அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி எட்டு

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto Scarborough Library

https://archive.org/details/scienceencyloped08unse

அறிவியல் களஞ்சியம்

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி எட்டு

(களம் – குரோனிக் பென்னி மாதிரி)

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

ISBN : 81-7090-197-9

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 63 - 8

திருவள்ளுவராண்டு 2024, தை - சனவரி 1993

நூல்	:	அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 8
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	பேரா. கே.கே. அருணாசலம்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	களஞ்சியம்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 1993 மறுபதிப்பு 2007
பக்கம்	:	998
தாள்	:	எஸ்.பி.பி. சூப்பர்பைன் 60 ஜிஎஸ்எம் (16 கி)
அளவு	:	1/4 டெம்மி
நூற்கட்டுமானம்	:	முழு காலிகோ
விலை	:	**உரூ. 800.00**
படிகள்	:	550
ஓவியம்	:	கு. புகழேந்தி
அச்சு	:	ஹேமமாலா சிண்டிகேட், சிவகாசி.

அறிவியல் களஞ்சியம்

வேந்தர்
மேதகு பீஷ்ம நாராயண் சிங்
ஆளுநர், தமிழ்நாடு

புரவலர்
மாண்புமிகு
டாக்டர் (செல்வி) ஜெ. ஜெயலலிதா
முதலமைச்சர், தமிழ்நாடு

இணைவேந்தர்
மாண்புமிகு டாக்டர் செ. அரங்கநாயகம்
கல்வி அமைச்சர், தமிழ்நாடு

துணைவேந்தர்
முனைவர் ஒளவை நடராசன்

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொ)
பேரா. கே. கே. அருணாசலம்

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொ)	: பேரா. கே. கே. அருணாசலம், அறிவியல் களஞ்சிய மையம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம், தஞ்சாவூர்.
பதிப்பாசிரியர்	: பேரா. பங்கஜம் கணேசன் கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்
செய்தி திரட்டுவோர்	: திரு. த. தெய்வீகன் வேதியியல் பொறிஞர் செல்வி இரா. சரசவாணி பொதுப் பொறியியல், நிலவியல் பொறிஞர் செல்வி வா. அனுசுயா எந்திரப் பொறியியல், மின் பொறியியல் திரு. அர. கமலதியாகராசன் முதன்மைப் பதிப்பாசிரியரின் துறை திரு. ஜா. சுதாகர் இயற்பியல்
மொழி திருத்துநர்	: திரு. வ. குமாரசாமி

நன்றியறிவிப்பு

ENCYCLOPAEDIAS

கலைக் களஞ்சியம்
தமிழ் வளர்ச்சிக் கழக வெளியீடு
சென்னை

McGraw-Hill Encyclopaedia of
Science and Technology
McGraw-Hill Book Company
1221, Avenues of the America
New York 10020

Encyclopaedia Britannica
Encyclopaedia Britannica Inc.
London

Encyclopaedia Americana
Americana Corporation
Danbury, Connecticut 06816

The New Caxton Encyclopaedia
The Caxton Publishing Company Ltd.
London

The Collier's Encyclopaedia
MacDonald Rain Tree Inc.
Purnell Reference Books Division
Orbis Publishing Limited
London

Grzimek's Animal Life Encyclopaedia
Van Nostrand Reinhold Company
New York

The New Book of Popular science
Grolier Inc.
Danbury, Connecticut 06816

The International Wild Life Encyclopaedia
Marshall Cavendish Corporation
New York

The New Book of Knowledge
Arolier Inc.
London

The Hamlyn Children's Animal World
Encyclopaedia in Colour
The Hamlyn Publishing group Ltd.
London

கலைச்சொற்கள்

Scientific and Technical Terms Lists
Department of Ancient Sciences
Tamil University
Thanjavur 613 001

பொறியியல்
மருத்துவக் கலைச்சொற்பட்டியல்
திட்டம், தமிழ் வளர்ச்சித்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் 613 001

ஜி. ஆர். தாமோதரன்
கலைச்சொல் அகராதி 1,2,3
கலைக்கதிர் வெளியீடு
கோயம்புத்தூர் 641 037

வல்லுநர் குழு

இயற்பியல் துறை

பேரா. வி. கோவிந்தராஜன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613 005

பேரா வெ. ஜோசப்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613 005

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல் துறை

மேஜர். எம். அரவாண்டி
கணிதப் பேராசிரியர்
27, புதிய காலனி
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி-620 020

திரு. எல். இராசகோபாலன்
முதல்வர் (ஓய்வு)
12, பெசண்ட் ரோடு
கும்பகோணம்

திரு. எம். ஜெயராம ஆறுமுகம்
முதல்வர்
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
திருவெறும்பூர்
திருச்சிராப்பள்ளி

கால்நடைத் துறை

டாக்டர். பி. இராமன்
இணை இயக்குநர் (ஓய்வு)
கால்நடைத்துறை
6, அண்ணாமலைநகர்
தஞ்சாவூர்

டாக்டர். செல்வராஜ்
மண்டல இணை இயக்குநர்
கால்நடைத் துறை
தஞ்சாவூர்

டாக்டர். பி. என். சௌரி
துணை இயக்குநர்
கால்நடைப் பராமரிப்புத்துறை
ஒரத்தநாடு
தஞ்சாவூர் மாவட்டம்

தாவரவியல், வேளாண்துறை

திரு. பா. அண்ணாதுரை
உதவிப் பேராசிரியர்
அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி
மேல் விஷாரம்-632 509

திரு. கோ. அர்ச்சுணன்
இணைப் பேராசிரியர்
தேசிய பயறுவகை ஆராய்ச்சி மையம்
புதுக்கோட்டை-622 001

திரு. நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ம. இரா. அரசு கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி-614 001

திரு. இரா. வைத்தியநாதன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
அ. வீ. வா. நி. புஷ்பம் கல்லூரி
பூண்டி

திரு. தி. ஸ்ரீகணேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை-625 011

நிலவியல்

திரு. இல. வைத்தியலிங்கம்
நிலவியல் துறை
அழகப்பா பொறியியல் கல்லூரி
காரைக்குடி

பொறியியல் துறை
எந்திரப் பொறியியல்

பேரா. அ. இராமசுவாமி
எந்திரப் பொறியியல் துறைத்தலைவர்
சண்முகா பொறியியல் கல்லூரி
திருமலைசமுத்திரம்
தஞ்சாவூர்-613 402

திரு. கே. ஆர். கோவிந்தன்
உதவிப் பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்-11

பேரா. செ. வை. சாம்பசிவம்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்

பொதுப் பொறியியல்

திரு. மு. புகழேந்தி
உதவிப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு குடிநீர் வடிகால் வாரியம்
மயிலாடுதுறை

திரு. வி. ரெங்கபதி
உதவிப் பொறியாளர்
பொதுப் பொறியியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர்

மின், மின்னணுப் பொறியியல்

திரு. வி. சி. பழனி
இணைப் பேராசிரியர்
மின்னியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர்-608 002

மருத்துவத்துறை
அறுவை மருத்துவம், பொது மருத்துவம்

டாக்டர். அவ்வை கலைக்கோவன்
சி-87, 10 ஆம் குறுக்குத்தெரு
தில்லைநகர் மேற்கு
திருச்சிராப்பள்ளி

டாக்டர் இரா. கலைக்கோவன்
சி-87, 10 ஆம் குறுக்குத் தெரு
தில்லைநகர் மேற்கு
திருச்சிராப்பள்ளி

விலங்கியல் துறை

திரு. இராமகிருஷ்ணன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ. வீ. வா. நி. புஷ்பம் கல்லூரி
பூண்டி

திரு. கோவி. இராமசுவாமி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ. வ. அ. கல்லூரி
மன்னம்பந்தல்

திரு. எஸ். ஆர். டி. சுந்தரமூர்த்தி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ. ப. க. ப. கல்லூரி
பழனி

திரு. தங்கவேலு
விலங்கியல் பேராசிரியர்
ஜமால் முகம்மது கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி- 620020

திரு. அ.நடராசன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அ. வீ. வா. நி. புஷ்பம் கல்லூரி
பூண்டி

வேதியியல் துறை

திரு. இரா. இலக்குமணன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்

திரு. ருத்ர. துளசிதாஸ்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மன்னர் துரைசிங்கம் அரசு கல்லூரி
சிவகங்கை

கட்டுரையாளர்கள்

இயற்பியல் துறை

திரு. கே. என். இராமச்சந்திரன்
2024, அய்யன்குளம் கிழக்குக்கரை
சகாநாயகன் தெரு
தஞ்சாவூர்

திரு. ச. சம்பத்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியல் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 015

திரு. கு. சரவணன்
இயற்பியல் துறை
மண்டலப் பொறியியல் கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 015

திரு. மூ. நா. சீனிவாசன்
இயற்பியல் துறைத்தலைவர்
சி. அப்துல் அக்கீம் கல்லூரி
மேல் விஷாரம்-632 509

திரு. சி. சுப்பிரமணியன்
50, ஜி. என். செட்டித்தெரு
மயிலாப்பூர்
சென்னை-600 004

திரு. இரா. சேகரன்
1086, காக்கா வட்டாரம்
தஞ்சாவூர்

திரு. சு. திருஞானம்
இயற்பியல் துறை
பெரியார் ஈ. வெ. ரா. அரசு கலைக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 020

திரு. அ. திருவள்ளுவர்
இயற்பியல் உதவிப் பேராசிரியர்
ம. இரா. அரசினர் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி-614 001

டாக்டர் அ நடராசன்
பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை
பாரதிதாசன் பல்கலைக்கழகம்
திருச்சிராப்பள்ளி-620 020

திரு. ரா. நாகராஜன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
ம. இரா. அரசினர் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி

திரு. கொ. சு. மகாதேவன்
அறிவியல் களஞ்சியம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

முனைவர் மெ. மெய்யப்பன்
105, மெ. மெ. வீதி
காரைக்குடி-623 001

திரு. க. மோகனசுந்தரம்
இயற்பியல் உதவிப் பேராசிரியர்
ம. இரா. அரசினர் கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி-614 001

திரு. வெ. ஜோசப்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசுக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613 005

கடலியல், கப்பல் கட்டுதல் துறை

திரு. அ. அரங்கநாதன்
நூலக உதவியாளர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்-613 005

டாக்டர் என். இராமலிங்கம்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர்

திரு. வி. இராமையன்
பேராசிரியர்
கடலுயிரியல் நிலையம்
பரங்கிப்பேட்டை

முனைவர் கு. சம்பத்
துணைப் பேராசிரியர்
வ.உ.சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி-628 008

திரு. மு. பக்ருதீன்
மத்திய கடல் மீன் வள ஆய்வு மையம்
மண்டபம்
இராமநாதபுரம் மாவட்டம்

திரு. கா. பாலசுப்ரமணியன்
முதனிலை ஆய்வாளர்
மேனிலைக்கடலாய்வு மையம்
பரங்கிப்பேட்டை

முகம்மது ஹபிபுல்லா
4, பூசணம் தெரு
சென்னை - 600 023

திரு. ம. அ. மோகன்
களஞ்சியமையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்-613 005

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல் துறை

மேஜர். மு. அரவாண்டி
கணிதப் பேராசிரியர்
27, புதிய காலனி
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி-620 020

திரு. எஸ். இராஜகோபாலன்
முதல்வர் (ஓய்வு)
12, பெசண்ட் ரோடு
கும்பகோணம்

திரு. கோ. சண்முகசுந்தரம்
முதல்வர்
ஜி. டி. என். கலைக்கல்லூரி
திண்டுக்கல்

திரு. ஜே. டி. சாமுவேல்
முதல்வர்
பிஷப் தார்ப் கல்லூரி
தாராபுரம்

திரு. சு. சூரிய நாராயணன்
நூலகர்
ஸ்ரீபரமகல்யாணிக் கல்லூரி
ஆழ்வார்க்குறிச்சி-627 412

திரு. மு. திரவியம்
கணிதப் பேராசிரியர்
1, நாராயணசாமி கோவில் தெரு
ஆழ்வார்க்குறிச்சி-627 412

பேராசிரியர் து. பாஸ்கரன்
கணிதத்துறைத் தலைவர்
வி.எச்.என்.எஸ். என். கல்லூரி
விருதுநகர்

முனைவர். அ. ரகிம்பாட்சா
பேராசிரியர்-கணிதத்துறை
பெரியார் ஈ. வே. ரா. கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 020

திரு. பெ. வடிவேல்
களஞ்சியம் மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

தாவரவியல், வேளாண் துறை

திரு. பா. அண்ணாதுரை
பேராசிரியர் & துறைத்தலைவர்
அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி
மேல் விஷாரம்-632 509

திரு. கோ. அர்ச்சுணன்
இணைப் பேராசிரியர்
தேசிய பயறுவகை ஆராய்ச்சி மையம்
புதுக்கோட்டை-622 001

திரு. அ. அரங்கநாதன்
நூலக உதவியாளர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்-613 005

திருமதி. அலர்மேலு ராமகிருஷ்ணன்
'வெங்கடேஷ்வர்'
25, டிசில்வா சாலை
மயிலாப்பூர்
சென்னை - 600 004

திரு. இராபின்சன் தாமஸ்
களஞ்சியம் மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

திரு. த. இராமலிங்கம்
மண் நீர் ஆராய்ச்சி மையம்
தஞ்சாவூர்

திரு. இரா. குழந்தைவேலு
உழவியல் பேராசிரியர்
வேளாண் ஆராய்ச்சி நிலையம்
பவானி சாகர்-638 451

திரு. ல. கேசவன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
தியாகராசர் கல்லூரி
மதுரை

திரு. கோ. கோபாலன்
துணைப் பேராசிரியர்
தாவரவியல் துறை
மதுரைக்கல்லூரி
மதுரை-625 011

திரு. அ. சங்கரன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கல்லூரி
தஞ்சாவூர்

திரு. வே. சங்கரன்
பேராசிரியர்-தாவரவியல் துறை
நா. க. ம. கல்லூரி
பொள்ளாச்சி

திரு. கு. சம்பத்
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியர்
வ. உ. சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி 628 008

திரு. கா. சிவப்பிரகாசம்
இணைப்பேராசிரியர்
பயிர் நோயியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர்-641 003

திரு. டோரதி கிருஷ்ணமூர்த்தி
தாவரவியல் பேராசிரியர்
மன்னர் கல்லூரி
புதுக்கோட்டை

திரு. க. திருமாறன்
தாவரவியல் துறை
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
உதகமண்டலம்

திரு. கு. பத்மநாபன்
5, திவ்ய பிரபந்தம் சாலை
பாளையங்கோட்டை-627 002

திரு. ச. பாலகதிரேசன்
வனச் செயல்திட்ட அலுவலர்
செர்ரி சாலை
சேலம்-636 007

திரு. கொ. பாலகிருட்டிணன்
துணைப் பேராசிரியர்
வேளாண்மைக் கல்லூரி
திருநெல்வேலி

திரு. கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்
முதல்வர்
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
அரியலூர்

திரு. க. மணியன்
துணைப் பேராசிரியர்
பயிர் வினையியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர்

திரு. டி. எஸ். மாணிக்கம்
முதல்வர்
வேளாண்மைக் கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சி நிலையம்
மதுரை-625 104

திரு. கி. முருகேசன்
தாவரவியல் உயராய்வு மையம்
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
கிண்டி வளாகம்
சென்னை-600 025

திரு. சி. முருகேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
மன்னர் கல்லூரி
புதுக்கோட்டை

திரு. கா. ராஜசேகரன்
தாவரவியல் துறை
அரசு கலைக்கல்லூரி
கிருஷ்ணகிரி

திருமதி. மே. லோ. லீலா
தாவரவியல் பேராசிரியை
51, அண்ணா சாலை
கிண்டி, சென்னை-600 025

திரு. நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ம. இரா. அ. கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி-614 001

திரு. தி. ஸ்ரீகணேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை-625 011

நிலவியல் துறை

திரு. இரா. இராமசாமி
நிலவியல் & சுரங்கத்துறை
தொழிற்பேட்டை
கிண்டி
சென்னை - 600 025

திரு. இராம. இராமநாதன்
நிலவியல் துறைப் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
திருநெல்வேலி-7

திரு. அ. வே. உடையனபிள்ளை
உதவிப் பேராசிரியர்
1ஈ/1, 3 ஆம் தெரு மேற்கு
பிரைண்ட் நகர்
தூத்துக்குடி-8

திரு. சு. சந்திரசேகர்
களஞ்சியம் மையம்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

திரு. ந. சந்திரசேகர்
உதவிப் பேராசிரியர்
வ. உ. சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி

திரு. எஸ். சுதர்சன்
பொதுப் பொறியியல் துறை
ஷண்முகா பொறியியல் கல்லூரி
திருமலைசமுத்திரம்
தஞ்சாவூர்

திரு. உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
சிதம்பரம்

திரு. ஜெ. கு. தினகரன்
விட்டு எண் 10, பிளாட் 15
ஆண்டாள் தெரு
ஐயப்ப நகர்
திருச்சிராப்பள்ளி-620 021

திரு. மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்
வேதியியல் துறைப் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்-642 013

திரு. ப. வெங்கட்ராமன்
துணைப் பேராசிரியர்
வ. உ. சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி

திரு. இல. வைத்திலிங்கம்
துணைப் பேராசிரியர் - நிலவியல் துறை
அழகப்பா பொறியியல் கல்லூரி
காரைக்குடி 623 004

பொறியியல் துறை - எந்திரப் பொறியியல்

திரு. வயி. அண்ணாமலை
உதவிப் பேராசிரியர் - எந்திரவியல் துறை
மூகாம்பிகைப் பொறியியல் கல்லூரி
கீரனூர்

திரு. கி. அனந்த நாராயணன்
எச் 42/3, மேற்கு அவின்யூ
காமராஜ் நகர்
திருவான்மியூர்
சென்னை-600 041

திரு. டி. இந்திரன்
உதவிப் பொறியாளர்
நெடுஞ்சாலைப் பிரிவு
சென்னை

திரு. மு. இராமலிங்கம்
எந்திரவியல் துறைத் தலைவர்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர்-608 002

திரு. ஆர். இராஜு
விரிவுரையாளர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்-636 011

திரு வை. இலக்குமி நாராயணன்
விரிவுரையாளர் - எந்திரப் பொறியியல்
முத்தையா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
அண்ணாமலைநகர்-608 002

திரு. க. கண்ணன்
எந்திரவியல் துறை
சீனிவாசா தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
கீரனூர்
புதுக்கோட்டை மாவட்டம்-622 502

திரு. கே. ஆர். கோவிந்தன்
உதவிப் பேராசிரியர்
எந்திரவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் - 11

திரு. தி. அ. சங்கர்
25/10, பி. வி. நாயக்கன் தெரு
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை-600 005

டாக்டர். கே. சீனிவாசன்
விரிவுரையாளர்
வேதியியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்-11

திரு. எஸ். நாகேஸ்வரன்
தாம்சன் மேன்சன்
11, அக்பர் தெரு
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை-600 005

திரு. பொ. கு. பழனி
இணை விரிவுரையாளர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்-11

பேரா. வீர. முத்துவீரப்பன்
எந்திரவியல் துறைத்தலைவர்
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர்-608 002

திரு. என். ரெங்கராஜன்
தாம்சன் மேன்சன்
அக்பர் சாகிப் தெரு
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை-600 005

திரு. ப. வெங்கடாசலம்
வேளாண் பொறியியல் கல்லூரி
தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர்-641 003

திரு. வெ. ஸ்ரீதர்
3, திருப்பக்குளத் தெரு
கோட்டை
நாமக்கல் அஞ்சல்
சேலம் மாவட்டம்

பொதுப் பொறியியல்

திரு. ஏ. எஸ். எஸ். சேகர்
பொதுப் பொறியியல் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
திருநெல்வேலி-7

திரு. மு. புகழேந்தி
உதவிப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு குடிநீர் வடிகால் வாரியம்
மயிலாடுதுறை

மின், மின்னணுப் பொறியியல்

திரு. சு. ஆறுமுகம்
உதவிப் பேராசிரியர்
மின்னணுவியல் துறை
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்-641 013

திரு. கே. என். இராமச்சந்திரன்
இயற்பியல் துறைப் பேராசிரியர்
2024, ஐய்யன்குளம் கிழக்குக்கரை
சகாநாயகன் தெரு
தஞ்சாவூர்

திரு. எல். கே. இராமலிங்கம்
கோட்டப் பொறியாளர் (மின்னியல்)
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
800, அண்ணாசாலை
சென்னை-600 002

திரு. எஸ். இராஜேந்திரன்
இணை விரிவுரையாளர்
வி. எஸ். வி. தொழில் நுட்பக் கல்லூரி
விருதுநகர்-626 001

திரு. த. சந்தானம்
66, ஓரகடம் ரோடு
அம்பத்தூர்
சென்னை-600 053

திரு. எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்
கோட்டப் பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
சென்னை

திரு. கு. நல்லதம்பி
உதவிப் பேராசிரியர்
மின்னணுவியல் துறை
அரசு பொறியியல் கல்லூரி
சேலம்-11

வேதிப் பொறியியல்

திரு. நா. அய்யாசாமி
வேதியியல் துறைப் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்-641 013

திரு. மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்
வேதியியல் துறைப் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்-641 013

திரு. கி.மு. மோகன்
வேதியியல் துறை விரிவுரையாளர்
ஆதிபராசக்தி பொறியியல் கல்லூரி
மேல்மருவத்தூர்
சென்னை

மருத்துவத்துறை

டாக்டர் ச. ஆதித்தன்
E.8, அலுவலர் குடியிருப்பு
ஜிப்மர்
பாண்டிச்சேரி - 605 006

டாக்டர் க. இரத்னம்
தமிழ்த்துறைத் தலைவர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கல்லூரி
தஞ்சாவூர்

டாக்டர் சு. இராஜலட்சுமி
29. பி, பஸலுல்லா சாலை
தி. நகர்
சென்னை - 600 017

டாக்டர் கே. என் இராஜன்
சென்னை மாநகராட்சிக் காசநோய் மருத்துவர்
சென்னை

டாக்டர் அ. கதிரேசன்
24, கோவில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010

டாக்டர் மு. ப கிருஷ்ணன்
635, 27 ஆம் தெரு
கொரட்டூர்
சென்னை-600 080

டாக்டர் ஆர். பி. சண்முகம்
1140 A. T. S. கிருஷ்ணா நகர்
மொகம்பூர்
சென்னை - 600 050

டாக்டர் திருமதி. சாரதா கதிரேசன்
24, கோவில் தெரு
அழகப்பா நகர்
சென்னை - 600 010

டாக்டர் கு. சிவஞானம்
54, காந்தி நகர்
திண்டிவனம்-604 002

டாக்டர் சுதா சேஷய்யன்
8, சோம சுந்தரம் தெரு
குரோம்பேட்டை
சென்னை-600 044

டாக்டர் சுவயம் ஜோதி
7, 3ஆம் வாய்க்கால் குறுக்குத் தெரு
காந்தி நகர்
சென்னை-600 020

டாக்டர் மு. துளசிமணி
20, ஜீவானந்தம் தெரு
பாண்டிச்சேரி-605 001

டாக்டர் எஸ். என். தெய்வநாயகம்
81, உஸ்மான் ரோடு
சென்னை 600 017

டாக்டர் கா. நடராஜன்
54, 4ஆம் அவென்யு
அசோக் நகர்
சென்னை-600 083

டாக்டர் சொ. நடராஜன்
1675, 15ஆம் மெயின் வீதி
சென்னை-600 083

டாக்டர் வீ. நடராஜன்
49, நல்லண்ணன் தெரு
சென்னை-600 014

டாக்டர் சு. நரேந்திரன்
பேராசிரியர்
மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர்

டாக்டர் டி. எம். பரமேஸ்வரன்
சி. 261. திருநகர்
மதுரை

டாக்டர் மு. கி. பழனியப்பன்
635, 27 ஆம் தெரு
கொரட்டூர்
சென்னை-60 080

மா. ஜெஃபிரடெரிக் ஜோசப்
பொன்னகம்
பாம்பாட்டித் தெரு
தஞ்சாவூர்-613 001

டாக்டர். சே. பிரேமா
துணைப்பேராசிரியை
சித்தமருத்துவத்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்-613 001

டாக்டர் தி. பெத்தம்மாள்
3, சிவஞானம் சாலை
சென்னை-600 017

டாக்டர். முத்துலட்சுமி பாரதி
———
———
———

டாக்டர் க. லோகமுத்துகிருஷ்ணன்
பேராசிரியர்
நரம்பியல் அறுவை மருத்துவம்
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை-600 003

கால்நடை மருத்துவம்

டாக்டர் க. இரத்தின சபாபதி
முன்னாள் முதல்வர் & இயக்குநர்
அயனாவரம்
சென்னை

திரு. எஸ். இராம்பிரசாத்
துணை இயக்குநர்
கால்நடை ஆராய்ச்சி மையம்
ஒரத்த நாடு

டாக்டர் பி. இராமன்
இணை இயக்குநர் (ஓய்வு)
கால்நடைத்துறை
6, அண்ணாமலை நகர்
மருத்துவக் கல்லூரிச் சாலை
தஞ்சாவூர்-613 007

டாக்டர் இரா. செயக்குமார்
உதவிப்பேராசிரியர்
கால்நடை நோய் தடுப்பியல் துறை
சென்னைக்கால்நடை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை-600 007

டாக்டர் பி. பி. தங்கவேலு
முதன்மை மருத்துவர்
கால்நடைப் பெருமருத்துவமனை
பொள்ளாச்சி

டாக்டர் ஆர். திருமூலம்
கால்நடை உதவி மருத்துவர்
கால்நடை ஆய்வாளர் பயிற்சி நிலையம்
மாவட்டக் கால்நடைப் பண்ணை
ஒரத்தநாடு

டாக்டர். நயினார் முகம்மது
கிராம வளர்ச்சி அலுவலர்
ஸ்டேட் பாங்க் ஆப் இந்தியா
கம்பம்-626 516

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி-எட்டு

களம்

கருத்தியல் இயற்கணிதத்தில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியால் முதன்முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இயற்கணிதத் தொகுப்பு, குலம் (group) எனப்படும். இதற்கு அனைத்து முழு எண்களும் கொண்ட கணம் Z சான்றாகும். எவையேனும் இரண்டு முழு எண் களைக் கூட்டினால் மீண்டும் ஒரு முழு எண்ணைப் பெறலாம்; மூன்று முழு எண்களை எவ்விதம் கூட்டி னாலும் மதிப்புச் சமம்; ஒவ்வொரு முழு எண்ணை யும் பூஜ்யத்துடன் கூட்டினால் அதே முழு எண் கிடைக்கும்; ஒவ்வொரு முழு எண்ணையும் அதன் கூட்டல் எதிர் மறையுடன் கூட்டினால் பூஜ்யம் அடையலாம் என்னும் நான்கு பண்புகளும் முறையே அடைப்புவிதி, சேர்ப்புவிதி, அலகின் இருப்புத் தன்மை, எதிர்மறை இருப்புத்தன்மை எனப்படும்.

வெற்றற்ற கணத்திலுள்ள உறுப்புகள் ஓர் ஈருறுப் புச் செயலின் கீழ் இந்நான்கு விதிகளையும் உண்மை யாக்கும்போது அக்கணம் குலம் எனப்படும். ஒரு குலத்தின் உறுப்புகள் பரிமாற்று விதியையும் உண்மை யாக்கும்போது அது எபெலியன் குலம் எனப்படும். குலங்களை அடுத்துக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இயற் கணிதத் தொகுப்புகளே களங்கள் (field) ஆகும். இயற்கணிதத்தில் இவற்றின் பங்கு முக்கியமான தாகும். ஏனெனில், இவற்றின் கொள்கைகள் எண் கொள்கையின் பயன்பாடுகளில் பெரிதும் இடம் பெறுவதோடு மட்டுமல்லாமல் பல்லுறுப்புக் கோவை களின் தீர்வுகளைப் பற்றி ஆய்தலின் விளைவாகத் தோன்றும் களக் கொள்கை, சமன்பாட்டுக் கொள்கை களைவிட மிகுதியாகவும் இருக்கும். ஏபெல், கால்வா போன்ற கணிதவியலார்களின் ஆய்வுகளில் களம் என்னும் கருத்து இடம் பெற்றது. 1879 ஆம் ஆண்டு டெடிகண்டு என்பாரே முதன் முதலில். எண்களத் திற்குரிய வரையறையை அளித்தவர் ஆவார்.

எண்களில் ஏதேனும் ஒரு கணம் களமாக வேண்டும் என்றால் அக்கணம், கூட்டலின்கீழ் ஓர் எபெலியன் குலமாகவும், அதன் பூஜ்யமற்ற உறுப்பு கள் பெருக்கலின்கீழ் ஓர் எபெலியன் குலமாகவும் இருந்து இரண்டு செயலிகளின்கீழ் பரிமாற்று விதி களும் உண்மையாக வேண்டும் என அவர் வரையறுத் தார். தன்மீது இரண்டு ஈருறுப்புச் செயலிகள் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட ஒரு கணம் களமாயிருக்கவும் இதே வரையறை பின்பற்றப்படுகிறது. களத்தில் இடம்பெறும் இரண்டு ஈருறுப்புச் செயலிகள் பொது வாகக் கூட்டல், பெருக்கல் எனக் கொள்ளப்படும். முடிவான எண்ணிக்கை கொண்ட உறுப்புகளைப் பெற்றுள்ள களம் முடிவான களம் என்றும் அவ் வாறில்லாத களம் முடிவற்ற களம் என்றும் கூறப் படும். ஒவ்வொரு முடிவான களமும் ஒரு கால்வா களம் எனப்படும். ஒவ்வொரு பகா எண் p-க்கும் ஒவ்வொரு மிகை முழு எண் m க்கும் p^m உறுப்புகள் கொண்ட களம் உண்டு எனக் கண்டனர். விகித முறு எண்கணமும் மெய்யெண் கணமும் முடிவற்ற களங்களுக்குச் சிறந்த சான்றுகள் ஆகும்.

குலத்திற்கும் களத்திற்கும் இடைப்பட்ட நிலை யில் அமையும் இயற்கணிதத் தொகுப்புகளை அறியப் பல கணித வல்லுநர்கள் முனைந்தனர். ஒரு வெற் றற்ற கணம், கூட்டலின் கீழ் எபெலியன் குலமா யிருந்து, பெருக்கலின் கீழ் அடைப்பு, சேர்ப்பு விதி களையே உண்மையாக்கி, கூட்டல் பெருக்கலின்கீழ் பங்கீட்டு விதிகளை உண்மையாக்கும்போது அது வளையம் எனப்படும். காஸ் என்பார் முழு எண் வளையத்தை விரிவுபடுத்திக் காஸின் முழு எண் வளையம் என்று புதிய ஒற்றை வளையம் கண்டுபிடித்

தார். இதன் ஒவ்வோர். எண்ணும் $m+ni$ என்னும் வடிவில் இருக்கும். இங்கு m,n முழு எண்கள், மற்றும் $i=\sqrt{-1}$ கற்பனை எண். இதன் பூஜ்யமற்ற உறுப்புகள் பெருக்கல் எதிர்மறை பெறவில்லை. இருப்பினும் களத்திற்குரிய பிற பண்புகள் அனைத்தையும் அக்கணம் பெற்றிருந்தது. இத்தகைய தொகுப்புகள் எண் அரங்கங்கள் (domains) எனப்பட்டன. ஒரு சாதாரண வளையத்திற்கு இல்லாத சில சிறப்பான பண்புகள் ஓர் எண் அரங்கத்துக்கு உண்டு. அவற்றுள் ஒன்று, எண் அரங்கத்துக்குப் பூஜ்ய வகுப்பான்கள் இல்லை என்பதாகும். அதாவது, இரண்டு பூஜ்யமற்ற வகுப்புகளின் பெருக்கற்பலன் எந்நிலையிலும் பூஜ்யமாகாது என்பதாகும். பின்னர் முடிவான எண் அரங்கம் ஒவ்வொன்றும் களமாகும் என மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. இதனால் எண்ணிக்கையற்ற முடிவான களங்கள் காண்பது எளிதாயிற்று. சான்றாக, ஒவ்வொரு பகா எண் (prime number) p-இன் மட்டுக்கும் முழு எண் வளையம் Z_p ஓர் எண் அரங்கமாகும். இது முடிவாயிருப்பதால் ஒரு களமாகும்.

ஒரு வளையத்தில் பூஜ்யமற்ற உறுப்புகள் பெருக்கலின் கீழ், குலத்தை அமைக்குமாயின் அது வகுத்தல் வளையமாகும். இவ்வரையறையிலிருந்து ஒவ்வொரு பரிமாற்று வகுத்தல் வளையமும் ஒருகளம் என அறியலாம். 1905 இல் வெட்டர்பர்ன் என்பார் ஒவ்வொரு முடிவான வகுத்தல் வளையமும் ஒரு களமாகும் என்பதைக் கண்டார். எண் அரங்கங்கள் களங்களாயில்லாவிடினும் அவற்றை அவற்றிற்குரிய ஈவுக் களங்களில் பொருத்திக் காட்டலாம் என்பதும் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது. இதற்கு மூலகாரணமாயிருந்தது, முழு எண் அரங்கம் Z, அதன் ஈவுக் களமான விகிதமுறு எண் களம் Q இன் மீது பொருந்தும் என்னும் கொள்கையாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட ஆய்விற்குத் தரப்பட்டிருக்கும் களம் போதுமானதாயில்லாவிடில் அதைவிரிவுபடுத்துதல் தேவையாகிறது. பெரும்பாலும் பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் தீர்வுகளைக் காணும்போது இத்தகைய விரிவுபடுத்தலை மேற்கொள்ள வேண்டியுள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக x^2+1 என்னும் பல்லுறுப்புக்கோவை மெய்யெண் களம் $\mathbb{R}$ இன் மீது வரையறுக்கப்பட்டிருந்தாலும் $\mathbb{R}$ இல் அதற்குத் தீர்வுகள்இல்லை. இப்பல்லுறுப்புக் கோவையின் ஒரு தீர்வான $i=\sqrt{-1}$ ஐ $\mathbb{R}$ உடன் சேர்த்து விரிவுபடுத்துவதால் பெறப்படும் களமே சிக்கல் எண் களம் C ஆகும். இக்களத்தில் $x^2+1=(x+i)(x-i)$ என எழுதுவது இயலும்.

பொதுவாக, ஒரு களம் F இன் மீது வரையறுக்கப்பட்ட பல்லுறுப்புக்கோவை தரப்பட்டால், அதன் அனைத்துத் தீர்வுகளையும் பெற்றிருக்கின்ற F இன் விரிவாக்கப்பட்ட களம் ஒன்றை உறுதியாகக் காண முடியும் என்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. இக்களம் அப்பல்லுறுப்புக் கோவைக்குரிய பகுக்கும் களம் (divisible field) எனப்படும். களத்தை வைத்தே அதனினும் பெரிய இயற்கணிதத் தொகுப்புகளான வெக்டர்வெளி (vector space) இயற்கணிதம் போன்றவை வரையறுக்கப்படுகின்றன.

- எம். அரவாண்டி

நூலோதி. Carl B. Boyer, *A History of Mathematics*, Wiley International Edition, U.S.A., 1968.

களா

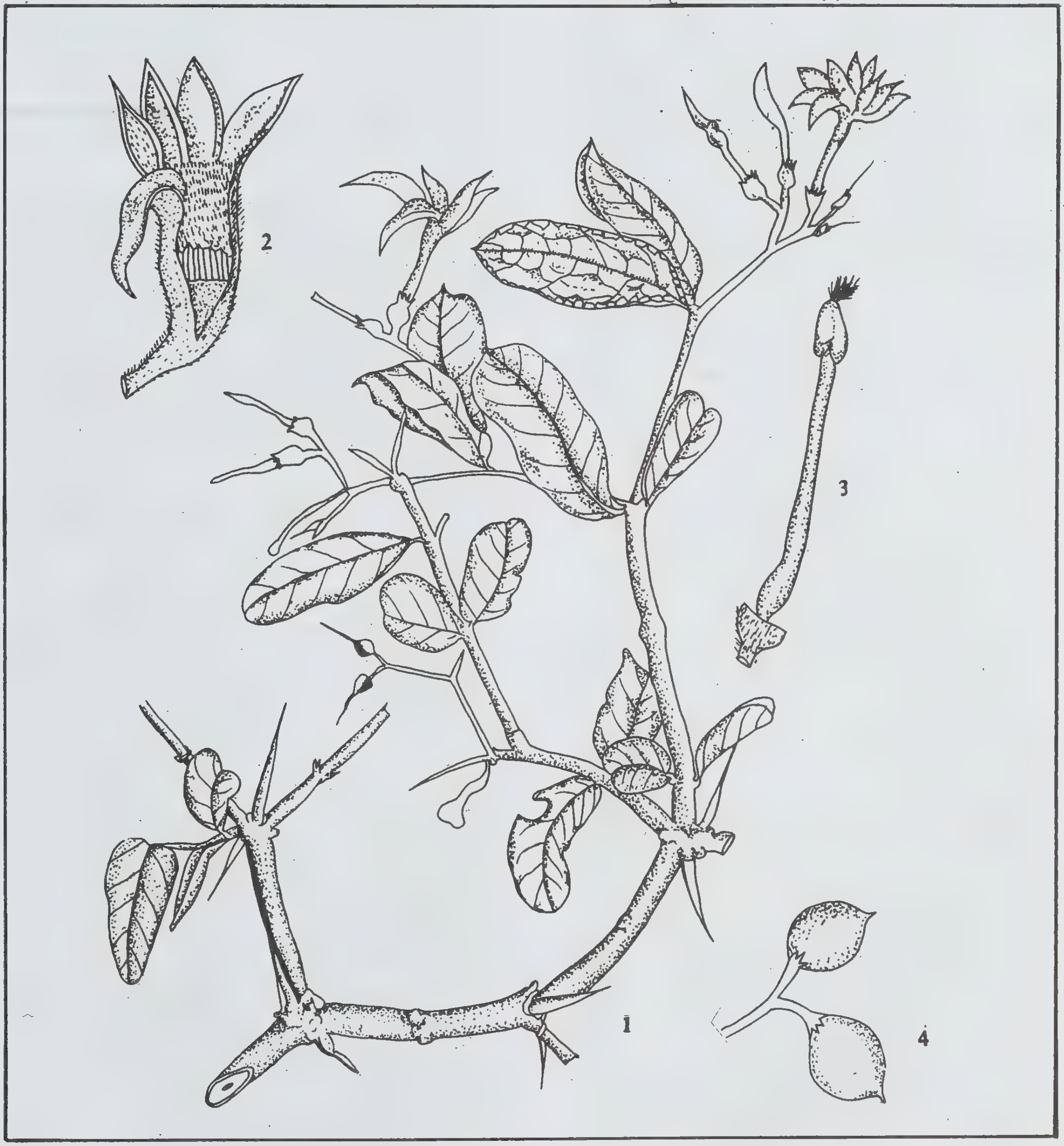
இது நெருங்கிய பல கிளைகளுள்ள முள் தாவரம். இவற்றில் சில நிமிர்ந்து புதராக வளரும். சில தரை மீது படர்ந்து வளரும். ஒன்றிரண்டு, அருகிலுள்ள மரங்களின் மீது தாவியும் படரும். களாவிற்குக் கிளா, கிளாய் என்னும் வேறு பெயர்கள் உண்டு.

களாவில் பெருங்களா, சிறுகளா என இருவகை உண்டு. பெருங்களாவின் தாவரப்பெயர் கேரிஸ்ஸா கேரண்டாஸ் (*Carissa Carandas*) என்பதாகும். இது அபோசயனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. காய், இலைகளைக் கிள்ளினால் வெண்மையான பால் வடியும். இதன் கிளைகள் கவையாகவே வளரும். இது 5 மீ உயரம் வளரும் சிறுமரம். பெரும்பாலும் முள்கள் இரண்டும் பிரிவுள்ள முனையில் முடியும். முள்கள் 3 செ.மீ. நீளமிருக்கும். இது இந்தியா, பர்மா, ஸ்ரீலங்கா, மலாக்கா போன்ற நாடுகளில் மணற்பாங்கான இடங்களிலும் பாறைகளின் இடையிலும் ஆற்றோரங்களிலும் படர்ந்து வளர்ந்திருக்கும். மலைப்பகுதியில் 800 மீ. உயரம் வரையுள்ள இடங்களில் காட்டுச் செடியாக வளரும்.

இந்தியாவில் சில இடங்களில் இதைப் பழத்திற்காக வளர்ப்பதுண்டு. விதைமூலம் இது இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. கன்றுகள் 1. மீ. இடைவெளியில் நடப்படுகின்றன. ஆகஸ்டு - செப்டம்பர் மாதங்களில் அறுவடைக்கு வரும். ஒரு செடியிலிருந்து 2-4 கிலோ பழங்கள் கிடைக்கும். இதன் கனி 1.25 செ.மீ. நீளத்தில் நீள்வட்ட வடிவில் இருக்கும். பிஞ்சு பச்சையாகவும், காய் சிவப்பாகவும், பழம் கறுப்பாகவும் இருக்கும். இதன் இலை தலைகீழ் முட்டை (obovate) அல்லது தலைகீழ் ஈட்டி வடிவில் 2.5-6 - 2-3 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இலையின் அடிப்பகுதி கூர்மையாகவோ ஆப்புவடிவிலோ (cuneate) இருக்கும். இலையின் நுனிப்பகுதி மழுங்கியும் மிகச் சிறிய கூரிய நுனியைப் பெற்றும் இருக்கும். இலைக் காம்பு 4.மி.மீ. நீளத்தில் இருக்கும்.

பூக்கள் செடியின் நுனியிலோ இலைக்கக்கங்களிலோ தோன்றும். பூ 2.5 செ.மீ. அளவில் 5 மி.மீ. நீளமுள்ள காம்பில் தோன்றும். புல்லிவட்டம் 5 நீண்ட ஈட்டி வடிவ இதழ்களைக் கொண்டு 4 மி.மீ.

அளவில் கூர்மையாக இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் வெண்மையாக இருக்கும். பூக்கள் மல்லிகைப் பூப் போல மணக்கும். பூக்கள் மார்ச்-ஏப்ரல் மாதங்களில் பெருமளவில் உண்டாகின்றன. அல்லிமடல்கள் 2 செ. மீ. குறுக்களவைக் கொண்டும், 1.7 செ.மீ. நீளமுள்ள குழலுடன் 5 அல்லி இதழ்களைப் பெற்றும், நீள்சதுரமாகவும், கூரிய முனையுடனும் (mucronate) இருக்கும். ஐந்து மகரந்ததாள்களும் அல்லி இதழ் நடுப்பகுதியில் சற்று மேலே இணைந்திருக்கும். மகரந்தப் பைகள் 2.5 மி. மீ.



களா (*Carissa Carandas*)

1. பூக்களும் தழைத்தொகுதியும் 2. பூ 3. சூலகம் 4. கனி

அளவில் இருக்கும். சூலகப்பை (ovary) 2 மி.மீ. அளவும், சூலகத்தண்டு 8 மி.மீ. நீளமும், சூலகமுடி கூர்மையும் கொண்டு இருக்கும். பழம் உண்ணத் தக்கது. காய்களை மே மாதத்திலும் பெருமளவில் ஆகஸ்டு-செப்டம்பர் மாதங்களிலும் பெறலாம்.

கனி இனிப்பாயிருக்கும். பழங்களைப் பாகு, ஜெல்லி முதலியவை செய்யவும், தோல் பதனிடவும், சாயம் தயாரிக்கவும் பயன்படுத்தலாம். காய்களைக் கொண்டு ஊறுகாய் தயாரிக்கலாம். இலைகளை டஸ்ஸார் பட்டுப்புழுவிற்கு உணவாகத் தரலாம். கிளாவை வேலியாகவும் வளர்க்கலாம்.

மரம் வெண்மையாகவும் கடினமாகவும் வழுவழுப் பாகவும் இருக்கும். இம்மரத்திலிருந்து சீப்பு, அகப்பை முதலியன செய்யலாம். முள் நிரம்பியுள்ளமையால் பெரும்பாலானவற்றை வேலியாக வளர்க்கலாம். களாக்காயில் வைட்டமின் C மிகுதியாகவுள்ளது. இதன் பூ, காய், பழம், வேர் முதலியவை மருத்துவத் தன்மை மிகுந்தவை. சிறிய பெரிய இளங்காய்களைப் பச்சையாக உண்ணலாம். காயைப் பறித்ததும் பால் வெளிவரும்.

சிறுகளாவிற்குக் கேரிஸ்ஸா ஸ்பைனாரம் (Carissa spinarum) என்று பெயர். இதைக்கேரிஸ்ஸா டிஃப்யூசா (Carissa diffusa) என்றும் கூறுவர். இதன் கிளைகள் பக்கத்திற்குப் பக்கம் வளைந்து வரும். இது பர்மா, ஸ்ரீலங்கா, இந்தியா போன்ற நாடுகளின் சமவெளி, மலைப்பகுதிகளில் 900 மீட்டர் உயரம் வரை வளர் கிறது. பூக்கள் வெண்மையாகவும் வெளிப்பக்கம் செம்மை நிறமாகவும் இருக்கும். இது பிப்ரவரி—ஏப்ரல் வரை மிகுதியாகப் பூக்கும். இது 2-3 மீட்டர் உயரம் வளரக்கூடிய புதர்ச்செடியாகும். இதன் முள் 3 செ.மீ. நீளமாகத் தனித்தோ இரண்டாகக் கிளைத்தோ இருக்கும்.

இலைகள் நீள்வட்ட வடிவில் இருக்கும். அடியி லுள்ள இலைகள் சற்று வட்டமாக இருக்கும். இலை கள் 3-4.5×1.5-3 செ.மீ. அளவுடன் நுனி, அடிப் பகுதிகளில் கூராக இருக்கும். இலைக்காம்பு 3 மி.மீ. நீளம் இருக்கும். பூக்கள் 5-7 எண்ணிக்கையில் பூக்கும். பூக்கள் இலைக்கக்கத்திலும் தோன்றியிருக் கும். மஞ்சரித்தண்டு 3 மி.மீ. நீளமிருக்கும். புல்லி வட்டத்தில் 5 மடல்கள் ஈட்டி வடிவில் கூரிய நுனி யைப் பெற்று 2.5 மி.மீ. அளவில் இருக்கும். அல்லி வட்டம் 1.5 செ.மீ. குறுக்களவுடன் 1.4 செ.மீ. குழாயையும் 0.7 செ.மீ. அளவுள்ள மடல்களை யும் நீள்வட்ட வடிவில் பெற்றிருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் ஐந்தும் ஏறக்குறைய அல்லிவட்டக் குழலின் நடுப்பகுதியில் இணைந்திருக்கும். இத்தாள்கள் 3 மி.மீ. நீளமும், மகரந்தப் பைகள் 1-8 மி.மீ. அளவும் பெற்றிருக்கும். சூலகப்பை 1 மி.மீ. சூலகத்தண்டு 4 மி.மீ. அளவிருக்கும்; சூலகமுடி பிளவுற்றிருக்கும். உருண்டையான காய்கள் 8 மி.மீ. குறுக்களவில் பச்சையாகக் கூரிய நுனியுடன் இருக்கும்.

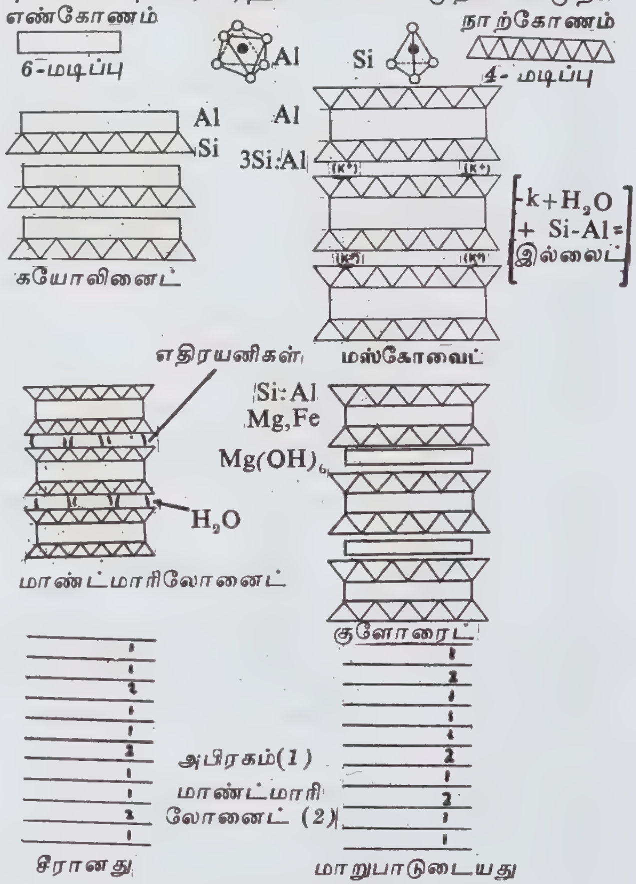
- கோ. அர்ச்சுணன்

நூலோதி. K. M. Mathew, The Flora of the Tamilnadu Carnatic, St. Joseph's College, Tiruchirapalli, 1983.

களிக் கனிமங்கள்

இவை நீரேற்ற அலுமினிய சிலிக்கேட்டுகள் ஆகும். இந்த இனத்தைச் சார்ந்த பல கனிமங்கள் உள்ளன. இவை களிமண், வெண்களிமண், களிப்பாறை (shale), களிக்கல் (mud stone), பனி ஆற்றுப்படிவு முதலியன வாகக் காணப்படுகின்றன.

களிக்கனிமங்கள் பொதுவாகக் கயோலினைட் இனம், மாண்ட்மாரிலோனைட் இனம், பொட்டாசி யம் களி அல்லது நீர் கலந்த அபிரக இனம் என மூவகையாகக் கருதப்பட்டு வந்தன. கயோலினைட், டிக்கைட், நேக்ரைட், ஹல்லாய்சைட் முதலியன முதல்



படம் 1. களிக்கனிமங்களின் பதப்பயனீட்டாய்வு, கட்டமைப்பு

இனத்தைச் சேர்ந்தவை. இவை அனைத்தும் Al_2O_3 $2SiO_2.2H_2O$ எனும் ஒரே வேதி இயைபை உடையவை. ஆனால் அணு அமைப்பு முறையில் ஒன்றோடொன்று மாறுபட்டவை. என்டலைட் எனும் கனிமம் இருமடங்கு நீர் உடையது. அல்லோஃபேன் படிகமில்லாத ஒரு கனிமம் ஆகும்.

மாண்ட்மாரிலோனைட் இனத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்கள், $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$ என்னும் வேதி இயைபை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. இவற்றில் மக்னீசியம், இரும்பு, கால்சியம், சோடியம், பொட்டாசியம் முதலியவை பல்வேறு அளவுகளில் உள்ளன. இயைபு மாறுபாடு உடைய பல கனிமங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

மூன்றாம் இனத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் நீர் கலந்த அபிரகங்கள் ஆகும். இவ்வகையைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் தெளிவாக ஆராயப்படவில்லை. இவை பொட்டாசியத்தைக் கொண்டுள்ள மாண்ட்மாரிலோனைட்டுக்கும், வெள்ளை அபிரகமாகிய மாஸ்க்கோவைட்டுக்கும் இடைப்பட்ட, இரண்டும் சேர்ந்த வேதிஇயைபைப் பெற்றுள்ளன. இவை அணு அமைப்பு முறையிலும் இவ்விரு கனிமங்களின் அணு அமைப்புகளிலும் காணப்படும் கூறுகளைக் கொண்டுள்ளன.

களிக்கனிமத்திற்கான இப்பாகுபாடு சிறந்ததாகவும், பொருத்தமானதாகவும் கருதப்படவில்லை. ஆகையால் அண்மைக்காலத்தில் களிக்கனிமங்கள் வேறு வகையில் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. அண்மைக்காலப் பாகுபாட்டு முறையில் படிக அமைப்புடையவை, படிக அமைப்பற்றவை என இரண்டு வகையாகக் களிக்கனிமங்கள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அல்லோஃபேன் எனும் கனிமம் படிக அமைப்பு இல்லாத வகையைச் சேர்ந்தது. படிக அமைப்புடைய கனிமங்கள் நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் முதல் வகையைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் இரண்டு அடுக்குகளைக் கொண்ட அணு அமைப்பை உடையவை. இவற்றின் அணுஅமைப்பின் ஓர் அடுக்கில் சிலிக்கான் ஆக்சைடு நான்முக அமைப்பையும் மற்றோர் அடுக்கில் அலுமினியம் ஆக்சைடு எண்முக அமைப்பையும் கொண்டிருக்கின்றன. இவை மேலும் இரண்டு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. உருவத்தில் நீண்டிருப்பவை ஒருவகை, மூன்று திசைகளிலும் சமஅளவாக இருப்பவை வேறொரு வகையாகும். ஹல்லாய்சைட் முதலிய கனிமங்கள் நீண்டிருக்கும் வகையைச் சேர்ந்தவை. கயோலினைட் முதலான கனிமங்கள் சம அளவு வகையைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் ஆகும்.

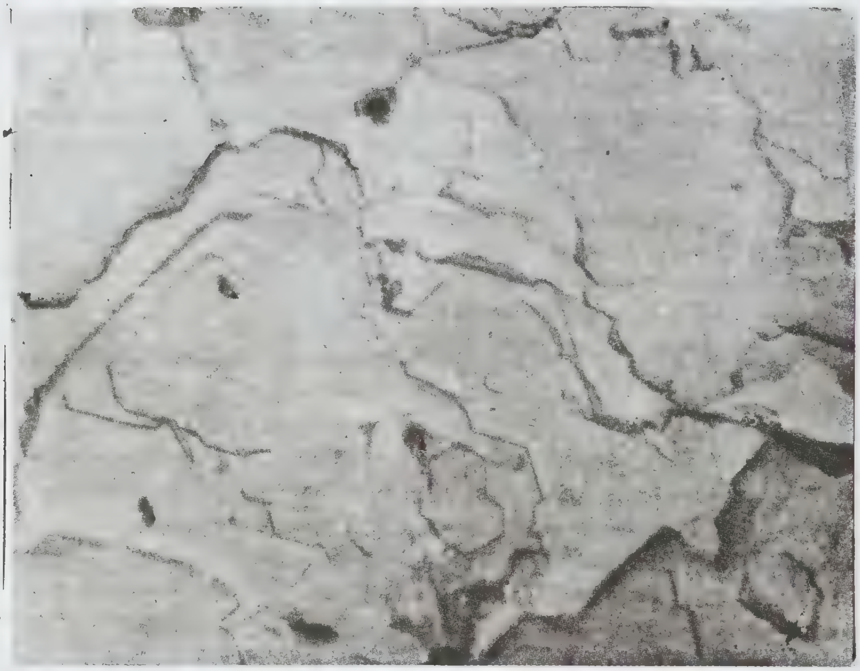
அணு அமைப்பில் மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டுள்ள கனிமங்கள் இரண்டாம் வகை ஆகும். இவ்வகையைச் சேர்ந்த களிக்கனிமங்களின் அணு அமைப்பில் சிலிக்கான் ஆக்சைடு நான்முக அமைப்பைக் கொண்ட இரண்டு அடுக்குகளுக்கு இடையே எண்முக அமைப்பு அடுக்காக அமைந்துள்ளது. இம்மூன்று அடுக்குகளை உடைய வகையைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் விரிவடையக்கூடிய அணு அமைப்பைக் கொண்டவை, விரிவடையாத அணு அமைப்புடையவை என இரண்டுபிரிவுகளாகக் கூறப்படுகின்றன. இவற்றில் விரிவடையக்கூடிய அணு அமைப்பு உடைய பிரிவைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் நீளமாக இருப்பவை, சமஅளவினவாக இருப்பவை என இரு சிறு பிரிவுகளாகவும் பிரிக்கப்படும். மாண்ட்மாரிலோனைட், சேன்கோனைட், வெர்மீகுலைட் முதலானவை விரிவடையும் அமைப்பை உடைய சமஅளவிலுள்ள வகையைச்சேர்ந்தவை. நான்ட்ரோனைட்,சேப்போனைட், ஹெக்டோரைட் முதலான கனிமங்கள் விரிவடையக்கூடிய அமைப்புடைய நீண்ட உருவம் உடைய வகையைச் சேர்ந்தவை ஆகும். இல்லைட் முதலான கனிமங்கள் விரிவடையாத அணு அமைப்புடைய வகையைச் சேர்ந்தவை.

களிக்கனிமங்களில் மூன்றாம் வகையைச் சேர்ந்த கனிமங்களில் வெவ்வேறு (அணு) அடுக்குகள் முறையாகக் கலந்துள்ளன. குளோரைட் முதலிய கனிமங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

சிலிக்கான் ஆக்சைடு நான்முக வடிவு அடுக்குகளாக இல்லாமல் சங்கிலித் தொடர் போன்று அமைந்திருக்கும் அணு அமைப்புடைய களிக்கனிமங்கள் நான்காம் வகையாகும். இவற்றின் அணு அமைப்பில் சிலிக்கான் ஆக்சைடு நான்முக அமைப்புகளாலான சங்கிலித் தொடர்களுக்கு இடையே ஆக்சிஜன், நீரியம் முதலிய கூட்டணுக்களாலான எண்முக அமைப்புகள் அமைந்திருக்கக் காணலாம். அட்டாபுல்கைட், செப்பியோலைட், பலிஹோர்ஸ்கைட் முதலான களிக்கனிமங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவையாகும்.

களிக்கனிமங்கள் பலவகைப்பட்ட பாறைகளிலிருந்து உண்டான மண்களிலிருந்து பாறை மாற்றத்தின் விளைவாக உண்டாகின்றன. பாறையின் வகை, காலநிலை நில அமைப்பு, அங்குள்ள தாவரங்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே அங்கு உண்டாகும் களிக்கனிமம் அமையும். களிக்கனிமங்களில் பெரும்பாலானவை, வெப்பநீர்ப் படிவுகளாகவே உண்டாகின்றன. குறைவான வெப்பநிலையில் அமிலத்தன்மை உள்ளபோது கயோலினைட் இனத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் உண்டாகின்றன. குறைவான வெப்பநிலையில் காரத் தன்மையுள்ளபோது மாண்ட்மாரிலோனைட் இனத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் தோன்றுகின்றன. மேலும் சூழ்நிலை மாறும்போது களிக்கனிமங்களின் தன்மைகளும் மாறுகின்றன. ஆகையால் களிக்கனிமங்களின் வேதி இயைபிலிருந்து அவை தோன்றிய படிவுகளின் நிலப்பொதியியல் வரலாற்றை அறியலாம்.

களிக்கனிமங்களில் சிறப்பாகக் குறிப்பிடத்தக்கவை கயோலினைட், மாண்ட்மாரிலோனைட்,



படம் 2. களிமண் படிவில் கயோலினைட்

இல்லைட், குளோரைட் முதலியனவாகும். கயோலினைட் ஒரு சாய்சதுரப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்த கனிமம். இக்கனிமம் மெல்லிய சாய்சதுர வடிவம் அல்லது அறுகோண வடிவத்தில் செதில்கள் போன்று தட்டையான உருவத்தில் காணப்படும். இது பெரும்பாலும் களிமண்ணாக எளிதில் நொறுங்கக் கூடிய மாவு போன்று கிடைக்கின்றது. இதன் வேதி இயைபு $Al_2O_32SiO_2$ $2H_2O$ ஆகும். இக்கனிமத்தில் அடி இணை வடிவுக்கு இணையான கனிமப்பிளவு தெளிவாக உள்ளது. இக்கனிமம் வளையக்கூடியது; நெகிழும் தன்மையுடையது. இதன் கடினத்தன்மை 2-2.5: ஒப்படர்த்தி 2.60-2.63. இதில் முத்து மிளிர்வு அல்லது மண் மிளிர்வு காணப்படும். இக் கனிமம் பொதுவாக வெண்மை நிறம் உடையது. வெளிறிய சாம்பல் நிறம், மஞ்சள், நீலம், சிவப்பு அல்லது சருகின் நிறமாகக் காணப்படும். இக்கனிமம் ஈரொளி அச்சுகளைக் கொண்டது. எதிரொளி (—) சுழற்றும் தன்மை கொண்டது. இதன் ஒளி அச்சுத் தளம் (010) தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ளது. இதன் Z-அதிர்வு திசை b- படிக அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது. இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\alpha =$ $1.557\text{-}1.561$; $\beta = 1.562\text{-}1.565$; $\gamma = 1.563\text{-}1.566$. இக் கனிமத்தில் ஊதா ஒளியைவிடச் சிவப்பு ஒளியில் ஒளி பிரிதல் மிகுதியாக இருக்கும் ($\rho > v$).

நேக்ரைட், டிக்கைட் ஆகிய கனிமங்கள் கயோலினைட் கனிமத்தை ஒத்துள்ளன. இவை இரண்டும் கயோலினைட்டைப்போல் மாவுப்பொருளாக இருப்பதில்லை. இவை தட்டையான படிகங்களாக ஒளிபுகுந் தன்மையுடன் காணப்படுகின்றன. கயோலினைட்டிலிருந்து ஒருசில தன்மைகளிலேயே இவை மாறுபட்டு விளங்குகின்றன. மறைகோணம் கயோலினைட்டில் மிகக் குறைவாக உள்ளது. ஆனால் இக்கோணம் நேக்ரைட்டில் $10^\circ\text{-}12^\circ$ ஆகவும், டிக்கைட்டில் $15^\circ\text{-}20^\circ$ ஆகவும் உள்ளது. இத்தன்மை கொண்டே கனிமங்கள் பிரித்து அறியப்படுகின்றன.

அனாக்சைட் எனும் களிக்கனிமம் பெரிதும் கயோலினைட்டின் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளது. இதிலுள்ள சிலிக்கான் டைஆக்சைடு, அலுமினியம் ஆக்சைடு ஆகியவற்றின் அளவு, கயோலினைட்டில் இருப்பதைவிட மாறுபட்டிருக்கும். இக்கனிமம் ஒரு தனிக்கனிமம் அன்று என்பதும், கயோலினைட்டும் பளிங்கும் சேர்ந்த கலவையே என்பதும் எக்ஸ் கதிர் ஆய்வினால் தெரிய வந்தது.

மாண்ட்மாரிலோனைட், மக்னீசியமும் கால்சியமும் கலந்த ஓர் அலுமினியம் சிலிக்கேட் ஆகும். இது நீர் கலந்துள்ள ஒரு கனிமம், இதன் வேதி இயைபு $(Mg, Ca)O \cdot Al_2O_3 \cdot 5SiO_2 \cdot nH_2O$ எனக் கருதப்படுகிறது. இக்கனிமத்தில் இருக்கும் அலுமினியம் ஆக்சைடு ஆறில் ஒரு பங்கு மக்னீசியத்தால் கவரப்பட்டுள்ளது. இக்கனிமம் திண்மமாகக் காணப்படுகிறது. இது வெண்மை, சாம்பல் நிறம், வெளிர் சிவப்பு, நீலம் அல்லது பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். இதன் ஒப்படர்த்தி 2; ஒளிவிலகல் எண் 1.49-1.56.

பிரான்ஸ் நாட்டிலுள்ள மாண்ட்மாரிலோன் என்னுமிடத்தில் கிடைத்ததால் இப்பெயர் பெற்றது. நான்ட்ரோனைட் மாண்ட்மாரிலோனைட்டைவிட இரும்பு மிகுதியாக உடையது. சேப்போனைட் மற்றும் ஹெக்டோரைட், இரண்டிலும் மக்னீசியம் மிகுந்துள்ளது.

களிக்கனிமங்கள் பொதுவாகப் பலவகைப்பட்ட குழிகளில் காணப்படுகின்றன. பெக்மடைட் எனும் பாறையில் ஆங்காங்கே கிடைக்கின்றன. கிரானைட், நைஸ் எனப்படும் மாற்றுருப்பாறை முதலியவற்றிலுள்ள ஃபெல்ஸ்பார்கள் மாற்றமடைந்து, சிதைந்து, களிக் கனிமங்களாகத் தோன்றுகின்றன. புவியின் மட்டத்தில் அல்லது அருகிலுள்ள பகுதிகளில் ஏற்படும் இம்மாற்றத்தால் கயோலினைட் முதலானவை உண்டாகின்றன. இங்கிலாந்தில் உள்ள கார்ன்வால் என்னுமிடத்தில் இத்தகைய பொய்யுருக்கொண்ட கயோலினைட் காணப்படுகிறது. கலிஃபோர்னியாவிலுள்ள பாலா பகுதியில் பல களிக் கனிமங்கள் கிடைக்கின்றன.

களிக்கனிமங்கள் இந்தியாவில் ராஜஸ்தான், குஜராத், ஆந்திரா, கேரளா முதலிய பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் நெய்வேலியைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளிலும், செங்கற்பட்டு மாவட்டத்திலும் கிடைக்கின்றன.

மண்ணின் புரை அளவு, நீரை உறிஞ்சி வைக்கும் ஆற்றல் இவற்றின் விளைவாகத் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு மண்ணிலுள்ள களிக்கனிமங்களின் அளவே காரணமாகவுள்ளது. மண்ணின் வளத்திற்கு இக்கனிமங்களே காரணமாகும். களிக்கனிமங்கள் பீங்கான் முதலான பொருள்கள் செய்வதற்கும், பெட்ரோலியம் தூய்மை செய்யும் ஆலைகளிலும், ரப்பர் கம்பளி முதலியன தயாரிக்கவும், சில கண்ணாடிப் பொருள்கள், செங்கல் முதலியன தயாரிப்பதிலும், சிமெண்ட் உற்பத்தியிலும் பயன்படுகின்றன.

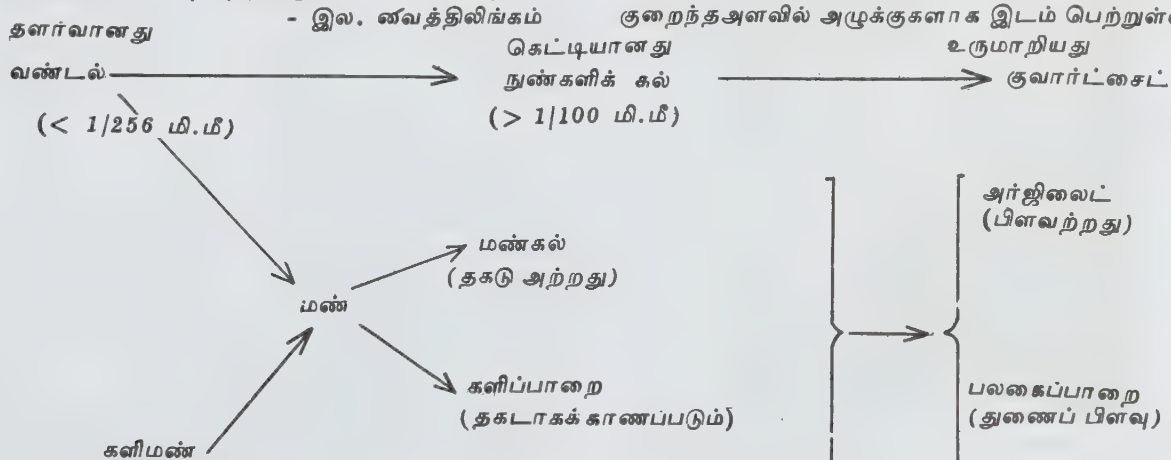
- இல. சிவத்திலிங்கம்

நூலோதி. W.E Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, New York, 1955.

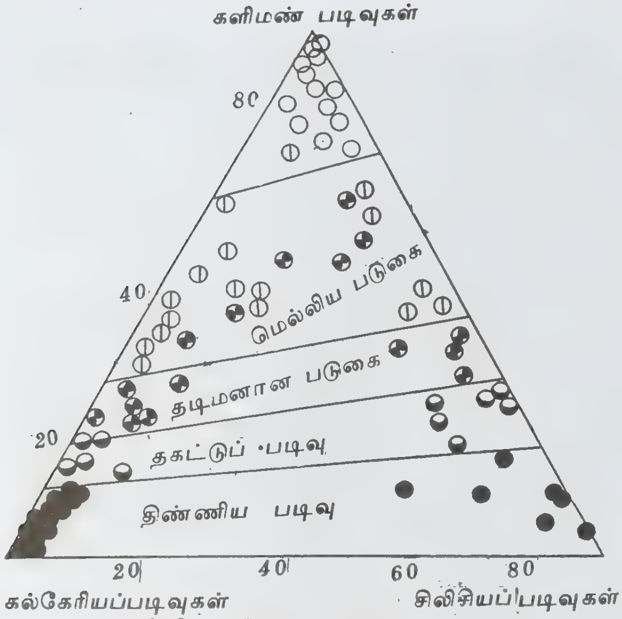
களிப்பாறை

இது ஒரு வகைப் படிவுப்பாறை ஆகும். இப்பாறை களிக்கனிமங்களாலானது. களிக்கனிமங்களாலாகிய பல பாறைகள் உள்ளன. அவை களிப் பாளப்பாறை (shale), மண்-கல் (mud-stone), களிக்கல் (clay stone), நுண் களிக்கல் (silt stone) என்பன ஆகும். இவற்றில் களிக்கல் என்னும் பாறை கெட்டியானது; 0.002 மி. மீக்கும் சிறிய துகள்களால் ஆனது. நுண்களிக்கல் என்னும் பாறை கெட்டியானது; இதில் உள்ள களிக்கனிமத் துகள்கள் $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{256}$ மி.மீ.அளவில் உள்ளன. மண்கல் என்னும் பாறை பல்வேறு அளவுகளில் உள்ள துகள்களால் ஆனதாகும்.

களிப் பாளப்பாறை நுண் களிக்கனிமங்களால் ஆனது; கெட்டியானது. ஆனால் இப்பாறை பாளங்களாக எளிதில் பிரியக்கூடியது; பிளந்து பிரியக்கூடிய தன்மை இப்பாறையின் சிறப்புத் தன்மையாகும். ஆகையால் இது களிப்பாளப்பாறை எனப்படுகிறது. படிவுப்பாறையாகிய களிப்பாளப்பாறை உருமாற்றம் அடைந்து மேலும் கெட்டியானதாகிப் பலகைப் பாறை (slate) என்னும் மாற்றுருப் பாறையாக மாறுகிறது. களிப்பாளப்பாறை 0.01 மி. மீட்டருக்கும் சிறிய துகள்களால் ஆனது. இப்பாறையில் கயோலினைட், மாண்ட்மாரிலோனைட், இல்லைட் முதலான களிக்கனிமங்கள் பெருமளவில் உள்ளன. இதில் அபிரகம், குளோரைட், குவார்ட்ஸ் எனப்படும் பளிங்கு குளாக்கோனைட் முதலான கனிமங்கள் சிறிய அளவில் உள்ளன. கரியும், கால்சியமும் மிகக் குறைந்தஅளவில் அழுக்குகளாக இடம் பெற்றுள்ளன.



படம் 1. களிமண் படிவுகளின் பதபபயனீட்டாய்வு



படம் 2. களித்தன்மைக்கும் படிவுகளின் இயைபிற்கும் உள்ள தொடர்பு

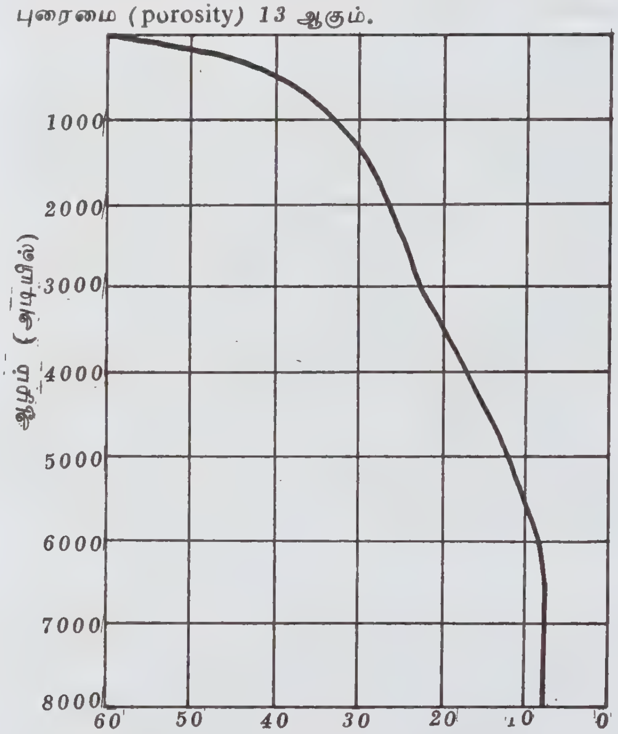
○-பிளவுறும் தன்மை ⦶-மெல்லிய படுகை ◕-தடிமனான படுகை ◒-தகட்டுப் படிவு ●-திண்ணிய படிவு

களிப்பாறைகள் பல நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் நிறம் அதில் உள்ள கனிமங்களின் வகையைப் பொறுத்து இருக்கும். களிப்பாறைகள் சாம்பல் நிறம், சிவப்பு, ஊதா, பச்சை, கறுப்பு முதலான நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. இப்பாறைகள் நிலப்பொறியியல் வல்லுநர்களால் அவற்றின் நிறத்தைக் கொண்டே குறிப்பிடப்படுகின்றன.

களிப்பாறைகள் அவை உண்டான சூழலை அடிப்படையாகக் கொண்டு கடல்-களிப்பாறை, ஆற்றடிக் களிப்பாறை, ஏரிக் களிப்பாறை, பனியாற்றுக் களிப்பாறை, காற்றடிக் களிப்பாறை, எரிமலைக் களிப்பாறை என வகைப்படுத்தப்படும். இப்பாறைகளின் சில தன்மைகள் அவை தோன்றிய சூழலுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. தூய நீர்நிலைகளில் உண்டான களிப்பாறையின் pH அளவு 4.7 ஆகவுள்ளது. மேலும் இப்பாறைகளில் உள்ள பொட்டாசியம், மெக்னீசியம், ஆக்சைடுகளின் அளவும் மாறுபடுகிறது. இந்த (K_2O, MgO) உப்புகளின் அளவு, தூய நீர்க் களிப்பாறைகளில் மிகக் குறைவாகவும், கடல் களிப்பாறையில் சற்று மிகுதியாகவும், களிநீர்ப் பாறைகளில் மிக அதிகமாகவும் உள்ளது. இவ்வாறே இக்களிப்பாறைகளில் காணப்படும் கனிமங்களின் சேர்க்கையும் மாறுபடுகிறது. கடல் களிப்பாறையில் இல்லைட், குளோரைட் ஆகிய கனிமங்கள் மிகுதியாக உள்ளன.

படம் 3. அர்ஜிலைட் கோபால்ட் வகை நுண்களிக்கல் படிவுகளுடன் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார், குளோரைட் காணப்படுகின்றன

களிப்பாறையில் உள்ள கனிமங்கள் நுண்ணளவில் உள்ளன. இதன் கனிமத் துகள்களை நுண்ணோக்கியின் கீழ்க் காண முடிவதில்லை. இத்துகள்களை மின்னணு நுண்ணோக்கி அல்லது எக்ஸ் கதிர் ஆய்வு மூலம் அறியலாம். களிப்பாறைகளில் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள புரைகள் மிகவும் நுண்ணியனவாக உள்ளமையால் இவை நீர்புகாத் தன்மையுடன் உள்ளன. களிப்பாளப் பாறையின் சராசரிப் புரைமை (porosity) 13 ஆகும்.

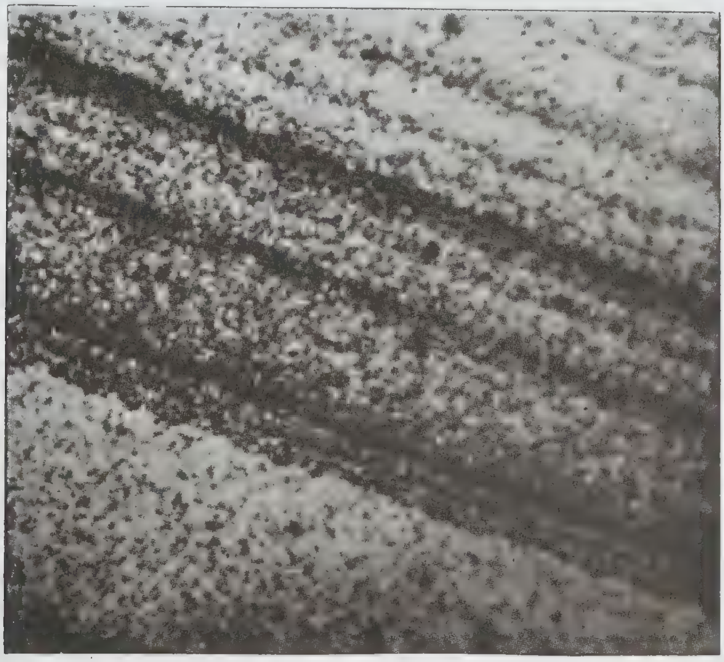


படம் 4

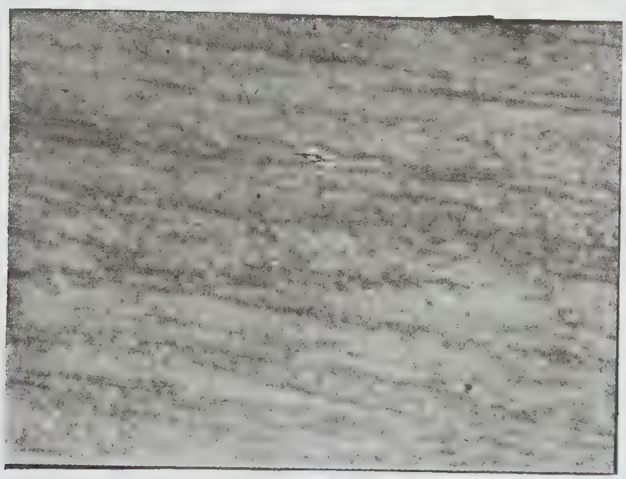
களிப்பாறைகளில் உள்ள கனிமங்கள் மெல்லிய செதில்கள் போன்று தட்டையாக உள்ளன. இச்செதில்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்துள்ளன. இதனால் களிப்பாளப்பாறை எளிதில்

பாளங்களாகப் பிளவுபட இயலுகிறது. களிப்பாளப் பாறைகளில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது கறுப்புக் களிப்பாளப் பாறையாகும். இவ்வகைக் களிப் பாறை கறுப்பாக இருப்பதற்கு அதில் உள்ள கரியே காரணமாகும். ஆகையால் கறுப்புக் களிப் பாளப் பாறைகள் கரிமக் களிப்பாளப் பாறைகள் என்றும் குறிக்கப்படும். இவை மிக எளிதில் மெல்லிய பாளங்களாகப் பிளவுபடும் தன்மை உடையவை. இதில் இரும்பு, சல்ஃபைடு, தொல்லுயிர்ப் படிவுகள் முதலியன காணப்படுகின்றன. இப்பாறைகளில் 3-15% கார்பன் இருப்பதாகக் கணக்கிட்டு உள்ளனர். இந்தக் கரிமப்பாறை கடல் நீர்ப் படிவுகளாகத் தோன்றி இருக்கக்கூடும் எனச் சிலர் கருதுகின்றனர். இக்கரிமப் பாறைகள் கேம்பிரியன் காலத்திற்கு முன் தோன்றிய படிவுகளாக ஆர்டோவிஷியன், சைலூரியன், டிவோனியன் காலங்களில் தோன்றியவை.

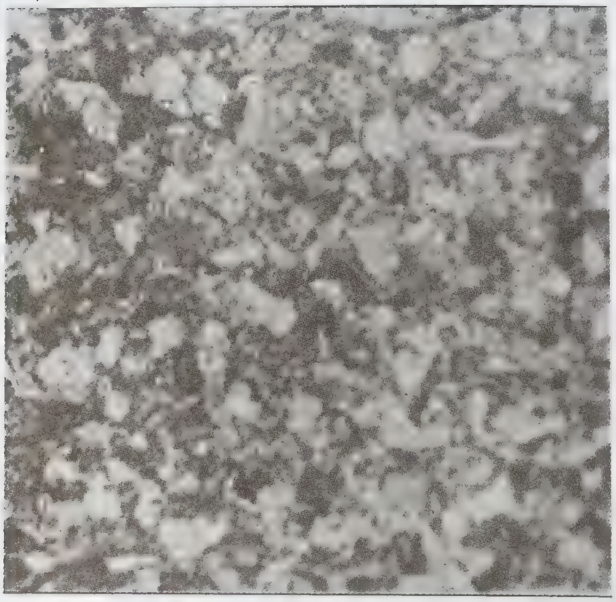
மணற் களிப்பாறை பிறிதொரு வகையாகும். இப்பாறையில் 85% வரை சிலிக்கான் டைஆக்சைடு உள்ளது. இவ்வாறு களிப்பாறையில் சிலிக்கான்டை ஆக்சைடு மிகுதியாக இருப்பதற்கு அது எரிமலைச்



படம் 5. அடுக்குக் கோபால்ட், அர்ஜிலைட் வகை (முன் கேம்பிரியன்)

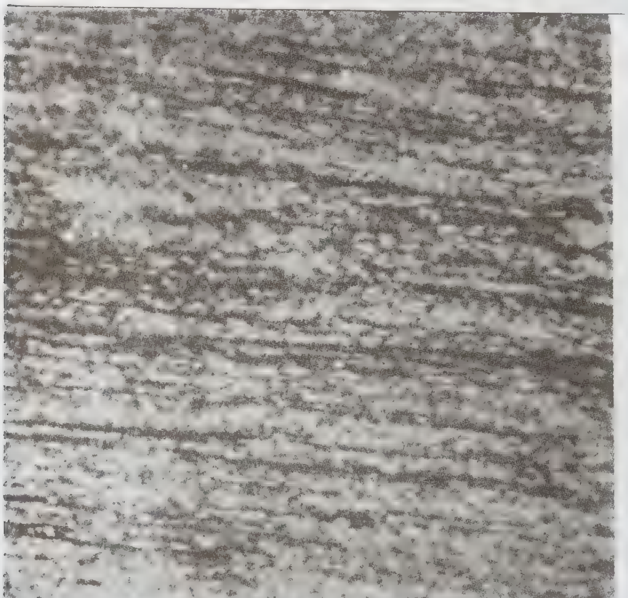


படம் 6. அடுக்குக் களிமண் (பிளிஸ்டோசீன்)



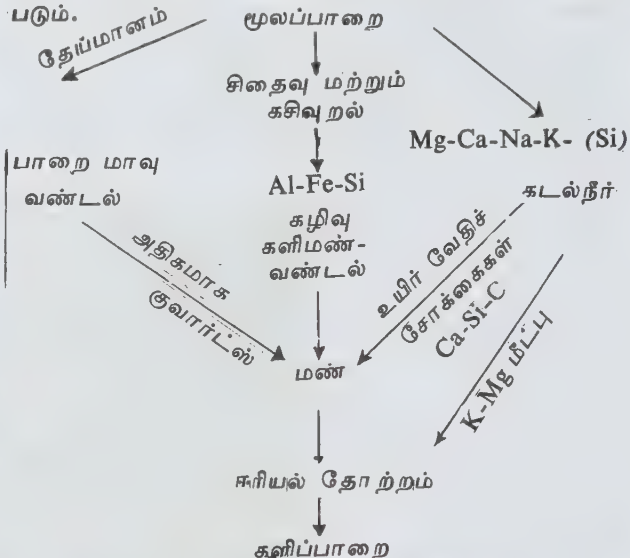
படம் 7. டிவோனியன் நுண்களிக்கல்

சாம்பல் படிவுகளில் இருந்து தோன்றியதே காரணம் எனக் கருதப்படுகிறது. எண்ணெய்க் களிப்பாறை ஒரு முக்கியமான களிப்பாறை ஆகும். இதில் கரிமப் பொருள்கள் பெருமளவில் உள்ளன. எண்ணெய்க் களிப்பாறையில் இருந்து பெட்ரோலியம் எனப்படும் கனிம எண்ணெய் கிடைக்கிறது. இதனால் இவ் வகைக் களிப்பாறை பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த தாகும்.



படம் 8. எண்ணெய்க் களிப்பாறை (இயோசீன்)

களிப்பாறைகள் அவற்றின் இயைபின் அடிப் படையிலும் பல வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவை அலுமினியக் களிப்பாறை, சுண்ணக் களிப் பாறை, படிகாரக் களிப்பாறை எனப் பல வகைப் படும்.



படம் 9. களிப்பாறையின் பிறப்பிடம்

படம் 10. களிப்பாறை மற்றும் நுண்களிக்கல்

களிப்பாறைகள்,மீடு என்பாரால் கெட்டிப்புக் களிப் பாறை (compaction shale) எனவும், ஒட்டிப்புக் களிப்பாறை (cementation shale) எனவும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

களிப்பாறைகள் ஒருவகைப் படிவுப் பாறை களாகும். புவியின் புறப்பகுதியில் காணப்படும் படிவுப் பாறைகளில் 70%-80% களிப்பாறைகள் காணப்படுகின்றன. களிப்பாறைகள் பல வகைகளில் பயன்படுகின்றன. இவை பீங்கான், செங்கல், ஓடுகள், சிமெண்ட், கழிவுநீர்க் குழாய்கள் முதலியன தயாரிப்பதில் பயன்படுகின்றன.

களிப்பாறைகள் வலிமையற்றவை. ஆகையால் இப்பாறைகளைக் குடைந்து சுரங்கப் பாதைகளை அமைக்க இயலாது. இப்பாறைகளின் மேல் உயர மான கட்டடங்களும் அணைகளும் கட்டக்கூடாது. இந்தியாவில் கடப்பா, கர்நூல் மாவட்டங்களின் பல இடங்களில் களிப்பாளப் பாறைகள் காணப்படு கின்றன.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. W.E. Ford , *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, New york, 1955.

களிமண்

மண், பாறை அல்லது படிவுகளில் உள்ள மிக நுண்ணிய மணித்துகள்கள் களிமண் (clay) எனப் படும். இது வண்டல் (silt) மண்ணைவிட நுண்ணிய தாகும். மேலும், பெருமளவு களிமண் உட்கூறுகளா லான பாறை அல்லது படிவுகளையும் களிமண் குறிக்கும். அலோஃபேன், குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார், ஸியோலைட், இரும்பு ஹைட்ராக்சைடு போன்ற மிக நுண்ணிய கனிமப் பொருள்களைக் களிமண் கொண் டுள்ளது. பெரும்பாலான களிமண்கள், களிமண் கனி மங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. நுண்ணிய துகளுடன் கூடியுள்ள களிமண் ஈரமாக உள்ளபோது குழைமப் பண்பு, நீரில் கரையும் கூழ் நிலைப் பண்பு, ஒன்றாக இணையும் திறன், நீரின் அடியில் தங்கும் தன்மை ஆகியவற்றைப் பெற் றுள்ளது.

தோற்றமும், இருப்பிடமும். மண், படிவுகள், படிவுப் பாறைகள், நீர்ம வெப்பப் படிவுகள் ஆகியவற்றில் மிகு அளவில் களிமண் இயற்கையாகக் கிடைக்கிறது. கனிமப்பொருள், நீர், காற்று ஆகியவற்றுடன் களி மண்ணும் மண்ணின் மிக முக்கியமான நான்கு உட் கூறுகளில் ஒன்றாகும். களிமண், மண்ணின் நேரடிக்

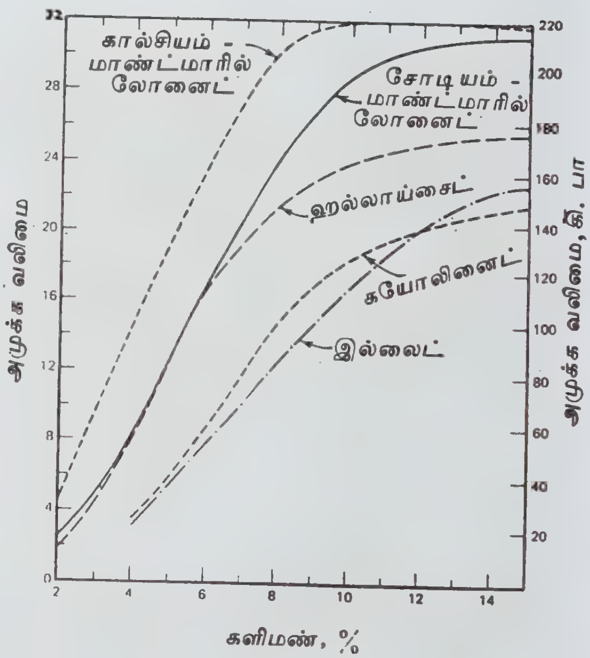
படம் 1. களிமண் புவியிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது

கரைசலில் வீழ்படிவாக மாறி உருவாகிறது. இது புதிதாக உருவான களிமண் எனப்படும். முன்பே மண்ணில் காணப்படும் களிமண்ணின் மாற்றத்தால் (transformation of clay) களிமண் உருவாகும். இது உருமாற்றக் களிமண் (transformed clay) எனப்படும். கீழேபடிந்துள்ள பாறைகளிலிருந்தும், காற்று, நீர், பனிக்கட்டி ஆகியவற்றால் மண்ணுக்குச் செலுத்தப் படும் படிவுகளிலிருந்தும் உருவாகும் இது மரபு வழி வந்த களிமண் எனப்படும்.

மண்ணில் புதிதாக உருவான களிமண் வகை,மண் கரைசலின் உட்கூறைப் பொறுத்தது. இது தட்ப வெப்பநிலை, நேரம், வடிகால், மூலப்பாறை வகை, தாவர வகை ஆகியவற்றையும் பொறுத்தமையும். நன்றாக ஊறிய புதிய களிமண்,இரும்பு, அலுமினியம், சிலிக்கான் முதலிய தனிமங்களைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் கிப்சைட், கயோலினைட், லியோதைட், தூள் நிலையிலுள்ள ஆக்சைடுகள், அலுமினியம்-இரும்பு ஹைட்ராக்சைடுகள் முதலியவையும் களி மண்ணில் உள்ளன. ஈரமான, வெப்பமான பகுதி களிலுள்ள மண்ணில் இவை காணப்படுகின்றன. உலர்ந்த அல்லது நீர் குறைந்த பகுதிகளிலுள்ள மண்ணில் உருவாகும் களிமண் சோடியம், பொட்டா சியம், கால்சியம், மக்னீசியம் போன்ற கரையும் தனிமங்களைக் கொண்டு காணப்படுகிறது. இங்கு, காணப்படும் மண்ணில், ஸ்மெக்டைட், குளோரைட், இல்லைட் போன்றவை மிகுந்த வளத்துடன் காணப் படுகின்றன. குளோரைட், வெர்மிகுலைட் போன்றவை மண்ணிலுள்ள பிற களிமண்ணின் மாற்றத்தால் உருவானவையாகும். மரபு வழி வந்த களிமண்ணுக்கு இல்லைட்டும், குளோரைட்டும் உள்ள மண் எடுத்துக் காட்டாகும்.

படிவுகளிலும், படிவுப்பாறைகளிலும் மிகுந்தளவு களிமண் காணப்படுகிறது. பல கடல் படிவுகளில் களிமண் பெரும உட்கூறாகக் காணப்படுகிறது. அருகிலுள்ள கண்டங்களிலிருந்து இக்களிமண் காற்று, ஆறு போன்றவற்றால் கடலுக்கு எடுத் துச் செல்லப்படுகிறது. களிமண், களிப்பாறையின் முக்கிய உட்கூறாகும். மணல்கல்லின் (sand stone) துளையிடங்களிலும், சுண்ணப்பாறை, டோலோமைட் நிலக்கரி ஆகியவற்றிலும் களிமண் கலந்து காணப் படுகிறது. நிலக்கரி எரிக்கப்பட்டதும் கிடைக்கும் சாம்பலில் களிமண்ணின் எச்சம் காணப்படுகிறது. சுடுநீர், நீராவி இவற்றுடன் பாறை தொடர்பு கொண்டிருந்தால் நீர்மவெப்பக் களிமண்கள் பெரு மளவில் உருவாகலாம். படிவுகள் மிக ஆழத்தில் படிந்துள்ளமையால் இல்லைட்டும் குளோரைட்டும் உருவாகின்றன. கடல் முகடுகளில் சூடான நீரின் செயற்பாட்டால் ஸ்மெக்டைட்டும், குளோரைட்டும் உருவாகின்றன. வெப்ப நீரூற்றுகள் எரிமலைச் சாம்பலை வந்தடைவதாலும், நீர்மவெப்பத்தாலும் கயோலினைட் உருவாகிறது.

பண்புகளும், பயன்களும். களிமண்கள் பல வகைச் சிறப்பியல்புகள் பெற்றுள்ளமையால் தொழிலகப் பயன்பாட்டிற்கு மிக இன்றியமையாதவையாகக் கருதப்படுகின்றன. எரிமலைச் சாம்பல் மாற்றமடைவ தால் ஸ்மெக்டைட் உருவாகிறது. இதிலிருந்து உரு வாகும் பென்டோனைட் நீரில் உடனடியாகக் கரையக்கூடியது. இது வலிமை வாய்ந்த உறிஞ்சு திறனையும், உயர் நேரயனி பரிமாற்றத் திறனையும் கொண்டுள்ளது. இப்பண்புகள் உணவு மற்றும் ஒப்பனைப் பொருள்களில் நிரப்பிகளாகவும் (filler), உறிஞ்சிகளாகவும் (absorbents), டாக்சோனைட் மற்றும் உரங்களில் பிணைப்பிகளாகவும் (binder), மண்துளையிடுதலில் வினையூக்கி, அயனிப் பரிமாற்றி களாகவும் பயன்படுகின்றன. களிமண்ணின் பருமனா கும் இயல்பை (swelling of clay) கருத்திற் கொண்டு கட்டடக் கடைக்கால் வடிவமைப்புகள் செய்ய வேண்டும். பருமனாகும் களிமண் உழவுக்கு ஏற்ற தன்று. மேலும் நீரை மிகுதியாக வெளிவிடும் தன்மை, கூட்டுப்பொருள்களுடன் எதிர்பாராத வினைகள், அம்மோனியா உரத்தை உறையச் செய்தல் போன்ற வற்றை இக்களிமண் ஏற்படுத்துகிறது.



படம் 2. மணல்-களிமண் கலவையில், ஒவ்வொரு களி மண் வகையின் அழுக்க வலிமை-களிமண் அளவின் தொடர்பு.

கயோலினைட் மிகுந்துள்ள களிமண், வெண்மை நிறத்துடன் காணப்படுவதால் காகித மேற்பூச்சுப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. கரிமச் சேர்மங்களை ஒன்றிணைப்பதால் ரப்பரில் கூட்டுப்பொருளாகவும், உயர் உருகுநிலை பெற்றுள்ளமையால் வெப்பந்தாங்கும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. செங்கல், வெங்களி, வார்ப்பு மணல் (moulding sand), சோப், நிறம்நீக்கி, மருந்து, பாண்டம், எடை குறைந்த பொருள்கள், ஒட்டுப்பொருள் (adhesive), நெய்வணம் (paints), உலர்த்துவதற்கு உதவும் துணைப் பொருள் (dessicants), மசகு, நிறமி, நெகிழ்விப்பி (plasticizing agent), பால்மமாக்கி, போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்குக் களிமண் பயன்படுகிறது. சிலசமயம் தாதுப்படிவுகளில் களிமண் காணப்படுகிறது. மேலும் களிப்பாறையில் காணப்படும் களிமண் பெட்ரோலிய உற்பத்தியில் பெரும் பங்கேற்கிறது.

- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. M. S. Krishnan, Geology of India and Burma, Sixth edition, CBS Publishers & distributors, New Delhi, 1982.

படம் 3. களிமண் பாண்டங்கள் செய்யப்படுதல்

களிமண் பொருள்கள், கட்டடக் கலையில்

செங்கல், கூரை ஓடு, வடிகால் ஓடு (drain tile), குழாய், உருவாரம் (terracotta), உள்தரை மற்றும் வெளிச்சுவர் ஓடுகள், நலவாழ்வு அமைப்பு (sanitary fixtures), கழிப்பறைக் கட்டுமானம் (toilet sinks) ஆகியவை கட்டடக்கலையில் பயன்படும் களிமண் பொருள்கள் ஆகும்.

செங்கற்கள் திண்மமாகவும், இடைத்துளைப் புடனும் (cored) காணப்படுகின்றன. இவ்வகைச் செங்கற்களில் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் திண்மப் பரப்பு மொத்தப் பரப்பில் 75% இருக்க வேண்டும். செங்கற்கள் கறுப்பு, வெள்ளை, சிவப்பு, மஞ்சள் முதலிய பல நிறங்களில் உள்ளன. பல நிறங்கள் கொண்ட ஒரேவகைச் செங்கற்களும் கிடைக்கின்றன. முகப்புச் செங்கற்களில் (face brick) ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட முகங்கள் பளபளப்பாக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை சுவர்களின் வெளிப் பரப்பிற்காகவே செய்யப்படுகின்றன. இவை மெருகேற்றப்பட்டு அல்லது மெருகேற்றப்படாமல் உள்ளன. செங்கற்கள், கூர்மையான மூலைகளுடனும், சீரான பரப்புடனும் இருப்பதற்கு அவை மென்மண் முறை (soft mud process) அல்லது கடின மண் முறைகளில் (stiff mud process) மீண்டும் அழுத்தப்படுகின்றன. சீரற்ற பரப்பைக் கொண்ட செங்கற்களைச் சீர் செய்வதற்கு, அவற்றின் வெளிப்பரப்பு, கம்பியின் உதவியால் தேய்க்கப்படுகிறது.

தீச்செங்கல் (*fire brick*). இவை எளிதில் உருகாத வகையைச் சார்ந்தவை. உலை, மாற்றி, புகைபோக்கி, மூசை (crucible) முதலிய கட்டுமானங்களில் இவை பயன்படுகின்றன. இவற்றில் அமிலத் தீக்கல், காரத் தீக்கல், நடுநிலைத் தீக்கல் என மூவகை உள்ளன.

களம் பதிக்கும் செங்கற்கள் (paving bricks). இவை கடின மண் முறையில் (stiff mud process) தயாரிக்கப்படுகின்றன. பாறைக் களிமண், தூய நுண் களிமண், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மாக்கல் பாறைகள் முதலியவற்றிலிருந்து செய்யப்படுகின்றன. மிகு அடர்த்தியுள்ள செங்கற்கள் செய்வதற்குக் காற்றெடுக்கும் முறை (de-airing process) கையாளப்படு

கிறது. உயர் வெப்பநிலையில் எரிப்பதன் மூலம் புறப்பரப்பு கண்ணாடிபோல் மாறுகிறது. இவ்வகைக் கற்கள் கடினமானவை; நொறுங்காதவை; எளிதில் உறிஞ்சாதவை; இவை தளங்களில் பதிக்கப் பயன் படுகின்றன.

கூரை ஓடுகள். கூரை ஓடுகளில் நாட்டு ஓடுகள், மங்களூர் ஓடுகள், தட்டோடுகள் ஆகியவை பெரும் பான்மையாகப் பயன்படுகின்றன. நாட்டு ஓடுகள் எந்திரக் கருவிகளின்றிக் கைத்தொழில் முறையிலே செய்யப்படுபவை. இவை சிறு வீடுகளுக்கும், தற் காலிகக் கட்டடங்களுக்கும் பயன்படும். மங்களூர் ஓடுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் சுட்டெடுக்கப் படுகின்றன. அவற்றின் அளவுகள் ஒன்றுக்கொன்று கூடி அமையும் வகையில் வடிவமைக்கப்படும். மழை நீர் தேங்கி ஒழுக்கு ஏற்படாவண்ணம் இருக்கும். இத்தகைய ஓடுகளின் அளவுகளுக்கேற்ப இறை வாரங்கள் (rafters) அமைத்தல் வேண்டும். தட்டோடு கள், கூரை ஓடுகளின் கீழ்ப் பகுதியில் அமைக்கப்படு கின்றன. இவை மழை ஒழுக்கைக் கட்டுப்படுத்தும். கூரையின் அடிப்புறத்திற்குச் சீரான பார்வையையும் அளிக்கும்.

குழாய்கள்-கழிவு நீர்க் குழாய். இதில் நெருக்கமான களிமண் உருகி, புறப்பரப்பின் மேல் மெருகோடு உள்ளது. இவ்வகைக் குழாய்கள் ஒரு முனையில் மணிமுனை (bell end) கொண்டுள்ளன. இக்குழாய் கள் பொதுவாக, நீர், கழிவுநீர், தொழிலகக் கழிவுகள் போன்றவற்றை எடுத்துச் செல்லப் பயன் படுகின்றன. ஒரு வகை வடிகால் குழாய்கள் (drain pipe) பண்ணைகளில் நீரை எடுத்துச் செல்லப் பயன் படுகின்றன. இவை துளைகள் உடையனவாகவும் புறப்பரப்பு உருகாமலும் மணிமுனை இல்லாமலும் உள்ளன.

உருவாரம். தகடுகளாகவும் (slab), தொகுதி களாகவும் (block), தனிப்பட்ட வடிவங்களான சுவர் முகப்புகள் (coping), கூரைமுடிவுகள் (cornices), சாள ரத்தளங்கள் (sills) போன்றவையாகவும் உள்ளன. இவை கட்டடங்களை அழகு படுத்தப் பயன்படுகின்றன. இவை கவனமாகத் தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட நுண்ணிய களிமண் அல்லது களிமண்கலவைகளிலிருந்து தேவைக் கேற்ற வண்ணங்களில் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றின் மேல் ஒளிபுகாத சிறு தளம் (slip) பூசப்படுகிறது.

இவ்வாறு பூசப்படுவதால் உருவாரத்திற்குக்குறிப் பிட்ட வண்ணம் கிடைக்கிறது. பின்னர் இவை உருவம் மாறாமலும் வண்ணம் நீங்காமலும் கவன மாக எரிக்கப்படுகின்றன. சுவர்களுக்குப் பயன் படுத்தப்படும் எந்திரங்களில் செய்த, புனைவு நுட்ப உருவாரம் 8-16 அங்குல அளவுகளில் இருந்து 12-48 அங்குலம் வரை கிடைக்கிறது. இவை திண்மமாகவும் உட்குழிகளுடனும் உள்ளன. கையால் செய்யாத தகடுகள் 4-12 அங்குலப் பருமனிலும், 12-30 அங்குல அகலத்திலும் கிடைக்கின்றன. இவற்றின் நீளம் பல அளவுகளில் உள்ளது. இவை பெரும்பாலும் உட்குழிவாகவும் பின்புறம் திறந்தும் உள்ளமையால் செங்கல் சுவரோடு பொருத்த வாய்ப்பாக உள்ளன.

-கி.மு. மோகன்

நூலோதி. H.C. Plummer, *Brick and Tile Engineering*, Second Edition, Tata-McGraw-Hill Book Company, New Delhi, 1962.

களிமம்

இது கூழ்மங்களில் ஒரு வகையாகும். இதில் பிரிகை ஊடகம் (dispersion medium) திண்மமாகவும் பிரிகை நிலைமைப் பொருள் (dispersed phase) நீர்மமாகவும் இருக்கும். கார்ட்னர் என்பார் கூற்றுப்படி, களிமம் என்பது ஏறக்குறைய ஒரு நிலையான கூழ்ம அமைப் பாகும். எ.கா: தயிர், ஜெல்லி, திண்ம ஆல்கஹால் ஆகியவை. ஜெலேட்டின், அகர்-அகர் போன்ற சால் (sol) ஒன்று குளிர்விக்கப்படும்போது அப்பொருள் முழுதும் சீரான பகுதி-திண்மக் களிம மாக மாறுகிறது. இத்தன்மை களிமமாதல் (gelation) எனப்படும். களிமங்களைப் பின்வருமாறு பல்வேறு வகையில் வகைப்படுத்தலாம்.

பிரிகை ஊடக அடிப்படை. பிரிகை ஊடகம் நீராக இருப்பின் அக்களிமம் ஹைட்ரோஜெல் எனவும் ஆல்கஹாலாக இருப்பின் அக்களிமம் ஆல்காஜெல் எனவும் குறிக்கப்படும்.

வேதி இயைபு அடிப்படை. களிமங்கள் வேதி இயைபின் அடிப்படையில் கனிமக் களிமங்கள் எனவும் கரிமக் களிமங்கள் எனவும் வகைப்படுத்தப்படு கின்றன. காட்டாக, கனிமக் கரைப்பான்கள் கொண்ட களிமங்கள் கனிமக் களிமங்கள் எனவும் கரிமக் கரைப்பான்கள் பயன்படுத்தப்பட்ட களிமங்கள் கரி மக் களிமங்கள் எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

துகள் அளவு அடிப்படை. இவ்வடிப்படையில் களிமங்கள் கரடுமுரடானவை எனவும் கூழ்மத் தன்மை கொண்டவை எனவும் வகைப்படுத்தப் படும். எ.கா: ஜெல்லிகள், அகர்- அகர் கரைசல்.

பண்பு அடிப்படை. களிமங்கள் அவற்றின் பண்பு களின் அடிப்படையில் மேலும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை:

மீள் களிமங்கள் (elastic gels). இவை வெப்ப மீள்வகைக் களிமங்கள் எனவும் பெயர் பெறும். களிமமாக்கப்படும் பொருளை வெப்பமான நீரில் கரைத்துப் பின் குளிரவைக்கும்போது இது களிமத் திண்மமாக மாறுகிறது. அகர்-அகர் மற்றும்

ஜெலேட்டின் களிமங்கள் இவ்விதம் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு மீள் களிமத்தைப் பகுதி அளவு நீர் நீக்கம் செய்தால் மீள் திண்மம் கிடைக்கிறது. அதனுடன் நீர் சேர்க்கப்படும்போது மீண்டும் அக்களிமம் கிடைக்கிறது.

மீளாக் களிமங்கள் (non -elastic gels). இவை நிலையான களிமங்கள் (rigid gels) எனப்படும். சிலிகா களிமம் இதற்குச் சான்றாகும். அதை உலர்த்தும்போது கண்ணாடி போன்ற தன்மையைப் பெறுகிறது அல்லது தூளாகிறது. இவ்வுலர்ந்த பொருளுடன் நீரைச் சேர்க்கும்போது மீண்டும் அப்பொருள் கிடைப்பதில்லை.

கூழ்மக் கரைசல்களைக் குளிர்வித்தல். அகர்-அகர், ஜெலேட்டின் முதலிய பொருள்கள் சூடான நீரில் கரைபவை. அக்கரைசல்கள் குளிர்விக்கப்படும்போது அப்பொருள்களின் களிமங்கள் உண்டாகின்றன. இத்தகைய முறையில் களிமமாகும் தன்மை வெப்பம், நேரம், ஊடகத்தின் பாகுத்தன்மை, களிமமாவதற்கேற்ற பொருளின் குறைந்த அளவு அடர்வு ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்தமையும்.

சல்ஃபேட்டுகள், டார்ட்ரேட்டுகள், அசெட்டேட்டுகள், சிட்ரேட்டுகள் ஆகிய பொருள்கள் களிமமாகும் தன்மையை விரைவுபடுத்துகின்றன. ஆனால் குளோரைடுகள், நைட்ரேட்டுகள் முதலியவை களிமமாகும் தன்மையின் வேகத்தைக் குறைக்கின்றன. புரோட்டீன்களின் களிமமாகும் தன்மை அமில காரங்களால் தடைப்படுகிறது.

இரட்டைச் சிதைவு முறை. சோடியம் சிலிகேட்டின் நீர்க்கரைசலுடன் ஓர் அமிலத்தைச் சேர்க்கும்போது சிலிசிக் அமிலம் விடுபட்டு விரைவில் களிமமாக மாறுகிறது.

கரைப்பான்கள் பரிமாற்ற முறை. ஒரு பொருளின் கரைசலுடன் அப்பொருள் கரையாத ஒரு கரைப்பானை விரைவில் சேர்க்கும்போது களிமம் உண்டாகிறது. காட்டாக, கால்சியம் அசெட்டேட்டின் அடர் நீர்க் கரைசலுடன் தூய ஆல்கஹாலை விரைவாகச் சேர்க்கும்போது அப்பொருள் கரைசலிலிருந்து விடுபட்டுக் கூழ்மத் துகள்களாக மாறுகிறது. பின்னர் அத்துகள்கள் களிம நிலையை அடைகின்றன.

வேதி வினைகள். இரண்டு பொருள்களின் அடர் கரைசல்களைச் சேர்க்கும்போது ஏற்படும் வேதி வினையால் தோன்றும் பொருள்களுள் ஒன்று கரையாததாகவும் அப்பொருளின் துகள்கள் ஒருங்கிணைந்து களிமம் அளிக்கக்கூடியவாகவும் இருப்பின் இம்முறை பயன்படும். சான்றாக, பேரியம் தயோசயனேட் மற்றும் மாங்கனீஸ் சல்ஃபேட் ஆகியவற்றின் அடர் கரைசல்களைச் சேர்த்துக் குலுக்கினால் பேரியம் சல்ஃபேட் களிமம் உண்டாகிறது. இவ்வாறே அலுமினிய உப்பின் அடர் கரைசலும் அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடும் கலக்கப்படும்போது அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு களிமம் உண்டாகிறது.

திரட்சியடையச் செய்தல் அல்லது கரைதிறனைக் குறைத்தல். கூழ்மக் கரைசல்களைத் திரட்சியடையச் செய்வதன் மூலம் பல களிமங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய மாற்றத்தை விளைவிக்கத் துகள்களின் வடிவம், சால் கரைசலின் அடர்வு, கரைப்பானேற்ற வீதம் (degree of solvation) ஆகிய காரணிகள் தேவைப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாகப் போதிய அடர்வுகொண்டுள்ள சிலிசிக் அமிலத்தின் கூழ்மம் ஒரு மின் பகுளியை அதனுடன் சேர்க்கும்போது திரட்சி அடைந்து களிமமாக மாறுகிறது. இதேபோல் அலுமினியம் ஹைட்ராக்சைடு அல்லது ஃபெர்ரிக் ஹைட்ராக்சைடு ஆகியவற்றின் சால்களும் அவற்றின் போதிய அளவு அடர்வுடைய கரைசல்களுடன் மின்பகுளிகள் சேர்க்கப்படும்போது களிமங்களாகின்றன. உயர் சீரற்ற வடிவமுடைய கூழ்மப் பொருள்கள் களிமமாக மாறுவதற்குக் குறைந்த அடர்வுடைய கூழ்மக் கரைசலே போதும்.

கூழ்மங்கள் உண்டாவதைப் பாதிக்கும் காரணிகள். இதற்குப் பல காரணிகள் இருப்பினும் அவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்க சில காரணிகள் மட்டும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பயன்படுத்தப்படும் திண்மத்தின் தன்மை. பொதுவாக நீர்-விரும்பும் கூழ்மங்கள் (hydrophilic colloids) களிமங்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன. நீர்-வெறுக்கும் கூழ்மங்களுடன் (hydrophobic colloids) மின்பகுளிகள் சேர்ப்பதால் சில களிமங்கள் பெறப்பட்டாலும் அத்தகைய களிமங்கள் உண்மையான களிமங்கள் அல்ல.

அடர்வு. சாலின் அடர்வு மிக அதிகமாகவோ மிகக் குறைவாகவோ இருத்தல் கூடாது. ஏனெனில் மிகக் குறைந்த அடர்வாக இருப்பின் இழை அமைப்பு, தொடர்ச்சியாக இராது. மிகு அடர்வாக இருப்பின் முதலில் மெல்லிய ஜெல்லி உண்டாகும். பின்னர் அடர்விற்கேற்ப அதன் கடினத்தன்மை அதிகரிக்கும்.

வெப்பம். வெப்பமும் ஒரு முக்கிய காரணியாகும். ஏனெனில் ஒரு களிமம் படியாதிருப்பின் அது குளிர்வித்துப் படிய வைக்கப்படுகிறது. ஆனால் ஒரு கரைசல் மிகவும் அடர்வு குறைந்ததாக இருப்பின் குளிர்வித்தல் பயன்படாது. பல நிலைகளில் வெப்பத்தை அதிகரித்தல், களிமமாகும் வேக வீதத்தை அதிகரிக்கிறது.

வீழ்படிவாகும் வேகம். வீழ்படிவாகும் வேகம் மிகுதியாக இருந்தால் ஜெலேட்டினை ஒத்த வீழ்படிவு (களிமம்) கிடைக்கும்.

உப்புகள். கரைசலில் காணப்படும் உப்புகளில் உள்ள அயனிகளின் தன்மைக்கேற்பக் களிமமாகும் தன்மையும் மாறுபடுகிறது. அத்தன்மை கீழ் வருமாறு:

சல்ஃபேட், சிட்ரேட், அசெட்டேட், ஹாலோஜன் களிமமாதல் வேகம் புரோமைடு, நைட்ரேட், அயோடைடு ஆகிய அயனிகள் முன்னிலையில் தடைப்படுகிறது.

$$NH_4, K^+ > Na^+ > Li^+ > Ba^{++}, Sr^{++}, Ca^{++}, Mg^{++}$$

எந்திரக் கலக்குதல். ஒரு களிமம் படிவதைக் கலக்குதல் தடை செய்கிறது. நிலைப்புத் தன்மை குறைந்த சில களிமங்களைத் தயாரிக்க அவற்றை மாறா வெப்பநிலையில் கலக்காமல் வைக்க வேண்டும்.

அயனிகளின் அடர்வு. நேரயனி ஒரு கரைசலின் பாகுத்தன்மையை அதிகரிக்கிறது. ஆனால் எதிரயனி இதற்கு எதிரான விளைவைத் தருகிறது.

களிமங்களின் பண்புகள்

ஒளியியல் பண்புகள். களிமங்களில் இரட்டை ஒளிவிலகல் (double refraction) பண்பு காணப்படுகிறது. இப்பண்பு களிமத்தின் தொடக்க நிலையிலோ அழுத்த விளைவுகளாலோ தோன்றலாம். காட்டாக, கோந்தின் உலர்ந்த களிமம் அழுத்தத்தின் விளைவால் கண்ணாடியை ஒத்த ஒளிவிலகல் பண்பைக் காட்டுகிறது., ஜெலேட்டின் களிமங்கள் அவற்றின் இயற்கை அமைப்பில் தள விளைவுற்ற ஒளியின் தளத்தைச் சுழற்றுகின்றன. லெய்க் என்பார் ஆய்வுகள் மூலம் பலவித ஜெலேட்டின் களிம ஒளி விலகல் எண்களைக் கண்டறிந்துள்ளார்.

மின் பண்புகள். சால் நிலையிலிருந்து களிம நிலைக்கு ஒரு பொருள் மாறும்போது மின் கடத்து திறன் மாறுபடுவதில்லை. கிஸ்ட்லர் என்பாரின் ஆய்வுகளின் மூலம் இது நிறுவப்பட்டுள்ளது.

சால்-களிம மீள் தன்மை (thixotrophy). ஒரு களிமம் குலுக்கப்படும்போது சால் ஆகவும் பின்னர் அப்படியே வைத்திருக்கும்போது மீண்டும் களிமமாகவும் மாறும் பண்பு சால்-களிம மீள்தன்மை எனப்படும்.

அடர் ஃபெர்ரிக் ஆக்சைடு சால் உடன் சிறிதளவு தேவையான அடர்வுடைய மின்பகுளி சேர்க்கப்பட்டால் பசை போன்ற ஒரு களிமம் உண்டாகும். அக்களிமம் குலுக்கப்படும்போது நீர்மமாக மாறுகிறது. நீர்மத்தை அப்படியே வைத்திருப்பின் களிமமாக மாறுகிறது. இதே தோற்றப்பாடு, இதர களிமங்களாகிய அலுமினா, வெனேடியம் பென்டாக்சைடு, சிர்க்கோனியம் டைஆக்சைடு, ஸ்டானிக் ஆக்சைடு ஆகியவற்றிலும், பென்டோனைட்ஸ் போன்ற நுண்ணிய களிமண்ணிலும் காணப்படுகிறது.

களிமங்கள் உப்புதல். நீர்-விரும்பும் களிமங்கள் அல்லது மீள் பண்புடைய களிமங்கள் நீரில் இடப்படும்போது குறிப்பிட்ட அளவு நீரை உறிஞ்சுகின்றன. அதனால் அவற்றின் பருமன் அதிகரிக்கிறது. இத்தோற்றப்பாடு உப்புதல் (swelling) எனப்படும்.

நீரை உறிஞ்சும் ஆற்றல் களிமத்தின் தன்மைக்கேற்ப மாறுபடுகிறது. ஜெலேட்டின் போன்ற களிமங்கள் மிகுதியான நீரையும், சிலிக்கா களிமம் குறைந்த அளவு நீரையும் உறிஞ்சுகின்றன. இவ்வாறு பருமன் அதிகரிக்கும்போது களிமத்தில் குறிப்பிடத்தக்க அழுத்தம் உண்டாகிறது. பருமன் அதிகரிப்பதைத் தடுக்கப் பயன்படுத்தப்படும் எதிர் அழுத்தம் உப்புதல் அழுத்தம் எனப்படும். உப்புதல் (வீங்குதல்) நிகழ்ச்சியின்போது களிமத்தின் பருமன் அதிகரித்த போதும் அமைப்பின் (களிமம், நீர்) மொத்தப் பருமன் குறைகிறது.

உப்புதல் அளவைக் கண்டறியும் முறைகள். இதற்குக் கீழ்க்காணும் மூன்று முறைகள் பயன்படுகின்றன.

ஒரு களிமத்தை நீரில் இடும்போது அதன் துகள்கள் உப்பும் தன்மையைப் பொறுத்து முதல் முறை அமைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட எடை அல்லது பருமன் உள்ள பொருள் ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு நீர் சேர்க்கப்படுகிறது. ஆய்வுக் குழாயில் தற்போது உள்ள திண்மத்தின் உயரத்தை அளந்து பருமன் அதிகரிப்பு கணக்கிடப்படுகிறது.

இரண்டாம் முறையில், ஒரு களிமத்தை நீரில் இடும்போது அதன் அதிகரிக்கும் எடை அறியப்படுகிறது. இம்முறை ஹாப்மெய்ஸ்ட்டர் என்பாரால் பயன்படுத்தப்பட்டது. இம்முறையின் மூலம் களிமத் திண்மத்தின் மெல்லிய தகடுகள் நீரில் இடப்பட்டுக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் அதன் எடை அறியப்படுகிறது.

மூன்றாம் முறை, ஒரு நீர்மத்தில் களிமத்தை இடுவதால் நீர்மத்தில் ஏற்படும் பாகுத்தன்மை, மாற்றங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது. களிமக் குருணைகளை நீரில் இட்டு உப்புதல் நிகழ்ச்சிக்குப் பின் ஒரு பாகுநிலை அளவியைப் பயன்படுத்தி நீர்மத்தின் பாகுத்தன்மை (viscosity) அறியப்படுகிறது.

நீர்த்துளி கக்குதல். பல களிமங்கள் அவற்றை அப்படியே வைத்திருக்கும்போது நீர் அல்லது கரைப்பானை வெளிவிட்டுப் பருமனில் குறைகின்றன. இதற்கு நீர்த்துளிகள் கக்குதல் (syneresis) எனப் பெயர். இத்தோற்றப்பாடு முதலில் கிரஹாம்

என்பாரால் கண்டறியப்பட்டது. இப்பண்பு வீங்குதலின் எதிர்ப் பண்பாகும். இதை அழுதல் (weeping) எனவும் கூறலாம்.

குறைந்த அடர்வில் ஜெலேட்டின், அகர் - அகர் இப்பண்பைக் கொண்டுள்ளன. உணர் அடர்வில் சிலிசிக் அமிலம் இப்பண்பைக் கொண்டுள்ளது. நீர்த்துளிகள் கக்கும் வேகம், வெளிவிடப்படும் நீரின் மொத்தப் பருமன் ஆகியவை களிமத்தின் அடர்விற்கேற்ப அதிகரிக்கின்றன. உயிரியல் துறையில் இப்பண்பு மிகவும் பயன்படுகிறது.

களிமங்களில் விரவுதல் பண்பு (diffusion). கரையும் மின் பகுளிகளும் பிற பொருள்களும் அவற்றின் கரைசல்களில் உள்ள களிமத்தில் விரவுகின்றன. சோடியம் குளோரைடு போன்ற கரைபொருள் ஜெலேட்டின் களிமத்தினுள் நீரில் விரவும் வேகத்துடன் விரவுவதை ஆய்வு மூலம் கிரஹாம் கண்டறிந்தார். களிமத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலும் விரவியுள்ள பொருளின் அளவைப் பருமனறி, எடையறி ஆய்வுகளின் மூலம் கண்டறியலாம்.

களிமங்களின் வேதி வினைகள். ஒரு U - வடிவக் குழாயில் வெப்பமான, தூய 1% ஜெலேட்டின் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுக் குளிர்ச்சியான இடத்தில் வைக்கப்படுகிறது. அப்போது களிமம் உண்டாகிறது. வலப் பக்கக் குழாயில் காப்பர் சல்ஃபேட் கரைசலும் இடப் பக்கக் குழாயில் சோடியம் சல்பைடு கரைசலும் ஊற்றப்படுகின்றன. அயனிகளின் விரவுதல் நடைபெறுகிறது. சில நாள்களுக்குப் பின்னர் கருமையான காப்பர் சல்ஃபைடு மென்படிவு உண்டாகிறது.

$$CuSO_4 + Na_2S \longrightarrow \underset{(\text{கறுப்பு})}{CuS \downarrow} + Na_2SO_4$$

லீசிகாங்க் வளையம். களிமத்தில் வீழ்படிவு உண்டாகும்போது சில சமயங்களில் ஒன்றினுள் மற்றொன்றான பல வளையங்கள் இருப்பதை லீசிகாங்க் கண்டறிந்தார். ஒரு கண்ணாடித் தகட்டின் மீது பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் அடங்கிய ஜெலேட்டின் கரைசலை வைத்து அது உலர்ந்த பின் சில துளிகள் வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலை அதன் மீது விட்டுக் கண்ணாடித் தகட்டை அப்படியே வைத்திருந்தால் சில நாள்களுக்குப் பிறகு வெள்ளி டைகுரோமேட்டின் வளையங்களைக் காணலாம். இவைலீசிகாங் வளையங்கள் எனப்படும். இத்தோற்றப்பாடு லிசிகாங்க் வளையத் தோற்றப்பாடு எனப்படும்.

$$K_2Cr_2O_7 + 2AgNO_3 \rightleftharpoons Ag_2Cr_2O_7 + 2KNO_3$$

இதேபோல் லீசிகாங்க் தங்க வளையங்களைச் சிலிகா களிமத்தில் கரைத்துத் தங்க குளோரைடை ஆக்சாலிக் அமிலம் கொண்டு சூரிய ஒளியில் ஒடுக்குவதன் மூலம் பெறலாம், இவ்வாறு வளையங்கள் உண்டாதல் களிமங்களில் விளைபொருள்களின் அடர்வுகளைப் பொறுத்துள்ளது. இவற்றின் அடர்வு அதிகரித்தால் வளையங்களின் இடைவெளி குறையும்.

பயன்கள். சிலிகா களிமம் ஆய்வுக்கூடத்திலும், தொழில்துறையிலும் மிகவும் பயன்படுகிறது. காட்டாக, தொடு முறையில் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத் தயாரிப்பில் பிளாட்டினம் தாங்கியாகப் பயன்படுகிறது. வினையூக்கி நச்சுத்தன்மை அடைவதை இது தடுக்கிறது. திண்ம ஆல்கஹால் ஒரு களிமமாகும். இது சிலவகை அடுப்புகளில் (சுற்றுலா அடுப்பு) எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது.

- பி. சோமசுந்தரம்

நூலோதி. Samuel Glasstone, *Text Book of Physical Chemistry*, Second Edition, MacMillan India Ltd, Madras, 1986.

களை எடுப்புக் கருவிகள்

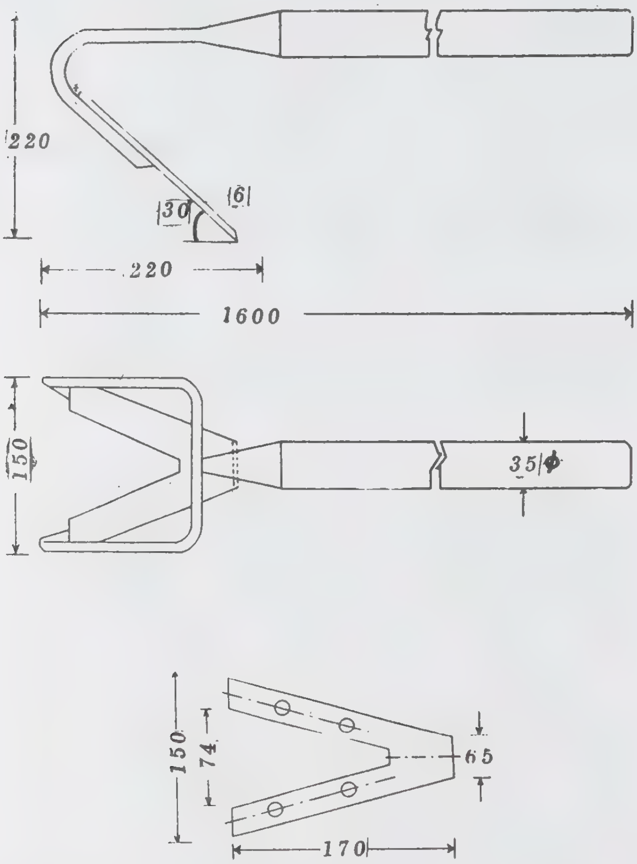
களைகள், மண் ஈரப்பதம், செடிகளுக்கு இடப்படும் உரம் ஆகியவற்றை உட்கவர்ந்து பயிர் விளைச்சலைப் பாதிக்கின்றன. தொடக்க காலங்களில், களைகளைக் கையால் பிடுங்கி அப்புறப்படுத்தும் வழக்கம் இருந்தது. பின்னர் களைக்கொட்டுகளும் இடைச் சாகுபடிக் கலப்பைகளும் நடைமுறைக்கு வந்தன.

களைக்கொட்டு. இதுவே, தொடக்க காலக் களைக் கருவி ஆகும். நாட்டின் பெரும்பகுதிகளில் இதைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இதைக் களை எடுக்க மட்டுமன்றிப் பிற பணிகளான விதைப் பாத்தி கட்டுதல், அறுவடை செய்த பயிர்களின் வேர்களைப் பிரித்து எடுத்தல், வரப்புகள் கட்டுதல் போன்றவற்றிற்கும் பயன்படுத்துகின்றனர். இதில் சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தும் களைக்கொட்டு என்றும், மாடுகளைக் கொண்டு இயக்கும் களைக் கொட்டு என்றும் இரு வகை உண்டு.

முதல் வகைக் கருவியை, இருபாலாரும் பயன்படுத்திக் களை எடுக்கலாம். இதில் மண்ணில் பதியும் பகுதி (soil working component) கைப்பிடி சேர்க்கும் பகுதி (connecting device) என்று இரண்டு பகுதிகள் உள்ளன. இக்கருவியின் வடிவமும், நீள அகலமும், பயிர்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு, மண்ணின் தன்மை, பயன்படுத்தும் முறை இவற்றைப் பொறுத்து அமையும்.

V-வடிவக் களைக்கருவி (V-blade weeder). இக்களைக் கருவி இந்தியாவிலும், இலங்கையிலும் மிகுதியாகப்

பயன்படுகிறது. V-வடிவத் தகடு ஒன்றில் வளைந்த 'ப' வடிவக் கொட்டு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் அடிப்பகுதியுடன் கைப்பிடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதைக் கொண்டு ஒரு மனிதர் ஒரு மணி நேரத்தில் 0.004 ஹெக்டேர்நிலத்தில் களை எடுக்கலாம் (படம் 1).

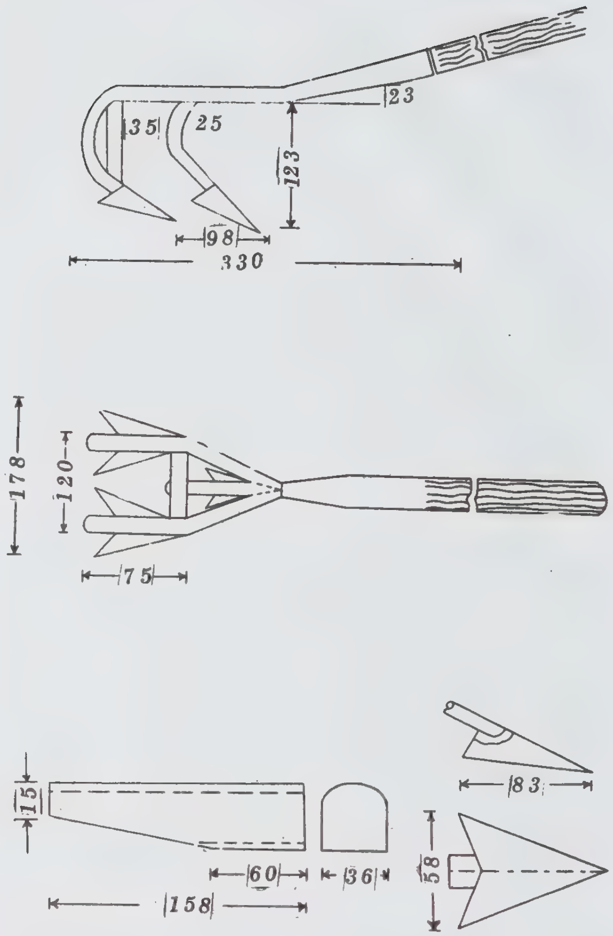


(அளவுகள் அனைத்தும் மி.மீ. இல் உள்ளன)

படம் 1. V வடிவக் களைக்கருவி

மூன்று முனைக் களைக் கருவி (three tine weeder). இக்கருவி கடினமான நிலங்களில் களைகளை அகற்றப் பயன்படுகிறது. இதில் மூன்று முனைகள் (tine) தனித்தனியே மூன்று இரும்புக் கம்பிகளில் பொருத்தப்பட்டு ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இம்முனைகளின் தடிமன் ஒரு செண்டிமீட்டருக்கு மேல் இருக்க வேண்டும் (படம். 2)

சக்கரம் பொருத்திய களைக் கருவி (wheel hoe). இரண்டு சட்டங்களுக்கு இடையேசக்கரம் பொருத்தப்

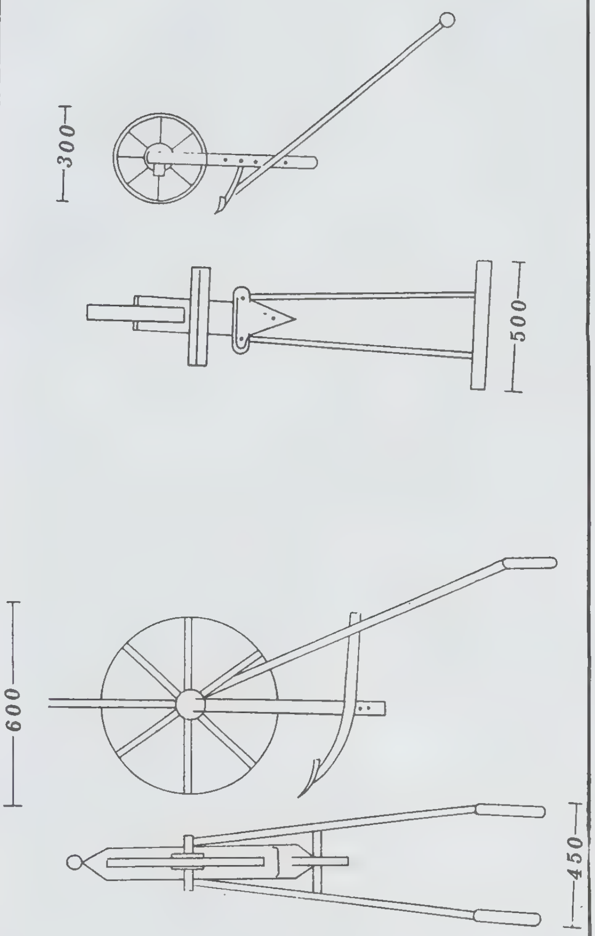


(அளவுகள் அனைத்தும் மி. மீ. இல் உள்ளன)

படம் 2. மூன்று முனைக் களைக் கருவி

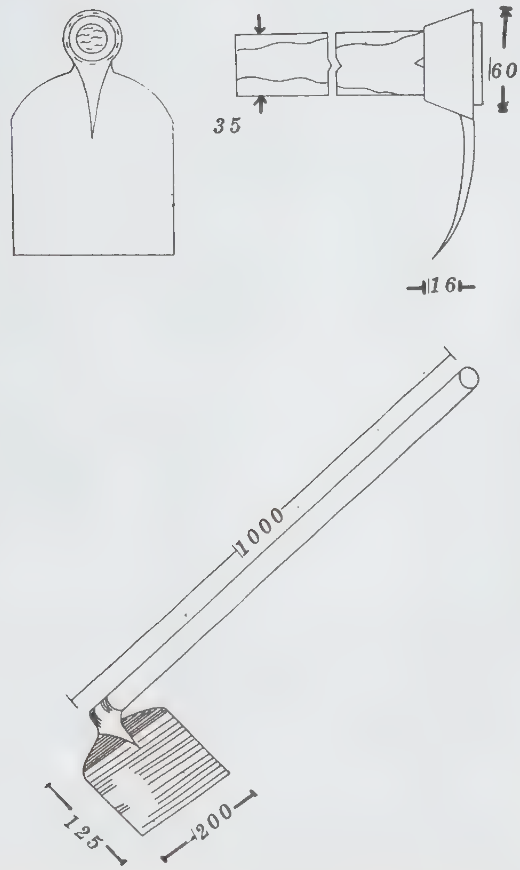
பட்டுச் சக்கரத்தின் மையச் சட்டத்தின் இரண்டு முனையிலும் கைப்பிடி இணைக்கப்பட்டு இயக்கப்படும். சக்கரத்தின் விட்டம் 3-5 செ.மீ. வரை இருக்கும் (படம்-3).

மண்வெட்டி (spade). இக்கருவி பயிர்ச் சாகுபடியில் மிகுதியாகப் பயன்படும். ஒரு கைப்பிடியில் இக்கருவி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதைத் தேவையான அளவுக்கு வடிவமைத்துக் கொள்ளலாம். இதைப் பயன்படுத்தி ஒரு மனிதர் ஒரு மணி நேரத்தில் 0.013 ஹெக்டேர்நிலத்தில் களைகளை அகற்றலாம்.



(அளவுகள் அனைத்தும் மி-மீ. இல் உள்ளன)

படம் 3. சக்கரம் பொருத்திய களைக் கருவி

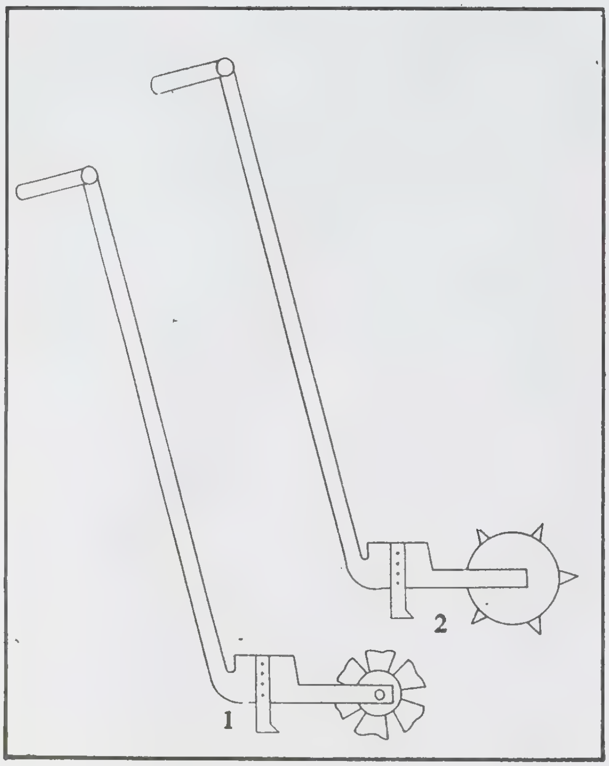


(அளவுகள் அனைத்தும் மி. மீ. இல் உள்ளன)

படம் 4. மண்வெட்டி

நீள் கைப்பிடி கொண்ட முள் உருளை மற்றும் நட்சத்திர உருளைக் களைக் கருவிகள். இவை மானாவாரிக் களைக் கருவிகள் என்றும் குறிப்பிடப்படும். இவை வரிசையாக விதைக்கப்பட்ட பயிர்களில் களையெடுக்கப் பயன்படுகின்றன. மண்ணின் ஈரப் பசை 10% இருக்கும்போது இவ்வகைக் களைக் கருவிகளைப் பயன்படுத்துவது சிறப்பாகும். ஓர் உருளையில் முள் போன்ற கத்தித் தகடுகள் பொருத்தப்பட்டு உருளையைத் தள்ளிச் செல்லக் கைப்பிடியும் நீளமாகப் பொருத்தப்பட்டதே நீள் கைப்பிடி முள் உருளைக் களைக் கருவியாகும். இதே போல நட்சத்திர உருளைக் களைக் கருவியில், முள் கத்திகளுக்குப் பதில் நட்சத்திரம் போல இரண்டு மூன்று முனைகளுடைய தகடு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஒருவர் நின்றுகொண்டே இதைப் பயன்படுத்தலாம்.

மாடுகளைக் கொண்டும், இழுவை எந்திரம் (tractor) கொண்டும் இயக்கப்படும் களைக் கருவிகளும் நடைமுறையில் உள்ளன. இவை, அடிப்படையில் மேற்கூறிய கொட்டுகளையும் முனைகளையும் கோவையாக்கிப் பயன்படுத்தும் வகை என்று கூறலாம். மாடுகளைக் கொண்டு பயன்படுத்தும் களைக் கருவிகள் பெரும்பாலும் வரிசைப் பயிர்களிலும், மட்டப் பயிர்களிலும் பயன்படுகின்றன. இழுவை எந்திரம் மூலம் இயக்கப்படும் கொரிக்கலப்பை, களை எடுப்புக் கருவியாகவும் பயன்படுகிறது.



படம் 5. 1. நீள் கைப்பிடி கொண்ட முள் உருளைக் களைக்கருவி
2. நீள் கைப்பிடி கொண்ட நட்சத்திரக் களைக் கருவி.

– ப. வெங்கடாசலம்

நூலோதி. H.S. Biswas, *Weeding Tools and Implements of India*, Central Institute of Agrl. Engineering, Bhopal.

களைகள்

களைச்செடிகள், வேண்டாத இடங்களிலும் சாகுபடி நிலங்களிலும் உள்ள நீரையும், சத்துகளையும் உட்கவர்ந்து பயிர்களுக்கும், மனிதருக்கும் கேடு உண்டாக்குகின்றன. பயிர் நிலங்களிலும், மேய்ச்சல் நிலங்களிலும், மைதானங்களிலும், காடுகளிலும் இவை விரைவாக வளர்ந்து, பயிர்களின்வளர்ச்சி, விளைச்சல் தரம் ஆகியவற்றைக் குறைத்துவிடுகின்றன. வேளாண் உற்பத்தியில் களைகளால் மட்டும் 45% இழப்பு ஆண்டுதோறும் ஏற்படுவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

களைச் செடிகளால் பல்வேறு இழப்புகள் ஏற்படுகின்றன. புல் நிலங்களில் உள்ள களைகளைக் கால்நடைகள் உட்கொள்வதால், அவற்றிலிருந்து பெறப்படும் பால், இறைச்சி முதலியவற்றின் தரம் குறையும். களைகளால் பண்ணை மேலாண்மைச் செலவுகள் மிகும். பூச்சிகளும், பூசணங்களும் களைச்செடிகளில் வளர்ந்து பெருகி, பயிர்களை அழிக்கும். நீர் நிலையிலுள்ள களைகள், நீர்ப்பாசன மேலாண்மை நீர் வழிப்போக்குவரத்து ஆகியவற்றிற்கு இடையூறாக உள்ளன. சில வகைக் களைச் செடிகளிலிருந்து வெளிப்படும் மகரந்தத்தூள், காற்றின் மூலம் பரவி, மனித நலவாழ்வைப் பாதிக்கும்.

களைச் செடிகளை, அவை வாழும் காலத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு பருவக்களைகள், (annuals) இரு பருவக் களைகள் (biennials) பல பருவக் களைகள் (perennials) என வகைப்படுத்தலாம். ஒரு பருவக் களைகள் குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் வளர்ந்து பூத்து விதைகளை உண்டாக்கி அழிகின்றன. இரு பருவக் களைகள், முதல் பருவத்தில் வளர்ச்சியைப் பெற்று அடுத்த பருவத்தில் மலர்ந்து, விதைகளை உண்டாக்கிய பின்அழிகின்றன. பல பருவக் களைகள் நீண்டநாள் உயிர் வாழும் திறன் பெற்றவை. இவை விதை, வேர்ப்பகுதி, கிழங்கு, கணுவிடைப் பகுதி, தண்டுப் பகுதி இவற்றின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பயிர்த் தாவரங்கள், மரங்கள் இவற்றில் ஒட்டுண்ணிகளாகச் சில களைகள் வளர்ந்து அவற்றின் சத்துகளையும், சாற்றையும், உறிஞ்சித் தாவரங்களின் வளர்ச்சியையும் விளைச்சலையும் குறைக்கின்றன.

களைச் செடிகளுக்குள் ஏற்படும் போட்டி பல்வேறு காரணிகளைப் பொறுத்து அமையும். பயிர்ச் செடிகள் நன்கு வளர்ந்த பின் தோன்றும் களைகளால் பயிரின் வளர்ச்சிக்குப் பெரும் இடையூறுகள் இருப்பதில்லை. பயிர்த்தாவரங்களும், களைகளும் ஒரே வளர்ச்சி விகிதமும் வாழ்க்கைத் தன்மையும் கொண்டிருப்பின், அவற்றிற்கிடையே போட்டி நிலவும். களைச்செடிகளில் பெரும்பாலானவை, மிகுதியான விதைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. களைகளைக் கட்டுப்படுத்தவும், அழிக்கவும் பல்வேறு முறைகள் இன்று கையாளப்படுகின்றன. அவற்றை மரபு வழிமுறை உயிர் வழிக் களைக் கட்டுப்பாடு (biological weed control) வேதி வழிக் கட்டுப்பாட்டு (chemical weed control) முறை என வகைப்படுத்தலாம்.

களைகளின் உயிர்வழிக் கட்டுப்பாடு. களைகள் வளரும் நிலங்களில் பயிர் வளர்த்தல், பயிர்கள், களைகளுடன் போட்டியிடும் தன்மை (crop-weed competition) தாவரச் சாறுண்ணிகள், கொன்று தின்னிகள் (predators) பயிர் நோயூக்கிகள் மூலம் களைகளின் வளர்ச்சியையும், பெருக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்துவது உயிர்வழிக் கட்டுப்பாடு எனப்படும்.

பயிர்களும் பயிரிடும் முறைகளும். ஏற்ற பருவத்தில் பயிர் செய்வதால், பயிர்கள் விரைவாக வளர்ந்து களைகள் முளைப்பது ஓரளவு தடுக்கப்படுகிறது. மிகுதியான இலைப்பரப்புடனும், கிளைகளுடனும், விரைவில் வளரக் கூடிய, குறைந்த காலப் பயிர் வகைகள், களைகளின் தாக்குதலுக்கு எளிதில் இலக்காவதில்லை. சரியான விதை அளவைப் பயன்படுத்துதல், தகுந்த ஆழத்தில் நடுதல், சிறப்பான விதைப்பு முறை, குறைந்த ஆழமான வேர் கொண்ட பயிர்களைக் கொண்டு பயிர்ச் சுழற்சி செய்தல் போன்றவற்றில், புவியிலிருந்து களைகளின் விதைகள் முளைக்காமலும், பரவாமலும் செய்யலாம். பயிர்கள் களைகளுடன் போட்டியிடும் திறனை அறிந்து களைத் தடுப்புப் பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்துச் சாகுபடி செய்யலாம். தீவனப் பயிர்களின் விதைகளை நெருக்கி விதைப்பதால் களைகள் குறைய வாய்ப்புண்டு. மிகு இடைவெளி கொண்ட பயிர்களுக்கிடையே குறுகிய காலப் பயறு வகைகளை ஊடு பயிராகப் பயிரிட்டால் பயிர் வளர்ந்து நிலத்தை மூடு முன் தோன்றக்கூடிய களைகளைக் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

தாவர நோய்க்காரணிகள். நோய்கள் பயிர்களுக்குப் பேரழிவை விளைவிக்கின்றன. நோய்க் காரணிகளைக் களைச் செடிகளின் திசுக்களில் வளர்க்கும்போது, அத்திசு கொல்லப்பட்டு, களையும் மடிகிறது. பூசணம் போன்ற உயிரிகள் சிதல்கள் (spores) மூலமாக விரைவிலும், எளிதிலும் பரவுவதால், களைச் செடிகள் விரைவில் அழிகின்றன. சில பூசணங்கள் குறிப்பிட்ட களை இனங்களில் விரைவில் இனப்பெருக்கமடைவதால், களைகள் அல்லாதபயிர்த் தாவரங்களைப் பாதிப்பதில்லை, ஆல்ட்டர்நேரியா மேக்ரோஸ்போரா (*Alternaria macrospara*) என்னும் பூசணம் அநோடா கிரிஸ்டேடா (*Anoda cristata*) என்னும் களையைத் தாக்கி அழிக்கிறது. நீர் வாழ் களைகளைக் கட்டுப்படுத்த, பூசணங்கள் முழு அளவில் பயன்படுகின்றன. ஆகாயத் தாமரையைக் கட்டுப்படுத்த செர்க்கோஸ்போரா ரோட்மானி (Cercospora rodmanii) என்னும் நோயூக்கி பயன்படுகிறது. இது மனித இனத்திற்கோ விலங்கினங்களுக்கோ கேடு தருவதில்லை.

பூச்சிகளும் மீன்களும். களைகளின் உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டில் பூச்சி இனங்கள் பெருமளவில் பங்கு கொள்கின்றன. லெப்பி டாப்பீரா, ஹெமிப்ட்டீரா, கோலியோப்ட்டீரா, ஹைமெனோப்ட்டீரா போன்ற இனங்களில் உள்ள பூச்சி இனங்கள் உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டில் பெரும்பங்கு பெறுகின்றன. சப்பாத்திக் கள்ளியைக் கட்டுப்படுத்த டேக்டைலேபியஸ் இண்டிகஸ் (*Dactylapius indicus*) என்னும் பூச்சி பயன்படுகிறது. பூச்சிகள், களைச் செடிகளின் இலை, தண்டுப் பகுதிகளை விரைவில் உண்பதால், களைகள் விரைவில் அழிகின்றன. காக்டோபிளாஸ்டிஸ் கேக்டோரம் (*Cacloblastis cactorum*) என்னும் புழு களைகளின் தண்டுப் பகுதியைக் குடைந்தும்,வேர்களைத் தாக்கியும், இளந்தளிர்களை உண்டும் களைகளை அழிக்கின்றது. டிலாபியா மொசாம்பிகா (*Tilapia mossambica*) என்னும் மீன், நீர் வாழ் களைகளின் வேர்ப்பகுதியையும், பச்சையத்தையும் உண்டு களைகளை அழிக்கிறது.

உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டில் சில காரணிகள். களைகளின் உயிர் வழிக் கட்டுப்பாடு சிறப்பாகச் செயல்பட அதன் எதிரியைத் தேர்ந்தெடுத்துப் புகுத்த வேண்டும். களைகளின் எதிரிகள் குறுகிய காலத்தில் எண்ணிக்கையில் பெருகும் தன்மை, புதுச் சூழ்நிலையை ஏற்றுக்கொள்ளும் தன்மை, உயர் இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடிய திறன் முதலியவற்றைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

எதிரிகளால் தாக்கப்பட்ட பின்பு செயல்படும் திறனைப் பொறுத்துக் களைகள் ஓரளவு தாக்கம் அடைகின்றன. மீண்டும் வளர்ச்சியடையாமலும், பரவாமலும் இருக்க வேண்டும். களைகளைத் தாக்கும் பூச்சியினம், ஓரிடத்தில் நிலைத்து வாழ தட்பவெப்ப நிலையும் ஏற்றவாறு இருக்க வேண்டும்.

களைகளின் வகைப்பாடு. வாழுங் காலத்தைப் பொறுத்துக் களைகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு பருவக்களைகள் (annual) தம் வாழ்நாளை ஒருபருவம் அல்லது ஓர் ஆண்டிற்குள் முடித்துக் கொள்கின்றன. இவ்வகைக் களைகள் பெரும்பாலும் விதைகளின் மூலம் பரவுகின்றன. விதைகள் பெருமளவில் பெருகிப் பயிர்த் தாவரங்களுடன் போட்டியிடுகின்றன. சில ஒருபருவக் களைகள் வெப்பக் காலத் தொடக்கத்தில் முளைத்து, அது முடியும் தறுவாயில் பூத்து, விதைகளைப் பெருக்கி அழிக்கின்றன. சில ஒருபருவக் களைகள் குளிர்காலத் தொடக்கத்தில் முளைத்து, பூத்து, வெப்பக்காலத் தொடக்கத்திற்குள் விதைப் பெருக்கம் செய்து அழிகின்றன. இவற்றின் விதைகள் வெப்பக் காலத்தில் வளர்வடக்கம் (dormancy) கொண்டு மண்ணில் தங்குகின்றன. எ.கா. பிரம்மந்தண்டு (*Argemone mexicana*).

இருபருவக் களைகள் (biennials) முதற் பருவத்தில் வளர்ந்து அடுத்த பருவத்தில் விதைப் பெருக்கம் செய்து மடிகின்றன. முள் பொன்னாங்கண்ணி (*Alternanthera echinata*) போன்ற களைகள் இவ்வகையைச் சாரும். பல பருவ அல்லது நீண்ட காலக் களைகள் (perennials) தொடர்ந்து நீண்ட காலம் நிலைத்து வாழக் கூடியவை. இக்களைகள் சிக்கலான சூழ்நிலையிலும், வேறுபட்ட வெப்பநிலையிலும் வளரக்கூடியவை. விதைகள் மூலமும், மண்ணிற்குக் கீழ் உள்ள தண்டு, கிழங்கு, வேர்ப்பகுதிகள் மூலமும் இனப்பெருக்கமடைகின்றன. இவை உணவை வேர்ப் பகுதியில் தேக்கி வைத்துத் தேவையான பருவத்தில்

பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. சில கணுவிடைப் பகுதிகளில் (internode) வேர்களை உண்டாக்கித் தனிச்செடிகளாகவும் இனப்பெருக்கம் செய்ய வல்லவை. கோரைக் கிழங்கு (*Cyperus rotundus*), பூமிசக்கரப் பூண்டு (*Convolvulus arvensis*) போன்ற களைகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இக்களைகள் நன்கு வளர்ந்த வேர்களைக் கொண்டுள்ளமையால் இவற்றை எளிதில் அழிக்க இயலாது.

களைகளை அவற்றின் வளருமிடத்தைப் பொறுத்துப் பயிர் நிலக்களைகள், புல் நிலக்களைகள், தரிசு நிலக்களைகள், மைதானங்கள் தெரு ஓரங்களில் வளரும் களைகள் என வகைப்படுத்தலாம். பயிர் நிலத்தில் வளரும் களைகள் பயிர்களைத் தாக்குகின்றன. புல் நிலங்களில் வளரும் களைகள் மேய்ச்சல் நிலங்களில் வளரும் புல் வகைத் தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கின்றன. சிவப்பு நெரிஞ்சி (*Indigofera enneaphylla*), மூக்கிரட்டை (*Boerhaavia diffusa*) போன்ற களைகள் இந்நிலங்களில் வளர்கின்றன. தரிசு நிலங்களில் வளரும் களைகள் பொதுவாகப் பயிர் நிலங்களிலும், கால்வாய், புதர்களின் ஓரங்களிலும் காணப்படும்.

கள்ளி இனங்கள் (*Opuntia Sp.*), வேளை (*Gynandropsis pentaphylla*) போன்ற களைகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. விளையாட்டு மைதானம் தெரு ஓரங்களில் வளரும் களைகள் கடினத்தன்மையுடைய படரும் இனங்களைச் சார்ந்தவை. இவை விலங்குகளின் உடலில் ஒட்டிக்கொண்டு ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் பரவி வளர்கின்றன. முள் பொன்னாங்கண்ணி (*Alternanthera echinata*), சின்ன அம்மாம்பச்சரிசி (*Euphorbia prostrata*) போன்ற களைகள் இவற்றில் அடங்கும். களைகளை அவற்றின் சூழ்நிலையைப் பொறுத்தும் வகைப்படுத்தலாம். வறண்ட நிலக்களைகள் நீண்ட வேர்ப் பகுதியால் நீரை எளிதில் உறிஞ்ச வல்லவை. மேலும் இவை வறட்சியைத் தாங்கி வளர, தண்டு மற்றும் இலைகளில் பசை போன்ற நீர்மம் (mucilage) கொண்டுள்ளன.

நன்செய் நிலக் களைகள் நீர் தேங்கிய மண்ணில் வளரவல்லவை. இவை பொதுவாக விதைகளின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கொட்டக்கரந்தை (*Sphaeranthus Indicus*) போன்ற களைகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவையாகும். புன்செய் நிலக் களைகள் தொய்யக் கீரை (*Digera arvensis*), பிண்ணாக்குப் பூண்டு (*Corchorous trilocularis*) போன்றவையாகும். இக்களைகளுக்கு மிகுதியான நீர் தேவைப்படுவதில்லை, எனினும் வறட்சியைத் தாங்கும் திறனற்றவை.

சில களையினங்கள் வேற்று நாட்டிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட பயிர்த் தாவர விதைகளுடன் கலந்து இந்தியாவில் களைகளாக வளர்கின்றன. உயர் வளர்ச்சி உடைய இவற்றைப் புகுத்தப்பட்ட களைகள் என்பர். எ. கா. ஆகாயத் தாமரை (water hyacinth). மேற்கூறியவற்றைத் தவிர, களைகளில் ஒட்டுண்ணிக் களைகள், நீர் வாழ் களைகள் எனவும் பலவகையுண்டு.

நச்சுத் தன்மையுள்ள களைகளால் கால்நடைகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இக்களைகளின் இலை கனிகளைக் கால்நடைகள் உட்கொள்வதால் நச்சுத் தன்மை ஏற்படுகிறது. கால்நடைகளிலிருந்து பெறப்படும் பாலின் தன்மையும், அளவும், குறையும். குண்டுமணி (*Abrus precatorias*) ஒடுவன் போன்ற களைகள் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தவை. நச்சுக் களைகளை உண்ட கால்நடைகள் இறந்துவிடுகின்றன.

ஒட்டுண்ணிக் களைகள் பயிர்த் தாவரங்களுடன் ஒட்டுண்ணிகளாக வளர்ந்து, அவற்றின் சத்துகளை உறிஞ்சி வளரும். இதனால் பயிர்த் தாவரத்தின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் களைகளில் சில, பயிர்த் தாவரங்களின் வேர்களைத் தாக்கி, நீரையும் ஊட்டச்சத்தையும் உறிஞ்சி வளர்கின்றன. வேறு சில மரங்கள் மீது படர்ந்து, உறிஞ்சுவேர்கள் மூலம் தண்டுப்பகுதியைத் தாக்கி உணவைப் பெறுகின்றன. மா, வேம்பு மரங்களில் தோன்றும் புல்லுருவியான புகையிலைக் காளான், சோளத்தில் தோன்றும் சுடுமல்லி, வெங்காயப்பயிரில் காணப்படும் கஸ் குட்டா ஆகியவை இவ்வகையைச் சார்ந்தவை ஆகும்.

நீர் நிலைக்களைகள் (pond weeds) குளம், ஏரி போன்ற இடங்களில் நீரின் மேல்பரப்பில் மிதப்பதற்கு ஏற்றவாறு அகலமான இலைகளையும், மென்மையான காற்றறைகள் கொண்ட தண்டுப்பகுதிகளையும் கொண்டுள்ளன. இக்களைகள், குடிநீர் நிலைகளை மாசுபடுத்துவதோடு நீர் செல்லும் வேகத்தையும் குறைக்கின்றன. இக்களைகளை நீர் நிலைகளிலிருந்து அகற்ற மிகுந்த செலவாகும். குளவாழை போன்ற களைகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை ஆகும்.

களைகளைக் கட்டுப்படுத்துதல். புதிய வேளாண் முறைகளின் நோக்கம் மிகுந்த உணவு உற்பத்தியைப் பெருக்குவதே ஆகும். பயிர்ப் பாதுகாப்புத் திட்டத்தில் களைத் தடுப்பு (weed control) முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளது. பயிர் முளைத்து வரும்போதே களைகள் நீர், உரம், சூரிய ஒளி முதலியவற்றிற்குப் போட்டியிட்டுப் பயிரின் வளர்ச்சியையும் விளைச்சலையும் பாதிப்பதால், அவற்றைத் தவிர்க்கவும், கட்டுப்படுத்தவும், அழிக்கவும் வேண்டியுள்ளது. பொதுவாக எந்த ஒரு பயிருக்கும் ஆகும் மொத்தச் சாகுபடிச் செலவில் 16,20% களைத் தடுப்பிற்கே ஆகிறது. சாகுபடிச் செலவைக் குறைக்க வேண்டுமெனில் ஒரு சிக்கனமான களைத் தடுப்பு முறை தேவையாகிறது.

களைகளைக் கட்டுப்படுத்தவும், அழிக்கவும் பல்வேறு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றை மரபு வழிமுறை (mechanical weed control), உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டு முறை (biological control), வேதிவழிக் கட்டுப்பாடு முறை (chemical control) என வகைப்படுத்தலாம். இவை களைகள் வருமுன் கட்டுப்படுத்தவும் தோன்றிய களைகளைக் கட்டுப் படுத்தவும் களைகளை அழிக்கவும் பொருந்தும்.

முன் தடுப்பு முறைகள். களைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளில் மிக முக்கியமானது களை தோன்றும் முன் அல்லது களைகள் புதிதாக ஓரிடத்தில் வளராமல் தடுக்கும் முறையாகும். இத்தடுப்பு முறை, களைகளின் இனப்பெருக்கத்தன்மை, பரவும் முறை, வளர் வடக்கம் (dormancy), முளைப்புத் திறன் முதலியவற்றைப் பொறுத்துச் சிறந்த முறையாக அமைகிறது. பல்வேறு வகையான தடுப்பு முறைகள் தற்போது நடைமுறையில் உள்ளன.

கோடையில் ஆழமாக நிலத்தை உழுது, களைகளின் வேர்கள், கிழங்குகள், வெட்டுண்ட தண்டுப் பகுதிகளை அகற்றி அழிக்க வேண்டும். விரைவில் வளர்ந்து களைகளுடன் நன்கு போட்டியிடும் களைத் தடுப்புப் பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்துச் சாகுபடி செய்தால் களைகள் தோன்றாவண்ணம் தடுக்கலாம், கலப்புப் பயிர்களையும் (mixed crops) ஊடுபயிர்களையும் (inter crops) தகுந்த பயிர்ச்சுழற்சி முறைகளையும் கையாண்டு, குறிப்பிட்ட பருவங்களில் தோன்றும் களைகளைத் தவிர்க்கலாம். சான்றாக, தொடர்ந்து புகையிலை பயிரிடப்படும் நிலத்தில் தோன்றும், ஓரபேங்கி என்னும் புகையிலைக் காளான் செடியைத் தடுக்க, தகுந்த பயிர்ச்சுழற்சி முறையில் புகையிலை பயிரிடுவதைத் தவிர்த்துப் பருத்தி, எள் போன்ற பயிர்களை வளர்ப்பதன் மூலம் அக்களையை நன்கு தடுக்கலாம்.

மிகுதியான கிளைப்புகளுடனும் மிகுந்த இலைப் பரப்புடனும் விரைவில் வளரக்கூடிய குறை வயதுடைய பயிர்களைப் பயிரிடுவதன் மூலம் களைகள் முளைத்து வளராதவாறு தடுக்கலாம். களைகளற்ற தூய பயிர்த் தாவர விதைகளை வேளாண்மைக்குப் பயன்படுத்திக் களைகள் பரவாமல் தடுக்கலாம். தகுந்த முறையில் பயிர்த் தாவர விதைகளைத் தூய்மைப்படுத்தல், பண்ணை எந்திரங்களைத் தூய்மையான நிலையில் பயன்படுத்தல், சான்றிதழ் பெற்ற பயிர் விதைகளையே பயன்படுத்தல், களைகளற்ற எரு, இயற்கை உரங்களைப் பயன்படுத்துதல் போன்ற செயல்முறைகளைக் கையாண்டு களைகளைத் தவிர்க்கலாம்.

பாசன நீர் வாய்க்கால்களில் சல்லடை அமைப்பதால், களை விதைகள் துண்டான வேர்ப் பகுதிகள், கிழங்குகள் முதலியன வேற்றிடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுவதைத் தவிர்க்கலாம். சட்ட ஒழுங்கு முறைகள் மூலம் களைகளற்ற தூய்மையான பயிர் விதை உற்பத்தி செய்து களைகள் தோன்றாமலும் வேற்று இடங்களுக்குப் புதிதாகப் பரவாமலும் தடுக்கலாம். பயிர் விதைகளை மேலை நாடுகளிலிருந்து பெறும்போது தகுந்த தரப்பிரிப்பு முறைகளால், சீர்தூக்கி ஆய்ந்த பிறகே ஏற்றுக்கொள்ளுதல் களைகள் தோன்றாதவாறு பாதுகாக்கும் வழியாகும்.

தடுப்பு முறைகளில் களைக்கொல்லி மருந்துகளை முளைக்குமுன் தெளிப்பதன் மூலம் களைகளை அழிக்கலாம். சிலவகைக் களைக் கொல்லிகளைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்துவதன் மூலம் களைகள் பரவாமலும் தடுக்கலாம்.

களைச் செடிகள் தோன்றியபின் கட்டுப்படுத்தல். வளர்ந்த நிலையிலுள்ள களைகளையும் அவற்றின் இனப்பெருக்கப் பகுதிகளான தண்டு, வேர், கிழங்கு முதலியவற்றையும் அழித்தல் இம்முறையில் அடங்கும். அடிமண்ணில் உள்ள களைச் செடியின் பகுதிகளைத் தகுந்த உழவியல் முறைகள் மூலம் மேலே கொணர்ந்து அழிக்கலாம். நீண்டகாலக் களைகளை அழிக்க இம்முறை பயன்படும். முளைக்குமுன் தெளித்தல், முளைத்தபின் தெளித்தல் ஆகிய முறைகளில் களைகளின் வளர்ச்சியை அழிக்கலாம்.

களைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள்

மரபு வழிமுறை. தொன்று தொட்டு நடைமுறையிலிருக்கும் முறைகளான கையால் களைபறித்தல், களைக் கொட்டு மூலம் அழித்தல், எரித்தல், நீர் கட்டி அழித்தல், குறைந்த உழவு அல்லது உழவற்ற தன்மை போன்ற முறைகளால் களைகளைக் கட்டுப் படுத்தலாம். நிலத்தை ஆழமாக உழுது பண்படுத்துவதன் மூலம் களைகளின் வேர்ப்பகுதி தாக்கப்பட்டு அழிகிறது. மரக் கலப்பை அல்லது எந்திரக் கலப்பைகளால் நிலத்தை உழும்போது, ஒருபருவ இருபருவக் களைச்செடிகள் வேரோடு அழியும். கைகளால் களை பிடுங்கும் முறை, ஒருபருவ இருபருவக் களைகளைக் கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது. அரிவாள் மற்றும் கத்தி மூலம் களைகளின் தண்டுப் பகுதிகளை அறுத்துக் களைச் செடிகள் பூப்பதையும் விதைப் பெருக்கம் செய்வதையும் கட்டுப்படுத்தலாம். நிலத்தின் மேற்பரப்பில் வைக்கோல், தழைகளைப் பரப்பி, முளைக்காமல் செய்து பயிரைக் காப்பாற்றலாம். இம்முறை தோட்டக்கலை மலைப் பயிர்களான காப்பி மற்றும் தேயிலைத் தோட்டங்களில் தோன்றும் களைகளை எளிதில் கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது.

உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டு முறை. பூச்சிகள், கொன்றுண்ணிகள் போன்றவை களைகளைத் தாக்கிச் சாற்றை உறிஞ்சி, பசுமையான தண்டுப்பகுதி, இலைகளை உண்டு, களைச் செடிகளை அழிக்கின்றன. சப்பாத்தி மாவுப்பூச்சிகள், கள்ளி, கற்றாழை போன்ற

களைகளைத் தாக்கி அழிக்கின்றன. தாவர நோய்க் குரிய உயிரிகளைக் கொண்டு (plant pathogens) களைச் செடிகளில் நோயை உண்டாக்கியும், பூசணங்கள், பாக்ட்டீரியா போன்றவற்றைப் பயன் படுத்தியும் களைகளை நன்முறையில் கட்டுப்படுத்த லாம். இது போன்று தாவர உணவுண்ணும் மீன் வகைகளை வளர்த்து நீர்வாழ் களைகளை அழிக்க லாம். தகுந்த உழவியல் முறைகளைப் பயன்படுத்து தல், களை-தாவரப் பயிர்களில் போட்டித் தன்மையை உண்டாக்கல், ஊடுபயிர் செய்தல், கலப்புப் பயிர் செய்தல், பயிர்ச் சுழற்சியைக் கடைப்பிடித்தல் போன்ற வேளாண் நுணுக்க முறைகளால் களைகளை வளராமல் தடுத்துக் கட்டுப்படுத்தலாம். நன்மை தரும் வகையில் பூச்சி மற்றும் நோய்க் காரணிகளைப் பயன்படுத்தி ஒருங்கிணைந்த உயிர் வழிக் கட்டுப் பாட்டு முறையின் செயல் திறனை அறிவதற்கு ஆய்வு கள் செய்யப்படுகின்றன.

வேதி வழிக் களைக்கட்டுப்பாடு. வேதிக் களைக் கொல்லிகளைத் தேர் திறன் கொண்டவை, தேர் திறன் அற்றவை என்று இருவகைகளாகப் பிரிக்க லாம். 2,4-D என்னும் களைக் கொல்லி, இருவிதை யிலைத் தாவரக் (dicotyledon) களைகளைத் தீவிர மாகக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஊடுருவிப் பாயும் தன்மையுடையவை (systemic) களைக்கொல்லி நச்சு மருந்தைக் களையின் அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் கொண்டு சென்று களையை அழிக்க உதவுகின்றன. வேளாண் நிலங்களுக்கும் தரிசு நிலங்களுக்கும் விளை யாட்டு மைதானங்களுக்கும் ஏற்ற ஏறக்குறைய 250 களைக்கொல்லிகள் இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள் ளன. களைகளைக் களைக்கொல்லிகள் மூலம் கட்டுப் படுத்துவதில் பல நன்மைகள் உள்ளன. உழவியல் முறைகளுடன் வேதிக் களைக் கொல்லிகளையும் பயன்படுத்தி, களைகளைத் தீவிரமாகக் கட்டுப்படுத் தலாம். வேலை ஆள் பற்றாக்குறையுள்ள இடங் களில், களைக்கொல்லியைப் பயன்படுத்தி நேரத்தை யும், பொருள் அழிவையும் தவிர்த்துச் சாகுபடிச் செலவைக் குறைக்கலாம். வளர்ந்த நிலையிலுள்ள பயிர்களில் உள்ள களைகளை எவ்வித இடர்ப்பாடும் இன்றி எளிதில் கட்டுப்படுத்தலாம். களைக் கொல்லி களால் பல நீண்டகாலக் களைகளையும், நச்சுத் தன்மை கொண்ட களைகளையும் எளிதில் கட்டுப் படுத்தலாம்.

களை விதைகள். பெரும்பாலான களைகள் விதை மூலமாக இனப்பெருக்கமடைகின்றன. விதைகள் பல்வேறு விதங்களில் தாய்ச் செடியிலிருந்து வேறு இடங்களுக்குப் பரவி முளைப்பதால் வாழ்க்கைச் சுற்றுத் தொடர்கிறது. ஒருபருவக் களைச்செடிகள் பெரும்பாலும் விதை மூலமாகத் தொடர்ந்து வாழ்கின்றன. விதையில்லா இனப்பெருக்க முறை களான, மொட்டுகள், கிழங்குகள், கணுவிடைப் பகுதிகள் மூலமாக, நீண்ட காலக் களைகள் தொடர்ந்து வாழ்கின்றன.

களை விதைகளின் எண்ணிக்கை, முளைப் புத்திறன் (germinability) அளவில் சிறிய விதைகள் போன்றவற்றைப் பொறுத்துக் களைகள் ஓரிடத்தில் தொடர்ந்து வாழும் தன்மை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. ஒருபருவக் களைகள் (annual weeds) எண்ணற்ற களைகளை உற்பத்தி செய்கின்றன. அவ்விதைகள் ஏற்ற பருவத்தில் முளைத்துச் செடிகளாகின்றன. சாகுபடி செய்யப்படும் பயிர்களைவிடக் களைச் செடிகளில் விதைகள் மிகுதியாக உற்பத்தியாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கீழ்க்காணும் அட்டவணையைக் குறிப்பிடலாம்.

தாவரம்	விதைகளின் எண்ணிக்கை
குதிரைவாலிப்புல்	42,700
சுடுமல்லி	30,000-75,000
பிரம்மந் தண்டு	20,000-30,000
சாரனை	10,000
புகையிலைக் காளான்	1,00,000
பார்த்தீனியம்	10,000
நாயுருவி	500-1500

சில களை விதைகள் ஒரே பருவக் காலத்திற்குள் முதிர்ச்சியடைகின்றன. வேறு சில களைகளின் விதைகள் பல்வேறு பருவங்களில் முதிர்வடைகின்றன. பல பருவக் களைகள் ஆண்டுதோறும் விதை உற்பத்தி செய்கின்றன. மெலண்டிரியம் (Melandrium) என்னும் களை ஒரு பருவ, இரு பருவ பல பருவக் களைகளாக விதைப் பெருக்கமடைகிறது,

சிர்சியம் ஆர்வென்சி (Cirsium arvense) என்னும் களையில் ஆண், பெண் பூக்கள் வெவ்வேறு செடி களில் காணப்படுகின்றன. சினாபிஸ் ஆர்வென்சிஸ் போன்ற களைகளில் விதை உற்பத்திக்கு அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை இன்றியமையாததாகிறது. ஏபென்ஸ் ஆர்வென்சிஸ் (Aphanes arvensis) என்னும் களையில் இனச் சேர்க்கையின்றிக் கன்னியினப் பெருக்கம் (Parthenogenesis) மூலம் விதைகள் உற்பத்தி யாகின்றன. கம்பாஸிடே (Compositae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த களைகளின் விதைகள் முழு வளர்ச்சியடையு முன் மிகுமுளைப்புத் திறன் கொண்டுள்ளன. செனே சியோ பல்கேரிஸ் (Senecio bulgaris) என்னும் களைச் செடியில் பூக்களாக இருக்கும்போதே அவற்றிலுள்ள விதைகள் முளைக்கும் தன்மை கொண்டுள்ளன,

களைவிதை பரவுதல். களைச் செடிகள் எண்ணற்ற விதைகளை உண்டாக்குகின்றன. விதைகள் தாய்ச் செடியிலிருந்து மிகுதொலைவு தள்ளப்பட்டுத் தனியே நிலத்தில் விழுந்து முளைக்கின்றன. லெகுமி

னேசி (Leguminosae) குடும்பத்தைச் சார்ந்த களைகளின் நெற்றுகள் (pods) இரண்டாகப் பிளவுபடுவதால் விதைகள் விசையுடன் தொலைவில் எறியப்படுகின்றன. சில களைகளின் விதைகள் தாய்ச்செடிகளுக்குக் கீழே விழுந்தாலும், வெவ்வேறு உழவியல் முறைகளால் ஏற்றவாறு நீண்ட தொலைவு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. கடினமான விதையுறையுடைய களை விதைகள் வளர்வடக்கத்திற்கு உள்ளாகின்றன. இவ்வாறான விதைகள் நிலத்தில் நீண்ட காலம் தங்கி, மேலுறை நலிந்து, காற்றும் நீரும் உட்புகும் போது முளைத்துச் செடிகளாகின்றன.

களை விதைகளின் மேலுறையில் (seed coat) நீரில் கரையும் சில நச்சுப் பொருள்கள் உள்ளமையால், விதைகள் வளர்வடக்கத்துடன் முளைக்காமலிருக்கும். மழை நீர் மற்றும் பாசன நீர் அந்த நச்சுப் பொருள்களைக் கரைப்பதால், விதைமுளைத்தல் விரைவாக்கப்படுகிறது. சில களை விதைகள் முளைப்புத் திறன் கொண்டிருப்பினும், வறண்ட நிலை போன்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளால் வளர்வடக்கம் கொண்டு முளைத்தல் தடைப்படும். புரோமஸ் ஸ்டெரிலிஸ் (Bromus sterilis) என்னும் களை விதைகள் வறண்ட காலங்களில் செடியிலிருந்து நிலத்தில் வீழ்ந்து, மழை வரும் வரை வளர்வடக்கம் கொண்டு நிலத்தில் ஈரத் தன்மை வந்தபின் முளைக்கின்றன. போதுமான சூரிய ஒளியின்மை சில களைவிதைகளின் வளர்வடக்கத்திற்குக் காரணமாக உள்ளது. வேறு சில களை விதைகள் (எ.கா) வயோலா ஆர்வென்சிஸ் (viola arvensis) சூரியஒளி படும் காலங்களில் வளர்வடக்கத்துடன், நிலத்தில் புதைந்து ஒளியற்ற காலங்களில் முளைத்துச் செடிகளாகும் தன்மையும் பெற்றுள்ளன.

ஒரு பருவக் களைகளின் விதைகள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதால், அவற்றைத் தகுந்த உழவியல் முறைகள் (agronomic practices) மூலம், நிலத்தின் மேற்பரப்பிற்குக் கொணர்ந்து, தகுந்த முறையில் களைக்கட்டுப்பாடு செய்ய வேண்டும். சில களை விதைகளின் மேற்பரப்பில் பசைபோன்ற ஒட்டும் நீர்மம் இருப்பதால் அவை எளிதில் விலங்குகளின் மேல் ஒட்டிச்சென்று வேற்றிடங்களில் விழுந்து முளைக்கின்றன. சில களை விதைகளின் மேற்பரப்பில் முள்கள் போன்ற அமைப்புகள் இருப்பதால் அவை கால்நடைகளிலும் மனிதர்களின் ஆடைகளிலும் சிக்கி எளிதாக வேற்று இடங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. எருக்குப் போன்ற களைகளின் மெல்லிய இழைபோன்ற அமைப்புகளால் காற்றின் மூலம் விதைகள் ஓரிடத்திலிருந்து வேற்றிடங்களுக்குப் பரவுகின்றன. வெள்ளம், மழை நீர், மனிதர்கள் மூலமாகவும் களை விதைகள் பரவுகின்றன.

களை விதைகளின் வளர்வடக்கம். களை விதைகள் வளர்வடக்கம் கொண்டு நீண்ட காலம் உயிர் வாழ்ந்து தகுந்த சூழ்நிலையில் முளைத்துச் செடிகளாகின்றன. களை விதை முளைத்தலுக்கு ஏற்ற காரணிகள் தகுந்த பருவத்தில் குறிப்பிட்ட அளவு இல்லாவிடில் விதைகள் வளர்வடக்கம் கொள்கின்றன. விதைகள் தாய்ச்செடியில் தோன்றும் போது நிலவும் பல்வேறு சூழ்நிலைக் காரணிகளைப் பொறுத்து விதைகளின் வளர்வடக்கம் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. சில இனக் களைகளில் ஒரே செடியிலுள்ள களை விதைகள் பல்வேறு காலம் வரையில் வளர்வடக்கம் கொண்டுள்ளன. அட்ரிப்ளக்ஸ் (Atriplex) என்னும் களைச் செடியின் விதைகள் வெவ்வேறு வளர்வடக்கக் காலங்களைக் கொண்டுள்ளன. சில களை விதைகள் குறைந்த வெப்ப நிலைக்கு உட்படுத்தப்பட்டால், அவற்றின் வளர்வடக்கத் தன்மை குறைகிறது. பாபவர் (Papaver Sps) பேரினக் களை விதைகள், நாள்தோறும் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாறுபாட்டால் விதை முளைத்தலுக்கு வளர்வடக்கத் தன்மை கொள்ளும்.

ஸ்டெல்லேரிய மீடியா (Stellaria media) என்னும் களையின் விதைகளில் 95% நிலத்தின் மேற்பரப்பில் விழுந்து முளைத்துச் செடிகளாகும் மீதமுள்ள விதைகள் மண்ணிற்கடியில் ஏறக்குறைய 60 ஆண்டுகளுக்கு வளர்வடக்கம் கொண்டு முளைப்புத் திறனுடன் உள்ளன. பெரும்பாலான களைக்கொல்லிகள் (herbicides) வளர்வடக்கம் கொண்ட களைகளுக்கு எவ்விதத் தாக்கமும் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஆனால் இவ்வாறு வளர்வடக்கம் கொண்ட களை விதைகளைப் பல்வேறு உழவியல் முறைகளால், நிலத்தின் மேற்பரப்பிற்குக் கொணர்ந்து அவற்றை முளைக்கச் செய்து, பின் தகுந்த களைக்கட்டுப்பாட்டு முறைகளால் கட்டுப்படுத்தலாம்.

களைவிதைகளின் முளைப்பு (weed seed germinaion). களை விதைகளின் முளைப்புத் தன்மை நிலத்திலுள்ள நீர் மற்றும் ஆக்சிஜன், மண்ணின் வெப்ப நிலை ஆகிய காரணிகளைச் சார்ந்துள்ளது. கீனோபோடியம் ரூப்ரம் (Chenopodium rubrum) என்னும் களையின் விதைகள் மண்ணின் வெப்பநிலை மிகுதியாக இருப்பின், மிகு முளைப்புத்திறன் கொண்டிருக்கும். இதற்கு மாறாக, மூக்குத்திப் பூண்டின் (Vemonia Sps) விதைகள், மண்ணில் தாழ்ந்த வெப்ப நிலை நிலவும்போது மிகு முளைப்புத் திறனுடன் உள்ளன. ஒரு பருவக் களைகளின் விதைகளில் 0.1 -0.5 மி. கி. எடையுள்ள விதைகள் மண்ணில் 0.5 செ. மீ. ஆழத்தில் எளிதாக முளைக்கின்றன. பெரிய அளவு விதைகளான பாலிகோனம் கன்வால்வியூலஸ் (Polygonum convolvulus) நிலத்தில் 10 செ. மீ. ஆழத்தில் இருந்தாலும் முளைக்கும் திறன் படைத்தவையாக உள்ளன. எந்திரக் கலப்பைகளால் உழுது இவ்விதைகளை நிலத்தின் மேற்பரப்பிற்குக் கொணர்ந்து முளைக்கச் செய்யலாம். விதைகள் மூலம் களைகள் இனப்பெருக்கம் செய்வதைப் போல,

பெரும்பாலான களைகள், வேர்கள், தண்டுப் பகுதிகள், கிழங்குகள் முதலிய பகுதிகளால் எளிதில் இனப்பெருக்கமடைகின்றன.

களைக் கொல்லிகள். பயிர்ப்பாதுகாப்புத் திட்டத்தில் களைத்தடுப்பு ஒரு முக்கிய காரணியாகும். களைகளால் வீணாகும் நீர், உரம் ஆகியவற்றைத் தக்க களைத்தடுப்பு முறைகள் மூலம் பயிருக்குப் பயனாகுமாறு செய்யலாம். தொன்றுதொட்டு மனிதரைக் கொண்டு கைகளாலோ களைக்கொட்டாலோ களைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் முறை நடைமுறையில் உள்ளது. இம்முறையில் காலமும், பொருளும் மிகுதியும் வீணாவதால் புதிய வேதிக் களைத்தடுப்பு முறையே சிறந்ததாகத் தற்போது பரிந்துரைக்கப்படுகிறது. களைக்கொல்லிகள் பல வியத்தகு தேர்திறன் (selectivity) வாய்ந்தவை. பயிர்களின் மீது தெளிக்கும்போது பயிர் அழியாமல் இவை களைகளை மட்டும் அழிக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தவை.

களைக்கொல்லிகளின் வகை. தேர்திறன் உள்ளவை, தேர்திறனற்றவை எனக் களைக்கொல்லிகள் இருவகைப்படும். தேர்திறன் உள்ள களைக்கொல்லிகள் (டெல்குளோர், பாசலின்) பயிரைப் பாதிக்காமல் பயிர்களுக்கிடையே வளரும் களைகளை மட்டும் தாக்கி அழிக்க வல்லவை. தேர்திறனற்ற களைக்கொல்லிகள் (கிரமாக்சோன்) பயிரையும் களைகளையும் பாகுபாடின்றி அழிக்க வல்லவை. இரண்டாம் வகைக் களைக்கொல்லிகள் பயிரிடப்படாத நிலங்களிலும் பருத்தி, கரும்பு, வாழை போன்ற மிகு இடைவெளி கொண்ட பயிர்களிலும் பயன்படும். மேற்கூறிய இருவகைக் களைக்கொல்லிகளை, மண்ணில் தெளிக்கும் களைக்கொல்லிகள், இலைகளின் மீது தெளிக்கும் களைக்கொல்லிகள் (2,4-D, கிரமாக்சோன்) என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். மண்ணில் தெளிக்கும் களைக்கொல்லிகள், களைகள் முளைக்குமுன் தெளிக்கப்படுபவை.

களை விதைகளும், முளைத்துக் கொண்டிருக்கும் களைகளும் களைக்கொல்லி மருந்து பட்டு அழிகின்றன. களைக்கொல்லிகளை மண்ணின் மீது தெளிக்கும் முன் மண் சிறிது ஈரமுடன் இருக்க வேண்டும். தழைகளின் மீது தெளிக்கப்படும் களைக்கொல்லிகள் தொடு நஞ்சாக (contact poison) உள்ளமையால் அவை செல்களினுள் சென்று களைகளை அழிக்கின்றன. ஊடுருவிப் பாயக்கூடிய களைக்கொல்லியான 2,4-D களைச் செடிகளின் ஒளிச்சேர்க்கை, புரதச் சத்து உற்பத்தி ஆகியவற்றைப் பாதித்தும் வினையியல் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தியும் களைகளை அழிக்கிறது. களைக்கொல்லிகள் கரையும் உப்பு, நனையும் தூள், பால்ம, குறுநொய் ஆகிய வடிவங்களிலும் கிடைக்கின்றன.

களைக்கொல்லிகளைத் தெளிக்கும் முறைகள். கரையும் உப்பு, நனையும் தூள், நீர்மம் முதலியவற்றை நீரில் கலந்து கைத்தெளிப்பானால் தெளிக்கலாம். தேவையான களைக்கொல்லி மருந்தை 500-625 லிட்டர் நீரில் கலந்து ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்தில் தெளிக்க வேண்டும். களைக்கொல்லியைக் குறிப்பிட்ட அளவில் குறிப்பிட்ட முறையில் தெளிப்பது மிகவும் இன்றியமையாதது. களைக்கொல்லியைத் தெளிக்கும் முன் மண்ணில் போதிய ஈரம் இருக்கவேண்டும். மருந்து தெளிக்கப்படும் பாத்திகள் சமமாக இருக்க வேண்டும். காலை வேளையில் தனியாக ஒதுக்கப்பட்ட தெளிப்பான் மூலம் மருந்தைத் தெளிக்க வேண்டும். களைக்கொல்லியை அதற்குரிய தெளிமுனை பொருத்திய தெளிப்பானைக் கொண்டு தெளித்தல் நன்மைதரும். களைக்கொல்லி மருந்தைத் தகுந்த பயிர்ப் பருவத்தில் தெளிக்க வேண்டும்.

பயிர் விதைக்கு முன் அல்லது நடுமுன் தெளித்தல். பயிரிடுவதற்கு முன், மண்ணில் உள்ள களைகளைக் கட்டுப்படுத்த இம்முறை சிறந்ததாகும். குறைந்த உழவு நிலங்களில் உள்ள களைகளைக் கட்டுப்படுத்த இம்முறை கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது. புன்செய் நிலப் பயிர்களின் நாற்றுகளை நடுமுன் பாசலின் போன்ற களைக்கொல்லிகளைத் தெளித்து, நீர் விட்டு நடுவதன் மூலம் சிறந்த முறையில் களையைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

களை முளைக்குமுன் தெளித்தல். இம்முறையில், பயிர் விதைத்து முதல் நீர் விட்ட மூன்று அல்லது ஐந்தாம் நாள் வரை களைகள் முளைக்குமுன் நிலத்தின் மீது சமமாகத் தெளிக்கப்படுகிறது.

களை முளைத்த பின் தெளித்தல். இம்முறையில் பயிர்களும் களைகளும் நன்கு வளர்ந்த நிலையில் களைகள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. களைக்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்துவதால் சாகுபடியில் உள்ள பயிரும் அடுத்துப் பயிரிட உள்ள முளைப்பும் பெரும்பாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. மண்ணில் எஞ்சியுள்ள களைக்கொல்லிகள் பல்வேறு வேதி மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு ஏறக்குறைய 30-80% வரை மறைந்து விடுகின்றன.

களைக்கொல்லிகளின் திறனைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள். களைச்செடிகளின் புற அமைப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட களைக்கொல்லியின் செயலாற்றும் திறனையும் தேர் திறனையும் பொறுத்தது. இலைப் பரப்பின் மீது படியும் களைக்கொல்லியின் அளவைப் பொறுத்தும் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. இலைகளின் வடிவமைப்பு, இலைகளின் மேல்தோலில் காணப்படும் மயிர், இலையின் பருமன் முதலியவற்றைப் பொறுத்தும், களைக் கொல்லியின் ஊடுருவிப்பாயும் திறன் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. முளைக்கும் தறுவாயிலுள்ள சிறிய களைகள் மண்ணில் இடப்படும் களைக்கொல்லிகளால் நன்கு கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. பல்வேறு உழவியல் வழிமுறைகளால் வளர்

வடக்கம் (dormancy) கொண்ட களை விதைகள் மேல் மண்ணிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டுக் களைக் கொல்லிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

களைக்கொல்லிகளின் ஊடுருவிப்பாயும் திறன், களைச் செடிகளின் புறத்தன்மையையும், வேதித் தன்மையையும் பொறுத்தமைகிறது. தொடு நச்சுத் தன்மை கொண்ட களைக்கொல்லியின் திறன், களைகளின் இனம், வயது, வளர்ச்சிப் பருவம், சூழ்நிலைக் காரணிகள், செடிகளில் நடைபெறும் வேதிமாற்றங்கள், வேதித்தன்மை முதலியவற்றைப் பொறுத்தமையும்.

களைக்கொல்லிகளும் பயிர்களும். நெற்பயிரில் தோன்றும் களைகளைக் களைக்கொல்லிகள் மூலம் கட்டுப்படுத்த, வயலில் நீரை வடித்து ஸ்டாம் எஃப் 34 (stam F. 34) களைக்கொல்லியில் 3-5 கிலோவை 700 லிட்டர் நீரில் கலந்து நாற்று நட்ட 3 முதல் 5 நாளில் தெளிக்க வேண்டும். சோளத்திற்குப் பயிர் முளைக்குமுன் தெளிக்கும் முறை மூலம் அட்ரசின் 400 கிராம் மருந்தை 700 லிட்டர் நீரில் கலந்து மண்ணின் மீது இடைவெளியின்றித் தெளிக்க வேண்டும். பருத்திப்பயிருக்கு, முளைக்கு முன் தெளிக்கும் முறை மூலம் டொக்-ஈ-25 (Tok-E-25) 2 லிட்டர் மருந்தை 750 லிட்டர் நீரில் கலந்து தெளிக்கலாம். நிலக்கடலையில் முளைக்குமுன் தெளிப்பு முறை மூலம் லாஸ்ஸோ 2 லிட்டர் மருந்தை 600 லிட்டர் நீரில் கலந்து தெளிக்கலாம். மேற்கூறிய களைக்கொல்லிகளைத் தவிர, பல்வேறு களைக்கொல்லிகள், பயிர் வகைகளுக்கும். மலைப் பயிர்களுக்கும் , நீர்வாழ் களைகளுக்கும் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன. ஆகவே, கூலி ஆள் கிடைக்காத போதும், எந்திர முறைகளில் களை எடுக்க முடியாத சூழ்நிலையிலும் மலைப் பயிர்களுக்கும், மிகுதியாகக் களை முளைக்கும் இடங்களுக்கும் களைக்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்துதல் சிறந்தமுறையாகும்.

- கு. பத்மநாபன்

நூலோதி. U. S. Rao, *Principles of weed Science*, Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi, 1983.

களைதல் வினைகள்

ஒரு மூலக்கூறில் உள்ள இரண்டு அணுக்கள் அல்லது தொகுதிகள் நீக்கப்பட்டு அதன் விளைவாக இரட்டைப் பிணைப்பு அல்லது முப்பிணைப்பு உண்டாகுமாயின் அது களைதல் வினை (elimination reaction) எனப்படும். களைதல் வினையில் பொதுவாக H_2O, X_2(ஹாலஜன்), HX (ஹைட்ரஜன் ஹாலைடு) போன்ற சிறிய மூலக்கூறுகள் நீக்கப்படுகின்றன.

α- களைதல் வினை. களைதல் வினையில் நீக்கப்படும் மூலக்கூறுகளின் இரு தொகுதிகளும் அல்லது அணுக்களும் ஒரே கார்பன் அணுவிலிருந்து நீக்கப்படுமாயின் அது α-களைதல் வினை (α - elimination reaction) எனப்படும். எ. கா. குளோரோஃபார்ம் வீரியமிக்க காரத்துடன் சேரும்போது டைகுளோரோ கார்பீன் என்ற பொருள் இடைநிலைப் பொருளாக உண்டாகிறது.

$$CHCl_3 \xrightarrow{OH^-} :CCl_2 + HCl$$

டைகுளோ ரோகார்பீன்

இவ்வினையில் நீக்கப்படும் மூலக்கூறு HCl ஆகும். இவ்வினை இரு படிகளில் நிகழ்கிறது.

$$HO^- + HCCl_3 \underset{}{\overset{\text{விரைவாக}}{\rightleftharpoons}} H_2O + \bar{C}CCl_3$$

$$\xrightarrow{\text{மெதுவாக}} Cl^- + :CCl_2$$

டைகுளோரோ கார்பீன் நிலைப்புத் தன்மை குறைந்தது. அது விரைவாக நீருடன் இணைந்து முதலில் கார்பன் மோனாக்சைடையும் பின் காரத்துடன் சேர்ந்து ஃபார்மேட் அயனியையும் உண்டாக்குகிறது. குளோரோஃபார்மில் உள்ள எலெக்ட்ரான் ஈர்க்கும் குளோரின் அணுக்களால் அதில் உள்ள ஹைட்ரஜன், அமிலத் தன்மையைப் பெறுகிறது. ஆகவே அது OH^- அயனியால் நீக்கப்படுகிறது. கனநீரில் இவ்வினையை நிகழ்த்தும்போது கன ஹைட்ரஜன் குளோரோஃபார்மில் பரிமாற்றம் அடைகிறது. இதன் மூல முதல் படி மீள்வினை (reversible reaction) என அறியப்படுகிறது. வினைக் கலவையில் அல்க்கீன் சேர்க்கப்படும்போது வளையப்புரோபேனின் பெறுதிகள் கிடைக்கின்றன. இதிலிருந்து டைகுளோரோகார்பீன் இரண்டாம் படியில் உண்டாவதை அறியலாம்.

β-களைதல் வினை. களைதல் வினையில் நீக்கப்படும் மூலக்கூறுகளின் இரு தொகுதிகளும் அல்லது அணுக்களும் அடுத்தடுத்த கார்பன் அணுவிலிருந்து நீக்கப்படுமாயின் அது β-களைதல் வினை (β-elimination reaction) எனப்படும். எ.கா. ஆல்ஹகாலில் நீர் நீக்கப்படும் வினை.

$$RCH_2CH_2OH \xrightarrow{\text{அமிலம்}} RCH=CH_2 + H_2O$$

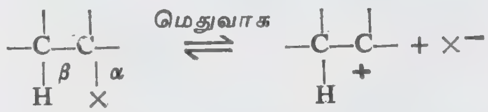
அல்க்கைல் ஹாலைடுகளிலிருந்து ஹைட்ரஜன் ஹாலைடு நீக்கப்படும் வினை

$$RCH_2CH_2X \xrightarrow{\text{காரம்}} RCH=CH_2 + HX$$

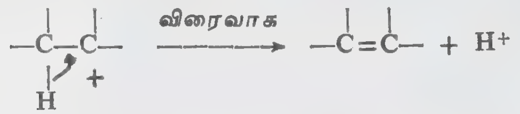
பெரும்பாலான களைதல் வினைகள் β - களைதல் வகையைச் சார்ந்தவையே. β - களைதல் வினை மூன்று வழிமுறைகளில் செயல்படுகிறது. அவை E1, E2 E1cB எனப்படுகின்றன.

E, வழிமுறை. இது ஒரு மூலக்கூறு (unimolecular) களைதல் வினையாகும். இவ்வழி முறையில் களைதல் வினை இரண்டு வெவ்வேறு படிகளில் நடைபெறுகிறது.

முதல்படி

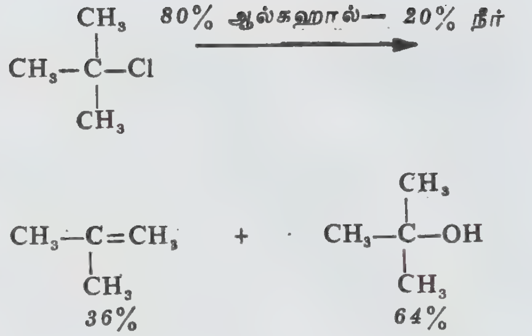


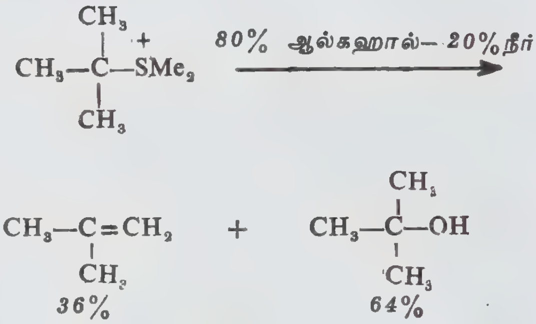
இரண்டாம்படி



X என்ற உறுப்பு மின்னேற்றம் அற்றதாகவோ நேர் மின்னேற்றம் கொண்டதாகவோ இருக்கலாம். இவ் வகையான வினை எந்தக் காரப் பொருள்களின் துணையுமில்லாது தானாகவே கரைப்பானில் நிகழும் தன்மையது. மேற்கூறிய வழி முறையில் முதலாம் படி S_N1 (nucleophilic substitution unimolecular) வழி முறையோடு ஒத்து உள்ளது. இவ்விரு வினை களிலும் (E1, S_N1) வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் மெதுவான படி ஒன்றேயாகும். இரண்டாம் படி மட்டுமே வெவ்வேறாகும். ஆகவே இவ்விரு வினை களுமே போட்டி வினைகளாகும். களைதல் வினை விளைபொருளுடன் எப்பொழுதும் கருக்கவர் பதி லீட்டு விளைபொருள்களும் சேர்ந்தே உண்டாகும்.

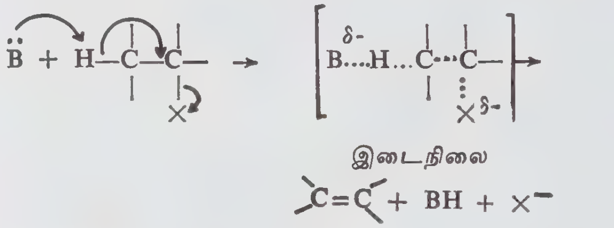
E1 வழி முறைக்கான சான்றுகள். இவ்வினைகள் முதல்வினை வகை வேகவியலைச் (first order kinetics) சார்ந்தவை. இவ்வினைகளின் வேகம் சேர்க்கப்படும் காரங்களின் செறிவைப் பொறுத்ததன்று; இவ்வினை கள் கார்போனியம் அயனிகள் வழியாகச் செயல்படு கின்றன. ஆகவே இவ்வினைகளின் வேகம், கரைப் பானின் மின்முனைவைப் (polarity) பொறுத்தது. கரைப்பானின் மின்முனைவு அதிகமாகும் போது வேகம் அதிகமாகிறது. கார்போனியம் அயனிகள் வழியே செயல்படும் இவ்வினைகள் அமைப்பு மாற்றங் களுக்கு (rearrangements) உள்ளாகின்றன. இரண்டு வெவ்வேறான வெளியேறும் தொகுதிகள் (leaving groups) கொண்ட தாங்கிகள் (substrates) வெவ்வேறு வேகங்களில் வினைபுரிந்து ஒரே மாதிரியான பொருள் களைத் தருகின்றன. எ.கா:





$Me = CH_3$

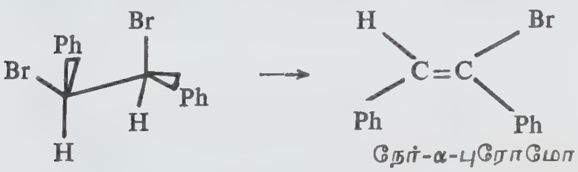
E2 வழிமுறை. இது ஓர் இருமூலக்கூறு (bimolecular) களைதல் வினையாகும். இவ்வினைகளின் வழி முறை பின்வருமாறு அமைகிறது. இவ்வழிமுறையில்



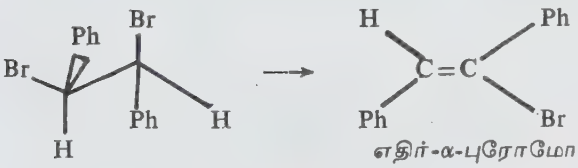
கார வினைப்பொருள் ($\ddot{B}$) β-கார்பன் அணுவிலுள்ள ஹைட்ரஜனைத் தன்பால் ஈர்க்கிறது. அதே நேரத்தில் α-கார்பன் அணுவிற்கும் வெளியேறும் தொகுதிக்கும் (X) நடுவே உள்ள எலெக்ட்ரான் இணை வெளியேறும் தொகுதியுடன் சேர்ந்து X என்ற தொகுதி X^- என α-கார்பன் அணுவிலிருந்து விலகுகிறது. α-கார்பன் அணுவிற்கும் β-கார்பன் அணுவிற்கும் நடுவே ஓர் இரட்டைப் பிணைப்பு உண்டாகிறது. இடைநிலையில் மேற்கூறிய செயல் முறைகள் அனைத்தும் ஒரே சமயத்தில் நடைபெறு கின்றன. E2 வழிமுறையும் S_N2 வழிமுறையும் ஒரே படியில் நிகழும் ஒரு வழிமுறையாகும். இவ்விரு வழி முறைகளின் இயங்கு முறைகளும் ஒரே மாதிரி யானவை. இவ்விரு வினைகளும் போட்டி வினை களாகும்.

E2 வழி முறைக்கான சான்றுகள். E2 வினைகள் இரண்டாம் வகை வேகவியலைச் (second order

kinetics) சார்ந்தவை; β-கார்பன் அணுவிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுவிற்குப் பதில் டியூட்டீரியம் கொண்ட வினைப் பொருளை எடுத்துக் கொண்டால் களைதல் வினையில் ஐசோடோப் விளைவு (isotope effect) இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக $(CH_3)_2CHBr$, $(CD_3)_2CHBr$ என்ற இரு தாங்கி களின் ஹைட்ரோபுரோமின் நீக்க வேகங்களை ஒப்பிட்டால் $(CH_3)_2$ CHBr இன் களைதல் வினை வேகம் $(CD_3)_2$ CHBr ஐ விட ஏழுமடங்கு அதிகமாக இருக்கும். C-H பிணைப்பு வேகத்தைக் கட்டுப் படுத்தும் படியில் உள்ளாவதை ஐசோடோப் விளைவு தெளிவாகக் காட்டுகிறது. இவ்வினைகளின் முப்பரிமாணப் போக்கின் மூலம் E2 வழிமுறையை அறியமுடியும். E2 வினைகள் முப்பரிமாணத் தனித்தன்மை (stereospecific) கொண்டவை. சான்றாக, மீசோ-1, 2-டைபுரோமோ -1,2- டைஃபீனைல்எத்தேன் சேர்மத்தைக் காரத்தோடு சேர்க்கும் போது ஒரு ஹைட்ரஜன் புரோமைடு மூலக்கூறு வெளியேற்றப்பட்டு நேர்(சிஸ்) - α புரோமோஸ்டில் பீன் என்ற ஒலிஃபீன் பெறப்படுகிறது. மீசோ மாற்றியத்திற்குப் (isomer) பதிலாக ஒளி சுழற்றும் ஆற்றலுள்ள மாற்றியத்தை எடுத்துக் கொண்டால் இதே வினை எதிர் (டிரான்ஸ்) α-புரோமோஸ்டில்பீன் என்ற மாற்றியத்தைத் தருகிறது. இதைப்பின்வரும் அமைப்பு வசப் (conformational) படங்கள் மூலம் குறிக்கலாம்.



நேர்-α-புரோமோ ஸ்டில்பீன்



எதிர்-α-புரோமோ ஸ்டில்பீன்

$Ph = C_6H_5$

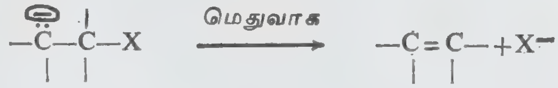
இந்த வினைகள், நீக்கப்படும் இரு தொகுதிகளும் ஒன்றுக்கொன்று எதிராக (trans) இருக்க வேண்டும் என உணர்த்துகின்றன. H, X என்ற இரு தொகுதி களுக்கும் நடுவே உள்ள கோணம் 180° ஆக இருக்க வேண்டும். இதற்கு இடைநிலையில் கார வினைப் பொருள், α- கார்பன் அணு, β-கார்பன் அணு, H,X ஆகிய ஐந்து அணுக்களும் ஒரே தளத்தில் (plane) இருக்கவேண்டும்.

E2 வினைகளில், E1 வினைகளில் ஏற்படுவது போல் மூலக்கூறு அமைப்பு மாற்றங்கள் நடைபெறுவதில்லை.

ElcB வழிமுறை: இவ்வழிமுறை இரண்டு வெவ்வேறு படிகளைக் கொண்டது.

முதல்படி

இரண்டாம் படி



முதல்படியில் ஒரு ஹைட்ரஜன் புரோட்டானாக நீக்கப்பட்டுக் கார்பன் எதிர்அயனி (carbanion) உண்டாகிறது. கார்பன் எதிர் அயனி தாங்கியின் (substrate) இணை காரமாகும் (conjugate base). இவ்வழிமுறை இணை காரத்தின் வழியாக நடைபெறுவதாலும், E1 வழிமுறையோடு தொடர்பு கொண்டதாலும் E1cB எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. எ.கா. ZCH_2CH_2OPh என்ற இந்தப் பொருளில் Z என்ற தொகுதி, NO_2, CN, COOR போன்ற எலெக்ட்ரான்களை ஈர்க்கும் தொகுதியாக இருக்கும்போது, அது சார்ந்துள்ள கார்பன் அணுவிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அதிக அமிலத் தன்மை அடைகிறது. OPh என்ற தொகுதி எளிதில் நீங்காத தன்மையுடைய தொகுதியாகும். ஆகவே மேற்கூறிய சேர்மம் களைதல் வினைக்கு உள்ளாகும் போது ElcB வழிமுறையில் நடைபெறுகிறது.

ElcB வழிமுறைக்கான ஆதாரங்கள். வினை வேகத்தைத் தீர்மானிக்குமாறு தாங்கி மூலக்கூறு, கார வினைப் பொருள் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருப்பதால் இது ஓர் இரண்டாம் வகை வேகவியலைச் சார்ந்த வினையாகும்; முதல்படி ஒரு மீள் வினையாகும். காரவினைப் பொருளுடன் டியூட்டீரியம் இருக்குமாயின், அமிலத் தன்மை வாய்ந்த ஹைட்ரஜனும் டியூட்டீரியமும் விரைவான பரிமாற்றத்திற்கு உள்ளாகின்றன. ஆகவே வினை முடிவுக்கு வருமுன் கலவையை ஆய்வு செய்தால் தாங்கி வினைப்பொருள் டியூட்டீரியம் உள்ளதாக அறியப்படும். ஆகவே முதல் படி வேகமாக மீள்மாற்றம் அடையக் கூடியதாகும்.

β-கார்பன் அணுவினின்று விடுபடும் ஹைட்ரஜன் அமிலத் தன்மை அடையும்போதும், α - கார்பன் அணுவில் உள்ள X என்ற விடுபடும் தொகுதி எளிதில் வெளியேற்றப்பட முடியாத போதும் ElcB வினை நிகழ்கிறது.

E1, E2, ElcB இயங்குமுறை நிகழும் சூழ்நிலைகள்

ஒரு களைதல் வினையின் வழிமுறை தாங்கி,

காரம், வெளியேறும் தொகுதி, ஊடகம் ஆகிய வற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது.

தாங்கியின் அமைப்பு மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு. α-கார்பன் அணுவில் அல்க்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகள் இருக்கும்போது E1 வினை வழிமுறை எளிதில் நடைபெறும். ஏனெனில் E1 வழிமுறையில் உண்டாகும் கார்பன் நேர் அயனி நிலைப்படுத்தப் படுகிறது.

β-கார்பன் அணுவில் உள்ள அல்க்கைல் தொகுதி களும் E1 இயங்கு முறையைச் சாதகமாக்குகின்றன. ஏனெனில் β-கார்பன் அணுவிலுள்ள ஹைட்ரஜனின் அமிலத்தன்மை அல்க்கைல் தொகுதிகளால் குறைக்கப் படுகிறது. β-கார்பன் அணுவில் அரைல் தொகுதிகள் இருக்கும்போது E1cB இயங்குமுறை நிகழ்கிறது. அரைல் தொகுதியானது இவ்வினையில் உண்டாகும் கார்பன் எதிர் அயனியை நிலைப்படுத்துவதே இதற் குக் காரணமாகும். β-கார்பன் அணுவில் எலெக்ட் ரான்களை ஈர்க்கும் தொகுதிகள் இருக்குமாயின் E1cB இயங்குமுறை நடைபெற ஏதுவாகிறது.

தாக்கும் காரத்தின் மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு. E1 வழிமுறையில் காரம் எதுவும் சேர்க்கப்பட வேண்டியதில்லை. ஊடகமே காரமாகச் செயல் படுகிறது. ஆகவே காரம் சேர்க்கப்படுமாயின் E1 இயங்குமுறை E2 இயங்கு முறையாக மாறுகிறது. வீரியமிக்க காரம் அடர்வு கரைசலாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும்போது வழிமுறை E1cB ஆகச்செயல் படும்.

வெளியேறும் தொகுதி மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு. வெளியேறும் தொகுதியின் வெளியேறும் தன்மை அதிகமாக இருக்குமாயின், அச்சேர்மம் E1 வழிமுறையில் செயல்படும். ஏனெனில் வெளி யேறும் தொகுதி எளிதில் எதிர் அயனியாக நீங்க, கார்பன் நேர் அயனி உண்டாகிறது. வெளி யேறும் தொகுதி நேர்மின் சுமை கொண்டிருக்கும் போதும், வெளியேறும் தன்மை குறைவாக இருக்கும் போதும் இயங்குமுறை E1cB வழிச் செயல்படும். இதற்குக் காரணம் நேர்மின் சுமை கொண்ட வெளி யேறும் தொகுதி β-கார்பன் அணுவிலுள்ள ஹைட் ரஜன் அணுவின் அமிலத்தன்மை அதிகரிப்பதே ஆகும்.

ஊடக மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு. மின்சுமை யற்ற வெளியேறும் தொகுதிகள் இருக்கும்போது, E1, E1cB வினை இயங்கு முறைகள் ஊடகத்தின் மின் முனைவுத்தன்மை அதிகரிக்கும்போது பெரிதும் ஊக்கு விக்கப்படுகின்றன.

களைதல் வினைகளில் இரட்டைப் பிணைப்பு நெறிப் படுத்தப்படும் முறை. வெளிப்படும் X தொகுதிக்கு அருகில் உள்ள β-கார்பன் அணுக்கள் ஒன்றுக்கு அதிகமாக இருந்து அவற்றில் வெவ்வேறு வகையான ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் இருக்குமாயின், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒலிஃபீன்கள் உண்டாகும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

எடுத்துக்காட்டாக, $RCH_2CH\,X\,CH_2R'$ என்ற சேர்மத்தில் இரு வகை β-கார்பன் அணுக்கள் உள்ளன. அவற்றில் வெவ்வேறு வகை ஹைட் ரஜன்கள் உள்ளன. ஆகவே இரண்டு வகை ஒலி ஃபீன்கள் உண்டாகும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

$$RCH_2CH\,X\,CH_2R' \begin{cases} \rightarrow RCH = CHCH_2R' \\ \rightarrow RCH_2CH = CHR' \end{cases}$$

E1 களைதல் வினையில் உண்டாகக்கூடியது மிக்க நிலைப்புத் தன்மை கொண்ட ஒலிஃபீன் ஆகும். E1cB வினையில் அதிக அமிலத்தன்மை உள்ள ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படுவதால் இரட்டைப் பிணைப்பு அதிக அமிலத்தன்மை கொண்ட ஹைட்ரஜன் உள்ள கார்பன் அணுவிற்கும் வெளியேறும் தொகுதி (X) கொண்ட α கார்பன் அணுவிற்கும் இடையே உரு வாகிறது. E2 வினைகளில் இரண்டு வகையான விளைபொருள்களும் கிடைக்க வாய்ப்புகள் உள்ளன. எந்த வகையான ஒலிஃபீன் கிடைக்கும் என்பதைச் சேட்ஃஜெப் விதி (Saytzeff rule), ஹாப்மன் விதி, ஆகிய இரு விதிமுறைகளின் அடிப்படையில் தீர்மா னிக்கலாம்.

சேட்ஃஜெப் விதி. அல்க்கைல் ஹாலைடுகள் போன்ற விளை பொருள்கள் காரப் பொருள் களுடன் சேர்க்கப்படும்போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒலிஃபீன்கள் உண்டாக வாய்ப்பிருப்பின் அதிகமாகப் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஒலிஃபீன் முக்கிய விளை பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு

$$CH_3CH_2\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}CH_3 \rightarrow$$

$$\underset{19\%}{CH_3CH_2CH{=}CH_2} + \underset{81\%}{CH_3CH = CHCH_3}$$

மேற்கூறிய வினையில் அதிகமாகப் பதிலீடு செய்யப் பட்ட ஒலிஃபீன் 81% அளவில் உண்டாகிறது. இரண்டு ஒலிஃபீன்களில் அதிகமாகப் பதிலீடு செய்யப் பட்ட ஒலிஃபீன் வெப்ப இயக்கவியல்படி அதிக நிலைப்புத் தன்மை கொண்டது. அதிகமாகப் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஒலிஃபீன்களின் நிலைப்புத் தன் மைக்குக் காரணம் குறைந்த ஒன்று விட்ட இணைப்பு (hyperconjugation) என்ற இரண்டாம் தர உட னிசைவு விளைவாகும்.

ஹாப்மன் விதி. நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற விளைபொருள்கள் வெப்பத்தால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒலிஃபீன்கள் உண்டாக்க வாய்ப்பிருப்பின் குறைவாகப் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஒலிஃபீன் முக்கிய விளைபொருளாகக் கிடைக்கிறது.

$$CH_3CH_2CH(N^+(CH_3)_3)CH_3 \xrightarrow{OH^-} CH_3CH_2CH=CH_2 \ (95\%) + CH_3CH=CHCH_3 \ (5\%)$$

நேர்மின் சுமை கொண்ட நைட்ரஜன் தன் தூண்டல் விளைவால் (inductive effect) α-கார்பன் அணுவிலும் β-கார்பன் அணுக்களிலும் நேர் மின்னேற்றத்தைத் தூண்டுகிறது. இவ்வாறு தூண்டப்படும் நேர் மின்னேற்றம் β-கார்பன் அணுக்களில் உள்ள ஹைட்ரஜன்களின் பிணைப்பு வலிமையைக் குறைத்து அவற்றின் அமிலத்தன்மையை அதிகரிக்கிறது. ஆனால் β கார்பன் அணுவின் மீதைல் போன்ற அல்கைல் தொகுதிகள் இருக்குமானால், அவற்றின் எலெக்ட்ரான் விலக்கும் தன்மையால் β-கார்பன் அணுவில் உள்ள நேர் மின்னேற்றம் ஓரளவு குறைகிறது. ஆகவே β கார்பனில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் அமிலத்தன்மையும் குறைகிறது. குறைந்த அமிலத் தன்மை கொண்ட அந்த ஹைட்ரஜனைவிட, குறைந்த அல்க்கைல் தொகுதிகள் கொண்ட β-கார்பன் அணுவில் உள்ள ஹைட்ரஜன் எளிதில் நீக்கப்படும் தன்மை அடைகிறது.

பொதுவாக, களைதல் வினைகளில் வெளியேறும் தொகுதியின் வெளியேறும் தன்மை (leaving group ability) சிறப்புடையதாக இருப்பின் சேட்ஜெஃப் வினையும், வெளியேறும் தன்மை குறையாயிருப்பின் ஹாப்மன் வினையும் நடைபெறும். Br போன்ற தொகுதியின் வெளியேறும் தன்மை அதிகம். நைட்ரஜன், கந்தகம் போன்ற தொகுதிகளின் வெளியேறும் தன்மை குறைவு. வெளியேறும் தொகுதியின் பருமன் அதிகமாகும்போது ஹாப்மன் வினை விளைபொருளின் அளவு அதிகரிக்கிறது.

களைதல் வினையைத் தொடங்கக்கூடிய காரத்தின் பருமன் அதிகரிக்கும்போது ஹாப்மன் விளை பொருளின் அளவு அதிகரிக்கிறது. எடுத்துக் காட்டாக $CH_3CH_2(CH_3)_2Br$ என்ற சேர்மத்திலிருந்து ஹைட்ரஜன் புரோமைடு நீக்கப்படும்போது உண்டாகும் ஹாப்மன் விளைபொருள் ($CH_3CH_2C(CH_3)=CH_2$) $C_2H_5O^-$, $(CH_3)_3CO^-$, $(C_2H_5)(CH_3)_2CO^-$, $(C_2H_5)_3CO^-$ என்ற காரங்களைப் பருமன் அதிகரிக்கும் வரிசையில் பயன்படுத்தும்போது முறையே 29, 72, 78, 89% ஹாப்மன் விளைபொருள் உண்டாகிறது.

ஹாப்மன் களைதல் வினை அல்க்கலாய்டுகளின் அமைப்பு வாய்பாடுகளை அறிவதற்குப் பெரிதும் துணைபுரிகிறது.

α அல்லது β கரியணுவில் ஃபினைல் தொகுதி இருக்கும்போது உண்டாகக் கூடிய அல்க்கீன் வினை விளைபொருள் நிலைப்படுத்தப்படுவதால் E2 வினை ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. ஃபினைல் தொகுதியின் இவ் விளைவால் ஹாப்மன் வினைக்கு உள்ளாகக் கூடிய நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு உப்பும் சேட்ஃஜெப் வினைக்கு உள்ளாகிறது.

$$C_6H_5CH_2CH_2-N^+(CH_3)_2-CH_2CH_3 \xrightarrow{OH^-} C_6H_5CH=CH_2 + (CH_3)_2NCH_2CH_3$$

பதிலீட்டு வினையும் களைதல் வினையும்

பொதுவாக களைதல் வினை நடைபெறும்போது பதிலீட்டு வினையும் நிகழும். இவ்விரு வினைகளும் ஒரே மாதிரியான இடைநிலைப் பொருள்கள் வழியாக நடைபெறுவதால் இவ்விரு வினைகளும் போட்டி வினைகளாகும். இவ்விரு வினைகளின் விளைபொருள்களின் விகிதம் வினைப் பொருள்களின் அமைப்பு விளைவுகள் (structural effects), பங்கேற்கும் காரத்தின் தன்மை, வெளியேறும் தொகுதியின் தன்மை, ஊடகத்தின் மின் முனைவுத் தன்மை, வெப்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும்.

α-கார்பன் அணுவிலுள்ள அல்க்கைல் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை அதிகமாகும்போது களைதல் வினை ஊக்குவிக்கப்பட்டு அல்க்கீனின் அளவு அதிகரிக்கிறது. α-கார்பன் அணுவில் அல்கைல் தொகுதி அதிகரிக்கும்போது β-கார்பன் அணுக்களில் உள்ள ஹைட்ரஜனின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கிறது. ஆகவே காரம், அமிலத்தன்மை கொண்ட ஹைட்ரஜனை எளிதில் நீக்க இயலும். α,β-கார்பன் அணுக்களில் அல்க்கைல் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும்போது உண்டாகக்கூடிய ஒலிஃபீன்கள், குறைந்த ஒன்றுவிட்ட இணைப்பு மூலமாக நிலைப்படுத்தப்படும். ஆகவே களைதல்வினை எளிதில் நடைபெறுகிறது. ஆகவே RX என்ற தாங்கியில் R என்ற அல்க்கைல் தொகுதி ஈரிணைய அல்கைல் தொகுதியாக இருக்கும்போது ஓரிணைய அல்க்கைல் தொகுதி கொண்ட தாங்கியை விட விரைவாகக் களைதல் வினைக்கு உள்ளாகிறது. மூவிணைய ஆல்கைல் தொகுதி கொண்ட தாங்கி ஈரிணைய ஆல்க்கைல் தொகுதி கொண்ட வினைப் பொருளைவிட அதிகமாகக் களைதல் வினைக்கு உள்ளாகிறது.

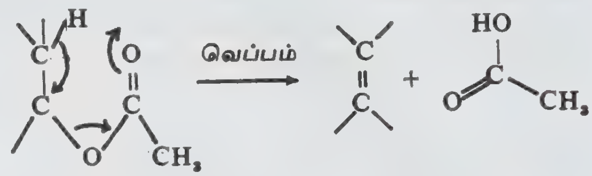
களைதல் வினையில் பயன்படுத்தப்படும் காரத்தின் வீரியமும் செறிவும் அதிகமாக இருத்தல்

வேண்டும். காரம் வலிவற்றதாகவும் குறைந்த செறிவுள்ளதாகவும் இருக்குமாயின் களைதல் வினை மட்டுப்படுத்தப்பட்டுப் பதிலீட்டு வினை முக்கிய வினையாக நிகழும். பொதுவாக வீரியம் குறைந்த கருகவர் தன்மை அதிகமாக உள்ள தாக்கும் வினைப்பொருள் (attacking reagent) பதிலீட்டு வினையை அதிக அளவில் உண்டாக்குகிறது.

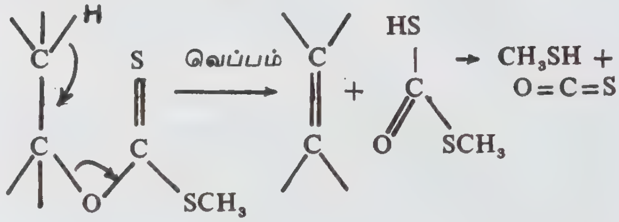
E1, S_N1 வினைகளின் விளைபொருள்களின் விகிதம் வெளியேறும் தொகுதியின் தன்மையைப் பொறுத்தன்று. இவ்விரண்டு வினைகளின் பாதைகள் ஒரே இடைநிலைப் பொருளை உருவாக்கிச் செல்கின்றன. எந்தப் பாதையில் வினை செல்லும் என்பதனைத் தீர்மானிக்கும் முன் தாங்கியிலிருந்து நீக்கப்படும் தொகுதி வெளியேறுகிறது. இரண்டாம் தர வினையில் E2, S_N2 விளைபொருள்களின்விகிதம் வெளியேறும் தொகுதியின் தன்மையைப் பொறுத்தது. வெளியேறும் தொகுதி ஹாலோஜனாக இருக்கும்போது $I > Br > Cl$ என்ற வரிசையில் களைதல் விளைபொருள் உண்டாகிறது. நேர்மின் சுமை கொண்ட வெளியேறும் தொகுதி இருக்கும்போது அதிக அளவு களைதல் விளைபொருள் உண்டாகிறது.

குறைந்த அளவு கருகவர் தன்மை கொண்ட மின்முனைவு (polar) ஊடகத்தில் S_N1 வினையைவிட E1 வினை முக்கியமாக நிகழ்கிறது. இரண்டாம் தர வினைகளில் ஊடகத்தின் மின்முனைவு அதிகரிக்கப்படும்போது S_N2 வினை அதிக அளவில் நடைபெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, நீர் கலந்த பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் அல்க்கைல் ஹாலைடுகளுடன் சேர்ந்து பதிலீட்டு வினையின் மூலம் ஆல்கஹாலைக் கொடுக்கிறது. ஆல்கஹாலில் கரைந்த பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் அல்கைல் ஹாலைடுகளுடன் களைதல் வினைப்பட்டு ஒலிஃபீனைத் தருகிறது. பொதுவாக, வெப்ப நிலையை உயர்த்தும்போது களைதல் வினை முக்கிய வினையாக நிகழ்கிறது.

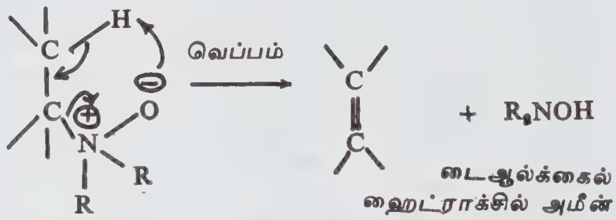
ஒருபக்கக் களைதல் வினைகள் *(cis elimination)*. ஒரு சில கரிமச் சேர்மங்கள் எந்தவிதமான பிற பொருள்களின் துணை எதுவும் இல்லாத போது அதிக வெப்ப நிலைக்கு உயர்த்துவதால் மட்டுமே களைதல் வினைக்கு உள்ளாகின்றன. இத்தகைய வினைகள் வளிம நிலையில் அல்லது மந்த ஊடகங்களில் நடத்தப்படுகின்றன. இவை வெப்பச்சிதைவு வழிக் களைதல் வினை (pyrolytic elimination) எனப்படுகின்றன. இவ்வினைகள் தம் இயக்க முறையில் மற்றக் களைதல் வினைகளிலிருந்து மாறுபட்டவை. இவ்வினைகளில் நீக்கப்படும் தொகுதிகள் இரண்டும் ஒரே பக்கத்தில் இருக்க வேண்டும். இவ்வினைகள் ஒரு வளைய இடைநிலைத் தன்மை மாறுநிலையைத் (transition state) தோற்றுவிக்கின்றன. அசெட்டேட் எஸ்டர்கள், சாந்தேட்டுகள், மூவிணைய அமீன் ஆக்சைடுகள் இவ்வகையான வெப்பச்சிதைவு வினைக்கு உள்ளாகி அல்க்கீன்களைத் தருகின்றன.



அசெட்டேட் எஸ்ட்டர்



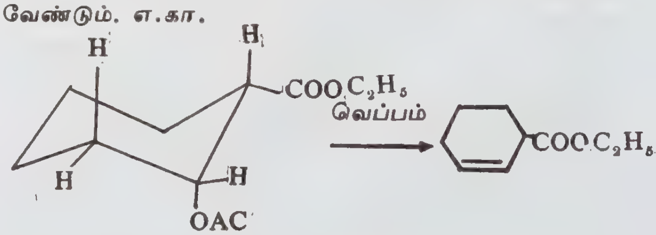
சாந்தேட்டுகளின் வெப்பச்சிதைவு வினை சுகேவ் வினை எனப்படுகிறது.



மூவிணைய அமீன்
ஆக்சைடு

அமீன் ஆக்சைடுகளின் வெப்பச்சிதைவு வினை கோப் வினை எனப்படுகிறது.

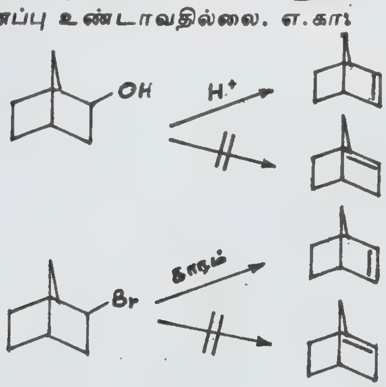
இவ்வினைகள் முதலாம் வகை வேகவியலைச் சார்ந்தவை. இவற்றின் முப்பரிமாணப் போக்கு E2 வகை வினைகளின் போக்கிற்கு மாறானது. வளைய ஹெக்சேன்களில் இவ்வினைகள் நடைபெற வேண்டுமாயின் இரண்டு வெளிப்படும் தொகுதிகளும் ஒரே பக்கம் உள்ளவையாக இருக்க வேண்டும். அதாவது, ஒரு தொகுதி அச்சு வழியாக (axial) இருக்கும்போது, மற்றொரு தொகுதி பக்கவசமாக (equatorial) இருக்க வேண்டும். எ.கா.



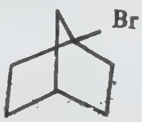
மேற்கண்ட வினையில், இரட்டைப் பிணைப்பு, கார்பீத்தாக்சில் (carbethoxyl) தொகுதி கொண்ட

கார்பன் அணுவுடன் உண்டாவதில்லை. இவ்வினை ஒரேபக்கக் களைதல் வழிமுறையை மெய்ப்பிக்கிறது.

பிரட்டின் விதி. சிறிய வளையங்கள் கொண்ட பால அமைப்பு இருவளையச் (bridged bicyclic) சேர்மங்களில் வளையச் சந்திப்புக் கார்பன் அணுக்களில் இரட்டைப் பிணைப்பு உண்டாவதில்லை. இதனைப் பிரட் விதி எனலாம். இவ்விதி களைதல் வினைகளின் பாதையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. களைதல் வினைகள் இருவளையச் சேர்மங்களில் நிகழும்போது வளையச் சந்திப்புக் கார்பன் அணுக்களில் இரட்டைப் பிணைப்பு உண்டாவதில்லை. எ.கா:



வெளியேறும் தொகுதி வளையச் சந்திப்புக் கார்பன் அணுவில் இருக்குமாயின் அச்சேர்மம் களைதல் வினைக்கு உள்ளாவதில்லை. எ.கா:



மேற்காணும் சேர்மத்தைக் காரத்துடன் சேர்க்கும் போது களைதல் வினை நடப்பதில்லை. இந்த பிரட்டின் விதி வளையங்களில் ஏழு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கார்பன் அணுக்கள் அமைந்த இரு வளையச் சேர்மங்களுக்குப் பொருந்துவதில்லை.

- அ. சண்முக சுந்தரம்

நூலோதி. Jerry March, *Advanced Organic Chemistry*, Wiley Eastern Limited, New York, 1986; I.L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol. 2., ELBS, London, 1975; Norman L. Allinger., et. al., *Organic Chemistry*, Fourth Edition, Worth Publishers, Inc., Newyork, 1974.

கற்காடகச்சிங்கி (சித்த மருத்துவம்)

கற்காடகச்சிங்கியை வாயிலடக்கிக் கொண்டு இதன் சாரத்தை விழுங்க இருமடலங்கும். இதைக் காடி விட்டரைத்துப் பூச வெண்குஷ்டம் நீங்கும். புரையோடிய புண்களையும், இரத்த மூலத்தையும் இதன் புகை குணப்படுத்தும். இதைத் தேனுடன் கலந்து சாப்பிட உடல் வலிமை பெறும்.

இதைச் சர்க்கரையுடன் கலந்து உட்கொண்டு பால் அல்லது நீர் அருந்த பெண்களுக்குண்டாகும் வெள்ளை நிற்கும். ஆனால் இதை உட்கொண்டவுடனே கோதுமை அப்பம் நெய் இவற்றை வழங்க வேண்டும். கற்காடகச்சிங்கி, மருதம்பட்டை, திப்பிலி இவற்றைப் பொடித்து, ஒரெடையாக எடுத்து இதில் 1.75-3.5 கிராம் வரை தேனில் கொடுக்க இருமல் தீரும்.

கற்காடகச் சிங்கி, சுக்கு, திப்பிலி, கஸ்தூரி மஞ்சள், முருக்கம் பிசின் இவற்றைச் சமஎடை எடுத்துப் பொடித்து 1.75 கிராம் வீதம் தேனுடன் சேர்த்துக் கொடுக்க வறட்டிருமல் தீரும்.

- சே. பிரேமா

கற்காரை

சிமெண்ட், பொடித்தகப்பி (crushed aggregate) அல்லது இயற்கையில் கிடைக்கும் கூழாங்கற்குவியல் (pebble) மணல் இம்மூன்றையும் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் சேர்த்து அக்கலவையில் நீர் வார்த்து நன்றாகக் கலந்து வரும் பொருளே கற்காரையாகும்.

கற்காரை ஒரு கலப்புப் பொருளாக இருந்தாலும் அதற்கெனப் பல சிறப்புத் தன்மைகள் உண்டு. இருப்பினும் அப்பண்புகள் கூடுவது, கலவைக்குக் காரணமான மூலப்பொருள்கள்-சிமெண்ட், கற்குவியல், மணல், நீர் இவற்றின் இயல்பைக் கொண்டே அமையும். தரமான கற்காரை அமைய மூலப் பொருள்கள் தரமுள்ளவையாக இருக்க வேண்டும்; கலவையின் விகிதம், கணக்கீட்டின்படி அமைய வேண்டும்; நீர்-சிமெண்ட் விகிதம் குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்க வேண்டும்; அதிர்வியால் (vibrator) கெட்டித்தல் வேண்டும்; கற்காரையைத் தக்க முறையில் ஆற்றுதல் (curing) செய்ய வேண்டும்.

கற்காரையில், நான்கில் மூன்று பங்கு கப்பிகள் அமைவதால், கற்காரையின் திறனைக் கப்பிகள் வரம்புக்குட்படுத்துகின்றன. எனவே வலிவற்ற கப்பிகளால் வலிமைபெற்ற கற்காரையை உண்டாக்க இயலாது. மேலும் கப்பிகளின் திறனோடுதான் கற்காரையின் நீடித்து உழைக்கும் திறனும், அதன் அமைப்பியல் பயனும் (structural performance) அமையும். கப்பிகள் இயற்கையிலே உண்டான பாறைகளின் பகுதிகளாகும். இப்பாறைகள் காலப் போக்கில் உடைந்து சிதறிக் கப்பிகளாகின்றன. தேவை கூடவே, பாறைகளைக் குதைத்தெடுத்து (quarrying) நொறுக்கும் பொறியில் இட்டுக் கப்பிகளாக்குகின்றனர்.

கருங்கல் (granite), சுண்ணாம்புக்கல் (limestone), பளிங்குக்கல் (marble), மணற்கல் (sandstone), பலகைக்கல் (slate) எனப் பாறைகள் பலவகைப்படும். தரமான கப்பிகளைக் கருங்கல், சுண்ணாம்புக்கல் முதலியவற்றிலிருந்து உண்டாக்கலாம். கப்பிகளின் பரிமாணம் வேறுபட்டிருக்கும். கப்பிகளின் மீப்பெரு பரிமாணம் கற்காரை எந்த அமைப்புக்குப் பயன்படு கிறதோ அதைப் பொறுத்து அமையும். கற்காரை அணையில், கப்பிகளின் உயர் பரிமாணம் 30-40 செ.மீ. ஆகும். கட்டடங்களில் பயன்படுத்தும் கற்காரையில் உள்ள கப்பிகளின் உயர் பரிமாணம் சாதாரணமாக 20 மி.மீ; சாலையில் உள்ள கற்காரை யின் கப்பிகளின் உயர் பரிமாணம் 50-100 மி.மீ.ஆகும்.

கப்பிகள் பல்வேறு பரிமாணத்துடன் இருத்தல் நன்று. அப்போதுதான் அவை ஒன்றோடொன்று இணைந்து செறிவுள்ள கற்காரையாக அமையும். வட்டமானவை, பட்டையானவை (flaky), கோணலுற் றவை (angular), நீண்டவை (elongated) எனக் கப்பி களின் வடிவம் வேறுபட்டுக் காணப்படும். கற்காரை யின் அழுத்தவலிமை கப்பிகளின் அமுக்க வலிமையைக் (compressive strength) கொண்டு அமைவதால் நல்ல பாறைக் கப்பிகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். குறிப்பாகக் கருங்கல், சுண்ணாம்புக்கல் இவற்றி லிருந்து திறனுள்ள கப்பிகளை உண்டாக்கலாம்.

கப்பிகளில் களிமண் போன்றவை ஒட்டிக் கொண் டிருக்ககூடாது. நொறுங்கும் பொறியில் உண்டான கப்பிகள் கோணலுற்றவையாக அமைவதோடு புறப் பரப்பு,சொர சொரப்பாக (rough) அமைவதால் நல்ல பிணைப்பு ஏற்பட்டுச் செறிவான கற்காரையாக அமையும். (படம்1).

கப்பிகள் கற்காரைக்கு ஏற்றவையா என்பதைக் கப்பிகள் நொறுக்கும் ஆய்வின் (aggregate crushing test) மூலம்அறியலாம். செயற்கையில் உண்டாக்கிய கப்பிகளைப் (artificially created aggregate) பயன்படுத்த வேண்டுமேயானால், ஆய்வுமூலம் அவற்றின் பண்பை அறிந்து, ஏற்றவாறு கற்காரைக் கலவையின் விகிதத்தை மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

கப்பிகள் பலவேறு பரிமாணம் கொண்டுள்ளனவா என்பதைச் சலித்தல் பகுப்பாய்வு (sieve analysis) மூலம் தரப்பிரிப்புக் கோடு (grade curve) வரைந்து பகுத்தறியலாம். மணல், மணற் பாறைகள் ஆகியவை காற்று, நீர் ஆகியவற்றால் உடைக்கப்பட்டுச் சிறிய துகள்களாகிக் காலப்போக்கில் மணலாக உருப் பெற்றன. பெரிய துகள்களின் பரிமாணம் 5 மி. மீ என்று வரையறை செய்யப் பட்டுள்ளது. ஆற்று மணல் மிகவும் சிறந்தது. ஏனெனில் அது தூய்மையாகவும், கோணலற்றும் இருக்கும்.

வெட்டியெடுக்கும் மணலில் களிமண் கலக்க வாய்ப்புண்டு. இதைத் தவிர்த்தல வேண்டும். பாலை வன மணல் மிகவும் நுண்ணியதாக இருப்பதால், அதைக் கற்காரைக்குப் பயன்படுத்தும் போது, கலவை யில் சில மாற்றங்கள் செய்ய வேண்டும். கடற்கரை மணலில் உப்பு நிறைந்துள்ளமையால் இதைத் தவிர்க்க வேண்டும். இதைப் பயன்படுத்த வேண்டிய சூழ்நிலை ஏற்பட்டால் கிணற்று நீர் கொண்டு நன்கு கழுவிய பின்னர் பயன்படுத்தலாம்.

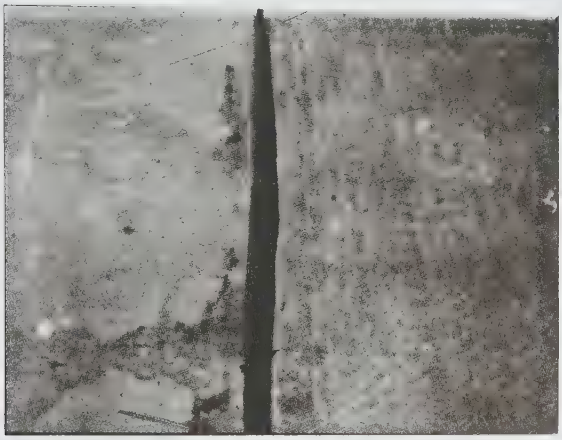
மணலில் இலைச்சருகுகள் எளிதில் கலந்து விடும். இதற்கு மணலைச் சலித்து விட்டுப் பயன்படுத்துதல் நன்று. சிமெண்ட், தொழிற்சாலையில் உருவாக்கப்

(அ) போதுமான சிமெண்ட்-மணல் சாந்து இல்லாததால் சேற்ற, தேன்கூடு அமைப்புள்ள மேற்பரப்பு ஏற்படுகிறது (ஆ) மிகுதியான சிமெண்ட்-மணல் சாந்து உள்ளதால் விளைவு சிறப்பற்றுக்காணப்படும். (இ) சரியான சிமெண்ட்-மணல் சாந்து இருப்பதால் மேற்பரப்பு சீராகவும் விளைவு சிறப்பாகவும் இருக்கும்.

படம் 1. மூன்று கற்காரைக் கலவைகள்

படுவதால் தர நிர்ணயம் செய்யப்பட்ட பின்னரே பயன்பாட்டிற்கு வருகிறது. எனவே இதைப் பயன் படுத்துவதில் கடினம் இல்லை. இருப்பினும் நாட் பட்ட சிமெண்ட் கெட்டித்துப் போவதால், இவ்வகைச் சிமெண்ட்டைத் தவிர்த்தல் நன்று. ஏனெனில் இது கற்காரைத் திறனைக் குறைக்கும் (படம் 2, 3).

சிமெண்ட்டில் கலப்படம் செய்ய மின்நிலையங் களில் உண்டான சாம்பல் (fly ash), கற்குழிப்பொடி (quarry dust) ஆகிய இரண்டு பொருள்களைப் பயன் படுத்துகின்றனர். ஒருபிடி சிமெண்ட்டை நீருள்ள கண்ணாடிப்பாத்திரத்தில் போட வேண்டும். மிகுதி



படம் 3. இடம்-காற்றூடும் சிமெண்டைத் தவிர்த்து அமைக்கப்பட்ட தளம்; வலம் - காற்றூடும் சிமெண்டால் அமைக்கப்பட்ட தளம்.

யான சிமெண்ட் மேலேயே மிதந்தால், அது சாம்பல் கலந்திருப்பதைக் குறிக்கும். மிகுதியான சிமெண்ட் கீழேசென்றுவிட்டால், அது கற்குழிப்பொடி கலந்திருப் பதைக் சுாட்டும். அத்தகைய சிமெண்ட்டைப் பயன் படுத்தாது அகற்றி விடவேண்டும்.

நீர். குடிநீரைப் பயன்படுத்தலாம்; உப்புநீரைத் தவிர்க்க வேண்டும். நீரில் உள்ள உப்புகளுக்கு உயர் வரம்பு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. அந்தவரம்புக்குள் உப்புகள் இருந்தால், அந்நீரைப் பயன்படுத்தலாம்.

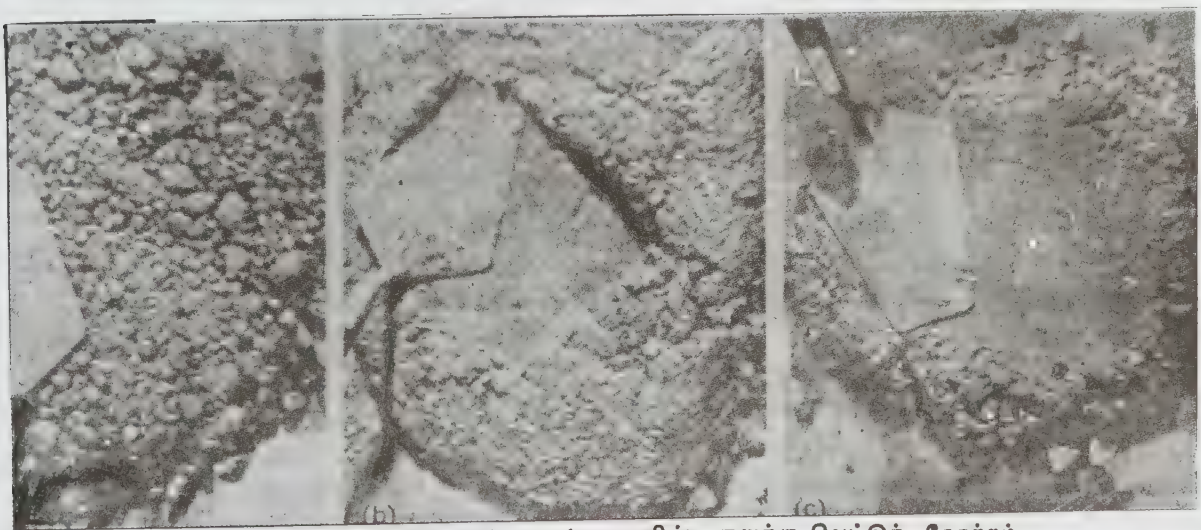
கந்தக உப்பு (sulphate) - *500* மி.கி/லிட்டர்

குளோரின் உப்பு (chloride) - *2000* மி.கி/லிட்டர் சாதாரண கற்காரைக்கு (plain concrete) *1000* மி. கி/லிட்டர் - வலிவூட்டிய கற்காரைக்கு (reinforced concrete).

pH எண் - *6 - 8.*

பொறியியலறிஞர்கள் பல ஆய்வுகள் செய்த பின்னர் கற்காரையின் வலிமைக்கு ஏற்பக் கப்பி, மணல், சிமெண்ட், நீர் இவற்றிற்குக் கலவை விகிதம் அமைக்கின்றனர். அதையே வேறு கப்பி, மணல் இவற்றிற்குப் பயன்படுத்துதல் தீங்கிழைக்கும். கப்பி, மணல் இவற்றின் பிறப்பிடம் (source) வேறு படுமாயின் அவற்றின் குணங்களும் மாறுபடும். எனவே மீளாய்வு செய்த பின்னர் பொறியியல் அறிஞர்களின் அறிவுரைப்படி தேவை ஏற்பட்டால் விகிதத்தை மாற்றியமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

தளும்புக் கற்காரை (fresh concrete) சிறந்த செய்வினைமை (workability) பெற்றிருத்தல் வேண் டும். அப்போதுதான் கற்காரையைச் சட்ட அமைப்



படம் 2 கடினப்படுத்தப்பட்ட கற்காரையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் ஒவ்வொரு கூட்டுப் பொருளைச் சுற்றியும் கற்காரைப் பசைஉள்ளது

பில் (form work) இட்டு அதிர்வால் செறிவாக்கி நன்றாகப் பூசி முடிக்க இயலும். நீர் இச்செய்வினை மையைப் பெரிதும் பாதிக்கும். மிகுதியான நீர் கற்கா ரையில் கசிவை (bleeding) உண்டாக்கி சிமெண்ட்டை வெளியேற்றி விடும். அதனால் கற்காரையின் வலிமை குறைந்துவிடும். குறைந்த நீர் உள்ள கற்காரையில் பிரித்தல் (segregation) ஏற்படுவதால், கற்காரையின் செறிவும் வலிமையும் குறையும்.

நீர்-சிமெண்ட் விகிதமும் கற்காரையில் வலிமை யும் ஒன்றோடொன்று பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. விகிதம் கூடும்போது வலிமை குறையும். விகிதம் குறையும்போது வலிமை கூடும். கற்காரையின் வலிமை, கப்பி, மணல், சிமெண்ட், நீர் இவற்றின் தன்மையைக் கொண்டு அப்பொருள்களின் விகிதமும், அளவும் நிர்ணயிக்கப்படும். பணியை எளிமையாக் குவதற்காக, கலந்துள்ள பொருள்களைக் கூட்டினா லோ, குறைத்தாலோ அது வலிமையற்ற கற்காரை யாகிவிடும்.

தளும்பு கற்காரைக் கலவையில் காற்றுக்குமிழ் கள் மிகுதியாக இருக்கும். இவற்றை வெளியேற்றி னால் திண்மையுற்ற கற்காரை அமையும். கற்காரை யைச் சட்ட அமைப்பில் இட்டபின்னர் அதிர்வியைக் (vibrator) கொண்டு கெட்டித்தல் வேண்டும் (படம் 4). அதிர்விகளின் அதிர்ச்சியால் காற்றுக் குமிழிகள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. கற்காரை திண்மை அடைகிறது.

கற்காரையிலுள்ள சிமெண்ட் சேற்றுக்குழம்பு (cement slurry), படிக நீரேற்றம் (hydration of cement) அடைவதால்தான் கற்காரை வலிமை பெறு கிறது. அந்த வேதி மாற்றம் நிகழும்போது, படிக நீரேற்ற வெப்பம் உண்டாகிறது. அதை அறிந்து கற்காரையைத் தக்க முறையில் ஆற்றி (curing) வெப்பத்தைக் குறைக்க வேண்டும். இல்லையேல் இது கற்காரையில் விரிசலை ஏற்படுத்திப் பயனற்ற தாக்கிவிடும். பல ஆற்றுமுறைகள் உண்டு. முதலாவ தாக நீர் கொண்டு ஆற்றுதல் (water curing): கற் காரையின் மேல் பாத்திகட்டி நீர்விடல். இரண் டாம் முறை கற்காரையின் மேல் மணல், வைக் கோல் அல்லது சாக்கைப் பரப்பி அதை ஈரமாக வைத்திருத்தல். இவை எளிய செலவற்ற முறைக ளாகும். நீர் கிடைப்பது அரிதாக இருக்கும் இடங் களில் கற்காரையின் மேல் வேதி ஆற்றுதல் சாற்றைத் (curing compound) தெளித்து விடலாம். இம்முறை இப்போது அனைத்து நாடுகளிலும் கையாளப்படுகிறது.

கற்காரையின் செய்வினைமையை அதிகரிக்க, குழைமங்களைப் (plasticizers) பயன்படுத்தலாம். கற்காரை பல நாடுகளில் மையக்கலவை ஆலையில் (centralised mixing plant) உண்டாக்கப்பட்டு, மாற்றுக்கலவை ஊர்தியால் (transit mixer-trucks) கட்டடம் கட்டும் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது. நீண்ட நேரம் தளும்பு கற்காரையாக இருக்க வேண்டியிருப்பதால் தடுப்பானைப் (retarders) பயன்படுத்த வேண்டும். இது கற்காரை விரைவில் கெட்டியாகாமல் தடுக்கிறது. குளிர் நாடுகளில் கற் காரை விரைவில் கெட்டியாகாது. அப்போது முடுக் கியைச் (accelerator) சேர்த்துக் கெட்டியாக்கலாம். தடுப்பான், முடுக்கி இவை கூட்டுக் கலவையில் (admixtures) அடங்கும்.

கப்பி, மணல், சிமெண்ட் கலவையில் நீர் வார்த்துக் குழைத்த பின்னர் குறைந்தது 30 அல்லது 40 நிமிடங்களில் அதைப் பயன்படுத்தவேண்டும். இல்லையேல் தளும்பு கற்காரை இறுகிவிடும் (setting). இவ்வாறு இறுகிவிடும் கற்காரையை மீண்டும் நீர் வார்த்துக் குழைத்துப் பயன்படுத்துதல் நன்றன்று. கற்காரையின் வலிமையை நன்குணர, தளும்பு கற் காரையைக் கொண்டு கனசதுரம் (cube) அல்லது உருளை (cylinder) அமைத்து, அதை ஆற்றிய பின்னர் 3,7,28 நாள்கள் என்னும் கணக்கில் ஆய்வுக் கூட அழுத்தப்பொறியில் (compression machine) வைத்து அழுத்தி உடைத்து, கற்காரையின் அறுதி வலிமையை (ultimate strength) அறியலாம். காப்புக் காரணியைப் (factor of safety) பயன்படுத்தி, செயல் படும் வலிமையை (working strength) அறியலாம்.

- என்.வி. அருணாசலம்

இது பல வகைகளில் பயன்படக்கூடிய பொறி யியல் பொருள் ஆகும். கற்காரை (concrete) எனப் படுவது கடினமான கெட்டியான கல் போன்ற பொரு ளாகும். சிமெண்ட், கற்கள், மணல், நீர் ஆகியவற்றின் கலவை முதலில் குழைவாகவும் எளிதில் கைகளால் குழைத்து வேலை செய்யக்கூடிய வகையிலும் தேவை யான உருவத்தில் அச்சாக வார்க்கக்கூடிய வகை யிலும் தயாரிக்கப்படுகிறது, அக்கலவை சிமெண்ட்டும் நீரும் சேரும்போது ஈரப் பதத்தால் இறுகிக் கெட்டி யாகும் மாற்றம் நடைபெறுவதால் வலிமை பெறு கிறது. சிமெண்ட்டில் உள்ள வேதிப் பொருள் களாகிய கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்றவை நீரில் கரைந்து விடாமல் கற்களையும் மணலையும் பிணைத்துக் கெட்டியான வார்ப்பட அச்சுப் பொரு ளாக மாற்றுகின்றன. இவ்வாறு கட்டியாக மாற்றப் பட்ட கற்காரை ஒரு செயற்கைக் கல் எனக்கருதப் படுகிறது. கற்காரையில் கற்களுக்கு இடையில் மணலும், மணல்களுக்கு இடையில் சிமெண்ட்டும் நிரப்பப்பட்டு விடுவதால் இடைவெளியில்லாத கட்டியான முழு உருவம் உடைய பொருளாக மாற்றம் பெற்று விடுகிறது.

கற்காரையின் வலிமைத் தரம் அதில் இணைந் துள்ள சிமெண்ட், கற்கள், மணல், நீர் ஆகியவற்றின் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடும். சாதாரண

கலவையில் ஒரு பங்கு சிமெண்ட், இரு பங்கு மணல், நான்கு பங்கு கற்கள் கலந்த கலவையில் ஒரு கன மீட்டர் கலவைக்கு 32 லிட்டர் வீதம் நீர் சேர்த்துக் கற்காரைக் கலவைதயாரிக்கப்படுகிறது. சிமெண்ட்டில் 60-67% சுண்ணாம்பு, 17-25% சிலிக்கா, 3-8% அலுமினியம் இருக்க வேண்டும். மணல் பருமன், 4.75 மில்லி மீட்டர் சல்லடையைக் கடக்கக் கூடிய தாக இருக்க வேண்டும். கற்களின் பருமன் 4.75 மி.மீ சல்லடையைக் கடக்கக் கூடாது. தேவைக்கு ஏற்ப 5-15 செ.மீ அளவுள்ள கற்களைப் பயன் படுத்தலாம்.

திண்மையற்ற கற்காரையின் எடை ஒரு கன மீட்டருக்கு 2300 கி. கிராமாக இருக்கும். கற் காரையில் கலக்கத்தேவையான சிமெண்ட் வகையைக் கட்டடத்தின் தேவையைப் பொறுத்தே தேர்வு செய்ய வேண்டும். வெள்ளைச் சிமெண்ட், விரிவடையும் சிமெண்ட், விரைவில் இறுகி விடும் சிமெண்ட், எண்ணெய்க் கிணறு சிமெண்ட் எனப் பலவகையில் சிமெண்ட் உள்ளது.

கற்காரையில் சேர்க்கும் கல், மணல் ஆகிய வற்றின் இயற்பியல், வேதியியல் தன்மைகள் கற் காரையின் தரத்தை வேறுபடுத்தக் கூடும். கல், மணல் ஆகியவற்றின் பரிமாண அளவு மிகுதியானால் நீர் மிகுதியாகச் சேர்க்க வேண்டியதாகிவிடும். அதனால் வலிமை குறையும். தட்டையான கற்களைப் பயன்படுத்தினால் மணலையும் நீரையும் மிகுதியாக சேர்க்க வேண்டியதாகிவிடும். இதனாலும் கற்காரை யின் வலிமை குறையும். கற்களில் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பைப் பொறுத்துப் பிணைப்புத் தன்மை மாறு படும். கற்களின் மீட்சியியல் தன்மையால் கற்காரை யில் சுருக்கம் மற்றும் விரிசல் ஏற்படக் கூடும். மணல், கற்கள் முதலியவற்றில் உள்ள வேதிப் பொருள்கள் சிமெண்ட்டுடன் கலந்து வேதி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கலாம். கற்காரையில் பயன்படும் நீர், அமிலம், உப்பு, எண்ணெய் முதலியவை இல்லாத நீராக இருத்தல் வேண்டும். கரிம மாசுக்கள் இருந் தால் அவை கற்காரையின் கடினத தன்மையைப் பாதிக்கும் (படம் 5).

படம் 4. (அ) கட்டகத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள கற்காரை (ஆ) அதிர்வி கற்காரையைக் கெட்டிப்படுததுகிறது

படம் 5. பெருக்குதல் முறையால் தளம் சீர்மை செய்யப்படுகிறது. உட்படம், பெருக்குவதால் உண்டாகும் வரியமைப்பைக் காட்டுகிறது.

கற்காரையின் தரம் அதனுடைய நொறுக்கல், எதிர்ப்பு வலிமையைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும். கற்காரை உயர் அழுக்கத்தைத் தாங்கக்கூடியது. ஆனால் மிகக் குறைந்த இழுசக்தி உடையது. ஆதலால் அழுக்கச்சுமையை மட்டுமே மிகுதியும் கொண்ட அணைக்கட்டு, அஸ்திவார்ம் போன்ற கட்டட வேலைகளில் கற்காரை மட்டுமே பயன்படுத்தப்படும். இதைத் தனிக் கற்காரை எனக் கூறலாம். இரும்புக் கம்பிகளும் கற்காரையுடன் பயன்படுத்தப்பட்டால் அது வலிவூட்டிய கற்காரை (reinforced concrete) எனப்படும்.

கற்காரையின் பணபுகள். அனுமதிக்கப்பட்ட தகைவுகள்-இந்தியச் செந்தர எண் 456-1978இல் உள்ளவாறு இருக்கும். கற்காரை நீடித்து முழுமையாக உழைக்கும் திறன்-கலவை விகிதம், மணல், கல் ஆகியவற்றின் தரம், நீர் அளவு மற்றும் இறுக்கத் தன்மை ஏற்படுத்துதல், ஆற்றுதல் (curing) ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும்.

சுமையின் திசையில் ஏற்படும் திரிபு-கற்காரை பயன்படுத்தப்பட்ட காலம், அதன் மீது செலுத்தப்படும் சுமையின் தன்மை, அளவு, சுமை அதன்மீது ஆதிக்கம் செலுத்தும் காலம், கற்காரையில் இருக்கும் ஈரத்தன்மை அளவு, மணல், கல் முதலியவற்றின் தரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். கற்காரை இறுகிக் கடினத் தன்மை அடையும்போது சுருங்கும்; அது கலவையில் சேர்க்கப்படும் நீரின் அளவு, நீரின் தரத்தைப் பொறுத்து அமையும்.

நெருப்பு எதிர்ப்பு ஆற்றல் கற்காரையில் உள்ள கற்கள், நீரின் அளவு, சிறு துளைகளைப் பொறுத்து அமையும். கற்காரைப் பிணைப்பு நீக்கிப் பிரிந்து விடும் தன்மை, நீர் அளவு, பெரிய அளவு கற்கள், கற்களின் புறப்பரப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். கற்காரையின் மீட்சி இயல் (elasticity) தன்மை, கற்காரையின் வலிமை, வயது, கற்களின் வகை, ஈரத்தன்மை, இருப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும்.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நூலோதி. I. C. Syal & A.K. Goel, *Reinforced Concrete Structures,* Second Edition, Wheeler & Co Pvt. Ltd., Allahabad, 1987.

கற்காரை உத்திரம்

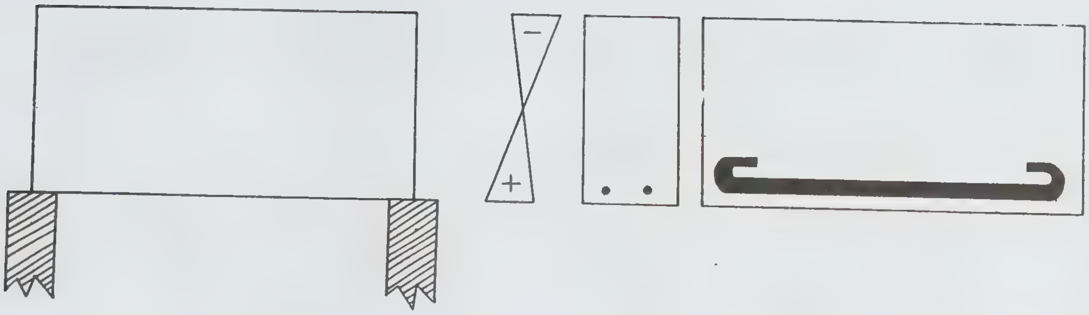
நீண்டதொரு பாரம் தாங்கும் உறுப்பு, பாரத்தை நீள்புறத்திற்கு நடுவில் செங்குத்தாகத் தாங்கும்போது தாங்கும் பாரத்தின் காரணமாக நடுவில் தொய்வு உண்டாகுமானால் அவ்வுறுப்பு உத்திரம் (beam) எனப்படும்.

உத்திரம், அது தாங்கப்பட்டிருக்கும் தாங்கிகளின் (support) நிலையைப் பொறுத்து இரு முனைகளும் தாங்கப்படும் உத்திரம், ஒரு முனை மட்டும் பொருத்தப்பட்ட உத்திரம், பல தாங்கிகளைக் கொண்ட தொடர் உத்திரம் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

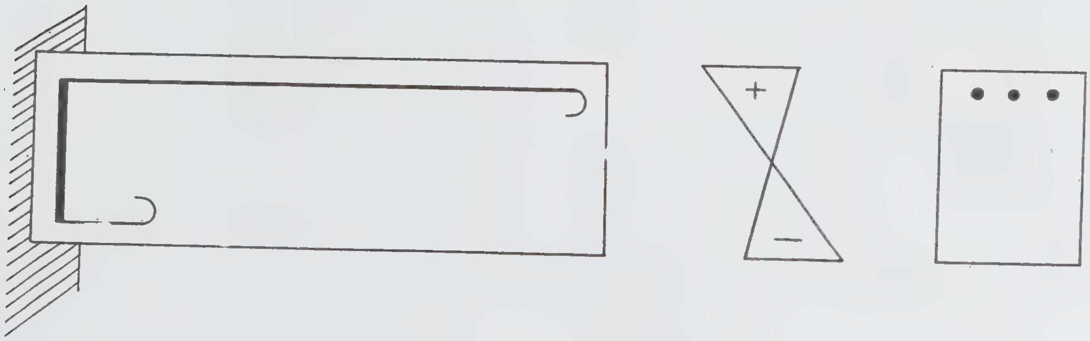
உத்திரத்தில் ஏற்படும் தொய்வு, உத்திரத்தின் மேல் பகுதியில் அழுக்கத் தகைவையும் (compressive stress) கீழ்ப்பகுதியில் இழு தகைவையும் (tensional stress) உருவாக்குகிறது (படம் 1).

சுமை தாங்கியைப் போன்று உத்திரம் இரு சுவர்களில் அமர்ந்திருக்கும்போது இவ்வாறு தகைவுகள் உருவாகும். ஒரு முனை மட்டும் சுவரில் பொருத்தப்பட்ட உத்திரத்தில்(cantilever beam)இந்தத்தகைவுகள் தலைகீழாக மாறுபட்டு இருக்கும் (படம் 2.). அழுக்கத் தகைவைக் கழித்தல் குறியாகவும் (—), இழு தகைவைக் கூட்டல் குறியாகவும் (+) குறிக்கலாம்.

சாதாரணமாக ஒரு பகுதி சிமெண்ட், இரு பகுதி கற்கள், நான்கு பகுதி நீர் சேர்ந்த M 150 வகை உள்ள கற்காரையே உத்திரம் செய்யப்பயன்படும். கற்காரையில் இழு தகைவு கொடுக்கும் ஆற்றல் மிகவும் குறைவாக இருக்கும். அதை அதிகரிக்க இழு



படம் 1



படம் 2

தகைவு ஆற்றல் மிகுந்துள்ள இரும்புக் கம்பி வலிவூட்டியாகப் (reinforcement) பயன்படுகிறது. ஏறத்தாழ இரும்புக் கம்பியின் வெப்ப எண் 11.7×10^{-6} °C, ஏறத்தாழ கற்காரையின் வெப்ப எண் அளவு 9.9×10^{-6} ° C இருப்பதாலும், எளிதில் கற்காரையுடன் பிணைப்பு ஏற்படும் தன்மை இருப்பதாலும் இரும்புக் கம்பி வலிவூட்டியாகப் பயன்படுகிறது.

வலிவூட்டிய கற்காரை (reinforced concrete) ஒரே தன்மையுடைய பொருளாகவும், கற்காரை, கம்பி ஆகியவற்றின் மீது ஏற்படும் தகைவு, திரிபு ஆகியவற்றின் தொடர்பு ஒரே சீராக இருப்பதாகவும் கருதப்படுகிறது. வலிவூட்டிய கற்காரையைப் பயன்படுத்துவதால் பல நன்மைகள் உண்டு. இது சிக்கனமானது; நில அதிர்வைத் தாங்கக் கூடியது; பூச்சி, நீர், நெருப்பு ஆகியவற்றால் அழியாதது; விரும்பிய வடிவத்தில் கட்டக்கூடியது; நீண்ட காலம் உழைக்கக்கூடியது.

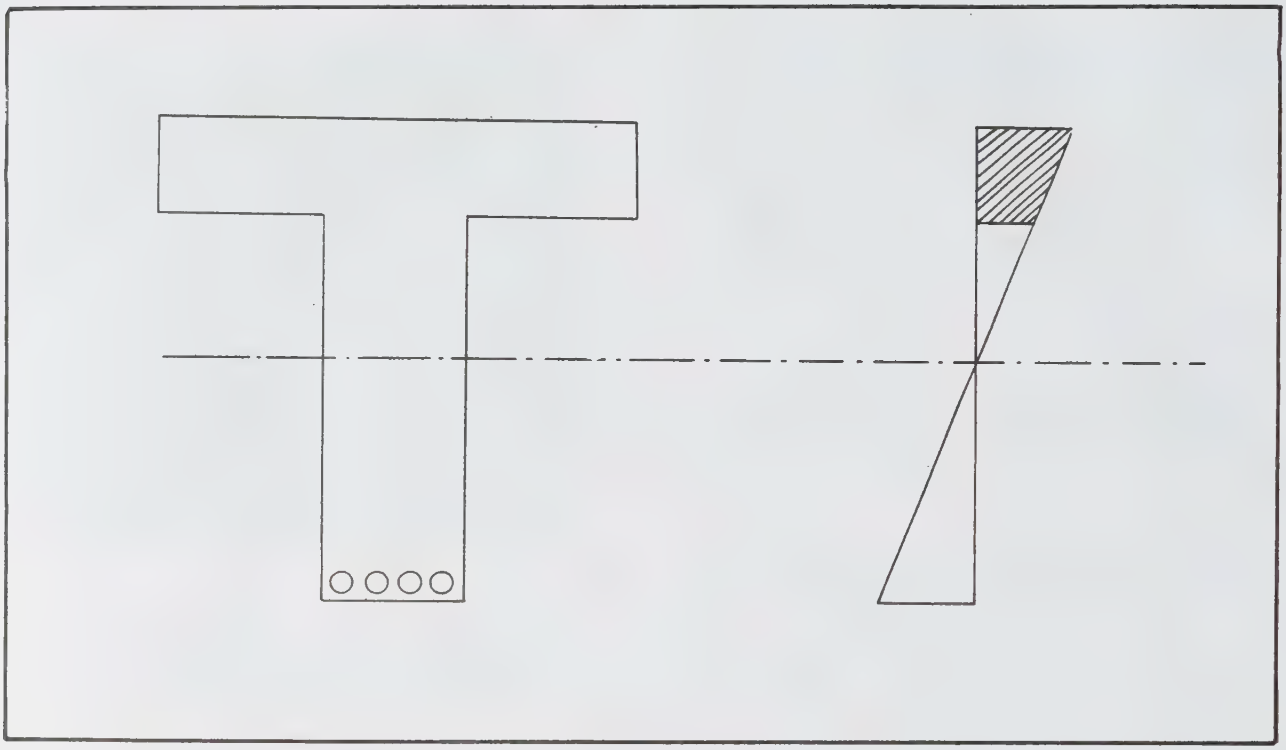
இழு தகைவு மட்டும் கொடுக்கக்கூடிய கீழ்ப்புறம் மட்டும் கம்பி வைக்கப்பட்ட ஒருபுறம் வலிவூட்டிய உத்திரம், அழுத்தும் தகைவு, இழு தகைவு இரண்டும் கொடுக்கக்கூடிய கீழ்ப்புறமும் மேல்புறமும் கம்பி வைக்கப்பட்ட "இருபுற வலிவூட்டிய உத்திரம்," மேல் பகுதியில் தளத்துடன் இணைந்த ஓரம் நீண்ட உத்திரம் (flanged beam) என வலிவூட்டிய கற்காரை உத்திரம் மூன்று வகைப்படும் (படம் - 4).

ஓர் உத்திரத்தில் கொடுக்கப்படும் பாரத்தைத் தாங்குவதற்கு இழு தகைவு, அழுத்தத் தகைவு, துணிப்புத் தகைவு (shear stress) ஆகியவை தேவை. ஆதலால் உத்திரம் செய்யப் பயன்படும் கற்காரை, இரும்புக் கம்பி ஆகியவற்றின் இழு சக்தி, அழுத்தச் சக்தி, துணிப்புச் சக்தி ஆகியவற்றை ஆய்வு மூலம் அறியவேண்டும்.

ஓர் உத்திரத்தைத் திட்டமிட்டு அதன் நீள அகல அளவுகளை அமைக்கும்போது அது தாங்க வேண்டிய பாரம், தாங்கிகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி, கற்காரை, கம்பி ஆகியவற்றின் வலிமைத் தகுதி, உத்திரத்தின் தேவையான அகலம் ஆகியவற்றை முதலில் அறிந்து தீர்மானிக்க வேண்டும். பின்னர் சிக்கனமான பொருட்செலவில் தேவையான வலிமையைக் கொடுக்கும் இரும்புக் கம்பிகளின் அளவு, உத்திரத்தின் நீள, அகல, உயரத்தைக் கணக்கிடுவது வெட்டுமுகப் பகுப்பாய்வு முறை எனப்படும்.

மற்றொரு வகை, உத்திரத்தின் அகலம், உயரம், நீளம் ஆகிய அளவுகளையும், கம்பிகளின் அளவுகளையும் தீர்மானித்துவிட்டு அவற்றுக்குத் தேவையான தடை திருப்புத் திறனைக் கணக்கிடல் ஆகும். இது வெட்டுமுக அமைப்பு முறை எனப்படும்.

கணக்கிடப்பட்ட வெட்டுமுகத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட இரும்புக்கம்பிகளின் இழுசக்தி முழுமையாகப்

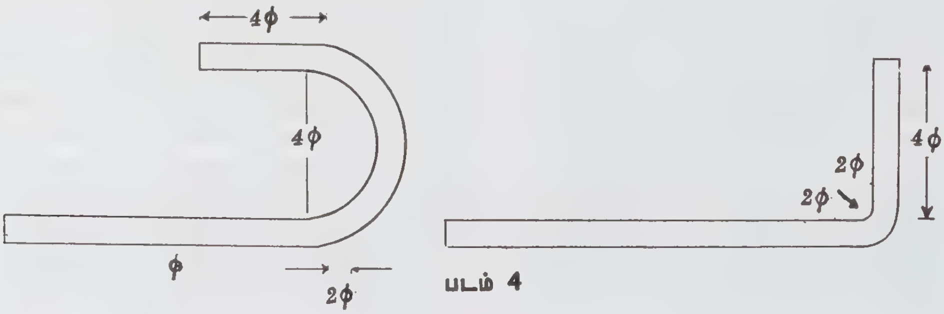


படம் 3

பயன்படுத்தப்படாமல் இருக்குமாயின் அது மிகுந்த வலிவேற்றப்பட்ட வெட்டுமுகம் எனப்படும். மாறாக, அதில் பயன்படுத்தப்பட்ட கற்காரையின் அழுத்தச் சக்தி முழுமையாகப் பயன்படுத்தப்படாமல் இருக்குமாயின் அது குறைந்த வலிவேற்றப்பட்ட வெட்டுமுகம் எனப்படும். இரு பொருள்களின் முழுத்திறனும் பயன்படுத்தப்பட்டிருந்தால் அது சமன் செய்த வெட்டுமுகம் அல்லது சிக்கனமான வெட்டுமுகம் எனப்படும்.

துணிப்புத்தகைவு. துணிப்பு ஒரே தளத்தின் எதிர்த் திசையில் செயல்படும் துணிப்பு விசையால் ஏற்படுகிறது. அதைத் தாங்கிகளுக்கு இடையில் உள்ள இடைவெளித் தொலைவிற்குள் ஏற்படும் மாறுபட்ட வளைவு திருப்புமைகளால் ஏற்படுவதாகக் கூறலாம். துணிப்புத் தகைவைக் கணக்கிட துணிப்பு விசையைக் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பால் வகுக்க வேண்டும்.

உத்திரத்தில் துணிப்புத் தகைவு மிகுதியாகத் தேவைப்படும் போது துணிப்பு வலிவூட்டிகளைப் (shear reinforcement) பயன்படுத்த வேண்டும். அவை செவ்வக வடிவில் நிறுத்தப்படும் பிடிமானக் கம்பிகள், வளைந்த சாய்வான பிடிமானக் கம்பிகள்



படம் 4

ஆகும். வளைந்த கம்பிகளைப் பயன்படுத்தும்போது அவற்றின் துணிப்புத் தடை மொத்த வலிவூட்டியின் துணிப்புத் தடைத்திறனில் பாதிக்கும் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

$$\text{உத்திரத்தின் நெம்புகோல் புயம் (lever arm)} = \frac{\text{வளைவுத்திருப்புமை}}{\text{கம்பியின் இழு தகைவு} \times \text{கம்பிகளின் பரப்பளவு}}$$

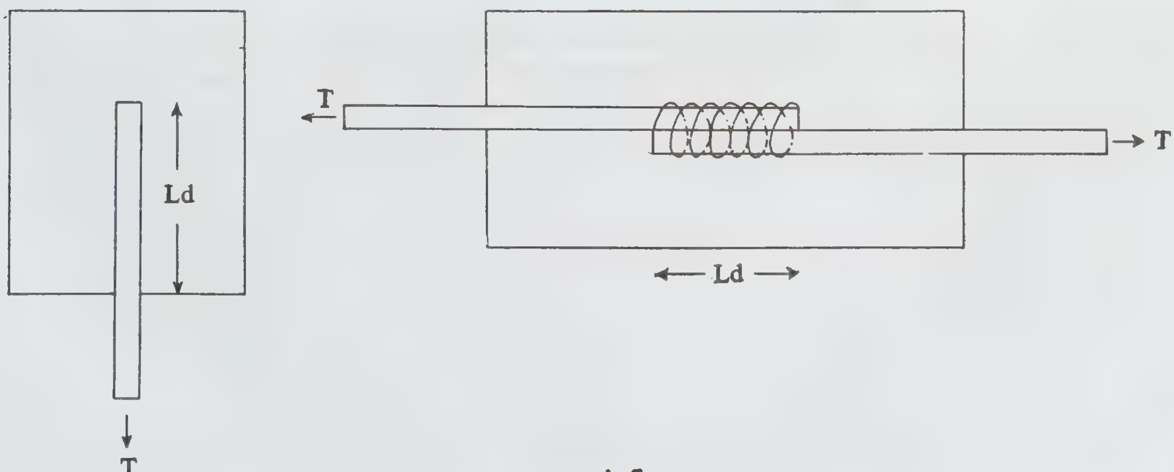
பிணைப்புத்தகைவு. கற்காரை உலர்ந்து சுருங்கும் போது இரும்புடன் பிணைப்பு (bond) ஏற்படுகிறது. இப்பிணைப்பு ஏற்படாவிடில் இரும்பு இழுக்கப்படும் போது உத்திரத்தில் கீறல் ஏற்படும். இரும்பும் கற்காரையும் இணையுமிடத்தில் இப்பிணைப்பால் ஏற்படும் ஒட்டு விசைத் தீவிரம், பிணைப்புத் தகைவு (bond stress) எனப்படுகிறது.

நங்கூரம் போன்று பிடிமானக் கம்பிகள் சேர்த்து, கம்பிகளின் முனைகளை வளைத்து அல்லது கம்பிகளின்நீளத்தைக் கட்டிப் பிணைப்பு ஏற்படுத்தலாம். உத்திரத்தின் பிணைப்புத் தகைவைக் கணக்கிடத் துணிப்புத் தகைவை, நெம்புகோல் புயத்தை, மொத்தக் கம்பிகளின் பரிதியைப் பெருக்கி வரும் தொகையால் வகுக்க வேண்டும். இந்திய செந்தரத் தொகுப்பின்படி M_{150} கலவைக்குப் பிணைப்புத் தகைவு 10 கிலோகிராம் சு.செ. மீட்டருக்கு மிகாமல் இருக்க வேண்டும். மிகுதியானால் குறைந்த விட்டமுள்ள உயர் எண்ணிக்கையுடைய கம்பிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும் அல்லது நெம்புகோல் புயத்தை அதிகரிக்க உத்திரத்தின் உயரத்தைக் கூட்டலாம்.

உத்திரத்தின் வடிவமைப்பு. தாங்கப்பட வேண்டிய பளுவினால் ஏற்படும் திருப்புத்திறன் மற்றும் துணிப்பு விசை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து உத்திரத்தின் அனைத்துப் பரிமாணங்களும் தீர்மானிக்கப்படும். முதலில் உத்திரத்தின் தன் எடையைக் கணக்கிட, கற்பனை அளவுகள் பயன்படுத்தப்படும். பின்னர் அதிகபட்ச தொய்வு, திருப்புத்திறன், துணிப்பு விசை ஆகியவை கணக்கிடப்படவேண்டும். சாதாரணமாக, செவ்வக உத்திரத்தில் மூன்றில் ஒரு பங்கு உயரம் உத்திரத்தின் அகலமாக வைக்கப்படும். அதிகபட்ச தொய்வு திருப்புத்திறன் அளவு முடிவு செய்யப்பட்டுவிட்டால் தாங்கிகளின் தன்மை, கட்டடக் கலையின் தேவை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து உத்திரத்தின் அகலம் தீர்மானிக்கப்படும். உத்திரத்தின் உயரம் கட்டட அளவு தேவைகளையும், தொய்வு திருப்புத் திறனையும் நிறைவளிக்கும் வகையில் அமைக்கவேண்டும். உத்திரத்தின் பொதுவான கீழ்க்காணும் வரையீட்டுத் தேவைகளை, இந்திய செந்தர எண் 456—1978 இல் உள்ளவாறு தேர்வு செய்யவேண்டும்.

சுமை. மொத்தச் சுமையைக் கணக்கிடும்போது அசையாச் சுமை, அசையும் சுமை, காற்று அலைச் சுமை, நில அதிர்வு விசை, சுருக்கம், ஊர்தல் (creep) வெப்பநிலை ஆகியவற்றால் ஏற்படும் விளைவுகள் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட வேண்டும். அசையாச் சுமை, அசையும் சுமை ஆகியவற்றைச் செந்தர எண் 1911—1967மற்றும் 875-1964 மூலம் கணக்கிடலாம். நில அதிர்வு விசையை 1893-1975 மூலம் கணக்கிடலாம்.

விலக்கக் கட்டுப்பாடு. விலக்கம் (deflection) ஏற்படாமல் இருக்க, தாங்கிகளுக்கிடையில் உள்ள விகித அடிப்படை மதிப்பு, இடைவெளி 10மீட்டர் வரை இருக்கும்போது கீழ்க்காணுமாறு இருக்க வேண்டும். இரு முனைகளும் தாங்கப்பட்ட உத்திரம் - 20; ஒரு முனை மட்டும் பொருத்தப்பட்ட உத்திரம் - 7; பல தாங்கிகளைக் கொண்ட தொடர் உத்திரம் - 26. இடைவெளி 10 மீட்டருக்கு மேல் இருந்தால் மேற்கூறிய விகித அடிப்படை



படம் 5

மதிப்பை 10 இன் கீழ் இடைவெளித் தொகையால் பெருக்க வேண்டும்.

நிகர உயரம். (*effective height*). தாங்கிகளுக் கிடையே உள்ள இடைவெளி, அடிப்படை மதிப்பு, திருத்தும் காரணி (modification factor) முதலிய வற்றை இந்திய செந்தரத் தொகுப்பில் உள்ள பட்டம் மூன்று, நான்கு, ஐந்து ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{நிகர உயரம்} = \frac{\text{இடைவெளி}}{\text{அடிப்படை மதிப்பு} \times \text{திருத்தும் காரணி}}$$

நிகர இடைவெளி (*effective span*). தாங்கிகளுக் கிடையே உள்ள உள்கூடு இடைவெளியுடன், உத்தி ரத்தின் நிகர உயரத்தைக் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும். குறைந்தபட்ச இழுசக்தி வலியூட்டிக் கம்பிகளுக்குத் தேவையான பரப்பளவைக் கீழ்க் காணுமாறு கணக்கிடலாம்

$$\text{இரும்புக் கம்பிகளின் பரப்பளவு} = \frac{0.85 \times \text{உத்திரத்தின் அகலம்} \times \text{நிகர உயரம்}}{\text{இரும்புக் கம்பியின் குணாதிசய வலிமை}}$$

ஓரத்திண்ணம் (*cover*). கம்பியின் அனைத்துப் பக்கமும் ஓரத் திண்ணக் கற்காரையின் அளவு, 25 மில்லி மீட்டர் அல்லது இரு மடங்கு கம்பி விட் டத்தின் அளவுக்குக் குறையாமல் இருக்கவேண்டும்.

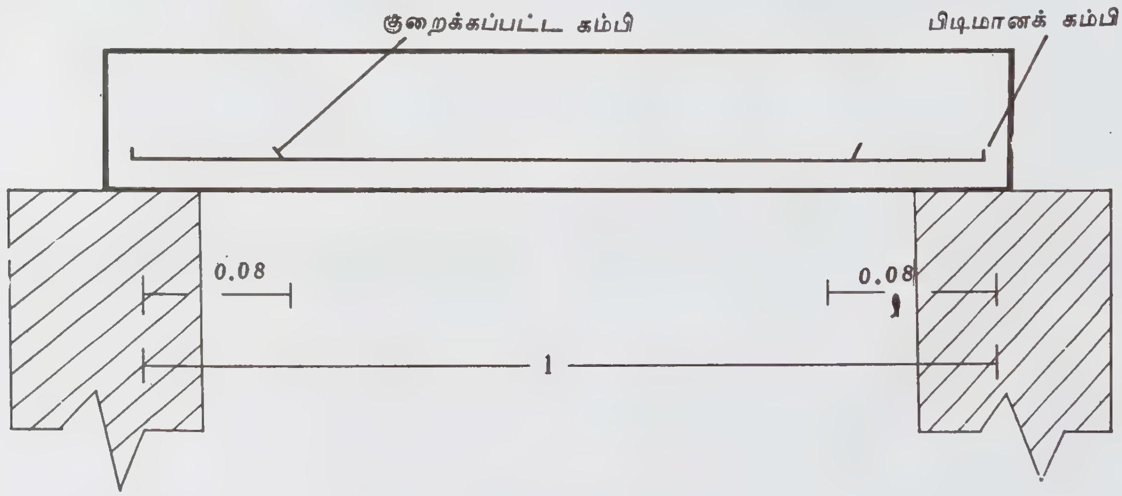
கம்பிகளின் நீளத்தை அதிகரித்தல். இரும்புக் கம்பி களை இணைக்கும்போது இணைப்பின் நீளத்தைக் (படம் 5) கீழ்க்காணுமாறு கணக்கிடவேண்டும்.

$$\text{இணைப்பு நீளம்} = \frac{\text{கம்பியின் விட்டம்} \times \text{கம்பியின் தகைவு}}{4 \times \text{பிணைப்புத் தகைவு}}$$

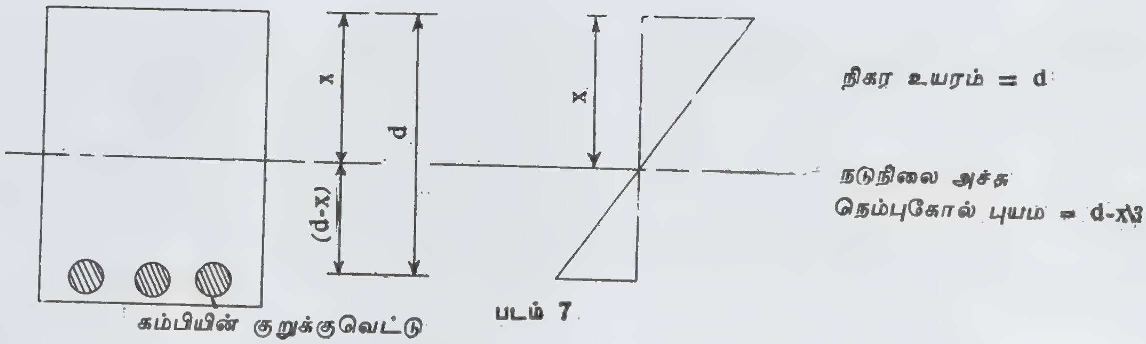
பிடிமானக் கம்பிகள். இந்திய செந்தர எண் 2402-1963 இல் கூறியுள்ளவாறு வளைவு, சுழிவுகள் அமைக்க வேண்டும். பிடிமான வளைவு முதன்மைக் கம்பியின் (main bar) விட்டத்தைப் போல் 16 மடங் குக்குள் இருக்கவேண்டும் (படம் 4).

கம்பிகளின் இருமுனைகளைச் சேர்த்தல் (*splicing*). அதிக தகைவு ஏற்படும் இடங்களில் கம்பிகளை இணைத்தல் கூடாது. ஒரு வெட்டுத் தளத்தில் இணைப்புக் கம்பிகள் மொத்தக் கம்பிகளில் பாதிக்கு மேல் இருக்கக் கூடாது. கம்பிகளின் விட்டத்திற்குத் தக்கவாறு இணைப்பு நீளங்களைத் தீர்மானிக்க வேண்டும்.

கம்பிகளின் நீளத்தைக் குறைத்தல் (*curtailment*). உத்திரத்திற்குப் பயன்படுத்தும் மொத்தக் கம்பிகளின் எண்ணிக்கையில் பாதிக் கம்பிகளின் நீளத்தை முழு நீளம் இல்லாமல் குறைத்துக் கொள்ளலாம். அது உத்திரத்தின் வகைக்குத் தக்கவாறு கணக்கிடப்படும். சாதாரணமாக இருபுறமும் தாங்கிகளை உடைய உத்திரத்தில், பாதிக் கம்பிகளின் நீளத்தில் 0.08 பங்கு மொத்த நீளத்தைக் கம்பியின் இரு பக்கமும் குறைத்துக் கொள்ளலாம் (படம் - 6) மீதியுள்ள பாதிக் கம்பிகளில் பிடிமான வளைவின் நீளம், கம்பி யின் விட்டத்தைப் போல் 12 பங்கு இருக்க வேண்டும். கம்பிகளுக்கிடையில் உள்ள தொலைவை இந்திய செந்தர எண் 456-1978இல் உள்ள அட்ட வணை 10இன் படி அமைக்க வேண்டும். இரு முனை



படம் 6



படம் 7

1. உத்திரத்தின் உயரம் = $\dfrac{\text{தாங்கிகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி}}{20}$

2. உத்திரத்தின் தன் எடை = உத்திரத்தின் உயரம் × தாங்கியின் அகலம் × 25000 நியூட்டன்/மீ.

3. உத்திரத்தின் மொத்த எடை = தன்எடை + சுமத்தப்படும் சுமை.

4. நிகர இடைவெளி = தாங்கிகளின் மத்திய கோடுகளிடையே உள்ள தொலைவு அல்லது உள்கூடு இடைவெளி + நிகர உயரம்; இவற்றுள் குறைந்த அளவு.

5. அதிகபட்ச தொய்வு திருப்புத் திறன் = $\dfrac{\text{மொத்த எடை} \times (\text{நிகர இடைவெளி})^2}{8}$

6. நிகர உயரம் = $\left[\dfrac{\text{அதிகபட்ச தொய்வு திருப்புத் திறன்}}{\text{துணிப்பு விசை} \times \text{தாங்கியின் அகலம்}}\right]^{\frac{1}{2}}$

7. உத்திரத்தின் மொத்த உயரம் = நிகர உயரம் + கற்காரை ஓரத்திண்ணம் + கம்பியின் விட்டத்தில் பாதி உயரம் (படம் 78)

8. மொத்தக் கம்பியின் பரப்பளவு = $\dfrac{\text{அதிக பட்ச தொய்வு திருப்புத் திறன்}}{\text{கம்பியின் இழு தகைவு} \times \text{நெம்புகோல் புயம்}}$

9. கம்பிகளிடையே இடைவெளி = $\dfrac{\text{ஒரு கம்பியின் பரப்பளவு}}{\text{மொத்தக் கம்பியின் பரப்பளவு}} \times 100$

10. துணிப்பு விசை = $\dfrac{\text{மொத்த எடை} \times \text{நிகர இடைவெளி}}{2}$

11. துணிப்புத் தகைவு = $\dfrac{\text{துணிப்பு விசை}}{\text{உத்திரத்தின் அகலம்} \times \text{நெம்புகோல் புயம்}}$

துணிப்புத் தகைவு 5 கிலோகிராம்/சதுர செ.மீக்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

12. பிணைப்புத்தகைவு = $\dfrac{\text{துணிப்பு விசை}}{\text{நெம்புகோல் புயம்} \times \text{மொத்தக்கம்பிகளின் பரிதி}}$

பிணைப்புத் தகைவு 10 கிலோகிராம்/சதுர செ. மீக்குக் குறைவாக இருக்கவேண்டும்.

களும் தாங்கிகளால் தாங்கப்படும் உத்திரத்தின் அமைப்பு வரையீடு ஓர் உத்திரத்தைத் திட்டமிட்டு அமைக்க, கொடுக்கப்பட்டுள்ள படிகளின் படி கணக்கிட வேண்டும்.

- ஏ. எஸ். எஸ். சேகர்

நூலோதி: I. C. Syal & A. K. Goel, *Reinforced Concrete Structures*, Second Edition, Wheeler & Co Pvt. Ltd., Allahabad, 1987.

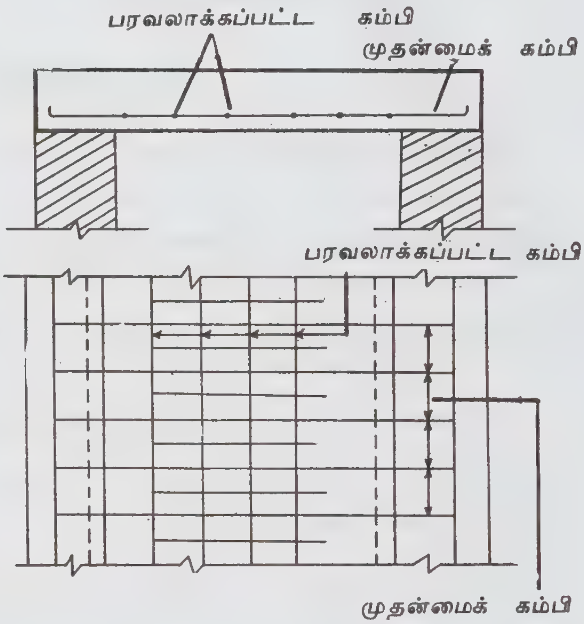
கற்காரைத் தளம்

இது ஒரு தட்டையான கட்டுமானப் பகுதியாகும். இதன் தடிமன் பிற பரிமாணங்களைவிடச் சிறிதாக இருக்கும். கற்காரைத் தளம் (concrete slab) சாதாரணமாகக் கூரைக் கூடுகள், கூரைத்தளம் அமைக்கப் பயன்படுகின்றன. கட்டடங்களிலும், நீர்த் தொட்டிகளிலும் பயன்படுத்த சதுரம், செவ்வகம், முக்கோணம், வட்டம் போன்ற பல்வேறு வடிவங்களிலும் கட்டப்படுகின்றன. கற்காரைத் தளத்தை, அது தாங்கப்படும் தாங்கிகளின் நிலையைப் பொறுத்து, இரு முனைகளும் தாங்கப்படும் தளம், ஒரு முனை மட்டும் பொருத்தப்பட்ட தளம், பல தாங்கிகளைக் கொண்ட தொடர் தளம் என்று வகைப்படுத்தலாம்,

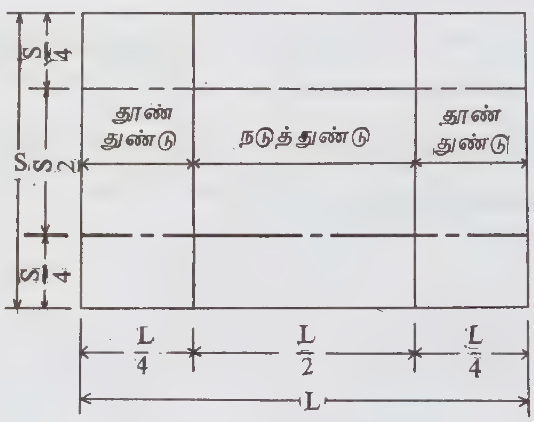
கற்காரைத்தளம் செய்வதற்குக் கற்காரை உத்திரம் செய்யப் பயன்படுத்தும் வகையான கற்காரையே பயன்படுத்தப்படுகிறது. இரும்புக் கம்பிகள் வலிவூட்டியாகப் பயன்படுகின்றன. வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரையின் அனைத்துப் பண்புகளும் உத்திரத்திற்கு இருப்பது போல் தளத்திற்கும் உண்டு.

கற்காரைத் தளத்தை அமைக்கும்போது உத்திரத்திற்குக் கணக்கிடுவது போலக் கணக்கிட்டு, அகலம் மட்டும் ஒரு மீட்டர் என வைத்துக் கொண்டு கணக்கிட வேண்டும். பின்னர் மொத்தத் தளத்திற்கும் அதைக் கொண்டு ஒரே தளமாகக் கணக்கிட வேண்டும். தளத்தை வரையீடு செய்ய வளைவு திருப்புமை (bending moment) துணிப்பு விசை ஆகியவற்றை உத்திரத்திற்குக் கணக்கிடுவது போலவே கணக்கிட வேண்டும். வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைத் தளங்களில் பயன்படுத்தும் கம்பிகளில், பளுவைத் தாங்கும் பருமனான கம்பிகள் முதன்மைக் கம்பிகள் (main reinforcement) என்றும், பருமன் குறைந்த பளுவைப் பரப்பும் கம்பிகள், பரவலாக்கப்பட்ட கம்பிகள் (distribution reinforcement) என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

முதன்மைக் கம்பிகள், தளத்தில் உருவாகும் தொய்வு திருப்புமையைத் தாங்குவதற்காக, தாங்கிகளை இணைக்கும் திசையில் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பரவலாக்கப்பட்ட கம்பிகள் முதன்மைக் கம்பிகளுக்குக் குறுக்குத் திசையில் பரப்பப்பட்டு மிகச்சிறிய கட்டுக் கம்பிகளால் முதன்மைக் கம்பிகளுடன் கட்டப்பட்டிருக்கும். மொத்தப் பளுவைத் தளம் முழுதும் சீராகப் பரப்புவதற்கும், சுருக்கம், வெப்பத்தகைவு ஆகியவற்றின் விளைவுகளை ஏற்பதற்கும் பரவலாக்கப்பட்ட கம்பிகள் பயன்படுகின்றன.



படம் 1



படம் 2. வடிவமைப்பிற்காகப் பிரிக்கப்பட்ட இருவழித்தளம்

ஒரு தளத்தில் நீள்திசை இடைவெளிக்கும், அகலத் திசை இடைவெளிக்கும் உள்ள விகிதம் 2 அல்லது அதற்கு மேல் இருந்தால் அது ஒருவழித் தளம் (one way slab) எனப்படும். மாறாக விகிதம் 2க்குக் குறைவாக இருந்தால் அது இருவழித்தளம் (two way slab) எனப்படும் (படம்2,3).ஒவ்வொரு திசையிலும் ஏற்படும் சுமைப் பரவல் மற்றும் இரு திசைகளிலும் ஏற்படும் விறைப்பு முதலியவற்றைப் பொறுத்து ஒருவழித்தளம் அல்லது இருவழித்தளம் தேர்வு செய்யப்படும். இவ்விரு தளங்களிலும் பல தாங்கிகளைக் கொண்ட தொடர்தளங்களும் (continuous slab) உண்டு.

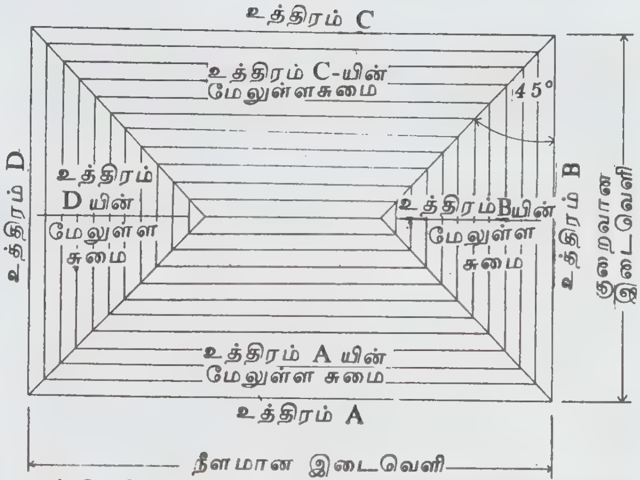
தாங்கிகளுக்கிடையில் உள்ள தொலைவு மிகுதியாக இல்லாமல் இரு தாங்கிகள் மட்டும் எதிர்த் திசையில் இருந்தால் அதன்மீது அமைக்கும் தளத்தை ஒருவழித் தளமாக அமைக்க வேண்டும். ஒருவழித் தளத்தில் முதன்மைக் கம்பிகள் தாங்கிகளை இணைக்கும் திசையிலும், பரவலாக்கப்பட்ட கம்பிகள் அதற்குக் குறுக்குத் திசையிலும் இருக்கும்படி அமைக்க வேண்டும். ஒரு வழித் தளத்தை மிக அதிக இடைவெளி உள்ள இடத்தில் அமைத்தால் தளத்தின் கனம் மிகவும் அதிகமாகி விடும். அதனால் தன் எடையும் மிக அதிகமாகி விடும்.

இருவழித் தளத்தில் இரு திசைகளிலும் முதன்மைக் கம்பிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். தொய்வு திருப்புத்திறன் இரு திசைகளிலும் கணக்கிடப்பட வேண்டும். இந்திய செந்தர எண் 456-1978இல் கூறியுள்ளபடி, இந்திய செந்தரத் தொகுப்பு முறையின் படிக் (Indian standard code method) கணக்கிட வேண்டும்.

தாங்கிகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி ஒரு திசையில் மிக அதிகமாக இருந்தால், உத்திரங்களுடன் கூடிய ஒருவழித்தொடர் தளம் அமைக்க வேண்டும். தாங்கிகளுக்கு இடையில் உள்ள இடைவெளி இரு திசைகளிலும் மிக அதிகமாக இருந்தால் இரு வழித்தொடர் தளம் அமைக்க வேண்டும். தளத்தின் மூலைப் பகுதிகள் கீழே தொங்காதவாறு நான்கு முனைகளும் தாங்கிகள் மீது அமர்ந்திருக்கக் கூடிய ஒரு தளம், சீராகப் பரவலாக்கப்பட்ட சுமையைச் (uniformly distributed load) சுமப்பதால் அத்தளத்தைக் கிரசாப் மற்றும் ராங்கின் முறைப்படிக் கணக்கிட வேண்டும். மூலைப்பகுதிகள் கீழே தொங்குமாறு தாங்கிகள் நடுப்பகுதியில் இருந்தால் அத்தளத்தை மார்கசு முறைப்படிக் கணக்கிட வேண்டும்.

ஒருவழித் தளத்தைத் திட்ட வரையீடு செய்யத் தேவையான இந்திய செந்தரத் தொகுப்பு விதி முறைகள்:

நிகர இடைவெளி = உள்கூடு இடைவெளி + தளத்தின் கனம். நிகர கனம் = கம்பிகளின் மையப்



படம் 3. சீராகச் சுமையேற்றப்பட்ட இருவழித் தளத்தைத் தாங்கும் உத்திரங்களின் மேலுள்ள சுமைப்பரவல்.

புள்ளிகளுக்கும் அதிகபட்ச அழுத்தம் ஏற்படும் இழைக்கும் (compression fibre) இடையேயுள்ள தொலைவு.

குறைந்த பட்ச கம்பிகள் = மிதமான எஃகு கம்பிகளைப் பயன்படுத்தினால் மொத்தக் குறுக்கு வெட்டுத்தளத்தின் பரப்பளவில், கம்பிகளின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு 0. 15%க்குக் குறையாமல் இருக்க வேண்டும். முறுக்கப்பட்ட கம்பிகளைப் பயன்படுத்தினால் அது 0. 12%க்குக் குறையாமல் இருக்க வேண்டும்.

அதிக பட்ச விட்டம். கம்பியின் விட்டம் தளத்தின் கனத்திற்கு 1/8 பகுதிக்கு மேல் இருக்கக் கூடாது. முதன்மைக் கம்பிகளுக்கிடையில் உள்ள இடைவெளி குறைந்த பட்ச அளவு: பெரிய கம்பியின் விட்டம் அல்லது 5 மி.மீ. அல்லது கற்காரையில் உள்ள பெரிய கல்லின் அளவு இவற்றில் எது அதிகமோ அதை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

முதன்மைக் கம்பிகளின் இடையேயுள்ள அதிக பட்ச இடைவெளி கம்பியின் விட்டத்தைப்போல மூன்று மடங்கு அல்லது 450 மில்லி மீட்டர் இருக்க வேண்டும். பரவலாக்கப்பட்ட கம்பிகளிடையேயுள்ள இடைவெளி கம்பியின் விட்டத்தைப் போல ஐந்து மடங்கு அல்லது 450 மில்லி மீட்டர் இருக்க வேண்டும். கம்பியின் மேல் கற்காரை ஓரத்திண்ணம் 15 மி.மீ. அல்லது கம்பியின் விட்டத்தின் அளவு இருக்க வேண்டும்.

துணிப்புத் தகைவு. கற்காரைத் தளத்தின் துணிப்புத் தகைவு, பயன்படுத்தப்படும் கற்காரையின் அதிகபட்ச துணிப்புத் தகைவான சக்தியில் பாதிக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது.

விலக்கம். கற்காரை உத்திரத்திற்குக் கணக்கிடுவது போலவே தாங்கிகளுக்கு இடையில் உள்ள இடை

வெளி, தளத்தின் கனம் ஆகியவற்றுக்கிடையே உள்ள விகித அடிப்படை மதிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும். தாங்கிகளுக்கிடையில் உள்ள இடைவெளி 10 மீட்டருக்கு மேல் இருந்தால், விகித அடிப்படை மதிப்பைப் பத்தின் கீழ் இடைவெளித் தொகையால் பெருக்க வேண்டும். ஒருவழித் தளத்தின் திட்ட வரையீட்டைக் கீழ்க்காணுமாறு கணக்கிடலாம்.

கற்காரைத் தளம் செய்யப் பயன்படுத்தப் போகும் இரும்புக் கம்பி, கற்காரை ஆகியவற்றின் மாறிலி மதிப்புகளை அதாவது மாறுநிலை நடுநிலை அச்சு (critical neutral axis), திருப்புத்திறனின் தடை மதிப்பு (resisting moment constant), நெம்புகோல் புயம், அடிப்படை மதிப்பு, (basic value) திருத்தும் காரணி (modification factor) முதலியவற்றைக் கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{விறைப்புத் தன்மைக்குத் தேவையான நிகர தடிமன்} = \frac{\text{தாங்கிகளுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி}}{\text{அடிப்படை மதிப்பு} \times \text{திருத்தும் காரணி}}$$

மொத்தத் தடிமன் = நிகர தடிமன் (effective thickness) + கம்பியின்ஆரம் + ஓரத்திண்ணத் தடிமன். திருத்தப்பட்ட நிகர தடிமனை, முழு எண்ணாக மாற்றப்பட்ட மொத்தத் தடிமனிலிருந்து கணக்கிட வேண்டும்.

நிகர இடைவெளியைச் செந்தர எண் - 456, 1978 பகுதி 21. 2a இல் உள்ளபடிக் கணக்கிட வேண்டும். ஒரு மீட்டர் அகலம் உள்ள தளத்திற்கு எல்லாவிதமான மொத்தச் சுமையையும் கணக்கிட, சீராகப் பரவலாக்கப்பட்ட சுமையை ஒரு மீட்டர் இடைவெளிக்குக் கணக்கிட வேண்டும். அதிகபட்ச தொய்வு திருப்புத்திறன், துணிப்புத் தகைவுஇரண்டையும் உத்திரத்திற்குக் கணக்கிடுவது போலவே கணக்கிட வேண்டும். அதிகபட்ச தொய்வு திருப்புத் திறனைப் பயன்படுத்தி மீண்டும் நிகர தடிமனைக் கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{நிகர தடிமன்} = \left[\frac{\text{தொய்வு திருப்புத் திறன்}}{\text{திருப்புத்திறனின் தடை மதிப்பு} \times \text{தளத்தின் அகலம்}}\right]^{\frac{1}{2}}$$

மேலே கண்டுள்ள (1), (2) படிகளில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட நிகர தடிமனில் அதிகமான மதிப்பை எடுத்துக் கொண்டு மொத்தத் தடிமனைத் திருத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

இந்திய செந்தரத் தொகுப்பு விதிமுறையில் கூறியுள்ளவாறு முதன்மைக் கம்பிகள் மற்றும் பரவலாக்கப்பட்ட கம்பிகளின் அளவுகளைக் கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{முதன்மைக் கம்பிகளின் பரப்பளவு} = \frac{\text{அதிக பட்சத் தொய்வு திருப்புத்திறன்}}{\text{கம்பியின் இழு தகைவு} \times \text{நெம்புகோல் புயம்}}$$

விலக்கம் ஏற்படாமல் இருக்க உத்திரத்திற்குக் கணக்கிடுவது போலவே கணக்கிட்டு விகிதாச்சார அடிப்படை மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

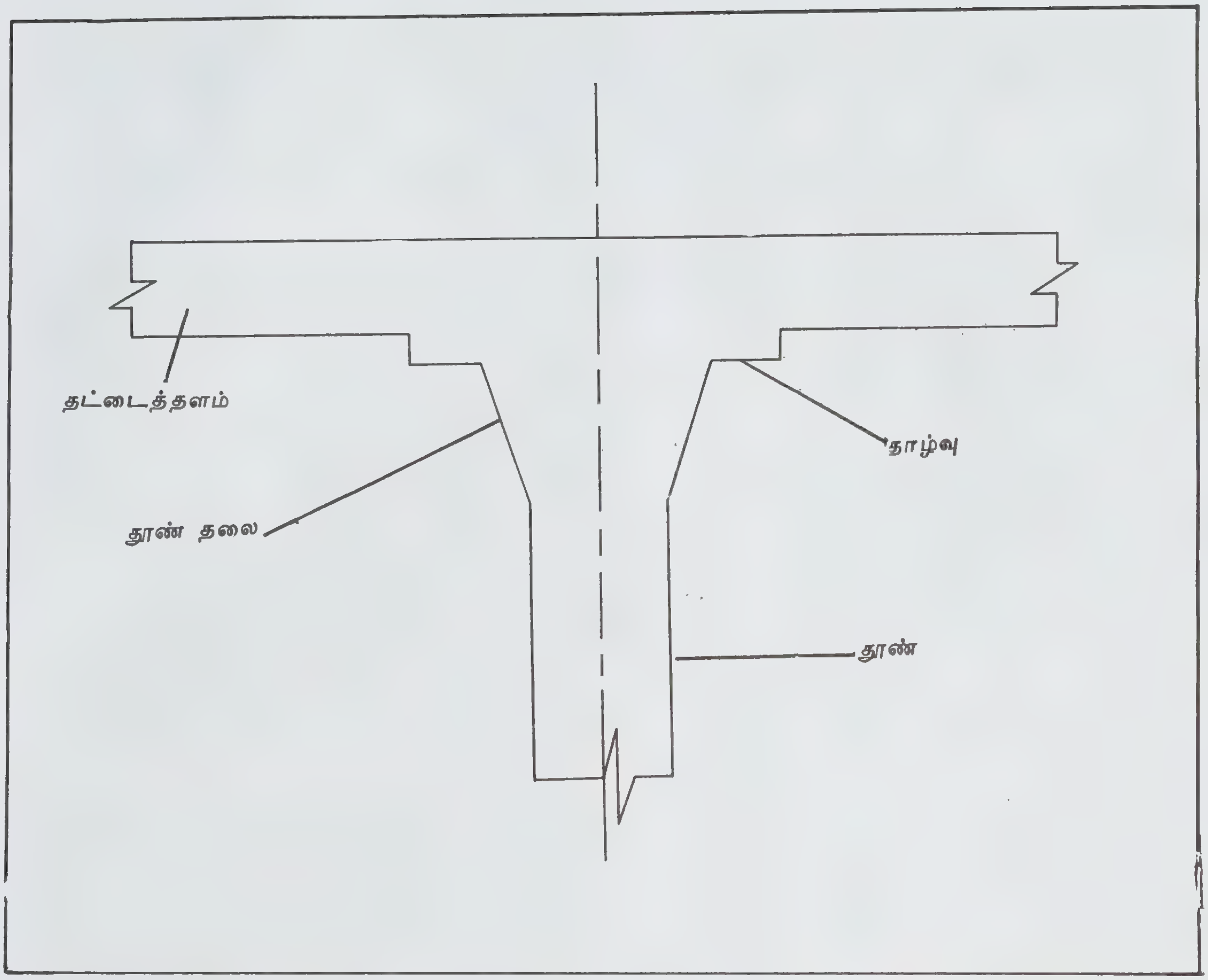
துணிப்பு விசையைக் கணக்கிட வேண்டும். துணிப்புத் தகைவு கற்காரையின் துணிப்புச் சக்தியை விட மிகுந்திருந்தால் தளத்தின் தடிமனை அதிகரிக்க வேண்டும். திருத்தும் காரணியின் மதிப்பை, இந்திய செந்தரத் தொகுப்பில் உள்ளவாறு கணக்கிடப்பட்ட இரும்புக் கம்பிகளின் பரப்பளவு சதவீதத்திற்கு ஏற்றவாறு மீண்டும் திருத்தம் செய்து நிகர தடிமனை இறுதியாகக் கணக்கிட வேண்டும்.

இதர வடிவ வகைகள். தற்போது புதிய கட்டடக் கலையின்படிக் கட்டப்படும் பல கட்டடங்களில் கற்காரைத் தளத்தின் பரப்பளவு செவ்வகமாக இல்லாமல் இணைகரமாகவும், முக்கோணமாகவும், பல்கோணமாகவும், வட்டமாகவும் அமைக்கப்படுகிறது. இணைகரத்தளத்தை இருசம செவ்வகமாக எடுத்துக் கொண்டு கணக்கிட வேண்டும். கற்காரைத்தளம் வட்டவடிவில் இருந்தால், அதன் மீது செயல்படும் சுமை வட்டத்தின் மையப்பகுதியை நோக்கியே செயல்படும். ஆதலால் வலிவூட்டும் கம்பிகள் ஆரத்திற்கு இணையாகவும் வட்டத்திற்கு இணையாகவும் வரிசையாக அமைதல் நன்று. கம்பியைச் சதுரமான கட்டங்கள் உள்ள வலை போன்று அமைப்பது எளிதானது.

முக்கோணத் தளம், பல்கோணத் தளம் ஆகியவற்றை வட்டத்தளமாகக் கொண்டு கணக்கிட வேண்டும். அவ்வட்டத்தளத்தின் விட்டம், கோணத் தளத்தின் உள்வட்டம், வெளிவட்டம் ஆகியவற்றின் சராசரி விட்டம் என எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

உத்திரங்கள் இல்லாமல் தூண்களின் மீது அமர்ந்திருக்கக்கூடிய மிகக் குறைந்த தடிமன் உள்ள தளம் (படம்-4)தட்டைத்தளம் (flat slab) எனப்படும். தூண்களின் மீது தாங்கிகளுக்கிடையில் உள்ள இடைவெளியில் கால்பகுதித் தொலைவு உள்ள தளம் தூண் பட்டைத்தளம் எனப்படும். அதற்கு அப்பால் உள்ள தளம் நடுப்பட்டைத்தளம் எனப்படும். பொதுவாக, தூண்பட்டைத் தளம் நடுப்பட்டைத் தளத்தைத் தாங்கி கொள்ளும்.

தட்டைத்தளத்தின் தூண்களின் மேல் பகுதியில் தளத்தைத் தாங்குவதற்கு ஏற்ற விரிவான ஒரு பகுதி அமைந்திருக்கும். அது தூணின் தலைப்பகுதி எனப்படும். இப்பகுதிக்கும் தட்டைத் தளத்திற்கும் இடையே தாழ்வான தளம் ஒன்று இருக்கும்.



படம் 4

தட்டைத் தளத்தைப் பகுப்பாய்வு செய்து அமைக்கும்போது நேர் வடிவமைப்பு முறை (direct design), சமச் சட்டமுறை(equivalent frame) ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி,தொய்வு திருப்புத்திறனைக் கணக்கிடலாம். இந்திய செந்தர எண் 456 - 1978 இன் படி தொய்வு திருப்புத்திறன், துணிப்புத் தகைவு, வலிவூட்டும் கம்பிகளின் அளவுகள் முதலியவற்றைக் கண்டு பிடித்துத் திட்டவரையீடு செய்யலாம்.

- ஏ.எஸ். எஸ்.சேகர்

நூலோதி. I.C. Syal & A.K. Goel, *Reinforced Concrete Structures,* Second Edition, Wheeler & Co Pvt Ltd., Allahabad, 1987.

கற்பூரம் (சித்த மருத்துவம்)

சுளுக்கு, இரணம், நமைச்சல் இவற்றிற்குக் கற்பூரத்தைப் பொடித்து மேலுக்குப் பூசலாம். குங்கிலியத் தைலத்துடன் சிறிது கற்பூரங்கலந்து வாதக் குடைச்சல், கீல்வாதம், பிடிப்பு, மார்புச்சளி இவற்றிற்குப் பூசி ஒற்றடமிடல் உண்டு.

பற்பொடியுடன் இதைச் சிறிது சேர்த்துப் பல் துலக்கி வர வாய் நாற்றம், பற்புழு நீங்கும். இதைப் பொடித்துத் தூவ, துணி முதலியவற்றில் பூச்சிகள்

உண்டாகா. கற்பூரம் 2 பங்கு, அபினி 1 பங்கு சேர்த்துத் தேன் விட்டரைத்து 97.5 மி.கி.க்கு மேற்படாமல் மாத்திரையாக்கிப் படுக்குமுன் அருந்திவர சொப்பன ஸ்கலிதம், நமைச்சல், நாட்பட்ட கீல்வாயு நீங்கும்.

கற்பூரம், காயம் சமஎடை சேர்த்து 195 மி.கி மாத்திரையாக்கி உட்கொள்ள இரைப்பு, உப்புசம் முதலியன நீங்கும். இலிங்கம் 1 பங்கு, கற்பூரம் 1 பங்கு, ஓமம் 1 பங்கு இவற்றைப் பொடித்துத் தேன் விட்டரைத்து 130 மி.கி. அளவுள்ள மாத்திரை செய்து, நாள் ஒன்றுக்கு இரண்டு மாத்திரை வீதம் கொடுத்து வரப் பேதி அதிசாரம், குன்மம், சூலை முதலியன நீங்கும்.

கடுக்காய், நெல்லிக்காய், தான்றிக்காய் இவை ஊறிய நீரில் சூடனைக் கரைத்துக் கண்ணைக் கழுவுதல் உண்டு. மஞ்ஜை, தந்தவேதனை, தலைவலி, சயரோகம் இவற்றிற்குக் கற்பூரம் 30 கிராம், காடி 510 மி.லி. கூட்டித் துணியில் நனைத்து நோயுள்ள இடத்தில் போட்டு, அத்துணியை மேற்படி நீரில் நனைத்துக் கொண்டே இருக்கக் குணமுண்டாகும்.

நீர்த்தாரையில் காணும் தாபிதரோகங்களுக்குக் கற்பூரத்தை 390 மி.கி.-520 மி.கி. வரை கொடுத்து, கற்பூரப் பூசு தைலத்தை மேலுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மகப்பேற்றில் காணும் அபதாகை வாதம், வலிப்பு அல்லது இசிவு இவற்றிற்குக் கற்பூரம் 325 மி.கி., பூரபற்பம் 325 மி.கி. சேர்த்துச் சிறிது தேன் கூட்டி இரண்டு மாத்திரை செய்து ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒரு மாத்திரை வீதம் கொடுத்து, ஆமணக் கெண்ணெய் அல்லது வேறு விரோசனாதிகளைக் கொடுப்பின் குணமுண்டாகும்.

படுக்கை இரணங்களுக்குச் சூடனைப் பட்டைச் சாராயம் அல்லது பிராந்தியுடன் சேர்த்து அலம்பி வரலாம். கற்பூரம் 17.5 கிராம், இரசகற்பூரம் 33 மி.கி., புளியங்கொட்டைத்தோல் மாவு 35 கிராம் இம்மூன்றையும் ஒரு கல்வத்தில் போட்டு, நன்றாகக் கலக்கும்படி அரைத்து, ஒரு தேங்காயின் பூவைக் கல்வத்தில் இருக்கும் மருந்துடன் பிசைந்து அக்கல்வத்திலேயே மருந்து ஒரு பக்கமாகச் சேரும் வண்ணம் சாய்த்து வெயிலில் வைக்கும்போது மஞ்சள் நிறமான தைலமிறங்கும். அந்தத் தைலத்தை வழித்துச் சீசாவில் வைத்துக் கொண்டு காலை, மாலை, பகல் மூன்று வேளையும் மூக்கில் இரண்டொரு துளி விட்டுக்கொண்டு வந்தால் மூக்குப் புண், மூக்கில் நீர்வடிதல் முதலியவை தீரும். கற்பூரமும் வெள்ளெருக்கம் பூவின் இதழ்கள் இரண்டும் கசக்கி வெற்றிலையில் வைத்து மடித்துக் கொடுக்க நீருடையும்.காண்க, கர்ப்பூரம்

- சே. பிரேமா

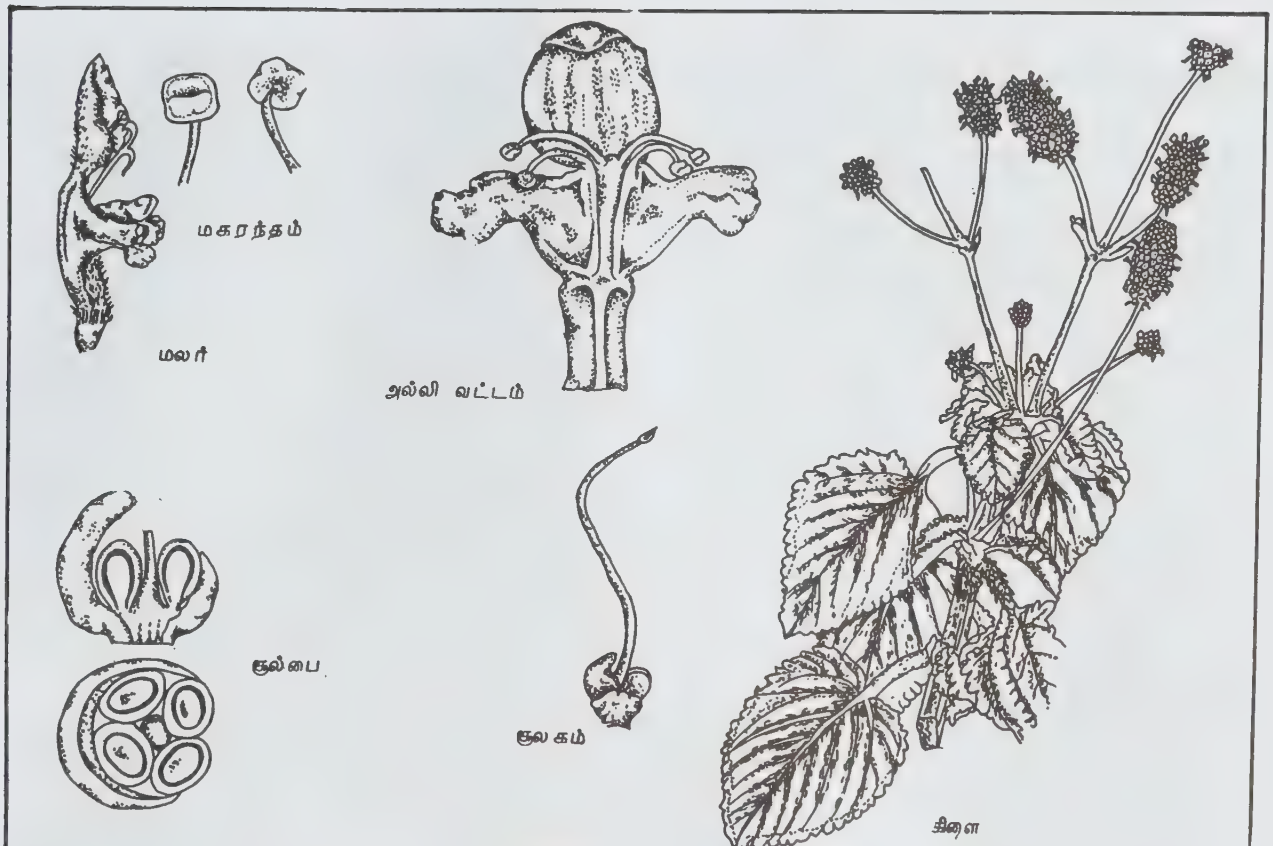
நூலோதி. சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகைமர்மம், பிரோக்ரசிவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை, 1930; முருகேச முதலியார் க.ச. குணபாடம், தமிழ் நாடு அரசு அச்சகம், இரண்டாம் பதிப்பு, 1951.

கற்பூரவல்லிச் செடி

இதன் தாவரவியல் பெயர் அனிசோகைலஸ் கார்னோசஸ் (*Anisochilus carnosus*). இது லேபியேட்டே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மணமுள்ள செடி. இதன் வேறு பெயர்களாவன: கற்பூரவள்ளி, கர்ப்பூரவல்லி, ஓமவல்லி, கல்வல்லி, சேற்றுப்புண்தழை, அங்கயற் கண்ணி, இந்துபரணி, இருடிநங்கை, கருந்தும்பிராச் செடி, கனகவல்லி, சாணமூலி, சாவிரசம்பாரம், சூதத்தைக் கட்டுவாலாமூலி, பாலுகவள்ளி. இச் செடியை இலங்கை, இந்தியா, பர்மா, இமாலயப் பகுதிகளில் காணலாம். மலைப்பகுதிகளில் 400-1500 மீட்டர் உயரத்தில் சரிவுகளில் சாதாரணமாகக் காணலாம். பாறைகளின் மீது சிறிதளவு மண்திட்டு இருக்கும் இடங்களில் இது வளர்ந்திருக்கும். கூட்டமாகக் காணப்படும் இச்செடி இந்தியாவில் மேற்கு இமாலயப்பகுதி, வங்காளம், மத்திய இந்தியப்பகுதி, தென்னிந்தியப் பகுதி ஆகிய இடங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

செடி. கற்பூரவல்லி 30-60 செ.மீ. உயரம் நேராக வளரும் ஒருபருவச் செடியாகும். செடியின் தண்டு தடிப்பாகவும் நாற்பட்டையாகவும் வழவழப்பாகவோ மெல்லிய மயிருடனோ சற்றுச் சிவப்பு நிறமாகவும் காணப்படும். இலைகள் முட்டை வடிவிலும் முனை மழுங்கியும் சதைப்பற்றுடனும் 2.5 — 6.3×1—4 செ.மீ. அளவிலுமிருக்கும். இலை ஓரம் இரம்பப்பல் போன்றது. இலையின் மேற்புறம் வழவழப்பாகவோ ஓரளவு மென்மயிருடனோ இருக்கும். காம்பருகு பகுதி இதய வடிவமாகவோ வட்டமாகவோ இருக்கும். இலைக்காம்பின் நீளம் 13.— 3.2 செ.மீ., மஞ்சரி உருளை வடிவத் தூவி ஆகும். மஞ்சரியின் நீளம் 1.3 - 3.8 செ.மீ., மஞ்சரிக்காம்பும் நீளமானது.

பூக்கள் அக்டோபர்-பிப்ரவரி மாதங்களில் தோன்றும். காம்பற்ற மலர்கள் சிறியவை. அடர்த்தியாக அமைந்துள்ளன. பூவடிச்செதில் 3 மி.மீ. நீளமாக முட்டை வடிவிலும் கூரிய முனையுடனும் மெல்லிய மயிருடனும் சுரப்பிகளுடனும் இருக்கும். தொடக்கத்தில் உதிருந் தன்மை கொண்டது. புல்லி இதழ்கள் மெல்லிய மயிருடனும் வீங்கியுமிருக்கும் 5 மி.மீ. நீளமானது. சிலசமயம் 8 மி.மீ. நீளத்தில் கனியுடன் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். புல்லிக்குழலின் நீளம் 1.5 மி.மீ. மேலுதடு 2 மி.மீ. நீளமானது. கூர் முனையுடையது. இது காயில் முட்டை-ஈட்டி



கற்பூரவல்லிச் செடி

வடிவமாகவும் சிறிய இழைகளுடனும் இருக்கும். முழுமையானது; இது புல்லிக்குழலின் வாய்ப்பகுதியை அடைத்துக் கொண்டிருக்கும். கீழ் உதடு முனை மழுங்கியும் அதன் நுனி காகிதம் போன்று மெல்லிய மயிருடனும் பின்பக்கம் வளைவுற்றும் இருக்கும்.

அல்லி இதழ்கள் 2 உதடால் ஆனவை. வெளிர் ஊதா நிறமானவை. மென்மையான 1 செ.மீ. நீளமான சிறுமயிர் காணப்படும். கீழ்ப்பகுதியில் அல்லிக் குழல் குறுகியிருக்கும். 5×1.5 மி.மீ. அளவிலிருக்கும். குழல் 5 மி.மீ. நீளத்தில் முனை மழுங்கியும் 5 கதுப்புகளைக் கொண்டுமிருக்கும். மேலுதடு முழுமையானது. கீழுதடு 4.0 — 4.5 மி.மீ. அளவானது. சற்றுக் கூரிய நுனியையுடையது. குழல் மென்மையானது. நான்கு மகரந்தத்தாள்கள் ஏற்றத் தாழ்வானவை. இவை 3 மற்றும் 4 மி.மீ. உயரமுடையவை. மகரந்தக் கம்பிகள் பிரிந்தவை. மகரந்தப்பைகள் 0.5 மி.மீ. அளவுடையவை. வட்டத் தட்டு மடலாயிருக்கும். சூற்பை நான்கு பிரிவானது. 1.5 மி.மீ. அளவானது. சூலகத் தண்டு இரு பிளவானது; 1.5 மி.மீ. நீளமானது; கனி 1.25 மி.மீ. விட்டமுடைய முட்டை போன்ற வடிவுடைய சிறு கனிகள் கொண்ட உலர்கனி. இது வழவழப்பாகவும் பளபளப்பாகவும் பழுப்பு நிறமாகவும் உள்ளது. அடித் தழும்பு சிறியது. கனிகள் டிசம்பர் - மே மாதங்களில் தோன்றும்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். ஓமம் அல்லது கர்ப்பூரம் போன்ற மணமுள்ளதும் தடிப்பானதும் எளிதில் கசக்கக் கூடியதும் சாறு மிகுந்துள்ளதுமான இதன் இலையைப் பச்சையாகவோ பிட்டுப்போல அவித்தோ பிழிந்த சாற்றைச் சர்க்கரை அல்லது கற்கண்டுடன் கலந்து குழந்தைகளுக்குக் கொடுக்கச் சளி, இருமல், மாந்தம் முதலியவை தீரும். இந்தச் சாற்றில் கோரோசனை மாத்திரையை இழைத்தும் புகட்டுவதுண்டு. இது தென்னிந்தியாவில் குழந்தைகளின் இருமல் மற்றும் சளியைப் போக்கும் சிறந்த மருந்துச் செடி. இலையை மோர்க்குழம்பில் போட்டால் அதன் மணமும் சுவையும் குணமும் மிகும். வீட்டுத் தோட்டங்களில் வைத்து வளர்க்கக் கூடிய பயனுள்ள சிறந்த மூலிகைகளில் இது ஒன்று. புதிய இலைச் சாறு குளிர்ச்சியைத் தரும். இலைச்சாற்றுடன் சர்க்கரை நல்லெண்ணெய் கலந்து தலைக்குக் குளிர்ச்சியூட்டுவதற்குத் தடவலாம்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

நூலோதி. K. R. Kirtikar and B.D. Basu, *Indian Medicinal Plants*, Vol. 3, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dun, 1980.

கற்றாழை (சித்த மருத்துவம்)

கற்றாழையை உலர்த்தி முறைப்படி பொடியாகச் செய்து உண்டால் எப்போதும் இளமையாக வலிமையுடன் வாழலாம். இளமடலுடன் சீரகம், கற்கண்டைச் சேர்த்தரைத்து, இரத்தமும் சளியும் கலந்த கழிச்சலுக்குக் கொடுக்கலாம். மஞ்சள் சிறிது சேர்த்து அரைத்து, தொடக்கப் பிலீக வளர்ச்சிக்கு, 10-20 கிராம் வரையில் கொடுக்கலாம்.

கற்றாழையின் சோற்றை எடுத்துப் பலமுறை கழுவி அதில் சிறிது படிகாரம் அல்லது சீனாக்கற்கண்டைச் சேர்த்துச் சிறு துண்டில் முடிந்து தொங்க விட அதில் நீர் வடியும். இதைக் கண்களில் விட கண் நோய், கண் சிவப்பு, பார்வைக் குறைவு முதலியன மாறும். இதன் சாற்றை, வெப்பத்தைத் தணிப்பதற்காகும் பற்பச் செந்தூரங்களுக்குத் துணை கொள்ளலாம். பற்பச் செந்தூரம் செய்யவும் உதவும்.

இதன் சாற்றைக் கொண்டு எண்ணெய், நெய், லேகியம் முதலியனசெய்து மேற்கூறிய நோய்களுக்குக் கொடுக்கலாம். இந்தச் சாற்றை வெதுப்பி மாந்த நோய்களுக்கும், நீர் வேட்கைக்கும் கொடுக்கலாம். வீக்கங்களுக்குப் பூச, அவை தணியும். சிறிது அபினி சேர்த்துத் தலைக்குப் பற்றிடத் தலைநோய் நீங்கும். நல்லெண்ணெய் ஓர் எடையாகக் கலந்து காய்ச்சித் தலையில் தடவி வர உறக்கம் வரும். வெண்ணெய், கற்கண்டு, வால் மிளகுத்தூள் இவற்றைச் சாற்றுடன் சேர்த்துண்ண நீர்ச்சுருக்கு, உடலரிப்பு, உள் வெட்டை நீங்கும்.

இச்சாற்றைஎடுத்து எண்ணெயிலிட்டுக் காய்ச்சித் தலைக்குத் தேய்த்துத் தலை மூழ்கிவர மயிர் வளரும்; தூக்கம்வரும். சிற்றாமணக்கெண்ணெய் 350 கிராமில் கற்றாழைச் சோறு 87.5 கிராம் ஊறவைத்து அரைத்து, வெந்தயம் 300 கிராம், சிறிதாக அரிந்த வெள்ளை வெங்காயம் 1 சேர்த்துக் காய்ச்சிப் பதத்தில் இறக்கி வடிகட்டி அதைக் காலையிலோ, இரவில் உறங்கும் முன்னரோ 16 மி. லி. சாப்பிட்டு வர உடற்சூடு நீங்கும்.

கற்றாழைப்பாலைக் கண் இரப்பையில் உண்டாகும் புண்களுக்குத் தடவலாம். இரும்பு அல்லது எஃகு இதனால் நீறாகும். கற்றாழைச் சோற்றில் கடுக்காய்ப் பொடி தூவி வைத்திருந்தால் நீருண்டாகும். அந்த நீரில் திப்பிலியை வறுத்துப் பொடித்த தூள் வெருகடி தூவிக் கொடுக்கப் பிள்ளைகளுக்கு உண்டாகும் நோய் தீரும்.

காற்றாழைச் சோற்றை ஏழுமுறை கழுவிப் பின்னைக் காயளவெடுத்து அதில் வெருகடி சீனி சர்க்கரையும், ஒரு சிட்டிகை கல்நார் பற்பமும் வைத்துக் காலை, மாலை இருவேளையும 10 நாள் சாப்பிட, தீராத சூடு, வெள்ளை தீரும். கற்றாழைச் சோறும், பசும்பாலும் கலந்து காலை, மாலை பின்னைக்காயளவு உண்டுவந்தால் மூலச்சூடு தணியும். விந்து கட்டும். சொறி, சோகை முதலியவை தீரும்.

கற்றாழைச் சோற்றை ஏழுமுறை கழுவி எடுத்துக் கொண்டு ரணம் கண்டு அதற்கு மேல் வீக்கமுண்டாயிருக்கும் லிங்கத்தின் மீது ஓர் இரவு வைத்துக் கட்ட வாடிப் போகும். கற்றாழைச் சருகு, வேம்பின் பட்டை, கடுக்காய், கார்கோலரிசி இவற்றைச் சிதைத்துக் கியாழம் செய்து கொடுக்க இரண்டொரு முறை பேதியாகிக் காய்ச்சல் தணியும்.

கற்றாழைச்சாறு, நெல்லிக்காய்ச்சாறு, முசுமுசுக்கைச்சாறு வகைக்கு 251 மி. லி., நல்லெண்ணெய் 2. 6 லிட்டர், மதுரம் 35 கிராம் அரைத்துப் போட்டுக் காய்ச்சி முழுகிவரக் காய்ச்சல், கால் எரிச்சல் தீரும். கற்றாழைப் பாலை நீரில் கரைத்துக் கொதிக்க வைத்து, விழுந்து அடிபட்டு வீங்கிய வீக்கம், நடக்க முடியாத வலி, பக்க நோய் இவற்றிற்குப் பற்றிடப் போகும்.

கற்றாழஞ்சருகு, ஆலஞ்சருகு, முக்காவேளை வேர், முருங்கை வேர்ப்பட்டை வகைக்கு 105 கிராம், நொச்சி வேர் 140 கிராம் இவற்றை இடித்து 10.4 லிட்டர் நீரில் போட்டு 2.6 லிட்டராக வற்ற வைத்து வேளை ஒன்றிற்கு 250 மி. லி. வீதம் மூன்று வேளை கொடுக்கத் தீரும். கற்றாழஞ்சருகு, முத்தக்காசு, கருணைக்கிழங்கு, மெருகக்கிழங்கு, சுக்கு, சித்திர மூலம், மருட்கிழங்கு, கடுக்காய், பிரண்டை, கொன்றைப்பட்டை, புளிமடற்கிழங்கு, காட்டுக் கருணைக்கிழங்கு இவற்றை ஓர் எடையாகப் பாலில் அவித்துலர்த்தி இடித்துச் சூரணஞ்செய்து, சர்க்கரை கலந்து ஒரு மண்டலங்கொடுக்கத் தீரும்.

கற்றாழஞ்சோற்றில் கடுக்காயைப் பொடித்துப் போட்டுச் சிறிது நேரம் வைத்திருந்து பிழிந்து வடிகட்டின நீர் 501 மி. லி. பொரித்த வெண்காரம் 3.5 கிராம், பனைவெல்லம் 8.75 கிராம் சிதைத்துப் போட்டுக் கொடுக்க நீரடைப்பு நீங்கும்.

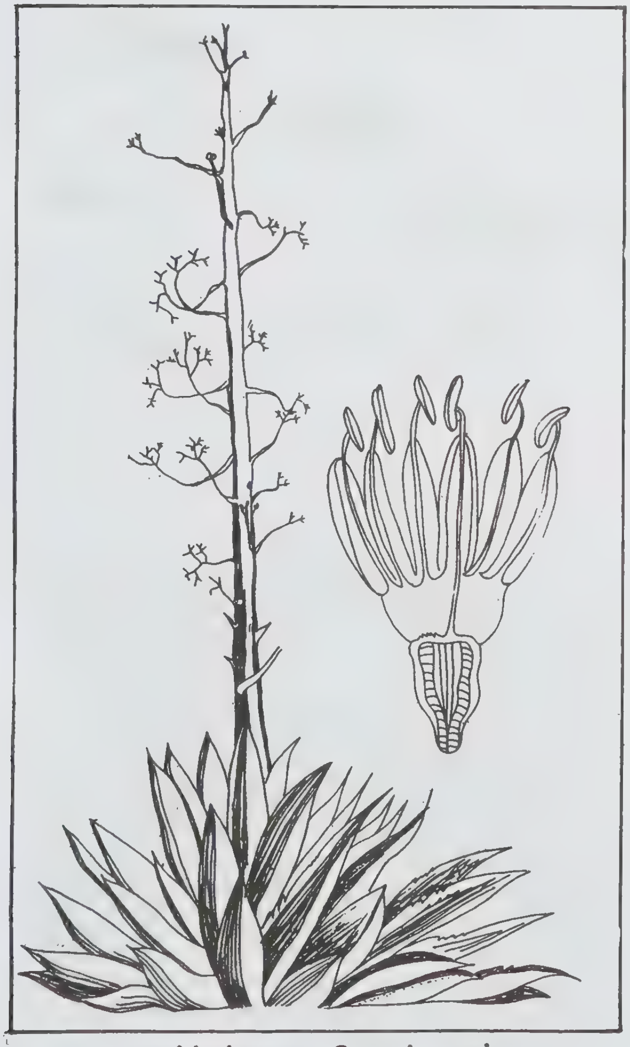
- சே. பிரேமா

கற்றாழை (தாவரவியல்)

இது சோற்றுக் கற்றாழை, நார்க்கற்றாழை என இருவகைப்படும்.

சோற்றுக்கற்றாழை. இதைச் சிறு கற்றாழை என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப்பெயர் ஆலோ வெரா (*Aloe vera*) இது லில்லியேசி என்னும் குடும்பத்தைச்

சேர்ந்தது. இதில் ஏறத்தாழ 180 இனங்கள் உள்ளன. இவற்றின் தாயகம் ஆஃப்ரிக்காவின் கிழக்கு, தெற்குப் பகுதியாகும். அங்கிருந்து இவற்றில் பல இனங்கள் இந்தியா, கிழக்கிந்திய, மேற்கிந்தியத் தீவுகள், ஐரோப்பாவின் பல பகுதிகள் முதலிய இடங்களுக்கு எடுத்துச் சென்று வளர்க்கப்பட்டுள்ளன. பெரும் பாலான இனங்கள் செடிகளானாலும் ஒரு சில மரம் போல வளர்கின்றன. இவை நீரற்ற பாலை, பாறைப் பகுதிகளிலும் வளரும். இலை தடித்து மெத்தென்றிருக்கும். விளிம்பிலும் நுனியிலும் கூரிய முள்களுண்டு. தண்டு மிகக் குட்டையாக இருப்பதால் இலைகள் தரைக்கருகிலேயே படர்ந்திருக்கும். இலை யிலிருந்து கிடைக்கும் சாறு கசப்பும் கெடுநாற்றமும் கொண்டுள்ளமையால் விலங்குகள் உண்பதில்லை. சாற்றைச் சூரிய வெப்பத்தில் அல்லது இளஞ்சூட்டில் காய்ச்சி நீர் வற்றச் செய்து மூசாம்பரம் அல்லது கரிய போளம் என்னும் மருந்து தயாரிப்பர். பல நோய் களுக்கும் இது மருந்தாகும். இலைச் சாறு கண் வலிக்கு ஒற்றடம் கொடுக்கப் பயன்படும். இதை நல்லெண்ணெயில் சேர்த்துக் காய்ச்சி தலை முழுகி னால் குளிர்ச்சியாக இருக்கும். இதை நாள்தோறும் தடவத் தலை மயிர் வளரும்.



நார்க்கற்றாழை - செடியும், பூவும்

நார்க்கற்றாழை. இதை ஆனைக்கற்றாழை, இரயில் கற்றாழை எனவும் குறிப்பிடுவர். அமரில்லிடேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதில் பல இனங்கள் உள்ளன. சிசலினா, அமெரிக்கானா, கான்டலா என்பவை இந்தியாவில் காணப்படும் நார்க்கற்றாழைகளில் மிக முக்கியமானவை.

அமெரிக்காவில் வெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் 250க்கும் மேற்பட்ட இனங்கள் உள்ளன. அங்கி ருந்துதான் இவை பிற நாடுகளுக்கு எடுத்துச் சென்று வளர்க்கப்பட்டன என்று தெரிகிறது. கி.பி. 15 ஆம் நூற்றாண்டில் போர்ச்சுகீசியரால் இந்தியாவுக்குக் கொண்டு வரப்பட்ட நார்க்கற்றாழை தற்போது அனைத்து இடங்களிலும் பரவியுள்ளது. தென்னிந்தி யாவில் இரயில் (புகைவண்டி) பாதையின் இரு மருங் கிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுவதால் இதை ரெயில் (புகைவண்டி) கற்றாழை என்பர். வேலிகளி லும் இது காணப்படும். மைசூர், கர்நாடகப் பகுதி களில் சிசலினா இனம் மிகுதியாகப் பயிர் செய்யப் படுகிறது. சிறு தொழில்களுக்குப் பயன்படும் நார் இரயில் கற்றாழையிலிருந்து கிடைக்கிறது.

கற்றாழைச் செடியில் தரை மட்டத்தில் தண்டைச் சுற்றி மடல்கள் நெருக்கமாகக் கிளைக் கின்றன. தண்டிலும் மடலிலும் சாறு மிகுந்திருக்கும். தண்டு கிளைப்பதில்லை. பொதுவாக மடல்கள் சதைப் பற்றுடன் 100-150 செ.மீ. நீளமும், 10-15 செ.மீ. அகலமும் கொண்டவை. ஓரங்களில் முள்களுடையன. மடல்கள் பளபளப்பானவை.

பயிர் செய்யும் முறை. மழை குறைவாக உள்ள மேட்டுப் பகுதிகளிலும் சாகுபடிக்குப் பயன்படாத கரடு முரடான தரிசு நிலங்களிலும் நார்க்கற்றாழை நன்கு வளரும். வளம் நிறைந்த மண்ணில் விளையும் இதில் சதைப்பற்று மிகுதியாகி நார் குறைந்துவிடு கிறது என்பதால் மிகுதியாகப் பயிர் செய்வதில்லை. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள், மெக்சிகோ, கிழக்கு, மத்திய ஆஃப்ரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் இது பெரும் பான்மையாகப் பயிர் செய்யப்படுகிறது.

தரையடிக்குருத்து, அடித்தண்டின் ஒட்டுறுப்பு, மலர்க்காம்பின் முடி இவற்றில் ஒன்றை நட்டு இதைப் பயிர் செய்யலாம். இவற்றை நடுவதற்கு முன் நாற் றுப் பாத்தியில் ஓராண்டு வரை வைத்திருக்க வேண் டும். மழைக்காலத் தொடக்கத்தில் 3-3½ மீட்டர் இடைவெளி விட்டுப் பெரிய குழிகளிலிட்டு நாற்று களை நடவேண்டும். செடிகள் நன்கு வளர்ந்து படர்ந்து கிளைக்கும் வரை நீர் விட்டு, களையெடுக்க

வேண்டும். நட்ட நான்காம் ஆண்டு முதல் நாருக்காக மடல்களை வெட்டி விடலாம். நார்க்கற்றாழையின் வயது 15 ஆண்டுகள், நன்றாகப் பலன் தந்து மலர் விட்டவுடன் மடிந்து விடும். இது ஒரு முறையே பூக்கும் செடியாகும்.

நார் எடுத்தல். பச்சை மடல்களிலிருந்தோ, மடல்களை நீரில் ஊற வைத்து அழுகிய பின்போ நார் எடுப்பர். பச்சை மடல்களின் நுனிகளையும் முள்களையும் நீக்கி, மடல்களை உருளைகளிலிட்டுச் சோற்றை நீக்குவர். பிறகு எளிதாக நாரைச் சீவி எடுத்து நீரில் கழுவி உலரவைப்பர். மடல்களை நீரில் ஊற வைத்து எடுப்போர் 15-20 நாள் ஊற வைத்துத் தானாகப் பிரியும் நாரை எடுத்து நீரில் கழுவி உலர வைப்பர். இடத்தின் தன்மைக்கும் மண் வளத்துக்கும் ஏற்ப நாரின் அளவு வேறுபடும். பொதுவாக நல்ல விளைச்சல் என்பது ஓர் ஏக்கருக்கு 4000 கிலோ நார் ஆகும். மேட்டு நிலங்களில் 1500 கிலோவுக்கு மேல் கிடைப்பதில்லை.

பயன். கற்றாழை நார் கயிறு திரிக்கப் பயன்படுகிறது. இக்கயிறுகள் உறுதியாக நீண்ட நாள் வரை பயன்படுவதால் இவை வேளாண்மையில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன, நாரினால் காலணிகளும், பைகளும் செய்யப்படுகின்றன. சில இடங்களில் தண்டின் உள்ளே கிடைக்கும் சோற்றை வேக வைத்து உண்பதும் உண்டு. சாற்றை நொதிக்க வைத்து ஒரு வகை மதுவும் தயாரிக்கின்றனர்.

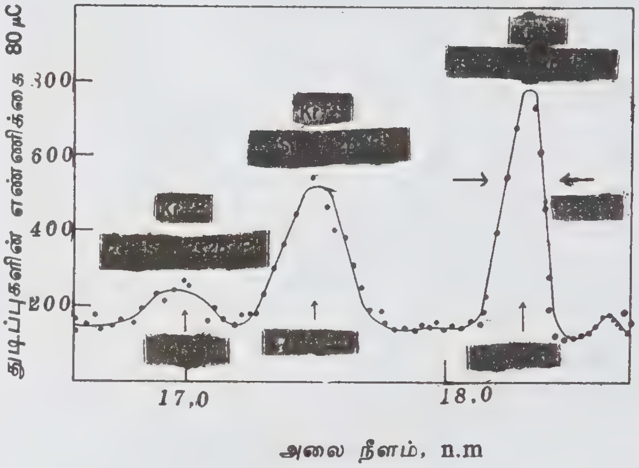
பூச்சிகளும் நோய்களும். பொதுவாக இவை பூச்சிகளால் தாக்கப்படுவதில்லை. எனினும் எப்போதேனும் சில வண்டுகள் மடல்களைத் துளைத்து அழிக்கும். பூஞ்சண நோய் காரணமாக மடல்களில் புள்ளி உண்டாகும்.

- கு. சம்பத்

கற்றைப் படல நிறமாலையியல்

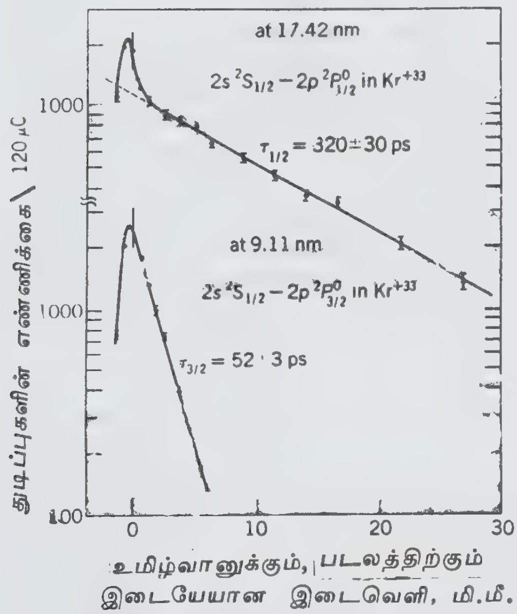
ஒற்றை அணு அயனிகளிலும் (mono atomic ions), அணுக்களிலும் கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகளின் சராசரி ஆற்றலையும், அவற்றின் சராசரி ஆயுள் நேரத்தையும் காணப் பயன்படும் முறைகளில் ஒன்றே கற்றைப் படல நிறமாலையியல் (beam foil spectrometry) ஆகும். ஏதாவது தனிமத்தின் துகள் கற்றைகள் ஒரு துகள் முடுக்கியால் ஆற்றலூட்டப்பட்டு வெற்றிடத்தில் ஒரு மெல்லிய படலத்தினூடே (பொதுவாக, கார்பன் படலம்) செலுத்தப்படுகின்றன. படலத்திலிருந்து துகள் வெவ்வேறு அயனியாக்க நிலைகளில் வெளிவருகின்றன. இந்த அயனியாக்க நிலைகளில் எண்ணற்ற ஆற்றல் நிலைகள் கிளர்வூட்டப்படுகின்றன. கற்றையானது படலத்திலிருந்து செல்லும் வழியில், கிளர்வூட்டப்பட்ட ஆற்றலில் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் இழப்பு, அயனிகள் வெளியிடும் மின்காந்தக் கதிர் வீச்சின் மூலமாகவோ அயனிகளில் இருந்து கிளம்பும் எலெக்ட்ரான்கள் மூலமாகவோ கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது. கற்றைப் படல ஆய்வுகளில் பெரும்பான்மையானவை ஒளி உமிழ்வு பற்றியவை.

ஒளியியல் நிறமாலை. ஒளிக்கதிர் வீச்சின் அலை நீளங்கள் (4-700 nm வரை) விளிம்பு விளைவு கீற்றணிகள் கொண்டு கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. பெரும ஆற்றல் உள்ள எக்ஸ் கதிர்கள் போன்ற கதிர்வீச்சுகள் ஆற்றல் உணரும் தன்மையுள்ள வித்தியம் சேர்க்கப்பட்ட சிலிக்கன் படிகங்கள் கொண்டு ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. இவ்விரு முறைகளிலும் கதிர்வீச்சு, மின் துடிப்புகளாக மாற்றப்பட்டு, பெருக்கப்பட்டு எண்ணப்படும் இத்துடிப்புகளின் எண்ணிக்கை அலைநீளத்திற்கெதிராக வரைபடத்தில் குறிக்கப்படுகிறது. அத்தகைய வரை படம் (நிறமாலை) ஆய்வில் உள்ள தனிமத்தைப் பொறுத்துக் குறிப்பிட்ட அலைநீளங்களில் வெவ்வேறு செறிவுள்ள முகடுகளைக் கொண்டுள்ளது. படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ள நிறமாலையில் மூன்று நிறமாலை முகடுகள் காட்டப்பட்டுள்ளன. முகடுகள் மீது எழுதப்பட்டுள்ள குவாண்ட்டம் இயங்கியல் குறியீடுகள் அந்நிறமாலை முகடுகளின் தோற்ற மூலத்தைக் குறிக்கின்றன.



படம் 1. 714 MeV அயனிகளை 600 மைக்ரோகிராம் செ.மீ. தடிமன் கொண்ட கார்பன் படலத்தின் வழியாகச் செலுத்திக் கிளர்வூட்டப்பட்ட கிரிப்ட்டானின் நிறமாலை.

சராசரி ஆயுள். ஓர் ஆற்றல் நிலையின் குவாண்ட்டம் இயங்கியல் தன்மையையும் அவ்வாற்றல் நிலை ஒளி வெளியிடுதல் மூலமாயும் ஒளி உட்கவர்தல் மூலமாயும் வேறு ஆற்றல் நிலைகளோடு கொண்டுள்ள தொடர்பையும் பற்றிய தெளிவான உண்மைகளை அவ்வாற்றல் நிலையின் சராசரி ஆயுளைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் அறியலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட நிறமாலைக் கோட்டின் செறிவு, உமிழ்வான் படலத்திற்கும் கிளர்வூட்டும் படலத்திற்கும் இடைப்பட்ட தொலைவைப் பொறுத்து மாறுவதை ஆய்வதன் மூலம், சராசரி ஆயுள்கணக்கிடப்படுகிறது. தற்போது பெரும அளவு அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட முறைகளில் சராசரி ஆற்றலை அளக்கப் பயன்படும் ஒரே ஆய்வு முறை, கற்றைப் படல நிறமாலை முறையாகும். இவ்வாய்வு முறைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு, படம் 2 இல் தரப்பட்டுள்ளது. இதில் பயன்



படம் 2. படம்-1இல் கூறிய முறையில் கிளர்வூட்டப்பட்ட கிரிப்டான் அயனிகளின் இரு ஆற்றல் நிலைகளின் ஆயுள்.

படுத்தப்படும் கிளர்வூட்டு முறை, படம் 1இல் பயன்படுத்தப்பட்டதே ஆகும். I எனும் குறியீடு சராசரி ஆயுளைக் குறிக்கும். அதன் கீழ்க்குறியீடு, எந்த எலெக்ட்ரான் நிலை சிதைவடைகிறது என்பதைக் குறிக்கிறது. படம்-2இல் 9.11 nm கோடு முதல் நிலைச் சிதைவைக் (first order) காட்டுகிறது. படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ள 18.21 nm கோடு இதைச் சார்ந்த இரண்டாம் நிலைச் சிதைவைக் குறிக்கும்.

அயனியாக்கல் வீதம் (degree of ionisation). இம்முறையில் ஏற்படும் அயனியாக்கலின் வீதம், அயனிகளின் அணு எண்ணையும் அதன் ஆற்றலையும் பொறுத்தது. முதலில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் சில மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் கொண்ட, தனிம வரிசை அட்டவணையின் கீழ்முனையில் உள்ள அணுக்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. பின்னர், இயற்கையாகக் கிடைக்கும் 94 தனிமங்களில் ஏறத்தாழ 64 தனிமங்கள், 900 MeV ஆற்றல் வரை பயன்படுத்தப்பட்டன. 900 MeV ஆய்வுகளில் கலிஃபோர்னியா பல்கலைக் கழகத்தின்லாரன்ஸ் பெர்க்லி ஆய்வகத்தில் உள்ள கன அயனி நேர்கோட்டு முடுக்கியில் (heavy ion linear accelerator-HILAC) முடுக்கம் பெற்ற ரேடியம்-45 பயன்படுத்தப்பட்டது. இதைப்போன்று 714 MeV ஆற்றல் கொண்ட கிரிப்ட்டான்-36 தனிமங்கள் கொண்டு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளின் முடிவுகளே படம் 1, 2இல் தரப்பட்டுள்ளன.

இவ்வாய்வுகளிலும் படுகற்றையில் உள்ள துகள்கள் எலெக்ட்ரான்களை இழந்து லித்தியம் போன்று மூன்று எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அயனிகளும் பெரிலியம் போன்று நான்கு எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அயனிகளுமே எஞ்சி நின்றன. படம் 1இல் உள்ள நிறமாலை, படம் இரண்டில் உள்ள சராசரி ஆயுள்கால மாறுதல் ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆய்வுகள், எஞ்சிய இவ்வெலக்ட்ரான்களின் நிலைமாறுதல்களைக் குறிக்கின்றன. ஒரு மிகுவெப்பநிலை அயனிக் குழுவில் (hot plasma) இந்த அளவு அயனியாக்க வீதம் பெற 2.5×10^7 °C அளவு வெப்பநிலை தேவை.

சார்புக் கொள்கை விளைவுகள் (relativistic effects). மிகு அளவு அயனியாக்கம் பெற்ற அணுக்களின் எலெக்ட்ரான்களில் செயல்படும் கூலூம் விசையின் அளவும் மிகுதியாதலால் இந்த எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகம் ஒளியின் திசை வேகத்தில் ஒரு குறிப்பிடும்படியான பின்ன அளவாக இருக்கும். இதனால் இவ்வெலெக்ட்ரான்களின் இயக்கம் சார்புக் கொள்கை இயக்க விதிகள் கொண்டு ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டும். அத்தகைய கணக்கீடுகள் மிகுந்த சிக்கல் நிறைந்தவையாதலால் பெறப்படும் தகவல் ஆய்வு செய்ய எவ்வகைக் கணக்கீடு சிறந்தது என்பது குறித்து ஐயப்பாடுகள் உள்ளன. கற்றைப் படல நிறமாலை மற்றும் சராசரி ஆயுட்கால ஆய்வுகள் இக்கொள்கைகளின் ஐயப்பாடுகளை நீக்குவதற்காகவே செய்யப்படுகின்றன.

கிரிப்ட்டான் கொண்டு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் இரும்பு தனிமம் துகள்கள் கொண்டு செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள், ஆற்றல் நிலைகளின் ஆயுட் காலத்தைக் கணக்கிலிட்டு இருமுனைத் (dipole) திசைவேகமுறைக் கணக்கீட்டைவிட இருமுனை நீளமுறைக் கணக்கீடு சிறந்தது எனக் காட்டும். இயல்பாகத் தடுக்கப்பட்ட (forbidden) நிலை மாற்றங்கள், அனுமதிக்கப்பட்ட

நிலை மாற்றங்களைவிடப் பெருமளவில் நடைபெறுவதுசார்புக் கொள்கையால் ஏற்படும் குறிப்பிடத்தக்க விளைவு ஆகும். அத்தகைய விளைவுகள் HILAC-இல்செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளில் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

லாம்ப் நகர்வு (Lamb shift). லாம்ப் என்பார், டிராக்கின் ஹைட்ரஜன் கொள்கை மாற்றி அமைக்கப்பட வேண்டும் எனக் கூறினார். இது அணுக் கொள்கையில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றத்தை ஏற்படுத்தியது. லாம்ப் குறிப்பிட்ட மாற்றம் ஒற்றை எலெக்ட்ரான் அணுக்களின் ஆற்றல் நிலைகளில் சிறு மாற்றங்களை ஏற்படுத்தியது. இந்த மாற்றம் லாம்ப் நகர்வு எனப்பட்டது. இந்த நகர்வு அயனியின் அணு எண்ணைப் பொறுத்து மாறுந்தன்மை உடையது என்பது குளோரின், ஆர்கான் ஆகியவை வரை உள்ள ஒற்றை எலெக்ட்ரான் அயனிகளில் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் மூலம் மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.

லாம்ப் நகர்வு இரட்டை எலெக்ட்ரான் அயனிகளிலும் ஏற்படுகிறது என்பது ஆக்சிஜன் வரையுள்ள அயனிகளில் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளது. கற்றைப் படல இடையீடு (beam foil interaction) இக்கிளர்வூட்டு நிகழ்ச்சிக்குக் காரணமான அடிப்படைக் கொள்கை இதுவரை சரியாக அறியப்படவில்லை. கிளர்வுறு ஆற்றல் நிலைகளின் சார்பு, துகள் தொகை (relative population) துகள்களின் ஆற்றல், அயனியின் அணு எண் ஆகியவற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட ஓர் அடிப்படைச் சமன்பாட்டைப் பெற ஆய்வுகள் நடைபெறுகின்றன.

-வெ. ஜோசப்

நூலோதி. C.N Banwell, *Fundamentals of molecular Spectroscopy*, 3rd Edition, Tata McGraw-Hill Company Limited, New Delhi, 1983.

கறி உப்பு

வெந்நீரில் கறி உப்புப் பற்பத்தைக் கொள்ள, கபம் மீறி அதனால் வரும் தலையிடிப்பு, உன்மத்தம், பெரும்பாடு, மகோதரசூலை, மூர்ச்சை ஆகியவை போகும். மிளகுத்தூள், கடுகுத்தூள் ஆகியவற்றை வகைக்குச் சம எடை கலந்து அதில் 1 கிராம் மேற்கூறிய பற்பம் கலந்து வெந்நீரில் கொள்ள, வாத பித்தம் இவற்றால் உண்டாகும் வல்லைசக்தி, ஈளை, இருமல், பாண்டு, விக்கல் இவை தீரும்.

கறி உப்புப் பற்பத்தைத் தேனில் கொள்ள, வாத மீறி அதனால் வரும் பாரிச வாயு, பிடிப்பு, உப்புசம், இரைப்பு போன்றவை தீரும். கறிஉப்புப் பற்பத்துடன் திப்பிலிப் பொடி, தேன் இவற்றைக் கலந்து தர வாதம் கபம் அல்லது பித்தத்துடன் வரும் நேத்திரவாயு, மாலைக்கண், புழுவெட்டு, புளிச்சக்கண், சன்னி, பித்தகாரகம், சயம் போன்றவை தீரும். புளித்த பசுவின் மோரில் மேற்கூறிய பற்பத்தைக் கொள்ள பித்தம் மீறி அதனால் வரும் கை கால் எரிவு, வாய் நீர்ப்பெருக்கு, பிரமயம் கண் புகைச்சல் தீரும்.

தூய்மை செய்த கறி உப்பு 280 கிராம் படிகாரம் 210 கிராம் பொடித்து, 280 கிராம் கடலைப் புளிப்புச் சேர்த்து வாலையிலிட்டு வடித்தால் திராவகம் இறங்கும். இதில் 5 துளி நீரில் கலந்து கொடுக்க மந்தாகினி, துர்ப்பலம், வாதநோய், செரியாமை முதலிய நோய்கள் தீரும். கறி உப்பை நீரிலிட்டு அரைத்து, நச்சுக் கடிவாயின் மீது பற்றிட்டு அனலில் காட்ட நச்சுவேகம் குறையும். உப்பை நீரில் கரைத்து, அத்தெளிநீரைத் தேள் கடிக்குக் கண்ணில் சில துளிகள் விட நஞ்சு நீங்கும்

உப்பு 4மி.லி. எடுத்து 546மி.லி. வெந்நீரில்கரைத்துக் கொப்பளிக்க, தொண்டைக் கட்டு, தொண்டை வீக்கம், பல்ஈரல் வீக்கம் முதலியவை நீங்கும். உப்பை 35 கிராம் எடுத்துத் துணியில் முடிந்து, கொதிக்கும் எண்ணெயில் தோய்த்துத் தாங்கக்கூடிய சூட்டில் ஒற்றடமிட வீக்கமும் அதனால் உண்டாகும் வலியும் தணியும். மேலை நாட்டு முறைப்படி ஊழிநோயில் நாடி காணப்படாதவர்களுக்கு உப்பை அளவுடன் நீரில் கரைத்து இரத்தக்குழாய் வழியாக உட்செலுத்துவதுண்டு. பாதத்திலுள்ள ஆணி, முள் முதலியவற்றை எடுத்துவிட்டு அவ்விடத்தில் உப்புப் பொடியை வைத்தால், அதனால் ஏற்படும் நச்சுத் தன்மைகள் வாரா.

உப்பையும், புளியையும் சம அளவு நீரில் கரைத்துக் கொதிக்க வைத்து, குழம்புப் பதத்தில் எடுத்து இளஞ்சூட்டில் அடிபட்ட வீக்கம், சுளுக்கு இவற்றிற்குப் பற்றிட இரத்தக்கட்டு கரைந்து வலி நீங்கி விடும். காதிலேனும், குதத்திலேனும், ஈ, எறும்பு, அட்டை புகுந்து கொண்டால் அவற்றை வெளிப்படுத்த உப்பு நீரைப் பாய்ச்சுவதுண்டு. உப்புக் கரைத்த நீரை ஆசனவழியில் செலுத்த, கீழ்க்குடலிலுள்ள கீரிப் பூச்சிகள் வெளிப்படும். காடிக்காரம் உண்டவர்களுக்கு உப்பை நீரில் கரைத்துக் குடிக்கச் செய்ய, அதனால் உண்டாகும் நஞ்சு முறியும்.

மீன், மாமிசம், காய்கறி இலை அழுகிக் கெடாமல் இருப்பதற்கு உப்பைச் சேர்த்துப் பாடம் செய்வர். 2.6 லிட்டர் கறிஉப்பில் எருமைமோர், வரிக்குமட்டிச் சாறு வகைக்கு 2.6 லிட்டர் இந்துப்பு, வெடியுப்பு, சவுட்டுப்பு, வளையலுப்பு வகைக்கு 3.5 கிராம் வீதம் நீராகாரத்தில் கொள்ள அனைத்துக் குன்மங்களும் தீரும்.

கலியாண முருக்கஞ் சாற்றிலாவது, சீமை அகத்திச் சாற்றிலாவது சோற்றுப்பைக் கூட்டிக்

கரைத்து அல்லது அரைத்துப் படைகளின் மீது தடவினால் உதிர்ந்து போகும். கறி உப்பு 2.6 லிட்டர், பூநீறு 2.6 லிட்டர், வெடியுப்பு 1.3 லிட்டர் இவற்றைத் தனித்தனியே நீரில் கரைத்து வைத்து மறுநாள் தெளிவை இறுத்துக் கலந்து அதில் 17.6 கிராம் பெருங்காயத்தைப் பொடித்துப் போட்டுக் காய்ச்சி வேளை ஒன்றிற்கு ஒரு லிட்டர் நீராகாரத்தில் கொடுக்க, குன்மம் தீரும்.

- சே. பிரேமா

நூலோதி. சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகைமர்மம், பிரோக்ரசிவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை, 1930; முருகேச முதலியார் க.ச. குணபாடம், தமிழ் நாடு அரசு அச்சகம், இரண்டாம் பதிப்பு, 1951.

கறிப்பலா

இதன் தாவரவியல் பெயர் ஆர்ட்டோகார்பஸ் கம்யூனிஸ் (*Artocarpus communis*). இது மோரேசி (*Moraceae*) குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இதன் தாயகம் பாலினேசியா எனக் கருதப்படுகிறது. பாலினேசியாவில் இது இன்றியமையாத உணவுப் பயிராகவும், காய்கறியாகவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பாலினேசியாவிலும் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் இப்பழங்களைச் சிலரே உண்கின்றனர்.

டச்சுக்காரர்கள் மூலமாக இந்தியாவிற்குள் வந்ததாகக் கருதப்படும் இம்மரம் 21°-32°C வெப்பமுள்ள பகுதிகளிலும், ஆண்டுக்கு 1500-2500 மி.மீ. மழை பொழியும் இடங்களிலும் நன்கு வளர்கிறது. காற்றின் ஈரப்பதம் 70-80% இருக்கும் இடங்களிலும் நீர் தேங்காத அனைத்து வகை மண்ணிலும் இதைப் பயிர் செய்யலாம். ஆனால் செம்புரை மண்ணும் செம்மண்ணும் மிகவும் ஏற்றவை. தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி மலைப்பகுதியிலும், கர்நாடக கேரள மாநிலங்களின் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் பெருமளவில் பயிரிடப்படுகிறது. இளமரத்திற்கு நிழல் மிகவும் இன்றியமையாதது. இம்மரம் ஏறத்தாழ 20 மீட்டர் உயரம் வளரும். வெட்டப்படும் போது இதன் அனைத்துப் பகுதிகளிலிருந்தும் வெண்மையான பால் (latex) வெளிவரும்.

கறிப்பலாவின் அடிமரம் நேராக வளரும் தன்மையுடையது. குச்சிகள் (twigs) தடிப்பாக, மென்மையான மயிரைப் பெற்றிருக்கும். இவற்றின் இலைகளில் இலையடிச் செதில்கள் (stipules)இருந்த இடங்களும், பட்டைத் துளைகளும் (lenticles) தெளிவாகத் தெரியும். இலை மொட்டுகள் 10-12 செ. மீ. நீளத்தில் கூம்பிய கப்பல் போன்ற இலையடிச் செதில்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். தண்டின் இலைகள் திருகு முறையில் (spiral) அமைந்திருக்கும். இலைகள் தடிப்பாகவும் தோல் போன்றும் 20-40 செ. மீ. அளவில் உறுதியாக இருக்கும். இலையின் மேற்பரப்பு பளபளப்பாகவும் அடர் பச்சை நிறமாகவும் அடிப் பரப்பு வெளிர்பச்சை நிறத்தில் சொர சொரப்பாகவும் ஆப்பு வடிவமாகவும் இருக்கும். இலை நரம்பு தடித்தும் இலைக்காம்பு 3.5 செ.மீ. நீளத்துடன் தடித்தும் காணப்படும்.

இலைகளின் கோணத்தில் மஞ்சரி தோன்றியிருக்கும். ஆண் மஞ்சரி, குண்டாந்தடி (club shaped) வடிவில், 4-8 செ. மீ. நீளமுள்ள தடித்த மஞ்சரித் தண்டிலிருந்து தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். பூக்கள் மிகச் சிறியனவாக ஒரே ஒரு மகரந்தத்தாளைக் கொண்டிருக்கும். இரண்டு அறைகளைக் கொண்ட மகரந்தப்பை வெளியே வந்திருக்கும். பெண் மஞ்சரி, மஞ்சரித்தண்டில் நீள்சதுரமாகவோ, உருண்டையாகவோ, பச்சை நிறத்தில் 3.5 செ. மீ. அளவில் இருக்கும். புல்லி வட்டம் இணைந்து குழாய் போல் அமைந்திருக்கும். சூலகத்தண்டு குறுகலாகவும், சூலகப்பை இரண்டாகக் கிளைத்துப் புல்லிவட்டத்திலிருந்து நீட்டிக் கொண்டும் இருக்கும்.

காய், கூட்டுக்கனி (multiple fruit) ஆகும். நீள் சதுர உருண்டை வடிவில் 10-30 செ. மீ. குறுக்களவு கொண்டு. மஞ்சள் கலந்த பச்சை நிற மேல் தோலைப் பெற்றிருக்கும். இதில் விதையில்லாத, விதையுள்ள வகை உண்டு. சில இடங்களில் மேல் தோலின் மீது சிறிய முள் இருக்கும். விதை

கறிப்பலா

யில்லாத வகையில் இளம் மஞ்சள் அல்லது வெள்ளை நிற உள் சதையும். விதை உள்ள வகையில் உண்ணும் சதைப்பகுதி குறைந்து கொட்டைகள் மிகு எண்ணிக்கையிலும் காணப்படும். கொட்டைகள் பழுப்பு நிறத்துடன், உருண்டையாகவோ, தட்டையாகவோ இருக்கும். ஆண் பூக்கள் தோன்றிய 10-15 நாளில் மகரந்தத்தூள்கள் வெளியாகின்றன. பெண் பூக்கள் வெளிவந்த மூன்று நாள் வரையே மகரந்தத்தூள்களை ஏற்கும் திறன் கொண்டிருக்கும். மகரந்தச் சேர்க்கை இல்லாமலும் காய்கள் உண்டாகலாம். ஆனால் அவை உருவில் மிகச் சிறியவையாக இருக்கும். இந்தியாவில் கையால் மகரந்தச்சேர்க்கை செய்ததில் பெருமளவில் காய்கள் உண்டாவதுடன் அவை பெரிய அளவாகவும் இருப்பது அறியப் பட்டுள்ளது.

விதைகளைப் பழத்திலிருந்து எடுத்து உடனே விதைக்க வேண்டும்; இல்லாவிடில் விதைகளின் முளைப்புத்திறன் குறைந்து விடுகிறது. விதையில்லாத வகை, வேர்க்கன்றுகள் வேர்ப்பதியன்கள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. வேர்ப்பலா சாகுபடி செய்ய 50 × 50 × 50 செ.மீ. அளவுள்ள குழிகளைத் தோண்டி 10-13 இடைவெளியில் கன்றுகளை நடவு செய்யலாம். கன்றுகள் விரைவில் வளர்ந்து 3-6ஆண்டுகளில் காய்களைத் தரும். மஞ்சரி வெளிவந்த 60-90 நாளில் காய்களை அறுவடை செய்யலாம். நன்கு வளர்ந்த மரங்களிலிருந்து ஆண்டுக்கு 1-4.5 கிலோ எடையுள்ள ஏறத்தாழ 700 காய்களைஅறுவடை செய்யலாம். அறுவடை செய்யப் பட்ட காய்களை நீண்ட நாள் சேர்த்து வைக்க முடிவதில்லை. காய்களை மென்மை அழுகல் நோய் (soft rot disease) தாக்கி அழுகச் செய்யும். இந்நோய் ரைசோபஸ் ஆர்ட்டோகார்ப்பி (rhizopus artocarpi) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. இதைக் கட்டுப் படுத்த 0.25% தாமிர ஆக்சிகுளோரைடு மருந்துக் கலவையைப் பயன்படுத்தலாம்.

கறியாகப் பயன்படுத்தப்படும் இப்பலா இனிப்புப் பலாவைப் போன்று உருவில் சற்றுச் சிறியதாக இருக்கும். இது ரொட்டி போன்று சுவையுடன் இருப்பதால் இதை ரொட்டிக்கனி (bread fruit) என்பர். கறிப்பலாவின் மேல்தோலைச் சீவியபின் சிறு துண்டுகளாகச் செய்து சமைத்து உண்ணலாம். சிலர் முழுக்காயை வேகவைத்து, மேல்தோலை நீக்கிப் பின் துண்டுகளாக வெட்டி ரொட்டி போல் வறுத்தும், பிஸ்கட் செய்தும் உண்பர். நூறு கிராம் கறிப்பலாவில், 1.5 புரதம், 0.2 கொழுப்பு, 2.1 நார்ப்பொருள், 15.8 மாவுப்பொருள், 40 மி. கி. கால்சியம், 30 மி. கி. பாஸ்பரஸ், 0.5 மி.கி. வைட்டமின் C,70 கிலோ கலோரி ஆற்றல் 9 மைக்ரோ கிராம் கரோட்டின் முதலியன அடங்கியுள்ளன.

கறிப்பலாவின் இலைகள் மாட்டுக்கு நல்ல தீவனமாகும். இதன் மரப்பட்டையிலிருந்து நார் எடுக்கப் படுகிறது. மரத்திலிருந்து வடியும் பாலைத் திரட்டி, படகுகளில் நீர் உட்புகாமல் இருக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர். இம்மரம் மிகவும் அழகான தோற்றமுடையதாகையால் இதைப் பூங்காக்களில் விரும்பி வளர்ப்பதுண்டு. வீட்டுத் தோட்டங்களிலும் ஆங்காங்கே ஓரிரு மரங்களை வளர்க்கின்றனர்.

- இராபின்சன் தாமஸ்

நூலோதி Pursegrove, J.W. *Tropical crops-Dicots*, English language Book Society, Longmans, London, 1963 ; Albert F. Hill, *Economic Botany*, Tata McGraw-Hill publishing Company New Delhi, 1979.

கறிவேப்பிலை (சித்த மருத்துவம்)

இதன் இலை, பட்டை, வேர் இவற்றைக் குடிநீரிலிட்டுக் கொடுக்க, சுவையின்மை, சீதபேதியால் வரும் வயிற்றுளைச்சல், பைத்தியம் ஆகியவை நீங்கும். இதன் இலையை நிழலில் உலர்த்தி, இத்துடன் மிளகு, உப்பு, சீரகம், சுக்கு முதலியவற்றைப் பொடியாக்கிச் சோற்றில் கூட்டி, சிறிது நெய் விட்டுக் கலந்து உண்ண, மந்தம், மந்தபேதி, மலக்கட்டு, சிரகணி, பிரமேகம் ஆகியவை நலமாகும்.

இலையுடன் சுட்ட புளி, வறுத்த உப்பு, வறுத்த மிளகாய் கூட்டித் துவையல் செய்து உணவுடன் சாப்பிட, அரோசகம்,அதிசாரம், பித்த வாந்தி, பித்த சயம், செரியாமை, வயிற்றுளைச்சல் இவை நலமாகும். அரிசியுடன் இலையைச் சேர்த்து உரலிலிட்டுக் குத்தித் தேய்த்துப் புடைத்துவிட்டு, அவ்வரிசியுடன் ஒரு பழுத்துலர்ந்த மிளகாய் கூட்டிக் கருக்கி சாந்து நிறம் வரும் பக்குவத்தில், வசம்புச் சாம்பல், சிறு நாகப்பூ, அதிவிடையம் இவற்றைச் சேர்த்து நீர் விட்டுச் சுண்டக்காய்ச்சிக் கொடுக்க, செரியாமை, பேதி முதலியன நீங்கும்.

மேற்கூறிய இலையிற் சிறிதும், வயதுக்குத் தக்கவாறு 1,3 மிளகும் சேர்த்து நெய்யில் வறுத்து, வெந்நீர் விட்டு அரைத்துக் கரைத்து, சிறுவர்களுக்கு நீராட்டிய பின் கொடுத்தால் மந்தம் முதலியன நீங்கிப் பசியை உண்டாக்கும். கறிவேப்பிலை ஈர்க்கின் புறணியைத்தாய்ப்பால் விட்டு இடித்து ரசம் பிழிந்து, கிராம்பு, திப்பிலி சேர்த்து, 2-3 முறை குழந்தைகளுக்குப் புகட்ட வாந்தி நிற்கும். நல்ல பசி உண்டாகும்.

இதன் ஈர்க்குடன், வேப்பீர்க்கு, நெல்லியீர்க்குச் சேர்த்து, நீர் விட்டுக் காய்ச்சிக் கொடுக்க, வாந்தி உடனே நிற்கும். கறிவேப்பிலையீர்க்கு, சுக்கு, சீரகம், ஓமம் வகைக்கு 3.5 கிராம், 7.8 லிட்டர் நீரில்

போட்டு 0.33 மி. லிட்டராக வற்றக் காய்ச்சி வடித்து, சிறிது சர்க்கரை இட்டுக் கொடுக்க, செரியாமைவாயு நீங்கும்.

- சே. பிரேமா

கறிவேப்பிலை (தாவரவியல்)

சமையலிலும், உணவுப் பண்டங்களிலும், பலவகையான பலகாரங்களிலும் பச்சைக் கறிவேப்பிலையை மணத்திற்காக அனைவரும் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். பழங்காலத்திலிருந்தே கறிவேப்பிலையை நாளும் உணவில் பயன்படுத்தி வந்தனர். இது கருவேப்பிலை, கறிவேம்பு, கரிப்பிலை, காட்டுவேப்பிலை எனவும் குறிப்பிடப்படும். இதன் இலை ஒருவித நறுமணத்தைத் தரும். இது ஒரு சிறு மரமாகும். இதை அழகுக்காகவும் வளர்ப்பதுண்டு. தமிழ்நாட்டில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்திலுள்ள பெரியநாயக்கன் பாளையப்பகுதியிலும் திருநெல்வேலி மாவட்டத்தின் கோவில்பட்டிப் பகுதியிலும், தோட்டங்களில் பெருமளவில் பிற பயிர்களுடன் இதை வளர்த்து அவ்வப்போது இடுப்பளவு உயரத்திற்கு வந்தவுடன் நுனிப் பகுதியை வெட்டித் தழைப்பகுதியை மட்டும் பெருக்கிக் குறைந்த பரப்பளவில் உயர் விளைச்சலைப் பெற்று வருகின்றனர். தழைக்காகத் தனிப் பயிராகவும் வளர்ப்பதுண்டு.

இதன் தாவரவியல் பெயர் முர்ரேயா கோயினிகியை (*Murraya Koenigii*) என்பதாகும். இது ரூட்டேசி என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கறிவேப்பிலை விதை மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. விதைகள் ஓரளவு நிழலுள்ள பகுதியில் நன்கு முளைக்கின்றன. ஆறு மாத வயதுடைய கறிவேப்பிலை நாற்றுகளை 45 க.செ.மீ. குழிகளில் 3×3 மீட்டர் இடைவெளியில் நடலாம். குழியில் போதிய அளவு தொழு உரம் இட வேண்டும். செடி பசுமையாக வளரத் தொழு உரம் உதவும். நட்ட ஒன்பதாம் மாதத்தில் ஏறக்குறைய 500 கி. தழையைப் பறிக்கலாம். 6 மாதத்திற்கு ஒருமுறை 15 கி.கி. தொழுஉரம், 100 கி. யூரியா, 200 கி. சூப்பர், 50 கி. பொட்டாஷ் கலந்து வைக்க வேண்டும்.

வளர்ந்த மரங்களிலிருந்து மாதம் ஒருமுறை இலைகளைப் பறிக்கலாம். ஒரு மரத்திலிருந்து சராசரியாக ஆண்டொன்றுக்கு 100 கி.கி தழை கிடைக்கும். உள்மரக்கட்டை அழுகல் (sap rot) என்னும் நோயை ஃபோமெஸ் பெக்டினஸ் என்னும் பூசணமும், நாற்றில் கழுத்தழுகல் நோயை ரைசோக்டோனியா சொலானி என்னும் பூசணமும் உண்டாக்குகின்றன.

மரம். இது ஏறக்குறைய 6 மீட்டர் உயரம் வளரும். 15-40 செ.மீ. குறுக்களவு கொண்டிருக்கும். இந்தியாவெங்கும் காணப்படும் இம்மரத்தை அந்தமான் தீவுகளிலும் காணலாம். இம்மரம் சமவெளியிலும், மலைப்பகுதிகளிலும் 1500மீ உயரம் வரை வளருகிறது. இதன் பட்டை கரும்பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறமாக இருக்கும். இலைகள் ஒற்றைப்படை ஓரிறகுக் கூட்டிலை (imparipinnate) அமைப்பைக் கொண்டவை. 30 செ.மீ. நீளமாக, 9-25 சிற்றிலைகள் மாற்றடுக்கத்தில் இருக்கும். சிற்றிலைகள் முட்டை அல்லது ஈட்டி வடிவில் இருக்கும். அடிப்பகுதியிலுள்ள சிற்றிலைகள் சிறியனவாகவும், ஏறக்குறைய வட்ட வடிவமாகவும் இருக்கும். சிற்றிலைகள் 1.9 - 5.0 செமீ. நீளத்திலும் 1.00-2.5 செ.மீ. அகலத்திலும் கூரான நுனியைக் கொண்டிருக்கும். இலை மேல் பரப்பு மழமழப்பாகவும் கீழ்ப்பரப்பு மென்மயிர் பெற்றும் இருக்கும். எலுமிச்சையில் உள்ளது போன்று இதன் இலையிலும் மணமுள்ள சுரப்பிகள் உண்டு.

பூக்கள் கிளைகளின் நுனியில் பல பிரிவுகளிலுள்ள சமதள மஞ்சரியாக (corymbose cyme) வெள்ளையாக, நறுமணம் கொண்டிருக்கும். பூக்களின் மணம் மல்லிகைப் பூவை ஒத்திருக்கும். புல்லி வட்டம் 5 பிரிந்திருக்கும். அல்லி இதழ்கள் 5 தனித்தனியாகப் பிரிந்திருக்கும். இவை வெண்மையாக இருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் 10 தனித்தனியாக இருக்கும். சூலகத்தில் இரண்டு அறைகள் உண்டு. அறைக்கு ஒன்று அல்லது இரண்டு சூல்கள் இருக்கும். கனிகள் முட்டை வடிவிலோ, உருண்டையாகவோ 0.6-1.00 செ.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டிருக்கும். இது சதைக் கனியாகும். பிஞ்சு பச்சையாகவும், காய் இளஞ்சிவப்பாகவும், பழுத்த பின் கறுப்பாகவும் இருக்கும். ஒவ்வொரு பழத்திலும் பெரும்பாலும் இரண்டு விதைகள் இருக்கும். இதன் மரக்கட்டை ஒரு கனஅடி 19.5 — 22.7 கி.கி எடையுடன் இருக்கும். மரக்கட்டை சாம்பல் கலந்த வெள்ளை நிறத்துடனிருக்கும்.

சத்துகள். கறிவேப்பிலையில் 6.1% புரதமும், 1.0% கொழுப்புச் சத்தும், 4.0% தாது உப்புகளும், 6.4% நார்ப்பொருளும்,18.7% மாவுப் பொருள்களும் (corbohydrates), 8.30 மி.கி கால்சியமும், 57 மி.கி பாஸ்ஃபரஸும், 7 மி.கி இரும்புச் சத்தும் உள்ளன. இதில் கரோட்டின் (4 மிகி/ 100 கிராம்), நிக்கோட்டினிக் அமிலம் (203 மி.கி) நியாசின் ஆகிய உயிர்ச் சத்துகளும் உள்ளன. தயாமினும் ரிபோஃபிளேவினும் இதில் இல்லை. மேலும் 221 மி.கி மக்னீசியமும் 81 மி.கி கந்தகமும் 198 மி.கி குளோரினும் உள்ளன.

கறிவேப்பிலையில் வைட்டமின் A ஓரளவு மிகுதியாகவே உள்ளது. இதிலுள்ள கால்சியமும் மிகுதி

யாகும். ஆனால் இதிலுள்ள ஆக்சாலிக் அமிலத்தின் மொத்த ஆக்சலேட்டுகள் 1.·35%; கரையும் ஆக்சாலேட்டுகள் 1.15%; அளவு மிகுதியாக உள்ளமையால் இது கீரையுணவாகப் பயன்படுவதில்லை. இதன் இலைகளில் அஸ்பராஜின், கிளைசின். சீரைன். அஸ்பார்ட்டிக் அமிலம், குளூட்டாமிக் அமிலம், அலனின் புரோலின், டைரோசின் டிரப்டோஃபேன், அமினோ பியூட்ரிக் அமிலம், ஃபினைல் அலனின், லூயூசின், ஐசோலூயூசின், ஹிஸ்ட்டிடின் முதலியவை மிகக் குறைவாக உள்ளன. இலையில் உள்ள குளூகோசைடிற்குக் கோனிஜின் என்று பெயர்.

உலர்ந்த இலையில் 0.8% பொட்டாசியம் உள்ளது. நீராவியால் வாலை வடித்தல் முறையில் 2.6% ஆவியாகும் கறிவேப்பிலை எண்ணெயைத் (curry leaf oil) தயாரிக்கலாம். இது சோப்பிற்கு மணம் தரப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதைத் தூய்மை செய்தால் அடர் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். பழத்தைச் சிலர் உண்ணுவர். பழத்தில் 0.76% ஆவியாகும் மஞ்சள் நிறமான, மிளகின் சுவையுடைய எண்ணெய் உள்ளது. இதை நாக்கில் தடவினால் குளிர்ச்சியாக இருக்கும். பழத்திலும் கோனிஜின் என்னும் குளூகோசைடு உண்டு.

மருத்துவப் பண்புகள். கறிவேப்பிலையை உணவில் மணம் கூட்டுவதற்காக மட்டுமன்றி மருத்துவத்திற்கும் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இந்த மரத்திலிருந்து தேனீக்கள் மிகுதியாகத் தேனைச் சேகரிக்கும். கறிவேப்பிலை உடலுக்கு வலிவைத் தரும்; பசியைத் தூண்டும். பித்தத்தைத் தணித்து உடல் சூட்டைக் குறைக்கும். குமட்டல், சீதபேதியால் வரும் வயிற்று உளைச்சல், நாள்பட்ட காய்ச்சல், பித்தம், வயிற்றுக் கடுப்புப் போன்ற நோய்கள் நீங்கும்.

இலையை வதக்கிக் கஷாயம் செய்து அருந்த வாந்தி நிற்கும். பஞ்சாப் மக்கள் கறிவேப்பிலையைக் காயங்களுக்கும் கொப்புளங்களுக்கும் வைத்துக் கட்டும் மருந்தாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இது தலைவலி, வீக்கம், தாகம், அரிப்பு, மூலநோய் ஆகியவற்றைப் போக்கும். வெண்குஷ்டத்தையும் போக்குந் தன்மை இதற்குண்டு. குழந்தைகளுக்குக் கறிவேப்பிலையுடன் மிளகைச் சேர்த்து நெய்யில் வறுத்து வெந்நீர்விட்டு அரைத்துக் கரைத்துக் குடிக்கச் செய்தால் மந்தம் நீங்கிப் பசி உண்டாகும்.

கறிவேப்பிலையை உலர்த்தி அத்துடன் மிளகு, சீரகம், சுக்கு முதலியவற்றையும் சேர்த்துப் பொடி செய்து சிறிதளவு உப்புச் சேர்த்து, சோற்றில் நெய்யுடன் பிசைந்துண்ண வயிற்றுப்போக்கு, மலக்கட்டுப் போன்ற நோய்கள் நீங்கும்; குடலுக்கு வலிவும் உண்டாகும். கறிவேப்பிலையை ஒருபிடி எடுத்து ஒரு லிட்டர் வெந்நீரில் இரண்டு மணி நேரம் ஊற வைத்து வடிகட்டி வேளைக்கு 30 மி.லி வீதம் நாள் தோறும் மூன்று வேளை கொடுத்துவர வாந்தி நிற்கும். கறிவேப்பிலை வேருக்கு மலத்தை இளக்கும் தன்மை உண்டு. வேர்ச்சாறு சிறுநீரக வலியைக் குறைக்கும். கறிவேப்பிலை ஈர்க்குகளைத் தாய்ப்பாலில் இடித்துச் சாறு பிழிந்து கிராம்பு, திப்பிலி, சேர்த்துக் கரைத்து மூன்று முறை குழந்தைகளுக்குத் தர வாந்தி நிற்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

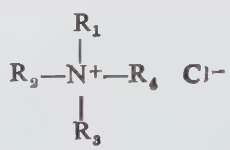
நூலோதி. Charlotte Erichsen Brown, *Use of Plants*, Breeze Creeks Press, Canada, 1979.

கறைநீக்கி

இது நேரயனிக் கறை நீக்கி எதிரயனிக் கறைநீக்கி என இரு வகைப்படும். சோப், பித்தநீர், உப்பு போன்ற எதிரயனி கறைநீக்கிகள், மிகக் குறைந்த அளவில் நுண்ணுயிர்களை அழிக்கின்றன. அவை, கொழுப்புகளையும், எண்ணெயையும் நன்கு கூழ்மமாக்குகின்றன. நுண்கிருமிகளையும் நசிந்த எபித்திலிய செல்களையும் அகற்றுவதில்சிறந்த பணியாற்றுகின்றன. கிராம் நெகடிவ் நுண்ணுயிர்களின் புறப் பரப்பில் லிப்போ பாலிசாக்கரைடு இருப்பதால், அவற்றின் மீது இந்தக்கறை நீக்கிகள் வினைபுரிய முடிவதில்லை. எதிரயனிக்கறை நீக்கிகள், வேதி முறைப்படி நேரயனி நீக்கிகளை நடுநிலையாக்க முடிவதால் இரண்டையும் ஒன்று சேர்த்துப் பயன்படுத்தல் கூடாது.

நேரயனிக் கறை நீக்கிகள் (cationic detergents). இவை பெருமளவில் கையாளப்படுகின்றன. இவை தொற்று நீக்கிகளாகவும், தொற்றெதிரிகளாகவும் பயன்படுகின்றன. விரைவில் வினைபுரிகின்றன. நச்சற்றவையாக உள்ளன. பரப்புகளை நனைக்கின்றன. தோலை ஊடுருவுகின்றன; கூழ்மமாக்கவும், கடினமடையச் செய்யவும், கறைகளை நீக்கவும் ஆற்றல் கொண்டுள்ளன. நச்சற்று இருந்தாலும் விழுங்கினால் தீய விளைவுகள் நேரிடும். தோல் உறுத்தலோ, ஒவ்வாமை விளைவோ மிகவும் அரிதாகும்.

மிகவும் முக்கியமான ஆற்றல் வாய்ந்த நேரயனிக் கறை நீக்கிகள் பென்சால் கோனியம் குளோரைடு, பென்சிதோனியம் குளோரைடு, சீட்டைல் பிரிடினியம் குளோரைடு என்பனவாகும். இவற்றின் அடிப்படை வாய்பாடு பின்வருமாறு: நேரயனிக் கறை



நீக்கிகள் காரச் சூழ்நிலையில் வீரியத்துடன் வினைபுரிந்து பல நுண்ணுயிர்களை அழிக்

கின்றன. கிராம் பாசிடிவ் செல்கள் மீது நன்கு வினைபுரிகின்றன. ஆனால் சிதல்களைப் (spores) பாதிப்பதில்லை. சில கிராம் நெகடிவ் நுண்ணுயிர்கள் பென்சால்சோனியம் குளோரைடில் இனப்பெருக்க மடைகின்றன, இத்தகைய மருந்துகள், சோப்புகளாலும் எதிரயனிக் கறை நீக்கிகளாலும் செயலற்றவையாக ஆக்கப்படுகின்றன. ஃபீனால்கள், ஹெக்சா குளோரோஃபீன், குளோர்ஹெக்சிடின் ஆகியவையும் தொற்று நீக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

-மு.கி. பழனியப்பன்

நூலோதி. S.S. Block, *Disinfection, Sterilisation, Preservation,* Lea and Felbiger, Philadelphia, 1977.

கறை படிந்த கண்ணாடி

கறை படிந்த கண்ணாடியில், சாதாரண கண்ணாடியுடன் பல வண்ணங்களும், பல வண்ணக் கற்களும் கலந்துள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவங்களை அல்லது படங்களைக் கட்டட ஜன்னல்களில் வடிவமைப்பதற்குக் கறைபடிந்த கண்ணாடித் துண்டுகள் பயன்படுகின்றன. இப்படங்களும் வடிவங்களும் கட்டடங்களில் அழகிய பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. ஆபரணங்கள், சர விளக்குகள் அமைப்பதிலும் கறை படிந்த கண்ணாடிகள் பயன்படுகின்றன.

கண்ணாடிகளில் கறை படிய வைப்பதற்கு மூன்று முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. முதல் முறை, கண்ணாடியை உலோக ஆக்சைடுகளுடன் உருக்கிச் செய்வதாகும். இரண்டாம் முறையில் நெய்வணம் பூசப்படுகிறது. சாதாரண கண்ணாடிகளுடன் சேர்க்கப்படும்உலோக ஆக்சைடுகளின் அளவு மிகக்குறைந்த அளவில் இருந்தாலும் அவை கண்ணாடி முழுதும் வண்ணத்தைச் சேர்க்கின்றன. கண்ணாடிகளுடன் சேர்க்கப்படும் உலோகச் சேர்மங்களின் அளவு வீதம் குறைவாக இருக்கும்போது கறை மங்கலாக இருக்கும். சேர்மங்களின் அளவு மிகும்போது கறை படிந்த நிறைவுற்ற கண்ணாடி எனப்படுகிறது.

ஒளி ஊடுருவும் உலோக ஆக்சைடு கலவையை, கண்ணாடிப் புறபரப்பின்மீது இட்டு, எரியூட்டும் போது ஆக்சைடு பூச்சு, கண்ணாடியோடு இணைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கிறது. ஒளி ஊடுருவும் பல திண்ம வண்ணங்களின் உதவியால் கண்ணாடிப் புறபரப்பின் மீது சித்திரங்கள் வரையப்பட்டு, அக்கண்ணாடிகள் எரியூட்டப்படும்போது இச்சித்திரங்கள் நன்றாகப் படிகின்றன. கண்ணாடிக் கைவினைஞர் ஒரு சூடான இரும்புக்கம்பியின் உதவியால் கண்ணாடிகளைப் பல வடிவங்களாக வெட்டி, இணைத்து, தேவையான வடிவமைப்பைச் செய்கிறார். இவ்வடிவமைப்புகளைத் தாங்குவதற்கு இரும்புச் சட்டங்களோ, ஜன்னல்களின் சித்திரச் சட்டங்களோ பயன்படுகின்றன.

இக்கண்ணாடிகளின் ஒளி ஊடுருவும் தன்மையைத் தேவைக்கேற்றவாறு கட்டுப்படுத்துவதில் தற்காலக்கண்ணாடித் தொழில்நுட்பம் துணை புரிகிறது. இத்தொழில்நுட்பம் பழங்காலக் கறைபடிந்த கண்ணாடிக் கலையின் வளர்ச்சியாகும். உலோகச் சேர்மங்களைச் சேர்த்துச் செய்யப்படும் கறைபடிந்த கண்ணாடிகள், அழகிய பொருள்களாக மட்டுமன்றிப் பல முறைகளிலும்பயன்படுகின்றன. காட்சியகங்களில் பயன்படும் பொருள்களின் பளபளப்பு மங்கிவிடாமலிருப்பதற்கு அப்பொருள்கள் ஒருவகைக் கறை படிந்த கண்ணாடி அறைக்குள் வைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகைக் கண்ணாடிகள் சூரிய ஒளியிலுள்ள புற ஊதாக்கதிர்களைப் பொருள்களின் மீது விழாதபடி வடிகட்டி விடுகின்றன. மேலும், ஒரு வகைக் கண்ணாடிகள் நகரும் திரைப்படக் கருவிகளிலும், நழுவும் படக் கருவிகளிலும் (slide projectors) வெப்ப வடிகட்டிகளாக அகச்சிவப்புக் கதிர்களை வடிகட்டி விடுகின்றன.

வாகனங்களில் ஓட்டுநருக்கு முன் இருக்கும் ஒரு வகைக் கண்ணாடிகள் ஓடு தளத்திற்கும் வாகனத்திற்கும் இடையே உள்ளே ஒளியின் வேறுபாட்டைக் குறைத்து ஓட்டுநருக்குத் துணை புரிகின்றன. மெருகு பூசப்பட்ட சிலவகைக் கண்ணாடிகள் சுவருக்கு, எளிதில் கழுவக்கூடிய புறப்பரப்பைக் கொடுப்பதில் பயன்படுகின்றன. ஒளிக்குறியீடுகள் கொடுப்பதிலும் (luminous signs) கண்ணாடிகள் பயன்படுகின்றன. போக்குவரத்து விளக்குகளில் உள்ள வண்ண வில்லைகளிலும் (coloured lens) இருப்புப்பாதை சைகை விளக்குகளிலும், தடை விளக்குகளிலும் பயன்படும் கண்ணாடிகளில் உலோக ஆக்சைடுகள் உருகிய கண்ணாடியுடன் சேர்த்துச் செய்யப்படுகின்றன.

-கி.மு. மோகன்

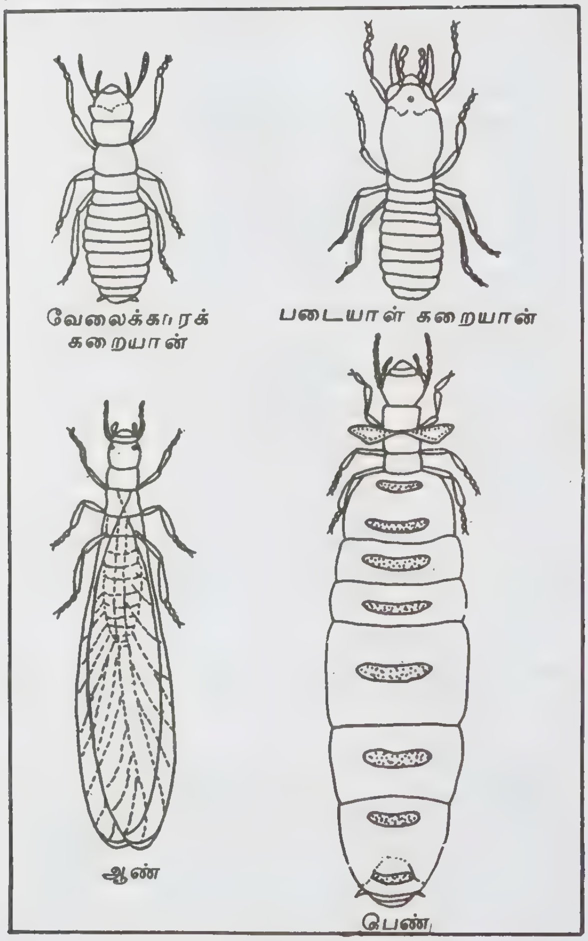
நூலோதி. W.A. Weyl, *Coloured Glasses,* Society of Glass Technology, 1951.

கறையான்

பூச்சியினங்களில் சம இறக்கைப் (isoptera) பூச்சி வரிசையைச் சேர்ந்த கறையான்கள் சமூக வாழ்க்கை நடத்துபவை. இவற்றில் ஏறத்தாழ 1700 இனங்கள் உள்ளன. இவை பார்ப்பதற்கு எறும்புகளைப் போலும் வெண்ணிறத்துடனுமிருப்பதால் வெள்ளை எறும்புகள் (white ants) எனப் பெயர் பெற்றன. ஆனாலும் இவை எறும்பு வகையைச் சேர்ந்தவை

யல்ல. ஆனால் எறும்புகளைப் போல் கூட்டமாக வாழ்கின்றன. சமூக வாழ்க்கை நடத்தும் பூச்சிகளில் கறையான்கள் மிக உயர்ந்த நிலையிலுள்ளவை. இவற்றின் புறத்தோல் மிகவும் மெல்லிய கைட்டின் (chitin)கொண்டது.உணவுப் பொருளைக் கடிப்பதற் கேற்பத் தாடைகள் அமைந்துள்ளன. மார்பும் வயிறும் இணையுமிடம் எறும்புகளில் குறுகலாகவும் கறை யான்களில் அகன்றும் உள்ளது. எறும்புகள், தேனீக் கள் ஆகியவற்றில் வளர் உருமாற்றத்தின்போது காணப்படும் கூட்டுப்புழுப் பருவம் (pupa) கறையான் களில் இல்லை. உணர் கொம்புகளின் கணுக்கள் பவள மாலை போல் உள்ளன.

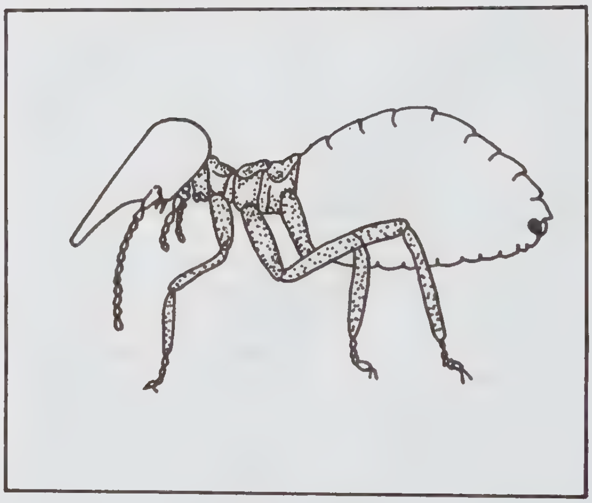
கறையான் சமூகத்தில் வெவ்வேறு பணிகளைச் செய்வதற்கெனத் தனித்தனிப் பிரிவுகள் உள்ளன. அவை ஆண், பெண், வேலைக்காரக் கறையான், படையாள் கறையான் எனப் பலவகைப்படும். பொது வாக ஆண் கறையான்கள் நன்கு வளர்ச்சியுற்ற இனப் பெருக்க உறுப்புகளுடையன; இவற்றின் முதன்மை யான பணி, பெண் அல்லது கறையான் அரசியுடன் புணர்வது. பெண் கறையான் அல்லது கறையான் அரசியின் பணி, கூட்டத்திற்குத் தலைமையேற்று மற்றவற்றை நடத்திச் செல்வதுடன் பல லட்சம் முட்டைகளிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்வதாகும்.



படம் 1. கறையான் பிரிவுகள்

கறையான்களில் முழு வளர்ச்சி பெற்ற ஆண், பெண் பூச்சிகள் ஈசல் எனப்படும். மழை வருவதற்கு முன்பு இவை ஆயிரக்கணக்கில் மண்ணிலிருந்து வெளி வரும். இவற்றிற்கு ஓர் இணை மெல்லிய மிக நீண்ட இறக்கைகள் உண்டு. தலையில் இரண்டு கூட்டுக்கண்களும் இரண்டு புள்ளிக் கண்களும் உள்ளன. சிறிது நேரம் பறந்த பின் அவற்றின் இறக்கைகள் உதிர்ந்துவிடும். இறக்கையிழந்த கறை யான்கள் தங்கள் வாழுமிடமாகிய புற்றை நோக்கிச் செல்லும் போது பல்லி, தவளை, ஓணான், பறவை முதலியவற்றிற்குப் பெரும்பான்மையாக இரையாகின்றன. தப்பியவற்றில் ஓர் ஆணும் பெண்ணும் சேர்ந்து புதிய கறையான் குடும்பத்தை அமைக்கின்றன. கருவுற்ற பெண் கறையானின் வயிறு ஆணின் வயிற்றை விடப் பன்மடங்கு பெரியதாக வும் 5-8 செ. மீ. நீளமுள்ளதாகவும் அதற்கேற்ற பருமனுடனும் இருக்கும். தாய்க் கறையான் நாளொன் றுக்கு 30,000-40,000 முட்டைகளிட்டு இனப் பெருக்கம் செய்யும்.

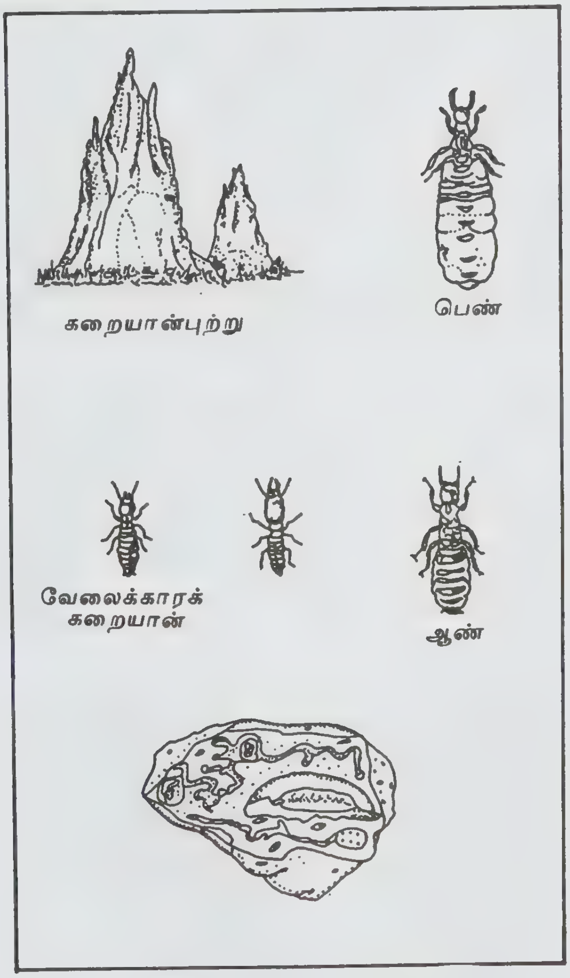
வேலைக்காரக் கறையான்கள் பொதுவாக மிகச் சிறியவையாகவும், பிறவியிலேயே இறக்கைகளற்றும், இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வளர்ச்சியற்ற நிலையிலும் உள்ளன. பாதுகாப்புக்கான கறையான்கள் வேலைக் காரப் பூச்சிகளினின்றும் சிறிது மாறுபட்டு, பருத்த தலையையும், வலிமையான தாடைகளையும் பெற் றுள்ளன. இவற்றில் சில பூச்சிகளில் தலை நீண்டிருக்கும். தலை நுனியில் நச்சுப் பொருள் கலந்த நீர்மம் சுரக்கும் சுரப்பியுள்ளது. இதனால் இவை வேறு கூட்டத்திலிருந்து வரும் கறையான்களைத் தாக்கிச் சண்டையிட்டுத் தங்களையும் தங்கள்



படம் 2. நாசூட்

கூட்டத்துக் கறையான்களையும் காப்பாற்றுகின்றன இவற்றிற்கு நாசூட் எனப்பெயர்.

இந்த நால்வகைப் பிரிவுகளைத் தவிர, குட்டையான இறக்கைகளைப் பெற்றுள்ள ஆண், பெண் கறையான்களும் உண்டு. இப்பெண் கறையான்கள் கறையான் அரசி போல முட்டையிடும் தன்மையன. திடீரென்று கறையான் அரசி இறந்து விட்டால் இவை முட்டைகளிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யும். சில கறையான் புற்றுகளில் இறக்கைகள் வளராத ஆண், பெண் பூச்சிகளும் காணப்படும். கறையான்கள் தரைக் கடியிலுள்ள வளைகளிலும், தரையிலிருந்து 30 அடி வரை உயரமுடைய புற்றுகளிலும் வாழ்கின்றன. சில கறையான்கள் புற்றினுள் பூஞ்சையைப் (fungus) பயிரிட்டு இளவுயிரிகளுக்கு ஊட்டமிக்க உணவாக அளிக்கின்றன.



படம் 3: கறையான் புற்று

கறையான்கள் பொதுவாக மரம், கம்பளி, துணி, தாள், சருகு, இறந்த உயிரிகளின் உடல், பிற பிரிவுக் கறையான்கள் உரித்த தோல், கழிவுப்பொருள்கள் முதலியவற்றை உண்டு வாழ்கின்றன. கறையான்களின் குடலிலுள்ள ஒற்றைச் செல் உயிரிகள் செல்லுலோஸை எளிதில் செரிக்கச் செய்கின்றன. உணவுப் பற்றாக்குறை ஏற்படும் சமயங்களில் பெண் கறையான்களின் வயிற்றுப் பின் பகுதியில் சுரக்கும் நீர்மத்தை நக்கியும் சில பூச்சிகளின் வாயிலிருந்து சிந்தும் உமிழ்நீரை உண்டும் கறையான்கள் வாழ்கின்றன.

கரும்பு, கடலை, கோதுமை, பருத்தி, தென்னை போன்ற பயிர்களுக்கும் கறையான்கள் பேரழிவை விளைவிக்கின்றன. மேலும் நெல், காலிஃபிளவர், முட்டைகோஸ், பட்டாணி போன்ற வகைகளுக்கும் அழிவை ஏற்படுத்துகின்றன,

கறையான் கட்டுப்பாடு. பயிர்களில் கறையான் பாதிப்பைக் கட்டுப்படுத்த விதைக்கு முன் அல்டரின் பவுடர் 5%, ஹெப்டக்ளோர் 5% மாவுடன் கலந்து ஒரு ஹெக்டேருக்கு 25 கி.கி என மண்ணில் கலக்க வேண்டும். கரும்பு நட்டுச் சுற்றியுள்ள பள்ளங்களில் குளோர்டேன் 1.25 கி.கி இட்டுக் கறையான்களிடமிருந்து காப்பாற்ற முடியும்.

வீடுகளில் பயன்படுத்தும் மரப்பொருள்களைக் (நிலைச் சட்டம், சன்னல் சட்டம்) கட்டட அடி மட்டத்திலிருந்து கற்காரை அல்லது இரும்பால் பிரிப்பதன் மூலம் கறையான்களின் தாக்கத்திலிருந்து பாதுகாக்கலாம்.

- கு. சம்பத்

நூலோதி. E.O. Essig, *College Entomology*, Satish Book Enterprise, Moti Katra, Agra, 1982; K.K. Nayar, T.N. Ananthakrishnan and B.V. David, General and Applied Entomology, Tata Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd, New Delhi, 1983.

கன்று ஈன முடியாமை

தாய்ப் பசு அல்லது எருமை கருத்தரித்து நிறைசினைப் பருவம் அடைந்து கன்றை ஈனும் தருணம் வரும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட காலக்கெடுவைத் தாண்டியும் கன்று ஈன இயலாத நிலையோ, மிகவும் கடினத்துடன் செயற்கை முறைகள் தேவைப்படும் நிலையோ காணப்பட்டால் அந்நிலை கன்று ஈன முடியாமை (dystocia) எனப்படும். இந்நிலை அனைத்துப் பாலூட்டிகளிடமும் காணப்படுகிற

கன்று ஈன முடியாமை எனும் நிலை குறி கறவை இனங்களில் முதன் முதலில் சினை

பட்ட விலங்குகளிலும், கட்டிப்போட்டு வளர்க்கப் பட்ட பசுக்கள், எருமைகள் மற்றும் அசாதாரண மான சினைப் பசுக்கள் ஆகியவற்றிலும் ஏற்படும்.

அடிப்படைக் காரணங்கள்

மரபியல் காரணங்கள். சில குறிப்பிட்ட இனப் பசுக்கள், நாய்கள் கன்று ஈனமுடியாமையால் துன்பமுறுகின்றன.

எ.கா. முல்லேரியன் குழாய்க் கோளாறுகள், இரட்டை வெளித்துளைகள் (double external openings), இரட்டைப் பிறவிகள், கருப்பையில் வளரும் கன்றில் அசாதாரண உடல் கூறு அமைப்பு, பெருத்த அளவு போன்றன. உணவு மற்றும் பராமரிப்பு முறை யால் ஏற்படும் குறைபாடுகள்.

எ.கா. சத்துள்ள உணவு அளிக்காமையால் கருப்பையைச் சுற்றியுள்ள இடுப்பு எலும்புகள் வளர்ச்சி குன்றி, சுருங்கி இருப்பதால் கன்று ஈனும் போது கடினம் ஏற்படும். கருப்பையைத் தாக்கும் கொடிய நோய்கள், கருப்பைக்கு ஏற்படும் விபத் துகள் (எ.கா. கருப்பைச் சுழற்சி (torsion), கருப்பை யைத் தாங்கும் நாண் (tendon) அறுந்துபோதல், கருப்பை இறங்குதல்) ஆகியன.

தற்செயல் அல்லது உடனடிக் காரணங்கள். கன்றின் மூலம் ஏற்படும் கன்று ஈனமுடியாமை (foetal cause): இந்நிலை ஏற்படும்போது தாய்ப் பசுவின் இடுப்பு எலும்புச் சுற்றளவு சரியாக இருப்பினும் கருப்பையில் வளரும் கன்றின் மிகை வளர்ச்சியால் வெளியே தள்ளுவதற்கு இயலாத நிலை ஏற்பட்டுக் கன்று ஈனமுடியாமை நிகழ்கிறது. இது ஒரு மரபியல் குறை ஆகும். இக்கன்றுகள் பெரும்பாலும் இறந்தே உள்ளி ருக்கும். சான்றாக, கன்றின் நிலைப்பு (presentation), அமைப்பு (position), இருக்கை (posture) ஆகிய வற்றால் கன்று ஈன முடியாமை ஏற்படுவதுண்டு.

நிலைப்பு. குறுக்கு நிலை (transverse) மேல்புறமாக அல்லது கீழ்ப்புறமாக நிலைத்த தன்மையில் உள்ள (dorsal or ventral) நிலையில் கன்று கருப்பையில் நீள்வாக்கில் இருப்பதை விடுத்துக் குறுக்குவாக்கில் மேல்நோக்கியோ கீழ்நோக்கியோ நிலைத்து விடுவ தால் கன்று ஈன முடியாமை ஏற்படுகிறது.

இரட்டைப் பிறவிகள் அமையும்போது கருப்பை யின் வாய்ப்பகுதியில் போதிய இட வசதியின்மை யாலும் விரியும் தன்மை குறைவதாலும் வெளிக் கொணரமுடியாமை ஏற்படுகிறது.

அமைப்பு. கன்றின் முதுகெலும்பு தாயின் முது லும்பை (dorsosacral) நோக்கி மேல்புறமாக வது சாதாரண அமைப்பு; அதை விடுத்துக் ாகவோ பக்கவாட்டிலோ (dorsopubic & dorsoiliac) இருக்கும்போது தடை ஏற்பட்டுக் கன்று ஈனமுடியாமை ஏற்படுகிறது.

இருக்கை. மாறுபட்ட இருக்கையால் ஏற்படும் கன்று ஈனமுடியாமை: எ.கா: தலையும், கழுத்தும் பக்கவாட்டில் திரும்பி இருக்கும்போது கருப்பையில் இருந்து வெளிவர முடியாமை ஏற்படுகிறது. கழுத் தும், தலையும் கீழ் நோக்கித் திரும்பி இருக்கும் போதும் கழுத்து, தலை முதல் மார்பின் பகுதி வரை கீழ்நோக்கி இருக்கும்போதும் கன்று வெளிவர முடியாமை ஏற்படுகிறது.

முன், பின் கால்களில் ஏற்படும் அசாதாரண அமைப்புகளில் இந்நிலை சில சமயம் ஏற்படுகிறது. எ.கா: முன்கால் தோள்பட்டை, மூட்டு மடங்கி இருத்தல், முன்கால்கள் இரண்டும் தலைக்கு மேலான பெருக்கல் வடிவத்தில் மாறி இருத்தல், பின் கால்கள் இரண்டும் கன்றின் வயிற்றிற்கு இணையாக நீட்டப் பட்டு (நாய் உட்கார்ந்து இருப்பதுபோல்) இருத்தல், தாயின் இடுப்பு எலும்பு சிறிதாக இருக்கும்போது கன்றின் தொடை எலும்பின் தலைப்பகுதி பூட்டிக் கொள்ளுதல். தாய் மூலம் ஏற்படும் கன்று ஈன முடியாமை (maternal cause) என்னும் நிலை தாயின் குறுகிய இனப்பெருக்கக் குழாய்களாலும் அல்லது கன்றை இனப்பெருக்க உறுப்பு வழியாக வெளியே தள்ளுவதற்கான ஆற்றல் இல்லாமையாலும் ஏற்படு கிறது. மேலும் குறுகிய இடுப்பு எலும்புகளில் ஏற்படு கின்ற எலும்பு முறிவும் அடங்கும்.

தாய்மூலம் ஏற்படும் கன்று ஈனமுடியாமை. தாயின் குறுகிய இடுப்பு எலும்பு வட்டம் மற்றும் இனப் பெருக்கக் குழாயின் கழுத்து (cervix) விரிந்து கொடுக் கும் தன்மையில் குறைவு போன்ற கோளாறுகள் ஏற்படும்போதும், தாயின் சிறுநீர்ப்பை கன்று வெளி வரும் பாதையை அடைத்துகொள்ளும்போதும் கருப் பைச் சுழற்சி ஏற்படும்போதும் கருப்பை இடம்மாறி அமையும்போதும் கருப்பை இறங்கி விடும் போதும் ஏற்படும்.

மேலும் தாயின் கருப்பையில் உள்ள தசைநார்கள் அளவுக்கு மீறிச் சுருங்குவதால் கருப்பையில் உள்ள கன்று வெளியேற்றப்படுகிறது. இதற்குப் போதிய ஆற்றல் இல்லாவிடில் தேக்கம் ஏற்பட்டுக் கன்று ஈன முடியாமை ஏற்படும். அப்போது கருப்பைத் தசைகள் மட்டுமன்றி இடுப்பையும் வயிற்றையும் ஒட்டியுள்ள தசைகளும், சுருங்குதல் (contraction) வேண்டும்.

கருப்பைச் சுழற்சியாலும் நீண்ட நேரம் முக்கிக் களைப்படைந்து ஆற்றல் குறைவாலும் சில நேரங் களில் கன்று ஈனமுடியாமை ஏற்படுகிறது.

மெலிந்த, இரத்தச் சோகையுடன் நீண்டகால நோயால் தாக்கமுற்ற தாய்ப் பசுவும் கன்று ஈனமுடி யாமையால் துன்பமடைகிறது.

கன்று ஈனமுடியாமையில் உடனடி நடவடிக்கைகள். தாய்ப்பசு அல்லது எருமை மடி இறங்கி, கருப்பையின் வெளித்துளை வீங்கி, பசை போன்ற பொருள் வெளி வரத் தொடங்கியதும் கன்று ஈனும் தருணம் அடைந்து விட்டதாகக் கருதி, தனியே பிரித்து வைத்தல் வேண்டும்.

பனிக்குடம் எனப்படும் கருப்பையில் கன்றைச் சுற்றியுள்ள நீர்மப்பை உடைந்து வெளிவந்தபின் தாயை மிகுந்த கவனத்துடன் நோக்க வேண்டும். அதன்பிறகு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் கன்று வெளி வரத் தாய் முயற்சிக்கிறதா இல்லையா எனக் கவனித்தல் வேண்டும். கன்று ஈனும் அறிகுறிகள் கண்ட 12 மணி நேரத்திற்குள் கன்று வெளிவர வேண்டும். இல்லையெனில், கால்நடை மருத்து வரை அணுகி, மாட்டைக் கவனிக்கச்செய்தல் வேண்டும். சிறிது காலந்தாழ்த்தினாலும் அறுவை செய்ய வேண்டிய சூழ்நிலை ஏற்படும்; கால்நடை மருத்துவரைத் தவிர, பிறரைக் கொண்டு மருத்துவம் செய்ய முற்படுவதாலும், தாய், கன்று ஆகியவற்றின் உயிருக்குக் கேடு ஏற்படக்கூடும்.

இவ்வ தவிர, பொதுவாகக் கன்று ஈனும் தருணத்தில் ஆரோக்கிய நிலை, சோகை இல்லாமை போன்றவற்றைக் கருத்தில் கொள்ளல் வேண்டும்.

கன்று ஈனும் நிலையில் (parturition) முதல் நிலை 6-8 மணி நேரமும், இரண்டாம் நிலை 30-60 நிமிடமும் ஆகும். இதை அடுத்து நேரம் மிகுதி யானால் ஏதேனும் ஒரு காரணத்தால் கன்று ஈன முடியாமை வந்துள்ளதாகக் கருதிக் காலம் தாழ்த் தாமல் கால்நடை மருத்துவரை அணுகுதல் வேண்டும்.

மருத்துவம். மருத்துவம் அளிப்பதற்கு முன் எந்தக் காரணத்தினால் கன்று ஈனமுடியாமை ஏற்பட்டது என அறிதல் வேண்டும். அத்தகைய காரணத்தைக் கண்டுபிடித்து அக்குறையை நீக்கி, பிறகு கன்றினை வெளியே இழுத்தல் முறையாகும்.

எ. கா: தாயின் மூலம் முன்னர்க் குறிப்பிட்ட காரணங்களால் கன்று ஈன முடியாமை ஏற்படின் அதற்குத் தகுந்த மருத்துவம் அளித்தல் வேண்டும். கன்றின் மாறுபட்ட அமைப்பு இருக்கைக் கால்களின் அமைப்பு, தலை கழுத்து ஆகியவை முடிந்தும், மாறுபட்டும் இருக்கும்போது அவற்றைக் கால்நடை மருத்துவர் மூலம் சரிசெய்து, இயற்கையாகக் கன்று இருக்கும் அமைப்பைக் கருப்பையில் கொணர்ந்து அதன்பின் கன்றை வெளியே இழுத்தல் வேண்டும்.

கன்றை வெளியே எடுக்கும் முறைகள்

உள்ளே தள்ளுதல் (repulsion). இம்முறையில் கன்றைச் சிறிது அழுத்திக் கருப்பையின் உள்ளே தள்ளுவதால் மாறுபட்ட மடங்கிய கால், கழுத்து, தலை குறுக்காகவோ, கீழ்ப்புறமாகவோ, பக்க வாட்டிலோ நோக்கி இருக்குமாறு கன்றைச் சரி செய்ய இடவசதி கிடைக்கிறது.

சுற்றுதல் (rotation). கன்றை அதன் நீள் அச்சில் சுற்றுவதால் முன்பே சுற்றி அமைந்து இருக்கும் கன்றை இயற்கை அமைப்பில் கொணர முடியும்.

குறுக்காகச் சுற்றுதல். கன்றைக் குறுக்கு அச்சில் சுற்றுவதால் இயற்கை அமைப்புக்குக் கொண்டு வர முடியும்.

கால், தலை இவற்றைச் சரிசெய்து இயற்கை அமைப் புக்குக் கொண்டு வருதல். கன்றினை வெளியே இழுத்தல் (forced extraction), செயற்கை ஆற்றலின் உதவி (மனிதபலம் மற்றும் கயிறு, கொக்கி போட்டு இழுத்தல்).

கவனிக்க வேண்டியவை. தகுந்த பாதுகாப்போடு கவனத்துடன் ஒரே அளவு விசையுடன் இழுத்தல் வேண்டும்; கன்று வெளிவரும் பாதையை நன்கு வழ வழப்பாக அமைத்தல் வேண்டும்; கால்நடை மருத் துவர் தவிர வேறு யாரையும் அனுமதிக்கக்கூடாது; மிக அதிக அளவுள்ள கன்றினை விசைமூலம் எடுத்தல் கூடாது. கருப்பையில் இயற்கையான அமைப்பு இருக்கைக்குக் கொண்டுவாராமல் விசையின் மூலம் வெளியே எடுக்கக்கூடாது. இதனால் கருப்பை கிழிந்து விடக்கூடும். இரத்தப் பெருக்கு ஏற்பட்டு உயிருக்கே கேடு வரும்.

தடுக்கும் முறைகளும் பாதுகாத்தலும். நிறைசினை மாடுகளைத் தனியே கட்டிவைத்து எளிய உண வுடன் நீர் அதிக அளவு கொடுத்துப் பாதுகாக்க லாம். எருமைகளை நீரில் புரளவிடாமல் தடுப்புகள் மூலம் கருப்பைச் சுழற்சியைத் தவிர்க்கலாம். நிறை சினை மாடுகளை அடிக்கடிக் கால்நடை மருத்துவர் மூலம் க்ண்காணிக்கச் செய்து தடுக்கலாம். ஆனால் மரபியல் கோளாறுகளுக்கு, கருப்பையில் மாறுபட்ட அமைப்பு உடைய கன்றுகளை ஈனும் காலத்தில் கால் நடை மருத்துவர் கண்காணிப்பிலேயே கன்றை வெளியே எடுக்க வேண்டும்.

- ஆர். பாலகிருஷ்ணன்

கன்று நோய்கள்

கன்று பிறந்ததிலிருந்து ஆறு மாதங்கள் வரை பல நோய்களால் எளிதில் தாக்கப்பட்டு இறந்துவிட வாய்ப்பு உண்டு. ஈன்ற கன்று ஒரு மணி நேரத்திற்குள் தாயிடமிருந்து சீம்பால் அருந்த வேண்டும். இல்லாவிடில் கன்றின் உடலில் நோய்

எதிர்ப்பாற்றல் குறையத் தொடங்கும். பெரும்பாலும் கன்று நோய்கள் உடலில் நோய் எதிர்ப்பாற்றல் குறைவதாலும், உணவில் சத்துப்பொருள்கள் குறைவினாலும், சுற்றுப்புற நலக்கேட்டாலும் ஏற்படுகின்றன. ஆதலால், கன்றுகளைத் தாக்குகின்ற நோய்கள் பற்றி நன்கு அறிந்து தடுப்பு முறைகளைக் கையாள்வதும், நோய் ஏற்பட்டால் உரிய காலத்தில் மருத்துவம் செய்து கொள்வதும் கன்று வளர்ப்பில் கவனிக்கத்தக்க கூறுகளாகும்.

இளங்கன்றுகளைத் தாக்கும் கொடிய நோய்கள்

கொப்பூழ்க் கட்டி. கன்று ஈன்றவுடன் கொப்பூழ்க் கொடியை டிஞ்சர் அயோடினால் கழுவி 2.5செ.மீ விட்டு நூலால் கட்டிக் கத்தரியால் வெட்டிவிட வேண்டும். இவ்வாறு செய்யாவிடில், கொப்பூழ்க் கொடி வழியாகப் பலவித நுண்ணுயிர்கள் உடலினுள் செல்ல வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. மேலும் அவை இரத்தத்தில் கலந்து கொப்பூழ் மற்றும் மூட்டுகளைத் தாக்குவது மட்டுமன்றி உடலின் உட்பகுதிகளான ஈரல், குடல், இதயத்தையும் பாதிக்கின்றன. நாளடைவில் கொப்பூழ்க் கட்டி ஏற்பட்டுச் சீழ் பிடித்துவிடும். இவற்றை அறுவையால் தான் குணப்படுத்த முடியும். இந்நோய், ஸ்ட்ரெப்ட்டோகாக்கஸ் என்னும் பாக்டீரியாவால் உண்டாகிறது. இதை, பெனிசிலின் மருந்து மூலம் குணப்படுத்தலாம். இவ்வித நோய் ஏற்படாமலிருக்க, கன்று பிறந்தவுடன் கொப்பூழ்க் கொடியை நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தால் கழுவித் தூய்மையாக்க வேண்டும்.

கன்று வெள்ளைக் கழிச்சல் நோய். கன்று பிறந்தது முதல் ஒரு வாரம் வரை கழிச்சல் நோய் தாக்குகிறது. கோலி என்னும் பாக்ட்டீரியாவால் இந்நோய் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் கண்ட கன்றுகள் கடுமையான பேதிக்குள்ளாகி வெள்ளை நிறமாகக் கழிந்து பின்னர் வலிமையிழந்து இறந்துவிடும். சாணம் நீர் போன்றோ, பிசுபிசுப்பாகவோ, இரத்தம் கலந்தோ, மஞ்சள் நிறமாகவோ வெண்மை நிறமாகவோ, காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கன்று, நீர் அருந்தாமல் சோம்பலாகக் கண்கள் குழி விழுந்து காணப்படும். 3-5 நாள்களில் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் இறந்துவிடுகின்றன. அடிக்கடிக் கழிவதால் உடம்பினுள் நீரிழப்பு (dehydration) ஏற்பட்டு மிகவிரைவில் வலிமையிழக்கின்றன. இதனால் கன்றுகள் இறந்துவிட வாய்ப்பு உள்ளது. எனவே உடனடியாக அருகிலுள்ள கால்நடை மருத்துவர்களை அணுகித் தேவையான குளுகோஸ் உப்புச்சத்துக் கொண்ட நீர்மங்களை வாய்வழியாகவோ நரம்பு வழியாகவோ கன்றின் உடலில் செலுத்தி நீரிழப்பை ஈடு செய்ய வேண்டும். தவிர டெர்ராமைசின், நியோமைசின், சல்ஃபா, குளோரம்பினிகால் போன்ற மருந்துகளைக் கொடுத்து நோயைக் குணப்படுத்தலாம்.

குடற்புழுக்கள். இளங்கன்றுகளைத் தாக்கும் குடற்புழுக்கள் உருண்டைப் புழுக்கள் ஆகும். அஸ்காரிஸ் எனப்படும் உருண்டைப் புழுக்கள் ஏறத்தாழ 14" நீளமுடையன. பிறந்த கன்றுகள் பெருமளவில் இறப்பதற்குக் காரணம் கன்றுகள் பிறப்பதற்கு முன்பே அதன் வயிற்றில் வளரும் அஸ்காரிஸ் எனும் குடற்புழுக்களாகும். பசுவின் கருக்காலத்தில் கன்று கருப்பையில் வளரும்போதே பசுவின் வயிற்றிலுள்ள இவ்வகைக் குடற்புழுக்களின் முட்டைகள் கன்றின் வயிற்றிற்குக் கொப்பூழ்க் கொடி மூலம் சென்று குடற்புழுக்களாக வளர வாய்ப்புண்டு; எனவே கன்று பிறந்த ஏழாம் நாளில் பைப்ரசின் அடிப்பேட் மருந்தை 10மிலி அளவு கொடுத்துக் குடற்புழு நீக்கம் செய்தல் வேண்டும்.

கன்று இரத்தக் கழிச்சல் நோய். இந்நோய் புரோட்டோசோவா எனப்படும் ஒரு செல் உயிர் அணுவால் ஏற்படுகிறது. தாக்கப்பட்ட கன்றுகளின் குடல் பாதிக்கப்படுகிறது. கழிச்சல் திடீரெனத் தொடங்கும். கன்று இரத்த பேதி கண்டு இறந்துவிடும். மேலும் தாக்கப்பட்ட கன்றுகள் இரத்தச் சோகையுடனும், வலிமையற்றும், மேல்மூச்சு வாங்கிக் கொண்டும், உணவு உட்கொள்ளாமலும் இருக்கும். நைட்ரோஃபியூரசான், சல்ஃபாமெசத்தீன், ஆம்பரசால் இவற்றில் ஏதாவது ஒரு மருந்தைக் கொடுப்பதனால் நோயைக் குணப்படுத்தலாம்.

மாலைக்கண் நோய். பிறந்த கன்றுகள் சீம்பாலைக் குடிப்பதன் மூலம் போதுமான வைட்டமின் A சத்தைப் பெறுகின்றன. வைட்டமின் A பற்றாக் குறையால் மாலைக்கண் நோய் ஏற்படுகிறது. மேலும் நுரையீரல், குடல், கருப்பை முதலியன பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைப் போக்கச் சினைக் காலத்தின் இறுதி இரு மாதங்களில் தாய்ப் பசுவுக்குக் கூடுதலான பச்சைப்புல் தீவனம் அளித்தல் வேண்டும். நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகளுக்குத் தினமும் மீன் எண்ணெய் 5 மி.லி. அல்லது வைட்டாபிளண்ட் 1 மி.லி. அளித்து வர வேண்டும்.

நிமோனியா. பெருமளவில் இந்நோய் மழைக் காலங்களிலும், குளிர்காலத்திலும் கன்றுகளில் காணப்படுகிறது. தாய் இல்லாத இளங்கன்றுகளுக்கு வாய் வழியாகப் பாலை ஊட்டும்போது, ஊட்டுபவர்களின் கவனக்குறைவால் புரையேறி நிமோனியா ஏற்படுகிறது. இச்சமயங்களில் பால் உணவுக் குழாயை அடைவதற்குப் பதிலாக மூச்சுக் குழாயினுள் சென்றுவிடுகிறது. எனவே புரையேறி நிமோனியா (aspiration pneumonia) உண்டாகிறது. கவனமாகப் பால் ஊட்டுவதன் மூலம் இதைத் தவிர்க்கலாம். மேலும் தூய்மையான கொட்டில்களில் கன்றுகளைப் பேணுவதன் மூலம் கன்றுகள்ள நிமோனியா தாக்காமல் பாதுகாக்கலாம்.

சிரங்கு. கன்றுகளில் சிரங்கு நலவாழ்வுக் குறைவால் ஒட்டுண்ணி மூலம் பரவுகிறது. மாலத்தியான்

0.5% நீர்மமாகக் கன்றுகளின் மீது வாரம் ஒரு முறை மூன்று வாரங்கள் தெளிக்கவேண்டும்.

கால் மற்றும் வாய் நோய். இந்நோய் வைரஸ் என்னும் நுண்ணுயிரியால் ஏற்படுகிறது. கன்றுகள் இந்நோய் கண்ட பசுவின் பாலை அருந்துவதால் நோய் தாக்கப்பட்டு இறந்து விடுகின்றன. நோய் கண்ட பகுதிகளில் கன்றுகள் தாய்ப்பாலைச் குடிக்காத வாறு கவனித்துப் பாலைக் கறந்து காய்ச்சி, கன்று களுக்கு ஊட்டுவதன் மூலம் கன்றுகளின் இழப்பைத் தவிர்க்கலாம்.

வளரும் கன்றுகளைப் பாதிக்கும் நோய்கள். கன்று களில் அஸ்காரிஸ் என்னும் உருண்டைப் புழுக்களால் இருமல், தோலில் சொரசொரப்பு, கழிச்சல், வயிற்று வலி ஏற்படும். இதனால் கன்றுகளின் எடை குறையும். இரத்தச் சோகை காணப்படும். சில சமயங்களில் இப் புழுக்கள் குடலை அடைத்துக் கொள்ளும். எனவே வளரும் கன்றுகளுக்கு மாதம் ஒரு முறை விப்ரசின் என்னும் மருந்தால் குடற்புழு நீக்கம் செய்தல் தேவை. இதைத் தவிர ஸ்ட்ராங்கைல் என்னும் உருண்டைப் புழுக்களும் கன்றுகளைத் தாக்குகின்றன. இவ்வகைப் புழுக்கள் இரத்தத்தை உறிஞ்சி இரத்தச் சோகையை உண்டாக்குகின்றன. பேன்மின்த், பெனா கர் போன்ற மருந்துகள் கொண்டு குடற்புழு நீக்கம் செய்தல் வேண்டும். கன்றுகளின் சாணத்தை மாதம் ஒரு முறை ஆய்வு செய்து எவ்வகைப் புழு தாக்கி யுள்ளது என்பதை அறிந்து ஏற்ற குடற்புழு நீக்க மருந்து கொடுக்க வேண்டும்.

சத்துக் குறைவால் எற்படும் வலிப்பு நோய். இளம் வயதில் கன்றுகளுக்குப் போதிய அளவு தாய்ப் பால் கொடுக்காவிடில் மக்னீசியம் என்னும் சத்துப் பொருள் குறைந்து வலிப்பு நோய் ஏற்படுகிறது; வலிப்பு, முகத்திலுள்ள தசை சுருங்குதல், தடுமாற்ற மான நடை ஆகியன நோய் அறிகுறிகள் ஆகும். பசுந்தீவனம் மற்றும் தாதுக்கலவையை உணவில் கொடுப்பதன் மூலமும் தாது உப்புக்கட்டியைக் கொட்டிலில் தொங்கவிடுவதன் மூலமும் இந் நோயைத் தடுக்கலாம்.

தோல் நோய்கள். கன்றுகளின் தோல் நோய் ஒருவிதப் பூஞ்சக் காளான்களால் ஏற்படுகிறது. இக் காளான் தலை, முகம், உதடு, கழுத்துப் போன்ற பகுதிகளைத் தாக்குகிறது. பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகள் தடித்துத் திட்டுத் திட்டாகவும் சாம்பல் நிறமாகவும் காணப்படும். இந்நோய் பிற கால்நடைகளுக்கும், மனிதர்களுக்கும் பரவும் தன்மை வாய்ந்தது.

உண்ணி, பேன், தெள்ளுப் பூச்சியின் தாக்குதல். உண்ணிகள் கன்றுகளைத் தாக்கும்போது உடலில் அரிப்பு ஏற்படுகிறது. தாக்கப்பட்ட பகுதிகள் தடித்து, சாய்ந்து,முடிகொட்டிக் காணப்படும். இதனால் கன்று களின் உடல்நிலை பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. உண்ணி கடிப்பதால் காய்ச்சல், ஊட்டக்குறைவு, இரத்தச் சோகை, ஈரல் வீக்கம் ஏற்படும்.

வாய்க்கூடை போடுவதால் தரையில் உள்ள மண்ணை நக்குவது, கன்றோடு கன்று நக்குவது போன்ற தீய பழக்கங்களை நிறுத்தலாம்; கன்று ஒன்றை ஒன்று நக்குவதால் மயிர் வயிற்றுக்குள் சென்று முடி உருண்டையாக மாறி உணவுக் குழாயை அடைத்து, கன்றின் உயிருக்கு ஆபத்து நேரிடலாம்.

- வெ. ஜெயாகிறிஸ்டி

கன்றுப் பராமரிப்பு

இது சினை மாடுகள் பராமரிப்பில் தொடங்கு கிறது. சினைப் பசுக்களுக்கு 7 மாதச் சினை முதல் அவற்றின் உடல்நிலைக்கும் பால் உற்பத்திக்கும் கொடுக்கும் கலப்புத் தீவனத்துடன் ஒரு கிலோ கலப்புத்தீவனம் மிகுதியாகக் கொடுக்க வேண்டும். சினைக் காலத்தில ஏறக்குறைய 15-20 கிலோ பசும் புல் கொடுக்க வேண்டும். இத்துடன் நாளொன்றுக்கு ஏறக்குறைய 30 கிராம் சாதாரண உப்பும், 30 கிராம் தாது உப்புக் கலவையும் சேர்த்துக் கொடுக்க வேண்டும். சினைப்பசுவை நன்கு பராமரித்தால்தான் நலமுள்ள கன்று பிறக்கும். கன்று ஈனும் காலம் நெருங்கும் போது சினை மாடுகளைத் தனியாக அமைதியான சூழ்நிலையில் வைத்துப் பேண வேண்டும்.

கன்று பிறந்தவுடன் கவனிக்க வேண்டியவை. கன்று பிறந்ததும் அதன் மூக்கு, வாய், உடல் பகுதிகளின் மீது ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் சளி போன்ற சவ்வைத் தூய உலர் துணியால் நன்கு துடைக்க வேண்டும். பசுவே தன் கன்றை நக்கி நீக்கிவிடும். கன்று ஈன்ற வுடன் அதன் கொப்பூழ்க் கொடியை 1 அங்குலம் விட்டுத் தூய கத்தரியால் வெட்டி, நுனிப் பகுதியில் டிஞ்சர் அயோடின் வைக்க வேண்டும். நல மான கன்று 20-30 நிமிடத்தில் எழுந்து நின்று கொள்ளும்.

சீம்பாலின் தேவை. பிறந்த கன்றுக்கு உடன் சீம்பால் கிடைக்கச் செய்ய வேண்டும். கன்று ஈன்ற வுடன் தாயின் மடியிலிருந்து சுரக்கும் கெட்டியான சிறிது மஞ்சள் நிறமான பாலே சீம்பால் எனப்படும். கன்று பிறந்தபின் பொதுவாக 4 நாள்களுக்குச் சீம்பால் சுரக்கும். சீம்பாலில் புரதம், வைட்ட மின்கள் A, D, E ஆகியன ஏனைய பாலில் உள்ளதைவிட மிகுந்துள்ளன. மேலும் நோய் வாராமல் தடுப்பதற்குரிய எதிர்ப்பாற்றல் பொருள் களும் சீம்பாலில் உள்ளன. இப்பால் குடல் இயக்கத் திற்கும் உதவி செய்கிறது.

வளர்ப்பு முறை. பால் கறப்பதற்கு முன்பும் பின்பும் கன்றுகளைத் தாயிடம் பால் குடிக்க வைப்பதும், பின்பு கிடைக்கின்ற தீவனத்தைக் கொடுத்து வளர்ப்பதுமே நடைமுறையில் கடைப்பிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன. இம்முறையால் கன்றுகளுக்குத் தேவையான உணவுச்சத்துகள் கிடைப்பதில்லை.

கன்றுகளைப் பிரித்து வளர்த்தல். அரசினர் பண்ணைகளிலும், தொழில் முறையில் நடைபெறும் பால்பண்ணைகளிலும் கன்றுகளைத் தாயிடமிருந்து பிரித்துப் பேணும் முறை கையாளப்படுகிறது. இவ்வாறு பிரித்து வளர்ப்பதால் கன்றுக்குத் தேவையான அளவு பால் கொடுக்கலாம். பால் உற்பத்தி அளவு முறையாகக் கணக்கிடப்பட்டுப் பசுவிற்குத் தேவையான அளவு தீவனங்கள் கொடுக்க முடியும்; கன்றுகளின் வளர்ச்சி ஒரே சீராக இருக்கும்; கன்று இல்லாமல் பால் கறத்தல், தூய நலவாழ்வு முறைக்கு வழி வகுக்கும். கன்று பிறந்த தாயிடமிருந்தும் பால் கறக்கலாம். பால் கறக்கும் நேரத்தைக் குறைக்கவும், கன்றுகளை நல்ல முறையில் பராமரிக்கவும் இயலும்.

கன்றைப் பிரித்து வளர்க்க, பிறந்த உடன் கன்றைத் தாயின் பார்வை படுமுன்னரே பிரித்து விட வேண்டும். கன்றுகளின் எடைக்கு ஏற்றாற் போல் தேவையான பாலளவை, அதாவது கன்றின் எடையில் பத்தில் ஒரு பங்கை, முதல் 1 வாரத்திற்குத் தினம் 3 முறையும் பின்பு 2 முறையுமாகச் சிறிது வெதுவெதுப்பாக்கிக் கொடுப்பது நல்லது. பிரிந்த கன்றுகளுக்குப் பால்புட்டி மூலம் பால் கொடுக்கலாம். ஒரு வாரத்திற்குப் பின்பு பாலை அகன்ற பாத்திரத்தில் ஊற்றிக் குடிக்கப் பழக்கலாம். இரண்டு, மூன்று வார வயதில் கன்றுகள் பசும்புல்களையும் தீவனங்களையும் உண்ணத் தொடங்கும்.

கன்றுத் தீவனம். கன்றுகளின் வளர்ச்சியையும் உடல் நலத்தையும் ஊக்குவிக்கத் தனியாகத் தயாரிக்கப்படும் தீவனமே கன்றுத் தீவனம் ஆகும். கன்றுத் தீவனத்தில் 18% நன்கு செரிக்கக்கூடிய புரதச் சத்தும், 75% செரிக்கும் உணவுச் சத்துகளும் இருக்கும். இத்துடன் தீவனத்தில் சாதாரண உப்பு, தாது உப்புக் கலவை, வைட்டமின், ஆரியோமைசின் அல்லது டெட்ராமைசின் போன்றவையும் கலக்க வேண்டும்.

3 வாரத்திலிருந்து கன்றுத் தீவனத்தையும் சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். 3 வாரத்தில் 1 நாளைக்கு 100 கிராம் வீதம் கொடுக்கலாம். பிறகு வாரா வாரம் சிறிது சிறிதாகச் சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். ஆறு மாதம் வரை கன்றுத் தீவனமும், அதற்கு மேல் பொதுத் தீவனமும் கொடுக்க வேண்டும். நல்ல முறையில் பராமரித்து வந்தால் கன்றின் எடை நாளும் 300 அல்லது 400 கிராம் கூடும். ஆறாம் மாதத்தில் பிறந்தபோது இருந்த எடையைப் போல் நான்கு மடங்காக எடை மிகும்.

பிற பராமரிப்பு முறைகள். கன்றுகள் வளர்க்கப் படும் அறை நல்ல காற்றோட்டம் உள்ளதாகவும் ஒளியுடையதாகவும் தரையில் ஈரப்பசை இல்லாத உயரமான இடமாகவும் இருக்க வேண்டும்.

கொம்புக்குருத்தை நீக்குதல். கறவைகளுக்குக் கொம்பு தேவை இல்லாததால் கன்று பிறந்த 3 நாள்களுக்குள் கொம்புக் குருத்தை நீக்கிவிடலாம். மின் கொம்பு நீக்கி அல்லது எரி பொட்டாஷ் குச்சி கொண்டு இதைச் செய்யலாம்.

கன்றுகளுக்கு வரும் சில நோய்கள்

கன்றுக்கழிச்சல். இந்நோய் பாலூட்டும் கன்றுகளை மிகுதியும் தாக்கும். முதலில்காய்ச்சல் இருக்கும்; சோம்பலாகவும், பாலூட்டாமலும் இருக்கும். பிறகு கெடுநாற்றமுடன் கூடிய மஞ்சள் கலந்த வெள்ளை நிறக்கழிச்சல் இருக்கும். இதைத் தடுக்க, கன்றுகளுக்கு அளவான பால்கொடுக்க வேண்டும். சீம்பால் உறுதியாகக் கிடைக்கச் செய்ய வேண்டும். சல்ஃபா மருந்துகள், நுண்ணுயிர் எதிர்மருந்துகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

படைச்சொறி. இந்நோய் பூஞ்சைக் காளான்களால் ஏற்படுகிறது. கன்றின் உடம்பில் குறிப்பாக, காது, கழுத்து, கண், புருவம் முதலிய பகுதிகளில் வட்டவட்டமாக மயிர் உதிர்ந்து சொட்டையாக இருக்கும். தோல் சுருக்கத்துடன் இருக்கும்; கன்று அடிக்கடி தேய்த்துக் கொண்டும், உராய்ந்து கொண்டும் இருக்கும். இதைத் தடுக்கப் பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகளைப் பிரித்துத் தனியாக வைக்க வேண்டும். இடநெருக்கடியைத் தவிர்க்க வேண்டும். டிஞ்சர் அயோடின், கந்தகக் களிம்பு முதலியவற்றை இடலாம்.

குடற்புழு. கன்றுகளில் உருண்டைப்புழுப் பாதிப்பு மிகுந்தும் பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் சோர்ந்தும் காணப்படும். அவை பால் ஊட்டா. பாதிக்கப் பட்டவற்றில் முதலில் கழிச்சலும், பிறகு சாணமிடுவதில் துன்பமும் இருக்கும். உடல் மெலிந்து விடும். முன் தாடையின் கீழ் வீக்கம் போல் காணப் படும். வயிறு பெருத்துக் காணப்படும். இப் பாதிப்பைத் தடுக்க, கன்றிற்குப் பத்து நாள் ஆகும் போது ஒருமுறையும் -பிறகு இரண்டு மாதத்திற்கு ஒருமுறையும் குடற்புழு நீக்க மருந்து கொடுத்து வருதல் போதுமானதாகும்.

ஈ. ஒட்டுண்ணிகள். கன்றுகளைப் பேன், உண்ணி போன்றவையும் தாக்கும். இவற்றின் பாதிப்பைத் தடுக்க, கன்றுக் கொட்டில்களைத் தூய்மையாக வைத்திருக்க வேண்டும். கன்றின்மீது 0.5% D.D.T 0.25% லோராக்ஸின் போன்ற மருந்துக்

கலவையைப் பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளில் தெளித்துக் குணப்படுத்தலாம்.

காக்சிடியோசிஸ். இது இளம் கன்றுகளைத் தாக்கும் நோயாகும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகளில் இரத்தம் கலந்த கழிச்சல் இருக்கும். அவை மிகவும் சோர்ந்திருக்கும். பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகளைத் தனியாகப் பிரித்து மருத்துவம் அளித்தல் வேண்டும்.

கன்று டிப்தீரியா. இது ஆறு மாத வயதிற்குட்பட்ட கன்றுகளைப் பெரிதும் பாதிக்கும். வாய், நாக்கு, உதடு முதலிய உறுப்புகளில் புண் தோன்றும். மூச்சு உறுப்புகள் பாதிக்கப்படும். தொண்டைச் சதை வீங்கி மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். பாதிக்கப்பட்டவற்றைப் பிரித்து உடனடி மருத்துவம் அளித்தல் வேண்டும். ஆறு மாதத்திற்கு மேற்பட்ட கன்றுகளுக்கு உரிய காலத்தில் கருச்சிதைவு நோய்த் தடுப்பூசி, சாண நோய்த்தடுப்பூசி, வெக்கை நோய்த் தடுப்பூசி, தொண்டை அடைப்பான் தடுப்பூசி, பிற தடுப்பூசிகள் போடவேண்டும்.

— பி. தங்கவேலு

கன்று வளர்ப்பு

பிறந்த கன்றுகள் வெளிச்சூழ்நிலையில் பல நோய்களுக்கு உட்படுவதால் ஒழுங்கான பராமரிப்பு முறைகளால் மட்டுமே அவற்றை நோயினின்றும் பாதுகாக்க முடியும். பிறந்த கன்றுகளில் பின்வரும் பராமரிப்பு முறைகளைக் கையாளுதல் தேவை. கன்றுகள் பிறந்தவுடன் ஒழுங்காகச் சுவாசிக்கின்றனவா என்பதை உறுதிப்படுத்தி மூக்கு வாய், கண் மற்றும் உடல் மேலுள்ள சளி போன்ற நீர்மத்தைத் தூய்மையான துணி கொண்டு துடைக்க வேண்டும். இலேசாக மார்புப் பகுதியை அழுத்தி விடுவதன் மூலமோ கன்றுகளைத் தலைகீழாகத் தூக்கிப் பிடிப்பதன் மூலமோ செயற்கை முறையில் மூச்சு விடுமாறு செய்யலாம்.

காலில் உள்ள வழவழப்பான குளம்புப் பகுதியைக் கிள்ளிவிடுவதன் மூலம் கன்றுகளை நன்கு எழுந்து நடக்கச் செய்யலாம். நலமுள்ள கன்றுகள் பிறந்த அரை மணி நேரத்திற்குள் எழுந்து நின்று தாயிடம் பால் குடிக்கச் செல்லும். பிறந்த கன்றுகளின் பார்வை சரியாக உள்ளதா என்பதை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

பிறந்த கன்றுகளின் கொப்பூழ்க் கொடியை நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தைக் கொண்டு கழுவிய பின் 2.5 செ.மீ இடைவெளி விட்டு நூல்கொண்டு இறுக்கமாகக் கட்டி முடிச்சிட்டு அதிலிருந்து 1செ.மீ இடைவெளி விட்டு வெட்டிவிட வேண்டும். பின் அந்த இடத்தில் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தைத் தடவிவிட வேண்டும். இதனால் கொப்பூழ்க் கட்டி முதலான நோய்களைத் தவிர்க்கலாம். கன்றுகளை நன்கு தேய்த்து வைக்கோல் படுக்கையில் விடவேண்டும்.

கன்று பிறந்தவுடன் தாய்ப்பசுவிடம் சுரக்கும் சீம்பால் புரதமிகு உணவாகும். இது புரதம், வைட்டமின், தாது உப்புப் போன்ற பல உயிர்ச் சத்துகளைக் கொண்டது. மேலும் இதில் உள்ள எதிர் உயிர்ப்பொருள்கள் பிறந்த கன்றுகளை நோயினின்றும் பாதுகாக்கின்றன. மேலும் பிறந்த கன்றுகளின் குடலில் அடைத்துக் கொண்டிருக்கும் மீகோனியம் என்னும் கழிவுப் பொருளை வெளியேற்றும் மலமிளக்கியாகவும் சீம்பால் பயன்படுகிறது. எனவே முதல் மூன்று அல்லது நான்கு நாள்களுக்குக் கன்றுகளுக்குச் சீம்பாலை அளிப்பதனால் இளம் கன்றுகளில் ஏற்படும் உயிரிழப்பைப் பெருமளவு தவிர்க்கலாம்.

கன்றுகளுக்கான கொட்டில்கள். கன்றுகள் அடைத்துவைக்கப்படும் கொட்டில்கள் நல்ல ஒளி மற்றும் காற்றோட்டம் உள்ளனவாகவும், உயர்ந்த ஈரமில்லாத வைக்கோல் படுக்கை கொண்ட தரையாகவும் இருக்க வேண்டும். கன்றுகள் ஒன்றை ஒன்று நக்காமல் தடுக்க வாய்க்கூடு போடலாம் அல்லது தாது உப்புக் கற்களைத் தொங்கவிடலாம். தீவனத் தொட்டிகள் 25 செமீ, அகலமும் 15 செ.மீ. ஆழமும் கொண்டிருக்கவேண்டும்.

கொம்பு நீக்கம் செய்தல். மூன்று முதல் பத்து நாள் வயதுள்ள இளம் கன்றுகளில் எரிசோடா போன்ற வேதிப் பொருள்களைக் கொண்டோ மின் கொம்பு நீக்கிகள் (electric dehorner) கொண்டோ கொம்பு நீக்கம் செய்யப்படவேண்டும். இதன் மூலம் மாடுகள் சண்டையிடுவதால் ஏற்படும் காயங்கள், கொம்பு முறிவு ஆகியவற்றைத் தவிர்க்கலாம்.

கன்றுகளை அடையாளம் காணுதல். அடையாளம் காண்பதற்காக ஒவ்வொரு கன்றும் ஒருவித மையால் (ink) வெவ்வேறு எண்கள் மற்றும் எழுத்துகள் மூலம் குறியிடப்படுகின்றன. வெவ்வேறு எண் குறியிடப்பட்ட உலோகத் தாது வளையங்களைக் கொண்டும் அடையாளம் காணலாம்.

கன்றுகளைத் தாயிடமிருந்து பிரித்தல். கன்றுகளைப் பிறந்த அன்றே சீம்பால் குடித்த பின்பு தாயிடமிருந்து பிரித்துத் தனியாக வளர்ப்பது சிறந்த முறையாகும். இதன் மூலம் கன்றுகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான பாலை அதாவது அதன் மொத்த உடல் எடையில் 8 அல்லது 10 இல் ஒரு பங்கு அளவு பாலைக் கணக்கிட்டுத் தரலாம். பால் மிகுதியாகக் குடிப்பதால் ஏற்படும் வயிற்றுப்போக்கு, பால் குறைவாகக் குடிப்பதால் ஏற்படும் வளர்ச்சிக் குறைவு, மலச்சிக்கல் போன்றவற்றை இதன் மூலம்

தவிர்க்கலாம். மேலும் கன்றுகளை இளம் வயதிலேயே தாயிடமிருந்து பிரித்து வளர்ப்பதால் பிறப்பின் போதோ வேறு ஏதேனும் நோய்கண்டோ தாய்ப்பசு இறந்து போதல் தாய்ப்பசு நோய்வாய்பட்டிருத்தல் போன்ற சமயங்களில் எழும் சிக்கல்களைத் தவிர்க் கலாம்.

இவ்வாறு கன்றுகளைப் பிரித்துப் பால் தரும் போது அவை முதலில் பாலைக் குடிக்க மறுக்கும். எனவே தூய்மையான கையைப் பால் பாத்திரத்தில் வைத்து அதைக் கன்றுகள் சுவைக்குமாறு செய்ய வேண்டும். ஓரிரு நாளில் கன்றுகள் தாமாகவே பாலைக் குடிக்கப் பழகிக் கொள்ளும். இம் முறைக்குப் பெயில் ஃபீடிங் (pail feeding) என்று பெயர்.

கன்றுகள் வளர்க்கும் முறை. இளம் கன்றுகளில் ரூமன் (rumen) வளர்ந்து வேலை செய்யத் தொடங்க நீண்ட நாளாகும். எனவே கன்றுகளுக்குத் தேவை யான புரதம், வைட்டமின் போன்ற உயிர்ச் சத்துகளைத் தீவனத்தில் கொடுக்க வேண்டும். பிறந்த கன்றுகளில் முதல் மூன்று நாள்களுக்குச் சீம்பால் அளிக்கப்பட்ட பின் பால் பதிலிகளையோ (milk replacer) பால் மற்றும் கன்றுத் தீவனத்தையோ அளிக்கவேண்டும்.

பத்து நாள் ஆன இளம் கன்றுகள் பசும்புல் மற்றும் உலர்தீவனப் புற்களைச் சிறிது சிறிதாகச் சாப்பிடத் தொடங்கும். இத்தகைய கன்றுகளுக்கு ஆறு முதல் ஏழு வாரங்கள் வரை கன்றுத் தீவனத் தைப் பாலுடன் சேர்த்து அளிக்கலாம். வளரும் கன்று களுக்குப் பாலுடன் பின்வரும் தானியக் கலவை களைத் தீவனமாக அளிக்கலாம். 40 பகுதி அரைக்கப் பட்ட கேழ்வரகு, 40 பகுதி அரைக்கப்பட்ட ஓட்ஸ், 18 பகுதி கோதுமைத் தவிடு, 1 பகுதி உப்பு, 1 பகுதி எலும்புத்தூள், 1 பகுதி நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துக் கலவை, 100-200 கிராம் சைலேஜ் கொண்ட தீவனத்தைத் தரலாம்.

புரதச்சத்து மிகுந்த அடர் தீவனக் கலவையை உடல் எடைக்குத் தகுந்தாற்போல் கணக்கிட்டு அளிக்கவேண்டும். கன்றுகளுக்குத் தக்க உடற் பயிற்சியும் அளிக்கவேண்டும்.

ஆறு மாதத்திற்கு மேற்பட்ட கன்றுகளுக்கு உலர் சக்கைத் தீவனம் மற்றும் பசுந்தீவனம் பெருமளவில் அளிக்கவேண்டும். இவற்றுடன் அடர் தீவனக் கலவையும் சைலேஜ் உலர்புல் ஆகியவையும் அளிக்கப்பட வேண்டும். பசுந்தீவனங்கள் முதிர்ச்சி அடையாத இளம் தீவனமாக இருக்கவேண்டும்.

கன்றுகளைத் தாக்கும் நோய்கள். சரியான பரா மரிப்பு இன்மையால் கீழ்க்காணும் நோய்கள் கன்று களைத் தாக்கும். அவை கொப்பூழ்க் கட்டி, குருட்டுத் தன்மை, வெள்ளைக்கழிச்சல், மலச்சிக்கல், இரத்தக் கழிச்சல், குடல் பூச்சிகள், தோல் நோய்கள், நிமோனியா போன்றவை.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். கன்று பிறந்த ஏழாம் நாளில் குடல்பூச்சி மருந்து கொடுத்துக் குடல்புழு நீக்கம் செய்யவேண்டும். அதன்பின் ஆறாம் மாதம் வரை 21 நாள்களுக்கு ஒருமுறை தொடர்ந்து குடற்புழு நீக்கம் செய்யவேண்டும். 6 மாதத்திற்கு மேற்பட்ட கன்றுகளில் மூன்று மாதத்திற்கு ஒருமுறை குடற்புழு நீக்கம் செய்யவேண்டும். சாணத்தை அடிக்கடி ஆய்வுக்கு அனுப்பி, கால்நடை மருத்துவரின் உதவியுடன் தக்க மருந்துகள் தரவேண்டும்.

குளிர்காலத்தில் தரைகளில் ஈரமின்றிப் பார்த்துக் கொள்ளுதல், கொட்டில்களில் குளிர் காற்று வாராமல் தடுத்து இளம் சூடான சூழ்நிலையை உருவாக்குதல், இளம் சூடான நீரில் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தைக் கலந்தளித்தல் போன்றவற்றைச் செய்வதன் மூலம் கன்றுகளில் நிமோனியா போன்றவற்றைத் தடுத்து இறப்புச் சதவீதத்தைக் குறைக்கலாம்.

இளம் கன்றுகளுக்கு, 1-3 மாத வயதிற்குள் கோமாரி நோய்த் தடுப்பூசி (F.M.D. vaccine) போட வேண்டும். ஊசிபோட்ட 21 நாளில் மறு தடுப்பூசி (booster dose) போடவேண்டும். ஆறு மாதமான கன்றுகளில் அடைப்பான் (anthrax), தொண்டை அடைப்பான், சப்பைநோய், வெக்கைநோய்த் தடுப் பூசிகள் போடுவதன் மூலம் இந்நோய்களிலிருந்து கன்றுகளைப் பாதுகாக்கலாம்.

- ஆர். திருமூலன்

கன்று வீச்சு நோய்

இது புருசல்லா என்னும் நுண்ணுயிரியால் உண்டாகும் ஒரு கொடிய நோயாகும். கன்று வீச்சு நோய் (brucellosis) கால்நடைகளை மட்டுமல்லாமல் மனிதர்களையும் பாதிப்பதால் பெரும் பொருளாதார இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்நுண்ணுயிரியை டேவிட் புருஸ் என்னும் அறிவியல் வல்லுநர் 1887 ஆம் ஆண்டு இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட ஒரு மனித னுடைய மண்ணீரலிலிருந்து கண்டறிந்தார். எனவே, இவ்வகை நுண்ணுயிர்ப் பிரிவுக்குப் புருசல்லா என்ற பெயர் வழங்கலாயிற்று. அதன் பின்பு பசு வினங்களைத் தாக்கும் நுண்ணுயிரி புரு சல்லா அபார்ட்டஸ் என்றும், பன்றிகளைத் தாக்கும் இந்நுண்ணுயிரிக்குப் புருசல்லா சூயிஸ் என்றும், ஆட்டினத்தைத் தாக்கும் நுண்ணுயிரிக்குப் புருசல்லா ஓவிஸ் என்றும், நாய்களைத் தாக்கும் நுண்ணுயிரிக்குப் புருசல்லா கேனிஸ் என்றும் நுண்ணுயிர் ஆராய்ச்சி

வல்லுநர்களால் பெயர்கள் இடப்பட்டன.

மேற்கூறிய அனைத்து நுண்ணுயிர்களும் கால் நடைகளைத் தாக்குவதுடன் மனிதர்களையும் தாக்கிப் பல இன்னல்களை விளைவிக்கின்றன. ஒட்டு மொத்தமாக இந்நோயினைப் புருசல்லோசிஸ் என்று குறிப்பிடுகின்றனர். மனிதர்களில் இந்நோயை மால்ட்டா காய்ச்சல் அல்லது ஏறி இறங்கும் காய்ச்சல் என்னும் பெயர்களால் குறிப்பிட்டு வருகின்றனர். மேற்கூறிய புருசல்லா வகைகளில் புருசல்லா அபார்ட்டஸ் மூலம் ஏற்படும் கன்று வீச்சு நோய் குறிப்பிடத்தக்கது. ஏனெனில் இந்நோய் கால் நடைகளைப் பாதித்துப் பல ஆயிரக்கணக்கான பசுக்களில் கருச்சிதைவை ஏற்படுத்திக் கன்றின் பிறப்பு விகிதத்தை மிகப் பெருமளவில் குறைத்துப் பொருளாதார இழப்பினை ஏற்படுத்துகிறது. கால் நடைகளை மட்டும் பாதிப்பதோடல்லாமல் கால் நடை வளர்ப்போர், மேய்ப்போர், கால்நடை மருத்துவர், கால்நடை ஆய்வாளர், இறைச்சிக் கூடத் தொழிலாளர்களையும் பாதிக்கும் நோயாக உள்ளது.

நுண்ணுயிரியின் தன்மைகள். இந்நோய் நுண்ணுயிர் குளிர்ந்த, வெப்பம்படாத மிதவெப்பச் சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலையில் நீண்ட நாள் உயிர் வாழும். இந் நுண்ணுயிர்கள் குளிர் சாதனப் பெட்டியில் பதப் படுத்தப்பட்ட நோய்கண்ட பசுவின் பாலில் 38 நாளும், வெண்ணெய், பாலாடைக்கட்டி ஆகியவற்றில் 142—180 நாளும் உயிர்வாழும் தன்மையுடையவை. மர நிழலில் வீசப்பட்ட நஞ்சுக்கொடி, கரு, கருப்பைக் கழிவுப்பொருள்கள் ஆகியவற்றில் உள்ள இந்நுண்ணுயிர்கள் 10 முதல் 135 நாள்களுக்கு உயிர்வாழ வல்லமையுடையனவென்று ஆய்வுக் குறிப்பிதழ்கள் மூலம் தெரிய வருகிறது. எனவே இந்நோய் நுண்ணுயிரை மிக எளிதில் சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலையைவிட்டு அகற்ற இயலாது. இந் நுண்ணுயிர்கள் கால்நடைகளுடன் தொடர்புள்ள மனிதர்களிடம் மட்டுமல்லாமல் தொடர்பற்ற மனிதர்களிடமும் தூய்மைக் கேடான உணவுப் பொருள்களை உட்கொள்ளுதல் மூலமும் பரவுகிறது. பாலை முறையாகப் பதப் படுத்துவதன் மூலமும், கால்நடைக் கொட்டகை, சுற்றுப் புறங்களைத் தூய்மையாகப் பேணி உடனுக்குடன் தொற்றுநோய்த் தடுப்பானைக் கொண்டு தெளிப்பதன் மூலமும் இந்நுண்ணுயிர்களை அகற்றி விடலாம்.

கால்நடைகளுக்குள் இந்நோய் பரவும் விதங்கள். இந் நுண்ணுயிர்கள் நோயுள்ள கால்நடைகளிலிருந்து நோயற்ற கால்நடைகளுக்கு, தீவனம், நீர், பால், தோல், விழிவெண்படலம் மூலமாக வந்தடைகின்றன. தூய்மையற்ற சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையிலும், தூய்மையற்ற கைகளையுடையபால் கறவையாளர்கள் மூலமும் இந்நுண்ணுயிரி பசுக்களிடம் இருந்து தூய்மையான கால்நடைகளுக்குப் பரவுகிறது. எனவே சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலையைத் தூய்மையாக வைப்பதுடன் பால் கறவையாளர்களும் தூய்மையாக இருந்து பால் கறவையில் ஈடுபடுதல் மிக முக்கியம். மேலும் இந் நுண்ணுயிர் புல்தரை, நீர் நிலைகள், தீவனத் தொட்டிகள், மாட்டுக் கொட்டகைகளிலும் பல நாள்களுக்கு உயிர்வாழும் தன்மை உடையனவாய் இருப்பதால் இவ்வாறு தூய்மையற்ற இடங்களில் சென்று பழகும் தூய்மையான கால்நடைகள் எளிதில் பாதிக்கப்படுகின்றன. நோயுற்ற தாய்ப் பசுவிடமிருந்து கன்றுகள் இந்நோய் நுண்ணுயிர்களைத் தங்கள் உடலில் பெற்றுப் பின் சாணம் வழியாக இந்நோய் நுண்ணுயிரிகளை வெளியேற்றுவதால் ஏனைய தாய்ப் பசுக்களும் பாதிப்படைய ஏதுவாகிறது.

கால்நடைகள் தங்கள் நாவினால் கன்றுகளை நக்குவதால் நுண்ணுயிரால் பாதிக்கப்பட்ட கன்றுகள் மூலம் எளிதாக இந்நோய் பிற கால்நடைகளுக்குப் பரவுகின்றது. மேலும் கன்று வீச்சால் பாதிக்கப்பட்ட பசுக்களின் சிதைந்த கரு, நச்சுக்கொடி, கருப்பைக் கழிவுப்பொருள்கள் மூலமாகவும் பிற கால்நடைகளுக்கு இந்நோய் பரவுகிறது. பூச்சி, வண்டு, எலி, பறவை, நாய், ஏனைய உயிர் இனங்கள் மூலமாகவும் இந்நுண்ணுயிரிகள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் பரவுகின்றன. சிறிய இடத்தில் பெருமளவில் அடைக்கப்பட்டுப் பராமரிக்கப்பட்டு வரும் கால்நடைகள் உள்ள இடங்களில் ஈரப்பசையுடன் கூடிய இந்நுண்ணுயிரிகள் பிறமாடுகளின் தோலின் மூலம் பரவுகின்றன. மேலும் இவை விழி வெண்படலத்தில் பட்டு, நோயை விளைவிக்கின்றன. நோயுற்ற பொலிகாளைகளை இனப் பெருக்கத்திற்கென்று பயன்படுத்தும் போதும் இந் நோய் பரவுகிறது.

நோயற்ற கால்நடைகளைப் பேணி வரும் பண்ணைகளிலும் இந்நோய் எளிதில் பரவுகிறது. புதிதாக வாங்கப்படும் கால்நடை இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டிருப்பின் நல்ல பண்ணைக்கும் பேரழிவை ஏற்படுத்தும். இந்நோய் கொடிய உருவில் தோன்றிக் கருச்சிதைவுப் புயல் (abortion storm) என்னும் நிலையை ஏற்படுத்திப் பெரும் இழப்பை உண்டாக்கும். எனவே புதிதாகக் கால்நடைகளை வாங்கும் போது அவற்றை நன்கு பரிசோதித்து அக்கால்நடை கன்றுவீச்சு நோயால் பாதிக்கப்படவில்லை என்பதை உறுதி செய்து கொள்வது நலம்.

நோய் உண்டாகும் விதம். இந்நோய் நுண்ணுயிரானது நோய்கண்ட கால்நடைகளின் விதைப்பை (testicle), நிணநீர்ச் சுரப்பிகள் (lymph glands), மூட்டுகள், மூட்டுத்தசைகளை உறைவிடமாகக் கொண்டுள்ளன. இந்நுண்ணுயிரிகள் உணவுப்பாதை, தோல், விழி

வெண்படலம் ஆகிய உறுப்புகளின் மூலம் கால் நடைகளின் உடலில் புகுந்து முதலில் அருகிலுள்ள நிணநீர்ச் சுரப்பியை அடைகின்றன. பின்பு மண்ணீரல் மற்றும் பால் மடியின் அருகிலுள்ள பால் மடி நிணநீர்ச் சுரப்பிகளை அடைகின்றன. இவ்விடத்திலிருந்து இந்நுண்ணுயிரிகள் ஏனைய இடங்களுக்கும் பரவுகின்றன. வயது வந்த சினையடையாத கால்நடைகளில் இந்நுண்ணுயிரிகள் 'பால் மடியில் சிலகாலம் தங்கியிருந்து பின் சினையுற்றவுடன் கருப்பையைச் சென்று அடைகின்றன. எரிதிரிட்டால் என்னும் ஒரு வகைச் சர்க்கரைப்பொருள் கருவுற்ற கருப்பையில் மிகுதியாக உள்ளது. இந்தச் சர்க்கரைப் பொருள் பெருமளவில் உள்ளமையால் புருசல்லா உயிரிகள் மிகவும் அதிக அளவில் பெருக்கமடைகின்றன. மிகுதியாகப் பெருகிவிட்ட புருசல்லா நுண்ணுயிரிகள் கருப்பையில் வளரும் கருவையும் கருப்பையையும் இணைக்கும் தொடர்பைத் துண்டித்துக் கன்று வீச்சைச் சினைப் பருவத்தின் இறுதி மூன்று மாதங்களில் ஏற்படுத்திவிடுகின்றன. இதுவே கன்று வீச்சு நோயை உண்டாக்கும் புருசல்லா நுண்ணுயிரிகளின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியாகும்.

கால்நடைகளில் நோயின் அறிகுறிகள். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட நோய்த்தடுப்பு ஆற்றல் இல்லாக் கால்நடைகள் கருவுற்ற ஐந்தாம் மாதத்திலேயே கன்றினை இழந்து விடும். இதைத் தொடர்ந்து கன்று வீசப்பட்ட பசுக்களின் நச்சுக்கொடி உதிராமல் தங்கிக் கருப்பையைப் பாதிக்கும். இதன் விளைவாகக் கருப்பை சீழ்பிடித்து மலட்டுத்தன்மை, பலமுறை கருவூட்டல் செய்தும் சினைபிடியாமை போன்ற விரும்பத்தகாத பின் விளைவுகளை ஏற்படுத்திவிடும். அத்துடன் பால் தரும் பசுக்களில் பால் மடி நோய் (mastitis) ஏற்பட்டுப் பால் உற்பத்தி பாதிக்கப்படுவதுடன் பல மாதங்களுக்கு இம்மடியிலிருந்து புருசல்லா நுண்ணுயிரி வெளியேறி, பிற கால்நடைகளையும் மனிதர்களையும் துன்பமுறச் செய்து விடும்.

இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட பொலிகாளைகளின் விதைப்பை பாதிக்கப்படுவதுடன் நிலையான மலட்டுத் தன்மையும் ஏற்படும். இத்துடன் இந்நுண்ணுயிரிகள் மூட்டுகளில் மூட்டுக்கட்டி (hygroma) ஏற்படுத்திவிடும். மேலும் இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட பொலி காளைகளை இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தும் போது அவை பிற கால்நடைகளுக்கும் இந்நோயைப் பரப்பிப் பேரழிவை ஏற்படுத்திவிடுகின்றன.

இந்நோயால் ஏற்படும் பொருளாதார இழப்புகள். கன்று வீச்சு நோயால் கன்றுகளின் பிறப்பு எண்ணிக்கை பெரிதும் குறைவதுடன் அப்பண்ணையில் இளங்கன்று இல்லாத நிலையையும் ஏற்படுத்தி விடுகிறது. மலட்டுத் தன்மையால் பல முறை செலவு செய்து இனப்பெருக்கம் செய்வதால் உயர்வகை விந்து வீணாவதுடன் பண இழப்பும் ஏற்படும். இவற்றை மீறியும் சினையுற்ற கன்றின் பிறப்பு இடைவெளி மிகவும் அதிகமாகிவிடுகிறது. இதனால் ஆண்டுக்கு ஒரு கன்று என்னும் திட்டம் பயன் இல்லாமல் போய் விடுகிறது. இந்நோயின் கொடுமையினால் ஏற்படும் பால் மடி மாற்றத்தால் பாலின் அளவு மிகவும் குறைந்து பெரும் பொருளாதார இழப்பு ஏற்படுகிறது. நிலையான மலட்டுத் தன்மை ஏற்படுவதால் கால்நடை பேணல் செலவைக் கட்டுப்படுத்த முடியாமல் மிக விலையுயர்ந்த கால்நடைகளையும் மிகக் குறைந்த விலைக்கு விற்க வேண்டிய நிலை ஏற்படுகிறது. கொடிய கருப்பை நோயால் பல பசுக்கள் இறந்து விடுகின்றன. இந்நோய்ப் பாதிப்பால் பொலி காளைகளின் இனப்பெருக்கத்திறன் குறைவதுடன், மலட்டுத் தன்மையும் மூட்டுகள் பாதிப்பால் வேலைத்திறனும் குறைந்து அப்பண்ணையில் பெரும் பொருளாதார இழப்பை ஏற்படுத்தி விடும்.

மனிதர்களுக்கு இந்நோய் பரவும் விதங்கள்

புருசல்லா மெலிட்டன்சிஸ். இவ்வகை நுண்ணுயிர்கள் வெள்ளாட்டுப் பாலின் மூலமாக மனிதர்களைத் தாக்குகின்றன. இவ்வகைப் புருசல்லா நுண்ணுயிரி வெள்ளாட்டுப் பாலில் மிகுதியாக உள்ளது. வட இந்தியாவில் பெரும்பாலான மக்கள் ஆட்டுப்பாலைக்காய்ச்சாமல் விரும்பிச் சாப்பிடுவதால் இந்நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். அத்துடன் நோயுற்ற ஆடுகளைப் பராமரிப்போரும், ஆட்டு மந்தை மேய்ப்போரும், இறைச்சிக்கூடத் தொழிலாளர்களும் இந்நோயால் பீடிக்கப்பட்டுத் துன்பமடைகின்றனர்.

புருசல்லா அபார்ட்டஸ். இவ்வகை நுண்ணுயிரிகள் காய்ச்சாத பாலின் மூலம் மனிதர்களுக்குப் பரவிப் பாதிப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட பசுக்களையும், கன்றுகளையும் இறைச்சிக்காகப் பயன்படுத்தும்போதும், கருச்சிதைவுப் பொருள்களைக் கையாளும் போதும் இந்நோய் மனிதரைத் தாக்கும். அவ்வாறே புருசல்லா சூயிஸ் மற்றும் புருசல்லா கேனிஸ் நுண்ணுயிரிகள் நோயுற்ற பன்றி மற்றும் நாயைக் கையாளும்போது மனிதர்களைத் தொற்றிக் கொள்கின்றன.

நோயினைக் கண்டறியும் முறைகள். நோய் கண்ட கால்நடைகளில் தோன்றும் மேற்கூறிய நோய் அறிகுறிகள் மூலமாக இந்நோயைக் கண்டறியலாம். வீசப்பட்ட கன்றின் மண் ஈரல், வயிற்றுப் பொருள்கள், நச்சுக்கொடி, கருச்சிதைவின் கழிவுப்பொருள்களிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளை நுண்ணோக்கி முறையிலும் ஆய்வுக்கூடத்திலும் பிரித்தெடுத்துக் கண்டறியலாம்.

பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளிலிருந்து கிடைக்கும் பாலைச் சோதித்து இந்நோயினைக் கண்டறியலாம். இந்நோயால் பாதிக்கப்படும் கால்நடைகள், மனிதர்

களின் இரத்த உறைவுக்குப்பின் சுரக்கும் ஊனீரினை ஆய்வுக்கூடத்தில் ஊனீர் ஆய்வு (serological examinations) என்னும் முறையில் எளிதில் கண்டறியலாம். மனிதர்களில் இந்நோயினை நோய் அறிகுறிகள் மூலமாகவும், ஊனீர் ஆய்வு மற்றும் காய்ச்சல் பதிவு வரைபடத்தின் மூலமாகவும், அவர் தொழில் முறையைக் கேட்டறிவதாலும் இந்நோயை எளிதில் கண்டு மருத்துவம் அளிக்கலாம்.

கால்நடைகளின் நோய்த் தடுப்பு முறைகள்

நுண்ணுயிர்த் தடுப்பு மருந்துகள் கொண்டு இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள். பொதுவாக நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்துகள் கொடுத்து இந்நோயைக் குணப்படுத்த முடியாது. ஸ்டெப்ட்ரோமைசின், குளோர்டெட்ராசைக்கிளின் என்னும் மருந்துகளைக் கறவை மாட்டின் பால்மடிக் காம்பின் மூலம் செலுத்தி இந்நோயால் ஏற்படும் மடிவீக்க நோயைக் குணப்படுத்தும் முயற்சி வெற்றி பெறவில்லை. ஆக்சி டெட்ராசைக்கிளின் என்னும் நுண்ணுயிர்த் தடுப்பு மருந்தைக் கால்நடைகளுக்குக் கொடுப்பதால் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம் என்று ஓர் ஆய்வுக் குறிப்பிலிருந்து தெரிய வருகிறது.

தடுப்பு முறைகளும் இந்நோயை அகற்றும் முறைகளும். கன்று வீச்சு நோயைத் தடுப்பு ஊசி மூலம் ஊனீர் சோதனை முறையில் நீக்கி, பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளைப் பண்ணையினின்று அகற்றி விடலாம்.

தடுப்பு ஊசி முறை. புருசல்லா அபார்ட்டஸ் உட்பிரிவு எண் 19 (Brucella abortus strain 19) என்பது உயிருள்ள நுண்ணுயிர்களைக் கொண்ட தடுப்பு ஊசியாகும். இத்தடுப்பூசி மருந்து மூலம் நான்கு முதல் எட்டு மாத வயதுடைய இளங்கன்றுகளை இந்நோயினின்று பாதுகாக்கலாம்.

பொது நலவாழ்வு முறை கொண்டு நோயைத் தடுக்கும் முறைகள். இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளைத் தனியான இடத்தில் பிரித்து வைத்துப் பராமரித்து வர வேண்டும். பண்ணையின் சுற்றுப்புறங்களைத் தூய்மையாகவும் சுகாதாரமாகவும் வைத்திருத்தல் வேண்டும். மந்தையில் கருச்சிதைவு ஏற்பட்டவுடன் கருச்சிதைவுற்ற கன்றையும், அதன் நச்சுக்கொடி மற்றும் கழிவுப் பொருள்களையும் நெருப்பு வைத்து அழிக்கலாம் அல்லது தனியான இடத்தில் ஆழக்குழி தோண்டிச் சுண்ணாம்பு அல்லது நச்சுயிர்க் கொல்லி தெளித்துப் புதைத்து விடலாம். சென்ற ஆண்டு கன்று ஈன்ற பசு இவ்வாண்டு கன்று ஈனும் பருவத்தில் இருக்குமாயின் அப்பசுவைத் தனியாக ஒதுக்குப் புறத்தில் வைத்துக் கன்று ஈன்ற பின் அதன் கருப்பைக் கழிவு நச்சுக் கொடி ஆகியவற்றை மேற்கூறியவாறு அப்புறப்படுத்தினால் பிற நோயற்ற பசுக்களுக்கு இந்நோய் பரவுதலைத் தடுத்து விடலாம். கருச்சிதைவு ஏற்பட்ட கால்நடைகள் பராமரிக்கப்பட்ட இடத்தை நச்சுயிர் கொல்லி கொண்டு தூய்மை செய்வது மிகவும் இன்றியமையாதது. கையுறை அணிதல், கால்களுக்குப் பாதுகாப்பான கால் உறைகள் அணிதல், நச்சுயிர் கொல்லியினால் கை கால்களைத் தூய்மை செய்தல் தேவை. மேலும் நுண்ணுயிர்கள் விழிவெண்படலம் மூலமாகவும், தோல் மூலமாகவும் எளிதில் பரவும். அதனால் மிகவும் எச்சரிக்கையாக இருத்தல் வேண்டும். மேலும் நோய்கண்ட கால்நடையின் பாலின் மூலமாகவும் சரியாகப் பதப்படுத்தப்படாத அல்லது முறையாகக் காய்ச்சாத பாலின் மூலமாகவும் இந்நோய், மனிதர்களைப் பாதிப்பதால் பாலை முறையாகப் பதப்படுத்தியோ நன்றாகக் காய்ச்சிய பின்னரோ அருந்தினால் இந்நோயைத் தவிர்க்கலாம்.

— இரா. செயக்குமார்

கன்னம்

முகத்தில் உள்ள கன்னம் வெளியே தோலாலும், உட்பகுதி சளிப்படலத்தாலும் மூடப்பட்டுள்ளது. இதனுள் முக மாற்றத்தைக் கொடுக்கும் தசைகள், அசைபோட உதவும் தசைகள், முக உணர்ச்சியைக் காட்டும் ஏழாம் கபால நரம்பு, முகத்திற்கு வரும் இரத்தநுண் குழாய்கள், கன்ன உமிழ்நீர்ச் சுரப்பி மற்றும் உமிழ் நீர்ச் சுரப்பி நாளம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. உட்பகுதியில் சளிச்சுரப்பிகளுடன் கன்னச் சுரப்பி நாளத்தின் வாய்ப்பகுதியில் மேல் வரிசையாக உள்ள இரண்டாம் கடைவாய்ப் பல்லுக்கு எதிர்ப்புறம் அமைந்துள்ளது,

ஏழாம் கபால நரம்பின் தாக்கத்தால் உண்டாகும் முகச்சோர்வாதம், கொழுப்புக் கட்டி, வியர்வைச் சுரப்பியின் சிரைப்பை, ஆஞ்சியோமா, கன்ன உமிழ் நீர்ச் சுரப்பியில் வரும் பல்வேறு கட்டிகள், கன்னத்தின் உட்புறம், புறத்தோல் நார் தொங்கு தசைக்கட்டி (fibro epithelial polypi), கன்னச்சுரப்பி நாளத்தில் வரும் அழற்சி, முகத்தில் காணப்படும் நிணநீர்க்கணு அழற்சி, புற்று முதலியவை கன்னத்தில் தோன்றும் நோய்களாகும்.

புகையிலையை வாயில் ஒதுக்குவதாலும், புகைப்பதாலும் வரும் புற்று, வாயைத் திறக்க இயலாமல் செய்துவிடும். எக்ஸ் கதிர் கொண்டு இப்புற்றைக் குணப்படுத்தலாம். மாறாகத் தொடக்கநிலைப் புற்றை அறுவை மூலம் வெட்டிக் களைந்து ஒட்டுறுப்பு அறுவை செய்யலாம்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நூலோதி: *Bailey & Loves Short Practice of Surgery*, 17th Edition, H.K. Lewis & Co. Ltd, London, 1977.

கன்னி

இராசிச் சக்கரத்தில் (zodiac) ஆறாம் விண்மீன் குழுவாகச் சிம்ம இராசிக்கும் துலா இராசிக்கும் இடையே கன்னி (virgo) விண்மீன் குழு அமைந்துள்ளது. இவ்விண்மீன் குழு மிகப்பெரிய இரண்டாம் விண்மீன் குழு ஆகும். ஜோதிடவியலில், ஆகஸ்ட் 23-செப்டம்பர் 22 வரை உள்ள இடைப்பட்ட நாளில் பிறந்தோருக்கு இந்த இராசியைப் பயன்படுத்துகின்றனர். தொடக்க காலத்தில் டாலமியால் வெளிக்கொணரப் பட்ட அல்மாகெஸ்ட் என்னும் நூலில் இவ்விண்மீன் குழுவைப் பற்றிய குறிப்பு உள்ளது.

கன்னி விண்மீன்குழுவின் வல ஏற்றம் (right ascension) 13 மணி, நடுவரை விலக்கம் (declination) 2° தெற்கு ஆகும். இக்குழுவில் சித்திரை விண்மீன் எனப்படும் α- வர்ஜினிஸ் விண்மீன் உள்ளது. இதன் ஒளித்தரம் ஒன்று ஆகும். மேலும் பூர்ணிமா எனப் படும் γ-வர்ஜினிஸ் உள்பட மூன்றாம் ஒளித்தர விண்மீன்கள் மூன்று இக்குழுவில் உள்ளன. பூர்ணிமா விண்மீன் ஓர் இரும விண்மீன் ஆகும். இது புவியிலிருந்து 32 ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் அமைந்துள்ளது.

கன்னி விண்மீன்குழுவில் ஏறத்தாழ 160 விண்மீன்களை எளிதாகக் காணலாம். மேலும் இக்குழுவில் ஆயிரக்கணக்கான மண்டலங்களும் (galaxies) மண்டல முடிச்சுகளும் (clusters of galaxy) உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் 40 - 250 மண்டலங்களைக் கொண்ட முடிச்சுகளாக 140 முடிச்சுகள் உள்ளன. இக்குழு வானக்கோளத்தில் 1294.4 சதுரப் பாகை இடத்தை நிரப்பிக் கொண்டுள்ளது.

- பெ. வடிவேல்

கன்னி இனப்பெருக்கம் [தாவரவியல்]

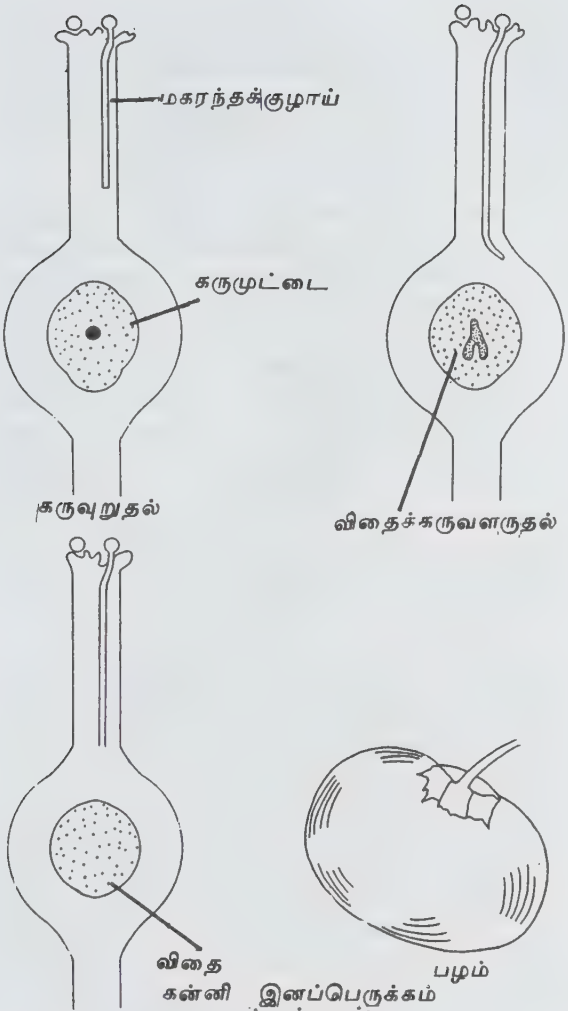
தாவரங்கள் இலைப்பருவத்திலிருந்து இனப்பெருக்க நிலைக்கு மாறும்போது பல மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. பூ மூலத்திசுக்கள் (floral primordia) வளர்ந்து பூவாகின்றன. பூவின் பல பகுதிகள் வளரப் பூக்கள் பக்குவம் அடைகின்றன. இதைத் தொடர்ந்து மகரந்தச் சேர்க்கையும், கருவுறுதலும் நிகழ்ந்து பின்பு கரு வளர்ச்சி அடைந்து கனி விதை ஆகியவை உண்டாகும்.

பொதுவாகக் கருவுறுதலின்போது மகரந்தக் குழாயில் உள்ள இரண்டு மகரந்தக் கருக்களில் ஒன்று பெண் பாலினச் செல்லுடன் (egg) சேர்ந்து விதைக் கருவாகவும், மற்றொன்று இரண்டு மைய உட்கருக்களுடன் சேர்ந்து விதையில் உணவைச் சேமிக்கும் முளைசூழ்தசை (endosperm) என்னும் அமைப்பாகவும் மாறுகின்றன. சில தாவரங்களில் கருவுறுதல் நடைபெறாமலேயே விதை உண்டாகிறது. இச்செயலுக்குக் கன்னி இனப்பெருக்கம் (parthenogenesis) என்று பெயர். இது மங்குஸ்தான் என்னும் பழப்பயிரில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. சில தாவரங்களில் இச்செயலுக்கு நேர்மாறான நிகழ்ச்சியும் நடைபெறுகிறது. கருவுறுதல் நிகழ்ந்தாலும் விதை தோன்றுவதில்லை (parthenocarpy). இது கொய்யா, திராட்சை, தக்காளி போன்ற பழப் பயிர்களில் காணப்படுகிறது.

கன்னி இனப்பெருக்கம். ஆராய்ச்சியாளர்கள் முதன் முதலாக மங்குஸ்தான் என்னும் வெப்ப மண்டலப் பயிரில் இதைக் கண்டுபிடித்தனர். இதன் தாவரப் பெயர் கார்சீனியா மங்குஸ்தானா (*Garcinia mangustana*) என்பதாகும். இது கார்சீனியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது ஏறத்தாழ 10 மீட்டர் உயரம் வளரக்கூடிய மரமாகும். இப்பழம் மிகுந்த சுவை உடையது. மேற்கு இந்தியத் தீவுகளிலும், அமெரிக்காவிலும் மிகுதியாகப் பயிர் செய்யப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் நீலகிரி மலையிலும் குற்றால மலையிலும் பயிராகிறது. இப்பழம் மிகுதியான வைட்டமின் நிறைந்தது; மணமுடையது.

மங்குஸ்தான் பயிரில் பூக்கள் நன்றாகப் பூத்தவுடன் சூலகமும் மகரந்தமும் முதிர்ந்து பக்குவ நிலையை அடைகின்றன. மகரந்தம் சூல்முடியை அடைகிறது. இச்செயலுக்கு மகரந்தச் சேர்க்கை என்று பெயர். சூலகமுடியில் போரான், அமினோ அமிலங்கள், சர்க்கரை போன்ற சத்துகள் பெருமளவில் உள்ளன. மகரந்தத்தூள் இச்சத்தை உறிஞ்சிக் கொண்டு வளர்ந்து மகரந்தக் குழாயைத் தோற்றுவிக்கிறது. சூலகக் கருவில் (ovule nucleus) செல் பிரிதல் ஏற்பட்டுச் சினர்ஜிட்ஸ் (synergids), துருவ உட்கரு (polar nuclei), மைய உட்கரு (egg) போன்ற அமைப்புகள் தோன்றுகின்றன.

இந்நிலையில் சூலகம் கருவுறுதலுக்கு ஆயத்தமாக உள்ளது. இச்சமயத்தில் மகரந்தக் குழாயில் உள்ள மகரந்தக் கருவில் செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு அது குழாய்க்கரு (tube nucleus), உற்பத்திக்கரு (generating nucleus) எனப் பிரிகிறது. ஆனால் மகரந்தக் குழாய் சூலகத்தின் கருவை நோக்கி வளரும் நிலையிலேயே, சூலகத்தில் உள்ள கருக்களில் இரண்டு ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து கருமுட்டை (zygote) தோன்றுகிறது. மகரந்தக் குழாயில் உள்ள கருக்கள் சிதைந்து விடுகின்றன. இச்சமயத்தில் மகரந்தக் குழாயின் வளர்ச்சி பாதிக்கப்பட்டு இடையிலேயே நின்றுவிடுகிறது. ஆய்வாளர்களால் மகரந்தக் குழாயில் உள்ள கருக்களின் நிலையைத் தெளிவாகக் கண்டுபிடிக்க முடியவில்லை.



கன்னி இனப்பெருக்கம்
மங்குஸ்தான்

சூலகத்தில் உள்ள கருமுட்டை இரு மையக் குரோமோசோம்கள் எண்ணிக்கை கொண்டதாக உள்ளது. இதில் செல் பிரிதல் ஏற்பட்டு வளர்ந்து விதைக்கருவாக மாறுகிறது. இவ்வாறு விதை தோன்றுகிறது. ஒரு பழத்தில் பல விதைகள் உள்ளன. இச்செயலுக்கு ஆய்வாளர்களால் பல விளக்கங்கள் கூறப்படுகின்றன. மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்பட்டவுடனேயே சூலகத்தில் வினையியல் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுப் பெருமளவு வளர்ச்சி ஊக்கிகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. இவற்றின் அளவு மிகும்போது சூலகக் கருக்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. விதை வளர்ச்சிக்கு வளர்ச்சி ஊக்கி மிகவும் இன்றியமையாதது என்பது பல ஆய்வுகளிலிருந்து தெரிய வருகிறது. எனவே இச்செயலில் வளர்ச்சி ஊக்கிகளின் பங்கு மிகவும் முக்கியமானது. பயிர்களில் உள்ள பல இனப்பெருக்க நிகழ்ச்சிகளில் கன்னி இனப்பெருக்கம் குறிப்பிடத்தக்க ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. பூக்கும் உயர் தாவரங்களைத் தவிர, கீழ்நிலைத் தாவரங்களிலும் கன்னி இனப் பெருக்கம் நடைபெறும். சில நீர்வாழ் தாவரங்களில் பெண் பாலின நியூக்ளியஸ் (egg) தன் செல்லிலோ பெண்ணகத்திலோ (female) அமைந்திருக்கும். தக்க சூழ்நிலைச்செல் அல்லது பெண்ணகம் திறந்து ஆண்பாலின் நியூக்ளியஸ் (sperm) கருத்தரித்தலை நடத்தும். சில தாவரங்களில் இவ்வாறு பெண்ணகம் உடையாததால் பெண்பாலின் நியூக்ளியஸ் கருமுட்டை போல் செயல்படும். இவ்விதம் தோன்றும் தாவரங்கள் ஒருமயத் தாவரங்களாகவே காணப்படும். இதை ஆல்கே (algae) மற்றும் ஈரல்வடிவத் (liver worts) தாவரங்களில் காணலாம்.

– கோ. பாலகிருட்டிணன்

நூலோதி. E.P. Christopher, *Introductory Horticulture*, McGraw–Hill Book Company, Inc, London, 1958.

கன்னி இனப்பெருக்கம் (விலங்கியல்)

பெரும்பாலான விலங்கினங்களில் இனப்பெருக்கம் கலவிமுறையில் நிகழ்வதாகும். ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்கின் விந்துச் செல்லும், அண்டச் செல்லும் கலந்து கருமுட்டையாவது கருவுறல் (fertilization) ஆகும். ஆனால் ஒரு சில உயிரிகளில் சிறப்பாகத் தேனீ, குளவி போன்றவற்றில் விந்து அண்டச் செல்கள் கலவாமலே இனப்பெருக்கம் ஏற்படுகிறது. பெண் உயிரி ஆண் உயிரியுடன் புணராமல் கன்னித் தன்மையோடு இருக்கும் நிலையில் முட்டையிட்டு அம்முட்டையிலிருந்து அடுத்த தலைமுறை உயிரி உண்டாவது கன்னி இனப்பெருக்கம் (parthenogenesis) ஆகும். சில வகைத் தேனீக்கள், திரிப்ஸ் ஆகிய பூச்சிகளில் ஆணே இல்லை. இவற்றின் இனப்பெருக்கம் கன்னி இனப்பெருக்கம் முறையிலேயே நிகழ்கிறது.

முதுகெலும்பிகள், முள்தோலிகள் தவிர, பிற விலங்கினங்கள் பலவற்றிலும், பாசிகள் (bryophytes) தவிர, பிற தாவர வகைகளிலும் கலவி இனப் பெருக்கத்துடன் சிலவேளைகளில் கன்னி இனப் பெருக்கமும் நடைபெறுகிறது. அசுகுணி (aphid) சக்கர உயிரி (rotifera), நீர்த்தெள்ளுப்பூச்சி (water flea) ஆகியவற்றில் கலவி இனப்பெருக்கமும் கன்னி இனப்பெருக்கமும் மாறி மாறி நடைபெறும். சில தேனீ, வெண்ஈ ஆகியவற்றில் கருமுட்டையிலிருந்து பெண் உயிரியும், கருவுறா முட்டையிலிருந்து ஆண் உயிரியும் உண்டாகும்.

நன்னீர்க் குட்டைகளில் வாழும் நீர்த்தெள்ளுப் பூச்சி டாஃப்னியாவில் (daphnia) பொதுவாகக்

கருவுற்ற அண்டத்திலிருந்து பெண்பூச்சி உண்டாகும். இது இடும் முட்டை கருவுறாமலே நீர்த்தெள்ளுப் பூச்சியாக வளரும். சிலவற்றில் கருவுறாத முட்டை ஆணாகவோ, பெண்ணாகவோ வளரும். சிலவற்றின் முட்டை கருவுற்ற பின்புதான் முதிர்ச்சியடைந்து பெண்ணாக வளரும். குளிர்பகுதிகளில் குளிர்காலம் தொடங்குவதற்கு முன்னரே ஆண்பூச்சிகள் தோன்றிக் கருவூட்டல் செய்கின்றன.

கன்னி இனப்பெருக்கம் நடைபெறும் அசுகுணி, எறும்பு, தேனீ, குளவிகள் சிலவற்றில் பல தலை முறைகளுக்கு ஆணினமே தோன்றுவதில்லை. சில வற்றில் எப்போதுமே ஆணினம் தோன்றுவதில்லை. தேனீக்களில் கருவுற்ற கருவுறாத இரு வகை முட்டைகளும் உண்டாகும். அரசித் தேனீயும், ஆண்தேனீக்களும் வானில் பறக்கும்போது ஆண் தேனீ தன் விந்தைப் பெண்ணுக்குள் செலுத்தியதும் இறந்து விடுகிறது. ராணி ஈ, விந்தைத் தன் உடலி லுள்ள தனிப்பையில் சேமித்து வைத்து வேண்டும் போது தன் முட்டைகளைச் சிறிது சிறிதாகக் கரு வூட்டிக் கொள்கிறது. ஒரு ராணி ஈ நான்கு ஆண்டு களுக்கு நாளொன்றுக்கு 3000 முட்டைகள் வீதம் இடும். கருவுற்ற முட்டைகள் அரசித் தேனீக்க ளாகவும் வேலைக்காரத் தேனீக்களாகவும் மாறு கின்றன. வேலைக்காரத் தேனீக்கள் மலட்டுப்பெண் ஈக்களாக வளர்கின்றன. கருவுறாத முட்டைகள் ஆண் ஈக்களாக வளரும்.

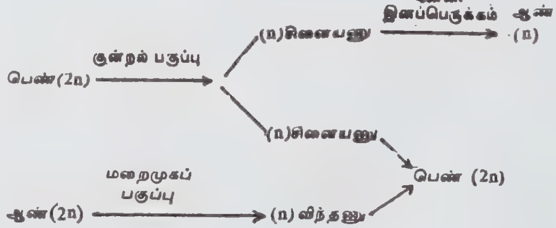
சக்கரவுயிரிகளிலும் கன்னி இனப்பெருக்கம் நடை பெறுகிறது. இவற்றில் கோடைக்கால முட்டை குளிர்கால முட்டை என இரு வகை உண்டு. சக்கர வுயிரிகளில் ஆண் இனத்தைப் பார்ப்பது அரிது. நூற்புழுக்களிலும் கன்னி இனப்பெருக்கம் நிகழ் கிறது. தவளையின் கருவுறா முட்டைகளை நுண் ஊசியால் குத்தித் தூண்டினால் அவை கருவுற்ற முட்டைகள் போன்று வளர்ந்து தவளைகள் உண் டாகும். இதேபோன்று பட்டுப்பூச்சி முட்டைகளின் சூழ்நிலை வெப்பத்தை உயர்த்தினால் அவை கருவு றாமலே வளர்ந்து பட்டுப்பூச்சிகளாக வளர்கின்றன. இதற்குச் செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் என்று பெயர். சில குறிப்பிட்ட சிறப்பினங்களில் சில குறிப் பிட்ட சூழ்நிலைகளில் ஆணினச் செல்லின் (விந்தணு வின்) சேர்க்கையின்றியே சினை (பெண்ணின் செல்) கரு வளர்ச்சி நிலைக்குத் தூண்டப்படுகிறது. இத் தகைய முழுஉரு வளர்ச்சிக்குக் கன்னி இனப்பெருக்கம் (parthenogenesis) என்று பெயர். கன்னி இனப் பெருக்க முறையில் உருவாகும் சேய்களுக்குக் கன்னி வழி உயிரிகள் (parthenogones) என்று பெயர்.

கன்னி இனப்பெருக்கம் தாவரங்களிடையே அரி தாகக் காணப்படுகிறது. பூச்சிகளுள் சில குறிப்பிட்ட வரிசைகளில் கன்னி இனப்பெருக்கம் இயல்பாக ஏற் படுகிறது. அதனுடன் பால்வழி இனப்பெருக்கமும் அப்பூச்சிகளின் வாழ்க்கைச் சுற்றில் காணப்படுகிறது. வேறு சில பூச்சி இனங்கள் கன்னி இனப்பெருக்க முறையால் மட்டுமே இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. கன்னி இனப்பெருக்கம் இயற்கைக் கன்னி இனப் பெருக்கம், செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் என இரு வகைப்படும்.

இயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம். இத்தகைய இனப்பெருக்கம் கடப்பாட்டுக் கன்னி இனப்பெருக்கம் என்றும் குறிக்கப்படும். கன்னி இனப்பெருக்க முறை யால் மட்டுமே ஓர் உயிரின் வாழ்க்கைச் சுற்று நிறைவு பெறுமாயின் அந்த இனப்பெருக்கம் முழுமைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் எனப்படும். இவ்வாறன்றி ஓர் உயிரியின் வாழ்க்கைச் சுற்றில் இனப்பெருக்கத்தோடு பால்வழி இனப்பெருக்கமும் காணப்பட்டால் அதைச் சுழற்சிக் கன்னி இனப் பெருக்கம் என்பர். முழுமையான கன்னி இனப் பெருக்கத்தில் ஆண்பால் உயிரினங்களைக் காண முடிவதில்லை. சில தனித்தன்மைகள் கொண்ட இத்தகைய இனப்பெருக்க முறை ஜீன் பரிமாற்றங் களைத் தவிர்த்துவிடுகிறது.

கன்னி இனப்பெருக்கம் இரு முறைகளில் நிகழ் கிறது. அவை ஒற்றைப்படை முறை அல்லது ஆண் பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம் (arrhenotoky), இரட்டைப் படை முறை அல்லது பெண் பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம் (thelytoky) ஆகும்.

ஒற்றைப்படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம். விலங்கினங் களில் ஏழு தொகுதிகளில் இம்முறை காணப்படு கிறது. பூச்சிகளில் நான்கு வரிசைகளிலும், அராக் னிடா, சக்கர நுண்ணுயிரிகள் (rotifers) போன்ற வற்றிலும் இந்த இனப்பெருக்க முறை காணப்படு கிறது.



ஒற்றைப் படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் ஆண் அரையிறக்கைப் பூச்சிகள் சிலவற்றில் காணப்படு வதைத் தாம்சன் என்பார் கண்டறிந்து தெரிவித் துள்ளார். தைசனோப்டிராவில் ஒற்றைப்படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் காணப்படுவதை உறுதி செய்யவில்லை. மேலும், வண்டினங்களின் ஒரு சிறப் பினத்தில் மட்டும் இத்தகைய கன்னி இனப்பெருக்கம் காணப்படுகிறது. உண்ணிகள், கோழிப் பேன்கள்

போன்றவற்றில் ஒற்றைப்படைக் கன்னி இனப் பெருக்கம் காணப்படுவதாகச் செய்திகள் உள்ளன. சக்கரவுயிரிகளில் ஒற்றைப் படைக் கன்னி இனப் பெருக்கம் நடைபெறுவதாகக் கண்டறிந்துள்ளனர். இந்தக் கன்னி இனப்பெருக்க முறையில் கருவுறாச் சினையிலிருந்து ஆண் உயிரிகள் உண்டாகின்றன. இத்தகைய ஆண் உயிரிகளில் குரோமோசோம் எண்ணிக்கை ஒற்றைப்படையாகவுள்ளது. அதனால் தான் இதை ஆண்பிறப்பு இனப்பெருக்கம் எனக் குறிப்பிடுகின்றனர்.

சவ்விறக்கைப் பூச்சிகள் (hymenoptera), ஒத்த இறக்கைப் பூச்சிகள் (homoptera), கடின இறக்கைப் பூச்சிகள் (coleoptera), இழையிறக்கைப் பூச்சிகள் (thyconoptera) போன்ற பூச்சிகளில் இத்தகைய கன்னிப் பிறப்புக் காணப்படுகிறது. டெட்ராநிக்கஸ் (tetranychus) என்னும் செந்நிறச் சிலந்தியிலும், சில கடின உண்ணிகளிலும், மென் உண்ணிகளிலும் ஆண் பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம் காணப்படுவ தாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இரட்டைப் படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம். பெண் பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம் அல்லது இரட்டைப் படைக் கன்னி இனப்பெருக்க முறையில் சினையணு ஆக்கத்தின்போது சினையணுவாகும் செல்லிலிருந்து ஒரு துருவச் செல் மட்டுமே வெளிவருகிறது. அதனால் குன்றல் பகுப்பு (meiosis) நிகழ்வதில்லை. சினையணு வில் இரட்டைப்படையில் (2n) குரோமோசோம்கள் உள்ளன. சக்கரவுயிரி (wheel animalcules) இலை முடிச்சுப் பூச்சிகளில் (gall flies) இரண்டு வகையான சினையணுக்கள் உண்டாகின்றன. ஒரு வகைச் சினையணுக்கள் ஒற்றைப்படைக் (n) குரோமோ சோம்கள் பெற்றுள்ளன. மற்றொரு வகைச் சினை யணுக்கள் இரட்டைப்படைக் (2n) குரோமோசோம் கள்பெற்றுள்ளன. இரண்டு வகைச் சினையணுக்களும் கன்னி இனப்பெருக்க முறையால் பெண் உயிரிகளாக வளர்கின்றன.

இலை முடிச்சுப் பூச்சிகளில் (n) குரோமோ சோம்கள் உடைய பெண்ணுயிரிகள் (2n) குரோமோ சோம் உடைய பெண்ணுயிரிகளிலிருந்து வேறுபட்ட தோற்றமுடையனவாக உள்ளன. பெண் பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கத்தில் பெண் உயிரிகளில் சினையணுவாக்கம் நிகழும் போது சினையணு வகைச் செல்லிலிருந்து ஒரு துருவச்செல் மட்டுமே உண் டாகிறது. அதனால் சினையணுவில் குரோமோசோம் எண்ணிக்கை குறைவதில்லை. (எ.கா: சேட்டுடலிகள்) ஆர்ட்டிமியா (artemia) போன்ற ஒட்டுடலியில் இரண்டு துருவச் செல்கள் உண்டாகின்றன. சினை யணு நியுக்ளிய சில் ஒற்றைப்படைக் குரோமோ சோம்களே உண்டாகின்றன. ஆனால் இரண்டாம் துருவச் செல்லின் நியுக்ளியஸ் சினையணு நியுக்ளிய சுடன் கலந்துவிடுவதால் இரட்டைப்படைக் குரோ மோசோம் நிலை இச்சினையணுக்களில் தோற்று விக்கப்படுகிறது.

செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம். புறச் சூழல் காரணிகளால் தூண்டப்பட்டு நடைபெறும் கன்னி இனப்பெருக்கத்திற்குச் செயற்கைக் கன்னி இனப் பெருக்கம் என்று பெயர். உணவு, வெப்பம், கூட்டமாக அமையும் தன்மை போன்ற பல புறக்காரணிகள் செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கத்திற்குக் காரண மாகவுள்ளன. வளைதசைப்புழு, மெல்லுடலி, முள் தோலி, இருவாழ்வி, பறவை, சில பாலூட்டி போன்ற வற்றிலும் செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் காணப்படுகிறது. செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்க உயிரிகளில் பொதுவாக நிறைவளர்ச்சியும், முதிர்ச்சியும் மிக அரிதாகவே ஏற்படுகின்றன. இவற்றின் கரு வளர்ச்சி கருக்கோள அல்லது ஈரடுக்குக் கருக்கோள நிலை வரை நீடிக்கிறது.

செயற்கை முறைத் தூண்டல் காரணமாகச் சினையணு தொடர்ச்சியான உருத்தோற்ற வளர்ச்சி நிலைக்குத் தூண்டிவிடப்படுகிறது. கருவுறாச் சினையணுவைச் சிறிய மெல்லிய நிணநீரில் தோய்க்கப்பட்ட கண்ணாடி ஊசியால் குத்தி விடுதல், கருவுறாச் சினையணுவை மிகுசெறிவானகடல் நீர், இரத்தச்சீரம், பியூட்ரிக் அமிலம், காரம் போன்ற வற்றுடன் வினை புரியச் செய்தல் கருவுறாச் சினைச் செல்லினுள் பிற விலங்கினத்தின் விந்தைச் செலுத்தி அதன் வளர்ச்சியைத் தூண்டுதல் நட்சத்திர மீனின் சினையணுவை வளை தசைப் புழுவின் விந்தணுவைக் கொண்டு தூண்டிவிடுதல் என்னும் மூன்று வழிகளில் சினையணுக்களின் வளர்ச்சி தூண்டி விடப்படலாம்.

ஓ. ஹெர்ட்விக், ஆர். ஹெர்ட்விக் என்போர் செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கமுறையைக் குளோரோபாம் அல்லது ஸ்ட்ரைக்னைன் கொண்டு கடல் பிரட்டையின் (sea urchin) முதிர்ச்சியடைந்த சினையணுவில் செயல்படுத்தினர். சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம் ஆகியவற் றின் குளோரைடுகள், பியூட்ரிக் அமிலம், லாக்டிக் அமிலம், கிளைக்காலிக் அமிலம், கொழுப்பு அமிலம், டொலின் ஈதர், ஆல்கஹால், பென்சீன், அசெட் டோன், யூரியா, சுக்ரோஸ் போன்றவை செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் உண்டாக்கக்கூடிய வேதித் தூண்டு பொருள்களாகும். வெப்ப அதிர்வு, குளிர் அதிர்வு, சினையணுக் குலுக்கல் போன்ற காரணி களும் செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கத்தைத் தூண்டிவிடுகின்றன எனக் கருதப்படுகிறது.

பருவ முதிர்ச்சியடைந்த ஒரு சினையணு, இரத்தத்தில் தோய்த்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு நுண்ணிய ஊசியால் குத்தப்படும்போது அந்தச் சினையணுவில்

கரு உருவாக்க வளர்ச்சி தொடங்குகிறது. இது போன்று செயற்கையாகத் தூண்டப்படும் கன்னி இனப்பெருக்கத்தில் பல பொருள்கள் ஈடுபடுவதால் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருள்தான் செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கத்திற்குக் காரணம் எனத் தெளிவாகக் கூற இயலவில்லை. இங்கு ஈடுபடக்கூடிய தூண்டும் பொருள்கள் யாவும் சினையணுவினுள் தூண்டல் உணர்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கும் செயலிலேயே ஈடுபடுகின்றன. இப்பொருள்களைப் பெருமளவில் நீண்ட நேரம் பயன்படுத்தினால் சினையணுக்கள் இறக்க நேரிடும். ஒவ்வொரு வேதிப் பொருளும் சினையணுவின் ஒவ்வொரு பகுதியில் செயல்பட்டு இறுதியில் கருவளர்ச்சியைத் தொடங்கி வைக்கிறது.

வான்கோழிகளில் இயல்பான கன்னி இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவதை ஓல்செல் என்பார் கண்டறிந்து வெளியிட்டுள்ளார். லெசெர்ட்டா சாக்ஸிக் கோலா அர்மேனியக்கா (lacerta saxicola armeniaca) என்னும் பல்லி இனங்களில் கன்னி இனப்பெருக்கம் இயல்பாகக் காணப்படுவதாக, குளிக்கோவா என்பார் குறிப்பிட்டுள்ளார். பாலூட்டிகளில் (முயல்) இளம் கருமுட்டைகள் வளர் ஊடகத்தில் விடப்பட்டு ஆய்வு மேற்கொள்ளப்படும்போது கன்னி இனப்பெருக்க விழி வளர்நிலைகள் தோன்றுவனவாகப் பின்க்கஸ், ஷாப்பிரோ ஆகியோர் குறிப்பிட்டுள்ளனர்.

கன்னி இனப்பெருக்கத்தின் தனித்தன்மைகள். பெருமளவில் சேய் உயிரிகளை உருவாக்க இது ஓர் எளிய இனப்பெருக்க முறையாகும். இனப்பெருக்கத்திற்கு இணை தேடி இழக்கும் ஆற்றல், உடல் ஊட்டத்திற்கும் திறன் மிகு இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவதற்கும் பயன்படுகிறது.

மலட்டுத்தன்மையினின்று தப்புவதற்கு ஏற்றதொரு வழியாக(டார்லிங்க்டன் - darlington) பயன்படுகிறது, மேலும் இது பாதகமான ஜீன் தொகுப்புகளை நீக்குவதற்கும், சாதகமான ஜீன் தொகுப்புகள் மாற்றமுறாமல் நிலைத்து நிற்பதற்கும் உறுதுணையாகிறது. குரோமோசோம் அடிப்படையில் பால் நிர்ணயத்திற்கு (sex determination) வழி வகுக்கிறது.

ஆயினும் கன்னி இனப்பெருக்க முறை, பொதுவாக ஜீன் பரிமாற்றங்களின் வழியாக நடைபெறும் புதிய ஜீன்களின் சேர்க்கைகளை உயிரினங்களிடையே ஏற்படுவதைத் தடை செய்கிறது. எனவே உயிரினங்களின் தகவமைப்பு ஆக்கம் தடைப்படுகிறது. இது படிமலர்ச்சி மாற்றங்களுக்கும், வளர்ச்சிக்கும் தடையாக அமைகிறது. இதனால், அவ்வினம் முழுமையாக அழிந்து போகிறது அல்லது பால் முறை இனப்பெருக்கத்திற்குத் தள்ளப்படுகிறது.

- எஸ். தியாகராஜன்

நூலோதி. B.I. Balinsky, *An Introduction to Embryology*, Toppan Company Ltd. Tokyo, 1970.

கன்னிக் கனியாதல்

இது கருவுறுதலில்லாமலேயே சூலகம் கனியைத் தோற்றுவித்தலாகும். கன்னிக் கனியாதல் (parthenocarpy) இருவகைப்படும். முதல்வகையான இயற்கைக் கன்னிக் கனியாக்கல் அல்லது உடலக் கன்னிக் கனியாக்கல் (vegetative parthenocarpy) என்பது மகரந்தச் சேர்க்கை, கருவுறுதல் நடைபெறாமலேயே கனி தோன்றி வளர்ச்சியடைவதாகும். இது உள்ளீடான வளர்ச்சியால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. எ.கா. வாழை, அன்னாசி, தக்காளி, மிளகு, பூசணி, வெள்ளரி.

இரண்டாம் வகை ஊக்குவிக்கப்படும் கன்னிக் கனியாக்கல் (induced parthenocarpy) எனப்படும். இதற்கு மகரந்தச் சேர்க்கை இன்றியமையாதது. ஆனால் கருவுறுதல் தேவையில்லை. எ.கா: கறுப்புக் கொரிந்த் திராட்சை (black corinth grapes). இதில் மகரந்தக்குழாய் சூலை அடைவதற்கு முன்பே கனி பெருகி முழு வளர்ச்சியடைவதும் உண்டு.

பெருமளவில் சூல்கள் கொண்ட பழவகைகளான வாழை, அன்னாசி, தக்காளி, அத்தி, பூசணி வகைகளில் கன்னிக் கனியாதல் காணப்படுகிறது. தோட்டக் கனி வகைகளில் பல விதைகளற்று உள்ளன. இவற்றில் கன்னிக் கனியாக்கல் காணப்படுகிறது. விதைகளுடைய அனைத்துக் கனிகளிலும் கன்னிக் கனியாக்கல் நடைபெறுவதில்லை. சில ஒற்றை விதைகளுள்ள கனிகளில் கன்னிக் கனியாக்கல் நடைபெற்றுமுள்ளது. சில தாவரங்களில் கனி முதிர்ச்சியடைவதற்கு முன்பே கருச் சிதைவால் விதைகள் தோன்றுவதில்லை. எலுமிச்சை, ஆரஞ்சு வகைகள், வாழை, அன்னாசி, சில ஆர்கிடுகளில் கன்னிக் கனியாக்கல் மகரந்தத்தால் தூண்டப்படுகிறது. பார்தினோஜெனிடிக் போயா (parthenogenetic poa) சிற்றினங்களில் டிரிப்ளாய்டு தாவரங்களின் கனிகள் மலடானவை. சில செர்ரி, பீச்சஸ், திராட்சைக் கனிகளில், கன்னிக் கனியாக்கல், கருச்சிதைவடைவதால் ஏற்படும் பொதுவான நிகழ்ச்சியாகும். நீடம் (gnetum) என்னும் தாவரத்தில் கன்னிக்கனியாக்கல் ஒரு விநோதமான இடைநிலை வகையாகும். மகரந்தச் சேர்க்கையால் தூண்டப்பட்டு இதில் கனி தோன்றுகிறது. மகரந்தக் குழாய் வளர்ச்சி பெறாமல் தடைப்பட்டு, கனி பழுத்து நிலத்தின்மேல் விழுந்த பிறகு வளர்ச்சியுறுகிறது. சில மாதங்களுக்குப் பின் கருவுறுதல் ஏற்படுகிறது.

கன்னிக் கனியாக்கலுக்குச் சில முக்கியமான சூழ் நிலைக் காரணிகளும் அடிப்படையாகின்றன. சில சமயங்களில் இத்தாவரங்களில் கன்னிக் கனியாக்கல் மூலம் கனி வளர்ச்சி தடைப்பட்டால், சூழ்நிலைக் காரணிகளைக் கொண்டு கனிவளர்ச்சி தூண்டப் படுகிறது. ஆஸ்பார்ன், வென்ட் என்போர் தக்காளி வகைகளில் குறைந்த தட்ப வெப்பநிலையையும், மிகு ஒளியையும் அளித்துக் கன்னிக் கனியாக்கலைத் தூண்டினர். இவற்றில் மகரந்தச் சேர்க்கை கூட நடைபெறுவதில்லை. இதுபோன்றே நிட்ச்குழுவினரும் வெள்ளரி வகைகளில் ஒளியின் காலத்தைக் (photo-periodism) குறைத்தும், தட்ப வெப்ப நிலையைக் குறைத்தும் கன்னிக் கனியாக்கலைப் புகுத்தியுள்ளனர். கன்னிக்கனியாக்கலை எளிதில் ஏற்காத சில சிற்றினங் களில் உறைபனியைக் (frost) கொண்டும் அல்லது வெப்பநிலையைக் குறைத்தும், விதை சிதைத்தலைத் தூண்டிக் கன்னிக் கனியாக்கலை ஊக்குவிக்கலாம். எ.கா. ஆப்பிள், பேரி.

கன்னிக் கனியாக்கலில் தாவர ஹார்மோன்களின் பங்கு. தாவர வளர்ச்சியில் தாவர ஹார்மோன்களின் பங்கு கண்டுபிடிக்கப் பட்டது முதல் கன்னிக் கனியாக் கலுக்கும் ஹார்மோன்கள் காரணமாகலாம் என்று கருதினர். இதற்குப் பிறகு, குஸ்தாஃப்சன் என்பார் விதையுள்ள, விதையற்ற சிற்றினங்களின் சூல்களை ஆராய்ந்து ஆக்சின்களின் இருப்புக்கும், கன்னிக் கனி யாக்கலுக்கும் தொடர்புண்டு என்பதைக் கண்டுபிடித் தார். இது இயற்கையாக விதைகொண்ட கனிகளைத் தோற்றுவிப்பதற்குக் காரணம் என்றும் கூறினார். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக எலுமிச்சை வகைக் கனி களிலும், திராட்சைக் கனிகளிலும் ஆக்சின் இருக்கும் அளவு விதையற்ற வகைகளில் மிகுதியாக உள்ளதைக் கண்டுபிடித்தார். ஆக்சின் இருப்பு விதையுள்ள வகை களில் குறைவாக இருந்தது.

லக்வில் என்பார், இது சூலகங்களின் ஆக்சின் ஆடோடிராஃபி நிலையில் ஒன்றாகும் என்றும் கன்னிக் கனியாக்கல் இதையே குறிக் கின்றதென்றும் கூறுகிறார். ஆக்சின்களின் உதவியைக் கொண்டு கனிதோன்றும்போது, பொதுவாக, முன்னரே கருவுறுதல் அடைந்த கருக்களின் வளர்ச்சி தடைப்பட்டு அவை சிதைவடைகின்றன. மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பிறகு கருத்தரித்தல் சில தாவரங் களில் மிகக் கடினமாக உள்ளது. அப்போது ஆக்சின் களால் விதை உற்பத்தி பெருக்கப்படுகிறது. சஃபார் என்பார் நாஃப்தலீன் அசெட்டிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தி உருளைக் கிழங்கு முளைகளிலும், மலர் களிலும் விதை உற்பத்தியை மகரந்தச்சேர்க்கையைக் கொண்டு தோற்றுவித்துள்ளார் என்பது குறிப்பிடத் தக்கது.

மூன்று வகையான தாவர ஹார்மோன்கள் கன்னிக் கனியாக்கலைத் தூண்டுகின்றன. அவை, ஆக்சின்கள், ஜிப்பரெலின்கள், சைடோகைனின்கள் என்பனவாகும். கனித்தோற்றமும் வளர்ச்சியும் பல சிக்கலான முறைகளைக் கொண்டவை. கனி வளர்ச்சி யுற்று, முதிர்ச்சியாகும் வரை ஒவ்வொரு வேதி இயக் கப் பொருளுக்கும் ஒரு தனிப்பட்ட திசுவின் செறிவு தேவைப்படுகிறது. கனியாகும் நிலையைப் பொறுத்து ஒவ்வொரு வேதி இயக்கப் பொருளும் ஒரு தனிப் பட்ட தன் வினையைத் தூண்டும். சில சமயங்களில் ஒரு வேதி இயக்கப்பொருள் மற்றொரு வேதி இயக் கப்பொருளின் செயலைச் சார்ந்தும் இருக்கலாம். அப்போதுதான் கனி வளர்ச்சி தக்க வளர் தொடர் நிலைகளில் படிப்படியாக நிகழும். சில தாவரங் களில், ஆக்சினைவிட ஜிப்பரெலின் மிகுதியான ஆற்றல் பெற்றுக் கன்னிக் கனியாக்கத்தில் பங்கேற் கிறது. எ.கா. ஆப்பிள்.

சூல்கள் மிகுந்துள்ள அத்தி, தக்காளி, ரோஜா, கத்தரி போன்ற வகைகளில் செயற்கை ஹார்மோன் களைக் கொண்டும் கனியைத் தோற்றுவிக்கின்றனர். உடலக் கன்னிக் கனியாக்கலும், உந்தப்பட்ட கன்னிக் கனியாக்கலும், சாதாரண கனிவளர்ச்சி இயல்புக்கு மாறுபட்டவை. ஆனால் இதை ஒரு படிமலர்ச்சி பெற்ற இயக்கமாகவும் கொள்ளலாம். கனி வளர் நிலையும், விதை வளர்நிலையும் இரண்டு தனிப் பட்ட இயக்கங்களாகும். உடலக் கன்னிக் கனியாக் கலில், இளம் காய்கள் வேர் ஹார்மோன்களைக் கனி வளர்ச்சிக்குத் தக்க திசு அடர்த்தியில் தோற்றுவிக்கின்றன. உந்தப்பட்ட கன்னிக் கனியாக் கலில் இளம் காய்களில்மகரந்தத்தாலும், மகரந்தக் குழாயாலும் சுரக்கப்படும் ஹார்மோன்களின் செய லால் மீண்டும் மிகு கனி வளர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது. ஆக்சின் உதவி கொண்டு தோன்றும் கனிகளில் செல் கள் பெரிதாவதால் கனி வளர்ச்சியுறுகிறது. ஆக்சின் களின் உதவி இல்லாதபோது கனிவளர்ச்சி, செல்கள் பகுப்படைவதால் செயல்படுகிறது.

கன்னிக் கனியாக்கலின் பயன்கள். கன்னிக் கனி யாக்கலைப் பயன்படுத்திப் பல கனி உற்பத்தித் தொழிற்சாலைகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. தொடர்ந்து செயற்கை ஹார்மோன்களைக் கொண்டு கனி உற்பத் தியைப் பெருக்கி வருகின்றனர். ஆனால் இப்பண்பு இயற்கையாகவே சோலனேசி, குகர்பிட்டேசி தாவரங் களிலும், அத்தி, திராட்சை வகைகளிலும் காணப் படுகிறது. ஆக்சின்களின் அடர்த்தியை அதிகரித்துக் கனி விளைச்சலைப் பெருக்குகின்றனர். இதற்கெனத் தொழிற்சாலைகளையும் நிறுவியுள்ளனர்.

-மே.லோ. லீலா

நூலோதி. A, Carl Leopold, *Plant growth and development*, Tata McGraw - Hill Publishing Co Ltd., Bombay, 1964.

கன்னிக்கிளி

கிளியைப் போன்ற அலகும் இலைப்பச்சை நிறமும் பெற்றிருப்பினும் நீண்டு வளர்ந்த வால் இல்லாத காரணத்தால் இது கன்னிக்கிளி எனப்படுகிறது. சிட்டுக்குருவி அளவுடைய இதன் அலகு பவளச் சிவப்பாகவும் பின்முதுகு ஒளிர் சிவப்பாகவும் இருக்கும். ஆண் பறவைக்கு மட்டும் தொண்டைப் பகுதியில் நீல நிறத் திட்டு இருக்கும்.

இது மலைப் பகுதிப் பசுங்காடுகளில் கூட்டமாக, இரை தேடித் திரியும். உயர் கொம்புகளில் பசிய இலைகளிடையே திரிந்து மலர்களில் தேனைக் குடிக்கும் இது, பழங்கள், காய்கள் மலர்கள் ஆகிய வற்றையும் தின்னும். தென்னை மரப் பாளைகளில் வடியும் கள்ளைக் குடிக்கும் பழக்கமும் இதனிடம் உண்டு. மூங்கில் நெல், தேக்கு விதை ஆகியவற்றை விரும்பி உண்ணும். அலகையும் கால் விரல்களையும் பயன்படுத்தி மரங்களில் கொம்புகளைச் சுற்றிச் சுற்றி விரைந்து ஏறிச் செல்லும் இது கிளைகளில் தலைகீழாகவும் பக்கமாகவும் தத்திச் செல்லும். இவ்வாறு கிளைகளில் தத்தித் திரியும்போது 'ச்சி, ச்சி-ச்சீ' எனக் குரல் கொடுப்பதைக் கொண்டே ஒரு மரத்தில் இது இருப்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்தியப் பறவைகளுள் மரக்கிளையில் வௌவாலைப் போலத் தலைகீழாகத் தொங்கியவாறு தூங்கும் பழக்கம் உள்ள பறவை இது ஒன்றேயாகும்.

தின்ன உணவு கிடைக்கும் இடங்களுக்கும் புதிதாக மழை வளம் பெறும் இடங்களுக்கும் இடம் பெயர்ந்து செல்லும் இது ஜனவரி—ஏப்ரல் முடிய உள்ள பருவத்தில் மரப்பொந்துகளில் முட்டையிடும். உளுத்துப்போன மரங்களில் இயற்கையாக அமைந்துள்ள பொந்தின் மேலோ பக்கவாட்டிலோ நுழைவாயில் அமைத்து ஒரு மீட்டர் ஆழத்தில் முட்டையிடும். அலகால் இலைகளை வெட்டிக் கூட்டை மெத்தென்று ஆக்கி 3, 4 வரை முட்டைகள் இடும். அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளுக்கு உணவு ஊட்டுவதிலும் ஆணும் பெண்ணும் பங்கு பெறுகின்றன.

- க. ரத்னம்

கன்னித்தன்மை

பாலுறவு கொள்ளாத பெண்ணின் நிலையைக் கன்னித்தன்மை (virginity) என்பர். இது, பால் உறவு கொள்ளாத ஆண்களுக்கும் பொருந்தும்.

கன்னித் தன்மையில் பெண் நல்ல வளர்ச்சி அடைந்திருந்தபோதும், பால் புணர்ச்சி கொள்ளாதவளாக இருக்கிறாள். இதற்குச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை, நாளமில் சுரப்பிக் கோளாறுகள் போன்ற பல காரணங்கள் இருக்கலாம். இதற்கு அடையாளமாக, யோனிச்சவ்வு (hymen) கிழிபடாமல் இருப்பது கருதப்படுகிறது. னால் யோனிச் சவ்வு கிழிந்து இருந்தால், தின் னமாகக் கன்னித்தன்மை இழந்து விட்டதாகக் கருத இயலாது.

- சாரதா கதிரேசன்

கனகாம்பரம்

இது பவளக் குறுஞ்சா என்றும் குறிக்கப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் குரோசெண்ட்ரா இன்ஃபண்டிபுலிஸ் ஃபார்மிஸ் (*Crossandra infundibuliformis*) என்பதாகும். கனகாம்பரம் அகாந்தேசி என்னும் இருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. குரோசெண்ட்ரா என்னும் சொல்லுக்கு, கிரேக்க மொழியில் விளிம்பு நீண்ட அல்லது விளிம்பு தொங்கிய மகரந்தப் பைகள் என்று பொருள். இத்தாவரம் நிமிர்ந்து பசுமையாக 1 மீ உயரம் வரை வளரக்கூடிய புதர்ச் செடியாகும். கனகாம்பரத்தில் 20-25 சிற்றினங்கள் உள்ளன.

இச்சிற்றினங்கள் இந்தியா, ஆஃப்ரிக்கா, மடகாஸ்கர் முதலிய இடங்களில் பரவியுள்ளன. இந்தியாவில் தக்காணத்திலும் கோதாவரிக்குத் தெற்கிலும் காணப்படுகின்றன. நிமிர்ந்த தண்டில் இலைகள் சாதாரண விளிம்புகளுடனோ அலைகள் போன்ற விளிம்புகளுடனோ அமைந்துள்ளன. இலைகள் சற்று நீண்டும், மென்மையாகவும் உள்ளன. இலைகள் தனித்தவை, குறுக்கான இலையடுக்கத்துடன் இருப்பவை. இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. மலர்கள் அடர்ந்து, காம்பற்று, தூவி வகை மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. அல்லிவட்டம் சிவப்பு, இளஞ்சிவப்பு, மஞ்சள், ஆரஞ்சு ஆகிய வண்ணங்களில் காணப்படும்.

பூவடிச் செதில்கள் சற்றுப் பெரியவாகவும், பசுமையாகவும், இலைவடிவில் உள்ளன. மலர்கள் முழுமையான இருபால் மலர்களாக உள்ளன. புல்லிவட்டத்தில் 5 சிறிய புல்லிகள் இணைந்து அமைந்துள்ளன. பெரும்பாலும் அடுக்கிதழ் ஒழுங்குடையவை. அல்லி வட்டம் அல்லிகள் இணைந்து கீழ்ப்புறத்தில் குழல் போன்ற அமைப்புடன் சற்று வளைந்தும் கழுத்துப் பகுதிக்கு மேல் அகன்று விரிந்தும் காணப்படும். பூவில் நான்கு மகரந்தக் கேசரங்கள் உண்டு. மகரந்தக் கம்பிகள் அல்லியுடன் இணைந்தவை. இரு இணைகளாக அமைந்தவை (2+2). இவற்றில் 2 நீளமாகவும், எஞ்சிய 2 குட்டையாகவும் (didynamous) இருக்கும்.

மகரந்தப் பைகள் இரண்டு அறைகளுடன் சமமற்ற மட்டங்களில் உள்ளன. உள்முகமாக வெடிக்கும்

சூலக வட்டத்தில் உள்ள சூலக இலைகள் இரண்டும் இணைந்தவை. மேல் மட்டச் சூலகப்பை இரண்டு அறைகள் கொண்டது. ஒவ்வோர் அறையிலும் இரண்டு அல்லது மூன்று சூல்கள் அச்சுச் சூலொட்டு முறையில் சூலகப்பையில் இணைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு சூலகப்பையிலும் பொதுவாக நான்கு விதைகள் காணப்படுகின்றன. சூலகப்பை நீண்டது. தேன் சுரக்கும் திறனுடைய தட்டுப் போன்று அமைந்திருக்கும். சூலகத்தண்டு நீண்டு இரண்டாகப் பிளவுற்ற சூலக முடிகளுடன் காணப்படுகிறது. கனி ஓர் உலர் வெடிகனியாகும். இதில் பூச்சிகளால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது.

வணிக முறையில் மலர்களுக்காகத் தோட்டங்களில் பயிரிடப்படும் முக்கிய சிற்றினங்களில் குரோசெண்டரா அண்டுலேஃபோலியா (*Crossandra undulaefolia*) சிறப்பானது. இத்தாவரத்தின் மலர்கள் சிவந்த ஆரஞ்சு நிறமுடையவை. அல்லிவட்டம் இணைந்தது. மலரின் மேற்பகுதி விரிந்து இரண்டு உதடுகளாகப் பிரிந்துள்ளது. கழுத்துப் பகுதி குறுகலானது. மேல் உதடு இரு சிறு அல்லிகளின் இணைப்போடும், கீழ் உதடு சற்றுப் பெரிய மூன்று அல்லிகளின் இணைப்போடும் காணப்படும்.

கனகாம்பரம் வெப்பம் மற்றும் வெப்பச் சார்பு (subtropics) மண்டலங்களில் உள்ள களிச் சேற்று வண்டல்மண் பகுதிகளில் பயிரிட ஏற்றது. குரோசெண்ட்ரா ஃபுளோரா (*Crossandra flora*) என்னும் சிற்றினம் மஞ்சள் நிற மலர்களைக் கொண்டது. குரோசெண்ட்ரா கைனென்சிஸ் (*C. guinensis*) இளம் சிவப்பு மலர்களைக் கொண்டது. இச்சிற்றினத்தின் இலைகள் கவர்ச்சியானவை. எனவே இது அழகிய தாவரமாகத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகிறது. குரோசேண்டரா அண்டுலேஃபோலியோ உணர்ச்சியைத் தூண்டும் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

- டோரதி கிருஷ்ணமூர்த்தி

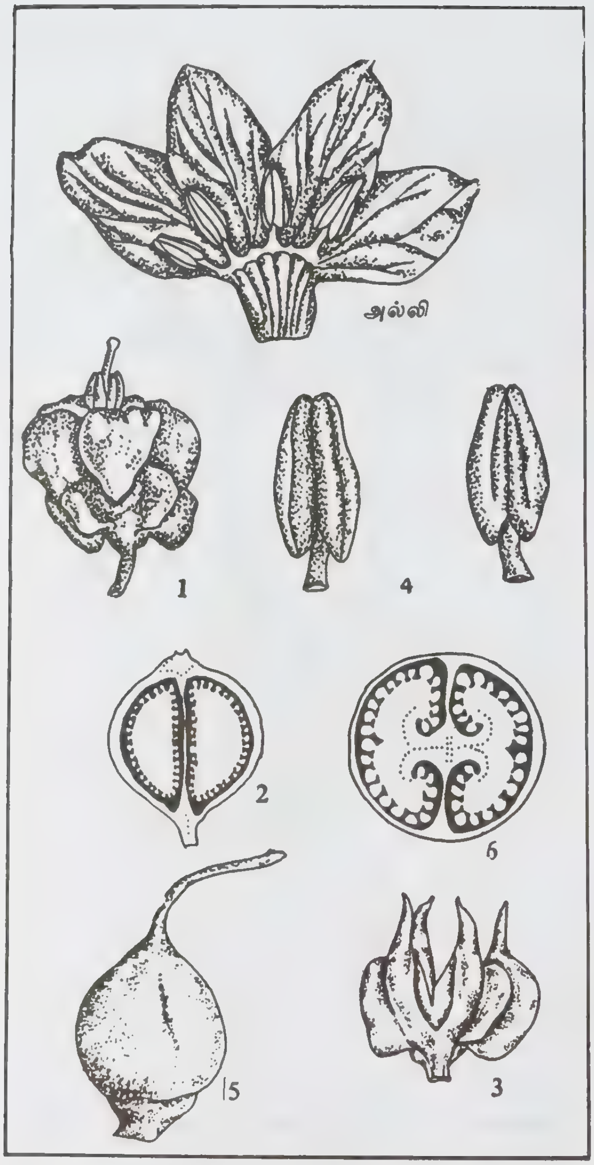
கனகுப் பூண்டு

இதன் தாவரவியல் பெயர் எக்ஸாகம் பிடங்குலேட்டம் (*Exacum pedumculatum*) என்பதாகும். இது ஜென்சியனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கனகுப் பூண்டு ஈரமான இடங்களில் வளரும் ஒருபருவச் சிறுசெடி. இதன் உயரம் 10-25 செ. மீ., வேர்கள் ஏறத்தாழ 6 செ. மீ. நீளம் உடையவை. தண்டு வெளிர் பச்சையாக நாற்கோணமாகக் கவட்டை முறையில் கிளைத்தது; மழமழப்பானது. தண்டின் பக்கங்கள் 24 மி.மீ. அகலமுடையவை.

செடி

இலைகள். தனி இலைகள் இலையடிச் செதில்களற்றவை, குறுக்குப்போக்கு அடுக்கம் உள்ளவை, ஏறத்தாழ இலைக்காம்பற்றவை. இலையடி குறுகலானது, விளிம்பு முழுமையானது, நுனி கூர்மையானது; இலை ஈட்டி வடிவம், நீள்சதுரம் அல்லது முட்டை வடிவமுடையது. $1.5\text{-}3 \times 0.6\text{-}2.3$ செ.மீ. வலைப்பின்னல் குவிமைய நரம்பமைவுடையவை. 3 நரம்புகள் மேற்புறம் மங்கலானவை; அடிப்புறம் தெளிவானவை. இலையின் மேற்புறம் வெளிர் பசுமை நிறமும், அடிப்புறம் சாம்பற் பசுமையும் கொண்டு மழமழப்பானது, மென்மையானது. குறிப்பிடும் படியான மணம் எதுவும் இதற்கு இல்லை.

மஞ்சரி. செடியின் அடிப்பகுதிகளில் இரண்டு கிளைகளுக்கு நடுவில் உள்ள தனிமலர்கள் 2.5 செ.மீ நீளக்காம்புடையவை. நுனிப்பகுதிகளில், கிளைத்த சைம் (cyme) வகைமஞ்சரியுண்டு.



கனகுப் பூண்டு (*Exacum pedumculatum*)

1. மலர் 2. சூல்பையின் நீள்வெட்டு 3. புல்லி இதழ்கள் 4. மகரந்தத்தூள் 5. சூலகம் 6. சூல்பையின் குறுக்குவெட்டு

மலர்கள். பூக்காம்புச் செதில் இலை போன்றது. ஏறத்தாழ 2 மி. மீ. நீளமுடையது. பூக்காம்பு நாற் கோணமுடையது. கோணங்கள் இறகுபோல் அகன்று 1 செ. மீ. நீளத்திற்குக் குறைவானவை. பூவடிச் செதில்களற்றவை, ஆரச்சமச்சீர், இருபால் மலர்கள், மேல் மட்டச்சூற்பை, நான்கங்க மலர்கள்.

புல்லி வட்டம். 4, இணைந்த புல்லி இதழ்கள் மேற்பகுதி பிரிந்தவை. முதுகுப்புறம் இறக்கை உடையன, நீள் கூர் நுனியும் மெல்லிய இரம்பப்பல் விளிம்புமுடையது. இறகு அரை வட்டமானது, ஒவ்வோர் இதழும் உட்புறமாக மூன்று நரம்புடையது, சுரப்பி இழைகளுடையது. 40×3. 0 மி.மீ. நீளத்தில் வெளிர்பச்சை நிறம் கொண்டது,

அல்லி வட்டம். நான்கு, இணைந்த அல்லி இதழ்கள், அல்லிக்குழல் வெளிர் பச்சையானது, குட்டையானது. 2-3 மி.மீ அல்லி இதழ்கள் ஈட்டி வடிவில் உள்ளன. கூர்மையானவை, கீழ்ப்புறமாக வளைந்தவை, ஊதா நிறமுடையவை. அல்லி வட்டம் 1.5 செ.மீ. விட்டமுடையது, வட்ட வடிவமானது. அல்லி இதழ் 8 0×4. 0 மி.மீ. அகலம் 8. மி. மீ. நீளம் கொண்டது. திருகிதழ் அமைவு, திருகு வலப்புறமானது. மொட்டில் அல்லி இதழ்கள் நிறம், மணமற்றவை.

மகரந்தத்தாள் வட்டம். மகரந்தத்தாள்கள் 4 தனித்தவை, அல்லி ஒட்டியவை; அல்லி இதழ்களுக்கு இடையில் அமைந்தவை. மகரந்தத்தாள் குட்டையானது. மகரந்தப்பை அம்பு வடிவானது, துளை மூலம் வெடிப்பது. மஞ்சள் வண்ணமுடையது. மகரந்தத்துகள்கள் உருண்டையானவை; மகரந்தபபை ஏறத்தாழ 4 மி. மீட்டரும் மகரந்தத்தூள் ஏறக்குறைய 1 மி. மீட்டரும் அளவுடையன.

சூலக வட்டம். மேல் மட்டச் சூற்பை: இரண்டு இணைந்த சூலக இலைகளால் ஆனது; ஈரறை உடையது. 2.2 மி.மீ; சூல்கள் அச்சுச் சூல்ஒட்டு முறையில் அமைந்தவை; எண்ணற்றவை. சூலகத்தண்டு 6 மி.மீ. நீளமுடையது. மழமழப்பானது. சூலகமுடி இரண்டாகக் கிளைத்தது; கிளைகள் மழுங்கிய நுனிகளுடன் குட்டையானவை. ஏறத்தாழ 0.5 மி.மீ. அளவுடையன.

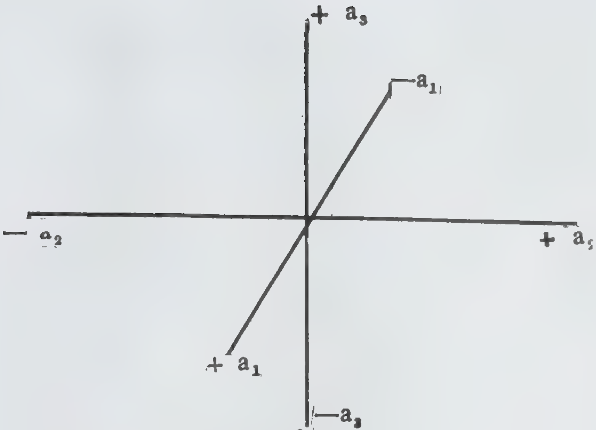
கனி. உலர் வெடிகனி. அல்லி, புல்லிகள் நிலைத்தவை; கனி இரண்டு இடங்களில் பக்கவாட்டில் வெடிக்கும். விதைகள் பல கோணங்கள் கொண்டவை. ஏறத்தாழ 0.2 மி.மீ. அளவுடையன.

இத்தாவரம் ஜென்சியானா மருத்துவத்தில் பயன்படுவது போன்ற பயன்களைத் தருவதாகும். மேலும் இது ஒரு வீக்கமுருக்கியாகவும் (deobstruent) வாதத்தைக் குணப்படுத்தவும் பயன்படுகிறது.

- க. இராஜசேகரன்

கன சதுரத் தொகுதி

இந்தப் படிகத் தொகுதியில் உள்ள மூன்று அச்சுகளும் சம நீளங்களைக் கொண்டு, ஒன்றையொன்று செங்கோணத்தில் வெட்டிக் கொள்ளும். இத்தொகுதியில் மொத்தம் இயல் வகுப்பு, பன்னிரு முகவடிவு, எண்முக வடிவு, அறு நான்முக வடிவு, மூவெண்முகவடிவு என ஐந்து வகுப்புகள் உள்ளன.

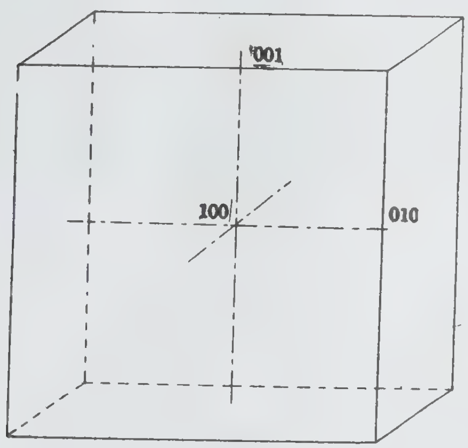


$a_1 = a_2 = a_3 = 90°$

படம் 1

இயல் வகுப்பு. இவ்வகுப்பின் தகைசால் கனிமம் கலீனா.

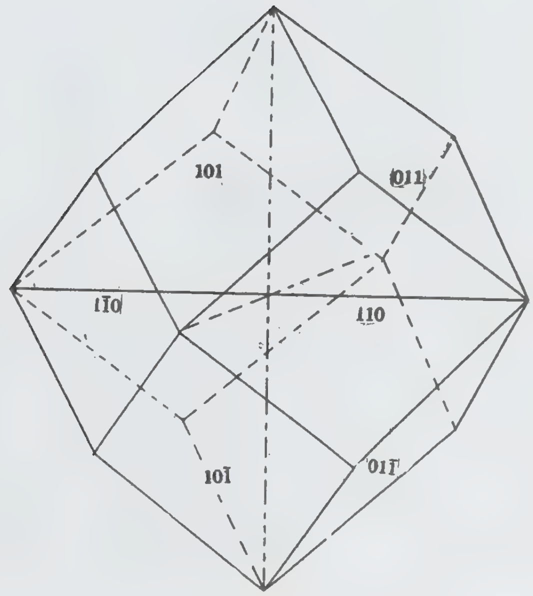
கன சதுரம் (cube). ஆறு சதுர முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் ஒரே ஒரு படிக அச்சை வெட்டுகிறது. இதுபிற இரண்டு அச்சுகளுக்கும் இணையாக அமைந்துள்ளது. இதன் பொதுக் குறியீடு (100).



படம் 2. கனசதுரம்

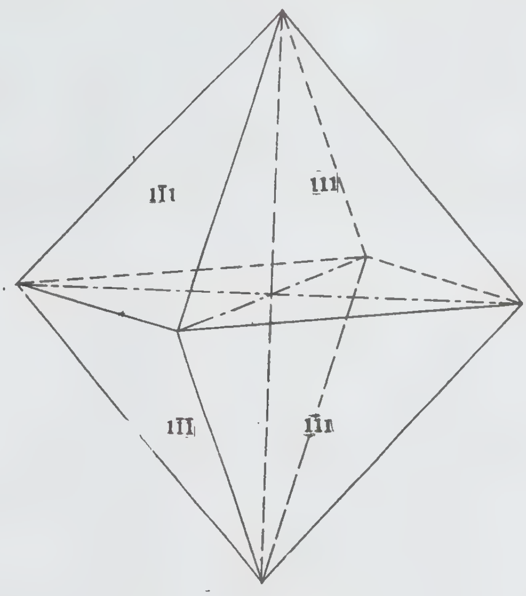
பன்னிரு முகவடிவு (dodecahedron). இது பன்னிரண்டு சாய் சதுர முகங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் இரண்டு அச்சுகளை ஒரே நீளத்தில் வெட்டும். மூன்றாம் அச்சுக்கு இணையாக இருக்கும். இதன் பொதுக் குறியீடு (110).

எண்முக வடிவு (octahedron). எட்டுச் சமபக்க முக்கோண முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் மூன்று அச்சுகளையும் சம நீளத்தில் வெட்டுகிறது.



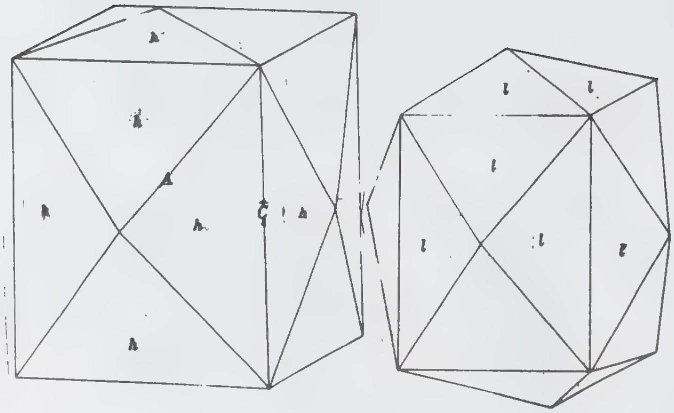
படம் 3. பன்னிருமுகவடிவு

இதுவே சம அச்சுத் தொகுதியின் நேரியல் வகுப்புக்குச் சீரான மூல வடிவமாகும். பொதுக்குறியீடு (111). எடுத்துக்காட்டு, புளோரைட், மேக்னடைட் ஆகியவை.

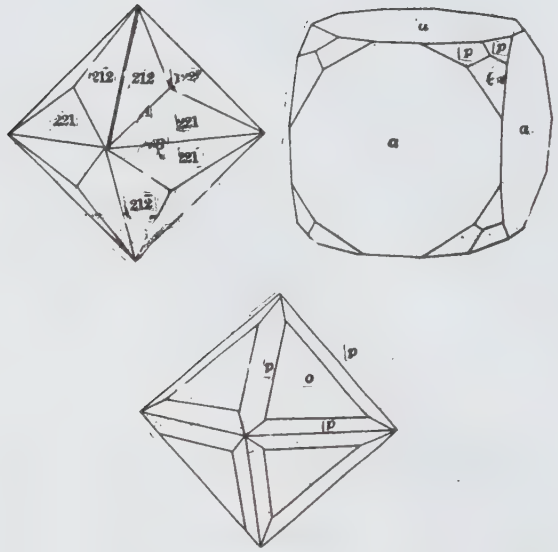


படம் 4. எண்முக வடிவு

அறு நான்முக வடிவு (tetrahexahedron). இது இருபத்து நான்கு முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் இரு சமபக்க (isoceles) முக்கோணமாக உள்ளது. இது ஒரு கன சதுரத்தின் ஒவ்வொரு பக்கத்துக்கும் ஒரு தாழ்வான நான்முகக் கூம்பு



படம் 5. அறுநான்முக வடிவு

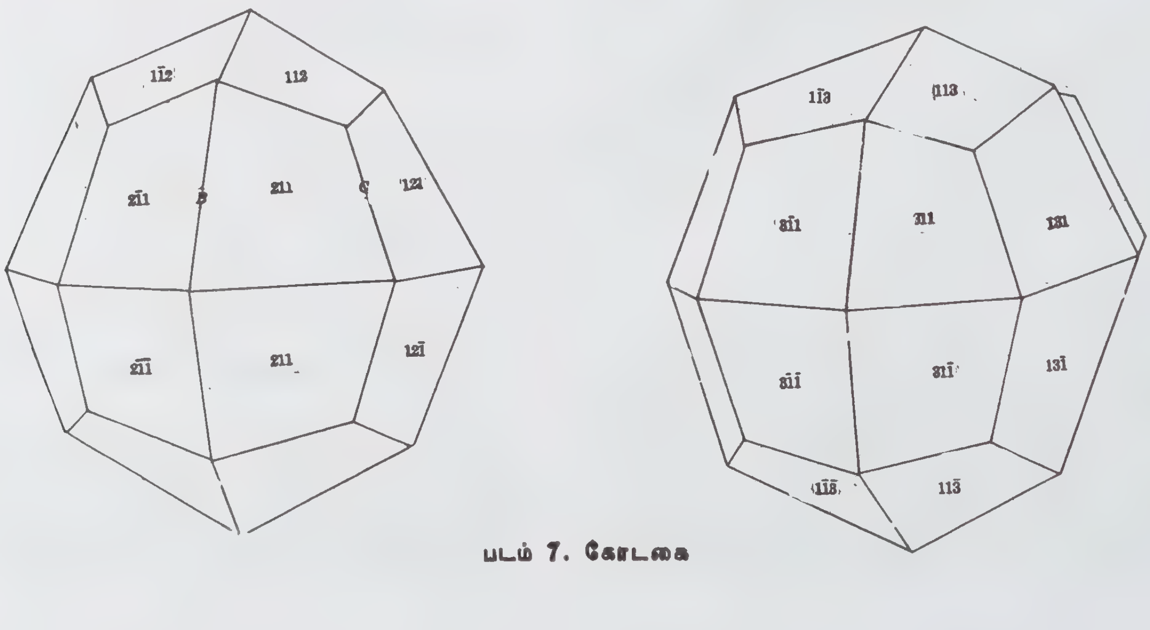


படம் 6. மூவெண்முக வடிவு

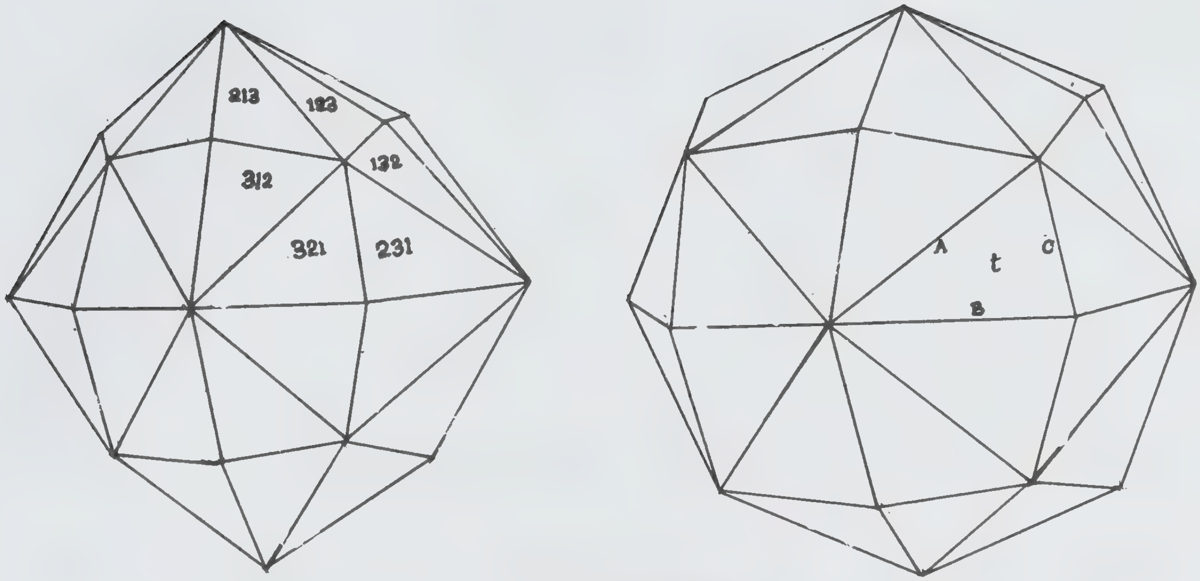
இருப்பது போன்ற அமைப்புடையது. ஒவ்வொரு பக்கமும் ஓர் அச்சுக்கு இணையாகவும், பிற இரண்டு அச்சுகளை வேறுபட்ட நீளங்களிலும் தொடுகிறது. பொதுக் குறியீடு (hko). எ.கா. புளோரைட்.

மூவெண்முக வடிவு (tris octahedron). இது இருபத்து நான்கு இரு சம பக்க முக்கோண முகங்களைக் கொண்டது. இது எண்முக வடிவின் ஒவ்வொரு முகத்துக்கும் மும்முகக் கூம்பு இருப்பது போன்ற அமைப்புடையது. ஒவ்வொரு முகமும் இரண்டு அச்சுகளைச் சமநீளத்தில் தொடுகிறது. மற்றொன்றைச் சற்று மிகுதியான தொலைவில் வெட்டுகிறது. இதன் பொதுக் குறியீடு (hhl). எ.கா; வைரம்.

கோடகை (trapezohedron). இருபத்துநான்கு கோடக (trapezoid) முகங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் இரண்டு அச்சுகளைச் சமமான நீளத்திலும் மற்றொன்றைச் சற்றுக் குறைந்த நீளத்திலும் வெட்டுகிறது. இதன் பொதுக் குறியீடு (hll). மாதிரிக் கனிமம் கார்னெட் ஆகும்.



படம் 7. கோடகை



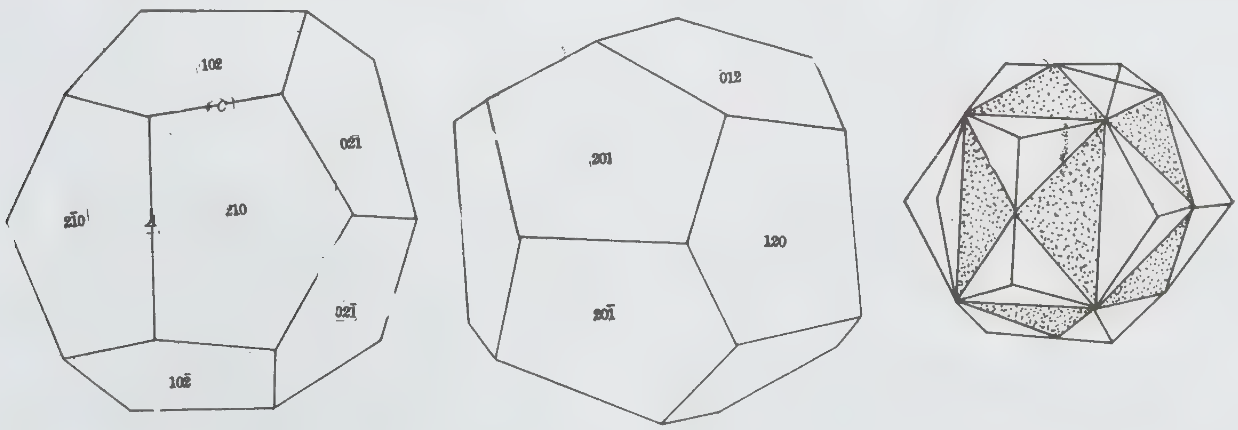
படம் 8. எண்-ஆறுமுக வடிவு

எண்-ஆறுமுக வடிவு (hexoctahedron). நாற்பத்தெட்டு முக்கோண வடிவுள்ள முகங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும், மூன்று அச்சுகளையும் வெவ்வேறு தொலைவுகளில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (hkl): எ.கா. வைரம்.

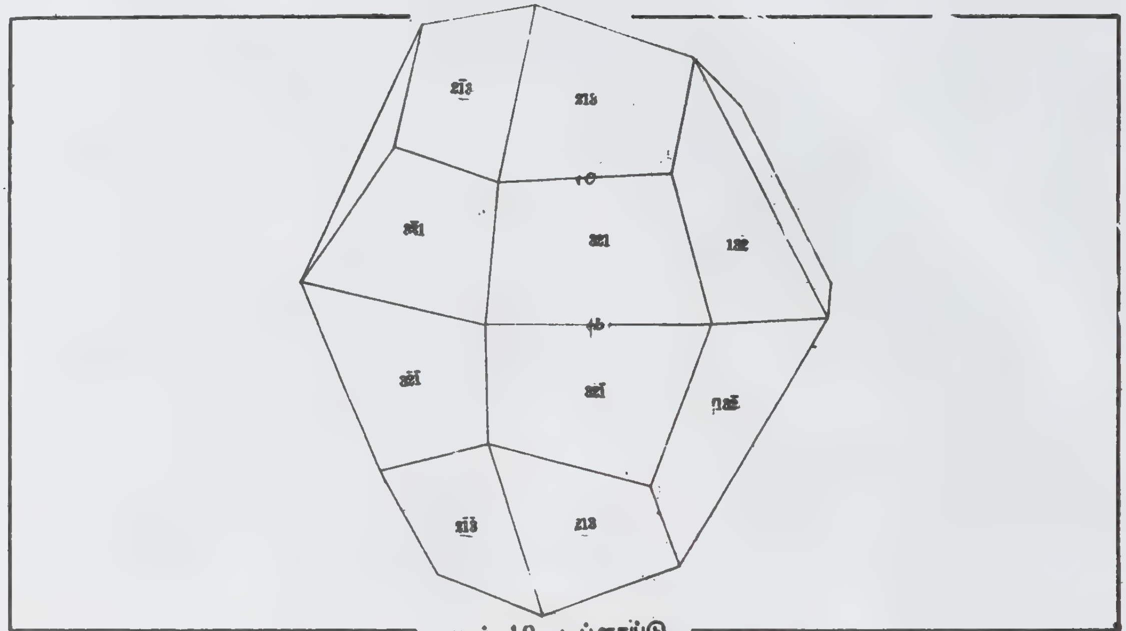
பைரிட்டோஹெட்ரல் வகுப்பு

இவ்வகுப்பில் குறிப்பிடக்கூடிய வடிவங்கள் பைரிட்டோஹெட்ரான் அல்லது ஐங்கோணப் பன்னிரு முகவடிவு (pentagonal dodecahedron,) டிப்ளாய்டு (diploid) அல்லது டயாகிஸ் பன்னிருமுக வடிவு (dyakis dodecahedron)ஆகியவை ஆகும்.

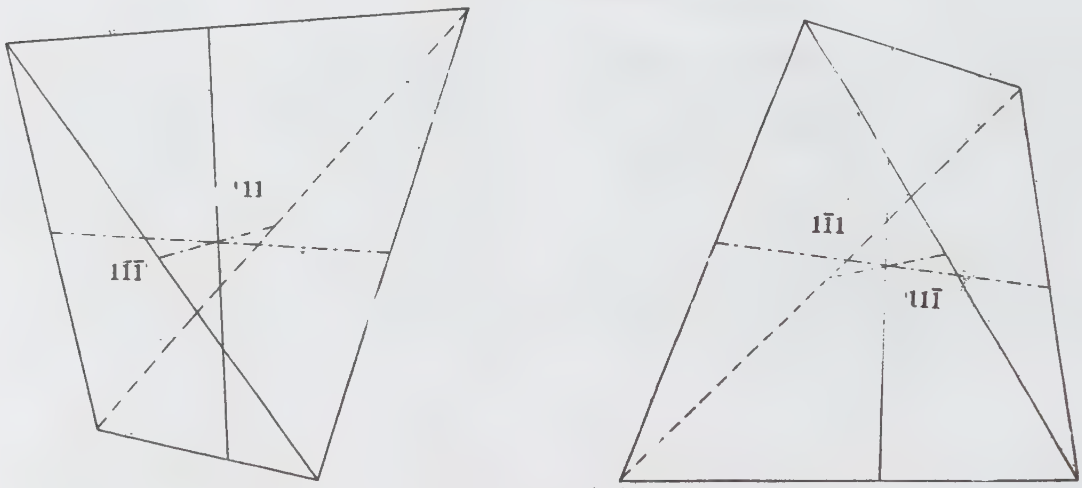
பைரிட்டோஹெட்ரன். இதன் பொதுக் குறியீடு (hko). இது பைரைட் படிகங்களில் மட்டும் காணப்படும் குறிப்பிடக்கூடிய வடிவம். இது மொத்தம் 12 பக்கங்களைக் கொண்டது. ஐங்கோணங்களைக் கொண்டு காணப்படும் இதில் ஒருமுனை பிற நான்கு ஒத்த முனைகளைவிட நீளமானது. நேர், எதிர் பைரிட்ரோஹெட்ரான் ஆகிய இரு வடிவு காணப்படும்.



படம் 9. பைரிட்டோஹெட்ரல் வகுப்பு-பைரைட் வகை



படம் 10. டிப்ளாய்டு



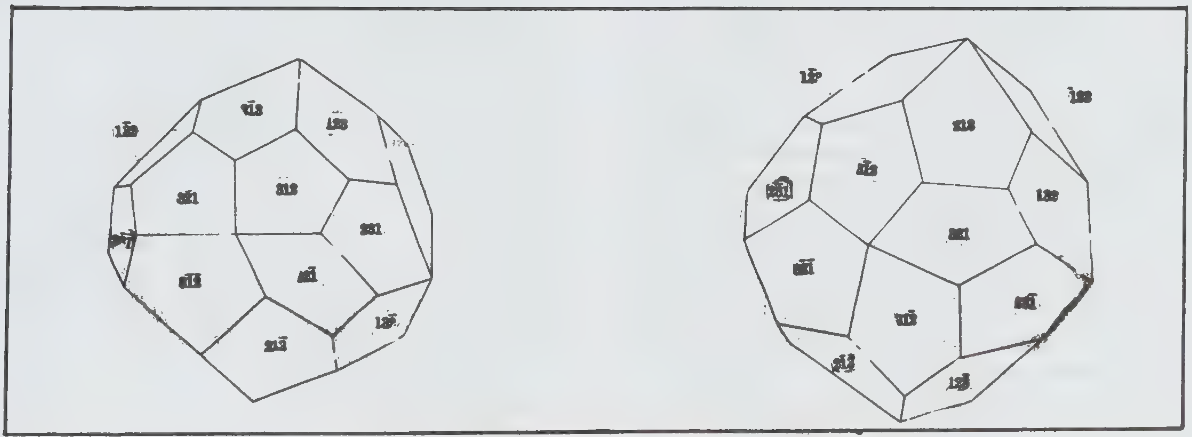
படம் 11. (அ) நேர் நாற்கோணம் (ஆ) எதிர் நாற்கோணம்

டிப்ளாய்டு. இது இருபத்துநான்கு ஒத்த முகங்களைக் கொண்டு காணப்படும். இதன் பொதுக் குறியீடு (hkl). இதன் முகங்கள் இணைகர வடிவைப் பெற்று, இரண்டிரண்டாக வகைப்படுத்தப்படுவதால் டிப்ளாய்டு எனப்படுகிறது.

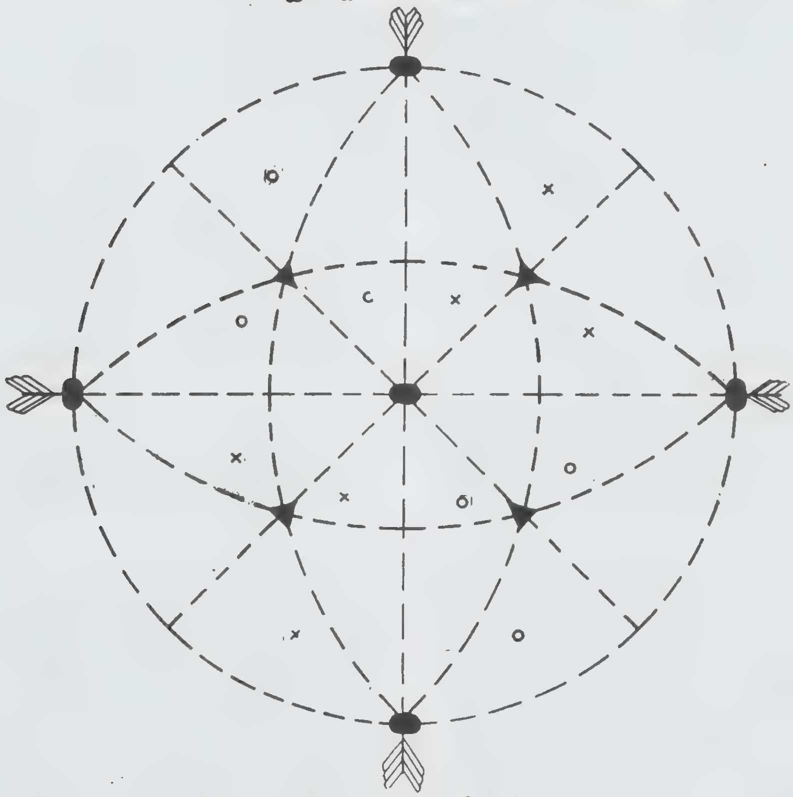
நான்முகச் சமபக்க முக்கோண வகுப்பு. சமச்சீர் மையம் இல்லை. இவ்வகுப்பில் குறிப்பிடக்கூடிய வடிவம் நாற்கோண வடிவமாகும், இதன் பொதுக் குறியீடு *(111)*. மொத்தப் பக்கங்கள் நான்கு. ஒவ்வொரு முகமும் சமபக்க முக்கோணமாக உள்ளது. நேர், எதிர் நாற்கோண வடிவங்கள் காணப்படும்.

பிளஜியோ ஹெட்ரல் வகுப்பு. தள-சமச்சீர்மை, மையச்சமச்சீர்மை இரண்டும் இதில் இல்லை. இவ்வகுப்பில் குறிப்பிடக்கூடிய வடிவம் வல, இட ஐங்கோண ஐகாசி நாற்கோணம் (right and left handed pentagonal icositetrahedron) ஆகும். இவ்வடிவம் குப்ரைட் படிகங்களில் மட்டும் காணப்படுகிறது. பொதுக் குறியீடு (hkl). இவ்வடிவம் வல-இடப் பொருத்தம் என்று குறிப்பிடப்படுகிறது.

டெட்டார்தோ ஹெட்ரல் வகுப்பு-உல்மனைட் வகைக் கனிமம். தளச்சமச்சீர்மை, மையச் சமச்சீர்மை இரண்டும் இல்லை. இதில் குறிப்பிடக்கூடிய வடிவம் டெட்ரா ஹெட்ரல்-ஐங்கோண-பன்னிரு முக வடிவு ஆகும். இது பன்னிரண்டு முகங்களைக் கொண்டது. இதன் பொதுக் குறியீடு (hkl) ஆகும்.



படம் 12. வல-இட ஐங்கோண ஐகோசி நாற்கோணம்



படம் 13. டெட்டார்தோ ஹெட்ரல் வகை

நூலோதி. W.E. Ford, *Dana's text book of Mineralogy*, 4th Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985.

கனநீர்

நீரிலுள்ள ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகளில், சாதாரண ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக (H, அணு எண் = 1; அணு நிறை = 1) கன ஹைட்ரஜன் (டியூட்டீரியம், D = H^2 அணு நிறை = 2) இருந்தால் அது கன நீர் (heavy water) எனப்படும். கன நீரின் மூலக்கூறு வாய்பாடு D_2O ($H_2{}^2O$) யூரே என்னும் அமெரிக்க வேதியியலார் முதன்முதலாகச் சாதாரண நீரில் 6000 பங்கில் ஒரு பங்கு கனநீர் இருப்பதாகக் கண்டார். இவரைத் தொடர்ந்து

லூயிஸ், டோனால்ட் என்போர் சிறிதளவு காரம் கலந்த நீரை நீண்டநேரம் மின்னாற்பகுத்துக் கன நீரைப் பெற்றனர்.

கிடைக்குமிடம். மழைநீரில் மிகக் குறைந்த அளவிலும், சூரிய ஒளியால் உருகியபின் பெரும் பனிப் பாளங்களில் எஞ்சும் நீரில் சிறிதளவும், நீரை மின்னாற்பகுக்கும்போது மிஞ்சும் எச்சத்திலும் கனநீர் உள்ளது. சாதாரண நீரில் டியூட்டீரியம் 0.0145% வரையுள்ளது. காரம் கலந்த நீரைத் தொடர்ச்சியாக மின்னாற்பகுத்தும், நீரைக் காய்ச்சி வடித்தும் வேதிப் பரிமாற்ற முறையினால் கனநீரைப் பெறலாம். மின்னாற்பகுத்தலாலும், காய்ச்சி வடித்தலாலும் மிகக் குறைந்த அளவில் கனநீர் கிடைத்தாலும், இதற்குத் தேவையான ஆற்றல் மிகுதியானதாகும். வேதிப் பரிமாற்ற முறையில் நீரினுள் உயர் அழுத்தத்திலுள்ள ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமம் 120°C வெப்பநிலையில் செலுத்தப்படுகிறது. இதனால்ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நீரிலுள்ள கன ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்குப் பதிலாகப் பதிலீடு செய்யப்படுகின்றன. இப்பரிமாற்றத்தால் விளையும்

$$2H_2S + HDO + D_2O \rightarrow HDS + H_2S + 2H_2O$$

வளிமங்கள் குளிர்விக்கப்பட்டு 28°C வெப்பநிலையிலுள்ள நீரினுள் செலுத்தப்படுகின்றன.

$$2H_2O + D_2S + HDS \rightarrow HDO + D_2O + 2H_2S$$

மேற்காணும் மாற்றங்கள் தொடர்ச்சியாக நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இதனால் 12% D_2O உள்ள நீர் கிடைக்கிறது. இதைக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது 90% D_2O நீரும், மின்னாற்பகுக்கும் போது 99.8% D_2O நீரும் கிடைக்கின்றன.

இயற்பண்புகள். கனநீர் சாதாரண நீரைப் போலவே நிறம், மணம், சுவையற்ற நீர்மமாகும். கனநீரின் இயற்பண்புகள் சாதாரண நீரின் இயற்பண்புகளை விட மிகுதியானவை. கனநீரின் உயர் உருகுநிலை, கொதிநிலை, மிகு பாகுத்தன்மை, அடர்த்தி போன்றவை சாதாரண நீரின் அமைப்பை விட மிகுதியான ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளதையும், அப்பிணைப்புகள் மிகவும் வலிமை வாய்ந்தவையாக உள்ளதையும் காட்டுகின்றன. அட்டவணையில் சாதாரண நீர், கனநீர் ஆகியவற்றின் சில இயற்பியல் மாறிலிகள் ஒப்புமைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கனநீர் உயிர்த் திசுக்களைப் பாதிக்கும் தன்மை கொண்டது. கரைபொருள்கள் நீரில் கரைவதைவிடக் கனநீரில் குறைவாகக் கரைகின்றன. வெப்பநிலை மிகும்போது கனநீரிலுள்ள பிணைப்புகள் சாதாரண நீரிலுள்ள பிணைப்புகளைவிட வேகமாகப் பிளவுறு

பண்புகள்	$H_2{}^1O$	$H_2{}^2O$ (D_2O)
மூலக்கூறு நிறை	18.015	20.028
உருகுநிலை, °C	0.00	3.81
கொதிநிலை, °C	100.00	101.42
உயர் அடர்த்தியில் வெப்பநிலை, °C	3.98	11.23
அடர்த்தி (25°C, கி/க. செ³)	0.99701	1.1044
நிலைமாறு/மாறிலிகள் வெப்பநிலை, °C (critical constants)	374.1	371.1
அழுத்தம், mpa	22.12	21.88
பாகுத்தன்மை (55°C, mpa.s)	0.8903	1.107
ஒளிவிலகல் எண், (n_D^{20})	1.3330	1.3283
தன்வெப்பம்	1.018	1.000

கின்றன. $H^1{}_1$ இன் அணுக்கருச் சுழற்சி ½; $H^2{}_1$ இன் அணுக்கருச் சுழற்சி 1. எனவே இவ்விரண்டு ஐசோடோப்புகளையும் அணுக்கருக் காந்த உடனிசைவு நிரலியலில் (N.M.R. spectroscopy) பயன்படுத்தலாம்.

வேதிப் பண்புகள். கனநீரை மின்னாற்பகுத்தால் கன ஹைட்ரஜன் வெளியாகிறது. நீரால் கனிம குளோரைடுகளும், உப்புகளும் பிரிகையடைவது போலவே கனநீராலும் பிரிகையடைகின்றன. இதற்குக் கனநீராற் பிரிகையடைதல் (deuterolysis) என்று பெயர்.

கனநீர் பல ஹைட்ரஜன் சேர்மங்களுடன் வினை புரிகிறது. இவ்வினைகளில் ஹைட்ரஜன் சேர்மங்களிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கன ஹைட்ரஜனால் பதிலிடப்படுகின்றன.

$$H_2O_2 + D_2O \longrightarrow D_2O_2 + H_2O$$

மனித உடலிலுள்ள நீர்மங்களில் மூன்றில் ஒரு பங்கைக் கன நீரால் பதிலீடு செய்வதால் மரணம் நேரிடலாம். இதேபோல் மூன்றில் இரண்டு பங்கு கனநீரை ஒரு தாவரத்துள் செலுத்துவதால் தாவரம் அழிந்துவிடும்.

அமில நீரிலிகளுடன் இது வினைபுரிந்து அவற்றை யொத்த டியூட்டிரோ அமிலங்களைக் கொடுக்கிறது.

$$SO_3 + D_2O \longrightarrow D_2SO_4$$

டியூட்டிரோ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்

நைட்ரைடுகளுடனும், கார்பைடுகளுடனும் வினை புரிந்து கன அம்மோனியர்வையும் (heavy ammonia) கன ஹைட்ரோகார்பன்களையும் கொடுக்கிறது.

$$Mg_3N_2 + 6D_2O \longrightarrow 3Mg(OD)_2 + 2ND_3$$

$$Al_4C_3 + 12D_2O \longrightarrow 4Al(OD)_3 + 3CD_4$$

பயன்கள். அணுக்கரு உலைகளில் பெருமளவில் இது நியூட்ரான்கள் மட்டுப்படுத்தியாகப் (moderator) பயன்படுகிறது. கனஹைட்ரஜன் தயாரிக்கக் கனநீர் பயன்படுகிறது. டியூட்டீரியம் அணுப் பிணைப்பால் முடிவிலா ஆற்றல் வெளியாகிறது. எனவே ஆற்றல்

$$H_1^2 + H_1^2 \longrightarrow H_1^3 + H_1^1 + 4.0\ MeV$$

உற்பத்திக்குத் தேவையான கன ஹைட்ரஜனைக் கனநீரிலிருந்து பெறலாம். ஆய்வுக்கூடங்களில் உயிர் வாழ்வனவற்றில் நிகழும் வினைகளை ஆய்வு செய்யவும், சில வேதி வினைகளின் வினைவழிமுறைகளைக் (mechanisms) கண்டறியவும் இது சுவடறிவானாகப் (tracer) பயன்படுகிறது

பகுப்பாய்வு. கனநீரில் டியூட்டீரியத்தின் அளவை அளந்தறிய, பெரும்பாலும் அடர்த்திக் கண்டுபிடிப்புகளும், $\sim 3\mu m$ பகுதியில் அகச்சிவப்பு நிரலியலும் பயன்படுகின்றன.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. C.N.R. Rao, University General Chemistry, Macmillan India Ltd., New Delhi, 1973.

கனல் குழாய்க் கொதிகலன்

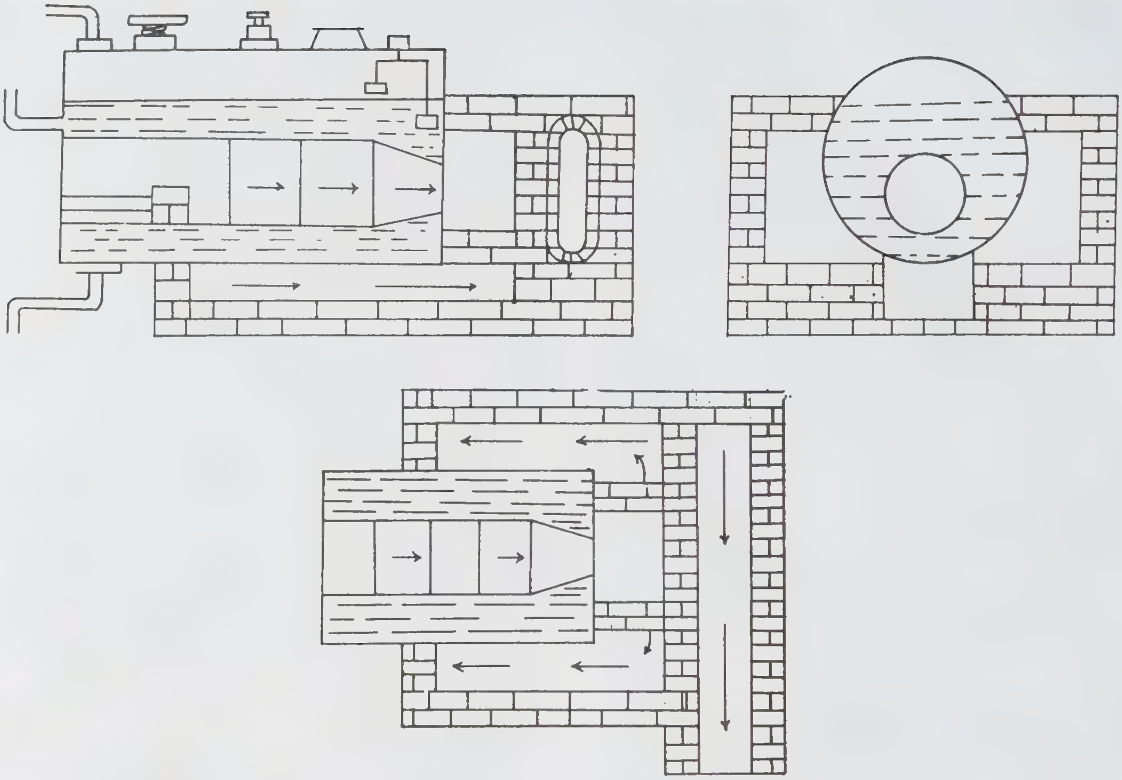
எஃகு அல்லது செம்புத் தகடு தறையாணிகளால் (rivet) ஆன இணைப்புகளுடன் உருளை வடிவப் பாத்திரமாக (shell) அக்காலக் கொதிகலன் (boiler) இருந்தது. பாத்திரத்துக்கு வெளிப்புறம் தீச் செங்கற்களால் (fire bricks) அடுப்புக் கட்டப்பட்டிருந்தது. அறிவியல் வளர்ச்சியின் காரணமாகப் பின்வரும் மாற்றங்கள் ஏற்படலாயின; பாத்திரத்தின் அடிப்பகுதியில் அடுப்பு அமைக்கப்பட்டது; பல சிறு குழாய்கள் பாத்திரத்திற்குள் அமைக்கப்பட்டு அவற்றின் வழியாகப் புகை வளிமம் (flue gas) செலுத்தப்படுகிறது.

பெரிய உருளை வடிவப் பாத்திரம் நீரையும் நீராவியையும் உள்ளடக்கி, கனற் குழாய்கள் நீரை ஊடுருவிச் செல்லுமாறு கனல் குழாய்க் கொதிகலன் (fire tube boiler) அமைக்கப்படும். எரிபொருள் எரிக்கப்படுவதால் கிடைக்கும் உயர் வெப்பப் புகை இக் குழாய்களின் வழியே செல்லும்போது தன்னிடமுள்ள வெப்பத்தைக் குழாய்களைச் சுற்றியுள்ள நீருக்குக் கொடுத்துவிட்டுப் புகைபோக்கி மூலம் வெளியில் செல்கிறது. உருளைப் பாத்திரத்தின் அச்சு, கிடைமட்டமாகவோ செங்குத்தாகவோ இருக்கும். இதில் முக்கிய பகுதி உருளைப் பாத்திரமாக இருப்பதால் இது கூடு கொதிகலன் (shell boiler) என்றும் குறிக்கப்படும். உருளையின் விட்டம் 5 மீட்டர் வரை இருக்கக் கூடும். ஏறத்தாழ 60 செ.மீ விட்டத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு புகைக் குழாய்களோ, 7.5-10 செ.மீ விட்டமுள்ள மிகு எண்ணிக்கையுள்ள குழாய்களோ பொருத்தப்படுகின்றன. பாத்திரத்திற்குள் அடுப்பு இருப்பதால் எஃகு தகட்டிலான அடுப்புச் சுவர்கள் நீரால் சூழப்பட்டு அத்தகட்டின் மூலமும் வெப்பம் நீருக்குச் செல்கிறது.

இவ்வகைக் கொதிகலனில் குழாய்களைத் தாங்கி நிற்கும் உருளையின் முனைகள் சமதளத் தகடுகளால் ஆனவை. உருளை வடிவத் தகட்டைப் போன்று சமதளத் தகடுகள் மிகு அழுத்தத்தைத் தாங்கி நிற்க முடியாமையால் அவற்றிற்கு வலிமை தரக் கம்பிகளோ, பட்டைகளோ பொருத்தப்படுகின்றன. சில புகைக் குழாய்கள் வலிமைப்படுத்தும் அமைப்பாகப் பயன்படுத்தப்படுவதுமுண்டு. பாத்திரத்தின் உள்ளே மனிதன் சென்று பாத்திரத்தையும், குழாய்களையும் தூய்மைப்படுத்தவும் அடுப்புக்குள் எரிபொருளைச் செலுத்தவும் தேவையான இறுக்கமான கதவுகள் ஆங்காங்கே பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

குறைபாடுகள். நீர், பாயாமல் நிலைத்து நிற்பதால் புகையிலிருந்து நீருக்கு ஏற்படும் வெப்ப ஓட்டத்தின் வேகம் குறையும். இதனால் நீராவி உற்பத்தியின் அளவும் குறையும், உயர் அழுத்தமுள்ள நீராவி தேவைப்படின், அந்த அழுத்தத்தைத் தாங்கும் அளவுக்கு உருளைப் பாத்திர எஃகு தகட்டின் தடிமன் மிகுதியாகும். அதனால் கொதிகலனின் எடையும் மிகும். அதனால் சதுர சென்டிமீட்டருக்கு 20 கி.கி வரை அழுத்தமுள்ள நீராவி உற்பத்தி செய்யவே இவ்வகைக் கொதிகலன் பயன்படுகிறது.

சிறப்புகள். உள்ளடக்கியுள்ள நீரின் அளவு மிகுதியாதலால் இந்நீரின் மட்டம் குறைவதால் விபத்து ஏற்படக்கூடிய வாய்ப்புக் குறைவு; இடம் விட்டு இடம் பெயரக்கூடிய கொதிகலன்கள் இவ்வகையினவாகவே இருக்கமுடியும். எ.கா: புகை வண்டிகளில் பயன்படும் தொடர் வண்டிக் கொதிகலன். சில முக்கியமான புகைக்குழாய்க் கொதிகலன்கள்: தொடர் வண்டிக் கொதிகலன், இலங்காஷயர் கொதிகலன், கார்னிஷ் கொதிகலன், கோக்ரன் கொதிகலன், ஸ்காட்ச் கடற் கொதிகலன், கிடைமட்டத் திரும்பு குழாய்க் கொதிகலன். படம் 1 இல் கார்னிஷ் கொதிகலன் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் அச்சு கிடைமட்டமாக உள்ளது. இது செங்கற்களாலும் தீச் செங்கற்களாலும் கட்டப்பட்ட சுவர்களின்



படம் 1. கார்னிஷ் கொதிகலன்

மீது அமைந்துள்ளது. அடுப்பின் முன் பக்கம் பாத்திரத்துக்கு அடியில் உள்ளது. இதிலிருந்து வரும் புகை, பாத்திரத்திற்கு அடிப்பக்கத்தில் மறு முறை சென்று பின் புகைக் குழாய்களுக்குள் புகுந்து எதிர்த்திசையில் சென்று முன்பக்கமுள்ள புகைப் போக்கியை அடைகிறது. பாத்திரத்தின் அடிப்பக்கம் செல்லும்போது புகையின் வெப்பம், பாத்திரத்தின் அடிப்பக்கத் தகட்டின் மூலமும், குழாய்களின் வழியே செல்லும்போது குழாய்களின் சுவர் மூலமும் நீரை அடைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்துக்கு நீரும் அதற்குமேல் நீராவியும் உள்ளன. காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழும், நிறுத்தும் கட்டுப்பாட்டிதழும் (stop valve) பாத்திரத்தின் நீராவிப் பகுதிக்கு மேல் அமைந்துள்ளன. நீர்மட்டங்காட்டியும், அழுத்த அளவியும் பாத்திரத்தின் முன் பக்கம் உள்ளன. காண்க: கொதிகலன்.

- மு. ராமலிங்கம்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Mark's Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw- Hill Book Company, 1978.

கனற்சி

திண்ம, நீர்ம, வளிமப் பொருள்கள் காற்றோடு எரிந்து வெப்பத்தையும், ஒளியையும் வெளிவிடும் வினை கனற்சி (Combustion) எனப்படும். இவ்வினையில் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் எரிபொருள்கள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. கனற்சி வினையில் ஈடுபடும் ஆக்சிஜன் தனியான நிலையிலும், இணைந்த நிலையிலும் கிடைக்கிறது. சான்றாக, நைட்ரிக் அமிலம், அமோனியம் பெர்குளோரேட் போன்ற சேர்மங்களில் இணைந்த நிலையில் இருக்கும் ஆக்சிஜன், எரிபொருள்களை எரிப்பதற்கு உதவுகிறது. சிலசமயங்களில் ஆக்சிஜன் இல்லாத சேர்மங்களும், ஆக்சிஜனேற்றிகளாகப் பயன்படுகின்றன. சான்றாக, ஃபுளோரின் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தோடு எரிந்து வெப்பத்தையும், ஒளியையும் கொடுக்கிறது. அசெட்டிலின், ஓசோன், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு போன்ற சேர்மங்கள் சிதைவுறும்போது வெப்பமும், ஒளியும் கிடைக்கின்றன.

திண்ம எரிபொருள்கள். நிலக்கரி, மரம் போன்ற திண்மங்களின் கனற்சி, இரண்டு நிலைகளில் நிகழ்கிறது. முதலில், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள்

எரி பொருள்கள் சிதைவுறுவதால் திண்ம எரி பொருள்களிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்டுக் காற்றோடு எரிகின்றன. இரண்டாம் நிலையில், எஞ்சிய அனல் மிகுந்த திண்ம எரிபொருள்கள் காற்றோடு சேர்ந்து எரிகின்றன. திண்ம எரிபொருள்களின் கனற்சி, கதிர்வீசும் முறையால் குளிர்விக்கப்படும்போது நின்றுவிடுகிறது.

நிலக்கரி, கல்கரி முதலியவை எரியும்போது முதலில் கார்பன்மோனாக்சைடு உண்டாகிறது. இந்த வளிமம் எரியும் தன்மையுள்ள, மணமற்ற வளிமம் ஆகும். அதனால் உலையில் ஏற்படும் கசிவைக் கண்டுபிடிக்க முடிவதில்லை. எரியும் தன்மையுள்ளதால் இக்கசிவு தீங்கானது. இவ்வளிமம் காற்றோடு எரிந்து கார்பன் டைஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது.

திரவ எரிபொருள்கள். நீர்மங்களில் கனற்சி, நீர்ம நிலையில் நடைபெறுவதில்லை. முதலில் நீர்மங்கள் ஆவியாக்கப்பட்டு ஆவிநிலையில் அவை காற்றோடு கலந்து எரிகின்றன. எரியும்போது ஏற்படும் வெப்பம், மிகுதியான நீர்மத்தை ஆவியாக்கிக் கனற்சியை அதிகரிக்கும்.

தன்னகக்கனற்சி (spontaneous combustion). இவ்வகைக் கனற்சி, சில எரிபொருள்களை மொத்தமாகச் சேமித்து வைக்கும்போது ஏற்படுகிறது. இவ்வினைக்குத் தேவையான தொடக்க வெப்பம் அவ்வெரிபொருள்களில் இருக்கும் நுண்ணுயிரிகளின் ஆக்சிஜனேற்றம் வினையால் கிடைக்கிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் வெப்பத்தின் அளவு மிகும்போது எரி பொருள்களில் உள்ள காற்று ஆக்சிஜனேற்ற வினையில் ஈடுபட்டு வெப்பத்தை வெளிவிடுகிறது. இவ்வாறு வெளியிடப்படும் வெப்பம் வெளியேற முடியாததால் எரிபொருளின் வெப்பநிலை மிகுதியாகிக் கொண்டே சென்று ஒரு நிலையில் சுவாலையோடு எரிகிறது. இவ்வகையான எரிதல், நிலக்கரி சேமித்து வைப்பதில் நிகழாமலிருக்க அவை சிறிய சிறிய குவியல்களாகச் சேர்த்து வைக்கப்படுகின்றன.

வளிம எரிபொருள்கள். வளிமங்களில் சாதாரண வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மூலக்கூறு மோதல்களால் கனற்சி ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் வெப்பநிலை மிகும்போது மூலக்கூறுகள் அடிக்கடி மோதிக் கொள்கின்றன. இவ்வாறு மோதிக் கொள்வதால் இம் மூலக்கூறுகளின் ஆற்றல் மிகையாகி நேரடியாகக் கனற்சியில் ஈடுபடுகின்றது. இவ்வாறு நிகழும் விகிதம் மிகமிகக் குறைவு; இதற்கு மாறாக இந்த ஆற்றல் வாய்ந்த மோதல் மூலக்கூறுகளைச் சிதைவுறச் செய்து அவற்றை அணுக்களாகவோ, இயங்கு உறுப்பு களாகவோ (free radicals) மாற்றுகிறது. இத்தகைய மூலக்கூறு பகுதிகள் எளிதாக வினைபுரிந்து கனற்சி வினையில் ஈடுபடுகின்றன. இக்கனற்சி வினையால் அணுக்களும், இயங்கு உறுப்புகளும் உண்டாகின்றன. வளிம எரிபொருள்களில் கனற்சி வினை ஒரு தொடர் வினையாக நிகழ்கிறது. இம்முறையைச் சான்றோடு விளக்கலாம்.

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \qquad (1)$$

இவ்வினை ஒரே படியில் நிகழ்வதைப்போலத் தோன்றினாலும், உண்மையில் பதினான்கு வினைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. முதலில், ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு மோதல் வினையின் மூலம் உண்டாகிறது. இந்த அணு ஆக்சிஜன் மூலக்கூறோடு இணைந்து ஒரு $OH^{\bullet}$ இயங்கு உறுப்பைக் கொடுக்கிறது (வினை 2).

$$H + O_2 \longrightarrow OH + O \qquad (2)$$

இவ்வாறு உண்டாகும் $OH^{\bullet}$ இயங்கு உறுப்பு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறோடு இணைந்து ஒரு நீர் மூலக்கூறையும், ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவையும் உண்டாக்குகிறது.

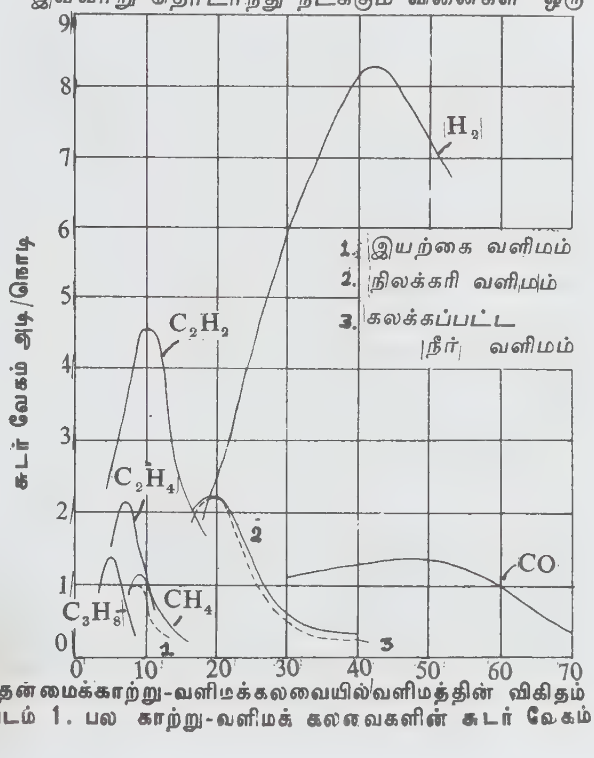
$$OH^{\bullet} + H_2 \longrightarrow H_2O + H \qquad (3)$$

இந்த ஹைட்ரஜன் அணு மீண்டும் வினையில் ஈடுபடுகிறது.

வினை 2 இல் உண்டாகும் ஆக்சிஜன் அணு ஒரு ஹைட்ரஜன் மூலக்கூறோடு சேர்ந்து ஒரு $OH^{\bullet}$ தனி உறுப்பையும், ஹைட்ரஜன் அணுவையும் வினை 4 இல் குறிப்பிட்டதுபோல் உண்டாக்குகிறது.

$$O + H_2 \longrightarrow OH + H \qquad (4)$$

இவ்வாறு தொடர்ந்து நடக்கும் வினைகள் ஒரு



முதன்மைக்காற்று-வளிமக்கலவையில்வளிமத்தின் விகிதம்

படம் 1. பல காற்று-வளிமக் கலவைகளின் சுடர் வேகம்

தொடர் வினையாக அமையும். ஒரு ஹைட்ரஜனை மீண்டும் உற்பத்தி செய்து கொள்கிறது. இம்முறையில் கிளைத் தொடர் வினைகளும் நடக்கின்றன. அணுக்களும், இயங்கு உறுப்புகளும், ஒன்றோடொன்று இணைந்து சேர்மங்களையோ மீண்டும் அணுக்களையோ இயங்கு உறுப்புகளையோ கொடுக்கின்றன. இவ்வினைகள் வளிம நிலையிலோ ஒரு புறப்பரப்பின் மேல் உறிஞ்சப்பட்ட வளிமங்களிலோ நிகழும் வெப்பநிலையை ஒழுங்குபடுத்துவதன் மூலமாகவும், வினைப்பொருள்களின் சேர்க்கை விகிதத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதன் மூலமாகவும் வினைப் பொருள்களுக்கும், புறப்பரப்புகளுக்கும் உள்ள நெருக்கத்தைக் குறைப்பதன் மூலமாகவும் தொடர் வினைகளைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

தொடர்வினைகள் நிகழும்போது , சிலசமயங்களில் அவற்றின் வளர்ச்சி வேகம், குறையும் வேகத்தைவிட மிகும்போது அவ்வினைகள் வெடித்தல் (explosion) வினையாக மாறும். அச்சமயத்தில் குறுகிய நேரத்தில் மூலக்கூறுகளும் வினையில் ஈடுபடுகின்றன. இவ்வாறு நிகழும் தொடர் வெடிப்பு வினை, அணு உலையினுள் நிகழும் தொடர் வினைகளை ஒத்ததாகும். இவ்வகை வினைகளில் ஒரு யுரேனியம் அணு ஒரு நியூட்ரானோடு வினையில் ஈடுபடும்போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நியூட்ரான்கள் வெளிவிடப்படுகின்றன. இவ்வாறு வெளியிடப்படும் நியூட்ரான்கள் தனித்தனியாக ஒரு யுரேனியம் அணுவோடு சேர்ந்து அணுப்பிளப்பில் ஈடுபட்டுத் தொடர் வினையை நிகழ்த்துகின்றன.

கிளைத் தொடர் வினை வெடித்தல் (branched chain explosion) நிகழ்வதற்கு மற்றுமொரு காரணம் உள்ளது. வினையின்போது வெப்பம் உண்டாக்கும் வேகம், வெப்பம் வெளியேறும் வேகத்தைவிட மிகும்போது, உயரும் வெப்பம், வினையின் வேகத்தை அதிகப்படுத்தும். ஒரு நிலையில் அனைத்து வளிம மூலக்கூறுகளும் வினையில் ஈடுபடும்போது வெடித்தல் வினையில் முடிகிறது. இவ்வகை வினைக்கு வெப்ப வெடித்தல் வினை (thermal explosion) என்று பெயர். தொடர் வெடிப்பு வினைகளுக்கும், வெப்ப வெடித்தல் வினைகளுக்கும் இடையிலான வெடித்தல் வினைகளும் உள்ளன. இவை வளிமங்களின் வகைகளைப் பொறுத்தும், கலவையில் அவற்றின் விகிதத்தையும், அடர்த்தியையும், வெப்பநிலையையும் பொறுத்தும் அமையும்.

மெதுவாக நடைபெறும் கனற்சியில் இடைநிலைப்பொருளைப் பெறலாம். ஹைட்ரோகார்பனின் கனற்சியில் ஆல்டிஹைடுகள் அமிலங்கள் மேலும் பெராக்சைடுகள் முதலிய இடைநிலைப் பொருள்களும் , ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் எரியும்போது ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு இடைநிலைப் பொருளும் உண்டாகின்றன. புரோப்பேன், பியூட்டேன், ஈதர் போன்ற ஹைட்ரோகார்பன்கள் குறைந்த வெப்பநிலையில் எரியும்போது உண்டாகும் ஃபார்மால்டிஹைடு நீல ஒளியுடன் எரிகிறது. இந்த ஒளிக்குக் குளிர் சுடர் (cool flame) என்று பெயர்.

வளிமங்களில் நடைபெறும் கனற்சியிலும் வெடித்தல் வினைகளிலும் எரிதல் ஒரே சமயத்தில் வினை முழுவதிலும் நடைபெறுகிறது. மாறாக வளிமக் கலவையை ஒளிச்சுடரால் எரியூட்டும்போது கனற்சி அலை குறுகிய வேக வினை மண்டலமாகி, மொத்த வளிமத்தையும் வெடித்தல் கலவையாக மாற்றுகிறது. இந்த முறையில்தான் பெட்ரோல் எந்திரங்கள் வேலை செய்கின்றன. இவ்வகை வினையில் கனற்சி அலை, ஹைட்ரோகார்பன் - காற்றுக் கலவையில் 0.3மீ/செ மீ. வேகத்திலும்,ஹைட்ரஜன்-காற்றுக் கலவையில் 6-9மீ/செ.மீ வேகத்திலும் பரவுகிறது.

வளிமக் கலவையை வேகமாகக் குலுக்குவதன் மூலம் கனற்சி அலையின் வேகம் மிகும்போது, அவை அழுத்த அலையை வெளியே அனுப்பும். இந்த அழுத்த அலைகள் வினைக்கலன்களினுள் முன்னும் பின்னுமாக எதிர்பலிக்கின்றன. சில சமயங்களில் மெதுவான கனற்சி அலைகள் ஒன்று சேர்ந்து உயர் வேகமுள்ள வெடிப்பலைகளாக மாறுகின்றன. ஹைட்ரஜன் ,ஆக்சிஜன் கலவையில் வெடிப்பலையின் வேகம் 3.2. கி மீ/நொடி அளவில் உள்ளது. வெடிப்பால் உண்டாகும் அழுத்தம் மிகவும் அதிகமானது.

குறைந்த வெப்பநிலையில், வினையூக்கிகளைப் பயன்படுத்திக் கனற்சிக் கலவைகளை வினையில் ஈடுபடுத்த முடியும். கலவையிலுள்ள மூலக்கூறுகள் வினையூக்கியால் உறிஞ்சப்படுகின்றன. இவ்வாறு உறிஞ்சப்பட்ட வளிம மூலக்கூறுகள் அணுக்களாகவோ, தனி உறுப்புகளாகவோ பிரிந்து வினைபுரிய ஆயத்தமாகின்றன. சான்றாக, பிளாட்டினம் வினையூக்கியின் புறப்பரப்பின் மீது சாதாரண வெப்பநிலையில் ஹைட்ரஜனும் , ஆக்சிஜனும் இணைவதால் வெடித்தல் நிகழ்கிறது. இவ்வாறு பிளாட்டினத்தின் புறப்பரப்பின் மேல் நடைபெறும் கனற்சியின் விளைவால் உண்டாகும் வெப்பத்தால் பிளாட்டினம் ஒளிர்கிறது.

நிரலியல (*spectroscopy*). நிரலியல் என்பது ஒரு வகைச் செயல்முறை அறிவியல் ஆகும். இம்முறையில் கனற்சி நிகழ்ச்சியில் தலையீடு இல்லாமல் சுடரை ஆய்வு செய்து பயனுள்ள பல விவரங்களைப் பெற முடியும். ஒரு சுடரில் வெளியிடப்படும் அல்லது உட்கொள்ளப்படும் ஒளி நிரல் அச்சுடரில் உள்ள பொருள்களின் இயற்பியல் பண்பாகும்.

சுடர் நிரல் (flame spectra) மூலம் கனற்சி நடைபெறும் முறையையும் சுடரின் வெப்ப நிலையையும் கணக்கிடலாம். தேவைப்படும் அளவுகளுக்கேற்ப பல நிறநிரலியல் முறைகள் கையாளப்

படுகின்றன. வரித்திரும்பும் (line reversal) முறை இதில் ஒரு வகையாகும். இம்முறையில் வெப்பத்தால் கிளர்வுற்ற உலோக அணுக்களிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சுச் செறிவு கட்டுப்படுத்தக்கூடிய, ஒளிர் கறுப்பு விளக்கின் இழையோடு ஒப்பிடப்படுகிறது. இந்த முறையில் சுடரின் வெப்பத்தைக் கணக்கிடலாம். இம்முறையில் நிற வடிகட்டிகளை மட்டுமே கொண்டுள்ள எளிய கருவி அமைப்புப் பயன்படுகிறது. இவ்வடிகட்டிகள் உலோக அணுக்களிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சைத் தனிமைப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. எ.கா. சோடியம் உப்புகளை வளிம அல்லது நீர்ம எரிபொருள்களோடு சேர்த்தல்.

கனற்சியில் உண்டாகும் வேக வினை இடைநிலைப்பொருளிலிருந்து நிரலியல் அளவி (spectrometer) மூலம் பட்டை நிரல் பெறப்படுகிறது. சிலசமயங்களில் அலைக் குறுக்கிட்டு அளவியினால் துல்லிய சரிபகுப்புப்(fine resolution) பெறப்படுகிறது. இவ்வாறு பிரிகையடைந்த கதிர்வீச்சுகளை ஒளிப்படவியல் முறை அல்லது ஒளிப்பெருக்கியின் உதவியால் கண்டுபிடிக்கலாம். இவற்றில் ஒளிப் படவியலே பெருமளவில் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் ஒரே சமயத்தில் பல அலை நீளங்களைக் கொண்ட கதிர்வீச்சுகளை நிரல்களாகப் பதிவு செய்ய முடியும். குறிப்பிட்ட நிரல் வரிகளைப் பதிவு செய்ய ஒளிப்பெருக்கிகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் மூலம் இரு நிரல் வரிகளின் தொடர் ஒளிர்தலைப் பதிவு செய்யலாம். நிரல் கதிர்வீச்சுகளின் குவிமையக் கோடு (focus)ஒளிப்பெருக்கியையும், நோக்கியையும் நகர்த்துவதால் ஏற்படும் விளைவை ஓர் அலைவு காட்டியினால் (oscilloscope) செலுத்தி ஒரு தொடர் நிறநிரலைப் பெற முடியும்.

பட்டை நிரல்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலைகளைக் குறிப்பதால் சுடரிலிருந்து பெறப்படும் நிரல் வரிகள் குவாண்ட்டப்படுத்திய ஆற்றல் கொண்டனவாயுள்ளன. சமநிலை வெப்பக் கட்டங்களில் மூலக்கூறுகள் பல ஆற்றல் நிலைகளில் மேக்ஸ் - வெல் - கோல்ட்மேன் பகிர்வு முறையைப் பின்பற்றுகின்றன. ஆனால் வினைவேகவியல்படி மூலக்கூறுகள் பல ஆற்றல் நிலைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் ஆற்றலைப் பகிர்ந்து கொண்டு இயங்கு சமநிலையில் உள்ளன. நிரல் கதிர் வீச்சு என்பது ஆற்றல் நிலைகள் மாறும் நிகழ்ச்சியில் இருக்கும் மூலக்கூறு எண்ணிக்கையின் அளவாகும். இந்த அளவுகளில் இருந்து (பட்டை நிரல்) சுடர் வெப்பநிலை (flame temperature), வினை இடை நிலைப்பொருள் முதலியவற்றை அறியலாம்.

- கி.மு. மோகன்

நூலோதி. S.P. Sharma & Chander Mohan, *Fuels and Combustion*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987.

கனற்சி அலை அளவை

கனற்சியின்போது ஏற்படும் மாறுகின்ற — இயல்பான நிகழ்ச்சிகளை உற்று நோக்குவதே கனற்சி அலை அளவை (combustion wave measurement) ஆகும். ஒரு வெடிக்கக்கூடிய கலவை எரிக்கப்படும்போது, மாறுதல் அடையும் பொருளின் தொகுப்பு, கலவையின் ஊடே பரவுகிறது. எரியும் இடத்திலிருந்து அருகிலுள்ள கலவையின் அடுக்குகளுக்குள் பாயும் வெப்பமும், வேதி வினைப் பொருள்களும் தாமாகவே நீடிக்கும் செயலை ஏற்படுத்துவதன் மூலம், வெப்பச் சுடரை உருவாக்குகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியே கனற்சி அலை எனப்படும். கனற்சி மாறுபட்ட நிலைகளில் உண்டாகக் கூடியதாக இருப்பதால், கனற்சி அலையை அளப்பதற்குப் பல வகை அளவை முறைகள் உள்ளன.

கலவையின் ஊடு எந்த வேகத்தில் நகர்கிறதோ, அதுதான் தீச்சுடரின் வேகமாகும். கனற்சி அலைகளை நீடிக்கச் செய்யும் வேதி மாற்றங்களை அறிந்து கொள்ள இடைப்பட்ட வினைப்பொருள்களையும், கனற்சியின் விளைவுகளையும் அளப்பது தேவையாகும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கலவையில் உள்ள ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் சேர்ந்து கனற்சி அலையை உண்டாக்கும்போது தோன்றுவதுதான் நீராகும். இந்த இடைப்பட்ட வினைப்பொருள்களில் ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் அணுக்களும்,ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளும் அடங்குகின்றன. ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகள் இருப்பதை நிறமாலை இயல் அளவைகளால் கண்டுகொள்ளலாம். கனற்சி அலையுடன் ஏற்படும் வெப்ப அதிகரிப்பை அளக்கப் பல உத்திகள் உள்ளன. அவை பின்வரும் செயல்களின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளன.

வளிமங்களின் ஊடு செல்லும் ஒலியின் திசைவேகம் (velocity),வளிமங்களின் மாறுநிலைப் பாய்வுத் திசைவேகங்கள், சில வளிமங்களின் இனம் பிரிக்கும் (dissociation) மாறுதல்கள் ஆகியன வளிமங்களின் கதிர்வீச்சு உட்கவர்தலை (absorption) ஆய்வு செய்ய உதவுகின்றன. பொதுவான வரையறை மூலம் ஒரு வளிமத்தின் வெப்பம் என்பது வெப்ப இயக்கச் சமநிலையில் உள்ள மூலக்கூறுகளையே குறிக்கிறது. விரைவாகக் கனற்சி ஏற்படும் ஓர் அமைப்பு முறையில், மூலக்கூறுகள் தன்னிச்சையாக அதிர்வதாலும் சுழல்வதாலும் உயர் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. இந்தச் சமநிலையற்ற கட்டங்களில், சீரான வெப்பத்தை வரையறுக்க முடியாது.

பட்டை நிறமாலையை நிறமாலை இயல் மூலம் அளக்கும்போது, அதிர்வுகள் சுழற்சிகள் ஆகியவற்றால் உண்டான வெப்பத்தை அறியலாம். பிற கோடு மாற்றம் (line reversal) மற்றும் இரு வண்ணக் கதிர்வீச்சு வெப்பஅளவி முறை என்பன பிற நிறமாலை இயல் முறைகள் ஆகும்.

வெப்ப உணர்வு ஆய்வுகளில் வெப்ப இரட்டை (thermo couple) முக்கியமானதாகும். தேவையான பாதுகாப்பையும் திருத்தங்களையும் செய்து குறைந்த திசைவேகச் சுடரின் வெப்பத்தை நுட்பமாக அளக்கலாம்; ஆயினும் இக்கருவிகள், உயர் வெப்பப் பகிர்வு கொண்ட, சிக்கலான வெப்பச் சுடர்களை அளக்க முற்றிலும் நிறைவற்றவை. கனற்சி முடிவுற்ற பகுதிகளில், ஒளிபுகவல்ல சுடர்களுடன் ஈடு செய்யப்பட்ட சூட்டுக் கம்பிகளும் பயன்படுகின்றன.

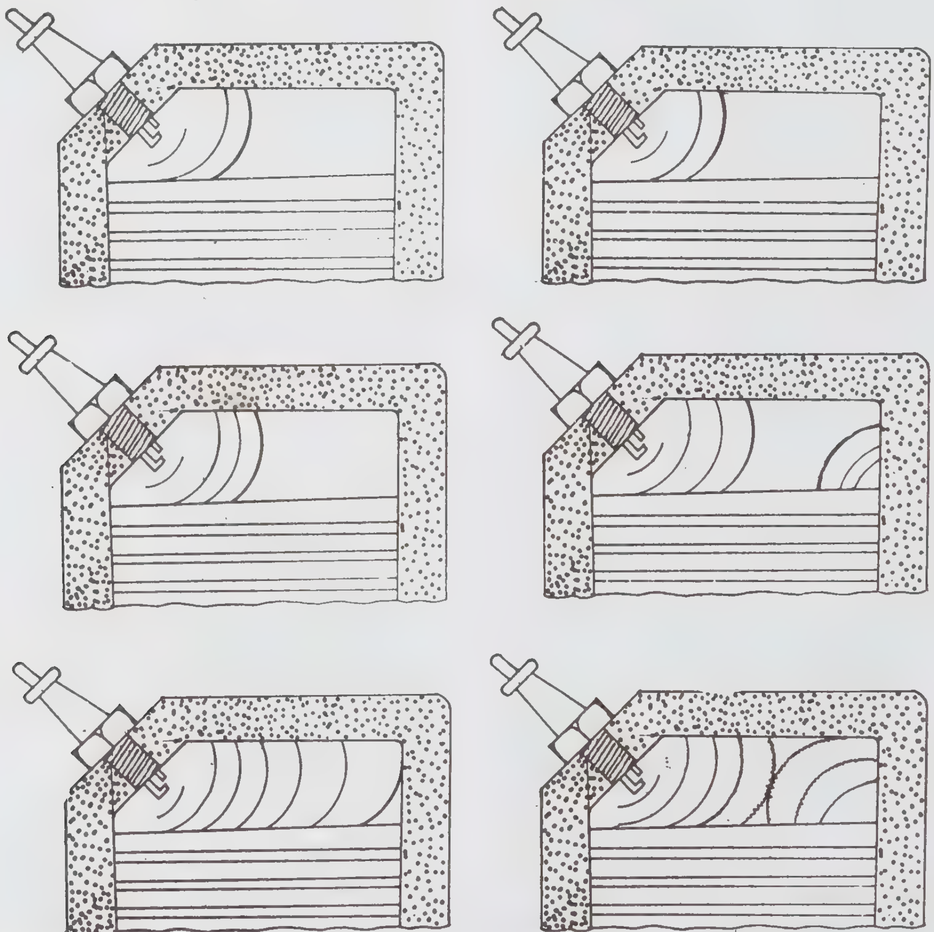
கனற்சி அலையின் வடிவத்தையும், அமைப்பையும் அறிந்து கொள்ளக் கனற்சி அலையின் ஊடே செல்லும் வளிமங்களின் பாய்வு மிகவும் உதவியாக உள்ளது. சுடரின் ஊடே செல்லும் மக்னீசியம் ஆக்சைடின் சிறு துகள்கள் மீது உண்டாக்கப்படும் ஒளிர்வினால் வளிமப் பாய்வின் திசைவேகம் முதலிய விவரங்கள் கிடைக்கின்றன.

- டி. இந்திரன்

நூலோதி. S. P. Sharma & Chander Mohan, *Fuels and Combustion*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987.

கனற்சி உதைப்பு

உட்கனற் பொறியில், எரிபொருள் காற்றுடன கலந்து எரிகலனை அடைகிறது. அங்கு மின் எரியூட்டி மூலம் எரியூட்டப்படுகிறது. இதனால் எரிபொருள் கலந்த கலவை உயர் ஆற்றலுடன் வெடிக்கிறது. இவ்வாற்றல், உந்தின் தலைப்பகுதியைத் தாக்குகிறது. இதனால் உந்து கீழ் நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. எரியூட்டும்போது எரி அலை குறித்த வேகத்தில் எரியூட்டியிலிருந்து தொடங்கி எரிகலனின் இறுதிப் பகுதியை அடைகிறது. இதனால் எரியாத கலவை ஒரே சீராகத் தீப்பிடிக்க அழுத்தம் சீராக உயரும். பொறியும் சீராகச் செயல்படும். ஆனால், சில சமயம் எரியாத கலவை அனைத்தும் ஒரே சமயத்தில் தீப்பிடித்து உயர் அழுத்தம் ஏற்படும். திடீரென்று உயர் அழுத்தம் ஏற்படும்போது அழுத்த அலைகள், எரிகலனின் சுவர்களில் அங்குமிங்கும் மோதி ஒருவித உலோக ஒலியை உண்டாக்குகின்றன. இந்த உலோக ஒலியைக் கனற்சி உதைப்பு (combustion knock) என்பர்.



(அ) (ஆ)

(அ) கனற்சி உதைப்பு இல்லாமல் எரிகலனில் எரிபொருள் எரிதல் (ஆ) கனற்சி உதைப்புடன் எரிகலனில் எரிபொருள் எரிதல்

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படம்(அ)வில் கனற்சி உதைப்பு இல்லாமல் எரியலைகள் சீராக எரிகலனின் சுவரை அடைவதைக் காணலாம். கனற்சி உதைப்பு உள்ள பொறிகளில் (படம் (ஆ)) மின் எரியூட்டியிலிருந்து புறப்படும் எரி அலையும், பிற பகுதியிலிருந்து வரும் எரி அலையும் மிகு ஒலியுடன் எரிகலனில் மோதிக் கொள்ளும். மோதிக் கொள்ளும்போது உலோக ஒலி ஏற்படுகிறது.

காரணிகள் (factors). எரிபொருள் தன்மை, கலவையின் தன்மை, அழுத்த விகிதம், எரியூட்டு நேரம், எரிகலன் வடிவமைப்பு (எரியூட்டியின் இடம், உலோகம், எரிதளத்தின் நிலை ஆகியவை ஆகும்) ஆகியவை கனற்சி உதைப்பைப் பாதிக்கும் காரணிகள் ஆகும்.

எரிபொருளின் தன்மை. கனற்சி உதைப்புத்தன்மை, எரிபொருளின் வேதித் தன்மையைப் பொறுத்து இருக்கும். பெட்ரோலியம் எரிபொருள், ஹைட்ரஜனும், கார்பனும் கலந்த கலவை ஆகும். இதிலுள்ள அணுக்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் விதத்தைப் பொறுத்துக் கனற்சி உதைப்பு மிகும் அல்லது குறையும்.

பெட்ரோலியத்திலுள்ள கார்பன் அணு சங்கிலி அமைப்பை (chain structure) மிகுதியாகக் கொண்டிருந்தால் கனற்சி உதைப்பு மிகும். கார்பன் அணுவை மையப்படுத்தினால் கனற்சி உதைப்புப் பெரிதும் குறையும்.

கலவையின் தன்மை. சரியான காற்று எரிபொருள் கலவைக்குக் கனற்சி உதைப்புத் தன்மை குறைவாக இருக்கும். கலவையின் தன்மை, சரியான அளவு விகிதத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தாலும், மிகுதியாக இருந்தாலும் கனற்சி உதைப்புத் தன்மை மிகும்.

அழுத்த விகிதம். குறைந்த அழுத்த விகிதமுள்ள பொறியில் கனற்சி உதைப்புக் குறைவாக இருக்கும். அழுத்த விகிதம் மிகும்போது கனற்சி உதைப்புக் கூடுகிறது. எந்த அழுத்த விகிதத்தில் பொறியில் கனற்சி உதைப்பு ஏற்படுகிறதோ அதைப் பெரும அளவில் பயன்தரு அழுத்த விகிதம் (highest useful compression ratio) என்பர்.

எரியூட்டு நேரம். உந்து, எரிகலனின் மேற்பகுதியை அடையும் நேரத்தில் எரிபொருள் எரியூட்டப்படுகிறது. குறித்த நேரத்தில் எரியூட்டினால் அழுத்தம் சீராக உயரும். குறித்த நேரத்திற்கு முன்னதாக எரியூட்டினால் கனற்சி உதைப்புக் கூடும். பின்னர் எரியூட்டினால் கனற்சி உதைப்புக் குறையும்.

எரிகலன் வடிவமைப்பு. எரிகலனின் வடிவம் பெரிதாக இருந்தால் கனற்சி உதைப்பின் தன்மை கூடுவதற்கு மிகு வாய்ப்புள்ளது. எரியூட்டி, எரிகலனின் மையத்தில் அமைந்தால் எரி அலை எரிகலனின் சுவர்களைச் சமமான நேரத்தில் மோதக் கனற்சி உதைப்புக் குறையும்.

கனற்சி உதைப்பின் முக்கிய விளைவுகள். திறனற்று எரிதல் (inefficient combustion), ஆற்றல் இழத்தல் (power loss), எந்திரப்பொறி பழுதடைதல் (engine failure) ஆகியவை ஆகும்.

கனற்சி உதைப்பைக் குறைக்கும் அல்லது போக்கும் முறைகள்

எதிர்க் கனற்சி உதைப்பு வேதியல் பொருள்களினால் குறைத்தல். எரிபொருளில் எளிதாகக் கரையக்கூடிய வேதிக் கரைசலைக் கலந்து கனற்சி உதைப்பைக் குறைக்கலாம். டெட்ரா எத்தில் காரீயம் என்னும் வேதிக் கலவை எதிர்க் கனற்சி உதைப்புக் கலவையாகப் பயன்படுகிறது. 10,000 பங்கு எரிபொருளுக்கு 5 பகுதி டெட்ரா எத்தில் காரீயம் கலந்தாலே, உதைப்புத் தன்மையை ஓரளவு குறைக்கலாம். டெட்ரா எத்தில் காரீயம் என்பது மிகவும் கடினமான நச்சுக்கலவை ஆகும். ஆதலால் இக்கலவையைப் பெட்ரோலுடன் கலந்து பயன்படுத்தும்போது மிகுந்த கவனம் தேவைப்படுகிறது. மற்றோர் எதிர்க் கனற்சி உதைப்புக் கலவை மெத்தில் சைக்ளோபென்டாடினைல் மாங்கனீஸ் ட்ரைகார்போனைல் ஆகும்.

எரிபொருள் கலவையைக் குளிர வைத்தல். எரிபொருள் கலவையைக் குளிரவைத்தல் மூலம் உதைப்புத் தன்மையை மேலும் குறைக்கலாம். எந்திரப் பொறியின் உள் குளிர்ச்சியூட்டியின் தன்மையை மிகுதியாக்கி உதைப்பைக் குறைக்கலாம். எரிபொருள் கலவையுடன் குளிர்வூட்டிக் கலவைகளைக் கலந்தும் குளிர வைக்கலாம்.

கால அளவைக் குறைத்தல். எரிபொருளை உள் செலுத்தும் கால அளவுகளைக் குறைத்தும் உதைப்புத் தன்மையை மேலும் குறைக்கலாம்.

ஆக்டேன் எண். எரிபொருளின் உதைப்புத் தன்மையை வைத்துத் தரம் பிரிக்கப்படுகிறது. உதைப்புத் தன்மையே இல்லாத எரிபொருள், உயர் நிலைப் பெட்ரோல் என்றும், உதைப்புத் தன்மை மிகுந்திருந்தால் அதைத்தாழ்நிலைப் பெட்ரோல் என்றும் கூறலாம். எந்திரப் பொறியில் ஐசோ-ஆக்ட்டேன் என்னும் எரிபொருளைப் பயன்படுத்தினால் எந்திரம் சீராக ஓடும். இவ்வாறே எந்திரத்தில் இயல்பு ஹெப்டேன் என்னும் எரிபொருளைப் பயன்படுத்தும்போது, மிகவும் கீழ்மை உதைப்பு உண்டாகிறது. ஆதலால் ஐசோ ஆக்ட்டேனுக்கு ஆக்டேன் எண் நூறும், இயல்பு ஹெப்ட்டேனுக்கு ஆக்டேன் எண் பூஜ்யமும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு குறிப்பிட்ட பெட்ரோலை ஆயும்போது அதன் உதைப்புத் தன்மை கருவிகள் மூலம் அளவிடப்

படுகிறது. பின் எந்தவிகித ஐசோ ஆக்டேன்-இயல்பு ஹெப்டேன் கலவை, அவ்வாறு உதைப்புக் கொடுக்கின்றது என்பதை அறிவர். அக்கலவையிலுள்ள ஐசோ ஆக்டேன் எத்தனைச் சதவிகிதம் கலந்துள்ளதோ அதுவே அப்பெட்ரோலின் ஆக்டேன் எண் என்பதாகும்.

சீட்டேன் எண். பெட்ரோல் எரிபொருளுக்கு ஆக்டேன் எண் குறிப்பிடப்படுவதைப் போல் டீசல் எரிபொருளுக்குச் சீட்டேன் எண் (cetane number) கொடுக்கப்படுகிறது. எந்துச் சீட்டேனும், α-மெத்தில் நாப்தலினும் கலந்த கலவை, ஆய்வின் கீழ் உள்ள டீசலுக்குச் சமமான உதைப்புக் கொடுக்கிறதோ, அதில் சீட்டேனின் சதவிகிதம்தான், அந்த எரிபொருளின் சீட்டேன் எண் ஆகும்.

- எஸ். ராஜேந்திரன்

நூலோதி. S.P Sharma & Chander Mohan, *Fuels and combustion*, Tata Mc-Graw- Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987.

Baumeister, A. Avallone, Baumeister III *Mark's Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw - Hill Book Company, New York, 1978.

கனற்சி நிறமாலையியல்

கனற்சி நிகழ்வில் குறுக்கிடாமலேயே வெப்பச் சுடர் பற்றிய விவரங்களைப் (data) பெறும் ஓர் ஆய்வு, கனற்சி நிறமாலையியல் (combustion spectroscopy) ஆகும். வெப்பச் சுடரில் உமிழப்பட்ட அல்லது உட்கவரப்பட்ட ஒளியின் நிரலானது, வெப்பச் சுடரில் உள்ள பொருள்களின் இயற்பியல் பண்புகள் எனப்படுகின்றன.

கனற்சி இயலை விவரிக்கவும் சுடரின் வெப்பத்தைத் தீர்மானிக்கவும் சுடர் நிரல்கள் பயன்படுகின்றன. எவ்வகை அளவை தேவைப்படுகின்றதோ அதற்குத் தகுந்தவாறு நிறமாலையியல் உத்திகள் (spectroscopic techniques) பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கோடு மாற்ற முறை என்பது வெப்பத்தை அளக்கும் உத்தியாகும். இதில் வெப்பத்தால் கிளர்ச்சியூட்டப்பட்ட உலோக அணுக்களின் கதிர் வீச்சுத் திண்மை (intensity) கட்டுப்படுத்தக்கூடிய ஒளிர்மை (brightness) கொண்ட கறுப்பு விளக்கின் கம்பி இழைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகிறது. கதிர் வீச்சைப் பிரிக்க வடிகட்டும் தன்மை கொண்ட ஒரு கருவியால் இதைக் கையாளலாம். எ.கா: வளிம அல்லது நீர்ம எரிபொருள்களில் சிறிய அளவுகளில் சோடியம் உப்பைச் சேர்க்கும் உத்தியைச் சோடியம் கோடு மாற்றம் (sodium line reversal) என்பர்.

கனற்சி மாற்ற இடைநிலைகளின் (intermediates) பட்டை நிறமாலை, பல கீற்றுப் பளிங்கு அல்லது பட்டகத்தின் நிறமாலையியல் மூலம் அறியப்படுகிறது; சில சமயங்களில் மிக நுட்பமாகப் பிரித்தறிய அலைக்குறுக்கீட்டு அளவி (interferometer) பயன்படுகிறது. ஒளிமின் பெருக்கிக்குழல்கள் (photomultiplier tubes) அல்லது புகைப்படக் கருவிகள் மூலமாகச் சிதறிய கதிர் வீச்சுகள் புலப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரே சமயத்தில் பலவகை அலைநீளங்களின் நிரல்களைப் பதிவு செய்வதில் புகைப்படக்கருவி சிறப்பானது. ஒரு குறிப்பிட்ட கோடு பற்றி அறியவேண்டுமானால், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒளிமின் பெருக்கிக் குழல்களைப் பயன்படுத்திக் குறிப்பிட்ட கோட்டின் ஒளிர்மையைப் பதிவு செய்யலாம். ஒரு புகைப்படக் குழலையும் பிளவையும் (slit) நிரல் கதிர்வீச்சின் குவியத்தோடு (focus) நகர்த்தி, ஒரு தொடர் நிரல் வரியோட்டத்தை (scan) ஏற்படுத்தலாம். அதை ஓர் அலைகாட்டியிலும் (oscilloscope) படமாகக் காட்டலாம்.

சுழன்று அதிர்வதன் மூலம் ஏற்படும் மூலக்கூறுகளின் அளவிட்ட (quantised) ஆற்றல் மாற்றங்களோடு, வெப்பச் சுடரின் பட்டை நிறமாலையும் ஒன்றியுள்ளது. ஒரு பட்டை நிறமாலையில் ஒவ்வொரு நிரல் கோடும், தொடர்ச்சியற்ற (discrete) ஆற்றல் அளவைக் குறிக்கிறது. வெப்பச் சமநிலையிலும் வெவ்வேறு ஆற்றல் அளவுகளிலும் மாக்ஸ்வெல்-போல்ட்ஸ்மேன் பகிர்வு என்னும் முறையில் மூலக்கூறுகளின் பகிர்வு காணப்படுகிறது. வளிமங்களின் இயக்கக் கொள்கையின்படிக் (kinetic theory) கூறினால், ஆற்றல் நிலைகளைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளின் இயக்கச் சமநிலை எனலாம். ஆற்றல்நிலை மாறுதல் அடையும்போது, ஒளியின் கதிர் வீச்சைக் கொண்டு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையை அளக்கலாம். இந்தப் பட்டை நிறமாலையின் அளவுகளிலிருந்து சுடரின் வெப்பத்தையும் மாறும் இடைநிலைகளையும் முடிவு செய்யலாம்.

- டி. இந்திரன்

நூலோதி. S.P. Sharma & Chander Mohan, *Fuels and combustion*, Tata McGraw- Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1987.

கன ஹைட்ரஜன்

ஹைட்ரஜனின் ஐசோடோப்புகளான டியூட்டெரியமும் (deuterium) ட்ரைட்டியமும் (tritium) கன

ஹைட்ரஜன்களாகும். சாதாரண ஹைட்ரஜனின் அணு எண்ணும், அணு எடையும் ஒருமை எண்ணிக்கை யுடையன. ஆனால் கன ஹைட்ரஜன்களின் அணு நிறைகள் முறையே இரண்டாகவும், மூன்றாகவும் உள்ளன.

டியூட்டிரியம். இதன் குறியீடு H^2_1 அல்லது D. இது சாதாரண ஹைட்ரஜனில் 0.0156% உள்ளது. இது 1931 ஆம் ஆண்டில் யூரே, பிரிக்வீட், மர்ஃபி ஆகியோரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கன ஹைட்ரஜன் தனித்த நிலையில் சாதாரண ஹைட்ரஜனில் கலந்தும் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து நீரில் கன நீராகவும் உள்ளது. எனவே இதை ஹைட்ரஜனிலிருந்தும் கன நீரிலிருந்தும் பெறலாம்.

டியூட்டிரியம் அறைவெப்பநிலையில் ஒரு வளிமம். கனநீரை (D_2O) மின்னாற்பகுத்து அல்லது துத்தநாகம், இரும்பு, கால்சியம், யுரேனியம் போன்ற உலோகங்களுடன் வினைபுரியச் செய்து இதனைப் பெறலாம். நீர்ம ஹைட்ரஜனைப் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தலுக்குட்படுத்தி நேரடியாகப் பெறலாம்.

டியூட்டிரியத்தில் ஆர்த்தோ, பாரா என்னும் இரு வகை உண்டு. இரண்டு பங்கு ஆர்தோ, ஒரு பங்கு பாரா அமைந்த கலவையாக இது உள்ளது. 20 K இல் 97.8% ஆர்த்தோ டியூட்டிரியம் உள்ளது. டியூட்டிரியம் மூலக்கூறுகள் போஸ்-ஐன்ஸ்டின் புள்ளி விவரத்துடன் இணங்கியுள்ளன. ஆர்த்தோ வகை இரட்டைப்படைச் சுழற்சி குவாண்ட்டம் எண்களையும், பாரா ஒற்றைப்படைச் சுழற்சி குவாண்ட்டம் எண்களையும் கொண்டுள்ளன. 77 K இல் இவ்வளிமத்தின் வெப்பங்கடத்தும் திறனை ஆய்வு செய்து ஆர்த்தோ, பாரா இனங்களின் இயைபுகளைக் கண்டறியலாம். ஆர்த்தோ, பாரா டியூட்டிரியத்தின் இயற்பியல், வேதியியல் பண்புகள் ஒன்றையொன்று ஒத்துள்ளன. பலஇயற்பியல், வேதிப் பண்புகளில் டியூட்டிரியம் புரோட்டியத்தை ஒத்துள்ளது. ஆனால் பல வினைகளில் புரோட்டியத்தை விட டியூட்டிரியம் குறைந்த வினை ஆற்றல் கொண்டுள்ளது.

கன ஹைட்ரஜனின் உட்கருக்கள் டியூட்ரான்கள் எனப்படும். இவை அணுக்களைத் தாக்கிக் கதிரியக்கம் உண்டாக்கவும், அணு உட்கருவின் இயைபை மாற்றவும் பயன்படுகின்றன. வினைவழிகளைக் கண்டறிய உதவும் சுவடறிவானாக (tracer) டியூட்டிரியம் பயன்படுகிறது. டியூட்டிரியம் உள்ள நீர் (கன நீர்) அணு உலைகளில் நியூட்ரான்களின் வேகத்தைக் குறைக்கும் கட்டுப்படுத்தியாகவும் (moderator) செயலாற்றுகிறது.

ட்ரைட்டியம். இது கனமிகு ஹைட்ரஜன் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டது. இயற்கையில் மிகக் குறைவாக உள்ளது. பொதுவாக இது தனிம மாற்ற (transmutation) முறை மூலம் பெறப்படுகிறது. வேதியியல், உயிரியல் துறைகளில் சுவடறிவானாகவும், ஹைட்ரஜன் குண்டில் ஒரு பகுதியாகவும் உள்ளது; இதன் குறியீடு $_1H^3$ அல்லது T.

பண்புகள். இது ஒரு வளிமம். அணு நிறையில் சாதாரண ஹைட்ரஜனை விட மிகுதியாக உள்ளமையால் இதன் பல பண்புகள் டியூட்டிரியத்திலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன.

டியூட்டிரியத்தைப் போலவே இதுவும் சாதாரண ஹைட்ரஜனைவிட வினைபுரிதிறன் குறைந்தது. ட்ரைட்டியம் அணுவின் உட்கரு ட்ரைடான் (triton) என்றும், அதன் குறியீடு 't' என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இதில் ஒரு புரோட்டானும் இரண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. இதன் நிறை 3.01700 amu; அணுக்கருச் சுழற்சி ½; காந்தத் திருப்புதிறன் (magnetic moment) 2.9788 மாக்னட்டான்கள். கதிரியக்கச் சிதைவடைந்து இது காமாக் கதிர்களை வெளியிட்டு ஹீலியம் ஐசோடோப்பைக் கொடுக்கிறது. இவ்வினையில் காமாக் கதிர்கள் வெளியாவதில்லை. தேவையான அளவு ஆற்றல் கொண்ட டியூட்ரான்களுடன் ட்ரிட்டியத்தின் மீது மோதவிடும் போது அணுப்பிணைவு (nuclear fusion) ஏற்பட்டு, ஆற்றலும் வெளிப்படுகிறது.

$$H_1^3 + H_1^2 \rightarrow He_2^4 + n_0^1 + 18\text{MeV}$$

பண்புகள்	H_2	T_2
உருகுநிலை °C	- 259.20	- 252.54
கொதிநிலை, ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில், °C	- 252.77	- 248.12
ஆவியாதல் வெப்பம், கலோரி/மோல் (heat of vaporisation)	216	333
பதங்கமாதல் வெப்பம் (கலோரி/மோல்) (heat of sublimation)	247	393

மழை நீரில் ஏறக்குறைய 1-10 அணுக்கள் / 10^{18} ஹைட்ரஜன் அணுக்களில் உள்ளன. இது காஸ்மிக் கதிர்களிலிருந்து வெளிப்படும் நியூட்ரான்களும், புரோட்டான்களும் வளிமண்டலத்தில் மேற்பகுதியில் உள்ள நைட்ரஜனுடன் மோதும் போது உண்டா கிறது.

$$N_7^{14} + n_0^1 \rightarrow H_1^3 + C_6^{12}$$

முதன் முதலில் ஆய்வகத்தில் உயர் ஆற்றல் கொண்ட டியூட்ரான்களை டியூட்டிரியத்துடன் மோதவிட்டு இது தயாரிக்கப்பட்டது.

$$H_1^2 + H_1^2 \rightarrow H_1^3 + H_1^1$$

இதைப் பெற வேறு பல வழிகளும் உள்ளன. இவற்றில் குறிப்பிடத்தக்கது லித்தியம் ஐசோ டோப்பில் குறைந்த வேகங்கொண்ட நியூட்ரான்களை உட்கவர்ந்து பெறுதல் ஆகும்.

$$Li_3^6 + n_0^1 \rightarrow H_1^3 + He_2^4$$

தூய ட்ரைட்டியத்தின் மிகக் குறைந்த சேர்மங்களே தயாரிக்கப்பட்டு ஆராயப்பட்டுள்ளன. இச்சேர்மங்கள் ட்ரைட்டியம் பீட்டாக் கதிர் உமிழ்வால் வேகமாகச் சிதைவடைகின்றன. ட்ரைட்டியமும், ஆக்சிஜனும் கலந்த கலவையினுள் மின்பொறிகளை உண்டாக் கியோ சூடான தாமிர ஆக்சைடுடன் ட்ரிட்டியம் வளிமத்தைச் சேர்த்து ஆக்சிஜனேற்றியோ ட்ரிட்டியம் ஆக்சைடு (T_2O) பெறப்படுகிறது. கரிமச் சேர்மங்களில் உள்ள ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக ட்ரைட்டியத்தைப் பதிலீடு செய்து பெறப்படும் சேர்மங்கள் வினைவழி களைக் கண்டறிய உதவும் சுவடறிவானாகப் பயன் படுகின்றன. கரிமச் சேர்மங்களில் இரு வகைகளில் ஹைட்ரஜனை அடையாளமிடுதல் (labelling) கையாளப்படுகிறது. முதல்வகையில், கரிமச் சேர் மமும், லித்திய உப்பும் கலந்த கலவை நியூட்ரான் கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்தப்படுகிறது. அப்போது உண்டா கும் ட்ரிட்டான்கள் கரிமச் சேர்மங்களில் சேர்கின்றன. மற்றொரு முறையில், மூடப்பட்ட கலனில் கரிமச் சேர்மம் வைக்கப்பட்டு ட்ரைட்டியம் வளிமம் செலுத் தப்படுகிறது. ட்ரைட்டியம் பீட்டாக் கதிர்உமிழ்வால் சேர்மத்தில் உள்ள ஹைட்ரஜன் ட்ரிட்டியம் வளிமத் தால் பரிமாற்றமடைகிறது. உயிரியலின் முக்கிய மான பொருள்கள் ட்ரைட்டியம் நீரில் உயிரிகளை வளர்த்துப் பெறப்படுகின்றன.

பயன்கள். அணு ஆற்றல் படைக் கலன்கள் மிகுதியாக ட்ரைட்ரியம் உற்பத்தியால் அதிகரித்து வருகின்றன. துத்தநாக சல்ஃபைடு, ட்ரைட்டியம் கலந்த கலவை ஒளி உமிழும் வண்ணப்பூச்சுகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. முன்பு கடிகாரத்தின் முகப்பில் பயன்படுத்தப்பட்ட ரேடியத்திற்குப் பதில் இப்போது இக்கலவை பயன்படுத்தப்படுகிறது. உலோ கங்களில் மேற்பரப்பில் பூசப்பட்ட ட்ரைட்டியம், டியூட்ரான்களால் தாக்கப்படும்போது மிகுவேக நியூட்ரான்கள் உண்டாகின்றன. வேதிவினை வழி களைக் கண்டறியவும் இது பயன்படுகிறது. முக்கிய மாக இது உயிரியலில் வளர்சிதை மாற்றம், உயிரியல் தொகுப்பு ஆகியவற்றை ஆராயப் பயன்படு கிறது. டி.என்.ஏ,ஆர்.என்.ஏ ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளில் ட்ரைட்டியமேற்றப்பட்ட நியூக்ளி யோடைடுகளும், நியூக்ளியோசைடுகளும் உதவு கின்றன.

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி. Jerry March and Stanley Windwer, *General Chemistry*, Macmillan Publishing Co, Inc. New York, 1979.

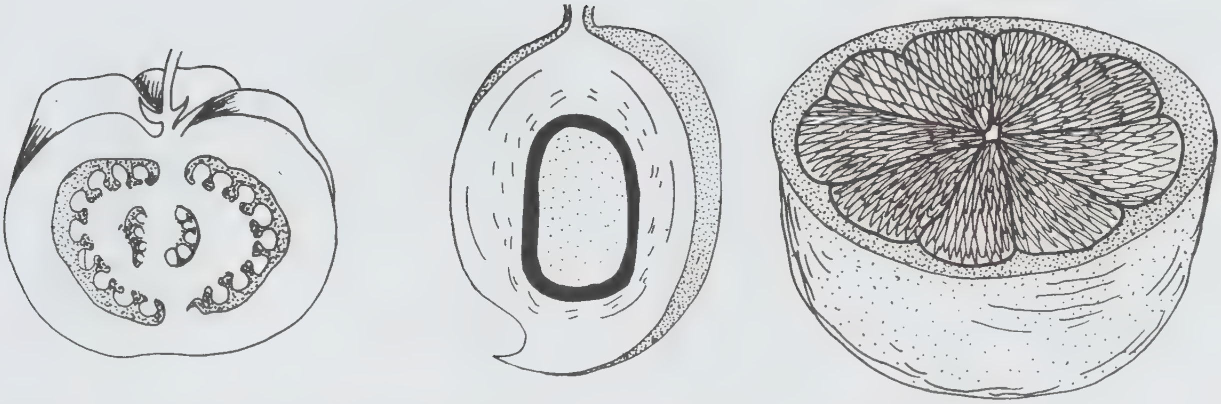
கனிகள்

கருவுற்று முதிர்ந்த பூவின் சூற்பையே கனி (fruit) ஆகும். பூவின் வேறு பகுதிகள் கூட இதனுடன் இணைந்தே இருப்பதுண்டு. கருவுறுதலின் மாறுதலால் சூல்கள் (ovules) விதைகளாகின்றன. பூவில் சூற்பை யைத் தவிரப் பிற உறுப்புகள் கனியாகும் முன்னரே உதிர்ந்துவிட, சூற்பையின் சோற்றுத் திசு (paren-chyma cell) வளர்ந்து, கனியின் சத்தான சதையாக மாறுகிறது. விதைகளின் பாதுகாப்புக்கே கனி உருவா கிறது. பூக்கும் உயர் வகைத் தாவரங்களின் (angios-perms) தனிச்சிறப்பே விதைகள் கனிக்குள் பாது காக்கப்படுவதாகும்.

கருவுறுதல் கனியை உருவாக்கவல்லது என்றா லும், சில பூக்களில் கருவுறுதல் நிகழாமலே கனிகள் உண்டாகின்றன. இது கன்னிக் கனியாதல் (partheno-carpy) எனப்படும். மேலும் பூக்களில் மகரந்தச் சேர்க்கையின் தூண்டுதலால் மட்டுமே கனி உண்டா கிறது. இன்று செயற்கை-ஹார்மோன்களின் தூண்டு தலால் செயற்கை முறையில் கனியை உண்டாக்கி விதையிலாக் கனிகள் ஆகிய விதையிலாத் திராட்சை, அன்னாசிப்பழம் முதலியன வணிகத்தில் சிறப்பிடம் பெறுகின்றன.

பொய்க்கனி (false fruit) என்றும் உண்மைக் கனி (true fruit) என்றும் கனிவகை வகைப்படுத்தப் படுகிறது.

பொய்க்கனிகள். சூற்பையைத் தவிர, பூவின் வேறு பகுதியும் வளர்ந்து கனி போன்ற உறுப்பைத் தோற்றுவித்தால் அது பொய்க்கனி எனப்படுகிறது. எ.கா: முந்திரியின் மலர்க்காம்பு பொய்க்கனியாகும். கனியின் ஒரு பகுதி மட்டுமே சூற்பையிலிருந்து



தக்காளி - நீள்வெட்டுத் தோற்றம் மாங்கனி - நீள்வெட்டுத் தோற்றம் ஆரஞ்சு - குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

படம் 1

உருவாக, பெரும்பகுதி, புல்லி வட்டத்திலிருந்தோ (calyx) பூவின் தளத்திலிருந்தோ (torus or thalamus) உண்டாகும். இக்கனிகள் மிகைக் கனிகள் (accessory fruits) எனப்படும். ஆப்பிள், பேரிக்காய் இவற்றில் சூற்பை கனியாகும்போது பூவைச் சேர்ந்த பூத்தளம் வளர்ந்து, சதையும் சாறும் நிறைந்த அழகிய வண்ணங்கொண்ட பொய்க்கனியாகிறது.

உண்மைக் கனிகள். பூவின் சூலகத்திலிருந்து மட்டுமே கனி தோன்றும்போது அதை உண்மையான கனி எனலாம். இத்துடன் பூவின் பிற பகுதி எதுவும் இணைந்திருக்காது.

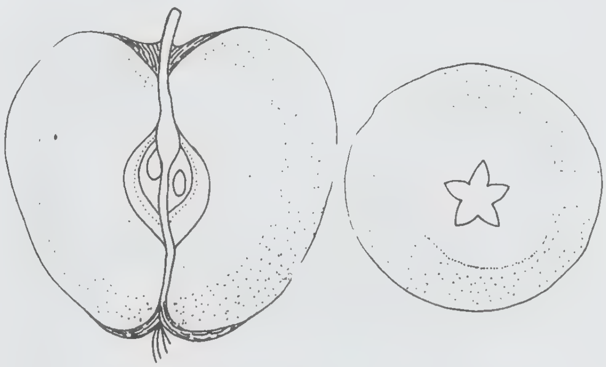
கனியைத் தனிக்கனி (simple fruit), திரள் கனி (aggregate fruit), கூட்டுக்கனி (multiple fruit) என்று பிரிக்கலாம்.

தனிக்கனிகள். ஒரு பூவின் தனிச் சூற்பையிலிருந்து தனிக்கனி உருவாகிறது. இச்சூற்பை ஒரு சூலக இலையாலோ (carpel) இணைந்த பல சூலக இலைகளாலோ உருவாகலாம். தனிக்கனிகளை அவற்றின் தோல்பகுதியின் (pericarp) தன்மையை அடிப்படையாக்கிச் சதைக்கனிகள் (fleshy fruits) என்றும் உலர்கனிகள் (dry fruits) என்றும் வகைப்படுத்தலாம்.

சதைக்கனிகள். முதிர்ந்த கனி சாறு நிறைந்த சதைப்பற்று மிகுந்த கனித் தோலைக் கொண்டதால் இப்பெயர் பெற்றது. சதைக்கனிகளை (berry) உள் ஓட்டுச் சதைக்கனி (drupe), சூலகயிலைக் கனி (pome), பெப்போ (pepo), ஹெஸ்பெரிடியம் (hesperidium), ஆம்ஃபிஸார்கா (amphisarca) என வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

சதைக்கனி. இவ்வகையில் கனித்தோல், கனியின் மெல்லிய தோல் போன்ற வெளிப்பகுதியாகவும் (epicarp) சாறு நிறைந்த சதைப்பற்றுள்ள உட்பகுதியாகவும் (mesocarp) இரு பகுதிகளாக வேறுபட்டுள்ளது. சதைப்பகுதியில் விதைகள் நிறைந்துள்ளன. இவ்வகைக்கனி மேல்மட்ட (superior) அல்லது கீழ்மட்டச் (inferior) சூல்பையைக் கொண்ட இணைந்த இலைச்சூலகத்திலிருந்து (syncarpous pistil) உண்டாகிறது.

தக்காளி, கத்தரிக்காய், திராட்சை போன்றவை மேல்மட்டச் சூல்பையிலிருந்தும் வாழை,



படம் 2

ஆப்பிள் - நீள்வெட்டுத் தோற்றம், ஆப்பிள் - குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

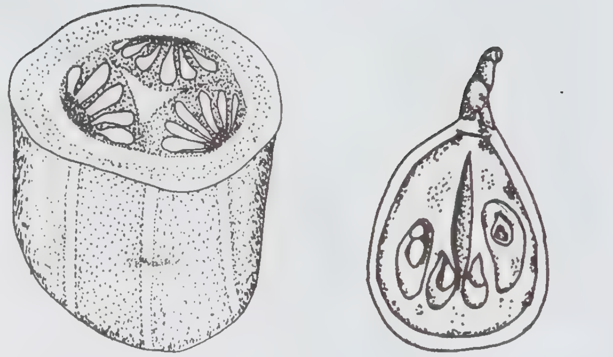
கொய்யா போன்றவை கீழ்மட்டச் சூற்பையிலிருந்தும் உண்டாகின்றன. வாழைப் பழம் ஒரு கூடுதலான சதைக்கனி வகை எனவும் குறிப்பிடப்படும். மேலும் இது கன்னிக் கனியாதல் வகையைச் சேர்ந்தது. பேரீச்சையும் ஒரு சதைக்கனி எனினும் இதில் ஒரு விதை மட்டுமே உள்ளது.

உள் ஒட்டுச்சதைக் கனி. இங்கு, கனித்தோல் மூன்று பகுதிகளாக வேறுபட்டிருக்கும். வெளிப்பகுதி (epicarp) மெல்லிய தோல்போன்றிருக்கும், நடுப்பகுதி (mesocarp) சதைப்பற்றுடையது. மாங்கனியில் இதுவே உண்ணும் பகுதி. தேங்காயின் நடுப்பகுதி நார்களால் ஆகியது. கனி உள்தோல் (endocarp) கடினமான தோல் அல்லது ஓடு போன்றது. இக்கனி மேல்மட்ட அல்லது கீழ்மட்டச் சூல்பையிலிருந்து தோன்றலாம். கனியை உருவாக்கும் சூலகம் ஒரு சூலக இலை அல்லது இணைந்த பல சூலக இலைகளால் ஆகியது. மாங்கனி, பிளம், பீச், ஆப்ரிகாட் முதலியவற்றில் ஒரு விதையே காணப்படுகிறது. ஆனால் பனை (நுங்கு) இலந்தை போன்ற கனிகளில் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட விதைகள் உண்டு. இந்நிலையில் ஒவ்வொரு விதையைச் சூழ்ந்தும் ஒரு கனி உள்தோல் காணப்படுவதால், அத்தனி அமைப்பு பைரீன் எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக டியூராண்டா என்னும் தாவரத்தில் கனி, நான்கு பைரீன்களையும், ரவோல்ஃபியா என்னும் தாவரத்தில் இரண்டு பைரீன்களையும் கொண்டுள்ளது. பெரும்பாலும் பனம் பழத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று பைரீன்கள் உள்ளன.

போம். ஆப்பிள், பேரிக்காய் போன்ற பொய்க் கனிகள், போம் பிரிவைச் சார்ந்தவை. சூலக இலைகள் பல இணைந்த கீழ்மட்டச் சூற்பையிலிருந்து கனி உருவாகிறது. ஆப்பிளைக் குறுக்குவாக்கில் வெட்டிப் பார்க்கும்போது கனியின் நடுவே காணப்படும் உறுதியான பகுதியே கனித்தோலாகும் அதற்கு வெளியே உள்ள அமைப்பு பூத்தளத்தைச் சேர்ந்து உண்ணும் சத்தான பகுதி. நடுவில் உறுதியான கனித்தோலுக்கு உள்ளே சவ்வு போன்ற தடுப்புகளால் பிரிக்கப்பட்டுப் பல சிறிய சூலக அறைகள் உள்ளன.

பெப்போ. இக்கனியை உருவாக்கிய சூற்பை இணைந்த கீழ்மட்ட இலைச் சூலகத்தைச் சேர்ந்தது. சூலகம், மூன்று சூலக இலைகளால் ஆனது. ஆனால் சூற்பையில் ஒரு சூலக அறையும் சுவர்ச்சூல் அமைப்பும் (parietal placentation) காணப்படுகின்றன. இக்கனியின் உண்ணும் பகுதி, சூல் ஒட்டுகளாலும் (placenta) சதைப்பற்றுள்ள கனி நடுத்தோலாலும் ஆனது. கனி வெளியுறை தோல் போன்று தடித்திருக்கும் எ. கா. வெள்ளரி, பூசணி, பரங்கி, கோவை.

ஹெஸ்பெரிடியம். ஆரஞ்சு, எலுமிச்சை போன்ற கனி வகைகள் இப்பிரிவின் கீழ் அடங்குகின்றன. சூலக



வெள்ளரி குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் விளம்பழம் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

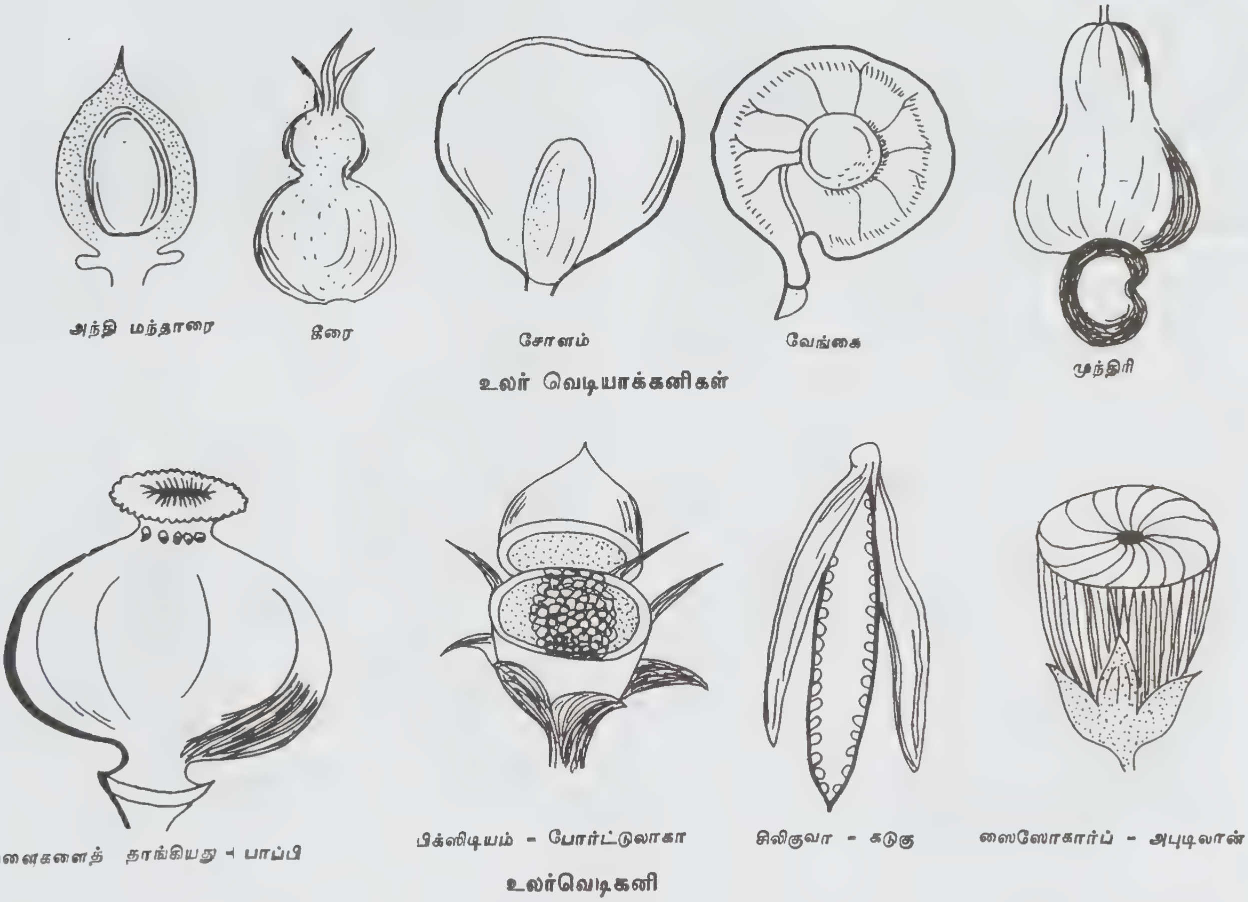
படம் 3

இலைகள் பல இணைந்த மேல்மட்டச் சூலகத்திலிருந்து இக்கனி உண்டாகிறது. கனித்தோல் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளைக் கொண்ட தடித்த வெளித்தோலாகவும், மெல்லிய கடற்பஞ்சு போன்ற நடுத்தோலாகவும், பல அறைகளைக் கொண்ட மெல்லிய உள்தோல் பகுதியாகவும் வேறுபட்டுள்ளது. கனி உள்தோல் சுவர்களிலிருந்து சதைப்பற்றும் சாறும் நிறைந்த வளரிகள் உள்ளன. இவையே உண்ணும் பகுதியாகும். கனியின் நடுவே அச்சுச் சூல் ஒட்டில் (axile placenta) விதைகள் காணப்படுகின்றன.

ஆம்ஃபிசார்கா. இதன் கனித்தோல், மரம்போல் கெட்டியாக இருக்கும். சூல் ஒட்டும், கனித்தோலின் உட்சுவர்களும் கூழ் போன்றிருக்கும். இப்பகுதியே வில்வம் மற்றும் விளம்பழம் போன்றவற்றில் உண்ணும் பகுதியாகும்.

உலர் கனிகள். உலர்கனிகளின் ஒரு வகையில், குறிப்பிட்ட வளர்ச்சி நிலைக்குப்பின்னர் கனித்தோல் உலர்ந்து ஈரப்பசையற்றுக் காணப்படும். கனித்தோல் வெடித்து விதைகள் வெளிப்பட்டால் அவை உலர் வெடிகனிகள் (dry dehiscent fruits) எனப்படுகின்றன. மற்றொரு வகையில் கனி முதிர்ச்சி அடைந்த பிறகும் கனித்தோல் வெடிப்பதில்லை. அது மட்கி மறைந்த பின்னரே விதைகள் வெளியேறுகின்றன. இவை உலர் வெடியாக்கனிகள் (dry indehiscent fruits) எனப்படும்.

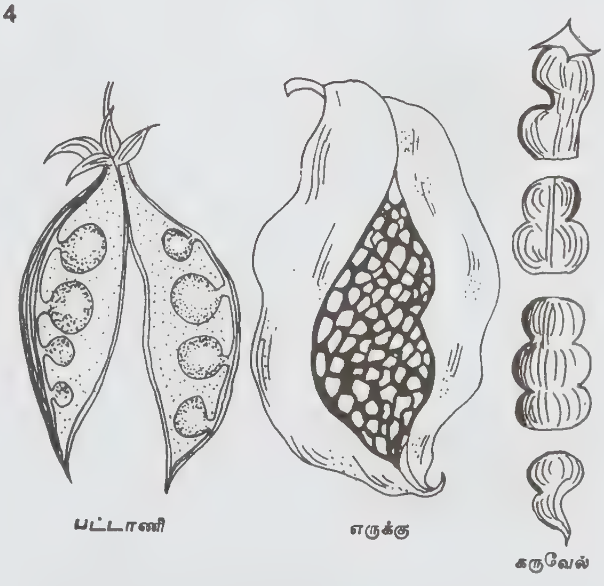
சில வெடிகனிகளின் வகைப்பாடு கனித்தோல் எவ்வாறு வெடிக்கிறது என்பதைப் பொறுத்ததாகும். அதன் அடிப்படையில் இருபுறவெடிகனி பாலிகிள், லெமெண்டம் என்று பிரித்துள்ளனர். எ.கா. அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது. உலர் வெடியாக்கனிகளின் வகைப்பாடு கனித்தோலின் தன்மையைப் பெற்றது. காண்க, கனி-வெடித்தல்.



படம் 4

திரள் கனிகள். ஒரு பூவின் பல இணையாச் சூலக இலைகளில் (apocarpous pistil) ஒவ்வொன்றும் ஒரு சிறு கனியை உண்டாக்கி, அவை திரண்டு ஒரு கனியாகத் தோன்றும். ஒரு திரள் கனியில் பல தனிச் சிறுகனிகள் உண்டு. இச்சிறு கனிகளின் தொகுப்பு எடெரியோ (etaerio) எனப்படும். சிறு கனிகளின் இயல்பிற்கேற்றவாறு திரள் கனிகள் அமைந்துள்ளன.

செண்பகத்தில் (*michelia chempaka*) ஒவ்வொரு சிறு கனியும் ஒரு புறவெடிகனி வகையைச் சேர்ந்தது. பொதுவாகவே இக் கனி தனியாக உண்டாகாது. இதன் சூலகம் பல இணையாத சூலக இலைகளால் ஆனது. கிளிமாட்டிஸ், நரவேலியா போன்ற தாவரங்களில் சிறு கனிகள் அகீன் வகையைச் சார்ந்தவை. அவை ஒரே கனித் தொகுப்பாகக் காணப்படுகின்றன. ராஸ்ப்பெர்ரி கனியில் ஒரு பூவிலிருந்து தோன்றிய சிறு கனிகள் யாவும் ஒன்றாகத் திரண்டு நீண்டு வளர்ந்து பூத்தளத்தின் மேல் நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. இவை ஒரு ட்ரூப் தொகுப்பாகும்.

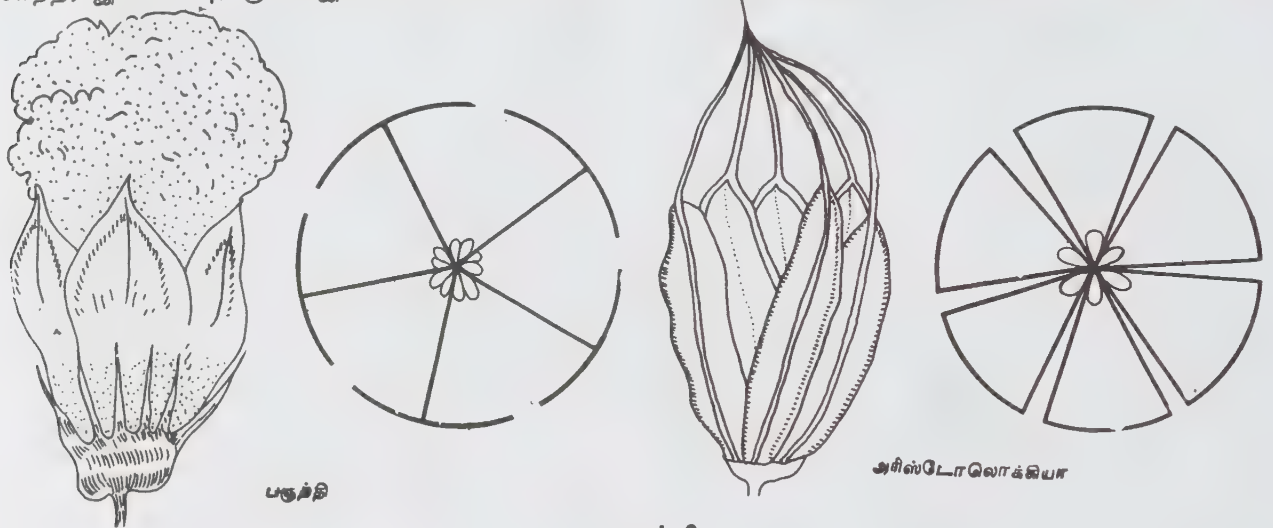


படம் 5

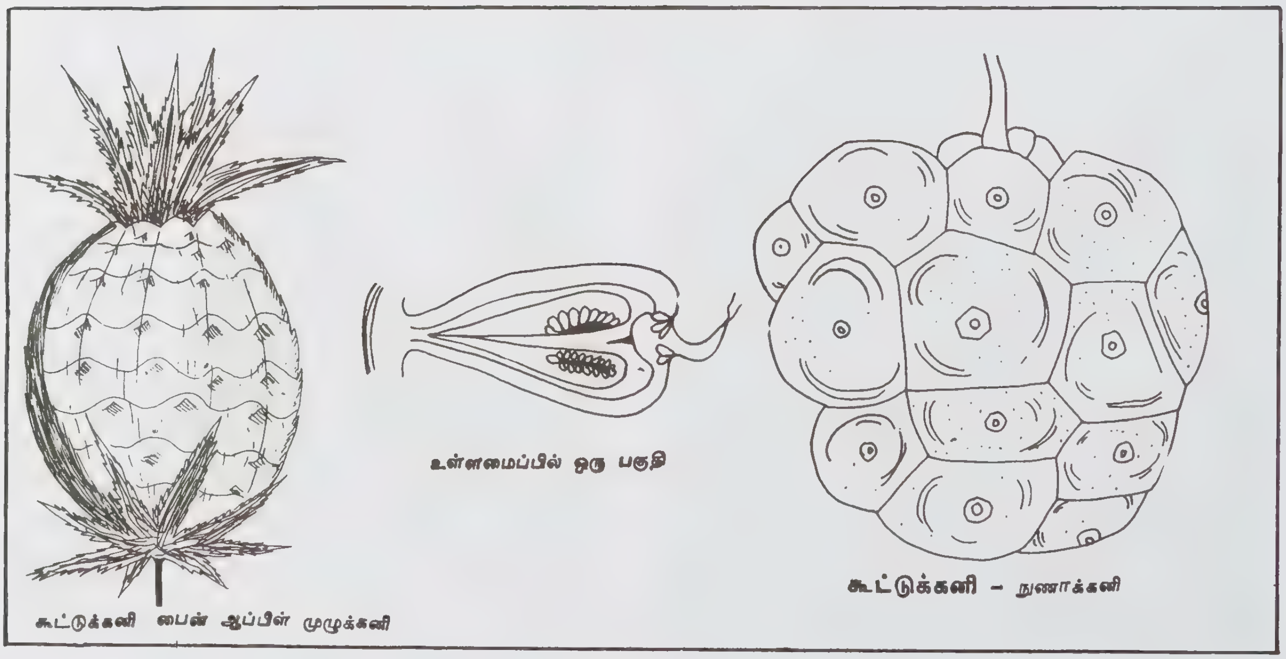
சீதாப்பழம், மனோரஞ்சிதம், நெட்டிலிங்கம் இவற்றில் திரள்கனியின் சதைக்கனித் தொகுப்பே காணப்படுகிறது. சீதாப் பழத்தில், சதைப்பற்றுள்ள கனி வகைச் சிறுகனிகள் நுனிப்பகுதிகளில் இணைந்து, உறுதியான பூத்தளத்தில் அடர்த்தியாக நெருங்கியிருப்பதால் பார்வைக்குத் தனிக் கனிபோல் தோன்றும். பழத்தின் மேற்பரப்பிலுள்ள மேடிட்ட பகுதி ஒவ்வொன்றும் ஒரு கார்பெலைக் குறிக்கும். அதன் நேர் கீழாக ஒரு விதையும் உண்டு. ஆனால் நெட்டிலிங்கத்தில் கனி உருவாகும்போதே பூவைச் சேர்ந்த, இணையார்த சூலக இலைகள் யாவும் தனித்தனியே வளர்ந்து, கனியிலும் இணையாமல், சிறு கனிக் கொத்தாக அமைந்துள்ளன.

கூட்டுக் கனிகள். பல பூக்களின் சூல்பைகள் இணைந்து ஒரு கனியை உண்டாக்கும். ஒரு மஞ்சரி முழுதும் ஒரே கனியாகி விடுவதே இதன் சிறப்பு. இவை பெரும்பாலும் தூவி எனப்படும் மஞ்சரி வகையிலிருந்து தோன்றுகின்றன. பலா, அன்னாசி நுணா (morinda), அத்தி போன்றவை இவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

ஸோரோஸிஸ். (எ. கா) பலா (jack) பெண்-



படம் 6



படம் 7

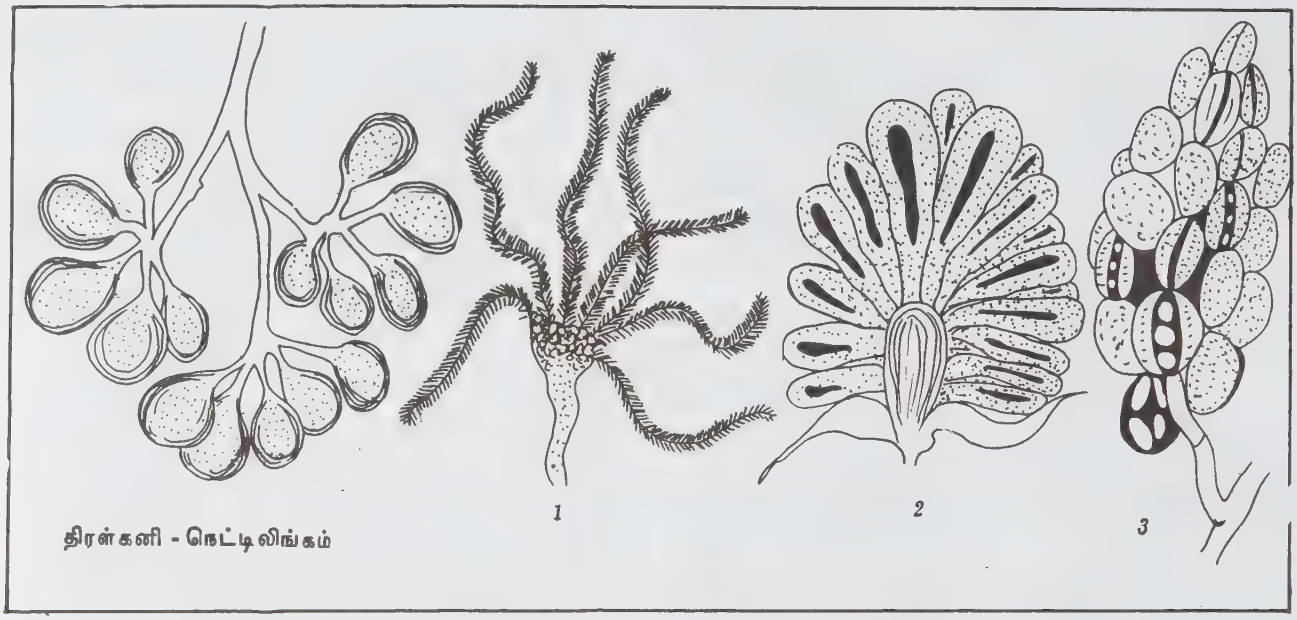
கனிகளின் வகைப்பாடு

- கனிகள்
  - பொய்க்கனிகள்
  - உண்மைக்கனிகள்
    - தனிக்கனி
    - திரள் கனி
      - பாலிக்கிள் தொகுப்பு
      - அகீன் தொகுப்பு
      - ட்ரூப் தொகுப்பு
      - பெர்ரி தொகுப்பு
    - கூட்டுக்கனி
      - ஸோரோஸிஸ்
      - ஸைகோனஸ்

- சதைக்கனி
  - பெர்ரி
  - ட்ரூப்
  - போம்
  - பெப்போ
  - ஹெஸ்பெரிடியம்
  - ஆம்ஃபிஸார்கா
- உலர்கனி
  - உலர்வெடிக்கனி
    - (அ) ஒரு சூலக இலையிலிருந்து உண்டாகியவை
      - இரு புறவெடிகனி (legume)
      - வெடிகனி (அவரை)
      - ஒருபுற வெடிகனி (follicle) (ஆச்சா)
      - உலர் வெடிகனி (கருவேலன்)
    - (ஆ) பல இணைந்த சூலக இலைகளிலிருந்து உண்டாகியவை
      - லாகுலி சைடல் வெடிகனி (வெண்டை)
      - செப்டிசைடல் வெடிகனி (ஆடுதின்னாப்பாளை)
      - செப்டிப்ராகல் வெடிகனி (ஊமத்தை)
      - துளைகளைத் தாங்கிய வெடிகனி (கசகசா)
      - பிக்சிடியம் (யூகலிப்டஸ்)
      - சிலிகுவா
      - சைசோகார்ப்
        - கிரிமோகார்ப் (கொத்துமல்லி)
        - கார்செருலஸ் துளசி
        - ரெக்மா (ஆமணக்கு)
  - உலர் வெடியாக்கனி
    - வெடியா உலர்கனி (அந்தி மந்தாரை)
    - இருசூல் வெடிகனி (கடுகு)
    - அட்ரிகிள் (கீரை)
    - கார்யாப்சிஸ் (நெல்)
    - சமாரா (வேங்கை)
    - கொட்டை (முந்திரி)

பெண்-தூவி மஞ்சரியின் தண்டு பெரிதாகக் காணப்பட அதிலிருந்து பல காம்பில்லாத பெண் பூக்கள் அமைந்துள்ளன. கனியை நீள்வாக்கில் இரு பாதியாக வெட்டிப் பார்த்தால் நடுவே உள்ள நீண்ட அச்சு மஞ்சரித் தண்டிலிருந்து தோன்றியது என்பது விளங்கும். பூக்கள் கனியாகும்போது, பூ இதழ்கள் (perianth) சதைப்பற்றுள்ள இனிய உண்ணும் பகுதியான பலாச்சுளைகளாகின்றன. இந்த உண்ணும் பகுதி ஒவ்வொன்றுக்குள்ளும் சவ்வு போன்ற ஒரு பை காணப்படுகிறது. இதுவே கனித்தோல்; உண்ணும் பகுதிகளுக்கிடையே உள்ள பல தட்டையான நீண்ட வெண்ணிற நரம்புகள் கருவுறாத வளமற்ற பூக்களாகும். பூ இதழ்களின் நுனிப்பகுதிகள் கடினமான முள்களை உடைய வெளித்தோலாக அமையும். பலாக் கனியின் எடை 30 கிலோ வரை இருக்கும்.

அன்னாசிப்பழமும் ஸோரோஸிஸ் கனிதான் என்றாலும் இதில் மஞ்சரித் தண்டு கனியைத் தாண்டி மேலே வளர்ந்து கனியின் உச்சியில் இலைகளைக் கொத்தாக உண்டாக்குகின்றது. மஞ்சரித்



திரள்கனி - 1 அகின் தொகுப்பு நரவேலியா 2. ரூபஸ் சிற்றினம் 3 சண்பகம்

தண்டு, கனியில் சதைப்பற்றுள்ளதாக மாறிப் பூ இதழ்கள், பூவடிச் செதில்கள் யாவும் ஒன்றாக இணைந்து உண்ணும் பகுதியாகின்றன. கனி மேல் பரப்பில் ஒவ்வொரு பூவையும் குறிக்கும் வண்ணம், பல கோணப் பரப்புகள் உள்ளன.

மல்பெர்ரியின் கூட்டுக்கனி பல தனிப்பூக்கள் உருவாக்கிய வறண்ட வெடியா உலர் கனிகளை ஒன்றாகக் கொண்டுள்ளது. சாறும் சதைப்பற்று முள்ள பூவிதழ்கள் அவற்றை மூடிக்கொள்கின்றன.

சைகோனியம். ஹைபந்தோடியம் என்னும் மஞ்சரி வகையிலிருந்து இது உருவாகிறது. மஞ்சரித் தண்டு சதைப்பற்றுள்ளதாக மாறி, அதில் பெண்பாலினப் பூக்கள் சிறு வெடியா உலர் கனிகளாக மாறி, ஒரு கூட்டுக்கனியை உண்டாக்குகின்றன. எ.கா. அத்தி, ஆல், அரசு.

நுணா அல்லது மஞ்சணத்தி, கீழ்மட்டச் சூல் பையை உடைய பூக்களைத் தாங்கிய சிரமஞ்சரி யிலிருந்து (head inflorescence) வளர்ச்சி பெறுகிறது. பூக்களின் சூல்பைகள் யாவும் ஒருங்கு இணைந்தே ஒரு கூட்டுக் கனியாகின்றன. இக்கனியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் அறுகோணப் பகுதி ஒவ்வொன்றும் ஒரு பூவைக் குறிக்கிறது. இப்பகுதிகளின் மையங்களில் காணப்படும் சிறு வட்டங்கள் பூக்களின் புல்லி வட்டங்கள் விட்டுச் சென்ற தழும்புகளை நினை வுறுத்துகின்றன. இச்சிறுவட்டங்களின் நடுவே உள்ள சிறு புள்ளிகள், பூக்களின் சூலகத் தண்டின் (style) எஞ்சிய பகுதியாகும்.

- அலர்மேலு ராமகிருஷ்ணன்

நூலோதி. Jean H. Langenheim, and et. al., Botany-Plant Biology and its relation to Human Affairs, University of California, Santacruz, 1982.

கனிசாரோ வினை

ஆல்ஃபா ஹைட்ரஜன் அணுக்களைக் கொண்டிராத ஆல்டிஹைடுகள் தங்களுக்குள் குறுக்கு வினைபுரிந்து ஆல்கஹாலையும் அமிலத்தையும் கொடுக்கின்றன. இவ்வினை 50% நீர்ம அல்லது எத்தனாலில் கரைந்த காரத்தைப் பயன்படுத்தி நிகழ்கிறது. இவ்வினைக்குக் கனிசாரோ வினை (Cannizaro reaction) என்று பெயர். கனிசாரோ வினை முக்கியமாக அரோமாட்டிக் ஆல்டிஹைடுகளுக்கே பொருந்துகிறது. பொதுவாகக் கீட்டோன்கள் இவ்வினையில் ஈடுபடுவதில்லை.

ஃபார்மால்டிஹைடும் பிற α-ஹைட்ரஜன் அணுக் களும் இல்லாத ஆல்டிஹைடுகளுடன் வீரியமிக்க சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும்போது இரு ஆல்டிஹைடுகளின் மூலக்கூறுகள் ஆக்சிஜனேற்ற-இறக்க வினைகளுக்குட்பட்டு ஆல்கஹாலையும் அமிலத்தையும் கொடுக்கின்றன.

$$2HCHO + NaOH \xrightarrow{\Delta} CH_3OH + HCOONa$$

கனிசாரோ வினை α-ஹைட்ரஜன் அணு இல்லாத ஆல்டிஹைடுகளுக்கே உரியதென்றாலும் முற்றிலும் அவற்றிற்கே உரியதன்று. சான்றாக,சிலஅலிஃபாட்டிக் α-மோனோ அல்க்கைலேற்ற ஆல்டிஹைடுகள் நீர்ம சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சேர்த்து 170-200°C வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தும் போது இருநிலை வினைக்கு (disproportionation reaction) உட்படுகின்றன.

$$2\,(CH_3)_2CHCHO + NaOH \xrightarrow{200^\circ C} (CH_3)_2CHCOONa + (CH_3)_2CHCH_2OH \quad (100\%)$$

கனிசாரோ வினை இரு வேறு ஆல்டிஹைடுகளுக்கிடையே நிகழுமானால் அவ்வினைக்குக் குறுக்குக் கனிசாரோ வினை (crossed Cannizaro reaction) என்று பெயர். அனைத்து ஆல்டிஹைடுகளும் அலுமினியம் எத்தாக்சைடு உடனிருக்க கனிசாரோ வினையில் ஈடுபடுகின்றன. இவ்வினையில் அமிலமும், ஆல்கஹாலும் இணைய எஸ்ட்டர் உண்டாகிறது. இவ்வினைக்கு டிஷென்கோ வினை என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டாக, அசெட்டால்டிஹைடு எத்தில் அசெட்டேட்டையும், புரோப்பியானால்டிஹைடு புரோப்பில் புரோப்பியோனைட்டையும் கொடுக்கின்றன.

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. I. L. Finar, *Organic chemistry*, vol I, ELBS, London, 1974.

கனிசாரோ, ஸ்டானிஸ்லோ

இத்தாலி நாட்டைச் சேர்ந்த ஸ்டானிஸ்லோ கனிசாரோ (Stannislo Cannizaro) என்பார் சிறந்த வேதியலார்; இவர் ஆசிரியராகவும், சட்டமன்ற உறுப்பினராகவும் இருந்தவர். இவர் அணு எடை மற்றும் மூலக்கூறு எடைகளுக்கிடையே உள்ள வேறுபாட்டையும், கனிசாரோ வினையையும் கண்டறிந்தவர்.

பைசா நகரில் சாலிசைலிக் அமிலம் தயாரிப்பில் (1845-46) ராஃபெல்லி பிரியா என்பாருக்குத் துணை புரிந்தார். சிசிலியன் புரட்சியின்போது இவருக்கு மரண தண்டனை வழங்கப்பட்டுத் தேடப்பட்டபோது மார்செல்லிக்குத் தப்பிச் சென்று 1849 ஆண்டு பாரிசுக்கு வந்தார். மைக்கேல் - யூஜின் செவ்ரேவல் ஆய்வுக் கூடத்தில் அவருடன் பணிபுரிந்து 1851 ஆம் ஆண்டில் சயனைமடைத் தயாரித்தார். பின்னர் அதே ஆண்டில் இத்தாலியில் அலெசாண்ட்ரியாவில் வேதியியல், இயற்பியல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். அங்கிருக்கும்போதுதான் பென்சால்டிஹைடுடன் அடர் ஆல்கஹால் சேர்ந்த காரத்தை வினைப்படுத்திச் (கனிசாரோ வினை) சம அளவு பென்சைல் ஆல்கஹாலையும், பென்சாயின் அமிலத்தின் உப்பையும் பெற்றார்.

1855 ஆம் ஆண்டில் ஜெனோவா நகரில் வேதியியல் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்ற பின், 1858 இல் எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மத்திலிருக்கும் மூலக்கூறுகளிலுள்ள தனிமங்களின் அணுநிறைகளை வளிமங்களின் அவோகாட்ரோ விதியைப் பயன்படுத்திக் கண்டுபிடிக்கலாம் எனக் கண்டுபிடித்தார். கிராம் மூலக்கூறு எடையுடைய பல்வேறு வளிமங்கள் நிலையான வெப்ப அழுத்தங்களில் சம அளவான பருமனையே பெறுகின்றன என்பதே அவோகாட்ரோ கொள்கையாகும். எளிதில் ஆவியாகாத, ஆவி அடர்த்தி தெரிந்திராத சேர்மத்தின் அணு எடைகளை அவற்றின் தன்வெப்பத்தைக் (specific heat) கணக்கிடுவதன் மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம். இந்தக் கண்டுபிடிப்பு 1891 இல் இலண்டன் ராயல் கழகத்தின் கோப்லே விருதை அவருக்குப் பெற்றுத் தந்தது.

1861-71ஆம் ஆண்டுகளில் பலெர்மோவில் கனிம மற்றும் கரிமப் பேராசிரியராகப் பணியாற்றும்போது அரோமாட்டிக் சேர்மங்களையும் அமீன்களையும் ஆராய்ந்தார். 1871 இல் ரோம் பல்கலைக் கழகத்தில் வேதியியல் தலைவராக அவர் நியமிக்கப்பட்டார். அதே ஆண்டில் இத்தாலிய செனட்டிற்கும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். பின்னர் சபையின் துணைத் தலைவராகவும் பணியேற்றார்.

- த. தெய்வீகன்

கனிம இயல்புகள்

இயற்கையில் உண்டாகியுள்ள ஒருபடித்தான (homogenous), கரிமச் சார்பற்ற, ஒரு கடினப் பொருளே கனிமமாகும். இது தனிப்பட்ட இயற்பியல் பண்புகளும், பெரும்பாலும் சீரான அணுக்கட்டமைப்பும், குறிப்பிட்ட வேதி கூட்டமைவும் உடையது. இயற்கையில் இந்த விதிக்கு விலக்காக நிலக்கரி, மண்ணெண்ணெய் போன்ற கரிம வயமான கனிமங்களும் உள்ளன. மேலும் நீர், பாதரசம், மண்ணெண்ணெய் போன்ற நீர்மவயக் கனிமங்களும் உள்ளன. கனிம இயல் (minerology) என்பது இயற்கை வேதிப் பொருள்கள் எனப்படும் கனிமங்களையும் படிகங்களையும் பற்றியதாகும்

கனிமங்கள் உருகிப் படிகமாதல், கரைசல்களில் இருந்து படிதல், ஆவியாகிப் பதங்கமாதல் போன்ற பல விதங்களில் உண்டாகின்றன. பாறைக் குழம்பாக்க முறை (magmatic), படிவு ஆக்க முறை

(sedimentary), உருமாற்ற (metamorphic) முறை ஆகிய மூன்று முறைகளில் கனிமங்கள் உண்டாகின்றன.

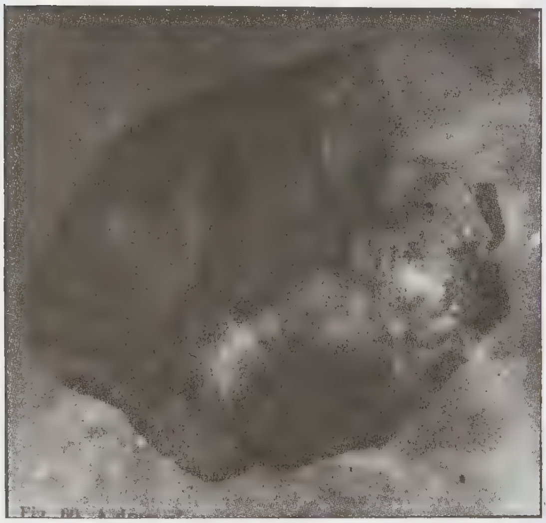
கனிமங்களை இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை பயன்படு கனிமங்கள், பயன்படாப் பாறைக் கனிமங்கள் என்பன. கனிமப் பண்புகளை நான்கு பெரும்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, உருவப் பண்பு (morphological character), இயற்பியல் பண்பு, வேதிப் பண்பு, ஒளிப் பண்பு (optical character) எனப்படும்.

உருவப் பண்பியல். படிக இயல் படிகங்கள் படிகக் கொவ்வைகள் படிகமில்லாத கனிமங்களின் ஒப்புவமை உருவங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆய்வு உருவப் பண்பியல் எனப்படும். உயிரினங்கள் ஒரு செல்லிலிருந்து படிப்படியாக வளர்வதைப் போல உப்பு, சர்க்கரை, பனிக்கட்டி, கனிமங்கள் முதலியவையும் படிப்படியாக வளர்ச்சி அடைகின்றன. ஒழுங்கான சமதள முகங்களையும் (plane faces), அவை ஒன்றோடு ஒன்று சேர்வதால்ஏற்படும் விளிம்புகளையும், மூலைகளையும் உடையதிண்மப் பொருள்கள் படிகம் (crystal) எனப்படும். இப்படிகங்களின் வடிவம், அமைப்பு, வகை, பண்பு, பாகுபாடு முதலியவற்றை விளக்கும் அறிவியற் பிரிவு படிகவியல் (crystallography) எனப்படும்.

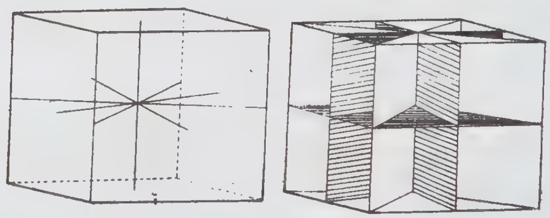
படிகங்கள் வளர வளர அவற்றின் முகங்களின் பரப்பளவும், கன அளவும் மாறுமேயன்றி அதன் வடிவம் மட்டும் மாறாது. படிக முகங்களின் அமைப்பில் சீர்மை (symmetry) உள்ளது. இவ்வமைப்புகள் தாதுக்கள் ஒவ்வொன்றிலும் வேறுபட்டிருக்கும். எனவே கனிமங்களின் படிக அமைப்பைக் கொண்டு அவற்றை எளிதில் பிரித்து ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை வேறுபடுத்திக் கண்டு கொள்ள முடிகிறது. அறுவகைப் படிக முறைகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

கன சதுரப் படிக இனம் (cubic system). இங்கு மூன்று சம அச்சுகள் நேர்கோணங்களில் ஒன்றை ஒன்று சந்திக்கும். எடுத்துக்காட்டு; கலீனா, சோடியம் குளோரைடு உப்பு, தங்கம், வெள்ளி பைரைட்.

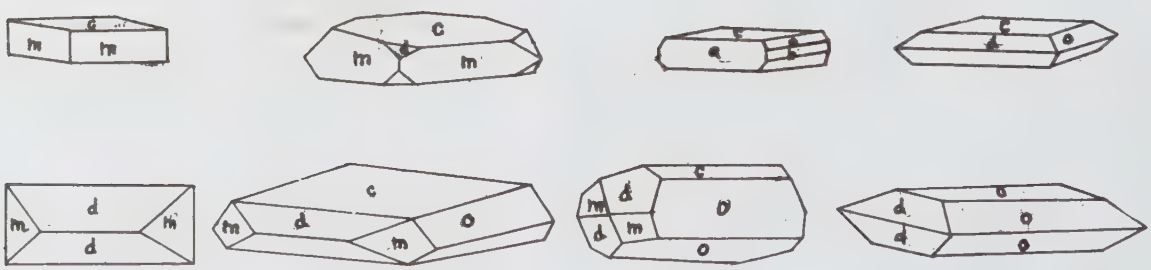
நாற்கோணப் படிக இனம் (tetragonal system).



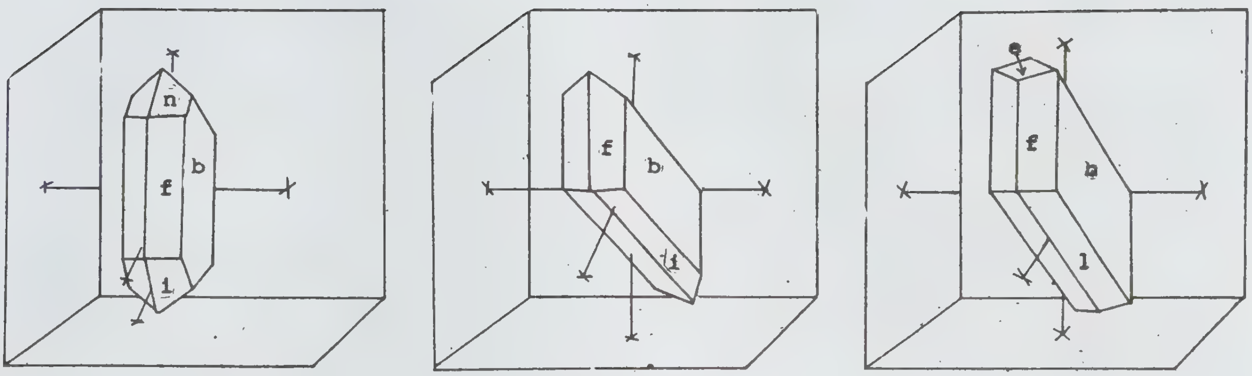
படம் 1. பைரைட் படிகம்



படம் 2. நாற்கோணப் படிகமைப்பு



படம் 3. பேரைட் படிகங்கள்

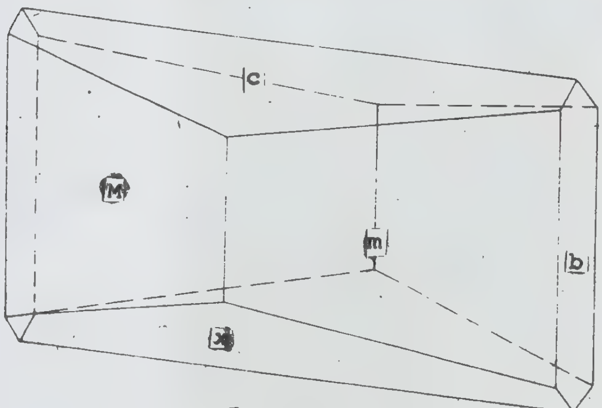


படம் 4. ஜிப்சம் படிகங்கள்

இதில் அச்சுகள் நேர்க்கோணங்களில் ஒன்றை ஒன்று சந்திக்கும். இரண்டு அச்சுகள் சம அளவிலும், மூன்றாவதான செங்குத்து அச்சு நீண்ட அல்லது குறைந்த அளவிலும் காணப்படும். எ.கா. ஜிர்கான், ரூட்டைல், கசிட்டரைட், சால்கோபைரைட்.

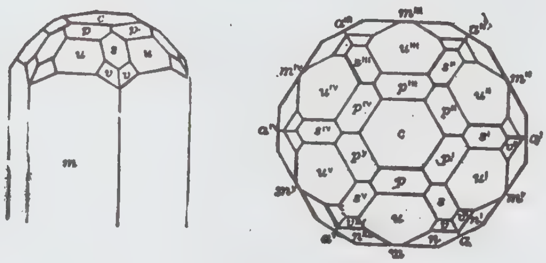
செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதி (orthorhombic system). இத்தொகுதிப்படிகத்தில் மூன்று அச்சுகளும் வெவ்வேறு அளவிலும், நேர்கோணத்திலும் சந்திக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டு: புஷ்பராகம், ஆலிவின், பேரைட்.

ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத் தொகுதி (monoclinic system). இத்தொகுதியிலுள்ள ப்டிகத்தின் மூன்று அச்சுகளும் வெவ்வேறு அளவுடையன. இரண்டு அச்சுகளே நேர்கோணங்களில் சந்திக்கும். எ. கா. ஜிப்சம், அபிரகம்.



படம் 5. ஆல்பைட் படிகம்

முச்சரிவுப் படிகத் தொகுதி (triclinic system). இதில் மூன்று அச்சுகளும் வெவ்வேறு அளவிலும் வெவ்வேறு கோணங்களிலும் சந்திக்கின்றன. எ.கா. காப்பர் சல்ஃபேட், ஆல்பைட், கயனைட்.



படம் 6. பெரில் படிகம்

அறுகோணப் படிகத் தொகுதி (hexagonal system). இத்தொகுதியில் உள்ள படிகத்தின் மூன்று கிடை அச்சுகள் சம அளவிலும் ஒன்றை ஒன்று 120° கோணத்திலும் சந்திக்கின்றன. பிற நிலைக்குத்தச்சுகள் நீண்டோ, குறைந்தோ உள்ளன. எ.கா: பெரில், கால்சைட், டூர்மலின், குவார்ட்ஸ், ஹெமடைட் ஆகும்.

இயற்பியல் பண்பு

பெரும்பாலான கனிமங்கள் படிகவயமாக இருப்பதால் படிகங்களைப் பற்றிய இயற்பியல் பண்பு தெரிந்திருக்க வேண்டும். கனிமங்கள் படிகவயப் பொருள்களாக பல வகையில் கிடைக்கின்றன. அவையாவன:

படிகம். வேதியியல் கலவையொன்று தக்க சூழ் நிலைகளில் தனது உள்ளாற்றல் இயக்கப்படி நீர்ம நிலையில் இருந்து திண்ம நிலையை அடையும்போது ஏற்படும் வழவழப்பான, தட்டையான, பல பக்கங்களைக் கொண்ட சிறப்புமிகு உருவமே படிகம் எனப்படும்.

திண்ணியவை (massive). குறிப்பிட்ட வெளி உருவம் இல்லை. உள்ளமைப்பு மட்டும் உண்டு.

படிகவயமானவை (crystalline). குறிப்பிட்ட அணுக்கட்டு அமைப்பும், வெளி உருவமும் உண்டு. ஆனால் வெளித் தோற்றம் நன்கு உருவாகவில்லை.

படிகவயக் கொவ்வைகள் (crystalline aggregate). இயற்பியல் பண்புகள் ஒரு சீரான திசையில் தொடர்ந்து இருப்பதில்லை. பல படிகங்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் சேர்ந்தவாறு வளர்ந்துள்ளன.

தொடக்கப் படிகவயமானவை (cryptocrystalline). படிக வளர்ச்சி தொடக்க நிலையில் உள்ளது. நுண்ணோக்கியைக் கொண்டே படிகங்களைக் காண முடியும். எ.கா. பிளின்ட், சால்ஸ்டனி,

படிகமில்லா அல்லது தூள்வடிவம் (amorphous). நுண்ணோக்கியிலும் உள்ளமைப்பு எதையும் கொண்டு காணப்படாதவை. எ.கா. ஓப்பல், கண்ணாடி.

கனிமங்களின் ஒப்புவமை உருவங்கள்

பட்டக அமைப்பு (prismatic). சீரானது; இணையானது. எ.கா. பைராக்சின்

கொவ்வை அமைப்பு. சீரற்றது; இணையானது. எ.கா. குவார்ட்ஸ்.

ஊசி அமைப்பு (acicular). மெல்லிய, கூரிய ஊசி போன்றது. எ.கா. ஸ்டிப்னைட்.

இலையடுக்கு (lamellar). மெல்லிய இலை போன்ற அடுக்குகள் கொண்டது.

பலகை அமைப்பு. இரண்டு திசைகளை விட மூன்றாம் திசையில் வளர்ச்சி குறைவானது. எ.கா. பேரைட்.

தட்டுப் போன்றது. தட்டுப் போல் இருக்கும். எ.கா. அபிரகம்.

நார் அமைப்பு. நார் போன்ற இழைகளைக் கொண்டது. எ.கா. கல்நார், ஜிப்சம்.

பட்டை அமைப்பு. கத்தி போன்று தட்டையான பரப்புகளைக் கொண்டது. எ.கா. கயனைட்.

ஆர அமைப்பு. ஒரு மையத்தில் இருந்து விரிந்து செல்லும் இயல்பு.

ஏடு அமைப்பு. சிறிய ஏடு போன்ற தட்டுகளாகப் பிளக்கக் கூடியது. எ.கா. அபிரகம்.

மணி அமைப்பு. ஒரே அளவான மணித் துகள்களைக் கொண்டது. எ.கா. குரோமைட்.

பொருக்கு (drusy). உட்புழைகளில் படிந்துள்ளது. எ.கா. பொருக்குக் குவார்ட்ஸ்.

கோன அமைப்பு. பொந்துகளில் கனிமங்கள் திணிக்கப்பட்டு இருக்கும். எ.கா குவார்ட்ஸ்.

முட்டை வடிவமைப்பு. மீனின் முட்டைக் கொத்துகள் போன்று ஒன்று திரண்டு இருப்பது. எ.கா. பாக்சைட், ஹெமடைட்.

படம் 7. பாக்சைட்டின் முட்டை வடிவமைப்பு

படம் 8. முந்திரிவடிவச் சால்சிடொனி படிகம்

பட்டாணி அமைப்பு (pisolitic). பட்டாணி போன்ற கோளங்கள் பிணைந்திருப்பது. எ.கா. பாக்சைட்.

திராட்சைக் குலை அமைப்பு. திராட்சைக் குலை போன்று பிணைந்திருப்பது. எ.கா. சைலோமிலேன்.

குமிழ் வடிவம் (mammillary). நீர்க் குமிழ் போன்ற புடைப்புகள் கொண்டது.எ.கா சால்சிடொனி.

முந்திரி வடிவம். முந்திரி போன்ற அமைப்பு உடையது. எ.கா. ஹெமடைட், சால்சிடொனி.

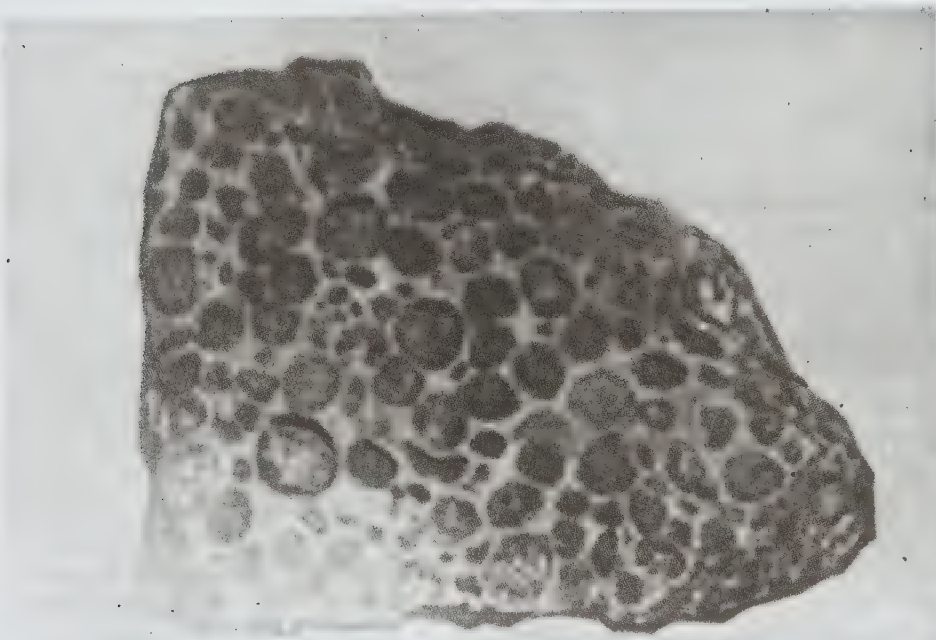
இலைத்தளிர் வடிவம். பாசி அல்லது இலைத்தளிர் வளர்ச்சி. எ.கா: பைராலுசைட்.

உருண்டை அமைப்பு அல்லது கணு அமைப்பு (nodular). சிறுஉருண்டை வடிவம் கொண்டது. எ.கா. பாஸ்பேட் உருண்டைகள்.

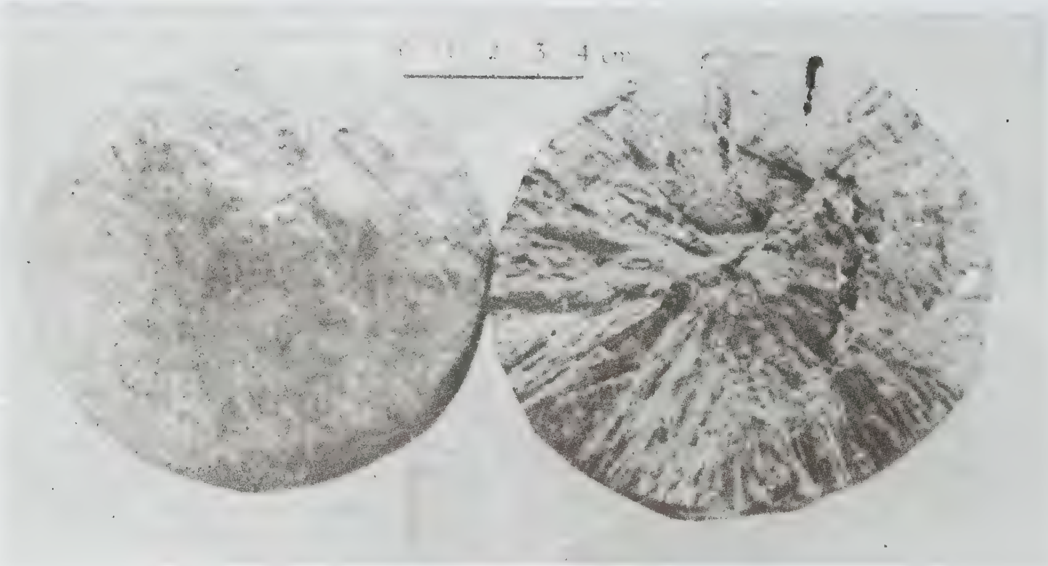
கனிமப் பிளவு. கனிமங்கள் இணையான தளங்களில் பிளக்கும் பாங்கின் காரணமாக விளைவது கனிமப் பிளவாகும். இது கனிமத்தின் படிகவய அணுவெளிச் சட்ட அமைப்பைப் பொறுத்தது. இது அணுக்களுக்கு இடையே மிகவும் குறைவான ஒட்டுந் தன்மையுள்ள குறிப்பிட்ட படிகவயத் தளங்களின் வெளிப்பாடாகிறது.

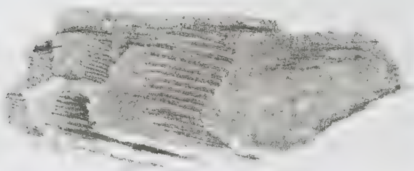
கனிமப் பிளவு தளத்தின் விளக்கத்தைப் பொறுத்துப் பின்வரும் வகைகளை அறியலாம்.

முனைப்பான கனிமப் பிளவு (eminent cleavage). கனிமம் எளிதில் பளபளப்பாகவும், வழவழப்பான பக்கங்களைக் கொண்ட பலகைகளாகவும் பிளக்கும். எ.கா. அபிரகம்.



படம் 9. சிலிக்கா சுண்ணப்பாறையில் மாங்கனீஸ் ஆக்சைடு இலைத்தளிர் வளர்ச்சி





படம் 11. சீரான கனிமப்பிளவு (அபிரகம்)

சீரான கனிமப் பிளவு (perfect cleavage). கனிமத்தைத் தட்டினால் குறிப்பிட்ட தளங்களில் எளிதில் உடைகிறது. (எ.கா: கால்சைட், ஹாலைட்.)

நடுத்தரக் கனிமப் பிளவு (medium cleavage). கனிமத்தைத் தட்டினால், அடிக்கடி பிளவுத் தளங்கள் உண்டாவதுடன் சீரற்ற முறிவுகளும் அதே அளவுக்கு உண்டாகின்றன. எ.கா. ஃபெல்ஸ்பார்.

சீரற்ற பிளவு (imperfect cleavage). சீரற்ற முறிவு தளத்தின் பின்னணியில் சிறு சிறு பட்டைப் பரப்புகள் காணப்படும். எ.கா. அப்பட்டைட், இயல் தனிமச் கந்தகம்.

மிகச் சீரற்ற கனிமப் பிளவு. பிளவே இல்லை. முறிவு மட்டுமே உள்ளது. முறிவுப் பக்கத்தில் தட்டையான பரப்புகளையே காண முடியாது. எ.கா. குவார்ட்ஸ்.

பிளவுத் தன்மையை அளப்பதுடன், இவை எந்தெந்தப் பிளவுத் தளங்களில் ஏற்படுகின்றன என்பதையும் குறிக்க வேண்டும். அபிரகம் போன்ற சில கனிமங்கள் ஒரு தளத்தில் மட்டுமே பிளக்கின்றன. பிற கனிமங்கள் இரண்டு தளங்களில் பிளக்கின்றன. பிளவின் தரம் மாறுபடக்கூடும். சான்றாக ஃபெல்ஸ்பாரின் ஒரு தளத்தில் சீரான பிளவும் பிற தளத்தில் நடுத்தரப் பிளவும் உள்ளன. சில கனிமங்கள் மூன்று தள முறிவுகளை உடையன. எ.கா. ஹாலைட், கால்சைட்.

படிக முகங்களைப் பிளவுத் தளங்களெனத் தவறாகக் கருதக்கூடும். இவற்றைப் பிரித்தறிவதற்கு, படிக முகங்களில் உள்ள மிளிர்வைவிடப் படிகப் பிளவுகளில் மிகு மிளிர்வு உண்டு என்பதைக் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும். கனிமப் பிளவு எந்தப் படிக முகத்துக்கு இணையாக இருக்கிறதோ அதை யொட்டி அது அடித்தளவய (basal), பட்டகவய (prismatic), சாய்சதுரவய (rhombohedral), கனசதுரவய, பட்டைக் கூம்புவய, எண்முகவய-பன்னிருமுகவயமாக இருப்பதாகக் கூறுவர். அடித்தளவயப்பிளவு ஒரு திசையையும், பட்டகவயப்பிளவு இரண்டு திசைகளையும், சாய் சதுரவயப்பிளவும்,

கன சதுரவயப்பிளவும் மூன்று திசைகளையும், கூம்பு வயப்பிளவும், எண்முகவயப்பிளவும் ஆறு திசை களையும் கொண்டுள்ளன. கனிமத்தைத் தெரிந்து கொள்வதற்குக் கனிமப் பிளவு பயன்படும்.

படம் 12. சீரான சாய்சதுரப் படிகப் பிளவு (கால்சைட்)

பிரிவுத்தளம் (parting). இது முறிவு, வழுக்கம், பின்னுறு (secondary), இரட்டிப்பு ஆகியவற்றால் ஏற்படும் போலிப்பிளவு ஆகும். இரட்டை ஒட மைப்புகள் (twinning lamellae) போனற குறிப்பிட்ட தளங்களில் கனிமப் பிரிவு ஏற்படும். ஆனால் கனிமப் பிளவோ குறிப்பிட்ட திசையில் கனிமப் படிகத் தின் எந்தப் பகுதியிலும் ஏற்படும்.

அரியுருவம். ஒரு குறிப்பிட்ட அமிலம், அழுத்த மிகு கொதி நீராவி, காரக் கரைசல்கள் முதலிய வற்றைச் சில தாதுக்களின் மேற்பரப்பில் படுமாறு விட்டால், பரப்பில் முகடுகளோ, சிறிய குழிகளோ உண்டாகின்றன. இவற்றின் வடிவத்தை அரியுருவம் (etch figure) என்பர். அரியுருவத்திலிருந்து சில வகைத் தாதுக்களைப் பற்றியும், அவற்றின் மூலக் கூறுகளைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

தட்டுருவம். கூர்மழுங்கிய கருவியால் ஓர் அபிரகத் தகட்டைத் தட்டினால், ஆறு கதிர்களை உடைய நட்சத்திரம் போன்ற வடிவம் அதன் மேல் தோன்றும். இதைத் தட்டுருவம் (percussion figure) என்பர். தட்டுருவின் ஆறு கதிர்களும் பட்டகத்தின் முகங் களுக்கு இணையாக உள்ளன.

முறிவுத்தன்மை. கனிமப்பிளவுத் திசையல்லாத வேறு ஏதேனும் ஒரு திசையில் கனிமத்தை உடைத் தால் கிடைக்கும் உடைந்த பக்கத்தின் தன்மைக்கு முறிவுத்தன்மை (fracture) என்று பெயர். அது பல வகைப்படும். அவை:

சங்கு முறிவு (conchoidal fracture). உடைந்த பக்கத்தின் தன்மை சங்கு போல் வழவழப்பாக வளைந்து இருக்கும். எ.கா. ஃபிளிண்ட் .

படம் 13. குவார்ட்ஸ் படிகத்தில் சங்கு முறிவு

பகுதிச் சங்கு முறிவு (sub-conchoidal fracture). சங்கு முறிவைப் போல் சீராக இல்லாமல் சங்கு முறிவை ஒத்து இருக்கும்.

ஒழுங்கான அல்லது சீரான முறிவு. இத்தகைய கனிமங்கள் சீரான பரப்புடைய முறிவுத்தளத்தை (even fracture) உடையன. எ.கா. செர்ட், ஹார்ன்ஸ் டோன்.

ஒழுங்கற்ற அல்லது சீரற்ற முறிவு. இத்தகைய கனிமங்கள் சீரற்ற பரப்புடைய முறிவுத்தளத்தை உடையன. எ.கா. குவார்ட்ஸ்.

சுள்ளி முறிவு (splintery fracture). இத்தகைய கனிமங்களில், முறிவுத் தளத்தில் சிறு சிறு குச்சிகள் பொத்துக் கொண்டு உள்ளது போல் இருக்கும். இது நார்வயமான, நீள் தண்டு போன்ற அமைப்புடைய கனிமங்களில் காணப்படும். எ.கா. டிரைமோலைட்

முள் உடைவு (hackly fracture) **அல்லது சருச்சரை முறிவு.** சொரசொரப்பான முறிவைக் குறிக்கும். எ.கா. சர்பென்டீன், செம்பு, வார்ப்பு இரும்பு.

களிமண் முறிவு. சில கனிமங்களின்களிமண்ணை உடைத்தால் ஒரு முறிவு தோன்றும். இதற்குக் களிமண் முறிவு (earthy fracture) என்று பெயர்.

இழுபடுந்தன்மை

கனிமங்களுடைய வலிமையையும் அழுத்தம் தாங்கும் பண்பையும் இழுபடுந்தன்மை காட்டும். அவை கனிமங்களின் இழுபடுந் தன்மையைப் பொறுத்துப் பல வகைப்படும். அவையாவன:

நொறுங்கும் தன்மை. எளிதில் நொறுங்கக் கூடியது. எ.கா. கந்தகம், ஃபுளோரஸ்பார்.

மென் தகடாகக் கூடியது. இதை அடித்தால் மென் தகடாக மாறும். எ.கா. இயல் தங்கம், வெள்ளி, தாமிரம்.

வளையக் கூடியது. வளைந்து அப்படியே இருக்கும்.

எளிதில் வெட்டுப்படக்கூடியது (sectile). கத்தியால் எளிதில் வெட்டலாம். எ.கா. கிராஃபைட், ஜிப்சம்.

மீட்சித் தன்மை கொண்டது. நீளக்கூடியது. பின்பு தன் இயல்பு நிலைக்கு வந்துவிடும்.

கம்பியாக நீட்டக்கூடியது. எ.கா. தாமிரம், காரீயம், துத்தநாகம்.

கடினத்தன்மை. உராய்வு அல்லது கீறலை எதிர்க்கும் தன்மைக்குக் கடினத்தன்மை என்று பெயர். பளபளப்புடைய புறப்பகுதியின் உராய்வில் ஏற்படும் பாதிப்பை வைத்துக் கனிமத்தின் கடினத் தன்மை அளவிடப்படுகிறது. கடினத்தன்மை தெரிந்த கனிமத்தைக் கொண்டு தெரியாத கனிமத்தின் மீது உராயும்போது தெரியாத கனிமத்தில் கோடு விழுந்தால், தெரியாத கனிமத்தின் கடினத் தன்மை தெரிந்த கனிமத்தின் கடினத் தன்மையைவிடக் குறைவானதாகக் கருதப்படும். 1882 இல் ஆஸ்திரேலியா கனிம இயல் அறிஞர் மோ என்பார் இந்த அடிப்படையைக் கொண்டு 1—10 வரை உள்ள கடினத் தன்மை எண் வரிசையைத் தயாரித்துள்ளார். மோவின் கடினத் தன்மை எண் வரிசை பின்வருமாறு அமைந்துள்ளது.

டால்க் 1	ஆர்தோகிளேஸ் 6
ஜிப்சம் 2	குவார்ட்ஸ் 7
கால்சைட் 3	டோபாஸ் 8
புளோரைட் 4	குருந்தம் 9
அப்படைட் 5	வைரம் 10

எளிய முறையில் கடினத் தன்மையைப் பின்வருமாறு அறிந்து கொள்ளலாம். விரல் நகத்தால் கீறக்கூடிய கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 2 க்கும் குறைவானதாகும். தாமிர நாணயத்தாலோ, பித்தளை ஊசியாலோ கீறக் கூடியதும் விரல் நகத்தால் கீற முடியாததுமான கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 2.5—3க்கும் இடையில் உள்ளது. பேனாக் கத்தியால் கீறக் கூடியதும், தாமிர நாணயத்தால் கீற முடியாததுமான கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 3.5—4.5க்குமிடையில் இருக்கும். பேனாக் கத்தியால் எளிதாகக் கீற முடியாததும் கண்ணாடியால் கீறக் கூடியதுமான கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 5—5.5க்குமிடையிலிருக்கும் எடுத்துக்காட்டாக எஃகு அரத்தால் கீறக்கூடியதாக ஆனால் கண்ணாடியால் கீறமுடியாததாக உள்ள கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 6—6.5க்கு இடையில் இருக்கும். எஃகு அரத்தால் கீற முடியாத ஆனால் கண்ணாடியைக் கீறும் கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 7—10க்கும் இடையிலிருக்கும்.

கீறலின் ஒலியைக் கொண்டும் கீறலால் பெறப்படும் தூளின் அளவைக் கொண்டும் கடினத் தன்மையை உறுதிப்படுத்தலாம். ஒலியின் அளவு அதிகரிப்பிற்கேற்ப அல்லது தூளின் அளவு குறைவிற்கேற்பக் கனிமத்தின் கடினத் தன்மை மிகுந்திருக்கும். கனிமத்தின் தனிமங்களின் வலு எண்படி கடினத் தன்மையும் மிகுதியாகும். அணுக்களின் பருமன் குறையக் குறைய, கனிமத்தின் கடினத் தன்மை மிகும்.

ஒப்படர்த்தி. ஒரு கிராம் கனிமத்தின் எடைக்கும், ஒரு கிராம் நீரின் எடைக்கும் உள்ள விகிதமே ஒப்படர்த்தி ஆகும். கனிமங்களின் ஒப்படர்த்தி பல்வேறானது. கனிமங்களைப் பிரித்தெடுப்பதில் இப்பண்பு பயன்படுகிறது. நீரின் அடர்வெண் 1. அடர்வெண்ணைக் கண்டுபிடிக்க வாக்கர் எஃகு துலாக்கோல் அல்லது ஜாலி சுருள் வில்தராசு போன்ற கருவிகள் பயன்படும். கனிமத்தைக் காற்றிலும், நீரிலும் எடைபோட்டு அதன் அடர்வெண் G-ஐப் பின்வருமாறு கணக்கிட வேண்டும்.

$$G = \omega_1 / (\omega_1 - \omega_2)$$

இதில் ω_1 = காற்றில் எடை

ω_2 = நீரில் எடை

பெரிய அளவுள்ள கனிமத் துண்டுகளுக்கு வாக்கர் கருவியையும், சிறிய துண்டுகளுக்கு ஜாலியின் கருவியையும் பயன்படுத்த வேண்டும். சிறு சிறு கனிமத் துகள்களின் அடர்வெண்ணைக் கனமான நீர்மங்களைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒளியைக் கொண்டு கனிம இயல்புகளை அறிதல்

நிறம். பல கனிமங்களை அவற்றின் நிறத்தைக்

கொண்டே அறிந்து கொள்ளலாம். உலோகவயக் கனிமங்களின் இயற்பியல் பண்புகளில் மிகவும் சார்பானது கனிம நிறம். ஆனால் பல அலோகவயக் (non-metallic) கனிமங்கள் பல நிறங்களை உடையன. கனிமங்களின் வேதியியல் உட்செறிவையும் பொறுத்து நிறம் அமைகிறது. பெரும்பாலான கனிமங்கள் பன்னிறங்களைக் கொண்டிருக்கும். எடுத்துக் காட்டாகக் குவார்ட்ஸ் கனிமத்தைக் கூறலாம். குவார்ட்ஸ் கனிமம் தூய நிலையில் நிறமற்றது (வெண்மை). ஆனால் இது பச்சை, பழுப்பு, கறுப்பு, மஞ்சள் முதலிய வண்ணங்களிலும் கிடைக்கிறது. கனிமங்களிலுள்ள மாசுகளைப் பொறுத்தும் அவற்றின் நிறம் வேறுபடுகிறது.

சில கனிமங்களைத் திருப்பிப் பார்க்கும்போது பல நிறங்கள் தென்படுகின்றன. இந்நிறங்கள் கனிமத்தின் நிறங்களல்ல. கனிமத்தின்சில உள்ளமைப்புகளால் வெள்ளை ஒளி பாதிக்கப்படுவதால் இவ்வாறு தெரிகிறது. வைரம், உபலம், லேபராடரைட் ஆகிய கனிமங்களில் வான வில்லின் நிறங்களைப் போன்று விந்தை வண்ணமாகத் (play of colours) தோன்றுவதும் செம்பு, பைரைட் போன்ற கனிமங்களின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் மிளிர்வு (irridescence) வண்ணங்களும், உபலம், நிலாக்கல் ஆகியவற்றில் காட்சி தரும் பால் மிளிர்வும், அலோகவய ஹைபர்ஸ்தீனில் உள்ள உலோக நிற மிளிர்வும் இவ்வாறே உண்டாகின்றன.

கீற்று வண்ணம் அல்லது ஒளி வரை (streak). கனிமங்களைக் கீறினால் அல்லது சொர சொரப்பான பீங்கான் கல்லில் கனிமத்தைத் தேய்த்தால் உண்டாகும் கறை அல்லது கோடு கனிமத் தூளின் நிறத்தை உடையதாகும். கனிமங்கள் கட்டிகளாக இருக்கும்போது ஒரு நிறத்தையும், பொடியான நிலையில் ஒரு நிறத்தையும் கொண்டிருக்கும். எ.கா:

கனிமம்	கனிம நிறம்	கீற்று வண்ணம்
ஹெமடைட்	கருமை	செர்ரி சிவப்பு
குரோமைட்	கருமை	பழுப்பு
ஸ்பேகலரைட்	கருமை	மஞ்சள்
சின்னபார்	சிவப்பு	இளஞ்சிவப்பு

மிளிர்வு. கனிமத்தின் மீது ஒளி பட்டு மீண்டும் எதிரொளிக்கும் தன்மை மிளிர்வு (lustre). எனப்படும். அனைத்து வகைக் கனிமங்களும் ஒரே வகையான மிளிர்வைக் கொண்டிருப்பதில்லை. கனிமங்களின் இயல்பையும் அதன் பிரதிபலிக்கும் ஆற்றலையும் பொறுத்து மிளிர்வு மாறுபடுகிறது. மிளிர்வை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை உலோக மிளிர்வு, அலோக மிளிர்வு ஆகும்.

உலோக மிளிர்வு (metallic lustre). கலீனாவின் மிளிர்வு பளபளப்பான உலோகத்தின் தன்மை வாய்ந்தது. இது உலோக வய மிளிர்வு எனப்படும்.

அலோக மிளிர்வு (non-metallic lustre). பற்பல வகையான உலோக மிளிர்வுகள் கனிமங்களில் காணப்படுகின்றன. அவை;

(அ) **கண்ணாடி மிளிர்வு**(vitreous lustre). கண்ணாடியைப் போன்ற ஒளி வீச்சைப் பெரும்பான்மையான கனிமங்கள் பெற்றுள்ளன. எ.கா. குவார்ட்ஸ். பாறை உப்பு. இவற்றை நோக்கும்போது உடைந்த கண்ணாடி ஒளி வீசுவது போல் தோன்றும். இதைப் பளிங்கு மிளிர்வு என்றும் குறிப்பிடலாம். இது சிறிது குறைவாகக் காணப்படின் குறை கண்ணாடி மிளிர்வு (sub vitreous lustre) எனலாம்.

(ஆ) **வைர மிளிர்வு** (adamantine lustre). இது வைரத்தின் ஒளி வீச்சைப் பெற்று இருக்கும். எ.கா. வைரம்.

(இ) **பிசின் மிளிர்வு** (resinous lustre). இது பிசின் போன்ற மிளிர்வைக் கொண்டு இருக்கும். எ.கா. சல்ஃபர்.

(ஈ) **முத்து மிளிர்வு** (pearly lustre). இது முத்துப் போன்ற மிளிர்வைக் கொண்டு இருக்கும்.

(உ) **பட்டு மிளிர்வு** (silky lustre). இவ்வகைக் கனிமங்கள் பட்டுப் போன்ற மிளிர்வை உடையன. எ. கா. கிரைசோடைல், கல்நார்.

(ஊ) **எண்ணெய் மிளிர்வு** (greasy lustre). எண்ணெய் போன்ற மிளிர்வை உடையது. எ.கா. நெப்ஃலீன்.

(எ) **மெழுகு மிளிர்வு** (waxy lustre). மெழுகு போன்ற மிளிர்வை உடையது. எ.கா. உபலம், சால்சிடானி.

(ஏ) **மங்கிய மிளிர்வு** (dull lustre). மிளிர்வே இராது.

சில வகைக் கனிமங்கள் ஒளியின் தன்மையைக் கொண்டு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. சிலவகைக் கனிமங்கள் ஒளி ஊடுருவும் தன்மை (transparency) உடையன. சில கனிமங்கள் ஒளி புகாத்தன்மை (opaque) உடையன. சில, அரை ஒளி ஊடுருவும் (transluscent) தன்மை உடையன.

உடனொளிர்வு (fluorescence)

உறிஞ்சி ஒளி வீசல். ஃபுளோரைட் போன்ற கனிமங்கள் புற ஊதாக் கதிர்களில் மட்டுமே ஒளிர்வுடன் மிளிரும்.

நின்றொளிர்தல் (phosphorescence). சில வகைக் கனிமங்கள் சூடேற்றுதல், தேய்த்தல், புற ஊதாக் கதிர்களுக்குக் காட்டுதல் போன்ற செய்கைகளுக்குப் பிறகு ஒளிரும் தன்மையுடையன.

கனிமம்	செய்கை	(மிளிர்வு) ஒளிரும் நிறம்
ஃபுளூரஸ்பார்	தூளாக்கிச் சூடேற்றுதல்	மிக்க பொலிவு
குவார்ட்ஸ்	தேய்த்து இருட்டிடத்தில் காணல்	பொலிவுடன் மிளிர்வு
வைரம், செம்பு	சூரிய ஒளியில் வைத்தல்	இருட்டில் மிளிர்தல்
வில்லிமைட்	எக்ஸ் கதிர்கள்	மிகை ஒளிர்வு

இயற்பியல் பண்பு வேறுபாடு

உருகுநிலை. கனிமங்கள் பல்வேறு உருகுநிலை கொண்டவை. ஸ்டிப்னைட்-525°C, நேட்ரோலைட்-965°C, ஆர்தோகிளேஸ்-1300°C, பிரான்ஸைட்-1400°C.

புறப்பரப்பு இழுவிசை (surface tension). நீர்மங்களுக்கும் தூளாக்கப்பட்ட கனிமங்களுக்கும் இடையே நிகழும் ஒட்டும் தன்மை வெவ்வேறானது. இப்பண்பைப் பயன்படுத்திக் கனிமங்களைப் பிரிக்கலாம்.

காந்தம். சில வகைக் கனிமங்கள் காந்தத்தால் கவரப்படுகின்றன. சான்றாக, மாக்னடைட் போன்ற கனிமங்கள் காந்தத் தன்மை பெற்றுள்ளன. பொதுவாக இரும்புக் கனிமங்கள் காந்தப் பண்பைப் பெற்றிருப்பினும் அனைத்து இரும்புக் கனிமங்களும் இப்பண்பைப் பெற்றுள்ளன எனக் கூற முடியாது. இரும்பற்ற மானசைட், சீரியம் கொண்டுள்ள கனிமங்கள் காந்தப் பண்பைக் கொண்டுள்ளன.

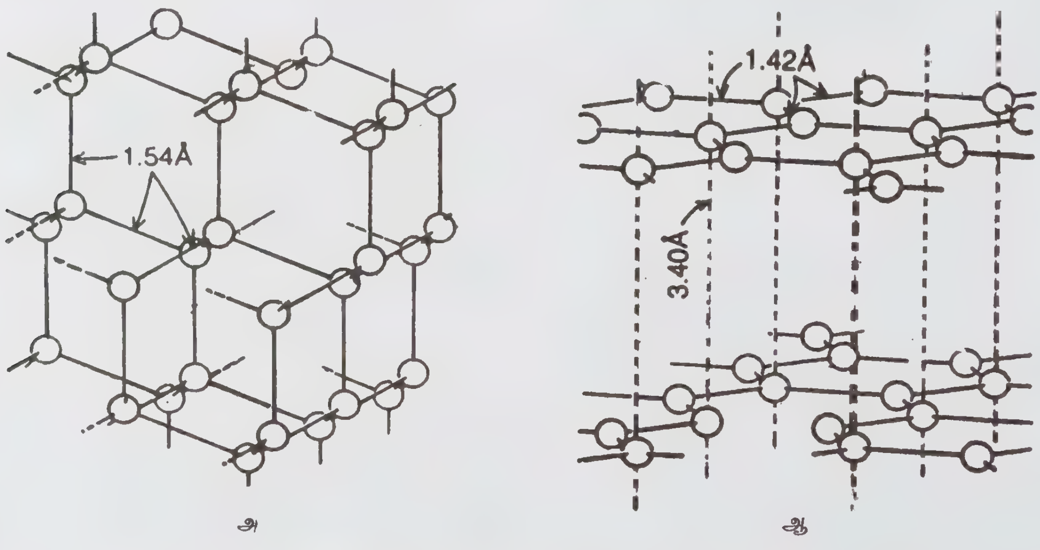
எ.கா:

காந்தப் பண்பு மிக்கவை: மாக்னடைட்; ஓரளவு காந்தப் பண்பு மிக்கவை: கைடரைட், குரோமைட், குறைந்த காந்தப் பண்பு மிக்கவை: மானசைட், டூர்மலின், காந்தப் பண்பு அற்றவை; குவார்ட்ஸ், கசிட்டரைட்.

மின்னியல் பண்பு. சிங்க்பிளண்டைத் தவிர இயற்கையில் கிடைக்கும் சல்ஃபைடு கனிமங்கள் மின் கடத்திகளாகச் செயல்படுகின்றன. டூர்மலின் என்னும் கனிமத்தை வெப்ப மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தினால், இக்கனிமம் வெப்ப மின்சாரப் பண்பை பெற்று அதன் கூரான பகுதியில் எதிர் மின்னேற்றத்தையும், மழுங்கிய பகுதியில் நேர் மின்னேற்றத்தையும் தருகிறது. இவ்வகைக் கனிமங்களை வெப்ப மின் கனிமங்கள் (pyroelectric minerals) என்பர்.

குவார்ட்ஸ் படிகத்தைச் சரியான திசையில் அழுத்தமாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தினால் மின்சாரம் உண்டாகிறது. சான்றாக, அழுத்த மின் கனிமங்கள் (piezoelectric minerals), வானொலி நிலைய அலை பரப்பிகளில் (transmitter) பயன்படுகின்றன.

கதிரியக்கம். மிகையான அணு எடையுள்ள ரேடியம், தோரியம், யுரேனியம் போன்ற கனிமங்கள் கதிரியக்கம் பெற்றுள்ளன.



படம் 14. அணுக்கட்டமைப்பு (அ) வைரம் (ஆ) கிராஃபைட் வரிசை

எ.கா: பிட்சுபிளெண்ட்.

சுவை, மணம். நீரில் கரையும் தன்மை பெற்ற சில தனிமங்கள் சுவையுடையன. சான்றாகச் சமையல் உப்பு சுவை கொண்டது. எப்சம் உப்பு கசப்புத் தன்மை கொண்டது. படிகாரம் இனிய சுவையும், சோடா, காரத்தன்மையும், சால்ட் பீட்டர்,குளிர்ந்த தன்மையும் உடையது.

ஒத்த வடிவுடைமை. வேதிச் சேர்மங்கள் வேதிப் பண்பு வேறுபாடு ஒத்த அமைப்புடைய வேதி இயை புகளையும் மிக நெருங்கிய படிக அமைப்புகளையும் உடையன. இதற்கு ஒத்த வடிவுடைமை (isomorphism) எனப் பெயர். இதை முதன் முதலில் 1819 ஆம் ஆண்டு மிட்சர்லிச் என்பார் கண்டுபிடித்தார். இதில் நேரயனி (cation), எதிரயனி (anion) இரண்டும் ஒத்து இருக்கும். இது எக்ஸ் கதிர்களின் மூலம் ஆராயப்பட்டு ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. எ.கா.

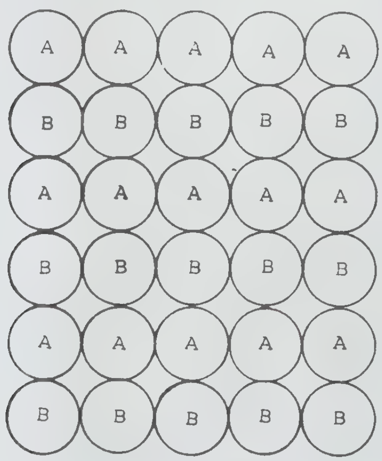
அரகோனைட்	பேரைட்
அரகோனைட் - $CaCO_3$	$CaSO_4$ - அன்ஹைட்ரைட்
விதரைட் - $BaCO_3$	$BaSO_4$ - பேரைட்
ஸ்டான்ஷியனைட் - $SrCO_3$	$SrSO_4$ - செலஸ்டைட்

பல்லுருவமாதல் (polymorphism). வேதி மூலக் கூறு படிகமாகும்போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட படி கங்கள் உண்டாகும். அவை ஒன்றுக்கொன்று மாறு பட்டுக் காணப்படும். சான்றாகக் கார்பன் பல்வேறு சூழ்நிலையில் படிகமாகும்போது வைரமாகவும், கிராஃபைட்டாகவும் கிடைக்கிறது. இது இரு அமைப் புடையது (dimorphism) எனப்படும். $CaCO_3$ படிக மாகும்போது கால்சைட்டாகவும், அரகோனைட் டாகவும் உருப்பெறுகிறது. இது மூன்று அமைப்புடை யது (trimorphism). எ.கா. ரூடைல் ஆக்டாஹெட் ரைட், புரூக்கைட்.

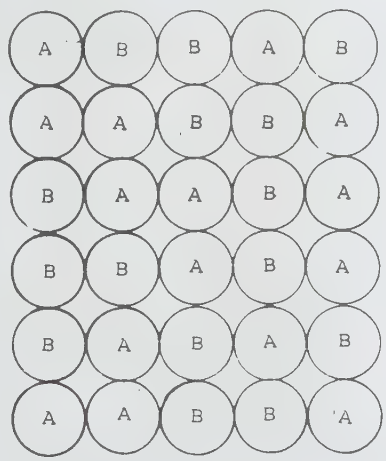
ஒத்த இரு அமைப்பு (isodimorphism). வேதிச் சேர்மங்கள் இரண்டுக்கும் மேற்பட்ட ஒத்த அமைப் புடையனவாக அதே நேரத்தில் இரு அமைப்பு (dimorphism) உள்ள பண்பைக் காட்டும். எ.கா. பைரைட், மார்க்கசைட், ஸ்மால்டைட், சஃப்லோ ரைட்.

பொய்யுரு அமைப்புடையவை (pseudomorphism). ஒரு கனிமம் இயற்கைச் சூழ்நிலையால் மாறுபட்டு வேறு அமைப்பைப் பொய்யாகப் பெற்று உண்மை யான அமைப்பைப் போல் காட்டும். இது பல வகை யாகப் பிரிக்கப்படும். ஒரு மூலக்கூறுக்குப்பதில் இன் னொரு மூலக்கூறு மாற்றப்படுவது (substitution); படிவதால் உண்டாவது (deposition); கனிமத்தில் உள்ள சிறு சிறு சந்துகளில் படிந்து மாற்றமடைவது (incrustation & infiltration); மாறுபடுதல் (alteration). இதில் வேதியியல் மூலக்கூறு மாறாமல் இருக்கும். ஒரு மூலக்கூறு இருந்த இடத்தில் புதிய மூலக்கூறு இருக்கும்; பகுதிப் பரிமாற்றம் இருக்கும். எ.கா: புதைபடிவங்கள்.

கனிமங்களின் ஒளியியல் பண்பு. எளிய முறை களால் ஒரு கனிமத்தை அறிந்து கொள்ள முடியாத போது வேதி முறைகளையும், ஒளியியல் முறைகளை யும் கையாள வேண்டும். ஒளியியல் முறையில் கனிம நுண்ணோக்கி என்னும் கருவி இன்றியமையாதது. கனிமச்சீவலை நுண்ணோக்கி மூலம் கண்டால் அதன் பண்புகளை மிகச் சிறப்பான முறையில் அறிந்து கொள்ளலாம். கனிமச் சீவலின் கனம் 0.003 மி.மீ. இருக்க வேண்டும். இது கனடா பால்சம்



வரிசை முறை



வரிசை முறையற்றது

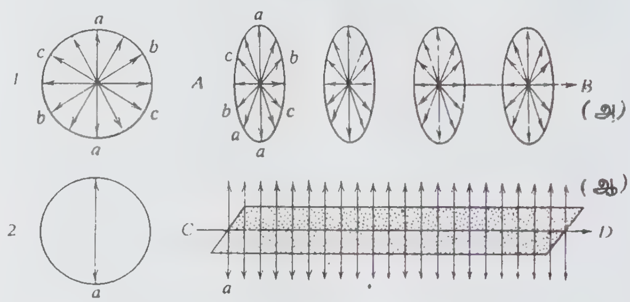
படம் 15. இருமச் சேர்மம் AB - இன் பல்லுருவக் கோட்பாட்டு விளக்கம்

என்னும் பிசினில் ஒட்டப்பட்டு இருக்கும். இதன் மேல் மெல்லிய கண்ணாடி ஒட்டப் பட்டு இருக்கும். கனடா பால்சம் என்னும் பிசினின் ஒளி விலகல் எண் 1.54. இந்த எண்ணுக்கு ஏறத்தாழ சம அளவான ஒளிவிலகல் எண்ணுடைய கனிமங்களை நுண்ணோக்கியால் காணும்போது விளிம்புக் கோடுகள் எடுப்பாக இருப்பதில்லை. இதைப் பெக் கோடு ஆய்வு மூலம் அறிந்து கொள்ள லாம். தளமுனைவாக்கப்பட்ட ஒளியால் (plane polarised light) படிக இரட்டிப்புகளையும், கனிம மாறுதல்களையும் கூட எளிதில் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. கால்சைட் என்னும் கனிமம் ஒளிக்கதிரை இரண்டாகப் பிரிக்கும் பண்பு உடையது.

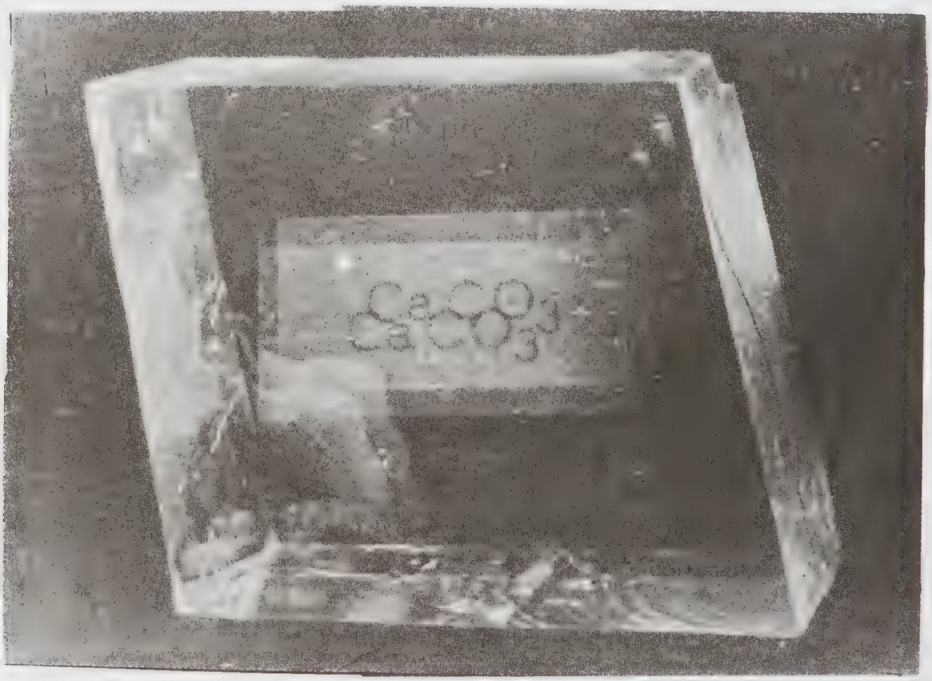
இதன் மூலம் ஒளி மாறாக் (isotropic) கனிமங்கள், ஒளிமாறும் (anisotropic) கனிமங்கள் பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம். எந்தப் பக்கத்தில் இருந்து புகுந்தாலும் ஒளிவிலகல் எண் மாறாமலே இருக்கும் கனிமங்கள் ஒளி மாறாக் கனிமங்கள் எனப்படும். இவற்றினுள் செல்லும் ஒளிக் கதிர் இரண்டாகப் பிரிவதில்லை.

ஒளியியல் அச்சுகளையும் அறிந்து கொள்ளலாம். கால்சைட் படிகத்தில் பாயும் ஒளி ஒரே திசையினூடே பாயும்போது ஒளிக்கதிர் இரண்டாகப் பிரிக்கப்படுவ தில்லை. தள அதிர்வும் அடைவதில்லை. இதுவே அக்கனிமத்தின் ஒளியியல் அச்சு (optic axis) ஆகும். இவற்றின் மூலம் ஓரச்சுக் கனிமங்கள் (uniaxial), ஈரச்சுக் கனிமங்களைக் (biaxial) கண்டறியலாம். படிக செங்குத்து அச்சுக்கும் கனிம ஒளியியல் தொடர்பு வேகங்களைக் கொண்டு கனிமங்களை நேரொளி (+), எதிரொளி (-) வயப்பட்டவை என்று இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

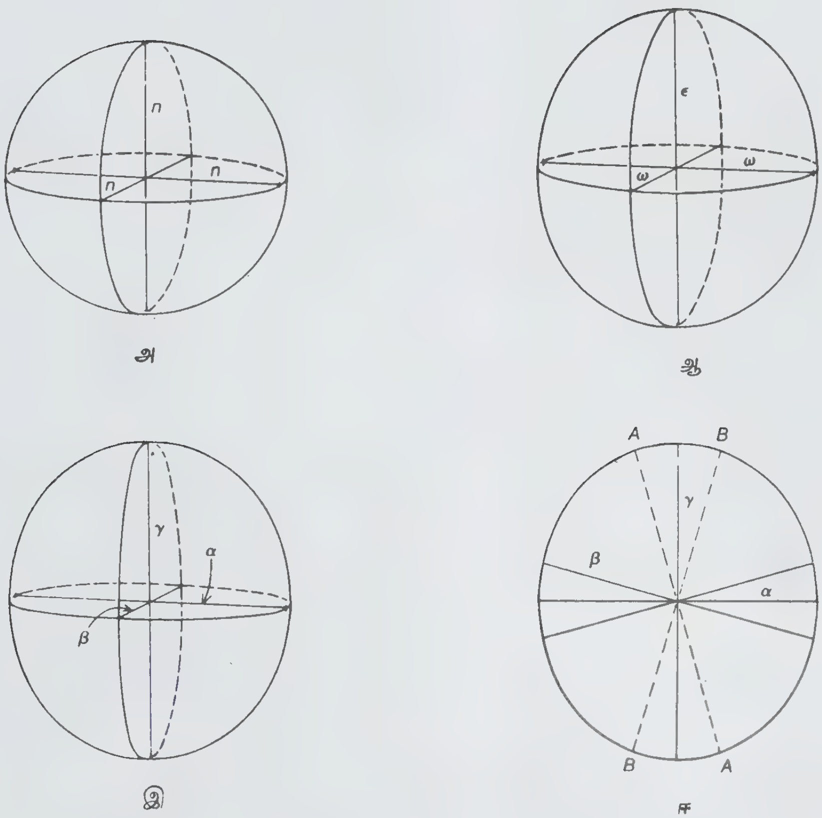
பொதுவாக நுண்ணோக்கியைக் கொண்டு ஒளிமறைவு கோணம் (angle of extinction) நேராக உள்ளதா, சாய்வாக (oblique) உள்ளதா என்பதை யும், கனிம அதிர்வு திசை நிற மாற்றம் (pleochroism)



படம் 16. (அ) இயற்கை மற்றும் (ஆ) முனைவாக்கப்பட்ட ஒளியால் ஏற்படும் அலைவு



படம் 17. ஐஸ்லாந்து ஸ்பார் படிகத்தின் இரட்டை ஒளிவிலக்கம்



படம் 18. (அ) ஒளிமாறாப்பண்பு (ஆ) ஓரச்சுக் கனிமப்பண்பு (இ) ஈரச்சுக் கனிமப்பண்பு (ஈ) நீள்வட்டத் திண்மத்தில் α,γ குறுக்கு வெட்டு

பற்றியும் அறியலாம். சான்றாக, பையோடைட் இரண்டு திசைகளிலும் அதிர் திசை மாற்றம் காட்டும். பொதுவாக நுண்ணோக்கியைக் கொண்டு சாதாரண ஒளியில் கனிமப் படிகத்தின் உருவம், கனிமப் பிளவு, நிறம், உட்கூறு, கனிம மாற்றுப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

ஒளிபுகாத தாதுக் கனிமங்களின் (ore minerals) மெல்லிய சீவல்களிலும் ஒளி புகுவதில்லை. ஆகவே இவற்றின் ஒரு பக்கத்தை மட்டும் தேய்த்துப் பளபளப்பாக்கி அப்பரப்பின் மேல் ஒளியை விழச் செய்து அதையே நுண்ணோக்கியின் மூலம் பார்த்து ஆய்வு செய்ய வேண்டும். இதற்கு ஏற்ற ஒளி அமைப்புகள் கொண்ட நுண்ணோக்கியை உலோக இயல் (metallurgical microscope) நுண்ணோக்கி என்பர். கால்சைட் போன்ற கனிமங்களை உருப்பெருக்கியின் தட்டில் வைத்து, மெதுவாகச் சுழற்றினால் மங்கிய ஒளியும், பிரகாசமான ஒளியும் மாறி மாறி வரும். இது மினுமினுப்பு (twinkling) எனப்படும். மிக வேகமாகச் சுற்றும் போது நட்சத்திரம் மின்னுவது போன்று ஒளி வீசும்.

- ப. வெங்கட்ராமன்

நூலோதி. L.G Berry and B. Mason, *Mineralogy*, W. H. Freeman & Co, San Francisco, 1961; W.E. Ford, Dana *Text Book of Mineralogy*, 4th Edition, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1985.

கனிம உப்புத் தயாரிப்பு முறைகள்

புவியின் பரப்பிலிருந்து வெட்டி எடுத்தோ, இயற்கையில் கிடைக்கும் பிற உப்புகளிலிருந்தோ கனிம உப்புகளைத் தயாரிக்கலாம். சுரங்கங்களிலிருந்து நீரில் கரையக்கூடிய உப்புகளை வெட்டி எடுத்துத் தூய்மைப்படுத்தும் செயலில் உப்பியல் (halurgy) எனப்

படும் தொழில்நுட்பம் செய்யப்படுகிறது. கரைத்துப் பிரித்தல் (leaching), ஆவியாக்குதல், படிகமாக்கல், நீரகற்றல் ஆகிய முறைகளில் இயற்கையில் கிடைக்கும் உப்புகளைப் பிரிக்கலாம். வாண்ட்' ஹாஃப்பு, குர்னகோஷி என்போர் உப்பியல் துறைக்கு அடிப்படைக் கொள்கைகளை நிறுவியோர் ஆவர்.

கடல், ஏரி, நிலத்தடி ஆகிய இடங்களில் நீரில் கரைந்த நிலையிலோ, திண்மப் படிவங்களாகவோ உப்புகள் கிடைக்கின்றன. இவ்வுப்புகளுள் முதன்மை பெற்றவை சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம் ஆகிய உலோகங்களின் குளோரைடு மற்றும் சல்ஃபேட் உப்புகளும் போராக்ஸ், சோடியம் கார்பனேட் ஆகிய உப்புகளும் ஆகும். வெட்டி எடுக்கும் முறையும், சுரங்கத்திலேயே கரைத்துப் பிரிக்கும் முறையும் பெரும்பாலும் கையாளப்படும் முறைகளாகும். திறந்த குழியில் வெட்டி எடுப்பது அல்லது எந்திரத் தண்டு முறை (shaft method) ஆகியவற்றுள் ஒன்று படிவங்களின் ஆழத்தைப் பொறுத்துச் செய்யப்படுகிறது. கார்னலைட், சில்வனைட், பாறை உப்பு ஆகியவற்றிக்கு இம்முறை சிறந்ததாகும். கரைத்துப் பிரிக்கும் முறை சோடியம் குளோரைடைப் பிரிப்பதற்குப் பயனாகிறது. ஆழ்கிணறுகளால் நீரைச் செலுத்தி உப்பைக் கரைத்து இறைப்பிகளைக் கொண்டு உப்புக் கரைசலை வெளிக்கொணரலாம்.

உப்புத் தயாரிப்பு முறையில் கீழ்க்காணும் ஒருமச் செயல் முறைகள் (unit operations) பின்பற்றப் படுகின்றன. அவை திண்மப் பொருள்களைத் தூளாக்குதல், கச்சாப்பொருள்களை மிகச் செய்தல் (beneficiation), உலர்த்தல், நீற்றுதல் (calcination), கட்டியாக்குதல் (sintering), கரைத்தல், கரைத்துப் பிரித்தல், படியவைத்தல், வடிக்கட்டல், ஆவியாக்குதல், கரைசல்களைக் குளிர்வித்தல், படிகமாக்கல் ஆகியனவாகும். இம்முறைகள் பெரும்பாலும் இயற்பியல் வழி முறைகளாகும். வடித்தல், கரைத்துப் பிரித்தல் ஆகிய முறைகளில் முறையே ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினையும், அயனிப் பரிமாற்ற வினையும் இடம் பெறுகின்றன. உறிஞ்சல் முறையில் அமில கார நடுநிலையாக்கல் வினை மையமாக உள்ளது.

உப்புத் தயாரிப்பில் பெரும்பாலான கட்டங்கள் விரவல் இயக்கத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன (diffusion - controlled).

$$u = k F \triangle C$$

u : பொருண்மை மாற்ற விரைவு

k : மாறிலி

F : வினைப்படுபொருள்களுக்கு இடைப்பட்ட பொதுப்பரப்பு

$\triangle C$: செயல் ஊக்க விசை

உப்பியலில் குறிப்பிடத்தக்க அமைப்பு நீர்ம திண்ம இடைப்பரப்பாகும். இப்பரப்பளவைக் கூடுதலாக்குவதற்குத் திண்மப் பொருளை நுணுக்கி, சன்னமான துகள்களை எந்திரவகை அல்லது வளிவகைக் (pneumatic) கலக்கிகளால் நீர்மத்துடன் கலத்தல் சிறந்த வழியாகும். பல வழிகளில் திண்மப் பொருளின் செறிவைக் கூட்டலாம். k இன் மதிப்பை உயர்த்துவதற்கு நன்கு கலத்தலும், வெப்பநிலையை உயர்த்துதலுமே நன்கறியப்பட்ட முறைகளாகும். உப்புத் தயாரிப்பிற்கும், அமிலங்கள் அம்மோனியா போன்ற பிற வேதிப் பொருள்களின் தயாரிப்பிற்கும் உள்ள சிறப்பான வேறுபாடு உப்புத் தயாரிப்பில் வினையூக்கிகள் பயன்படுத்தப்படாமையே ஆகும்.

தொகுப்பு முறையில் உப்புத் தயாரிப்பதற்கு அமிலகார நடுநிலையாக்கல் வினையே முக்கியமானது. சில உப்புகள் பிற வேதிப்பொருள் தயாரிப்பில் உடன் வினைப்பொருளாகப் பெறப்படுகின்றன. சான்றாக, நெஃபாலின் (nephaline), எனும் கனிமப் பொருளிலிருந்து அலுமினாவைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையில் சோடியம் கார்பனேட்டும், பொட்டாசியம் கார்பனேட்டும் உடன் விளைபொருள்களாகக் கிடைக்கின்றன. இரும்புவகையல்லாத உலோகப் பிரிப்புகள் சிலவற்றில் வெளியாகும் SO_2 வளிமத்தைப் பயன்படுத்திப் பல வகை வகையான சல்ஃபைட் உப்புகளைத் தயாரிக்கலாம். சல்ஃப்யூரிக் நைட்ரிக் அமிலங்களின் தயாரிப்பு முறைகளில் நைட்ரஜன் ஆக்சைடு வளிமத்தைக் கொண்டு கால்சியம் நைட்ரேட் உப்பைத் தயாரிக்கலாம். இவ்வாறு, ஒரு குறிப்பிட்ட வேதிப் பொருள் மட்டுமின்றி ஓர் உப்பும் உடன் விளைவாகக் கிடைக்கும் முறைகளால் மூலப் பொருள்களை அழிவின்றி ஒருங்கிணைத்துப் பயன்படுத்தும் கொள்கை (integral utilisation) செயல்படுத்தப்படுகிறது.

முதன்மை வாய்ந்த சில உப்புத் தயாரிப்பு முறைகள்

சோடியம் குளோரைடு. சூரிய வெப்பத்தால் கடல் நீரை உப்பளங்களில் ஆவியாக்கி உப்பைப் பெறுதல் அல்லது உப்புச் சுரங்கங்களில் மிகுந்துள்ள பாறை உப்புகளை வெட்டி எடுத்தல் எனும் முறைகளே பெரும்பாலும் கையாளப்படுகின்றன. உப்பை 150°C வெப்பநிலையில் நீரகற்றல் செய்தால் மாசுப் பொருளான சோடியம் சல்ஃபேட் உலர்த்துவதற்குச் செலுத்தப்படும் காற்றோட்டத்தில் அவ்வுப்பு அடித்துச் செல்லப்படுகிறது. உப்பு பெரும் பாளங்களாகும் வரை (caking) தடுப்பதற்குக் குறைந்த சிறும ஈரப்பதன் (critical humidity) கொண்ட மக்னீசியம் குளோரைடு கால்சியம் குளோரைடு ஆகிய உப்புகளை அகற்றுவதும் ஈரத்தை உறிஞ்சக்கூடிய மக்னீசியா, கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் ஆகிய உப்புகளைச் சேர்ப்பதும் சிறந்த வழிமுறைகளாகும்.

கிளாபர் உப்பு. ($Na_2SO_4 . 10H_2O$) வெப்ளாங்க்

முறை எனபதன் முதல்கட்டமாகச் சோடியம் சல்ஃபேட் தயாரிக்கப்படுகிறது. சோடியம் குளோரைடை அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்திச் சோடியம் சல்ஃபேட் தயாரிக்கலாம். மாறாக, ஹார்க்ரீவ்ஸ் முறையில் சோடியம் குளோரைடு கரைசலில் சல்ஃபர் டைஆக்சைடையும் காற்றையும் செலுத்தலாம். இரு வழிமுறைகளிலும் HCl அமிலம் உடன் விளை பொருளாகக் கிடைக்கிறது. காகிதத் தயாரிப்புக்குப் பயன்படும் தூய்மை குறைந்த சோடியம் சல்ஃபேட்டை, சோடியம் கார்பனேட்டுடன் கந்தகத்தைக் கலந்து காற்றில் சூடற்றிப் பெறலாம்.

சோடியம் பைசல்ஃபைட். ($NaHSO_3$) இது சோடியம் கார்பனேட் (சலவைச் சோடா உப்பு) கரைசலில் வளிமத்தைச் செலுத்தித் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$2Na_2CO_3 + 2H_2O + 4SO_2 \rightarrow 4NaHSO_3 + 2CO_2$$

நிறநீக்கம் செய்யப் பயன்படும் இவ்வுப்பைப் பெற, சோடியம் பென்சீன் சல்ஃபனேட்டைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் கலந்து உருக்குவதும் எளிய தயாரிப்பு முறையே ஆகும்.

சோடியம் ஹைட்ரோசல்ஃபைட் ($Na_2S_2O_4$). அச்சுத் தொழிலிலும் சாயத் தொழிலிலும் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கியாகப் பயன்படும் இவ்வுப்பைத் தயாரிப்பதற்குச் சோடியம் ஹைட்ரோசல்பைட் கரைசலைத் துத்தநாகம் கொண்டு ஒடுக்குதல் எளிய முறையாகும். தனித்த நிலையிலுள்ள அமிலத்தில் ஒரு நடுநிலையாக்கச் சுண்ணாம்பைக் கலக்கலாம். இதன் தொடர் விளைவால் உண்டாகும் துத்தநாகம் வடிகட்டிப் பிரிக்க வசதியாக வீழ்படிவாகிறது.

$$2NaHSO_3 + H_2SO_3 + Zn \rightarrow$$
$$ZnSO_3 + Na_2S_2O_4 + 2H_2O$$

கருஞ் சாம்பல் (Black ash-Na_2S). தோல் பதனிடுதலில் தோலிலிருந்து முடியை அகற்றப் பயன்படும் இப்பொருளைத் தயாரிக்க, சோடியம்சல்ஃபேட்டைத் தூளாக்கப்பட்ட நிலக்கரியுடன் சூடேற்ற வேண்டும்.

$$2Na_2SO_4 + 4C \xrightarrow{850°C} 2Na_2S + 4CO_2$$

ஹைப்போ (சோடியம் தயோசல்ஃபேட்) ($Na_2S_2O_3$) புகைப்படத் தொழிலில் சுருளின் ஒளிபடாத பகுதிகளிலிருந்து வெள்ளி ஹாலைடு உப்புகளைக் கரைத்துப் பிரிப்பதற்குப் பயனாகும் ஹைப்போவைத் தயாரிப்பதற்குச் செறிவூட்டிய சோடியம் சல்ஃபைட் கரைசலைச் சல்ஃபருடன் பீங்கான் பூச்சுக் கொண்ட இரும்புத் தொட்டிகளில் சூடேற்றிக் குளிர்விக்க வேண்டும்.

சோடியம் நைட்ரைட் ($NaNO_2$). அம்மோனியாவை அமில வாங்கு முறைப்படி ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து பெற நைட்ரிக் ஆக்சைடு வளிமத்தைச் சோடியம் கார்பனேட் கரைசலில் செலுத்திச் சோடியம் நைட்ரைடைப் பெறலாம். இவ்வுப்பு சாயத் தொழிலின் முதன்மையான மூலப் பொருளாகும்.

$$2Na_2CO_3 + 4NO + O_2 \rightarrow 4NaNO_2 + 2CO_2$$

சோடியம் அமைடு ($NaNH_2$). இது வீரியம் மிக்க நீரகற்றல் பொருளாகப் பயன்படும். சோடியம் அமைடைப் பெற 300°C வெப்பநிலையில் சோடியத்தை நீர்மநிலை அமோனியாவில் கரைக்க வேண்டும்.

$$2NH_3 + 2Na \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

சோடியம் சிலிகேட் (Na_2SiO_3). கரையும் கண்ணாடி (water glass) எனப்படும் இவ்வுப்பு,பெருமளவில் ஒட்டுவிப்பியாகப் பயன்படுகிறது. சலவைத்தூள் தயாரிப்பிலும் இடம் பெறும் இதைத் தயாரிப்பதற்குச் சோடியம் கார்பனேட்டையும் சிலிகாவையும் (மணல்) கலந்து அக்கலவையை 1300°C வெப்ப நிலைக்கு உருக்க வேண்டும்.

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

இதன் வாய்பாடு நிலையானதன்று. $Na_2O.nSiO_2$ எனும் அமைப்பில் n இன் மதிப்பு 2-3.2 வரை இருக்கக்கூடும். இவ்வினையின் விளைபொருளில் சிறிது பச்சை நிறம் கலந்திருக்கும். ஏனெனில் மூலப் பொருள்களில் இடம் பெறும் இரும்பு உப்புகள் வினை விளைபொருளிலும் தொடர்ந்து இடம் பெறுகின்றன.

பொட்டாசியம் குளோரைடு (KCl). கலிபோர்னியாவிலுள்ள ட்ரோனாவிலும் ஜெர்மனியின் ஸ்ட்ராஸ்ஃபாட்டிலும் உப்பு நீர் ஏரிகள் உள்ளன. அவற்றுள் KCl மலிந்துள்ளது. இத்தயாரிப்பில் பல ஒருமச் செயல் முறைகளும் ஓரிரு ஒரும வினைமுறைகளும் செயல்படுத்தப்படுகின்றன.

பொட்டாசியம் நைட்ரேட் (KNO_3). வெடி மருந்து, கண்ணாடி, உரம் ஆகியவற்றைத் தயாரிக்கப் பயன்படும் இவ்வுப்பு, சோடியம் நைட்ரேட்டைப் பொட்டாசியம் குளோரைருடன் இரட்டைச் சிதைவுக்குட்படுத்திப் பெறப்படுகிறது.

$$NaNO_3 + KCl \rightarrow NaCl + KNO_3$$

மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நூலோதி. I.P. Mukhloyov, *Chemical Technology*, Part 2., Mir Publishers, Moscow, 1979.

கனிம உரங்கள்

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு 16 தனிமங்கள் தேவைப் படுகின்றன. கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ், பொட்டாசியம், கால்சியம் மக்னீசியம், சல்ஃபர், இரும்பு, மாங்கனீஸ், துத்த நாகம், செம்பு, போரான், மாலிப்டினம், குளோரின் ஆகிய தனிமங்களைக் குறை மற்றும்நிறை அளவில் அளிக்கக் கூடிய பொருள்களுக்கு உரங்கள் என்று பெயர். இயற்கையாகக் கிடைக்கக்கூடிய சிலபொருள் கள் எந்த நிலையில் கிடைக்கின்றனவோ அதேநிலை யையும்அப்பொருள்களைச் சில மாற்றங்களுக்கு உட் படுத்திய பிறகு கிடைக்கும் பொருள்களையும் உழவர் உரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். எடுத்துக்காட் டாக நார்ச்செடி (hemp), தக்கைப்பூண்டு (daincha), கொளுஞ்சி, பில்லிப் பயறு (pilli pesera) ஆகிய தாவரங்களை நிலத்தில் பயிர் செய்து, அச்செடிகள் பூக்கும் போது அவற்றை அந்நிலத்திலேயே மடக்கி உழுது உரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். இத்தாவரங் களுக்குப் பசுந்தாளுரப் பயிர் என்று பெயர். மேலும் கிளைரிசீடியா, புங்கை, பூவரசு போன்ற மரங்களின் தழைகளை வெட்டி நிலத்திற்கு உரமாகப் பயன் படுத்துவர். இத்தகைய உரங்களுக்குத் தழையுரம் என்று பெயர்.

தழையுரங்களைத் தவிர, பழங்காலத்திலிருந்தே உழவர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த பிறிதோர் உரம் தொழு உரம் ஆகும். மாட்டுச் சாணம், சிறுநீர் தொழுவங்களில் கிடைக்கும் கழிவுத் தீவனங்கள் வீட்டிலும் அதன் சுற்றுப் புறங்களிலுமிருந்து நாளும் கூட்டித் தொகுக்கப்படும் குப்பை கூளங்கள் ஆகிய வற்றை ஓரிடத்தில் தேக்கி வைக்க, நாள் பல கழிந்த பின் இப்பொருள்கள் பல மாற்றங்கள் அடைந்து அளவில் குறைந்து இருக்கும். அதாவது இப்பொருள் கள் யாவும் மட்கி விடும்.இப்பொருளைத் தொழுஉரம் என்பர்.

பண்ணையில் கிடைக்கும் தாவரக் கழிவுப் பொருள்களாகிய கருக்காய், (discolped grains) கரும்புத் தோகை, கரும்புச் சக்கை, உலர்ந்து உதிர்ந்த இலைகள் முதலியவற்றில் கார்பன் மிகுந்த அளவில் இருக்கும். இப்பொருள்களைக் குழிகளில் இட்டுச் சில நாள் வைத்திருந்தால் அவை மட்கிய நிலையை அடைகின்றன. இப் பொருளுக்கு, கம்போஸ்ட் (compost) என்று பெயர்.

எண்ணெய் வித்துகளாகிய நிலக்கடலை, எள், தேங்காய், ஆமணக்கு முதலியவற்றின் விதைகளி லிருந்து எண்ணெயை நீக்கிய பிறகு கிடைக்கும் பொருளுக்குப் பிண்ணாக்கு என்று பெயர். இதில் பயிர் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சில தனிமங்கள் உள்ளன. தழையுரம், தொழுஉரம், கம்போஸ்ட், பிண்ணாக்கு ஆகிய பொருள்களில் கார்பன் நிறைந்து இருக்கும். அத்துடன் பயிரின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய பல தனிமங்களும் பல்வேறு அளவில் இருக்கும். இத் தகைய பொருள்களே கனிம உரங்கள் எனப்படு கின்றன.

தழையுரம். உரமாகப் பயன்படுத்துவதற்கென்றே ஒரு தாவரத்தைப் பயிரிட்டு நிலத்தில் மடக்கி உழு தால் அப்பயிருக்குப் பசுந்தாள் உரப் பயிர் என்று பெயர். பசுந்தாளுரப் பயிர் குறைந்த காலத்தில் நன்கு வளர்ந்து நிறைந்த தழைகளைக் கொடுக்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். மேலும், அப்பயிர் அவரை இனத்தைச் சேர்ந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும். ஏனென்றால் அவரை இனத் தாவரங் களின் வேர் முண்டுகளில் ரைசோபியம் எனப்படும் பாக்ட்டீரியா உள்ளன. அவை காற்றில் தனிம நிலையிலுள்ள நைட்ரஜனை உட்கவர்ந்து வேர் முண்டுகளில் நிலைப்படுத்துகின்றன. ஆகவே அவரை இனத் தாவரங்கள் பயிரிடப்படும் நிலத்தில் நைட் ரஜன் சத்து அதிகரிக்கும்.

தழையுரத்தால் மண்ணிற்கு ஏற்படும் நன்மைகள். வெப்பநாடுகளில் உள்ள மண்ணில் நைட்ரஜன் சத்துக் குறைவாக உள்ளது. இக்குறையைச் சீர் செய்ய அவரை இனத் தாவரத்தைச் சேர்ந்த பசுந்தாள் உரப் பயிர்களைப் பயிர் செய்தால் மண்ணில் தழைச் சத்து அதிகரிக்கும். சணப்பு, தக்கைப்பூண்டு, பில்லிப் பயறு, கொளுஞ்சி முதலியவை தமிழ்நாட்டில் பயிரிடப்படும் சில முக்கிய தழையுரப் பயிர்களாகும்.

தொழு உரம். நீண்ட காலமாக உழவர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் உரம், தொழு உரம் ஆகும். மானாவாரி நிலங்களுக்குப் பெரும்பாலும் இடப்பட்டு வரும் உரம் தொழு உரம் ஆகும். மாட்டுச் சாணம், சிறுநீர், கழிவுத் தீவனங்கள், குப்பை, கூளங்கள் ஆகியவற்றைக் குழிகளில் இட்டு மட்கும்படிச் செய்து தொழு உரம் தயாரிக்கப் படுகிறது. நிலத்திற்குத் தொழு உரம் இடும்போது பின் வரும் விதிமுறைகள் கடைப்பிடிக்கப்பட வேண்டும். பயிர் விதைப்பு அல்லது நடவுக்குச் சில நாள் முன்னரே தொழு உரத்தை நிலத்தில் இடவேண்டும். இட்ட பின் உடனடியாக உழுது மூட வேண்டும். தொழு உரத்தில் பொதுவாக பாஸ்ஃபரஸ் சத்து மிகவும் குறைவாக இருக்கும். ஆகையால் தொழு உரம் இடும்போது சூப்பர் பாஸ்ஃபேட் என்னும் செயற்கை உரத்தையும் நிலத்திற்கு இட வேண்டும்.

கம்போஸ்ட். மட்கிய கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள் களுக்குக் கம்போஸ்ட் என்று பெயர். கம்போஸ்ட் தயார் செய்வதற்கு முதன் முதலில் பயன்படுத்தப் பட்ட முறை இந்தூர் முறையாகும். தற்போது இம் முறைக்குப் பதிலாகப் பெங்களூர் முறை நடைமுறை யில் உள்ளது. இந்தூர் முறையில் பெரும்பாலும் வளிவேண்டும் பாக்டீரியாக்கள் (aerobic bacteria) குப்பையை மட்கும்படிச் செய்கின்றன. ஆனால் பெங்களூர் முறை, குப்பையை மட்கச் செய்து, தொடக்கத்தில் வளிவேண்டும் பாக்டீரியாவும்

பின்னர் வளிவேண்டாப் பாக்டீரியாவும் பெறுவது (anaerobic bacteria) ஆகும்.

கனிம உரங்கள் இடுவதால் நிலத்திற்கு ஏற்படும் நன்மைகள். கனிம உரங்களிடுவதால் நிலத்திலுள்ள மட்கிய கரிமப் பொருளின் அளவு அதிகரிக்கும். மண்ணின் இயற்பியல் தன்மையை மாற்றி அமைக்கலாம். கனிம உரங்கள் மண்ணில் நுண்ணுருண்டைகளைத் தோற்றுவிக்கும். கனிம உரங்கள் மணற்பாங்கான நிலங்களில் ஈரம் காக்கும் தன்மையையும், களிமண் நிலத்தில் நீரை ஊடுருவிச் செல்ல அனுமதிக்கும் தன்மையையும் அதிகரிக்கும். கனிம உரங்கள் இடுவதால் நுண்ணூட்டச் சத்துகளின் பற்றாக்குறை ஏற்படுவதைத் தவிர்க்கலாம்.

- த. இராமலிங்கம்

நூலோதி. Mark M. Jones et. al., *Chemistry, Man and Socity*, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1980.

கனிம உர வகைகள்

பயிர் வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவையும், மிகு விளைச்சலை ஒரே சீராகப் பெறுவதற்காக மண்ணில் கலக்கப்படுபவையுமான உப்புகள் கனிம உரங்கள் எனப்படுகின்றன. பல்வேறு பயிர் வகைகளில் அறுபதுக்கும் மேற்பட்ட தனிமங்கள் இடம் பெற்றிருப்பினும் கார்பன், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், பொட்டாசியம், பாஸ்ஃபரஸ் ஆகிய சில தனிமங்களே பெருமளவில் இடம்பெறுகின்றன. இவற்றுள் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியனவற்றைக் காற்றிலிருந்தும், நீரிலிருந்தும் ஒளிச் சேர்க்கை மூலம் தாவரங்கள் பெறுகின்றன. நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ், பொட்டாசியம் ஆகியன பயிரின் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு அடிப்படையாவதுடன் நோய்த் தடுப்புக்கும் உதவுகின்றன. தீவிர வேளாண்மை முறைகள் மண்ணின் ஊட்டச்சத்துகளை விரைவில் அகற்றிவிடுவதால், ஈடு செய்யும் வகையில் இயற்கை எரு அல்லது செயற்கை உரம் சேர்க்க வேண்டியுள்ளது. பெருமளவில் பயன்படுவதால் கனிம உரங்கள் மிலியன் டன் அளவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

கனிம உரங்களின் வகையீடு, மண்ணின் வேதியியலில் அவற்றின் பங்கு, ஊட்டச்சத்துகளின் எண்ணிக்கை, வகை, அவற்றின் இயற்பியல் இயைபியப் பண்புகள், நிலநீரில் கரையும் தன்மை, தயாரிப்பு முறைகள் ஆகிய காரணிகளைப் பொறுத்துக் கனிம உரங்களை நேரடி உரங்கள் மற்றும் மறைமுக உரங்கள் என வகையிடலாம். நேரடி உரங்களில் பயிர்களால் நேரடியாகத் தன்மயமாக்கிக் கொள்ளவல்ல ஊட்டச்சத்துடைய சேர்மங்கள் இடம் பெறுகின்றன. மண்ணின் வேதி, உயிரிய மற்றும் இயற்பியல் பண்புகளைத் தரமாக்கவல்ல பொருள்கள் மறைமுக உரங்களுள் இடம் பெறுகின்றன. தூளாக்கப்பட்ட டோலமைட், சுண்ணாம்புக்கல், ஜிப்சம் ஆகியன மறைமுக உரங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

நேரடி உரங்களுள் எளிய (simple), இரட்டை (double) மற்றும் மூன்று (triple) உரங்கள் என உட்பிரிவுகள் உள. எளிய உரங்களில் ஊட்டச்சத்துத் தனிமம் ஒன்றுமட்டுமே இருக்கும். ஊட்டச் சத்துத் தனிமங்கள் இரண்டையோ, மூன்றையோ, உள்ளடக்கிய உரங்கள் முறையே இரட்டை மற்றும் மூன்று உரங்கள் எனப்படுகின்றன. ஊட்டச்சத்துகள் யாவும் கொண்ட உரங்கள் முழுமையான உரங்களாகும்.

பயிர் வளர்ச்சிக்கு மிக நுண்ணிய அளவில் மட்டுமே தேவைப்படும் போரான், மாங்கனீஸ், துத்தநாகம், தாமிரம் போன்ற தனிமங்கள் நுண்ணூட்ட உரங்களில் உள்ளன. பல்வேறு உரங்களைக் கலந்து, பல ஊட்டச்சத்துகளைக் கொண்ட உரக்கலவையைத் தயாரிக்கலாம். மாறாக, வேதி வினைகளால் பல ஊட்டச் சத்துக் கொண்ட அணைவு உரங்களைத் (complex fertilisers) தயாரிக்கலாம்.

உரங்களை மண்ணின் ஈரத்தில் கரையும் திறன் அடிப்படையில் நீரில் கரையவல்லன மற்றும் மண்ணுறை அமிலத்தில் கரையவல்லன எனப் பாகுபடுத்தலாம். நைட்ரஜன் மற்றும் பொட்டாஷ் கொண்ட உரங்கள் நீரில் கரைவனவாகும். இவை பயிர்களால் எளிதில் உறிஞ்சப்படுகின்றன; மேலும் தன்வயமாக்கப்படுகின்றன. ஆனால், இவை மண்பரப்பிலுள்ள நீரால் எளிதில் அடித்துச் செல்லப்படவும் வாய்ப்புக் கொண்டவை. பாஸ்ஃபேட் வகை உரங்கள் மண்ணின் அமிலங்களில் கரையக்கூடியன. அவை மெல்லக் கரைவனவெனினும் மண்ணில் நீண்டு, நிலைத்து நிற்கக்கூடியனவாகும். உயிரியப் பாதிப்பு அடிப்படையில் உரங்களை உயிரிய அமில வகை, உயிரிய காரவகை, உயிரிய நடுநிலை வகை எனப் பிரிக்கலாம். நடுநிலை வகை உரங்கள் மண்ணில் அமில-காரத்தன்மையை மாற்றுவதில்லை.

வெளித்தோற்றத்தைக் கொண்டும் உரங்களை, தூள்வடிவம் கொண்டவை, ரவை வடிவம் கொண்டவை எனப் பகுக்கலாம். ரவை வடிவ உரங்கள் ஈரத்தை உறிஞ்சும் பண்பு குறைந்தவை. இவை சேமிப்புக் கிடங்குகளில் கட்டிகளாக இறுகுவதில்லை. மண்ணிலிட்ட பின்பு தன்மைமாற்றம் அடைவதில்லை; மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்படாமல் மண்ணில் நிலைத்து நிற்கக் கூடியவை. கால்சியம் சூப்பர் பாஸ்பேட், அமோனியம் நைட்ரேட், பொட்டாஷ் ஆகியன கனிம வகை உரங்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

-மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நூலோதி. J.P.Mukhlyonov, *Chemical Technology* Vol. 2, Mir Publishers, Moscow, 1979.

கனிமக் கட்டமைப்பு

கனிமத்தில் ஒரு தொகுதி அயனிகள் மற்றொரு தொகுதி அயனிகளுடன் சேர்த்துக் கட்டப்பட்டிருக்கும் விதம் கனிமக் கட்டமைப்பு ஆகும். கனிமத்தின் திட்டமான வேதியலடக்கம் பற்றிய குறிப்பும் அதன் படிகக்கட்டமைப்பும் ஒரு கனிமத்தை அது இன்ன வகையான கனிமம் என்று வரையறுக்கப் போதுமானவையாக உள்ளன. கனிமத்தின் ஏனைய இயல்புகள் அனைத்தும் இவ்விரு பண்புகளின் அடிப்படையில் தோன்றியமையால் கனிமக்கட்டமைப்பை அறிவதால் கனிமத்தின் இயல்புகளைப் பற்றிய தெளிவான அறிவைப் பெறலாம்.

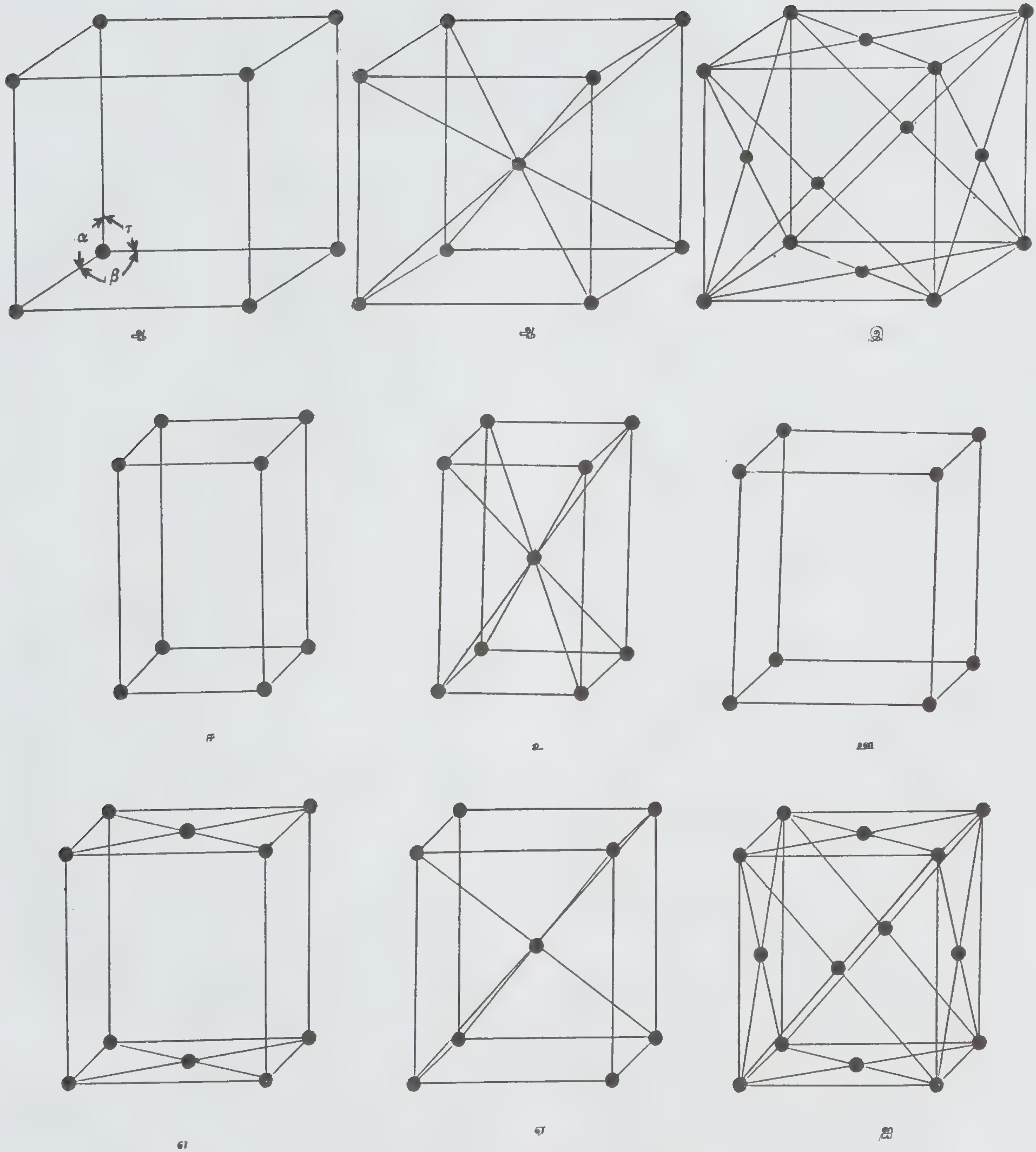
கனிமத்தின் இயைபை (composition) அறிய முதலில் தனிமங்களின் பண்புகளைக் காட்டும் வேதிப் பகுப்பால் அக்கனிமத்தில் என்னென்ன தனிமங்கள் அடங்கியுள்ளனவென்பதைத் தோராயமாகக் கண்டுபிடிக்கவேண்டும். பின்பு திட்டஅளவைமுறை வேதிப் பகுப்பால் அதன் முழு இயைபையும் பகுத்தறிய வேண்டும். கனிமத்தைச் சிதைத்துக் கரைத்து வேதியல் பகுப்பாய்வு செய்யாமல், தற்காலத்தில் எக்ஸ் கதிர் ஒளிர்வுமுறை வேதியல் பகுப்பும், நிரலியல் பகுப்பும், எதிர்மின் நுண்ணுருப்பெருக்கப் பகுப்பும் வேதி இயைபைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகின்றன. சில வகையான வேதிப் பகுப்பு முறைகளால் நேரடியாகக் கனிமக்கட்டமைப்புப் பற்றிய உண்மைகள் வெளிப்படுகின்றன.

மோஸ்பாயர் எக்ஸ் கதிர் மலர்ச்சி முறையால் கனிமப் பகுநிப்பொருள்களின் இணைதிறனையும் (valency) கனிமங்களில் உள்ள தனிமங்களின் இடவெளி முன்னுரிமையையும் அறியலாம். அணுக்கரு மின்காந்த அலைஅதிர்வு முழுக்கப் பகுப்பால் கனிமங்களின் அலகறையில் (unit cell) உள்ள தனிமங்களின் இடமுன்னுரிமையைப் பற்றி அறியலாம். மேலும் அகச்சிவப்புக் கதிரலைக் கவர்ச்சி (infra red rays wave attraction) முறையால் கனிமங்களிலும், கரைசல்களிலும் உள்ள தனிமத் தொகுதிகளின் கட்டமைப்பு நிலைகளைப் பற்றி அறியலாம். எனவே வேதிப் பகுப்பின் மூலம் கனிமக் கட்டமைப்பையும், கட்டமைப்பை ஆராய்வதால் இயைபையும் அறியலாம். இதனால் கனிமத்தின் இயல்புகள் தெளிவாகின்றன. கனிமக் கட்டமைப்பு வேதியலணுக்களுக்குரிய இடங்களையும் இயல்புகளையும் உருவாக்குவதில் தனித்தன்மை பெறுகிறது.

கனிமங்கள் திட்டமான வேதியமைப்புடனும் ஒருபடித்தனவாயிருப்பதால் பெரும்பாலான கனிமங்கள் படிகத்தன்மை வாய்ந்தனவாக உள்ளன. இக்கனிமப் பொருள்களில் படிக முகங்கள் சரிவர வளரவில்லையானாலும், அவற்றின் உள்ளமைப்பு, படிகத் தன்மை வாய்ந்தும், அணுக்கள் ஒழுங்கான முறையில் அலகறை இடவெளிகளில் அமைந்தும் காணப்படுகின்றன. படிகத் தன்மை வாய்ந்த கனிமங்களின் அடிப்படைத் துகள் மிகச் சிறிய படிகங்களால் உண்டாகியிருக்கும். அப்படிகங்கள் குறிப்பிட்ட வடிவியல் உருவைப் பெற்றிருக்கும். படிக முகங்கள் தளங்களுடன் காணப்படும். இம்முகத் தளங்கள் உட்புறமாகத் துகள்கள் ஒழுங்கில் அமைந்து வளர்ந்திருக்கும் தன்மையைக் காட்டும். படிக முகங்களின் அமைப்பு நிலையும், அமைந்துள்ள திசைப்புலனும் படிக அச்சுகளைக் குறிப்பிட்ட வீதத் தொடர்பில் வெட்டுவனவாக அமையும். இவ்வீதத்தொடர்பைக் கொண்டு படிக முகங்கள் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. படிகக்கட்டமைப்பால் அணுத்திரள்தொகுதிகள் தொடர்ந்து ஒரே மாதிரியாக அமைந்து சீரான ஒழுங்கான பல முகங்களைக் கொண்ட படிக உருவை உண்டாக்கும். ஒரு படிகம் ஓர் அச்சில் சுழலும்பொழுது ஒத்த படிக முகங்கள் அல்லது நிலைகள் மீண்டும் மீண்டும் தோன்றி அமையும். அச்சுருவ நிலை, அப்படிகத்தின் ஒழுங்கான அக அணு வமைப்பைக் காட்டும்.

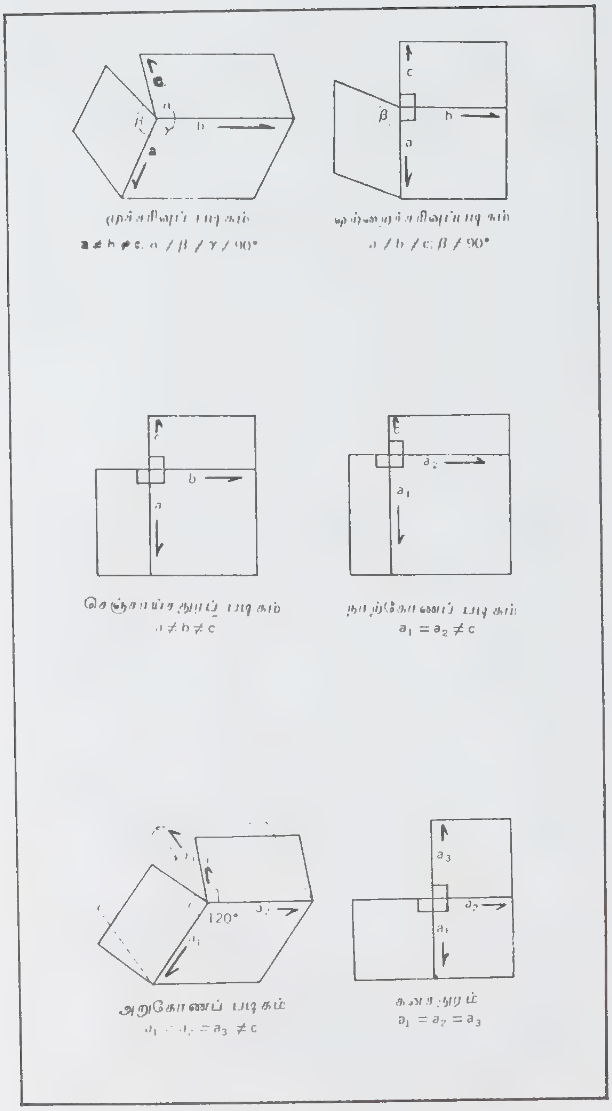
படிகத்தின் அணு அமைப்பு ஒழுங்கான முறையில் பின்னப்பட்ட தட்டிகள் போன்று தொடர்ந்து ஒரே மாதிரியாகத் தோன்றி உருவாகியிருக்கும். அவ்வாறு அமைந்துள்ள தட்டியிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் மற்றொரு தட்டியிலுள்ள புள்ளிக்குச் சர்வசமமுடையது. இவ்வமைப்பு படிக அணிக்கோவை (lattice) எனப்படுகிறது. படிக அணிக்கோவை முப்பரிமாணமுடையது. அலகறையிலுள்ள இடவெளியில் அணிக்கோவை ஒழுங்கான முறையில் இணையிணையாக இடநிலைபெயரும் அணு அமைப்புடன் கூடியிருக்கும். இவ்வாறாகப் பதினான்கு வகையான அணிக்கோவைகள் உள்ளன (படம்-1). படிகக் கட்டமைப்பில் 230 வகை அணு அமைப்புக் கோலங்களை ஒருபடித்தான இடவெளி வரிசை முறையில் அடுக்கலாம். இவ்வாறு அடுக்கிய முறை ஒவ்வொன்றையும் இடவெளிக் குழுவாகக் கூறுவர். இம்முறையால் கனிமக் கட்டமைப்புகளைப் பலவகையாகப் பிரித்து இனம் காணலாம்.

கனிமப் படிகங்களைப் படிகமூவச்சுச் சாய்வு நிலை, படிக ஒரச்சுச் சாய்வுநிலை, படிகச் செங்குத்தச்சு நிலை, படிக நாற்கோணச் செங்குத்தச்சுநிலை, படிக அறுகோணச் செங்குத்தச்சுநிலை (திரிகோண மற்றும் சாய்சதுர உட்பிரிவுப் படிக நிலைகளை உள்ளடக்கியது), கனசதுரப்படிகநிலை என ஆறு வகையாகப் பகுக்கலாம். நுண்துகள் படிக நிலைகள் படிகக் கட்டமைப்பு அலகறைகளாகக் கருதப்படும். இக்கட்டமைப்புக்குரிய அலகறை ஒவ்வொன்றிலும் குறிப்பிட்ட முழு எண்ணிக்கையுள்ள அணுக்கள் அடங்கியிருக்கும். இப்படிக நிலைகளையும் அவற்றை இனம் காணும் வரையறைகளையும் படம்-2 வெளிப்



படம் 1. பிராவைஸ் இடவெளிப்படிக அணிக்கோவை

அ) எளிய கனசதுர அணிக்கோவை (ஆ) உடல் மையக் கனசதுர அணிக்கோவை (இ) முகமையக்கனசதுர அணிக்கோவை (ஈ) நாற்கோணப்படிக அணிக்கோவை (உ) செங்குத்தச்சுப்படிக அணிக்கோவை (ஊ) அடித்தளமையச் செங்குத்தச்சுப்படிக அணிக் கோவை (எ) உடல்மையச் செங்குத்தச்சுப்படிக அணிக் கோவை (ஏ) முகமையச் செங்குத்தச்சுப்படிக அணிக்கோவை (ஐ) ஓரச்சுச்சாய்வு நிலைப் படிக அணிக்கோவை (ஒ) அடித்தள மைய ஓரச்சுச்சாய்வு நிலைப் படிக அணிக்கோவை (ஓ) மூவச்சுச் சாய்வு நிலைப் படிக அணிக்கோவை (ஔ) திரிகோணப்படிக அணிக்கோவை (ஃ) அறுகோணப்படிக அணிக்கோவை



படம் 2. ஆறுவகையான படிகநிலைகளின் அலகு வடிவங்கள்

படுத்தும். இந்த ஆறு படிக நிலைகளிலும் 32 வகையான படிக மாதிரிகள் அமைவதைக் கணித மரபு வழிமுறையின் மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒருகுறிப்பிட்ட கனிமத்தைச் சார்ந்தஅனைத்துக் கனிமங்களும் ஒரே வகையான இருமுக இடைக் கோணங்களைக் குறிப்பிட்ட முகங்களுக்கு இடையே கொண்டிருக்கும். இதனால் அக்கனிமங்களின் மீது பட்டுச் சிதறும் எக்ஸ்-கதிர்கள் குறிப்பிட்ட வகையான சிதறல்கோலங்களைக் கொடுக்கும். இக்கோலங்களைக் கொண்டு அக்கனிமத்தின் அலகறைப் பருமனையும், உருவத்தையும், இடவெளிக் குழுவையும், அணுப்பிணைவையும், அதிலுள்ள தனிம அணு வகையையும் கண்டுபிடிக்கலாம். குறிப்பிட்ட கனிமம், குறிப்பிட்ட திட்டமான வேதி அமைப்பையும், படிகக் கட்டமைப்பையும் கொண்டுள்ளமையால் எக்ஸ்கதிர் சிதறல் அடையாளம் காணக்கூடியதாக அமையும். எனவே இம்முறையால் கனிமங்களை எளிதில் இனம் காணலாம்.

படிகத்தன்மையுள்ள பொருளின் அணுவமைப்புக் கோலத்தை அறிந்தால்தான் அப்பொருளின் படிகக் கட்டமைப்பைப் பற்றிய முழுவிவரமும் தெரிந்ததாகக் கொள்ளப்படும். குறிப்பிட்ட படிகநிலையில் உண்டான கனிமம் குறிப்பிட்ட அச்சுருவநிலைகளை முப்பரிமாணத்தில் பெற்றிருக்கும். அதனால் அப்படிக நிலையிலமைந்த கனிமம், ஒருகுறிப்பிட்ட இடவெளிக் குழுவைச் சார்ந்திருக்கும். தனிம அணுக்களைப் பொறுத்தல்லாமல், படிகக்கட்டமைப்பை மட்டும் பொறுத்து அமையும் ஒரு கனிம வேதி அமைப்பிற்குப் படிகக் கட்டமைப்பு மாதிரி என்று பெயர். கனிமப் படிகக் கட்டமைப்பு மாதிரிகளைப் பற்றிய அறிவைத் தரமான படிக உருவியல் நுட்பத்தைக் கொண்டறியலாம். குறிப்பாகக் கனிமப் பொடியின்மீது ஏற்படும் எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் மூலம் அறியலாம். இதனால் கனிமப்படிகங்களை வகைப்படுத்த முடிகிறது. மேலும் கனிமங்களின் புறவியல்புகளுக்குரிய காரணங்களை விளக்க முடிகிறது. கனிமங்களின் முழுமையான இயைபு பற்றிய குறிப்புகள் கிடைத்தாலும், கனிமக் கட்டமைப்புப் பற்றிய ஆய்வு நிகழ்த்தாமல், சிக்கல் மிகு கனிமப்பொருள்களைப் பற்றித் தெளிவாக முற்றிலும் அறியமுடியாது.

கனிமத்தின் இயைபு மற்றும் கட்டமைப்புக் குறிப்புகளைக் கொண்டு படிக வேதியலை எளிய வேதிக் கணக்கீடுகளால் அறியலாம். குறிப்பிட்ட ஓர் ஆலிவின் கனிமத்தின் அளந்தறியப்பட்ட மதிப்புகளாவன:

அடர்த்தி 4.07 கி/செ.மீ^{3}

அலகறை $a = 4.79$ Å, $b = 10.33$ Å, $c = 6.06$ Å என்றிருந்தால் அதன் பருமன் $V = abc = 299.85$ Å ஆகும். அதன் அணுத்திரள் எடை $PV/166 = 735.17$ மற்றும் அட்டவணை 1-இன் மூலம் அலகறையில் 4 அலகுகள் இருப்பதைக் காணலாம்.

$$(Fe_{0.68}Mg_{0.32})_2\ SiO_4$$

எந்தவொரு படிகத்தன்மையுள்ள பொருளும் குறிப்பிட்ட முழு எண்ணிக்கை உள்ள அணுத்திரள்களைக்கொண்ட வேதி வாய்பாட்டு அலகுகளைக் கொண்டு இருக்கும். கனிமக் கட்டமைப்பு அலகுகளால் உருவாக்கப்பட்ட படிகம், குறிப்பிட்ட தனிம அணுக்களைக் கொண்டு தனித்த அணுவமைப்புடன் விளங்குகிறது. படிகத்தில் காணப்படும் இத்தனி அணுவமைப்பு, சில நிலைகளில் ஒரு முறைக்கு மேலாகவும் தொடர்ச்சியாக அலகறையில் மாறி

அட்டவணை 1

ஆலிவின் கனிமத்தைக் கணக்கிடும் முறை

கூட்டுப்பொருள்	எடை%	அலகறை (unitcell) அணுத்திரள் எடை (atomic weight)	அலகறை அணுத்திரள்கள் (unit cell atoms)		வரிசை (order)
SiO_2	32.73	240.45	5.44	4.00	4.00
FeO	53.22	390.99	2.57	8.01	8.00
MgO	14.12	103.73			
	100.07	735.17			

மாறியும் அமைந்திருக்கலாம். இடவெளிக்குழுவின் அச்சுருவநிலையைப் பொறுத்து இவ்வமைப்பு மீண்டும் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கனிமத்தின் வரிசை வாய்பாட்டைக் கீழ்க்காணுமாறு கொள்ளலாம்.

(Ac) (Bb) .... (Pp)

இவ்வாய்பாட்டில் உள்ள ஒவ்வோர் அடைப்புக் குறிக்குள்ளும் தனித்தன்மை வாய்ந்த அணுநிலைகள் உள்ளன. இந்நிலைகளில் பெரிய எழுத்து அந்தத் தனிமம் இருப்பதைக் காட்டும். சிறிய எழுத்து அந்தத் தனிமம் எத்தனைமுறை மீண்டும் மீண்டும் அணுவமைப்பில் காணப்படுகிறது என்பதைக் காட்டும். சிறிய எழுத்துகள் தம்மிடையே ஒரு பொதுவான மடங்கில் அமைந்திருந்தால் அவை காரணியப்படுத்தப்பட்டு அவற்றின் வாய்பாடு எழுதப்படும். பொதுவாக ஒரு வரிசை வாய்பாடு 50% அணுத்திரளுக்கு மேலாக அமைந்த தனிம அணுக்களின் வழியாகத் திருத்தி அமைக்கப்பட்டு அடைப்புக்குறிக்குள் எழுதப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு எழுதப்பட்ட படிகக் கட்டமைப்பு மாதிரியை ஒரு வரிசை வாய்ப்பாட்டின் அலகுகளுடன் ஒப்பிட்டுக் கனிமத்தின் இயைபு அறியப்படுகிறது.

கனிம வகையின் இந்தக் கட்டுப்பாடான வரைமுறை மிகவும் இன்றியமையாதது. ஏனெனில் குறிப்பிட்ட ஒரு கனிமம் தொடரான வேதியலடக்கத்தில் அடங்கலாம். தொடரான வேதியலடக்க வேறுபாட்டால் ஒரு கனிமத்தொடர் உருவாகிறது. இத்தொடரின் முதலிறுதிக்கனிமங்களின் வேதியலடக்கத்தைக் கொண்டு கட்டளைக் கனிமங்களின் வேதியலடக்கம் உறுதிசெய்யப்பட்டுப் பெயரிடப்படுகிறது. இவ்வுண்மையை ஆலிவின் கனிமத் தொடரின் வேதியலமைப்பைக் கொண்டு விளக்கலாம்.

ஆலிவின் கட்டமைப்பு மாதிரி வாய்பாடு

$$M_{(1)} \quad M_{(2)} \quad TO_4$$

இதில் $M_{(1)}$ மற்றும் $M_{(2)}$ ஆகியவை இரு ஒத்த படிகஉருவுடைய எண்முகமைய இடங்களாகும். T என்பது தனித்த நான்முனைப்பிணைவுமையம். ஆக்சிஜன் எதிரயனி அறுகோணத்தில் நெருக்கப் பொதிவின் கட்டமைப்பிலிருக்கும். ஆக்சிஜன் அயனிகளைப் பொதிந்தபின் விடப்பட்டுள்ள காலியிடங்களில் அறுமுனைப் பிணைவுள்ள அயனிகளும் நான்முனைப் பிணைவுள்ள அயனிகளும் அமைகின்றன. ஆலிவின் முதலிறுதிக் கனிமங்களாகப் பேயலைட்டும் ($Fe_2 SiO_4$), போர்சுட்ரைட்டும் ($Mg_2 SiO_4$) உள்ளன. ஆலிவின் தொடரில் இரும்பு மிகுதியாக இருந்தால் அதன் வாய்பாட்டை $(FeMg)_2SiO_4$ என்றுஎழுதலாம். மக்னீசியம் இரும்பைவிட மிகுதியாக இருந்தால் $(Mg Fe)_2 SiO_4$ என்று எழுதலாம். ஆலிவின் கனிமத்தில் இரும்பு மக்னீசியம் அனைத்துவகைத் தொடர்பிலும் கலந்திருந்தால் $(Fe Mg)_2 SiO_4$ அல்லது $(Mg Fe)_2 SiO_4$ என்று எழுதலாம். இந்நிலையில் எண்முக அல்லது அறுகோணப்பிணைவிலுள்ள நேரயனிகள் ஒழுங்கற்ற தன்மையில் அமையலாம். இரும்பின் இடநிலை தெரியாதபோது எக்ஸ் கதிர் சிதறல் கோலத்தின் மூலம் அல்லது வேதிப் பகுப்பின் மூலம் அதன் இடநிலையைக் குறிப்பிடலாம்.

குறிப்பிட்ட கட்டமைப்பு மாதிரியில் பலவகையான தனிம அணுக்கள் இடம் பெறலாம். அதனால் ஒரு சில கனிமங்கள் ஆலிவினில் இரும்பு மக்னீசியம் பங்கேற்பது போல ஒத்தபடிக உருவைக்கொண்ட திண்மக்கரைசல் தொடரை உண்டாக்கலாம். வேறு சில கனிமங்கள் ஒத்த கட்டமைப்பு மாதிரியாக அமைந்தாலும் அவற்றிடையே முழுமையான திண்மக்கரைசல் தொடர் ஏற்படாது. இவ்வாறாகப் போர்சுட்ரைட்டுக்கும் தெப்ரைட்டுக்கும் ($Mn_2 SiO_4$) இடையேயும், மோன்டிசிலைட்டுக்கும் ($CaMgSiO_4$) பேயலைட்டுக்கும் இடையேயும் குறிப்பிடத்தக்கவாறு திண்மக்கரைசல் தொடர்கள் தோன்றுவதில்லை. தெப்பரைட்டில் சிறிதளவு மக்னீசியமே உட்புகுகிறது. மான்டிசிலைட்டில் கால்சிய அயனியும், மக்னீசிய

அயனியும் அறுமுனைப்பிணைவால் கட்டப்பட்டுள்ளன. இதனால் அவை வரிசைக் கனிமவேதி மதிப்பிலிருந்து குறிப்பிடத்தக்க அளவு விலகுவதில்லை. வேறுபட்ட வெப்ப அழுத்த நிலைகளில் ஆலிவின் படிகங்கள் ஒழுங்கற்ற படிகத்தன்மையுடனோ, ஒழுங்கான படிகத்தன்மையுடனோ அரைகுறை ஒழுங்கு தன்மையுடனோ மாறி அமைகின்றன.

ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட படிகக் கட்டமைப்புகளை உள்ளடக்கிய கனிமத்தினுள் ஆற்றலில் மாறுபட்டு ஒவ்வா நிலையுடைய இடங்கள் காணப்படும். அவ்விடங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தனிம அணுக்கள், அயனிகள், காலியிடங்கள் மற்றும் வேற்றுத் துகள்கள் அடங்கியிருந்தால் கனிமங்களிடையே ஒழுங்குமற்றும் ஒழுங்கற்ற தன்மை உண்டாகிறது. இக்கனிமங்கள் தாழ் வெப்பநிலையில் ஒழுங்கானவையாயும், உயர் வெப்பநிலையில் ஒழுங்கற்றனவாயும் அமையும்.

பெரும்பாலான கனிமங்கள் ஏறக்குறைய நிறையுடைய படிகக் கட்டமைப்பைக் கொண்டனவாயினும் அவை முற்றிலும் குறைபாடில்லாக் கனிமங்களாக இயற்கையில் வளருவதில்லை. அவை வரிசை வேதியலடக்கத்திலிருந்து சிறிது விலகிய வேதியலடக்கத்தைக் கொண்டிருக்கலாம். இவ்விலக்கம் கனிம மாசுகள் இருப்பதாலும், நடுநிலை வேதியலடக்கமின்மை, அணிக்கோவையிலுள்ள தனிம இடப்பெயர்ச்சி, வளிம மாற்றம், துளைகள் நிரம்பியதாலுண்டான கட்டமைவு ஆகியவற்றாலும் உண்டாகலாம். ஒரு கனிமத்தின் வேதியலடக்கத்தில் ஒருவகையான தனிமம் மிகுதியாகவும் மற்றொரு வகையான தனிமம் குறைவாகவும் இருக்கும்போது அக்கனிமத்தை அதன் வரிசைக் கனிமத்தின் வேதியலடக்கத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து இக்குறைபாட்டைக் கண்டுபிடிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாகப் பிர்ஹோடைட்டுக் கனிமத்தைக் கூறலாம். இதில் பைரைட்டைவிட மிகுதியான கந்தகமும் குறைந்த இரும்பும் அடங்கியுள்ளன. பிர்ஹோடைட்டில் இரும்புள்ள இடங்கள் பல காலியாக இருப்பதால் இத்தன்மை ஏற்படுகிறது. எனவே பிர்ஹோட்டைட் பைரைட்டின் குறைபாடுள்ள கனிமமாகக் கருதப்படுகிறது.

படிகங்களிடையே ஒழுங்கு மற்றும் ஒழுங்கற்ற தன்மையை ஆராய்வதால் புவியை உண்டாக்கிய பொருள்களைப் பற்றி நன்றாகத் தெரிந்து கொள்வதற்கு வாய்ப்புகள் உண்டு. ஒரு கனிமத்தின் வெப்ப வேதி இயக்கத்திற்கும் படிகக்கட்டமைப்பிற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. கனிமங்களை வேதி முறையில் பகுத்தும், வெப்ப வேதியியலியக்கக் கருதுகோள்களைக் கொண்டும் கனிமப் பகுதி எல்லைப் படங்களை வரையலாம். கனிமப்பகுதி எல்லைப்படம் குறிப்பிட்ட கனிமத்தின் வெப்ப அழுத்தநிலை, வேதிப் பொருள்களின் தன்மை, உடனமையும் வேற்றுக் கனிமங்கள், ஆக்சிஜன் அழுத்தம், நீராவி அழுத்தம் போன்ற பல இயல்புகளின் தன்மைகளைக் காட்டும். மேலும் குறிப்பிட்ட வெப்ப அழுத்தவளிம நிலைகளில் அக்கனிமம்நிலையான தன்மையுடையதா என்றும் அறியலாம். மேலும் அக்கனிமத்தின் திண்மக் கரைசல் தொடரின் வேதி மாறுபாட்டையும் தெளிவாக வரையறுக்கலாம். உடனமையும் கனிமங்களின் எல்லை வரைகளை அறிவதால் கனிமக்கூட்டங்களையும் பாறைத் தோற்றச் சிக்கல்களையும் தீர்க்கலாம். சிலிக்கேட் அமைப்புகளைப் பற்றியும் அறியலாம். சிலிக்கேட் அமைப்புகளைப் பற்றி அறிவதால் பாறைத் தோற்றநிலைகளைப் பற்றி அறிய முடியும்.

வெப்ப வேதியியலியக்க வரையறைகளால் குறிப்பிட்ட வேதி இயல்பு உடைய பொருள் சூழ்நிலைகள் மாறும்போது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல கட்டமைப்பு மாதிரிகளையுடைய பொருள்களாக மாறலாம். இவ்வாறு போர்சுட்ரைட் உயர்ந்த அழுத்த நிலைகளில் ஸ்பீனல் கட்டமைப்பு மாதிரியாகத் தனக்கேற்ற வெப்ப அழுத்தச் சூழ்நிலைகளில் மாறுகிறது. இவையிரண்டும் மக்னீசிய சிலிக்கேட்டுகளே(Mg_2SiO_4) ஆனாலும் ஆலிவின் அறுகோண நெருக்கப் பொதிவினாலான ஆக்சிஜன் அயனிகளால் ஆகியுள்ளன. ஸ்பினல் கனசதுர நெருக்கப் பொதிவினாலாகிய ஆக்சிஜன் அயனிகளால் ஆகியுள்ளன. ஒரே வேதியியலமைப்பைக் கனிமங்கள் வெவ்வேறு வகையான படிகக் கட்டமைப்பைக் கொண்டிருந்தால் அவை வேறுபட்ட கனிமங்களாகவும் ஒரே கனிமத்தின் வேற்றுப் பல்லுருவக் கனிமமாகவும் கருதப்படும்.

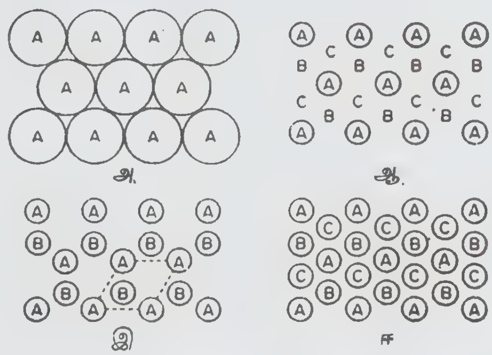
எதிரெதிர் மின்னேற்றமுடைய அயனிகள் மின்னியக்கத்தால் பிணைந்து அயனிப் பிணைவுப் பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன. இதனால் உருவான படிகங்கள் உயர்ந்த அச்சுருவநிலைகளைக் கொண்டிருக்கும். அவை நீரில் ஓரளவு கரையும். நடுத்தரமான கடினத்தன்மையையும்,உருகுநிலையையும் உடையன. மேலும் அவை வெப்பமின் அரிதில் கடத்திகளாகும். ஈரிணை திறப்பிணைப்பால் அணுக்களிடையேயுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பங்கு கொண்டு கட்டப்படுகின்றன. இதனால் மிகவும் உறுதியடைந்த பிணைப்பு உருவாகிறது. இத்தகைய ஈரிணை திறப்பு இணைப்புடைய கனிமங்கள் உயர்ந்த உருகுநிலை, கொதிநிலை, கடினத்தன்மை உடையனவாயிருக்கும். ஒப்புநோக்கில் இக்கனிமங்கள் நீரில் கரையாதன. அரிதில் வெப்பத்தையும் மின்னாற்றலையும் கடத்தும் இவை குறைந்த அச்சுருவநிலைகளைக் கொண்டிருக்கும். உலோகப்பிணைப்பில் அணுக்கருவுக்கும் எலெக்ட்ரானுக்குமிடையே தக்க பிடிப்பு இல்லாமல் காணப்படும். இதனால் எலெக்ட்ரான் கொடை அல்லது எலெக்ட்ரான் கூட்டுப் பங்கேற்பு நிகழாது. அதற்குப் பதிலாக எலெக்ட்ரான் நகரக் கூடியதாயிருக்கும்.

அணுக்கரு பிணைக்கப்பட்டு, ஒவ்வோர் அணுக் கருவைச் சுற்றிலும் மின்னேற்றம் பெற்று விளங்கும். இதனால் உண்டாகும் உலோகப் பிணைப்பால் பொருள்கள் சிறந்த வெப்ப மற்றும் மின்கடத்திகளா கின்றன. மேலும் அவை உயர்ந்த தகைவுத்தன்மை, குறைந்த கடினத் தன்மை, உருகுநிலை ஆகிய வற்றைப் பெறுகின்றன. வான்டர்வால் பிணைப் புடனும் கனிமங்கள் அமைந்துள்ளன. இது ஒரு வலிவற்ற பிணைப்பாகும். இப்பிணைப்பு மிக அரி தாகவே கனிமங்களிடையே காணப்படும். இதனால் கனிமங்கள் குறைந்த கடினத்தன்மையையும் எளி தாகப் பிளக்கும் கனிமப் பிரிவுத் தளங்களையும் கொண்டிருக்கும். சில வகையான கனிமங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பலவகையான பிணைப்புகளும் காணப்படுகின்றன. ஸ்பாகலரைட்டுக் கனிமத்தில் ஈரிணை திறப்பிணைப்புடன் அயனிப்பிணைப்பும் சேர்ந்து காணப்படுகிறது. கலீனாவில் அயனிப் பிணைப்புடன் உலோகப் பிணைப்பும் உள்ளது. இவ் வாறு கலவையான பிணைப்புகளையுடைய கனிமங் களில் உள்ள வெவ்வேறு வகையான பிணைப்புகள் ஒவ்வொன்றும் குறிப்பிட்ட படிகத்தளங்களில் வளர்வ தால் இக்கனிமங்கள் திசைப் புலனுடைய கனிமங்களா கின்றன. கிராஃபைட்டும் மைக்காவும் நன்றாக அமைந்த திசைப்புலனுடைய கனிமங்களாகும்.

சிலிக்கேட்டுகளின் பல்லுருவ அலகுகளைக் கொண்டு திட்டுச் சிலிக்கேட்டுகள், இருபிணையுறவுச் சிலிக்கேட்டுகள், வளையச் சிலிக்கேட்டுகள், சங்கிலித் தொடர்ச் சிலிக்கேட்டுகள், கட்டடச் சிலிக்கேட்டுகள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. சிலிக்கானின் நான் முக மையங்களைக்(SiO_4)கொண்ட அயனிவினைவின் கூட்டுப் பங்கேற்பால் திட்டுச் சிலிக்கேட்டுகள் உரு வாகும். இச்சிலிக்கேட்டுக்கு எடுத்துக்காட்டாக ஆலி வினைக் குறிப்பிடலாம். இரு சிலிக்கா நான்முக மையங்கள் ஓர் ஆக்சிஜன் அயனியால் பிணைக்கப் படுவதால் இருபிணைப்பு உறவுச் சிலிக்கேட்டுகள் உண்டாகின்றன. இதில் Si:O வீதம் 2:7 ஆகும். மெல்லிலைட் இச்சிலிக்கேட் வகையைச் சாரும். வளையச் சிலிக்கேட்டுகளில் SiO_4 நான்முக மையங்கள் வளையத் தொடர்வாகப் பிணைந்திருக்கும். இதில் Si:O வீதம் 1:3 ஆகும். பெரில் ஒருவளையச் சிலிக் கேட்டாகும். சங்கிலித்தொடர் சிலிக்கேட்டுகள் இரு வகைப்படும். இச்சிலிக்கேட்டுகளில் சிலிக்கா நான் முக மையங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து இணை யான நீண்ட சங்கிலிபோல அமைந்து காணப்படும்.

பைராக்சின் கனிமங்கள் எளிய சங்கிலித் தொட ராகவும் ஆம்பிபோல் கனிமங்கள் இரட்டைவடச் சங்கிலித்தொடராகவும் அமைகின்றன. எளிய சங்கி லித் தொடர் Si:O 1:3 என்னும் விகிதத்திலும் இரட்டைவடச் சங்கிலித்தொடர் Si:O 4:11, என்னும் வீதத்திலும் அமைந்திருக்கும். ஏட்டுச்சிலிக் கேட்டுகளில் உள்ள சிலிக்காவின் நான்முகமையத்தி லுள்ள மூன்று ஆக்சிஜன் அயனிகள் அருகிலுள்ள நான்முக மையத்துடன் இணைந்துகொள்வதால் தட்டையான ஏடுகள் போன்ற இருபரிமாணச் சிலிக் கேட்டுகள் வளருகின்றன. இதில் Si:O வீதம் 2:5 ஆகும். மைக்காக் கனிமங்கள் ஏட்டுச் சிலிக்கேட்டைச் சார்ந்தன கட்டடச் சிலிக்கேட்டில் உள்ள சிலிக்கா நான்முக மையங்களின் அனைத்து ஆக்சிஜன் அயனி களும் அண்மையிலுள்ள சிலிக்கா நான்முக மையங் களில் உள்ள ஆக்சிஜன் அயனிகளுடன் பிணை கின்றன. இதனால் முப்பரிமாணக் கட்டமைப்புடைய சிலிக்கேட்டுகள் உருவாகின்றன. இக்கூட்டுச் சிலிக் கேட்டில் Si:O 1:2 ஆகும். குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார் கனிமங்கள் கட்டடச் சிலிக்கேட் வகையைச் சார்ந்தன வாகும்.

கூட்டுப் பங்கேற்கும் அயனி, உருவளவில் சிறிய தாயிருந்தால் அவ்வயனியைச் சுற்றிக் குறைந்த அளவு எண்ணிக்கையுள்ள எதிரயனிகளே சூழ்ந் திருக்கும். அதனால் கூட்டுப் பங்கேற்கும் எதிர யனிகளின் எண்ணிக்கை குறையும். அவ்வயனியின் உரு வளவு பெரியதாயிருந்தால் உயர்ந்த எண்ணிக்கை யுடைய எதிரயனிகள் சூழ்ந்திருக்கும். எனவே அயனி யைச் சூழ்ந்திருக்கும் எதிரயனிகளின் எண்ணிக் கையைக் கண்டுபிடிக்க அயனிகளின் ஆரத்தை அளக்க வேண்டும். இந்த ஆரவீதத் தொடர்பை R_A/R_X என்னும் வாய்பாட்டின் மூலம் ஓர் இரட்டை அயனிகளிடையே உள்ள உறவைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இதில் R^A என்பது நேரயனியின் ஆரத்தைக் குறிக்கும். R_X என்பது



படம் 3. ஒத்த ஆரங்களையுடைய கோளங்களின் நெருக்கப் பொதிவு. (அ) ஒற்றை நெருக்கப் பொதிவடுக்கு (ஆ) இருவிதமான மாற்ற அமைப்புடன் கூடிய ஒற்றை நெருக்கப்பொதிவடுக்கு. இதன் மீது இரண்டாம் நெருக்கப் பொதிவுப்பிணைவடுக்கு பொருத்த இயலும். (இ) அறுகோண நெருக்கப் பொதிவில் ABABA என்ற தொடரமைப்பு அடித்தளத்திற்கிணையான அறுகோண அலகுறை இடைவெளியிட்ட கோட்டினால் காட்டப்பட்டுள்ளது. (ஈ) கனசதுர நெருக்கப்பொதிவு.

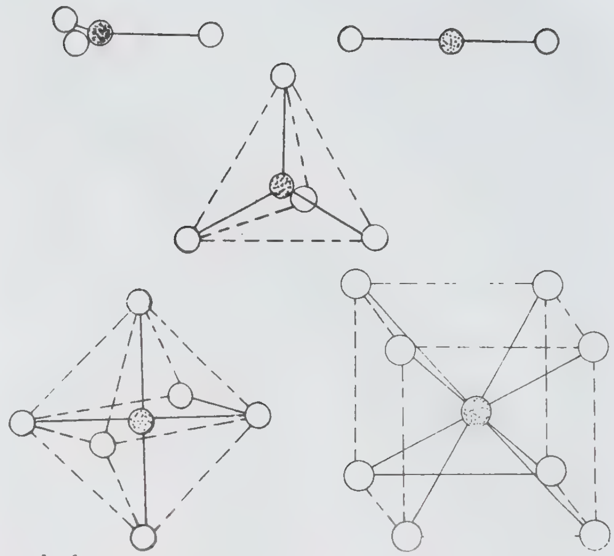
கூட்டாகப் பிணையும் எதிரயனியின் ஆரம். எதிரயனியும் நேரயனியும் சமமான ஆரங்களைக் கொண்டிருந்தால் $R_A/R_X = 1$ ஆகும். அதனால் மையத்திலுள்ள அயனிகளைச்சுற்றி 12 எதிரயனிகள் அமையும். இதனால் கனசதுர அல்லது அறுகோண நெருக்கப் பொதிவு உண்டாகிறது. இப்பொதிவுகள் ஒவ்வொன்றும் மாறுபட்ட அடுக்கமைவுடைய தொடர்களாகக் கீழ்க்காணுமாறு அமையும் (படம்3).

இருபரிமாணத்தில் ஒவ்வொரு கோளமும் 6 கோளங்களுடன் கூட்டுப்பங்கேற்று அறுகோணத்தைக் கொண்டிருக்கும். இதை A அடுக்கு எனலாம். இந்த A அடுக்கின்மீது இன்னொரு B அடுக்கை முதலடுக்கின் மீது இட்டால் Aகோளங்களிடையே ஒரு கூடுபோன்ற அமைப்பு உண்டாகும். பின்னர் B கோளங்களுடன் C கோள அடுக்கையும் இடலாம். அதனால் Cகோளங்கள் B கோளங்களுடன் பின்னப்படும். இதனால் படம் 3 இல் காட்டியபடி 6 கோளங்கள் நடு அடுக்கிலும் 3 கோளங்கள் மேலடுக்கிலும் 3கோளங்கள் கீழடுக்கிலும் அமைந்து மொத்தம் 12 கோளங்கள் நெருக்கப் பொதிவில் அமைகின்றன. இருப்பினும் இவை இருவித்த் தன்மையில் அடுக்கப்படுகின்றன. முதலடுக்கில் கோளங்கள் ABABABA..... என்றமைவதால் (3 C) அறுகோணக் கட்டமைப்பை உருவாக்குகின்றன.அதனால் இது அறுகோண நெருக்கப் பொதிவு எனப்படும். இரண்டாம் நிலையில் AB க்கு அடுத்து C அமைவதால் ABCABCA ... என்றமைகிறது. இதனால் கனசதுரக் கட்டமைவு உண்டாகிறது. முகத்தை மையமாகக்கொண்டகனசதுரக்கட்டமைப்பு என்றும் கனசதுர நெருக்கப் பொதிவு என்றும் இதனைக் கூறுவர். அறுகோண நெருக்கப் பொதிவுக்குச் செங்குத்தச்சாக C படிக அச்சு அமைகிறது. கனசதுர நெருக்கப் பொதிவிற்குக் கனசதுரத்தின் மூலைவிட்டங்கள் அச்சாக விளங்கும். அதனால் இவ்விரண்டு கட்டமைப்பிற்கும் (111) தளம் பொதுவாக அமைகிறது. சிறிய ஆரங்களையுடைய அயனியுடன் கூட்டுப் பங்கேற்கும் எதிரயனியின் எண்ணிக்கை தொடர்ச்சியாகக் குறைகிறது. $0.732 < R_A/R_x < 1.0$ இடைப்பட்டிருந்தால் எட்டு எதிரயனிகள் பங்கேற்று எண்முனைப் பிணைவு அல்லது அறுமுகக் கனசதுர இடப் பிணைவு உருவாகிறது.

$0.414 < R_A/R_x < 0.732$ க்கு இடையில் அறுமுனைப் பிணைவு அல்லது எண்முகவிடக்கூட்டுப்பங்கேற்பு நிகழ்கிறது.

$0.225 < R_A/R_x < 0.414$ க்கு இடைப்பட்டால் நான்முகப் பிணைவு அல்லது நான்முகவிடக் கூட்டுப்பங்கேற்பு நிகழ்கிறது.

$0.155 < R_A/R_x < 0.225$ ஆக இருந்தால் முக்கோணப்பிணைவு உண்டாகிறது.



படம் 4. சிலிக்காவின் கூட்டுப்பங்கேற்கும் பல்லுருவப் பிணைப்புகள் இரட்டை, மூன்று, நான்கு, ஆறு மற்றும் எண்முகக்கூட்டுப்பங்கேற்புகள்.

$R_A/R_x < 0.115$ ஆக இருந்தால் இருமுனைப்பிணைவு அல்லது நீட்சிக் கூட்டுப் பங்கேற்பு நிகழ்கிறது. (படம் 4)

கனிமங்கள் எதிரயனிக் குழுவைக் கொண்டு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. இம்முறையில் சல்ஃபைடுகள், சல்ஃபோ உப்புகள், ஆக்சைடுகள், கார்பனேட்டுகள், சல்ஃபேட்டுகள், பாஸ்ஃபேட்டுகள், ஆர்சனேட்டுகள், போரேட்டுகள், சிலிக்கேட்டுகள் என்று ஒன்றிலிருந்து ஒன்று சிக்கல் மிகுதியாகிச் செல்லும் பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

இரோஸ் என்பவர் உலோகக் கட்டமைவு மாதிரிகளை எதிரயனி நேரயனி வீதத் தொடர்பில் உயர்வைக் கொண்டு வகுத்து முப்பெரும் பிரிவாகப் பிரித்துள்ளார். அவை கனசதுர நெருக்கப் பொதிவு, அறுகோண நெருக்கப் பொதிவு, பிறகட்டமைவு என்பனவாகும். இவற்றில் எளிய கட்டமைவுகள், சிக்கல் மிகு கட்டமைவுகள் என்னும் உட்பிரிவுகளும் உண்டு. எளிய கட்டமைவுகள் ஓர் உலோகப் பொருளை மட்டும் தனித்துக் கொண்டிருக்கும். சிக்கல்மிகு கட்டமைவுகள் எளிய கட்டமைவு மரபுகளிலிருந்து சற்று விலகி இடப்பெயர்ச்சியால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உலோகப் பொருள்களைக் கொண்டிருக்கும். இத்தன்மை தவிர முழுமையுறாக் குறைபாடுடைய கட்டமைவுகளும், உருக்குலைந்த கட்டமைவுகளும் சிக்கல்மிகுகட்டமைவில் இடம்பெறும். எனவே தனித்தனியான வரிசைக்கட்டமைவு மாதிரிகளைச் சிக்கல்மிகு கனிமங்களுக்காக இரோஸ் உருவாக்கியுள்ளார்.

கனசதுர நெருக்கப் பொதிவிலிருந்து சிறிது மாறுபாடடையும் கட்டமைவு மாதிரிகளை ஆன்டிபுளுரைட் (M_2S), ஸ்பாகலரைட் (MS), கலீனா (MS), ஸ்பீனல் (M_3S_4) மற்றும் பைரைட் MS_2 என்றும் அறுகோண நெருக்கப் பொதிவின் உட்பிரிவுகளை நிக்கோலைட் (Ni As), உர்ட்சைட் (ZnS), மாலிபிடினைட் (MoS_2), மெல்னோயிட் (Ni Te_2), சால்கோசைட் (Cu_2S), ஸ்டிபினைட் (Sb_2S_3), புருஸ்டைட், பைரார்கைட் ((Ag S) (As Sb)$_2$ S_3) என்றும் வகைப்படுத்தியுள்ளார். இக்கட்டமைப்பு மாதிரிகளில் சல்ஃபைடு, சல்ஃபோ உப்புகள், இயற்கை உலோகங்கள், ஆக்சைடுகளைச் சார்ந்த கனிமங்கள் ஆகியவற்றை மேற்கூறிய கட்டமைப்பு மாதிரிகளுடன் தொடர்புபடுத்தி வகைப்படுத்தலாம். மேற்கூறிய 12 கட்டமைப்பு மாதிரிகளின் அடிப்படையில் மேலும் பலவகையான மரபுக் கட்டமைப்பு மாதிரிகளை உருவாக்கலாம்.

- இரா. ராமசாமி

நூலோதி. L.G. Berry & B. Mason, Mineralogy, Second Edition, CBS Publishers and Distributors, New Delhi, 1985.

கனிம நார்ப் பொருள்கள்

இயற்கையானவை (எ.கா. கல்நார்) செயற்கையானவை (எ.கா) கண்ணாடிநார் எனக் கனிம நார்ப் பொருள்கள் இருவகைப்படும். கல்நார், கண்ணாடி நார் முதலியவை வெப்ப நிலைப்பு மிக்கவை. இவை உயர் வெப்பநிலையில் இயங்கும் மின்பொறிகளின் சுருணைகளைக் (winding) காப்பிடப் பயன்படும்.

கல்நார், நாரிழை உள்ளமைப்புடைய கனிமம். இதன் மெல்லிய நார் இழைகளை நூலாக நூற்கலாம். கல்நார் மின்காப்புத் தொழிலில் சுருணைகளுக்குக் காப்பிடப் பயன்படுகிறது. இது சுருணைகளுக்கு மின்காப்பிட ஏற்றவாறு தாள், அட்டை, நாடாக்களாகக் கிடைக்கிறது. கல்நார், மின்காப்புப் பிணை பொருள்களிலும் (bonding materials), நெகிழிகளிலும் (plastics) நிரப்பியாகப் (fillers) பயன்படுகிறது.

கல்நார்த் தாள். இது 0.2.—0.5 மி.மீ. கனத்தில் உருளைகளாகக் கிடைக்கிறது. இத்தாள் பிட்டுமன் அல்லது பிற குழைவணத்தால் அகவூட்டம் செய்யப்படுகிறது. சட்டப் புலச் சுருளின் (field coil) சுற்றிடையில் அமையும் மின்காப்பீடாகப் பயன்படுகிறது.

கல்நார் அட்டை. இது 2-12 மி.மீ. கனப் பலகைகளாகக் கிடைக்கிறது. இது புற உறை அடைப்புகளுக்குப் பயன்படும். பண்படாத கல்நாரை இயக்க, வேதியியல் முறைகளால் பதப்படுத்திக் கல்நார் மூலப் பொருளைப் பெறலாம். கல்நார் மூலப் பொருள் தாள், அட்டை, நாடாக்கள் செய்யப் பயன்படும். இது சுருணையின் முக்கிளைக் கல்நார் மின்காப்பீட்டிற்குப் பயன்படும். பருத்தி இழையைக் கல்நார் இழையுடன் கலந்தால் கல்நாரின் இயக்க வலிமை கூடுகிறது.

கல்நார் நாடா. இது மின்பொறிகளில் சுருள் அல்லது சுருள் பிரிவுகளின் மேல், மேல்புற அடுக்கு மின்காப்பாகப் பயன்படுகிறது. இது 0.25-0.6 மி.மீ. கனத்திலும், 13-38 மி.மீ. அகலத்திலும் கிடைக்கிறது. உயர் மின்னழுத்தப் பொறிச் சுருணைகளின் மின்புலம் சீராக அமைய இரும்பு ஆக்சைடு கலந்த கல்நார் நாடா பயன்படுகிறது.

கண்ணாடி நார். இது மின்காப்பீடாகப் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. புரி நூல், துணிகள் செய்ய இருவகைக் கண்ணாடி நார்கள் பயன்படுகின்றன. அவை முடிவிலா 20 கி.மீ நீள இழைகள், 25 – 50 செ.மீ. நீள நிலை நார்கள் என்பனவாகும். தொடர் இழைகள் உருகு கண்ணாடியிலிருந்தும், நிலை நார்கள் வார்ப்படத் தட்டிலிருந்து, உருகு கண்ணாடி பாயும்போது நீராவியையும் காற்றையும் ஊதிச் செய்யப்படுகின்றன.

மின்காப்புக்குக் காரம் இல்லாத கண்ணாடியிலிருந்து நாரிழைகள் செய்யப்படுகின்றன. உயர் வெப்ப நிலைப்பு, மெல்லிய கனம், தாழ் நீர் உறிஞ்சுமியல்பு ஆகியன கண்ணாடி நார் மின்காப்பின் சிறப்பியல்புகளாகும். 250°C வெப்பநிலை வரை இவை தம் புறப் பண்புகளை மாறாமல் பெற்றுள்ளன. ஆனால் இவ்வெப்பநிலையில் கரிம நார்களோ கரிந்து எரிவன. கல்நார்கள் கூடச் சிதறத் தொடங்கி விடுகின்றன.

கண்ணாடி நார் பிற அனைத்து நார்களிலும் மெல்லியது. மிகுவலிமை மிகுந்தது. இது பட்டு, கேப்பிரான் போல ஐந்து மடங்கு இழு வலிமை அல்லது மிகுவலிமை உடையது. இதன் மிகுவலிமையைக் குழைவணம், பிசின் மூலம் அகம்ஊட்டி மேலும் கூட்டலாம். துணி, நாடா, உறைகள் செய்யக் கண்ணாடி நார் பயன்படுகிறது.

கண்ணாடித் துணி. இது குழைவணத் துணி, கண்ணாடி நார்ப் பலகைகள், அபிரக மின் காப்பீடுகள் ஆகியவற்றின் அடிப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இது 0.025 - 0.25 கனத்திலும், 8-50 மி.மீ. அகலத்திலும் கிடைக்கிறது.

கண்ணாடி நார் உறை. இது கண்ணாடி நாரில் நெய்யப்பட்ட குழாய் வடிவப் பொருள். 1-8 மி.மீ. உள்விட்டம் உடையது.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

நூலோதி. L. G. Berry & B. Mason, Mineralogy, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1985.

கனிம நீக்கம்

நீரில் கரைந்துள்ள பெரும்பாலான கனிமப் பொருள்கள் அயனிகளாகவே உள்ளன. Ca^{2+}, Mg^{2+} Cl^{-}, SO_4^{2-} போன்றவை நீரில் சாதாரணமாகக் காணப்படும் அயனிகளாகும். ஆய்வுக்கூடங்களில் பயன்படும் நீரில் அயனிகள் எவையும் இருக்கக் கூடா. நீரில் உள்ள அயனிகள் அனைத்தையும் நீக்குவதற்குக்கனிம நீக்க முறை (demineralisation) பயன்படுகிறது.

இம்முறையில் நீரிலுள்ள நேரயனிகள் (cations) ஹைட்ரஜன் அயனிகளாலும் எதிரயனிகள் (anions) ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளாலும் பரிமாற்றம் அடைகின்றன. பரிமாற்றங்கள் நடைபெறுவதற்குத் தொகுப்பு முறையில் செய்யப்பட்ட கரிம ரெசின்கள் பயன்படுகின்றன. இந்த ரெசின்கள் அயனி பரிமாற்ற ரெசின்கள் (ion exchange resins) எனப்படுகின்றன.

கனிம நீக்க முறையில் இரண்டு வினை அறைகள் உள்ளன. முதல் அறை, நீரிலுள்ள நேரயனிகளை நீக்கப் பயன்படுவதால் இது நேரயனி நீக்க அறை (cation exchanger) எனப்படுகிறது. இந்த அறையில் அமிலத் தன்மையுடைய ரெசின் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்ரெசின்களின் மூலக்கூறுகள் முனையில் சல்ஃபோனிக் ($-SO_3H$) உறுப்புகள் இருக்கும். இதிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அயனிகள், நீரிலுள்ள உலோக அயனிகளுடன் பரிமாற்றம் அடைகின்றன. எனவே, இவ்வகை ரெசின்களின் மீது கனிமப் பொருள்கள் கலந்துள்ள நீரைச் செலுத்தும்போது, பின்வரும் வினை நிகழ்கிறது.

$$R{-}SO_3H + M^{+} \longrightarrow R{-}SO_3M + H^{+}$$

($M^{+} = Na^{+}, K^{+}$ போன்ற நேரயனிகள்)

$$\begin{matrix} R{-}SO_3H \\ R{-}SO_3H \end{matrix} + M^{++} \longrightarrow \begin{matrix} R{-}SO_3 \diagdown \\ \quad M + 2H^{+} \\ R{-}SO_3 \diagup \end{matrix}$$

($M^{++} = Ca^{++}, Mg^{++}, Mn^{++}$, போன்ற நேரயனிகள்)

$$\begin{matrix} R{-}SO_3H \\ R{-}SO_3H \\ R{-}SO_3H \end{matrix} + M^{+++} \longrightarrow \begin{matrix} R{-}SO_3 \diagdown \\ R{-}SO_3{-}M \\ R{-}SO_3 \diagup \end{matrix} + 3H^{+}$$

($M^{+++} = Fe^{+++}, Al^{+++}$ போன்ற நேரயனிகள்)

இவ்வாறாக நீரிலுள்ள உலோக அயனிகள், உலோக ரெசின்களாக மாற்றம் அடைகின்றன. (எ.கா. $(RSO_3)_2Ca$) இவை நீரில் கரைவதில்லை. எனவே, இவை முதல் அறையிலேயே தங்கிவிடுகின்றன. அதே சமயம், நீரிலுள்ள அமில அயனிகள் அனைத்தும் ஹைட்ரஜன் அயனிகளுடன் சேர்ந்து அமிலங்களாக மாறுகின்றன. எனவே, முதல் அறையிலிருந்து வெளிப்படும் நீரில் நேரயனிகள் இரா. ஆனால் அந்நீர் அமிலத்தன்மைமிக்கதாக இருக்கும். இவ்வாறு நேரயனிகளை இழந்த நிலையில் Cl^{-}, SO_4^{2-} போன்ற அயனிகளை மட்டும் கொண்ட நீரானது, இரண்டாம் அறையினுள் செலுத்தப்படும். இந்த அறை, நீரிலுள்ள அமில அயனிகளை நீக்கப் பயன்படுவதால், இது எதிரயனி நீக்க அறை (anion exchanger) எனப்படுகிறது.

இந்த அறையில், காரத் தன்மையுடைய கரிம ரெசின்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த ரெசின்களுடைய மூலக்கூறுகளின் முனையில் அமீன் ($-NH_2$) உறுப்புகள் இருக்கும். அமில உறுப்புகளை (Cl^{-} SO_4^{2-} போன்றவை) உடைய நீர் இவ்வறையினுள் செல்லும்போது அயனிப் பரிமாற்றம் அடைகிறது.

$$RNH_2 + H_2O \longrightarrow RNH_3^{+} OH^{-}$$
$$RNH_3^{+} OH^{-} + Cl^{-} \rightleftharpoons RNH_3^{+}Cl^{-} + OH^{-}$$

இவ்வாறே SO_4^{2-}, PO_4^{3-} போன்ற அமில உறுப்புகளும், அமினோ மூலக்கூறுகளுடன் வினை புரிந்து வினை அறையிலேயே தங்கி விடுகின்றன. இவ்வறையிலிருந்து வெளியேறும் நீரில் அமில அயனிகளுக்குச் சமமான ஹைட்ராக்சைடு அயனிகள் இருக்கும்.

அமில, கார உறுப்புகள் பரிமாற்றம் அடைவதால் கிடைக்கும் ஹைட்ரஜன் அயனிகளும், ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளும் ஒன்று சேர நீர் உண்டாகிறது.

$$H^{+} + OH^{-} \rightleftharpoons H_2O$$

இவ்வாறு, இரண்டு வகை ரெசின்கள் வழியே வன்னீரைச் (hard water) செலுத்தினால், அதில் அடங்கியுள்ள நேரயனிகள் எதிரயனிகள் யாவும் நீக்கப்படும். வெளியேறும் நீரின் தரம், வாலை வடிநீரின் (distilled water) தரத்தைவிட மேம்பட்டுள்ளது. அதாவது அயனிப் பரிமாற்று முறையில் கிடைக்கும் நீரின் மின் தடை வாலை வடிநீரின் மின் தடையைவிட மிகுதியாக உள்ளது. இம்முறையின் மூலம் கிடைக்கும் மென்னீரில் (soft water) அயனிகளின் எண்ணிக்கை மிகமிகக் குறைவு என்பதை இது காட்டுகிறது.

அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்களைத் தொடர்ந்து பயன்படுத்தும்போது, பரிமாற்றிகளின் மூலக்கூறுகளி

லுள்ள H^+ அயனிகளும் OH^- அயனிகளும் முறையே வன்னீரிலுள்ள கார அயனிகளாலும், அமில அயனிகளாலும் பரிமாற்றம் செய்யப்படுவதால், மாற்றிகள் தங்கள் செயல்திறனை இழக்கின்றன. அயனிப் பரிமாற்ற ரெசின்களை மீண்டும் தொடக்க நிலைக்கே கொண்டு வருவதற்கு (புதுப்பித்தல்) நேரயனிப் பரிமாற்ற அறையில் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தையும், அமில அயனிமாற்று அறையில் சோடியம் கார்பனைட் அல்லது சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலையும் செலுத்திச் சிலமணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது, பின்வரும் வேதி வினைகள் நிகழும்.

காரஅயனி மாற்று அறையில்,

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$R - SO_3M + H^+ \rightarrow RSO_3H + M^+$$

($M^+ = Na^+, K^+$ போன்ற அயனிகள்)

இது போன்றே H^+ அயனிகள் M^{2+} M^{3+} அயனிகளையும் பரிமாற்றம் அடையச் செய்கின்றன.

எதிரயனி மாற்று அறையில்,

$$Na_2CO_3 + 2H_2O \rightleftharpoons 2NaOH + H_2CO_3$$

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$R\overset{+}{N}H_3Cl^- + OH^- \rightarrow R\overset{+}{N}H_3OH^- + Cl^-$$

இது போன்றே OH^- அயனிகள், SO_4^{2-}, PO_4^{3-} போன்ற அயனிகளைப் பரிமாற்றம் அடையச் செய்கின்றன. மேற்கூறிய வினைகள் மூலம் இரண்டு அறைகளிலும் உள்ள ரெசின்கள் தொடக்க நிலையை அடைகின்றன. வேதி ஆய்வுக்கூடத்தில் அயனிகளற்ற நீரே தேவைப்படுவதால், தற்காலத்தில் பெரும்பாலும் வாலைவடி நீருக்குப் பதிலாக அயனிப் பரிமாற்று முறையில் கிடைக்கும் நீரையே பயன்படுத்துகின்றனர்.

சிறப்புகள். இம்முறையில்பயன்படுத்தப்படும் கரிம ரெசின்களின் விலை சற்று மிகுதியாக இருப்பினும், அவற்றை மீண்டும் மீண்டும் புதுப்பித்துப் பழைய நிலைக்கே கொண்டு வர முடிவதால் இம்முறை சிக்கனமானதாகும். இவற்றைப் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வர ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு ஆகிய வேதிப் பொருள்கள் தேவைப்படுகின்றன; இவை விலை குறைந்தவை. வெளிப்படும் நீரில் அயனிகள் யாவும்நீக்கப்படுவதால், இம்முறையில் கிடைக்கும் நீரின் தரம் வாலை வடிநீரின் தரத்தைவிட மேலானதாக உள்ளது.

வரம்புகள். அயனி மாற்றிகளினூடே செலுத்தப்படும் நீர் மிக அதிக அயனிகளைக் கொண்டிருந்தாலோ கூழ்மத் துகள்களைப் பெற்றிருந்தாலோ அயனி மாற்றிகளின் செயல்திறன் மிகவிரைவில் பாதிக்கப்படும். நீரில் கரைந்துள்ள வளிமங்களை இம்முறையில் நீக்க இயலாது. கூழ்ம நிலையில் உள்ள சிலிக்காவை நீக்க முடியாது.

கடல் நீரில் கனிம நீக்கம். தற்காலத்தில் வேளாண்மை, தொழில்துறை ஆகியவற்றின் குடிநீர்ப் பற்றாக்குறையைத் தீர்ப்பதற்குப் பெருமளவில் அயனிகளைக் கொண்டுள்ள கடல்நீரை மென்னீர் ஆக்கும் முறை தேவைப்படுகிறது. இம்முறை உலகிலுள்ள ஒருசில அரசு, தனியார் நிறுவனங்களால் ஆய்வு செய்யப்பட்டு, அமெரிக்கா, அரேபியா போன்ற நாடுகளில் செயல்பட்டு வருகிறது. இவ்வாறு கடல்நீரில் உள்ள அயனிகளை நீக்குவதற்குப் பெரும்பாலும் வாலை வடித்தல் (distillation) முறையே பின்பற்றப்பட்டு வருகிறது.

கடல்நீரில் கனிம நீக்கம் செய்வதற்கு மின் கூழ்மப்பிரிகை (electrodialysis) முறையும் ஆராயப்பட்டு வருகிறது. இம்முறையில், சவ்வுத்தாளின் மூலம் தடுக்கப்பட்ட நீரில் மின்சாரம் செலுத்தப்படும்போது, நீரிலுள்ள நேர்மின் அயனிகள், எதிர்மின் முனையிலும் எதிர்மின் அயனிகள், நேர்மின் முனையிலும் கவர்ந்து இழுக்கப்பட்டு வன்னீர் மென்னீராக்கப்படுகிறது.

குளிர்விக்கும் முறை மூலம் (freezing method) கடல்நீரைக் கனிம நீக்கம் செய்ய முடியும் என்பது ஆய்வு மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது. பெருமளவில் உப்புகள் கரைந்துள்ள கடல்நீரைக் குளிர்வித்தால் உப்புகள் கரைந்திராத பனிக்கட்டிகள் உண்டாகின்றன. இப்பனிக்கட்டிகளை மூலக் கரைசலிலிருந்து (mother liquor) பிரித்தெடுக்கவேண்டும். இம் முறைகளில் கடல்நீரை அயனி நீக்கம் செய்து கிடைக்கும் மென்னீர் விலை மிகுந்துள்ளது. எனவே இம்முறைகளைக் குறைந்த செலவில் செயல்படுத்த ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. காண்க, அயனிப் பரிமாற்றம்.

— தி. இராமச்சந்திரமூர்த்தி

நூலோதி. William L. Masterton and Emil J. Slowinski, Chemical Principles with Qualitative Analysis, W.B. Saunders, Philadelphia, 1978.

கனிமப் பூச்சு

நிறப் பொருள் கலந்த மெருகுவணங்கள் (pigmented varnishes), உயர் வகைப் புறப்பரப்புப் பூச்சுகள், மெருகுவணங்களில் இடம் பெறும் உலர் எண்ணெய், ரெசின், உலர் இயக்கத்தூண்டு பொருள்கள், மெருகூட்டிகள் ஆகியன கனிமப் பூச்சுகளிலும் இடம் பெறுகின்றன. இவை தவிர கனிம வகை நிறப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இந்நிறமிகளுள் டைட்டேனியம் டைஆக்சைடு, கால்சியம் சல்ஃபேட் கலவை குறிப்பிடத்தகும். வெண்மை தவிர, பிற நிறப் பொருள்கள் கலக்கப்பட்டால், அப்பூச்சுக்கள் ஜப்பான்கள் (japans) எனப்படுகின்றன. ஆளிவிதை எண்ணெயில் நிலக்கீல் (asphalt) கரைக்கப்பட்டு அக்கரைசல் டர்பன்டைனால் விளாவப்பட்டால் கரிய ஜப்பான் (black japans) எனும் கலவை கிடைக்கும். இதை மிதிவண்டி, மின் கருவிகள் ஆகியவற்றிற்குப் பூச்சு அளிப்பதற்குப் பயன்படுத்தலாம். உலோகப் பரப்பின்போது இவ்வகைக் கனிமப் பூச்சைப் பூசி 200°C இல் 3 –4 மணி நேரத்திற்குச் சூடுபடுத்தினால் பூச்சு, கடினத்தன்மை மிக்கதாகவும் தேய்மானமற்றதாகவும் ஒளிர்வு மிக்கதாகவும் அமைகிறது.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நூலோதி. Robert D. Brown, *Introduction to Chemical Analysis*, International Student Edition, McGraw-Hill International Book company, 1983.

கனிமம்

ஓரளவு திட்டமான வேதி இயைபும், இயற்பியல் பண்புகளும் கொண்ட பெரும்பாலும் படிகத்தன்மையுடன் கூடிய இயற்கையில் தோன்றும் கரிம வகையல்லாத பொருள் கனிமம் (mineral) எனப்படும். சில கரிமப்பொருள்கள் மிகவும் பயன்மிக்க இயற்கை வளமாகத் தோன்றும்போது, அவற்றையும் கனிமம் எனக் குறிப்பிடுவதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, பெட்ரோலிய எண்ணெய், கனிம எண்ணெய் என்றே குறிப்பிடப்படுகிறது.

கற்கால மனிதர்கள் கனிமங்களை ஆயுதங்களாகப் பயன்படுத்தி வந்தனர். பின்பு, கனிமத்திலுள்ள பொருள்கள் தம் தேவைகளை நிரப்பவல்லன என்று தாமாகவே சிந்தித்தும், சில நேரங்களில் தடுமாற்றத்திலிருந்து மீண்ட நிலையிலும் தெரிந்து கொண்டனர். சில கனிமங்களின் வனப்பு மனிதரின் கவனத்தை ஈர்த்து, அவற்றை அணிகலன்களாகப் பயன்படுத்தும் நோக்கத்திற்கு அடிப்படையானது.

புவியின் பரப்பில் தங்கம், வெள்ளி போன்ற ஓரிரு உலோகங்களையும் கார்பன், கந்தகம் போன்ற ஓரிரு அலோகத் தனிமங்களையும் தவிரப், பிற தனிமங்கள் யாவுமே சேர்ம வடிவில் மட்டுமே தோன்றுகின்றன. கனிமங்களை அவற்றின் வேதி நிலையைக் கொண்டு ஆக்சைடுகள், ஹாலைடுகள், கார்பனேட்டுகள், சல்ஃபேட்டுகள், சல்ஃபைடுகள் என வகையிடலாம்.

அட்டவணை 1

போரேட்டுகள்		ஆக்சைடுகள்	
போராக்ஸ்	$Na_2B_4O_7.10\,H_2O$	காசிடரைட்	SnO_2
கோல்மனைட்	$Ca_2B_6O_{11}.\ 5H_2O$	பூனைக்கண்	SiO_2
கார்பனேட்டுகள்		குரோமைட்	$FeO,\ Cr_2O_3$
அரகோனைட்	$CaCO_3$	கொரண்டம், எமரி, நீலக்கல்	Al_2O_3
டாலமைட்	$CaCO_3.MgCO_3$	குப்ரைட்	Cu_2O
சுண்ணாம்புக்கல், கால்ஸைட்	$CaCO_3$	ஹேமட்டைட்	Fe_2O_3
செருசைட்	$PbCO_3$	இல்மனைட்	$FeO,\ TiO_2$
சிடரைட்	$FeCO_3$	மாக்னடைட்	Fe_3O_4
மாக்னசைட்	$MgCO_3$	லிமோனைட்	
அசுரைட்	$CuCO_3\cdot 2Cu(OH)_2$	ஹாஸ்மனைட்	Mn_3O_4
மாலகைட்	$CuCO_3\cdot Cu(OH)_2$	பெராவ்ஸ்கைட்	$CaO.\ TiO_2$

ஸ்ட்ரான்சியனைட்	$SrCO_3$
ஹாலைடுகள்	
கார்னலைட்	$KCl, MgCl_2, 6H_2O$
கிரையோலைட்	$AlF_3. 3NaF$
ஹார்ன் சில்வர்	$AgCl$
ஃபுளூரைட்	CaF_2
நைட்ரேட்டுகள்	
நைட்டர்	KNO_3
சிலி சால்ட் பீட்டர் (காலிச்)	$NaNO_3$
ஆக்சைடுகள்	
அனடேஸ், புரூகைட் ரூட்டைல்	TiO_2
பாக்சைட்	$Al_2O_3.2H_2O$
டயஸ்போர்	$Al_2O_3. H_2O$
அகேட்	
ஜாஸ்பர்	
ஓபல்	
குவார்ட்ஸ்	SiO_2
டிரிடிமைட்	
கிரிசோடைல்ட்	
கிரிஸ்கோபலைட்	
சோடலைட்	$NaAl\ Si_3O_8$
சியோலைட்	
சல்ஃபேட்டுகள்	
அலபாஸ்டர்	

பிட்ச்ப்ளெண்டு	U_3O_8
ஆக்சைடுகள்	
ஸ்பைரோ லூசைட்	MnO_2
ஸ்பைனல்	MgO, Al_2O_3
சிங்கைட்	ZnO
சிலிகேட்டுகள் (நிலைத்த வாய்பாடற்றவை)	
பெரில்	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$
டூர்மலின்	
எமரால்டு	
ஜேடு	
டோபாஸ்	
கார்னைட்	$Mg_3\ Al_2\ (SiO_4)_3$
சிர்கான்	$Zr\ SiO_4$
ஒலிவின்	$Mg_3\ Fe_2SiO_4$
சில்லிமனைட்	
கார்னியரைட்	$Ni,\ Mg\ SiO_3$
மைக்கா	
டால்க்	
டங்ஸ்டேட்டுகள்	
சீலைட்	$CaWO_4$
உல்ஃப்ரமைட்	$FeWO_4$
வனடேட்டுகள்	
கார்னோடைட்	$K_2O \cdot 2UO_3$ $V_2\ O_5 . 3H_2O$
இயல் தனிமக் கனிமங்கள்	
வைரம் (கார்பன்)	
கிராபைட் (கார்பன்)	
எலக்ட்ரம் (Au—Ag)	
தங்கம்	

ஆங்கிலசைட்	$PbSO_4$	வெள்ளி கந்தகம்
அன்ஹைஹட்ரைட்	$CaSO_4$	பாதரசம் பிளாட்டினம்
எப்சமைட்	$MgSO_4$	தாமிரம்
ஜிப்சம்	$CaSO_4\ 2H_2O$	ஆன்ட்டிமனி
		பிஸ்மத்

சல்ஃபைடுகள்

அர்ஜன்டைட்	Ag_2S
காலவரைட்	AuTe
சால்கோபைரைட்	$CuFeS_2$
பைரைட்	FeS_2
கலீனா	PbS
ஆர்பிமெண்ட், ரியால்கர்	AS_2S_3
ஸ்பாகலரைட்	ZnS
உர்ட்சைட்	ZnS
சின்னபார்	HgS

உலோக, அலோகப் பிரிப்புத் தவிர்த்த பயன்கள்

சியோலைட்டுகள் (zeolites) அயனிப் பரிமாற்ற முறையில் கடின நீரை மென்னீராக்கப் பயன்படுகின்றன. குவார்ட்ஸும், டூர்மலைனும் மின்னணுவியலில் அவற்றின் அழுத்த மின்சார இயல்புகளால் (piezoelectric properties) பயன்படுகின்றன. ஃபுளூரைட் எஃகு தயாரிப்பில் இளக்கியாகப் பயன்படுகிறது; சிறந்த தரமான அமைப்பாக இருப்பின் வில்லைகளும் முப்பட்டகங்களும் தயாரிப்பதற்கு ஏற்றதாகிறது. பெட்ரோலிய எண்ணெய்க் கிணறுகள் தோண்டுவதற்குப் பேரைட் எனும் கனிமம் பயன்படுகிறது; ஃபாஸ்போரைட்டை, சூப்பர் பாஸ்ஃபேட் என்னும் உரமாக்கலாம். கார்னட் (garnet) தேய்க்கும் பொருளாகவும், கண்ணாடித் தொழிலில் கண்ணாடியைப் பளபளப்பாக்கவும் பயன்படுகிறது.

ஆழ்கடல் கனிமங்கள். எதிர்காலக் கனிமத் தேவையை நிரப்புவதற்கு ஆழ்கடலை ஆராயும் இன்றியமையாமை உள்ளது. இவ்வகையில் பெட்ரோலியக் கிணறுகளுடன் உப்புச் சுரங்கங்களும், கந்தகப் பாளங்களும் உடன் நிறைந்துள்ளன. தென் மேற்கு ஆஃப்ரிக்கக் கடற்பகுதிகளில் கடல் தரையிலிருந்து வைரக் கற்கள் வெற்றிட உறிஞ்சு குழாய்களின் மூலம் தொகுக்கப்படுகின்றன. ஸ்ஃபீன், சிர்கான் (zircon) ஆகிய நுண்ணிய அளவில் கிடைக்கும் கனிமங்களை வடஅமெரிக்கக் கடற்கரைப் பகுதியிலிருந்து பெறும் முறை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. பாஸ்ஃபோரைட்டும் கடல் தரைகளில் முடிச்சுகளாகக் கிடைக்கிறது. கடலில் அமிழ்ந்துள்ள பாறைகளில் தாமிரம், துத்தநாகம் மற்றும் இரும்பு சல்ஃபைடுகள் கிடைக்கின்றன.

நிலவில் இடம்பெறும் கனிமங்கள். அப்பெல்லோ நிலவுப் பயணத்தின்போது கொண்டு வரப்பட்ட நிலா வகை மண்ணை ஆராய்ந்ததில் பொட்டாசியம் செறிந்த எரிமலைப் பாறை (basalt), அனார்தோசைட் (anorthosite), இரும்பும் டைட்டேனியமும் செறிந்த எரிமலைப்பாறை என மூன்று வகைக் கனிமங்கள் உள்ளமை தெரிய வந்தது,

சூழ்வெளியும், தட்ப வெப்ப நிலைப் பாதிப்பும் நிலவில் இல்லாமையால் பாறைகள் தோன்றிய நாள் தொடங்கி இன்றுவரை சிறிதும் மாறாதுள்ளன.

புவியில் கிடைக்கும் பாறைகளைவிட இரும்பு, டைட்டேனியம், குரோமியம் ஆகியவற்றின் செறிவுகள் கூடுதலாகவும், சோடியம் குறைவாகவும் உள்ளன. நிலவு வகை பிளஜியோகிளேஸில் கால்சியம் செறிந்த அனார்தோசைட் ($CaAl_2Si_2O_8$) இருந்துள்ளது. நிலவிலுள்ள எரிமலைப் பாறைகள் ஒலிபீன் செறிவுற்றவை; புவிவகையைவிட ஏறத்தாழ 3-10 மடங்கு வரை இல்மனைட் கூடுதலாகவுள்ளது.

இந்தியாவில்கிடைக்கும் தனிமங்கள் அட்டவணை 2 இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன. கனிமங்களிலிருந்து தனிமங்களை (உலோகங்களையும், அலோகங்களையும்) பிரித்தெடுக்கும் முறைகள் பொதுவாகக் கனிம வகைகளைப் பொறுத்தன. எடுத்துக்காட்டாக, சல்ஃபைடு வகைக்கனிமங்களைப் பிரித்தெடுப்பதற்குப் பெரும்பாலும் பின்வரும் கட்டங்கள் பின்பற்றப்படுகின்றன: (1) நுரைமிதப்பு முறையில் செறிவூட்டம் (concentration by froth floatation) செய்தல் (2) காற்றோட்டத்தில் வறுத்தல் (3) விளைவாகும்

ஆக்சைடுகளை மிகையளவு அதே கனிமம் அல்லது கார்பன் அல்லது ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றுள் ஒன்றால் ஒடுக்குதல் (4) கிடைக்கும் உலோகத்தை மின்னாற் பகுப்பு முறையில் தூய்மையாக்கல்.

அட்டவணை - 2

இந்தியாவில் கிடைக்கும் கனிமங்கள்

கனிமத்தின் பெயர்	கிடைக்குமிடம் (மாநிலம்)
அப்படைட் அல்லது பாஸ்ஃபேட் பாறை	ராஜஸ்தான்
கல்நார்	ஆ.பி., பீகார்
பைரைட்டுகள்	,, ,,
பாக்சைட்	பீகார், ஒ, ம.பி.,த.நா.
குரோமைட்	ஒ, பீகார், கர்.
நிலக்கரி	மே.வ,பீகார், த.நா.
தாமிர பைரைட்டுகள்	பீகார், ரா., ஆ.பி.,
கொரண்டம் (Al_2O_3)	ஆ, ம.பி., கர்.
வைரம்	ஆ.பி., ம.பி.
டோலமைட்	மே.வ.,ஒ., ம. பி
ஃபுளூர்ஸ்பார்	கு, ம.பி., ரா.
கலீனா	ரா.(சிறிய அளவில்)
தங்கம்	கர்.
கிராஃபைட்	ஒ, பீகார்., ம.பி.,
ஜிப்சம்	ரா., த.நா., உ.பி,கு
இல்மனைட்	கே.
ஹேமடைட்	பீகார், ஒ.,ம.பி.,கர்,, கோவா.
மாக்னடைட்	த.நா., கர்., பீகார்
கியானைட்	பீகார்
சுண்ணாம்புக் கல்	த.நா., பீகார், ஒ., ம.பி
மாக்னசைட்	த.நா., உ.பி.
மைக்கா	பீகார், ரா., ஆ.பி.,
பிச்பிளெண்ட்	பீகார்., ரா.,
பைரோலுசைட்	ம.பி., மகாராஷ்டிரம் பீகார், கர்
அருமண் கனிமங்கள் (rare earths)	கே.,த.நா.
உல்ஃப்ரமைட்	ரா.,மே.வ.,
வெள்ளீயக் கல் (டின்ஸ்டோன்)	பீகார், ஒ., ரா.

ஆ.பி. - ஆந்திரப் பிரதேசம்; கர் - கர்நாடகம்; ஒ-ஒரிசா; மே.வ- மேற்கு வங்காளம்; ம.பி- மத்திய பிரதேசம்; மகா-மகாராஷ்டிரம்; ரா-ராஜஸ்தான்; கே- கேரளம்; த.நா. -தமிழ் நாடு; கு - குஜராத்.

பொதுவாகக் கனிமங்களுக்கு வேதிப்பெயரும், கனிமப்பெயரும் உள்ளன. இவ்வாறாக இயற்கையில் கிடைக்கும் கலீனா என்ற கனிமம் ஈயசல்ஃபைடு என்ற வேதிச் சேர்க்கை கொண்டது. சோடியம் குளோரைடு என்பது உப்பு ஹாலைட் கனிமமாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. சில கனிமங்களின் பழைய பெயர்பற்றிய வரலாறு தெளிவாகத் தெரியவில்லை. அவற்றின் பெரும்பாலான பெயர்கள் இலத்தீன் மொழிச் சொற்களை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

கனிமத்தின் பெயர்கள் பலவகையாக இடப் பட்டுள்ளன. வேதியமைப்பின் அடிப்படையில் மாலிபிடினைட் (MoS_2),சிங்கைட் (ZnS) ஆகிய கனிமங் களும் படிக உருவின் அடிப்படையில் டெட்ராகெட ரைட் (நான்முகப்படிகம்), ஹெமிமார்பைட் (அரை உருவப்படிகம்) என்ற கனிமங்களும், இடங்களினடிப் படையில் இலாப்ராடோரைட், வெசுவியனைட் ஆகிய கனிமங்களும், இயற்பியல்இயல்புகளினடிப் படையில் மாக்னடைட் (காந்தத் தன்மையுடையது), கிராஃபைட் (எழுதும் தன்மையுடையது), இரோடோனைட் (இளஞ்சிவப்பு வண்ணமுடையது), கிரியோலைட் (பனிப்பாறை), அசூரைட் (நீலப் பாறை) முதலிய கனிமங்களும் பெயர் பெற்றுள்ளன. சில கனிமங்கள் தனியொருவரின் பெயர் கொண்டும் விளங்குகின்றன. இவ்வாறு சீலைட், ஸ்மித்சோனைட், ஓலாஸ்டோனைட், கோயித்தைட் ஆகியவை பெயர் பெற்றுள்ளன.

வகைப்படுத்தல். கனிமங்கள் முதலில் வேதியியலமைப்பின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப் பட்டன. ஒத்த படிக உருவைக் கொண்ட கனிமங்கள் திடக்கரைசல் தொடர் கனிமங்களாக வகைப்படுத்தப் பட்டன. எதிரயனியின் தன்மையைப்பொறுத்தே பெரும்பாலான கனிமங்கள் பிரிக்கப்பட்டன. இவ்வாறு இரும்புக் கார்பனேட்டை இரும்புக் கனிமங்

களான பிர்கோடைட் (FeS), ஹேமடைட் (Fe_2O_3), மாக்னடைட் ($FeFe_2O_4$) கனிமங்களுடன் வகைப் படுத்தாமல் கால்சைட் ($CaCO_3$) கனிமத்துடன் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஹேமடைட்டை (Fe_2O_3) குருந்தத்துடனும் (Al_2O_3) மாக்னடைட்டை ($FeFe_2O_4$) ஸ்பினலுடனும் ($MgAl_2O_4$) வகைப்படுத்தி யுள்ளனர்:-

இயற்கைத் தனிமங்கள்	சிலிக்கேட்டுகள்
சல்ஃபைடு, சல்ஃபோ உப்புகள்	சல்ஃபேட் மாதிரி
ஆக்சைடுகள், நீர்ம ஆக்சைடுகள்	குரோமேட்டுகள்
உப்புக் கனிமங்கள்	மாலிபிடேட்டுகள்
நைட்ரேட்டுகள்	டங்ஸ்டேட்டுகள்
கார்பனேட்டுகள்	பாஸ்பேட்டுகள்
போரேட்டுகள்	ஆர்செனேட்டுகள் வனேடேட்டுகள்

என்று கனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

தோற்றம். கனிமங்கள் வளிமங்களிலிருந்து, பதங்க மாதல் (Sublimation) இயல்பாலும் நீர்மங்களி லிருந்தும், பாறைக் குழம்பிலிருந்தும், திண்ம நிலை உருமாற்றத்தாலும் நான்குவித இயக்கங்களில் உண்டாகின்றன. இயற்கையில் இந்த நான்கு இயக் கங்களும் ஒன்றுடன் ஒன்று மிகுந்த தொடர் புடையன.

பதங்கமாதல். எரிமலை வாயினின்றும் நீராவிக் குழாய்களிலிருந்தும் எரிமலையியக்கத்தின்போது வெளியேறும் வளிமங்கள் குளிர்ந்து சால் அம்மோனி யாக் (HN_4Cl) கந்தகம் (S), போரிக் அமிலம் ஆகிய கனிமங்கள் உருவாகின்றன. ஹேமடைட் ஏடுகள்,

$$FeCl_3 + H_2O \rightarrow Fe_2O_3 + HCl$$

என்ற வினையால் வளிமம், நீராவி உண்டாகின்றன. காற்று மண்டலத்தில் பனிமழை இவ்வாறு பெய்கிறது.

நீர்மக் கரைசல். கரைக்கப்பட்ட பொருள்கள் கரைசலிலிருந்து வீழ்படிவுற்றுக் கனிமங்களை உருவாக்கும். கரைசலிலுள்ள கரைப்பான் ஆவியா தலாலும், வெப்ப அழுத்தநிலை குறைவதாலும், கார்பன் டைஆக்சைடு இழப்பினாலும், கரிமப் பொருள்களின் வினையியக்கத்தாலும் கனிமங்கள் படிகின்றன. நில இயக்க வரலாற்றுக் காலத்தில் கடலின் ஒருபகுதி துண்டிக்கப்படுவதால் கடல்நீரில் கரைந்துள்ள உப்புகள் ஆவியாதலால் படிந்து, காலைட், ஜிப்சம் ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) போன்ற கனிமப் படிவுகளை உண்டாக்குகின்றன. கடல்நீர் ஆவியாதல் தீவிரமடையும்பொழுது மிகுதியாக நீரில் கரையு மியல்புடைய மக்னீசிய, பொட்டாசிய உப்புகளும் படிவுறுகின்றன. பாலைவனங்களில் திடீரெனப் பெய்யும் மழையால் உருவாகும் தற்காலிக பிளேயா ஏரிகள் காய்ந்து உப்புப் படிவங்களை உண்டாக்கு கின்றன. இவற்றில் காலைட், ஜிப்சம் ஆகிய கனிமங் களுடன் சோடியம் சல்பேட்டுகள், கார்பனேட்டுகள் மற்றும் போரேட்டுக் கனிமங்களும் உடன் காணப் படும். நீராவி ஊற்றுகள் மற்றும் வெந்நீரூற்றுப் பகுதிகளில் வெந்நீர் ஆவியுடன் மிகுதியான அழுத்தத் துடனிருப்பதால் கீழேயுள்ள பாறையிலுள்ள கனிமப் பொருள்களைக் கரைத்துக் கொண்டு மேலேவருகிறது. இதனால் நீராவி ஊற்றுகள் ஒப்பலையும், வெந்நீரூற்றுகள் டிராவர்ட்டைன் (travertine), கால் சைட் கனிமத்தையும் தோற்றுவிக்கின்றன.

கார்பன் டைஆக்சைடு வேதி வினையால் பெரு மளவில் சுண்ணாம்புப் பாறைகள் (கால்சைட்) தோன்றுகின்றன. கால்சைட் தூயநீரில் கரையாத தாகும். ஆனால் நீரில் சிறிதளவு கார்பன் டை ஆக்சைடு கரைந்திருந்தால் கால்சைட் சிறிதளவு அந்நீரில் கரையும். இவ்வினையால் கால்சியம் பை கார்பனேட் உண்டாகும். அது நீரில் கரையுமியல் புடையது. உலக முழுதிலுமுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறைகளில் உள்ள குகைகள் இவ்விதமாக உண்டானவையாகும். எனினும் இவை மீண்டும் நிகழும் மீட்சி வினையாகும். கார்பன் டைஆக்சைடு இழப்பால் கால்சியம் கார்பனேட் மீண்டும் படிந்து சுண்ணத் தோரணங்களாகவும், சுண்ணப் புற்று களாகவும், சுண்ணாம்புப் பாறைக் குகைகளாகவும் வளரும். நீரூற்றுகளிலும், ஆற்றோடைகளிலும் சுண்ணப்புரை இவ்வாறு உண்டாகிறது.

கால்சியம் கார்பனேட்டுகள் அல்லது சிலிக்கா போன்ற பொருள்கள் நேரடியாகப் படிந்து இப் பொருள்களை உண்டாக்கும் அளவிற்குக் கடல்நீரில் இப்பொருள்கள் இல்லையென்றாலும் பலவகையான கடல்வாழ் உயிரினங்கள் கடல்நீரில் மிகச்சிறிய அளவிலுள்ள இப்பொருள்களைக் கவர்ந்து தம் உடலின் கடினப் பகுதிகளை உருவாக்கிக்கொள் கின்றன. இவ்வாறு பவளங்கள், கிரைனாய்டுகள், பொராமினிபெராக்கள், சங்கு மற்றும் கிளிஞ்சல் பூச்சிகள் கால்சியம் கார்பனேட்டைச் சுரந்து வளர் கின்றன. இரட்டையணுவுயிரினம், கடற்பஞ்சுகள், ரேடியோலேரியன்கள் சிலிக்காவை ($SiO_2 xH_2O$) சுரக்கின்றன. இவ்வுயிரினங்களின் எச்சங்கள் படிந்து சுண்ணாம்புப் பாறை, சாக்கட்டிப் பாறை, இரட்டை அணுப் படிவுப் பாறை ஆகியபாறைகளைப் பெருமள வில் தோற்றுவிக்கின்றன.

பாறைக் குழம்பினின்றும் படிகமாதல். குறிப்பிடத் தக்க ஆழமுடைய புவியோட்டுப் பகுதிகளில் முன்னரே உள்ள பாறைகள் புவியியக்க மாற்றங்

களால் உருகும். இவ்வாறு உருகிய பாறைக் குழம்பு மேற்புறமாக அழுத்தம் குறைந்த பகுதியை நோக்கிச் செல்லும். இக்குழம்பு தரை மட்டத்தை வந்தடைந்து எரிமலை வெடிப்பாகவும் எரிமலைக் குழம்போட்டமாகவும் நிகழுகிறது. விரைவாகக் குளிரும் இக் குழம்பு படிகத்தன்மையற்ற அல்லது நுண்பரல் தன்மையுடைய பிதுக்கப் பாறைகளை உண்டாக்குகிறது. இவற்றில் மிக அரிதாகவே பயனுள்ள கனிமங்கள் கிடைக்கின்றன. பாறைக்குழம்பு தரைப்பகுதியை வந்தடையாமல் ஆழப்பகுதிகளில் மெதுவாகக் குளிர்ச்சியடைந்தால் சிக்கல்மிகு வேதி வினைகளாலும் படிக வளர்ச்சியாலும் பலவகையான கனிமங்கள் நன்றாக வளர்கின்றன.

பாறைக்குழம்பில் சிலிக்கான், அலுமினியம், இரும்பு, கால்சியம், மக்னீசியம், சோடியம் மற்றும் பொட்டாசியம் ஆகிய தனிமங்களின் ஆக்சைடுகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த ஆக்சைடுகளில் சிலிக்கா பெரும்பான்மையாக உள்ளது. இவற்றுடன் நீராவி, குளோரின், புளூரின், கார்பன் டைஆக்சைடு, போரான், கந்தகவளிமங்கள் முதலியவை அதிகவெப்ப அழுத்தநிலைகளில் இருக்கும். இவ்வளிமங்களினடக்கத்தால் பாறைக் குழம்பு உயர்ந்த நீர்மத்தன்மையை உடையதாய் ஓடுகிறது. மேலும் இவ்வளிமங்கள் முதலில் படிகமாகும் கனிமங்களின் வேதியலமைப்பில் இடம்பெறுவதில்லையாதலால் வளிமங்கள் திரண்டு இறுதிநிலைகளில் குவிகின்றன. அந்நிலையில் அந் நீர்மம் பாறைக் குழம்பு என்று கூறமுடியாத அளவில் செறிவுமிக்க சூடான கரைசலாகக் காணப்படும். இதனைப் பாறைக்குழம்பு வெப்பநீர் எனலாம்.

பாறைக் குழம்பிலிருந்து படிகமாகும் கனிமங்களை வரிசைப்படுத்தினால் முதலில் குறைந்த சிலிக்கா அடக்கமுடைய மூலத்தன்மையுடைய கனிமங்கள் உண்டாகும். அவற்றில் ஆலிவின், பிளஜியோகிளேஸ் மற்றும் சிலிக்கேட்டல்லாத பிற கனிமங்களும் அடங்கும். சிலிக்கேட்டல்லாத கனிமங்களில் இரும்பு, தாமிர, நிக்கல், குரோமிய, பிளாட்டின, டைட்டானிய ஆக்சைடுகளுடன் வைரம் மற்றும் பலவகையான கனிமச் சல்ஃபைட்டுகளும் அடங்கும். இரண்டாவதாக நடுத்தரச் சிலிக்கா அடக்கமுடைய கனிமங்கள் உண்டாகும். இறுதியாக அமிலத்தன்மையுடைய சிலிக்காமிகு கனிமங்கள் பாறைக் குழம்பிலிருந்து படிகமாகும். இவ்வாறு, தொடர்ச்சியாகப் பாறைக் குழம்பு குளிர்ந்து பலவிதமான கனிமங்களையும் பாறைகளையும் உண்டாக்குமியல்பிற்குப் பாறைக் குழம்பின் குளிர்வின் கூர்தலற வேறுபாடு என்று பெயர். பாறைக் குழம்பு மேல்நோக்கி ஓடிச் செல்வதால் முதலில் உண்டான படிகங்கள் ஆழத்திலும் பின்னுள்ள நிலைகளில் உண்டான படிகங்கள் தொடர்ச்சியான மேல்நிலைகளிலும் பிரிந்தமைகின்றன. இவ்வாறு பலவகையான கனிமங்களைத் தோற்றுவித்தபின் எஞ்சி நிற்கும் பாறைக் குழம்பு நீர்மம் இன்னும் அதிகவெப்பத்துடனும் வேதியலடக்கம் செறிந்தும் அதிக அழுத்த நிலையில் இருக்கும். ஆனால் நீர்மம் பாறைக் குழம்பைவிட மிகக் குறைந்த பாகுநிலையில் இருக்கும். அதனால் அந்நீர்மம் பாறைக்குழம்புக் கிடங்கிலிருந்து பெக்மடைட் பாறைகளை வெளியேற்றும். இப்பாறைகளில் பெருமளவில் குவார்ட்ஸ், மைக்ரோகிளைன், மைக்கா கனிமங்கள் காணப்படும். அப்பாறைகளிடையே பெரில் (பெரிலியம்), ஸ்போடுமினைட், (லித்தியம்), யுரானிணைட் (யுரேனியம்), உல்ஃப்ரமைட் (டங்ஸ்டன்), கொலம்பைட் (நியோபியம்) போன்ற அரிய தனிமங்களையுடைய கனிமங்கள் காணப்படும்.

பாறைக் குழம்புக் குளிர்வு கூர்தலற வேறுபாட்டின் இறுதிக் கட்டத்தில் நீர்ம வெப்ப இயக்கம் தோன்றுகிறது. அதனால் உயர்ந்த, இடைத்தர மற்றும் தாழ் வெப்பநிலைகளில் படிகமாகும் நீர்ம வெப்பக் கனிமங்கள் தோன்றுகின்றன. இவை பாறைக் குழம்புக் கிடங்கிலிருந்து கனிமக் கொடிகளாக வெகு தொலைவு ஓடிச்சென்று படிகமாகின்றன. இக்கொடிகளில் வெள்ளீயம், டங்ஸ்டன், மாலிபிடினம், பொன், தாமிரம், துத்தநாகம், பாதரசம் மற்றும் ஆன்ட்டிமனி உலோகக் கனிமங்களுடன் பைரைட், மார்க்சைட், குவார்ட்ஸ், கால்சைட், புளூரைட், பேரைட், ஓப்பல் போன்ற கனிமங்களும் காணப்படுகின்றன.

தொடுகை உருமாற்றம். மேல்நோக்கிச் செல்லும் பாறைக்குழம்பைச் சுற்றிலுமுள்ள பெரும்பாங்குப் பாறை, பாறைக்குழம்பின் வெப்பத்தாலும் வேதி வினையியக்கத்தாலும் உருமாற்றமடைகிறது. இதற்குத் தொடுகை உருமாற்றம் என்று பெயர். இதனால் பல புதிய கனிமங்கள் உண்டாகின்றன. பாறைக் குழம்பு, சுண்ணப்பாறைகளில் ஊடுருவும் போது பெருமளவான தொடுகை உருமாற்றம் ஏற்படுகிறது.

வளாக உருமாற்றம். மலைத்தோற்றவியக்க காலங்களில் ஏற்படும் வெப்ப அழுத்தநிலை மாற்றங்களால் பாறைக் கனிமங்கள் நீருடன் சேர்ந்து உருமாறி மீண்டும் படிகமாகிப் புதிய கனிமங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வாறு சுண்ணாம்புப்பாறை உருமாற்றமடைந்து சலவைக் கற்பாறையை உண்டாக்குகிறது. மணற்பாறைகள் குவார்ட்சைட்டாக மாறுகின்றன. மைக்கா, டால்க், குளோரைட், ஹார்ன்பிளண்டுக் கனிமங்களைக் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் உண்டாக்கும் பாறைகள் படலப்பாறைகளாகின்றன.

மாற்றமடைதல். கனிமங்கள் தோன்றியபின் அவை வேதியலியக்கங்களினால் தாக்கப்பட்டால் அவை மாற்றமடைகின்றன. இம்மாற்றங்கள் மெதுவாகவோ விரைவாகவோ பாறைகளிடையே நடைபெறும்.

உகலியக்கம் (*weathering*). பாறைகள் இயற்கையாக உகலியக்கமடைவதால் புதிய கனிமங்கள் தோன்றுகின்றன அல்லது கனிமங்கள் குவிகின்றன. கார்பன் டைஆக்சைடு கரைந்த நில நீர்ச் சுழற்சியால் தாமிர, துத்தநாக, ஈயகார்பனேட்டுப் படிவங்கள் தோன்றுகின்றன. மாறி, மாறிவரும் மாரிக்காலங்களினாலும், கோடைக் காலங்களினாலும், இரவு பகலாலும் தனித்தன்மையான ஒருவித பாறையரிப்பு நிகழ்கிறது. இதனால்வெப்பமண்டல நிலப்பகுதிகளில் உள்ள பாறைகள் சிதிலமடைந்து இரும்பு அலுமினிய மாங்கனீஸ்உலோகக் கனிமப்படிவங்களை உண்டாக்குகின்றன. இப்பகுதிகளில் இரும்பு அலுமினிய ஆக்சைடுகள் தவிரப் பாறைகளில் உள்ள ஏனைய எல்லாக் கனிமங்களும் நீரில் கரைக்கப்படுகின்றன. இந்தியாவிலுள்ள இலேட்டரைட் பாறைகள் இரும்புஉலோகக் கனிமப் படிவங்களாகவும், பாக்சைட்டுப் படிவங்கள் அலுமினிய உலோகக் கனிமப் படிவங்களும் தோன்றியுள்ளன. இவ்வாறு மாங்கனீஸ் ஆக்சைடுபடிவங்களாகவும் தோன்றியுள்ளன. கனிமக் கொடிகளிலுள்ள அருகியதாமிர உலோகக் கனிமங்கள் முதலில்சிதைந்து கரைக்கப்பட்டுப் பின் வேறோரிடத்தில் இரண்டாம் நிலைத் தாமிர உலோகக் கனிமங்களாக வீழ்படிவுற்றுச் செறிந்து கனிமப்படிவங்களாக மாறுகின்றன. வீழ்படியப்பட்ட கனிமங்கள் நிலநீர் மட்ட வேறுபாட்டாலும் மேலுள்ள பாறையரிப்பாலும் காலவட்டத்தில் பெரிய படிகங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

உகலியக்கம் பாறைகளைச் சிதைக்கும் வினையாகும். இது இயற்பிய, வேதிய உகலியக்கம் என இருவகைப்படும். முதலில் கூறப்பட்டது வெப்ப நிலை மாறுபாட்டால் உண்டாகும். மாறி, மாறி ஏற்படும் விரிவடைதலாலும் சுருக்கத்தாலும் உண்டாகிறது. பிளவுகளிடையே தேங்கியிருக்கும் நீர் உறைவதால் பிளவுகள் விரிவடைகின்றன. காற்று, மழை, பனியாறு, ஆறு ஆகியவை எடுத்துச் செல்லும் பொருள்களால் ஏற்படும் பாறை உராய்வினாலும் பாறைகள் சிதிலம் அடைகின்றன. குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைகளில் பொருள்களின் வடிவம் மாறுதலடைவதாலும் பாறைகள் சிதிலமடைகின்றன. ஒரு கனிமம் வேதி முறையில் மாற்றம் அடைந்தாலும் மாற்றமடைந்த கனிமம் முந்தைய கனிமத்தின் உருவைப் பெற்றிருக்கும். இவ்வாறாகக் கனசதுரப் பைரைட் கனிமம் (FeS_2) நுண்பரல்தன்மையுள்ள கோயித்ததைட்கனிமமாக மாறும்போது பைரைட்டின் கனசதுர வடிவைப் பெறுகிறது. ஒருபடிகவுருவுடைய கனிமம் பிறிதொரு படிகவுருவுடைய கனிமமாகவும் மாறலாம். இவ்வாறு புருக்கைட்டுக் கனிமத்திற்குப் பின் ரூட்டைல் கனிமம் தோன்றுகிறது. இவை டைட்டேனிய ஆக்சைடுகளின் இணையுருவங்கள் எனப்படும்.

உருமாற்றத்திரிநிலை. இவ்வியக்கத்தாலும் புதிய கனிமங்கள் பாறைகளிடையே தோன்றுகின்றன. கலீனாவைத் தோற்றுவித்த நீர்மவெப்பக் கனிமக் கொடி அதன் சுண்ணாம்புப் பாறைச் சுவர்களையும் மாற்றமடையச் செய்திருக்கும். அதேசமயம் மாற்றமடைந்த பாறை முந்தைய சுண்ணாம்புப்பாறையின் அமைப்பை முழுஅளவில் கொண்டிருக்கும். பெக்மடைட்டுப் பாறைகளிடையே நீர்த்துளிமாற்றவியக்கம் நடைபெறுகிறது. இதனால் முதலில் தோன்றிய கனிமங்கள் பின்னர்த் தோன்றிய பெக்மடைட் **நீர்ம**ங்களால் மாற்றம் அடைந்து புதிய கனிமங்கள் உண்டாகும்.

பிரிவுகள். கனிமங்கள்பலவகையான பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. கனிமங்கள் அவற்றின் வேதியலமைப்பு இயல்புகள், தொழிற்பயன், கிடைக்கும் விதம், தோற்றம் ஆகிய பல காரணிகளைப் பொறுத்துப்பலவாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. முதனிலைக் கனிமங்கள் பாறைக் குழம்புப் படிகமாதலால் உண்டானவையாகும். அவற்றுடன் பெக்மடைட் மற்றும் நீர்மவெப்பக் கனிமப் படிவங்களும் அடங்கும். பாறைக் கனிமங்கள் அனற்பாறை, படிவுப் பாறை மற்றும் உருமாற்றப் பாறைகளில் காணப்படும் பெருமளவான கனிமங்களாகும். கிரானைட் பாறையில் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் ஆகிய கனிமங்கள் பெருமளவான கனிமங்களாக உள்ளன. கிரானைட்டில் மிகச் சிறிய அளவில் கிடைக்கும் பைரைட், சிர்கான், அபடைட் கனிமங்கள் அருகிய கனிமங்களாகும். மேலும் வேதியலமைப்பைப் பொறுத்துக் கார்பனேட்டுகள், சல்ஃபேட்டுகள், ஆக்சைடுகள் என்று கனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒத்த படிகவுருவுடைய திண்மக் கரைசல் தொடர்களாக ஆலிவின், கார்னட், பிளஜியோகிளேஸ் போன்ற கனிமங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

நெருங்கிய இயற்பிய, வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டிருக்கும் கனிமங்கள் ஒத்த படிகவுருவைக் கொண்டிராவிட்டாலும் அவை கனிமக் குடும்பமாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. பொருளாதார நோக்கில் பயன்தரும் கனிமங்களைக் கனிமச் செல்வங்களாகக் குறிக்கின்றனர். இவற்றில் உலோகக் கனிமங்களும், அலோகக் கனிமங்களும் அடங்கும். இவ்வாறு பாக்சைட்டுப்படிவம், சந்தகப் படிவம், மணிக்கற்கள் ஆகியவை பயன்படு கனிமங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. களிக் கனிமங்களிடையே பொதுவான இயற்பிய, வேதிப்பண்புகள் காணப்படுவதால் அவை தனியாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. களிக்கனிமங்கள் நுண்பரல் தன்மையுடையவை; நனைந்தால் பிசுபிசுப்புடையவை; ஆனால் உலர்ந்த பின்னும், சுட்டபின்னும் மிகுந்த கடினத்தன்மையைப் பெறுகின்றன. அவை பெரும்பாலும் நீர் சேர்ந்த அலுமினிய சிலிக்கேட்டுகளால் ஆனவை. இயற்பிய வேதிச் சிதிலமாதலால் மாற்றமடையாத கனிமங்கள் நிலையான கனிமங்கள் எனப்படுகின்றன. இக்கனிமங்கள் நீரில் கரையாதன; கடினத்தன்மை மிக்கவை. இத்தகைய நிலை

யான கனிமங்களில் கனமான கனிமங்கள் கொழிவுப் படிவுகளாக ஆற்று வண்டலிலும், கடற்கரை மணலிலும், காற்றடி மணல் மேடுகளிலும் குவிகின்றன. அவை உயர்ந்த அடர்த்தி கொண்டவை. பெரும்பாலான இக்கனிமங்கள் எளிதில் சிதிலமடையாதன. இவற்றில் சில, தாம் தோன்றிய பாறைகளுக்கருகிலேயே குவிந்து செறிவடைகின்றன. வேறுசில தாம் தோன்றியவிடத்திலிருந்து வெகுதொலைவிற்கப்பால் எடுத்துச் செல்லப்பட்டுக் குவிகின்றன.

ஒரேவித இயக்கத்தாலுண்டான கனிமங்கள் தம்மிடையே தொடர்ச்சியான வேறுபாட்டைக் கொண்டிருக்கும். முதலில் தோன்றிய கனிமங்கள், பின்னர் படிப்படியாகத் தோன்றிய கனிமங்கள் என்று காலவேறுபாட்டாலும், வேதிய லடக்க வேறுபாட்டாலும், பாறை அமைப்பு வேறுபாட்டாலும் பலவேறுபட்ட தொடர்நிலைகளையுடைய கனிமங்களை வகைப்படுத்தலாம்.

ஒரே பாறைக் குழம்பிலிருந்து பலவேறு காலக் கட்டத்தில் தோன்றிய கனிமத்தொகுதிகள் தம்மிடையே இவ்வாறு தொடர்ச்சியான வேறுபாடுகளைக் கொண்டிருக்கும். இப்பாறைத் தொடர்களைப் பாறைத்தொகுதி என்றும் இப்பாறைகளில் உடனமையும் கனிமங்களைக் கனிமத்தொகுதி என்றும் கூறலாம். இப்பாறைகளில் காணப்படும் கனிமங்கள் கனிமத் தோற்றத்தையும், பாறைத் தோற்றநிலைகளையும் எடுத்துக்காட்டும் சுனிமக் காட்டிகளாகும். பாறையில் உடனமைந்த இக்கனிமங்களை ஆராய்ந்து பாறைகளின் தோற்ற வெப்ப அழுத்த நிலைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்
- இரா. ராமசாமி

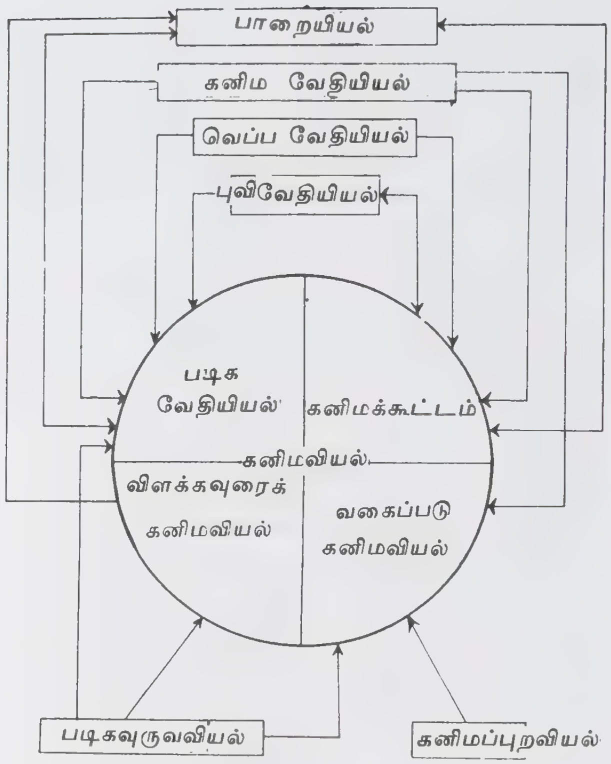
நூலோதி. W.E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985; G.S. Manku, *Inorganic Chemistry*, Tata McGraw-Hill, New Delhi, 1984.

கனிமவியல்

இவ்வியல் கனிமம் உண்டாகும் விதம், கனிமத்தின் இயல்புகளைப் பற்றிய விளக்கம், கனிமத்தை வகைப்படுத்தல் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது. எனவே கனிமவியலைப் படிகவேதியல், கனிமக்கூட்டவியல், கனிம விளக்கவியல், கனிம வகையியல் என நான்கு பெரும் பிரிவாகப் பிரிக்கலாம். படிக வேதியியல் கனிமங்களின் வேதியலமைப்பு, அணுவமைப்பு ஆகியவற்றை விளக்கும். கனிமக்கூட்டவியல் கனிமங்கள் கிடைக்கும் விதத்தையும் அதனுடன் அமையும் கனிமங்களின் தன்மையையும் விளக்கும். கனிமவியக்கவியல் கனிமங்களின் வேதியியல் மற்றும் புறவியல்புகளைப் பற்றிய குறிப்புகளைக் கொண்டு அவற்றை இனம் காணும் விதத்தைக் குறிப்பிடும். கனிமங்கள் அறிவியல் முறைப்படி வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள முறையையும், அவற்றை அவற்றின் இனத்துடன் தொகுப்பதையும். கனிமங்கள் பெயர் பெற்றுள்ளமையையும், அவற்றிற்குப் பெயரிடும் முறைகளையும் கனிம வகையியல் விளக்கும்.

படிகவேதியியல். கனிம வேதியியல் கனிமவியலில் மிகவும் இன்றியமையா்த பகுதியாகும். இதில் படிவுருவியல், கனிமப் பொருளின் வேதியியல், புவிவேதியியல், வெப்பவியக்கவியல்ஆகியவை சாரும் (படம்-1). ஒரு கனிமம் குறிப்பிட்ட வேதியலமைப்புடனும், அதற்குரிய படிகவுருவுடனும் (அணுவமைப்பு) அமைந்திருக்கும் போது, அக்கனிமம் ஒரு குறிப்பிட்ட கனிம வகையைச் சார்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. அக்கனிமத்தின் ஏனைய கனிமவியல்புகள் அனைத்தும், இவ்விருபண்புகளின் அடிப்படையில் வந்தமையால் இவ்விரு பண்புகளும் அக்கனிமத்தை இனம் சுட்டிக் காட்டப் போதுமானவையாக உள்ளன. ஒரு திண்மப் பொருள் ஓரச்சில் சுழலும்போது மீண்டும், மீண்டும் முதலில் தோன்றிய முகங்கள் ஒழுங்கு முறையில் தோன்றியமைந்திருந்தால் அப்பொருள் படிகத் தன்மையுடையதாகக் கருதப்படுகிறது. படிகத் தன்மையுடைய பொருள்கள் ஓரச்சு, முச்சமச் செங்குத்தச்சு, இருசமச்செங்குத்தச்சு, அறுகோணச் செங்குத்தச்சு, ஓரச்சுச் சாய்வு, மூவச்சுச் சாய்வு என ஆறு வகையான படிகவகைகளில் அடங்கும். படிகங்களின் மிகச் சிறிய பகுதிகளான ஒவ்வொரு கட்டமைவு நுண்ணறையும் ஏதேனும் ஒரு படிகவகையில் அடங்கும். ஒவ்வொரு நுண்ணறையும் முழு எண்ணிக்கையுள்ள குறிப்பிட்ட கனிம அணுக்களைக் கொண்டிருக்கும். இந்த நுண்ணறையமைப்பைக் கொண்டு ஒரு கனிமத்தை மற்றொரு கனிமத்திலிருந்து இனம் காணலாம்.

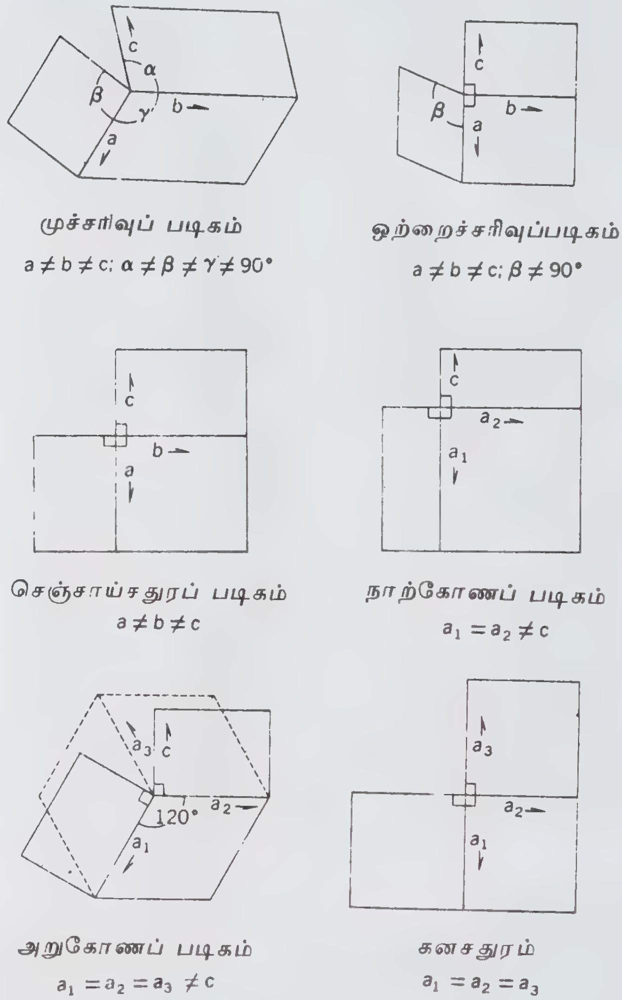
படிகத்தன்மையுள்ள ஒவ்வொரு பொருளும் அதன் வேதியியல் வாய்பாட்டைப் பொறுத்துக் குறிப்பிட்ட கனிமங்களின் முழு எண்ணிக்கையுள்ள அணுத்திரட்சிகளை அதன் குறிப்பிட்ட கட்டமைப்பில் கொண்டிருக்கும். எனவே ஒரு பொருளிலுள்ள அனைத்து நுண்ணறைகளும் ஒரேவகையான அணுவமைப்பைத் தம் கட்டமைப்பில் கொண்டிருக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட கனிமத்தின் வாய்பாடு (2 $MgOSiO_2$) என்றிருந்தால், அதன் வாய்பாடு அடைப்புக் குறியில் ஒரே வகையான தனிம அணுக்கள் ஒரே வீதத்தில் அமைந்திருக்கும் என்பதைக் காட்டும். பெரியஎழுத்து, தனிம அணுக்களையும், சிறிய எழுத்து அதன் நுண்ணறையில் அந்த அணு எத்தனை முறை உள்ளது என்பதையும் காட்டும். ஒரு வாய்பாட்டில் சிறிய எழுத்துகளின் எண்கள் தம்மிடையே ஒரு பொதுக்



படம் 1. கனிமவியலுக்கும் ஏனைய அறிவியல்களுக்கு மிடையே உள்ள தொடர்பை விளக்கும் படம்

காரணியைக் கொண்டிருந்தால், அந்தக் காரணியை வெளியே எடுத்து வாய்பாட்டைச் சுருக்கி எழுதலாம். வாய்பாடு, 50% அணுத் திரட்சிக்கு மேற்பட்டுள்ள தனிமங்களை முதன்மையாகக் கொண்டு வரையறுக்கப்படுகிறது. கனிமப் படிகக் கட்டமைவும், அதன் வேதிவாய்பாடும் கனிமத்தை இனம் காண அடிப்படையாகின்றன.

கனிமங்களிடையே வேதித் தொடர்ச்சியுடைய திண்மக்கரைசல் தன்மையுடைய கனிமங்களும் உள்ளன. இறுதி நிலை எல்லைகளாக விளங்கும் இரு கனிமங்களின் வேதி அமைப்புகளுக்கு இடையில் அவ்வினத்தைச் சார்ந்த கனிமம் அமையும். இக் கனிமங்கள் படிகமாகும்போது தொடர்ச்சியான வேதித் தொடர்புடைய கனிமத் தொடர்கள் தோன்றும். அக்கனிமங்களின் வேதியலமைப்பு ஒன்றிலிருந்து ஒன்று தொடர்ச்சியாக வேறுபடுவதால் ஒரு திண்மக் கரைசல் தொகுதியாக வகைப்படுத்தப் படுகிறது. இக்கனிமத் தொடர் கனிமங்களைக் குறிப்பிடும்போது அக்கனிமம் திண்மக்கரைசல் தொகுதியில் அமையுமிடத்தை முறையாக வரையறுக்க வேண்டும். இக்கனிமத் தொகுதியில் இறுதிநிலை உறுப்புகளாக விளங்கும் தனிமங்கள் திட்டமான பெயருடன் வரையறுக்கப்பட்டுத் தனிக் கனிமங்களாக விளங்குகின்றன.



படம் 2. ஆறு படிகத்தொகுதிகளின் வடிவம்

உடனமையும் கனிமங்களைப் பற்றி ஆராயும் கனிமவியலுக்குக் கனிமக்கூட்டவியல் எனப் பெயர். இவ்வியலில் ஒரு சிறிய பாறைத் துண்டில் காணப்படும் கனிமங்களிலிருந்து ஒரு பெருநிலப்பரப்பில் வேறுபடும் கனிமங்களின் இயல்புகள் பற்றிக் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் அல்லது ஒரு பெரிய கனிமப் படிவம், பாறைப் படலம் ஆகியவற்றிலுள்ள கனிமக் கூட்டங்களைப் பற்றி முழுமையும் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு ஒரு பெரிய கனிமப் படிவம் அல்லது பாறைப் படலத்தின் கனிமக் கூட்டத்தை ஆராய நன்கு பொருந்தும்படியான முறையில் திட்டமிட்டுக் கனிம மாதிரிகளை எடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு மாதிரி எடுப்பது, அந்நிலத்தின் அமைப்

பையும், கனிமப் படிவைச் சுற்றியுள்ள புவியியல் அமைப்பையும், படிவு முறையையும், படிவுத் தளத்தையும், மடிப்பு மற்றும் பிளவுத் தளங்களை ஆராய்தலையும் உள்ளடக்கும். பாறைக் குழம்பில் தொடரான கனிமங்கள் படிகமாகி, கனிமக் கொடிகளில் தொடரான கனிமங்கள் அமைதல் பற்றி இவ்வியல் விளக்கும்.

கனிமக் கூட்டங்களில் (உடனமைவு கனிமங்கள்) காணப்படும் பழைய மற்றும் புதிய கனிமங்களிடையே காணப்படும் ஒப்பிடு காலஇடைவெளியைக் கண்டு பிடிப்பது கடினம். சில சமயங்களில் அந்தக் கால இடைவெளிகள் தக்க அறிவியல் முறைகளின் மூலம் வரையறுக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் ஈய ஐசோடோப்புகள் அல்லது பிற ஐசோடோப்புகள் மூலம் வயதைக் கணக்கிடுகின்றனர்.

சிறந்த பயிற்சியும், அறிவும் கொண்டு கனிமங்களை இனம் காணலாம். கனிமங்களின் நிறம், உருவம், கடினத்தன்மை, அடர்த்தி ஆகியவற்றின் வேறுபாட்டைக் கொண்டு ஒரு கனிமம் மற்றொரு கனிமத்திலிருந்து இனம் காணப்படும். பெரும்பாலான கனிமங்களின் இயல்புகள் அளந்தறியப்பட்டு அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. பெயர் தெரியாத கனிமத்தின் இயல்புகளை இந்த அட்டவணையுடன் ஒப்பிட்டு இனம் காணலாம். ஒளிவியல்பு, எக்ஸ்-கதிர் சிதறல் நுண்கருவிகளைக் கொண்டு செய்யும் வேதிப்பகுப்பு முறை ஆகியவற்றால் கனிமங்களின் இயல்புகள் அறியப்படுகின்றன. சிறந்த நுட்பமான ஆய்வுக் கருவிகள் நடைமுறையில் உள்ளமையால் பண்டைய முறைகளான ஊதுகுழல் சுவாலையில் கனிம உருக்கம், கனிம ஆய்வு ஆகியவை தற்காலத்தில் பெருமளவு பயன்படுவதில்லை.

ஏறத்தாழ மூவாயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட கனிமங்கள் இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வோர் ஆண்டும் அறுபதுக்கும் மேற்பட்ட புதிய கனிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன. வேதிப் பகுப்பு, படிகக்கட்டமைவு, கனிம நுண்ணறையணுவடக்கம், அதன் படிக இடைவெளிக் குழு, படிகஉருவவியல், எக்ஸ்-கதிர் சிதறல், ஒளிவிளைவுப் பண்புகள், படிகப் புறவியல்புகள், உடனமையும் கனிமக் கூட்டங்களின் இயல்புகள் ஆகியவற்றுடன் புதிய கனிமம் விவரிக்கப்பட வேண்டும். இக்குறிப்புகள் மூலம் புதிய கனிமத்தை வகைப்படுத்தலாம்.

- இரா. இராமசாமி

நூலோதி. W.E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, fourth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985; L.G. Berry, & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1985.

கனிம வேதியியல்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் காணப்படும் பல்வேறு தனிமங்களில் கார்பன் தவிர ஏனைய தனிமங்களின் பண்புகள், வேதி வினைகள், அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பற்றி விளக்கும் வேதியியல் பிரிவு கனிம வேதியியல் (inorganic chemistry) ஆகும். ஆயினும் இப்பிரிவில் கார்பனின் பண்புகள், அதன் சேர்மங்கள் பற்றியும் (கார்பன் மோனாக்சைடு, கார்பன் டைஆக்சைடு, கார்பனேட்டுகள், கார்பைடுகள்) விளக்கப்படுகிறது. கார்பனையும் அதன் வழிச்சேர்மங்களையும் விளக்கும் வேறு பிரிவிற்குக் கரிம வேதியியல் (organic chemistry) என்று பெயர். கனிம வேதியியலை நுட்பமாக ஓர் எல்லைக்குள் வரையறை செய்தல் இயலாது. கனிம வேதியியல் பல உட்பிரிவுகளைக் கொண்டது.

தனிமங்களின் தொகுப்பு. கண்டறியப்பட்ட தனிமங்கள் அனைத்தையும் முறையாகத் தொகுக்கும் பணி, வேதியியலின் தொடக்க காலத்திலேயே மேற்கொள்ளப்பட்டது. 1829ஆம் ஆண்டு டொபரீனர் முதலாக, 1864இல் நியூலாண்டின் எண்மவிதி (Law of octaves) வழியாக, 1869இல் மெண்டலிவ் லோதர் மேயர் மூலமாகப் பல்வேறு தனிம வரிசை அட்டவணைகள் (periodic tables) தோன்றலாயின. ஆயினும் 1869இல் அணு எடையை அடிப்படையாகக் கொண்டு மெண்டலீவினால் உருவாக்கப்பட்ட தனிம வரிசை அட்டவணையே கனிம வேதியியல் துறையின் தனிமங்களை வகையீடு செய்வதில் குறிப்பிடத்தக்கதாக அமைந்தது.

அணு எண் கண்டறியப்பட்டவுடன், மெண்டலீவ் தனிம வரிசை அட்டவணையில் பொருத்தமான திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டு, திருத்திய மெண்டலீவ் தனிம வரிசை அட்டவணை பெறப்பட்டது. அடுத்து, தனிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புகளின் அடிப்படையில் நீள்வடிவத் தனிம வரிசை அட்டவனை (long form of periodic table) தொகுக்கப்பட்டது. இவ்வாறு கனிம வேதியியலில் உள்ள தனிமங்கள் ஆராயப்படுவதற்கு எளிதான வகையில் முறையாக வகைப்படுத்தப்பட்டன. இதன் விளைவாகத்தான் காரஉலோகத்தனிமங்கள் என்றும்,காரமண் உலோகத் தனிமங்கள் என்றும், ஹாலோஜன் குடும்பம் என்றும், மந்த வளிமங்கள் என்றும், லாந்தனைடு, ஆக்டினைடு வரிசை என்றும் தனிமங்கள் பிரித்தறியப்பட்டுள்ளன.

s-தொகுதித் தனிமங்கள். கார உலோகங்களான லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம், ருபீடியம், சீசியம், ஃபிரான்சியம் ஆகியவையும், காரமண் உலோகங்களான பெரில்லியம், மக்னீசியம், கால்சியம், ஸ்ட்ரான்சியம், பேரியம், ரேடியம் ஆகியவையும் இணைந்து s-தொகுதித் தனிமங்களாக வகைப்

படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் கார உலோகங்கள் ns^1 என்னும் பொதுவான வெளிச்சுற்றுப்பாதை எலெக்ட்ரான் அமைப்பையும், காரமண் உலோகங்கள் ns^2 என்னும் பொதுவான வெளிச் சுற்றுப் பாதை எலெக்ட்ரான் அமைப்பையும் பெற்றுள்ளன. வேதி வினைகள் வெளிச்சுற்றுப் பாதையின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பால் நிர்ணயம் செய்யப்படுகின்றன என்பதால் அந்தந்தத் தொகுதித் தனிமங்கள் ஒத்த வேதிப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

p-தொகுதித் தனிமங்கள். போரான், கார்பன், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், ஃபுளூரின் ஆகியவை p-தொகுதித் தனிமங்கள் ஆகும். இவற்றின் வெளிச் சுற்றுப் பாதையின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புகள் முறையே np^1, np^2, np^3, np^4, np^5 என்று அமைந்துள்ளன.

p-ஆர்பிட்டால் நிறைவுற்ற அமைப்பான $ns^2\ np^6$ எலெக்ட்ரான் அமைப்பை மந்த வளிமங்கள் பெற்றுள்ளன. ஹீலியம், நியான், ஆர்கான், கிரிப்ட்டான், செனான் ஆகியவை மந்த வளிமத் தொகுதித் தனிமங்களாகும். இவை நிறைவுற்ற எலெக்ட்ரான் அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளமையால், வினைத்திறன் இல்லாத கனிம உலோகச் சேர்மங்களாகும்.

d-தொகுதித் தனிமங்கள். இவை மற்றொரு பெயரால் இடைநிலைத் தனிமங்கள் (transition elements) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவற்றின் எலெக்ட்ரான்கள் எண்ணிக்கை d-ஆர்பிட்டாலில் படிப்படியாக அதிகரித்து வரும்.

f-தொகுதித் தனிமங்கள். இவற்றில் புதிய எலெக்ட்ரான்கள் f ஆர்பிட்டாலில் வந்து சேரும். 4f-ஆர்பிட்டாலில் எலெக்ட்ரான்கள் வந்து சேரும் 14 தனிமங்கள் லாந்தனைடுகள் என்றும், 5f-ஆர்பிட்டாலில் எலெக்ட்ரான்கள் வந்து சேரும் தனிமங்கள் ஆக்டினைடுகள் என்றும் குறிப்பிடப்படும். புதிதாக வரும் எலெக்ட்ரான்கள் (n-2) f வரிசையில் இடம் பெறுவதால் அணுப்பருமன் அதிகரிப்பதில்லை. மாறாக அணுக்கருவில் நேர்மின்னேற்றத்தின் அளவு அதிகரிப்பதால் லாந்தனைடு குறுக்கம் (lanthanide contraction) ஏற்படுகிறது.

தொகுப்புக் கனிம வேதியியல். தனிம வரிசை அட்டவணையில் காணப்படும் தனிமங்களின் வினைத்திறனும், வேகமும் ஒன்றில் இருந்து மற்றொன்று பெரிதும் மாறுபட்டுள்ளன. மந்த வளிமம் போன்ற வினைத்திறன் அற்ற தனிமங்கள் மட்டுமல்லாமல் ஹாலோஜன்கள், கார உலோகங்கள் போன்ற வினைத்திறன் மிக்க தனிமங்களும் இயற்கையில் அமைந்துள்ளன. ஃபுளூரின் அனைத்துத் தனிமங்களினும் வினைத்திறன் மிகுந்தது. அது மந்த வளிமம் உள்ளிட்ட அனைத்துத் தனிமங்களுடனும் சேர்மங்களை உண்டாக்குகிறது. ஃபுளூரினின் இவ்வதிக வினைத்திறன் காரணமாக அதையும் அதன் சேர்மங்களையும் கையாளச் சிறப்பு வகை உலோகக் கலவைகளையும், நெகிழிப் (plastic) பொருள்களையும் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். ஃபுளூரினும், அதன் சில சேர்மங்களும் கண்ணாடியுடனும் வினைபுரியும் என்பதால், கண்ணாடியால் ஆன கலன்களை இதன் ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுத்துதல் இயலாது. ஆயினும் ஃபுளூரினை நேரடியாகப் பயன்படுத்தத் தக்க கலன்களும் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

இரண்டாம் உலகப்போருக்குப் பின் தொகுப்புக் கனிம வேதியியலில் முக்கியத்துவம் பெற்றது போரான் ஆகும். உலோகப் போரைடுகளை, நீர்த்த அமிலக் கரைசல்களில் வினை நிகழச் செய்யும்போது, போரான் ஹைட்ரைடுகள் கிடைக்கின்றன. இவ்வினை மிகவும் சிக்கலானதும் கடினமானதும் ஆகும். ஆய்வு தொடங்கிச் சில வாரங்கள் அல்லது சில மாதங்களுக்குப் பின்னரும் கூடச் சில கன சென்ட்டி மீட்டர் டைபோரேன் வளிமம் மட்டுமே கிடைக்கும் என்னும் நிலை முன்னர் இருந்தது. பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரே போரான் டிரைகுளோரைடும், ஹைட்ரஜனும் மின்தாக்குதலுக்கு உட்படுத்தப்படும்போது டைபோரேன் கிடைக்கிறது என அறியப்பட்டது. இப்போதும் டைபோரேன் கிடைப்பது குறைவாகவே இருந்தது. ஆயினும் போர்க்கால உந்தலின் காரணமாக, புதிய முறைகள் உருவாக்கப்பட்டன. டைபோரேனைப் பெற உலோக ஹைட்ரைடுகளுடன் போரான் டிரைகுளோரைடு வினைப்படுத்தப்பட்டு மிகு அளவில் போரான் ஹைட்ரைடுகள் பெறப்பட்டன. $Al(BH_4)_3$ போன்ற உலோகப் போரோஹைட்ரைடுகள், போரானின் மிக எளிதாக ஆவியாகும் சேர்மங்களாக அமைந்தன.

கார்போரேன்கள் என்பன புதிதாக அறியப்பட்ட கரிமப் போரேன் சேர்மங்களாகும். இவற்றைப் பற்றிய ஆய்வு, வேதியியல் அறிவை மேம்படச் செய்வதாகவும், மிகு பயனுள்ளதாகவும் இருக்கும். ஹைட்ரோபோரோ ஏற்றம் (hydroboration) என்பது நிறைவுறாக் கரிமச் சேர்மங்களில் டைபோரேனின் கூட்டு வினை ஆகும். இவ்வினைத் தொகுப்பு வேதியியலில் சிறப்பு வாய்ந்தது. சிலிகன், ஜெர்மானியம், கேலியம், பாஸ்ஃபரஸ் மற்றும் நைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்களின் சில சேர்மங்களைத் தயாரிப்பது சிக்கலானது என்றும், அவற்றின் நிலைப்புத் தன்மை தயாரிக்கும் அளவிற்குக்கூட அமையவில்லை என்றும் கருதப்பட்டு வந்தன. ஆயினும் தொகுப்புக் கனிம வல்லுநர்களால் இத்தகைய சில சேர்மங்கள் வெற்றிகரமாகத் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. மந்த வளிமங்களின் ஃபுளூரைடு சேர்மங்கள் தொகுக்கப்பட்டது, தொகுப்பு வேதியியல் துறையின் மிகப் பெரிய வெற்றியாகும். ஃபுளூரின், ஆக்சிஜன் போன்றவற்றுடன் மந்தவளிமங்கள் சேர்மங்களைத் தோற்று

விக்கின்றன என்னும் உண்மை வேதியியல் உலகில் புதிய கண்டுபிடிப்புகளைத் தோற்றுவித்துள்ளது.

போரானின் பல சேர்மங்கள் காற்றிலும் நீரிலும் முனைப்புடன் வினைபுரிகின்றன. எனவே இவற்றை ஆராய முற்றிலும் வெற்றிடமாக உள்ள கருவிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. இதனால் வெற்றிடக் கருவித் துறை விரிவடைய வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டது.

அணைவு வேதியியல். சோடியம் குளோரைடு போன்றவை எளிய உப்புகள் ஆகும். ஃபெரஸ் சல்ஃபேட்டும் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டும் சேர்ந்த கரைசலைக் குளிர்விக்கும்போது, மோ(ஹ)ர் உப்பு (Mohr's salt) எனப்படும் இரட்டை உப்புக் கிடைக்கிறது. இவ்விரட்டை உப்பின் படிகத்தில் மட்டுமே அதன் இயைபு உறுப்புகளான ஃபெரஸ், அமோனியம், சல்ஃபேட் போன்ற எளிய அயனிகள் இணைந்துள்ளன. நீரில் கரைத்தவுடன் அவை தனித்த அயனிகளாகப் பிரிந்துவிடுகின்றன. மாறாகப் பொட்டாசியம் சயனைடும் ஃபெரஸ் சயனைடும் கலந்த கலவையைக் குளிர்வித்தால் பொட்டாசியம் ஃபெர்ரோசயனைடு அயனியும் கிடைக்கிறது. சயனைடு அயனியோ, ஃபெர்ரஸ் அயனியோ கிடைப்பதில்லை. இங்கு தோன்றியுள்ள ஃபெரோசயனைடு அயனியே ஓர் அணைவு அயனியாகும். பொட்டாசியம் ஃபெர்ரோ சயனைடு சேர்மம் ஓர் அணைவுச் சேர்மமாகும்.

கனிம வேதியியலில் பல தனிமங்கள் இவ்வகையான புதிய சேர்மங்களைத் தருவது அறியப்பட்டுள்ளது. இவ்வகைச் சேர்மங்களின் வேதியியலே, அணைவு வேதியியல் (co-ordination chemistry) என்பதாகும். அணைவுச் சேர்மங்களைப் பற்றிய முறையான ஆய்வுக்கொள்கை 1893 ஆம் ஆண்டு ஆல்ஃபிரட் வெர்னர் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்டது. அவர்தம் கொள்கை அணைவுச் சேர்மங்களின் அமைப்பை விளக்குவதாக அமைந்திருந்தது. வெர்னரின் கருத்துகளைத் தொடர்ந்து, நிகர அணு எண் கொள்கை (concept of effective atomic number) அணைவுச் சேர்மங்களின் நிலைப்புத் தன்மையை விளக்கப் பயன்பட்டது.

அணைவுச் சேர்மத்தில் உள்ள மைய உலோக அயனி மந்த வளிமத்தின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெறுவதே அணைவுச் சேர்மத்தின் நிலைப்புத் தன்மைக்குக் காரணமாகும் என்னும் இக்கொள்கையின் கருத்து, பல அணைவுச் சேர்மங்களுக்குப் பொருந்தவில்லை. இதன் விளைவாகப் பாலிங் நிறுவிய இணைதிறன் பிணைப்புக் கொள்கை (valence bond theory) தோன்றியது. எனினும், அணைவுச் சேர்மங்களின் முக்கிய பண்பான காந்தப் பண்புகளை விளக்குவதில் முனைந்து நிற்பது படிகப்புலக் கொள்கையே (crystal field theory) ஆகும். இக்கொள்கைப்படி, மைய உலோக அயனியும் ஈந்தணைவியும் (ligand) கொண்டுள்ள பிணைப்பு, அயனிப் பிணைப்பாகவே கருதப்படுகிறது. ஈந்தணைவிகள் மைய உலோக அணுவை நெருங்கும்போது அதன் d-ஆர்பிட்டாலில் ஏற்படும் விளைவை அடிப்படையாகக் கொண்டு, அணைவுச் சேர்மங்களின் காந்தத் தன்மை விளக்கப்படுகிறது. $[(Co(NH_3)_6]^{3+}$ அயனி காந்த விலக்குத்தன்மையைப் பெற்றிருக்கும் அதே சமயத்தில் $[CoF_6]^{3-}$ காந்த ஈர்ப்புத்தன்மையைப் பெற்றிருப்பதன் காரணத்தை இக்கொள்கை வழி விளக்கும்போது, படிகப் புலக்கொள்கையின் சிறப்பை நன்கு அறிந்து கொள்ள இயலும்.

கரிம வேதியியலில் காணப்படும் மாற்றியங்கள் (isomers) போல, கனிம வேதியியலில் அணைவுச் சேர்மங்கள் மட்டுமே அமைந்துள்ளன. அணைவுச் சேர்மங்கள் வடிவ மாற்றியத்தையும் (geometrical isomerism) ஒளியியல் மாற்றியத்தையும் (optical isomerism) பெற்றுள்ளன. இவை தவிர, அயனியாதல் மாற்றியம் (ionisation isomerism), நீரேற்ற மாற்றியம் (hydrate isomerism), ஈதல் மாற்றியம் (co-ordination isomerism), ஈதல் இட மாற்றியம் (co-ordination-position isomerism), தொடர்பு மாற்றியம் (linkage isomerism) எனப் பல வகை மாற்றியங்கள் உள்ளன.

இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்கள் (chelate compounds) என்பன அணைவுச் சேர்மங்களில் ஒரு தனித்த வகையாகும். இவ்வகைச் சேர்மங்களில் ஈந்தணைவிகள் ஒன்றிற்கு மேற்பட்ட பிணைப்புகள் மூலமாக மைய உலோகத்துடன் இணைந்து வளைய அணைவுச் சேர்மமாக அமைந்திருக்கும். எத்திலீன் டைஅமீன் டெட்ராஅசெட்டிக் அமிலம் (EDTA) மிகச் சிறந்த இடுக்கி இணைப்பி (chelating agent) ஆகும். குளோரோஃபில் போன்ற பல முக்கிய உயிர்ம வேதிச் சேர்மங்கள் இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களாகும்.

அணைவுச் சேர்மங்களைத் தரும் ஈனிகளில் சிறந்தது சயனைடு அயனியாகும். பகுப்பாய்வுகளில் சயனைடு அணைவுச் சேர்மங்கள் பெரும் பயனுள்ளவை. கரிம ஆய்வுகளில் நைட்ரோபுருசைடும், கனிம வேதியியலில் சயனைடு அணைவுச் சேர்மங்களும் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன.

கனிம அணைவுச் சேர்மங்களின் மற்றொரு முக்கியப் பிரிவு உலோகக் கார்போனைல்கள் ஆகும். உலோகங்கள் கார்பன் மோனாக்சைடுடன் வினைப்பட்டுத் தரும் சேர்மங்களே உலோகக் கார்போனைல்கள் எனப்படும். நிக்கல்டெட்ராகார்போனைல் மிகச் சிறந்த கார்போனைல் சேர்மமாகும். நிக்கலுடன் 80°C கார்பன் மோனாக்சைடு வினைப்பட்டு நிக்கல் டெட்ரா கார்போனைலைத் தருகிறது. இச்சேர்மம் 180°C இல் சிதைந்து நிக்கலை மீண்டும் தருகிறது. இவ்வினையின் அடிப்படையில்தான் நிக்கலைப் பிரித்தெடுக்கும் மாண்ட் முறை அமைந்துள்ளது.

குறிப்பாகத் தனிம வரிசை அட்டவணையில் உள்ள இடைநிலைத் தனிமங்கள் பலதரப்பட்ட அணைவுச் சேர்மங்களைத் தருகின்றன. பரும வளைய ஈதர்கள் (macrocyclic ethers), பரும இரு வளையப் பல் ஈதர்கள் (macro bicyclic polyethers) போன்றவை உயிரினச் செல்களில் அயனிகளை இடம் பெயரச் செய்யும் காரணிகளாகப் (ion transporting agents) பயன்படுகின்றன.

கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் *(organo - metallic compounds)*. கனிம வேதியியலுக்கும் கரிம வேதியியலுக்கும் தொடர்பை ஏற்படுத்தும் வகையில் அமைந்துள்ள சேர்மங்கள் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் ஆகும். 1950 வரை தனிம வரிசை அட்டவணையில் உள்ள முதன்மைத் தனிமங்கள் மட்டுமே கரிம உலோகச் சேர்மங்களை உண்டாக்குவதாக அறியப் பட்டது. உள் தொகுதித் தனிமங்களோ, இடைநிலைத் தனிமங்களோ இவ்வகை நிலையான சேர்மங்களை உண்டாக்குவதைப்பற்றி அறியப்பட வில்லை. ஆனால் இன்று இடைநிலைத் தனிமங்கள், உள்தொகுதி உலோகங்கள் போன்றவை வளைய பெண்டாடையீன், அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார் பன்கள் போன்றவற்றுடன் வினைப்படுத்தப்பட்டுப் பல கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இப்புதிய சேர்மங்கள் கார்பன் மோனாக் சைடுடன் பல வழிச்சேர்மங்களை உண்டாக்கு கின்றன. இச்சேர்மங்கள் ஆய்வாளர்களின் வேதியியல் அறிவைப் புலப்படுத்தும் களமாக உள்ளன.

ஒருபடித்தான வினையூக்கத்தில் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் முக்கிய இடத்தைப் பெற்றுள்ளன. ஹைட்ரஜனேற்ற வினைகள், ஓலிஃபின்களை மாற்றியமாக்கும் வினைகள் (olefin isomerisation), ஹைட்ரோஃபார்மைலேற்ற வினைகள் (hydroformylation), ஓலிஃபின் பலபடியாக்கல் வினைகள் (olefin polymerisation) முதலியவற்றில் ருத்தீனியம்,ரோடியம் இரிடியம் போன்ற தனிமங்களின் ஹைட்ரைடு அணைவுச் சேர்மங்கள் வினையூக்கிகளாகப் பயன் படுகின்றன. கார்பன் மோனாக்சைடை ஹைட்ரஜன் கொண்டு ஒடுக்கும் வினைக்கு ஒரு பொருத்தமான ஒருபடித்தான கரிம உலோக வினைவேகமாற்றியை உருவாக்கும் ஆய்வுகள் முனைப்படைந்துள்ளன. இவ்வகை வினையூக்கிகள், தேர்ந்தெடுத்து ஒடுக்கக் கூடியவையாகவும், மென்மையான சூழ்நிலையில் வினையை நடத்தச் செய்பவையாகவும் அமைதல் வேண்டும். மருத்துவ வேதியியலில் பயன்படும் பல சிக்கலான அமைப்புகளை உடைய மூலக்கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுத்த வகையில் தொகுக்க (selective synthesis) கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் காரணி களாகப் பயன்படுகின்றன. பல்லேடியம் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் அல்கலாய்டுகளைத் தொகுக்கப் பயன்படுகின்றன.

திண்ம நிலை வேதியியல். தாழ் உருகு நிலையும் கொதிநிலையும் கொண்ட ஹீலியம் முதலாக, உயர் கொதிநிலையும் உருகுநிலையுமுடைய டங்ஸ்ட்டன், கார்பன் போன்ற தனிமங்கள் வரை பலவகை இயற்பிய- வேதிப் பண்புகளைக் கொண்ட தனிமங்களும், அவற்றின் சேர்மங்களும் திண்ம நிலை வேதியியலில் (solid state chemistry) உள்ளன. இவை திண்ம நிலையில் இருக்கும்போது பெற்றுள்ள சிறப்புப் பண்புகளை ஆராய்வதே திண்மநிலை வேதியியலாகும். திண்மநிலைச் சேர்மங்களும், திண்மநிலையில் அவற்றின் வினைகளும் பற்றிய ஆய்வைக் கொண்டுள்ள திண்மநிலை வேதியியல், கனிம வேதியியலின் முக்கியமான பகுதியாகும். கனிம வளிமநிலைச் சேர்மங்களும், கரிமச் சேர்மங்கள் பலவும், இயைபு மாறா வேதிக்கூடுகை விதிகளைச் (Law of definite proportion) சார்ந்து இருக்கும்போது, திண்மநிலைச் சேர்மங்கள் குறிப்பாக இடைநிலைத் தனிமக்கனிமச்சேர்மங்கள் இவ் விதிக்குப் புறம்பாக, மாறுபட்ட இயைபுடைய திண்மச் சேர்மங்களை உண்டாக்குவது வியப்பை அளிக்கிறது. இவ்வகைத் திண்மச் சேர்மங்கள் இயை பிலாச் சேர்மங்கள் (non-stoichiometry) எனப்படும்.

திண்மநிலைச் சேர்மங்கள் இயைபிலாச் சேர்மங்களாக இருக்கும்போது, அவற்றின் நேரயனி, எதிரயனி ஆகியவற்றின் எண்ணிக்கை சமமில்லாமல் இருக்கும். இதனால் இவ்வகைத் திண்மச் சேர்மங்கள் முற்றிலும் மாறுபட்ட மின்னணுவியல் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. இப்பண்புகளின் அடிப்படையில் இவை மின்னணுக் கருவிகளில் பயன்படுகின்றன. சான்றாக, ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றும் ஃபோட்டோ வோல்ட்டா மின்கலத்தில் (photo voltaic cell) திண்ம இயைபற்ற சேர்மமே பயன்படுகிறது.

டிரான்சிஸ்ட்டர்கள், தெர்மிஸ்ட்டர்கள் (thermistors), ஃபாஸ்ஃபர்கள் (phosphors), ஒளி உமிழும் டையோடுகள் முதலியவை திண்மநிலைச் சேர்மங்களைக் கொண்டவையாகும். இச்சேர்மங்கள் பொதுவாகத் திண்மநிலை வினைகள் மூலம் பெறப்படுகின்றன. இவ்வினைகள் பெரும்பாலும் உயர் வெப்பநிலையில் நடைபெறுகின்றன. இதனால் உயர் வெப்பநிலை வேதியியல் முக்கியத்துவம் அடைந்து அத்துறையில் பல முன்னேற்றம் பெற்றுள்ளது. உலைகளில் உட்சுவர் அமைக்கும் பொருள்கள் பற்றிய அறிவும், புறவெளியில் உயர் வெப்பநிலை வினைகளை நடத்தும் திறனும், அணுக்கரு வேதியியல் பற்றிய அறிவும் பெரிதும் வளர்ச்சி அடைந்துள்ளன.

திண்மநிலை வினைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட போக்கில் அமைய உயர் வெப்பநிலை பயன்படும். ஆயினும் அனைத்து வினைகளும் இவ்வாறு நடைபெறச் செய்யப்படுவதில்லை. திண்மநிலை வினை

களில் ஒரே நேரத்தில் உயர் வெப்பநிலையையும், உயர் அழுத்தத்தையும் பயன்படுத்தலாம்.

தற்போதுள்ள கருவிகளைப் பயன்படுத்தி ஏறத் தாழ 2500°C வெப்பநிலையையும் 10^6mPa அழுத்தத் தையும் ஒரே நேரத்தில் வினையை நிகழ்த்தப் பயன் படுத்த இயலும். இச்சூழ்நிலையில் கார்பனின் சாதாரண வடிவமான கிராஃபைட்டை வைரமாக மாற்ற இயலும். இவ்வியல்பற்ற சூழ்நிலையைப் பயன்படுத்தி ஆர்பிட்டால்களின் வடிவை மாற்ற இயலும். இதன் விளைவாகப் புதிய பொருள்கள் பலவற்றை உருவாக்கலாம். காட்டாக, இத்தகைய சூழ்நிலையில் நீர்ம ஹைட்ரஜனை உலோக வடிவாக மாற்றலாம்.

குறை மின்கடத்திகள், போட்டோ வோல்ட்டா அமைப்புகள், லேசர் ஃபோட்டோ டையோடுகள் போன்றவற்றில் சீர்மையான படிகங்கள் உள்ளன. படிகமற்ற பொருள்களும் கண்ணாடி போன்ற பொருள்களும் இவ்வகைக் கருவிகளில் பயன்படுத்தப் படலாம் எனத் தற்போது கண்டறியப்பட்டுள்ளது. படிக உருவற்ற சிலிகன் சூரிய ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றும் அமைப்புகளில் பெரிதும் பயன்படும். படிக உருவற்ற சிலிகனும் ஜெர்மானியமும் குறை மின் கடத்திகளில் பயன்படுகின்றன. படிக உருவ மற்ற மாலிப்டினம் சல்ஃபைடு, வனேடியம் சல்ஃபைடு ஆகியன படிகப் பொருளைவிடப் பெருமளவில் லித்தியம் அயனிகளைச் சேமிப்பன. இப்பண்பின் அடிப்படையில் சிறந்த நீரற்ற லித்தியம் சேமிப்புக் கலன்களைத் தயாரிக்கலாம். படிக உரு வற்றவை ஓரளவே ஆராயப்பட்டுள்ளன. எனவே படிக உருவற்ற திண்மங்கள் அறிவியல், தொழிலியல் ஆராய்ச்சி ஆர்வத்தைத் தூண்டுவனவாக அமைந் துள்ளன.

அடுக்கு அமைப்புடைய பல பொருள்கள் கண்டறியப்பட்டு அவை பல புதுமையான பண்பு களைக் கொண்டிருப்பது தெரியவந்துள்ளது. கிரா ஃபைட் இடைச்செருகல் சேர்மங்களில் (graphite intercalation) (எடுத்துக்காட்டாக, கிராஃபைட்டில் உள்ள கார்பன் அணுக்களுக்கு இடையே ஹாலோஜன் தனிம அணுக்களை இடைச்செருகும்போது) மின் கடத்துந் திறன் மிகவும் அதிகரிக்கிறது. இவ்வகைச் சேர்மங்களின் மின்கடத்துந்திறன் தாமிரத்தின் மின் கடத்துந் திறனுடன் ஒப்பிடத்தக்கதாக அமைகிறது. கிராஃபைட்டுடன் இடைநிலைத் தனிமங்களை இடைச்செருகிப் பெறப்பட்ட சேர்மங்கள் தேர்ந் தெடுத்த வகைக் காரணிகளாகக் (selective agents) கரிமத் தொகுப்பு வினைகளில் பயன்படுகின்றன. பல்-அடுக்குச் சேர்மங்களில் அயனிகளை அடுக்கடுக் காக இடைச்செருகலாம். இவ்வயனிகள் எளிதில் இயங்கவும் இயலும். இதனால் திண்ம மின்பகுளி களைத் (solid electrolyte) தயாரிக்கலாம். இவற்றைப் பயன்படுத்தி எடை குறைவான மின் வலிமைமிக்க மின் சேமிப்புக் கலன்களை உருவாக்கலாம்.

மற்றொரு வகை மின்னணுக் கடத்திகளில் உலோக அணுக்கள் சங்கிலித் தொடர்களாகவும், கொத்துகளாகவும் உள்ள அமைப்பு இடம் பெறு கிறது. நேரான சங்கிலித் தொடர் அமைப்பைப் பெற்ற இடைநிலைத் தனிம உலோகங்கள் சிறந்த ஒற்றைப் - பரிமாண (one-dimensional) எலெக்ட்ரான் கடத்திகள் ஆகும். உலோகக் கொத்துச் சேர்மங்கள் பல பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஏறத்தாழ 28 பிளாட்டினம் அணுக்களையும் 44 கார்போனைல் ஈந்தணைவிகளையும் கொண்டுள்ள கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் உலோக அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று நேராக பிணைக்கப்பட்டுத் திண்ம உலோக வினைவேக மாற்றிகளின் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இக் கொத்துச் சேர்மங்கள் உயர் வெப்பநிலையில் மிகு மின்கடத்துந் திறன் பெற்றவை. எனவே இவ்வகை புதிய உயர் ஆற்றல் வாய்ந்த மின்கடத்திகளைத் தயாரிக்கும் ஆராய்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. உலோகக் கொத்துச் சேர்மங்கள் வேதியியலில் புதிய வினை யூக்கிகளைத் தோற்றுவிப்பனவாக அமைகின்றன.

புவி வேதியியல் சார்ந்த சேர்மங்கள். உயர் வெப்ப நிலையிலும், உயர் அழுத்தத்திலும் நடைபெறும் பல கனிம வேதிவினைகள் புவிவேதியியல் ஆய்வாளர் களுக்கு மிகவும் பயன் தருபவை. மிகப் பழைய கனிம வேதிவினைக் குறிப்புகள் தாதுக்களின் ஆய்வைச் சார்ந்தே அமைந்திருந்தன. தாதுக்களைத் தொகுத்தல் அல்லது தாதுக்களைப் போன்று செயற் கையில் உருவாக்குதல் புவிவேதி வல்லுநர்களுக்குப் பல செய்திகளை அறியப் பயன்படும். கனிமங்கள் எவ்வாறு தோன்றின என்பதைக் குறிப்பிடுவதற்காக மட்டும் அல்லாமல், இவ்வினைகள் வைரம், பவளம், குவார்ட்ஸ், குருந்தம் (corundum) போன்ற முக்கியத் துவம் வாய்ந்த செயற்கைப் பொருள்களைத் தயாரிக்கவும் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் தயாரிப் பில் உயர் வெப்பநிலையும், உயர் அழுத்தமுமே பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இப்பிரிவு, வேதியியல் மூலமாகப் புவிவேதி நிகழ்ச்சிகளை அறிய உதவுகிறது.

அணுக்கரு வேதியியலும் ஆற்றலும். இரண்டாம் உலகப் போர் நடைபெற்ற காலத்திலிருந்து அணுக் கரு ஆற்றல் கனிம வேதியியலில் முக்கியத்துவம் பெற்றது. யுரேனிய வரிசைத் தனிமங்களின் சேர்மக் கண்டுபிடிப்பு, கனிம வேதியியல் துறையில் முக்கியம் வாய்ந்த ஒன்றாகும். 5f வரிசைத் தனிமங்களான ஆக்ட்டினைடு வரிசைத் தனிமங்களைக் கண்டுபிடித்த வுடன், வேதியியலில் கண்டுபிடிப்புகள் மிகப் பெருமள வில் விரிவடைந்துள்ளன என்றாலும், மேலும் கண்டறியப்பட வேண்டியவை பல இருந்தன என்பதை அது விளக்குவதாக அமைந்தது. கரைப்

பான்களைப் பயன்படுத்திப் பிரித்தெடுத்தலும் (solvent extraction) அயனிப் பரிமாற்ற முறைகளும் ஆக்ட்டினைடுகளைப் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டதோடு அல்லாமல் கனிம வேதியியலின் பிற பிரிவுகளுக்கும் பரவலாயின. அணுக்கரு ஆய்வு பகுப்பாய்விற்குப் பெரிதும்பயனுள்ளதாக அமைந்தது. காட்டாக, சிர்கோனியம், ஹாஃப்னியம் போன்றவற்றைப் பிரிக்க அணுக்கரு வேதியியல் பெரிதும் பயன்படுகிறது. ஆய்வின் பயனாகப் பாதுகாப்பான முறையில் அணுக்கரு வினைகளை நடத்தும் முறைகள் தோன்றலாயின. அணு வேதியலால் பயன்கள் பெருகின எனினும், அணுக்கரு வினைகளின் விளைவால் தோன்றும் கழிவுகளை எவ்வாறு அழிப்பது என்பது கனிம வேதியியலார்களின் தற்காலப் பிரச்சினையாக உள்ளது.

கரிம வேதியியலின் பயன்கள். 1900 ஆம் ஆண்டிற்குப் பின் கரிம வேதியியலில் ஏற்பட்ட பல முக்கிய மாற்றங்கள் கனிம காரணிகளைப் பயன்படுத்தியதால் தோன்றியவை ஆகும். மக்னீசியம் உலோகத்தை அடிப்படையாகக்கொண்டு தோன்றியதே கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் தொகுப்பாகும். உலோகக் கார்போனைல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதாலேயே அசெட்டிலின் வேதியியல் விரிவடைந்தது. ஹைட்ரோபோரான் ஏற்ற வினையின் மூலமாகவே கரிம போரான் சேர்மங்கள் கண்டறியப்பட்டன. ஹைட்ரோபோரான் ஏற்ற வினைகள் மூலமாக, சீர்மையற்ற தொகுப்புகளையும் (asymmetric synthesis) மாற்றியங்களையும் (isomerisation) எளிதில் உருவாக்கமுடியும். ஹைட்ரோபோரான் ஏற்ற வினை கரிம வேதியியல்துறையில் புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்குப் பெரிதும் உதவியது. ஹைட்ரஜன் நீக்க வினையில் செலினியமும், தேர்ந்தெடுத்து ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும் வினையில் காரீய அசெட்டேட்டும் தாலியச் சேர்மங்களும், அல்க்கைல் அல்லது அசைல் ஏற்றத்தில் நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடும், ஒடுக்கவினையில் லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடும் கரிம வேதியியலில் பெரிதும் பயன்படும் கனிமச் சேர்மங்களகும்.

வினைவேகமும் வினை வழிமுறைகளும். கரிம வினைகள் மூலக்கூறின் அடிப்படை அமைப்புச்சிதறாமலேயே நிகழ்கின்றன. ஆனால் கனிம வளிமநிலை வினைகளில் மூலக்கூறுகள் முற்றிலும் சிதைவடைந்து பின்பு ஒன்றுகூடிப் புதிய விளைபொருள்களைத் தருகின்றன. இவ்வாறு அடிப்படையில் கரிம வினைகளைவிடக் கனிம வினைகளே மிகவும் சிக்கலானவையாக உள்ளன. இடைநிலைத் தனிம அயனிகளின் ஆக்சிஜனேற்ற ஒடுக்க வினைகளில் உள்ள எலெக்ட்ரான் இடப் பெயர்ச்சியும், அவற்றில் சேர்மங்களின் கரைசல் நிலையும் ஆய்வாளர்களுக்கு ஆர்வமூட்டும் பகுதிகள் ஆகும். மிகை மின்னேற்றம் பெற்றுள்ள அய்னிகள் நீராற் பகுக்கப்படும் வினைகள், வினை வழிமுறையை அறியும் வகையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

உயிர் கனிம வேதியியல். உயிரியல் துறையில் கரிம வேதிச் சேர்மங்கள் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளமை போல், கனிமச் சேர்மங்களும் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன. உயிர்வேதித் துறையின் தற்கால ஆய்வுப் பகுதிகள் கனிம வேதியியலின் ஒரு பகுதியாகவே அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பல்வேறு உயிர் வேதி வினைகளில் உலோக அயனிகள் பங்கேற்பது சாதாரண நிகழ்ச்சியாகும். சில மூலக்கூறுகளே தேவைப்படும் அடிப்படை ஊட்டப் பொருள்களிலிருந்து (essential nutrients) மூச்சுவிடுதல், ஒளிச்சேர்க்கை போன்ற பல்வேறு நிலைவரை கனிமச் சேர்மங்கள் உயிர் வேதியியலில் பங்கேற்கின்றன. உலோக அயனிகளைப் பகுதி உறுப்பாகக் கொண்டுள்ள நொதிகள், சவ்வுகளுக்கு இடையில் உலோக அயனிகளின் பரிமாற்றம் போன்றவை உயிர்வேதியியலின் பிரிக்க இயலாப் பகுதிகளாக அமைகின்றன. பிளாட்டினம் மற்றும் பல உலோகங்களின் அணைவுச் சேர்மங்கள் புற்றுநோய்க்கு மருந்தாகப் பயன்படும் வகையில் ஆராயப்படுகின்றன. மன நோய்களுக்கு லித்தியம் அயனி பயன்படும் வழிமுறை மேலும் ஆராயப்படவேண்டிய ஒன்றாகும்.

மூலக்கூறுகளின் மாதிரிகள் பல தயார் செய்யப்பட்டு ஆராயப்படுவது உயிர் கனிம வேதியியலின் ஒரு முக்கிய பகுதியாகும். மூச்சு நிறமிகளில் (respiratory pigments) உள்ள புரதமில்லாப் பகுதிகள் (prosthetic group), பெர் ஆக்சிடேஸ் போன்ற ஆக்சிஜனேற்ற நொதிகள், எலெக்ட்ரான் மாற்றப் புரதங்கள், சைட்டோகுரோம், ஃபெரிடாக்சின், பிளாஸ்டோசயனின், நைட்ரோஜனேஸ் போன்ற நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் நொதிகள் போன்றவை உயிர் கனிம வல்லுநர்களால் ஆராயப்படும் முக்கிய சேர்மங்கள் ஆகும். நிறை நிரல் வரைவிகளைப் பயன்படுத்தி உயிர் கனிமச் சேர்மங்கள் பெரிதும் ஆராயப்படுகின்றன.

கனிம வேதித் தொழில் நுட்பம். வேதியியல் துறையில் கனிமச் சேர்மங்களைத் தொழில் முறையில் தயாரிப்பது மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது. சல்ப்யூரிக் அமிலம், அம்மோனியா, பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம், குளோரின் போன்றவை மிகவும் இன்றியமையாத் தொழில் துறைப் பொருள்கள் ஆகும். சிமெண்ட் தயாரித்தல், கண்ணாடி தயாரித்தல், மண்பாண்டம் தயாரித்தல், உரங்கள் தயாரித்தல், உலோகங்களைப் பிரித்து எடுத்தல் போன்றவை கனிம வினைகள் பங்கேற்கும் தொழில் துறைகளாகும்.

- பி. இ. எம். லியாகத்அலிகான்

நூலோதி. F.A. Cotton and G. Wilkinson, *Advanced Inorganic chemistry*, Sixth Edition, John-wiley and Sons, Inc., New York, 1984.

கனியியல்

பழப்பயிர்களின் மேம்பாடு, உற்பத்தி, பயன் போன்றவற்றை விளக்கும் அறிவியலுக்குக் கனியியல் என்று பெயர். கனிப் பயிர்களை அவற்றின் அமைப்பு, தோற்றம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துப் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இந்தியாவில் பல்வேறு தட்பவெப்பச் சூழ்நிலைகள் இருப்பதால் ஏறக்குறைய அனைத்துப் பழப்பயிர்களும் இங்குச்சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன. தற்போது ஏறத்தாழ 2.5 மில்லியன் ஹெக்டேரில் சாகுபடியும் இவற்றிலிருந்து 22.5 மில்லியன் டன் பழ உற்பத்தியும் செய்யப்படுகின்றன. மொத்தப் பழப்பயிர்ச் சாகுபடி செய்யும் பரப்பளவில் 24% உத்திரப்பிரதேச மாநிலத்தில்தான் உள்ளது. மொத்தப் பழ உற்பத்தியில் 41% மாம்பழமே விளைகிறது.

பிரிவுகள். பழங்கள் உருவாகும் முறையைப் பொறுத்து உண்மைக்கனி, பொய்க்கனி எனப் பிரிக்கலாம். கருவுறுதல் மூலம் கருவுற்ற சூலகம் மாறிக் கனியானால் அதற்கு உண்மைக்கனி என்றும், பூவின் சூலகத்தைத் தவிரப் பிற பகுதிகள் உண்ணக்கூடிய பகுதியானால் அதற்குப் பொய்க்கனி என்றும் பெயர்.

பழப்பயிர்களை அவை வளரும் இடங்களுக்கு ஏற்பவும் அவற்றின் அமைப்பைப் பொறுத்தும் மரப்பயிர்கள் (இலையுதிர்க்கும் மரங்கள், பசுமை மாறா மரங்கள்) செடிகள் (தரையில் படரக்கூடியவை, மேல் நோக்கி வளரக்கூடியவை) என்று பிரிக்கலாம்.

பழப்பயிர்களை, அவற்றின் தட்பவெப்பத் தேவைக்கு ஏற்ப வெப்ப மண்டலப் பழப்பயிர்கள், மிதவெப்ப மண்டலப் பழப்பயிர்கள், குளிர் காலப் பழப்பயிர்கள் எனப் பிரிக்கலாம்.

வெப்ப, மிதவெப்ப மண்டலப் பழப் பயிர்கள். இப்பழப் பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும் உற்பத்திக்கும் அதிக மித வெப்பமும், சூரிய ஒளியும் தேவை. இப்பழங்கள் பெரும்பாலும் கோடைக்காலத்தில் மிகுதியாகக் கிடைக்கும். தமிழ்நாட்டில் மாம்பழம், வாழைப்பழம், பலாப்பழம் ஆகியவை சித்திரை மாதத்தில் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. சில முக்கியமான வெப்ப மிதவெப்ப மண்டலப்பழப் பயிர்களாவன: மாம்பழம், வாழை, எலுமிச்சை, கொய்யா, பப்பாளி, திராட்சை பலா, பிளம்ஸ், இலந்தை, அன்னாசி, மாதுளை, பேரீச்சை, அத்தி, கறிப்பலா, மங்குஸ்தான், பேசன் பழம். இப்பழ வகைகளைத் தவிர, கொட்டை தரும் பயிர்களும் இப்பிரிவில் அடங்கும்.

குளிர் மண்டலப் பழப்பயிர்கள். ஆப்பிள், பேரி, பீச், பிளம்ஸ், ஆப்ரிகாட், செர்ரி, ஸ்டிராபெரி.

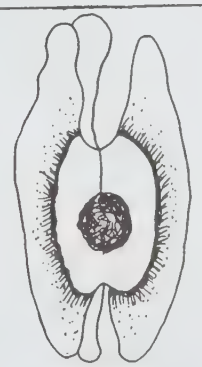
- கோ. பாலகிருட்டிணன்

நூலோதி. S. Singh, S. Krishnamurthi, and S.L. Katyal, ***Fruit Culture in India***, CAR, New Delhi,1963.

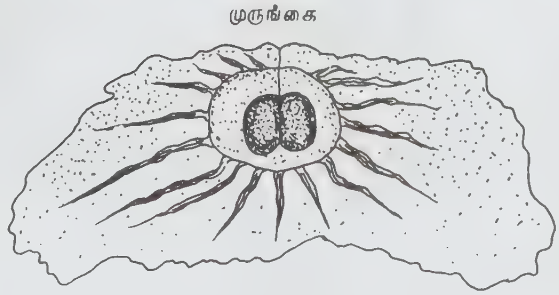
கனிவிதைப் பரவுதல்

ஒவ்வொரு தாவரமும் இனப்பெருக்கத்திற்காகக் கனிகளை உண்டாக்குகிறது. ஒவ்வொரு கனியிலும் உள்ள விதைகள் தாய்த் தாவரத்தின் நிழலிலேயே விழுந்தால் அவற்றிலிருந்து முளைக்கும் தாவரங்கள் அனைத்தும் மிக நெருக்கமாக வளரும். இந்நெருக்கடியால் உணவு, காற்று, இடவசதிப் பற்றாக்குறை ஏற்படப் பல தாவரங்கள் அழிய நேரிடும். அப்போது இவற்றின் வாழ்க்கையில் போட்டி ஏற்பட்டு வலிமையுள்ள தாவரம் மட்டும் நிலைக்கும். ஆனால் இவ்விதைகள் பல இடங்களுக்குப் பரவ வசதி ஏற்பட்டால் இவை முளைத்து வாழ வாய்ப்புக் கிட்டும். புதிய இடங்களிலும் பரவிச் செழிக்க இயலும்.

வெடிக்கும் கனிகளில் விதைகள் பரவுகின்றன. வெடியாக் கனிகள், கனிகளாகவே பரவுகின்றன. கனிகளுக்கும் விதைகளுக்கும் இயங்கும் ஆற்றல் இல்லாமையால் இவை காற்று, நீர், விலங்கினம், பறவை மற்றும் சிறப்பான இயங்கு முறைகளைப் பரவுதற்குப் பயன்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு உதவி புரியும் பொருள்களுக்கு ஏற்றவாறு கனிகளும், விதைகளும் அவற்றின் அமைப்பில் சில மாறுதல்களைப் பெற்றுள்ளன.



முருங்கை



ஒரோக் ஸைலான்

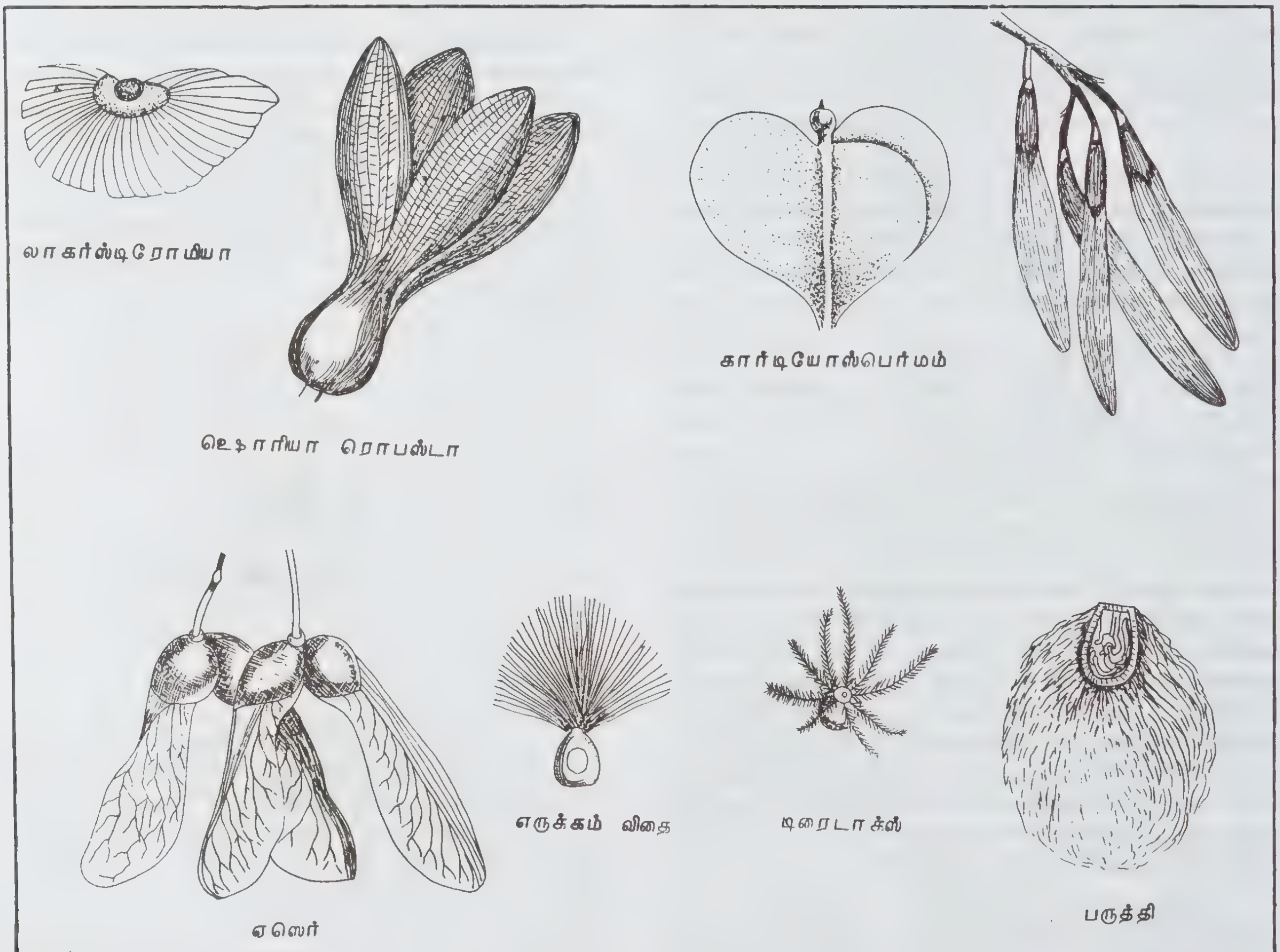
காற்றின் மூலம் பரவுதல்

கனிகளும், விதைகளும் காற்றின் மூலம் பரவ வேண்டுமெனில் அவை எடையற்று, உலர்ந்து, மிகச் சிறியவாக இருக்க வேண்டும். காற்றில் பறந்து செல்லச் சில சிறப்பு உறுப்புகளும் தேவைப்படும். காற்றினால் பரவும் கனிகளும், விதைகளும் மிகுதியும் அழிய நேரிடுவதால் இவை பெருமளவில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. ஆர்கிட் விதைகள் மிகச்சிறியவை, எடையற்றவை; உலர்ந்தவை; எனவே எளிதில் பரவுகின்றன. பாரசூட் இயங்குமுறை: கம்பாசிட்டே தாவரக்குடும்பக் கனிகள் ஒற்றை விதை கொண்ட கீழ் மட்டச் சூலகத்திலிருந்து தோன்றியவை. இம் மலர்களின் புல்லி தூவிகளாக மாற்றுருவைப் பெற்றுக் கனி உச்சியில் நிலைத்துள்ளது. இவை பாரசூட் போன்று இயங்கி, காற்றினால் நீண்ட தொலைவு செலுத்தப்படுகின்றன. இத்தூவிகளுக்குப் பாப்பஸ் தூவிகள் என்று பெயர்.

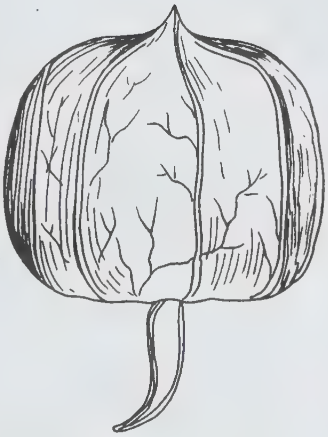
அஸ்கெலபிடேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த எருக்கம் போன்ற தாவரங்களில் ஒவ்வொரு விதையின் உச்சியிலுமுள்ள விதையுறை எண்ணற்ற நீண்ட பட்டுப் போன்ற தூவிகளைப் பெற்றிருக்கும். இந்த விதையுறை வளரிகளுக்குக் கோமோஸ் தூவிகள் என்று பெயர். இவை பாரசூட் இயங்கு முறையில் பரவுகின்றன. பருத்தி விதைகளில், புறவிதையுறை (testa) நீண்ட மெலிந்த, முறுக்குடைய வளரிகளாக வளர்ந்து காற்றினால் பரவும்.

கிலிமாடிஸ், நரவேலியாவை (*Clematis*, *Naravelia*) ஒத்த தாவரங்களில் சூலகக் காம்புகள் சிறகு போன்ற அமைப்பில் கனியில் நிலைத்துக் காற்றின் மூலம் கனி பரவுதற்கு உதவி புரிகின்றன.

பலூன்கள். ஃபைசாலிஸ் என்னும் இனத்தின் மலரில் நிலைத்த புல்லி, பலூன் போன்று காற்றடைப்பினால் வளர்ந்து பெருத்துள்ளது. இது கனியைப் பலூன் போன்று காற்றில் இயங்கச் செய்து பரவுதலுக்குத் துணைபுரிகிறது. முடக்கத்தான் கனிகளும் இதே போல் பரவுவதுண்டு.



சிலிமாடிஸ்



ஃபைசாலிஸ்

நரவேலியா

கொலூடியா

சென்சார் இயங்கு முறை. அரிஸ்ட்லோகியா, ஆர்கிமொனி (Aristolochia, Argemone) தாவரக் கனிகள் நுனியில் வெடிக்கின்றன. நீண்ட காம்போடு கூடிய கனி, காற்றில் அசைந்தாடும்போது விதைகள் சிறிது சிறிதாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

சிறகுகளின் மூலம் பரவுதல்

சில கனிகளும், விதைகளும் அவற்றின் உறுப்புகளைச் சிறகு போன்று பெற்றுள்ளன. இதனால் இவை எளிதில் காற்றினால் இயங்கி நீண்ட தொலைவு செல்கின்றன.

முருங்கை, ஓரோக்ஸைலான், டெகோமா, சிங்கோனா போன்ற தாவரங்களின் விதைகள் வெளியுறைச் சிறகுகளாக மாற்றுருவம் பெற்றுப் பரவுகின்றன.

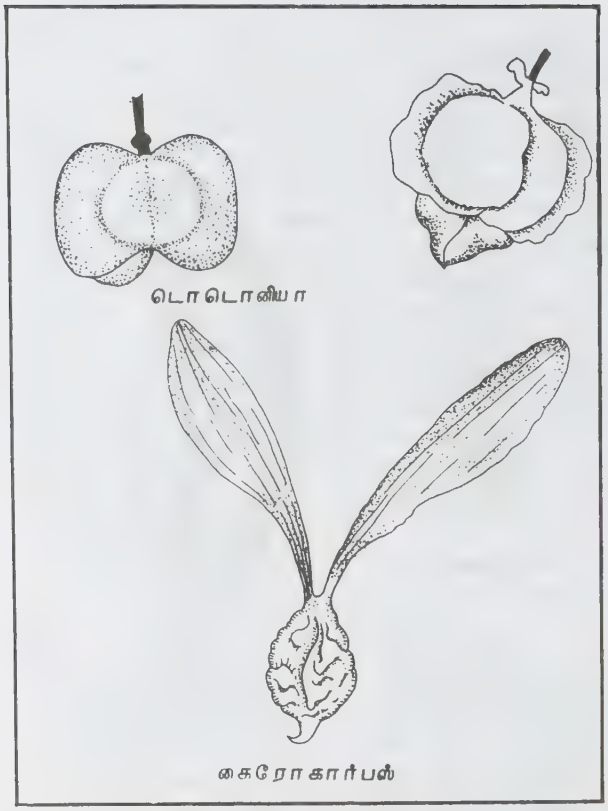
ஏசர், ஹிப்டேஜ், டெரோகார்பஸ், டெரோலோபியம் போன்ற தாவரங்களின் கனித்தோல் பல வகைப்பட்ட சிறகுகளாக மாற்றுருவம் பெற்றுள்ளது.

ஷொரியா, கைரோகார்பஸ் போன்ற தாவரங்களில் பூவிதழ்கள் நிலைத்துக் கனியில் சிறகுகளாக மாற்றுருவத்தைப் பெற்றுள்ளன.

சால்ஸோலா என்னும் பூண்டு, கடற்கரையோரத்தில் வளர்கிறது. தாவரம் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் கிளைகள் வளைந்து குவிந்து, பந்து போல் திரண்டு விடுகின்றன. இவை பந்து போன்றே நீண்ட தொலைவிற்கு உருண்டோடுகின்றன. அப்போது விதை

கார்டியோஸ்பெர்மம்

வெம்பாடம்



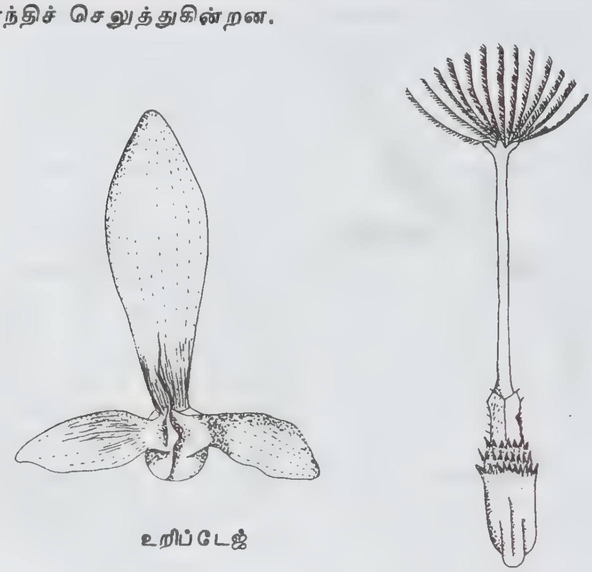
களும், கனிகளும் சிந்துகின்றன. இவற்றிற்கு உருள் செடிகள் என்று பெயர். சில பூண்டுகளின் கிளைகள் தாவரத்திலிருந்து விடுபட்டுக் காற்றில் நீண்ட தொலைவு அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன.

ஸ்பைனிஃபெக்ஸ் ஸ்குவாரோஸஸ் (இராவணன் மீசை) என்னும் மணலில் வளரும் தாவரத்தின் பெண் மஞ்சரியில், மலரின் பூவடிச் செதில்கள் கூரிய முள்களாக மாற்றுருவம் கொண்டுள்ளன. இவை கனியானவுடன் தாவரத்திலிருந்து பிரிவுற்று, காற்றினால் அடித்துச் செல்லும்போது, வழியெல்லாம் விதைகள் சிந்துவதால் பரவுகின்றன.

நீரின் மூலம் பரவுதல்

கடல், நதி, குளம், ஏரி, நீர்த் தேக்கங்கள் ஆகியவை தாவர விதைக் கனிகள் பரவத் துணைபுரிகின்றன. இவற்றின் புறத்தோலில் நீர் புகாமல் இருப்பதற்கு இவை மெழுகு போன்ற பரப்பைப் பெற்றுள்ளமையால் எடை குறைந்து நீரின் மீது மிதக்கின்றன. பொடொமோஜிடான், அலிஸ்மா நீர்த்தாவரங்களில் கனியுறைகள் காற்றடைக்கப்பட்டிருப்பதால் நீரின் மீது மிதந்து பரவுகின்றன.

தேங்காய், செர்பிரா மரங்களின் உள் ஒட்டுச் சதைக் கனிகளின் (drupe) நடுத்தோல் நார் போன்றுள்ளது (தேங்காய் நார்). இம்மரங்கள் பெரும்பாலும் கடலோரங்களில் வளருவதால் கடலலைகள் கனியை ஏந்திச் செலுத்துகின்றன.



கலோஃபில்லம் அயனோஃபில்லம் (*Calophyllum ionophyllum*) என்னும் தாவரத்தில் கனித்தோலுக்கும், விதைக்கும் இடையில் காற்று இருப்பதால் கனி நீரில் மிதந்து பரவுகிறது. தாமரை, அல்லிக் கனிகளில் பூத்தளம் நிலைத்துக் காற்றடைக்கப்பட்டு, பஞ்சு போன்றுள்ளது. இது சிறு கனிகளுடன் நீரில் மிதந்து பிறகு அழுகி விதைகளை வெளியேற்ற, நீர்த் தேக்கத்தின் அடிமண்ணில் விதைகள் முளைக்கின்றன.

மனிதன், விலங்கு, பறவைகளால் கனி, விதைப்பரவுதல்

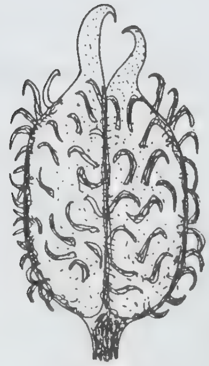
மனிதன், விலங்கு, பறவைகளால் கனி விதை பரவ வேண்டுமென்றால் அவை கவர்ச்சியாகவும், சுவையுள்ளனவாகவும் இருக்க வேண்டும். சதைப்பற்றுள்ள மா, பலா, சபோட்டா போன்ற கனிகளை மனிதன், ஆடுமாடுகள் தின்பதன் மூலம் விதை பரவுகின்றது. இவற்றின் விதைகள் தடித்த தோலைக் கொண்டிருப்பதால் அவை சேதமடைவதில்லை.

பெரும்பாலான கனிகளும் விதைகளும் விலங்குகளின் தோலிலும், மனிதனின் ஆடையிலும், பறவைகளின் சிறகுகளிலும் தொற்றிக்கொண்டு பரவுகின்றன. இதற்காகக் கனிகளின் உறுப்புகள் மாற்றுருவம் அடைகின்றன.

சாந்தியம் கனியில் புல்லிச் சுழல் சிறு ஒட்டும் முள்களாக மாற்றுருவைப் பெற்றுள்ளது.

மார்டினா. தாவரக்கனியின் உள்தோல் அதன் உச்சியில் இரண்டு வளைந்த நகம் போன்று மாற்றுருவம் பெற்றுள்ளது. கனிகள் ஆடு மாடுகளின் தோலில் சிக்கிக் கொண்டு பரவுகின்றன. அகான்

செர்பிரா ஒடோலம்

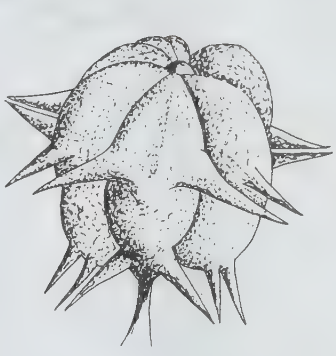


சாந்தியம்

மார்டினா

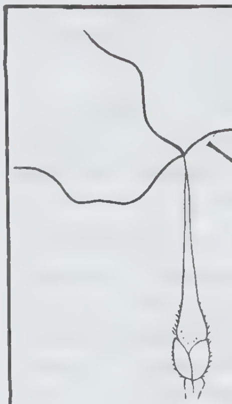
தோஸ்பெர்மம், ஹிப்டிஸ் தாவரங்களில் மஞ்சரியின் வெளிவட்டப் பூக்கள், முள்களாக மாற்றுருவம் கொண்டுள்ளன. நாயுருவி புபாலியா தாவரங்களில் பூவிதழ் கொக்கி போன்று, ஆடு மாடுகளின் தோலிலும், மனிதனின் ஆடைகளிலும் ஒட்டிப் பரவுகின்றன. அரிஸ்டைடா (aristida - துடைப்பான்) என்னும் புல்லின் சூலகத்தண்டு, சூல்முடி கூர்மையாகக் காணப்படும். சூலகமும் முள் போன்றுள்ளது. இவை ஆடைகளில் சிக்கிப் பரவுகின்றன. எ.கா. ஜீயம், ரனன்குலஸ் (Geum, Ranunculus). ட்ரிபுலஸ் என்னும் நெருஞ்சி முள் மனிதன் காலிலும், விலங்கினத்தின் தோலிலும் சிக்கிப் பரவுகிறது. யானை நெருஞ்சி எனப்படும் பெடாலியேசி கனிகளின் உள் தோல் கொக்கியாக வளைந்து விலங்குகளின் மீது தொற்றிப் பரவுகின்றது. பைசோனியா பூவிதழ்கள் ஒட்டுறுப்பாக மாற்றுருவம் பெற்றுள்ளன. காரெக்ஸ் தாவரத்தில் மஞ்சரித் தண்டு ஒட்டுறுப்பாக உள்ளது.

அரசு, வேம்பின் கனிகள் பறவைகளால் உண்ணப்படும்போது, அவை இப்பறவைகளின் உணவுக் குழாயின் மூலம் எவ்வித அழிவும் அடையாமல் எச்சத்தின் வழியாக வெளியேறுகின்றன. விதை முளைப்பதற்குத் தேவையான வெப்பநிலை மற்றும் நொதிகள் உணவுப் பாதையில் அளிக்கப்பட்டு, வெளியேறும்போது தக்க பதமாகி எச்சத்தின் மூலம் வெளிப்படும். விதை எங்கு விழுகிறதோ உடனே அங்கு முளைக்கத் தொடங்கும். கட்டடங்கள், சுவர்களின் வெடிப்புகளில் இவ்விதைகள் முளைத்துப் பெரிய தாவரங்களாவதால் கட்டடங்கள் அழிவடைகின்றன. அத்தி, ஸ்டிராபெரி தாவரங்களில் விதையுறை கடினமானது. இக்கனிகளைப் பறவைகள் உண்ணும்போது உணவுப் பாதையில் சுரக்கும் குடல் நீர் போன்ற நீர்மங்கள் கடினமான விதையுறையை

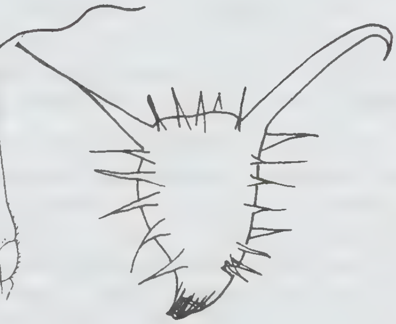


ட்ரிபுலஸ் (நெருஞ்சி)

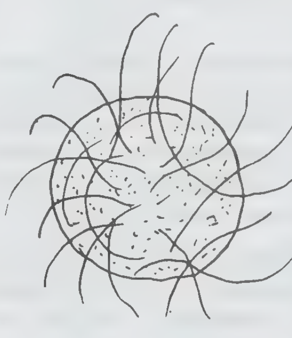
யூரினா லொபேடா



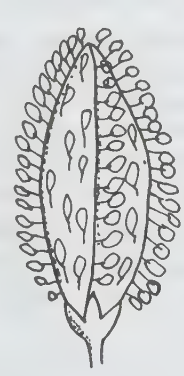
அரிஸ்டைடா



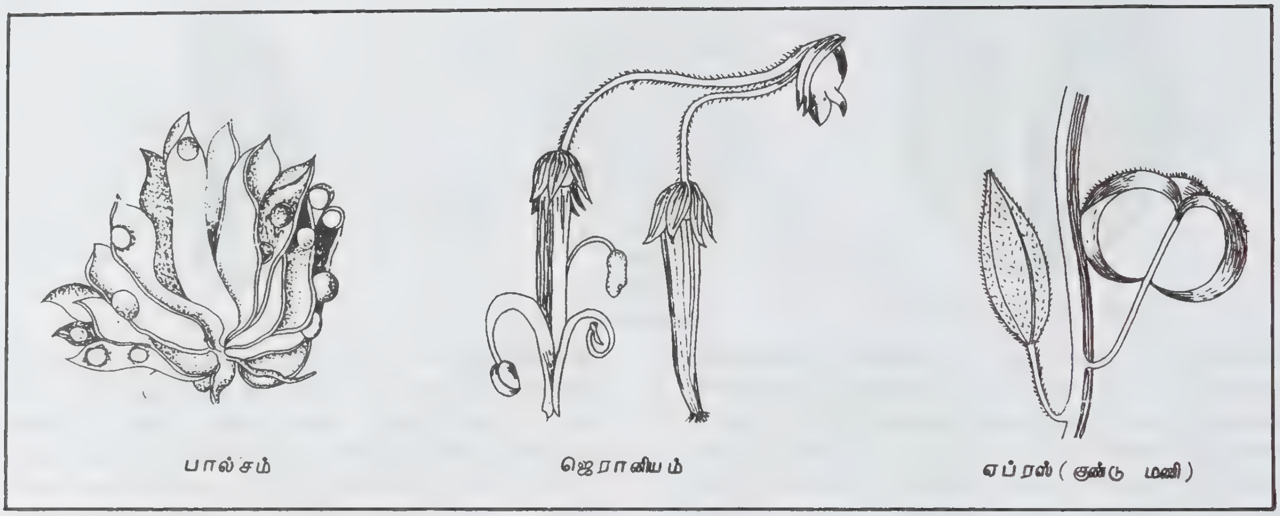
அகான்தோஸ்பெர்மம்



போயர் ஹேவியா



பிளம்பாகோ



மென்மையாக்குகின்றன. இவை எச்சத்தின் வழியாக வெளியேறி எளிதில் முளைக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. அணில், முயல் முதலியவை தாவரப்பகுதிகளை உண்டு மிகுதியானவற்றை ஒளித்து வைக்கின்றன. இவ்விடங்களில் விதைகள் முளைத்து வளர்கின்றன.

போயர்ஹேவியா, கிலியோம், பிளம்பாகோ கனிகளின் மீது சுரப்பிகள் கொண்ட ஒட்டும் தூவிகள் உள்ளன. இவை ஆடு மாடுகளின் உடலில் எளிதில் ஒட்டிக்கொண்டு பரவுகின்றன.

கஸ்கூடா, கசீதா என்னும் ஒட்டுண்ணிகளின் சதைப்பற்றுள்ள, சுவையுள்ள கனிகளைப் பறவைகள் உண்கின்றன. இவற்றில் ,எண்ணற்ற மிகச் சிறிய விதைகள் உள்ளன. இவை கனி உண்ணும்போது பறவைகளின் அலகில் தொற்றிக்கொள்ளும். பறவைகள் மரப்பட்டையின் மீது அலகைத் தேய்த்து நீக்கும்போது விதைகள் சிக்கிவிடுகின்றன. அங்குள்ள தூசியில் விதைகள் முளைத்து விரைவில் உறிஞ்சு வேர்களைத் தோற்றுவித்து ஒட்டுண்ணிகளாகச் செயல்படுகின்றன.

போலித் தோற்றம். குண்டுமணி, யானைக் குண்டுமணி, ஆமணக்கு விதைகள் புறத் தோற்றத்திலும், வண்ணத்திலும் வண்டு, குளவிகளின் தோற்றத்தை ஒத்துள்ளன. பறவைகள் இவ்விதைகளைப் பூச்சிகள் என்றெண்ணித் தூக்கிச் சென்றுவிட்டு, பின்னர் எறிந்து விடுவதால் விதைகள் பரவுகின்றன.

ஸ்கார்பியஸ் சப்வில்லோசா. கனிகள் பூரானைப் போன்றுள்ளமையால் பறவைகள் தூக்கிச் சென்று, பின்னர் வீசி எறிந்து விடுவதால் பரவுதல் ஏற்படுகிறது.

இயக்கஞ் சார்ந்த பரவுதல். சில வெடிகனிகள் ஓசையுடன் வெடிக்கின்றன. இந்த ஆற்றலால் கனியிலிருந்து விதை தொலைவில் எறியப்படுகிறது. காடுகளில் வளரும் காட்டுக் கொடியான என்டடா கனிகள் வெடிக்கும்போது வெடி வெடிப்பதுபோல் ஒலி கேட்கும்.

காசித்தும்பை (ஆக்சாலிஸ்) கனிகள் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் தொட்டால் அவை உடனே வெடித்து, கனித்தோல் விரைவாகப் பின்னோக்கிச் சுருண்டு விதைகளை மட்டும் தொலைவில் எறிந்து விடுகின்றன. ருயலியா, கிராசாண்டிரா, பார்லீரியா பட்டாசுக்காய், கனகாம்பரம் தாவரங்களின் கனிகள் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன், ஈரப்பதத்தால் விதைக்

எக்பாலியம்

காம்புகள் N (retinacula) நீரை உறிஞ்சிக் கனிவுறை வெடிக்கும்.

எக்பாலியம் எலடேரியம் (*Ecbalium elaterium*) என்னும் வெடிக்கும் வெள்ளரிக் கனிகள் முதிர்ச்சி யடைந்தவுடன் காம்பிலிருந்து முதலில் விடுபடுகின் றன. அப்போது உடனே வெடிக்க, கனியுள் நீருடன் கூடிய விதைகள் ஏறத்தாழ 20 அடி தொலைவில் எறியப்படுகின்றன.

நூலோதி. V. Kolesnikov, *Fruit Biology*, Mir Publishers, Moscow.

கனி வெடித்தல்

உலர் கனிகளை வெடிக்கும் கனிகள், வெடியாக் கனிகள் என வகையிடலாம். கனித்தோலிலிருந்து விதைகள் பலமுறைகளில் வெளியேற்றப்படுகின்றன. சூலகத்தின் அமைப்பைக் கொண்டும், அதனுள் இருக்கும் சூலக இலையின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டும் வெடிக்கும் கனிகளைப் பல வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

மேல் மட்டச் சூலகம், ஒரே சூலக இலையைக் கொண்ட சூலகத்திலிருந்து தோன்றிய கனிகள்

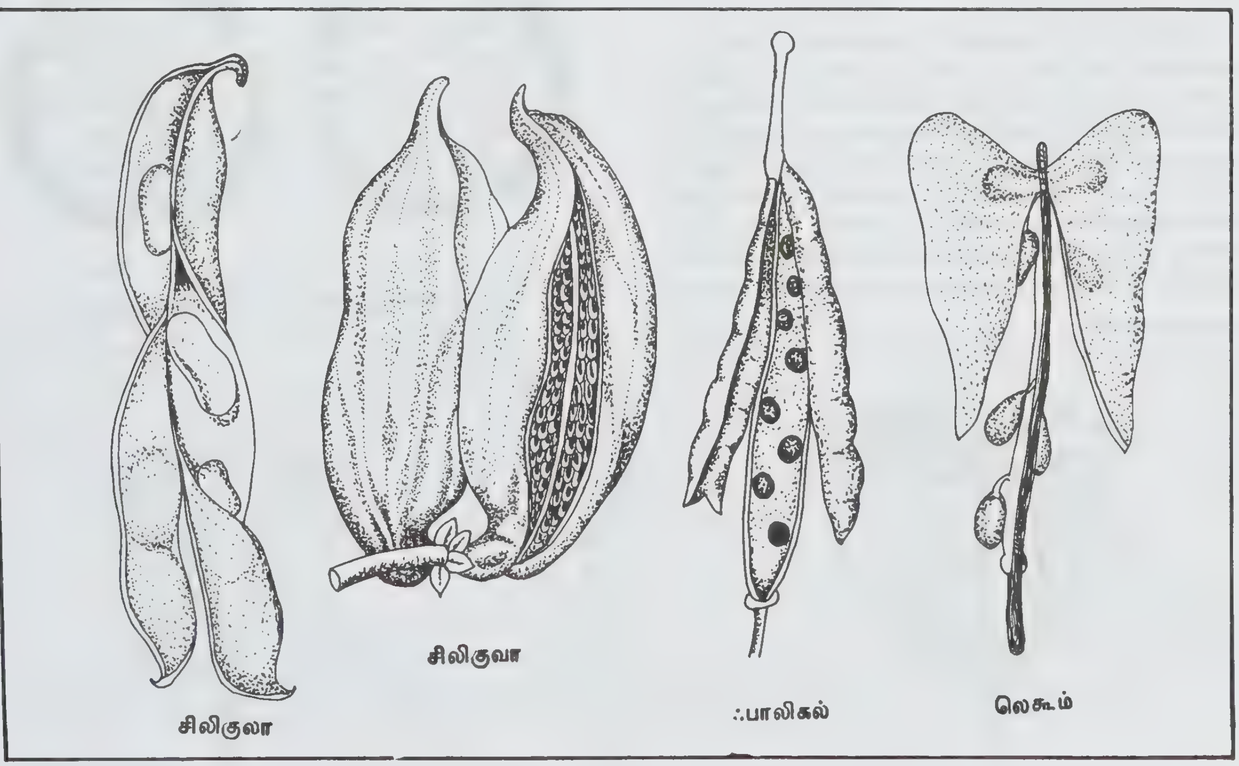
இருபுற வெடிகனி (legume). கனித்தோல் இரு நீள் விளிம்புகளிலும் வெடித்து, இரண்டாகப் பிரிந்து, பிறகு கனித்தோல் திருப்பங்கள் அடைந்து விதைகளைச் சிதற வைப்பதாகும். எ.கா. லெகுமி னோசி என்னும் தாவரக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த கனி களான அவரை, சங்குப்பூ.

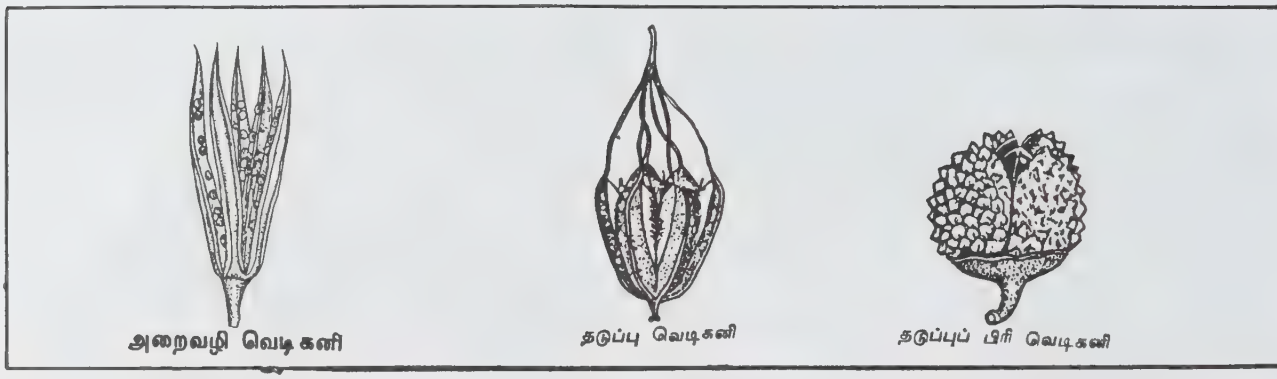
ஒருபுற வெடிகனி (*follicle*). இதில் கனி நீள் வாக்கில் ஒரே விளிம்பில் மட்டும் வெடித்து விதை களை வெளியேற்றுகிறது. இரண்டு இணையாத சூலகத்திலிருந்து தோன்றியவை: பொதுவாக அஸ்கல பிடேசி தாவரக் கனிகள். எ.கா. எருக்கம், டிமியா.

சிலிகுவா. இக்கனி போலிச் சுவரால் இரண்டறை கொண்டது. போலிச் சுவருக்குத் தடுப்பு மையம் (replum) என்று பெயர். இதில் கனித் தோல் நீள் வாக்கில் கீழிருந்து மேல் நோக்கி இரு பகுதி களாகப் பிரிகிறது. தடுப்பு மையத்தின் இரு விளிம்பு களிலும் விதைகள் உள்ளன. எ.கா. கடுகு, நாய்க் கடுகு.

சிலிகுலா. இக்கனி சிலிகுவாவைக் காட்டிலும் குட்டையாக, அகன்ற, தட்டையான, ஒருசில விதை களை மட்டும் கொண்டது. எ.கா: காப்செல்லா பர்சாபஸ்டோரிஸ்.

வெடிகனிகள் (capsules). பல இணைந்த சூலக இலைகளைக் கொண்ட மேல்மட்டச் சூலகத்திலிருந்து





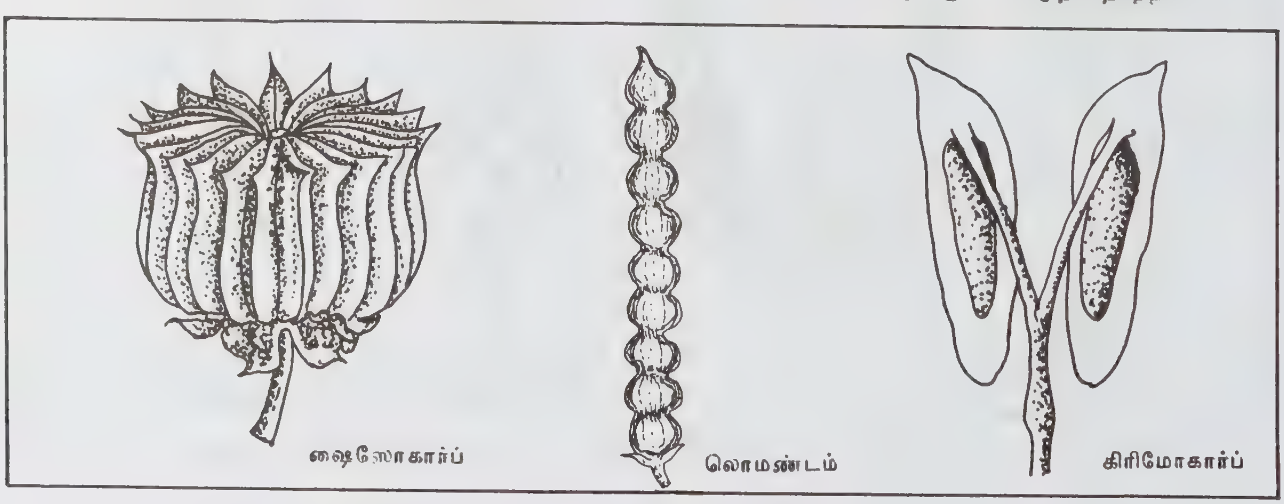
தோன்றும் கனிகளுக்குப் பலபுற வெடிகனி என்னும் மற்றொரு பெயருமுண்டு. கனித்தோல் பிரிவடையும் வகையைப் பொறுத்து வெடிகனிகள் பலவகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

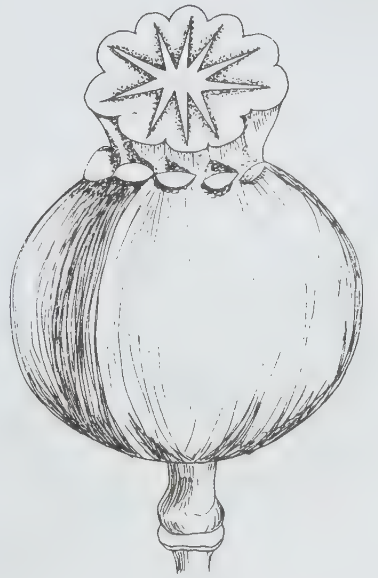
அறைவழி வெடிகனி (loculicidal capsule). கனித்தோல் ஒவ்வோர் அறையின் வெளி விளிம்பின் நடுப் பகுதியில் நீள்வாக்கில் வெடிக்கிறது. இதில் சூலக இலைகளின் எண்ணிக்கைப்படி நீள்வெடிப்புகள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வோர் அறையிலும் விதைகளின் இணைப்புக் காணப்படுகின்றது. எ. கா. வெண்டை, பருத்தி.

தடுப்பு வெடிகனி. (septicidal capsule). இதில் கனித்தோல் சூலகக் குறுக்குச் சுவரின் வழியாக நீள்வாக்கில் வெடிக்கிறது. இதனால் சூலக இலைகள் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. எ.கா: அரிஸ்ட்டலோகியா.

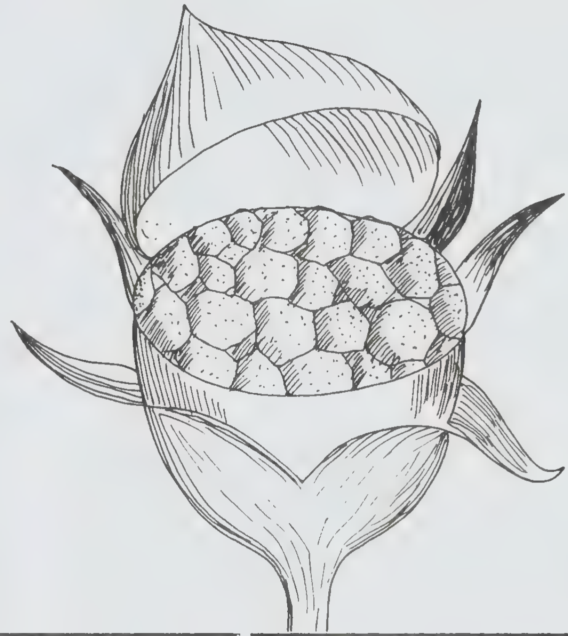
தடுப்புப் பிரி வெடிகனி (septicidal capsule). இக்கனியில் கனித்தோல் தடுப்புகளிலிருந்து முதலில் பிரிவடைந்து, தடுப்புகளை விதையுடன் மையத்தில் நிலைக்கச் செய்கிறது. இதற்குப் பிறகு, கனித்தோல் அறைவழி வெடிகனி போன்று வெடித்தால் அதை அறை வழித் தடுப்புப்பிரி வெடிகனி (loculicidally (septifragal capsule) என்பர். எ.கா. லாகர்ஸ்ட்ரோமியா. சில தடுப்பு வெடிகனிகளில் கனிச்சுவர் வெடித்து, கீழிருந்து மேற்புறமாகப் பிரிகிறது. தடுப்பு, விதைகளுடன் மையத்தில் நின்று விடுகிறது. இக்கனிக்குத் தடுப்பு வெடி, தடுப்புப்பிரி வெடிகனி (septicidally septifragal capsule) என்று பெயர். எ.கா. ஊமத்தை.

வெடிகனி குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்





பாப்பி



பிக்சிடியம்

துளை வெடிகனி (poricidal capsule). கனியின் மேல்பகுதியில், கனி முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு, வட்ட அமைப்பில் சிறு துளைகள் தோன்றுகின்றன. இச் சிறு துளைகளுக்கு ஏற்றவாறு, மிகச்சிறிய விதைகள் அவற்றின் வழியாக வெளியேறுகின்றன. காற்றில் கனி அசைந்தாடும் துளை வழியே விதை சிதறும். எ.கா. பாப்பி.

பிக்சிடியம். உலர்கனி முதிர்ந்த பிறகு, கனி குறுக்கே இரண்டாகப் பிரிகிறது. மேல்பகுதி மூடி போன்று பிரிந்து கீழே விழுகிறது. இதனால் அடிப் பகுதி திறக்கப்பட்டு விதைகள் வெளியேறுகின்றன. எ.கா. அமராந்தேசி குடும்பக் கனிகள்.

ஷைஸோகார்ப். இவ்வகைக் கனி, வெடிக்கும் உலர்கனிக்கும், வெடிக்காத உலர்கனிக்கும் இடையே உள்ளதாகும். இது முதலில் ஒரு விதை கொண்ட பகுதிகளாக வெடிக்கிறது. இவற்றை மெரிகார்ப் அல்லது காகஸ் என்பர். இவை ஒவ்வொன்றிலும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விதைகள் இருக்கும். மெரிகார்ப் வெடிப்பதில்லை. ஆனால் இதன் தோல் மண்ணில் அழுகி விதைகளை வெளி யேற்றுகிறது. மேல்மட்டச் சூலகம் கொண்ட பல இணைந்த சூலக இலைகளாலான சூலகத்திலிருந்து தோன்றிய கனி. எ.கா. துத்தி, ஆமணக்கு.

லொமெண்டம். இது இருபுறவெடிகனி வகையைச் சார்ந்தது. வெளிப்புறத்தில் கனி ஒவ்வொரு விதை யின் இடையிலும் சுருங்கியுள்ளது. பார்ப்பதற்கு மணிமாலை போன்றிருக்கும். முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு கனி ஒவ்வொரு விதையின் சுருங்கிய இடத்தில் ஒடிந்து விடுகிறது. இப்பகுதி மெரிகார்ப் போன்று செயல்படுகிறது. மண்ணில் விழுந்தபிறகு கனித்தோல் வெடித்து விதை வெளியேறுகிறது. எ.கா: சீயக்காய் என்டடா, கருவேல்.

கிரிமோகார்ப். இக்கனி இரு தனிப்பட்ட மேல் மட்டச் சூலகத்திலிருந்து தோன்றுகிறது. கனி தோன்றும்போது அதன் காம்பு இரண்டு கிளை களாகப் பிரிவதால் ஒவ்வொரு விதை கொண்ட பகுதி யாகக் காம்பின் மீது காணப்படும். இக்கிளைகளுக்குக் கனிக் காம்பு (carpophore) என்றும், விதையுள்ள பகுதிக்குக் கிரிமோகார்ப் என்றும் பெயர். எ.கா. தனியா அல்லது கொத்துமல்லி, சீரகம், ஓமம்.

– மே. லோ. லீலா

நூலோதி. Venkateswaralu, *External morphology of Angiosperms,* S. Chand & Co Ltd., New Delhi, 1982.

கனை (பூரம்)

அசுவினி முதலான இருபத்து ஏழு விண்மீன்களில் பதினோராம் கூட்டமான கனை சிம்மராசியில் உள்ளது. சிங்கம்போல அமைந்துள்ள ஓர் உருவின் பின்கால் தொடையில் விளங்கும் டெல்ட்டா லியோனிஸ் (δ-leonis), பின் முழங்கால் அருகி

விருக்கும் தீட்டா லியோனிஸ் ஆகிய இரண்டு விண் மீன்களும் கனை (பூரம்) எனப்படும். சிங்கத்தின் வாலில் தெனிபோலா என்னும் பெயருள்ள பீட்டா லியோனிஸ் என்னும் விண்மீனுக்கு அருகே வடக்கில் உள்ள சிறு விண்மீனாகிய 93-லியோனஸ் என்பதே உத்தரம் ஆகும். பூரத்தின் இரண்டு விண்மீன்களும் உத்தரத்தின் இரண்டு விண்மீன்களும் சற்றுச் சம மில்லாத செவ்வகத்தின் நான்கு முனைகளாகத் தோற்றமளிக்கின்றன.

– பங்கஜம் கணேசன்

கஸ்தூரி மான்

இது கலைமான்களுக்கும், இரலை மான்களுக்கும் இடைப்பட்டது. செர்விடே என்னும் குடும்பத்தில் மஸ்க்கினே என்னும் உள்குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. கஸ்தூரி மணச் சுரப்பியைக் (musk gland) கொண்டுள்ள கஸ்தூரி மான் 50 செ.மீட்டர் உயரமே உள்ள மிகச்சிறிய விலங்காகும். மயிரடர்ந்த பழுப்பு நிறத்தோலின் இடையிடையே சாம்பல் நிறம் பரவியுள்ளது. கொம்புகளற்ற ஆண் மானுக்கு இரண்டு நீண்ட கோரைப் பற்கள் உள்ளன. மயிரற்ற வாலின் முனையில் மட்டும் அடர்த்தியான மயிர்க் கற்றை உள்ளது. பிற மானினத்தில் காணப்படும் முகச் சுரப்பிகள் கஸ்தூரி மான்களில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் தனித்தே வாழும் கஸ்தூரி மான்கள் மிக உயரமான மலைச் சிகரங் களில் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகளைக் கொண் டுள்ளன. தாவரங்களை உண்டு வாழும் கஸ்தூரி மான்கள் பாதுகாக்கப்பட வேண்டிய வன விலங் காயினும் எண்ணிக்கையில் குறைந்துள்ளன.

2500 மீட்டர் உயரமுள்ள மலைச் சிகரங்களில் கஸ்தூரி மான்கள் வாழ்கின்றன. மத்திய இந்தி யாவிலும், வடகிழக்கு ஆசியாவிலும் இவை காணப் படுகின்றன. காஷ்மீர், அஸ்ஸாம், நேபாளம், சிக்கிம் ஆகிய பகுதிகளில் உள்ள 10,000-12,000 அடி உயர மான மலைச்சிகரங்களே இவற்றின் உறைவிட மாகும். ஆண் மான்களின் வயிற்றுப்புறத் தோலுக் கடியில் காணப்படும் கஸ்தூரி மணச் சுரப்பிகள் ஒரு மணப்பொருளைச் சுரக்கின்றன. வாலின் பக்கத்தில் பின்சுரப்பி என்னும் மற்றொரு சுரப்பியும் உள்ளது.

கஸ்தூரி மணப்பொருள், வருவாய் தரும் பொரு ளாகக் கருதப்படுவதால் ஆண் கஸ்தூரி மான்களை வேட்டையாடிக் கொல்கின்றனர். 1952ஆம் ஆண்டில் இந்திய வனவிலங்குக் கழகம் பாதுகாக்கப்பட வேண்டிய பதின்மூன்று வன விலங்குகளில் கஸ்தூரி மானும் ஒன்று என அறிவித்துள்ளது. கஸ்தூரி மணப் பொருள் இயல்பான நிலையில் அருவெறுப்பான மணத்தோடிருந்தாலும் நன்கு காய்ந்த பின்பே கவர்ந்திழுக்கும் மணப்பொருளாக மாறுகிறது.

Musk Deer

கஸ்தூரி மான்

கஸ்தூரி மணச்சுரப்பி சுரக்கும் மணப்பொருளை யும் பின்சுரப்பி சுரக்கும் நுகர்ச்சிப் பொருளையும் நுகர்கின்ற பெண் கஸ்தூரி மான்கள் ஆண் கஸ்தூரி மான்களைச் சென்றடைகின்றன. அவை குளிர் காலத்தில் (ஜனவரி) உடலுறவு கொள்கின்றன. ஆறு மாதங்கள் நிறையும்போது (ஜூன் மாதத்தில்) பெண் கஸ்தூரி மான்கள் குட்டிகளை ஈனுகின்றன.

கஸ்தூரி மான்கள் உடலுறவு வேட்கை ஏற் பட்டவுடன் இணைகின்றன. மரங்களடர்ந்த மலை உச்சிகளில் பகலெல்லாம் மறைந்திருந்து மாலை யில் பள்ளத்தாக்குகளுக்கு வந்து புல், தளிர், இலை, பூ ஆகியவற்றை மேய்கின்றன. கால்களில் கூர்மையான மையக் குளம்புகளும், பக்கவாட்டுக் குளம்புகளும் உள்ளமையால் பனி மூடிய மலைச் சிகரங்களிலும் தடையின்றி வேகமாக நடக்கின்றன.

- துரை. சுந்தரமூர்த்தி

கா

காக்கணம் (சித்த மருத்துவம்)

இதன் இலைச்சாறும், இஞ்சிச்சாறும் ஓரளவாக எடுத்துக் கலந்து, 16 மி.லி. விதம் கொடுத்து வர இளைப்பு நோயிலுண்டாகும் வியர்வை நீங்கும். இதன் இலையை உப்புச் சேர்த்தரைத்து, நெறிகட்டி களுக்குப் பூச வீக்கம் கரையும். காக்கணம் இலைச் சாற்றுடன் சிறிது உப்பிட்டுக் கரண்டியிலிட்டுக் கொதிக்க வைத்துப் பொறுக்கும் சூட்டில் காது, கன்னம் முதலிய பகுதிகளில் பற்றுப்போட, சயித்தி யத்தாலுண்டான வீக்கம், வலி ஆகியவை நீங்கும்.

காக்கண இலையைக் கசக்கிச் சாறு பிழிந்து வெள்ளைக் குன்றிமணியும், வாளமும் சம்மாக எடுத்து முன்சொன்ன சாற்றால் அரைத்துக் கொப்பூழைச் சுற்றிக் கனமாகத் தடவினால் ஓரிரு முறை பேதியாகும். இதன் விதையைச் சிறிது வறுத்துப் பொடித்து 1.9-2.5 கிராம் வரை கொடுக்க நன்றாகப் பேதியாகும்.

காக்கட்டான் விதைத்தூள் ஏழு பங்கு, இந்துப்புப் பொடி ஏழு பங்கு, சுக்குத்தூள் ஒரு பங்கு எடுத்துக் கலந்து 3.5–7 கிராம் வரை கொடுக்க, கழிச்சலுண் டாகும், யானைக்கால் நோய் நீங்கும். இதன் விதையைத் தாய்ப்பாலில் ஊறவைத்து நெகிழ அரைத்து அப்பாலிலேயே கலக்கிக் குழந்தைகளுக்குக் கொடுக்க, பேதியாகும்.

காக்கணம் வேரை 168 மி.லி நீரில் 2½ மணி நேரம் ஊறவைத்து எடுத்து 42-84 மி.லிவரை கொடுத்து வர, சிறுநீரைப் பெருக்கி மலத்தைக் கழிக்கும். இதன்வேரை அரைத்து இரண்டு கழற்சிக்காய் அளவு யானைக்கால் நோய்க்குக் கொடுத்து வரலாம். இதன் வேர்த்தூளில் 520 மி.கி-1.4 கிராம் வரை கொடுக்க, குழந்தைகட்குண் டாகும் வாந்தி, குமட்டல், மந்தம், கண்நோய், தலை நோய் ஆகியவை தீரும்.

இதன் வேர்ப்பட்டையை அரைத்துப் பிழிந் தெடுத்த சாற்றில் 2-3 துளி மூக்கில் விட, தலைவலி நீங்கும். காக்கணம் வேர் 7 கிராம், திப்பிலி 7 கிராம், சுக்கு 10.5 கிராம், விளமரப் பிசின் 7 கிராம் இவற்றைக் கல்வத்திலிட்டு நீர்விட்டரைத்து 130 மி. கிராம் அளவுள்ள மாத்திரைகளாகச் செய்து, ஒரு மாத்திரை வீதம் கொடுக்க நன்கு பேதியாகும். குழந்தைகளுக்கு அரை மாத்திரை கொடுக்கலாம்.

வெள்ளைக் காக்கணம் வேரில் தயிர்விட் டரைத்துப் பின்னைக்காயளவு எடுத்து 501மி.லிட்டர் பசுமோரில் கலக்கிக் கொடுத்துவிட்டு 2.6 லிட்டர் பசுமோர் விளாவி வைத்துக் கொண்டு ஓரளவு பேதி யானவுடன் அந்த மோரில் சிறிது குடிக்க வேண்டும். இவ்வாறு கொடுக்க 6-8 முறை பேதியாகும். மோரைக் கொடுத்தால்தான் பேதியாகும். பகலில் தயிர்ச் சோறும் இரவில் பால் சோறும் சாப்பிட வேண்டும். இதன் மூலம் வெள்ளை ஒரே நாளில் தீரும்.

- சே. பிரேமா

காக்கத்துவான்

கிளிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த காக்கத்துவான் அல்லது கக்கட்டு (cuckatoo) என்னும் பறவைக்கு அழகிய கொண்டையும், வியத்தகு அலகும் அமைந்துள்ளன. மேற்புற அலகு நீண்டு வளைந்து வளர்ந்திருக்கும். ஆஸ்திரேலியாவிலும் கிழக்கிந்தியத் தீவுகளிலும் இப்பறவையைக் காணலாம்.

வெண்கொண்டைக் காக்கத்துவான் (*Cacatua alba*), கொக்கைப் போன்ற தூய வெண்ணிறம் கொண்டது. உருவில் வீட்டுக் காக்கையைவிடச் சற்றே பெரியது. நுனி அகன்று நீண்டு தொங்கும் கொண்டை அமைப்புக் கொண்ட இதை மத்திய மொலுக்கா தீவில் மட்டும் காணலாம்.

மொலுக்கா தீவின் தென்பகுதியில் சிவந்த கொண்டைக் காக்கத்துவான் (*Cacatua moluscensis*) காணப்படுகிறது. இதன் உடல் செம்பொன் வண்ணப் பூச்சில் மிளிர்கிறது. கிரீச்சிட்டு உரக்கக் கத்தும் மஞ்சள் கொண்டைக் காக்கத்துவான் (*Cacatua galerita*) சிறிய கொண்டையையும், மஞ்சள் நிறக் கன்னக் கதுப்பையும் பெற்றுள்ளது. ஆஸ்திரேலி யாவில் மிகுதியாகக் காணப்படும் இப்பறவைகள்

விளைந்த பயிர்களுக்கும், பழந்தோட்டங்களுக்கும் கேடு விளைவிக்கின்றன. அதனால் இப்பறவைகளை நஞ்சிட்டும், துப்பாக்கியால் சுட்டும் அழித்துவிடுகின்றனர். இப்பறவைகள் சில சொற்களைப் பேசக் கற்றுக் கொள்ளும் ஆற்றலைப் பெற்றிருப்பதாலும், நீண்ட காலம் உயிர் வாழ்வதாலும் இவற்றைக் கூண்டுகளில் அடைத்து வளர்க்கினறனர்.

ரோஜாக் காக்கத்துவான் (*Cacatua roscicopilla*) ரோஜா நிறத்தையுடைய தலையும் மார்பும் கொண்டது. உடல் வெளிர் சாம்பல் வண்ணமாக இருக்கும், கொண்டை பட்டையான பல இறகுகளால் ஆனது; அளவில் குறுகியது. காக்கத்துவான்களுள் இதுவே அளவில் சிறியது. இதனால் பலராலும் இது விரும்பி வளர்க்கப்படுகிறது. இதை ஆஸ்திரேலியாவின் வடக்கு, மேற்குப் பகுதிகளில் மட்டுமே காணலாம்.

லீட்பீட்டர் காக்கத்துவான் (*cacatua leodbeateri*) சிவப்பு, வெள்ளை மஞ்சள் ஆகிய மூவண்ணங்களோடு கூடிய கொண்டை உடையது. இதன் உடலின் மேற்பகுதி வெண்மையாகவும், மார்பும் சிறு இறகு

களும் ரோஜா வண்ணம் தோய்ந்த வெண்மையாகவும் இருக்கும். ஆஸ்திரேலியாவிற்கு உரிய இது நன்கு பேசக் கற்றுக் கொள்வதுடன், மேலே கூறப்பட்ட காக்கத்துவான்களிலிருந்து வேறுபட்ட அலகு அமைப்பையும் பழக்கவழக்கங்களையும் கொண்டது.

சிறுத்த அலகு காக்கத்துவான் (*Licmetis tenuirostris*). ஆஸ்திரேலியாவில் காணப்படும் இது, தன் சிறு அலகால் மண்ணைக் கிளறிக கிழங்கு, வேர் முதலியவற்றைத் தின்னும். இதன் நெற்றி வெண்மையாகவும், முதுகு சிவப்பாகவும் இருக்கும். மார்பும் தலையும் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தில் காணப்படும். கன்னத்தில் நீல நிறத்திட்டும் வாலடியில் மஞ்சள் வண்ணமும் கொண்ட இதை ஆஸ்திரேலியாவில் பலரும் கூண்டில் வைத்து வளர்க்கின்றனர். அவ்வாறு வளர்க்கும்போது இதன் மேல் அலகை மிகவும் நீண்டுவிடாமல் அவ்வப்போது நறுக்கி விடுகின்றனர். இயற்கையில் மண்ணைக் கிளறித் திரியும்போது இதன் அலகு தேய்வு அடைவதால் அலகின் வளர்ச்சி கட்டுக்கு அடங்கியதாக இருக்கும். கூடுகளில் இணையாக வளர்க்கப்படும் காக்கத்துவான்கள் கூடுகளிலேயே இனப்பெருக்கமும் செய்கின்றன.

- க. ரத்னம்

காக்கஸ்

இது உருண்டையான அல்லது சிறிய கோழி முட்டையைப் போன்ற உருவமுடைய நுண்ணுயிரி ஆகும். இந்நுண்ணுயிரி கொத்துக் கொத்தாகக் காணப்படுவதால் காக்கஸ் (*Coccus*) எனப்பெயரிடப் பட்டது. காக்கஸ் (*kokkos*) என்றால் கொத்து என்று பொருள். பொதுவாகவே, காக்கஸ்கள் உடலில் புகுந்து நியூட்டரோஃபில் என்னும் வெள்ளணுக்களை இரத்தத்தில் மிகுதியாக்கிச் சீழ்க்கட்டிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. காக்கஸ்களில் பல வகையும் அவை ஏற்படுத்தும் நோய்களில் பல வகையும் உண்டு.

ஸ்டெஃபைலோ காக்கஸ். இவற்றில் ஒவ்வொரு நுண்ணுயிரும் உருண்டையாகத் திராட்சைக் கொத்துப் போல் இரண்டாகவோ, நான்காகவோ, அதற்கும் மேலாகவோகூடி இருக்கும். இவற்றில் ஸ்டெஃபைலோ காக்கஸ் ஆரியஸ் (*Staphylcoccus aureus*) என்றும், ஸ்டெபைலோகாக்கஸ் ஆல்பஸ் (*Staphylococcus albus*) என்றும் இரு பிரிவுகள் உண்டு. ஆரியஸ் என்னும் வகை சற்று வீரியமிக்கது. ஆல்ப்பஸ் என்னும் வகை வீரியம் குறைந்தது. பொதுவாகவே ஸ்டெஃபைலோ காக்கஸ் உடலின் எந்தப் பகுதியையும் தாக்கக்கூடும். ஆனால் தோலில் வரக்கூடிய சிரங்கு, சீழ்க்கட்டி, மயிர்க் கால்களில் ஏற்படக்கூடிய சீழ்க் கட்டி, எலும்பில் சீழ் ஆகிய அனைத்தும் ஸ்டெஃபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸால் விளைபவை. இவை தாக்கும் மற்றொரு முக்கியமான உறுப்பு நுரையீரலாகும்.

மூச்சுக் குழல் பல நுண்கிளைகளாக நுரையீரல்களுக்குள் பிரிகிறது. இவற்றில் இரண்டு, மூன்றாம் வகைச் சிறு மூச்சுக் குழல்களின் சுவர்களை இந்த ஸ்டெஃபைலோ காக்கஸ் அழித்துவிடும். பின்னர் இவை சீழ்க் கட்டிகளை அங்கே ஏற்படுத்துகின்றன. நச்சு அதிர்ச்சி இணைப்போக்கு (toxic shock syndrome) என்னும் ஒரு நிலை உருவாக ஸ்டைஃபைலோ

காக்கஸ் காரணமாகும். இதில் உடலெங்கும் அம்மை போன்ற பொரிப்பு, கண் வலி, தொண்டை வலி, வயிற்று உப்புசம், அதிர்ச்சி ஆகியவை ஏற்படலாம். மாத விடாய்க்காகப் பெண்கள் சிறு பஞ்சு உருண்டைகளைப் பயன்படுத்துவதற்கும் மேற்கூறிய உடல்நோய் ஏற்படுவதற்கும் தொடர்புண்டு என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸ். இவ்வகை நுண்ணுயிரி நீண்டு அல்லது வளைந்த சங்கிலித் தொடர் போன்ற அமைப்பைக் கொண்டது. ஸ்ட்ரெப்ட்டோஸ் என்றால் முறுக்கிக் கொண்ட அல்லது சுருண்டு கொண்ட என்று பொருள்.

சீழோடு பரவும் நோய் வகை, ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸ் தாக்கத்திற்குப் பின்னர் ஏற்படும் மிகு நுண் உணர்வு நோய் என இரு தாக்கங்களை இது ஏற் படுத்தும். முதலாவது உடல் முழுதும் பரவும் நோயாகும். இரண்டாவது மிகவும் முக்கியமானதாகும். இதில் முடக்குவாதக் காய்ச்சல், சிறுநீரக அழற்சி, சிவப்பு நிறக்கட்டிகள் (erythemanodosum) முதலியவை தோன்றக்கூடும். இவற்றுள், முடக்கு வாதக் காய்ச்சல் பற்றி எச்சரிக்கையோடு இருக்க வேண்டும். இதன் தாக்கம் பிற்காலத்தில், ஒரு குழந்தையின் இதயத்தையும், சிறுநீரகத்தையும் முனைப்புடன் தாக்கலாம். ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸ் பல துணைப் பிரிவுகளைக் கொண்டது. இதன் உட்பிரிவுகளிலும் பல வகை உண்டு. ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸ் மேற்கூறிய நோய் வகைகளைத் தவிர நுரையீரல்களையும் தாக்கும்.

தொண்டைத் தாக்கத்திற்குப் பிறகு தோன்றும் செந்நிறக் காய்ச்சல் வகையும் இந்த நுண்ணுயிரியால் தோன்றும் நோயாகும். α, β, γ என்பவை ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸின் சில பிரிவுகளாகும்.

நியூமோ காக்கஸ். இவை அளவில் மிகச் சிறியவை. ஆனால் சற்றே நீண்டு காணப்படும். ஒரு முனை அகலமாகவோ உருண்டையாகவோ இருக்கும். மற்றொரு முனை கூராகத் தீச்சுடர் போல இருக்கும். இவை தனியாகவே இருப்பன அல்ல. எப்போதும் இரண்டு நுண்ணுயிர்கள் சேர்ந்தே காணப்படும். அகலமான பகுதி இரண்டும் அருகருகே இருக்கும். இவற்றைச் சுற்றி மெல்லிய ஓர் உறையும் உண்டு. மனிதனின் உடலில் இவை நுரையீரல்களையே மிகுதியாகத்தாக்குகின்றன. நுரையீரல்களில் ஏற்படும் அழற்சி நோய்களில் பெரும்பாலானவை நியூமோ காக்கஸினால் வருபவையே. மேலும், மூளைக் காய்ச்சல், காதுவலி, கண் வலி போன்ற நோய்களையும் இவை உண்டாக்கக் கூடியவை.

மெனிங்கோகாக்கஸ் நோய்கள். இவை முக்கியமாக மூளைக் காய்ச்சலையும் மூளை உறை அழற்சியையும் விளைவிக்கின்றன.

கோனோ காக்கஸ். இவையும் இணைந்தே காணப் படும் காக்கஸ் வகை. சில சமயம் இவை தனியாகவும் இருக்கும். இவை அவரை விதையைப் போன்ற அமைப்பை உடையவை. சில பால்வினை நோய் இந்நுண்ணுயிரித்தாக்கத்தால் ஏற்படும். ஆண் பெண் இரு பாலரிடையேயும் கடும் விளைவுகளை இவை ஏற்படுத்துகின்றன.

- சு. ராஜலட்சுமி

நூலோதி. Starkey Robbins et. al, Pathologic Basis of Disease, Third Edition, W.B Saunders Company, philadelphia, 1984.

காக்கை வலிப்பு (கால் கை வலிப்பு)

மூளை நோய்களினாலும், இரத்த அழுத்த மிகை நோய் போன்ற வேறுபல நோய்களினாலும் நோயாளியின் கை, கால்கள் அவர் வசமின்றி 'வெடுக், வெடுக்'கென்று வெட்டியிழுக்கப்படும் நிலையான வலிப்பு நோய் பரவலாகக் காக்கை வலிப்பு எனப்படுகிறது. கால் கை வலிப்பு எனும் சொற்றொடரே வழக்கில் காக்கை வலிப்பு என மருவி இருக்கக்கூடும். காக்கை அல்லது காகம் எனும் பறவைக்கும் இந்நோய்க்கும் எவ்விதத் தொடர்புமில்லை.

முழு நினைவுடன் இயங்குவதற்கும், கை கால்களை அசைப்பதற்கும் மூளையே அடிப்படை உறுப்பு ஆகும். இவ்வியக்கங்களைக் கட்டுப்படுத்தும் மூளைப் பகுதிகள் பல்வேறு நோய்களால் கட்டுப்பாடின்றி இயங்குவதால் கை கால்கள் வலிந்து 'வெடுக்,வெடுக்' கென்று வெட்டியிழுக்கப்படுவதோடு நோயாளி தன் நினைவு இழப்பதும் உண்டு.

வலிப்பு என்பது ஒரு தனி நோயன்று. பல வித நோய்களின் நோய்க்குறியே ஆகும். எனவே வலிப்பு நோயுற்ற ஒருவரைக் காணும் மருத்துவர், மருந்துகளால் அவ்வலிப்பைக் கட்டுப்படுத்துவதோடு நின்று விடாமல் அவ்வலிப்புக்கு அடிப்படையான நோய் எதுவும் உள்ளதா என்பதையும் கண்டறிந்து அந்நோயைத் தீர்ப்பதன் மூலம் வலிப்பு நோயாளிக்கு நிலையான நலமளிக்க முயல வேண்டும்.

மூளை நரம்புச் செல்கள் கட்டுப்பாடின்றி இயங்குவதால் வலிப்புத் தோன்றுகிறதெனக் குறிப்பிடலாம். இந்நரம்பணுக்களின் இயல்பான பணியையொட்டி அவற்றிலிருந்தெழும் வலிப்பின் தன்மை மாறுபடும். கால் அசைவைக் கட்டுப்படுத்தும் பகுதியிலிருந்தெழும் வலிப்பு காலை மட்டுமே தாக்கும். இவ்வாறே கை மட்டும் தாக்கமுறுவதும்,கண் முகப் பகுதிகள் தாக்கப் படுவதும், உடற் பகுதிகளில் வலி, எரிச்சல் போன்ற உணர்வுகள் பரவுவதும், பல்வேறு ஒளிக் கதிர்கள், காட்சிகள் முதலியன இயல்புக்கு மாறாகக் கண் முன் தெரிவதும், சில புதுமையான சுவையுணர்வுகள் தோன்றுவதும், ஒலிகளோ, பாடல்களோ கேட்பதும் வலிப்பு நோயால் உண்டாகும் பல்வேறு நோய்க் குறிகளாகும். ஒரு பகுதியில் எழும் இக்குறிகள் அவ்வுறுப்பை மட்டுமே தாக்கி நீங்கி விட்டால்

அதைப் பகுதி வலிப்பு எனலாம். நோயாளி பல வித உணர்ச்சிக் கொந்தளிப்புகளுக்கும், நடத்தை மாற்றங்களுக்கும், நினைவுத் திரை விரிவுகளுக்கும் ஆளாகும் மனவோட்ட வலிப்பும் இவ்வகையையே சாரும்.

மேற்குறித்தவாறு உடலின் ஒரு பகுதியில் தொடங்கும் வலிப்பு நோய்க் குறிகள் சில வேளைகளில் உடலின் பிற பகுதிகளுக்கும் குறித்த முறையில் பரவக்கூடும். சிலவேளைகளில் இதனால் நோயாளி தன் நினைவிழப்பதுமுண்டு. சில நோயாளிகளுக்கு ஓவென்று அலறித் தம் நினைவிழந்து கை கால் வெட்டியிழுக்கப்படுவதுமுண்டு. இவ்வகையான பழைய மருத்துவ நூல்களில் குறிக்கப்படும் பெரு வலிப்பு, சிறு வலிப்பு ஆகியவையும் இப்போது வலிப்பு வகையையே சாரும்.

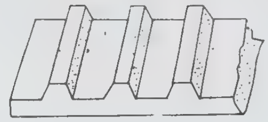
வலிப்பு நோயுற்ற சில நோயாளிகளின் நோய்க் குறிகள் பிறருக்குத் தெளிவாகத் தெரியாமலுமிருக்கலாம். பள்ளி வகுப்பில் உள்ள மாணவன் சில நொடிகள் வரை நினைவிழந்து, கண் உதடு முதலியவற்றை இயல்புக்கு மாறாக அசைத்து மீண்டும் தெளிவுறலாம் (petitmal epilepsy). இவ்வாறு அடிக்கடி அவன் கவனமிழந்தால் அவன் படிப்புக் கெடவும் வாய்ப்புண்டு. இதை மூளை வளர்ச்சிக் குறைவு அல்லது நலிவு எனத்தவறாகக் கணித்து விடவும் வாய்ப்புண்டு. 1-5 வயது வரையிலான குழந்தைகள் காய்ச்சலால் வலிப்புக்கு ஆளாகலாம். இதைக்காய்ச்சல் சார்ந்த வலிப்பு எனலாம். இத்தகைய குழந்தைகளில் சிலர் பிற்காலத்தில் வலிப்பு நோய்க்கு ஆளாகலாம்.

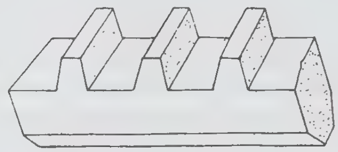
பொதுவாக, ஒரு வயதுக்குட்பட்ட சின்னஞ்சிறு குழந்தைகளுக்கோ முப்பது வயதுடையவருக்கோ முதன்முதலாக வலிப்பு நோய் ஏற்பட்டால் அதன் அடிப்படையாக வேறேதேனும் மூளை நோய் உள்ளதா என ஆய்ந்து அறிய வேண்டும். மூளை ஆழ்மட்டக் கணிப்பொறிப் படம் மூலம் பெரும்பாலான நோய்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இவற்றுடன் சிலவற்றுக்கு அறுவை மருத்துவம் செய்ய வேண்டியும் வரும். பெரும்பாலான நோயாளிகள் பல ஆண்டுகள்வரை தக்க மருந்துகளை ஒழுங்காக உட்கொள்வதன் மூலம் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்தி நலமடையலாம்.

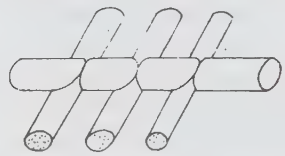
- கா. லோக முத்துக்கிருஷ்ணன்

காக் பட்டை

இது ஒரு வகையான வார்ப்பட்டையாகும். சாதாரண வார்ப்பட்டை போல் இல்லாத இதில் பற்கள் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இயக்கவிசையைக் கடத்தும் எந்திரச் சக்கரம் பற்களைக் கொண்டிருக்கும். நழுவுதல் இன்றி, நெகிழ் தன்மையுடன் உள்ள இப்பட்டைகள் நேரங்கணிப்பு இயக்கத்திற்கும், ஆற்றல் கடத்தும் அமைப்பிற்கும் பயன்படுகின்றன. பட்டைகளில் அமைந்திருக்கும் மேடுகள் அல்லது பற்கள் பொருந்தும் கப்பிப் பள்ளத்தில் அல்லது குழியில் (sheave) சமமாகப் படிய விசை அல்லது வேகம் கடத்தும் ஆற்றல் முழுமையான அளவில் குறைவின்றி இருக்கும். வார்ப்பட்டைகளிலும் உராய்வு முழுமையாக வேண்டும். ஆனால் இதில் பற்கள் பொருந்தினாலே போதும். 600 HP அளவில் கூட ஆற்றல் கடத்தப்படலாம். இதன் பொதுவான அமைப்பு, படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.


அ


ஆ


இ

காக்பட்டையின் வடிவங்கள்

படம் (அ) இல் உள்ளது நேரங்கணிக்கவும், மிகு வேகக் கடத்தலுக்கும் பயன்படுகிறது. படம்(ஆ)இல்V-வடிவமும், சதுர வடிவமும் இணைந்த ஓர் அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதற்கு ஒற்றை வழி ஆற்றல் உள்ளீடுதான் பயன்படும். படம் (இ) தன் உயவிடலுடன் கூடிய நெகிழிப் பட்டைகளின் T - வடிவச் சங்கிலி போன்ற அமைப்பாகும். இதனால் இருபுறமும் பற்சக்கரங்களை இணைக்கலாம்; இயக்கலாம்.

காக்பட்டைகள் (cog belts) கைக்கடக்கமாகும் (compact); லேசானவை. ஓசையின்றி ஓடக் கூடியவை. இவை சிறு எந்திரவியல் இயக்கங்களுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. எளிதில் கையாளவும், எடுத்துச் செல்லவும் கூடிய ஆற்றல் உளிகள் (power tools) தையல் எந்திரங்கள் ஆகியவற்றிலும் பயன்படுகின்றன. மேலும் இணையும் உருளைகள் ஏதேனும் ஒரு கோணத்தில் இருந்தாலும் அக்கோணத்தை நிலையாகக் கொண்டு இயங்க வேண்டிய அமைப்பில் இவை பயன்படுகின்றன. வார்ப் பட்டைகள் மற்றும் சங்கிலியின் பொதுவான நன்மைகளை இவை ஒருங்கே கொண்டுள்ளன.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Mark's Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1978.

காகம்

அண்டங்காக்கை (raven) மேக்பி (magpie), ஜே (jay) கொட்டை உடைப்பான்கள் (nut crackers), காகம் என்னும் பறவைகள் கார்விடே (corvidae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையாகும். காகங்களில் பல வகை உள்ளன. மீன்கொத்திக் காகம் (fish crow) கொண்டைக்காகம் (hoofed crow), அமெரிக்கக் காகம், அண்டங்காகம், யூரேசியப் பிணம் தின்னும் காகம் என்பன இவற்றுள் சில வகையாகும். இவற்றில் அண்டங்காக்கையே மிகவும் பெரியது. இது ஏறத்தாழ 0. 6 மீட்டர் நீளமுடையது. பொதுவாக, காகங்கள் அனைத்துமே கருமை நிறங்கொண்டவை. மரபுப் பண்புகளின் பிறழ்வுகளால் அரிதாக வெள்ளைக் காகங்களும் தோன்றக்கூடும்.

இந்தியாவில் பல்வேறு காக்கை இனங்கள் உள்ளன. இமயமலைத் தொடர்களில் வாழ்கின்ற ரேவன் (corpus corax) மத்திய ஆசியா வரை பறந்து செல்கிறது. இவ்வகைக் காகம் மேய்ச்சல் காடுகளில் கால்நடைகளின் அண்மையிலேயே திரிகிறது. ஜாக்டா என்னும் காட்டுக்காகம் காஷ்மீர், கிழக்குத் திபேத், லடாக் போன்ற இடங்களில் காணப்படுகிறது.

இக்காகம் இந்தியாவின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. வீட்டுக் காகத்தின் கழுத்து, சாம்பல் நிறமானது. இது காட்டுக்காகத்தைவிட உருவத்தில் சிறியது. பாலின வேறுபாடு பிரித்தறிய முடியாதபடி ஆண் காகமும், பெண் காகமும் ஒரே புறத் தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளன. காட்டுக் காகம், மின்னும் கறுப்பு நிறமான இறக்கைகளைக் கொண்டது. இது உரத்த குரலில் 'கா' என்று கத்தும்.

பழக்கங்கள். காகங்கள் சமநிலங்களிலும், மரங்கள் அடர்த்தியான இடங்களிலும், புதர்களிலும் வாழ்கின்றன. காட்டுக் காகம் சிலசமயங்களில் இரை தேடி நகரங்களுக்கு வந்துவிடும். இமயமலைப் பகுதி நகரங்களில் காட்டுக் காகம் தான் முதன்மையாக வசிக்கிறது. வீட்டுக்காகம் இந்த அளவு காணப்படுவதில்லை. இவை மின்சாரக் கம்பிகள், பட்டுப்போன மரங்கள், வீடுகளின் கூரைகள் ஆகியவற்றின் மேல் அமர்ந்து கொண்டு நிலத்தில் ஊர்ந்து திரியும் பூச்சிகளை உண்கின்றன.

மேய்கின்ற கால்நடைகளின் முதுகின் மேல் அமர்ந்து கொண்டு புழு, பூச்சிகளைப் பற்றி உண்கின்றன. தனியாகவோ, இணையாகவோ, கூட்டமாகவோ பெரிதும் காணப்பட்டாலும் இவை கூட்டமாகவே வாழ்கின்றன. ஏறத்தாழ 19 கி. மீட்டர் வரை இரை தேடிச் செல்லும் இவை பெரிய மரங்களின் மீதோ, தோப்புகளிலோ கூடுகளை அமைத்துக் கொள்கின்றன. காடுகளில், வேட்டை விலங்குகள் உண்டபின் விட்டுச் செல்லும் இறைச்சி உணவைக் காட்டுக்காகம் முதலில் அறிந்து தன் இனத்திற்குத் தெரியப்படுத்தும். புலிகளை வேட்டையாடுவோர் காட்டுக் காகங்களின் இரைச்சலைக் கொண்டு புலிகளின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறிவர். வளைந்தும், நெளிந்தும், எளிமையாகப் பக்கவாட்டில் திரும்பியும் காகம் பறக்கிறது.

காகம்

உணவு. காகங்கள் அனைத்து வகை உணவுகளையும் தின்னும். இந்திய வீட்டுக் காகம், கிடைக்கும் அனைத்து உணவு வகைகளையும் சாப்பிட வல்லது. வீடுகளின் அருகிலேயே உட்கார்ந்து கொண்டு எச்ச உணவை விழுங்கும். கடற்கரையில் கிளிஞ்சல், நத்தை போன்றவற்றையும் கொத்தித் தின்னும்.

பழக்கங்கள். காகங்கள் வலிமையானவை, சுறுசுறுப்பானவை, பறவைகளிலேயே ரேவன் (Raven-Corpus corax) பறவையே மிகவும் விரைவாகக் கற்றுக் கொள்ளும் பறவை எனலாம். கிளிகளைப் போலவே, சில வகைக் காகங்களையும் மனிதப் பேச்சுகளைப் பேசச் செய்யலாம் என ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர். சில ஜாக்டாஸ் (Jackdaws) காகங்கள், ஆஸ்திரிய பறவையியலார் கான்ராடு லோரன்ஸ் (Konrad lorenz) என்பாருடன் 25 ஆண்டுகள் ஒன்றாகவே வாழ்ந்து வந்தன. காகங்களின் பழக்கங்களைப் பற்றிப் பல விளக்கங்களை அவர் தம் பட்டறிவின் மூலம் விளக்கி எழுதியுள்ளார்.

பறவைகளிலேயே காகங்களுக்கே மிக நுட்பமான புலனறிவு இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. லோரன்சின் நண்பர் ஒரு காகத்தை வளர்த்தார். அவர் வெளியே செல்லும்போதெல்லாம் அந்தக் காகத்தையும் தோளில் சுமந்து கொண்டே செல்வார். இதைப் பார்த்த ஏனைய காகங்கள் அந்த நண்பரைச் சுற்றிச் சுற்றியே வந்து கொத்தின. பல்வேறு ஆடைகளை அணிந்து கொண்டு வெளியே சென்றாலும் காகங்கள் தொடர்ந்து துரத்திக் கொண்டே இருந்தன. இளம் காகங்களுக்கு எதிரியைப் பற்றித் தொடக்கத்தில் தெரியவில்லை. பின்னர் மூத்த காகங்கள் மூலம் கற்றுக் கொண்ட இப்பண்பு மரபு வழியாக வருகிறது.

இனப்பெருக்கம். ஏப்ரல் -ஜுன் வரை காகங்களின் இனப்பெருக்க காலமாகும். காட்டுக்காகம், டிசம்பர்-ஏப்ரல் வரை இந்தியாவிலும், மார்ச் - மே வரை வட இந்தியாவிலும் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. அடைகாக்கும் பறவைகள் தட்டையான கூடுகளை நிலத்திலிருந்து 15 மீட்டர் உயரத்தில் மரக்கிளைகளில் கட்டுகின்றன. இமயமலையில், 5500 மீட்டர் உயரத்திலும் காக்கைக் கூடுகள் காணப்பட்டன. உயிரிகளின் மயிர், தென்னை நார், பஞ்சு, குச்சி போன்றவற்றை ஒன்று சேர்த்து வட்டவடிவத்தில் குழிவான கூட்டை அவை கட்டுகின்றன.

ஆணும், பெண்ணும் சேர்ந்தே கூடு கட்டுகின்றன. அடைகாத்தலும் இவ்வாறே நிகழ்கிறது. காகம் ஏமாறும்போது குயில், அதனுடைய கூட்டில் முட்டையிட்டு விடும். காகத்தின் முட்டைகள் குயிலின் முட்டைகளைவிடச் சிறியவை. அடைகாக்கும் காகத்துக்கு அந்த வேற்றுமை புலப்படுவதில்லை. ஏறத்தாழ 13 குயிலின் முட்டைகள் கூட ஒரு காகத்தின் கூட்டில் இருக்கும்.

ரேவன் கூடு கட்டுவது மிகவும் விந்தையானது. சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையின் வெப்பத்திற்குத் தக்கவாறு வளரும் குஞ்சுகளுக்குத் தேவையான வெப்பத்தைப் பெறும் முறையில் அது கூடு கட்டும். இளங் காக்கைகளுக்குத் தேவையான நீர் கொடுத்தும், செரித்த உணவைத் தந்தும் அவற்றைத் தூய்மையாக வளர்க்கும். பெண் காக்கை இளம் காக்கைகளைக் குளிக்கச் செய்வதுடன், தன் இறக்கைகளால் அவற்றின் ஈரத்தை உலர்த்தவும் செய்யும். நாற்பது நாளுக்குப் பின்னர் குஞ்சுகள் பறந்து செல்கின்றன.

- க. மு. நடராஜன்

காகிதப் பூ

இது அந்தி மந்தாரை குடும்பத்தைச் சேர்ந்த போகெய்ன் வில்லா (bougainvilla) என்னும் ஒரு பேரினமாகும். இதில் ஏறத்தாழ பன்னிரண்டு சிற்றினங்கள் அடங்கும். இவை தென் அமெரிக்காவைத் (பிரேசில்) தாயகமாகக் கொண்டவை. குறுஞ்செடிகளாகவோ, தடித்த கொடிகளாகப் பலவித ஆதாரங்களைப் பற்றிக் கொண்டு வளரும் செடியினங்களாகவோ காணப்படுகின்றன.

இலைகள் தனியிலைகளாகக் காம்புடன் காணப்படுகின்றன. மாற்றிலை அடுக்கம் கொண்டவை. முட்டை, நீள்முட்டை அல்லது வேல் வடிவமுள்ளவை. பொதுவாக இலைகள் முழுமையானவையாக இருக்கும். மலர்கள் சிறியவை. பூவடிச் செதில்களால் மறைக்கப்பட்டவை. இச்செடியின் பூவடிச் செதில்கள் சிறப்பானவை. இவை வெளிர் சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு, ஆரஞ்சு, ஊதா, பழுப்பு, வெள்ளை ஆகிய பல்வேறு வண்ணங்கள் கொண்டிருக்கும். இவை அல்லிவட்ட இதழ்களை ஒத்து எடுப்பாகவும் எழிலாகவும் இருக்கும். இப்பூவடிச் செதில்கள் காகிதத்தைப் போன்ற தன்மையுள்ளவை. எளிதில் வாடாதவை. எனவே இவை காகிதப் பூச்செடிகள் எனப்படுகின்றன.

பல்வேறு வண்ணமுள்ள எழில்மிக்க பூவடிச் செதில்கள் மலர்களைச் சுற்றிக் கொத்துக் கொத்தாகக் காணப்படும். இவை வளர்க்கப்படும் தோட்டங்கள், பூங்காக்கள், நந்தவனங்கள் எழிலுடன் மனம் கவரும் விதத்தில் உள்ளன. தோட்டங்களில் பாத்திகளின் ஓரம், வேலி, வளைவு, கூரை இவற்றின் மீது வளர்ப்பதற்கு இவை ஏற்றவையாக உள்ளன. பெரிய மரங்களின் கீழே இதன் தண்டுத் துண்டை ஊன்றி வளர்த்தால், அம்மரங்களைப் பற்றி வளரும்.

செடிகளின் இலைக் கோணங்களில் கோண மொட்டுடன் கூடுதலாக ஒரு மொட்டும் காணப்படுகிறது. கோண மொட்டுகளிலிருந்து கிளைகள் உண்டாகின்றன. கூடுதல் மொட்டுகள் முள்களாக மாறுகின்றன. இம்முள்களைப் பற்றுங் கொக்கிகளாகக் கொண்டு இச்செடி படர்ந்து வளர்கிறது. பூவடிச் செதில்களின் வண்ணமும் அமைப்பும் அவற்றிற்கு ஈடு செய்யும் அளவில் அமைந்துள்ளன. மூன்று பூவடிச் செதில்கள், ஒரு மலர்த்தொகுப்பைச் சார்ந்துள்ளன. மலர்களின் காம்புகள் பூவடிச் செதில்களில் இலை மைய நரம்புடன் இணைந்துள்ளன. மலர்கள் ஓர் அடுக்கு இதழ்கள் கொண்டவை. இவ்விதழ்கள் இணைந்து குழாய் வடிவமாக உள்ளன. மகரந்தங்கள் ஐந்து அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் உள்ளவை. இணையாதவை; சூற்பை மேல் மட்டமானது.

வளர்ப்பு முறை. இச்செடிகள் உறைபனி இல்லாத இடங்களிலேயே நன்கு வளரும். முன்பு குறிப்பாக, போகெய்ன் வில்லா ஸ்பெக்டாபிலிஸ் (*B.Spectophilis*), போ. க்ளேப்ரா (*B.Glabra*) ஆகிய சிற்றினங்கள் பெருமளவில் வளர்க்கப்பட்டன. போ. ட்ரால்லி என்னும் சிற்றினமும் தற்போது பெருவாரியாக வளர்க்கப்படுகிறது. பாதி அல்லது நன்கு முதிர்ந்த தண்டின் துண்டுகளைத் தொட்டிகளில் நட்டு இச்செடியை வளர்க்கலாம். கோடைக் காலத்தில் இவற்றை நிலத்தில் வளரச் செய்யலாம். அடுத்த வசந்தத்தில் இச்செடிகள் பூக்கத் தொடங்கும். செடிகள் வளரும்போது அவற்றின் முளைகள், மொட்டுகளை வெட்டலாம். வெட்டுகளையும், காயங்களையும் இச்செடி நன்கு தாங்கிக் கொள்ளும் தன்மையுடையது.

காகிதப்பூச்செடியின் குறிப்பிடத்தக்க வகைகள்

வெண்பனி என்னும் வகை போ.க்ளேப்ரா சிற்றினத்தைச் சேர்ந்தது. பூவடிச் செதில்கள் சற்றுச்

சிறியனவாக இருந்தாலும், ஒளி பட்டால் கண்ணைக் கவரும் மினுமினுப்பைத் தருகின்றன. இதனாலேயே இவ்வகைச் செடி பெருமளவில் விரும்பி வளர்க்கப் படுகிறது. டிரினிடாட் என்னும் வகையும் மிக்க எழில் வாய்ந்ததாகும். வட இந்தியாவில் வளரும் எனிட் லாங்காஸ்டர் தென் இந்தியாவில் வளரும் தங்க ராணி என்னும் வகையும் ஏறத்தாழ ஒரே அமைப் புடையவை; வேறுபடுத்த முடியாதவை. பூவடிச் செதில்கள் மஞ்சள் அல்லது ஆரஞ்சு வண்ண மானவை. இவற்றின் வண்ணச் சேர்க்கை பருவத் திற்குப் பருவம் மாறிப் பலவித மஞ்சள் நிறமாகத் தோன்றுகிறது. இறுதியில் இளஞ்சிவப்பு நிறமாகிறது. லூயி வாதன் என்னும் வகையும் அவ்வாறே உள்ளது.

பார்த்தா என்னும் வகை ரோஜா நிறமாக மாறும் மஞ்சள் வண்ணப் பூவடிச் செதில்கள் கொண் டது. இதனால்தான் இதில் இருவேறு வண்ணங்கள் உள்ள தோற்றம் ஏற்படுகிறது. தக்காளிச் சிவப்பு, செங்கல் வண்ணச் செதில்கள் உள்ளன. ஓர் ஆண்டில் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை பூக்கும் தன்மை கொண்டது. ஆனால் இதைப் பயிர் செய்வது மிகவும் கடினமாகும். மைசூர் மஹாராஜா என்னும் வகையும் இதே போல் இருக்கும். திருமதி பட் என்னும் மிகத் தொன்மையான வகை இப்போதும் போற்றி வளர்க் கப்படுகிறது. இதன் செதில்கள் ஆழ்சிவப்பு வண்ண மாயிருக்கும். மலர்கள் கிளைகளின் நுனிகளில் உண் டாகும். டாக்டர் ஆர். ஆர். பால் என்னும் வகை டெல்லி போன்ற தட்ப வெப்பநிலைப் பகுதிகளுக்கு ஏற்றதாகும். பிரின்ஸஸ் மார்கரெட் ரோஸ் என்னும் வகை ஊதாக் காகிதப்பூ ஆகும். இது மிக்க மென்மை யாகவும், அழகாகவும் இருந்தாலும் மிகுதியான மலர் களைத் தருவதில்லை.

திருமதி பக் ஸானெட் ஆகிய வகைகளும் ஊதா வண்ணச் செதில்கள் கொண்டவை. மேரி பால்மர் என்னும் வகை திருமதி பட் வகையிலிருந்து தோன்றிய தாகும். கிளைக்காமல் நீளமாக வளரும் இதன் சில கிளைகளில் வெண்மையான செதில்களும், சில கிளை களில் சிவப்பு அல்லது வண்ணக் கோடுகளுள்ள செதில்களும் காணப்படும்.

- வே. சங்கரன்

நூலோதி. R.C. Mc Lean & W.R. Ivimey Cook, *Text Book of Theoretical Botany*, Longmans, Green- & Co, London, 1956.

காகிதம்

செல்லுலோஸ் இழைகள் நீரில் கலந்துள்ள தொங்கல் கரைசலை (suspension) நுண்கம்பி வலையின் மீது படியச் செய்து அதன் நீரை அகற்றி உலரச் செய்யும் போது, இழைகள் பிணைந்து கிடைக்கும் தகடு அல்லது பாய் காகிதம் (paper) எனத் தொன்றுதொட்டுக் குறிப் பிடப்படுகிறது. தற்காலத்தில் இச்சொல் செயற்கை அல்லது கனிம இழைகளிலிருந்து உருவாகும் பின்ன லையும் குறிக்கும். பொதுவாக, பிற இழைகளைப் பின்னும்போது உராய்வு அல்லது ஒட்டுவிப்பிகள் இவ்விழைகளை இணைக்க உதவுகின்றன. மாறாக, காகிதத்தில் செல்லுலோஸ் இழைகள் நெருக்கமாகப் பின்னப்படும்போது, தொட்டுக் கொண்டுள்ள இழைகள் இடையே அமையும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு இயற்கையில் காகிதத்திற்குப் பிணைப்புத் திறனை அளிக்கும். இப்பிணைதிறனின் அளவுக் கேற்ப காகிதத்தின் இயற்பண்புகள் மாறுபடும்.

படம் 1. சைப்பரஸ் பாப்பிரஸ்-நாணல் வகை

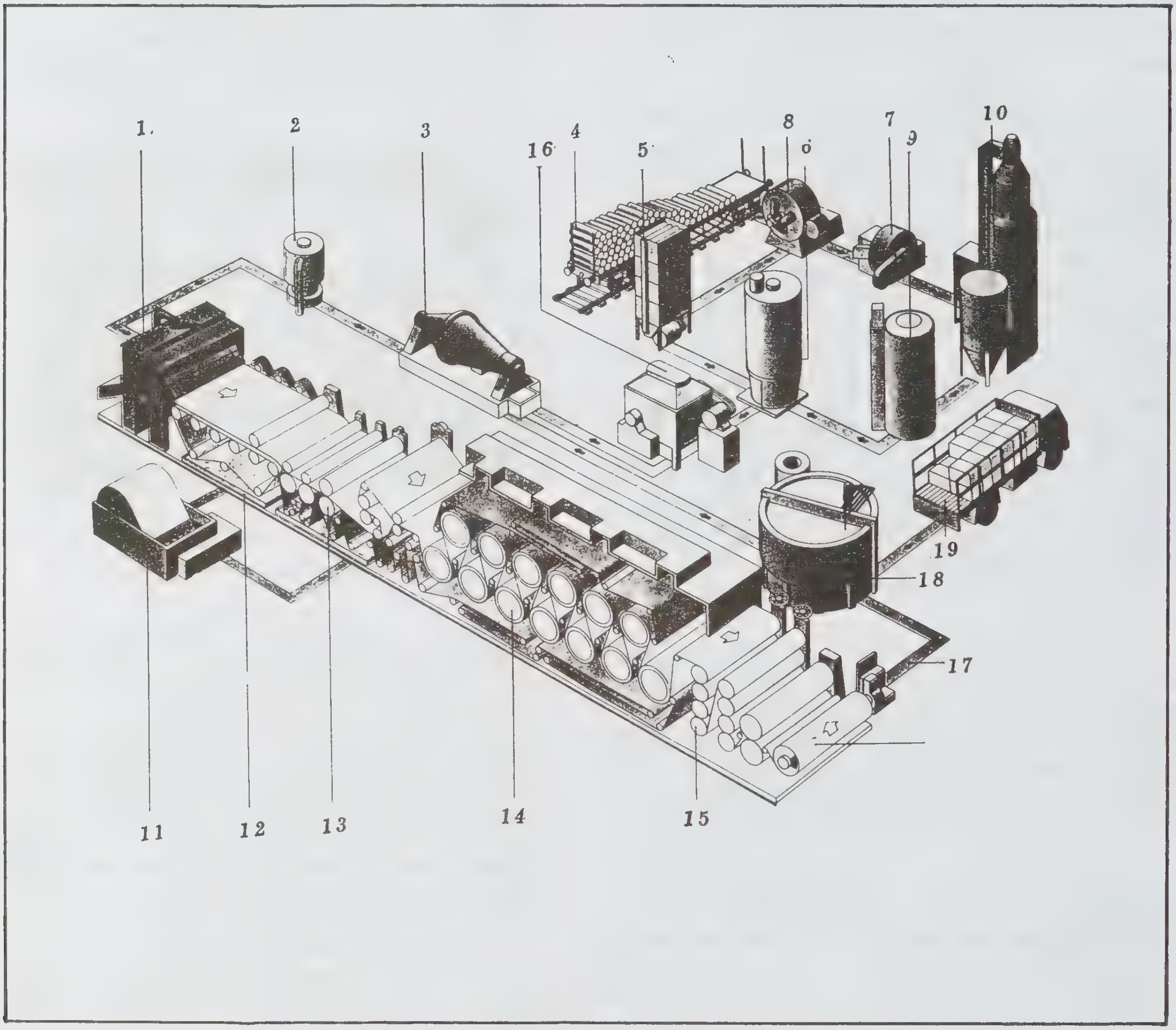
வரலாறு. சைப்பரஸ் பாப்பிரஸ் என்னும் எகிப்திய நாணல் வகையைப் (படம் 1) பகுதிகளாகக் கிழித்து ஒட்டவைத்த எழுதுபொருளான பாப்பிரஸ் என்பதிலிருந்து காகிதம் (paper) என்னும் பெயர் வந்தது. பாப்பிரஸின் அமைப்பு, தாவர இழை களால் ஆனது என்னும் அளவில் காகிதத்தை ஒத்து இருந்தாலும் அதைக் காகிதம் என முற்றிலும் கருத இயலாது. ஏனெனில் காகிதத்தைப்போல் இதன் இழைகள் பிரித்துப் பின்னப்படவில்லை. காகிதத்தை முதன்முதலில் கண்டுபிடித்தோர் சீனர்களாவர்.

ஆளி (flax), கற்சணல் (hemp) செடி, குறிப்பிட்ட மரப்பட்டை நார் இவற்றிலிருந்து காகிதம் தயா ரிக்கும் முறை சீனாவிலிருந்து கொரியா வழியாக ஏறத்தாழ கி.பி. 610இல் ஜப்பானுக்குப் பரவியது என்று கருதப்படுகிறது. அதே போன்று ஆளி, கற் சணல் செடிகளிலிருந்து காகிதம் தயாரிக்கும் கலை மத்திய ஆசியா, பாரசீகம், எகிப்து வழியே இறுதி யாக ஐரோப்பாவுக்குப் பரவியது. இக்கலை ஐரோப் பாவில் எப்போது வேரூன்றியது எனத் திட்டவட்ட

மாகக் கூற இயலாது என்றாலும், பன்னிரண்டாம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் ஸ்பெயின், இத்தாலி ஆகிய நகரங்களில் ஆளி, கற்சணல் செடிகளிலிருந்து காகிதம் தயாரிக்கப்பட்டது எனக்குறிப்புகள் தெரிவிக்கின்றன. ஏறத்தாழ இருநூறு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் இம்முறை அமெரிக்காவிற்குப் பரவியது.

தேவைக்கேற்ப இன்று பலவகைகளிலும், பல தரங்களிலும் காகிதம் தயாரிக்கப்படுகிறது. முக்கியமாகக் காகிதம், காகித அட்டை (paper board) யிலிருந்து பெரிதும் வேறுபடும். காகித அட்டை, காகிதத்தை விடத்தடிப்பு மிகுந்தும் கனத்துடனும் இருக்கும். மேலும் வளையும்தன்மையும் (flexibility) குறைவு.

மூலப்பொருள்கள். காகிதம் தயாரிக்கப் பல மூலப் பொருள்கள் இருந்தபோதும், செல்லுலோஸ் இழைகளிலிருந்து காகிதம் பெருமளவில் தயாரிக்கப்படு



படம் 2. நவீன முறையில் காகிதம் தயாரிக்கும் முறை

(1) தலைப்பகுதி (2) தேர்ந்தெடுப்பி (3) ஜோர்டான் சுத்திகரிப்பு (4) வெட்டப்பட்ட மரங்கள் காகித ஆலையை வந்தடைகின்றன (5) எந்திர அரைப்பி (6) வெளுக்கும் கருவி (7) சீவும் கருவி (8) பட்டை நீக்கும் கருவி (9) பிழியும் கருவி (10) கேமி செரிப்பான் (11) வடிப்பான் (12) உறிஞ்சு பெட்டிகள் (13) அழுக்க உருளைகள் (14) உலர் உருளை (15) காகித உருளைகள் (16) Hi-Lo கூழாக்கும் கருவி (17) காகிதத்துண்டுகளும், கழிவுகளும் கூழாக்கும் கருவிக்கு மீண்டும் செலுத்தப்படுதல் (18) நீர்-கூழாக்கும் கருவி (19) தூய்மை செய்யப்பட்டுக் கூழாக்குவதற்குத் தயாராக இருத்தல்

கிறது. செயற்கைப் பல்லுறுப்பிகளின் (synthetic polymers) இழைகளைக் கொண்டு காகிதம் தயாரிக்கும் முறை அண்மையில் தொடங்கப்பட்டுள்ளது.

செல்லுலோஸ் இழைகளுக்கு முக்கிய மூலப் பொருள் மரம் ஆகும். முதல் கட்டத்தில் மரத்தை இழைகளாக மாற்ற வேண்டும். இம்முறை கூழாக்கல் (pulping) எனப்படும். எந்திர முறை, முழு வேதி முறை (full chemical), பகுதி வேதி முறை (semichemical) ஆகிய மூன்று முறைகளைப் பின்பற்றிக் காகிதக் கூழ் தயாரிக்கலாம்.

எந்திரக் கூழாக்கல் (mechanical pulping) முறையில், மரக்கட்டைகள் நன்கு அரைக்கப்படுகின்றன. (படம் 2). சில நீரில் கரையும் சேர்மங்களைத் தவிர பிற மரத்தில் உள்ள அனைத்துப் பொருள்களும் இம்முறையில் கிடைக்கும் மரக்கூழில் உள்ளன. ஒளிபுகா இயல்பு, உறிஞ்சும் தன்மை ஆகியவற்றைக் கொண்ட அச்சுத்தரம் உடைய காகிதம் தயாரிக்க இம்முறை பயனாகிறது.

வேதிக்கூழ் (chemical pulp). இது அனைத்துத் தரக் காகிதங்களும், காகித அட்டைகளும் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. வேதிக் கூழாக்கல் முறையில், பல வேதிச் சேர்மங்களைப் பயன்படுத்தி, மரத்தில் உள்ள செல்லுலோஸ் இழைகள், மற்ற உருப்பொருள்களிலிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன. செதுக்கப்பட்ட சிறு துண்டுகளை உரிய வேதிச் சேர்மங்களோடு சேர்த்து உயர் அழுத்த நிலையில் வெப்பப்படுத்தும்போது மரத்தில் உள்ள லிக்னின் மற்றும் பிற சேர்மங்கள் கரைய, செல்லுலோஸ் மட்டும் கரையாமல் அதன் இழைகளாகத் தனித்து விடப்படும். இம்முறையில் மரத்தில் உள்ள சில சேர்மங்கள் நீக்கப்படுவதால் எந்திரக் கூழை விட வேதிக்கூழ் மிகுந்த வலிவும், நிலைப்புத்தன்மையும் பெற்றுள்ளது.

வேதிக்கூழ் முறையைப் பொதுவாக, சல்ஃபைட் கூழ், சல்ஃபேட் கூழ் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். சல்ஃபைட் முறையில் கால்சியம் பைசல்ஃபைட் கரைசலும், சல்ஃப்யூரஸ் அமிலமும் பயன்படுகின்றன. பெருமளவுக்குப் பயனாகும் சல்ஃபேட் அல்லது கிராஃப்ட் முறையில் மரத்தைக் கூழாக்கச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, சோடியம் சல்ஃபைடு கரைசல்களின் கலவை பயன்படுகிறது. இம் முறையைப் பின்பற்றி அனைத்து வகை மரங்களையும் கூழாக்க இயலும்.

மேலே விளக்கப்பட்ட இருமுறைகளையும் கூழ் சமைக்கும் நிலையைப் (degree of cooking) பொறுத்துப் பல வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

தூய்மையான எளிதில் தயாரிக்கக்கூடிய காகிதம், எளிதில் வெளுக்கும் சல்ஃபைட் கூழிலிருந்து கிடைக்கிறது. இக்கூழிலிருந்து கிடைக்கும் காகிதம் மென்மையானது, உறிஞ்சும் திறன் உடையது; வெண்மையானது; பைகள், மடக்குப்பெட்டிகள் போன்ற பொருள்கள் தயாரிக்கத் தேவையான வலிமை உள்ள காகிதம் தயாரிக்க அடர் வெளுக்காத சல்ஃபைட் (strong unbleached sulphite) கூழ் ஏற்றது. இது போன்றே சல்ஃபேட் கூழையும் பலவகையாகப் பிரிக்க

படம். 3. கழுவும் எந்திரத்தில் காகிதக்கூழ் தூய்மை செய்யப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்படுகிறது

லாம். இவ்வகைக் கூழ் வலிமிக்க காகிதம், காகித அட்டைகள் தயாரிக்கப் பெருமளவுக்குப் பயனாகிறது. குறிப்பாக இருவகை வெளுக்காத சல்ஃபேட் கூழ்களில் பெருமளவுக்குப் பயன்படும் கூழ் கிராஃப்ட் கூழ் எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இக்கூழை வெளுக்க இயலாது. இதிலிருந்து கிடைக்கும் காகிதம் வலிமை மிக்கது. இரண்டாம் வகைக் கூழ் கிராஃப்ட் தயாரிப்பின் முறையைவிடச் செறிவு மிகுந்த சல்ஃபேட்டாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு நீண்ட நேரம் கொதிக்கவைக்கப் பட்டுப் பின்னர் நன்கு கழுவப்படுவதால் இதிலிருந்து கிடைக்கும் காகிதம் கிராஃப்ட் காகிதத்தைவிடச் சற்று வலிமை குறைவாக இருந்தாலும் சற்று மேம்பட்ட நிறமுடையது.

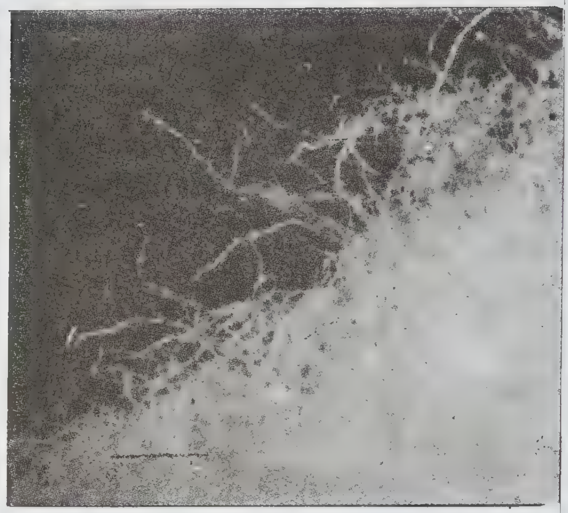
வெளுக்கப்பட்ட கிராஃப்ட் எனப் பொதுவாக குறிக்கப்படும் வெளுக்கப்பட்ட சல்ஃபேட் கூழ் வெண்மை நிறக் காகிதங்களும் வலிமிக்க அட்டைகளும் தயாரிக்க அடிப்படைப் பொருளாகிறது.

பகுதி வேதிக் கூழ். வீரியமற்ற வேதி வினைகளோடு எந்திர முறையை இணைத்து மரத்தை இழைகளாக மாற்றிக் கிடைக்கும் பகுதி வேதிக் கூழ் அண்மைக்காலத்தில் சிறப்புப் பெற்றுள்ளது. இம்

முறை பெரும்பாலும் இலையுதிர் மரவகைகளைக் கூழாக்க உதவும்.

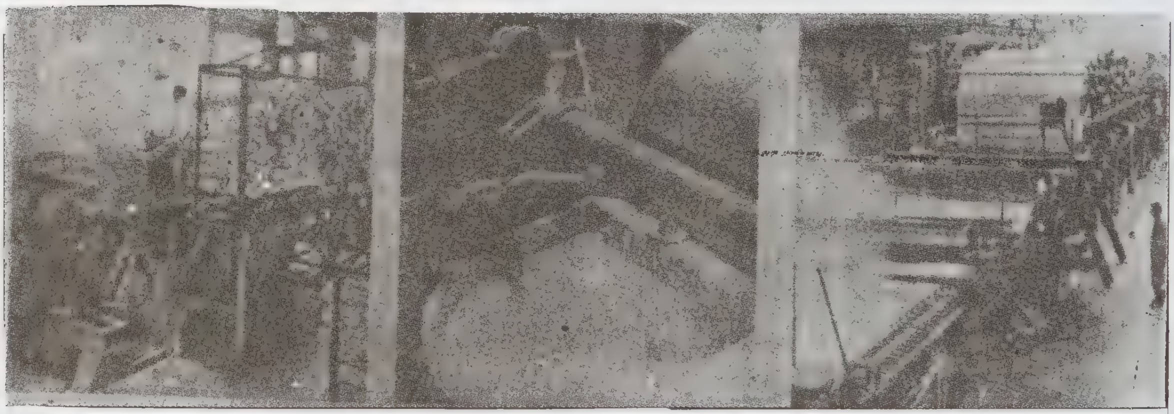
மரத்தை அடுத்துக் காகிதம் தயாரிக்கும் மூலப் பொருளுக்குத் தேவையற்ற பழைய காகிதம் அமை கிறது. இதைக் கொண்டு தரம் குறைந்த காகிதமும், காகிதப் பொருள்களும் தயாரிக்கலாம். நீண்ட நாள் பயன்படும் நிலைப்புத்தன்மை உடைய காகிதம் தயாரிக்க, பஞ்சு இழைகளை மூலப்பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இதன் பொருட்டுப் பழைய துணி களைப் பயன்படுத்துவது படிப்படியாகக் குறைந்து வருகிறது. தனித் தன்மை உடைய சிலவகைக் காகிதங்கள் தயாரிக்க வைக்கோல், சணல், கரும்புச் சக்கை போன்றவை மூலப்பொருளாகப் பயன்படு கின்றன. ஒரு குறுகிய வட்டத்தில் கனிம இழைகளா லான கல்நார், கண்ணாடி போன்றனவும் செயற்கைக் கரிமப்பல்லுறுப்பிகளால் ஆன நைலான், பாலி ஒலிஃபீன் போன்றனவும் குறிப்பிட்ட வகைக் காகிதம் தயாரிக்க மூலப்பொருள்களாக அமைந் துள்ளன.

காகிதத் தயாரிப்பு. பெரும்பாலும் எந்திர முறை அடிப்படையில் காகிதம் தயாரிக்கப்பட்ட போதும், காகிதத்தின் பண்புகள் வேதி, இயல்வேதி இயல்புக்கு ஏற்ப மாறுபடும். நீரில் கலந்துள்ள செல்லுலோஸ் இழைகளால் ஆன தொங்கல் கரைசலை உலரச் செய்யும்போது இழைகள் ஒன்றோடு ஒன்று பின்னிக் கொள்ளும் என்னும் அடிப்படையில் விளைந்ததே காகிதத் தயாரிப்பின் தொழில் நுட்பம் ஆகும்.



படம் 4. செல்லுலோஸ் இழையினாலான காகிதத்துண்டு

கூழாக்கும், வெளுக்கும் முறைகளில் வெளிப்படும் மாறாத செல்லுலோஸ் இழைகள் காகிதம் தயாரிக்க ஏற்றவையல்ல. இவற்றை முதலில் எந்திர முறையில் தூய்மை செய்யவேண்டும். இம்முறையில் கூழ் இழைகள் தனித்தனியே பிரிக்கப்பட்டுப் பின்னர் நசுக்கப்படுகின்றன. அப்போது இழைகள் சிறு



படம் 5. (அ) காகிதத் தொழிற்சாலையில் மரக்கட்டைகளிலுள்ள இழைகளைப் பிரித்தல். இது காகிதத்தயாரிப்பில் முதல் படியாகும். (ஆ) காகிதக்கூழ்கள் ஒன்றாகக்கலக்கப்படுகின்றன. (இ) கூழிலிருந்து காகிதம் தயாரிக்கும் தொடர் எந்திரம்

இழைகளாகவும், பின்னர் மிகச்சிறு இழைகளாகத் துண்டாக்கப்படுகின்றன. மேலும் இச்சிறு இழைகள் நீரை உறிஞ்சிச் சற்றுப் பெருத்து நன்கு வளையும் இயல்பைப் பெறுகின்றன. தூய்மை செய்யும்போது இழைகளின் மேற்பரப்புத் திருத்தப்படுகிறது. அத்துடன் புதிய மேற்பரப்பும் தோன்றுகிறது. இதன் விளைவாக, இழைகள் உலரும்போது பிணைந்து கொள்ளும் இயல்பைப் பெறுகின்றன.

எந்திர முறையில் அடித்துத் தூய்மை செய்யப் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பே செல்லுலோஸ் இழைகளை நீரில் கலந்து மரம் அல்லது கல்லால் அடித்தனர். அடுத்து உருவாக்கப்பட்ட ஹாலண்டர் முறையிலும் இதே அடிப்படையில் இழைகள் தூய்மை செய்யப்பட்டன. தற்காலத்தில் தொடர்ச்சியான கூம்பு அல்லது தட்டு முறையைப் பின்பற்றி இழைகள் தூய்மை செய்யப்படுகின்றன.

ஏறத்தாழ 1860இல் ஜோசப் ஜார்டன் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஜார்டன் தூய்மை முறையின் படம் (படம் - 6) கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

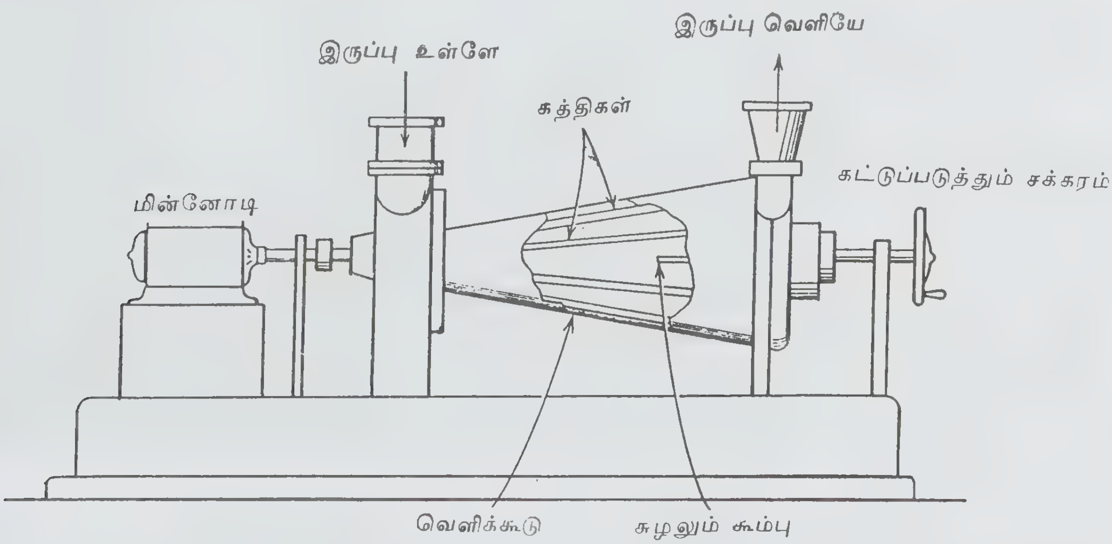
படம் 6 இல் காட்டியவாறு கூம்பு வடிவ அமைப்பின் உள்ளே கத்திகள் பொருத்தப்பட்டு, குறுகியபகுதியின் வழியே கூழை செலுத்தும்போது இக்கூழ் சுழலும் கத்திகளால் நன்கு துண்டாக்கப்பட்டுக் கூம்பின் அகன்ற பகுதியின் வழியே வெளியேறும்.

தட்டு முறையில் அருகருகே அமைக்கப்பட்ட மிக வேகமாகச் சுழலும் தட்டுகளின் இடையே கூழைச் செலுத்தித் தூய்மை செய்கின்றனர். தட்டு முறையிலும் தேவைக்கு ஏற்ப, பல மாற்றங்கள் புகுத்தப் பட்டுள்ளன. ஒரு தட்டு இயங்காமலும், மற்றொன்று இயங்கும் வண்ணமும் அமைக்கப்படும். காகிதக் கூழ் தயாரிப்பில் பல சேர்க்கைப் பொருள்கள் கலக்கப்படுகின்றன. நிரப்பிகள் (fillers) இவற்றில் இன்றியமையாதவையாகும். களிமண், டைட்டேனியம் டைஆக்சைடு, கால்சியம் கார்பனேட் போன்ற நிரப்பிகள் காகிதத்திற்கு ஒளிபுகாத் தன்மையை அளிக்கின்றன.

இயற்கையில் கிடைக்கும் களிமண் விலை குறைவாக இருப்பதால் அது பெருமளவுக்குக் காகிதக் கூழில் சேர்க்கப்படுகிறது. நிரப்பிகளில் டைட்டேனியம் டைஆக்சைடு காகிதத்திற்கு ஒளிபுகாத்தன்மையைக் கொடுக்கும் சிறந்த நிறமி ஆகும். சிறந்த காகிதத் தயாரிப்பில் இதன் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. நூல்களிலும், சிகரெட் காகிதங்களிலும் கால்சியம் கார்பனேட் நிரப்பியாகச் செயல்படுகிறது.

கஞ்சியிடல் (*sizing*). இம்முறையில் காகிதத்தோடு சேர்க்கும் குறிப்பிட்ட பொருள்களின் விளைவாகக் காகிதம், நீர்மம் அல்லது நீர்புகவிடும் தன்மையை இழக்கிறது. கஞ்சியிடாத காகிதம், நீர்மத்தை எளிதில் உறிஞ்சும்; எழுதும் காகிதம் கஞ்சியிட்டது. உறிஞ்சும் காகிதம் கஞ்சியிடாதது. ரோசின், பல ஹைட்ரோ கார்பன்கள், இயற்கையில் கிடைக்கும் மெழுகு, கஞ்சி (starch), கோந்து (glue) போன்ற பொருள்கள் காகிதத்திற்கு நீர் எதிர்ப்புத்திறனை அளிக்கின்றன. இவற்றுள் ரோசின் மட்டுமே பெருமளவுக்குப் பயன்படுகிறது. ஒன்றிலிருந்து மூன்று மடங்கு வரை அலுமினியம் சல்ஃபேட் ரோசின் உடன் கலந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. கஞ்சி இடும்போது pH 4.5-5.5 இருத்தல் வேண்டும்.

காகிதத் தயாரிப்பில் அதன் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்த உரிய சாயப்பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.



படம் 6. ஜார்டன் சுத்திகரிப்பு முறை

படம் 7. ஃபோர்ட்ரைனியர் காகித எந்திரத்தின் ஈரப்பகுதி.

இவற்றைத் தவிர மாவுப்பொருள்கள், கார்பாக்சி மெத்தில் செல்லுலோஸ், ஹைட்ராக்சி எத்தில் செல்லுலோஸ் போன்றவை கூழ் இழைகளின் ஒட்டும் இயல்பைக் கூட்டும். காகிதத்தின் ஈர வலிமையை (wet strength) உயர்த்த, யூரியா ஃபார்மால்டிஹைடு பல்லுறுப்பி மெலமின்- ஃபார்மால்டிஹைடு பல்லுறுப்பி ஆகியவை காகிதக் கூழில் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர, காகிதத்தில் தேவையான இயல்பைப் பெறவும், காகிதத்தைத் தயாரிக்கும் போதும், உலர்த்தும்போதும் உரிய பண்புகளைப் பெறவும் சில குறிப்பிட்ட சேர்மங்களைக் கூழுடன் சேர்த்துக் கலக்க வேண்டும்.

காகிதத்தகடு தயாரித்தல். பல நூற்றாண்டுகளாகக் காகிதம் தயாரிக்க, கைஅச்சு முறை மேற்கொள்ளப்பட்டது. இம்முறையில் நுண்வலை பொருத்தப்பட்ட மரச்சட்டத்தைச் செல்லுலோஸ் இழை உள்ள தொங்கல் கரைசலில் அமுக்கி வெளியே எடுக்கும்போது நீர், வலையின் வழியே வெளியேறிப் பாய்வலையின் மேற்பரப்பில் விடப்படுகிறது. இதை உலர்த்திக் காகிதத்தைப் பெறலாம்.

தற்போது காகிதம் தயாரிக்கும் முறையில் பலவிதப் புதுமைகள் புகுத்தப்பட்ட போதும், மேலே விளக்கப்பட்ட முறையின் அடிப்படையிலேயே இன்றும் காகிதம் தயாரிக்கப்படுகிறது. தொடர்ச்சியாகக் காகிதத் தயாரிப்பில் ஈடுபடும் கருவிகளை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை உருளை எந்திரம் (cylinder machine), ஃபோர்ட்ரைனியர் எந்திரம் (Fourdrinier) ஆகியவையாகும்.

முதல் முறையில் கம்பி வலை பொருத்தப்பட்ட ஓர் உருளை இழைக்குழம்பு (fibre slurry) நிரம்பிய தொட்டி ஒன்றில் பொருத்தப்பட்டு உருளை சுழலும் போது, இழைக்குழம்பு வலையின் மேற்பரப்பில் படிகிறது. குழம்பில் உள்ள நீர் வலையின் உட்பகுதி வழியே வெளியேறி வலையின் மேற்பரப்பில், காகிதத் தகடு தோன்றும். இந்த ஈரத்தகடு உருளையின் மேல் பகுதியிலிருந்து நீக்கப்பட்டுப் பின்னர் பல உருளைகள் வழியே செலுத்தப்பட்டு, அமுக்கி நீரை அகற்றி, நீராவியால் சூடாக்கப்பட்ட உருளையின் மேல் செலுத்தப்பட்ட பின் இத்தகடு உலர்த்தப்படுகிறது.

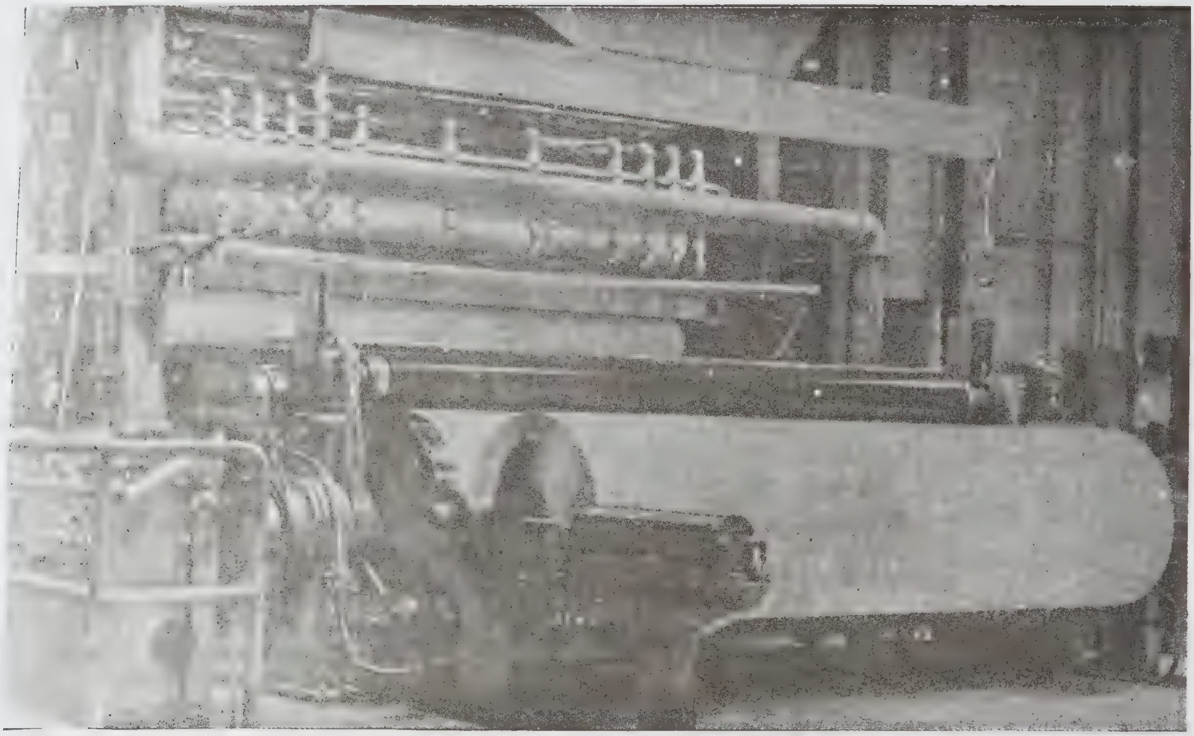
ஃபோர்ட்ரைனியர் முறையில் தொடர்ச்சியாக ஓடும் கம்பி வலையின் மீது இழைக்குழம்பைச் செலுத்தி, நீரை வடிகட்டிக் கிடைக்கும் ஈரமான காகிதத் தகட்டைத் தொடர்ச்சியாக வெளியே எடுக்க வேண்டும். ஃபோர்ட்ரைனியர் கருவி சிக்கலான அமைப்புடையது. இது படம் 7,8,9,10,11,12-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

படம் 8. செரிப்பான். இதில் மரச்சீவல்கள் வேதிப்பொருள்களுடன் சேர்க்கப்பட்டு இழைகளாக மாற்றப்படுகின்றன.

இருப்பு இழைக்குழம்பு, உரிய அளவு நீர்த்த பின்னர், மாசு, இழைக்குழம்பைப் பிரித்தெடுக்க ஒன்று அல்லது பல வடிகட்டும் வலைகளின் வழியே செலுத்திப் பின்னர் பரப்புக் கருவியை (flow spreader) அடையும். இக்கருவி, இயங்கும் ஃபோர்ட்ரைனியர் வலையின் மீது இழைக்குழம்பைச் சீராகப் பரவச் செய்கிறது. ஃபோர்ட்ரைனியர் கம்பி பல உருளைகள் மீது தாங்கப்பட்டுள்ளது. தொடக்க, முடிவு கட்ட உருளைகளுக்கு இடையில் பல மேஜை உருளைகளும் உறிஞ்சும் பெட்டிகளும் உள்ளன. காகிதக் குழம்பில் 99-99.5% வரை நீர் உள்ளது. உறிஞ்சு பெட்டியை விட்டு வெளிவரும் காகிதத்தில் 80% நீர் உள்ளது. ஈரக் காகிதத்தைப் பல உருளைகளின் இடையே செலுத்தி எந்திர விசையால் நீர் அகற்றப்படுகிறது. இதில் எஞ்சியுள்ள நீரின் அளவு 65-70% ஆகும். இதை நீக்க எந்திர விசை மட்டும் போதாது. எனவே ஈரக் காகிதத் தகடு நீராவியால் சூடேற்றப்பட்ட உருளைகளின் உதவியால் உலர்த்தப்படுகிறது. ஈரத்தகடு சூடான உருளையில் படும்போது நீர் ஆவியாகிறது. உரிய அமைப்பைக் கொண்டு காற்றின் உதவியால் இது வெளியேற்றப்படுகிறது. உலர்ந்த காகிதத்தில் 4-6% ஈரம் எஞ்சும்.

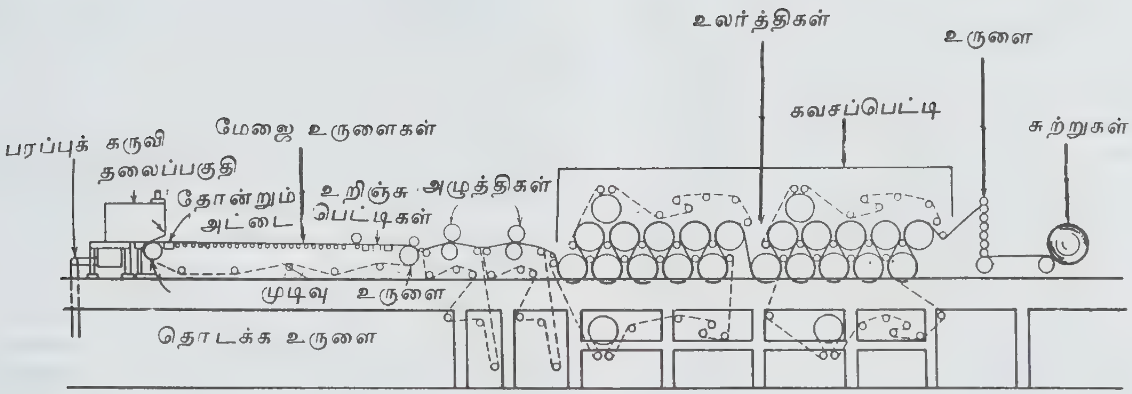
சில குறிப்பிட்ட வகைக் காகிதங்களில் எய்தும் இயல்புகளை மேம்படுத்தும் நோக்கோடு காகிதத்தைத் தயாரித்து உலர்த்திய பின்னர், சில குறிப்பிட்ட செயல்முறைக்குக் காகிதம் உட்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கும் முறைகளில் எந்திர உருளை முறை (machine calendering) குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இம்முறையில் தொடர்ச்சியாக அடுக்கப்பட்டுள்ள எஃகு உருளைகளின் இடைவெளி

படம் 9. சலிக்கப்பட்ட சீரான மரச்சீவல்கள் கடத்திகளால் செரிப்பானுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.



படம் 10 :.போர்ட்ரைனியர் எந்திரத்தின் உலர்பகுதி. சுற்றும் வெப்ப உருளைகளில் காகிதம் உலர்த்தப்படுகிறது

படம் 11. (அ) காகிதத் தொழிற்சாலையில இறுதிச்செயலபாடு (ஆ) காகித எந்திரத்திலிருந்து வெளிவரும் காகித உருளைகள், தேவையான அகலமுள்ள உருளைகளில் சுற்றப்படுகின்றன



படம் 12. ஃபோர்ட்ரைனியர் காகித எந்திரம்

வழியே ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்பட்ட காகிதத் தகடுகள் செலுத்தப்படுகின்றன. மற்றொரு முறையில் காகிதங்களுக்கு மேற்பூச்சுக் கொடுக்கப்படுகிறது. நூல்கள், மாத வார ஏடுகள் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் காகிதங்களில் களிமண், ஒட்டுவிப்பிகள் மற்றும் பல சேர்க்கைச் சேர்மங்கள் கலந்த தொங்கல் கரைசல் மேற்பூச்சு அளிக்கப்படுகிறது.

காகிதப் பொருள்கள். காகிதத் தொழிற்சாலையிலிருந்து பல்வேறு வகைப் பொருள்கள் வெளிவருகின்றன. இருந்தபோதும், தொன்று தொட்டு வரும் அதன் பயனில் எவ்வித மாற்றமுமின்றிக் காகிதம் தன்னிடத்தைத் தக்க வைத்துக் கொண்டுள்ளது. பல்வேறு புதிய துறைகளில் மாற்றப்பட்ட (converted) பொருள்களின் பயன் குறிப்பிடத்தக்கது. பொதுவாகக் காகிதம் தயாரித்த பின்னர் அதை மாற்றம் செய்ய அழுத்திப் பதித்தல் (embossing), அலை நெளிவாக்கல் (corrugating), மெழுகேற்றல் (waxing) மீ உருளை முறை (super calendering), தகடாக்கல் (lamination), மேற்பூச்சேற்றுதல் (coating), நிறைவுறச் செய்தல் (saturating), அச்சிடல் (printing) போன்ற செயல்முறைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர்.

மாற்றம் தரும் செயல்முறைகளில் மேற்பூச்சேற்றுதல் சிறப்பு வாய்ந்தது. மேற்பூச்சுகளைக் கனிமப்பூச்சுகள், தடுப்புப் பூச்சுகள் (barrier coating) என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். கனிமப்பூச்சுகள் அச்சுக் காகிதம் தயாரிக்க உதவுகின்றன. பொருள்களைக் கட்ட மேலுறையாகப் பயன்படும் காகிதம், நீர், வளிமம், ஆக்சிஜன், கார்பன் டைஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, எண்ணெய், கொழுப்புப் போன்றவற்றிற்குத் தடுப்பாக அமைய வேண்டும். இந்நிலையில் தடுப்புப் பூச்சின் பயன் குறிப்பிடத்தக்கது. கஞ்சிச் சேர்மங்கள் காகிதத்திற்கு நீர் எதிர்ப்புத் திறனை அளிக்கும். மசகு போன்ற பொருள்களைப் புகவிடாமல் தடுக்கக் காகிதத்தில் உள்ள நுண்துளைகளை அடைக்கும் பொருட்டு நீரேற்றம் செய்ய வேண்டும் அல்லது உரிய தடுப்புப்பூச்சுத் தர வேண்டும்.

பொருள்களை உலகின் பல பகுதிகளுக்கும் கட்டி அனுப்பும் கொள்கலன்கள் தயாரிப்பில் காகிதம், காகித அட்டையின் பங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. இக்கொள்கலன்கள் விறைப்பாகவோ வளையக் கூடியவாகவோ இருக்கும். முதல் வகைக் கொள்கலன்களில் (container) குறிப்பிடத்தக்க நெளியாக்கப்பட்ட காகித அட்டைகள் பொருள்களைக் கப்பலில் ஏற்றிச் செல்லச் சிறந்தவை. இது காகிதத்தின் பயன்களில் முக்கியமானது. நெளியாக்கப்பட்ட அட்டை, அதன் நுண்ணிய அமைப்பினால் மிகுந்த அமுக்க வலிமை பெற்றுள்ளது.

நன்கு வளையக்கூடிய காகிதப் பைகள் இரண்டாம் வகையைச் சேரும். ஒற்றைச் சுவர், இரட்டைச் சுவர், பல சுவர்ப் பைகள் (multi wali) எனக் காகிதப் பைகளை வகைப்படுத்தலாம். பல சுவர்க் காகிதச் சாக்குகள் உரம் போன்ற மணிப் பொருள்களை எடுத்துச் செல்லச் சிறந்தவையாகும். சில சிறப்புப் பூச்சுகள் இச்சாக்குகளுக்கு நீர் எதிர்ப்புத் திறனை அளிக்கும்.

- நா. அய்யாசாமி

நூலோதி. M. Considine, Chemical & Process Technology, First Edition, McGraw-hill Book Company, New York, 1974.

காங்கேயம் மாடு

தமிழ்நாட்டில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டத்தில் தாராபுரம் வட்டத்தில் காங்கேயம் பகுதியில் இந்த இன மாடுகள் வளர்க்கப்படுகின்றன. இவை உடுமலைப் பேட்டை, பல்லடம், பொள்ளாச்சி வட்டங்களிலும் தென் இந்தியாவில் பிற பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. கூர்நுனியுடன் தடித்த கொம்புகளுடைய இவற்றின் உடல் நீளமாகவும் நேராகவும் இருக்கும். தடித்த கனமான குட்டைக்கழுத்தும், நடுத்தர அமைப்புடைய திமிலும், அகலமான மூக்கும் திண்மையான கால்களும், சிறிய தாடையும், மெல்லிய தோலும், சிறிய தண்டும் நன்கு வளர்ந்துள்ள பின் பகுதியும், அழகான வாலும் இதன் சிறப்பு அமைப்பாகும். காளையின் நிறம் கருமையாகவும், பசுவின் நிறம் வெண்மையாகவுமிருக்கும். நான்கு கால்களிலும் குளம்புக்கு மேல்பகுதி கருமையாகவும் இரு முன்கால்களின் முட்டுகள் கருமையாகவும் இருக்கும். இதன் உடல் அமைப்பு, கடினமான உழவுக்கும், வண்டி இழுவைக்கும், விவசாயிகளின் நீண்டகாலச் சேவைக்கும் ஏற்றது. நன்கு வளர்க்கப்பட்ட காளைகள் 2½ - 3 வயதில் இனப்பெருக்கம் செய்ய ஆயத்தமாகிவிடும். கிடேரிகள் 3 அல்லது 3½ வயதில் முதல் கன்று ஈனும். பசுக்கள் பால் குறைவாகக் கொடுக்கும். பால்கறவைக் காலத்தில் 666 கி.கி. பால் கொடுக்கும். அதாவது நாளொன்றுக்கு ஏறத்தாழ 2 கி.கி. பால் கறக்கும். தமிழ்நாட்டில் பல சிற்றூர்களில் விவசாயிகள் பசுக்களையும் வேளாண் பணிகளுக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கோயம்புத்தூர் மாவட்டம் குறைந்த அளவு மழை பெய்யும் பகுதியாகும். நிலத்தடி நீர் மிகவும் ஆழத்தில் உள்ளது. இந்த நிலத்தடி நீரைக் கவலை இழுவையினால் விவசாயிகளின் நிலங்களுக்குக் கொண்டுவரக் கடின உழைப்புத்திறன் கொண்ட எருதுகள் தேவைப்பட்டன. 1924-25 ஆம் ஆண்டிலிருந்து தர்மபுரி மாவட்டம் (முன்னாள் சேலம் மாவட்டம்) ஓசூர் அரசு மாவட்டக் கால்நடைப் பண்ணையில் இந்த மாடுகள் உண்டாக்கப்பட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன.

பொதுப் பண்புகள். பெரும்பான்மை நடுத்தரமான மாடுகளாயினும் பெரிய உடல் அமைப்புக் கொண்ட மாடுகளையும் காணலாம். காளைகள் 500-600 கி.கி. எடையும் பசுக்கள் 350-400 கி.கி. எடையும் கொண்டவை. விவசாய வேலைகளில் நீண்ட நாள் உழைக்கக்கூடியவை. மிகவும் சுறுசுறுப்பானவை. குட்டையான தலையுடனும் அகல நெற்றியுடனும் திண்மையான கொம்புகளுடனும் காணப்படும். உடல் அமைப்புத் திண்மையானது. எருதுகள் மயிலை நிறமுடையவை, கடின உழைப்புக் கொண்டவை. பொலிகாளைகள் மயிலை, கருமை நிறமுடன் தலை, கழுத்து, திமில் தோள்பட்டை பின்தொடைப்பகுதிகள் கரு நிறம் கொண்டவை. பசுக்கள் வெண்மை அல்லது மயிலை நிறம் கொண்டவை. 4 கால்களில் குளம்புக்கு மேல்பகுதி கருமை

நிறமும் முன்கால் பகுதியில் கருமை நிறமும் கொண்டவை. சில பசுக்கள் முகத்திலும் உடலிலும் மயிலை நிறம் கொண்டவையாக இருக்கும். கன்றுகள் பிறந்தவுடன் செம்மை நிறமும் 3-4 மாதங்களில் வெண்மை மற்றும் மயிலை நிறமும் கொண்டிருக்கும்.

உடல் அமைப்பு

தலை. நெற்றி அகலமானது; அளவானது. காளையின் முகம் அளவில் பெரிதாகவும், நடுப்பகுதி குழி விழுந்ததாகவும் காணப்படும்,

முகம் மற்றும் மூக்கு. முகம் குட்டையாகவும் நேராகவும் காணப்படும். மூக்குப்பகுதி அகன்றும் கருமை நிறத்துடனும் காணப்படும்.

கண். நீள வட்டவடிவத்தில் தெளிவாக ஒளி பொருந்திய கருமையான இமை மயிருடன் காணப்படும்.

காது. குட்டையானது. நேராக நிமிர்ந்து நிற்கக் கூடியது.

கொம்புகள். காளைகளின் கொம்புகள் தடிமனாகவும், பருமனாகவும் இருக்கும். வெளிப்புறம் பின்புறமாக வளைந்து, இரண்டு கொம்புகளின் நுனிப் பகுதியில் ஒரு வட்ட வடிவமைப்புக் கொண்டதாக இருக்கும். கொம்பின் நுனிப்பகுதி சிறிது கூர்மையானது.

கழுத்து. உடலுடன் நன்கு பொருந்திக் குட்டையாக, தடிமனாகக் காணப்படும்.

திமில். நன்கு வளர்ந்த திண்மையான காளையின் திமில்கள் திரண்டு நேராகக் காணப்படும்.

தாடை. மெல்லியது, குட்டையானது. நெஞ்சின் முகப்பு எலும்புடன் முடியும்.

நெஞ்சு. இரண்டு முன்கால்களுக்கிடையில் அகன்று ஆழமாக இருக்கும்.

கால் தோள்பட்டை. கால்கள் குட்டையானவை, நேரானவை. நன்கு திண்மையான எலும்புகளுடன் உடலுக்குக்கீழ் அமைந்துள்ளவை. தோள்பட்டைகள் அகலமானவை, சதைப்பகுதியுள்ளவை. குளம்புகள் திண்மையானவை, சிறியவை. அளவான கறுப்பு நிறத்துடனும் குறுகிய பிளவுடனும் காணப்படும்.

உடல். நடுத்தர நீளம் கொண்டது. எலும்புக் கூடு திண்மையானது. உடல் பின்புறம் நேரானது, அகலமானது, நடுத்தர நீளம் கொண்டது. மார்புக் கூடு நீளமான வளைவு கொண்டது. கொப்பூழ்க் கொடி பசுக்களில் சிறியது. காளைகளின் தண்டுப் பகுதி உடலுடன் ஒட்டியது. ஊசல் போல ஆடாதது.

தொடை மற்றும் மேல்பகுதி. தொடையின் மேல் பகுதி குட்டையானது. அகலமானது. தொடைகள் திண்மையானவை. அகன்று வளைந்து காணப்படும். தொடையின் மேல்பகுதி அகலமாகவும் நடுத்தர அளவுடனும், வால் அடிப்பகுதியில் சரிந்தும் காணப்படும். பின்புற எலும்புகள் அகலமானவை; பின்கால்கள் அடிவயிற்றுடன் சேரும் பகுதி அகலமானது.

தொடை. நன்கு வளர்ச்சி பெற்று அகலமானது. சதைப்பிடிப்புக் கொண்டது. பின்கால்கள் வலிமையானவை. நன்கு உடலுடன் சேர்ந்துள்ளன.

வால். உடலுடன் ஒட்டியது; அகலமானது; நுனியில் மெல்லிய அமைப்புடன் நடுத்தர நீளம் கொண்டது; நுனியில் கறுப்பு முடிச்சுக் கொண்டது. பின்கால் முட்டிப்பகுதிக்குக் கீழ் தொங்கும்.

பசுவின் மடி. நன்கு வளர்ச்சிபெறவில்லை. பால்காம்புகள் சிறியவை. நன்கு இடைவெளி கொண்டவை. பால் தமனிகள் நன்கு தெரிவதில்லை. மடி, தொடுவதற்கு மென்மையாக இருக்கும்.

தோல். இலேசானது. நன்கு வளையக்கூடியது; கருமை நிறம் கொண்டது. முடி குட்டையானது. வெண்மைநிறம் கொண்டது. பின் மடிப்பகுதி வளர்ச்சிப் பெறாதது.

மைய வேளாண் ஆராய்ச்சிக் கழகத்தால் பராமரிக்கப்படும் மைய மாடுகள் இனக்குறிப்பு நூலில் (Central Herd Book) பதியத்தக்க தேர்வு செய்யப் பட்டுள்ள இனமாகும். இதில் பதிய மேலே குறிப்பிட்டுள்ள உறுப்பு அடையாளங்கள் இருக்க வேண்டும். அத்துடன் பசுக்கள் 300 நாள்களுக்கு 500 கி. கி பாலுக்கும் குறையாமல் கொடுக்க வேண்டும். மூக்குடன் முகப்புக் கறுப்பாக இருக்க வேண்டும். ஏனைய நிறங்கள் அனுமதிக்கப்பட மாட்டா.

- பி. இராமன்

காச நோய்

இந் நோய் மைக்கோபேக்டீரியம் ட்யூபர்கிலோசிஸ் (*Mycobacterium tuberculosis*) என்னும் நுண்ணுயிரியால் உண்டாகிறது. காசநோய் உடலின் அனைத்து உறுப்புகளையும் (நகம், மயிர் தவிர) தாக்கும். இந் நோயால் இரு நுரையீரல்களும் பெருமளவில் பாதிக்கப்படும். இது தவிர இரைப்பைக் குடல், மூளை, கண், தோல், எலும்பு மூட்டுகள், சிறுநீரகம், பிறப்புறுப்புகள் ஆகியவையும் தாக்கப் படுகின்றன. இது ஒரு தொற்று நோயாகும்.

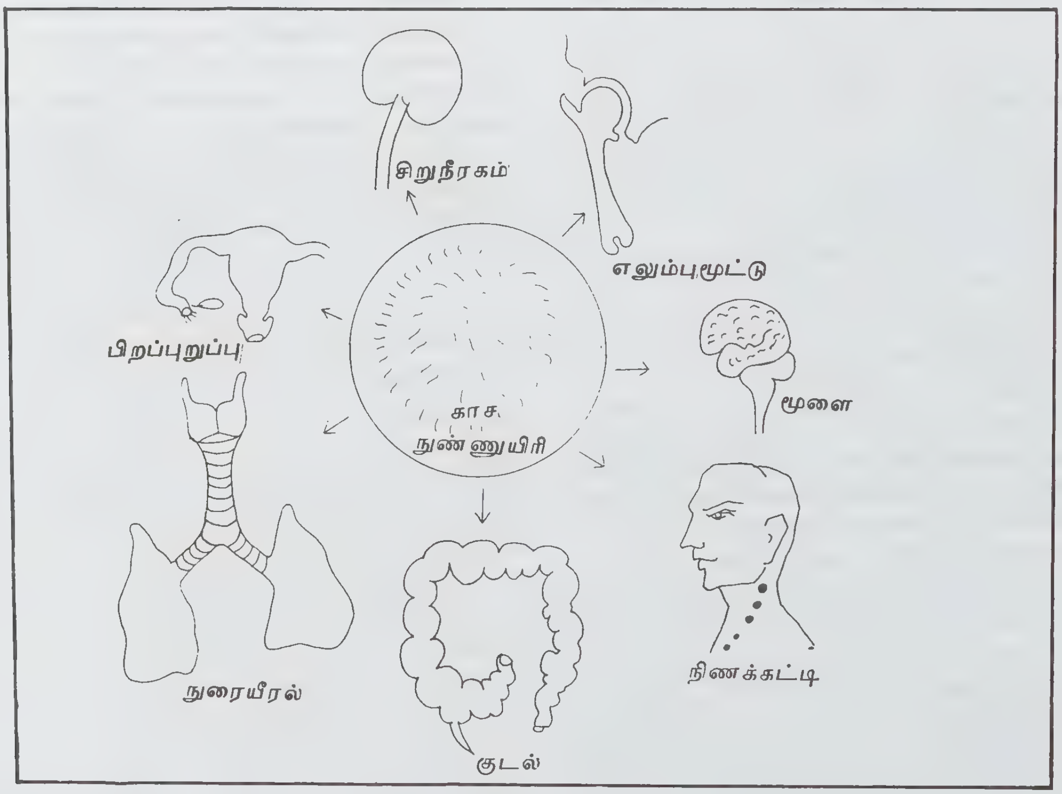
காச நோய் (tuberculosis) நுண்ணுயிரியை 1882 இல் ராபர்ட் காக் என்னும் ஜெர்மானிய வல்லுநர் கண்டுபிடித்தார். இந்நோய்க்கு எதிரான மருந்துகள் 1944 வரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை,

நோபல் பரிசு பெற்ற வேக்ஸ்மான், ஸ்ட்ரெப்ட் டோமைசின் என்னும் ஊசி மருந்தைக் கண்டுபிடித்தார். இதைத் தொடர்ந்து ஐசோநிகோடினிக் ஆசிட் ஹைட்ரசைடு (INH), பாரா அமைனோ சலிசிலிக் அமிலம் (PAS), தையசிடசோன், பைரசினமைடு, சைக்ளோசிரைன், எதம்பியூடால், கேப்ரியோமைசீன், ரிஃபாமைசீன் போன்ற பல ஆற்றல் மிகு மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவை கண்டுபிடிக்கப்படும் முன்னர், அமுக்க முறை மருத்துவம்(collapse therapy) கையாளப்பட்டது. இம் முறையில் நுரையீரல் உறைக்குள்ளோ, உதரவுறைக்குள்ளோ (peritoneum) காற்றைச் செலுத்தி மருத்துவம்அளித்தனர். இம்முறைகள் கைவிடப்பட்டுத்தற்போது மேற்கூறிய மருந்துகளால் சிறந்த முறையில் மருத்துவம் செய்யப்படுகிறது. காண்க, காச நோய் எதிர்ப்பிகள்.

காச நோயாளி இருமும்போதோ, இருமித் துப்பும் போதோ வெளிப்படும் காச நுண்ணுயிர், உள்மூச்சு மூலம் பிறர் உடலுட்சென்று, நுரையீரலை அடைந்து முதல் நிலைத் தாக்கத்தை (primary infection) உண்டாக்குகிறது. தாக்கப்பட்டவரின் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல், நுண்ணுயிர் எண்ணிக்கை, நுண்ணுயிர் வீரியம் இவற்றைப் பொறுத்து நோய் உண்டாகலாம் அல்லது தடுப்பாற்றலும் (immunity) ஏற்படலாம். நோய் உண்டாகும்போது நுரையீரலில் நிலைபெற்ற நுண்ணுயிர்கள் இனப்பெருக்கமடைந்து நேரடியாகவோ, இரத்த நாளங்கள் மூலமோ, நிண நாளங்கள் மூலமோ பரவி உடலின் பல பகுதிகளைத் தாக்குகின்றன. இரத்த நாளங்களின் மூலம் பரவும் போது, மிகவும் தீமைதரும் மூளை உறைத் தாக்கம் அல்லது மிலியரி நுரையீரல் உண்டாகலாம்.

பெருமளவில் தாக்கப்படும் உறுப்பான நுரையீரலில் ஏற்படும் காச நோயின் அறிகுறிகள் வருமாறு: காய்ச்சல், இருமல், எடை இழப்பு, அசதி, பசியின்மை, இருமலில் சளி, அரிதாக இருமலில் இரத்தம், மார்பு வலி, முளை உறைத் தாக்கம்(meningitis) நினைவிழப்பு, வலிப்புகள், கால் கைச் செயலிழப்பு, கண் பாதிப்பு ஆகியவை. முதுகு முள்ளெலும்புகள் பாதிக்கப்படும் போது, காசக் கீழ் குளிர்கட்டி (cold abscess) தோன்றி,இரண்டு கால்களும் செயலிழந்து, நோயாளி படுக்கையிலேயே இருக்க நேரிடும்.

இந்நோயின் முக்கியமான அறிகுறி பாதிக்கப்பட்ட உறுப்புகளில் காணப்படும் காசக் கழலை (tubercle)ஆகும். நுண்ணோக்கியில் பார்த்தால் இதில்



காசநோயால் தாக்கப்படும் உறுப்புகள்

எபிதீலியாய்டு செல்கள், இரத்த வெள்ளணுக்கள் (குறிப்பாக லிம்ஃபோசைட்டுகள்), சில இயல்புக்கு மீறிய செல்கள் ஆகியவை காணப்படும். காசக்கழலை தானாகவே மறைந்து சீரடைந்து விடலாம் அல்லது வடிவத்தில் பெரிதாகி அருகிலுள்ளவற்றை அரித்து, இரத்த நாளங்கள் மூலமாகவோ, நிண நாளங்கள் மூலமோ பல்வேறு உறுப்புகளை அடைந்து நோயை உண்டாக்கலாம். உடலில் பல உறுப்புகள் தாக்கப் பட்டாலும் நுரையீரல் தாக்கமே தொற்றக்கூடிய, பிறருக்குப் பரவக் கூடிய தன்மை வாய்ந்தது. ஏனெனில் இந்நோயில் இருமல் மூலம் வெளிப்படும் சளியில் காசநுண்ணுயிர்கள் வெளிப்பட்டு அருகிலுள் ளோரைக் குறிப்பாகக் குழந்தைகளைத் தாக்கும் சூழ்நிலை ஏற்படுகிறது.

இந்நோயை ஆய்ந்தறிய, பல முறைகளைக் கையாள வேண்டும். நோயாளியைக் கூர்ந்து நோக்குதல் (inspection), தொட்டுப்பார்த்தல் (palpa tion), தட்டிப் பார்த்தல் (percussion), மார்புஅளவி (auscultation) பயன்படுத்தல் போன்ற பல முறைகள் தவிர மார்பின் எக்ஸ் கதிர்ப்படமும் எடுக்கப்பட வேண்டும். சீல்-நீல்சன் முறைப்படி, சளியை ஆய்வு செய்ய வேண்டும். மாண்டோ ஆய்வும் பயனளிக்கும். ஊட்ட ஊடக முறை மூலம் சளியிலுள்ள காச நுண்ணுயிர்களை வளரச் செய்தும் நோயை உறுதி செய்யலாம். சிறுநீர், இரத்தம் ஆகியவற்றையும் ஆய்வகத்தில் ஆய்தல் வேண்டும். வெளிப்படையாகத் தெரியும் கட்டிகளைப் பிணிக் கூறாய்வு (biopsy) முறைப்படி ஆய்தல் வேண்டும். இம்முறைகளால் நோய் உறுதியாகாவிடில், சீமைப் பெருச்சாளிகளுக்கு (Guinea pigs) நோயாளிடமிருந்து பெற்ற நீர்மத்தை உட்செலுத்தி ஆறு வாரம் சென்று ஆய்ந்து நோயை உறுதி செய்யலாம்.

- அ. கதிரேசன்

காச நோய் எதிர்ப்பிகள்

காச நோயை ஒழிக்க உதவும் மருந்துகளைக் காச நோய் எதிர்ப்பிகள் (antitubercular drugs) எனலாம். இவற்றில் ஊசி மருந்துகளும் அடங்கும். பொது மருத்துவ முறைகளான நல்ல உணவு, நல்ல காற் றோட்டம், திட்டமிட்டுக் கட்டப்பட்ட நல்ல சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலையிலுள்ள வீடுகள், எழுத்தறிவு ஆகியவை காச நோய்த் தடுப்பில் பங்கு கொண்டா லும், முன்னரே தோன்றிய நோயை இவற்றால் ஒழிக்க முடியாது. உண்டான காச நோயை ஒழிக்கப் பல மருந்துகளும், ஊசி மருந்துகளும் உள்ளன. இத் தகைய காசநோய் எதிர்ப்பிகளை நோய் நுண்ணுயிர் கொல்லிகள் (bactericidal) என்றும் நுண்ணுயிர் வளர்ச் சித் தடை மருந்துகள் (bacteriostatic) என்றும் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றை வேதி மருந்துகள் எனவும், எதிர் உயிர் மருந்துகள் (antibiotics) எனவும் கூறலாம்.

ஸ்ட்ரெப்டோமைசின். இம்மருந்து 1944 இல் வேக்ஸ்மான் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஸ்ட்ரெப்டோமைசிஸ் கிரைசியஸ் (*Streptomyces griseues*) என்னும் காளானிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட இம்மருந்து, தசை ஊசியாகக் காச நோயாளிக்குத் தரப்படுகிறது. சில சமயம் வாய் வழியாக மாத்திரை வடிவத்தில், வயிற்றுப்போக்குக்குத் தரப்படுகிறது.

ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் சல்ஃபேட் எனப்படும் இம் மருந்து தசை ஊசியாகக் கொடுக்கப்பட்ட பின் 6-8 மணி நேரங்களுக்குள் பயன் தருகிறது. மேக்ரோ பேஜ்களுக்குள் (macrophage) இருக்கும் காச நுண்ணுயிர்களை இது தாக்காமல், செல்களுக்கு வெளியே இருக்கும் காச நுண்ணுயிர்களை மட்டுமே அழிக்கிறது. விரைவாக இனப்பெருக்கமடையும் நுண்ணுயிர்களின் மீது நன்கு வினைபுரிகிறது. இறுதி யில் சிறுநீரகங்கள் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கு 20 மி. கி என்னும் அலகில் தசை ஊசியாக 1 கிராமுக்குள் கொடுக்கப் படுகிறது. 0.75 கி கொடுத்தாலும் போதும் என அண்மையில் அறியப்பட்டுள்ளது.

பக்க விளைவு. எட்டாம் கபால நரம்பு தாக்கப் படுவதால் காது கேளாமையும், தலைச்சுற்றலும் ஏற்படலாம். வாயைச் சுற்றி அரிப்பு, குமட்டல், வாந்தி, தலைவலி ஆகியவையும் உண்டாகலாம். சில சமயம் சிறுநீரில் அல்புமின் வெளிப்படலாம். சிலருக்கு இம்மருந்தைத் தொட்டாலே தோல் அழற்சி ஏற்படுகிறது. பல ஆண்டுகளுக்குமுன் கையாளப்பட்ட டைஹைட்ரோ ஸ்ட்ரெப்டோ மைசின் என்னும் மருந்து, அதன் கெடு விளைவு களால் கைவிடப்பட்டுத் தற்போது ஸ்ட்ரெப்டோ மைசின் சல்ஃபேட் மட்டுமே உலகெங்கும் கையாளப் படுகிறது.

ஐசோநிகோடினிக் ஆசிட் ஹைட்ரசைடு (INH). வாய்வழியாகத் தரப்படும் இம்மருந்து ஸ்ட்ரெப்டோ மைசினைவிட ஆற்றல் வாய்ந்தது. இது வேதிய அமைப்பில் நிகோட்டினிக் அமிலம், பைரசினமைட் போன்ற மருந்துத் தொகுதியைச் சார்ந்ததாகும். 1952 இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இம்மருந்து, காச நோய்க்கு எதிரான மிகு ஆற்றல் வாய்ந்தது; விலை குறைந்தது. நச்சு விளைவுகளும் மிகவும் குறை வாகவே இருக்கும்; ஸ்ட்ரெப்டோமைசினைப் போலன்றிச் செல்லுக்குள்ளேயும், வெளியேயும் காணப்படும் காசநோய் நுண்ணுயிர்களை விரைவாக அழிக்கிறது. மருந்தை உண்ட சில மணி நேரத்தில் இது பெரிடோனிய (peritoneum) உறை, ஃப்புளூரா (pleura) உறை, மூளை உறை ஆகியவற்றில் காணப்

படுகிறது. ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கு 5-10 மி.கி. என்னும் அலகில் 300 மி.கி க்கு மிகாமல் கொடுக்க வேண்டும். இதன் பக்க விளைவுகள் புற நரம்பு அழற்சி, ஈரல் அழற்சி, ஒவ்வாமை, மூட்டுவலி, மன நோய் போன்றவை ஆகும்.

பைரசினமைடு. இதுவும் நிகோடினமைடு தொகுதியைச் சார்ந்தது. செல்களுக்கு உள்ளே இருக்கும் காச நோய் நுண்ணுயிர்களையும் மெதுவாக இனப்பெருக்கமடையும் நுண்ணுயிர்களையும் தாக்குகிறது. ஒரு கிலோ எடைக்கு 25 மி.கி என்னும் அலகில் 2 கி வரை, மாத்திரையாகக் கொடுக்கப் படலாம். இதன் பக்க விளைவுகள் கல்லீரல் அழற்சியும், கீல்வாத நோயுமாகும்.

ரிஃபாமைசீன். ஸ்ட்ரெப்ட்டோமைசீஸ் மெடிட்டிரேனியை (Streptomyces mediterranii) எனப்படும் காளானிலிருந்து பெறப்படும் இம்மருந்து தற்போது இருக்கும் அனைத்துக் காசநோய் எதிர் மருந்துகளிலும் முதன்மையானதாகும். INH போன்றே இதுவும் மாத்திரையாகவோ, குளிகையாகவோ கொடுக்கப்பட்டால், விரைவாகச் செல்லுக்கு உள்ளேயும், வெளியேயும் இருக்கும் காசநோய் நுண்ணுயிர்களை உடனடியாக அழிக்கிறது. விரைவாக இனப்பெருக்கமடையும் காச நோய் நுண்ணுயிர்களை மட்டுமன்றி மெதுவாக வளர்ச்சியடையும் நுண்ணுயிர்களையும் உயிரிழக்கச் செய்கிறது.

ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கு 10-20 மி.கி அலகில் இது கொடுக்கப்பட வேண்டும். 50கிலோ எடையுள்ள நோயாளிக்கு நாளும் 450 மி.கிராமும் அதற்கு மேல் எடையுள்ளவர்களுக்கு 600மி.கிராமும் கொடுக்கலாம். இம் மருந்தின் பக்க விளைவுகள் காய்ச்சல், ஈரல் அழற்சி, ஃப்ளூ இணைப்போக்கு என்பன. இந்நான்கு மருந்தும் நுண்ணுயிர் கொல்லிகளாகப் பயன்படுகின்றன. இவை அனைத்தும் நாள்தோறும் ஒரு வேளை கொடுக்கப்பட்டாலும் வாரத்திற்கு இரண்டு முறையாகக் கொடுத்தாலும் நன்குபலனளிக்கின்றன. வாரத்திற்கு இருமுறையாகக் கொடுக்கும்போது அதன் அலகுகள் வருமாறு:

ஸ்ட்ரெப்டோமைசீன்	— 0.75
INH	— 650 மி.கி.
பைரசினமைட்	— 2
ரி பாமைசீன்	— 600 மி.கி.

நுண்ணுயிர் வளர்ச்சித் தடை மருந்துகள்

தையசிடசோன்	- அலகு 150மி.கி நாள்தோறும்
பாரா அமினோசாலிசிலிக் அமிலம்	- அலகு 10-15கி நாள்தோறும்
எதியோனமைடு	- அலகு 500 மி.
சைக்ளோசீரைன்	- அலகு 500மி.
எதம்பியூட்டால்	- அலகு 600-800 மி.

வையோமைசீன், கானமைசீன், கேப்ரியோமைசீன் ஆகியவை ஊசி மருந்துகளாகக் கொடுக்கப்பட்டாலும், எதிர்பார்த்த பலனளிக்காமையுடன், சிறுநீரகம், கல்லீரல் ஆகியவற்றையும் தாக்குகின்றன. ஆகவே இவை பெரும்பாலும் பயன்படுவதில்லை. பசியின்மை, தோல் அரிப்பு, குமட்டல், வாந்தி, தலைவலி, தலைச்சுற்றல் என்பவை தையசிடசோனின் பக்க விளைவுகளாகும். மிகவும் தீமையான பக்க விளைவை ஸ்டீவன்ஸ் ஜான்சன் இணைப்போக்கு எனலாம். இங்கு,தோல்தடிப்பும் இரத்தப் பெருக்கமும் ஏற்பட நோயாளி மரணமடையக்கூடும்.

பாரா அமினோ சாலிசிலிக் அமிலம் (PAS). பெரும்பாலும் இம்மருந்து கல்லீரலைப் பாதிக்கிறது. மேலும் வாந்தி, குமட்டல், வயிற்றுப்போக்கு, மஞ்சள் காமாலை ஆகியவற்றையும் உண்டாக்கும். சிலபோது தைராய்டு சுரப்பியும் வீங்குகிறது. எதியோனமைடு மருந்து சாப்பிடும்போது வாந்தி, குமட்டல் தோன்றலாம். சைக்ளோசீரைன் மருந்து தோல் தடிப்பு, மனநோய், வயிற்றுப்போக்கு ஆகியவற்றை உண்டாக்குகிறது. எதம்பியூட்டால் என்னும் மருந்தை உண்ணும்போது பார்வைத் தொடர்பான கோளாறுகள் உண்டாகின்றன. இரட்டைப் பார்வை, பார்வை நரம்பு அழற்சி ஆகியவை உண்டாகலாம். இம்மருந்து சாப்பிடுவதை நிறுத்தியவுடன், கண் கோளாறுகள் அனைத்தும் மறைந்துவிடும்.

முன்பு காச நோய் எதிர்ப்பு மருந்துகளை 12-18 மாதங்கள் வரை மருத்துவமாக கொடுக்க வேண்டியிருந்தது. அண்மைக் காலமாகக் குறுகிய கால வேதியிய (short term chemotherapy) மருத்துவ முறை கையாளப்படுகிறது. இம்முறையில் காச நோய் எதிர்ப்பு மருந்துகளை 6-9 மாதம் வரை மட்டும் கொடுத்தால் போதும் என ஆய்வு மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது. குறுகிய கால வேதியியல் மருத்துவத்தில் பயன்படுத்தப்படும் மருந்துகள் ஸ்ட்ரெப்ட்டோமைசீன், INH, ரிஃபாமைசீன், பைரசினமைடு என்பன. பிற மருந்துகள் குறுகிய கால மருத்துவத்தில் பயன் தாரா.

- அ. கதிரேசன்

காசித்தும்பை

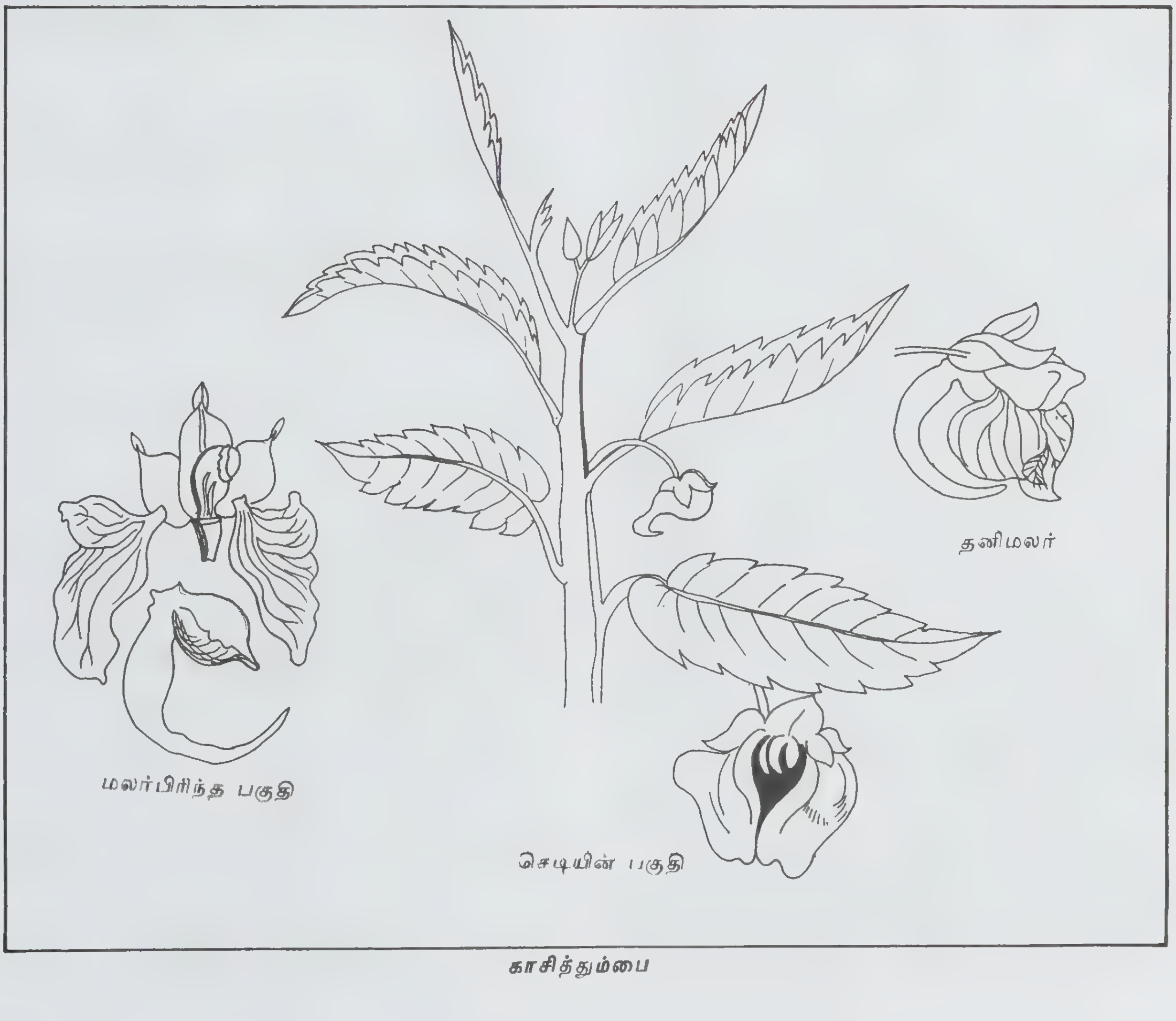
இது பால்ஸாமின் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்குடும்பம் ஜெரானியே என்னும் பெரிய குடும்பத்தின்

தொகுப்பாகும். இக்குடும்பம் இரு வித்திலைத் தாவர வகையைச் சார்ந்ததாகும். காசித்தும்பைச் செடியின் தாவரவியல் பெயர் இம்ப்பேஷன்ஸ் பால்ஸாமினா ஆகும். காசித்தும்பைச் செடி பல வண்ண மலர் களைக் கொண்ட ஒரு பருவச் சிறு செடியாகும். வண்ண வண்ண மலர்களுக்காக வீடுகளிலும் தோட்டங்களிலும் விரும்பி வளர்க்கப்படும் காசித்தும் பைச் செடி இந்தியாவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. 60செ.மீ. வரை உயரமாக வளரக்கூடியது.

காசித்தும்பைச் செடியின் தண்டு தடித்த கண்ணாடி போன்று ஓரளவு ஒளி ஊடுருவக் கூடிய தாக இருக்கும். இச்செடியின் அடிப்பகுதியில் சிறிது வெட்டிச் சாயம் கலந்த நீர் கொண்ட ஒரு குடுவையில் வைத்தால் சாய நீர் தண்டின் சாற்றுத் திசுக்கள் வழியாக ஏறுவதைத் தெளிவாகக் காணலாம். தனியிலைகள், மாற்றடுக்கம் கொண்டு நீள ஈட்டி வடிவில் இருக்கும். இந்த இலைகள் வெளிர் பச்சை நிறமும் மென்மையும் உடையன வாகப் பற்கள் போன்ற விளிம்புடன் இருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. சிற்சில சமயங்களில் இலையடிச் செதில்கள் இரு சுரப்பிகளாக இருப்பதும் உண்டு.

மலர்கள் பூத்தேன் குழல் கொண்டவை. 60-75 மி.மீ. அகலமுள்ளவை. ஏறக்குறைய தேயிலைச் செடியின் பூக்களை ஒத்திருக்கும். இவை இலைக் கோணங்களில் உண்டாகின்றன. ஒற்றை, அரை இரட்டை அல்லது முழு இரட்டை அடுக்கு இதழ் கொண்டவை. இளஞ்சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு, சிவப்பு, ஊதா, நீலம் கலந்த சிவப்பு, நீலம், வெள்ளை, வாடாமல்லி நிறம் எனப் பல வண்ணக் கலவைகளில் மலர்கள் வகை வகையாகக் காணப்படு கின்றன. சில வகைகளில் இதழ்கள் புள்ளிகளுடனும், வரிகளுடனும் காணப்படுகின்றன.

மலர்கள் இருபாலானவை; இருபக்கச் சமச்சீர் கொண்டவை; ஐந்தங்க மேல்மட்டச் சூற்பை வகை யைச் சார்ந்தவை. இவை வளர்ச்சி அடைய அடைய



காசித்தும்பை

180° கோணத்தில் திருகிக் கொள்கின்றன (resupination). இதன் காரணமாக மொட்டு நிலையில் முன் பக்கத்தில் இருக்கும் பூத்தேன் குழல் பின் பக்கத்திற்கு வந்துவிடுகிறது. புல்லி வட்டம் ஐந்து இதழ்களால் ஆனது. இவ்விதழ்கள் அல்லிவட்ட இதழ்களை ஒத்திருக்கும். மொட்டு நிலையில் முன்புறத்திலும், மலர் நிலையில் பின்புறத்திலும் இருக்கும் இதழ் அளவில் பெரியது. பூத்தேன் குழல் கொண்டது. பக்க இதழ்கள் சிறியவை. பிற இரு இதழ்கள் மிகச் சிறியனவாகவோ வளராமலோ இருக்கும்.

அல்லி இதழ்கள் ஐந்தில் மைய இதழ் பெரியது; மொட்டு நிலையில் இது எல்லாவற்றிற்கும் வெளியில் உள்ளது. பக்க இதழ்களும் முன்புற இதழ்களும் இணைந்தவை. இவ்வமைப்பால் மொத்தமாக மூன்று இதழ்களே போன்ற தோற்றம் ஏற்படுகிறது. மகரந்தங்கள் ஐந்து, குட்டையான அகலமான காம்புகள் உள்ளவை. ஐந்து மகரந்தப்பைகளும், பக்கவாட்டில் இணைந்து சூலகமுடியை ஒரு தொப்பி போல் மூடிக் கொண்டிருக்கும்; சூல் பையின் வளர்ச்சியால் இவை நீள்கின்றன. சூற்பை ஐந்து சூல் இலைகளால் ஆனது. சூலிலைகள் இணைந்தவை; ஐந்து அறைகள் உள்ளவை. பல்சூல்கள் அச்சுச்சூலமைப்பில் அமைந்துள்ளன. சூலகத் தண்டற்ற சூலக முடி காணப்படும். சூலகமுடி ஐந்து பற்கள் கொண்டது.

கனி. உள்வெடி கனி வகையைச் (capsule) சேர்ந்தது. முதிர்ந்த கனிகள் தொட்டால் வெடிக்கும் தன்மையானவை. சுருண்டு வெடித்துப் பிரியும் ஐந்து பகுதிகளிலிருந்து விதைகள் எல்லாப் பக்கமும் சிதறும். சிறிதே தட்டையான விதைகள் முழுக்க முழுக்கக் கருவால் நிரம்பி உள்ளன. கருவின் இரு விதையிலைகளும் ஒன்றையொன்று நோக்கியிருக்கும்.

வகை. உயர வகை, இரட்டைத் தேயிலைப் பூக் கலப்பு, ரோஜாப்பூ போன்றவை, ராயல் குட்டை வகை, குட்டைக் கலப்பு வகை என்று பலவாறு தோட்டக்கலை வல்லுநர்களால் வகையிடப்படுகின்றன. உயர வகை 45-75 செ. மீ. வரை வளரும். சில குட்டை வகை 45-60 செ.மீ. வரை வளரும். இவை கலப்பு மலர்கள் கொண்டவையாகவும், அடர்த்தியாகவும் காணப்படுகின்றன. இரட்டை மலர்கள் கொத்துக் கொத்தாகத் தண்டின் நுனியில் காணப்படுகின்றன. மலர்கள் இலைகளுக்கு மேலே நன்கு வெளிப்படும்படி அமைந்துள்ளன. மற்ற வகையில் மலர்கள் தண்டின் பக்கவாட்டில் இலைகளால் மறைக்கப்பட்ட நிலையில் காணப்படுகின்றன. டாம் தம்ப் எனப்படும் வகை மிகக் குட்டையானது. 30 செ.மீ மட்டுமே வளரக்கூடியது. சீரான அடர்த்தியுடன் நெருக்கமாக அமையப் பெற்ற இவ்வகையில் கண்ணைக் கவரும் வண்ணங்களில் இரட்டையடுக்கு மலர்கள் காணப்படுகின்றன.

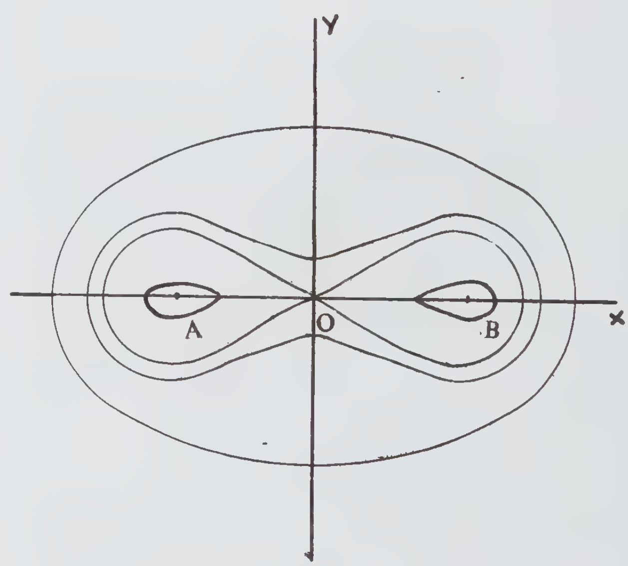
இச்செடிகளைக் கோடை, மழை நாள்களிலும் வளர்க்கலாம். ஜனவரி, பிப்ரவரியில் விதைத்தால் கோடை மலர்களும், மே, ஜுலையில் விதைத்தால் மழைக்கால மலர்களும் உண்டாகின்றன. விதைகளை நேரடியாகப் பாத்திகளில் விதைக்கலாம். விதைக்கும் போது 22-30 செ.மீ. வரை இடைவெளி விட வேண்டும். விதைக்கப்பட்ட நாளிலிருந்து இரண்டு அல்லது இரண்டரை மாதங்களில் மலர்கள் உண்டாகும். நன்கு உரமிடப்பட்ட நீர் தங்காத ஆனால் ஈரமான மண்ணில் சூரிய ஒளி நிறைந்த இடங்களில் இவை மிக நன்றாக வளர்கின்றன. நிழற்பாங்கான பகுதிகளிலும் இவற்றை வளர்க்கலாம். நன்னீரும் உரங்களும் மிகுதியான பூக்கள் உற்பத்திக்குத் தேவையானவை. வறண்ட நிலையில் இலைகள் வாடி உதிர்ந்து விடும். காசித்தும்பைச் செடிகளைப் பாத்திகளிலோ, பாத்தி ஓரங்களிலோ, நடைபாதை ஓரங்களிலோ, அலங்காரத் தொட்டிகளிலோ வளர்க்கலாம்.

– வே. சங்கரன்

நூலோதி. J. M. Lowson & Birbal Sahni, *Text Book of Botany*, University Tutorial Press, London, 1958.

காசினியின் நீள்வட்டம்

சூரியன், புவி ஆகியவற்றின் இயக்கங்களின் தொடர்பைப் பற்றிக் காசினி என்பார் 1680 இல் ஆய்வு



காசினியின் நீள்வட்டம்

நடத்தியபோது $(x^2 + y^2) - 2a^2 (x^2 - y^2) + a^4 - c^4 = 0$ என்னும் சமன்பாட்டிற்கு ஒரு வளைவு கண்டுபிடித்தார். அது காசினியின் நீள்வட்டம் அல்லது வளைவு (Cassinian ellipse or curve or oval) எனக் குறிப்பிடப் பட்டது.

ஒரு புள்ளிக்கும் இரு நிலைப்புள்ளிகளுக்கும் இடையே உள்ள தொலைவுகளின் பெருக்குத் தொகை c^2 என்னும் மாறிலிக்குச் சமமாக இருக்குமாறு புள்ளி நகருமானால், அப்புள்ளியின் இயங்கு பாதையைக் காசினியின் நீள்வட்டம் என்று வரையறுக்கலாம். இவ்வளைவின் அமைப்பு c, a ஆகியவற்றின் விகிதத்தைப் பொறுத்திருக்கும். ஆனால், வளைவு இரு கண்ணிகளை உடையதாக இருக்கும். c = a ஆனால் இது பெர்னோலியின் லெம்னிஸ்கேட் வளைவாகும். நிலைப்புள்ளிகள் இரண்டும் நீள்வட்டத்தின் குவியங்களாகும். குவியங்களின் எண்ணிக்கை இரண்டைவிட மிகுதியாக இருக்கலாம். குவியங்களின் எண்ணிக்கையையும் நிலையையும் மாற்றி, பல வளைவுகள் வரையலாம்.

- பங்கஜம் கணேசன்

காசுக்கட்டியும் கத்தக் காம்பும்

இது இந்திய பர்மாக் காடுகளிலுள்ள மரம். இந்தப் பொருள் இலகுவான, தரமுள்ளது. மலேசியா, சிங்கப்பூர் நாடுகளிலிருந்து இறக்குமதி செய்யப் படுகிறது. இதுஅன்கேரியா காபியர் (*Uncaria gabier*) என்னும் மரத்திலிருந்து கிடைக்கிறது.

பயன்படும் பகுதி. மரப்பட்டையிலிருந்து கிடைக்கும் நீர்மம், மரம் மற்றும் பூப் பகுதிகள், கோந்து முதலியன.

உட்பொருள்கள் காசுக்கட்டி. டானிக் அமிலம் 35%, காசுக்கட்டி அமிலம் அல்லது கட்டசின்.

சிவப்புக் காசுக்கட்டி. டானின், கோந்து, குயர்செட்டின் (*quercetin*) மரச்சாம்பல், காசுக்கட்டி டானின் அமிலம். கருஞ்சிவப்பு நிறமாக உள்ளது. காற்றில் இலேசாக ஆக்சிஜனுடன் கலந்து ஆக்சிஜனேற்றம் அடையக்கூடியது. உள்மரத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் சாயம் இலேசாக உடையக்கூடிய தன்மையுள்ள பழுப்பு நிறம் கொண்டதாகும். இதன் டானின் மற்றும் காசுக்கட்டி அமிலம் துவர்ப்புச் சுவை கொண்டது, மணமில்லாதது. நீரில் கரையக் கூடிய இதன் சாயம் கருமை, பழுப்பு நிறம் கொண்டது. இது குடல் அசைவைத் தடுக்கும் வலிமையுள்ளது.

பயன்கள். வெற்றிலையுடன் காசுக்கட்டியைச் சுவைத்து உண்கின்றனர். மனித மற்றும் கால்நடை மருத்துவத்தில் வயிற்றுப்போக்கைத் தடுக்கப் பயன் படுகிறது. கருவுற்றோருக்குப் பயன்படுகிறது. வாய்ப் புண், பல்வலி, தோல் நோய்களுக்கும், ரத்த வாந்தியைக் கட்டுப்படுத்தவும், பால் இன நோய்க்கும், தொழு நோய்க்கும், முழங்கால் வலிக்கும் ஆயுர்வேத மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது. கத்தக் காம்பு சூட்டைத் தணிக்கும். செரிக்கும் ஆற்றலை மேம்படுத்தும். இருமல், வயிற்றுப் போக்குப் போன்ற நோய்க்கும் மருந்தாகிறது. இது குடல் சவ்வுகளைச் சுருங்கச்செய்யும் தாம்பூலப் பொருள்களோடு பயன் படுத்தப்படுகிறது.

கத்தக் காம்பும் காசுக்கட்டியும் பண்டைக் காலத்திலிருந்து பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் மருந்துப் பொருளாகும். கால்நடை மருத்துவத்திலும் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதைத் தயாரிப்பது காட்டுத் தொழிலில் முக்கியமானதாகும். இவற்றுள் கத்தக் காம்பை அக்கேஷியாகாட்டசூ என்னும் கருங்காலி சுந்தரா மரவகையிலிருந்து வடநாட்டிலும், காசுக் கட்டியை அக்கேஷியாசுந்தரா என்னும் கருங்காலி மரவகையிலிருந்து தென்னிந்தியாவிலும் தயாரிக்கின்றனர். கத்தக்காம்பைவிடக் காசுக்கட்டி மிகுதியும் கருமை நிறமுடையது. கத்தக்காம்பை உடைத்தால் படிகப்பிளவாக இருப்பதைக் காணலாம். மஹாராஷ்டிர மாநிலத்தில் அரிகா காட்டசூ மரத்தின் கொட்டைப் பாக்கிலிருந்து ஒருவகைக் காசுக்கட்டியைத் தயாரிக்கின்றனர். அதுவும் மேற்கூறிய காசுக் கட்டியைப்போல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒரிசா, குஜராத் மாநிலங்களில் பரம்பரையாக இந்தத் தொழில் செய்து வரும் மக்கள் உள்ளனர்.

காசுக்கட்டி தயாரிக்கும் முறை. 25-35 ஆண்டுகள் வளர்ந்த ஏறத்தாழ 1 அடி விட்டமுள்ள கருங்காலி மரத்தை வெட்டிப் பட்டையையும், அதை அடுத்துள்ள பகுதியையும் நீக்கிவிட்டு, எஞ்சியுள்ள சிவப்பு நிறமான வைரப்பகுதியை ஒரு சதுர அங்குல அகலமுள்ள சிறிய துண்டுகளாக்குவர். இவ்வைரத் துண்டுகளை மண்பாண்டங்களிலுள்ள நீரிலிட்டு ஏறத்தாழ 12 மணி நேரம் கொதிக்க வைக்கவேண்டும். சிவப்புநிறச்சாந்து இறங்கும். இந்தச் சாற்றைப் புதிய வைரத் துண்டுகளுடன் மீண்டும் மீண்டும் கொதிக்க வைத்து நீர் சுண்டியபிறகு அடர்சாற்றை மட்டும் பாண்டங்களில் ஊற்றிப் பாகு போலாகும் வரை காய்ச்சுவர். இதைப் பரப்பிய மரச்சட்டத்தில் ஊற்றிக் குளிரவைத்தால் கரும்பழுப்புநிறத் திண்மப் பொருளான காசுக்கட்டி கிடைக்கும். இதை வேண்டிய அளவு துண்டுகளாக்கி விற்பனைக்கு அனுப்புவர்.

கத்தக்காம்பு தயாரிப்பதற்கு மேற்கூறிய அடர் சாற்றைச் சில நாள்கள் அப்படியே வைத்தால் காட்டாசின் பிரிந்து விடும். பிறகு மண்பாண்டங்கள் மீது கூடைகளை வைத்து அவற்றில் குளிர்ந்த

அடர்சாற்றை ஊற்றுவர். டானின் மட்டும் கூடைக ளிலிருந்து பானையில் போய்ச் சேரும். அந்த நிலையில் கூடையில் தங்கும் திண்மப் பொருள்தான் கத்தக்காம்பாகும். நுண்ணிய மணற்பரப்பில் குழிதோண்டி அதில் குளிர்ந்த அடர் சாற்றை ஊற்று வதும் உண்டு. மணல் பிசினை உறிஞ்சி விடும். கத்தக் காம்பு படிகப்பொருளாக எஞ்சி நிற்கும். இது பழைய முறையாகும்.

கருங்காலி மரத்தைப் பொடியாக்கி அப்பொடியை ஈயம்பூசிய செப்புப் பாத்திரத்தில் நீரிட்டுக் காய்ச்சிச் சாறு சூடாக இருக்கும்போது மஸ்லின் துணியால் வடிகட்டி அந்தத் தூளை மீண்டும் நாலைந்து முறை நீருடன் காய்ச்சி வடிகட்டுவர். அச்சாற்றை மெது வாகக் குளிரவிட்டு நீண்ட நாள் வைத்தால் கத்தக் காம்பு படிக வடிவில் தங்கும். இதைமஸ்லின் கொண்டு வடிகட்டி எடுத்துச் சீராக உள்ளபோதே வேண்டிய வடிவில் வார்த்துப் பின்னர் உலரவைப்பர். இதுவே மிகத்தூய கத்தக் காம்பாகும். சாற்றை மீண்டும் காய்ச்சி முன்போலக் கத்தக்காம்பு தயாரிப்பர். அதன் பின் எஞ்சும் சாற்றைக் காய்ச்சி, காசுக்கட்டி செய்வர். எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தியும் இவற்றைத் தயாரிக் கின்றனர். அவ்வாறு தயாரிக்கும் எந்திரச்சாலையில் மிகப்பெரியது உத்தரப்பிரதேசத்தில் பரேலி நகரத்தி லுள்ளது.

பயன். காசுக்கட்டி பட்டு, பருத்தி துணிகளுக்குச் சாயம் தோய்க்கும் தொழிலும், காலிக்கோ அச்சு முறையிலும், தோல் பதனிடும் தொழிலிலும், அஞ்சல் பை, கப்பல் பாய், மீன்பிடிக்கும் வலை இவற்றைப் பதனிடுவதிலும் பயன்படுகிறது. காசுக்கட்டி இந்தியா விலிருந்து வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதியாகிறது. கத்தக்காம்பு ஏற்றுமதியாவதில்லை.

கால்நடை மருத்துவம். கால்நடை மருத்துவத் திலும் காசுக்கட்டி பயன்படுகிறது. கால்நடைகளின் வயிற்றுப்போக்கை நீக்கவும், வாய்ப்புண்களைக்குணப் படுத்தவும் பிற மருந்துகளுடன் கலந்து கொடுக்கப் படும். இது மாவாகவும், டிஞ்சராகவும் பயன்படும். குதிரை, மாடுகளுக்குக் கழிச்சல் மற்றும் சீதபேதிக்கு வழக்கமாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. இதனுடன் சாக்தூள், வெள்ளைமண் (kaolin) சுக்குப்பொடி ஆகியவற்றைக் கலந்து கொடுத்தால் கழிச்சல் குணமாகும். மிகு வயிற்றுப்போக்கைக் கட்டுப்படுத்த அபின் டிஞ்சருடன் கலந்து கொடுத்தால் நலம். நன்றாகக் கொதிக்க வைத்து அரிசிக் கஞ்சியுடன் கலந்து கொடுத்தால் மிகு பயன் கிடைக்கும். காசுக் கட்டி குளிர்ந்த நீரில் பாதி கரையும். கொதிநீரில் முழுதும் கரைந்துவிடும். 90% சாராயத்தில் கரையும். மணம் இல்லை.

- பி. இராமன்

காசோவரி

இது பறக்கவியலாப் பறவைகளில் ஒன்று. வேகமாக ஓடும் இயல்புடையது. இதில் இருபதுக்கும் மேற்பட்ட இனங்கள் உள்ளன. ஆஸ்திரேலியா, நியூகினியா, இந்தோ மலேயா தீவுகளின் அடர்ந்த காடுகள், புதர் நிறைந்த பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. இதன் இறக்கைகள் மிகவும் சிறியவை. முதலிறகு, துணையிறகு என்று வேறுபடுத்த முடியாத அளவுக்கு

இறகில் நடுநரம்புகள் ஒரேயளவாக உள்ளன. தலையில் புடைப்பு இருக்கும். கால்களில் மூன்று விரல்கள் மட்டுமே உள்ளன. உள் விரல் நகமுடையது. தலை நீல வண்ணத்துடனும், கழுத்து, பளபளப்பான சிவப்பு நிறத்துடனும் இருக்கும். தன்னைப் பாது காத்துக் கொள்ள இது எதிரிகளைக் காலால் உதைத்துத் தள்ளி விட்டு விரைவாக ஓடிவிடும்.

- கே. கே. அருணாசலம்

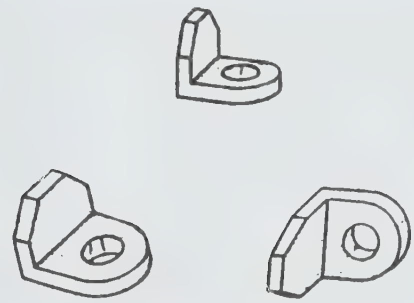
காட்சி நிலை வரைபடம்

ஒரு பொருளைக் குறிப்பிட்ட இடம் அல்லது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒரு திசையிலிருந்து பார்க்கும் போது பார்வைக்கு முழுமையாகத் தெரியக்கூடிய காட்சியை வரைபடமாக வரைந்தால் அதைக் காட்சிநிலை வரைபடம் (pictorial drawing) அல்லது

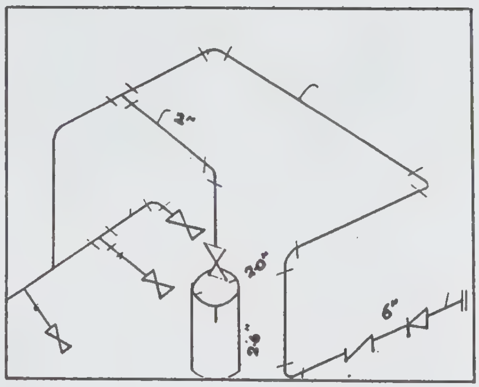
அசல்நிலைப்படி வரைபடம் எனலாம். அப்பொருள் உண்மையில் முன்னால் உள்ள பொருளாகவும் இருக்கலாம். சில சமயங்களில் உருவாக்கப்போகும் பொருளைக் கற்பனையில் கண்டு அதையும் இவ்வாறு வரைபடமாக வரையலாம். வரைபடத்தின் காட்சி அமைப்பு, அதைக் காணும்போதே அப்பொருளைப் பற்றிய முழு விவரம், உருவம் ஆகியவை தெளிவாகவும் எளிதாகவும் புரியக்கூடிய வகையில் அமைய வேண்டும்.

பொறியியல் துறையில் ஒரு பொருளை வரைபடத்தின் மூலம் அளவுகளுடன் விளக்குவதற்கு முன் பக்கத் தோற்றம், பக்கத் தோற்றம், பொருளுக்கு நேராக மேலிருந்து காணும் தோற்றம் என மூன்று காட்சிகள் வரையப்படுகின்றன. அவற்றைவிட எளிதான முறையில், மிகத் தெளிவாகப் புரியக் கூடிய வகையில் காட்சிநிலை வரைபடத்தை மிக விரைவாகவும் எளிதாகவும் வரையலாம். இதை வரைவதற்குக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். பட்டறிவு பெற்ற பின்னர் கருவிகள் இல்லாமல் தன்னிச்சையாகவும் வரையலாம். இத்தகைய வரைபடங்கள் பொறியியல் மற்றும் கட்டடக்கலை வல்லுநர்கள் தம் கற்பனையில் சிந்தித்து உருவாக்கிய காட்சிகளை உதவிப் பொறியாளர்கள் வாடிக்கையாளர்களிடம் விவரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

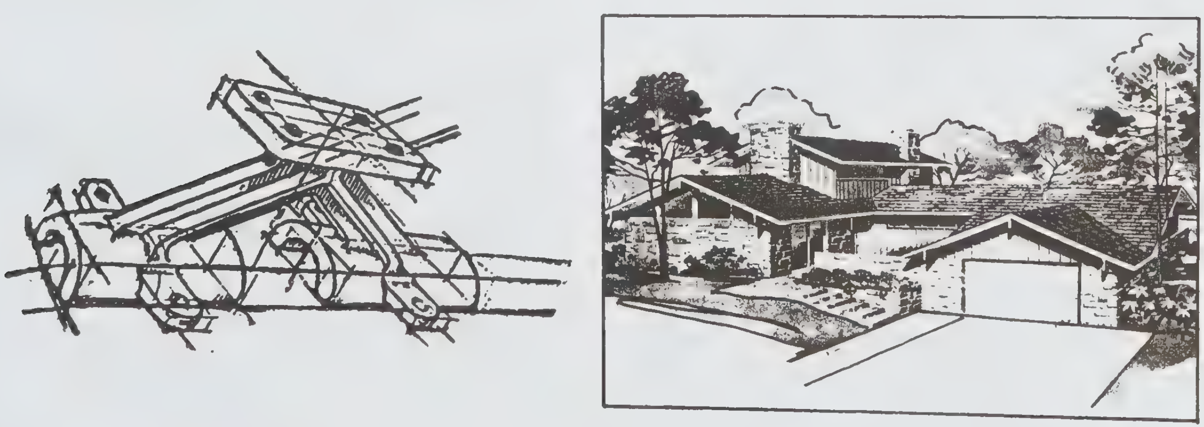
காட்சிநிலை ஓவியத்தை உருவாக்கும்போது, பொருளை நோக்கிப் பார்க்கும் திசையைத் தேர்வு செய்வது ஓர் இன்றியமையாப் பணியாகும். ஏனெனில் அதன் மூலமே பொருளின் முழு விவரங்களை, முழுப்பயனும் பெறக்கூடிய வகையில்



படம் 1



படம் 2



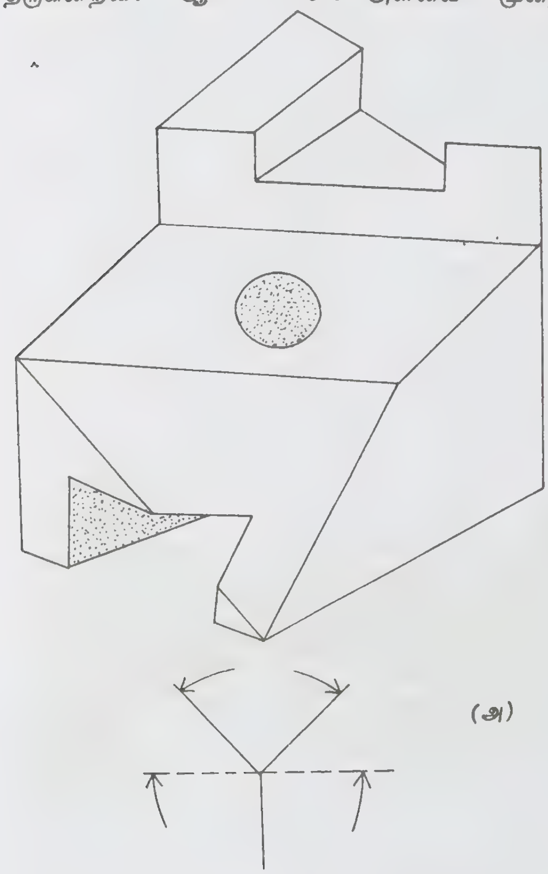
படம் 3

தெரிவிக்க முடியும். வரைபடத்தைக் காணும் பார்வைக்கதிர்க் கோடுகள் இணையாகவும், இயல்பாகவும் இருப்பதாகக் கொண்டால், அக்கதிர்க்கோடுகள் பார்வையாளரின் கண்களைச் சந்திப்பவையாகவும் அமைந்தால், அந்த வரைபடத்தை அனைத்துப் பகுதிகளும் முறைப்படுத்தப்பட்ட இறுதியாக்கப் பட்ட வரைபடமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

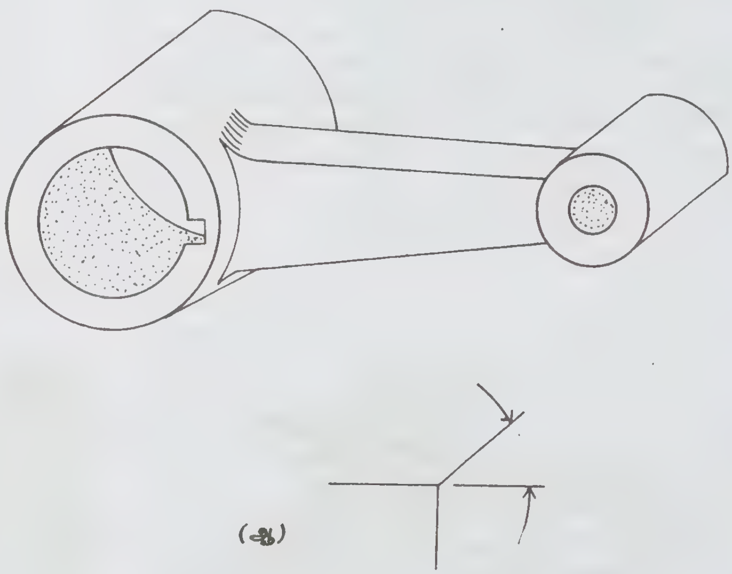
வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளின் உதவியோடு இயல்பு தோற்ற வரைபடங்களை உருவாக்குவதற்கு நீண்ட நேரமும், ஓரளவு அறிவாற்றலும், உழைப்பும் தேவை. இருந்தபோதும் இப் பணியை எளிதாக்கவும், விரைவில் முடிக்கவும் இப் போது சில புதிய கருவிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. பலவகையான கருவிகளைப் பயன்படுத்தியும் பயன் படுத்தாமலும் இயல்பான தோற்றம் அல்லாத படக் காட்சிகள் வரையப்படுகின்றன. வேறுபட்ட அளவை முறையில் வரையப்படும் காட்சிப் படங்கள் ஒரு பொருளின் பகுதிகளை நிறைவு தரும் காட்சியாகத் தருகின்றன. ஆனால் சம அளவை முறையில் வரையப்படும் காட்சிப்படங்கள் நிறைவளிப்பதில்லை. ஏனெனில் ஒரே பார்வைக் கோணத்தில் கவனம் செலுத்தப்படுவதால் பொருளின் காட்சி சற்றுத் திரித்துக் காட்டப்படுகிறது (படம் 1). எனினும் சம அளவைக் காட்சிப் படக் கருவிகளின் உதவியுடன் உருவாக்குவது மிக எளிது. இவை குழாய்கள் பொருத்தும் அமைப்பு முறைகளைப் படத்தில் காட்டுவதற்கு மிகவும் பயன்படுகின்றன. (படம். 2)

சிறிய அளவிலான மற்றும் குறிப்பிட்ட அளவில் சாய்வாக வரையப்பட்ட படங்களின் அனைத்துப் பகுதிகளும் முறைப்படுத்தப்பட்ட காட்சியை உண்மையாகத் தருவதில்லை. ஆனால் அவை வட்டங்களையும், வளைவுகளையும் உண்மையான வடிவத்தில் வரைய ஒரு வசதியான முறையை அளிக்கின்றன (படம் 3). கையடக்கமான படம் எனப்படுவது ஒரு வகைச் சாய்வுக் காட்சிப் படம் ஆகும். அதில் ஓர் அச்சில் வரையப்படும் நீளம் சுருக்கிக் காட்டப்படும் (படம் 4).

சரியான திசையைக் கணித்தல், சரியான விகிதத்தைக் கணக்கிடல், முட்டை வடிவத்தை உருவகப்

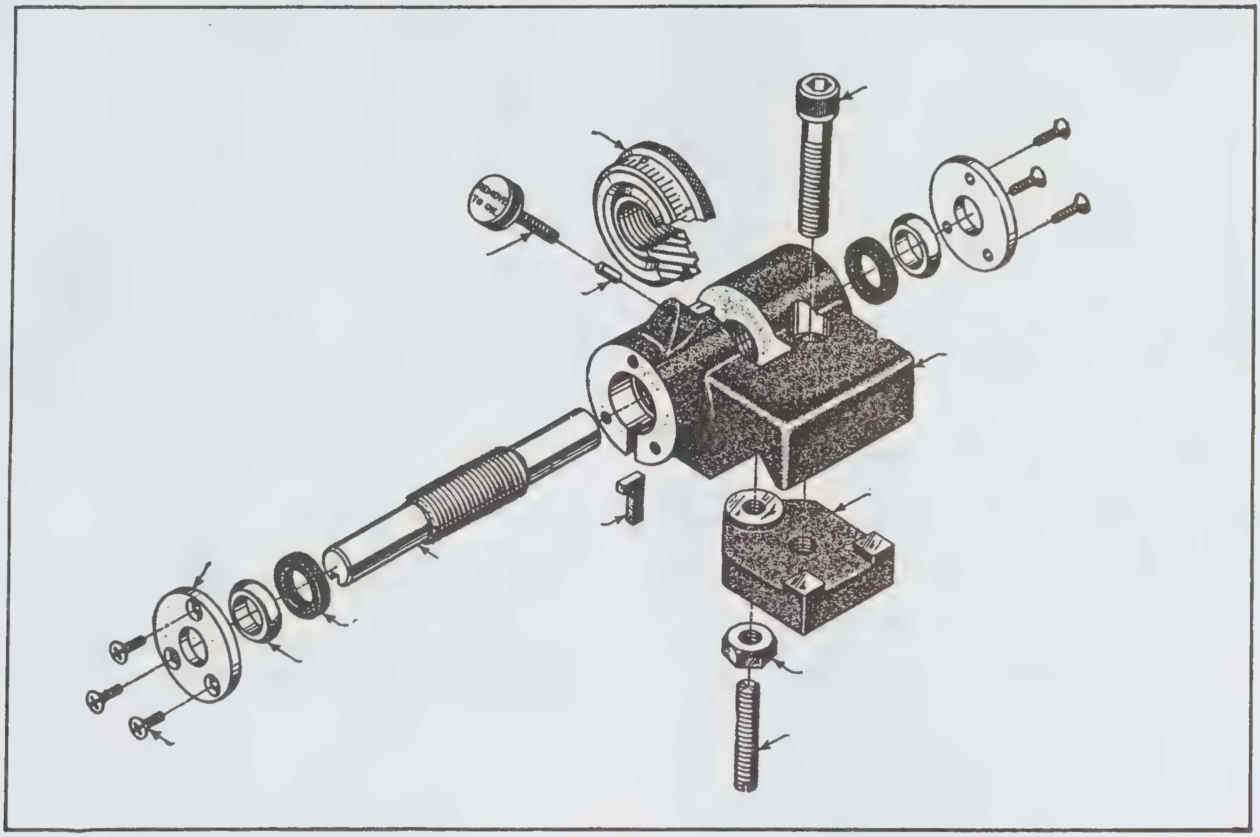


(அ)



(ஆ)

படம் 4. அ) சமஅளவு வரைபடம் ஆ) சாய்வுக் காட்சி நிலை வரைபடம்



படம் 5

படுத்துதல், தொடுபுள்ளிகளைக் குறித்தல் ஆகிய வற்றில் சரியான முறையில் கவனம் செலுத்தினால் பயனுள்ள காட்சிநிலை வரைபடங்களை மிகச் சிறப் பாக உருவாக்க முடியும் (படம் 5).

நிழலுடன் கூடிய உண்மையான காட்சியைத் தரும் விளக்கப்படங்கள், எந்திரங்கள் முதலியன கருவிகளை இணைக்கும் முறையைக் கற்பிக்க மிகவும் உதவியாக உள்ளன. விளக்கம் கூற வசதியானவை; எளிதாகப் புரியக் கூடியவை. இத்தகைய விளக்கப் படங்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் ஏனைய பழைய வகைப் படங்கள் மூலம் கருவிகளின் பகுதிகளை இணைக்கத் தேவையான நேரத்தைவிட மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கு குறைவான நேரமே ஆகும். புகைப்படங்கள் பயன்படுத்தினால் எத்தகைய காட்சிகள் கிடைக்குமோ, அதேபோன்ற காட்சிகள் இவ்வகையான நிழலுடன் கூடிய உண்மையான காட்சியைத் தரும் விளக்கப் படங்கள் மூலமே கிடைக்கும்.

ஏ. எஸ். எஸ். சேகர்

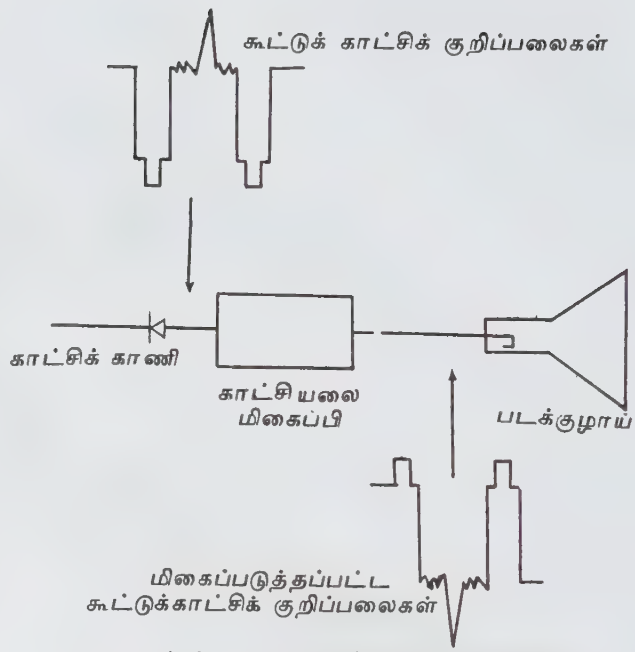
நூலோதி. Frederick's Merritt, Standard Handbook for Civil Engineers, Third Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.

காட்சியலை மிகைப்பி

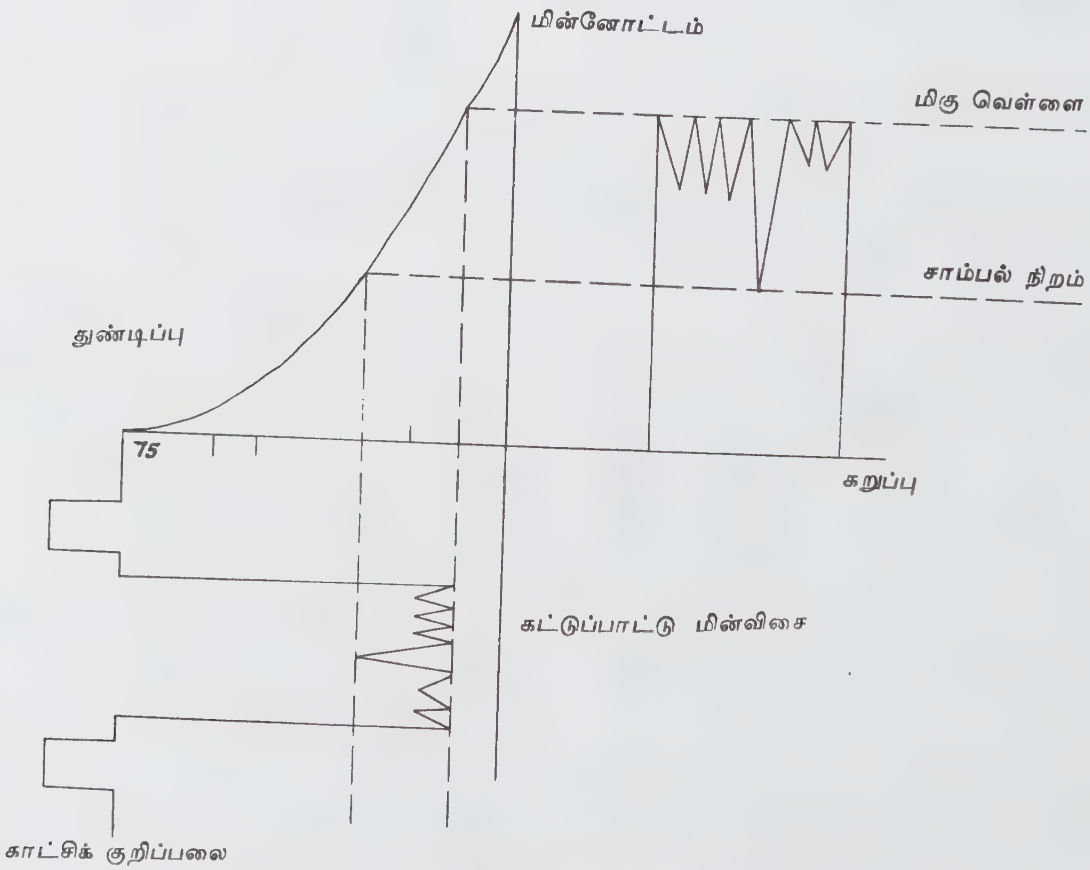
இது காட்சியலைகளின் திறனை அதிகப்படுத்த உதவும் ஒரு மிகைப்பி (amplifier) ஆகும். காணும் காட்சியை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குத் தொலைக்காட்சி மூலம் அனுப்பலாம். புகைப்படக் குழாய் (camera tube), காணும் காட்சியின் விவரங் களை மின் செய்திகளாக மாற்றுகிறது. இச் செய்தி யைக் காட்சிக் குறிப்பலைகள் (video signals) என லாம். இவற்றுடன் சில கட்டுப்பாட்டுக் குறிப்பலை களையும் சேர்த்து, அவற்றைக் கூட்டுக் காட்சிக் குறிப்பலைகள் (composite video signals) என் கின்றனர். இவை பெரும அளவாக 4×10^6 Hz அதிர்வு எண்களைக் கொண்டு இருக்கும். இவை மிகைப்பியின் உதவியால் மிகைப்படுத்தப்பட்டு வெளி உலகிற்கு அனுப்பப்படுகின்றன. தொலைக்காட்சி வாங்கிகள் இக்குறிப்பலைகளை வாங்குகின்றன. அவை மிகைப்படுத்தப்பட்டுத் தொலைக்காட்சித் திரையில் காட்டப்படுகின்றன. இவ்வாறு மிகைப் படுத்த, காட்சியலை மிகைப்பிகள் (video amplifiers) பயன்படுகின்றன.

காணும் காட்சியின் குறிப்பலைகள் படக்குழாயின் மின்னோட்ட அளவை மாற்றப் பயன்படுகின்றன. படத்தின் தனிப்பொருளை இது ஒளியாகவோ நிழலாகவோ மீள் உற்பத்தி செய்கிறது. ஒரு வரியில் உள்ள படத்தின் தனிப்பொருள்களை (picture elements) இது எவ்வாறு மீள் உற்பத்தி செய்கிறது என்பதைப் படம் 2 இல் காணலாம். ஆகவே படம் சரியானதாக மீள் உற்பத்தி செய்ய, தேவையான அளவு காட்சியலை மிகைப்பியில் குறிப்பலையைப் பெருக்க வேண்டும். அதேசமயம் அனைத்து அதிர்வெண்களுக்கும் ஒரே அளவு பெருக்குந்திறன் (gain) இருக்க வேண்டும். மேலும் தறுவாய்ச் சீர்குலைவு (phase distortion) மிகவும் குறைவாக இருக்க வேண்டும்.

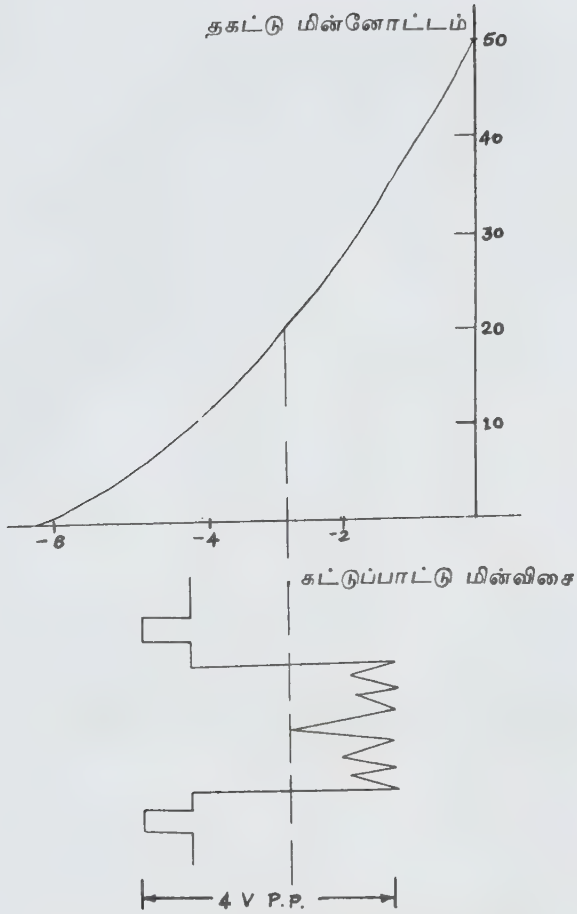
காட்சிக்குறிப்பலையை மிகைப்படுத்துதல். ஓர் அடிப்படை A வகை மிகைப்பி செயல்படும் விதம் படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ±2v குறிப்பலைக்கு 140 v உச்சி, முதல் உச்சியாக மாற்றப்படுகிறது. இந்தக் குறிப்பலைச்சுமை, மின்தடையிலிருந்து கிடைக்கிறது. இந்த மிகைப்பி மூலம் $\frac{140}{4}=$ 35 மடங்கு பெருக்குந்திறன் கிடைக்கிறது.



படம் 1. காட்சிக் குறிப்பலைக் காணியின் மூலம் படக்குழாய்க்குச் செல்வதைக் காட்டும் படம்

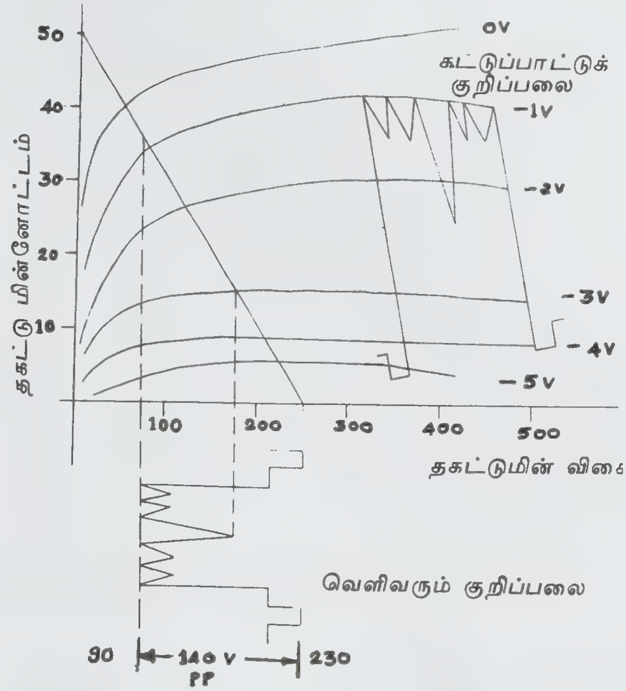


படம் 2. காட்சிக்குறிப்பலை கட்டுப்பாட்டு மின்விசையை மாற்றுவதைக் காட்டும் படம்



படம் 3. காட்சியலை மிகைப்பியின் செயல்பாடு

காட்சிக் குறிப்பலையின் அளவு மாற்றத்தைச் சுமைவரி (load line) மூலம் அறியலாம். இது படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சுமை வரியின் ஒரு பக்கம் E_{bb} = 250 v உள்ளது. இது பூஜ்யம் மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கும் தகட்டு மின்னழுத்தத்தைக் குறிக்கிறது. அடுத்த பக்கம் 50 mA மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கிறது. தகட்டு மின்னழுத்தம் பூஜ்யத்தில் இருக்கும்போது இது தகட்டின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தைக் குறிக்கிறது. அதாவது 250 v / 5000 = 50 mA உடனடியாக வேறுபடும் கம்பிவலை மின்னழுத்தம் (grid voltage) தகட்டு மின்னோட்டம் (plate current) தகட்டு மின்னழுத்தம் ஆகியன சுமை வரியிலேயே உள்ளன. கம்பிவலையின் மின்னழுத்த மாற்றம் தகட்டு மின்னோட்டத்தை மாற்றுகிறது. ஆதலால் வெளியே எடுக்கப்படும் குறிப்பலையின் அளவும் மாறுகிறது. இது அசைவில்லாத புள்ளி (quiescent point) எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பி வலை மின்னழுத்தத்தால் அந்தப்புள்ளியில் குறிப்பலை நிறுத்தப்படுகிறது. கட்டுப்பாட்டுக் குறிப்பலை –1V - +5 V வரை மாறுவதால், தகட்டு மின்னோட்டமும் 32, 5 mA-1.5 mA வரை மாறுகிறது. அதேபோல் தகட்டு மின்னழுத்தம் 90 V-230 V வரை மாறுபடுகிறது. இதனால் மிகைப்படுத்தப்பட்ட குறிப்பலை 140 V உச்சி, முதல் உச்சியாகக் கிடைக்கிறது.

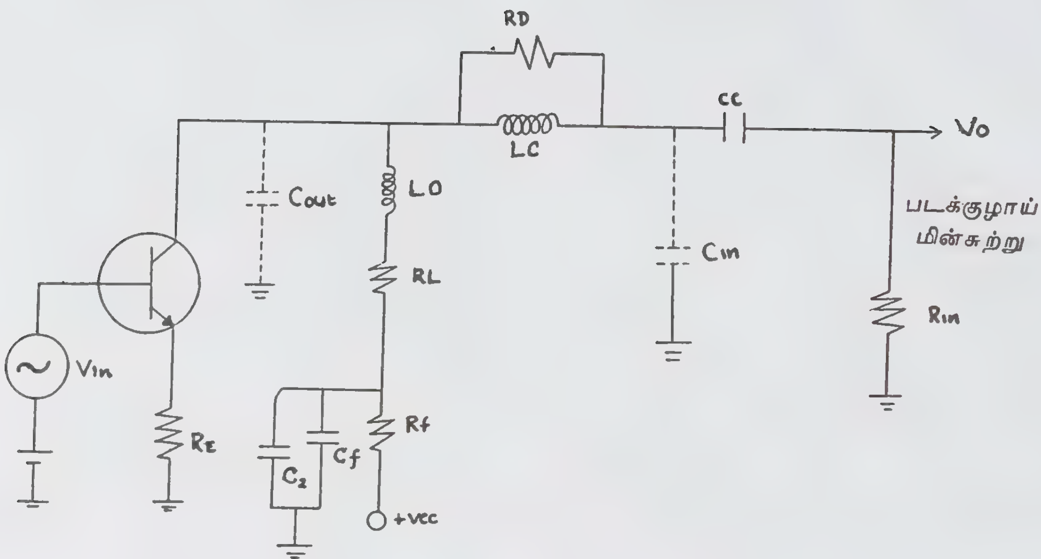


படம் 4. காட்சியலை மிகைப்பியின் சுமைவரி கண்டு பிடித்தல்

காட்சியலை மிகைப்பிகள். ஓர் அடிப்படைக் காட்சியலை மிகைப்பி படம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் அதிர்வெண் துலங்கல் (frequency response) படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சுமை மின்தடை மிகைப்பியின் மைய அதிர்வு, எண்களின் துலங்கலை ஒரே சீராக (flat) வைத்துக் கொள்கிறது. இந்த மிகைப்பியால் மிகு அதிர்வெண் குறிப்பலைகளை மிகைப்படுத்தும் போது பெருக்குத்திறன் தொடங்குகிறது. இடை மின் தகடுகளும் (inter electrode) சூழல் மின்தேக்கிகளும் (stray capacitor) இவ்வாறு குறையக் காரணமாகின்றன.

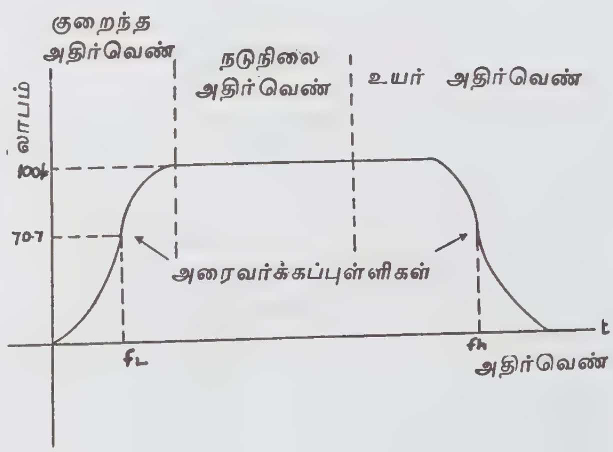
வரிசை உச்சப்படுத்துதல் (series packing) என்னும் முறையைக் கொண்டு மிகு அதிர்வு எண் துலங்கலை ஈடு செய்யலாம். இம்முறையில் ஒரு மின் தூண்டு சுருள் பயன்படுகிறது. இது வெளியே எடுக்கப்படும் புள்ளியுடன் வரிசையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் இரு புறங்களிலும் மின் தேக்கிகள் உள்ளன.

C_{out} மின்தேக்கிக் காட்சியலை மிகைப்பியிலிருந்தும் C_{in} அடுத்த கட்டத்திலிருந்தும் வருகின்றன. மின்தூண்டு சுருளும், C_{in} உம் இணைந்து



படம் 5. காட்சியலை மிகைப்பி வரிசை உச்சப்படுத்துதல், திருப்பி உச்சப்படுத்துதல், குறைந்த அதிர்வெண் ஈடு செய்தல் ஆகியவற்றிற்கான மின்சுற்றுகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மிகு அதிர்வு எண்ணில் எதிரொலிக்கின்றன. ஆதலால் உயர் அதிர்வெண் துலங்கலின் பெருக்குத் திறன் உயர்த்தப்படுகிறது. மின் தூண்டு சுருளுடன் ஒரு மின் தடை நேருக்கு நேர் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது தொடர்பில்லாத குறிப்பலைகளை உண்டாக்கும் அலைவைத் (oscillation) தடுக்கிறது. ஒரே மிகைப்பில் இந்த இருமுறை உச்சப்படுத்தும் இணைப்புகளையும் சேர்க்கலாம். இம்முறை மூலம் மிகு பெருக்குத் திறனைப் பெறலாம். அனைத்து மின்தேக்கிகளும் மிகு அதிர்வெண் குறிப்பலையின் போது சுமை மறிப்பைக் (impedence) குறைக்கின்றன. இதனால் பெருக்குத்திறன் குறைகிறது. இதை ஈடு செய்ய, கிளை உச்சப்படுத்துதல் (shunt peaking) முறை பயன்படுகிறது. படம் 4 இல் இம்முறை காட்டப்பட்டுள்ளது. மீண்டும் உச்சப் படுதலுக்கு ஒரு மின் தூண்டுசுருள், சுமையின் தடையுடன் வரிசையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மின் தூண்டுசுருள் மொத்த மின்தேக்கியுடன் நேருக்கு நேர் இணைகிறது. இவையிரண்டும் மிகு அதிர்வெண்ணில் எதிரொலிப்பதால், பெருக்குத் திறனை உயர்த்துகின்றன.



படம் 6. அதிர்வெண் துலங்கல்

குறைந்த அதிர்வு எண் ஈடுசெய்தல் (low frequency compensation). குறைந்த அதிர்வெண்களில் மின் தேக்கித் தடைகள் அதிகரிக்கின்றன. இணை மின் தேக்கிகளாலும் (coupling capacitors), மாற்று வழி மின்தேக்கிகளாலும் (by pass capacitors) இவை ஏற்படுகின்றன. இந்த மின்தேக்கிகளின் மதிப்பை உயர்த்துவதால் இதை உயர்த்தலாம். இத்துடன் மின்னாற்றல் இணைப்புடன் ஒரு வடிகட்டியை இணைத்து, பெருக்குத் திறனை உயர்த்தலாம்.

படம் 5 இல் அனைத்து இழப்பு ஈடு செய்யும் சுற்றுகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஈடு செய்தல் முறையைக் கொண்டு அலைவெண்ணின் எதிரொலிப்பை மாற்றலாம். தொலைக்காட்சியில் உள்ள காட்சியலை மிகைப்பியில் மேலும் சில கட்டுப்பாடுகளை இணைக்கலாம்.அவை தொலைக்காட்சித் திரையில் படம் தெளிவாக இருக்க உதவுகின்றன.

- சு. ஆறுமுகம்

நூலோதி. W. Landee, C. Davis, P. Albrecht, *Electronics Designers' Handbook*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

காட்சியும் வண்ணமும்

பார்வைப் புலத்தின் நுண் அமைப்புகளையும் வண்ணத்தையும் அறிய விழித்திரையின் மிகுதிறன் முதிர்ந்த பகுதியான ஃபோவியா(fovea) எனும் பகுதி பயன்படுகிறது. கண் ஃபோவியா பகுதியைப் பயன்படுத்தி வண்ணங்களைப் பிரித்துணர்தலுக்கான பல கொள்கை விளக்கங்கள் உள்ளன.

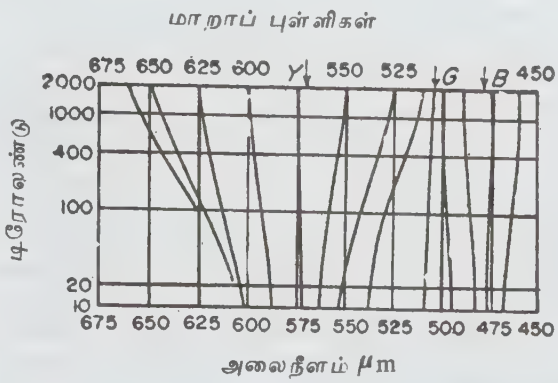
மனித வண்ணப் பார்வையின் மூவண்ணக் கொள்கை. சரியான நிறப்பார்வை உள்ள ஒருவர் மூவண்ணன் (normal trichromat) எனப்படுவார். பொதுவாக, பெண்களில் 99½% உம் ஆண்களில் 92%உம் சரியான மூவண்ணப் பார்வை உடையோர் ஆவர். மூவண்ணப் பார்வை உள்ள ஒருவருக்கு எந்த ஒரு வண்ணச் சேர்க்கையும் அறிந்துணர மூன்று தன் இயக்கப் படிகள் (degrees of freedom) தேவை. அதாவது இவருக்குச் சரியான சேர்க்கைக் கலவையளவிலான மூன்று வேறுபட்ட ஒளித்தூண்டல்களைக் கொண்டு எந்த வண்ண உணர்வும் ஏற்படுமாறு செய்யலாம். ஆனால் பயன்படுத்தப்படும் எந்த ஒளித்தூண்டலும் பிற இரு தூண்டல்களின் சேர்க்கையால் கிடைப்பதாக இருத்தல்கூடாது. இது மூன்று வண்ணங்களின் கலவை கொண்டு பிற வண்ணங்களைப் பெறுவது போலாகும். வண்ணக் காட்சியைப் பற்றிய சில அடிப்படை உண்மைகள் பின்வருமாறு.

கிராஸ்மான் விதி. 1. கண்ணால் வண்ணத்தின் மூன்று வித மாறுபாடுகளையே பகுத்தறிய முடியும். இம்மாறுபாடுகள் ஒளிர்தலில் மாறுபாடுகள் (variations of luminance), மிக முக்கிய அலைநீள மாறுபாடு (dominant wave length), உணர்வு தூண்டலின் தூய்மை மாறுபாடு (purity of the stimulus) என்றோ ஒளிச்செறிவின் மாறுபாடு, நிறமாறுபாடு, தெவிட்டு நிலை மாறுபாடு என்றோ மூவகையாக அமையலாம். 2. இருகூறுள்ள வண்ணக் கலவையில் ஒரு கூறை மாறாமல் வைத்துப் பிற கூறைத் தொடர்ச்சியாக மாற்றினால் கலவையின் வண்ணமும் தொடர்ச்சியாக மாறும். 3. ஒரே நிற ஒளிகள் ஒளிக்கலவையில் ஒரே மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன (ஒளியின் ஒளி நீளங்களின் சேர்க்கையளவைப் பொறுத்து மாறாமல்).

இக்கொள்கையிலிருந்து பெறப்படும் முக்கியமான துணைக்கொள்கை: ஒரு வண்ணச் சேர்க்கையில் உள்ள இரு நிறங்களின் அளவை ஒரேயளவு கூட்டினாலோ, குறைத்தாலோ ஒரு நிறச்சேர்க்கையின் விளைவு நிறம் மாறாது. இதுவே வண்ண அமைப்பு முறையின் அடிப்படையாகும். நிறவியலின் அடிப்படையும் இதுவே ஆகும்.

மற்றொரு முக்கிய உண்மை: நிற இணைகள் கண்ணின் தக அமையும் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை என்பதாகும். சான்றாக, ஒரே அலைநீள மஞ்சள் நிறத்திற்கும் ஒரே அலைநீளச் சிவப்பு, பச்சை நிறங்களின் கலவைக்கும் இடையில் ஓர் இணை ஏற்படுத்தப்பட்டால் கண்ணை ஆழ்ந்த சிவப்பு நிறத்திற்குக் தக அமைத்தபின் இந்நிறக் கலவையின் இருபாதியும் பச்சையாகத் தோன்றும். ஆனால் நிறக்கலவை சரியானதேயாகும். இம் மூவண்ண நிறச் சமன்பாட்டின் மாறாத்தன்மை வண்ணப்பார்வையின் முக்கிய கூறாகும்.

நிறம் உணர்தலின் சில முக்கிய விந்தைகள். ஒரு குறிப்பிட்ட நிறச் சேர்க்கை ஒளித் தூண்டலின் ஒளிர்வை அதிகப்படுத்தினால், பார்வைக்கு ஒளிர்வு அதிகரிப்பதோடு, நிற மாற்றமும் தோன்றலாம். இது பெசோல்ட் ப்ருக் விளைவு எனப்படும். மிகத் தூய்மையான வண்ண ஒளித்தூண்டல்களில் இவ்விளைவு



படம் 1. பெசோல்ட் ப்ருக் விளைவு

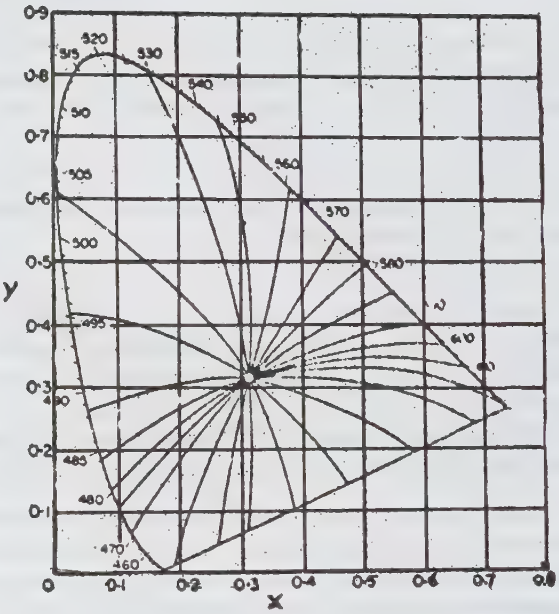
விழித்திரை ஒளிர்வு அதிகரிக்க ஒரே வண்ணத்தைக் காட்டும் அலைநீளங்கள் கோடுகளாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. 478, 505, 573 μm அலை நீளங்களில் இம் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை.

மிகுதியாக இருக்கும். இந்த நிறமாற்றம் ஓர் ஒழுங்கான மாற்றமாகும். சான்றாக, ஒளிர்தல் அதிகரிக்கும் போது வண்ண ஒளித்தூண்டல் மேலும் மஞ்சளாகவோ நீலமாகவோ மாறும்; பச்சையாகவோ சிவப்பாகவோ மாறுவதில்லை. ஒரே நிறத் தூண்டலில், விழித்திரை ஒளிர்வூட்டப்படும் அளவுக்கேற்ப நிற நகர்வு ஏற்படும் விதம் படம் 1 இல் தரப்பட்டுள்ளது.

நிற நகர்வு ஏற்படுவதோடு, குறிப்பிட்ட நிறத் தூண்டலின் ஒளிர்வை அதிகரிக்கும்போது பார்வைத் தெவிட்டு நிலையின் அளவும் மாறுகிறது. ஒளிர்வைக் குறைந்த அளவிலிருந்து அதிகரிக்கும் போது தெவிட்டு நிலையும் அதிகரித்து, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் பெரும நிலை அடைகிறது ஒளிர்வை மேலும் அதிகரித்தால் தெவிட்டு நிலை அளவு குறைகிறது. பெரும்பாலும் இந்நிலையில் கண்கூசுதல் ஏற்படும். பெரும தெவிட்டு நிலைக்கான ஒளிர்தலின் அளவு, கலவையின் முக்கிய வண்ண அலை நீளத்தைப் பொறுத்து மாறும்; மஞ்சள், மஞ்சளான பச்சை போன்றவற்றிற்குப் பெரும அளவும், சிவப்பு, பச்சை ஆகியவற்றிற்கு நடுத்தர அளவும், நீலப்பச்சை, நீலம், ஊதா போன்றவற்றிற்குக் குறைந்த அளவும் இருக்கும்.

மாறுபட்ட தூய்மையைக் கொண்ட, ஆனால் ஒரே முக்கிய அலைநீளத்தையும் ஒளிர்வையும் கொண்ட ஒளித்தூண்டலைப் பார்க்கும்போது, தெவிட்டு நிலையின் அளவு மாறுவதோடு, நிறமாறுதலையும் காணலாம். இந்த நிறமாற்றங்கள் படம் 2-இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. படத்தில் ஒரே முக்கிய அலைநீளங்கொண்ட ஒளித் தூண்டல்களின் பாதை (loci) மைய வெள்ளைப் புள்ளியிலிருந்து கிளம்பும் நேர்கோடுகள் ஆகும்.

நிற இணைகளின், கண்ணின் தக அமைவு மாறாமை, கண் செயல்படும் அனைத்து ஒளிர்வு நிலைகளிலும் நிலையாக இருக்கும். ஆனாலும் மிக அதிக தக அமைவுகளில் (15000 டிரோலண்ட்களுக்கு மிகுதியாக) நிற இணைகள் மிகுதியாகத் தாக்கமுறுகின்றன. இந்த விளைவு இணைகளின் புலச் செறிவு மிகுதியாக இருந்தாலும் ஏற்படும். ஆனால் இத்தகைய விளைவுகள் நிற அளவையியலில் எந்த எல்லையையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. பரப்பு நிறங்களில் இருந்து எதிரொளிக்கப்படும் ஒளியின் தன்மை, பொருளின் தன்மையையும், ஒளிர்வானின் (illuminant) தன்மையையும் பொறுத்தது. ஒளிர்வானின் வண்ணமாக்கும்தன்மை, ஒளிரும் பொருள் தோற்றத்தின் உண்மையைக் குறிக்கும். ஒளிர்வானின் செறிவை எவ்வளவு மாற்றினாலும் பரப்பு நிறத்தோற்றம் எப்போதும் மாறா நிறத்தைக் கொண்டதாக இருக்கும். இது பார்வையின் குறிப்பிடத்தக்க நிலையாகும். இந்த நிறமாறாமை இரண்டு நிபந்தனைகட்கு உட்பட்டது. ஒளிர்வானின் நிறமாலையமைப்பு தொடர்ச்சியாக இருத்தல் வேண்டும். பார்வைப் புலம் முழுதும் ஒரே ஒளிர்வானால் சில நிமிடங்களாவது ஒளிர்வூட்டப்பட வேண்டும். நிறம் மாறாமை, கண் ஒளிர்வானைப் பொறுத்துத் தக அமைவதாலும், பரப்பு நிறங்கள் சுற்றுப்புறங்களைப் பொறுத்து மதிப்பிடுவதாலும் உண்டாகிறது.



படம் 2. C.I.E. அலைநீளங்களின் நிறப்பண்பு C. I. E வரைபடம்

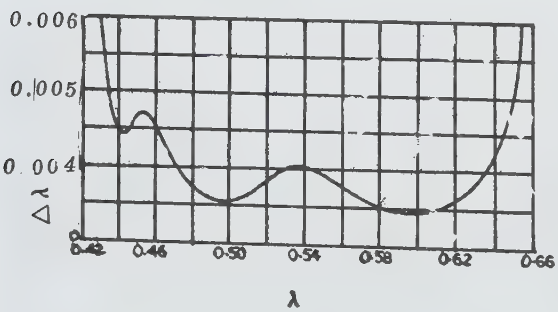
ஓர் ஒளித்தூண்டலின் சுற்றுப்புறங்கள், குறிப்பாக இவை நிறமுடையவையாக இருந்தால், அதன் தோற்றத்தைப் பாதிக்கின்றன. இதனால் ஏற்படும் விளைவு பார்வைப் புலத்தில் பார்வை எதிர்த் தோற்றத்தை (visual contrast) அதிகப்படுத்தல் ஆகும். குறிப்பாக ஒளிச் செறிவு, நிறம், தெவிட்டிய நிலை ஆகியவற்றின் எதிர்த் தோற்றத்தை அதிகப்படுத்தல் ஆகும். உள் அமைப்பால் ஏற்படாமல், வெளியமைப்பால் இந்த எதிர்த் தோற்றம் ஏற்படுவதால், இந்நிகழ்ச்சி ஒரே நேர் எதிர்த் தோற்றம் எனக் கூறப்படுகிறது. இதிலிருந்து ஒரு தூண்டலால் ஏற்படும் தோற்றம் தூண்டலின் நிறக் கலவையை மட்டும் பொறுத்ததன்று என்பது விளங்கும். இந்த ஒளித் தக அமைவு அல்லது வலிய ஒளித்தூண்டல் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் விந்தையான விளைவு பின்-உருத் தோற்றம் (after-image) தோன்றல் ஆகும். (ஒளித் தூண்டல் நின்ற பின்பும் ஒளி உணர்வு தோன்றுதல்).

நிறங்களைப் பகுத்தறிதல் (colour discrimination). இயற்பியல் வல்லுநரைப் பொறுத்தவரை சராசரி,

சாதாரணப் பார்வையாளரின் நிறங்களைப் பகுத்தறியும் தன்மை பார்வையின் மிக முக்கிய கூறாகும். பகுத்தறியத்தக்க வண்ணங்களின் எண்ணிக்கை ஏறத்தாழ 10^7 அளவாகும். தன் ஒளிர் பொருள்களையும் கணக்கில் கொண்டால் இவ்வெண்ணிக்கை 10^8 என இருக்கும். நிற அளவை இயலில் இந்தக் கூறு சிக்கலை ஏற்படுத்தும். ஏனெனில் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளின் பகுத்துணரும் தன்மை இந்த அளவுக்கு இருக்காது. எனவே உண்மையில் வெவ்வேறு நிறத் தூண்டல்கள், நிறஅளவையியலில் ஒரே நிறத்தூண்டல் போன்று தோன்றும்.

கண்ணின் செறிவு பகுத்தறியும் தன்மை. ஒளிர்தல் வேறுபாட்டைப் பகுத்துணரும் தன்மை வெப்பர்-பெகனர் விதி கொண்டு விளக்கப்படுகிறது.

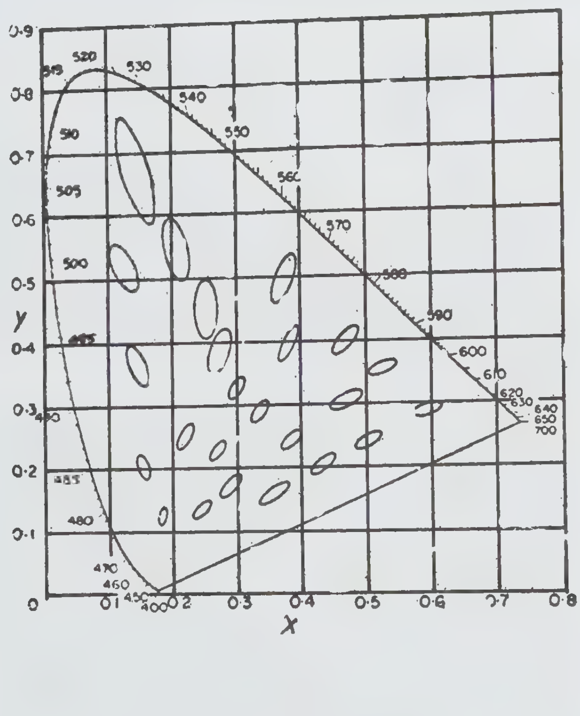
அலைநீளம் பகுத்தறியும் தன்மை. ஒரே செறிவுள்ள நிறங்களை அலை நீளத்தைப் பொறுத்துப் பகுத்தறியும் தன்மை, கண்ணின் நிறம் பகுத்தறியும் தன்மை எனப்படுகிறது. ஆனால் நிறத்தோற்றம் அலை நீளத்தை மட்டும் சார்ந்திராமல் நிறம், தெவிட்டு நிலை போன்றவற்றையும் சார்ந்திருப்பதால் இது ஒரு தவறான கூற்றாகும். நிறமாலையின் சில பகுதிகளில் தெவிட்டு நிலையைச்சார்ந்தும் இருக்கும். படம் 3 ஒரு பார்வையாளரின் மாதிரி அலைநீளப் பகுத்தறியும் தன்மையைக் குறிக்கிறது. நிறமாலையின் மஞ்சள் பகுதியில் $\Delta\lambda$ இன் மதிப்பு மிகக் குறைந்து காணப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான பார்வையாளர்களால் சோடியம் இணைகோடுகளைப் பகுத்தறிய முடியும்.



படம் 3. கண்ணின் அலை நீளம் பகுத்தறியும் தன்மை அலை நீளத்தைப் பொறுத்து மாறும் விதம்

தெவிட்டியநிலை பகுத்தறியும் தன்மை *(saturation discrimination)*. செறிவு மாறாத நிலையில் ஒரு வெள்ளை ஒளியோடு சேரும்போது உணரத்தக்க நிறமாற்றத்தை ஏற்படுத்தத் தேவையான மிகக் குறைந்த ஓரலைநீள ஒளியலைக் கணிப்பதன் மூலம் இது கணக்கிடப்படுகிறது. மற்றொரு முறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஓரலை நீள ஒளிக்கும் வெள்ளை ஒளிக்கும் இடையில் உள்ள பகுத்தறியத்தக்க நிறப்படிகளைக் கணக்கிடுவதன் மூலம் இது அளவிடப்படுகிறது. இருமுறையிலும் நிறமாலையின் குறைந்த அலைநீளப் பகுதி மிகு தெவிட்டியநிலை கொண்டது. 560-580 μm வரையுள்ள அலை நெடுக்கம் குறைந்த தெவிட்டிய நிலையுடையது எனும் ஒருமித்த உண்மையைக் காட்டும், வண்ண அமைப்புப் பகுத்தறியும் தன்மை அளவீடுகள் பயன்படுத்தப்படும் மூவண்ணங்களைப் பொறுத்து அமையும்.

சிறுபுல பேதம் *(small field anamoly)*. ஒளித் தூண்டலின் அளவு குறையும்போது, நிறம்பகுத்தறியும் தன்மை படிப்படியாகக் குறைகிறது. 30 நிமிட வளைவுக்குக் குறைவான புலத்தில், நிறம்பகுத்தறியும் தன்மை குறிப்பிடப்படும் அளவுக்கும் குறைந்தது. 10 நிமிட வளைவுக்கும் குறைந்த தூண்டல் இருந்தால் நிறம் பகுத்தறியும் தன்மை டிரைட்டணோப்பை ஒத்திருக்கும். குறியீட்டு நிறங்களைப் பகுத்தறிவதில்



படம் 4

அலைநீளங்களின் நிறப்பண்பு மாறும்விதத்தைக் குறிக்கும், C. I. D. வரைபடம். நிறப்பண்பு நிறப்பிணைப்பின் படித்தரமாறியாகக் குறிக்கப்படும்போது நீள்வட்டங்கள் படித்தரமாறியை 10 ஆல் பெருக்கக் கிடைக்கும் விளைவைக் குறிக்கின்றன.

இது மிகவும் இன்றியமையாதது. குறியீடுகளாகச் சில நிறங்களையே பயன்படுத்த முடியும் எனும் உண்மையை இது உருவாக்குகிறது. இதன் மூலம் சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை ஒளிகள் பயன்படுத்தப்படும் குறியீட்டு முறையோடு நீலம், இளம்ஊதா, வெள்ளை ஆகிய நிறங்களைப் பயன்படுத்த முடியாது.

வெளி ஃபோவியல் நிறப்பார்வை (*extra foveal colour vision*). கண்ணின் ஓரப்பகுதி ஏற்படுத்தும் நிறப்பார்வை வெளிஃபோவியல் நிறப்பார்வை எனப் படும். பார்வை அளவீடு செய்வதில் உள்ள கடினத் தால் இது பற்றிய ஆய்வுகள் பெருமளவு செய்யப் படவில்லை. ஆனாலும் இப்பகுதிப் பார்வையில் ஒளிர் திறன், நிற இணைப்புத் திறன் ஆகியவை நிலை யானவை அல்ல என்றும், கண்ணின் தக அமைவு, தூண்டலின் ஒளிச்செறிவு, பார்வைக் காலம், சூழல் ஆகியவை பொறுத்து மாறும் தன்மையுள்ளது என்றும் கண்டுள்ளனர்.

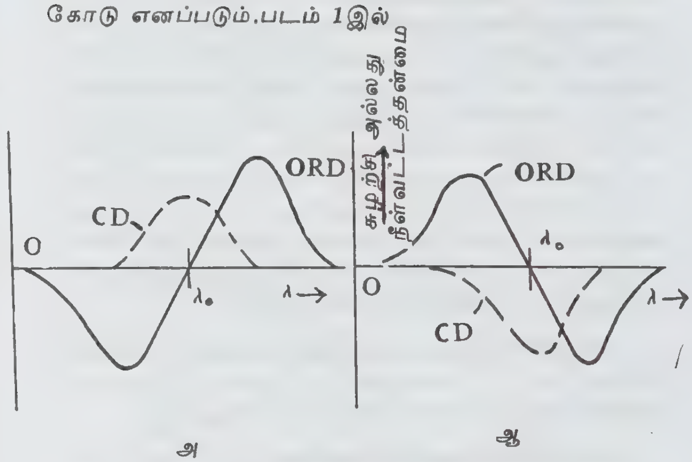
- வெ. ஜோசப்

நூலோதி:- C. Thomas Olivo, Thomas P. Olivo, *Fundamentals of Applied Physics*, Delmar Publishers, Albany, New York, 1978.

காட்டன் விளைவு

ஓர் உட்கவர் நிறமாலைப் பட்டையின் அண்மையில் ஒளியியல் சுழற்சிப் பிரிகை வரைகோடு (optical rotatory dispersion curve) அல்லது வட்ட இரு நிறமை வரை கோடு (circular dichroism curve) அல்லது இரண்டுமே தற்சிறப்பியல்பு அலை நீளத் தைச் சார்ந்திருப்பது காட்டன் விளைவு (cotton effect) எனப்படும்.

ஒரு தள முனைவாக்கம் கொண்ட ஒளி அலை முனைவாக்கத் தளத்தைச் சுழற்றும் தன்மை கொண்ட ஓர் ஊடகத்தைக் கடந்து செல்லும்போது இரண்டு முக்கியமான விளைவுகள் தோன்றுகின்றன. முதலாவதாகத் தள முனைவாக்கம் கொண்ட ஒளி நீள்வட்ட முனைவாக்கம் கொண்டதாக மாற்றப் படுகிறது. இரண்டாவதாக நீள் வட்டத்தின் பேரச்சு முனைவாக்கத்தின் தொடக்கத் திசையிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட கோணமுள்ளதாகத் திருப்பப்படுகிறது. இந்த இரண்டு விளைவுகளுமே அலை நீளத்தைப் பொறுத்தவை. முதலாம் விளைவு வட்ட இருநிறமை (circular dichroism) எனப்படுகிறது. அது அலை நீளத்தை அல்லது அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப் பதைக் காட்டுகிற வரைகோடு, வட்ட இரு நிறமை வரைகோடு எனப்படுகிறது. இரண்டாம் விளைவு ஒளியியல் சுழற்சி (optical rotation) எனப்படும். அதை அலை நீளத்தின் சார்பெண்ணாகக் காட்டுகிற வரை கோடு, ஒளியியல் சுழற்சிப் பிரிகை வரை கோடு எனப்படும். படம் 1இல்



படம் 1

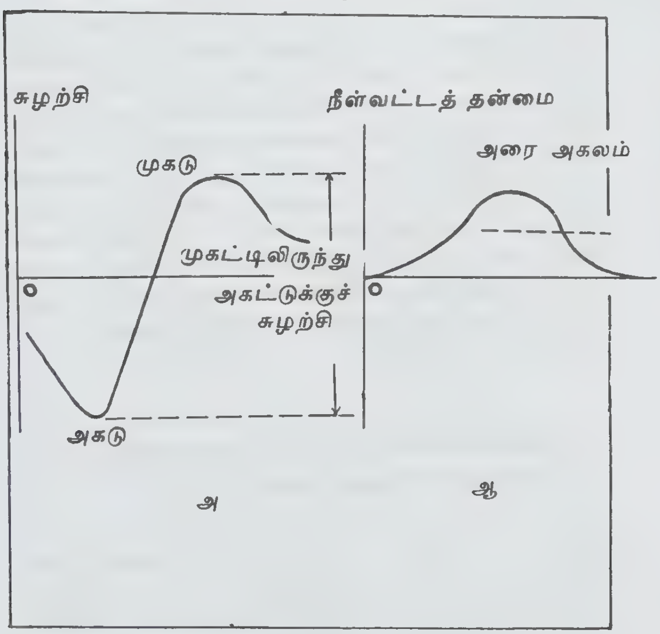
முதல் வரைகோடு CD எனவும், இரண்டாம் வரை கோடு ORD எனவும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. உட்கவர் நிறமாலைப் பட்டைகளின் அண்மையில் இவ்விரு வரைகோடுகளும் தற்சிறப்பியல்பான வடிவங்களுடன் அமைகின்றன. இதுவே காட்டன் விளைவு எனப் படுகிறது. இது நேரினமாகவோ எதிரினமாகவோ இருக்கலாம். ஒவ்வோர் உட்கவர் செயல்முறையுட னும் இணைந்ததாக ஒரு காட்டன் விளைவு உள்ளது. எனவே ஒரு பகுதி CD வரைகோடு அல்லது பகுதி ORD வரைகோடு ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட உட்கவர் நிறமாலைப் பட்டை அல்லது உட்கவர்தல் செயல் முறையுடனும் இணைந்ததாக இருக்கும்.

அளவீடுகள். பொதுவாக ஆய்வு முடிவுகள் எண் வகை (specific) மூலக்கூறு வகை (molar) என்னும் இரு அலகு கணங்களில் ஏதாவது ஒன்றில் குறிப் பிடப்படுகின்றன. ஒளித்தளச் சுழற்றுந் தன்மையுள்ள ஓர் ஊடகத்தின் செறிவு ஒரு கிராம்/மில்லி லிட்டர் என்னும் அளவில் இருக்கும்போது அதில் டெசி மீட்டர் தொலைவைக் கடக்கும் ஒளியின் முனை வாக்கத் தளம் சுழற்றப்படுகிற கோணப் பாகைகள் தனிச் சுழற்சி (specific rotation) எண் எனப்படும். அதை (α) என்னும் எழுத்தால் குறிக்கலாம். நீள் வட்ட எண் (specific ellipticity) என்பது அதே ஊடகத்திற்கு அதே பாதை நீளத்திற்கு நீள்வட்டத் தன்மை (ellipticity) ஆகும். அதை θ என்னும் எழுத்தால் குறிப்பிடலாம், a,b என்னும் பேரச்சும், சிற்றச்சும் கொண்ட ஒரு நீள்வட்டத்திற்கு (a-b)/a என்பது நீள்வட்ட எண் எனப்படும். $[\phi] = [\alpha]$ M/100 என்பது மூலக்கூறு சுழற்சி (molar rotation) எனவும் $[\theta] = \theta M/100$ என்பது மூலக்கூறின் நீள்வட்டத்தன்மை எனவும்வரையறுக்கப் படுகின்றன. இதில் M என்பது மூலக்கூறின் எடையைக்

குறிக்கும். வெவ்வேறு சேர்மங்களுக்கிடையில் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது மூலக்கூறு அளவுகள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை மூலக்கூறு அடிப்படையில் நேரடியான ஒப்பீடுகளுக்கு உதவுவதே இதற்குக் காரணம்.

பகுதி CD வரை கோட்டிற்கு அடியிலுள்ள பரப்புக்கும் CDஇன் பெருமத்திற்கான அலை நீளத்திற்கும் இடையிலான தகவு உட்கவர்தல் செயல் முறையின் சுழற்சிச் செறிவுக்கான அளவு ஆகும். மேலும் ஏறத்தாழ ஒரே நிறமாலைப் பகுதியில் ஏறத்தாழ ஒரே அரை அகலம் (half width) கொண்டவையாக அமைந்த பட்டைகளுக்கு, பகுதி ORD வரை கோட்டின் முகட்டிலிருந்து அகட்டிற்கு (peak to trough) நேரும் சுழற்சி, அதற்கு ஒப்பான பகுதி CD வரை கோட்டிற்கு அடியிலுள்ள, அலை நீளத் திருத்தம் செய்யப்பட்ட பரப்புக்கு ஏறத்தாழ நேர் விகிதத்தில் உள்ளது (படம் 2). அதாவது சார்பு சுழற்சிச் செறிவுகளை அவற்றுக்குத் தொடர்புள்ள பகுதி ORD வரைகோடுகளிலிருந்தோ, பகுதி CD வரைகோடுகளிலிருந்தோ அளவிட முடியும். ஓர் உட்கவர்தல் செயல் முறையின் சுழற்சிச் செறிவுக்கு வசதியான அளவறுதி அளவீடாகச் சுழற்சி வலிமை (rotational strength) அமைகிறது. i மாற்றத்தின் சுழற்சி வலிமை R_i, அதன் பகுதி மூலக்கூறு CD வரைகோடு $[\theta_i(\lambda)]$ எனில்,

$$R_i \approx 6.96 \times 10^{-43} \int_0^{\infty} \frac{[\theta_i(\lambda)]}{\lambda}\, d\lambda .$$



படம் 2

மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு நடைமுறையில் உண்மையாகக் காணப்படுகிற சுழற்சி வலிமை ஏறத்தாழ 10^{-38}-10^{-42} cgs க்கும் கீழான மதிப்புகள் வரை அமைந்திருக்கும். எண் மதிப்பில் காணப்படும் இத்தகைய வேறுபாட்டை முப்பரிமாண வேதியியல் (stereochemistry) தத்துவங்களின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். இதன் தொடர்பாக ஒளித்தளச்சுழற்றுந் தன்மையுள்ள நிறமூட்டும் வேதிப் பொருள்களை (chromophores) இரண்டு வரம்பிடு வகைகளின் அடிப்படையில் பிரிப்பது பயனுள்ளதாக இருக்கும். இவை சமச்சீர்மை இல்லாதவையாகவே இருக்க வேண்டியுள்ளன. இவற்றை இயல்பாகவே சமச்சீர்மை இல்லாதவை எனவும், இயல்பாகச் சமச்சீர்மை பெற்றிருப்பினும் சமச்சீர்மை இல்லாத வகையில் குலைக்கப்பட்டவை எனவும் இரண்டு வகையாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம்.

ஒரு சமச்சீர்மை உள்ள நிறமூட்டு வேதிப் பொருளில் இயல்பான வடிவியல் அமைப்பு, போதுமான அளவுக்கு உயர்ந்த சமச்சீர்மை பெற்றிருக்கும். அதன் காரணமாக, தனிமைப்படுத்தப்பட்ட நிறமூட்டுந் தொகுதியை அதன் ஓர் ஆடிப் பிம்பத் தொகுதியின் மேற்பொருத்தலாம். காட்டாக >C=O என்னும் தொகுதியைக் குறிப்பிடலாம். இத்தகைய நிறமூட்டுந் தொகுதியின் நிலை மாற்றப் பொருள்கள், சமச்சீர்மையற்ற மூலக்கூறின் சூழலில் அமைந்து விடும்போது மட்டுமே ஒளித் தளத்தைச் சுழற்றும் தன்மை பெற்று ஒரு காட்டன் விளைவை வெளிக்காட்ட முடியும். இவ்வாறு $H_2C=O$ என்னும் சமச்சீர்மையுள்ள ஃபார்மால்டிஹைடில், கார்போனில் நிலை மாற்றப் பொருள்கள் ஒளித் தளத்தைச் சுழற்றும் தன்மை கொண்டிருப்பதில்லை. ஆனால், கீட்டோஸ்டிராய்டுகளில் மூலக்கூறின் புறத்தே உள்ள நிறமூட்டு மூலக்கூறின் பகுதி, >C=O குழுவின் சமச்சீர்மைத் தளங்களைப் பொறுத்துச் சமச்சீர்மையற்ற வகையில் அமைந்து விடுகிறது. இங்கு, கார்போனில் தொகுதியின் நிலை மாற்றப் பொருள்கள் காட்டன் விளைவை வெளிக்காட்டுகின்றன. இத்தகைய நிகழ்வுகளில் சுழற்சி வலிமையின் குறியிட்ட எண் மதிப்பு, நிறமூட்டு மூலக்கூறுகளுக்குப் புறத்தேயுள்ள உலைவு (perturbing) செய்யும் அணுக்களின் வேதித்தன்மை, இயல்பாகவே சமச்சீர்மையுள்ள நிறமூட்டும் பகுதியைப் பொறுத்து அவற்றின் வடிவியல் அமைப்பு ஆகிய இரண்டையுமே பொறுத்து அமைகிறது. ஒரு வகையில் நிறமூட்டு வேதிப்பொருள், மூலக்கூறின் நிறமூட்டும் பகுதிக்குப் புறத்தேயுள்ள பகுதியில் உள்ள வேதிச் சமச்சீர்மையின்மைகளைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் மூலக்கூறின் துருவியாகச் (probe) செயல்படுகிறது எனலாம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட ஒளித் தளச் சுழற்று விளைவு ஒரு மூலக்கூறில் ஒரு சமச்சீர்மையற்ற

கார்பன் அணு அல்லது வேறு ஏதாவது ஓர் அணு உள்ளமையால் ஏற்படுகிறது. இயல்பாகவே சமச்சீர்மை உள்ள ஒரு நிறமூட்டும் வேதிப் பொருள் மூலக்கூறில் இருக்குமானால் அது சமச்சீர்மையற்ற ஒரு சூழலில் இருப்பது ஏறத்தாழ உறுதியானது எனவும் அதன் காரணமாக அதற்கு இதுவரை ஒளித்தளச் சுழற்று விளைவை உண்டாக்கும் வகையில் அமைந்திருந்த நிலை மாற்றங்கள் இனி காட்டன் விளைவை வெளிக்காட்டும் என எதிர்பார்க்கலாம் எனவும் அந்தச் சமச்சீர்மையற்ற அணு சுட்டிக் காட்டுகிறது. மேலும் இதனுடன் தொடர்புற்ற சுழற்சி வலிமையின் குறியிட்ட எண் மதிப்பை, நிறமூட்டும் பகுதிக்குப் புறத்தேயுள்ள சூழலின் முப்பரிமாண வேதியியல் சொற்களில் விளக்க முடியும். ஆனால் சமச்சீர்மையற்ற அணு இருந்தால் மட்டுமே ஒளித்தளச் சுழற்சி ஏற்படும் என்பதில்லை. நிறமூட்டும் வேதிப் பொருளின் உள்ளார்ந்த வடிவியல் மிகக் குறைந்த சமச்சீர்மை பெற்றிருக்குமானால் தனிப்பட்டமுறையிலான நிறமூட்டும் வேதிப் பொருள் அதன் ஆடிப் பிம்பத்தின் மேற்பொருத்தமுடியாத்தாக (chiral) இருக்கலாம். ஹெக்சா ஹெலிசீன் (hexa helicene) இதற்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.

இச்சமயத்தில் ஒரு சமச்சீர்மையற்ற சூழல் இருந்த போதும் நிறமூட்டு வேதிப் பொருளின் நிலை மாற்றங்கள் ஒளித்தளச் சுழற்றும் பொருளின் விளைவை வெளிக்காட்ட முடியும். அத்துடன் இயல்பாகவே சமச்சீர்மையற்ற நிறமூட்டிகளுடன் தொடர்புற்ற சுழற்சி வலிமையின் எண் மதிப்புகள், இயல்பாகவே சமச்சீர்மையுள்ள நிறமூட்டிகளின் சுழற்சி வலிமை எண் மதிப்புகளைவிடப் பத்து மடங்கு மிகுதியாக இருக்க முடியும். எனவே, இயல்பாகவே சமச்சீர்மையற்ற நிறமூட்டிகளின் நிலை மாற்றங்களின் நிறமாலைப் பகுதிகளில் நிறமூட்டியை வலப்புறமாகச் சுழற்றுவதா, இடப்புறமாகச் சுழற்றுவதா என்பதைப் பொறுத்தே சுழற்சி வலிமையின் குறி அமையுமே தவிர அந்த நிறமூட்டி இருக்கக்கூடிய சமச்சீர்மையற்ற சூழலால் ஏற்படக்கூடிய சிற்றுலைவுகளின் காரணமாக அமைவதாக இராது.

இயல்பாகவே சமச்சீர்மையற்ற ஒரு நிறமூட்டியின் வலச்சுழற்றுந் தன்மை அல்லது இடச்சுழற்றுந் தன்மை அந்த நிறமூட்டி அமைந்துள்ள முழு மூலக்கூறின் வடிவமைப்பை நிர்ணயிப்பதில் குறிப்பிடத்தக்க பங்கு வகிப்பதாக இருக்க முடியும். எனவே நிறமூட்டியின் வலச்சுழற்றுந் தன்மை அல்லது இடச்சுழற்றுந் தன்மையைக் கண்டுபிடிப்பதன் மூலம் பல வேளைகளில் மூலக்கூறின் வடிவியல் அமைப்பைக் கண்டறிய முடியும். இதே அடிப்படையில் காட்டன் விளைவு மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பு வடிவியலை ஊகித்தறிய உதவுகிறது.

-கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. W.Landee, C. Davis, P. Albrecht *Electronics Designers Hand Book*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1971.

காட்டாமணக்கு (சித்த மருத்துவம்)

இதன் இலையை வதக்கி மார்பகத்தின் மீது கட்டினால் பால் சுரக்கும். இலைச் சாற்றைப் படைகளுக்குப் பூசலாம். இதன் இலையை விளக்கெண்ணெய் தடவி நெருப்பில் வதக்கிக் கட்டுவதால் கட்டி கரைந்துவிடும். அவ்விடத்திலுள்ள வலியையும் அடக்கும். இதன்பாலை வலியுள்ள பல்லில் வைக்க, பல் வலி குணமாகும். பல் வலி உள்ளவர்கள் இதன் குச்சியால் பல்துலக்கி வருவதுண்டு. காயம்பட்டு இரத்தம் வெளிப்பட்ட இடத்தில் இதன் பாலைப் பூச இரத்தம் வெளியேறல் நிற்கும்; காயமும் ஆறும். சிறுநீரோடு விழுகின்ற மேகம், வெள்ளை, வயிற்றுவலி, குறிவிரணம்,சருமக்கட்டி முதலியவை காட்டாமணக்கின் பாலால் நீங்கும். இதன் பாலோடு தூயநீர் சேர்த்து வாய் கொப்பளிக்க வாயிலுள்ள இரணங்கள் ஆறும்.

பால் நிறைந்த இதன் வேர்ப்பட்டையைப் பசும்பால் சேர்த்து அரைத்துப் பின் சுண்டைக்காய் அளவைப் பகவின் பாலில் கலக்கிக் கொடுத்தால் குஷ்டம், பாண்டு, சோகை, காமாலை, வீக்கம், வயிற்றுக்கட்டி, பெருவயிறு முதலியவை நீங்கும்.

இவ்வேரின் பட்டையை அரைத்துக் கீல் பிடிப்புக்குப் பற்றிடலாம். இதன் வேர்ப்பட்டையுடன் பெருங்காயமும் மோரும் சேர்த்துச் செரியாமை, பெருங்கழிச்சல் இவற்றிற்குக் கொடுக்கலாம். இதன் இளம் வேர் அல்லது கிழங்கை நீரில் அலசித் தூய்மை செய்து, காரமில்லாத அம்மியில் வைத்துப் பசும்பால் விட்டரைத்துக் கொட்டைப்பாக்களவு 168 மி.லி. பசும்பாலில் கலந்து மூன்றுநாள் கொடுக்க, சூதகக் கட்டு உடைந்து இயல்பாக மாதவிலக்கு உண்டாகும். இதன் எண்ணெயுடன் தேங்காய் எண்ணெய் கூட்டிப் புண், சிரங்கு இவற்றில் தடவ அவை ஆறும்.

- சே. பிரேமா

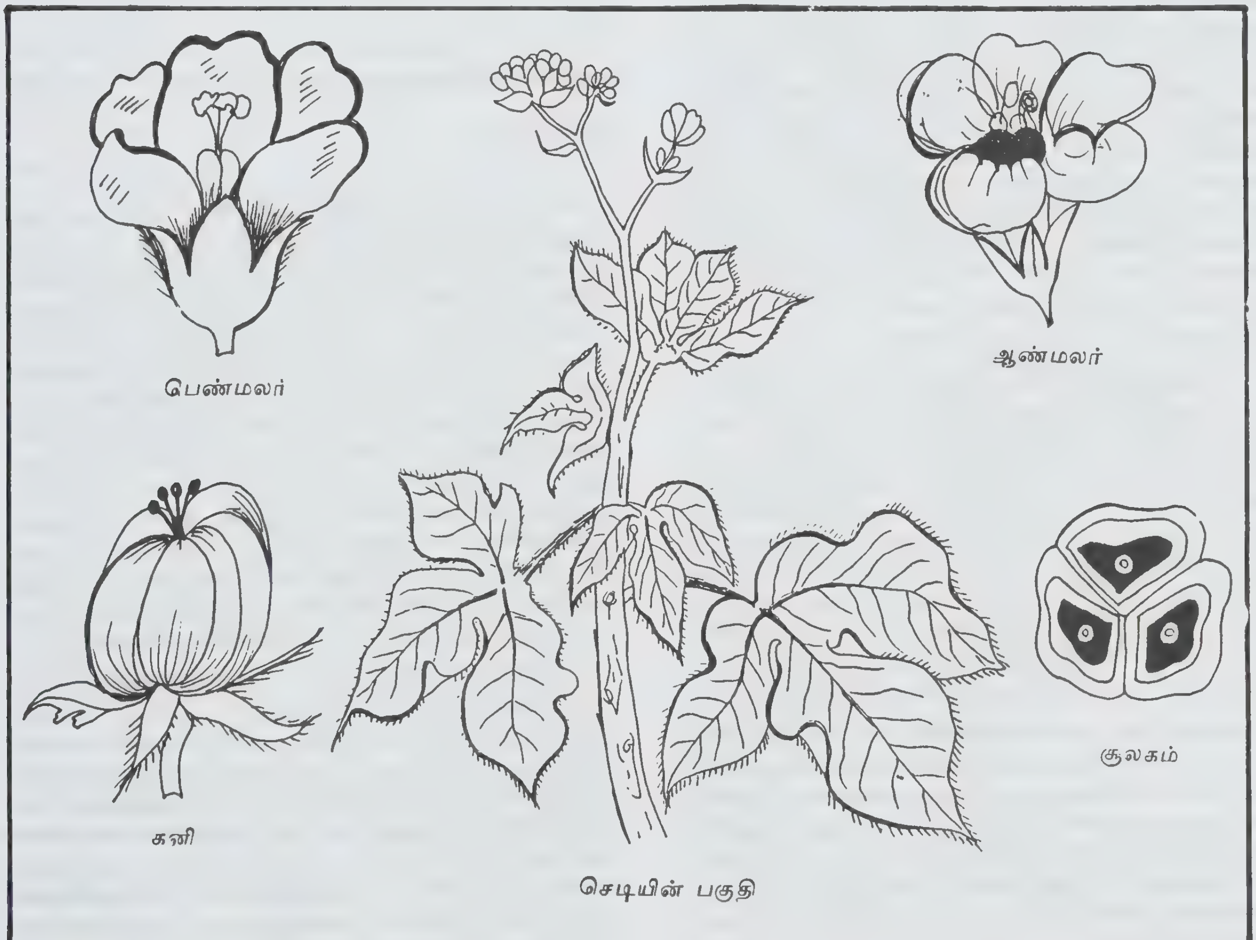
காட்டாமணக்கு (தாவரவியல்)

இது யூபோர்பியேசி என்னும் இரு வித்திலைக் குடும்பத்தைச் சார்ந்ததாகும். ரப்பர் மரம், நெல்லி, ஆமணக்கு, மரவள்ளிக் கிழங்கு, கள்ளி முதலிய வெவ்வேறு பேரினங்களுடன் காட்டாமணக்குச் செடியின் பேரினமும் இக்குடும்பத்தில் அடங்கும். இதன் தாவர

வியல் பெயர்கள் ஜட்ரோபா காஸ்ஸிப்பிபோலியா (*J. gossypifolia*) ஜட்ரோபா கிளாண்டுலிபெரா, ஜட்ரோபா குர்காஸ் என்பன.

இது பெரிய செடியாகவோ சிறு மரத்தின் அள வாகவோ சாதாரணமாகக் காணப்படும். பொதுவாக இது பிரேசில் நாட்டைச் சேர்ந்ததாகக் கருதப்படு கிறது. இதன் தண்டு தடியாக, உருண்டையாகச் சாறு நிரம்பியதாக இருக்கும். இலைகள் உருவில் பருத்தி இலைகளை ஒத்திருக்கும். தனி இலைகள் ஆனாலும் கைவிரல் போன்று பிளவுபட்டிருக்கும், தளிர்கள் சிவந்தவையாகவும், முதிர்ந்த இலைகள் பச்சையா கவும் இருக்கும். மாற்று இலையடுக்கம் கொண்டவை. இலையடிச் செதில்கள், கிளைத்த சுரப்பிகளுடன் கூடிய இழைகளாக இருக்கும். இலைக்காம்புகள் 11 செ.மீ. நீளமுள்ளவை. இலைப்பரப்பு 3-7 செ.மீ. அகலமுள்ளது. 3-5 பிளவுகள் இருக்கும். இலைக் காம்புகளிலும், இலை விளிம்புகளிலும் சுரப்பிகளுள்ள இழைகள் நிறைந்திருக்கும். மலர்கள் சிவந்தவை யாகவோ, மஞ்சள் நிறமாகவோ கிளைத்த சைம் (cyme) வகையைச் சேர்ந்த மஞ்சரிகளில் இருக்கும். தண்டுகளின் நுனியில் காணப்படும் ஒரே மஞ்சரியில் இருபால் மலர்களும் கலந்து காணப்படும். மஞ்சரி யின் நடுமலர் பெரும்பாலும் பெண் மலராகவே இருக்கும். மலர்கள் சமச்சீரானவை, ஐந்தடுக்கு அமைப்புடையவை, ஹைபோகைனஸ் வகையைச் சார்ந்தவை. புல்லி வட்டம் ஐந்து இதழ்களால் ஆனது. இதழ்கள் அல்லி வட்ட இதழ்களை ஒத்திருக் கும். ஈட்டி வடிவமானவை; இணையாதவை; அடுக்கு இதழ் அமைப்புக் கொண்டவை. சில சமயங்களில் பெண் மலர்களில் புல்லி வட்டம் இருப்பதில்லை. அல்லி வட்டம் ஐந்து இணைந்த அல்லது தனி இதழ்க ளால் ஆனது. அடுக்கு இதழ் அமைப்புக் கொண்டது. சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறமுடையது.

மலர்களில் தடித்த தட்டு (disc) வட்ட வடிவில்



காட்டாமணக்கு

அல்லது ஐந்து சுரப்பிகளாதக் காணப்படும். இவை அல்லி வட்ட இதழ்களுக்கு உட்புறம்அமைந்திருக்கும் மகரந்தங்கள் எட்டு. இவை ஒரே கற்றையாக இணைந்து ஆண் மலரின் மையப் பகுதியில் காணப் படும். சில சமயங்களில் மகரந்தங்கள் எட்டிற்கு மேலும் இருக்கும். வெளிப்புறத்திலுள்ள மகரந்தங்கள் இணையாமல் தனித்து இருக்கும். மகரந்தப் பைகள் நேராகவும் இணையாகவும் இருக்கும். நீளமாகவோ நீள் உருண்டை வடிவினவாகவோ இருக்கும். சூற்பை மேல் மட்டமானது. பெரும்பாலும் மூன்று சூலிலைகளாலோ இரண்டு அல்லது நான்கு சூலிலைக ளாலோ ஆனது.

சூலிலைகள் இணைந்தவை. சூலறைகள் சூலிலை களுக்குச் சமமான எண்ணிக்கையில் உள்ளன. சூற்பை, சுரப்பிகளாலான தடித்த தட்டின் மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சூலகத் தண்டு மூன்று, நுனியில் இரண்டாகப் பிரிந்துள்ளது. அடிப்பகுதியில் இணையாதது. ஒவ்வொரு சூல் அறையிலும் தனித்த ஒற்றைச் சூல் இருக்கும். சூல்கள் தொங்கு ஒட்டு முறையில் அமையப் பெற்றவை. காய்கள் சூலிலை களை ஒத்த பகுதிகளாகப் பிரியும் வெடிகனி(capsule) வகையைச் சார்ந்தவை. காய்ச்சுவர் கெட்டியானது. விதைகள் முட்டை வடிவமானவை அல்லது நீள மானவை. விதை சூழ்தசை சதைப்பற்றுள்ளது; விதை யிலைகள் தட்டையானவை. ஆமணக்கு விதையைப் போன்று இருக்கும் இவை பஞ்சு போன்று சிறுகட்டி (caruncle) உடையவை. விதைகள் நஞ்சுள்ளவை. இவற்றின் நஞ்சுக்கு எலுமிச்சைச் சாறு மாற்று மருந்தாகும்.

ஜ. காஸிபிஃபோலியா. இந்தியாவின் அனைத்து மாநிலங்களிலும் காணப்படுகிறது. சாலை ஓரங் களிலும், தரிசு நிலங்களிலும் வளர்கிறது. ஜ. கிளாண்டுலிஃபெரா பெரும்பாலும் கருமண் பூமியில் வளரும். ஜ. குர்காஸ் அனைத்து மாநிலங்களிலும் காணப்படுகிறது. வேலியோரங்களில் வளர்க்கப்படு கிறது. சில இடங்களில் ஏறக்குறைய ஒரு மரமாக வளர்கிறது. காம்பிள் என்னும் தாவர இயல் வல்லுநர் இதையே காட்டாமணக்கு என்பார். இதன் மலர்கள் இளம் பச்சை வண்ணமாயிருக்கும். இதன் மரப் பட்டை பச்சை கலந்த வெள்ளையாக இருக்கும்.

பயன்கள். ஜ. காஸிபிபோலியா கர்ட்டாமணக்குச் செடி பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்ததாகும். இலைகளை வேகவைத்துக் காயங்களுக்குப் போட லாம். இவற்றை மசித்து, ஊறல், படை நோய்களுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுத்தலாம். மரப்பட்டையின் சாறு பெண்களுக்கு மாதவிடாயை உண்டாக்க வல்லது ஜ. கிளாண்டுலிஃபெரா செடியின் இலைச்சாறு துணி களுக்குச் சாயமாகப் பயனாகிறது. ஒரு கிலோ காய்ந்த இலைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் சாயத்தைக் கொண்டு ஏறக்குறைய 100 மீட்டர் நீளமுள்ள துணிகளுக்குச் சாயமேற்றலாம். இதன் விதைகளி லிருந்து எடுக்கப்பட்ட எண்ணெய் வாதத்திற்கு மருந் தாகவும், விளக்கெரிக்கவும் பயன்படுகிறது. கனி வெடிப்பதற்கு முன்பே விதைகளை எடுக்க வேண்டும்.

ஜ. குர்காஸ் செடியின் விதைகள் மலமிளக்கும் இயல்பு வாய்ந்தவை. வாந்தியையும் தூண்டுபவை. விதையுறைகளை நீக்கி விட்டு இவற்றை உட்கொள்ள லாம். இந்த எண்ணெய், சாராயத்தில் கரையும் தன்மையுடையது. இந்த எண்ணெயை இரும்பு ஆக்சைடுடன் கலந்து பெட்டிகளுக்கு நெய்வனமாகப் பயன்படுத்தலாம். இலைச்சாறு பெண்களுக்குப் பால் சுரப்பைத் தூண்டுகிறது. ஆடுமாடுகள் தின்னாமை யால் இதை வேலிச் செடியாக வளர்க்கலாம்.

- வே. சங்கரன்

நூலோதி. Col. Heber Drury, *The useful plants of India*, International Book distributors, Dehra Dun, 1985,

காட்டிகள்

பலவகைத் தாவரங்கள் அனைத்து இடங்களிலும் வளராமல் சில குறிப்பிட்ட வாழிடங்களிலேயே வளர் கின்றன. காட்டாக, நாணல் வகைச்செடிகள் ஆறுகள், நீரோடைகளின் கரைகளிலும், கள்ளி வகைச் செடிகள் வறண்ட நிலப்பகுதிகளிலும் வளர்கின்றன. தாவரங் களுக்கும் அவற்றின் வாழிடங்களுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளமையால் தாவரங்களின் வாழிடங் களைக் கொண்டு அவ்விடத்தைப் பற்றிய விவரங் களைத் தெரிந்துகொள்ள உதவும் தாவரங்கள் குறி காட்டும் செடிகள் அல்லது காட்டிகள் (indicators) எனப்படுகின்றன. தனிப்பட்ட செடியைக் கொண்டு அதன் வாழிடம் பற்றிய முடிவுகளைக் கணக்கிடாமல் வாழும் தாவரத் தொகுதி அனைத்தையும் அல்லது அங்கு வாழும் செடிகளில் பெரும்பான்மையான சிற்றி னத்தையும் கொண்டே முடிவு செய்ய வேண்டும்.

நிலத்திலிருந்து நீரையும் கனிமங்களையும் எடுத் துக் கொள்ளும் தாவரங்களைக் கொண்டு அவை வாழிடத்திலுள்ள நிலத்தடி நீரின் அளவு, மட்டம், கனிமங்கள் இவற்றை நுட்பமாக அறிய முடியும். சான்றாக, அகேசியா கிளாண்டுலிஃபெரா, அகேசியா கிரெக்கை ஆகியவை நிலத்தடி நீரூற்றுகளைக் குறிக் கும் தாவரங்களாகும். இச்செடிகளின் வாழிடங் களைக் கொண்டே ஆஃப்ரிக்கா, தென் மேற்கு அமெரிக்க நாடுகளின் வறண்ட பகுதியில் குடியேறி யோர் நீரூற்றுகளைக் கண்டுபிடித்தனர் என்று கூறப் படுகிறது. நிலத்தடி நீர் மட்டம் ஆழத்தில் உள்ளது என்பதைப் புரோசோபிஸ் ஸினரேரியா வாழிடத்தி

லிருந்தும், நீர் மிகுதியான சதுப்புகள் உள்ளன என்பதை டைஃபா, ஜங்கஸ், காரேக்ஸ் போன்ற செடிகள் வளர்வதைக் கொண்டும் உணரலாம். அவ் வாறே சப்பாத்திக் கள்ளி, கினோபோடியம். எவால் வுலஸ் அலிஸினாய்டெஸ் முதலிய செடிகள் மிகுதி யாக வளர்ந்திருந்தால் அப்பகுதி மிகையான மேய்ச்ச லுக்கு (*over grazing*) உட்படுத்தப்பட்டதை அறிய லாம்.

ஓர் இடத்தின் இயற்கையான தாவரத் தொகுப் பைக் கொண்டு அந்த நிலத்தை எவ்வாறு பயன் படுத்தலாம் என்று முடிவு செய்யலாம். காட்டாக, அமெரிக்காவில் முற்காலத்தில் பரந்த புல்வெளிகளாக இருந்த பகுதிகளில்தான் தற்போது கோதுமை, ஓட்ஸ், பார்லி, சோளம் போன்ற புல் வகைத் தானியப் பயிர்கள் பயிரிடப்படுகின்றன. அவ்வாறே முன்னர், காடுகள் மிகுந்திருந்த பகுதிகளில் தற் போது ஆப்பிள் பீச், பேரி முதலிய பழமரங்கள் பயிரிடப்படுகின்றன. புல்வெளிகளில் மாடு குதிரை முதலியனவும், சிறு செடிகள் உள்ள இடங்களில் செம்மறி ஆடுகளும், புதர்ச் செடிகள் மிகுதியான பகுதிகளில் வெள்ளாடுகளும் வளர்க்கப்படுகின்றன.

பயிர் வளர்ச்சிக்கு ஏறக்குறைய 64 தனிமங்கள் தேவைப்படுகின்றன என்றாலும் இவற்றில் சிறப்பாக 16 தனிமங்கள் இன்றியமையாதவை. அவை நைட் ரஜன், பொட்டாசியம், பாஸ்ஃபரஸ், கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கால்சியம், மக்னீசியம், தாமிரம், துத்தநாகம், மாங்கனீஸ், இரும்பு, மாலிப் டினம், கோபால்ட், குளோரின், போரான் ஆகியன. பயிர்களின் வகைகளுக்கேற்ப தனிமங்களின் எண்ணிக்கையும் அளவும் மாறுபடும். மாவுச் சத்து களைச் சேர்க்கும் பயிர்கள் பெருமளவு பாஸ்ஃ பரஸையும் தீவனப் பயிர்கள் நைட்ரஜனையும், நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பயிர்கள் பெருமளவு மாலிப்டினம், கோபால்ட் கனிமங்களையும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. எனவே ஒவ்வொரு தனிமமும் ஒரு குறிப்பிட்ட பயிர் வளர்ச்சிக்குத் தேவைப்படுகிறது. இதைக் குறிகாட்டும் செடிகள் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

நிலமண்ணில் எந்தத் தனிமம் எந்த அளவில் பற்றாக்குறையாக உள்ளது என்பதை மண் ஆய்வு இல்லாமலேயே காட்டிகள் மூலம் எளிதில் தெரிந்து கொள்ளலாம். இப்பயிர்களில் அந்தந்தத் தனிமங் களுக்கு ஏற்றவாறு இலையின் நிறம், பயிரின் உயரம், விளைச்சல் ஆகியவை மாறுபடுகின்றன. சான்றாக நைட்ரஜன் பற்றாக்குறையை மக்காச்சோளப் பயிர் மூலமாகவும், பொட்டாசியம், பாஸ்ஃபரஸ் பற்றாக் குறையை முறையே எலுமிச்சை, உருளைக்கிழங்கு போன்ற பயிர்கள் மூலமாகவும் அறியலாம். நுண் ணூட்டச்சத்துகளான, சுண்ணாம்பு, இரும்பு, மாங்க னீஸ், மாலிப்டினம், போரான் முதலியவை நில மண்ணில் போதிய அளவு உள்ளனவா என்பதை முறையே குதிரைமசால், சோளம், ஆப்பிள், பூக் கோஸ், பீட்ருட் ஆகிய பயிர்கள் மூலம் அறியலாம். இவ்வாறே குளோரின், ஃப்புளோரின், புரோமின், அயோடின், தனிமங்கள் நில மண்ணில் இருப்பதை முறையே அவகேடோ, திராட்சை, வெங்காயம், போன்ற பயிர்களிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

பண்ணை நீர் மேலாண்மைக்கும், நீர்ப்பாசனத் திற்கும் காட்டிகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, பெரும் பண்ணைகளின் ஒரு பகுதியில் பயிரிடும் சூரியகாந்தியின் வாடல் நிலை யைக் கொண்டு ஏனைய பயிர்களின் நீர்த்தேவையை அறியலாம். இங்கு, சூரியகாந்தி பயிர் காட்டியாகப் பயன்படுகிறது. அதுபோலவே பருத்தி பயிரிடப்படும் தோட்டக்கால் பண்ணைகளின் ஒரு பகுதியில் பயிர் செய்யும் தக்காளிச் செடிகள், காட்டியாகப் பயன் பட்டு வாடல் நிலையால் நில நீர்ப் பற்றாக்குறையை வெளிப்படுத்துகின்றன. நீர்ப்பாசனத்தையும் ஒழுங்கு படுத்த உதவுகின்றன. மேலும் பருத்தி, நிலக்கடலை, மிளகாய் போன்ற பயிர்களைச் சுற்றிலும் பயிர் செய்யப்படும் ஆமணக்குச் செடிகளில் சல்லடை போன்று அரிக்கப்பட்டு வெண்மையாகத் தோன்றும் இலைகள் அவற்றில் கூட்டம் கூட்டமாக வாழும் புழுக்களையும் பூச்சிகளால் ஏற்படும் அழிவையும் சுட்டிப் பயிர்ப் பாதுகாப்பு நிலையை வெளிப்படுத்தும் காட்டிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

அமெரிக்கா, கனடா, காங்கோ முதலிய நாடு களில் கனிம வளத்தைக் கண்டுகொள்ளப் பலவகைக் காட்டிகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஆர்மேரியா ஹாலெரை, ஹட்சின்ஸியா அல்பைனா ஆகிய தாவரங்கள் வளரும் நிலமண்ணில் துத்தநாகம் மிகுதி யாக இருப்பதையும், பாலிகார்ப்பியா ஸ்பைரோஸ் டைலிஸ் என்னும் செடி வகை தாமிரம் இருப்பதை யும், ஈக்குசிடம் ஆர்வன்ஸி செடிகள் தங்கம் இருப் பதையும் காட்டுகின்றன. மேலும் எரியக்கோனியம் ஓவேலிஃபோலியம், வல்லோஸியா காண்டிடா முதலிய தாவரங்கள் முறையே வெள்ளி, வைரம் இருப்பதையும் கண்டறிய உதவும். அமெரிக்காவில் யுரேனியம், தோரியம் மிகுதியாக உள்ள படுகை நிலங்களில் வளரும் ஸ்டான்லியா பின்னேட்டா தாவரப் பூக்களில் ஏற்படும் திடீர் மாற்றங்களிலிருந்து கதிரியக்கத் தனிமங்கள் மிகுதியாக இருப்பதை அறிய லாம்.

மேலும் சில குறிகாட்டும் செடிகள் அல்லது காட்டிகள் மூலமாக நிலத்தின் தன்மையை அறிய லாம். காசுரினா, ஏர்வா, சிட்ரல்லஸ் கோபோ ஸின்திஸ் ஆகியவை மணற்பாங்கான நிலப்பண்பை யும், ரூமெக்ஸ், ரோடோடென்ரான் முதலியன நிலத்தின் அமிலத்தன்மையையும், தேக்கு, இக்சோரா

பார்விப்ளோரா ஆகியவை சுண்ணாம்புப்பாறை உள்ள நிலங்களையும், ஸ்வோடா, ஸாலிக்கோர்னியா, அட்ரிப்ளெக்ஸ் ஆகியவை உப்பு மிகுதியான கடலோரப் பகுதிகளையும் குறிக்கின்றன. ராஜஸ்தானில் வளரும் எருக்கு (*Calatropis procera*) ஜிப்சம் படுகைகளைச் சுட்டுகிறது.

- இராபின்சன் தாமஸ்

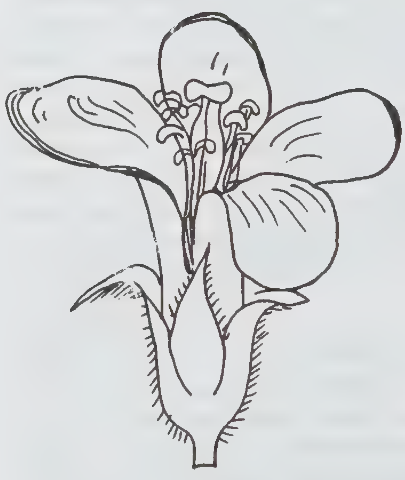
நூலோதி. G. S. Puri, *Indian forest ecology*, Oxford Book Company, New Delhi, 1960; Weaver and Clements, *Plant ecology*, McGraw-Hill Book Company, London, 1938.

காட்டுக் கடுகு

இது கப்பாரிடேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடியாகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் கிளியோம் விஸ்கோஸா லின். கிளியோம் என்பது கப்பாரிடேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நாற்பது பேரினங்களில் ஒன்றாகும். இப்பேரினத்தில் பன்னிரண்டு சிற்றினங்கள் உள்ளன. இது தைவேளைக் கீரைச் செடியைப் போலிருந்தாலும் அதனின்று வேறுபட்டுள்ளது. இது மஞ்சள், கடுகு, நாய்க்கடுகு, நாய்வேளை என்றும் குறிப்பிடப்படும். இச்செடி தொடுவதற்குப் பிசுபிசுப்பு மிக்கதாக இருக்கும். செடியின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் சுரப்பிகள் கொண்ட தூவிகள் மிகுந்திருப்பதே இப்பிசுபிசுப்பிற்குக் காரணமாகும்.

இச்செடி பொதுவாக அனைத்து இடங்களிலும் காணப்படும். ஒரு பருவச் சிறு செடியாக 60 செ.மீ, வரை வளரக் கூடியது. நேராகவும், இங்குமங்கும் கிளைத்ததாகவும் இருக்கும். தண்டு உருண்டையாகவும், சுரப்பிகளையுடைய மென்தூவிகள் நிறைந்ததாகவும் இருக்கும். இலைகள் மாற்று இலையடுக்கம் உள்ளவை. 3-5 சிற்றிலைகள் கை வடிவக் கூட்டிலைகள் ஆகும். சிற்றிலைகள் தலைகீழ் முட்டை வடிவம் உள்ளவை. நடுவில் இருக்கும் சிற்றிலை,

செடி



மலர்

பிற சிற்றிலைகளைவிட அளவில் பெரிதாக இருக்கும். இலைக்காம்புகள் உண்டு. இலைக்கோணங்களில் உள்ள மொட்டுகளில் சில கிளைகளாக வளர்கின் றன. மலர் மஞ்சரி ரெசீம் வகையைச் சேர்ந்தது. ரெசீம்கள் நீளமானவை, கிளை நுனிகளில் காணப் படுபவை. சிறிய மொட்டுகள் நுனியிலும், மலர்கள் அடியிலும் இருக்கும். ஒவ்வொரு மலரும் ஒரு பூவடிச் செதிலின் கோணத்திலிருந்து உண்டாகிறது. ஒவ் வொரு பூவடிச் செதிலும் சிற்றிலைகளால் ஆனது. மலர்கள் மஞ்சள் நிறத்தவை, மெல்லிய காம்புள் ளவை. 1-2 செ.மீ நீளமுள்ள இக்காம்புகளில் மென் தூவிகள் நிறைந்திருக்கும்.

மலர்கள் இருபாலானவை, ஒழுங்கானவை, சமச் சீரானவை, நான்கு அங்க அமைப்பு உள்ளவை, முழுமையானவை. புல்லிவட்டம் நான்கு இதழ்களால் ஆனது. பச்சையாகவோ சிறிது ஊதா நிறம் கலந்தோ காணப்படும். குறுகியும், ஈட்டி வடிவம் கொண்டும் இருக்கும்; ஒழுங்கானவை, இணையாதவை. அல்லி வட்ட இதழ்கள் நான்கும் மஞ்சளாகவும், இடையே ஊதா வரிகள் கொண்டனவாகவும் இருக்கும். மகரந்தம் 20-24 வரை இருக்கும். மகரந்தங்கள் இணையாதவை. சூலகம் காம் பற்றது அல்லது மிகச்சிறிய காம்புள்ளது; நீளமானது; சுரப்பிகள் கொண்ட மென்தூவிகள் மிகுந்தது. உயர் மட்ட இணைந்த இரு சூலிலைகளால் ஆன சூல்பை; ஒரு சூல் அறை கொண்டது. பல சூல்கள் சூல்பையின் உட்சுவர் ஓரங்களில் அமைந்திருக்கும். இது சூலகச் சுவர் ஒட்டிய சூலமைப்பு ஆகும். ஒவ் வொரு சூலிலைக்கும் ஒரு சூல் தசை வீதம் இரண்டு எதிர்ச் சூல் தசைகளில் இச்சூலமைப்புக் காணப் படும்.

சூல்பை சூலகத்தண்டு இன்றியே குட்டையாகக் காணப்படும். சூலக முடி உண்டு. காய்கள் ஐந்து 5-7 செ.மீ நீளமுள்ளவை; அடியிலிருந்து இரு பகுதி களாக நீள் வாக்கில் வெடித்துச் சிதறும் தன்மை உள்ள வெடிகனி வகையைச் சார்ந்தவையாகும். காய்களிலும் சுரப்பியுள்ள மென் தூவிகள் மிகுந்து காணப்படும். நாய்க் கடுகின் காய், கடுகின் காயைப் போலவே இருக்கும். அதைப் போன்றே இருநீளப் பகுதிகளாக முதிர்ந்த நிலையில் பிரியும். விதைகள் சிதறாமல் காயின் பகுதியான அச்சுப் போன்ற அமைப்பில் ஒட்டியிருக்கும். விதைகள் உருண்டை அல்லது சிறுநீரக வடிவானவை. குறுக்குக் கோடுகள் கொண்டவை. சிறிய முளைசூழ்தசை (endosperm) கொண்டவை. ஒவ்வொரு செடியிலும் 1200-1600 விதைகள் உண்டாகின்றன. விதைகள் மூலமாகவே இனப்பெருக்கமடைகிறது. இது ஒரு களைச்செடி யாகும்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இச்செடியின் விதைகள் சில இடங்களில் சமையலுக்குப் பயனாகின்றன. இதன் விதைகளுக்குப் புழுக்களைக் கொல்லும் தன் மையும் வலி நீக்கும் தன்மையும் இருப்பதாகக் கருதப் படுகிறது. இலைச்சாற்றைச் சமையல் உப்புடன் சேர்த்து நெற்றிப் பொட்டில் இட்டால் தலைவலி நலமாகும். இது முடக்குவாத மருத்துவத்துக்கும், காதுவலிக்கும் பயன்படுகிறது.

- வே. சங்கரன்

நூலோதி. J.S. Gamble, *Flora of Madras Presidency*, Vol I, Botanical Survey of India, Calcutta, 1957.

காட்டுக் கழுதை

இவ்விலங்கு குதிரை, வரிக்குதிரை, கழுதை போன்ற இனத்தைச் சேர்ந்தது. நிற அமைப்பு, மேயும் தன்மை, பல், குளம்பு, மூக்கின் வடிவம் போன்ற பண்புகள் ஒரே வகையாக உள்ளன. காட்டுக் கழுதைகளிலும் (wild ass) மூன்று இனங்கள் உள்ளன. அவை திபேத்தியக் காட்டுக்கழுதை, ஒனகார் அல்லது ஆசியக் காட்டுக் கழுதை, ஆஃப்ரிக்கக் காட்டுக் கழுதை என்பனவாகும். இவற்றுள், திபேத்தியக் காட்டுக் கழுதை தான் மிகவும் பெரியது. அதனுடைய உயரம் முதுகுப்புறத் திலிருந்து 140 செ.மீ. ஆகும். தோலின் மேல் கறுப்பு நிற வரிகள் உள்ளன. வேனிற்காலத்தில் ஒளிர் சிவப்பு நிறமாகவும் மழைக்காலத்தில் பழுப்பு நிற மாகவும் வரிகள் மாறிவிடுகின்றன. அடிப்பக்கம் வெண்மையானது, குளிரை நன்கு தாங்கவல்லது.

வகை. ஆசியக் காட்டுக் கழுதையில், மங்கோலியா, துருக்கி, ஈரான் இனங்களும் சேர்க்கப் பட்டுள்ளன. கோபி பாலைவனத்தில் இருக்கும் மங்கோலிய இனத்தைச் சேர்ந்த காட்டுக் கழுதை 117 செ மீ. உயரமுடையது. இதன் மேற்புறத்தில் பட்டைகளும், அடிப்புறத்தில் வெளிறிய மஞ்சள் நிறமும் காணப்படும். துருக்கி, ஈரான் இனங்கள் 110 செ.மீட்டர் உயரம் உடையன. சிரியாக் காட்டுக் கழுதை அண்மையில் அழிந்து விட்டது. அது காட்டுக் கழுதைகளிலேயே குட்டையானதாகும். ஆஃப்ரிக்கக் காட்டுக் கழுதை, ஆசிய இனத்தைப் போல் வலிமையாக இல்லை. குறுகிய குளம்புகளும், நுனியில் மயிர் சேர்ந்த வாலும், பழுப்பு நிறமும் இதன் தோற்றப் பண்புகளாகும். முதுகுப்புற வரிகள் அகலமற்றவை. இவற்றிலும் நுபியன் காட்டுக் கழுதை, சோமாலியக் காட்டுக் கழுதை என இரு இனங்கள் உள்ளன. நுபியன் காட்டுக் கழுதை சூடான் நாட்டிலும், செங்கடலிலிருந்து சகாராப் பாலைவனம் வரையிலும் காணப்பட்டது. இவ்வின மும் தற்போது இல்லை. சோமாலிய இனமும் மறைந்து போயிற்று. 1965 இல் இதன் தொகை

இருநூறுக்கும் குறைவாகவே இருந்தது. எதியோப்பிய அரசு சோமாலிய இனத்தைத் தானகில் பள்ளத் தாக்கில் வைத்துப் பேணுகிறது.

காட்டுக் கழுதை இந்தியாவில், குஜராத் மாநிலத்தில் உள்ள கட்ச் வளைகுடாப் பகுதியில் மட்டுமே உள்ளது. இப்பகுதி சதுப்பு நிலக்காடுகளால் சூழப் பெற்றது, மேற்குப் பருவக் காற்றால் மழையும், கடல் நீரும் இந்நிலங்களில் பாயும்.

காட்டுக் கழுதை மிகவும் வலிமையானது. நீரின்றி நீண்ட நாள் வாழும். நாட்டுக் கழுதையைவிட 30 செ. மீ. உயரமே மிகுதியானது. முதுகுப் புறம் உள்ள கறுப்பு நிறக்கோடு மூக்கிலிருந்து வால் வரை செல்கிறது. அடிப்பகுதி வெண்மையானது. இந்தியக் காட்டுக் கழுதையின் மூக்கெலும்பு சற்றே தூக்கியவாறு இருக்கும். இவை கூட்டம் கூட்டமாகத் திரியும். ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் மாதங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் பெண் கழுதை தனிமையாகி விடும். வலிமையற்ற ஆண் கழுதைகளை விரட்டிவிடும். வலிய ஆண் கழுதையே பெண் கழுதையுடன் உடலுறவு கொள்கிறது. 11 மாதக் கருக்காலத்திற்குப் பின் ஜூலை செப்டம்பரில் குட்டி ஈனும். இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறைதான் குட்டி ஈனும். இரவில் மேயத் தொடங்கும் இது உதயத்திற்கு முன்னால் படுத்துவிடும். இவை வாழும் இடங்களில் கால்நடைகளும் மேய்கின்றன. அதனால் மேய்ச்சல் புல் தட்டுப்பாடு ஏற்படுகிறது. அப்போது அவை விளைநிலங்களை அழிக்கின்றன. சிறு மாற்றத்தைக் கூடப் புரிந்து கொண்டு மணிக்கு 55-60 கி.மீ. வேகத்தில் ஓடி ஒளிந்து கொள்ளும் தன்மையன.

தற்போது காட்டுக் கழுதையினம் விரைவாக அழிந்து வருகிறது. 1952க்கு முன்பே இந்தியாவில் அரிதாகி வரும் 13 வனவிலங்கு வகைகளில் ஒன்றாகக் காட்டுக் கழுதை சேர்க்கப்பட்டது. 1969 ஆம் ஆண்டில் 862 கழுதைகள் இருந்தன என்று கணக்கிடப்பட்டது.

இந்தியக் காட்டுக் கழுதைக்கு எதிரிகள் இல்லை. கட்ச் வளைகுடாவில் ஓநாய்கள் கூட இல்லை. முன்பு குதிரைகளுடன் இனக்கலப்பு செய்து கோவேறு கழுதைகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. இன்று இப்பழக்கம் நின்று விட்டது. இந்திய பாகிஸ்தான் போரின் போது காட்டுக் கழுதைகள் இறந்து விட்டன.

இவற்றின் அழிவிற்கு முக்கிய காரணம் நோய்களேயாகும். கால்நடைகள் இவற்றின் வாழிடங்களில் நுழைந்து புல்லை மேயும்போது நோய்களையும் பரப்பிவிடுகின்றன. நீடித்த வறட்சி நீர்நிலைகளை வற்றச்செய்து புல்லைக் கருக்கி விடுகிறது. மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தால். கழுதைகளின் மேய்ச்சல் காடுகள் விளை நிலங்களாகவும், குடியமைப்புகளாகவும் மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் மேய்ச்சல் நிலம் குறைந்து புல்லுக்காக அவை நெடுந்தொலைவு செல்ல வேண்டியுள்ளது. விளைநிலங்களில் வீசப்படும் பூச்சி கொல்லிகளும் அவற்றின் இறப்புக்குக் காரணமாகின்றன.

- க.மு. நடராஜன்

காட்டுக் கிராம்பு

இது கிராம்புப் பூண்டு என்றும் குறிப்பிடப்படும். இதன் தாவரப்பெயர் லுட்விஜியா ஆக்டோவால்விஸ் (*Ludwigia octovalvis*) என்பதாகும். ஜுசியேயே சுஃப்ருட்டிகோசா என்பது இதன் இணை தாவரவியல் பெயர் ஆகும். ஆஃப்ரிக்கா, அமெரிக்கா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் இச்செடியைக் காணலாம். நெல் வயலில் காணப்படும் இது வெப்பமண்டல நாடுகளில் பிற பயிர்களிலும் களைச் செடியாக வளர்கிறது. இச்சிற்றினம் வெப்ப மிகு பகுதியிலே பெரிதும் காணப்படுகிறது.

செடி. இச்செடி நேராகவும் கிளைத்தும் 2.4 மீட்டர் உயரம் வளரும் தன்மையது. இலைகளுக்குக் காம்பில்லை. இலை முட்டை வடிவிலும் கம்பளி போன்றும் இருக்கும். பூக்கள் தனித்தனியாக இலைக் கக்கங்களில் உண்டாகின்றன. இவை நான்கு அங்கங்கள் கொண்ட பூக்கள், நான்கு புல்லிகள். இலை 8-15 மி.மீ. அளவுடையது. நான்கு அல்லிகள். இவை 1-2 செ.மீ. நீளமானவை. கனி உருளை போன்ற வெடிகனி ஆகும். இதன் மீது 8 வரம்புகள் இருக்கும். ஏறக்குறைய 3-5 நீளமுள்ள கனிகள் குளோவர் போன்ற தோற்றத்தில் சவ்வு போன்று இருக்கும். விதைகள் நுண்ணியவையாக உள்ளவை;முட்டை வடிவானவை; பளபளப்பானவை.

லூட்விஜியா ஆக்டோலால்விஸ் வகை லிகுஸ்ட்ரிஃபோலியே என்னும் ஒரு பருவச் செடியில் விதை உறக்கமில்லை. விதைகள் ஈரமான சூழ்நிலையில் உற்பத்தியான உடனேயே முளைக்கும் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. இளஞ்செடிகள் சிவப்புநிறத் தண்டைக் கொண்டிருக்கும். தொடக்கத்தில் மிக மெதுவாக வளரும், விதை முளைத்து மேலே வந்த 7-8 வாரங்களில் பூக்கள் தோன்றுகின்றன. இச்செடியின் வாழ்நாள் பல மாதங்கள் ஆகும். சாகுபடி நிலத்தில் களைச்செடியாகையால் பூக்கள் தோன்று முன்பே கைகளால் இதைப் பறித்து அழிக்கலாம். களைக் கொல்லிகளான 2-4D அல்லது MCPA போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தியும் கட்டுப்படுத்தலாம்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். காட்டுக் கிராம்புச்செடி மருத்துவத்திற்கு உதவுகிறது. இச்செடி சிறுநீரைப் பெருக்கும். வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும். இச்

செடிக்கு வயிற்று உப்புசத்தை அகற்றும் பண்பும் உண்டு. இச்செடியை உலர்த்திப் பொடித்துக் கொதி நீரில் அரை மணி நேரம் ஊறவைத்து வடிகட்டி அந் நீர் கொண்டு கழுவினால் பெண்களுக்கு உண்டாகும் வெள்ளைநோய் போகும். இச்செடியைச் சிறுசிறு துண்டுகளாக்கி ஒரு பகுதியுடன் 20 பகுதி நீரைச் சேர்த்துக் குடிநீரிலிட்டு 115-300 மி.லி. கொடுக்க வயிற்றுவலி நீங்கும். உப்புசம் பாண்டுநோய் போகும். வயிற்றுப்போக்கு, வயிற்றுக்கடுப்பு நீங்க இது உதவுகிறது. வேர்க் கஷாயம் காய்ச்சலைப் போக்கும். இலைகளை மலேய நாட்டினர் தலைவலி, சிறுநீரக, நரம்பு நோய்களைப் போக்கப் பயன் படுத்தி வருகின்றனர். இதன் இலைகளைக் கொண்டு தேயிலை போன்று வடிநீர் செய்து அருந்தி வரு கின்றனர். ஆஃப்ரிக்காவில் கீல்வாத வலியைப் போக்குவதற்கு இச்செடி பயன்படுகிறது.

ஜுசியேயா டெனெல்லா என்னும் சிறுபுதர்ச் செடி 1.2 மீ உயரம் வளருகிறது. இதன் இலைகள் ஈட்டி போன்றவை. இலைக்காம்பு மிகச்சிறியது. தென் னிந்தியாவில் ஈரமான, சதுப்பான பகுதிகளிலும் மலே யாவில் நெல் வயல்களிலும் களைச்செடியாக வளர் கிறது. மலேயாவில் இதைப் பசுந்தாளுரமாகப் பயன் படுத்துகின்றனர். இச்செடியின் வேர்க் குடிநீர் பெருங் கிரந்தி நோயைப் போக்குகிறது. இச்செடியை நசுக்கிப் பற்றுப் போட முகப்பருக்கள் நீங்கும்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

காட்டுச் சூழ்நிலையியல்

காட்டு மரங்களுக்கும் அவற்றின் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள உறவுமுறையையும், அங்கு வாழும் ஏனைய தாவர, விலங்குகளுக்கு உள்ள உறவுமுறையையும் விளக்கும் அறிவியல் காட்டுச் சூழ்நிலையியல் (forest ecology) எனப்படும். இது காடு வளர்ப்பு (sylviculture) என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இச்சொல் காட்டுமர மரபியல் (forest tree genetics), காட்டுமரச் செயலியல், காட்டுச் சூழ்நிலையியல் ஆகியவற்றையும் குறிக்க அரிதாகப் பயன்படுகிறது. இத்தகைய அறிவியல் துறைகள் யாவும் மனிதனின் செயல்முறைக்காகக் காட்டைப் பயன்படுத்தும் அடிப்படையான உயிரியல் அறிவி யலைக் குறிக்கின்றன. காட்டுச் சூழ்நிலையியல் என்பது காட்டுத் தற்சூழ்நிலையியல் (forest aut ecology) என்றும், காட்டுக் கூட்டுச்சூழ்நிலையியல் (forest synecology) என்றும் இரு பெரும் பிரிவு களாகப் பிரித்து உணரப்படும். தனி மரங்களுக்கும் அவற்றின் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள உறவுமுறை காட்டுத் தற்சூழ்நிலையியல் எனப்படும். காட்டை ஒரு சமுதாயமாகக் கொண்டு அறிவது காட்டுக் கூட்டுச் சூழ்நிலையியல் ஆகும்.

காட்டுச்சூழ்நிலை அல்லது வாழிடம் என்பதில் மரங்களின் தரைமேல் பகுதிகள் அடங்கிய (கால நிலைக் காரணிகள்) இயற்பியல் சூழ்நிலையும், அவற்றின் தரைக் கீழ்ப்பகுதிகளும் (மண்ணியல் கார ணிகள்) அடங்கும். இந்த வாழிடம் தொடர்ச்சியான மாறுதல்களுக்கு உட்படும். பல்லாண்டுக் கால இடை வெளியில் காட்டிற்குள் வளிமண்டலத்தன்மைகள் ஒரு நாளிலும், ஒரு பருவத்திலும், ஓர் ஆண்டிலும் பலவகை யில் மாறிக்கொண்டே இருக்கும். காட்டில் உள்ள பாறைகள் பலவகையான வானிலைக் காரணிகளான காற்று, மழை முதலியவற்றால் சிதைக்கப்படுகின்றன. எனவே, காட்டுமண் எந்தப் பாறையிலிருந்து உண் டாகியதோ அதன் தன்மையையும், காட்டின் முழு முதலான மண்ணியல் பொருள்களையும் பொறுத்து அமைகிறது. மேலும் அங்குள்ள தாவர, விலங்குகள் காலநிலைக் காரணிகள் கால அளவு ஆகியவற்றையும் பொறுத்து அமையும். நெருப்பு, விலங்கு மேய்தல், தழை தின்னுதல், மனிதன் முதலிய வெளிக் காரணிகள் காட்டின் வாழிடத்தையும் அவற்றின் மரக்கூட்டத் தையும் மிகுதியாகத் தாக்கும் காரணிகளாகும்.

வாழிட மதிப்பீடு. ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பளவு எவ்வளவு காடுகளை உண்டாக்கும் திறன் பெற்றதோ அதைக் காட்டு வாழிடத்தன்மை என்று கூறலாம். அது காட்டுச்சூழ்நிலையில் உள்ள மரங்களின் வளர்ச் சியைப் பொறுத்து அளந்து அறியப்படும். அரை அல்லது ஒரு ஹெக்டேர் பரப்பளவு உள்ள நிலையான மாதிரி இடத்தை எடுத்துக்கொண்டு அதில் 5-10 ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை தொடர்ச்சியாக அளவு எடுத்தால் அது வாழிடத்தில் நிலவும் நுட்பமான நிலைகளை விவரிக்கும். ஆனால் இத்தகைய வாழி டங்கள் மிகவும் குறைவாகவே உள்ளன. 50 அல்லது 100 ஆண்டுக்கால இடைவெளியில் நிழல் படாமல் வளரும் மரங்களின் உயரம் வாழிடத்தின் சிறந்த பொதுக் குறியீடு ஆகிறது.

வடக்கு ஐரோப்பாவில் உள்ள போரியல் காடு களில் (boreal forests) காணும் சில தாவர அடையாளம் காட்டிகள் (plant indicators) வாழிடத் தன்மையுடன் மிகச் சிறந்த முறையில் இடைத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. சில சமயங்களில் காட்டு மரங்களையும் அவற்றுடன் வளர்ந்துள்ள ஏனைய தாவரங்களையும் வாழிடத்தன்மைக்கு உரிய குறியீ டாகப் பயன்படுத்த இயலவில்லை. அத்தகைய சமயங் களில் மண்ணியல் தன்மைகளைக் கொள்ளத்தக்க காரணிகளாகக் கருதலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட கால நிலைப் பகுதியில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மண்ணின் தன்மைகள் பொதுவான வாழிடத்தன்மை யுடன் நெருங்கிய இடைத்தொடர்பு கொண்டு உள் ளன. இவற்றுள் முழுமுதலான மண்ணியல் பொருள் கள், நிலப்பண்பியல் நிலை, மண்ணின் ஆழம், மண் துகள்களின் அளவு, மண்ணின் நீர் கொள்திறன், நில நீர் மட்டத்தின் ஆழம் ஆகிய காரணிகள் வெற்றிகர

யான குறியீடுகளாகப் பயன்பட்டு வந்துள்ளன. ஆண்டு மழை பொழிவின் அளவு, பரவல் முறை முதலிய கால நிலைக் காரணிகளும் அமைவிடத் தன்மையுடன் தொடர்பு உடையன.

வாழிடத்தின் தாக்கம். வித்திலிருந்து நாற்றாகி, வளர்ந்து கிளை, இலை, பூ, கனிகளுடன் பெரிய மரமாவது, வாழிடக் காரணிகளால் பாதிப்பு ஏற்படுத்துகிறது. ஏற்புடைய வாழிடச் சூழலில் வளரும் மரங்கள் மிகு எண்ணிக்கையில் ஆற்றல் மிகுந்த விதைகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் இவற்றுள் 1% க்குக் குறைந்த விதைகளே மீண்டும் மரங்களாக வளருகின்றன. பூச்சி, பூசணம், வளைவாழ் விலங்குகள், காலநிலை ஆகியவற்றால் பல விதைகள் அழிந்துவிடுகின்றன. தகுந்த ஈரம், வெப்பம் ஆகிய சூழ்நிலை அமைந்த இடங்களில் விழும் விதைகளே முளைக்கும் ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. மண்ணில் உள்ள பூசணங்கள், மண்ணில் சூரிய ஒளியால் ஏற்படும் வெப்பம், விலங்குகள், வறட்சி ஆகியவற்றால் முளைக்கும் நாற்றுகளில் பெரும்பான்மையானவை மடிந்துவிடுகின்றன. மட்கு நிறைந்த நிழற் பாங்கான, ஈரமான, வடிகால் வசதி பெற்ற மண்ணிலேயே புதிய காடுகள் உண்டாகும் வாய்ப்பு உள்ளது. இதற்குக் காடுகளின் மீட்சி எனப்பெயர்.

முன்னரே உயிருள்ள தாவரங்கள் நிலத்தருகில் நெருங்கி வாழும் இடங்களிலும், தாவர வேர்ப் பகுதிகளிலும் காடுகளின் மீட்சி நடைபெறுவது இல்லை. காட்டின் வாழிடம், பலபிரிவுடைய தாவர இனநாற்றுகளின் வளர்ச்சி வீதத்தைக் கட்டுப் படுத்துகிறது. நாற்றுகளிடையே ஏற்படும் போட்டிகளால் பல்லாயிரக்கணக்கான் நாற்றுகளில் பல மடிந்து ஹெக்ட்டேருக்குச் சில நூறு நாற்றுகளே வளர்ந்து பெரிய மரங்களாகின்றன. பைன், ஓக் போன்ற ஒரு சில மரங்களே பலவகைச் சூழ்நிலைக் காரணிகளைக் கொண்ட, பல்வேறு வகையான அமைவிடங்களிலும் வாழும் நிலையைப் பெறுகின்றன. ஆனால் வால்நட், சைகாமோர் போன்ற ஒரு சில தாவரங்கள் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக் காரணிகள் அமைந்த, குறிப்பிட்ட வாழிடங்களிலேயே வாழும் நிலையை அடைகின்றன. இதனால் முன்னர்க் குறிப்பிட்ட தாவரங்கள் பல வாழிடங்களிலும், பின்னர்க் குறிப்பிட்ட தாவரங்கள் ஒரு சில வாழிடங்களிலுமே காணப்படுகின்றன.

பலவகையான காட்டு மர இனங்களின் சேர்க்கைகள் பல வாழிடங்களிலும் உள்ளன. சான்றாக வடகிழக்கு ஐக்கிய அமெரிக்காவில் குளிர்ச்சியான, உயரமான, ஈரமான, அமில நிலங்களில் ஸ்புரூஸ்—ஃபர் வகை மரங்கள் குறிப்பிடும்படியாக உள்ளன. தாழ்ந்த நில மண்வகைகளில் கெட்டியான கட்டைகளுடைய மரங்களும், மணற்பாங்கான அல்லது பாறைகள் உள்ள வறண்ட வாழிடங்களில் பைன் மரங்களும் மிகு விஞ்சு தன்மை பெற்றுள்ளன. வெதுவெதுப்பான, வறண்ட சூழலில் ஓக் மரங்களும் குளிர்ச்சியான ஈரமான பகுதிகளில் பீச், மாப்பிள் போன்ற மரங்களும் விஞ்சு தன்மை பெற்று வளர்கின்றன. மேற்கு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டு உயர்ந்த மலைப்பகுதிகளில் ஸ்புரூஸ், ஃபர் மரங்களும், படிப்படியாக உயரம் குறைந்த பகுதிகளில் பைன், ஓக் மரங்களும் வளர்ந்துள்ளன.

வாழிடங்களில் காட்டின் பாதிப்பு. காடுகள் வளர்ச்சி பெற்று நிலைத்த பிறகு வாழிடங்களும் பெருமளவில் மாறுதல் அடைகின்றன. மரங்களற்ற திறந்த வெளிகளைவிட மரங்கள் அடர்ந்த காடுகளின் பகல் வெப்பநிலை குறைந்து, இரவு வெப்பநிலை மிகுதியாக இருக்கும். இதைப்போலவே திறந்தவெளியைவிட வளர்ச்சிப் பருவத்தில் உள்ள மரங்கள் அடர்ந்த காடுகளின் காற்று வெப்பநிலை குளிர்ச்சியாக இருக்கும். ஈரம் மிகுந்த மேகக்கூட்டம் காட்டு மரங்களால் மழை பொழிவு நிலையடையும். மூடுபனியோ, சிறு தூறலோ இருக்கும் பகுதிகளில் மரங்களால் மழை பொழிவு உண்டாகிறது. வளிமண்டலத்தில் உள்ள ஈரம் சிறிய துளிகளாகக் கிளை, இலைகளில் படிய, அந்நீர்த்துளிகள் குவிய, அவை இலைகளிலிருந்து மூடுபனிச் சொட்டுகளாக (fog drop) வடிகின்றன. நெருங்கி வளரும் மரங்களின் இலைகள் சூழ்ந்துள்ளதால் தரையில் குறைந்த அளவு மழை பொழிவும், பனிப்பொழிவும் விழும்.

காடுகளில் மரங்கள் அடர்ந்த தரையில் பல வகைத் தாவரங்களின் கிளை, இலை முதலியவற்றின் சிதைவடையாத மட்கு அதிகமான சூழலில் சில வகையான தாவர, விலங்குகள் வாழ்கின்றன. ஊட்டப்பொருள் நிறைந்த மேல் மண்ணை ஓடுநீர் அரித்துக் கொண்டு கீழ் மண்பகுதியில் சேர்க்கிறது. மரங்களின் வேர்கள் இப்பொருள்களின் ஒரு பகுதியை உறிஞ்சிக் கிளைகளையும், இலைகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. கிளைகளும், இலைகளும் முதிர்ச்சி அடைந்து மீண்டும் நிலத்தை அடைகின்றன. குளிர்ந்த ஈரமான நிலையில் ஸ்புரூஸ், ஃபர் மரங்கள் அடர்ந்த காடுகள் உள்ளன. நிலத்தின் ஊட்டச்சத்து ஓடு நீரால் அரிக்கப்பட்டு, பிறகு வெண்மையான நிலமாகக் காட்சி அளிக்கும். குளிர் மண்டல வெதுவெதுப்பான காடுகளில் அரித்த மண்ணிற்குக்கீழ் உள்ள பகுதி குறைந்த அளவில் உள்ளது. வெப்பமண்டல மழைக்காடுகளில் நனைந்த, வெதுவெதுப்பான நிலையில் அலுமினியம், இரும்பு போன்ற தாதுக்கள் தவிர எஞ்சிய தாதுக்கள் யாவும் அரிக்கப்படுகின்றன. இங்கு மண்ணில் உள்ள ஊட்டப் பொருள்களை வேர்கள் உறிஞ்சி, கிளை இலைகளை உண்டாக்க, அவை மீண்டும் மண்ணிற்கே வந்து சேர்வதால் மண்வளம் ஒரே சீராக உள்ளது. வேளாண்மை முதலிய காரணங்களுக்காகக் காடுகளை அழிக்கும்போது ஓடும்

நீரோடைகளால் அரிப்பு மிகுதியாக ஏற்பட்டுச் சில மாதங்களில் மண் வளமற்றுவிடுகிறது.

காட்டு நீரியல் சுழற்சி. காடுகளற்ற வெற்று நிலத்தை ஒப்பிடும்போது காடுகளில் உள்ள ஓடைகளின் போக்கு, புயலின்போது குறைவாகவும், புயலுக்குப்பிறகு மிகுதியாகவும் உள்ளது. மழை நீரைச் சுமந்து வரும் மேகக் கூட்டங்கள் காடுகளின் உதவியால் தான் மழையாகப் பொழிகின்றன. எனவே, வேளாண் தேவைக்கும், தொழிற்சாலைகளுக்கும் நகர மக்களுக்கும் வேண்டிய இன்றியமையாத் தேவையான மழைநீரைக் காடுகளே கொடுக்கின்றன. ஏனைய தாவரக் கூட்டங்களைவிடக் காடுகளில் காணப்படும் தாவரங்கள் அடர்த்தியும் உயரமும் கொண்டுள்ளமையால் இவற்றிலிருந்து நீராவிப் போக்கால் மிகு நீர் இழப்பு ஏற்பட்டு, அது வளிமண்டலத்துடன் கலந்துவிடுகிறது. காடுகளில் உள்ள பெரிய மரங்களின் வேர்கள் நிலத்தில் ஆழ்ந்து வளருவதால் நிலத்திலிருந்து பெருமளவு நீரைப் பயன்படுத்துகின்றன. ஆனால் பிற வாழ்விடங்களில் வளரும் புற்களும் ஏனைய சிறு செடிகளும் நிலத்தின் நீரைப் பெருமளவில் உறிஞ்சுவதில்லை; அத்தாவரங்களின் நீராவிப் போக்கால் மிகு அளவு நீரும் வீணாவதில்லை.

புல்வெளி, மரங்களற்ற மண் இவற்றை ஒப்பிடும்போது காட்டு நிலம் நெருக்கமான மண்துகள்கள் இல்லாமல் காணப்படும்; இதனால், கிடைக்கும் நீரை விரைவாக உறிஞ்சி, நிலத்தில் தக்க வைத்துக் கொள்கிறது. மனிதரின் நடவடிக்கை அல்லது மேயும் விலங்குகளால் காட்டு நிலம் கெட்டியாகிறது; இவ்விதம் நிலம் கெட்டியாகாமல் இருந்தால் கிடைக்கும் நீர் எல்லாவற்றையும் உறிஞ்சிக் கொள்ளும். காடுகளற்ற சூழலில் ஓடு நீரால் மண் அரிப்பு மிகுதியாக ஏற்பட்டுத் திடீரென்று வெள்ளம் பாயும் அபாயம் ஏற்படும். மரங்களை முழுதும் வெட்டுவதால் மண் அரிப்பும் வெள்ளச் சேதமும் ஏற்படும். தற்போது உள்ள காட்டு மேலாண்மையில், மரங்களின் கிளைகளை மட்டும் வெட்டி, காட்டின் நெருக்கத்தைக் குறைத்து அதனால் நிலத்தின் நீர் உறிஞ்சும் அளவையும் குறைக்கின்றனர். நிலநீர் மட்டத்தில் சென்று நீர் உறிஞ்சும் வேர்களைக் கொண்ட மரங்களை வளர்க்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

காடுகளின் வழிமுறை வளர்ச்சி. அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் பிறப்பு வளர்ப்பு, முதிர்ச்சி, இறப்பு என்னும் தொடர்ச்சியான வழிமுறை வளர்ச்சிப் பருவங்கள் உள்ளமை போலவே காடுகளுக்கும் உண்டு. வளர்ச்சிப் பருவத்தில் காடுகள் தாம் வாழும் இடத்தைப் பெரிதும் மாற்றி அமைக்கின்றன. இதனால் முன்பே வாழும் மரங்களைவிட வளர் பருவத்தில் உண்டாகிய புதிய மரங்கள் வளர வாய்ப்பு ஏற்படும். நெருப்பு, புயல், சூறாவளி போன்ற இடையூறுகள் இல்லையானால் புதிய தாவரச் சேர்க்கைகள் காட்டில் தொடர்ந்து வளரும். சான்றாக, வடகிழக்கு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் செர்ரி, பெர்ச், ஆஸ்பென் போன்ற மரங்கள் முன்னோடிச் சேர்க்கைகளாக உள்ளன. காலப்போக்கில் இவை ஓக், மாப்பிள் ஆஷ் போன்ற பிற இனங்களால் நிரப்பப்படுகின்றன. இறுதியாக, இம்மரங்கள் நிலையானவையாகி உச்ச நிலைத் தாவரக் கூட்டங்கள் (climax vegetation) ஆகின்றன. இவை பல இடையூறுகள் ஏற்படினும் மாறுதல்களின்றி நிலைத்து நிற்கின்றன. ஹெம்லக், மேப்பிள், பீச் ஆகிய மரங்கள் உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டங்களாகி அவற்றின் கீழ் பல தாவரங்கள் வளரவும் வழிசெய்கின்றன. தற்காலச் சூழலில் பெரும்பாலான உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டங்கள் அடங்கிய காடுகள் நெருப்பு, விலங்குகள், மனிதரின் செயல்களால் பெரிதும் மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் தாவரச்செல்வமிக்க வெப்பமண்டல மழைக்காடுகள், அளவிலும் எண்ணிக்கையிலும் அருகி வருகின்றன.

காட்டுச்சூழ்தொகுப்பு. இது ஓர் இயற்கைச் சூழ்தொகுப்பாகும். இதில் வெப்ப மண்டல மழைக் காடுகள், இலையுதிர் காடுகள், குளிர்மண்டலக் காடுகள் போன்ற பல சூழ்தொகுப்புகள் உள்ளன. சான்றாக, வெப்ப மண்டல மழைக்காட்டுச் சூழ்தொகுப்பில் மிகு எண்ணிக்கையில் தாவரங்கள் அடர்ந்து, பல படிநிலைகளில் காணப்படுகின்றன. பெரிய மரங்களுக்குக் கீழே உயரம் குறைந்த மரங்கள், புதர்ச்செடிகள், செடிகள், பூவாத் தாவரங்கள் ஆகிய பல தாவர வகை பல வரிசைகளில் காணப்படும். இவற்றுனூடே ஊர்வன, நடப்பன, பறப்பன ஆகிய விலங்குகளும் வாழ்கின்றன. உயிரிக் காரணிகளான இவற்றுடன் பல தனிமங்கள் அடங்கிய மண்ணும் உள்ளது. இதில் பல நுண்ணுயிரிகள் உள்ளன. காட்டுச் சூழ்தொகுப்பில் தாவரங்கள், தயாரிப்போர், தாவரங்களை உண்டு வாழும் விலங்குகள், முதல்நிலை நுகர்வோர், இரண்டாம் நிலை, மூன்றாம் நிலை நுகர்வோர்; மண்ணில் பல நுண்ணுயிரிகள் அடங்கிய சிதைப்போர் அடங்குவர். மேலும் உயிரிலிக் காரணிகளாக மண்ணின் மட்கில் உள்ள கார்பன், நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ், சோடியம், பொட்டாசியம் போன்ற பல தனிமங்களும் அடங்கும். உயிர்க் காரணிகளுக்கும் உயிரிலிக் காரணிகளுக்கும் ஒத்திசைவான தொடர்ச்சி இருந்து கொண்டே உள்ளது, எனவே, காட்டுச் சூழ் தொகுப்பு என்பது ஒரு சமநிலையான, பலகாரணிகள் ஒருங்கிணைந்த ஒத்திசைவான நிறைவான ஓர் அமைப்பு ஆகும்.

- கே. ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

காட்டுச் சூழல் அமைப்பு

காடு என்பது சூழலியல் தொகுப்பில் மரங்கள் நிறைந்த ஒரு பகுதியாகும். மேலும் இது சூரியன்,

காற்று, மழை போன்றவற்றால் ஏற்படக்கூடிய விளைவுகளிலிருந்து புவிப்பரப்பைப் பாதுகாக்கக்கூடிய அமைப்பாகும். பசுமை மாறாக் காடுகள், இலையுதிர் காடுகள், மித வெப்பக்காடுகள், புவிமையக்கோட்டுக் காடுகள் எனப் பல வகைகளாகக் காடுகள் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. காடுகள் எவ்வகையைச் சேர்ந்தவை யானாலும், அவற்றில் எவ்வகை மரங்கள் காணப் பட்டாலும், அவை யாவும் தாவரங்கள், விலங்குகள், நுண்ணுயிரிகள் ஆகியவை இணைந்து ஒன்றை யொன்று சார்ந்து ஆற்றல் ஓட்டம் இயல்பாக நடை பெறும் ஒரு சிறப்புச் சூழலியல் அமைப்பாக விளங்கு கின்றன. சூழலமைப்பில் உயிரற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளும் (abiotic factors) உயிருடைய தாவர விலங்குக் காரணிகளும் (biotic factors) நுண்ணுயிரி களும் இணைந்து செயல்படுகின்றன. இங்கு உயிரற்ற வைக்கு இடையேயும், உயிருள்ளவைக்கிடையேயும், ஊட்டப் பொருள் ஆக்கம், சிதைவு, சுழற்சி ஆகிய செயல்பாடுகள் வழியாக ஆற்றல் ஒரு மட்டத்தி லிருந்து அடுத்த மட்டத்திற்குச் சென்று செயல்படு கிறது.

காடுகளின் இயற்சூழ்நிலையில், சூரியனிடமிருந்து பசுமைத் தாவரங்கள் மூலம் ஆற்றல் ஊட்டப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. அதை உண்டு வாழும் நுகர்விகள் (consumers) வழியாக இடம் மாறி, வளர்ச்சியின்போது தொகுக்கப்பட்டுச் சிதைவு மாற்றக் கழிவுகளாகவோ இறந்தபின் எச்சங்க ளாகவோ மீண்டும் ஒரு சூழ்நிலைக்கு வருகிறது. சிதை உயிரிகளாகிய (decomposers) பாக்டீரியாக்க ளால் அழிக்கப்பட்டு, நுண்ணுயிரிகளால் மாற்றப் பட்டுப் பழைய சூழ்நிலையை மீண்டும் அடையும் ஒரு சுழற்சி நிறைவடைகிறது.

காடுகள் ஒருவகை நிலப்பகுதி வாழ்விடம் ஆகும். இது மனித வாழ்விடத்தின் வெளி விளிம்பாக அமைந் துள்ள பயிரிடப்படாத, வரம்பற்ற, தன்னிச்சையாக வளர்ந்த மரங்கள் அடர்ந்த, பலவகை விலங்குகள் வாழ்கின்ற பகுதியாகும். காட்டின் வளத்தை, அங் குள்ள சூழ்நிலைக் காரணிகளாகிய மண், மழை, வெப்பம், ஒளி போன்றவையும், உயிரிகளான மரங்கள், செடிகள், கொடிகள், விலங்கு வகைகள் போன்ற வையும் அறுதியிடுகின்றன. காட்டுத் தாவரங்கள் சில இடங்களில் எப்போதும் பசுமையாகவும், வேறு சில இடங்களில் பருவ நிலைக்கேற்ப, இலைகளை உதிர்த்தும், சில இடங்களில் அகன்ற இலைகளுடனும் பிற இடங்களில் ஊசி போன்ற இலைகள் பெற்றும் பல வகையாகக் காணப்படுகின்றன. காடுகள் அங்கு வாழும் தாவரங்களின் அடிப்படையில் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

காடுகளின் வகைகள்

ஊசி இலைக்காடுகள். இவை வடகோளப் பகுதி யில், துருவப் பகுதிக்கு அருகே வட அமெரிக்கா, ஐரோப்பா, ஆசியா ஆகிய கண்டங்களில் காணப்படு கின்றன. இவற்றைத் தைகா (taiga) என்றும் குறிப்பிடு கின்றனர். மரங்கள் கூம்பு வடிவானவை இலைகள் ஊசி போன்றவை. இங்கு பைன், ஃபர், ஸ்புரூஸ், பர்ச், லார்ச் போன்ற மரங்கள் உள்ளன. இக்காட்டுப் பகுதிகளில் முயல், ஓநாய், கரடி, சிவப்பு நரி, அணில், பலவகைப் பறவைகள், தவளை, அந்துப் பூச்சிகள், வண்டுகள் போன்றவை வாழ்கின்றன.

மிதவெப்ப இலையுதிர் காடுகள். இக்காடுகளில் உள்ள மரங்கள் அகன்ற இலைகளுடன் 40-50 மீட்டர் உயரமுடையவையாக உள்ளன. குளிர்காலத்தில் இலைகளை உதிர்த்து, இளவேனிற் காலத்தில் தளிர் களுடன் காணப்படும். இங்கு மேப்பிள், பீச், ஓக், எல்ம், பில்லோ போன்ற மரங்கள் உள்ளன. இக் காடுகள் வட அமெரிக்கா, ஐரோப்பா, கிழக்கு ஆசியா, தென் அமெரிக்காவிலுள்ள சிலி, ஆஸ்திரேலி யாவின் ஒருபகுதி, ஜப்பான், இந்தியாவில் இமயமலை ஆகிய பகுதிகளில் ஏறக்குறைய 9000 அடிக்கும் 12,000 அடிக்கும் இடைப்பட்ட பகுதிகளில் காணப் படுகின்றன. இவ்வகைக் காடுகளில் ஆண்டுக்கு 75-150 செ.மீ மழை பெய்கிறது. இங்கு வெப்பம் 10-20 °C வரை உள்ளது. இக்காடுகளில் மான், கரடி, அணில், பழுப்புநிற நரி, காட்டுக்கோழி, மரங்கொத்தி, பாம்பு, பல்லி, ஆமை, தவளை, மண்புழு, நத்தை, வண்டு முதலியன பருவ காலத்திற்கேற்பக் காணப் படுகின்றன.

மிதவெப்பப் பசுமை மாறாக் காடுகள். இக்காடுகள் கடல் பகுதியில் காணப்படுகின்றன. வட அமெரிக்கா, மத்திய தரைக் கடல் பகுதி, ஆஸ்திரேலியாவின் தென் கடலோரப் பகுதி ஆகிய பல இடங்களில் உள்ளன. இங்கு மிக உயரமான மரங்கள் இல்லையென்றாலும், 3-4 மீட்டர் உயரமுள்ள குட்டையான புதர் மரங்கள், பழம் தரும் மரங்கள் காணப்படும். இப் பகுதியில் தீயால் அழிவு ஏற்பட்டால், அடுத்து விரைவில் புதிய மரங்கள் தோன்றுகின்றன. இங்கு சிறிய மான், முயல், காட்டு எலி, பல்லி போன்றவை வாழ்கின்றன.

மிதவெப்ப மழைக்காடுகள். இவ்வகைக் காடுகள் பிற வகை மழைக்காடுகளைவிடக் குளிர்ந்த தட்ப வெப்பநிலை உடையன. இங்கு மழை, வெப்பம் ஆகியவற்றின் அளவுகள் பருவகாலத்திற்கேற்ப மாறு படக்கூடியவை. பெருமளவு மழையும் பனி மூட்டமும் காணப்படும். இக்காடுகளில் சிவப்பு மரங்களும், யூக்கலிப்டஸ் என்னும் தைல மரங்களும் மிகுதியாகக் காணப்படும்.

நில நடுக்கோட்டு மிகு வெப்பக்காடுகள். இவ்வகைக் காடுகள் புவி மையக் கோட்டிற்கு அருகில் உள்ள நிலப்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை மத்திய தென் அமெரிக்கா (அமேசான்), மத்திய மேற்கு ஆஃப்ரிக்கா (காங்கோ), தென்கிழக்கு ஆசியா

(இந்தியா, மலேசியா), போர்னியோ, நியுகினியா தீவுகள், வடமேற்கு ஆஸ்திரேலியா ஆகிய பல பகுதி களில் உள்ளன. புவியிலேயே வெவ்வேறு வகை உயிரினத் தொகுதி பெருமளவில் காணப்படும் வாழ்விடம் இதுவே ஆகும். உயர் வெப்பமும், காற்றில் உயர் ஈரப்பதமும் இப்பகுதிகளில் நிலை யாகக் காணப்படும். இங்கு ஆண்டு முழுதும் மழை பெய்யும். இக்காடுகளில் பலவகைத் தாவரங்கள் செழித்து வளர்கின்றன. ஒரு சதுர கி.மீ பரப்பில் ஏறத்தாழ 200 வகைத் தாவரங்களைக் காணலாம். மரங்களின் உயரம் 25-35 மீட்டர் வரை இருக்கும். மரங்களின் அடிப்பகுதி, செடி கொடிகளால் சூழப் பட்டுள்ளது. மரங்கள், எப்போதும் பசுமையாக உள்ளன. இலை தழைகள் மட்குவதால் இப்பகுதி மண் வளமுடையதாக இருந்தாலும், மரங்கள் வழியாக ஒளி புக முடியாததாலும், காற்றின் ஈரம் மிகுதியாக இருப்பதாலும் தரைப்பகுதி ஈரத்தன்மை மிதந்தோ சதுப்பு நிலமாகவோ காணப்படும். இச்சூழ் நிலையில் பலவகையான விலங்குகள் காணப்படு கின்றன. குறிப்பாகப் புழு, அட்டை, நத்தை, மரவட்டை, பூரான், தேள், பூச்சி வகை, மரத் தவளை, பல்லி, பச்சோந்தி, பலவகைப் பறவை, பறக்கும் அணில், குரங்கு, காட்டுப்பூனை, சிறுத்தை போன்ற பல விலங்குகளைக் காணலாம்.

மிகுவெப்பப் பருவக் காடுகள். இக்காடுகள், தென் கிழக்கு ஆசியா, மத்திய தென் அமெரிக்கா, வடக்கு ஆஸ்திரேலியா, மேற்கு ஆஃப்பிரிக்கா, பசிபிக் கடலிலுள்ள தீவுகள் போன்ற இடங்களில் காணப் படுகின்றன. இங்கு பொதுவாகத் தட்பவெப்பமும், மழை அளவும் மிகுதியாக இருந்தாலும், இவை பருவகாலங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றன. இக்காடு களைப் பருவகாலக் காடுகள் என்றும் குறிக்கலாம். மரங்கள் ஏறத்தாழ 20-40 மீட்டர் உயரமுடையவை. இலைகள் பருவ மாறுபாட்டிற்கேற்ப நன்கு செழித்துக் காணப்படும். இலைகள் உதிர்ந்த பருவங்களில், மரங்க்ளின் அடிப்பகுதியில் சிறுசெடிகொடித் தாவரங்கள் வளர்ந்து புதர்களாகக் காணப்படும். இங்குள்ள மரங்களில் தேக்கு குறிப்பிடத்தக்கது. புதர் மரங்களில் மூங்கில் குறிப்பிடத்தக்கது.

குறை வெப்ப மழைக்காடுகள். இங்கு பெருமளவு மழையும், வெப்பமும் காணப்பட்டாலும், இவை இரண்டிற்கும் இடையேயுள்ள அளவு வேறுபாடு குறைவாகவே இருக்கும். இங்குள்ள மரங்களின் இலைகள் அகன்று பெரியனவாகவும் பசுமை மாறா மலும் தோன்றும். இங்கு மகாகனி, ஓக், பாம்ஸ், லிம்போ, புளி முதலிய மரங்கள் உள்ளன. மேலும் செடிகள், கொடிகள் நிறைந்து காணப்படும். ஆனால் வறண்ட காலத்தில் இலைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. விலங்குகளைப் பொறுத்தவரை அருகில் உள்ள நில நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் காணப் படுபவையே இங்கும் காணப்படுகின்றன.

காடுகள் இவ்வாறு பொதுவாகப் பிரிக்கப்பட் டாலும், இரு பிரிவுகள் சேரும் இடைச்சூழ்நிலை அமைப்பில் (ecotone) இருவகை நிலப்பகுதிகளின் மரங்களும், விலங்குகளும் காணப்படுகின்றன. இதை விளிம்பு விளைவு அல்லது விளிம்புகளின் நெறிமுறை என்பர். காடுகளில் தாவரங்களின் தொகுதிகள் பொது வாக ஒன்றை அடுத்து மற்றொன்று இடம் பெற்றுத் தொடரும் தாவர வரிசைத் தொகுதியாகக் காணப் படும். ஒவ்வொரு வகைக் காடுகளிலும், குறிப்பிட்ட வகைத் தாவரங்கள் பிறவகைத் தாவரங்களைவிட மிகு எண்ணிக்கையில் இருந்து உயர்நிலை அல்லது உச்ச நிலைத் தொகுதியாகக் காணப்படும். காட்டாக, ஊசி இலைக்காடுகளில் பைன் மரங்கள் உச்சநிலைத் தாவரமாக அமைந்துள்ளன.

-அ. சங்கரன்

நூலோதி. G.L. Clark, *Elements of Ecology*, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1964.

காட்டுத் தாவரவியல்

பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பு காடுகளே மிகுதியாகக் காணப்பட்டன. காலப்போக்கில் மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தால் வீடுகள், விளைநிலங்கள், தொழிற் சாலைகள், அணைக்கட்டுகள், விளையாட்டு மைதா னங்கள், சாலைகள் எனப் பலவற்றை ஏற்படுத்தக் காடுகள் பயன்பட்டமையால் அவற்றின் பரப்பளவு குறைந்தது. இன்று இந்தியாவில் 74.6 மில்லியன் ஹெக்டேர் நிலப்பரப்பில் மட்டுமே காடுகள் உள்ளன. இது மொத்த நிலப்பரப்பில் 22.7% ஆகும். தமிழ்நாட்டின் நிலப்பரப்பில் 16% காடுகள் உள்ளன. இந்திய வனக் கொள்கைப்படி மொத்த நிலப்பரப்பில் மூன்றில் ஒரு பகுதியில் காடுகளை ஏற்படுத்த முயற்சி செய்யப்படுகிறது. நாட்டு நலம் பேணுவதில் காடுகள் பெரும் பங்கேற்கின்றன. மேகங்களைக் குளிர்வித்து, மழையைப் பொழிவிக்க ஓங்கி வளரும் காடுகள் தேவை.

அடர்ந்த காடுகளில் உள்ள மரம், செடி, கொடிகள் மட்கி, மழை நீரை உறிஞ்சுகின்றன. தரையில் உள்ள தாவரங்களின் வேர்த்துளைகளின் மூலமாக நிலத்துள் சென்ற நீர், சுனைகளின் மூலமாக வெளியே வரும். மழை இல்லாக் காலங்களில் நீர் கிடைக்க இக்காடுகளே காரணம் ஆகின்றன. மழைத் துளிகள் வேகமாக நிலத்தில் விழாமல் பாதுகாத்து, மழை நீரோட்ட வேகத்தைக் குறைத்து, காற்றின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தி மண் அரிப்பைத் தடுத்துப் புவியின் வளமான மேல்மண் அடித்துச் செல்லப் படாமல் காத்து நிற்கும் காடுகளே மண் வளத்தைப் பேணுகின்றன. உலகிலுள்ள பல பாலைவனங்கள்

மேலும் பரவக்கூடிய தீமையைத் தடுப்பதற்குக் காடுகளே உதவுகின்றன. குளிரான, வெப்பமான புயல், சூறாவளி போன்றவற்றைத் தடுத்துக் காடுகள் தென்றலாக அளிக்கின்றன. தொழிற்சாலைக ளால் ஏற்படும் வான்மண்டல மாசுகளைப் போக்கி, தூய்மையான காற்றாகக் காடுகளிலுள்ள மரங்கள் தருகின்றன. மரங்கள் காடுகளில் வாழும் பறவை, வனவிலங்கு போன்ற உயிரினங்களுக்கும், மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிரிகளுக்கும் ஊட்டம் அளித்து உதவுகின்றன. இத்தகைய பயன் மிகுந்த காடுகளின் முக்கியத்துவத்தாலேயே அவை பச்சைத்தங்கம் எனப் படுகின்றன.

பொதுவாகக் காடுகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ளும் அறிவியல் காட்டியல் என்றும், காடுகளின் பராமரிப்பு, காட்டு மேலாண்மை என்றும், புதிதாகக் காடுகளை உண்டாக்குவது காடு வளர்ப்பு என்றும், காட்டில் உள்ள மரங்களைப் பேணிக் காப்பது மரம் வளர்ப்பு என்றும், காட்டில் உள்ள உயிரினங்களுக்கும் அவற்றின் சூழ்நிலைக்காரணிகளுக்கும் இடையே உள்ள உறவுமுறையைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வது காட்டுச் சூழ்நிலையியல் என்றும், காட்டில் உள்ள தாவரங்கள் அவற்றின் பயன், காட்டில் கிடைக்கும் பொருளாதார, மருத்துவப் பயன் மிக்க தாவரங் களைப் பற்றிப் படிப்பது காட்டுத் தாவரவியல் என் றும், காட்டில் உள்ள வனவிலங்குகளைப் பாது காப்பது வனவிலங்குப் பாதுகாப்பு என்றும் பெயர் பெறும்.

காட்டுப் பகுதியில் உள்ள விலங்குகளைப் பாது காக்கும் பொருட்டு வனவிலங்குப் புகலிடங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. மிக அண்மைக் காலத்தில் காட்டில் உள்ள நகர்ப்புற மக்களின் மரங்களின் தேவையை முன்னிட்டு அவர்கள் பல இன மரங்களை வளர்க்கத் தொடங்கியுள்ளனர். இது சமூகக்காடுகள் என்றும், இவ்விதக் காடு வளர்ப்பு, சமூகக் காட்டி யல் என்றும் கூறப்படும்.

காடுகளிலிருந்து மனிதனுக்குப் பல பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இத்தகைய பொருள்களைப் பற்றிப் படிப்பது காட்டுத் தாவரவியலின் முதன்மை நோக்க மாகும். மனிதன் தன் தேவை அனைத்திற்கும் தன்னைச் சுற்றி உள்ள மரம், செடி, கொடிகளி லிருந்தே உணவு, உறையுள், உடை ஆகியவற்றைப் பெற்று வந்தான். வரலாற்றுக் காலத்தின் தொடக் கத்தில் வாழ்ந்த மனிதன், தான் வாழ மரங்களா லான வீட்டைக் கட்டினான். அவற்றை உண்டாக்க மரக்கருவிகளையே பயன்படுத்தினான். தனது உண விற்காகக் காடுகளில் திரிந்த விலங்கினங்களை வேட்டையாட மரத்தாலான வில், அம்பு முதலிய வற்றையே பயன்படுத்தினான். அவன் நாகரிகம் வளர வளர, மரங்களிலிருந்து மேலும் மேலும் பல பொருள்களைப் பயன்படுத்தக் கற்றுக் கொண்டான். அவற்றுள் மிகவும் முக்கியமானது மரக்கட்டை ஆகும். மரக்கட்டைகள் அந்நாளில் வாழ்ந்த மக்க ளுக்கு எளிதில் கிடைத்தன. அன்று கிடைத்த கருவி களால் அவன் தனக்கு வேண்டியவற்றை எளிதாகச் செய்து கொண்டான். கட்டை வலிமையானது; நீள் தன்மை உடையது; கெட்டியானது. கட்டையில் மின்சாரமும், வெப்பமும் எளிதில் கடத்தப்படுவ தில்லை. ஈரத்தால் துருப்பிடிப்பதோ படிகங்கள் ஆவதோ இல்லை. மரக்கட்டைகளை எளிதில், விரும்பியவாறு பயன்படுத்தலாம். எனவே மனித நாகரிகத்தில் மரம் மனிதனோடு ஒன்றி வளர்ந்தது.

மரக்கட்டை என்பது தாவரங்களில் இரண்டாம் நிலைக் குறுக்கு வளர்ச்சியால் ஏற்பட்டது. இதில் விதைமூடா வகைத் தாவரங்களிலிருந்து (gymnospermae) கிடைத்த மரங்கள் மென்கட்டைகள் என் றும், இருவித்திலைத் தாவரங்களில் இருந்து கிடைத் தவை வன் கட்டைகள் என்றும் கூறப்படும். கட்டை யில் சைலம், ஃபுளோயம் என்னும் இரு சிக்கலான திசுக்கள் இருந்த போதும் சைலம் திசுவே மிகு அளவில் காணப்படும். சைலத்தில் டிராக்கீடுகள், வெஸல்கள், சைலம் நார்கள், சைலம் பாரன்கைமா முதலியன அடங்கும். மரக்கட்டைகளை இனம் கண்டு கொள்வதற்கு முன் பின் கட்டை வளர்ச்சி வளையங்கள், வைரக் கட்டை, சோற்றுக் கட்டை, உருவம் முதலியன உதவும்.

கட்டைகளின் வகைப்பாட்டிற்குத் துளைகள் உதவும். விதைமூடாத்தாவரக் கட்டைகளில் வெஸல்கள் இல்லாமையால் அவை துளையற்ற கட்டைகள் எனப்படும். இருவித்திலைத் தாவரக் கட்டைகள் துளைக் கட்டைகள் எனப்படும். காஸ் டனியா, பெடுலா போன்ற மரங்களில் பெரிய வெஸல்கள் ஒவ்வொரு பருவத்தின் தொடக்கத்தி லும் இருக்கும். பிறகு சிறிய வெஸல்கள் உண்டாகி, பல வளையமாகக் காணப்படுவதால் இவை வளையத் துளைக் கட்டைகள் எனப்படும். குளிர் மண்டல மரங்களில் வசந்த காலத்தில் பெரிய மெல்லிய செல் சுவருடைய செல்கள் அமைந்த முன்கட்டை அல்லது வசந்தகாலக் கட்டை உண்டாகும். கோடைக் காலத் தில் சிறிய தடித்த செல் சுவரோடு கூடிய கட்டைகள் கோடைக் காலக்கட்டை எனப்படும். கட்டைகளில் மெல்லிய, சோற்றுச் செல்களால் (parenchyma cells) ஆகிய கதிர்கள் மைய அச்சிற்குக் குறுக்காக அமைந்து இருக்கும். இவை அகலம், உயரம், அமைவு முறை ஆகியவற்றில் வேறுபட்டுக் கட்டைகளின் தன்மைகளை அறுதியிடும்.

கட்டைகளின் தொடக்ககாலத்தில் உள்ள செல்கள் உயிருள்ளவையாகச் செயல்திறம் பெற்றுக் காணப்படும். இது சோற்றுக் கட்டை எனப்படும். பின்னர் உண்டாகிய கட்டையின் செல்களில் பல

செல் சுவர் துணைப் பொருள்கள் மிகுதியாகப் படிவதால் செல்கள் கெட்டித்தன்மை பெற்றுச் செயலியல் தன்மை இழந்து, வைரக்கட்டைகள் ஆகின்றன. மரத்தின் இப்பகுதியே பெரும்பாலும் பயன்படுகிறது. மரத்தின் தன்மை அதன் நயத்தால் நிர்ணயிக்கப்படும். மரக்கட்டையில் உள்ள பலவித மான செல்களின் அமைப்புநிலை, தரம் என்பவையே மரக்கட்டையின் நயத்தை அறுதியிடுகின்றன. கட்டையில் உள்ள பலவிதமான செல்களின் அமைப்பு முறையே கட்டையின் நார்வரி அமைதி (grain) எனப் படும். மரக்கட்டையின் வெட்டுப் பரப்பில் காணப்படும் வடிவமே உருவம் ஆகும். மரக்கட்டைகளின் தன்மை, அழுத்து வலிமை, நீட்சி வலிமை, நார்பிரி வலிமை, குறுக்கு-முறிவு வலிமை முதலியவற்றாலும் கட்டை யின் செறிவு, ஒப்படர்த்தி, ஈர அளவு ஆகிய வற்றாலும் முடிவு செய்யப்படும்.

பயன்கள். வரலாற்றுக் காலம் முதல் இன்று வரை சமையல் விறகிற்கு மரங்களே பயன்படுகின்றன. விறகுகள் தொழிற்சாலைகளுக்குத் தேவையான வெப் பத்தையும் ஆற்றலையும் கொடுக்கின்றன. பழங் காலத்தில் வாழ்ந்து மடிந்த மரங்களையே இன்று நிலக்கரி, லிக்னைட்டாக வெட்டி எடுத்துப் பயன் படுத்துகின்றனர். பழங்கால மரங்களின் அழுத்தத்தால் கிடைப்பதே பெட்ரோல் ஆகும். இதன் துணைப் பொருள்களைத் தற்போது ஊர்திகள் ஓட்டவும் தொழிற்சாலைகளை இயக்கவும் பயன்படுத்துகின் றனர். மேலும் கேசோலின், மண்எண்ணெய், ஜெல்லி, பாரஃபின் மெழுகு முதலியனவும் எண்ணெய்த் தூய்மையின்போது கிடைத்துப் பல வழிகளிலும்பயன் படுகின்றன. வீடுகள் கட்டவும், தொலைபேசிக் கம்பங்கள், மின்சாரக் கம்பங்கள் ஆகியவற்றிற்கும் நீண்ட மரத்துண்டுகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

உணவுப்பொருள், மருந்து முதலியவற்றை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லத் தேவையான பெட்டிகள் செய்யக் கன மில்லாத மரப் பலகைகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். வீடுகட்டுவதற்கு வேண்டிய விட்டம், சட்டம், கதவு, ஜன்னல்களுக்கும், வீட்டிற்குத் தேவையான மேஜை, நாற்காலி, கட்டில், அலமாரி முதலிய மனைத் துணைப்பொருள்களுக்கும் மரங்கள்பயன்படுகின்றன. மரக்கட்டைகளை எந்திரங்களின் உதவியால்மெல்லிய பலகைகளாக்கி, அவற்றை ஒட்டி மேலொட்டுப் பலகைகள் ஆக்கி மனைத் துணைப் பொருள்கள் செய்யப்படுகின்றன. படகுகள் கட்டவும், இருப்புப் பாதைகளுக்கு அடியில் போடவும், இரயில் பெட்டிகள் செய்யவும் மரக்கட்டைகள் பயன்படுகின்றன. மரக் கட்டைகளை எரித்துக் கரி தயாரித்து எரிபொரு ளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். மரக்கட்டைகளை வாலை வடிநீரில் காய்ச்சி, கரி, தார், எண்ணெய், மெத்தில்ஆல்கஹால் என்னும் எரிசாராயம் முதலிய வற்றைத் தயாரிக்கின்றனர்.

குயிர்கஸ் என்னும் மரத்திலிருந்து புட்டி, டப்பாக்கள் அடைக்கும் கார்க்கைப் போர்ச்சுக்கல், ஸ்பெயின், அல்ஜீரியா, பிரான்ஸ், மொராக்கோ, இத்தாலி முதலிய நாடுகளில் தயாரிக்கின்றனர். தோல் பதனிடுவதற்கு ஏற்ற மரப்பட்டைகள் சூகா கான்டென்சிஸ், குயிர்கஸ் மான்டானா, ரைஸோஃ போரா, காஸ்டனியா, அகேஷியா டீல்பாடா, அகேஷியா மொல்லிஸ் ஆகிய மரங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. ரஸ் கிளாப்ரா, ரஸ் கொபல்லினா போன்ற மரங்களின் இலைகளில் டானின் என்னும் துவர்ப்புப் பொருள் மிகுதியாக உள்ளமையால் அவையும் தோல் பதனிட உதவுகின்றன. கடுக்காய், தானிக்காய், திவி-திவி போன்றவற்றின் கனிகளும், ரூமக்ஸ், ஹைமெனோசெஃபலஸ் போன்ற தாவரங் களின் வேர்களும் டானின் உடையவையாக இருப் பதால் தோல் பதனிடப் பயன்படுகின்றன.

மிகப் பழங்காலம் தொட்டே எழுதும் மை, அச்சடிக்க உதவும் மை முதலியவற்றைக் குயிர்கஸ் இன்ஃபெக்டோரியா, ரஸ் சைனென்ஸிஸ் போன்ற மரங்களிலிருந்து தயாரிக்கின்றனர். நூல், துணி, தாள் தோல், உணவுப் பொருள், மணப்பொருள் முதலியவற்றிற்கு நிறம் தரும் நிறமிகளும், மரங்கள் வீடுகளுக்குப் பூசும் சாயம், நெய்வனங்களும் தாவரங் களில் இருந்தே தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஹிமாடா ஸைலான் கேம்பச்சியானம் என்னும் மரத்திலிருந்து சிவப்புச் சாயமும், குளோரோஃபோரா டிங்டோரியா என்னும் மரத்திலிருந்து மஞ்சள் நிறச் சாயமும், அகேஷியா கேட்டெச்சு என்னும் மரத்திலிருந்து கறுப்பு நிறச் சாயமும், மாக்லூரா போமிஃபெரா என்னும் மரத்திலிருந்து ஆரஞ்சு வண்ணச் சாயமும், சீஸல்பீனியா சப்பான் என்னும் மரத்திலிருந்து சிவப்பு நிறச் சாயமும், டீரோகார்பஸ் எரினேஸியஸ், பாஃபியா நிடிடஸ் என்னும் மரங்களிலிருந்து பழுப்பு, சிவப்பு, ஊதா, நிறச்சாயங்களும் தயாரிக்கப்படு கின்றன.

இண்டிகோஃபெரா டிங்டோரியா இலைகளி லிருந்து ஊதா நிறச்சாயமும், மருதாணி இலைகளி லிருந்து ஆரஞ்சு நிறச் சாயமும், ரெசீடா லூடியோலா இலைகளிலிருந்து மஞ்சள் நிறச் சாயமும் எடுக்கப்படு கின்றன. ரூபியா டிங்டோரம் வேரிலிருந்து சிவப்பு நிறச்சாயமும், ஆல்கன்னா டிங்டோரியாவிலிருந்து சிவப்பு, ஊதா நிறச்சாயமும், மஞ்சள் கிழங்கிலிருந்து ஆரஞ்சு நிறச்சாயமும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. கார்த் தமஸ் டிங்டோரியஸ் பூவிலிருந்து சிவப்பு நிறச்சாய மும், குங்குமப் பூவிலிருந்து மஞ்சள் நிறச் சாயமும் எடுக்கப்படுகின்றன. ராம்னஸ் இன்ஃபெக்டோரியா கனியிலிருந்து மஞ்சள் சாயமும், ராம்னஸ் கதார்டிகா கனியிலிருந்து பச்சை நிறச்சாயமும் தயாரிக்கப்படு கின்றன.

தற்காலத்தில் ரப்பரால் செய்யப்பட்ட பல பொருள்கள் ஹீவியா பிரேஸிலியென்ஸிஸ் என்னும்

ரப்பர் மரத்திலிருந்து கிடைக்கின்றன. காஸ்டில்லா எலாஸ்டிகா என்னும் மரத்திலிருந்து பனாமா ரப்பரும், ஃபைகஸ் எலாஸ்டிகா என்னும் மரத்திலிருந்து அஸ்ஸாம் ரப்பரும்; பார்த்தீனியம் அர்ஜென்டேட்டம் என்னும் புதர்ச்செடியிலிருந்து குயாயூல் ரப்பரும் எடுக்கப்பட்டுப் பலவிதங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. துணி ஆலைகள், காகிதத் தயாரிப்பு, பற்பசை, வண்ணம், இனிப்புப் பொருள் ஆகியன தயாரிப்பில் பயன்படுத்தப்படும் கோந்து அகேஷியா செனீகல், அஸ்ட்ராலகஸ் கம்மிஃபெர், ஸ்டெர்கூலியா யூரென்ஸ், புராஸிபஸ் ஜூலிஃப்புளோரா ஆகியவற்றிலிருந்தும், பூச்சு மருந்து, பாய், மணப்பொருள் தயாரிக்க உதவும் ரோசனங்கள் அனாகார்டியேசி, ப்ர்சரேசி, கட்டிஃபெரே, லிலியேசி, ஸ்டைரேசி ஆகிய குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களிலிருந்தும் கிடைக்கின்றன.

துணிகள், கம்பளங்கள் அச்சிடவும், லினோலியம், மெழுகு, மை, ஒட்டும் பொருள்கள், மருந்துகள், வேதிப்பொருள்கள் தயாரிக்கவும் உதவும் எண்ணெய், ரோசனமான டர்பென்டைன், கனடா பால்சம் முதலியவையும் கூம்புத் தாவரங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. யூகலிப்டஸ், சின்கோனா, சர்ப்பகந்தி, நித்தியகல்யாணி, அட்ரோபா, டிஜிடாலிஸ் முதலிய காட்டில் கிடைக்கும் தாவரங்கள் பல மேல்நாட்டு மருத்துவ முறையிலான மருந்துகள் தயாரிக்கவும், வசம்பு, பாலை, எட்டி, குப்பைமேனி, துத்தி, வேலிப் பருத்தி, முடக்கத்தான், ஆடாதொடாப்பாளை, தூதுவளை, வல்லாரை போன்ற மூலிகைகள் இந்திய மருத்துவ முறையிலான மருந்துகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

-கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

நூலோதி. C.H. Stoddard, *Essentials of Forestry Practice*, John Wiley & Sons, New York, 1978.

காட்டுப் பன்றி

இவ்விலங்கு அனைத்து வாழிடங்களிலும் கூட்டமாக வாழ்ந்து, அனைத்து உணவையும் உண்டு விரைந்து இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடியது. நீண்ட தலை, தட்டையான மூக்கு, குட்டைக் கால்கள், வெளியில் வளைந்து நிற்கும் கோரைப் பற்கள், சாம்பல் நிறமும் கருநிறமும் கலந்த உடல் ஆகிய புறத்தோற்றங்களைக் கொண்டுள்ள இவை 90 செ. மீ. உயரமும், 200 கிலோ உடல் எடையும் கொண்டவையாகும்.

புதர் மண்டிய காடுகள், புல்வெளிகள், பயிர்நிலங்களை ஒட்டியுள்ள நிலப்பகுதிகளில் கூட்டமாக வாழ்கின்ற காட்டுப் பன்றிகள் (sus scrofa) இந்தியா, இலங்கை, பர்மா, சயாம் போன்ற நாடுகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. நீண்ட கூம்பு வடிவமான தலையையும், தட்டையாகப் பரந்து விரிந்த மூக்கையும், குட்டைக் கால்களையும், வாயிலிருந்து வெளியில் நீண்டு மேல்நோக்கி வளைந்துள்ள கோரைப் பற்களையும் (30 செ.மீ. நீளம்) சாம்பல் விரவிய கறுப்பு நிற உடலில் வெண்ணிறத் தடித்த மயிர்களடர்ந்த உருவையும் பெற்றுள்ள காட்டுப் பன்றிகளில் ஆண் பன்றிகளிடம் செறிந்த மயிர்ப் பிடரி காணப்படுகிறது. மேல்தாடை, கீழ்த்தாடைக் கோரைப்பற்கள் வாயிலிருந்து வெளிப்பட்டு மேல் நோக்கி வளைந்துள்ளன. பன்றிக் குட்டிகள் பழுப்பு நிற மேனியில் கறுப்பு நிறக் குறுக்குப் பட்டைகளைக் கொண்டுள்ளன.

வலிமையான மூக்கால் நிலத்தைக் கீறி வேர், கிழங்கு ஆகியவற்றையும், இலை, தழை, பயிர் பூச்சி, பாம்பு, இறந்து போன விலங்கு ஆகியவற்றையும் உண்கின்ற அனைத்துண்ணிகள். வைகறை, மங்கிய மாலை வேளைகளில் உணவு உண்ணும் காட்டுப் பன்றிகள் மழைக்காலத்துக்குப் பின்னால் விளை நிலங்களுக்குள் நுழைந்து பயிர்களை அழிக்கின்றன.

பெரும் கூட்டமாகவே காணப்படும் காட்டுப் பன்றிகள் வலிமை மிக்க ஆண் பன்றியின் தலைமையில் செயல்படுகின்றன. ஒரு பன்றிக் கூட்டத்தில் நூற்றெழுபது பன்றிகளைப் பார்த்ததாக டன்பார் பிராண்டர் என்னும் வனவிலங்கியலார் தெரிவிக்கிறார். ஆண் பன்றிகள் வீரம் மிக்கவை; புலி, சிறுத்தை ஆகிய எதிரிகளை எதிர்த்து வெல்லும் திறம் மிக்கவை. நுட்பமான அறிவு, திட்டமிட்ட முடிவு, வீரம் ஆகிய இயல்புகளைக் கொண்டிருந்தாலும் அவற்றின் பார்வைப் புலனும், செவிப்புலனும் ஓரளவே நன்னிலையிலுள்ளன. எல்லாக் காலத்திலும் உணவு மிகுதியாகக் கிடைப்பதால் புணர்ச்சியில் மிகுவேட்கையுடன் ஈடுபட்டு மழைக் காலத்திற்கு முன்பும், பின்பும் ஒவ்வொரு பெண் பன்றியும் ஆறு குட்டிகளைப் பெறும். புல் இலை தழைகளைக் கொண்டு ஏற்படுத்தும் மறைவிடங்களில் குட்டிகளை ஈன்று அக்கறையுடன் பேணும் தாய்ப்பன்றிகள் அச்சமூட்டும் மனநிலையில் காணப்படும். இணைகளைப் பெறுவதற்காகச் சண்டையிடும் ஆண்பன்றிகள் உடலுறவுக்குப் பின் தனித்தோ கூட்டத்துடனோ வாழும்.

விளை நிலங்களை அவை மிகுதியாக அழிப்ப தால், காட்டுப் பன்றிகளைப் பயிர்க் கொல்லிகளாக அரசு அறிவித்து உள்ளது. காட்டுப் பன்றிகளின் தசைக்காக மனிதரால் அவை வேட்டையாடப்படு கின்றன. நீண்ட கழிகளால் பன்றிகளை வேட்டை யாடும் வழக்கம் வட இந்தியாவில் உள்ளதாகக் கீ என்னும் வனவிலங்கியலார் தெரிவிக்கிறார்.

-துரை. சுந்தரமூர்த்தி

நூலோதி. E.P. Gee *The Wild Life of India*, Collins, London, 1964.

காட்டுப் பூனை

இவை ஸ்காட்லாண்ட், வேல்ஸ் மற்றும் ஐரோப்பா வின் குன்றுகள் நிறைந்த பகுதிகளிலும் ஆங்காங்கே உள்ள ஒதுக்குப்புறமான காடுகளிலும் காணப்படுகின் றன. பொதுவாகவே, காட்டுப்பூனைகள் (jungle cat: *Felis Chaus*) பாறைகள் நிறைந்த உயர்ந்த இடங்களி லும் மான்கூட்டங்கள் வாழும் பகுதிகளிலும் வாழ் கின்றன. இப்பூனைகள் தங்கும் இடமான குகைகள் அல்லது கூடுகள் ஒதுக்குப்புறமான பாறைகளின் இடுக்குகளில் அமைகின்றன.

காட்டுப் பூனைகள் எப்போதும் மக்கள் குடி யிருப்புகளிலிருந்து விலகியே வாழ்கின்றன. இரவு வேளைகளில் முயல், குழிமுயல், பறவை, கோழி, ஆட்டுக் குட்டி போன்றவற்றை வேட்டையாடுகின் றன. கிடைத்த இரையைத் தேக்கி வைக்காமல் உடனே விழுங்கிவிடுகின்றன. காட்டுப்பூனையின் வாழ்க்கைக்கு மிகவும் உறுதுணையாக இருப்பவை புலன்களின் கூர்மையான செயல் திறனும், வேகமாக ஓடிமறையும் இயல்புமேயாகும்.

காட்டுப் பூனை எப்போதும் தனிமையாகவே காணப்படும். இனச்சேர்க்கையின்போது மட்டுமே ஆணும் பெண்ணுமாகச் சேர்ந்து காணப்படும். கருவுற்ற பெண்பூனை அறுபத்தெட்டு நாள் கழித்து நான்கு ஐந்து குட்டிகளை ஈனும். ஈன்ற குட்டிகளை மிகவும் கவனமாகப் பேணி அவற்றின் பாதுகாப்புக்குக் கேடு தரும் விலங்குகளை எதிர்த்துப் போராடும். குட்டிகளும் சண்டையிடும் வல்லமை பெற்றுள்ளன. தாய்ப்பால் குடித்து வளரும் இவை பால் குடிக்கும் பருவம் கடந்ததும் தனித்து வாழத் தொடங்குகின் றன. ஒரு காட்டுப் பூனையின் வாழ்நாள் பதினாறு ஆண்டுகளாகும்.

காட்டுப் பூனை நடக்கும்போது விரல்களால் தரையைத் தொட்டு நடக்கிறது. உள்ளங்கால்களைத் தரையிலிருந்து சிறிது உயர்த்தியே நடக்கிறது. இம்முறையைக் கையாள்வதால் பூனை மிக விரை வாக ஓடுகிறது. உள் இழுத்துக் கொள்ளுமாறு அமைந் துள்ள நகங்கள் பாதங்களின் அடிப்பகுதியில் அமைந் துள்ளமையால் அவற்றின் கூர்மை மழுங்குவதில்லை. மரம் ஏறவும் எதிரிகளைத் தாக்கவும் இந்நகங்கள் பயன்படுகின்றன.

Jungle Cat
(*Felis chaus*)

குட்டையான, கூர்மையான, எப்பக்கமும் திருப் பக்கூடிய காது மடல்கள், இருட்டிலும் பார்க்குந் திறன், மோப்ப உணர்வு ஆகியவற்றால் காட்டுப் பூனை நன்கு செயல்படுகிறது. ஒளியில் நோக்கும் போது கண்ணில் செங்குத்துக்கோடு போல் காணப் படும். கண்மணி அடர் இருட்டில் மிகவும் அகலமாக விரிந்து ஒளியைக் கண்ணுக்குள் அனுப்புகிறது. எனவே மிகவும் ஒளி குறைந்த சூழ்நிலையிலும் காட்டுப் பூனையால் பார்க்க முடியும்.

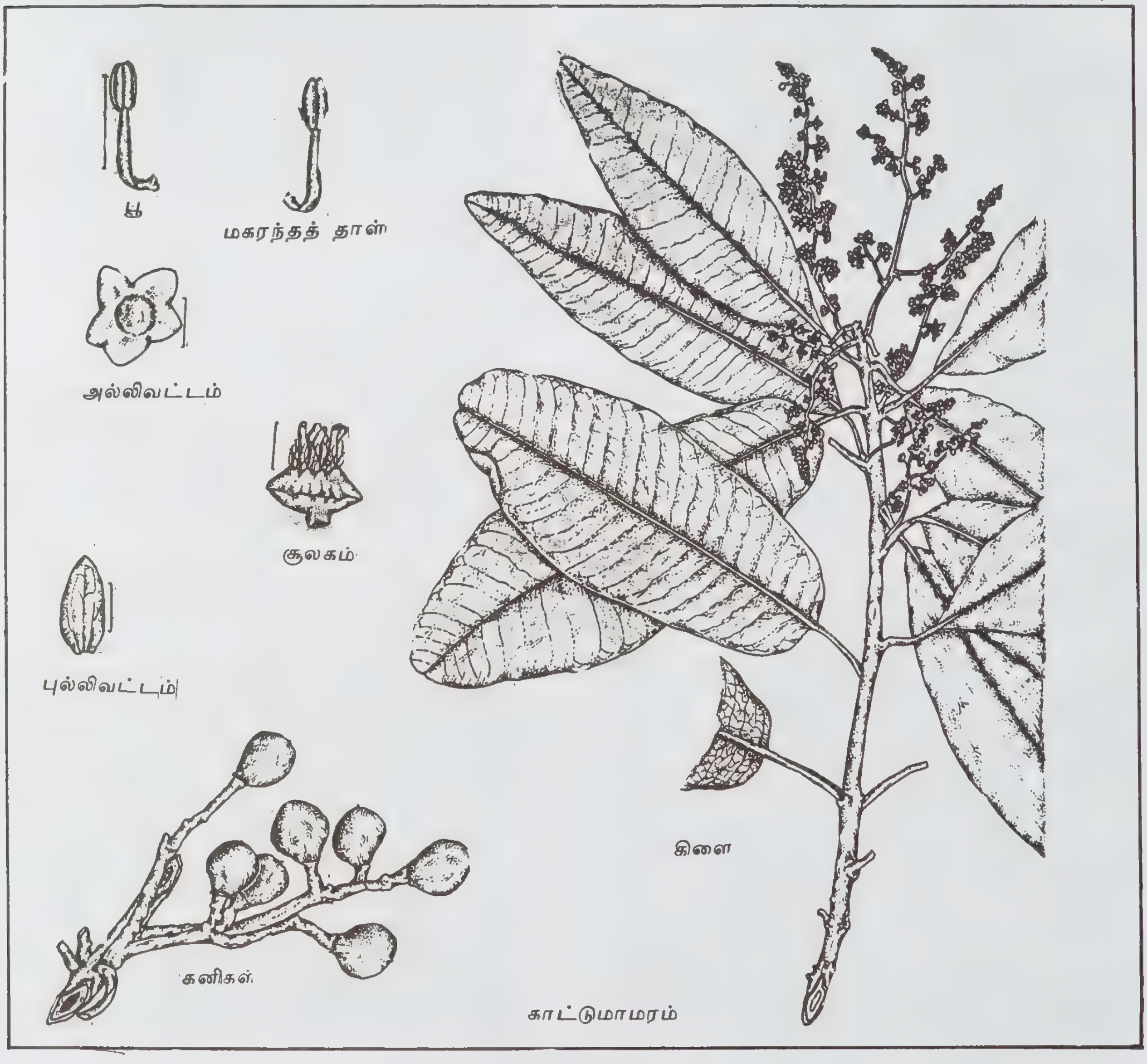
மேல் உதடுகளில் நீண்ட மீசை மயிர் காணப் படுகிறது. அது தொடு உணர்ச்சி இழையாகப் பயன் படுகிறது. உணர்விழைகளும், மோப்பத் திறனும், கூரிய பார்வைத்திறனும் காட்டுப் பூனை இருட்டிலும் உணவு தேடியலைவதற்குப் பேருதவி புரிகின்றன. சிறிய உளிப்பற்களும், நீண்டு, பின்புறமாகச் சற்று வளைந்த கோரைப் பற்களும், முன் கடைவாய், பின்கடைவாய்ப் பற்களும் உள்ளன. முன், பின் கடைவாய்ப் பற்கள் பிற பாலூட்டி விலங்குகளில் உணவை அரைப்பதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. ஆனால் காட்டுப் பூனையின் கடைவாய்ப் பற்கள் மிகவும் உறுதியானவை; கூர்மையானவை. பல்லின் டென்டைன் பகுதியின் மேல் காணப்படும் எனாமல் (enamel) மிகக் கெட்டியான பகுதி. இது தேய்வதே இல்லை.

கீழ்த்தாடை மேல் தாடையோடு செங்குத்தாகப் பூட்டிக்கொள்ளும் வகையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளமையால் கீழ்த்தாடையின் மேல் கீழ் அசைவைத் தவிர வல, இட அசைவு இல்லை. இவ்வகை அமைப்பு இறைச்சித் துண்டுகளை வெட்டித் தின்பதற்கும், இழுத்துக்கிழிப்பதற்கும் பயன்படும். மேல் தாடையிலுள்ள இறுதி முன் கடைவாய்ப் பல்லும் கீழ்த்தாடையின் இறுதிக் கடைவாய்ப் பல்லும் பெரியவையாக உள்ளன. இவை கார்னேஷியல் பற்கள் எனப்படும். இவற்றைப் புலாலைக் கத்தரிக்கும் பற்கள் எனலாம். இவை புலாலைத் துண்டு துண்டாக வெட்டியெடுப்பதற்குப் பெரிதும் உதவுகின்றன.

– சு. மாடசுவாமி

காட்டு மாமரம்

இம் மரம் மிகுதியாகப் பயன்படுவதில்லை. கொட்டைகள் மிகுதியும் உண்ணப்படுகின்றன. இவை பிஸ்தாப் பருப்பைப் போல வறுத்து உண்ணப்படும். கனியையும் உண்ணலாம். இதன் தாவரவியல் பெயர் புக்கனானியா ஆக்சிலாரிஸ் (Buchanannia axillaris) என்பதாகும். புக்கனானியா ஆங்குஸ்டிஃபோலியா என்பது இதன் இணை தாவரப்பெயராகும். இது இந்தியாவில் உள்ள தென்பீடபூமிப் பகுதிகளான ஆந்திரம், கர்நாடகம், கேரளம், தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் உள்ள வறண்ட காடுகளில் காணப்படும். இது இருவித்திலைத் தாவரங்களுள், அல்லி இணையான தொகுதியில், சாபின்டேல்ஸ் துறையில் அனகார்



காட்டுமாமரம்

டியேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மாமரத்தைப்போல இதுவும் தோற்றம் அளிப்பதால் இது காட்டுமா, கோலமா, முடமா என்று குறிப்பிடப்படும். இது ஒரு வெப்ப, மித வெப்ப மண்டலத் தாவரம். இது ஸ்ரீலங்காவிலும் இந்தியாவிலும் உள்ள வறண்ட சமவெளிகளிலும், வங்காளம், மேற்குக்கடற்கரையில் உள்ள மஹாராஷ்டிரம், ஆந்திரம், கர்நாடகம், கேரள மாநிலங்களில் உள்ள மலைச் சரிவுகளிலும் காணப்படும்.

மரம். காட்டுமாமரம் 4-18 மீ. உயரம் உடையது. இதன் மரப்பட்டைகளில் ஆழமான சாம்பல் பழுப்பு நிறப் பட்டை உள்ளது. இதன் மரக்கட்டை ஓரளவு கெட்டித்தன்மை கொண்டது. இலைகள் மாற்று இலையடுக்கம், தனிஇலை, இலைக்காம்பு உடையவை. 15×4 செ.மீ அளவுடையவை. விளிம்பு ஒழுங்கானது; நுனி பள்ளம் உடையது. ஒரு மைய நரம்பு; பக்க நரம்புகள் வளைந்த வலைப்பின்னல் நரம்பு அமைப்புடையது. மஞ்சரி இலைக்கோணத்தில் காணப்படும். கிளைத்த நுனி வளர் மஞ்சரியாகும். பூக்கள் மிகச் சிறியவை; 5 செ. மீ. விட்டம், வெண்மையானவை; இருபால் பூக்கள், ஆரச் சமச்சீர் உடையவை; சூலகக் கீழ்ப்பூவின் பூத்தள வட்டத்தட்டு ஒரு வளையமாகக் காணப்படும். புல்லிவட்டத்தில் 5 புல்லி இதழ்கள் இணையாதவை; கனியிலும் காணப்படும் திருகு இதழ்கள் ஒழுங்கானவை. அல்லிவட்டத்தில் 5 அல்லி இதழ்கள் உண்டு. இவை இணையாதவை; நீள் முட்டைவடிவானவை; நுனி மழுங்கியவை; நரம்புகளுடையவை; திருகு இதழ் ஒழுங்கு அமைப்புடையவை.

மகரந்தத் தாள்கள் 10, தனியானவை; வட்டத் தட்டின் அடிப்பகுதியில் இணைந்திருக்கும். மகரந்தக் கம்பி மெல்லியது; மகரந்தப்பை முட்டை வடிவமுடையது; இரு அறைகள் கொண்டது; நீள் வாக்கில் வெடித்து மகரந்தங்களைச் சிந்தும். மேல் மட்டச் சூல்பை; சூலகம் வட்டுத் தட்டினுள் அமிழ்ந்திருக்கும்; 5 இணையாத சூலக இலைகள்; இவற்றுள் ஒரு சூலக இலை மட்டும் வளம் உடையது; மற்றவை வளம் அற்றவை. குட்டையான சூலகத் தண்டு, சூலக முடி முனை மழுங்கியது. சூலகத்தின் வெளிப்புறத்தில் பல தூவிகள் உள்ளன. ஒரு சூல் அறை; அடிக்காம்புடன் கூடிய ஒற்றைத் தொங்கு சூல். கனி சிறியது; சதைப்பற்றுடையது. குவிவடிவ உள் ஓட்டுச் சதைக் கனி. கறுப்பு நிறமானது. 1.25 செ. மீ. விட்டம் கொண்டது. விதை புடைத்திருக்கும். ஒரு முனை கூர்நுனி உடையது; முளை சூழ்தசை இல்லை; வித்திலை தடித்தது. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை பூச்சிகளின் உதவியால் நடைபெறும்.

- கே. ஆர்.பாலச்சந்திரகணேசன்

நூலோதி. J. S. Gamble, *A Manual of Indian Timber Trees,* Bishen singh Mahendra Pal singh, Dehra Dun, 1972.

காட்டு முயல்

இவ்வுயிரிகள் புதர், புல்தரை இவற்றின் அடியில் சிறிய பள்ளம் தோண்டி வாழும் பழக்கமுடையவை. இவை குட்டிப்போட்டுப் பாலூட்டும் பாலூட்டிகள் வகையைச் சேர்ந்தவை. மேல்தாடையில் இரு இணை வெட்டும் பற்களைக் கொண்டு லாகோமார்ஃபா வரிசையில் இடம் பெற்றுள்ளன.

இவ்விலங்குகள் நீண்ட புறச்செவிகளையும் சிறிய வளைந்த வால் பகுதியையும் கொண்டவை. இவை இரை தேடுவதற்காக இரவில் செயல்படும் தன்மையுடையவை. இவற்றைக் குழிமுயல் போன்று வீட்டில் வளர்க்க முடியாது. பின்கால்களும் புறச்செவியும் கருமையானவை. இவ்விலங்கின் அறிவியல் பெயர் லீப்பஸ் என்பதாகும். குழிமுயலைப் போலல்லாமல் இவை தனித்து வாழும் இயல்பு உடையவை. இவ்வுயிரிகள் ஒரு மணிக்கு 56-64 கி.மீ வரை மிகு வேகமாக ஓடக்கூடியவை. முன்கால், பின்கால் இரண்டும் சம அளவுள்ளவை. முன்காலில் ரேடியஸ் எலும்பு மேற்கை எலும்பான ஹியூமரசை விட நீண்டிருக்கும். இவற்றின் அண்ணப் பகுதிக்குப் பின்புறம் உள்ள நுகர்ச்சித்துளை அகன்று காணப்படுகிறது. மண்டையோட்டில் பரைட்டல் இடை எலும்பு, மேல் பிடர் எலும்புடன் இணைந்துள்ளது. நுகர்ச்சி எலும்புகள், நுகர்ச்சிக்குழிகள், நுகர்ச்சிப் பாதைகள் ஆகியவை அகன்று காணப்படுகின்றன.

இவ்விலங்குகளின் சூல் காலம் 32 நாள்களாகும். ஒரு முனறக்குஇரண்டு குட்டிகள் வரை ஈனுகின்றன. குட்டிகள் உறுதியான மென்மையான நன்கு போர்த்தப்பட்ட மென் மயிரையும் திறந்த கண்களையும் கொண்டிருக்கும். வெட்டும் பற்கள் மேற்பரப்பில் பள்ளம் கொண்டிராமல் காணப்படும். உறுதியற்ற வளைநகங்கள் இவ்விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன.

தென்னிந்தியாவில் காணப்படும் காட்டுமுயல்

இனம் லீப்பஸ் நைகிரிக்காலிஸ் எனப்படுகிறது. இவற்றில் தோள்பட்டைகளுக்கிடையில் கழுத்துக்குச் சற்று மேலாகக் கருமையான பகுதி காணப்படுவதைக் கொண்டு இந்த இனங்களை அறிந்து கொள்ளலாம். இவ்வுயிரிகளின் வால்பகுதி மேற்புறம் கருமையாகவும் வயிற்றுப்புறம் வெண்மையாகவும் இருக்கும். வட இந்தியாவில் காணப்படும் காட்டு முயல் இனம் லீப்பஸ் ருடஃபிகாடேட்டஸ் எனப்படும். இவற்றின் கழுத்தில் கருமைப் பகுதி இல்லை. இவ்வினம் வால்பகுதியின் மேற்புறம் பழுப்பு நிறத்தையும் வயிற்றுப்புறம் வெண்மை நிறத்தையும் கொண்டுள்ளது. இவ்விலங்குகள் உலகின் பெரும்பாலான பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

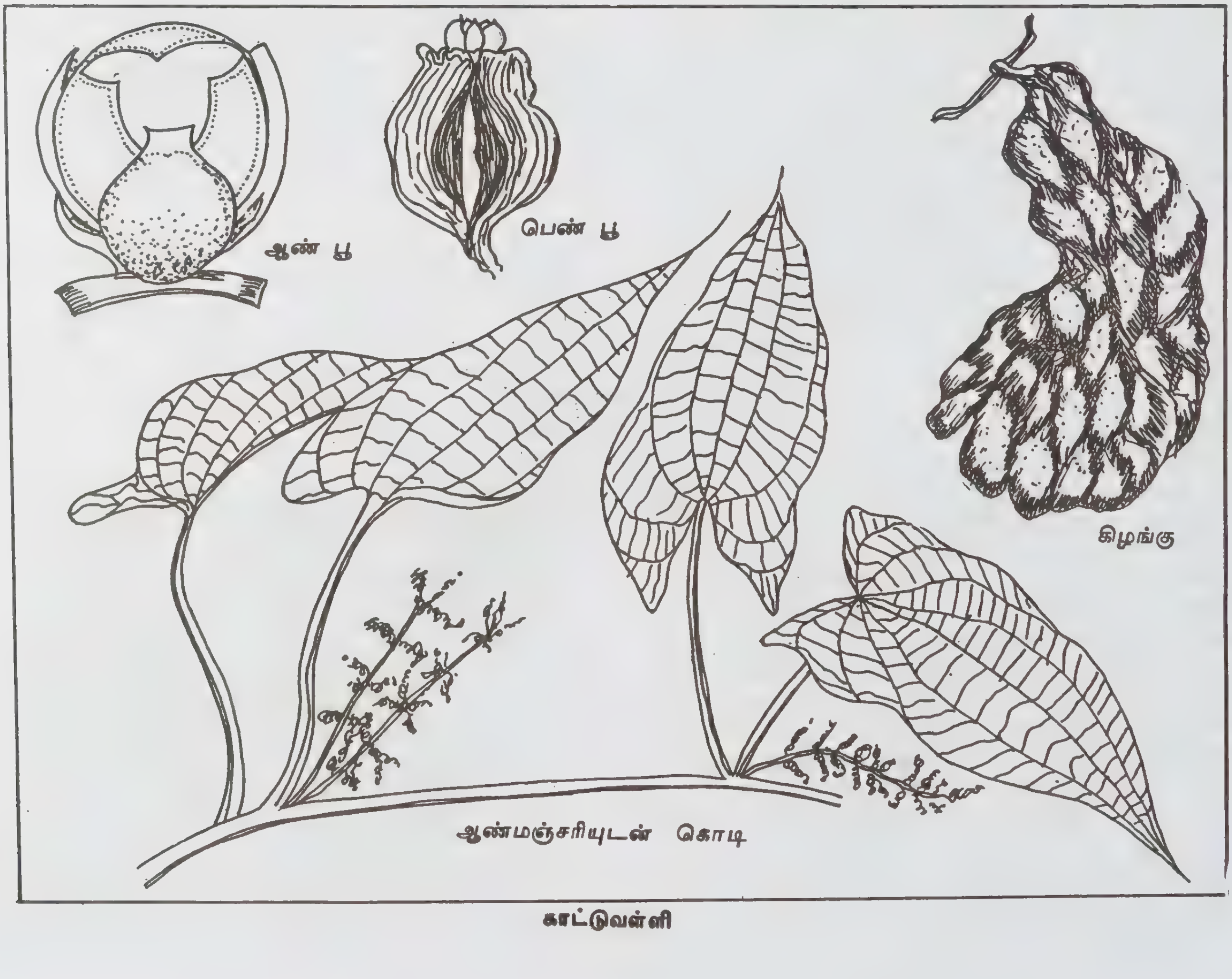
பார்வதி ராஜன்

காட்டுவள்ளி

காட்டில் இயற்கையாகக் காணப்படும் கிழங்கு காட்டு வள்ளி (dioscorea) எனப்படுகிறது. பர்ஸ்குளோவ் என்பார் காட்டு வள்ளி வகைகளை யாம் என்று குறிப்பிடுகிறார். இக்கிழங்குகள் மக்களுக்கு உணவாகவும், பிணி தீர்க்கும் மருந்தாகவும் பயன்படுகின்றன.

செடி. காட்டுவள்ளிகளின் வேர்த் தொகுப்பு வலிவற்றது. இது கிழங்கின் நுனியிலிருந்து உண்டாகும். டயாஸ்கோரியா எஸ்குலன்டா செடியின் வேர்த் தொகுப்பில் முள்கள் உள்ளன. டயாஸ்கோரியா அலாட்டா, டயாஸ்கோரியா கேயென்ஸிஸ் போன்றவற்றில் வேர்க் கிழங்குகள் உள்ளன. இவை 1,2 அல்லது 3 ஆக இருக்கும். இவற்றின் வடிவம் உருண்டோ நீண்டோ தட்டையாகவோ கிளைகளுடன் அல்லது கிளைகள் இன்றியோ இருக்கும்.

கிழங்குகளின் மையப் பகுதியில் ஸ்டார்ச் உள்ள சோற்றுச் செல்களும் (parenchyma cells) சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகளும் இருக்கும். வெளிப்புறமாகச் சூபரின் (suberin) அமைந்த பட்டை உள்ளது. டயாஸ்கோரியா பல்பிஃபெரா செடியின் இலைக்கோணத்தில்



காட்டுவள்ளி

பெருக்கச் சிறு குமிழங்கள் உள்ளன. இவற்றில் உணவு சேமிக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றை உண்ணலாம். தண்டும் இலைகளும் கிழங்கின் நுனியிலிருந்து தரைமேல் தண்டாக வளர்ந்து கொடி ஆகும். கொடி குறிப்பிட்ட திசையில் பின்னிப் படர்வது ஒரு பேரினப் பண்பு ஆகிறது. சில கொடிகள் வலப்புறமாகவும் வேறுசில இடப்புறமாகவும் பின்னிப் படர்கின்றன. இலைகள் தனி இலைகள்; இதய வடிவானவை; இலைக்காம்பு உடையவை; முக்கிய நரம்புகள் இலைத்தாளின் தொடக்கத்தில் தோன்றிப் பிறகு வலைப் பின்னலைப்போல் பிரிகின்றன. சில இலைகள் 3-5 மடல்கள் அல்லது சிற்றிலைகளைப் பெற்றுள்ளன. இலைகளில் உள்ள சுரப்பிகள் பூச்சிகளைக் கவர்கின்றன.

பூக்கள். ஈரில்லம் உடையவை (dioecious). ஆண் பூக்கள் மிக எண்ணிக்கையில் ஒரு தனிக் கொடியிலும், பெண் பூக்கள் குறைந்த எண்ணிக்கையில் ஒரு தனிக் கொடியிலும் அமைந்து இருக்கும். டயாஸ்கோரியா டிரைஃபிடா என்னும் இனத்தில் மட்டும் இருபால் பூக்கள் உள்ளன. ஆண்பூக்களும் பெண் பூக்களும் இலைக்கோணத்தில் நுனிவளர் கிளை மஞ்சரியில் உள்ளன. பூக்கள் சிறியவை. ஆரச்சமச்சீர் உடையவை; பச்சை அல்லது இளம் மஞ்சள் நிறமுடையவை.

இதழ்கள். இரு அடுக்குகளில் மூன்று, மூன்றாக இருக்கும். மகரந்தத்தாள்களும் இரு வரிசைகளில் மூன்று மூன்றாக உள்ளன. பெண் பூக்களில் கீழ் மட்டச்சூல்பை, 3 சூல் அறைகள், ஒவ்வொரு சூல் அறையிலும் 2 சூல்கள் அச்சுச்சூல் அமைவில் உள்ளன. சூலகமுடி 3. கனி 3 அறைகள் கொண்ட வெடிகனி. கனியிலும் விதையிலும் சிறகுகள் உள்ளன. விதையில் இரு வித்திலைகள் சில ஆஃப்ரிக்க இனங்களில் உள்ளன. முளைசூழ் தசை உண்டு; சிறிய கரு இருக்கும்; மகரந்தச் சேர்க்கை பூச்சிகளால் நடைபெறுகிறது.

பயிரிடும் முறை. பெரும்பாலான இனங்கள் சிறு கிழங்குகள் மூலமும், ஒரு சில பெருக்கச்சிறு குமிழுங்கள் (bulbils) மூலமும் பயிரிடப்படுகின்றன. கிழங்குகள் வறட்சிக் கால இறுதியில் மேடுகளில் நடப்படுகின்றன. ஒரு ஹெக்ட்டேர் நிலப்பரப்பில் நடுவதற்கு 10,000-15,000 சிறு கிழங்குகள் தேவைப்படும். நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ், பொட்டாசியம் உரங்கள் பொதுவாக இடப்படும். கொடிக்கு அடிப்படையாகக் கொழு கொம்புகளை நட்டால் விளைச்சல் மிகும். பயிர்ப் பெருக்க முறையில் ஒயிட் லிஸ்பன் பார்படோஸ் என்னும் வகைகள் சிறந்த விளைச்சலைக் கொடுக்கின்றன.

நோய்கள், பூச்சிகள். செர்கோஸ் போரா கார்பொனேஸியா என்னும் பூசணத்தால் இலைப் புள்ளி நோயும், கிளியோஸ்போரியம் பெஸ்டிஸ் என்னும் பூசணத்தால் இளம் தண்டு, இலை வாடலும் உண்டாகின்றன. ஹிடரோலிகஸ் மெலிஸ் என்னும் யாம் விட்டில் பூச்சியாலும், ஆஸ்பிடியெல்லா ஹார்டிஐ என்னும் செதில் பூச்சியாலும் அழிவு உண்டாகிறது. உலகம் முழுதும் ஆண்டிற்கு 20 மில்லியன் கிழங்குகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. மேற்கு ஆஃப்ரிக்காவில் பெருமளவில் விளைகின்றன.

டயாஸ்கோரியா அலாடா. இது இயற்கைவாழ் இனமாக வளர்வதில்லை. இது தென்கிழக்கு ஆசியாவில் அஸ்ஸாம் பர்மாப் பகுதியில் இயற்கையாக வாழ்கின்ற டயாஸ்கோரியா ஹாமில்டோனியை, டயாஸ்கோரியா பெர்மிலிஸ் ஆகிய இனங்களிலிருந்து தோன்றி இருக்கலாம். இது கி. மு. 100 இல் தாய்லாந்து, வியட்நாம், சீனா, நியூகினியா, ஸெலபீஸ், பாலினேஷியா ஆகிய நாடுகளில் பரவி இருந்தது. இது ஆசியாடிக் யாம், வெள்ளை யாம் அல்லது சிறகுள்ள யாம் எனப்படும். கிழங்குகள் 5-60 கி. கி எடை வரையிருக்கும். கிழங்குகள் நீளமானவை, உருண்டையானவை - சில சமயங்களில் இவற்றில் மடல்கள் அல்லது கிளைகள் இருக்கும். இது இந்தியாவில் தக்காண பீடபூமி, கர்நாடகம், கொங்கணம், குஜராத், மஹாராஷ்டிர மாநிலங்களில் பயிரிடப்படுகிறது. கிழங்குகள் காய்கறியாகப் பயன்படுகின்றன.

டயாஸ்கோரியா அகுலியாடா. டயாஸ்கோரியா எஸ்குலன்டா என்றும் இதற்குப் பெயருண்டு. இதன் கிழங்குகள் உருளைக்கிழங்குகளைப் போல் சிறியவை. இதன் தோல் பழுப்பு நிறமானது. சதை வெண்மை நிறமுடையது. இனிப்புச் சுவையுடன் உள்ளமையால் விரும்பி உண்ணப்படுகிறது. இந்தியாவில் மஹாராஷ்டிரம், கர்நாடகம், குஜராத் மாநிலங்களில் இறைவைப் பயிராகப் பயிரிடப்படுகிறது.

டயாஸ்கோரியா பல்பிஃபெரா. இது ஆசியா, ஆஃப்ரிக்காக் கண்டங்களில் இயற்கைவாழ் இனமாகக் காணப்படுகிறது. இதன் தரைக்கீழ்த் தண்டுகள் மிகவும் சிறியவை. தரைமேல் தண்டுகளிலிருந்து உண்டாகும் பெருக்கச்சிறு குமிழங்களே பயன்படுகின்றன. இவை பழுப்பு அல்லது சாம்பல் நிற இலைக் கோணத்திலிருந்து தோன்றும். இதில் நச்சுத்தன்மையுள்ள ஒரு குளுகோசைடு உள்ளது; எனவே கசப்புச் சுவை உடையது. கிழங்கைப் பொடி செய்து புண்ணின்மேல் தூவலாம். கிழங்கை, சீரகம் பாலுடன் கலந்து மூலநோய், வயிற்றுப்போக்கு, மேகநோய் இவற்றிற்கு மருந்தாகக் கொடுக்கலாம்.

டயாஸ்கோரியா பென்டாஃபில்லா. இது ஆசியாவின் வெதுவெதுப்பான, ஈரமுள்ள காடுகளில் வளரும். கிழங்குகளில் நச்சுத்தன்மை இல்லை. கொடிகள் இடப்புறமாகப் பின்னிப் படரும்; முள்கள் உடையவை, 5 சிற்றிலைகளுடன் காணப்படும். கிழங்கு

உணவாகச் சமைத்து உண்ணப்படும். பாலுணர்வைத் தூண்டவும், பித்தப்பைக் கோளாறுகளை நீக்கவும், தீக்காயங்கள், கண்நோய்கள் ஆகியவற்றைப் போக்கவும் கிழங்கு மருந்தாகிறது.

டயாஸ்கோரியா குளோபோசா. இது டயாஸ் கோரியா அலாடாவின் ஒரு வகை ஆகும். வங்காளத்தில் இது மிகுதியாக வளர்கிறது. இது உருண்டை யாம் எனப்படும். தட்டைப்புழு நீக்கவும், குடற்புழுக்கள் நீக்கவும், தொழுநோய், மேகப் புண், மூலநோய், அடிவயிற்றுக் கட்டிகள், நச்சு நீக்கவும் இதன் கிழங்கு மருந்தாகிறது.

டயாஸ்கோரியா ஆப்போசிடா. இது டயாஸ்கோரியா படாடாஸ் என்றும் கூறப்படும். இது சின்னமன் யாம் என்று குறிப்பிடப்படும். இது சீனா, ஜப்பான், கொரியா, தைவான் ஆகிய நாடுகளில் பயிராகிறது. ஐரோப்பாவில் உருளைக் கிழங்கு நோயி னால் பாதிக்கப்பட்டபோது இந்தக் கிழங்கை ஆய்வு முறையில் பயிரிட்டனர். இதன் கிழங்குகள் கதிர் வடிவானவை. ஒரு மீட்டர் நீளம் வரை காணப் படும் இதன் வேர் வீக்க நீக்கியாகவும், பாம்புக் கடிக்கு மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது.

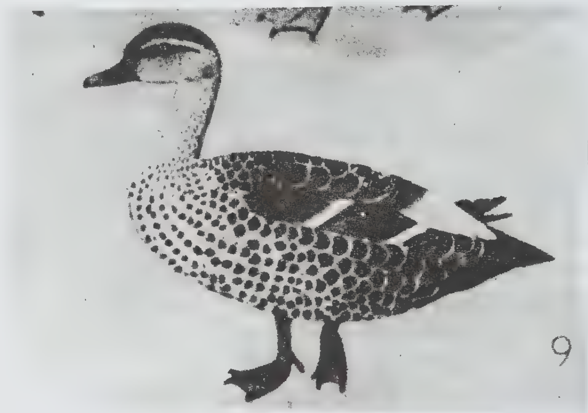
- கே. ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

நூலோதி. J.W. Purseglove, *Tropical Crops: Monocotyedons*, English Language Book Society and Longman, London, 1975.

காட்டு வாத்து

அமைப்பில் காட்டு வாத்து (mallard duck) வீட்டில் வளர்க்கும் வாத்தின் அளவினதாகும். வளர்ப்பு வாத்துகள் அனைத்தும் இதன் வழி வந்தனவே. இது வடமண்டலங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். கோடைக்காலத்தில் ஆண் பறவை பல வண்ணங் களில் அழகுறக் காணப்படும். தெற்கே வலசை வரும். குளிர்காலத்தில் ஆண் கறுப்பும் பழுப்பும் கலந்த மங்கிய நிறமுடையதாக இருக்கும். இனப்பெருக்க காலத்தில் ஆணின் முதுகும் வயிறும் சாம்பல் நிற மாகவும் தலை பளபளக்கும் கரும் பச்சை நிறமாக வும் இருக்கும். மார்பு வெள்ளை நிறக் கறையோடு கூடிய செம்பழுப்பு நிறமாகத் தோன்றும். கால்கள் ஆரஞ்சு நிறமாகவும், அலகு பசுமை பூத்த மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும்.

வடதுருவம் தொடங்கி மத்திய தரைக்கடல் பகுதி வரை கோடைக் காலத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். குளிர்காலத்தில் பெரும் எண்ணிக்கையில் தெற்கே வலசை வரும்போது தென்னிந்தியாவில் மிக அரிதாகவே இதைக் காண முடியும். நீரில் சிறு கூட்டமாக நீந்தியவாறே இரை தேடும் பழக்க முடைய காட்டு வாத்து இரவு நேரங்களில் வயல்களில் சிதறிக் கிடக்கும் நெல் மணிகளையும் பிற தானியங்களையும் உண் ணும். இலை, தழை, தளிர், பயிரின் முளை, தவளை, புழு, பூச்சி, மீன் முட்டை ஆகியவற்றையும் உண வாகக் கொள்கிறது.



மணிக்கு 50-80 கி.மீ. வேகத்தில் பறக்கும் ஆற் றல் பெற்ற இதை வீழ்த்துவதில் வேட்டைக்காரர்கள் மிகுந்த ஆர்வம் காட்டுவதற்குக் காரணம் இதன் இறைச்சியின் சுவையே ஆகும். 'க்வாக்...க்வாக்... க்வாக்' என இதன் கூப்பிடு குரலைப்போலவே வேட்டைக்காரர்கள் மறைந்திருந்து குரல் கொடுத்து ஏமாற்றி இதை அருகில் நெருங்கி வரச் செய்து வீழ்த்துவர். இரையைக் கண்டவுடன் காகம் கரை வதைப் போல இதுவும் 'டக்கட, டக்கட' எனத் தன் நிறைவை வெளிப்படுத்தக் குரல் கொடுக்கும்.

நீர்நிலைகளை அடுத்து வளர்ந்திருக்கும் புல், புதர்களிடையே காய்ந்த புல், இலைதழை ஆகியன கொண்டு தரையில் கூடு கட்டி அதைத் தன் உடலின் சிறகுகளால் மென்மையாக்கி 6-10 வரை பசுமை கலந்த சாம்பல் நிற முட்டைகள் இடும். பெண் காட்டு வாத்து மட்டுமே 26 நாள் அடை காக்கும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு வரை காஷ்மீரத்தில் மிகுந்த அளவில் இனப்பெருக்கம் செய்து வந்த இது தற்போது மிக அரிதாக அங்கு இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

- க. ரத்னம்

காட்டெருமை

இது பாலூட்டி விலங்குகளுள் இரட்டைக் குளம்பிகள் வரிசையில் போவிடே எனும் எருதுகள் குடும்பத்துள்

அடங்கும். இயற்கையாகக் காடு, புல்வெளி சதுப்பு நிலப்பகுதி, மலைச்சாரல் ஆகிய இடங்களில் வாழும் விலங்கு ஆகும். தாவர உண்ணி விலங்குகளுள் மிகப் பெரியது, கம்பீரமானது, வலிவுள்ளது.

காடுகளில் வாழும் பெரும் கொன்றுண்ணி விலங்குகளான சிங்கம், புலி, சிறுத்தை போன்றவற்றின் முக்கிய இரை விலங்குகளான காட்டு எருமை, மறி மான் எனப்படும் ஆன்ட்டிலோப் (antelope) நீல்காய் (nilgai) கருமான் (black buck) சின்காரா (chinkara) எனப்படும் கேசல்லிகள் (gazelles) போன்றவை இக்குடும்பத்தில் உள்ளன. இவ்வாறே மனிதர்களின் இன்றியமையா உண்வுத் தேவைகளான இறைச்சி, பால் இரண்டையும் தரும் முக்கிய கால்நடைக ளான வெள்ளாடு, செம்மறியாடு, எருது, எருமை ஆகியவையும் இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவையே. எனவே உலகத்தில் பெரும்பாலான விலங்குகளின் (மனிதன் உட்பட) உணவுக் களஞ்சியமான இவை இயற்கைச் சமன்பாட்டில் (nature's balance) மிக முக்கியமான இடம் பெற்றுள்ளன.

இவ்விலங்குகள் அனைத்திற்கும் தடித்த, வலிவான பல வடிவங்களில் வளைந்த கொம்புகள் தலையின் மேற்பகுதியில் எடுப்பாக அமைந்திருக்கும். மண்டை ஓட்டிலிருந்து வளர்ந்த எலும்பின் உட்பகுதியைக் கொம்புப் பொருளால் ஆன உறை மூடியிருக்கும். இவை குறுக்குவெட்டில் உருளையாகவோ, தட்டை யாகவோ, முக்கோணமாகவோ இருக்கும்.

வகை. உலகத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பல வகையான காட்டு எருமைகள் வாழ்கின்றன. பெரும் பாலும் இவை பெரிய மந்தைகளாக, கூட்டங்களாக வாழும். கொன்றுண்ணிகளால் கொல்லப்படுவ தோடல்லாமல், மனிதர்களாலும் இவை வேட்டை யாடப்பட்டு வந்தன். அண்மைக் காலத்தில் பல நாடுகளில் இவற்றின் எண்ணிக்கை குறைந்துள்ளது. பல மறைந்து போகும் நிலைக்கே வந்துள்ளன.

காட்டெருமை (wild buffalo - bos bubalis), காட் டெருது (இந்திய பைசன் எனத் தவறாக எண்ணப் படுவது), (bos gaurus) காயல் எனும் அஸ்ஸாமியக் காட்டெருமை (bos frontalis) பேன்ட்டிங் அல்லது செயின் எனப்படும் மலேயா காட்டெருமை (banting or tsaine-bos sondaicus) யாக் எனப்படும் திபேத்தி யக் காட்டெருமை (yak-bos grunniensis) என்பன இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

காட்டெருமை

எருமை எனக் குறிப்பிடப்படும் இது ஆற்றல்மிக்க விலங்கு ஆகும். 2மீ உயரமும், 3மீ நீளமும், ஏறத்தாழ 900 கி.கி. எடையும் இருக்கும் இதன் கொம்புகள் தடித்த, நீண்ட, பெரிய தட்டையான அமைப்புடன் தலையின் மேற்புறத்தில் நெருக்கமாக அமைந்து வெளிப்புறம் அகலமாக நீண்டு சென்று பிறகு மேல் நோக்கி வளைந்து ஒரு பெரிய வட்டத்தின் பக்கங் களைப் போல் இருக்கும். கொம்பின் பரப்பு வரி வரி யாக வளையங்களாக அமைந்திருக்கும். பெரும்பாலும் போவிடே குடும்பத்தில் மிகப் பெரிய கொம்புகள் கொண்டவை காட்டெருமைகளேயாகும்.

இவற்றின் தோல் கறுப்பாக, வழவழப்பாக முடியின்றி உள்ளமையால் விரைவில் சூரிய வெப் பத்தை ஏற்றுக் கொண்டு விடுகிறது; சிலசமயங்களில் வெடிப்புகளும் ஏற்படலாம். இந்நிலையைத் தவிர்ப் பதற்காகவே இவை எப்போதும் நீர் நிலைகளிலேயே அமிழ்ந்து கிடக்கின்றன எனக் கருதப்படுகிறது. இதன் பொருட்டே இவை நீர் எருமைகள் எனப்படுகின்றன. போவிடேவைச் சேர்ந்த வேறு எந்த விலங்கும் நீரிலேயே வாழ விரும்புவதில்லை. மத்திய இந்திய, தென்னிந்தியச் சதுப்பு நிலக்காடுகளிலே இவை வாழ்ந்து வந்தன. எளிதாக இவை காடுகளிலே மேயச் சென்ற வீட்டு எருமைகளுடன் கலந்து இனப்பெருக் கம் செய்து வந்தன. இதனால் இவை சாதாரண எருமைகளோடு இரண்டறக் கலந்துவிட்டன.

காட்டெருது (gaur). இந்தியக் காடுகளில் குறிப் பாக வட கிழக்கில் அஸ்ஸாம் காடுகள், தென்னிந்தி யாவில் முதுமலை, பந்திப்பூர், ஜவஹர் தேசிய வனம், பழனி, கூர்கு, ஆனைமலைக் காடு போன்ற இடங் களில் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. காட்டெருது களின் உருவ ஒற்றுமையைக் கொண்டு இவற்றை இந்திய பைசன் (indian bison) என்று தவறாகக் கூறுகின்றனர். ஏனெனில் உண்மையான பைசன்கள் அமெரிக்க பைசன்களே. அடுத்து, இந்தியாவைப் பொறுத்த வரையில், உண்மையான காட்டெருமை கள் (bos bubalis) காடுகளில் இல்லாமையால் இந்தக் காட்டெருதுகளையே காட்டெருமைகள் என்றும் கார் (gaur) என்றும் பொதுவாகக் குறிக்கின்றனர். கார் வெப்ப மழைக்காடுகளிலும் (tropical rain forests), திறந்த புல்வெளிகளிலும், மலைச் சரிவுகளிலும் கூட்டம் கூட்டமாக வாழ்கின்றன.

இவை உலகிலேயே மிகப்பெரிய, மிக எடுப் பான மிகுந்த வலிமை, ஆற்றல், துணிவு உடைய தாவர உண்ணி விலங்காகும். இவை அமெரிக்க பைசனைவிடப் பெரியவை. முதிர்ந்த காளைகள் பெரிய குன்றைப்போல் திண்மையானவை; ஆண்மைக்

கும் வீரியத்திற்கும் சின்னமாகக் கருதப்படுபவை. இவை விரைவாக இயங்கக்கூடியவை. பெரிய தலையையும், தடித்து அகன்று மேலே உள்பக்கமாக வளைந்து கூரிய முனைகளில் முடியும் கொம்பு களையும் உடையவை. மிகவும் செங்குத்தான பாறை களிலும் விரைவில் ஏறக்கூடியவை. புலிகளால் பெரிதும் வேட்டையாடப்பட்டாலும், இறுதிவரை போராடிப் புலிகளைக் காயப்படுத்தி விரட்டி யடிக்கக்கூடிய வன்மை உடையவை.

காட்டெருதுகளின் கொம்புகள் எருமைகளின் கொம்புகளைவிட நீளத்தில் குறைந்திருந்தாலும், அவற்றின் அமைப்பு மேற்புறம் முன்னோக்கி வளைந் தும் கூர்மையாகவும் இருக்கும். எனவே கொம்புகள் வலிமையான ஆயுதங்களாகப் பயன்படுகின்றன. கொம்புகள் உருண்டையானவை; வழவழப்பானவை. பெரிய உடலில் தோளிலிருந்து முதுகின் பாதி வரை ஒரு தடித்த தசை எழுச்சி (ridge) திமில் இருப்பதும், தடித்த வலிமையான கால்களின் கீழ்ப்பகுதி முழுதும் வெண்மை நிற உறைகள் அணிந்ததுபோல இருப் பதும், தலை, கழுத்து, உடல் எங்கும் நீண்டு தொங் கும் (அமெரிக்க பைசனைப் போல) சடைகளோ, முடியோ இல்லாமையும் இந்தியக் காட்டெருதின் சிறப்புப் பண்புகளாகும்.

இவற்றின் கன்றுகள் இளமஞ்சள் நிறத்தில், சீரான மயிருடன் இருக்கும். வளர்ந்த எருதுகள் பெரும்பாலும் சிவந்த காவி நிற மயிரைப் பெற் றுள்ளன. நன்கு முதிர்ந்த எருதுகள் மயிரில்லாத கரிய வழவழப்பான தோலுடன் இருக்கும். பெரும் பாலும் இவற்றின் நெற்றிப் பகுதி சாம்பல் நிறத் துடன் காணப்படும். நான்கு கால்களிலும் முழங் காலிலிருந்து குளம்புவரை வெண்மையாகத் (கால் உறை போட்டதைப் போல்) தோன்றும்.

கார் எருது விடியற்காலையிலும், மாலை நேரத் திலும் புல்வெளிகளுக்குச் சென்று புல்லையும் ஓரத்து மரங்களின் இலைகளையும் பட்டையையும் உண் கின்றன. பகற்பொழுதில் பெரும்பாலும் காட்டிற்குள் நிழலில் மறைந்து வாழ்கின்றன. இவை சிறு சிறு கூட்டங்களாக வாழ்ந்தாலும், பெரிய காளைகள் தனித்தே வாழ்கின்றன. ஒரு கூட்டம் என்பது 8-12 எருதுகள், பசுக்கள், சில இளங்காளைகள் கொண்ட தாக இருக்கும். இவற்றைப் பெரும்பாலும் வளர்ந்த கார் பசுக்களே வழி நடத்திச் செல்கின்றன. பருவ காலங்களில் இனச்சேர்க்கையில் பெரிய காளைகள் பிறகாளைகளை நெருங்கவிடாமல் துரத்தி விடும். கன்றுகளைத் தாயே பேணும்.

வலிமையுடைய விலங்காக இருந்தும் கார் எருது மனிதரைக் கண்டால் அஞ்சிஓடிவிடும் இயல்புடையது. இதற்குஆற்றல் வாய்ந்த நுகரும் உறுப்புகள் உள்ளன; ஆனால் பார்வைப் புலன் கூர்மையில்லை. இப் பண்பு களைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு மனிதர்கள் இவற் றிற்கு எதிர்ப்புறம் காற்று வீசும் திசையில் மிக அருகில் சென்று அவற்றை எளிதில் சுட்டு வீழ்த்தி விடுகின்றனர். தோலுக்காகவும் வேட்டை வெற்றிச் சின்னத்திற்காகவும் பலகாலம் வேட்டையாடப்பட்ட இந்தக் கார் எருதுகள் எண்ணிக்கையில் குறைந்து அழியும் நிலைக்கு வந்துவிட்டன.

- கி. இராஜாம்பாள்
- மு.இராஜேந்திரன்

நூலோதி. A. V. Taglianti, *The World of Mammals*, Abbeville, New York, 1977.

காட் மீன்

குருத்தெலும்பு மீன்கள் வகுப்பில் கேடிடே குடும் பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ள காட் மீன் (cod fish) பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த கடல் வாழ் பெரிய மீன் வகைகளில் ஒன்றாகும். இது வட அட்லாண்டிக்கின் இரு பக்கக் கடலோரப் பகுதி முதல் ஆழ் கடல் வரை பரவலாகக் காணப்படும். பெரும்பாலோர் விரும்பியுண்ணும் இறைச்சிக்காகவும் ஊட்டச் சத்து மிகுந்த ஈரல் எண்ணெய்க்காகவும் இது பிடிக்கப்படுகிறது. தலை முதல் வால் வரை உடலில் சிறு கரும்புள்ளிகள் உள்ளன. கீழ்த்தாடை யருகில் நீள் உணர் இழைகள் உள்ளன. மூன்று முதுகுத் துடுப்புகளும் இரண்டு குதத் துடுப்புகளும் உள்ளன. பச்சை, சாம்பல் பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறமுடையது. நிறம் இனத்துக்கு இனம் வேறு படும். மீன் பிடி வலையில் சிறு மீன்கள் பிடிபட்டால் மீண்டும் கடலிலேயே விட்டு விடுவர். பெரிய மீன்கள் (12கி) மட்டும் பிடிக்கப்படும். மிகப் பெரிய மீன் 2 மீட்டர் நீளமும் 90-95 கிலோ எடையும் இருக்கும். கடல் தரையருகில் நீண்ட தொலைவில் நீந்தும் இவை பெரும்பாலும் சிறு மீன்களையும் முதுகெலும் பற்றவற்றையும் தின்று வாழ்கின்றன.

வட பசிபிக் பெருங்கடலில் காணப்படும் காட் மீன் (*Gadus macrocephalus*) அட்லாண்டிக் வகையைச் சேர்ந்தது. ஜப்பானில் பசிபிக் பெருங்கடல் கிழக்கு மேற்குப் பகுதிகளில் காணும் காட் மீன் டாரா என்பது 75 செ.மீ. நீளமுள்ள பழுப்பு நிறச் சிறிய மீனாகும். இறைச்சிக்காகவும் ஈரல் எண்ணெய் தயாரிக்கவும் இது பிடிக்கப்படுகிறது.

காட் மீன்களின் ஈரலிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் காட் ஈரல் எண்ணெய் (cod liver oil) வெளிர் மஞ்சள் நிறமுடையது. இதில் வைட்டமின் A யும் வைட்டமின் D யும் மிகுதியாக உள்ளன. வைட்டமின் D பற்றாக்குறையால் உண்டாகும் கால்சியம், பாஸ்

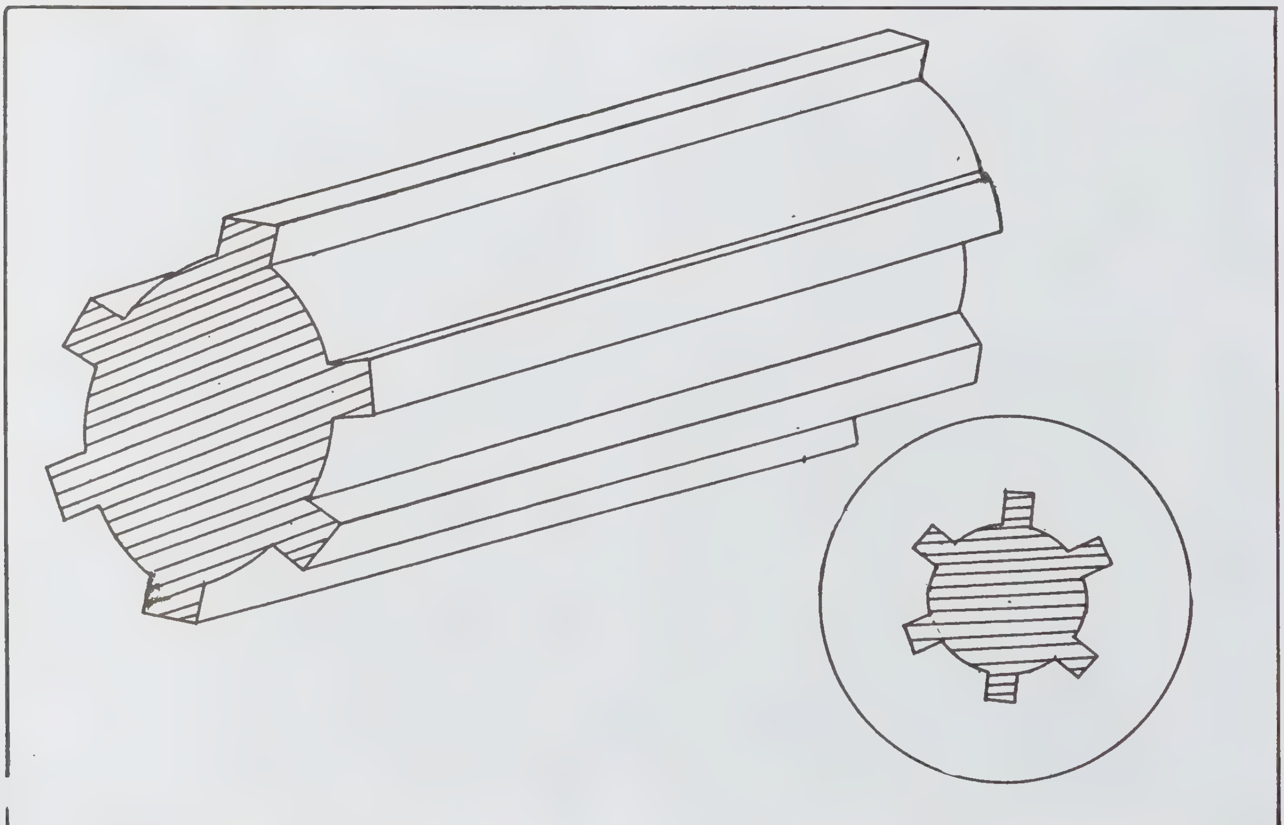
ஃபரஸ் வளர் சிதை மாற்றங்களில் உண்டாகும் கோளாறுகள் காரணமாக ஏற்படும் ரிக்கெட்ஸ், டெட்டானஸ், எலும்பழிதல் முதலான நோய்களுக்குக் காட் ஈரல் எண்ணெய் மிகவும் ஏற்றதாகும். சென்ற நூற்றாண்டில் இந்த எண்ணெய் நோய் நீக்கியாகப் பயன்பட்டது. 1922 இல் இதில் உள்ள வைட்டமின் A, வைட்டமின் D கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு சிறப் பாக வைட்டமின் D பற்றாக் குறை நோய்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்டு வருகிறது. எண்ணெயின் தரமும் அதிலுள்ள வைட்டமின்களின் தரமும் மீன்களின் இனம், வயதுக்கேற்றவாறு மாறுபடும். இளம் மீன்களைவிட முதிர்ந்த மீன்களில் கொழுப்புக் குறைவாகவும் ஈரல் எண்ணெயில் வைட்டமின்களின் தரம் உயர்வாகவும் இருக்கும்.

மீன் எண்ணெய் உற்பத்தியில் நார்வே, ஜப்பான், ஐஸ்லாந்து, போலந்து ஆகிய நாடுகள் முன்னணியி லுள்ளன. மீன்களிலிருந்து அகற்றிய ஈரலை நீராவி, நீர், அமிலம் அல்லது காரம் ஆகியவற்றில் வேக வைத்துக் காய்ச்சி, எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. பின்னர் வேண்டாத கழிவுப் பொருள்களை அகற்றி எண்ணெய் தூய்மைப்படுத்தப்படும். காட் மீன் எண்ணெய் ஊட்டச் சத்து மிகுந்ததாகும். ஓலியிக் அமிலம், கேடோலியிக் அமிலம், பால்மிட்டோலியிக் அமிலம் ஆகியவற்றின் கிளிசரைடுகள் சேர்ந் துள்ளமையால் காற்றுப் படும்படி வைத்தால் வைட்டமின் அழிந்துவிடும்.

- கு. சம்பத்

காடிகள்

உருளை வடிவில் இணைக்கப்பட்ட எந்திரப் பகுதி களின் ஒப்புமைச் (relative) சுழற்சியைத் தடுப்பதற்கு, சாவியைவிடத் தொடர்ச்சியான புடைப்புகள் (projections), வரிப்பள்ளங்கள் (slots) ஆகியவை பயன்படு கின்றன. காடிகள் (splines) என்பன எந்திரத் தண்டில் (shaft) ஏற்படுத்திய பள்ளங்களாகும். காடிகளில் சதுரம், உட்சுருள் (involute) என்னும் இரண்டு வகை உள்ளன. ஆற்றலைக் கடத்தும்போது ஏற்படும் விசையைப் பகிர்ந்து கொள்ள, பல புடைப்புகள் (தொகுப்புச் சாவிகள்-integral keys) வேண்டியுள்ள மையால், காடிகளை ஆழமற்றவையாக அமைத்து எந்திரத் தண்டைப் பலவீனப்படுத்தாமல், ஒரு தரமான சாவியைப் போல் அமைக்கலாம்.



படம் 1. காடி உருளை

சதுரக் காடிகள் 4,6,10 அல்லது 16 என்னும் எண்ணிக்கையில் உள்ளன. எந்திரத் தண்டின் வெளிப் பகுதியில் உள்ள காடிகளைத் துருவல் முறையாலும் (milling) உள்பகுதியைத் (பெரிய துளையை) தொகுப்பு உளியாலும் அமைக்கலாம். காடிகள் மூன்று வகையாகும். அவை, பளுவால் வழுக்குபவை (sliding) பளு இல்லாமல் வழுக்குபவை, நிரந்தரமாகப் பொருந்துபவை ஆகும். எந்திரப் பகுதிகளுக்குச் சதுரக் காடிகளே பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. தானியங்கு தொழிலில் பொதுவாகச் சதுரக் காடிகளுக்குப் பதிலாக, சுருள் காடிகள் பயன்படுகின்றன. சுருள் காடிகள் நன்றாகப் பொருத்துவதற்கும், ஒன்றுக் கொன்று மாற்றிக் கொள்வதற்கும் தகுந்தவாறு சரி செய்வதற்குக் குறைந்த செலவே ஆகும்.

உருளை வடிவில் பொருத்தப்பட்ட எந்திரப்பகுதிகளின் ஒப்புமைச் சுழற்சியைத் தடுப்பதற்கு, சுருள் காடிகள் பயன்படுகின்றன. சுருள் காடிகள், சதுரக் காடிகளைப் போலவே நடைமுறைப் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. சுருள் காடிகள் சுருள் பற் சக்கரங்களைப் போன்றுள்ளன. இதன் காடி பொருத்தும் விதம் (தொகுப்புப் பகுதி), உள் பற்சக்கரத்தைப் பொருத்துவது போலவே உள்ளது. பற் சக்கரப் பற்களின் பகுதி புரியிடைத் தொலைவு (fractional pitch) அல்லது கட்டை அமைப்பு (stub form) 30°அழுத்தக் கோணத்தில் உள்ளது போலவே சுருள் காடிகளின் மேற்பரப்புகள் (profiles) உள்ளன.

எந்திரத் தண்டின் மேல் உள்ள சுருள் காடிகள், திருகு பல் வெட்டும் எந்திரம் (hober) மூலமாகவோ பற்சக்கர வெட்டியாலோ உருவாக்கப்படுகின்றன. அதே சமயம் உள் காடிகள் கொந்துளியாலோ (broaching tools) பற் சக்கர வெட்டியாலோ உருவாக்கப்படுகின்றன. பொருத்துவதில் மூன்று வகை உள்ளன. அவை வழுக்குதல், இறுக்குதல், அழுத்துதல் எனப்படும். உட்சுருள் ரம்பப் பல்விளிம்பின் (involute serration) அழுத்த கோணம் 45° ஆகும். சுருள் ரம்பப் பல் விளிம்பை உருவாக்கும் முறை, சுருள் காடிகளைப் போன்றே இருக்கும். மூன்று விதமான பொருத்தும் முறைகள் (தளர்த்துதல், இறுக்குதல், அழுத்துதல்) வழக்கத்தில் இருந்தாலும், ரம்பப்பல் விளிம்பை உருவாக்கும் முறையில், நிரந்தரமான தொகுதியை உண்டாக்க அழுத்திப் பொருத்தும் முறையே பயன்படுகிறது. அவை இணையான மற்றும் கூம்புவடிவம் கொண்ட எந்திரத் தண்டுகளில் பயன்படுகின்றன.

- டி. இந்திரன்

நூலோதி. Baumeister A. Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw - Hill Book Company, New York, 1978.

காடுகளின் மண் வகைகள்

காடுகளில் வளரும் தாவர வகைகளும் அவற்றின் உற்பத்தித் திறனும் அக்காடுகள் அமைந்துள்ள மண்ணின் பகுதிப்பொருள்கள், மண்ணின் அமைப்பு, மண்ணின் அடியில் இருக்கும் பாறைப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே அமையும். மர வகைச் சார்புடைய தாவரங்கள் மண்ணிலிருந்தே உரச்சத்துகளையும் ஈரத்தையும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. இவ்விரண்டும், தங்குதடையின்றிப் பெருமளவில் கிடைக்கும் மண் வகைகளிலேயே காடுகள் நன்கு வளரும். மண்ணில் நல்ல காற்றோட்டம் இருக்க வேண்டும். அதன் மூலமே ஆக்சிஜன் உட்சென்று கார்பன் டைஆக்சைடு வெளியேற வாய்ப்பு இருக்கும். தாவர வளர்ச்சிக்கு ஊறு விளைவிக்கும் கலவைப் பொருள்கள் மண்ணில் இருப்பது ஏற்றதல்ல. தாவரங்கள் வேர்களால் பற்றிக் கொண்டு உறுதியாக நிற்பதற்கும் மண் உதவி புரிகிறது.

மண்வகை. காடுகளின் மண்வகை வேளாண் மண் வகைகளிலிருந்து பல்வேறு விதங்களில் மாறுபட்டுள்ளது. பல்வேறு நாடுகளில் காட்டு மண்வகைகள் வேளாண்மைக்கு ஏற்றவையல்ல என ஒதுக்கப்படுகின்றன. தரமான மண்வகை பயிர்ச் சாகுபடிக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது. தரங்குறைந்தவை இயற்கைத் தாவரங்கள் வளரும் வகையில் விடப்படுகின்றன. காட்டு நிலங்கள் பொதுவாகப் பெரும் பாறைகளைக் கொண்டவையாகக் காணப்படுகின்றன. இம்மண் வகை வேளாண்மை நடைபெறும் மண் வகைகளை விட வயதில் குறைந்தது. மேலும் இது தனித் தாய்ப் பாறையிலிருந்து உருவாக்கம் பெற்றிருந்தால் இதிலுள்ள வேதிப் பொருள்கள் சமநிலையற்ற நிலையிலோ குறைபாடான நிலையிலோ இருக்கும்.

காட்டு மண் வகைகளை இயற்கையான உற்பத்திப்பொருள் அல்லது சற்றுத் திருத்தப்பட்ட உற்பத்திப் பொருள் எனலாம். ஆனால் வேளாண் மண்வகை நன்கு திருத்தம் செய்யப்பட்ட செயற்கை மண் வகையாகும். காட்டு மண்வகை கன்னி நிலங்கள் ஆகும். அவை இயற்கையான மண் அடுக்குகளையும் கரிம அடுக்களையும் கொண்டவை. பெரும்பாலான வேளாண் மண்வகையில் இந்தத் தூய கரிம அடுக்குகளைக் காண்பது அரிது. அவற்றின் மேல் அடுக்கு, பயிர்ச் சாகுபடியால் பெருமளவு மாறுதல் அடைந்து இருக்கும். வேளாண் நிலங்களில் பலவித ஊட்டச்சத்துப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுவதால் அவற்றில் ஒரு செயற்கை வேதித் தன்மை உண்டாகிறது.

காட்டு மண் வகை அமைப்பு. காட்டு மண் வகைகள் பல்வேறு வகையான தாய்ப் பொருள்களிலிருந்து உருவாகின்றன. அவை மாறுதலடைந்த பாறை, மணற்பாறை வண்டல், செம்பொறை

முதலியன ஆகும். காடுகளின் நில அமைப்பு,சமவெளி களைத் தவிர ஏனைய இடங்களில் பெரும்பாலும் மேடு பள்ளங்களாக மாறி இருக்கும். மண்ணிற்கும் வளரும்தாவரங்களுக்கும் நெருங்கிய தொடர்புள்ளது. அதாவது குறிப்பிட்ட மண் வகையில் குறிப்பிட்ட வகைத் தாவரம்வளரும் தன்மையைக்காண முடியும். அல்ஃபிசால், அல்டிசால் மண் வகைகளில் 2500 மிமீ. மழைப் பொழிவுள்ள இடங்களில் இலையுதிர் காடு களும், 2500-3000மி.மீ. மழை பெய்யும் இடங்களில் பகுதி பசுமை இலைக்காடுகளும் உருவாகின்றன. பசுமை இலைக்காடுகளும் (3000 மி. மீ மழை), பகுதி பசுமை இலைக்காடுகளும் (2500-3000 மி மீ. மழை) உள்ள இடங்களில் இன்செப்டிசால் மண் வகை அமைந்துள்ளது. என்டிசால் மண் வகை மித வெப்ப மண்டல அகன்ற இலைக்காடுகள் உருவாக உதவும். மாலிசால் மண்வகை, பனி மூட்ட இலையுதிர்காடு களும், வெப்ப மண்டலச் சாவன்னா புல் வெளி களும் உருவாகும் இடங்களில் காணப்படும்.

வன மண் வகைகளின் அடுக்கமைப்பு விவரம். வன மண்,யுடிக் ஹேப்லஸ்டால்ஃப்ஸ் (udic haplustalfs) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. அது மணற்பாங்கான இருபொறைத்தன்மை, கலப்புத்தன்மை,ஒரே சீரான உயர் வெப்பமுள்ள தன்மை கொண்டுள்ளது. அழுத்த மான செம்பழுப்பு நிறம் முதல் செம்பழுப்பு நிறமும் இலேசான அமிலத்தன்மை முதல் அமிலமே இல்லாத நடுநிலைத் தன்மையும் கொண்டுள்ளது. கடல் மட்டத்திலிருந்து 600 - 650 மீ உயரமும் 5° - 17° சரிவும் கொண்ட மலைச்சாரல்களில் காணப்படுகிறது.

வன மண் வகை. காடுகளின் மண் வகை ஐந்து ஆகும். அவை முறையே, என்டிசால்கள், இன்செப்டி சால்கள், அல்ஃபிசால்கள், அல்டிசால்கள், மோல்லி சால்கள் எனப்படும்.

என்டிசால். இது ஆழம் குறைந்தது முதல் ஓரளவு ஆழம் உடையது வரை இருக்கும். பருமனான இரு பொறை மண்ணாகும். மிகக் கூடுதலான அளவில் நீர் வடியும் தன்மை கொண்டது. மிகக் குறைந்த அளவி லேயே ஊட்டச்சத்துக் கொண்டிருக்கும். இவ்வகை மண் மலையுச்சிகளிலும் காட்டு நிலங்களின் சரிவுகளி லும் காணப்படும். பெரும்பாலும் இம்மண் வகையில் மித வெப்ப மண்டல அகன்ற இலைக்காடுகள் காணப்படும்.

இன்செப்டிசால். இது ஓரளவு ஆழம் முதல்மிக ஆழ மானது வரை இருக்கும். இது நன்கு நீர் வடியும் தன்மை கொண்டது. இதன் கீழ்மட்ட அடுக்கு உறுதி குறைந்ததாக இருக்கும். இவ்வகை மண் மலை அடிவாரப் பகுதிகளில் காணப்படும். பசுமை இலைக் காடுகளும் பகுதி பசுமை இலைக்காடுகளும் இதில் காணப்படுகின்றன.

அல்ஃபிசால். இது ஆழமானது. அடர் பழுப்பு நிறம் கொண்டது. நன்கு நீர் வடியும் தன்மை உடை யது. பெருமளவில் கார அயனி தெவிட்டிய நிலை பெற்றது. சமவெளிக்காடுகள் உள்ள இடங்களில் இம்மண் வகை இருக்கும். இலையுதிர்காடுகளும் பகுதி பசுமை இலைக்காடுகளும் இங்குக் காணப் படுகின்றன.

அல்டிசால். இது ஆழமான மண். பழுப்பு நிறமும் நன்கு நீர் வடியும் தன்மையும் கொண்டது. இதன் கார அயனி நிலை குறைந்த அளவிலேயே இருக்கும். இது மலைச்சரிவுகளில் பரவியிருக்கும். இங்குப் பெரு மளவில் இலையுதிர் காடுகள் காணப்படும்.

மோல்லிசால். இது மிக ஆழமான மண் வகை, அடர் பழுப்பு நிறம் கொண்டது. கரிமப் பொருளைப் பெருமளவில் பெற்றிருக்கும். மிக லேசானது முதல் ஓரளவு வரை சரிவு கொண்ட நிலங்களில் இம்மண் வகை காணப்படும். இங்கு ஈரமான இலையுதிர் காடுகள், வெப்ப மண்டலச் சாவன்னா புல் வெளிகள், ஈரமான பசுமை இலைக்காடுகள் ஆகியவை காணப் படும்.

மரங்களின் வளர்ச்சியில் நல்லதொரு சூழலாக மண் அமையும் விதம்

காடுகளிலுள்ள மரங்களின் வேர்கள் மண்ணினுள் 4-5 மீட்டர் ஆழம் வரை செல்கின்றன. அடித்தளத் தில் இருபொறைத் தன்மையுள்ள மண்ணில் இதை விடச் சற்று குறைந்த ஆழம் வரையே வேர்கள் பரவுகின்றன. இருபொறை மண்ணில் வேர்கள் அடர்ந்து பருக்கின்றன. மண்ணிலுள்ள காற்றோட் டத்தின் காரணமாக வேர்களின் வளர்ச்சி பெரு மளவில் பாதிக்கப்படுகிறது. மண்ணிலுள்ள காற்றில் ஆக்சிஜன் 9-12 %க்கும் குறைவாக இருக்கும்போது மரத்தின் வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. அதே சமயம் மண்ணிலுள்ள கார்பன் டைஆக்சைடு அளவு கூடுத லாக இருக்குமானால் அதுவே தாவரத்தின் வளர்ச் சிக்கு இடையூறாகிவிடும். மண்ணிலுள்ள காற்றில் கார்பன் டைஆக்சைடு 1 %க்கும் கூடுதலாகாமல் இருப்பதே தாவர வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற சூழ்நிலையாகும். மண்ணில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு இருப்பது தாவரத் துக்குக் கேடு தரும். வன மரங்கள் மண்ணிலிருந்து பல்வேறு அளவுகளில் நீரையும் ஊட்டச்சத்துகளை யும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. வெவ்வேறு வகையான மரங்கள் இலைகளின் மூலம் ஆவியாகும் நீரின் அளவு அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளது.

வன மரங்களின் ஊட்டச்சத்துத் தேவை. பைன், ஸ்புருஸ் போன்ற ஊசியிலை மரங்களும், பிர்ச் மரமும் பெருமளவில் நைட்ரஜனை எடுத்துக் கொள்கின்றன. அகன்ற இலை கொண்ட மரவகைகள் மிக அதிக அளவில் கால்சியச் சத்தையும். ஓக் மரங்கள் சிலிகான் சத்தையும், பிர்ச் மரங்கள் சாம்பல் சத்தையும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. அனைத்து வகை மரங்களும்

காட்டு மரங்கள், இலைகளின் மூலம் ஆவியாகும் நீரின் அளவு

(மால்கனோன் கண்டறிந்த அளவின் படி)

மர வகை	இலைமூலம் ஆவியாதல்	தேவைப்படும் நீர் (மி.மீ) தரை மேற்பரப்பிலிருந்து ஆவியாதல்	இலைப்பரப்பால் தடுக்கப்படுமளவு	கூடுதல்
பைன்	173	79	80	332
பெர்ரி	217	121	90	428
ஸ்புருஸ்	225	86	70	381
பீர்ச்	300	55	100	455

அலுமினியம், இரும்பு, சோடியம் ஆகிய சத்துகளைக் குறைந்த அளவில் எடுத்துக் கொள்கின்றன. வனங்களின் மண் வகைகளில் பொதுவாக, இயற்பியல் அமைப்பிலேயே கிடைக்கின்ற நைட்ரஜன், கால்சியம், பாஸ்ஃபரஸ், சல்ஃபர், மக்னீசியம் (சில இடங்களில்) ஆகியவற்றின் கலவைப் பொருள் போதிய அளவில் இல்லாமையே காணப்படும். மரங்கள் பல்வேறு மண் வகைகளிலிருந்து, குறிப்பாக மணல்சார் மண் வகையிலிருந்து பொட்டாசியத்தை விடக் கந்தகச் சத்தையே மிகுதியும் எடுத்துக் கொள்கின்றன. மரங்கள் தன்மயமாக்கும் அளவுக்கும் குறைவான அளவிலேயே கந்தகக் கலவைப் பொருள் மண்ணில் இருக்கலாம்.

வன மண்ணில் நீர்மநிலைச் சிதைவுக்குத் தயாராக உள்ள நைட்ரஜன் கலவைப்பொருளை முதலில் நிர்ணயம் செய்ய வேண்டும். பின்னர் மண்ணின் அம்மோனியச் சிதைவாக்கம் நைட்ரஜன் சிதைவாக்கத் திறனைக் காண வேண்டும். அதன் பின்னரே அம்மண்ணிலுள்ள நைட்ரஜன் அளவை அறிந்து கொள்ள முடியும். மர இனங்கள் எடுத்துக் கொள்ளும் ஊட்டச்சத்துகளுள் சுண்ணாம்பு இரண்டாம் இடத்தைப் பெறுகிறது. நீரில் கரையும் கால்சியச்சத்தைத் தவிர பரிமாற்ற நிலைக் கால்சியச் சத்தையும் தாவரங்கள் பயன்படுத்திக்கொள்கின்றன. நீரில் கரையும் பாஸ்ஃபரஸ் வன மண்வகைகளில் காணவில்லை. எனவே பரிமாற்ற நிலையில் கிடைக்கக் கூடிய பாஸ்ஃபரசைக் கண்டறிய வேண்டியுள்ளது. ஏனெனில் இதுவே மரங்களுக்கு உடனடியாகக் கிடைக்கக் கூடிய பாஸ்ஃபரஸ் சத்து ஆகும்.

மண்ணில் பெரும்பாலும் கிடைக்கக் கூடியது கால்சியம் பாஸ்பேட் ஆகும். இது மண்ணில் கிடைக்கும் அளவைக் கண்டறிய 0.5 N அசெட்டிக் அமிலத்தைக் கொண்டு கரைத்து நீக்குதல் சிறந்தது. ஊட்டச்சத்தை மரங்கள் எடுத்துக் கொள்ளும் அளவு அவற்றின் வயதைப் பொறுத்தும் வேறுபடுகிறது. பைன், ஸ்புருஸ், ஓக் மரவகைகள் 21-40 ஆண்டு வயதிலும் - மர முதிர்ச்சிப் பருவத்திலும், பிர்ச் மர வகைகள் 1-10 ஆண்டு வயதிலும் - இளமைப் பருவத்திலும் பெருமளவில் சத்துகளை எடுத்துக் கொள்கின்றன.

மர வளர்ச்சிக்குக் கேடு விளைவிக்கும் மண்ணின் பகுதிப் பொருள்கள். நில அமைப்பின்படி மண்ணிலிருந்து கிடைக்கும் ஈரம் போதுமான அளவுக்கும் குறைவாக இருந்தால் அது பல வகை மரங்களுக்கும் பெருமளவில் கேடு விளைவிக்கக் கூடியதாகவே இருக்கும். மண்ணிலிருந்து கிடைக்கும் ஆக்சிஜன் குறைபாடும் அதுபோலவே ஊறு விளைவிக்கும். ஆழமான மண் அடுக்குகளில் போதிய அளவு காற்றோட்டமில்லாதிருப்பது ஆழமாகச் செல்லும் வேர்கள் அழுகிப் போவதற்கும், கீழ் மண் அடுக்குகளில் உள்ள ஊட்டச் சத்துகள் உறிஞ்சப்படாமல் இருப்பதற்கும் வழிவகுக்கும். மண்ணில் கால்சியம் கார்பனேட்டும் அதன் தாய்ப் பொருள்களும் இருப்பது பல்வேறு இன மரங்களின் வளர்ச்சிக்குப் பயனுள்ளதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. மண்ணில் ஜிப்சம் 0.25%க்கும் மேல் உள்ள நிலை மரங்களுக்குத் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும். சோடியம் சல்ஃபேட்டின் அளவு 0.05-0.25% அடையும்போது ஓக், பிர்ச், பைன் மரங்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. சோடியம் குளோரைடு 0.20% இருந்தாலே தாவரங்கள் பெருமளவு தாக்கத்திற்கு உள்ளாகின்றன. 0.1% சோடா இருப்பது வளர்ச்சிக்குத் தடையாக விளங்குகிறது.

சில இடங்களில் களர் மண்ணின் கீழடுக்கில் கடினத்தட்டு அமைப்புத் தென்படுவது உண்டு. இது மரங்களின் வேர்கள் ஆழமாகச் செல்லத் தடையாக உள்ளது. அத்துடன் கேடு விளைவிக்கும் வேதிப் பொருள்களும் அக்கடினத்தட்டில் காணப்படு

கின்றன. அதில் பரிமாற்ற நிலையிலுள்ள சோடியம் குறிப்பிடும்படியான அளவில் உள்ளது. இந்தச் சோடியம் மண்ணிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக் கரைசலில் சோடா உப்பின் அளவை உயர்த்திவிடுகிறது. இது தாவரத்திற்குத் தீமைதரும்.

வன மண்வகைகளின் வளம். நாற்றுகள் பறிக்கப் படுவதாலும், பெய்யும் மழையால் கரையும் ஊட்டச் சத்துகள் நிலத்தின் கீழ் அடுக்குகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதாலும் மண்ணிலுள்ள ஊட்டச்சத்து கள் நீக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இதை ஈடுசெய் வதற்காக வேதி உரங்கள் மண்ணில் சேர்க்கப்பட வேண்டும். வேதி-உரம் இடுவதால் மண்ணிலுள்ள ஊட்டச்சத்துக் கனிமங்களின் விகிதம் மாறுபட்டுக் கன்றுகளின் வளர்ச்சிக்கும் உருவாக்கத்திற்கும் ஏற்ற நிலையாக மாறுகிறது. மேலும் மண்ணின் நிலவியல் தன்மையையும் மேம்படுத்தி இயல்பாகவே மண்ணி லுள்ள பகுதிப் பொருள்களைக் கலவைகளாக மாற்றி வேர்களுக்குக் கிட்டும் வண்ணம் ஆக்குகிறது.

மண்ணில் நைட்ரஜன், கால்சியம், மக்னீசியம், இரும்பு ஆகியவை போதுமான அளவில் இல்லா திருந்தால் மரங்களின் இலைகள் மஞ்சள் நிறம் அடைந்துவிடும். மணிச்சத்துக்குறைபாடு வெளிர்நீலம் முதலாகக் கருநீலம் வரை வண்ணத்தைத் தோற்று விக்கும். சாம்பல்சத்துக் குறைபாடு வெளிர் பச்சை நிறத்தை உண்டாக்கும்.

நாற்றங்கால் நிலையிலேயே வேதி உரம் இடப் படுகின்றது. பின்வரும் உரங்களை நாற்றுகளுக்குப் பயன்படுத்தலாம்.

கரிம உரங்கள்	:	நீர்ம உரம், மட்கிய உரம், பீட், மட்கிய பீட்
பசுந்தாள் உரங்கள்	;	சணப்பை, தக்கைப்பூண்டு, கொளுஞ்சி
சாம்பல் உரம்	:	அடுப்புச் சாம்பல், மட்கிய கரிமச் சாம்பல்
கனிம உரங்கள்	:	நைட்ரஜன், மணிச்சத்து, பாஸ்ஃபரஸ் உரங்கள், சுண் ணாம்பு, மக்னீசியம்
நுண்ணுயிர் உரங்கள்	:	பொருத்தமான நுண்ணு யிரையும், பூசணத்தையும் மண்ணில் கலந்து விடுதல்.

முதிர்ந்த மரங்களுக்கு உரமிடுவதால் பய னில்லை. ஆனால் அமிலத் தன்மையுடைய மணல் சார் மண்ணிலும், மணல் இருபொறை மண்ணிலும் ஹெக்ட்டேருக்கு 5-8 டன் கால்சியம் சேர்ப்பது நல்ல பலனைக் கொடுத்துள்ளது.

என்டிசால் மண் வகை அமைந்துள்ள மலை யுச்சிகளிலும், சரிவு நிலங்களிலும் நிலக்காப்புக் காடுகள் வளர்க்கப்படலாம். மோல்லிசால் மண் வகைகளில் தகுந்த மேலாண்மை முறைகள் கடைப் பிடிக்கப்பட்டுக் காடு வளர்ப்பு முனைப்புடன் மேற் கொள்ளப்படலாம். இன்செப்டிசால் மண் வகை களுக்கு அறுவடைத் தொழில் நுட்பத்தைப் பயன் படுத்திச் செய்யும் நடுத்தர உற்பத்தி வனங்கள் வளர்ப்பு, பொருத்தமாகும். இவ்வனங்களை மிகு சரி வான இடங்களில் வளர்த்தால் மரம் வெட்டுவதை யும் கால்நடை மேய்ப்பதையும் தவிர்க்க வேண்டும். அல்ஃபிசால், அல்டிசால் மண்வகைகளில் சாகுபடி முறைகளை முனைப்புடன் பின்பற்றி உற்பத்திக் காடுகளை வளர்ப்பது சிறந்தது.

- டி. எஸ். மாணிக்கம்

காடை

மயில், கவுதாரி, காட்டுக்கோழி, சுண்டாங்கோழி ஆகிய பறவைகள் சேர்ந்துள்ள பாசியனிடே குடும்பத் தைச் சேர்ந்தது காடை. இக்குடும்பத்தில் உருவத்தில் மிகச்சிறியதாகவும் உருண்டு திரண்ட உடலோடும் குறுகிய வாலோடும் உள்ள இதைத் தமிழில் குறும் பூழ் என்பர். புல்வெளிகளிலும் புன்செய் நிலங்களிலும் பயிர் விளைந்துள்ள விளைநிலங்களிலும் தரையோடு தரையாக ஒட்டிச் சிறு கூட்டமாகத் திரியும் இதை இறைச்சியின் சுவை கருதி வேட்டைக்காரர்கள் விரும்பி வேட்டையாடுகின்றனர். வீட்டுக் கோழி யைப்போலவே இதுவும் நெடுந்தொலைவு பறக்கும் ஆற்றலை இழந்து விட்டது. எனினும் தரையிலேயே இரைதேடித் திரியும் இது வேகமாக ஓடித் தப்புவதற் கேற்ற உறுதியான கால்களைப் பெற்றுள்ளது. உருவம், நிறவேறுபாடு, வாழும் சூழல் ஆகியவற்றின் காரண மாக இதைப் புதர்க் காடை *(jungle bush quail)*, வண்ணக் காடை *(painted quail)* செங்காட்டுக் காடை *(laterite bush quail)* பெரிய சாம்பல் காடை *(grey quail)* மஞ்சள் கால் குறுங் காடை *(yellow (legged button quail)* என வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

புதர்க் காடை. இதன் உடலின் மேற்பகுதி சிவப்பும் மஞ்சளுங்கலந்த பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். கறுப்பும் வெளிர் மஞ்சளுமான கறைகளும் கோடு களும் உடலின் மேற்பகுதியில் காணப்படும். மார்பும் வயிறும் கறுப்புப் பட்டைகளோடு கூடிய வெள்ளை நிறமாக இருக்கும். இரவில் புதர்களைப் புகலிடமாகக் கொண்டு தங்கும் இது சிறுசிறு குழுக் களாகப் பிரிந்து வெளிப்பக்கம் பார்த்தவாறு படுத்தி ருக்கும். காலால் மிதிக்கும் அளவுக்கு மனிதர் மிக நெருங்கி வரும்வரை அமைதியாக இருக்கும். ஒரே சமயத்தில் எழுந்து 'விர்ர்' என இறக்கை அடித்த

வாறு நாலாத் திசைகளிலும் பறக்கும். சற்றுத் தொலைவு பறந்தவுடன் மீண்டும் குழுவாகச் சேர்ந்து கொள்ளும். நீர் குடிக்க வரும்போதும் ஒரு புல்வெளியைவிட்டு மற்றொரு புல்வெளிக்குச் செல்லும்போதும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வரிசையாகச் செல்லும் காட்சி காணத் தக்கது. 'வ்வீ, வ்வீ' எனவும் 'ச்சீ,. ச்சக்,. ச்சீ', எனவும் இனப்பெருக்க காலத்தில் ஆண் குரல் கொடுக்கும். ஆகஸ்ட்-ஏப்ரல் வரை இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது புல்புதர்களின் ஓரத்தில் தரையில் புல்லால் கூடமைத்து 4-8 வரை வைக்கோல் நிறத்திலான வெளிர் நிற முட்டைகளை இடும். சிறு தானியங்களோடுகூடப் புல்விதைகள், இளந்தளிர், கறையான், சிறு புழுபூச்சி ஆகியவற்றை இது உணவாகக் கொள்கிறது.

வண்ணக் காடை. இதன் தலை கறுப்பு; உடல் ஆலிவ் பழுப்பாக வெண் கோடுகளோடும் கருங் கறைத் திட்டுகளோடும் காணப்படும். இதன் மார்பும் வயிறும் செம்பழுப்பாகப் பல வண்ணக் கறைகளையும் திட்டுகளையும் கொண்டு திகழ்வதால் இதை வண்ணக் காடை என்பர். நீர்வளம் செறிந்த மலைப் பகுதிகளில் உயர்ந்து வளரும் புல்வெளிகளிடையே மட்டும் காணப்படும் இதன் பிற பழக்கவழக்கங்கள் முந்தைய புதர்க் காடையை ஒத்தனவே. காட்டுவழிகளில் புழுதியில் புரண்டு கிடக்கும் இது மக்கள் நெருங்கும்போது பிற காடை இனங்களைப் போல அஞ்சி ஓடுவதில்லை. பெண் மட்டும் தரையில் இடப்பட்ட முட்டைகளை அடைகாக்கும். குஞ்சுகள் விரைவில் ஓடவும் பறக்கவும் ஆற்றல் பெற்று விடுகின்றன.

செங்காட்டுக் காடை. மைசூர், ஆந்திரா ஆகிய பகுதிகளில் செம்மண் காடுகளில் திரியும் இதன் உடலின் மேற்பகுதியும் இறக்கை வால் ஆகியவையும் சிவப்பு நிறமாக இருக்கக் காணலாம். வாழும் சுற்றுச் சூழலுக்கு ஏற்ப உயிரினங்களின் வடிவ வண்ணங்கள் பெறும் மாற்றத்திற்கு இதைச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகக் கூறலாம். பிற பழக்க வழக்கங்களில் இது புதர்க் காடையை ஒத்ததே.

பெரிய சாம்பல் காடை. இந்தியாவில் காணப்படும் காடைகளுள் இதுவே உருவில் பெரியது. இதன் உடம்பின் மேற்பகுதியில் செம்பழுப்பும் கறுப்புமான புள்ளிகளும் கோடுகளும் நிறைந்திருக்கும். கழுத்தின் குறுக்கே கறுப்பு வளையம் ஒன்றைப் பெற்றுள்ள இதன் மார்பு வெளிர் கருஞ்சிவப்பாக இருக்கும். வடக்கே இருந்து குளிர்காலத்தில் வலசை வரும் இது வழியில் வேட்டைக்காரர்களுக்கும் விபத்துக்களுக்கும் உள்ளாகிப் பெரும் அளவில் இறந்துவிடுகிறது. தென் இந்தியாவில் குளிர் காலத்தில் புதர்களிடையேயும் ஓடைக்கரைகளிலும் தனித்தோ ஆணும் பெண்ணுமாகவோ திரியும் இது கண்ணில் படுவது அரிது. வைகறையிலும், மங்கிய மாலைப் பொழுதிலும் இடைவிடாமல் கொடுக்கும் குரலிலிருந்து இது இருப்பதை அறிந்து கொள்ளலாம். ஆள் வரும் ஒலி கேட்டவுடன் 'விர்ர்' என இறக்கையடித்துச் சிறு சீழ்க்கை ஒலி எழுப்பியவாறு பறந்து சென்று மீண்டும் தரை இறங்கும். தென் இந்தியாவில் மிக அரிதாகவே இது இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

மழைக் காடை. இது தோற்றத்தில் முந்தைய பெரிய சாம்பல் காடையை ஒத்தது. எனினும் இனப்பெருக்கம் செய்யும் மழைக்காலத்தில் இதன் அலகும் கால்களும் முறையே மஞ்சளாகவும் வெளிர் சிவப்பாகவும் நிறமாற்றம் பெறுகின்றன. ஜூன் மாதத்தில் தென்மேற்குப் பருவமழை தொடங்கும்போது பெரும் எண்ணிக்கையில் வடக்கேயிருந்து வரும் இவை தென்னாட்டில் இனப்பெருக்கம் செய்தபின் மழைக்காலம் முடிந்தவுடன் குஞ்சுகளோடு மீண்டும் வடக்கே சென்றுவிடுகின்றன. மழைக்காலத்தில் பெரும் எண்ணிக்கையில் எங்கும் காணப்படுவதால் இதை மழைக்காடை என்பர். மேகமூட்டமான நாள்களில் தொடர்ந்து பகல் முழுதும் 'விச்,, விச்., விச்', எனக் குரலெடுத்துக் கத்திக்கொண்டு இருக்கும். பிற பழக்க வழக்கங்கள் பெரிய சாம்பல் காடையை ஒத்தனவே.

குறுங்காடை. மழைக் காடை அளவினதான இதன் உச்சந்தலை பழுப்பாகவும் தலையின் பக்கங்கள் கரும்புள்ளிகளோடுகூடிய வெண்மை நிறம் கொண்டதாகவும் இருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி கருஞ்சிவப்பான பழுப்புநிறமாகவும் மார்பும் வயிறும் மங்கிய மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும். மார்பில் சிறுசிறு கறுப்பு நிறக்கோடுகள் காணப்படும். பிற காடைகளைப் போலக் கூட்டமாகத் திரியாமல் தனித்தோ இணையாகவோ புதர்களிலும் புல்வெளிகளிலும் மறைந்து திரியும். காடுகளில் பழுத்து விழுந்த அழுகிய இலைகள் புதிதாகக் கிளரப்பட்டிருப்பது கொண்டு இது அந்த வட்டாரத்தில் இருப்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். புல்விதை, சிறு தானியம், பசுமுளை, புழுபூச்சி ஆகியவற்றை உணவாகக் கொள்ளும். 'ட்டிர்ர்ர்., ட்டிர்ர்ர்., ட்டிர்ர்ர்'., என மோட்டார் வண்டி எழுப்பும் ஒலியைப் போலப் பெண் பறவை இனப்பெருக்க காலத்தில் குரல் கொடுத்து ஆணுக்குத் தன் இருப்பிடத்தை உணர்த்தும். மார்பைத் தரையோடு பொருத்திப் படுத்தபடி 'லூன்., லூன்., லூன்.,' எனக் குரல் கொடுக்கவும் செய்யும். ஜூன்-செப்டம்பர் வரையான இனப்பெருக்கப் பருவத்தில் இது திரியும் பகுதியில் நாள் முழுதும் இக்குரலொலியைக் கேட்கலாம். விளைநிலங்களில் பயிரினூடேயே அல்லது புதர்களிடையே தரையைப் புல்லால் மென்மையாக்கிச் செம்பழுப்பு நிறக்கறைகளும் கறுத்த ஊதா நிறக் கறைகளும் கொண்ட கருஞ்சாம்பல் நிறந்தோய்ந்த வெண்மை நிறத்தில் 4 முட்டைகள் இடும்.

காடை

மஞ்சள் கால் குறுங்காடை. இதன் உச்சந்தலை கருஞ்சிவப்பும் வெளிர் மஞ்சளும் கலந்த கறுப்பு நிறமாக இருக்கும். தலையின் பக்கங்கள் வெளிர் மஞ்சள் நிறங்கொண்டவை. உடலின் மேற்பகுதி கருஞ்சாம்பல் நிறந்தோய்ந்த பழுப்பு நிறத்தில் இடை யிடையே சிறிய கறுப்புப் பட்டைகளையும் கோடு களையும் கொண்டிருக்கும். தொண்டையின் நிறம் வெண்மை. மார்பும் வயிறும் வெளிர் மஞ்சள் நிறங் கொண்டவை. நடு மார்பில் துரு நிறக் கறைத் திட்டும் வயிற்றின் பக்கங்களில் உள்ள கறுப்புக்கறைத் திட்டுகளும் இதன் உடலுக்கு மேலும் அழகு சேர்ப் பன. கால்கள் மஞ்சள் நிறங்கொண்டவை. பெண் ஆணைவிடச் சற்றுப்பருத்த தோற்றம் கொண்டிருப்ப தோடு கழுத்தில் ஆழ்ந்த சிவப்புக் கழுத்துப் பட்டை யும் பெற்றிருக்கும். சமவெளிகளிலும் மலைகளிலும் வறண்ட புல்வெளிகளைச் சார்ந்து திரியும் இதன் பிற பழக்க வழக்கங்கள் குறுங்காடையின் பழக்க வழக்கங்களை ஒத்துள்ளன.

காடைகள் குறைந்த தீவனத்தை உண்டு குறுகிய இடத்தில் வளரக்கூடியவை. விரைவில் பருவ மடைந்து அதிக முட்டைகளிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யும் பண்புகளையும் பெற்றுள்ளன. காடைகள் ஆண்டொன்றுக்கு 3-4 முறை வரை இனப்பெருக்கம் செய்யும் தன்மையுடையவை. பெட்டைகள் 5-6 வாரத்தில் பருவம் அடைந்து முட்டையிடத்துவங்கும். ஓர் ஆண்டில் சராசரியாக 250-300 முட்டைகள் வரை இடும். இவை சிறிய உடல் அமைப்புக் கொண்டுள்ளமையால் ஒரு கோழி வளர்க்கக் கூடிய இடத்தில் சுமார் 8-10 காடைகளை வளர்க்கலாம்.

இனப்பெருக்கம். இவை ஆண்டு முழுதும் இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன. முட்டைகள் மெல்லிய ஓடு களைக் கொண்டு காணப்படுவதால் கவனமாகச் சேகரித்தால் உடைந்து சேதமடைய வாய்ப்புகள் இரா.

இனப்பெருக்கத்திற்குக் காடைகளைப் பராமரிக்கும் போது அவை 10-24 வார வயதுடையவையாக இருக்க வேண்டும். ஓர் ஆண் காடையை 3 பெட்டை களின் இனப்பெருக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம். இனப் பெருக்க காலங்களில் தரமான, சத்துள்ள தீவனம் கொடுக்க வேண்டும். ஆண்காடைகளின் அலகைக் குறைத்து விடவேண்டும்.

காடை முட்டைகளைச் செயற்கை முறையில் அடை காப்புக் கருவி மூலம் குஞ்சு பொரிக்கச் செய்ய லாம். காடைக் குஞ்சுகள் பொரிந்து வெளிவர 18 நாளாகும்.

வளர்ப்பு முறை. குஞ்சுகளை ஆழ்கூள முறை யிலும் மற்றும் செயற்கை முறை அடைகாக்கும் கருவி யிலும் வளர்க்கலாம். தொடக்கத்தில் 100°F வெப்ப மும், பின்னர் மெதுவாகக் குறைத்து மூன்றாம் வாரத் தில் 70°F இருக்குமாறும் பார்த்துக் கொள்ள வேண் டும். ஒவ்வொரு குஞ்சுக்கும் வளரும் காலத்தில் 75 ச.செ.மீ. பரப்பளவு தேவை. முட்டையிடும் பருவத் தில் 200-250 ச.செ.மீ. பரப்பளவு தேவை.

வளரும் காலத்தில் பழுப்பு நிறச் சிறகுகள் கொண்ட ஆண் காடைகளைப் பெண் காடைகளிலி ருந்து பிரித்து விட வேண்டும். ஆறாம் வாரத்தில் பெட்டைக் காடைகளை முட்டையிடும் கூண்டுகளுக்கு மாற்றம் செய்ய வேண்டும். இரவு முழுதும் வெளிச்சம் தேவையில்லை. 12 மணி நேரம் இருட்டுத் தேவை. காடைகளைக் கொழுக்க வைக்க வேண்டுமானால் மட்டும் 8 மணி நேரம் வெளிச்சமும் 16 மணி நேரம் இருட்டும் அளிக்க வேண்டும். முட்டையிடும் பருவத் தில் 16 மணி நேரம் வெளிச்சம் தேவை.

முட்டையிடும் தன்மை. கோழிகள் பொதுவாகக் காலை நேரங்களில் 75% முட்டையிடுகின்றன. ஆனால் காடைகள் பிற்பகல் 3-6 மணி வரை 75% முட்டைகள் இடுகின்றன. காடைகள் 26 வாரம் முதல் முட்டைகள் இடும் தன்மை குறைந்து 138 வாரத்தில் முட்டையிடும் தன்மை அறவே நின்று விடும்.

தீவனம். நல்ல தரமான தீவனம் மிகவும் அவசியம். காடைகளின் வளர்ச்சி 6 வாரங்களில் முடிவு பெற்றுப் பிறகு 10 - 12 வாரங்களில் எடை அதிகரிக்கும். அதனால் ஸ்டார்ட்டர் தீவனம் முதல் மூன்று வாரங்களுக்கும், வளர்ப்புத் தீவனம் 4-5 வாரங்களுக்கும் கொடுத்துப் பிறகு இனப்பெருக்கத் தீவனமும் கொடுக்க வேண்டும். காடைகளுக்குக் குஞ்சுப் பருவத்தில் 27% புரதம் தேவைப்படுகிறது. வளரும் பருவத்தில் 24% புரதம் போதுமானது. முட்டை இடும் பருவத்தில் 22% புரதம் தேவைப்படுகிறது.

முட்டைகள். காடை முட்டைகள் சராசரி 9 கிராம் எடையுள்ளவையாகக் காணப்படுகின்றன. காடை முட்டைகளை ஊறுகாயாக மாற்றி உண்ணலாம்.

இறைச்சி. ஐந்து வாரங்களில் காடைகளை இறைச்சிக்காகப் பயன்படுத்தலாம். ஐந்து வாரங்களில் சராசரி 125 கிராம் எடையுள்ள காடை மூலம் 70% இறைச்சி கிடைக்கும்.

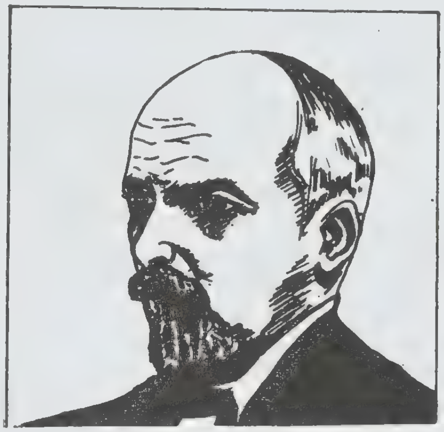
நோய். காடைகளை உருண்டைப் புழுக்கள் தாக்குவதில்லை. மேலும், கோழிகளில் இரத்தக் கழிச்சல் நோயை உண்டாக்கும் எமெரியா தவிர மற்ற வகை எமெரியா நுண்ணுயிர்கள் காடைகளைத் தாக்குகின்றன. காடைகள் புரூடர் நிமோனியா வினால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

- என். சையத் தாஜுதீன்

நூலோதி. Sali Ali and Ripley S. Dillon, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan*, Vol - I, Oxford University Press, London, 1968.

காண்டர், ஜார்ஜ்

இவர் கணக்கொள்கை (set theory) பற்றிய உண்மைகள் பலவற்றைக் கண்டறிந்த ஜெர்மானியக் கணிதவியலாளர் ஆவார். பகுப்பாய்வு இயல் (analysis), இடத்தியல் (topology), கணிதத்தர்க்கவியல் (mathematical logic) ஆகியவற்றின் கோட்பாடுகளையும் ஜார்ஜ் ஃபெர்டினண்ட் லட்விக் ஃபிலிப் காண்டர் (George Ferdinand Ludwig Philip Cantor) அளித்துள்ளார்.



1845 ஆம் ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்கள் 3 ஆம் நாள் ரஷ்யாவிலுள்ள லெனின்கிரேடில் செயின்ட் பீட்டர்ஸ்திபர்க் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். சிறுவயலேயே இவர் குடும்பம் ஜெர்மனிக்குச் சென்றுவிட்டதால் ரஷ்யாவில் பிறந்தும், ஜெர்மானிய நாட்டுக் கணிதவியலாளர்களுள் ஒருவராகவே கருதப்பட்டார். ஃபிராங்ஃபர்ட், ஸுரிச், பெர்லின், காட்டிங்கன் ஆகிய இடங்களில் கல்வி கற்ற பின்னர் விட்டன்பர்க்கில் உள்ள ஹாலே பல்கலைக்கழகத்தில்1869இல் ஆராய்ச்சியாளராகப் பணிபுரிந்தார். 1872 இல் பகுதி நேரப் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்டுப் பின்னர் 1879 இல் முழு நேரப் பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். எனினும், பெர்லின் பல்கலைக்கழகத்தில் ஒரு பேராசிரியராகப் பணியாற்ற வேண்டுமென்ற இவரின் நெடுநாள் ஆசை இறுதிவரை நிறைவேறவில்லை. இவருடைய பணி மிகச்சிறிய அளவில் ஏற்கப்பட்டுப் பாராட்டும் பெற்றது.

இவர் ஆய்வுக் கட்டுரைகள் முதன்முதலில் அன்னாலின் ஆராய்ச்சி இதழில் 1879இல் வெளியிடப்பட்டன. தொடக்ககால ஆராய்ச்சிகள் ஃபூரியர் தொடர் பற்றியவையாக இருந்தாலும், பின்னர் இம் முடிவுகளைப் பயன்படுத்தி விகிதமுறா எண்கள் (irrational numbers) பற்றிய புதிய கோட்பாட்டை உருவாக்கினார். இதுவே கணிதம், தர்க்கவியல் கணிதம் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையாயிற்று. கணங்கள், அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள செயலி (operation) ஆகியவற்றைக் கண்டறிந்தார். கணம் என்பது சொற்களால் விளக்கக்கூடிய சில தன்மைகளைக் கொண்ட அனைத்துப் பொருள்களின் தொகுப்பாகும். அனைத்துக் கணங்களின் தொகுப்பும் ஒரு கணம் ஆகும். அந்தக் கணமே அதில் ஒரு மூலகமும் (element) ஆகும்.

வெவ்வேறு முடிவுறாக் கணங்களின் (infinite set) வெவ்வேறு முடிவுறா வரிசைகளை (infinite order) இவர் ஆராய முற்பட்டார். முடிவுறாக்

கணங்களையும், அவற்றின் மூலகங்களையும் ஒன்றுக் கொன்றான ஒத்தியைபு (one-one correspondence) மூலம் இணைத்து, ஒப்பிட்டு வியக்கத்தக்க பல முடிவு களைக் கண்டறிந்தார்.

கணங்கள் A_1, A_2 இவற்றின் மூலகங்களுக் கிடையே ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபு இருந்தால் கணங்கள் A_1, A_2 இரண்டும் ஒரே இயல் எண்ணைக் (cardinal numbers) கொண்டிருக்கும். எந்தவொரு முடிவுறாக் கணத்தின் இயல் எண்ணும் அதன் ஏதாவதொரு முறையான உட்கணத்தின் (proper subset) இயல் எண்ணும் ஒன்றாக இருக்கும். காட் டாக, முழு எண்களின் (integers) கணம் $A_1 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, ...\}$ உம், அதன் ஓர் உட்கணமான இரட்டைப்படை எண்களின் கணம் $A_2 = \{2, 4, 6, ...\}$ உம் ஒரே இயல் எண்ணைக் கொண்டுள்ளன. கணம் A_1 இன் மூலகம் n, கணம் A_2 இன் மூலகம் 2n உடன் ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபால் இணைக்கப் பட்டுள்ளது.

ஆனால் எந்தவொரு முடிவுறு கணத்திலும் (finite set) சாதாரணமாக அதன் மூலகங்களின் எண்ணிக்கையே அதன் இயல் எண் ஆகும். அதிக அளவு கந்தழி (infinity) உள்ள கடந்தமுற்று இயல் எண்கள் (transfinite numbers) போன்ற பிற முடிவுறாத வையின் வரிசைகளையும் (order) கண்டுபிடித்தார்.

தொன்றுதொட்டு , கந்தழி பற்றிக் கணிதவிய லாளர்களுக்கு இருந்த அச்சத்தையும் தயக்கத்தையும் குறைக்கும் வண்ணம் முடிவுறாக் கணங்கள் ஆய்வில் பயன்படக்கூடிய எண் கணிதத்தை (arithmetic) உருவாக்கினார். இயல்முறைக் கணித எண்களின் (algebraic numbers) தொகுப்பு டெனியூமெரபிள் (denumerable) என்று மெய்ப்பித்தார். ஒரு n பரிமாண வெளியிலுள்ள (n - dimensional space) புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை ஒற்றைப்பரிமாணத்தில் (single dimension) உள்ள புள்ளிகளின் எண்ணிக்கையைவிட மிகுதியன்று என்று நிறுவினார்.

கணம் A_1, கணம் A_2 இன் உட்கணம் இவற்றுக் கிடையே ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபு இருந்து கணம் A_2 மற்றும் கணம் A_1 அல்லது A_1 இன் உட் கணம் இவற்றுக்கிடையே ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தி யைபு இல்லாமலிருந்தால் கணம் A_1 கணம் A_2 வைவிடப் பெரிய இயல் எண்ணைக் கொண்டிருக்கும்.

A ஒரு கணம். கணம் S, கணம் A இன் அடுக்குக் கணம் (power set) ஆகும். வெற்றுக் கணம் (empty set) உட்பட A இன் அனைத்து உட்கணங்களும் S இன் மூலகங்களாகும். கணம் S இன் இயல்எண் கணம் A இன் இயல்எண்ணைவிடப் பெரியது.

கணம் A, n மூலகங்கள் கொண்ட ஒரு முடிவுறு கணமானால் கணம் S இன் மூலகங்கள் 2^n ஆகும். ஆனால் $2^n > n$ எனவே அனைத்து $n > 2$ என்றிருந் தால் n, 2^n இவற்றிடையே மேலும் பல முழு எண்கள் இருக்கும். இந்தக் கோட்பாடு முடிவுறு கணத்தைப் பொறுத்தவரையே பொருந்தும்.

ஆனால் முடிவுறாக் கணத்தைப் பொறுத்து. இக் கொள்கை அடிப்படையிலேயே, மாறுபடும். முடிவுறாக் கணம் A இன் அடுக்குக்கணம் S இவற்றிற்கிடையே வேறு எந்த இயல் எண்ணும் இருக்க முடியாது என்பதே மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்ற காண்டரின் தொடரகக் கோட்பாடு (Cantors continuum hypothesis) ஆகும். பின்னரே தம் முந்தைய கணக்கொள்கை ஆய்வுக் கோட்பாடுகளில் முரண்கள் உள்ளமையையும் அவற்றின் மூலம் உண்மைப் போலி (paradox) தோற்றுவிக்கப்பட்டு உள்ளதையும் காண்டர் அறிய நேர்ந்தது. காண்டர் கடந்தமுற்று இயல்எண் கொள்கையை நிறுவுதல் பற்றிய தம் ஆய்வுக் கட்டுரையான (*beitrage zur begoundung der transfiniten mengenie hre*) ஐ 1895-97 இல் வெளியிட்டார். இதன் ஆங்கில மொழி பெயர்ப்பு (*contributions to the founding of the Theory of Transfinite Numbers*) என்னும் தலைப்பில் பி.இ.பி.ஜுர்டெய்ன் என்பாரால் மொழி பெயர்க்கப்பட்டு 1915 இல் வெளியிடப்பட்டது. இடத்தியலில் உள்ள காண்டரின் வெட்டுத் தேற்றம் (Cantor's intersection theorem) மிகவும் சிறந்த தாகும். இவர் 1918 ஆம் ஆண்டு ஜனவரித் திங்கள் 6 ஆம் நாள் ஹாலே என்னுமிடத்தில் காலமானார்.

- சு. சூரியநாராயணன்

காண்டாமிருகம்

நிலவாழ் பாலூட்டிகளில் யானைக்கு அடுத்தபடியாகப் பெரிய உருவமுடைய விலங்கு காண்டாமிருகமே. நான்கு பொதுவினங்களைச் சேர்ந்த 5 சிறப்பினக் காண்டாமிருகங்கள் (*rhinoceroses*) இன்று உலகில் வாழ்கின்றன. இவற்றுள் 3 சிறப்பினங்கள் ஆசியா விலும் 2 சிறப்பினங்கள் ஆஃப்ரிக்காவிலும் காணப் படுகின்றன.

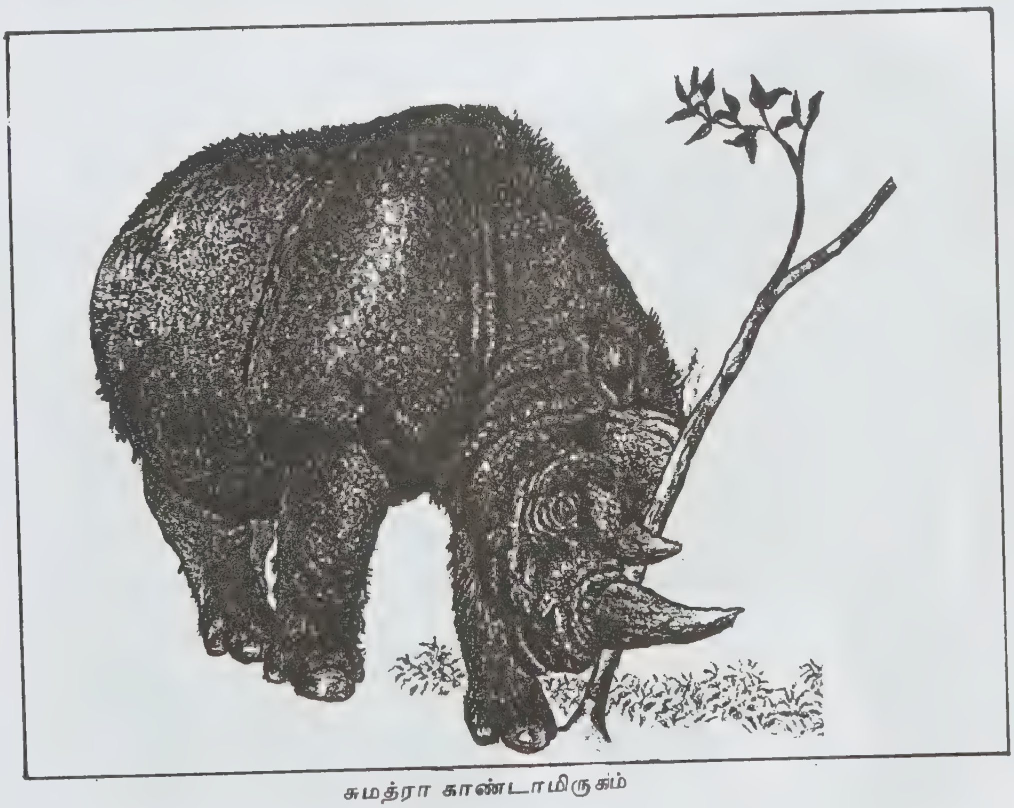
காண்டாமிருகங்கள் பொதுவாக மயிர்களற்ற, தடித்த தோலுடைய விலங்குகளாகும். 1,000-2,600 கி.கி. எடையுள்ளவை. ஆசிய வகைகளில் தோலின் மேற்பரப்பு, பல பட்டைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மூக்கு எலும்பில் ஒன்று அல்லது இரண்டு கொம்புகள் உள்ளன. காண்டாமிருகங்களனைத்தும் தாவரவுண் ணிகள். 24-34 பற்கள் என்னும் வரிசையில் அமைந் துள்ளன. கருவளர்காலம் 419-550 நாள்கள்; ஓர் ஈற்றில் ஒரு குட்டி பிறக்கிறது. காண்டாமிருகங்களின் கொம்பு அதன் மயிர்களாலானது என்னும் தவறான கருத்து காணப்பட்டது. அவற்றின் கொம்புகள்

செராட்டின் என்னும் பொருளாலானவை. கொம்பு உடைந்தால் மீண்டும் வளரும் தன்மையுடையது. காண்டாமிருகங்கள் 50 ஆண்டுகள் வரை வாழக் கூடியன என்று நம்பப்படுகிறது. காண்டாமிருகக் கொம்பு இணைவிழைச்சுப் பொருளாகப் (aphrodiasic) பயன்படுகிறது என ஆசிய மக்கள் நம்பியதால் காண்டாமிருகங்கள் பெருமளவில் வேட்டையாடப் பட்டுக் கொல்லப்பட்டன. மேலும் அவற்றின் கொம்பு களிலிருந்து அழகிய கோப்பைகள் செய்யப்பட்டன.

ஆசியாவிலும், ஆஃப்ரிக்காவிலுமுள்ள காண்டா மிருகங்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாகக் குறைந்து வருகிறது. ஒரு காலத்தில் பெரும்பான்மையாக வாழ்ந்த இந்தியக் காண்டாமிருகங்களின் எண்ணிக்கை தற்போது சில நூறு என்னும் அளவில் குறைந்து விட்டது. ஏறத்தாழ 170-500 சுமத்ரா காண்டாமிரு கங்களே எஞ்சியுள்ளன எனக் கூறப்படுகிறது.

சுமத்ரா காண்டாமிருகம். இன்று வாழும் காண்டாமிருகச் சிறப்பினங்களிலேயே இது மிகவும் சிறியது. காண்டாமிருக வகை மென்மயிர் போர்த்திய உடல் பெற்றுள்ளது. உடல் நீளம் 250-280 செ. மீ; உயரம் 110-150 செ. மீ; இதற்கு 2 கொம்புகள் உள்ளன. முன் கொம்பு ஏறக்குறைய 25 செ. மீ. நீள முடையது. பின்கொம்பு சிறிய மொட்டுப் போன்றது. தோலில் பல மடிப்புகள் உள்ளன. காதுகளில் மயிர்க் கொத்துகள் காணப்படுகின்றன. வயதாகும்போது தோல் மெல்லியதாகி விடுகிறது. முன்பு இந்தியாவின் கிழக்குப் பகுதிகளிலும், இந்தோனேசியாவிலும் பரவலாகக் காணப்பட்ட இக்காண்டாமிருகம் தற் போது மிகவும் அரிதாகவே காணப்படுகிறது.

மார்க்கோபோலோ, சுமத்ரா காண்டாமிரு கத்தைக் கிழக்கு ஆசியாவில் மலேசியப் பகுதிகளில் பார்த்தார். இயற்கைச் சூழலில் இதன் பழக்கவழக் கங்களைப் பற்றிய முழுமையான குறிப்புகள் கிடைக்க வில்லை. ஆனால் இந்த இனம் மிக விரைவில் அற்றுப் போய்விடும். சுமத்ரா தீவில் சில நூறு சுமத்ரா காண்டாமிருகங்களும் போர்னியோ, பர்மா, தாய் லாந்து, மலேசியா ஆகிய பகுதிகளில் ஒருசிலவும் வாழ் வதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இவற்றின் இயற்கை வாழிடங்கள் பெருமளவில் அழிக்கப்பட்டு வருவதாலும் இவ்வினம் காணப்படும் இடங்களில் வாழும் சீனர்கள் இவற்றை வேட்டையாடுவதாலும் இவற்றைக் காப்பது எளிதான செயலன்று.



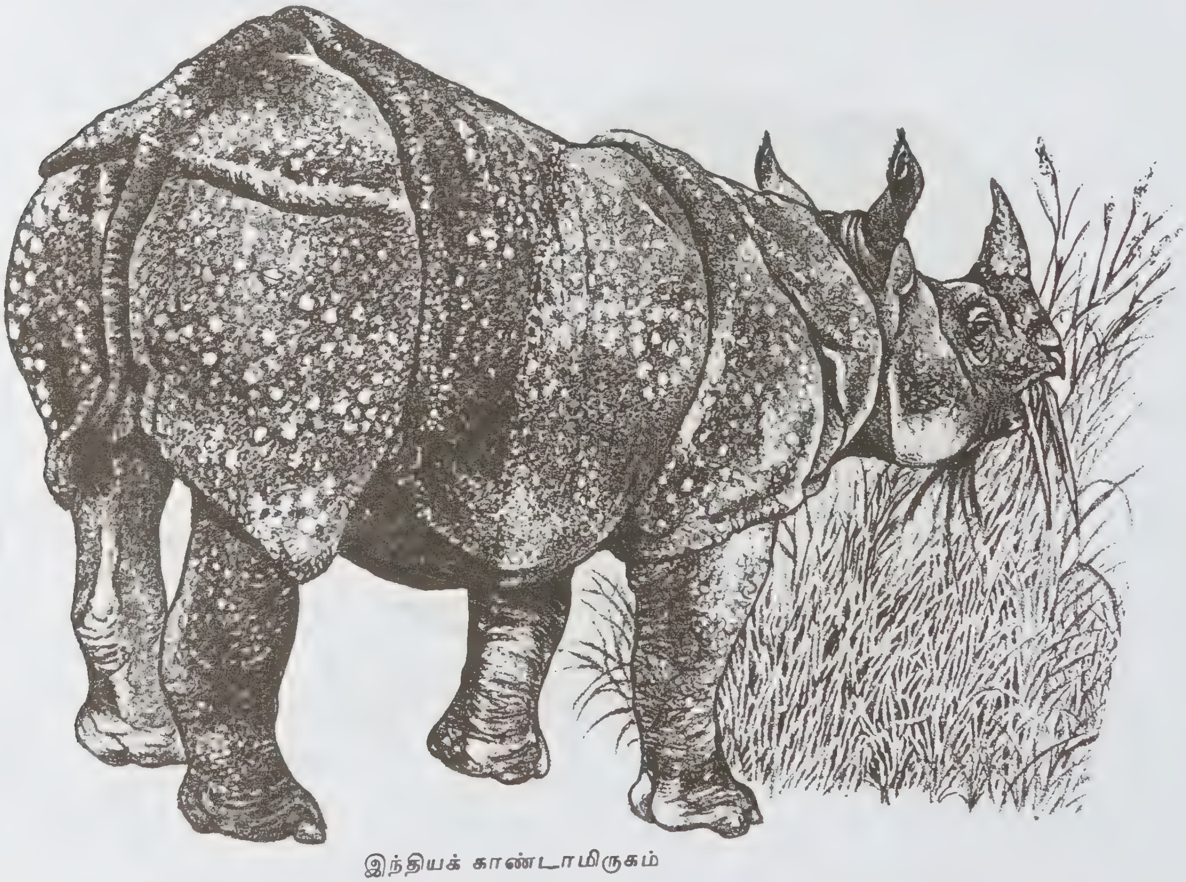
சுமத்ரா காண்டாமிருகம்

இந்தியக் காண்டாமிருகம். உடல் நீளம் 210-240 செ.மீ; உயரம் 110-200 செ.மீ; எடை 1500-2000 கி.கி. பெண் காண்டாமிருகங்கள் சற்று உருவில் சிறியவை. தோல் பெரிய மடிப்புகளால் பல பகுதி களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. உடலின் சில பகுதிகளில் மட்டுமே மயிர் காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு காலிலும் மூன்று விரல்கள் உள்ளன. நகங்களுக்கடியில் உள்ள தசைத் திண்டுகள் காலைத் தூக்கும்போது வெளிப்படு கின்றன. மேலுதட்டில் ஒரு விரல் போன்ற அமைப்பு உள்ளது. கீழ்த்தாடையிலுள்ள கூர்மையான கோரைப் பற்கள் தற்காப்பு உறுப்புகளாகப் பயன்படுகின்றன. மேல் தாடையில் கோரைப் பற்கள் இல்லை.

ரைனோசெராஸ்பொதுவினத்தில் ரினோசெராஸ் யுனிக்கார்னிஸ் எனப்படும் இந்தியக் காண்டாமிருகம் (*Rhinoceros unicornis*) ரை. சாண்டைக்கஸ் எனப் படும் ஜாவா காண்டாமிருகம் (*R. Sondicus*) ஆகிய இரண்டு சிறப்பினங்கள் உள்ளன. இந்தியக் காண்டா மிருகங்கள் குளங்கள், சேறு நிரம்பிய குட்டைகளில் ஓய்வெடுக்கின்றன. இவை நன்றாக நீந்தக்கூடியவை. பிரம்மபுத்திரா போன்ற அகலமான ஆறுகளைக்கூட இவை எளிதாக நீந்திக் கடந்து செல்கின்றன. விலங்குக் காட்சிச் சாலைகளில் இவை குறிப்பிட்ட ஒரே இடத்தில் காணப்படுகின்றன. சாணக்குவியலின் நாற்றத்தால் இவை கவரப்படுகின்றன எனக் கூறப் படுகிறது. அஸ்ஸாமில் இவற்றின் இனப்பெருக்க காலம் பிப்ரவரியிலிருந்து ஏப்ரல் வரை நீடிக்கிறது. அஸ்ஸாமில் காசிரங்கா சரணாலயத்தில் இந்தியக் காண்டாமிருகங்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இவை பொதுவாகப் புற்கள், மூங்கில் குருத்துகள், குளங்களி லுள்ள வெங்காயத் தாமரைச் செடிகள் ஆகியவற்றை உண்கின்றன. பிற விலங்குகள் காண்டாமிருகங் களைக் கண்டால் ஒதுங்கிச் செல்கின்றன.

பெண் காண்டாமிருகம், 48 நாளுக்கு ஒருமுறை இணைவிழைச்சுப் பருவத்துக்கு வருகிறது. இணை விழைச்சுப் பருவம் தொடங்கிய 24 மணி நேரத் துக்குள் இனச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. கருவளர் காலம் 462- 489 நாள். பிறந்த குட்டியின் எடை 65 கி.கி. பெண் குட்டிகள் 3 வயதிலும் ஆண்குட்டிகள் 7-9 வயதிலும் இன முதிர்ச்சியடைகின்றன.

ஜாவா காண்டாமிருகம். இதன் தோற்றம் பழக்க வழக்கங்களைப்பற்றி மிகக் குறைவாகவே அறியப் பட்டுள்ளது. முன்பு இந்தியாவின் கிழக்குப் பகுதியி லும், சுமத்ரா, ஜாவா தீவுகளிலும் பரவலாகக் காணப் பட்ட இவ்வகைக் காண்டாமிருகங்கள் அழியும் நிலையிலுள்ளன. 1967 இல் உலக வனவிலங்கு நிதி யமைப்பு, ரூடால்ஃப் ஷெங்க்கல் என்னும் நடத்தை

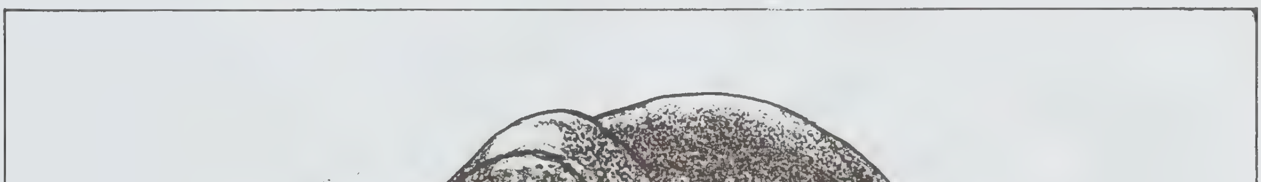


இந்தியக் காண்டாமிருகம்

யியல் வல்லுநரை ஜாவாவுக்கு அனுப்பி, ஜாவா காண்டாமிருகத்தின் வாழிடம், நடத்தை ஆகியன பற்றி அவர் மூலம் ஆராய்ந்தறிந்தது. அவர் அறிக்கை, ஜாவா காண்டாமிருகங்கள் அடர்ந்த காடுகளில் தனித்தனியாக வாழ்கின்றன; காடுகளின் ஓரத்திலும் மலைக்காடுகளிலும் உள்ள இள மரங்களின் தழைகளையும், புதர்களையும் மேய் கின்றன; இவை பெரிய மரங்களின் தாழ்ந்த கிளை களை முறித்து அவற்றிலுள்ள இலைக் கொழுந்து களை மட்டும் உண்ணும்; இவை ஆறுகள் கடலுடன் கலக்கும் ஆற்றுப் புகுமுகங்களிலும் அவ்வப்போது கடலிலும் குளிக்கின்றன; இவற்றின் சிறுநீர், ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு நிறமாக இருக்கும் என்றது.

அனைத்துக் காண்டாமிருக இனங்களிலும் இயற்கை வாழிடங்களிலும் மிகுதியாகக் காணப்படும் இனம் டைசெராஸ் பைக்கார்னிஸ் (*Diceros bicornis*) எனப்படும் ஆஃப்ரிக்கக் கறுப்புக்காண்டாமிருக இனமே யாகும். இதன் உடல்நீளம் 300-375 செ.மீ; தோள்மட்ட உயரம் 150-160 செ.மீ; எடை ஏறக்குறைய 2 டன்; தலையிலுள்ள 2 கொம்புகளில் முன்கொம்பின் நீளம் மிகுதி. சிலவற்றில் மூன்றாம் கொம்பு ஒன்றும் காணப் படும் வால்நுனிகாதுகளில் மயிரும்காணப்படும். தழை களைப் பறித்து உண்பதற்கேற்ப மேலுதடு முன்புறம் நீண்டுள்ளது. வெட்டுப் பற்களும் கோரைப்பற்களும் இல்லை. தாடையின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் 7 கடைவாய்ப் பற்கள் உள்ளன. கருவளர்காலம் 15-16 மாதங்கள். வட ரொடீஷியாவில் அடிக்கடி மூன்று கொம்புள்ள காண்டாமிருகங்கள் காணப்பட்டன. 5 கொம்புடைய காண்டாமிருகம் கூட இருந்ததாகக் கூறப்படுகிறது. பிறக்கும்போது காண்டாமிருகக்குட்டி களுக்குச் செவிமடல்கள் இருப்பதில்லை. கறுப்புக் காண்டாமிருகம் உண்மையில் கறுப்பு நிறமானதன்று. அதன் நிறம் உண்மையில் கருஞ்சாம்பல் நிறம் என் றாலும், அது வாழுமிடத்தில் விழுந்து புரளுவதால் அந்த இடத்து மண்ணின் நிறத்திற்கேற்ப உடல் நிறம் பெறுகிறது. தோலில் மயிரோ வியர்வைச் சுரப்பிகளோ இல்லாமையால் இவை சேற்றில் விழுந்து புரளுவதில் பெருவிருப்பமுடையவை. சில சமயங்களில் சேற்றை விட்டு வெளியேற முடியாமல் இவை சேற்றில் சிக்கிக் கொள்ளும்போது கழுதைப் புலிகளால் தாக்கப்படுகின்றன.

கறுப்புக் காண்டாமிருகங்கள் 20 மீ. தொலை வுக்குள் இருக்கும் பொருள்களை மட்டுமே தெளி வாகப் பார்க்க முடியும். ஆனால் கூர்ந்து கேட்கும்



ஜாவா காண்டாமிருகம்

ஆற்றலும் மோப்ப ஆற்றலும் உடையன. தாயும் கன்றும் பிரிந்துவிட்டால் அவை அருகருகில் இருந் தாலும் மோப்ப உணர்வைக் கொண்டே ஒன்று சேர் கின்றன. மனிதர்களையோ மரங்களையோ புதிய பொருள்களையோ அவை அச்சமின்றி நெருங்கிச் சென்று, மோப்ப ஆற்றலால் கண்டறிந்தபிறகு விலகிச்சென்றுவிடுகின்றன. இந்த இயல்பினால் சில காண்டாமிருகங்கள், அடையாளம் தெரியாத பொருள்களை முரட்டுத்தனமாகத் தாக்கிக் காய மடைகின்றன. மனிதர்களால் வேட்டையாடப்படும் இடங்களில் வாழும் காண்டாமிருகங்கள் முரட்டுத் தன்மையுடையவையாக உள்ளன. பிற இடங்களில் அமைதியாக உள்ளன. ஒருமுறை காயப்படுத்தப்பட்ட காண்டாமிருகம் முரட்டுத்தன்மை அடைவதும் உண்டு. இவ்வகைக் கருங்காண்டாமிருகங்கள் நன் றாக நீந்துவதில்லை. ஆனால், மலைகளில் 2700 மீட்டர் உயரம் வரை செல்கின்றன. இவை அடர்ந்த புதர்கள், காடுகள், புல்வெளிகள், வறண்ட பகுதிகள் போன்ற இடங்களில் வாழ்கின்றன. மிகுந்த வறட்சி யான இடங்களிலும் ஈரமான இடங்களிலும் இவை காணப்படுவதில்லை.

ஐரோப்பியர்கள் ஆஃப்ரிக்காவில் குடியேறிய பின்னர் ஆஃப்ரிக்கக் காண்டாமிருகங்கள், அவற் றின் இயற்கையான வாழிடத்திலிருந்து பெருமளவு அழிக்கப்பட்டுவிட்டன. பிரெஞ்சுக்காரர்கள் வாழும் ஆஃப்ரிக்கப் பகுதிகளில் இவை 1930ஆம் ஆண் டில் முற்றிலும் அழிக்கப்பட்டுவிட்டன. அக்காலம் தொடங்கிக் கடுமையான சட்டம் இயற்றப்பட்டுக் காண்டாமிருகங்கள் காக்கப்படுகின்றன. கருங் காண்டாமிருகங்கள் தம் வாழுமிடங்களுக்கு எல்லை அமைத்துக்கொள்வதில்லை. இவை பிற்பகலில் மேயத் தொடங்குகின்றன. மற்ற நேரங்களில் மரத்தடி களிலோ சேற்றுக் குட்டைகளிலோ படுத்து ஓய் வெடுத்துக் கொள்கின்றன. இரவில் நீர் நிலைகளுக் கருகில் இவை ஒன்றையொன்று துரத்தி விளை யாடுவதைக் காணலாம். சிறிய புதர்ச்செடிகளிலும், முட்புதர்களிலும் மரக்கிளைகளிலுமுள்ள கொழுந்து இலைகளை இவை உண்ணுகின்றன. இவை எருதைப் போல ஒரு புறமாகச் சற்றுச் சாய்ந்து படுத்துத் தலையைத் தரையில் வைத்தபடி தூங்கும். கருங்காண்டாமிருகம் தனித்தோ, நான்கு அல்லது ஐந்து விலங்குகளடங்கிய சிறிய கூட்டமாகவோ காணப்படும். காண்டா மிருகங் களின் தோலில் ஒட்டிக்கொண்டுள்ள ஆமைகள், ஒட் டுண்ணிகளைப் பிடித்து உண்ணுகின்றன.

காண்டாமிருகக் குட்டிகளைச் சிலசமயம் சிங் கங்கள் பிடித்து உண்ணுகின்றன. காண்டாமிருகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சண்டையிட்டாலும் காயப் படுத்திக் கொள்வதில்லை. காண்டாமிருகங்கள் ஆண்டின் அனைத்துப் பருவங்களிலும் இனச்சேர்க்கை யில் ஈடுபடுகின்றன. ஓர் ஈற்றில் ஒரு குட்டிதான் பிறக்கும். குட்டி பிறக்கும்போது 25 கி.கி எடை இருக்கும். 2 வயது வரை தாய், குட்டிக்குப் பாலூட்டுகிறது.

சதுர வாய்க் காண்டாமிருகம். செரட்டோத்திரீயம் சைமம் எனப்படும் சதுர வாய்க் காண்டாமிருகம் (*Ceratotherium simum*) ஆஃப்ரிக்காவில் சாவன்னா புல்வெளிகளில் காணப்படுகிறது. இதன் உடல் நீளம் 3.6-4 மீ. தோள்மட்ட உயரம் 1.6-2 மீ. உடல் எடை 3 டன். அகன்ற சதுரமான உதடுகளும், 2

கறுப்புக் காண்டாமிருகம்

கொம்புகளும் பெற்றுள்ள இவ்வகைக் காண்டா மிருகம் தாவரவுண்ணி; வளர்கரு நிலையில் மட்டுமே வெட்டுப்பற்கள் காணப்படுகின்றன. கருவளர் காலம் 17-18 மாதம். ஒரு முறைக்கு ஒரு குட்டி மட்டுமே பிறக்கும். இந்தச் சிறப்பினத்தில் இரண்டு உள்ளி னங்கள் உள்ளன. தென்பகுதி சதுரவாய்க் காண்டா மிருகம் (*Ceratotherium simum simum*) வடக்குப்பகுதி யின் சதுரவாய்க் காண்டாமிருகம் (*Ceratotherium simum cottoni*) என இவை வகைப்படுத்தப்படும்.

சதுரவாய்க் காண்டாமிருகத்தின் காதோரத்தில் மட்டும் சில மயிர் இருக்கும். பொதுவாக இவ்வினம் வெள்ளைக் காண்டாமிருகம் எனக் குறிப்பிடப் பட்டாலும் உடல் கருஞ்சாம்பல் நிறமுடையது. இவை சிறு கூட்டமாக வாழும். ஆண் காண்டா மிருகங்கள் தம் எல்லையைச் சிறுநீரால் குறிக்கின்றன. பொதுவாகச் சாணக்குவியலில் சாணமிடுகின்றன. வெயில் நேரத்தில் மர நிழலில் ஓய்வெடுக்கின்றன. குளிராக இருக்கும்போதும் மழை பொழியும்போதும் அடர்ந்த புதர்களுக்கடியில் தங்குகின்றன. சில வேளைகளில் இவை இரவு முழுதும் சேற்றுக் குட்டை களில் புரளுகின்றன. குளிர்காலங்களில் உடல் மேல் மண்ணை வாரி இறைத்துக்கொள்கின்றன. இவற்றின் இனப்பெருக்க காலம் ஜூலையிலிருந்து செப்டம்பர் வரை என்றாலும் பெண் காண்டாமிருகங்கள் மற்றக் காலங்களிலும் இணைவிழைச்சுப் பருவத்தில் இருப் பனவாகக் கூறப்படுகிறது. கருவளர்காலம் 18 மாதங்கள். பொதுவாக ஓர் ஈற்றில் ஒரு குட்டி பிறந்தாலும் சில ஈற்றுகளில் இரண்டு குட்டிகளும் பிறந்துள்ளன என்பதற்குக் குறிப்புகள் உள்ளன. பிறந்த 24 மணி நேரத்தில் குட்டி, தாயைத் தொடர்ந்து செல்ல முடிகிறது. தாய் ஓர் ஆண்டு வரை குட்டிக்குப் பால் கொடுத்தாலும் அது பிறந்து ஒரு வாரத்தில் புல்லைத் தின்னத் தொடங்குகிறது. 1892 இல் சதுரவாய்க் காண்டாமிருக இனம் அற்றுப்போய் விட்டதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் ஆஃப்ரிக்காவின் ஒரு பகுதியில் சில சதுரவாய்க் காண்டாமிருகங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுக் காக்கப் பட்டதன் விளைவாக இவ்வினம் அழிவிலிருந்து காப்பாற்றப்பட்டது.

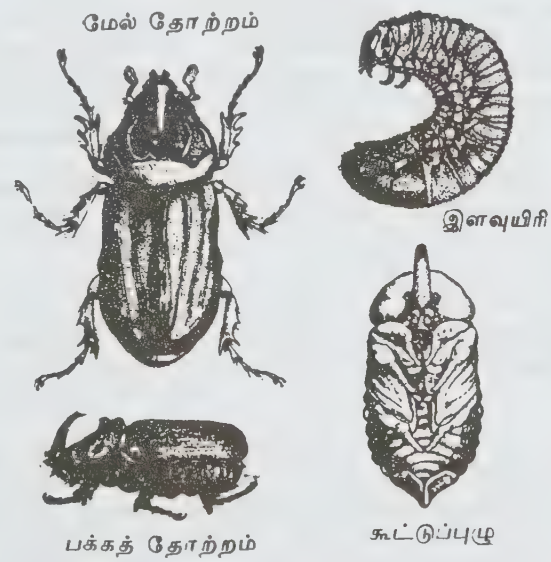
- ஜெயக்கொடி கௌதமன்

காண்டாமிருக வண்டு

காண்டாமிருக வண்டு தென்னை மரத்தைத் தாக்கும் ஒரு பயிர்க்கொல்லி ஆகும். இவ்வகை வண்டுகள் இந்தியாவில் தென்னை வளரும் இடங்களிலெல்லாம் மிகுந்து காணப்படுகின்றன. தென்னை மட்டைகளுக் கிடையே தங்கி இலைகளைத் தின்று மரத்திற்குக் கேடு விளைவிக்கின்றன. மேலும், இளம் மரத்தில் வளரும் பகுதிகளை உண்பதால் மரம் வளர்ச்சி குன்று வதுடன் அதன் உற்பத்தித் திறனும் தாக்கமடை கிறது. தென்னை மட்டுமன்றிக் கரும்பு, அன்னாசி, பனை, பேரீச்ச மரங்களையும் இவ்வண்டுகள் தாக்கி, பேரழிவை விளைவிக்கின்றன.

தமிழ் நாட்டிலும் பிற இடங்களிலும் காணப் படும் இதன் விலங்கியல் பெயர் ஓரிக்டஸ் ரைனா சிராஸ் (*Oryctes rhinoceros*). இது ஸ்கராபிடே என்னும் வரிசையைச் சார்ந்த வண்டுகளில் ஒன்றாகும். இவ்வண்டு ஏறத்தாழ 5 செ.மீ. நீள முடையது. உடல் தடித்தும், கருமை நிறத்துட னும் காணப்படும். ஆண்-பெண் காண்டாமிருக வண்டு களின் அமைப்பில் ஒரு சில வேறுபாடுகள் காணப் படுகின்றன. ஆண் வண்டின் தலையின் மேல் பகுதி யில் நீண்ட, வளைந்த கொம்பு ஒன்று உள்ளது. தலைப் பகுதியிலுள்ள கொம்பு காண்டாமிருகத்தை நினைவுபடுத்துவதால் இது காண்டாமிருக வண்டு என்று கூறப்படுகிறது. பெண் வண்டுக்கு ஒரு சிறிய கொம்பு மட்டுமே காணப்படும். மற்ற இன வண்டு களில், ஆண் வண்டுகளுக்கு மட்டுமே இக்கொம்பு காணப்படுகிறது. ஆனால் ஓரிக்டஸ் ரைனாசிராஸ் என்னும் இனத்தைச் சேர்ந்த காண்டாமிருக வண்டின் ஆண் பெண் இரண்டுக்குமே கொம்புகள் இருப்பது சிறப்பாகும்.

காண்டாமிருக வண்டு



வாழ்க்கைச் சுழற்சி. பெண் காண்டாமிருக வண்டு, ஏறத்தாழ 140 வெண்மையான முட்டைகள் எருக்குழிகளிலும், குப்பை மேடுகளிலும் 5-15 செ.மீ ஆழத்தில் இடுகிறது. சூழ்நிலைக்கேற்ப 8-18 நாள் களில் முட்டைகளிலிருந்து இளவுயிரிகள் வெளிப்படு கின்றன. இவை அழுகிய மட்கிப்போன பொருள் களை உணவாகக் கொண்டு வளர்ச்சியடைகின்றன.

இவை தடித்தும், 'C' போன்ற வெண்மையான உடல் வடிவம் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. எருக்குழிகளின் ஆழத்தில் வாழும் இவ் இளவுயிரிகள், 100-180 நாளுக்குப் பிறகு கூட்டுப்புழுக்களாக மாறுகின்றன. மண்ணால் அமைக்கப்பட்ட அறைகளில் 10-15 நாள் இருந்து பின்னர் முதிரியாக மாறி வெளியேறுகின்றன. வாழ்க்கைச் சுழற்சி நிறைவுபெற ஏறக்குறைய 3½ - 8 மாதங்கள் தேவைப்படும். வளர்ச்சியடைந்த வண்டு ஏறக்குறைய 10 மாதங்கள் வரை உயிர் வாழ்கிறது. ஸ்கோலியா ஃப்ளேவிஃபிரான்ஸ் (scolia flavifrons) என்னும் இனத்தைச் சார்ந்த குளவியின் இளவுயிரிகள், காண்டாமிருக வண்டுகளின் இளவுயிரிகள் மீது புற ஒட்டுண்ணிகளாக (ectoparasites) வாழ்கின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

கட்டுப்படுத்தும் முறைகள். தென்னை போன்ற பயன்மிகு மரங்களை மிகுதியும் தாக்குவதால் இவ் வண்டுகளைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பல வழிகள் கையாளப்படுகின்றன. அவற்றில், பயனற்ற மரத் துண்டுகள் வண்டுகளின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற பொருள்களாக இருப்பின் அவற்றை அப்புறப்படுத்துதல், எருக்குழிகளில் வாழும் புழுக்கள் சூரிய வெப்பம் தாங்காமல் அழிந்துவிட ஏற்ற எருக்குழிகளை அவ்வப்போது புரட்டிப் போடுதல், 0.1% BHC அல்லது கார்பரில் தூளைக் குழிகளில் தூவுதல் மூலம் புழுக்களை அழித்தல், BHC தூளுடன் மணலைச் சம அளவில் கலந்து தென்னை மரக்கூட்டு இலைக்காம்பின் பகுதியில் பயன்படுத்தி வண்டுகள் தங்கா வண்ணம் செய்தல் என்பவை குறிப்பிடத்தக்கவையாம்.

- எம். சுப்பிரமணியம்

நூலோதி. A.D. Imms, *A General Text Book of Entomology*, Asia Publishing House, Bombay, 1963.

காண்டால்

டீ-காண்டால் (de condolle) குடும்பம் என்பது பிரான்ஸ் நாட்டிலிருந்து அகதிகளாக ஸ்விட்சர்லாண்டிலிருந்து ஜெனிவாவில் குடியேறிய ப்ராடெஸ்டண்ட் கிறிஸ்துவர்களைக் குறிக்கும். இக்குடும்பத்தின் நான்கு தலைமுறையினர் தாவரவியலில் ஈடுபட்டனர். அகஸ்ட்டின் பிராமஸ் டீ காண்டால் (Pyramus De Condolle) என்பாரில் (D.C) தொடங்கி அவருடைய மகன் அல்ஃபான்ஸ் லூயிஸ் பியரி, பிராமஸ் டீ காண்டால் (ADC), அவருடைய பெயரன் ஆன்னி காஷ்மீர் பிராமஸ் டீ காண்டால் (CDC) கொள்ளுப்பெயரன் ரிச்சர்ட் எமிலி அகஸ்ட்டின் டீ காண்டாலோடு முடிவடைகிறது. இவர்கள் கையாண்ட ஹெர்பேரியத் தாள்களும் நூல்களும் இன்றும் ஜெனிவாவில் பாதுகாக்கப்பட்டு வருகின்றன.

டீ காண்டால் என்பது பொதுவாக அகஸ்ட்டின் பிராமஸ் டீ காண்டாலையே குறிக்கும். அவர் ஜெனிவாவில் 1778 இல் பிறந்து, பாரிஸ் நகரில் டெஸ்ஃபாண்டனீஸ் என்பாரிடம் பயிற்சி பெற்றார். பிறகு 1798-1808 வரை பாரிஸ் பொருட்காட்சிச் சாலையில் பணியாற்றிக் கொண்டு, பல தாவரச் சேகரிப்புப் பயணங்களை மேற்கொண்டார். அப்போது சதைப்பற்றுத் தாவரங்கள் என்னும் வண்ணப் படங்களோடு கூடிய நூலை வெளியிட்டார். மேலும் லாமார்க் வெளியிட்ட பிரான்ஸ் நாட்டுத் தாவர வளம் என்னும் நூலைத் திருத்தி அதன் மூன்றாம் பதிப்பை வெளியிட்டார்.

பின்னர் 1808-1846 வரை மாண்ட்பிலியர் நகரில் தாவரவியல் பேராசிரியராக இருந்தார். பாரிஸில் இவர் முன்பு சேகரித்த தாவரங்களைக் கொண்டு தியோரி எலிமென்டேர்-டீ-லா-பாட்டனிக் என்னும் நூல் வடிவில் 1813 இல் இவர் செய்த வகைப்பாடு வெளியிடப்பட்டது. இதில் 161 குடும்பங்கள் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

ஜெனிவா நகரில் 1815 - 1841 வரை உயிரியல் பேராசிரியராகப் பணியாற்றிக் கொண்டே பல தாவரவியல் தொடர் கட்டுரைகளை வெளியிட்டார். இதில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கது பிராடிரோமஸ் சிஸ்டமேடிஸ் நேச்சரேலிஸ் ரெக்னி வெஜிடாபிலிஸ் என்பதாகும். அந்நாளில் தெரிந்த அனைத்துத் தாவரச் சிற்றினங்களையும் விளக்கத் தொடங்கி முதல் ஏழு தொகுதிகளை வெளியிட்டார். மரணத்திற்குப் பிறகு இவர் மகனான அல்பான்சோ டீ காண்டாலைப் பதிப்பாசிரியராகக் கொண்ட 33 அறிஞர்கள் குழு எஞ்சிய பத்துத் தொகுதிகளை எழுதி முடித்தது. இவர்கள்தம் ஆய்வில் இருவித்திலை, விதைமூடாத்தாவரங்களின் 5134 இனங்களும், 58,975 சிற்றினங்களும் குறிப்பிடப்பட்டன. அவை 214 குடும்பங்களில் வகைப்படுத்தப்பட்டன. டீ காண்டாலின் பிரோடிரோமஸ் வெளிவந்தவுடன் அது படிப்படியாக லின்னயஸ் வகைப்பாட்டை விஞ்சியதுமன்றி, இயற்கை வகைப்பாட்டிற்கு வழியும் வகுத்தது எனக் கூறலாம். லின்னயஸ் தம் வகைப்பாட்டில் 7,700 சிற்றினங்களுண்டு என்றும், உலகில் மொத்தம் 10,000 சிற்றினங்களே இருக்கலாம் என்றும் கருத்து வெளியிட்டார். ஆனால் பிரோடிரோமஸ்ஸில் ஏறத்தாழ 59,000 சிற்றினங்கள் விளக்கப்பட்டன.

அகஸ்ட்டின் 1813 இல் வெளியிட்ட முதல் நூலில் ஒப்பீட்டுப் புறவியலைச் (comparative morphology) சார்ந்த முதல் கொள்கையான சீர் (symmetry) என்பது பற்றிய கருத்தை வெளியிட்டுள்ளார். ஓர் உயிரினத்திலுள்ள உறுப்புக்களின்

தனி அமைப்பைப் பொறுத்து அவ்வுயிரினத்தின் மொத்தத் தோற்றம் அறுதியிடப்படுகிறது என்பதே அக்கொள்கையாகும். மேலும் புறத்தோற்றப் பண்புகளே முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை; செயலியல் பண்புகளுக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கத் தேவையில்லை என்றும் கூறியுள்ளார்.

மேலும் உயிரினங்களிடையே அமைந்துள்ள உறவைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டுமென்றால் அவ்வினத்திலுள்ள புறப்பண்புகளான மலடாதல் (abortion), குறைபாடு ஒட்டுதல் (adnation) முதலிய வற்றால் ஏற்படும் மாற்றங்களை விலக்கிவிட்டு ஆராய்ந்தால் அவ்வுயிரினங்களின் உள் அமைப்பு ஒட்டம் வெளிப்படும் என்னும் உயர் கருத்தை வெளியிட்டுள்ளார். எடுத்துக்காட்டாக, ஸ்கிராபுல்லா ரேசி குடும்ப மலரின் மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள், மலரின் ஐந்தாம் மகரந்தத்தாள்களைக் குறிப்பது மட்டுமல்லாமல், தொன்மையான சீர் அமைப்பையும் வெளிப்படுத்துகின்றன. இதேபோல் லேமியேசி குடும்ப மலர்கள் ஒவ்வொன்றிலும் மகரந்தத்தாள்கள் 2 நெட்டை, 2 குட்டையாக இருக்கும் தன்மை குறைதல் செயலைக் குறிப்பதாகும். இவ்வித மாறுதல்களை ஆராய்வதால் தாவர வகைப் பாட்டியலார், தாவரங்களின் அடிப்படைச் சீர் எவ்வாறு அமைந்திருக்கும் என்று தெரிந்து கொள்ள இயல்கிறது. டீ காண்டால் இந்தச் சிறந்த கருத்தை வெளியிட்டபோதும், இவர் அறிமுகப்படுத்திய வகைப்பாட்டிற்குச் செயலியல் பண்புகளையே தேர்வு செய்தது தவறானது எனக் கூறலாம்.

காண்டால் வகைப்பாடு ஜுஸ்ஸே வகைப் பாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்திருந்தபோதும் பல மாறுதல்கள் செய்யப்பட்டன. அவற்றில் சில முற்போக்குக்கருத்துகளைச் சார்ந்திருந்தாலும் பல பிற்போக்காகவே இருந்தன.

டீ காண்டால் வகைப்பாடு

1. சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்கள் அல்லது வித்திலைத் தாவரங்கள்
   1. எக்சோஜீன்கள் அல்லது இரு விதையிலைத் தாவரங்கள்(சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் வளைய மாக அமைந்திருக்கும்)

அ) டிப்ளோக்ளமைடே
(இரு சுற்று மலரிதழ்கள்)

1. தலாமிஃப்ளோரல் - 46 குடும்பங்கள்
2. காலிஸிஃப்ளோரல் - 38 குடும்பங்கள்
3. கரோலிஃப்ளோரல் - 24 குடும்பங்கள்

ஆ) மோனோக்ளமைடே
(ஒரு சுற்று மலரிதழ்கள்) - 20 குடும்பங்கள்

எண்டோஜீன்கள் அல்லது ஒருவிதையிலைத் தாவரங்கள் (சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் சிதறிக் காணப்படும்)

1. ஃபெனிரோகேம்ஸ்
   (கனி உறுப்புகள் வெளிப்படையாக அமைந்துள்ளவை)-22 குடும்பங்கள்

2. பூவாத் தாவரங்கள்
   (கனி உறுப்புகள் மறைந்து அல்லது அற்றுக் காணப்படும்) - 5 குடும்பங்கள்

உயிரணுத் தாவரங்கள் அல்லது வித்திலையற்ற தாவரங்கள்

1. இலை போன்றவை மாஸ், லிவர்வொர்டுகள்
2. இலைகளற்றவை லைகன், பூசனங்கள், ஆல்கே

வகைப்பாட்டில் இவர் தாவரங்களை உயிரணுத் தாவரங்கள், சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்கள் என்று இரு பெரும் பிரிவாகப் பிரித்தது சைலம் அற்றவை, சைலம் கொண்டவை என்பதன் அடிப்படையிலாகும். மேலும் சைலம் என்பது ஊட்டப்பொருள் கடத்த லில் பெரும்பங்கு பெறுகிறது என்னும் செயலியல் கருத்திற்கு முதலிடம் கொடுத்தது இவர் வகைப் பாட்டின் குறைபாடாகும். மேலும் சாற்றுக்குழாய்த் தாவரங்களைத் தண்டு வளர்ச்சியின் அடிப்படையில் இருபிரிவுகளாக எக்சோஜீனே எண்டோஜீனே என்று பிரித்தது மற்றொரு தவறான வழி முறை யாகும். மேலும் ஃபெனிரோகேம்ஸில் பூவாத் தாவர மாகிய சைகடேசி என்னும் இனங்களையும், டெரி டோஃபைட் தாவரங்களையும் சேர்த்தது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

இருவித்திலைப் பிரிவின் வகைப்பாட்டில் காண் டாலின் முற்போக்குக் கருத்துகள் வெளிப்படுவதைக் காணலாம். இவர் அறிமுகப்படுத்திய தலாமிஃப்ளோ ரல் காலிஸிஃப்ளோரல் கரோலிஃப்ளோரல் என்னும் துளைப்பிரிவுகளை இந்நாள் வரையில் பயன்படுத்தி வந்ததைக் காணலாம்.

டீ காண்டால், குடும்பங்களை ஒன்றன் பின் ஒன்றாகவும், தொடர்ச்சியாகவும் அமைத்தது டீ ஜுஸ்ஸோ அமைப்பிலிருந்து வேறுபட்டதாகும். டீ ஜுஸ்ஸோ அமைப்பில் அல்லி அற்ற (apetalous) இனங்கள் முதலிடம் பெறுகின்றன. ஆனால் டீ காண்டால் ரானன்குலேசி குடும்பத்தை முதல் குடும் பமாகக் கொண்டு அதிலிருந்து பிற குடும்பங்களை வரிசைப்படுத்தியது குறிப்பிடத்தக்க மாறுதலாகும். இரு வித்திலைத் தாவரக் குடும்பங்களின் அமைப்பு:

ரானன்குலேசி → பிரிந்த அல்லி → இணைந்த அல்லி → அல்லியற்றவை

அகஸ்ட்டீன் டீ காண்டல் தொடங்கிய பணி அவருடைய மரணத்திற்குப்பின் அவருடைய மகனான அல்ஃபான்ஸ் டீ காண்டாலால் தொடரப்பட்டது.

உலகத் தாவரவியல் குழுமம் 1866 இல் அல்ஃபோன்ஸ் டீ காண்டாலைத் தாவரவியல் பெயரிடுதல் தொடர்பான சட்டங்களைத் தீட்ட வேண்டிக் கொண்டதற்கிணங்க அவர் 1867 இல் பாரிஸ் சட்டங்கள் என்னும் முதல் சட்டத் தொகுப்பை வெளியிட்டார். இதைக் காண்டாலின் சட்டங்கள் என்றும் கூறுவர்.

அவருடைய பாரிஸ் சட்டங்களில் வெளியிடப்பட்ட கருத்துகள் இன்றும் பின்பற்றப்படுகின்றன. தாவரப் பெயர்கள் இலத்தீன் மொழியைத் தழுவியிருக்க வேண்டும். மேலும் பெயரமைப்பில் இலக்கணம், வாய்பாடுகள் பின்பற்றப்பட வேண்டும். மேலும் முதன்மை (priority) என்னும் கருத்தும் இவராலேயே புகுத்தப்பட்டது. எந்த ஆசிரியர் ஒரு தாவரத்திற்கு ஒரு பெயரை முதலில் சூட்டி அதைப் பட்டியலில் வெளியிடுகிறாரோ, அதே பெயர் அனைவராலும் பயன்படுத்தப்படவேண்டும். மூன்றாம் டீ காண்டாலான காஷ்மீர் (1836-1918) இலைகளின் புறத்தோற்றத்தையும் உள்ளமைப்பியலையும் பற்றிய சிறப்பு ஆய்வுகளை நடத்தினார். பைப்பரேசி குடும்பத்தைப் பற்றிய கட்டுரை தயாரிக்க இவற்றைப் பயன்படுத்தினார். டீ காண்டால் குடும்பப் பாரம்பரியமானது காஷ்மீரின் மகனான அகஸ்ட்டீன் டீ காண்டாலால் (1868-1920) தொடர்ந்தது. அவர் டிலியோசி ஸ்டெர்கூலியேசி மெர்சினேசி முதலிய குடும்பங்களைப் பற்றிய தனித் தொகுப்புகளை வெளியிட்டார்.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

நூலோதி. P.H. Davis and V.H. Heywood, *Principles of Angiosperms Taxonomy*, Robert E. Krieger Publishers, New York, 1973.

காணி

பண்பேற்றப்பட்ட ஓர் அலையிலிருந்து பண்பேற்றும் குறிப்பை மீண்டும் பெறப் பயன்படும் ஒரு கருவியே காணி (detector) எனப்படும். பண்பிறக்கி என்றும் இதைக் கூறுவதுண்டு. சில செய்தித் தொடர்பு அமைப்புகளிலும், சில தானியங்கு கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளிலும், சில விவரச் சேகரிப்பு அமைப்புகளிலும் செலுத்தப்பட வேண்டிய விவரங்கள் ஊர்தி அலை (carrier wave) எனப்படும் காலக் கட்ட அலையில் சுமத்தப்படுகின்றன. இதனால் ஊர்தி அலை பண்பேற்றப்பட்டுள்ளதாகக் கூறப்படும். பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலையைப் பெற்றபின் முதலில் பண்பேற்றும் (modulated) குறிப்பு, பண்பிறக்கம் எனும் செயல்பாட்டால் மீண்டும் பெறப்படுகிறது.

பண்பேற்றம் எனும் செயல்பாட்டில் ஊர்தி அலையின் அலைவீச்சு, அதிர்வு எண் மற்றும் தறுவாய் (phase) மாற்றப்படலாம். ஆகவே வெவ்வேறு நிகழ்வுகளுக்குப் பண்பிறக்கச் செயல்பாடுகளும், அவற்றிற்கான சுற்றுகளும் மாறுபட்டிருக்கும். அலை வீச்சுப் பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட ஊர்தி அலையின் பண்பிறக்கம் ஒரு திருத்தியால் (rectifier) மேற்கொள்ளப்படுகிறது. அத்திருத்தி, துடிக்கும் மின்னோட்டங்களை உருவாக்குகிறது. அவற்றின் உச்ச அல்லது சராசரி மதிப்பு, தேவையான பண்பேற்றும் குறிப்பிற்கு நேர் விகிதப் பொருத்தத்தில் அமையும். அதிர்வு எண் மற்றும் தறுவாய்ப் பண்பேற்றங்களில் குறிப்பைக் காணல் ஒரு பகுத்துணர்வான் (discriminator) அல்லது தறுவாய்ப் பூட்டு அலை இயற்றியால் (phase locked oscillator) அறியப்படுகிறது. பகுத்துணர்வான் முதலில் ஊர்தி அலையை அலை வீச்சு ஊர்தி அலையாக மாற்றுகிறது. திருத்தி குறிப்பை மீண்டும் பெறுகிறது.

ஒரு குறிப்பு அல்லது அதன் ஒப்புப் பரிமாணத்தைக் குறிகாட்டும் பொருட்டு வெவ்வேறு அளவு கருவிகளிலும் காணிகள் பயன்படுகின்றன. மறிப்புச் சமனிகளில் பயன்படும் குறிகாட்டு நுட்பங்கள் இத்தகைய பயன்களுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். மின்னணுவியலில் வானொலி அலைவெண், மின்னமுத்த அளவி போன்றவற்றில் ஊர்தி அலையின் அலைவீச்சைக் காணப் பயன்படுகிறது.

வகை. அனைத்துக் காணிகளிலும் தேவையான குறிப்பைப், பண்பேற்றம் செய்யப்பட்ட ஊர்தி அலையிலிருந்து மீண்டும் பெற நேரியலற்ற கருவிகள் தேவை. பொதுவாகப் பயன்படும் எளிய வகை, பகுதிகடத்தி (semiconductor) அல்லது படிக இரு முனையங்களே (crystal diode) ஆகும். முன்னர் வெப்ப இருமுனையங்கள் பயன்பட்டு வந்தன. அவை மிகவும் பெரியனவாக இருப்பதாலும், எதிர்முனைச் சூடாக்கத் திறன் தேவைப்படுவதாலும் புதிய வடிவமைப்புகளில் அவை இடம் பெறவில்லை. தாழ் அலைவெண் உயர்திறன் பயனீடுகளிலிருந்து நுண்ணலை அலைவெண்கள் வரை பகுதிகடத்தி இருமுனையங்கள் (semiconductor diode) பயன்படுகின்றன. செயல்பாட்டிற்கேற்ப இரு முனையம் கவனத்தோடு தெரிந்தெடுக்கப்பட வேண்டும். மிகக்குறைவான மின்தேக்குந்திறன் (capacitance) உள்ள வேக இரு முனையங்கள் உணர் வானொலி அலைவெண்கள் அல்லது நுண்ணலைகளில் பயன்படும்.

ஒரே நேரத்தில் காணலும், மிகைத்தலும் தேவைப்படும் சிறப்பான பயனீடுகளுக்குத், திரிதடயங்கள் (transistors) மற்றும் பல பகுதி வெற்றிடக்

குழல்களின் நேரியலற்ற பண்புகள் பயன் தருகின்றன. சில நேரங்களில் எளிய உணர் ஆதாயக் குறுகிய அலை வரிசை ஏற்பியாகப் (acceptor) பயன்படும் மீளாக்க மற்றும் உயர் மீளாக்கக் காணி (regenerative detector) இத்தகைய பயனீட்டில் அடங்கும்.

காணல் நேர்மை. மிகுதியான பயனீடுகளில் காணும் செயல்பாட்டின் நேர்மை (fidelity) முக்கிய காரணி யாகும். அலைவீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தி அலையின் அலைவீச்சு மாறல்களின் உருவை நேர்மை யாக மீண்டும் அளிப்பதே ஒரு சிறந்த நேரியல் காணி யின் பண்பாகும். கீழ்க்காணும் வழிகளில் ஒரு காணி யின் இச்செயல்பாட்டுத் தரம் குறையலாம். பண் பேற்றத்தில் இல்லாத அதிர்வெண்கள் காணியின் வெளியளிப்பில் இருப்பின் அலை வீச்சுச் சீர்குலைவு நிகழும். பண்பேற்றத்தின் பல்வேறு அதிர்வெண் பகுதிகள் அதே ஒத்த அலைவீச்சுகளோடு காணியின் வெளியளிப்பில் கொடுக்கப்படாவிட்டால் அதிர்வெண் சீர்குலைவு நிகழும். பண்பேற்றத்தின் அதிர்வெண் பகுதிகள் மாறுபட்ட தறுவாய் உறவோடு காணியின் வெளியளிப்பில் தரப்பட்டால் தறுவாய்ச் சீர்குலைவு நேரிடும். இத்தகைய சீர்குலைவுகள் குறிப்பாக அலை வீச்சுப் பண்பேற்றக் காணிகளிலேயே நேரிடக்கூடும். சில பயனீடுகளுக்கு இலட்சிய ஈரடுக்கு விதி (square law) பயன்படும். இதில் ஊர்தி அலை, வீச்சின் ஈரடுக் கோடு நேர் விகிதப் பொருத்தமுள்ளது. ஒரே அலை வரிசைச் செலுத்தல் கையாளப்படும்போது முதல் பண்பேற்றும் குறிப்பைச் சீர்குலைவின்றிப் பெறுவ தற்கு இவ்வகைக் காணி தேவைப்படுகிறது. தக்க சேர்க்கைகளால் எந்த ஒரு நேரியலற்ற கருவியும் ஈரடுக்கு விதிக் காணியாக மாற்றப்பட இயலும். இவை அளக்கும் பயனீடுகளிலும் பயன் தரும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

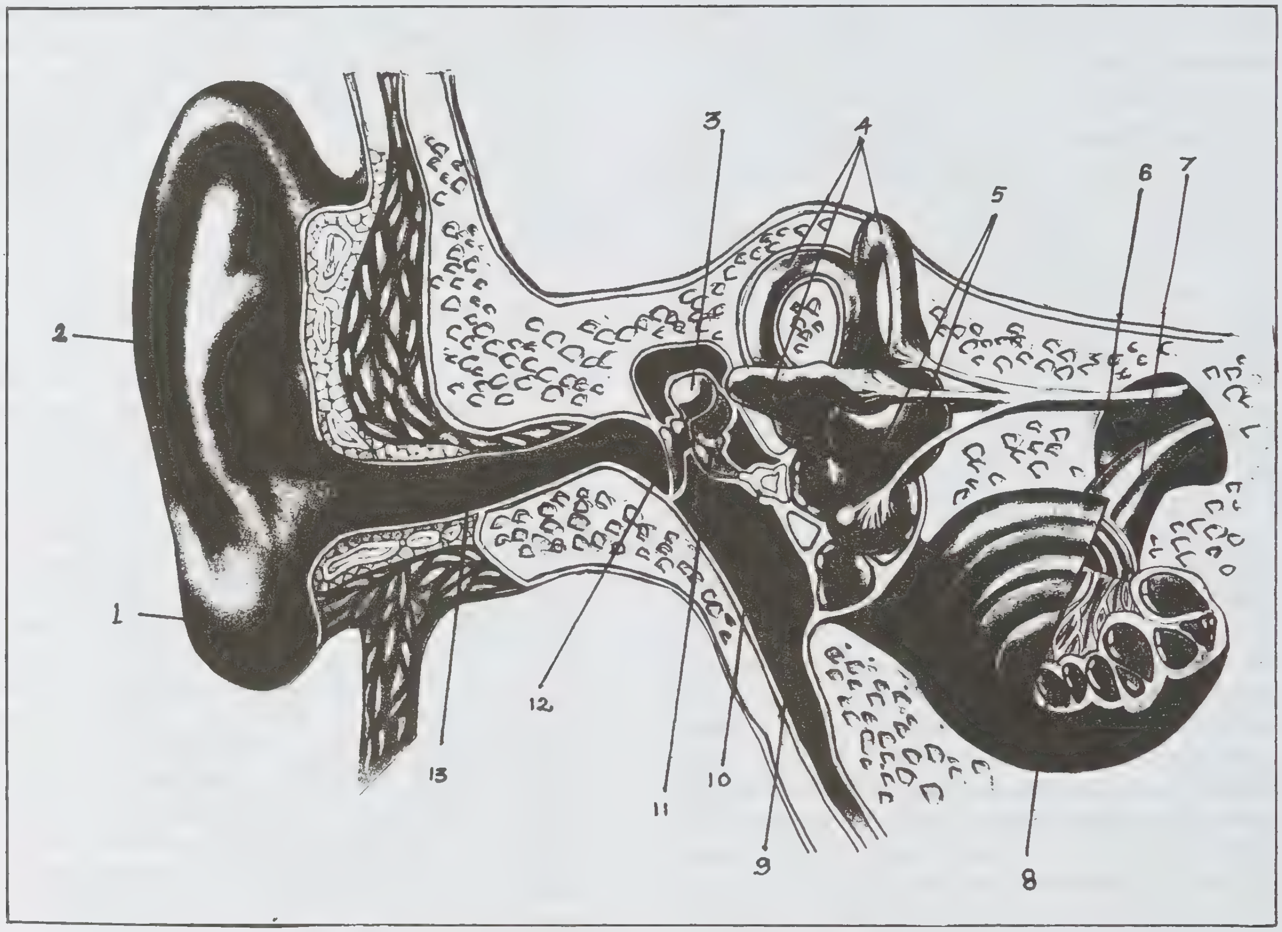
காது

இது ஒலியைக் கேட்கவும் உடலின் சம நிலையை மூளைக்கு உணர்த்தவும் உதவும் முக்கிய உறுப்பாகும். காது அல்லது செவியை வெளிச்செவி, நடுச்செவி, உட்செவி என மூன்றாகப் பிரிக்கலாம். பொதுவாக வல, இடப்புறச் செவிகளும் அமைப்பில் ஒன்றாக இருக்கும். ஒலியின் அளவையும் (செறிவு) ஒலி வரும் திசையையும் அறிய இரு செவிகளின் நலமும் திறனும் சமஅளவில் இருக்க வேண்டும். பிறவியிலேயே உண்டாகும் கோளாறாலும் நோயாலும் ஒரு காது பாதிக்கப்பட்டிருந்தால், அதன் விளைவால் ஏற்படும் வேறுபாடு தெளிவாகத் தெரியும். குழந்தையின் செவி எலும்பு அளவிலும் அமைப்பிலும் பெரியவர்களின் செவி எலும்பைவிடச் சிறியதாக இருக்கும்; சில பகுதிகள் முழுவளர்ச்சி பெற்றிரா.

வெளிச்செவி. காதின் சிறகு, வெளிச்செவிக் குழாய், செவிப்பறை இவற்றைக் கொண்ட வெளிச் செவி, ஒலி அலைகளை வாங்கிச் செவிப்பறையை நோக்கி அனுப்பும் பாதையாக உள்ளது. காதுமடலை மனிதனால் அசைக்கவோ, ஒலி வரும் திசை நோக்கித் திருப்பவோ இயலாது. ஆனால் விலங்குகள் காதின் சிறகுகளை ஒலி வரும் திசையில் திருப்பி ஒலியின் தன்மையை உணர்ந்து தப்பி ஓடவும் இனத்துடன் சேரவும் பயன்படுத்துகின்றன.

வெளிச்செவிப் பாதை குருத்தெலும்பாலும் எலும் பாலும் ஆனது. இதன் நீளம் 24 செ.மீ. இதில் வெளியே 8 மி.மீ. குருத்தெலும்பாலானது; உள்ளே 16 மி.மீ. எலும்பாலானது. செவிப்பாதையின் மெல்லியதோல் குருத்தெலும்பின் மேலும் எலும்பின் மேலும் ஒட்டி இருக்கும். குருத்தெலும்புப் பகுதியில் முடிகளும் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும் உள்ளன. இங்குள்ள பசை போன்ற குரும்பி (wax) எலும்பு போன்ற பூச்சிகள் காதுள் செல்லாதவாறு தடுக்கிறது. செவிப்பறை நீள்வட்ட வடிவமும் முத்துப்போன்ற நிறமும் கொண்டு மெல்லியதாகவும், விறைப்பாகவும் உள்ளது. ஏறத்தாழ 9 மி.மீ விட்டமும் 1/10 மி.மீ கனமும் கொண்டது. பரப்பு, ஏறக்குறைய 69 சதுர மி.மீ. வெளிப்பக்கம் ஸ்கோமஸ் செல்களும் உள்பக்கம் அடுக்குச் செல்களும் இடையே விறைப்பூட்டுகிற நார்த்திசுக்களும் கொண்ட அடுக்குகளாக உள்ளன. செவிப்பறையின் விறைப்பான பகுதியின் மேலே நார்த் திசுக்கள் இல்லாத தளர்ந்த பகுதியை முன், பின் மடிப்புகள் பிரிக்கின்றன. சுத்தி எலும்பின் கைப்பிடி விறைப்பான பகுதியின் உள்பக்கம் இணைந்துள்ளது. தளர்ந்த பகுதியின் உட்பக்கம் நடுச்செவியின் மாடம் (attic) ஆகும். இங்கு, கைப்பிடி எலும்பின் தலைப் பகுதி உள்ளது.

செவிப்பறையுடன் சுத்தி எலும்பு இணைந் துள்ளமையால் அதன் மேல் விழும் ஒலி அலைகள் சுத்தி எலும்பின் மூலம் சிற்றெலும்புச் சங்கிலித் தொடரால் உட்செவி வரை உயர்த்தப்பட்டுச் செலுத் தப்படுகின்றன. செவிப்பறை ஒரு சுவர் போல் வெளிச் செவிப் பாதையையும் நடுச் செவியையும் பிரிக்கிறது. அன்றியும் இது மேலிருந்து கீழாக ஒரு கோணத்தில் அமைந்துள்ளது. வெளிச் செவி எலும்புப் பகுதியில் அரை வட்டத்தில் உள்ள ஒரு குழிவான கால்வாயின் விறைப்பான பகுதி, நடுப்பகுதி எனப்படும். உட்பக்க முள்ள சுத்தி எலும்பின் கைப்பிடி ஒரு கோடாகத் தெரியும். அதன் முனைக்கு அம்போ (umbo) என்று பெயர். வெளிச்செவிப்பாதை வழியாக ஒளியைச் செலுத்திச் செவிப்பறையைப் பார்த்தால் அம்போவி லிருந்து கீழே ஒரு கூம்பாக ஒளி எதிரொளிக்கும். நடுச்செவிக் கோளாறால் செவிப்பறை புடைத்தாலும் உள்பக்கம் இழுக்கப்பட்டாலும் கூம்பின் நுனி மறைந்து விடுகிறது அல்லது மாறுபட்டு விடுகிறது.



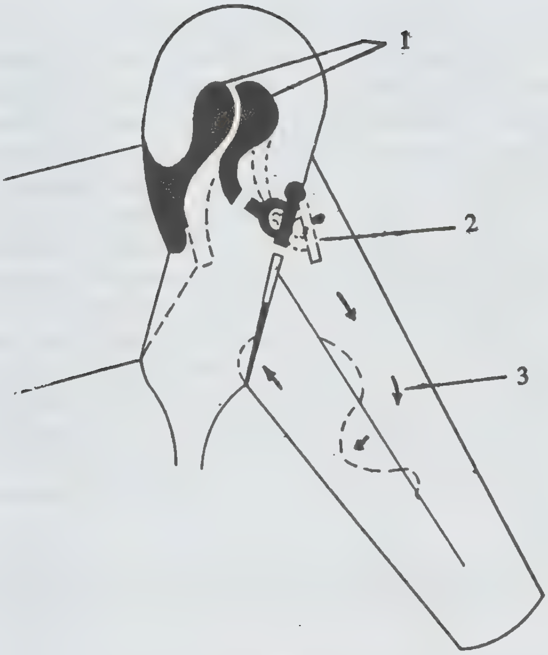
படம் 1. காதின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. செவிமடல் 2. செவிச் சிறகு 3. சுத்தி எலும்பு 4. மூன்று அரை வட்டக் குழாய் 5. யுட்ரிக்கிள், சல்க்கஸ் 6. காது நரம்பு வெஸ்டிபுலர் பிரிவு 7. காது நரம்புக் காக்ளியாபிரிவு 8. காக்ளியா 9. தொண்டை-நடுச்செவிக் குழாய் 10. அங்கவடி எலும்பு 11. பட்டடை எலும்பு 12. செவிப்பறை 13. வெளிச் செவிக்குழாய்.

கூம்பு ஒளி மாறுபட்டிருந்தால் செவிப்பறையின் இயல்பான தோற்றம் மாறியுள்ளமை தெளிவாகும்.

நடுச்செவிக் குழிவு. நீள, அகலம் 15 மி.மீ, ஆழம் 1.2 மி.மீ கொண்ட காற்றறையில் சுத்தி, பட்டடை, அங்கவடி என்னும் மூன்று சிற்றெலும்புகள் நார்களால் முட்டாகச் சங்கிலித் தொடர்போல் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்று எலும்புகளின் எடை 1/150 அவுன்ஸ். சிற்றெலும்புகள் நடுச்செவியின் சுவர்களோடு தசை நார்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அங்கு, சிறு அறைகளான அமைப்பு வந்துவிடுகிறது. சிற்றெலும்புகளுடன் இணைந்துள்ள ஸ்டெபிடீயஸ், டென்சார் டிம்ப்பானாய் தசைகள் எலும்புகள் மிகு ஒலியால் மிகுதியாக அசையாவண்ணம் பாதுகாக்கின்றன.

சிற்றெலும்புகளின் செயலால் ஒலி அதிர்வு 18 மடங்கு உயர்த்தப்படுகிறது. நடுச்செவியின் அடிப்பகுதியில் தொண்டை - நடுச்செவிக்குழாயின் வாய்ப்பகுதி உள்ளது. இதன் வழியாகக் காற்று நடுச்செவிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இதனால் நடுச்செவிக் காற்றழுத்தமும் வெளி உலகக் காற்றழுத்தமும் சமமாக்கப்படுகின்றன. நடுச்செவியைச் சுற்றிலும் முக்கிய உறுப்புகள் உள்ளன. அவை ஏழாம் கபால நரம்பு, சிக்மாய்டு சைனஸ் சிரை, பெருமூளையின் செவிப் பகுதி, கிடைமட்ட அரை வட்டக்குழாய் மற்றும் மாஸ்ட்டாய்டு (mastoid) காற்றறை எனப்படும். நடுச்செவியின் உட்பகுதி புடைப்பாக இருக்கும். இதில் அங்கவடி எலும்பின் அடித்தகடு இணைகிற 3.2 சதுர மி.மீ. பரப்புள்ள நீள்வட்டச் சாளரமும்,



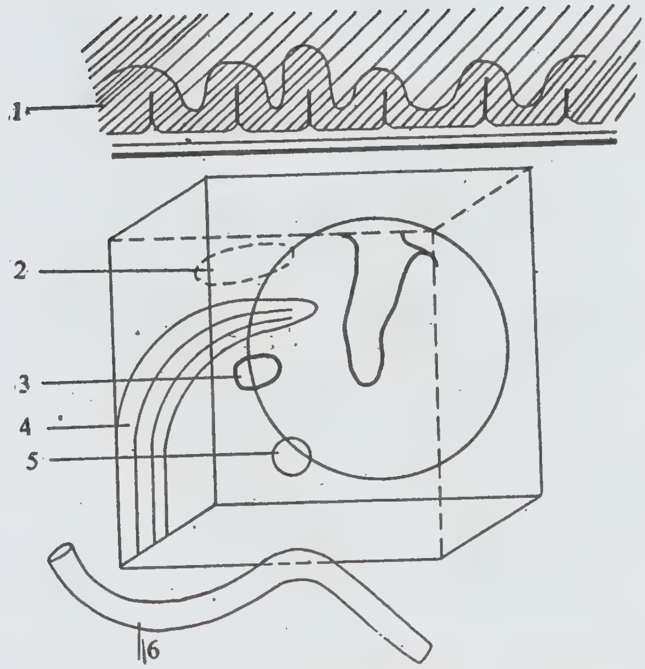
படம் 2. சிற்றெலும்புகளின் செயல்

1. சிற்றெலும்புத் தொடர்-இயல்பான நிலை
2. ஒலிஅழுத்தத்தினால் உள்சென்ற நிலை
3. உட்செவி நிணநீரில் அழுத்தம்.

வட்டச் சாளரமும், ஏழாம் கபால நரம்பும், கிடைமட்ட அரைவட்டக் குழாயும் அமைந்துள்ளன.

உட்செவி. ஒலி அசைவின் அழுத்தத்தை மின்னழுத்தமாக மாற்றி உணரச் செய்ய உதவும் நிணநீரும், நுண் மயிர்க் கால்களும் 2½ சுருள் உள்ள நத்தை எலும்பும் உடலைச் சமநிலைப்படுத்தும் உணர்வு நரம்புகளும், ஏற்பிகளும் தேகளியும் (vestibule), மூன்று அரைவட்டக் குழாய்களும் அடங்கியுள்ள பகுதியே உட்செவியாகும். அரை வட்டக் குழாய்கள் மேல், பின், கிடைமட்ட நிலைகளில் 360° கோணங்களிலும் உணர்வுகளை உட்கவர்தல் மூலம் மூளைக்கு உணர்த்துகின்றன. நத்தை எலும்பின் அடிப்பகுதி 9 மி.மீ. விட்டமும், 5 மி.மீ. நீளமும் சுருளை நீட்டும்போது 30 மி.மீ. நீளமும் கொண்டிருக்கும்; உள் அளவு மேலே செல்லச் செல்லச் சுருங்குகிறது. குறுக்குவெட்டில் பார்த்தால் உள்ளே ஓர் அடிப்படைச் சவ்வும் அதன் மேலே மயிர்க் கால்கள் உள்ள கார்ட்டி செல்களும், பக்கச் செல்களும் தெரியும். ஒலி அதிர்வின் மின்னழுத்த மாற்றத்தை ஏற்று எட்டாம் நரம்பு மூலம் மூளைக்கு உணர்த்தும்.

படிமலர்ச்சியின் நோக்கில் சமநிலை உறுப்புகளே முதலில் தோன்றின. கேட்கும் உறுப்பான காக்ளியா பின்னர்த் தோன்றியது. குழந்தை பிறந்த சிலநாள் வரை காது கேட்பதில்லை. பத்து முதல் பதினைந்து நாள்களில் ஒலியை அதிர்ச்சியாக உணர்கிறது.

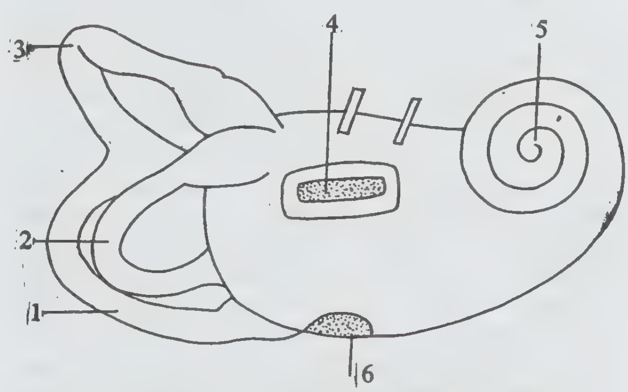


படம். 3 காது வல உட்செவிக்குழியின் அருகிலுள்ள உறுப்புகள்

1. பெருமூளை- செவிப்பகுதி 2. கிடைமட்ட அரைவட்டக் குழாய் 3. நீள்வட்டச் சாளரம் 4. ஏழாம் கபால நரம்பு 5. வட்டச் சாளரம் 6. சிக்மாய்டு பெருஞ்சிரை

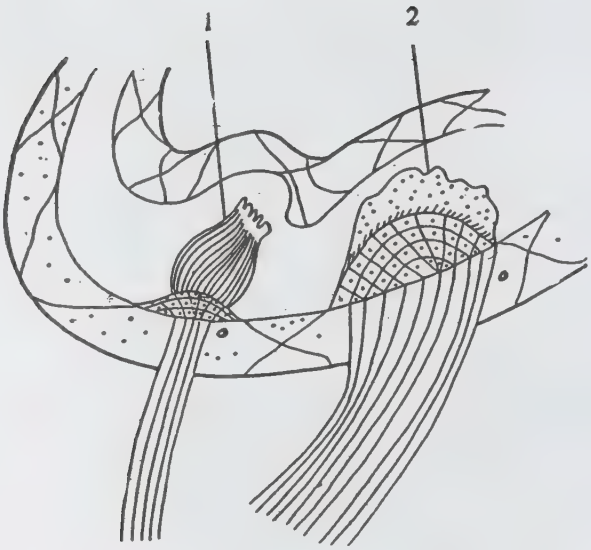
இரண்டு மாதங்களில் ஒலி வரும் திசையில் கண்ணைத் திருப்புகிறது.

சில உயிர்கள் ஒலியால் தூண்டப்படுவதை விட ஊற்றுணர்ச்சியால் ஒலியை அறிகின்றன. ஒலி அலைகள் காதில் விழும்போது உணர்ச்சி அணுக்கள்



படம் 4. அரைவட்டக் குழாய்கள், நத்தை எலும்பு

1. பின் அரைவட்டக்குழாய் 2. கிடைமட்ட அரைவட்டக் குழாய் 3. மேல் அரைவட்டக் குழாய் 4. நீள்வட்டச் சாளரம் 5, காக்ளியா-நத்தை எலும்பு 6. வட்டச் சாளரம்



படம் 5. உட்செவி சமநிலை ஏற்பி அங்கம்

1. மெக்குலாவில் (உப்புகள்) 2. கிரிஸ்டாவில் ஓட்டோலித் ஓட்டோலித் (உப்புகள்)

தொடப்படுகின்றன. மனிதனின் காது போன்றே நத்தை எலும்பில் உள்ள காக்ளியாவின் நிணநீரில் அழுத்தம் ஏற்பட்டு, அடிப்படைச் சவ்வு அசைந்து அதனால் கார்ட்டி அங்கம் தூண்டப்படுகிறது. இதனால் எழும் நரம்பு உணர்வு மூளையில் பதிந்து ஒலி உணர்வு உண்டாகிறது.

மீனுக்குக் காக்ளியா, கார்ட்டி அங்கம் இல்லை. அதன் விலாப் பக்கத் தோலின் உள்ளே குழிகள் உள்ளன. இவற்றால் நீரில் உள்ள ஓட்டம், அதிர்வு, ஒலி ஆகியவற்றை உணர்கிறது. இந்தக் குழிகளில் குழாயும் சவ்வுப் பையும் உள்ளன. அவற்றுள் ஒன்றில் சிறு புடைப்புத் தெரியும். இது லாக்னா எனப்படும். இதில் உள்ள மூன்று காதுக்கல் உறுப்புகள், புவிஈர்ப்புக்கு ஏற்பச் சரிந்து சமநிலையை உணர்த்தும். மீனுக்கு ஆக்க அறிவை உண்டாக்க முடியும். நீரின் வெளியே மணி ஓசை எழுப்பி, உணவுப்பொருள் போட்டுப் பழக்கிய மீன்கள், மணி ஓசை கேட்டவுடன் வெளி மட்டத்திற்கு வருகின்றன. மனிதனால் கேட்க முடியாத ஒலி அலைகளை நாய் கேட்டுப் பிரித்துணர்கிறது. கேளா ஒலி எழும் ஊதலின் ஓசை நாய்க்குக் கேட்கும்; மனிதனுக்குக் கேட்காது.

* வௌவால் 98,000 அதிர்வுகளை உணரவல்லது. அது எழும் மிகை ஒலி சுற்றி உள்ள சுவர் முதலிய பொருள்கள்மீது பட்டு மீளும். எதிரொலியைக் கேட்டு அவற்றில் அடிபடாமல் வேகமாகப் பறக்கிறது. விலங்குகள் தேகளி, அரைவட்டக் குழாய்களின் உதவியால் உடலின் நிலையையும், இயக்கத்தையும் உணர்கின்றன. புவிஈர்ப்பிற்கு ஏற்ப உடல் நிலையில் உணர்ச்சித் தாவல் இருப்பதால், மீன் வளைந்து நீந்துவதும், மல்லாந்த தவளை உடலை நிமிர்த்திக் கொள்வதும், பூனை, அணில் போன்றவை மேலேயிருந்து கீழே விழும்போது கால்கள் தரையில் ஊன்றும் வண்ணம் திரும்பிக்கொள்வதும் இயல்பாக நடைபெறுகின்றன. பாம்பிற்குச் செவி இல்லை. இது ஒலி அதிர்வுகளை உடல் மூலம் உணர்கிறது. பிடாரன் பாம்பு மகுடி இசைக்கும்போது செய்கிற அசைவுகளைக் கண்ணால் பார்த்துத் தன் படமெடுத்த தலையை அசைக்கிறது.

-டி.எம். பரமேஸ்வரன்

காதுகேள் பொறி

காது என்பது ஒலிகளை உணரும் அமைப்பு. வெளிக் காதில் நுழைகிற ஒலி அலை அதன் பல கூறுகளையும் கிளர்வு செய்ய வைக்கிறது. அதன் விளைவாகத் தோன்றும் மின் குறியீடுகள் கேள் நரம்பின் (auditory nerve) வழியாகக் காதிலிருந்து மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இந்தக் கூறுகளில் ஏதாவது ஒன்று நோய் காரணமாகவோ விபத்துக் காரணமாகவோ பழுதடையலாம் அல்லது கேள் நரம்பிலோ மூளையின் ஒலி உணர் செல்களிலோ பழுது ஏற்படலாம். அவ்வாறான நிலைகளில் கேள்திறன் குறைகிறது. பழுதின் அளவைப் பொறுத்துக் கேள்திறன் ஓரளவு அல்லது முழுமையாகவே மறைந்து போகலாம். சில வகைப் பழுதுகளை அறுவை அல்லது மருத்துவ முறை மூலம் நீக்கவோ, குறைக்கவோ முடியும். சில சமயங்களில் காது கேள் பொறிகளின் உதவியால் கேள்திறனை மிகுதிப்படுத்தலாம்.

பொதுவாக, காதுகேள் பொறி ஒலி ஆற்றலைப் பெருக்கும் கருவியே ஆகும். தொடக்க காலங்களில் செவிக்கொம்பு (ear trumpet) என்னும் ஒரு நீண்ட காம்புள்ள புனல் வடிவக் கருவி, காது கேள் பொறியாகப் பயன்பட்டு வந்தது. அதன் விரிந்த முனையில் எழுப்பப்படும் ஒலிகள், குவிக்கப்பட்டுக் குறுகிய முனையில் சேரும். குறுகிய முனையிலுள்ள வாய்ப் பகுதியைக் காதில் செருகிக்கொண்டால் ஒலியை உணரலாம். இந்த அமைப்பில் பலவகையான மாதிரிகள் உருவாக்கப்பட்டிருந்தன. நீண்ட, விறைப்பான காம்புக்கு மாற்றாகத் துவளக்கூடிய ரப்பர் குழல்கள் வேண்டிய திசையில் செவிக் கொம்பைத் திருப்பிக் கொள்ளும் வசதியை அளித்தன. பல வகைப் பூவேலைப்பாடுகளும், நுட்ப அலங்காரங்களும்

கொண்ட செவிக்கொம்புகள் அரசர் பிரபுக்களின் பயனுக்காக உருவாக்கப்பட்டன. அத்தகைய பழங் காலக் கலைச் செல்வங்களைப் பல அருங்காட்சியகங் களில் காணலாம்.

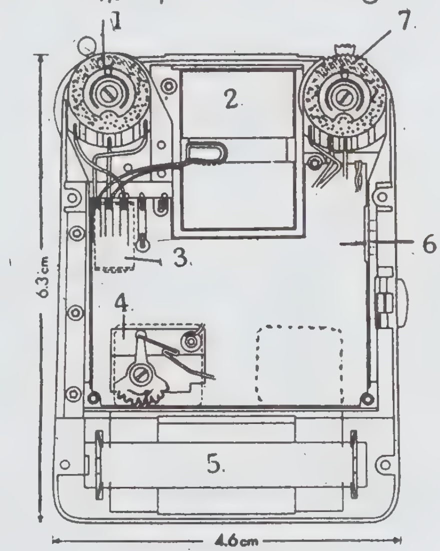
இன்றைய காதுகேள் பொறி திரிதடையங்களால் (transistors) உருவாக்கப்பட்ட மின்னணுக் கருவி யாகும். மின்சார உருப்பெருக்க முறைகளின் மூலம் அதில் ஒலியின் ஆற்றல் பெருக்கப்படுகிறது. ஒலி அதிலுள்ள ஒலி வாங்கியில் (microphone) விழுந்து மெல்லிய மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது. மின் னோட்டம் உருப்பெருக்கிக் (amplifier) கட்டத்தில் ஆற்றல் பெருக்கம் அடைகிறது. அங்கிருந்து அது ஏற்பி (receiver) என்னும் கருவிக்குச் செல்கிறது. ஏற்பி அந்த மின்னாற்றலை மீண்டும் ஒலி ஆற்ற லாக மாற்றுகிறது. ஒலி வாங்கியில் விழுந்த ஒலியை விட ஏற்பியிலிருந்து வெளிப்படும் ஒலியின் செறிவு பன்மடங்கு மிகுந்திருக்கும். காதுகேள் பொறிக்குத் தேவையான மின்னாற்றலைச் சாதாரணமான உலர் மின் கலங்கள் அல்லது மறுமின்னேற்றக்கூடிய மின் சேமக் கல அடுக்குகளிலிருந்து (rechargeable storage batteries) அளிக்கலாம்.

தற்காலக் காதுகேள் பொறிகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் பெருக்கிக் கட்டங்கள் (amplification stages) அமைக்கப்படுகின்றன. அவை யாவும் தொகுப்புச் சுற்றுகளால் (integrated circuits) உரு வாக்கப்பட்டு ஒரே ஆக்கக்கூறாக அமைக்கப்படு கின்றன. இன்றைய பெருமளவு தொகுப்புச் சுற்று (LSI) முறைகளின் பயனாக அவற்றை மிகவும் சிறிய அளவிலும், எடைகுறைந்தவையாகவும் உருவாக்க முடிகிறது. அத்துடன் உற்பத்தி விரைவானதாகவும் சிக்கனமானதாகவும் உள்ளது.

இன்றைய காதுகேள் பொறிகள் பயன்படுத்து வோரின் தனிப்பட்ட தேவைகளுக்கு ஏற்றவாறு சரிப்படுத்திக்கொள்ளும் வசதிகளுடன் உள்ளன. அவற்றைத் தேவையில்லாதபோது நிறுத்தவும் மீண்டும் செயல் தொடங்கவும் இணைப்பு மாற்றிகள் (switch) வைக்கப்பட்டுள்ளன. தேவையான அள வுக்கு ஒலியின் செறிவை ஏற்றி இறக்கிக் கொள்ள வும், சுற்றுச் சூழலின் ஓசை அளவுக்கு ஏற்றவாறு ஒலியை மாற்றியமைத்துக்கொள்ளவும் உதவும் குமிழ்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சுருதியைக் கட்டுப் படுத்தவும் (tone control) தகுந்த அமைப்புகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

செவிப்புலன் நலிவுற்றவர்களில் சிலருக்குப் பேச்சைப் புரிந்துகொள்கிற செறிவு நெடுக்கம் (intensity range) விரிவானதாகவும் மற்றவர்களுக்குக் குறுகியதாகவும் இருக்கும். சிலர் மெல்லப் பேசினால் புரிந்து கொள்வர். ஆனால் உரத்த ஒலிகளை உணர மாட்டார்கள். இது போன்ற குறைகள் உள்ளோர் பயன்படுத்துகிற காதுகேள் பொறிகளில் தானாகவே ஒலியைச் சரி செய்துகொள்கிற ஒலிக் கட்டுப் பாட்டு (volume control) அமைப்பு, பொருத்தப்பட்டி ருக்கும். அது தானாகவே ஆற்றல் பெருக்கத்தைச் சீர்படுத்தி, வெளிப்படும் ஒலிச்செறிவு சீராக ஒரே மட்டத்திலிருக்கும்படிச் செய்யும்.

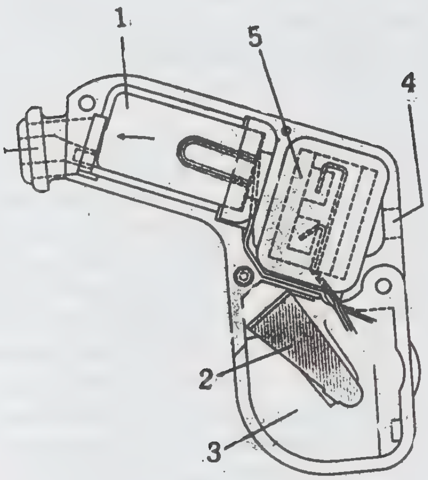
தொடக்க கால மின் காதுகேள் பொறிகளைப் பயன்படுத்தியவர்கள், தலைப்பட்டைகளில் (head bands) பொருத்தப்பட்ட காதொலியன்களை (earphones) மாட்டிக்கொள்ள வேண்டியிருந்தது. இது வசதிக் குறைவாயிருப்பதுடன் தோற்றப்பொலி வையும் குலைக்கும். இன்றைய காதுகேள் பொறி களின் காதொலியன்கள் சிறிய அளவில் நெகிழிப் பொருள்களால் செய்யப்பட்டுக் காதின் துளைக்குள் செருகிக்கொள்ளும் வகையில் அமைந்துள்ளன. எலும்பு வழிக்கடத்து ஏற்பிகள் (bone conduction receivers) எனப்படும் உறுப்பு, சில காதுகேள் கருவி களில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது செவிப்பறை (eardrum) முழுமையாகப் பழுதடைந்தவர்களுக்கு உதவும். அது ஒலி அலைகளை வெளிப்படுத்துவ தில்லை. அதற்கு மாறாக மண்டையோட்டின் எலும்புகளில் அதிர்வுகளை உண்டாக்கும்.



1. ஒலி வாங்கிச் சுருளின் இணைப்பு மாற்றி 2. ஒலிவாங்கி 3. ஒலி வாங்கிச் சுருள் 4. மின் னோட்டத்தை வரம்பு செய்யும் கட்டுப்பாட்டுப் பகுதி 5. மின்கல அறை 6. ஏற்பி 7. சுருதிக் கட்டுப் பாட்டுச் சக்கரம்.

படம் 1. சட்டைப்பைக்குள் வைத்துக்கொள்ளக் கூடிய காதுகேள் கருவியின் பின் மூடியைத் திறந்தால் தெரிகிறகாட்சி.

காதுகேள் பொறியில் பல வகை உள்ளன. ஒரு வகையில் ஒலிவாங்கியும் ஆற்றல் பெருக்கியும் உள்ள



1. ஏற்பி 2. மின்கல அறையின் வில்சுருள் 3. மின்கல அறை 4. ஒலி நுழைவாயில் 5. ஒலி வாங்கி

படம் 2. காதின் பின்புறம் பொருத்திக்கொள்கிற காதுகேள் கருவி

பகுதி சட்டைப்பைக்குள் வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய அளவிலிருக்கும். துவளக்கூடிய மின் கம்பிகள் மூலம் காதொலியன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அதைக் காதில் செருகிக் கொண்டால் வெளியே தெரியாத அளவுக்கு அது சிறியதாயிருக்கும். மேலும் சிறிய அளவிலான காதுகேள் பொறிகள் காதுக்குப் பின்னால் பொருத்திக் கொள்ளக்கூடிய வகையிலும், மூக்குக் கண்ணாடியின் சட்டத்தில் பொருத்தக் கூடிய வடிவத்திலும் அமைக்கப்படுகின்றன. இத் தகைய பொறிகளில் காதொலியன் உட்படஅனைத்து உறுப்புகளும் ஒரே அலகில் அடக்கப்பட்டுவிடுகின்றன.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

காது வலி

புறச்செவியிலோ, நடுச்செவியிலோ காதுவலிக்குக் காரணங்கள் இருக்கலாம். புறச்செவியில் அடை பட்டுக் கிடக்கும் மெழுகு, வலிக்குக் காரணமாக லாம். காதினுள், பீச்சுங்குழல் உதவியால் வெப்ப மான நீரில் கலக்கப்பட்ட 1% சோடியம் பைகார்ப னேட் கரைசலைச் செலுத்தினால், மெழுகு அகற்றப் பட்டு வலி நின்று விடும். பிற பொருள்கள், சில சமயம் வெளிச் செவியுள் சென்று வலியை உண்டாக் கலாம். அவற்றை எளிதில் அகற்றிவிடலாம். புறச் செவி அழற்சியே காது வலிக்கு முக்கியமான காரண மாகும். புறச் செவியுள் தோன்றும் கொப்புளங்களும் வலியை உண்டாக்குகின்றன. கிளிசரின், இக்தை யால் அல்லது நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள், ஹைட்ரோகார்ட்டிசோன் கரைசல் முதலியவை நல்ல பலனளிக்கின்றன. புறச் செவி அழற்சியால் உறுத்தல், வலி, சீழ், குறைந்த அளவிலான செவிட் டுத் தன்மை ஆகியவையும் காணப்படும். காதினுள் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளைச் சொட்டுகளாக உட்செலுத்தியும் குணப்படுத்தலாம்.

நடுச்செவி அழற்சியில் வலியும், காய்ச்சலும், சிவந்து வீங்கிய செவிப்பறையும் காணப்படுகின்றன. நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளும், எஃபிட்ரின் சொட்டு மருந்தும் உதவும். தேவைப்பட்டால் செவிப்பறையில் அறுவை செய்ய நேரிடும். மருத்துவம் தாமதமானால் மாஸ்டாய்டு அழற்சி ஏற்படலாம்.

நாட்பட்ட நடுச்செவி அழற்சியிலும் வலி தோன் றலாம். செவிட்டுத்தன்மை மிகுந்து, கெடு நாற்ற முடைய சீழும் வெளிப்படும். சிலபோது செவிப் பறை கிழிவதால் வலியும் செவிட்டுத் தன்மையும் தோன்றலாம். இதில் காதில் இரைச்சலும், இரத்த வெளியேற்றமும் காணப்படும். இதற்கு மருத்துவம் அளிக்கக் கூடாது. சொட்டு மருந்துகள், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் தேவையில்லை. முழு ஓய்வே போதும்.

நடுச் செவியில் அரிதாகத் தோன்றும் புற்று, காது வலிக்குக் காரணமாக இருக்கலாம். எட்டாம் கபால நரம்பின் புற்றுக் கட்டிகளும், செவி வலிக்குக் காரணமாக இருக்கும். வலியின் காரணத்தைப் பொறுத்து மருத்துவம் அமையும்.

- சாரதா கதிரேசன்

நூலோதி. Harding Rains (Ed), *Bailey & Loves Short Practice of Surgery*, 17th Edition, ELBS, London, 1979.

காந்த இயக்கு விசை

காந்தப் பாயக் கோடுகளின் ஒரு மூடிய கண்ணி காந்தச் சுற்று (magnetic circuit) எனப்படும். ஓர் அயக்காந்தப் பொருளாலான வளையத்தில் ஒரு கம்பி சுற்றப்பட்டிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். அதிலுள்ள சுற்றுகளின் (turns) எண்ணிக்கை N; அதன் சராசரிச் சுற்றளவு l மீ, அதில் பாயும் மின் னோட்டம் I ஆம்பியர், கம்பிச் சுருளுக்குள் உள்ள காந்தப் புலச் செறிவு (magnetic intensity) H எனில்

$$H = NI/l$$ - ஆம்பியர் சுற்று/மீட்டர்

வளையப்பொருளின் உட்புகுதிறன் (permeability), μ எனில் காந்தத் தூண்டல் $B = \mu H = \mu NI/l$ வெப்பர்/மீட்டர்^{2}. வளையத்தில் A பரப்புள்ள ஒரு குறுக்குவெட்டுப்பகுதியில் உள்ள காந்தப்பாயம் (magnetic flux), ϕ எனில், $\phi = B \times A = \mu NIA/l$

எனவே $NI = \frac{l}{\mu A} \phi$

இது ஓர் அலகு வடமுனையைக் (unit north pole) காந்தப்புலத்தின் திசைக்கு எதிரான திசையில் சுருளின் அச்சின் வழியாக, வளையத்தை ஒரு முறை சுற்றிவர அதாவது l தொலைவுக்கு நகருமாறு செய்யத் தேவையான செயலின் (ஆற்றலின்) அளவுக்குச் சமம். இதற்குக் காந்த இயக்குவிசை என்று பெயர்.

காந்த இயக்குவிசை = பாயம்×காந்தப்பாயத்தடை

Mmf = (flux) × (reluctance)

சர்வதேச அளவை முறையில் (SI units) காந்த இயக்குவிசை ஆம்பியர்சுற்று (ampere-turn) என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது.

காந்த இயக்கு விசையை $\oint H\cos\theta \, ds$ என்னும் கணித உருவில் குறிப்பிடலாம். இதில் $H\cos\theta$ என்பது காந்த முனையின் பயணப்பாதையில் ds நீளமுள்ள பகுதியின் திசையில் அமைந்த காந்தப் புலச்செறிவின் ஆக்கக்கூறு ஆகும். இந்தக் கோட்டுத் தொகையீட்டைக்(line integral) காந்தப் புலத்தில் அமைந்த அனைத்து மூடிய பாதைகளுக்கும் செயல்படுத்தலாம்.

காந்த இயக்குவிசை காந்த முனையின் பயணப் பாதையில் காந்த அழுத்தத்தில் (potential) ஏற்படும் அதிகரிப்பு ஆகும். I ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை உள்ளடக்கிய ஒரு மூடிய பாதைக்கு $\oint H\cos\theta \, ds = I$.

N சுற்றுகள் உள்ள ஒரு சுருளின் ஊடாகக் காந்த முனையின் பயணப்பாதை செல்லுமானால் $\oint H\cos\theta = NI$

பயணப்பாதை மின்னோட்டத்தை உள்ளடக்கியிராதபோது கோட்டுத் தொகையீட்டின் மதிப்புச் சுழியாகும்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

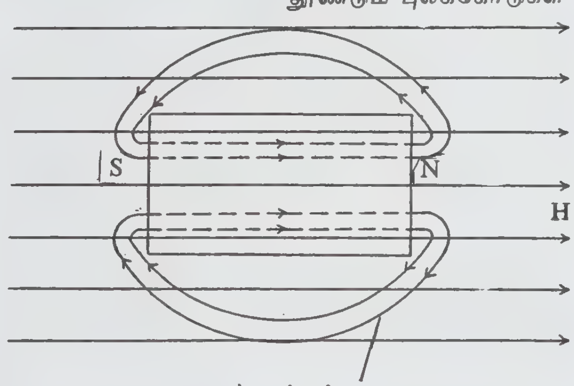
நூலோதி. Douglas C. Giancoli, *General Physics*, Prentice-Hall, New Jersy, 1984.

காந்த உட்புகு திறன்

காந்தப் பொருள்களின் ஒரு முக்கிய பண்பு காந்த உட்புகு திறன் (magnetic permeability) ஆகும். காந்தப் புலத்தில் காந்தப்பொருள் ஒன்று வைக்கப்படும்போது அப்பொருள் அடையும் காந்தமாக்கத்தின் அளவைக் காந்த உட்புகு திறன் குறிக்கிறது. ஒரு பொருளின் காந்த உட்புகு திறன் மிகுதியாக இருந்தால் அப் பொருள் அடையும் காந்தமாக்கத்தின் அளவும் மிகுதியாக இருக்கும்.

ஒரு காந்தப் புலத்தில் சட்ட வடிவில் அமைந்த காந்தப்பொருள் ஒன்றை வைத்தால் அதில் காந்தப் பண்பு தூண்டப்படுகிறது. அந்நிலையில் அச்சட்டத் தின் ஒரு முனையில் காந்தத் தென்முனையும் மறு முனையில் காந்த வடமுனையும் தோற்றுவிக்கப்படு கின்றன. தூண்டும் புலத்தின் காந்த விசைக்கோடுகள் தென்முனை வழியாகச் சட்டத்தின் உள்ளே புகுந்து வடமுனை வழியாகச் சட்டத்தில் வெளிவருகின்றன. சட்டத்தின் உள்ளே விசைக்கோடுகள் குவியத் தலைப் படுகின்றன. அவ்வாறு குவியும் அளவு அச்சட்டத்தின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளதால் சட்டத்தின் இத் தன்மை காந்த உட்புகு திறன் எனப்படுகிறது.

காந்தப் புலம் ஒன்றில் ஒரு சட்டத்தை வைத்தால், காந்தப் புலத்தின் தூண்டலால் சட்டம் காந்தமாகிறது. இக்காந்தப்புலம், தூண்டு காந்தப்



காந்தப்புலம் ஒன்றில் வைக்கப்பட்ட சட்டத்தில் விசைக் கோடுகள்

புலம் எனப்படுகிறது. தூண்டு காந்தப் புலத்தின் விசைக்கோடுகள் சட்டத்தின் உள்ளே புகுந்து வெளியேறுகின்றன. சட்டம் காந்தமாக்கப்பட்டதன் விளைவாக அது, மேலும் ஒரு காந்தப் புலத்தைத் தோற்றுவிக்கும். இதன் விசைக்கோடுகள் சட்டத்தின் புறத்தே வடமுனையிலிருந்து புறப்பட்டுத் தென் முனையை வந்தடைகின்றன. ஆனால் சட்டத்தின் உள்ளே அவை தென்முனையிலிருந்து வடமுனையை நோக்கிச் செல்கின்றன.

எனவே, படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு சட்டத்தின் உள்ளே இரு வகையான காந்த விசைக்கோடுகள் செல்கின்றன. இவற்றில் ஒருவகை, தூண்டும் காந்தப் புலத்தாலும், மற்றொரு வகை, சட்டத்தில் தூண்டப் பட்ட காந்தப் புலத்தாலும் அமைவனவாகும். இவற்றில் முதல்வகைக் கோடுகள் தொடர் கோடுக ளாலும் இரண்டாம் வகைக் கோடுகள் கீற்றுக் கோடுகளாலும் படத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. சட்டத்தின் உள்ளே புகுந்து செல்லும் விசைக் கோடுகள் தூண்டல் கோடுகள் (lines of induction) எனப்படுகின்றன. இவ்விரு வகைக் காந்தப் புலத் தாலும் சட்டத்தின் உள்ளே கிடைக்கும் தொகு பயன் காந்தத்தூண்டல் (magnetic induction) எனப் படுகிறது. பொதுவாக, இது B என்று குறிப்பிடப்படும்.

ஒரு பொருளில் உள்ள காந்தத் தூண்டுதலுக்கும், தூண்டும் காந்தப் புலச்செறிவிற்கும் (H) உள்ள தகவு காந்த உட்புகுதிறன் எனப்படுகிறது. இது μ என்னும் எழுத்தால் குறிப்பிடப்படும். அதாவது,

$$\text{காந்த உட்புகு திறன் } (\mu) = \frac{\text{காந்தத் தூண்டல் (B)}}{\text{தூண்டும் காந்தப் புலன் செறிவு (H)}}$$

காந்த உட்புகு திறனுக்கானஅலகு ஹென்றி/ மீட்டர் (Henry/meter) ஆகும். பொருளின் வெப்பநிலையும், அடர்த்தியும் மாறாதிருக்கும்போது அப்பொருளின் உட்புகுதிறன் ஒரு மாறிலியாக அமையும். வெற்றிடத் தின் உட்புகு திறன் μ_0 எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு $4\pi \times 10^{-7}$ ஹென்றி/மீட்டர் ஆகும்.

ஒரு பொருளின் காந்த உட்புகுதிறனுக்கும், வெற்றிடத்தின் காந்த உட்புகுதிறனுக்கும் உள்ள தகவு சார்பு உட்புகு திறன் (relative permeability) எனப்படும். இது μ_r எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

$$\text{சார்பு உட்புகு திறன் } (\mu_r) = \frac{\text{பொருளின் காந்த உட்புகு திறன் } (\mu)}{\text{வெற்றிடத்தின் காந்த உட்புகு திறன் } (\mu_0)}$$

சார்பு உட்புகு திறனுக்கு அலகு இல்லை. இது ஒரு வெறும் எண்ணே ஆகும். அனைத்து அலகு முறை களிலும் இது ஒரே எண் மதிப்பைக் கொண்டிருக்கும். வெவ்வேறு பொருள்களின் காந்தத் தூண்டல் பண்பு களை ஒப்பிடுவதற்குச் சார்பு உட்புகு திறன் பயன்படு கிறது. காற்றின் சார்பு உட்புகு திறன் ஏறத்தாழ ஒன்று ஆகும். அதாவது, $\mu \approx \mu_0$. எனவே, காற்று ஏறத்தாழ வெற்றிடத்திற்குச் சமமாகும்.

ஒரு பொருளின் காந்த உட்புகுதிறன் அதன் மற்றொரு காந்தவியல் பண்பான காந்த ஏற்புத் திறனுடன் (magnetic susceptibility, χ) $\mu = \mu_0 + \chi$ என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் தொடர்பு கொண் டுள்ளது. மேலும், $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ ஆதலால், காந்த ஏற்புத் திறன், சார்பு உட்புகு திறன் அல்லது காந்த உட்புகு திறன் இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்று தெரிந்தால் ஒரு பொருளின் காந்தப் பண்பு முழுமையும் அறியலாம்.

ஒரு பொருளின் காந்த உட்புகுதிறன் (μ), வெற்றிடத்தின் காந்த உட்புகு திறன் (μ_0) ஆகியவை ஓர் ஊடகத்தின் மின் அனுமதித்திறன் (permittivity of a medium, ϵ), வெற்றிடத்தின் மின் அனுமதித் திறன் (permittivity of a vacuum, ϵ_0) ஆகியவற்றை ஒத்தவை ஆகும்.

காந்தப் பண்பு கொண்ட பொருள்கள், அவற்றின் சார்பு உட்புகுதிறனைப் பொறுத்து டயா, பாரா, ஃபெரோ காந்தப் பொருள்கள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. டயா காந்தப் பொருள் களின் சார்பு உட்புகுதிறன் ஒன்றைவிடக் குறை வாகவும் நேர்குறி உடையதாகவும் இருக்கும். இவை மிகக் குறைந்த அளவு காந்தமாக்கம் பெறுகின்றன. பாரா காந்தப் பொருள்களின் சார்பு உட்புகு திறன் ஒன்றைவிட மிகுதியாக இருக்கும். இப்பொருள்கள் குறைந்த அளவு காந்தமாக்கம் பெறுகின்றன. ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களின் சார்பு உட்புகு திறன் ஒன்றைவிட மிக அதிகமாக இருக்கும்; சில ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களின் சார்பு உட்புகு திறனின் மதிப்பு ஆயிரக்கணக்கில் இருக்கும். இவை, மிக அதிக அளவு காந்தமாக்கம் பெறுகின்றன.

- க. மோகனசுந்தரம்

நூலோதி. Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965.

காந்த ஏற்புத் திறன்

காந்தப் புலத்தில் பொருள்களின் பண்புகளின் அடிப்படையில் பொருள்களை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை காந்த விலக்கப் பொருள்கள் அல்லது டயா காந்தப் பொருள்கள் (diamagnetic substances), காந்தம் கவர் பொருள்கள் அல்லது பாரா

காந்தப் பொருள்கள் (paramagnetic substances), அதிகக்காந்தம் கவர் பொருள்கள் அல்லது ஃபெரோகாந்தப் பொருள்கள் (ferromagnetic substances) எனப்படும்.

காந்த விலக்கப் பொருள்கள் ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டால் காந்த விசைக் கோடுகளைத் (magnetic lines of force) தம்முள் புகவிடாமல் செய்யும் தன்மையுடையன. காந்தம் கவர் பொருள்கள் காந்தப் புலத்தில் காந்த விசைக் கோடுகளைத் தம்முள் ஈர்க்கும் தன்மையன. அதிகக் காந்தம் கவர் பொருள்கள் காந்த விசைக் கோடுகளிடத்தில் மிக அதிக ஈர்ப்புத் தன்மை கொண்டவை.

ஒரு பொருளைக் காந்தப் புலத்தில் வைக்கும் போது அது காந்தத்தால் தூண்டப்பட்டுக் காந்தச் செறிவடைகிறது. அப்பொருளில் ஓர் அலகு புலத்தால் (specific field) தூண்டப்படும் காந்தச் செறிவு காந்த ஏற்புத் திறன் (magnetic susceptibility) எனப் படுகிறது. காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு பொருளில் உள்ள மொத்தக் காந்தத் தூண்டல் (magnetic induction), புறக் காந்தப் புலத்தையும் (external magnetic field), புறக் காந்தப் புலத்தால் பொருளில் தூண்டப்பட்ட காந்தப் புலத்தையும் கூட்டிய தொகைக்குச் சமமாகும்.

$$B = H + 4\pi I$$

B = அப்பொருளில் உள்ள மொத்தக் காந்தத் தூண்டல்; H = புறக் காந்தப் புலம்; I என்பது தூண்டப்பட்ட காந்தச் செறிவு. B,H,I என்பன காஸ் (gauss) என்னும் அலகால் குறிக்கப்படும்.

ஒரு பொருளின் கன அளவு ஏற்புத் திறன் (volume susceptibility) பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

$$K = I/H$$

ஒரு கிராம் பொருளின் ஏற்புத் திறன், அலகு ஏற்புத் திறன் (specific susceptibililty) χ எனப்படும்.

$$\chi = K/\rho$$

ρ என்பது ஊடகத்தின் அடர்த்தியாகும். டயா காந்தப் பொருள்களில் B இன் மதிப்பு H இன் மதிப்பைவிடக் குறைவாக இருக்கும். ஆகவே χ ஓர் எதிர்மறை எண்ணாகும். பாரா காந்தப் பொருள்களில் B இன் மதிப்பு H இன் மதிப்பைவிட மிகுதியாக இருக்கும். ஆகவே χ ஒரு நேர் எண்ணாகும். ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களில் χ இன் மதிப்பு மற்ற இரண்டையும்விட மிகுதியாக இருக்கும். ஒரு பொருளின் தற்காந்த ஏற்புத் திறனை (χ) அப் பொருளின் மூலக்கூறு எடையால் பெருக்கும்போது மோலார் காந்த ஏற்புத் திறன் (molar magnetic susceptibility) கிடைக்கிறது.

அலகு காந்த ஏற்புத் திறனை அளத்தல். அலகு காந்த ஏற்புத் திறனை அளக்கக் காய் துலாக்கோல் (Gouy's balance) பயன்படுகிறது. காய் துலாக்கோல் அமைப்பில் காந்தப் புலம் உண்டாக்க ஒரு மின் காந்தம் உள்ளது. காந்த ஏற்புத் திறன் காண வேண்டிய பொருள் ஒரு நீளமான ஒழுங்கான உருளை வடிவம் கொண்ட குழலில் (tube) எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அது துலாவின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து தொங்கவிடப்படுகிறது. தொங்கவிடும்போது உருள் குழலில் பொருள் கொண்ட அடிப்பகுதி மின் காந்த முனைகளின் நடுவில் இருக்குமாறு வைக்கப் படும். துலாவின் மறுபக்கத் தட்டில் எடைகளைப் போட்டுப் பொருள் கொண்ட தட்டு சமன் செய்யப் படுகிறது. மின்காந்தத்திற்குள் மின்சாரம் செலுத்தப் படும்போது பொருள் அதன் காந்தப் பண்பிற்கு ஏற்றவாறு எடை கூடுதல் அல்லது எடை இழப்பு அடைகிறது. பொருள் காந்த விலக்கப் பண்பு கொண்டதாயின் பொருள் காந்தப் புலத்தில் எடை இழப்பு அடைகிறது. பொருள் காந்தம் கவர் தன்மை கொண்டதாயின் எடை அதிகரித்துப் பொருள் கொண்ட தட்டு கீழ் நோக்கிச் செல்கிறது. துலா சமநிலை அடைய எடை சேர்க்கப்படவோ எடுக்கப் படவோ வேண்டும். சமநிலை அடையும்போது பின்வரும் சமன்பாடு பொருந்துகிறது.

$$mg = 1/2\, AH^2 (\rho\chi - \rho_0\chi_0)$$

A = குழலின் உட்புறக் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு; H = புறக் காந்தப் புலத்தின் திறன்; χ_0 = காற்றின் அலகு காந்த ஏற்புத் திறன்; ρ_0 = காற்றின் அடர்த்தி; m = காந்தப்புலம் இல்லாதபோதும் காந்தப்புலத்திலும் பொருளின் எடை வேறுபாடு; g = புவி ஈர்ப்பு விசை. இச்சமன்பாட்டைக் கொண்டு χ இன் மதிப்பைக் கண்டு கொள்ளலாம். பின்வரும் சமன்பாடு மூலமாகவும் χ ஐக் கணக்கிட இயலும்.

$$\frac{mg}{m'g} = \frac{\rho\chi - \rho_0\chi_0}{\rho'\chi' - \rho_0\chi_0}$$

மேற்கூறிய சமன்பாட்டில் χ' என்பது ஒப்பிடுவதற்காக எடுத்துக்கொண்ட ஒரு பொருளின் காந்த ஏற்புத் திறனாகும். χ' இன் மதிப்புத்தெரியுமாயின் χ இன் மதிப்பை எளிதில் கணக்கிடலாம்.

டயா காந்தப் பொருள்களில் மோலார் காந்த ஏற்புத் திறன் ஒரு கூட்டுத்தொகைசார் பண்பும் (additive property), அமைப்புசார் பண்பும் (constitutive property) ஆகும். ஒரு மூலக்கூறிலுள்ள ஒவ்வோர் அணுவும், ஒவ்வோர் உருவமைப்பும், மூலக்கூறின் மோலார் காந்த ஏற்புத் திறனுக்குத் தம் பங்கை வழங்குகின்றன. ஆகவே டயா காந்தப் பொருள்களின் அமைப்பை அறிந்து கொள்ளலாம்.

பாரா காந்தப் பொருளின் மூலக்கூறுகள் நிலைத்த காந்தமுடையவை. மூலக்கூறிலுள்ள ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட இணையாத (unpaired) எலெக்ட்ரான்களே இப்பண்பிற்குக் காரணமாகும். மோலார் காந்த ஏற்புத் திறன் கொண்டு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறு அல்லது அயனியிலுள்ள இணையாத தனித்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம். சாதாரண வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு இணையாத எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன எனக் கணக்கிடப்பட்டது. மெர்க்குரஸ் குளோரைடின் மூலக்கூறு HgCl எனக் கொண்டால் அதில் ஓர் இணையாத தனித்த எலெக்ட்ரான் இருக்கும். ஆகவே அது பாரா காந்த ஏற்புத் திறன் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும். ஆனல் மெர்க்குரஸ் குளோரைடு டயா காந்தப் பண்பு கொண்டதாக உள்ளது. இதன் மூலம் மெர்க்குரஸ் குளோரைடு HgCl என்னும் வாய்பாடு கொண்டிருக்க இயலாது, Hg_2Cl_2 என்னும் வாய்பாடு கொண்டது என அறியப்படுகிறது. அதே போல் ஹைப்போஃபாஸ்பாரிக் அமிலம் $H_4P_2O_6$ என்னும் வாய்பாடு கொண்டதாக அறியப்படுகிறது. அணைவு அயனிகள் (Complex ions) அல்லது தொகுதிகள் இவற்றில் உள்ள தனித்த, இணையாத எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டு அவற்றின் அமைப்புகளையும் அறிய இயலும்.

- ரா. முருகேசன்

நூலோதி. F. Albert Cotton and Geoffrey Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, John Wiley and Sons, Inc, Newyork, 1984; Samuel Glasstone, *Text Book of Physical Chemistry*, Second Edition, Macmillan India Ltd, Madras, 1986.

காந்த ஒத்ததிர்வு

சில குறிப்பிட்ட அணுக்களின் காந்தத் தற்சுழற்சி அமைப்புகள் திசை மாறும் காந்தப் புலங்களுக்கு ஆட்படும்போது சில குறிப்பிட்ட ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்களில் ஆற்றலை உட்கவர்வது காந்த ஒத்ததிர்வு (magnetic resonance) எனப்படும். அதற்குக் காந்த அமைப்பின் இயல்பு அதிர்வெண்களுக்குச் சமமான அதிர்வெண்ணுடன் காந்தப் புலங்கள் திசை மாற வேண்டும். பெரும்பாலான நிகழ்வுகளில் காந்த அமைப்பின் இயல்பு அதிர்வெண் என்பது, H என்னும் ஏதாவது ஒரு காந்தப் புலத்தைச் சுற்றிக் காந்த அமைப்பிலுள்ள அணுக்கள் அல்லது அணுக்கருக்களின் மொத்தக் காந்தத் திருப்புத்திறனின் அச்சுச் சுழற்சியின் அதிர்வெண்ணாகும். இது அணுக்கருக் காந்தத்துவம், எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சிக் காந்தத்துவம் போன்ற பல காரணங்களால் தோன்றும். ஒவ்வொரு காரணத்திற்கும் இந்த இயல்பு அதிர்வெண்ணின் மதிப்பு ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட மதிப்புடன் இருக்கும். எனவே ஒத்ததிர்வு முறைகள், தேவையான குறிப்பிட்ட கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுத்து ஆராய்வதில் மிகுந்த உதவியாக உள்ளன. காட்டாக, வலுவற்ற அணுக்கருக் காந்தத்துவத்தை அதனுடன் வழக்கமாகக் கூடி வருகிற, அதை விட மிகப் பெரியதான எலெக்ட்ரான் பாரா காந்தத்துவம் அல்லது டயா காந்தத்துவத்தால் மறைக்கப்பட்டுவிடாமல் தனித்து ஆராய முடிகிறது.

அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு அதாவது அணுக்கருக்களால் வெளிக்காட்டப்படும் ஒத்ததிர்வு ஒருமைக் காந்தத் திருப்புத்திறன் கொண்ட ஹைட்ரஜன் போன்ற அணுக்கரு இருப்பதை வெளிப்படுத்துவதுடன் அது அண்மையிலுள்ள அணுக்கருக்களுடன் இடைவினை செய்வதையும் வெளிப்படுத்துகிறது. இவ்வாறு மூலக்கூற்றுக் கட்டமைப்பைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு இம் முறை ஒரு வலிமையான கருவியாக விளங்குகிறது. எலெக்ட்ரான் பாரா காந்த ஒத்ததிர்வு எனப்படும் இணை சேராத எலெக்ட்ரான்களால் வெளிக் காட்டப்படுகிற ஒத்ததிர்வைக் கண்டுபிடிப்பதும் ஒரு முக்கியமான பயன்பாடு ஆகும்.

தோற்றம். M என்னும் காந்தத் திருப்புத் திறன் வட்டமிடும் மின்னோட்டங்களிலோ, உள்ளார்ந்த தற்சுழற்சிகளிலோ தோன்றுவதாக இருப்பதால் எப்போதும் அதனுடனே J என்னும் ஒரு கோண உந்தம் சேர்ந்துள்ளது. அவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பு பின்வருமாறு:

$$M = \gamma J \qquad (1)$$

இங்கு γ என்பது சுழல் காந்தத் தகவு (gyromagnetic ratio) எனப்படும்.

ஓர் அமைப்பு, காந்த ஒத்ததிர்வு காட்ட வேண்டுமென்றால் அது ஒரு காந்தத் திருப்புத்திறன், ஒரு கோண உந்தம் ஆகியவற்றைப் பெற்றிருப்பதுடன் சுழற்று விசைகளையும் (torques) கொண்டிருக்க வேண்டும். அணுக்களின் அணுக்கருக்களிலிருந்து, எலெக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சியிலிருந்து அல்லது மூலக்கூறுகளின் சுழற்சியின்போது நகரும் அணுக்கரு மின்னூட்டத்திலிருந்து காந்தத் திருப்புத் திறன் தோன்றக் கூடும். கோண உந்தமும் அதே தோற்றுவாய்களிலிருந்து தோன்றுகிறது. வெளியிலிருந்து செலுத்தப்படும் காந்தப் புலங்கள் அண்மையிலுள்ள அணுக்கருக்களால் அல்லது அணுக்களால் அல்லது மூலக்கூறுகளால் செலுத்தப்படுகிற காந்த இருமுனைத் திருப்புத்திறன் அல்லது ஓர் அணுவின்

கோள வடிவற்ற எலெக்ட்ரான் மேகத்தின் மேல் செயல்படுகிற மின் புலங்கள், எலெக்ட்ரான் பரிமாற்று இணைப்புகள் ஆகியவற்றிலிருந்து சுழற்று விசைகள் தோன்றக்கூடும்.

எந்த ஒரு நிகழ்விலும் எந்த இடைவினைகள் பெரியவை என்பதையும் எவை சிறியவை என்பதையும் தீர்மானித்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு ஓர் அணுக்கருக் காந்தத் திருப்புத் திறனைப் பெற்றுள்ள ஒரு பாரா காந்த அணுவுக்கு, அணுக்கருவின் கோண உந்தமும் எலெக்ட்ரானின் கோண உந்தமும் இணைந்து ஒரே அலகாகச் செயல்படுகிற வகையில் அமைந்த சிறிய அளவில் செலுத்தப்படுகிற நிலைப் புலங்களுக்கும், அணுக்கருவின் கோண உந்தத்தையும் எலெக்ட்ரானின் கோண உந்தத்தையும் பிரித்துத் தன்னிச்சையாகச் செயல்பட வைக்கிற பெரிய காந்தப் புலங்களுக்கும் இடையில் ஒரு வேறுபாட்டைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு பயன்தரு கோண உந்தத்தையும் காந்தத் திருப்புத் திறனையும் வரையறுத்து ஒரு விளைவுள்ள மதிப்பைப் பெற முடியும்.

பல வகையான ஒத்ததிர்வுகள் காணப்பட்டுள்ளன. இவை மூன்று அடிப்படையான தகுதிகளில் ஒன்றிலோ இரண்டிலோ மூன்றிலோ வேறுபட்டிருக்கும். ஆயினும் H என்னும் ஒரு பயனுறு வகையில் செலுத்தப்பட்ட நிலைக் காந்தப் புலத்திலிருந்து சுழல் விசைகள் தோன்றுவதாகக் கற்பிதம் செய்து கொண்டு முக்கியமான கூறுகளைப் புரிந்து கொள்ள முடியும். $M \times H$ என்னும் சுழற்று விசை பின்வரும் சமன்பாட்டின்படி கோண உந்தம் நேரத்தோடு மாறும்படிச் செய்கிறது.

$$\frac{dJ}{dt} = M \times H \quad \text{அல்லது} \quad \frac{dM}{dt} = \gamma M \times H \quad (2)$$

M இன் தொகுபயன் இயக்கம் Hஇன் திசையைச் சுற்றி γH என்னும் கோண அதிர்வெண்ணுள்ள ஓர் அச்சுச் சுழற்சியாக இருக்கும். வெப்பச் சமநிலையில் M,H க்கு இணையாக இருக்கும்; அச்சுச்சுழற்சி ஏற்படாது. H க்குச் செங்குத்தாக H_x Cos ωt என்னும் திசைமாறு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தினால் M,H இன் திசையிலிருந்து விலகிச் சாய்கிறது. அப்போது $\omega = \gamma H$ என்னும் ஒத்ததிர்வு நிபந்தனை நிறைவு செய்யப்படுமானால், ஆற்றல் உட்கவரப்படும். நடைமுறையில் இத்தகைய ஆற்றல் உட்கவர்பு νH இன் இரு புறங்களிலும் பரவிய ஒரு சிறிய அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் நடைபெறுகிறது H_x க்கு இணையான M_x என்னும் காந்தமாக்கல் பின்வரும் சமன்பாட்டிற்கு ஒத்து வருகிறது.

$$M_x = H_x \chi'(\omega) \cos \omega t + H_x \chi''(\omega) \sin \omega t \quad (3)$$

இதில் $\chi'(\omega)$, $\chi''(\omega)$ ஆகியவை $\chi = \chi'(\omega) - j\chi''(\omega)$, $(j = \sqrt{-1})$ என்னும் காந்த ஏற்புத் திறனின் மெய் மற்றும் கற்பனைப் பகுதிகளாகும். அவை முறையே பிரிகை மற்றும் உட்கவர்ஸ்பக் குறிப்பிடுகின்றன. ஒரு மாதிரித் தன்மையான உட்கவர்புக்கு $\omega = \gamma H$ என்னும் மதிப்பை ஒட்டிய ஓர் அதிர்வெண் பகுதியில் $\chi''(\omega)$ பெரும மதிப்பை அடைகிறது.

பல நிகழ்வுகளின்போது காந்தப் பகுப்பாய்வு செய்யக் குவாண்ட்டம் கொள்கையைப் பயன்படுத்த வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. பல அணுக்கள் அல்லது அணுக்கருக்கள் போன்ற ஒரே வகையான வலிவற்ற முறையில் இடைவினை செய்யும் பகுதிகளைக் கொண்ட ஓர் அமைப்பைக் காட்டாகக் கொள்ளலாம். அவை ஒவ்வொன்றும் F என்னும் கோண உந்தக் குவாண்ட்டம் எண்ணுள்ளதாக இருக்கலாம். மொத்தக் கோண உந்தம் $= \sqrt{F(F+1)}\, h/2\pi$ இதில் h என்பது பிளாங்க் மாறிலி. H என்னும் காந்தப்புலத்தில் இடம் சார்ந்த குவாண்ட்டமாக்கல் $2F + 1$ என்னும் எண்ணிக்கையிலான சம இடைவெளியில் அமைந்த ஆற்றல் மட்டங்களை அளிக்கிறது. அவை $M_F = (F, F-1, \ldots -F)$ என்னும் குவாண்ட்டம் எண்ணால் சுட்டப்படுகின்றன. அடுத்தடுத்த் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு இடையிலான ஆற்றல் வேறுபாடு $\gamma Hh/2\pi$. $H_x \cos \omega t$ என்னும் காந்தப்புலம் $\triangle M_F = \pm 1$ என்னும் தேர்வு விதிப்படி மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. போர் அதிர்வெண் நிபந்தனையை நிறைவு செய்வதற்கு $\frac{h\omega}{2\pi}$ என்பது $\frac{\gamma hH}{2\pi}$ என்னும் அளவுக்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். இது பழங்கொள்கைப்படியான $\omega = \gamma H$என்னும் முடிவுக்கு ஒத்ததாக இருக்கிறது.

குவாண்ட்டம் கொள்கையின்படி A என்னும் ஏதாவது ஓர் ஆற்றல் மட்டத்திலிருந்து B என்னும் வேறு ஏதாவது ஓர் ஆற்றல் மட்டத்திற்கு எலெக்ட்ரான் மாற்றம் ஏற்படுவதற்கான நிகழ்தகவு, B இலிருந்து Aக்கு மாற்றம் ஏற்படுவதற்கான நிகழ்வுக்குச் சமமானதாகவே இருக்கும். எனவே ஒரு நிகர ஆற்றல் உட்கவர்பு ஏற்பட வேண்டுமென்றால் குறைந்த ஆற்றல் மட்டங்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை உயர் ஆற்றல் மட்டங்களிலிருப்பதைவிட மிகுதியாக இருக்க வேண்டும். இதற்கு நேர் மாறான நிலை ஏற்பட்டு உயர் ஆற்றல் மட்டங்களில் மிகுதியான எண்ணிக்கையில் எலெக்ட்ரான்கள் இருந்து விடுமானால் ஒரு தூண்டப்பட்ட கதிர் உமிழ்வு தோன்றும். திண்ம நிலை மேசரின் செயல்பாட்டின் அடிப்படைத் தத்துவம் இதுவேயாகும். வெப்பச் சமநிலையில் தற்சுழற்சி-உரிமைப் படிக் கோவை ஓய்வு (spin-lattice relaxation) காரண

மாகப் பழங்கொள்கை மாக்ஸ்வெல்-போல்ட்ஸ்மான் புள்ளியியலின்படிக் குறைந்த ஆற்றல் மட்டங்களில் மிகுஎண்ணிக்கையில் எலெக்ட்ரான்கள் கூடிவிடும். H_x மதிப்பு, போதுமான அளவிற்கு உயர்ந்துவிடும்போது, ஆற்றல் மட்டங்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை வெப்பச் சமநிலை அளவிலிருந்து மாறு பட்டு விடும்.

H_x-ஆல் இணைக்கப்பட்ட ஆற்றல் மட்டங்களி லுள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்கு இடையிலான வேறுபாடு குறைகிறது. இது தெவிட்டல் எனக் கூறப்படும் நிகழ்வு ஆகும். H_x மிகும் போது χ' χ'' ஆகியவை குறைவதே இதற்குக் காரணம். A, B ஆகியவற்றைத் தவிர வேறு ஆற்றல் மட்ட இணை களின் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கைகளுக்கு இடை யிலான வேறுபாடு மிகுதியாகலாம் அல்லது மூன்று மட்ட மேசர்களில் நிகழ்வதைப் போல மிகுதியான எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட ஆற்றல் மட்டத்தில் எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை குறைந்து, குறைந்த எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட ஆற்றல் மட்டத்தில் எண்ணிக்கை மிகுதியாகவும் செய்யலாம். இதற்கு எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை, தலைகீழாதல்(population inversion) என்று பெயர். தெவிட்டலை உண்டாக்கத் தேவையான திசை மாறு புலத்தின் செறிவு உட்கவர்பு வரியின் அகலத்தையும், தற்சுழற்சி உரிமைப் படிக் கோவை ஓய்வு நேரத்தையும் சார்ந்துள்ளது. வரிகள் அகலமாயிருந்தாலோ, ஓய்வு, நேரம் குறைவாக இருந்தாலோ H_x இன் மதிப்பு மிகுதியாக இருக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படும்.

காட்சிப் பதிவு. காந்தப் பொருள் அடங்கிய ஒரு மின் சுற்றில் காந்த ஆற்றல் உட்கவரப்படும் அளவைக் கண்டுபிடிப்பதன் மூலமோ சுற்றின் மின் தூண்டலில் ஏற்படும் மாற்றம் அல்லது ஒத்ததிர்வு அதிர் வெண்ணை அளவிடுவதன் மூலமோ ஆய்வு முறையில் காந்த ஒத்ததிர்வைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். இவ்விரு முறைகளும் முறையே $\chi''(\omega)$, $\chi'(\omega)$ ஆகியவற்றை அளவிடுகின்றன. ω ஐ மாற்றுவதன் மூலம் $\omega=\gamma H$ என்னும் ஒத்ததிர்வு நிபந்தனையை நிறைவு செய்ய முடியும். பல வேளைகளில் H ஐ மாற்றியும் இது செய்யப்படுகிறது. சில ஆய்வுகளில் குறுகிய நேரத்திற் குத் திசைமாறு புலங்களைச் செலுத்தி M ஐ Hஇன் திசையிலிருந்து திருப்பி விட்டுப் பிறகு தோன்றும் M இன் தன்னிச்சையான அச்சுச் சுழற்சியின் காரண மாகத் தூண்டப்படுகிற மின்னழுத்தங்கள் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. குறிப்பாக ஓய்வு நேரங்களை ஆராய்வதில்இந்த முனை மிகவும் பயன் தரக்கூடியது.

அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு (nuclear magnetic resonance) பல அணுக்களின் அணுக்கருக்கள் கோண உந்தமும் (தற்சுழற்சியும்) பூஜ்யமாகாத காந்தத் திருப்புத்திறன்களும் பெற்றுள்ளன. கோண உந்தத்தை அணுக்கருத் துகள்களின் முழு எண் அல்லது அரை எண் மதிப்புள்ள ஒரு கோண உந்தக் குவாண்டம் எண்ணால் (I) குறிப்பிடலாம். இரட்டைப் படை எண்ணிக்கையில் நியூட்ரான்களையும் புரோட்டான் களையும் கொண்டுள்ள நிலையான அணுக்கருக் களுக்குத் தற்சுழற்சியும், காந்தத் திருப்புத் திறனும் பூஜ்யத்திற்குச் சமம் என்று தெரிய வருகிறது. எனவே அவற்றில் காந்த ஒத்ததிர்வைக் காண முடியாது.

மின் கடவாப் பொருள்கள், உலோகங்கள், பாரா காந்த உப்புகள், எதிர் அயக்காந்தப் பொருள்கள், மற்ற திண்மங்கள், நீர்மங்கள், வளிமங்கள் ஆகியவற் றில் அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு காணப்பட்டுள்ளது. பல வேளைகளில் அணுக்கருக்காந்த ஒத்ததிர்வைக் கண்டு பிடிக்க வேண்டிய மாதிரிப் பொருள் ஒரு மின் காந்தத்தின் முனைகளுக்கு நடுவில் வைக்கப்படுகிறது. அந்த மின் காந்தத்தில் முதன்மைக் கம்பிச் சுருளுடன் கூடுதலாக ஒரு துணைச் சுருளும் அமைந்திருக்கும். ஓர் அலையியற்றியுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு கம்பிச் சுருள் மாதிரிப் பொருளைச் சுற்றி வைக்கப்பட்டி ருக்கும். நேரடி இணைப்பு ஏற்படாமல் தடுப்பதற்காக அலையியற்றிச் சுருள், துணைச் சுருள் ஆகிய இரண்டுக்குமே செங்குத்தாக ஒரு சுருளும் மாதிரிப் பொருளைச் சுற்றி வைக்கப்பட்டுள்ளது.

அலையியற்றியின் அதிர்வெண் மாறிலியாக வைக்கப்படும். துணைச் சுருளின் உதவியால் காந்தப் புல வலிமை தொடர்ச்சியாக மாற்றப்படுகிறது. மாதிரிப் பொருளின் ஓர் ஒத்ததிர் அதிர்வெண் எட்டப்படும்போது இரண்டாம் சுருளில் ஒரு குறிப்புத் தூண்டப்படும். அக்குறிப்பு துலக்கப்பட்டுப் பெரி தாக்கப்படுகிறது. 10,000 காஸ் வலிமையுள்ள ஒரு புலத்தில் தோன்றுகிறமாதிரித்தனமான ஒத்ததிர்அதிர் வெண்கள் 1-45 மெகாஹெர்ட்ஸ் என்னும் ரேடியோ அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் அமைகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக H^1 அணுக்கரு இத்தகைய காந்தப் புலத்தில் 42.6 மெகா ஹெர்ட்ஸ் என்னும் ஒத்ததிர் அதிர் வெண்ணைக் கொண்டுள்ளது. C^{13} அணுக்கருக்கள் மிகவும் வலிகுறைந்த குறிப்புகளை உண்டாக்கு கின்றன. இயற்கையாகக் கிடைக்கும் கரிப்பொருள் களில் இந்த ஐசோடோப் 1.1% அளவிலேயே இருப் பதால் இயற்கையான கரிப்பொருள்களில் இக்குறிப்பு மேலும் வலிமை குறைந்ததாகிவிடுகிறது.

நான்முனைத் திருப்புத் திறன்களைக் கொண்ட அணுக்கருக்கள். ஓர் அணுக்கருவின் தற் சுழற்சி ஒன்றுக்குச் சமமாகவோ, ஒன்றைவிடப் பெரியதாக வோஇருந்தால் பொதுவாக அதன்மின் நான்முனைத் திருப்புத்திறன் பூஜ்யமாகாது. அனைத்து அணுக்கருக் களுக்குமே மின் இருமுனைத் திருப்புத் திறன்கள் பூஜ்யமாக இருப்பனவாகக்கருதத் தேவையான சான்றுகள் உள்ளன. அணுக்கருவுக்கும் பிற மின்னூட் டத்திலிருந்து வரும் V (x,y,z) என்னும் மின்னழுத்தங் களுக்கும் இடையில் உண்டாகும் மின் இடைவினை

அணுக்கருவின் தற்சுழற்சியால் குறிப்பிடப்படுகிற அணுக்கருத் திசைப்பாடு, $\partial^2V/\partial x^2, \partial^2V/\partial x\partial y$ என்பன போன்ற மின்னழுத்தத்தின் இடம் சார்ந்த இரண்டாம் நிலை வகைக்கெழுக்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. கோள வடிவ, நான்முக வடிவ அல்லது கன சதுரச் சமச்சீர்மையுள்ள மின்னழுத்தங்களுக்கு, இடைவினை ஆற்றல் திசைப்பாட்டைப் பொறுத்திருப் பதில்லை. அதைப் புறக்கணித்துவிடலாம். மின் நான் முனை இடைவினை சுழியாக இல்லாமல், ஆனால் நிலைக்காந்த இடைவினையைவிட மிகவும் வலிமை குறைந்ததாக இருக்கும்போது $\omega=\gamma H$ என்னும் ஒத்ததிர்வு நிபந்தனை மாறிவிடுகிறது. ஒத்ததிர்வு வரி 2 I ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிளவுபட்டு விடுகிறது. அவை γH ஐ மையமாகக் கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு அணுக்கருத் தற்சுழற்சியைக் கண்டுபிடிக்க ஓர் எளிய முறை கிட்டுகிறது.

H என்னும் நிலைப்புலத்தை விலக்கி விட்டு அணுக்கருவின் பல்வேறு குவாண்ட்டமாக்கப்பட்ட திசைப்பாடுகளுக்கு இடையிலிருந்து அதன் மின்னழுத் தத்தைப் பொறுத்த மாறுதிசைப்பாட்டை மட்டுமே பதிவு செய்யும்போது தூய நான்முனை ஒத்ததிர்வு என்னும் பெயர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பழங்கொள் கைப்படி கோள வடிவற்ற அணுக்கரு மின் அச்சுச் சுழற்சியை உண்டாக்குகிற ஒரு சுழற்று விசையைக் கொண்டுள்ளது.

பயன். அணுக்கருக் காந்தத் திருப்புத்திறன்கள், மின் நான்முனைத் திருப்புத்திறன்கள், தற்சுழற்சிகள் ஆகியவற்றை அளவிட அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு விரிவான அளவில் பயன்படுகிறது. பல வேளைகளில் ஒத்ததிர்வு வரிகள் மிகவும் கூர்மையானவையாக இருக்கும். ஆகவே காந்தப் புலங்களை மிகு நுட்பத் துடன் அளவிடுவதில் அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு பெரும் பான்மையாகப் பயன்படுகிறது.

அடுத்து அமைந்துள்ள அணுக்களின் காரணமாக ஓர் அணுவின், பொதுவாக ஒரு புரோட்டானின் ஒத்ததிர் அதிர்வெண்ணில் ஒரு மிகச்சிறிய இடமாற் றம் ஏற்படும். இந்த உண்மையின் அடிப்படையில் அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு மூலக்கூறின் கட்டமைப் பைக் கண்டுபிடிப்பதில் விரிவாகப் பயன்படுகிறது. அந்த இட மாற்றத்தின் எண்மதிப்பு, சுற்றுச் சூழலின் தன்மையை அல்லது வகையைப் பொறுத்துள்ளமை யால் அது வேதி இடமாற்றம் (chemical shift) எனப் படுகிறது. அணுக்கரு மாற்றங்களுக்கு நீண்ட நேரம் ஆவதால் விரைவான வினைகளில் ஈடுபடும் பொருள் களின் அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு நிறமாலை மாறுபட்டிருக்கும். இதனால் அயனியாதல் அல்லது உள்ளிட மூலக்கூற்றுச் சுழற்சி போன்ற வினைகளில் வேகத்தைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது.

எலெக்ட்ரான்-அணுக்கரு இரட்டைஒத்ததிர்வு (electron - nuclear double resonance). இம்முறையில் அண்மையிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானின் காந்த ஒத்த திர்வைப் பதிவு செய்வதன் மூலம் ஓர் அணுக்கருவின் காந்த ஒத்ததிர்வு துலக்கப்படுகிறது. அணுக்கரு, எலெக்ட்ரான் ஆகியவற்றின் காந்தத் திருப்புத் திறன் களுக்கு இடையில் காந்த இணைப்புத் தோன்றுவதன் காரணமாக, அணுக்கருக்கள் ஒத்ததிர்வு நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படும்போது எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர் வில் ஒரு பின்னோக்கிய விளைவு ஏற்படுகிறது. ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டிய மாதிரிப் பொருள் வழக்கமான ஓர் எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வுக் கருவிக்குள் வைக்கப் படுகிறது. கூடுதலாக ஓர் அலையியற்றி ஒரு சுருளில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி மாதிரிப் பொருளின் மேல் திசைமாறு காந்தப் புலங்களை உண்டாக்க வைக்கிறது. அந்தக் காந்தப் புலங்களின் அதிர்வெண் அணுக்கரு மாற்றங்களை உண்டாக்கத் தகுந்த நெடுக்கத்தில் இருக்கும். மாதிரி ஆய்வுகளில் நிலைக் காந்தப்புலம் எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வை உண் டாக்கும் வகையில் சீராக்கப்படும். நிலைக் காந்தப் புலமும், எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வுக் கருவியின் அதிர் வெண்ணும் மாறிலியாக வைக்கப்பட்டு அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு அலையியற்றியின் அதிர்வெண் மாற்றப் படும். அதன் மதிப்பு எலெக்ட்ரானுடன் இணைப்புப் பெற்ற ஏதாவது ஓர் அணுக்கருவின் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாகும்போது, எலெக்ட்ரான் உட்கவர்பில் மாற்றம் தோன்றும்.

எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வு, அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு ஆகியவை எலெக்ட்ரான், அணுக்கரு ஆகியவை இணைந்த ஒரு கூட்டு அமைப்பின் ஆற்றல் மட்டங்க ளுக்கிடையிலான மாற்றங்களைக் குறிப்பிடுகின்றன. ஒவ்வோர் ஒத்ததிர்வும் ஏதாவது இரண்டு ஆற்றல் மட்டங்களுக்கு இடையிலானது ஆகும். எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வின் வலிமை அதன் இரு ஆற்றல் மட்டங் களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைகளுக்கு இடையிலான வேறுபாட்டைப் பொறுத்தது. இவ்வாறு அவ்விரு ஆற்றல் மட்டங்களில் ஏதாவது ஒன்று அணுக்கரு ஒத்ததிர்விலும் பங்கு கொள்ளுமா னால், அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு அந்தப் பொது ஆற்றல் மட்டத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை மாற்றி விடுவதன் மூலம் எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வில் மாற்றத்தை உண்டாக்கும்.

ஓர் எலெக்ட்ரான் ஒத்ததிர்வில் உட்கவரப்படும் தனித்தனிக் குவாண்ட்டங்கள், அணுக்கரு ஒத்த திர்வில் உட்கவரப்படும் குவாண்ட்டங்களைவிட மிக வும் அதிகமான ஆற்றல் கொண்டவை. எனவே அணுக் கரு ஒத்ததிர்வை நேரடியாகப் பதிவு செய்து கண்டு பிடிக்கத் தேவையான அணுக்கருக்களைவிடக் குறைவான எண்ணிக்கையில் அணுக் கருக்களைப் பயன்படுத்தி இரட்டை ஒத்ததிர்வின் மூலம் ஒத்ததிர்வு ஆற்றல் உட்கவர்பைத் துலக்க முடிகிறது. இம் முறைக்கு எலெக்ட்ரான், அணுக்கரு ஆகிய இரண்டின் ஒத்ததிர்வும் தேவைப்படுவதால் இரண்டு ஒத்ததிர்வு

களையும் கொண்ட அமைப்புகளுக்குத்தான் இம் முறையைப் பயன்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக பகுதிக் கடத்திகளில் உள்ள மாசு அணுக்களுடன் தொடர்புள்ள அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு, கார ஹாலைடுகளிலுள்ள F மையங்களுடன் தொடர்புள்ள அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு ஆகியவற்றை ஆராயவும், அரும் தனிமங்களின் அணுக்கருத் திருப்புத் திறன்களை அளவிடவும் இம்முறை பயன்படுகிறது. புள்ளிக் குறை பாடுகளின் (point imperfections) எலெக்ட்ரான் கட்டமைப்புகளைக் கண்டுபிடிக்கவும், அணுக்கருக் காந்தத் திருப்புத் திறன்கள், மிகு நுண்வரி முரண்பாடுகள் (hyperfine anomalies) ஆகியவற்றை அளவிடவும் இம்முறை உதவியுள்ளது.

பாரா காந்த ஒத்ததிர்வு. பாரா காந்தப் பொருள்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களிலிருந்து அல்லது டயா காந்தப் பொருள்களில் உள்ள பாரா காந்த மையங்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களிலிருந்து உண்டாகிற காந்த ஒத்ததிர்வு, பாரா காந்த ஒத்ததிர்வு எனப்படுகிறது. பல ஆயிரம் காஸ் மதிப்புள்ள புலங்களைச் செலுத்தி 3 செ மீ. அல்லது ஒரு செ.மீ. அலை நீளமுள்ள மைக்ரோ அலை அதிர்வெண்களில் எலெக்ட்ரான் பாரா காந்த ஒத்ததிர்வு ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன. சில ஆய்வுகளில் இதைவிடக் குறைவான வலிமையுற்ற காந்தப் புலங்களைச் செலுத்தும் அணுக்கரு ஒத்ததிர்வுக் கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. மிக உயர் உணர்நுட்பம் கொண்ட கருவியின் உதவியால் ஒரு காஸ் அகலமுள்ள ஒரு வரிக்கு ஏறத்தாழ 10^{13} எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சிகளைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. பாரா காந்த ஏற்புத் திறனைப் பயன்படுத்தி இவற்றைப் போன்ற ஒத்ததிர்வில்லாத முறைகளில் கிடைப்பதை விட இது மிகவும் உயர்ந்த உணர்வு நுட்பம் ஆகும்.

இரும்புக் குழுவைச் சேர்ந்த உலோகங்கள், அருமண்கள், பிற இடைநிலைத் தனிமங்கள், பாரா காந்த வளிமங்கள், கரிமத் தனி உறுப்புகள், படிகங்களில் உள்ள F,V மையங்களைப் போன்ற நிறமையங்கள், உலோகங்கள், பகுதிக்கடத்திகள் ஆகியவற்றில் ஒத்ததிர்வுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு பாரா காந்த அயனிகள் அல்லது மூலக்கூறுகள் ஒன்றையொன்று நெருங்கி வரும்போது பரிமாற்று இடைவினை மூலமாக அவற்றின் தற்சுழற்சிகள் இணைப்புப் பெற்றுவிடுகின்றன. அணுக்களுக்குள்ளும் வேதி இணைப்புகளிலும் அயக்காந்தங்களிலும் வழக்கமான பரிமாற்று இடைவினைகளை விட மிகவும் வலிமை குறைந்த இணைப்புகள் மேம்பட்ட விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

அயக்காந்த ஒத்ததிர்வு (ferromagnetic resonance). அணுக்கரு ஒத்ததிர்வு, பாரா காந்த ஒத்ததிர்வு ஆகிய இரண்டிலுமே அடுத்து அமைந்துள்ள அணுக்களின் தற்சுழற்சிகள் ஒன்றைப் பொறுத்து ஒன்று சம வாய்ப்புள்ள திசைப்பாடுகளுடன் அமைந்துள்ளன. இதற்கு எதிரிடையாக ஓர் அயக் காந்தத்தின் ஒரு மண்டலத்தில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் தற்சுழற்சிகள் அனைத்துமே, கியூரி வெப்பநிலைக்கு மிகவும் கீழான வெப்பநிலைகளில் ஏறத்தாழ ஒன்றுக்கொன்று இணையாக உள்ளன. அடுத்தடுத்த அணுக்களின் தற்சுழற்சிகளுக்கு இடையிலான பரிமாற்று இணைப்பின் பதங்களிலோ, வீஸ் மூலக்கூறு காந்தப் புலத்தின் (H_ω) பதங்களிலோ இந்த ஒரு திசைப் பாட்டை விவரிக்கலாம்.

மாதிரிப் பொருள் முழுவதிலும் காந்தமாக்கல் சீராக இருக்கும் ஒரு நிகழ்வை எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஓய்வு விளைவுகளைப் புறக்கணித்துவிட்டால் இயக்கச் சமன்பாடு 2 ஆம் சமன்பாட்டால் தரப்படும். ஆனால் H க்கு, ஒரு பயனுறு புலம் பதிலீடு செய்யப்படும். அது செலுத்தப்பட்ட நிலை மற்றும் திசைமாறு புலங்களையும், எலெக்ட்ரான் காந்த இருமுனைப் புலங்களிலிருந்த காந்த நீக்கத் திருத்தங்களையும் படிகத் திசையொவ்வாப் பண்பின் விளைவுகளையும் உள்ளடக்கி இருக்கும். வீஸ் மூலக்கூற்றுப் புலம் எப்போதும் M க்கு இணையாக இருக்கும். எனவே மாதிரிப் பொருள் முழுதிலும் காந்தமாக்கல் சீராக இருக்கும் வரையில் H_ω சுழற்று விசையைச் செலுத்தவோ, வேறு எந்தப் பங்கின் பணியில் ஈடுபடவோ செய்யாது. தற்சுழற்சிகளின் சார்பு திசைப் பாடு மாறாத வரை அவற்றுக்கிடையிலான ஆற்றல் பரிமாற்றமும் மாறாது.

ஏறத்தாழ எளிதான காந்தமாக்கல் திசையில் அமைந்துள்ள வரையில் படிகத் திசையொவ்வாப் பண்பு அந்தத் திசையில் H_A என்னும் காந்தப்புலத்திற்குச் சமமான விளைவை உண்டாக்கும். காந்த நீக்க விளைவுகளின் காரணமாக ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் மாதிரிப் பொருளின் வடிவமைப்பைப் பொறுத்து அமைகிறது. செலுத்தப்படும் புலத்திற்குச் செங்குத்தான ஒரு வரம்பற்ற தளத்திற்கு ஒத்ததிர்வு கோண அதிர்வெண் $\omega = \gamma \sqrt{BH}$. ஒரு கோளத்திற்கு $\omega = \gamma H$.

அயக்காந்த ஒத்ததிர்வுக்கும் பாரா காந்த ஒத்ததிர்வுக்கும் இடையிலான முதன்மையான வேறுபாடுகள் பெரிய அளவிலான காந்த நீக்கப் புலங்களும் பரிமாற்றுப் புலங்களுமே ஆகும். காந்த நீக்கப் புலத்திற்கு $-N_xM_x, -N_yM_y, -N_zM_z$ என்னும் ஆக்கக் கூறுகள் உள்ளன. இதில் N_x, N_y, N_z ஆகியவை காந்த நீக்கக் குணகங்கள் ஆகும். இவ்வாறு நிலைப் புலமும் அச்சுத்திசையில் அமைந்திருப்பதாகக் கொள்ளலாம். திசைமாறு புலத்தைச் செலுத்தினால் M,Z திசையிலிருந்து விலகிச் சாயும். இதனால் Z புலத்தின் பயனுறு மதிப்பு மாறும். இம் மாற்றம் தற்சுழற்சிகளை ஒத்ததிர்வுக்கு நெருக்கமாக வரும்படிச் செய்யுமானால் M மேலும் சாயலாம். மிகவும்

உயர் திசை மாறு புலங்களுக்கு இத்தகைய ஒரு நேர் போக்கற்ற விளைவு நிலையற்றதாக இருக்கக்கூடும். இந்நிலையற்ற தன்மை சூல் (suhl) அயக் காந்தப் பெருக்கியில் பயன்படுத்தப்பட்டது.

எதிர் அயக்காந்த ஒத்ததிர்வு. (anti ferro magnetic resonance). ஓர் எதிர் அயக் காந்தப் பொருளில் உள்ள தற்சுழற்சிகளின் இரண்டு துணை உரிமைப் படிக்கோவைகள் (sub lattices) பரிமாற்று விசைகளால் இறுகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. படிகத்தில் உள்ள காந்தமாக்கலின் இயல்பான திசையிலிருந்து விலக்கி M_1, M_2 என்னும் இரண்டு காந்தமாக்கல்களையும் சாய்த்தால் ஆற்றல்களில் ஏற்படும் ஒரே ஒரு மாற்றம், திசையொவ்வாப் பண்புப் புலங்கள் காரணமாக ஏற்படுகிறது. ஆயினும் இரு துணை உரிமைப்படிக் கோவைகளிலும் திசையொவ்வாப் பண்புப் புலங்கள் எதிர் எதிரான திசைகளில் இருப்பதால் M_1, M_2 ஆகிய காந்தமாக்கல்கள் எதிர் எதிரான திசைகளில் அச்சுச் சுழற்சிச் செய்ய முனைகின்றன. இதனால் பரிமாற்று ஆற்றலில் மாற்றம் தோன்றுகிறது. படிகத்திலுள்ள காந்தமாக்கலின் இயல்பான திசையிலேயே வெளியிலிருந்து ஒரு புலத்தைச் செலுத்தினால் அது ஒரு திசையொவ்வாப்பண்பின் புலத்திற்கு உதவுகிறவகையிலும், பிற புலத்தை எதிர்க்கிற வகையிலும் செயல்படுகிறது. ஒரு கோளத்திற்கான ஒத்ததிர்வு கோண அதிர்வெண் $\omega = \gamma (H \pm \sqrt{H_A (H_A + 2H_E)})$. இதில் H என்பது செலுத்தப்பட்ட புலம். H_A என்பது சமமான திசையொவ்வாப் பண்புப் புலம். H_E என்பது சமமான பரிமாற்றுப் புலம், +, — குறிகள் சுழலும் காந்தப் புலங்கள் எதிர் எதிர்த் திசைகளில் அமைந்துள்ளமையைக் குறிக்கின்றன. அந்தப் புலங்களைப் பயன்படுத்தி ஒத்ததிர்வைக் கண்டுபிடிக்கலாம். $H_E = 10^6$ ஓர்ஸ்டட், $H = 10^4$ ஓர்ஸ்டட், $H_A = 10^4$ ஓர்ஸ்டட் எனில் அவற்றுக்கு நேரான அதிர்வெண் 3×10^{11} ஹெர்ட்ஸ்.

ஃபெர்ரி காந்த ஒத்ததிர்வு. ஃபெர்ரைட்டுகளில் உள்ள காந்த ஒத்ததிர்வு ஃபெர்ரி காந்த ஒத்ததிர்வு (ferrimagnetic resonance) எனப்படும். ஃபெர்ரைட்டுகள் என்பவை எதிர் அயக்காந்தங்களின் இயல்பான பொதுவாக்கம் ஆகும். அவற்றில் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட துணை உரிமைப் படிக்கோவைகள் இருக்கலாம். துணை உரிமைப் படிகளின் காந்தமாக்கல்கள் வெவ்வேறு அளவுகளில் இருக்கக்கூடும். திசையொவ்வாப் பண்புப் புலங்கள், பரிமாற்றுப் புலங்கள், செலுத்தப்பட்ட புலங்கள் ஆகியவையே அடிப்படையான இணைப்புப் பதங்கள். இரு துணை உரிமைப் படிக்கோவைகள் உள்ள பொருளுக்கு ஒத்ததிர்வு கோண அதிர்வெண் ω எனில்,

$$\omega = \gamma \left[H - \frac{\eta H_E}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\eta H_E}{2}\right)^2 + H_E H_A (2-\eta) + H_A^2} \right]$$

இங்கு η என்பது இரண்டு காந்தமாக்கல் திசையன்களின் சார்புப் பரிமாணங்களை அளவிடும் அளவுகள். அவற்றில் சிறிய காந்தமாக்கல் M_1 எனில்

$$M_1 = (1-\eta) M_2$$

காந்தமாக்கல் செறிவு நிலையில் இருப்பதாயும் துணை உரிமைப் படிக்கோவைகள் இரண்டும் ஒரே மதிப்புள்ளவை எனவும் இச்சமன்பாடு மூலம் ஊகிக்கப்படுகிறது.

-கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. B. D. Cullity, Introduction to Magnetic Materials, Addison-wesley Publishing Company, California, 1972.

காந்த ஒலியியல் விளைவு

நீர்ம ஹீலியத்தின் வெப்பநிலைக்குக் குளிரவைக்கப்பட்ட தூய உலோகங்களில், கேளா ஒலி அதிர்வெண் நலிவுக்குக் (ultrasonic attenuation) கடத்தல் எலெக்ட்ரான்கள் (conduction electrons) பெரும் காரணமாக அமைகின்றன. ஒரு காந்தப் புலத்தை உலோகத்தின் மேல் செலுத்தும்போது, இந்த அதிர்வெண் நலிவில் ஏற்படும் மாற்றத்துக்குக் காந்த ஒலியியல் விளைவு (magneto acoustic effect) என்று பெயர். அண்மையில் இந்த ஆய்வு முறைகளின் உதவியால் உலோகங்களிலுள்ள கடத்தல் எலெக்ட்ரான்களில் பண்புகளைப் பற்றிப் பற்பல தகவல்கள் தெரிய வந்துள்ளன.

ஓர் உலோகத்தின் வழியாகப் பரவும் கேளா ஒலி அலை, அதிலுள்ள அதிர்வு செய்யும் எலெக்ட்ரான்களின் சுற்று வட்டாரத்தில் அதிர்வு செய்யும் மின் புலத்தை உண்டாக்குகிறது. இந்த மின்புலத்தை விரைந்து மறையச் செய்வதற்காகக் கடத்தல் எலெக்ட்ரான்கள் விரைவாக இயங்குகின்றன. அப்போது அவை கேளா ஒலி அலையிலிருந்து ஆற்றலை உட்கவருகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் தமக்குள் மோதிக்கொள்வதன் மூலம் இந்த ஆற்றல் உலோக அணிக்கோவையில் (lattice) உள்ள அணுக்களுக்கு வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. அப்போது அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் வெப்ப அதிர்வு செய்யத் தொடங்குகின்றன.

எலெக்ட்ரான்களின் மோதலிடைத் தொலைவு (mean free path) சிறும ஒலி அலையின் நீளத்தைவிட மிகுதியாக இருக்கும் நிலையில் எலெக்ட்ரான்களின் அதிர்வு நலிவு முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. நீர்ம ஹீலிய வெப்பநிலைகளிலுள்ள, 99.999 % அளவில் தூய்மையான உலோகங்களில் 10 மெகாஹெர்ட்ஸுக்கு மேற்பட்ட அதிர்வெண்ணுள்ள கேளா ஒலி

அலைகளைச் செலுத்தும்போது இக்கோட்பாடு எளிதாக நிறைவு செய்யப்பட்டு விடுகிறது.

மோதலிடைத் தொலைவு கேளா ஒலி அலை நீளத்தைவிட மிகவும் பெரிதாக இருக்கும்போது, கேளா ஒலி அலையின் திசைக்குச் செங்குத்தாக நகரும் எலெக்ட்ரான்கள் மட்டுமே ஆற்றலை நன்கு உட்கவர்கின்றன. ஒலி அலையைவிட எலெக்ட்ரான்கள் மிகப்பெரும் வேகத்துடன் இயங்குவதே இதற்குக்காரணம். உலோகங்களில் ஃபெர்மி திசை வேகத்துடன் (fermi velocity) இயங்கும் எலெக்ட்ரான்களே ஆற்றல் கடத்தல் செயல்முறைகளில் பங்கு கொள்கின்றன. ஃபெர்மி திசை வேகம் ஒலியின் திசை வேகத்தைப் போல நூற்றுக்கணக்கான மடங்கு மிகுதியானது. எலெக்ட்ரான்களின் இயக்கத்துடன் ஒப்பிடுகையில் ஒலி அலைகள் உலோகத்திற்குள் அசைவற்று இருப்பதாகவே கொள்ளலாம். ஓர் எலெக்ட்ரான், ஒலி அலையின் திசையில் நகரும்போது அது அலைவு செய்யும் மின்புலத்தை உணருகிறது. ஆனால் அலைவு மின் புலம் அதன்மேல் கூடுதலாகச் செயல் (work) எதையும் செய்வதில்லை. ஆனாலும் எலெக்ட்ரான் ஒலி அலைக்குச் செங்குத்தாக அலையின் முகட்டின் (crest) வழியாக நகருமானால் அது ஒரு மாறாத மின் புலமுள்ள பகுதியில் இயங்கும். அப்போது அதன்மேல் ஒரு கூடுதல் அளவுள்ள செயல் செய்யப்படும். முக்கியமாக ஒலி அலையின் திசைக்குச் செங்குத்தாக இயங்கும் கடத்தல் எலெக்ட்ரான்களால் மட்டும் நலிவு ஏற்படுத்தப் படுவதற்கு இதுவே காரணம்.

உலோகத்தின்மேல் ஒரு காந்தப் புலம் செலுத்தப் படும்போது சூழ்நிலை முழுமையாக மாறிவிடும். இயக்கத் திசை இடைவிடாமல் மாறிக்கொண்டிருக்கும் வகையில் எலெக்ட்ரான்கள் ஓடுபாதைகளில் வலிந்து செலுத்தப்படுகின்றன. ஓடு பாதைகளில் ஒலி அலை முகப்புக்கு இணையாக உள்ள பகுதிகளில் எலெக்ட்ரான்கள் நகரும்போது ஒலிப் புலத்திலிருந்து ஆற்றலை உட்கவருகின்றன. ஓடுபாதைகளின் பிற பகுதிகளில் எலெக்ட்ரான்களுக்கும் ஒலிப் புலத்திற்குமிடையில் ஆற்றல் பரிமாற்றம் எதுவும் நிகழ்வதில்லை. கூடுதல் விளைவாக ஒரு காந்தப் புலம் சார்ந்த நலிவு ஏற்படுகிறது. உலோகத்தின் தன்மையையும், ஆய்வு வடிவமைப்பையும் பொறுத்து இந்த நலிவு ஒற்றைச் சுருதியுள்ளதாகவோ (monotonic), அலைவு செய்வதாகவோ, ஒத்ததிர்வுத் (resonant) தன்மை கொண்டதாகவோ இருக்கலாம்.

ஒலி அலையின் திசைக்குச் செங்குத்தாகக் காந்தப் புலம் இருக்குமாறு அமைப்பதே பொதுவான ஆய்வு முறையாக உள்ளது. பொட்டாசியம் போன்ற உலோகங்களில் ஃபெர்மி பரப்பு (Fermi surface) கோள வடிவானது. அதாவது அதிலுள்ள பிணைவுறாத எலெக்ட்ரான்கள் வட்டமான ஓடு பாதைகளில் ஓடுகின்றன. அத்தகைய உலோகங்களில் எலெக்ட்ரான் ஓடுபாதைகளைக் காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தான தளங்களில் வீழ்த்திப் (project) பார்த்தால் அவை வட்டமாக இருக்கும். அந்த வட்டங்களின் ஆரம் $R = p/eB$ என இருக்கும். இதில் p என்பது எலெக்ட்ரான் உந்தத்தின் காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தான ஆக்கக்கூறு; e என்பது எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டம் (charge); B என்பது காந்தப் பாயம் (flux); l என்பது எலெக்ட்ரான் மோதலிடைத் தொலைவு.

காந்தப் புல வலிமை மாற்றப்படும்போது எலெக்ட்ரான் ஓடு பாதையின் விட்டம் $n\lambda$ -க்குச் சமமாக இருக்குமானால், எலெக்ட்ரான் ஒலிப்புலத்திலிருந்து ஒருபடித்தாக (coherent) ஆற்றலை உட்கவரும். இதில் λ என்பது ஒலி அலையின் அலை நீளம்; n என்பது ஏதாவது ஒரு முழு எண் (integer); ஓடுபாதை விட்டம் காந்தப்புலச் செறிவுக்குத் (B) தலைகீழ் விகிதத்திலிருக்கும்.

ஒலியின் அளவைக் காந்தப் புலச்செறிவின் தலைகீழ் மதிப்புடன் ஒப்பிட்டு ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் ஒரு சீரான அலைவடிவம் கிடைக்கும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவு நேரத்துடன் நலிவு ஏறி இறங்குகிறது. நலிவின் அத்தகைய ஏற்ற இறக்கங்களைப் பிற காந்த ஒலியியல் விளைவுகளிலிருந்து வேறுபடுத்திக் குறிப்பிடுவதற்காக அவற்றை வடிவியல் அலைவுகள் (geometric oscillations) என்று கூறுவர். λ, e, B ஆகியவற்றின் மதிப்புத் தெரியுமானால் இத்தகைய அதிர்வுகளுக்குக் காரணமாகிற எலெக்ட்ரான்களுக்கு p மதிப்பைக் கணக்கிட்டு விடலாம். ஒலியின் அதிர்வெண் 50 மெகாஹெர்ட்ஸ் எனில் 0.01-0.1 டெஸ்லா வரை மதிப்புள்ள காந்தப் புலங்களுக்கு வடிவியல் அலைவுகள் உண்டாகும்.

கோள வடிவமுள்ள ஒரு ஃபெர்மி பரப்பின் ஆரம் r எனில் $p = r \sin \theta$, இதில் θ என்பது காந்தப் புலச் செறிவின் திசைக்கும் எலெக்ட்ரானின் திசை வேகத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணம். B ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்புள்ளதாயிருக்கும் போது ஓடு பாதைகளின் விட்டங்கள் சுழியிலிருந்து r ஐப் பொறுத்த ஒரு மதிப்பு வரை மாறும். அனைத்து ஓடு பாதைகளாலும் ஏற்படும் விளைவுகளைக் கூட்டினால் மொத்த நலிவின் மதிப்புக் கிடைக்கும். $90°$ க்கு நெருங்கியுள்ள θ மதிப்புகளுக்கான விளைவுகள் மேம்பட்டதாயிருக்கும். ஏனெனில் $90°$க்கு நெருங்கியுள்ள θ மதிப்புள்ள ஓடுபாதைகளின் எண்ணிக்கை பிற ஓடுபாதைகளின் எண்ணிக்கையை விட மிகுந்துள்ளது.

ஃபெர்மி பரப்புகள் கோள வடிவில்லாத உலோகங்களிலும் வடிவியல் அலைவுகள் காணப்பட்டுள்ளன. அத்தகைய உலோகங்களில் காந்தப் புலத்

தைச் செலுத்தும்போது எலெக்ட்ரான்களின் ஓடு பாதைகள் வட்டமாயிரா. அலைவுப் பரவல்களின் திசையில் ஓடுபாதைகளின் வெளிப்புற விட்டங்களைப் பொறுத்தே அலைவுகளின் அலைவு நேரங்கள் தீர் மானிக்கப்படுகின்றன. எனவே கேளா ஒலிப்பரவலும் காந்தப் புலமும் பல்வேறு திசைகளில் அமைந்திருக் கும்போது உள்ள அலைவு நேரங்களை அளந்து ஒரு பெர்மி பரப்பைக் கணக்கிட்டு விட முடியும்.

- சி. சுப்ரமணியன்

காந்த ஒளியியல்

ஒளியியல் நிகழ்வுகளில் காந்தப்புலத்தின் தாக்கத் தால் ஏற்படும் விளைவை விளக்கும் இயற்பியல் பிரிவு காந்த ஒளியியல் (magnetooptics) எனப்படும். ஒளி என்பது மின்காந்தக் கதிர்வீச்சேயாகும். ஒளிக்கும் காந்தப் புலத்திற்கும் இடையே இடைவினை (interac tion) நேரிடுவது போல் தோன்றுகிறது. ஆயினும் காந்த ஒளியியல் விளைவுகளை ஏற்படுத்தும் வினை கள் ஒளி மற்றும் காந்தப் புலத்தின் நேரிடையான இடை வினைகள் அல்ல. இவ்விளைவுகளில், காந்தப் புலத்தின் தாக்கத்தாலேயே பொருளானது ஒளியை உமிழவோ உட்கவரவோ செய்கிறது.

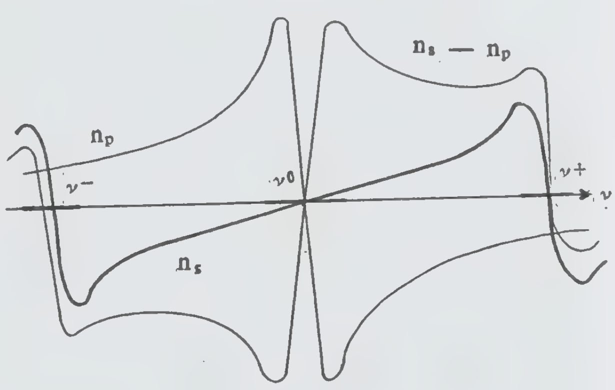
சீமென் விளைவு. ஓர் ஒளிமூலத்தை (light source) ஒரு காந்தப்புலத்தில் வைத்தால் அதன் நிற மாலை வரிகள் பிளவுபடுகின்றன. இது சீமென் விளைவு (Zeeman effect) எனப்படும். இந்த விளைவு நிறமாலைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம் இன்றியமையாத் தகவல்களைப் பெற முடிகிறது. ஒவ்வொரு நிறமாலை ஆற்றல் மட்டமும் ஒரு தனிச் சிறப்பான வகையில் பிளவுபடுகிறது. இப்பண்பின் மூலம் நிறமாலை ஆற்றல் மட்டங்களை அறிந்து கொள்ளலாம். மேலும் சீமென் விளைவின் உதவியால் எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டத்திற்கும், நிறைக்கும் உள்ள தகவையும், காந்தத் திருப்புத்திறனையும் கணக்கிட முடிகிறது. உட்கவர்ச்சி வரிகளில் ஏற்படும் சீமென் விளைவு தலைகீழ்ச் சீமென் விளைவு (inverse Zeeman effect) எனப்படும். வலிமை குறைந்த காந்தப் புலத்தால் தோன்றும் நிறமாலை வரிகள், சீமென் விளைவைவிட, ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கிக் காணப் படும். இவ்விளைவு பாஸ்சன்பேக் விளைவு எனப் படும். பெரும்பாலான காந்த ஒளியியல் நிகழ்வுகள் சீமென் விளைவை அடிப்படையாகக் கொண்டே விளக்கப்படுகின்றன. எனவே காந்த ஒளியியலின் அடிப்படை விளைவாகச் சீமென் விளைவு கருதப் படுகிறது.

ஃபாரடே விளைவு. ஒரு தளமுனைவாக்கம் (plane polarised) செய்யப்பட்ட ஒளியைக் காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஊடகங்கள் சுழற்றுவது ஃபாரடே விளைவு ஆகும்.

வாய்ஜ் விளைவு. திசையொவ்வாப் பண்பியலான (anisotropic) ஒரு பொருளைக் காந்தப்புலத்தில் வைப்பின், அப்பொருள் இரட்டை ஒளிவிலக்கத் தன்மையுடையதாக (birefringent) மாற்றமடைகிறது. மேலும் இதன் ஒளிப்பண்புகள் ஓரச்சுப் படிகத்தின் ஒளிப்பண்பையே ஒத்துள்ளன. காந்தப் புலத்திற்கு இணையாக ஆய்வுகள் செய்யும்போது, இரட்டை ஒளி விலகலின் முடிவே ஃபாரடே விளைவாகும். காந்த விசைக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாகச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள் மிகுந்த சிக்கலானவை. மேலும் இவ் விளைவின் தாக்கம் மிகக் குறைவானதால் இது 1898 ஆம் ஆண்டு வரை வெற்றிகரமாகச் செய்து முடிக்கப் படவில்லை. குறுக்குக் காந்த ஒளியியல் இரட்டை ஒளிவிலகல், வாய்ஜ் விளைவு (voigt effect) எனப் படுகிறது.

இயல்பான சீமென் விளைவையுடைய பொருள் களுக்கு வாய்ஜ் விளைவை எளிதாகக் கணக்கிடலாம். மிகுந்த சிக்கலான சீமென் விளைவையுடைய பொருள் களின் முடிவைக் கருதுகோளின்படி முன்னரே அறிந் திருந்தாலும், அளவுகளின் அடிப்படையில் சிக்க லானவையே.

வாய்ஜ் விளைவானது n_s மற்றும் n_p எண்களைப் (indeces) பொறுத்துக் காணப்படுகிறது. காந்தவிசைக் கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாக முனைவாக்கம் செய்யப் பட்ட ஒளியும் (n_s), காந்தவிசைக்கோடுகளுக்கு இணையாக முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட ஒளியும் (n_p) ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. காந்தப் புலத்தில் உட்கவர் வரிகளால் (absorption lines) சீமென் விளைவு தோன்றும்போது, n_pஇன் மதிப் பானது காந்தப்புலத்தைப்பொறுத்துப் மாறுவதில்லை. ஏனெனில் மையப்பகுதி $n_s = \frac{1}{2}(n^+ + n^-)$ என



இருக்கும்போது மாற்றமடைவதில்லை. வாய்ஜ் விளைவானது, $(n_s - n_p)$ ஐப் பொறுத்துள்ளது என்பதைப் படம் விளக்குகிறது.

இரட்டை ஒளிவிலகலைக் குறிக்கும் கோட்பாட்டு வாய்பாடு சற்றுச் சிக்கலானது. சீமென் மும்மையிலிருந்து (Zeeman triplet) அலைநீளத்தை நீக்கும்போது கிடைக்கும் கட்ட வேறுபாட்டைச் சமன்பாடு (1) மூலம் அறியலாம்.

$$\delta = \frac{2\pi x}{c}(n_p - n_s) = \frac{e^4 f x}{32\pi^2 c^2 n_o (\nu - \nu_o)^3} NH^2 \quad (1)$$

ν_o என்பது உட்கவர் வரி அதிர்வெண், ν என்பது செலுத்தும் ஒளியின் அதிர்வெண், e - எலெக்ட்ரான் மின்னூட்டம், x - பாதைநீளம், c- ஒளியின் திசை வேகம், n_o - காந்தப் புலமில்லாதபோது ஒளிவிலகல் எண், N-ஓர் அலகு பருமனில் உட்கவரப்படும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை, H - காந்தப்புல வலிமை, f- அலைவி வலிமை (oscillator strength).

மாறாக ஃபாரடே விளைவைத் தோற்றுவிக்கும் சூழ்நிலையில் முதல்நிலை விளைவின் காந்த இரட்டை ஒளிவிலகல்கள் நீக்கப்படுகின்றன. ஏனெனில் இரண்டு செங்குத்தான ஒத்த அமைவிடத்திலுள்ள சீமென் உறுப்புகளின் தொகுதி இணையான உறுப்புகளுக்குச் சமமாக உள்ளது. எனவே வாய்ஜ் விளைவானது மிகத் தெளிவான, சீரான உட்கவர் வரிகளிலேயே கண்டறியப்படுகிறது. அதாவது வளிமங்கள், சில படிகங்கள் போன்றவற்றில் அருமண் உப்புகளில் காணப்படுவது போன்ற உட்கவர் வரிகள் தோன்றுவதால் அவற்றில் வாய்ஜ் விளைவு கண்டறியப்படுகிறது. அருமண் உப்புகளில் மிகக்குறைவான வெப்ப நிலைகளில் நேர்கோட்டு வாய்ஜ் விளைவு ஏற்படுகிறது. கட்ட வேறுபாட்டிற்கான வாய்பாட்டிலுள்ள அலைவித் திறன் fஐக் கணக்கிட வாய்ஜ் விளைவு பெரிதும் பயன்படுகிறது.

காட்டன் - மௌட்டன் விளைவு. இவ்விளைவு குறுக்குக் காந்தப்புலத்தில் (transverse magnetic field) வைக்கப்பட்டுள்ள நீர்மத்தில் ஒளியால் ஏற்படும் இரட்டை ஒளிவிலகலை விளக்குகிறது. இவ்விளைவு மின் ஒளியியல் கெர் விளைவை ஒத்தது. மேலும் சிக்கலான மூலக்கூறு கட்டமைப்பையுடைய நீர்மங்களில் இவ்விளைவு ஏற்படுகிறது. மூலக்கூறானது காந்தத் திருப்புத்திறனைக் (magnetic moment) கொண்டிருப்பின் காந்தப்புலம் மூலக்கூற்றைத் திசைமுகப்படுத்த (orient) முயலும். ஆனால் வெப்ப இயக்கமானது (thermal motion) இச்செயலை எதிர்க்கும் வகையில் உள்ளது. இவ்வாறாக, திசை முகப் படித்தரமானது (degree of orientation) வெப்பநிலையைச் சார்ந்து காணப்படுகிறது. மூலக்கூறானது ஒளியியல் திசையொவ்வாப் பண்பை (optical anisotropic) உடையதாக இருப்பின் நீர்மமும் திசையொவ்வாப் பண்பைக் கொண்டிருக்கும். எனவே நீர்மத்தில் இரட்டை ஒளிவிலகல் தோன்றுகிறது. காண்க, கெர் விளைவு.

காட்டன்-மௌட்டன் விளைவானது நைட்ரோ பென்சீன், அரோமேட்டிக் கரிமத் நீர்மங்களில் பெருமளவு காணப்படுகிறது. அலிபாட்டிக் சேர்மங்களில் குறைந்த அளவே ஏற்படுகிறது. காட்டன்-மௌட்டன் விளைவின் கட்ட வேறுபாட்டைச் சமன்பாடு மூலம் அறியலாம்.

$$\delta = C_m x H^2 \quad (2)$$

x என்பது பாதைநீளம், C_m என்பது காட்டன்-மௌட்டன் மாறிலி. நைட்ரோ-பென்சீனுக்கு 16.3°C வெப்பநிலையில், 578 நானோ மீட்டர் அலை நீளத்தில் $C_m = 2.53 \times 10^{-9}$ $(m.T^2)$ ஆகும். பெரிய காந்தங்களின் (H=4.65 டெஸ்லா) உதவியால், ஏற்ற சூழ்நிலையில் முனைவாக்கத் தளத்தின் சுழற்சி 27° என்று அறியப்பட்டுள்ளது.

காந்த ஒளியியல் கெர்விளைவு. ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களைக் காந்தமாக்கும்போது அதன் எதிரொளிப்புப் பரப்புகளின் ஒளியியல் பண்புகளில் ஏற்படும் மாற்றத்தை இவ்விளைவு குறிக்கிறது. காந்தப்புலத்தால் ஏற்படுத்தப்படும் உறுப்பு, காந்தமாக்கல் தெவிட்டு நிலையை அடையும்போது 10^{-3} மதிப்பையே பெற்றிருக்கும். ஏனெனில் படு ஒளியால் (incident light) அதிர்வுறும் கடத்து எலெக்ட்ரான்கள் (conduction electrons) காந்தப்புலத்தில் ஒரு வளைவான பாதையைக் கொண்டுள்ளன.

மஜோரானா விளைவு. கூழ்மக் கரைசலின் ஒளியியல் திசையொவ்வாப் பண்பைப் பற்றி இவ்விளைவு எடுத்துரைக்கிறது. இவ்விளைவானது காந்தப் புலத்தில் துகள் திசைமுகப்படுத்தப்படுவதாலேயே ஏற்படுகிறது. காந்த ஒளியியல் விளைவு, நுண்ணலை நிறமாலையியலில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. சீமென் உறுப்புகளுக்கிடையேயான இடப்பெயர்ச்சியை நேரடியாகக் கண்டறிய, காந்த ஒளியியல் விளைவு பயன்படுகிறது.

- ஜா. சுதாகர்

நூலோதி. B.D. Cullity, *Introduction of magnetic-materials,* Addison-wesley Publishing Company, California, 1972.

காந்த ஓய்வு

காந்தப்புலம் மாறும்போது ஒரு காந்த அமைப்பு தளர்வுறுதல் அல்லது சமநிலை அல்லது சீர்நிலை

யான தன்மையை அணுகுதல் காந்த ஓய்வு (magnetic relaxation) எனப்படுகிறது. இந்த ஓய்வு உடனடியாக ஏற்படுவது அன்று. அதற்குச் சில காலம் தேவைப் படுகிறது. காந்த ஓய்வு நிகழ்வுகளில் தொடர்புடைய தன்னியல்பு நேரங்கள் ஓய்வு நேரங்கள் (relaxation times) எனப்படுகின்றன.

காந்தத் தன்மை என்பது வழக்கமாக அணுக் கருவின் அல்லது எலெக்ட்ரான்களின் சுழற்சி காரண மாகத் தோன்றுகிறது. எனவே காந்தத்தன்மை, தற்சுழற்சி (spin) எனப்படும் கோண உந்தத்துடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. தற்சுழற்சிகள் சீமென் ஆற்றல்கள் எனப்படுகிற வகையில் காந்தப் புலங்களுடன் இடை வினை செய்யலாம்; அணுவி லிருந்து உண்டாகிற மின் புலங்களுடன் இடைவினை செய்யலாம். தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஆற்றல் என்று கூறப்படுகிற வகையில் ஒன்றோடு ஒன்று காந்த இருமுனை மூலமாக இடை வினை செய்யலாம். இந்த இடை வினைகளின் மொத்த ஆற்றலை மாற்றுகிற ஓய்வு தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை (spin lattice) ஓய்வு எனப்படும். இவ்வாறு மொத்த ஆற்றலை மாற்றாத ஓய்வு தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஓய்வு எனப்படுகிறது. இங்கு உரிமைக் கோவை என்பது தற்சுழற்சித் திசைப்பாட்டைத் தவிர்த்த பிற உரிமைப் படிகளைக் (degrees of freedom) குறிப்பது ஆகும். ஒரு நீர்மத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இடப்பெயர்ச்சி இயக்கம் இவற்றிற்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டு ஆகும். தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வு, தற்சுழற்சி அமைப்பு ஓம்பும் பொருளுடன் வெப்பச் சமநிலையை எட்டுவதோடு இணைந்தது ஆகும். தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஓய்வு, தனக்குள்ளேயே ஏற்படுத்திக் கொள்ளும் தற்சுழற்சிகளின் ஓர் உள்ளிடச் சமநிலையுடன் இணைந்ததாகும்.

மூலக்கூறுகளின் இயக்கங்கள், இடை வினைகள் ஆகியவற்றை ஆயும்போது ஓய்வு நேரங்களை அளவிடுவதற்கு முக்கியத்துவம் ஏற்படுகிறது. மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளை எட்டுதல், காந்த ஓய்வின் ஒரு முக்கியமான செயல்முறைப் பயன்பாடு ஆகும். காட்டாக ஒரு பாரா காந்தப் பொருள் மாதிரியை ஹீலியத்தின் உதவியுடன் ஏறத்தாழ 1K வரை குளிரச் செய்யலாம். அதன் பிறகு அதன் மேல் ஒரு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தலாம். பாரா காந்த உப்பைக் காந்தமேற்றுகிறபோது தோன்றும் வெப்பத்தை நீர்ம ஹீலியம் உட்கவர்ந்து கொள்ளும். நீர்ம ஹீலியத்துடனான வெப்பத் தொடர்பு நீக்கப்பட்ட பிறகு காந்தமாக்கும் புலமும் நீக்கப்படு மானால், மாதிரிப் பொருளிலுள்ள மூலக் கூறுகள் மிகு அளவிலான சமவாய்ப்புத் திசைமுகப் படுத்தப் படும். அப்போது வெப்பநிலை மேலும் குறையும். சில வேளைகளில் இந்நிகழ்வின்போது வெப்பநிலை 0.01K வரை குறைவது உண்டு. இதே போன்று செம்புப்பொருளை வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் காந்த நீக்கம் செய்யும்போது அணுக்கருத் தற்சுழற்சி கள் மாற்றி அமைக்கப்படுவதால் வெப்பநிலை 0.00002 K வரை குறைக்கப்படும்.

இரும்புக் காந்தப் பொருள்களை விடுத்துப் பிற வகைப் பொருள்களை மட்டும் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு காந்தமேற்றப்பட்டாத மாதிரிப் பொருளில் அணுக்கருத் தற்சுழற்சிகள் சமவாய்ப்பு உள்ள திசைமுகப்படுத்தல்களுடன் அமைந்திருக்கும். அசைவற்ற காந்தப்புலமும் வெப்பச் சமநிலையும் சேர்ந்து அமைந்துள்ள போது கூடுதலான எண்ணிக் கையில் தற்சுழற்சித்திசையன்கள் (spin vector) காந்தப் புலத்திற்கு இணையான திசையில் திரும்பி நிற்கும். காந்தப்புலத்தைச் செலுத்துகையில் காந்தமாக்கல் தன்மை மிக வேண்டுமானால் பல அணுக்கருக்களின் தற்சுழற்சிகள் காந்தப் புலத்தின் திசைக்கு எதிரிணை யான திசையிலிருந்து மாறி இணையான திசையில் அமைதல் வேண்டும். இவ்வாறு அவை திசை திரும்பும் போது வெளியிடப்படுகிற ஆற்றல் இரு வகையான ஆற்றல் தேக்கிகளில் ஏதாவது ஒன்றிலோ இரண்டிலு மோ தேங்கக் கூடும். செலுத்தப்பட்ட காந்தப்புலம் வலிமை குறைவானதாக இருந்தால் தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஆற்றல் ஒரு பயனுள்ள ஆற்றல் தேக்கி யாகச் செயல்படும். செலுத்தப்பட்ட காந்தப்புலம் வலிமை மிக்கதாக இருப்பின் தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஆற்றல் புறக்கணிக்கக் கூடியதாக மாறும்.

காந்தமாக்கல் நடைபெற உரிமைக் கோவை யுடன் ஓர் ஆற்றல் பரிமாற்றம் தேவைப்படுகிறது. புலங்கள் வலிமை குறைந்தவையாக இருக்கும்போது தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவைப் பிணைப்பு இறுதியில் தற்சுழற்சி இயக்க ஆற்றலையோ (வெப்பநிலை) உரிமைக் கோவை இயக்க ஆற்றலையோ (வெப்ப நிலை) இரண்டையுமோ மாற்றுவதன் மூலம் தற்சுழற்சி களை உரிமைக் கோவையுடன் வெப்பச் சமநிலைக்குக் கொண்டு வந்துவிடும். இவ்வாறு வலிமை குறைந்த புலங்களில் காந்தமாக்கல் செயல்முறை இரு கட்டங் களைக் கொண்டுள்ளது. தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஓய்வு என்னும் கட்டத்தில் ஆற்றல் தற்சுழற்சி அமைப்பில் மறுபரவீடு செய்யப்படுகிறது. தற்சுழற்சி உரிமைக் கோவை ஓய்வு என்னும் கட்டத்தில் தற்சுழற்சி அமைப்புக்கும் உரிமைக் கோவைக்கும் இடையில் சமநிலை உண்டாக்கப்படுகிறது. காந்தமாக்கும் புலங்கள் வலிமை மிக்கவையாக இருக்கும்போது காந்தமாக்கல் செயல்முறையில் தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வு மட்டுமே பங்கு பெறுகிறது.

ஓய்வு பேரளவுத் தன்மையில் தன்னை வெளிக் காட்டிக் கொள்கிறது என்றாலும் அணுச்செயல் முறைகளைக் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்வதன் மூலமே ஓய்பாட்டு வீதங்களுக்கு விளக்கம் அளிக்க முடியும். தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வுக்குப் பின்வரும் இரண்டு தேவைகள் நிறைவு செய்யப்பட வேண்டும்.

அவை, தற்சுழற்சிக்கும் உரிமைக் கோவைக்கும் இடையில் இணைப்பு ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும்; அந்த இணைப்பு,நேரம் சார்ந்ததாக இருக்க வேண்டும். அதன் அதிர்வெண் நிறமாலையில் தற்சுழற்சி அமைப்பின் இயல்பு அதிர்வெண்கள் அடங்கியிருக்க வேண்டும். காந்தப்புலம் செலுத்தப்பட்டுள்ளபோது தற்சுழற்சிகளின் அச்சுச் சுழற்சியின் அதிர்வெண் இத்தகைய இயல்பு அதிர்வெண்களுக்கு ஓர் எடுத்துக் காட்டு ஆகும்.

ஓய்வு வகை

அணுக்கரு ஓய்வு. அணுக்கருக்களில் சீமென் இடைவினைகளும், தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி இடைவினைகளும் எப்போதும் இன்றியமையாதவை. சில வேளைகளில் அணுக்கருவின் கோள வடிவற்ற மின் பரவீடு (மின் நான்முனைத் திருப்புத்திறன்) ஓய்வு நேரத்தைப் பாதிக்கிறது. நான்முனை ஆற்றல் புறக்கணிக்கத் தக்கதாக இருக்கும்போது, ஒரு வலிமையான நிலையான காந்தப் புலத்தைச் செலுத்திய பின்னர் காந்தமாக்கல் வழக்கமாக அடுக்குக் குறித் தன்மையில் வெப்பச் சமநிலையை அணுகுகிறது. நேர மாறிலி, தற்சுழற்சி உரிமைக் கோவை ஓய்வு நேரத்துக்குச் சமமானதாகி விடுகிறது. அணுக்கரு ஓய்வு எப்போதும் காந்த ஒத்ததிர்வு முறைகளின் மூலமே ஆராயப்படுகிறது. குறிப்பாக வலிமை குறைந்த அணுக்கரு பாரா காந்தத் தன்மையை வேறு முறைகளில் துலக்க முடியாது. பேரளவு அணுக்கருக் காந்தமாக்கல் M, நிலையான காந்தப் புலமான H இன் திசையிலிருந்து விலகி ஒரு கோணத்தில் சாய்ந்திருந்தால், திசையன் M ஐச் சுற்றி அச்சு சுழல்கிறது. Hக்கு இணையாக உள்ள Mஇன் ஆக்கக்கூறு தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வின் உதவியால் தன் வெப்பச் சமநிலை மதிப்புக்குத் திரும்புகிறது. தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி இணைப்பு, பல அச்சுச் சுழற்சி அதிர்வெண்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதன் காரணமாக அணுக்கருக்கள் தமக்குள் நிலை தவறிப் போகின்றன. இதன் காரணமாக H க்குச் செங்குத்தான M இன் ஆக்கக் கூறுகள் உரிமைக் கோவையுடன் ஆற்றல் பரிமாற்றம் (தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஓய்வு) ஏற்படாமலேயே சிதைந்து மறைகின்றன.

ஓர் அணுக்கரு அதை அடுத்துள்ளவற்றைப் பொறுத்து மிகு வேகத்துடன் நகருமானால் தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஓய்வு நேரம் நீள்கிறது. அணுக்கரு இயக்கங்கள் மிக விரைவானவையாக உள்ள போது ஏறத்தாழ அனைத்துத் திண்மங்களிலும் ஓய்வு நேரங்கள் பல மைக்ரோ நொடி முதல் பல நொடி வரையான அலைவுகளில் அமைகின்றன. தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி ஓய்வு நேரங்களை அளவிடுவது, அணு இயக்கங்களை ஆராய்வதில் விரிவாகப் பயன்பட்டு வருகிறது.

உலோகங்கள், பாரா காந்தப் பொருள்கள், பாரா காந்த மாசுகள் அடங்கிய டயா காந்த மின் கடவாப் பொருள்கள் ஆகியவற்றில் காந்த இரு முனைகள் எலெக்ட்ரான்களுடன் இணைவதால் தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வு தோன்றுகிறது. நீர்மங்கள், வளிமங்கள், சில திண்மங்கள் ஆகியவற்றில் மிக விரைவான தன்விரவல் அல்லது மூலக்கூற்றுச் சுழற்சிகள் காரணமாக அணுக்கருக்களின் சார்பு இருப்பிடங்கள் விரைவாக மாற்றம் அடையும் போது காந்த இருமுனைகள் பிற அணுக்கருத் திருப்புத் திறன்களுடன் இணைப்புக் கொள்வதாலும் தற்சுழற்சி-உரிமைக்கோவை ஓய்வு தோன்றும். அணுக்கரு மின் நான்முனைகள், ஓம்பும் பொருளின் மின் புலங்களுடன் இணைவதாலும் தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வு தோன்றலாம். இதற்கான ஓய்வு நேரங்கள் ஒரு மைக்ரோ நொடிக்கும் குறைந்த மதிப்புகளிலிருந்து பல மணி வரையான மதிப்புகளுடன் அமைகின்றன.

பாரா காந்த ஓய்பாடு. இதை ஆராய ஒத்ததிர்வு முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். ஆயினும் ஒரு மாறிக்கொண்டிருக்கிற காந்தமாக்கும் புலத்தைப் பின்பற்றிச் செல்லக்கூடிய திறமையைப் பெற்றிருப்பதை ஆராய்வதன் மூலமும் தற்சுழற்சி-உரிமைக் கோவை ஓய்வின் காரணமாக உரிமைக் கோவையின் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தை ஆராய்வதன் மூலமும் பாரா காந்த ஓய்வை அறியலாம். உண்மையில் பாரா காந்த அயனிகளின் தற்சுழற்சிகளை வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் காந்த நீக்கம் செய்து உரிமைக் கோவைகளைக் குளிர வைக்கும் நோக்கத்தின் காரணமாகவே காந்த ஓய்வுச் செயல் முறையின்மீது முதன் முறையாகக் கவனம் செலுத்தப்பட்டது. அயனிகளுக்கும் அவற்றின் சுற்றுச் சூழல்களுக்கும் இடையிலான பெரிய நிலைமின் இடைவினைகள், மொத்தத் தற்சுழற்சி ஆற்றலுக்குப் பெரும் பங்களிப்புச் செய்கின்றன. இந்த விளைவைப் புறக்கணிக்க முடியாது. இரு முனைகள், செலுத்தப்பட்ட புலங்களுடன் இணைப்புக் கொள்ளுதல், காந்த இருமுனையும், பரிமாற்றுச் செயல் முறைகளும் தற்சுழற்சி-தற்சுழற்சி இணைப்புக் கொள்ளுதல், அணுக் கருக்களுடன், குறிப்பாகப் பாரா காந்த அயனிகளின் அணுக்கருக்களுடன் காந்த இணைப்பு ஏற்படுதல் ஆகியவையும் தற்சுழற்சி ஆற்றலுக்குப் பெரும் பங்களிப்புச் செய்கின்றன.

முதன்மையான தற்சுழற்சி - உரிமைக்கோவை ஓய்வுச் செயல் முறைகளில் உரிமைக் கோவையின் இயக்கத்தால் தற்சுழற்சி - ஒடுபாதை இணைப்பில் ஏற்படும் பண்பேற்றமும், உரிமைக்கோவையின் இயக்கத்தால் அணுக்கருக்களுடன் ஏற்படும் காந்த இணைப்பில் ஏற்படும் பண்பேற்றமும் பாரா காந்த மாசு அணுக்களுடன் ஏற்படும் இணைப்பும் இடம் பெறுகின்றன. மாதிரித் தன்மையான தற்சுழற்சி-

உரிமைக்கோவை ஓய்வு நேரங்கள் அறை வெப்பநிலையில் 10^{-8} நொடிக்கும் குறைவான மதிப்பிலிருந்து நீர்ம ஹீலிய வெப்பநிலைகளில் பல நொடி வரை காந்த ஓய்வைப் பற்றிய ஆய்வுகள் 1930 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் தொடங்கியன. எனினும் பாரா காந்த அயனிகளின் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்களின் சிக்கலான தன்மைகள் காரணமாக அவை அணுக்கரு ஓய்வின் அளவுக்கு முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப் படவில்லை.

அயக்காந்த ஓய்வு. அயக்காந்தப் பொருள்களில் எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சிகளுக்கு இடையில் வலிமை மிக்க பரிமாற்ற இணைப்புகள் தோன்றுவதால் எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சிகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைய விழைகின்றன. இதன் காரணமாகவும், காந்த நீக்க விளைவுகளின் காரணமாகவும் அயக் காந்த ஓய்வு பாரா காந்த ஓய்விலிருந்து வேறுபட்டுள்ளது.

அயக்காந்தப் பொருள்களில் தற்சுழற்சிகள் இணையாகத் திசைமுகப்பட விழைவது இவ்விருவகை ஓய்வுகளுக்கு இடையில் வேறுபாடு காண உதவுகிறது. ஒன்றில் மொத்தக் காந்தமாக்கல் எண் மதிப்பில் மாற்றம் அடையாமல் திசையில் மட்டும் மாற்றம் அடைந்து பரிமாற்று ஆற்றலில் மாற்றம் ஏற்படாமல் நிலையாக வைத்துள்ளது. மற்றதில் காந்தமாக்கலின் எண் மதிப்பு மாறுகிறது. இதனால் பரிமாற்று ஆற்றலில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. காந்த நீக்க ஆற்றல்களிலும் மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. இந்த இரண்டாம் செயல் முறை, மாதிரிப் பொருளின் வடிவத்தைப் பொறுத்துள்ளது. இது அயக்காந்த அணுக் கோவைகளில் மாசுகள் போன்ற ஒழுங்கீனங்கள் இருப்பதன் காரணமாகவும், வெப்ப அதிர்வுகளாலும் கூடத் தோன்றக்கூடும்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. B.D. Cullity, *Introdution of Magnetic Materials* Addison- wesley Publishing Company, Califonia,1972.

காந்தக் கம்பி

அனைத்து வகை மின் காந்த எந்திரங்களிலும் ஏனைய கருவிகளிலும் பயன்படும் செம்பு அல்லது அலுமினியத்தாலான மின் காப்பிடப்பட்ட கம்பியே காந்தக் கம்பி (magnetic wire) எனப்படுகிறது. இது ஓர் ஒற்றைப் புலக் கம்பியாகும். கனிமப்பூச்சு (enamel), மெருகு வனம் (varnish), பருத்தி, கண்ணாடி, கல்நார் (asbestos) அல்லது இவற்றின் சேர்க்கைகள் மின் காப்பிற்குப் பயன்படுகின்றன. புதிய செயற்கைப் பொருள்களும் அவற்றின் சேர்க்கைகளும் சரிவரப் பயன்படுவதற்காக விளக்கமான ஆய்வு முறைகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. இவற்றால் வெப்பம், அதிர்ச்சி, கரையும் தன்மை, வெடிப்பு, உராய்வுத்தடை, நெகிழ் தன்மை போன்றவற்றை மதிப்பிட முடியும். உயர்ந்த வெப்ப நிலை, ஈரம், மின்னியல் அழுத்தம் ஆகியவற்றில் மீண்டும் மீண்டும் உட்படுத்தப்படுவதன் மூலம் வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடிய தன்மை அறுதியிடப்படுகிறது.

மின் காப்பு, குறைந்தது 20,000 மணிகளாவது (hours) ஆயுள் (life) கொண்ட உயர் வெப்ப எல்லைகளுக்கான I.E.E.E. வெப்ப வகைகள், 0 (50°C), A (105°C), B (130°C), F (155°C), H (180°C) ஆகும். பொதுவாக, பருத்தி, தாள், பட்டு ஆகியவை 0 வகையில் அடங்கும்.

கனிம வேதியியற் பொருள்களான ஃபார்ம்வார் கனிமப்பூச்சு, மெருகு வனம் பூசப்பட்ட பருத்தி, தாள் ஆகியவை Aவகை ஆகும். கல்நார், சிலிகோன், மெருகு வனம், பாலி இமைடு ஆகியவை H வகை ஆகும். பல்வேறு செயற்கைக் கனிமப்பூச்சுகள் B, F வகைகளில் அடங்கும். பாலி எஸ்டரிமைடு கனிமப்பூச்சுகள் 180-200° C வரை வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடியவை. அனைத்துக் காந்தக் கம்பிகளுமே மெதுவாக இழுக்கப் பட்ட மின்னாற்பகு செம்பாலானவையே. ஆனாலும் இடக் கட்டுப்பாடு இல்லாதபோது செம்பின் விலை உயர்வாக இருப்பதாலும் கிடைப்பதற்கரிதாக உள்ளதாலும் அலுமினியம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உருண்டையான அலுமினியக் கம்பி அழுத்தத்தால் தட்டையாக மாறிவிடுகிறது. ஆகவே, எதிர்பார்ப்பதை விட மிகு இடக் காரணியைச் சுருள்களில் அளிக்கிறது. 200°C க்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலைகளில் செம்பு ஆக்சைடாக விரைவில் மாறுகிறது. அத்தகைய வெப்ப நிலைகளில் அழுத்தத்திறன் காரணமாக இக் கம்பிகள் மென்மையாகின்றன. அதில் சிறிதளவு (டன்னிற்கு 30 அவுன்ஸ்) வெள்ளி சேர்ப்பதால் அதன் உயர் வெப்ப வலிமை மிகுதியாகின்றது. 300°C அல்லது மேற்பட்ட உயர் வெப்பநிலைகளில் நேர்மின் முனையாக (anode) உள்ள அலுமினியம் முன்னுரிமை பெறுகிறது. அலுமினியப் பூச்சுக் கொண்ட செம்பு-நிக்கல் கம்பி மேலும் உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் இயக்கப்படுகிறது.

ஒரு கனிமப் பூச்சால் கம்பியின் விட்டம் உயர்வது 80 மி.மீக்கு 1லிருந்து 200 மி.மீக்கு 5 வரை இருக்கும். அடிக்கடி தேவைப்படும் இரட்டைப் பூச்சு இரண்டு பங்கு தடிமனாவதில்லை. இழைப்பூச்சு, கனிமபூச்சுப் போன்று மூன்று மடங்கு தடிமனாகும். அவற்றை இரண்டு மடங்கு தடிமனிலும் பெற இயலும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

நூலோதி. W. Landee, C. Davis, P. Albrecht, *Electronics Designer's Hand Book*, Second Edition, McGraw -Hill Book Company, New York, 1977.

காந்தக் கலோரிக் விளைவு

ஒரு ஃபெர்ரோ காந்த (ferromagnetic) அல்லது பாரா காந்தப் (paramagnetic) பொருளின் காந்தத் தன்மையை அதிகரித்தால் அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது. காந்தத் தன்மையைக் குறைத்தால் வெப்பநிலை குறைகிறது. பின்மாற்றமுறும் (reversible) இந்த விளைவு காந்தக் கலோரிக் விளைவு எனப்படும்.

வெப்ப இயக்கவியல் கொள்கைப்படி வெப்பநிலை மாறும் புல மாற்றமொன்றில், $\triangle H$ எனும் புல மாற்றம் ஏற்படும்போது அதனால் ஏற்படும் வெப்ப நிலைமாற்றம் பின்வரும் சமன்பாட்டின்படி இருக்கும்.

$$\frac{\triangle T}{\triangle H} = -\frac{T}{C_H}\left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_H$$

இங்கு C_H என்பது பொருளின் ஓரலகு பருமனின் வெப்ப எண். M என்பது காந்தத் தன்மை. இவ் விளைவால் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றம் 34°F அளவு இருக்கும். காந்தமாக்கலில் பின்தங்கல் இழப்பால் (hysterisis loss) ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றத்தைவிட இது மிகுதியானது. மேலும் பின் தங்கல் இழப்பு, பின்மாற்றமுறா விளைவாகும்.

எதிர் ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்கள் (antiferromagnetic materials) தவிர பிற பொருள்களில் $\left(\frac{\partial M}{\partial T}\right)_H$ எதிர்க்குறியாக இருக்கும். எனவே புல வலிமை குறையும் போது T உம் குறையும். இதுவே கியாக்-டி பையின் பாரா காந்த உப்புகளின் வெப்ப நிலைமாறும் காந்த நீங்கல் (adiabatic demagnetisation) முறையின் அடிப்படை. இம்முறை மூலம் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலை பெறப்பட்டுள்ளது.

- வெ. ஜோசப்

நூலோதி. B.D. Cullity, *Introduction to Magnetic materials*, Addison wesley Publishing Company, California, 1972.

காந்தக் குடுவை

ஹைட்ரஜன் குண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு அறிவியலார் அதன் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்த முடியுமா என்று சிந்திக்கத் தொடங்கினர். ஹைட்ரஜன் குண்டில் நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் பிணைந்து ஒரு ஹீலியம் அணுவாக மாறும்போது மிகுதியான ஆற்றல் வெளியாகிறது. அந்த ஆற்றலை ஆக்க முறைகளில் பயன்படுத்த வேண்டுமானால், அந்த அணுப்பிணைவைக் கட்டுப்படுத்துகிற வழி முறைகளைக் காணுவது முதன்மையான தேவை. அதற்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களைக் கூட்டிவைத்து அவற்றை மெதுவாக, ஒரு சீரான வேகத்தில் பிணையும்படிச் செய்ய வேண்டும். அதுபோன்ற முயற்சி வெற்றி பெற்று விட்டால் கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்குத் தேவையான ஆற்றலைச் சேமித்து வைக்கலாம்.

சூரியனிலும் பிற விண்மீன்களிலும் மிகுதியான ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கூடி ஒரு சீரான வேகத்தில் அணுக்கருப் பிணைவில் ஈடுபட்டுக் கொண்டுள்ளன. சூரியனிலும் விண்மீன்களிலும் காணப்படும் மிகப் பெரும் ஈர்ப்பு ஆற்றல் புலம் (gravitational fields) அவற்றை ஒன்றாகக் கூட்டி வைக்கிறது. இத்தகைய வலிவுள்ள புலங்களைப் புவியிலுள்ள ஆய்வகங்களில் உண்டாக்க முடியாது. எனவே வெப்ப வளிமங்களை அடக்கி வைக்க வேறு வழிமுறைகளைக் காண வேண்டும்.

ஹைட்ரஜனின் வெப்பநிலை ஏறத்தாழ பத்துக் கோடி டிகிரி சென்டிகிரேடு அளவில் உயரும்போது தான் அணுக்கருப் பிணைவு (nuclear fusion) நிகழும். அத்தகைய வெப்பநிலைகளில் அணுக்களிலிருந்து எதிர் மின்னூட்ட எலெக்ட்ரான்களும் நேர் மின்னூட்ட அணுக்கருக்களும் தனித்தனியாகப் பிரிந்து விடும். இது பிளாஸ்மா நிலை (plasma state) எனப்படும். பிளாஸ்மா நிலையில் உள்ள துகள்கள் அனைத்தும் மின்னேற்றப்பட்டவையாக இருப்பதால், அவை பல பண்புகளில் சாதாரண வளிமங்களிலிருந்து வேறுபட்டவையாக இருக்கும். அவற்றைக் காந்தப் புலங்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்த முடியும். சாதாரண வளிமங்களை அவ்வாறு செய்ய முடியாது.

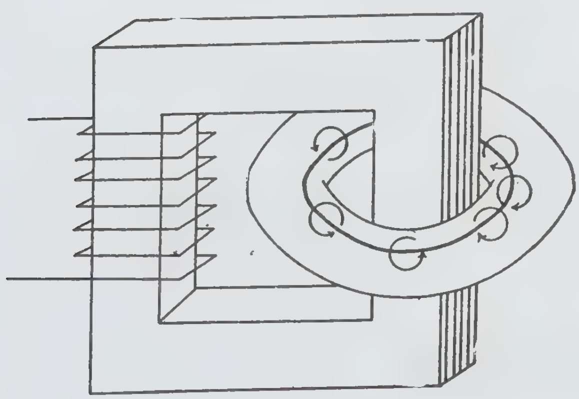
பலகோடி டிகிரி வெப்பநிலையிலுள்ள ஹைட்ரஜன் பிளாஸ்மாவைச் சாதாரணமான குடுவைகளில் அடக்கி வைக்க முடியாது. அந்த வெப்பநிலையில் எந்த ஒரு பொருளும் திண்ம நிலையிலிருக்க முடியாது. குடுவை உருகிப்போய் பிளாஸ்மா வெளியேறிவிடும் அல்லது குடுவையின் சுவர்களைத் தொட்டதும் பிளாஸ்மா தன் வெப்பநிலையை இழந்து சாதாரண வளிமமாகிவிடும். அப்போது வெப்ப அணுக்கருப் பிணைவு நின்றுவிடும்.

பிளாஸ்மா அடங்கிய குடுவையைச் சுற்றிலும் ஒரு வலிவான காந்தப் புலத்தை உண்டாக்கினால் மின்னேற்றிய பிளாஸ்மாத் துகள்கள் விலக்கப்பட்டுக் குடுவையின் அச்சில் கூட்டப்படும். அப்போது அவை குடுவையின் சுவர்களைத் தொடா. காந்த விசைகளாலான கண்ணுக்குத் தெரியாத குடுவைபோலச் செயல்படும் இந்த அமைப்பு காந்தக் குடுவை (magnetic bottle) எனப்படுகிறது. இதற்கான தத்துவத்தை 1937இல் லெவி டோன்க்ஸ் என்னும் அமெரிக்க அறிவியலார் உருவாக்கினார்.

நூறு மில்லியன் டிகிரி வெப்பநிலையில் உள்ள பிளாஸ்மாவை ஒரே ஒரு நொடிக்குக் கட்டுப்படுத்தி வைத்திருந்தாலும்கூட அணுக்கருப் பிணைவு வினைகள் ஏற்பட்டு ஆற்றல் வெளிப்படும். அந்த ஆற்றலையே பயன்படுத்திக் காந்தப் புலத்தை மேலும் உறுதியுடையதாகவும் மிகு வலிவுள்ளதாகவும் ஆக்கி வெப்பநிலை குறையாமல் பேண முடியும். அதன் பிறகு அணுக்கருப் பிணைவு தன்னைத்தானே பேணிக் கொள்ளும். ஆனால் பிளாஸ்மாவை ஒரு நொடி நேரத்திற்கு அடக்கி வைப்பதற்கு வழி அறியப்பட வேண்டும்.

உருளையான காந்தப் புலங்களின் முனைகளிலிருந்து பிளாஸ்மா கசிந்து வெளியேறிவிடும். ஒரு நொடியில் கோடியில் ஒரு பங்கு நேரத்திற்குள்ளாகவே பிளாஸ்மா காந்தப் புலத்தின் பிடியிலிருந்து தப்பி விடுகிறது, எனவே முனைகளே இல்லாத வடிவமாக ஒரு வளையக் குழாய் (torus) அமைப்பில் பிளாஸ்மாவை ஒடுக்கி வைக்க முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன.

இத்தகைய கருவிகளில் போற்றப்படுவது ஸீட்டா (zeta) என்பதாகும். இது மின் மாற்றித் (transformer) தத்துவத்தில் செயல்படுகிறது. முதன்மைச் சுற்று (primary) வழக்கமான மின் மாற்றிகளில் உள்ளதைப் போலவேயிருக்கும். இரண்டாம் சுற்றுக்குப் (secondary winding) பதிலாக ஒரு வளையக் குழல் உள்ளது அதிலுள்ள பிளாஸ்மா இரண்டாம் சுற்றாகப் பணிபுரிகிறது. முதன்மைச் சுற்றில் ஒரு மின்துடிப்பைச் செலுத்துவதற்கு முன் வளையக் குழலில் 10^{-4} மி.மீ அழுத்தத்தில் நிரப்பப்பட்டுள்ள டியூட்ரியத்தில் உயர் அதிர்வெண் மின்காந்த அலைகளைச் செலுத்தி அதை ஓரளவு அயனியாக்கம் செய்கின்றனர். அப்போது அது மின் கடத்தும் தன்மை பெறுகிறது. முதன்மைச் சுருளில் மின்துடிப்புச் செல்லும் போது பிளாஸ்மாவில் 2 லட்சம் ஆம்பியர் வரையான உயர்ந்த மின்னோட்டம் தூண்டப்படும். மின்துகள்கள் வளையக் குழலின்சுவர்களுக்கு இணையான பாதைகளில் ஓடுகின்றன. ஒன்றுக்கொன்று இணையாக ஓடுகிற இம் மின்னோட்ட இழைகள் (current filaments) ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன.

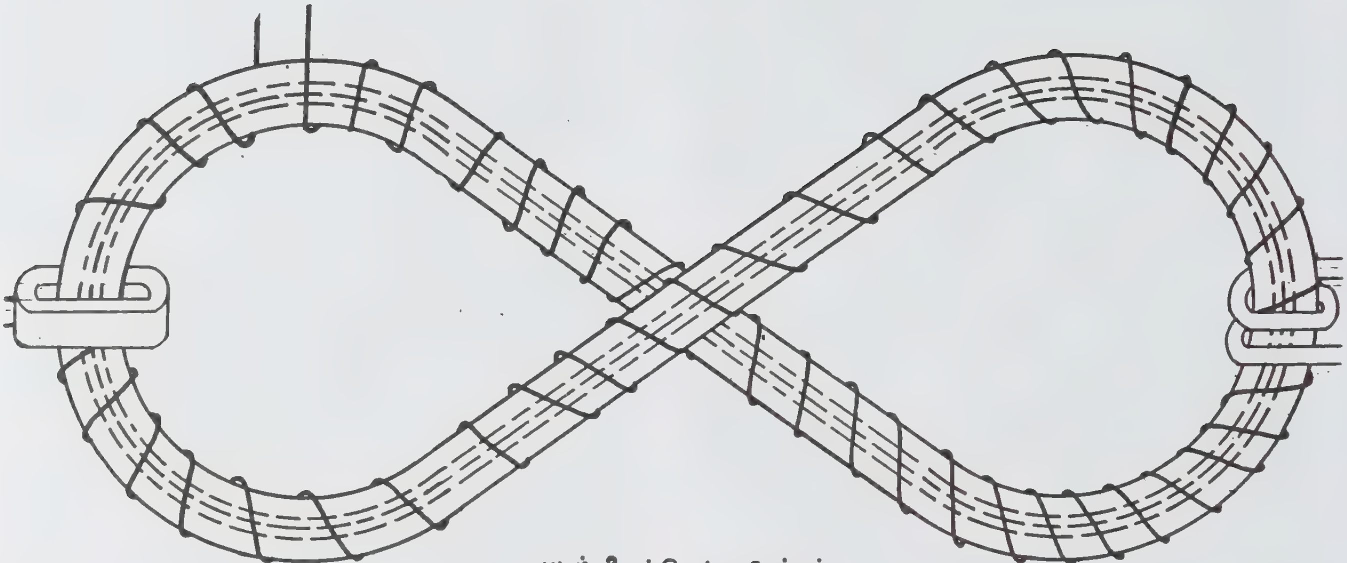


படம் 1. ஸீட்டா கருவி

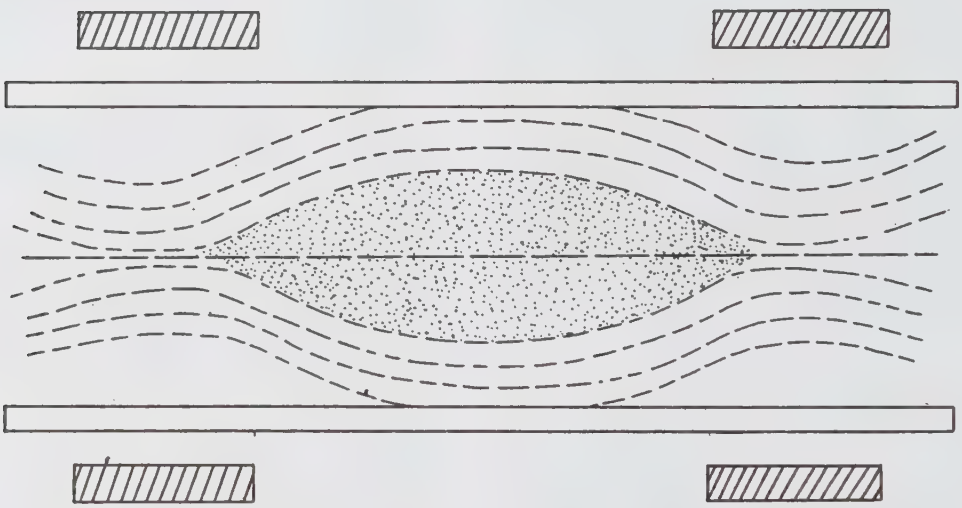
வளையக்குழல் முழுமையும் நிரம்பியிருந்த பிளாஸ்மா சுருங்கிச் சுவர்களிலிருந்து விலகிவிடுகிறது. பிளாஸ்மா சுருங்கும்போது அதன் வெப்பநிலை ஓரளவு அதிகரிக்கிறது. அதேசமயத்தில் அயனியாக்க அளவும் பெரிதும் உயர்ந்து பிளாஸ்மா முழுமையும் அயனியாகப்பிரிந்து விடுகிறது. இக்கருவியில் பிளாஸ்மாவைச் சில மில்லி நொடிக்கு நிலையாக வைத்து 5 மில்லியன் சென்ட்டிகிரேடு அளவில் வெப்பநிலையைப் பெற முடிகிறது. ஆனால் இக்கருவியில் அணுக்கருப் பிணைவு வினையைத்தானே பாதுகாத்துக் கொள்கிற நிலையை எட்ட முடியவில்லை. மேலும் வளையக் குழாய்களின் வெளி விளிம்பைவிட உள் விளிம்புகளின் விட்டம் குறைவாயிருப்பதால் காந்தப் புலம் உள் விளிம்புகளினருகில் மிகு செறிவுடனும் வலிவுடனும் குவிகிறது. இதனால் பிளாஸ்மா வெளி விளிம்புத் திசையில் தள்ளப்பட்டுக் குழலின் சுவர்களைத் தொட்டுவிடுகிறது.

பிறிதொரு வகைக் கருவியில் பிளாஸ்மா அடக்கப்படுதலும், அதன் வெப்பநிலை உயர்தலும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பில்லாமல் நிகழ்கின்றன. இதில் எட்டு எண் வடிவத்தில் முறுக்கப்பட்ட வளையக் குழலில் பிளாஸ்மா நிரப்பப்படுகிறது. அதைச் சுற்றியமைந்துள்ள ஒரு கம்பிச் சுருள் காந்தப் புலத்தை உண்டாக்குகிறது. குழலின் அச்சில் காந்தப்புலவலிமை குறைவாகவும் சுவரை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அதிகரிப்பதாகவும் உள்ளது. இதனால் பிளாஸ்மா அச்சு ஒட்டி நிலை கொள்ளுமாறு சுருக்கப்படுகிறது. பிளாஸ்மா குழலில் சுற்றிவரும் போது அதன் வெப்பநிலை பத்து லட்சம் டிகிரி வரை உயர்த்தப்படுகிறது.

வளையக் குழலின் ஒரு முனையில் உள்ள ஒரு மேம்பாட்டுச் சுருளில் (booster coil) ஓர் அலைவு செய்யும் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் அது வளையக் குழலுக்குள் உள்ள காந்தப்புலத்தில் அதே போன்ற ஏற்ற இறக்க அலைவுகளை உண்டாக்குகிறது. இதற்குக் காந்தத் தள்ளல் (magnetic pumping) என்று பெயர். அலைவுகளின் அதிர்வெண்ணைத் தகுந்தவாறு தேர்வு செய்து பிளாஸ்மாவிலுள்ள அணுக்கருக்களுக்கு மட்டும் கூடுதல் முடுக்கம் கிடைக்குமாறு செய்யலாம். விண்மீன்களில் காணப்படுகிற அளவிற்கு இக்குழலில் வெப்பநிலைகளை உயர்த்த முடியும். எனவே இக்கருவி ஸ்டெல்லாரேட்டர் (stellarator) எனப் பெயரிடப்பட்டது.



படம் 2. ஸ்டெல்லாரேட்டர்



படம் 3. காந்தக்குப்பி

மூன்றாம் வகையான ஒரு கருவியமைப்பில் ஒரு நீண்ட குழலின் முனைகளில் காந்தப் புலத்தின் வலிமை மிகுதியாயிருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. இந்த உயர்புலச் செறிவுப் பகுதிகள் பிளாஸ்மாத் துகள்களை எதிரொளித்து உள்ளே திருப்பிவிடுகின்றன. காந்தப் புலச் செறிவை வேகமாக உயர்த்தினால் சாதாரண வெப்ப நிலையில் உள்ள பிளாஸ்மா விரைவாக அமுக்கப்பட்டுச் சூடாகும். சிறு பகுதிகளில் ஒரு கோடி டிகிரி வரை வெப்பநிலை தோன்றும்.

- சி. சுப்பிரமணியன்

நூலோதி: I. Asimov, *The Physical Sciences*, Volume I, Penguin Books Ltd, England, 1972.

காந்தக் கோளம்

ஒலியை விஞ்சிய வேகத்தில் சூரியனிலிருந்து பாய்ந்து வருகிற, காந்த மேற்றப்பட்ட பிளாஸ்மாத் துகள்கள் அடங்கிய சூரியக் காற்று (solar wind) புவியின்காந்தப்

புலத்துடன் பரிமாற்று வினை செய்வதால் காந்தக் கோளம் (magnetosphere) உருவாகிறது.

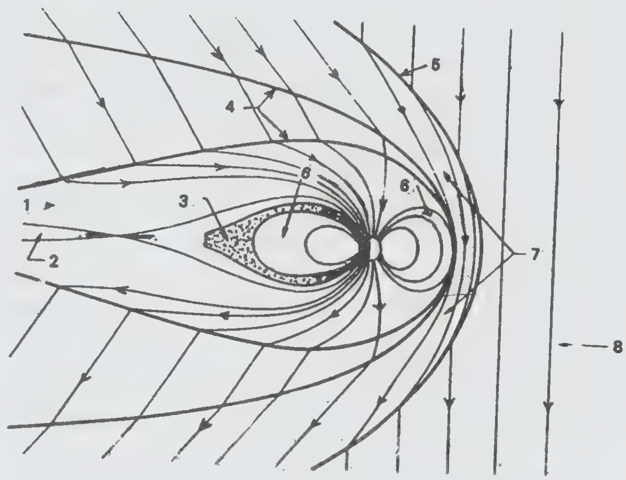
1960 ஆம் ஆண்டில் வில்லியம் கில்பர்ட் என்பார், புவி ஒரு பெரிய கோள வடிவக் காந்தம் என்று மெய்ப்பித்தார். பிறவகைக் காந்தங்களைப் போலவே புவிக்கு வடமுனையும், தென்முனையும் உண்டு. இரண்டுக்குமிடையில் கற்பனையான காந்த விசைக் கோடுகள் (lines of force) அமைந்துள்ளன. இரண்டு முனைகளுக்கும் மையமான பகுதியில் அவை புவிப் பரப்பிலிருந்து பெரும உயரத்தை எட்டுகின்றன. காந்தக் கவர்ச்சிகளும் விலக்கங்களும் செயல்படுகிற திசைகளை இக்கோடுகள் குறிப்பிடுகின்றன.

1957 இல் நிக்கோலஸ் கிரிஸ்ட்டோஃபிலஸ் என்னும் கிரேக்க அறிவியலார் புவியைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் மின்னேற்றிய துகள்கள் புவியின் காந்தப் புலத்தால் பிடித்துக் கொள்ளப்பட்டு, காந்த விசைக் கோடுகளின் வழியாக இரு முனைகளுக்குமிடையே சுருள் வடிவப் பாதைகளில் சுற்றி வரும் என்னும் கருத்தை வெளியிட்டார். இதற்குக் கிரிஸ்ட்டோஃபிலஸ் விளைவு என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. துருவங்களுக்கு அருகில் காந்த விசைக் கோடுகள் புவிப் பரப்பை நெருங்கி வருகின்றன. அங்கு மின்னேற்றிய துகள்கள் மேல் வளி மண்டலத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளுடன் பரிமாறுவினை செய்கின்றன. இதன் காரணமாக, துருவ ஒளிகள் (arora) ஏற்படுகின்றன.

1958 இல் விண்வெளி ஏவூர்திகளின் உதவியுடன் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகள், புவியைச் சுற்றி மின்னேற்றிய துகள்கள் நிறைந்த ஒரு பகுதி பரவியிருப்பதாகத் தெரிவித்தன. அவற்றுக்கு வான் ஆலன் வளையங்கள் எனப்பெயர். அவற்றிலுள்ள மின் துகள்கள் கிரிஸ்ட்டோஃபிலஸ் கருத்துக் கூறியவாறே செயல்பட்டன. விரைவில் வான் ஆலன் வளையங்கள் காந்தக் கோளங்கள் என மாற்றுப் பெயரிடப்பட்டன.

காந்தக் கோளத்திற்கு நுணுக்கமாக வரையறுக்கப்பட்ட எல்லைகள் உண்டு. அது சூரியக் காற்றால் அருவிக் கோட்டமைப்பில் நீட்டப்பட்ட கண்ணீர்த் துளியின் உருவத்தை அடைகிறது. சூரியனை நோக்கிய திசையில் அது மழுங்கிய கோள வடிவிலும், மறுதிசையில் ஒருநீண்ட வாலுடனும் அமைந்துள்ளது. காந்தக் கோளத்தின் எல்லை (magnetopause) சூரியனிருக்கும் திசையில் புவிப்பரப்பிலிருந்து 64 ஆயிரம் கிலோ மீட்டர் தொலைவில் உள்ளது. ஆனால் மறுதிசையிலுள்ள அதன் வால் பதினாறு லட்சம் கிலோ மீட்டருக்கும் மேலாக நீண்டுள்ளது.

புவியின் காந்தப் புலம் சூரியக்காற்றுக்கு ஒரு குறை தடையாக அமைகிறது. நீரில் செல்லும் படகின் முன் முனையில் தோன்றும் நீர் அலைகளின் (bow waves) வடிவத்தில் பாய்மக் காந்த மின்முனை அதிர்ச்சி அலைகள் உருவெடுத்துச் சூரியக்காற்றின் காந்தக் கோளத்தைச் சுற்றிப் பாயச் செய்கின்றன. சூரியக் காற்றையும் காந்தக் கோளத்தையும் பிரிக்கிற காந்தக் கோள எல்லையின் இருப்பிடம் சூரியக் காற்றின் இயக்கவியல் அழுத்தம், காந்தக் கோளத்தின் புலத்தைச் சமன் செய்யும் இடத்தில் அமைகிறது.



1. காந்தக் கோள வால் பகுதி, 2. நடுநிலைப்படலம், 3. துருவ ஒளிப்பகுதி, 4. காந்தக்கோள எல்லை, 5. முன்முனை அதிர்ச்சி அலை, 6. வான் ஆலன் வளையங்கள், 7. மோதலுக்குப் பிந்திய பாய்வு, 8. சூரியக்காற்று.

காந்தப் புலம் இணைதலும் காந்தக் கோளச் சலனமும். காந்தக் கோளம் என்பது ஒரு முடுக்கப்பட்ட பாய்மக் காந்த அமைப்பு ஆகும். அதன் உள்ளிட இயக்கவியல்கள் காந்தப் புல இணைப்பின் மூலம் உட்புகும் சூரியக் காற்று ஆற்றலின் அளவால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. சூரியக் காற்று, சூரியனின் திசையிலுள்ள காந்தக் கோள எல்லைப் பரப்புடன் வந்து மோதும்போது அதன் காந்தப் புலமும், காந்தக் கோளத்தின் காந்தப் புலமும் சந்திக்கின்றன. இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருந்தால் தான், இரண்டு புலங்களும் ஒரு காந்த நடுநிலைக் கோட்டில் தடை செய்யும் விரவல் (resistive diffusion) முறையில் ஒன்றுபட முடியும். சூரியக் காற்றுக்குத் தெற்கு நோக்கிய ஒரு பெரிய காந்தப் புல ஆக்கக் கூறு இருந்தால் அத்தகைய ஒன்றுபடும் பரிமாற்று வினை பெருமமாக அமைகிறது.

பாய்மக் காந்தவியலில் (hydro-magnetics) காந்தப் புலம் பிளாஸ்மாவுடன் கூடவே நகருகிறது. காந்தக் கோளத்தைச் சுற்றிப் பாய்கிற சூரியக் காற்று ஒன்றுபட்ட புலக் கோடுகளை இழுத்துப் புவியின் இரவுப் பக்கத்தில் ஒரு நீண்ட காந்தவியல் வாலாக நீட்டி விடுகிறது. ஏறத்தாழ 3×10^{16}

ஜுல் அளவுக்குச் சூரியக் காற்றுப் பாய்வின் ஆற்றல் காந்த ஆற்றலாக வால்பகுதியில் தொகுத்து வைக்கப் படுகிறது. ஒழுங்கு நிலையில் (steady state) இயக்கத் தன்மையுள்ள ஒரு மின் புலம் காந்தக் கோளம் முழுதும் தோன்றுகிறது. அது காந்தக் கோளத்திற் குக் குறுக்கே 50 - 200 கிலோ வோல்ட்டு வரையான மின்னழுத்த வீழ்ச்சிக்கு ஒப்பானதாகும். வால் பகுதியில் திறந்த புலக் கோடுகள் சமச்சீர்மைத் தளத்தை நோக்கிப் பாய்கின்றன. அங்கு வாலின் நடுநிலைக் கோட்டில் அவை மீண்டும் கூடுகின்றன. இவ்வாறு கூடிய, நீட்டப்பட்ட புலக்கோடுகள் பிளாஸ்மாவை மீண்டும் புவியின் இரவுப் பக்கத்தை நோக்கிச் செல்லுமாறு முடுக்கி விடுகின்றன. இதனால் காந்தக் கோளத்தின் உட்பகுதிக்குள் பிளாஸ்மா புகுத்தப்படுகிறது. புலக் கோட்டுப் பாய்வு இருமுனைப் (dipole) பகுதிக்குள் நுழையும்போது அதன் வேகம் குறைந்து, பிளாஸ்மா வெப்ப மாற்றீ டற்ற இறுக்கத்தின் காரணமாகச் சூடாகிறது. அதன் பின்னர் புல விசைக் கோடுகள் புவியைச் சுற்றிச் சென்று பகல் பக்கக் காந்தக் கோள எல்லைக் குத் திரும்பி விடுகின்றன. இது உள்ளிடப் பாய்மக் காந்தச் சலனம் (internal hydro magnetic convection) அல்லது சுற்றிவரும் அமைப்பு (circulation system) எனப்படும். காந்தப் புலக்கோடுகள் இவ்வாறு ஒரு முறை சுற்றிவர 1-3 மணி நேரம் ஆகிறது.

காலத்தால் மாறும் சலனமும், காந்தக் கோளக் குட்டிப் புயல்களும். ஒழுங்கு நிலையில் பகல்பக்க ஒன்றுபடும் வீதம் (merging rate) வாலில் நிகழும் மறு இணைப்பு வீதத்திற்குச் (reconnection rate) சமமாயுள்ளது. ஆயினும் சூரியக் காற்றின் காந்தப்புலம் திசை மாறிக் கொண்டேயுள்ளது. அதன் தெற்கு நோக்கிய அல்லது வடக்கு நோக்கிய ஆக்கக் கூறுகள் பல மணி நேரத்திற்கு இல்லாமலிருக்கும் போது, காந்தக் கோளம் அமைதியாகவும், சலனம் மெதுவாகவும் இருக்கும். எப்போதாவது சூரியக் காற்றுக் காந்தப் புலம் திசை மாறி ஏறத்தாழ ஒரு மணி நேரத்திற்குத் தெற்கு நோக்கி கடுமையாகப் பாயும். மேம்படுத்தப்பட்ட பகல் பக்க ஒன்றுபடும் வீதம் காந்தச் சலன நிலை யிலும் காந்தப் புலத்தின் கட்டமைப்பிலும் ஒரு குறுகிய கால மாற்றத்தை உண்டாக்கும். இது காந்தக் கோளத்தில் புயல்கள் (substorms) எனப் படும் ஒரு பெரிய வியப்பூட்டும் நிகழ்ச்சியைத் தோற்றுவிப்பதில் முடிகிறது.

சூரியக் காற்று, தென் திசைக்கு மாறிய பிறகு ஏறத்தாழ 10-60 நிமிடங்களுக்குப் பகல் பக்க ஒன்று படும் வீதம், வால் பக்க மறு இணைப்பு வீதத்தை விஞ்சி விடுகிறது. இதனால் வாலின் காந்த ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது. இறுதியில் வால் பக்க மறு இணைப்பு வீதம் பகல் பக்க ஒன்றுபடும் வீதத்தைச் சமன் செய்கிற வகையில் அதிகரித்தாக வேண்டும். புவியின் ஆரத்தைப்போல் 10-20 மடங்கு வரையான தொலை வில் ஒரு புதிய நடுநிலைக் கோடு உருவாகி வால் பக்க மறு இணைப்புத் திடீரென விரைவாகவும் பெருமளவிலும் ஏற்படத் தொடங்கிவிடுகிறது என அண்மை ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. பிளாஸ்மா இழக்கப்படுவதன் காரணமாகப் பிளாஸ்மாப் படலம் மெலிந்து விடுகிறது. வால்பக்க ஆற்றல் இழப்பு (dissipation) வீதத்தை அதிகரிக்கக்கூடிய ஏதோ ஒரு பிளாஸ்மா குழப்ப வகையைத் (turbulence mode) தூண்டிவிடக் கூடிய ஒரு மாறுநிலைத் தடிமனைப் (critical thickness) பிளாஸ்மாப் படலம் எட்டும் போது மறுஇணைப்புத் தொடங்குவதாக இருக்கலாம். மறு இணைப்பின்போது, பிளாஸ்மாப் படலத்தி லுள்ள எலெக்ட்ரான்கள், அயனிகள் ஆகியவற்றின் ஒரு சிறு பகுதி 0.1-1.0 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டு (MeV) வரையான ஆற்றல்களுக்கு முடுக்கப்படுகின்றன.

வால் பக்க மறு இணைப்புத் தொடக்கத்தின் போது புவிப்பரப்பில் துருவ ஒளிக்குட்டிப்புயலின் விரிவாதல் கட்டம் (break up or expansion phase) நிகழ்கிறது. 1-10 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் பொழிவதால் ஏற்படுகிற மறு இணைப்புக் கதிர்வீச்சுகளான துருவ ஒளிகள் மிகு பொலிவு பெற்றுப் பின்னர் துருவங் களை நோக்கியும் மேற்குத் திசையிலும் விரிவடை கின்றன. இரவுப் பக்க அயனிக் கோளத்தில் (ionosphere) 100-120 கி.மீ. உயரத்தில் ஏறத்தாழ பத்து லட்சம் ஆம்பியர் அளவுள்ள மின் பீச்சல் மின்னோட்டம் (electrojet current) பாய்கிறது. இதன் காரணமாகப் புவியின் காந்தப் புலத்தில் ஓர் எதிரினத் தொய்வு அல்லது குழிவு (bay) உண்டா கிறது. இது 30—60 நிமிடம் நீடிக்கிறது. அப்போது மொத்த ஆற்றல் இழப்பு வீதம் 10^{11}—10^{12} வாட் வரையிருக்கக்கூடும்.

புயல் தணியும் கட்டத்தில், துருவ ஒளிகள் நில நடுக்கோட்டை நோக்கி நகர்ந்து, எலெக்ட்ரான் பொழிவின் அளவு குறைவதன் காரணமாகப் பொலி விழக்கத் தொடங்குகின்றன. வாலில் இருந்து நடு நிலைக்கோடு மறைந்து விடுகிறது அல்லது மிக விரைவாகப் பெரும் தொலைவுக்கு விலகிப் போய் விடுகிறது. குட்டிப்புயல்கள் ஒழுங்கற்ற நேர இடை வெளிகளில் தோன்றினாலும், குறைந்த குழப்பமுள்ள காலங்களில் ஒரு நாளைக்கு 4-8 குட்டிப் புயல்கள் வரை உருவாகின்றன.

குட்டிப்புயல் நிகழ்வுகளில் துருவ ஒளிகளைப் பற்றியே மிகக் குறைவாக அறியப்பட்டுள்ளது. உட்புறமாகச் சலனமடையும் பிளாஸ்மாப்படலத்தி லிருந்து பொழியும் எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு கலங்கிய, ஒழுங்கான கட்டமைப்பில்லாத துருவ ஒளிர்வைப் புவிக்காந்தப்புலத்தின் 60°, 70° ஆகிய குறுக்குக்

கோடுகளுக்கு (latitude) இடையில் உண்டாக்கு கின்றன. எலெக்ட்ரான் பரவீட்டில் காந்தச் சலனத் தால் உண்டாக்கப்பட்ட திசையொவ்வாப் பண்பு களால் தூண்டப்படுகிற மின்காந்த மற்றும் நிலை மின் பிளாஸ்மா அலைக் குழப்பங்களின் பல கூற்றுக் கூட்டின் காரணமாக இந்த எலெக்ட்ரான் பொழிவு உண்டாகிறது.

துருவ ஒளிப்பாங்குகளின் துருவம் நோக்கிய விளிம்புகளுக்கு அருகில் தனித்தனியான துருவ ஒளி வில்கள் (arcs) தோன்றுகின்றன. இந்த வில்கள் தெற்கு வடக்காக 1—20 கி.மீ. வரையும் கிழக்கு மேற்காக 3000 —5000 கி.மீ. வரையும் நீண்டி ருக்கும். காந்தப்புலத்தால் திசைப்படுத்தப்பட்ட வலிவான மின்னோட்டங்கள் வில்களுக்குள் ஒரே வடிவமைப்பில் பாய்கின்றன. மேல் நோக்கிய திசை யில் பாயும் மின்னோட்டங்களில் 10—50% வரையான அளவைப் பொழியும் எலெக்ட்ரான்கள் சுமந்து செல்கின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் பெரும் பாலும் 1—10 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை ஆற்றலுள்ள, புலத்தின் திசைப்பட்ட கற்றையாகப் பரவியுள்ளன. அதில் 0.1— 0.01 வாட்/சதுரமீட்டர் வரையான அளவுகளில் ஆற்றல் பாயம் அமைந்தி ருக்கும். காந்தப் புலத்தால் திசைப்படுத்தப்பட்ட மின்புலத்தில் எலெக்ட்ரான்கள் முடுக்கப்படுவதன் காரணமாக இந்த எலெக்ட்ரான் கற்றை தோன்று வதாயிருக்கக்கூடும். ஆனால் அவை எங்கு, எந்த வகையில் முடுக்கப்படுகின்றன என்பது புலனாக வில்லை. ஏதோ ஒரு பிளாஸ்மா நிலையாமைச் செயல் முறையின் மூலம் துருவ ஒளிக்கற்றைகள் மின் காந்த அலைகளை வீசுகின்றன. அந்த அலைகள் 100-1000கிலோ ஹெர்ட்ஸ் வரையிலான அதிர்வெண் கொண்டவை. கதிர்வீசப்பட்ட ஆற்றலின் மொத்த மதிப்பு 10^8-10^9 வாட் வரையிலுள்ளது. அது குட்டிப் புயல்களின் மொத்தத் திறன் 0.1 - 1.0% வரையான அளவாகும்.

காந்தப் புயல்கள். சூரியனில் உண்டாகிற ஒரு பெரிய கொழுந்து (flare) சூரியக் காற்றில் ஒரு பெரிய குழப்பத்தை ஏற்படுத்தும். அதன் காரணமாக அதன் திசைவேகம் இரு மடங்காகக் கூடும். அதன் காந்தப்புலச் செறிவும், அடர்த்தியும் 5 மடங்கு வரை உயரலாம். இத்தகைய குழப்பங்களின்போது சூரியக் காற்றின் காந்தப் புலம் 8 - 12 மணி வரையான நேரத்திற்குத் தென் திசை நோக்கி வீசிக் கொண் டிருக்கும். உள்ளிடச் சலனமும், ஆற்றல் உள்ளீடும் மிகுதிப்படுவதால் ஒரு காந்தப்புயல் உண்டாகிறது. சூரியக் காற்றின் அதிகரித்த இயக்கவியல் அழுத்தம், காந்தக் கோள எல்லையை உட்புறமாக 32 - 38 லட்சம் வரை தள்ளி விடுகிறது. காந்தப் புயலின் முக்கிய செயல் கட்டத்தின்போது 20-50 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை ஆற்றலுள்ள புரோட் டான்கள், ஒற்றை அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட ஆக்சிஜன், ஓரளவு ஹீலிய அயனிகள் ஆகியவை பெருமளவில் கதிர்வீச்சு வளையங்களுக்குள் ஆழமாகப் புகுத்தப்படுகின்றன. அங்கு அவை ஒரு மேற்கு நோக்கிய வளைய மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கு கின்றன. அது புவியின் காந்தப் புலத்தில் ஓர் உலக ளாவிய இறக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. சலனம் பெரும் வலிவுடன் ஏற்பட்டுப் பிளாஸ்மாக் கோள எல்லை 128 லட்சம் மீட்டருக்குள் நெருங்கி வரக் கூடும். சூரியக் காற்றின் காந்தப் புலம் மேற்குத் திசையில்திரும்பிச் சலனம் மெதுவாகும்போது காந்தப் புயலின் தணிவு கட்டம் தொடங்குகிறது. வளைய மின்னோட்டத்திலுள்ள அயனிகள் புவியைச் சுற்றி யுள்ள நடுநிலை ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடன் மின் பரிமாற்றம் செய்வதன் மூலம் ஓரிரு நாளில் சிதை வடைகின்றன. இப்புயல்களின்போது சராசரியாக 10^{16} ஜூல் ஆற்றல் இழக்கப்படும்.

பிற காந்தக் கோளங்கள். சூரிய மண்டலத்தில் புதன், வெள்ளி, செவ்வாய், வியாழன் ஆகிய கோள் களிலும் காந்தக் கோளங்கள் காணப்படுகின்றன. புவியின் காந்தக் கோளம் வெளியிலுள்ள பிளாஸ்மாக் காற்றில் அமைந்துள்ள ஒரு நெருக்கமாக அமைந்த, காந்தமாக்கப்பட்ட பொருளின் பாய்மக் காந்த வியல் மற்றும் பிளாஸ்மாக் குழப்பப் பரிமாற்று வினைகளை ஆய்வு செய்ய உதவும் ஒரு முன்மாதிரி யாக விளங்குகிறது. சனியிலிருந்தும் யுரேனசி லிருந்தும் அண்மையில் வெப்ப மூலமற்று ரேடியோ அலை உமிழ்வுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற் றைச் சுற்றிலும் காந்தக் கோளங்கள் இருக்கலாம் என்பதை இது காட்டுகிறது. விண்மீனியற்பிய லில் பல்சார்கள், நெருக்கமாக அமைந்த எக்ஸ் கதிர் மூலங்கள், கருந்துளைகள், ரேடியோ அலைகளை உமிழும் உடுக்கணங்கள் (galaxies) ஆகியவற்றையும் காந்தக் கோளத் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தி ஆய்ந் துள்ளனர். இவ்வாறு காந்தக் கோள இயற்பியல் காந்தக் கோளங்களின் ஒப்பீட்டு ஆய்வில் பங்கு பெறத் தொடங்கியுள்ளது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. I. Asimov, *The Universe*, Penguin Books Ltd, England, 1977., I. Asimov, The Physical Sciences, Penguin Books Ltd, England, 1975.

காந்தச் சுற்று

காந்தப் பாயக் கோடுகள் மூடிய கண்ணிகளாக (closed loops) அமையும்போது அவற்றின் பாதை கள் காந்தச் சுற்றுகள் (magnetic circuits) எனப் படும். இத்தகைய பாதைகளைப் பயன்படுத்தி உள்ளக வடிவியலின் (core geometry) காரணமாக ஏற்படும் காந்தப்புலத்தைக் கணிக்கின்ற வடிவமைப்பு

முறைக்கும் காந்தச் சுற்று என்னும் பெயருண்டு. மின்மாற்றி உள்ளகங்கள், அஞ்சல் சட்டங்கள் (relay frames), மின்கருவிகளின் இரும்பாலான உறுப்புகள் ஆகியவை காந்தச் சுற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். இத்தகைய கருவிகளின் காந்தப் புலச் சமன்பாடுகள் நேர் மின்னோட்டச் சுற்றுகளின் சமன்பாடுகளைப் பெரிதும் ஒத்துள்ளமையால் அக்கருவிகளுக்குக் காந்தச்சுற்றுகள் (magnetic circuits) என்னும் பெயர் இடப்பட்டது. காந்தப் பாயம் தன் வழியாகப் பாய்வதை எதிர்க்கும் தன்மைக்குக் காந்தப் பாயத் தடை (reluctance) என்று பெயர். அது ஒருபொருளின் தடைச் காந்த அழுத்த வேறுபாட்டிற்கும் காந்தப் பாய அளவிற்கும் இடையிலான தகவுக்குச் சமம்.

ஒரு முடிவுற்ற உள்ளகத்தில் NI ஆம்பியர்-சுற்று அளவில் காந்த இயக்குவிசை (magnetomotive force) அமைந்திருந்தால்,

$$\phi \times \frac{l}{\mu A} = NI$$

இதில் l என்பது காந்தப்பாதையின் நீளம்; A என்பது அதன் குறுக்குப் பரப்பளவு; μ என்பது உட்புகுதிறன் (permeability). N என்பது உள்ளகத்திலுள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை; I என்பது ஆம்பியரில் மின்னோட்டம்; $l/\mu A$ என்பது காந்தப் பாயத்தடை R. எனவே,

$$\text{காந்த இயக்குவிசை} = \phi \times R$$

உள்ளகம்,வேறுபட்ட தன்மைகளுள்ள கூறுகளாலானதாக இருந்தால் அதன் மொத்தக் காந்தப் பாயத் தடைக்கூறு காந்தப் பாயத்தடைகளின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட மாறாத அளவிலுள்ள காந்தப் பாயம் பல இணையான பாயப் பாதைகளில் பங்கிடப் பட்டிருந்தால், அவ்வாறான பகிர்வு அந்தப் பாதைகளின் பாயத் தடைக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் ஏற்படும். இந்த இணையான, தொடரான காந்தப் பாயத் தடைகள், இணையான, தொடரான மின் தடைகளைப் போலவே கணக்கிடப்படுகின்றன. எனவே அவற்றின் அடிப்படைச் சமன்பாட்டைக் காந்தச் சுற்றுகளுக்கான ஓம் விதி எனக் குறிப்பிடுவதுண்டு. ஆனால் காந்த இயக்க விசை ஒரு விசையன்று; மின்னோட்டத்தைப் போன்று காந்தப் பாயம் பாய்வதில்லை. அடிப்படைச் சமன்பாட்டைக் கண்டு பிடித்தவர் ஓம் அல்லர்; அது ஹாப்கின்சன் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

காந்தச் சுற்றுப் பாயத் தடை ஏறக்குறைய எப்போதும் பண்பறுதியான (qualitative) முறையிலே பயன்படுகிறது. அது விளக்கமளிக்கவும், விவாதிக்கவும் மிகவும் எளிதாக உதவும். பாயத் தடை மாறும் போது பாயத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தைக் கணக்கிட வழக்கமாக ஒரு நேர்தன்மையற்ற (non-linear) கணக்கீட்டு முறை பயன்படுகிறது. அது பாயத் தடைக்கு ஓர் எண் மதிப்பைக் கணிப்பதுகூட இல்லை. இதற்கேற்ப, காந்தப் பாயத் தடை அலகுக்கு ஒரு பொதுவான பெயர் தரப்படவுமில்லை.

அளவறுதியான (quantitative) கணக்கீடுகளுக்கு மூன்று கொள்கைகள் பயன்படுகின்றன. அவை, காந்தப்பாயக்கோடுகள் முடிவற்றவை. ஒரு பாயத் தொகுப்பில், சில இடங்களில் பாயக் கோடுகள் குறிப்பாக நெருக்கமாக அமைந்துள்ள போதும், தொகுப்பிலுள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் ϕ மதிப்புச் சமமாயிருக்கும்.

எந்த ஒரு புள்ளியிலும் பாய அடர்த்திக்கும் (B) புலத் திசையனுக்கும் (H) இடையிலுள்ள தொடர்பு அப்புள்ளியிலுள்ள பொருளின் பண்பு ஆகும். ஆய்வுகளின் வாயிலாக ஒரு பொருளுக்கு இவற்றில் ஒன்றின் மதிப்பு தெரிந்தால் அதிலிருந்து மற்றதன் மதிப்பைக் கணக்கிட்டுவிட முடியும். ஆம்பியரின் கோட்டுத் தொகையீடு (line integral), பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிற பாயத் தொகுப்புச் செல்லும் பாதை முழுமைக்குமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Arthur F. Kip, *Fundamentals of Electricity and Magnetism*, McGraw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo, 1969., Brij Lal, N. Subramanyam, *Electricity and Magnetism*, Ratan Prakashan Mandir, Delhi, 1983.

காந்தத் தடை

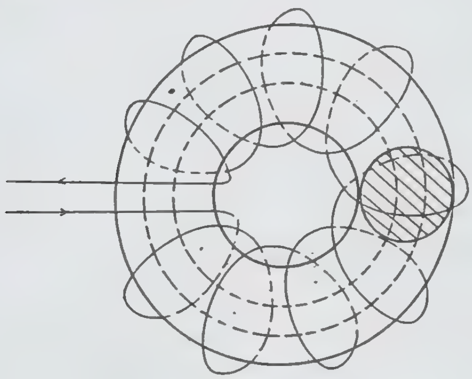
காந்தச் சுற்று (magnetic circuit) ஒன்று அதன் வழியே விளையும் காந்தப் பாயத்திற்கு (magnetic flux) அளிக்கும் தடை, காந்தத் தடைஎனப்படுகிறது. அது காந்தச் சுற்றில் காந்த இயக்கு விசைக்கும் (magneto motive force) காந்தப் பாயத்திற்கும் உள்ள விகிதத்திற்குச் சமமாகும்.

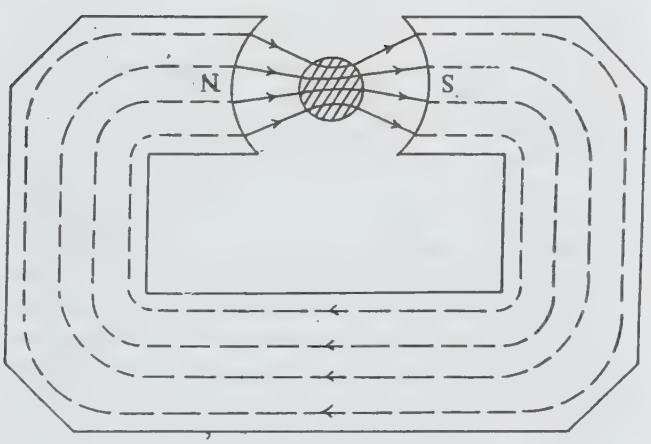
காந்தச் சுற்று என்பது காந்த விசைக் கோடுகளுக்கு அல்லது காந்தப் பாயத்திற்குத் தொடர்ச்சியான பாதை ஒன்றை அமைத்துத் தரும் வகையில் அமைந்த ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களின் அமைப்பாகும். காந்தச் சுற்றுகள் மின்னியல் எந்திரங்களிலும் பலவகை மின்னியல் கருவிகளிலும் பெரும் பங்கு கொள்கின்றன.

சிறு கம்பிச் சுருள் சுற்றப்பட்ட ஓர் இரும்பு வளையம் காந்தச் சுற்றுக்கான எளிய எடுத்துக்

காட்டாகும், கம்பிச் சுருளின் வழியே மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது அதனுள் தோன்றும் காந்தப் பாயம் வளையத்தைக் காந்தமாக்கம் செய்து வளையத்தின் வழியே ஏறத்தாழ மாறாத காந்தப் பாயம் ஒன்றை விளைவிக்கிறது. இங்கு மின்னோட்டத்தைத் தாங்கும் கம்பிச் சுருள் காந்த இயக்கு விசையை அளிக்கும் மூலமாகச் செயற்படுகிறது.

சிக்கலான காந்தச் சுற்று ஒன்றில் பல்வேறு வகைப்பட்ட காந்தவியல் பொருள்கள் அவற்றின் வழியே காந்தப் பாயத்திற்குத் தொடர்ச்சியான பாதையொன்றை அமைத்துத் தரும் வகையில் அமைந்திருக்கும். காட்டாக, அசையும் கம்பிச்சுருள் கால்வனா மீட்டர் ஒன்றில் காந்தப் பாயம் காந்த வட முனையிலிருந்து காந்த முனைகளுக்கு மையத்திலமைந்த தேனிரும்பு உருளைக்கும் காந்த முனைகளுக்குமிடையே அமைந்த காற்றுவெளி வழியாகவும், அடுத்துத் தேனிரும்பு வழியாகவும், மீண்டும் காற்றுவெளி வழியாகவும் சென்று தென்முனையை அடைந்து காந்தத்தின் வழியே வடமுனையை அடைகிறது. (படம்-1)





படம் 1. படம் 2.

கம்பிச் சுருள் ஒன்று தன்மீது சுற்றப்பட்டு அமைந்த இரும்பு வளையம் (படம்-2) ஒன்றின் சராசரி நீளம் l, குறுக்குப் பரப்பளவு A, சுற்றுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை N, வளையப் பொருளின் காந்த உட்புகு திறன் (magnetic permeability) μ எனில், வளையத்தின் வழியே காந்தப் பாயம் $\phi = \mu \cdot \frac{NIA}{l}$ ஆகும். NI = M எனக் குறிக்கப்படுமாயின்

$$\phi = \frac{M}{\frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{A}} \qquad (1)$$

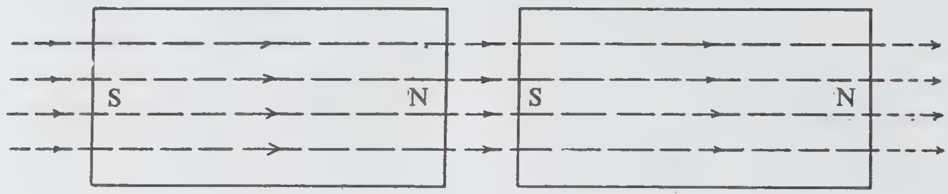
ஆகும். ஒரு காந்தச் சுற்றின் காந்தப்பாயம் ஒரு மின் சுற்றின் மின்னோட்டத்தை ஒத்ததாகும். எனவே, ϕ -க்கான சமன்பாட்டை மின்னோட்டத்திற்கான $I = \frac{E}{R}$ என்னும் ஓம் விதியுடன் ஒப்புநோக்கினால் M-ஐக் காந்த இயக்கு விசை எனவும் $R = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{l}{A}$ - ஐக் காந்தத் தடை எனவும் குறிப்பிடலாம். R க்கான மேற்காணும் கோவை மின்தடைக்கான $R = \rho \frac{l}{A}$ என்னும் தொடர்புடன் ஒத்திருப்பதைக் காணலாம். சமன் (1) காந்தச் சுற்றுக்கான ஹாப்கின்சன் விதி ஆகும். காந்த இயக்கு விசைக்கான SI அலகு ஆம்பியர் சுற்று ஆகும்; காந்தத் தடைக்கான அலகு ஆம்பியர் சுற்று வெபர் அல்லது ரௌலண்ட் ஆகும்.

காந்தத் தடை மின் தடையை ஒத்திருப்பதால் மின் தடைகளுக்குரிய விதிகள் காந்தத் தடைகளுக்கும் பொருந்தும். மின் தடைகளைப் போன்று காந்தச் சுற்றுகளில் காந்தத் தடைகளையும் தொடரிணைப்பு மற்றும் பக்க இணைப்பு முறைகளில் இணைக்கலாம். இரு இரும்புத் துண்டுகள் முனைக்கு முனை தொடர்பு கொள்ளுமாறு அமைக்கப்படுமாயின் (படம்-3) அவ்வமைப்பு, தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்ட காந்தத் தடைகளுக்குச் சமமாகும். மாறாக, காந்தப் பாயம் அத்துண்டுகளின் வழியே பிரிந்து செல்லுமாறு அவை பக்கவாட்டில் அமைக்கப்படுமாயின் (படம்-4) அவ்வமைப்பு, பக்கஇணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்ட காந்தத் தடைகளுக்குச் சமமாகும்.

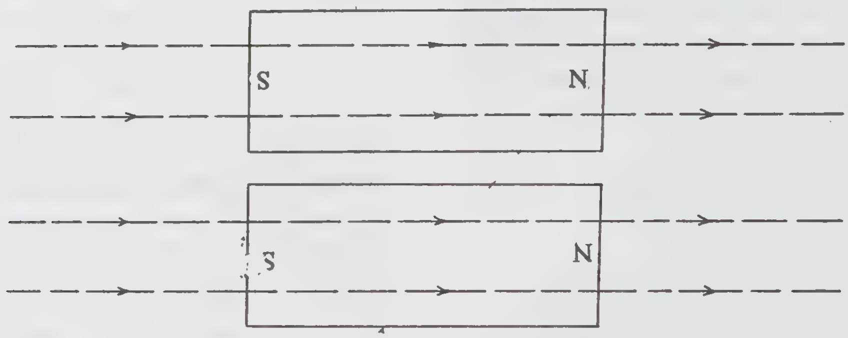
காந்தத் தடைகள் தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்படும்போது தொகு பயன் காந்தத்தடை

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots$$

ஆகும்; அவை பக்க இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்படும்போது



படம் 3. தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்ட காந்தத் தடைகள்



படம் 4. பக்க இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்ட காந்தத் தடைகள்

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots$$

ஆகும்.

- ரா. நாகராஜன்

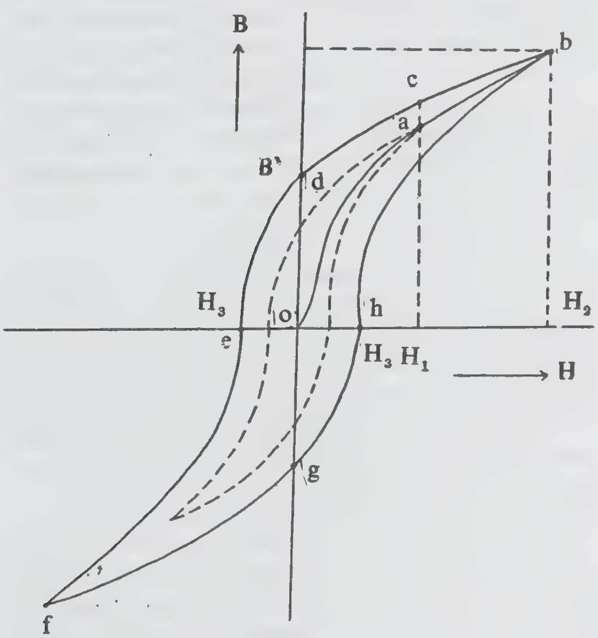
நூலோதி. D.N. Vasudeva, *Fundamentals of Magnetism and Electricity*, S. Chand & Co., New Delhi, 1983.

காந்தத் தயக்கம்

ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளைக் காந்தமேற்றும் போது அல்லது காந்த நீக்கம் செய்யும்போது அதிலுள்ள காந்தமாக்கல் செறிவு, காந்தமாக்கும் புலத்தைவிடப் பின்தங்கியே உள்ளது. இதற்குக் காந்தத் தயக்கம் (magnetic hysterisis) என்று பெயர்.

காந்தமேற்றப்படாத நிலையிலுள்ள ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளைத் தொடர்ந்து அதிகரிக்கிற காந்தமாக்கும் புலத்தின் விசைக்கு உள்ளாக்கும்போது புலவிசை H, பாய அடர்த்தி B ஆகியவற்றுக்கிடையில் உருவாகும் உறவைப் படத்தின் Oab என்னும் பகுதி குறிப்பிடுகிறது. காந்தமாக்கும் புலம் அதிகரித்து H_1 என்னும் மதிப்பை அடையும் போது பொருளின் காந்த நிலையை a என்னும்புள்ளிகுறிப்பிடுகிறது. காந்தமாக்கும்புலத்தை மேலும் அதிகரித்து H_2 என்னும் பெருமமாக்கிப் பின்னர் H_1 அளவிற்குக் குறைத்தால், குறைந்து வரும் பாய அடர்த்தி, தான் பெருமமான பாதையிலேயே குறையாமல் திரும்ப அதைவிடச் சிறிய வீதத்தில் குறைகிறது. காந்தமாக்கும் புலத்தில் ஏற்படுகிற மாற்றத்தைவிடப் பாய அடர்த்தியில் ஏற்படும் மாற்றம் இவ்வாறு பின் தங்குவது காந்தத் தயக்கமாகும். காந்தமாக்கும் புலத்தை H_1 இலிருந்து மேலும் குறைத்துப் பூஜ்யமாக்கினால், பாய அடர்த்தி பூஜ்யமாவதில்லை. அதற்கு மாறாக B′ என்னும் அளவில் சிறிதளவு பாய அடர்த்தி பொருளில் தங்கி விடுகிறது. B′ என்னும் அளவு காந்தத் தேக்குந் திறன் எனப்படுகிறது. பாய அடர்த்தியைப் பூஜ்யமாக்க வேண்டுமானால், காந்தமாக்கும் புலத்தின் திசையை எதிராக்கி அதன் மதிப்பை H_3 என்னும் அளவிற்கு அதிகரிக்க வேண்டும். H_3-இன் அளவு காந்த நீக்க விசை எனப்படுகிறது.

தயக்கக் கண்ணி. காந்தமாக்கும் புலத்தை எதிர்த் திசையில் அதிகரித்தால் பாய அடர்த்தியும் எதிர்த் திசையில் f என்னும் புள்ளி வரை மிகுதியாகிறது. f என்னும் புள்ளியில் H,B ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் b என்னும் புள்ளியில் H,B ஆகியவற்றின் மதிப்புகளுக்குச் சமமாக, ஆனால் எதிர்த் திசையில் அமைகின்றன. மீண்டும் காந்தமாக்கும் புலத்தின் திசையை மாற்றிக் குறைத்துப் பூஜ்யமாக்கி அதற்கு மேல் அதிகரித்தால் காந்தமாக்கல் f g h b என்னும் கோட்டின்படி மாற்றமடைகிறது. b d e f g h b என்னும் முழுக்கண்ணியும் காந்தத் தயக்கக் கண்ணி எனப்படுகிறது. காந்தத் தயக்கக் கண்ணி வேறு ஒருபுள்ளியிலிருந்து, எடுத்துக்காட்டாக a - இலிருந்து தொடங்கினால், முந்திய கண்ணிக்குள் அடங்கி விடுகிற ஒரு சிறிய கண்ணி கிடைக்கிறது. இது படத்தில் புள்ளிக் கோடுகளால் காட்டப்பட்டுள்ளது.



ஆற்றல். ஒரு பொருளைக் காந்தமாக்கும்போது ஆற்றல் செலவாகிறது. H,B ஆகியவை f g h b என்னும் பாதையில் அதிகரிக்கிறபோது, ஆற்றல் லாபம் அப்பாதைக்குக் கீழேயுள்ள பரப்புக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். b c d e f என்னும் பாதையில் ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது. இந்த இழப்பு அப்பாதைக்குக் கீழேயுள்ள பரப்புக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். ஒவ்வொரு காந்தமாக்கும் சுழலின்போதும், அலகு பருமனுள்ள பொருளால் கூடுதலாக இழக்கப்படுகிற ஆற்றலைப் பின்வரும் சமன்பாட்டிலிருந்து கணக்கிடலாம்.

$$W = \oint dW = \oint HdB$$

இந்தத் தொகையீடு மூடிய, கண்ணி முழுமைக்குமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. $\oint HdB$ என்பது தயக்கக் கண்ணியின் பரப்பளவு ஆகும். எனவே ஒவ்வொரு காந்தமாக்கும் சுழலின்போதும் அலகு பருமனுள்ள பொருளால் இழக்கப்படும் ஆற்றல் தயக்கக்கண்ணியின் பரப்பளவிற்குச் சமமாக உள்ளது. இவ்வாறு இழக்கப்படும் ஆற்றல் வெப்பமாக மாறுகிறது. B-ஐ வெபர் / சதுரமீட்டர் என்னும் அலகாலும், H-ஐ ஆம்பியர் - சுற்றுகள்/மீட்டர் என்னும் அலகாலும் அளக்கும்போது ஆற்றல் இழப்பு ஜீல்/கன மீட்டர்-சுழல் எனக் குறிப்பிடப்படும். ஸ்டீன் மெட்ஸ் என்பார் ஒரு சுழலுக்கான அலகு பருமத்திற்கான ஆற்றல் இழப்புக்கும் பாய அடர்த்தியின் பெரும மதிப்புக்கும் இடையில் ஓர் அனுபவ விதியை உருவாக்கினார். அது பின் வருமாறு:

$$W = \eta B^{n}$$

இதில் W என்பது ஆற்றல் இழப்பு; B என்பது பாய அடர்த்தியின் பெரும மதிப்பு; η என்பது ஸ்டீன்மெட்ஸ் குணகம் எனப்படுகிற மாறிலி. வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு n என்னும் மடியின் மதிப்பு வெவ்வேறாக உள்ளது. பல பொருள்களுக்கு அதன் மதிப்பு ஏறத்தாழ 1.6 ஆக இருந்த போதும், பிற பொருள்களுக்கு 1.5 - 2.5 வரை மாறுபடுகிறது.

அலைவு மின்னோட்டங்களைப் பயன்படுத்தும் எந்திரங்களில் பெரும் இரும்பு உறுப்புகள், தொடர்ந்து திசை மாறுகிற காந்தப் புலங்களில் அமைகின்றன. அந்த இரும்புப் பகுதிகள் இடைவிடாமல் காந்தத் தயக்கச் சுழல்களுக்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக ஒவ்வொரு சுழலின் போதும் ஆற்றல் இழக்கப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் இழப்பின் அளவு இரும்பிற்கான தயக்கக் கண்ணியைப் பொறுத்துள்ளது. இதன் காரணமாகத் தேவையற்ற வெப்பமும் தோன்றுகிறது. எனவே இத்தகைய உறுப்புகள் தயக்கக் கண்ணியின் பரப்பளவு சிறுமமாக உள்ள இரும்பு வகைகளால் உருவாக்கப்படுதல் விரும்பத்தக்கதாகும்.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Brijlal, & N.Subrahmanyam, *Electricity and Magnetism*, Ratan Prakashan Mandir, Delhi. 1983.

காந்தத் தனிமுனை

காந்த விளைவுகளும், மின் விளைவுகளும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவாக இருப்பினும், மின் மற்றும் காந்தப் புலங்களிடையே ஒரு குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு காணப்படுகிறது. காந்தம் என்பது

இரு சமமான, எதிரான வட, தென் காந்தமுனைகளைக் கொண்டது. இதையே காந்த இருமுனை (magnetic dipole) என்பர். ஆனால் காந்த முனைக்கு இணையான மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள், நேர் அல்லது எதிர் மின்னூட்டம் உடைய தனி முனைகளாக உள்ளன. இத்தகைய அடிப்படைக் கருத்துகளுடனேயே காந்தவியலும், மின்னியலும் இன்று வரை வளர்ச்சி பெற்றுள்ளன. ஆனால் காந்த இரு முனை என்னும் கருத்து, கலிஃபோர்னியாப் பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த அறிவியலார்களான புபோர்டு பிரைசும், எட்வர்டு சிர்க்கும், ஹீஸ்ட்டன் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த அறிவியலாரான சாக் ஆஸ்பரீனும் பின்ஸ்கியும் இணைந்து 1975 இல் கண்டறிந்த காந்தத் தனி முனை (magnetic monopole) மறு சிந்தனைக்கு உள்ளாக்கப்பட்டது.

பிரைசும் அவர் குழுவினரும் தனி வகையான உணர்வுப் பால்மம் (emulsion) பூசப்பட்டுள்ள ஒளிப் படத் தட்டுகளைப் பலூன்களில் வைத்து மிகு உயரங் களுக்கு அனுப்பி, வளிமண்டலத்தில் நடத்திய காஸ் மிக் கதிர் பற்றிய ஆய்வுகளால் காந்தத் தனிமுனை களைக் கண்டறிந்தனர். இதுவே காந்தத் தனி முனை பற்றிய முதல் ஆய்வாகும். அவர்களின் ஆய்வு முடிவு கள் ஒரே ஓர் ஒளிப்படத்தைக் கொண்டு அமைவ தால், காந்தத் தனி முனை பற்றிய கருத்துகளை மறுப்பாரும் உளர்.

1862 ஆம் ஆண்டில் மாக்ஸ்வெல் என்னும் அறிவியலாரால் வெளியிடப்பட்ட மின் காந்தக் கொள்கை காந்தத்திற்கும், மின்னூட்டத்திற்கும் இடையே காணப்படும் ஒத்த தன்மைகளை வெளிப் படுத்தியது. மின்காந்தக் கொள்கையின் அடிப்படைக் கருத்துகள் ஏறத்தாழ 70 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு நேர் அல்லது எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட துகள் கள் இயற்கையில் இருப்பது போலக் காந்தமும் தனி முனைகளாக இருக்கக் கூடும் என்னும் இங்கிலாந்து அறிவியலாரான டிராக்கின் கருத்திற்கு வலிவூட்டு மாறு அமைந்தன. மின் புலத்தில் எங்ஙனம் மின் னூட்டமுடைய துகள்கள் இடையீட்டுச் செயலை ஏற்படுத்துகின்றனவோ, அவ்வாறே, இந்தக் காந்தத் தனிமுனைகள் காந்தப் புலத்தில் ஏற்படுத்தும் என டிராக் தம் குவாண்டம் கொள்கையில் கூறியுள்ளார். எந்த இயற்பியல் விதிகளுக்கும் முரண்பட்டதாக இல்லாததாலும், மின்னூட்டத்தில் காணப்படும் குவாண்ட்டம் அளவை (குவாண்ட்டம் என்பது குறிப் பிட்ட மதிப்புடைய ஒரு சிறு பங்காகும்) விளக்கக் கூடியதாக இருப்பதாலும் காந்தத் தனி முனை இருக்க முடியாது என்பதை ஒப்புக் கொள்ள முடிய வில்லை. டிராக்கின் காலந்தொட்டே காந்தத் தனி முனைகளைப் பன்னாட்டு அறிஞர்களும் கண்டறியத் தலைப்பட்டனர். இந்திய அறிவியலரான சாகா என் பாரும் காந்தத் தனி முனையின் பண்புகளைப் பற்றிய தருக்க முறைக் கருத்துகளை வெளியிட்டுள்ளார்.

பண்புகள். மின் காந்தக் கொள்கைப்படி காந்தத் தனி முனை, மிக நுண்ணிய தடிப்புள்ள காந்தத்தின் ஒரு நுனியாகும். காந்தத்தின் மறு நுனி முடிவற்ற இடத்தில் இருக்கும். துகள்களில் மின்னூட்டம் எவ்வாறு குவாண்ட்டம் மதிப்புடன் உள்ளதோ அவ் வாறே காந்தத் தனி முனைகளிலும் முனைவலிமை (pole strength) குவாண்ட்டம் மதிப்புடையதாக இருக்கும். மிகத் தாழ்ந்த முனை வலிமை 137 இன் வர்க்க மூலமாக இருக்கும் என்று கொள்கை மூலம் கண்டறிந்துள்ளனர். இரு எலெக்ட்ரான்களுக்குப் பதிலாக அதே இடைவெளியுடன் இரு காந்தத் தனி முனைகள் வைக்கப்படுமானால், அவற்றிற்கிடையே செயல்படும் விசை ஏறத்தாழ 4700 மடங்கு மிகுதி யாக இருக்கும். இக்கருத்துகள், காந்தத் தனி முனைகள் இது வரை கண்டறியப்பட்ட அடிப்படைத் துகள்கள் அனைத்தையும்விட மிகு நிறையுடையவாக இருக்கும் என்று தெரிவிக்கின்றன. ஒரு காந்தத் தனி முனையின் நிறை, புரோட்டானின் நிறையைவிடப் பலமடங்கு மிகுதியாக இருக்கும் என்று ஆய்வா ளர்கள் கணித்துள்ளனர். பிரைஸ் குழுவினரின் கருத்தும் இதற்கு ஏற்பவே அமைந்துள்ளது. அவர்கள் தங்கள் ஆராய்ச்சியின் முடிவில் காந்தத் தனி முனை யின் நிறை புரோட்டானின் நிறையைவிட இருநூறு மடங்கு உள்ளது என்று குறிப்பிட்டுள்ளனர்.

இடையீட்டுச் செயலின் வலிமை, துகளின் நிறைக்கு ஏற்ப இருப்பதால், நிறைமிக்க காந்தத் தனி முனைகள் வலிமை மிக்க வினைகளில் (strong interaction) ஈடுபடக்கூடியவாக இருக்கும் எனலாம். மேலும் மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களில் எவ்வாறு பல வகைகள் உள்ளனவோ, அவ்வாறே காந்தத் தனி முனைகளிலும் பல வகைகள் இருக்கலாம் என்று ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

எந்த வினையும் ஒரு வகையான மாறாக் கோட் பாட்டிற்கு உட்பட்டே நிகழ்கின்றது. அதன்படி ஒரு காந்தத் தனி முனை தானாகச் சிதைந்து அழிவதாக இருக்குமானால், அது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காந்தத் தனி முனைகளாகத் தோன்றும். இந்நிகழ்வில் முனை வலிமை, மாறாக் கோட்பாட் டிற்கு உட்படுகிறது. இதன் மூலம் சிதைவிற்கு முன்னால் உள்ள காந்தத் தனி முனையின் முனை வலிமையும், பின்னால் விளையும் காந்தத் தனி முனைகளின் கூடுதல் முனை வலிமையும் சமமாகும்.

காந்தத் தனி முனை தானாகச் சிதைந்து அழி யாது என்றாலும், முழு அழிவாக்கக் கொள்கைக்கு (annihilation theory) ஏற்ப இரு சமமான, எதிரான காந்தத் தனி முனைகள் மோதிக் கொள்ளுமானால் அவை முழுதுமாக அறிந்து ஆற்றலை வெளிப்படுத்தும் பருப்பொருள் இணை உருவாக்கம் (pair production) என்னும் முறையால், இந்தக் காந்தத் தனி முனை களை (சமமான, எதிரான) ஆற்றலிலிருந்தும்

பெறலாம். ஆற்றல்மிக்க ஒளித் துகள் கற்றைகளைப் புரோட்டானோடு மோதும்படிச் செய்து காந்தத் தனி முனைகளைப் பெற இயலும். கனமான, சம முனை வலிமையுடைய, வட தென் காந்தத் தனி முனை களைப் பருப்பொருள் இணை உருவாக்கத்தால் பெறவேண்டுமானால், ஒளித் துகளின் ஆற்றல் மிக அதிகமாக இருக்க வேண்டும். இதன் காரணமாகக் காந்தத் தனி முனை என்பது உயர் ஆற்றல் துகள் முடுக்கிகளாலும், உயர் ஆற்றல் காஸ்மிக் கதிர்க ளாலும் மட்டுமே இயலும்.

காஸ்மிக் கதிர்களால் வளி மண்டலத்தில் உருவாக் கப்படுகிற காந்தத் தனி முனைகள் பேரண்ட வெளி யில் உள்ள காந்தப் புலத்தாலும், புவியின் காந்தப் புலத்தாலும் முடுக்கப்பட்டு மிக விரைவாகப் புவியை வந்தடைகின்றன. காந்தத் தனி முனைகள் மிகுதி யாக அயனியாக்குந் தன்மையுடைமையால் வளி மண் டலத்தில் தன் ஆற்றலில் பெரும்பங்கை இழக்கும். எனினும் வளிமண்டலம் முழுமையும் கடந்து புவியில் மிகு ஆழம் ஊடுருவ வல்லனவாகவும் உள்ளன. காந் தத் தனி முனைகளை, இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட் போன்ற ஃபெரோகாந்தப் பொருள்கள் தன்னகத்தே இருத்தி வைத்துக் கொள்ளும் பண்பைப் பெற்றுள் ளன. இதனால் இரும்புத் தாதுவால் ஆன எரிகற் களில் (meteorites) காந்தத் தனி முனைகள் இருக்கக் கூடும் என்று கருதப்படுகிறது. புவியை நோக்கி வரும் காந்தத் தனி முனைகளில் வட முனை வடக்கு நோக்கியும், தென்முனை தெற்கு நோக்கியும் புவிக் காந்தப் புலத்தால் சிறிது விலக்கப்படுகின்றன. இவ் வாறு விலக்கப்பட்ட காந்தத் தனி முனைகள் அப்பகுதி களில் உள்ள இரும்புத் தாதுக்களால் தொகுக்கப் பட்டிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

பயன்கள். அளப்பரிய ஆற்றலை உடைய காந்தத் தனி முனைகளைக் கொண்டு அடிப்படைத் துகள் களைத் தாக்கி இடையீட்டுச் செயலை ஏற்படுத்தி, அவற்றின் நுண் கட்டமைப்புகளை அறிய முடியும். துகள்களை முடுக்கும் வழி முறைகளில் ஒரு புதிய வழியை வகுத்துக் கொள்ளவும் முடியும்.

- மெ. மெய்யப்பன்

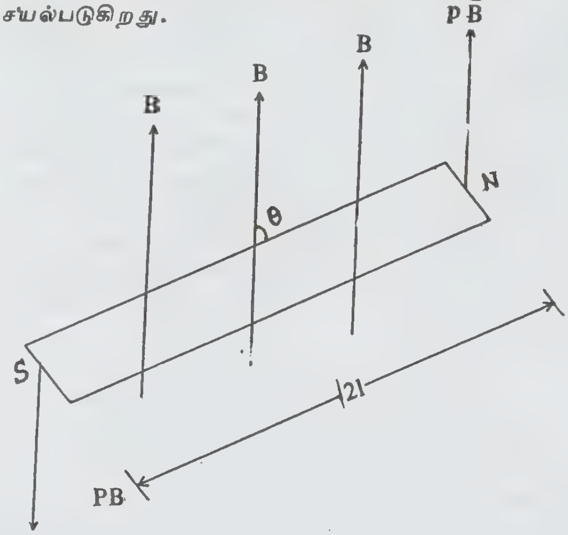
நூலோதி. Edward M.Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw - Hill Book Company, New York, 1965.

காந்தத் திருப்புத்திறன்

காந்தப் பண்புகளில் ஒன்றான காந்தத் திருப்புத் திறனானது (magnetic moment) ஒரு காந்தம் அல்லது மின்னோட்ட வளையம் அல்லது காந்தப் புலத்தில் செல்லும் மின்னூட்டத்தின் மீது செயல் படும் திருப்பு விசைக்கும், காந்தப் புலத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை வரையறுக்கிறது.

ஒரு காந்தத்தில் காந்த முனைகளுக்கிடையில் உள்ள தொலைவு காந்த நீளம் 2l எனப்படுகிறது. ஒரு நல்லியல்பு காந்தத் (ideal magnet) துருவங்கள் காந்தத்தின் முனைகளில் அமைந்துள்ளதாகக் கருதப் படுகிறது. SN எனும் காந்தம் படத்தில் காட்டியுள்ள வாறு காந்தப்புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதலாம்.

காந்தப் புலத்தில் இருக்கும் இந்தக் காந்தம் ஓர் இரட்டை அல்லது திருப்புவிசை இணைவு பெறும். காந்த முனை ஒவ்வொன்றின் மீதும் pB எனும் விசை செயல்படுகிறது.



இங்கு p என்பது முனை வலிமை, B என்பது காந்தப் பாய அடர்த்தியாகும். இங்குச்செயல்படும் இரட்டை யின் திருப்புமை,

$$T = \text{விசை} \times \text{அவற்றிற்கிடையே உள்ள தொலைவு}$$

$$= -\,PB \times SN \sin\theta$$

$$= -\,PB\ 2l \sin\theta$$

$$= -\,MB \sin\theta$$

இங்கு $M = 2pl$ என்பது காந்தத் திருப்புத் திறன் எனப்படும். இது SN திசையில் ஒரு திசையன் (vector) அளவாகும். இதை, திசையன் குறியீட்டில் $T = M \times B$ என்றும் எழுதலாம். இங்கு எதிர்க்குறி, திருப்புவிசை θ எனும் கோணத்தைக் குறைக்கும் விதத்திற்குரிய திசையில் செயல்படுவதைக் குறிக்கிறது. அதாவது, காந்தம் வெளிப்புறத்திலிருந்து செயல்படும் காந்தப் புலத்தின் திசையில் தன்னை வைத்துக் கொள்ள முயலுகிறது.

காந்தம் அதனுடைய மையப் புள்ளியைப் பொறுத்துத் தன்னிச்சையாகச் சுழலும் எனில், அதன் மீது செயல்படும் இரட்டையால் அது $\theta = 0$ என்னும் நிலைக்குக் கொணர முயலும். $\theta = 90°$ நிலையில், $B = 1$ ஆக இருக்கும்போது $T = MB \sin\theta$ ஆனதால், இரட்டையின் திருப்புமை $T = M$ ஆகும். ஆகையால், காந்தத் திருப்புத்திறனைக் கீழ்க்காணுமாறு வரையறுக்கலாம். காந்தத்திருப்புத்திறன் என்பது ஒரு காந்தத்தை ஓரலகு அளவுடைய சீரான காந்தத் தூண்டலுக்குச் செங்குத்தாக இருத்தி வைக்கத் தேவைப்படும் இரட்டை அல்லது திருப்பு விசையாகும்.

காந்தத் திருப்புத்திறனின் அலகு ஆம்பியர் - மீட்டர்² ஆகும். காந்தத் திருப்புத்திறன் வெப்பநிலை மிகும்போது குறைகிறது. வெப்பநிலை குறையும் போது, குறைவான விகித அளவில் கூடுகிறது. மின்னோட்டங்கள் காந்தப் புலங்களுக்குக் காரணமாக அமைவதால், காந்தப் பண்புகளை இவ்வடிப்படையில் விளக்குவது மின்காந்தவியல் வழக்கமாகும். N சுற்றுகளும், பரப்பு A அளவும் உள்ள ஒரு தட்டைக் கம்பிச்சுருளில் I என்னும் மின்னோட்டம் செல்வதாகக் கருதலாம். இந்தச் சுருள் காந்தப் பாய அடர்வு B டெஸ்லா எனும் புலத்தில் இருக்கும்போது, திருப்புவிசை (L) ஐ உணர்கிறது. இந்தத் திருப்பு விசை,

$$L = NIAB \sin\theta$$ என நிறுவலாம்.

இங்கு θ என்பது காந்தப் புலத்திற்கும் கம்பிச் சுருள் தளத்திற்கான செங்குத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் ஆகும். இந்தக் கோணம் $\theta = 90°$ எனில் திருப்புவிசை L பெருமதிப்பை அடைகிறது. அதாவது கம்பிச் சுருளின் தளம் காந்தப் புலத்திற்கு இணையாக இருக்கும்போது L பெரும மதிப்பை அடைகிறது. திருப்பு விசையின் பெரும மதிப்பிற்கும் காந்தப் பாய அடர்வுக்கும் உள்ள விகிதம் காந்தத் திருப்புமை ஆகும். எனவே,

$$M = \frac{L}{B} = \frac{NIAB}{B} = NIA$$

$$M = NIA$$

அணுவில் அணுக்கருவைச் சுற்றி வரும் எலெக்ட்ரான் அதன் சுற்றுப் பாதையைப் (orbit) பொறுத்துப் பெற்றிருக்கும் காந்தத் திருப்புத்திறன் சுற்றுப்பாதைக் காந்தத் திருப்புத்திறன் எனப்படுகிறது. எலெக்ட்ரானின் இயக்கம் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கும். அணுவில் இயங்கும் எலெக்ட்ரானின் இயக்கத்திற்கான சமான மின்னோட்டம் I என்றும், ஒரு சுற்றுக்கான காலம் T என்றும் கருதினால், $I = \frac{e}{T} = \frac{e\omega}{2\pi}$. இங்கு ω என்பது கோண அதிர்வெண்ணாகும். e- எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டம் ஆகும். சுற்றுப்பாதைப் பரப்பு A எனில், சுற்றுப்பாதைக் காந்தத்திருப்புத்திறன்,

$$M = IA = \frac{e\omega}{2\pi} A$$ ஆகும்.

- கு. சரவணன்

நூலோதி. B.D. Cullity, *Introduction to Magnetic Materials,* Addison-Wesley Publishing Company, California, 1972.

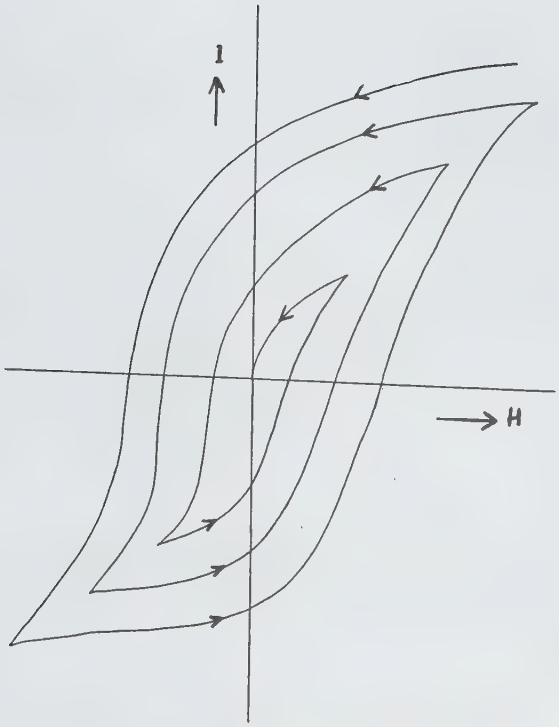
காந்த நீக்கம்

ஒரு காந்தமேற்றிய பொருளிலிருந்து காந்தத் தன்மையை நீக்குவதற்கான நடைமுறை, காந்த நீக்கம் (demagnetization) எனப்படுகிறது. காந்த மேற்றிய பொருளை நடுநிலைக்குக் கொண்டு வருவது, அதன் காந்தத் தூண்டல், காந்தப் புல வலிமை ஆகியவற்றைச் சுழியாக்குவதே இந்த நடைமுறையின் நோக்கங்கள் ஆகும்.

ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளுக்கான காந்தத் தூண்டல், காந்தப் புல வலிமை ஆகியவற்றுக்கிடையிலான உறவு சிக்கல் நிறைந்தது. ஏனெனில் அது அப்பொருளின் கடந்தகாலக் காந்தவியல் வரலாற்றையும் பொறுத்து அமைகிறது. அப்பொருளின் நிலையைக் காந்தமாக்கல் வரைபடத்திலுள்ள ஒரு புள்ளி தனித் தன்மையுடன் குறிப்பிடாது. ஏனெனில் ஒரு குறிப்பிட்ட காந்தப் புல வலிமை மதிப்புக்கு நேரான காந்தத் தூண்டலின் மதிப்பு அம்மதிப்பு எட்டிய நிகழ்ச்சிகளின் நிரலைப் பொறுத்துள்ளது. ஒரு பொருளின் காந்தவியல் நிலை அதன் கடந்தகாலக் காந்தவியல் வரலாற்றைச் சாராமல் இருக்கவேண்டுமானால், அதை ஒரு செந்தரமான செயல்முறையின் மூலம் காந்த நீக்கம் செய்ய வேண்டும்.

காந்தப் பொருளை ஒரு காந்தமாக்கும் புலத்தில் வைத்தால் அப்பொருள் காந்தமாகிவிடும். பிறகு காந்தமாக்கும் புலத்தை நீக்கினால் அப்பொருளிலுள்ள காந்தமாக்கல் செறிவும், காந்தப் பாய அடர்த்தியும் சுழியாவதில்லை. அப்பொருளிலிருந்து காந்தத்தன்மையை முழுமையாக நீக்க வேண்டுமானால், தொடர்ந்து குறைகிற புலவலிவுடன் கூடிய பல காந்தமாக்கல் சுழல்களை அதன்மேல் செலுத்த வேண்டும். B-H கண்ணியின் பரப்பளவு படிப்படியாகக் குறைந்து இறுதியில் பொருளின் காந்தவியல் நிலை O என்னும் புள்ளியால் குறிப்பிடக்கூடியதாகிவிடும்.

செந்தரமான காந்த நீக்க முறைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுநிலை அளவிற்கு மேற்பட்ட காந்த



மாக்கும் புலம் பொருளின்மேல் செலுத்தப்படுகிறது. இந்த மாறுநிலை அளவு பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்து அமையும். காந்தமாக்கும் புலத்தின் வலிமையைக் குறைத்து அதன் திசை மாற்றத்தையும் பலமுறை தொடர்ந்து செய்து வந்தால் காந்தமாக்கும் புலம் சுழி மதிப்பை அடையும்போது பொருள் காந்தத்தன்மையை முழுமையாக இழந்துவிடும். புலத்தின் திசையை மாற்ற, நேர் மின்னோட்டத்தை எந்திரவியல் முறைகளில் திசைமாற்றுவது, படிப்படியாகக் குறைகிற அலைவு மின்னோட்டங்களைச் செலுத்துவது, ஓர் அலைவு காந்தப் புலத்திலிருந்து பொருளைப் படிப்படியாக வெளியேற்றுவது போன்ற முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. பாரா காந்த உப்புகளின் காந்தத்தன்மையை வெப்ப மாற்றீடற்ற முறைகளில் நீக்குகிற முறை தனிச் சுழியை நெருங்கிய தாழ் வெப்ப நிலைகளை ஏற்படுத்துவதில் உதவுகிறது.

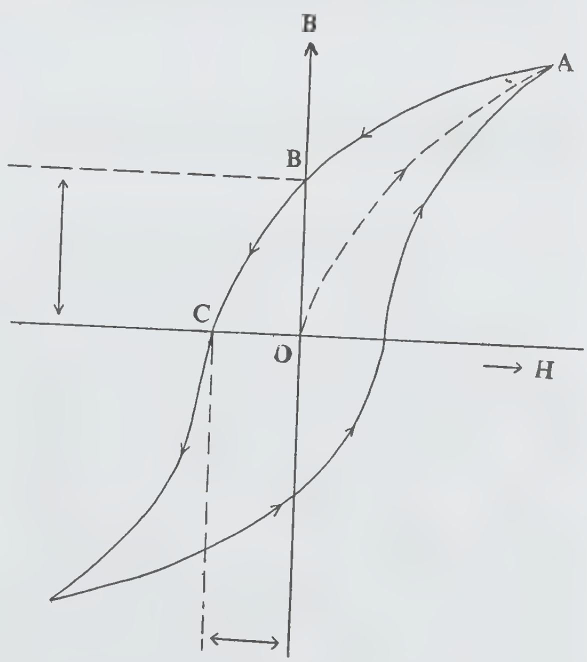
- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. B.D. Cullity, *Introduction to Magnetic Materials*, Addison-wesley Publishing Company, California, 1972.

காந்த நீக்கு விசை

ஒரு பொருளில் காந்தத்தன்மையை ஏற்றுவதற்கு ஒரு காந்தப் புலம் தேவைப்படுவதைப்போல ஒரு பொருளிலிருந்து காந்தத்தன்மையை நீக்குவதற்கும் ஒரு காந்தப் புலம் தேவைப்படுகிறது. இக் காந்தப் புலத்திற்குக் காந்த நீக்கு விசை (coercivity) என்று பெயர்.

உருளைச் சுருளுக்குள் (solenoid) ஓர் இரும்புக் கம்பியை வைத்துவிட்டுச் சுருளில் ஒரு நேர் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் அதற்குள் ஒரு காந்தமாக்கும் புலம் (magnetising field) உருவாக, இரும்புக் கம்பிக்குக் காந்தத்தன்மை ஏற்படும். காந்தமாக்கும் புலத்திற்கும் (H) கம்பியிலேற்படும் காந்தத் தூண்டலுக்கும் (B) இடையில் ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அது படத்தில் காட்டியபடி அமையும். கம்பியில் காந்தத்தன்மை ஏறித் தெவிட்டிய நிலை அடைவதை OA பகுதி காட்டுகிறது. பிறகு காந்தமாக்கும் புலத்தைக் குறைக்கும்போது காந்தத் தூண்டல் ABC வழியாகக் குறைகிறது. காந்தமாக்கும் புலத்தைப் பூஜ்யமாக்கினாலும் காந்தமாக்கல் செறிவும் (intensity of magnetisation), காந்தப்பாய அடர்த்தியும் (flux density) பூஜ்யமாவதில்லை. இதற்குக் காரணம் இரும்பின் காந்தத் தேக்கு திறன் (retentivity) என்னும் இயல்பாகும். அதிலிருந்து காந்தத்தன்மையை முழுமையாக நீக்க வேண்டுமானால் படிப்படியாகக் குறைவதான காந்தப் புலச் சுழல்களைச் (magnetic cycles) செலுத்தி அதிலுள்ள காந்தத்தன்மையைப் படிப்படியாகக் குறைத்துப் பூஜ்யமாக்க வேண்டும். OC என்னும் அளவு இரும்பின் காந்த நீக்கு விசை எனப்படும். OB என்னும் அளவு இரும்பின் காந்தத் தேக்கு திறன் ஆகும்.



படம் 1.

இரும்பைத் தவிர நிக்கல், கோபால்ட் ஆகிய பொருள்களும் காந்தத்தன்மை பெறக் கூடியவை. அலைவு மின்னோட்டங்கள் பயன்படுத்தப்படுகிற மின் கருவிகளில் பொருத்தப்படுகிற இவ்வுறுப்புகளுக்குத் தேவையான காந்தத் தகுதிகள் இருக்க வேண்டும். இதற்காகப் பல வகை உலோகக் கலவைகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இரும்புடன் நிக்கலைக் கலந்தால் காந்த நீக்கு விசை கூடுகிறது. சிறிய அளவுகளில் சிலிக்கானைக் கலந்தாலும் காந்த நீக்கு விசை கூடுகிறது. ஆனால் அதன் அளவு 2.5%க்கு மிகுதியானால் காந்த நீக்கு விசை குறையத் தொடங்குகிறது.

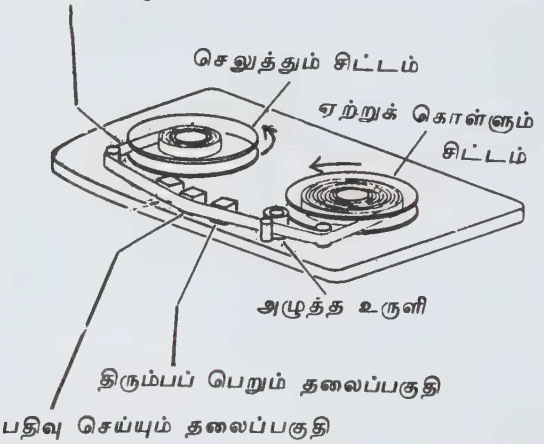
ஒரு மின் காந்தத்தின் உள்ளகத்தைக் குறைந்த காந்த நீக்குந் திறனுள்ள உலோகத்தால் உருவாக்க வேண்டும். ஒலிவாங்கிகளிலும் (microphones) ஒலி பெருக்கிகளிலும் (loudspeaker) பயன்படும் நிலைக் காந்தங்களை உயர்ந்த காந்த நீக்குந் திறனுள்ள உலோகத்தால் அமைக்க வேண்டும். அளவிடும் கருவிகளிலுள்ள நிலைக்காந்தங்கள் அதிர்ச்சி, வெப்பநிலை மாற்றங்கள், காலப்போக்கு ஆகியவற்றால் காந்தத் தன்மையை இழக்கா. எனவே உயர்ந்த காந்த நீக்க விசையுள்ள அல்நிக்கோ, கோபால்ட், எஃகு போன்ற உலோகக் கலவைகளாலான காந்தங்கள் இக்கருவிகளில் பொருத்தப்படுகின்றன.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Brijlal, N. Subramanyam, *Electricity and Magnetism*, Ratan Prakashan Mandir, New Delhi, 1983.

காந்தப் பதிவு

மின் குறிப்பலைகளை, அசையும் காந்தப் பரப்பின் மீது காந்த நிலையில் சேமித்து வைக்கக்கூடிய நுட்பமே காந்தப் பதிவு (magnetic recording) எனப்படும். இக்காந்தப்பதிவில் நேரத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடும் மின்னோட்டம், நேரத்திற்கு ஏற்ப மாறுபடும் காந்தப் புலத்தை, பதிவு செய்யும் தலைப்பகுதியில் (recording head) உண்டாக்குகிறது. பின்னர் இப்புலம், பதிவு செய்யும் தலைப்பகுதியின் வழியாகச் செல்லும், காந்தப் பொருளால் ஆன நாடாவின் மீது பதியப்படுகிறது. இவ்வாறு மாறுபட்ட இடைவெளியுடன் பதிவு செய்யப்பட்ட நாடா, திரும்பப் பெறும் தலைப்பகுதியின் (playback head) வழியாகச் செல்லும்போது, உட்செலுத்தப்பட்ட மின் குறிப்பலைக்குரிய, நேரத்திற்கு ஏற்ப வேறுபடும் மின் வெளியீட்டைத் தருகிறது. ஓர் எளிய காந்தப் பதிப்பி (magnetic recorder) படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1. காந்தப் பதிப்பி

செலுத்தும் சிட்டத்திலிருந்து (supply reel) வரும் காந்த நாடா, அழிப்பான் வழியாகச் செல்லும்போது, அந்நாடாவில் முன்னர்ப் பதிவு செய்யப்பட்ட குறிப்புகள் அனைத்தும் நீக்கப்பட்டு, காந்த நீக்கம் (demagnetized) செய்யப்பட்ட நிலையில் உள்ளது. பின்னர்ப் பதிவு செய்யும் தலைப் பகுதியில் செலுத்தப்படும் மின் குறிப்பலைகள், அந்நாடாவின் மீது தேவையான வடிவில் புதிதாகப் பதியப்படுகின்றன. இவ்வாறு பதிவு செய்யப்பட்ட அமைப்பு, திரும்பப் பெறும் தலைப்பகுதியின் மேல் செல்லும்போது மின் வெளியீட்டைத் தூண்டுகிறது.

அழிப்பானால் அழிக்கப்படும் வரை அல்லது வேறு வகை மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகும் வரை அந்நாடாவில் காந்தத்தன்மை இருக்கும். இதனால் இந்நாடா செலுத்தும் சிட்டத்தில் மீண்டும் சுற்றப்பட்டு, பதிவு செய்யப்பட்ட குறிப்பலைகள் தேவையானபோது திரும்பப் பெறப்படுகின்றன. இத்தகைய செயலில் அழிப்பானும், பதிவு செய்யும் தலைப்பகுதியும் இடம் பெறுவதில்லை. திரும்பப் பெறும் தலைப் பகுதி மட்டுமே இயக்கப்படுகிறது. மின்னோடியால் இயங்கும் அழுத்த உருளி, தலைப் பகுதிகளின் மீது காந்த நாடாப் பதிவின் போதும் திரும்பப்பெறும் போதும் (play back) சீரான, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வேகத்தில் செல்ல உதவுகிறது.

கேளலை (audio), காட்சியலைக் (video) காந்தப் பதிப்பிகள் இன்றியமையாதவையாக உள்ளன.

கேளலைப் பதிப்பிகள் சிட்டம் (reel), பொதியுறை (catridge), ஒலிநாடா (cassette) ஆகிய வடிவங்களில் விற்கப்படுகின்றன. வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்புகளிலும், ஒலிப்பதிவு அரங்குகளிலும் (sound recording studios) நாடாப் பதிப்பிகள் இன்றியமையா இடம் பெறுகின்றன. அவை, கணிப்பொறி அமைப்புகளில் பெருமளவு செய்திகளைத் தொகுத்து வைக்கவும், தொழிலகம், படைத்துறை இவற்றில் மேற்கொள்ளப்படும் ஆய்வுக் குறிப்புகளைச் சேகரித்து வைக்கவும் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை செயற்கைக் கோள்கள், வானூர்திகள் ஆகியவற்றிலிருந்து புவி நிலையங்களுக்குத் தாமதமாக அனுப்பப்படும் செய்திக் குறிப்புகளுக்கும் பயன்படுகின்றன.

- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Donald G. Fink, H. Wayne Beaty, *Standard Hand Book for Electrical Engineers*, Eleventh Edition, McGraw-Hill Book Company, New york, 1978.

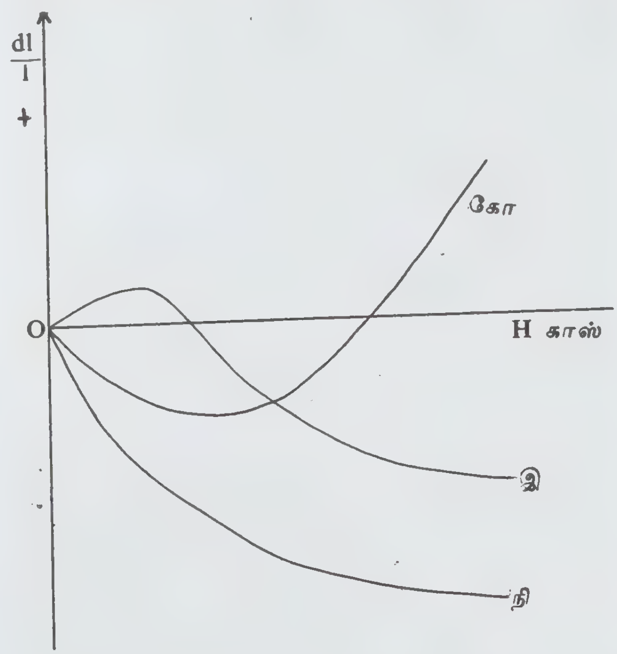
காந்தப் பரிமாண மாற்றம்

ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள் ஒரு காந்தமாக்கும் புலத்தில் வைக்கப்படும்போது அதன் நீள, அகல, உயரங்களில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இதற்குக் காந்தப் பரிமாண மாற்றம் என்று பெயர். இந்நிகழ்வில் இரண்டு முதன்மையான விளைவுகள் உள்ளன. அவை ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படுகிற பொருளில் ஏற்படுகிற எந்திரவியல் திரிபுகளும் (mechanical strains), ஒரு பொருளின் மேல் எந்திரவியல் தகைவுகளைச் (mechanical stress) செலுத்தும்போது அதன் காந்த இயல்புகளில் ஏற்படுகிற மாற்றங்களும் ஆகும்.

முதல் விளைவை நான்கு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். (1) ஒரு பொருளைக் குறிப்பிட்ட திசையில் காந்தமேற்றும்போது அதன் நீள, அகல உயரங்களில் ஏற்படுகிற மாற்றங்களைக் குறித்த நெடுக்கு (longitudinal) மற்றும் குறுக்குவாட்டு (transverse) ஜூல் விளைவுகள் (2) பொருள் காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படும்போது அதில் ஏற்படும் வளைவு (bending); இது கில்லிமின் விளைவு எனப்படும். (3) ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளின் மேல் வட்டத் திசையிலும் நெடுக்குவாட்டிலும் ஒரு காந்தமாக்கும் புலம் செயல்பட்டால் அது முறுக்கப் படுகிறது. இது வெய்டிமான் விளைவு எனப்படும். (4) ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளில் காந்தமேற்றினால் அதன் பருமத்திலும், மீள்திறன் குணகங்களிலும் (elastic modulii) மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

இரண்டாம் விளைவு வில்லாரி விளைவு எனப்படும். அது நெடுக்கு மற்றும் குறுக்கு எந்திரவியல் தகைவுகளின் காரணமாகக் காந்தத் தூண்டலில் (magnetic induction) ஏற்படும் மாற்றங்கள் குறித்ததாகும். காந்தப் புலத்தில் ஒரு பொருளை வைக்கும்போது அப்பொருள் வளைவதாலும் முறுக்கப்படுவதாலும் காந்தத் தூண்டல் மாற்றமடைகிறது. காந்தமேற்றுதலால் நீளம் அதிகரிக்கும் ஜூல் விளைவை எளிதாகச் செய்து காட்டலாம்: இரும்புக் கம்பி ஓர் உருள்சுருளுக்குள் வைக்கப்படுகிறது. உருள் சுருளில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால் இரும்பு காந்தத்தன்மையடைகிறது. இரும்புக் கம்பியின் ஒரு முனை பொருத்தப்பட்டு மற்ற முனை 'ட' வடிவில் மடிக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குழலின் கிடைப் புயத்தின்மேல் அழுத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும். கண்ணாடிக் குழலின் செங்குத்துப்புயத்தில் ஒரு சிறிய சமதள ஆடி ஒட்டப்பட்டுள்ளது.

கம்பியில் காந்தமேற்றும்போது அதன் நீளம் அதிகரித்தால் கண்ணாடிக் குழலின் கிடைப் புயம் உருட்டப்படும். அப்போது செங்குத்துப் புயம் சாயும். அதனுடன் ஆடியும் சாயும். ஒரு விளக்கு அளவுகோல் அமைப்பின் உதவியால் ஆடி சாய்வதைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.



வெவ்வேறு உலோகக் கம்பிகளில் காந்தப் புலங்களால் ஏற்படக் கூடிய திரிபின் (strain) அளவு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரும்புக் கம்பியில் காந்தமேற்றும்போது முதலில் அதன் நீளம் அதிகரிக்கிறது. பின்னர் பெரும் காந்தமாக்கும் புலங்கள் செலுத்தப்படும்போது அதன் நீளம்

தொடக்க நீளத்தைவிடக் குறைகிறது. கோபால்ட் கம்பியில் காந்தமேற்றும்போது முதலில் நீளம் குறைகிறது. உயர் காந்தமேற்றும் புலங்களில் நீளம் அதிகரிக்கிறது. நிக்கல் எப்போதும் நீளக் குறைவே அடைகிறது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Brijlal, N. Subramanyan, *A Text Book of Electricity and Magnetism*, Ratan Prakashan Mandir, Delhi, 1983.

காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி

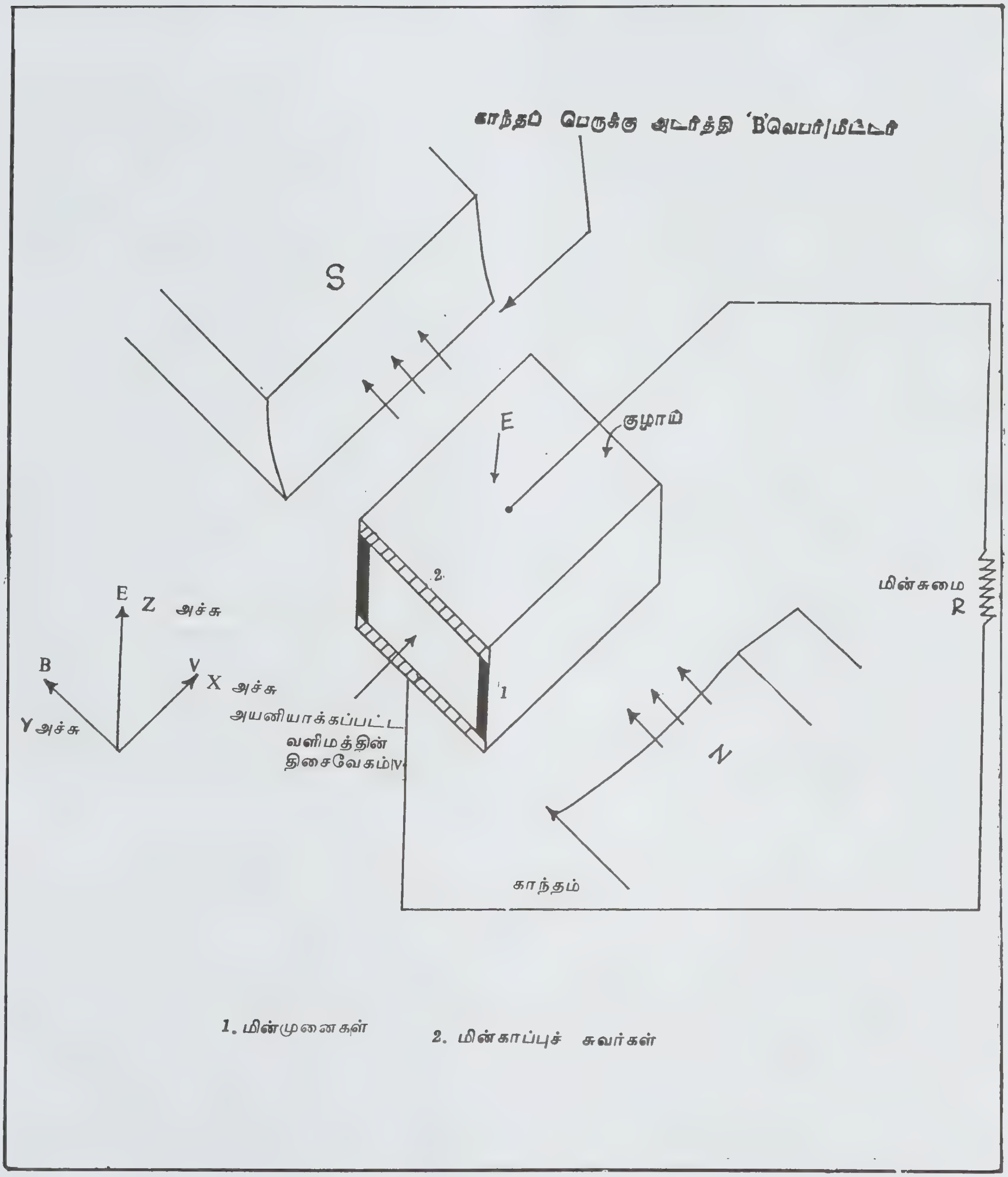
ஒரு பாய்மத்தின் இயங்கு ஆற்றலை (kinetic energy) மின்னாற்றலாக மாற்றும் ஒரு வகை அமைப்பே காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி (magneto hydro dynamic generator) ஆகும். பாய்ம ஓட்டம், நிலைத்த காந்தப் புலத்துடன் இடையீடுறுவதால் (interaction) இந்த ஆற்றல் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. ஆற்றல் மாற்றம் நிகழ்வதற்குப் பாய்மம் ஒரு திசைவேகத்தில் இயக்கமுடையதாகவும் மின்கடத்துந்திறன் வாய்ந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும். வழக்கத்திலுள்ள மின்னாக்கியில் திண்மச் செம்பு கடத்திகளான உள்ளகச் சுருணை (armature winding) இருக்கும். இதற்குப் பதிலாகக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் மின்கடத்துந்திறன் வாய்ந்த பாய்மம் கடத்தியாகப் பயன்படுகிறது.

ஃபேரடேயின் விதிப்படி நிலைத்த காந்தப் புலத்திற்குள் ஒரு கடத்தி இயக்கமடைந்தால் அக் கடத்தியின் இருமுனைகளுக்கிடையே மின்காந்த விசை ஏற்படும். இந்த விதி, கடத்தியைத் தேர்ந்தெடுப்பதில் எந்தவிதக் கட்டுப்பாட்டையும் விதிப்பதில்லை. எனவே கடத்தி திண்ம, வளிமங்களாக இருக்கலாம்.

இன்றியமையாமை. வழக்கத்தில் உள்ள அனல் மின் நிலையத்தில் முதலில் எரிபொருளைக் கொதிகலனில் எரிய வைப்பதன் மூலம் கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றல், நீராவியின் உள்ளாற்றலாக (internal energy) மாற்றப்பட்டுப் பிறகு நீராவிச் சுழலியினால் (steam turbine) எந்திர ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. இறுதியாக மின்னாக்கியின் மூலம் எந்திர ஆற்றல் மின்னாற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு ஆற்றல் மாற்ற நிகழ்ச்சிகள் பல்வேறு நிலைகளில் ஏற்படுவதால், ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சியின்போதும் ஆற்றல் இழப்புகள் ஏற்பட்டு, மொத்தத் திறன் குறைகிறது. 1940 இல் நிறுவிய அனல் மின்நிலையத்தின் திறன் 20% ஆக இருந்தது. இது 1970 இல் 30% உயர்ந்தது. நவீன கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும், புதிய தொழில் நுட்ப முறைகளைக் கையாளுவதன் மூலமும் தற்போதைய அனல் மின் நிலையத்தின் திறன் 40% எட்டியுள்ளது.

அனல் மின்நிலையத்தின் தற்போதைய இயக்க வெப்பநிலையின் வரம்பு 565°C. அந்த இயக்க வெப்ப நிலையை ஏறக்குறைய 2000°C-க்கு உயர்த்தினால் மிகு வெப்பத்திறனைப் பெறலாம். மேலும் பல்வேறு நிலைகளின் மூலம் ஆற்றல் மாற்றம் பெறுவதைவிட, நேரிடையான மின்னாற்றல் மாற்றம் பெற்றால் ஆற்றலிழப்புக் குறைகிறது. இத்தகைய உயர் வெப்ப நிலையில் நேரிடை ஆற்றல் மாற்றம் செய்வதற்குக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி, சிறந்த முறையில் செயல்படுகிறது. காலப்போக்கில் அழியக்கூடிய புதைபடிவ எரிபொருளை எவ்வளவுக்கெவ்வளவு திறமையோடு பயன்படுத்தலாமோ அந்த அளவுக்கு அந்த எரிபொருளின் ஆயுட்காலத்தை நீடிக்கச் செய்யலாம். இதற்குக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி அமைப்பு வழி செய்கிறது.

தத்துவம். இம்மின்னாக்கியில் பயன்படுத்தப்படும் செயல்படும் பாய்மங்கள் பொதுவாக வளிமங்களால் ஆனவை. வளிமத்தின் வெப்பநிலையை அதிகரித்து, வளமூட்டப்பட்ட ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்துக் கனற்சி அறைக்குள் நிலையான திசைவேகத்தில் செலுத்தப் படுகிறது. அங்கே வளிம எரிபொருளை எரித்து ஏறக்குறைய 2500° C வெப்பநிலைக்கு அது உயர்த்தப்படுகிறது. இந்த வெப்பநிலையில் வளிம எரிபொருள் பிளாஸ்மா நிலையை அடைகிறது. இத்தகைய வளிமப் பிளாஸ்மா மின்கடத்துந்திறன் வாய்ந்தது. உட்கரு (nucleus), அயனியாக்கப்பட்ட அணுக்கள் (ionised atoms) எலெக்ட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் கலவையைப் பிளாஸ்மா என்பர். இந்தப் பிளாஸ்மா கூம்புக் குழல் வழியாகச் செல்லும்போது உயர் திசைவேகத்தைப் (600-1000 மீட்டர்/நொடி) பெறுகிறது. இந்த உயர்திசைவேகங்கொண்ட அயனியாக்கப்பட்ட வளிமமே பாய்மக் கடத்தி (fluid conductor) எனப்படும். பிறகு இந்தப் பிளாஸ்மா காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியின் குழாயில் செலுத்தப்படுகிறது. படம் 1-இல் காட்டியவாறு குழாயின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு ஒரு செவ்வக வடிவமானது. குழாயின் எதிரெதிர்ப் பக்கங்கள் ஓர் இணை மின்காப்புச் சுவர்களாலும் (insulated walls) மற்றுமோர் இணை உலோக மின்முனைகளாலும் ஆனவை. படம்2 இல் காந்தப்பாய்ம இயக்கக் குழாயின் அடிப்படையான வடிவமைப்பைக் காணலாம். நடைமுறையில் காந்தப் பாய்ம இயக்கக் குழாய்கள் பகுதியாகப் பிரிவுகள் கொண்ட மின்முனைகளினால் ஆனவை. பாய்மக் கடத்தி இக்குழாயின் வழியாகச் செல்லும்போது ஒரே சீரான காந்தப் புலத்தைத் துண்டிப்பதால், மின்காந்தத் தூண்டல் விதிப்படி, குழாயிலுள்ள இருமின்முனைகளுக்கிடையே மின் சாரம் உற்பத்தியாகிறது. அதாவது காந்தப் பாய்ம



படம் 1. ஓர் அடிப்படையான நேர்மின்னோட்டப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி

இயக்க மின்னாக்கி வெப்ப ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றும் ஒரு வெப்பப்பொறியாக இயங்குகிறது.

பிளாஸ்மாவின் திசைவேகமாகிய V மீட்டர்/நொடி, X அச்சு வழியாகவும், காந்தப் பெருக்கு அடர்த்தியாகிய (magnetic flux density) B வெபர்/மீட்டர்^{2}, Z அச்சு வழியாகவும் இருப்பதாகக் கொண்டால் தூண்டல் மின்இயக்கு விசை E வோல்ட் ($E = -VXB$), y அச்சு வழியாக உண்டாகும். இவ்வாறு தோற்றுவிக்கப்பட்ட மின்இயக்கு விசை வெளிப்புற மின்சுமையுடன் கூடிய ஒரு மூடிய சுற்று வழியுடன் (closed circuit) இணைக்கப்பட்டால், அந்த வெளிச்சுற்றில் மின்னோட்டம் ஏற்படும். இவ்வாறு கிடைக்கும் மின்னோட்டம் நேர் மின்னோட்டம் (direct current) ஆகும். காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் கிடைக்கும் மின்திறன் W ஐக் கீழ்க் காணும் சமன்பாட்டின் மூலம் பெறலாம்.

$$W = \sigma V^2 B^2 K (1-K)$$

இதில் σ = பிளாஸ்மாவின் மின்கடத்துமை (electrical conductivity) (இதன் மதிப்பு 10-20 மோ/மீ).

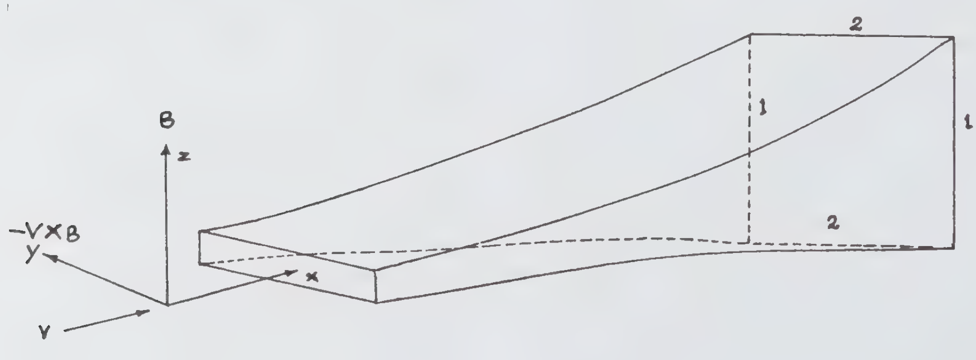
V = பிளாஸ்மாவின் திசைவேகம் (velocity) (இதன் அளவு 600-1000மீ/நொடி)

B = காந்தப்பெருக்கு அடர்த்தி (magnetic flux density) இதன் அளவு 5-6 டெஸ்லா (Tesla)

K = மின்சுமைக் காரணி = $\frac{\text{ஈற்று மின்னழுத்தம்}}{\text{மின்னியக்கு விசை}}$ (இதன் அளவு 0.7-0.8)

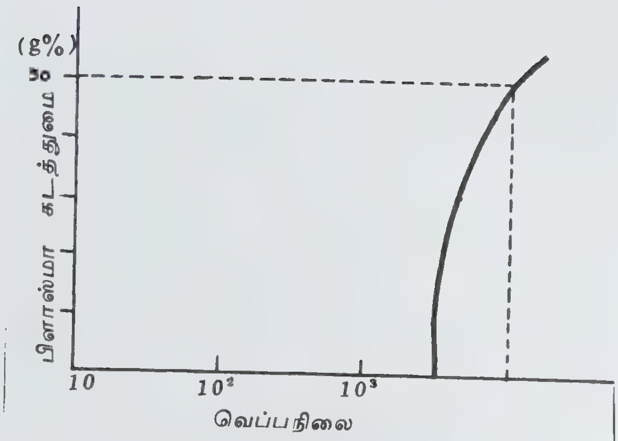
W = வெளியீட்டுத் திறன் (output power) (இதன் அளவு 25-150 மெகாவாட்/மீ^{3})

பிளாஸ்மா. பொதுவாக வளிமங்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான் ஊட்டங்கள் (charges) அவற்றின் உட்கரு (nucleus) ஊட்டங்களால் சமநிலைப்படுத்தப்படுவதால், மின்னியலின்படி அவை நடுநிலைமை வாய்ந்தவை. வளிமத்தைச் சூடாக்கினால், வெளிப்புற எலெக்ட்ரான்கள் தாக்கப்பட்டு வெளிப்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால் வளிம அணுக்களுக்கிடையே பன் மடங்கு மோதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வாறு அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் நீக்கப்பட்ட உட்கரு இருக்குமாயின் வளிமம் மிக உயர் வெப்பநிலைப் பிளாஸ்மாவை அடைகிறது. இத்தகைய பிளாஸ்மா சூரியனின் உட்புறப்பகுதியில்தான் அடங்கியிருக்கும். ஏறத்தாழ 3000°C வெப்பநிலையில் சில வளிமங்கள் குறை வெப்பப் பிளாஸ்மா நிலையை அடைகின்றன. வரைபடம் 3 (அ) பிளாஸ்மாவின் மின்கடத்துமைக்கும், வெப்பநிலைக்குமுள்ள தொடர்பையும், வரைபடம் 3 (ஆ) அயனியாக்கப்படும் மடங்குக்கும் (degree of ionisation) பிளாஸ்மா கடத்துமைக்கும் உள்ள தொடர்பையும் காட்டுகின்றன. அயனியாக்கப்படும் மடங்கை 0.1-1.0 வரை உயர்த்தினால், பிளாஸ்மாவின் கடத்துமை 50%-80% வரை உயரும். எனவே பட்டறிவு மூலம் பார்க்கும்போது உயர்மடங்கு அயனியாக்கம் அவ்வளவுதேவையானதன்று எனத்தெரிகிறது. மேலும் பொட்டாசியம் சோடியம் போன்ற கார உலோகங்கள்எளிதில் அயனியாக்கத் தக்கவை. இத்தகைய விரைவில் அயனியாக்கத்தக்க உலோகங்களைச் சிறிதளவு விதைகள் தூவுவது போல் தூவிச் சேர்ப்பதன் மூலம் வளிமத்தில் மின்கடத்துந்திறனைக் குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே அதிகரிக்கச் செய்யலாம். எனவே,

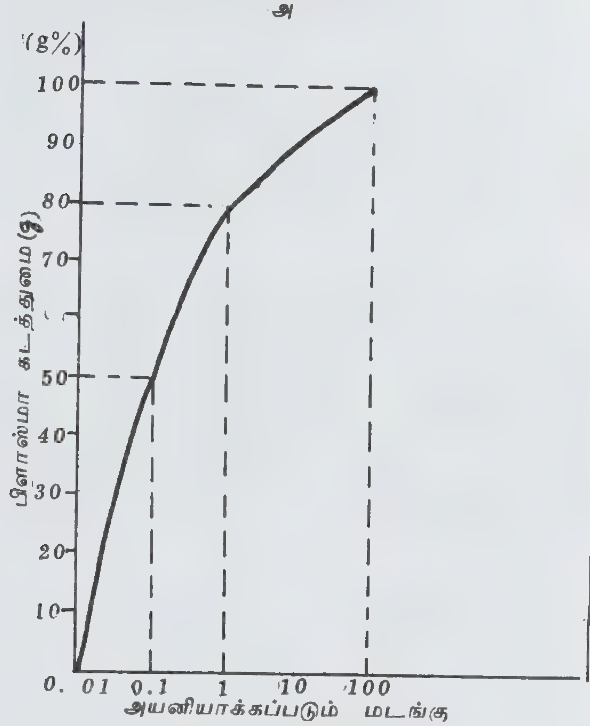


1, 1 மின்முனைகள் 2, 2, மின்காப்புச் சுவர்கள்

படம் 2. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிக் குழாயின் அடிப்படை வடிவமைப்பு



அ



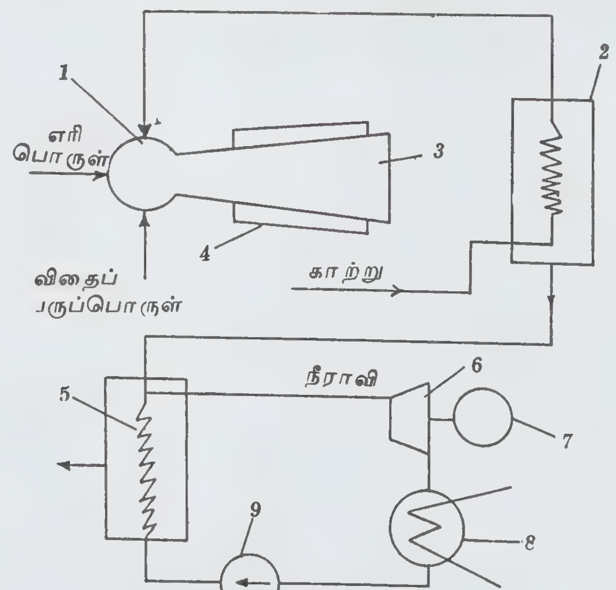
படம் 3. ஆ

இந்தக் கார உலோகங்களை விதைப் பருப்பொருள் (seed material) என்பர்.

செயல்படும் பாய்மங்கள். புதைபடிவ எரிபொருள் கனற்சியிலிருந்து பெறப்பட்ட வளிமங்கள், ஹீலியம், நியான், ஆர்கான் போன்ற மந்த வளிமங்கள், கார உலோக ஆவிகள் ஆகியவை காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் செயல்படும் பாய்மங்கள் ஆகும். கனற்சி வளிமங்களில் பொட்டாசியம் கார்பனேட் போன்ற விதைப் பருப்பொருளை 1% அளவில் சேர்த்து ஏறத்தாழ 2500 K இயக்க வெப்ப நிலையில் வளிமத்தின் மின் கடத்துந்திறனைப் பெறலாம். சீசியம் போன்ற விதைப்பருப்பொருளை ஒற்றை அணு வளிமங்களுடன் சேர்ப்பதன் மூலம் இயக்க வெப்பநிலையை 1500 Kக்குக் குறைக்கலாம். நீர்ம உலோகக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் நீர்ம-உலோகத்தை ஆவி அல்லது நீர்ம ஓட்டத்துடன் உட்செலுத்திப் போதிய மின்கடத்துந்திறனைப் பெறலாம்.

காந்தப் புலம். காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி இயக்கத்திற்கு வலிமை வாய்ந்த காந்தப் புலம் தேவை. பெருமளவு மின்னோட்டத்தைப் புலச் சுருளினுள் (field coil) செலுத்தி வலிமை வாய்ந்த காந்தப் புலத்தைப் பெறலாம். புலச் சுருள்கள் மிகுந்த வெப்பமடையாமல் தடுப்பதற்கும் உயர் ஆற்றல் இழப்புகள் நிகழாமல் இருப்பதற்கும் புலச் சுருள் கடத்திகளின் தடையை இயன்ற வரை குறைக்க வேண்டும். எனவே, மீமிகு கடத்திப் பொருள்களைக் (super conducting material), கொண்டு வலிமை வாய்ந்த காந்தப் புலத்தைப் பெறலாம்.

காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் பயன் படும் செயல்படு பாய்மத்தின் வெப்பநிலையை ஏறக்குறைய 2000°C வெப்பநிலைக்குக் குறையாமல் நிலைநிறுத்தினால்தான் அந்தப் பாய்மத்தின் மின் கடத்துந்திறன் நிலைத்திருக்கும். எனவே, காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியை 300K - 3000K வரையிலுள்ள வெப்பநிலை வரிசையில் பயன்படுத்த முடிவதில்லை. ஆகவே இம்மின்னாக்கியை அனல்மின் நிலையத்துடன் படம்-4இல் காட்டியவாறு இணைத்து இயக்கினால் அக்கருவியின் மொத்தத் திறன் 50%-60% வரை கிடைக்கும். இந்த



படம் 4.

1. கனற்சி அறை 2. வெப்பப்பரிமாற்றி 3. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி 4. மின்காந்தச் சுருள் 5. நீராவி ஆக்கி 6. சுழலி 7. மாறுதிசை மின்னாக்கி 8. குளிர்விப்பான் 9. எக்கி.

அமைப்பில் ஒரு வேதி எரிபொருள் கனற்சி அறையினுள் எரிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு எரிந்த கனற்சி விளைபொருள்களுடன் (combustion products) எளிதாக அயனியாக்கப்படும் விதைப்பருப்பொருள்களைச் சேர்த்துச் செயல்படும் பொருள் (working substance) பிளாஸ்மா நிலைக்குக் கொணரப்படுகிறது. இவ்வாறு கிடைத்த பிளாஸ்மாவை விரிகுழாயின் (divergent duct) வழியாகச் செலுத்தி, காந்தப் புலத்துடன் இடையீடுறச் செய்து மின் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

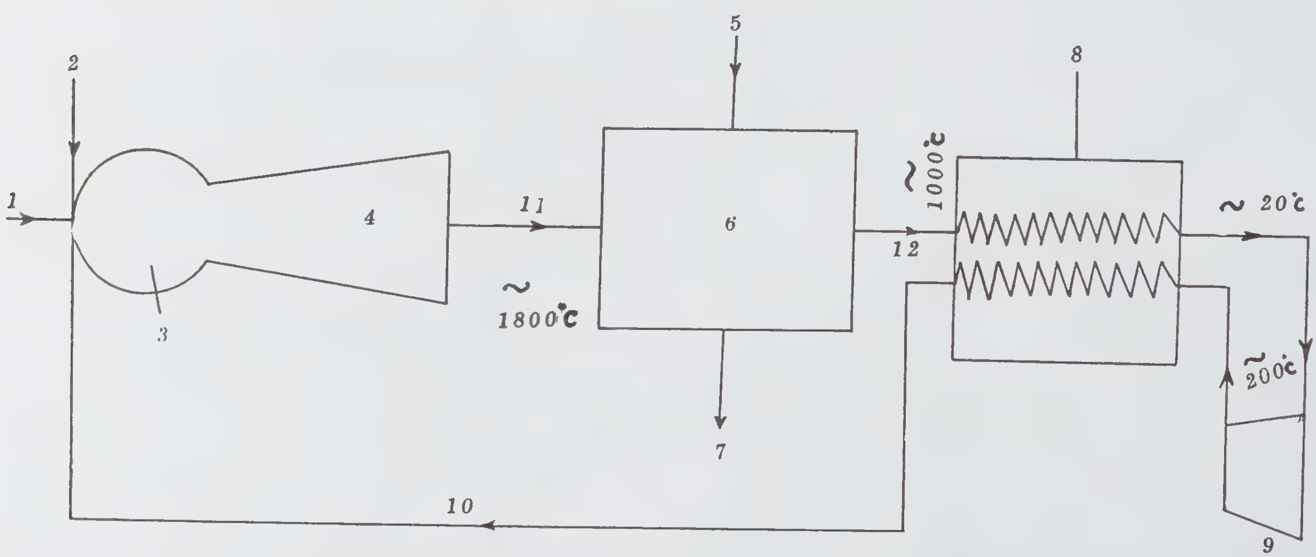
வகை. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் கையாளப்படும் வெப்பமூலங்கள் (heat sources) பயன்படுத்தப்படும் செயல்படு பாய்மங்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து இம்மின்னாக்கி வகை அமையும். இம்மின்னாக்கி அமைப்புக்குத் தேவையான வெப்ப நிலையை, புதைபடிவ எரிபொருளை ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்து எரிப்பதன் மூலமும், அமுக்கம் பெற்ற முன் சூடாக்கக் காற்றின் மூலமும் பெறலாம். இம்மின்னாக்கியை அணுக்கரு வெப்ப மூலத்துடன் இணைத்தும் இத்தகைய உயர் வெப்பநிலையைப் பெறலாம்.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் நிலக்கரி பெரும்பான்மையாகக் கிடைப்பதால், அதை நிலக்கரி ஆவியாக மாற்றிக் காந்தப்பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் செயல்படும் பாய்மமாகப் பயன்படுத்தலாம். சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசில் இயற்கை வளிமம் மிகுந்திருப்பதால், இது தகுந்த எரிபொருளாக விளங்குகிறது. ஜப்பானில் பெட்ரோலியம் சார்ந்த எரி பொருளை இம்மின்னாக்கி வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். செயல்படும் பாய்மப் பயனிற்கு இம்மின்னாக்கிக் கருவியைத் திறந்த சுழற்சி வகை, மூடிய சுழற்சி வகை என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

திறந்த சுழற்சி அமைப்பில் மின்உற்பத்தி செய்துவிட்டு வெளிச்செல்லும் அயனியாக்கப்பட்ட வளிமம், இழந்த வெப்ப ஆற்றலை மீண்டும் பெறுவதில்லை. ஆனால் மூடிய சுழற்சியில் அழுத்தி (compressor) போன்ற கருவியின் மூலம் இழந்த வெப்ப ஆற்றலைப் பெற்று மீண்டும் மின் உற்பத்தி செய்வதற்குச் சுற்றோட்டமாகத் திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. புதைபடிவ எரிபொருளுக்குத் திறந்த சுழற்சி முறை ஏற்றதாகும்.

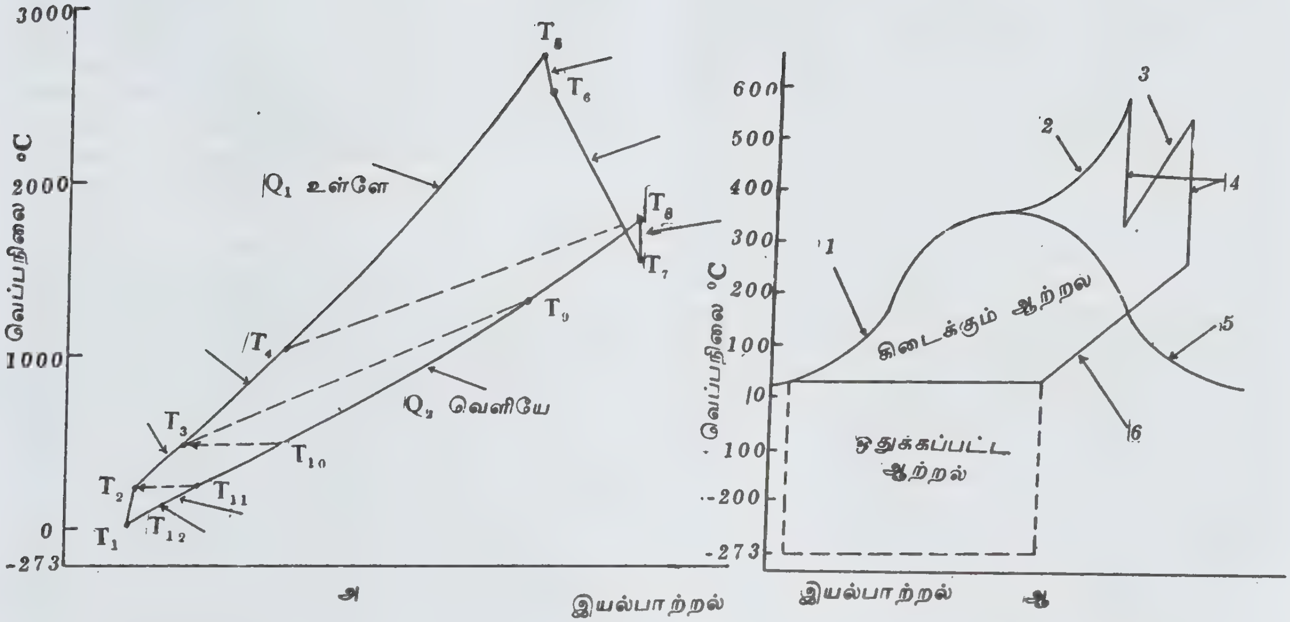
திறந்த சுழற்சி வகை மின்னாக்கியின் முக்கிய உள் உறுப்புகள் வரைபடம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இதில் வேதிமுறைப்படி இழந்த வெப்ப ஆற்றலை மீட்டுப் பெறும் (chemical recuperation of heat) வகையும் சேர்த்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வரைபடத்தை எளிதாக்கும் பொருட்டு ரேன்கின் கருவியும் காற்று-முன் சூடாக்கியும் காட்டப்படவில்லை. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியின் (திறந்த சுழற்சி) கூடுதல் திறனை, ரேன்கின் கருவியோடு ஒப்பிடும் வகையில் இந்த இரு அமைப்புகளில், வெப்பநிலை இயல்பாற்றல் (entropy) வரைபடங்கள் முறையே 6 (அ) விலும் 6 (ஆ) விலும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 5. புதைபடிவ எரிபொருளில் இயங்கும் ஓர் மாதிரிக்காந்தப்பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி (திறந்த சுழற்சி வகை)

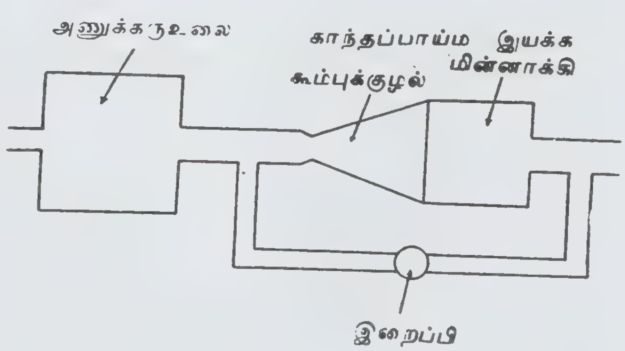
1. எரிபொருளும் விதைப்பரு பொருளும் 2. முன் சூடாக்கப்பட்ட காற்று 3. கனற்சி அறை 4. காந்தப் பாய்ம இயக்கமின்னாக்கியின் குழாய் 5. எரிபொருள் 6. குறை அழுத்தவளிமமாக்கி 7. விதைப்பருப்பொருளும், எச்சமும் 8. வெப்பப் பரிமாற்றி 9. அழுத்தி 10. உயர் அழுத்த முன் சூடாக்க வளிமம் 11. N_2, H_2O, CO_2 விதைப் பருப்பொருள் 12. N_2, CO, H_2, CO_2, H_2O



படம் 6. (அ) திறந்த சுழற்சி வகைக் காந்த நீரியக்க ஆற்றல் மின்னாக்கியின் வெப்பநிலை இயல்பாற்றல் வரைபடம் (ஆ) ரேன்கின் சுழற்சியின் வெப்பநிலை இயல்பாற்றல் வரைபடம்

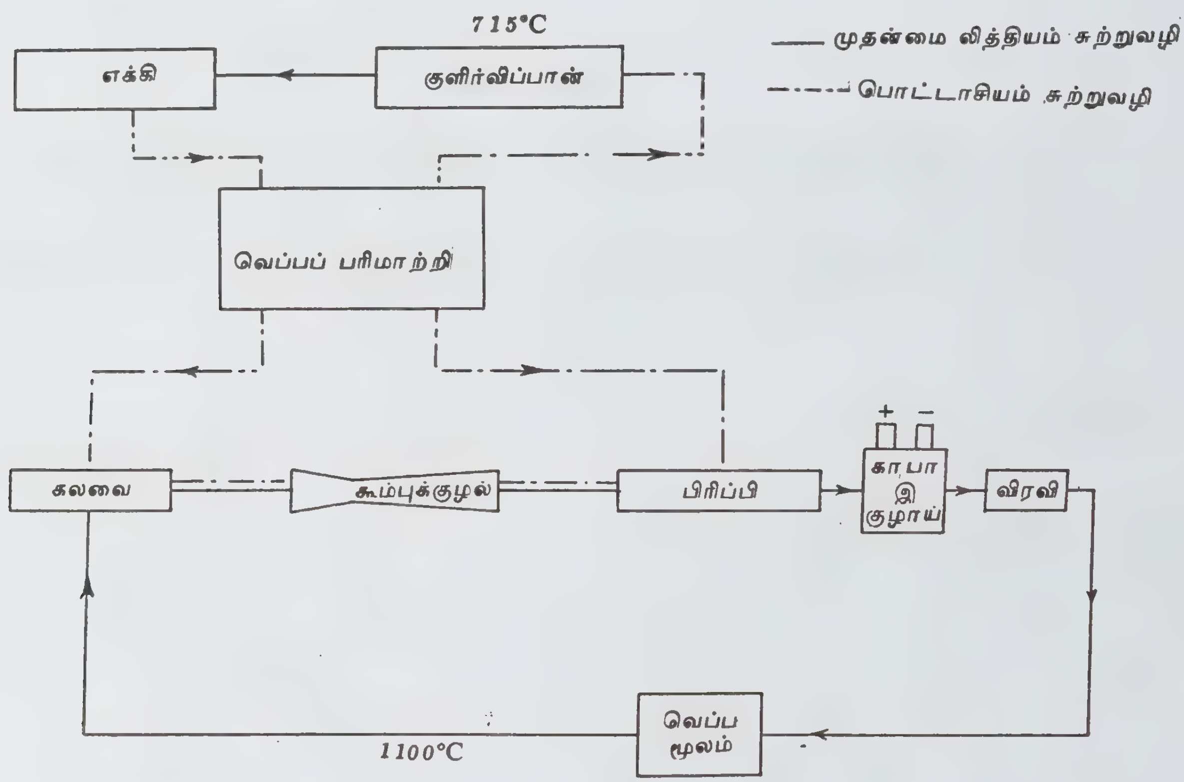
1. கொதி நீர்க்கோடு 2. மீச்சூடேற்றம் 3. மீள்வெப்பம் 4. நீராவிச் சுழலி 5. நீராவிச் சுழலி, 6. ஊட்டவெப்பம் T_1 - T_2 அழுத்தி, T_2 - T_3 காற்று முன் சூடாக்கியின் குறை வெப்பம் T_3 - T_4 காற்று முன் சூடாக்கியின் உயர்வெப்பம், T_5 - T_6 கூம்புக் குழல், T_4 - T_5 கனற்சியின் உள்ளீட்டு ஆற்றல் Q_1, T_6 - T_7 காந்த பாய்ம ஆற்றல் மின்னாக்கம், T_7 - T_8 விரவி T_8 - T_9 உயர் வெப்பநிலை மீளாக்கி, T_9 - T_{10} ரேன்கின் கருவிக்குச் செல்லும் வெளியீட்டு ஆற்றல் Q_2, T_{10} - T_{11} குறை வெப்பநிலை மீளாக்கி, T_{11} - T_{12} ரேன்கின் கருவியின் சிக்கலப்படுத்தி, T_{12} - T_1 வளிமண்டலப் புறம்போக்கி.

மூடிய சுழற்சி அமைப்பு அணுக்கரு வெப்ப மூலத்திற்கு ஏற்றது. அணுக்கரு உலைகளைப் பயன்படுத்தி வளிமத்தைச் சூடாக்கி, வெப்ப அயனியாக்க நிலையை அடையச் செய்து காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி மூலம் மின் உற்பத்தி செய்யும் முறைக்குச் சிறந்த வாய்ப்புள்ளது. இத்தகைய அணுக்கரு எரிபொருளில் இயங்கும் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி அமைப்பைப் படம் 7 இல் காணலாம். தற்போது பயன்படும் மக்னீசியம் பூச்சுக் கொடுக்கப்பட்ட யுரேனிய எரிபொருள், ஏறத்தாழ 600°C வெப்பநிலை வரையே தாங்கும். ஆனால் வளிமத்தை அயனியாக்குவதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 2000°C ஆகும். இதுவே தற்போதுள்ள அணுக்கருக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி உருவாக்குவதிலுள்ள இடையூறாகும். அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள உயர்வெப்பநிலை அணுக்கரு உலைகளால் இத்தகைய காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியை வணிக முறையில் உருவாக்க முடியும் எனக் கருதப்படுகிறது.



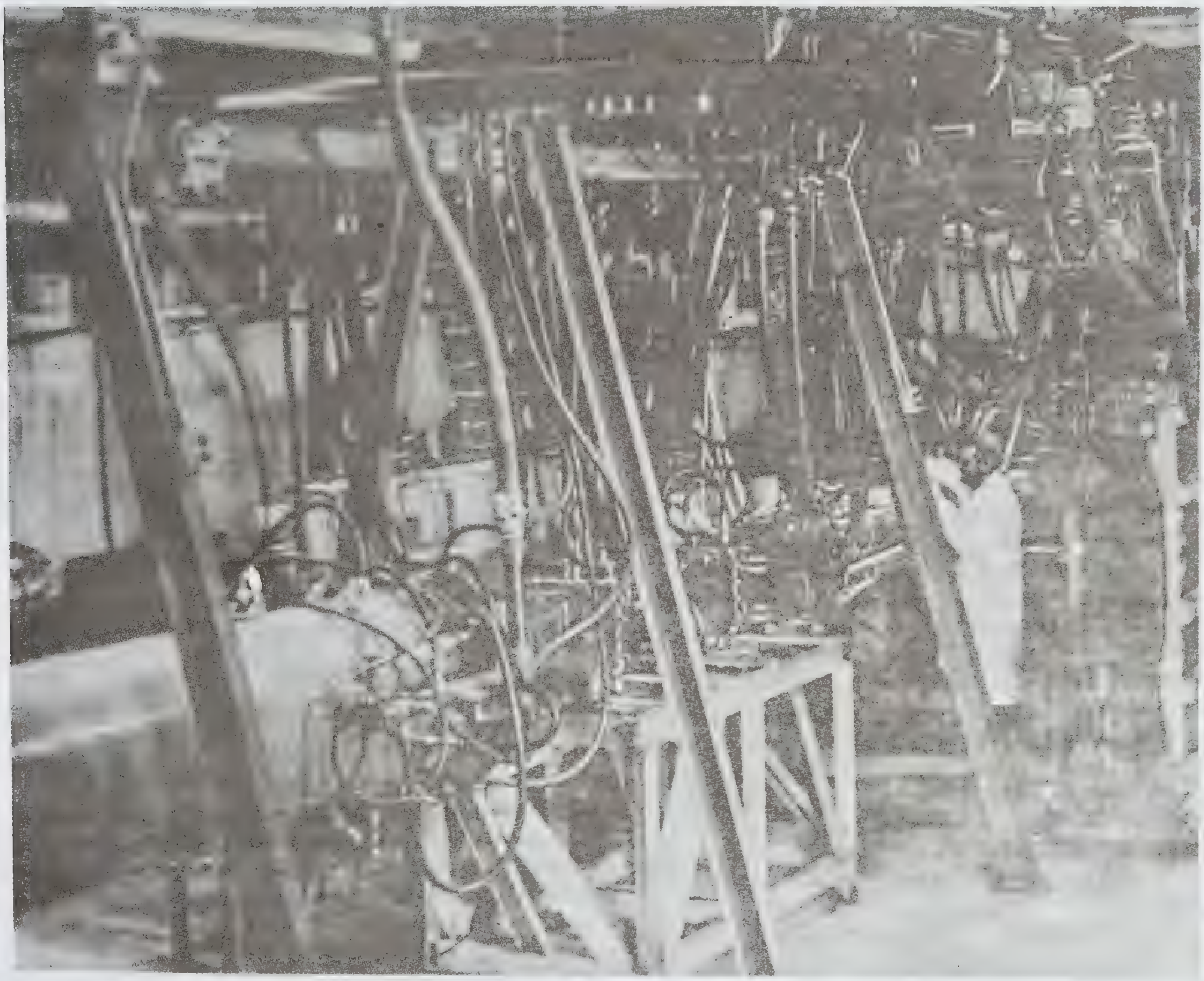
படம் 7. அணுக்கரு எரிபொருளில் இயங்கும் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி

காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியில் வளிமத்திற்குப் பதிலாக நீர்ம உலோகத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இதன் சிறப்பு, அயனியாக்கப்பட்ட வளிமத்தின் மின்கடத்துந் திறனைவிடப் பன்மடங்கு மின்கடத்துந்திறனை அனைத்து வெப்பநிலைகளிலும் பெறுதலாகும். நீர்ம உலோகக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிகளில் வளிமம் அல்லது ஆவி வெப்ப ஆற்றலிலிருந்து இயங்கு ஆற்றலாக மாற்றும் வெப்ப இயக்கவியல் செயல்படும் பாய்மமாகவும், நீர்ம உலோகம் இயங்கு ஆற்றலிலிருந்து மின்னாற்றலாக மாற்றும் மின்கடத்தியாகவும் பயன்படுகின்றன. பல்வேறு நீர்ம உலோகக் காந்தப் பாய்ம இயக்கச் சுழற்சி முறைகள் விண்வெளியில் மின் உற்பத்தி செய்யத் தக்கனவாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றினுள் ஒன்று அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டாரான டி.ஜி. எல்லியட் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இரு தறுவாய் இரு உள்ளுறுப்புகளின் சுழற்சி அமைப்பு, படம் 8 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச்சுழற்சியில் பொட்டாசியம் அல்லது சீசியம் சுற்றோட்டப் பாய்மம், லித்திய நீர்மச் சுற்றோட்டப் பாய்மம் என இருவகை உள்ளன. லித்திய நீர்மம் கதிர்வீசியில் (radiator) இருந்து மின்காந்தம் மூலமாக எக்கியால் இறைக்கப்பட்டுக் கலவை அறையை அடைகிறது. அங்கு இந்நீர்மம் அணுக்கரு உலையால் ஆவியாகிறது. இந்த இரு தறுவாய் ஓட்டம் கூம்புக் குழலில் விரிவடைகிறது. பிறகு உயர் திசைவேக நீர்ம உலோகத்தினின்று, ஆவியைப் பிரித்துக் குளிரச் செய்து மீண்டும் சுற்றோட்ட முறையில் பயன்படுகிறது. உயர்திசைவேக நீர்ம உலோகத்தைக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியின் குழாயில் செலுத்தி மின் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.



படம் 8. நீர்ம உலோகக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியின் இரு தறுவாய் இரு உள்ளுறுப்புகள் (எல்லியட்) சுழற்சி

வளர்ச்சி. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியின் வளர்ச்சிக்காகப் பல்வேறு ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டன. இந்த அமைப்பின் பல்வேறு உறுப்புகளை உருவாக்கி அவற்றின் இயக்கங்கள் செய்முறைகளின் மூலம் மெய்ப்பித்துக் காட்டப்பட்டன. 1938-46 இல் கார்லோவிட்ஸ் என்பார் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் முதன்முதலாக வளிமக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியால் மின் உற்பத்தி செய்து செயல் விளக்கமளித்தார். பிறகு 1965 இல் அமெரிக்க ஆய்வாளர்களால் உருவாக்கப்பட்ட 30 மெகாவாட் மின்திறன் கொண்ட ஒரு முன் மாதிரிக் காந்தப் பாய்ம இயக்க ஆய்வுக் கருவி சிறிது காலம் ஓடி நின்றது. ஆவ்கோ எவெரெட் ஆராய்ச்சி ஆய்வுக் கூட நிறுவனத்தினர் 250 கிலோவாட் மின்திறன்



படம் 9. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்நிலையம்

கொண்ட காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி ஒன்றை நிறுவி அதன் இயக்கத்தைச் செய்முறைகள் மூலம் நிறுவிக் காட்டினர். இங்கிலாந்தில் திரிங் என்பார் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி வளர்ச்சிக்குத் தூண்டுகோலாக இருந்தார்.

ஜப்பானில் 5 டெஸ்லா மீமிகு கடத்திகளைக் கொண்ட காந்தப்புலத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு காந்தப் பாய்ம இயக்க ஆய்வு மின்னாக்கி உருவாக்கப்பட்டது. U -02 என்னும் முதல் சோவியத் நாட்டுக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி ஆய்வுக் கருவி 1964 இல் நிலை நாட்டப்பட்டது. ஏறக்குறைய 10,000 மணி வரை ஓடி மின் உற்பத்தி செய்தது. பிறகு 1971 இல் U-25 என்னும் மின்னாக்கி, மாஸ்கோ நகர்ப்புற வட எல்லையில் வணிக முறையில் நிறுவப்பட்டது. இந்தத் திறந்த சுழற்சி வகை, இயற்கை வளிமத்தை எரிபொருளாகக் கொண்டு மாஸ்கோ நகருக்கு ஏறத்தாழ 20. 5 மெகாவாட் மின்திறனை வழங்கியது. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்நிலையம் படம்|9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இடர்ப்பாடுகள். காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியை உருவாக்குவதில் பல முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டிருந்த போதும் உயர் வெப்பநிலையில் நீடித்துப் பயன்படும் உலோகங்களை உருவாக்க முடியவில்லை. அதாவது உயர் வெப்பநிலையில் அயனியாக்கப்பட்ட வளிமங்களைச் சுமந்து செல்லும் கனற்சி அறை, குழாய், கூம்புக்குழாய் போன்றவற்றின் வலிமை குறையாமல் இருப்பதற்கான வழிமுறைகளை இதுவரை கண்டறியவில்லை. சில கார உலோகங்களை விதைப்பருப்பொருள்களாகப் பிளாஸ்மாவுடன் சேர்த்தால் இயக்க வெப்பநிலையைக் குறைக்க முடியும். ஆனால் இத்தகைய விதைப்பருப்பொருள்களால் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கியின் கட்டுமான உலோகங்கள் மிகுதியும் அரிப்புக்கு ஆளாகின்றன. தற்போது கிராஃபைட், மக்னீசியம் ஆக்சைடு போன்ற உலோகங்கள் 2200-2500° C வரையிலுள்ள வெப்பநிலையைத் தாங்கக்கூடியவையாக இருந்தாலும், அந்த உயர் வெப்பநிலையில் எந்திரத் தகைவுகளை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றல் அற்றவையாக உள்ளன. எரிபொருளாக நிலக்கரி பயன்படும் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்நிலையத்தில், நிலக்கரியை எரிப்பதில் கிடைக்கும் உராய்வுத் துகள்கள் எளிதாகக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி அமைப்புக்குள் புகுந்து குழாய், கூம்புக்குழல் போன்ற கட்டுமான உலோகங்களை அரிப்புக்குள்ளாக்குகின்றன. காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிக்கு மீமிகு கடத்திப் பொருள்களின் மூலம் மிகு வலிமை வாய்ந்த காந்தப்புலத்தை ஏற்படுத்தினாலும், உயர் வெப்பநிலையில் இத்தகைய மீமிகு கடத்திப் பொருள்கள் தாக்கமுறாமல் பேணுவது அரிய செயலாகும்.

தொழில் வளம் பெருகி வளர்ச்சியடைந்துள்ள நாடுகள் வணிக முறையில் காந்தப்பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிகளை அமைப்பதில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தி வருகின்றன. காந்தப் பாய்ம மின்னாக்கியில் கிடைக்கும் உயர்திறன் அந்த அமைப்பின் செயல்படு திறனை அதிகரிக்கிறது. தற்போது ஆய்விற்காக அமைக்கப்படும் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிக்கு ஆகும் முதலீட்டுச் செலவு மிகுதி என்றாலும், வருங்காலத்தில் இவற்றைச் சிக்கனமாகத் தயாரிக்க முடியும் என்று கருதப்படுகிறது. இது சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையை மாசுபடுத்தாது. இவ்வகை மின்னாக்கிகளால் இயற்கைக் கனிவளங்களை முழுமையாகப் பயன்படுத்த முடியும். குறிப்பாக இந்தியாவில் கிடைக்கும் நிலக்கரியில் சாம்பல் பெருமளவில் உள்ளது. இந்த நிலக்கரியை மிகுந்த திறமையோடும், பயனுடைய வழியிலும் பயன்படுத்துவதற்குக் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிக் கருவி சிறப்பானதாக உள்ளது.

-எல். கே. இராமலிங்கம்

நூலோதி Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965., C. Thomas Olivo, Thomas P. Olivo, *Fundamentals of Applied physics*. Delmar Publishers, Albany, New York, 1978. B.D. Cullity, *Introduction to Magnetic Materials*, Addison-Wesley Company, California, 1972.

காந்தப்பாய்ம இயக்கவியல்

ஒரு காந்தப் புலத்துடன் இடைவினை செய்கிற ஒரு வளிமம் அல்லது நீர்மத்தின் இயக்கங்களின் தன்மைகளைப் பற்றி ஆய்வு செய்யும் பிரிவிற்குக் காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் (magneto hydro dynamics) எனப் பெயர். அந்தப் பாய்மம் மின்சாரத்தை நன்கு கடத்தக் கூடியதாக இருக்கவேண்டும். அது நீர்மநிலையிலுள்ள ஓர் உலோகமாகவோ, அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட வளிமமாகவோ, பிளாஸ்மாவாகவோதான் இருக்க முடியும். கட்டுப்படுத்தப்பட்ட வெப்ப அணுக்கரு உலைகளை உருவாக்குவதில் காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் பெரும் பங்கேற்கிறது. இந்த வெப்ப அணுக்கரு உலைகளில் நிறைமிக்க ஹைட்ரஜன் ஐசோடோப்புகளான உயர் வெப்பநிலை பிளாஸ்மாவில் அணுக்கருப் பிணைவு வினைகள் நிகழ்கின்றன. பிளாஸ்மாவைச் சுற்றி ஒரு காந்தப் புலம் அமைந்திருக்கும். அந்தக் காந்தப் புலம் பிளாஸ்மாவை அடக்கி வைத்து அது வினைக் கலத்தின் சுவர்களைத் தொட்டுவிடாமல்

பிரித்து வைக்கிறது. இந்த நோக்கத்திற்காகப் பல வகையான பிளாஸ்மாக்கள், பல வகையான வடிவமைப்புள்ள காந்தப் புலங்கள் ஆகியவற்றின் பயனுறு திறன்களைக் கண்டுபிடிக்கக் காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் உதவுகிறது.

ஒலிமிகை விஞ்சிய விமானங்கள், விண்வெளிக் கலங்களுக்கான உந்து முறைகளில் அயனிகளின் இறுக்க விசைகள், வளி மண்டலத்தில் மீண்டும் நுழைகிற விண்கலங்களின் வேகத்தைக் குறைத்தல், உயர் ஆற்றல் துகள் முடுக்கிகள், நுண்ணலை உற்பத்திக் கருவிகள், வெப்ப அயனி ஆற்றல் மாற்றிக் கருவிகள், மெல்லிய உலோகப் படலப் பூச்சுகளை அமைத்தல், காஸ்மிக் கதிர்கள் மற்றும் மேல்மட்ட வளி மண்டல நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய ஆய்வு போன்றவற்றிலும் காந்தப்பாய்ம இயக்கவியல் பயன்படுகிறது. இதற்குப் பாய்மக் காந்தவியல் (hydromagnetics) எனவும் காந்த வளிம இயக்கவியல் (magneto gas dynamics) எனவும் மாற்றுப் பெயர்கள் உண்டு.

மின் கடத்தும் பாய்மமும் காந்தப் புலமும் பாய்மத்தில் ஓடுகின்ற மின்னோட்டம் மூலமாக இடைவினை செய்கின்றன. மின் கடத்தும் பாய்மமும் காந்தப் புலக் கோடுகளும் ஒன்றுக்கொன்று குறுக்காக நகரும்போது, மின்னோட்டங்கள் காந்தப் புலத்தையும் பாய்மத்தின் இயக்கத்தையும் பாதிக்கின்றன. காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் இடைவினைகள் பாய்மத்தையும் புலக்கோடுகளையும் இணைத்து அவை ஒன்றாகச் சேர்ந்து நகரும்படிச் செய்கின்றன.

மின்னோட்டம் உண்டாவதும் அவற்றின் பின் விளைவுகளும், நன்கு அறிமுகமான காந்தவியல் மற்றும் மின்னியல் விதிகளின் ஆளுகைக்குட்பட்டு நடைபெறுகின்றன. ஒரு மின் கடத்தி காந்த விசைக் கோடுகளுக்குக் குறுக்காக நகரும்போது ஒரு மின்னழுத்த வீழ்ச்சி அல்லது கடத்தியின் இயக்கத் திசை, புல விசைக் கோடுகள் ஆகிய இரண்டுக்குமே செங்குத்தான ஒரு மின்புலம் உண்டாகிறது. இவ்வாறு தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்த வீழ்ச்சியின் காரணமாக ஒரு மின்னோட்டம் பாய்கிறது.

மின்னோட்டங்கள் ஒரு காந்தப் புலத்திற்குக் குறுக்காக ஓடும்போது தம்மைச் சுற்றிலும் காந்தப் புலக்கோடுகளை உண்டாக்கிக் கொள்கின்றன; மின் கடத்தியைச் சூடாக்குகின்றன. எந்திர மிகை இயக்க விசைகளை (ponderomotive force) உண்டாக்குகின்றன. ஒரு மின்னோடியின் மின்னகத்தைச் (armature) சுழல வைப்பது இந்த எந்திர இயக்க விசைகளே யாகும். ஒரு பாய்மத்தில் இவ்விசைகள் அழுத்த விசைகளுடன் சேர்ந்து பாய்மத்தின் இயக்கப் பாங்கை நிர்ணயிக்கின்றன.

சூரியனின் பெரும் சூடும், குழப்பங்களும் மிக்க மையப் பகுதியில் உருவாகிற காந்தக் குலைவுகள் இதே முறையில் காந்த விசைக்கோடுகளின் ஊடாகச் சூரியனின் மேற்பரப்புக்குப் பாய்ந்து வந்து சூரியப் புள்ளிகளை உண்டாக்குவனவாகக்கருதப்பட்டுள்ளது. சூரியனின் ஒளிமுடி சூடாக்கப்படுவதற்கும், காஸ்மிக் கதிர்கள் முடுக்கப்படுவதற்கும் ஆல்ப்வென் அலைகள் பங்களிப்புச் செய்வனவாகச்சில ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர். ஒரு வலிமைமிக்க காந்தப் புலத்தில் நீர்ம நிலையிலுள்ள சோடியம் அடங்கிய ஒரு தம்பத்தை வைத்து அதைச் சுழற்றினால் ஆல்ப்வென் அலைகளை உண்டாக்க முடியும் என ஆய்வுகள் மெய்ப்பித்துள்ளன.

காந்தப் பாய்ம இயக்கவியலில் தொடக்க கால ஆய்வுகள் நீர்ம நிலை உலோகங்களைப் பயன்படுத்திச் செய்யப்பட்டிருந்தாலும் அயனி நிலை வளிமங்களையும் பிளாஸ்மாக்களையும் கொண்டு செய்யப்படும் ஆய்வுகளில் மிகு கவனம் ஏற்பட்டுள்ளது. ஒரு பிளாஸ்மாவில் உயர் ஆற்றல் எலெக்ட்ரான்களின் அடர்த்தி மிகுதியாக இருந்தால்தான் அதன் மின் கடத்துந் திறனும் மிகுதியாகஇருக்கும். சில எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட உயர் வெப்பநிலைகளில் வெப்பச் சமநிலையில் உள்ள பிளாஸ்மாவிலோ, அயனிகளும் மூலக்கூறுகளும் குறைந்த வெப்பநிலையில் இருந்தாலும் எலெக்ட்ரான்களுக்கு நுண்ணலையாக்கி அல்லது புற ஊதாக் கதிர் வீச்சுப் போன்ற வெளித் தோற்றுவாய்களிலிருந்து ஆற்றல் அளிக்கப்படுகிற வெப்பச் சமநிலையற்ற சூழ்நிலையிலுள்ள பிளாஸ்மாவிலோ இவ்வாறான நிகழ்வு தோன்றும். (ஓர் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் என்பது 11400 K வெப்பநிலைக்குச் சமம்).

விண்மீனிடைவெளியிலும், சூடான விண்மீன்களிலும், வளி மண்டலத்தின் மேல்மட்டங்களிலும் பிளாஸ்மாக்கள் காணப்படுகின்றன. மின்சார அல்லது வேதி அல்லது அணுக்கரு மூலங்களிலிருந்து ஆற்றல் ஊட்டப்படுகிற செயற்கையான எந்திரங்களிலும் பிளாஸ்மாக்களை உண்டாக்கலாம். ஒலியை விஞ்சுகிற வேகத்தில் ஒரு தட்டையான முகப்புடன் கூடிய ஒரு பொருள் குறைந்த அடர்த்தியுள்ள காற்றின் ஊடாகப் பாய்ந்து செல்லும்போது அதற்கு முன்னுள்ள பகுதியில் தோன்றும் வலிய அதிர்ச்சி அலைகள் காற்றை அயனியாக்கம் செய்யுமளவிற்குச் சூடாக்குவதுண்டு.

அடிப்படை விதிகள். காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் நிகழ்வுகளில் மின்னியக்கவியல் மற்றும் பாய்ம இயக்கவியல் துறைகள் பங்கு கொள்கின்றன. மாக்ஸ்வெல் உருவாக்கிய மின்னியக்கவியலின் அடிப்படை விதிகளை எவ்வகை மாற்றமுமின்றி அப்படியே பயன்படுத்தலாம். ஆயினும் மின்னோட்டத்திற்கும் தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையில் தொடர்பு காணும் ஓம் விதியைச் சற்று மாற்றி அமைக்க வேண்டும்.

σ என்னும் மிக உயர்ந்த மின் கடத்துந் திறனைக் கொண்ட ஒரு பாய்மத்தைச் சான்றாகக் கொள்ள லாம். இத்தகைய பாய்மத்தில் B என்னும் காந்தப் புலத்தின் விசைக் கோடுகள் பாய்மத்தின் கூடவே நகரும் என மாக்ஸ்வெல்லின் சமன்பாடுகள் காட்டுவ தாக ஆல்ப்வென் விளக்குகிறார். ஆனால் இத்தகைய இயக்கத்தைக் கண்ணால் பார்க்கவோ கருவிகளால் பதிவு செய்யவோ முடியாது. எனவே இம்முறை யைக் கவனத்துடன் கையாள வேண்டும். ஆயினும் பதிவு செய்யக்கூடிய பின் விளைவுகளின் பதங்களில் (terms) விசைக்கோடுகளின் நகர்வைப் பின்வருமாறு வரையறுக்கலாம். பாய்மத்தோடு நகரும் ஒரு கோடு தொடக்கத்தில் விசைக்கோடாக இருந்தால் இறுதி வரை விசைக்கோடாகவே இருக்கும் அல்லது ஒரு பாய்மத்துடன் சேர்ந்து நகரும் ஒரு மூடிய கண்ணியின் ஊடாக அமைந்துள்ள காந்தப் பாயம் இறுதி வரை மாறாது.

மின் கடத்துந் திறன் குறைவாயிருந்தால் மேற் கூறிய கூற்றுச் சரியாக இராது பாய்மமும் விசைக் கோடுகளும் ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கே புகுந்து செல லத் தொடங்கிவிடும். இது இரண்டு வளிமங்கள் ஒன்றுக்குள் ஒன்றாக விரவுவதற்கு ஒப்பானது. விரவ லின் கணித விதிகளை ஒத்த விதிகளே அதற்கும் பொருந்துகின்றன. t என்னும் நேரத்தில் காந்தப் புலம் பாய்மத்தின் ஊடாகப் புகுந்து கடக்கிற தொலைவு $\delta=\sqrt{t/\mu\sigma}$, இங்கு μ என்பது காந்த உட்புகு திறன். அது பாய்மத்தின் காந்தச் சிறப் பியல்புகளைப் பொறுத்த ஒரு மாறிலி. இப்போது மின் கடத்துந் திறன் மிகுதியாக இருக்க வேண்டும் என்னும் நிபந்தனையை மிக்க நுட்பத்துடன் கூறலாம். t என்னும் கால இடைவெளியில் காந்தப் புலம் நகர்ந்த தொலைவான δ, அமைப்பின் பரிமாணமான L உடன் ஒப்பிடுகையில் சிறியதாக இருக்கும் அளவுக்கு σ பெரியதாக இருக்க வேண்டும்.

சாதாரணமான பாய்ம இயக்கவியலில் இருப்ப தைப் போலவே, காந்தப் பாய்ம இயக்கவியலும் நிறைமாறாமை, உந்தம் மாறாமை, ஆற்றல் மாறா மை ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடும் தேற்றங்களுக்குக் கீழ்ப் படிகிறது. இந்தத் தேற்றங்கள் பாய்மம் ஒரு தொடர் பம் (continuum) எனக்கொள்கின்றன. தனிப்பட்ட துகள்களின் சராசரி மோதலிடைத் தொலைவான λ, பாய்மத்தின் கட்டமைப்பின் பண்பான தொலைவு களைவிட மிகவும் சிறியதாக இருந்தால் இது ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடியதே. தொடர்பத்தைப் பற்றிய ஊகம் பொதுவாகப் பிளாஸ்மாக்களுக்குப் பொருந்தாது எனினும், தொடர்பத்தைப் பற்றிய தோராயத்தி லிருந்து காந்தப் பாய்ம இயக்கவியலைப் பற்றிய நுண்ணறிவைப் பெற முடியும். அதன் பிறகு உந்தம் மாறாச் சமன்பாட்டுடன் ஒரு காந்த விசையையும், ஆற்றல் மாறாச் சமன்பாட்டுடன் மின்சாரத்தால் உண்டாக்கப்படும் வெப்பத்தையும் செயலையும் கூட்டுவதன் மூலம் பாய்மத்தின் மேல் காந்தப் புலங்களும் மின் புலங்களும் ஏற்படுத்துகிற தாக்கங் களையும் உள்ளடக்கிக் கொள்கிற வகையில் பாய்ம இயக்கவியலின் சாதாரண விதிகளை எளிதாக விரிவு படுத்த முடியும். மின் காந்தப் புலத்திற்கான மாக்ஸ் வெல் சமன்பாடுகள், சாதாரண பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் ஆகிய மின்னியக்கவியல் மற்றும் பாய்ம இயக்கவியல்களின் கணித விவரிப்புகள் இரண்டிலும் பகுதி வகைச் சமன்பாடுகளில் ஒரு கணம் பங்கு கொள்கிறது.

மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள். விகிதமுறு மீட்டர் கிலோகிராம்-நொடி அலகு அமைப்பில் மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு எழுதப்படுகின்றன.

$$\nabla\times \mathbf{E}+\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}=0 \qquad (1)$$

$$\nabla \quad \mathbf{B}=0 \qquad (2)$$

$$\nabla\times \mathbf{H}-\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}=\mathbf{j} \qquad (3)$$

$$\nabla\cdot \mathbf{D}=\rho_e \qquad (4)$$

(3), (4) ஆகிய சமன்பாடுகள் மின் அடர்த்தி ρ_e-இன் மாறாமை விதிக்கு இட்டுச் செல்கின்றன. j என்பது மின்னோட்ட அடர்த்தி எனில்

$$\frac{\partial \rho_e}{\partial t}+\nabla\cdot \mathbf{j}=0 \qquad (5)$$

மின்புலம் E, காந்தப் புலம் B, மின் இடப்பெயர்ச்சி D, காந்தத் தூண்டல் H எனில் $B=\mu H$, $D=\epsilon E$. இதில் μ என்பது காந்த உட்புகு திறன். ϵ என்பது ஊடகத்தின் மின் கடவா மாறிலி (dielectric constant). சிறந்த மின் கடத்திகளில் ஆங்காங்கே தல அளவில் நேர்மின் ஊர்திகளைவிட மிகச் சிறிய அளவில் எலெக்ட்ரான்கள் கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ இருக்குமானால் மின்புலம் தோன்றிய கணமே இவ் வேறுபாடுகள் நீங்கிவிடும். $t_1=\varepsilon/\sigma$, $t_2=\sqrt{m\epsilon/ne^2}$ ஆகிய இரண்டு தன்னியல்பு நேரங்களில் பெரியதான நேரத்தில் இந்த மின் சமமாக்கம் நடைபெற்று விடும். இவற்றில் n என்பது எலெக்ட்ரான்களின் எண் அடர்த்தி, m என்பது நிறை, e என்பது மின் னூட்டம் ஆகும். ஓர் உலோகக் கடத்தியில் $t_1\simeq 10^{-18}$ நொடி, அயனிக் கோளத்தில் அது 100 கி.மீ. உயரத்திலுள்ள E படலத்தில் 10^{-9} நொடியாகவும், 250 கி.மீ உயரத்தில் உள்ள F படலத்தில் 10^{-13} நொடியாகவும் உள்ளது. வழக்கமாக t_1, t_2 ஐ விடப் பெரியதாயிருக்கும். அது E படலத்தில் 6×10^{-17} நொடியாகவும் F படலத்தில் 4×10^{-8} நொடி யாகவும் உள்ளது.

மின் சமமாக்க வீதங்கள் இவ்வளவு மிகுதியான வையாக இருக்கும்போது 4 ஆம் சமன்பாட்டின் மூலம் மின் அடர்த்தியிலிருந்து மின் புலத்தைக் கணக்கிட முடியாது. மின் புலத்திற்கும் மின்னோட்டப் பரவீட்டுக்கும் இடையிலுள்ள உறவைப் பின்வரும் ஓம் விதி மூலம் மேலும் பயனுள்ள வகையில் குறிப்பிடலாம்.

$$E=-v\times B+\frac{1}{\sigma}j+\frac{m}{ne^2}\frac{\partial j}{\partial t} \qquad (6)$$

இந்தச் சமன்பாடு ஒரு காந்தப் புலத்திற்குக் குறுக்காக v என்னும் திசை வேகத்துடன் பாய்மம் ஓடும்போது தூண்டப்படுகிற ஒரு மின் புலத்தையும் எலெக்ட்ரான் சடத்துவத்தின் விளைவையும் சேர்த்துக் கொள்கிற வகையில் மாற்றி எழுதப்பட்டுள்ளது. ஆயினும் மிக விரைவாக அலைவுகளிருக்கும்போது மட்டுமே எலெக்ட்ரான் சடத்துவ விளைவைத் தக்க வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். பிற நிகழ்வுகளில் 6 ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள இறுதிப் பதத்தை விட்டுவிடலாம்.

மின்னோட்டங்கள் மின்னூட்டங்களைக் குவித்து விடும்போது மட்டுமே 3 ஆம் சமன்பாட்டில் உள்ள $\partial D/\partial t$ என்னும் இடப்பெயர்ச்சி மின்னோட்டம் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. ஒரு சிறந்த மின்கடத்தியில் மின்னூட்டங்கள் மிக விரைவாக நடுநிலையாக்கப்படும். எனவே வழக்கமாக அந்தப் பதத்தை விட்டு விட முடிகிறது. இதன் காரணமாக மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் எளிமையாகின்றன. ஓம் விதியால் மின் புலத்தை நீக்கிவிட்டுப் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்.

$$\frac{\partial B}{\partial t}=\nabla\times(v\times B)+\frac{1}{\sigma\mu}\nabla^2 B \qquad (7)$$

இச் சமன்பாட்டில் வலப் பக்கத்தில் உள்ள முதல் பதம் பாய்மத்தையும் புலக்கோடுகளையும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து நகர வைக்கிறது. இரண்டாம் பதம் அவற்றை ஒன்றுக்கொன்று குறுக்கே புகுந்து செல்லச் செய்கிறது. $R_m = vL\sigma\mu$ என்னும் காந்த ரெய்னால்ட்ஸ் எண் பாய்மத்தின் இயக்கத்தால் காந்தப் புலத்தில் ஏற்படும் விளைவுக்கு ஓர் அளவு ஆகும். இந்த எண் மிகவும் பெரியதாக இருக்கும்போது இரண்டாம் பதத்தை விட்டுவிடலாம். அதன் மூலம் மேலும் எளிமையான ஒரு சமன்பாடு கிடைக்கும். அது ஆல்ப்வென்னின் விவரிப்பின் கணிதவியல் அடிப்படையாகும்.

பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள். பாய்மத்திற்கும் மின் காந்தப் புலத்திற்கும் இடையில் உண்டாகும் இடைவினைகளைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வதற்காகப் பாய்ம இயக்கவியலின் மாறாமைச் சமன்பாடுகளில் கூடுதலான பதங்களைச் சேர்க்க வேண்டியுள்ளது. நிறைமாறாமைச் சமன்பாட்டை மாற்றமின்றி அப்படியே வைத்துக் கொள்ளலாம். உந்தம் மாறாமைச் சமன்பாட்டில் $j\times B$ என்னும் விசை அடர்த்தியைச் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். பாகியல் விளைவுகளைச் சேர்த்துக் கொள்ளும்போது பாய்ம இயக்கவியல் விசையை அழுத்த டென்சாரின் விரிவாக்கமாகக் குறிப்பிடுவது போலவே $j\times B$ என்னும் காந்த விசையை மாக்ஸ்வெல்லின் தகைவு டென்சாரின் காந்தப் பகுதியின் விரிவாக்கமாகக் குறிப்பிடலாம். இந்த உவமையின் காரணமாக மாக்ஸ்வெல் டென்சாரின் குறிப்பிட்ட ஆக்கக் கூறுகள் ஒரு காந்த அழுத்தமாகக் கருதப்படுகின்றன.

மின் காந்தப் புலத்திலிருந்து பாய்மத்துக்கு ஆற்றல் மாற்றப்படுவதை விளக்குவதற்காக ஆற்றல் மாறாமைச் சமன்பாட்டில் $j.E$ என்னும் பதத்தைச் சேர்க்க வேண்டியுள்ளது இவ்வாறு காந்தப் பாய்ம இயக்கவியலுக்காக மாற்றியமைக்கப்பட்ட மூன்று பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் பின்வருமாறு அமைகின்றன.

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\nabla\cdot(\rho v)=0 \qquad (8)$$

$$\rho\frac{dv}{dt}=-\nabla\cdot P+j\times B \qquad (9)$$

$$\rho\frac{d}{dt}\left(E+\frac{v^2}{2}\right)=-\nabla\cdot(Pv+Q)+(j\cdot E) \qquad (10)$$

தேவைப்படும்போது நிறையீர்ப்பு விசைகளையும் தடையின்றிச் சேர்த்துக் கொள்ள முடியும். சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு λ,L-ஐ விட மிகவும் சிறியதாக இருந்தால் பாய்மம் எல்லாவிடத்திலும் ஏறக்குறைய ஒரு வெப்பச் சமநிலைத் தன்மையில் இருக்கும். அனைத்து நிலை மாறிகளையும் அடர்த்தி ρ, வெப்பநிலை T, திசை வேகம் v ஆகியவற்றின் பதங்களில் குறிப்பிட முடியும். P என்னும் அழுத்த டென்சார், Q என்னும் வெப்பப் பாய்வுத் திசையன் ஆகியவற்றின் ஆக்கக் கூறுகள் பின்வருமாறு அமையும்;

$$P_{ij}=[p+{}^2\!/_3\eta(\nabla\cdot v)]\,\delta_{ij}-\eta\left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j}+\frac{\partial v_j}{\partial x_i}\right) \qquad (11)$$

$$Q_i=-K\frac{\partial T}{\partial x_i} \qquad (12)$$

இங்கு $i=j$ எனில் $\delta_{ij}=1$. $i\neq j$ எனில் $\delta_{ij}=0$. p என்னும் திசையிலி அழுத்தம், η என்னும் பாகியல் எண், K என்னும் வெப்பக் கடத்து திறன், E என்னும் அலகு நிறைக்கான உள்ளீட ஆற்றல் ஆகியவை ρ,T,

ஆகியவற்றின் சார்பெண்கள். அவை பாய்மத்தைப் பொறுத்தவை. அவற்றை ஆய்வு முறையிலோ, இயக்கக் கொள்கையின் உதவியாலோ கண்டுபிடிக்கலாம்.

$\mathbf{j}=\sigma(\mathbf{E}+\mathbf{v}\times\mathbf{B})$ என்னும் வடிவத்தில் ஓம் விதியைப் பயன்படுத்தி $(\mathbf{j}\cdot\mathbf{E})=\mathbf{v}\cdot(\mathbf{j}\times\mathbf{B})+j^2/\sigma$ என்னும் கோவையை $\mathbf{j}\times\mathbf{B}$ என்னும் விசையால் செய்யப்பட்ட வேலையாகவும், j^2/σ என்னும் ஜூல் வெப்ப விளைவாகவும் பிரிக்கலாம். இம்மூன்று மாறாமைச் சமன்பாடுகளும் பின்வரும் இயல்பாற்றல் சமன்பாட்டுக்கு வழி வகுக்கின்றன.

$$\rho T\frac{dS}{dt}=\rho\left(\frac{dE}{dt}+p\frac{d}{dt}\frac{1}{\rho}\right)$$
$$=\nabla\cdot(K\nabla T)+\eta\phi+j^2/\sigma \quad (13)$$

இதில் $\eta\phi$ என்பது பாகியல் வீணாகல் நேரினம் ஆகும். பல கணக்குகளில் வலப் புறத்தில் உள்ள மூன்று வீணாகல் பதங்களை விட்டுவிட முடிகிறது. அப்போது இயல்பாற்றல் S ஓர் அருவிக் கோட்டில் மாறாமலிருக்கும்.

ஓம் விதி. 6 ஆம் சமன்பாடு ஓம் விதியை முழுமையாக விவரிக்கவில்லை. $\mathbf{j}\times\mathbf{B}$ என்னும் விசையால் ஏற்படும் விளைவையும், அழுத்தமும் வெப்ப நிலையும் மாறிக்கொண்டிருக்கும்போது அயனிகளும் எலெக்ட்ரான்களும் வெவ்வேறு வீதங்களில் விரவல் செய்வதால் ஏற்படும் விளைவையும் அதில் சேர்க்க வேண்டும். இவ்விளைவுகளின் தன்மை, B என்னும் புலத்தில் e என்னும் மின்னும் $\sqrt{3KT/m_i}$ என்னும் வேகமும் கொண்ட துகள்கள் பயணம் செய்யும் சுருள் வடிவப் பாதைகளின் ஆரங்களான $r_i=\sqrt{3m_i KT}/eB$ என்னும் தொலைவுகளைப் பொறுத்த சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு λ இன் எண் மதிப்பைப் பொறுத்துள்ளது.

முதன்முறையாக, பிளாஸ்மாவில் உள்ள தனிப்பட்ட மின் துகள்களின் விவரமான இயக்கத்தைக் கவனிக்க வேண்டும். ஒரு காந்தப் புலத்தில் எதிரின மின் துகள்களும் நேரின மின் துகள்களும் புலக்கோடுகளைச் சுற்றிச் சுருள் வடிவப் பாதைகளில் ஓடுகின்றன. B என்னும் காந்தப்புலத்துடன் E என்னும் மின் புலமும் சேர்ந்திருக்குமானால் சுருள் பாதையின் மையம் விசைக் கோட்டில் நிலைத்திராமல் பக்கவாட்டில் $\mathbf{E}\times\mathbf{B}$ இன் திசையில் நகர முனைகிறது. மோதல்களின் காரணமாக இந்த நகர்வின் அளவு ஏறத்தாழ $\frac{1}{[1+(r_i/\lambda)^2]}$ பங்காகக் குறைகிறது. B சிறியதாக இருந்தால் அயனி நகர்வு மறைந்து எலெக்ட்ரான் நகர்வு மட்டுமே எஞ்சும். இந்த எலெக்ட்ரான் நகர்வு ஹால் விளைவு எனப்படும். பெரிதாக இருக்கும்போது இரண்டு நகர்வுகளும் ஏறத்தாழ ஒரே மாதிரியாக நிகழ்கின்றன. இதன் காரணமாக ஒரு நிறை ஓட்டம் தோன்றுகிறது. ஆனால் ஹால்மின்னோட்டம் ஏறக்குறைய எதிர்த்தழிக்கப்பட்டு விடுகிறது. ஒரு வலிய காந்தப் புலத்தில் அதற்குச் செங்குத்தான திசையில் ஒரு மின் துகளின் பயனுறு சராசரி மோதலிடைத் தொலைவு அதன் சுழற்சி ஆரம் ஆகும். இவ்வாறு ஒரு காந்தப் புலத்தால் விரவல்மின்னோட்டமும் குறிப்பிடத்தக்களவு குறைக்கப்படுகிறது. ஓம் விதியின் இரண்டு பொதுவாக்கப்பட்ட வடிவங்களைப் பின்வருமாறு பயன்படுத்தலாம்.

B சிறியதாக இருக்கும்போது பின்வரும் சமன்பாடு சரியாக இருக்கும்.

$$\mathbf{E}=-\mathbf{v}\times\mathbf{B}+\mathbf{j}/\sigma+(\mathbf{j}\times\mathbf{B}-\nabla p_e)/ne \quad (14)$$

B பெரியதாக இருக்கும்போது,

$$\mathbf{E}_{\parallel}=\mathbf{j}_{\parallel}/\sigma$$
$$\mathbf{E}_{\perp}=-\mathbf{v}\times\mathbf{B}+\left(\mathbf{j}_{\perp}+\frac{3n}{4\mathbf{B}^2}\nabla kT\times\mathbf{B}\right)\Big/\sigma_{\perp} \quad (15)$$

$\parallel$, $\perp$ ஆகிய குறிகள் B ஐப் பொறுத்த திசையைக் குறிப்பிடுகின்றன. p_e என்பது எலெக்ட்ரான் வளிமத்தின் பகுதி அழுத்தம். $\sigma_{\perp}$ என்னும் மின் கடத்துந்திறன் தோராயமாக $\sigma/2$ -க்குச் சமம். சில பயன்பாடுகளில் 14 ஆம் சமன்பாட்டிற்குத் தீர்வு காண வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. அதன்மூலம் பின்வரும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது.

$$\mathbf{j}=\sigma\mathbf{E}_{\parallel}^{1}+\sigma_1\mathbf{E}_{\perp}^{1}+\sigma_2\frac{\mathbf{B}\times\mathbf{E}^{1}}{B} \quad (16)$$

இங்கு $E'=E+v\times B+\nabla p_e/ne$, $\sigma_1=\frac{\sigma}{1+\alpha^2}$

$$\sigma_2=\alpha\sigma,\ \alpha=\sigma B/ne$$

α என்னும் அளவு λ/r_e என்னும் மதிப்புக்குச் சமமான வரிசையிலேயே உள்ளது. எனவே 16ஆம் சமன்பாடு பெரிய α மதிப்புகளுக்குப் பொருந்தி வாராது.

σ என்னும் மின் கடத்துந் திறனை ஆய்வுகளின் மூலமாகவோ இயக்கக் கோட்பாடுகளின் மூலமாகவோ கண்டுபிடிக்கலாம். இயக்கக் கோட்பாடுகளின் மூலம் $\sigma=ne^2\tau/m$ என்னும் சமன்பாடு கிடைக்கிறது. இதில் τ என்பது ஓர் எலெக்ட்ரானின் பயனுறு மோதல் நேரம் எனப்படும். இது மோதல்களால் மட்டுமே ஓர் எலெக்ட்ரானின் திசை வேகம் சுற்றியுள்ள அயனிகளின் திசை வேகத்துடன் சமநிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுவதற்கு ஆகும் நேரமாகும். பகுதி அயனியாக்கம் அடைந்த ஒரு வளிமத்தை முழுமையாக அயனியாக்கமான பிளாஸ்மா, ஒரு நடுநிலை வளிமம் ஆகியவற்றின்

கலவையாக்க் கருதலாம். அந்த ஆக்கக் கூறுகளின் அடர்த்திகள் முறையே ρ_p, ρ_n எனவும் திசை வேகங்கள் முறையே v_p, v_n எனவும் ஆகும். கலவையின் அடர்த்தி $\rho = \rho_p + \rho_n$. அதன் திசை வேகம் $v = (\rho_p v_p + \rho_n v_n)/\rho$.

v க்குப் பதிலாக v_p -ஐச் செருகினால் ஓம் விதி 14ஆம் சமன்பாட்டின் வடிவத்திலேயே நீடிக்கும். r என்னும் வகையைச் சேர்ந்த ஒரு துகள் s வகையைச் சேர்ந்த அனைத்துத் துகள்களுடனும் மோதுவதற்கான பயனுறு மோதல் நேரமாக τ_{rs} ஐ எழுதினால், σ-வுக்கான சமன்பாட்டில் உள்ள பயனுறு மோதல் நேரத்தைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_{ei}} + \frac{1}{\tau_{en} + \tau_{in}} \qquad (17)$$

i, e, n ஆகிய குறியீடுகள் முறையே அயனிகள், எலெக்ட்ரான்கள், நடுநிலை அணுக்கள் ஆகியவற்றைக் குறிப்பிடுகின்றன.

நடுநிலைப் பகுதியைப் பொறுத்துப் பிளாஸ்மாவின் இயக்கம் ஆம்பிப்போலார் விரவல் எனப்படும். இதன் காரணமாக இழுப்புவிசைகள் தோன்றுகின்றன. அவை வெப்பமாக ஆற்றலை வீணாக்குகின்றன. அயனிகளுக்கும் நடுநிலை அணுக்களுக்கும் இடையிலான இழுப்பு விசைகளால் ஆற்றல் வெப்பமாக மாற்றப்படுவதை ஜூல் வெப்பமாக்குதலுடன் சேர்த்துக் கொள்வதில்லை.

காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் நிகழ்வுகள். பாய்ம இயக்க விளைவுகளும் மின் காந்த விளைவுகளும் சேரும்போது பலவிதமான நிகழ்வுகள் ஏற்படுகின்றன. பல வேளைகளில் சமன்பாடுகளுக்கு அளவு குறிப்புக் காரணிகள் மட்டுமே வேறுபட்டதாகவும் பிற வகைகளில் ஒத்தனவாகவுள்ள தீர்வுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியுமென்பதைக் கவனத்தில் கொண்டால் இந்த நிகழ்வுகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வது எளிதாகி விடும். ஒரு குறிப்பிட்ட கணக்கீடு அல்லது ஆய்வு மூலம் கிடைத்த முடிவுகளை ஒரு குறிப்பிட்ட வகையைச் சேர்ந்த அனைத்து நிகழ்வுகளுக்கும் பயன்படுத்த முடியும். சில குறிப்பிட்ட பரிமாணமில்லாத அளவுகளின் மதிப்புகளைக் குறிப்பிட்டுச்சொல்வதன் மூலம் அளவு குறிப்பு விதிகளை (scaling laws) மிகவும் எளிதாகப் பயன்படுத்த முடியும்.

இயக்கம் இல்லாதபோது விசை அடர்த்தியை மாக்ஸ்வெல்லின் தகைவு டென்சாரின் விரிவாக்கமாகக் குறிப்பிட்டுச் சமநிலை நிபந்தனைகளை எளிதாக உருவாக்கிவிடலாம்.

$$(\mathbf{j} \times \mathbf{B})_i = \frac{\partial}{\partial x_k} (B_i B_k/\mu - B^2 \delta_{ik}/2\mu) \qquad (18)$$

இந்த டென்சாரினால் குறிக்கப்படும் தகைவுகள் இரு வகையானவை. அவை புலத்திற்குச் செங்குத்தான $B^2/2\mu$ என்னும் அழுத்தமும், புலக்கோடுகளின் திசையில் அமைந்த $-B^2/2\mu$ என்னும் இழுவிசையும் ஆகும். புலக்கோடுகள் ஒன்றையொன்று விலக்க முனையும். அத்துடன் அவை நீட்டப்பட்ட ரப்பர் கயிறுகளைப் போலச் சுருங்கவும் முயற்சிக்கின்றன. காந்தப் புலக்கோடுகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் நேராகவும் இருக்கும்போது $p + B^2/2\mu$ ஒரு மாறிலி எனில் சமநிலை தோன்றுகிறது. காந்தப் புலக்கோடுகள் ஓர் உருளையின் அச்சைச் சுற்றி வட்டங்களாக அமைந்திருக்குமானால் சமநிலை நிபந்தனை பின்வருமாறு அமையும்.

$$\frac{dp}{dr} = \frac{B}{\mu r}\frac{d}{dr}(rB) = 0 \qquad (19)$$

இதைத் தொகையிட மேலும் ஒரு சமன்பாடு தேவை. எடுத்துக்காட்டாக B, r- க்கு நேர் விகிதத்தில் இருப்பதால், $p + B^2/\mu$ மாறிலி எனக் கிடைக்கிறது. இந்த வடிவியல் அமைப்பில் உள்ள காந்தப் புலம், முதல் எடுத்துக்காட்டில் காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போன்று இரு மடங்கு அழுத்தத்தைச் சமன் செய்ய முடியும். புலக்கோடுகளின் ஊடான இழுவிசை ஓர் உள் நோக்கிய விசையைக் காந்த அழுத்தச் சரிவுடன் கூட்டுகிறது. இரண்டாம் எடுத்துக்காட்டில் காணப்படும் வடிவியல், சூரிய வளி மண்டலத்திலுள்ள இழைகளைப் பற்றிய கொள்கைகளிலும், கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அணுக்கருப் பிணைவில் தோன்றுகிற நிலைக் கிள்ளல் (static pinch) பற்றிய கொள்கைகளிலும் பயன்படுகிறது.

சமநிலை வடிவமைப்புகளைப் பற்றி விளக்கும்போது புலத்திற்கு எளிய கணிதக் கோவைகளை ஊகித்துக் கொள்வது வழக்கமாக உள்ளது. அதில் நம்பக்கூடிய வகையில் மின்னோட்டப் பரவீடுகளை மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும். காட்டாக உருளையான வடிவமைப்பில் உள்ள காந்தப் புலம் உருளையின் அச்சின் திசையிலான ஒரு மாறிலி மின்னோட்ட அடர்த்தியால் உருவாக்கப்படுவதாகக் கொள்ளலாம். அச்சுத் திசையில் சமச்சீர்மையான வடிவமைப்புகளில் புலங்கள் ஓர் உள்ளார்ந்த பகுதியில் மட்டும் அடங்கி விடும்போது அழுத்த விசைகள், நிறைவீர்ப்பு விசைகள் ஆகிய இரண்டுடனும் சமநிலையில் இருக்கும் வகையில் வளையக்குழல் வடிவிலும், முனைப்பட்ட வடிவிலும் புலங்களைத் தகுந்தபடி இணைத்துப் பராமரிக்க முடியும். கோளம், வரம்பற்ற உருளை ஆகிய வடிவமைப்புகளுக்குக் குறிப்பான தீர்வுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. சூரியன், விண்மீன் மண்டலம், புறமண்டலங்களின் சுருள் கைகளிலுள்ள வலிமை காந்தப் புலங்களை விளக்க வரம்பற்ற உருளை வடிவமைப்புப் பெரிதும் உதவியாக உள்ளது.

B, j ஆகியவை இணையாக இருக்கும்போது பாய்மத்தின்மேல் விசையேதும் செயல்படாது. வேறுவிசைகள் எதுவும் இல்லாதபோது இத்தகைய விசையற்ற புலங்கள் சமநிலையில் இருக்கும். சாதாரணமாக வரையறுக்கப்பட்ட மின் கடத்தலின் காரணமாகத் தோன்றும் புலங்கள் நலிவது சமன் செய்யப்படாத விசைகளைத் தோற்றுவிக்கும். ஆனால் $\triangle B = \alpha B$ ஆகவும் α மாறிலியாகவும் இருக்கும்போது விசைகள் எதுவும் தோன்றுவதில்லை.

நிலைத்தன்மை. ஒரு சமநிலை வடிவமைப்பு நிலையாக இருக்குமா என்பதை உறுதி செய்து கொள்வது முக்கியமானது ஆகும். இதைத் தீர்மானிக்க ஓர் ஆற்றல் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தலாம். நிலை ஆற்றலை, E என்னும் உள்ளிட ஆற்றல், $E_m = \int(B^2/2\mu)\, dv$ என்னும் காந்த ஆற்றல், தேவையானால் E_g என்னும் நிறையீர்ப்பு ஆற்றல் ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகையாக வரையறுக்கலாம். பிளாஸ்மாவின் ஒரு தன்னிச்சையான உருக்குலைவு எப்போதும் நிலையாற்றலில் ஓர் உயர்வுக்கு அடிப்படையாக இருந்தால் சமநிலை நிலைத்தன்மையுடன் இருக்கும். அலைவுகளின் இயல்பான வகையைப் பகுப்பாய்வு செய்யும்போது ஏதாவது ஒருவகை நிலையற்றதாகத் தெரிய வந்தால், சமநிலையும் நிலையற்றதாக இருக்கும் என அறியலாம். இத்தகைய பகுப்பாய்வு ஒரு நிலையற்ற தன்மையின் வளர்ச்சி வீதத்தை அளிக்கும். பொதுவாக வளைந்த புலக்கோடுகளின் குழிந்த பகுதியில் அடக்கப்பட்டுள்ள பிளாஸ்மா நிலையற்றதாக இருக்கும். நெளிவுகளும் நெடுக்குப் பள்ளங்களும் உண்டாவது முக்கியமான நிலையாமை வகைகள் ஆகும். உருளை வடிவக் கிள்ளல் மின்னிறக்கங்களுடன் நெளிவுகள் சேர்ந்து வரும். பிளாஸ்மா உருளையில் ஒரு நுண்ணிய நெளிவு ஏற்பட்டாலும் அது விரைவாக வளர்ச்சி அடைந்து மின்னிறக்கத்தைக் குலைத்து விடும்.

ஒரு பாயக் குழாயில் (flux tube) அடக்கப்பட்ட பிளாஸ்மாவின் பரப்பில் நெடுக்குப் பள்ள வடிவிலுள்ள சிற்றலைகள் தோன்றும். இத்தகைய ஓர் உலைவைச் சிற்றலைகளின் முகட்டுக்கும் அகட்டுக்கும் இடையில் புலமும் பிளாஸ்மாவும் பரிமாறிக் கொள்கிற நிகழ்வாகக் கருதலாம். இந்தப் பரிமாற்றத்தால் நிலை ஆற்றல் குறையும். எனவே நெடுக்குப் பள்ளங்கள் நிலையாமல் போகும். பருப்பொருள் அழுந்தம் குறைகிற வெளிப்புறத்தை நோக்கி $\int dl/B$ இன் மதிப்புக் குறையுமானால் இந் நிலை தோன்றாது. ஸ்டெல்லாரேட்டர் கருவிகளில் அடக்கி வைக்கும் பாயக்குழாய் ஒரு வளையக் குழல் வடிவில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. காந்த அச்சு எனப்படும் விசைக்கோட்டைத் தவிர மற்றவை வளையக் குழலை ஒருமுறை சுற்றிய பின் சந்தித்துக் கொள்வதில்லை. இதன் காரணமாக மின் துகள்கள் விசைக் கோட்டுப் பாதைகளில் ஒன்றிலிருந்து மற்றதற்கு இடம் பெயர்வதில்லை. எனவே இத்தகைய பாதை மாற்றத்தால் ஏற்படுகிற நிலையாமை தவிர்க்கப் படுகிறது.

கிள்ளல் மின்னிறக்கத்தில் கிள்ளல் அச்சுக்கு இணையாக ஒரு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்திச் சில வகைச் சமநிலைக் குலைவுகளைத் தடுக்க முடிகிறது. புலத்தின் குவிந்த பக்கத்தில் பிளாஸ்மாவை அடக்கும் முயற்சியில் முகட்டுப் பிளாஸ்மா வடிவியல் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. காந்த விசைகளுடனும் நிறையீர்ப்பு விசைகளுடனும் சம நிலையில் உள்ள ஒரு பிளாஸ்மா வடிவமைப்புக் காந்தப்புலம் மிகப் பெரியதாயிருக்கும்போது நிலைத்தன்மை பெற்றிருக்காது. மாயத் தேற்றத்தின் படி காந்தப் புல ஆற்றலின் பெரும அளவு $E_m < |E_g|$ ஆகும். உண்மையில் உறுதியான நிலைத் தன்மையுள்ள வடிவமைப்பு எதுவும் இல்லை. சிலவகை வடிவமைப்புகள் மிகவும் மெதுவாகக் குலைவதால் அவை நடைமுறையில் நிலைத்தன்மை பெற்றுள்ளவையாகக் கொள்ளப்படுகின்றன. சூரியன், விண்மண்டலம், புறமண்டலங்களின் சுருள் கரங்கள் உருளைகளாகச் சித்திரிக்கப்படும்போது இக்கருத்துப் பயன்படுகிறது.

நிறையீர்ப்புச் சமநிலை வடிவமைப்பு வகைகளில் உள்ளிட இயக்கங்களும் சேருமாறு அவற்றை விரிவுபடுத்தினால் சில முடிவுகள் கிடைக்கின்றன. அச்சுச் சமச்சீர்மை கொண்ட ஒரு சமநிலை வடிவமைப்புச் சுழலும்போது அதில் உள்ள ஒரு விசைக் கோட்டின் மீதுள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளும் ஒரே கோணத் திசை வேகத்துடன் சுழலுகின்றன. இது ஒத்தசுழற்சி விதி(isorotation law) எனப் படும். உள்ளிட இயக்கங்களைக் கணக்கில் சேர்த்துக் கொண்டதனால், $v = B/\sqrt{\rho\mu}$ என்னும் திசை வேகமும் $p/\rho + v^2/2 + \phi =$ மாறிலி, என்னும் சமன்பாட்டினால் தரப்படுகிற அழுத்தமும் கொண்ட அனைத்து அச்சுச் சமச் சீர்மைத் தீர்வுகளும் நிலைத்தன்மை கொண்டவை என மெய்ப்பிக்க முடிந்தது. இதில் ϕ என்பது நிறையீர்ப்பு அழுத்தம்.

சீரான பாய்வு. முழுமையான மின் கடத்துந் திறன் கொண்ட ஒரு பாய்மம் புலக் கோடுகளைத் தன் பாதையிலிருந்து விலக்கித் தள்ள முனைகிறது. மின் கடத்துந் திறன் வரையறுக்கப்பட்டதாக இருக்கும் போது புலக்கோடுகள் பாய்மத்திற்குள் புகுந்து விடுகின்றன. பொதுவாகக் காந்த ரெய்னால்ட்ஸ் எண் பெரியதாக இருந்தால் பாய்வு அதன் பாதையிலுள்ள காந்தப் புலங்களின் மேல் செலுத்தும் விளைவு வலிவானதாக உள்ளது. இது காந்தப்புலத்தின் பரிமாணத்தைப் பொறுத்த அளவுகோலாக இல்லை. ஆனால் ஒரு காந்தப் புலம் பாய்ம ஓட்டத்தில் ஏற்படுத்தும் தாக்கம், காந்தப் புலத்தின் எண் மதிப்போடு மிகுதியாகிறது. உந்தங்கள் சமன் செய்யப் பட்டிருக்கும்போது பாகியல் விசைகளைப் புறக் கணித்துவிட்டால் மிகை இயக்க விசைக்கும் சடத்துவ விசைக்கும் இடையிலான தகவான

$N_p = B^2L\sigma/\rho v$, காந்தப் புலம் பாய்மத்தின் ஓட்டத்தில் ஏற்படுத்தும் தாக்கத்திற்கு ஓர் அளவுகோல் ஆகும்.

காட்டாக ஓர் ஒற்றைப் பரிமாணப் பாய்வுள்ள ஒரு பாய்மம் ஒலியை விஞ்சும் வேகத்துடன் ஒரு புலம் அற்ற பகுதியிலிருந்து வந்து ஒரு வலிய காந்தப் புலம் உள்ள பகுதியைக் கடந்து செல்வதாகக்கொள்ளலாம். காந்தப் புலம் பாய்வுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கலாம். காந்தப்புலப் பகுதியின் அகலம் L என லாம். காந்தப் புலம் பாய்மத்தின் மேல் ஓர் இழுப்பு விசையைச் செலுத்தும். N_p மதிப்பில் ஏற்படும் உயர்வு பாய்வு விதத்தைக் குறைக்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுநிலை மதிப்பைக் கடந்தவுடன் பாய்வின் வேகம் ஒலியின் வேகத்தைவிடக் குறைவானதாகி விடும். ஆயினும் பாய்மம் தொடர்ச்சியாக ஒலியை விஞ்சும் நிலைகளிலிருந்து ஒலியை விஞ்சாத நிலைகளுக்கு மாற முடியாது. அதற்கு மாறாகப் பாய்மத்தை ஒலியை விஞ்சிய வேகத்திலிருந்து ஒலியை விஞ்சாத வேகத்துக்கு மாற்றுகிற காந்தப்புலப் பகுதியில் ஒரு நிலைத்த அதிர்ச்சி அலை உருவாகும்.

இந்த எடுத்துக்காட்டில் காந்தப் பகுதி பாய்வுத் திசைக்குச் செங்குத்தான தளங்களை எல்லைகளாகக் கொண்டிருந்தது. அடுத்து, பாய்வுத் திசைக்குச் செங்குத்தான ஓர் உருளையான பகுதியில் அடைபட்ட ஓர் அச்சுத் திசைக்காந்தப் புலத்தைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். இந்த நிகழ்வில் ஓர் இரட்டைப் பரிமாணமுள்ள பாய்வுப் பாங்கு உருவாகும். பாய்வு, புலத்தின் ஊடாகக் கடந்து செல்லும் போது ஹால் விளைவின் காரணமாகப் பக்க வாட்டில் திசை மாற்றம் அடையும். ஓர் எதிர்வினை விசை தோன்றிக் காந்தப் புலப் பகுதியை எதிர்த்திசையில் தள்ளும். இந்த ஏற்று விசையைப் பயன்படுத்தி விமானங்களைப் பறக்க விடலாம் என்று கருதப்படுகிறது. புலங்கள் வலிமையாக இருந்தால் பாய்வுப் பாங்கு உருளையைச் சுற்றிக் கொண்டு செல்லும். தன் பரப்புக்குச் செங்குத்தாக அமைந்த காந்தப் புலத்தைக் கொண்ட ஒரு பொருளைச் சுற்றிக் கொண்டு ஒரு பாய்மம் பாயும்போது அது காந்தப் புலக் கோடுகளைக் கடக்க வேண்டியுள்ளது. இதனால், பாய்வு விதம் குறைந்து, பொருளின் முகப்பில் உள்ள பூஜ்யத் திசைவேகம் கொண்ட தேங்கல் பகுதியின் பரிமாணத்தை மிகுதியாக்கும், எனவே தேங்கல் பகுதிக்கு அருகில் உள்ள வெப்பநிலைச் சரிவும் திசைவேகச் சரிவும் குறைகின்றன. இந்த விளைவுகளின் அளவு N_p ஐப் பொறுத்திருக்கும். L என்பது பொருளின் ஒரு மாதிரித் தனமான நேர் கோட்டுப் பரிமாணமாகும்.

ஒரு சுவருக்கு அருகில் பாய்மம் செல்லும்போது அதன் பாய்வைப் பாகியல் விசைகள் பாதிக்கின்றன. பாகியல் எண்ணும் அளவு குறிப்பு விதிகளில் இடம் பெறும். இரண்டு இணையான சுவர்களுக்கு இடையில், சுவர்களுக்குச் செங்குத்தாக ஒரு காந்தப்புலம் அமைந்திருக்கும்போது அழுத்தம் காரணமாக ஓர் இறுக்க முடியாத பாய்மம் பாயும்போது அதன் பாய்வின் குறுக்குத் தோற்றம் படலப் பகுதியில் ஹார்ட்மன் எண்ணைப் பொறுத்துள்ளது. ஹார்ட்மன் எண் $N_H = BL\sqrt{\sigma/\rho v}$. இதில் 2L என்பது சுவர்களுக்கு இடையிலான தொலைவு. $N_H = 0$ எனில் பாய்வின் குறுக்குத் தோற்றம் பரவளையமாக இருக்கும். பெரியதாக இருக்கும்போது சுவர்களின் இடைவெளிப் பாதையில் பாய்வுத் திசை வேகம் ஏறக்குறைய மாறிலியாகவும் சுவர்களை ஒட்டிய படலங்களில் மட்டும் குறைவாகவும் இருக்கும். ஒரே மாதிரியான சராசரிப் பாய்வுத் திசை வேகத்தைப் பராமரிக்கத் தேவையான அழுத்தச் சரிவு $N_H^2/3(N_H \coth N_H - 1) \approx 1 + N_H^2/15$ என்னும் மடங்கில் மிகுதியாகிறது. விசைக்கோடுகள் சுவர்களுக்கு அருகில் அவற்றுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும், ஆனால் மையத்தில் அவை பாய்வுத் திசையில் பிதுங்கும். இந்தப் பிதுக்கத்தின் அளவு R_m மதிப்புக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

பல வேளைகளில் R_m சிறியது எனவும் பாய்வு காந்தப் புலக் கோடுகளை வளைப்பதில்லை எனவும் கொண்டால் பாய்வுக் கணக்குகளுக்குத் தீர்வு காண்பது எளிதாகி விடுகிறது. காட்டாக, பாய்வுப் பகுதியில் புலம் மாறிலியாக இருப்பதாகக் கற்பனை செய்து கொண்டு பாய்வுத் திசைக்கு இணையாக உள்ள ஒரு புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கோளத்தைச் சுற்றி ஒரு பாய்மம் பாய்வதைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இத்தகைய ஒரு கோளத்தின் மேல் செயல்படும் இழுப்பு விசை பழங்கொள்கைப்படியான ஸ்டோக்ஸின் மதிப்பை விட $1 + \frac{3}{8}N_H + \frac{7}{960}N_H^2 + \cdots$ மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். பொதுவாக, கால்வாய்கள் வழியாக அல்லது பொருள்களைக் கடந்து செல்லும் படல வடிவப் பாய்வில் சுவர்களுக்குச் செங்குத்தான ஆக்கக் கூறு இருக்கும்படியான ஒரு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தினால் இழுப்பு விசை உயர்கிறது. இதற்கு மாறாகச் சுவர்களுக்கு வெப்பம் கடத்தப் படுவது குறைகிறது.

ஒரு வரையறுக்கப்பட்ட நீளமுள்ள கிடையான தகட்டின் மேலாக ஓர் எல்லைப் படலம் பாயும் போது, ஆல்ப்வென் திசைவேகமான $v_a = B/(\mu\rho)^{1/2}$ பாய்வின் திசை வேகத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும்போது மட்டுமே அல்லது அதற்குச் சமானமாக S, ஒன்றைவிடச் சிறியதாக இருக்கும்போது மட்டுமே ஒரு காந்தப் புலத்தில் எல்லைப்படலப் பாய்வுக்கான சீர்நிலைத் தீர்வைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். $S = 0$ அல்லது $R_m/R = \mu v\sigma = 0$ எனில் இந்தக் கொள்கை பிளேசியஸ் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பழங்கொள்கை நிகழ்

வாகத் தோராயப்படுகிறது. $\mu\nu\sigma$ பூஜ்யமாக இல்லாமல் மிகச்சிறிய மதிப்புள்ளதாக இருந்தாலும் S இன் மதிப்பு ஏறக்குறைய ஒன்றுக்குச் சமமாக ஆகும்போது மட்டுமே பிளேசியசின் தீர்வில் கணிசமான திருத்தங்களைச் செய்ய வேண்டியுள்ளது. $S \to 1$ என்னும் எல்லையில் எல்லைப் படலத்தின் தடிமன் வரம்பிலியாகி, புறப்பரப்பு உராய்வு பூஜ்யமாகி விடும்.

சிறுவீச்சு அலைகள். காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் நேர் போக்கற்றதன்மை பெற்றிருப்பது இடையூறு ஆகும். சிறுவீச்சுள்ள இயக்கங்களுக்கு ஒரு கட்டுப்பாட்டை விதித்துக் கொள்வதன் மூலம் அந்தச் சமன்பாடுகளை நேர் போக்குள்ளவையாக்கலாம். ஃபூரியர் பகுப்பாய்வுக்குப் பல வகைப்பட்ட அலைகள் கிடைக்கும். இவற்றில் சில பாய்ம இயக்கம் பங்கு கொள்ளாத, பெருமளவில் மின் காந்தத்தன்மை கொண்ட அலைகள். ஆனால் B_o என்னும் ஒரு நேர்த் திசைக் காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தினால் புலங்களுக்கும் பாய்ம இயக்கத்திற்கும் இடையில் ஒரு வலிமையான இடைவினை தோன்றும் வகையில் குறைந்த அதிர்வெண்ணுள்ள அலை வகை உண்டாகும். இந்த அலைகள் சாதாரண ஒலி அலைகளை ஒத்தவையே. ஆனால் ஒரு பாய்மத்தில் ஒலி ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துடன் மட்டுமே பரவும். ஆனால் இந்த அலைகளுக்கு மூன்று வேகம் உண்டு. இவ்வேகம் B_o இன் திசையைப் பொறுத்து அலைகள் பரவும் திசைகளைப் பெரிதும் சார்ந்துள்ளன.

பாய்மமும் புலக்கோடுகளும் சேர்ந்து நகர முனையும்போது தன்னியல்பான மீட்டு வரும் விசைகள் தோன்றும். அவை பல வெவ்வேறு வகையான வழிகளில் சாதாரண அழுத்த விசைகளுடன் இணைகின்றன. இதன் காரணமாகப் பலவகையான அலைகள் தோன்றும். குறிப்பாக, அலை பரவும் திசைக்குச் செங்குத்தாகப் பாய்மம் நகரும்போது சறுக்கு விசைகள் உண்டாகும். மிக எளிமையான சறுக்கு அலை ஆல்ப்வென் அலை எனப்படும். அது காந்தப் புலக் கோடுகளுக்கு இணையாக $v_a = B_0/\sqrt{\rho\mu}$ என்னும் ஆல்ப்வென் வேகத்துடன் நகரும். காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத்தான திசையில் இறுக்க அலைகளின் வேகம் $\sqrt{v_a^2 + v_s^2}$ இதில் v_s என்பது ஒலியின் சாதாரண வேகம்.

அலையின் பரவு திசைக்கும், காந்தப் புலத்தின் திசைக்கும் இடையில் θ என்னும் தன்னியல்புக் கோணம் அமைந்திருக்கும்போது ஓர் அலை வகை சறுக்கு அலையாக இருக்கும். அதில் B_o என்னும் புலமும் K என்னும் அலைத் திசையனும் அடங்கிய தளத்திற்குச் செங்குத்தாகப் பாய்மம் நகரும் அந்த அலையின் திசை வேகம் $v_a \cos\theta$ ஆகும். பிற இரண்டு அலை வகைகளும் பொதுவான கலப்பின வடிவத்தில் இருக்கும். அவற்றில் K திசையனின் திசைக்குச் செங்குத்தாகவும், இணையாகவும் (B_o, K) தளத்தில் பாய்ம இயக்கத்தின் ஆக்கக் கூறுகள் அமைந்திருக்கும். சறுக்கு அலை வேகத்தைவிட மிகுதியாகவும், குறைவாகவும் உள்ள இரண்டு திசை வேகங்கள் பின் வருமாறு: K திசையன் B_o க்குச்

$$v = \sqrt{1/2\left[v_a^2 + v_s^2 \pm \sqrt{(v_a^2 + v_s^2)^2 - 4v_a^2 v_s^2 \cos^2\theta}\right]}$$

செங்குத்தாகவோ, இணையாகவோ இருக்கும்போது அவ்விரு கலப்பின அலை வகைகள் தூய சறுக்கு அலையாகவும் இறுக்க அலையாகவும் மாறி விடும். K, B_o க்கு இணையாக இருக்கும்போது அவை ஒரே தளத்தை அமைக்கா. எனவே இரு சறுக்கு அலை வகைகளும் ஒரே மாதிரியாகி, பிரித்தறிய முடியாதவையாகி விடும். K, B_o க்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்போது இரு சறுக்கு அலை வகைகளின் திசைவேகமும் பூஜ்யமாகி இறுக்க அலை மட்டுமே எஞ்சும். B என்னும் புலத்தில் சுருள் பாதையில் ஓடும் அயனிகளின் கோணத் திசை வேகமான $\omega_i = eB/m_i$ என்னும் மதிப்பை அலையின் அதிர்வெண் அணுகும்போது பாய்ம இயக்கத்திற்கும் புலத்திற்கும் இடையிலான வலிய இணைப்பு மறைந்து விடும். பாய்மம் புலக் கோடுகளுக்குக் குறுக்காகப் புகுந்து அலைக் கட்டமைப்பைத் தகர்த்து விடும் அதிர்வெண்ணான $V_a^2\mu\sigma$ பிற எல்லை ஆகும்.

ஒரு வலிமையான காந்தப் புலத்தில் ஓர் உருகிய சோடியத் தம்பத்தைச் சுழற்றுவதன் மூலம் ஆய்வகத்தில் ஆல்ப்வென் அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்த ஆய்வை வடிவமைப்பதில் அளவு குறிப்பு விதிகள் மிகவும் பயன்படுகின்றன. இந்த நிகழ்வை விவரிப்பதில் $N_L = R_m\sqrt{S} = BL\sigma\sqrt{\mu/\rho}$ என்னும் லுன்ட்குவிஸ்ட் எண் இயல்பான பங்கேற்கிறது. இதில் L என்பது தம்பத்தின் ஆரம். அது ஒன்றைவிட மிகப்பெரியதாக இருக்க வேண்டும்.

அதிர்ச்சி அலைகள். நேர் போக்கற்ற நிகழ்வுகளிலும் காந்தப் பாய்மஇயக்கவியல் அலைகளின் மூன்று நிலைக் கட்டமைப்பு வெளிப்படுகிறது. p, ρ, B ஆகியவற்றைப் பொறுத்த மூன்று திசைவேகங்கள் கிடைக்கின்றன. இத் திசைவேகங்கள் சில குறிப்பிட்ட வகை உலைவுகளின் மாதிரித் தனமான இயக்கத்தை வரையறுக்கின்றன. பிற சாதாரண பாய்ம இயக்கவியல் அலைகளைப்போலவே காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் அலைகளும் முகப்பில் மிகுசரிவுள்ளவையாகி அதிர்ச்சி அலைகளாக உருவெடுக்கின்றன. அதிர்ச்சி அலைகள் எனப்படுகிற பரப்புகளுக்குக் குறுக்காக இயற்பியல் நிலை தொடர்ச்சியற்ற தன்மையில்மாறும். இம் மாற்றங்கள் மாறாமை விதிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இவை அதிர்ச்சிமுகப்பின் ஒருபுறத்தில்உள்ள நிலைமாறிகளுக்கும், மறுபுறத்தில் உள்ள நிலை மாறிகளுக்கும் இடையிலும், அதிர்ச்சி முகப்பின் u என்னும் வேகத்திக்கு இடையிலும் தொடர்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. ஓர் அதிர்ச்சி அலை முகப்பின் இரு புறங்

களிலும் உள்ள F என்னும் அளவுக்கு இடையிலான வேறுபாடு $\Delta F = F_1 - F_2$ அதிர்ச்சி அலை முகப்புக்குச் செங்குத்தாக முன்னோக்கியுள்ள அலகு திசையன் எனில், வரம்பற்ற மின் கடத்துந் திறன் உள்ள ஒரு பாய்மத்திற்கு அதிர்ச்சி நிபந்தனைகள் பின்வருமாறு அமையும்.

$$\Delta B.n = 0$$

$$\Delta[(v.n-u)B-(B.n)v] = 0$$

$$\Delta[(v.n-u)\rho v + (p + B^2/2\mu)n - (B.n)B/\mu] = 0$$

$$\Delta[(v.n-u)\rho] = 0$$

$$\Delta[(v.n-u)(\tfrac{1}{2}\rho v^2 + \rho E + B^2/2\mu) + (v.n)(p + B^2/2\mu) - (B.n)(B.v)/\mu] = 0.$$

B-இன் ஒரு தொடுவியல் ஆக்கக் கூறு தொடர்ச்சியற்றதாக இருக்குமானால், அலை முகப்புடன் கூடவே $I = (n \times B)/\mu$ என்னும் படல மின்னோட்டம் பாயும் என்னும் கூற்றையும் இச் சமன்பாடுகளுக்குத் துணையாகச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இந்த அதிர்ச்சி முகப்புகளிலும் விரைவானவை, மெதுவானவை, நடுத்தர வேகமுள்ளவை என மூன்று வகை உள்ளன. B,n க்குச் செங்குத்தாக இருக்கும் போது செங்குத்து அதிர்ச்சிகளும், B, n ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கும்போது இணை அதிர்ச்சிகளும் அமையும். இணை அதிர்ச்சிகளில் பாய்ம இயக்கவியல் இயக்கம் காந்தப் புலத்துடன் இணைந்திராது. அதிர்ச்சி சாதாரண பாய்ம இயக்கவியலில் உள்ளதைப் போலப் பரவும். இந்த நிகழ்வில் மெதுவான அதிர்ச்சிகளும் நடுத்தர வேகமுள்ள அதிர்ச்சிகளும் இரா. இணையான அதிர்ச்சிகளையும் மெதுவான, விரைவான செங்குத்து அதிர்ச்சிகளையும் பாய்வுத் திசைவேகம் இரண்டு பக்கங்களிலும் செங்குத்தாக உள்ள ஒரு மேற்கோள் சட்டத்தில் இருப்பதாகக் கருதலாம்.

இணையாகவோ, செங்குத்தாகவோ இல்லாத அதிர்ச்சிகள் சாய்ந்தவை எனப்படும். இவற்றுக்கு அதிர்ச்சி முகப்பின் இரு புறங்களிலும் அருவிக்கோடுகள் Bக்கு இணையாகவும் ஆனால் அதிர்ச்சி முகப்பைக் கடந்து செல்லும்போது திசை மாறுவதாகவும் உள்ள ஒரு மேற்கோள் சட்டத்தில் அதிர்ச்சி முகப்பிற்கு இரு புறங்களிலும் மின் புலம் மறைந்து விடுகிறது. இம் மூன்று அதிர்ச்சி வகைகளிலும் காந்தப் புலத்தின் தொடுவியல் ஆக்கக் கூறு B_t இல் ஏற்படும் மாற்றம் நன்கு வேறுபட்டுள்ளது. ஒரு விரைவான அதிர்ச்சி முகப்பிற்குக் குறுக்காக உள்ள B_t திசை மாறாமல் எண் மதிப்பில் உயரும். ஒரு மெதுவான அதிர்ச்சி முகப்புக்குக் குறுக்காக உள்ள B_t எண் மதிப்பில் குறைந்து, திசை மாறாமலோ எதிர்த் திசைக்கு மாறியோ அமையும். ஒரு நடுத்தர வேகமுள்ள அதிர்ச்சி முகப்புக்குக் குறுக்காக உள்ள B_t எண் மதிப்பில் மாறாமல் திசையை மாற்றிக் கொள்ளும்.

ஒரு விரைவான அதிர்ச்சியில் அதிர்ச்சிக்கு முன்புறத்தில் பூஜ்ய மதிப்புள்ள B_t, அதிர்ச்சிக்குப் பின்புறத்தில் பூஜ்யமல்லாத ஒரு மதிப்புள்ளதாக மாறலாம். இதற்குச் செயல் தொடங்கு (switch on) அதிர்ச்சி என்று பெயர். ஒரு மெதுவான அதிர்ச்சியில் B_t அதிர்ச்சிக்குப் பின்புறத்தில் பூஜ்யமாக மாற முடியும். இது செயல் முடிப்பு (switch off) அதிர்ச்சி எனப்படும். அதிர்ச்சி முகப்புக்கு முன்புறத்தில் $v_a > v_s$ என இருந்தாலும், அதிர்ச்சி வலிமை ஒரு மாறுநிலை மதிப்புக்குக் குறைவானதாக இருந்தாலும் மட்டுமே செயல் தொடங்கு அதிர்ச்சிகள் உண்டாக்க முடியும். அதிர்ச்சி முகப்புக்குப் பின்புறத்தில் $v_a < v_s$ என இருந்தால் எப்போதும் செயல் முடிப்பு அதிர்ச்சிகள் உண்டாகும். அதிர்ச்சி போதுமான வலிவுடனிருந்தாலும் $v_a > v_s$ என இருந்தாலும் செயல் முடிப்பு அதிர்ச்சிகள் தோன்றும்.

நிலையற்ற பாய்வு. ஒரு பொருளை அசைய வைப்பதன் மூலம் அல்லது புலங்களை உண்டாக்கக்கூடிய ஒரு மின் சுற்றை, செயல் தொடங்க வைப்பதன் மூலம் தோன்றி மறையும் நிலையற்ற பாய்வுகளை உண்டாக்க முடியும். ஒரு வரம்பற்ற கிடைத்தகடு குறுக்குத் திசையில் உள்ள ஒரு காந்தப் புலத்தில் திடீரென நகரத் தொடங்கினால் ஒரு தோன்றி மறையும் பாய்வு உண்டாகும். அது $\rho/\sigma B^2$; என்னும் வரிசையிலுள்ள காலத்தில் சீர் நிலையை அணுகும். ஓரளவு வரம்பிலியான ஒரு கிடைத் தட்டு, இணையான புலத்தில் $(S < 1)$ நகரும் போது அதன் நீளவாக்கில் உருவாகும் பாய்வு வெவ்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு தன்மைகள் கொண்டிருக்கும். முன் பக்கத்திலுள்ள விளிம்புக்கும் $x = (1-\sqrt{S})vt$ என்னும் புள்ளிக்கும் இடையில் பாய்வு, முன்பு விளக்கப்பட்ட சீர்நிலையை அணுகும். $x = (1+\sqrt{S})vt$ என்னும் புள்ளிக்கு அப்பால் பாய்வு வரம்பிலி தட்டில் காணப்படும் நிலையை எட்டும். இவ்விரு புள்ளிகளுக்கும் இடையில் ஒரு நிலை மாறு பகுதி காணப்படும்.

ஒரு கிள்ளல் மின்னிறக்கம் குலைவு அடையும் போது, சுருங்குகிற காந்தப் புலத்தால் மேலே வாரித் தள்ளப்பட்ட பொருள்கள் அனைத்தும் ஒரு மெல்லிய படலமாகக் குவிக்கப்பட்டு அந்தப் படலம் அச்சை நோக்கித் தள்ளப்படுவதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். இம்முறையில் அந்தப் படலத்தின் ஆரத்திற்கு ஒரு சாதாரணமான வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டை உருவாக்கிக் கொள்ள முடியும். இத்தகைய கிள்ளலின் குலைவு நேரம் $Et \approx r(\rho\mu)^{1/4}$. இதில் ρ என்பது பிளாஸ்மாவின் தொடக்க அடர்த்தி. r என்பது அதன் ஆரம். E என்பது மின்னிறக்கத்தை உண்டாக்குகிற மின் புலம்.

பாய்வு நிலையாமை. R மதிப்பு ஒரு மாறுநிலை எண்ணுக்கு மேற்பட்டதாக ஆகும்போது படலப் பாய்வு குலைந்து விடுகிறது. ஒரு காந்தப் புலம் பாய்வின் நிலைத்தன்மையை மிகுதிப்படுத்தும். Rஇன் மாறுநிலை மதிப்பு N_H - க்கு நேர் விகிதத்தில் உயர் கிறது. இரண்டு இணையான கிடைத்தகடுகளுக்கு இடையில் ஒரு பாய்மம் காந்தப் புலத்திற்குச் செங்குத் தாகப் பாயும்போது $R = 50{,}000\ N_H$ என்னும் அளவில் நிலையாமை தொடங்கும். $R = 225\ N_H$ என்னும் அளவில் குழப்பங்கள் அடங்கத் தொடங்குகின்றன. ஓரச்சான இரண்டு உருளைகளின் உட்புற உருளை வெளி உருளையைவிட மிக விரை வாகச்சுழலும்போது அச்சுத் திசையில் ஒரு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தினால், $N_H \geq 20$ என்னும் அளவு களில் மாறுநிலைத் திசைவேகம் ஏறக்குறைய $N_H/2$ மடங்கு உயர்கிறது.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

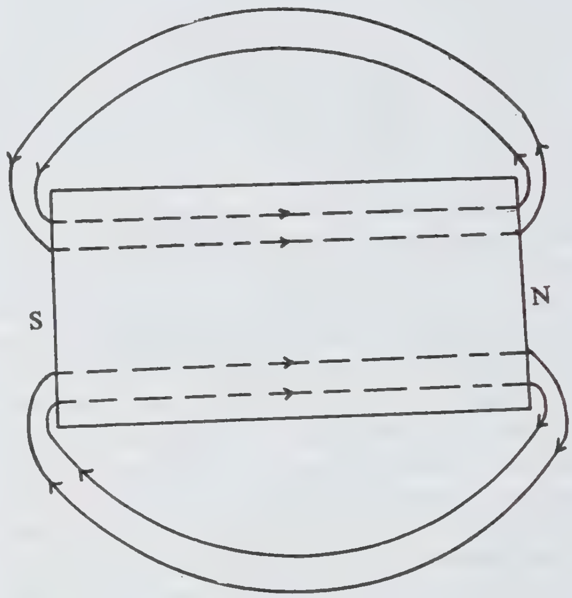
நூலோதி Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965., C. Thomas Olivo, Thomas P. Olivo, *Fundamentals of Applied physics*, Delmar Publishers, New York, 1978.

காந்தப் பாயம்

ஒரு சட்டக் காந்தம் தன்னைச் சுற்றி ஒரு காந்தப் புலத்தைத் தோற்றுவிக்கும். இந்தக் காந்தப் புலத் தைக் காந்த விசைக் கோடுகளால் (magnetic lines of force) குறிக்கலாம் என்னும் கருத்தை மைக்கேல் ஃபாரடே என்பார் முதன் முதலில் எடுத்துரைத்தார். காந்த விசைக் கோடுகள் காந்த வடமுனையிலிருந்து புறப்பட்டுக் காந்தத் தென்முனையை வந்தடை கின்றன. சட்டக் காந்தத்தின் உள்ளே இவ்விசைக் கோடுகள் தென்முனையிலிருந்து வடமுனையை நோக்கிச் செல்கின்றன. ஒரு காந்தப் புலக் காந்தப் பாயத்தை (magnetic flux) விசைக்கோடுகளின் எண்ணிக்கையால் குறிக்கலாம்.

ஒரு சட்டக் காந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள காந்தப் புலத்தில் ஒரு புள்ளியில் தனித்த வடமுனை ஒன்றை வைத்தால், அது ஒரு விசையை உணர்வதோடு அவ்விசையின் திசையிலும் நகரும். இவ்விசையின் அளவும் திசையும் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் மாறு படுவதால், அதற்கேற்ப வடமுனை ஒரு வளை கோட்டில் இயங்கக் கூடும். இக்கோடு காந்த விசைக் கோடு எனப்படும். காந்த விசைக் கோடுகள் என்பவை கற்பனைக் கோடுகள் ஆகும்.

ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் உள்ளும் புறமும் அமையக்கூடிய விசைக் கோடுகளைப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு குறிக்கலாம். காந்தப் புலச் செறிவு (intensity of the field) மிகுதியாக உள்ள இடங்களில் காந்த விசைக் கோடுகள் நெருங்கியும், செறிவு குறைவாயுள்ள பகுதிகளில் விலகியும் அமையும். எனவே காந்த விசைக் கோடுகள் மூலம் ஒரு புள்ளியி லுள்ள காந்தப் புலச் செறிவைக் குறிக்கலாம்.



படம் 1. சட்டக் காந்தத்தில் விசைக்கோடுகள்

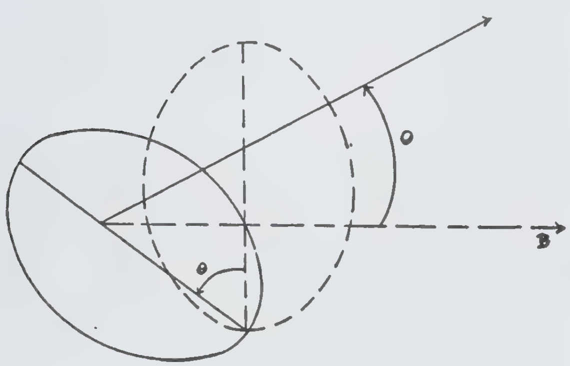
விசைக் கோடுகளுக்கு நேர்குத்தாக அமைந்த ஒரு பரப்பின் வழியாகச் செல்லும் அவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கை அந்தப் பரப்பின் வழியே உள்ள காந்தப் பாயம் எனப்படுகிறது. இது ϕ_B என்னும் குறியீட்டால், வெபர் (weber) என்னும் அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது. காந்த விசைக் கோடுகளின் அடிப்படையில் குறிப்பிட்டால் ஒரு பரப்பில் காந்தப் பாயம் ஒரு வெபர் எனில் அந்தப் பரப்பின் வழியே ஒரு விசைக்கோடு செல்வதாகக் கொள்ளப்படுகிறது. காந்தப் பாயத்தைப் பாய அளவி (flux meter) என்னும் கருவியால் அளவிடலாம்.

காந்தப் புலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் காந்தப் பாயத்திற்கு நேர்குத்தாக அமைந்த ஓரலகு பரப்பின் வழியே செல்லும் விசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கைஅப்புள்ளியில் காந்தப்பாயஅடர்த்தியைக் குறிக்கும். இது காந்தத் தூண்டல் (magnetic induction) என்றும் குறிப்பிடப்படும். B என்னும் குறியீட் டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு புள்ளியில் காந்தத் தூண்டல் B எனில் அப்புள்ளியைச் சுற்றி அமைந்த ஓரலகு பரப்பின் வழியே செல்லும் விசைக் கோடு களின் எண்ணிக்கை B ஆகும். காந்தப் பாய அடர்த்தி

வெபர்/மீட்டர்^{2} அல்லது டெஸ்லா (tesla) என்னும் அலகில் அளவிடப்படுகிறது.

ஒரு சீரான காந்தப்புலத்திற்கு நேர்குத்தாக A சதுர மீட்டர் பரப்பைக் கருதினால், அப்பரப்பின் வழியே உள்ள காந்தப் பாயம் $\phi_B = BA$ ஆகும். காந்தப் புலம் சீராகவும், கருதப்படும் பரப்பு காந்தப் புலத்திற்குச் சற்றுச்சாய்ந்தும் இருப்பதாகக் கருதலாம். பரப்பு, செங்குத்துத் திசையிலிருந்து θ கோணம் சாய்ந்திருக்குமாயின் (படம் 2) அப்பரப்பின் வழியே உள்ள காந்தப் பாயம் $\phi = AB \cos \theta$ ஆகும்.

காந்தப் பாயம், காந்தப் பாய அடர்த்தி ஆகியவை காந்தப்புலம் ஒன்றில் இயங்கும் கடத்திகள் மீது செயற்படும் விசை, அவற்றில் தூண்டப்படும் மின் இயக்கு விசை ஆகியவற்றைக் காணப் பயன்படுகின்றன.



- க. மோகனசுந்தரம்

நூலோதி. Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw Hill Book Company, New York, 1965 ; Nelkon Parker, *Advanced Level Physics*, Fifth Edition, Arnold-Heinemann Publishers Ltd, New Delhi, 1982.

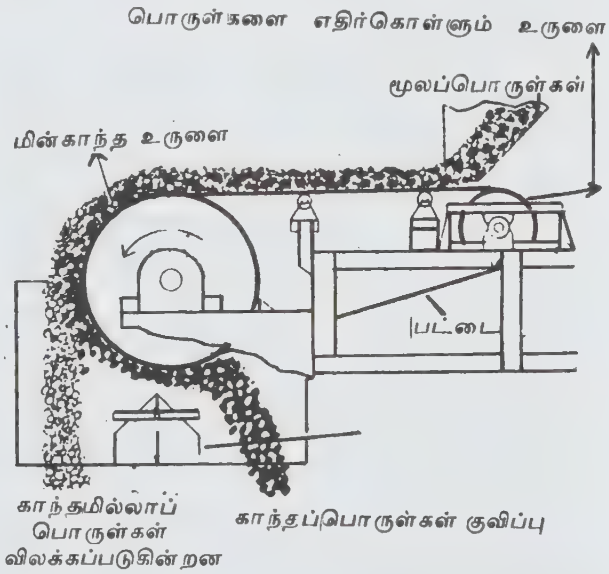
காந்தப் பிரிப்பு முறைகள்

அனைத்துப் பொருள்களுக்கும் காந்தத்தன்மை உண்டு. காற்றைவிட மிகு உட்புகும் திறனுடைய (permeability) பொருள்களை இணைக் காந்தம் (para magnetic) எனவும் காற்றைவிடக் குறைந்த உட்புகும் திறனுடையவற்றை எதிர்க் காந்தம் (diamagnetic) எனவும் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். முதல் வகைக் காந்தப் பொருள்கள் காந்தத்தால் கவரப்படுகின்றன. இரண்டாம் வகைக் காந்தப் பொருள்கள் காந்தத்தால் கவரப்படுவதில்லை. இணைக் காந்த உலோகங்களான இரும்பு, நிக்கல், கோபால்ட், நிலக் கருப்பொருள்களான மாக்னடைட், பிர்ஹோடைட், இல்மனைட் போன்றவை மிகு காந்த வன்மையுடன் இருப்பதால் இவற்றை நேர்காந்தத் திறனுடைய காந்தப் பொருள்கள் எனலாம்.

இவ்வகைப் பொருள்களை வலிவற்ற அல்லது காந்தத்தன்மையற்ற பொருள்களிலிருந்து, குறைந்த ஆற்றலுடைய காந்தமுறையில் பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்களைக் கொண்டு பிரித்தெடுக்கின்றனர். பிற நிலக்கருப்பொருள்களான ஹேமடைட், லிமோனைட், கார்னெட் போன்றவை குறைந்த காந்தத் தன்மை கொண்டவையாகையால், அவற்றைக் காந்தமற்ற பொருள்களிலிருந்து மிகு ஆற்றல் கொண்ட காந்த முறையில் பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்களால் பிரித்தெடுக்கின்றனர்.

பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்கள், மிகுதியாகத் தாதுப் பொருள்களையும், பொடி செய்யும் உடைப்பிகளுக்குக் (crushers) கேடு உண்டாக்கும் இரும்பு கலந்த பொருள்களையும், உணவு மற்றும் ஆலைப் பொருள்களில் கலந்துள்ள காந்தத்தன்மையுள்ள பொருள்களையும் அகற்றவும் மிதப்புமுறையில் பிரித்தெடுக்கப்படும் தாதுப் பொருள்களிலுள்ள மாக்னடைட், ஃபெர்ரோசிலிகான் போன்ற காந்தப் பொருள்களை அகற்றுவதன் மூலம் தாதுப் பொருள்களின் தரத்தை உயர்த்தவும் முடிகிறது.

மேற்காணும் பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்கள் இரும்புத் தாதுப் பொருள்களின் தரத்தை மேம்



படம் 1. பட்டை கொண்ட காந்தப் பிரித்தெடுக்கும் எந்திரம்

படுத்தப் பெரிதும் உதவுகின்றன. இரும்பின் முதன்மையான கனிமங்களில் ஒன்றான மாக்னடைட் குறைந்த ஆற்றல் கொண்ட எந்திரங்களால் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுத் தூய்மைப்படுத்தப்படுகிறது. பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்கள் உலர் முறையிலோ ஈர முறையிலோ செயல்படலாம். பொடி செய்யப்பட்ட நிலக்கருப் பொருள்களின் துகள்கள் 1/4"க்கு மேற்பட்டிருந்தால், படம் 1இல் கண்டுள்ளவாறு பட்டைகள் பொருத்தப்பட்ட பிரித்தெடுக்கும் எந்திரத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இம்முறை மூலம் தேவையற்ற பொருள்களை அகற்றலாம். தரம் வாய்ந்த நிலக்கருப்பொருள் மேற்காணும் துகள்கள் அளவில் கிடைத்தால் இதன் துகள்களின் அளவை மேலும் குறைக்க, குறைந்த திறனுடைய பொடி செய்யும் உடைப்பிகள் வெட்டும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்தியும் பெறலாம்.

துகள்களின் அளவு 1/8"க்குக் குறைவாக இருந்தால் பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்களை ஈர முறையில் பயன்படுத்தி, நிலக்கருப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். இவ்வாறு ஈர முறையில் செயல்படும் எந்திரங்கள் பட்டைகள் (belt) பொருத்தப்பட்டவையாகவோ சுழல் கலம் (rotating drum) கொண்டவையாகவோ இருக்கும். சுழல் கலம் கொண்ட எந்திரங்களில், மூன்றிலிருந்து ஏழு துருவங்களைக் கொண்ட காந்தங்கள் மின்காந்தங்களாகவோ நிலைக்காந்தங்களாகவோ இருக்கலாம். பொருள்களின் கூழ்மம் எந்திரத்திற்குள் சென்ற பிறகு காந்தப்பொருள்கள் துருவ முனைகளால் கவரப்பட்டுக் கலத்தின் மேல் பகுதியிலுள்ள வெளிவரும் முனைக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

மின்காந்தங்கள், முன்னாளில் மிகுதியாகப் பயன்பட்டன. ஆனால் தற்போது மிகு காந்தப் புலத்தைத் தரவல்ல அல்லது மாறும் காந்த ஆற்றல் கொண்ட காந்தப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்கவே பெரிதும் உதவுகின்றன. நிலைக்காந்தங்களின் காந்தப் புலம் பெரும்பாலும் மாறாதிருப்பதால், இவையே தற்போது நடைமுறையில் மிகுதியாக உள்ளன. நிலைக்காந்தங்களான அல்னிகோ, பேரியம், ஃபெர்ரைட் போன்ற பொருள்கள் இன்று நடைமுறையில் உள்ளன. உலர் முறையின் மூலம் வலிமை குறைந்த காந்தக் கனிமப் பொருள்களை மிகுதிறன் பிரித்தெடுக்கும் எந்திரங்களைப் பயன்படுத்திப் பிரித்தெடுக்கலாம். பரப்புக் கவர்ச்சியின் காரணமாக வலிமை குறைந்த காந்தக் கனிமப் பொருள்களை ஈர முறையில் பிரித்தெடுக்க இயலாது.

- கே. ஸ்ரீநிவாசன்

காந்தப்புலம், உயர்

புவியின் காந்தப்புலம் 0.003 டெஸ்லா எனுமளவே இருக்கும். சாதாரணக் காந்தங்கள் இதைவிடப் பல மடங்கு உயர்ந்தவையாக இருக்கும். இவை வலிவற்ற காந்தப் புலங்களாகும். சில டெஸ்லா வலிவுடைய காந்தப் புலங்கள் உயர் காந்தப் புலங்கள் எனப்படும். துகள் முடுக்கிகள், எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகள் போன்ற பல்வேறு நடைமுறைப் பயன்களுக்கு உயர் காந்தப் புலங்கள் தேவை. உயர்ந்த காந்தப் புலன்களை உருவாக்க மின்காந்தங்களைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒரு மின்சுருளில் மின்னோட்டம் பாயும் போது காந்தப் புலம் உண்டாகிறது. உயர் மின்னோட்டங்களைப் பாய்ச்சும்போது உயர் காந்தப் புலங்கள் கிட்டும்.

பிட்டர் என்பார் உயர் காந்தப் புலங்களை உண்டாக்கச் சில புதிய வகைக் காந்தங்களைப் பயன்படுத்தலாம் என்றார். அவற்றின் உள்ளகத்தில் சிறிதளவே இரும்புத்தாது இருக்கும். சில காந்தங்களில் அதுவும் இருக்காது. பின்னுள்ள வகையில் 170 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் 10,000 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்ச வேண்டும். அப்போது 10 டெஸ்லா எனுமளவு உயர்ந்த காந்தப் புலம் கிட்டும்.

மின் காந்தங்களில் மிக உயர்ந்த மின்னோட்டங்களைச் செலுத்துவதால் கம்பிச் சுருள்கள் மிகுதியாகச் சூடாகி விடும். எனவே செயல்படும் மின்னாற்றலில் பெரும் பகுதி வெப்பமாக வீணாகிவிடும். இதைத் தவிப்பதற்கு, கபிட்சா என்பார் மிகக் குறைந்த மின் தடையுள்ள கம்பிச் சுருளில் மிகக் குறுகிய காலத்தில் உயர் மின்னோட்டத்தைப்பாய்ச்சி 10 டெஸ்லா எனுமளவு உயர்ந்த காந்தப் புலங்களைத் தோற்றுவித்தார். 50,000 கிலோவாட் திறன் பெற்ற மின் துடிப்புகளைப் பயன்படுத்தி 30 டெஸ்லா அளவு உயர் காந்தப் புலத்தைப் பெற்றார். ஆனால் இப்புலங்கள் குறுகிய காலம் மட்டுமே இருக்கும்.

காந்த மீ கடத்திகள். 10 டெஸ்லா காந்தப் புலத்தை உருவாக்கச் சாதாரண மின்காந்தத்திற்குப் பல மெகாவாட் மின்சாரம் தேவை. இதைத் தவிர்ப்பதற்கு மீ கடத்திகளைப் பயன்படுத்தலாம். மீ கடத்திகள் அவற்றின் மாறுநிலை வெப்பநிலைக்குக் கீழே இருக்கும்போது அவற்றிற்கு மின்தடையே இல்லாமல் பூஜ்யமாகும். எனவே, மின்னோட்டம் பாயும்போது அதில் வெப்பம் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. எனவே, ஒரு முறை அதில் ஓர் உயர் மின்னோட்டம் பாயச் செய்து விட்டால் தொடர்ந்து பாய்ந்து கொண்டேயிருக்கும். அதனால் தொடர்ச்சியாக உயர் காந்தப் புலங்களைப் பெற முடியும்.

மதியாஸ் என்பார் Nb_3Sn எனும் மீ கடத்தியைக் கண்டுபிடித்ததிலிருந்து மீ கடத்தி மின்காந்தங்கள் உருவாகத் தொடங்கின எனலாம். இப்பொருளின் மாறுநிலை 18.3K ஆகும். இந்த அளவு உயர்ந்த மாறுநிலை வெப்பநிலை உடைய மீ கடத்தியைக் கண்டுபிடித்ததைத் தொடர்ந்து குன்ஸ்லர் குழுவினர்

இப்பொருள் 10^9 ஆம்பியர்/மீட்டர்^{2} எனுமளவு உயர்ந்த மின்னோட்டங்களைத் தாங்கும் என்றும், 10 டெஸ்லாவுக்கும் உயர்வான மின்காந்தப் புலங்கள் நிலைபெறும் என்றும் கண்டனர். Nb_3Sn என்பது எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையுடையது. இதைக் கம்பிச் சுருள்களாக ஆக்க முடியாது. எனவே நியோபியம் அல்லது துருப்பிடிக்கா எஃகு போன்ற வற்றால் ஆன மெல்லிய நீண்ட தகடுகளின் மீது இப்பொருள் (Nb_3Sn) மிக மெல்லிய படலமாக அமையுமாறு செய்யப்படும். இவ்வாறு மெல்லிய நாடாக்களாக உருவாக்கிவிட்டால் அவற்றைச் சுருள்களாகச் சுற்றி விடலாம். இச்சுருளில் மின்னோட்டம் பாயக் காந்தப்புலம் உண்டாகும்.

மீ கடத்தி மின்காந்தத்தின் வழியாக மின்னோட்டத்தை உயர்த்தினால் காந்தப் பாயம், சுருள்களின் வழியே ஊடுருவக்கூடும். பொருளில் உள்ள குறைபாடுகள் காரணமாக இந்த ஊடுருவல் திடீர் திடீரெனக் கூடலாம். இதனால் சுருள் சூடாக்கப் படும்; மீ கடத்திப் பொருள் சாதாரண கடத்தியாக மாறக்கூடும். உயர் காந்தப் புலமும் மறைந்து விடும். இதைத் தவிர்ப்பதற்காக மீ கடத்திச் சுருள்களைத் தாழ்ந்த மின்தடையுள்ள செம்பு போன்ற உலோகத்தைச் சுருள்களுக்கிடையே வைத்துச் சுருள்கள் நன்றாக ஒன்றையொன்று நெருங்கி இருக்குமாறு செய்து விட்டால் மீ கடத்தியின் ஒரு பகுதி அதன் மீ கடத்துந்திறனை இழந்தாலும் எஞ்சிய பகுதிகள் தொடர்ந்து மீ கடத்திகளாகவே இருக்கும்.

மிக உயர்ந்த மாறுநிலை வெப்பநிலையுடைய பொருள்கள் தற்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் இத்துறை பெரிதும் வளர வாய்ப்புண்டு. மீ கடத்தி உயர் காந்தப் புலங்கள் துகள்முடுக்கிகளிலும் வேறுபல ஆய்வகப் பணிகளிலும் பயன்படுகின்றன. அணுக்கருச் சேர்க்கையில் பிளாஸ்மாவைக் குறீப் பிட்ட இடத்துக்குள் செல்லுமாறு செய்ய உயர் காந்தப் புலங்கள் பெரிதும் உதவும்.

- ச. சம்பத்

நூலோதி. Arthur F. Kip, *Fundamentals of Electricity and Magnetism*, McGraw-Hill Kogakusha Ltd. Tokyo, 1969.

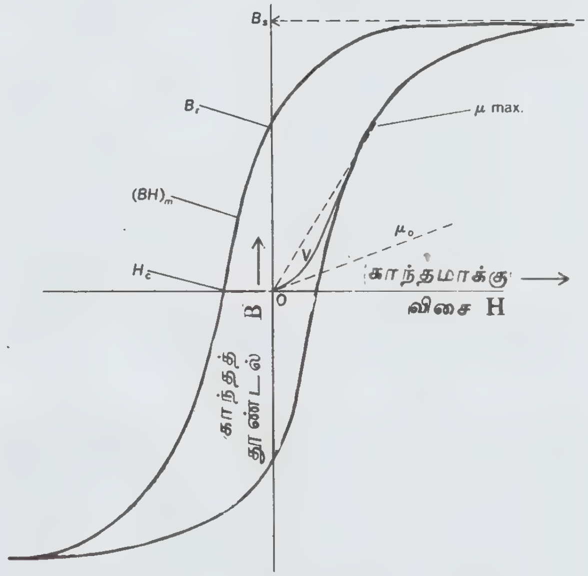
காந்தப் பொருள்கள்

பொருள்களின் காந்தப் பண்புகள், பொதுவாக, ஒரு காந்தப்புலத்திற்கு அப்பொருள்களை உணர்வுள்ளவையாக்குகின்றன. ஆனால் பெரும்பாலான பொருள்கள், காந்தப் புலத்திற்கு உணர்வற்ற டயா காந்தப் பொருள்களாகவோ, பாரா காந்தப் பொருள்களாகவோ உள்ளன. காந்தத் தொழில் நுட்பங்களில் பெரிதும் பயன்படும் பொருள்கள் ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களும், பெரிக்காந்தப் பொருள்களுமேயாகும். காந்தத் தூண்டலுக்குத் துணை செய்யுமாறு உள் காந்தத் தூண்டல் ஒன்றைத் தோற்றுவிப்பதன் மூலம் இக்காந்தப் பொருள்கள் காந்தப் புலத்திற்குத் தம் உணர்வைக் காட்டுகின்றன. தூண்டப்படும் இந்த உள் காந்தத் தூண்டல் (B), காந்தப் புலத்திற்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$B = \mu H$$

இங்கு μ என்பது பொருளின் காந்த உட்புகு திறன். ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளுக்கு μ- மாறிலியாக இராது.

இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல் இவற்றின் உலோகக் கலவைகள், சில மாங்கனீசிய கூட்டுப்பொருள்கள், சில அருமண் பொருள்கள் (rare earth materials) போன்றன ஃபெர்ரோ காந்தத் தன்மை உள்ளவை. ஃபெர்ரி காந்தப் பொருள்களின் பொது அமைப்பு MFe_2O_4 என இருக்கும். இங்கு M - என்பது ஓர் உலோக அணுவாகும்.



ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களின் சிறப்புப் பண்பு அவற்றின் கியூரி வெப்பநிலை ஆகும். இவ்வெப்ப நிலைக்கு மேல் இவற்றின் அணுக்காந்தங்களின் ஒழுங்கமைப்பு அழிக்கப்படுகிறது. கியூரி வெப்ப நிலைக்குக் கீழ், பொருள்களில் தாமாகவே ஃபெர்ரோ காந்த மண்டலங்கள் (domains) தோன்றுகின்றன. வெளிக்காந்தப் புலம் இல்லாத நிலையில் இந்தக் காந்த மண்டலங்களின் அமைப்பு, குறைந்த ஆற்றலுடன் அமைகிறது. இதனால் பொருள் காந்தத் தன்மையற்றது போன்று தோன்றும்.

காந்தப் பொருள்கள், காந்தமாக்கும் தன்மையைப் பொறுத்து மென் காந்தப் பொருள்கள், வன் காந்தப்பொருள்கள் என்று பகுக்கப்படுகின்றன. செயல்படும்போது காந்தத் தன்மை விரைவில் மாறும் பொருள்கள் தேவைப்படும் மாறுநிலை மின்தோற்றிகள், மின்மாற்றிகள் போன்ற கருவிகளில் மென்காந்தப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. காந்தப் பிரிப்பான்கள் (magnetic separators) போன்று தனியாகச் செயல்படும் கருவிகள், ஒலிபெருக்கிகள் போன்ற பிறபகுதிகளுடன் இணைந்து செயல்படும் கருவிகள், ஆகியவற்றில் நிலையான காந்தப்புலம் அளிக்க வன்காந்தப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. மென் காந்தப் பொருள்களும் வன்காந்தப் பொருள்களும் காந்தப் பின்தங்கல் வளைய அமைப்பில் மாறுபடுகின்றன.

மென் காந்தப் பொருள்கள். குறைந்த பின்தங்கல் இழப்பும், மிகு காந்த உட்புகு திறனும் மென்காந்தப் பொருள்களின் சிறப்பியல்புகள். பலவகைப்பட்ட காந்தக் குணங்கள், இயங்கியல் குணங்கள், விலை மதிப்புக் கொண்ட பொருள்களின் கலவைகள் (அட்டவணை-1) மென்காந்தப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. மென்காந்தப் பொருள்களில் வணிகச் சிறப்பு வாய்ந்த ஏழு பிரிவுகள் உள்ளன. அவை; இரும்பும் குறைந்த கார்பன் உள்ள எஃகும், இரும்பு-சிலிக்கன் உலோகக்கலவை, இரும்பு-அலுமினியம் - சிலிகன் உலோகக் கலவை, நிக்கல்-இரும்பு உலோகக் கலவை, இரும்பு-கோபால்ட் உலோகக் கலவை, பெரைட், படிகமிலா உலோகக் கலவை (amorphous alloys) ஆகியவை.

மென்காந்தப் பொருள்களின் செயல்பாட்டுக் குறை காந்த மண்டலங்களின் சுவர்கள் உட்படிக எல்லைகள் (grain boundaries) உள்ளடங்கு துகள்கள் ஆகிய படிகக் குறைபாடுகளில் நிலைத்திருக்கும் தன்மையால் கட்டுப்படுத்தப்படும். எனவே இவற்றைத் தயாரிப்பதில் பொது இலக்கு இத்தகைய குறைபாடுகள் ஏற்படுவதைக் குறைப்பதாகும். மேலும் சுழல் மின்னோட்ட இழப்பைத் தவிர்க்க, மின் தடையைஉயர்த்தும் உலோகங்களைச் சேர்த்து உலோகக் கலவை செய்யப்படுகிறது. மின்மாற்றிகள், மின் தூண்டல்கள் ஆகியவை செய்யப் பயன்படும் பொருள்களின் தொடக்கக் காந்த உட்புகுதிறன், காந்த குணங்களின் திசையோடு மாறும் தன்மையைக் (anisotropy) குறைப்பதன் மூலம் உயர்த்தப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, படிகமிலா உலோகக் கலவைகள் அல்லது காந்தமாக்கலால் நீட்சியடைதல் சுழியாக உள்ள (zero magneto strictive) உலோகக் கலவையைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இப்பண்பு பெறப்படுகிறது.

மின்னோடிகளிலும், பெரிய மின்மாற்றிகளிலும் பயன்படும் இரும்பு, 1-3·5% சிலிக்கன் - இரும்பு கலந்த உலோகக் கலவையே பெருமளவு பயன்படுகிறது. இவ்வகைப் பயன்பாடுகளில் பொருள்களின் விலைமதிப்பே முதன்மை பெற்றது. இழப்புகள், தூண்டல் திறமை ஆகியவை இரண்டாம் தரமே என்றாலும் அவையும் இன்றியமையாதவை. எனவே, நீண்டகால ஆய்வுகளின் பயனாகப் பெருஞ் செலவில்லாமல் குறைந்த இழப்புள்ள உலோகக் கலவைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. *1940* இல் உருவாக்கப்பட்ட *(110)* *<001>* படிக அமைப்புள்ள *3.2%* சிலிக்கன் - இரும்புக் கலவைப் படிகங்கள் குறைந்த இழப்பும், மிகு காந்த உட்புகுதிறனும் கொண்டவை. இந்த உலோகம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது ஒரு குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் ஆகும். *1880* ஆம் ஆண்டுக்குப் பின் உலோகக் கலவைகள் சேர்க்கை, படிக ஒழுங்கு அதிகரித்தல், பட்டைத் தடிமன் குறைப்பு, அழுத்தம் பெற்ற கடத்தாப் பொருள் பூசுதல் ஆகியவை மூலம் உருவாக்கும் பொருள்களில் இழப்புப் பெரிதும்குறைந்துள்ளது.

சில சிறப்பு உலோகக் கலவைகள், அரிதாக வழக்கிலுள்ள செயல்களாற்றும் கருவிகளில் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, மிகு தெவிட்டிய நிலைத் தூண்டல் (high saturation induction) B உள்ள கோபால்ட்- இரும்புக்கலவைகள், மிகு காந்த உட்புகு தன்மை μ கொண்ட நிக்கல் - இரும்புக் கலவைகள் ஆகியவை தொலைத் தொடர்பு தொழில்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. சில கருவிகளுக்கு மிகு தொடக்கக்காந்த உட்புகு திறன் உள்ள காந்தப் பொருள்கள் தேவை. சிலவற்றின் செயல்பாடுகள் μ-வின் உச்ச மதிப்பைப் பொறுத்திருக்கும்.

திறன் கருவிகளில், செயல்பாட்டு நிலைமையில் காந்தச் சுற்றில் ஏற்படும் திறன் இழப்பே முக்கியமாகக் கருதப்படும் பண்பாகும். மொத்த மைய இழப்பு P_c (core loss), பின்தங்குதல் இழப்பு P_w, சுழல் மின்னோட்ட இழப்பு P_e ஆகியவற்றைக் கொண்டது. பின் தங்குதல் இழப்பு என்பது காந்தமாக்கலின் ஒவ்வொரு சுற்றிலும் ஏற்படும் இழப்பாகும். இது பின்தங்கல் வரைபடத்தின் பரப்புக்கும் அதிர்வெண்ணுக்கும் நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். சுழல் மின்னோட்டத்தால் ஏற்படும் இழப்பு, கடத்தும் காந்தப் பொருளில் ஏற்படும் மின் இயக்கு விசைக்கு (emf) B^2f^2 நேர்விகிதத்திலும் மின்தடை

அட்டவணை 1: தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட மென்காந்தப் பொருள்களின் சில பண்புகள்

பொருள் அல்லது வணிகப் பெயர்	எடையால் சேர்க்கை % Fe மீதம்	சார்பு காந்த உட்புகுதிறன் μ தொடக்க மதிப்பு	சார்பு காந்த உட்புகுதிறன் μ பெரும மதிப்பு	காந்த நீக்கப் புலம் H_c A/m (ஓயர்ஸ்டெட்)	தெவிட்டு நிலைத் தூண்டல் B_s டெஸ்லா (காஸ்)	கியூரி வெப்ப நிலை T_c °F(°C)	மின் எதிர்ப்பு எண் மைக்ரோ ஓம் செ.மீ	60 Hz அதிர்வெண் 1.5 டெஸ்லா அளவில் மைய இழப்பு ஆய்வுத் துண்டின் பருமன் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது w/lb (w/k,)	ஆய்வுத் துண்டு பருமன் அங்குலம் (மி.மீ)
இரும்பு-மிகத் தூய்மையான	0.05 மாசு	10,000	200,000	88(1.1)	2.15 (21,500)	1420(770)	10	5.9 (13)	0.025(0.64)
இரும்பு-வணிகச் சுத்தமான	0.2 மாசு	250	9,000	72(0.9)	2.14 (21,400)	1420(770)	12	3.7 (8.1)	0.019(0.47)
ஆர்மச்சூர் M-43	0.95Si	—	4,100	75(0.94)	2.13 (21,300)	1400(760)	24	2.3 (5.1)	0.019(0.47)
எலெக்ட்ரிக் M-36	2Si	—	7,500	40(0.5)	2.11 (21,100)	1390(755)	41	1.9 (4.2)	0.014(0.36)
டைனமே M-22	2.8Si	—	9,400	32(0.4)	2.03 (20,300)	1365(740)	49	1.7 (3.7)	0.014(0.36)
மின் மாற்றி 58, M-15	2.2Si	1,500	7,000	28(0.35)	1.95 (19,500)	1345(730)	53	1.4 (3.0)	0.014(0.36)
	3.2Si	7,500	55,000	8(0.1)	2.01 (20,100)	1365(740)	48	0.55(1.2)	0.011(0.27)
மிகுகாந்த உட்புகுதிறன்	3.2Si	—	—	5(0.06)	2.01 (20,100)	1365(740)	45	0.5(1.1)	0.012(0.30)
குறைந்த அலுமினியம்-இரும்பு	3.5Al	500	19,000	24(0.3)	1.90 (19,000)	1380(750)	47		
16%Al-Fe	16.0Al	3,900	110,000	1.2(0.015)	0.50 (5,000)	840(450)	153		
சென்டஸ்ட்	5.0Al, 10.0Si	30,000	120,000	4(0.05)	1.00 (10,000)	930(500)	45		
தெர்மே5பெர்ம்	30Ni	--	--	—	0.203 (2,030)	120(50)	—		
45 பெர்மலாய்	45Ni	2,500	25,000	8(0.10)	1.60 (15,000)	750(400)	45		

1	2	3		4	5		6	7		
50-50 NiFe	50Ni	4,000	100,000	4(0.05)	1.60	(16,000)	930(500)	45		
மியூமெட்டல்	77Ni, 5Cu, 2Cr	20,000	100,000	4(0.05)	0.65	(6,500)	—	62		
78 பெர்மலாய்	78.5Ni	8,000	100,000	4(0.05)	1.08	(10,800)	1110(600)	16		
சூப்பர் மலாய்	79Ni, 5Mo	100,000	1,000,000	0.32(0.004)	0.78	(7,800)	750 (400)	60		
27% Co-Fe	27Co, 1Cr	650	10,000	56(0.70)	2.42	(24,200)	— 28			
50% Co-Fe	49Co, 2V, or 2Cr	800	5,000	160(2.0)	2.45	(24,500)	1800 (980)	7		
சூப்பர் மென்டூர்	49Co, 2V	800	70,000	24(0.3)	2.40	(24,000)	1800 (980)	40		
45-25 பெர் மின்பார்	45Ni, 25Co	400	2,000	95(1.2)	1.55	(15,500)	1320 (715)	19		
2-81 மோலி பெர்மலாய்						—	—			
மாவு	81Ni, 2Mo	125	130	—				16×10^6		
கார்பனைல் இரும்புத்தூள்	—	60	150	—		—	—	10×10^6		
Mn-Zn பெரைட்	Mn-δNn-δFe_2O_4	1,500	2,500	16(0.2)	0.34	(3,400)	265 (130)	20×10^6		
Ni-Zn பெரைட்	—	2,500	5,000	8(0.1)	0.32	(3,200)	285 (140)	$\sim10^{11}$		
படிகமிலா Ee-B-Si MET GLAS 2605S-2	4B, 3Si	15,000	300,000	2.4(0.03)	1.56	(15,600)	780(415)	130	0.1(0.2) at 1.4 T (14 KG)	0.001(0.025)

அட்டவணை 2 : தெரிந்தெடுக்கப்பட்ட நிலைக் காந்தப் பண்புகள்

காந்தப் பொருள்	எடைச் சேர்க்கை	கியூரி வெப்ப நிலை T_c		காந்த நீக்கப் புலம்		மீந்தத் தூண்டல்		பெரும ஆற்றல் பெருக்குத் தொகை $(BH)_m$		இயக்கவியல் பண்புகள்
	%	°F	°G	KA/m	Oe	T	G	KJ/m³	MGOe	
B_a பெரைட்	$BaO.6Fe_2O_3$	840	450	170	2,100	0.43	4,300	36	4.5	உடையக்கூடியது
S_r பெரைட்	$SrO.6Fe_2O_3$	860	460	250	3,100	0.42	4,200	36	4.5	வன்மை
ஆல்னிகோ 5	50Fe,24Co,Ni,15 8Al,3Cu	1650	900	58	620	1.25	12,500	42	5.3	உடையக் கூடியது
ஆல்னிகோ 8	34Fe,35Co,15Ni 7Al,5Ti,4Cu	1580	860	130	1,600	0.83	8,300	40	5.0	
ஆல்னிகோ 9	34Fe,35Co,15Ni, 7Al,5Ti4,Cu			120	1,450	1.05	10,500	68	8.5	
$Fe_{65}Cr_{32}Co_3$	60Fe,25Cr,15Co	1165	630	40	500	1.25	12,500	34	4.3	வன்மை
$Fe_{63}Cr_{28}Co_{19}$				500	630	1.45	14,500	61	7.7	
Co_5Sm	66Co,34Sm	1335	725	760	9,500	0.98	9,800	190	24	உடையக்கூடியது
$(Co,Fe,Cu,Zr)_8Sm$		1600	870	800	10,000	1.20	12,000	260	33	
Fe-Co	9.9Fe,5.5Co, 77Pb, 8.6Sn	1795	980	70	870	0.8	8,000	25	3.2	மென்மை
Mn-Al-C	70Mn,29Al0. 5Ni,0.5C	570	300	220	2,700	0.61	6,100	56	7.0	
Co-Pt	77Pt,23Co	895	480	360	4,500	0.65	6,500	73	9.2	வன்மை, வலிய
Fe-Nd-B	66Fe,33Nd,1B	590	310	880	11,000	1.23	123,000	290	36	உடையக் கூடியது

யெண்ணுக்கு எதிர்விகிதத்திலும் இருக்கும். இதைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாடாக எழுதலாம்.

$$P_c\ (B,f) = P_h + P_c$$

$$= \text{மாறிலி} \times f + \text{மாறிலி} \times \frac{B^2 f^2}{P}$$

குறைந்த பின்தங்கல் இழப்புக் கொண்ட பொருளைப் பயன்படுத்திப் பின்தங்கல் இழப்பைக் குறைக்கலாம். சுழல் மின்னோட்ட இழப்பைத் தவிர்க்க, பொருள் இடையில் வெட்டப்பட்ட தகடுகளாகப் பயன்படுகிறது. கேள் ஒலி அதிர்வெண் கருவிகளில் மெல்லிய தகடுகளாலான காந்தப் பொருள்கள் அல்லது பசையால் சேர்க்கப்பட்ட உலோகக் கலவைத் துகள்கள் பயன்படுகின்றன. உயர் மின்தடை என் கொண்டுள்ளமையால் ($1\text{-}10^6$ ஓம்-செ. மீ.) பெரைட்கள் மிகு அதிர்வெண்களின் மின்மாற்றிகளின் மையங்களாகப் பயன்படுகின்றன.

வன்காந்தப் பொருள்கள் (*Hard magnetic materials*). நிலைக் காந்தங்கள் அல்லது வன்காந்தப் பொருள்கள், ஒருமுறை காந்தமாக்கப்பட்டபின் காந்த நீக்கலைப் பெரிதும் எதிர்க்கின்றன. (அட்டவணை-2). அவை எடுத்துக்காட்டாக மின்னோடிகள், ஒலிப்பான்கள், அளவை மானிகள் போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன. அவற்றின் காந்த நீக்கல் புலம் (H_c) மிகுதி (10 முதல் 100 கி.ஆ/மீ). வழக்கில் உள்ள நிலைக் காந்தங்கள் பெரும்பாலும் செராமிக் வகைகள். அதற்கடுத்துச் சிறப்பு வாய்ந்தவை ஆல்னிகோ, கோபால்ட்-சமாரியம் கலவை, இரும்பு - குரோமியம் - கோபால்ட் கலவை, நீண்ட ஒற்றை மண்டல வகைகள் (elongated single domain) போன்றவை. ஒரு நிலைக் காந்தத்தின் சிறப்பியல்பு உயர்ந்த ஆற்றல் பெருக்குத் தொகையால் $(BH)_m$ குறிப்பிடப்படுகிறது. ஆனால் தேவைக்கு ஏற்ப மிகு H_c, மிகுதி மீதத் தூண்டல் B_r (residual induction) (H-பூஜ்யமாகும்போது Bஇன் மதிப்பு), காந்த உட்புகுதிறனின் பின்மாற்றமும் reversible) தன்மையும் ஆகியவை கணக்கில் கொள்ளப்படுகின்றன.

பதிவு செய்யப் பயன்படும் காந்தப் பொருள்கள். பதிவு செய்யப்படும் நாடாக்களும், தட்டுகளும் பெரும்பாலும் $S\text{-}Fe_2O_3$ எனும் காந்தப் பொருளால் ஆனவை. ஆனாலும் பல புதிய காந்தப் பொருள்களும் தற்போது பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: உலோகத்துகள், குரோம் ஆக்ஸைடு, உலோகக் கலவை நாடாக்கள் ஆகியவை. ஒரே சீராக ஒரே திசைப் பண்போடு இப்பொருள்களை வளைந்து கொடுக்கும் நாடாக்களிலும், வளையாத தகடுகளிலும் பூசுதல் மிகவும் கடினமான, தயாரிப்புச் சிக்கல் உடையதாகும்.

- வெ. ஜோசப்

நூலோதி. Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965; M. Nelkon, P. Parker, *Advanced Level physics*, Fifth Edition, Arnold Heinemann Publishers Ltd, New Delhi, 1982.

காந்தம் (எந்திரப் பொறியியல்)

ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளைச் சுற்றிலும் ஏற்படுகின்ற காந்தப்புலம், மற்றொரு காந்தப் புலத்தை எதிர் கொள்ளும்போது சுழற்சி விசை பெறப்படுகிறது. ஆல்னிகோ-5 என்னும் ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளின் காந்தப் புலத்தின் அளவை மின்முறை மூலம் அதிகரிக்கச் செய்து பின்னர் மின்சாரம் நீக்கப்படும்போது, அதன் காந்தப் புலம் பெரிதும் குறைக்கப்படுகிறது.

நவீன அணுக் கொள்கைப்படி, காந்தப் பொருள்களின் காந்தப் புலம் எலெக்ட்ரான் மண்டலங்களில் எலெக்ட்ரான்களின் சுழற்சி காரணமாக உண்டாகின்றது. எலெக்ட்ரான்கள் அவ்வாறு சுழலும்போது சிறிய மின்னோட்டங்களைத் தருகின்றன. இம்மின்னோட்டங்களைச் சுற்றிக் காந்தப் புலமும் உண்டாகிறது. மேற்காணும் மின்னோட்டத்தால் விளைகின்ற காந்தத் திருப்புத் திறனைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் அறியலாம்.

காந்தத் திருப்புத்திறன் = மின்னோட்டத்தின் அளவு (ஆம்பியரில்)
× மின்னோட்டம் பாய்கின்ற பரப்பளவு (சதுர மீட்டரில்)

ஓர் அணுவின்காந்தத் திருப்புத் திறன் அவ்வணுவிலுள்ள அனைத்து மின்அணுக்களின் (எலெக்ட்ரான்களின்) கூடுதல் சுழற்சியைப் பொறுத்து அமையும். ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களிலுள்ள ஒவ்வோர் அணுவிற்கும் ஒரு காந்தத் திருப்புத்திறன் உள்ளது. மேலும் அணுக்களின் அனைத்துக் காந்தத் திருப்புத் திறன்களும் ஒரே திசையை நோக்கி மையம் கொண்டுள்ளன. இவ்வாறு இருப்பதால் ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களுக்கு ஒருகுறிப்பிடத்தக்க காந்தத் திருப்புத் திறன் உண்டாகிறது. இந்தக் கூடுதல் திருப்புத்திறன் அப்பொருள்களுக்குரிய காந்தப் புலத்தைத் தருகிறது. இக்காந்தப் புலம் ஒரே திசையில் செயல்படுவதால் மற்றொரு காந்தப் புலத்தை எதிர்கொள்ளும்போது சுழற்சி விசையைத் தருகிறது.

ஒரு நீள்சதுரக் காந்தத்தைப் புவியின் காந்தப் புலத்தில் சுழல வைக்கும்போது அக்காந்தம் வட, தென் திசைகளை நோக்கி நிற்கிறது. வடதிசையை நோக்கி நிற்கும் முனையை வடதுருவம் எனவும்

தென்திசையை நோக்கி நிற்கும் முனையைத் தென் துருவம் எனவும் குறிப்பர்.

– கே. ஸ்ரீநிவாசன்

நூலோதி. Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965.

காந்தம் (சித்த மருத்துவம்)

காந்தத்தால் செய்த பாத்திரத்தில் பால் விட்டுக் காய்ச்சிக் குடித்து வந்தால் இரத்தம் சுரக்கும், துர்பலம் நீங்கும். உடல் அழகுபெறும். காந்தப் பாத்திரத்தில் பால் விட்டுக் காய்ச்சினால் பொங்கி உள்ளேயே நிற்கும். பால் வெளியில் வாராதது ஒரு சிறப்பாகும்.

எலுமிச்சம் பழச்சாறு, புளித்த காடி, புளித்த மோர் இவற்றில் முறையே மும்மூன்று நாள் காந்தத்தை ஊறவைத்து வெயிலில் வைத்துக் கழுவி எடுக்க அது தூய்மையடையும். காந்தக்கல்லால் வீக்கம், குன்மம், காமாலை, மேகம், பாண்டு, முத்தோடம், வெள்ளை வீழல், சீதளம், வாதநோய், மந்தம், மகோதரம் விழிநோய், பிரமியம், நீராமைக் கட்டிமுதலியன நீங்கும். நீண்ட ஆயுளும் உண்டாகும்.

கீழாநெல்லிச்சாறு, கிலுகிலுப்பைச்சாறு, தேன், தாய்ப்பால் வகைக்கு 17.5 கிராம் வீதம் இலைகளை அரைத்து ஒன்றாகக் கலந்து கொடுக்க, புறவீச்சு நலமாகும்.

- சே. பிரேமா

காந்தமாக்கல்

ஒரு பொருளுக்குக் காந்தவியல் பண்புகளை உண்டாக்குவது காந்தமாக்கல் எனப்படும். ஒரு பொருளின் காந்தமாகும் பண்பும், அதில் காந்தமேற்றக் கூடிய அளவும் காந்தமாக்கல் (magnetisation) என்னும் சொல்லால் குறிப்பிடப்படுவதுண்டு. காந்தமாக்கல் ஒரு பொருளின் பல இயற்பியல் பண்புகளைப் பாதிக்கிறது. மின்தடை, வெப்ப எண், மீள்திறன் திரிபு ஆகியவை இவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிற இயற்பியல் பண்புகளில் சிலவாகும்.

ஒரு பொருளின் காந்தமாக்கல் (M), சுற்றிவரும் மின்னோட்டங்களாலோ, அடிப்படையான அணுக் காந்தத் திருப்புத் திறன்களாலோ உண்டாகக்கூடும். இத்தகைய மின்னோட்டங்கள் அல்லது திருப்புத் திறன்களின் அலகு பருமத்திற்கான காந்தத் திருப்புத் திறனாகக் காந்தமாக்கல் வரையறுக்கப்படுகிறது. மின்காந்த அலகு முறையில் காஸிலும் மீ. கி. நொ. முறையில் வெபர் / மீட்டர்^{3} களிலும் காந்தமாக்கல் அளவிடப்படுகிறது. ஒரு வெபர் / மீட்டர்^{3} = $10^4/4\pi$ காஸ்.

காந்தத் தூண்டல் அல்லது காந்தப் பாய அடர்த்தி (B) காந்தமாக்கும் புலம் (H) காந்தமாக்கல் (M) ஆகியவை பின்வரும் சமன்பாடுகளால் இணைக்கப்படுகின்றன,

மின் காந்த அலகு முறையில் $B = H + 4\pi M$. மீ.கி.நொ. அலகு முறையில் $B = \mu_0 H + M$. மின் காந்த அலகு முறையில் B,M ஆகியவை காஸிலும் H ஓர்ஸ்டட்டிலும் அளக்கப்படும். மீ.கி. நொ. அலகு முறையில் B,M ஆகியவை வெபர் / மீட்டரிலும் H ஆம்பியர்-சுற்று / மீட்டர்^{2}லும் அளக்கப்படும். μ_0 என்பது வெற்றிடத்தின் உட்புகுதிறன் (permeability). அது $4\pi \times 10^{-7}$ ஹென்றி / மீட்டர் அதாவது வெபர் / (ஆம்பியர்-சுற்று) மீட்டர் என்னும் அலகால் அளக்கப்படுகிறது.

ஒரு பொருளின் உட்புகுதிறன் μ மின்காந்த அலகு முறையில் B/H என்னும் தகவாகவும் மீ. கி. நொ அலகு முறையில் $B/\mu_0 H$ என்னும் தகவாகவும் வரையறுக்கப்படும். ஒரு பொருளின் காந்த ஏற்புத்திறன் (magnetic susceptibility) χ, மின்காந்த அலகு முறையில் M/H என்னும் தகவாகவும், மீ. கி. நொ. அலகு முறையில் $M/\mu_0 H$ என்னும் தகவாகவும் வரையறுக்கப்படுகிறது.

மேற்காணும் சமன்பாடுகளிலிருந்து $\mu = 1 + 4\pi\chi$ என்னும் உறவு பெறப்படுகிறது. மின்காந்த அலகு முறையில் மட்டுமே 4π பயன்படுத்தப்படும். μ இன் எண் மதிப்பு இரண்டு அலகு முறைகளிலும் ஒன்றேயாகும். ஆனால் χ இன் எண் மதிப்பு மின்காந்த அலகு முறையில் 4π மடங்கு மிகுதி. μ, χ ஆகியவை டென்சார்களாக இருக்கலாமெனினும் அவை வழக்கமாக வெறும் எண்களாகவே குறிக்கப்படுகின்றன.

காந்தமாக்கும் புலம் இல்லாதபோதும் தாமாகவே காந்தவியல் பண்புகளை வெளிப்படுத்துகிற பொருள்களைப் பற்றியே காந்தமாக்கலில் விளக்கப்படும். இத்தகைய பொருள்கள் அனைத்தும் ஃபெர்ரோ காந்தங்கள் எனப்படும். இவற்றில் ஃபெர்ரி காந்தங்கள் எனப்படும் சிறப்பினமும் அடங்கும்.

ஃபெர்ரோ காந்தங்கள், மண்டலங்கள் (domains) எனப்படும் தாமாகவே காந்தவியல்பு பெற்றுள்ள கூறுகளால் ஆனவை. ஒவ்வொரு மண்டலத்துக்குள்ளும், அடிப்படை அணுக்காந்தத் திருப்புத்திறன்கள் ஒரே திசையில் அமைந்திருக்கும். எனவே ஒவ்வொரு மண்டலத்தையும் ஒரு சிறிய காந்தமாகக் கருதலாம். காந்தத்தன்மையற்ற ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளில்

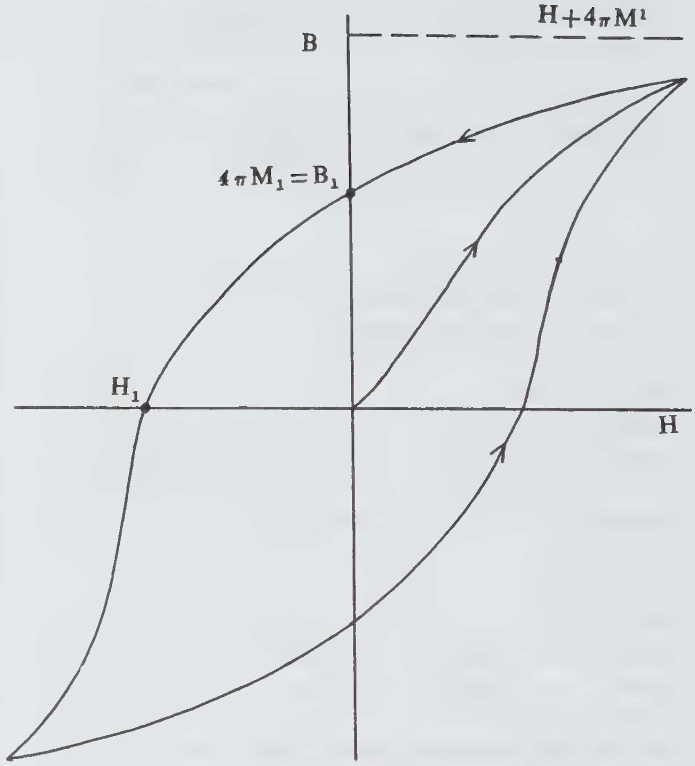
மிகுதியான காந்த முண்டலங்கள் உள்ளன. அவற்றின் நிகர காந்தத் திருப்புத்திறன்கள் பல திசைகளிலும் அமைந்திருக்கும். இதன் காரணமாக அவற்றின் மொத்த விளைவு பூஜ்யமாகி விடுகிறது.

ஒரு ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருளை H என்னும் காந்தமாக்கும் புலத்தில் வைத்தால், அப்புலத்திற்கு இணையாகக் காந்தத் திருப்புத்திறன்கள் உள்ள மண்டலங்கள் விரிவடைகின்றன. அடுத்து, காந்தமாக்கலின் திசை சுழன்று திசையொவ்வாப் பண்புகள் (anisotropic) மறைகின்றன அல்லது குறைகின்றன. காந்தமாக்கும் புலம் நீங்கிய பிறகும் பொருளில் ஓரளவு காந்தமாக்கல் தங்கிவிடுகிறது. இதற்குக் காந்தத் தேக்கம் (remanence) என்று பெயர்.

காந்தமாக்கல் வரைபடங்கள். இவ்வரைபடங்கள் காந்தவியல் பொருள்களை விளக்க உதவுகின்றன. அவற்றை B-H வரைபடங்கள் எனவும் கூறுவதுண்டு. கிடை ஆயத்தில் H மதிப்புகளையும், குத்தாயத்தில் M அல்லது B மதிப்புகளையும் அமைத்து இக்கோடுகள் வரையப்படுகின்றன. இத்தகைய வரைபடத்தில் B_1 என்பது தேங்கிவிட்ட காந்தத் திருப்புத்திறன் $B_1=4\pi M_1$. இங்கு M_1 என்பது காந்தத் தேக்கம். H_1 என்பது காந்த நீக்க விசை. இது B மதிப்பைப் பூஜ்யமாக்க எதிர்த் திசையில் செலுத்த வேண்டிய காந்தப் புலத்தின் அளவுக்குச் சமம். M′ என்பது தெவிட்டல் நிலைக் காந்தமாக்கல். இது அனைத்து மண்டலங்களும் ஒரே திசையில் அமையும்போது இருக்கக் கூடிய பெரும காந்தமாக்கல் ஆகும். தெவிட்டல் காந்தமாக்கல் என்பது, பொருள் முழுதும் ஒற்றை மண்டலமாக இருக்கும்போது அதன் தன்மயக் காந்தமாக்கலுக்குச் சமமாக இருப்பது. மிகப்பெரிய காந்தமாக்கும் ஒரு புலத்தைச் செலுத்தினால் காந்தமாக்கலை மேலும் சிறிதளவு மிகுதியாக்க முடியும். தெவிட்டல் காந்தமாக்கல் என்பது வெப்பநிலையைப் பொறுத்தது. கியூரி வெப்பநிலைக்கு மேல் அது முழுமையாக மறைந்து, ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள் பாரா காந்தப் பொருளாக மாறிவிடுகிறது.

ஒரு பொருளின் தொடக்க உட்புகுதிறன், காந்தமாக்கல் கோட்டில் H=O என்னும் புள்ளிக்கு நேரான சரிவு ஆகும். தொடக்க உட்புகுதிறனுக்கும் காந்த நீக்க விசைக்கும் இடையில் ஓர் உறுதியான உறவுண்டு. தொடக்க உட்புகுதிறன் மிகுதியாயிருக்கும் பொருள்களுக்குக் காந்த நீக்க விசை குறைவாகவும் தொடக்க உட்புகுதிறன் குறைவாயிருக்கும் பொருள்களுக்குக் காந்த நீக்க விசை மிகுதியாகவும் இருக்கும்.

ஒரு பொருளின் B, H ஆகியவற்றுக்கிடையிலான உறவை ரௌலண்ட் வளையம் அல்லது கம்பிச்சுருள் வளையத்திற்குள் அப்பொருளாலான உள்ளகத்தை அமைத்து ஆய்வு செய்யலாம். ℓ என்னும் சராசரிச் சுற்றளவும் N சுற்றுகள் உள்ளதுமான ஒரு சுருள் வளையத்தில் I என்னும் மின்னோட்டம் செல்லும்



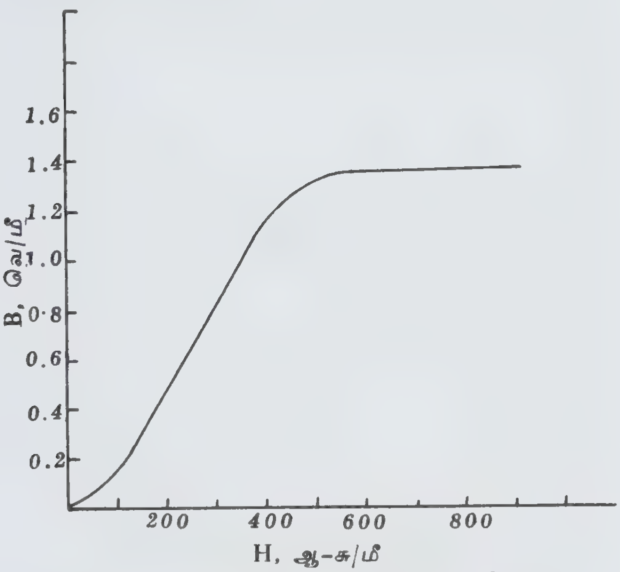
படம் 1. காந்தமாக்கல் வரைபடம்

போது $H=NI/\ell$. வளையத்தின் ஆரம், ஒரு சுற்றின் ஆரத்தைவிடப் பன்மடங்கு மிகுதியாக இருக்குமானால் பாய அடர்த்தி ஏறக்குறைய சீராக அமையும். பாய அடர்த்தி B, காந்தமாக்கும் புலம் H ஐப் பொறுத்த ஒரு நேர்கோட்டுச் சார்பெண் அன்று. மேலும் அதன் மதிப்பு H ஐப் பொறுத்திருப்பதுடன், பொருளின் கடந்த காலக் காந்தவியல் வரலாற்றையும் சார்ந்துள்ளது.

ரௌலண்ட் வளையத்தின் ஃபெர்ரோ காந்த உள்ளகத்திலிருந்து காந்தத்தன்மையை நீக்கச் சுருளில் ஒரு பெரும் வலிவிலிருந்து தொடங்கிப் படிப்படியாகக் குறையும் மின்னோட்டங்களை எதிர் எதிர்த் திசைகளில் மாற்றிச் செலுத்த வேண்டும். வளையச் சுருளின் மேல் தேடு சுருள்களை (search coil) சுற்றி அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள அலைவு காட்டும் கால்வனா மீட்டரில் உண்டாகிற துடிப்பை (throw)அளப்பதன் மூலம், B இல் ஏற்படும் மாற்றங்களை அளக்கலாம். ஆனால் B இன் மதிப்பை இம்முறையில் கண்டுபிடிக்க இயலாது.

இயல்புகாந்தமாக்கல். ரௌலண்டு வளையத்தின் உள்ளகத்தைத் தொடக்கத்தில் காந்த நீக்கம் செய்துவிட்டால் H=O, B=O. வளையச் சுருளில் செல்லும் மின்னோட்டத்தை விரைவாக உயர்த்திக் காந்தமாக்கும் புலம் H_1 என்னும் மதிப்பை எட்டுமாறு

செய்தால், கால்வனாமீட்டரில் உண்டாகும் துள்ளலிலிருந்து $\phi_1 - 0$ என்னும் பாய மிகுவிப்பைக் கணக்கிட முடியும். பாயத்தின் அளவை உள்ளகத்தின் குறுக்குப் பரப்பளவு A-ஆல் வகுத்து அதிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட H_1 மதிப்புக்கு $B_1 = \phi_1/A$ என்னும் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். மின்னோட்டத்தை மேலும் சிறிதளவு உயர்த்திக் காந்தமாக்கும் புலம் H_2 என்னும் மதிப்பை அடையுமாறு செய்யலாம். இப்போது கால்வனாமீட்டரில் ஏற்படும் துள்ளலிலிருந்து $\phi_2-\phi_1$ மதிப்பைப் பெற்று அதன் மூலம் H_2 புலத்திற்கான பாயஅடர்த்தி B_2 ஐக் கணக்கிடலாம். இவ்வாறு பல காந்தப் புல மதிப்புகளுக்கு நேரான பாய அடர்த்திகளைக் கணக்கிட்டு இரண்டுக்கும் இடையில்ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் கிடைப்பது இயல்பு காந்தமாக்கல் கோடு (normal magnetization curve) எனப்படும். காந்த



படம் 2. இயல்பு காந்தமாக்கல் கோடு

நீக்கம் செய்யப்பட்ட உள்ளகத்திற்கு இவ்வாறு வரையப்படுகிற கோடு இயல்பு காந்தமாக்கல் கோடாகும். உள்ளகம் தொடக்கத்தில் காந்த நீக்கம் செய்யப்பட்டிராமல், மேலே விளக்கப்பட்ட முறையில் வரையப்படும் கோடு, இயல்பு காந்தமாக்கல் கோட்டிலிருந்து வடிவத்தில் வேறுபட்டிருக்கும். அத்துடன் அது தொடக்கப் புள்ளியின் வழியாகவும் செல்லாது. இயல்பு காந்தமாக்கல் கோட்டில் H மிகும்போது B முதலில் மெதுவாகவும், பின்னர் விரைவாகவும் அதிகரிக்கிறது. அதன் பின்னர் B அதிகரிக்கும் வீதம் மிகவும் குறைந்து தெவிட்டல் நிலையை நெருங்கும் போது சிறுமமாகி விடுகிறது.

ஒற்றைப் படிகங்கள். ஒற்றைப் படிகங்களின் காந்தமாக்கல் கோடுகள், படிக அச்சுகளைப் பொறுத்து H இன் திசையைச் சார்ந்துள்ளன. ஒரு படிகத்தில் வலிவற்ற காந்தமாக்கும் புலங்களைச் செலுத்தினால் Hக்கு இணையான அல்லது ஏறத்தாழ இணையான காந்தத் திருப்புத்திறன்களைக் கொண்ட மண்டலங்களின் பரிமாணங்கள் அதிகரித்துப் பிற மண்டலங்களின் பரிமாணங்கள் குறைகின்றன. அப்போது மண்டலங்களின் காரணமாகப் பாயத்தில் ஒரு சிறிய அதிகரிப்பு ஏற்படுகிறது. புலம் அதிகரிக்கும் போது மண்டலங்களின் எல்லைகள் தொடர்ந்து மாறுகின்றன.

B விரைவாக அதிகரிக்கிறது. இம் மாற்றத்தின் முடிவில் மண்டலங்களிலுள்ள காந்தத் திருப்புத்திறன்கள் அனைத்தும் காந்தப் புலத்திற்கு இணையாகத் திரும்புகின்றன. H இன் மதிப்பில் ஏற்படும் மாற்றம் மிகுதியாயிருந்தால்தான் மண்டலங்களுக்குள் இத்தகைய திருப்பம் ஏற்பட முடியும். இதனால் இந்நிலையில் வரைபடத்தில் ஒரு மடங்கல் தோன்றுகிறது. H மேலும் மிகுவிக்கப்படும்போது, மண்டலங்கள் தம் காந்தத் திருப்புத்திறன்கள் அனைத்தும் காந்தப் புலத்திற்கு இணையாகும்வரை திரும்புகின்றன; தெவிட்டல் நிலை எட்டுகிறது.

பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் ஃபெர்ரோ காந்தங்கள் அனைத்தும் பல படிகத் தன்மை கொண்டவை. ஒரு துண்டில் மிகுதியான ஒற்றைப் படிகங்கள் அனைத்துத் திசைகளிலும் நிலை கொண்டிருக்கும். ஒவ்வோர் ஒற்றைப் படிகத்திற்குள்ளும் மிகுதியான மண்டலங்கள் இருக்கும். ஆகவே ஒற்றைப் படிகங்களைக் காந்தமாக்குவதன் மூலமே முழுப்பொருளையும் காந்தமாக்க முடியும்.

மண்டலங்களுக்கிடையிலானஎல்லை,பிளாச் சுவர் எனப்படும். அது நகருவதன் காரணமாகவே மண்டலம் விரிவடைகிறது. இந்த நகர்வு முதலில் நேர் மாறாக்கத் தக்க வகையிலும் பின்னர் நேர் மாறாக்க முடியாத வகையிலும் நிகழ்கிறது. நேர்மாறாக்க முடியாத திடீர் நகர்வுகளின்போது காந்தமாக்கல் தொடர்ச்சியின்றித் திடீரென ஏறுவதும் இறங்குவதுமாக இருக்கும். இதற்குப் பார்க்கசான் விளைவு என்று பெயர்.

காந்தத் தயக்கம். காந்தமாக்கலின் நேர்மாறாக்க முடியாத தன்மையைக் காந்தத் தயக்கக் கண்ணியின் (magnetic hysterisis loop) மூலம் வெளிப்படுத்தலாம். அதில் காந்தமேற்றும் வரைகோடும் காந்த நீக்க வரைகோடும் பொருந்தியிருப்பதில்லை. அதாவது காந்தத்தன்மை வளருகிற பாதையிலேயே மீண்டும் குறைவதில்லை. காந்தமாக்கல் காந்தமேற்றும் புலத்தைவிடப் பின் தங்கியே மாறுகிறது. இது காந்தத் தயக்கம் (magnetic hysterisis) எனப்படும். காந்தத் தயக்கக் கண்ணியின் பரப்பளவிலிருந்து ஒரு காந்தமாக்கும் சுழலில் வெப்பமாக மாற்றப்பட்ட ஆற்றலின் அளவைக் கணக்கிடலாம். அப்பரப்பளவு ஓர் அலைவு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள காந்தத்தில் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பை மதிப்பிட உதவும். அந்தக் காந்தத்தில் உண்டாகும் சுழல்

மின்னோட்டங்களும் (eddy currents) ஆற்றல் இழப்பை உண்டாக்குகின்றன. மின் கடத்தாத ஃபெர்ரைட்டுகளில் சுழல் மின்னோட்டங்கள் தோன்றா. உலோக உறுப்புகளைத் தகடு அடுக்குகளால் உருவாக்குவதன் மூலம் சுழல் மின்னோட்டங்களைக் குறைக்கலாம்.

காந்த நீக்கப்புலங்கள். ஒரு பொருளின் மேல் H என்னும் காந்தமாக்கும் புலம் ஏற்படுத்தும் விளைவு, அப்பொருளின் பரப்பில் உருவாகிற முனைகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒரு காந்த நீக்கப் புலத்தின் காரணமாகக் குறைந்து விடுகிறது. இந்தக் காந்த நீக்கப் புலத்தின் அளவு - Nm ஆகும். இதில் N என்பது காந்த நீக்கக் காரணி (demagnetizing factor) எனப்படும். அது H ஐப் பொறுத்துப் பொருள் அமைந்துள்ள திசையையும் அதன் வடிவத்தையும் பொறுத்துள்ளது. H திசையில் நீண்ட கம்பி போன்ற ஒரு மெல்லிய பொருளுக்கு அதன் மதிப்பு பூஜ்யமாகவும், H க்குச் செங்குத்தான திசையில் பரந்த ஒரு தடித்த பொருளுக்குச் (எ.கா. H திசைக்கு) செங்குத்தான தளத்திலமைந்த ஒரு வட்டத் தகட்டுக்கு 4π ஆகவும் அமையும். காந்தமாக்கல் வரைபடங்களை உருவாக்கும்போது, காந்த நீக்க விளைவுகளைத் தவிர்ப்பதற்காக நீண்ட கம்பிகளே பயன்படுகின்றன. ஃபெர்ரோ காந்த ஒத்ததிர்வின்போது காந்த நீக்க விளைவுகள் பெரும் சிறப்புப் பெற்றுவிடுகின்றன.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

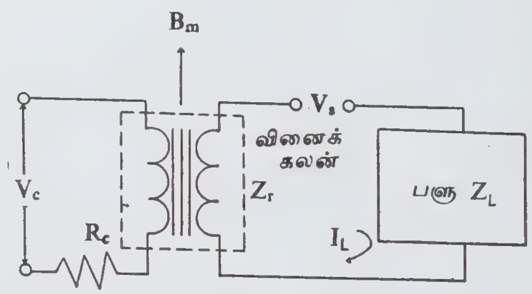
நூலோதி. Arthur F. kip, *Fundamentals of Electricity and Magnetism*, Second Edition, McGraw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo, 1969 ; Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw Hill Book Campany, New York, 1970.

காந்த மிகைப்பி

தெவிட்டு நிலை வினைக்கலனில் (saturable reactor) குறை ஆற்றல் நிலையிலுள்ள நேர்திசை மின்னோட்ட உள்ளீட்டுக் குறிப்பலைகளை (dc input signal) மேம்படுத்திப் பளுவிற்குப் (load) பாயும் மாறுதிசை மின்னோட்டத் திறனை (ac electric power) மிகுதியாக்கும் அமைப்பே காந்த மிகைப்பி (magnetic amplifier) எனப்படும்.

காந்த மிகைப்பிகள் திறன் பெருக்கிகள் (power amplifiers) போன்றவை. ஏனெனில் மின்னோடிகளைச் (electric motor) செலுத்துவதிலும், பிற வெளியீட்டு அமைப்புகளிலும் இவை பயன்படுகின்றன. தற்போது காந்த மிகைப்பி பெருமளவில் திண்ம நிலை அமைப்புகளால் (solid state devices) பதிலீடு செய்யப்பட்டாலும், இத்தகைய அமைப்பு, கட்டுப்பாட்டு அமைப்பில் இன்றும் பயன்பட்டு வருகின்றது.

தெவிட்டு நிலை வினைக்கலனின் விளக்கப்படம் படம் (1) இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. தெவிட்டு நிலை வினைக் கலன் சாதாரண மின்மாற்றி (transformer) போன்றதே. ஆனால் இதன் சுருணைகளில் (windings) மின்னோட்டம் பாயும்போது, இதன் உள்ளகப் பொருள்கள் (core materials) தெவிட்டு நிலையை அடைகின்றன. இத்தகைய உள்ளகம் மின்மாற்றி உள்ளகத்தில் பயன்படும் இரும்பு போன்றில்லாமல், பல சிறப்பான காந்தப் பொருள்களால் ஆனது. எனவேதான் தெவிட்டுநிலைப் பண்புகளின் குறி அளவைப் பெறமுடிகிறது. இத்தகைய உள்ளகப் பொருள்களில் பெரிதும் பயன்படுவது டெல்டா மேக்ஸ் (delta max) என்பதாகும். இது சீரிய (sharp) தெவிட்டிய பண்பினையும், மிகு உட்புகு திறனையும் (permeability) காந்தமாக்கல் விசைப் பண்பிற்கெதிரான செவ்வகப் பாய அடர்த்தியையும் (rectangular flux density) கொண்டது.



படம் 1. ஒற்றை உள்ளகத் தெவிட்டு நிலை வினைக்கலன் சுற்று

படம் (1) இல் நேர்திசைக்கட்டுப்பாட்டுக் குறிப்பு மின்னழுத்தம் (dc control signal voltage) V_c சுழியாக இருக்கும்போது தெவிட்டுநிலை வினைக்கலன் தெவிட்டு நிலையை அடையாததோடு பளுச்சுற்றில் (load circuit) ஒருமின் தூண்டமாகவும் செயல்படுகிறது. இதனால் அமைப்பு செயல்பட அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்தம் V_s க்குச் சமமானதும், 180° கட்ட வேறுபாடு உடையதுமான பின் மின்னியக்கு விசை (back electromotive force) தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இதையே, தெவிட்டாநிலை வினைக்கலனின் (unsaturated reactor) மின்னெதிர்ப்பு Z_r என்பது பளுவின் மின்னெதிர்ப்பு Z_L ஐ விட மிகுதியாக இருப்பதோடு, அமைப்பிற்கு அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னோட்டம் பளுச்சுற்று (load circuit) வழியே பாய்வதைத் தடுக்கிறது என்றும் கூறலாம். நேர்திசைக் குறிப்பலை மின்னழுத்தம் மிகும்போது, ஒவ்வொரு சுற்றின்

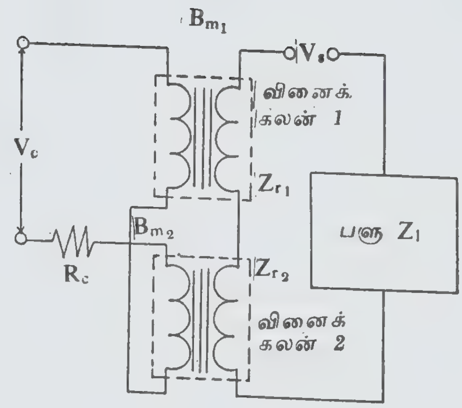
(cycle) ஒரு பாதியில் கட்டுப்பாட்டு மின்னோட்டமும் பளுச் சுருணையும் (load windings) ஒருங்கே செயல்படுவதால் வினைக்கலன் தெவிட்டு நிலையை அடைகிறது.

தெவிட்டுநிலை அலைவுநேரம் (period of saturation) நேர்திசைக் கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் (dc control voltage) மிகும்போது மிகுகின்றது. அவ்வாறே, நேர்திசைக் கட்டுப்பாட்டுக் குறிப்பலைகள் சுழியிலிருந்து எதிர்மறை மதிப்பிற்குக் (negative value) குறையும்போது, வினைக்கலன் மாறுதிசை சைன் அலையின் (ac sinusoid) மறுபாதியில் தெவிட்டு நிலையை அடையத் தொடங்கும். வினைக்கலன் தெவிட்டு நிலையை அடைந்தவுடன் பளுச்சுருணையின் மின்னெதிர்ப்பு தெவிட்டா நிலையின் மதிப்பை விட ஒரு சிறு பகுதியாகக் குறைந்துவிடும். அதாவது இதன் பின் மின்னியக்கு விசையின் மதிப்பு குறைந்துவிடும். அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னழுத்தம் முழுதும் பளுவைச் செயற்படுத்துகிறது. மேலும் ஒரு மின்னோட்டத் துடிப்பானது பளுவழியாக, மின்னோடி தெவிட்டு நிலையை இழந்தபின் சிறிது நேரம் வரை அதாவது அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னோட்டத்திலிருந்து பளு மின்னோட்டம் சுழிக்குக் குறைந்து தெவிட்டுநிலைப்பண்பை இழக்கும்வரை பாய்கிறது. பளு-மின்னோட்டத்துடிப்பின் அமைப்பு பளு மின்னெதிர்ப்பு இயல்பைப் பொறுத்தது.

தெவிட்டுநிலை வினைக்கலன்ஒத்தியங்கு இணைப்பியைப் (synchronous switch) போன்று அளிக்கப்படும் மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றின் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட பகுதியை இணைக்கின்றது. எனவே பளு-மின்னோட்டத் துடிப்பின் காலநேரம் நேர்திசைக்கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்த அளவின் சார்பாகும். மேலும் நேர்திசைக்கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் மிகும்போது பளு-மின்னோட்டத்துடிப்பு மிகுகின்றது.

இரு தெவிட்டுநிலை வினைக்கலன் சேர்ந்த காந்த மிகைப்பு ஒற்றை நேர்திசைக் கட்டுப்பாட்டுக் குறிப்பலை மூலம் ஒற்றைப் பளுவைச் செயற்படுத்துகிறது. தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள இரு தெவிட்டுநிலை வினைக்கலனின் அமைப்பு, படம் (2) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ள ஒற்றைத் தெவிட்டுநிலை வினைக்கலனில் காணப்படும் சில குறைகளை நிறைவு செய்யும் வகையில் தொடரிணைப்பு வினைக்கலன் அமைந்துள்ளது. இவ்வகைத் தொடர் அமைப்பால் மாறுதிசை மின்னோட்டச் சைன்வடிவ அலையின் ஒவ்வொரு பாதிச்சுற்றிலும் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட துடிப்பைப் பெற முடியும். மேலும் கட்டுப்பாட்டுச் சுற்றமைப்பில் (control circuit) துடிப்புகளின் விளைவால் ஏற்படும் சிக்கல்கள் மிகவும் எளிதாக்கப்படுகின்றன. காந்த மிகைப்பிகள் செயல் முறைகளில் (operations) மிகவும் நேர்பாங்கற்ற (non linear) பண்புடையவை. மேலும்



படம் 2. தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ள தெவிட்டு நிலை வினைக்கலன்

அவற்றின் பண்புகளின் விளக்கமான பகுப்பாய்வு நேர்பாங்கற்ற காந்தச் சுற்றுகளின் கோட்பாட்டு அடிப்படையில் கவனமாகச் செய்யப்பட வேண்டும்.

காந்த மிகைப்பிகளின் துலங்கல் வேகம் (speed of response) மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்தின் (a.c. power source) அதிர்வெண்ணால் மிகவும் குறைக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் இந்த வேகம் மாறுதிசை மின்னோட்ட மூலத்தின் அலைவு நேரத்தைப் பொறுத்தது. காந்த மிகைப்பிகளின் உள்ளீட்டைச் செயற்படுத்தும் பெருக்கிகளின் உள்ளீட்டில், மின்னெதிர்ப்புப் பொருத்தச் சிக்கல்கள் (impedance matching problems) துலங்கல் வேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகளாகும்.

- ஜா. சுதாகர்

காந்த மின்னாக்கி

இது ஃபாரடேயின் மின்காந்தத் தூண்டல் விதிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாக்கப்படுவதாகும். ஒரு மின்புலத்திற்கும் கடத்திக்கும் இடையே அசைவு இருப்பின் மின்னழுத்தம் கடத்தியில் தூண்டப்படும் என்பதே அவ்விதியாகும். பொதுவாக மின்னாக்கிகள், நீர் அல்லது நீராவியின் விசையால் சுழலி சுழல, அச்சுழற்சி இத்தகைய அசைவை உண்டாக்கி மின் சாரத்தை உற்பத்தி செய்யும் வண்ணம் வடிவமைக்கப்படும்.

காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி (magneto hydro dynamic generator) எனப்படும் மின்னாக்கியே காந்த மின்னாக்கி (magnetic generator) எனப்படுகிறது. இதில் அலுமினியம் அல்லது செம்புக் கம்பிகளுக்குப் பதிலாக நிலக்கரி ஆவியே கடத்தியாகும். உயர்ந்த அளவு சாம்பல் கொண்ட நிலக்கரி எளிதில் ஆவியாக மாற்றப்பட்டுப் பின்னர் எரி அறைகளில் செலுத்தப்படுகிறது. அங்கு உயர் வெப்பக் காற்றும் அளிக்கப்படுகிறது. எரிதலின் மூலம் உற்பத்தியாகும் உயர் வெப்பநிலைப் பொருள் காந்தக் குழாய்களின் மூலம் செலுத்தப்படுகிறது. வெப்பக் கடத்தலை அதிகரிக்க ஓர் உலோகத்தையும் சேர்த்து அனுப்புவது ஆய்வுக் கட்டத்தில் உள்ளது. அந்த ஆய்வு நடைமுறைப்படுத்தப்படும் வரை நிலக்கரி தூய எரிபொருளாக மாற்றப்பட்டு இந்த அமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும். இந்த வளிமம் 2800K வெப்பநிலைக்குச் சென்று விரிவடைகிறது. இது வலிமைமிக்க காந்தப் புலத்தில் பாய்வதால் மின்சாரம் நேரடியாக உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதில் உற்பத்தி செய்யப்படும் நேர்மின்சாரம் பின்னர் மாறுமின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது. சுரி வளிமக் குழாய்களின் வழியாக வரும் உயர் வெப்ப வளிமக் காற்றைச் சூடாக்கவும், நீராவியை உருவாக்கி மின்சாரத்தை இணையாக உற்பத்தி செய்யவும் பயன்படுகிறது.

அனல் மின் நிலையங்களில் நிலக்கரியின் வெப்பம் நீராவிக்குத் தரப்படும்போது மிகுதியும் வீணாகிறது. மேலும் சுழலிகளிலும் குறிப்பிடத்தக்க வெப்பஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இது காந்த மின்னாக்கிகளில் தவிர்க்கப்படுகிறது. சுழலி, மின்னாக்கி ஆகிய இரண்டும் ஒன்றான சிறிய அமைப்பாகக் காந்த மின்னாக்கி விளங்குகிறது. இதற்கு மிகுதியான இடம் தேவையில்லை. உயர் வெப்பத்தைத் தாங்கும்தன்மையுள்ளது. செயல்படத் தொடங்கிச் சிறிது நேரத்திலேயே முழு ஆற்றலையும் உற்பத்தி செய்யவல்லது. சுற்றுப்புறச் சூழலை மாசுபடுத்தாது. நைட்ரஜன் கொண்ட துணைப்பொருள்கள் பலவற்றை விளைவிக்கிறது.

சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசில் காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கிகளின் துணையோடு மின்சாரம் உற்பத்தி செய்தல் நன்கு முன்னேறியுள்ளது. காந்த மின்னாக்கிகளால் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படும்போது அம்முறையில் 50%உம் வழக்கமாக நீராவி முறையில் 50%உம் ஓர் உற்பத்தி நிலையத்தில் உற்பத்தி செய்யும் வண்ணம் வடிவமைக்கப்படும். அவ்வாறு வடிவமைக்கப்பட்ட மின் நிலையம் மொத்தத்தில் 50% திறம் பெற்றதாக அமையும்.

பெரும்பாலும் காந்த மின்னாக்கியின் நிறைவான செயல்பாட்டை ஒட்டியே மின்நிலையத்தின் செயல்பாடு சார்ந்திருக்கும். ஆகவே அதன் வடிவமைப்பை மேம்படுத்த முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. மின்காப்புச் சுவர்கள் உயர் அலுமினா அல்லது மக்னீசியா சிமெண்டாலானவை. மின் துருவங்களாகத் துளையற்ற பல் படிகச் சிலிகான் (poly-crystalline silicon) நன்கு செயல்படுகிறது. வழக்கமான இரும்பு உள்ளகக் காந்தத்திற்குப் பதிலாக உயர் கடத்தும் காந்தம் பயன்படுகிறது. காண்க, காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

நூலோதி. Edward M. Purcell, *Electricity and Magnetism*, Volume 2, McGraw-Hill Book Company, New York, 1965., Nelkon Parker, *Advanced Level Physics*, Fifth Edition, Arnold-Heinemann Publishers Ltd, New Delhi, 1982.

காந்த மீட்சி நிகழ்வு

படிக உருவுள்ளவை, படிக உருவில்லாதவை என்னும் இருவகைத் திண்மப் பொருள்களிலுமே காந்தத் தன்மைகளும், மீள்திறன் தன்மைகளும் காந்த மீட்சிப் பரிமாற்ற வினைகளின் மூலம் இணைக்கப்படுகின்றன. திண்மப் பொருள்களிலுள்ள அயனிகள் அல்லது அணுக்கருக்களில் சேர்ந்துள்ள தனித்தனியான காந்தத் திருப்புத் திறன்களால் (magnetic moments) உணரப்படுகிற பரிமாற்று வினைகள் மீள்திறன் திரிபுகளைச் (elastic strains) சார்ந்தவையாக இருப்பதால் இந்தக் கூட்டிணைப்பு உருவாகிறது. இத்தகைய திரிபு சார்ந்த பரிமாற்று வினைகளின் மூலமாகத் திண்மப்பொருளின்மேல் செலுத்தப்படும் ஒரு தகைவு (stress) விசை அப்பொருளின் காந்தவியல் நடத்தைகளை மாற்றி அமைத்துவிட முடியும். இதற்கு மாறாகத் திண்மப்பொருளின் காந்தத் தன்மையில் ஏற்படுகிற மாற்றம் காரணமாக, அப்பொருளின் மீள்திறன் பண்புகளில் மாற்றம் ஏற்படக் கூடும். இத்தகைய காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பின் விளைவுகளாக நிலையியல் (static), இயக்கவியலான (dynamic) பல இயற்பியல் நிகழ்வுகள் தோன்றுகின்றன. அவற்றை ஆய்வு செய்வதற்காகப் பல ஆய்வுமுறைத் தொழில்நுட்பங்களும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

காந்தப் பரிமாண மாற்றம் (magnetostriction) என்னும் நிகழ்வு இத்தகைய காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பின் விளைவாக ஏற்படுகிற ஒரு வழக்கமான நிகழ்ச்சி ஆகும். ஒரு திண்மப் பொருளைச் சுற்றி ஒரு காந்தமாக்கும் புலத்தை அமைப்பதால், அந்தப் பொருளின் காந்தப் பண்புகள் மாற்றமடையும்போது அதன் பரிமாணத்திலும், வடிவத்திலும் ஏற்படும் மாற்றத்திற்குக் காந்தப் பரிமாண மாற்றம் என்று பெயர்.

காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பு, திண்மப் பொருள்களின் மீள்திறன் குணகங்களைப் (elastic

modulii) பெரிதும் தாக்கும். அதே சமயத்தில் திண்மப் பொருள்களுக்குள் மீட்சி அலைகள் (elastic waves) பரவுவதையும் உட்கவரப்படுவதையும்கூட அது மாற்றியமைக்கும். ஒரு திண்மப் பொருளில் காந்த அதிர்வு வகை (mode), மீள் திறன் அதிர்வு வகை ஆகியவற்றின் அதிர்வெண்கள் சமமாக இருக்கும்போது ஒத்ததிர்வுள்ள (resonant) காந்த மீள் திறன் கூட்டிணைப்புத் தோன்றுகிறது. காந்த மீள்திறன் உரிமைப்படிகளின் கூட்டிணைப்பைப் பொறுத்தே ஒரு காந்தத் திண்மப் பொருளில் வெப்பச் சமநிலை (thermal equilibrium) நிறுவப்படுகிறது. காந்தத்தன்மையுள்ள பொருள்களுக்கு மட்டுமன்றிப் பாரா காந்தப் பொருள்களுக்கும் அணுக்கருப் பாரா காந்தத்தன்மைக்கும் காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பு இன்றியமையாததாக உள்ளது.

நுணுக்கமாகக் காணும்போது பொருளின் காந்த வியல் நடத்தைகளைத் தாக்கும் பல பரிமாற்று வினைகளின் திரிபு சார்ந்த பண்புகளின் காரணமாகக் காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பு ஏற்படுகிறது என லாம். அடிக்கடி படிகப் பொருள்களில் காணப்படும் மின்புலம், திரிபைச் சார்ந்திருப்பது, காந்த மீள்திறன் பரிமாற்று வினைகளுக்கு மேம்பட்ட பங்களிப்பைத் தருவதாக அமைகிறது. இடைநிலை உலோக (transition metal) அயனிகளுக்கு இந்தப் படிக மின்புலம் எலெக்ட்ரான்களின் ஓடு பாதை இயக்கத்தைத் தாக்கும். எலெக்ட்ரான்களின் ஓடு பாதை இயக்கம், தற்சுழற்சிக்கும் ஓடுபாதை இயக்கத்திற்கு மிடையிலான இடை வினைகள் மூலமாகத் தற் சுழற்சிக் காந்தத் திருப்புத்திறன்களுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. அருமண் அயனிகளில் தற்சுழற்சி ஓடு பாதை இடை வினைகள் மிக வலிவானவை யாக இருப்பதால் தற்சுழற்சித் திருப்புத்திறனையும், ஓடுபாதைத் திருப்புத்திறனையும் தனித்தனியாகக் கவனிக்க முடியாது. படிக மின்புலம் அயனியின் மொத்தக் கோண உந்தத்துடன் கலந்திருக்கும் திருப்புத் திறன்களின் மேல் செயல்படுகிறது. இவ்வா றான ஒற்றை அயனி காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பு கள், அயக்காந்தப் பொருள்கள், ஃபெர்ரி காந்தப் பொருள்கள், எதிர் ஃபெர்ரி காந்தப் பொருள்கள் (antiferrimagnetic) ஆகியவற்றுக்கு மட்டுமல்லாமல் டயாகாந்தப் படிகங்களின் அணிக்கோவைகளில் (lattice) மாசாகக் கலந்துள்ள பாரா காந்த அணுக் களுக்கும் பொருந்தும்.

காந்த அயனிகளின் செறிவு மிகும்போது காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்புக்கு இரட்டை அயனிகளின் பங்களிப்புச் சிறப்பானதாக இருக்கும். இரு காந்த அயனிகளைக் கூட்டிணைக்கிற இருமுனை இடை வினைகள், பரிமாற்ற இடை வினைகள் ஆகியவற்றின் திரிபு சார்பு இப்பங்களிப்பில் அடங்கும். காந்தவியல் பொருள்களில் உள்ள ஒற்றை அயனி மற்றும் இரட்டை அயனி காந்த மீள் திறன் இடை வினைகளை ஆய்வுகளின் மூலம் பிரித்துக் காண்பது சில சமயங்களில் மட்டுமே இயலும். இவற்றில் எது மேம்பட்டுள்ளது என்பதைக் கண்டு பிடிக்க, தத்துவ அடிப்படையில் அவற்றின் ஒப்புமை எண் மதிப்புகளைக் கணக்கிட வேண்டியுள்ளது. குறைந்த காந்தச் செறிவுள்ள பொருள்களில் ஒற்றை அயனி காந்த மீள்திறன் கூட்டிணைப்பே சிறப்புப் பெற்றுள்ளது.

அணுக்கருத் தற்சுழற்சியுடன் தொடர்பு கொண்ட காந்தத் திருப்புத் திறன்கள், பலவகையான இடை வினைகளில் ஏதாவது ஒன்றின் மூலமாக அணிக்கோவைத் திரிபுடன் கூட்டிணைக்கப்பட் டுள்ளன. காந்தவியல்பு பொருள்களில் திரிபு முதலில் எலெக்ட்ரான்களின் திருப்புத் திறன்களுடன் கூட்டிணைப்புப் பெறக் கூடும். எலெக்ட்ரான்களின் திருப்புத்திறன் மிகுநுண் (hyperfine) பரிமாற்று வினை களின் மூலமாக அணுக்கரு இருமுனைத் திருப்புத் திறன்களுடன் கூட்டிணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு மறைமுகமாக அணுக்கருத் தற்சுழற்சி-காந்தமீள்திறன் கூட்டிணைப்பு விளையும். உலோகப் பொருள்களில் கடத்தல் எலெக்ட்ரான்களுக்கும் திரிபுக்கும் இடையில் ஏற்படுகிற இயக்கவியல் இடை வினைகள், ஓர் உள்ளிடக் காந்தப் புலத்தைத் தோற்றுவிக்கக்கூடும். அந்தக் காந்தப் புலம் அணுக்கருக் காந்த இருமுனை களுடன் கூட்டிணைப்புச் செய்யும். இறுதியாக மின் நான்முனைத் திருப்புத்திறனைப் (quadrapole moment) பெற்றுள்ளன. அணுக்கருத் தற்சுழற்சிகள் மீள்திறன் திரிபுடன் கூட்டிணைப்பைப் பெற்றிருக்கலாம். இது சுற்றியுள்ள அணிக்கோவையின் காரணமாக அணுக் கருவில் உள்ள மின் புலச் சரிவில் (electric field gradient) திரிபு காரணமாக உண்டாக்கப்படும் மாற்றங் களின் மூலம் நிகழும்.

மீள்திறன் திரிபு, காந்த அயனி அல்லது அணுக் கருவைச் சுற்றியுள்ள அமைப்பு, இடை வினைகள் ஆகியவற்றின் சமச்சீர்மைப் பண்புகளை (symmetry properties) வைத்தே காந்த மீள்திறன் நிகழ்வுகளை விளக்க முடிகிறது. இந்தச் சமச்சீர்மைப் பண்புகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், காந்த மீள்திறன் அமைப் பைக் காட்டத் தேவையான கூட்டிணைப்பு மாறிலி களின் (coupling constants) எண்ணிக்கை சிறுமமாகக் குறைந்துவிடுகிறது. ஒரு காந்த மீள்திறனியல்புள்ள திண்மப் பொருளின் மொத்தப் இடை வினை ஹாமில்டோனியன் சார்பின் (function) தெளிவான அமைப்பைக் கண்டுபிடித்துவிட்டால், கூட்டிணைக்கப் பட்ட அமைப்பின் நிலையியல் மற்றும் இயக்கவியல் பண்புகளைப் பெறலாம்.

ஹாமில்டோனியன் சார்பிலிருந்து பெறப்படுகிற வெப்ப இயக்கவியல் கட்டற்ற ஆற்றலிலிருந்து (free energy) அமைப்பின் நிலையியல் தன்மைகள் கணக்கிடப்படுகின்றன. இத்தன்மைகளில், அணிக் கோவையில் ஏற்படும் காந்தப் பரிமாணமாற்ற உருக்

குலைவுகளும், காந்தத் திசையொவ்வாப் பண்புகளில் (magnetic anisotropy) காந்த மீள்திறன் நிகழ்வுகளின் பங்களிப்புகளும், மீள்திறன் விறைப்புக் குணகங்களில் காந்த மீள்திறன் நிகழ்வுகளின் பங்களிப்பும் அடங்கும். பெரும்பாலான நிகழ்வுகளில் மீள்திறன் குணகங்களுக்குத் தரப்படும் பங்களிப்புச் சிறிதே. ஆனாலும் கூட்டிணைப்பு முழுதுமாக மீள்திறன் பண்புகளைத் தன் ஆளுகையில் வைத்திருப்பதும், அணிக்கோவையில் நிலையாமையையும், கட்டமைப்புக் கட்ட மாற்றங்களையும் (structural phase transitions) உண்டாக்கி அணிக்கோவையின் சமச்சீர்மையைக் குலைப்பதும் சில இடங்களில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன.

ஹாமில்டோனியன் சார்பிலிருந்து பெறப்படும் கூட்டிணைப்பு இயக்கச் சமன்பாடுகளின் உதவியால், ஓர் அமைப்பின் இயக்கவியல் பண்புகள் கணக்கிடப் படுகின்றன. அமைப்பின் காந்த வகை மற்றும் மீள்திறன் வகை அதிர்வுகளின் இயக்கவியல் கூட்டிணைப்பின் காரணமாக, காந்தவியல் அமைப்பையும், காந்த மீள்திறன் பரிமாற்று வினைகளையும் ஆய்வு செய்யும் கருவியாக மீள்திறன் அலைகளைப் பயன்படுத்த முடிகிறது. பொருள்களில் மீள்திறன் அலைகள் உட்கவரப்படுவதையும், பரவுவதையும் நுட்பமாக அளக்கக்கூடிய நுண்ணுணர்வு முறைகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. அணிக்கோவை மற்றும் காந்தவியல் உரிமைப்படிகளுக்கு இடையிலுள்ள கூட்டிணைப்பைப் பற்றியும் இந்தக் கூட்டிணைப்பு எவ்வாறு திண்மப் பொருளில் வெப்பச் சமநிலையை நிறுவ உதவுகிறது என்பதைப் பற்றியும் மதிப்பு மிக்க தகவல்களை இந்த அளவீடுகள் அளிக்கின்றன.

உயர் அதிர்வெண் மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுகளை, மீள்திறன் அலைவுகளாக மாற்றுகிற காந்தப் பரிமாண மாற்ற ஆற்றல் மாற்றிகள் (transducers), ஒரு சார்பு (biasing) காந்தப் புலத்தை மாற்றுவதன் மூலம் நீட்டிப்பு நேரத்தை (delay time) மாற்றியமைக்கக் கூடிய காந்த மீள்திறன் நீட்டிப்புச் சுற்றுகள் (delay lines) ஆகியவை காந்த மீள்திறன் பரிமாற்று வினைகளைப் பயன்படுத்தும் தொழில்துறைப் பயன்களாகும்.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Arthur F. Kip, *Fundamentals of Electricity and Magnetism*, Mc-Graw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo, 1969.

காந்த முறை உலோக ஆய்வு முறை

உலோகங்களை உருக்குலையாமல் ஆய்வு செய்தல் அதன் காந்த பண்புகளைப் பொறுத்து அமைகிறது. காந்த முறை ஆய்வில் (magnetic inspection) இரு முறைகள் உள்ளன.

காந்தத் துகள்கள் ஆய்வு முறை. இம்முறையைப் பயன்படுத்திச் சிறு பிளவு மற்றும் வெடிப்புகளை எளிதில் கண்டுபிடிக்கலாம். இம்முறையில் இரும்புத் துகள்கள், ஆய்வு செய்ய வேண்டிய பகுதியின் மீது தூவப்படுகின்றன. வெடிப்புகளில் இந்தத் துகள்கள் படிவதால் ஒரு வரப்புப் போன்ற அமைப்பு உண்டாகிறது. துகள்கள் எளிதாக ஒட்டிக் கொள்ள இரும்பு ஆக்சைடு துகள்கள் நீர் அல்லது எண்ணெயுடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்படும். மேலும் ஒளிரும் துகள்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம் மிகச் சிறிய வெடிப்புகளையும் கண்டறியலாம்.

எஃகு உலோகத்தைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படும் மகிழுந்து மற்றும் வானூர்தி உறுப்புகள் தேவையான கடினத்தன்மை பெற வெப்பப்பதனிடல் (heat treatment) செய்யப்படுகிறது. அவ்வாறு செய்யும்போது வெடிப்புகள் ஏற்படக்கூடும். இவ்வெடிப்புகளைக் கண்டறியக் காந்தத் துகள் ஆய்வு முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சுழிப்பு மின்னோட்ட (*eddy current*) **ஆய்வு முறை.** இம்முறையைப் பயன்படுத்தி உலோகக்கலவை, மின் அளவு, உறுதித் தன்மை, வெப்பப்பதப்படுத்தல் முறை, உள் இறுக்கு விசை, முலாம் பூச்சு, தடிமன் போன்றவற்றைக் கண்டறியலாம்.

மின் காந்தத் தூண்டுதல் முறை. ஓர் உலோகத்தின் உள் வடிவ அமைப்பு, அதிர்வெண் ஏற்கும் ஆற்றலைப் பாதிக்கிறது. இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஓர் உலோகத்தின் துகள் அளவு, கலவை போன்றவற்றை எளிதில் கண்டறியலாம். மின் காந்தத் தூண்டுதல் முறையில் ஆய்வு செய்ய வேண்டிய பொருள் மின்னணு முறையில் அதிர்வூட்டப்படுகிற சுருளுக்குள் வைக்கப்படுகிறது. காந்தத் தேக்கத்தாலும், சுழிப்பு மின்னோட்டம் மூலமாகவும் உள்ளே வைக்கப்பட்டுள்ள பொருளில் ஆற்றல் இழப்பு நிகழ்த்தப்படுகிறது. இந்த அதிர்வெண் வெளிப்பாட்டைக் (output) குறைக்கிறது. அதிர்வெண் வெளிப்பாட்டு அளவிலிருந்து உலோகத் தன்மைகளைக் கண்டறியலாம்.

காந்தத் தேக்கத்தால் ஆற்றல் ஏற்பு ஓர் உலோகத்தின் மூலக்கூறு வடிவமைப்பு மற்றும் உள் இறுக்கு விசை போன்றவற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது. சுழிப்பு மின்னோட்ட இழப்பு உலோகத்தின் மின் கடத்தும் தன்மையைப் பொறுத்து அமைகிறது. இவற்றில் மாற்றம் இருந்தால் அலை இயற்றியின் (oscillator) வெளிப்பாடு பாதிக்கப்படுகிறது. குறைந்த அதிர்வெண் (2-10 KHZ) உள்ள அலைகள் உலோகத்தில் மிகு ஆழத்திற்கு ஊடுருவிச் செல்கின்றன. இதைக் கொண்டு உள் அமைப்பு, கலவை, வெளிப்புற அமைப்புப் போன்றவற்றை அறியலாம்.

கிடைநிலை அதிர்வெண் (10-50 KHz) அலைகள் மேல் பரப்பிலிருந்து மையம் வரை உள்ள தன்மைகளைக் கண்டறியப் பயன்படும். மிகு அதிர்வெண் (60-200 KHz) உலோகத்தின் மேல் பரப்பில் உள்ள பண்புகள் மற்றும் மேற்பரப்பு இறுக்கு விசை, முலாம் பூச்சு, தடிமன் ஆகியவற்றை அறியப் பயன்படுகிறது.

-க. கண்ணன்

காந்தமுறைக் குளிராக்கம்

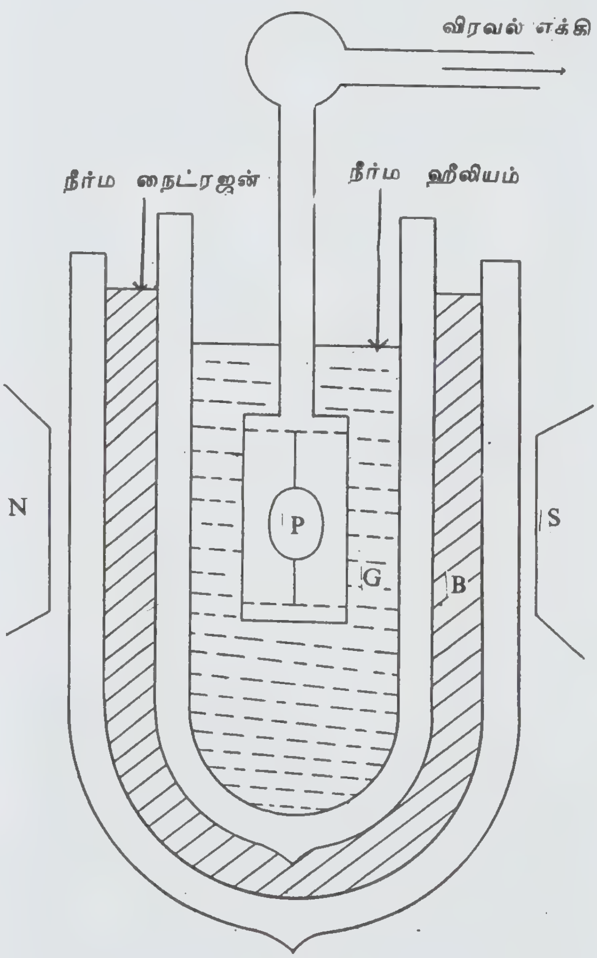
தனி வெப்பநிலை (absolute zero) மிக அண்மையில் உள்ள வெப்பநிலைகளை அடைவதற்குக் காந்த முறைக் குளிராக்கம் (magnetic cooling) பெரிதும் துணை புரிகிறது. இம்முறை பாரா காந்தப் பொருளொன்று காந்தப் புலத்துக்கு உட்பட்டுக் காந்தமாக்கம் பெறும்போது சூடடைந்து, அப்புலம் நீக்கப் பெறும்போது காந்த நீக்கம் பெறுவதோடு குளிர்வடைவதையும் அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது.

பொதுவாக, குறைந்த வெப்பநிலைகளைப் பெறும் முயற்சியில் மிகக் குறைந்த கொதிநிலைகளைக் கொண்ட ஹைட்ரஜன் (கொதிநிலை 20.35K), ஹீலியம் (கொதிநிலை 4.25K) போன்ற வளிமங்கள் நீர்மமாக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய நீர்மங்கள் குறைந்த அழுத்தங்களில் கொதிக்கும்போது மேலும் குறைந்த வெப்பநிலைகளை விளைவிக்கின்றன. நீர்ம ஹீலியம் குறைந்த அழுத்தத்தில் கொதிக்கும்போது ஒரு கெல்வின் (1K) வெப்பநிலையைவிடக் குறைந்த வெப்பநிலையை விளைவிக்கிறது. ^3He என்னும் இலேசான ஹீலியம் ஐசோடோப் வளிமத்தை நீர்மமாக்குவதன் மூலம் 0.4Kவரை குறைந்த வெப்பநிலைகளைப் பெறமுடிகிறது.

வளிமங்களை நீர்மமாக்குவதற்கான முறை, அதாவது மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளைப் பெறும் முறை, ஏதேனும் ஒரு வகையில் வெப்ப ஆற்றல் பங்கு பெறும் நேர்-எதிர் நிகழ்ச்சி ஒன்றை அடிப்படையாகக் கொண்டமையும். காட்டாக, ஹீலியம் வளிமத்தை நீர்மமாக்குவதற்கான சைமன் முறையைக் கூறலாம். இம்முறையில் ஹீலியம் வளிமம் குறைந்த வெப்பநிலை முழுக்கு (bath) ஒன்றினுள் அமைந்த கலம் ஒன்றினுள் வெப்பநிலை மாறா முறையில் இறுக்கப்படுகிறது. இந்த இறுக்கத்தால் உருவாகும் வெப்பம் தக்க வெப்ப மாற்றிகளால் (heat exchangers) வெளியேற்றப்படுகிறது. பின்னர், வளிமம் வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் விரிவுசெய்யப்படுகிறது. இந்நிலையில் ஹீலியம் வளிமம் அதன் இயல்பான கொதிநிலையான ஏறக்குறைய 4K வெப்பநிலைக்குக் கீழ் குளிர்வடைந்து நீர்மமாகிறது.

இங்கு, வளிமம் முதலில் இறுக்கப்படுதல் நேர்நிகழ்ச்சியெனில் பின்னர் விரிவுறச் செய்தல் எதிர் நிகழ்ச்சியாகும். காந்தமுறைக் குளிராக்கம் அத்தகைய நேர்-எதிர் நிகழ்ச்சிக்குப் பிறிதோர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

டிபை, கியாக் ஆகிய இரு அறிவியலார் நீர்ம ஹீலிய வெப்பநிலைகளுக்குக் குளிர்விக்கப் பெற்ற பாரா காந்தப் பொருளொன்றை அடுத்தடுத்துக் காந்தமூட்டி, காந்த நீக்கம் செய்வதன் மூலம் மேலும் குறைந்த வெப்பநிலைகளைப் பெற இயலும் என எடுத்துரைத்தனர். இதையடுத்து, கியாக் மற்றும் மாக்டொகால் ஆகியோர் கடோலினியம் சல்ஃபேட் என்னும் பாரா காந்தப் பொருளைக் கொண்டு மேற்கொண்ட முதல் ஆய்வின் முறையில் 0.53 K வெப்பநிலையைப் பெற்றனர். அவர்களின் ஆய்வில் பாரா காந்தப் பொருள் (P) தக்க கலம் ஒன்றில் வைக்கப்பட்டு ஹீலிய வளிமம் நிரம்பிய கலம்



படம் 1. காந்தமுறைக் குளிராக்கம்

ஒன்றினுள் (G) தொங்கவிடப்பட்டது. இவ்வுருளை டிவார் குடுவை (B) ஒன்றில் உள்ள நீர்ம ஹீலியத்தால் சூழப்பட்டிருந்தது. இம்முழு அமைப்பும் வலிமை வாய்ந்த காந்தப் புலம் ஒன்றை அளிக்கும் இரு மின்காந்தத்துருவங்களிடையே (N, S) அமைக்கப்பட்டது (படம் 1). ஆய்வின்போது முதலில் காந்தப் புலம் செயற்படுத்தப்பட்டுப் பாரா காந்தப் பொருள் காந்தமாக்கம் செய்யப்பட்டது. இதனால் உருவாகும் வெப்பம் நற்கடத்தியான ஹீலிய வளிமம் வழியே ஹீலியம் நீர்மத்திற்குக் கடத்தப்படுகிறது. இந் நிகழ்ச்சி வெப்பநிலை மாறாக் காந்தமாக்க நிகழ்ச்சியாகும்.

பாரா காந்தப் பொருளைச் சூழ்ந்த ஹீலிய வளிமம் விரவல் எக்கியினால் வெளியேற்றப்பட்டு, பொருள் நீர்ம ஹீலியத்திலிருந்து வெப்பக் காப்பீடு செய்யப்பட்ட பின்னர் காந்தப் புலம் நீக்கப்பட்டுக் காந்தநீக்கம் செய்யப்படுகிறது. இங்கு பாரா காந்தப் பொருள் சூழலிலிருந்து வெப்பக் காப்பீடு செய்யப்பட்டுள்ளமையால் இது ஒரு வெப்ப மாற்றீடற்ற நிகழ்ச்சியாகும். எனவே, பாரா காந்தப் பொருளின் வெப்பநிலை குறைகிறது. இம்முறையில் பெற்ற வெற்றியைத் தொடர்ந்து இரும்பு அம்மோனியம் படிகாரம், குரோமியம் பொட்டாசியம் படிகாரம் மற்றும் சீரியம் மக்னீசியம் நைட்ரேட் போன்ற பாரா காந்தப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு 10^{-2}K அளவிலான வெப்ப நிலைகளைப் பெற முடிந்தது. காந்தமூட்டப் பெற்ற பாரா காந்தப் பொருள் வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் காந்த நீக்கம் பெறும்போது குளிர்வடைவதால் இம்முறை வெப்ப மாறாக் காந்த நீக்க (adiabatic demagnetization) முறை என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது.

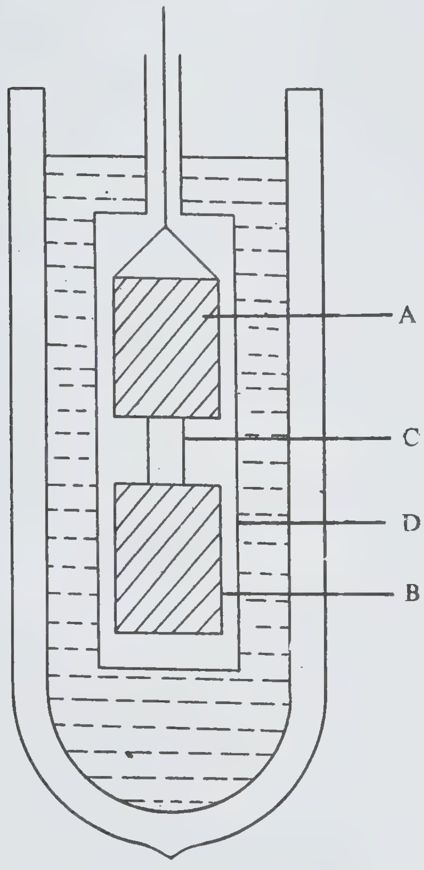
காந்த நீக்க முறைக் குளிராக்கத்தின் தத்துவத்தைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம். சைமன் முறையைப் போன்று இம்முறையும் பொருள் ஒன்றில் வெப்பநிலை குறையும்போது அதன் இயல்பாற்றல் (entropy) குறைகிறது என்னும் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. வளிமம் ஒன்றை நீர்மமாக்குவதற்கான சைமன் முறை, இரு கட்டங்களைக் கொண்டுள்ளதாகக் கூறப்பட்டது. முதல் கட்டத்தில் வளிமம், வெப்பநிலை மாறா முறையில் மெல்ல மெல்ல இறுக்கப்பட்டு (அழுத்தம் அதிகரிக்கப்பட்டு) உருவாகும் வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகிறது. எனவே, அது இயல்பாற்றலை இழக்கிறது. இரண்டாம் கட்டத்தில் வளிமம் வெப்ப மாறா முறையில் விரிவு பெறுகிறது. எனவே, அதன் இயல்பாற்றல் மாறாமல், அதன் அழுத்தம் குறைகிறது; அதன் வெப்பநிலையும் குறைகிறது. சைமன் முறையில் இயல்பாற்றலைக் குறைப்பதில் அழுத்தத்தின் பங்கைக் காந்தமுறைக் குளிராக்கத்தில் காந்தப் பண்பு ஏற்கிறது எனலாம்.

பாரா காந்தப் பொருளொன்றின் மூலக்கூறுகள் மிகச்சிறிய காந்தங்களாகச் செயற்படுகின்றன. இயல்பான நிலையில் இம்மூலக்கூறு காந்தங்கள் ஒழுங்கற்று அமைந்து அவற்றின் முனைகள் பல்வேறு திசைகளை நோக்கும். பொருள் காந்தப் புலம் ஒன்றிற்கு உட்படும்போது அக்காந்தங்கள் காந்தப் புலத்தின் திசையில் அமைய முனைகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியில் வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது. இவ்வெப்பத்தை வெளியேற்றுவதன்மூலம் அதை வெப்ப நிலை மாறா நிகழ்ச்சியாக அமைக்கலாம். இந்நிலையில் பாரா காந்தப் பொருளின் இயல்பாற்றல் குறைகிறது. அடுத்து, பாரா காந்தப் பொருளை அதன் சூழலிலிருந்து வெப்பக் காப்பீடு செய்து காந்தப்புலம் நீக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் அது வெப்ப மாற்றீடற்ற முறையில் காந்தநீக்கம் செய்யப்பெறுமாயின் அதன் இயல்பாற்றல் மாறாமல் அமைந்து வெப்பநிலை குறைகிறது.

காந்தமுறைக் குளிராக்கம், நீர்ம ஹீலிய வெப்பநிலையைப் போன்று மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலைகளிலேயே வெற்றிகரமாக அமைகிறது. உயர் வெப்பநிலைகளில் மூலக்கூறு காந்தங்களின் ஒழுங்கின்மை மிகுதியாக உள்ளமையால், அவற்றை ஒருமுகப்படுத்துவதற்கு வலிமை மிகுந்த காந்தப் புலங்கள் தேவைப்படும். மேலும், உயர் வெப்ப நிலைகளில் பொருள்களின் தன் வெப்ப எண்கள் மிக அதிகமாக இருக்கும். எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெப்பம் பொருளினின்றும் வெளியேற்றப்படும்போது அதன் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் வீழ்ச்சி மிகவும் குறைவாக இருக்கும். மேலும், மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளிலும் மூலக்கூறு காந்தங்களின் ஒழுங்கின்மை பெருமளவில் அமைந்திருக்கும் பொருள்கள் மட்டுமே இம்முறைக்கு ஏற்றவையாகும். அக்காந்தங்கள் ஓரளவு ஒழுங்குடன் அமைந்திருக்குமாயின் காந்தப்புலத்தில் விளையும் ஒழுங்கின்மைக் குறைவு (இயல்பாற்றல் குறைவு) போதுமான அளவு இராது. எனவேதான் இரும்பு அம்மோனியம் படிகாரம் போன்ற பாரா காந்தப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தப் பாரா காந்தப் பொருளில் உள்ள ஒவ்வோர் இரும்பு அணுவும் ஒரு நுண்ணிய காந்தமாகச் செயற்படுகிறது. (அதனை அணுக்காந்தம் எனக் கூறலாம்).

இரும்பு அணு ஒவ்வொன்றும் பிற இரும்பு அணுக்களிலிருந்து அப்பொருளிலுள்ள பிற வகை அணுக்களால் நன்கு பிரிக்கப்பட்டு அமையும். எனவே, அவற்றிற்கிடையான காந்த விசைகள் மிகவும் மெலிந்து அமைவதால் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளிலும் அணுக்காந்தங்கள் எவ்வித ஒழுங்குமின்றிப் பல்வேறு திசைகளிலும் நோக்குகின்றன; அதாவது மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் இயல்பாற்றல் மிகுந்து காணப்படும். இந்நிலையில் பொருள் காந்தப் புலத்திற்கு உட்படும்போது அக்காந்தங்கள் எளிதில் காந்தப்புலத்தின் திசையில் ஒருமுகப்பட்டு அமைந்து மிகுந்த இயல்பாற்றல் வீழ்ச்சியை அளிக்கின்றன.

பாரா காந்தப் பொருளில் உள்ள அணுக்காந்தங்கள் அவ்வாறு ஒருமுகப்படும் வெப்பநிலைகள் மிகமிகக் குறைவாக இருப்பதால் (இரும்பு அம்மோனியம் படிகாரத்திற்கு ஏறத்தாழ 0. 04K, சீசியம் மக்னிசியம் நைட்ரேட்டுக்கு ஏறத்தாழ 0.005K) அத்தகைய குறைந்த வெப்பநிலைகளைப் பெறமுடியும்.



படம் 2. இரு கட்டக் காந்த நீக்கம்

இருகட்டக் காந்தநீக்கம் *(two stage demagnetisation)* இரு கட்டங்களில் காந்த நீக்கம் செய்வதன் மூலம் மேலும் குறைந்த வெப்பநிலைகளைப் பெற முடியும் என்று சைமன் எடுத்துரைத்தார். இரு கட்டக் காந்த நீக்க முறையில் பாரா காந்தப் பொருள் A,B என்னும் இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு அவை C என்னும் தண்டு ஒன்றால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. (படம் 2). இங்கு C,A,B-க்கிடையே ஒரு வெப்ப இணைப்பாகச் செயற்படுகிறது. அவை நீர்ம ஹீலிய முழுக்கு ஒன்றினுள் அமைந்த கொள்கலம் (D) ஒன்றினுள் அமைக்கப்பட்டு, இந்த முழு அமைப்பும் மின்காந்தம் ஒன்றின் துருவங்களிடையே அமைக்கப்படுகிறது. ஏறத்தாழ 1. 5 K வெப்பநிலையில் தொடங்கி முதலில் பாரா காந்தப் பொருள் A காந்த நீக்க முறையில் 10^{-2}K வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்விக்கப்படுகிறது. எனவே, C மூலம் A உடன் இணைக்கப்பட்ட B உம் அவ்வெப்ப நிலையை அடைகிறது. இந்நிலையில் A, B க்கு இடையே உள்ள வெப்ப இணைப்பு துண்டிக்கப்பட்டு B காந்த நீக்கமுறையில் மேலும் குளிர்விக்கப்படுகிறது. A,B க்கிடையே தேவைக்கேற்ப வெப்ப இணைப்பை ஏற்படுத்துவதும் துண்டிப்பதும் இம்முறையில் குறிப்பிடத்தக்கவாகும். A,B ஐ வெள்ளீயக் கம்பி ஒன்றால் இணைப்பதன் மூலம் அதை எளிதில் செய்ய இயலும் எனக் கண்டனர். ஹீலிய வெப்பநிலைகளில் வெள்ளீயத்தின் வெப்பங்கடத்து திறன் காந்தப்புலம் ஒன்றில் மிகுதியாகவும் காந்தப்புலம் நீக்கப்படும் போது மிகக் குறைவாகவும் அமையும். எனவே, காந்தப்புலம் செயற்படும்போது A, B க்கிடையே தானாகவே வெப்ப இணைப்பு ஏற்பட்டு, அது நீக்கப்படும்போது வெப்ப இணைப்புத் துண்டிக்கவும்படுகிறது. இத்தகைய இரு கட்டக் காந்த நீக்க முறையில் 0.003 K அளவிலான வெப்பநிலைகளைப் பெற முடிந்தது. மேலும், இம்முறையில் ஒரு கட்டக் காந்தநீக்க முறைக்குத் தேவையான காந்தப்புலத்தைவிடக் குறைந்த காந்தப் புலங்களைக் கொண்டு அம்முறையில் பெற்றதைவிடக் குறைந்த வெப்பநிலைகளையும் பெறமுடிவது குறிப்பிடத்தக்கது. 1951ஆம் ஆண்டளவில் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி ஆக்ஸ்ஃபோர்டு பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த டார்பி, ஹாப்டன், ரோலின் செய்மோர், சில்ஸ்பீ ஆகியோர் 0.9 டெஸ்லா காந்தப் புலத்தின் துணையுடன் 0. 001 K வெப்ப நிலையப் பெற்றனர்.

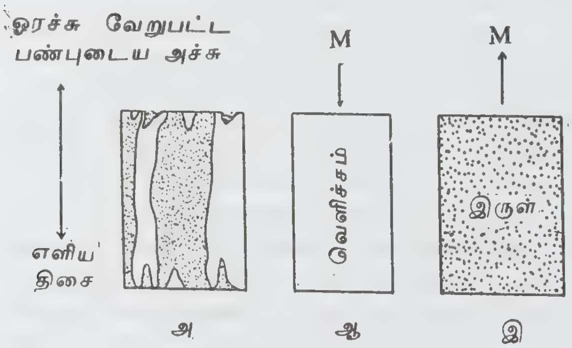
அணுக்கருக் காந்தநீக்கம் (*Nuclear demagnetization*). குறைந்த வெப்பநிலைகளை அடைவதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட, மேற்கூறப்பட்ட காந்த முறைகள் அணுக்களின் காந்தப் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவையாகும். அடுத்து, கார்ட்டர், குர்ட்டி, சைமன் ஆகியோர் அணுக்கருக்களின் காந்தப் பண்புகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் மேலும் குறைந்த வெப்பநிலைகளை அடையக்கூடும் என அறிவித்தனர். அதைத் தொடர்ந்து 1956 ஆம் ஆண்டில் குர்ட்டி, ராபின்சன், சைமன் மற்றும் போர் ஆகியோர் வலிமை மிக்க காந்தப் புலங்களின் துணையுடன் இரு கட்டக் காந்த நீக்க முறையைப் பயன்படுத்தி 10^{-5} K அளவிலான வெப்பநிலைகளை அடைவதில் வெற்றி பெற்றனர். அவர்களின் ஆய்வின் முதல் கட்டத்தில் பாரா காந்தப் பொருளொன்றும் இரண்டாம் கட்டத்தில் மெல்லிய கம்பி வடிவிலமைந்த செம்பும் பயன்படுத்தப்பட்டன. முதல் கட்டக் காந்தநீக்கத்தில் செப்புக்கம்பிகள் 0.01K வெப்பநிலைக்குக் குளிர்விக்கப்பட்டன. அடுத்து, அவை 2. 8 டெஸ்லா காந்தப்புலத்தில் இரண்டாம் கட்டக் காந்தநீக்கத்திற்கு உட்படுத்தப்பட்டத்தில் 2×10^{-6} K அளவிலான வெப்ப நிலையை அடைய முடிந்தது.

- ரா. நாகராஜன்

காந்த மென் படலங்கள்

இவை ஐந்து மைக்ரோ மீட்டருக்குக் குறைவான தடிமனுள்ள காந்தப் பொருளாலான தகடுகள் அல்லது உருளைகள் ஆகும். இவை ஓரச்சு வேறுபட்ட காந்தப் பண்புகளைக் கொண்டவை. கணிப்பொறி நினைவுக் கருவிகளில் (computer memory unit) காந்த மென் படலங்கள் (magnetic thin films) மிகுதி யாகப் பயன்படுகின்றன. காந்தப் பாயம் (magnetic flux) மூடப்படாவிட்டாலும், காந்தத்தன்மை மிகுதி யாக இருக்க வேண்டும். ஆகையால் இப்படலங்கள் மிக மெல்லியவையாகச் செய்யப்படுகின்றன. பொது வாக எளிய திசைகள் எனப்படும் இரண்டு எதிர் இணைத் திசைகளில் ஒன்றில் காந்தத்தன்மை அமை கிறது. அத்திசைகள் ஓரச்சு வேறுபட்ட பண்புகளை யுடைய காந்த (uniaxial magnetic anisotrophy) அச் சிற்கு இணையானவை. இந்த அச்சு வழியாகச் செலுத்தப்படும்போது காந்தத்தின் நிலை ஆற்றல் குறைவாகும். ஈரச்சு வேறுபட்ட பண்பு, சுழலும் வேறுபட்ட பண்பு ஆகியவற்றுடன் படலங்கள் செய்யப்படக் கூடும்.

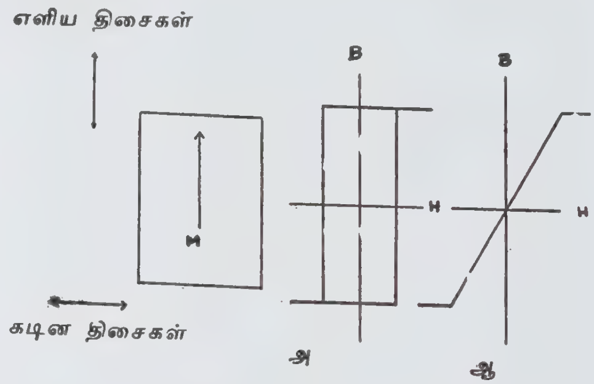
மிகுதியான காந்தப் படலங்களில் பல்வேறு காந் தப் புலங்களைச் செலுத்துவதன் மூலம் வெவ்வேறு காந்த மண்டல உருவமைப்புகளைப் பெற முடியும். எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்திலும் காந்த மண்டல உருவமைப்புகள் செலுத்தப்படும் புலங்களின் தன்மை யைச் சார்ந்திருக்கும். கெர் (Kerr) காந்தப் பார்வை நுட்பத்தால் காணும்போது மென் படலத் தில் எவ்வாறு காந்த மண்டல உருவமைப்புகள் காணப்படுகின்றன என்பதைப் படம் (1) இல் காணலாம்.



படம் 1. கெர் காந்தப் பார்வை நுட்பத்தால் பார்க்கும் போது தோன்றும் உருவமைப்பு வகைகள்

அ) காந்தப் படலம், காந்தமகற்றப்பட்டபோது
ஆ) காந்தப்படுத்தல் கீழ்நோக்கி இருக்கும்போது
இ) காந்தப்படுத்தல் மேல்நோக்கி இருக்கும்போது

காந்தத் தயக்கப் பண்புகள் (magnetic hysterisic properties). எளிய திசைகளில் அளிக்கப்படும்போது காந்தப் படலங்கள் செவ்வகத் தயக்கச் சுற்றுகள் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். எளிய திசைகளுக் குச் செங்குத்தான படலத் தளத்தில் அளிக்கும்போது இழப்பற்ற தயக்கச் சுற்றுகள் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். அத்திசைகள் கடினத் திசைகள் எனப் படும். படம் 2இல் 0.2 மைக்ரோ தடிமனுள்ள பெர் மலாய் படலத்தின் தயக்கச் சுற்றுகள் காட்டப் பட்டுள்ளன. ஓரச்சு வேறுபட்ட பண்புடன் தொடர் புள்ள, வேறுபட்ட பண்பு ஆற்றல் வாயிலாக எளிய மற்றும் கடினத் திசைகளில் காந்தத் தயக்கச் சுற்று களுக் கிடையே உள்ள வேறுபாடுகளை உணரலாம்.



படம் 2. 0.2μ தடிமனுள்ள பெர்மலாய் படலத்தின் தயக்கப் பண்புகள்

அ) எளிய திசைத் தயக்கச் சுற்று (கண்ணி)
ஆ) கடின திசைத் தயக்கச் சுற்று (கண்ணி)

காந்தத் தன்மை தலை கீழாதல். தக்க காந்தப் புலங்களைச் செலுத்துவதன் மூலம் பல்வேறு மேற்கவி இருப்பு (overlapping) நுட்பங்களால் ஒரு காந்தப் படலத்திலுள்ள காந்தத் தன்மையைத் தலைகீழாக்க முடியும். ஒரு மென்படலத்தில் காந்தத் தன்மையைச் செலுத்துவதற்குத் தேவையான புலங்கள் அதன் வேறுபட்ட ஆற்றல், தூண்டும் விசை, பரவல், திருகல், படர்தல் ஆகிய பண்புகளை ஒட்டி அமையும். தலை கீழாக்கும் புலத்தை மெதுவாக உயர்த்துவதன் மூலம், படலத்தின் காந்தமயமாக்கல் வேறு மண்டலத்திற்குத் திருப்பப்படுகிறது. இரண்டு மண்டலங்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளியைக் (சுவர்) குறைத்து மற்றதன் அளவைக் கூட்டச் செய் கிறது. இறுதியாக ஒரே ஒருபெரிய மண்டலமே இடம் பெறும். காந்தத் தன்மை இவ்வாறு திருப்பப்படுகிறது. தொடர்சுழற்சி எனும் நுட்பத்தாலும் காந்தத் தன்மையைத் திருப்ப இயலும். தக்க திருப்புப் புலங் கள் மிக விரைவாகச் செலுத்தப்படும்போது படலத் தில் உள்ள காந்த நகர் திறன்கள் (moments) ஒருங்

கிணைந்து சுழன்று முதல் திசையிலிருந்து எதிர்த் திசைக்குச் செல்கின்றன.

திருப்பும் புலங்கள் மிகுதியாக இல்லாவிடில் படத்தின் ஒருங்கமையாமை (anisotropy) மற்றும் காந்த நீக்கும்புலன்களால் மிகச் சிக்கலான செயல்பாடுகளின் மூலமாகவே காந்தத்தன்மை திரும்பும். தொடர்பற்ற சுழற்சியால் காந்தத்தன்மையைத் திருப்புவதற்குத் தேவைப்படும் நேரம் தொடர்ச்சுழற்சியில் தேவைப்படும் நேரத்தைவிட மிகுதியாகும். எனினும் சுவர் நகர்வு திருப்பல் மிக நீண்ட நேரம் எடுக்கும்.

அமைத்தல். மின் படிவுத் தூவல், மின்னற்ற படிவு, ஆவிப் படிவு ஆகிய நுட்பங்களால் ஒரு மின் புலத்தில் காந்தப் படலங்கள் பொதுவாக உருவாக்கப் படுகின்றன.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

நூலோதி. W Landee, C. Davis, P. Albrecht *Electronics Designers Hand Book*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

காந்த வட்ட இரு நிறமை

ஒரு காந்தப் புலம் செலுத்தப்படும்போது பருப்பொருளில் (matter) தூண்டப்படுகிற ஒளியியல் விளைவின் வெளிப்பாடு காந்த வட்ட இரு நிறமை (magnetic circular dichroism) ஆகும். ஒரு வெளிக் காந்தப் புலத்தின் காரணமாக இடப் பக்கமாகவும் வலப் பக்கமாகவும் வட்ட முனைவாக்கம் பெற்ற ஒளிகளுக்குப் பருப்பொருளின் ஒளியியல் பண்புகள் வெவ்வேறாக மாறும்போது காந்த ஒளியியல் விளைவு தோன்றுகிறது. 1846 ஆம் ஆண்டில் மைக்கேல் ஃபாரடே முதன் முறையாகப் பருப்பொருளின் ஒளியியல் பண்புகளில் காந்தப் புலங்களால் மாற்றம் ஏற்படுவதைக் கண்டு பிடித்தார். காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடித் துண்டின் வழியாகக் காந்தப் புலத்திற்கு இணையான திசையில் நேர்போக்கு முனைவாக்கம் பெற்ற ஒளியைச் செலுத்தினால் அந்தக் கதிரின் முனைவாக்கத் தளம் சுழற்றப்பட்டதை அவர் கண்டார். இடப் பக்கமாகவும் வலப் பக்கமாகவும் வட்ட முனைவாக்கம் பெற்ற ஒளிகளின் ஒளி விலகு எண்களில் காந்தப் புலம் வேறுபாட்டைத் தோற்றுவிப்பதால் ஃபாரடே சுழற்சி ஏற்படுகிறது. இதைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம்.

$$\phi = \frac{\pi}{\lambda}(n_L - n_R)\, l \qquad (1)$$

இங்கு ϕ என்பது ரேடியன்களில் முனைவாக்கத் தளத்தில் ஏற்பட்ட சுழற்சி. λ என்பது ஒளியின் அலை நீளம். l என்பது ஒளியின் பயணப் பாதையின் நீளம். n_L, n_R என்பவை முறையே இடப்பக்கமாகவும் வலப் பக்கமாகவும் முனைவாக்கம் பெற்ற ஒளிகளின் ஒளி விலகு எண்கள். காந்த வட்ட இரு நிறமை ஃபாரடே சுழற்சியுடன் உடன் தோன்றும் விளைவு ஆகும். அதில் காந்தப் புலத்திற்கு இணையான திசையில் பயணம் செய்யும் ஒளிக்கதிர்களில் இடப் பக்கமாகவும் வலப் பக்கமாகவும் வட்ட முனைவாக்கம் பெற்றவற்றுக்கு வெவ்வேறு உட்கவர் குணகங்கள் (absorption coefficients) அமைகின்றன. உட்கவர் திறன் (absorbance) என்பது பின்வரும் சமன்பாட்டால் வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$A = \log_{10}(I_0/I) \qquad (2)$$

இதில் I_0, I ஆகியவை முறையே ஒளி ஓர் ஊடகத்தில் நுழைவதற்கு முன்னரும், ஊடகத்தைக் கடந்து வெளிப்பட்ட பின்னரும் பெற்றுள்ள செறிவுகள் ஆகும். ஓர் ஊடகத்தின் காந்த வட்ட இரு நிறமை பின்வருமாறு;

$$\Delta A = A_L - A_R \qquad (3)$$

மாதிரி ஊடகம் பீர்-லாம்பெர்ட் விதியைப் பின்பற்றுவதானால்,

$$\Delta A = (\Delta\epsilon)\, cl \qquad (4)$$

இங்கு $\Delta\epsilon = \epsilon_L - \epsilon_R$. இவை உட்கவரும் ஊடகத்தின் வகைப்பாடு மோலார் அவிதல் குணகம் (differential molar extinction coefficient) எனப் படுகிற அளவுகள். c என்பது மோல் லிட்டரில் ஊடகத்தின் செறிவு, l என்பது செண்டிமீட்டரில் ஒளியின் பயணப் பாதை நீளம். ΔA, $\Delta\epsilon$ ஆகியவை வழக்கமாக H என்னும் காந்தப் புல வலிமைக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும்.

ஒரு மாதிரி ஊடகம் உட்கவரக்கூடிய கதிர்களைக கொண்ட அனைத்து நிறமாலைப் பகுதிகளிலும் காந்த வட்ட இரு நிறமையைக் கொள்கை அளவில் காண முடியும். ஆயினும் நடைமுறையில் எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்வூட்டப்படுவதால் தோன்றும் உட்கவர்தலின்போது மட்டுமே இந்த நிகழ்வைக் காண முடியும். எலெக்ட்ரான்கள் சிறும ஆற்றல் நிலையிலிருந்து ஓர் உயர் ஆற்றல் நிலைக்கு உயர்த்தப்படுவது கிளர்வூட்டல் எனப்படும். எனவே காந்த வட்ட இரு நிறமை ஆய்வுகள் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளிக் கதிர்களையும், புற ஊதாக் கதிர்களையும் மட்டுமே பயன்படுத்திச் செய்யப்படுகின்றன. காந்த வட்ட இரு நிறமை பின்வருமாறு அளவிடப்படுகிறது.

ஒளி முதலில் ஒற்றை நிறமுள்ளதாக வடிகட்டப் பட்டுப் பின்னர் நேர்போக்கில் முனைவாக்கம் செய்யப் படுகிறது. அடுத்து அது ஒரு கருவியின் வழியாகச்

செலுத்தப்பட்டு இடப்பக்கமும் வலப்பக்கமும் வட்ட முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட கதிர்களாகப் பண் பேற்றம் செய்யப்படுகிறது. இவை ஒரு காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள மாதிரி ஊடகத்தின் வழியாகச் சென்று ஒரு துலக்கியை அடைகின்றன. மாதிரி ஊடகம் காந்த வட்ட இரு நிறமைத் தன்மை கொண்டதாக இருந்தால் துலக்கியில் பதிவாகும் செறிவில் ஒளிப் பண்பேற்றம் செய்யப்படும் அதிர் வெண்ணுக்குச் சமமான அதிர்வெண்ணுடன் அதிர்வு செய்கிற ஓர் ஆக்கக் கூறு காணப்படும். கட்டம் (phase) உணரும் துலக்கி உத்திகளைப் பயன்படுத்தி ஏற்ற நுண்ணுணர்வுடன் அந்த ஆக்கக்கூறு கண்டு பிடிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் 10^{-5} அளவுக்குச் சிறிய ΔA மதிப்புகளை அளவிட முடியும்.

ஒரு காந்தப் பருப்பொருளின்மேல் உண்டாக்கும் ஒரு விளைவின் காரணமாகக் காந்த இரு நிறமை தோன்றுகிறது. அதற்கும் பிற காந்த நிகழ்வுகளுக்கும் குறிப்பாக, சீமென் விளைவு, காந்த ஏற்புத் திறன் ஆகியவற்றுக்கும் இடையில் நெருக்கமான தொடர் புள்ளது. காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தும்போது நிற மாலை வரிகள்பிளவுபடுவது சீமென் விளைவு (Zeeman effect) எனப்படுகிறது.

சீமென் விளைவிலிருந்து காந்த வட்ட இரு நிறமைதோன்றுவதைப் பின்வரும் எடுத்துக்காட்டால் விளக்கலாம். ^1S என்னும் சிறு ஆற்றல் மட்டத்திலுள்ள ஓர் அணுவையும், எலெக்ட்ரான் மாற்றத்தால் ஏற்பட்ட ^1P என்னும் கிளர்வுற்ற மட்டத்தையும் எடுத்துக் கொள்ளலாம். காந்தப் புலத்தைச் செலுத்தினால் கிளர்வுற்ற மட்டம் மூன்று ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரியும். வட்ட முனைவாக்கம் அடைந்த ஒளிக்கு இவற்றில் இரண்டு ஆக்கக் கூறுகளுக்கு மட்டுமே எலெக்ட்ரான் மாற்றம் அனுமதிக்கப்படுகிறது. இடப் பக்கமான வட்ட முனைவாக்கத்திற்கு ஒன்றும் வலப் பக்கமான வட்ட முனைவாக்கத்திற்கு ஒன்றுமாக இரண்டு மாற்றங்கள் மட்டுமே நடைபெற முடியும். சீமென் விளைவின் காரணமாக இம்மாற்றங்கள் வெவ் வேறு அதிர்வெண்களில் நடைபெறுகின்றன. எனவே இட, வல வட்ட முனைவாக்கம் கொண்ட ஒளிகள் உட்கவரப்படுவது வெவ்வேறு அளவில் இருக்கும். இதுவே காந்த வட்ட இரு நிறமை ஆகும்.

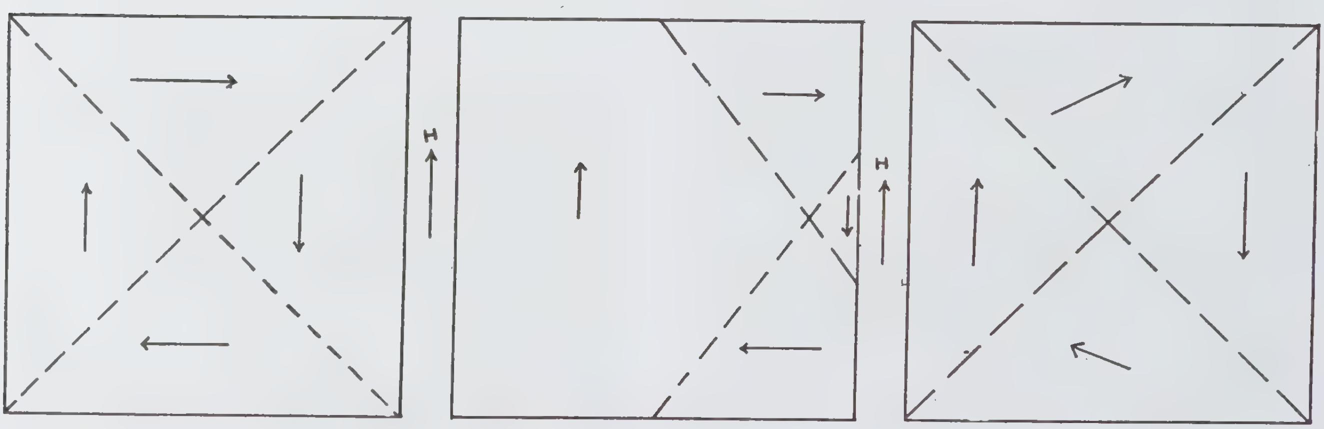
காந்த வட்ட இரு நிறமை எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் மட்டங்கள், மூலக்கூறுகளின் ஆற்றல் மட்ட மாற்றங் கள், படிகங்களிலுள்ள உலோக அயனிகள், நிற மையங்கள் போன்ற மாசுகள், காந்தத் திண்மங்கள், புரதம், நூக்ளிக் அமிலம் போன்ற உயிரியல் அமைப்பு கள் ஆகியவற்றை ஆராயப் பயன்படுகிறது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி B.D. Cullity, *Introduction to Magnetic Materials*, Addison-Wesley Company, California, 1972.

காந்த வட்டாரங்களும் குமிழ்களும்

நூற்றுக்கணக்கான உலோகக் கலவைகளும், உலோக ஆக்சைடுகளும் ஃபெரோ காந்தப் பண்புடையன வாகக் காணப்பட்டாலும், தனிமங்களில் இரும்பு,

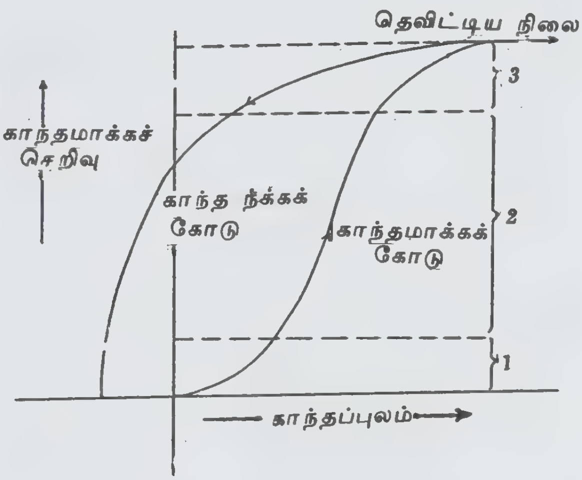


(அ) காந்த வட்டாரங்களும் பொருளின் காந்தமற்ற நிலையும் (ஆ) காந்தமாக்கமும் காந்த வட்டார வளர்ச்சியும் (இ) காந்தமாக்கமும் காந்த வட்டாரச் சுழற்சியும்

நிக்கல், கோபால்ட், கடோலினியம், டிஸ்புரோசியம் என்பவையே அப்பண்பைக் கொண்டுள்ளன. டயா, பாரா காந்தங்களைப் போலல்லாமல் ஃபெரோ காந்தங்கள் வலிமையான காந்த ஏற்புத்திறனுடன் உள்ளன. ஃபெரோ கியூரி வெப்பநிலை எனப்படும் ஒரு சிறப்பு வெப்பநிலைக்கு மேல் ஃபெரோ காந்தம், பாரா காந்தமாக மாறிவிடுகிறது. ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களின் காந்தப் பண்புகளை விளக்க, 1907 இல் வெயிஸ் என்பார் காந்த வட்டாரம் (magnetic domain) என்னும் கருத்தை வெளியிட்டார். இதன் படி ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களில் உள்ள அணு அல்லது துகள்களால் உண்டாக்கப்படும் வலிமையான மூலக்கூற்றின் புலத்தால் (molecular field) அவை முனைவாக்கம் செய்யப்படுகின்றன என்றும், புறத் தூண்டலற்ற நிலையில் பொருள் முழுதும் இந்த முனைவாக்கம் சீராக இருப்பதில்லை என்றும், சிறு சிறு வட்டாரங்களாக வகுக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு வட்டாரத்திலும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் முனை வாக்கம் முழுமையாக இருக்கும் என்றும் கூறலாம்.

இவ்வாறு ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களில் அணு அல்லது துகள்கள் முனைவாக்கம் செய்யப்படுவது தன்னியல் காந்தமாக்கம் (spontaneous magnetization) எனப்படுகிறது. பொருளின் காந்தமற்ற நிலையை, வெவ்வேறு திசைகளில் முழுமையாக முனைவாக்கம் பெற்ற காந்த வட்டாரங்களின் கூடுதல் காந்தமாக்கம் (total magnetization), பொருளின் காந்தமற்ற நிலையில் பூஜ்யமாகும் என்பதால் விளக்க முடியும் (படம் 1 அ). ஒரு புறக் காந்தப் புலத்தால் ஃபெரோ காந்தப் பொருள் காந்தமாக்கப்படும் போது, அது ஒரு காந்த வட்டாரத்தின் அழிவால் மற்றொரு காந்த வட்டாரம் வளர்ச்சி பெறுவதன் மூலமாகவோ (படம் 1 ஆ) காந்த வட்டாரத்தின் சுழற்சி மூலமாகவோ (படம்1 இ) ஏற்பட முடியும். பொதுவாக முன்னது வலிமை குறைந்த புலத்திலும், பின்னது வலிமை மிகுந்த புலத்திலும் நிகழ்கின்றன என்று கூறலாம்.

தயக்கக் கண்ணி (hysteresis loop) வரைபடத்திலிருந்து (படம் 2) காந்த வட்டாரத்தின் கட்டமைப்பு ஒரு ஃபெரோ காந்தப் பொருளின் பண்புகளை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதை அறியலாம். தாழ்ந்த புலச்செறிவில், புலத் திசையிலேயே முனைவாக்கம் பெற்றுள்ள காந்த வட்டாரம், அவ்வாறில்லாத காந்த வட்டாரங்களை அழித்து வளர்ச்சி பெறுகிறது. வாய்ப்பான காந்த வட்டாரத்தின் எல்லை மட்டும் வளர்ச்சி பெறுவதால் சிறிதளவே காந்தமாக்கச்செறிவு அதிகரிக்கிறது. இது தயக்கக் கண்ணியின் தொடக்க நிலையில் குறிப்பிடப்படுகிறது. எல்லைப் பெயர்ச்சி குறைவாக இருப்பதால், இயல்நிலை வட்டார அமைப்பை மீளப் பெறக்கூடியதாக உள்ளது. சற்றுக் கூடுதலான காந்தப் புலச் செறிவில், பல்வேறு வட்டாரங்களும் காந்தமாக்கலுக்கு உட்படுகின்றன. அதனால் காந்தமாக்கச் செறிவு, புலச் செறிவு அதிகரிக்க விரைந்து அதிகரிக்கிறது. உயர் புலச் செறிவில், எல்லைப் பெயர்ச்சியும் கூடுதலாக இருப்பதால், இயல்நிலை அமைப்பை மீளப் பெற முடியாது போகிறது. காந்தப் புலத்தால் காந்த வட்டாரங்கள் அனைத்தும் புலத் திசையில் முனைவாக்கம் செய்யப்படும்போது, எளிதாக அணுகத்தக்க நிலையோடு அவை நின்று விடுகின்றன. மேலும் கூடுதலான புறக் காந்தப் புலம், காந்த வட்டாரங்களை முறுக்கி, அவற்றை முழுமையாகப் புலத்திசையிலேயே முனைவாக்கம் செய்கிறது.



படம் 2.

(1) **காந்த வட்டார வளர்ச்சியால் காந்தமாக்கம் (மீள்வுறு எல்லைப் பெயர்ச்சி)**
(2) **காந்த வட்டார வளர்ச்சியால் காந்தமாக்கம் (மீள்வுறா எல்லைப் பெயர்ச்சி)**
(3) **காந்த வட்டாரச் சுழற்சியால் காந்தமாக்கம்**

ஒரு பொருள் தூய்மையானதாகவும், ஒரு படித்தானதாகவும் (homogeneous) இருக்கும்போது, எல்லைப் பெயர்ச்சி நிகழும் வாய்ப்பு மிகுதியாக உள்ளது. எனவே இப்பொருள்கள் உயரளவு காந்த உட்புகுதிறன் (permeability) கொண்டனவாக விளங்கும். இப்பொருள்களே மின் மாற்றிகளின் (transformer) உள்ளகங்களுக்கு (core) ஏற்ற பொருள்களாகும். பலபடித்தானதாகவும் (heterogeneous) நுண் துகள்களால் ஆனதாகவும் பொருள் இருக்கும்போது, எல்லைப் பெயர்ச்சி கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இத

னால் பொருள் காந்தப் பண்பைத் தக்க வைத்துக் கொள்ளும் தன்மையை மிகுதியாகப் பெறுகிறது. இப்பொருள்களே நிலைக்காந்தங்களுக்குப் பயனுள்ளவை. அதனால்தான் நிலைக்காந்தங்களுக்குக் கலப்பு உலோகங்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

காந்த வட்டாரக் கட்டமைப்புகளுக்கான ஆய்வுச் சான்றுகள். காந்தத்தூள் பாங்கம் (magnetic powder pattern) என்னும் ஆய்வு மூலம் 1931 இல் பிட்டர் என்பார் காந்த வட்டாரங்கள் இருப்பதை நிறுவினார். காந்த வட்டார அமைப்பு, ஃபெரோ காந்தப் படிகத்தின் புறப் பரப்புகளில் உள்ள புலச் செறிவில் சீரிசை மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. சிறிய காந்த இருமுனைகளைக் (magnetic dipole) கூழ்மக் (colloidal) கரைசலிலிருந்து படிகத்தின் புறப் பரப்புகளில் படிய வைக்கின்றனர். காந்த வட்டாரத்தின் வட்டாரப் புலத்தால் அவை தாக்கமுறுவதால் படியும்போது ஒரு பாங்கத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. படிகப் பரப்பு மற்றும் படியும் துகள்களுக்கிடையே குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு இருந்தால், படியும் துகள்கள் விரவி இருக்கும் பாங்கத்தை நுட்பமான நுண்ணோக்கி மூலம் எளிதாகப் படம்பிடித்துக் கண்டுணர முடியும். குறைந்த பாகு நிலைக் குணகமுடைய ஆல்ஹகால் போன்ற நீர்மங்களில் கூழ்மமாக உள்ள இரும்பு அல்லது இரும்பு ஆக்சைடு கரைசல்களைப் பயன்படுத்தும்போது, ஆல்ஹகால் உடன் உலர்ந்து விடுவதால், படிகத்தின் புறப்பரப்பில் கூழ்மத் துகள்கள் விரைந்து படிந்து விடுகின்றன. அவ்வாறு படியும்போது காந்த வட்டாரங்களின் வலிமையான காந்தப் புலத்தால் தாக்கமுறுவதால் அவை காந்த வட்டாரச் சுவர்களில் செறிவாகப் படிந்துவிடுகின்றன. இதனால் காந்த வட்டாரத்தின் வடிவமைப்பை அறிய இயலும்.

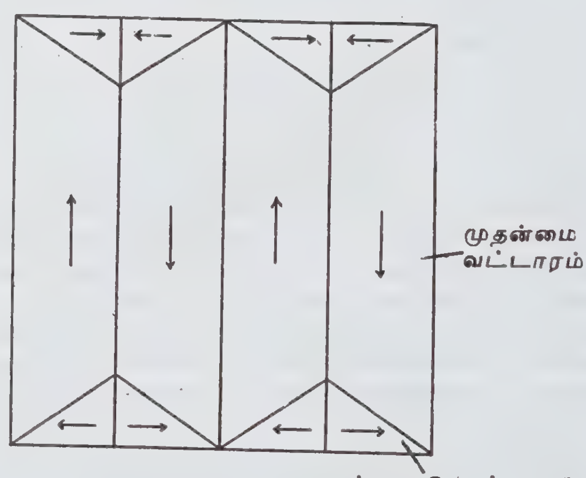
ஃபௌலர் மற்றும் ஃபிரையர் என்போர் காந்த வட்டாரங்களை அறியப் புதிய வழிமுறை ஒன்றைக் கண்டறிந்தனர். இம்முறை தள முனைவாக்கம் செய்யப்பட்ட ஒளியைக் காந்த வட்டாரங்களால் எதிரொளிக்கச் செய்து பகுப்பான் (analyser) மூலம் பதிவு செய்வதாகும். கெர் காந்த ஒளியியல் விளைவு காரணமாகத் தளவாக்க ஒளியின் தளம், எதிரொளிப்பின் போது, எதிரொளிப்புத் தளத்தின் காந்தமாக்கத் தரத்திற்கு ஏற்றவாறு சுழற்சிக்கு உள்ளாகிறது. இச்சுழற்சியைப் பகுப்பான் மூலம் அளவிட்டறிந்து காந்த வட்டாரங்களை இனங்காண முடியும்.

படிகத்தின் புறப்பரப்பில் ஒரு கண்ணாடி இழையைக் கொண்டு ஒரு மெல்லிய கீறலை ஏற்படுத்தி, காந்த வட்டாரத்தில் காந்தமாக்கத் திசையை அறிய முடியும். கீறல், காந்தமாக்கத்திசைக்கு இணையாக இருக்கும்போது, முனைகளில் தனித்த காந்த முறை எதுவுமில்லாத அது ஒரு குறுகலான உட்புழையாகி (cavity) விடுகிறது. அதனால் காந்தத்துகளின் பாங்கம் மாறுவதில்லை. ஆனால் கீறல் செங்குத்தாக இருக்கும்போது அதன் பக்க விளிம்போரங்கள், தூண்டல் காரணமாகக் காந்த முனைகளைப் பெறுகின்றன. இது பாங்கத்தின் அமைப்பை ஓரளவு சீர்குலைத்து விடுகிறது.

காந்த வட்டாரங்களின் தோற்றம். சமநிலையில் இருக்கும் ஓர் அமைப்பின் மொத்த ஆற்றல், எப்போதும் சிறுமமாக இருக்கும் என்னும் வெப்ப இயக்கவியல் நெறியிலிருந்து காந்த வட்டாரங்களின் தோற்றத்தைப் புரிந்து கொள்ள முடியும். ஒரு ஃபெரோ காந்தப் பொருள், பரிமாற்ற ஆற்றல், காந்தப்புல ஆற்றல், திசையொவ்வாப் பண்பாற்றல் (anisotropy energy) என்று மூன்று வகையான ஆற்றல்களைப் பெற முடியும்.

பாலியின் தவிர்க்கை விதிக்கு (Pauli's exclusion principle) உட்பட்டுப் பங்கீட்டைப் பெற்றிருக்கும் அணு எலெக்ட்ரான்கள், அவற்றின் சார்புச் சுழற்சி காரணமாக ஓர் இடையீட்டுச் செயலை ஏற்படுத்துகின்றன. இதன் விளைவாகப் பரிமாற்று ஆற்றல் விளைகிறது. இரு அணுக்களின் தற்சுழற்சி இணையாக இருக்கும்போது, இவ்வாற்றலின்மதிப்புக் குறைவாக உள்ளது. இது பொருள்களின் ஓரினக் காந்த வட்டாரம் (single domain) அமைவதற்கு மிகுதியான வாய்ப்பைப் பெற்றுள்ளது என்பதைப் புலப்படுத்துகிறது.

பொருள் காந்தமாக்கப்படும்போது அதன் இரு முனைகளில் தனித்த காந்த முனைகள் ஏற்படுகின்றன. இது புறவெளியில் ஒரு காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்தவல்லது. இப்புலத்தின் ஆற்றலே பொருளின் காந்தப்புல ஆற்றலாகும். இது பொருளின் ஆற்றலில் பெரும்பங்கு பெறும். பொருளின் பருமன்



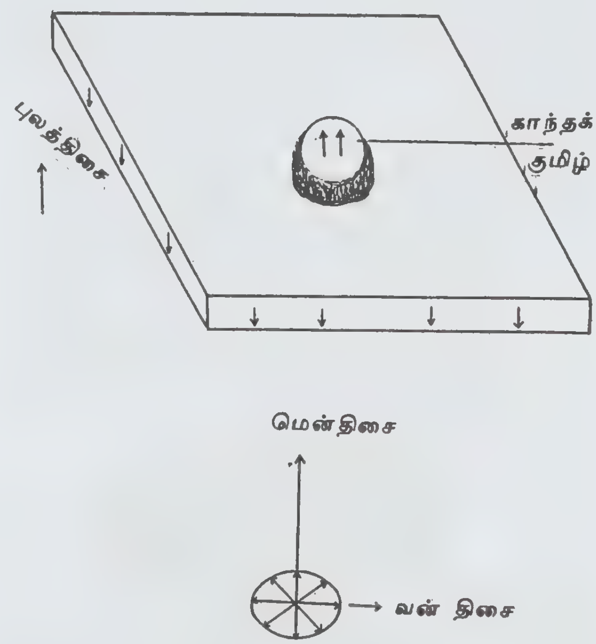
படம் 3

எவ்வளவுகுறைவாக உள்ளதோ அவ்வளவு குறைவாக இவ்வாற்றலும் இருக்கும். காந்தப் புல ஆற்றலைத் தாழ்த்திக் கொள்ள, ஒரு காந்த வட்டாரம் சிறப்பு வடிவமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்கிறது. இதன் மூலம் பரந்த ஓரின வட்டாரம் சிறு சிறு பல்லின வட்டாரங்களாக வகுக்கப்படுகின்றன. இவற்றை முதன்மை வட்டாரம் (prominant domain) என்பர். மேலும் படிகத்தின் இரு முனைகளிலும் முப்பட்டக வடிவக் காந்த வட்டாரங்கள் ஏற்படுகின்றன. இச் சிறப்புக் காந்த வட்டாரத்தைக் காந்த மூடு வட்டாரம் (closure domain) என்பர் (படம் 3). காந்த மூடு வட்டாரத்தை ஏற்படுத்தத் தேவையான ஆற்றல், படிகத்தின் திசையொவ்வாப் பண்பைப் பொறுத்தது.

தயக்கக் கண்ணியின் அமைப்பு, எடுத்துக் கொள்ளப்படும் படிகத்தின் அச்சைப் பொறுத்து அமைகிறது. இரும்பு ஓரினப் படிகத்தில் (single crystal of iron) காந்தத் தெவிட்டுதலை (saturation) ஏற்படுத்த (111) திசையில் (100) திசையை விடக் கூடுதலான புறக் காந்தப் புலம் தேவைப் படுகிறது. இதனால் இரும்பின் (100) திசையை எளிதில் அணுகத்தக்க மென்திசை (easy direction) (111) திசையை எளிதில் அணுகவொண்ணா வன்திசை (hard direction) என்றும் கூறுவர். நிக்கலில் (111) திசை, மென் திசையாகவும், (100) திசை, வன் திசையாகவும் உள்ளன. கோபால்ட்டில் அறுமுகப் படிக அச்சு (hexagonal crystal axis) மென் திசையாக உள்ளது. இரும்பும் நிக்கலும் கன சதுர வடிவப் படிகங்கள் என்றாலும் இரும்பில் படிக விளிம்புகள் மென் திசைகளாகவும், நிக்கலில் மூலை விட்டங்கள் மென் திசைகளாகவும் விளங்குகின்றன. இரும்பிலும் நிக்கலிலும், மென் திசைகளில் காந்தமாக்கப்பட்ட முதன்மைக் காந்த வட்டாரங்களும், காந்த மூடு வட்டாரங்களும் இருக்கும். கோபால்ட்டில் காந்த மாக்கப்பட்ட முதன்மை வட்டாரங்கள் மென் திசையிலும், காந்த மூடு வட்டாரங்கள் வன் திசை யிலும் அமைந்திருக்கும். மென் மற்றும் வன் திசைகளில் காந்தமாக்கத்தை ஏற்படுத்தும்போது, வன் திசையில் காந்தமாக்கத்தை ஏற்படுத்தத் தேவைப்படும் கூடுதல் ஆற்றல், திசையொவ்வாப் பண்பாற்றல் எனப்படும்.

ஓரினப் படிகம் பல காந்த வட்டாரங்களாக வகுக்கப்படுவதால், அதன் மொத்த ஆற்றல் தாழ்வுறு கிறது என்றாலும் வரம்பெதுவுமின்றிக் காந்த வட்டாரங்களாகத் தொடர்ந்து வகுக்கப்படுவது இயலாததாகும். ஏனெனில் ஒருகாந்த வட்டாரத்தைப் புதிதாக ஏற்படுத்தும்போது, ஓர் எல்லைச் சுவரை ஏற்படுத்த வேண்டியுள்ளது. இந்த எல்லைச் சுவரைப் ப்ளோச் சுவர் என்பர். இருவேறு காந்த வட்டாரங்களைப் பிரிக்கும் சுவரின் தடிப்பு ஏறக் குறைய 1000 Å அளவு இருக்கும் என மதிப்பிட்டுள்ள னர். எல்லைச் சுவரை ஏற்படுத்தத் தேவைப்படும் ஆற்றல், வகுக்கப்படுவதால் ஏற்படும் ஆற்றல் குறைவைவிட மிகுதியாக இருக்கும் வரையே, புதிய காந்த வட்டாரங்களை ஏற்படுத்த முடியும். ஒரு காந்தப் பொருளில் இருக்கக்கூடிய காந்த வட்டாரங் களின் எண்ணிக்கையும் வடிவமைப்பும் பெரிதும் படிக அமைப்பைப் பொறுத்தன. ஒரு காந்த வட்டா ரத்தின் பருமன் 10^{-5} முதல் 10^{-9} m^3 என்னும் நெடுக்கையில் காணப்படுகிறது.

காந்தக் குமிழ். சிறிய உருளை வடிவக் காந்த வட்டாரத்தை ஓரச்சுக் காந்தப் பொருளால் ஆன (uniaxial magnetic material) ஒரு சிறிய படிகத் தட்டில் ஏற்படுத்தி நிலைப்படுத்த முடியும் (படம் 4). இதைக் காந்தக் குமிழ் (magnetic bubble) என்று



படம் 4

கூறுவர். புள்ளி விவரங்களைத் தொகுத்து நினைவு கூரும் திறன் இவ்வமைப்பிற்கு மிகுதி என்பதால், கணிப்பொறிகளில் இது பயனுள்ளதாக உள்ளது. பொதுவாகக் குமிழின் ஆரம் ஏறக்குறைய 10 μm ஆக இருக்கும். படிகத் தட்டின் பயன் தரு தடிப்பும் ஏறக் குறைய இவ்வளவினதாக இருக்கும். குமிழ்நிலைப் படுத்தப்படுவது, படிகத் தட்டின் தடிப்பு, குமிழின் ஆரம், குமிழின் காந்தப்புல ஆற்றல், திசை யொவ்வாப் பண்பாற்றல் இவற்றைப் பொறுத்தது. $YFeO_3$ போன்ற அருமண் ஆர்த்தோ இரும்புக் கலப்பு உலோகங்கள் காந்தக் குமிழ்களுக்குத் தகுந்த பொருள் களாக விளங்குகின்றன. இதில் குமிழின் ஆரம்

2×10^{-5} மீ ஆகும். காந்தப் புலத்தின் செறிவு ஒரு மாறுநிலை மதிப்பிற்குக் குறைவாக இருக்கும்போது வட்ட வடிவக் குமிழ்நிலையாக இருப்பதில்லை. $YFeO_3$ என்னும் ஃபெரோ காந்தப் பொருளுக்கு மாறு நிலை காந்தப் பாயச்செறிவு ·33 G ஆகும்.

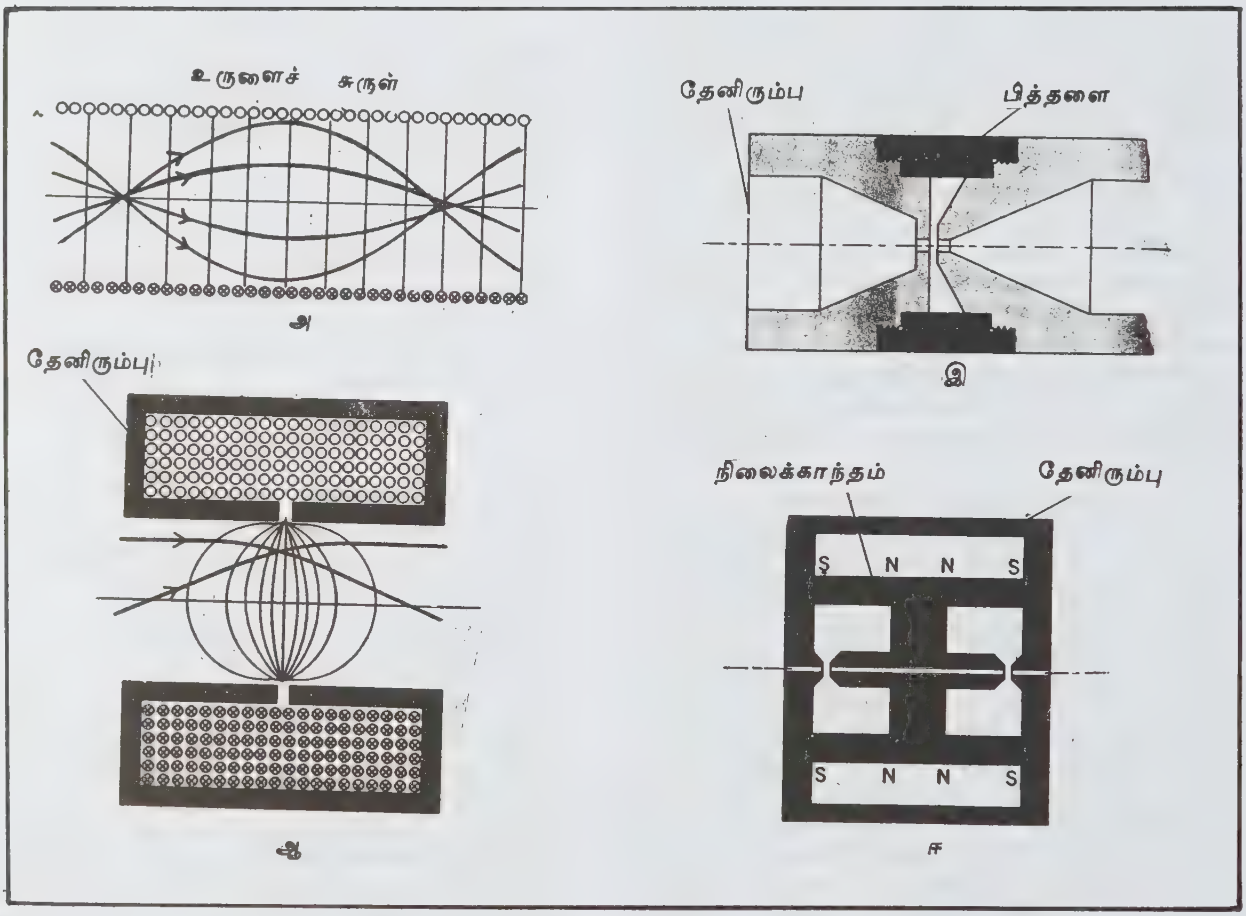
ஃபெரோ காந்தப் பொருள்களல்லாமல் எதிர் இரும்பியல் காந்தம் (antiferro magnetics), தன்னியல் மின் முனைவாக்கமுடைய ஃபெரோ மின் பொருள் (ferro electrics) மற்றும் எதிர் ஃபெரோ மின் பொருள் (antiferro electrics) ஃபெரோ நீட்சிப் பொருள் (ferro elastics), மிகைக் கடத்திகள் (super conductors) வலிமையான டி ஹாஸ் - வான் ஆல்பன் விளைவிற்கு உட்பட்ட உலோகங்களிலும் வட்டாரம் என்னும் அமைப்புக் குறிக்கப்படுவதுண்டு. இதன் மூலம் பொருள்களின் தன்னியல் சார்ந்த பண்பு களைத் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ள முடியும்.

- மெ. மெய்யப்பன்

நூலோதி. A. J. Dekker, *Solid State Physics*, The Macmillan Press Ltd. London, 1981 ; M. I. Kaganov V. M. Tsukernik, *The Nature of Magnetism*, Mir Publishers, Moscow, 1985.

காந்த வில்லை

சீரான திசைவேகம் கொண்ட மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களின் கற்றைகளைக் குவிக்கவும், அத்தகைய கற்றைகளின் பாதைகளில் வைக்கப்பட்ட பொருள் களின் உருத் தோற்றங்களை உண்டாக்கவும் கூடிய அச்சுச் சமச்சீர்மை கொண்ட ஒரு காந்தப்புலம் காந்த வில்லை (magnetic lens) எனப்படும். காந்த எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கிகளில் குவி வில்லைகளாக வும் (condenser lens) பொருளருகு வில்லை (objec-



காந்த வில்லைகள்

அ) சீரான காந்தப்புலம் ஆ) கம்பிச்சுருளின் மேலுள்ள தேனிரும்பு உறை இடைவெளியில் சிறிய காந்த வில்லை உருவாக்கப் படுகிறது. இ) காந்த எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கியின் பொருளருகு வில்லைகளாகச் செயல்படும் துருவத் துண்டுகள் ஈ) நிலைக்காந்தத்தால் கிளர்ச்சியூட்டப்படும் இரட்டைக் காந்தவில்லை.

tive lens) அமைப்புகளாகவும், வீழ்த்தி வில்லை (projection lens) அமைப்புகளாகவும், எதிர்மின் முனைக் கதிர்க் குழாய்களின் எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கி களில் இறுதிநிலைக் குவியப்படுத்தும் வில்லைகளாக வும் (final focusing lens), திசைவேக நிரலியல் வரைவிகளில் குறிப்பிட்ட திசைவேகமுள்ள மின் துகள் குழுக்களைத் தெரிவு செய்வனவாகவும் காந்த வில்லைகள் பயன்படுகின்றன.

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு காந்த வில்லை களை உருவாக்க, மின்னோட்டம் பாயும் உருளைச் சுருள் கம்பிகள் அல்லது திருகு சுருள் கம்பிகள் அடங்கிய அமைப்புகளை அல்லது தேனிரும்பு போன்ற உயர்ந்த காந்த உட்புகு திறன் கொண்ட உலோகத்தாலான உறைக்குள் வைத்து மூடப் பட்ட மின்சுருளால் கிளர்வூட்டப்படுகிற அச்சுச் சமச்சீர்மையுள்ள காந்தமுனைகளை அல்லது நிலைக் காந்தங்களால் கிளர்வூட்டப்படுகிற ஒரே குறித் தன்மையுள்ள காந்த முனைகளைப் பயன்படுத்தலாம். இறுதியில் குறிப்பிடப்பட்ட இரண்டு எடுத்துக்காட்டு களில் மின்னகங்களும் காந்தமுனைகளும் அச்சைச் சூழ்ந்துள்ள ஒரு குறுகலான பகுதியில் காந்தப் புலத் தைக் குவிக்க உதவுகின்றன.

காந்த வில்லைகள் எப்போதும் மின்னூட்டம் பெற்ற துகள் கற்றைகளைக் குவிப்பவையாகவே அமைந்திருக்கும். நிலை மின் வில்லைகளும், கண்ணாடி வில்லைகளும் செயல்படும் விதத்திலிருந்து காந்த வில்லைகளின் செயல்பாடு மாறுபட்டுள்ளது. காந்த வில்லைகள் மின்துகள் கற்றைகளைக் குவிப்பதுடன் உருத்தோற்றத்தைச் சுழற்றவும் செய்கின்றன. ஒரு நீண்ட உருளைச் சுருளுக் குள் அமைந்துள்ள ஓர் எளிய சீரான காந்தப் புலம் உருத்தோற்றத்தைச் சரியாக 180° சுழற்று கிறது. இவ்வாறு ஒரு சீரான காந்தப் புலம் அதன் அச்சில் அமைந்திருக்கும் ஒரு பொருளின் நேரான உருத்தோற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. உருத்தோற்றம் பொருளுக்குச் சமமான பரிமாணம் கொண்டிருக்கும். அதாவது அதன் உருப்பெருக்கம் ஒன்றுக்குச் சமம். அது பொருளிலிருந்து $(8\pi^2 M\phi/eB^2)^{\frac{1}{2}} = 2\ 1.08\phi^{\frac{1}{2}}\ B$ என்னும் தொலைவில் அமையும். இங்கு m என்பது துகளின் நிறை. e என்பது மின்னூட்டம். ϕ என்பது துகள்களை முடுக்கும் மின்னழுத்தம். B என்பது புலத்தின் ஒரு சமச்சீர்மை அச்சின் மீதான காந்தத் தூண்டல். ϕ வோல்ட்டிலும் B காஸிலும் அளவிடப் படும்போது எலெக்ட்ரான்களுக்கு எண் குணகம் 21.08 ஆக இருக்கும்.

சிறிய காந்த வில்லைகளுக்கு அல்லது குவியத் தொலைவைவிட மிகவும் சிறியதாக உள்ள வில்லைப் புலங்களுக்கு உருப்பெருக்கம், உருத்தோற்றத்தின் இருப்பிடம் ஆகிய இரண்டும் பொருளின் இருப் பிடத்தைப் பொறுத்து அமையும். அவற்றின் குவியத் தொலைவைப் பின்வரும் சமன்பாடு அளிக்கிறது.

$$\frac{1}{f} = \frac{e}{8m\phi}\int B^2 dz - \frac{0.022}{\phi}\int B^2.\ dz/\text{செமீ}$$

இங்கு z அச்சு, சமச்சீர்மை அச்சாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. தொகையீடு சமச்சீர்மை அச் சிற்கு இணையாக அமைந்த வில்லைப் புலத் தின் முழு நெடுக்கத்திற்கும் கணக்கிடப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான்களுக்கு எண் குணகம் 0.022 ஆகும். அதே சமயத்தில் புலம், உருத்தோற்றத்தை θ என்னும் கோணத்தில் சுழற்றுகிறது.

$$\theta = \left(\frac{e}{8m\phi}\right)^{\frac{1}{2}}\int B dz = \frac{0.147}{\phi^{\frac{1}{2}}}\int B dz$$

இவ்வாறு ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அமைந்த இரண்டு ஒரே மாதிரியான சுருள்களில் எதிர் எதிரான திசைகளில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்போது உண்டாகும் காந்த வில்லைப் புலம் உருத்தோற் றத்தைச் சுழற்றாது. ஒரு சிறிய காந்த வில்லைக்குச் சான்றாக ஒற்றைச் சுற்று கொண்ட ஒரு வட்டமான கம்பி வளையத்தைக் கூறலாம். அதன் ஆரம் r, அதில் ஓடும் மின்னோட்டம் I எனில் அதன் குவியத் தொலைவு $f = 96.8\ r\phi/I^2$. இங்கு ϕ என்பது வோல்ட்டிலும், I என்பது ஆம்பியரிலும் அளவிடப்படு கின்றன. உருத்தோற்றம் $\theta = 0.185 I/\phi^{\frac{1}{2}}$ ரேடியன் என்னும் கோணத்தில் சுழற்றப்படுகிறது.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. W. Landee, C. Davis, P. Albrecht, *Electronics Designers Hand Book*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

காந்த வேதியியல்

தனிமங்களில் உள்ள அணுக்களின் அமைப்பிற்கும், சேர்மங்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளின் அமைப்பிற்கும், காந்தப் புலத்திற்கும் உண்டான தொடர்பு ஆராயப் படுவதே காந்த வேதியியல் (magneto chemistry) எனப்படும்.

காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்படும் பொருள் காந்தத் தூண்டலைப் பெறுகிறது. H என்பது காந்தப் புலத்தின் வலிமை என்றால் அதில் வைக்கப் வைக்கப்படும் பொருள் பெறும் காந்தத் தூண்டலைப் (B) பின்வரும் சமன்பாட்டால் விளக்கலாம்.

$$B = H + 4\pi I$$

இங்கு $\frac{I}{H}$ என்பது κ எனக் குறிக்கப்பெறும். காந்த ஏற்புத்திறன் (magnetic susceptibility) κ என்பது ஓர் அலகு பருமனின் காந்த ஏற்புத் திறனைக் குறிக்கும்.

ஓர் அலகு நிறை உள்ள பொருளின் காந்த ஏற்புத் திறனைக் குறிக்க $k/D = \chi$ என்னும் குறியீடு பயன் படுத்தப்படுகிறது. இங்கு D என்பது பொருளின் அடர்த்தியைக் குறிக்கும்.

காந்தப் புலத்தில் வைக்கப்பட்ட பொருள் பெறும் காந்தப் புலச் செறிவு (intensity of magnetisation) அதே புலத்தில் வெற்றிடத்தில் அது பெறும் அளவை விட மிகுதியாகவோ குறைவாகவோ இருக்கும். மிகுந் திருப்பின், அப்பொருள் பாரா காந்தத் (ஈர்ப்பு) தன் மையைப் பெற்றுள்ளது என்றும், குறைந்திருப்பின் டயா காந்தத் (விலக்க) தன்மையைப் பெற்றுள்ளது என்றும் பொருள்.

பொதுவாகப் பொருள்கள் பெற்றுள்ள காந்த விலக்கத் தன்மையின் அளவு (magnitude) 10^{-6}-10^{-5} வரை இருக்கும். டயா காந்தத் தன்மை அனைத்துப் பொருள்களின் அடிப்படைப் பண்புகளில் ஒன்றாகும். மாறாக ஒரு சேர்மம் பாரா காந்தத் தன்மையைப் பெற வேண்டுமானால், அதன் இயைபு உறுப்பு களான அணுக்கள் அல்லது அயனிகள், அவற்றின் சாதாரண நிலையிலேயோ கிளர்வுகொள் நிலை யிலேயோ நிலையான காந்தத் திருப்புத் திறனைப் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். ஒரு பொருள் ஒரு நிலை யான காந்தத் திருப்புத் திறனைப் பெற வேண்டு மானால், ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒற்றை எலெக்ட்ரான்கள் அதில் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். பாரா காந்த ஏற்புத் திறனின் மதிப்பு 10^{-4} - 10^{-3} ஆக இருக்கும்.

இரும்பு போன்ற சில தனிமங்கள் ஃபெர்ரோ காந்தத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும். பாரா காந்தத் தன்மையை உடைய பல அணுக்கள், அவற் றின் காந்தத் திறனுக்கு இணையான முறையில் அமைந்து, அப்பொருள் பெருமதிப்புடைய நிகர காந்தத் தன்மையைப் பெறுவதுண்டு. இத்தன்மையே ஃபெர்ரோ காந்தத்தன்மை எனப்படும். மாறாக, மாங்கனீஸ் போன்ற தனிமத்தின் பாரா காந்தத் தன்மையைப் பெற்றுள்ள அணுக்கள் எதிரான முறையில்-அதாவது ஒன்றின் காந்தத் திறனை மற்ற அணு அழிக்கும் வகையில் ஒன்று சேர்ந்து, மிகக் குறைவான நிகர காந்த ஏற்புத்திறனைப் பெற்றி ருக்கும். இந்நிகழ்ச்சியே ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மை (anti ferromagnetic) எனப்படும்.

பொதுவாக டயா காந்த ஏற்புத்திறன், பொருளின் வெப்ப நிலையையோ பொருள் வைக்கப் பட்ட காந்தப் புலத்தின் வலிமையையோ சார்ந்த தன்று. ஆனால் பாராகாந்த ஏற்புத்திறன் பொருளின் தனி வெப்பநிலைக்கு எதிர் விகிதத் தொடர்புடையது எனினும் பொருள் வைக்கப்பட்ட காந்தப் புலத்தின் வலிமையைச் சார்ந்ததன்று. மாறாக, ஃபெர்ரோ காந்தத்தன்மையும், ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மையும் வெப்பநிலை, காந்தப்புல வலிமை ஆகிய வற்றுடன் சிக்கலான தொடர்புடையவை. ஒரு பொருளின் காந்த ஏற்புத் திறனை அளவிடப் பல வழிகள் உள்ளன, இவை அனைத்தும் அப்பொருளின் மீது செயல்படும் காந்த விசையை அளவிடுதலையே அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

அணுவின் டயாகாந்தத் தன்மை. டயா காந்தத் தன்மை பொருள்களின் அடிப்படைப் பண்பாவதால் அனைத்துப் பாரா காந்தப் பொருள்களும் தம்முள் ஒரு டயா காந்தத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. ஆகவே ஒரு பொருளின் காந்த ஈர்ப்புத்தன்மையை நுட்பமாக அளவிடும்போது, அதன் டயா காந்தத் தன்மையை அளவிட்டுக் கழித்தல் வேண்டும். இவ் வகையில்தான் பெரும்பாலும் அயனியொன்றின் டயா காந்த ஏற்புத்திறன் பயன்படுகிறது. காட்டாக, சோடியம் நெப்ட்டியூனைல் அசெடேட்டின் காந்த ஈர்ப்பு ஏற்புத் திறனை நுட்பமாக அளவிடும்போது, சோடியம், நெப்ட்டியூனைல், அசெடேட் ஆகிய அயனி களின் டயா காந்த ஏற்புத் திறன் அளக்கப்பட்டுக் கழிக்கப்படுகிறது.

ஓர் அணு அல்லது அயனியின் டயா காந்தத் தன்மை, அதில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் பகிர்வுத் தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. எனவே, எலெக்ட்ரான் பகிர்வுத் தன்மையை (electron distribution) அளவிடுவதன் மூலமாக, ஓர் அணு அல்லது அயனியின் டயா காந்தத் தன்மையின் அளவை அறிந்து விடலாம். பல அணுக்களின் டயா காந்தத் தன்மை தோராயமாகவே கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. எனினும், இவ்வாறு கணக்கிடப்பட்ட அளவும், அளந்தறியப்பட்ட மதிப்பும் ஒன்றையொன்று பெரி தும் ஒத்துள்ளன.

மூலக்கூறு டயா காந்தத்தன்மை. கரிமச் சேர்மங் களின் காந்த விலக்கத்தன்மையும் பெரும்பாலும் தோராயமாகவே கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இம்மதிப்பு களின் அடிப்படையில் பாஸ்கல் என்பார் பின்வரும் சமன்பாட்டை வருவித்துள்ளார்.

$$\chi_m = \Sigma n_A \, x_A + \lambda$$

இதில் χ_m மூலக்கூறு டயா காந்த ஏற்புத்திறன்; n_A - அணுக்களின் எண்ணிக்கை; x_A - அணுக்களின் டயாகாந்த ஏற்புத்திறன்; λ பிணைப்பின் அடிப் படையில் செய்யப்பட்ட திருத்தம்.

பாஸ்கலின் இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி, கரிமச் சேர்மங்களுக்குப் பெறப்படும் மூலக்கூறு டயா காந்த ஏற்புத் திறன் 1% அளவு நுட்பமாக அமைந் துள்ளது. ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டால் பாஸ்கல் முறையை அறியலாம். இவ்விதிப்படி, எத்தில் புரோமைடின் மூலக்கூறு ஏற்புத்திறன் என்பது $2x_C + 5x_H + x_{Br} + \lambda$ ஆகும். இதில் λ என்பது C - Br பிணைப் பிற்கான திருத்தமாகும். இதன் மதிப்பு 40.1 எனவே

பாஸ்கல் விதிப்படிக் கணக்கிடப்பட்ட மோலார் காந்த ஏற்புத்திறன்,

$\{-[2\times6.00) + (5\times2.93) + (30.6] + 4.1\} \times 10^{-6}$ ஆய்வு மூலமாக அளந்தறியப்பட்ட மோலார் காந்த ஏற்புத்திறன்:- 53.1×10^{-6} ஆகும்.

கனசதுரமல்லாத படிகப்பொருள்கள் தம் ஒவ்வோர் அச்சிலும் மாறுபட்ட காந்த ஏற்புத் திறனைப் பெற்றுள்ளன. ஒரு படிகத்தின் வெவ்வேறு அச்சுகளில் அளவிடப்படும் காந்த ஏற்புத் திறன் முதன்மைக் காந்த ஏற்புத்திறன் எனப்படும். இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட வேறுபாடு காந்தப் பலதிசைப் பண்பு (magnetic anisotropy) எனப்படும். ஒரு படிகத்தின் முதன்மைக் காந்த ஏற்புத் திறனை அளவிடுவதன் மூலமாக, அப்படிகத்தின் அமைப்புப் பற்றிய செய்திகளை அறியலாம். காட்டாக, கிராஃபைட்டில் அறுங்கோண அச்சுக்குச் செங்குத்துத் திசையில் அளவிடப்பட்ட முதன்மைக் காந்த ஏற்புத் திறன் 0.5×10^{-6} ஆகும். இவ்வாறு அறுகோண அச்சில் மிகுதியாக இருப்பதற்குக் காரணம், கிராஃபைட்டில் உள்ள மின்கடத்து எலெக்ட்ரான்களின் டயா காந்தத் தன்மையாகும். வைரத்தில் இவ்வகை எலெக்ட்ரான்கள் இல்லாததால் மதிப்பு மாறுவதில்லை.

அணு பாரா காந்தத் தன்மை. தனி எலெக்ட்ரான்களை உடைய அணுக்களில் ஒரு நிலைக் காந்தத் தன்மை இருக்கும். இதுவே பாரா காந்தத் தன்மை (paramagnetism) எனப்படும். இடைநிலைத் தனிமங்களான இரும்புத் தொகுதி, லாந்தனைடு வரிசை, ஆக்டினைடு வரிசை ஆகியவற்றில் பாரா காந்தத் தன்மை கீழே ஆராயப்பட்டுள்ளது. பெல்லேடியம் தொகுதி, பிளாட்டினம் தொகுதி ஆகியவற்றில் காணப்படும் அணைவுச் சேர்மங்களின் காந்தத் தன்மை பற்றி இங்கு விளக்கப்படவில்லை.

காந்த வேதியியல் பற்றிய குவாண்ட்ட - எந்திரவியல் கொள்கை வான் வி லெக் என்பரால் நன்கு ஆராயப்பட்டுச் செம்மைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இக்கொள்கையின் முக்கிய வெற்றியாவது, லாந்தனைடு அயனிகளில், அளந்தறியப்பட்ட காந்தத்திறனும் குவாண்ட்ட எந்திரவியல் கொள்கை மூலம் கணக்கிடப்பட்ட அளவும் நுட்பமாக ஒத்திருப்பதே ஆகும். லாந்தனைடு அயனிகளில் 4 ஆர்பிட்டாலில் உள்ள தனி எலெக்ட்ரான்களால் பாரா காந்தத் தன்மை தோன்றுகிறது. இந்த அயனிகளில் உள்ள தனிஎலெக்ட்ரான்கள், அருகில் உள்ள அயனிப் புலத்தால் பாதிக்கப்படாதிருத்தல் இதன்சிறப்பாகும். ஆகவே அறை வெப்பநிலையில் லாந்தனைடு அயனிகளை, வளிம நிலையில் உள்ள அயனிகள்போலக் கருதிக் காந்தத் திறனைக் கணக்கிடுதல் எளிதாகிறது.

இது போன்ற சூழ்நிலையே ஆக்டினைடு வரிசையிலும் காணப்படுகிறது. இவற்றின் பாரா காந்தத் தன்மைக்கு ஆர்பிட்டாலில் உள்ள தனி எலெக்ட்ரான்கள் காரணமாகும். இவையும் அருகில் உள்ள அயனிப் புலத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. எனவே இவை வளிம நிலையில் உள்ள அயனிகள்போல் கருதப்பட்டு, படிகப் புலப் பிரிப்புகள் (crystal field splittings) ஆராயப்படுகின்றன. இங்கும் பல ஆக்டினைடு அயனிகளில் அளந்தறியப்பட்ட காந்த ஏற்புத் திறனும், ஆய்வில் அளந்தறியப்பட்ட அளவும் ஒப்பிடத்தக்கவையாக உள்ளன.

அயனிகளின் பண்பில் காந்தப் புலத்தின் விளைவை, 3d ஆர்பிட்டாலில் தனி எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ள இரும்புத் தொகுதித் தனிமங்களில் காணலாம். பொதுவாகத் தனி எலெக்ட்ரானின் காந்தத் திறன், அதன் ஆர்பிட்டால் சுழல்கோண உந்தத்தின் திசையன் கூட்டலுக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். படிகம் அல்லது கரைசலில் இருக்கும் அயனியின் ஆர்பிட்டால் பங்கு காந்தத்திறனை, அருகில் உள்ள மின்புலம் ஏறத்தாழ முற்றிலுமாக அழித்து விடும். எனவேதான் இரும்புத் தொகுதியின் தனிமங்களுக்கு அளந்தறியப்படும் காந்த ஏற்புத் திறன், சுழல்கோண உந்தத்தின் அடிப்படையில் கிடைக்கும் காந்த ஏற்புத் திறனுக்குச் சமமாக இருப்பதைக் காணலாம்.

மூலக்கூற்றுப் பாரா காந்தத்தன்மை. மூலக்கூறு ஆக்சிஜன், இரு தனி எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ளது. எனவே, அது ஒரு நிலையான பாரா காந்தத் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. ஆக்சிஜனின் மோலார் காந்த ஏற்புத்திறனை $\chi_m = 0.993/T$ வாய்பாடு தருகிறது. இங்கு T என்பது ஆக்சிஜனின் தனி வெப்ப நிலையாகும். இச்சமன்பாடு பரந்த வெப்ப அழுத்த மாற்றங்களுக்கும் பொருந்தும். நைட்ரிக் ஆக்சைடு, நைட்ரஜன் பெராக்சைடு, குளோரின் ட்ரை ஆக்சைடு போன்றவை ஏனைய பாரா காந்தத் தன்மையுடைய வளிம மூலக்கூறுகள் ஆகும்.

பல கரிமச் சேர்மங்களிலும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனித்த எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றுள்ள மூலக்கூறுகள் உள்ளன. அவை இயங்கு உறுப்புகள் (free radicals) எனப்படும். ஹெக்சாஃபீனைல் மெத்தேன், இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இது பிரிகை அடைந்து ட்ரைஃபினைல் மீதேனைத் தருகிறது. α, α¹ டைஃபினைல் –β-பைக்ரைல் ஹைட்ரசைல் போன்றவை திண்ம நிலையிலேயே இயங்கு உறுப்பாக உள்ள சேர்மத்திற்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

ஃபுளூரசீன், நாஃப்தலீன் போன்ற கரிமச் சேர்மங்கள் சாதாரணமாக, டயா காந்தத் தன்மை பெற்றவை. ஆனால் இவற்றைப் புற ஊதாக் கதிர்வீச்சிற்கு உட்படுத்தும்போது, அவை பாராகாந்தத் தன்மையைப் பெறுகின்றன. ஏனெனில் புற ஊதாக் கதிர்கள் இவற்றில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களை நின்றொளிர்தல்

(phosphoresence) அல்லது மும்மை நிலைக்குக் (triplet state) கிளர்வுறச் செய்கின்றன். இவ்வாறு கிளர்வுறச் செய்யும்போது தனி எலெக்ட்ரான்கள் தோன்றி, பாரா காந்தத்தன்மையைப் பெறச் செய்கின்றன.

ஃபெர்ரோ மற்றும் ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மை. குறைவான செறிவுடைய காந்தப்புலத்திலேயே மிகுதியான காந்த ஏற்புத் திறனைப் பெற்றிருப்பதிலிருந்தும் நியம காந்தத் தன்மை (standard magnetisation) பயன்படுத்தப்படும் தொடர்பைப் பெற்றிருப்பதிலிருந்தும் ஒரு பொருள் ஃபெர்ரோ காந்தத்தன்மையைப் பெற்றிருப்பதை அறியலாம். கியூரி புள்ளி என்னும் புள்ளிக்கு மேல் வெப்பநிலையை உயர்த்தும்போது அனைத்து ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்களும், காந்தத் தன்மையை இழந்து நிலைத்த காந்த ஈர்ப்புத் தன்மையைப் பெற்றுவிடும்.

ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த்தன்மை உள்ள பொருள்களும் இவ்வகையான மாற்றத்திற்கு உட்படும். இவ்வெப்பநிலை ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் மாறுபடும். இவ்வெப்பநிலை நீல் புள்ளி எனப்படும். ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மைப் பொருள்களின் காந்த ஏற்புத் திறன் பயன்படுத்தப்படும் காந்தப் புலத்தைச் சார்ந்து நிற்கும்; ஆனால் இது நீல் புள்ளிக்கு மேல் பெறப்படும் மதிப்பைவிடக் குறைவானது.

கோபால்ட், நிக்கல், கடோலினியம், யுரேனியம் ஹைட்ரைடு, நிக்கல் டை சல்ஃபைடு போன்றவை சில ஃபெர்ரோ காந்தப் பொருள்கள் ஆகும். மாங்கனீஸ், டைட்டேனியம் ட்ரைகுளோரைடு, யுரேனியம் ட்ரைகுளோரைடு, நெப்டுனியம் டை ஆக்சைடு போன்றவை ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மைப் பொருள்களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

- பி. ஈ. எம். லியாகத் அலிகான்

நூலோதி. James E. Huheey, *Inorganic Chemistry*, Third Edition, Harper and Row, Philadelphia, 1983.

காப்பணை

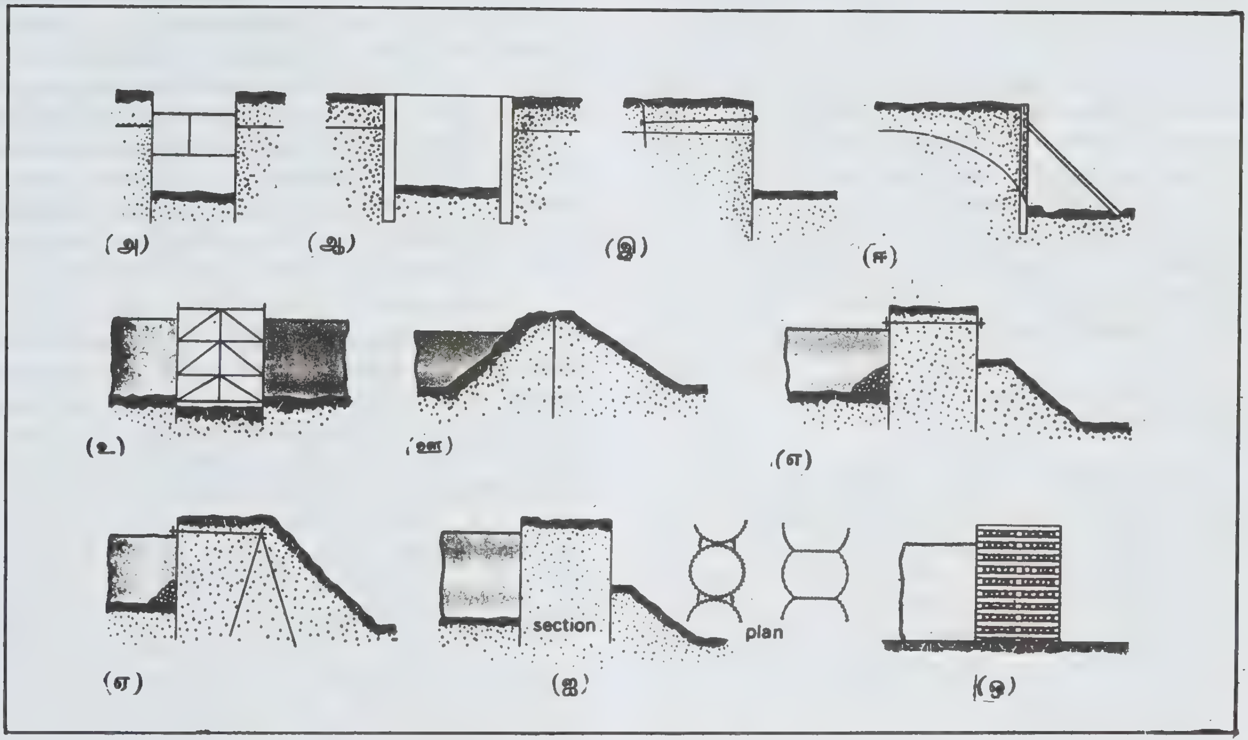
இது தற்காலிகமாகக் கட்டப்பட்ட சுவர் போன்ற அமைப்பாகும். காப்பணை (cofferdam) அடிமானங்கள் கட்டுவதற்கும், பாலத்தின் குத்துத் தூண்கள், அணைகள், செயற்கைத் துறைமுகம் ஆகிய கட்டுமானங்களுக்கும் பயன்படும். மேலும் இது கட்டுமானங்கள் கட்டும்போது அவ்விடத்திற்கு நீர் செல்லாதவாறு தடுத்து நிறுத்துகிறது. அதன் வேலை, கட்டுமானம், ஆழம், மணற்பரப்பின் தன்மை, நீர் மட்டத்தின் அளவு, பொருள்கள் கிடைக்கும் அளவு, நீரிலோ நிலத்திலோ அதன் அமைவிடம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துக் காப்பணை வகைப்படுத்தப்படுகிறது. நீர்புகா இடம் காப்பணைக் கட்டுமானத்தாலோ, காப்பணை மற்றும் இயற்கையில் காணப்படும் மண்மேடுகளாலோசூழப்படலாம். ஓடை மற்றும் ஆறுகளின் அடிப்பகுதியில் ஏற்படும் அரிப்பு, கசிவு ஆகியவற்றிற்குச் செய்யப்படும் நீர்மவியல் பகுப்பாய்வு, காப்பணை வடிவமைப்பில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வாகும்.

நீர் உட்புகமுடியாத மண் படிவுகளில் காப்பணை கட்டப்பட்டால் அவ்விடத்திலுள்ள நீர் முழுதுமாக அடைக்கப்படும். ஆனால் உட்புகும் மண் படிவுகளில் காப்பணை கட்டப்பட்டால் அவ்விடத்திலுள்ள நீரை முழுதுமாகத் தடுக்க முடியாது. தொடர்ந்தோ, நேர இடைவெளி விட்டோ நீர் எக்கிகளால் வெளியேற்றப்படுகிறது.

வகை. நீள் சதுர வடிவமைப்பிலுள்ள அ, ஆ, இ, ஈ காப்பணைகள் சிறு பகுதிகளை மட்டும் சூழ்கின்றன. எஃகு, மரம், கற்காரை உத்திரங்கள், முட்டுகள் (struts) போன்ற குறுக்குச் சட்டங்கள் அமைந்த (cross bracing) தனியாக அமையும் பாலங்களுக்கு இக்காப்பணைகள் பொருந்தும். ஏனைய காப்பணைகள் அணைகள், ஆறுகள், பெரிய கட்டடங்கள் போன்ற பெருமளவிலான இடங்களுக்குப் பயன்படுகின்றன.

எஃகு, மரம், கற்காரை போன்ற பொருள்களால் தகடுகள் செய்யப்பட்டுச் செங்குத்தாகவோ கிடைநிலையாகவோ வைக்கப்பட்டு, தகட்டு வடிவக் காப்பணைகள் (sheeted cofferdam) அமைக்கப்படுகின்றன. சல்லி மற்றும் கற்பாளங்களில் (boulders) தேவையான ஆழத்திற்குத் தகடுகளைச் (sheeting) செலுத்த முடியாவிடின் H-வடிவமுடைய எஃகு குத்துத்தூண்கள் செங்குத்தாக நிலத்தில் செலுத்தப்படுகின்றன. செங்குத்தான குத்துத்தூண்களுக்கு இடையே தேக்குந்தகடுகள் கிடைநிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு (ஈ) வகைக் காப்பணை. நிலத்தின் அழுத்தம் மற்றும் முழு நிலநீர் அழுத்தத்திற்கு ஏற்றவாறு நீர் உட்புகாக் காப்பணைகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. நீர் உட்புகும் காப்பணைகளின் கசிவால் குறைந்த நிலநீர் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. கற்பாளம் மற்றும் சல்லிகளில் பொருத்தமான மற்றொரு வகைக் காப்பணை கற்காரையால் அவ்விடத்தில் வார்க்கப்படுகிறது. இவ்வகைக் காப்பணை படம் (ஆ) வில் உருளை வடிவத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கூடு வகைக் காப்பணை தவிர மிகுதியான காப்பணைகளில் அவற்றின் சுவர்களுக்கு வலிமை தருவதற்காகத் தகடுகளை உள்ளே நுழைப்பதற்கு மண் தேவைப்படுகிறது. (படம் ஐ) கூடு வகைக் காப்பணை (cellular cofferdam) ஒன்றோடொன்று இணைந்த எஃகு தகட்டுக் குத்துத்தூண்களால்



படம் 1. காப்பணைகள் (அ-ஈ) - நிலத்தில் பயன்படுபவை. (அ) குறுக்கு - அணைச்சட்டத் தகட்டுக் குத்துத்தூண்கள்; (ஆ) கட்டப்படும் இடத்திலேயே வார்க்கப்பட்ட கற்காரை உருளை; (இ) நங்கூரமிடப்பட்ட தகட்டுக் குத்துத் தூண்கள். (ஈ) செங்குத்து அணைச்சட்டக் குத்துத்தூண்கள். (உ-எ) - நீரில் பயன்படுபவை. (உ) குறுக்கு - அணைச்சட்டத் தகட்டுக் குத்துத்தூண்கள். (ஊ) மண் அணை (எ) கட்டப்பட்ட தகட்டுக் குத்துத் தூண்கள் (ஏ) மண் கரையுடன் நங்கூரமிடப்பட்ட தகட்டுக் குத்துத்தூண்கள் (ஐ) எஃகு தகட்டுக் குத்துத்தூணுடைய கூடு காப்பணை (ஒ) பாறையால் நிரப்பப்பட்ட தொட்டி.

பாறை அல்லது மண் மீது கட்டப்படுகிறது. வட்ட வகைக் காப்பணைக் கூடுகள் தனித்தனியே நிரப்பப் படுகின்றன.

தேக்கு, முன்வார்ப்புக் கற்காரை, எஃகு தகடுகள் முதலியவற்றாலான திறந்த பெட்டி போன்ற தொட்டி சரியான பொருளால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். விரைவாக ஓடும் நீரிலும், பாறைகளுள்ள பகுதியிலும் கட்டுமான வேலைக்குப்பாறையாலான தொட்டிகள் பயன்படுகின்றன. மண் அல்லது பாறையால் மண் அணைகள் (படம் ஐ) கட்டப்படுகின்றன. ஆனால் நீர் ஊடுருவல் ஏற்பட்டால், அக் கசிவைத் தடுக்கக் குறுக்குக் கால்வாய் அமைக்கப்படுகிறது.

பயன்கள். ஆண்டு முழுதும் நீர் வழங்கும் கட்டுமானங்களில் ஏற்படும் வெள்ளத்தை நீக்குவதற்குக் காப்பணைகள் போதுமான உயரத்தில் கட்டப்படுகின்றன. சுரங்கப்பாதைக் கட்டுமானத்தில் (subway construction) காப்பணைகள் பயன்படுகின்றன.

- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. S.C. Ranguwala, *Engineering Materials*, Charotar Book Stall, ANAND.

காப்பி

மின்னோட்டத்தைத் தன்னூடாகப் பரவவிடாத ஒரு பொருளைக் காப்பி அல்லது மின் கடவாப் பொருள் (dielectric) என வரையறுக்கலாம். ஆனால் இதுவரை தெரிய வந்துள்ள அனைத்துப் பொருள்களுமே ஓரளவுக்காவது மின்சாரத்தைக் கடத்தவே செய்கின்றன. ஆயினும் பகுதி கடத்திகளிலிருந்தும், மின் கடத்திகளிலிருந்தும் காப்பிகளை எளிதாக வேறுபடுத்திக் காட்டலாம். அறை வெப்பநிலைகளில் ஒரு சிறந்த காப்பியின் மின் கடத்துந்திறன் ஒரு சிறந்த மின் கடத்தியின் மின் கடத்துந் திறனில் மாதிரித் தளமாக 20 இல் ஒரு பங்கு முதல் 200 இல் ஒரு பங்கு வரையில் இருக்கும். வெப்பநிலை குறையக்

குறைய இரு வகைப் பொருள்களின் மின் கடத்துந் திறன்களுக்கு இடையிலான வேறுபாடு மிகுதியாகிக் கொண்டே போகிறது.

பட்டைக் கட்டமைப்பு (band structure). தனித் தனியாக அமைந்த அணுக்களையோ, மூலக்கூறு களையோ கொண்ட ஓர் ஊடகம் மின்சாரத்தைக் கடத்த முடியாது. ஏனெனில் அதில் ஒரு மின் புலத்தைச் செலுத்தும்போது அதிலுள்ள மின் துகள் கள் தடையற்று ஓடக்கூடிய வகையில் இல்லை. ஆயினும் ஒரு படிகத்தில் உள்ளதைப்போல அணுக் கள் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதால் எலெக்ட்ரான் கள் ஓர் அணுவிலிருந்து அடுத்த அணுவுக்கு எளிதாக இடம் மாற வழியேற்படுகிறது. இதிலிருந்து அனைத்துப் படிகங்களுமே மின்சாரத்தைக் கடத்தும் என்று கருதக் கூடாது.

காப்பிகளுக்கும் மின் கடத்திகளுக்கும் இடை யிலான வேறுபாடு எலெக்ட்ரான்களின் குவாண்ட்டம் எந்திரவியல் நடத்தைகளிலிருந்து தோன்றுகிறது. ஒரு படிகத்தன்மையுள்ள திண்மத்தில் அணுக்கள் ஒருகுறிப் பிட்ட தன்மையில் அமைந்துள்ளன. அதன் விளை வாக எலெக்ட்ரான் ஆற்றல்கள் சில நன்கு வரையறுக் கப்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகளுக்குள்ளாக மட்டுமே அமைந்திருக்க முடியும். சாதாரணமாக ஆற்றல் பட்டைகளுக்கு இடையில் தடுக்கப்பட்ட பட்டை களும் இருக்கும். எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் தடுக்கப் பட்ட பட்டைகளுக்குட்பட்டதாக இருக்க முடியாது. ஒவ்வோர் அனுமதிக்கப்பட்ட ஆற்றல் பட்டையிலும் மிகுதியும் அனுமதிக்கப்பட்ட உந்த மதிப்புகள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். அவை ஒவ்வொன்றி லும் உயர்ந்த அளவாக இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் மட்டுமே இடம் பெற முடியும். அத்துடன் அவற்றின் தற்சுழற்சிகளும் எதிர் எதிர்த் திசைகளில் அமைந்த வையாக இருக்க வேண்டும். இந்தக் காரணத்தால் ஓர் ஆற்றல் பட்டையில் இடம் பெறக்கூடிய எலெக்ட் ரான்களின் பெரும் எண்ணிக்கை வரையறுக்கப்பட்டு விடுகிறது. கீழ்நிலையில் உள்ள ஆற்றல் பட்டைகள் முழுமையாகவோ ஓரளவாகவோ எலெக்ட்ரான் களால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.

மின் கடத்தல், ஆற்றல் பட்டைகளில் எலெக்ட் ரான்கள் எந்த அளவுக்கு நிரம்பியுள்ளன என்பதைப் பொறுத்துள்ளது. எலெக்ட்ரான்கள் இல்லாத ஓர் ஆற்றல் பட்டை மின் கடத்தலுக்கு எந்தவிதமான பங்களிப்பும் செய்ய முடியாது. ஓர் ஆற்றல் பட்டை முழுதும் எலெக்ட்ரான்களால் நிரம்பியிருந்தாலும் அதுவும் மின்னூட்டங்களைக் கடத்தாது. சாத்திய மான அனைத்து உந்த மதிப்புகளிலும் எலெக்ட்ரான் கள் இருக்குமானால் ஒரு மின்புலம் செலுத்தப்படும் போது நிகர உந்தம் பூஜ்யமாகிவிடும். ஓரளவே நிரம்பிய ஆற்றல் பட்டையில் அனுமதிக்கப்பட்ட உந்த மதிப்புகளில் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ள பகுதி களுக்கும் இல்லாத பகுதிகளுக்கும் இடையிலான எல்லை, ஒரு மின் புலத்தால் இடப்பெயர்ச்சி அடைய முடியும். நிகர உந்தம் பூஜ்யமாக இல்லாததால் மின் கடத்தப்படும். ஏறத்தாழ முழுமையாக நிரம்பிய ஒரு பட்டையில் மின்னைக் கடத்தும் ஊர்தி எலெக்ட்ரான் இல்லாமை என்னும் அமைப்பாக இருக்கும். அதைத் துளை (ho!e) எனலாம். ஒரு துளை ஏறத்தாழ காலியான ஒரு பட்டையில் உள்ள நேர் மின்னுள்ள எலெக்ட்ரானைப் போலவே செயல்படுகிறது.

பெரும்பாலான நிகழ்வுகளில் ஒரு பொருள் காப்புப் பொருளாக இருக்க வேண்டுமானால் அனைத்து ஆற்றல் பட்டைகளும் முழுமையாக நிரப்பப்பட்டவையாகவோ முழுமையாக்க் காலி யானவையாகவோ இருக்க வேண்டும். ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் பட்டைகள் ஓரளவுக்கு நிரம்பியிருந்தால் அத்தகைய பொருள் வழக்கமாக ஓர் உலோக மின் கடத்தியாக இருக்கும். நிரப்பப் பட்ட (இணைதிறன்) பட்டைக்கும் காலியான (கடத்தல்) பட்டைக்கும் இடையிலான தொலைவு, வெப்பத்தால் கிளர்வூட்டப்பட்ட சில எலெக்ட்ரான் கள் மட்டுமே கடக்கக்கூடியதாக இருக்க வேண்டு மென்பதும் ஒரு கடத்திக்கான தேவையாகும். பட்டை களுக்கிடையில் இடைவெளி இல்லாமல் பட்டைகள் சற்றே ஒன்றன்மேல் ஒன்றாகப் படிந்திருக்குமானால் இணை திறன் பட்டையின் மேல் விளிம்பில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் கடத்தல் பட்டையின் கீழ்ப் பகுதிக்குள் நுழைந்துவிடும். இத்தகைய பொருள்கள் பகுதி உலோகங்கள் எனப்படும். ஆன்ட்டிமனி இவ்வகையைச் சேர்ந்தது. ஜெர்மேனியம் போன்ற ஒரு தூய பகுதி கடத்தியில் பட்டைகளுக்கு இடையிலான தொலைவு மிகவும் குறைவாக இருக்கும். இதனால் இணைதிறன் பட்டையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் வெப்பத்தால் கிளர்வுற்றுக் கடத் தல் பட்டைக்குள் சென்றுவிடும். இதன் காரணமாக எலெக்ட்ரான்களும் துளைகளும் தோன்றும். அவை மின்சாரத்தைக் கடத்த முடியும் இத்தகைய பொருள்கள் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் மின் கடவாத்தன்மை பெற்றிருக்கும். வேறு வகையான பகுதி கடத்திகளில் மின் கடத்துந் திறன் மாசுகளால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது, அந்த மாசுகள் இணைதிறன் பட்டையிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை நீக்கவோ, கடத்தல் பட்டையில் எலெக்ட்ரான்களைச் சேர்க் கவோ செய்யும்.

ஒரு பட்டகத்தில் தொடர்ச்சியாக அமையும் ஒவ் வோர் அலகும் ஓர் அனுமதிக்கப்பட்ட உந்த மதிப்பை அளிக்கிறது. அந்த உந்த மதிப்பில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் அமையும். அவை கடத்தல் பட்டை யில் ஒன்றும் இணைதிறன் பட்டையில் ஒன்றுமாக இடம் பெறும். எனவே படிகக் கட்ட

மைப்பில் தொடர்ந்து வரும் அலகு ஒவ்வொன்றிலும் இரட்டைப்படை எண்ணிக்கையிலான இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் இருக்குமாயின் பட்டைகளில் எலெக்ட்ரான்கள் நிரம்ப முடியும். இத்தகைய வாய்ப்பு அடிக்கடி ஏற்படவே செய்கிறது. படிக அமைப்புள்ள பொருள்களில் மட்டுமின்றிப் படிக அமைப்பில்லாத திண்மங்களிலும் ஆற்றல் பட்டைகள் அமைக்க முடியும். அவற்றில் உள்ள குறுகிய நெடுக்க அணு வரிசை இத்தகைய ஆற்றல் பட்டைகளை உருவாக்கும். ஆகவே படிகங்களிலும் மின் கடத்தி, மின் கடவாப் பொருள்கள், பகுதி கடத்தி ஆகியவை உள்ளன.

ஒரு காப்பியின் மின் கடத்துந்திறன், அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்முனைகளுக்கும் காப்புப் பொருளுக்கும் இடையில் தோன்றும் இடைவினைகளின் காரணமாகப் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. ஒரு மின் கடத்தும் பொருளும் ஒரு மின் கடவாப் பொருளும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது அவற்றின் தன்மையைப் பொறுத்து எலெக்ட்ரான்கள் விரவல் செய்து காப்புப் பொருளுக்குள் புகவோ, அதைவிட்டு வெளியேறவோ செய்யும். ஒரு வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை தோன்றும் வரை இது நிகழும்.

எலெக்ட்ரான்கள் கடத்தியிலிருந்து காப்பிக்குள் விரவுமானால் கடத்தியும் காப்பியும் தொட்டுக் கொண்டுள்ள பரப்பு, உட்புகுந்த தொடு முனை அல்லது ஓம் தன்மையான தொடுமுனை எனப்படும். காப்பியின் பரப்பிலுள்ள கடத்தல் பட்டைக்குள் புகுத்தப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் அங்குக் கூடிவிடுகின்றன. அவை முழுப் பொருளுக்கும் மின்னோட்டத்தை வழங்க முடியும். எனவே அப்பரப்பில் கடத்தப்படும் மின்னோட்டத்தின் அளவு முழுப் பொருளின் மின் கடத்துந் திறனால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு விடுகிறது. இந்த முழுப்பொருள் கடத்துந் திறன், காப்பியின் முழுத் தடிமனிலும் உட்புகுத்தப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் பரவியுள்ளனவா இல்லையா என்பதைப் பொறுத்து அமைகிறது. இவ்வாறு உட்புகுத்தப்பட்ட மின் எல்லாவிடங்களிலும் கடத்தல் பட்டையில் உள்ள உள்ளார்ந்த மின்னூட்டங்களைவிடப் பெரியதாக இருக்குமானால், மின் கடத்துந் திறன் காப்பி-மின்முனைத் தொடுகைப் பரப்பின் பண்புகளைப் பொறுத்து அமையுமேயன்றி உள்ளார்ந்த மின் கடத்துந் திறனைப் பொறுத்து அமையாது. இந்நிலையில் மின் கடத்தப்படும் செயல் முறை இட மின்னூட்டத்தால் வரையறுக்கப்பட்டது எனப்படும்.

எலெக்ட்ரான்கள் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலையை நிறுவுவதற்காகக் காப்பியிலிருந்து வெளியேறுமானால் ஒரு தடுப்புத் தொடுகை (blocking contact) ஏற்பட்டுள்ளதாகச் சொல்லப்படும். இந்நிகழ்வில் காப்பிக்கும் மின்முனைக்கும் இடையிலான தொடுகைப் பரப்பை எலெக்ட்ரான்கள் கடக்க முடிகிற வீதத்தைப் பொறுத்து, மின் கடத்தல் செயல்முறை மின்முனையால் வரையறுக்கப்பட்டது எனலாம். மின்னோட்டத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையிலான தொடர்புகள், காப்பிப் பரப்பிலுள்ள மின்னழுத்த அரணை (potential barrier) எலெக்ட்ரான்கள் வெப்பத்தால் கிளர்வூட்டப்பட்டுத் தாண்டுகின்றனவா அல்லது அதன் ஊடாகப் புகவிட்டுக் கடந்து செல்கின்றனவா என்பதைப் பொறுத்தமையும். தொடுகைப் பரப்புகள் துளைகளைத் தடை செய்வனவாகவோ உட்புகுத்துவனவாவோ இருக்க முடியும். எலெக்ட்ரான்களும் துளைகளும் இணைந்து பாய்பவையாக இருந்தால் அவை ஒன்றோடொன்று மறு இணைப்புப் பெறுகிற சிக்கலான நிகழ்வு தோன்றும்.

அனைத்துக் காப்பிகளின் பட்டை இடைவெளியிலும் பொறிகள் (traps) எனப்படும் தல அளவிலான ஆற்றல் மட்டங்கள் உள்ளன. அவை கடத்தல் பட்டையிலும் இணைதிறன் பட்டையிலும் உள்ள சில துளைகளையும் எலெக்ட்ரான்களையும் பிடித்துக் கொண்டு அசைய விடாமல் செய்துவிடும். படிகங்களில் இயற்கையாக அமைந்த பிழைகளாலும், மாசு அணுக்களாலும் பொறிகள் உண்டாகின்றன. பொறிகளில் துளைகளும் எலெக்ட்ரான்களும் சிக்கிக் கொள்வதால் அவை மீண்டும் இணைவது பாதிக்கப்படுவதுடன் அவை நகர்வதும் பாதிக்கப்படும். அனைத்துவகைக் கடத்தல் செயல் முறைகளையும் பொறிகள் பாதிக்கின்றன.

ஒளி மின் கடத்தல் (photoconductivity). ஒரு மின் கடவாப் பொருளின் மீது ஒளி படும்போது ஒளி உட்கவரப்படுவதுடன் மின் கடவாப் பொருளின் மின் கடத்துந் திறனும் அதிகரிக்கக்கூடும். சில மின் கடவாப் பொருள்களின் மீது ஒளியைப் பாய்ச்சிப் பின்னர் நிறுத்திவிட்ட பிறகும் அவற்றின் மின் கடத்துந் திறன் மிகுதியாவதுண்டு. இந்நிகழ்வுகள் முறையே முதன்மை ஒளி மின் கடத்தல் எனவும் இரண்டாம் நிலை ஒளி மின் கடத்தல் எனவும் கூறப்படுகின்றன. இணைதிறன் பட்டையிலோ, பொறிகளிலோ உள்ள எலெக்ட்ரான்களைக் கிளர்வூட்டி அவற்றைக் கடத்தல் பட்டைகளுக்குள் செலுத்துகிற அளவுக்குப் போதுமான ஆற்றலைக் கொண்ட ஃபோட்டான்களை மின் கடவாப்பொருள் உட்கவரும்போது முதன்மை ஒளி மின் கடத்தல் நிகழ்கிறது. மின்முனைகளுக்கு அருகில் அமைந்துள்ள பொறிகளில் எலெக்ட்ரான்கள் சிக்குவதை ஒளி பாதிப்பதால் இரண்டாம் நிலை ஒளி மின் கடத்தல் ஏற்படுகிறது. இப்பாதிப்பால் தல அளவிலான மின் புலங்கள் தோன்றி மின் கடவாப் பொருளுக்குள் எலெக்ட்ரான்கள் புகுத்தப்படுவதற்கு உதவி செய்கின்றன. ஒளிமின் கடத்தல் என்னும் நிகழ்வு மின் கடவாப் பொருள்களுக்குள் துளைகள், எலெக்ட்ரான்கள் ஆகியவற்றின் ஓடுதிறனையும்

(mobility) வாழ்நேரத்தையும் கண்டுபிடிக்க உதவு கிறது. காட்டாக, பெருமளவில் ஒளி உட்கவரப்படும் போது ஒரு மின் முனையின் அருகில் ஒரு மெல்லிய படலமாக எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது துளைகள் உண்டாகலாம். இதன் மூலம் எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது துளைகளின் காரணமாக ஏற்படும் மின் கடத்தலை அளவிட முடியும்.

திசைமாறு மின்னோட்டக் கடத்தல். ஒரு மின் தேக்கியின் ஊடே பாயும் திசை மாறு மின்னோட்டத்தின் அளவு மின் தேக்கியின் மின் முனைகளுக்கு இடையில் உள்ள மின்கடவாப் பொருளின் மின் முனைவாக்கத் திறனைப் (electro polarization) பொறுத்தமைகிறது. ஆனால் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் மாறும்போது முனைவாக்கத் திறன் உடனடியாக மாறறம் அடைவதில்லை. இடையில் பல தனித்தனியான செயல்முறைகள் நிகழ வேண்டியுள்ளன. ஒவ்வொரு செயல்முறையும் வெவ்வேறு வேகங்களில் நிகழ்கிறது. ஒவ்வொன்றும் மின் கடவாப் பொருளின் முனைவாக்கத்திறனுக்கு ஓர் அதிர்வெண் சார்ந்திருப்பதைப் பங்களிப்புச் செய்கிறது. திசைமாறு மின்னோட்டங்களை அளவிடுவதன் மூலம் பல்லுறுப்புச் சேர்மங்களில் ஏற்படும் தொடர் இயக்கம், ஒடுநிலை அயனிகளின் நகர்வு போன்ற மெதுவானசெயல்முறைகளையும், விரைவான மின்னணுவியல் செயல் முறைகளையும் ஆராய முடியும். வரிசையாக வெவ்வேறுவெப்பநிலைகளில் திசை மாறு மின்னோட்டங்களை அளவிட்டு மின் கடவாப் பொருளைப் பற்றிய பல தகவல்களை வெளிக் கொணர முடிகிறது.

மின் முறிவு (electrical breakdown). மின் கடவாப் பொருள்கள் மின் கடத்தும் கம்பிகளில் காப்பு உறைகளாகப் பயன்படுகின்றன. இது அவற்றின் மிக முக்கியமான பயன்பாடு ஆகும். மின் தகைவுகள் பற்றிய ஆய்வுகள் மிகத் தீவிரமாக நடைபெற்று வருகின்றன. மின் முறிவுகளை வெப்பத்தால் ஏற்படுபவை எனவும் எலெக்ட்ரான்களால் ஏற்படுபவை எனவும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். வெப்பநிலை மிக விரைவாக உயர்கிற வகையில் மின் முறிவு ஏற்படும். அதனால் காப்பு உறைகள் உருகி மின் கம்பிகளுக்கு இடையில் குறுக்கிணைப்புகள் ஏற்பட்டு விடும். கடத்தல் எலெக்ட்ரான்களில் நிலையாமை தோன்றும்போது எலெக்ட்ரான்கள் காரணமான மின் முறிவு ஏற்படுகிறது. அப்போது எலெக்ட்ரான்களில் கட்டுப்படுத்த முடியாத நகர்வுத் திசைவேகம் தோன்றிவிடுகிறது; அயனியாக்கம் விரைந்து அதிகரிக்கிறது.

இரண்டாம் நிலை ஒளிமின் கடத்தலில் ஏற்படுவதைப்போல ஒரு மின் முனைக்கு அருகில் உள்ள பொறிகளில் சிக்கிய மின்னூட்டங்களின் காரணமாக எலெக்ட்ரான்கள் உட்புகுத்தப்படுவது விரைந்து அதிகரிக்கிறது. இச் செயல்முறையின் இறுதியில் வெப்பநிலை அதிகரித்துக் காப்பு அமைப்புத் தகர்ந்து போய் விடக்கூடும். ஆயினும் நடைமுறையில் பல சமயங்களில் ஒரு காப்புப் பொருளின் உள்ளார்ந்த மின் கடவா வலிவுக்கு மிகவும் கீழான மின் தகைவுகளால்கூட மின் முறிவுகள் ஏற்படுகின்றன. இதற்கு இட்டுச் செல்கிற செயல்முறைகள் மிகவும் சிக்கலானவை. இதுவரை அவற்றைப் பற்றிமுழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளவில்லை.

எடுத்துக்காட்டாக, திசை மாறு மின்னோட்டம் பாயும் கம்பி வடங்களில் அமைக்கப்படுகிற காப்பு உறைகள் கிளைத்து வளர்தல் (treeing) எனப்படும் மின் முறிவுக்கு ஆளாகின்றன. இதில் காப்பு உறைகள் குழாய்களைப் போன்ற இடைவெளிகள் கிளைகளைப் போல உருவாகிப் படர்கின்றன. இறுதியில் மின்காப்பு ஊடுருவப்பட்டுக் கம்பி வடத்தைப் பாதிக்கும் அளவுக்கு மின்னிறக்கங்கள் தோன்றுகின்றன. மின்புலம் வலிவடையும் இடங்களில்கிளைத்துளைகள் உருவாகிப் படர்கின்றன. வெளிப்படக்கூடிய விரிசல்கள் அல்லது இடைவெளிகள், உலோகத் துகள்களாலான மாசுகள், மின் முனைகளிலுள்ள ஒழுங்கீனங்கள் போன்ற இடங்களில் உள்ள மின் கம்பி வடங்களில் அமைந்துள்ள காப்பு உறைகளில் கிளைத்தல் ஏற்பட்டு அத்துளைகளில் நீர் ஊடுருவிவிடும்.

மேற்பரப்புப் பொறி தாண்டல் (surface flash) என்னும் மின் முறிவு நிகழ்ச்சியில் மின்னிறக்கங்கள் காப்புறையின் உட்பகுதியில் நுழையாமல் அதன் மேல் பரப்பில் மட்டும் பரவும். வெற்றிடங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ள கம்பி வடங்களின் காப்புறைகளில் இது அடிக்கடி நிகழ்கிறது. காப்புப் பொருள்களில் ஆற்றல் இழப்பு மிகச் சிறும அளவில் ஏற்படும் வகையில் ஒரு மின் புலத்தைப் பராமரிக்க முடியும். காப்புப் பொருள்கள் கம்பிகளிலிருந்து மின் கசிவு ஏற்படாமல் தடுக்கிற காப்பு உறைகள், மின் தேக்கிகளில் முனைவாக்கம் ஆகக்கூடிய ஊடகங்கள், மின்காந்த அலைகளைக் கடத்தவும் பிரதிபலிக்கவும் செய்கிற கருவிகள், திருத்திகள், பகுதி கடத்திக் கருவிகள், படிக மின்னாற்றல் மாற்றிகள், மின் கடவாப் பொருள்கள், கணிப்பொறிகளின் நினைவு உறுப்புகள் ஆகியவற்றில் மின் கடவாப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன.

ஒரு மின் கடவாப் பொருளில் மின் முறிவு ஏற்படாத வகையில் அதில் செலுத்தப்படக்கூடிய பெரும மின்புலம் மின் கடவா வலிமை (dielectric strength) எனப்படுகிறது. மின் முறிவுகளின்போது மின் தடை திடீரென நேர்மாறாக்க முடியாத வகையில் வீழ்ச்சியடைகிறது. பெரும் மின் புலங்கள் செலுத்தப்படும் போது இது ஏற்படும். பல வேளைகளில் இதன் காரணமாகக் காப்பு உறை சிதைந்து விடும். அறை வெப்பநிலையில், குறைந்த அதிர்வெண்ணில் பெரும்

பாலான காப்புப் பொருள்களின் மின் கடவாவலிமை 10^{4}-10^{7} வோல்ட்/அங்குலம் வரையான நெடுக்கத்தில் அமைகிறது. வெப்பநிலை உயரும்போது மின் கடவா வலிமை குறையும். வளிமங்களின் மின் முறிவு வலிமை ஓரளவு நெடுக்கத்திற்கு அழுத்தத்துடன் நேர்போக்கில் அதிகரிக்கும். ஆனால் மிகக்குறைந்த அழுத்தத்திலும் மின் முறிவு வலிமை மிகும். வளி அழுத்தத்தில் உள்ள வாயுக்களினுடைய மின் கடவா வலிமையை விட வெற்றிடத்தின் மின் கடவா வலிமை மிகவும் மிகுதி. மோதல்கள், வெப்ப அயனியாக்கம், புல உமிழ்வுகள் ஆகியவற்றின் காரணமாக மின் ஊர்திகளின் எண்ணிக்கை பெருமளவு மிகும்போது மின் கடவாத் தன்மை முறிவு ஏற்படுகிறது.

கடத்தல் செயல் முறைகளால் ஒரு மின் கடவாப் பொருளில் வீணாக்கப்படும் திறன் மின் கடவா இழப்பு (dielectric loss) எனப்படுகிறது. புலத்தால் செலவழிக்கப்படும் மின்னாற்றல் வெப்பமாக வீணாக்கப்படுவதால் இந்தத் திறன் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இது மூலக்கூறுகள் மோதிக் கொள்வதால் தோன்றுகிறது. கடத்துந் திறன் σ, இழப்புக் காரணி ϵ'', திறன் காரணி $\cos\theta$, வீணாக்கல் காரணி அல்லது இழப்புக் காரணி $\tan\delta$ ஆகிய அளவுகளில் எதன் மூலமாகவும் இந்த இழப்பை விவரிக்க முடியும். இவற்றில் கடத்துந் திறனை மட்டுமே நேர் மின்னோட்டக் கணக்குகளில் பயன்படுத்த முடியும். கடத்துந் திறன் σ என்பது செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்துடன் ஒரே கட்டத்திலிருக்கிற, அலகு புல வலிமைக்கான (E) மின்னோட்ட அடர்த்தி (I) ஆகும். இழப்புக் காரணி ϵ'' என்பது அனுமதிப்பின் கற்பனைப் பகுதியாகும். இழப்புக் காரணிக்கும் கடத்துந் திறனுக்கும் இடையிலான உறவு $\sigma = \omega\epsilon''/\gamma$ ஆகும். இதில் $\omega = 2\pi\chi$ அதிர்வெண். $\cos\theta$ என்னும் திறன் காரணி செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தத்துடன் ஒரே கட்டத்திலிருக்கிற கடத்தல் மின்னோட்டம் அல்லது இழப்பு மின்னோட்டம், சுற்றில் உள்ள மொத்த மின்னோட்டம் ஆகியவற்றுக்கு இடையிலான தகவு ஆகும். இதில் θ என்பது மின்னோட்டத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையிலான கட்டக்கோணம்.

வீணாக்கல் காரணி $\tan\delta$ என்பது இழப்பு மின்னோட்டத்திற்கும் வினையுறு அல்லது மின்னேற்றும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையிலான தகவு. இதில் $\delta = 90^{\circ} - \theta$ அனுமதிப்பின் பதங்களில் இதைப் பின்வரும் சமன்பாடுகளால் குறிப்பிடலாம்.

$$\epsilon^{*} = \epsilon' - i\epsilon'', \quad \cos\theta = \epsilon''/|\epsilon^{*}| \qquad (1)$$

இங்கு $|\epsilon^{*}| = \sqrt{\epsilon'^{2} + \epsilon''^{2}}$, $\tan\delta = \epsilon''/\epsilon'$

குறைந்த இழப்புள்ள பொருள்களுக்கு $\cos\theta$, $\tan\delta$ ஆகியவை ஏறத்தாழ சமமாக இருக்கும். அலகு பருமத்தில் வீணாக்கப்படும் திறன் அளவு $p = \sigma|E|^{2} = |I|\,|E|\cos\theta$, உயர் வெப்பநிலையில் திறன் இழப்பு மிகுதியாக இருக்கும். பல பொருள்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட புலவலிமை உயர் அதிர்வெண்களில் திறன் இழப்பு மிகுதியாக உள்ளது. தொழில் துறையிலும் மருத்துவத்திலும் திறன் இழப்பால் தோன்றும் வெப்பத்தைப் பயன்படுத்துவதற்கான மின் கடவா வெப்பமேற்றும் கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. உயர்ந்த மின் கடவா மாறிலி மதிப்புக் கொண்ட பொருள்கள் மின் தேக்கிகளில் பயன்படுத்த ஏற்றவை. ஒரு குறிப்பிட்ட மின் தேக்கு திறனுக்கு மின் தேக்கியின் பரிமாணத்தைக் குறைக்க அவை உதவுகின்றன. குறைந்த மின் கடவா மாறிலிகளைக் கொண்ட பொருள்கள் மின் கம்பி வடங்களிலும், மின் மாற்றிகளிலும் மின் காப்பிடத் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

மின் கடத்துந் திறன், மின் கடவா மாறிலி அல்லது அனுமதிப்பு ஆகியவை அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்துள்ளன. சார்ந்திருப்பு மின் கடவாப் பொருளில் உள்ள முனைவாக்கத்தின் மூலக்கூறு செயல் முறைகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றது. பழங் கொள்கைப்படி ஒரு மின்னேற்றிய துகளின் மீது ஒரு மின்புலம் E ஏற்படுத்துகிற விளைவைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் விளக்கலாம்.

$$m\frac{d^{2}r}{dt^{2}} + f\frac{dr}{dt} + kr = eE \qquad (2)$$

இங்கு e என்பது துகளின் மின்னூட்டம்; m என்பது அதன் நிறை. r என்பது அதன் இருப்பிடம், f, k ஆகியவை முறையே உராய்வு விசை மாறிலியும் மீட்டு வரும் விசை மாறிலியும் ஆகும். $m\frac{d^{2}r}{dt^{2}}$ என்னும் பதம் ஒரு முடுக்கத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. பிற பதங்கள் துகளின் மேல் செயல்படும் நிகர விசையைக் குறிப்பிடுகின்றன. $E = E_{0}\exp(i\omega t)$ என்னும் சைன் கோட்டு வடிவப் புலத்திற்கான தீர்வு பின் வருமாறு இருக்கும்.

$$r = \frac{eE}{m}\,\frac{1}{\omega_{0}^{2} - \omega^{2} + i\omega f/m} \qquad (3)$$

இதில் $\omega_{0}^{2} = k/m$. முனைவாக்கம் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

$$P = (\epsilon^{*} - \epsilon_{0})\,E/\gamma = Nre \qquad (4)$$

இங்கு N என்பது அலகுப் பருமத்தில் உள்ள துகள்களின் எண்ணிக்கை. γ என்பது ஒரு வடிவியல் காரணி. அது சென்டிமீட்டர்-கிராம்-நொடி என்னும் அலகில் 4π ஆகவும் மீட்டர்-கிலோ கிராம்-நொடி என்னும் அலகில் ஒன்றுக்குச் சமமாகவும் உள்ளது. எனவே,

$$\epsilon^* = \epsilon_o + \frac{\gamma Ne^2}{m} \frac{1}{\omega_o^2 - \omega^2 + i\omega f/m} \quad (5)$$

$f/m < \omega_o$ எனில் ϵ^*-இன் அதிர்வெண் சார்ந்திருப்பு, ஒரு தணிக்கப்பட்ட இசை அலைவியின் ஒத்ததிர்வு நிரலாக விவரிக்கப்படுகிறது. $f/m >> \omega_o$ எனில் அதிர்வெண் சார்ந்திருப்பு ஓர் ஓய்வுச் சுற்றின் சார்ந்திருப்பை ஒத்திருக்க முனைகிறது.

மின் கடவா மாறிலி, அனுமதிப்பு ஆகியவற்றின் ஆய்வு மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள அதிர்வெண் சார்ந்திருப்புகளை ஒத்ததிர்வு மற்றும் ஓய்வுச் செயல் முறைகளின் மூலம் நன்கு விளக்க முடியும். ஒத்ததிர்வுப் பிரிகை, மூலக்கூறுகளின் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் அல்லது அதிர்வு ஆற்றல்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களுடன் சேர்ந்து வருவதாகும். வழக்கமாக 10^{13} ஹெர்ட்ஸுக்கு மேற்பட்ட அதிர்வெண்களிலேயே ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்கள் உள்ளன. பாகியல் தன்மை மிகுந்த ஊடகங்களில் உள்ள முனைவுடை மூலக்கூறுகளுக்கும், முகவிடைப் பரப்பு முனைவாக்கம் காட்டுகிற திண்மங்களுக்கும் ஓய்வு நிரல் தோன்றுகிறது. $J = f/m\omega_o^2$ என்னும் நேர மாறிலி வழக்கமாக 10^{-12} நொடிக்கு மேற்பட்டுள்ளது. அது மேலும் நீண்ட நேரத்திற்குக்கூட நீடிக்கலாம்.

மிக நீண்ட ஓய்வு நேரத்தைப் (J) பண்பாகக் கொண்டிருக்கும் கடத்தல் நிகழ்வு இருப்பது மின் கடவாத் தயக்கம் ஏற்படுவதற்கும் மின் கடவா உட்கவர்பு தோன்றுவதற்கும் வழி வகுக்கிறது. மின் கடவாத் தயக்கம் காந்தத் தயக்கத்திற்கு ஒப்பானது. ஒரு மாதிரிப் பொருளின் கடந்த கால மின் வரலாறு அதாவது முன்னர் செலுத்தப்பட்ட மின் புலங்களைப் பொறுத்து மின் கடவா முனைவாக்கம் மாறுவது மின் கடவாத் தயக்கம் (dielectric hysterisis) ஆகும். $\omega > 1/J$ என இருக்கும் வகையில் $E = E_o \exp(i\omega t)$ என்னும் மின் புலத்தைச் செலுத்தினால், P—E வரைபடம் ஒரு நீள் வட்டமாக அமைகிறது. $\omega << 1/J$ என உள்ளபோது $P = \chi \epsilon_o E_o$ என்னும் ஒற்றை மதிப்புள்ள சார்பெண்ணை அணுகுகிறது. இதில் χ என்பது மின் ஏற்புத் திறன் (susceptibility) ஆகும். இரும்பு மின் பொருள்கள் தானாகத் தோன்றும் முனைவாக்கம் உள்ளவை. ஏறத்தாழ மாறிலியான புலங்களிலும் அவை மின் கடவாத் தயக்கம் கொண்டுள்ளன.

மின் கடவா உட்கவர்பு அல்லது மின் கடவாப் பின் விளைவு என்பது, ஒரு மின் கடவாப் பொருளின் மேல் செலுத்தப்படும் புலம் மாறும்போது வளர்ச்சி பெறுகிற அல்லது மெல்லத் தேய்கிற மின்னேற்ற மின்னோட்டம் அல்லது முனைவாக்கம் ஆகும். வழக்கமாக இது இட மின்முனைவாக்கத்தால் உண்டாகிறது. சில வழக்கத்தை மீறிய பொருள்களில் இது மாதக் கணக்கில் அல்லது ஆண்டுக் கணக்கில் கூட நீடிக்கும். செலுத்தப்படும் புலத்துடன் நேர் போக்கற்ற வகையில் மாற்றம் அடைகிற முனைவாக்கத்தைக் கொண்டுள்ள மின் கடவாப் பொருள்களின் மேல் சைன் கோட்டு வடிவ மின் புலங்களைச் செலுத்தினால் அவை இசை அலைகளை உண்டாக்கும். இந்த விளைவின் உதவியால் அதிர்வெண் பெருக்கம் செய்யவும், பாராமெட்ரிக் பெருக்கிகளிலும், லேசர் இசை அதிர்வியற்றிகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் தன்னிச்சையான அலைகளைக் குறிப்புக் கலப்புச் செய்யவும் முடிகிறது.

மின் கடவாப் பொருள்கள். வெற்றிடமும், காற்றைத் தவிர்த்த மற்ற வளிம நிலை மின் கடவாப் பொருள்களும் எலெக்ட்ரான் குழல் கருவிகளிலும், மின்னழுத்த நிலைப்படுத்திகளிலும், இடி தாங்கிக் கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. மின் கடவா நீர்மங்கள் உயர் மின்னழுத்தக் கம்பிவடங்களிலும் மின் தேக்கிகளிலும் பொருத்தப்படுகிற நுண்துளைக் காப்பிகளின் நுண் துளைகளுக்குள் புகுத்தவும், மின் மாற்றிகள் மின் சுற்று முறிப்பான்கள் ஆகியவற்றில் மின் காப்பு ஊடகமாகவும் பயன்படுகின்றன. மின் மாற்றிகளிலும், சுற்று முறிப்பான்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகிற நீர்மங்களின் வெப்பம் கடத்தும் தன்மைகள் முக்கியமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டும். கனிம எண்ணெய்கள், ஹாலோஜனேற்றம் செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள், சிலிகோன் எண்ணெய்கள் ஆகியவை மிகு அளவில் பயன்படுத்தப்படும் மின் கடவா நீர்மங்கள் ஆகும்.

கண்ணாடி, பீங்கான், நெகிழி, ரப்பர், குவார்ட்ஸ், மைக்கா, மக்னீசியா, கல்நார், காகிதம், நார்ப் பொருள் ஆகியவை பரவலாக மின் காப்புப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட நோக்கத்திற்கான மின் கடவாப் பொருளைத் தேர்வு செய்யும்போது அதன் எந்திரவியல் பண்புகள், வெப்பம் கடத்தும் பண்புகள் ஆகியவற்றுடன் அது மின்சாரத்திற்குக் காட்டும் மறு விளைவுகளையும் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். உயர் அதிர்வெண் உள்ள கருவிகளில் பாலிஎத்திலீன், பாலிஸ்டைரீன் போன்ற இழப்புக்குறைவான, முனைவாக்கம் அடையாத மின் கடவாப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சிலிக்கான், ஜெர்மேனியம் போன்ற பகுதி கடத்திகளும், இரும்பு மின் பீங்கான்களும் உயர் நிறை உலோக டைட்னேட்டுகள், சிர்க்கோனேட்டுகள், நியோபேட்டுகள் ஆகியவையும் ஓரளவு பயன்படும் மின் கடவாப் பொருள்கள் ஆகும்.

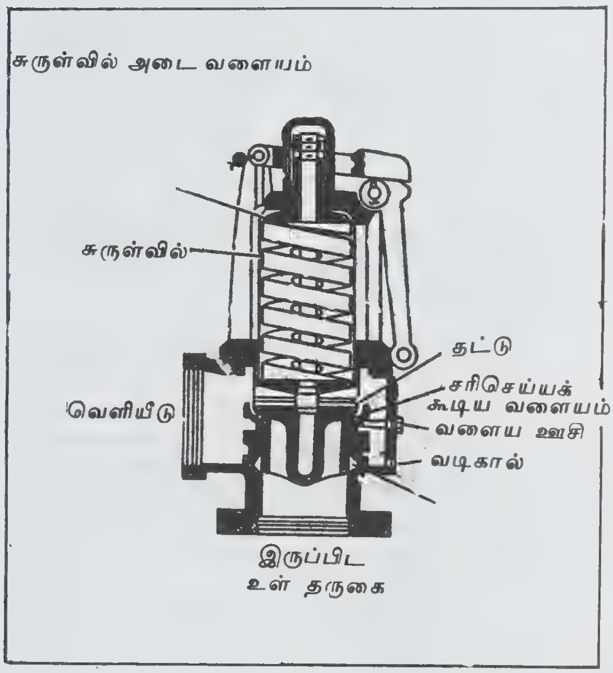
- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. F. Bueche, *Principles of Physics*, Fourth Edition, McGraw-Hill International Book Company, Singapore, 1984.

காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ்

கொதிகலன்கள், காற்றழுத்திகள் (air compressors) போன்றவற்றில் அழுத்தம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு

மிகுந்தால் அவற்றைத் தாமாகவே வெளியேற்றுவதற்கு ஏற்ற வகையில் காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ் (safety valve) அமைக்கப்படுகிறது. இதில் ஒரு வட்டத் தட்டு ஓர் இடத்தில் பொருந்தி அதன் மீது சுருள்வில் அழுத்திக் கொண்டு இருக்கும், அழுத்தம் திட்டமிடப் பட்ட அளவைவிட மிகுதியாகச் செல்லும்போது வட்டத் தட்டைத் திறந்து கொண்டு அழுத்தம் வெளியேற்றப்படும். அழுத்தம் குறைந்த பிறகு சுருள் வில் அழுத்தத்தால் தானாகவே மூடிக்கொள்ளும். இதனால் கொதிகலன் அல்லது காற்றழுத்தி உள்ளே எந்த அளவு வரை அழுத்தம் இருக்க வேண்டும் என நிர்ணயம் செய்து அவ்வழுத்தத்தை மாற்றி அமைக்க இயலும்.



படம் 1. காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ்

அடைப்பிதழ்கள், அழுத்தம் செலுத்தப்படும் முறையைக் கொண்டு வகைப்படுத்தப்படும். அவற்றுள் சுருள்வில் வகை (spring loaded safety valve), நிலை யான எடை வகை (dead weight safety valve), நெம்பு கோல் வகை (lever safety valve) என்பன குறிப்பிடத் தக்கவை. மிகு அழுத்தத்தால் கொதிகலன் விபத்திற் குள்ளாகா வண்ணம் பாதுகாக்க, காப்பு அடைப் பிதழ்கள் பயன்படுகின்றன. இவை தானியங்கி அமைப்புக்கொண்டவை.

- வை. இலக்குமிநாராயணன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, Marks' Standard Hand book for Mechanical Engineers, Eighth Edition, McGraw -Hill Book Company, 1978.

காப்புக் கண்ணாடிகள்

இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையே ஒரு நெகிழித் (plastic) தகடு வைத்து ஒட்டிய ஒரே அமைப்பிற்கு காப்புக் கண்ணாடி (safety glass) என்று பெயர். காப்புக் கண்ணாடிகளின் உற்பத்தியின்போது முதலில் இரு கண்ணாடித் தகடுகளும், அவற்றிற் கிடையே நெகிழித் தகடும் லேசான அழுத்தத்தில் வைக்கப்படும் போது அவற்றிற்கிடையே இடை வெளியில்லாப் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. பிறகு இந்த அழுத்தத் தகடு (laminate) 75-225 psi வரை அழுத் தத்திலும் 115-150° வெப்பநிலையிலும் அழுத்தப்படு கிறது. இம்முறையில் இவற்றிற்கிடையே நிலையான பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. இவற்றின் பருமன் பயன் பாட்டிற்கேற்ப வேறுபடுகிறது. 6 மி.மீ. பருமன் உள்ள காப்புக் கண்ணாடிகள் தரை ஊர்திகளிலும் இதைவிடப் பருமன் மிகுந்த கண்ணாடிகள் வான ஊர்திகளிலும் பயன்படுகின்றன.

காப்புக் கண்ணாடிகள் இயல்பான கண்ணாடி யைவிடப் பாதுகாப்பானவை. இந்தக் காப்புத் தன்மைக்குக் காரணம் இவ்வகைக் கண்ணாடியினுள் உள்ள நெகிழித் தகடாகும். நெகிழித் தகடு மிகு சுமைகளைத் தாங்கும்போது உடையாமல் நிற்கிறது. மேலும் கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையே யுள்ள குழைமத் தகட்டுடன் ஒட்டிக் கொண்டு இருப்பதால், பல காரணங்களுக்காக அவை உடைய நேரிட்டாலும் பறந்து பிரிந்து சென்றாலும் தீங்கு விளைவிப்பதில்லை. இதற்கு மாறாக வேதி முறை யில் தன்மையாக்கப்பட்ட (tempered) கண்ணாடி கள் மழுங்கிய முனையுள்ள துகள்களாக உடை கின்றன. இந்தக் காரணத்திற்காகவே இவ்வகைக் கண்ணாடிகள் காப்புக் கண்ணாடிகள் எனப் படுகின்றன. இக்கண்ணாடிகளில் உள்ள நெகிழித் தகடு, காப்புக் கண்ணாடியின் முறிவெண்ணை (modulus of rupture), அறை வெப்பநிலையில் இயல் பான கண்ணாடி முறிவெண்ணின் அளவில் 60% வரை குறைக்கிறது. மேலும் இக்கண்ணாடிகளிலுள்ள வெப்பம், இளகு குழைம (thermoplastic) கண்ணாடி யின் பிற பண்புகளையும் வெப்பம் சார்ந்தவையாக (temperature dependent) மாற்றுகிறது. காப்புக் கண்ணாடிகளின் ஒளிப்பண்பு அவை எந்த வகைக் கண்ணாடிகளிலிருந்து செய்யப்பட்டவையோ அவற் றின் பண்புகளையே கொண்டிருக்கும். இருப்பினும் 70 க்குமேல் கரிம நெகிழி சிதைந்து போகலாம்.

பெரும்பாலான காப்புக் கண்ணாடிகள் ஊர்தி களில் பயன்படுகின்றன. இக்காப்புக் கண்ணாடிகளில்

0.75 மி.மீ. வரை பருமன் உள்ள நெகிழித் தகடுகள் பயன்படுகின்றன. மேலும் கப்பல்கள், வானூர்திகள், இருப்புப் பாதை ஊர்திகள், இருப்புப் பாதை நீராவித் தொடர்வண்டிகள் (locomotives), பாதுகாப்பு மூக்குக் கண்ணாடிகள் (safety goggles), நோக்கு காலதர்கள் (viewing windows) முதலிய அமைப்புகளில் காப்புக் கண்ணாடிகள் பயன்படுகின்றன. விறைப்பாக்கப்பட்ட கண்ணாடித் தகடுகளை நெகிழித் தகடுகளுடன் சேர்த்துப் பல அடுக்குகளாகச் செய்யும்போது குண்டு துளைக்காத கண்ணாடிகள் கிடைக்கின்றன. வங்கிகளிலும், நகைக் காட்சியகங்களிலும், போர் ஊர்திகளிலும், ஆய்வுக்கூடக் காலதர்களிலும் பயன்படுகின்றன. காப்புக் கண்ணாடிகளில் உள்ள கண்ணாடியையோ நெகிழியையோ மங்கலாக்குவதன் மூலமாக ஒரு குறிப்பிட்ட வண்ணத்தை வடிகட்ட இவை பயன்படும். காப்புக்கண்ணாடிகள் நொறுங்காமல் இருப்பதற்குக் கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையே நெகிழித் தகடுகளோ கம்பி வலைகளோ வைக்கப்படுகின்றன.

- கி.மு. மோகன்

நூலோதி. A.G.H. Diet, Engineering Laminates 1949; W.L. Mc Cabe, J.C. Smith, Peter Harriott, Unit operations of Chemical Engineering, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Co., New York, 1985.

காப்புத் தளம்

ஆற்றின் கரைகளை அரிப்பிலிருந்து தடுக்கும் ஓர் அமைப்பு, காப்புத்தளம் (revetment) ஆகும். சில இடங்களில் இது உறுதியான தடுப்பாகச் செயல்படும்; இருந்தபோதும், அடிப்படைக் கோட்பாடாக, அச்சுறுத்தும் அல்லது பாதிக்கப்படும் பகுதியிலிருந்து அதிக விரைவு கொண்ட நீரோட்டத்தை விலகிச் செல்லுமாறு இது அமையும். காப்புத் தளம் பொதுவாக 1½-1 அல்லது 2-1 என்னும் பக்கச் சரிவுடன் சாதாரண மண்களிலும் மணல் கலந்தமண்களில் 3-1 என்னும் சரிவுடனும் கட்டப்படுகின்றது. காப்புத் தளத்தின் தடிமன் பொதுவாக 0.45-0.75 மீ வரை உயரத்திற்குத் தக்கவாறு மாறுபடும். இது மேல் பக்கப் பாய்வு பகுதியில் தாக்கும் இடத்திலிருந்து நீரோட்டத்திற்கு 15^{0} கோணத்திற்கு மிகாமல் காப்புத் தளத்தினை அமைக்கத் தொடங்குவதன் மூலமும் மற்றும் காப்புத் தளத்தின் மேற்பரப்பு கரடுமுரடானதாக இருக்கும் போதும் வெற்றிகரமாக நிறைவேற்றப்படுகிறது.

இந்தக் கரடு முரடான மேற்பரப்பு ஒரு கொந்தளிப்புப் பகுதியை (zone of turbulence) உருவாக்கி, அதன் மூலம் மெத்தை போன்று செயல்பட்டு மிகு விரைவு கொண்ட நீரோட்டத்தைக் கரையிலிருந்து விலகிச் செல்ல வைக்கிறது. இந்த விலகிச் செல்லும் எல்லை, சுமாராக 15 மீ வரை இருப்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. எண்ணற்ற நிலைமைகளில் சாதாரணமாகக் குறைந்த நீர் மட்டத்தை விடக் (low-water level) காப்புத் தளத்தின் முடிவானது 5 மீட்டருக்குக் குறைவாகத் தாழ்வாக இருக்கும் இடங்களில் காப்புத் தளத்தைப் பாதிக்காமல் அரிப்பு ஆழம் (scour depth) 9-12 மீட்டர் வரை அமைகிறது. ஆழமான நீரில் அல்லது தாக்கும் கோணம் 30^{0} மேல் இருக்கும் இடங்களில் இந்தக் கரடுமுரடான மேற்பரப்பினால் ஏற்படும் நன்மை குறைகிறது. இவ்விடங்களில் காப்புத் தளத்தை, பரப்பு நீரோட்டப் பாதை (thalweg) வரை நீட்ட வேண்டும்.

காப்புத்தளங்களின் ஒருங்கமைப்பு (alignment) மிருதுவாகவும், துளைகள் மற்றும் புடைப்புகளின்றியும் இருத்தல் வேண்டும்;

ஒருங்கமைப்பில் கூர்மையான திருப்பங்களைத் தவிர்க்க வேண்டும். ஏனெனில் அவை திடீரெனக் கடந்து நீரோட்டம் எதிர்க்கரையைத் தாக்குமாறு செய்துவிடும்; அல்லது கரைகளில் நீர்ச்சுழலை உண்டாக்கி அதன் மூலம் காப்புத்தளத்தைப் பாழாக்கவோ அரிக்கவோ செய்யும்.

காப்புத் தளங்கள் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படும்; வலுவான பாறைகளைக் கொண்டு பதித்தல், பாறை, தார் அல்லது கற்காரையுடன் நீரில் மூழ்கியுள்ள பகுதிகளுக்குக் கற்காரைமெத்தை அமைத்தல், குத்துத்தூண் அணை (கடலைத் தடுக்கும் அணை) அல்லது மற்ற நீர் ஊடுருவிப் பரவும் வேலி அடைப்புகள், மரத்தூரிகையினாலான மெத்தைகள், தொட்டி வேலை காப்புத்தளம், முன் வார்ப்புக்கட்டமைப்புகள்.

எளிய மராமத்து வேலைகளுக்கும், கரை உடைப்புகளைச் சீரமைப்பதற்கும், பாறை பதித்தல் சிறப்பாக இருந்தாலும் ஒரு சிறந்த வடிப்பான் (filter) அமைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வடிப்பானானது கூழாங்கல்லாலான போர்வையாகவோ சரியான முறையில் குவிக்கப்பட்ட (பாறை தோண்டும் இடத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட) பாறை கொண்டதாகவோ, கீழ்படிந்துள்ள கரைப் பொருள்களை அரிப்பிலிருந்து தடுக்கும் வண்ணமாகவோ இருத்தல் வேண்டும். சிறிய உடைப்புகளைச் சேர்த்து பெரிய கரை உடைப்பாகும் வரை வளர்ச்சியடைய உதவுவது திண்மப் பதித்தலில் உள்ள குறையாகும். அதோடு, அடிக்கடி, ஒரு முறை உடைக்கப்பட்டவுடன் அந்த இடத்திலிருந்து பெரிய தகடு தகடாக உரித்துக் கொண்டு வரும் குறைபாடும் இதற்கு உண்டு.

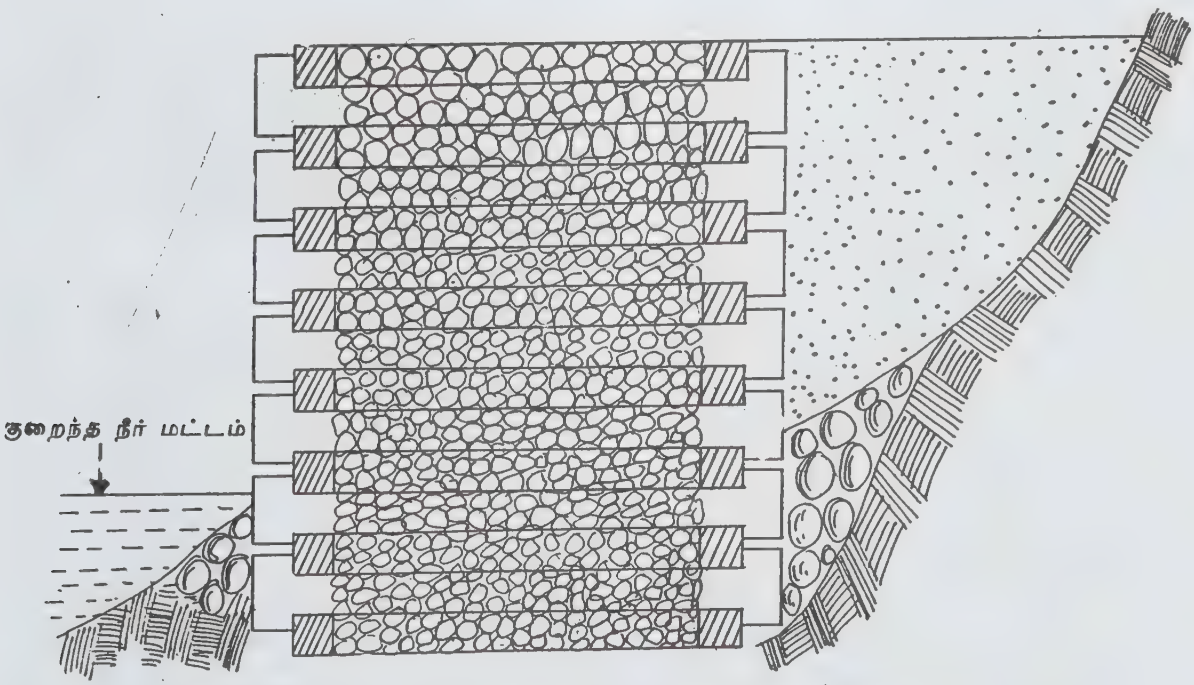
மிசௌரி மற்றும் அர்க்கான்சாஸ் ஆறுகளைப் போன்ற நீரோட்டங்களில், நீரின் ஆழம் குறைந்த நீர் மட்டங்கள் 5-8மீ வரை அரிதாக அதிகரிக்கும்

இடங்களில், நிலத்தூண் தடுப்பு அணைகள் மற்றும் பாறை பதித்தல் சிறப்பானதாகவும் சிக்கனமான தாகவும் இருக்கும். குறைந்தபட்சம் 30% பாறைகள் நீரோட்டத்தின் அசைவைத் தடுக்கும் அளவிற்குப் பெரிய அளவிலான பாறைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. பாறை தோண்டும் இடங்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பாறைகள் நல்ல தரமானவையாகவும், இட்டுக் குவிக்கும் இடங்களில் தலைகீழ் வடிப்பானாக வும், தேவையான கரடுமுரடான பரப்பைக் கொண்ட வாகவும் இருக்கும். ஆழம் 30 மீட்டருக்கு மேலுள்ள ஆழமான ஆறுகளில் பொருத்தமான கற்காரை அல்லது வலிவூட்டப்பட்ட தார் மெத்தைகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

நிலத்தூண் தடுப்பு அணைகள் அல்லது மற்ற நீர் ஊடுருவிப் பரவும் வேலி அடைப்பு வகைக் காப் புத்தளங்கள் கரைக்கு இணையாக அமைக்கப்பட்டி ருந்தால், அவை அவ்விடத்தில் சிதறோட்டத்தை உண்டாக்கி நீரோட்டத்தை மாற்றத் தூண்டும். ஆனால், அப்போதும் வண்டலை, காப்புத்தளத்தின் பின்னால் படியச் செய்வதன் மூலம் கரை கட்டப் படுகிறது. நீரோட்டத்தின் தாக்கும் கோணம் 30°.க்கு மிகாமல் இருக்கும் இடங்களில் பொதுவாக நிலத்தூண் அணைகள் சிறப்பானவையாக இருக்கும். நிரந்தரமாக இருக்க கனமான பனிக்கட்டி அல்லது அலை ஓட்டம் கொண்ட குறிப்பிட்ட நீரோடைகளில் நிலத்தூண் தடுப்பு அணைகள் ஓர் உயரம் வரைக்கும் பாறைகளைக் கொண்டு பாதுகாக்கப்படவேண்டும்: ஏனெனில் அவை நாணல் புதர்கள் போன்றவை வளர்வதற்கு இடம் கொடுக்கின்றன.

கற்கள் கொணர இயலாத இடங்களில், மரத் தூரிகையிலான மெத்தைகள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. இவை கிளைகள் மற்றும் சிறுசிறு சிம்பு களால் கட்டப்பட்ட கட்டுகளாகும். இவை20-30 செ.மீ. வரையிலான விட்டம் கொண்டவையாகவும் மற்றும் சுமார் 3.6மீ நீளம் கொண்டவையாகவும் 1.2 மீ இடைவெளியில் தார் பூசிய கயிற்றால் சேர்த்துக் கட்டப்பட்டிருக்கும். இந்த மரத்தூரிகைக் கட்டுகள் கூரான முனை அல்லது குட்டையான நிலத்தூணு டன் சேர்த்து நிலைப்படுத்தப்பட்டுக் கரையில் போட்டு வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

தொட்டிக் காப்புத்தளம், மரத்துண்டுகள் அல்லது வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைப் பொருள்களிலிருந்து நீர் ஊடுருவிப் பரவுமாறு அமைக்கப்படுகிறது. தொட்டிகள் கற்களால் சுமையேற்றப்படுகின்றன. மேல் மட்டத்திலுள்ள கற்களின் அளவு பெரியதாக இருக்கவேண்டும். தொட்டிவகைக் காப்புத்தளம் மேல் மற்றும் கீழ்க் கரைகள் இரண்டாலும் அமைக்கப்படு கின்றன. மரத் தொட்டி வேலை மாறி மாறி உலர் வதும், ஈரமாவதுமாக இருப்பதால் அழுகிக் கெட்டுப் போவதற்கு வாய்ப்புள்ளது.



வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைத்தொட்டிகள் கொண்டு வலிவூட்டப்பட்ட கரை

படம் 1. காப்புத்தளம்

வலிலூட்டப்பட்ட கற்காரை மற்றும் நிலக்கீல்-கற்காரை (asphalt-concrete) பொருள்களினாலான முன்வார்ப்புக் கட்டமைப்புகள் (precast - structures) தற்காலத்தில் எப்போதையும்விட அதிகப்பயன்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவை காலம், பணம் மற்றும் பயன் ஆகியவற்றைச்சேமிக்கின்றன. கொம்பணைகள் சிறிய தடுப்பணைகளாகும். அவை கிட்டத்தட்ட கரைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்; அவை சில நேரங்களில் காப்புத் தளங்களுக்குப் பதிலாக, சிறப்பாக படுகை நிலையானதாக இருக்கும் இடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை பொதுவாக, திடமான கட்டுமானங்களாக இருக்கும். இரும்புத் தகடுகளினாலான பல்கைக் குத்துத்தூளாகவோ (sheet piles) குவிக்கப்பட்ட பொருள்களாலானதாகவோ இருக்கும்.

- மு. புகழேந்தி

நூலோதி. S. K. Garg, *Irrigation Engineering And Hydraulic Structures*, Seventh Edition, Khanna Publishers, New Delhi, 1987.

காப்பு நடவடிக்கை, அறுவைக்குப்பின்

மனித உடலில் அறுவை மருத்துவம் செய்வதன் மூலம் பல நோய்கள் விரைவில் குணம் அடைவதாலும், குணம் அடைவதற்கான அறிகுறிகள் காணப்படுவதாலும் உலகம் முழுதும் இன்று அறுவை முறையை நோயுற்றோர் பலரும் நாடுகிறார்கள். அறுவைக்கு முன்னுள்ள முறைகள், அறுவை நேரத்தில் மேற்கொள்ளப்படும் முறைகள், அறுவை முடிந்ததும் மேற்கொள்ள வேண்டிய முறைகள் இவை அனைத்தும், சீராகவும், செம்மையாகவும் மேற்கொள்ளப் படுவதால் நோயுற்றோர் முழுதும் குணம் அடைந்து விடுகின்றனர். இம்மூன்று மருத்துவ முறைகளும் இன்றியமையாதவை. மருத்துவரோடு அவரைச் சார்ந்தோர், நோயுற்றோர் ஆகியோர் ஒத்துழைத்தால் நோய் குணம் அடைவது விரைவாகவும் வெற்றிகரமாகவும் அமையும். இந்த அறுவை முறை அறுவை மருத்துவம் (surgical operation) என்றும், இம்மருத்துவத்திற்குப் பின்னர் உள்ளது காப்புமுறை (post operative care) என்றும் கூறப்படும்.

அறுவையில் வலிநீக்கி மருந்துகள் (general anaesthetics) நரம்பு மருந்துகள் (regional anaesthetics) உடலில் செலுத்தப்படுவதால் நோயாளியின் உடல் மயங்கிய நிலையில் இருக்கும். மேலும் மயக்கம் தெளிவடையும் நேரத்தில் மயக்க வாந்தியும், உடல் உலுக்கலும், காயம் மூலமாக இரத்த இழப்பும், காயத்தில் பெரும் வலியும் சேர்ந்து ஏற்படுத்தும் உடல் களைப்பாலும் மயங்கிய நிலையில் நோயாளி இருக்க நேரிடும். காய மருத்துவம் செய்த கட்டத்தில் மட்டுமின்றி, இயற்கை விபத்துகள், ஆபத்துகள் மூலம் அடையும் காயங்கள் கூட இம்மயக்க நிலையை ஏற்படுத்தும். இவ்வாறு உடலில் ஏற்பட்டு இருக்கும் மயங்கிய நிலையைக் கவனிப்பது விரைவாகச் செய்து முடிக்க வேண்டிய முதல் பணி ஆகும்.

அறுவை முடிந்து நோயுற்றவர் கொண்டு வரப் பட்டதும் படுக்கையின் தலைப்பக்கம் சிறிது தாழ்வாகவும், கால் பகுதி முக்கால் அல்லது ஓர் அடி உயரமாகவும் இருக்குமாறு படுக்கையை அமைக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் மயக்க வாந்தி, இரைப்பை , வாய், தொண்டை, மூக்குப் பகுதிகளிலிருந்து சுரக்கும் நீர், கோழை ஆகியவை மூச்சுக் குழாயையும், மூச்சு இழுக்கும் நுரையீரல் பகுதியையும் அடைத்து விடாமல் வெளியேறும். தூய்மையான காற்றைச் சீராக மூச்சுவிடும்படிச் செய்வதால் தெளிவு ஏற்படுகிறது.

இதே நேரத்தில் இரத்தக் குழாய் வழியாக உடலுக்குத் தேவையான உணவும், சத்துப் பொருள்களும் தூய்மையான முறையில் கண்ணாடிப் புட்டி, குழாய் அமைப்புகள், ஊசி மூலமாக, உடலின் இரத்த ஓட்டத்துடன் சீராகத் தேவைக்கேற்றாற் போல் செலுத்தப்படும். பெரும் காய மருத்துவத்தில் இரத்த இழப்பு ஓரளவு ஏற்படுவதால் இரத்ததான முறையில் பொருத்தமான இரத்தத்தை ஆய்வு செய்து கொடுக்க வேண்டும்.

தூய காற்றும், இரத்த ஓட்டமும் பெறுமாறு செய்து நாடி (pulse) கண்காணிப்பு, இரத்த ஓட்டம், அழுத்தம், மூச்சு விடும் பக்குவம் ஆகிய அனைத்தையும் கவனிக்கும்போது நோயாளி மயக்கம் தெளிந்து நினைவாற்றலும் பெறுகிறார். இந்த அறுவைக் காயங்கள் முற்றிலும் ஆறி மீண்டும் அந்த உறுப்பை அன்றாடப் பணிக்கு ஏற்றவாறு செயல்படச்செய்வதே அறுவை மருத்துவக் கண்காணிப்பின் குறிப்பிடத்தக்க பணி ஆகும்.

அறுவை அடைந்துள்ள உடல் பகுதிக்கு ஓய்வு அளிக்கப்படும். கண் என்றால் செந்தூய்மை கட்டுப் போடப்பட்டுப் பார்வை நிறுத்தப்படும். மென்மையான பஞ்சுக் கட்டுக்குள் கண் ஓய்வாக இருக்கும். பிற பகுதியானால் தையல் போட்டுச் சீரான அழுத்தத்தில் இருக்கும் வகையில் வைக்கப்படும். இவ்வாறு செய்வதன் மூலம் காய வீக்கம் பெருகாமல் கட்டுப் படுத்த முடிகிறது. முதல் 24-48 மணி வரையான காலத்தில் இரத்தக் கசிவால் நனைந்த கட்டு செந்தூய்மை முறைப்படி அகற்றப்பட்டு மறுகட்டு இடப் படும். தொடர்ந்து புண் நன்றாக ஆறி மூட்டம் அகற்றும் வரை இச்சீரிய கவனிப்பு மேற்கொள்ளப் படும். ஏறத்தாழ 5-10நாள் வரை இந்நிலை தொடரும். இதை இரண்டாம் நிலை வெற்றியாகக் (second phase success of the operation) கொள்ளலாம்.

பின்னர் உடலின் வளம் குன்றாமல் இருக்க, புரதம், மாவு, கொழுப்பு ஆகிய சத்துப் பொருள்கள் நிறைந்த வகையில் உணவுப் பொருள்கள், பழம், கீரை, பால், இறைச்சி, மோர் போன்றவை அமைய வேண்டும். ஏனெனில் புரதம், காயம் ஆற்றும் முக்கிய பொருளாகும்; வைட்டமின் C புண்ணை இணைத்துப் பிணைக்கும் நுண்நார்களை மிகுதியாக உண்டு பண்ணுகிறது. வைட்டமின் A புண்திசுக்களை நன்கு வளரச் செய்கிறது. வைட்டமின் B வகை புண் ஆறும் செல் மண்டலச் செயலில் வளமும் வளர்ச்சியும் கொடுக்கிறது. இவற்றையுணர்ந்து ஆவன செய்வது நோயாளிக்கு நலம் பயக்கும்.

செந்தூய்மை முறையைக் கடைப்பிடிப்பதன் மூலம் புண் அழுகல் தடுக்கப்படுகிறது. எனினும், தோலின் பள்ளம், சிறுநீர், மலம், தொண்டை, மூக்கு, வாய்ப்பகுதி, கழிவேற்றச் சுரப்பி, கோழை இவற்றில் தொற்று நோய்க் கிருமிகள் கண்ணுக்குத் தெரியாமல் உள்ளன. இவற்றால் அறுவைப் புண்ணும் அழுகி ஒழுகத் தொடங்கும். புண் பகுதியில் இரத்தம் மிகுதியாகத் தேங்கிவிடின் அழுகல் விரைவில் தோன்றும். எனவே காயப்பட்ட திசு அடுக்குகள் பிறழாமல் வடிகால் வைத்துத் தையலிட்டு ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் செந்தூய்மை முறைகளை மேற்கொள்வதோடு நுண்ணுயிர்க் கொல்லி மருந்துகளையும் போதிய அளவில் அவ்வப்போது அளிக்க வேண்டும். இவ்வாறு புண் அழுகாமல் ஆற்றுவது மிகுந்த நன்மையளிக்கும்.

அறுவை முடிந்து சில நாளில் காயம் ஆறியவுடன் தொடர்புடைய கவனிப்புப் பணிகள் மேற்கொள்ளப்படும். நல்ல இரத்த ஓட்டம் உள்ள பகுதிக்குத் தொடர் கவனிப்பு சில வாரங்களே போதும். சான்றாக, தோல் தொடர்பான கட்டிகள் காயங்கள் இதில் அடங்கும். ஆனால், வயிறு, குடல் ஆகிய உறுப்புகளை, மீண்டும் சீராகப் பணி நடைபெறும் வரை, சில மாதங்கள் கவனிக்க வேண்டும். இரத்த ஓட்டம் குறைவான எலும்பு, நாண், மூட்டைச்சுற்றி இறுக்கும் நாண் (ligament) இவையனைத்தும் சில மாதங்கள் முதல் ஆண்டு வரையான கண்காணிப்பில் பயிற்சி முறைகள், கண்காணிப்பு முறைகள் மேற்கொள்ள வேண்டும். நீண்ட நாளில் ஆறிய தசை வற்றி, வலிவிழந்து விடுவதை மீண்டும் சீராக்கவும், வேலை முறை இயக்கம் நடைபெறவும் நடைப்பயிற்சி அளிக்க வேண்டும்.

வி. நடராஜன்

காப்பு விளக்கு

இது பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பெரும்பாலும் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் பயன்படுத்தும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டது. இதில் மீத்தேன் என்னும் வளிமத்தை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

இங்கிலாந்தைச் சார்ந்த சர். ஹம்ப்ரி டேவி விளன்னி, ஜார்ஜ் ஸ்டீஃபன்சன் போன்றோரால் அமைக்கப்பட்ட முதல் காப்பு விளக்கு (safety lamp) நிலக்கரிச் சுரங்கத்திற்குப் பயன்படும் வகையில் உருவாக்கப்பட்டது. சுரங்கங்களில் ஒளியைக் கொடுக்கவும் திடீரென்று வரும் வளிமத்தால் தீப்பற்றிக் கொள்ளாமல் இருக்கும் வகையிலும் வடிவமைக்கப்பட்டது.

அமெரிக்காவில் கோயில்லர், ஊல்ப் ஆகிய இரண்டு வகைக் காப்பு விளக்குகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. சுரங்கப் பாதுகாப்பு ஆலோசகர்களால் பாதுகாப்பானது என இது உறுதி செய்யப்பட்டது. ஓர் உலோகத்தால் உருவாக்கப்பட்ட அடிப்பகுதியில் எரிபொருள் நிரப்பப்பட்டு அதன் மேல் ஒரு திரி பொருத்தப்பட்டு வெளிப்பகுதியில் கண்ணாடியால் உருவாக்கப்பட்ட உருளை வடிவ அமைப்பின்மேல் கம்பியாலான கவசம் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் நிலையாக நிறுத்துவதற்கு ஏற்ற விதத்தில் ஒரு காந்தம் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். இதிலிருந்து வரும் எரிந்த புகை,பற்றிக் கொள்ளும் வெப்ப நிலையைவிடக் குறைந்த வெப்ப நிலையில் வெளிவரும் வகையில் கம்பிக் கவசம் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும்.

விளக்கின் உள்ளே இருக்கும் மீத்தேன் என்னும் வேதி வளிமம் காற்றுடன் கலந்து நன்றாக எரியும். அதில் இருக்கும் திருகைச் சரி செய்து மாற்றும்போது நீல நிறத்தில் விளக்கு எரியும். மீத்தேன் வளிமம் மிகுதியாகும்போது ஒளியின் அளவு கூடும். அப்போது 5% மீத்தேன் பயன்படும். பட்டறிவு உடையவர்கள் 1% மீத்தேன் வளிமத்தைக் கொண்டு விளக்கை எரியவைக்க முடியும். நல்ல காற்று இருக்கும்போது விளக்கு ஒளியுடன் விளங்கும். காற்று குறையும்போது ஒளி மங்கலாக இருக்கும். இவ்விளக்கு எரிவதற்கு ஏறக்குறைய 16% ஆக்சிஜன் காற்றில் இருந்தால் போதும்.

- வை. இலக்குமி நாராயணன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1978.

காப்புறை உலோகம்

விலை குறைந்த, உறுதி வாய்ந்த மூல உலோகத்திற்கு (base metal) விலை மிகுந்துள்ள தேவையான உலோகத்தின் பண்புகளைப் பெறச் செய்ய உலோகக்

காப்புறை எனும் முறை பயன்படுகிறது. பழங்காலத்தில் நகைகள் செய்யக் கையாளப்பட்ட இக்கலை தற்போது தொழிற்சாலை அளவில் மேற்கொள்ளப் படுகிறது.

மூல உலோகத்தின் மேல் வேண்டிய பண்புடைய உலோகத்தை ஒட்டுதல் (bonding) அல்லது பற்ற வைத்தல் (welding) மூலம் உறை அமைப்பதே உலோகக் காப்புறை (metal cladding). இவ்வாறு காப்புறை இடப்பட்ட உலோகம் பின்பு தேவையான தடிமன் அளவிற்கு உருட்டப்படுகிறது. காப்புறையின் தடிமன் மூல உலோகத் தடிமனின் சதவீதமாகக் குறிக்கப்படுகிறது. இது பொதுவாக 10%ஆகும்.

உலோகக் காப்புறையின் பண்புகள். நகைகள் பழங்காலத்தில் இம்முறையிலேயே செய்யப்பட்டு வந்தன. நகையின் மூல உலோகம் செம்பு அல்லது பித்தளையால் ஆனது. அதன்மேல் தங்கக் காப்புறை இடப்படும். சில உறுதியான ஆனால் குறைந்த வெப்பம் கடத்தும் திறன், குறைந்த மின்சாரம் கடத்தும் திறன் கொண்ட உலோகங்களுக்கு அவற்றின் வெப்பம் மற்றும் மின்கடத்தும் திறனை அதிகரிக்க இம்முறை பயன்படுகிறது. 1930 ஆம் ஆண்டில் தான் முதன் முதலில் இம்முறையில் நிக்கல் காப்புறை இடப்பட்ட எஃகு உலோகத்தைத் தயாரித்தனர். இவ்வுலோகம் எரிசோடா ஏற்றிச் செல்லும் தொடர் வண்டிகள் செய்யப் பயன்பட்டது. இம் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட துருப்பிடிக்காத எஃகு பாத்திரங்கள் உணவு தயாரிக்கப் பயன்படும்.

நவீன தொழில்நுட்பத்தில் தாரை செலுத்து பொறியின் (jet engine) பகுதிகளைத் தயாரிக்க உதவும் டைட்டேனியம் காப்புறை இடப்பட்ட எஃகு இம் முறையிலேயே உருவாக்கப்படுகிறது. தற்போது நாணயங்களும் காப்புறை உலோகங்களின் மூலம் குறைந்த செலவில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. உலோகக் காப்புறை (cladding) முறையில் எந்த ஒரு தனிப்பட்ட உலோகத்திற்கும் இல்லாத சிறப்பு வாய்ந்த பண்புகள் கொண்ட உலோகத்தை உருவாக்க முடியும். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் உறுதி மிக்க உலோகம், மின்கடத்தும் திறன் குறைவாகக் கொண்டிருக்கலாம் அல்லது எளிதில் அரிப்புத்தன்மை கொண்டதாக இருக்கலாம். ஆனால் உலோகக் காப்புறை மூலம் இம்மூன்று பண்புகளைக் கொண்ட ஓர் உலோகத்தைப் பெற இயலும்.

பொதுவாகப் பயன்படும் சில காப்புறை உலோகங்கள். துருபிடிக்காத எஃகு, அரிமானம் ஏற்படுவதைத் தடுக்கிறது. இது கவர்ச்சியான மேற்பரப்பும் குறைந்த செலவும் கொண்டதாகும். சமையல் கருவிகள், அலங்கார வளைவுகள் இவ்வுலோகத்தால் செய்யப்படுகின்றன. துருபிடிக்காத எஃகின் மேல் இடப்படும் தாமிரம் அதன் வெப்பங் கடத்தும் திறனை அதிகரிக்கிறது. அலுமினியத்தின் மேல் இடப்படும் தாமிரம் மின்கடத்தும் திறனை அதிகரிக்கிறது. செலவீடும் குறைகிறது. எஃகின் மேல் டைட்டேனியம் இடுவதால் உயர் வெப்பம் தாங்கும் திறன் பெறப்படுகிறது. தாமிரத்தின் மேல் இடப்படும் வெள்ளி, ஆக்சிஜனேற்றம் ஏற்படுவதைத் தடுக்கிறது.

காப்புறை உலோகங்களை உருவாக்கும் முறைகள் உலோகக் காப்புறை செவ்வக வடிவ மூல உலோகத்தின் இருபக்கங்களிலோ, ஒரு பக்கத்தில் மட்டுமோ செய்யப்படுகிறது. இதுபோல மூல உலோகம் குழாய் வடிவாக இருந்தால் காப்புறை குழாயின் உட்புறமோ, வெளிப்புறமோ செய்யப்படுகிறது.

மற்றொரு வகைக் காப்பு உலோகம் வெப்ப நிலைப்பு இரட்டை உலோகமாகும் (thermostatic bimetal). சம அளவுகளில் அதிக அளவில் விரிவடையும் உலோகமும் பற்ற வைக்கப்பட்டுக் காப்புறை (cladding by welding) செய்யப்படும். இக் கலப்பு உலோகம் தானியங்கிகளில் (automobiles) பயன்படும் கட்டுப்பாட்டிதழ் அல்லது வால்வுகளில் பயன்படுகிறது. வெப்பம் வேறுபடும்போது இந்தக் காப்பு உலோகத்தில் உள்ள உலோகங்கள் வெவ்வேறு அளவுகளில் விரிவடைகின்றன. இதனால் மூல உலோகம் வளைந்து அடைப்பிதழ்களை மூடவோ திறக்கவோ செய்கின்றன.

உலோகக் காப்புறையின் மூலம் கிடைக்கும் உலோகத்தைக் கொண்டு வளைத்தல், இழுத்தல், சுழற்றுதல் போன்ற முறைகள் மூலம் வேண்டிய வடிவங்களில் பொருள்களைப் பெறலாம்.

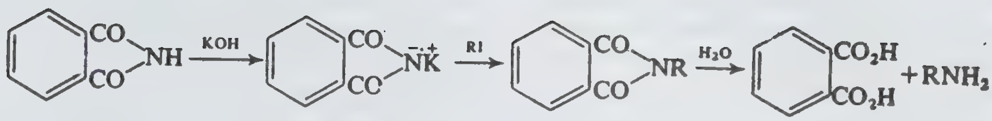
- பொ. கு. பழனி

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, Marks *Standard Hand book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1978.

காப்ரியேல் தொகுப்பு முறை

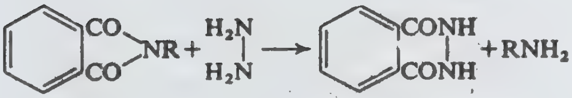
இத்தொகுப்பு முறையால் அல்க்கைல் ஹாலைடுகளிலிருந்து ஓரிணைய அமீன்களைத் தயாரிக்கலாம். இம்முறையில் ஈரிணைய அமீன், மூவிணைய அமீன், கலக்காத தூய ஓரிணைய அமீன்களைப் பெறலாம்.

காப்ரியேல் தொகுப்பு முறையில் (Gabriel synthesis)முதலில் தாலிமைடு பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் வினைப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வினையில் பொட்டாசியம் தாலிமைடு உண்டாகிறது. இந்தப் பொட்டாசியம் உப்பை அல்க்கைல் ஹாலைடுடன் சேர்க்கும்போது N - அல்க்கைல் தாலிமைடாக மாறுகிறது. N - அல்க்கைல் தாலிமைடு 20% ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தாலோ பொட்டாசியம்



ஹைட்ராக்சைடாலோ நீராற்பகுக்கப்பட்ட தாலிக் அமிலமாகவும், ஓரிணைய அமீனாகவும் மாறுகிறது. காப்ரியேல் தொகுப்பைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

N - அல்க்கைல் தாலிமைடை ஹைட்ரசீன் சேர்மத்துடன் வினைப்படுத்தி மிக எளிதில் ஓரிணைய அமீனாக மாற்றலாம். டைமெத்தில் ஃபார்மைடு போன்ற புரோட்டான் அற்ற கரைப்பானில் இவ் வினைகள் விரைவாக நடைபெறுகின்றன.



காப்ரியேல் தொகுப்பு வினைகளால் ஓரிணைய அரோமாட்டிக் அமீன்களையும் தயாரிக்கலாம். அரைல் புரோமைடு அல்லது அரைல் அயோடைட்டுடன் பொட்டாசியம் தாலிமைடும் காப்பர் (I) அயோடைடும் சேர்க்கும்போது N - அரைல்தாலிமைடு உண்டாகிறது. N - அரைல் தாலிமைடை நீராற்பகுக்கும் போது ஓரிணைய அரோமாட்டிக் அமீன் உண்டாகிறது.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. I. L. Finar, *Organic Chemistry*, Volume 2, Fifth Edition, ELBS, London, 1974.

காஃபி செடி

மக்கள் விரும்பிச் சுவைக்கும் காஃபி என்னும் பானம் காஃபியா சிற்றினங்களின் விதைகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. காஃபியா என்னும் இனம் ரூபியேசி என்ப்படும் இருவித்திலைப் பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும். ஏறக்குறைய 500 ஆண்டுகளுக்கு முன்புதான் காஃபி தோட்டப் பயிரானது. ஐரோப்பா, வட-அமெரிக்கா, இந்தியா ஆகிய இடங்களில் காஃபி, காலைச் சிற்றுண்டிப் பானமாக அருந்தப்படுகிறது. உலகின் மூன்றில் ஒரு பங்கு மக்கள் காஃபியைச் சூடாகவோ குளிர்வித்தோ குடிக்கின்றனர்.

தோற்றம். காஃபியா அரேபிகா (*Coffea arabica*) எனப்படும் காஃபியின் தாயகம், எதியோப்பியாவின் ஈரவெப்ப மண்டலக் காடுகளே ஆகும். அங்குத் தொன்றுதொட்டு இலைகளையும் காய்களையும் சுவைப்பானாகப் பயன்படுத்தி வந்துள்ளனர். அங்கு கூறப்படும் ஒரு கட்டுக்கதையின்படி 800 ஆம் ஆண்டு வாக்கில் கால்டி என்னும் ஆட்டிடையன் தன்னுடைய ஆடுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட செடியை மேய்ந்த நாள்களில் உற்சாகமாகவும், தூக்கமின்றியும் இருப்பதைக் கண்டு காஃபியின் பண்பைத் தெரிந்துகொண்டான் என்று குறிப்பிடுவர். அரேபியர்களின் படையெடுப்பால் எதியோப்பியாவிலிருந்து காஃபி, அரேபியா எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, கொட்டையை வடித்து நீரெடுத்துக் குடிநீர் தயாரிக்கும் பழக்கம் தொடங்கியது.

1658 ஆம் ஆண்டு டச்சுக்காரர்கள் காஃபியை ஸ்ரீலங்கா, ஜாவா, சுமத்ரா தீவுகளில் அறிமுகப்படுத்தினர். 1706 ஆம் ஆண்டு ஜாவாவிலிருந்து தென் அமெரிக்காவுக்கு ஆம்ஸ்டர்டாம் வழியாக எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. கர்நாடக மாநிலத்திலுள்ள சிக்மகளூரைச் சேர்ந்த பாபு பூடான் மலைகளில் 1600 ஆண்டுவாக்கில் தத்தாத்ரேயருடைய சீடரான பாவு-பூடான் என்னும் மொகலாயரால் மெக்காவிலிருந்து கொண்டுவரப்பட்ட ஏழு காஃபி விதைகளைக் கொண்டு இந்திய காஃபியின் வரலாறு தொடங்கியது.

வகைப்பாடு. காஃபி வகைப்பாடு மிகவும் சிக்கலானது. இவ்வினத்திலுள்ள சிற்றினங்களின் எண்ணிக்கையில் வல்லுநர்களிடையே கருத்து வேறுபாடுண்டு. இதில் 25-100 வரை சிற்றினங்களுண்டு

என்பர். பொதுவாக 60 சிற்றினங்கள் உண்டு. அவற்றில் பெரும்பான்மையானவை ஆஃப்ரிக்காவில் (33 சிற்றினங்கள்) காணப்படுகின்றன என்று தெரிகிறது. காஃபியா பேரினத்தில் வணிக முறையில் அமைந்த 2 சிற்றினங்களில் அரேபியன் அல்லது அரேபிகா காஃபி என்பது கா. அரேபிகாவைக் (C. arabica) குறிப்பதாகும். மற்றது, கா. கேனிஃபோரா (C. canephora) எனப்படும் ரொபஸ்டா காஃபியைக் குறிக்கிறது. உலகக் காஃபித் தயாரிப்பில் அரேபிகா சிற்றினத்தின் பங்கு 90% ஆகும்.

காஃபியின் சிற்றினங்கள்

கா. கேனிஃபோரா. இதை ரொபஸ்டா அல்லது காங்கோ காஃபி என்பர். இதன் தாயகம் ஆஃப்ரிக்கா காங்கோ சமவெளியும், உகாண்டாவும் ஆகும். இது ஈர மிதவெப்பக்காடுகளில் தன்னிச்சையாக வளரும். காங்கோ காஃபி உயர் விளைச்சலைத் தருவது மட்டுமின்றி நோய் எதிர்ப்புத் தன்மையும் பெற்றதாகும். ஆனால் தரத்தில் அரேபிகாவைவிடச் சற்றுக் குறைந்தது. இவ்வகை ஆஃப்ரிக்கா, மலேசியா, ஸ்ரீலங்கா, இந்தியா ஆகிய இடங்களில் பயிரிடப்படுகிறது.

கா. சைபீரிகா (*C. siberica*). இதன் தாயகம் சைபீரியா ஆகும். இது மலை அடிவாரப் பகுதியில் வெப்ப ஈரக் காடுகளில் நன்றாக வளரும். இது தரக்குறைவானதாகையால் அராபிகா வகையோடு கலந்து பயன்படுத்துவர்.

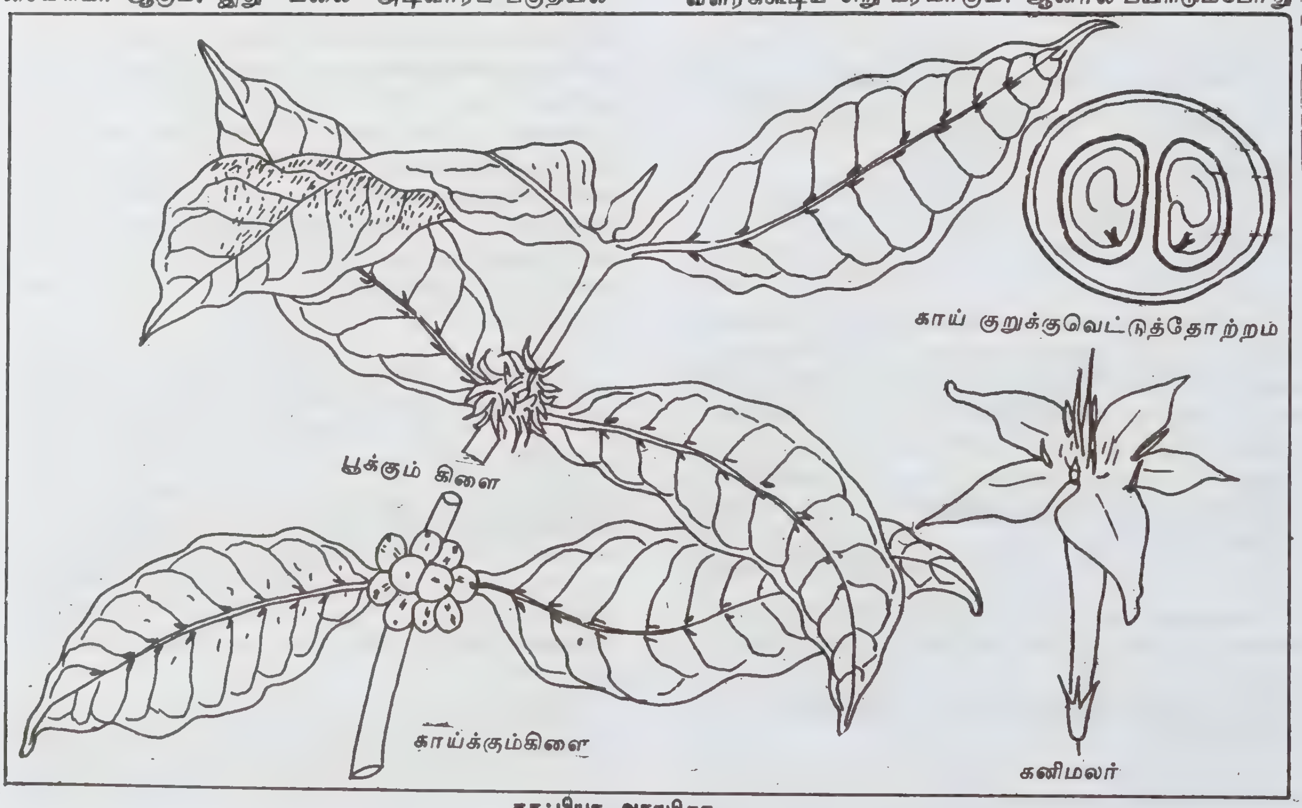
கா. எக்ஸெல்சா (*C. excelsa*). மேற்கு ஆஃப்ரிக்காவைச் சேர்ந்த இந்தச் சிற்றினம் மரம் போல் மித வறட்சி நிலங்களில் வளரும். மேற்கு ஆஃப்ரிக்கா, பிலிப்பைன்ஸ், ஜாவா, வியட்நாம் போன்ற நாடுகளில் பயிரிடப்படுகிறது,

கா. பெங்காலன்ஸில் (*C. bengalensis*). வங்காளம் பர்மா, சுமத்ரா போன்ற நாடுகளில் தன்னிச்சையாக வளர்கிறது. இந்தியாவில் சில இடங்களில் பயிரிடப்படுவதுண்டு.

கா. கான்ஜென்சிஸ் (*C. Congensis*). இது காங்கோவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இதை கா. கேனிஃபோராவுடன் கலப்புச் செய்து ஜாவாவில் கன்ஜெஸ்டா காஃபி தோற்றுவிக்கப்பட்டது.

உலகின் பெரும்பகுதியில் பயன்படுத்தப்படும் கா. அராபிகா என்பது ஒரு நான்மய (tetraphoid) இனமாகும். இதில் பல வகைகள் இருந்தாலும் இருவகைகள் மிகவும் முக்கியமானவை. அவை கா. அ. வகை அராபிகா (C. a. var arabica). கா. அ. வகை பார்பன் (C. a. var bourbon) என்பன.

வளரியல்பு. அராபிகா காஃபி 4.5 - 9 மீ வரை வளரக்கூடிய சிறு மரமாகும். ஆனால் பயிரிடும்போது



காஃபியா அராபிகா

கிளைகளை வெட்டிக் கவாத்துச் செய்வது வழக்கம். இலைக்கோணத்தில் 2 வகை மொட்டுகள் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாகத் தோன்றி இருவகைக் கிளைகளைத் தோற்றுவிக்கும். இலைக்கோண மேல் மொட்டாக வளர்ந்து பக்கக் கிளைகளை உண்டாக்கும். நுனி மொட்டுகள் வெட்டப்பட்டால் உறங்கு நிலையிலுள்ள கீழ்க்கோணமொட்டு துளிர்த்துத் தழைக் கிளைகளை உண்டாக்கும். பூக்கும் கிளைகளின் ஒவ்வோர் இலைக்கோணத்திலும் 6 மொட்டுகள் காணப்படும். இவை ஆறு அல்லது அவற்றுள் சில மஞ்சரிகளைத் தோற்றுவிக்கும். இலைகள் தனியிலைகள், எதிரிலையடுக்கு அமைப்பு, இலையடிச் செதில்கள் கொண்டவை. இலைப்பரப்பு கோளவடிவத்துடன், பளபளப்பாக, ஓரம் அலைவடிவில் காணப்படும்.

மலர்கள். உறக்க நிலையிலுள்ள மொட்டுகள் மழைநீரால் நனைக்கப்பட்டுப் பெருக்சத் தொடங்கும். மழைபொழிந்து 8-12 நாள் கழித்து மொட்டுகள் மலரும். காலையில் மலர்ந்த பூக்கள் நடுப்பகலில் வாடிவிடும். இரண்டு நாளுக்குப்பின் சூலகத்தைத் தவிர பிற பகுதிகள் உதிர்ந்துவிடும்.

மலர்கள். பனிபோல் வெண்மையான மல்லிகைப் பூ மணத்துடன் காணப்படும். காஃபிச் செடி ஆண்டுக்கு 3 அல்லது 4 முறை பூப்பதுண்டு.

அல்லி. இணைந்தவை. நீண்ட சூழலுடன் கூடியவை. 5 அல்லி மடல்கள் கொண்டவை.

மகரந்தத்தாள்கள். 5, அல்லி ஒட்டியவை.

சூலகம். இரு சூலிலைகள், இரு சூலறைகள், ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு சூல் கொண்டது.

சூலகத் தண்டு. நீண்டது, சூலகமுடி இரண்டாகக் கிளைத்தது. காஃபிச்செடிகள் பாதகமான சூழ்நிலையில் நட்சத்திரப் பூக்கள் என்னும் மாறுபட்ட பூக்களை உண்டாக்குகின்றன. அவற்றின் அல்லி சிறியதாக, சதைப்பற்றுடன், கெட்டியாகக் காணப்படும்; மேலும் மகரந்தத்தாள்கள் கொண்டது. அவை காய்ப்பதில்லை. பொதுவாக மொத்தப் பூக்களில் 40% காயாக மாறும். பூக்கள் கனியாக மாற 7-9 மாதங்களாகின்றன.

கனி. உள் ஒட்டுச்சதைக்கனி (drupe) வகையாகும். இருந்தபோதும் அவற்றைக் காஃபி பெர்ரி அல்லது செர்ரி என்று குறிப்பதுண்டு. இளம் காய் பச்சையாக இருந்து நாளடைவில் மஞ்சளாகிச் சிவப்பாக மாறிவிடும். காய்ந்த கனிகள் கருப்பாயிருக்கும். காஃபியின் மேல் தோல் (exocarp) சிவப்பு நிறத்துடனும், நடுத்தோல் (mesocarp) மஞ்சள் நிறத்துடனும், சதைப்பற்றுடனும், உள்தோல் (endocarp) மெல்லியதாகவும் கடினமாகவுமிருக்கும்.

உள்தோலைப் பார்ச்மென்ட் (parchment) என்று கூறுவதுண்டு. ஒவ்வொரு கனியிலும் 2 பச்சை நிறப் பழுப்பு விதைகளுண்டு. ஆனால் பீபெர்ரி (pea-berry) வகையில் ஒரே விதை காணப்படும். இதற்குக் காரணம் சூல் கருத்தரிக்காமல் போவதேயாகும். ஒவ்வொரு விதையையும் மூடியபடி ஒரு மெல்லிய விதையுறையுண்டு. இதை வெள்ளித்தோல் (silver skin) என்பர். விதையின் பெரும்பகுதி முளை சூழ் திசுவைக் கொண்டிருக்கும். ஏறக்குறைய ஆயிரம் உலர்ந்த விதைகள் 0.5 கி.கி எடையிருக்கும். 5-6 கி.கி காஃபி பழத்திலிருந்து 1 கி.கி தூய் காஃபி விதை கிடைக்கும்.

பதப்படுத்துதல்

பழுத்த கனிகளிலிருந்து விதைகளை உலர்முறை ஈரம் அல்லது கழுவுமுறை ஆகிய இருமுறைகளால் பிரித்தெடுக்கலாம்.

உலர்முறை. இது பழமையான, எளிய ஆனால் நீண்டகாலம் தேவைப்படும் முறையாகும். இது ஆஃப்ரிக்கா போன்ற நீர் பற்றாக்குறையுள்ள நாடுகளில் கையாளப்படுகிறது. கனிகள் சிமென்ட் தரையில் சூரிய வெளிச்சத்தில் காய வைக்கப்படுகின்றன. நன்றாகக் காய்ந்தவுடன் காய்களை மூட்டைகளில் கட்டிக் கிடங்குகளில் வைப்பர். சில சமயங்களில் கைகளாலோ எந்திரங்கள் மூலமோ தோலுரிக்கப்படும்.

ஈரவகை. காஃபி செர்ரிகளை, நீரோடு கூடிய பெரிய தொட்டிகளில் ஊற வைப்பர். நன்றாக விளைந்த தரமான பழங்கள் நீரில் மூழ்க, தரக் குறைவான பழங்கள், குச்சிகள், இலைகள், குப்பை முதலியவை நீரின் மேல் மிதக்கும். அவற்றை நீக்கி விட்டுப் பழங்களைத் தோலுரித்தல், புளித்தல், காய வைத்தல் போன்ற நேர்த்திகளுக்கு உட்படுத்துவர். கனி மேல் தோலை எந்திரங்கள் மூலம் நீக்குவர். அதன் பிறகும் விதைகளில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் தோலை நீரில் 12-24 மணி நேரம் புளிக்க வைத்து நீக்குவர். நொதிகள் அல்லது 2% சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற பொருள்களைச் சேர்த்துத் தோலுரித்தலை விரைவுபடுத்துவதுமுண்டு. விதைகள், பாய்கள் அல்லது தட்டுகளில் காயவைக்கப்படும். எந்திரங்கள் மூலம் பார்ச்மென்ட்டும் வெள்ளித் தோலும் நீக்கப்பட்டு விதைகள் மெருகேற்றப்படும். விதைகளில் 12% ஈரப்பசை இருக்கவேண்டும். பார்ச்மெண்டால் மூடப்பட்ட விதைகளை மித காஃபி (mild coffee) அல்லது பார்ச்மெண்ட் காஃபி என்பர். இதுவே சிறந்த வகைக் காஃபி ஆகும்.

மெருகேற்றப்பட்ட காஃபி விதைகள் 260° வெப்பத்தில் ஐந்து நிமிடம் வறுக்கப்படுவதால் காஃபிக்குரிய மணம் பெருகுகிறது. இம்மணத்திற்குக் காரணம் காஃபியால் (caffeol) எனப்படும் ஆவியாக மாறும் எண்ணெயேயாகும். புத்துணர்வூட்டும்

பொருளான கேஃபின் (caffein) எனப்படும் அல்கலாய்டு, காஃபியோட்டானிக் அமிலத்திலிருந்து வறுக்கும்போது பிரியும் வேதிப் பொருளாகும். காஃபிக் கொட்டைகளைத் தக்க கரிமக் கரைப்பானிலிட்டுக் கேஃபின் நீக்கிய காஃபி தயாரிக்கப்படுகிறது.

உட்கூட்டுப்பொருள். உலர்ந்த காஃபி விதையிலுள்ள பொருள்களாவன: ஈரப்பசை 12% புரோட்டீன் 13% கொழுப்பு 12% சர்க்கரை 9% கேஃபின் 1-1.5% காஃபியோட்டானிக் அமிலம் 9% நார் 35% சாம்பல் சத்து 4% பிற பொருள்கள் 5%, விதையிலும் இலையிலும் அடினைன், சாந்தைன், குயினின் போன்ற முக்கிய கரிமப் பொருள்களுண்டு.

பயன்கள். இந்தோனேஷியா, மலேசியா முதலிய நாடுகளில் காய வைத்த காஃபி இலைகளிலிருந்தும் காஃபி கஷாயம் தயாரிப்பதுண்டு. அரேபியாவில் காயவைத்த காஃபி கூழிலிருந்து சாராயம் தயாரிக்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் காஃபியின் தோல் உள்தோல் முதலியவற்றை உரமாகவும், கால்நடைத் தீவனமாகவும் பயன்படுத்துவர். காஃபிக்கொட்டையிலிருந்து காஃபிலைட் எனப்படும் நெகிழி (plastic) தயாரிக்கப்படுகிறது.

காஃபி சாகுபடி

நிலமண்-தட்ப வெப்பநிலை. இப்பயிருக்கு நிலமண் சற்று அமிலத்தன்மை (pH 6-6.5) வாய்ந்த வளமான நைட்ர அதிகமான ஈரத்தைத் தேக்கி வைக்கும் தன்மை வாய்ந்த காட்டுமண் சிறந்தது. இதன் விளைவிற்கு ஆண்டுக்கு 1500- 2000 மி.மீ. வரை மழை கிடைக்க வேண்டும். கடல் மட்டத்திலிருந்து 900 மீட்டர் வரை ரோபஸ்டா வகையும், 800-1800 மீட்டர் வரையில் அராபிக்கா வகையும் பயிரிடப்படுகின்றன. செடிகளின் வளர்ச்சிக்கு நிலச்சரிவின் கிழக்குச்சரிவும் வடக்குச் சரிவும் ஏற்றவை. காஃபி செடிக்குப் போதிய நிழல் வேண்டுமாதலால் கலியாண முருங்கை மரங்களையும், சில்வர் ஓக் மரங்களையும் 12 மீட்டர் இடைவெளியில் காஃபித் தோட்டங்களில் நடவேண்டும்.

நாற்றங்கால். பூச்சி, பூசண நோய்களால் தாக்கப்படாத தரமான விதைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து நில மட்டத்திலிருந்து 15—20 செ.மீ. உயரத்தில், 6×1 மீட்டர் பாத்திகள் தயாரித்து விதைக்க வேண்டும். பாத்திகளில் கானல் மண், மட்கிய தொழுஉரம் சமமாகக்கலந்து இட வேண்டும். இவ்வாறு அமைத்த பாத்திகள் ஒவ்வொன்றிலும் 7500 விதைகள் 2.5 செ.மீ. இடைவெளியில் நடலாம். பாத்திகளில் மணல் இடுவதால் வடிகால் வசதி கிடைக்கும். விதைத்த விதைகளை இலேசாக மணலால் மூடி, பின்பு 5 செ.மீ. உயரத்திற்கு வைக்கோல் பரப்பி, பூவாளியால் நீர் ஊற்ற வேண்டும். விதைகள் முளைத்தவுடன் வைக்கோலை அகற்றவேண்டும். கானல்மண், மட்கிய தொழு உரம், மணல் ஆகியவற்றை 6:2:1 என்னும் விகிதத்தில் கலந்து சிறிய பாலித்தீன் பைகளில் கெட்டியாக நிரப்பிக்கொள்ள வேண்டும். முளைத்த விதைகளின் ஆணிவேரைக் கிள்ளி, பாலித்தீன் பைகளில் நடவேண்டும். இவ்வாறு நடப்பட்ட பைகளை 11×1 மீ உள்ள படுக்கைகளில் அடுக்கித் தேவையான இடத்தில் வைத்தல் வேண்டும். தேவைக்கேற்பப் பூவாளியால் செடிகளுக்கு நீர் ஊற்ற வேண்டும்.

நாற்று நடுதல். மழை கிடைத்தவுடன் அதாவது ஏப்ரல், மே மாதங்களில் 45 × 45 × 45 ×செ.மீ. கன அளவுள்ள குழிகளைத் தோண்டி ஆறவிட வேண்டும். செடிகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு, செடியின் வகை, மண் நிலத்தின் சரிவு ஆகிய வற்றைப் பொறுத்து அமையும். அராபிக்கா வகையானால் ஹெக்டேருக்கு 2500 செடிகளும், ரோபஸ்டா வகையானால் ஹெக்டேருக்கு 1500 செடிகளும் நடுதல் வேண்டும். ஜூலை, ஆகஸ்ட் மாதங்களில் ஒவ்வொரு குழியிலும் 250 - 500 கிராம் ராக் பாஸ்ஃபேட் உரம் போட்டு, சுற்றிலும் உள்ள மண்ணைக் கொண்டு நிலமட்டத்திற்கு மேல் கோபுரமாக மூடி வைக்க வேண்டும். ஆகஸ்ட் அல்லது செப்டம்பர் மாதத்தில் போதிய மழை கிடைத்தவுடன் செடிகளைக் குழிகளில் நடவு செய்தல் வேண்டும். செடிகள் நடவு செய்வதற்குமுன் 1% போர்டோ கலவையை அவற்றின் மீது தெளிப்பதால் துரு நோய்த் தடுப்பு ஏற்படுகிறது. செடிகளை நட்ட பின் இளஞ்செடிகளைச் சுற்றிக் காய்ந்த இலைச் சருகுகளால் மூட வேண்டும்.

நிழல் அமைத்தல். இளஞ் செடிகளைப் பாதுகாக்க 180 செ.மீ. உயரமுள்ள முருங்கைப்போத்துகளை 15×30 செ.மீ. இடைவெளியில் நடவேண்டும். இதை ஜூன் மாதத்தில் ஹெட்டேருக்கு 500-750 வரை நடலாம். பிப்ரவரி மாதத்தில் கலியாண முருங்கைக் கட்டைகளுக்குச் சுண்ணாம்புப் பூச வேண்டும். மேலும் நன்றாக் வளர்ந்த மரங்களைக் கவாத்துச் செய்ய வேண்டும். கலியாண முருங்கை வளராத நிலங்களில் சவுக்குக் கன்றுகளை 3×3மீ. இடைவெளியில் நடுதல் வேண்டும். இளஞ்செடிகள் நட்ட ஒரு மாதத்தில் புதிய கொழுந்துவிட்ட பிறகு அவற்றைச் சுற்றி மண்ணைக் கிளறிவிட்டுச் செடி ஒன்றுக்கு 30 கிராம் வீதம் அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட் உரம் இட வேண்டும். கோடைக் காலத்தில் இளஞ்செடிகளுக்கு மிகுதியான நிழல் அமைத்தல் வேண்டும். ஆண்டுக்கு மூன்று அல்லது நான்கு முறை உரமிட வேண்டும். முதல் ஆண்டு நைட்ரஜன், பொட்டாசியம், பாஸ்ஃபரஸ் சத்துகள் 50:50:50 என்னும் அளவிலும், இரண்டு மூன்றாம் ஆண்டுகளில் 67.5:67.5:67.5 என்னும் அளவிலும், நான்காம் ஆண்டு 90:90:90 என்னும் அளவிலும் உரமிடுதல் வேண்டும்.

மட்டம் போடுதல். அராபிக்கா செடிகளை நட்ட ஓர் ஆண்டில் 75 செ.மீ. உயரத்தில் கணுவின் மத்தி

யில் கிள்ளி மட்டம் போட வேண்டும். ரோபஸ்டா செடிகள் 115 செ.மீ. வளர்ந்தபின் மட்டம் போட வேண்டும். இதனால் கிளைப்புகள் (வாது) பெருகி விளைச்சல் மிகும்.

பயன் தரும் செடிப் பராமரிப்பு. காய்க்கும் செடிகளை மூன்று அல்லது நான்கு ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை இலேசான கவாத்துச் செய்தல் வேண்டும். ஆண்டுதோறும் விளைச்சலுக்குப்பின் ஆரோக்கிய மற்றுக் காணப்படும் சரடுவாது, எதிர்வாது, குதிரை வாது ஆகியவை நீக்கப்பட வேண்டும். மேலும் தேவையற்ற இலைகளை வெட்டி நன்றாகக் காற்றோட்டம் இருக்குமாறு செய்தல் வேண்டும் உரம் இடுதல் செடிகளின் வயது, விளைச்சல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. ஏறத்தாழ 500 கிலோ காஃபிக்கொட்டை விளையக்கூடிய காஃபி தோட்டத்திற்கு ஏக்கருக்கு 112.5:112.5 : 112.5 என்னும் அளவில் N,P,K சத்து உரத்தை 3 அல்லது 4 முறை இடவேண்டும். மார்ச்-ஏப்ரல் மாதங்களில் மலர்வதற்கு முன்னும், மே-ஜுன் மாதங்களில் மலர்ந்த பின்னும், ஆகஸ்ட்டில் காய் திரண்டுவரும் பருவத்திலும், செப்டம்பர், அக்டோபர் மாதங்களில் பழம் எடுப்பதற்கு முன்னும் உரம் இடவேண்டும். தவிர செடியின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்து, யூரியா 2.5-5.0 கிலோ, பொட்டாஷ் 2.1 கிலோ ஆகியவற்றை 500 லிட்டர் போர்டோ கலவையுடன் கலந்து தெளிக்க வேண்டும்.

நிலம் பராமரிப்பு. காஃபி, மலைச்சரிவுகளில் பயிரிடப்படுவதால் நிலமண் வளத்தைப் பாதுகாப்பது மிகவும் இன்றிமையாதது. நிலங்களின் சரிவுகளுக்கேற்ப மேடு பள்ள அடுக்குகள் அமைத்துப் பாதுகாக்க வேண்டும். சரிவு குறைவான இடங்களில் நீண்ட குழி அகழிகள் அமைக்கலாம். ஆண்டுதோறும் வேதி உரங்கள் செடிகளுக்குக் கிடைக்க வகை செய்ய வேண்டும். மண்வளத்தைப் பெருக்க 4 அல்லது 5 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை ஹெட்டேருக்கு 25 டன் மட்கு எரு இடுதல் வேண்டும். நிலமண்ணை ஆய்வு செய்து மண் ஆய்வின் பரிந்துரைப்படி 4 ஆண்டுகள் வரை கிடைக்குமாறு சுண்ணாம்பு (lime) இடுதல் வேண்டும். இதனால் நிலத்தின் அமிலத்தன்மை குறையாமலிருக்கும்.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

காம்ப்ட்டன் அலைநீளம்

ஒற்றை நிற எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டான்கள் கார்பன் போன்ற குறைவான அணு எண் உள்ள தனிமத்தில் படும்போது, அவை சிதறல் அடைகின்றன. சிதறலடைந்த கதிர்கள் இரு உட்கூறுகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒன்று படுகதிரின் அலைநீளத்திற்குச் சமமாகவும் (ஓரியல் சிதறல் - coherent scattering), மற்றது படுகதிரைவிட மிகு அலைநீளத்தைக் கொண்டும் (மாறியல் சிதறல் - incoherent scattering) இருக்கும். இதை முதலில் கண்டறிந்தவர் காம்ப்ட்டன் என்பார் ஆவார். ஆகவே, இது காம்ப்ட்டன் விளைவு எனப்படும்.

ஓர் அணு கட்டற்ற (free) மற்றும் கட்டுண்ட (bound) எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டது. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலைக் கொண்ட ஃபோட்டான் அணுவிலுள்ள கட்டற்ற எலெக்ட்ரானில் படும்போது, அதன் ஆற்றலின் ஒரு பகுதி எலெக்ட்ரானுக்கு மாற்றப்படுவதால் சிதறலடைந்த ஃபோட்டானின் ஆற்றல் குறைகிறது அதாவது அதன் அலைநீளம் மிகுதியாகிறது. இது மாறியல் சிதறலை விளக்குகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் எலெக்ட்ரான் அணுவிலிருந்து விடுபடுகிறது. ஆனால் ஃபோட்டான் அணுவின் கட்டுண்ட எலெக்ட்ரானில் படும்போது அது ஒதுக்கக்கூடிய ஆற்றலையே இழக்கிறது. இதனால் சிதறலடைந்த ஃபோட்டானின் அலைநீளம் மாறுபடுவதில்லை. இது ஓரியல் சிதறலை விளக்குகிறது. இந்நிகழ்ச்சியில் எலெக்ட்ரான் அணுவிலிருந்து விடுபடுவதில்லை.

மாறுபடும் அலைநீளத்தைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம்.

$$d\lambda = \frac{h}{m_0 c} (1-\cos\theta)$$

இதில், $d\lambda$ - மாறுபடும் அலைநீளம்; h - பிளாங்கின் மாறிலி; m_0 - எலெக்ட்ரானின் அமைதிநிலை நிறை (rest mass); c- ஒளியின் திசைவேகம்; θ-ஃபோட்டானின் சிதறல் கோணம்.

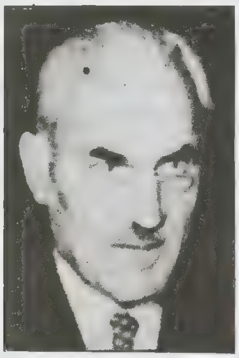
$\theta = 90^\circ$ எனில், $d\lambda = \frac{h}{m_0 c}$ ஆகும். இது ஒரு மாறிலி. இதற்குக் காம்ப்ட்டன் அலைநீளம் எனப் பெயர். இதன் மதிப்பு எலெக்ட்ரானுக்கு 2.42631×10^{-12} மீ ஆகும். இது படுகதிரின் அலைநீளத்தையோ தனிமத்தின் இயல்பையோ பொறுத்ததன்று. ஆனால் ஃபோட்டானைச் சிதறச் செய்யும் துகளைப் பொறுத்தது. புரோட்டான், மியூவான், பையான் ஆகியவற்றின் காம்ப்ட்டன் அலைநீள மதிப்புகள் முறையே 1.32141×10^{-15}மீ, 1.1734×10^{-14} மீ, 8.883×10^{-16} மீ ஆகும்.

- அ. நடராசன்

நூலோதி. B. Yavorsky, A. Detlaf, *Hand Book of physics*, Mir publishers, Moscow, 1980.

காம்ப்ட்டன், ஆர்தர் ஹோலி

இவர் ஓர் அமெரிக்க அறிவியலார்; இவர் பெயரால் வழங்கும் காம்ப்ட்டன் விளைவு என்னும் கண்டு பிடிப்பு, குவாண்ட்டம் கோட்பாட்டை மெய்ப்பிக்கும் ஓர் அழுத்தமான சான்றாக உள்ளது. அதற்காக இயற்பியலுக்கான 1927 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு இவருக்கு வழங்கப்பட்டது.



மாக்ஸ் பிளாங்க் என்னும் ஜெர்மானிய இயற்பிய லார், பொருள், ஒளியையும் வெப்பத்தையும் தொடர்ச்சியாக உமிழ்வதில்லையென்றும், தனித் தனித் துணுக்குகளாக (குவாண்ட்டங்களாக) வீசி வெளிப்படுத்துகிறது என்றும் விளக்கும் ஒரு கோட் பாட்டை 1900 ஆம் ஆண்டு உருவாக்கினார். 1911 இல் எர்னஸ்ட் ரூதர் போர்டு என்னும் பிரிட்டானிய இயற்பியலார் ஓர் அணுப்படிமத்தை அறிமுகப்படுத்தி னார். சூரியனைச் சுற்றியவாறு கோள்கள் இயங்கிக் கொண்டிருப்பது போன்று, நேர்மின்னேற்றங் கொண்ட சுமை மிக்க புரோட்டானைச் சுற்றி எதிர் மின்னேற்றங்கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள் தமக்கென வகுத்துக் கொண்ட வழிகளில் இயங்கிக் கொண் டுள்ளன எனக் கொள்ளப்பட்டது. ஆனால், அக்கோட் பாட்டைப் பழமை அறிவியலின் அடிப்படையில் அமைந்த மின்னியக்கவியலால் (electrodynamic theory) விளக்க முடியவில்லை.

நீல்ஸ் போர் என்னும் டென்மார்க் நாட்டு இயற்பியலார் 1913 ஆம் ஆண்டில் பிளாங்க்கின் குவாண்ட்டம் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் ரூதர் போர்டின் அணுப்படிமத்தை விளக்குவதில் வெற்றி கண்டார். ஆனாலும், நீல்ஸ் போர் தம் கொள்கை யில் பல்வேறு கருத்துகளையும் கருதுகோள்களையும் படைத்துக் கொண்டு பேசுவது அறிவியலாருக்குக் குழப்பத்தைத் தந்தது. குவாண்ட்டம் என்று உண்மையிலேயே ஒன்று உள்ளதா அல்லது அது இயற்பியலார்தம் கற்பனைக்கு வாய்ப்பாகக் கொடுக் கப்பட்ட உருவமா என்பன போன்ற கேள்விகளுக்குக் காம்ப்ட்டனின் முதல் ஆய்வுகளின் பெரும் பகுதி தொடர்புடையதாகத் தெரியவில்லை. காம்ப்ட்டன் விளைவு, ஒளியின் துகள் தன்மையைக் குவாண்ட்டம் கோட்பாட்டியியலாக நிறுவுவதற்கான இன்றியமை யாத ஒன்றாகக் கொள்ளப்பட்டது.

காம்ப்ட்டன் 1920 இல் குறைந்த அணுஎடை கொண்ட பொருள்களில் எக்ஸ் கதிரைச் செலுத்திய போது அது வியத்தகு முறையில் நடந்து கொள் வதைக் கண்டார். அப்பொருள்களில் சென்று படும் கதிர்களில் பெரும்பகுதி சிதறுவதோடு அமைந்தன. ஆனால் பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் இரண்டாம் நிலைக் கதிர்கள் (secondary radiation) பொருளில் பட்ட கதிரிலிருந்து (primary radiation) பெரிதும் மாறுபட்டிருந்தன. மிகு நீளமான அலைகளைக் கொண்டிருந்தன. இதை எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டான் ஒவ்வொன்றும் பொருளிலிுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரா னுடன் மோதி, தன் ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை அதற்கு மாற்றிப் பின் எஞ்சியுள்ள குறைந்த ஆற்றலுடன் மிகு அளவு அலை நீளங்கொண்ட கதிராகச் சிதறுகிறது எனவும், மோதுண்ட எலெக்ட்ரான் பின்னுதைந்து இயங்குகிறது எனவும் காம்ப்ட்டன் விளக்கினார். இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த வில்சன் பின்னுதைந்து இயங்கும் இந்த எலெக்ட்ரான்களைக் கண்டுபிடித்தார். காம்ப்ட்டனின் விளக்கம் உண்மை யென நிறுவப்பட்டது. குவாண்ட்டம் கோட்பாட் டிற்கு ஓர் உறுதியான மெய்ப்புக் கிடைத்தது.

எக்ஸ் கதிரைப் பயன்படுத்திப் பின்னாளில் காம்ப்ட்டன் அணுவில் எலெக்ட்ரான்கள் விரவப் பெற்றிருக்கும் நிலையைக் கண்டுபிடிக்க ஒரு முறையையும் உருவாக்கினார். 1930 இல் அண்டக் கதிர்கள் பற்றிச் சிறப்பாக ஆய்ந்தார்.

காம்ப்ட்டன் அமெரிக்க நாட்டு ஓகியோ மாநிலத்தில் வூஸ்டன் என்னும் இடத்தில் பிறந்தார். அவர்தம் வீட்டுச்சூழல் அறிவியலாருக்கு வேண்டிய பின்னணியை உருவாக்கித் தந்தது. அவர் தந்தையார் பிரிஸ்பிடீரியன் கோவில் பாதிரியராகப் பணிபுரிந்து வந்தார். காம்ப்ட்டன் வூஸ்டர் கல்லூரியில் பயின்று 1916இல் பிரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். இரண்டாம் உலகப் போர்க் காலத்தில் முதன் முதலாக அணுக்கருத் தொடர் வினையை உண்டாக்குவதிலும் முதல் அணுகுண்டை உருவாக்கிய மான்ஹாட்டன் திட்டத்திலும் சிறந்த முறையில் செயல்பட்டார். அதன் பின்னர் அமெரிக்க அரசின் பரிந்துரையாளராகத் (1945-53) தூய லூயி வாஷிங்டன் பல்கலைக் கழகத்தின் வேந்தராகப் பணிபுரிந்தார். காம்ப்ட்டன் 1962 ஆம் ஆண்டு மார்ச் திங்கள் 15 ஆம் நாள் பெர்க்லி என்னு மிடத்தில் இறந்தார்.

-சு. மகாதேவன்

காம்ப்ட்டன் விளைவு

எக்ஸ் கதிர்கள் சிதறுவதைப் பற்றிய பழங்கொள்கைகளில் (classical theory) சிதறப்பட்ட எக்ஸ்கதிரும் படுஎக்ஸ் கதிரும் (incident X-ray) ஒரே அலைநீள முள்ளவையாக இருக்க வேண்டும். சிதறல் குணகம் (scattering coefficient) படுகதிரின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்ததாக இராமல் 0.2 என்னும் ஒரு மாறிலியான மதிப்புடையதாயிருக்கும். சிதறிய கதிர்களின் செறிவின் பரவீடு (intensity distribution) சமச்சீர்மையுடையதாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் வன் எக்ஸ் கதிர்கள், காமாக் கதிர்கள் போன்ற உயர் அதிர்வெண் கதிர்வீச்சுகளை வைத்துச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளின் மூலம் பின்வரும் முடிவுகள் கிடைத்தன.

சிதறிய கதிர்வீச்சின் அலைநீளம், படுகதிரின் அலைநீளத்தைவிட மிகுதியாயிருந்தது. சிதறல் குணகம் மாறிலியாக இல்லை. அது படுகதிரின் அலைநீளத்திற்கு நேர்விகிதத்திலிருந்தது. படுகதிரின் அலைநீளம் குறைந்ததால் சிதறல் குணகமும் குறைந்தது. சிதறிய கதிர்வீச்சின் செறிவுப் பரவீடு சமச்சீர்மையுடனில்லை. படுகதிரின் திசையில் செறிவு பெரும அளவுள்ளதாகவும் அதிலிருந்து விலகிச் செல்லச் செல்லக் குறைவதாகவுமிருந்தது. இம் முடிவுகளைப் பழங்கொள்கையால் விளக்க இயலவில்லை. ஆர்தர் ஹெச் காம்ப்ட்டன் என்னும் அமெரிக்க இயற்பியல் வல்லுநர் குவாண்ட்டம் கொள்கையின் அடிப்படையில் மேற்காணும் ஆய்வு முடிவுகளுக்குத் தக்க விளக்கத்தை அளிக்க முடியும் என்று காட்டினார். கதிர்ச் சிதறலை ஒரு ஃபோட்டானுக்கும், சிதறவைக்கும் பொருளிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானுக்கும் இடையில் ஏற்படுகிற ஒரு மீள் தன்மையுள்ள (elastic) மோதலாகக் கருதினால் அந்த முடிவுகளை விளக்க முடியும். $h\gamma'$ ஆற்றலுள்ள ஒரு ஃபோட்டான் ஓர் எலெக்ட்ரானுடன் மோதினால், அது எலெக்ட்ரானுக்கு இயக்க ஆற்றலைத் தருவதால் அதன் தன்னாற்றல் குறைகிறது. இங்கு h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; γ என்பது ஃபோட்டானின் அதிர்வெண்.

மோதலுக்குப்பின் சிதறும் ஃபோட்டானின் ஆற்றல் $h\gamma'$ அளவினதாக இருக்கும். இங்கு γ' என்பது சிதறிய ஃபோட்டானின் அதிர்வெண்; சிதறிய ஃபோட்டானின் ஆற்றல், படு ஃபோட்டானின் ஆற்றலைவிடக் குறைவாகவுள்ளது. இதனால் சிதறிய ஃபோட்டானின் அலைநீளம் படு ஃபோட்டானின் அலைநீளத்தைவிட மிகுதியாயிருக்கும். சிதறலினால் ஃபோட்டான்களின் அதிர்வெண்ணில் ஏற்படும் மாற்றம் காம்ப்ட்டன் விளைவு எனப்படும். குவாண்ட்டம் கொள்கை சரியானதா இல்லையா என்று ஆய்வு செய்ய, காம்ப்ட்டன் விளைவு அடிப்படையாக உள்ளது.

1923 இல் காம்ப்ட்டன் ஒரு கார்பன் பாளத்தின் ஒரு முகத்தில் எக்ஸ் கதிர்களைச் செலுத்திப் பல்வேறு திசைகளில் சிதறிய கதிர்களின் செறிவுகளையும் அலைநீளங்களையும் அளந்தார். படுகதிரின் திசைக்கும் சிதறும் கதிரின் திசைக்கும் இடையிலுள்ள கோணம் கூடுதலானபோது அலைநீளத்தில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தின் அளவும் அதிகரித்ததை அவர் கண்டார்.

ஒளியின் குவாண்ட்டம் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டானும் ஒரு தனியான எலெக்ட்ரானும் இரண்டு பில்லியர்டு பந்துகள் மோதிக்கொள்வதைப்போல மீள்தன்மையுடன் மோதிக்கொள்ளுவதாக அவர் கருத்து வெளியிட்டார். இம் மோதலுக்கு ஆற்றலின் அழியாமை விதியைப் பயன்படுத்தி, மோதலுக்குப்பிறகு v திசைவேகத்துடன் பின்வாங்கிச் செல்லும் m நிறையுள்ள எலெக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றலான $\frac{1}{2}mv^2$, படுஎக்ஸ் கதிரின் ஆற்றலிலிருந்தே $(h\gamma)$ கிடைத்திருக்க வேண்டும் என்று காம்ப்ட்டன் கூறினார். இவ்வாறு தன் ஆற்றலின் ஒரு பகுதியை இழந்த எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டான் திசைமாறி விடுகிறது. அதன் அதிர்வெண் γ படுகதிரின் அதிர்வெண் γ' ஐ விடக் குறைவாயிருக்கும். அதன் ஆற்றல் $h\gamma'$ ஆகக் குறையும். ஆற்றலின் அழியாமை விதியின்படி,

$$h\gamma = h\gamma' + \frac{1}{2} mv^2$$

பெரும்பாலான சமயங்களில் பின்னிடு எலெக்ட்ரானின் திசைவேகம், ஒளியின் திசைவேகமான C ஐ நெருங்கிவிடுகிறது. எனவே சார்புநிலைக் கொள்கைப் படியான சமன்பாடுகளை இங்கே பயன்படுத்த வேண்டும். அதன்படி

$$h\gamma = h\gamma' + m_o c^2 (\Gamma - 1) \qquad (1)$$

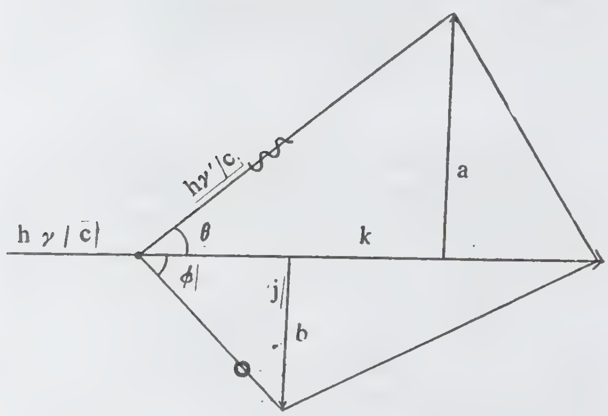
இங்கு $\Gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$; m_o என்பது எலெக்ட்ரானின் ஓய்வு நிறை.

முழுமையான மீள் திறனுள்ள இரண்டு பந்துகள் மோதிக்கொள்ளும்போது நிகழ்வதைப் போலவே இங்கும் உந்த அழிவின்மை விதியைப் (conservation of momentum) பயன்படுத்திக் காம்ப்ட்டன் சிதறும் கதிர்களின் மாறிய அலை நீளத்தைக் கணக்கிட உதவுகிற ஒரு சமன்பாட்டை உருவாக்கினார். இவ்வாறு கணக்கிடப்பட்ட அலைநீள வேறுபாடுகள் ஆய்வுகளில் கிடைத்த முடிவுகளுடன் ஒத்திருந்தன.

ஓர் ஒளி ஃபோட்டானுக்கு உந்தத்திற்குச் சமமான ஒரு பண்பு உண்டு என்பதும் அது ஒரு பொருளின் மேல் விழுந்தால் ஓர் அழுத்தத்தைச் செலுத்தும் என்பதும் நீண்ட நாளாகவே தெரிந்த உண்மைதான். ஓர் ஒற்றை ஃபோட்டானின் உந்தம் $h\gamma/c$ என்று குவாண்ட்டம் கொள்கை கூறுகிறது. இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; γ என்பது ஃபோட்டானின் அதிர்வெண்; c என்பது ஒளியின் வேகம். இச்சமன்பாடு

சரியானதே என்பதைக் காம்ப்ட்டனின் ஆய்வு மெய்ப்பித்து விடுகிறது. உந்தம் (momentum) என்பது ஒரு திசையறுதியுள்ள திசையன் (vector) அளவு. எனவே காம்ப்ட்டன் விளைவை ஒரு திசையன் வரைபடத்தின் மூலம் விளக்கலாம். எலெக்ட்ரானுடன் மோதுவதற்கு முன் $h\gamma/c$ என்னும்உந்தத்தைப் பெற்றிருந்த எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டான் மோதிய பின்னர் $h\gamma'/c$ என்னும் உந்தத்தைப் பெற்றிருக்கும். எலெக்ட்ரானின் உந்தம் mv; இதில் m என்பது எலெக்ட்ரானின் நிறை; v என்பது அதன் திசைவேகம்.

ஏறக்குறைய ஒளியின் வேகத்துடன் இயங்குகிற எலெக்ட்ரான்களுக்குச் சார்புநிலைக் கொள்கையின் அடிப்படையில் உந்தத்தை $rm_o v$ எனத் திருத்தி எழுத வேண்டியுள்ளது. இவ்விரு உந்தங்களையும் ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரித்தெழுதினால் $h\gamma'/c$ என்பதற்கு a,k என்னும் ஆக்கக் கூறுகளையும், $rm_o v$ என்பதற்கு b,j என்னும் ஆக்கக் கூறுகளையும் பெறலாம்.



படம் 1.

உந்தம் மாறாக் கோட்பாட்டின்படி (principle of conservation of momentum) j,k ஆகியவற்றின் திசையன் கூட்டுத்தொகை $h\gamma/c$ என்னும் தொடக்க உந்தத்திற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். மேலும் a,b ஆகியவை ஒன்றையொன்று ஈடுசெய்துவிட வேண்டும். இதைப் பின்வரும் சமன்பாடுகளின் மூலம் காட்டலாம்.

$$\frac{h\gamma}{c} = \frac{h\gamma'}{c}\cos\theta + r\,m_o v\cos\phi \qquad (2)$$

$$\frac{h\gamma'}{c}\sin\theta = r\,m_o v\sin\phi \qquad (3)$$

1,2,3 ஆகிய சமன்பாடுகளை இணைத்து, γ, γ' என்னும் அதிர்வெண்களுக்கு மாற்றாக λ, λ' ஆகிய அலைநீள அளவுகளைப் புகுத்திக் காம்ப்ட்டன் பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பெற்றார்.

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_o c}(1 - \cos\theta)$$

$\theta = 90^\circ$ எனில் $\cos\theta = 0$, $\lambda' - \lambda = h/m_o c$. $h/m_o c$ என்னும் அளவு காம்ப்ட்டன் அலைநீளம் எனப்படும். அது 2.43×10^{-12} மீட்டருக்குச் சமம். 90° கோணத்தில் சிதறுகிற எக்ஸ் கதிர்கள் மூலமோ கணக்கீடுகள் மூலமோ கிடைத்த அலைநீள மாற்றம் இதே அளவுக்குச் சமமாக உள்ளது. மேலும் சிதறடிக்கும் பொருளின்மேல் விழும் அனைத்து அலைநீள எக்ஸ் கதிர்களுக்கும் இந்த அளவு ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. மேற்காணும் சமன்பாட்டிலிருந்து சிதறிய எக்ஸ் கதிரின் அலைநீளம் λ' படுகதிரின் அலைநீளமான λஐ விட மிகுதியாகவே இருக்குமெனத் தெரிகிறது. இவ்வாறு காம்ப்ட்டன் குவாண்ட்டம் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் கணக்கிட்ட அலை நீள மாற்றத்திற்கும் ஆய்வுகள் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அலை நீள மாற்றத்திற்கும் இடையிலிருந்த சரியான ஒற்றுமையே காம்ப்ட்டன் கொள்கையின் வெற்றிக்குக் காரணமாக அமைந்தது. இதற்காகக் காம்ப்ட்டன் 1927 ஆம் ஆண்டில் நோபல் பரிசு பெற்றார்.

வில்சன், போதே, பெக்கர் ஆகியோர் காம்ப்ட்டன் விளைவினால் பின்னிட்ட (recoiled) எலெக்ட்ரான்களை முதன்முதலாக ஆய்வு மூலம் பதிவு செய்தனர். வில்சனின் முகிற்கலம் (cloud chamber) என்னும் ஆய்வுக் கருவியில் எக்ஸ் கதிர்களைச் செலுத்தி அக்கலத்தை விரிவு செய்ய வைத்துப் புகைப்படம் எடுத்தபோது ஃபோட்டான்கள் மோதிப் பின்வாங்கிய எலெக்ட்ரான்களை எளிதாகப் படமெடுக்க முடிந்தது.

ஓர் எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டான் ஒரு தனி எலெக்ட்ரானுடன் மோதும்போது காம்ப்ட்டன் விளைவு ஏற்படும் எனக் கருதலாம். ஏனெனில் மோதலுக்குப் பிறகு பின்னிடும் ஃபோட்டானும், எலெக்ட்ரானும் ஆற்றலையும் உந்தத்தையும் மாறாமல் வைத்துக் கொள்கின்றன. ஆனால் ஓர் எக்ஸ் கதிர் ஃபோட்டான், அணுவில் பிணைந்துள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானின் மேல் மோதும்போது ஒளிமின் விளைவு (photoelectric effect) நிகழ்கிறது. அணு பின்வாங்கிச் சென்று எலெக்ட்ரானுடன் சேர்ந்து ஆற்றலையும் உந்தத்தையும் மாறாமல் வைத்துக் கொள்கிறது.

பின் வாங்குகிற எலெக்ட்ரானுக்குத் தரப்படுகிற இயக்க ஆற்றல் ஃபோட்டான் இழந்த ஆற்றலான $(h\gamma - h\gamma')$க்குச் சமம் என வைத்துக்கொண்டு கணக்கிட்டால் பின்வாங்கு எலெக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றல்,

$$W = h\gamma\,\frac{2\alpha}{(1+\alpha)^2\tan^2\phi + 2\alpha + 1}$$

இங்கு $a = h\gamma/m_0c^2$, ϕ என்பது படுகதிரின் திசைக்கும், பின்வாங்கு எலெக்ட்ரானின் திசைக்கும் இடையிலுள்ள கோணம்.

பின் வாங்கு எலெக்ட்ரானின் இயக்க ஆற்றல் படுஃபோட்டானின் ஆற்றலுக்கு நேர்விகிதத்திலும் $\tan^2\theta$ மதிப்புக்குத் தலைகீழ் விகிதத்திலும் மாறுகிறது.

சிதறப்பட்ட ஃபோட்டானின் அதிர்வெண்

$$\gamma' = \frac{\gamma}{1+2a\ \mathrm{Sin}^2\ \frac{\theta}{2}}$$

என வருகிறது. இதிலிருந்து சிதறிய ஃபோட்டானின் அதிர்வெண், படுஃபோட்டானின் அதிர்வெண்ணைவிடச் சிறியது என்பது தெரிய வருகிறது. படுகதிர் ஃபோட்டானின் அதிர்வெண் குறைவாயிருக்கும்போது, அனைத்துத் திசைகளிலும் சிதறும் ஃபோட்டான்களின் அதிர்வெண்கள் ஏறத்தாழப் படுகதிர் ஃபோட்டானின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாகவேயிருக்கும். இது பழங்கொள்கைப்படியான விளக்கத்திற்கு ஏற்பாகவுள்ளது. ஆயினும், γ மதிப்பு சற்று உயரும்போது, γ' மதிப்பு குறைவதைப் பழங்கொள்கையால் விளக்க முடிவதில்லை.

படுகதிரின் திசைக்கும், சிதறிய கதிரின் திசைக்கும் இடையிலுள்ள கோணம், சிதறல் கோணம் (scattering angle) எனப்படும். θ பூஜ்யமாக இருக்கும் போது $\gamma' = \gamma$. அதாவது சிதறல் ஏற்படவில்லை.

$\theta = 90°$ எனில் $\gamma' = \gamma/(1+a)$. அதாவது γ ஐவிட γ' குறைவானது. $\theta = 180°$ எனில் $\gamma' = \gamma/(1+2a)$ இவ்வாறு θ மதிப்பு பூஜ்யத்திலிருந்து $180°$ வரை உயரும்போது சிதறிய ஃபோட்டானின் அதிர்வெண் γ என்னும் பெரும மதிப்பிலிருந்து $\gamma/(1+2a)$ என்னும் சிறும மதிப்புக்குக் குறைகிறது.

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c}(1-\cos\theta)$$

$$= \frac{2h}{m_0c}\,\mathrm{Sin}^2\,\frac{\theta}{2}$$

அல்லது $\lambda' = \lambda + \frac{2h}{m_0c}\ \mathrm{Sin}^2\ \frac{\theta}{2}$

இச் சமன்பாடு சிதறிய ஃபோட்டானின் அலை நீளம் படுஃபோட்டானின் அலை நீளத்தை விட மிகுதியென்பதைக் காட்டுகிறது. இரு அலை நீளங்களுக்குமிடையிலுள்ள வேறுபாடு படுஃபோட்டானின் அலைநீளத்தையோ, சிதறவைக்கும் பொருளின் தன்மையையோ பொறுத்திருப்பதில்லை. ஆனால் அது சிதறல் கோணத்தைப் பொறுத்துள்ளது. θ பூஜ்யமாக இருக்கும்போது இரு அலை நீளங்களுக்கும் சமம். $\theta = 90°$ எனில் $\lambda' - \lambda = h/m_0c$. இது ஒரு மாறிலி. அது காம்ப்ட்டன் அலைநீளம் எனப்படும். அதன் மதிப்பு 0.0242Å அலகுக்குச் சமம். அது 0.51 மில்லியன் வோல்ட்டுக்குச் சமமானது. ஓர் எலெக்ட்ரானின் தன்னாற்றலும் இதே அளவினது ஆகும்.

$\theta = 180°$ எனில் $\lambda' - \lambda = 2h/m_0c$. இது காம்ப்டன் அலை நீளத்தைப்போல இருமடங்கு. இவ்வாறு θ வின் மதிப்பு பூஜ்யத்திலிருந்து $180°$க்கு உயரும் போது, சிதறிய ஃபோட்டானின் அலைநீளம் λ என்னும் சிறும மதிப்பிலிருந்து $\lambda + 2h/m_0c$ என்னும் பெரும மதிப்பு வரை உயருகிறது. இக்கணக்கீடு λவின் மதிப்பு மிகச் சிறியதாயிருக்கும் வரைதான் பொருத்தமாயிருக்கும். அலைநீளம் மிகுதியாயிருந்தால், பழங்கொள்கையின்படி படுஃபோட்டானும், சிதறிய ஃபோட்டானும் சமமான அலைநீளமுள்ளவையாயிருக்கும். அதாவது சிதறலால் அலைநீளம் மாறாது.

செறிவுப் பரவீடு. சிதறிய ஃபோட்டான்களின் செறிவுக்கும், சிதறல் கோணத்திற்குமிடையில் ஒரு சிக்கலான தொடர்பைக் காம்ப்ட்டன் வருவித்துள்ளார். அதிலிருந்து பூஜ்யத்திற்கும் $90°$ க்கும் உட்பட்ட சிதறல் கோணத்திலேயே பெரும்பாலான சிதறிய ஃபோட்டான்கள் வெளிப்படுகின்றன. அதாவது சிதறல் முன்னோக்கியே உள்ளது. $90°$க்கும் $180°$க்கும் இடையில் ஏற்படக்கூடிய பின்னோக்கிய சிதறல் ஏறக்குறைய இல்லை என்றே கூறலாம். அதிர்வெண் மதிப்பின் அதிகரிப்பிற்கேற்ப இத்தகைய பரவல் சமச்சீர்மையின்மையும் (asymmetry) மிகுதியாகிறது.

சிதறல் குணகம். ஒரு கதிர் ஓர் ஊடகத்தின் அலகு நீளத்தைக் கடக்கும்போது அதில் சிதறுகிற பின்னம் (fraction) சிதறல் குணகம் எனப்படும். காம்ப்ட்டன் விளைவைப் பொறுத்தவரை இதில் இரண்டு கூறுகள் உள்ளன. ஒன்று சிதறலால் படுகதிரின் செறிவிலேற்படுகிற குறைவை அளக்கிறது. மற்றது பின்னிடு எலெக்ட்ரான்களை உண்டாக்குவதன் காரணமாக உட்கவரப்பட்ட செறிவின் அளவைக் கணக்கிடுகிறது. படுகதிரின் அதிர்வெண் குறைவாயிருக்கும்போது சிதறல் குணகத்தின் சிதறல் கூறு மட்டுமே மேம்பட்டுள்ளது. உட்கவர்தல் கூறு ஏறக்குறையப் பூஜ்யமாக இருக்கும். இது பழங்கொள்கையின் ஊகங்களுடன் ஒத்துவருகிறது. அதிர்வெண் உயரும்போது மொத்தச் சிதறல் குணகம் குறைகிறது. அது பழங்கொள்கை வகுத்தளிக்கும் மதிப்பைவிடச் சிறியதாகவுள்ளது. சிதறல் கூறு உட்கவர்தல் கூறைவிட வேகமாகக் குறைகிறது. அதாவது சிதறல் விளைவைவிட உட்கவர்தல் விளைவு மேம்பட்டிருக்கும்.

பின்னிடு எலெக்ட்ரான். சிதறிய ஃபோட்டான் 0-$180°$ வரையுள்ள அனைத்துக் கோணத் திசைகளிலும் செல்லும். ஆனால் பின்னிடு எலெக்ட்ரான் 0-$90°$

வரையிலான முன்னோக்கிய திசையில் மட்டுமே செல்லும். அதன் ஆற்றல் படுஃபோட்டானின் ஆற்றலைப் பொறுத்தது. ஒளி எலெக்ட்ரான்களுடன் (photo-electrons) ஒப்பிடுகையில் காம்ப்ட்டன் விளைவில் பின்னிடு எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் மிகக் குறைவு.

பின்னிடு எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல் அதன் திசையையும் பொறுத்துள்ளது. படுஃபோட்டானின் திசைக்கு ஏறத்தாழ இணையாக நகரும் எலெக்ட்ரான்கள் பெரும் ஆற்றலுள்ளவை. θ மதிப்பின் அதிகரிப்பிற்கேற்பப் பின்னிடு எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் அளவும் குறைகிறது. ஃபோட்டானின் சிதறல் கோணம் அதிகரிக்கும்போது θ குறைகிறது. பின்னிடு எலெக்ட்ரானின் ஆற்றல் மிகுதியாகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் (θ) சிதறும் ஒவ்வொரு ஃபோட்டானுக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் (ϕ) பின்னிடுகிற எலெக்ட்ரான் உள்ளது.

கருதுகோள் பிழைகள். எளிமைக்காகக் காம்ப்ட்டன் விளைவில் ஃபோட்டானால் மோதப்படும் எலெக்ட்ரான் தனியாகவும் ஓய்வு நிலையிலும் இருப்பதாகக் கருதப்பட்டது. இது உண்மை நிலைக்குப் புறம்பானது. இதன் காரணமாக ஆய்வுகளின்போது மாற்றமடைந்த அலை நீள வரிகளுடன், மாற்றமடையாத அலை நீள வரிகளும் பட்டைகளும் (bands) பதிவாகின்றன. எனவே தொடக்கக் கருதுகோளை மாற்றி அமைக்க வேண்டியுள்ளது.

முதலாவதாக எலெக்ட்ரான் தனித்தே இருப்பதில்லை. அது ஓர் அணுவில் கட்டுண்டேயுள்ளது. எனவே படுஃபோட்டானுக்கு எலெக்ட்ரானை அணுவிலிருந்து விடுவிக்கப் போதுமான ஆற்றல் இல்லாதபோது, மோதல் ஃபோட்டானுக்கும் முழு அணுவுக்குமிடையிலேயே நிகழ்வதாகக் கொள்ளலாம். எலெக்ட்ரானின் நிறைக்கு மாற்றாக அணுவின் நிறையைப் பதிலீடு செய்யும்போது அணுவினுடைய நிறை எலெக்ட்ரானின் நிறையைவிடப் பன்மடங்கு மிகுதியாக்வுள்ளதால் அலை நீளத்தில் ஏற்படுகிற மாற்றம் கண்டுபிடிக்க இயலாத அளவுக்குச் சிறியதாகி விடுகிறது. அதாவது மோதலுக்குப் பிறகும் அணுவினுடைய ஆற்றலில் மாற்றம் எதுவும் ஏற்படுவதில்லை. எனவே ஃபோட்டானிலும் ஆற்றல் இழப்புத் தோன்றுவதில்லை. இதன் காரணமாகவே காம்ப்ட்டன் வரிகளுடன் கூடவே அலைநீள மாற்றமடையாத வரிகளும் கிடைக்கின்றன. குறிப்பாக θ மதிப்புக் குறைவாக இருக்கும்போது இவை மேம்பட்டுத் தெரியும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட சிதற வைக்கும் பொருளில் ஃபோட்டான்களுக்கும் எலெக்ட்ரான்களுக்குமிடையில் நிகழும் மோதல்கள் சிலவற்றில் மிகவும் மெலிதான் வகையில் அணுக்களுடன் பிணைந்துள்ள எலெக்ட்ரான்கள் பங்கு கொள்ளக்கூடும். அத்தகைய எலெக்ட்ரான்கள் மோதல்களின் காரணமாக அணுக்களிலிருந்து வெளித்தள்ளப்பட்டுவிடும். இதன் விளைவாகச் சிதறிய ஃபோட்டான்களின் அலைநீளம் மாற்றப்படும். பிற மோதல்களில் ஃபோட்டான்கள் அணுவுடன் இறுகப் பிணைந்த எலெக்ட்ரான்களுடன் மோதும்போது அவற்றை வெளியேற்றப் போதுமான ஆற்றல் இல்லாத காரணத்தால், தாமும் ஆற்றலை இழக்காமல் அலை நீள மாற்றமில்லாத வரிகளை உண்டாக்குகின்றன.

வெவ்வேறான சிதற வைக்கும் பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டால், லேசான தனிமங்களில் எலெக்ட்ரான்கள் வலிவற்ற வகையிலேயே அணுக்களுடன் பிணைந்திருக்கும். அவற்றுக்கு அலை நீள மாற்றமடைந்த வரி மிகுதியான செறிவுடன் பதிவாகும். நிறைமிக்க தனிமங்களில் பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்களில் வலிமையாகப் பிணைந்திருப்பதால் அலை நீள மாற்றமடையாத வரிகள் மிகுதியான செறிவுடன் காணப்படும். சிதற வைக்கும் பொருள்களின் அணு எண் மிகும்போது அலை நீள மாற்றமடையாத வரிகளின் செறிவு அதிகரித்து அலை நீள மாற்றமடைந்த வரிகளின் செறிவு குறையும்.

சாதாரணமான ஒளிக்கு அணுவுடன் மிக மெலிதாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் எலெக்ட்ரான்களைக்கூட வெளியேற்றப் போதுமான ஆற்றல் இல்லை. எனவே சாதாரணமான ஒளி சிதறும்போது அலைநீள மாற்றமடையாத வரியே மிகு வாய்ப்புடன் தோன்றும். இதற்கு மாறாக, காமாக் கதிர்கள் அணுக்களிலுள்ள அனைத்து எலெக்ட்ரான்களையுமே வெளியேற்றிவிடக்கூடிய பெரும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளமையால், அவை சிதறும்போது தோன்றும் சிதறல் வரிகள் அனைத்துமே அலைநீள மாற்றமடைந்தவையாயிருக்கும்.

சாதாரண ஒளியின் ஆற்றல் அணுவிலிருந்து எலெக்ட்ரானை வெளியேற்றப் போதுமானதாக இல்லாவிட்டாலும், எலெக்ட்ரான் உயர் ஆற்றல் நிலைக்குத் தள்ளப்படக்கூடும். இவ்வாறு ஒளிஃபோட்டானின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி செலவாகிவிட்டால் எஞ்சிய ஆற்றல் ஓர் அலைநீள மாற்றமடைந்த சிதறல் கதிராக வெளிப்படும். இவ்வாறு அணுக்களாலும் மூலக்கூறுகளாலும் சிதறுவதால் அலைநீள மாற்றமடைந்த ஃபோட்டான்கள் வெளிப்படுவதை சி.வி. இராமன் முதன்முதலாகக்கண்டுபிடித்தார். இது இராமன் விளைவு. எனப்படுகிறது. இராமன் விளைவையும் குவாண்ட்டம் கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்கலாம்.

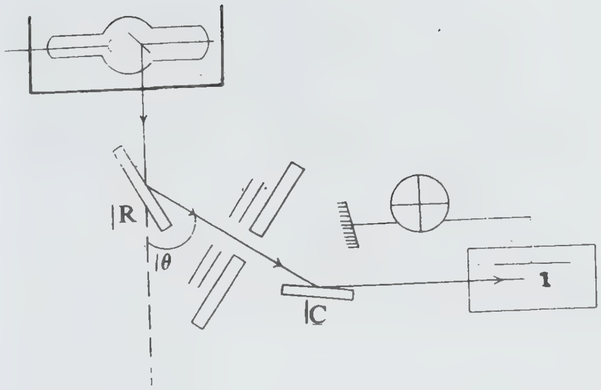
அடுத்து எலெக்ட்ரான் ஓய்வு நிலையிலிருப்பதாகக் கொள்வதும் உண்மை நிலைக்குப் புறம்பானது. அணுவிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் ஓய்வின்றி இயங்கிக் கொண்டேயுள்ளன. அணுக்கருவை ஒட்டியுள்ள ஓர்

ஓடுபாதையிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள், அதற்கு வெளிப்புறமாயுள்ள ஓடுபாதைகளிலுள்ளவற்றைவிட மிகுதியான வேகத்துடன் ஓடிக் கொண்டுள்ளன. ஃபோட்டான் வந்து மோதுவதற்கு முன்னர் எலெக்ட்ரான் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துடன் ஓடிக் கொண்டிருக்குமானால், சிதறல் ஃபோட்டானில் ஏற்படுகிற அலைநீள மாற்றம் ஃபோட்டானின் சிதறல் கோணத்தை மட்டுமன்றி மோதும் தறுவாயில் எலெக்ட்ரான் ஓடிக் கொண்டிருந்த திசையையும் பொறுத்து அமையும். எலெக்ட்ரான் எந்த ஒரு திசையிலும் ஓடிக் கொண்டிருக்கும்போது, $\lambda' - \lambda$ இன் மதிப்பு, குறிப்பிட்ட சிறுமத்திற்கும், பெருமத்திற்கும் இடைப்பட்ட எந்த அளவிலுமிருக்கலாம் என்று ஜான்சி என்பார் காட்டியுள்ளார். எனவே மிகு வேகத்துடன் ஓடிக்கொண்டுள்ள உட்புற ஓடுபாதை எலெக்ட்ரான்கள் அலை நீள மாற்றமடையாத வரியுடன் கூடவே ஓர் அகலமான ஒளிப் பட்டையையும் உண்டாக்கும். மெதுவாக ஓடிக் கொண்டுள்ள வெளிப்புற ஓடுபாதை எலெக்ட்ரான்கள் அலை நீள மாற்றமடைந்த வரியைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய பட்டையைத் தோற்றுவிக்கும்.

ஆய்வுகள். காம்ப்ட்டன் கொள்கையின் நம்பகத் தன்மையை ஆய்வுசெய்யும் நோக்கத்துடன் பல ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் அலை நீள மாற்றங்களும் காம்ப்ட்டன் அலை நீளமும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. சிதறல் கோணம் மாறும் போது அலை நீள மாற்றத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் மதிப்பிடப்பட்டது. அலை நீள மாற்றம் படுஃபோட்டானின் அலை நீளத்தையும், சிதற வைக்கும் பொருளின் தன்மையையும் பொறுத்துள்ளதா என ஆராயப்பட்டது.

பின்னிடு எலெக்ட்ரான்கள் உண்மையிலேயே உள்ளனவா என்பதும், சிதறல் ஃபோட்டானும் பின்னிடு எலெக்ட்ரானும் ஒரே சமயத்தில் தோன்றுகின்றனவா என்பதும் ஆய்வு செய்யப்பட்டன. பின்னிடு எலெக்ட்ரானின் திசைக்கும் சிதறல் கோணத்திற்குமிடையிலுள்ள உறவு சரிபார்க்கப் பட்டது. பின்னிடு எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல்கள் அளக்கப்பட்டன.

காம்ப்ட்டன் ஒரு கார்பன் கட்டியில் எக்ஸ் கதிர்களைச் சிதற வைத்து அலை நீள மாற்றங்களைக் கண்டுபிடித்தார். அவருடைய கருவியமைப்பு, படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒற்றை அலை நீள எக்ஸ் கதிர்கள் R என்னும் கார்பன் கட்டியில் விழுமாறு செய்யப்பட்டன. அங்கிருந்து அவை θ கோணத்தில் சிதறின. சிதறிய கதிர்கள் பிராக் எக்ஸ் கதிர் நிரலியல் அளவியின் படிகத்தில் (C) செலுத்தப்பட்டன. அதன் உதவியால் θ என்னும் குறிப்பிட்ட கோணத்தில் சிதறிய கதிர்களின் அலை நீளத்தை அளக்க முடியும். எக்ஸ் கதிர்க் கற்றையை இணையாக்குவதற்காகப் பல துளைகள் பொருத்தப்பட்டிருந்தன.



படம் 2

வெளியிலிருந்து கதிர்கள் குறுக்கிடாமலிருக்க நிரலியல் அளவியின் அயனியாக்கக் கலம் (ionisation chamber) காரீயப் பெட்டியாலும் திரைகளாலும் மறைக்கப்பட்டிருந்தது. அயனியாக்கக் கலத்திற்கு மாற்றாகப் புகைப்படப் பெட்டியைப் பயன்படுத்திச் சிதறல் ஃபோட்டான்களின் சுவடுகளைப் பதிவு செய்யலாம். சிதற வைக்கும் பொருளையும், எக்ஸ் கதிர்க் குழாயையும் நகர்த்திச் சிதறல் கோணத்தை மாற்ற முடியும். படுகதிரின் நிறமாலையைப் பெற, எக்ஸ் கதிர் குழாயிலிருந்து வரும் கற்றையை, நேராக நிரலியல் அளவியின் படிகத்தில் விழும்படிச் செய்யலாம்.

இந்த அமைப்பின் உதவியால் காம்ப்ட்டன் மாலிப்டினம் $K\alpha$ வரியைக் கார்பன் பாளத்தில் செலுத்திப் பல கோணங்களில் சிதற வைத்தார். அதன் மூலம் காம்ப்ட்டன் அலை நீளத்தைக் கணக்கிட்டார். அது அவருடைய கொள்கை வழி மதிப்புடன் ஒத்திருந்தது. மேலும் சிதறல் கோணம் அதிகரித்தபோது அலை நீள மாற்றமும் வேகமாக அதிகரித்தது.

காம்பட்டன், ராஸ் ஆகியோர் அலை நீள மாற்றம் படுஃபோட்டானின் அலை நீளத்தைப் பொறுத்திருக்கவில்லை எனக் கண்டனர். டு மாண்ட், கிர்க்பாட்ரிக் ஆகியோர் θ மதிப்பு மாறாமலிருக்கும் போது படுஃபோட்டானின் அலைநீளத்தை மாற்றினாலும் எக்ஸ் கதிர்க் குழாயின் இலக்கை (target) மாற்றினாலும் அலைநீளமாற்றம் மாறுவதில்லை எனக் கண்டனர்.

வூ என்பார் வெவ்வேறு சிதறவைக்கும் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி, அலைநீள மாற்றம் சிதறவைக்கும் பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்திருக்கவில்லை எனக் காட்டினார். ஆனால் சிதறவைக்கும் பொருளின் அணு எண் மிகும்போது அலை நீள மாற்றமடைந்த கதிர்களின் செறிவு குறைந்து அலை நீள மாற்றமடையாத கதிர்களின் செறிவு அதிகரித்தது. எடுத்துக்காட்டாக லிதியத்தால் சிதறிய கதிர்கள் முழுதும் அலை நீள மாற்றமடைந்திருந்தன. வெள்ளியால் சிதறிய கதிர்களில் அலைநீள மாற்றமே காணப்படவில்லை.

காம்ப்ட்டன் தன் கொள்கையை அறிவித்த உடனேயே வில்சன் தன் முகிற் கலத்தின் மூலம் காம்ப்ட்டன் எலெக்ட்ரான்கள் இருப்பதை மெய்ப்பித்துக் காட்டினார். அவை பெரும்பாலும் படுகதிரின் திசையிலேயே பின்னிட்டிருந்தன. படுகதிரின் அலை நீளம் குறைந்தபோது அவற்றின் தடங்களின் நீளம் மிகுதியாயிருந்தது; அவற்றின் எண்ணிக்கையும் மிகுதியாயிற்று. படுகதிரின் திசையிலிருந்து மிகு அளவு விலகியிருந்த பின்னிடு எலெக்ட்ரான்களின் தடங்கள் குறைந்த நீளமுள்ளவையாயிருந்தன. இவற்றைக் காம்ப்ட்டன் கொள்கை ஊகித்துக் கூறியுள்ளது.

போதே, கெய்கர் ஆகியோர் சிதறல் ஃபோட்டானும், பின்னிடு எலெக்ட்ரானும் ஒரே சமயத்தில் தோன்றுவதை மெய்ப்பித்தனர். காம்ப்ட்டன், சைமன் ஆகியோர் θ, ϕ ஆகியவற்றுக்கிடையிலான உறவு காம்ப்ட்டன் கொள்கையின்படியே அமைந்திருப்பதை மெய்ப்பித்தனர். வில்சன், காம்ப்ட்டன் சைமன், போதே ஆகியோரும் வேறு பலரும் பின்னிடு எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலைக் கணக்கிட்டு அது காம்ப்ட்டன் கொள்கையின்படியே உள்ளதைக் கண்டனர்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. F. Bueche, *Principles of Physics*, Fourth Edition, Mc-Graw Hill International Book Company, Singapore, 1984.

காமமூட்டி

காம உணர்வைத் தட்டி எழுப்பிப் பாலுறுப்புகளின் இயக்கத்தை ஊக்குவித்துக் காமச் செயலை வேகப்படுத்தும் பொருள்களைக் காமமூட்டிகள் எனலாம். கிரேக்கர்களின் காதல் தெய்வமகளான அஃப்ரோடைட்டின் (aphrodite) பெயரைத்தழுவி இதை அஃப்ரோடியாசிக் (aphrodiasic) எனக் குறிப்பிடுவர். இனப் பெருக்கத்துக்கு அடிப்படையான காமம் வாழ்வின் ஒரு முக்கிய கூறாகும். இளமையில் காமத்துடன் அலைந்து திரிந்து நடுத்தர வயதில் காம உணர்வு குன்றிப் போவதால் காமமூட்டிகளைப் பலர் நாடுகின்றனர்.

காம உணர்வின் அடிப்படை. பாலுறுப்புகளை, மூளை - தண்டுவடம் - நரம்புகள் அடங்கிய நரம்பு மண்டலமும், நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் சிலவற்றிலிருந்து வரும் ஹார்மோன்களும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. பாலுறுப்புகளுக்குச் செல்லும் இரத்தக் குழாய்களை விரித்து, அவற்றுள் பாயும் இரத்த ஓட்டத்தை அதிகரிப்பதும் அப்பகுதிகளில் சுரக்கும் சில திரவங்களைப் பெருக்குவதும் காமச் செயலுக்கு அடிப்படையான நிகழ்ச்சிகளாகும். இவ்வுண்மைகளின் அடிப்படையில் பல்லாயிரக்கணக்கான காமமூட்டி மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

காமமூட்டும் பொருளாகப் பரவலாகக் கையாளப்பெறும் கள், சாராய வகை மனக்கட்டுப்பாட்டைத் தளர்த்தி, உள்ளக் கிளர்ச்சியை எழுப்பிக் காம உணர்வை மிகச் செய்தாலும் காமச் செயலைத் தளர்த்தி விடும். LSD போன்ற போதைப் பொருள்களும் காமமூட்ட வல்லவையாயிருப்பினும் நாளடைவில் மருந்தடிமைப் பழக்கம், நரம்பு நலிவு போன்ற வேண்டா விளைவுகளைப் பெருக்கி வாழ்வையே அழித்து விடும். ஆம்ஃபிட்டமின், கோகெய்ன் போன்ற மருந்துகளும் காமமூட்டிகளாகப் பயன்படுகின்றன. குறிப்பாகக் கோகெய்ன் மகளிரிடையே காமவுணர்வை எழுப்பவல்லதாகக் கருதப்படுகிறது. அபின் முதலான அல்க்கலாய்டுகளும் இவ்வகையைச் சார்வனவே.

இரத்தக் குழாய்களை விரிய வைக்கும் அமைல் நைட்ரேட் எனும் மருந்தும் காமமூட்டியாகப் பயன்படுகிறது. ஆனால் இம்மருந்து பாலுறுப்புகளுக்கும் மூளைப் பகுதிகளுக்கும் இரத்த ஓட்டத்தை மிகச் செய்வதால் தலைவலி ஏற்பட காம உணர்வே அடங்கிவிடக் கூடும். வெங்காயம், பூண்டு, முருங்கைக் காய் ஆகியவை காமமூட்டிகளாகக் கருதப்படுகின்றன. ஆஃப்ரிக்காவில் வளரும் யோகிம்பின் மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் யோகிம்பின் எனும் மருந்து காமமூட்டிகளிலேயே முதன்மையானதாகக் கருதப்படுகிறது.

இம்மருந்துகளால் காமவுணர்வைப் பெருக்க முயல்வதைவிடச் சில நாள் வரையாவது காமச் செயல்களில் ஈடுபடாமல் பாலுறுப்புகளுக்கு ஓய்வு கொடுத்து, மன அமைதி தரும் மருந்துகளையும் அளவோடு உட்கொண்டு அமைதி காத்தால் காமவுணர்வு மீண்டும் பெருகுவதோடு பாலுறுப்புகளும் மீண்டும் பணியாற்றும் திறன் பெற்றுக் காமச் செயல் வலிமை பெற வாய்ப்புண்டு. எக்குறையுமில்லாத, நல்ல காமமூட்டி மருந்துகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான ஆய்வு மனித இனம் தோன்றிய நாளிலிருந்தே நடந்து வந்தாலும் இத்தகைய மருந்து எதுவும் இன்று வரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

- கா. லோக முத்துக்கிருஷ்ணன்

காமன் சிறுகோள்

செவ்வாய்க் கோளின் சுற்றுவட்டத்திற்குள் பயணம் செய்யும் சிறிய கோளே காமன் (pros) ஆகும். சூரியனைச் சுற்றி வரும்போது சில நேரங்களில் இது புவிக்கு அருகில் 23 மில்லியன் கிலோமீட்டர் தொலைவில் வருகிறது. இது புவிக்கு அருகில் வரும் செயல் 31 ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை நிகழ்கிறது. இறுதியாக 1975 ஆம் ஆண்டு புவிக்கு அருகில் வந்தது. அடுத்து 2006 ஆம் ஆண்டு புவியின் அருகில் தோன்றக்கூடும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. இருந்தபோதும், பெரும் கோள்களின் இயக்கத்தால் ஏற்படும் தடுமாற்றத்தால் புவிக்கு அருகில் வரும் காலம் 15 ஆண்டு வரை தாமதமடைகிறது. இக்கோள் 1898 ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்ட் திங்கள் 13ஆம் நாள் கார்ல் கஸ்டவு விட் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது.

இச்சிறுகோள் ஒரு கால்பந்து போன்ற அமைப்புடையதாகும். இதனுடைய ஆரம் 7 கிலோ மீட்டர் ஆகும். இது சூரியனைச் சுற்றி வருவதற்கு 642 நாளாகிறது. இதனுடைய சுற்று வட்டப் பாதையில் சூரியனுக்கு அண்மையில் உள்ள புள்ளி 171 மில்லியன் கி.மீ. தொலைவிலும், சேய்மையில் உள்ள புள்ளி 206 மில்லியன் கிலோ மீட்டர் தொலைவிலும் உள்ளன. இதன் சுற்றுவட்டப்பாதை ஒரு தட்டையான நீள்வட்டமானது (ellipse) ஆகும். இது புவியின் சுற்று வட்டப் பாதையை 108° கோண அளவில் வெட்டுகிறது. ரேடார் முறை பயன்பாட்டுக்கு வருவதற்கு முன்பு இச்சிறுகோளைப் பயன்படுத்தி வானியல் அலகைக் (புவிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையே உள்ள சராசரித் தொலைவு) கணக்கிட்டனர்.

—பெ. வடிவேல்

காமாக்கதிர்கள்

அணு எடை 206க்கு மேற்கொண்ட கனிமங்கள் தன்னிச்சையாக வெளிவிடும் மூவகைக் கதிர்களுள் ஒன்று காமாக் கதிராகும். ஹென்றி பெக்கொரல் என்பார் 1896 இல் இவ்வகைக் கதிரியக்கத்தைக் கண்டுபிடித்ததைத் தொடர்ந்து மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வின் பயனாக 1899 ஆம் ஆண்டில் யுரேனியத்திலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சுகளில், காற்றில் மட்டும் சில செ. மீ செல்லக்கூடிய ஆல்ஃபாக்கதிர்கள் மற்றும் பல மில்லி மீட்டர் தடிமனான அலுமினியத்தை ஊடுருவும் அளவுக்கு ஆற்றல் உள்ள பீட்டாக் கதிர்கள் என்னும் இரு வகைக் கதிர்கள் இருப்பதை ரூதர்ஃபோர்டு கண்டுபிடித்தார். பின்பு 1900ஆம் ஆண்டில் வில்லார்டு (P. Villard) என்னும் ஃபிரெஞ்சு அறிஞர் மிகுந்த ஊடுருவும் ஆற்றல் பெற்ற மூன்றாம் வகைக் கதிர்வீச்சு ஒன்று ரேடியத்திலிருந்து வருவதைக் கண்டுபிடித்தார். இக்கதிர்கள் காமாக் கதிர்கள் எனப் பெயரிடப்பட்டன.

கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்று வெளிவிடும் கதிர்களைக் காந்தப் புலம் ஒன்றிற்கு உள்ளாக்கி, கியூரி அம்மையாரால் மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் காமாக்கதிர்கள் வலிமை மிக்க காந்தப் புலங்களாலும் விலக்கப்படுவதில்லை என அறிவுறுத்தின. எனவே, அவை மின்னூட்டமற்றவை என அறியப்பட்டது. தொடர்ந்து மேற்கொள்ளப்பட்ட ஆய்வுகள் காமாக் கதிர்கள் மின்னூட்டமோ, நிறையோ அற்ற மின் காந்தக் கதிர்களே எனவும் துகள் பண்பு அற்றவை எனவும் உணர்த்தின. ஆயினும் அவை மிக வன் எக்ஸ் கதிர்களையும்விட மிகக் குறைந்த அலை நீளங்களைக் கொண்டுள்ளன.

காமாக்கதிருக்கு மின்னூட்டமோ, நிறையோ இல்லாமையால் அதை வெளிவிடும் கனிமத்தில் அணு மாற்றம் ஏற்படாது; ஆற்றல் மட்டுமே வெளிப்படும். எனவே, காமாக் கதிர்களின் வெளியீட்டால் புதிய கனிமம் எதுவும் உருவாவதில்லை. வழக்கில் ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாக் கதிர்வீச்சைத் தொடர்ந்தேகாமாக் கதிர்கள் தோன்றுகின்றன என்பது அறியப் பட்டுள்ளது.

காமாக்கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்களைப் போல் மின் காந்தக் கதிர்வீச்சாக இருப்பின் படிகங்களை விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணியாகப் (diffraction grating) பயன்படுத்தி அவற்றின் அலை நீளங்களை அளவிட முடியும் எனக் கருதலாம். ஆனால், இங்கு இரு இடர்ப்பாடுகள் உள்ளன. அவை காமாக் கதிர்களின் மிகக் குறைந்த அலைநீளங்களின் காரணமாகச் சில பாகைகள் அளவேயுள்ள மிகச் சிறிய சாய் கோணங்களை அளவிடுவதில் உள்ள சிக்கல்கள்; படிகத்தளங்களில்லாது தனித்தனி அணுக்களுக்கு இடையே ஏற்படும் குறைந்த அளவு சிதறல் ஆகியவையாகும். ஆயினும் ரூதர்ஃபோர்டு, ஆண்ட்டி ரேடு, திபாடு, ஃபிரில்லி ஆகியோர் RaB, RaC ஆகியவை வெளிவிடும் காமாக் கதிர்களின் அலைநீளங்களை அளவிடுவதில் வெற்றி கண்டனர்.

மிகக் குறைந்த அலை நீளங்களைக் கொண்ட காமாக் கதிர்களைப் பொறுத்தவரையில் படிகம், விளிம்பு விலகலை ஏற்படுத்த முடியாத அளவுக்குப் பண்பு நயமற்றதாக அமைகிறது. எனவே, காமாக் கதிர்களுக்கும் பொருளுக்குமிடையே ஏற்படும் இடையீட்டால் (interaction) உண்டாக்கப்படும் இரண்டாம் நிலை எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் அளவீட்டை அடிப்படையாகக் கொண்ட மறைமுக முறைகளே காமாக்கதிர்களின் அலை நீளங்களை அளவிடப் பயன்படுகின்றன. அம்முறைகளாவன:

உள்ளிடமாற்ற எலெக்ட்ரான் முறை (internal conversion electron method). இம்முறை உள்ளிட மாற்ற

நிகழ்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இம்முறையில் ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத் துகளை வெளிவிட்டுச் சிதைவுற்ற அணுக் கருவிலிருந்து வரும் காமாக்கதிர்கள் அந்த அணுக்கருவுக்குப் புற எல்லையிலுள்ள எலெக்ட்ரான் அமைப்பில் உட்கவரப்பட்டு அங்குள்ள எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றுவதால் இந்நிகழ்ச்சி ஒளிமின் விளைவின் (photo electric effect) ஒரு தனி வகையாகக் கருதப்படுகிறது.

ஒளி எலெக்ட்ரான் முறை. இம்முறையானது காமாக்கதிர்கள் ஓர் உலோகத் தகட்டின் மேல் விழுவதால் உண்டாக்கப்படும் ஒளிமின் விளைவை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

காம்ப்ட்டன் எலெக்ட்ரான் முறை. இதுகாமாக்கதிர்களின் காம்ப்ட்டன் சிதறலால் விளையும் காம்ப்ட்டன் எலெக்ட்ரான்களின் ஆய்வை அடிப்படையாகக் கொண்டது. முதல் இரண்டு முறைகளும் காந்தப் புல நிரல் பதிப்பானையும் மூன்றாம் முறை முகிற் கலத்தையும் பயன்படுத்துகின்றன.

முதல் முறை, மூன்று முறைகளிலும் மிகவும் முக்கியமானதாகவும், பெரும்பாலும் காமாக் கதிர் நிரலைப் பற்றிய அனைத்துத் தகவல்களையும் அளிக்க வல்லதாகவும் அமைகிறது. காமாக் கதிர் அலை நீளங்களை அளவிடக் கூடிய செய்முறை ஆய்வுகளிலிருந்து காமாக்கதிர்கள் *100பி.மீ* (பிகோ மீட்டர்- 10^{-12}மீ) முதல் *0·01*பி.மீ வரையுள்ள மிகக் குறைந்த அலை நீளங்களைக் கொண்டுள்ளன என அறியப்பட்டுள்ளது. எனவே, அவை கட்புலனொளியைப் போலவும், எக்ஸ் கதிர்களைப் போலவும் மின்காந்த வீச்சுக்களே என்பது நிலை நாட்டப்பெற்றது. ஆல்ஃபாக் கதிர் நிரல் ஆய்வுடன் இணைந்த காமாகதிர் நிரலின் ஆய்வு அணுக்கருவினுள் தனித்தனி ஆற்றல் மட்டங்கள் இருப்பதை அறிவுறுத்துகிறது.

பொருளின் வழியே காமாக் கதிர்களின் போக்கு. காமாக்கதிர்கள் எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்று மின் காந்தக் கதிர்வீச்சுகளாதலால் அவை மிகக் குறைந்த அலை நீளம் கொண்ட எக்ஸ் கதிர்கள் பொருளின் வழியே செல்லும்போது உண்டாக்கக்கூடிய ஒளிமின் விளைவு மற்றும் சிதறல் விளைவுகளை விளைவிக்கின்றன. இவையல்லாமல் காமாக் கதிர்களுக்கே உரித்தான பாசிட்ரான்-எலெட்ரான் இணை உருவாக்கத்தையும் (pair production) விளைவிக்கின்றன. மேலும் இக்கதிர்கள் அடுக்குக்குறிச் சார்பு வகையில் உட்கவர்தலுக்கு (exponential absorption) உள்ளாகின்றன. அதாவது, தொடக்கச் செறிவு கொண்ட காமாக்கதிர்கள் உட்கவர் எண் (absorption coefficient) μ கொண்ட பொருளின் வழியே x தொலைவு செல்லுமாயின் அவற்றின் செறிவு I ஏறக்குறைய $I = I_0 e^{-\mu x}$ என்னும் சமன்பாட்டிற்கிணங்க குறைவது காணப்பட்டது. உட்கவர்தல் எண்ணின் மதிப்பு காமா கதிர்களின் தன்மையையும் உட்கவர் பொருளின் தன்மையையும் பொறுத்துள்ளது.

மேற்கூறப்பட்ட மூன்று நிகழ்ச்சிகளின் ஒப்பீட்டு முக்கியத்துவம் காமாக்கதிரின் ஆற்றலையும் உட்கவர் பொருளின் தன்மையையும் பொறுத்திருப்பினும் அவை ஒன்றையொன்று ஒதுக்காமல் ஒருங்கே நிகழ்கின்றன. எனவே ஒரு பொருளின் காமாக் கதிர்களுக்குரிய உட்கவர் எண்ணின் மதிப்பு மூன்று கூறுகளால் ஆனது; அக்கூறுகளாவன; ஒளிமின் எண் π (Photo electric coefficient) சிதறல் எண் σ (Scattering Coefficient) இணையாக்க எண் k (Pair production Coefficient); அதாவது, $\mu = \pi + \sigma + k$. எனவே, முழு உட்கவர்தலையும் ஆட்படுத்தும் அடுக்குக்குறிச்சார்பு விதி தோராயமான ஒன்றாகும். அதைப் பாகுபாடு இன்றி எல்லாவற்றிற்கும் செயல்படுத்த இயலாது. ஒற்றை அலைநீளக் (monochromatic) காமாக்கதிர்களிலும் சிதறல் விளைவும் இணையாக்க விளைவும் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவுக்கு இருக்கும் போது மட்டுமே அடுக்குக்குறிச் சார்பு விதியானது குறையின்றி மெய்பிக்கப்பட்டுள்ளது.

இம்மூன்று நிகழ்ச்சிகளுள் எதுவும் முதுபழங் கொள்கையால் சரியாக விளக்கப்படவில்லை. ஒளிமின் விளைவும், காம்ப்ட்டன் விளைவும் கதிர்வீச்சின் குவாண்ட்டம் கொள்கையின் அடிப்படையில் விளக்கம் காண்கின்றன. ஆனால் இணையாக்க விளைவை அலைவிசையியல் (wave mechanics) கொண்டுதான் விளக்க முடியும்.

காமாக்கதிர்களை வெளிவிடக்கூடிய தனிமங்கள், மருத்துவத்துறை, தொழில்துறை, வேளாண் துறைகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. மருத்துவத்தில் நோயுற்ற திசுக்களின் இருப்பிடத்தை அறியவும் அவற்றை அழிக்கவும் இவை பயன்படுகின்றன. காட்டாக, கதிரியக்க அயோடினிலிருந்து வரும் காமாக்கதிர்கள் மூளைக் கட்டிகளின் இடமறியவும் அவற்றை அழிக்கவும் பயன்படுகின்றன. தைராய்டு சுரப்பியின் மருத்துவத்திலும் பயன்படுகின்றன.

மூளைக் கட்டிகளை இடமறிவதும் மருத்துவமளிப்பதும் கடினம். ஆனால் மூளைக் கட்டிகள் அயோடினை மிகுதியாக உட்கவர்கின்றன என்னும் உண்மையைக் கொண்டு அவற்றை எளிதில் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. கதிரியக்க அயோடினை (^{131}I) முட்டையின் வெள்ளைக் கருவில் கலந்து நோயாளிக்கு ஊசி மூலம் செலுத்தினால், மூளைக்கட்டி அதை உட்கவர்கிறது. கட்டியினுட் சென்ற கதிரியக்க அயோடினிலிருந்து வெளிவரும் காமாக் கதிர்கள் மூளைக் கட்டியின் இருப்பிடத்தை நுட்பமாக அறிவிக்கின்றன. அக்காமாக்கதிர்களே கட்டியின் திசுக்களையும் தாக்கி அழிக்கச் செய்கின்றன.

அயோடினை வாய் வழியாக உட்கொண்டால் அது தைராய்டு சுரப்பியால் உட்கவரப்படுகிறது.

இதைப் பயன்படுத்தி, புற்று நோயுற்ற தைராய்டு சுரப்பிக்கு மருத்துவம் அளிக்கப்படுகிறது. கதிரியக்க அயோடினின்றும் வரும் காமாக் கதிர்கள் தைராய்டு சுரப்பியின் புற்று நோய்த் திசுக்களைத் தாக்கி அழிக்கின்றன. கதிரியக்க பாஸ்ஃபரஸ் (^{32}P) இரத்தத் தொடர்பான நோய்களுக்குப் பயன்படுகிறது. புற்று நோய்க்கு மருத்துவம் அளிப்பதற்குப் பல காலமாக ரேடியம் பயன்பட்டு வந்தது. ஆனால் ரேடியம் மிகவும் விலையுள்ளதாலும் மிக நீண்ட அரைவாழ்வுக் காலத்தைக் (ஏறத்தாழ 1600 ஆண்டுகள்) கொண்டுள்ளதாலும் தற்காலத்தில் ரேடியத்திற்குப் பதிலாகக் கதிரியக்கக் கோபால்ட் (^{60}Co) மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. 5.3 ஆண்டு அரை வாழ்வு காலமுடைய ^{60}Co, 1.17 MeV மற்றும் 1.32 MeV ஆற்றல்களுடைய காமாக் கதிர்களை வெளியிடுவதால், இவை புற்று நோய்த் திசுக்களைத் தாக்கியழிக்க மிகவும் பயன்படுகின்றன. தொழில் துறையில் 50 ஆண்டுகளுக்கு மேலாகப் பற்றாசுகள் (weldings) வார்ப்புருக்கள் (castings) காய்ச்சி அடித்துருக்கள் (forgings) போன்றவற்றின் உட்குறைகளைக் கண்டறியும் அழிவுறா ஆய்வு (non destructive testing) முறைகளில் காமாக் கதிர்கள் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்துள்ளன.

தொழிற்சாலைகளில் மிகுதியாகப் பயன்படும் கொதிகலன்களின் சுவர்களில் காற்றுக் குமிழி போன்ற பழுதுகள் ஏதேனுமிருப்பின் மிகவும் தீங்காக முடியும். அவற்றில் மிகு அழுத்தத்தில் நீராவி தயாரிக்கப்படும்போது இப்பழுதுற்ற இடத்தில் வெடிப்புண்டாகி, கொதிகலன் வெடித்துத் தொழிற்சாலையின் பிற கருவிகளுக்கும் மனித உயிருக்கும் மிகுந்த அழிவை உண்டாக்கலாம். கொதிகலனுக்குள் காமாக்கதிர்களை வெளிவிடும் கதிரியக்க ஐசோடோப்பை வைத்து, கலத்தின் வெளியில் தக்க கண்டுணர் கருவிகளைப் பயன்படுத்திக் கொதிகலனின் சுவரிலுள்ள காற்றுக் குமிழிகள் மற்றும் சிறு வெடிப்புகளைக் காண முடியும்.

தொடக்கத்தில் இயற்கையில் கிடைக்கும் ரேடியம் மற்றும் ரோடான் ஐசோடோப்புகள் இத்தகைய ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட போதும் இப்போது கோபால்ட்-60, இரிடியம்-192, சீசியம்-134, 137 மற்றும் தாலியம் போன்ற செயற்கைக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவையல்லாமல் சிக்கல் வாய்ந்த கட்டமைப்புகள், பாலங்கள், கப்பல் மற்றும் விமானங்கள் கட்டுமானம், அணுக்கரு மற்றும் மின் நிலையங்கள், எண்ணெய் தூய்மைப்படுத்தும் ஆலைகள், எண்ணெய்க் குழாய்கள் உற்பத்தி ஆகிய தொழில்துறைகளிலும் தரக் கட்டுப்பாட்டிற்குக் காமாகதிர்கள் பெரிதும் துணை புரிகின்றன. மேலும் இக்கதிர்கள் புழக்கத்திலுள்ள பற்றாசு வார்ப்புருக்களின் தேய்மானங்களை மதிப்பிடுவதற்குத் துணை புரியும் சிறந்த பாதுகாப்புக் கருவியாகவும் செயலாற்றுகின்றன.

தவிர, புதிய பொருள்களை உற்பத்தி செய்வதற்கும் காமாக் கதிர்கள் வழிவகுக்கின்றன. காட்டாக, கதிரியக்கக் கோபால்ட்-60 இலிருந்து தோன்றும் காமாக் கதிர்கள் சில வினைகளை அவற்றின் வழக்கமான செயற்பாட்டினின்றும் முற்றிலுமாகத் திசை திருப்பி விடுவது அறியப்பட்டுள்ளது. கடின நெகிழிப் பொருள்களை நெகிழ்வுடையதாக்கும் விளைவு அவற்றில் ஒன்றாகும். வேளாண் துறையில் வேளாண் விளை பொருள்களை நீண்ட நாளுக்கு அழிவுறாமல் பாதுகாப்பதற்கும் பூச்சிகளினின்றும் பாதுகாப்பதற்கும் காமாகதிர்கள் பயன்படுகின்றன. உருளைக் கிழங்குகளைத் தக்க அளவுக்குக் காமாகதிர் வீச்சுக்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் இரண்டாண்டுகள் வரையிலும் சிதைவின்றிப் பாதுகாக்கலாம். தக்காளிப் பழங்களை இருபது நாள் வரை பாதுகாக்கலாம். பச்சை வாழைப்பழங்கள் 25°C —30 °C வரையிலான வெப்பநிலையில் ஐந்து நாள் வரை பழுப்பதை நீட்டிக்க முடியும். முற்றிய மாங்காய் பழுப்பதை அறைவெப்பநிலையில் இருவாரங்களுக்கு நீட்டிக்கலாம். பருத்தி விதை மற்றும் செடிகளைக் காமா கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் விளைவு வளத்தையும் பருத்தி இழையின் நீளம் மற்றும் வலிமை ஆகியவற்றையும் மிகுதியாக்கலாம். தவிர விதைகளைக் காமாக் கதிருக்கு உட்படுத்துவதன் மூலம் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலும் விளைவு வளமும் மிக்க புதிய பயிரின் வகைகளை உருவாக்கலாம்.

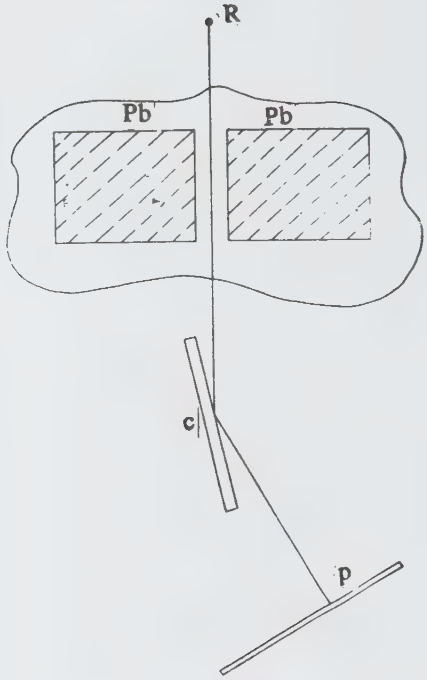
- அ. திருவள்ளுவர்

நூலோதி Donald Goldsmith, *The Evolving Universe*, The Benjamin Cummings Publishing Company, California, 1981; Douglas C. Giancoli, *General Physics*, Volume II, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1984.

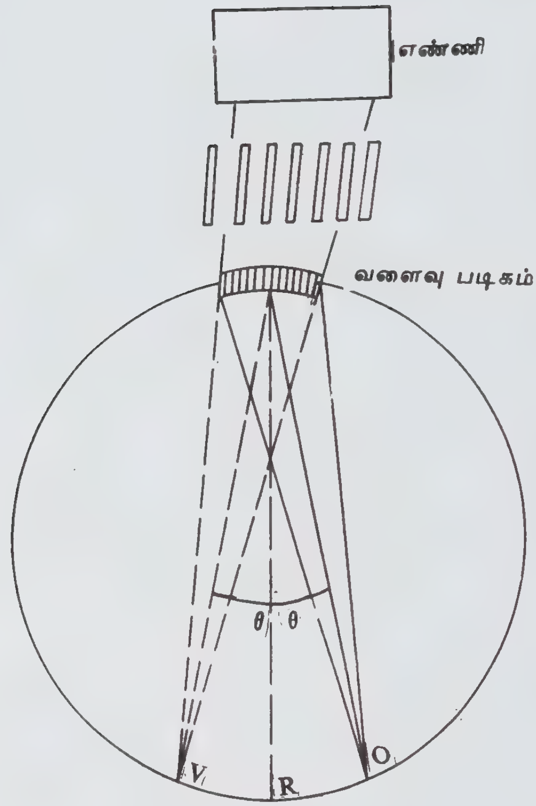
காமாக்கதிர்க் காட்டிகள்

கதிரியக்கப் பொருள்களினின்றும் வெளியிடப்படும் காமாக்கதிர்கள் மின்னூட்டம் அற்ற மின்காந்த அலைகளாகும். எனவே அவற்றை அயனிக்கலம் (ionisation chamber), கெய்கர் காட்டிகள் (Geiger counters) போன்றவற்றைக் கொண்டு நேரிடையாகக் கண்டுணர இயலாது. ஆனால் அலைகள் வெளிப்படுத்தும் எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டு உணரலாம்.

காமாகதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்களைவிடக் குறைந்த அலைநீளம் கொண்டவை. எனினும் பொருள்களில் மிகுதியாக ஊடுருவும் தன்மை வாய்ந்தவை. இவற்றின் அலை நீளத்தைக் கணக்கிட, எக்ஸ் கதிர்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் படிகக் கோட்ட முறையைப் பின்பற்றலாம்.



படம் 1



படம் 2

R என்னுமிடத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கதிரியக்கப் பொருளினின்று வெளிவரும் காமாக் கதிர்கள் ஒரு காரீயப் பிளவினூடே சென்று C - என்னும் பாறைப் படிகத்தின் மீது வீழ்ந்து எதிரொளிக்கப்பட்டு ஓர் ஒளிப்படத் தகட்டை அடைகிறது. காமாக்கதிர்ப் படிகத்தில் வீழ்ந்து எதிரொளிக்கும் கோணத்தை அளவிட்டு அதன் அலை நீளத்தைக் கணக்கிடலாம். இம்முறையில் ஏறக்குறைய 16×10^{-13} மீ அளவுள்ள அலைநீளத்தையும் கண்டுபிடிக்கலாம். மீக்குறைவான அலைநீளத்தை டுமாண்டு என்பார் 1927 ஆம் ஆண்டு வளைவுப் படிகத்தைக் கொண்டு கணக்கிட்டார்.

R- என்னும் மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும் காமா கதிர் வளைவு படிகத்தின்மீது வீழ்ந்து V என்னும் இடத்தில் உருத்தோற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. படிகத்தின் பின்னால் ஒரு கெய்கர் எண்ணி வைக்கப் பட்டு அதில் காமாக்கதிர் பெறப்படுகிறது. படிகத்திலிருந்து எதிரொளிக்கப்பட்ட காமாக்கதிர்கள் மட்டும் எண்ணியின் மீது விழுவதற்காக ஒரு காரீய இணையாக்கி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இக்கருவி கொண்டு 10^{-15} மீ வரை காமாக்கதிரின் அலைநீளத்தை நுட்பமாக அளக்கலாம்.

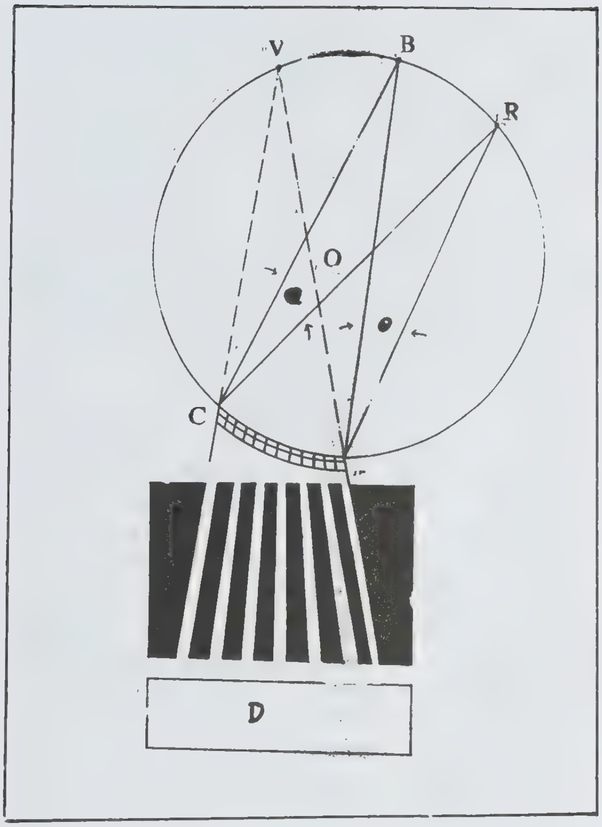
- மூ.நா. சீனிவாசன்

நூலோதி. Henry Semat and John R. Albright, *Introduction to Atomic and Nuclear Physics*, Chapman and Hall, London.

காமாக்கதிர் நிரலியல் அளவி

காமாக் கதிரின் அலைநீளங்கள் எக்ஸ் கதிர்களின் அலைநீளங்களைவிட மிகக் குறைந்தவை. ஏறத்தாழ 1.004 Å - 0.4Å வரை உள்ளன. இவற்றின் ஆற்றல் பல மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆகும். இக்கதிர்களின் அலை நீளம், ஆற்றல் ஆகியவற்றை அளவிடும் கருவிகளுக்குக் காமாக்கதிர் நிரலியல் அளவி எனப் பெயர். பொதுவாக, காமாகதிர்களைப் பற்றி அறியப் பல நேரிடை முறைகளும் பல மறைமுக முறைகளும் நடைமுறையில் உள்ளன.

நேரிடை முறைகள். படிகங்களை விளிம்பு விளைவு கீற்றணியாகப் (diffraction grating) பயன்படுத்தி எக்ஸ் கதிர்களின் அலை நீளத்தைக் கணக்கிடுதல் போல, காமாக் கதிர்களின் அலை நீளங்களையும் அளவிடலாம். ஆனால் மிகக் குறைந்த அலை நீள



படம் 1

முடைய காமாக்கதிர்களின் அலை நீளத்தை மேற் கூறிய முறையில் அளவிடுதலில் இரு இடையூறுகள் ஏற்படுகின்றன. மிக்க்குறைந்த அலைநீளங்களுக்கு மிகக் குறைந்த தொடுகோணங்களே (glancing angle) கிடைப்பதால் அதை மிக நுட்பமாக அளவிட முடிவ தில்லை. அணிக்கோவைச்சமதளங்களிலிருந்து (lattice plane) அல்லாமல் தனித் தனி அணுக்களிலிருந்தே மிக வலிவற்ற சிதறல்களும் ஏற்பட, ஆய்வு சிக்க லாகிறது. இருப்பினும் இம்முறை தகுந்த மாற்றங் களுடன் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

படிக நிரலியல் அளவி முறை (crystal spectrometer method). இக்கருவி படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. C என்பது குவார்ட்ஸ் படிகமாகும். அது வளைக்கப் பட்டுப் படத்தின் சமதளத்திற்குச் செங்குத்தாக, B இல் உள்ள ஒரு கோட்டில் நீட்டப்படும் போது விளிம்பு விளைவு சமதளங்கள் சந்திக்கும் வண்ணம், ஓர் இரும்புச் சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

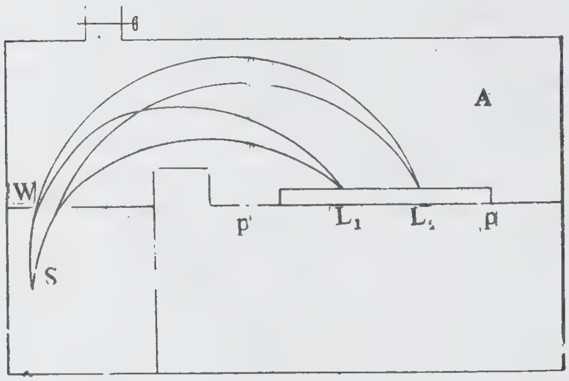
இந்நிலையில், படிகத்தின் வளைவு ஆரம் என்னும் குவிய வட்டத்தின் விட்டத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். குவிய வட்டத்தின் R என்னும் புள்ளியில் காமாக்கதிரின் மூலம் (source) வைக்கப்பட்டுள்ளது. படிகத்தின் மறுபக்கத்தில், ஒருகாரீய இணையாக்கிக் குப் (lead collimator) பின்புறம் D என்னும் ஒரு காணி (detector) உள்ளது. மூலத்தின் ஒவ்வொரு நிலைக்கும் உரிய (அதாவது கோணம் θ விற்குரிய) எண்ணும் வீதம் (counting rate) அளவிடப்படுகிறது. கொடுக்கப் பட்ட ஒரு காமாக்கதிரின் ஆற்றலுக்கு, பிராக்கோணம் θ விற்கு, எண்ணும் வீதத்தில் ஒரு பெருமம் கிடைக் கிறது. இந்த θ வின் மதிப்பைக் கொண்டு, பிராக்கின் $2d \sin\theta = n\lambda$ என்னும் தொடர்பைப் பயன்படுத்தி, அலைநீளம் λ ஐக் கணக்கிடலாம். இதில் d என்பது இரு அணிக்கோவைச் சமதளங்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு ஆகும். இதிலிருந்து காமாக் கதிரின் ஆற்றலை (E), $E = hc/\lambda$ என்னும் தொடர்பைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். (h- பிளாங்கின் மாறிலி c- ஒளியின் வேகம்)

காந்த நிரலியல் வரைவி முறை (magnetic spectrograph method) - அணுக்கருவிலிருந்து வெளிப்படும் ஒவ்வொரு காமாக் கதிரும், போதுமான ஆற்றல் பெற்றிருந்தால், சிதைவு அடையும் அணுவின் வெவ்வேறு எலெக்ட்ரான் கூடுகளுடன் (electron shells) வினை செய்யும். இதனால் பல இரண்டாம் படி எலெக்ட்ரான்கள் (secondary electrons) வெளியா கின்றன. இந்த எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றலைக்காந்த நிறமாலை வரைவியைக் கொண்டு கணக்கிட்டுப் பெருங்கதிர்களின் ஆற்றலை அளவிடலாம்.

படம் 2இல் காந்த நிரல் வரைவி விவரிக்கப் பட்டுள்ளது. காமாக் கதிரின் மூலம் (S) ஒரு நுண்ணிய கம்பியின் மேல் ஒரு தடித்த காரீயத் துண்டின் (B) அருகில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஓர் ஒளிப்படத் தட்டு pp காரீயத் துண்டில் பொருத்தப் பட்டுள்ளது. முழு ஆய்வுக் கருவியும் பெருமளவு வெற்றிடமாக்கப்பட்ட A என்னும் பெட்டியில் நன்றாக அடைக்கப்பட்டு, படத்தின் சமதளத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு சீரான காந்தப் புலத்தில் வைக்கப் பட்டுள்ளது. மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட் ரான்கள் ஒரு பெரிய பிளவின் W (slit) வழியாக, காந்தப் புலத்தால் வட்டப்பாதைகளில் விலக்கப் பட்டு, ஒளிப்படத் தட்டில் விழுகின்றன. ஒரே திசை வேகத்தையும், ஆற்றலையும் கொண்ட அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் ஒரே (அதே) ஆரமுள்ள வட்டப் பாதைகளில் செல்வதால் அவை அனைத்தும் ஒளிப் படத் தட்டில் தோராயமாக ஒரே புள்ளியில் குவியும். ஆகவே வெவ்வேறு திசை வேகங்களையும் ஆற்றலையும் கொண்ட எலெக்ட்ரான் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் (L_1, L_2... போன்றவை) குவியும்.

வெவ்வேறு வட்டப் பாதைகளின் விட்டங் களையும் (SL_1, SL_2 போன்றவை) காந்தப் புலத்தின் செறிவையும் (intensity) கொண்டு காமாக் கதிரை வெளியிட்ட வினைப்பொருள் அணுக்கருவின் (product nucleus) வெவ்வேறு கூடுகளின் ஆற்றல் எக்ஸ்

கதிர் ஆய்விலிருந்து முன்னரே தெரியும். இதிலிருந்து வெவ்வேறு புள்ளிகளில் குவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் எந்தக் கூட்டிலிருந்து வெளிப்பட்டவை என்று அடையாளம் காண முடியும். காமாக் கதிர் ஃபோட்டான்களின் ஆற்றலைப் பின்பு எளிதாகக் கணக்கிடலாம்.



படம் 2

மறைமுக முறைகள். மிகு ஆற்றல் பெற்ற காமா கதிர்கள் பொருள்களினூடே செல்லும்போது உட்கவரப்படும். இதனால் காமாக் கதிரின் ஆற்றல் பின்வரும் மூன்று வழிகளில் எலெக்ட்ரான் ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது. ஒளிமின் விளைவு (photo electric effect), காம்ப்ட்டன் விளைவு, இரட்டைத் துகளாக்கம் (pair production) இவை அனைத்தும் காமாக்கதிரின் ஆற்றல் மற்றும் உட்கவரும் பொருளின் அணு எண்ணையும் பொறுத்தமையும்.

ஒளிமின் மாற்றம். காமாக்கதிரின் ஆற்றல் ஏறத்தாழ 100 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கும் குறைவாக இருக்கும்போது இம்முறை பெரிதும் நடைபெறுகிறது. இது மிக அதிக அணு எண் உள்ள மெல்லிய உலோகப் படிவத்தில் (metal foil) காமா கதிர்களில் விழும்போது, ஒளிமின் விளைவால் வெளிப்படும் எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலை அளவிட்டுக் காமாக்கதிர்களின் அலைநீள ஆற்றலைக் கணக்கிடுதலாகும்.

காம்ப்ட்டன் நிரலியல் அளவி. காமாக் கதிர்களின் பெரும்பாலான ஆற்றல் இழப்பு, காம்ப்ட்டன் விளைவால் உண்டாகிறது எனலாம். மிகக் குறைவான அணு எண் உள்ள பொருள்களில், 0-5 - 1. 0 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை ஆற்றல் உள்ள காமாக் கதிர்கள் விழும்போது இவ் விளைவு மிகு அளவில் ஏற்படுகிறது. இந்த நிரலியல் அளவியில் முன்னோக்குந் திசையில் வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் ஒரு காந்தப் புலத்தால் விலக்கப்பட்டு அதன் ஆற்றலும், பின்னோக்குந் திசையில் சிதறலடைந்த காமாக் கதிரின் ஆற்றலும் ஒரு சேர அளவிடப்படுகின்றன.

இரட்டை நிரலியல் அளவி (pair spectrometer) ஒரு மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கும் மிகுதியான ஆற்றல் பெற்ற காமாக்கதிர்கள் பொருள்களினூடே செல்லும்போது ஒரு புதிய உட்கவர்ச்சி நிகழ்கிறது. இத்தகைய ஆற்றல் படைத்த காமா கதிர், உட்கவரும் ஊடகத்திலுள்ள அணுக் கருவில் செல்லும்போது எலெக்ட்ரான்- பாசிட்ரான் என்னும் இரட்டைத்துகளாக மாறுகிறது. இந் நிகழ்ச்சிக்கு இரட்டைத் துகளாக்கம் எனப் பெயர். இதற்குத் தேவையான சிறும ஆற்றல் 1.02 மி.எ. வோ. ஆகும். இந்த இரட்டைத் துகளைக் கண்டறிவதே இரட்டை நிரலியல் அளவியாகும். இவை வெவ்வேறு மின்னூட்டத்தைப் பெற்றுள்ளமையால் ஒரு காந்தப் புலத்தைக் கொண்டு, ஒன்று புறமாகவும், மற்றொன்று ஒரு தனிக் காணியிலும் நுழைகின்றன. அவை சுற்றிச் செல்லும் பாதையின் வளைவு ஆரங்களின் கூட்டுத் தொகை காமாக்கதிர்களின் ஆற்றல், காந்தப் புலத்தின் செறிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். இவற்றினிடையேயுள்ளதொடர்பைப் பயன்படுத்திக் காமாக்கதிரின் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம்.

- நடராஜன்

நூலோதி J. B. Rajam, *Modern Physics*, S. Chand & Company Ltd., New Delhi, 1983.

காமாக்குயின்

4-அமினோகுவினோலின் வகையைச் சார்ந்த காமாக்குயினின் வேதிப் பெயர் அமோடையோகுயின் ஆகும். இது மலேரியா நோய்க்கு நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. இது சிவப்பு அணுக்களில் இருக்கும் மலேரிய ஒட்டுண்ணிகளைத் தாக்குகிறது. மலேரியா ஒட்டுண்ணியின் நான்கு வகையும் இம் மருந்தால் தாக்கப்படும். இதை நோய்த் தடுப்பு மருந்தாகவும் பயன்படுத்தலாம்.

மருத்துவத்திற்காக 600 மி.கி. அமிடோகுயின் நாளொன்றுக்கு 3 மாத்திரைகள் வீதம் கொடுக்க வேண்டும். பின்னர் ஆறு மணி நேரத்திற்கு ஒரு முறை 400 மி.கி., பின்னர் நாள்தோறும் 200 மி.கி. இரண்டு வேளையாக 3-7 நாள் தர வேண்டும். குழந்தைகளுக்கு 5-10 மி.கி./ கிலோ எடை என்னும் அலகில் கொடுக்க வேண்டும். நீண்ட நாளாக அமோடையோகுயின் கொடுக்கப்பட்டால் அண்ணம், நகம், தோல் ஆகியவற்றில் நிற மாற்றங்கள் ஏற்

படும். இம்மருந்துகாமாக்குயின் என்னும் பெயரில் 200 மி. கி. அலகில் கிடைக்கிறது.

- மு. கி. பழனியப்பன்

காமாச்சார்பு

தொகையிடப்படாத மதிப்புகளுக்குக் (non integral values) காரணியப் பெருக்கச் சார்புகளைப் (factorial function) பொதுமைப்படுத்துவது காமாச் சார்பு (function) எனப்படும்.

1729 ஆம் ஆண்டு, ஆயிலர் என்பார், காமாச் சார்பை, மெய்யெண் $z>0$ க்கு

$$\gamma(z) = \int_0^\infty e^{-x} x^{z-1}\, dz$$ என்னும் வாய்பாட்டால்

நிறுவினார். $z>0$ ஆனால் $\gamma(z) = \int_0^\infty e^{-x} x^{z-1}\, dz$ என்னும் தகாத் தொகை (improper integral) குவியும் (converges). இத்தகாத் தொகை ஆயிலரின் இரண்டாம் தகாத்தொகை (Euler's integral of the second kind) என்றும் கூறப்படும். காமாச்சார்பையே ஆயிலர்,

$$\gamma(z) = \operatorname*{Lt}_{n\to\infty} \frac{n\,!}{z(z+1)(z+2)\ldots(z+n-1)}\, n^{z-1}$$

என்று மற்றொரு வகையாகவும் வரையறுத்துள்ளார். இங்கு n! என்பது n இன் காரணியப் பெருக்கம் $n \times (n-1) \times (n-2) \times \ldots \times 3 \times 2 \times 1$ என்றும், ! என்னும் குறி காரணியப் பெருக்கக் குறி (factorial notation) என்றும் வரையறுக்கப்படுகின்றன. ஸ்டர் லிங்கின் விரிவாக்கப்படி,

$$\gamma(z) = e^{-z} z^{z-\frac{1}{2}} \sqrt{2\pi}\left[1 + \frac{1}{12z} + \frac{1}{288z^2} - \frac{139}{51840z^3} - \frac{571}{2488320z^4} + O(z^{-5})\right]$$

என்று z இன் பெருமதிப்பிற்குக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேலும், ஆயிலர்-மாஸ்செரானி மாறிலி c இன் மதிப்பு 0.5772157 எனக் கொண்டு,

$$\frac{1}{\gamma(z)} = z\, e^{cz} \prod_{k=1}^{\infty} \left(1 + \frac{z}{k}\right) e^{-(z)/k}$$ என்னும்

வெயிஸ்ட்ராஸ் பெருக்கல் விளக்கத்தின் மூலமும் $\gamma(z)$ கண்டுபிடிக்கலாம்.

காமாச்சார்பின் இயல்புகள்

$$\gamma(z) = \int_0^\infty e^{-x} x^{z-1}\, dz$$ ல் $a>0$ ஆக இருக்கும்

போது $x=ay$ எனப் பிரதியிட்டுக் கிடைக்கும் முடிவு

$$\gamma(z) = \int_0^\infty e^{-ay} (ay)^{z-1}\, a dy$$

$$(அ\text{-}து)\ \frac{\gamma(z)}{a^z} = \int_0^\infty e^{-ay} y^{z-1}\, dy$$ ஆகும்.

$x = \log \frac{1}{y}$ எனப் பிரதியிட்டால், காமா சார்பின் மற்றோர் அமைப்பான

$$\gamma(z) = \int_0^1 \log\left(\frac{1}{y}\right)^{z-1} dy$$ கிடைக்கிறது.

$z = z+1$ ஆனால்

$$\gamma(z+1) = \int_0^\infty e^{-x} x^z\, dz$$ ஆகும்

இதைத் தொகையிட்டால்,

$$\gamma(z+1) = z.\gamma(z)$$ எனக் கிடைக்கும்.

இதிலிருந்து, z ஒரு மிகை முழு எண் (positive integer)

ஆனால்

$$\gamma(z) = (z-1)\,\gamma(z-1)$$
$$= (z-1)(z-2)\,\gamma(z-2)$$
$$= \ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots$$
$$= (z-1)(z-2)\ldots 3.2.1.\ \gamma(1)$$

ஆக $\gamma(z) = (z-1)\,!$ என நிறுவப்படுகிறது. மேலும்

$$\gamma(1) = \int_0^\infty e^{-x} dx = 1$$ என்றும்

$$\gamma(2) = 1.\ \gamma(1) = 1.1 = 1$$

$$\gamma(3) = 2.\ \gamma(2) = 2.1 = 2\,!$$

$$\gamma(4) = 3.\ \gamma(3) = 3.2.1 = 3\,!$$

....

$$\gamma(n+1) = n\,\gamma(n) = n(n-1)\ldots 2.1. = n\,!$$

என்றும் காமாச் சார்புகளின் மதிப்புகள் எளிதில் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. அடுத்து $z=0$ ஆனால்,

$\int_0^{\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx$ கந்தழிக்கு விரிகிறபடியால், $\gamma(0) = +\infty$ ஆகிறது.

z ஒரு குறை முழு எண்ணாகவோ (negative integer) பூஜ்யமாகவோ இல்லாவிட்டால்

$$\gamma(z).\ \gamma(1-z) = \frac{\pi}{\sin \pi z}$$

$$\gamma(\tfrac{1}{2}+z) = \frac{\pi}{\cos \pi z}$$

$$\gamma(z).\ \gamma(z+\tfrac{1}{2}) = \pi^{\frac{1}{2}}\, 2^{1-2z}.\ \gamma(2z)$$

ஆகியவற்றை நிறுவலாம்,

மெய்யெண் $p > 0$ க்கு வரையறுக்கப்படும்,

$$\gamma_z(p) = \int_0^x t^{(p-1)} e^{-t}\, dt$$

என்னும் வாய்பாடு முடிவுபெறாத காமாச் சார்பு எனப்படும்.

காமாச் சார்பைக் கொண்டு பீட்டாச் சார்பை (β. function)

$$\beta\,(m,\ n) = \frac{\gamma\,(m).\ \gamma\,(n)}{\gamma\,(m+n)}$$

எனக் கணக்கிடலாம்.

பொதுவாக, கணக்குகளின் தீர்வு முறைகளாகக் காமாச் சார்பு பயன்படுவதைவிடப் பிற சார்புகளோடு ஏற்படுத்தும் அதன் தொடர்பு மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. தகாத தொகைகளையும், முடிவிலாத் தொகைகளையும் எளிய முறையில் மதிப்பீடு செய்யவும், புள்ளியியல் நிகழ்தகவு கோட்பாடு, கணித இயற்பியல், பொறியியற் கணிதம் போன்றவற்றில், வகைக்கெழு வேறுபாட்டுச் சமன்பாடுகளைத் தீர்க்கவும் காமாச் சார்பு பயன்படுகிறது.

- பங்கஜம் கணேசன்

காமாச்சிதைவு

இயற்கைக் கதிரியக்கத்தில் சில குறிப்பிட்ட தனிமங்களில் கருக்கள் தாமாகவே சிதைவுறுகின்றன. அவ்வாறு சிதைவுறும்போது, அவை ஆல்ஃபாத் துகள்களையும், பீட்டாத் துகள்களையும் வெளியிட்டு அவற்றோடு காமாக் கதிர்களையும் வீசுகின்றன. ஆல்ஃபாதுகள் நேர்மின்னூட்டத்தையும் பீட்டா துகள் எதிர்மின்னூட்டத்தையும் பெற்றவை. ஆனால் காமாகதிர்கள் மின்னூட்டமற்றவை; அவை எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்று மிகக்குறைவான அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகள் ஆகும். எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்றே அவை அலைப்பண்போடு துகள் பண்பும் கொண்ட ஃபோட்டான்கள் ஆகும். அவை ஃபோட்டான்கள் என்பதால் ஒளிமின் விளைவுகளிலும், காம்ப்டன் விளைவுகளிலும் தோன்றும் எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டு அவற்றை உணர முடியும்.

ஆல்ஃபாச் சிதைவின் போது தோன்றும் காமா கதிர்கள் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்கள் கொண்டவை. எனவே அவை தனித்தனி ஆற்றல் நிலைகளைக் கொண்டு அணுக்கருவின் கட்டமைப்பை விளக்குவன. இதை அணுநிரலுக்கு ஒப்பிடலாம்.

ரேடியம் என்னும் தனிமம் ஆல்ஃபாதுகள்களை வெளியிட்டு ரேடானாகச் சிதைவுறுகிறது. வெளியிடப்படும் இரண்டு ஆல்ஃபாத் துகள்களில் ஒன்று 4. 78 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலும் மற்றொன்று 4.59 மி.எ.வோ. ஆற்றலும் பெற்றவை என ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறியப்பட்டது. இவற்றோடு சேர்ந்து வெளியிடப்படும் காமாக்கதிர்வீச்சு 6.62×10^{-12} மீ அலைநீளம் கொண்ட ஒரு தனி வரி நிறமாலையாகும். இதன் ஆற்றல் 0.187 மி. எ.வோ ஆகும். இது வெளியிடப்பட்ட இரு ஆல்ஃபாத்துகள்களின் ஆற்றல் அளவீடுகளின் வேறுபாட்டிற்குச் சமம்.

காமாகதிர்வீச்சு, ஒரு பீட்டாச்சிதைவின்போதும் நிகழலாம். ஆனால் இதனால் தோன்றும் நிரல் மிகவும் சிக்கலானது. காமாகதிர் நிரல் நுட்பவரி நிரல் (sharp line spectrum) மற்றும் தொடர் நிரல் (continuous spectrum) என இருவகைப்பட்டது. எனவே, இந்நிரலை எக்ஸ் கதிர் நிரலுக்கு ஒப்பிடலாம்.

ஓர் அணுக்கருத் தொகுப்பில் பல தனித்தனி ஆற்றல் நிலைகள் உள்ளன. எனவே அலைகளுக்குக் குவாண்டம் எந்திரவியல் பயன்படுத்தப்பட்டு அவை தேர்வு விதிகளுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. காமா சிதைவு ஓர் அணுக்கரு நிகழ்வாதலால், இது தேர்வு விதிகளுக்கு உட்பட்டது. இதை $\Delta I = 0, \pm 1$ என்னும் சமனால் குறிப்பிடலாம். இங்கு I என்பது அணுக்கருவின் மொத்த கோண உந்தத்தைக் குறிக்கும்.

- மூ.நா. சீனிவாசன்

நூலோதி. Henry Semat and John R. Albright, *Introduction to Atomic and Nucleur Physics*, Chapman and Hall, London.

காய்கறிகள்

அன்றாட உணவில் காய்கறிகள் பெரும் பங்கு பெறுகின்றன. பச்சைக் காய்கறிகள், கிழங்குகள், வேர்கள்,

பிற காய்கறிகள் என அவற்றை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பச்சைக் காய்கறிகள். பசலைக் கீரை, கீரைத் தண்டு, புதினா, முருங்கைக்காய், கோஸ் ஆகியவை இதில் அடங்கும். இவை விலை குறைந்தவை. அடர் பச்சையாக இருந்தால் ஊட்டத்தன்மையும் மிகுதி யாக இருக்கும். இவற்றில் கரோட்டீன், ரிபோ பிளோவின், ஃபோலிக் அமிலம், வைட்டமின் C,K, கால்சியம் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. இவற்றில் நிறைய நார் இருப்பதால் சிறந்த மலமிளக்கியாகப் பயன்படும். இவற்றின் ஆற்றல் குறைவாக உள்ளமை யாலும் கொள்ளளவு மிகுதியாக உள்ளமையாலும் எடையைக் குறைக்க இவை நன்கு பயன்படுகின்றன. நீண்ட நேரம் சமைப்பதும், திறந்த பாத்திரங்களில் சமைப்பதும் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில் அவற்றின் ஊட்டம் பேணப்பட வேண்டும்.

வேர்க் கிழங்கு. இவற்றில் உருளைக்கிழங்கு, மர வள்ளிக் கிழங்கு, வெங்காயம், கேரட், முள்ளங்கி போன்றவை அடங்கும். உருளைக் கிழங்கிலும், மர வள்ளிக் கிழங்கிலும் மாவுப் பொருள் மிகுதியாக உள்ளது. இவற்றில் புரதமும், கொழுப்பும் குறை வாகவே உள்ளன. கால்சியம், பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற கனிமங்கள் மிகுதியாக உள்ளன. உருளைக் கிழங்கில் வைட்டமின் C உள்ளது. இவை அனைத்தும் உணவுக்குச் சுவையூட்டக் கூடியவை.

பிற காய்கறிகள். இவற்றில் கத்தரிக்காய், தக்காளி, காலிஃப்ளவர் ஆகியவை அடங்கும். இவற்றில் வைட்டமின்களும் கனிமங்களும் நிறைந்துள்ளன.

- மு ப. கிருஷ்ணன்

காய்ச்சல்

உடல் நலக்குறைவிற்குக் காய்ச்சல் ஒரு முக்கிய அறி குறியாகும். காய்ச்சலோடு உடல் வலி, தலைவலி, தளர்ச்சி, சோர்வு, பசியின்மை ஆகியவையும் தோன் றும். காய்ச்சலுக்கான காரணம் விரைவில் தெரியும். சில சமயத்தில் பலநாள் சென்றும் காரணம் தெரி யாது. சிறந்த மருத்துவருக்கும் இது சிக்கலாக இருக் கும். காய்ச்சல் மிகுந்து ஆபத்தளிப்பதாக இருக்கும். நுண்ணுயிர்களின் நச்சு விளைவாகவும், கோடை வெப்பம், ஒவ்வாமை இவற்றின் காரணமாகவும் காய்ச்சல் தோன்றலாம்.

உடல் வெப்பம். இயல்பாக உடலின் வெப்பம் ஏறத்தாழ 37.2°C இருக்கும். இரவில் ஓய்வு எடுத்த காரணத்தால் காலையில் சற்றுக் குறைந்தும், பகல் உழைப்புக்குப் பின் மாலையில் சுற்று உயர்ந்தும் இருக்கும். தசை அணுக்கள், ஈரல் அணுக்கள் இயங் கும்போது சர்க்கரை போன்ற எரிபொருளை எரிக் கின்றன. அப்போது வெப்பம் உண்டாகிறது. இவ் வெப்பம் தோலிலிருந்து பரவுவதாலும் படிந்த வியர்வை காற்றாக மாறுவதாலும் மூச்சு வழி வெப்ப மான காற்று வெளியேற்றப்படுவதாலும் தணிகிறது.

இவற்றால் தோல் குளிர்ச்சி அடைய, இரத்த மும் குளிர உடல் வெப்பம் குறைகிறது. இறந்த பின் சூழ்நிலைக்கேற்ப உடல் வெப்பம் குறைந்துவிடும். குளிர் அல்லது வெப்பக் கருவிப் பெட்டிகளின் வெப் பத்தை ஒரே அளவில் அமைக்க வெப்பச்சீர் நிலைக் கருவி (thermostat) உண்டு. மூளையில் ஹைப்போதா லமஸ் என்னும் பகுதி இவ்வாறு இயங்கி உடல் வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

பல காரணங்களால் உடல் வெப்பநிலையைத் தாலமஸ் மாற்றி அமைக்கிறது. வெப்பம் மிகும் போது, காய்ச்சலும் குறையும். வெப்ப மிகுஉயர்வின் போது மிகு காய்ச்சல் உண்டாகும். ஹைபோதாலமஸ் இவ்வாறு இயங்கச் சில தானியங்கி நரம்புகள் உள்ளன. இவற்றின் வழியாகத் தசை நார்கள் சுருக்கம், இரத்த நாளச் சுருக்கம், வியர்வைப் பெருக்கம் ஆகியவை நிலைமைக்கேற்ப உண்டாகின்றன. உடல் வெப்பத்தை உயர்த்தக் கூடிய காரணங்கள் பலவாகும்.

உடலின் இயல்பான பல நிகழ்ச்சிகளுக்கும் ஓரளவு வெப்பம் வேண்டும். நுண்ணுயிர்களினால் உண்டான நோயைப் போக்க காய்ச்சல், உடல் தடுப்பு ஆற்றல்களுக்கு உதவுகிறது. எனவே, காய்ச் சல் அளவோடு உள்ள நிலையில், அதனால் தலை வலி போன்ற துன்பங்கள் அதிகமில்லையேல் போக்க வேண்டியதில்லை. அதுவே மிகும்போது பல கேடுகள் விளையும். எனவே குறைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

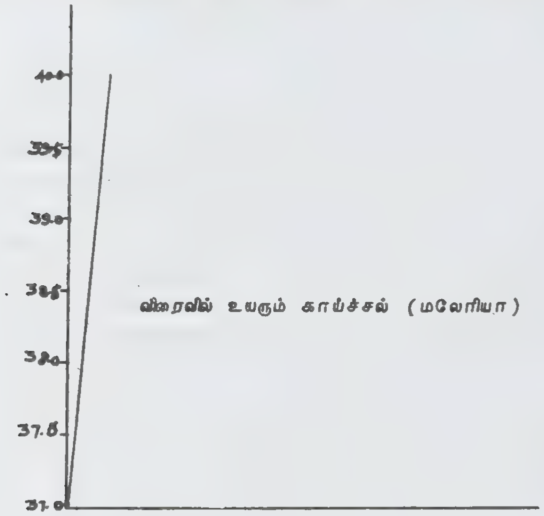
காய்ச்சலின் அளவைக் கொண்டு குறைந்த அளவு காய்ச்சல் (எ.கா. நீர்க்கோப்பு), மிகு அளவான காய்ச்சல் (எ.கா. மலேரியா), மிக விரைவாக உயர் வது (எ.கா. மலேரியா அல்லது நியுமோனியா), படிப்படியாக உயர்வது (எ. கா. டைஃபாய்டு) எனக் காய்ச்சலை வகைப்படுத்தலாம்.

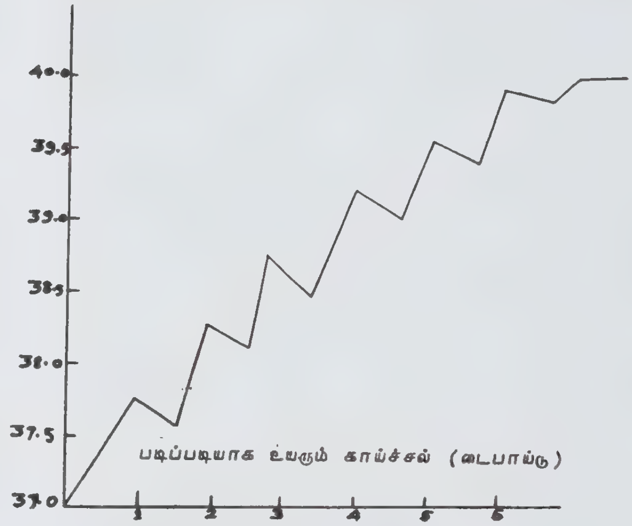
விடாத காய்ச்சல், சற்றே குறைந்தும் உயர்ந்தும் அமையலாம். டைஃபாய்டு போல் அல்லது தாறு மாறாகக் குறைந்தும் உயர்ந்தும் எங்கோ சீழ்பிடித்த நச்சுக் காய்ச்சல் போல் அமையலாம். விட்டு விட்டு வரும் காய்ச்சலை முறைக்காய்ச்சல் என்பர். இதற்கு மலேரியா காய்ச்சல் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இது ஒரு நாள் விட்டு ஒருநாள் அல்லது இரு நாள் இடைவெளி விட்டு வரலாம் அல்லது நாளும் விட்டு விட்டு வரலாம்.

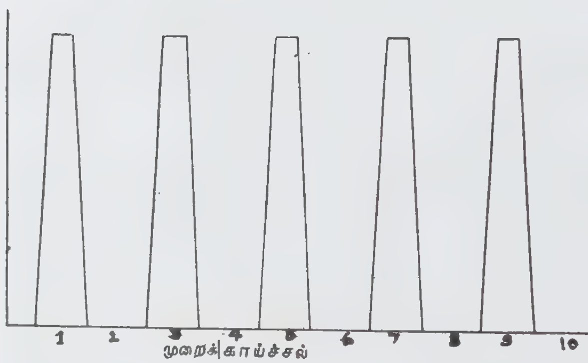
காய்ச்சலின் காரணமறிதல். காய்ச்சல் பெரும் பாலும் சிக்கலானது அன்று. காரணமறிந்து ஏற்ற மருத்துவம் அளிப்பதே சிக்கலாகும். பிற நோய்களைப் போலவே சளிக் காய்ச்சலும் அடிக்கடி நிகழும்.

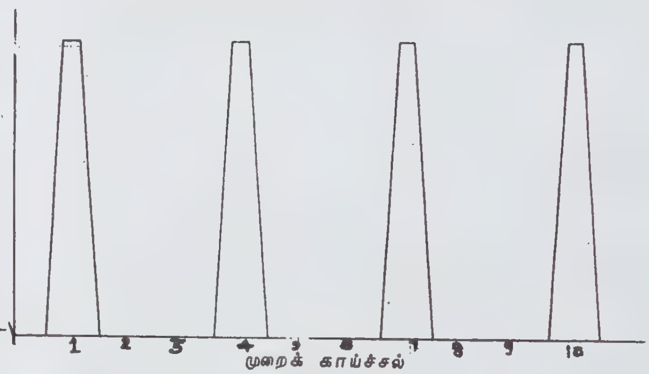
காய்ச்சலின் காரணங்களையும் அவற்றின் அடிப்படையான விளக்கங்களையும் கருத்தில் கொண்டால் பல காய்ச்சல்களின் காரணம் எளிதில் புரியும். காட்டாக, ஈக்கள் மிகுந்துள்ள காலங்களில் அவற்றின் மூலம் பரவும் டைஃபாய்டு, பேதி, சீதபேதி, மஞ்சள் காமாலை, இளம் பிள்ளை வாதம் போன்றவை மிகும். கொசுக்கள் மிகுந்துள்ள பகுதிகளில் மலேரியா, மூளைக் காய்ச்சல் மிகும். வெள்ளம் பெருக்கெடுத்த சமயம் காலரா, பேதி, சீதபேதி மிகுதியாகும்.

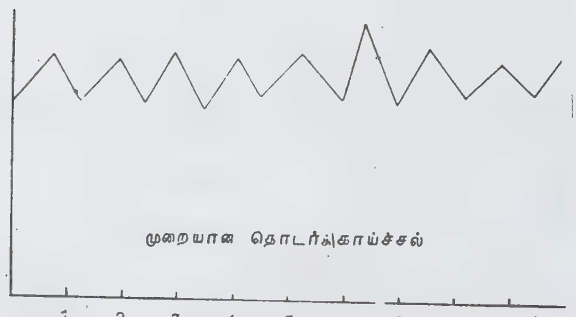
திடீரெனத் தோன்றி வேகமாகக் காய்ச்சல் உயரும் போது குளிர்மிகும். நடுக்கம் எடுக்கும். குழந்தைகளாயின் சிலருக்கு வலிப்பும் உண்டாகும். குமட்டல், வாந்தி, தலைவலி முதலியன இருக்கும். மலேரியா, நிமோனியா, சிறுநீர்க் காய்ச்சல், வாதக்காய்ச்சல், மூளை உறைக் காய்ச்சல் போன்றவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு ஆய்வு செய்ய வேண்டும். இரத்த ஆய்வு, மார்பு எக்ஸ்ரே, கதிரியக்க ஆய்வு, சிறுநீர் ஆய்வு, தண்டுவட நீர் ஆய்வு ஆகியவை நோயை அறுதியிட உதவும். நெடுநாள் தொடரும் காய்ச்சல்தான் பெரும் சிக்கலாகும். 2-3 வாரங்கள் கடந்த பின்னும், முக்கிய நோய்களின் ஆய்வு அவற்றிற்கான மருத்துவம், இவற்றில் எதுவும் பயன் அளிக்காது. காரணம் விளங்

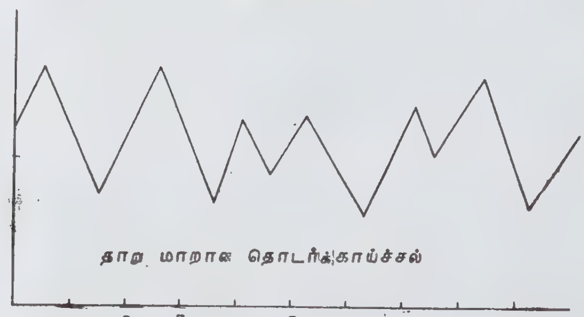












காது தொடரும் நோயைக் காரணமறியாக் காய்ச்சல் எனலாம்.

நெடுநாள் தொடரும் நோய்கள், அவற்றின் அறிகுறிகள் இவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு ஆய்வு செய்தால் முடிவு காணலாம். காசம், நுரையீரல்கள், குடல் பகுதி, எலும்பு, கருப்பை ஆகியவை சீழ்பிடித்த நிலை, மருந்துக்கு இணங்கா டைஃபாய்டு, அரிதாகத் தோன்றும் புருசெல்லா, மெல்லப்பரவும் நுண்ணுயிரி தன் இயல்பான அறிகுறிகளை அளிக்காத தொடர் மலேரியா, அமீபா, சில பால்வினை நோய்கள் போன்ற பல நோய்கள் அடங்கும். எங்கோ ஒளிந்து கொண்டிருக்கும் புற்றுநோய், இரத்தப் புற்றுநோய், தன்னுயிர் கொல்லி (auto immune diseases) வகையில், சில மூட்டு வலிகள், இரத்த நாளங்கள் இரத்த அணுக்கள் அழிந்து படும் நிலைகள் (haemolytic anaemia) தோன்றும். நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் வழிவந்த காய்ச்சல் ஆகியவற்றையும் இனம் காணலாம். மருந்துகளே காய்ச்சலைத் தொடர வைக்கின்றனவா அல்லது மருத்துவமனைச் சூழ்நிலை காரணமா என்பனவற்றையும் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

மருத்துவம். காரணமறிந்து அதற்கான மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். அப்போதும் காய்ச்சல் குறையவில்லையெனில் நோய் நுண்ணுயிர்கள் மருத்துவ எதிர்ப்பு நிலை எய்தியுள்ளனவா, பிற கேடுகள் நிகழ்ந்துள்ளனவா என்பவற்றை அறிந்து மாற்று மருந்து தர வேண்டும். ஆஸ்ப்ரின், அனால்ஜின், பாரா அசெட்டமால் முதலியன காய்ச்சலைக் குறைத்து உடன் தோன்றும் தலைவலி, உடல் வலி முதலியவற்றையும் குறைக்கும்.

மிகு காய்ச்சலாயின் மருந்துகளை ஊசி வழிச் செலுத்துவது நல்லது. உடலைச் சற்றே சூடான நீரால் துடைத்துப் படுக்க வைத்தால் உடல் வெப்பம் குறையும். வெப்பத் தாக்குதல் (*sun stroke*) போன்ற ஆபத்தான நிலைகளில் ஆடைகளை நீக்கி, தோலைத் தேய்த்துச் சிவப்பாக்கி, குளிர் நீர் கொண்டும், மின் விசிறிப் பக்கம் படுக்க வைத்தும் குளிர வைக்க வேண்டும், தேவையாயின் பனிநீர் கொண்டு எனிமா (*enema*) தரலாம். தொடர் காய்ச்சலில், கண்ணுக்குத் தெரியாமலே வியர்வை வழி, உடல்நீர் குறைந்துவிடும். நன்கு சாப்பிடாத காரணத்தாலும் பேதி வாந்தி வழியும் நீர் வெளிப்பட்டிருக்கும். எனவே இரத்த நாளம் வழி, உப்பு-சர்க்கரைக் கலவை நீர் (saline glucose water) ஏற்ற வேண்டும்.

- கா. நடராஜன்

நூலோதி. D. J. Weatherall, J.G.G. Leadingharn and D.A.warrell, *Oxford Text Book of Medicine*, Oxford University Press, Inc., New York, 1983.

காய்ச்சல் ஊக்கிகள்

பல வகை நுண்ணுயிர்களின் நச்சுப் பொருள்களே காய்ச்சலுக்கு முக்கிய காரணமாக உள்ளன. சில நுண்ணுயிர்களின் நச்சுப் பொருள்கள், வேகமாக இயங்கி, வெப்பத்தை 40°Cக்கும், அதற்கு மேலாகவும் உயர்த்துகின்றன. இவற்றிற்கு மலேரியா, நிமோனியா நுண்ணுயிர்கள் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். அவ்வாறே சீழ் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்களின் நச்சு சிறுநீரக இயக்கத்தைத் தாக்கி வேகமாகஇயங்கி, திடீரென உடல் வெப்பத்தை மிகுதியாக உயர்த்துகிறது. எ.கா: யானைக்கால் காய்ச்சல்.

காய்ச்சல் மிகும்போது தோலின் வழி வெப்பம் போவதைத் தடுக்கும் நிலையில் அதன் நாளங்கள் சுருங்கித் தோல் முதலில் குளிர்ச்சி பெறும். பிறகு தசை நார்கள் வேகமாகச் சுருங்கும். தொடக்கத்தில் ஏற்படும் சிறு நடுக்கத்திற்கு இதுவே காரணம். மிக வேகமாகச் சுருங்கும் நிலையில்,உடலையே குலுக்கும் அளவு குளிரும்; அப்போது உடலைப் போர்த்தி வைப்பதால் உடல் வெப்பமும் விரைவில் உயரும். சில சமயம், குழந்தைகளுக்கு மிகு உடல் வெப்பத்தால் உண்டாகும் வலிப்பை, காய்ச்சல் வலிப்பு என்பர்.

நச்சு வேகத்திற்கேற்றவாறு உடல் வெப்பம் உயர்ந்த பின்னர் அது மேலும் உயராதிருக்க, தோலின் நாளங்கள் விரிந்து தோல் வெப்பமடையும். தொடு உணர்வால் இதனை அறியலாம். உடலின் செல்களே பல காரணங்களால் சிதைவடையும் போது, அவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் சில வேதிப் பொருள்களே வெப்ப நிலை நிறுத்தியைத் தாக்கக்கூடும். எடுத்துக் காட்டாக முடக்குவாதக் காய்ச்சல் (rheumatic fever), முடக்குவாத மூட்டழற்சி (rheumatoid arthritis) பல தமனிக் கணு அழற்சி (poly atritis), இரத்தச் சிதைவுக் காய்ச்சல் (haemolytic fever) ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

அடிபட்டதாலோ, அறுவையாலோ, அறுவையின் போது அளித்த மயக்க மருந்துகளாலோ சிதைவுற்ற பல செல்களிலிருந்து வெளிப்படும் வேதிப் பொருள்களும் இவ்வாறு இயங்கும். பல காரணங்களால் புற்றுநோய் மூலமும் காய்ச்சல் தோன்றக்கூடும். புற்றுநோய் உண்டாக்கும் நச்சுப் பொருள்களும் அழிந்து போன புற்றுநோய் அணுக்களின் நச்சுப் பொருள்களும் புற்றுநோய் அணுக்களின் வளர்ச்சிக்குப் போதிய ஊட்டமில்லாமல் அழிந்துபோகும். அந்நிலையில் இப்புற்றுநோயாலோ, இதற்கு அளித்த மருந்துகளாலோ, உடல் தடுப்பு ஆற்றல் குறைந்திருக்கும். எனவே எளிய நுண்ணுயிர்கள் உடலினுள் புகுந்து காய்ச்சல் தோன்றும்.

காய்ச்சலுக்காக அளிக்கப்பட்ட மருந்தே முதலில் அதைக் குறைத்தாலும் பின்னர் காய்ச்சல் தொடர்

வதற்கும் காரணமாகலாம். மருந்தை நிறுத்தக் காய்ச்சலும் மறைந்திடும். இதையே மருந்துக் காய்ச்சல் (drug fever) என்பர். தைராய்டு சுரப்பி மிகுதியாக இயங்கும்போது, வளர்சிதை மாற்றத்தை மேலும் உயர்த்திக் காய்ச்சலை உண்டாக்கும். வேறு சில ஹார்மோன்களும் இவ்வாறு காய்ச்சலை உண்டாக்கலாம்.

மூளை தாக்கப்படும்போது அதன் ஒரு பகுதியான ஹைப்போதலமஸும் தாக்கப்படலாம். இதுவே உடம்பின் வெப்பநிலை நிறுத்தி (thermostat) ஆகும். நுண்ணுயிர் வழி - மூளைக்காய்ச்சல், மூளை அடிபடுதல், மூளையில் இரத்தம் கொட்டுதல், உறைதல் முதலிய காரணங்களால் இது தாக்கமடையலாம்.

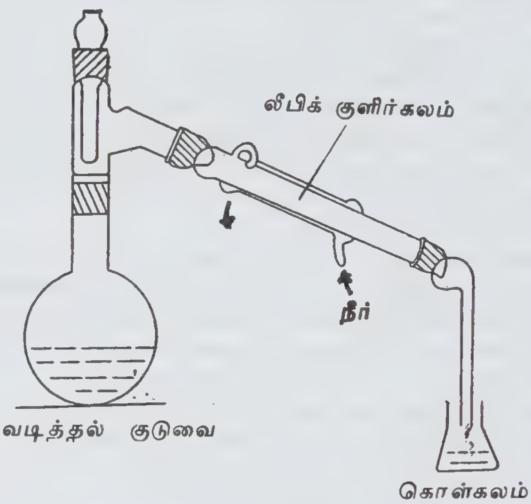
கோடைக் காலத்தில் உடல் வெப்பம் உயரும் நிலையில் வெப்பநிலை நிறுத்தி அமைப்பு தாக்கமுற்று உடல் வெப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்த இயலாது உயர்ந்து கொண்டே போவது கோடைக் காய்ச்சலுக்கு ஒரு முக்கிய காரணம். காய்ச்சல் 42°–44°C என உயர்ந்து, மரணம் நேரிடலாம். மன அமைதி இன்மையாலும், அதிலும் எளிதில் குழந்தைப் பருவத்தில் அச்சத்தாலும் காய்ச்சல் வரலாம். ஹைப்போதலாமஸ் உடல் வெப்பத்தை உயர்த்திக் காய்ச்சலைத் தோற்றுவிக்கும் என்பதற்குப்பல விளக்கமளிக்கப்பட்டுள்ளது. நுண்ணுயிர்களின் நச்சுகள், வெள்ளணுக்களைத் தாக்குவதால் வெளிப்படும் வேதிப் பொருள்கள் ஹைப்போதலாமஸைத் தாக்குகின்றன என்றும், தாக்கமுற்ற ஹைப்போதலாமஸிலிருந்து வெளிப்படும் புரோஸ்ட்டாகிளாண்டின் காய்ச்சலை உண்டாக்கும் வேதிப் பொருள்களை உண்டாக்குகிறது என்றும், ஆஸ்ப்ரின் போன்ற பொருள்கள் புரோஸ்ட்டோகிளாண்டின் போன்ற பொருள் உண்டாவதைத் தடுத்துக் காய்ச்சலைக் குறைக்கும் என்றும் பல கருத்துகள் உள்ளன.

- கா. நடராஜன்

நூலோதி. Alex C. Sonnewirth and Leonard Jarett, *Gradwurhl's Clinical Laboratory methods and Diagnosis* Vol - 1, Eighth Edition, C. V. Mosby Company, St Louis, 1980.

காய்ச்சி வடித்தல்

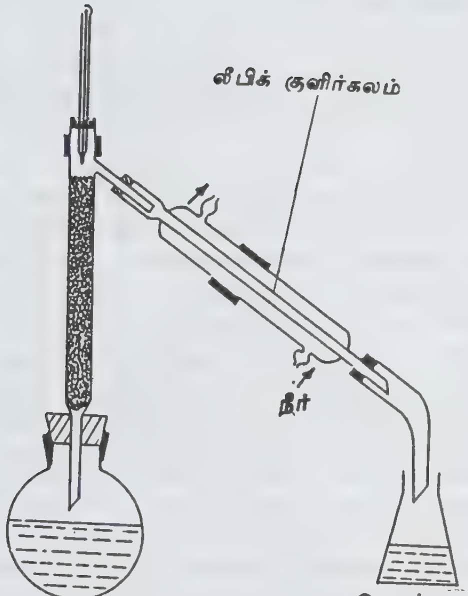
நீர்ம நிலையில் உள்ள ஒரு கரிமச் சேர்மத்தைத் தூய்மைப்படுத்துவதற்குக் காய்ச்சி வடித்தல் முறை பயன்படுகிறது. ஒரு நீர்மத்தை அதில் கரைந்துள்ள எளிதில் ஆவியாகாத பிற பொருள்களிலிருந்து பிரிப்பதற்கும், ஒரு கரைசலிலிருந்து கரைபொருளையும் கரைப்பானையும் தனித்தனியே பிரிப்பதற்கும், ஓரளவு வேறுபாடு கொண்ட வெவ்வேறு கொதிநிலைகள் உள்ள இரண்டு நீர்மங்களைத் தனித் தனியே பிரிப்பதற்கும் இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம். கரைந்துள்ள பிற கனிமச் சேர்மங்களிலிருந்து தூய நீரைப் பிரிப்பதற்கும் இம்முறை பயன்படுகிறது.



படம் 1. காய்ச்சி வடித்தல்

ஆய்வகத்தில் இம்முறையைநடத்தத் தேவையான துணைக்கருவிகள், வடித்தல் குடுவை (distillation flask) லீபிக் குளிர்கலம் (Liebig condenser), கொள்கலம் (receiver) ஆகியவை ஆகும். இவை படம் 1இல் காட்டியவாறு இணைக்கப்படுகின்றன. காய்ச்சி வடிக்க வேண்டிய **நீர்மம்** ஒரு பக்கக் குழாயுடைய வடித்தல் குடுவையில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பக்கக் குழாய்க்குச் சிறிது கீழே வெப்ப அளவியின் பாதரசம் கொண்ட அடிப்பகுதி இருக்குமாறு அமைக்கப்படுகிறது. **நீர்மம்** சூடாக்கப்படும்போது தூய **நீர்மம்** ஆவியாகி லீபிக் குளிர்கலம் வழியாகச் சென்று குளிர்விக்கப்பட்டு மீண்டும் **நீர்ம**மாக மாறுகிறது. அது கொள்கலத்தில் சேகரிக்கப்படுகிறது. **நீர்ம**த்தின் கொதிநிலை 140° Cக்கு மேல் இருக்குமாயின் லீபிக் குளிர்கலத்திற்கு மாற்றாகக் காற்றுக் குளிர்கலத்தைப் (air condenser) பயன்படுத்த வேண்டும்.

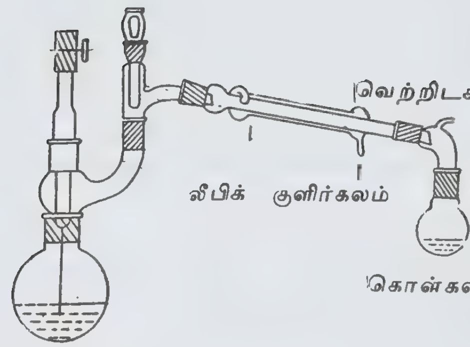
பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல். மிக நெருங்கிய கொதிநிலைகளைக் கொண்ட **நீர்மக்** கலவைகளைக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரிக்க இயலாது. இக்கலவைகளைப் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரிக்கலாம். இம்முறையில் பிரிகை அடுக்குகள் (fractionating column) பயன்படுகின்றன. ஒரு குடுவையில் நீர்மக் கரைசல் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அதனுடன் பிரிகை அடுக்கு இணைக்கப்பட்டு, பிரிகை அடுக்கின் மேல்பகுதியில் லீபிக் குளிர்கலம், கொள்கலம் ஆகியவை படம் 2 இல் காட்டியவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 2. பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல்

முதலில் வெளிப்படும் ஆவி குறைந்த கொதி நிலை உள்ள நீர்மத்தின் ஆவியாகவும், இரண்டாவதாக வெளிப்படும் ஆவி உயர் கொதிநிலை கொண்ட நீர்மத்தின் ஆவியாகவும் இருக்கும். வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வெளியேறும் ஆவிகள் இரண்டும் குளிர்விக்கப்பட்டு வெவ்வேறு கொள்கலங்களில் சேகரிக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் பென்சீன் (கொதிநிலை 78° C), டொலுவின் (கொதிநிலை 110°) கொண்ட கலவையைப் பிரித்தெடுக்க இயலும். காற்றில் உள்ள நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் வளிமங்கள் நீர்மமாக்கப்பட்டுப் பின்னர் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆல்கஹால், நீர் கலந்த கலவையிலிருந்து இரண்டும் தனித்தனியே இம்முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. தூய்மை செய் ஆலைகளில் பெட்ரோலியத்தைப் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தலால் பல பெட்ரோலியப் பொருள்களும் குறைந்த அளவு ஆவியாகும் தன்மையுடைய லிக்ராயின், பாரஃபின் எண்ணெய், டீசல் எண்ணெய் ஆகிய பல பொருள்களும் கிடைக்கின்றன.

வெற்றிட வடித்தல். சாதாரண அழுத்த நிலையில் காய்ச்சி வடிக்கும்போது சில நீர்மங்கள் சிதைவடைகின்றன. இவ்வாறு சிதைவடையாமல் தடுக்க இந்நீர்மங்களைக் குறைந்த அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடிக்கலாம். ஒரு நீர்மத்தைக் குறைந்த அழுத்தத்தில் காய்ச்சி வடிக்கும்போது அதன் கொதிநிலையும் குறைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 760 மி.மீ அழுத்தத்தில் 360°Cஇல் கொதிக்கும் பென்சோஃபினோன் என்னும்

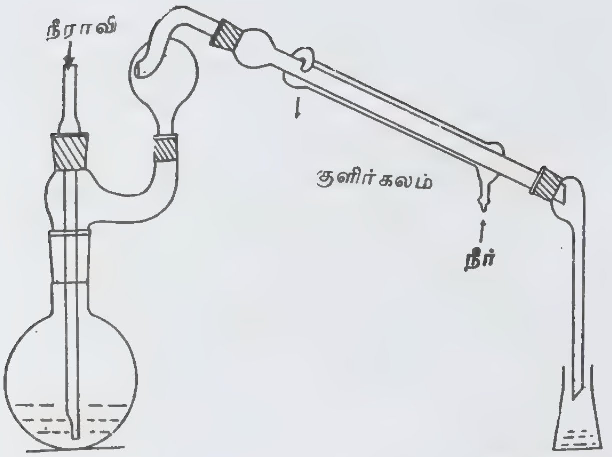


படம் 3. வெற்றிட வடித்தல்

சேர்மம், 15 மி.மீ அழுத்தத்தில் 170°C இல் கொதிக்கிறது. கிளிசரால் சாதாரண அழுத்த நிலையில் 209°C வெப்பநிலையில் சிதைவடைந்து ஆவியாகிறது. ஆனால் 12 மி.மீ அழுத்தத்தில் 180°C இல் சிதைவடையாமல் ஆவியாகிறது. குறைந்த அழுத்தம் பெறுவதற்குக் காற்றை உறிஞ்சும் வெற்றிடக்குழாய் (vacuum pump) பயன்படுகிறது.

தூய்மைப்படுத்தப்பட வேண்டிய நீர்மம் ஒரு கிளைசன் குடுவையில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. குடுவையின் நேர்வாயில் ஒரு நுண்குழாய் பொருத்தப்படுகிறது. அதன் அடிநுனி குடுவையின் அடிப்பகுதி வரை செல்கிறது. நுண்குழாய் வழியாகக் காற்று உட்செல்கிறது. அதன் மேல் நுனியில் ஒரு திருகு கவ்வி பொருத்தப்பட்டு உட்செல்லும் காற்றின் அளவு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. கிளைசன் குடுவையின் பக்கவாயில் ஒரு வெப்பஅளவி செருகப்பட்டுள்ளது. கிளைசன் குடுவையின் பக்கக் குழாய் ஒரு குளிர்கலத்துடனும், குளிர்கலம் பக்கக் குழாய் கொண்ட ஒரு கொள்கலத்துடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. கொள்கலத்தின் பக்கக் குழாய் அழுத்த அளவியுடன் இணைக்கப்பட்ட காற்றை உறிஞ்சி வெற்றிடம் உண்டாக்கும் குழாயுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது (படம் 3). கிளைசன் குடுவையில் உள்ள நீர்மம் வெப்பப்படுத்தப்படும்போது குறைந்த அழுத்தத்தில் நீர்மம் ஆவியாகிறது. குளிர்கலத்தில் ஆவி குளிர்விக்கப்பட்டுத் நீர்மமாகக் கொள்கலத்தில் சேகரிக்கப்படுகிறது.

நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல். நீரில் குறைந்த அளவு கரைதிறனையும், 100°C வெப்பநிலையில் போதிய அளவு ஆவி அழுத்தத்தையும் நீரோடு வினை புரியாத தன்மையையும் பெற்றிருக்கும் கரிமப் பொருள்களை நீராவியுடன் காய்ச்சி வடித்துப் பிரிக்



படம் 4 நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல்

கலாம். கொதிநிலையில் வேதிச் சிதைவுக்கு உள்ளாகும் கரிமப் பொருள்களையும் இம்முறையில் தூய தாக்க முடியும். நீராவிக் கொதிகலத்திலிருந்து நீராவி, பிரிக்கப்பட வேண்டிய பொருளைக் கொண்ட ஒரு குடுவையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. கரிமப் பொருள் 100°Cக்குக் குறைவான வெப்பநிலையில் நீருடன் சேர்ந்து கொதித்து ஆவியாக வெளிவருகிறது. வெளிவரும் ஆவியின் கலவை குளிர்கலத்தில் குளிர்விக்கப்பட்டுக் கொள்கலத்தில் சேகரிக்கப்படுகிறது (படம் 4). கரிமச் சேர்மம் நீரில் கரையாது இருப்பதால் கொள்கலத்தில் இரண்டு அடுக்கான நீர்மங்கள் கிடைக்கும். இக்கலவையைப் பிரிபுனல் (separatory funnel) கொண்டு கரிமச் சேர்மத்தை நீரிலிருந்து பிரித்துவிட முடியும்.

வடி நீர்மத்தில் உள்ள நீர், கரிம நீர்மம் இவற்றின் விகிதத்தைப் பின்வரும் சமன்பாடு மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{M_1 \times P_1}{M_2 \times P_2}$$

இச் சமன்பாட்டில்,

W_1 = வடி நீர்மத்தில் உள்ள நீரின் எடை; W_2 = வடி நீர்மத்தில் உள்ள கரிமப் பொருளின் எடை; M_1 = நீரின் மூலக்கூறு எடை; M_2 = கரிமப் பொருளின் மூலக்கூறு எடை; P_1 = நீராவியின் அழுத்தம்; P_2 = கரிமப் பொருளின் ஆவி அழுத்தம்

நைட்ரோபென்சீனைத் தூய்மையாக்கவும் மலர்களிலிருந்து மணத் தைலங்கள் எடுக்கவும் இம்முறை பயனாகிறது.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. Glen gordon and William Zoller, *Chemistry in Modern Perspective*, Addison wesly Publishing Company, London, 1975.

காயங்கள்

தோலின் தொடர்ச்சி அறுபட்ட நிலையைக் காயம் என்று கூறலாம். இவை விபத்துகளாலும், கலவரத்தின் போது ஏற்படும் அடிதடிகளாலும், போர் முனையிலும், அறுவை மருத்துவ வல்லுநர்களாலும் ஏற்படுகின்றன.

கீறின காயங்கள் (incised wounds), சிதைந்த காயங்கள் (lacerated wounds), நசுங்கிய காயங்கள் (crushed wounds), தோலிழந்த காயங்கள் (wounds with skin loss) எனக் காயங்களில் பலவகையுண்டு.

அடிபட்டவரை மீண்டும் அடிபடாதிருக்க வேறு இடத்திற்குக் கொண்டு செல்ல வேண்டும். மூச்சுக் குழாயைப் பாதுகாக்க வேண்டும். இரத்தப்போக்கை நிறுத்திச் சிரை வழியாக நீர்மத்தையோ, இரத்தத்தையோ உள் செலுத்த வேண்டும். உட் காயம் உள்ளதா என்று நன்கு ஆய்வு செய்து பார்க்க வேண்டும். இசிவு நோயைத் (tetanus) தடுக்கத் தடுப்பூசி போட வேண்டும். காயத்தை நுண்ணுயிர் கொல்லி மருந்தால் தூய்மை செய்து, நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளைக் களிம்பாகத் தடவ வேண்டும். தேவையிருந்தால் மாத்திரைகளாக உட்கொள்ள வேண்டும்.

மிகு இரத்த ஓட்டம், வைட்டமின் A, C ஆகியன காயங்கள் விரைவில் ஆற உதவும் காரணிகளாகும். போதிய அளவு இரத்த ஓட்டமின்மை, இரத்தக் கட்டி ஏற்படுதல், தோலைச் சரிவரை மூடாமை, வெளியிலிருந்து பிற நுண்ணுயிர்கள் உட்புகுதல் முதலியவை விரைவில் காயங்கள் ஆறாமல் தடுக்கும்.

காயத்தின் அடியில் எலும்புகள் முறிந்திருக்கின்றனவா அல்லது இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறதா என்பதையும் பார்க்க வேண்டும். காயங்களின் தன்மைக்கு ஏற்ப மருத்துவம் அமையும்.

- சுவயம் ஜோதி

காய அரந்தி நரம்பு அழற்சி

அரந்தி அல்லது அல்னா (ulna) நரம்பு முன்கை, மணிக்கட்டு, கை விரல்களின் உட்பகுதி இவற்றின் உணர்ச்சி இயக்க நரம்பாகும். இந்நரம்பு முழங்கைக்கு மேலும், கீழும் ஏற்படும் காயங்களால் தாக்கமுறலாம்.

முழங்கையில் ஏற்படும் காயங்களில் குழியின் அருகில் உட்பக்கமாக ஏற்படும் எலும்பு முறிவிலும் முழங்கை மூட்டை வெட்டி எடுத்துச் செய்யும் அறுவையிலும் புய எலும்பின் கீழ்ப்பகுதி முறிவிலும் காலப்போக்கில் முழங்கை வெளிநோக்கி வளைந்து வளர்வதோடு இந்நரம்பும் தாக்கம் அடையலாம்.

நோய்க்குறிகள். இயக்க நரம்புப் பகுதியின் தாக்கத்தால் பிளக்சார் கார்பை அல்நாரிஸ் (*Flexor carpi ulnaris*) மணிக்கட்டு உள் பக்கமாக முன்னோக்கி மடக்க உதவும் தசையும் விரல்கள் முன்னோக்கி மடக்க உதவும் தசையும் தாக்கப்பட்டு நலிவடையும். இதனால் மணிக்கட்டை மடக்கும்போது தசை நாண்கள் புலப்படுவதில்லை. முன்கையின் உட்பக்கம் மெலிவடைந்து தோன்றும். பிளக்ஸார் புரபண்டஸ், டிஜிடோரம் தசை நலிவால் சிறுவிரல், மோதிர விரல், நடுவிரல்களை நீட்டும்போது வழக்கத்திற்கு மாறான கூடுதல் நீட்சி இருக்கும். இது விரல்கை (மெட்டா கார்போ பெலாஞ்சியல்) மூட்டின் மடக்குத் தசையின் நலிவால் எதிர்ப்பு ஆற்றல் குறைவதால் உண்டாகிறது. கைகளில் உள்ள சிறு தசைகளில் கட்டை விரலின் கீழ் உள்ள தசையும் வெளிப் பக்கத்தில் உள்ள இரண்டு புழுவடிவத் தசையும் தவிர அனைத்துத் தசையும் இயக்க ஆற்றலை இழக்கும். இதனால் விரல்களை ஒட்டிச்சேர்க்கவோ விரிக்கவோ முடிவதில்லை. இதைக் காகித ஆய்வு என்று கூறுவர். எலும்பிடைத்தசை நலிவால் (paralysis of inter osseous muscle) இது இயல்வதில்லை.

ஃபிரோமென்ட் நோய்க்குறி (*Froment's sign*). இரு கைகளுக்கிடையே ஒரு நூலைக் கட்டை விரலால் அழுத்தமாகப் பிடிக்கும்போது தாக்கமடைந்த கையில் கட்டை விரலின் நுனிப்பகுதி மடங்கி, அடக்டார் பாலுசிஸ் தசை(*adductor pollicis*) நலிவால் தாக்கம் அடையாத கட்டை விரலின் நீள்தசை உதவிக்கு வரும். உள்ளங்கையின் உட்பகுதியில் காணப்படும் வளைவு மாறித் தசைகள் நலிவால் நேராகக் காணப்படும்.

மணிக்கட்டில் ஏற்படும் காயம். மணிக்கட்டின் சிறு எலும்பு முறிவு, அரந்தி எலும்பின் கீழ்ப் பகுதி முறிவு, வெட்டுக்காயம் இவற்றில் இந்நரம்பு தாக்கம் அடையும்.

நோய்க்குறிகள். இயக்க நரம்பின் தாக்கத்தால், கைகளில் உள்ள சிறு தசைகளை மேற்கூறிய நலிவுறும் உணர்ச்சிப்பகுதித் தாக்கும். உள்ளங்கைப் பகுதியில் விரல்களில் உணர்ச்சியின்மை காணப்படும். இதனால் காயங்கள் உண்டாகவும் வாய்ப்புண்டு.

மருத்துவம். முழங்கையில் ஏற்படும் நரம்பு அழுத்தத்தை அறுவை மூலம் நரம்பை முன்பக்கம் எடுத்து வைப்பதால் குறைக்கலாம். வெட்டுப்பட்ட நரம்பை அறுவை மூலம் சேர்த்துத் தைப்பதால் மீண்டும் வளர வாய்ப்பு உண்டு.

காயம் ஆறுதல். விபத்து, ஆயுத, போர்க்காயங்கள் மற்றும் அறுவை மருத்துவரால் ஏற்படும் காயங்கள் எனப் பலவகையில் காயங்கள் ஏற்பட்டாலும் இயற்கையில் அவை ஆறிவிடுகின்றன.

சளிப்படலம் நுண்ணுயிர்கள் உட்புகா வண்ணம் உடலின் வெளிப்புறத்தில் உள்ள தோல் காக்கிறது. லிஸ்டர் என்பார் தோலை ஒத்த மருந்து இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை என்று கூறியுள்ளார். இதனால் காயங்களின் தோலை மூடுவதை இரண்டு நிலைகளில் செய்யலாம். முதலாம் முறையில் காயங்களை ஆறவைக்க உடலியல் கூற்றுப்படி ஒவ்வோர் இதழ்களாகத் தசை, அடித்தோல், புறத்தோல் எனத் தைக்க வேண்டும். கிழிந்த நசுங்கிய காயங்களில், திசுவின் தாக்கம் அறிய முடியாமையால் இரண்டாம் முறையில் சிலநாள் கழித்து ஆறவிடலாம். இதனால் உண்டாகும் தழும்பு மிகுதியாகவும் அருவெறுப்பாகவும் தோன்றும். காயம் ஆறப் பல நாள் ஆகலாம். அப்போது தாமதித்த முதல்நிலைத் தையல், இரண்டாம் நிலைத் தையல், மாற்றுத் தோல் இவற்றால் காயங்களை மூட அவை எளிதில் ஆறும்.

காயங்கள் ஆறும் நிலை. காயங்கள் ஏற்பட்ட உடனே அழற்சி நோய்க் குறிகளாகிய வெப்பம், செம்மையான நிறமாற்றம், வலி, வீக்கம் இவற்றுடன் செயலற்றதன்மையும் காயப்பட்ட பகுதியில் தோன்றலாம். காயப்பகுதியுள் முதலில் இரத்தம் சீரம் முதலியவை நிரம்பக் காயம் கெட்டிப்படும். பிறகு ஓரங்களிலிருந்து புதிய தந்துகிகள் மறுபுறத்தை நோக்கி வளர்ந்து கொக்கிபோல் தோன்றும். இவற்றுடன் நார்த்திசுச் செல்களும் வளர்ந்து புண்ணை நிரப்பக் காயம் ஆறத் தொடங்கும். மேலே தோல் செல்கள் வளர்ந்து வர நார்ச்செல் முற்றித் தழும்பாக மாறும். இது முற்றுப்பெற ஏழு நாள் முதல் ஆறு மாதம் வரை ஆகும். முழுமையாகப் பழையநிலை அடைய 2 ஆண்டுகள் கூட ஆகலாம். எலும்புக் காயங்களும் இவ்வாறே ஆறும்.

உணவுப்பற்றாக்குறை, புற்றுநோய், இரத்தத்தில் யூரியா உப்பு மிகைப்பு, மஞ்சள் காமாலை, நீரிழிவு நோய், இரத்தத்தில் தொற்றுநோய் காணப்படல், புற்றுநோய்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் செல் நச்சு மருந்து, கார்டிசோன் மருந்து முதலியவை காயத்தை ஆறவிடாமல் பொதுவாகத் தடை செய்யக்கூடும். மேலும் திசுக்களில் அழுத்தம் கூடுதல், வீக்கம், இரத்தக் கட்டிகள், தொற்றுக் காயம், இரத்த ஓட்டக் குறைவு, தவறான முறையில் தைக்கப்படுதல், எக்ஸ்

கதிர் மருத்துவம், புற உறுப்புகள், வேற்றுப்பொருள்கள், புரை ஆகியவையும் காரணம் ஆகலாம்.

காயம் எளிதில் ஆற இரத்த ஓட்டம் சீராக இருக்க வேண்டும். முகம், தலை, விரல் காயங்கள் எளிதில் ஆறும். மாறாக முழங்காலுக்குக் கீழ் நளக எலும்பின் மேல் உள்ள காயங்கள் எளிதில் முதியோருக்கு ஆறுவதில்லை. காயத்தை அடுத்துள்ள திசுக்களில் ஏற்படும் அழுத்தம் இரத்த ஓட்டத்தைக் குறைப்பதுடன், இரத்தக்கட்டு, அசையாநிலையால் நாளத்தேங்கல், தொற்று ஆகியவற்றிலும் அழுத்தத்தை மிகுதிப்படுத்தும். வைட்டமின் C காயம் ஆறுவதற்கு உறுதுணையாகும். வைட்டமின் A தோலின் புறச்செல்களாகிய எபித்தீலியம் வளரப் பெரிதும் துணை செய்யும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நூலோதி. Anthony N. Domonkos, Harry L. Arnold and Richard B. Odom, *Andrew's Diseases of the Skin*, Seventh Edition, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1982.

காயல்

கழிமுகத்தைக் காயல் என்றும் கூறுவர். தாமிரபரணி ஆறு கடலுடன் சேருமிடத்தில் பல காயல்கள் உள்ளன. கரையோரமாக நெடுந்தொலைவிற்குப் பரவியிருக்கும் உப்பங்கழிக்கும், பவளப்பாறைகளுக்கும் இடையிலுள்ள நீர்ப்பரப்பையும், நடுவில் காணப்படும் நீர்ப்பரப்பையும் காயல் எனப் புவியியல் அறிஞர் குறிக்கின்றனர். காயல்கள் குறைந்த ஆழமுடையவை. அவை வாய்க்கால்கள் வழியாக வழிந்தோடிக் கடலுடன் சேருகின்றன. அதனால் கடலின் ஓதம் காயலுக்குள்ளும் பரவுகிறது. மழைக்காலத்தில் நன்னீர்ப் பெருக்கத்தால் காயல் நீரின் உவர்ப்பியம் (salinity) குறைந்தும் மற்ற காலங்களில் கூடியுமிருக்கும். மிகு வெப்பக் காலங்களில் கால்வாய்களின் வழியாகப் பாயும் நீரைவிடக் காயல்களின் மேற்பரப்பிலிருக்கும் நீர் மிகுதியாக ஆவியாவதால் சில காயல்களில் உவர்ப்பியம் கடல் நீரைவிடக் கூடியிருக்கும். கழிமுகங்களிலும், காயல்களிலும் ஒரே வகையான சூழலும் உயிரினங்களும் காணப்படும்.

காயல்களின் ஓரங்கள் களிமண் திட்டுகளாக அல்லது மணல் திட்டுகளாக அமையும். களிமண் திட்டுகளை அடுத்து உவர் சதுப்புநிலச் செடிகளைக் காணலாம். சில காயல்களில் மாங்குரோவ் சதுப்பு நிலக் காடுகள் உள்ளன. காயல்களின் அடியில் மணல் அல்லது களிமண் தளங்களைக் காணலாம். ஓரங்களிலுள்ள திட்டுகளிலும், அடித்தளத்திலும், நீரிலும் பல உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. அவற்றில் பெரும்பாலானவை மிகையாக மாறுபடும் உவர்ப்பியத்திற்கு ஏற்றவாறு வாழும் தன்மையுடையவை.

பெரிய கண்டங்களுடன் தொடர்பில்லாமல் பல்லாயிரம் கிலோமீட்டர் தொலைவில் பசிபிக் பெருங்கடலில் பல வட்டத்திட்டுகள் உள்ளன. அவற்றின் நடுவில் காயல்கள் பிறைச்சந்திர வடிவாகவும், வட்ட வடிவமாகவும், நீள் வட்டமாகவும் அமைந்துள்ளன. இவை 50-60 மீட்டர் ஆழமுடையவை. இக்காயல்களில் பவளப் பாறைகளுக்கே உரிய உயிரினங்களும் தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன. கரைத் திட்டுகளும் அடித்தளமும் சமமாக இருப்பதில்லை. வளரும் பவளங்களால் மேடுகளும் பள்ளங்களும் காணப்படும். சுண்ணாம்புச் சத்துத் துகள்களும் கூடுகளும் அவற்றின் துண்டுகளும் பரவிக் கிடக்கும். பவளப் பாறைகளிலும் வட்டப் பவளத் திட்டு உள்ள காயல்களிலும் நீர் மிகத் தெளிவாக உள்ளமையால் அவற்றில் வாழும் பலநிற உயிரினங்களை நன்றாகப் பார்க்க முடியும். ஓர் இயற்கை உயிர்க் கண்காட்சி நிலையமாகப் பவளப்பாறைக் காயல்களைக் கருதலாம்.

- கா. பாலசுப்ரமணியன்

கார்க் தீவு

ஈரான் நாட்டைச் சார்ந்த தீவாகிய கார்க் தீவு (Kharg island) வட பெர்சியன் வளைகுடாவில் அமைந்துள்ளது. இது புசைர் துறைமுகத்தின் வடமேற்காக 55 கி.மீ. தொலைவில் உள்ளது. பதினைந்தாம் நூற்றாண்டில் டச்சு நாட்டவர் இத்தீவை வணிக நிலையமாக மாற்றி அங்கே தொழிற்சாலைகளை அமைத்தனர். அவர்களால் சில காலமே இத்தீவு பயன்படுத்தப்பட்டது. பின்னர் 1766 ஆம் ஆண்டில் பண்டாரே ரிக் எனும் சிறுபெர்சிய நாட்டுத் துறைமுகத்தை மையமாகக் கொண்டு இயங்கி வந்த இத்தீவு கடற்கொள்ளையரால் கைப்பற்றப்பட்டது. அதன் பிறகு நீண்ட காலமாக இத்தீவு எதற்குமே பயன்படாமலும், எவ்விதக் குடியேற்றம் இல்லாமலும் இருந்து வந்தது. ஆனால் ஈரானின் கனிம வளத்தில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றத்தின் காரணமாக இத்தீவைப் பல்வேறு செயல்முறைகளுக்காகவும் தூய்மைப்படுத்தும் பணிக்காகவும் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். இத்தீவில் இருந்து சல்ஃபேட் உரங்களும், பெட்ரோலியத் துணைப்பொருள்களும் ஏற்றுமதியாகின்றன.

- ம. அ. மோகன்

கார்சக்காஃப் கூட்டியம்

உணவில் வைட்டமின் B அல்லது தயமின் குறைவால் உண்டாகும் மூளைத் தாக்கமே வெர்னிக்ஸ் நோய்.

உலர்ந்த பெரிபெரி, வெர்னிக்ஸ் கார்சக்காஃப் கூட்டியம் என்று பல்வேறு பெயர்களால் குறிப்பிடப் படுகிறது. உணவில் வைட்டமின் B சத்துக் குறைவ தாலும், உணவு குடலில் சரியாகச் செரிமானம் ஆகாமல் இவ்வைட்டமின்கள் உடலில் சேராமை யாலும், மிகுதியாக மதுபானம் அருந்துவதாலும் இந்நோய் ஏற்படுகிறது. 1881ஆம் ஆண்டு கார் வெர்னிக்ஸ் என்பார் பின்வரும் நோய்க் குறிகளை இந்நோயில் கண்டுபிடித்தார். மனநிலையில் குழப்பம், கண்விழி இயக்கமின்மை, நடையில் தடுமாற்றம், விழிநரம்பு வீர்ப்பு, விழித்திரையில் இரத்த ஒழுக்கு முதலியவை முக்கிய நோய்க் குறிகளாகும். நினை வாற்றல் திரும்பி வாராமல் நாட்பட்ட மயக்கநிலை யுடையோர் மரணம் அடைவர். தயமின் கொடுக்க இந்நோய்க் குறிகள் மாறி விழியியக்கம் காணப்படும். சிலருக்குக் கண் நடுக்கம் மாறும்.

மூன்றில் இரண்டு பகுதி நோயாளிகளில் நடை யில் உள்ள தடுமாற்றம் மாறி இயல்பு நிலைக்கு வரலாம். மனக் குழப்பம், மயக்கம், ஆழ் உறக்கநிலை முதலியவை மாறி நினைவாற்றல் குறைவுபடத் தொடங்கும். கடந்த கால நினைவுகள் மறந்து போவ துடன், எதையும் அறிந்து கொள்ளும் ஆர்வமின்மை, சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் மாறுதல் இன்மை இவற் றோடு இருப்பர். ஏதாவது கேட்டால் உணர்வுடன் பதில் சொன்னாலும் பொருளோ தெளிவோ இல்லாத பதிலே கிட்டும். இந்நிலையையே கார்சக் காஃப் கூட்டியம் என்பர். இந்நிலை தனிப்பட்ட நோயாக இல்லாது வைட்டமின் B குறைவால் ஏற்படும் மூன்று நிலை மாறுதல்களில் ஒன்றாகும். இந்நிலை தோன்றிய நோயாளியிடம் மருத்துவத்தால் பயன் தோன்றத் தொடங்குவதோடு சில சமயங் களில் முற்றிலும் நலமடையவும் வாய்ப்பு உண்டு.

ஆய்வு. இந்நோயைக் கண்டுபிடிக்க, பின்வரும் உடலியல் வேதியியல் ஆய்வுகள் தேவைப்படும். இரத்தத்தில் தயமின் அளவு, பைருவேட் அளவு, ஆல்ஃபா கீட்டோகுளுடாரேட், லாக்டேட், கிளை யாக்சலேட், சிறுநீரில் வெளியேற்றப்படும் தயமின் மற்றும் தயமின் ஆக்கச் சிதைவுப் பொருள்கள், தயமின் மிகுதியாகக் கொடுத்து ஆய்தல் என்பன இவற்றுள் அடங்கும்.

மருத்துவம். இந்நோய் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உடன் மருத்துவமாக தயமினை ஊசிமூலம் 15 மி.கி என்னும் அளவில் பலநாள்களுக்கும் பின்னர் 2.5-5மி.கி என்னும் அளவில் வாய்வழியாகப் பல மாதங்களுக்கும் அளித்துவர வேண்டும்.

- மா. ஜெ.ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

நூலோதி. Robert G. Petersdorf et. al., *Harrisons Principles of Internal Medicine*, Tenth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.

கார்ட்டிசோன்

வயிற்றுப் பகுதியின் பின்புறத்தில் சிறுநீரகங்களை ஒட்டி அமைந்துள்ள நாளமில்லாச் சுரப்பிகளான அண்ணீரகச்சுரப்பிகளின் வெளி மட்டப் பகுதியான புறணியினின்று சுரக்கும் ஹார்மோன்களில் ஒன்று கார்ட்டிசோன் ஆகும்.

இது வாழ்வுக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது. உடற்சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும், நெருக்கடி நிலைகளையும் எதிர்கொள்ள வேண்டிய அவசர நிலைகளில் உடலுறுப்புகளின் இயக்கத்தில் தக்க மாற்றங்களை விளைவிக்க இது துணையாக உள்ளது. இந்நிலைகளில் உடலில் ஏற்படும் மாறுதல்களின் விளைவாக உடல் அழிந்துவிடாமல் இது காக்கிறது. மேலும் நலமாக இருப்பது போன்ற உணர்வையும் விளைவிக்கிறது. தவிர, கல்லீரல் போன்ற உறுப்பு களின் இயக்கத்தை மாற்றி இரத்தத்தில் சர்க்கரைச் சத்தின் அளவை மிகைப்படுத்தலும், புரதச் சிதைவை ஊக்குவித்தலும், கொழுப்பு சேர்தலை ஊக்கு வித்தலும் இதன் பணிகளாகும். இச்சத்து உடலி னின்று சோடியம் வெளியேறுவதைக் குறைத்துப் பொட்டாசியம், கால்சியம் ஆகியவற்றின் வெளியேற் றத்தை ஊக்குவிப்பதோடு உடலுள் நீர் தேங்கவும் வைக்கிறது. இவற்றின் கூட்டு விளைவாக இரத்த அழுத்தம் மிக வாய்ப்புண்டு. மேலும் சிலவகை இரத்த வெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கையையும் இது குறைக்கிறது.

நுண்ணுயிர்கள் போன்றவற்றால் உடலில் விளையும் அழற்சி விளைவுகளை இது கட்டுப்படுத்தி அப்போக்கில் உடல் உறுப்புகளே அழிந்து விடாமற் காக்கிறது. இரத்தக் குழாய்களின் சுவர்களை வலிமைப்படுத்தி அவற்றினின்று நீர் கசியாமல் தடுப்பதோடு நாரிழைம வளர்ச்சியையும் இது குறைக் கிறது. இதன் ஒட்டுமொத்த விளைவாக உடலில் ஏற்படும் புண்கள் ஆறுவதையும் இது தடுத்துவிடக் கூடும். இச்சத்து உடலிற் குறைந்தால் அடிசன் நோய் எனும் நோய்நிலை ஏற்பட்டு, நோயாளி கறுத்து, மெலிந்து, உடல்நலம் குன்றுவதோடு, நோய் எதிர்ப்புத் திறனையுமிழந்து காச நோய் போன்ற வற்றுக்கு ஆளாகித் துன்புறுவர்.

இச்சத்து உடலில் மிகுந்தால் குஷிங்கின் நோய் எனும் நோய்நிலை ஏற்பட்டு, நோயாளி பருத்து, வீங்கி, முகம் உருண்டையாகித் தோல் வெளுப்ப தோடு இரத்த அழுத்த மிகை, நீரிழிவு, எலும்பு நலிவு, முறிவு, இரைப்பைப் புண், மன நோய் போன்றவற்றால் பாதிப்படையவும் நேரிடலாம். இக்கார்ட்டிசோன் செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப் பட்டு அடிசன் நோய் தீர்க்கவும், வேறுபல நோய் களின் கடுமையைக் குறைக்கவும் உதவும் மருந்தாக விளங்குகிறது. மூச்சிரைப்பு நோய் (asthma)

முடக்குவாத மூட்டு அழற்சி (rheumatoid arthritis), சிறுநீரக அழற்சி நோய்க் குறியின் கூட்டியம் (nephrotic syndrome), கல்லீரல் நாட்பட்ட அழற்சி (chronic active hepatitis), பெருங்குடற் புண் அழற்சி (ulcerative colitis), ஒவ்வாமை நோய்கள் (allergic disorders) போன்ற பல கடும் நோய்களுக்கு ஆளாகித் துன்புறுவோர் கார்ட்டிசோனைப் பயன் படுத்துகின்றனர். மூளைவீக்கம் (cerebral odeoma) நுரையீரல் வீக்கம் (pulmonary odeoma) இரத்தத் தில் நுண்ணுயிர்ப் பெருக்கம் (septicemia) போன்ற உயிருக்குப் போராடும் நிலைகளிலும் உயிர் காக்கும் மருந்தாக இது பயன்படுகிறது. மாற்று உறுப்புப் பொருத்தும் மருத்துவ முறைகளால் ஏற்படும் வேண்டா விளைவுகளைக் குறைத்து நோயாளிகளின் வாழ்வை நீட்டிக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

இருப்பினும், மேற்குறித்தவாறு கார்ட்டிசோன் பயன்படும் நோய்களில் அடிசனின் நோயைத் தவிர வேறெதையும் இது முற்றிலும் குணமாக்குவதில்லை. பெரும்பாலும் நோயின் கடுமையைக் குறைத்து அந் நிலையில் உயிரைக் காக்கவும், துயரைக் குறைக்க வுமே இது பயன்படுகிறது. நெடுங்காலம் பயன் படுத்தினால் குஷிங்கின் நோய் போன்ற வேண்டா விளைவுகளும் இதனால் ஏற்படலாம். மேலும் நெடுங்காலம் பயன்படுத்துவோர் இதைத் திடீரென நிறுத்தினாலும் நோய்வாய்ப்பட வாய்ப்புள்ளதோடு அட்ரினல் சுரப்பி இயக்கக் குறைவால் உயிருக்கே ஊறு விளையவும் வாய்ப்புண்டு. எனவே கார்ட்டி சோனை நிறுத்த வேண்டிய நிலை ஏற்பட்டால், அதைத் திடீரென நிறுத்தாமல் சிறுகச் சிறுக மருந் தளவைக் குறைத்துக் காலப்போக்கிலேயே நிறுத்த வேண்டும் அல்லது சிறுநீரக மடுச்சுரப்பியூக்கிச் சத்தை ஊசி மூலம் செலுத்திய பின்னர் கார்ட்டிசோனை நிறுத்தலாம்.

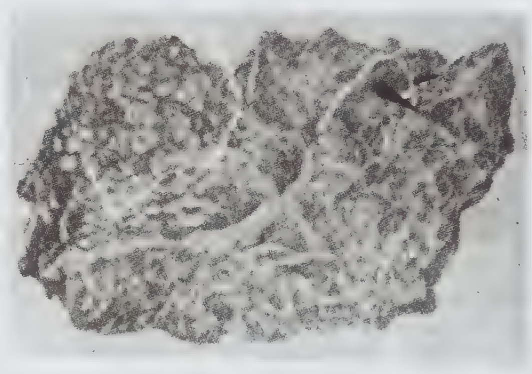
- கா. லோகமுத்துக்கிருஷ்ணன்

நூலோதி. Robert C. Bohinski, *Modern Concepts in Biochemistry,* Fifth Edition, Allyn and Bacon, Inc., Boston, 1987.

கார்டியரைட்

இது ஒரு மக்னீசிய அலுமினிய சிலிக்கேட் $Mg_2(Al_4Si_5O_{18})$ கனிமமாகும். கார்டியரைட்டின் (cordierite) படிக அச்சுகளின் நீளங்கள் முறையே a:b:c = 0.5871:1:0.5585 ஆகும். இது செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. ஆக்சிஜன், மக்னீசியத்துடன் எண்முகப் படிவுப் பிணைவையும் அலுமினியத்துடன் நான்முக படிவுப் பிணைவையும் கொண்டது. தேனடையில் காணப்படும் போலியான அறுகோண (pseudo hexagonal) அமைப்பை ஒத்துச் சிலிக்கான் அணு அமைந்திருக்கும். பொட்டாசியம், சோடியம் மற்றும் நீர்ம அயனிகள் வெற்றிடங்களில் புகுந்திருக்கும். ஃபெர்ரிக் அயனி ஓரளவு மக்னீசியத் தையும், ஃபெரஸ் அயனி அலுமினியத்தையும் இடப் பெயர்ச்சி செய்யும்.

கார்டியரைட் பசுமை கலந்த நீல நிறத்தைக் கொண்டது. வெளிர் நீலத்திலிருந்து ஆழ்ந்த நீல கார்டியரைட்டுகளும் உள்ளன. பளிங்கு மிளிர்வு கொண்டது. தெளிவற்ற கனிமப் பிரிவையுடையது. ஒருமுனைவாக்கப்பட்ட ஒளிக்கதிர் வேறுபட்ட திசைப் புலன்களில் நிறமற்ற தன்மையில் இருந்து அடர் நீல வண்ணத்தைப் பெறும். பல திசை அதிர் நிற மாற்றப் பண்பு கொண்டது. விரைவொளித் திசையில் கருநிற ஊதாவும், நீலமும், இடையொளித் திசையில் ஆழ்நீல நிறமும், மெதுவான ஒளிதிசை யில் மஞ்சள் வண்ணமும் கொண்டது. ஒளிபுகு கார்டியரைட் கனிமங்கள் மணிக்கற்களாகப் பயன் படுகின்றன. இது எதிரொளி சுழற்றும் தன்மை கொண்டது. ஒளி அச்சுக் கோணம் $40°–84°$ வரை வேறுபடுகிறது. இதன் ஒளி விலகல் எண்கள் α-1.522 - 1.558; β - 1.524 - 1.574; γ - 1.527 - 1.578; இரட்டைக் கதிர் ஒளிவிலக்கம் 0.005-0.018 வரை வேறுபடும்; அடர்த்தி 2.53-2.78; கடினத் தன்மை 7-7.5. கார்டியரைட்டுடன் குவார்ட்ஸ், பொட்டாசிய ஃபெல்சுபார், மஸ்கோவைட், சில்லி மனைட், பையோடைட், குருந்தம், ஸ்பினல் ஆகிய கனிமங்கள் சேர்ந்து கிடைக்கின்றன.



கார்டியரைட் படிகத் தோற்றம்

பலதிசை அதிர் நிறமாற்றப் புள்ளிகள் (pleo choric holos) காணப்படும். ஒழுங்கற்ற படிக வமைப்பைக் கொண்ட கார்டியரைட், இந்தியாலைட் $Mg_2 (AlSi)_9O_{18}$ எனப்படும். இது அறுகோணப் படிகவமைப்பையும், அலகறை இடவெளிக் (unit cell

space) P6/mcc குழுவையும் சார்ந்தது. ஓசுமிலைட் $Mg_2\ Al_3\ (AlSi)_{12}O_{30}.H_2O$ என்னும் கனிமம் கார்டிய ரைட் கனிமத்துடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. இதன் படிகக் கட்டமைவு இரட்டை, நான்மடிவு மற்றும் ஆறு உறுப்புகளைக் கொண்ட அறுகோண வளையங்களால் கட்டப்பட்டுள்ளமையால், கார்டிய ரைட் படிகக் கட்டமைவிலிருந்து சிறிது மாறுபடு கிறது. கார்டியரைட், இந்தியலைட், ஓசுமிலைட் போன்ற கனிமங்களை இனம் காண்பது கடினம். ஆதலால் எக்ஸ் கதிர் ஆய்வினால் இக்கனிமங்களை இனம் காணலாம். வெளிர் நிறங்களையுடைய கார்டியரைட் கனிமங்களை நீலநிறமுடைய கனிமங் களாகத் தவறுதலாகக் கருத நேரிடும். இவ்விரு கனிமங்களும் இயற்பியல் பண்புகளில் ஓரளவு ஒன்றி யுள்ளன. இது அமிலத்தில் மிகக் குறைவாகக் கரையக் கூடியது. காரவகைக் கார்பனேட் கரைசல்களுடன் வெப்பப்படுத்தும்போது முழுவதும் கரையும்.

கார்டியரைட் $MgO\text{-}Al_2O_3\text{-}SiO_2$ பகுதியமைப் பில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க கனிமமாக வளர்கிறது. இவ்வமைப்பில் 800 - 900°C வெப்பநிலையில் கார்டியரைட் படிகமாகிறது. 500°C வெப்பநிலைக் குக் கீழும் 5000 வளி மண்டல அழுத்தம் வரையிலும் கார்டியரைட் நீருடன் சேர்ந்து சிதைந்து குளோ ரைட்டையும், பைரோபிலைட் கனிமத்தையும் உரு வாக்குகிறது. கார்டியரைட் 2000 வளி மண்டலத் திலும் 1125°C வெப்பநிலையிலும் ஒவ்வா நிலையில் உருகி முல்லைட்,ஸ்பினல் நீர்மமாக மாறுகிறது.

கார்டியரைட் வெப்பநிலை உயர்வால் உரு மாற்றம் அடைந்த அலுமினிய அடக்கமிக்க படிவுப் பாறைகளில் பெரும்பான்மையாகக் கிடைக்கிறது. இந்த உருமாற்றத்தின்போது நடைபெறும் பொது வான வேதி மாற்றம்

கார்னட் + மஸ்கோவைட் → கார்டியரைட் + பையோடைட்

இம்மாற்றத்தால் இக்கனிமங்கள் கொண்ட வரிப்பாறைகள் உண்டாகின்றன. கார்டியரைட், அலுமினிய அடக்கமுள்ள படலப் பாறைகள், வரிப் பாறைகள், கிரானுலைட் பாறைகளில் சிறிய அள வில் பரவலாகக் கிடைக்கும். கார்டியரைட் உலகின் பல பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில், திருச்சி மாவட்டத்திலுள்ள கீரனூரிலும், சேலம் மாவட்ட செவிட்டுரங்கம் பட்டியிலும் இக்கனிமம் கிடைக்கிறது.

- இரா. இராமசாமி

நூலோதி. L.G.Berry & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, Delhi, 1985.

கார்டிலேரியன் தொடர்

இது ஒரு வகை மலைத் தொடராகும். சங்கிலித் தொடர்போலஅமைந்திருக்கும் இத்தொடரில் தனித் தனிக் குன்றுகளும், பீடபூமிகளும் அவற்றின் இடையே தாழ்நிலங்களும் அமைந்திருக்கும். இத் தொடர் புவியின் மேற்பரப்பில் விரிந்து பரந்து அமைந்ததொரு மலைத் தொடராகும்.

கார்டிலேரியன் தொடர் எனும் பெயர் பெரும் பாலும் குறுகிய எல்லைக்குள்ளேயே பயன்படுத்தப் பட்டு வருகிறது. பசிபிக் கடலுக்கு இடையே அமைந்துள்ள தென்மேற்கு, வடஅமெரிக்க மலைத் தொடரே இப்பெயரிட்டு வழங்கப்படுகிறது. வட அமெரிக்காவிலுள்ள பல்வேறு மலைக் குன்றுகளும் அவற்றின் பகுதிகளும் கார்டிலேரியன் தொடர் அல்லது ஒரோசென் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் புகழ் பெற்ற பகுதி களான சியெரா நெவெடா, கலிபோர்னியாவின் மத்திய பள்ளத்தாக்கு, கேஸ்கேடு மலைத் தொடர், பேசின் மலைத் தொடர், கொலராடோ பீடபூமி, ராக்கி மலைகள் ஆகியன இதில் அடங்கும்.

கார்டிலேரியன் மலைத் தொடர் பீடபூமிப் பகுதியில் அமைந்து உள்ளது. இப்பகுதிப் பாறைகள் மிகுதியான மாற்றத்திற்கு உள்ளாகிப் பின்னர் நாளடைவில் நிலைத்த தன்மையைப் பெற்றுள்ளன. தகட்டு நில ஆக்கக் கொள்கைமூலம் ஒன்று சேர்ந்து, ஒன்றோடு ஒன்று வினைபுரியும் தகட்டுப் பகுதிகளால் இம்மலைத் தொடர் தோன்றியதாகக் கருதப்படு கிறது. வட அமெரிக்கக் கார்டிலேரியன் மலைத் தொடர் ஒருங்கிணையும் தகடுகளால் உருவாக்கப் பட்டது. ஆனால் இமயமலையோ முன்னரே உள்ள தகட்டில் புதிய தகடு முட்டி மோதியதால் உருவான தாகும். கார்டிலேரியன் மலைத் தொடர் முன்னரே உள்ள புவித் தகட்டில் மற்றொரு கடல்தகடு இணை யும் போது உருவாகியது. இது ஒரு நீண்ட காலச் செயலாகும். இவ்வகை மலைத் தொடரில் எரிமலை மற்றும் அனற்பாறையின் வகையான ஆழ்நிலைப் பாறைகளின் ஆக்கம் மிகுதியாக இருக்கும். மலைத் தொடரின் இருபுறத்திலும் குறைகோண உந்துப் பிளவுகளைக் காணலாம்.

- இராம. இராமநாதன்

நூலோதி. Billings, *Structural Geology*, Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi.

கார்டினர் கூட்டியம்

பெருங்குடலைத் தாக்கும் தொங்கு தசைக் கட்டி எண்ணிக்கையில் மிகுதியாக இருக்கும். இதைப்

பாரம்பரியப் பெருங்குடல் தொங்கு தசைக் கட்டிகள் என்பர். குடும்பத்தில் பலரைத் தாக்கும் இந்நோய் புற்றாக மாறவும் வாய்ப்புண்டு. இத்தசைக் கட்டிகளுடன், பிற தீங்கற்ற கட்டிகளான கொழுப்புக் கட்டி, நார்த்திசுக்கட்டி, செபேசியஸ் பைக்கட்டி, கபாலம், தாடையில் தோன்றும் எலும்புக் கட்டி ஆகியவை உடலின் பல்வேறு பகுதிகளில் காணப்படுவதாலேயே இது கார்டினர் கூட்டியம் எனப்படுகிறது. கார்டினர் கூட்டியத்தில் முன்சிறுகுடல், இரைப்பை முதலியவற்றிலும் தொங்கு தசைக் கட்டிகள் காணப்படும். இக்கட்டிகள் யாவும் புற்றுக் கட்டியாக மாறும் நிலை உள்ளமையால் தாக்கமுற்ற குடல் பகுதி முழுமையும் எடுத்துக் களைவது வருமுன் காத்தல் ஆகும்.

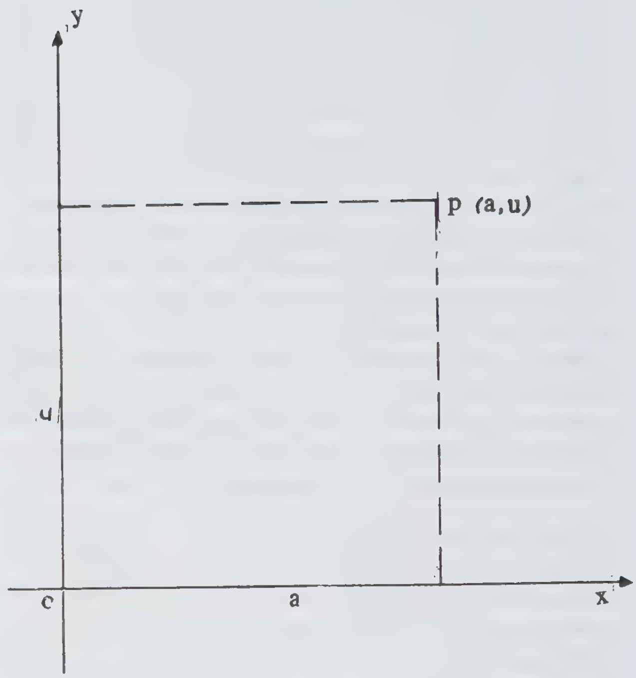
ஆய்வு. பெருங்குடல் அகநோக்கி கொண்டு இக் கட்டிகளைக் கண்டுபிடிப்பதுடன் நோய்க் குறியியல் ஆய்வுக்கும் தசைத் துண்டுகளை எடுக்கவும் உதவுகிறது. பேரியம் போன்ற எக்ஸ் கதிர் புகா மருந்தைப் பெருங்குடலினுள் செலுத்திப் படம் எடுத்துத் தாக்கமுற்ற பகுதி அளவைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

மருத்துவம். இந்நோய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவுடன் வீட்டில் உள்ள ஏனையோரையும் ஆய்வது நல்லது. நாற்பது வயதாகும்போது புற்று உண்டாவது உறுதியாதலால் பெருங்குடல் முழுதையும் வெட்டி எடுத்துவிட்டு, பின் சிறுகுடலை மலக்குடலுடன் இணைக்க வேண்டும். மலக்குடல் தாக்கப்பட்டுள்ளதா என்று தொடர்ந்து ஆய்ந்து வர வேண்டும். உறவினர்களை ஆய்ந்து, கட்டி இருப்பது கண்டுபிடிக்கப் பட்டால் அறுவை செய்து கட்டியை அகற்ற வேண்டும்.

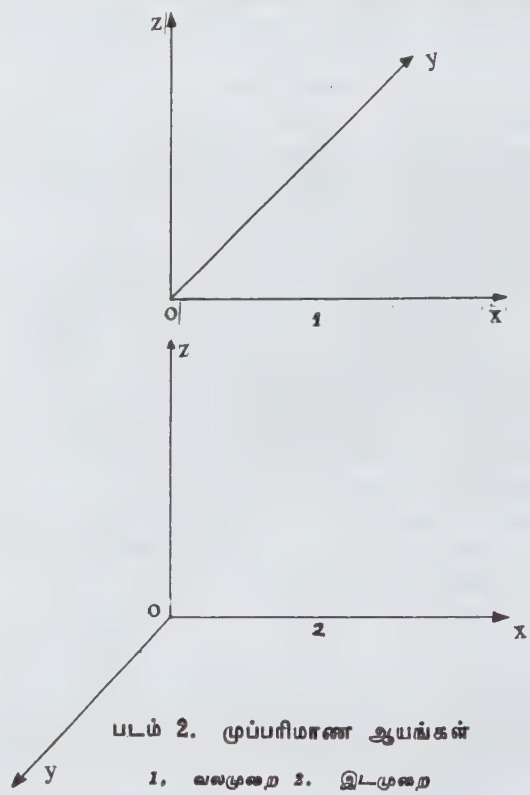
- மா. ஜெ.ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

கார்டீஷியன் ஆயங்கள்

இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட கோடுகளின் திசையில் ஒரு நிலையான புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளியின் தொலைவுகள், கார்டீஷியன் ஆயங்கள் Cartesian coordinates) எனப்படும். ஒரு தட்டையான பரப்பில் X அச்சு, Y அச்சு என்னும் இரு நேர்கோடுகளை அடி, நிலையாகக்கொண்டு குறிப்பிடுவது இரு பரிமாணக் (two dimension) கார்டீஷியன் ஆய முறையாகும். இருகோடுகளும் ஒன்றையொன்று வெட்டிக் கொள்ளும் புள்ளி ஆதி (origin) எனப்படும். X அச்சைக் கிடை அச்சு என்றும், Y அச்சைக் குத்தச்சு என்றும் குறிப்பிடுவது வழக்கம். இரு அச்சுகளும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தானால் ஆயங்களைச் செவ்வக ஆயங்கள் என்றும், சாய்வாக வெட்டிக் கொண்டால் சாய்வு ஆயங்கள் என்றும் குறிப்பிடுவர்.



படம் 1. இருபரிமாணச் செவ்வக ஆயங்கள்



படம் 2. முப்பரிமாண ஆயங்கள்

1. வலமுறை 2. இடமுறை

முப்பரிமாணத்தில் X,Y அச்சுகளுடன், புள்ளியின் உயரத்தையோ ஆழத்தையோ குறிக்க Z அச்சு என்னும் மற்றொரு நேர்கோடு சேர்க்கப்படுகிறது. இங்கு, புள்ளியின் ஆயங்கள் (x, y, z) ஆகும். x அச்சிலிருந்து வலப்புறமாக y, z அச்சுகளிலிருந்தால் வலமுறை என்றும் இதற்கு எதிர்ப் படிவமாக இடப்புறம் அமைவது இடமுறை என்றும் கூறப்படுகின்றன. செவ்வக முறையில் அச்சுகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக உள்ளன.

- பங்கஜம் கணேசன்

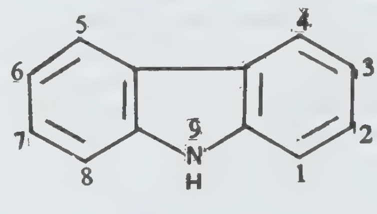
கார்த்திகை

இதை ஆரல் விண்மீன் என்றும் குறிப்பிடுவர். சூரிய மண்டலத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 400 ஒளியாண்டுத் தொலைவில், இடபவிண்மீன் குழுவில் கார்த்திகை (pleiades) விண்மீன் முடிச்சு உள்ளது. நூற்றுக்கணக்கான விண்மீன்கள் இதில் அடங்கியிருந்தாலும், 6,7 விண்மீன்களே வெற்றுக்கண்களால் காணக்கூடியவையாகும். கிரேக்கப் புராணத்தின்படி அல்சியோன், சிலானோ, எலக்ட்ரா, டாய்கோட்டை, மயா, மெரோப், ஸ்லரோப் ஆகிய ஏழு சகோதரிகளின் பெயர்களை இந்த ஏழு விண்மீன்களுக்கு வைத்துள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது. இவை அகப்பை (dipper) வடிவத்திலுள்ள வட விண்மீன்களாகும். இவற்றில் மிகவும் ஒளியுடைய அல்சியோனின் பொலிவு பரிமாணம் மூன்றாகும். அட்டவணைப்பட்டியலில் இவ் விண்மீன்குழு M_{45} ஆகும். தமிழர்கள் கார்த்திகை என ஒரு மாதத்திற்கும், தென் அமெரிக்க இந்தியர்கள் ஓர் ஆண்டிற்கும் பெயரிட்டுள்ளனர்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கார்பசோல்

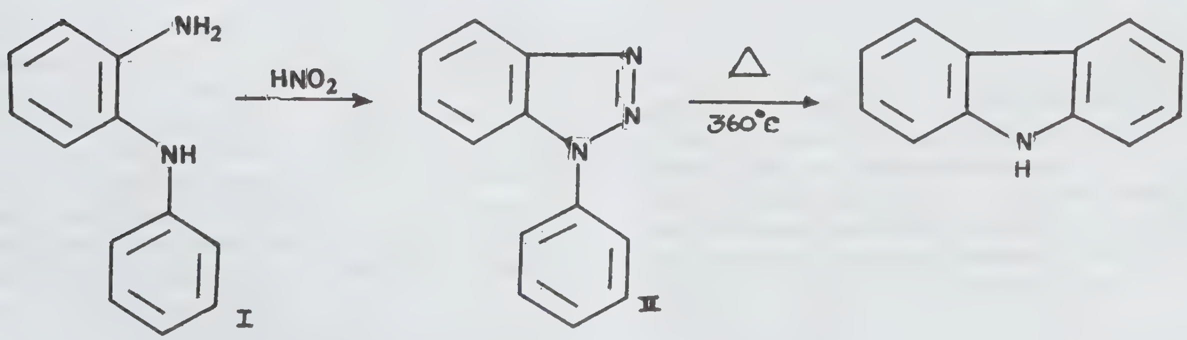
இது ஒரு வேற்றணு வளையக் கரிமச் சேர்மமாகும். கார்பசோல் (earbazole) அமைப்பு வாய்பாடு பின் வருமாறு; இதில் ஒரு பிரோல் வளைய அமைப்புடன் இரண்டு பென்சோ அமைப்புகள் இணைந்துள்ளன. கார்பசோல் அமைப்புக் கொண்ட சேர்மங்கள் 9-அசா ஃபுளூரீன்கள் எனப்படுகின்றன. இது ஸ்ட்ரைக்னஸ் அல்க்கலாய்டுகளில் உள்ளது. இது முதன்முதலில் நிலக்கரித் தாரிலிருந்து பிரித்து அறியப்பட்டது.



தயாரிப்பு முறைகள்

கிரேப் - உல்மன் தொகுப்பு முறையில் இதைத் தயாரிக்கலாம். இம்முறையில் ஆர்த்தோ-அமீனோடைஃபினைல்அமீன் (I) முதலில் நைட்ரஸ் அமிலம் கொண்டு 1-ஃபினைல்பென்சோட்ரையசோல் (II) ஆக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் இது சூடாக்கப்படும்போது நைட்ரஜனை இழந்து கார்பசோலாக மாறுகிறது.

வளையஹெக்சனோன் ஃபினைல்ஹைட்ரசோன்கள் ஃபிஷர்-இன்டோல் தொகுப்பு மூலம் 1, 2, 3, 4-டெட்ராஹைட்ரோ கார்பசோலாக மாறுகின்றன. இவற்றிலிருந்து நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களை



ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து நீக்கும்போது கார்பசோல் கிடைக்கிறது.

2-நைட்ரோடைஃபீனைல் சேர்மத்தை ட்ரை எத்தில் பாஸ்ஃபைட் கொண்டு ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்வதனாலும் கார்பசோல் உண்டாகிறது. ஸ்ரைக்னின் என்னும் அல்க்கலாய்டை உலர்த்திக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது கார்பசோல் கிடைக்கிறது. புரூசின் என்னும் இயற்கையில் கிடைக்கும் அமீனைத் துத்த நாகத் துகள் கொண்டு காய்ச்சி வடிக்கும்போதும் கார்பசோல் கிடைக்கிறது.

பண்புகள். கார்பசோல் ஒரு நிறமற்ற திண்மப் பொருள். நீரில் கரையாது. இதன் உருகு நிலை 246°C; கொதி நிலை 354-55°C. இது பதங்கமாகும் தன்மை கொண்டது. இதை எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினைகளுக்கு உட்படுத்தும்போது 3, 6 எண் கார்பன் அணுக்களில் பதிலீட்டுத் தொகுதிகள் போய்ச் சேர்கின்றன. நைட்ரோ ஏற்றம், சல்ஃபனேற்றம், ஹாலஜனேற்றம், ஃப்ரீடல் - கிராஃப்ட்ஸ் அசைல் ஏற்றம் ஆகிய வினைகளுக்குக் கார்பசோல் உள்ளாகிறது. இது அமிலம், காரம், வெப்பம் ஆகிய வற்றால் தாக்கமுறுவதில்லை. சிவப்புப் பாஸ்ஃபரஸ் ஹைட்ரோ அயோடிக் அமிலக்கலவையால் ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்யும்போது, 1,2,3,4,10,11-ஹெக்சா ஹைட்ரோ கார்பசோல் உண்டாகிறது. சோடியம் அமைல் ஆல்கஹால் இவற்றால் ஹைட்ரஜனேற்றம் அடைந்து 1, 4-டைஹைட்ரோ கார்பசோலும் 1, 2, 3, 4 - டெட்ரோ ஹைட்ரோகார்பசோலும் கிடைக்கின்றன.

ஒன்பதாம் எண் கொண்ட நைட்ரஜனில் உள்ள ஹைட்ரஜன் சிறிது அமிலத் தன்மை கொண்டது. இந்த ஹைட்ரஜனை இடப்பெயர்ச்சிச் செய்ய இயலும். எத்திலீன் ஆக்சைடு, நைட்ரஸ் அமிலம், அசெட்டிலீன் ஆகியவை கார்பசோலில் உள்ள அமிலத்தன்மை கொண்ட ஹைட்ரஜனை நீக்கி முறையே 9-ஹைட்ராக்சி எத்தில், 9-நைட்ரசோ, 9-வினைல் என அமைவதான கார்பசோல் சேர்மங்களைப் பெறலாம்.

பயன்கள். 9-வினைல் கார்பசோல் பல்லுறுப் பாக்கலில் (polymerisation) மைக்காவை ஒத்த மின் கடத்தாத் தன்மை கொண்ட பொருளைக் கொடுக்கிறது. சாயப் பொருள்கள் தயாரிப்பில் கார்பசோல் இடைநிலைப் பொருளாக அமைகிறது. ஹைட்ரோன் நீலம் என்னும் சாயத்தின் மூலக்கூறும் ஹைட்ரோன் மஞ்சள் என்னும் மூலக்கூறும் கார்பசோல் வடிவமைப்பைக் கொண்டுள்ளன.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. T.A. Geissman, *Principles of Organic Chemistry*, Fourth Edition, W.H. Freeman and Company, San Francisco, 1977.

கார்பமசோபின்

இம்மருந்து இமினோஸ்டில்பின்கள் (iminostilbines) எனும் வகையைச் சார்ந்தது. இதன் வேதி அமைப்பு மனச்சோர்வு எதிர்மருந்துகளில் ஒன்றான இமிப்ரமினின் அமைப்பை ஒத்துள்ளது. இம்மருந்து வாய் மூலம் மாத்திரை வடிவில் தரப்படுகிறது. 100, 200, 400 மி.கி மாத்திரைகள் பயனில் உள்ளன. வாய் மூலம் விழுங்கும் இம்மருந்து இரைப்பை, சிறுகுடல் வழியே நன்கு உள்ளுறிஞ்சப்பட்டுக் கல்லீரலில் வளர்சிதை மாற்றம் அடைகிறது. மருத்துவம் தொடங்கிய 3-6 நாளுக்குள் இரத்தத்தில் இம்மருந்தின் அளவு நிலைபெற்று விடுவது விரும்பத்தக்கது. இரத்தத்தில் இதன் அரை வாழ்வு 15-30 மணி நேரமாகும். அரை வாழ்வுப் பொழுதைப் போல நான்கு மடங்கு நேரத்தில் இதன் இரத்த அளவு நிலை பெற்று விடுவதால் இது விரைந்து பயனளிக்கிறது.

கல்லீரலில் பல்வேறு மருந்துகளின் வளர்சிதை மாற்றத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் நொதிகள் பலவற்றைத் தூண்டிவிடக்கூடிய நொதி தூண்டும் தன்மை இம் மருந்துக்கு இருப்பதால் இது தன்னுடன் உட்கொள்ளப்படும் வேறு பல மருந்துகளின் அரை வாழ்வையும், விளைவையும், பயனையும் குறைக்கவல்லதாக உள்ளது, வலிப்பு நோய் தீர்க்கும் பொருட்டு இம் மருந்துடன் கொடுக்கப்படும் ஃபினைடாயின் இவ்வாறு தாக்கம் அடைகிறது. நோயாளிகளுக்குக் கொடுக்க வேண்டிய பல்வேறு மருந்துகளின் அளவை மருத்துவர்கள் அறுதியிடும்போது இவ்வுண்மையைக் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும். இம்மருந்து கல்லீரலில் வளர்சிதை மாற்றம் அடையும்போது விளையும் பொருள்களில் முதன்மையான எப்பாக்சி கார்பமசோபினும் (*epoxy carbamazopine*) வலிப்பு நோய் எதிர்ப்புத் திறன் (anticonvulsant effect), மனவோட்டத் தூண்டு திறன் (psychotropic effect) போன்ற விரும்பத்தக்க தன்மைகளைக் கொண்டுள்ளமையால் மருத்துவத்தில் இதன் பயன் மேம்படுகிறது.

தொடக்கத்தில் இம்மருந்து, வலிப்பு நோய் எதிர் மருந்தாகவே அறிமுகம் செய்யப்பட்டது. பலவித வலிப்பு நோய்களில் பல்வேறு வகையில் இது பயன்படுத்தப்படுகிறது. மனவோட்ட வலிப்பிலும் (psychomotor epilepsy), பொட்டுமடல் வலிப்பிலும் (temporal coke epilepsy) வேறுபல வகையான பகுதி வலிப்புகளிலும் (partial epilepsy) பகுதி வலிப்பாகத் தொடங்கிப் பின்னர் கை கால் வெட்டியிழுக்கும் வலிப்பிலும் இதுவே முதல் தர மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. கைகால் வெட்டியிழுக்கும் பெரு வலிப்பிலும் ஃபினைடாயினுக்கு இணையாக இம் மருந்து பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஃபினைடாயினைப் போலன்றி இது மன மகிழ்வை விளைவிக்கிறது. மேலும், கார்டினால் போன்ற பார்பிச்சுரேட்டுகளைப் போல இம்மருந்து கற்கும் திறனைக் (cognitive

ability) குறைப்பதில்லை. ஃபினைடாயினைப் பயன் படுத்தியபோது இதற்குமுன் சோர்வாக இருந்து வந்த மாணவர்களுக்கும், கார்டினாலைப் பயன் படுத்தியபோது கல்வியில் பின்தங்கிவிட்ட மாணவர் களுக்கும் கார்பமசோபினைக் கொடுத்தபோது அவர் கள் சோர்வும்-பின்தங்கியநிலையும் நீங்கிப் படிப்பில் முன்னேற்றம் காட்டினர். எனவே பள்ளிப்பருவ வலிப்பு நோயாளிகளுக்கு இம்மருந்தே தர வேண்டும்.

இம்மருந்து அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட வேளையில் ஆய்வு விலங்குகளுக்கு இம்மருந்தைக் கொடுத்தபோது அவற்றின் கபால ஐந்தாம் நரம்பான முக்கிளை நரம்பெல்லையில் தொடுவுணர்வும், வலியுணர்வும் குறைவது ஆய்வாளர்கள் கவனத்தை ஈர்த்தது. மனித இனத்தைத் தாக்கும் வலி நோய்களில் மிகக் கொடியதான முக்கிளை நரம்பு வலி (trigeminal neuralgia) தீர்க்கும் மருந்தாக இது பயன்படுகிறது. உடலின் பிற பகுதிகளில் எழும் பல நரம்பு வலி களைத் தீர்க்கவும் இம்மருந்து பயன்படுகிறது. மேலும் முகம் கோணலாகச் சுண்டியிழுக்கும் அரை முகக் குறுக்க நோய் (hemifacial spasm) தீர்க்கவும், இடைவிடாத விக்கலைத் (intractable hiccough) தீர்க்கவும் இம்மருந்து பயன்படுகிறது.

சுவையிலி நீரிழிவு (diabetes insipidus) நோய் தீர்க்கவும், கடும் மன நோய்களைத் (psychoses) தீர்க் கவும் கார்பமசோபின் பயன்படுகிறது. மூளையடிச் சுரப்பியிலிருந்து வாசோப்ரெஸ்ஸின் சத்தை வெளி வரத் தூண்டுவதன் மூலமும், அச்சத்தின் விளைவுக் குட்பட்டுப் பணியாற்றுமாறு சிறுநீரகங்களைத் தூண்டுவதன் மூலமும் இது சுவையிலி நீரிழிவு நோயைத் தீர்க்கிறது.

அண்மைக் காலத்தில் கடும் மன நோய்களான வெறிநிலை (mania) இருமுனை ஊசலாட்டம் போன்ற நோய்களைத் தீர்க்கவும் இம்மருந்து பயன் படுகிறது. லித்தியம் போன்ற மருந்துகளுக்குக் கட்டுப் படாத நோயாளிகள் கூடக் கார்பமசோபினுக்குக் கட்டுப்படுகின்றனர். வலிப்பு நோயாளிகளுக்குத் தரப் படுவதுபோல இரு மடங்கு மருந்து மன நோயாளி களுக்குத் தர வேண்டும்.

நோயாளியின் இரத்தத்தில் இம்மருந்தின் அளவு 4-10 மைக்ரோகிராம் / மில்லி லிட்டர் என்னும் அளவில் இருக்கும்போது இதன் முழுப் பயனும் கிடைக்கும். ஆனால் இந்த அளவு தாண்டும்போது வேண்டா விளைவுகளும் நச்சு விளைவுகளும் தோன்றிவிடும்.

தொடக்க நிலையில் வாந்தி, மயக்கம், இரட் டைப் பார்வை போன்ற வேண்டா விளைவுகளும், நாளடைவில் மஞ்சள் காமாலை, எலும்பு மஜ்ஜை ஒடுக்கம் (bone marrone suppression), அதன் விளை வான இரத்தச் சோகை, வெள்ளணுக்குறைவு (agranulocytosis), தட்டணுக் குறைவு (thrombocytopaenia) போன்ற இரத்த அணுக் குறை நிலைகளும் தோன்றக்கூடும். எனவே, இம்மருந்தை உட்கொள் ளும் நோயாளிகள் அவ்வப்போது தம் இரத்தத்தை நன்கு ஆய்வு செய்து கொள்ள வேண்டும்.

– கா. லோக. முத்துகிருஷ்ணன்

நூலோதி. மு. துளசிமணி & ச. ஆதித்தன், மருந்தியல், தமிழ்ப் பல்கலைக் கழகம், தஞ்சாவூர், 1986.

கார்பல் டன்னல் இணைப்போக்கு

மணிக்கட்டு எலும்புகளுக்கும், இவற்றோடு ஒட்டி யுள்ள குறுக்குப் பந்தகத்திற்கும் நடுவில் உள்ள சிறிய இடைவெளியின் மூலம் செல்லும் மீடியன் நரம்பு மிகுதியும் அழுத்தப்படுவதால் ஏற்படும் விளைவுகள் அனைத்திற்கும் மொத்தமாக அளிக்கப்பட்ட பெயர் கார்பல் டன்னல் இணைப்போக்கு என்பதாகும். கார் பல் என்பது மணிக்கட்டு எலும்புகளையும் டன்னல் என்பது குகைப்பாதையையும் குறிக்கும்.

குகைப் பாதை போன்ற இடைவெளியின் மூலம் செல்லும் நரம்பு மிகுதியாக அழுத்தப்படுவதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. அவற்றுள் கையில் ஏற்படும் காயம், கை வீக்கம், தசை இறுக்கம், காச நோயின் விளைவு, எலும்பு வீக்க நோய்கள் (எ.கா. அக்ரோ மிகாலி), அமைலாய்டோசிஸ், கருக்காலத்தில் தோன் றும் கை வீக்கம், மாதவிடாயின் முன் ஏற்படும் கை வீக்கம், தைராய்டின் மந்த நிலை முதலியவை குறிப் பிடத்தக்கவை.

அறிகுறிகள். இந்நோயில் உள்ளங்கைகளில் அதுவும் குறிப்பாக முதல் மூன்று விரல்களின் மீது (கட்டை விரல், ஆள் காட்டி விரல், நடுவிரல்) எரிச்ச லோடு கூடிய வலி இருக்கும். இந்த வலி முன் கையை யும் தாக்கும். இந்த வலி இரவில் மிகுதியாகும். அத் துடன் கை உணர்ச்சியற்று மரத்துப் போய் விடுவதும் உண்டு. நீட்டிய கட்டை விரலை ஆள்காட்டி விரலு டன் சேர்ப்பதற்குச் சற்றுக் கடினமாக இருக்கும். மேலும் கட்டை விரலுக்குக் கீழே இருக்கும் பள்ளங் களை மேட்டுப் பகுதியின் தசைகள் தாக்க, அந்த மேடு மெலிந்து விடுவதும் உண்டு.

மணிக்கட்டைத் தொடர்ந்து சற்று நேரம் முன் புறமாக மடக்கி வைத்திருப்பதன் மூலமோ நடு நரம் புப் பகுதியைச் சிறிது தட்டிப் பார்ப்பதன் மூலமோ இந்நோயின் முக்கியமான கை வலியையும் கை

மரத்துப் போதலையும் காண முடியும். நோயின் அறிகுறி மிகுதியாகத் தொடர்ந்தால் இந்தக் குகை வழி அழுத்தத்தை அறுவை மூலம் குறைப்பதுநல்லது. அல்லது குறுக்காகச் செல்லும் தசை நாரின் தொடர்பைத் துண்டிப்பதன் மூலம் வலியைக் குறைக் கலாம். வலி போக்கும் மாத்திரைகள் சாப்பிடுவது, கார்டிகோ ஸ்டீராய்டு மருந்தை ஊசி மூலம் உட் செலுத்துதல், வலி உள்ள கைக்கு இறுக்கமாகப் பட்டை கட்டிக் கொள்ளுதல் போன்றவை அவ்வப் போது நிலையற்ற பயனை அளிக்கவல்லவையாகும்.

- சு. ராஜலட்சுமி

நூலோதி. Robert G. Petersdof et. al., *Harrisons Principles of Internal Medicine*, Tenth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.

கார்பன்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் நான்காம் தொகுதி யில் (IV a தொகுதியில்) அமைந்துள்ள முதலாம் தனிமம் கார்பன் (carbon) ஆகும். இதன் குறியீடு C; அணு எண் 6; அணு நிறை 12.011; கார்பனின் சேர்மங்கள் இயற்கையில் பலவகையாகப் பரந்து காணப்படுகின்றன. நீண்ட காலத்திற்கு முன்பே இதன் புறவேற்றுமை (allotropy) உருவங்களான

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி														
58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	

ஆக்டினைடு தொகுதி														
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

படம்

வைரம், கிராஃபைட் போன்றவற்றைப் பற்றி மக்கள் அறிந்திருந்தனர். இவ்விரு பொருள்களும் படிக உருவம் கொண்டவை. மேலும் படிக உருவமில்லாமல் (amorphous) தூய்மையற்ற வடிவில் நிலக்கரியாகக் கார்பன் கிடைக்கிறது. பெட்ரோலியம் எண்ணெயி லும், இயற்கை எரி வளிமத்திலும் கார்பன் சேர்மங் கள் நிறைந்துள்ளன. சுண்ணாம்புக் கற்களிலும், டோலமைட் படிகங்களிலும் இது காணப்படுகிறது.

இயற்பியல் பண்புகள். கார்பனின் உருகுநிலை 3550°C; கொதிநிலை 4827°C. ஒப்படர்த்தி(கிராஃ பைட்) 2.26; இதன் இணைதிறன் 4. ஆனால் சில வினைகளில் இது 2 அல்லது 3 இணைதிறன்களைக் காட்டுகிறது. சாதாரண வெப்பநிலையில் இது பொது வேதி வினைப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படுவ தில்லை. உயர்வெப்பநிலையில் கார்பனின் அனைத் துப் புறவேற்றுமைகளும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கார்பன் டைஆக்சைடை வெளிப்படுத்தும் (கிராஃ பைட், வைரம் ஆகியவற்றிற்கு மிக உயர் வெப்ப நிலை தேவைப்படுகிறது). பொதுவாக இது எந்தக் கரைப்பான்களிலும் கரைவதில்லை.

ஐசோடோப்புகள். கார்பன், C^{10} — C^{16} வரை ஏழு ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றில் C^{12}, C^{13} ஐசோடோப்புகள் மட்டுமே நிலையானவை யாகும். இயற்கைக் கார்பன் 98.89% C^{12} ஐசோ டோப்பையும், 1.11% C^{13} ஐசோடோப்பையும் கொண்டுள்ளது. தொல்பொருள் துறையில் பொருள் களின் வயதைக் (ஆண்டுகளை) கணிக்க C^{14} ஐசோ டோப் பெரிதும் உதவுகிறது. இதன் அரை ஆயுள் காலம் 5770 ஆண்டுகள். 1962 இலிருந்து C^{12} ஐசோ டோப்பே அணுஎடை கணக்கிடுவதற்கு அடிப்படை அலகாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. இதன் அணு எடை 12.00000 அலகு ஆகும்.

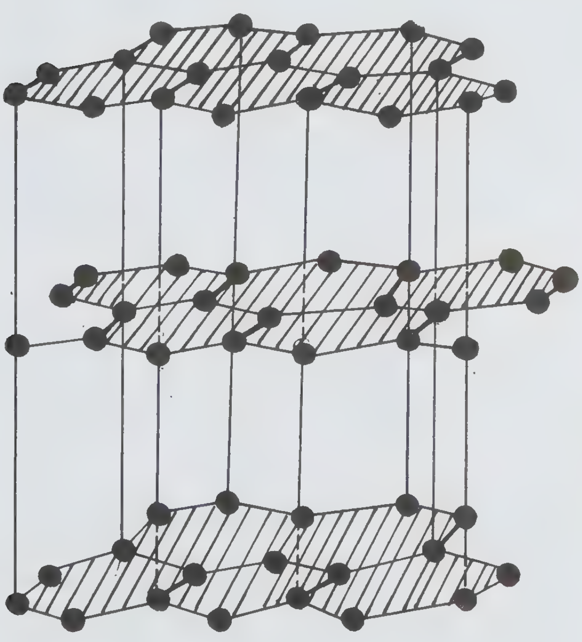
வைரம். கடினத் தன்மையுடைய பொருள்களில் வைரம் முதலிடம் பெறுகிறது. இதன் ஒளிவிலகல் எண் (refractive index) மிகவும் அதிகம். இது இயற் கையில் படிக வடிவில் கிடைக்கக்கூடியது. தூய்மை யான வடிவில் இது நிறமற்றது. மாசு கலந்திருக்கும் போது வண்ணத்துடன் மிளிர்கிறது. நொறுங்கும் தன்மையது; வெப்பம், மின்னோட்டம் போன்ற வற்றைக் கடத்தாது. சாதாரண வெப்பநிலையில் காற்று, நீர் மற்றும் பல வேதிப்பொருள்களால் தாக்கப்படுவதில்லை, ஏறத்தாழ 1000°C வெப்ப நிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து கார்பன் டைஆக்சைடை உண்டாக்கும்.

வைரத்தைப் பட்டை தீட்டினால் நன்கு மிளிர் கிறது. இது ஆபரணங்களில் அழகு பொருளாகவும், கண்ணாடிகளை வெட்டுவதற்கும், அறுப்பதற்கும், இரத்தினங்களை அறுத்துப் பட்டை தீட்டவும் பயன் படுகிறது. மலைகளையும் பாறைகளையும் குடையவும்

பயன்படும். துளை உளிகளின் (drills) நுனிகளில் இவ்வகை வைரங்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. இவை கார்பனோடோ, போர்ட் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன.

செயற்கை வைரங்கள். சர்க்கரையை வறுத்துக் கிடைக்கும் கார்பனுடன் மிகத் தூய்மையான இரும்பைச் சேர்த்து அக்கலவையைக் கரி மூசையில் (crucible) இட்டு மின் உலைகளில் 3000-4000°C வெப்பநிலைக்குச் சூடேற்றி, விளைபொருளைநீரில் அமுக்கி, திடீரெனக் குளிர்வித்தால் மிகச் சிறிய வைரக் கற்கள் உண்டாகின்றன.

கிராஃபைட். கார்பனின் இரண்டாம் புறவேற்றுமையான கிராஃபைட், வைரத்தின் இயற்பியல், வேதிப் பண்புகளிலிருந்து பெருமளவு மாறுபடுகிறது. கிராஃபைட் மென்மையான, வழவழப்பான, கறுப்பு நிறமுடைய உலோகங்களைப் போன்ற பளபளப்பான திண்மம்; எளிதில் நொறுங்கக் கூடியது. இது மின்சாரத்தை நன்கு கடத்துகிறது. உயர் அழுத்தத்தில் இதன் உருகுநிலை 3527°C. சாதாரண அழுத்தத்தில் இதை வெப்பப்படுத்தும்போது 3500°C இல் பதங்கமாகிறது. இதன் படிக அமைப்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் கார்பன் கார்பன் அணுக்களுக்



கிடையேயான தொலைவு 1.42Å இது வைரத்திலிருக்கும் கார்பன்-கார்பன் அணுக்களுக்கிடையேயான தொலைவை விடக் குறைவாகும். கிராஃபைட் படிகத்தில் மூன்று கார்பன் அணுக்கள் மற்ற கார்பன் அணுக்களுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. வைரத்தில் கார்பன் மற்ற நான்கு கார்பன் அணுக்களுடன் இணைந்துள்ளது. அறுமுக படிவங்களுக்கிடையேயான தொலைவைக் கணக்கிட்டால் இந்த இணைதிறனைப் பற்றி நன்கு தெரிந்துகொள்ளலாம். இரு படிவங்களுக் கிடையேயான தொலைவு 3.40Å. இததொலைவு கார்பன் அணு நான்கு இணைதிறன் பெறுவதற்கு மிகவும் அதிகமாகும்; எனவே எஞ்சியிருக்கும் நான்காம் எலெக்ட்ரான் வெப்பத்தையும், மின்சாரத்தையும் கடத்த உதவுகிறது. வைரத்தின் அடர்த்தியையும் (3.51 கி/க.செ) கிராஃபைட்டின் அடர்த்தியையும் (2.22 கி/க.செ) ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது இவற்றிற் கிடையேயிருக்கும் நெருக்கத் தன்மையின் அளவை (degree of compactness) அறியலாம்.

கிராஃபைட் புறவேற்றுமையை (Cg) வைரமாக (Cd) மாற்றலாம். கிராஃபைட்டுடன் இரும்பு வினையூக்கியைச் சேர்த்து உயர் அழுத்தத்திலும் உயர் வெப்பத்திலும் சூடுபடுத்தினால் வைரம் உண்டாகிறது. இரு புறவேற்றுமைகளும் 15000

$$C_d \rightleftharpoons C_g$$

வளிமண்டல அழுத்தத்தில், 300K வெப்பநிலையில் அல்லது 4000 வளிமண்டல அழுத்தத்தில் 1500 K வெப்பநிலையில் சமநிலை அடைகின்றன. செயற்கை வைரங்கள், கிராஃபைட் அல்லது கார்பனைக் கொண்ட வேறு சேர்மங்களை (எ. கா: கார்போஹைட்ரேட்டுகள்) உயர் அழுத்தத்தில் வெப்பத்திற் குட்படுத்தும்போது பெறலாம்.

வெப்பத்தையும், மின்சாரத்தையும் நன்கு கடத்துவதால் இது மின்னாற் பகுப்புக் கலன்களில் மின் முனைகளாகப் பயன்படுகிறது. வெப்பம் தாங்கும் மூசைகள் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. வழவழப்பாக உள்ளமையால் எண்ணெய், நீர் ஆகியவற்றுடன் கலந்தும், தனித்த நிலையிலும் எந்திரங்களில் உயவுப் பொருளாகவும் (lubricants) பயன்படுகிறது.

படிக உருவமற்ற கார்பன் வகைகள்

கார்பனின் படிக உருவமற்ற புறவேற்றுமைகள் எண்ணிலடங்கா. மரக்கரி (wood charcoal) காற்றில்லாத சூழ்நிலையில் மரத்துண்டுகளை வெப்பப்படுத்தினால் கிடைக்கிறது. மை அல்லது புகைக்கரி (எண்ணெய் விளக்குகள் போதுமான காற்றில்லாத சூழலில் எரிந்து கிடைக்கும் கரி) வளிமக்கரி (நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்து, சுட்ட கார்பன் தயாரிக்கும்போது வாலையில் படியும் கார்பன்), சர்க்கரைக் கரி (தூய்மையாக்கப்பட்ட சர்க்கரையை வறுத்துப்பெறும் கரி), விலங்குக் கரி (தூய்மையாக்கப்பட்ட எலும்புகளைச் சிதைத்து வடிப்பதால் கிடைப்பது) நிலக்கரி (கார்பன், மற்ற கரிம-கனிமப்பொருள்கள் கலந்த கலவை), கல்கரி (coke) போன்றவற்றில் கார்பன் பலவாறாக நிறைந்துள்ளது. இவை உலோகங்களைப் பிரித்

தெடுக்கவும், நிற நீக்கம் செய்யவும், நச்சு வளிமம் கெடுநாற்றங்களை நீக்கவும், சாராயம்,நீர் போன்றவற்றைத் தூய்மை செய்யவும், மை, வண்ணப் பூச்சுகள் தயாரிக்கவும், ரப்பருக்குக் கடினத்தன்மை அளிக்கவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

கிராஃபைட்டைச் செயற்கை முறையிலும் தயாரிக்கலாம். இதற்கு அச்சீஸன் முறை என்று பெயர். இதில் தூளாக்கப்பட்ட பெட்ரோலியம் கல் கரி அல்லது ஆந்த்ரசைட் நிலக்கரியைக் கார்பன் மின் முனைகளுக்கிடையே 2260°C வெப்பநிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும்போது கிராஃபைட் உண்டாகிறது.

எலெக்ட்ரான் அமைப்பு. கார்பனின் அணு எண் ஆறு. அதன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு பின்வருமாறு அமைந்துள்ளது:

$$1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^0$$

கார்பனின் வெளிச்சுற்றில் நான்கு எலெக்ட்ரான்கள் இருப்பதால் அதன் இணைதிறன் நான்காக உள்ளது. எனவே இது நான்காம் தொகுதியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. வளிமநிலைக் கார்பனிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை வெளியேற்ற மிகுதியான ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் (ஏறத்தாழ 2,56,000 கலோரி) கார்பன் மற்ற தனிமங்களுடன் அயனிப் பிணைப்பில் இணையாது என நிறுவுகிறது. ஏனெனில் அயனிப் பிணைப்பு ஏற்பட வேண்டுமானால் எலெக்ட்ரான்கள் ஓர் அணுவிலிருந்து மற்றோர் அணுவிற்குப் பெயர்ச்சி அடைய வேண்டும். கார்பனின் எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் (2.5) அது எலெக்ட்ரானை ஈர்த்து எதிரயனியாவதில்லை (anion) என்று காட்டுகிறது. ஆனால் கார்பைடு வகைச் சேர்மங்கள் குறைவான அயனிப் பிணைப்புச் (moderately ionic) சேர்மங்களாக உள்ளமையைக் காட்டுகிறது.

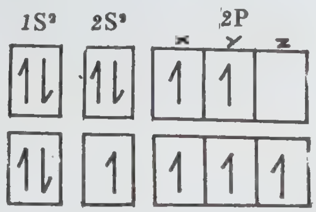
கார்பன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை நோக்கும்போது அதில் $2s^2$ ஆர்பிட்டால்கள் (orbitals) முழுவதுமாக நிரம்பி, $2p_x$ $2p_y$ ஆர்பிட்டால்களில் ஒவ்வோர் எலெக்ட்ரான் மட்டுமே இருப்பது தெரிகிறது. இதன்படி கார்பனின் இணைதிறன் இரண்டாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் கார்பனின் இணைதிறன் நான்காகவே பல சேர்மங்களில் உள்ளது. இதற்குக் காரணம் 2s ஆர்பிட்டாலிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரான் $2p_z^0$ ஆர்பிட்டாலுக்கு மாறிச் செல்வதே ஆகும். எனவே நான்கு ஆர்பிட்டால்கள் இரட்டையாகாமல் தனிச் சுழற்சியுடன் உள்ளன. இதனால் கார்பனின் இணைதிறன் நான்கு ஆகும். நான்கு வினையுறு ஆர்பிட்டால்களும் நான்முகியாக, 109° கோணத்தில் அமைந்துள்ளன.

பண்புகள்	வைரம்	கிராஃபைட்	வளிமம்
அடர்த்தி, கி/க.செ	3.51	2.22	
உருகுநிலை, °C	3550	(பதங்கமாகிறது)	
கொதிநிலை,°C	4827		
அயனியாக்க ஆற்றல், eV			
முதல் எலெக்ட்ரான்	11.27		
2ஆம் எலெக்ட்ரான்	24.28		
3ஆம் எலெக்ட்ரான்	47.6		
4ஆம் எலெக்ட்ரான்	64.2		
எரிதல் வெப்பம், கி.கலோரி	-94.49	-94.04	
உண்டாகத் தேவையான வெப்பம் கி. கலோரி/மோல்	0.5766	0.000	170.39
OK	0.4532	0.000	171.698
298.16K கட்டுறா ஆற்றல், கி-கலோரி/மோல்	0.6850	0.000	160.845
(free energy) 298.16 K			
இயல்பாற்றல் Cal/deg mole			
(கிராஃபைட்) 298.16K	0.5829	1.3609	37.7611
வெப்ப ஏற்புத்திறன் Cal/deg mole (heat capacity)	1.449	2.066	4.9803

சேர்மங்கள் உருவாகும்போது கார்பனின் இணை திறன் எலெக்ட்ரான்கள் அவற்றில் முழுவதுமாக ஈடுபடுவதில்லை. மேலும் கார்பன் உயர் எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத் தன்மை (electronegativity) கொண்டதன்று; எனவே ஒரு கார்பன்அணு மற்றொரு கார்பன் அணுவுடன் எளிதில் எலெக்ட்ரான்களைப் பங்கிட்டுப் பிணைப்புகளை உருவாக்குகின்றது. இவ்வாறு உருவாகும் பிணைப்புகள் சகபிணைப்புகள் ஆகும். இவற்றைப் பிளக்க 80 கலோரி/மோல் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. Si-Si இணைப்பின் வலிமை 50 கி. கலோரி/மோல் தான்; ஆகவே நீள் தொடர் சிலிக்கன் சேர்மங்கள் நிலையாக இருப்பதில்லை. தீவிரமாக வினைபுரியும் ஹாலோஜன்களும் சகபிணைப்புச் சேர்மங்களைக் கொடுக்கின்றன.

கிளர்வுறா நிலையில்

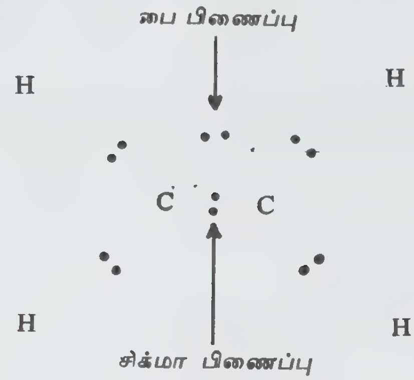
கிளர்வுற்ற நிலையில்



கார்பன் அணுக்கள் ஒற்றைப் பிணைப்புத் தவிர இரட்டைப் பிணைப்புகளையும் (—C=C–), முப்பிணைப்புகளையும் (—C≡C—) கொண்டுள்ளன. மற்ற சில தனிமங்களுக்கும் இப்பண்பு இருப்பினும் கார்பன் அணுவிலேயே மிகு எண்ணிக்கையில் இவ்வகைச் சேர்மங்கள் காணப்படுகின்றன. கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் இணைந்த ஹைட்ரோகார்பன்கள் பெரும்பான்மையாக உள்ளன. ஹைட்ரோகார்பன்களில் உள்ள ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக ஆக்சிஜன் ஹைட்ரஜன் ஹாலோஜன்களைப் பதிலீடு செய்வதால் மேலும் பல வகைக் கரிமச் சேர்மங்கள் கிடைக்கின்றன.

கார்பன்-கார்பன் ஒற்றைப் பிணைப்புச் சேர்மங்கள் நிறைவுற்ற சேர்மங்கள் (saturated compounds) என்றும், கார்பன்-கார்பன் இரட்டைப் பிணைப்பு, முப்பிணைப்புச் சேர்மங்கள் நிறைவுறாச் சேர்மங்கள் (unsaturated compounds) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

எத்தீன் அல்லது எத்திலீன் (C_2H_4) சேர்மமே இரட்டைப் பிணைப்புடைய நிறைவுறாச் சேர்மங்களில் முதலாவதாகும். மூன்று இரட்டையான எலெக்ட்ரான்கள், சமபக்க (equilateral) முக்கோணத்தின் மூன்று மூலைகளாக அமைந்துள்ளன. இவற்றில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் ஹைட்ரஜன் அணுவுடன் பிணைந்துள்ளன. மூன்றாம் எலெக்ட்ரான் மற்றொரு கார்பன் அணுவுடன் சிக்மா (σ) பிணைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இரு கார்பன் அணுக்களின் நான்காம் ஆர்பிட்டால்கள் இணைந்து பை (π) பிணைப்புகளை உண்டாக்குகின்றன. சிக்மா பிணைப்பு இரு கார்பன் அணுக்களையும் பிணைத்து



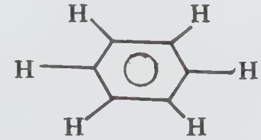
வைப்பதில் பங்காற்றுகிறது. பை பிணைப்பு வேதி வினைகளில் தாக்கப்படுகிறது. நிறைவுறாச் சேர்மங்களின் மிகு வினைபுரியும் தன்மைக்கு இதுவே காரணமாகும்.

எத்தைனில் (C_2H_2) இரு கார்பன் அணுக்களிலும் உள்ள மூன்று ஆர்பிட்டால்கள் இணைந்து σ பிணைப்புகளையும், எஞ்சியுள்ள இரு ஆர்பிட்டால்கள் இணைந்து பை (π) பிணைப்புகளையும் தருகின்றன.

கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கரிமச்

H:C:::C:H

சேர்மங்களை அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன் சேர்மங்கள் என்றும் அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் என்றும் இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். பென்சீன் கரு வளையங்களைக் கொண்ட சேர்மங்கள் அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் என்று வழங்கப்படுகின்றன.



பென்சீன்

ஒவ்வொரு கார்பன் அணுவின் இரு ஆர்பிட்டால்கள் அடுத்துள்ள கார்பன் அணுவுடன் இணைந்து சிக்மா பிணைப்புகளையும் மூன்றாம் ஆர்பிட்டால்கள்

ஹைட்ரஜனுடனும் பிணைந்துள்ளன. நான்காம் ஆர்பிட்டால்கள் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு பை பிணைப்பை ஏற்படுத்த வளையமாகச் சுற்றிக் காணப்படுகின்றன. இவ்வரோமாட்டிக் பைபிணைப்பு களுடன், நீள் சங்கிலித் தொடர் சேர்மம் போல் இல்லாமல், பிற அணுக்களோ அணுத் தொகுதி களோ எளிதில் சேர்வதில்லை.

வேதிவினைகள். சாதாரண வெப்பநிலையில் கார் பனின் அனைத்துப் புறவேற்றுமை உருவங்களும் மந்த மானவையாகவே உள்ளன. ஆனால் உயர் வெப்ப நிலையில் ஆக்சிஜனுடன் வினையுற்றுக் கீழ்க்காணும் ஆக்சைடுகளைத் தருகின்றன.

$$3C + O_2 \longrightarrow C_3O_2 \quad (\text{கார்பன் சப்ஆக்சைடு})$$

$$2C + O_2 \longrightarrow CO \quad (\text{கார்பன் மோனாக்சைடு})$$

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad (\text{கார்பன் டைஆக்சைடு})$$

மேற்குறிப்பிட்டுள்ள ஆக்சைடுகளை இவ்வாறு நேரடி யாகவும் வேறு பல முறைகளிலும் எளிதில் பெறலாம். நன்கு தூளாக்கப்பட்ட கார்பனைச் சுவாலை அல்லது சிறு மின்பொறியால் கிளர்வூட்டினால் மிகை ஆக்சிஜன் உடனிருக்க அவை வெடிக்கின்றன.

கார்பன் சப் ஆக்சைடு. மலானிக் அமிலத்தை, பாஸ் ஃபரஸ் பெண்டாக்சைடின் மேல் செலுத்தி நீரிறக்கம் செய்தால் இதைப் பெறலாம்.

$$CH_2(COOH)_2 \xrightarrow{P_2O_5} C_3O_2 + 2\,H_2O$$

இச்சேர்மம் வெறுக்கத்தக்க மணம் கொண்டது; எளிதில் நீருடன் வினை புரிந்து மீண்டும் மலானிக் அமிலத்தைத் தருகிறது.

கார்பன் மோனாக்சைடு. கார்பனின் எந்தவொரு புறவேற்றுமையும் மிகை ஆக்சிஜனுடன் உயர் வெப்பத்தில் வினைபுரிந்து கார்பன் மோனாக் சைடைத் தருகிறது.

$$2C + O_2 \rightarrow 2\,CO$$

இது ஒரு வெப்பம் உமிழ் வினையாகும்; 26.7 கி. கலோரி/மோல் வெப்பம் இதில் வெளியிடப்படுகிறது. கல்கரி செஞ்சூட்டில் நீருடன் வினைபுரிந்து கார்பன் மோனாக்சைடையும், ஹைட்ரஜனையும் உண்டாக்கு

$$C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$$

கிறது. இவ்வாறு கிடைக்கும்வளிமக் கலவைக்கு நீர் வாயு (water gas) என்று பெயர். இது எரிபொரு ளாகப் பயன்படுகிறது. கார்பன் மோனாக்சைடு பெட்ரோலியம் பொருள்கள் குறை எரிதலிலும் (incomplete combustion) தானியங்கிகள் வெளிவிடும் புகையிலும் உள்ளது. ஃபார்மிக் அமிலம் வெப்பத்தாற் பிளவுறும்போது கார்பன் மோனாக்சைடை உண்

$$HCOOH \xrightarrow{\triangle} CO + H_2O$$

டாக்குகிறது. COஇல் கார்பனின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை 2+ ஆகும். ஆனால் 4+ ஆக்சிஜனேற்ற நிலை யைக் கொண்ட கரிமச்சேர்மமே நிலையாகக் காணப் படுகிறது. எனவே இது அந்த ஆக்சிஜனேற்ற நிலையை அடைய உடன் CO_2 ஆக ஆக்சிஜனேற்றம்

$$2CO + O_2 \dashrightarrow 2\,CO_2$$

அடைகிறது. இவ்வினையும் ஒரு வெப்பம் உமிழ் வினையாகும். 67.63 கி.கலோரி/மோல் வெப்பம் இவ்வினையில் வெளியிடப்படுகிறது. கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன், மற்ற எரியும் வளிமங் கள் கலந்த கலவை தொழிலகங்களில் எரிபொருளா கப் பயன்படுகிறது.

கார்பன் மோனாக்சைடு குளோரினுடன் வினை புரிவதால் மிகு நச்சுத்தன்மையுடைய பாஸ்ஜீன் ($COCl_2$) வளிமம் உண்டாகிறது. இதேபோல் மற்ற ஹாலோஜன்களுடன் இது வினைபுரிகிறது. கந்தகத் துடன் வினைபுரிந்து கார்போனில் சல்ஃபைடைக் கொடுக்கிறது. உலோகங்களுடன் வினைபுரிந்து உலோகக் கார்போனைல்களைக் கொடுக்கிறது. ($M(CO)_x$-M= உலோகம்). இரத்தத்தில் ஹீமோ குளோபினில் உள்ள இரும்புடன் கார்பன் மோனாக் சைடு வினைபுரிந்து உண்டாகும் இத்தகைய கார் போனைல் சேர்மமே மனிதன் இறக்கக் காரணமாக அமைகிறது.

கார்பன்டை ஆக்சைடு. கார்பனை மிகை ஆக்சி ஜனில் வெப்பப்படுத்தினால் கார்பன் டைஆக்சைடு உண்டாகிறது. இவ்வினை ஒரு வெப்ப உமிழ் வினை யாகும். இதில் 94.4 கி. கலோரி/மோல் வெப்பம் வெளியாகிறது. கார்பனேட்டுகளை அமிலங்களுடன் வினைப்படுத்தினால் CO_2 கிடைக்கிறது.

$$CO_3^{2-} + 2H_3O^+ \rightarrow 3H_2O + CO_2$$

இவ்வினை ஆய்வகத்தில் CO_2 தயாரிக்க உதவுகிறது. பல ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டுகளை (பைகார்ப னேட்டுகள்) வெப்பப்படுத்தும்போது கார்பன் டைஆக் சைடு வெளியாகிறது.

$$2MHCO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O + M_2CO_3$$

மிகுதியும் வெப்பப்படுத்தப்பட்ட நீராவியும் CO உம் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனும் CO_2உம் கிடைக்கின்றன.

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

கார்பன், ஹைட்ரஜன் சேர்மங்கள் அல்லது கார்பன், ஆக்சிஜன் ஹைட்ரஜன் சேர்மங்களை எரிக்கும்போது CO_2 வெளியாகிறது.

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$2CH_3OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$$

குளுக்கோஸை நொதிக்க வைக்கும்போது CO_2 வெளியாகிறது.

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{சைமேஸ்}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

கார மண் உலோகக் கார்பனேட்டுகளை வெப்பப்படுத்தும்போது உலோக ஆக்சைடுகளும், கார்பன் டைஆக்சைடும் கிடைக்கின்றன.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\triangle} CO_2 + CaO$$

இது நிறமற்றவளிமம்;பொதுவாக வினைபுரியாதது. ஒருவித கெட்ட நெடியுடையது. சிறிது புளிப்புச் சுவை கொண்டது; காற்றைவிடக் கனமானது; இது எரியாது; பிற பொருள்கள் எரிவதற்கும் இது துணைபுரிவதில்லை. ஆயினும் எரிந்து கொண்டிருக்கும் மக்னீசியம் இதில் தொடர்ந்து எரிந்து மக்னீசியம் ஆக்சைடைத் தருகிறது.

நீரில் கரைந்து கார்பானிக் அமிலமாகிறது. காரங்களுடனும், கார ஆக்சைடுகளுடனும் வினைபுரிந்து கார்பனேட்டுகளைக் கொடுக்கிறது.

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

$$2\ NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$

$$Na_2O + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3$$

ஓர் அமில ஆக்சைடு தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீர் வழியே இதைச் செலுத்தினால் அது பால் போல மாறுகிறது. நீரில் கரையா கால்சியம் கார்பனேட் உண்டாவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

இதைக் குளிர்வூட்டி உயர் அழுத்தத்திற்குட்படுத்தினால் திண்மப் பொருளாக மாறுகிறது. இது உலர் பனி (dry ice) என்னும் பெயரில் விற்கப்படுகிறது. இது முக்கிய குளிர்விப்பானாகச் (coolant) செயற்படுகிறது; உலர்பனி, பனிக்கட்டியைவிட மிகு குளிர்ச்சி வாய்ந்தது.

பயன்கள். கார்பன் டைஆக்சைடு சோடா போன்ற பானங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. சோடியம் கார்பனேட், சோடியம் பைகார்பனேட் போன்றவை தயாரிக்கவும் இது பயன்படுகிறது; தீயணைக்கும் கருவிகளிலும் பயன்படுகிறது. வெள்ளை ஈயம் (white lead) என்னும் வண்ணப் பூச்சுத் தயாரிக்க இது தேவைப்படுகிறது.

கார்பனேட்டுகள். கார்பன் டைஆக்சைடு உலோக ஆக்சைடுகளுடன் வினைபுரிந்து கார்பனேட்டுகளைக் கொடுக்கிறது.

$$Na_2O + CO_2 \rightleftharpoons Na_2CO_3$$

$$BaO + CO_2 \rightleftharpoons BaCO_3$$

கார உலோகக் கார்பனேட்டுகளைத் தவிர மற்றவை நீரில் கரையா. குறைந்த அழுத்தத்தில் கால்சியம் ஹைட்ரஜன் கார்பனேட் ($Ca(HCO_3)_2$) கொண்ட நீரை ஆவியாக்கும்போது கால்சியம் கார்பனேட் வீழ்படிவாகிறது. உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளும் அவற்றின் நீர்த்த கரைசல்களும் CO_2 உடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டுக்களை உண்டாக்குகின்றன.

$$NaOH + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3$$

இந்த ஹைட்ரஜன் கார்பனேட்டுகளை வெப்பப்படுத்தும்போது CO_2 வெளியாகிக் கார்பனேட்டுகள் உண்டாகின்றன.

$$2\ NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

பண்புகள்	CO	CO_2	C_3O_2
மூலக்கூறு நிறை	28	44.010	68.030
கொதிநிலை, °C	-192	-56.6	-7
உறைநிலை, °C	-207	78.5	-111.3
நிலைமாறு வெப்பநிலை, °C	-139.5	31.1	—
,, அழுத்தம் (வளிமண்டலம்)	35.5	72.8	—
கரைதிறன் (வளிமண்டலம், O°C)	0.03 கன அளவு/ 1 கனஅளவுH_2O	1.7 கனஅளவு/ 1 கனஅளவுH_2O	வினை புரிகிறது
அடர்த்தி, கி/லி	1.250 (O °C)	1.56 -79°C	1.114 (O°C)

தொழிலகங்களுக்குத் தேவையான சோடியம் கார்பனேட்டை மேற்கூறிய முறையிலும், சால்வே-சோடா முறையிலும் தயாரிக்கலாம்.

சால்வே-சோடா முறை $NaCl + NH_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$

$$2\ NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

கார்பனேட் அயனி (CO_3^{2-}) கூட்டு சமதள வடிவம் கொண்டது. இடைப்பட்ட கோணம் 120°; C—O தொலைவு 1-31 Å ஆகும்.

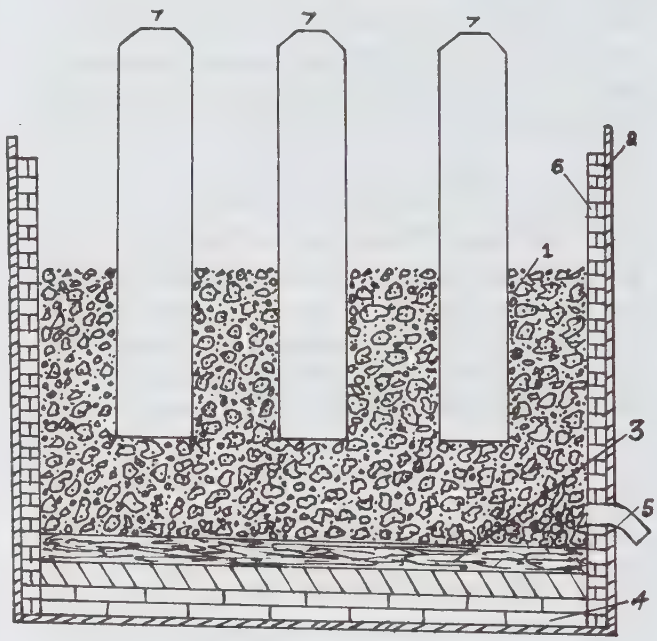
கார்பன்- ஹாலோஜன் சேர்மங்கள். கார்பன் உயர் வெப்பநிலையில் ஹாலோஜன்களுடன் நேரடியாக வினைபுரிந்து டெட்ராகார்பன் ஹாலைடுகளை உண்டாக்குகிறது. இவ்வினையால் கிடைக்கும் விளை பொருள் மிகவும் குறைவாகவே உள்ளது. வினையும் மெதுவாகவே நடைபெறுகிறது. எனவே டெட்ரா ஹாலைடுகளைத் தயாரிக்க வேறு முறைகள் பயன் படுகின்றன. சான்றாக டெட்ராகுளோரைடு (Cl_4) கார்பன் டைசல்ஃபைடும் குளோரினும் வினை புரிவ தால் கார்பன் கிடைக்கிறது.

$$CS_2 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 2S$$

ஒளியின் முன்னிலையில் மெத்தேனும் குளோரினும் வினை புரிவதாலும் கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு கிடைக்கிறது. மேலும் $CHCl_3$, CH_2Cl_2, CH_3Cl போன்ற ஹாலைடுகளையும் இவ்வினையால் பெறலாம். இதேபோல் வினைகளில் பிற ஹாலோஜன் களும் ஈடுபடுகின்றன.

கிராஃபைட்டின் வினைகள். கிராஃபைட் (கார்பன்) தரும் வினைகளை அவற்றின் அமைப்பில் இரு அறு கோண வளையங்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவால் விளக்கலாம். கார உலோகங்கள், ஹாலோஜன்கள், $FeCl_3$ போன்ற சில உப்புகள் படிவங்களில் ஊடுருவு கின்றன. கார்பனின் KC_8, KC_{16} சேர்மங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. தீவிரமான ஆக்சிஜனேற்றிகள் (எ.கா. $KClO_3$) சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் அல்லது நைட்ரிக் அமிலம் உடனிருக்கப் படிவங்களுக்கிடையே அதிக தொலைவுள்ள ($\sim$6 Å) சேர்மங்களைக் கொடுக் கின்றன. இச்சேர்மங்கள் கிராஃபைட்டிக் ஆக்சைடு, உலோக அமிலம் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. கிராஃபைட்டிக் ஆக்சைடில் கார்பன் ஆக்சிஜனின் விகிதம் (C:O) 6:1-6:2.5 வரையுள்ளது. உலோக அமிலத்தின் பொது வாய்பாடு $C_6\ (COOH)_6$ ஆகும்.

கார்பைடுகள். உலோகங்களுடன் கார்பன் வினை புரிந்து கார்பைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. மிகு வினைபுரியும் உலோகங்கள் (தொகுதி IA, IIA, IIIA தனிமங்கள்) உப்புப் போன்ற கார்பைடுகளைத் தரு கின்றன. எ.கா Na_2C_2, CaC_2, Mg_4C_3, Al_4C_3- கல்கரி யையும் சுண்ணாம்புக் கல்லையும் பயன்படுத்திக் கால் சியம் கார்பைடு (CaC_2) தயாரிக்கப்படுகிறது. தொழில் துறையில் இது கீழ்க்காணும் படத்தில் காட்டியவாறு தயாரிக்கப்படுகிறது.



1.மூலப்பொருள் (60% சுண்ணாம்பு, 40% கல்கரி) 2.எஃகு உலை, 3.கார்பன்பசை, 4.கார்பன் தொகுதிகள், 5.வெளியேற்றம், 6.செங்கல், 7.மின் முனைகள்.

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

$$CaO + 2C \longrightarrow CaC_2 + CO \uparrow$$

கார்பைடுகள் மின்சாரத்தைக் கடத்துவதில்லை. நிறமற்றவை; நீராற்பகுக்கும்போது ஹைட்ரோ கார்பன்களைக் கொடுக்கின்றன.

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

ஆய்வகத்தில் அசெட்டிலீன் மேற்காணுமாறு தயா ரிக்கப்படுகிறது. நீராற்பகுத்து இவ்வாறு அசெட்டி லீனைத் தரும் உலோகக் கார்பைடுகள் அசெட்டி லைடுகள் எனப்படுகின்றன.

இடைநிலைத் தனிமங்களுடன் கார்பன் உயர் வெப்பநிலையில் வினைபுரிந்து இடைச்செருகல் கார்பைடுகளை (interstitial carbides) அளிக்கின்றது. இவ்வாறு கிடைக்கும் கார்பைடுகள் (எ. கா. WC, W_2C, SiC, TiC) மிகவும் கடினமானவையாகவும், மின்சாரத்தைக் கடத்துபவையாகவும், வெப்பம் தாங்கவல்லனவாகவும் உள்ளன. நியோபியம்

கார்பைடு (NbC), டாண்ட்டலம் கார்பைடு (TaC), ஹாஃப்னியம் கார்பைடு (HfC) போன்றவை கனிம வேதிச் சேர்மங்களிலேயே மிக உயர் உருகுநிலையைக் கொண்டுள்ளன; இவற்றின் உருகு நிலை 4000° C - 4200° C வரை உள்ளது.

கார்பன் - நைட்ரஜன் சேர்மங்கள். இவ்வகைச் சேர்மங்களில் யூரியா முக்கியமானதாக விளங்குகிறது. இது நைட்ரஜன் உரமாகப் பயன்படுகிறது. மிகு வெப்பநிலையிலும், உயர் அழுத்தத்திலும் கார்பன் டைஆக்சைடும் அம்மோனியாவும் வினைபுரிவதால் யூரியா கிடைக்கிறது.

$$2NH_3 + CO_2 \longrightarrow H_2NCONH_2 + H_2O$$

பெரும்பாலான பண்புகளில் ஹாலோஜன்களை ஒத்திருக்கும் சயனோஜன் மூலக்கூறுகள் ($(CN)_2$) போலி ஹாலோஜன் (pseudohalogen) என்றே குறிப்பிடப்படுகின்றன. சயனைடு அயனிகளை (ஆக்சிஜன் பெராக்சைடுகள் அல்லது Cu^{2+} போன்ற உலோக அயனிகளைப் பயன்படுத்தி) ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து இதைப் பெறலாம்.

$$2CN^- \longrightarrow (CN)_2 + 2e^-$$

சயனைடு அயனிகள் இடைநிலை உலோக அயனிகளுடன் வினைபுரிந்து கார்பனிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரான் உலோக அயனிகளுக்கும் பரிமாற்றம் அடைந்து அணைவுச் சேர்மங்களை உண்டாக்கும். கார்பன் மோனாக்சைடைப்போல் இது இரத்தத்திலிருக்கும் இரும்புச் சேர்மங்களைச் செயலிழக்கச் செய்து இறப்பைத் தரும். இவ்வணைவுச் சேர்மங்களின் பொது வாய்பாடு $[M(CN)_x]^{-x/2}$ ஆகும்; இதில் 'x' என்பது உலோக அயனியின் அணைவு எண் (coordination number) ஆகும். இத்தகைய அணைவுச் சேர்மங்களுக்கான சில எடுத்துக்காட்டுகள்:

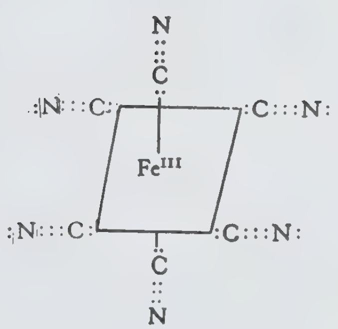
டெட்ராசயனோநிக்கலேட் (II) அயனி-$[Ni(CN)_4]^{2-}$

ஹெக்சாசயனோஃபெர்ரேட் (III) அயனி$[Fe(CN_6)]^{3-}$

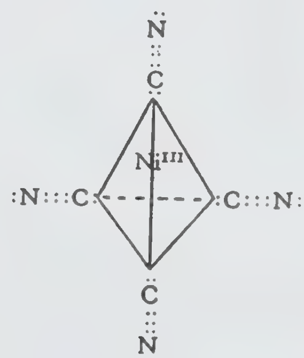
டைசயனோஅர்ஜென்டேட் (I) அயனி-$[Ag(CN)_2]^-$

கார்போனைல்கள். கார்பன் மோனாக்சைடு உலோக அயனிகளுடன் சேர்ந்து உலோகக் கார்போனைல்களைக் கொடுக்கிறது. இச்சேர்மங்களில் ஏற்படும் பிணைப்புகள் சயனோ அணைவுச் சேர்மங்களில் உள்ளதுபோல் உள்ளன. எ. கா:

$Ni(CO)_4$, $Fe(CO)_5$, $Fe_2(CO)_9$, $[Fe(CO)_4]_3$
$Mo(CO)_6$, $[Co(CO)_4]_2$



$[Fe(CN_6)]^{3-}$



$[Ni(CN)_4]^{2-}$

:N:::C:Ag^I:C:::N:

$[Ag(CN)_2]^-$

நிக்கல் கார்போனைல் எளிதில் ஆவியாகிறது. இது பிற உலோகங்களிலிருந்து நிக்கலைப் பிரித்தெடுக்க உதவுகிறது.

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. J. R. Partington, A Text Book of Inorganic Chemistry, Macmillan Co. Ltd., London, 1957.

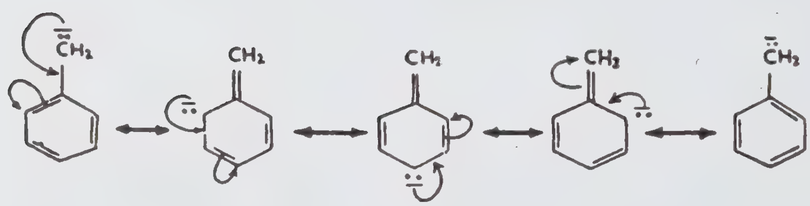
கார்பன் எதிர் அயனி

எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட கார்பன் அணு கரிமச் சேர்மம் கார்பன் எதிர் அயனி (carbanion) எனப்படும். (எ.கா) $CH_3CH_2^-$ (எத்தில் கார்பன் எதிர் அயனி), $C_6H_5CH_2^-$ (பென்சைல் கார்பன் எதிர் அயனி). சக பிணைப்புக் கொண்ட ஒரு கரிமச் சேர்மம் சமமற்ற பிளவிற்கு உள்ளாகும்போது சக பிணைப்பில் உள்ள இரண்டு எலெக்ட்ரான்களும் ஒரு கார்பன் அணுவில் சேர்ந்து கார்பன் எதிர் அயனி உண்டாகிறது. சமமற்ற பிளவில் ஏற்படும் மற்றொரு பொருள் கார்பன் நேர் அயனி (carbonium ion) ஆகும்.

கார்பன் எதிர் அயனிகளின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு அமீன்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பை ஒத்துள்ளது. கார்பன் எதிர் அயனிகளில் பங்கிடப்படாத எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளமையால் அவை காரத்தன்மை கொண்டவை. ஒரு கார்பன் எதிர் அயனியின் நிலைப்புத்தன்மை அது புரோட்டானுடன் சேர்ந்து கொடுக்கக்கூடிய இணை அமிலத்தின் (conjugate acid) வலிவைப் பொறுத்தது. இணை அமிலத்தின் வலிமை குறைவாக இருக்குமாயின், கார்பன் எதிர் அயனி சிறந்த காரமாகச் செயல்படும். ஆகவே அதன் நிலைப்புத்தன்மை குறைவாக இருக்கும். இணை அமிலத்தின் வலிமை மிகுதியாக இருப்பின் கார்பன் எதிர் அயனியின் நிலைப்புத்தன்மை மிகுதியாக இருக்கும். பொதுவாக ஓரிணைய கார்பன் எதிர் அயனிகள் (primary carbanions) ஈரிணைய கார்பன் எதிர் அயனிகளை விட (secondary carbanions) நிலைப்புத்தன்மை வாய்ந்தவை.

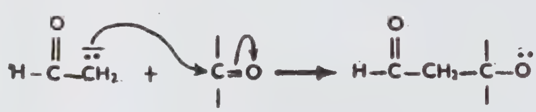
மூவிணைய கார்பன் எதிர் அயனிகள் (tertiary carbanions) குறைந்த நிலைப்புத்தன்மை கொண்டவை

கார்பன் எதிர் அயனி

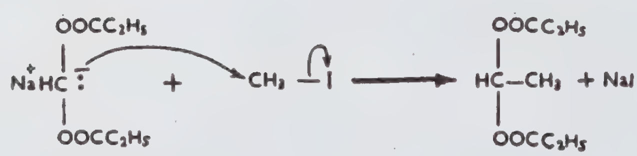


கார்பன் எதிர் அயனி உடனிசைவு

சேர்க்கை வினை



பதிலீட்டு வினை

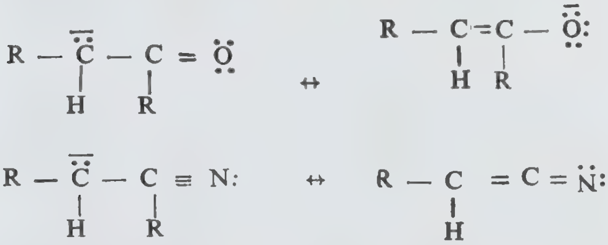


யாகும். கார்பன் எதிர் அயனியிலுள்ள கார்பன் அணு வின் பண்பு (s-character) அதிகரிக்கும்போது அதன் நிலைப்புத் தன்மையும் அதிகரிக்கிறது. காட்டாக, $RC\equiv C$, $R_2C=CH$, $C_6H_5^-$ போன்ற கார்பன் எதிர் அயனிகள் அல்க்கைல் கார்பன் எதிர் அயனிகளைவிட மிகு நிலைப்புத் தன்மை கொண்டவை.

கார்பன் நேர் அயனிகளுடன் ஒப்பிடுகையில் கார்பன் எதிர் அயனிகள் உயர் நிலைப்புத்தன்மை கொண்டவை. அவை எலெக்ட்ரான் தூண்டல் விளை வாலும் (inductive effect) உடனிசைவு விளைவாலும் (resonance effect) நிலைப்புத்தன்மை அடைகின்றன. அல்க்கைல்பென்சைல் போன்ற கார்பன் எதிர் அயனி கள் உடனிசைவு விளைவால் நிலைப்படுத்தப்படு கின்றன.

கார்பன் எதிர் அயனிகள் எதிர் மின்னேற்றம் கொண் டவையாதலால் அவை எலெக்ட்ரான் கவர் தொகுதி களால் நிலைப்படுத்தப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான் வழங்கும் தொகுதிகளால் நிலைப்புத்தன்மை குறை கிறது. கார்பன் எதிர் அயனியிலுள்ள தனித்த பங்கிடப்படாத எலெக்ட்ரான்கள் உடனிசைவுக்கு உள்ளாகும்போதும் நிலைப்புத்தன்மை அதிகரிக்கிறது.

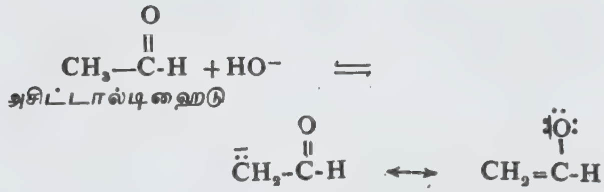
கார்பன் எதிர் அயனியிலுள்ள பங்கிடப்படாத எலெக்ட்ரான் இணை கொண்ட கார்பன் அணுவுடன் கார்போனைல், சயனோ, நைட்ரோ, எஸ்ட்டர் போன்ற எலெக்ட்ரான் ஈர்க்கும் தொகுதிகள் இணைத்திருக்கும்போது அந்த அயனி, தூண்டல் விளைவாலும் உடனிசைவு விளைவாலும் பெருமள வில் நிலைப்புத்தன்மை அடைகிறது.



மேற்கூறிய விளைவுகளால் நிலைப்புத்தன்மை அடையும் கார்பன் எதிர் அயனிகள் மிக எளிதாக உருவாகின்றன. தீவிர ஹைட்ரஜன் கொண்ட சேர்மங்களைக் காரங்களுடன் வினைப்படுத்துவதன் மூலம் அத்தகைய ஹைட்ரஜனை நீக்கும் போது கார்பன் எதிர் அயனி உண்டாகிறது. சான்றாக,

$$CH_3COCH_2COOC_2H_5 + C_2H_5O^- \rightleftharpoons CH_3CO\bar{C}HCOOC_2H_5 + C_2H_5OH$$

எத்தில் அசெட்டோ அசெட்டேட்



ஒற்றை மூலக்கூறு எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு (S_E1) வினைகள் நிறைவுற்ற கார்பனில் நடைபெறும் போது கார்பன் எதிர் அயனி இடைநிலைப் பொருளாக உண்டாகிறது. கார்பன் எதிர் அயனியின் நடுவிலுள்ள கார்பன் அணு sp^3 இனக்கலப்பால் (hybridisation) ஆனது. ஆகவே கார்பன் எதிர் அயனி அமீன்கள்போல் பிரமிடு வடிவமைப்புக் கொண்ட தாக நம்பப்படுகிறது. பங்கிடப்படாத எலெக்ட்ரான் இணை, பிரமிடின் உச்சிப் பகுதியில் இருக்கும். கார்பன் எதிர் அயனியிலுள்ள எதிர் மின்னேற்றம் பல் பிணைப்பில் (multiple bond) உள்ள எலெக்ட்ரான் களுடன் உடனிசைவு விளைவால் நிலைப்படுத்தப்படும் போது கார்பன் எதிர் அயனி, அதனுடன் உள்ள அனைத்து உறுப்புகளும் ஒரே தளம் கொண்ட அமைப்புடையவையாக இருக்கும்.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. Jerry March, *Advanced Organic Chemistry*, John wiley and Sons Ltd , New york, 1986.

கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு

இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு CCl_4; இது மெத்தேன் சேர்மத்தின் முக்கியப் பெறுதியாகும். கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு நிறமற்ற, அடர்வான நீர்மம். கார்பன் டைசல்ஃபைடுடன் வினையூக்கி உடனிருக்க குளோரினை வினைப்படுத்தி இதைப் பெறலாம்.

$$CS_2 + 3Cl_2 \xrightarrow{AlCl_3} CCl_4 + S_2Cl_2$$

இதன் கொதிநிலை 77°C; இது நீரில் கரையாது. ஆனால் எத்தனால், ஈதர் போன்ற கரிமக் கரைப் பான்களில் எளிதில் கரையும். இதன் ஆவி, எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் தன்மையற்றிருப்பதால் தொழி லகங்களில் கொழுப்பு, எண்ணெய், ரெசின், லோக் கர் போன்றவற்றிற்கான கரைப்பானாக உள்ளது. பைரீன் என்னும் பெயரில் தீயணைப்பானாகவும் செயல்படுகிறது. கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு செஞ்சூட்டிலும் (500°C) நிலையாக இருக்கக்கூடியது. ஆனால் இதன் ஆவி, நீர் ஆவியுடன் சேரும்போது கார்போனைல் குளோரைடு(பாஸ்ஜீன்) உண்டாகிறது.

இரும்புத் துருவலால் இது குளோரோஃபார்மாக ஒடுக்கப்படுகிறது.

- த. தெய்வீகன்

கார்பன் டைஆக்சைடு

இது ஒரு நிறமற்ற மணமற்றவளிமம்இது தீப்பற்றி எரியக் கூடியதன்று. நீரில் இதன் கரைசல் வலிமை யில்லா அமிலத்தன்மை கொண்டது. சுற்றுப்புறக் காற்றில் இதன் அடர்த்தி 0.04% ஆக உள்ளது.

சுவாசத்தின்போதும், விலங்குப்பொருள்கள் எரியும் போதும், சிதைவுறும்போதும்,நொதிக்கும்போதும் இது வெளியிடப்படுகிறது. காற்றைவிடக் கனமாக இருப்பதால் இது கிணறு மற்றும் சுரங்கங்களின் அடியில் நிறைந்திருக்கும். இது நீரில் 1:1 என்னும் விகிதத்தில் கரையக்கூடியது. இது உலோகக் கூடுகளில் 31°C க்கு மேற்படாத வெப்பநிலையில் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. கார்பன்டை ஆக்சைடு உள்ள உலோகக் கூடுகளின்மேல் சாம்பல் நிற வண்ணம் பூசப்பட்டிருக்கும்.

இயக்கங்கள். கார்பன்டை ஆக்சைடு, இரத்தம் இவற்றின் அமில-காரச் சமநிலையை ஒழுங்கு படுத்துவதில் பெரும் பங்காற்றுகிறது. இதை 5-7% அடர்த்தியில் ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்துச் செலுத்தும் போது மூச்சு மையத்தைத் தூண்டுகிறது. ஆனால் மருந்துகளால் ஒடுக்கப்பட்ட மூச்சு மையத்தைத் தூண்ட இதைப் பயன்படுத்தினால் நன்மையைவிடத் தீமையையே ஏற்படுத்தும். இது பெருமூளை இரத்தக் குழாய்களையும் திறம்பட விரிவடையச் செய்கிறது.

பயன்கள். ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்துச் செலுத்தப் படும்போது மூக்கு வழிச் செலுத்தப்படும் உணர்விழப்பு மருந்துகளின் உள் எடுப்பு விகிதத்தை மிகுதிப் படுத்தவும் அவற்றின் வெளியேற்றத்தை விரைவு படுத்தவும் இது பயன்படும். ஆக்சிஜன்-கார்பன் டைஆக்சைடு கலவை சாதாரணமாகக் கட்டுப்படுத்த முடியாத விக்கலையும் கட்டுப்படுத்தும். மேலும் இக்கலவை பிறந்த குழந்தைகளின் மூச்சுவிடுதலைத் தூண்டவும், நீரில் மூழ்கியவர்களுக்குப் புனர்வாழ்வு அளிக்கவும் பயன்படும். கார்பன்டை ஆக்சைடு பனிக் கட்டி 80°C வெப்பநிலையை உடையது. இது மருக்களை அழிக்கப் பயன்படுகிறது. தமனித் தடிப்பு நோய் உள்ளோருக்கு அறுவை செய்யும்போது மூளையில் இரத்த ஓட்டத்தை மிகுதிப்படுத்த இது பயன்படுகிறது. கார்போனேட் அல்லது பைகார்போனேட் கரைசலாக இது வாய் வழியே உட்கொள்ளப்படும் போது உணவுப்பாதைச் சளிச்சவ்வின் மூலம் நீர்மங்கள் உள் ஏற்கப்படுவது மிகுதியாகும். எரியும் தீயை அணைக்க இது தீயணைப்புப் பொருளாகவும் பயன் படுகிறது.

நச்சு விளைவுகள். காற்றோட்டம் இல்லாத நெரிசலான அறையுள் சில மணி நேரம் இருக்கும்போது, காற்றில் கார்பன் டைஆக்சைடின் அடர்த்தி 0.5% என்னும் அளவில் இருந்தாலும், தலைவலி, அயர்ச்சி முதலிய விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இதை 7% அடர்த்திக்கும் மேல் செலுத்தும்போது தலைவலி, அயர்ச்சி, மனக்குழப்பம், படபடப்பு, மிகை இரத்த அழுத்தம், கடின மூச்சு ஆகிய விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. இதை 10-12.5% அடர்வில் செலுத்தும்போது ஆழ் மயக்கம் ஏற்படுகிறது; 40% அடர்த்தியில் செலுத்தும் போது மூச்சு ஒடுக்கம் ஏற்பட்டு மரணம் நேரிடுகிறது. கார்பன் டைஆக்சைடால் உண்டாகும் நச்சு, பெரும் பாலும் தற்செயலாகவே ஏற்படுகிறது. (எ.கா: சுரங்கங்கள், கிணறுகளின் அடியில் பணி செய்யும் போது). அரிதாக, அறுவையின்போது உணர்விழப்பு மருத்துவர் ஆக்சிஜனுக்கு மாற்றாகக் கார்பன் டைஆக்சைடைத் தவறுதலாகச் செலுத்தி விடுவதாலும் நச்சு ஏற்படக்கூடும்.

கார்பன் டைஆக்சைடைக் கண்டறியும் ஆய்வுகள். இது சுண்ணாம்பு நீரைப் பால் நிறமாக்குகிறது. சுற்றுப்புறக் காற்றில் கார்பன் டைஆக்சைடின் அளவு 15-16% அளவில் உள்ள சூழ்நிலையில் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை வைத்தால் அது அணைந்து விடும். வெள்ளி நைட்ரேட்டுடன் இது சேரும்போது வெள்ளி கார்பனேட் எனும் வெண்மையான வீழ்படிவு ஏற்படுகிறது.

கார்பன் டைஆக்சைடு நச்சுக்கு மருத்துவம். நோயாளியைக் காற்றோட்டமுள்ள வேறிடத்திற்கு மாற்ற வேண்டும். ஆக்சிஜனைச் செலுத்திச் செயற்கை மூச்சு விடுதலை ஏற்படுத்த வேண்டும். சிரை வழியாக 2- அமினோ - 2 ஹைட்ராக்சி மெத்தில்-1, 3 - புரோப் பனிடயால் எனும் அமீன் தாங்கியைச் செலுத்தினால் மிகு நன்மை தருவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

கார்பன்டை ஆக்சைடு நச்சுத் தடுப்பு. சுற்றுப்புறக் காற்றில் இதன் பெரும அடர்த்தி 10 லட்சத்திற்கு 500 பகுதிகள் என்னும் அளவுக்கு மேற்படாதவாறு இருக்கலாம் என அறுதியிடப்பட்டிருப்பதால் இவ்வளி வெளிப்படக்கூடிய வாய்ப்புள்ள சுற்றுப்புறக் காற்றின் கார்பன் டைஆக்சைடின் அளவைத் தக்க கருவி கொண்டு அளந்து அதற்கேற்றவாறு முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கை எடுக்க வேண்டும்.

- மு. துளசிமணி

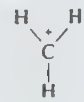
கார்பன் நேர் அயனி (கார்போனியம் அயனி)

நேர்மின்னேற்றம் பெற்ற கார்பன் அயனிகள் கார் போனியம் அயனிகள் (கரிம நேரயனிகள்) என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. சில கார்போனியம் அயனிகள்

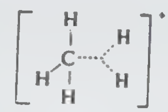
ஆய்வு செய்வதற்குத் தகுந்தவாறு நிலைப்பு உடையனவாக உள்ளன. கார்போனியம் அயனிகள் பொதுவாக மிகவும் குறுகிய கால நிலைப்புத் தன்மைக் கொண்டவை. இவை வேதிவினைகளின் இடைநிலைப் பொருளாக விளங்குகின்றன. உண்மையில் கார்போனியம் அயனிகள் கரிம வினைகளில் முக்கியமாக விளங்கும் இடைநிலைப் பொருள்களாகவும், வேதியியல் வினைகளின் வினைகளையும் வேதி அமைப்பு மற்றும் பண்புகளையும்கண்டறிய உதவும் பொருள்களாகவும் உள்ளன.

முதன் முதலில் 1901ஆம் ஆண்டில்தான் கார்போனியம் அயனியைப் பற்றி அறியப்பட்டது. ஆனாலும், அதற்கு 21 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் ஜெர்மன் நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியல் அறிஞரான ஹேன்ஸ் மீர்வின் நடுநிலை வினைப் பொருளான கேம்ஃபேன் ஹைட்ரோ குளோரைடு கார்போனியம் அயனி, இடைநிலைப் பொருள் வினை வழியே அமைப்பு மாற்றத்தால் நடுநிலை ஐசோபோர்னில் குளோரைடு உண்டாவதைக் கண்ட றிந்தார். இதுவே கார்போனியம் அயனி கரிம வினைகளில் ஓர் இடைநிலைப் பொருள்களாக இருப்பதற்குக் கிடைத்த முதல் சான்றாகும். இவ்வுண்மை ஃபிராங் கிளிஃபோர்டு ஒயிட்மோர் என்னும் அமெரிக்கக் குடியரசைச் சேர்ந்த வேதியியலாரால் 1932ஆம் ஆண்டு உறுதிப்படுத்தப்பட்டு, கிறிஸ்ட்டோஃபர் இன்கோல்டு, ஈ.டி. ஹியூஸ் ஆகிய இங்கிலாந்து நாட்டு வேதியியல் வல்லுநர்களால் 1920 ஆம் ஆண்டில் தொடர்ந்து ஆராயப்பட்டுக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மறைமுக முறைகளால் நிலைத்த கார்போனியம் அயனிகளைப் பெறப் பெரும் முயற்சி செய்யப்பட்டு வந்தபோதும் 1960 ஆம் ஆண்டிற்குப் பின்னரே நிலைத்த கார்போனியம் அயனிகளைப் பெறுவதற்கான பொதுவான நேரடி முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

வகைகள். இரண்டு வகையான கார்போனியம் அயனிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றில் முதலாவது வளமையான (classical) கார்போனிய அயனிகள் ஆகும். இவை மூவிணைதிறன் (trivalent) கார்பன் அணுவைப் பெற்றுள்ளன. இதில் கார்பன் அணு sp^2 இனக்கலப்பாக்கலில் இணைந்துள்ளது. அதாவது, கார்பன் அணுவின் மூன்று எலெக்ட்ரான்கள் இனக்கலப்பாக்கலில் தோன்றும் மூன்று ஆர்பிட்டால்களில் (எலெக்ட்ரான் மண்டலங்கள்) உள்ளன. ஓர் ஆர்பிட்டால் s என்றும், மற்ற இரு ஆர்பிட்டால்கள் p என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அனைத்து ஆர்பிட்டால்களும் ஒரே தளத்தில் அமைந்துள்ளன. எனவே, இம்மூலக்கூறின் நேரயனி மையம், கார்பன் அணு மூன்று வேறு அணுக்களுடனோ தொகுதிகளுடனோ இணைவதால் உண்டாகிறது. இத்தகைய அயனிகளின் மூல நேரயனி மெத்தில் நேரயனி (CH_3^+) ஆகும். இதைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



இரண்டாம் வகைக் கார்போனியம் அயனி ஐந்தணைவு (pentacoordinated) அல்லது வளமையில்லா (non-classical) கார்போனியம் அயனிகளாகும். இவற்றில் மூன்று ஒற்றைப் பிணைப்புகள் உள்ளன. மேலும் எஞ்சிய இரு எலெக்ட்ரான் பிணைப்பு மூன்று அணுக்களைப் பிணைக்கிறது. இதற்கு மூல அயனியாக மெத்தோனியம் அயனியைக் (CH_5^+) குறிப்பிடலாம். இது பின்வருமாறு அமைந்துள்ளது.



இவ்விரு வகைக் கார்போனியம் அயனிகளையும் ஆய்வு முறைகளால் வேறுபடுத்தலாம். சான்றாக, அணுக்கருக் காந்த உடனிசைவு (அணுக்கருவைப் பற்றி அறிய), அகச்சிவப்பு, ராமன் நிரலியல் ஆகியனவும், எக்ஸ் கதிரால் தூண்டப்பட்ட எலெக்ட்ரான் உமிழ் நிரலியல் போன்றவையும் (இவை பிணைப்பு ஆற்றல்களை அறிய உதவுகின்றன) இதற்காகப் பயன்படுகின்றன.

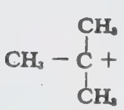
தயாரிப்பு மற்றும் நிலைப்பு. கார்போனியம் அயனிகளைப் பெறுவதற்குப் பல்வேறு முறைகள் உள்ளன. இவற்றைப் பின்வரும் ஏதேனும் ஒரு முறையில் அடக்கலாம். (1)கார்பன் அணுவிற்கும் பிணைந்துள்ள தொகுதிக்கும் இடையில் ஏற்படும் சமச்சீரற்ற (unsymmetrical) பிளவு,2) நடுநிலைக் கரிமச் சேர்மத்திலிருந்து எலெக்ட்ரானை வெளியேற்றுதல், 3) நிறைவுறாச் சேர்மத்தில் ஒரு புரோட்டானை அல்லது வேறு நேரயனியைச் சேர்த்தல், 4) புரோட்டான் ஏற்றம் (protonation) அல்லது அல்க்கைலேற்றம் செய்தல். கார்போனியம் அயனிகள் நேர்மின்சுமை பெற்றிருப்பதால் முனைவுடைய கரைப்பான்களில் (polar solvents) எளிதில் உண்டாகின்றன. மெத்தனால், நீரிய அசெட்டோன், அசெட்டிக் அமிலம், ட்ரைஃப்ளூரோ அசெட்டிக் அமிலம் ஆகியவற்றை இதற்குச் சான்றாகக் குறிப்பிடலாம்.

இவ்வாறு உண்டாகும் கார்போனியம் அயனிகளைப் பற்றிப் பின்வரும் இரு காரணங்களால் அறியலாம். 1. எந்த ஊடகத்தில் அது உருவானது 2. அதன் நிலைப்புத் தன்மை; கார்போனியம் அயனிகள் கரைப்பான்களுடன் எளிதில் வினைபுரிகின்றன. இவை நேர்மின்சுமையை ஈர்க்கும் பொருள்களுடனும் எளிதில் வினையுறுகின்றன எனவே, இவை மிகக் குறைந்த நிலைப்புத்தன்மையுடன் உள்ளன. இவற்றைப்

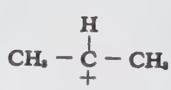
பற்றி மேலும் அறிந்து கொள்ள மறைமுக வழிகளைப் பயன்படுத்தவேண்டும். இதற்கு வேதி வினை வேக இயல் (chemical kinetics), கார்போனியம் அயனி வினைபுரிந்து கிடைக்கும் விளைபொருளைப் பகுப்பாய்வு செய்தல், முக்கியமாக மூலக்கூறில் அணுக்களின் முப்பரிமாணத்தை அறிதல், ஐசோடோப்பைப் பயன்படுத்தி ஆய்வு செய்தல் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். சில கரைப்பான்கள் கார்போனியம் அயனிகளுடன் வினைபுரிவதில்லை. ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு, ஆன்ட்டிமனி பென்ட்டாஃபுளூரைடு, ஃபுளூரோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம், ஆன்ட்டிமனி பென்ட்டாஃபுளூரைடு (சிறிதளவு சல்ஃபர் டைஆக்சைடு அல்லது சல்ஃப்யூரைல் ஃபுளூரைடுடன்) ஆகியவற்றை இதற்குச் சான்றாகக் கூறலாம். இந்தக் கரைப்பான்களில் கார்போனியம் அயனிகளின் நிலைப்புத் தன்மை குறிப்பிடத் தகுந்ததாக அமைந்திருப்பதால் ஆய்வு செய்வதற்கு ஏதுவாக அமைகிறது.

மூவிணைய கார்போனியம் அயனிகள் (tertiary carbonium ions) ஈரிணைய (secondary) கார்போனியம் அயனிகளைவிடவும், ஈரிணைய கார்போனியம் அயனிகள் ஓரிணைய கார்போனியம் அயனிகளை விடவும் உயர் நிலைப்புத்தன்மை கொண்டுள்ளன. மூவிணைய கார்போனியம் அயனிகளில், sp^2 கார்பன் அணு மூன்று அல்க்கைல் தொகுதிகளுடனும், ஈரிணைய கார்போனியம் அயனியில் sp^2 கார்பன் அணு இரு அல்க்கைல் தொகுதிகளுடனும் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவுடனும் இணைந்துள்ளன.

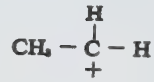
ஓரிணைய கார்போனியம் அயனியில் sp^2 கார்பன் ஓர் அல்க்கைல் தொகுதியுடனும் இரு ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடனும் அல்லது மெத்தில் நேரயனியில் உள்ளது போல் மூன்று ஹைட்ரஜன் அணுக்களுடனும் இணைந்திருக்கலாம். ஒவ்வொரு வகைக்கும் சான்றுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



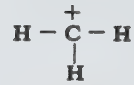
மூவிணைய கார்போனியம் அயனி (t-பியூட்டைல் நேரயனி)



ஈரிணைய கார்போனியம் அயனி (ஐசோபுரோப்பைல் நேரயனி)

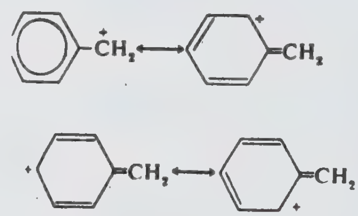


ஓரிணைய கார்போனியம் அயனி (எத்தில் நேரயனி)



மெத்தில் நேரயனி

இவ்வயனிகளின் நிலைப்புத்தன்மையை அல்க்கைல் தொகுதி sp^2 கார்பன் அணுவுடன் மின்சுமையைப் பரவச் செய்யும் விதத்தால் விளக்கலாம். பென்சைல் நேரயனிகள் ஏனைய ஓரிணைய நேரயனிகளைவிட உயர் நிலைப்புத்தன்மை கொண்டவையாகவுள்ளன. இதற்குக் காரணம் பென்சைல் அயனியில் இருக்கும் நேர்மின்சுமை பென்சீன் வளையத்தில் பல்வேறு இடங்களில் பரவ வாய்ப்பிருப்பதாலும் அந்த அமைப்புகள் உடனிசைவு அமைப்புகளாக இருப்பதாலுமே இவ்வமைப்புகளைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.



வினைகள். கார்போனியம் அயனிகள் எலெக்ட்ரான் குறை அயனிகளாக உள்ளமையால் அவை எலெக்ட்ரான் வழங்கி மூலக்கூறுகளுடன் (nucleophiles) எளிதில் வினைபுரிகின்றன. மூன்று வகையான கருக்கவர் வினைப் பொருள்கள் உள்ளன. n-காரங்கள், பை (pi) காரங்கள், சிக்மா (sigma) காரங்கள் என்பவையே அவை. n, பை, சிக்மா என்பன கருக்கவர் வினைப் பொருளில் வழங்கும் இணை எலெக்ட்ரான்களின் பிணைப்புகளின் நிலையைக் குறிக்கின்றன. எலெக்ட்ரான் வினைப்பொருள்கள் வெளியிலிருந்து, வினைப் பொருள்களுக்குள்ளேயே அமையலாம். பின்னர் சொல்லப்பட்ட வினையில் அமைப்பு மாற்றங்கள் நிகழும்.

சான்றுகள்: வெளி n-காரத்துடன் வினை: ஐசோபியூட்டிலீனை அமிலத்தால் நீரேற்றம் செய்தல். வினையில் நீர் மூலக்கூறில் இருக்கும் ஆக்சிஜன் அணுவில் எலெக்ட்ரான் இணை உள்ளது.

$$(CH_3)_2C = CH_2 + H^+ \rightarrow (CH_3)_3 C^+ \xrightarrow{H_2O}$$

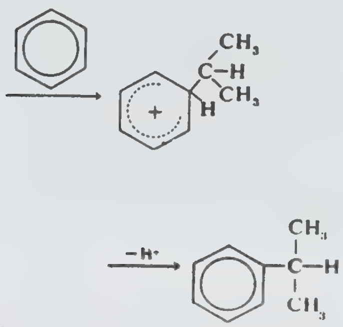
t-பியூட்டைல் நேரயனி

$$(CH_3)_3CO^{\oplus}H_2 \rightarrow (CH_3)_3COH$$

t-பியூட்டைல் ஆல்கஹால்

வெளிக் காரத்துடன் வினை. பென்சீனை ஐசோ புரோப்பைல் குளோரைடைப் பயன்படுத்தி அல்க்கை லேற்றம் செய்தலில் பென்சீன் மூலக்கூறு எலெக்ட் ரான் வழங்கியாகச் செயல்படுகிறது.

$$CH_3\overset{Cl}{\overset{|}{C}}HCH_3 \xrightarrow{AlCl_3} CH_3\overset{+}{C}HCH_3$$

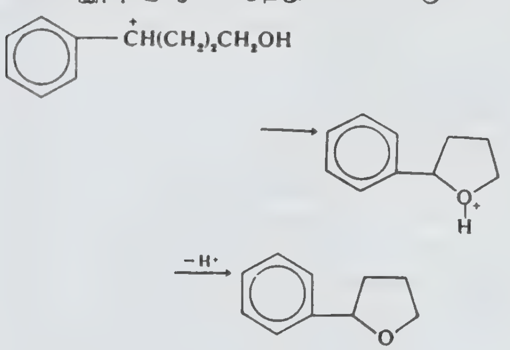


வெளி சிக்மா காரத்துடன் வினை. ஐசோ பியூட்டேனில் நடைபெறும் ஹைட்ரைடு பரிமாற்ற வினையை இதற்குச் சான்றாகக் கூறலாம். இதில் கார்பன்-ஹைட்ரஜன் சிக்மா பிணைப்பிலிருந்து எலெக்ட்ரான் இணை பெறப்படுகிறது.

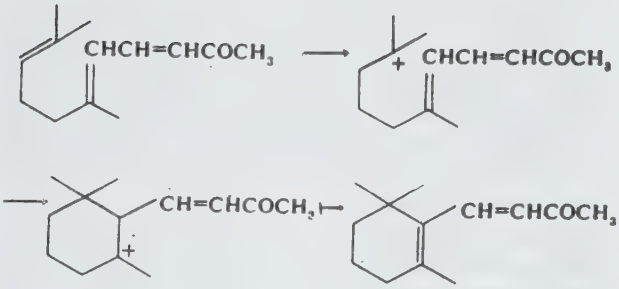
$$(CH_3)_3CCH_2\overset{+}{C}(CH_3)_2 + HC(CH_3)_3$$

$$\longrightarrow (CH_3)_3CCH_2CH(CH_3)_2 + \overset{+}{C}(CH_3)_3$$

உள் n காரத்துடன் வினை: வளையமாக்கல் வினை இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.



உள் பை காரத்துடன் வினை. β-அயேனோன் உருவாதலில் அமிலத்தால் வினையூக்கல் செய்தலில் நிறைவுறாப் பிணைப்பிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் அமைப்பு மாற்றமடைகின்றன.



உள் சிக்மா காரத்துடன் வினை. அமிலத்தால் அமைப்பு மாற்றம் அடையும் நியோபென்ட்டைல் ஆல்கஹாலை இவ்வினைக்குக் காட்டாகக் கூறலாம்.

$$(CH_3)_2\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{HBr} (CH_3)_2\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-\overset{+}{C}H_2$$

$$\longrightarrow (CH_3)_2\overset{+}{C}CH_2CH_3 \longrightarrow (CH_3)_2\overset{Br}{\overset{|}{C}}CH_2CH_3$$

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட வினை வகைகள் கரிமத் தொகுப்பு வினைகளில் முக்கியமானவையாக உள்ளன. பெரும்பாலான அமில வினையூக்க ஹைட்ரோ கார்பன் பரிமாற்ற வினைகள் பெட்ரோலிய வேதி யியலிலும், இன்றியமையா உயிர்-கரிம வினை களிலும் அடிப்படையாக உள்ளன. உயர் ஆக்ட் டேன் கேசோலின் தயாரிப்பில், சான்றாக, நேர் தொடர் ஹைட்ரோகார்பன்களை அமில வினை யூக்கத்தின் மூலம் மாற்றாக்கலுக்குட்படுத்திக் கிளைத் தொடர் ஹைட்ரோகார்பன்களாக மாற்றும் வினை யைக் குறிப்பிடலாம். உயிர் வேதியியலில் கார் போனியம் அயனி வினைகள் பயன்படுவதைப் பின் வரும் சான்றால் விளக்கலாம். ஸ்குவாலின் முன் னோடியைப் (precusor) பயன்படுத்தி லனோஸ்ட்ரால் என்னும் சேர்மத்தின் வழியே கொலஸ்ட்ரால் என்னும் சேர்மத்தைத் தொகுப்பதைக் கூறலாம். இத்தொகுப்பில் பரிமாற்றம் (transformation) அமில வினையூக்க அமைப்பு மாற்றங்கள்-வினை வகை ஆகியன அடிக்கடி நிகழ்கின்றன.

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. T. A. Geissman, *Principles of Organic Chemistry*, W. H. Freeman & Company, San Francisco ,1977.

கார்பன் நைட்ரஜன் விகிதம்

நிலமட்கில் கார்பன்-நைட்ரஜன் ஆகியன பொதுவாக 10:1–12:1 என்னும் விகிதத்தில் இருக்கும். தட்ப் வெப்பநிலைக்குத் தக்கவாறு இவ்விகிதத்தில் சிறிது மாறுதல் ஏற்படும். ஏறக்குறைய ஆண்டு வெப்ப நிலை ஒரே வகையாக இருப்பினும் மழை குறை வாகப் பொழியும் வறண்ட மண்டலங்களில் மழை மிகுதியாகப் பெய்யும் மண்டலத்தைவிட இவ்விகிதம் குறையும். ஒரே அளவு மழை இருப்பினும் வெப்ப மண்டலங்களில் குளிர் மண்டலத்தைவிட இவ்விகிதம் குறைந்து காணப்படும். மேல் மண்ணைவிட அடி மண்ணில் இவ்விகிதம் குறைந்திருக்கும்.

தாவரங்களில் கார்பன்-நைட்ரஜன் விகிதம் 20:1-30:1 வரை இருக்கும். அவரை இனத் தாவரங்கள், பண்ணை உரத்தில் விரிவாக அதாவது 90:1 என்னும் விகிதத்தில் இருக்கும். சில தாவர எச்சங்களில் (strawy residue) இதைவிட விரிவான விகிதத்திலும் காணப்படும். நுண்ணுயிர்களில் இவ்விகிதம் நிலை யானதாகவும் குறுகியதாகவும் இருக்கும். அதாவது 4:1 - 9:1 வரை இருக்கும்.

நிலத்திலுள்ள கரிமப் பொருள்களில் கார்பன் - நைட்ரஜன் விகிதம் பல விதங்களில் முக்கியம் வாய்ந்ததாகும். கார்பன் - நைட்ரஜன் விகிதம் மிகுந் துள்ள கரிமப் பொருள்களை மண்ணிற்கு இடும் போது உடன் கிடைக்கும் தன்மையுடைய நைட்ர ஜனுக்குப் போட்டி ஏற்படும். கார்பன்-நைட்ரஜன் விகிதம், மண்ணில் உறுதியான தன்மையுடன் கார்பன் பேணப்படுவதால், கரிமப் பொருள்கள் குறைந்த அளவிலான மண்ணில் நைட்ரஜனைச் சார்ந்திரா.

கார்பன்-நைட்ரஜன் விகித உறுதித்தன்மை. சிதைவு நடைபெறும்போது கார்பன்-நைட்ரஜன் இழப்பும் ஏற்படுகிறது. கார்பன், கார்பன் டைஆக்சைடாகவும் நைட்ரஜன் நைட்ரேட்டாகவும் கசிதல் (leaching) மூலமாகவும் தாவரங்களால் உட்கவரப்படும். ஆனால் நைட்ரஜன் அகற்றப்படும் மொத்தச் சதவீதத்திற்குத் தக்கவாறு கார்பன் இழப்பும் ஏற்படுகிறது. எனவே கார்பன்-நைட்ரஜன் விகிதத்தின் உறுதித் தன்மை பேணப்படுகிறது. ஆனால் இதற்காகச் சிறு கால இடைவெளியே தேவைப்படும்.

நைட்ரேட் குறைவு ஏற்படும் காலம். கார்பன்-நைட்ர ஜன் விகிதம் மிகுந்துள்ள பொருள்களை மட்காத நிலையில் நிலத்திற்கு இட்டால் பயிருக்குக் கேடு விளையும். கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள்கள் மண்ணு டன் கலந்தவுடன் அவற்றை நுண்ணுயிர்கள் சிதைக் கத் தொடங்கும். அவற்றிற்குரிய உணவு மிகுதியாகக் கிடைப்பதால் அதை உண்டு நுண்ணுயிர்கள் விரைந்து பெருகும். கார்பன் பெருமளவிலும் நைட்ரஜன் நுண்ணுயிர்களின் தேவைக்குப் போதாத அளவிலும் இருப்பதால் புவியில் முன்னரே இருக்கும் நைட்ரேட், அம்மோனியம் ஆகியவற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை நுண்ணுயிர்கள் எடுத்துக் கொள்கின்றன.

கார்பன்-நைட்ரஜன் விகிதம் குறைவாக உள்ள பொருள்களை இடும்போது இச்செயல் விரைவாக நடைபெறுகிறது. எனவே குதிரை மசால், குளோவர் எச்சங்கள் இடும்போது நைட்ரேட்டாக மாற்றும் பணியில் குறைவாக ஈடுபட்டு விரைவாக நைட்ர ஜனை வழங்கும். இதற்கு எதிர்மாறான விளைவு கார்பன்-நைட்ரஜன் விகிதம் 30:1 க்கும் விரிவாக உள்ள கார்பன் சேர்மப் பொருள்களை நிலத்திற்கு இடும்போது ஏற்படும். மேலும் முற்றிய சேர்க்கைப் பொருளாக (அவரை இனத் தாவரம், அவரை இனத் தாவரம் இல்லாததும்) இருப்பினும் இதே நிலைதான் காணப்படும். எனினும் முற்றாத தாவரத்தை இடும் போது விரைவான சுழற்சி நடைபெற்று நைட்ரஜன் வெளிப்படும். எனவே கார்பன்-நைட்ரஜன் விகிதம் நிலத்தில் உள்ள நைட்ரஜன் கிடைப்பதற்கும் கரிமப் பொருள்கள் பேணப்படுவதற்கும் மிகுந்த தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

- இரா. குழந்தைவேலு

நூலோதி. H. Buckman and N.C. Brady, *The Nature and properties of Soils*, Eurasia publishing House Pvt. Ltd, New Delhi , 1966.

கார்பன் மோனாக்சைடு

இது ஒரு நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற எளிதில் தீப்பற்றக்கூடிய வளிமம் ஆகும். சமையலுக்குப் பயன் படும் வளிமம், பெட்ரோல், எந்திரப் பொறியிலிருந்து வெளிப்படும் புகை, சாதாரணமாகத் தீப்பற்றி எரியும் போது வெளியாகும் புகை, புவிக்கு அடியில் உள்ள சுரங்கங்களில் ஏற்படும் தீ விபத்தின்போது தோன்றும் புகை ஆகியவற்றில் இது காணப்படுகிறது. இயற்கை வளிமத்துடன் பிற எரிபொருள்கள் சேர்ந்து முழுமை யாக எரியாதபோதும் கார்பன் மோனாக்சைடு உண்டாகிறது. புகை பிடிக்கும்போது சிறிதளவு கார் பன் மோனாக்சைடு மூச்சில் உள்ளிழுக்கப்படுகிறது.

இது மிகவும் நச்சுத்தன்மை வாய்ந்தது. தற்செய லாகவும் தற்கொலையாலும் ஏற்படும் பல மரணங் களுக்கு இது காரணமாகிறது. குறிப்பாகச் சிறு குழந் தைகளுக்கும் வயது முதிந்தோர்க்கும் இது நச்சாகும். மூச்சுவிடும்போது இரத்தத்தில் உள்ள ஹீமோகுளோ பினுடன் இது இணைந்து கார்பாக்சி ஹீமோகுளோ பின் என்னும் நிலைத்த சேர்மம் உண்டாகிறது. இது ஹீமோகுளோபினுடன் இணையும் வேகம், ஆக்சிஜன் ஹீமோகுளோபினுடன் இணையும் வேகத் தைவிட ஏறக்குறைய இருநூறு மடங்கு மிகுதியாக உள்ளது. எனவேதான் கார்பன் மோனாக்சைடு

நச்சில், திசுகளுக்கு ஆக்சிஜனை எடுத்துச் செல்லச் சிறிதளவு ஹீமோகுளோபினே கிடைக்கிறது. கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சின் அறிகுறிகள் திசுக்களுக்கு ஆக்சிஜன் கிடைக்காமையின் காரணமாக ஏற்படுகின்றன.

நச்சு அறிகுறிகள். திடீரென மயக்கம் ஏற்படலாம் அல்லது குமட்டல், வாந்தி, அயர்ச்சி, தலைவலி, மிகு வியர்வை, உடல் வெப்பநிலை ஏற்றம், மனக் குழப்பம் ஆகிய விளைவுகள் முதலில் தோன்றிப் பின் மயக்கம் ஏற்படக் கூடும். மலம் கழித்தல், சிறுநீர்ப் பிரிதல் ஆகியவை கட்டுப்பாட்டில் இராமல் தன்னிச்சையாக நிகழலாம். அரிதாக, தோல், இளஞ் சிவப்பு நிறம் அடையக்கூடும். மூச்சு அல்லது இதயச் செயலிழப்பு, நுரையீரல் நீர் வீக்கம், பெருமூளைச் சேதம் ஆகிய காரணங்களால் மரணம் நேரிடும்.

இரத்தத்தில் கார்பாக்சி ஹீமோகுளோபினின் அளவு மிகுதியாகும்போது ஏற்படும் விளைவுகளை அட்டவணையிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

இரத்தத்தில் கார்பாக்சி ஹீமோகுளோபினின் அளவு,%	ஏற்படக்கூடிய விளைவு
0-10	விளைவுகள் எதுவும் ஏற்படாமல் இருக்கக்கூடும்.
10-20	தலைவலி
20-30	கடும் தலைவலி, பணிபுரியும் போது மயக்கம்
30-40	வலிமை இழப்பு, அயர்ச்சி, பார்வை மங்குதல், குமட்டல்
40-50	கடுங்குமட்டல், வாந்தி, காது கேட்கும் திறன் குறைதல்
50-60	மூச்சு விகிதம் அதிகரிப்பு, வலிப்பு ஏற்பட்டு மரணம் ஏற்படக்கூடும்
60-70	ஆழ்மயக்கம், இதய இரத்தக்குழாய் மற்றும் மூச்சு மண்டல ஒடுக்கம்
70-80	பெரும்பாலும் மரணம் ஏற்படுகிறது
80	உறுதியாக மரணம் ஏற்படும்

சுவாசத்தில் உள்ளிழுக்கப்பட்ட கார்பன் மோனாக்சைடின் அளவு சுற்றுப்புறக் காற்றின் 0.4%க்கும் மேற்பட்டால் ஒரு மணி நேரத்தில் மரணம் ஏற்படும். சுரங்கங்களைப் போன்ற கார்பன் மோனாக்சைடு வெளிப்படக்கூடிய வாய்ப்பு உள்ள இடங்களில், காற்றில் கார்பன் மோனாக்சைடின் அளவு, பத்து லட்சம் பகுதிக்கு ஐம்பது விகிதத்திற்கு மேற்படாதவாறு இருக்க வேண்டும். அத்தகைய இடங்களில் ஒருவர் தொடர்ந்து எட்டு மணி நேரத்திற்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. இவ்வளிமத்தின் நீண்டகால நச்சு விளைவுகளாக, இதயத் தமனி நோய்கள், இரைப்பைக்குடல் அழற்சி, நினைவாற்றல் குறைதல், நடத்தை மாறுபாடுகள் ஆகியவை ஏற்படக்கூடும்.

சூங்களின் ஆய்வு. நோயாளியின் இரு சொட்டு இரத்தத்தை ஒரு பீங்கான் தட்டின்மீது வைத்து அதன்மீது இரு சொட்டு நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை விட வேண்டும். ஒப்பு நோக்குவதற்காக இயல்பான மனிதரின் இரு சொட்டு இரத்தத்தைப் பீங்கான் தட்டின் இன்னொருபுறம் வைத்து அதிலும் இரு சொட்டு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடை விட வேண்டும். கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சுக் கலந்த இரத்தமாக இருப்பின், இளஞ் சிவப்பான வீழ்படிவு ஏற்படும். மாநிற வீழ்படிவு ஏற்பட்டால், கார்பன் மோனாக்சைடு நச்சு இல்லை என அறியலாம்.

நிறமாலை நோக்கி ஆய்வு மூலமும் இவ்வளிம நச்சைக் கண்டறியலாம்.

மருத்துவம். முதலில் வளிமம் உள்ள சூழ்நிலையிலிருந்து நோயாளியை வெளியேற்றி, காற்றோட்டமுள்ள இடத்தில் ஓய்வு எடுக்கச் செய்யவேண்டும். குறைந்தது ஒரு மணி நேரத்திற்கு நோயாளிக்கு ஆக்சிஜன் செலுத்த வேண்டும். மிகு அழுத்த ஆக்சிஜன் கிடைக்குமானால் அதைச் செலுத்துவது சிறந்தது. சிலருக்குச் செயற்கை மூச்சுவிடும் முறையும் தேவைப்படலாம். ஆக்சிஜனுடன் கார்பன் டைஆக்சைடைச் சேர்த்துச் செலுத்துவதைத் தவிர்ப்பது நல்லது; ஏனெனில் தமனியின் pH மேலும் குறையக்கூடும். நோயாளி நீண்ட நேரம் மயக்கமாகவும், நீரிழப்புடனும் இருந்தால் சிரை வழியாகத் தொடர்ந்து குளுக்கோஸ் கரைசலைச் செலுத்த வேண்டும்.

பெருமூளை நீர்வீக்கத்திற்கான அறிகுறிகள் தோன்றினால், 500 மிலி. அளவு 20% மானிட்டால் கரைசலைச் சிரை வழியாக 15 நிமிடங்களுக்குச் செலுத்த வேண்டும். பின்னர் 500 மி.லி. அளவு 5% குளுக்கோஸ் கரைசலை அடுத்த 4-5 மணி நேரத்தில் செலுத்த வேண்டும்.

கார்பன் மோனாக்சைடு வளிம நச்சை முன்னெச்சரிக்கையுடன் தடுத்தல். மூடிய அறையுள், நிலக்கரி அடுப்பைப் பயன்படுத்துவதையும் பெட்ரோலால் இயங்கும் மோட்டார் வண்டிகளை இயக்குவதையும் தவிர்க்க வேண்டும். ஏனெனில் இவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் கார்பன் மோனாக்சைடு வெளியேற வழியின்றி இதை உள்ளிழுத்து மூச்சுவிட நேர்வதால்,

வளிமத்தால் நச்சு ஏற்படும் தீமை உள்ளது. சுரங்கம், பெட்ரோலியம், இவ்வளி தோன்றக்கூடிய வாய்ப்பு உள்ள தொழிற்சாலை நிறைந்த இடம் போன்ற இடங்களில் தகுந்த காற்று அழுத்தக் கருவியைக் கொண்டு இவ்வளிம அளவைக் கண்டறிந்து தக்க முன்னெச்சரிக்கை நடவடிக்கை எடுக்க வேண்டும்.

மருத்துவத்தில் கார்பன் மோனாக்சைடின் பயன். கார்பன் மோனாக்சைடைப் பயன்படுத்தி குட் பாஸ் தரின் நோய்த் தொகுப்பு எனும் நோய் உள்ளவர் களின் நுரையீரல்களில் ஏற்படும் இரத்த ஒழுக்கைக் கண்டறியும் விதத்தை ஈவான் என்னும் மருத்துவ நம் அவர்தம் இணை ஆய்வாளர்களும் 1976 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடித்து வெளியிட்டனர்.

- மு. துளசிமணி

கார்பன் விண்மீன்கள்

இவை லித்தியம், ஆக்சிஜனைவிட மிகையான கார்பன், மிகவும் குறைந்தளவு வெப்பம், சிவப்பு நிறம் ஆகியவற்றைக் கொண்ட மிகப்பெரும் விண் மீன்கள் (carbon stars) ஆகும். இவை c-விண்மீன்கள் (c-stars) என்றும் குறிப்பிடப்படும். எண்ணிக்கையில் குறைந்தளவே உள்ள wz - காசியோப்பியா (wz cassiopeia) இவ்வகையைச் சார்ந்த விண்மீனாகும்.

நிறமாலைக் கருவி மூலம் நோக்கும்போது C_2, CN CH ஆகிய தொகுதிகளுடன் கார்பன் சேர்மங்கள் அழுத்தமான நிரல்களாகத் தோன்றுவதைக் காண லாம். விண்மீன்களின் குறைந்த வெப்பம், சிவப்பு நிறம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு மிகக்குளிர்ச்சி யுடையது, அதிக சிவப்பு நிறமுடையது எனப் பல வகையாக இவை பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. நிறமாலை வகைகளில் R, N வகைகளைச் சார்ந்த விண்மீன் களாக இவை உள்ளன.

- பங்கஜம் கணேசன்

கார்பனோடைட்

இது கார்பனேட் உட்செறிவுடைய ஒரு தொகுதிப் பாறையாகும். கார்பனோடைட் (carbonatite) காரப் பாறைக் குழம்போடு (alkaline magma) தொடர் புடையது. 1921ஆம் ஆண்டு பிராக்கர் என்பார் தெற்கு நார்வேயில் பென் என்னும் இடத்திலுள்ள கார்பனோடைட்டை ஆராய்ந்தறிந்து, கார்பனோ டைட் என்னும் பெயரைச் சூடான நீர்மம் அல்லது பாய்மத்திலிருந்து உருவாகும் அனைத்துக் கார்பனேட் செறிவு மிகுந்துள்ள படிவுகளையும் குறிக்கப் பயன் படுத்தினார். பெ கோவ் சூடான கார்பனேட் செறிவுமிக்க நீர்மத்திலிருந்து உருவான கார்பனோ டைட் பாறை வழியாகச் சில பாறைக் குழம் பாக்க முறைகளின் (magmatic process) மூலமாக உருவானது என்றும், மேலும் காரப் பாறை ஆக்க முறைகளுடன் தொடர்புடையது என்றும் விளக்கி னார். ஹென்ரிச் என்பார் கார்பனோடைட் என்ப தைக் கார்பனேட் செறிவுமிக்க தோற்றப் பாறைக் குழம்பாக்க உருவப் பாறைகளைக் (apparent magmatic derivation) குறிக்கப் பயன்படுத்தினார்.

கார்பனோடைட் பாறை, பாறைக் குழம்பி லிருந்து மிக அரிதாகத் தோன்றும் பாறையாகும். ஆனால் அவை அறிவியலில் முக்கிய இடம்பெறுகின் றன. ஏனென்றால் கார்பனோடைட்டைப்பற்றி ஆரா யும் போது, பாறைக் குழம்பு குறித்துச் சில தகவல் களை அது அளிக்கிறது. கார்பனோடைட்டோடு சேர்ந்து காணப்படும் குறை சிலிக்கா காரப் பாறை யின் பிறப்பிடத்தை அறிவிக்கிறது (நெஃபீலீன் சயனைட்); வெடிக்கும் எரிமலைச் செயலைப் (explosive volcanism) பற்றி அறிவிக்கிறது; குறை சிலிக்கேட் அல்லது சிலிக்கேட் அல்லாத பாறைக் குழம்பின் பிறப்பிடத்தை அறிவிக்கிறது; கிம்பர்லைட் அல்லது அபிரக பெரிடோடைட்டின் பிறப்பிடத் தையும் உணர்த்துகிறது; கவசப்பரப்பு அல்லாத பகுதியில் (crator) ஏற்படும் நகர்வுகளைப் (tectonics) பற்றிய தகவல்களையும் தெரிவிக்கிறது.

கார்பனோடைட் பொருளாதார வகையில் மிகவும் முக்கியமானது. நியோபியம் என்னும் மூலகம் பைரோகுளோர் என்னும் கனிமமாக இப்பாறையில் காணப்படுகிறது. இப்பாறை அரிதில் கடத்தும் தனிமங் களைக் கொண்டுள்ளது. பாஸ்ஃபேட், பேரியம், தோரியம், மக்னீசியம், டைட்டேனியம் போன்ற வற்றின் பிறப்பிடப் பாறையாக அமைகிறது. தென் ஆஃப்ரிக்காவில் பாலபாரா தாமிரப் படிவுகள் கார்பனோடைட் பாறையில் காணப்படும்.

கார்பனோடைட் முழுதும் கார்பனேட்டுகளால் ஆனது. பெரும்பாலும் கால்சைட் ($CaCO_3$), டோலமைட் [$(CaMg(CO_3)]_2$ அல்லது சில சமயங் களில் ஆங்கெரைட், சிடரைட், ராடோகுரோசைட், கார்பனேட் கனிமங்கள் காணப்படும். ஏறக்குறைய 170 முதன்மைக் கனிமங்களும், 20 துணைக் கனிமங் களும் இப்பாறைகளில் காணப்படுவதாகக் கூறப் படுகிறது. முக்கிய முதன்மைக் கனிமங்கள் கார்போ னேட்கள் ஆகும். சிலிக்கேட்டுகள் துணைக் கனிமங்க ளாகக் காணப்படும். காரஃபெல்சுபார்கள் (ஆர்த்தோ கிளேஸ், சானிடின், மைக்ரோகிளைன்) நெஃபீ லின், பைராக்சின் (டயாப்சைடு, ஏஜிரின் பயோ டைட், பார்ஸ்டிரைட்) முதலான சிலிக்கேட் கனிமங் கள் காணப்படும்.

இரும்பு, டைட்டேனியம் ஆக்சைடுகளும், சில சல்ஃபைடு வகைகளும் இப்பாறையில் சேர்ந்து

காணப்படும். கார்பனோடைட்டுகளில் அரிதாக அதிக அளவில் அரிய தனிமங்களான பேரியம், ஸ்ட்ரான்சியம், நியோபியம் போன்றவற்றோடு, பாஸ்ஃபரஸ், ஃப்ளூரின், சல்ஃபர் போன்ற தனிமங்கள் காணப்படுகின்றன. அதாவது ஃப்புளோர் அப்படைட், மோனோசைட், பேஸ்நேசைட், பேரைட், ஸ்ட்ரான்சியோனைட், புளூரைட், பெரோஸ்கைட், பைரோகுளோர் போன்ற கனிமங்கள் காணப்படும். உள்இடச் செறிவாக (local concentration) பெரும்பான்மையாகக்காணப்படும் அப்படைட், ஃப்ளூரைட், பேரைட், பைரோகுளோர் போன்ற கனிமங்கள் பாறைக் குழம்பின் செயலாக்கத்தினாலோ மேலோட்ட இயக்கத்தாலோ பாஸ்ஃபரஸ், பேரியம், நியோபியம் மேலும் அரிய உலோகங்கள் நிறைந்த படிவுகளை ஏற்படுத்தும்.

கார்பனோடைட், முழுதும் படிகங்களைப் பெற்ற (holo crystalline), பொதுவாக நடுத்தர முதல், பெரும்பரல் வரையான துகள்களைக் கொண்ட பாறையாகும். கால்சைட் படிகங்களின் பக்கங்கள் முற்றிலும் ஒழுங்கற்றவையாகக் (anhedral) காணப்படும். டோலமைட் படிகங்களும் அவ்வாறே காணப்படுகின்றன. ஆனால் துணைக் கனிமங்கள் முற்றிலும் சம பக்கங்களைப் (euhedral) பெற்றுக் காணப்படும்.

இப்பாறை, தோற்றத்தில் உருமாறிய பாறை வகையைச் சார்ந்த சலவைக்கல் (marble) வகையை ஒத்ததாகக் காணப்பட்டதால் நீண்ட காலமாக சலவைக்கல் என்றே தவறாகக் கருதப்பட்டது. இதைப் பொதுவாக ஒரு நுழைவு அனற் பாறையாக அறுதியிட்டுக் கூறமுடியும். அவை பெரும்பாலும் மத்திய கரணைகளாகவும் (central plugs), மேலும் ஒழுங்கற்ற செம்பாளங்களைாகவும் (irregular dykes), அரிக்கப்பட்ட எரிமலை மையங்களில் (eroded volcanic centre) காணப்படுகின்றன. இப்பாறைகளுடன் தொடர்புப் பாறைகளாக அமையும் கார, மிகு காரப் பாறைகள் குறிப்பாக இஜோலைட் அல்லது கார பைராக்சினைட் ஆகும். மிக அரிதாக மேலும் ஒரே வகையான பாறையாக்கச் சூழ் நிலையில் (petrogenic environment), சோடியம் கார்பனோடைட் பாறைகள் வெளி உமிழ் வடிவுகளாகப் (extrusive flows) ஃபகூகூ (pahoehoe) என்னும் அமைப்புடன் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, டோரோ-ஆங்கோல் பகுதியில் வெளி உமிழ் படிவுகளாகச் சோடியம் கார்பனோடைட் பாறைகள் காணப்படும்.

1956 ஆம் ஆண்டு வரை 35 வகைக் கார்பனோடைட்டுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. 1968 ஆம் ஆண்டு அதன் எண்ணிக்கை அனைத்துக் கண்டங்களிலும் சேர்த்து 350 வகையாக உயர்ந்தது. கார்பனோடைட் அமெரிக்கா, ரஷ்யா, ஆஃப்ரிக்கா, ஐரோப்பா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் காணப்படுகிறது.

பாறைத்தோற்றக் குறிப்புகள். கார்போனைட் உட்செறிவு மிக்க பாறைக் குழம்பிலிருந்து கார்பனோடைட் பாறைகள் தோன்றின என்று பவன், கிரிக்ஸ், கார்க்கர், டட்டில் போன்ற பாறையியலார் கணிக்கின்றனர். பிராக்கர் என்பவர் மடுப்புப் பாறை (metasomatic) மாற்றத்தால் கார்பனோடைட் தோன்றியதாகக் கூறுகிறார்.

இதன் கனிம, வேதி ஆய்வுப் பண்புகள் பாறைக் குழம்பிலிருந்து தோன்றிய காரப் பாறைகளுடன் தொடர்புடையவையாக மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளன. பெரும்பாலான கார்பனோடைட் பாறை, பாறைக் குழம்பிலிருந்து தோன்றியதாகக் கூறுகின்றனர். இவை புவியில் மிகவும் ஆழத்திலிருந்து தோன்றிய மூலப் பாறைக்குழம்பில் (primary magma) காணப்படும் சிலவகை நீர்ம கார்பனோடைட் பாறைக் குழம்பாகும். அல்லது பெரிடோடைட், பைராக்சினைட், இஜோலைட், சான்கினைட் பாறைக் குழம்பிலிருந்து வேற்றுமைப்படுத்தப்பட்ட கார்பனோடைட் செறிவுமிக்க குழம்பு ஆகும்.

பிராக்கர் என்பார், எஸ்ஸக்சைட் செறிவுமிக்க பாறைக்குழம்பு, சுண்ணப் பாறைகளை (lime stone) உருக்கி, கார்பனோடைட் பாறைக்குழம்பாக மாற்றும் என்று குறிப்பிட்டார்.

- அ.வே. உடையனபிள்ளை

நூலோதி: L. Krishnasamy, *India's Mineral Resources*, Second Edition, Oxford & IBH publishing Co, New Delhi, 1979.

கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்

கார்பாக்சில் தொகுதிகளைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்கள் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் (carboxylic acids) ஆகும். கார்பாக்சில் தொகுதியில் கார்போனைல் தொகுதியும் ($\rangle C=O$) ஹைட்ராக்சில் தொகுதியும் (—OH) இணைந்திருந்தாலும் அவை தனித் தனியே தமக்குரிய வினைகளில் ஈடுபடுவதில்லை. கார்பாக்சில் தொகுதியின் எண்ணிக்கைக்கேற்ப இவை மோனோ கார்பாக்சிலிக், டைகார்பக்சிலிக், ட்ரை கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை கரிம வேதியியலில் ஒரு தனிப்பெரும் பிரிவாக அமைந்துள்ளன. இவை நீரில் பிரிகையுறுகையில் புரோட்டானை வெளிப்படுத்துகின்றன. கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் பொது வாய்பாட்டை $R(CXY)_nCOOH$ என எழுதலாம்; இதில் R,X,Y என்பன ஹைட்ரஜன், நிறைவுற்ற அல்லது நிறைவுறா அரோமாட்டிக் தொகுதிகள், ஹாலோஜன், கார்பாக்சில் தொகுதிகள் அல்லது வேறு தொகுதிகளாக இருக்கலாம். n இன்

மதிப்பு பூஜ்யத்திலிருந்து (எ.கா. ஃபார்மிக் அமிலம்) நூறு வரை இருக்கும்.

CH_3COOH - அசெட்டிக் அமிலம்

$CH_2(COOH)_2$ - மலானிக் அமிலம்

$CH_2=CH-COOH$ - அக்ரிலிக் அமிலம்

அலிஃபாட்டிக் வரிசையில் அமையும் நிறைவுற்ற மோனோ கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் பெரும்பாலும் கொழுப்புகளினின்றும் பெறப்படுவதால் அவை கொழுப்பு அமிலங்கள் (fatty acids) எனப்படுகின்றன.

பெயரிடுதல்: IUPAC முறைப்படி கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் அவற்றையொத்த ஹைட்ரோகார்பன்களின் பெயருடன் ஓயிக் (-oic) அமிலம் என்னும் பின்னொட்டுச் சேர்த்துக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அமிலங்களுக்குப் பெயரிடும் முறையை உருவாக்குவதற்குப் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே சில அமிலங்கள் பழக்கத்தில் இருந்தன. ஃபார்மிக் அமிலம், அசெட்டிக் அமிலம், பியூட்ரிக் அமிலம், வாலெரிக் அமிலம், பால்மிட்டிக் அமிலம், லாரிக் அமிலம் போன்றவை அவற்றில் சில. லத்தீன் மொழியில் ஃபார்மிக்கா (*formica*) என்பது எறும்புகளைக் குறிக்கும். அக்காலத்தில் ஃபார்மிக் அமிலம் எறும்புகளைக் காய்ச்சி வடித்துப் பெறப்பட்டதால் அதற்கு அப்பெயர் நிலைத்துவிட்டது. இதன் வேதிப் பெயர் மெத்தனாயிக் அமிலம். இதேபோல் பெலார்கோனியம் ரோசியம் (*Pelargonium roseum*) என்னும் தாவர இலைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட அமிலம் பெலார்கோனிக் அமிலம் $(CH_3(CH_2)_7COOH$ எனப் பெயரிடப்பட்டது. இதன் வேதிப்பெயர் நோநானாயிக் அமிலம். கார்பாக்சில் தொகுதி மூலக்கூறில் எந்த இடத்தில் அமைந்துள்ளது எனக் குறிக்க 1,2,3... என்னும் எண்கள் குறிப்பிடப்படும். பழைய முறையில் α, β, γ ... என்னும் கிரேக்க எழுத்து கார்பாக்சில் தொகுதியை அடுத்துள்ள கார்பன் அணுவிலிருந்து குறிக்கப்பட்டு வந்தது.

$$\overset{\epsilon}{HOCH_2}\ \overset{\delta}{CH_2}\ \overset{\gamma}{CHBr}\ \overset{\beta}{CHBr}\ \overset{\alpha}{CH_2}\ COOH$$
6 5 4 3 2 1

3,4- டைபுரோமோ-6-ஹைட்ராக்சி ஹெக்சனாயிக் அமிலம்

அல்லது

β,γ -டைபுரோமோ-ε-ஹைட்ராக்சி கேப்ராயிக் அமிலம்

பண்புகள். ஒற்றைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தின் முதல் மூன்று அமிலங்கள் அருவெறுக்கத்தக்க நெடியும், அரிக்கும் தன்மையுமுடையவையாகவும் உயர் கொதிநிலை கொண்ட நீரில் கரையும் நீர்மங்களாகவும் உள்ளன. இவற்றின் ஒப்படர்த்தி ஏறக்குறைய ஒன்றாக உள்ளது (ஃபார்மிக், அசெட்டிக் அமிலங்களுக்கு இது மிகுதி). பத்துக் கார்பன் அணுக்களுக்கு மேற்பட்ட அமிலங்கள் நெடியற்ற, நீரில் கரையாத மெழுகு போன்ற திண்மங்களாக உள்ளன. உருகுநிலை, கொதிநிலைகள் படிப்படியாக அதிகரிக்கின்றன. ஒப்படர்த்தி அவற்றின் மூல ஹைட்ரோகார்பன்களைப்போல் குறைகிறது. அனைத்து டைகார்பாக்சிலிக் அமிலங்களும் படிக உருவம் கொண்ட திண்மங்கள். இவற்றின் உருகுநிலைகள் அவற்றையொத்த கொழுப்பு அமிலங்களின் உருகுநிலையைவிட மிகுதி. இவை நீரில் எளிதில் கரைகின்றன. மூலக்கூறு எடை மிகும்போது கரைதிறன் குறைகிறது. அரோமாட்டிக் அமிலங்களைவிட உயர் உருகுநிலையைக் கொண்டுள்ளன. இவை குளிர்ந்த நீரில் குறைவாகவும் வெந்நீரிலும், கரிமக் கரைப்பான்களிலும் பெருமளவில் கரைகின்றன.

அயனியாதல். நீரில் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் பின்வருமாறு பிரிகையுறுகின்றன.

$$R(CXY)_nCOOH + H_2O \rightleftharpoons R(CXY)_nCOO^- + H_3O^+$$

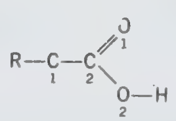
இதன் அயனியாகும் தன்மை கரைப்பானின் காரத்தன்மையைப் (basicity) பொறுத்து நேரடியாகவும் கார்பாக்சிலிக் தொகுதியில் அமைந்திருக்கும் பிணைப்பின் வலிமைக்கு எதிராகவும் மாறுபடுகிறது. எனவே இதன் பிரிகை மாறிலியைக் (dissociation constant) கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்.

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[R(CXY)_nCOO^-]}{[R(CXY)_nCOOH]}$$

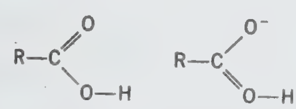
குறைந்த எண்ணிக்கை கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட நிறைவுற்ற கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் Ka அளவு குறைவாக உள்ளது. (எ.கா.) அசெட்டிக் அமிலம் $Ka = 1.75 \times 10^{-5}$. இவ்வமிலம் குறைவாகப் பிரிகையுறுவதையே இது குறிக்கிறது. ஆனால் எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்தன்மை கொண்ட பதிலிகள் (substituents) கரிமத் தொடரில் அமிலத் தொகுதிக்கருகில் (2 அல்லது α கார்பன் அணு) இருந்தால் பிரிகை மாறிலி அதிகரிக்கிறது. (எ.கா.) ட்ரைகுளோரோ அசெட்டிக் அமிலம், $Ka=1.3\times10^{-1}$. சில நிறைவுற்ற ஒற்றைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் பெயர்கள், வாய்பாடுகள், உருகுநிலைகள், கொதிநிலைகள் ஆகியன அட்டவணை-1இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவை கொழுப்புகளிலிருந்தும் எண்ணெய்களிலிருந்தும் செயற்கைத் தொகுப்பு முறைகளாலும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

அமைப்புகளும் பண்புகளும். அயனியாகாத நிலையில் கார்பாக்சிலிக் அமிலம் கீழ்க்காணும் அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. இதில் கார்பாக்சில்

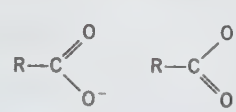
பெயர்	வாய்பாடு	மூலம்	உருகுநிலை °C	கொதிநிலை °C
ஃபார்மிக்	$HCOOH$	தொகுப்பு	8.4	100.5
அசெட்டிக்	CH_3COOH	தொகுப்பு, நொதித்தல்	16.7	118.1
புரோப்பியோனிக்	CH_3CH_2COOH	தொகுப்பு	-22.0	141.0
பியூட்ரிக்	$CH_2(CH_2)_2COOH$	கொழுப்பு, தொகுப்பு நொதித்தல்	-4.7	164.1
வெலாரிக்	$CH_2(CH_2)_3COOH$	தொகுப்பு வெலாரியானா ஓஃபீசினாலிஸ்	-34.5	186.4
ஐசோவெலாரிக்	$(CH_3)_2CHCH_2COOH$	கொழுப்பு, எண்ணெய், தொகுப்பு	-29.3	176.5
காப்ராயிக்	$CH_3(CH_2)_4COOH$	தொகுப்பு	-1.5	205.8
ஹெப்டனாயிக்	$CH_3(CH_2)_5COOH$	ஹெப்டால்டிஹைடிலிருந்து தொகுப்பு	-7.5	223.0
காப்ரிலிக்	$CH_3(CH_2)_6COOH$	கொழுப்பு, வெள்ளாட்டு எண்ணெய்	16.3	239.7
பெலார்கானிக்	$CH_3(CH_2)_7COOH$	பெலர்கானியம்ரோசியம் (*Pelargonium roseum*)	12.5	255.6
லாரிக்	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$	தேங்காய், லாரெல் (laurel) எண்ணெய்	44.1	225/100மி.மீ
பால்மிட்டிக்	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	ஃச்சம், ஆலீவ் எண்ணெய்	62.8	271.5 100மி.மீ
ஸ்டிரிக்	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	நொதித்தல்	69.9	291 110மி.மீ



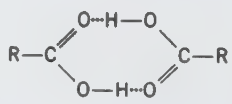
கார்பன் அணு ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவுடன் இரட்டைப் பிணைப்புடனும், மற்றோர் ஆக்சிஜன் அணுவுடன் ஒற்றைப் பிணைப்புடனும் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. $\underset{2}{C}{=}\underset{1}{O}$ பிணைப்புத் தொலைவு $\underset{2}{C}{-}\underset{2}{O}$ பிணைப்புத் தொலலவைவிடக் குறைவாகவும் $\underset{1}{C}{-}\underset{2}{C}{=}\underset{1}{O}$ பிணைப்புக் கோணம் $\underset{1}{C}{-}\underset{2}{C}{-}\underset{2}{O}$ பிணைப்புக் கோணத்தைவிட மிகுதியாகவும் உள்ளது. ஆய்வுகள் மூலம் இது அறியப்பட்டுள்ளது. ஆனால் $\underset{2}{C}{-}\underset{2}{O}$ ஒற்றைப் பிணைப்பு, சாதாரண ஒற்றைப் பிணைப்பின் நீளத்தைவிடக் குறைவாக உள்ளது. எனவே இது உடனிசைவு (resonance) அமைப்பாக உள்ளதெனத் தெரிகிறது.



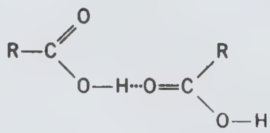
அயனியான நிலையில் கார்பாக்சிலேட் எதிரயனியின் உடனிசைவு அமைப்புகளைப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம். கார்பாக்சிலேட் அயனியின்



உண்மையான அமைப்பு இவ்விரு அமைப்புகளின் கலப்பேயாகும். தனித்த நிலையில் (திண்மம், நீர்மம், வளிமம்) குறைந்த எண்ணிக்கையில் கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட அமிலங்கள் இருபடிகளாக (dimers) இருக்க முனைகின்றன. இவ்வமைப்பில் இரு அமில மூலக்கூறுகள் வலிமை குன்றிய ஹைட்ரஜன் பிணைப்பால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.



குறைந்த மூலக்கூறு எடையுடைய அமிலங்களின் உயர் கொதிநிலைக்கு இந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்பே காரணமாகும். C_9 கார்பன் அணுவுக்கு மேல் அமைந்த அமிலங்களில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு, பின்வருமாறு அமைகிறது.



எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு விலகல் ஆய்வின் (X-ray diffraction) அடிப்படையில் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கையிலான கார்பன் அணுக்கள் கொண்ட அமிலத்தில் கார்பாக்சில் தொகுதியும், கடை மெத்தில் தொகுதியும் (terminal methyl group) மூலக்கூறின் ஒரே புறத்தில் அமைகின்றன. இரட்டைப்படை எண்ணிக்கையிலுள்ள கார்பன் அணு அமிலங்களில் இவ்விரு தொகுதிகளும் எதிரெதிர்த் திசைகளில் மாறி அமை

பெயர்	வாய்பாடு	உருகுநிலை °C	கொதிநிலை °C
டைகார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்			
ஆக்சாலிக்	HOOC-COOH	189·5 (சிதைவடைகிறது)	
மலானிக்	$CH_2(COOH)_2$	135 (சிதைவடைகிறது)	
சக்சினிக்	$(CH_2)_2(COOH)_2$	185-7	235
குளுட்டாரிக்	$(CH_2)_3(COOH)_2$	98	302-4
அடிப்பிக்	$(CH_2)_4(COOH)_2$	152	337·5
பிமெலிக்	$(CH_2)_5(COOH)_2$	105-7 [பதங்கமாகிறது]	272/100மி. மீ
சுபேரிக்	$(CH_2)_6(COOH)_2$	142	279/100மி.மீ
அரோமாட்டிக் அமிலங்கள்			
பென்சோயிக்	C_6H_5 COOH	121.7	249
o - டொலுயிக்	o-$CH_3C_6H_4COOH$	104	259/751மி. மீ
m - ,,	m-$CH_3C_6H_4$ COOH	111	263
p - ,,	p-$CH_3C_6H_4COOH$	180	275
o - எத்தில்பென்சோயிக்	o-$C_2H_5C_6H_4$ COOH	68	259
m - ,,	m-$C_2H_5C_6H_4COOH$	47	
p - ,,	p-$C_2H_5C_6H_4COOH$	113	

o - ஃபுளூரோபென்சோயிக்	o-FC_6H_4 COOH	122	
m - ,,	m-FC_6H_4 COOH	124	
p - ,,	p-FC_6H_4 COOH	182-4	
o- குளோரோபென்சோயிக்	o-ClC_6H_4 COOH	140.2	
m - ,,	m-ClC_6H_4 COOH	154.3	
p - ,,	p-ClC_6H_4 COOH	239.7	பதங்கமாகிறது
o-புரோமோபென்சோயிக்	o-BrC_6H_4COOH	148-50	,,
m- ,,	m-BrC_6H_4 COOH	154-5	
p - ,,	p-BrC_6H_4 COOH	251-3	
o-அயோடோபென்சோயிக்	o-IC_6H_4COOH	162	
m- ,,	m-IC_6H_4 COOH	187	பதங்கமாகிறது
p - ,,	p-IC_6H_4 COOH	270	,,
சாலிசைலிக்	o-HOC_6H_4COOH	158.3	211/20 மி.மீ
m-ஹைட்ராக்சி பென்சோயிக்	m-OHC_6H_4COOH	201	
p- ,,	p-OHC_6H_4COOH	215	
காலிக்	3,4,5-$(OH)_3C_6H_2$COOH	235 (சிதைவடைகிறது)	
ஆந்த்ரனிலிக்	o-$H_2NC_6H_4$COOH	144-5	பதங்கமாகிறது
m- ,,	m-$H_2NC_6H_4$COOH	173-4	
p- ,,	p-$H_2NC_6H_4$COOH	187-8	
α-நாஃப்தாயிக்	α - $C_{10}H_7$COOH	160-1	300
β - ,,	β - $C_{10}H_7$COOH	184	>300
நிறைவுறா அமிலங்கள்			
அக்ரிலிக்	$H_2C = CH$-COOH	14	141
குரோட்டோனிக்(எதிர்ப்புற) குரோட்டோனிக்(ஒருபுற)	$CH_3CH = CHCOOH$	71.6 15.5	185
சின்னாமிக் (எதிர்ப்புற) அல்லோசின்னாமிக் (ஒருபுற)	$C_6H_5CH = CHCOOH$	133 68	300 125/18 மி.மீ
ஃபியூமாரிக் (எதிர்ப்புற) மலியிக் (ஒருபுற)	$HOOCCH = CHCOOH$	287 130	
எலிடிக் (எதிர்ப்புற)	$H_3C(CH_2)_7CH$	44	288/100மி.மீ
ஒலியிக் (ஒருபுற)	$HOOC(CH_2)_7CH$	13	288/100மி.மீ

கின்றன. இதனால் படிக அணிக் கோவையில் இவை அருகருகே நெருக்கமடைய, வாண்டெர் வால்ஸ் ஈர்ப்பு விசையும் அதிகரிக்கிறது; இது இரட்டைப் படை எண்ணிக்கை, கார்பன் அணுக்கள் கொண்ட அமிலங்களைவிட உயர் உருகுநிலைக்குக் காரணமாக விளங்குகிறது.

சில இரட்டைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள், அரோமாட்டிக் அமிலங்கள், நிறைவுறா அமிலங்களின் பெயர், வாய்பாடுகள், உருகுநிலைகள், கொதிநிலை போன்றவை மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

தயாரிப்பு முறைகள்

ஓரிணைய ஆல்கஹால்கள், ஆல்டிஹைடுகள் போன்ற சேர்மங்களைப் பொட்டாசியம் டைக்குரோமேட், அடர் கந்தக அமிலம் கலந்த ஆக்சிஜனேற்றியாலோ தகுந்த வினைவேக மாற்றிகளின் முன்னிலையில் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனால் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதாலோ கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களைப் பெறலாம்.

$$R-CH_2OH \xrightarrow{[O]} R-COOH$$

ஓரிணைய ஆல்கஹால்

$$R-CHO \xrightarrow{[O]} R-COOH$$

ஆல்டிஹைடு

அல்க்கைல் சயனைடுகளைக் கனிம அமிலங்களின் முன்னிலையில் நீராற்பகுக்கும்போது கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் கிடைக்கின்றன.

கிரிக்னார்டு வினைப் பொருளிலிருந்து தயாரித்தல். ஈதரில் கரைத்த கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளுடன் கார்பன் டைஆக்சைடு வாயுவைச் செலுத்தி, கிடைக்கும் பொருளை நீராற்பகுக்கும்போது, கார்பாக்சிலிக் அமிலம் கிடைக்கிறது.

$$RMgX + CO_2 \rightarrow RCOOMgX \xrightarrow{H_2O} RCOOH + MgXOH$$

எஸ்ட்டரை நீராற்பகுத்துத் தயாரித்தல். கனிம அமிலங்களால் ஓர் எஸ்ட்டரை நீராற்பகுப்பதன் மூலம் கார்பாக்சிலிக் அமிலம் பெறலாம்.

$$RCOOR^1 + H_2O \xrightarrow{H^+} RCOOH + R^1OH$$

கார்பன் அணுக்கள் மிகுதியும் கொண்ட கார்பாக்சிலிக் அமிலம் எண்ணெய் அல்லது கொழுப்புகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. மிகு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் கிளிசரைல் எஸ்ட்டர்களே எண்ணெய் அல்லது கொழுப்பு எனப்படும். எனவே எண்ணெய் அல்லது கொழுப்புப் பொருள்களை நீராற்பகுப்பதன் மூலம், மிகு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட காக்பாக்சிலிக் அமிலங்களைப் பெறலாம். இவ்வினையில் எண்ணெய் அல்லது கொழுப்புப் பொருள்கள், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு போன்ற காரங்களுடன் சேர்த்துக் கொதிக்க வைக்கப் படுகின்றன.

$$\begin{array}{l} CH_2\text{-}OCOR \\ | \\ CH-O-COR \\ | \\ CH_2-O-COR \end{array} + 3\ NaOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2\text{-}OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 3\ RCOONa$$

எண்ணெய் (அல்லது) கொழுப்பு — கிளிசரால் — அமிலத்தின் சோடிய உப்பு (சோப்)

மேற்கூறிய வினையில் அமிலத்தின் சோடிய உப்பு கிடைக்கிறது. இதைக் கனிம அமிலங்களுடன் வினை புரியச் செய்வதன் மூலம் கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தைப் பெறலாம். மிகு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களின் சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் உப்புகளே சோப் (soap) எனப்படும். எண்ணெய் அல்லது கொழுப்புகளைக் காரத்தால் நீராற்பகுக்கும்போது சோப் விளைவதால் மேற்கூறிய வினை சோப்பாதல் வினை (sapoinfication) எனப்படுகிறது.

சில இரட்டைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களைச் சூடு செய்யும்போது அவை கார்பன் டை ஆக்சைடை இழந்து ஒற்றைக் கார்பாக்சிலிக் அமிலமாக மாறுகின்றன. (எ. கா)

$$CH_2\begin{array}{l} \diagup COOH \\ \diagdown COOH \end{array} \xrightarrow{\Delta} CH_3\text{-}COOH + CO_2$$

மலோனிக் அமிலம் — அசெட்டிக் அமிலம்

$$\begin{array}{l} COOH \\ | \\ COOH \end{array} \xrightarrow{\Delta} HCOOH + CO_2$$

ஆக்சாலிக் அமிலம் — ஃபார்மிக் அமிலம்

வினைகள். அமிலத்தொகுதியில் உள்ள ஹைட்ராக்சில் தொகுதிக்கு மாற்றாக அல்க்காக்சில் தொகுதியைப் பதிலீடு செய்யும்போது எஸ்ட்டர்கள் கிடைக்கின்றன. ஹாலோஜன் பதிலீடு செய்யும்போது அமில ஹாலைடுகளும், அமினோ தொகுதிப் பதிலீட்டால் அமில அமைடுகளும் கிடைக்கின்றன. மூலக்கூறுகளிடை நீரிறக்கம் நிகழ்வதால் அமில நீரிலிகள் உண்டாகின்றன. நீள்தொடர் எஸ்ட்டர்களைக் காரங்களால் நீராற்பகுக்கும்போது சோப்பு உண்டாகிறது. அமில வழிப்பொருள்கள் வெவ்வேறு பண்பு

களைப் பெற்றிருப்பினும் அவற்றை நீராற்பகுக்கும் போது அவற்றையொத்த கார்பாக்சிலிக் அமிலம் கிடைக்கிறது. கார்பாக்சில் தொகுதியிலிருக்கும் ஹைட்ரஜனுக்கு மாற்றாக உலோகங்கள், காரங்கள் சேர்ந்து உப்புகள் உண்டாகின்றன.

கார்பாக்சில் தொகுதி கார்போனைல் தொகுதியைக் கொண்டிருந்தாலும் அதற்குரிய வினைகளைக் கொடுப்பதில்லை. இருப்பினும் கார்போனைல் தொகுதியை $-CH_2$ தொகுதியாக ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்யலாம். மிகு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கொழுப்பு அமிலங்களை நிக்கல் உடனிருக்க அழுத்தத்துடன் ஹைட்ரஜன் வளிமத்தைச் செலுத்தி ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்யலாம். ஃபார்மிக் அமிலம் தவிர ஏனைய அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதில்லை.

கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தின் சோடியம் உப்பைச் சோடா சுண்ணாம்புடன் சேர்த்து உருக்கும்போது அல்க்கேன்கள் உண்டாகின்றன. பென்சோயிக், டொலுயிக் போன்ற அரோமாட்டிக் அமிலங்களைக் கார்பாக்சில் நீக்கவினைக்குட்படுத்தி ஹைட்ரோ கார்பன்களைப் பெறலாம்.

பயன்கள். கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் சோப்புத் தயாரிப்பிலும், தோல் பதனிடும் தொழிலிலும், நெகிழியைக் கெட்டிப்படுத்துவதிலும், கரித்தாள், மை, செயற்கை அல்லது இயற்கை ரப்பரை மேம்படுதுவதிலும் நிறம் ஊன்றுவதிலும் துணிகளில் ஏற்படும் கறையை அகற்றுவதிலும் பயன்படுகின்றன. பகுப்பாய்வுகளின்போது இந்த அமிலங்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கரித்தாள், மை முதலியன தயாரிக்க கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் பயன்படுகின்றன. நிறைவுற்ற கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆக்சிஜனேற்றமடைவதில்லையாதலால் ஆக்சிஜனேற்ற வினைகளை இவ்வமிலக் கரைப்பான்களில் மேற்கொள்ளமுடிகிறது. (காண்க, கொழுப்பு எண்ணெய்களும், அமிலங்களும்).

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி. I. L. Finar, *Organic Chemistry*, vol I, ELBS, London, 1974.

கார்பானிஃபெரஸ் காலம்

இது தொல்லுயிரூழியில் (palaeozoic era) உள்ள ஒரு காலப்பகுதி ஆகும். டிவோனியக் காலத்தை அடுத்து, கார்பானிஃபெரஸ் காலம் (carboniferous) தோன்றியது. கார்பானிஃபெரஸ் கரிபடிவுக்காலத்தை அடுத்துப் பெர்மியன் காலப் பாறைகள் தோன்றின. கீழ்ப் பெர்மியனுக்கும் கரிப்படிவுக் கார்பானிஃபெரஸ் படிவுகளுக்கும் இடையே உள்ள புவி அடுக்கு அமைப்பு இயலிலிருந்து (stratigraphy) தொல்லுயிரியல் வேறுபாடுகளை எளிதில் காண முடிகிறது. அமெரிக்காவில் கார்பானிஃபெரஸ் படிவுகள் மிஸிசிபியன், பெனிசில்வேனியன் என இருபகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

முன்கேம்பிரியன்	தொல்லுயிர்க் காலம்							மீசோசோயிக்			செனோசோயிக்	
					கார்பானிஃபெரஸ்							
	கேம்பிரியன்	ஆர்டோவிஷியன்	சைலூரியன்	டிவோனியன்	மிஸிஸிப்பியன்	பென்சில்வேனியன்	பெர்மியன்	ட்ரையாசிக்	ஜுராசிக்	கிரிட்டேசியஸ்	டெர்சியரி	குவார்ட்டனரி

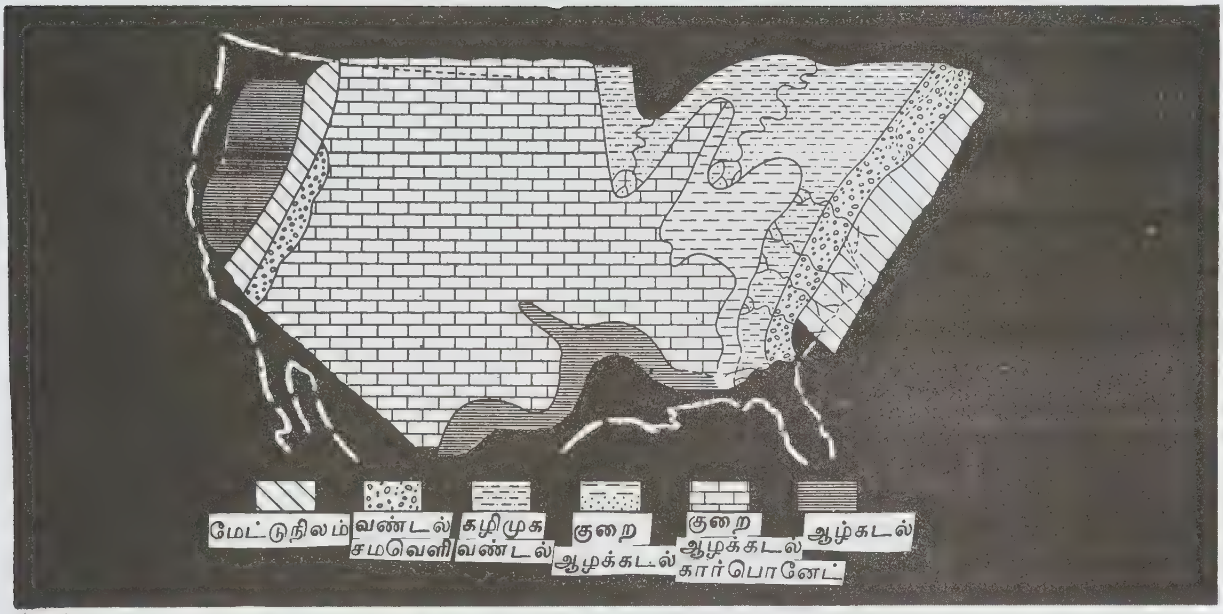
படம் 1

பென்சில்வேனியன் படிவுகளை அடுத்து நில அடுக்கியல் தடை (stratigraphical break) ஏதுமின்றிப் பெர்மியன் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. உலகத்தின் பல இடங்களில் மத்திய பெர்மியன் காலத்தில் நில அடுக்கியல் தடை காணப்படுகிறது. ஆனால் கார்பானிஃபெரஸ் காலத்து நில அடுக்கியல் தடை குறிப்பிடக்கூடியதாக இல்லை. இந்தப் பரந்த மத்திய பெர்மியன் காலத்துத் தகஅமையா நிலை (unconfor mity) ஹெர்சீனியன் மலை தோன்றிய அசைவுகளால் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்படுகிறது.

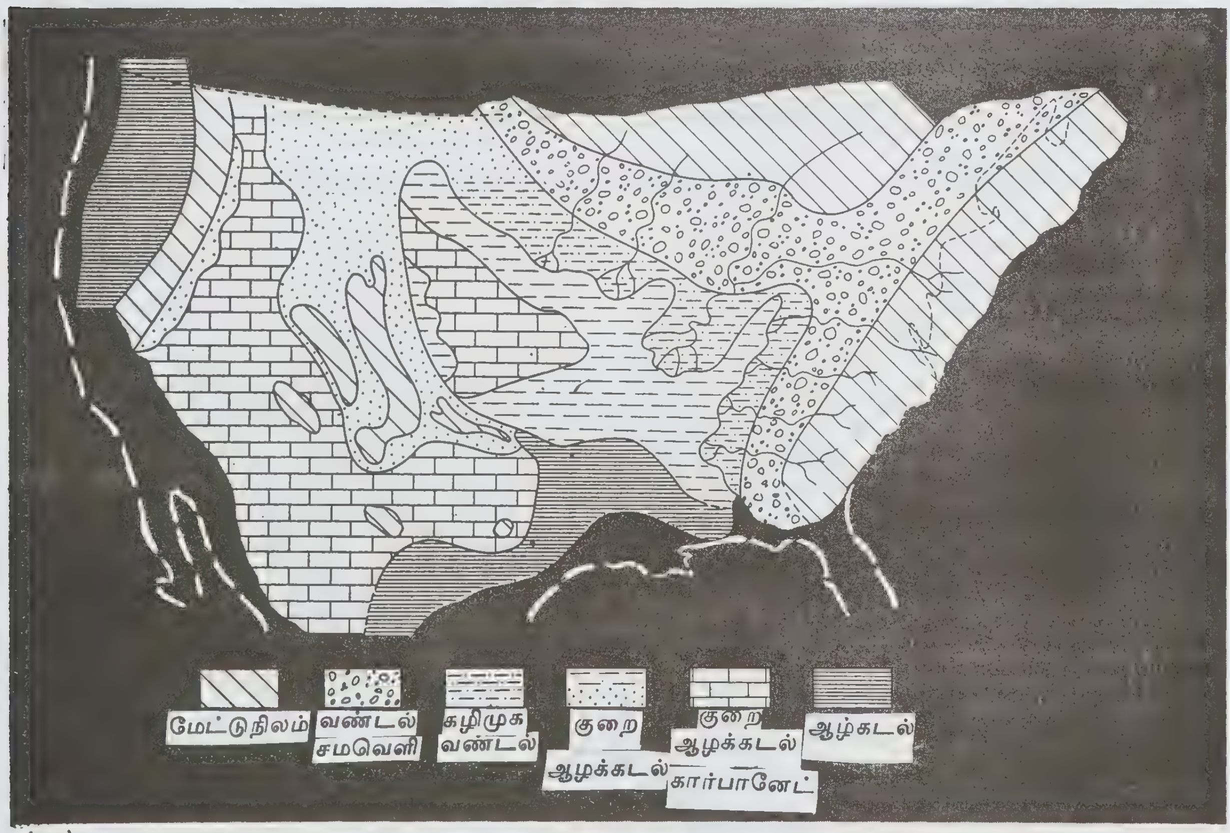
ஹெர்சீனியன் மலையின் தோற்றம் தொடர்ச்சியாகக் கார்பானிஃபெரஸ் பெர்மியன் காலத்தில் ஏற்பட்டது. முதல் குறிப்பிடத்தக்க நிலையை மேற்குப் பேலியன் (west phalian stage) காலநிலைக்குச் சற்று மேலும் அல்லது சற்றுக் கீழும் உள்ள காலங்களில் காண முடியும். மேற்கு ஐரோப்பாவில், ஹெர்சீனியன் மலை ஆக்கம் தென்மேற்கு இங்கிலாந்து, பிரான்சு, ஜெர்மனியின் ஆர்மோரிக்கன் தொடரின் வடமேற்கு தென் கிழக்கு கிடைநீட்டம் செல்லுகின்ற பகுதிகளைப்பாதித்துள்ளது. மத்திய ஐரோப்பாவில் உள்ள மலைகள் வாரிஸ்கள் அல்லது ஹெர்சீனியன் தொடர் (ஹார்ஸ்மலைகளுக்குப்பிறகு) வடகிழக்குதென்மேற்கு கிடைநீட்டத்தைக் (NE-SW strike) கொண்டு காணப்படும். டிவோனியன் தொகுதிக் காலமுடிவில் ஐரோப்பாவில் இரண்டு பகுதிகளில் ஒப்பிடக்கூடிய அளவில் நிலப்படிவுகள் தோன்றின.

ஒன்று வடக்கே உள்ள ஸ்காண்டிநேவியன், பால்டிக், பிரிட்டிஷ் பகுதியை உள்ளடக்கிய பழைய சிவப்பு மணற்பாறையாகும். மற்றொன்று மத்திய தரைக்கடல் ஆழ்நிலச் சரிவு (geosyncline) ஆகும். இது

படம் 2 (அ) கார்பானி ஃபெரஸ் தொடக்கத்திலும் (ஆ) முடிவிலும் இருந்த கண்டங்களின் சார்புநிலை.



(அ)



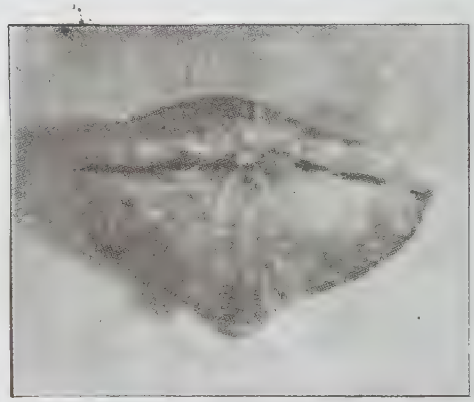
(ஆ)

படம் 3 (அ) மத்திய மிசிசிப்பியன் காலத்தில் அமெரிக்காவின் (ஆ) மத்திய பென்சில் வேனியன் காலத்தில் அமெரிக்காவின் தொல்புவியியல்

படம் 4. 240 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் மீண்டும் உருவான கார்பானிஃபெரஸ் நிலம்

தென்மேற்கு இங்கிலாந்திலிருந்து பரவி, பிரான்சு, மத்திய ஐரோப்பா வழியாக மத்திய தரைக்கடலில் முடிவடைகிறது. பழைய சிவப்பு மணற்பாறைப் பகுதி நிலப்பகுதியாக மாறியது. இந்நிலப்பகுதி பின்னர் ஆழம் குறைந்த கடலாலும், பரந்த ஏரிகளாலும் சூழப்பெற்றது. இதில் மக்னீசியச் சுண்ணப்பாறைகள் (dolomitic rock) படிந்தன. இந்த அடுக்கு (strata) டைநான்சியன் காலநிலையைக்கொண்டுள்ளது. இதில் பவளம், பிராக்கியோபோடா - புதைபடிவங்கள் (fossils) பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன.

வடமேற்கு இங்கிலாந்து, பிரான்ஸ் பகுதிகளில் மணற்பாறையும், களிமண்பாறையும் கலந்து பிளைஸ் எனப்படும் ஒருவகைப் பாறை காணப்படுகிறது. இதற்குக் கம் பாறைத்தொகுதி (culm facies) என்று பெயர். இந்தப் பாறைத்தொகுதி களிமண், குறை ஆழப்படிவு மணற்பாறைகளைக் கொண்டுள்ளது. இதில், ஏரிகளில் காணப்படும் தொல்லுயிரிகள், மேலும் கனிமப்பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. மத்தியதரைக் கடல் ஆழ்நிலச்சரிவுப் பகுதி மிகுந்துள்ள அம்மோனாய்டுகள் கொண்ட களிமண் பாறையாகும். டைநான்சியன் கால முடிவில் ஐரோப்பாவின் பெரும் பாலான பகுதி பரந்த நிலப்பகுதியாக உருவானது. இதில் சதுப்பு நிலப்படிவுகளோடு, களிமண் பாறைகளும், கரிப் பாறைப்படிவுகளும், மிகக் குறைவான



படம் 5. கார்பானிஃபெரஸ் காலத்து விலங்கின் புதை படிவம் (பிராக்கியோபோடா)

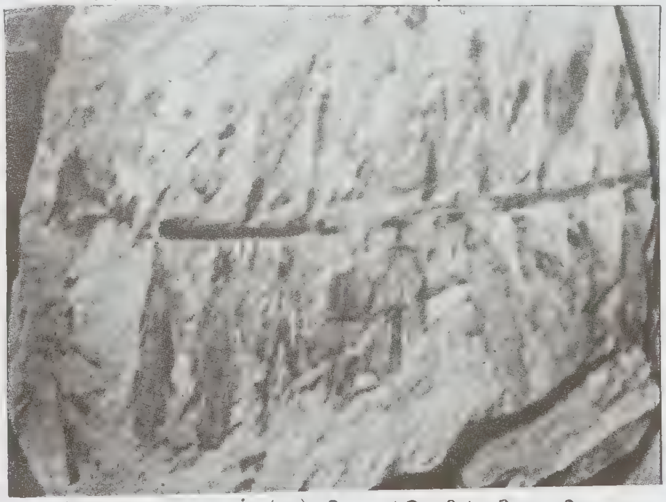
கடல் படிவுகளும் தோன்றின. இந்த நில அடுக்குகள் நமூரியன், வெஸ்ட் பேலியன், ஸ்டெபீனியன் என்று பிரிக்கப்படுகின்றன. இந்த அடுக்குகள் ஐரோப்பா, வட ஆசியா, வட அமெரிக்காவின் முக்கிய கரிப்படிவு களைக் கொண்டுள்ளன.

தொல்லுயிரித் தாவரமும், விலங்கும் (fauna and flora). கார்பானிஃபெரஸ் தொல்லுயிர்த் தாவரங் களைப் பற்றி, குறிப்பாக ஐரோப்பாவில் தெளிவாகக் கற்பிக்கப்படுகிறது. லெபிடோடென்ரான், சிஜில் லேரியா, காலமைட்ஸ், வால்ச்சியா, பெகாப்டரிஸ், நியூராப்டரிஸ், அலித்தாப்டரிஸ், ஒடன்டாப்டரிஸ் போன்றவை ஐரோப்பாவில் காணப்படும் தொல்லு யிரித் தாவரங்களாகும். மேலும் மேற்காக வட அமெரிக்கா, கிழக்காக யூரல் மலைக்கு அப்பாலும் இவை காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் தொல்லு யிர்த் தாவர இயலாருக்கு (palaeobotanist), வெஸ்ட் பேலியன், ஸ்டெப்பேனியன் காலநிலைகளைப் பல மண்டலங்களாகப் பிரிக்க உதவுகின்றன.

கல்லிப்டரிஸ் தாவரத்தின் தோற்றம் பெர்மியன் தொகுதிக் காலத்தின் தொடக்கமாகக் கொள்ளப் படுகிறது. நிலத்தொல்லுயிர் விலங்கு வகையில் கிரஸ் டேசியன், பூச்சிகள், நன்னீர்க் கலப்பைக்காலிகள், நிலநீர்வாழ்விகள், சில ஊர்வன ஆகியவை பெர் மியனின் தொடக்கத்தை உணர்த்துகின்றன.

பெரும்பாலான முதுகெலும்பற்ற விலங்குக் குடும் பங்கள் கடல்வாழ் தொல்லுயிரிகளாகக் காணப்படு கின்றன. பியூசிலினிட்ஸ் (Fusilinids forms) வகை ஃபெராமினிபெர்ஸ், மேல்கார்பானிபெரஸ் தொகு திப் படுகைகளிலும், கீழ்பெர்மியன் படுகைகளிலும் குறிப்பாகக் காணப்படுகிறது. பியூசிநெல்லா தொல்லு யிர் டைநான்சியனில் காணப்படுகிறது. ஸ்வாஜிரினா தொல்லுயிர் யுரானியனில் காணப்படுகிறது. நியோ ஸ்வாஜிரினா சுமாட்ரினா ஆகியவை கீழ்பெர்மிய னில் காணப்படுகின்றன. போலி - ஸ்வாஜிரினாவின் (pseudo-schwagerina) முதல் தோற்றம் பெர்மியன் யுக (permian era) தொடக்கப்படுகையின் ஆரம்பமாகக் கருதப்படுகிறது. பவள வகையைச் சேர்ந்த சாட் டேட்ஸ், லித்தோஸ்ட் ரோசன், சாப்ரண்டிஸ் முதலி யவை பவளச் சுண்ணப்பாறைகளை உருவாக்கு கின்றன. இங்கிலாந்தில் டைநான்சியன் படுகையை இரு மண்டலங்களாகப் (zone) பிரிக்க பவளத் தொல்லுயிரிகள் பயன்படுகின்றன. முள்தோலி களான கிரினாய்ட்ஸ், பிளாஸ்டாய்ட்ஸ்களும் பெரும் பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன. பிரையோ சோவா வகையைச் சேர்ந்த பெனஸ்டெல்லா, புரோட்ரிமேடா ஆகியவை சில சமயங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. டிரைலோ பைட்ஸ் வகையில் பிலிப்சியா என்னும் இனம் காணப்படுகிறது. மேலும் அவிக்கிலோ-பெக்டன், பெக்டன், சிஸ்சோடஸ் போன்ற கலப்பைக்காலி களும், பெல்லரோபோன், மார்ச்சிசோனியா, யோம் புலஸ் போன்ற வயிற்றுக்காலிகளும் குறிப்பிடத் தக்கவை. பிராக்கியோபோடா வகையின் இனத்தில் புராடக்டஸ், கோனிட்ஸ், ஸ்பைரிபெர், அதிரிஸ் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. தலைக்காலிகள் வகையில் கோனியடைட் இனத்தைச் சேர்ந்த தொல்லுயிர்ப்படிவுகள் காணப்படுகின்றன. பெரும் பாலான கார்பானிஃபெரஸ் தொல்லுயிரிகள் அந்த யுகம் முடிவதற்கு முன்னரே மறைந்துவிடுகின்றன. பின்னர் பெர்மியன் தொல்லுயிரிகள் முக்கிய இடத்தை வகிக்கின்றன.

ரஷ்யாவில் கார்பானிஃபெரஸ் படிவுகள் மாஸ்கோ பள்ளத்தாக்கில் நன்கு உருவாகியுள்ளன. மேலும் யூரல் சூழ்நிலைச் சரிவுப்பகுதியிலும் டோனட்ஸ் பள்ளத்தாக்கிலும் காணப்படுகின்றன. மாஸ்கோ



படம் 6. கார்பானிஃபெரஸ் காலத்தில் இருந்த இரண்டு தாவரப் புதைபடிவங்கள் (அ) நியூராப்டெரிஸ் பெரணி (ஆ) ரேகாப்டெரிஸ் பெரணி

பிரிவுகள் (division)	மண்டலம் (Zone)	பிராக்கியோபோட்ஸ்	அம்மோனாய்ட்ஸ்
ஸ்டெபேனியன் (=யூரேனியன்)	புனித டயினி ரைவ் டி கியர்	ஸ்வாஜெரினா ஸ்பைரிபெர் சூப்ராமாஸ்	———
மேற்குப் பேலியன் (=மாஸ்கோனியன்)	டி லா ஹாவ் சி. பிராய் பி. அன்சின் அ. வைகாய்ன்	ஸ்பைரிபெர் மாஸ்கியின்சிஸ்	ஆன்த்ரகோசெராஸ் கேஸ்ட்ரியோசெரா
நமூரியன்	......	ஸ்பைரிபெர்-மாஸ்க் கியின்சிஸ் (அரிது) புரோடக்டஸ் ஜீகாண்டஸ்	ரெட்டிகிலோ செராஸ் யூமார்போ செராஸ்
வைசியன்		புரோடக்டஸ் ஜீகாண்டஸ்	கிளைப்பியோசெராஸ் பெய்ரிக்கோசெராஸ்
மூர்நல்சியன்		ஸ்பைரிபெர் டோர்னா சென்சிஸ்	பெரிசைக்பெஸ் கட்டன்டோர்பியா
எட்ரோங்ட்		ஸ்பைரிபெர் மீடியஸ்	கிளைமினியா வோக்லுமெரியா

பள்ளத்தாக்கில் கீழ்க் கார்பானிஃபெரஸ் சுண்ணவயப் பெற்றது. அதில் ஸ்பைரிபெர், கோனியடைட், சாப் ரண்டிஸ் போன்ற தொல்லுயிரிகள் காணப்படுகின்றன.

கார்பானிஃபெரஸ் தொகுதியின் முக்கிய பிரிவுகளும் அதன் குறிப்பிடத்தக்க தொல்லுயிரிகளும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இந்தியாவில் கார்பானிபெரஸ் தொகுதிப்படுகை இமயமலைப் பகுதியின் சில இடங்களில் நன்கு உருவாகியுள்ளது. பர்மாவில் உள்ள ஷான் மாநிலத்திலும் காணப்படுகிறது.

அ. வே. உடையனபிள்ளை

நூலோதி. Aman M. Bareman, *Economic Mineral Deposits*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York, 1956.

கார்பினோட்ரான்

உயர் ஓடு திறன் (mobility) கொண்ட குறை கடத்திப் (semiconductor) பொருளாலான கார்பினோ வட்டும், அதன் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு காந்தப்புலத்தை ஏற்படுத்தக் கூடிய ஒரு கம்பிச் சுருளும் கொண்ட அமைப்பு கார்பினோட்ரான் (corbinotron) எனப்படும். இந்தக்கருவியை ஓர் இணைப்பு மாற்றியாகப் (switch) பயன்படுத்தலாம். அதில் கம்பிச் சுருளில் உள்ள மின்னோட்டம், வட்டின் மின் தடையைக் கட்டுப்படுத்தி அதன் மூலம் வட்டில் ஆரத் திசையில் பாயும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

கம்பிச் சுருளை வட்டுடன் தொடராக (series) இணைத்தால் உருவாகும் இரு இணைப்பு முனைகள் கொண்ட அமைப்பு, திருத்திப் பண்பை (rectification) உடையதாகி விடுகிறது. மின்னோட்டம் ஒரு திசையில் பாயும்போது, வட்டில் சுருள் வடிவப் பாதையில் பாயும் மின்னோட்டத்தால் தானாக உண்டாகும் காந்தப்புலம், தொடர் இணைப்புச் சுருளில் உண்டாகும் காந்தப் புலத்திற்கு எதிரான திசையில் அமைகிறது. இதனால் வட்டின் காந்தத் தடை குறைக்கப்படுகிறது. மின்னோட்டம் மறு திசையில் பாயும்போது சுருள் வடிவப் பாதையில் ஓடும் மின்னோட்டத்தால் தானாக உண்டாகும் காந்தப் புலம் தொடர் இணைப்புச் சுருளின் காந்தப்

புலத்தின் திசையிலேயே அமைந்து அதற்கு வலிமை யூட்டுகிறது. இதனால் காந்தத்தடை மிகுதியாகிறது. சுருளை வட்டுக்கு இணையாக இணைத்தால் இந்தக் கருவி ஒரு திசையில் பாயும் மின்னோட்டத்திற்கு எதிரின மின்தடைப் பண்பைக் காட்டுகிறது.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Donald G. Fink, H. Wayne Beaty, *Standard HandBook For Electrical Engineers*, Eleventh Edition, McGraw -Hill Book Company, 1978.

கார்பினோ வட்டு

இக்கருவி உலோகங்களில் தோன்றும் காந்தத் தடையை (magneto resistance) ஆய்வு செய்ய உதவுகிறது. இதை ஓ. கார்பினோ என்பார் கண்டு பிடித்தார். கார்பினோ வட்டு (corbino disk) ஒரு மின் கடத்தும் பொருளாலான வட்டு ஆகும். அதில் வெளிப்புறமாகவும் உட்புறமாகவும் இரண்டு, ஒரே மைய வட்ட வடிவமான முனைகள் அமைந் திருக்கும். வட்டின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக ஒரு காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்தும்போது வெளி வளையத் திற்கும் உள் வளையத்திற்கும் இடையில் மின்னோட் டம்தோன்றி ஒருசுருள்வடிவப் பாதையில் பாய்கிறது. இதன் காரணமாகக் காந்தத் தடை ஏற்படுகிறது.

-கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Donald G. Fink, H. Wayne Beaty, *Standard Hand Book for Electrical Engineers*, Eleventh Edition, McGraw -Hill Book Company, 1978.

கார்பீன்கள்

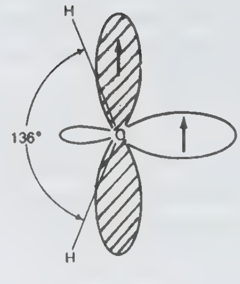
ஈரிணைதிறன் (divalent) கார்பன் அணுக்களைப் பெற்ற கரிம மூலக்கூறு வகைச் சேர்மங்கள் கார் பீன்கள் (carbenes) எனப்படுகின்றன. இவை வேதி வினைகளில் இடைநிலைப் பொருள்களாக அமைந் திருந்த போதும் வேதி வினைகளைப் பற்றியும், மூலக்கூறு அமைப்பைப் பற்றியும் அறிவதற்குப் பயன் படுகின்றன. தவிர, சிறு வளையமாக அமையப் பெற்ற கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட மூலக்கூறு களைத் தயாரிப்பதற்கும் கார்பீன்கள் பயன்படு கின்றன. எலெக்ட்ரான் பிணைப்புக் கொள்கைப்படி அணுக்களுக்கிடையில் எலெக்ட்ரான்கள் பங்கிடப் படுவதால் பிணைப்புகள் உண்டாகின்றன. இக்கொள் கைப் படி, கார்பீன்களில் உள்ள கார்பன் அணுக்களில் மொத்தமுள்ள நான்கு இணைதிறன் எலெக்ட்ரான் களில் இரண்டு மட்டுமே பிணைப்பில் ஈடுபட்டுள்ளன. மாறாக, ஒன்றுக்கு மேல் பிணைப்புக் கொண்ட ஹைட்ரஜன் சயனைடு போன்ற சேர்மத்தில் அனைத்து நான்கு எலெக்ட்ரான்களும் பிணைப்பில் ஈடுபடுத்தப்பட்டுள்ளன. கார்பீன் மூலக்கூறுகளில் எலெக்ட்ரான் மிகையோ எலெக்ட்ரான் குறைவோ காணப்படாமையால் அவை மின்சுமையற்று உள்ளன.

தொடக்க ஆய்வுகள். கார்பீன்களின் மிகுவினை புரியும் தன்மையால் அவற்றின் நிலைப்புத்தன்மை மிகக் குறைவாகவே உள்ளது. எனவே, இவற்றைப் பற்றி முரண்பாடில்லாத நேரடிச் சான்றுகள் ஏறக் குறைய அண்மைக்காலத்தில்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட் டுள்ளன. ஆனாலும் ஈரிணைதிறன் கார்பன் சேர்மங் களைப்பற்றி ஏறக்குறைய 1879 ஆம் ஆண்டிலேயே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. குளோரோஃபார்மை, கார வினையூக்கியால் நீராற்பகுக்கும்போது டைகுளோ ரோகார்பீன் என்னும் இடைநிலைப் பொருள் உண்டாவதாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. பத்தொன்ப தாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் ஈரிணைதிறன் கார்பன் சேர்மங்களைப் பற்றியும், அவை பல வேதி வினை களில் இடைநிலைப் பொருள்களாக விளங்குவதைப் பற்றியும் ஆராய்ந்து விரிவான கொள்கை உருவாக்கப் பட்டது. ஆனால் பின்னர் நடைபெற்ற விரிவான ஆய்வின் பயனாக முன்னர்க் குறிப்பிடப்பட்ட கொள்கையின் பெரும்பாலான கூற்றுகள் தவறு என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1950 இல் தான் கார்பீன் வேதியியலில் சிறப்பாய்வுகள் மேற்கொள்ளப் பட்டுத் தெளிவான சான்றுகளும், பல்வேறு முறைகள் மூலம் கார்பீன்களின் அமைப்புப் பற்றிய செய்திகளும் அறியப்பட்டன.

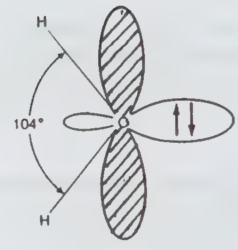
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு மற்றும் மூலக்கூறு அமைப்பு. வேதிப் பிணைப்புக் கொள்கைகள் இரு அமைப்புக் களைக் கார்பீன்களுக்கு அளிக்கின்றன. அவற்றில் ஒன்று கார்பீன் மூலக்கூறின் தரை ஆற்றல் மட்டத் தைக் (ground state) குறிக்கிறது. இது ஈரிணைதிறன் கார்பன் அணுவுடன் இணைந்துள்ள அணுக்களையும், மூலக்கூறுகளையும் பொறுத்துள்ளது. இதற்குக் காரணம் கார்பன் அணுவிலுள்ள நான்கு இணைதிறன் ஆர்பிட்டால்களில் இரு இணைதிறன் ஆர்பிட்டால் களே பிணைப்பில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எஞ்சி யிருக்கும் இரு ஆர்பிட்டால்களும் இரண்டு பிணை வுறா எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்றுக் கொள்ள ஏதுவாக இருக்கின்றன. பொதுவாக ஒவ்வோர் ஆர்பிட்டாலுள் ஒன்றிற்கொன்று எதிர்ச் சுழற்சி கொண்ட இரு எலெக்ட்ரான்களை இரு வழிகளில் ஆர்பிட்டாலில் நிரப்ப முடியும். அவற்றில் ஒன்றில் இரு எலெக்ட்ரான்களும் எதிர்ச் சுழற்சியுடன் ஓர் ஆர்பிட்டாலில் இருக்கலாம் அல்லது இரண்டு ஆர்பிட்டால்களிலும் ஒரு திசையில் சுழற்சி கொண்ட எலெக்ட்ரான்கள் நிரப்பப்படலாம். இவ்வாறு ஒரே திசைச் சுழற்சி கொண்ட ஆர்ப்பிட்டால் சேர்மங்கள்

காந்தத் தன்மையுடன் உள்ளன. எனவே, காந்தப் புலத்தில் வைக்கும்போது திருப்புத்திறன் (moment) இணையாகவோ (parallel), செங்குத்தாகவோ (perpendicular), எதிர் இணையாகவோ (anti parallel) அமையலாம். இம் மூன்று நிலைகளும் சிறிதளவு மாறுபாடான ஆற்றல்களுடைய மூன்று அமைப்புகளைக் கொடுக்கின்றன. இதனால் பிணைவுறா எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட பொருள்கள் மேற்கூறிய மூன்று அமைப்புகளில் அமையும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இது மும்மைநிலை (triplet state) எனப்படும். மாறாக, அனைத்து எலெக்ட்ரான்களும் பிணைவுற்ற நிலையில் இருக்கும் சேர்மங்களில் காந்தத் திருப்புத்திறன் காணப்படுவதில்லை. இது ஒற்றைநிலை (singlet) எனப்படுகிறது. கார்பீன்கள் மேற்கூறிய ஒற்றை நிலை அல்லது மும்மை நிலைகளில் இருக்கலாம்.

பெரும்பாலான கரிமச்சேர்மங்களில் ஒற்றைநிலை மும்மைநிலையைவிட அதிக நிலைப்புத் தன்மை யுடையதாக உள்ளது. எனவே, இம் மூலக்கூறுகளின் சாதாரண அல்லது தரைமட்டநிலை ஒற்றை நிலை யாக அமைந்துள்ளது. இச்சேர்மங்களில் மும்மைநிலை என்பது கிளர்வுற்ற நிலை அல்லது உயர் ஆற்றல் நிலையாக இருக்கின்றது. கார்பீன்களில் மாறாக, இரு பிணைவுறா எலெக்ட்ரான்கள் மற்றும் இரு நிறைவுறா ஆர்பிட்டால்களினால், கொள்கைப்படி கண்டால், மும்மைநிலையே ஒற்றை நிலையைவிட மிகுதியான நிலைப்புத்தன்மை மிக்கதாக இருத்தல் வேண்டும். மேலும், இக்கொள்கை கார்பீன் கார்பன் அணுவும், அதனுடன் சேர்ந்திருக்கும் இரு அணுக் களும் நீள் அமைப்பைப் போல் அல்லாமல் V போன்ற அமைப்பால் இணைந்திருக்கவேண்டும் என்று கூறு கிறது. அதாவது, மும்மைநிலை, ஒற்றை நிலை ஆகிய இரு நிலைகளிலும் பிணைப்புக் கோணம் 180° க்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஒற்றை நிலைப் பிணைப்புக் கோணம், மும்மை நிலை பிணைப்புக் கோணத்தைவிட அதிகமாக உள்ளது என அறியப்பட்டுள்ளது. இக்கண்டுபிடிப்புகள் ஆய்வு மூலம் நிறுவப்பட்டுள்ளன. சான்றாக, மெத்திலீன் எலெக்ட்ரான் காந்த உடனிசைவு நிரலியல் (electron magnetic resonance spectroscopy) மும்மைநிலையில் இருப்பதாகவும் கார்பன் ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக் கிடைப்பட்ட கோணம் 136° ஆகவும் உள்ளன. ஒளியியல் நிரலியல் (optics spectroscopy) மூலம் சில வேளைகளில் அரிதாக இருக்கும் மெத்திலீனின் ஒற்றை நிலைப் பிணைப்புக் கோணம் 104° ஆக இருப்பதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மெத்திலீன் கார்பீனின் அமைப்புகளும், பிணைவுறா எலெக்ட் ரான்கள் ஒற்றை மற்றும் மும்மை நிலைகளில் இருக்கும் அமைப்பும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன.



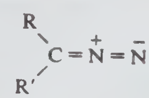
மும்மை நிலை



ஒற்றைநிலை

கார்பீன் மூலக்கூறில் ஒற்றை அல்லது மும்மை நிலை ஆகிய இரண்டில் எது மிகக் குறைவான ஆற்றலைக் (lowest energy state) குறிக்கிறது என்பதைச் சில விதிவிலக்கத்துடன் பின்வருமாறு விதி யாகக் குறிப்பிடலாம். கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்களைக் கொண்ட கார்பீன்கள் மும்மை நிலையி லும், ஹாலோஜன் பதிலிடப்பட்ட கார்பீன்கள் ஒற்றை நிலையிலும் அமைகின்றன. மும்மை நிலைக் கார்பீன்களுக்கு மெத்திலீன் (H—C—H), ஃபீனைல் மெத்திலீன் (C_6H_5—C—H), டைஃபீனைல் மெத்திலீன் (C_6H_5—C—C_6H_5), புரோபார்ஜைலீன் (HC≡C-C-H) போன்றவற்றையும், ஒற்றை நிலைக் கார்பீன்களுக்கு மெத்தாக்சிமெத்திலீன் (CH_3O—C—H), குளோரோ மெத்திலீன் (Cl—C—H), ஃபீனைல் குளோரோ மெத்திலீன் (C_6H_5—C—Cl) ஆகியவற்றையும் சான் றாகக் கூறலாம்.

உருவாதல். கார்பீன்கள் மிகுதியான ஆற்றல் மூலக்கூறுகளாக இருப்பதால் அவற்றை மிகுதியான ஆற்றல் முன்னோடிகளைக் கொண்டோ வெளிப்புற மிகை ஆற்றலைக் கொண்டோ உருவாக்கலாம். ஒளி யினால் தூண்டப்படும் வேதிப் பரிமாற்ற வினைகள் (ஒளிவேதி வினைகள்), சாதாரணமாகக் கார்பீன்களை உருவாக்கப் பயன்படுகின்றன. டைஅசோ தொகுதி யைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்கள் கார்பீன்கள் உரு வாக்கலில் முன்னோடிகளாகச் செயல்படுகின்றன. டைஅசோ சேர்மங்களின் மூலக்கூறு அமைப்பைப் பின்வரும் பொது அமைப்பால் குறிப்பிடலாம்.



R,R' என்பன கரிமத் தொகுதிகள். இவை ஒன்றாகவோ மாறுபட்டோ இருக்கலாம்.

ஒளியாற்பகுப்பு (photolysis) அல்லது வெப்பத்தாற் பகுப்பிற்கு (pyrolysis) டைஅசோ சேர்மங்களை உட் படுத்தும்போது அவை பிளவுபட்டுக் கார்பீனையும்

நைட்ரஜன் வளிமத்தையும் கொடுக்கின்றன. டைஅசிரின்கள் என்ற டைஅசோசேர்மங்களை ஒத்த வளையச் சேர்மங்கள், டைஅசோ சேர்மங்களைப் போலவே பிளவுறுகின்றன. இவை கார்பீன்கள் உருவாதலில் முன்னோடிகளாக உள்ளன. டைஅசோ சேர்மத்திலிருந்து கார்பீன் உருவாதலைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

$$R(R')C=\overset{+}{N}=\overset{-}{N} \longrightarrow R-C-R' + N_2$$

குறைந்த வெப்பநிலையில் வினையுறாத திண்ம ஊடகத்தில் டைஅசோ சேர்மங்களை ஒளியாற் பகுக்கும்போது உண்டாகும் கார்பீன் மேலும் பிளவுறுவது குறைக்கப்படுகிறது. எனவே, குறிப்பிடத்தக்க அளவு கார்பீன் திண்ம ஊடகத்தின் அணிக்கோவையில் தங்கியிருக்கிறது. சான்றாக, கார்பீன்களில் அதிக வினைபுரிதிறன் மிக்க மெத்திலீன், திண்ம செனான் ஊடகத்தின் அணிக்கோவையில் உறிஞ்சப்படும்போது அது ஆய்வு செய்வதற்கு ஏற்ற வகையில் நிலைப்புத்தன்மை கொண்டதாக அமைகிறது. இதைப்போலவே பெரும்பாலான கார்பீன்களும் ஆய்விற்காகப் பெறப்படுகின்றன. கீட்டின்களை ($\rangle C=C=O$) ஒளியாற்பகுத்தால் கார்பீன்களும் கார்பன் மோனாக்சைடும் உண்டாகின்றன.

$$R(R')C=C=O \longrightarrow R-C-R' + CO$$

சில வேளைகளில் மூன்று உறுப்புக் கார்பன் வளையங்களைக் கொண்ட வளையப் புரோப்பேன்கள் ஒளிவேதியியல் வினைகளில் கார்பீன் உருவாக்க முன்னோடிகளாக விளங்குகின்றன. காட்டாக 1.1,2.2-டெட்ராஃபீனைல் சைக்ளோபுரோப்பேன் மூலக்கூறு டைஃபீனைல் கார்பீனாக மாற்றப்படுவதைப் பின்வரும் வினை விளக்குகிறது.

$$(C_6H_5)_2C-C(C_6H_5)_2 \text{ (bridged by } CH_2\text{)} \longrightarrow (C_6H_5)_2C{=}CH_2 \; + \; C_6H_5-C-C_6H_5$$

அயனி வினைகளில் கார்பீன்கள் உருவாதலைக் குளோரோஃபார்ம் பொட்டாசியம் t-பியூட்டாக்சைடு போன்ற வீரியமிக்க காரத்துடன் வினைபுரிவதிலிருந்து விளக்கலாம். இவ்வினையின் முதல் நிலையில் புரோட்டான் அல்லது ஹைட்ரஜன் அயனி (H^+) குளோரோஃபார்ம் மூலக்கூறிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. இதனால் விளையும் பொட்டாசியம் ட்ரைகுளோரோமெத்தைடு, பின்னர் பொட்டாசியம் குளோரைடு மூலக்கூறை வெளியேற்றுவதால் டைகுளோரோ கார்பீன் சேர்மம் உண்டாகும். இதுபோலவே ஏனைய ஹாலோஃபார்ம் சேர்மங்களும் வினைபுரிந்து டைஹாலோகார்பீன்களைக் கொடுக்கின்றன.

வினைகள். மெத்திலீன் எல்லா மூலக்கூறுகளையும் ஒப்பிடும்போது மிகுதியும் வினைபுரி திறன் பெற்றது. மிகக் குறைந்த பொருள்களே மெத்திலீனை எதிர்க்கும் திறன் பெற்றவையாக அமைந்துள்ளன. உடனிசைவு விளைவினால் கார்பீன்களின் நிலைப்புத் தன்மை அதிகரிக்கும்போது அவற்றின் வினைத்திறன் குறைகிறது. டைஃப்ளூரோகார்பீன் மற்றும் மெத்தாக்சி கார்பீன் போன்றவற்றின் வினைதிறன் மெத்திலீனைவிடக் குறைவாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம் அவை உடனிசைவினால் நிலை பெறுவதாகும்.

$$F-C-F \longleftrightarrow \overset{+}{F}=\overset{-}{C}-F \longleftrightarrow F-\overset{-}{C}=\overset{+}{F}$$

$$CH_3O-C-H \longleftrightarrow CH_3\overset{+}{O}=\overset{-}{C}-H$$

கார்பீன்கள் வினைகளை, மூலக்கூறிடை (intermolecular) வினைகள் என்றும் மூலக்கூறுள் (intramolecular) வினைகள் என்றும் வகைப்படுத்தலாம். மூலக்கூறுள் அல்லது அமைப்பு மாற்ற வினைகளில் (rearrangement reactions) கார்பீன் மூலக்கூறு மட்டுமே ஈடுபடும்; வெளிப்பொருள் எதுவும் இதில் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. இதற்கு மெத்தில் கார்பீன் எத்திலீனாக அமைப்பு மாற்றமடையும் வினையைச் சான்றாக்கலாம்.

$$CH_3-C-H \longrightarrow H_2C=CH_2$$

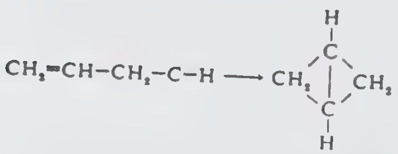
இத்தகைய அமைப்பு மாற்ற வினைகள் மூன்று அணுக்களை மட்டுமே கொண்ட கார்பீன்களில் (அதாவது மெத்திலீன் அல்லது ஹாலோமெத்திலீன்களில்) ஏற்படுவதில்லை.

மூலக்கூறிடைக் கார்பீன் வினைகளில் மூன்று பிரிவுகள் உள்ளன. அவை, இருபடியாதல் (dinerisation), சேர்க்கை (addition), உள்நுழைத்தல் (insertion) ஆகியன ஆகும். இருபடியாதல் வினையில் இரு கார்பீன் மூலக்கூறுகள் இணைந்து ஒலிஃபீன்களை அளிக்கின்றன. இவற்றின் மூலக்கூறு வாய்பாடு மூலக் கார்பீன்களின் இரு மடங்காக உள்ளது. காட்டாக, டைமெத்தாக்சி கார்பீனிலிருந்து டெட்ராமெத்தாக்சி எத்திலீன் பெறுதலைக் குறிப்பிடலாம்.

$$2CH_3O-C-OCH_3 \longrightarrow (CH_3O)_2C=C(OCH_3)_2$$

கார்பீன்களை ஒலிஃபீன்களாக அல்லது அசெட்டிலீன்களாக மாற்றும் வினை பயனுள்ள வினையாகும். ஏனெனில் இவை வளையப் புரோப்பேன்கள் அல்லது வளையப் புரோப்பீன்கள் போன்ற வேறுபட்ட அமைப்புகளையுடைய சேர்மங்களை எளிதாகத்

தொகுக்கும் வினைகளில் பயன்படுகின்றன. இதே போல் மூலக்கூறுள் சேர்க்கை வினைகளும் உள்ளன. காட்டாக டைஅசோ சேர்மத்திலிருந்து பெறப்படும் அல்லைல் கார்பீன் வளையமாதலைக் குறிப்பிடலாம். இதனால் அசாதாரணமான இரு வளையப் பியூட்டேன் என்ற சேர்மம் உண்டாகிறது. இவ்வளையச் சேர்மம் பிணைப்புகளுக்கிடையே காணப்படும் அரிய கோண விளைவுகளால் மிகவும் இறுக்கம் (strain) உள்ளதாக இருக்கிறது. இது போன்ற அசாதாரண மான சேர்மங்களைக் கார்பீன் வினைகளில் மட்டுமே பெற இயலும். இதனால், இவை முதன்மையாகக் கருதப்படுகின்றன.



பகுப்பாய்வு. கார்பீன்கள் பொதுவாக இடைநிலைப் பொருள்களாக விளங்குவதாலும், அவற்றின் நிலைப்புத்தன்மை குறைவாக இருப்பதாலும், அவற்றைப் பற்றி அறிய வினைவேகவியல் ஆய்வுகளே பயன்படுகின்றன. கார்பீன்களின் அமைப்புகளைப் பற்றிய பெரும்பாலான குறிப்புகள் நிரலியல் முறைகளாலேயே (spectroscopic methods) அறியப்பட்டுள்ளன. எலெக்ட்ரான் சுழற்சி உடனிசைவு நிரலியல் என்ற இயற்பியல் பகுப்பாய்வு முறையினால் எலெக்ட்ரான்களின் கோணத் திருப்புத்திறனையும் (angular momenta) ஒற்றை நிலை மற்றும் மும்மை நிலைகளையும் பிரித்தறிய வாய்ப்புக் கிடைக்கும்.

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. Stanley H. Pine, *Organic Chemistry*, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1987.

கார்பென்டேரியா வளைகுடா

ஆஸ்திரேலியாவின் வடகிழக்குப் பகுதியிலமைந்துள்ள கார்பென்டேரியா வளைகுடாவின் (gulf of Carpentaria) பரப்பளவு ஏறத்தாழ 310, 800 சதுர கிலோ மீட்டராகும். இவ்வளைகுடாவுக்கருகில் காணப்படும் அலுமினியம்,மாங்கனீஸ் கனிம வளங்கள், இறால் மீன்வளம் இவற்றின் காரணமாக 1960 ஆம் ஆண்டு முதல் இதன் முக்கியத்துவம் பெருகத் தொடங்கியது. இதன் விளைவாக இப்பகுதிக்கருகில் உள்ள மக்கள் தொகையும் பெருகத் தொடங்கியது.

இவ்வளைகுடாவின் அடித்தளம் கண்டத்திட்டால் (continental shelf) ஆனது. இவ்வளைகுடாவில் காணப்படும் பெரும ஆழமாகிய 70 மீ வளைகுடாவின் வடகிழக்குப் பகுதியில் காணப்படுகிறது. அதே பகுதியில் 10 மீட்டருக்கும் குறைவான ஆழத்தில் காணப்படுகின்ற ஒரு முகடு (ridge) டாரஸ் நீர்ச்சந்தி வரை விரிவடைந்து கார்பென்டேரியா வளைகுடாவையும் பசுபிக் பெருங்கடலைச் சார்ந்த கோரல் கடலையும் பிரிக்கிறது. வடமேற்கில் 55 மீட்டருக்கும் குறைவான ஆழத்தில் காணப்படும் முகடு, அரபுரா கடலைச் சார்ந்த பாண்டா குழி நிலத்தையும் கார்பென்டேரியா வளைகுடாவையும் பிரிக்கிறது. மிட்சல் பிளிண்டர்ஸ், கில்பர்ட், லெய்க் கார்ட் போன்ற இருபது ஆறுகள் இவ்வளைகுடாவில் கலக்கின்றன.

கார்பென்டேரியா வளைகுடாவின் கிழக்குப் பகுதி 1605 - 1628 ஆம் ஆண்டிற்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் முதன்முதலாக டச்சு நாட்டவரால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. மேலும் இவ்வளைகுடாவின்தெற்கு, மேற்குக் கடற்பகுதிகள் ஏபல் டாஸ்மன் எனும் தேட்ட வல்லுநரால் 1944ஆம் ஆண்டில் கண்டறியப் பட்டது. 1628 ஆம் ஆண்டில் இப்பகுதியை ஆய்வு செய்த பீட்டர் கார்பென்டர் என்பாரின் பெயரால் இவ்வளைகுடா பெயர்பெற்றுள்ளது. இவ்வளை குடாத் தொடர்பான முதல் விவரம் 1802 ஆம் ஆண்டில் மாத்யு பிளிண்டர் என்பாராலும், அதைத் தொடர்ந்து வந்து அறிக்கைகள் எச்.எம்.எஸ். பிகிள் காலத்தின் தலைவரான ஜே.எஸ். ஸ்டோக் என்பாராலும் தயார் செய்யப்பட்டன. இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்க காலத்தில் இவ்வளைகுடாப் பகுதித் தீவுகளில் பாக்சைட், மங்கனீஸ் படிவுகளுக்கான தேட்டம் நடைபெற்றது. இப்பகுதியிலுள்ள இறால் வளத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டி எண்ணற்ற முயற்சிகளும் நடைபெற்றன.

இவ்வளைகுடா, கார்பென்டேரியா குழிநிலத்தின் வடக்கு, மத்திய மேற்குப் பகுதிகளில் அமைந்துள்ளது. ஆஸ்திரேலியாவின் வடக்குப் பகுதியில் விரிந்துள்ள அரபுராக் கடலின் பகுதியாகிய கார்பென்டேரியா வளைகுடா 595 கி.மீ. நீளத்தையும் 490 கி.மீ. அகலத்தையும் கொண்டுள்ளது. சர் எட்வர்ட் பெல்லோ, குரூட் அய்லண்ட், வெல்லஸ்லி போன்ற தீவுகள் இவ்வளைகுடாவுக்கருகில் காணப்படுகின்றன. வளைகுடாவின் தென்கிழக்குக் கரைப் பகுதிகளில் உப்பளங்கள் காணப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 16 அடிக்கும் குறைவான ஆழத்தைக் கொண்டுள்ள பகுதிகளில் நீர்க்கிளர்க்கை (upwelling) நடைபெறுகிறது. 1970 ஆம் ஆண்டு முதல் இப்பகுதியில் இறால் பிடிப்புத் தொழில் நல்ல முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளது. மொத்த மீன்பிடிப்பில் வாழை இறால் (Banana Prawn) முக்கிய இடம் பெறுகிறது.

- ம.அ. மோகன்

கார்பெனிசிலின்

இது பெனிசிலின் வகையைச் சார்ந்த நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தாகும். இது 1967இல் ஒரு பரந்த இலக்குடைய (wide spectrum) பெனிசிலினாக அறிமுகப் படுத்தப்பட்டது. குறிப்பாக இது சூடோமோனஸ் அருஜினோசா (*Pseudomonas aeruginosa*), சில வகையைச் சார்ந்த புரோட்டியஸ் (*proteus*) ஆகிய நுண்ணுயிரிகளை அழிக்கவல்லது. மேலும், ஆம்பிசிலினுக்கு எதிர்ப்புணர்ச்சியைத் (resistance) தோற்றுவிக்கும் சில பாக்டீரியாக்களையும் எதிர்க்க இது பயன்படுகிறது. இது டைசோடியம் α -கார்பாக்சி பென்சைல் பெனிசிலின் ஆகும்.

இயங்கும் விதம். இது பெனிசிலினைப் போன்றே பாக்டீரியாக்களின் செல் சுவரைத் தகர்த்துப் பாக்டீரியாக்களை அழிக்கிறது.

இம்மருந்து பயன்படும் நோய்நிலைகள். இது, சூடோமோனஸ் அருஜினோசாவால் ஏற்படும் நிமோனியா இரத்தத்தில் பாக்டீரியா பெருக்கம் மூளையுறை அழற்சி ஆகிய நோய்நிலைகளில் பயன்படுகிறது. இந்நிலைகளில், இதை ஜென்ட்டாமைசினுடன் சேர்த்துச் செலுத்தும்போது மிகு பயன் கிடைக்கிறது. சிறுநீர்ப் பாதை நோய்த்தொற்றிலும் இம்மருந்தைப் பயன்படுத்தலாம்.

உள்ளேற்பும் வெளியேற்றமும். வாய்மூலம் தரும் போது இம்மருந்து உள்ளேற்பு அடைவதில்லை. தசைமூலம் செலுத்தும்போது கிடைக்கும் அளவை விடச் சிரை வழியே செலுத்தும்போது, இரத்தத்தில் பல மடங்கு மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. எனவே இது பெரும்பாலும் சிரை வழியாகச் செலுத்தப் படுகிறது. இத்துடன் புரோபெனசிடை (probenecid) வாய்மூலம் சேர்த்துத் தரும்போது இம்மருந்தின் பிளாஸ்மா அளவு இருமடங்கு மிகுதியாகும். இம் மருந்து பெரும்பாலும் சிறுநீர் மூலம் வெளியேற்றப் படுகிறது.

மருந்தளவு. கடும் நோய்த்தொற்று உள்ளவர்களுக்கு, இது நாள் ஒன்றுக்கு 30-40 கிராம் அளவில் 4-6 மணிக்கு ஒரு முறையாகப் பங்கிட்டுச் சிரை வழியே செலுத்தப்படவேண்டும். குழந்தைகளிடத்தில் நாள் ஒன்றுக்கு கிலோ எடைக்கு 200-400 மி.கி. என்னும் அளவில் இரண்டு அல்லது மூன்று வேளையாகப் பங்கிட்டுச் செலுத்த வேண்டும்.

வேண்டாத விளைவுகள். மிகச் சிலரிடம் இது பெனிசிலினைப் போன்று உடனடி ஒவ்வாமையை (amphylactic shock) ஏற்படுத்துகிறது. இம்மருந்தும் பெனிசிலின் வகையைச் சேர்ந்ததால், பெனிசிலினுக்கு ஒவ்வாமையுடையவர்களிடம் இதையும் பயன்படுத்தக் கூடாது. இது தோல் பொரிப்பையும் (skin rashes) ஏற்படுத்தக்கூடும். மிகு அளவில் தரும்போது, இரத்தத் தட்டணுக்கள் ஒன்று சேர்வதை (platelet aggregation) இது ஒடுக்கி இரத்த ஒழுக்கை (bleeding) ஏற்படுத்தக்கூடும்.

கார்பெனிசிலின் இன்டனைல் (carbenecillin indanyl). இது கார்பெனிசிலின் எஸ்ட்டர் ஆகும். இது இரைப்பைஅமிலத்தால் அழிக்கப்படுவதில்லை. எனவே, வாய்மூலம் தரும்போது கார்பெனிசிலினாக இது உடலில் மாற்றம் அடைகிறது. சிறுநீரக நோய்த் தொற்று மருத்துவத்தில் இது பயனளிக்கக்கூடும். இது 500 மி.கி. அளவுள்ள மாத்திரைகளாக கிடைக்கிறது.

-மு. துளசிமணி

கார்பைடுகள்

இவை இருதனிமச் சேர்மங்களாகும். இவற்றில் கார்பன் மற்றொரு தனிமத்துடன் இணைந்து காணப் படுகிறது. பொதுவாக, இணையும் மற்ற தனிமங்கள் கார்பனைவிட மிகு நேர்மின் தன்மை பெற்றவையாக இருக்கும். கார்பைடுகளை அவற்றின் அமைப்பு, பண்பு வேறுபாடுகளின் அடிப்படையில், அயனிக் கார்பைடுகள் (ionic carbides) சகபிணைப்புக் கார்பைடுகள் (covalent carbides) உலோகக் கார்பைடுகள் (metallic or interstitial carbides) என வகைப்படுத்தலாம்.

அயனிக்-கார்பைடுகள். இக்கார்பைடுகள் தனிம வரிசை அட்டவணையில் I, II, III ஆம் தொகுதியிலுள்ள உலோகங்களுடன் இணைந்து உண்டாகின்றன. இவை படிக வடிவமுடையன; திண்ம நிலையில் மின்கடத்தாத் தன்மையுடையன; நீருடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரோகார்பன்களைத் தருகின்றன. இவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் ஹைட்ரோகார்பனைப் பொறுத்து, இவை மெதனைடுகள், அசெட்டிலைடுகள், அலிலைடுகள், ஹைட்ரோகார்பனைடுகள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

மெதனைடுகள். இக்கார்பைடுகள் நீருடன் வினைபுரியும்போது மெத்தேன் வளிமத்தை வெளிப் படுத்துகின்றன. எ.கா. அலுமினியம் கார்பைடு (Al_4C_3), பெரிலியம் கார்பைடு (Be_2C).

$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$$

அசெட்டிலைடுகள். நீராற்பகுப்பின் போது அசெட்டிலீனைத் தரும் கார்பைடுகள், அசெட்டிலைடுகள் எனப்படும். பெரிலியம், தாமிரம் (I) ஆகிய உலோகங்களைத் தவிர மற்ற கார, காரமண் உலோகங்கள் இவ்வகைக் கார்பைடுகளைத் தருகின்றன.

(எ.கா) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

அலிலைடுகள். இவை நீராற்பகுப்பின்போது அலிலீனைத் தருகின்றன. இவ்வகையைச் சேர்ந்த ஒரே கார்பைடு Mg_2C_3 மக்னீசியம் அலிலைடு ஆகும். இது மக்னீசியம் கார்பைடைச் (MgC_2) சூடு செய்வதால் கிடைக்கிறது.

$Mg_2C_3 + 4H_2O \rightarrow 2Mg(OH)_2 + C_3H_4$ (அலிலீன்)

ஹைட்ரோகார்பனைடுகள். இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல் கார்பைடுகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தன (Fe_3C, Co_3C, Ni_3C). இக்கார்பைடுகள் நீராற் பகுப்பின் போது, பல ஹைட்ரோகார்பன்கள் கலந்த ஒரு கலவையை உண்டாக்குகின்றன.

அயனிக் கார்பைடுகள் பொதுவாக, உலோகம் அல்லது உலோக ஆக்சைடுடன் கார்பனைச் சேர்த்து உயர் வெப்பநிலையில் சூடுபடுத்தும்போது கிடைக்கின்றன. அசெட்டிலீன் வளிமத்தை உலோக உப்புக் கரைசல்களின் (எ.கா. Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg) ஊடே செலுத்தும்போது அசெட்டிலைடுகள் கிடைக்கின்றன.

சகபிணைப்பு கார்பைடுகள். போரான், சிலிக்கான் கார்பைடுகள் (SiC, B_4C) இவ்வகையைச் சேர்ந்தன. இவை முப்பரிமாண நான்முகி அமைப்பில் சக பிணைப்பில் இணைந்திருப்பதால், மிகுந்த கடினத் தன்மை பெற்றுள்ளன. இவற்றை ஏறத்தாழ 2200°C வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடுபடுத்தும்போது சிதைவடைகின்றன. மிகுந்த கடினத்தன்மையும், மந்தமான வேதித்தன்மையும் இக்கார்பைடுகளின் சிறப்புத் தன்மைகளாகும். இச் சிறப்பியல்புகளால், இக்கார்பைடுகள் அமில அரிமானங்களைத் தடுக்கும் பூச்சுகளாகவும், மிகுவெப்ப மின் உலைச் சுவர்களில் பூச்சுகளாகவும், கடினமான பொருள்களைத் தேய்த்துப் பளபளப்பூட்டியாகவும் பயன்படுகின்றன. இக்கார்பைடுகள் மின் உலைகளில் ஆக்சைடுகளைக் கல்கரியால் ஆக்சிஜனொடுக்கம் செய்யும்போது கிடைக்கின்றன.

உலோக கார்பைடுகள். தனிம வரிசை அட்டவணையில் IV-A, V-A, VI-A ஆகிய தொகுதிகளிலுள்ள இடைநிலைத் தனிமங்கள் (transition elements) MC, M_2C (M = உலோகம்) என்னும் கார்பைடுகளைத் தருகின்றன. இதில் கார்பன், உலோகப் படிகங்களிலுள்ளிருக்கும் இடைவெளித் துளைகளில் அமையும். (எ.கா) TiC, ZrC, MoC, WC, V_2C, Mo_2C, W_2C இவை சக பிணைப்புக் கார்பைடுகளைப் போன்று கடினத்தன்மை, மந்தமான வேதிப் பண்புகள், உயர் உருகுநிலை கொண்டவையாகும். ஆனால் அவற்றைப் போலல்லாமல் இவற்றிற்கு உலோகப் பளபளப்பும், மிகு மின்கடத்தும் தன்மையும் உண்டு. இவ்வகைக் கார்பைடுகள், தூளாக்கப்பட்ட உலோகத்தைக் கார்பன் தூளுடன் சேர்த்து ஏறத்தாழ 2200°C வெப்பநிலையில் சூடு செய்யும் போது கிடைக்கின்றன.

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி. James E. Huheey, *Inorganic Chemistry*, Third Edition, Harper and Row, Philadelphia, 1983.

கார்போக அரிசி (சித்த மருத்துவம்)

கார்போகி, நீரடிமுத்து, கசகசா, பாதாம் பருப்பு, கொப்பரை, கருஞ்சீரகம், காட்டுச்சீரகம் இவற்றை ஒன்று சேர்த்துக் காடிநீர் விட்டரைத்து, உடலில் பூசி ஊறவைத்து, மூன்றுமணி நேரம் கழித்து வெந்நீரில் குளிக்க, சொறிசிரங்கு, அழுக்குப்படை, படர்தாமரை மற்றுமுள்ள சாதாரண தோல் தொடர்பான நோய்கள் நலமாகும்.

இதன் விதையுடன் பசும்பால் விட்டு அரைத்துத் தேய்த்துக் குளிக்கலாம். இதைத் தைல வகையிலும் சேர்ப்பதுண்டு. இதன் சூரணத்தை 650 - 1.300 கிராம் வரை சர்க்கரையுடன் கொடுக்க, தீபனத்தை உண்டாக்கும்; மலத்தைப் போக்கும்.

கார்போக அரிசி, நீரடிமுத்து, கஸ்தூரி மஞ்சள், கோரைக் கிழங்கு, சந்தனத்தூள், அகில் கட்டை, தேவதாரு, கற்பாசி, வெட்டிவேர் ஆகியவற்றை வகைக்கு 35 கிராமாக இடித்துச் சூரணம் செய்து, குளிக்கும்போது உடலில் தேய்த்து 5 - 10 நிமிடம் ஊறவிட்டுப் பின் நன்றாய்த் தேய்த்துக் குளிக்க வேண்டும். இவ்வாறு ஒரு மாதம் குளிக்க, சொறி, சிரங்கு, நமைச்சல், படை, தவளைச் சொறி, கருமேகம், இரத்தக் கொதிப்பால் உண்டாகும் பலவித வடுக்கள் யாவும் மறையும்.

- சே. பிரேமா

கார்போக அரிசி (தாவரவியல்)

இதன் தாவரவியல் பெயர் சோரலியா கொரிலிஃபோலியா (*Psoralea corylifolia*) என்பதாகும். இது ஒரு களைச் செடி. கார்போகிச் செடிக்குக் கார்புகா, கார்ப்போகு, கார்ப்புவா, கார்ப்போகு செடி என்றும் வேறு பெயர்கள் உண்டு. இச்செடியின் விதையைக் (அரிசியை) கார்போக அரிசி, கார்புகா அரிசி என்பர். இந்தியாவின் சமவெளிப் பகுதிகளில் இது வளர்கிறது. பாகிஸ்தான், சீனா, பர்மா, ஸ்ரீலங்கா ஆகிய நாடுகளிலும் இச்செடி காணப்படு

கிறது. தமிழகத்தின் அனைத்து மாவட்டங்களிலும் வளர்கிறது. இதன் விதைக்கு மணமும் மருத்துவக் குணமும் உண்டு.

செடி. புதர்போன்ற ஒருபருவச்செடியாகிய இது 0.6-1.2 மீ. உயரமுள்ளது. விதைகளில் ஒளி புகும் எண்ணெய்ச் சுரப்பி, புள்ளிகளாக இருக்கும். கிளைகளில் உள்ள முண்டுகள் முட்டை வடிவமாக 4.5-6, 3-4.5 செ.மீ. அளவில் உள்ளன. இலைகளின் இரு புறங்களிலும் மயிர் காணப்படும். இலையோரம் பற்களுடன் காணப்படும். நுனி கூரானது. இலைக் காம்பு 0.6-2.5 செ.மீ. நீளமுடையது. இலைக்காம் பில் மயிரும் சுரப்பிகளும் காணப்படும். சிற்றிலைக் காம்பு 2 மி.மீ. நீளமானது. இலையடிச் செதில்கள் ஈட்டி வடிவில் 3 மி.மீ. அளவில் இருக்கும். மஞ்சரி கள் ரெசிம்களாக இலைக்கக்கத்தில் 2.5 செ. மீ. நீளமுடையவை. மஞ்சரி 10-30 பூக்கள் உடைய கொத்தாகவோ மலராகவோ இருக்கும். மலர்கள் தலைபோன்றவை எனினும் சற்று ரெசிம் போலவும் தோன்றும். மஞ்சரிக் காம்பு 7 செ.மீ. நீளத்திலிருக் கும். இதன் மீதும் மயிர் இருக்கும்.

பூவடிச் செதில்கள் 4 மி.மீ. நீளமுடையவை. பூக்கள் 4 மி.மீ. குறுக்களவுடனும் 1.5 செ.மீ. நீளக்காம்புடனும் காணப்படும். புல்லிவட்டக்குழல் மணி வடிவமானது. 3-4 மி. மீ. நீளமுடையது. இதன் கதுப்புகள் ஈட்டி வடிவிலிருக்கும். இணைந்தே இருக்கும் மேலுள்ள கதுப்பு 1 மி. மீ. நீள முடையது. கீழுள்ள கதுப்பு 3 மி.மீ. நீளமுடையது. இவற்றின் வெளிப் பகுதியில் மயிர் இருப்பதைக் காணலாம். அல்லி இதழ்கள் நீண்டு ஊதா அல்லது கருநீல நிறமாயிருக்கும். கொடி அல்லி இதழ்கள் தலைகீழ் முட்டை வடிவிலோ, நீள்சதுர வடிவிலோ 6×4 மி.மீ. அளவிலிருக்கும். இறகு அல்லிகள் நீள் சதுரமாக 6×2 மி. மீ. அளவில் இருக்கும். படகு அல்லிகள் இணைந்தும் 4. மி. மீ. அளவில் மழுங்கி யும் இருக்கும். இவை சற்றே இணைந்திருக்கும்.

மகரந்தத்தாள்கள் இருகற்றைகளாக 0.5-1.5 மி.மீ. நீளமுடையவை. மகரந்தப்பைகள் சிறியவை; ஒரே சீரானவை. சூல்பையில் சூல் ஒன்றுதான் இருக்கும். சூல்தண்டு 4 மி. மீ. நீளத்திலிருக்கும். இது வழவழப்பாகவும் உள்பக்கம் வளைந்தும் இருக்கும்.

கார்போக அரிசி

சூல்முடி விதையில்லாமல் இருக்கும். காய்கள் முட்டை அல்லது நீள்சதுரமானவை. காய்கள் கறுப்பு நிறத்தில் பளப்பளப்பாகத் தோன்றும். ஒவ்வொரு காயிலும் விதையே காணப்படும். இது வெடியாக்கனி; விதைகள் சிறுநீரக வடிவானவை. இவை 3.5 மி. மீ. அளவிலிருக்கும். கனி உறை வழக்கமாக விதையோடு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இச்செடியின் பூவும் கனியும் மார்ச் மாதத்தில் தோன்றுகின்றன.

மருத்துவப் பண்புகள். கார்போக அரிசி குளிர்ச்சியைத் தரும்; காய்ச்சலைக் குறைக்கும்; புழுக்களைக் கொல்லும்; சளியைப் போக்கும்; இதய நோய்களைக் குணப்படுத்தும். சீழ்ப்புண்களை ஆற்றுவதற்கும் உதவுகின்றன. காமவிருப்பை மிகுவிக்கும். வடக்கு அமெரிக்காவில் இதன் விதைகளைப் பொடித்துச் சாராயத்தில் கரைத்து வாதவலியைப் போக்கப் பயன்படுத்துவர். படர் தாமரைக்கு விதைகளைப் பொடித்து எலுமிச்சம் பழச்சாற்றுடன் சேர்த்துக் குழப்பித் தடவலாம். விதையிலுள்ள எண்ணெய்க்குத்தான் இம்மருந்துக் குணம் சேரும். இச்செடியிலிருந்து கிடைக்கும் அரிசிக்கு மலத்தை இளக்கும் குணமுண்டு; குட்டத்தைப்போக்கும்; சுறுசுறுப்பையும் தரும்; தோல் நோய்களுக்கு உதவும்; இரைப்பைக்கு வலிவைத் தரும். வெண்குஷ்டத்திற்கு இதன் விதைகளைப் பொடித்து உள்ளுக்குத் தரலாம். இவ்வரிசியிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயுடன் சால்மோகரா எண்ணெயைக் கலந்து வெண்குஷ்டத்திற்குப் பூசலாம். இதனால் புதிய புள்ளிகள் உண்டாகா. யானைக்கால் நோயைக் குணப்படுத்தவும் உதவுகிறது.

நமைச்சல், ஆனைச்சொறி, கரப்பான், இரணம், தேள்கடி ஆகியவற்றிற்கும் உதவும். இதற்கு விதைகளைப் (அரிசியை) பசும்பாலில் அரைத்து மேலே தேய்த்துக் குளிக்க வேண்டும். கார்போக அரிசி, நீரடிமுத்து, கசகசா, பாதாம்பருப்பு, கொப்பரை, கருஞ்சீரகம், காட்டுச் சீரகம் ஆகியவற்றைச் சேர்த்து அரைத்து உடலில் தேய்த்துப் பொறுக்குமளவுக்கு வெந்நீரில் குளித்துவரச் சொறி, சிரங்கு, படர் தாமரை, அழுக்குப்படை ஆகியவை மறையும். இதன் காய்கள் கசக்கும். சிறுநீரை வெளியேற்றும்.

சோரலியா பின்னேட்டா தென்னாப்ரிக்காவைச் சேர்ந்த குறுஞ்செடி. தமிழகத்தில் நீலகிரி மாவட்டத்தில் இதைக் காணலாம். இது நீலநிறப் பூக்களையும் மிகக் குறுகிய சிற்றிலைகளையும் கொண்டிருக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

கார்போரண்டம்

இதன் வேறுபெயர் சிலிக்கான் கார்பைடு என்பதாகும். அக்கீஸன் என்னும் அமெரிக்க அறிவியலார் 1891 ஆம் ஆண்டு செயற்கை வைரம் தயாரிக்கும் முயற்சியின்போது தற்செயலாக இச்சேர்மத்தைக் கண்டுபிடித்தார். மிகக் கடினமான இச்சேர்மம் கரடுமுரடான பரப்புகளைத் தனது தேய்ப்பாற்றலால் மெருகூட்டச் செய்ய மிகவும் பயன்படுகிறது.

54% மணல், 34% கல்கரி, 10% மரத்தூள், 2% சாதாரண உப்பு கொண்ட கலவையை மின் உலையில் உருக்கும்போது கார்போரண்டம் கிடைக்கிறது. மின் உலையில் கார்பன் தண்டுகளின் மூலம் மின்சாரம் செலுத்தப்பட்டு, 36 மணி நேரம் வினை நடைபெற வேண்டும். மின் உலையில் ஏறத்தாழ 3275K வெப்பநிலை உருவாகிறது. இவ்வுயர் வெப்பநிலையில் கீழ்க்காணும் வினைகள் நிகழ்கின்றன.

$$SiO_2 + 2C \rightarrow Si + 2CO$$

$$Si + C \rightarrow SiC$$

இவ்வினையில் உப்பு ஓர் இளக்கியாகச் செயல்படுகிறது. மரத்தூள் கார்போரண்டம் இறுகாமல் இருக்கவும், கார்பன் மோனோ ஆக்சைடு எளிதில் வெளியேறவும் துணைபுரிகிறது.

தூய சிலிக்கான் கார்பைடு நிறமற்றது. ஆனால் வணிகத்தில் பயன்படுத்தப்படும் சிலிகான் கார்பைடு மஞ்சள் அல்லது பச்சை நிறமாக உள்ளது. இது சக பிணைப்பு கார்பைடு வகையைச் சேர்ந்தது. சக பிணைப்பில் இது முப்பரிமாண நான்முகி அமைப்பைக் கொண்டுள்ளமையால் மிகவும் கடினத் தன்மையுடன் உள்ளது. கார்போரண்டம் வைரத்தையடுத்த மிகுகடினத் தன்மையைக் கொண்டது. இதன் அடர்த்தி எண் 3.2. இது மிகுந்த நிலைப்புத் தன்மை வாய்ந்தது. உயர்ந்த வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜனாலும், அமிலங்களாலும், ஆக்சிஜனேற்றங்களாலும் தாக்கமடைவதில்லை. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் காற்றில் உருக்கும்போது கார்போனேட்டாகவும், சிலிக்கேட்டாகவும் மெதுவாக மாறுதல் அடைகிறது.

பயன்கள். கண்ணாடியை அறுக்கவும், பொடி செய்யவும் இது பயன்படுகிறது. உலோகங்களை உருக்குவதற்குப் பயன்படும் கலன்களைத் தயாரிக்கவும் அரைக்கும் சக்கரங்களைத் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. மேலும் இது அமில அரிமானங்களைத் தடுக்கும் பூச்சுகளாகவும், மிகு வெப்ப மின் உலைச் சுவர்களின் உட்பக்கப் பூச்சுகளாகவும் கடினமான பரப்புகளைக் கொண்ட பொருள்களைத் தேய்த்து மென்மையாக்கவும் பயன்படுகிறது. சாணைச் சக்கரங்கள் கார்போரண்டத்தால் ஆனவை. கார்போரண்டம் ஒரு சாதாரண மின்கடத்தியாகும். இது மின் உலை செய்யப் பயன்படுகிறது.

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி. J. R. Partington, *A Text Book of Inorganic chemistry*, Macmillan & Co Ltd., London, 1957.

கார்போரேன்

இது கார்பன், போரான், ஹைட்ரஜன் ஆகிய தனிமங்கள் கொண்ட வேதிப்பொருள்களின் பொதுப் பெயர் ஆகும். இவ்வகைச் சேர்மங்களில் முதன்மையானதும், $C_2B_{10}H_{12}$ என்னும் மூலக்கூறு வாய்பாடு கொண்டதுமான சேர்மத்தைக் குறிப்பிடுவதற்கும் இப்பெயர் பயன்படுகிறது.

கார்போரேன்களைப் பற்றிய படிப்பு வேதிப் பிணைப்பையும், வேதி அமைப்பு வாய்பாடுகளையும் பற்றி ஆழமாக அறிவதற்கு உதவுகிறது. உயர் வெப்பநிலைகளிலும் சிதைவுறாப் பல படிகள் சில வற்றை உருவாக்குவதிலும் கார்போரேன் சார்பு பொருள்களை மூலப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தலாம். இடைநிலை உலோகங்களுடன் கார்போரேன்களை வினைப்படுத்தி, வினையூக்கத் திறன்கொண்ட புதுவகை அணைவுகளைப் பெறலாம்.

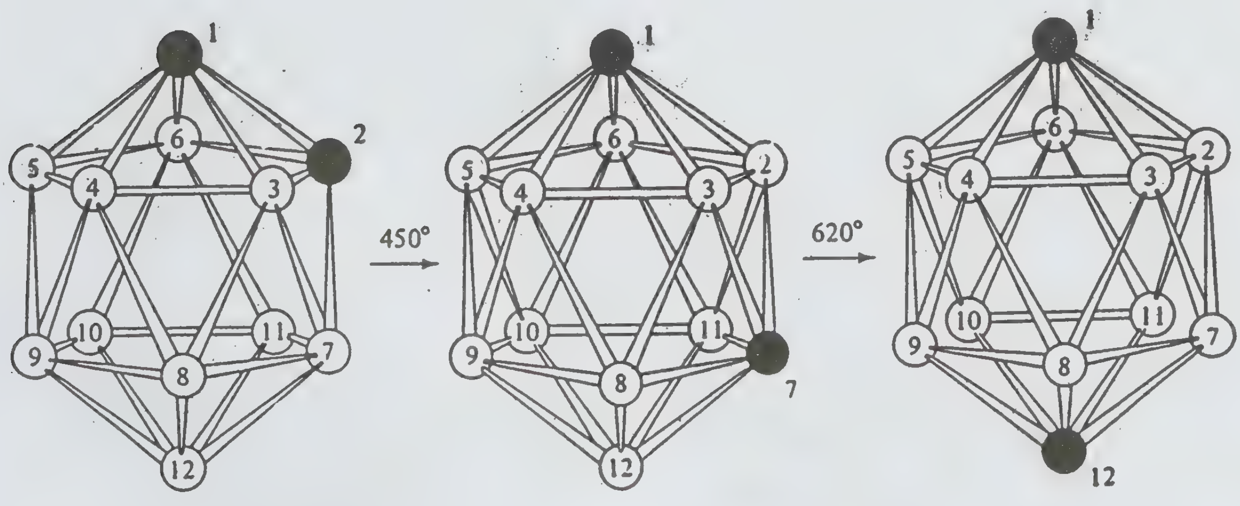
வடிவமைப்பு. கார்போரேன்களுக்கும் போரேன்களுக்கும் வடிவமைப்பில் ஒரு பொது ஒற்றுமை உள்ளது. முக்கோண வடிவப் பக்கங்களாலான பல்முகிகளை (polyhedra) அடிப்படையாகக் கொண்டு கார்போரேன்களின் வடிவமைப்பு வாய்பாடுகள் வரையப்படுகின்றன. போரானைவிடக் கார்பன் ஓர் எலெக்ட்ரானைக் கூடுதலாகப் பெற்றுள்ளது. இதன் விளைவாக C-H எனும் பிணைப்பும், $B\text{-}H^-$ எனும் பிணைப்பும் சம எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை கொண்டவை. பொதுவாக நோக்குகையில், போரேனில் ஒரு போரான் அணுவைக் கார்பன் அணுவால் பதிலீடு செய்து நேர் மின்னேற்றத்தைக் கொண்ட அயனியைப் பெற வாய்ப்பு உண்டு. காட்டாக, $C_2B_{10}H_{12}$ எனும் சேர்மமும் $B_{12}H_{12}^{2-}$ எனும் அயனியும் சம எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை கொண்டவை. இரு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட கார்போரேன்கள் டைகார்போரேன்கள் எனப்படுகின்றன. அவற்றை டெகாபோரேனிலிருந்து தொகுக்கலாம்.

$$B_{10}H_{14} + (C_2H_5)_2S \longrightarrow B_{10}H_{12}2S(C_2H_5)_2 + H_2$$

$$B_{10}H_{12}\,2S(C_2H_5)_2 + RC \equiv CR \longrightarrow R_2C_2B_{10}H_{10} + 2(C_2H_5)S_2 + H_2$$

இச்சேர்மத்திற்கு 1,2 – டைகார்பாகுளோசோடோடெக்காபோரேன் அல்லது ஆர்தோ கார்போரேன் எனப்பெயர். 450°C இல் சூடாக்குகையில் இது மெட்டாகார்போரேன், 620°C இல் பாரா கார்போரேன் எனும் சேர்மங்களாக மாற்றிய வேறுபாடு கொள்கிறது(படம் 1).

பென்ட்டாபோரேன், ஹெக்சாபோரேன், ஹெப்ட்டாபோரேன், ஆக்ட்டாபோரேன் ஆகியவற்றிலிருந்து தொடங்கிப் பிற கார்போரேன்களையும் தொகுக்கலாம். ஒரு கார்பன் அணுவை மட்டுமே கொண்ட ஒற்றைக் கார்போரேன்களும் (CB_5H_7, CB_5H_9) அறியப்பட்டுள்ளன. போரேன்களைப் போன்றே கார்போரேன்களும் குளோசோ (closo), நிடோ (nido), அரக்னோ (arachno) வடிவமைப்புகளில்



படம் 1

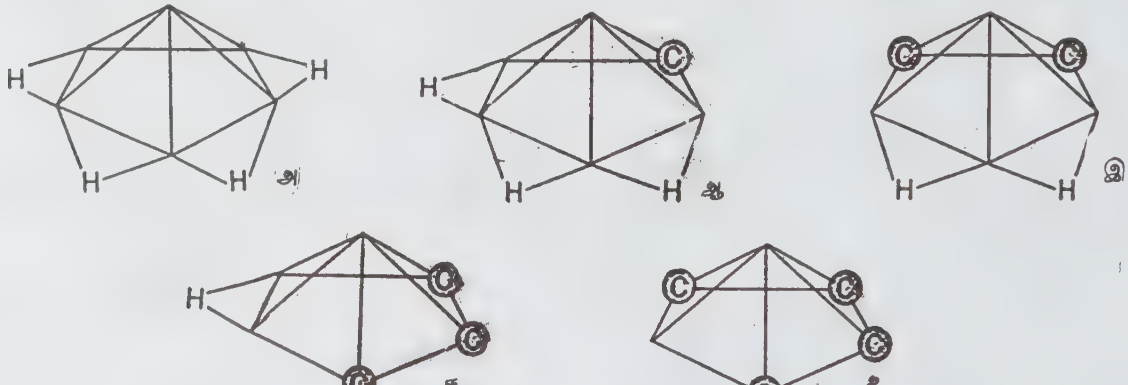
தோன்றுகின்றன. இவ்வடிவங்கள் வேடின் விதிகளைப் பின்பற்றி அமைகின்றன. முக்கோண வடிவப் பக்கங்களைக் கொண்ட பல்முகிகள் முக்கோணமுகிகள் (deltahedra) எனப்படுகின்றன. இவற்றுள் நான்கு உச்சி, ஆறு உச்சி, பன்னிரு உச்சி கொண்டவை சமச்சீரானவை; அனைத்து உச்சிகளும் சமமானவை. இவை முறையே நான்முகி, எண்முகி, இருபதுமுகி எனப்படுகின்றன. 5, 7, 8, 9, 10 உச்சிகளைக் கொண்ட வடிவங்கள் சமச்சீரற்றவை. இவை யாவும் இருவகை உச்சிகளையுடையவை. 11 உச்சிகளைக் கொண்ட வடிவம் ஐந்து வேறுபட்ட உச்சிகளையுடையது.

பல்முகிகளின் உச்சிகளில் ஒரு B-H அல்லது C-H தொகுதியைப் பொருத்திப் போரேன்களின் வடிவமைப்புகளையும், கார்போரேன்களின் வடிவமைப்புகளையும் பெறலாம். கார்போரேன் எனப் பெயரிடப் படுவதற்குக் குறிப்பிட்டஅமைப்பில் சிறும நிலையாக ஒரு கார்பன் அணு இடம் பெற்றிருத்தல் தேவை. போரேனில் ஹைட்ரஜன் அணுவை அல்க்கைல் தொகுதிகளால் பதிலீடு செய்தும் கார்பன், போரான் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் கொண்ட மூலக்கூறுகளைப் பெறலாம். ஆனால் இவை கார்போரேன்கள் அல்ல. எடுத்துக்காட்டாக, $B_{12}H_{12}^{2-}$ எனும் அயனியில் ஹைட்ரஜனை எத்தில் தொகுதியால் பதிலீடு செய்து $C_2H_5B_{12}H_{11}^{2-}$ எனும் அமைப்பைப் பெறலாம். ஆனால் இது கார்போரேன் ஆகாது.

டை கார்போரேன்களின் பொது வாய்பாடு $C_2B_{n-2}H_n$ எ.கா. $C_2B_{10}H_{12}$, $C_2B_6H_8$, $C_2B_3H_5$ ஆகியன. n = 5 முதல் n = 12 வரை அமைப்புகள் அறியப் பட்டுள்ளன. $C_2B_3H_5$ சாய்ந்து உச்சிகளைக் கொண்ட முக்கோண தள இரு கோபுரம் (trigonal bipyramid) கொண்டது. இவ்வாய்பாட்டுக்கு மூன்று மாற்றிய வடிவங்கள் இருக்கலாம். அவை இரு கார்பன் அணுக்களும் எதிர் எதிரான கோபுர உச்சிகளில் அமைதல்; ஒரு கார்பன் அணு கோபுர உச்சியிலும் மற்றொன்று தள மூலைகளில் ஒன்றிலும் அமைதல்: இரு கார்பன் அணுக்களும் முக்கோண தள மூலைகளுள் இரண்டில் அமைதல் என்பன.

மோனோ கார்போரேன்களுள், $CB_{n-1}H_n^-$ n = 6, 10, 11, 12 என்னும் மதிப்புகளைக் கொண்டவை தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு போரேன் அல்லது கார்போரேனில் பல்முகியின் உச்சிகள் யாவும் போரான் அல்லது கார்பன் அணுக்களால் நிரப்பப் பட்டிருந்தால், அதைக் குளோசோ அமைப்பு என்பர். மாறாக, பல்முகிகளின் பகுதிகளில் நிறுவப்பட்ட அமைப்பு நீடோ எனப்படுகிறது. ஐங்கோண இரு கோபுர வடிவு ஒரு குளோசோ அமைப்பு என்றால், அதிலிருந்து ஓர் உச்சியை அகற்றி,சதுர தளக் கோபுரமாக்கினால் நீடோ அமைப்புக் கிட்டும்.

உள்ளக எலெக்ட்ரான்கள். கார்போரேனின் பல்முகி அமைப்புகளின் அச்சாணிகள் அவற்றின் உள்ளக எலெட்ரான்கள் (core electrons) ஆகும் (பல்முகி அமைப்பை நிலைநிறுத்தும் எலெக்ட்ரான்கள்). உள்ளக எலெக்ட்ரான்களைக் கணக்கிடும் முறை: $C_2B_{10}H_{12}$ என்னும் மூலக்கூறை எடுத்துக்கொண்டால் அதில் மொத்தம் 50 பிணையுறு (bonded) எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இவற்றுள் 24 எலெக்ட்ரான்கள் B-H பிணைப்புகளிலும், கார்பன் - ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளிலும் உள்ளன. எஞ்சியுள்ள 26 எலெக்ட்ரான்கள் B-H தொகுதிகளையும், C-H தொகுதிகளையும், இருபது பக்க முப்பரிமாண வடிவமைப்பில் பொருத்துகின்றன. மற்றைய பல்முகிகளில் உள்ளக எலெக்ட்ரான்கள் பின்வருமாறு: எண்முகி: 14, ஐங்கோண இருகோபுர வடிவம்: 16, பன்னிருமுகி:18., ஒன்பது முனையுடைய வடிவம்: 20., பதினெண்முகி: 24. உள்ளக எலெக்ட்ரான்களின் தேவையே அமைப்பின் மின்னேற்றத்தைத் தீர்மானிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, $B_{12}H_{12}$ எனும் வாய்பாடுக்கு 24 உள்ளக எலெக்ட்ரான்களே இருப்பதால் இருபது பக்க வடிவமைப்புக்குத் தேவைப்படும் 26 உள்ளக எலெக்ட்ரான்களைப் பெறுவதற்கு வாய்பாடு $B_{12}H_{12}^{2-}$ என்றிருத்தல் தேவை. அதேபோன்று $CB_{11}H_{12}$



படம் 2

என்னும் அமைப்பு இல்லை. ஆனால், $CB_{11}H_{12}^{-}$ என்னும் அயனி உள்ளது.

$C_2B_{10}H_{12}$ எனும் மூலக்கூறு 26 உள்ளக எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டது. மூலக்கூறுகளும் நேர் அயனிகளும் உள்ளனவே தவிர, எதிர் அயனிகள் இவ்வகையில் இடம் பெறுவதில்லை. உள்ளக எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை கூடுதலாகும்போது குளோசோ அமைப்பு நீடோ அமைப்பாக மாறுகிறது. $C_2B_4H_6$, $C_4B_2H_6$, C_6H_6 என்னும் வரிசையில் இது தெளிவாகிறது. இம்மூலக்கூறுகள் முறையே 14, 16, 18 உள்ளக எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டவையாகும். உள்ளக எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை கூடுகையில் வடிவமைப்பிலும் மாறுதல் நிகழ்கிறது. $C_2B_4H_6$ குளோசோ அமைப்பையும், $C_4B_2H_6$ நீடோ அமைப்பையும், C_6H_6 (பென்சீன்) சமதள அமைப்பையும் கொண்டுள்ளன. குளோசோ அமைப்பை நீடோ அமைப்பாக மாற்றுவதற்கு எலெக்ட்ரான்களைச் சேர்க்க வேண்டியிருப்பதால், சோடியம் உலோகத்துடன் வினைப்படுத்துதல் வழக்கமாகும்.

போரேன்களுக்கும் கார்போரேன்களுக்கும் மட்டுமே உரிய இணைப்பு வகை ஹைட்ரஜன்களை (bridging hydrogens) (இவ்வகை மூலக்கூறு அமைப்புகளில் மூன்று எலெக்ட்ரான்கள் மூன்று அணுக்களை இணைக்கின்றன) ஒவ்வொன்றாக வெளியேற்றுகையில், அமைப்பின் வடிவம் மாறுகிறது. ஹைட்ரஜனை வெளியேற்ற எளிமையான வழி B-H பிணைப்பைக் கார்பன் அணுவினால் படிப்படியாகப் பதிலீடு செய்வதேயாகும் (படம் 2)

தயாரிப்பு. போரான் ஹைட்ரைடை அசெட்டிலீன் அல்லது பதிலீடு செய்யப்பட்ட அசெட்டிலீனுடன் வினைப்படுத்திக் கார்போரேன்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. டெகாபோரேனுடன் அசெட்டிலீனை (ஈதர் அல்லது தயோஈதர் போன்ற லூயிஸ் காரத்தை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தி) வினைப்படுத்தினால் $C_2B_{10}H_{12}$ கிடைக்கும்.

$$B_{10}H_{14} + C_2H_2 \xrightarrow{(C_2H_5)_2\,S} C_2B_{10}H_{12}$$

பதிலீடு செய்யப்பட்ட அசெட்டிலீனைப் பயன்படுத்தி, அசெட்டாக்சி, அல்காக்சி, ஹாலோமெத்தில் போன்ற வினையுறு தொகுதிகளை உள்ளடக்கிய $C_2B_{10}H_{12}$ சார்பு சேர்மங்களைத் தயாரிக்கலாம். இவ்வினைகளில் விளையும் சேர்மம் (1,2 மாற்றி), அதாவது ஆர்தோ சேர்மமாகும் (படம் 1). $C_2B_{10}H_{12}$ தொடங்கி வேறு சில கார்போரேன்களைத் தயாரிக்கலாம்.

$$C_2B_{10}H_{12} \xrightarrow{CH_3O^-} C_2B_9H_{12}^- \xrightarrow{H^+} C_2B_9H_{13} \xrightarrow[-H_2]{100^\circ C}$$

$$C_2B_9H_{11} \xrightarrow{H_2O_2} C_2B_7H_{13} \xrightarrow{200^\circ C}$$

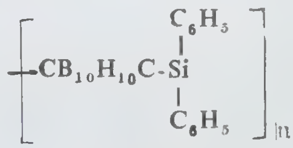
$$C_2B_6H_6 + C_2B_7H_9 + C_2B_6H_{10}$$

மோனோ கார்போரேன்களின் தயாரிப்பு டைகார்போரேன்களின் தயாரிப்பு முறையிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டது.

$$B_{10}H_{14} + 2NaCN \xrightarrow{-HCN} Na_2B_{10}H_{13}CN \xrightarrow{H^+} B_{10}C(NH_3)H_{12}$$

$$\xrightarrow{(CH_3)_2SO_4} B_{10}CN(CH_3)_3H_{12} \xrightarrow[2H_2O]{1.Na} CB_{10}H_{13}^-$$

வேதிப்பண்புகள். $C_2B_{10}H_{12}$ வகைக் கார்போரேன்கள் வெப்பச் சிதைவுக்குள்ளாவதில்லை. கார்பனின் இருக்கையில் மட்டுமே மாற்றம் நிகழ்கிறது. அமிலங்களாலும் நிலையிறக்கம் அடைவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, C - ஐசோபுரோப்பைல் கார்போரைனைச் சூடான 100% சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்திலிருந்து மீள் படிகமாக்க இயலும். $C_2B_{10}H_{12}$ அல்க்கைல்-லித்தியம் வினைப்பொருளுடன் வினையுற்று லித்திய அணு செருகப்பட்ட கார்போரேன் விளைகிறது. இக்கார்போரேன் கரிம-லித்தியம் சேர்மங்களைப் போன்றே வினையுறத்தக்கது. லித்திய கார்போரேனை டைஃபீனைல் சிலிக்கான் குளோரைடுடன் வினைப்படுத்தினால், கரிம-கனிம கலப்பினப் பலவுறுப்பிகளை உருவாக்கலாம்.



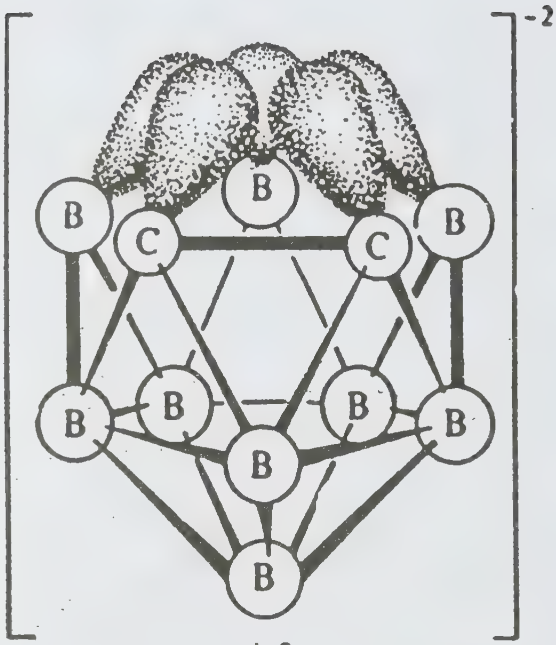
கார்போரேன் பல்லுறுப்பி

கார்பன் மீது வினையுறு தொகுதிகளைப் புகுத்துவது போன்றே, போரான் அணுவின்மீதும் வினையுறு தொகுதிகளை (ஹாலஜன்களை) ஏற்றலாம். நான்கு புரோமின் அணுக்கள் வரை, 12 குளோரின் அணுக்கள் வரை இவ்வாறு புகுத்தலாம்.

$C_2B_{10}H_{12}$ -ஐ மெத்தாக்சைடு அயனியுடனும், பின்பு சோடியம் ஹைட்ரைடுடனும் வினைப்படுத்தி $C_2B_9H_{11}^{2-}$ எனும் அயனியைப் பெறலாம். இவ்வயனியின் 1,2 மாற்றியும் (1,2 isomer) வினைத்திறன் மிக்கது.

$C_2B_9H_{11}^{2-}$ அயனியின் வடிவமைப்பு, படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$C_2B_9H_{12}$ அமைப்பில் 12 ஆம் ஹைட்ரஜன் அமைந்திருந்த இருக்கையை நோக்கி, கூண்டு மூலக்



படம் 3.

கூறின் மேல்பகுதியிலுள்ள மூன்று போரான் அணுக்களும், இரண்டு கார்பன் அணுக்களும் ஒவ்வோர் ஆர்பிட்டாலைச் செலுத்துகின்றன. இந்த ஆர்பிட்டால்களின் மொத்த எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை ஆறாகும். கரிம-உலோக அணைவு சேர்மங்கள் (metallocenes)வளையப் பெண்டாடையீனைடு அயனியின் π அமைப்பிலுள்ள p - ஆர்பிட்டால்களை ஒத்திருப்பவையாதலின், $B_9C_2H_{11}^{2-}$ அயனியும் வளையப் பெண்டாடையீனைடு அயனியும் சம எலெக்ட்ரான் எண்ணிக்கை கொண்டனவாக இருத்தல் தேவை. இதை நிறுவும் பொருட்டு ஹாதார்ன் என்பார் $B_9C_2H_{11}^{2-}$ அயனியை இரும்பு (II) குளோரைடுடன் வினைப்படுத்தி ஃபெர்ரோசினை ஒத்த சேர்மத்தைத் தயாரித்தார்.

$$2C_2B_9H_{11}^{2-} + FeCl_2 \rightarrow [(C_2B_9H_{11})_2 Fe]^{2-} + 2Cl^-$$

இதேபோன்று,

$$C_2B_9H_{11}^{2-} + C_5H_5^- + FeCl_2 \longrightarrow [C_2B_9H_{11}Fe\ C_5H_5]^- + 2Cl^-$$

$$C_2B_9H_{11}^{2-} + Br\,Mn(CO)_5 \longrightarrow C_2B_9H_{11}Mn(CO)_3^- + Br + 2CO$$

ஃபெர்ரோசினை ஒத்த இச் சேர்மங்கள் ஃபெர்ரோசினைப் போன்றே ஆக்சிஜனேற்றமும் மற்ற வினைகளும் நிகழ வாய்ப்பு உடையவை.

கார்போரேன்களின் வேதிப்பண்பு பரந்த அடிப்படையில் அமைவதற்குக் காரணமாக விளங்குவது: பல்முகி அமைப்பில் B-H அல்லது C-H தொகுதிகளுள் ஏதோவொன்றைத் தனிம அட்டவணையில் இடம்பெறும் தனிமங்களில் பெரும்பாலானவற்றால் பதிலீடு செய்யலாம். குறிப்பாக, இடைநிலைத்தனிமங்களான இரும்பு, கோபால்ட், நிக்கல், தாமிரம், குரோமியம், பல்லேடியம், பிளாட்டினம், தங்கம் ஆகிய உலோகங்களைக் கொண்டு இரு பன்முகி அமைப்புகளை இணைக்கலாம். இவற்றின் பொது வாய்பாடு: $(C_2B_9H_{11})_2\ M^{(n-4)}$.இங்கு n என்பது உலோகத்தின் (M) ஆக்சிஜனேற்ற எண். இருபன்முகிகளுக்குப் பொதுவாக (பாலமாக) அமைந்த உலோக அணுவைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளைத் தவிர, ஒரு பன்முகியில் மட்டும் உலோக அணு இடம் பெறும் அமைப்புகளும் உண்டு. உலோக அணுவின் துணைநிலை இணைதிறன்களை நிரப்புவதற்கு மற்றவகை ஈனிகள் பயனாகின்றன. $C_5H_5MC_2B_9H_{11}$ (M = Cr, Fe, Co, Ni); $C_2B_9H_{11}Rh(CO)_3C_2B_9H_{11}M(Co)_3^{2-}$ (M = Cr,Mo, W) ஆகியன இவ்வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

$(C_6H_5)_3P)_2$ HRh $C_2B_9H_{11}$ எனும் மூலக்கூறு ஒரு படித்தான வினையூக்கியாகப் (homogeneous catalyst) பயன்படுத்தப்பட்ட முதல் கார்போரேன் வகை அணைவாகும். இடைநிலை உலோகங்கள் மட்டுமன்றி, Al, Sn, Pb, Be போன்ற முதனிலை வகைத் தனிமங்களும் (typical elements) சில உலோக கார்போரேன் (metallocarborane) அணைவுகளில் இடம் பெறுகின்றன.

வினையுறு வளிமங்களின் சேர்மங்களில் எட்டெண் கூட்டத்தை மீறிய எண்ணிக்கையில் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. போரேன்களிலும், கார்போரேன்களிலும் எட்டெண் கூட்டத்தை விடக் குறைவான எண்ணிக்கையில் எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இரு வகைச் சேர்மங்களுமே வேதிப் பிணைப்புத் துறையில் ஒரு பெரும் மாற்றத்தைத் தோற்றுவித்துள்ளன.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. James E. Huheey, *Inorganic Chemistry*, Third Edition, Harper and Row, Philadelphia, 1983.

கார்போனட்டுகள்

கார்பன்-டைஆக்சைடு நீரில் கரையும்போது கார்போனிக் அமிலம் உண்டாகிறது. கார்போனிக் அமிலம் காரங்களுடன் வினைபுரியும்போது, கார்போனேட் உப்புகள் உண்டாகின்றன. கார்போனேட் உப்புகளில் CO_3^{2-} என்னும் எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட தொகுதி (anion) உள்ளது. சலவைச் சோடா எனப்படும் சோடியம் கார்போனேட்,

சுண்ணாம்புக் கல், பளிங்கு, சாக் (chalk) ஆகியவை சில முக்கியமான கார்போனேட்களாகும். கால்சைட் ($CaCO_3$), மாக்னசைட் ($MgCO_3$), சிடரைட் ($FeCO_3$), டோலமைட் ($CaMg(CO_3)_2$) என்பவை சில முக்கியமான கார்போனேட் கொண்ட தாதுக்களாகும்.

கார உலோகக் கார்பனேட்டுகள் நீரில் கரையும் தன்மை வாய்ந்தவை. ஏனைய உலோகக் கார்பனேட்டுகள் நீரில் குறைந்த அளவே கரையும் தன்மை வாய்ந்தவை. வலிவற்ற காரங்களை உண்டாக்கும் உலோகங்கள் (எ.கா. அலுமினியம், குரோமியம்) கார்போனேட்டுகளைத் தர வல்லவை அல்ல.

கார்போனேட்டுகள் அமிலத்துடன் சேரும்போது கார்பன் டைஆக்சைடை வெளிப்படுத்துகின்றன.

$$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

கார்பனேட்டுகள் மிகுதியான கார்பன் டைஆக்சைடுடன் சேரும்போது பைகார்போனேட்டுகளை (HCO_3^-) உண்டாக்குகின்றன.

$$Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow 2NaHCO_3$$

கார உலோகக் கார்போனேட்டுகள் தவிர பிற கார்போனேட்டுகள் சூடுபடுத்தப்படும்போது கார்பன் டைஆக்சைடை வெளிப்படுத்துகின்றன.

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

சோடியம் கார்போனேட் சலவை செய்வதற்குப் பயன்படுகிறது. அது கண்ணாடி, தாள், துணி ஆகியவை தயார் செய்வதற்கும் பயன்படுகிறது. கால்சியம் கார்போனேட், சுவர்களுக்கு வெள்ளை அடிக்க வர்ணம், எழுதுவதற்கான சாக்பீஸ் செய்ய உதவுகிறது. கால்சியம் கார்போனேட்டிலிருந்து பெறப்படும் சுட்ட சுண்ணாம்பு (CaO), சிமெண்ட் தொழிற்சாலையில் உதவுகிறது.

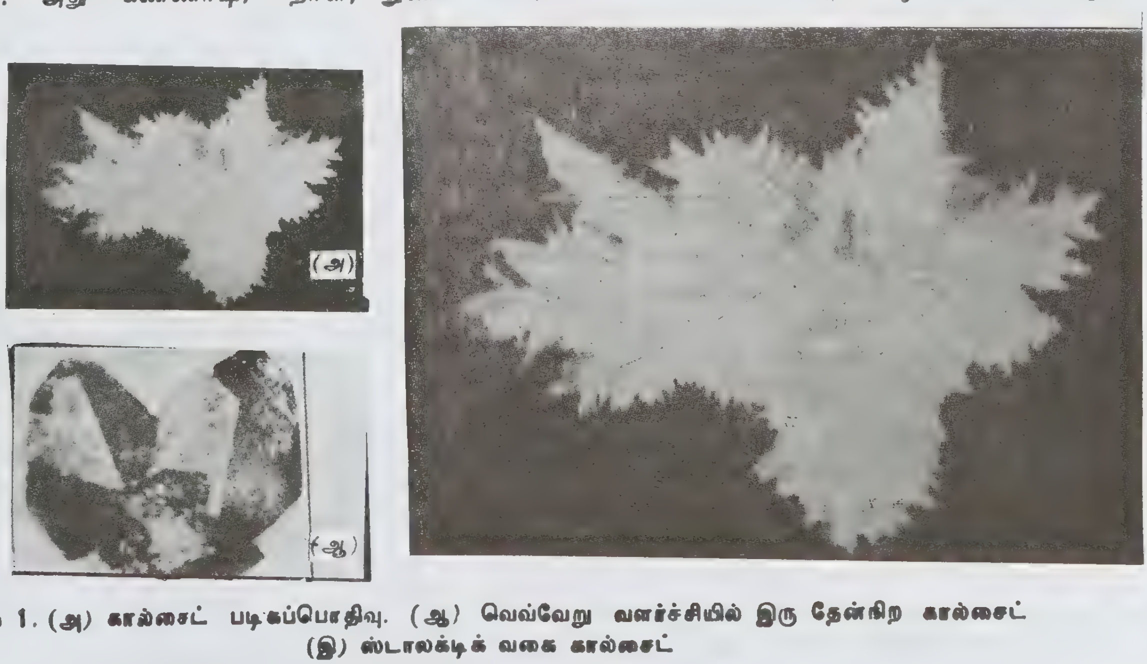
- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. J. C. Bailar et. al, *Comprehensive Inorganic chemistry*, Pergamon press, New York, 1973.

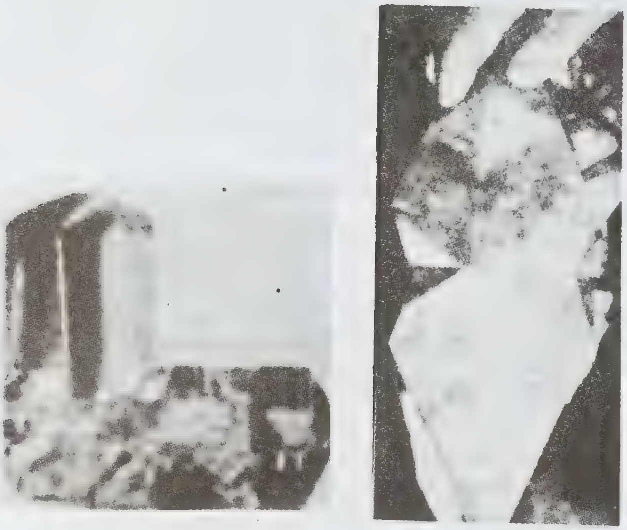
கார்போனேட் கனிமங்கள்

கார்பனேட் அயனிகளை அடிப்படை எதிரயனியலகுகளாகக் கொண்ட கனிம வகைகளுக்குக் கார்போனேட் கனிமங்கள் (carbonate minerals) என்று பெயர். கார்பனேட் கனிமங்களை நீரற்ற கார்பனேட்டுகள், நீரடங்கிய கார்பனேட்டுகள், அமில பைகார்பனேட்டுகள், நீர்ம ஆக்சைடு, ஹாலைடு, பிற எதிரயனிகளை உடன் கொண்ட கார்பனேட்டுகள் என்று நான்கு வகைகளாகக் கூறலாம்.

பெரும்பாலான கார்பனேட்டுகள் முதல் வகையைச் சார்ந்தன. அவற்றை அவற்றின் அணு அமைப்பினைக் கொண்டு மேலும் பலவாறு பிரிக்கலாம். சாய்சதுரக் கார்பனேட்டுகளுக்கு மாதிரியாக அமைவன கால்சைட்டும் ($CaCO_3$) டோலமைட்டும்



படம் 1. (அ) கால்சைட் படிகப்பொதிவு. (ஆ) வெவ்வேறு வளர்ச்சியில் இரு தேன்நிற கால்சைட் (இ) ஸ்டாலக்டிக் வகை கால்சைட்

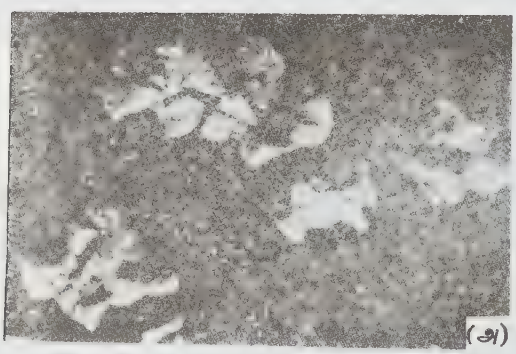


படம் 2. இரட்டுறல் கால்சைட் படிகங்கள்

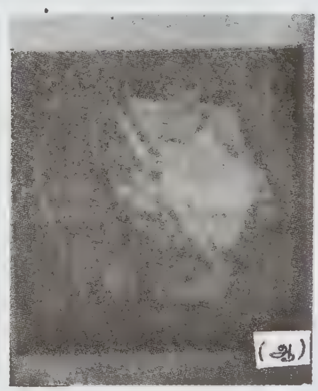
$(CaMg(CO_3))$ ஆகும். படம் 1, 2, 3 கால்சைட்டுக் கட்டமைப்பையுடைய கனிமங்களில் மாக்னசைட் $(MgCO_3)$, சிடரைட் $(FeCO_3)$, இரோடோகுரோசைட் $(MnCO_3)$, ஸ்மித்சோனைட் $(ZnCO_3)$, கோபால்டோ கால்சைட் $(COCO_3)$, ஒடாவைட் $(CdCO_3)$ காஸ்பைடு $(NiCO_3)$ ஆகிய கார்பனேட் கனிமங்கள் அடங்கும். ஆக்கரைட் $[(Ca(Fe,Mg)(CO_3)_2]$ குட்னாகோரைட் $(CaMn(CO_3)_2)$ ஆகியவை டோலமைட்டுக் கட்டமைப்பு மாதிரியைக் கொண்டவை. மேலும், வேறுவகை அணு அமைப்பு மாதிரியை உடைய கனிமங்களில் குறிப்பிடத்தக்கது அராகோனைட் ஆகும்.

அராகோனைட், கால்சியம் கார்பனேட் உயர்ந்த அழுத்த நிலையில் நிலைபெறும் ஒரு படிகமாகும். அதனால் இது கால்சியம் கார்பனேட்டின் பல்லுருவ மாறியில் ஒன்றாகக்கருதப்படுகிறது. ஸ்ரான்சியனைட் $(SrCO_3)$, விதரைட் $(BaCO_3)$ மற்றும் செரூசைட் $(PbCO_3)$ ஆகிய கனிமங்கள் அராகோனைட் அணு அமைப்பு மாதிரியைக் கொண்டன. மேற்குறித்த மூன்று வகையான அணு அமைப்பு மாதிரிகளையும் சாராத முதல் வகைக் கார்பனேட்டைச் சார்ந்த கனிமங்களில் வாடெரைட், குன்டைட் $(Mg_3Ca(CO_3)_4)$ பல நேரயனிகளை ஒருங்கே கொண்ட பல கார்பனேட்டுக் கனிமங்களும் அடங்கும். வாடெரைட் கால்சியம் கார்பனேட்டின் மற்றுமொரு பல்லுருவ மாறிக் கனிமமாகும்.

இரண்டு மூன்றாம் வகைகளைச் சார்ந்த கார்போனேட் கனிமங்கள் முதல்வகைக் கார்போனேட்டுக் கனிமங்களை ஒப்பிடுகையில் தாழ் வெப்பநிலையில் சிதையக் கூடியனவாகும். ஆகையால் இக்கனிமங்கள் படிவுப் பாறைகளிடையே குறிப்பாக ஆவியாதலா



(அ)



(ஆ)

படம் 3. (அ) சேணம் வடிவ டோலமைட் படிகங்கள்; ஆ) அரகோனைட் படிகம்

லுண்டான பாறைகளில் காணப்படும். தாழ் நீர்ம வெப்பநிலை இயக்கத்தாலும் உண்டாகும். இவ்வகைக் கனிமங்களில் பெரும்பான்மையாகக் கிடைக்கும் கனிமம் துரோனா ($Na_3H(CO_3)_2\ H_2O$) ஆகும்.

இக்கனிமங்களைப் போலவே நான்காம் வகையைச் சார்ந்த கனிமங்களும் அரிதாகக் கிடக்கின்றன. அவை குறிப்பாகத் தாழ் வெப்ப நிலைகளிலும், தாழ் நீர்ம வெப்ப நிலையியக்கத்திலும் உண்டாகின்றன. அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்க கனிமங்கள் மாலகைட் ($Cu_2CO_3(OH_2)$ மற்றும் அசூரைட் ($Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$ கனிமங்களாகும். அவை பெரும்பாலும் தாமிர உலோகக் கனிமப் படிவங்களில் கிடைக்கின்றன.

கார்போனைட்டுக் கனிமங்கள் மிகு அடிப்படைத் தன்மை வாய்ந்த அனற் பாறைகளான கார்பனோடைட்டிலும், செர்பன்டினைட்டிலும் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. கார்போனேட்டுப் படிவுகள் உரு மாற்றமடைந்து மீண்டும் படிகமாவதால் உண்டாகிய கனிமங்களைக் கொண்ட சலவைக் கற்பாறைகளிலும் காணப்படுகின்றன. எனினும் படிவுப்பாறைகள், சுண்ணாம்புப் பாறைகள், டோலமைட்டுப் பாறைகள் முதலியவை மிகுதியாகக் கிடைக்கும் கார்போனேட்டுக் கனிமங்களைக் கொண்ட பாறைகளாகும்.

- இரா. இராமசாமி

நூலோதி. W.A. Deer, A.A. Howie, I. Zussman, *An Introduction to Rock forming Minerals*, Longmans Pub. London, 1966.

கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச்சிதை மாற்றம்

உடலியக்கங்களுக்குத் தேவையான ஆற்றல் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மூலம் பெறப்படுகிறது. சாதாரண உணவில் உள்ள மொத்த ஆற்றலில் 50% வரை இதிலிருந்தே கிடைக்கிறது. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் ஆக்சிஜனேற்றம் பெறும்போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. அத்துடன் அவை கிளைக்கோஜெனாகவோ, சில அமினோ அமிலங்களுக்குத் தேவையான கார்பன் தொடர்களாகவோ, கொழுப்புப் பொருள்களாகவோ மாற்றப்படுகின்றன.

மாவு, தானியங்கள், அரிசி, உருளைக்கிழங்கு, ரொட்டி, பால், பழம், காய்கறி முதலானவற்றிலிருந்து கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கிடைக்கின்றன. இவற்றிலுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டுகள் மிகவும் சிக்கலான சாக்கரைடுகள் எனப்படுகின்றன.

உணவிலுள்ள சாக்கரைடுகளைச் செரிமான நொதிகள் (உமிழ்நீர், கணைய நீர், சிறுகுடல் நீர்) சிதைத்து அல்லது பகுத்து, நீரில் கரையக்கூடிய ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளாக மாற்றுகின்றன. இவை சிறுகுடல் உறிஞ்சிகள் மூலமாக உட்கவரப்பட்டு இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கின்றன. ஸ்டார்ச், குளுக்கோஸ், பழச்சர்க்கரை, பால், சர்க்கரை ஆகியவை முக்கிய கார்போஹைட்ரேட்டுகளாகும். இவை செரிமான நீரால் பகுக்கப்பட்டுக் குளுகோஸ், காலக்டோஸ், ஃபிரக்டோஸ் என்னும் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இவை இரத்தக் குழாய்கள் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்பட்டுத் தேவையான அளவு மட்டும் மீண்டும் உடலின் பல பகுதிகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படும். எஞ்சியுள்ள குளுக்கோஸ் கல்லீரலிலும், தசைகளிலும் கிளைகோஜெனாக மாற்றப்பட்டுச் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. உணவுக் கார்போஹைட்ரேட்டிலிருந்து தேவையான அளவு குளுக்கோஸ் கிடைக்காதபோது கல்லீரலிலுள்ள கிளைகோஜென் மீண்டும் குளுக்கோஸாக மாற்றப்பட்டு இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கிறது.

உடல் நலமுள்ள ஒருவரின் இரத்த குளுக்கோஸ் (70-100 மில்லி கிராம்/100 மில்லி லிட்டர் இரத்தம்) அளவு ஏறத்தாழ மாறிலியாக இருக்கும். இந்த அளவு சிறிது மிகுந்தாலும் மிகையான குளுக்கோஸ் கிளைகோஜெனாக மாற்றப்படுகிறது. கல்லீரலில் நடைபெறும்குளுக்கோஸ்-கிளைகோஜென் வேதி மாற்றத்திற்குக் கார்போஹைட்ரேட் வளர் மாற்றம் (carbohydrate anabolism) என்று பெயர்.

இரத்தத்தில் குளுக்கோஸ் அளவு குறைந்துவிட்டால், கல்லீரல் கிளைகோஜென் குளுக்கோஸாக மாற்றப்பட்டு, தேவையான அளவு இரத்த ஓட்டத்தில் கலக்கும். இவ்வாறு இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு கல்லீரல் செல்களால் ஓரளவுக்குச் சரியான மாறிலி நிலையில் வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. கிளைக்கோஜென் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படும்போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. தசைகள் வேலை செய்யும் போது (சுருங்கி விரிதல்) மிகுந்த அளவில் கிளைக்கோஜென் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுவதால்வெளிப்படும் ஆற்றல் பணியாற்றவும், உடல் வெப்பத்திற்கும் பயன்படுகிறது. இவ்வேதி வினையின் விளைவாகக் கார்பன் டைஆக்சைடும், நீரும் துணைப்பொருள்களாக உண்டாகின்றன. இவை கழிவுப் பொருள்களாக நுரையீரல் சிறுநீரகம், தோல் ஆகியவற்றின் மூலம் வெளியேற்றப்படுகின்றன. குளுக்கோஸ் சிதைக்கப்பட்டு ஆற்றல் வெளிப்படும் வினைக்கு, கார்போஹைட்ரேட் சிதைமாற்றம் (carbohydrate catabolism) என்று பெயர்.

கார்போஹைரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றத்தில், கிளைகோஜென் ஆக்கம் (glycogenesis), கிளைக்கோஜென் சிதைவு (glycogenolysis), சர்க்கரைச் சிதைவு (glycolysis) என மூன்று நிலைகள் உள்ளன.

கிளைகோஜென் ஆக்கம். இது கல்லீரலில் ஒரு சில நொதிகளால் குளுக்கோஸிலிருந்து கிளைகோஜென்

ஆக மாற்றப்படும் முறையாகும். முதல்நிலையில் ஹெக்சோகினேஸ் என்னும் நொதியால் குளுக்கோஸ் குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வேதிவினைக்கு வேண்டிய ஆற்றலை ATP (அடினோசின்டிரை ஃபாஸ்பேட்) அளிக்கிறது. இரண்டாம் நிலையில் ஃபாஸ்ஃபோ குளுகோமியூட்டேஸ் என்னும் நொதியால் குளுக்கோஸ்-6 பாஸ்ஃபேட், குளுக்கோஸ்-1 பாஸ்ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இறுதியாக மூன்றாம் நிலையில் இது பாஸ்ஃபோரிலேஸ் என்னும் நொதியால் கிளைகோஜென்னாக மாற்றப்படுகிறது.

குளுக்கோஸ்
↓ ஹெக்சோகினேஸ்
குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட்
↓ பாஸ்ஃபோகுளுகோமியூட்டேஸ்
குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்ஃபேட்
↓ பாஸ்ஃபோரிலேஸ்
கிளைகோஜென்

ஃபிரக்டோஸ், கேலக்டோஸ் போன்ற ஏனைய ஒற்றைச் சாக்ரைடுகளும் கிளைகோஜெனாக மாற்றப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர லாக்டிக் அமிலம், கிளிசரால் மற்றும் பல அமினோ அமிலங்களும் கிளைகோஜென் ஆக்கத்திற்குப் பயன்படுகின்றன.

கிளைகோஜென் சிதைவு. இது உடலில் இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு குறையும்போது கல்லீரலில் கிளைகோஜென் சிதைவுற்று, குளுக்கோஸாக மாறும் வினையாகும். இதற்குப் பல நொதிகள் பயன்படுகின்றன. முதல் நிலையில் கிளைகோஜென், பாஸ்ஃபோரிலேஸ் என்னும் நொதியால் குளுக்கோஸ்-1 பாஸ்ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இரண்டாம் நிலையில் இது பாஸ்ஃபோ குளுகோமியூட்டேஸ் என்னும் நொதியால் குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. இறுதியாக மூன்றாம் நிலையில் இது கல்லீரல் பாஸ்ஃபட்டேஸ் நொதியால் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது.

கிளைகோஜென்
↓ பாஸ்ஃபோரிலேஸ்
குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்ஃபேட்
↓ பாஸ்ஃபோகுளுகோமியூட்டேஸ்
குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்ஃபேட்
↓ கல்லீரல் பாஸ்ஃபட்டேஸ்
குளுக்கோஸ் + கனிம பாஸ்ஃபேட்

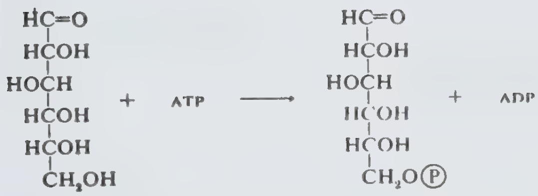
குளுக்கோஸ் கிளைகோஜெனாகவும் கிளைகோஜென் குளுக்கோஸாகவும் மாற்றப்படும் வேதிவினைகளை கணையத்தில் உள்ள லாங்கர்ஹான் நுண்திட்டுச் செல்களால் சுரக்கப்படும் இன்சுலின் என்னும் ஹார்மோன் கட்டுப்படுத்தி இரத்த குளுக்கோஸ் அளவைச் சீரான மாறிலி நிலையில் வைத்துக் கொள்ளுகிறது. இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு குறைந்தால், கல்லீரல் செல்கள் கிளைகோஜெனை குளுக்கோஸாக மாற்றும் வினையை ஊக்குவிக்கும். இதேபோன்று இரத்த குளுக்கோஸ் அளவு அதிகமானால், தேவைக்கு மேற்பட்ட குளுக்கோஸை கிளைகோஜெனாக மாற்றவும் இன்சுலின் உதவுகிறது,

சர்க்கரைச்சிதைவு (glycolysis). இது குளுக்கோஸ் அல்லது கிளைகோஜெனிலிருந்து லாக்டிக் அமிலம் உண்டாகும் முறையாகும். இது கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றத்தின் ஆக்சிஜன் பங்கு கொள்ளாத (anaerobic) இடைநிலையாகும். இவ்வினையின் போது உண்டாகும் வேதி ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மற்ற வேதி வினைகளுக்குப் பயன்படுகிறது. பின்னர் லாக்டிக் அமிலம் சிதைந்து கார்பன் டைஆக்சைடு, நீர் ஆகிய துணைப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவை உண்டாகும்போதும் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இவ்வேதி வினை மாற்றம் எம்ப்டன் மேயர் ஹாஃப் முறை (Embden-Meyerhof pathway) என்று குறிக்கப்படுகிறது.

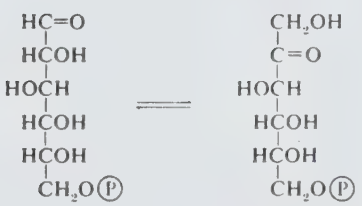
இவ்வேதி வினை முறையில்-PO_4 தொகுதியைப் புகுத்துவதால், பெரிய மூலக்கூறுகளிலிருந்து 6-கார்பன் குளுக்கோஸ் அலகுகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. சில குறிப்பிட்ட நொதிகளால் ஃபாஸ்ஃபேட்டுகளிலிருந்து -PO_4 தொகுதிகுளுக்கோஸ் அலகுக்கு மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் ஒரு குளுக்கோஸ்-1-பாஸ்ஃபேட் மூலக்கூறு உண்டாகிறது. கார்பன் தொடரில்-PO_4 தொகுதி 1 ஆம் கார்பனுடன் சேர்ந்திருப்பதால் 1-பாஸ்ஃபேட் எனப்படும். மீதமுள்ள கிளைகோஜெனில் தொடர் பாஸ்ஃபாரிலேற்றங்களால் குளுக்கோஸாக மாற்றப்படுகிறது. குளுக்கோஸ்-1 பாஸ்ஃபேட்டிலுள்ள -PO_4 தொகுதி மற்ற முனையிலுள்ள அதாவது 6ஆம் கார்பனுடன் இணைந்து குளுக்கோஸ் -6-பாஸ்ஃபேட்டாகிறது. மற்ற வினைகள் நான்கு நிலைகளில் நடைபெறுகின்றன.

நிலை 1. இந்தத் தொடக்க நிலையில் ATP ஆல் 2-PO_4 தொகுதிகள் குளுக்கோஸில் இணைந்து ஃபிரக்டோஸ்-1,6 -டைபாஸ்ஃபேட்டாக மாறுகிறது. முதலில் குளுகோகினேஸ் என்ற நொதியால் குளுக்கோஸ், பாஸ்ஃபாரிலேற்றம் பெற்று குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட்டாகிறது.

இரண்டாவதாக இது குளுக்கோஸ் பாஸ்ஃபட்டேஸ் ஐசோமெரேஸ் என்னும் நொதியால் மீண்டும் கூட்டுப் பொருள்கள் சீராக்கப் (internal rearrangement) பெற்று ஃபிரக்டோஸ்-6- பாஸ்ஃபேட்டாக மாறுகிறது.

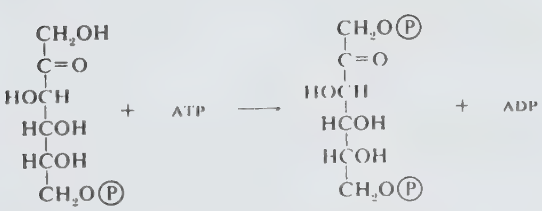


குளுகோஸ் குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட்



குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட் ஃபிரக்டோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட்

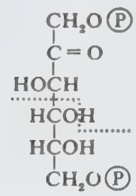
இறுதியாக பாஸ்ஃபோ ஃபிரக்ட்டோகினேஸ் என்னும் நொதியால் இது ஃபிரக்ட்டோஸ் 1,6-டைபாஸ்ஃபேட்டாகிறது.



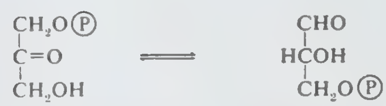
ஃபிரக்ட்டோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட் ஃபிரக்ட்டோஸ்-1,6-டைபாஸ்ஃபேட்

இவ்வேதி வினைகளில் ஓர் ஒற்றைச் சாக்கரைடு மூலக்கூறு ஒரு ஃபிரக்ட்டோஸ் டைபாஸ்ஃபேட் மூலக்கூறாக மாறுகிறது. ATP மூலக்கூறுகளும் ADP மூலக்கூறுகளாகின்றன. இவ்வேதி வினைகளில் ATP வினையூக்கியாகச் செயல்புரிகிறது.

நிலை 2. (பிளவுபடுதல்) இதில் ஃபிரக்டோஸ் *1-6* டைபாஸ்ஃபேட் பிளவுற்று மூன்று கார்பன் சர்க்கரையுள்ள இரண்டு மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொன்றுடனும் ஒரு PO_4 தொகுதி இணைந்துள்ளது. இவற்றிற்கு கிளிசரால்டிஹைடு-3-பாஸ்ஃபேட், டைஹைட்ராக்சி அசெட்டோன் பாஸ்ஃபேட் எனப் பெயர். இவ்வினை ஃபிரக்ட்டோ ஆல்டோலேஸ் என்னும் நொதியால் நிகழ்கிறது. இவை இரண்டும் ஒன்று மற்றொன்றாய் மாறும் இயல்புடையன.



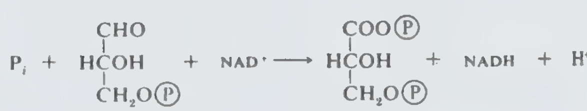
ஃபிரக்ட்டோஸ்-1-6 டைபாஸ்ஃபேட்



டைஹைட்ராக்சி அசெட்டோன் பாஸ்ஃபேட் கிளிசரால்டிஹைடு 3-பாஸ்ஃபேட்

ஃபிரக்டோஸ் 1-6-டை பாஸ்ஃபேட் இருசமமாகப் பிளவுபடுகிறது. இதில் ATP ஆக்கமோ சிதைவோ இல்லை.

நிலை 3(ஆக்சிஜனேற்றம்)இது ஆற்றல் வெளிக்கொணரும் நிலையாகும் ஒவ்வொரு கிளிசரால்டிஹைடு-3-பாஸ்ஃபேட் மூலக்கூறும் கிளிசரால்டிஹைடு -3-பாஸ்பேட் டிஹைட்ரோஜினேஸ் என்னும் நொதியால் ஆக்சிஜனேற்றம் பெற்றுக் கார்பாக்சிலிக் அமிலமாகிறது. இம்மாற்றத்தின்போது பயனுள்ள மிகுந்த ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இந்த ஆற்றல் ADP ஐ ATP ஆக மாற்றப் பயன்படுகிறது.



கிளிசரால்டிஹைடு -3-பாஸ்ஃபேட்

நிலை 4. ஆக்சிஜனேற்றம் பெற்ற 3 - பாஸ்ஃபோகிளைசிரிக் அமிலம் பல மாறுதல்களடைந்து இறுதியாகப் பைருவிக் அமிலமாகிறது. இம்மாற்றங்களில் ஒரு வினையின்போது மூலக்கூறிலிருந்து நீர் பிரிக்கப்படுகிறது. அப்போது ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இது ஒரு ATP மூலக்கூறை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது.

தசையில் லாக்ட்டிக் டிஹைட்ரஜனேஸ் நொதியால் 3-கார்பன் பைருவிக் அமிலம் ஹைட்ரஜனேற்றம் பெற்று லாக்டிக் அமிலமாகிறது. ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ்-6-பாஸ்ஃபேட் மூலக்கூறிலிருந்தும் 2 லாக்ட்டிக் அமில மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. லாக்ட்டிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றமடையும்போது உண்டாகும் 4 ATP மூலக்கூறுகளில் ஒன்று ஹெக்சோஸ்டைபாஸ்ஃபேட் உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே இவ்வேதிவினையில் 3 ATP மூலக்கூறுகள் மிகையாகக் கிடைக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து நிறைய ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது.

ஈஸ்ட்டுகளால் சர்க்கரை நொதிக்கும் வினைகளிலும் 6-கார்பன் சர்க்கரைப் பொருள்கள் பாஸ்ஃபாரிலேற்றம் பெறுகின்றன. இவை ஆக்சிஜனேற்றம், ஹைட்ரஜனேற்றம் ஆகியவை அடைந்து நீரும் வெளியேற்றப்படுகிறது. இதனால் ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிலிருந்தும் 2 பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. இந்தக் குறிப்பிட்ட வினைமாற்ற நிலையில்தான் சர்க்கரைச் சிதைவிலிருந்து (glycolysis) ஈஸ்ட் நொதித்தல் வேறுபடுகிறது. ஈஸ்ட்டில் கார்பன் டைஆக்சைடை வெளியேற்றும் பைருவிக் கார்பாக்சிலேஸ் என்னும் நொதி உள்ளது. இது பைருவிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து கார்பன் டைஆக்சைடை வெளியேற்றி அசெட்டால்டிஹைடை உண்டாக்குகிறது. பைருவிக் அமிலம் உண்டாகும் வரையில் சர்க்கரைச்சிதைவும் நொதித்தல் வினையும் ஒன்று போலவே உள்ளன. பின்னர்சர்க்கரைச் சிதைவு லாக்ட்டிக் அமிலத்திலும், நொதித்தல், எத்தேனால், கார்பன் டைஆக்சைடிலும் முடியும்.

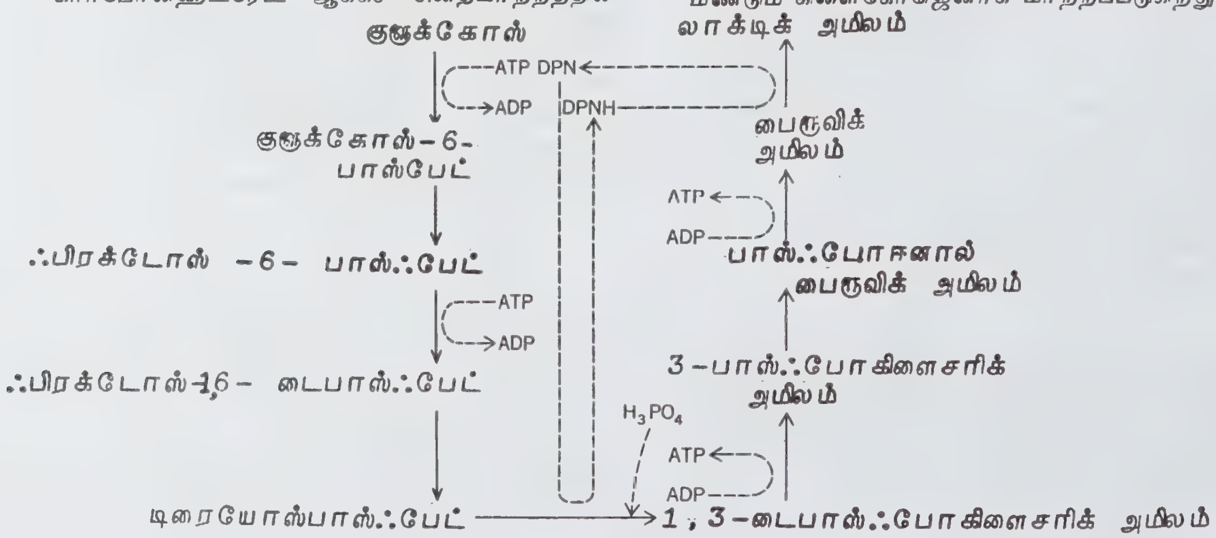
கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றத்தில் பைருவிக் அமிலம் ஒரு முக்கியமான கூட்டுப்பொருள். சிக்கலான பல வேதி வினைகளால் இது அசெட்டைல் CoA ஐ உண்டாக்குகிறது.

$$\underset{\text{பைருவிக் அமிலம்}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-COOH} + CoA \xrightarrow{\text{மற்ற காரணிகள்}} \underset{\text{அசெட்டைல் CoA}}{CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-S-CoA} + CO_2$$

கார்போஹைட்ரேட்டுகளுக்கும் கொழுப்புப் பொருள்களுக்கும் ஒரு தொடர்பாக அசெட்டைல் CoA உள்ளது. உயிரிகளில் நடைபெறும் பெரும்பாலான வேதிவினைகளில் இது பங்கேற்கிறது.

லாக்ட்டிக் அமிலத்தின் முடிவு. ஆக்சிஜன் பங்கு கொள்ளும் வேதிவினையில் கிளைகோஜென், கார்பன் டைஆக்சைடாகவும் நீராகவும் மாற்றப்படும்போது உண்டாகும் ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுக்கும் 688,000 கலோரி வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. சர்க்கரைச்சிதைவில் குளுக்கோஸ் லாக்ட்டிக் அமிலமாக மாறும்போது 58000 கலோரி வெப்பம் மட்டுமே வெளிப்படுகிறது. இதனால் லாக்ட்டிக் அமிலத்தில் பெருமளவு ஆற்றல் தேங்கியுள்ளது எனத் தெரிகிறது. மூச்சு உள்ளிழுக்கும்போது கிடைக்கும் ஆக்சிஜனால் லாக்ட்டிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. ஆக்சிஜன், இரத்தத்தில் ஆக்சி ஹீமோகுளோபினாகத் தேவைப்படும் திசுக்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. சர்க்கரைச் சிதைவின்போது உண்டாகும் லாக்ட்டிக் அமிலத்தில் 20-30% கார்பன் டைஆக்சைடு நீராக மாற்றப்படுகிறது. இதனால் ஏற்படும் ஆற்றல் ADP மூலக்கூறுகளை ஆற்றல்மிகு ATP மூலக்கூறுகளாக மாற்றப்பயன்படுகின்றன.

ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாத லாக்ட்டிக் அமிலம் மீண்டும் கிளைகோஜெனாக மாற்றப்படுகிறது. தசை



லாக்டிக் அமில நொதித்தலில் கிளைக்காலாற் பகுப்பு

களில் லாக்ட்டிக் அமிலத்தின் ஒரு பகுதி மட்டுமே கிளைகோஜெனாக மாற்றப்படுகிறது. ஆனால் கல்லீரலில் முழுதும் கிளைகோஜெனாக மாற்றப்படுகிறது.

கிரெப்ஸ் சுழற்சி. கார்பன் டைஆக்சைடு, நீர் ஆகியவை இறுதியில் உண்டாகும் வரை கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச்சிதைமாற்றம் தொடர்கிறது. லாக்ட்டிக் அமிலத்தின் ஒரு பகுதி ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் வேதிவினை முறையை முதன்முதலில் கிரெப்ஸ் என்பாரும் அவர்தம் குழுவினரும் விவரித்துள்ளனர். கிரெப்ஸ் என்பார் இதை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்து வெளியிட்டதால் கிரெப்ஸ் சுழற்சி என்று இதற்குப் பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த சுழற்சி வினையின்போது சிட்ரிக் அமிலம் உண்டாவதால் இதற்குச் சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சி என்றும் பெயர். காண்க, கிரெப்ஸ் சுழற்சி.

கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச்சிதை மாற்றங்களை விளக்கப் பல ஆண்டுகளாக எம்ப்டன்-மேயர் ஹோஃப் வழிமுறை மட்டுமே பயன்பட்டு வந்தது. 1931 இல் வார்பர்க் என்பார் ஈஸ்ட்டில் குளுக்கோஸ் 6-பாஸ்ஃபேட் டிஹைட்ரோஜினேஸையும் சில ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு 6-பாஸ்ஃபோ குளுகோனேட் டிஹைட்ரோஜினேஸையும் கண்டுபிடித்தார். குளுக்கோஸ் ஆக்கச்சிதை மாற்றங்களுக்கு வேறுபல வழிமுறை இருப்பதைத் தெளிவாக விளக்கினார். அவற்றில் வார்பர்க்-டிக்கன்ஸ் வழிமுறை மிகவும் முக்கியமானது. இதற்கு, பாஸ்ஃபோ குளுகோனேட் அல்லது ஹெக்டோஸ்மோனோபாஸ்ஃபேட் பக்க இணைப்பு (shunt) என்றும் பெயர். இது NADP (நிக்கோடினமைடு அடினைன் டை நியுக்ளியோடைடு பாஸ்ஃபேட்) NADPH ஆக மாற்றுவதற்கு வேண்டிய வேதிவினைப்பொருள்களை உண்டாக்குவதற்கும், பென்டோஸ்கள் சேர்க்கைக்கும், வெளியேற்றத்திற்கும் ஆன இரு வழிகளில் செயல்படுகிறது.

இதில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு நேராகப் பிளவுப்படுவதில்லை. குளுகோகினேஸ் குளுகோஸ்-6-ஃபாஸ்பட்டேஸ், குளுக்கோஸ் 6-Pடிஹைட்ரஜனேஸ், லாக்ட்டோனேஸ், 6-P குளுகானிக் அமில டிஹைட்ரஜனேஸ், P-ரைபோஸ் ஐசோமெரேஸ், P-கிட்டோபென்டோஸ், எபிமெரேஸ், டிரான்ஸ்கிட்டோலேஸ் டிரான்ஸ் ஆல்டோலேஸ் ஆகிய நொதிகள் இதில் வினைபுரிகின்றன. இவற்றிற்குத் துணைக்காரணிகளாக ATP, மக்னீசியம் அயனிகள், $NADP^+$ மாங்கனீஸ், தயாமின் பைரோபாஸ்ஃபேட் ஆகியவை உள்ளன.

இதில் குளுகோஸ் 6-பாஸ்ஃபேட் உண்டானவுடன் ATP மூலக்கூறு பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆக்சிஜன் பங்கேற்காத நிலைகளிலேயே வேதிவினைகள் தொடர்கின்றன. இது கல்லீரல், தோலடித்திசு, பால்சுரப்பி, அண்ணீரகப் புறணி, விந்தகம், ஆகியவற்றில் நன்கு செயல்படுகிறது. செல்களுக்கு மிகத் தேவையான ரைபோஸ் குளுக்கோஸிலிருந்து முக்கிய இடைப்பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

குளுக்கோஸ்
↓
குளுக்கோஸ் -6- பாஸ்ஃபேட்
↓ NADP
குளுகோனேட் -6- பாஸ்ஃபேட்
↓ NADP
ரிபுலேஸ் -5- பாஸ்ஃபேட்
↓ ↓
ரைபோஸ் -5- பாஸ்ஃபேட்   ஸைலுலோஸ் -5- பாஸ்ஃபேட்
↓ ↓
செடோஹெப்டுலோஸ் -7- பாஸ்ஃபேட், & ட்ரையோஸ் பாஸ்ஃபேட்
↓
ஃபிரக்ட்டோஸ் -6- பாஸ்ஃபேட் & எரித்ரோஸ் -4- பாஸ்ஃபேட்
↓
எரித்ரோஸ் -4- பாஸ்ஃபேட் & ஸைலுலேஸ் -5- பாஸ்ஃபேட்
↓
ஃபிரக்ட்டோஸ் -6- பாஸ்ஃபேட்
ட்ரையோஸ் பாஸ்ஃபேட் ↓
| ஐசோமெரைஸ்   பைருவேட்
↓ 2 மூலக்கூறுகள்
குளுக்கோஸ் -6- பாஸ்ஃபேட் ↓
ட்ரைகார்பாக்சிலிக் சுழற்சி

ஆக்சிஜன் பங்குகொள்ளாத சர்க்கரைச்சிதைவில் ஒவ்வொரு கிளைகோஜென் அலகும், இரண்டு அலகுகள் ட்ரையோஸ்களும் அதைச் சார்ந்த பொருள்களையும் உண்டு பண்ணுகிறது. இதேபோன்று ஒரு குளுக்கோஸ் அலகு இரண்டு லாக்ட்டிக் அமில அலகுகளையும் மூலக்கூறுகளைப் பிணைக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலையும் உண்டாக்குகிறது. ஒரு PO_4 (bond) பாஸ்ஃபோரிலேற்றம் வினைக்குப் பயன்படுகிறது. (ஃபிரக்ட்டோஸ் -6- பாஸ்ஃபேட் → ஃபிரக்டோஸ் - 1-6-டை பாஸ்ஃபேட்) இதனால் வெளிவரும் மொத்த ஆற்றல் 3ATPக்குச் (36கி. கலோரி/குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு) சமம். இரத்தக் குளுக்கோஸிலிருந்து இவ்வேதி வினை தொடங்கும்போது, ATP இன் ஓர் உயர் ஆற்றல் பாஸ்ஃபேட் இணைப்பு ஹெக்ஸோகினேஸ் வினைக்குப் பயன்படுவதால் 2ATP மூலக்கூறுகள் வெளிவருகின்றன.

பைருவேட், அசெட்டைல்CoA ஆகவும், கார்பன் டைஆக்சைடாகவும் மாற்றப்படும்போது NADH, 3ATP மூலக்கூறுகளுக்குச் சமமானதைக் கொடுக்கிறது. முழு ஆக்சிஜனேற்றத்தால் ஒவ்வோர் அசெட்டைல் CoA மூலக்கூறும் 12 ATP மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கிறது. எனவே ஒவ்வொரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிலிருந்தும் 24 ATP மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன.

குளுக்கோஸிலிருந்து ATP உண்டாதல்

குளுக்கோஸ்	→	ஃபிரக்ட்டோஸ் 1, 6-டைபாஸ்ஃபேட்	—2
2 ட்ரையோஸ்பாஸ்ஃபேட்	→	2,3 பாஸ்ஃபோகிளைசிரிக் அமிலம்	+2
2 NAD	→	2 NADH → 2 NAD+	+6
2 பாஸ்ஃபோஈனால் பைருவிக் அமிலம்	→	2 பைருவிக் அமிலம்	+2
2 பைருவிக் அமிலம்	→	2 அசெட்டைல் CoA + 2 கார்பன் டை ஆக்சைடு	
2 NAD+	→	2 NADH → 2 NAD+	+6
2 அசெட்டைல் CoA	→	4 கார்பன் டைஆக்சைடு	24
$C_6H_{12}O_6$ + 6N	→	$6CO_2 + 6H_2O$	+38

2 பைருவிக் அமில மூலக்கூறு (1 குளுக்கோஸ் அலகு) முழுமையான ஆக்சிஜன்பங்கு கொள்ளும் சிதைவடையும்போது 38 ATP மூலக்கூறுகளை உண்டு பண்ணுகின்றன. இவை பயன்படுத்தக்கூடிய 266 கி. கலோரி ஆற்றலுக்குச் சமம்.

கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றம் சீராக்கல். கணையம், பிட்யூட்டரியின் முன் பகுதி மடல், அட்ரினல் புறணி ஆகிய நாளமில் சுரப்பிகள் சுரக்கும் ஹார்மோன்கள் கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச்சிதை மாற்றத்தை ஒழுங்குபடுத்திச் சீர்நிலையில் வைக் கின்றன.

கணையம். கணையத்திலுள்ள லாங்கர்ஹான் நுண் திட்டுகள் இன்சுலின் என்னும் ஹார்மோனைச் சுரக்கின்றன. இது குளுக்கோஸை கிளைகோஜெனாக மாற்றுவதையும் குளுக்கோஸைப் பயன்படுத்துவதை யும், ஆக்கச்சிதைமாற்றத்தின்போது இடைப்பொருள் உண்டாவதையும் ஒழுங்குடுத்திச் சீராக்குகிறது.

பிட்யூட்டரி முன் பகுதி மடல். இது சுரக்கும் வளர்ச்சி ஹார்மோன், தோலடித் திசுக்களிலிருந்து தனி கொழுப்பு அமிலங்களைத் திரட்டிக் கீட்டோ ஜென் உருவாக்கத்தை ஊக்குவிக்கிறது. இது இரத்த குளுக்கோஸைஉயர்த்தும் காரணியையும் சுரக்கிறது.

அண்ணீரகப் புறணி சுரக்கும் ஹார்மோன்களும் கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதை மாற்றத்திற்கு உதவி செய்கின்றன.

அண்மை ஆய்வுகள் இந்த நாளமில்கரப்பிகளைத் தவிர தைராய்டு சுரப்பிகள் சுரக்கும் தைராக்சினும் சிறுகுடலில் குளுக்கோஸ் உட்கவரப்படும் வீதத்தை அதிகப்படுத்துகிறதென்றும், கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றத்தின் வீதத்தை அதிகரிக்கிற தென்றும் தெளிவாக்குகின்றன.

இச்சுரப்பிகளின் பணிகள் மைய நரம்பு மண்டலத் தால் கட்டுப்படுகின்றன. எனவே கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றம் முழுவதையும் மைய நரம்பு மண்டலம் கட்டுப்படுத்துகிறது.

- கு. சம்பத்

நூலோதி. Lubert Stryer, *Biochemistry*, W.H Freeman and Company, Sanfrancisco, 1975.

கார்போஹைட்ரேட்டுகள்

இவற்றின் பொது வாய்பாடு $C_x(H_2O)_y$ கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகிய தனிமங்கள் உள்ளன. நீரில் ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகிய தனிமங்களின் அணுக்கள் எவ் விகிதத்தில் இணைந்துள்ளனவோ அதே விகிதத்தில் கார்போஹைட்ரேட்டுகளிலும் இணைந்துள்ளன. எனவே சில சமயங்களில் இவற்றை நீரேறிய கரிமச் சேர்மங்கள் என்றும்குறிப்பிடலாம். ஆனால் $C_x(H_2O)_y$ என்னும் பொது வாயபாட்டிற்குட்படாத பல கரிமச் சேர்மங்கள் கார்போஹைட்ரேட்டுகளாக உள்ளன. எ.கா. 2-டிஆக்சிரிபோஸ் ($C_5H_{10}O_4$). இதேபோல் ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் 2:1 என்னும் விகிதத்தில் கலந்த பல சேர்மங்கள் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் ஆகா. எ.கா. ஃபார்மால்டிஹைடு; அசெட்டிக் அமிலம். அனைத்துக் கார்போஹைட்ரேட்டுகளும் பாலிஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடுகள் அல்லது கீட் டோன்கள் அல்லது நீராற்பகுத்தலால் பாலி ஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடுகளையோ கீட்டோன் களையோ கொடுக்கக்கூடிய சேர்மங்கள் ஆகும். இயற்கையில் மெத்திலேற்றப்பட்ட சர்க்கரையும், நைட்ரோ சர்க்கரையும் உள்ளன.

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் இயற்கையில் தாவரங்களிலும், விலங்கினங்களிலும் உள்ளன. தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கையின் மூலம் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

$$xCO_2 + 4H_2O \xrightarrow{h\gamma} Cx(H_2O)_y + xO_2$$

கார்போஹைட்ரேட்டுகள் தாவரங்கள், விலங்குகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஆற்றலை அளிக்கின்றன.

வகை. கார்போஹைட்ரேட்டுகள் அவற்றின் பண்புகளைப் பொறுத்து சர்க்கரைகள் (எ.கா.குளுக்கோஸ், ஃபிரக்ட்டோஸ்), சர்க்கரையற்ற பொருள்கள் (எ.கா. ஸ்டார்ச், செல்லுலோஸ்) என இரு வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. சர்க்கரைப் பொருள்கள் படிக உருவும், இனிய சுவையும், நீரில் கரையும் தன்மையும் கொண்ட சேர்மங்கள் ஆகும். சர்க்கரையற்ற பொருள்கள் (பாலிசாக்கரைடுகள்) சர்க்கரையைவிடச் சிக்கலான அமைப்பையும், உயர் மூலக்கூறு எடையையும் கொண்ட சேர்மங்கள். இவற்றில் பெரும்பாலானவை படிக உருவமில்லாமலும் (amorphous), நீரில் குறைவாகக்கரைந்தோகரையாமலும், இனிய சுவையில்லாமலும் உள்ளன. எளிய கார்போஹைட்ரேட்டுகளின் பெயர்கள் - ஓஸ் என்று முடியும். ஆல்டிஹைடுகளைக் கொண்ட கார்போஹைட்ரேட்டுகள் ஆல்டோக்கள் (aldoses) என்றும் கீட்டோனைக் கொண்ட கார்போஹைட்ரேட்டுகள் கீட்டோஸ்கள் (ketoses) என்றும் வழங்கப்படும்.

சர்க்கரைப் பொருள்கள் மேலும் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் ஒலிகோ சாக்கரைடுகள் என்று இருவகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் நீராற்பகுக்க முடியாதவை. இவற்றின் பொது வாய்பாடு ($CnH_{2n}On$) இதில் சில விதிவிலக்கும் உண்டு) 'n' இன் மதிப்பு 2-10 வரையுள்ளது. இவற்றில் முக்கியமானவை பென்டோஸ்களும், ஹெக்சோஸ்களும் ஆகும். ஒலிகோ சாக்கரைடுகள் நீராற்பகுக்கும்போது 2-10 வரை ஒற்றைச் சாக்கரைடு மூலக்கூறுகளைக் கொடுக்கின்றன. பாலிசாக்கரைடுகள் நீராற்பகுத்தலால் பெருமளவு ஒற்றைச் சாக்கரைடு மூலக்கூறுகளை அளிக்கின்றன. இவற்றின் பொது வாய்பாடு $(C_6H_{10}O_5)_n$. (எ.கா. ஸ்டார்ச், செல்லுலோஸ்). இயற்கையில் அவ்வளவு பரவலாக் காணப்படாத பாலிசாக்கரைடு, பென்டோசேன்கள் ஆகும்.

ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள். கார்போஹைட்ரேட் வேதியியலுக்கு ஒற்றை சாக்கரைடுகள் மிகவும் அடிப்படையானவை. இச்சர்க்கரைகளை நீராற்பகுக்க இயலாது. இவற்றின் பொது வாய்பாடு $CnH_{2n}O_n$: n இன் அளவு 2-10 வரை இருக்கலாம். இவை ஒற்றைச் சாக்கரோசஸ் (mono sacchroses) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. முக்கியமான ஒற்றைச் சர்க்கரைடுகள் பென்டோஸ்களும், ஹெக்சோஸ்களும் ஆகும். அனைத்துக் கார்போஹைட்ரேட்டுகளும் நீராற்பகுக்கும்போது ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளைக் கொடுக்கின்றன. ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கேற்பவும், அவற்றில் அமைந்துள்ள ஆல்டிஹைடு, கீட்டோன் தொகுதிகளைப் பொறுத்தும் இவை பெயரிடப்படுகின்றன. எ.கா. ஆல்டோஹெக்சோஸ்கள், ஆல்டோபென்டோஸ்கள், கீட்டோஹெக்சோஸ்கள்.

$OHC(CHOH)_nCH_2OH$ — ஆல்டோஸ்கள்

$HOH_2C.CO(CHOH)_nCH_2OH$ — கீட்டோஸ்கள்

குளுக்கோஸும், ஃபிரக்டோஸும் ஆல்டோசுக்கும், கீட்டோசுக்கும் எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும்.

$OHC(CHOH)_4CH_2OH$ — குளுக்கோஸ்

$HOH_2C(CHOH)CH_2OH$ — ஃபிரக்ட்டோஸ்

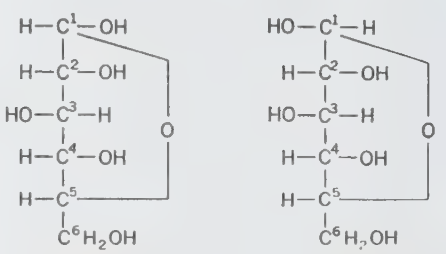
இது வரை ஏறக்குறைய 70 ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் அறியப்பட்டுள்ளன. பிற கரிமச் சேர்மங்கள் போல் அல்லாமல் இவை மிகுதியாக நீரில் கரைகின்றன. இதற்குக் காரணம் ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளில் மிகுந்து காணப்படும் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளாகும். இவை நீருடன் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் இனிப்புச் சுவை கொண்டவை; ஒளிச்சுழற்றும் தன்மை கொண்டவை. இவற்றின் பல வினைகளில் இவை பாலிஹைட்ரிக் ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்களாகச் செயல்படுகின்றன. நான்கு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ஒற்றைச் சர்க்கரைகள் இயங்கு சமநிலை மாற்றிகளாக அமைகின்றன. அவற்றில் ஒன்று வளைய அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளில் எளியது கிளைக்கால்டிஹைடு. இதில் சமச்சீரற்ற கார்பன் அணு இல்லை. எனவே இதற்கு ஒளிச் சுழற்றும் பண்பும் இல்லை. இயற்கையில் கிடைக்கும் அனைத்துச் சர்க்கரைகளும் ஒளிச் சுழற்றும் தன்மை கொண்டுள்ளமையால் இவ்ற்றைச் சர்க்கரையென்று கருத வேண்டியதில்லை.

ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் முப்பரிமாண வேதியியல். ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளிலேயே மிகவும் எளிய சேர்மம் கிளைக்கால்டிஹைடு ($OH\ CH_2CHO$). மற்ற அனைத்து ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளும் ஒளி சுழற்றும் தன்மை கொண்டவை. ஆனால் கிளைக்கால்டிஹைடிற்கு இப்பண்பு இல்லை. எனவே சர்க்கரைப் பிரிவிலிருந்து அது நீக்கப்பட்டு ஒளிச் சுழற்றும் தன்மை கொண்ட பாலிஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடுகள் அல்லது கீட்டோன்கள் சர்க்கரை என வரையறுக்கப்படும். மேற்சொன்ன வரையறைக்குட்படும் எளிய சேர்மம் கிளிசரால்டிஹைடு ஆகும்.

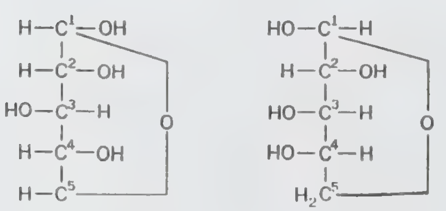
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளில் மிகவும் பழக்கமான சர்க்கரை டி-குளுக்கோஸ் (டெக்ஸ்ட்ரோஸ்) ஆகும். இது திராட்சைப் பழங்களிலும், தேனிலும், மற்ற இனிப்புச் சுவை கொண்ட பழங்களிலும் உள்ளது. இது இரத்தத்திலும், சர்க்கரை நோயுள்ளவர்களின் சிறுநீரிலும் காணப்படுகிறது.

ஒலிகோ சாக்கரைடுகள். இதில் முக்கியமானவை இரட்டைச் சாக்கரைடுகள் ஆகும். அனைத்து இரட்டைச் சாக்கரைடுகளும் படிக உருவமுள்ள திண்மங்கள். இவை நீரில் கரைகின்றன. மேலும் இவை ஒடுக்கும் சர்க்கரைகள், ஒடுக்காத சர்க்கரைகள் என இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இயற்கையில் கிடைக்கும் சுக்ரோஸ் (கரும்புச் சர்க்கரை), மால்ட்டோஸ் (மாவிலிருந்து கிடைப்பது), லாக்டோஸ் (பாலிலுள்ளது) ஆகியன இரட்டைச் சாக்கரைடுகளைச் சாரும். சுக்ரோஸில் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறும்,ஒரு ஃபிரக்ட்டோஸ் மூலக்கூறும் உள்ளன. மால்ட்டோஸில் இரண்டு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளும், லாக்டோஸில் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறும், ஒரு காலக்ட்டோஸ் மூலக்கூறும் உள்ளன. இந்த இரட்டைச் சாக்கரைடுகளின் வாய்பாடு $C_{12}H_{22}O_{11}$; இது இரண்டு ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளிலிருந்து ஒரு நீர் மூலக்கூறு வெயேறுவதால் உண்டாவது. சுக்ரோஸ், மால்ட்டோஸ், லாக்டோஸ் ஆகியவற்றின் அமைப்புகளும் அவற்றின் நீராற்பகுத்த வினைகளும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. டைசாக்கரைடுகள் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. சுக்ரோஸ் பெருமளவில், மிகு தூய்மையுடன் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது முக்கியமான இனிப்பூட்டியாகச் செயல்படுகிறது.

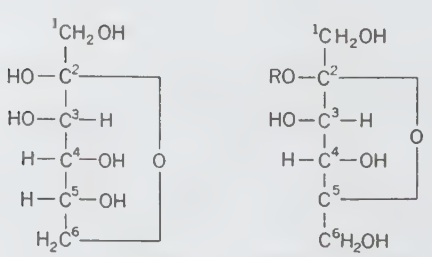
பாலி சாக்கரைடுகள். நூற்றுக்கணக்கான ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் ஒன்றையொன்று தொடர்ச்சியாக இணைந்த பல்லுறுப்பிப் பாலி சாக்கரைடுகள் ஆகும். இவற்றில் முக்கியமானவை: ஸ்டார்ச், டெக்ஸ்ட்ரின்கள், கிளைக்கோஜென், இனுலின், செல்லுலோஸ் என்பன.



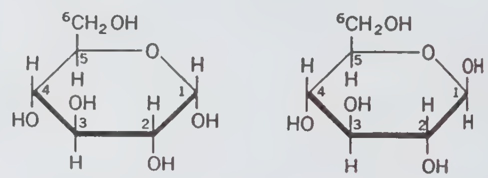
α-D-குளுக்கோஸ் β-D - குளுக்கோஸ்



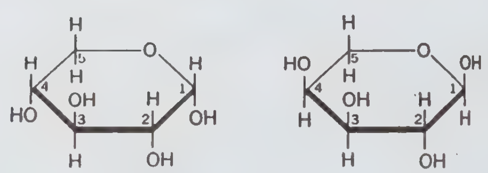
α-D- சைலோஸ், α-L- அரபினோஸ்



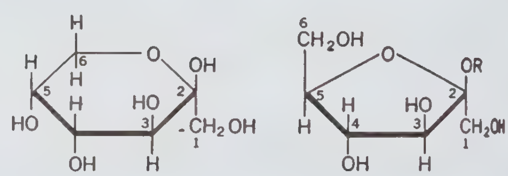
β-D- ஃபிரக்டோஸ் β-D- ஃபிரக்டோசைடு



α-D- குளுக்கோபைரனோஸ் β-D- குளுக்கோபைரனோஸ்



α-D- சைலோபைரனோஸ் α-L- அரபினோபைரனோஸ்



β-D- ஃபிரக்டோஃபியூரனோசைடு β-D- ஃபிரக்டோபைரனோஸ்

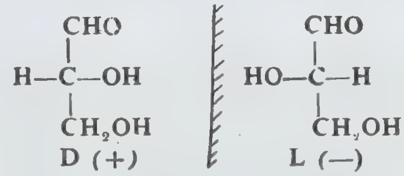
ஃபிஷர் வாய்பாடுகளும், ஹவோர்த் வாய்பாடுகளும்

ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைகோஜென். ஸ்டார்ச் $(C_6H_{10}H_5)_n$ அனைத்துப் பச்சைநிறத் தாவரங்களிலும் நிறைந்துள்ளது. வணிகமுறையில் கோதுமை,சோளம், பார்லி, உருளைக்கிழங்கு போன்றவற்றிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இதில் இரண்டு விதப் பகுதிகள் உள்ளன. அவை, α-அமைலோஸ், அமைலோபெக்டின் (β-அமைலோஸ்) என்பன. அமைலோஸ் இயற்கையில் கிடைக்கும் ஸ்டார்ச்சின் 10-20% வரையும், அமைலோபெக்டின் 80-90% வரையும் உள்ளன. α அமைலோஸ் நீரில் கரையாதது. இதன் கரைசல் அயோடினுடன் நீல நிறத்தைக் கொடுக்கிறது. அமைலோபெக்டின் சிவப்பாக மாறுகிறது. அமைலோஸ் α-D-குளுக்கோஸ் நீள் தொடராக இணைந்த ஒரு பல்லுறுப்பி. மூலக்கூறு எடைக்கணக்கீடுகளின் அடிப்படையில் சராசரியாக ஒவ்வொரு தொடரும் 200 பகுதிகள் இணைந்தவையாகத் தெரிய வந்துள்ளது. அமைலோபெக்டின் α-D-குளுக்கோஸ் பகுதிகளை இதன் மூலக்கூறு எடை, ஏறக்குறைய 1000 குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளின் எடைக்குச் சமமாக உள்ளது. பகுதி நீராற்பகுப்பிற்குட்படுத்தும்போது அமைலோ பெக்டின் டெக்ஸ்ட்ரின்களைக் கொடுக்கிறது. முழு நீராற்பகுத்தலால் D - குளுக்கோஸ் கிடைக்கிறது. டெக்ஸ்ட்ரின்களால் ஒட்டும் பொருள்கள் தயாரிக்கலாம். தின்பண்டங்களில் சேர்க்கும் பொருளாகவும் இது பயன்படுகிறது.

தாவரங்களில் ஸ்டார்ச் சேமித்து வைக்கப்படுவது போலவே விலங்குகளில் கிளைகோஜன் ஆற்றல் சேமிப்பாக விளங்குகிறது. கிளைகோஜன் அமைலோபெக்டினைப் போன்ற அமைப்புடையது. ஆனால் இதில் கிளைத் தொடர்கள் மிகுதி.

செல்லுலோஸ். இயற்கையில் நிறைந்துள்ள பாலிசாக்கரைடுகளில் முக்கியமானது செல்லுலோஸ். இது அமைலோஸைப் போலவே D - குளுக்கோஸ் பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. ஆனால் இரண்டிற்கும் உள்ள வேறுபாடு இரு D - குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் இணைவதில் அமைந்துள்ளது. செல்லுலோஸில் அனைத்துக் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளும் β வளைய வடிவத்திலும் அமைலோஸில் α - வளைய வடிவத்திலும் உள்ளன. ஸ்டார்ச்சிற்கும், செல்லுலோஸிற்கும் இடையேயுள்ள அமைப்பு வேறுபாடு அவை இரைப்பையில் செரித்தலை விளக்குகிறது. மனிதர்களிடமும், ஊனுண்ணிகளிலும் செல்லுலோஸ் அமைப்பில் பிளவுறத் தேவையான நொதிகள் இல்லை. எனவே செல்லுலோஸை உணவாக உட்கொள்ள முடியாது. ஆய்வகத்தில் வீரிய அமிலங்களுடன் சேர்த்துப் பாலிசாக்கரைடு தொங்கல் கரைசல்களை நீராற்பகுக்கும்போது செல்லுலோஸ் உடனடியாகக் கிடைக்கிறது. தாள், ரேயான், செல்லோஃபேன், பருத்தி போன்றவை செல்லுலோஸைக் கொண்டவையே.

ட்ரையோஸ்கள். இவற்றில் முக்கியமானவை கிளிசரால்டிஹைடும், இரு ஹைட்ராக்சி அசெட்டோனும் ஆகும். கிளிசரால்டிஹைடு ஓர் ஆல்டோ ட்ரையோஸ்; இரு ஹைட்ராக்சி அசெட்டோன் ஒரு கீட்டோ ட்ரையோஸ். கிளிசரால்டிஹைடில் ஒரு சமச்சீரற்ற கார்பன் அணு உள்ளது. இதன் ஒளிச் சுழற்றும் மாற்றுகளை 1914இல் வோஹல் பிரித்தெடுத்தார்.



இடப்புறம் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கிளிசரால்டிஹைடு வலப்புறமாக ஒளிச்சுழற்றும் தன்மை கொண்டுள்ளது. எனவே இது D என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. ஏனையது இடஞ்சுழியாக உள்ளதால் இது L என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. அடைப்புகள் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் +, — குறியீடுகள் வலஞ்சுழி, இடஞ்சுழி என்பதைக் குறிக்கின்றன. காண்க, சாக்கரைடுகள் .

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. I.L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol-2, Fifth Edition, ELBS, London, 1974.

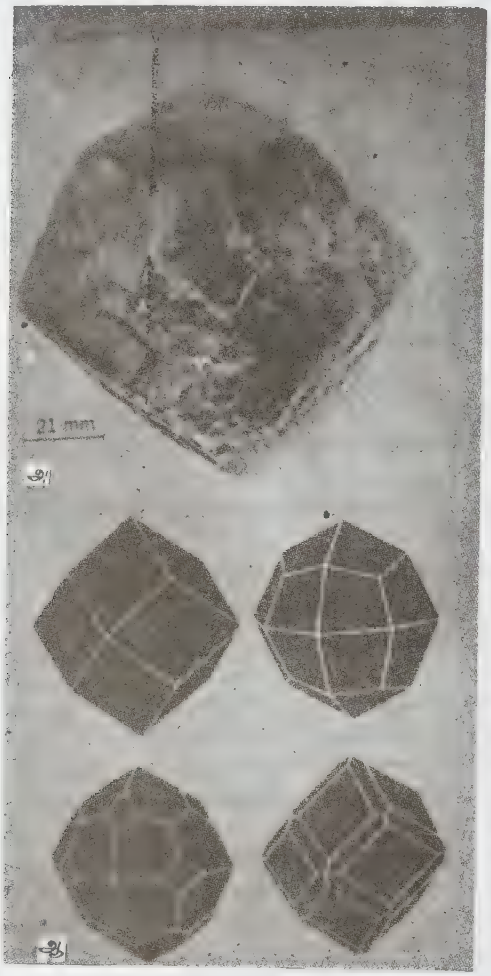
கார்னட் வகுப்புக் கனிமங்கள்

இக்கனிமங்கள் பொதுவாக மாற்றுருப் பாறைகளில் காணப்படும் அருகிய கனிமங்களாகும். கார்னட் (garnet) என்னும் பெயர் இலத்தீன் சொல்லான கிரானடஸ் என்னும் சொல்லிலிருந்து உருவானது. கிரானடஸ் என்னும் சொல்லுக்குத் துகள் (grain) என்று பொருள். ஆகவே, துகள் போன்ற அமைப்பின் காரணமாக இக்கனிமங்களுக்குக் கார்னட் என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது. இக்கனிமத்துகள் பாறை உகலியக்கத்தால் (rock weathering) பாதிக்கப்படாததால், படிவுகளில் சிதறிய (detrital) துகளாகக் காணப்படுகிறது.

கார்னட்டுக்கள் மக்னீசியம், இரும்பு, மாங்கனீஸ், கால்சியம், அலுமினியம், குரோமியம் ஆகியவை கொண்ட சிலிக்கேட் கனிமத் தொகுதி ஆகும். கார்னட் வகுப்புக் கனிமங்களின் வேதி உட்கூறு $[R_3R_2(SiO_4)]$ என்பது ஈரிணைத்திறன் (divalent) தனிமங்களான மக்னீசியம், கால்சியம், மாங்கனீஸ், இரும்பு போன்றவற்றைக் குறிக்கும். R_2 என்பது மூவிணைதிறன் (trivalent) தனிமங்களான அலுமினியம், குரோமியம், இரும்பு போன்றவற்றைக் குறிக்கும்.

அணுக்கட்டமைப்பு. கார்னட்டின் அணு அமைப்பில் தனித்தனி சிலிக்கா, ஆக்சிஜன் சேர்ந்து

காணப்படும். SiO_4 - நான்முகவடிவு (tetrahedron) ஒன்றோடு ஒன்று சேர்ந்து நேரயனிகளால் (cation) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது நீசோ சிலிக்கேட் கட்டமைப்பு எனப்படுகிறது. அணுக்கள் மிகவும் நெருக்கமாகக்கட்டப்பட்டுள்ளமையால் மிகு கடினத் தன்மையையும், சம அளவு படிகத் தன்மையையும் (equidimentional crystal) பெற்றுக் காணப்படுகின்றன.



படம் 1. கார்னட் (அ) கிராசுலரைட் வகை (ஆ) படிக வடிவங்கள்

பொதுப்பண்புகளும், பயனும். கார்னட்டுக்கள் மிகு கடினத் தன்மையையும், பிளவற்ற தன்மையையும் பெற்றுள்ளமையால், அவை உடையும்போது ஒழுங் கற்ற தளங்களில் உடைகின்றன. மேலும், சிறந்த தேய்வுப் பொருளாகவும் பயன்படும். கார்னட் மணல், மணல் காகிதம் (sand paper) செய்யப் பயன்படுகிறது. ஒளி ஊடுருவும் கார்னட் அணி கலக்கற்களாகப் பயன்படுகின்றது. அணுவடிவ ஒற்றுமைகளைப் பொறுத்து, இத்தொகுதி மேலும் இரண்டு தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை பைரால்ஸ்பைட் தொகுதி, உக்ராண்டைட் தொகுதி என்பன. பைரால்ஸ்பைட் தொகுதியில் அடங்குவன; பைரோப் (Mg_3 Al_2 $(SiO_4)_3$), அல்மண்டைன் (Fe_3 $Al_2(SiO_4)_3$), ஸ்பெசர்டைட் ($Mn_3Al_2(SiO_4)_3$) முதலி யவையாகும்.

உக்ராண்டைட் தொகுதியில் அடங்குவன; யுவர வைட் ($Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$), கிராசுலரைட் (Ca_3Al_2 $(SiO_4)_3$, ஆன்ராடைட் ($Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$) ஆகியன. இவ்வகுப்புக் கனிமங்கள் யாவும் சமச்சீர் படிக அமைப்புப் (isometric system) பெற்றுக் காணப்படும். இக்கனிமங்களின் பொதுவான ஒளியியல் பண்புகளில் குறிப்பிடக் கூடிய ஒளிவிலகல் எண் (refractive index) கனடா பால்சத்தின் ஒளி விலகல் எண்ணை விட மிகுதியாக இருக்கும். மேலும், இதன் எல்லை வரை (relief) மிகு வரை எல்லையாகக் (high relief) காணப்படும்.

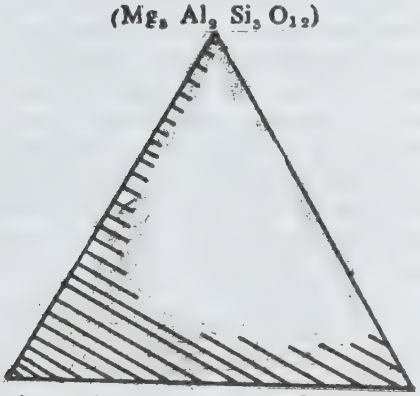
கார்னட் தொகுதியில் மூவகை ஒத்த உருவ மாதல் தன்மை (isomorphism) பெற்ற கனிமங்கள் உள்ளன. அவை, பைரோப்-அல்மண்டைன் வரிசை, அல்மண்டைன்-ஸ்பெசர்டைட் வரிசை, கிராசு லரைட்-அன்ராடைட் வரிசை என்பன.

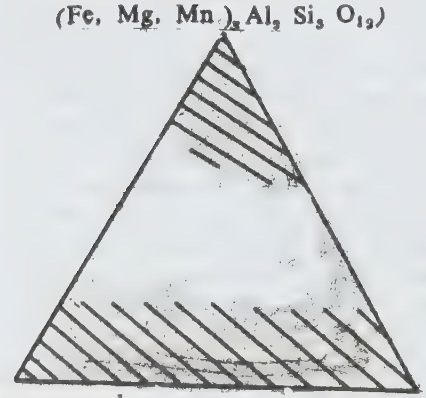
பைரோப். பைரோப் என்னும் பெயர் நெருப்புப் போன்று உள்ளதால் ஏற்பட்டது. அரிதாக, படிக மாகக் காணப்படும். பொதுவாக ஒழுங்கற்ற துகள் களாக அல்லது வட்டத் துகள்களாகக் காணப்படும். இதன் நிறம் சிவப்பு. கறுப்பு நிறங்களிலும் காணப் படும். கண்ணாடி மிளிர்வு அல்லது பிசின் மிளிர்வு காணப்படும். இதில் கனிமப் பிளவு இல்லை. இதன் கடினத்தன்மை 7: ஒப்படர்த்தி 3.6 இதன் ஒளி விலகல் எண் 1.705. ஒளி ஊடுருவும் பைரோப்புகள் அணிகலக் கற்களாகப் பயன்படுகின்றன.

தோன்றுமிடம். இது அரிதாகக் காணப்படும் கனிமமாகும். இது மிகு காரப் பாறைகளிலும், மேலும் உயர்தர மக்னீசியம் மிகுந்துள்ள மாற்றுருப் பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது.

அல்மண்டைன். அல்மண்டா என்னும் இடத்தில் அணிகலக்கற்களாகப் பயன்பட்டமையால் இக்கனிமத் திற்கு அல்மண்டைன் என்னும் பெயர் ஏற்பட்டது. இது பன்னிரு முக வடிவு அல்லது சாய்சதுர வடிவப் பக்கங்களைக் கொண்டோ இவையிரண்டும் சேர்ந்தோ காணப்படும். இதன் நிறம் இருண்ட சிவப்பு. இது ஒளி ஊடுருவக் கூடியதாக இருக்கும். கனிமப் பிளவு இல்லை; கண்ணாடி மிளிர்வுடையது. இதன் கடினத் தன்மை 7; ஒப்படர்த்தி 4.3. இதன் உட்கூறு Fe_3Al_2 $(SiO_4)_3$; ஒளிவிலகல் எண் 1.830.

தோன்றுமிடம். இது பொதுவாகப்படலப்பாறை, நைஸ் என்னும் மாற்றுருப் பாறைகளில் காணப்படும்.





படம் 2. கார்னட் வகுப்பிலுள்ள கனிம உட்கூறுகள்; கோடிட்ட பகுதிகளில் இயற்கைக் கார்னட்டுகள் உள்ளன

கிரானைட், பெக்மடைட் பாறைகளிலும் இருப்பு தாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஸ்பெசர்டைட். இது ஸ்பெசர்டைன் என்றும் குறிக்கப்படும். இது படிகங்களாகவும், துகள்களாகவும் காணப்படும். நிறம் சிவப்பாகவும், கனிமப் பிளவு இல்லாமலும், கடினத்தன்மை 7 ஆகவும், குறை கண்ணாடி மிளிர்வு பெற்றும் (sub-vitreous) காணப் படும். இதன் ஒப்படர்த்தி 4.2; ஒளிவிலகல் எண் 1.8; உட்கூறு $Mn_3Al_2\ (SiO_4)_3$.

தோன்றுமிடம். கிரானைட், பெக்மடைட் பாறை களிலும், மாங்கனீஸ் நிறைந்த மாற்றுருப் பாறை களிலும் காணப்படும்.

கிராசுலரைட். இது எஸ்சோனைட் என்றும், சின்னமன்ஸ்டோன் என்றும் குறிப்பிடப்படும். கிராசு லார் என்னும் பெயர் கூஸ்பெரி என்னும் தாவரப் பெயரிலிருந்து உருவானது. இது படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இதன் நிறம் பச்சை, கனிமப் பிளவு இல்லை; கடினத் தன்மை 7; குறை கண்ணாடி மிளிர்வுடையது; இதன் ஒப்படர்த்தி 3.6; வேதி உட்கூறு $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$; ஒளி விலகல் எண் 1.735.

தோன்றுமிடம். தூய்மையற்ற சுண்ணப் பாறைகள் உருமாறும்போது இவை தோன்றுகின்றன. மேலும், கால்சைட்டோடு சேர்ந்தும் காணப்படுகின்றன.

ஆன்ராடைட். இப்பெயர் போர்ச்சுக்கீசிய கனிம இயலார் டி. ஆன்ராடா என்பாரின் நினைவாக இடப்பட்டது. படிகமாகவும், துகள்களாகவும், காணப்படும் இதன் நிறம் கருமை; கனிமப் பிளவு இல்லை. குறை கண்ணாடி மிளிர்வு உள்ளது. இதன் கடினத்தன்மை 7; ஒப்படர்த்தி 3.9; வேதி உட்கூறு $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$; ஒளி விலகல் எண் 1.895.

தோன்றுமிடம். சுண்ணவயப் (limestone) பாறை களில் இது காணப்படும்.

யுவரவைட். இது படிகங்களாகக் கிடைக்கும். பச்சைநிறமாகவும், கனிமப் பிளவு இல்லாமலும் காணப்படும். இதன் கடினத்தன்மை 7; குறை கண்ணாடி மிளிர்வுடையது. இதன் ஒப்படர்த்தி 3.8; வேதி உட்கூறு $CaCr_2(SiO_4)_3$; ஒளி விலகல் எண் 1.870.

தோன்றுமிடம். இது அரிதாகக் காணப்படும் கார்னட் வகையாகும். செர்பெண்டின் பாறைகளில் குரோமைட் கனிமத்தோடு சேர்ந்து காணப்படும்.

- அ.வே. உடையனபிள்ளை

நூலோதி. L.G. Berry & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS publishers & Distributors, Delhi, 1985.

கார்னாட், அன்டைன் அகஸ்டின்

பிரான்ஸ் நாட்டைச் சார்ந்த அன்டைன் அகஸ்டின் கார்னாட் (Antoine Augustine Carnot) என்பார் பொருளியல், கணிதவியல் ஆகிய இரு துறையிலும் வல்லுநராவார். இவர் முதன்முதலில் பொருளாதார வினாக்களுக்குக் கணிதமூலம் விடையறிய முற்பட்ட தால், கணிதவியல் பொருளாதாரத்திற்கு வித்திட்டவ ராவார். இவர் நிதிக்கோட்பாட்டில் கணிதச் செயல்முறைக் கொள்கைகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளை 1838 இல் பிரான்ஸ் மொழியில் வெளியிட்டதை என். டி. பேகன் என்பார் ஆங்கிலத்தில் மொழி பெயர்த்து, இர்விங்ஃபிஷர் என்பார் எழுதிய பொருளி

யலின் கணிதம் என்னும் நூலோதியுடன் வெளியிட்டார்.

மிகுந்த நிதி வருவாயையே குறிக்கோளாகக் கொண்ட நாணயமாற்றத்தில் பங்குபெறும் வணிகர்கள், பொருள் உற்பத்தியாளர்கள் இவர்களைக் கொண்டு, சந்தை நிலவரம் எவ்வாறு அமைகிறது என்பதைப் பற்றி ஆய்வு செய்வதிலேயே இவர் ஈடுபாடு இருந்ததேயன்றிப் பயனுடைமைக் கருத்தை அறவே புறக்கணித்தார். தரவு, தேவை (supply, demand), விலை போன்றவற்றைத் தொடர்புபடுத்தக் கணித முறையைப் பயன்படுத்தினார். மேலும் தனி உரிமை, இருவர் உரிமைகளுக்கு இடையே ஒரு சமநிலையை உருவாக்குதல், அனைத்து நாட்டு வணிகத்தில் உருவாகும் பிரச்சினைகள் ஆகிய பல கருத்துகளையும் ஆய்ந்து தீர்வு காண்பதில் மிகவும் ஈடுபாடு கொண்டார். 1801 ஆம் ஆண்டு பிறந்த இவர் 1877 ஆம் ஆண்டு இறந்தார். கணிதம், பொருளியல் இரண்டையும் கொண்டு புதிய முறையைப் பின்பற்றியோரில் கார்னாட் முதன்மையானவர் எனலாம்.

- பங்கஜம் கணேசன்

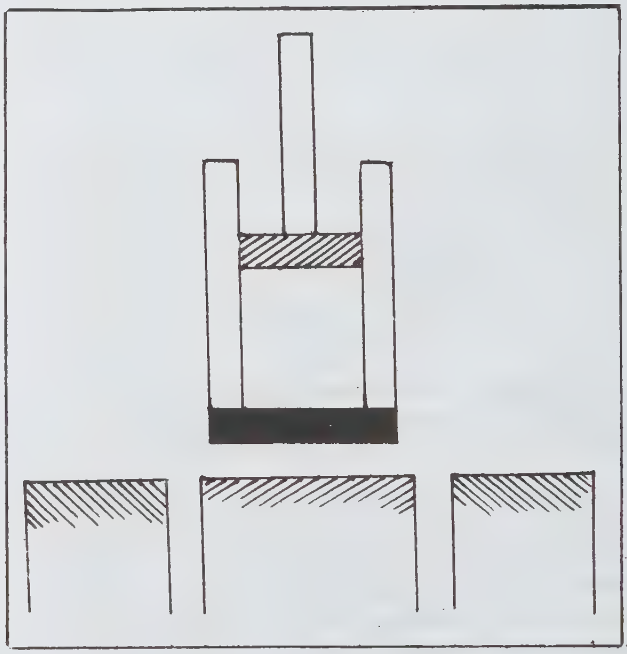
கார்னாட் சுற்று

வெப்ப இயக்கவியல் முதலாம் விதிப்படி ஆற்றலை ஆக்கவோ அழிக்கவோ இயலாது. ஒருவகை ஆற்றலை அதற்குச் சமமான மற்றோர் ஆற்றலாக மாற்றலாம். எந்திர ஆற்றல், மின்னாற்றல் போன்ற அனைத்து வகை ஆற்றல்களையும், வெப்ப ஆற்றலாக மாற்ற இயலும். ஆகவே வெப்ப ஆற்றலையும், முழுமையாகப் பிற ஆற்றல்களாக மாற்ற இயலும் என எதிர்பார்க்கலாம். ஆனால் இது நடைமுறையில் இயல்வதன்று. அதாவது எந்த ஓர் எந்திரமும் வெப்ப ஆற்றலை முழுமையாக வேலையாக மாற்றாது. இதுவே வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிக்கு அடிப்படையாகும். சுழல் முறையில் செயல்படும் ஓர் எந்திரம் உயர் வெப்ப நிலைக்கும், தாழ் வெப்பநிலைக்கும் இடையில் செயல்படுமாயின், வெப்பத்தின் ஒரு பகுதியைத்தான் வேலையாக மாற்ற இயலும். இரண்டாம் விதியின் அடிப்படையில் பயன்படுத்தப்படும் கார்னாட் சுற்று (Carnot's cycle) என்னும் ஆய்வின் மூலம், வெப்ப ஆற்றலை எந்த அளவுக்கு வேலையாக மாற்ற இயலும் என்பதைக் கணக்கிடலாம். இவ்விதி வெப்ப ஆற்றலைப் பலவகை ஆற்றல்களாக மாற்றுவதற்கான சூழ்நிலைகளையும், வரம்புகளையும் பற்றிக் கூறுகிறது.

சுழற்சி முறையில் செயல்படும் ஓர் எந்திரம், எந்த அளவுக்கு வெப்ப ஆற்றலை வேலையாக மாற்ற இயலும் என்பது பற்றியும், அவ்வெந்திரத்தின் திறன் (efficiency) என்ன என்பது பற்றியும் கார்னாட் சுற்றில் விரிவாக விளக்கப்படுகிறது. இதில் ஒரு நல்லியல்பு வளிமத்தைத்(ideal gas) தொடர்ந்து பல மீள்நிலை மாற்றங்களை அடையச் செய்து மீண்டும் பழைய நிலைக்கே கொண்டுவரலாம். இச்சுழற்சி மாற்றங்களில் அவ்வளிமம் உயர்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள ஒரு வெப்பமூலத்திலிருந்து (source) வெப்ப ஆற்றலை உறிஞ்சி நான்குவகையான மாறுதல்களுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது.

சாடி கார்னாட் எனும் ஃபிரான்ஸ் பொறியியல் அறிஞர் 1820 ஆம் ஆண்டில் வடிவமைத்த எந்திரம் கார்னாட் எந்திரம் எனப்படும். இந்த எந்திரத்தின் முக்கிய பகுதிகளாவன; உருளையும் உந்து தண்டும், வெப்ப மூலம், வெப்பக் கழிவுத் தொட்டி, கடத்தா மேடை.

உருளையும் உந்து தண்டும். சிறிதும் கடத்தாப் பொருளால் ஆன சுவரினையும் முற்றிலும் கடத்தும் அடிப்புறத்தையும் உடைய உள்ளீடற்ற உருளையுள் இயங்குவது உந்து தண்டாகும். இது சிறிதும் கடத்தாப் பொருளால் ஆனது. இது உருளையின் சுவருடன் மிக அழுந்தப் பதிந்திருக்கும். இதனால் உருளைக்கும் உந்து தண்டிற்கும் இடைவெளி இல்லை எனலாம். இதனால் வளிமங்கள் இதன் வழியாக நுழைய முடியா. இவ்வளவு அழுந்தப் பதிந்திருந்தாலும் உந்து தண்டிற்கும் உருளையின் சுவருக்கும் இடையே உராய்வே இல்லை எனும்படி



படம் 1. கார்னாட் எந்திரம்

இருக்கும். இதனால் உந்து தண்டு மிக எளிதாக உருளையினுள் முன்னும் பின்னும் நகரக் கூடும். உருளையினுள் உந்து தண்டால் மூடிய பகுதியில் ஓர் இலட்சிய வளிமம் நிரப்பப் பெற்றிருக்கும்.

வெப்ப மூலம். வெப்பமூலம் என்பது வெப்ப ஆற்றலைத் தரக்கூடிய தோற்றுவாயாகும். இது ஓர் உயர்ந்த வெப்பநிலையில் (T_1K) இருக்கும். இதன் வெப்பக் கொண்மை (thermal capacity) வரம்பற்ற அளவு உயர்ந்திருக்கும். அதாவது இதிலிருந்து எவ் வளவு வெப்ப ஆற்றலை எடுத்தாலும் அதன் வெப்ப நிலை குறையாது; அதே T_1K ஆகவே இருக்கும்.

வெப்பக் கழிவுத் தொட்டி. இதுவும் ஒரு வெப்ப மூலமே. இது T_1 ஐவிடக் குறைந்த வெப்பநிலையில் (T_2K) இருக்கும். இதன் வெப்பக் கொண்மையும் வரம்பற்றதே. அதாவது இதற்கு எவ்வளவு வெப்ப ஆற்றலை அளித்தாலும் இதன் வெப்பநிலை உயரா மல் அதே T_2K இலேயே இருக்கும்.

கடத்தா மேடை. இது சிறிதும் கடத்தாப் பொரு ளால் ஆன மேடையாகும். இதன்மீது உருளையை வைத்தால் உருளையில் உள்ள வெப்பஆற்றல்கூடாது; குறையாது. அதாவது உள்ளிருந்து வெளியோ வெளியிலிருந்து உள்ளோ வெப்பம் பாயாது.

கார்னாட் சுற்று. உருளையின் உள்ளே உள்ள வளிமம் வெப்ப மூலத்திலிருந்து ஆற்றலை எடுத்துக் கொண்டு அதில் ஒரு பகுதியைப் பயன்படக்கூடிய வேலையாக மாற்றிவிட்டு எஞ்சியஆற்றலைக் கழிவுத் தொட்டியில் தள்ளிவிட்டு மீண்டும் தன் பழைய நிலைக்கு வருவதை ஒரு சுழற்சிச் செயல் எனவும் ஒரு முழுச் சுழற்சியைச் சுற்று என்றும் கூறலாம். இந்தக் கார்னாட் சுற்றில் நான்கு கட்டங்கள் உண்டு.

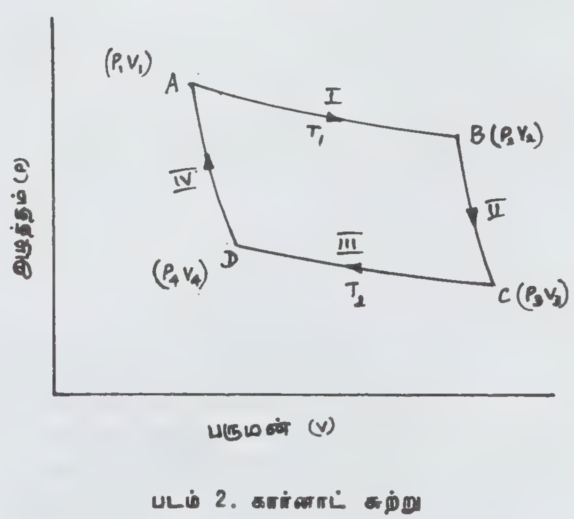
முதல் கட்டச் செயல். உருளையின் அடிப்பகுதி வெப்ப மூலத்தின் மீது இருக்குமாறு ,வைத்து உந்து தண்டு நகராமல் பார்த்துக் கொண்டால், மூலத்திலிருந்து வெப்பம் பாய்ந்து வளிமத்தைச் சூடாக்கும். சிறிது நேரத்தில் வளிமமும் மூலமும் வெப்பச் சமநிலை அடையும். அதாவது, வளிமத்தின் வெப்பநிலை T_1K ஆகும். இந்த நிலையில் வளிமத்தின் அழுத்தம் P_1 நி/மீ ஆகவும் பருமன் V_1 மீ^{3} ஆகவும் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இப்போது, மிகமிகமெது வாக வளிமத்தின் பருமனை உயர்த்தினால், அதாவது உந்துதண்டை மேல்நோக்கிச் செலுத்தும்போது வேலை நடைபெறுகிறது; உந்து தண்டு நகர்ந்து வேலைசெய்கிறது. வளிமத்தின்அழுத்தம் P_2 நி/மீ ஆக வும்பருமன் V_1 மீ^{3} ஆகவும் மாறும் வரை இந்தவிரிவுச் செயல் நடைபெறும். இது படம் 2 இல் AB எனும் கோட்டால் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச் செயல் மாறா வெப்பநிலையில் நடைபெற்ற நிகழ்வாகும். இதனை வெப்பநிலை மாறா விரிவு எனலாம். இந்த விரிவின் போது நடைபெற்ற வேலை W_1 ஜூல்; ஆனால், அதற்கான ஆற்றல் வெப்ப மூலத்திலிருந்து வெப்ப ஆற்றலாக (Q_1 ஜூல்) எடுத்துக் கொள்ளப்படு கிறது. இதன் மதிப்பைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால்

$$W_1 = Q_1 = mRT_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} \qquad (1)$$

குறிக்கலாம். இங்கு m என்பது உருளையில் உள்ள வளிமத்தின் நிறையை மோல்களிலும் R என்பது வளிம மாறிலியை ஜூல்/மோல்/டிகிரி கெல்வின் அலகிலும் குறிக்கும். படத்தில் $ABB_1 A_1A$ எனும் பரப்பு Q_1 ஐக் குறிக்கும்.

இரண்டாம் கட்டச் செயல். ($P_2V_2T_1$) நிலையில் வளிமம் உள்ளபோது உருளையை மிகு விரைந்து மூலத்தின் மீதிருந்து எடுத்துக் கடத்தா மேடையின் மீது வைக்க வேண்டும். இச்செயலின்போது வளி மத்திலிருந்து வெப்பம் வெளிச்செல்லவோ வெளி யிலிருந்து உள் வரவோ கூடாது.

கடத்தா மேடையின் மீதுள்ள போது வளி மத்திற்கு வெப்ப ஆற்றல் புறத்தேயிருந்து கிடைக் காது. இப்போது, தொடர்ந்து வளிமத்தின் பருமனை மிக மிக மெதுவாக அதிகரிக்கச் செய்தால் உந்து தண்டு தொடர்ந்து நகரும்; வளிமம் வேலை செய்யும். இதற்கான ஆற்றல் வெளியிலிருந்து கிடைக்காததால் வளிமத்தின் உள் ஆற்றலே இதற்குப் பயன்படும். எனவே, உள் ஆற்றல் குறைவதால் அதன் வெப்ப நிலை குறையும். வளிமத்தின் வெப்பநிலை T_2K ஐ அடையும் வரை இந்த விரிவை அனுமதிக்க வேண்டும். இச்செயல், படம் இல் BC எனும் கோட்டால் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விரிவின் இறுதி நிலையில் வளிமத்தின் அழுத்தம் P_3 நி/மீ^{2} எனவும், பருமன் V_3 மீ^{3} எனவும் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இந்த



படம் 2. கார்னாட் சுற்று

வெப்பம் மாறா நிகழ்வில் நடைபெற்ற வேலை W_2 ஜூல் ஆனால்,

$$W_2 = \frac{mR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) \qquad (2)$$

ஆகும். இங்கு γ என்பது வளிமத்தின் வெப்ப ஏற்புத் திறன்களின் தகவாகும். படத்தில் BCC_1B_1B எனும் பரப்பு W_2 ஐக் குறிக்கும்.

மூன்றாம் கட்டச் செயல். இரண்டாம் கட்ட முடிவில் உருளை மிக விரைவாகக் கழிவுத் தொட்டியின் மீது வைக்கப்பட வேண்டும். பின்னர் மிக மெதுவாக உந்து தண்டை அமுக்க, வளிமத்தின் பருமன் குறையும்; அழுத்தம் கூடும். அவை முறையே P_3 நி/மீ² ஆகவும் V_3மீ³ ஆகவும் உயரும்வரை இச் செயலைத் தொடர வேண்டும். இந்தச் செயலின் போது உந்து தண்டை நகர்த்த வேண்டியுள்ளது. எனவே, எந்திரம் பயனுடைய வேலை செய்யவில்லை; உந்து தண்டு மீது வேலை செய்யப்படுகிறது. செய்யப்படும் வேலை W_3 ஜூல் ஆனால் இது வெப்ப ஆற்றலாக Q_2 ஜூல் மாறிக் கழிவுத் தொட்டிக்குள் செல்கிறது. W_3 இன் மதிப்பை

$$W_3 = Q_2 = -RT_2 \log_e \frac{V_3}{V_4} \qquad (3)$$

என எழுதலாம்.

இந்த வெப்பநிலை மாறா அழுக்கத்தைப் படம் 2 இல் CD குறிக்கிறது; W_3 இன் அளவை CC_1D_1DC எனும் பரப்பு சுட்டுகின்றது.

நான்காம் கட்டச் செயல். மீண்டும் உருளையை விரைந்து கடத்தா மேடையின் மீது வைத்து உந்து தண்டை மெதுவாக அழுத்த வேண்டும். இப்போது வளிமம் அழுத்தப்படுவதால் அதன் பருமன் குறையும். வளிமத்தின் அழுத்தமும் பருமனும் தொடக்கநிலை மதிப்புகளை (P_1, V_1) அடையும் வரை இச்செயலைத் தொடர வேண்டும். இதுவும் ஒரு வெப்பம் மாறாச் செயலாகும். இதில் வளிமத்தின் மீது செய்யும் வேலை W_4 வெப்ப ஆற்றலாக மாறி வளிமத்தின் வெப்ப நிலையை T_2 இலிருந்து T_1 க்கு உயர்த்துகிறது. எனவே,

$$W_4 = -\frac{mR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) \qquad (4)$$

என எழுதலாம்.

இந்த மாறா வெப்ப அமுக்கம் படம் 2 இல் DA என்ற கோட்டாலும் W_4 என்பது $D D_1 A_1 AD$ என்ற பரப்பாலும் குறிக்கப் பெறும். இந்த நான்கு கட்டச் செயலின் முடிவில் வளிமம் தன் பழைய நிலையை அடையும். பின்னர் மீண்டும் இதே சுழல் செயல் தொடரலாம்.

ஒரு சுற்றில் எந்திரம் செய்த வேலை. கார்னாட் எந்திரம் ஒரு சுற்றில் செய்த வேலையைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

AB, BC ஆகிய செயல்களில் எந்திரம் வேலை செய்கிறது. CD, DA ஆகிய செயல்களில் எந்திரத்தின் மீது வேலை செய்கிறது. எனவே, எந்திரம் செய்த பயனுடைய வேலை,

$$W = W_1 + W_2 - W_3 - W_4$$

அல்லது $$W = mRT_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} + \frac{mR}{\gamma-1}(T_1 - T_2) - mRT_2 \log_e \frac{V_3}{V_4} - \frac{mR}{\gamma-1}(T_1 - T_2)$$

அல்லது $W = mRT_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} - mRT_2 \log_e \frac{V_3}{V_4}$

அல்லது $W = Q_1 - Q_2$ ஆகும்.

இது படம் 2 இல் ABCD எனும் பரப்பைக் குறிக்கும்.

கார்னாட் எந்திரத்தின் பயனுறு திறன். கார்னாட் எந்திரம் ஒரு சுற்றில் Q_1 ஆற்றலை எடுத்துக் கொண்டு $Q_1 - Q_2 = W$ வேலையைச் செய்கிறது. எனவே,

$$\text{பயனுறு திறன்} = \frac{\text{செய்த வேலை}}{\text{எடுத்துக் கொண்ட ஆற்றல்}}.$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

அல்லது

$$\eta = \frac{mRT_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} - mRT_2 \log_e \frac{V_3}{V_4}}{mRT_1 \log_e \frac{V_2}{V_1}} \qquad (5)$$

ஆனால், ஒரு சிறு கணக்கீட்டின் மூலம்

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \qquad (6)$$

எனக் காட்டலாம். சமன்பாடு (6)ஐ (5)இல் பயன்படுத்த

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

எனவாகும்.

இக்கணக்கீட்டிலிருந்து கார்னாட் எந்திரத்தின் பயனுறு திறன் என்பது, மூலம், கழிவுத் தொட்டி ஆகியவற்றின் வெப்பநிலைகளையேசார்ந்துள்ளது என அறியலாம். மேலும், $T_1 > T_2$ ஆவதால் η இன் மதிப்பு ஒன்றுக்குக் கீழாகவே இருக்கும். கார்னாட் எந்திரம்

ஓர் இலட்சிய எந்திரம் ஆகும். நடைமுறையில் அதை அப்படியே அமைப்பது இயலாது. எனவே, இலட்சிய எந்திரமாம் கார்னாட் எந்திரத்தின் பயனுறு திறனே ஒன்றுக்குக் குறைவாகத்தான் இருக்குமெனில் நடைமுறையில் எந்தவொரு வெப்ப எந்திரமும் அதற்கு அளிக்கப்படும் வெப்பம் முழுதையும் வேலையாக மாற்றிச் செய்ய முடியாது.

மேலும், ஒரு வெப்ப எந்திரம் செயல்பட வேண்டுமானால் உயர் வெப்பநிலையில் எந்திரத்திற்கு வெப்பம் அளிக்கப்பட வேண்டும் என்பதும், வேலையாக மாற்றியதுபோக எஞ்சிய வெப்பத்தை வெளியேற்றத் தாழ் வெப்பநிலையில் ஒரு தொட்டி வேண்டும் என்பதும் தெளிவாகின்றன. இம்முடிவைப் பின்வருமாறும் உணரலாம். ஒரு பொருளை அதன் சூழலைவிடக் குறைந்தவெப்பநிலைக்குக் குளிர்விப்பதனால் அதிலிருந்து தொடர்ச்சியாக வேலையைப் பெற முடியாது.

கார்னாட் சுற்றின் நான்கு செயல்களும் மேலே விவரித்த வரிசையில் அமையாமல் அதற்கு எதிராக, அதாவது, ADCBA (படம் 2) எனும் வரிசையில் நிகழுமானால் எந்திரம் ஒரு குளிரூட்டியாகச் செயல்படுகிறது. ஏனெனில், இப்போது T_2K எனும் தாழ் வெப்பநிலையிலிருந்து Q_1 ஜுல் வெப்பத்தை எடுத்து T_1K எனும் உயர் வெப்பநிலையில் Q_2 ஜுல் வெப்பத்தை வெளித்தள்ளும். இந்தச் செயலைச் செய்ய Q_1-Q_2 ஜுல் என்ற அளவு வேலையை எந்திரத்தின் மீது செய்ய வேண்டும். இதிலிருந்து அறியும் உண்மை ஒன்றுண்டு. தாழ் வெப்பநிலையிலிருந்து வெப்பம் உயர் வெப்பநிலைக்குச் செல்ல வேண்டுமானால் வேலை செய்ய வேண்டும். அதாவது வெப்பம், புறவேலை நடைபெறாமல், தானாகவே கீழ் வெப்பநிலையிலிருந்து உயர் வெப்பநிலைக்குப் பாயாது.

கார்னாட் சுற்றைப் பற்றிய அறிவிலிருந்து பெறும் இம்முடிவுகள் வெப்ப இயக்கவியலின் அடிப்படை உண்மைகளாகும். இவை வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதி எனப்படும். காண்க, வெப்ப இயக்கவியல் விதிகள்.

- ச. சம்பத்
- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி: C. Thomas Olivo & Thomas P. Olivo, *Fundamentals of applied physics*, Delmar publishers, Albany, New York, 1978; George Gamow, John M. Cleveland, *physics*, Prentice Hall of India Pvt. Ltd, New Delhi, 1978; S. Glasstone, *Thermodynamics for Chemists*, Affiliated East West Press Pvt. Ltd, New Delhi, 1964.

கார்னியரைட்

நிக்கல் தனிமத்தின் மிக முக்கியமான கனிமம் கார்னியரைட் (Carnierite) ஆகும். ஆனால் பொதுவாக இது சிறுநீரக வடிவிலும், துகள் போன்றும் ஒற்றைச் சரிவு செர்பண்டினாகவும் (monoclinic serpentine) காணப்படுகிறது. இது நிக்கல் கிரைசோலைட் என்றும் குறிப்பிடப்படும். இதில் அதிக அளவு சிலிக்கா காணப்படும். இதன் வேதி உட்கூறு $H_2(Ni,Mg) SiO_4$.இது நீர் நிறைந்து காணப்படும்.

இயற்பியல் பண்புகள். ஆப்பிள் பச்சை முதல், வெளிறிய பச்சை நிறம் கொண்டும் அரிதாக வெள்ளை நிறத்திலும், துகள்களாகவும், மண் மிளிர்வாகவும்காணப்படும். இதன் ஒப்படர்த்தி 2.3- 2.8 இது ஒற்றைச் சரிவுப்படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமத்தில் நிக்கல் ஆக்சைடு 2.5 % வரை காணப்பட்டால் ஒளிகசியா ஒத்த பண்புடையதாயும் (isotropic) 47% நிக்கல் ஆக்சைடு காணப்பட்டால் ஒளி அச்சுக் கோணம் (2V - optical axial angle) 0° - 10° கொண்டதாயும் காணப்படும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் 1.59 ஆகும். இது நியூ கலடோனியாவின் தலைநகரான நான்மியாவில் செர்பெண்டினுடன் பெருமளவில் காணப்படுவதால் இதை நாவ்மியட் எனவும் குறிப்பிடுவர். மேலும் இங்கு இது குரோமிய ஆக்சைடுடன் கலந்து காணப்படுகிறது. தெற்கு ஓரகன், வடக்கு கரோலினா, தெற்கு ஆஃப்ரிக்காவில் பிரான்ஸ் செல்ஸ்க்கு அருகில் ஹல்ஸ் மலைப்பகுதி ஆகிய இடங்களில் காணப்படும். நிக்கல் சிலிகேட் கெர்சினைட் எனப்படுகிறது. இது நிக்கல் உலோகத்தின் அரிதான, மிக முக்கிய தாதுக் கனிமமாகும்.

- சு. சந்திரசேகரன்

நூலோதி. W. E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985.

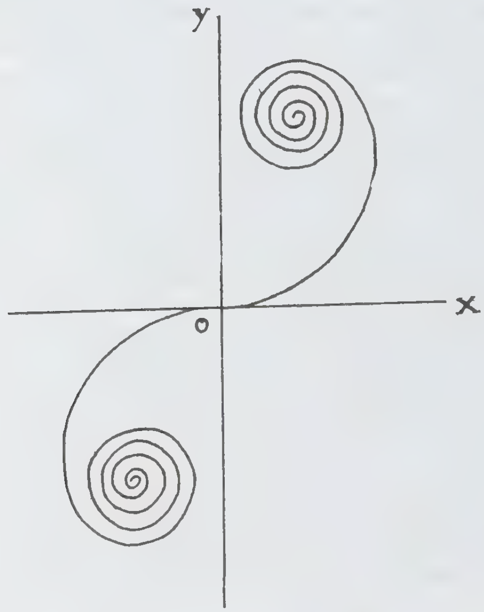
கார்னு சுருளி

மெய்மாறி t இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் பிழை சார்பு (error function), $(1+i)^{-1}$ erf (t) = c (t) — i s (t) என்னும் மெய், கற்பனைப் பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுவதால் கிடைக்கப்பெறும் மெய் சார்புகள்.

$$c(t) = \int_0^1 \cos\theta\, x^2\, dx;\quad s(t) = \int_0^1 \sin\theta\, x^2 dx$$

ஃபிரெஸ்னல் தொகைகள் (Fresnel integrals) எனப்படும். இங்கு $\theta = \frac{\pi}{2}$ க்குச் சமம்.

C (t) ஐக் கிடை அச்சாகவும், S (t) ஐ நிலை அச்சாகவும் கொண்டு ஃபிரெஸ்னல் தொகைகளைப் புள்ளிகளாகக் குறிக்கக் கிடைக்கும் வளைவரை



கார்னுசுருளி (Cornu spiral) எனப்படும். இதை ஆயிலர் என்பார் கண்டுபிடித்தமையால் இவ்வளை வரை ஆயிலர் சுருளி (Euler spiral) என்றும் குறிப் பிடப்படும். வில்லின் நீள விகிதத்திற்கு ஏற்ப வளை வரை பெரிதாகிக் கொண்டே போகும். இதைக் கலாட்டாயிடு (Clothoid) என்றும் கூறுவர்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கார்னேஷன் மலர்ச்செடி

இம்மலர்ச்செடி கேரியோஃபில்லேசி இருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் தாவர வியல் பெயர் டையான்தஸ் கேரியாஃபில்லஸ் (*Dianthus caryophyllus*) என்பதாகும். இக்குடும்பத் தாவரங்கள் பெரும்பாலும் வட துருவ, மித வெப்பப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. சில பேரினங்கள் தென் துருவப் பகுதிகளிலும் வெப்பமான மலைப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன, ஐரோப்பா, ஆசியா, ஆஃப்ரிக்கா கண்டங்களிலும், மத்திய தரைக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் உலர் கோடைப் பருவச் சூழலில் இத்தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில், இக்குடும்பத் தாவரங்கள் மலைப்பகுதி களிலும், மழைக்காலங்களில் சமவெளிப் பகுதிகளிலும் வளர்கின்றன. டையான்தஸ் பேரினம், மேல் வட அமெரிக்காவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இப் பேரினத்தின் தாவரங்கள் அழகுக்காக மலர்த் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. இக்குடும்பத் தாவரங்களின் மலரில் அல்லி இதழ் அமைவுச் சிறப் புடையதாகும். ஐந்து அல்லி இதழ்கள், அடிப்பகுதி யில் விரல் போன்று நீண்டும், நுனிப்பகுதி, அடிப் பகுதிக்கு நேர்கோணத்தில் பரந்தும் விரிந்தும் அமைந் துள்ளன. இந்த அமைப்பிற்குக் கோரியாஃபில்லேஷி யஸ் அல்லி இதழ் அமைப்பு என்று பெயர்.

டையான்தஸ் என்பது 350 சிற்றினங்களைக் கொண்ட பேரினமாகும். இத்தாவரச் சிற்றினங்கள் எங்கும் பரந்து காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் பெரும்பாலும் அழகுக்காகப் பயிரிடப்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக டையான்தஸ் கேரியோஃபில்லஸ் என்னும் கார்னேஷன் மலர்ச்செடி, டையான்தஸ் சைனன்சிஸ் என்னும் சீனபிங்க் மலர்ச்செடி; டையான்தஸ் பார்பேட்டஸ் என்னும் ஸ்வீட் வில்லி யம் மலர்ச்செடி, டையான்தஸ் புளூமேரியஸ் என்னும் கிராஸ் பிங்க் மலர்ச்செடி, டையான்தஸ் ஸைனென் சிஸ் என்னும் இந்தியன் பிங்க் மலர்ச்செடி ஆகிய வற்றைக் கூறலாம். டையான்தஸ் கேரியோஃபில்லஸ் சிற்றினத்தின் பல வகைத் தாவர மலர்கள் பல் வேறான அளவுகளில் அமைந்துள்ளமையால் மலர் களின் அழகுக்காகவும், மலர்களின் எண்ணற்ற வண்ணங்களுக்காகவும் தோட்டங்களில் வளர்க்கப் படுகின்றன. எனவே டையான்தஸ் கேரியோஃபில்லஸ் என்னும் கார்னேஷன் மலர்ச் செடி, முக்கியமான அழகுத் தாவரமாகக் கருதப்படுகிறது.

டையான்தஸ் கேரியோஃபில்லஸ் தாவரத்தில் ஆணி வேர்த் தொகுதி மிகுந்து கிளைத்துள்ளது. இச் செடி பசுமை நிறம் கொண்டதாகவும், சொரசொரப் பாகவும் இருக்கும். இலை தனியிலையாகக் குறுக் கெதிர் இலையடுக்கத்தில் அமைந்திருக்கும். காம்பற்ற இலையடிச் செதில் கொண்ட இலையின் அடிப்பகுதி பிளவுபட்டு இணைந்திருக்கும். இலைப்பரப்பு நீண்டு, ஈட்டி போன்றும், முழுமையாகவும் காணப்படும். நுனி கூராக உள்ளது. மஞ்சரி-நுனிவளரா இணைக் கிளைத்தல் (cymose) வகையைச் சேர்ந்தது. காம்பு டைய,முழுமையான, ஒழுங்கான ஆரச் சமச்சீருடைய, எண்ணற்ற ஐந்தங்க மலரடிச் செதில்கள்: புல்லிதழ் வட்டத்திற்குக் கீழே புறப்புல்லி வட்டம் போன்று அமைந்துள்ளன. புல்லிதழ்கள் ஐந்து குழல் போன் றும், பற்கள் போன்று நுனி பிளவுபட்டும் காணப் படும். இவை அல்லி இதழ்களைவிட நீளமானவை. அல்லி இதழ்களின் நுனிப்பகுதி பற்கள் போன்று பிளவுபட்டுள்ளது. அல்லி இதழ், கேரியோஃபில்லே ஷியஸ் அமைப்பும் பல வண்ண நிறமும் கொண்டது.

பத்து மகரந்தத் தாள்கள் வரிசைக்கு ஐந்தாக இரு வரிசைகளில் அமைந்துள்ளன. வெளிவரிசை மகரந்தத் தாள்களும், அல்லி இதழ்களுக்கு நேராக அமைந்துள்ளன (obdiplostaminous).மகரந்தத் தாள் கள் மென்மையானவை. ஈரறை மகரந்தப் பை

நீளவாக்கில் பிளக்கும். சூலகம் இரு சூலிலை இணைந்த ஒரு சூலறை கொண்ட சூலகப்பையாகும். சூல்கள், சூலறையின் மையத்தில் தன்னிச்சையாக அமைந்துள்ளன. இரண்டு சூலகத் தண்டுகள், சூலகத்தின் அடியிலிருந்தே தனித்துக் காணப்படுகின்றன. சூலகமுடி எளிய அமைப்புடையது. கனி, வெடிகனி வகையைச் சேர்ந்தது. விதை ஊட்டத்திசு கொண்டது. கரு, நேரான அமைப்புடையது.

டையான்தஸ் பேரினத்தைச் சேர்ந்த சில சிற்றினங்கள், மருத்துவப் பயன்களைப் பெற்றுள்ளன. டையான்தஸ் அனடோலிகஸ் தாவரம் பால்வினை நோய்க்கும், சிறுநீர் மிகுதியாகச் சுரப்பதற்கும், வெளியேறுவதற்கும் பயன்படுகிறது. டையான்தஸ் சைனன்சிஸ் தாவரம், குடற்புழு நீக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது. டையான்தஸ் கேரியோஃபில்லஸ் தாவர மலர்கள், இதயத்திற்கு வலிவூட்டவும், வியர்வை சுரக்கவும், நரம்புகளுக்கு வலிவூட்டவும், நோய் எதிர்ப்புத்திறனை அதிகரிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

- ந. வெங்கடேசன்

நூலோதி. H.M. Lawrence George, *Taxonomy of Vascular plants*, Oxford IBH publishing Co., New Delhi, 1978.

கார்னோடைட்

பொட்டாசியம் மற்றும் யுரேனியம் ஆகியவற்றின் நீர்ம வனேடிய கனிமமே கார்னோடைட் (carnotite) ஆகும். இதன் உட்கூறு $K_2 (UO_2)_2 (VO_4)_2$ n H_2O ஆகும். வெப்பநிலையைப் பொறுத்து ஒன்றிலிருந்து மூன்று அணுக்கள் வரை இதன் நீர்க்கொள்ளளவு மாறுபடுகிறது.

இது தூளாக அல்லது நுண்படிகப் பொதிவுகளாகக் (micro crystalline aggregate) காணப்படுகிறது. இதன் நிறம் ஒளிரும் மஞ்சளிலிருந்து எலுமிச்சை மஞ்சள், பச்சை கலந்த மஞ்சள் வரை காணப்படுகிறது.

ஏற்கெனவே காணப்படும் யுரேனியமுள்ள பொருள்களில் நிலத்தடி நீரின் செயல்பாட்டால் இரண்டாம் தரக் கனிமமாகக் கார்னோடைட் தோன்றுகிறது. அமெரிக்காவில் உள்ள கொலராடோ பீடபூமியிலும், யுடாக் மாவட்டத்தைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளிலும், புது மெக்சிகோ, அரிசோனா முதலிய இடங்களிலும் புதைபடிவமாகிய மரக்கிளைகளுக் கருகே தூய்மையான பொதிவுகளாகவும், டிரை யாசிக், ஜுராசியக் காலக் குறுக்குப் படிவு மணற்கற் களில் பரவிய மணிகளாகவும் இது காணப்படுகிறது.

வையோமின், கார்பன் மாவட்டம் ஆகிய இடங் களில் கார்னோடைட் காணப்படுகிறது. ஓலாரிக் கருகே ரேடியம் ஹில்லிலும், ஆஸ்திரேலியா, கட் டங்கா ஆகிய இடங்களிலும் காணப்படுகிறது. கார் னோடைட் அமெரிக்காவில் யுரேனியத்தின் முக்கிய மூலமாகும். மேலும் இது ரேடியம்வெனேடியம் ஆகிய வற்றின் முக்கிய மூலமாகவும் உள்ளது.

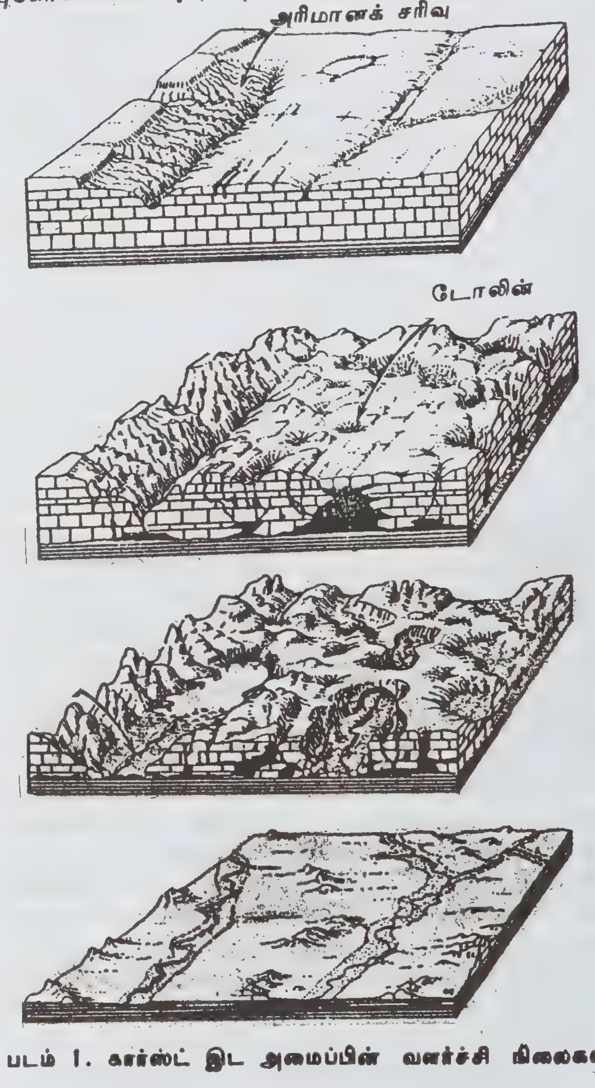
- இரா. சரசவர்ணி

நூலோதி: W.E Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, New York, 1985.

கார்ஸ்ட் இட அமைப்பு

புவியின் மேற்பரப்பிலும் உட்பகுதியிலும் பலவகை இயற்கைச் சாதனங்கள் காலந்தவறாமல் தத்தம் பணியைச் செய்து வருகின்றன. முக்கியமான சாதனங்கள் ஆறு, கடல், காற்று, பனி ஆறு, நில நடுக்கம், எரிமலை ஆகியன. இவை போன்று நிலத் திற்கு அடியில் உள்ள நீரும் செயல்பட்டுப் பல்வேறு வகையான இட அமைப்புகளை உருவாக்குகின்றன. நிலத்தடி நீர், துளைகள் வழியே ஓடும் தன்மை யுடையது. அவ்வாறு ஓடும் போது மென்மையான பாறைகளை அரித்துக் கரைசலாக்கும். சுண்ணாம்புப் பாறை, சலவைக் கல் போன்ற பாறைகள் நிலத்தடி நீரால் எளிதில் அரிக்கப்படும் பாறைகளாகும். பாறைகளை அரிக்கும் அளவு, வெப்ப நிலையையும் கார்பன் டை ஆக்சைடு அளவையும் பொறுத்தே அமைகின்றது. கரிப்பொருள்களைக் கரைசலாகப் பெற்றுள்ள நீர் சாதாரணமான அழுத்த நிலையில் 150 மி. கி/லிட்டர் என்ற அளவில் சுண்ணாம்புப் பாறைகளைக் கரைக்கும் தன்மையுடையது. கடல் நீர் மிக அதிக அளவான 2300 மி.கி/லிட்டர் என்ற அளவுடையது. எனவே ஜிப்சம் பாறைகள் கடல் நீரால் வெகு எளிதில் அரிக்கப்படுகின்றன. நிலத்தடி நீரின் அரிக்கும் பண்பினால் மென்மையான பாறை களில் ஓடி வரும் நீர் நிலத் துளைகளின் வழியே உட்புகுந்து பல்வேறு மாற்றங்களை உருவாக்கப் புதிய இட அமைப்புகள் தோன்றும்.

சுண்ணாம்புப் பாறை, சலவைக்கல், டோலமைட் பாறை, ஜிப்சம் ஆகியன நிலத்தடி நீரில் எளிதில் கரையும் தன்மையுள்ள பாறைகளாகும். கரையும் தன்மை பற்பல காரணிகளால் மாறுபடுகின்றது. அவை நில அமைப்பு, காலநிலை, வெப்ப மாற்றம், இட அமைப்பு, பாறைகளின் திண்மை, துளைகளின் அளவு, நீர் வெளியேறும் திறன், பாறைகளிலுள்ள கனிம வகை ஆகியனவாகும். பாறைகளின் தன்மை யோடு நீரின் நிலையும், கரையும் தன்மையை மிகுதி யாகவோ குறைவாகவோ ஆக்குகின்றன. நீரில் கரைந் துள்ள வளிமம், உப்பின் அளவு, நீரோட்டம், வெப்ப நிலை, அழுத்தம், நீரின் ஆழம் ஆகியன முக்கிய காரணங்களாகும். நீரின் பண்புகளுக்கேற்பவும், நிலநீர் அரிப்பு வேறுபடுகின்றது. பற்பல இட அமைப்புகள் உருவானாலும் மிக முக்கியமான நிலநீர் இட அமைப்பு, கார்ஸ்ட் அமைப்பாகும். யுகோஸ்லேவிய நாட்டில் கார்ஸ்ட் என்னுமிடத்தில்



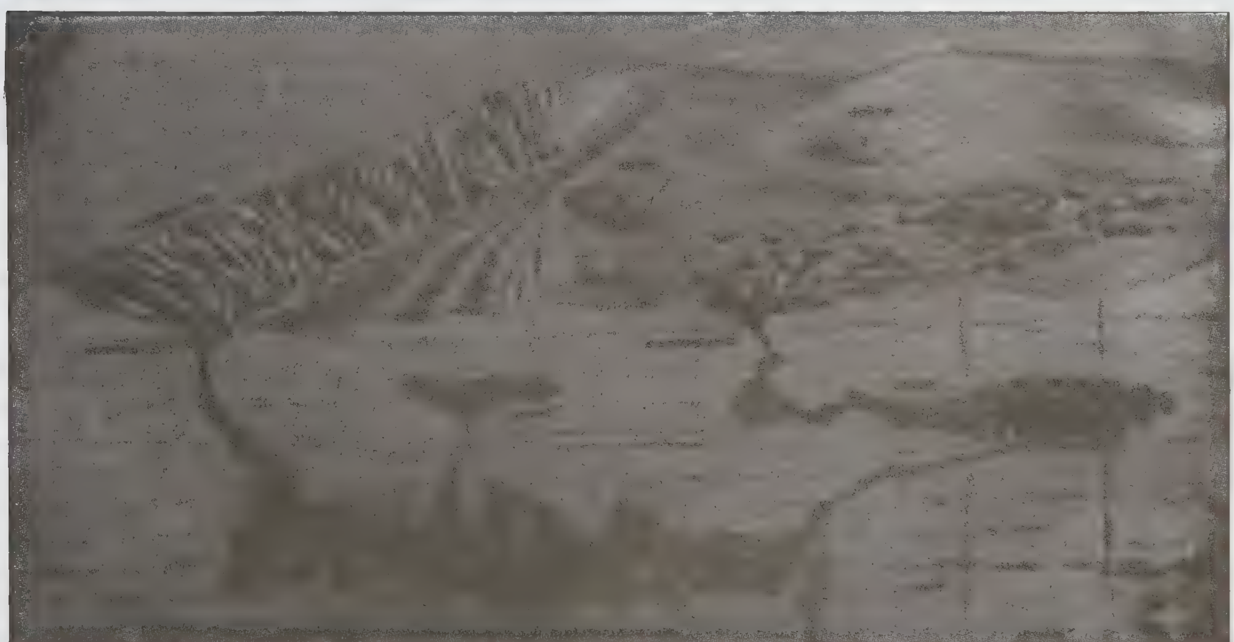
படம் 1. கார்ஸ்ட் இட அமைப்பின் வளர்ச்சி நிலைகள்

இவ்வகை இட அமைப்புகள் நன்கு காணப்பட்டமையால், கார்ஸ்ட்இடஅமைப்புகள் எனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. கார்ஸ்ட் அமைப்பு என்பது நிலநீரின் அரிக்கும் தன்மையால் நிலத்தின் மேற்பகுதி மற்றும் உட்பகுதிகளில் உருவான நில அமைப்பாகும். இவ்வமைப்பில் காணப்படும் முக்கியமான தன்மைகள் வருமாறு:- பெரும்பாலான நிலப்பகுதி சமமான நிலையின்றி மேடு பள்ளமாகவே இருக்கும். நிலத்தின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் ஆறுகள் திடீரென மறைவதும் மீண்டும் தோன்றுவதும் உண்டு. நீரில்லாப் பள்ளத்தாக்குகள் மிகுதி. சதுப்பு நிலங்களும் ஈரப் பதிவும் காணப்படும். ஏராளமான பள்ளங்கள், சிறு குழிகள், குகைகள் மற்றும் நீரோடும் துளைகள் மிகுதியாகக் காணப்படும்.

பெரும்பாலும் கார்ஸ்ட் இட அமைப்பில் இவை காணப்பட்டாலும் எல்லா இடங்களிலும் எல்லாப் பண்புகளும்காணப்பட வேண்டுமென்பதில்லை. சிற்சில இடங்களில் கார்ஸ்ட் அமைப்பு மறைந்துநிலத்திற்குத் கீழே மட்டும் காணப்படும் அமைப்பின் நிலையைப் பொறுத்துக் கார்ஸ்ட் அமைப்பு மூவகைப்படும். திறந்த கார்ஸ்ட், மூடிய கார்ஸ்ட், கனமான பாறைகளால் மூடப்பெற்ற உள்ளுறை கார்ஸ்ட் எனஅவை வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. கார்ஸ்ட் அமைப்பில் காணப்படும் முக்கியமான பகுதிகள், டோலின்கள், குகைகள், நீரில்லாப் பள்ளத்தாக்குகளாகும்.

டோலின்கள். துளைகளின் வழியே நீர் உட்புகுவதால் உருவாகும் பள்ளங்களே டோலின்கள் எனப்படும். வட்ட வடிவிலோ, நீள் வட்டமாகவோ இருக்கும் இவற்றின் உள்தோற்றம் உருளைவடிவிலோ தட்டு வடிவிலோ காணப்படும். பெரும்பாலும் நீரில்லாமல் இருந்தாலும் சிற்சில சமயங்களில் ஏரி போல நீர் நிறைந்து காணப்படுவதும் உண்டு. டோலின்கள், அரிமான டோலின்கள் இடிபாட்டு டோலின்கள் என இருவகைப்படும். நீரில் எளிதில் கரையும் பாறைகள் நீரினால் அரிக்கப்பட்டு உருவாகும் பள்ளங்கள் அரிமான டோலின்கள் ஆகும். சிற்சில இடங்களில் மேலே உள்ள பாறைகள் கடினமாகவும் கீழே உள்ள பாறைகள் மென்மையாகவும் இருக்கும். அந்த இடங்களில் நீர் ஊடுருவி மென் பாறைகளை அரித்துக் குகைகளை உருவாக்குகின்றது. அவ்வாறு ஏற்படும் குகைகளின் மேற்பகுதி காலப் போக்கில் வலிமை குறைந்து இடிந்து உள்ளே விழும். இவை இடிபாட்டு டோலின்கள் அல்லது குகை டோலின்கள் எனப்படும். அரிமான டோலின்களும் இடிபாட்டு டோலின்களும் தனித்தனியாகவோ இணைந்தோ காணப்படலாம். சிற்சில இடங்களில் பல டோலின்கள் ஒருங்கிணைந்து மேடு பள்ளமான நிலப் பகுதியையோ, மிகப் பெரிய ஆழமான பள்ளங்களையோ உருவாக்குகின்றன.

குகைகள். நிலத்தின் கீழே, துளைகளின் வழியே



படம் 2. கார்ஸ்ட் அமைப்பில் உள்ள குகைகளில் காணப்படும் ஸ்டாலக்சைட்டும் ஸ்டாலக்மைட்டும்

உட்புகுந்து ஓடும் நீரின் அரிக்கும் திறனால் குகைகள் உண்டாகின்றன. பாறைகளில் உள்ள படுகைப் பிரிவுகள், இணைப்புகள் மற்றும் வலிமை குறைந்த தளங்களில் நீர் தாக்கிக் குகைகளை உருவாக்குகின்றது. நிலத்தடிநீர் ஓடுகின்றாற் போல எங்கெங்கு நீரோட்டப் பாதைகள் அமைந்துள்ளனவோ அங்கெல்லாம் குகைகள் அதிகமாகத் தோன்றுகின்றன. பிற இடங்களில் நீர் ஓடாமல் தேங்கி நிற்பதால் அரிக்கும் திறன் குறைந்து குகைகளின் அளவும் எண்ணிக்கையும் குறைவாகவே காணப்படும். பெரும்பாலான குகைகளில் ஒற்றை அறையே உண்டு. சிற்சில இடங்களில் பல அறைகள் இருப்பதும் உண்டு. பல அறைகள் உள்ள குகைகளில் அவை ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஓர் அறையிலுள்ள நீர் வேறோர் அறைக்குச் செல்வதும் உண்டு. இக்காரணத்தால், சிற்சில சுண்ணம்புப் பாறைப் பகுதிகளில் நீர்வளம் உள்ள கிணறுகளில் திடீரென நீர் இல்லாமல் போவதும் உண்டு. குகைகளின் உட்பக்கம், காண்பதற்கு ஓர் அரிய காட்சியாகும். அழகான வடிவமும் புதுமையான தோற்றமும் கார்ஸ்ட் குகைகளின் தனிச் சிறப்பாகும். உலகிலேயே மிகப் பெரிய அரிமானக் குகை சுமார் 250 கிலோ மீட்டர் நீளமுடையது. இக்குகை அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் கெண்டக்கி மாநிலத்தில் உள்ள 'மாமத்' குகையாகும்.

நீரில்லாப் பள்ளத்தாக்குகள். கார்ஸ்ட் இட அமைப்பு நிலப் பகுதியில் ஆற்று நீர் புவிக்குக் கீழே செல்லும்போது மேலே உள்ள பள்ளத்தாக்குகள் நீரில்லாமல் வெற்றிடங்களாகின்றன. இவையே நீரில்லாப் பள்ளத்தாக்குகள் (Blind valleys) எனப்படும். இவை உண்டாவதற்குக் காரணம், நீர் சிறிது சிறிதாகப் பாறைகளை அரித்து, துளைகள் வழியே உட்புகுந்து குகைகள் மற்றும் சிறு வாய்க்கால்கள் வழியே புவிக்குக் கீழே ஓடுவதேயாகும். சில மென்பாறைப் பகுதிகளில் ஆற்று நீரோட்டம், ஆர வடிவில் பல ஆறுகள் ஒரு மையப் பகுதியை நோக்கி அடைந்திருக்கும். அப்பகுதியில் கார்ஸ்ட் அமைப்பால் உருவான நிலத்தடி ஆறுகளைக் காணலாம்.

கார்ஸ்ட் இட அமைப்புகளுக்குப் பெருமை சேர்ப்பன குகைகளின் உள்ளே காணப்படும் ஸ்டாலக்சைட், ஸ்டாலக்மைட் படிவுகள். சுண்ணாம்புப் பாறைகள் நீரில் கரைந்து கரைசலாக ஓடி வந்து தேங்கி நிற்கும்போது, அதற்குக் கீழே உள்ள குகைகளில் சொட்டுச் சொட்டாக விழத் தொடங்கும். அவ்வாறு விழும் துளிகள் தரைப்பகுதியிலும் கூரைப் பகுதியிலும் வளரத் தொடங்கும். கூரைப் படிவுகள் ஸ்டாலக்சைட் என்றும் தரைப் படிவுகள் ஸ்டாலக்மைட் என்றும் பெயர் பெறும்.

- இராம. இராமநாதன்

நூலோதி. Billings, *Structural Geology*, Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi.

கார உலோகங்கள்

தனிம வரிசை அட்டவணை IA தொகுதியில் ஹைட்ரஜனைத் தவிர ஏனைய தனிமங்களான லித்தியம் (Li), சோடியம் (Na), பொட்டாசியம் (K), ருபிடியம் (Rb), சீசியம் (Cs), ஃபிரான்சியம் (Fr) ஆகியவை கார உலோகங்கள் (alkali metals) எனப்படுகின்றன. சோடியமும் (2.6%) பொட்டாசியமும் (2.4%) புவி மேல் தோட்டில் (earth crust) அதிகமுள்ள தனிமங்களில் ஆறு, ஏழாம் இடங்களைப் பெற்றுள்ளன. பிற கார உலோகங்கள் முறையே 0.03%; 0.007%, 0·0007% என்னும் அளவில் புவி மேல்தோட்டில் உள்ளன. கதிரியக்க ஐசோடோப்பான ஃபிரான்சியம் கிடைப்பது அரிது. இது கி.பி. 1939ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தனிமங்கள் யாவும் மிகு வேக வினைபுரியும் தன்மை கொண்டவை. எனவே இவற்றைப் பிரித்தெடுப்பது எளிது. ஹாலைட் (halite, NaCl), சில்வைட் (sylvite KCl), கார்னலைட் (karnalite, KCl. $MgCl_2$.6 H_2O) போன்றவை கார உலோகங்களின் தாதுப் பொருள்களாகும்.

கார உலோகங்கள். இவை உலோகங்களுக்குத் தேவையான இயல்புகளான வெள்ளி போன்ற பளப்பளப்பான தோற்றம், வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் நன்கு கடத்தும் திறன், கம்பியாக நீட்டக்கூடிய திறன் போன்றவற்றைக் கொண்டுள்ளன. கார உலோகங்களில் லித்தியம் மிகவும் இலேசான உலோகம். இவை குறைந்த உருகு நிலையைக் கொண்டவை. இவற்றின் உருகுநிலை 28.5°C (சீசியம்) இலிருந்து 179°C (லித்தியம்) வரை உள்ளன. இவ்வுலோகங்களின் உலோகக் கலவைகள் -78°C போன்ற குறைந்த உருகு நிலையைக் கொண்டுள்ளன.

இவை மிகு வேக வினைபுரியும் தன்மை பெற்றிருப்பதால் பல பொருள்களுடன் எளிதில் வினைபுரிகின்றன. இவை நீருடன் தீவிரமாக வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளியேற்றித் தொழில் துறையில் பயனுள்ள எரிகாரங்களைக் கொடுக்கின்றன. ஹாலோஜன்கள், கந்தகம், பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற அலோகங்களுடனும் வினைபுரிகின்றன. மேலும் எளிதில் விலக்கப்படுகிற ஹைட்ரஜனைக் கொண்ட கரிமச் சேர்மங்களுடன் எளிதில் வினைபுரிகின்றன.

கார உலோகங்களில் சோடியம் உலோகமே மிகவும் பயனுள்ளது. கரிமச் சேர்மங்களை ஒடுக்குவதற்கும், சோடியம் பெராக்சைடு, சோடியம் சயனைடு, டெட்ராஎத்தில் லெட் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்கும் இது பயன்படுகிறது. தனித்த உலோகமாக இது அணுக்கரு உலைகளில் (nuclear reactors) வெப்பத்தைக் கடத்தும் பாய்மமாக உதவ

கிறது. சோடியம் குளோரைடு, சமையல் சோடா ($NaHCO_3$) சோடா சாம்பல் (Na_2CO_3) எரிசோடா ($NaOH$) போன்றவை சோடியம் உலோகத்தின் அன்றாட வாழ்க்கையிலும், தொழிலிலும் பயன்மிகு சேர்மங்களாகும். தனித்த பொட்டாசியம் உலோகம் சோடியத்தைவிடப் பயனில் குறைந்தது ஆகும். பொட்டாசியம் சேர்மங்கள் உரங்களாகப் பயன் படுகின்றன. லித்தியம் உலோகம் எடை குறைவான உலோகக் கலவைகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. மின்சாரத்தால் இயங்கும் தானியங்கிகளில் பயன் படும் மின்கலங்களில் லித்தியம் நேர் மின்முனை யாகச் செயல்படுகிறது.

வரலாறு. பழங்கால மக்கள் கார உலோக உப்பு களின் பயன்களை அறிந்திருந்தனர். பழைய ஏற்பாட்டில் (old testament) நெட்டர் (Neter, Na_2CO_3) என்னும் தாவரச் சாம்பலிலிருந்து பெறப்பட்ட உப்பைப் பற்றிக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. சால்ட்பீட்டர் (KNO_3) துப்பாக்கி மருந்தில் பயன்பட்டது. கி.பி. 1807 இல் இங்கிலாந்து வேதியியல் வல்லுநரான சர் ஹம்ப்ரிடேவி என்பார் முதலில் பொட்டாசியத்தை யும், பின்னர் சோடியத்தையும் சில நாள்களிலேயே பிரித்தெடுத்தார். சோடியம் என்னும் சொல் இத்தாலிச் சொல்லான சோடாவிலிருந்து (Soda) வந்ததாகும். இடைக் காலத்தில் இச்சொல் காரங் களைக் குறித்தது. பொட்டாசியம் என்னும் சொல் பிரஞ்சு சொல்லான பொட்டாஸ் (Potasse) என்பதி லிருந்து வந்ததாகும். இச்சொல் மரச் சாம்பலிலிருந்து பெறப்பட்ட நீர்மங்களை ஆவியாக்கும்போது கிடைத்த எஞ்சிய பகுதியைக் குறித்தது.

லித்தியம் உலோகம் கி.பி. 1817ஆம் ஆண்டில் ஜெ.எ. ஆர்ஃப்ரட்சன் என்பாரால் பெட்டலைட் என்னும் தாதுவை ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தபோது பெறப்பட்டது. 'கல் போன்ற' என்னும்பொருளுடைய லித்தோஸ் (lithos) என்னும் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து லித்தியம் என்னும் பெயர் வந்தது. ஹம்ப்ரிடேவி முதன் முதலில் லித்தியம் குளோரைடை மின்னாற் பகுத்துத் தூய நிலையில் லித்தியத்தைப் பிரித் தெடுத்தார்.

கி.பி. 1860இல் ராபர்ட் புன்சன், குஸ்டீவ் கிரிச்சாப் என்னும் ஜெர்மன் அறிவியலார் தாதுக் களின் நீர்மங்களை ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தபோது அவற்றில் வடிகட்டப்பட்டவை நீலப்பகுதியில் புதிய நிரலைக் கொண்டிருப்பதைக் கண்டறிந்தனர். இப்புதிய நீல நிற நிரல் தனிமத்திற்கு லத்தீன் சொல்லான சீசியஸ் (Caesius) என்பதிலிருந்து சீசியம் என்று பெயரிட்டனர். சீசியஸ் என்பது நீலவானத் தைக் குறிக்கும். இதே அறிஞர்கள் லிப்பிடோலைட் என்னும் கனிமத்திலிருந்து காரங்களைப் பிரித் தெடுக்கும்போது மற்றொரு நீர்மத்தை வடித்தெடுத் தனர். இது (செங்கரு) ஊதா நிறக் (violet) கோடு களைக் கொண்டிருந்ததுஇப்புதுத்தனிமத்தின்பெயர் ரூபிடஸ் (லத்தீன்) என்ற சொல்லிருந்து வந்ததாகும். கி.பி. 1939ஆம் ஆண்டில் பாரிஸில் கியூரி கழகத்தைச் சேர்ந்த மார்குரைட் பிரே என்பார்ஃபிரான்சியத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

இயல்புகள். கார உலோகங்கள் உலோகங்களுக் குரிய பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் இணைதிறன் 1. லித்தியத்திலிருந்து ஃபிரான்சியம் வரை உள்ள உலோகங்களின் வெளிச்சுற்றில் உள்ள ஒற்றை எலெக்ட்ரான் குறைவலிமையில் பிணைக்கப் பட்டுள்ளது. பொதுவாகத் தனிம வரிசை அட்ட வணையில் மேலிருந்து கீழாகச் செல்லும்போது அயனியாக்க ஆற்றல் குறைகிறது. ஆகவே, ஃபிரான் சியம் எளிதில் அயனியாகும் தனிமமாகவும், சீசியம் அதை அடுத்து அயனியாகும் தனிமமாகவும் உள்ளன. கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் கார உலோகங்களின் சில இயல்புகள் கொடுக்கப்பட்டுள் ளன. இவ்வுலோகங்களில் அங்கும் இங்கும் இருக்கும் எலெக்ட்ரான்களாலேயே இவை வெப்பம் கடத்தும் திறனையும், மின்சாரம் கடத்தும் திறனையும் கொண்டுள்ளன. இவை பொருள் மைய கனசதுரப் (body centred cubic) படிக அமைப்பைக் கொண் டுள்ளன. ஒவ்வோர் அணுவைச் சுற்றியும் எட்டு அணுக்கள் அமைந்துள்ளன.

கார உலோகங்களின் அணு நிறை கூடக்கூட அணுக்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவும் கூடுகிறது. சீசியமே மற்ற அணு ஆரங்களைவிட மிகு அணுத் தொலைவைக் (inter atomic distance) கொண் டுள்ளது.

இவைவளிமம்அல்லாத மற்றத்தொகுதித் தனிமங் களைவிடக் குறைவான உருகுநிலையைக் கொண்டுள் ளன. இவற்றின் குறைந்த உருகுநிலைக்குக் காரணம் படிக அணுக்களுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு மிகுதி யாக இருப்பதும் வலிகுறைந்த பிணைப்பாற்றலும் ஆகும். இவற்றின் குறைந்த அடர்த்திக்கும் குறை வான உருகுதல் வெப்பத்திற்கும் காரணம் இவையே. லித்தியம், சோடியம், பொட்டாசியம் ஆகியவை நீரைவிடக் குறைவான அடர்த்தியைக் கொண் டுள்ளன.

சீசியம் கார உலோகங்களிலேயே எளிதில் ஆவி யாகும் தனிமமாக உள்ளது (671°C.). அணு எண் குறையக் குறைய இவற்றின் கொதிநிலை அதிகரிக் கிறது. லித்தியம் உலோகம் 1317°C கொதிநிலை யைக் கொண்டுள்ளது.

வேதியியல் பண்புகள். கார உலோகங்கள் அதிக நேர்மின்தன்மை கொண்ட தனிமங்களாக விளங்குவ தால் இவை பல அலோகங்களுடன் எளிதில் கூடு கின்றன.

ஆக்சிஜனுடன் வினை. அனைத்துக் காரஉலோகங் களும் ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரிகின்றன. லித்தியமும்

கார உலோகங்களின் சில இயல்புகள்

இயல்புகள்	லித்தியம்	சோடியம்	பொட்டாசியம்	ரூபீடியம்	சீசியம்	பிரான்சியம்
அணு எண்	3	11	19	37	55	87
அணு நிறை (அல்லது நிலைத்த ஐசோடோப்)	6.94	22.99	39.1	85.47	132.91	(223)
தனிமத்தின் நிறம்	வெள்ளி போன்ற	வெள்ளி போன்ற	வெள்ளி போன்ற	வெள்ளி போன்ற	வெள்ளி போன்ற	—
உருகுநிலை (°C)	179	97.8	63.65	38.89	28.5	—
கொதிநிலை (°C)	1317	892	753.9	688	671	—
அடர்த்தி (20°C இல் கி/செ^{3})	0.534	0.97	0.862	1.53	1.89	—
இணைதிறன்	1	1	1	1	1	1
உருகுநிலையின் போது பருமனளவு அதிகரித்தல் (சதவீதத்தில்)	1.51	2.63	2.81	2.54	2.66	—
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு	$1s^2 2s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$(Ar)4s^1$	$(Kr)5s^1$	$(Xe)6s^1$	$(Rn)7s^1$
ஐசோடோப்புகளில் பெருமளவு (புவியில், சதவீதத்தில்)	Li^7(92.6) Li^6(7.4)	Na^{23}(100)	K^{39}(93.1) K^{41}(6.88) K^{40}(0.0119)	Rb^{85}(72.15) Rb^{87}(27.85)	Cs^{133}(100)	—
தீயில் நிறம்	சிவப்பு	மஞ்சள்	ஊதா	அடர் சிவப்பு (dark red)	நீலம்	—
உருகுதல் வெப்பம் (heat of fusion) (கலோரி/மோல்)	690	622	598	540	520	—
தன் வெப்பம் (நீர்மம், கலோரி/கி°C)	1.05	0.33	0.188	0.0880	0.0572	—
ஆரம்						
அணு (Å)	1.52	1.85	2.31	2.44	2.62	—
அயனி (M^+, Å)	0.68	0.97	1.33	1.47	1.67	1.80
உலோக (ஒற்றைப் பிணைப்பு, Å)	1.225	1.572	2.025	2.16	2.35	—
அயனியாக்க ஆற்றல் (முதல், கி. கலோரி/மோல்)	124.3	118.4	100	96.3	89.7	—
ஆக்சிஜனேற்ற மின்னழுத்தம், 25°C இல் (Oxidation potential $M \longrightarrow M^+ + e^-$, வோல்ட்)	3.04	2.71	2.92	2.92	2.92	—
எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் (Electronegativity)	1.0	0.9	0.8	0 8	0.7	0.7
படிக இணைப்பு (Crystal structure)	பொருள்மைய கனசதுரம் (BCC)	பொருள்மைய கனசதுரம் (BCC)	பொருள்மைய கனசதுரம் (BCC)	பொருள்மைய கனசதுரம் (BCC)	பொருள்மைய கனசதுரம் (BCC)	—
காந்த ஏற்புத்திறன் (சிஜிஎஸ் அலகு) (Magnetic susceptibility)	14.2×10^{-6}	16.0×10^{-6}	20.8×10^{-6}	17.0×10^{-6}	29.0×10^{-6}	—

சோடியமும் வினைபுரிந்து அவற்றின் ஒற்றை ஆக்சைடுகளைக்(monooxides) கொடுக்கின்றன. கன கார உலோகங்கள் அவற்றின் மிகை ஆக்சைடுகளைக் (super oxides) கொடுக்கின்றன. ஆக்சிஜனுடனோ காற்றுடனோ வினைபுரியும் தன்மை, இவை நீர்ம, திண்ம நிலைகளில் இருப்பதைப் பொறுத்தது. வேதிவினையில் லித்தியம் உலோகம் IIA தொகுதித் தனிமங்களையே பெரிதும் ஒத்துள்ளது. இது பிற கார உலோகத் தனிமங்களை விடக் குறைவாகவே நீர், ஆக்சிஜன், ஹாலோஜென்கள் போன்றவற்றுடன் வினைபுரிகிறது; ஆனால் ஹைட்ரஜன், கார்பன், நைட்ரஜன் போன்றவற்றுடன் எளிதில் வினைபுரிகிறது.

25°C வெப்பநிலையில் கார உலோக ஆக்சைடுகள் உண்டாக்கவேண்டிய கட்டுறா ஆற்றல் (free energy). −133 கி கலோரிகள்/மோல் (லித்தியம் ஆக்சைடு) இலிருந்து −63 கி கலோரிகள்/மோல் (சீசியம் ஆக்சைடு) வரை உள்ளது. சாதாரண நிலையில் லித்தியம் உலோகம் ஆக்சிஜனுடன் வினைப்பட்டு லித்தியம் ஆக்சைடைக் (Li_2O) கொடுக்கிறது. லித்தியம் உலோகத்தின் நீர்ம அம்மோனியாக் கரைசலில் ஆக்சிஜனைச் செலுத்தும்போது லித்தியம் பெராக்சைடு (Li_2O_2) உண்டாகிறது. சோடியம் பெராக்சைடையும் (Na_2O_2) இதேபோல் தயாரிக்கலாம். ஆனால் தொழில் முறையில் சோடியம் ஒற்றை ஆக்சைடை (Na_2O) ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து இது பெறப்படுகிறது. உயர் ஆக்சிஜன் அழுத்தத்தில் சோடியம் மிகை ஆக்சைடைப் (NaO_2) பெறலாம்; ஆனால் ருபீடியம், பொட்டாசியம், சீசியம் போன்றவற்றின் மிகை ஆக்சைடுகளைக் காற்றில் எரித்தாலே பெறலாம். இதற்கு எதிர்மாறாக, காரமண் உலோகங்களின் (alkaline earth metals) மிகை ஆக்சைடுகளை விட நிலைத்தன்மையில் குறைந்த பொட்டாசியம், ருபீடியம், சீசியம் ஆகியவற்றின் ஓசோனைடுகள் மிகை ஆக்சைடுகள் ஓசோனுடன் வினைபுரிவதால் பெறலாம்.

நீருடன் வினை. நீருடன் கார-உலோகங்கள் மிகத் தீவிரமாக வினைபுரிகின்றன. இவ்வினையின் வேகம் உலோகத்தின் பரப்பைப் பொறுத்ததாகும். அணு நிறைகளின் அதிகரிப்பிற்கேற்ப நீருடன் வினைபுரியும் வேகமும் கூடுகிறது. கன உலோகங்களின் ஹைட்ராக்சைடுகள் நீரில் கரைவன. எனவே அவை தீவிரமாக வினைபுரிகின்றன. சம மோலார் சோடியம் நீர்க் கலவைகள் வினைபுரியும்போது ஒரு மோல் கார உலோகத்தின் ஹைட்ராக்சைடும், ஒரு மோல் ஹைட்ரஜன் வளிமமும் உண்டாகின்றன. இவ்வினை வெப்பம் உமிழ் வினை (exothermic reaction) ஆகும். வெளியேற்றப்படும் ஹைட்ரஜன் மீண்டும் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து வெப்பம் வெளியாவதை அதிகரிக்கிறது.

அலோகங்களுடன் வினை. கார உலோகங்களில் லித்தியம் மட்டுமே நைட்ரஜனுடன் வினைபுரிந்து நைட்ரைடைக் (Li_3N) கொடுக்கிறது. இதேபோல் லித்தியம் நிலைத்த ஹைட்ரைடுகளைக் கொடுக்கிறது. பிற கார உலோகங்களின் ஹைட்ரைடுகள் அவ்வளவு நிலையானவையல்ல. கால்சியத்தைப் போலவே லித்தியம், லித்தியம் கார்பைடைக் (Li_2C_2) கொடுக்கிறது. பிற கார உலோகங்கள் நிலைத்த கார்பைடுகளைக் கொடுப்பதில்லை. ஆனால் இவை கிராஃபைட் வடிவத்தில் இருக்கும் கார்பனுடன் சேர்ந்து இடைச்செருகல் சேர்மங்களைச் (interchelation compounds) கொடுக்கின்றன.

கார உலோகங்கள் ஹாலோஜன்களுடன் வினைபுரிந்து ஹாலைடுகளைக் கொடுக்கின்றன. இவ்வினைகள் மிகு வெப்பஉமிழ் வினைகளாக உள்ளன. கார உலோகங்கள் கந்தகத்துடனும், பாஸ்ஃபரஸுடனும் வினைப்பட்டு மாறுபட்ட சல்ஃபைடுகளையும் M_3P (M= காரஉலோகம்) என்னும் வாய்பாடு கொண்ட பாஸ்ஃபைடுகளையும் கொடுக்கின்றன.

உலோகக் கலவைகள். ஒரே அணுப் பருமன்களைக் (atomic volumes) கொண்டுள்ள தனிமங்கள் திண்மக் கரைசல்களை (solid solutions) உண்டாக்குகின்றன. அணுப் பருமன்களில் மாறுபாடு இருக்குமானால் நல்லுருகு கலவை (eutectic mixture) வகைச் சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன. பொட்டாசியம், ருபீடியம், சீசியம் போன்றவை ஏறக்குறைய ஒரே அணுப் பருமன்களைக் கொடுக்கின்றன. சோடியம், பொட்டசியத்தைவிடச் சிறிய அணுவாகும். இதன் அயனியாக்க ஆற்றல் மிகுதி. எனவே இது நல்லுருகு கலவையை உண்டாக்குகிறது.

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. Jerry March and Stanley Windwer, *General Chemistry*, Macmillan Fublishing Co, Inc, New York, 1979.

காரங்கள்

நீரில் அயனியாகும்போது ஹைட்ராக்சில் அயனிகளாகவும் சிவப்பு லிட்மஸ் தாளை நீலமாகவும் மாற்றும் காரப் பண்பு கொண்ட சேர்மங்களைக் காரங்கள் (alkalies) என்று கூறலாம். கார உலோகங்களின் ஹைட்ராக்சைடுகள் பொதுவாகக் காரங்களாக விளங்கினாலும், அம்மோனியம் உப்புகளும் கார வகைகளில் அடங்கும். எரி காரங்கள் (caustics) பெருமளவில் ஹைட்ராக்சில் அயனிகளைக் கொடுக்கின்றன. மேலும் இவை திசுக்களிலுள்ள நீரை உறிஞ்சியோ ஆக்சிஜனை நீக்கியோ அழிக்கின்றன. தோலின் மேல் எரிகாரங்களால் ஏற்படும் புண்களைத் தடுக்க உடனடியாகத் தூய்மையான நீரில் கழுவ வேண்டும்.

கார உலோகங்களின் ஐசோடோப்புகள்

தனிமம்	அணுஎடை	ஐசோடோப் எண்	கதிரியக்கம் வாய்ந்ததா	அரை ஆயுள்காலம்
லித்தியம்	6.939	5	ஆம்	10^{-21} நொடி
		6	இல்லை	நிலையானது (7.5)
		7	இல்லை	நிலையானது (92.5)
		8	ஆம்	0.83 நொடி
		9	ஆம்	0.17 "
சோடியம்	22.9898	20	ஆம்	0.23 "
		21	ஆம்	23.0 "
		22	ஆம்	2.6 ஆண்டு
		23	இல்லை	நிலையானது (100)
		24	ஆம்	15 மணி
		25	ஆம்	60 நொடி
பொட்டாசியம்	39.102	37	ஆம்	1.2 நொடி
		38	ஆம்	7.7 நிமிடம்
		39	இல்லை	நிலையானது (93.1)
		40	ஆம்	1.2×10^{9} ஆண்டு
		41	இல்லை	நிலையானது (6.9)
		42	ஆம்	12.4 மணி
		43	ஆம்	22 மணி
		44	ஆம்	27 மணி
ருபீடியம்	85.47	81	ஆம்	4.7 மணி
		82	ஆம்	6.3 மணி
		83	ஆம்	80 நாள்
		84	ஆம்	23 நிமிடம்
		85	இல்லை	நிலையானது (72.2)
		86	ஆம்	19 நாள்
		87	ஆம்	6.2×10^{10} ஆண்டு (27.8)

		88	ஆம்	18 நிமிடம்
		89	ஆம்	15 நிமிடம்
		90	ஆம்	2.7 நிமிடம்
		91	ஆம்	14 நிமிடம்
சீசியம்	132.905	127-132	ஆம்	குறுகிய காலம்
		133	இல்லை	நிலையானது (100)
		134	ஆம்	3×10^6 ஆண்டு
		135	ஆம்	2.3 ஆண்டு
		136	ஆம்	1.3 நாள்
		138-145	ஆம்	குறுகிய காலம்
ஃபிரான்சியம்		223	ஆம்	21 நிமிடம்

பழங்காலத்தில், அமிலங்களை நடுநிலையாக்கப் பயன்படும் பொருள்களும், கொழுப்பு அமிலங்களுடன் சேர்ந்து சோப்பைத் தரும் பொருள்களும் காரங்கள் என்று வழங்கப்பட்டன. எனவே காரம் என்பது உலோகத்துடன் சேர்ந்த கனிம ஆல்கஹால் ஆகும். இவற்றில் ஆல்கஹாலுக்குரிய பண்புகள் இல்லை. காரங்கள் பொதுவாகச் சோப் தயாரிப்பிலும், தூய்மைப்படுத்த உதவும் நீர்மங்களிலும், அலுமினியம் உரு ஏற்றத்திலும் (aluminium etching) பயன்படுகின்றன.

காரங்கள் நீரில் கரைவன; தொழில் துறையில் சோடியம் கார்பனேட்டைக் காரம் என்று குறிக்கின்றனர். இதை இயற்கையிலோ தொழில் முறையில் அம்மோனியம் பைகார்பனேட்டைப் பயன்படுத்தியோ தயாரிக்கலாம். பிற பயனுள்ள காரங்கள், லை (lye) சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு பொட்டாஷ், எரிகாரம், பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு, நீர்க்கண்ணாடி (சோடியம் சிலிக்கேட்), சோடியம் பைகார்பனேட் ஆகியவை. தரிசு நிலப் பகுதியில் மண்ணிலுள்ள காரங்கள் மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்படுவதில்லை. ஆகவே அவை விளைச்சலுக்குத் தகுதியற்றவையாக உள்ளன.

கார உலோகங்கள். தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் IA தொகுதித் தனிமங்கள் கார உலோகங்கள் ஆகும். இத்தொகுதியிலுள்ள தனிமங்களில் லித்தியம் உலோகம் பிற தனிமங்களைப் போல் பண்புகளில் ஒத்திருப்பதில்லை. இது IIA தொகுதித் தனிமங்களான கார மண் உலோகங்களை ஒத்துள்ளது. கார உலோகங்களிலேயே மிகு எடையுள்ள ஃபிரான்சியத்திற்கு நிலையான ஐசோடோப் இல்லை. இது கதிரியக்க நிலையில்தான் உள்ளது.

சாதாரணமாக கார உலோகங்கள் மெதுவான உலோகங்கள்; குறைந்த உருகுநிலை கொண்டவை. வினைத்திறன் மிக்கவை; இவை இயற்கையில் தனித்த நிலையில் காணப்படுவதில்லை. பிற தனிமங்களுடன் சேர்ந்தே காணப்படும். மிகுவினைத்திறனால் இவை பொதுவாகப் பிற உலோகங்களைப்போல் பயன்படுவதில்லை. இத்தொகுதியிலுள்ள தனிமங்களின் மூவினைத்திறன் அணு நிறை அதிகரிப்பிற்கேற்ப லித்தியத்திலிருந்து சீசியம் வரை அதிகரிக்கிறது.

காரங்கள். காரம் என்பது பொதுவாகத் தொழில்துறையில் பயன்படுத்தப்படும் சோடியம் கார்பனேட் எனப்படும் சோடா சாம்பலையே குறிக்கும். அராபிய மொழியில் அல்-க்ளி (al qili) எனப்படும் இது சல்சோலா காலி என்னும் தாவரத்தின் சாம்பலிலிருந்து பெறப்பட்டது.

இயற்கையில் கிடைத்தல். சோடா சாம்பல் இயற்கையில் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. கென்யாவில் மகாடி ஏரியிலும் கலிஃபோர்னியாவில் சியர்லெஸ் ஏரியிலும் இது மிகு அளவில் டோரானாவாகவும் ($Na_2CO_3.NHCO_3.2H_2O$) போராக்ஸ் ஆகவும் கிடைக்கிறது. இதைத் தொடர்ச்சியான ஆவியாதலுக்குட்படுத்தினால் சோடா சாம்பல் கிடைக்கிறது.

லெப்லாஸ் முறை. 18 ஆம் நூற்றாண்டில் பிரான்ஸ், சோடியம் கார்பனேட் உற்பத்திக்குச் சோடியம் உப்பைக் கொண்ட தாவரங்களையே நம்பியிருந்தது. அத்தகைய தாவரங்கள் எரிக்கப்பட்டுச் சாம்பலை வடித்தலுக்குட்படுத்திச் சோடியம் கார்பனேட் தயாரிக்கும் முறைகளைக் கண்டறியும் அறிவியலாருக்குப் பரிசு வழங்கப்படும் என அரசு அறிவித்தது. நிக்கோலஸ் லெப்லாஸ் என்பார் ஒரு முறையைக் கண்டறிந்து பாரிஸ் நகருக்கு அருகில்

சோடியம் கார்பனேட் தயாரிக்கும் தொழிற்கூடம் நிறுவுவதற்குத் துணையாயிருந்தார். ஆனால் சில காலத்திலேயே பிரஞ்சுப் புரட்சி ஏற்பட்டதால் முறையான உற்பத்தி செய்யாமலே அந்த ஆலை அழிக்கப் பட்டது.

லெப்லாஸ் முறைப்படி உப்பைச் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்திச் சோடியம் சல்ஃபேட்டும், ஹைட்ரஜன் குளோரைடும் பெறப்பட்டன. சோடியம் சல்ஃபேட் சுண்ணாம்புக் கல் கார்பனுடன் சேர்த்துச் சூடுபடுத்திக் கருஞ்சாம்பல் பெறப்பட்ட பின்னர் சோடியம் கார்பனேட் பிரித்தெடுக்கப் பட்டது.

சால்வே முறை. கி.பி. 1860 இல் இம்முறை எர் நெஸ்ட், ஆல்ஃபிரட் சால்வே என்னும் இரு பெல் ஜிய சகோதர அறிவியலாரால் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டது. இதில் அம்மோனியம் பை கார்பனேட்டும், சோடியம் குளோரைடும் இரட்டைச் சிதைவுக்குட் படுத்தப்பட்டு (double decomposition) அம்மோனியம் குளோரைடும், சோடியம் பைகார்பனேட்டும் பெறப் பட்டன. முதலில் உப்பு நீரில் அம்மோனியாவையும் பின்னர் கார்பன் டைஆக்சைடு வளிமத்தையும் செலுத்துவதன் மூலம் அம்மோனியம் பைகார்பனேட் பெறப்பட்டது. கார்பன் டைஆக்சைடைச் செலுத் தும்போது சோடியம் பைகார்பனேட் வீழ்படிவாகும். பின்னர் இது பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. சோடியம் பைகார்பனேட்டை வெப்பப்படுத்தினால் சோடியம் கார்பனேட்டும், கார்பன் டைஆக்சைடும் கிடைக் கின்றன.

சால்வே முறையில் அம்மோனியா வளிமம் அம் மோனியம் குளோரைடு நீர்மத்தைச் சுண்ணாம்பு டன் சேர்க்கும்போது கிடைக்கிறது. இவ்வினையில் கால்சியம் குளோரைடு துணைப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

லை. மரச்சாம்பலைக் கசிவுக்கு உட்படுத்துவதால் (leaching) கிடைக்கும் விளைபொருளுக்கு லை என்று பெயர். ஏறக்குறைய இது 70% பொட் டாசியம் கார்பனேட்டைக் (பொட்டாஷ்) கொண் டுள்ளது. சோப் தயாரிப்பிலும், கண்ணாடி உற்பத்தி யிலும் இது பயன்படுகிறது. சோடியம் கார்பனேட் (சோடா சாம்பல்) சில தாவரங்களின் சாம்பல்களில் முதன்மைப் பொருளாக உள்ளது. சோடியம் கார்ப னேட்டுடன் நீர்த்த சுண்ணாம்பு நீரைச் சேர்க்கும் போது எரிசோடா உண்டாகிறது. இது லை என்னும் பெயரில் வீடுகளுக்கும் தொழிலகங்களுக்கும் விற்பனை செய்யப்படுகிறது.

பொட்டாஷ். தொழில்துறையில் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டைப் பொட்டாஷ் என்று குறிப்பிட்டா லும் வேளாண்மையில் இது அனைத்துப் பொட்டா சியம் உப்புகளையும் (குளோரைடு, சல்ஃபேட்) குறிக்கிறது. பொட்டாசியம் கார்பனேட்டை லெப் லாஸ் முறையில் பொட்டாசியம் குளோரைடிலிருந்து பெறலாம். சால்வே முறையில் இதைத் தயாரிப்பது கடினம். ஏனெனில் சோடியம் பைகார்பனேட்டைப் போலல்லாமல் பொட்டாசியம் பைகார்பனேட் நீரில் எளிதில் கரைந்து விடுகிறது. இதை மின்பகுப்பு முறை யிலும் தயாரிக்கலாம்.

எரிசோடா. மனிதன், விலங்குகளின் திசுக்களில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடின் அழுத்தமான அரி மானத் தன்மையால் இதற்கு எரிசோடா என்னும் பெயர் வந்தது. எரிசோடாவை உப்பு நீரை மின்னாற் பகுத்தோ பழைய சுண்ணாம்புச்சோடா (lime-soda) முறையில் சோடா சாம்பலைச் சுண்ணாம்பு நீருடன் சேர்த்தோ தயாரிக்கலாம். உலகில் தயாரிக்கப்படும் உப்பில் பெரும்பகுதி எரிசோடா தயாரிக்கவே பயன் படுகிறது.

சுண்ணாம்பு - சோடா முறை. சோடா சுண்ணாம்பி லிருந்து எரிசோடாவைக் குழு முறையிலோ (batch process) தொடர் முறையிலோ (continous process) பெறலாம். இவ்வினை சோடியம் கார்பனேட்டும், கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடும் இரட்டைச் சிதை வடைவதாகும்.

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 + 2\ NaOH$$

கால்சியம் கார்பனேட் வீழ்படிவாகிறது. எரிசோடா கரைசல் பின்னர் வெளியேற்றப்படுகிறது.

மின்பகுப்பு முறைகள். அடர் சோடியம் குளோரைடு கரைசலை மின்னாற்பகுக்கும்போது குளோரினும், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடும் கிடைக்கின்றன. இவ் விரண்டும் வினைபுரிந்து சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட் உண்டாகிறது. இவ்விளைபொருள், முக்கியமாக அமிலக் காரைசலில், உயர் வெப்ப நிலையில் சோடியம் குளோரேட்டாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. எனவே இவ்வினைகளைத் தடுப்பதற்குக் குளோரினை உடனடியாக வெளியேற்ற வேண்டும்.

பயன்கள். எரிசோடா கரைசல் பல்வேறு வேதிப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும், பெட்ரோலியம் தூய்மைப்படுத்தும் நிலையங்களிலும், ரேயான், புகைப்படத் தகடுகள், காகிதக் கூழ், தாள் அலுமினியம், சோப்பு, அழுக்கு நீக்கி ஆகியவற்றின் தயாரிப்பிலும் தாவர எண்ணெய் தூய்மை செய் ஆலைகளிலும் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

விஸ்கோஸ் ரேயான் இழைத் தயாரிப்பில் முதலில் காரச் செல்லுலோஸைச் சல்ஃபைட்டு கூழிலிருந்து உண்டாக்கவும் கார்பன் டைசல்ஃபைடு செல்லுலோஸோடு வினைபுரிந்து உண்டாகும் செல்லுலோஸ் சாந்தேட்டைக் கரைக்கவும் இதுபயன் படுகிறது.

சோடா லை அல்லது பொட்டாஷ் லையைக் (எரி பொட்டாஷ்) கொழுப்பெண்ணெய்களுடன் சேர்த்து வினைப்படுத்தும்போது சோப் உண்டாகிறது. கிளிசரின் சோப் தயாரிப்பின்போது இது துணைப்பொருளாக விளைகிறது. பெருமளவு சோடியம் உப்பைக் கொண்ட சோப்புகள் கடின சோப்புகள் (hard soaps) என்றும், பெருமளவு பொட்டாசியம் உப்பைக் கொண்டவை மென் சோப்புகள் (soft soaps) என்றும் பெயர்பெறும். பெட்ரோலியம் தூய்மைப் படுத்தும் தொழிலகங்களில் எரிசோடா, சல்ஃப்யூரிக் அமிலக் கழிவுகளை நடுநிலையாக்குவதற்குப் பயன் படுகிறது.

மரத்தூள்களை எரிசோடாவுடன் சேர்த்துக் கொதிக்க வைக்கும்போது சோடா கூழ் உண்டாகிறது. இதில் எரிசோடா கரைசலை மீண்டும் பெறக் கழிவு நீரை ஆவியாக்கும்போது கறுப்புச் சாம்பல் கிடைக்கிறது. இதைச் சோடாவுடன் சேர்த்து ஊறவைத்துக் கரைக்கும்போது சோடா - சுண்ணாம்பு முறையில் எரிசோடா மீண்டும் பெறப்படுகிறது.

இறுக்கமான நிலையிலிருக்கும் பருத்தி இழைகளுடன் எரிசோடாவைச் சேர்க்கும்போது பட்டுப் போன்ற பளபளப்பு உண்டாகிறது. இம்முறை, கார வினையாக்கம் (mercerization) எனப்படும். கார வினையாக்கப்பட்ட பருத்தியில் காரவினையாக்கம் செய்யப்படாத பருத்தியை விட எளிதில் சாய மேற்றலாம். இதே முறை செல்லுலோஸ் அசெட்டேட் நூலிழைகளுக்கும் பொருந்தும்.

பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு. எரிசோடாவைப் போலவே, எரி பொட்டாஷையும் பொட்டாசியம் கார்பனேட்டை நீர்த்த சுண்ணாம்புக் கரைசலுடன் சேர்த்தோ பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலை மின்னாற்பகுத்தோ பெறலாம். பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் மென் சோப்பு, ஷாம்பு, முகச் சவர சோப்பு, சில மருந்துப் பொருள், பல்வேறு பொட்டாசியம் உப்புகள் ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக மாங்கனீஸ் டை ஆக்சைடை எரிசோடாவுடன் சேர்த்து உருக்கும்போது பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் கிடைக்கிறது. எரிபொட்டாஷ் எரி சோடா கரைசலுடன் பல்வேறு சாயம், கரிம வேதிப்பொருள் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது.

-த. தெய்வீகன்

நூலோதி. Kenneth W, Whitten and Kenneth D Gailey, *General chemistry with Qualitative Analysis*, Saunders College Publishing, Philadelphia, 1981.

காரட்

முத்தைத் தவிர பிற நவரத்தினக் கற்களுக்குப் பயன்படும் எடையின் அலகு காரட் (carat) எனப்படும். இது மெட்ரிக் காரட் (m.c) என்றும் குறிப்பிடப்படும். அகில உலக ஒப்பந்தப்படி ஒரு காரட்டின் எடை 200 மில்லி கிராமாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. முத்து 50 மில்லி கிராம் அல்லது $\frac{1}{4}$ காரட்டிற்குச் சமமான எடை அலகுமணியாக (grains) எடை பார்க்கப்படுகிறது.

காரட் எனனும் அலகினால் மதிப்பு வாய்ந்த பல நவரத்தினக் கற்கள் எடை பார்க்கப்பட்டாலும் இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்ககாலம் வரை நாட்டிற்கு நாடு எடை மாறுபட்டது. இப்பெயரில் குறிப்பிடப்பட்ட பல எடைகள் 205 மில்லி கிராம் வரை இருந்தன. 190 மில்லி கிராமிற்குக் குறைவாகவும், 210 மில்லி கிராமிற்கு மேலாகவும் எடை இருந்தது. 1907 ஆம் ஆண்டு பாரிஸில் 200 மில்லி கிராமாகத் திட்டமிடப்பட்டதோடு இந்த எடை ஏற்றுக்கொள்ளவும் பட்டது. 1914 ஆம் ஆண்டில் நவரத்தின வணிகத்தில் பெரும் பங்கு வகித்த நாடுகள் மெட்ரிக் காரட்டை, நவரத்தினத்தின் சட்டபூர்வச் செந்தரமாக ஏற்றுக்கொண்டன.

மத்தியதரைக் கடற்பகுதியில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும் இலவங்க மரத்திலிருந்து வந்த கிரேக்கச் சொல்லே காரட் ஆகும். இம்மரம் ஏறத்தாழ 205 மில்லி கிராம் எடையுள்ள சீரான விதைகளைக் கொடுக்கிறது. அதனால் இலவங்க விதைகள் நவரத்தின எடைகளின் ஒப்பீடுகளுக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டன.

எடையின் அலகாகப் பயன்படுத்தப்படும் காரட் (carat) என்னும் சொல்லுக்கும், தங்கத்தின் தரத்தை அல்லது தூய்மையைக் குறிக்கும் காரட் (carat) என்னும் சொல்லுக்கும் வேறுபாடு உண்டு.

- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. Aman M. Bareman, *Economic Mineral Deposits*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York, 1956.

காரட் குடும்பம்

கொத்துமல்லி அல்லது கேரட் குடும்பம் எனப்படும் அம்பெல்லிஃபெரே குடும்பத்தில் 200 பேரினங்களும், 2900 சிற்றினங்களும் உள்ளன. இவற்றில் பெரும்பாலான தாவரங்கள் புவியின் வட பகுதியில் வளர்கின்றன. வெப்ப மித வெப்ப மண்டலங்களில் வளரும் இத்தாவரங்கள் சில சமயங்களில், குளிர் பகுதிகளிலும் செழித்து வளரும்.

வளரியல்பு. இவை ஒரு பருவ அல்லது பல பருவச் சிறு செடிகள் ஆகும். அரிதாகச் சிறுமரம் அல்லது குறும்புதர்களைக் கொண்டிருக்கும். சில சமயங்களில்

தாவரம் முழுதும் குறிப்பாகத் தழைப் பகுதி மட்டும் நறுமணத்துடன் காணப்படும். எப்போதும் இத் தாவரங்களின் நடுத்தண்டில் அகன்ற பெரிய தக்கை (நெட்டி) இருக்கும். தாவரங்கள் முதிர்ந்தவுடன் இந்தத்தக்கைப் பகுதி (pith) உலர்ந்து காய்ந்துவிடுவ தால் கணுவிடைப் பகுதி குழிவாகிவிடும்.

இலைகள். மாற்றடுக்கத்தில் அமைந்திருக்கும் இலைகள் தண்டின் அடிப்பகுதியில் அமைந்திருக்கும். சில சமயங்களில், இருவேறுபட்ட அமைப்புள்ள இலைகள் ஒரு தாவரத்தில் தோன்றும். பொதுவாக அகங்கை வடிவ (palmately lobed) அல்லது சிறகு வடிவக் (pinnately compound) கூட்டிலைகள் தனி இலைகளே. சில சமயங்களில் தனி இலைகளே விரல் போன்று பள்ளங்களைக் கொண்டிருக்கும். இலைக் காம்பு தண்டைச் சுற்றி ஓர் உறை போல் அமைந் திருக்கும். இலையடிச் செதில் இல்லை; அவ்வாறு இருப்பினும், மிகச் சிறியதாக ஒரு வெட்டுப் போல் காணப்படும்.

மஞ்சரி. சில சிற்றினங்களில் பூக்காம்பின் வளர்ச்சி குறைந்துவிடுவதால் கட்டுப்படுத்த முடியாத வளர்ச்சி யைக் கொண்ட குடை மஞ்சரி (umbel) உருண்டை யாகிவிடுகிறது. எளிமையான கூட்டு மஞ்சரியை வட்டப்பூவடிச் செதில் சூழ்ந்திருக்கும். நிலையான பூவடிச் செதில் கனியின் மீதே ஒட்டியிருக்கும் அல்லது கனி உருவாகும் வரை மலரைச் சுற்றியிருக்கும்; சில சமயங்களில் மலர் மலர்ந்தவுடனேயே விழுந்துவிடும்.

மலர்கள். ஒழுங்கான அல்லது ஒழுங்கற்ற இருபால் மலர்களும் சில சமயங்களில், குடை மஞ்சரியில் புதிதாக உருவாகும் சிறு குடை மஞ்சரிகளும் ஆண் மலர்களையே கொண்டிருக்கும். அஸ்ட்ரான்ஷியா எனும் பேரினத்தின் மஞ்சரியில் நீண்ட காம்பு கொண்ட சில ஆண் மலர்கள், குட்டையான காம்புடைய பல இருபால் மலர்களினூடே காணப்படும் அல்லது அனைத்து மலர்களும் ஒருபாலானவை; ஆனால் மானோஷியஸ் (எ.கா. எக்கினோஃபோரா) பேரினம் இருபால்செடி வகையைச் (dioecious) சார்ந்தது. எ.கா. ஆர்க்டோபஸ்.

புல்லிவட்டம். புல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் சூலகத் தோடு இணைந்து இருப்பதால் புல்லி இதழ்க் குழாயின் விளிம்பில் ஐந்து பல் போன்ற அமைப்புகள் தோன் றும். வட்டத் தட்டு இரண்டாகப் பிளவுபட்டுச் சூற் பையின் மேலிருந்து தோன்றுகிறது.

அல்லிவட்டம். ஐந்து (சமமற்ற இரு பிளவு பட்ட) அல்லி இதழ்களின் நுனி உட்புறம் வளைந்திருக்கும்.

மகரந்தத் தாள் வட்டம். சூற்பையின் மேலிருந்து தோன்றும் 5 மகரந்தத் தாள்கள் அல்லி இதழ்களுக்கு நேரெதிரே அமைந்திருக்கும். நீள்வாக்கில் வெடிக்கக் கூடிய இரண்டு மகரந்தப்பைகள் உள்ளன. மகரந்தப் பைகள் மகரந்தத் தாளுடன் அடிப்புறத்திலோ முன் புறத்திலோ இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

சூலக வட்டம். இரண்டு அறை கொண்ட கீழ் மட்டச் சூற்பையின் ஒவ்வோர் அறையிலும் ஓர் அன்ட்ரோபஸ் வகைச் சூல், அச்சுச் சூல் ஒட்டு முறை யில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சூல்தண்டு 2; அடியில் பருத்துப் பரவிக் காணப்படும் (stylopod). ஒவ்வொரு சூல்தண்டின் நுனியிலும் உருண்ட சூல்முடி காணப் படும்.

கனி. இரண்டு சம பிளவுடைய பகுதிகளை ஒன்றாகக் கொண்ட ஓர் உலர் வெடி கனியாகும். இக்கனி நேராகவோ பக்கவாட்டிலோ இறுக்கப்பட் டிருக்கும். இவ்வாறு இறுக்கப்பட்டிருக்கும் சம பகுதிக் கனிகளை ஓர் இணைப்பு வேறுபடுத்தும். இதி லிருந்து ஒரு கிளைத்த கம்பி போன்ற கனிக்காம்பு (carpophore) தோன்றி வெடித்த மெரிகார்ப்பு களைத் தன் நுனியில் கொண்டு தொங்கிக் கொண்டி ருக்கும். ஒவ்வொரு பெரிகார்ப்பைச்சுற்றியும் 5 நீண்ட முதன்மை முகடுகள் இரண்டாம் நிலை முகடுகளோடு மாறி மாறி அமைந்திருக்கும். கனியின் வெளிப்புறச் சுவரில் குறுக்கு வாட்டாகப் பல எண்ணெய்க் கால் வாய்கள் உள்ளன.

விதை. ஒவ்வொரு மெரிகார்ப்பிலும் ஒரு விதை உள்ளது. சிறிய கருவைச் சுற்றிலும் உறுதியான இணக்கமுள்ள சவ்வினால் சூழப்பட்ட முளை சூழ் தசை பெருமளவில் உள்ளது. படிமலர்ச்சி அடிப் படையில் மிகவும் முன்னேறிய நிலையில் உள்ளதாகக் கருதப்படும் இக்குடும்பம் பெரும்பாலும் சிறுசெடி களையே கொண்டுள்ளது. மேலும், சைகோகார்ப் எனும் இவ்வகைக் கனி படிமலர்ச்சி நிலையில் உயர்ந்திருக்கும் இக்குடும்பத்தின் முக்கிய பண்பாகும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த பல பேரினங்கள் உணவுக்காகவும் உணவில் சுவை யூட்டவும் அழகுக்காகவும் பயன்படுகின்றன. சில தாவரங்களின் வேர் கனிகளில் உள்ள அல்கலாய்டு, ரெசின் ஆகியவை மனிதர்களைக் கொல்லுமளவிற்கு நச்சுத்தன்மை கொண்டவையாயுள்ளன. மேலும், சில தாவரங்கள் வீட்டில் அழகுக்காக வளர்க்கப் படுகின்றன.

டாக்கஸ் கரோத்தா(*Daucus carota*). 2000 ஆண்டு களுக்கு மேலாக இதைக் கிரேக்கர்கள், ரோமானி யர்கள் பயிரிட்டு வருகின்றனர். ஒருபருவம் வளரும் இத்தாவரம் ஆணி வேரில் உணவைத் தேக்கி வைத் திருக்கும். இதனால் ஆணிவேர் பருத்துக் கிழங்கு போல் காணப்படும். இவற்றைச் சமைத்தோ பச்சை யாகவோ உண்ணலாம். இக்கிழங்கிலிருக்கும் மஞ்சள் நிறமிப் பொருளைப் பிரித்தெடுத்து வெண்ணெய்க்கு நிறமூட்டுவர். மேலும் இக்கிழங்கு சூப்புக்கு மண மூட்டவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. குதிரைகளுக்குச் சிறந்த உணவாகவும் இது உள்ளது.

பாஸ்டினாகா சடைவா (*Pastinaca sativa*). இந்தக் காய்கறி ஐரோப்பாவைத் தாயகமாகக் கொண்டிருப்பினும் மேற்கிந்தியத் தீவுகள், வர்ஜீனியா முதலிய பகுதிகளில் 1564 முதலே பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இத்தாவரத்தின் ஆணி வேரில் சர்க்கரை, கொழுப்புச் சத்து மிகுந்திருத்தலால் மனிதர்களாலும் விலங்குகளாலும் விரும்பி உண்ணப்படுகிறது. மது தயாரிக்கவும் இது பயன்படுகிறது.

ஏபியம் கிராவியோலென்ஸ் (*Apium graveolens*) என்னும் செலரி, நீர், சாக்கடைச் சேறு நிறைந்த இடங்களில் வளரும். இத்தாவரம் சதைப்பற்றுள்ள வேரையும், நீளமான பெரிய கூட்டிலையையும் கொண்டது. இவ்விலைக் காம்புகள் உணவிற்குச் சுவையூட்ட மட்டுமன்றி மருத்துவத்திலும் பயன்படுகின்றன. இலைக்காம்புகள் மட்டுமல்லாமல் வேர்கள், விதைகள் யாவும் உணவிற்குச் சுவையூட்ட, சூப் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

பிம்ப்பினெல்லா அனிசம் என்னும் அனிஸ் 2 அடி உயரம் வளரும் ஒரு பருவத் தாவரம். சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறம் கொண்ட சிறிய விதைகளை மயிர் சூழ்ந்திருக்கும். உணவு, கேக், மிட்டாய், இனிப்பு வகைப் பொருள்களுக்குச் சுவையூட்டப் பயன்படும் இதன் விதைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய் மருத்துவம், சோப்பு, அலங்காரப் பொருள், மணப் பொருள், சுவைநீர் தயாரிக்கவும் உதவுகிறது.

கேரம் கார்வி என்னும் கேராவே தாவரத்தின பழுப்பு நிறக் கனியும் விதையும் ரொட்டி, மணப் பொருள், மருந்து, சுவைநீர் தயாரிக்கப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

கொரியான்ட்ரம் சடைவம் என்னும் கொத்த மல்லியின் கனி மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிற விதைகளை உருவாக்கும். இது பழங்கால முதலே இனிப்பு, காரம் முதலிய அனைத்து உணவு வகைகளுக்கும் சுவையூட்டப் பயன்பட்டு வருகிறது. இக்கனியின் விதையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய், மது வகைகளுக்குச் சுவையூட்டப் பயன்படுகிறது.

குமினம் சைமினம் என்னும் கியூமின் நீண்ட

கொத்து மல்லி

முட்டை வடிவமும், பழுப்பு நிறமும், காரத்தன்மையும், மணமும் கொண்ட கனிகளைக் கொண்டது. பழச்சாறு, சமையல், கேக், ரொட்டி, பாலாடைக் கட்டி, ஊறுகாய் தயாரித்தலில் பெரிதும் உதவுகிறது.

ஃபீனிகுலம் வல்கேர் என்னும் ஃபென்னெல் தாவரம் சோம்பு என்றும் குறிப்பிடப்படும். இத்தாவரத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளும் மணம் நிறைந்து காணப்படுவதால் இதன் கனியும் விதையும் சமையலுக்காக மட்டுமன்றி இனிப்பு, சுவைநீர் முதலியவை தயாரித்தலில் பெரிதும் பயன்படும். இதன் எண்ணெய் சோப்பு, மருந்து, மணப்பொருள் தயாரிக்க உதவுகிறது. பீ. வல்கேர் வகை டல்ஸ் தாவரத்தின் தடித்த சதைப்பற்றான இலைக்காம்பு சமையலில் பயன்படுகிறது.

அனேதம் கிரேவியோலென்ஸ் என்னும் டில், மஞ்சள் நிறப் பூக்களையும், பழுப்பு நிற விதைகளையும் கொண்டது. இது, ஒரு பருவப் பயிராகும். ஊறுகாய், பழச்சாறு, பழக் குழம்பு தயாரித்தலுக்கு இது உதவுகிறது. இதன் எண்ணெய், மருந்து தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது

ஃபெரூலா அசஃபீடிடா என்னும் பெருங்காயம், ஃபெ.கல்பானி ஃப்ளுயா என்பதன் வேர்ப்புறணியிலிருந்து அல்லது தண்டின் கீழ்ப்பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்படும் பால் போன்ற அல்லது பழுப்பு-மஞ்சள் நிற ரெசின் கந்தகத்தை மிகு அளவில் கொண்டுள்ளது. இது மருந்துக்காக மட்டுமன்றிச் சமையலில் மணம் சேர்க்கவும் பயன்படும்.

நச்சுத் தாவரம்

கோனியம் நச்சுப் பூண்டு. தண்டு, இலை, காய், கனி யாவும் நச்சுத் தன்மைக் கொண்டுள்ளமையால் மனிதர்களுக்கு மட்டுமல்லாமல், விலங்குகளுக்கும் தீமை விளைவிக்கும்.

அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் தாவரங்கள். ட்ராச்சிமெனே, எரிஞ்சியம், ஹீராக்ளியம், ஏஞ்சலிகா ஆகிய தாவரங்கள் யாவும் தடித்த பலபருவச் செடிகளாகும். இவை யாவும் பெரிய சிறகு வடிவக் கூட்டிலைகளைக் கொண்டு அழகுடன் இருக்கும். தண்டில் குடை மஞ்சரியைக் கொண்டிருப்பது மிகவும் அழகாக இருக்கும்.

-த. முருகேசன்

நூலோதி. J. J. Ochse and et. al, *Tropical and Subtropical Agriculture*, Vol I & II, The Macmillan & Co, London, 1966.

காரணமுடைமை

பழங்கொள்கைப்படி இயக்கவியலில் (dynamics) ஓர் அமைப்பின் அனைத்து இயக்கவியல் மாறிகளையும் நுட்பமாக அளவிட முடியும் என்பதும் அவற்றின் நேரம் சார்ந்த பரிணாமம் விசைகளால் மட்டுமே முடிவு செய்யப்படும் என்பதுமே காரணமுடைமை (causality) என்னும் சொல்லின் பொருளாகக் கருதப்பட்டது. இவ்வாறு $t=t_0$ என்னும் நேரத்தில் x,y,z ஆகியவை இருப்பிடத்தைக் குறிக்கின்ற தொடக்க மாறிகள் எனவும் P_x, P_y, P_z ஆகியவை உந்தத்தைக் குறிப்பிடுகிற தொடக்க மாறிகள் எனவும் முடிவுசெய்து கொண்டால் அவை $t > t_0$ என்னும் நேரத்தில் அமைப்பின் எதிர் கால நடத்தையை முழுமையாக முடிவு செய்யும். எனவே பழங்கொள்கைப்படி மீண்டும் மீண்டும் ஓர் அமைப்பை மேற்சொன்ன தொடக்க நிலையில் தன்னிச்சையான நுட்பத்தன்மையில் உருவாக்கிக் கொண்டு அதன் பின்னர் ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப் பிறகு அதன் இறுதி நிலையை அளவிட முடியும்.

குவாண்ட்டம் இயக்கவியலிலும் ஒரு முனைப்பான காரணமுடைமை விதி உள்ளது. ஆனால் அதில் பல முக்கியமான வேறுபாடுகள் உண்டு. அனைத்து மாறிகளையும் முழுமையாகக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாது. அதில் சில உள்ளார்ந்த ஐயப்பாடுகள் (δ) உள்ளன. காட்டாக ($\delta_x/\delta P_x$) $\gtrsim$ பிளாங்கின் மாறிலி என்னும் ஐசன்பர்க்கின் ஐயப்பாட்டைக் குறிப்பிடலாம். இது குவாண்ட்டம் இயக்கவியலின் கட்டுமானத்திற்குள் முழுமையாக உள்ளாக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே ஒரு தொடக்கநிலை ஆயத்தப்படுத்தப்பட்டு Ψ (x y,z,t_0) என்னும் ஓர் அலைச் சார்பு அறுதியிடப்படுகிறது. அதன் இயல்பு இருமடி, t_0 என்னும் கணத்தில் x,y.z என்னும் இருப்பிடத்தில் அந்த அமைப்பைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான வாய்ப்புப் பரவீடாகப் பொருள் கொடுக்கப்படுகிறது.

குவாண்ட்டம் இயக்கவியலின் காரணமுடைமை விதி தனிப்படுத்தப்பட்ட ஓர் அமைப்புக்கு Ψ (x,y,z,t_0) என்னும் தொடக்க நிலை, ஷார்டிஞ்சர் சமன்பாட்டின் இயக்கவியலின் மூலமாக, அதன் Ψ(x,y,z,t) என்னும் எதிர்கால நிலையை முழுமையாக முடிவு செய்து விடுவதாகக் கூறுகிறது. இது மீண்டும் ஒரு வாய்ப்புப் பரவீட்டுக்கு இட்டுச் செல்கிறது. இக்கருத்தின் இயற்பியல் பொருளைப் புரிந்து கொள்வதற்காக, ஓர் இலக்கு அணுக் கருவினால் புரோட்டான்கள் சிதறுவதை எடுத்துக்கொள்ளலாம். இந்தச் சிதறல் செயல் முறைக்கு ஒரு சராசரியான பரவீட்டை மட்டுமே குவாண்ட்டம் இயக்கவியலால் முன்னறிவிப்புச் செய்ய முடியும். இவ்வாறு பெரும்பான்மை எண்ணிக்கையாக அளவிடப்பட்ட நிகழ்வுகளின் சராசரியைத்தான் கொள்கையுடன் நுட்பமாக ஒப்பிட்டுப் பார்க்க முடியும். தொடக்கப் புரோட்டான் நிலைகளுக்கு உந்தத்தின் அளவு சற்றே பரவலாக இருக்கும் என்பதை ஐயப்பாட்டுக் கொள்கை காட்டுவதையும் கணக்கில் எடுத்துக்

கொள்ள வேண்டியுள்ளது. மேலும் ஐயப்பாட்டுக் கொள்கையின் காரணமாகவே புரோட்டான்கள் துலக்கப்படுவது அமைப்பைத் தாக்கவும் கூடும். இதன் காரணமாக அளவீடு எடுப்பதற்கு முன்பும் பின்பும் உள்ள Ψ - களுக்கு இடையிலான சரியான ஹவு குலைந்து போகும்.

ஒரு நிகழ்வு, அதற்கான காரணம் தோன்றுவதற்கு முன் நடைபெற்று விட முடியாது என்பது தொடர்பாகவும் காரணமுடைமைத்தத்துவம் பயன்பட்டிருக்கிறது. சான்றாக, ஓர் ஒளிக் குவாண்ட்டம் அல்லது மின் காந்தஅலைக்குவாண்ட்டம் ஒரு கூரிய அலை முகப்பு ஒரு தடையின் மேல் படுவதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். $t=0$ என்னும் நேரத்தில் படுகதிர் அலை தடையை அல்லது சிதறல் மையத்தை அடைந்த பிறகு, சிதறிய ஒளி அனைத்துத் திசைகளிலும் பரவுகிறது. ஒளி c என்னும் உறுதியான திசை வேகத்துடன் பயணம் செய்கிறது. எனவே சிதறல் மையத்திலிருந்து r தொலைவில் உள்ள p என்னும் புள்ளியை ஒளி சென்றடைவதற்குப் போதுமான கால இடைவெளி இல்லாத வரை, அந்தப் புள்ளியில் சிதறி வந்த ஒளி எதையும் கண்டு கொள்ள இயலாது என்று காரணமுடைமைக்கொள்கை கூறுகிறது. அதாவது சிதறல் மையத்திலிருந்து p என்னும் புள்ளியை ஒளி சென்றடைய ஆகும் நேரம் t எனில், $t>r/c$. இந்தத் தேவையின் காரணமாகச் சிதறல் செயல் முறை ω என்னும் அதிர்வெண்ணின் சார்பெண்ணாக நடந்து கொள்வதில் முக்கியமான கட்டுப்பாடுகள் விதிக்கப்படுகின்றன. படு அலையைப் பின்வரும் வடிவத்தில் எழுதலாம்,

$$A_I\,(z,t) \propto \int_{-\infty}^{\infty} d\omega\; a\,(\omega)\, e^{i\omega\,(z/c-t)} \qquad (1)$$

$t = 0$ என்று ஆவதற்கு முன் சிதறல் மையத்தைப் படுகதிர் எட்டாது என்று கூறுவதால் $t<0$ என்னும் நிலையில் $A_I\ (0,t) = 0$ என்றிருக்கும்.

காச்சியின் எச்சத் தோற்றத்தைப் பயன்படுத்தி $A(0,t)$ என்னும் மதிப்புக்கு (1) ஆம் கோவையின் மதிப்பைத் தள வேறுபாட்டுத் தொகையிடு (contour integration) முறையில் கண்டுபிடித்துக் கொண்டு, $Im\omega>0$ என உள்ள மேல்பாதிக் கூட்டு ω தளத்தில் ஒரு வரம்பற்ற அரைவட்டத்தால் $t>0$ என்னும் அளவுக்குத் தள வேறுபாட்டுக் கோட்டை நிறைவு செய்தால் $Im\omega>0$ என்னும் நிலைக்கு a_ω க்கு வட்ட மையங்கள் (poles) இல்லை என்று தெரிகிறது. முன் நோக்குத் திசையில் சிதறப்பட்ட அலை, பின்வரும் கோவையால் காட்டப்படும்.

$$A_S\,(z,t) \propto \int_{-\infty}^{\infty} d\omega\; f(\omega)\, e^{i\omega\,(z/c-t)} \qquad (2)$$

இதில் $f(\omega)$ என்பது முன் திசைச் சிதறல் வீச்சு ஆகும். காரணமுடைமையை நிறைவு செய்ய $(z/c-t)<0$ என்னும் அளவுக்கு $A_s\,(z,t) = 0$ என இருக்க வேண்டும். $f(\omega)$க்கான இந்த பகுப்பாய்வுத் திறனைக் (analyticity) காச்சியின் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்திப் பின்வரும் தொகையீட்டு வடிவத்தில் குறிப்பிடலாம்.

$$R_e f\,(\omega) = \frac{1}{\pi}\, P \int_{-\infty}^{\infty} d\omega' \,\frac{Im f\,(\omega')}{\omega'-\omega} \qquad (3)$$

இது ஒரு முதன்மை மதிப்புத் தொகையீடு என்பதை P குறிப்பிடுகிறது. $|\omega| \to \infty$ என்னும்போது $f\,(\omega) \to 0$ எனக் கொண்டு காரணமுடைமைத் தத்துவத்திலிருந்து மேற்காணும் கோவை பெறப்படுகிறது. இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு பழங்கொள்கை இயற்பியல் முதல் சார்பியலான குவாண்ட்டம் இயற்பியல் வரை பல துறைகளில் பல பயன்பாடுகள் ஏற்பட்டுள்ளன. சார்பியலான குவாண்ட்டம் புலக் கொள்கையில், காரணமுடைமைக் கொள்கை, வெவ்வேறு இடைவெளி-நேரப் புள்ளிகளுக்கு (space-time points) இடையேயான பிரிவு இடைவெளி போன்றிருந்தால் அப்புள்ளிகளில் உள்ள புலங்கள் ஒன்றையொன்று குறுக்கிட்டுக் கொள்வதில்லை என்னும் நிபந்தனையால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. Leonard I. Schiff, *Quantum Mechanics*, Third Edition, McGraw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo, 1968.

காரணவியல்

நோய்களுக்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. அவற்றைப் பற்றி விளக்குவதையே காரணவியல் (aetiology) எனலாம். கிரேக்க மொழியில் (aitia) என்றால் காரணம் என்றும் (logos) என்றால் அறிவியல் என்றும் பொருள். ஆகவே நோயின் காரணங்களைப் பற்றிக் கூறுவதைக் காரணவியல் எனலாம். மருத்துவ அகராதிகளின்படி நோயின் தோற்றத்திற்குக் காரணத்தைக் கண்டுபிடிப்பதே காரணவியலாகக் கருதப்படுகிறது. பொதுவாக ஒரு நோய் தோன்றக் காரணமாக இருப்பவை வருமாறு: பிறவிக்கூறு, அழற்சி, காயங்கள், புற்றுநோய், நசிவு நிலை மருத்துவர்களால் உண்டானவை என்பன. சில சமயம் மருத்துவர் பெருமளவில் மருந்துகளைக் கொடுக்கும்போது நோயாளிகளுக்குப் புதிய நோய்கள் தோன்றுகின்றன. இதையே ஹைட்ரோஜெனிக் நோய் என்பர்.

- மு. கி. பழனியப்பன்

காரணி

n என்னும் முழு எண்ணை m என்னும் முழு எண் மீதமின்றி வகுக்குமாயின் m என்பது n இன் ஒரு காரணி (factor) எனப்படும். இதேபோல் f(x) என்னும் பல்லுறுப்புக் கோவையை அதனினும் குறைவான இரண்டு அல்லது இரண்டுக்கு மேற்பட்ட பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் பெருக்கற்பலனாக எழுத முடியுமாயின் அவை ஒவ்வொன்றும் f(x) இன் காரணியாகும். அத்தகைய காரணிகளைக் காண்பதற்காக மேற்கொள்ளப்படும் செய்முறை, காரணிப்படுத்தல் எனப்படும்.

ஒரு பல்லுறுப்புக் கோவையைக் காரணிப்படுத்தலின் மூலம் அப்பல்லுறுப்புக் கோவைச் சமன்பாட்டில் தீர்வுகளைப் பெறுதல் எளிதாகும். முழு எண் கெழுக்கள் கொண்ட பல்லுறுப்புக் கோவைகளில் பூஜ்யப்படி கொண்டவை முழு எண்களாகும். எனவே, பல்லுறுப்புக் கோவை காரணிப்படுத்தப்படுவதன் மூலம் முழு எண் காரணிப்படுத்தப்படுவதைப் பற்றியும் அறியலாம். காஸ் என்பார் கண்டுபிடித்த இயற்கணித அடிப்படைத் தேற்றமே ஒரு பல்லுறுப்புக் கோவையின் காரணிப்படுத்துதலுக்கு மூலகாரணமாகும். அவர், மெய் அல்லது கற்பனைக் கெழுக்கள் கொண்ட பல்லுறுப்புக் கோவைச் சமன்பாடு ஒவ்வொன்றும் ஒரு தீர்வேனும் பெற்றிருக்கும் என்பதைக் கண்டறிந்தார். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டுதான் ஒவ்வொரு பல்லுறுப்புக் கோவையையும், மேலும் பகுக்க முடியாத காரணிப் பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் பெருக்கற்பலனாக ஒரே ஒரு வழியில் எழுத முடியும் (காரணிகளின் வரிசைக்கு முக்கியத்துவம் தாராதிருக்கும் வரை) என்பதை அறியலாம். இக்கொள்கையே, குறிப்பாக முழு எண்களுக்குரிய தனித்த பகா எண் காரணிப்படுத்தலை அளிக்கிறது.

காட்டாக, x^2-1 என்னும் பல்லுறுப்புக் கோவையை விகிதமுறு எண் களத்தின் மீது $(x+1)$, $(x-1)$ என்னும் முதற்படிப் பல்லுறுப்புக் கோவைக் காரணிகளின் பெருக்கற்பலனாக எழுத முடிகிறது. ஆனால் (x^2-2) ஐ விகிதமுறு எண் களத்தின் மீது முதற்படிக்காரணிகளின் பெருக்கற்பலனாக எழுத முடியாததன் காரணம் இதன் காரணிகளான $(x+\sqrt{2})$ மற்றும் $(x-\sqrt{2})$ விகிதமுறா எண் கெழுக்களைப் பெற்றுள்ளமையே ஆகும். விகிதமுறு எண் களத்திற்குப் பதிலாக மெய்யெண் களத்தை எடுத்திருந்தால் $x^2-2 = (x+\sqrt{2})(x-\sqrt{2})$ என்பது அர்த்தமுள்ள சமன்பாடாக அமையும். இதனின்றும் பொதுவாக ஒரு களம் F இன் மீது வரையறுக்கப்பட்ட பல்லுறுப்புக்கோவை F ஆல் பகுக்க முடியாவிடினும், F இன் விரிவுபடுத்தப்பட்ட களமான K ஆல் அதைக் காரணிகளாகப் பகுக்க முடியும் என்பதைக் கண்டனர்.

முழு எண்களில் சிலவற்றிற்கு அவற்றின் காரணிகள் வெளிப்படையானவையாக அமையும். சான்றாக, 19 இன் காரணிகள் 1 மற்றும் 19 மட்டுமே ஆகும். இவ்வாறு 1 மற்றும் தானே காரணிகளாகப் பெற்ற முழு எண்கள் பகா எண்கள் (prime numbers) எனப்படும். பல்லுறுப்புக் கோவைகளுக்குப் பார்த்தவாறு, ஒவ்வொரு பகு எண்ணையும் பகாஎண் காரணிகளின் பெருக்கற்பலனாக ஒரே வழியில் (காரணிகளின் வரிசைக்கு முக்கியத்துவம் தாராதிருக்கும் வரை) எழுத முடியும் என்னும் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஃபெர்மாட், ஆயிலர், வில்சன் போன்ற கணிதவியலார் ஒரு முழு எண்ணின் காரணிகளைப் பற்றியும், அக்காரணிகளின் கூடுதலைப் பற்றியும் ஆராய்ந்து சில சிறப்பான வாய்பாடுகளையும் வெளியிட்டனர்.

ஃபெர்மாட் தேற்றம். p ஒரு பகா எண் எனலாம். n க்கும் p க்கும் இடைப்பட்ட மீப்பெரு பொதுக் காரணி 1 எனில் $n^{p-1}-1$ என்னும் எண்ணின் ஒரு காரணி p ஆகும்.

வில்சன் தேற்றம். p ஒரு பகா எண் எனில் $(p-1)!+1$ இன் ஒரு காரணி p ஆகும்.

ஒரு பகு எண்ணின் காரணிகளின் எண்ணிக்கையையும், அக்காரணிகளின் கூடுதலையும் காண வாய்பாடுகள்:

$$N = p^{\alpha} q^{\beta} r^{\gamma} \cdots\cdots$$

(N பகு எண்; p, q, r ... பகா எண்கள்; α, β, γ... மிகை முழு எண்கள்)

N இன் காரணிகளின் எண்ணிக்கை =

$$(\alpha+1)(\beta+1)(\gamma+\ )\cdots$$

N இன் காரணிகளின் கூடுதல் =

$$\left(\frac{p^{\alpha+1}-1}{p-1}\right)\left(\frac{q^{\beta+1}-1}{q-1}\right)\left(\frac{r^{\gamma+1}-1}{r-1}\right)\cdots$$

எடுத்துக்காட்டு

$$360 = 2^3 .\ 3^3 . 5^1$$

360 இன் காரணிகளின் எண்ணிக்கை = $(3+1).(2+1).(1+1) = 24$

360 இன் காரணிகளின் கூடுதல் =

$$\left(\frac{2^4-1}{2-1}\right)\left(\frac{3^3-1}{3-1}\right)\left(\frac{5^2-1}{5-1}\right)$$

$$= 15 . \frac{26}{2} . \frac{24}{4}$$

$$= 1170$$

மேலும் a, b என்னும் இருமுழு எண்களின் பொதுக் காரணிகளின் மீப்பெருமதிப்பு d எனில் λ, μ என்னும் இரு முழு எண்களை $\lambda a + \mu b = d$ எனு மாறு காண முடியும் என்பதை நிரூபிக்கலாம். முழு எண்களுக்கு உரித்தான இச்சிறப்புப் பண்புகளைப் பொதுமைப்படுத்தி, தனித்த காரணிப்படுத்தல் அரங்கம் என்னும் இயற்கணிதத் தொகுப்பை, கருத்தியல் இயற்கணிதத்தில் ஏற்படுத்தினர். இத்தகைய இயற்கணிதத் தொகுப்புகளில் குறிப்பிடத்தக்கது பல்லுறுப்புக்கோவை வளையம் ஆகும். முழு எண்களைக் கெழுக்களாகக் கொண்ட ஒரு பல்லுறுப்புக் கோவையில் அக்கெழுக்களின் மீப்பெரு பொதுக்காரணி 1 எனில் அது மூலப்பல்லுறுப்புக்கோவை எனப்படும். 19 ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த காஸ், ஐன்ஸ்டைன் ஆகியோர் பல்லுறுப்புக் கோவைகளுக்குரிய காரணிப்படுத்துதலில் பின்வரும் கோட்பாடுகளைக் கண்டுபிடித்தனர். **காஸ் முற்கோள்** (Gauss Lemma). f(x) என்னும் மூலப் பல்லுறுப்புக்கோவை விகிதமுறு எண் கெழுக்கள் கொண்ட இரண்டு பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் பெருக்கற்பலனாகக் காரணிப்படுத்த முடியுமாயின் f(x) ஐ முழு எண் கெழுக்கள் கொண்ட இரண்டு பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் பெருக்கற்பலனாகவும் காரணிப்படுத்தலாம்.

ஐன்ஸ்டீன் அடிப்படைத் தத்துவம். $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots\dots + a_nx^n$ என்பது முழு எண் கெழுக்கள் கொண்ட பல்லுறுப்புக் கோவை. ஏதேனும் ஒரு எண் பகா எண் P க்கு, P என்பது a_n ஐத் தவிர்த்து மற்ற அனைத்துக் கெழுக்களையும் மீதமின்றி வகுக்கக் கூடியதாகவும் P^2 என்பது a_0 ஐ மீதமின்றி வகுக்காததாகவும் இருப்பின் f(x) ஐ விகிதமுறு எண்களத்தின்மீது காரணிப்படுத்த முடியாது.

எடுத்துக்காட்டு. $f(x) = x^2 - 2$ என்னும் பல்லுறுப்புக்கோவை முழுஎண் கெழுக்கள் கொண்டது.

$$f(x) = -2 + 0\cdot x + 1.\ x^2$$

P = 2 ஒரு பகா எண், P என்பது 1 ஐத் தவிர்த்து மற்ற அனைத்துக் கெழுக்களையும் மீதமின்றி வகுக்கிறது. P^2 என்பது மாறிலி உறுப்பு-2 ஐ வகுக்காது. எனவே ஐன்ஸ்டன் கோட்பாட்டின் நிபந்தனைகள் உண்மையாவதால், f(x) ஐ விகிதமுறு எண் களத்தின்மீது காரணிப்படுத்த முடியாதுஎன அறியலாம்.

- அ. ரகீம் பாட்சா

காரணியப்பெருக்கம்

மிகை முழு எண்கள் மீது வரையறுக்கப்பட்ட சார்புகளுள் காரணியப் பெருக்கம் (factorial) என்பதும் ஒன்றாகும். n ஒரு மிகை முழு எண் ஆயின் அதன் காரணியப் பெருக்கம் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

$$n! = n\times(n-1)\times(n-2)\times \dots \times 3\times 2\times 1$$

அதாவது 1இலிருந்து தொடங்கி n முடிய உள்ள அனைத்து இயல் எண்களின் தொடர் பெருக்கற்பலனாகும். 0! = 1 எனக் கொள்ளப்படும். ஆய்லரின் சார்பான (Euler's function), காமாச் சார்பு (γ-function), $\gamma(n+1) = \int_0^\infty x^n e^{-x}\,dx$ என வரையறுக்கப்படும். இதன் மதிப்பு n! ஆகும். எனவே, காமாச்சார்பைக் காரணியப் பெருக்கத்தின் பொதுவுரையாகக் கருதுவதும் உண்டு. சில சமயங்களில் காமாச் சார்பு காரணியச் சார்பு என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

வாலியின் வாய்பாடு. n என்பது ஒரு மிகை முழு எண் எனில்,

$$\int_0^1 (x - x^2)^n\,dx = \frac{(n!)^2}{(2n+1)!} \text{ ஆகும்.}$$

வாலியின் வாய்பாடு காரணியப் பெருக்கத்தின் மூலம் தரப்பட்டுள்ளமையைக் காணலாம். nஇன் பின்ன மதிப்புகளுக்கும் வாலியின் வாய்பாடு உண்மை எனக் கொண்டால்,

$$n = \tfrac{1}{2} \text{ எனில் } \int_0^1 \sqrt{x - x^2}\,dx = \frac{(\frac{1}{2}!)^2}{2!} \text{ ஆகும்.}$$

இச்சமன்பாட்டில் உள்ள தொகை $y = \sqrt{x - x^2}$ அல்லது $x^2 + y^2 - x = 0$ என்னும் சமன்பாடு குறிக்கும் அரைவட்டத்தின் பரப்பு ஆகும். இவ்வட்டத்தின் ஆரம் $\frac{1}{2}$ அலகு ஆதலால்,

$$\frac{\pi(\frac{1}{2})^2}{2} = \frac{(\frac{1}{2}!)^2}{2!}$$

$$\frac{1}{2}! = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

ஆய்லரின் மற்றொரு சார்பான பீட்டாச்சார்பு பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

$$\beta(m,n) = \int_0^1 x^{m-1}(1-x)^{n-1}\,dx$$

இதில் $m = \frac{3}{2}$, $n = \frac{3}{2}$ எனக் கொண்டால்

$$\beta\left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}\right) = \int_0^1 \sqrt{x-x^2}\, dx = \frac{(\frac{1}{2}!)^2}{2!}$$

$$= \frac{\pi^2}{8}$$

காரணியப் பெருக்கம், காமாச்சார்பு, பீட்டாச் சார்பு ஆகியவை பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தப்படும்.

m, n மிகை முழு எண்களாயின்,

$$\beta\ (m,n) = \frac{\gamma\ (m)\ \gamma\ (n)}{\gamma\ (m+n)} = \frac{(m-1)!(n-1)!}{(m+n-1)!}$$

ஈருறுப்புத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி எழுதப்படும் மிகை முழு எண் அடுக்குக்குரிய விரிவுகளின் கெழுக்கள், காரணியப் பெருக்கங்கள் மூலமாக எழுதப்படுவதைக் காணலாம். நீளமான கோவைகளைக் காரணியப் பெருக்கங்கள் மூலமாகச் சுருக்கமான வடிவில் எழுத முடிவதால் அறிவியலின் அனைத்துத் துறைகளிலும் இவை பயன்படுகின்றன.

- அ.ரகீம் பாட்சா

கார மண் உலோகங்கள்

தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் IIA தொகுதியைச் சார்ந்த பெரிலியம் (Be), மக்னீசியம் (Mg), கால்சியம் (Ca), ஸ்ட்ரான்சியம் (Sr), பேரியம் (Ba), ரேடியம் (Ra) ஆகிய எட்டுத் தனிமங்கள் கார மண் உலோகங்களாம். 19 ஆம் நூற்றாண்டிற்கு முன், உலோகமல்லாத, தீயினால் மாறாத பொருள்கள் மண்கள் எனப்பட்டன. சுண்ணாம்பைப் போன்ற காரங்களையொத்த சோடா சாம்பல், பொட்டாஷ் போன்றவை கார மண்கள் என்று கூறப்பட்டன. 19 ஆம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் நடந்த ஆய்வுகளின் பயனாகத் தனிமங்களாகக் கருதப்பட்ட இவ்வகை மண்கள் ஆக்சைடுகள் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. பின்னர் இத்தனிமங்கள் ஆக்சைடுகளிலிருந்து கார மண் உலோகங்கள் கி.பி. 1869 ஆம் ஆண்டு பிரித்தெடுக்கப்பட்டு மெண்டலீவ் உருவாக்கிய தனிம வரிசை அட்டவணையில் இரண்டாம் தொகுதியில் வைக்கப்பட்டன.

கார மண் உலோகங்கள் யாவும் அதிக நேர்மின் தன்மை கொண்டவை (எளிதில் எலெக்ட்ரான்களை நேரயனிகளாக மாற்றக்கூடியவை). எனவே இவற்றின் பல சேர்மங்கள் அயனிச் சேர்மங்களாக அமைந்துள்ளன. இவை M^{2+} (M=காரமண் உலோகம்)என்ற நேரயனியாகப் பெரும்பாலான உப்புகளில் உள்ளன. இவை நிறமுள்ள எதிரயனியைக் கொண்டிராத போது நிறமற்றவையாக உள்ளன. இவை ஒரே மாதிரியான இணைதிறனைக் கொண்ட கார உலோகங்களைப் போல் எ.கா. ($NaCl$, Na_2O) இருப்பதில்லை. எ.கா. $CaCl_2$, CaO இவற்றின்ஆக்சைடுகள் காரமாக விளங்குகின்றன. பெரிலியத்திலிருந்து ரேடியம் வரை செல்லச் செல்ல இவற்றின் நேர்மின் தன்மை மிகுதியாகிறது. எனவே பெரிலியம் ஆக்சைடு, பேரியம் அல்லது ரேடியம் ஆக்சைடுகளைப் போல் அல்லாமல் வலி குன்றிய காரங்களாகவே உள்ளன. இவ்வுலோகங்கள் ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிகளாகச் செயல்படுகின்றன.

இவ்வுலோகங்களில் பல (முக்கியமாக மக்னீசியம், கால்சியம் சேர்மங்கள்) தொழில்துறையில் பயனுள்ளவையாக விளங்குகின்றன. ரேடியம் அருந்தனிமமாகும்; இதன் எல்லா ஐசோடோப்புகளும் கதிரியக்கத்தன்மை கொண்டவை.

வரலாறு. பழங்காலத்திலிருந்தே மக்களுக்குத் தெரிந்த கார மண் தனிமம் தற்போது கால்சியம் ஆக்சைடு எனும் சுண்ணாம்பு ஆகும். லத்தீனில் கால்க்ஸ் (calx) என்றால் சுண்ணாம்பு ஆகும். மக்னீசியா (மக்னீசிய ஆக்சைடு) என்ற பெயர் முற்காலத்தில் ஏசியா மைனர் என்ற நாட்டில் இருந்த மக்னீசியா என்னும் மாவட்டப் பெயரிலிருந்து வந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. கி.பி. 1755 ஆம் ஆண்டில் ஸ்காட்லாந்தைச் சேர்ந்த ஜோசப் பிளாக் என்ற வேதியியலார் மக்னீசியா, சுண்ணாம்பிலிருந்துவேறுபட்டது என்று விளக்கினார். மக்னீசியா நீரில் கரையும் சல்ஃபேட்டையும், சுண்ணாம்பிலிருந்து பெறப்படும் சல்ஃபேட் நீரில் கரையாத தன்மை கொண்டிருப்பதையும் கூறினார். கி.பி. 1774 ஆம் ஆண்டில் கார்ல் வில்ஹெம் ஷீல் என்ற சுவீடனைச் சேர்ந்த வேதியியலார் கடினக்கட்டி அல்லது பேரிஸ் (கிரேக்கம்-கடினம்) என்ற கனிமத்தை ஆராய்ந்து அது புதிய உலோக மண்ணைக் கொண்டுள்ளதைக் கூறினார். பின்னர் இது பேரிட்டா எனப்படும் பேரியம் ஆக்சைடு என்று அறியப்பட்டது. ஸ்காட்லாந்தில், ஸ்ட்ரான்ஷியன் என்ற இடத்தில் உள்ள காரீயச் சுரங்கத்திலிருந்து கிடைத்த கனிமத்தை (ஸ்ட்ரான்சியம் கார்பனேட்) ஆராயும்போது அது புதியதொரு மண் உலோகம் கொண்டிருப்பதை கி.பி. 1790இல் அடெர் கிரஃபோர்ட் என்பார் கண்டறிந்தார். இதுவே பின்னர் ஸ்ட்ரான்ஷியம் எனப்பட்டது.

பெரிலியாவைப் (பெரிலியம் ஆக்சைடு) பெரில் கனிமத்திலிருந்து கி.பி. 1770ஆம் ஆண்டில் பிரான்ஸ் நாட்டைச் சார்ந்த பகுப்பாய்வு வேதியியல் வல்லுநரான லூயி நிக்கோலஸ் வாகுயிலின் பிரித்தெடுத்து அது புதிய தனிமத்தைப் பெற்றிருப்பதைக் கண்டறிந்தார். முதலில் அவர் அதை அலுமினா என்று குழப்பிக் கொண்டாலும் பின்னர் அவர்

கார மண் உலோகங்களின் சில இயல்புகள்

இயல்புகள்	பெரிலியம்	மக்னீசியம்	கால்சியம்	ஸ்ட்ரான்சியம்	பேரியம்	ரேடியம்
அணு எண்	4	12	20	38	56	88
அணு எடை (நிலைத்த ஐசோடோப்பு)	9.0122	24.312	40.08	87.62	137.34	(226)
தனிமத்தின் நிறம்	சாம்பல்	வெள்ளி போன்ற வெள்ளை	வெள்ளி போன்ற வெள்ளை	வெள்ளி போன்ற வெள்ளை	வெள்ளி போன்ற வெள்ளை	வெள்ளி போன்ற வெள்ளை
உருகுநிலை (°C)	1283	650	842-48	769	725	700
கொதிநிலை (°C)	~2500	1105	1487	1384	1140	∠1737
அடர்த்தி(20°C இல்) கி./செ.மீ³	1.85	1.74	1.54	2.54	3.51	(ஏறக்குறைய 5)
ஆக்சிஜனேற்ற எண்	2	2	2	2	2	2
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு	$1s^2 2s^2$	(Ne) $3s^2$	(Ar) $4s^2$	(Kr) $5s^2$	(Xe) $6s^2$	(Rn) $7s^2$
கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் (அணு நிறைகள்)	7,10,11	20-23, 27-28	37-39,41,45, 47,49,50	80-83,85, 89-93,95	123,125-29, 131,133, 139-43	213-17, 219-30
படிக அமைப்பு	HCP	HCP	FCC, HCP, BCC	FCC, HCP, BCC	BCC	—
அயனி ஆரம் (Å) (Mn^{2+})	0.31	0.65	0.99	1.13	1.35	1.40
அணு விட்டம் Å (அணைவு எண் 12)	2.25	3.20	3.93	4.30	4.48	—
அயனியாக்க ஆற்றல், eV						
முதல்	9.32	7.64	6.11	5.69	5.21	5.28
இரண்டு	18.21	15.03	11.87	11.03	10.00	10.14
மூன்று	153.85	80.12	51.21	—	—	—
மின்முனை மின்னழுத்தம் ($M^{2+} + 2e^- \rightarrow M$) 25°C; வோல்ட்கள்	-1.85	-2.37	-2.87	-2.89	-2.90	-2.92
எலெக்ட்ரான் கவர் ஆற்றல் (பாலிங்)	-1.5	-1.2	-1.0	-1.0	-0.9	-0.9

மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சியில், பெரிலியத்தின் காரக் கரைசலைக்கொதிக்கவைக்கும்போது அது அலுமினா போல் இல்லாமல் வீழ்படிவாகிறது என்று அறிந்தார். பெரிலியா முன்பு குலுசீனா என்று கூறப்பட்டது. கிரேக்க மொழியில் குலுசீனா என்றால் இனிமை என்று பொருள். இன்றும்ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் பெரிலியம் தனிமம் குலுசீனியம் என்றே குறிக்கப்படுகிறது. கதிரியக்கத் தனிமமான ரேடியத்தைப் பேரியத்திலிருந்து கி.பி. 1898 ஆம் ஆண்டில் கதிரியக்கத்தின் மூலம் பியாரியும், மேரி கியூரியும் பிரித்தெடுத்தனர்.

பண்புகள். கார மண் தனிமங்கள் அதிக உலோகத் தன்மையையும் மின்சாரத்தை நன்கு கடத்தும் திறனையும் கொண்டவையாகவுள்ளன. இவற்றை வெட்டும்போது வெண் சாம்பல் நிறமும், காற்றுப் படப்பட நிறம் மாறுதலும் அடைகின்றன. பெரிலியம் கண்ணாடியைக் கீறும் அளவுக்குக் கடினமானதாகவும், காரீயத்தைவிடச் சற்றே கடினமானதாகவும் உள்ளது. கார மண் உலோகங்களின் உருகுநிலைகளும், கொதிநிலைகளும் கார மண் உலோகங்களை விட அதிகமாக உள்ளன. ஆனால் இவற்றின் வேறுபாடு ஒரே சீராக இருப்பதில்லை. மக்னீசியம் இத் தொகுதியில் மிகக்குறைந்த உருகுநிலையையும், அதற்கு முன் உள்ள பெரிலியம் அதிக உருகுநிலையையும் கொண்டுள்ளன. இவை தீவிர ஆக்சிஜன் ஒடுக்கிகள் ஆகும். இவ்வுலோகங்கள் நீர்ம அம்மோனியாவில் கரைந்து கருநீலமான கரைசல்களைக் கொடுக்கின்றன.

- த. தெய்வீகன்

கார மிகைப்பு

உடலிலுள்ள பாய்மங்களான இரத்தம், செல் வெளிப் பாய்மம் (extra cellular fluid),செல் உள் பாய்மம் (intracellular fluid),மூளைத்தண்டுவடப்பாய்மம்(cerebrospinal fluid) ஆகிய அனைத்துமே குறித்த அளவு கார அமிலச் சமநிலையில் (acid - base equilibrium) இருந்தால்தான் உடல் உறுப்புகள் சீராக இயங்கும். இரத்தத்தில் இந்நிலை 7.35 - 7.45 அளவில் ஹைட்ரஜன் அயனிகள் கொண்டிருக்க வேண்டும் இது குறைந்துள்ள நிலையைக் காரமிகைப்பு (alkalosis) எனலாம்.

காரமிகைப்பை மூச்சோட்டக் காரமிகைப்பு (respiratory alkalosis) ஆக்கச்சிதை மாற்றக் கார மிகைப்பு (metabolic alkalosis) என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். இவை ஏற்படும் சூழ்நிலை, நோய்க் குறி, இவற்றை அறியும் முறை, மருத்துவ முறை ஆகியவற்றைக் காண வேண்டும்.

மூச்சோட்டக் காரமிகைப்பு. விரைந்தும், ஆழ்ந்தும் மூச்சிழுத்து விட்டால் உடலிலிருந்து அளவுக்கு மீறிக் கார்பன் டைஆக்சைடு CO_2 வெளியேறும். இந்நிலையில் இரத்தத்திலுள்ள CO_2 அளவு குறைந்து கார அயனிகளின் அளவு கூடுவதால் காரமிகைப்பு ஏற்படுகிறது. இது பல சூழ்நிலைகளில் ஏற்படலாம். சிலர் மன நோய்களின் விளைவாகவோ, போலியாகவோ விரைந்து மூச்சிழுத்து விடலாம். காய்ச்சல்களின் போக்கிலும் முச்சிரைப்புப் போன்ற நுரையீரல் நோய், இதயப் பணி குறைவுள்ள நோய் இவற்றின் போக்கிலும், மிக உயரமான இடங்களில் இருக்கும்போதும், மூளை நோய்கள் பலவற்றின் போக்கிலும், செயற்கை மூச்சுப் பொறிகளைத் தவறாகக் கையாள நேரும்போதும் இதே நிலை ஏற்படலாம். இவ்வேளைகளில் விரைந்து, ஆழ்ந்து மூச்சிழுப்பு ஏற்படுவதைத் தவிர, மனச்சோர்வு, மயக்கநிலை ஆகியவையும் ஏற்படலாம். இந்நிலையில் பெரும்பாலும் கால்சியம் சத்து அளவு குறைபடுவதால் நோயாளியின் கைகால்கள் கோணிக் குமைவதோடு மூச்சுத் திணறலும், முகத் துடிப்பும் ஏற்படலாம். சில இரத்த ஆய்வின் மூலம் இந்நோயைக் கண்டறிந்து இந்நிலைக்கு அடிப்படையான நோய் நிலையை நீக்கினால் மூச்சோட்டக் கார மிகைப்பு மாறும்.

ஆக்கச்சிதை மாற்றக் காரமிகைப்பு. மூச்சோட்டம் தவிர்த்த பிற உறுப்புகளின் பணிப் பிறழ்வாலும், ஆக்கச்சிதை மாற்றக் கோளாறுகளின் விளைவாலும் ஏற்படும் காரமிகைப்பை, ஆக்கச்சிதை மாற்றக் காரமிகைப்பு எனும் பெயரால் குறிக்கலாம்.

இரைப்பைப் புண் போன்ற நோய்களைத் தீர்க்க மருத்துவ அறிவுரைப்படியோ தாமாகவோ நோயாளிகள் அளவுக்கு மீறிச் சோடியம் பைகார்பனேட் போன்ற கார உப்புகளை உட்கொள்ளுதல்; மருத்துவர்களே சில வேளைகளில் அளவுக்கு மீறிச் சோடியம் பைகார்பனேட், சோடியம் சிட்ரேட், சோடியம் லாக்டேட், சோடியம் அசெடேட் போன்ற உப்புகளை மருந்தாக அளித்தல் என்பன இதன் காரணங்களாகும்.

வயிற்றுப்புண்ணுக்காக உண்ணும் லைகோரிஸ், கார்பீனாக்சோலான் போன்ற கனிம கார்ட்டிகாய்டுகள்; உடலெங்கும் தீப்புண் ஏற்படுதல், பரவலாக உள்ள எலும்பு நலிவு நோய்கள், பெருமளவில் இரத்தம் ஏற்றப் பெறுதல், பெருமளவில் பெனிசிலின், கார்பெனிசில்லின், சல்ஃபேட்டுகள், பாஸ்ஃபேட்டுகள் போன்ற மருந்துகள் நீரிழிவு மருந்துகள் தருதல், பெருமளவில் வாந்தி எடுத்தல், பெருமளவிலும் நீண்ட நாளாகவும் உள்ள வயிற்றுப் போக்கு, பேதி முதலியன விளைவிக்கும் குடல் நோய்கள், பாரா தைராய்டு அட்ரீனல் ஆகியவற்றின் பணிப் பிறழ்வு நிலைகள், சிறுநீரகப் பணிப் பிறழ்வு போன்ற பல்வேறு காரணங்களால் ஆக்கச் சிதை மாற்றக் காரமிகைப்பு விளையலாம்.

நோய்க்குறிகள். இந்நிலையில் தோன்றும் உடற் குறிகள் பெரும்பாலும் அடிப்படைக் காரணமாக வுள்ள நோய்களின் குறிகளேயாகும் அல்லது இந்நிலை களில் முன்னரே உள்ள பாய்ம மற்றும் அயனிகளின் சமன்பாட்டுச் சீர்கேட்டின் குறிகளாகும். காரமிகைப் பின் நேரடி விளைவுகளாகக் கவனக்குறைவு, சோர்வு, மனக்குழப்பம், மயக்கம் முதலிய நோய்க்குறிகள் தோன்றுகின்றன. மேலும் இந்நிலையில் இரத்தத்தில் கால்சியம் சத்துக்குறைவதால் டெட்டனி எனும் கை கால் கூம்புதல், முகத்துடிப்பு, குரல்வளை நெரிவு போன்ற நோய்க்குறிகளும் தோன்றக்கூடும்.

இரத்தத்தில் pH, CO_2, பைகார்பனேட் ஆகிய வற்றின் அளவை அறிவதன் மூலம் இந்நிலையை நுணுக்கமாகக் காணலாம். இந்நிலையைச் சீர் செய்ய, இதற்கு அடிப்படையாகவுள்ள காரண நிலை யையோ நோயையோ கண்டு ஆவன செய்ய மேலும் சோடியம், பொட்டாசியம், குளோரைடு ஆகிய அயனிகளின் சமநிலையையும் சீராக்க வேண்டும். பல்வேறு அயனிகள் கொண்ட உப்பு நீரை வாய் மூலமோ, சிரைகளின் மூலமோ தந்து சீராக்கலாம். இம்முயற்சியின் வெற்றி தோல்வியின் அடிப்படையில் இந்நோய் நிலையை உப்பு நீருக்குக் கட்டுப்படும் காரமிகைப்பு (saline responsive alkalosis), உப்பு நீருக்குக் கட்டுப்படாக் காரமிகைப்பு (saline irresponsive alkalosis) என இரு வகைப்படுத்தலாம். சில வேளைகளில் இந்நிலையைப் போக்க, அம்மோனியம் குளோரைடு உப்பையும் மருந்தாகப் பயன்படுத்த நேரிடலாம்.

- கா. லோக முத்துக்கிருஷ்ணன்

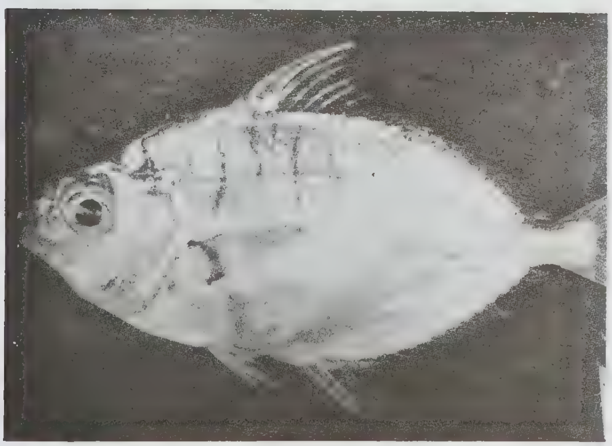
நூலோதி. Lawrence G. Wesson and George M. Fawelli, *Recent advances in Renal Physiology and Pharmacology*, MTP Medical and Technical publishing Co, Ltd., Lancaster, 1974; Arieff et. al, *Fluid, Electrolyte and Acid Balance,* Churchill Livingstone, New York.

காரல்

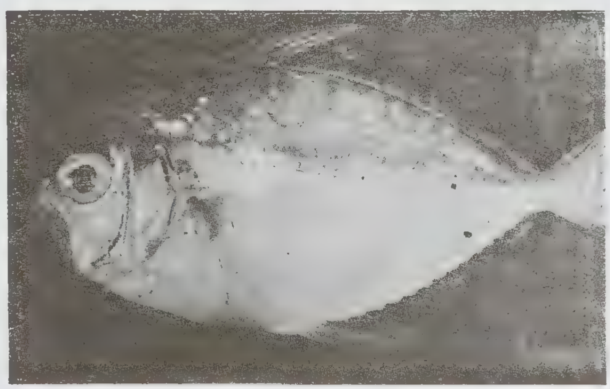
இம்மீன்கள் உலகில் பல பகுதிகளில் காணப்பட்டா லும் இந்தியக் கடற்கரையில்தான் மிகுதியாகக்

சலுவட்டக்காரல் (*L. jonesi*)

சலுவட்டக் காரல் (*L. splendens*)



வரிக்காரல் (*L. dussumieri*)

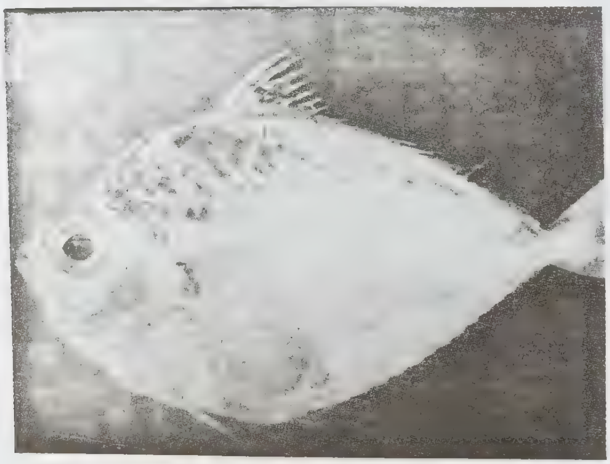


மண்டைக்காரல் (*L. brevirostris*)

கிடைக்கின்றன. தமிழ்நாட்டில் குறிப்பாக, தென் கிழக்குக் கடற்கரையான பாக் நீர்ச்சந்தி மற்றும் மன்னார் வளைகுடாவில் உள்ள அதிராம்பட்டினம், மண்டபம், இராமேஸ்வரம் தூத்துக்குடி முதலிய இடங்களில் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன.

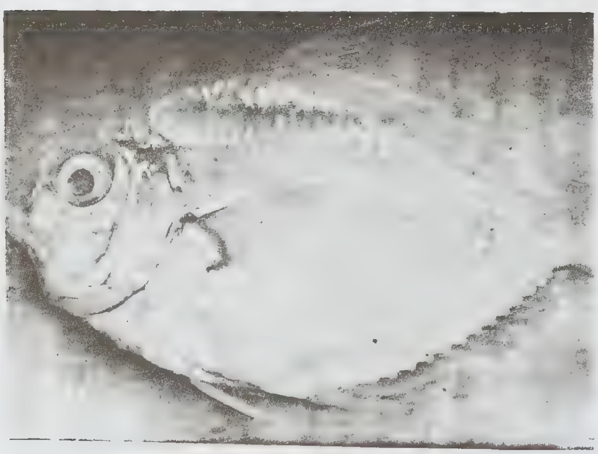
இந்தியக் கடற்கரைப்பகுதிகளில் மூன்று பேரினங்களில் (genus) 18 இனக் காரல் மீன்கள் இருப்பனவாக அறியப்பட்டுள்ளது. சில காரல் வகைகள் சிறியனவாகவும், சில பெரியனவாகவும் இருக்கும். இவை தம் வாயின் தாடைப் பகுதியைக் குழாய் போன்று மேல்நோக்கியும், கீழ்நோக்கியும் நீட்ட வல்லவை. இவை பெரும்பாலும் கடலில் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் கீழ் மட்டத்தில் உள்ள நீர்ப் பகுதிகளில் கூட்டமாக வாழக்கூடியவை. மேலும் இவை நதியின் கழிமுகப்பகுதி, உப்பங்கழிகள் முதலியவற்றிலும் வாழ்கின்றன.

காரல் பேரினங்களில் 18 இனக் காரல் மீன்கள் தமிழ்நாட்டில், குறிப்பாக மன்னார் வளைகுடாவில் கிடைக்கின்றன. இம்மீன்களின் ஒவ்வொரு வகையும் ஒவ்வோர் இடத்திற்கும், அங்குக் கடலில் நிகழும் தட்பவெப்ப நிலை, கடலில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கும் தக்கபடிமாறுபடும். கிழக்குக்கடற்கரையான ஆந்திராவில், தீவெட்டிக் காரல் (*Leiognathus bindus*) காரல் (*Secutor insidiator*) மிகுதியாகக் கிடைக்கும். சென்னை மற்றும் கடலூர்க் கடற்கரையில் சலுவட்டக் காரல் (*Leiognathus splendens*) கானாக் காரல் (*S. insidiator,*) தீவெட்டிக்காரல் முதலியன பெரும்பான்மையாகக் கிடைக்கும். மண்டபம், இராமேஸ்வரம் கடற்கரைப் பகுதிகளில் சலுவட்டக் காரல் (*L. jonesi*), மண்டைக்காரல் (*Leiognathus brevirostris*), வரிக்காரல் (*Leiognathus dussumieri*), ஊசிக்காரல் (*L. berbis*) வகைகளும், மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதியான கேரளாவில் தீவெட்டிக்காரல் (*L bindus*), சலுவட்டக்காரல் (*L. splendens*), குறிப்புக் காரல் (*Gazza spp*) முதலியனவும், கர்நாடகக் கடற்பகுதிகளில் தீவெட்டிக்காரல், மண்டைக்காரல் முதலியனவும் பேரளவில் கிடைக்கின்றன. கடலின் ஆழமான பகுதிகளில் காணப்படும் இலைக்காரல் மீன்கள் (*Leiognathus equulus*) அனைத்துக்

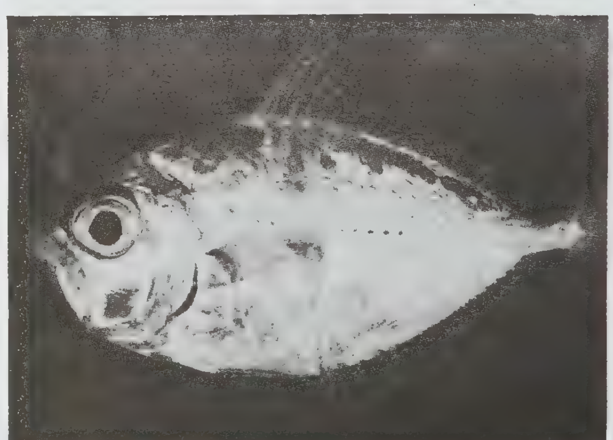


தீவெட்டிக்காரல் (*L bindus*)

கானாக் காரல் (*S insidiator*)



இலைக்காரல் (*L. equulus*)

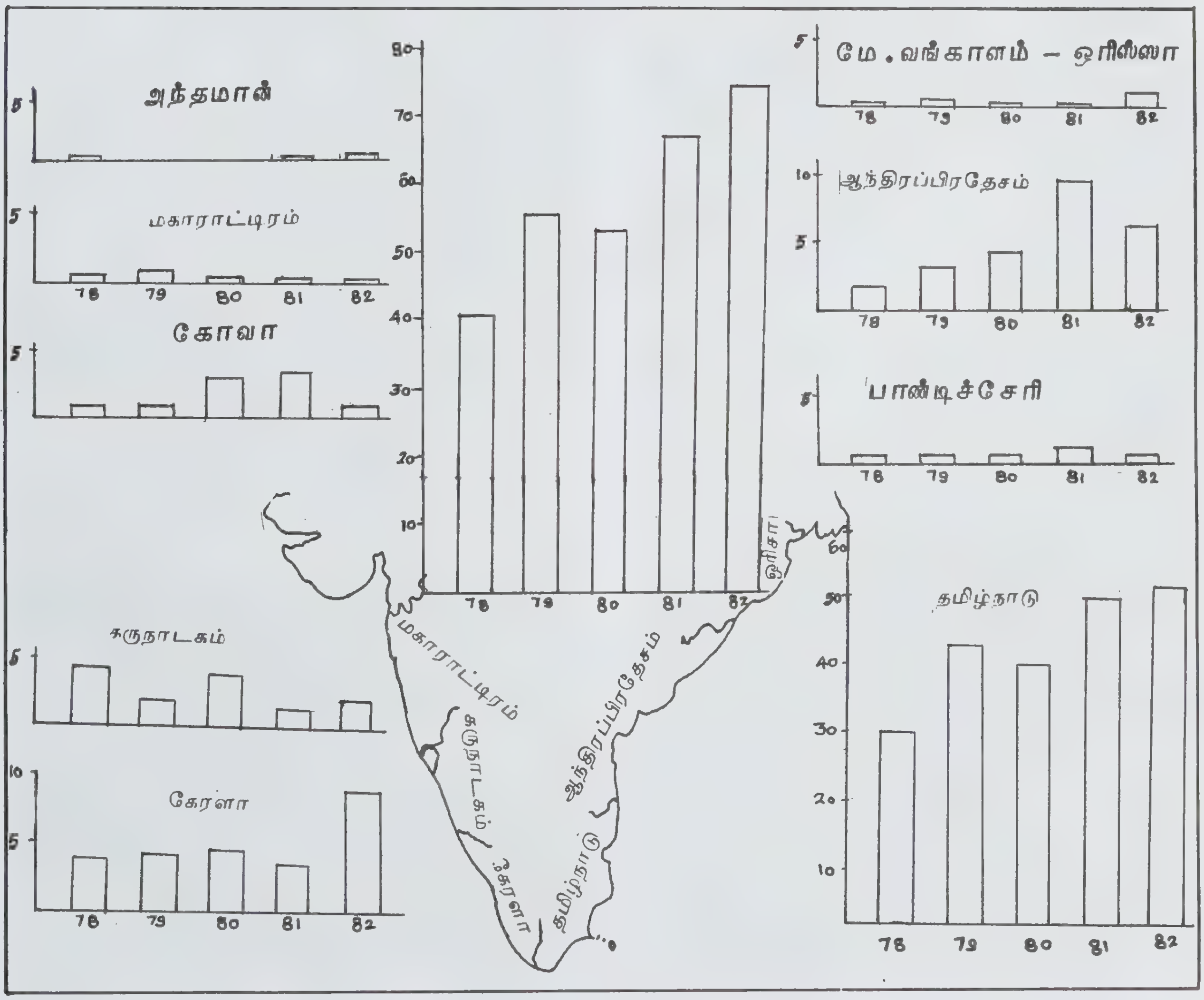


குறிப்புக்காரல் (*Gazza spp*)

கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் சிறிதளவு கிடைக்கின்றன.

காரல், ஆண்டின் அனைத்து நாளிலும் கிடைக்கக்கூடிய மீன் இனமாகும். இவை காற்று மிகுதியாக இல்லாமல், கடல் சற்று அமைதியாக இருக்கும் கடற்பகுதிகளில் கடற்கரையிலிருந்து மிகு தொலைவு வரை காணப்படும் மீன்களாகும். எந்திரப் படகுகளால் இழுப்புவலை கொண்டு மீன் பிடிப்பதற்கு முன்பு இம்மீன்கள் பெரும்பாலும் கிழக்கு, மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில், நாட்டுப் படகு கொண்டு பயன்படுத்தப்படும் இழுவலை, கரைவலை முதலியவற்றால் பிடிக்கப்பட்டன. இந்தியாவில் எந்திரப் படகு கொண்டு மீன் பிடிக்கும் இழு வலை வந்த பிறகு காரல் மீன்பிடிப்பு மிகுதியாகிவிட்டது. இந்த வலை ஆழமான கடற்பகுதிகளிலும், ஆழம் இல்லாத கடற்பகுதிகளிலும் இழுக்கப்படுவதால் இவ்வகைக் காரல் மீன்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. ஆய்வு மூலம் ஒவ்வொரு காரல் வகையின் வயது, வளர்ச்சி, இனப்பெருக்கம், உணவுப் பழக்கங்கள், மீன்பிடிக்கும் வகை குறித்து அறியப்பட்டுள்ளது.

சலுவட்டக் காரல் (*Leiognathus jonesi*). சலுவட்டக் காரல் வகை மண்டபம், இராமேஸ்வரம் பகுதியில், குறிப்பாக,பாக் கடலில் பெருமளவில் கிடைக்கிறது. இங்குக் கிடைக்கும் மொத்தக் காரல் வகைகளில் இவை ஏறத்தாழ 90% ஆகும். ஆனால் இவை மன்னார் வளைகுடாவில் 10%க்கும் குறைவு. இக்காரலின் வயது 4 ஆண்டு என்றும், இவை பெரும அளவு 152 மி.மீ வளரக்கூடியவை என்றும், மீன் பிடிப்பில் 40-75மி. மீ. வரை உடல் அளவு உள்ள மீன்கள் பெருமளவில் கிடைக்கின்றன என்றும் 1-2 வயது அடைந்த மீன்கள் மிகுதியும் கிடைக்கும் என்றும் அறியப்பட்டுள்ளன. 65 மி. மீட்டரளவில் பெண் காரலும் 70 மி. மீட்டர் அளவில் ஆண் காரலும் முதிர்ச்சி (mature) அடைகின்றன. இவை ஆண்டின் அனைத்துக் காலங்களிலும் இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடியவை. ஒரு காரல் மீனின் சினையில்



(ovary) 686-39,806 வரை முதிர்ந்த முட்டைகள் இருக்கும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

சலுவட்டக்காரலின் மற்றொரு வகையான இக்காரல் (*L. splendens*) இந்தியாவில் அனைத்துக் கடற்கரைப்பகுதிகளிலும் காணப்படும். இவை குறிப்பாக மேற்கு மற்றும் கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும். மீன் பிடிப்பில் 50 மி. மீ.-100 மி. மீ. வரை அளவுள்ள மீன்கள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. இவை கூடுதலளவாக 150 மி. மீ. வரை வளர்ச்சி அடையக்கூடியனவாகும். இவை மார்ச் மாதம் முதல் ஆகஸ்ட் அல்லது செப்டம்பர் மாதம் வரை இனப்பெருக்கம் செய்தாலும், பெருமளவில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் மாதங்கள் ஏப்ரல் முதல் ஆகஸ்டு மாதங்களாகும். ஒரு மீன் சராசரியாக 7,500 மூட்டைகளைத் தன் சினையில் கொண்டிருக்கும். ஆனால் உடல் அளவு மிகுந்துள்ள மீன்கள் 11,000 முட்டைகள் வரை கொண்டிருக்கும்.

வரிக்காரல் (*Leiognathus dussumieri*). பெரும்பாலும் மன்னார் வளைகுடாவில்தான் இவை மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இங்கு கிடைக்கும் காரல் வகைகளில் இவை 30-50% உள்ளன. 93-117 மி. மீ. அளவுள்ள மீன்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. இவ்வகை மீன் 161 மி. மீ வளரக்கூடியது என்பதும், இது 5 வயது வரை வாழும் என்பதும் அறியப்பட்டுள்ளன. முதிர்ச்சி அடையும் ஆண், பெண் மீன்கள் முறையே 78 மி. மீ, 83. மி. மீ. உடல் அளவு கொண்டிருக்கும். இவை பெரும்பாலும் ஏப்ரல், மே, நவம்பர், டிசம்பர் மாதங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடியனவாகும். ஒரு மீன் சினையில் 805-41,685 வரை முதிர்ந்த முட்டைகள் இருக்கும்.

மண்டைக்காரல். கிழக்கு மேற்குப் பகுதிகளில் கிடைத்தாலும், பாக் கடலில்தான் பெருவாரியாகக் கிடைக்கின்றது. இது இரண்டு ஆண்டில் 120 மி.மீ. வரை வளரக் கூடியது என்றும் அறியப்படுகிறது. கிடைக்கும் மீன்களில் 38-142 மி. மீ. அளவுள்ள மீன்கள் முறையே ஒரு வயது இரண்டு வயது மீன்கள் என்றும், ஒரு மாதத்தில் 5 மி. மீ. வரை வளரக் கூடியவை என்றும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. 63 மி.மீ. உள்ள பெண் மீன்கள், 68 மி. மீ. உள்ள ஆண் மீன்கள் ஆகியவை பருவ முதிர்ச்சி அடைகின்றன. ஆண்டின் அனைத்துக் காலங்களிலும் அவை இனப்பெருக்கம் செய்தாலும் குறிப்பாக மே, ஜூன், அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களில் மிக அதிகமாக இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. ஒரு பெண் மீன் சினையில் 16,240 முட்டைகள் வரை இருக்கும்.

தீவெட்டிக் காரல். இது கிழக்கு மற்றும் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் பெரும்பான்மையாகக் கிடைக்கிறது. மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதியில் 50-95 மி. மீ. வரை உள்ள மீன்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. 7 மாதங்களில் இது 40 மி. மீ. வரை வளரக்கூடியது. கிழக்குக் கடற்கரைப்பகுதிகளில் முதல் மற்றும் இரண்டாம் ஆண்டு ஆகும்போது இதன் உடல் அளவு 65 — 90 மி. மீ. ஆகும். ஒரு மாதத்தில் சராசரி 8 மி. மீ. வரை வளரக் கூடியது. இரண்டு ஆண்டிற்கு மேல் வாழக்கூடியது. முதலில் இம்மீன் முதிர்ச்சி அடையும்போது அதன் உடல் அளவு 87 மி.மீ. ஆகும். ஆண்டின் அனைத்து மாதங்களிலும் இனப்பெருக்கம் செய்தாலும், டிசம்பர் பிப்ரவரி மாதம் முடிய, ஆழ்கடல் பகுதியில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. ஒரு மீனின் சினையில் சராசரியாக 6,162 முட்டைகள் இருக்கும்.

கானாக் காரல் (*S. insidiator*), இலைக்காரல் (*L. equulus*), குறிப்புக் காரல் (*Gazz. spp*) முதலிய காரல் வகைகளும் குறிப்பிடத்தக்க வகையில் சில இடங்களில் கிடைக்கின்றன. சென்னைக்கடற்கரை கொச்சி மண்டபத்தில் மன்னார் வளைகுடாப்பகுதிகளில் 10-35 மீட்டர் வரை ஆழம் உள்ள பகுதிகளில், 21-100 மி.மீ. வரை அளவுள்ள கானாக் காரல் மீன்கள் மிகுதியும் கிடைக்கின்றன. இவை ஆகஸ்ட், செப்டம்பர், பிப்ரவரி, மார்ச் மாதங்களில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். காரல் இனங்களில் இலைக் காரல் பெரிய அளவு வளரக்கூடிய வகையாகும். இவை கூடுதலளவாக 242 மி.மீ. வரை வளரக் கூடியவை. இவை கிழக்கு, மேற்குக் கடற்கரை மன்னார் வளைகுடாப் பகுதியில் 10-25 மீட்டர் ஆழம் உள்ள பகுதியில் மிகுதியும் கிடைக்கும். இவை இனப்பெருக்கம் செய்யும் காலம் ஜனவரி-மார்ச் மாதங்களாகும். இந்தியாவில் அனைத்துக் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் 40-120 மி.மீ. வரை உடல் அளவுள்ள குறிப்புக்காரல் மீன்கள் பெருமளவில் கிடைக்கின்றன. இவை இனப்பெருக்கம் செய்யும் காலம் ஜனவரி, மார்ச் , ஏப்ரல் மாதங்களாகும்.

உணவுப் பழக்கங்கள். காரல் மீன்களின் உணவு பெரும்பாலும் மிதவை உயிரினங்களாகும். இவற்றில் தாவர மிதவை உயிரிகள் (Phytoplankton), விலங்கு மிதவை உயிரிகள் (zooplankton) என்று இருவகை உண்டு. காரல் மீன்கள் பெரும்பாலும் இவ்விருவகை நுண்ணுயிரிகளையும் உண்டு வாழும். தாவர மிதவை உயிரிகளில் டையாட்டம் (diatoms) என்னும் நீலப் பச்சைப் பாசி இனங்களில் புளூரோ சிக்மா (*Pleurosigma spp*), கோசினோ டிஸ்கஸ் (*Coscinodiscus spp*) முதலியனவும் விலங்கின நுண்ணுயிரிகளில் பொராமினிபெரன், கோப்பிபாட் சிப்பி நத்தை பல்சுணைப் புழு (Polychaetes) ஆகியவற்றின் இளம் உயிரிகளும் உணவாகின்றன. குறிப்புக் காரல் மட்டும் உணவுப் பழக்கத்தில் பிற காரல் மீன்களை விட மிகவும் வேறுபடுகிறது. இவற்றின் உணவு பெரும்பாலும் சிறிய மீன்களான நெத்திலி (*stolephorus spp*), சிறிய ஓட்டுடலி (crustacean), இளம் இறால் முதலியனவாகும்.

காரல் மீன்கள் உருவில் சிறியவையாக உள்ளமையால், இவற்றை உணவு மீன்களாகக் கொள்

வதில்லை. பெரும்பாலும் காரல் மீன்களை உப்பிட்டும், உப்பிடாமலும் வெயிலில் உலர்த்திக் கருவாடுகளாக்கியும் நாட்டின் பல பகுதிகளுக்கு அனுப்புவர். இவை மிகுதியும் கிடைக்கும் இடங்களில் மீன் தூள் (fishmeal) உற்பத்தி செய்வதற்காக இவற்றை உலர்த்தித் தமிழ்நாட்டில் உள்ள பல பகுதிகளுக்கும் பிற மாநிலங்களுக்கும் அனுப்புகின்றனர். இந்த மீன் தூள் கோழிப் பண்ணைகளுக்குத் தீவனமாகப் பயன்படுகிறது.

- மு. பத்ருதீன்

காரவலிவளவு

ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனளவு கரைசலில் கரைந்துள்ள காரத்தின் எடையை, திறன் தெரிந்த ஓர் அமிலக் கரைசலைக் கொண்டு, பருமனறி பகுப்பு (volumetric analysis) மூலம் நிர்ணயிக்கும் முறை கார வலிவளவு (alkalimetry) முறை எனப்படுகிறது.

இவ்வாய்வின் அடிப்படைத் தத்துவம் சம திறனுள்ள அமிலமும், காரமும் சம கன அளவில் ஒன்றோடொன்று வினைபுரிய நடுநிலையாகிறது என்பதாகும். இதன் அடிப்படையில் $V_1N_1 = V_2N_2$ என்னும் வாய்பாடு பெறப்படுகிறது. இதில் V_1, V_2 என்பன அமில, காரக் கரைசல்களின் பருமன் ஆகும். N_1, N_2 என்பன முறையே அக்கரைசல்களின் திறன் ஆகும். இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி முறித்தால் (titration) ஆய்வு மூலம், திறன் தெரிந்த ஓர் அமிலக் கரைசலைப் பயன்படுத்தி, திறன் தெரியாத காரத்தின் வலிமையைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

ஆகவே காரத்தின் திறன், $N_2 = \frac{V_1N_1}{V_2}$ ஆகும்.

ஆய்வின் போது V_1, N_1, V_2 ஆகியவற்றின் மதிப்புகள் தெரியும்.

இவ்வாறு காரக் கரைசலின் திறனைக் (N_2) கணக்கிட்ட பின்னர், ஒரு லிட்டர் கரைசலில் எவ்வளவு காரம் கரைந்துள்ளது என்பதைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

ஒரு லிட்டர் கரைசலில் கரைந்துள்ள பொருளின் எடை } = கரைசலின் திறன்(N_2) x அப்பொருளின் சமான எடை

பொருள்களின் சமான எடைகளை, அப்பொருள்கள் ஈடுபடும் வேதி வினைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம். (எ.கா) ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் பின்வருமாறு வினைபுரிகிறது.

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

இச்சமன்பாட்டின் மூலம் ஒரு மூலக்கூறு எடை சோடியம் ஹைட்ராக்சைடானது, ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தின் ஒரு சமான எடையுடன் (36.5) வினைபுரிந்து நடுநிலையாவதால், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடின் சமான எடை அதன் மூலக்கூறு எடையே (40) ஆகும்.

இத்தத்துவங்களின் அடிப்படையில், சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலின் வலிமையை முறித்தலின் மூலம் எவ்வாறு அறுதியிடலாம் என்பதைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்.

இவ்வாய்வில் பயன்படும் துணைக்கருவிகள். பியூரெட், பிப்பெட், அளவுக்குடுவை (standard measuring flask), கூம்புக் குடுவை (conical flask) முகவை (beaker), தாங்கி (stand) என்பவை.

செய்முறை. நன்றாகக் கழுவிய ஒரு பியூரெட்டில், சிறிதளவு ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலக் கரைசலை விட்டு அலசிய பின்னர், அதைக் கொண்டே பியூரெட்டின் பூஜ்யக் கோடு முதல், அடிநுனிவரை காற்றுக் குமிழ்களில்லாமல் நிரப்பிக் கொள்ள வேண்டும். ஒரு 20 க.செ.மீ பிப்பெட்டின் உதவியால் சரியாக 20க.செ.மீ சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை ஒரு கூம்புக் குடுவையினுள் அளந்து எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனுடன் ஒரு துளி மெத்தில் ஆரஞ்சு காட்டியைச் சேர்த்த பின்னர், பியூரெட்டிலுள்ள ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தைப் பியூரெட்டின் அடைப்பானைத் திறந்து துளித்துளியாகக் காரக் கரைசலினுள் சேர்க்க வேண்டும். அமிலமும் காரமும் வினைபுரிந்து சரியாக நடுநிலையாகும்போது நிறங்காட்டியின் நிறம் மஞ்சளிலிருந்து ஆரஞ்சாக மாறும். இதுவே ஆய்வின் முடிவாகும். பியூரெட்டின் அடைப்பானை அடைத்துவிட்டு, வினைபுரிந்த அமிலத்தின் கன அளவைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். வினைபுரிந்த அமிலத்தின் கன அளவு மாறாது வரும் வரை முறித்தலைத் தொடர்ந்து நிகழ்த்த வேண்டும். சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலின் திறனையும், ஒரு லிட்டர் கரைசலில் அதன் எடையையும் முன்னர்க் குறிப்பிட்ட சமன்பாடுகளின் துணைகொண்டு கணக்கிட வேண்டும்.

கணக்கீடு

V_1 = அமிலத்தின் கனஅளவு (பியூரெட் அளவு); N_1 = அமிலத்தின் திறன்; V_1 = 20க.செ.மீ. காரம் (பிப்பெட்)

காரத்தின் திறன், $N_2 = \frac{V_1N_1}{V_2}$ 1 லிட்டர் கரைசலில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடின் எடை $= N_2 \times 40$ கிராம்.

இவ்வினையில் முடிவுநிலை அறிய ஃபினாஃப்தலீன் காட்டியையும் பயன்படுத்தலாம். நடுநிலையாக்கலில் இளம் ஊதா நிறத்திலிருந்து நிறமற்றதாகிறது. வீரியமிக்க அமிலம் வீரியமிக்க காரத்தோடு தரம் காணும்போது மெத்தில் ஆரஞ்சு அல்லது ஃபினாஃப் தலீன் காட்டி பயன்படுகிறது. வீரியமிக்க அமிலம் ஒரு வீரியமற்ற காரத்தோடு தரம் காணும் போது மெத்தில் ஆரஞ்சு மட்டுமே காட்டியாகப் பயன் படுகிறது.

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி. A.I. Vogel, *A Text Book of Quantitative Inorganic Analysis*, ELBS, London, 1961.

காராக் கடல்

ஆர்க்டிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதியாகிய காராக் கடல் (kara sea) மேற்கில் சைபீரியா சமவெளி, நோவாயா செம்லியா தீவுகளாலும்-வடமேற்கில் பிரான்ஸ் ஜோசப் நிலம் கிழக்கில் செவர்னயா செம்லியா தீவுகளாலும் சூழப்பட்டுள்ளது. இக்கடல் வடக்கில் ஆர்க்டிக் படுகையுடனும் மேற்கில் பரண்ட்ஸ் கடலுடனும் கிழக்கில் லப்டெவ் கடலுடனும் தொடர்புகொண்டுள்ளது. இக்கடலின் பரப்பளவு ஏறத்தாழ 880,000 சதுர கிலோமீட்டராகும். 127 மீட்டர் தோராய ஆழத்தையும், 620 மீட்டர் பெரும ஆழத்தையும் கொண்டுள்ள இக்கடல்நீரின் கொள்ளளவு 113,000 கன கிலோமீட்டராகும். தென் மேற்கிலிருந்து வடகிழக்காக ஏறத்தாழ 1400 கி.மீ தொலைவு வரையுள்ள இக்கடலின் அகலமான பகுதி வடக்குப் பகுதியில் ஏறத்தாழ 800 கி.மீ தொலைவில் அமைந்துள்ளது. யெனிசே, ஓப், பியாசினா, காரா போன்ற பெரும் ஆறுகள் இக்கடலில் கலக்கின்றன. காரா நதி இக்கடலில் கலப்பதால் இக்கடல் காராக் கடல் என்று பெயர் பெற்றுள்ளது. இந்த ஆறுகளின் மொத்தக் கொள்ளளவு ஆண்டிற்கு ஏறத்தாழ 500 கன மைல்களாகும்.

இக்கடற்பகுதியில் காணப்படும் எண்ணற்ற தீவுகளின் மொத்தப் பரப்பளவு ஏறத்தாழ 400 சதுர மைல் ஆகும். மிளினா தீவுகள், எழுபதுக்கும் மேற் பட்ட நார்டென்செல்டா தீவுகள் போன்ற பல தீவுகள் இக்கடலின் வடபகுதியில் காணப்படுகின்றன. இத்தீவுகளின் தோற்றம் பலவகைப்பட்டதாகும். சில தீவுகள் மலைகளால் உருவானவை. உஷாகோவா, சிமிட்தா போன்ற தீவுகள் உறைபனியால் மூடப் பட்டுக் காணப்படுகின்றன. மேலும் சில மணல் தீவு களும் காணப்படுகின்றன.

காராக் கடல் சைபீரியன் திட்டில் காணப்படு கிறது. இக்கடல் 40% 160 அடி ஆழத்திற்குக் குறை வாகவும் 2% 1600 அடி ஆழத்திற்குக் கூடுதலாகவும் உள்ளது. நோவாயா செம்லியாவின் கிழக்குக்கரை யோரம் காணப்படும் நோவோ செமெல்ஸ்கயா அகழி 650-1300 அடி வரையான ஆழத்தைக் கொண்டுள்ளது. இக்கடலின் வடகிழக்குப் பகுதியில் பாறைப்பாங்கான மணல் காணப்படுகிறது.

காராக் கடலில் காணப்படும் உவர்ப்பியம் (salinity) பெருமளவில் மாறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. ஓப், யென்சி ஆகிய ஆற்றறுக் கழிமுகங்களில் உவர்ப் பியம் 10-12% ஆகவும், செலானியா முனைக் கருகில் 30% ஆகவும், பிரான்ஸ் ஜோசப் நிலத் தருகே 33% ஆகவும் உள்ளது. இக்கடலின் தென் மேற்குப் பகுதி மேற்பரப்பு உவர்ப்பியம் 20-25% லரை மாறுபட்டுக் காணப்படுவதோடன்றித் தென் நீர்ச்சந்தி நோக்கி 30-31% ஆகவும் உயர்கிறது. ஆற்றுநீர் பெருமளவில் உட்புகுவதால் இக்கடலின் மேற்பகுதி நீர் புதுத்தன்மையுடன் காணப்படுகிறது.

காராக் கடலின் தென்மேற்கு வடகிழக்குப் பகுதியில் காணப்படும் வலஞ்சுழி நீரோட்டம் மெது வாகச் செல்கிறது. பொதுவாக நாள் ஒன்றுக்கு இரண்டு ஓதங்கள் (tides) காணப்படுகின்றன. பெரும் பாலான பகுதிகளில் இக்கடல் உறைபனியால் மூடப் பட்டுக் காணப்படுகிறது. கோடைக் காலங்களிலும் இக்கடல் நீரின் மேற்பரப்பு உறைபனியால் சூழப் பட்டுக் காணப்படுகிறது.

இக்கடலில் காணப்படும் காட், சாமன்,ஸ்டர்ஜன், சீல், கடல் முயல், வெண்திமிங்கலம், வால்ரஸ் போன்ற உயிரினங்கள் வணிக மீன்பிடிப்புக்கு ஏற்ற வாறு அமைகின்றன. சோவியத் நாட்டின் வடக்குப் பக்க மீன்பிடிப்பில் இக்கடல் பெரும் பங்கு பெறு கிறது. ஓப், யென்சி போன்ற ஆற்றுப்பகுதிகளில் எரி வளிமங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் 1960 ஆம் ஆண்டிலிருந்து இக்கடலின் முக்கியத்துவம் வளர்ந் துள்ளது. ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் மாதங்களில் இக் கடல் உறைபனியற்றுக் காணப்படுவதால் கப்பல் போக்குவரத்திற்கு ஏற்றதாக அமைகிறது. டிக்சன் என்பது இக்கடலில் அமைந்துள்ள முக்கிய துறை முகம் ஆகும். இக்கடல் வழியாகச் செல்லும் கலங்கள் அனைத்தும் இகார்கா, டுடின்கா, யெனிசே போன்ற நகரத் துறைமுகங்களின் வழியாகச் செல்கின்றன. காராக் கடல் வழிச் செல்லும் சரக்குக் கலங்கள் மரம், கட்டடப் பொருள்கள், உணவுப் பண்டங் களை ஏற்றிச் செல்கின்றன.

-ம. அ. மோகன்

காரின் பாக்ட்டீரியம் டிஃப்தீரியா

காரின்பாக்ட்டீரியா என்னும் குடும்பத்தில் காரின் பாக்டீரியம், லிஸ்டீரியா, எரிசப்லோத்ரிகஸ் ஆகியவை

அடங்கும். இவை அனைத்தும் கிராம்பாசிடிவ் ஆகவும், சிதல் (spore) உருவாக்காதவையாகவும், ஆக்சிஜன் விரும்பியாகவும் உள்ளன.

காரின்பாக்டீரியம் டிஃப்தீரியாவே, நோய் பயக்க வல்லது. இந்நுண்ணுயிரிகள், இயல்பாகவே தோலிலும், சிலேட்டுமப் படலத்திலும், குடல்களிலும் காணப்படுகின்றன. சாயமேற்றப்பட்டுத் தடித்த முனையுடனும், கிராதி போன்ற அமைப்புடனும் காணப்படுகின்றன. சாயமேற்றப்பட்ட நிலையில் டிஃப்தீரியா நுண்ணுயிர்கள் சீன மொழி எழுத்துகளின் வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளன. டெல்லூரைட் அகாரில் அதன் வளர்ச்சியைக் கொண்டும், கிளைகோஜன் மற்றும் மாவுப்பொருள் ஆகியவை நொதிக்கும் திறன் கொண்டும் அவை மூன்று வகையாக கா. முனைப்பு, கா முனைப்பற்ற வகை, கா. நடு நிலை வகை என்று பிரிக்கப்படுகின்றன. மூன்றுமே, டிஃப்தீரியா நோயை (தொண்டை அடைப்பான்) உண்டாக்கவல்லவை. லாஃப்ளிரின் உறைந்த இரத்த வடிநீரும், நுண்ணுயிர் வளர்களமாக அமைகிறது.

இந்நுண்ணுயிர்கள் மனிதனின் உடலில் தங்கியுள்ளன. தும்மல், இருமல் காற்றில் பரவும் துகள்கள் மூலம் இவை பரவுகின்றன. நுண்ணுயிர் கடத்திகளாக (vector), நோயாளி பயன்படுத்திய பொருள்கள், துண்டுகள், பாத்திரங்கள், பால் ஆகியவை உள்ளன. தடுப்பு ஊசி மருந்துகள் பயன்படுத்தப்பட்டதிலிருந்து இந்நோய் பெரிதும் குறைந்துள்ளது. இங்கிலாந்தில் அஞ்சத்தக்க நோயாக இருந்த இது, 1950ஆம் ஆண்டளவில் குறைந்து விட்டதால் பல மருத்துவர்களுக்குத் தற்போது இந்தநோயைப் பற்றிய விவரங்களே தெரியாது.

சளிச் சவ்வு, எப்பித்தீலியப் பரப்புகளில் இந்த நுண்ணுயிர்கள் நன்கு வளர்ந்து, மேல்மூச்சு மண்டலத்தைத் தாக்குகின்றன. இந்த நுண்ணுயிர்கள் வெளிப்படுத்தும் நச்சுப் பொருள்களே, நோயின் மிகு விளைவுகளுக்குக் காரணமாகின்றன. இந்த நச்சுப் பொருள்களில் இரண்டு பிரிவுகள் உண்டு. (A, B). இதில் 'B' பிரிவு திங்கற்றது. ஆனால் இதுதான் 'A' நச்சுப்பொருளைச் செல்லுக்குள் கடத்துகிறது. 'A' பிரிவுதான் தீய விளைவுகளுக்குக் காரணமாக அமைகிறது. காரின்பாக்டீரியம் டிப்தீரியா நுண்ணுயிரைக் கிளெப்ஸ்-லோப்ளர் (Klebs Loeffler) நுண்ணுயிர் என்றும் குறிப்பிடுவர்.

-சாரதா கதிரேசன்

நூலோதி. Jay H. Stein, *Internal Medicine*, First Edition, Little Brown Company, Boston, 1983.

காரீய உலோகக் கலவை

காரீயத்துடன் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உலோகங்களைச்சேர்த்துக் காரீய உலோகக் கலவை (lead alloy) பெறலாம். தூய்மையான காரீயத்தை விட, காரீய உலோகக் கலவைகள் சிறந்த எந்திர, வேதிப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. பெரும்பாலும் ஆன்ட்டிமனியும், வெள்ளீயமுமே காரீயத்துடன் சேர்க்கப்படுகின்றன. காரீயத்துடன் கலக்கப்படும் பிற தனிமங்களின் கரைதிறன் (solubility) குறைவாகும். ஆனால் செம்பு, ஆர்செனிக் போன்ற தனிமங்களின் எடையில் ஏற்படும் சிறிதளவு வேறுபாடுகளால் காரீய உலோகக் கலவையின் பண்புகள் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன.

வடங்களுக்கு உறையிடும் உலோகக் கலவைகள். மின் கருவிகளின் திறனைப் பாதுகாக்க அப்பொருள்களின் மேல் காரீய உறை (sheath) இடப்படுகிறது. தொலைபேசி வடங்கள் (cables) ஈரத்தால் பாதிக்கப்படாமல் இருப்பதற்கு 1 % ஆன்ட்டிமனி கலந்த காரீய உலோகக் கலவையால் உறையிடப்படுகின்றன. 0.15% ஆர்செனிக், 0.1% வெள்ளீயம், 0.1% பிஸ்மத் ஆகியவை கலந்த காரீய ஆர்செனிக் உலோகக் கலவை மின் கருவிகளை உறையிடப் பயன்படுகிறது. காரீய உலோகக் கலவையாலான உறைகள், அலுமினியம் மற்றும் நெகிழி (plastic) ஆகியவற்றால் ஆன உறைகளைவிடப் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுகின்றன.

மின்கலம் - கம்பிவலை ஆகியவற்றில் பயன்படும் உலோகக் கலவைகள். காரீய உலோகக் கலவையால் ஆன கம்பி வலைகள் காரீய-அமிலத் தேக்க மின் கலங்களில் பயன்படுகின்றன. இவை தகடுகளை உருவாக்கும் பொருள்களைப் பாதுகாக்க உதவுகின்றன. இத்தகைய தேக்க மின்கல அடுக்குகள் தானியங்கிகளில் காணப்படுகின்றன. காரீய உலோகக் கலவைகளில் அவற்றின் வலிமையை மிகுதிப்படுத்த 6-12% ஆன்ட்டிமனியும், வார்ப்புத் தன்மையை மேம்படுத்த சிறிதளவு வெள்ளீயமும், பணி செய்யும் போது ஏற்படும் பரிமாண வேறுபாடுகளைக் குறைக்க ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வேறு தனிமங்கள் சிறிதளவும் சேர்க்கப்படுகின்றன. தானியங்கிகளில் பயன்படும் மின்கலங்களில் காரீய - ஆன்ட்டிமனி உலோகக் கலவைகளைவிட வேறு எந்தக் காரீய உலோகக் கலவைகளும் சிறப்பாகச் செயல்படுவதில்லை. பெரிய நிலையான மின்கலங்களுக்கு 0.03% கால்சியம் கலந்த காரீய உலோகக் கலவையைப் பயன்படுத்தி வெற்றி காணப்பட்டுள்ளது.

வேதிவினை-எதிர்ப்பு உலோகக் கலவைகள். காரீய உலோகக் கலவைகள் நீர், வளிமண்டலம், வேதிப் பொருள்கள் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் அரிப்புகளை எதிர்ப்பதற்குப் பெருமளவு பயன்படுகின்றன. கந்தக அமிலங்களால் ஏற்படும் அரிப்பைக் காரீய உலோகக் கலவைகள் சிறப்பான முறையில் தடுக்கின்றன. மிகுந்த வலிமை தேவைப்படும் இடங்களுக்கு 0-06% செம்பு அல்லது 1-12% ஆன்ட்டிமனி கலந்த காரீய உலோகக் கலவை பயன்படுகிறது. காரீய உலோகக்

கலவையில் ஆன்ட்டிமனி கலக்கப்பட்டால், அது அக்கலவையின் அரிமான எதிர்ப்பைச் சிறிதளவு குறைக்கிறது.

அச்சு உலோகக்கலவை (type metal). இவ்வுலோகங்கள் 2½-12% வெள்ளீயம், 2½-25% ஆன்ட்டிமனி ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளன. ஆன்ட்டிமனி கலவையின் கடினத் தன்மையை அதிகரித்து, கலவை திண்மமாகும்போது சுருங்குவதைக் (shrinkage) குறைக்கிறது. வெள்ளீயம் பாய்மத்தன்மையை மேம்படுத்துகிறது. இவ்விரு தனிமங்களும் உலோகக் கலவையின் உருகுநிலையைக் குறைக்கின்றன. சாதாரண வகை அச்சு உலோகக் கலவைகள் 238-246°C வெப்பநிலையில் உருகுகின்றன.

தாங்கி உலோகங்கள். காரீயம் கலந்துள்ள உலோகங்கள் (பாபிட் உலோகங்கள்) 10-15% ஆன்ட்டிமனியையும், 5-10% வெள்ளீயத்தையும், சில குறிப்பிட்ட பயன்பாடுகளுக்குச் சிறிதளவு ஆர்செனிக் அல்லது செம்பு ஆகியவற்றையும் கொண்டுள்ளன. வெள்ளீயம், ஆன்ட்டிமனி ஆகிய இரு தனிமங்களும் சேர்ந்து தேய்மான எதிர்ப்புக் கொண்ட சேர்மத்தை உருவாக்குகின்றன. இச்சேர்மம் சரக்கு வண்டிகளில் (freight-car) காணப்படும் சுழல் தாங்கிகளில் (journal bearing) பெருமளவு பயன்படுகிறது. சில வார்ப்பு வகை வெண்கலங்களில் காரீயத்தின் அளவு 25%க்கு மேல் காணப்படும்.

சூட்டிணைப்பிகள் (solders). காரீயத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட பல சூட்டிணைப்புப் பொருள்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. மேம்படுத்தப்பட்ட உலர் தன்மையைப் பெறுவதற்கு இச்சூட்டிணைப்பிகள் பெருமளவு வெள்ளீயத்தையும் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட பிற பொருள்களில் சிறிதளவையும் கொண்டுள்ளன. பித்தளையுடனும் வெண்கலத்துடனும் 1-25% காரீயம் சேர்க்கப்படுவதால் அவற்றின் பொறிவினைப் பண்புகள் மேம்படுத்தப்படுகின்றன. இக்காரீயம் சில கட்டுமான எஃகுடனும் சேர்க்கப்படுகிறது.

- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' standard Handbook for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, Mc Graw Hill Book Company, 1978.

காரீய உலோகவியல்

காரீயத்தை அதன் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுத்தல், தூய்மைப்படுத்தல் மற்றும் செயல்முறைப்படுத்தல் (processing), தேவையான பண்புகளைப் பெறும் பொருட்டுப் பிற உலோகங்களுடன் கலத்தல் ஆகியவற்றைப் பற்றி அறிவதே காரீய உலோகவியல் (lead metallurgy) ஆகும். மிகவும் பழமையான உலோகமாகிய காரீயம், அக்கால உலோகவியல், வேதியியல் வல்லுநர்களால் தங்கமாக மாற்றக்கூடிய உலோகம் என்று நம்பப்பட்டமையால் அனைவராலும் கவரப்பட்டது.

காரீயத் தாதுக்களுள் மிகவும் முக்கியமானது கலீனா (PbS) ஆகும். பிற தாதுக்கள் செருசைட் ($PbCO_3$), அங்கிலிசைட் ($PbSO_4$) ஆகியவை. காரீயத் தாதுக்கள் பெரும்பாலும் துத்தநாகத் தாதுவுடன் சேர்ந்தே கிடைக்கின்றன. கலீனாவில் பெரும்பான்மையாக வெள்ளியும், தங்கமும் கலந்துள்ளன.

செறிவூட்டல். தாதுவிலிருந்து காரீயத்தைத் துத்தநாகம் மற்றும் இரும்புப் பொருள்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்கவும், காரீயத்தின் அளவை உயர்த்தவும் உதவும் முதல் நிலையே செறிவூட்டல் (concentrating) எனப்படும். இச்செயல் முறையில் தாது முதலில் நொறுக்கப்பட்டு, பின்னர் ஈரமான நிலையில் அரைக்கப்படுகிறது. இதனால் விளைபொருள் மூலக்கூறுகளின் அளவு 75% குறைந்துவிடுகிறது. கிடைக்கும் சேற்றுடன் (slurry) சில வினைப்பொருள்கள் சேர்க்கப்பட்டுத் தேவையான அளவு காரத்தன்மை பெறப்படுகிறது. மேலும் இச்சேற்றுடன் மிதக்கும் வேதிப்பொருள்கள் சேர்க்கப்பட்டுக் காரீயம் நுரைவடிவில் பெறப்படுகிறது. பின்னர் இது வடிகட்டி நீக்கப்படுகிறது.

இவ்வினையில் பயன்படும் வினைப்பொருள்கள் சோடியம் கார்பனேட், சுண்ணாம்பு, காப்பர் சல்ஃபேட், பைன் எண்ணெய், கிரைசிலிக் அமிலம், சாந்தேட், சோடியம் சையனைடு ஆகியவை ஆகும். இவற்றின் எடை தாதுவின் எடையில் 0.25-2.5 கி/மெட்ரிக் டன் வரை இருக்கும்.

காரீய மிதப்புச் செயல்முறையில் துத்தநாகப் பொருள்கள், இரும்புச் சேர்மங்கள், தாதுவுடன் கலந்து காணப்படும் பிற நிலப்பொருள்கள் (earth components) ஆகியவை மிதக்காமல் அடியில் தங்குகின்றன. பின்னர் இவை பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் போன்றவை அத்தாதுவில் இருந்தால் அவை காரீயத்துடனே நீக்கப்பட்டுப் பின்னர் அவை காரீயத்திலிருந்து தூய்மையாக்கப்படுகின்றன. எனினும் செம்பு ஓரளவு மிகுதியாக இருந்தால் அது சிறப்பு மிதப்பு முறை மூலம் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இத்தகைய செறிவூட்டல் முறைப்படி கிடைக்கும் காரீயச் செறிவிலுள்ள காரீய உலோகத்தின் அளவு 70% ஆகும்.

உருக்கிப் பிரித்தெடுத்தல். உருக்கிப் பிரித்தெடுக்கும் (smelting) செயல்பாட்டிற்கு முன்னர் காரீயச் செறிவு உயர்வகைத் தாதுவுடனோ, தூசி,

சுண்ணாம்புப் பாறை போன்றவற்றுடனோ அடிக் கடி கலக்கப்படுகிறது. இப்பொருள்கள் சிறு சிறு உருண்டைகளாக உருட்டப்படுவதால் சீரான முறையில் உருக்கிப் பிரித்தெடுக்க இயலும். பின்னர் இது சிட்டங் கட்டப்படுகிறது. சிட்டங்கட்டுதலால் (sintered) பெரும்பான்மையான கந்தகம் நீக்கப்படுகி றது. பொருள்கள் ஊதுலையிலிருந்து வெளியேறாமல் இருக்க இவை பெரிய அளவுகளில் வெப்பத் திரட்சி செய்யப்படுகின்றன. சிட்டங்கட்டும் எந்திரத்தில், அசையும் தட்டுகள் (pallets) கொண்ட சங்கிலித் தொடர் அமைப்பு உள்ளது. இதன் மேல் தாது உருண்டை வைக்கப்பட்டு எரியூட்டப்படுகிறது. இத்தாதுவின் ஊடாகக் காற்றுச் செலுத்தப்படுகிறது. காற்று கந்தகத்தை எரித்து கந்தக டைஆக் சைடை உருவாக்குகிறது. அதேசமயம் அக்காற்று, பிற உலோகத்தனிமங்களையும் எரித்து அவற்றின் ஆக்சைடுகளை உருவாக்குகிறது.

சிட்டங்கட்டிய பின் இதன் எடையில் 9% அள விற்குக் கல்கரி வடிவில் இருக்கும் கார்பனுடன் சேர்த்து அத்தாது ஊதுலையின் மேலிருந்து செலுத் தப்படுகிறது. இவ்வூதுலை 7.11 மீ உயரமும், 1.68 மீ விட்டமும் கொண்டதாகும். செலுத்தப்படும் கல்கரி தாதுப்பொருளை எரிக்க உதவும் எரி பொருளையும், காரீய ஆக்சைடுடன் வினைபுரிந்து உலோகக் காரீயத்தை உண்டாக்கும் ஒடுக்க வாயு வையும் (reducing gas) கொடுக்கிறது. இவ்வாறு தாதுப்பொருள் கலவை ஊதுலையின் மேற்புற மிருந்து கீழ்நோக்கி வரும்போது, உருகிய நிலையில் உள்ள உலோகம் கீழ்ப் பகுதியில் கிடைக்கிறது. அங்கிருந்து தனியே பிரிக்கப்பட்டு மேலும் பதப் படுத்தப்படுகிறது. ஊதுலையில் எஞ்சியுள்ள பொருள் கள் கசடாகக் காரீயத்தின் மேல் மிதக்கின்றன. ஊதுலையின் மேல் பகுதியிலிருந்தே இக்கசடு நீக்கப் படுகிறது. பழங்கால முறையில் இடைவிட்டு நீக்கப் பட்ட கசடு தற்போது தொடர்ச்சியாக நீக்கப் படுகிறது.

காரீயக் கட்டி (bullion) என்பது வெள்ளி, தங்கம், செம்பு, பிஸ்மத், ஆன்ட்டிமனி, ஆர்செனிக், வெள்ளீயம், தாதுவில் சிறிய அளவில் கலந்திருக்கும் உலோகங்கள் ஆகியவற்றைக் கொண்டது. கசடு, துத்தநாகம், இரும்பு, சிலிக்கா, சுண்ணாம்பு மற்றும் உலோகக் கலவையுள்ள பாறைப் பகுதி ஆகிய வற்றைக் கொண்டது. தூசி, கேட்மியம், இண்டி யம், காரீயம், துத்தநாகம் ஆகியவற்றையும் கொண்டது. ஊதுலையில் நாளொன்றுக்கு 750டன் சிட்டங்கட்டப் பட்ட தாதுப் பொருள் செலுத்தப்பட்டு அதிலிருந்து 250 டன் காரீயக் கட்டி பிரித் தெடுக்கப்படுகிறது.

தூய்மையாக்கல். தூய்மையற்ற உலோகக்கட்டி, கலன்களில் இடப்பட்டு 350°C அளவிற்குக் குளிர் விக்கப்படுகிறது. இந்த உலோகக் கழிவில் (dross) பெருமளவு காரீயமும், தாதுவில் இருந்த செம்பு முழுவதும் உள்ளன. காரீயத்தின் உருகுநிலைக்குச் சற்று மிகுதியான வெப்பநிலையில், செம்பின் கரை திறன் மிகவும் குறைவாக உள்ளது. அதனால் குறைந்த வெப்பநிலையில் பெரும்பான்மையான செம்பு கலனில் தனியாகப் பிரிகிறது. பின்னர் இச் செம்பு தனியாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. எஞ்சி யுள்ள செம்பு, கந்தகத்தைக் கலனிலிட்டுக் கலக்கு வதன் மூலம் நீக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் காரீ யத்தில் 0.01% அளவே செம்பு கலந்திருக்கும். இக் காரீயத்தில் வெள்ளீயம் குறிப்பிடத்தக்க அளவு கலந் திருப்பின் இக்காரீயக் கட்டி 600°C க்கு மீண்டும் சூடாக்கப்படுகிறது. பின்னர் இதன் ஊடாகக்காற்றுச் செலுத்தப்பட்டு வெள்ளீயம் நீக்கப்படுகிறது. பின்னர் இக்காரீயக் கட்டி தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

ஊதுலையிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படும் கசடி லிருந்து துத்தநாகமும், எஞ்சிய காரீயமும் ஆவி யாக்கப்படுகின்றன. பயனற்ற கசடு நீக்கப்படுகிறது. சிட்டங்கட்டும் பகுதியிலிருந்தும் ஊதுலையிலிருந்தும் தூசி, பைகள் அல்லது வடிகட்டிகளில் சேகரிக்கப் படுகிறது.

ஓரளவிற்கு வெள்ளி, தங்கம் மற்றும் பிற பொருள்களைக் கொண்ட செம்பு நீக்கப்பட்ட காரீயக் கட்டி, இரண்டு முக்கிய செயல்முறை களுள் ஒன்றின் அடிப்படையில் மீதூய்மை செய்யப் படுகிறது. உயர்வெப்ப உலோகவியல் தொழில் நுட்பத்தின்படியே பெருமளவில் தூய்மையாக்கப்படு கிறது. 20% அளவிற்கும் குறைவான மின்முறை மேற்கொள்ளப்படுகிறது. காரீயக் கட்டியில் பிஸ்மத் தின் அளவு மிகவும் அதிகமாக உள்ளபோது மின் முறைப்படியே தூய்மையாக்கப்படுகிறது.

உயர்வெப்ப உலோகவியல் முறையில் முதலில் ஆர்செனிக், ஆன்ட்டிமனி, வெள்ளீயம் ஆகியவை நீக்கப்பட்டு உலோகம் இளக்கப்படுகிறது. இது, 700-750°C வெப்பநிலையில், இத்தனிமங்களை எதிர் அனல் உலையில் (reverberatory furnace) காற்றால் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் நிகழ்கிறது. உயர் அளவு ஆன்ட்டிமனி மற்றும் காரீயம் ஆகியவற்றைக் கொண்ட கசடு கல்கரியால் குறைக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாகக் கிடைக்கும் ஆன்ட்டிமனி கலந்த காரீய உலோகக்கலவை விற்பனை செய்யப் படுகிறது.

ஹாரீஸ் செயல்முறையும் மாசுகளை நீக்கப் பெருமளவு பயன்படுகிறது. இம்முறையில் நீர்ம நிலையில் உள்ள காரீய உலோகம் உருகிய கார சோடா உருகிய சோடியம் நைட்ரேட் ஆகியவற்றின் வழியாகத் தெளிக்கப்படுகிறது. சோடியம் நைட்ரேட் ஆர்செனிக், ஆன்ட்டிமனி, வெள்ளீயம் ஆகியவற்றை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து அவற்றைச் சோடிய உப்புகளாக மாற்றுகிறது. பின்னர் அவை நீக்கப்படுகின்றன.

இதற்குப் பின் வெள்ளி, தங்கம் ஆகியவை பார்க்ஸ் துத்தநாக வெள்ளி நீக்கும் செயல்முறையின் படி நீக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் உருகிய நிலையில் உள்ள காரீயத்துடன் தெவிட்டு நிலைக்கு (saturated state) மேல் துத்தநாகம் சேர்க்கப்படுகிறது. இச்சேர்க்கையால் தங்கம் வெள்ளி போன்ற உலோகங்கள் காரீயத்தில் கரைவதில்லை. இவை துத்த நாகத்துடன் இணைந்து மேற்பரப்பில் மிதக்கின்றன. பின்னர் அவை நீக்கப்படுகின்றன.

வெள்ளியும் தங்கமும் நீக்கப்பட்ட காரீயம் துத்தநாகம் கலந்த எளிதில் உருகியாக உள்ளது. வெற்றிடத் துத்தநாக நீக்க முறையில் இதிலிருந்து துத்தநாகம் நீக்கப்படுகிறது. அதாவது 600 °C வெப்ப நிலையில், வெற்றிடத்தில் துத்தநாகம் ஆவியாக்கப் படுகிறது. சிலசமயங்களில் காரீயத்துத்தநாகக் கலவை யின் ஊடாகக் குளோரின் செலுத்தப்படுவதால் துத்தநாகக் குளோரைடாக மாற்றப்பட்டு, பின்னர் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

பிஸ்மத்தை மிகுந்த அளவில் கொண்ட காரீயம் மிகவும் தரம் குறைந்தது. ஆகையால் 0.1% க்கும் மேல்உள்ள பிஸ்மத் நீக்கப்பட வேண்டும். இவ்வாறு தூய்மையாக்கப்பட்ட காரீயம் 99.99% தூய்மை யானதாக உள்ளது. இந்நிலையில், காரீயத்துடன் கலந்துள்ள பிஸ்மத்தின் அளவின் படியே காரீயத்தின் தரம் வேறுபடுகிறது. உருக்கிப் பிரித்தெடுக்கும் தொழில் நுட்பத்தின்படி, தேவையான தரத்திற்கு உருவாக்கப்படுகிறது.

உலோகக் கலவைகள். தேவையான பண்புகளைப் பெறும் பொருட்டுக் காரீயத்துடன் பிற தனிமங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. பொதுவாக, சிறிய அளவில் சேர்க்கப்படும் பிற உலோகங்களால் காரீயத்தின் கடினத் தன்மையும், இழுவலிமையும் மிகுதியாகின் றன. அதே சமயம் அடர்த்தி, காரீயத்தின் கம்பியாக நீளும் தன்மை, தகடாகும் தன்மை ஆகியவை குறை கின்றன. காரீயத்தின் ஊருகைத் (creep) தன்மை யால், அதன் உருகுநிலையும் மணியின் (grain) அளவும் குறைகின்றன. தேவையான அளவிற்கு மேல் பிற உலோகங்கள் சேர்க்கப்பட்டால், அக்கலவை வலிமை குறைந்ததாகவும், எளிதில் உடையக்கூடிய தாகவும் மாறக்கூடும்.

காரீயத்துடன் சேர்க்கப்படும் பிற கலவை உலோகங்களால் அதன் எந்திரப் பண்புகள் மேம் படுத்தப்படுகின்றன. இது காரீயத்தின் அணுஆரத்திற் கும் கலவை உலோகத்தின் அணு ஆரத்திற்கும் உள்ள வேறுபாட்டையும், அக்கலவை வெப்பப்பதனிடப் படுகிறதா என்பதையும், அக்கலவை வார்த்தல் உருட்டுதல் பிதிர்வு (extrusion) ஆகியவற்றில் எம் முறையால் உருவானது என்பதையும் பொறுத்த தாகும். இரு உலோகங்களின் அணு ஆரங்களுக்கு இடையே பெரும் வேறுபாடு இருப்பின், எந்திரப் பண்புகளில் மேம்பாடு அறியப்படுகிறது.

சேர்க்கப்படும் உலோகங்களால், காரீய உலோகக் கலவையில் மேம்பாடு இருப்பினும் சில உலோகங்கள் விலைமிகுந்துள்ளன. லித்தியமும் வெள்ளியும் மிகுந்த அரிமான எதிர்ப்புக் கொண்டவை. பெரும்பான் மையாகப் பயன்படும் அரிமான எதிர்ப்புக் காரீய உலோகக் கலவை ஆன்ட்டிமனி, வெள்ளி, வெள்ளீயம், கால்சியம், செம்பு ஆகியவற்றைக் கொண்டதாகும்.
காண்க: காரீய உலோகக் கலவை.

-வா. அனுசுயா

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks, Standard Handbook for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw Hill Book Company, 1978.

கால்

முழங்காலிலிருந்துபாதம்வரை உள்ள பகுதியைக் கால் எனலாம். உடலின் மொத்த எடையை இருகால்களும் சமமாகத் தாங்குகின்றன. கால்பகுதியில் உள்ள தோல் காலின் உட்புறத்தில் டிபியா எலும்பின் மேல் நேரடியாகத் தொடர்புடையது. மற்றப்பகுதிகளில் தசைகளினால் எலும்பு பிரிக்கப்படுவதால் காலின் உட்புறத்தில் வரும் புண்கள் ஆறுவதற்குப் பலநாள் ஆகலாம். எலும்பு முறிவில் தோல் கிழிய இது ஏதுவாகிறது.

தோல் அடித் திசு அடர்த்தியாக இருப்பதுடன் பல்வேறு பகுதியில் எலும்புடன் இணைவதால் காலை முன்பகுதி, வெளிப்பகுதி, பின்பகுதி எனப் பிரிக்கலாம். இதனால் விரணம், காயப்பகுதியில் அழுத்தம் கூடு வதால் நசிவுற்ற செல்கள் அழுத்தப்படலாம். முன் பகுதியில், முன் நளகம் (tibialis anterior), எக்ஸ்டென் சார் டிஜிட்டோரம் லாங்கஸ் (extensor digitorum longus), பெரோனியஸ் டெரிசியஸ் (peroneus tertius), எக்ஸ்டென்ஸார் ஹாலுசிஸ் லான்கஸ் (extensor hallucis longus), எக்ஸ்டென்சார் டிஜிடோரம் பிரெவிஸ் (extensor digitorum brevis) போன்ற தசைகள், முன் நளகத்தமனி (anterior tibial artery) முன் கீழ்க்கால் உள்ளெலும்புத் தமனி மற்றும் சிரை முன் நளக நரம்பு, பெரோனியல் தமனியின் துளைக் கிளை முதலியவை காணப்படும்.

காலின் வெளிப்புறம் பெரோனியல் பகுதி எனப் படுவதுடன் பெரோனியஸ்லாங்கஸ்(peroneus longus), பெரோனியஸ் பிரெவிஸ் (peroneus brevis) தசை களுடன் தசைத்தோல் நரம்பும் (musculo cutaneous nerve) காணப்படும். காலின் பின்புறத்தில், சபீனஸ் நரம்பு, தொடையின் உட்புறத் தோல் நரம்பு, தொடையின் பின்புறத் தோல் நரம்பு ஆகியவை தோலின் உணர்ச்சி நரம்புகளாகும். காஸ்டிரோனி

மியஸ் தசை, பிளாஸ்டாரிஸ் தசை, சோலியஸ் தசை, பாப்ளிடியஸ் தசை, பிளக்ஸார் டிஜிட்டோரம் லாங்கஸ், பின் நளகத்தசை, பிளக்ஸார் ஹாலுசிஸ் லாங்கஸ் போன்ற தசைகள் காணப்படுவதுடன் பின்நளக நரம்பு பின்நளகத்தமனி ஆகியவை யும் காணப்படும். இவை எல்லாம் பிளக்ஸார் நரம்பு வலைப் பின்னல் வழியே பாதத்தை அடைகின்றன. காஸ்டிரோனிமியஸ் மற்றும் சோலியஸ் தசைக்கு இடையே உள்ள சிரைப்பின்னல் உடலின் இரண்டாம் இதயம் எனப்படுகிறது. தசையியக்கத்தால் இரத்தம் இச்சிரைகள் வழியே இதயத்தை நோக்கி அனுப்பப்படும்.

கால் விரல்கள். காலில் உள்ள ஐந்து விரல்களில் முதல் விரல் பெருவிரல் எனப்படும். கால் விரலில் பாதப்பகுதி தடித்த தோலாலும், மேற்பகுதி மென் தோலாலும் மூடப்பட்டிருக்கும். கைவிரல்களை ஒத்து நகமும் காணப்படும்.

தரையில் விரல்களை ஊன்றி நடக்க, உடல் எடை முழுதும் சமமாகப் பரவ ஏதுவாகிறது. மலை யேறவும், கரடுமுரடான பாதையில் நடக்கவும் விரல் களின் பணி முக்கியமானது. பெருவிரலுக்கும் சிறு விரலுக்கும் வெளிப்புறம் விரிக்க தனித்தசைகள் உண்டு. அவை முறையே அப்டக்டார் ஹாலுசிஸ் (abductor hallucis), அப்டக்டார் டிஜிடைமினிமிஸ் (abductor digitiminimis) ஆகும். ஃபிளக்ஸார் டிஜிடோரம் பிரிவிஸ் (flexor digitorum brevis) எனும் தசை நாண், நான்காகப் பிரிந்து வெளிப்புறமுள்ள நான்கு விரல்களும் மடங்க உதவுகிறது. மற்றொரு தசையாகிய பிளக்ஸார் துணைத் தசை இதற்கு உதவுகிறது. பிளக்ஸார் டிஜிடோரம் லாங்கஸ் எனப்படும் தசை கால்பகுதியிலிருந்து விரல்களுக்குப் பாதம் வழியே செல்வதுடன் விரல்களை மடக்கவும் உதவுகிறது.

பெருவிரலை மடக்க உதவுவன பிளெக்ஸார் ஹாலுசிஸ் லாங்கஸ், பிளக்ஸார் ஹாலுசிஸ் பிரிவிஸ் ஆகும். பெருவிரலை ஒடுக்க உதவும் அடக்டார் ஹாலுசிஸ் தசையும் சிறுவிரலை மடக்க உதவும் பிளக்ஸார் டிஜிடைமினிமிஸ் பிரிவிஸ் தசையும் பாதத்தில் தொடங்கி அந்தந்த விரல்களில் முடியும். விரல்களை நீட்ட உதவும் எக்ஸ்டென்சார் டிஜிடோரம் லாங்கஸ், எக்ஸ்டென் சாஸ் டிஜிடோரம் பிரிவிஸ், எக்ஸ்டென்சார் ஹாலுசிஸ் லாங்கஸ் தசைகள் முன் காலிலிருந்து விரல்களுக்கு வந்து விரல்களை மேல்நோக்கி நீட்ட உதவும்.

விரல்களின் மேற்புறம் உணர்வு அறியத்தசைத் தோல் நரம்பும் பாதத்தில் உயர்வை அறியப் பாதத்தில் உள் பாத நரம்பும் (medial plantar nerve) வெளிப்பாத நரம்பும் (lateral plantar nerve) உதவு கின்றன. இவற்றுடன் தமனிகள் மூலம் இரத்த ஓட்டமும் நடைபெறுகிறது.

தொழுநோயில் நரம்புப் பாதிப்பால் விரல்கள் பழுதுபட்டுக் குறைவுபடும் சர்க்கரை நோய் மற்றும் நசிவுற்ற செல் நோய்களிலும் விரல்கள் அழுக ஏதுவாகும். ஓரிரு விரல்களை எடுத்துக் களைவதால் பாதத்தின் பணி கெடுவதில்லை. மாறாக நோயைக் கட்டுக்குள் வைத்திருக்க உதவும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கால்சியம்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் II A தொகுதியாகிய கார மண் உலோகங்கள் (alkaline earth metals) தொகுதியில் மக்னீசியத்தை அடுத்துக் கால்சியம் (calcium) உலோகம் அமைந்துள்ளது. இதன் குறியீடு Ca; அணு எண் 20; அணு நிறை 40.08; புவியின் மேல்தோட்டில் கிடைக்கும் தனிமங்களில் இது ஐந்தாம் இடத்தையும், உலோகங்களில் இது மூன் றாம் இடத்தையும் பெறுகிறது. இது புவி மேல் தோட்டில் 3.64% வரை உள்ளது. உலகில் இவ் வுலோகம் பரவலாகக் கிடைக்கிறது. தாவர, விலங் கினங்களின் வளர்ச்சிக்கு இவ்வுலோகம் இன்றியமை யாதது. எலும்பு, பல், முட்டை மேலோடு, பவழம் ஆகியவற்றில் கால்சியம் உள்ளது. கடல் நீரில் கால்சி யம் குளோரைடு 0.15% வரையுள்ளது. பழங்கால மக்கள் இதன் பயனை நன்கு அறிந்திருந்தனர். கால்சி யத்தின் முக்கிய தாதுக்களும் அவற்றின் வாய் பாடுகளும் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIII	VIII	VIII	Ib	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	0
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Ha	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

லாந்தனைடு தொகுதி.	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
ஆக்டினைடு தொகுதி.	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

தாது		வாய்பாடு
சலவைக்கல் (marble)	—	$CaCO_3$
சுண்ணாம்புக்கல்	—	$CaCO_3$
ஐஸ்லாந்துப் படிகம்	—	$CaCO_3$
கால்சைட்	—	$CaCO_3$
டோலமைட்	—	$MgCO_3CaCO_3$
ஃபுளோர்ஸ்பார்	—	CaF_2
கால்சியம் சல்ஃபேட் (நீரிலி)	—	$CaSO_4$
ஜிப்சம்	—	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
அப்படைட்	—	$Ca_5(PO_4)_3F$
கல்நார்	—	$CaMg_3(SiO_3)_4$

பிரித்தெடுத்தல். தொழில் முறையில் கால்சியம் குளோரைடை மின்னாற்பகுத்துக் கால்சியம் உலோகம் பெறப்படுகிறது. கால்சியம் குளோரைடில் 16% கால்சியம் ஃபுளூரைடும் சேர்த்துக் கொள்ளப்படும். கால்சியம் குளோரைடை இரு வழிகளில் பெறலாம். கார்பனேட் தாதுவுடன் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை வினைபுரியச் செய்தும், சால்வே முறையில் கழிவுப் பொருள் மூலமும் கால்சியத்தைப் பெறலாம். உட்புறம் கிராஃபைட் பூச்சுப் பூசப்பட்ட கலனில் மின்னாற்பகுப்பு நடைபெறுகிறது. இக்கலனை நேர்மின் முனையாகவும், நீரால் குளிர்விக்கப்பட்ட இரும்புத் தண்டை எதிர் மின்முனையாகவும் கொண்டு மின்னாற்பகுப்புச் செய்யும்போது கால்சியம் எதிர் மின்முனையில் படிகிறது. இம்முறையில் தயாரிக்கப்படும் கால்சியம் செந்தூய்மையாக இருக்காது. எனவே வெற்றிடத்தில் 800°C இல் பதங்கமாதல் முறையில் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். சில நேரங்களில் சுண்ணாம்புடன் அலுமினியத்தைச் சேர்த்துக் காற்றில்லாச் சூழ்நிலையில் ஒடுக்கி, வடித்துப் பிரித்தும் கால்சியம் பெறப்படுகிறது.

இயற்பண்புகள். கால்சியம், வெள்ளி போன்ற வெண்மையான பளபளப்பான உலோகம். காற்றுப் படும்போது இதன் நிறம் ஆக்சிஜனேற்றத்தால் மங்குகிறது. இது சோடியம் உலோகத்தைவிடக் கடினமானதும், அலுமினியத்தை விட மென்மையானதும் ஆகும். கார உலோகங்களைப் போல் இது உடலில் பட்டால் தீக்காயங்களை உண்டாக்குவதில்லை. ஏனைய கார, காரமண் உலோகங்களைப்போல் அல்லாமல் இது மிகு வினைபுரியும் ஆற்றல் பெற்றதன்று. தூய கால்சியம் உலோகத்தைத் தகடாகவும், கம்பியாகவும் மாற்றலாம். காற்றில் திறந்து வைக்கும் போது இவ்வுலோகத்தின் மேல் ஆக்சைடு, நைட்ரைடு படலம் படிகிறது. இது இவ்வுலோகம் மீண்டும் காற்றினால் தாக்கப்படுவதைத் தடுக்கிறது. உயர் வெப்பநிலையில் இது எரிந்து பெரும்பாலும் நைட்ரைடைத் தருகிறது. நீருடனும், அமிலங்களுடனும் எளிதில் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளிவிடுகிறது. இதில் அம்மோனியாவும், ஹைட்ரோகார்பன்களும் மாசாகக் கலந்துள்ளன. இதன் சில இயற்பியல் மாறிலிகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பண்புகள்	மதிப்பு
அணு எண்	20
அணு எடை	40.08
ஐசோடோப்புகள்	40,42,43,44, 46,48
படிக அமைப்பு	முக மையக் கன சதுரம் (FCC)
இணைதிறன்	2
அயனி ஆரம், Å	0.99
கொதிநிலை, °C	1487 (?)
உருகுநிலை, °C	810 (?)
அடர்த்தி, கி க.செ.மீ (20°C. இல்)	1.55
ஆவியாதலின் உள்ளுறை வெப்பம், கொதிநிலையில், கி. ஜூல் கி. அணு	399
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு	2 8,8,2

இவ்வுலோகம், அலுமினியம் உலோகக் கலவை காரில் உலோகக் கலவைக்காரணியாகவும், பிஸ்மத்திலிருந்து காரீயத்தைப் பிரித்தெடுக்கவும், இரும்பில் கிராஃபைட் கார்பனின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தவும் உதவுகிறது. எஃகு உற்பத்தியில் ஆக்சிஜன் குறைப்பியாகவும் குரோமியம், தோரியம், சிர்கோனியம், யுரேனியம் போன்ற உலோகங்கள் தயாரிப்பில் ஒடுக்கியாகவும், நைட்ரஜன் ஆர்கான் கலவையைத் தனிப்படுத்த உதவும் பொருளாகவும் இது உதவுகிறது. மக்னீஷியம் உலோகக் கலவையுடன் (0.25%) இதைச் சேர்க்கும்போது அக்கலவை எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் தன்மையைக் குறைத்து, அதன் வெப்ப ஏற்புத் திறனை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. உருகிய பேரியம், கால்சியம் குளோரைடுகளை உருகிய காரீயம் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கலனிலிட்டு மின்னாற்பகுக்கும்போது கால்சியம், பேரியம், காரீயம் உலோகக் கலவைகள் கிடைக்கின்றன. கால்சியத்தின் வளிமங்களை எளிதில் ஈர்க்கும் பண்பால் வெற்றிடக் குழாயில் எஞ்சியிருக்கும் ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் போன்ற வளிமங்களை உறிஞ்சி நீக்க உதவும் வளிம நீக்கியாக (getter) இது பயன்படுகிறது.

முக்கிய சேர்மங்கள்

சோடியம் சேர்மங்களைவிடக் கால்சியம் சேர்மங்கள் ஐந்து அல்லது ஆறு மடங்கு விலையுயர்ந்தவையாக உள்ளன. எனவே சோடியம் சேர்மங்களைக் கால்சியம் சேர்மங்களுக்கு மாற்றாகப் பயன்படுத்த முடியுமானால் அதுவே பொருளாதார முறையில் ஏற்றதாகும். ஆனால் சுண்ணாம்பு (CaO), சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைவிட விலை குறைந்தது; எங்கும் கிடைப்பது. கால்சியம் உலோகம் ஹைட்ரஜனுடன் 400°C இல் நேரடியாக வினைபுரிந்து கால்சியம் ஹைட்ரைட்டைத் (CaH_2) தருகிறது. இப்பொருள் 400-500°C இல் உலர் ஆக்சிஜனில் நிலைப்புத் தன்மையுடன் உள்ளது. உயர் வெப்பநிலையில் சிறந்த ஒடுக்கியாக விளங்குகிறது. இது பல கனிம ஆக்சைடுகளை அவற்றின் உலோகங்களாக ஒடுக்குகிறது. இது சோடியம் குளோரைடைச் சோடியமாகவும், கார்பன் மோனாக்சைடை ஃபார்மால்டிஹைடாகவும் ஒடுக்குகிறது. மேலும் இது அசெட்டோனை மெச்சிட்டிலீன் ஆக்சைடாக மாற்றவும், எத்திலீனை எத்தேனாக மாற்ற ஹைட்ரஜனேற்ற வினையூக்கியாகவும் செயல்படுகிறது. நீருடன் கால்சியம் ஹைட்ரைடைச் சேர்த்துச் சூடுபடுத்தும்போது ஹைட்ரஜன் வெளிப்படுகிறது. எனவே இது ராணுவத்தில் எளிதில் ஹைட்ரஜன் தயாரிக்க ஹைட்ரோலித் (hydrolith) என்னும் பெயரில் பயன்படுகிறது.

ஆக்சைடுகள், ஹைட்ராக்சைடுகள். கால்சியம் நைட்ரேட், கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு, கால்சியம் கார்பனேட் போன்றவற்றைச் சூடுபடுத்தினால் கால்சியம் ஆக்சைடு கிடைக்கிறது. இது சுட்ட சுண்ணாம்பு என்றும் வழங்கப்படுகிறது. இவ்வெண்ணிறப் பொடி, உயர் உருகுநிலை (2570°C) கொண்டது. ஆக்சி-ஹைட்ரஜன் பிழம்பினால் வெப்பப்படுத்தும்போது இது மிகு சுடர்மிக்க சுண்ணாம்பு ஒளியைக் (lime light) கொடுக்கிறது. சிலிக்காவுடனும், பாஸ்ஃபரஸ் பென்டாக்சைடுடனும் வினைபுரிந்து கால்சியம் சிலிக்கேட்டையும், கால்சியம் பாஸ்ஃபேட்டையும் தருகிறது. காற்றில் திறந்து வைக்கும்போது எளிதில் கார்பன் டைஆக்சைடையும், ஈரத்தையும் உறிஞ்சுகிறது. நீரை இதனுடன் சேர்க்கும்போது 'உஸ்' என்னும் ஒலியுடன் வெப்பம் வெளியாகிறது. இதனால் நீர்த்த சுண்ணாம்பு (slaked lime, $Ca(OH)_2$) கிடைக்கிறது.

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 15{,}000 \text{ கலோரிகள்.}$$

இது கார்பன்டை ஆக்சைடு, ஈரம் ஆகியவற்றை நீக்கவும், உலைகளில் உட்பூச்சுப் பூசவும் பயன்படுகிறது.

சுண்ணாம்பு நீருடன் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடைச் சேர்த்தால் கால்சியம் பெராக்சைடு ($CaO_2 . 8H_2O$) கிடைக்கிறது. செஞ்சூட்டால் சிதைந்து கால்சியம் ஆக்சைடையும், ஆக்சிஜனையும் கொடுக்கிறது; அமிலத்தால் சிதைவடைகிறது. கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடு வெண்ணிறத்தூள்; நீருடன் சேர்ந்த சுண்ணாம்புப் பசை சுண்ணாம்புப் பால் (milk of lime) என்றும், தெளிந்த நீர் சுண்ணாம்பு நீர் (lime water) என்றும் வழங்கப்படும். நீரில் இது குறைவாகக் கரைகிறது. காற்றிலிருந்து கார்பன் டைஆக்சைடை உறிஞ்சிக் கால்சியம் கார்பனேட்டைத் தருகிறது. அமில வளிமங்களை உறிஞ்சவும், சலவைத்தூள், கண்ணாடி, எரிசோடா, சிமெண்ட் போன்றவற்றைத் தயாரிக்கவும் இது பயன்படுகிறது. கால்சியம் ஆக்சைடுடன் எரிசோடாக் கரைசலைச் சேர்த்து நன்றாக வெப்பப்படுத்தி, நீரை அகற்றிக் கிடைக்கும் பொருள் சோடா சுண்ணாம்பு (sode lime) எனப்படும். இது பல வளிமங்களை உறிஞ்சுகிறது.

கார்பனேட். தூய கால்சியம் கார்பனேட் இரு படிக உருவங்களில் கிடைக்கிறது. அவை: கால்சைட் (அறுகோணப்படிகம்). அரகோனைட் (ராம்போஹிட்ரல் வடிவம்). கால்சியம் கார்பனேட், கால்சியம் தாதுக்களிலேயே மிகுதியும் கிடைக்கக்கூடிய தாது ஆகும். ஐஸ்லாந்துப் படிகமும், கால்சைட்டும் தூய கார்பனேட்டுகள்; சலவைக்கல் சிறிது மாசு கலந்தது. கால்சியம் கார்பனேட் நீரில் பெரிதும் கரையாது; ஆனால் கார்பன் டைஆக்சைடு கலந்த நீரில் மிகுதியாகக் கரைகிறது. இக்கரைசலில் கரைந்து பைகார்பனேட்டைக் கொடுக்கிறது. அமில நிலத்தடி நீர் கால்சியம் கார்பனேட் பாறைகளைக் கடந்து செல்லும்போது இதனாலேயே குகைகள் உண்டாகும்.

ஹாலைடுகள். கால்சியத்தின் நின்றொளிரும் (phosphorescence) சேர்மம் கால்சியம் ஃபுளூரைடு ஆகும். இது புற ஊதா, அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சுகளை ஊடுருவச் செய்வதால் நிரலியலில் (spectroscopy) முக்கியமாகப் பயன்படுகிறது. சால்வே முறையில் தேவையற்ற பொருளாகக் கிடைக்கும் கால்சியம் குளோரைடு நீர் உறிஞ்சும் தன்மை கொண்டது. எனவே இது தொழிலகங்களிலும், ஆய்வுக்கூடங்களிலும் உலர்த்தியாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் இது நீரில் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் பெரும்பான்மையாகக் கரைவதால் குளிர்வூட்டும் ஆலைகளில் பயன்படுகிறது. கால்சியம் குளோரைடு கடல் நீரில் குறைந்த அளவு காணப்படுகிறது. கால்சியம் குளோரைடு ஹைப்போ குளோரைட் சலவைத் தூளாகும். தொழில் முறையில் குளோரினை நீர்த்த சுண்ணாம்பில் செலுத்திப் பெறலாம். இது நீரைத் தூய்மையாக்கப் பயன்படுகிறது.

சல்ஃபேட். கால்சியம் சல்ஃபேட், டைஹைட்ரேட் ஜிப்சம் என்றும் வழங்கப்படுகிறது. போர்ட்லாண்ட் சிமெண்ட் தயாரிக்க இது இன்றியமையா மூலப் பொருளாகும். உயர் வெப்பநிலையில் ஜிப்சத்தை வெப்பப்படுத்திப் பெறப்படும் ஹெமி ஹைட்ரேட் பாரிஸ் சாந்து (plaster of Paris) என்னும் பெயரில் விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இதை நீரில் கரைத்தால்

ஹெமி ஹைட்ரேட் டைஹைட்ரேட்டாக மாறுகிறது. அப்போது குறிப்பிடத்தக்க அளவு வெப்பம் வெளியாகி விரிவடைகிறது. இது கலைப்பொருள்கள் தயாரிப்பிலும், ஒட்டுப்பசையிலும் பயன்படுகிறது.

சிலிசைடு, கார்பைடு. கால்சியம், சிலிக்கா, கார்பன் போன்றவற்றைச் சேர்த்து மின் உலையில் ஒடுக்கும்போது கால்சியம் சிலிசைடு (CaSi) கிடைக்கிறது. இது எஃகு பொருள்களில் ஆக்சிஜன் குறைப்பியாகப் பயன்படுகிறது ஆக்சிஜனுடன் சேர்த்துக் கால்சியம் சிலிக்கேட்டைக் கொடுக்கிறது. இதன் உருகுநிலை மிகக்குறைவு. கால்சியம் கார்பைடு ஓர் அசெட்டிலைடு; இது அயனி அமைப்பைக் $((C\equiv C)^{2-})$ கொண்டுள்ளது. நீராற் பகுக்கும்போது அசெட்டிலீனைக் கொடுக்கிறது. அசெட்டிலீன் முக்கிய கரிம வேதிப் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. உயர் வெப்பத்தால் இது வளிமண்டல நைட்ரஜனை உறிஞ்சிக் கால்சியம் சயனமைடைக் கொடுக்கிறது. கால்சியம் சயனமைடு யூரியா தயாரிக்கத் தேவைப்படும் மூலப்பொருளாகும்.

பாஸ்ஃபேட்டுகள். கால்சியம் பாஸ்ஃபேட்டுகள் பெரும்பாலும் உரங்களாகப் பயன்படுகின்றன. ட்ரைகால்சியம் ஆர்த்தோபாஸ்ஃபேட் $(Ca_3(PO_4)_2)$ இயற்கையில் அப்படைட் கனிமமாகக் கிடைக்கிறது. காரக் கரைசலில் கரைந்துள்ள பாஸ்ஃபேட்டை, கால்சியம் உப்புடன் சேர்க்கும்போது இது உண்டாகிறது.

$$2Na_2HPO_4 + 2NH_4OH + 2CaCl_2 \rightarrow$$
$$4NaCl + 2NH_4Cl + Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2O$$

கால்சியம் உப்பின் அமிலக் கரைசலைச் சோடியம் பாஸ்ஃபேட்டுடன் சேர்த்து டை கால்சியம் ஆர்த்தோ பாஸ்ஃபேட் பெறப்படுகிறது. இது நீரில் கரையாதது. மோனோ கால்சியம் ஆர்த்தோ பாஸ்ஃபேட் பெற ட்ரைகால்சியம் பாஸ்ஃபேட்டுடன் பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் சேர்க்கப்படுகிறது.

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \rightarrow 3\ Ca(H_2PO_4)_2$$

இது பிற பாஸ்ஃபேட்டுகள் போலன்றி நீரில் கரைகிறது. தூய கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் பற்பசைகளில் பயன்படுகிறது.

கால்சியம் சூப்பர் பாஸ்ஃபேட் $((Ca(H_2PO_4)_2 H_2O + 2(CaSO_4\cdot 2H_2O))$ ஒரு பாஸ்ஃபேட் உரமாகும். இது கால்சியம் ஆர்த்தோபாஸ்ஃபேட்டும் ஜிப்சமும் கலந்த கலவையாகும். தாமஸ் கசடு ஒரு ட்ரை கால்சியம் ஃபாஸ்ஃபேட் $(Ca_3(PO_4)_2)$, கால்சியம் சிலிக்கேட் $(CaSiO_3)$ ஆகியவை கலந்த இரட்டை உப்பாகும். இது எஃகு உற்பத்தியின்போது கசடாகக் கிடைக்கிறது.

பிற சேர்மங்கள். கால்சியம் சல்ஃபேட்டைக் கார்பனுடன் சேர்த்து ஒடுக்கிப் பெறப்படும் கால்சியம் சல்ஃபைடு நிறமும் மணமும் அற்ற பொடியாகும். துத்தநாக சல்ஃபைடைப் போலவே நின்றொளிரும் தன்மை வாய்ந்தது. தூய கால்சியம் சல்ஃபைடிற்கு இப்பண்பு இல்லை. எனவே கால்சியம் சல்ஃபைடுடன் பிஸ்மத், மாங்கனிஸ், செம்பு, டங்ஸ்ட்டன் போன்ற மாசு கலந்திருந்தால் மட்டும் நின்றொளிர்கிறது. கால்சியம் சல்ஃபைடு ஒளி உமிழும் பூச்சுகளைத் தயாரிக்கப் பயனாகிறது. இது மயிரை நீக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. டைஎத்தில் துத்தநாகத்துடன் சேர்ந்து கால்சியம் கலவை அல்க்கைல் பெறுதிகளைக் கொடுக்கிறது. இப்பொருள் மிகு வினைபுரியும் தன்மையுடையது ஃபீனைல் அயோடைடுடன் கால்சியம் உலோகம் ஈதர் கரைசலில் வினைபுரிந்து கால்சியம் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளைத் தருகிறது.

$$Ca + C_6H_5I \xrightarrow{\text{ஈதர்}} C_6H_5CaI$$

பகுப்பாய்வு. கால்சியம் உப்புகளைத் தீப்பிழம்பில் சிறிது காட்டும்போது செங்கல் சிவப்பு நிறச் சுடர் உண்டாகிறது. இந்நிறத்தைக் கொண்டு கால்சியம் இருப்பதை அறியலாம். கால்சியம் உப்புடன் அம்மோனியம் குளோரைடு, அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு, அம்மோனியம் ஆக்சலேட் ஆகியவற்றைச் சேர்க்கும்போது வெண்ணிற வீழ்படிவு உண்டாகிறது. பருமனறி பகுப்பாய்வில் கால்சியத்தை, கால்சியம் உப்பாக வீழ்படியச் செய்து அமிலத்துடன் சேர்த்துத் திறன் தெரிந்த பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கரைசலுடன் தரம் பார்க்க வேண்டும். எடையறி பகுப்பாய்வில் கால்சியம் ஆக்சலேட்டின் வீழ்படிவைச் சூடுபடுத்திக் கிடைக்கும் கால்சியம் ஆக்சைடின் எடையிலிருந்து கண்டுபிடிக்க வேண்டும்.

காரை. நீர்த்த சுண்ணாம்பு, மணல், நீர் ஆகியவற்றைச் சேர்த்துக் கிடைக்கும் சாந்து போன்ற பொருள் காரையாகும். இது கட்டிடங்கள் கட்டவும் மேற்பூச்சுப் பூசவும் பயன்படுகிறது. இதைக் கல்லின்மேல் பூசியவுடன் நீர் படிப்படியாக ஆவியாகி, கடினத் தன்மையடைந்து இறுகுகிறது. அப்போது கார்பன் டைஆக்சைடைக் கவர்ந்து கால்சியம் கார்பனேட் உண்டாகிறது.

சலவைத் தூள். உலர் நீர்த்த சுண்ணாம்பில் குளோரின் வளிமத்தைச் செலுத்துவதால் சலவைத் தூள் உண்டாகிறது.

$$Ca(OH)_2 + Cl_2 \longrightarrow CaOCl_2 + H_2O$$

இது குளோரின் நெடியுள்ள பொடியாகும். ஈரம், கார்பன் டைஆக்சைடு, அமிலம் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்பட்டுக் குளோரினை வெளியேற்றுகிறது. சிறிதளவே கரைகிறது. இது ஒரு சிறந்த ஆக்சிஜ

னேற்றியாகும். காகிதம். பருத்தி ஆடை, துணி போன்றவற்றை வெளுப்பதற்கும், தொற்று நீக்கவும், ஆக்சிஜன், குளோரின், குளோரோஃபார்ம் போன்றவை தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. இதிலுள்ள குளோரின் அளவை அயோடிமெட்ரி பருமனறி பகுப்பாய்வினால் அறியலாம்.

- த. தெய்வீகன்

நூலோதி. F. Albert Cotton and Geoffrey Wilkinson, *Advanced Inorganic Chemistry*, Sixth Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, 1984.

கால்சியம் ஆக்சலேட் கல்

உடலின் சில உறுப்புகளில் (சிறுநீரக மண்டலம், பித்த நீர்ப் பை போன்றவை) கற்கள் தோன்றக் கூடும். வைட்டமின் A குறைபாட்டாலும், சிறுநீர் அடர்த்தியின் மாற்றங்களாலும், குறைந்த அளவில் சிறுநீர் பிரிவதாலும், சிறுநீரக நுண்ணுயிர்த் தாக்கத் தாலும், படுக்கையிலேயே நீண்ட நாள் இருப்ப தாலும் சிறுநீரக மண்டலத்தில் பலவகையான கற்கள் தோன்றுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று கால்சியம் ஆக்சலேட்டாகும். இது முசுக்கட்டைக் கல் (mulberry stone) எனப்படும். இந்தக் கல்லில் முள் போன்ற துருத்திகள் காணப்படுகின்றன. இதனால் சிறுநீரில் இரத்தம் வெளிப்படுகிறது. உறைந்த, மாற்றமடைந்த இரத்தம், கல்லின் பரப்பில் படிகிறது. ஆக்சலேட் கல், பொதுவாகத் தனியாகவே காணப்படுகிறது. எக்ஸ் கதிர்ப்படங்களில் நல்ல நிழலைக் காட்டுவதால் நோய் இன்னதென்று அறிவது எளிதாகிறது. கல் சிறியதாக இருந்த போதும், அதன் முரட்டுத் தனமான முள்கொண்ட பரப்பால், சில அறிகுறி களைத் தோற்றுவிக்கின்றது. கடினமான கல்லான கால்சிய ஆக்சலைட்டை உடைத்துப் பார்த்தால் வட்டமான வரிகள் காணப்படும்.

- மு.கி. பழனியப்பன்

நூலோதி. David Ritchie et.al., *Bailes & Love's short Practice of surgery*, 17th Edition, ELBS, London, 1979.

கால்சிலைட்

அரிய கனிமமான கால்சிலைட் (kalsilite) 1942 ஆம் ஆண்டு தென்மேற்கு உகாண்டா நாட்டில் மாஃப்ரு என்னுமிடத்தில் உருவான எரிமலைப் பாறைகளில் முதன்முதலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது பொட்டாசியம் அலுமினியம் சிலிகேட்டின் மூன்று நிலைகளில் உள்ள பல உருவ வடிவங்களில் ஒன்றாகும். இக்கனிமம் டெக்டோசிலிகேட் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். இக்கனிமத்தை எக்ஸ் கதிர் ஆய்வில் நோக்கும்போது, அறுகோண வடிவ அமைப்பைப் பெற்றுள்ளமையைக் காணலாம்.

இக்கனிமத்தை நுண்ணோக்கியின் மூலமாக ஆராயும்போது, இக்கனிமத்திற்கும், ஃபெல்ஸ்ப தாய்ட்ஸ் என்னும் கனிமத் தொகுதியிலுள்ள நெஃபிலீன் என்னும் கனிமத்திற்கும் வேறுபாடு எதுவுமின்றி, ஒரே வகையான ஒளியியல் பண்பு களைக் கொண்டுள்ளமையை அறியலாம். நெஃபிலீன் கனிமம் குறைந்த ஒளி விலகல் எண் கொண்டுள்ளது. இதன் மூலமாக, நெஃபிலீன் கனிமத்தையும், கால் சிலைட் கனிமத்தையும் பிரித்தறியலாம். ஆனால் இவ்விரு கனிமங்களுமே எதிர் ஒளிச் சுழற்றும்(-) பண்பைப் பெற்றுள்ளன. இந்த இரு கனிமங்களின் அமைப்பு அல்லது தோற்றம் ஒரே மாதிரியாக இருந்தாலும், இதன் படிக வகுப்பு வெவ்வேறானது.

கால்சிலைட் அமைந்துள்ள பாறைகள், கரிய நிறமுள்ள நுண்ணிய துகள்களைக் கொண்டுள்ளன. இதில் பெரிய ஆலிவின் படிகங்கள் பொதிந்துள்ளன. மேலும் பச்சை நிற மஞ்சள் வரிகளும் அமைந் துள்ளன. இவ்வரிகள் டையாப்சைட், கால்சைட், கால்சிலைட் கனிமங்கள் கலந்த நிலையில் காணப் படும்.

இக்கனிமத்தின் வேதியியல் உட்கூறு $KAlSiO_4$ ஆகும். இது அறுகோணப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இதன் மூன்று ஒளி விலகல் எண்கள், செவ்விணை வடிவப் பக்கத்தில் 3.12 (100) ஆகவும், 2.58 (5), மற்றும் 3.97 (45) ஆகவும் உள்ளன.

இக்கனிமத்தின் ஒளியியல் எண் $\omega = 1.538 - 1.543$ ஆகவும், $\epsilon = 1.532 - 1.537$ ஆகவும் உள்ளன. இதன் கடினத்தன்மை 6 ஆகும். அடர்த்தி 2.59 – 2.625 ஆகும். இக்கனிமத்தின் கனிமப் பிளவு $(10\bar{1}0)$ பக்கத்தில் தெளிவாகவும், அடியிணைப் பக்கத்தில் (0001) தெளிவற்றும் காணப்படும். இக்கனிமம் குறைவளை முறிவு உடையது. எளிதில் உடையும் தன்மை கொண்டது. கால்சிலைட் இயற்கையில் பெரிய உருவமாகவும், இதன் அணுக்கள் நெருக்க மான நிலையிலும் காணப்படும். இக்கனிமம் நிறமற் றும், வெண்மையாகவும், சாம்பல் நிறத்திலும் காணப் படுகிறது. இக்கனிமத்தில் ஒளி ஊடுருவும் தன்மை குறைந்தே காணப்படுகிறது. இதன் மிளிர்வானது ஒளிர்வான எண்ணெய்ப் படல மிளிர்வை ஒத்துள்ளது.

கால்சிலைட் நெப்லினுடன் திண்மக் கரைசலா கிறது. கால்சிலைட் திண்மக் கரைசலில் ஃபெரிக் அலுமினிய இடப்பெயர்ச்சி மிகுதியாயும் சிலிக்கான் அடக்கம் சுருங்கியும் காணப்படும். பெரும்பாலான கால்சிலைட் இயைபில் உலோக நேர்மின் அயனிகள் குறைவுற்றுள்ளன. கால்சிலைட் 850°C இல்

நெப்ஃலீன் - கால்சிலைட் திண்மக் கரைசல்தொகுதி

கனிமம்	$NaAlSiO_4$ நிறை%	அச்சுருவநிலை	கட்டமைவு அளவீடு a	b	c
நெப்ஃலின்	100-30	அறுகோணம்	100	-	8.4
உயர் வெப்பக் கார்னியரைட்	100-90	கனசதுரம்	7.3	-	.
கால்சிலைட்	0-20	அறுகோணம்	5.2	-	8.7
செஞ்சாய் சதுரக் கால்சிலைட்	0.10	செஞ்சாய் சதுரம்	9.1	15.7	86
முக்கால்சிலைட்	30	அறுகோணம்	15.4	-	8.6
நாக்கால்சிலைட்	25	அறுகோணம்	20.5	-	8.5

செஞ்சாய்சதுரக்கால் சிலைட்டாகமாறுகின்றது. நெப் லீன் அடக்கம் 30-10வரை கொண்டுள்ள கால்சிலைட் டுகள் சிக்கல் மிகுந்துள்ள திண்மக்கரைசல்களாக உள்ளன. பின்வரும்அட்டவணையில் நெப்ஃலின் கால் சிலைட் திண்மக்கரைசல் பற்றிய குறிப்புகள்உள்ளன.

இயற்கையில் அரிதாகக் காணப்படும் கால்சிலைட் எரிமலைப் பாறைகளிலேயே பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. இப்பாறையில் பெரிய துகள்களாக, பல கனிமங்கள் கலந்த நிலையில் கால்சிலைட் உரு வாகியுள்ளது. இத்தாலியிலுள்ள சான் வினான்ஜோ, உம்பிரியா, ஜைரி பிரதேசத்தில் நைரகாண்கோ வுக்கு அருகில் அமைந்துள்ள பாருடா எரிமலை தென்மேற்கு உகாண்டா நாட்டில் புன்யருகுரு வயலில் அமைந்துள்ள குயாம்பாப் எரிமலை ஆகிய இடங்களில் கால்சிலைட்டைக் கொண்ட பாறைகள் காணப்படுகின்றன.

உயர் வெப்பநிலையில் தோன்றும் கால்சிலைட் டில், சோடியம், பொட்டாசியத்தைச் சிறிதளவு இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. இதனால் 10-20%வரை நெப்ஃலீன் திண்மக்கரைசலாக உட்புகும், கால்சிலைட் செஞ்சாய்சதுரக் கால்சிலைட் மாற்றம் மிகவும் மந்த மாக நடைபெறுகிறது. செஞ்சாய்சதுரக் கால்சி லைட்டை உயர் வெப்பநிலையிலிருந்து திடீரென நீரில் அமிழ்த்திக் குளிர்வடையச் செய்தால் நிலை யான செஞ்சாய்சதுரக் கால்சிலைட்டாக மாற்றலாம். தர்ட்டில் ஸ்மித் (1958)செஞ்சாய்சதுரக் கால்சிலைட் டின் மற்றொரு வகையான படிகத்தையும் உருவாக் கினர். இப்படிகம் 20% நெப்ஃலின் உள்ள கால்சிலைட் பளிங்குப்பொருளுடன் சேர்ந்து காணப்படுகிறது.

கால்சிலைட்டின் இயைபில் நெப்ஃலீன் 15% உள்ளது. வெப்பநிலை உயரும்போது சோடியம், பொட்டாசியத்தைக் கால்சிலைட்டில் இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. இத்தகைய இடப்பெயர்ச்சி, கால்சிலைட் டுக்கும் நாக்கால்சிலைட்டுக்குமிடையில் நிகழ்கிறது. செயற்கை முறையில் உண்டாக்கப்படும் கால்சிலைட்டு களில் நெப்ஃலீன் அடக்கம் 0-30% வரை உள்ளது. இதனுடன் லூசைட் கனிமமும் காணப்படும். எரி மலைக் குழம்புப்பாறைகளில் முக்கால்சிலைட் இயற் கையாகக் கிடைப்பதைச் சகாமா-ஸ்மித் என்போர் 1957 ஆம் ஆண்டு குறிப்பிட்டுள்ளனர்.

சோடியத்தைப் பொட்டாசியம் இடப்பெயர்ச்சி செய்வதால் இக்கனிமத்தின் ஒளிவிலக்க எண் உயரு வதாகக் குறிப்பிட்டாலும் மிகச் சிறிதளவே ஒளி விலக்க எண் கூடுகிறது. இரட்டை ஒளிக்கதிர் விலக் கமும் Na:K விகிதத்தால் வேறுபடுகிறது. சோடி யத்தைப் பொட்டாசியம் வெளியேற்றுவதால் நெப் லீன் திண்மக் கரைசலின் அடர்த்தி மிகுதியாகிறது. மிகுதியும் பொட்டாசியம் செறிந்த நெப்லீன் கனிமங் களின் ஒளிவிலகல் எண்களின்மீது விழுவதால் கால் சிலைட் கனிமங்களை நெப்ஃலீன் கனிமங்களிலிருந்து ஒளிப்பகுப்பு முறைகளால் தனித்துப் பிரித்தறிய முடியாது.

கால்சிலைட்டுக்குப் பதிலாக இலூசைட் கனிமங் களும் உண்டாகியுள்ளன. கால்சிலைட் பெரிய முழுப் படிக உருவுள்ள கனிமங்களாக நெப்ஃலீன்இலூசைட் கனிமங்களுடன் காணப்படும். சிலபாறைகளில் கால்சி லைட் பாறைக் கருந்திரளாகவும் அமைந்திருக்கும். முதனிலைப்படிகங்களாக நெப்ஃலீன் - கால்சிலைட்டு கள் உயர் வெப்பநிலையில் படிகமாகி எரிமலைக் குழம்புப்பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. கால்சிலைட் டைக் கொண்ட பாறைகள் மிக அரிதாகக் காணப் படுகின்றன. இக்கனிமத்தை உண்டாக்கும் பாறைக் குழம்பு புவியின் ஆழப்பகுதியிலிருந்து வெளியேறிய தாகக் கருதப்படுகிறது. கால்சிலைட் உள்ள பாறை

களை ஆராய்ந்து பாறைக்குழம்பின் வளர்ச்சி பற்றி அறியமுடியும்.

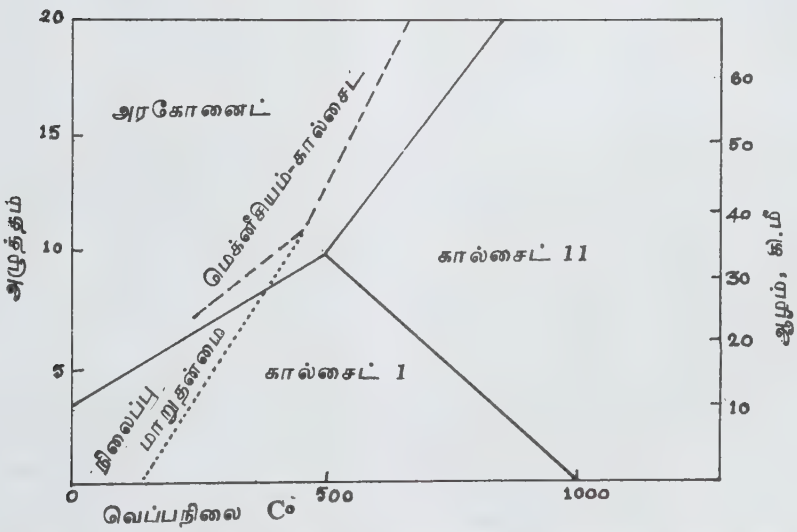
- எஸ். சுதர்சன்
- இரா. இராமசுவாமி

நூலோதி. W. E. ford, *Danas Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, New York, 1985.

கால்சைட்

பொதுவாக இது கால்சியம் கார்போனேட் படிக உருவமாகக் காணப்படுகிறது. படிவுப்பாறை, உருமாற்றப்பாறை, அனற்பாறை முதலியவற்றில் கால்சைட் (calcite) காணப்படுகிறது. இதுதனிப் படிகங்களாகவும் (ஐஸ்லாந்து ஸ்பார், நாய்ப்பல்ஸ்பார் (dog-tooth spar)), மிளிர்வுப் பொதிவுகளாகவும் (ஸ்டாலக்டைட், ஸ்டாலக்மைட், டிராவர்டைன்), நுண் படிகங்களாகப் பெரும் பொதிவுகளில் சலவைக்கல் கார்பொனடைட், சுண்ணப்பாறைகளாகவும் காணப் படுகிறது. இது அறுகோணப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இப்படிகங்கள் சிலசமயங்களில் இரட்டுறல் தன்மையுடன் காணப்படுகின்றன. கால்சைட் தூய்மையாக இருக்கும்போது நிறமற்று இருக்கும். மாசுகளுடன் இருக்கும்போது இளம் சிவப்பு, நீலம், சாம்பல் நிறம், மஞ்சள், பச்சை முதலிய நிறங்களில் காணப்படும். மோஸ் அளவில் இதன் கடினத்தன்மை 3; தூய்மையான கால்சைட்டின் ஒப்படர்த்தி 2.7102 ஆகும்.

படம்-1 கால்சைட் படிகம்



படம்-2. (அ) கால்சைட் படிகம் (ஆ) கால்சியம் கார்பொனேட்; தடிமனான கோடுகள் முறையின் தறுவாய் படத்தைக் காட்டுகிறது. உடைந்த கோடுகள் அரகோனைட்டுடன் மெக்னிஷியம்-கால்சைட் இணைந்திருப்பதைக் காட்டுகின்றன புள்ளிக்கோடுகள் மெக்னிஷியம் கால்சைட்டிற்கும் அரகோனைட்டுக்கும் உள்ள நிலைப்பு மாறுதன்மையை விளக்குகின்றன

மேலும் தூய்மையான, தெளிவான வளர்ச்சி பெற்ற படிகங்களாகக் காணப்படுவதால் படிகவியல், கனிம வியல் ஆகிய துறைகளில் அடிப்படைக்கோட்பாடுகள் உருவாக இது பெரும் பங்கு வகித்துள்ளது. கால்சைட்டில்தான் முதன்முதலில் இரட்டை ஒளிவிலக்கம் (double refraction) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இப்படிகத்தைப் பற்றிய அறிவால் முனைவாக்கப்பட்ட ஒளி (polarizsd light) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக்கனிமம் வேறுபட்ட இயற்பியல் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. கால்சைட், அரகோனைட், வேட்டரைட் ஆகிய மூன்றும் கால்சியம் கார்போனேட்டின் மூன்று பல்லுருவ அமைப்பாகும். படம் 2 (ஆ) இம் மூன்றிற்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்குகிறது.

பயன்கள். பாறைகளில் காணப்படும் கால்சைட், உலகத்தில் காணப்படும் சுட்டசுண்ணாம்பு, நீர்த்த கண்ணாம்பு முதலியவற்றின் முக்கிய மூலமாகும். சிமெண்ட், கண்ணாடிதொழிற்சாலைகளிலும், உலோக வியல் துறையிலும் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. குறைந்த தரமுள்ள சுண்ணப்பாறை, சலவைக்கல் முதலியவை அளவுக்கல் (dimension stone), தொழிலக ஆமிலம், கற்காரை, சாலைக் கட்டுமானம் ஆகிய வற்றில் பயன்படுகின்றன. ஒளிக்கருவிகளில் (optical instruments) ஒளி ஊடுருவும் தெளிவான கால்சைட் படிகங்கள் பயன்படுகின்றன.

- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. L G. & Berry, B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, Delhi, 1985.

கால்டன் ஃபிரான்சிஸ்

இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கம் இயற்பியல், உயிரியல், நிகழ்தகவு ஆகிய துறைகளின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான சிறப்பான காலமாக அமைந்தது. 1901 ஆம் ஆண்டில் கிப்ஸ் என்பார் எந்திரவியலில் ஒரு நூலையும் அதே ஆண்டில் கார்ல் பியர்சன் என்பார் உயிரியலில் ஒரு நூலையும் வெளியிட்டனர். ஃபிரான்சிஸ் கால்டன் என்னும் புள்ளியல் வல்லுநர் மாறிகளின் தொடர்புக்குரிய கோட்பாட்டைப் பற்றி ஆராய்ந்தார். கை-வர்க்கச் சோதனைகளை, லண்டன் பல்கலைக் கழகத்தில் விளம்பரப்படுத்திப் புள்ளியலின் பல்வேறு முக்கியமான கொள்கைகளையும், நிகழ்தகவு பற்றிய கொள்கைகளையும் அறியச் செய்தார்.

கால்டன், சார்ல்ஸ் டார்வினின் நெருங்கிய உறவினர் ஆவார். இவர் கொள்கைகளால் இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு கணித வளர்ச்சியில் ஒரு புத்தூக்கம் ஏற்பட்டது. எமிலி போரல் என்னும் ஃபிரெஞ்சுக் கணிதவியலார், கால்டன் போன்றபுள்ளியியல்வல்லுநர்கள் ஆராய்ந்த நிகழ் தகவுக் கொள்கைகளில் கணக்கொள்கை மற்றும் அளவைக் கொள்கைகளை உட்புகுத்தி மிகவும் அருவமான முறையில் புள்ளியியலை அணுகச் செய்தனர். போரலின் முயற்சியால் கணக்கொள்கையும் அளவைக் கொள்கையும் புள்ளியியலில் மட்டுமின்றிக் கணிதவியலிலும் சிறப்பான இடத்தைப் பெற்றுள்ளன.

- அ. ரகீம்பாட்சா

கால்நடை

மனிதர்களால் வளர்க்கப்படும் நான்கு கால் விலங்குகள் கால்நடைகள் எனப்படுகின்றன. மாடு, ஆடு, எருமை, குதிரை, பன்றி, யானை, கழுதை, கோவேறு கழுதை, ஒட்டகம் ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

கருவியல். ஆண் - பெண் இனச்செல்களின் சேர்க்கையில் உருவான ஒரே அணு, தொடர்புடைய குறிப்பிட்ட கால்நடைக்கே உரித்தான ஆண், பெண்ணின் மரபியல் குரோமோசோம்களைச் சரிபாதியாகக் கொண்டிருக்கும். இதைத் தாய்ச்செல் எனலாம். ஆண் உயிரணுவிலுள்ள சென்ட்ரோசோம் என்னும் நுண் பொருளால் தாய்ச்செல்லில் பிரிவு ஏற்பட்டு இரண்டு சேய்ச்செல்கள் (daughter cells) உண்டாகின்றன. சேய்ச்செல்களில் மரபியல் குரோமோசோம்கள் முழு எண்ணிக்கையில் இருக்கும். இவை பெற்றோரின் மூலம் சேய்க்குக் கிடைக்கும் பரம்பரைப் பண்புகளை வெளிப்படுத்தக் காரணமாக அமைகின்றன.

இந்தச் சேய்ச்செல்களில் விரைவுத் தொடர் பிரிவுகள் ஏற்பட்டு மிகக் குறைந்த காலத்திலேயே செல்களின் திரளாக மாறுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சிகள் யாவும் கருக்குழலில் (oviduct) நடைபெறுகின்றன. இந்தச்செல்களின் திரள், பிறகு கருப்பையை அடைகிறது. கருப்பையில்தான் முதிராத கரு (embryo) முதிர்ச்சி அடைந்த கருவாக (foetus) மாறுகிறது.

செல் திரளின் வெளிப் பகுதியில் உள்ள உயிரணுக்கள் உட்பகுதியில் உள்ள செல்களை விட விரைவாக வளர்ச்சி அடைந்து நடுவில் ஒரு குழிந்த அறையை உண்டாக்குகின்றன. இந்தக்குழியின் ஒரு பகுதியில் செல் திரளின் மையப்பகுதியில் இருந்த செல்கள் சேர்ந்து ஒரு சிறு வட்டமான தட்டுப் போன்ற பகுதியை உருவாக்குகின்றன. இப்பகுதியில் உள்ள உயிரணுக்கள் வெளி அடுக்கில் உள்ள செல்களின் உட்பகுதி முழுதும் பரவி ஒரு குழிந்த பந்து போன்ற பகுதியை உருவாக்குகின்றன. இப்பகுதி

வெளி அடுக்கு, உள் அடுக்கு என ஒற்றை வரிசையில் செல்கள் அமைந்த இரு அடுக்குகளைக் கொண்டிருக்கும். இதன் ஒரு பகுதியில் செல்கள் செறிவாக அமைந்துள்ளன. இப் பகுதியில் இருந்துதான் கரு வளர்ச்சி அடைகிறது. இது அண்டம் அல்லது பிண்டம் எனப்படுகிறது.

குழிந்த பந்துபோன்ற பகுதியின் வெளி அடுக்கில் இருந்துதான் நடு நரம்பு மண்டலத்தின் பகுதிகள், தோல் பகுதிகள், மயிர், குளம்புகள், கொம்புகள், பால் சுரப்பிகள், வியர்வை மற்றும் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள், கண், காது, மூக்குப் போன்ற சிறப்பு உறுப்புப் பகுதிகள், நாக்கில் உள்ள சுவை அரும்புகள் போன்றவை உருவாகின்றன. இதன் உள் அடுக்கிலிருந்து கல்லீரல் கணையம் ஆகியவை உருவாகின்றன. மேலும் மூச்சுப்பை, கருப்பை, உணவு மண்டலம் போன்றவற்றின் உள் அடுக்குகளும், செரிமானச் சுரப்பிகளும் இதிலிருந்துதான் உருவாகின்றன. இந்த உள் மற்றும் வெளி அடுக்குகளுக்கு இடையில் ஒரு வரிசைச் செல்களாலான மேலும் ஒரு மைய அடுக்கு உருவாகிறது. இந்த அடுக்கிலிருந்துதான் எலும்புகள், தசைகள், இரத்த ஓட்ட மண்டல உறுப்புகள், மண்ணீரல் இனப்பெருக்க உறுப்புகள், சிறுநீரக உறுப்புகள் உருவாகின்றன.

கருவின் ஏழாம் வார வளர்ச்சி வரை அதற்குத் தேவையான உணவு தாயின் கருப்பையிலிருந்து சுரக்கப்படும் கருப்பைப்பாலில் (uterine milk) இருந்து பெறப்படுகிறது. இந்தக் கருப்பைப் பாலின் அளவு குறைந்து நிற்கும்போது வளரும் கருவிற்குத் தேவைப்படும் உணவு தாயின் இரத்த ஓட்டத்திலிருந்து கருப்பையின் இரத்தக் குழாய்கள் வழியாக நஞ்சுக்கொடி (placenta) மற்றும் கருவைச் சுற்றியுள்ள சவ்வுகளின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

கருவைச் சுற்றி மூன்று சவ்வுகள் உருவாகிக் கருவைப் பாதுகாக்கின்றன. ஒவ்வொரு சவ்வும், கருவுடன் கொப்பூழ் வழியாக இணைக்கப்படுகிறது. கொப்பூழ்க்கொடி (umblical cord) மூலம் தாயின் இரத்த ஓட்டம் கருவிற்குக் கிடைக்கிறது. இந்தக் கொப்பூழ்க்கொடியில் உள்ள இரத்தக் குழாய்களின் வழியாகக் கருவிற்குத் தாயிடமிருந்து உயிர்ச் சத்துக்கள் கொடுக்கப்பட்டு, கருவின் கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன.

- எஸ். ராம்பிரசாத்

கலப்பினம். கால்நடைகளில் கலப்பினச் சேர்க்கை நடைபெறுவதால் சராசரியாக ஒரு நாளைக்கு 2 லிட்டர் மட்டுமே தந்த பசுவின், பால் கொடுக்கும் திறன் மிகுதியாகிறது. இரண்டு லிட்டர் பால் தரும் பசுவைக் கலப்பினத்தின் மூலம் 10 லிட்டர் தரும் அளவிற்கு உயர்த்த முடியும். இம்முறையில் கலப்பினம் பெற்ற பசுவின் முதல் வழித்தோன்றலும் அடுத்து வரும் வழித்தோன்றலும் 6—8 லிட்டர் வரை பால் தருவதற்கும் இதே கலப்பின முறை பயன்படக்கூடும். எனவே இதன் மூலம் குறைந்த செலவில் நிறைந்த பயனைப் பெறக்கலப்பினமே உதவி புரிகிறது. 2 லிட்டர் தரும் பசுவைப் பேணுவது போலவே 6 லிட்டர் பால் தரும் பசுவையும் பேணுவதில் தீமையோ, இழப்போ ஏற்பட வழி இல்லை. இவ்வாறே பிற பயன்களையும் எடுத்துக்காட்டாக முட்டை உற்பத்தி, இறைச்சி உற்பத்தி, மயிர்வளர்ச்சி போன்றவற்றையும் கலப்பினமாக்கல் மூலம் அதிகரிக்கலாம்.

கலப்பினத்தால் சில தீமைகளும் உண்டு. ஆனால் அவற்றின் அளவு குறைவேயாகும். காட்டாக, கலப்பினத்தால் பரம்பரைப் பண்பு மாறுபடும்போது அதன் இயற்கைப் பண்பும் ஓரளவு மாறுபடும். கால்நடைகளில் நோய் எதிர்ப்பாற்றல், சூழ்நிலை மாறுபாடு தாங்கும் ஆற்றல் போன்றவை வேறுபடலாம். ஆனால் கலப்பினத்தில் உள்ள நன்மைகளுடன் இவற்றை ஒப்பிடும்போது தீமைகள் குறைவாகும்.

- ந. சண்முகம்

பராமரிப்பு. கால்நடைகளை நோயின்றிப் பேணுதல் கால்நடைப் பராமரிப்பு எனப்படும். சிறந்த பராமரிப்பின் மூலம் நிலையான வருவாய் பெறலாம். கன்று கருவறையில் இருக்கும்போது பசுவை நன்கு பராமரிக்கவேண்டும். பசு கருவுற்று இருக்கும்போது கன்று ஈனுவதற்குமுன் 60-70 நாள்கள் ஓய்வு அளித்தல் வேண்டும். அதாவது பால் கறவாமல் இருக்க வேண்டும். பசுவிற்கு ஓய்வு அளிக்காவிட்டால் கன்று ஈன்றவுடன் உடல்நலமும், பால் சுரக்கும் திறனும் பாதிக்கப்படும்.

கருவுற்றிருக்கும்போது சரிவிகித கலப்புணவும் பசுந்தீவனங்களும் அளிக்க வேண்டும். தவறினால் வைட்டமின் A சத்துக் குறைவால் கண்பார்வை இல்லாமையும் பிற கண் தொடர்பான நோய்களும் கன்றுகளுக்கு வரக்கூடும். எனவே கருப்பையில் வளரும் கன்றின் தேவையைக் கருதி மாட்டிற்குத் தினசரி கூடுதலாக 2 கி.கி அடர் தீவனமும், 10 கி.கி பசும்புல்லும், 30 கி. தாது உப்புக் கலவையும் கொடுக்க வேண்டும். கன்று பிறந்ததும் அதன் மூக்கு, வாய், உடல் பகுதிகள் மீது சளி போன்று ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் சவ்வைக் காய்ந்த துணியால் துடைக்க வேண்டும். சாதாரணமாக, பசுவே அதை நக்கி நீக்கி விடும். கன்று ஈன்றவுடன் கொப்பூழ் கொடியை இரண்டரை செ.மீ. விட்டுக் கத்தரியால் வெட்டி நூலால் கட்டி டிங்சர் அயோடின் தடவ வேண்டும். இதனால் கட்டி உண்டாவதையும், ஏனைய நோய்கள் பரவுதலையும் தடுக்கலாம்.

கன்று பிறந்த இரண்டு மணி நேரத்திற்குள் சீம்பால் கொடுக்க வேண்டும். சீம்பாலில் கன்றின் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் பொருள்களும் புரோட்டீன்

வைட்டமின் ஆகியவையும் மிகுதியாக உள்ளன. பின்னர், கன்றின் உடல் எடையில் ஏறத்தாழ பத்தில் ஒரு பங்கு பால் தினசரி கொடுத்து வர வேண்டும். பிறந்த கன்றுக்கு ஒரு மாத காலத்தில் இருந்து தீவனம் கொடுக்கலாம்.

இளங்கன்றுகளில் பெரும்பாலும் குடற்புழுக்கள் மிகுதியாக இருக்கும். இவை கன்று கருப்பையில் இருக்கும்போதே உற்பத்தியாக வாய்ப்புள்ளது. எனவே கன்று பிறந்த 15 நாளிலிருந்து 3 மாத காலத்திற்குப் பதினைந்து நாள்களுக்கு ஒரு முறை குடற்புழு மருந்து கொடுத்து வர வேண்டும். பின்னர் கால்நடை மருத்துவரின் அறிவுரைப்படி ஆண்டிற்கு நான்கு முறை குடற்புழு மருந்து கொடுத்து வர வேண்டும்.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். கன்று வளர்ந்த ஆறு மாதத்திற்குப் பின் நோய்த் தடுப்பு முறைகளைக் கையாள வேண்டும். ஆறு மாதத்தில் கால், வாய் நோய்த் தடுப்பூசியும் பின்பு சப்பைநோய், தொண்டை அடைப்பான் தடுப்பூசியும் மூன்று ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை வெக்கை நோய்த் தடுப் பூசியும் போட வேண்டும். கால்நடைகளை வளர்ப் போர் கால்நடைகளின் பழக்கங்கள், உடலில் மாறுதல், உணவு சாப்பிடுவதில் மாற்றம், கழிவுப் பொருள்களில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் உடன் கால் நடை மருத்துவரை அணுகி மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

கிடேரிப் பராமரிப்பு. கால்நடை வளர்ப்பில் கிடேரிப் பராமரிப்பு முக்கியமானதாகும். கிடேரி களின் நல்ல பராமரிப்பில்தான் அது கருவுறும் தன்மை உள்ளது. கிடேரிகளின் இனம்,எடை ஆகிய வற்றின் தன்மைக்கேற்ப அடர் தீவனம் அளிக்க வேண்டும். பசும்புல் தேவையான அளவு அளித்தால் தான் கருப்பை நன்கு வளர்ச்சியடையும். இதே போல் நுண்சத்துகளான கால்சியம், பாஸ்ஃபரஸ், தாமிரம், கோபால்ட், மாங்கனீஸ் போன்றவற்றின் கலவையை அளித்தால் கிடேரிகள் விரைவில் பருவத் திற்கு வந்து கருவுறுதலுக்கு ஏற்றனவாக அமையும்.

கால்நடைகளின் பருவ காலம் ஏறத்தாழ 15-20 மணி நேரம் ஆகும். பருவகாலம் தொடங்கிய 10-20 மணி நேரத்தில் கருவூட்டல் செய்தால் கரு வுறும். கருவூட்டலுக்கு அழைத்துச்செல்லும் மாடு களை அடிப்பதோ, அச்சுறுத்துதலோ கூடாது. தொலைவில் இருந்து வந்த மாடுகளைச் சிறிது ஓய் வளித்த பின் கருவூட்டல் செய்ய வேண்டும். இத னால் கருவூட்டல் சதவீதம் மிகுதியாகும். தரமான காளைகளைக் கொண்டு கருவுறுதல் செய்தல் வேண்டும் அல்லது கால்நடைப் பரா மரிப்புத் துறை மூலம் செயற்கை முறை இனப்பெருக்கம் செய்யலாம்.

கருவூட்டலுக்குப் பின் 20-22 ஆம் நாள் கவனிக்க வேண்டும். மீண்டும் பருவத்திற்கு வந்தால் இனப்பெருக்க முறையும், பருவத்திற்குவாராவிடில் மூன்று மாதத்தில் கால்நடை மருத்து வரிடம் ஆய்வும் மேற்கொள்ள வேண்டும். கருவுற்றது உறுதியான பின் தேவையான அடர் மற்றும் கலப்புத் தீவனம் பசும்புல் கொடுத்து, கருவுற்ற மாட்டைப் பராமரிக்க வேண்டும்.

- மு. துரைராசன்
- த. தமிழ்ச்செல்வன்

நோய்கள்

கருப்பை நோய். கருப்பை என்பது பெண் இனப் பெருக்க உறுப்புகளில் மிக முக்கியமானதாகும். இதை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை கருப்பை உடற்பகுதி, கருப்பை நுனி அல்லது கொம்புப் பகுதி என்பன. கருப்பையின் இரண்டு கொம்புகளில் கரு வளர்ச்சி ஏதாவது ஒரு கொம்பில் மட்டுமே ஏற்படும். இரட்டைப் பிறவிகளில் இருபக்கங்களிலும் ஏற்பட லாம். கருப்பை நோய்கள் பொதுவாக, கன்று ஈனு வதற்கு முன்போ பின்போ ஏற்படும் அல்லது கன்று ஈன்ற பிறகு நஞ்சுக் கொடி விழாமல் இருப்ப தாலும் ஏற்படும்.

கருப்பை அழற்சி (metritis). இந்நோய் தீவிர நிலையிலோ, நீண்ட நாள் நிலையிலோ ஏற்படலாம். இனப்பெருக்க உறுப்புகள் அனைத்தும் அல்லது கருப்பைக்கழுத்துப்பகுதி மட்டும் பாதிக்கப்படலாம். கருப்பையின் மெல்லிய உள் அடுக்குப் பாதிக்கப்பட லாம் (endometritis) அல்லது உள் அடுக்கு மற்றும் தசைச் சுவர்கள் அழற்சியுறலாம் அல்லது உள் அடுக்கு மட்டும் அழற்சியுறலாம் அல்லது உள் அடுக்கு தசைச்சுவர்கள் ஆகிய அனைத்துமே அழற்சியுறலாம் (poly metritis). நீண்ட நாள் அழற்சியுறும்போது கருப்பையில் சீழ் மிகுதியாக இருக்கும்.

தீவிரக் கருப்பை அழற்சி (acute metritis). பொது வாக இவ்வகை அழற்சி, கன்று ஈன்ற 7-10 நாள் களில் ஏற்படுகிறது. நஞ்சுக்கொடி கருப்பையின் உள் ளேயே தங்கிவிடுவது இதற்கு முக்கிய காரணமாகும். கன்று ஈன்றபின் நஞ்சுக்கொடியைப் பிரித்தெடுப்பதா லும், கருப்பைத் தசைச்சுவர்களின் வலிவின்மையா லும், கருப்பை சுருங்குவதற்கு முன்பு மிகு குளிரான அல்லது வெப்பமான சூழ்நிலைக்கு உள்ளாக்கப்படுவ தாலும் அல்லது வேலைசெய்யும் உதவியாளர்களின் கைகளில் இருந்து நச்சுயுரிகள் கருப்பைக்குள் செல்வ தாலும் இந்நோய் ஏற்படுகிறது.

அறிகுறிகள். பொதுவாக இந்நிலை, கன்று ஈன்ற 2-8 நாள்களுக்குள் ஏற்படுகிறது. பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பின் உதடுகள் தடித்தும், வீங்கியும், தொடும்போது வலியுடனும் இருக்கும்.

உதடுகளின் உடல் அடுக்கு வீங்கியும் சிவந்த நிறத்துடனும் காணப்படும். சிறுநீர் கழிக்கும்போது வலி ஏற்படும். உடல் வெப்பநிலை 107-108°F வரை இருக்கும்; உணவு உண்ணாது. அசை போடாது. பால் வற்றி, பால் மடி மென்மையாகவும் தளர்ந்தும் காணப்படும். அழற்சியின் உச்சநிலையில் மாடுகள் நின்று கொண்டேயிருக்கும்; தொடக்கநிலையில் அறையிலிருந்து நிறமற்ற ஒரு நீர்மம் வடியும்; அது மஞ்சள், சிவப்பு என்று மாறும். இறுதியாக, கரும் பழுப்பாகவும் அடர்த்தியாகவும் நாற்றத்துடனும் இருக்கும்.

மருத்துவம். அருகிலிருக்கும் மாடுகளுக்கு இந்நோய் பரவக்கூடும் என்பதால் பாதிக்கப்பட்ட மாடுகளிலிருந்து வடியும் நீர்மம் நஞ்சுக்கொடி போன்றவற்றை அப்புறப்படுத்துவதோடு எரித்துவிடவும் வேண்டும். கருப்பையில் தங்கியிருக்கும் நஞ்சுக்கொடியை அகற்ற வேண்டும். அதன் பிறகு பீச்சுக் குழலின் வழி நீர்த்தாரை (douche) கொடுத்துக் கருப்பையை நன்றாகக் கழுவ வேண்டும். மருந்துகள் நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மாத்திரைகள் போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

நீண்டநாள் அழற்சி. இது பொதுவாக, தீவிர அழற்சியின் தொடர்ச்சியில் வரக்கூடியதாகும். இந்த அழற்சியில், பாதி குணமாகிய நிலையில் தீவிர அழற்சியின் அறிகுறிகள் மறைந்துவிடும். வலி குறைந்தோ இல்லாமலோ இருக்கும். பால் சுரப்பு இருக்காது. அறையிலிருந்து தொடர்ந்து அல்லது இடைவெளி விட்டு நீர்மம் வழிந்துகொண்டேயிருப்பதோடு துர்நாற்றத்துடனும் இருக்கும்.

மருத்துவம். நோயுற்ற கால்நடைகள் சிறந்த நிலையிலிருக்க நல்ல சத்தான உணவு கொடுக்க வேண்டும். அது எளிதில் செரிக்கக்கூடியதாகவும், மல மிளக்கியாகவும் இருக்க வேண்டும். கருப்பையிலுள்ள சீழை உடனே வெளியேற்ற வேண்டும். லூகாஸ் அயோடின் போன்ற மருந்துகளைப்பயன்படுத்தலாம்.

கருப்பைக் கட்டிகள். இது பொதுவாக, கால்நடைகளில் காணப்படுவதில்லை. அவ்வாறு ஏற்படின் அக்கட்டி கன்று ஈனும் காலம்வரை எந்த அறிகுறியும் ஏற்படுத்தாது. கட்டி எந்த இடத்திலிருக்கிறது என்பதைப் பொறுத்து மருத்துவம் வேறுபடும். கருப்பையின் ஒரு மூலையில் சிறு கட்டிகளாக இருந்தால் அவற்றை அகற்றத் தேவையில்லை. வேருடன் கூடியதாக இருந்தால் அக்கட்டியைக் கட்டாயம் அகற்ற வேண்டும்.

கருப்பை நெகிழ்ச்சி (prolapse). கருப்பையின் ஒரு பகுதி மட்டுமோ முழுவதுமோ இனப்பெருக்க உதடுகளின் வழியாக வெளியே தள்ளுவதற்குக் கருப்பை நெகிழ்ச்சி என்று பெயர்.

நோய்க் காரணங்கள். நஞ்சுக்கொடியை வெளியே எடுக்கும்போது மருத்துவ முறைகளைச் சரியாகப் பின்பற்றாமலிருந்தால் அழற்சி ஏற்படுகிறது.

நோய் அறிகுறிகள். கருப்பையின் உட்பகுதி வெளியே தொங்கிக் கொண்டிருக்கும்; அழற்சியுற்றுக் காணப்படும். உள் அடுக்கு, கிழிந்து காயத்துடனும், நாற்றத்துடன் கூடிய நீர்மத்துடனும் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் அதிகக்காய்ச்சலுடன் முனகிக் கொண்டிருக்கும்.

மருத்துவம். காலம் தாழ்த்தாமல் உடனடியாக மருத்துவ முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும். வெளியே தள்ளிய கருப்பையின் உட்பகுதி மேலும் காணப்படாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். நுண்ணுயிர்க்கொல்லிகளைப் பயன்படுத்திக் கருப்பையின் மேற்பகுதியைத் தூய்மையாகக் கழுவ வேண்டும். இதற்குப் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் அல்லது சாதாரண உப்பைப் பயன்படுத்தலாம்; வெளியே தள்ளப்பட்ட கருப்பையின் உட்பகுதியை மீண்டும் உள்ளே தள்ளுவதோடு அதனுடைய நிலையில் நிறுத்துவதற்கு உரிய ஏற்பாடு செய்யவேண்டும்.

கருப்பையில் நீர்க்கோப்பு. இந்நோய் கன்று ஈனும் போது ஏற்படும் காயங்களிலிருந்து சுரக்கும் சுரப்புகள் வெளியே செல்ல வழியில்லாமல் உண்டாகின்றது. இந்நீர் தங்குவதால் வயிறு பெரிதாகி மாடுகள் சினையுற்றிருப்பது போன்று காணப்படும்.

மருத்துவம். இனப்பெருக்க உறுப்பின் முன்பகுதியைத் திறந்து உள்ளேயிருக்கும் நீரை வெளியேற்ற வேண்டும்; பிறகு தேவையான மருந்துகளை உள்ளே செலுத்த வேண்டும்.

கருப்பை முறுக்கேறுதல். கருப்பை அதனுடைய அச்சில் முழுவதுமாகவோ பகுதியோ சுற்றிக் கொள்வதால் இது ஏற்படுகிறது.

காரணங்கள். மாடுகள் தவறிக் கீழே விழுவதால் உண்டாகும் அல்லது தரையில் உருளும் போது ஏற்படும்.

அறிகுறிகள். கன்று ஈனுதலின் நிலைகள் மிகவும் குறைந்து காணப்படும். கன்று ஈனுதலில் முதல் நிலையான பனிக்குடம் உடைந்து பிறகு மாடு கன்று ஈன முடியாமல் நீண்ட நேரமிருக்கும். வலியுடன் சுற்றிச் சுற்றி வந்து கொண்டிருக்கும்; அடிக்கடி சிறுநீர் கழித்துக் கொண்டிருக்கும். நன்றாகப் பருத்துக் காணப்பட்ட பால்காம்புகள் சுரப்பு இழந்து துவண்ட நிலையில் காணப்படும்.

மருத்துவம். கருப்பைச் சுழற்சி முதலில் எப்பக்கமிருக்கிறது என்பதைக் கண்டறிய வேண்டும். அதன் பிறகு கால்நடைகளின் காலைக் கட்டிவிட்டு வளர்ச்சி இருக்கும் திசையிலேயே உருட்ட வேண்டும். சுழற்சி சீரானதும் கன்று தானாகவே ஈனும்.

- சீ. சமரசம்

கருச்சிதைவு நோய். கால்நடைகளில் பலவகைக் காரணங்களால் கருச்சிதைவு நோய் ஏற்படுகிறது. அதிலும் முக்கியமாக புரூசெல்லா (*Brucella*), ட்ரை கோமோனியா (*Trichomonia*), வைப்ரியோ (*Vibrio*) ஆகிய மூன்று நோய் நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படும். இம்மூன்று வகையிலும் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந் தது புரூசெல்லா ஆகும். இது கால்நடைகளி லிருந்து மனிதருக்குப் பரவக்கூடியது என்பதால் குறிப்பிடத்தக்கது.

புரூசெல்லா நோய் நுண்ணுயிரை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை புரூசெல்லா அபார்ட்டஸ் (மாடுகள்), புரூசெல்லா சூயிஸ் (பன்றிகள்),புரூசெல்லா மெலிடென்சீஸ் (வெள்ளாடு கள்) என்பன. இவற்றால் உண்டாகும் நோய்க்கு, பாங்ஸ் நோய் என்றும் தொற்றுக்கருச்சிதைவு என்றும் மால்டா காய்ச்சல் என்றும் பெயர். இந்தக் கருச்சிதைவு நோய் அனைத்து நாடுகளிலும் உள்ள கால்நடைகளில் காணப்படுவதாகும். மேலும் மனிதர் களில் கால்நடைகளுடன் நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளவர்களிடமும் காணப்படுகிறது. இது முதல் கருத்தரிப்பில் ஏழாம் மாதத்தில் ஏற்படுகிறது. பின்னர் ஏற்படும் கருத்தரிப்பில் 8 அல்லது 9 ஆம் மாதத்தில் கருச்சிதைவு உண்டாகிறது. இது சாதாரண மாக நுண்ணுயிர்க் கொல்லி சூரிய ஒளி மற்றும் உலர் வதால் கொல்லப்படுகிறது. பொருள்கள் அழுகிப் போகும்போது இந்நுண்ணுயிர் விரைவில்இறந்துவிடும். பாலைக் காய்ச்சிக் குளிரவைப்பதாலும் இறந்துவிடும்.

மண்ணுக்கு அடியில் இரண்டு அடி ஆழத்தில் 30-45 நாள் நுண்ணுயிர் உயிருடன் காணப்படும். இந் நோய்ப்பெருக்க காலம் ஒரு குறிப்பிட்டகால அளவு தான் என்று கருதமுடியாது. இது நோய்வாய்ப்பட்ட கால்நடைகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கழிவுப் பொருள்கள் மூலம் கலக்கப்பட்டு உணவு, நீர் மூலம் பரவுகிறது. பசுக்களின் உறுப்புகளைக் கையாளுவதன் மூலம் கால்நடை உதவி மருத்துவர்கள் போன் றோருக்கு இந்நோய் உண்டாகிறது. இது பால் வழியா கவும் மனிதனுக்குப் பரவக்கூடியதாகும். கால்நடை களில் இந்நோய் நுண்ணுயிர் உடலில் சென்றவுடன் ஏறத்தாழ 7,8 மாதங்களுக்குப்பின் நோய் அறிகுறிகள் காணப்படும்.

அறிகுறிகள். நோய் கண்ட பசுக்களில் முதல் கருத் தரிப்பாக இருந்தால் ஏழாம் மாதத்தில் கருச்சிதைவு உண்டாகும். கன்றுகள் உயிருடன் அல்லது இறந்து பிறக்கும். கன்றை மூடியிருக்கும் மெல்லிய சவ்வு தோலைப் போன்று ஆங்காங்கே வெண்மையாகவும் தடிப்பாகவும் இருக்கும். கருப்பையிலிருந்து வடியும் நீர் மம், மஞ்சள் கலந்து பழுப்பு நிறமாகவும் வழவழப் பாகவும் நாற்றம் இல்லாமலும் இருக்கும் (placentitis). நஞ்சுக் கொடி விழாமல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். சில சமயங்களில் கால்நடை உதவி மருத்துவர் தாம் எடுக்க வேண்டியிருக்கும். இந்நோயை உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரி விந்தில் இருக்கும். மனிதர்களில் இந்நோய் காணப்பட்டால் தலைவலி, மூட்டுவலி யுடன் காய்ச்சலும் காலை, மாலையில் விட்டுவிட்டு வரும். இக்காய்ச்சல் வரைபடத்தை நோக்கின் பல் வரிசை போன்று இருக்கும். ஆதலால் இந்நோயை அலைக் காய்ச்சல் (undulant fever) என்று கூறுவர்.

நோயறி முறைகள். இறந்து பிறந்த கன்றுகளின் வயிற்றிலோ, கொடியிலோ, இரத்தத்திலிருந்து பெறப் பட்ட சீரத்திலோ , பாலிலிருந்துஎடுக்கும் மாதிரிப் பொருள்களிலோ ஆய்வு மூலம் நோய் அறிகுறி கள் தென்படும். இந்நோயை இரத்தச் செல்திரள் ஆய்வு மூலம் எளிதில் கண்டுபிடிக்கலாம். புரூசெல்லா எதிர்ச்செனி ஒரு சொட்டும் இரத்தம் ஒரு சொட்டும் சேர்த்துக் கலந்து 15 நிமிடம் வைத்துப் பின்பு பார்த் தால் நோய் உள்ள கால்நடைகளில் இரத்தமானது ஆங்காங்கே ஒன்று திரண்டு காணப்படும். இதன்மூலம் எந்தக் கால்நடையில் இந்நோய் உள்ளது என்று தெரிந்துகொள்ளலாம்.

நோய்வாய்ப்பட்ட கால்நடைகளிலிருந்து சீரத்தை எடுத்து ஆய்வகத்திற்கு அனுப்பி அந்தச் சீரத்தின் மூலம் குழல் இரத்தச் செல்திரள் ஆய்வு செய்து பார்த்தால் நோயின் தன்மையைத் தெரிந்து கொள்ள லாம். நோயின் தன்மை நீர்த்தல் 1 இல் 40க்கு மேல் இருந்தால் நிச்சயமாக உள்ளது என்று கொள்ள லாம். நீர்த்தல் ஆனது 1இல் 20 மற்றும் 1இல் 40 இடையே இருந்தால் நோய் பற்றி அறுதியிட முடி யாது. சீரம் நீர்த்தல் 1இல் 10, அதற்குக் கீழாக இருந்தால் நோய் அறிகுறியில்லை என்று சொல்ல லாம். இந்நோயைப் பிற கருச்சிதைவு நோய்களி லிருந்தும் தனித்துப் பார்க்க வேண்டுமென்றால் விப்ரியோ நோய் நுண்ணுயிரியால் உண்டாக்கப்படும் கருச்சிதைவு 3 ஆம் மாதத்திலும், டிரைகோமோனஸ் கருச்சிதைவு 5 அல்லது 6 மாதத்திலும் ஏற்படும். லெப்டோஸ் பைரா நோய் நுண்ணுயிர் மூலம் ஏற் படும் கருச்சிதைவு எந்தக் காலத்திலும் ஏற்படலாம். ஆனால் இந்நோய் மூலம் ஏற்படும் கருச்சிதைவு 7 மாதத்திற்குப் பின்னரே ஏற்படும்.

நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல். இந்நோயிலிருந்து கால் நடைகளைக் காக்க, நோய் கண்ட கால்நடைகளைத் தனியாகப் பிரித்து வளர்க்க வேண்டும். நோயுற்ற கால்நடைகளிலிருந்து அதன் கன்றுகளைத் தனியாகப் பிரித்து புரூசெல்லா அபார்டஸ் நுண்ணுயிரி கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட தடுப்பூசியைக் கன்றுகளுக்குப் போட்டு வந்தால் நோய் பரவுவதைத் தடுக்கலாம். கன்று பிறந்து 21 ஆம்நாள் முதலும் 6 மாதம் கழித்தும் தேவைக்கேற்ப ஆண்டுக்கொரு முறை தடுப்பூசி போட வேண்டும்.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். கால்நடைகளை அவ்வப் போது இரத்தச் செல் எதிர்செனி பயன்படுத்தி

ஆய்வு செய்ய வேண்டும். இறந்து பிறந்த கன்று, நஞ்சுக்கொடி கருப்பையிலிருந்து கசியும் நீர்மம் யாவற்றையும் எடுத்து எரித்துவிடவேண்டும். உணவுப் பொருள்கள் நீர் ஆகியவற்றில் நோயால் பாதிக்கப்பட்ட பொருள்கள் கலக்கக்கூடா. பாலை நன்றாகக் காய்ச்சிய பின் குடிக்க வேண்டும். பொலி காளைகளைப் பயன்படுத்தும் முன்னர் இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளனவா என்று ஆய்வு செய்ய வேண்டும். சினைப் பசுக்களாக இருந்தால் அவற்றைத் தனியாக வைத்துப் பராமரித்து நோய் அறிகுறிகள் எதுவும் இல்லை என்று தெரிந்த பின்னர் பிற பசுக்களுடன் சேர அனுமதிக்க வேண்டும். கால்நடை உதவி மருத்துவர் நோய்வாய்ப்பட்ட கன்று மற்றும் நஞ்சுக்கொடிகளைக் கையாளும்போது கை உறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். நோய் கண்ட கால்நடைகள் இருந்த இடத்தை நன்றாகத் தூய்மைப்படுத்தி நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளைத் தெளிக்க வேண்டும்.

இரத்த ஓட்ட மண்டல நோய். இதய உறை அழற்சி (pericarditis) என்பது கால்நடையினங்களில் காணப்படும் நோய்களில் ஒன்று. பொதுவாகக் காயம் ஏற்படுவதால் உண்டாகும் இந்நோயின் தொடக்கத்தில் வயிற்றில் வளிமம் நிறைந்து வலி தோன்றும். நாளடைவில் இதயம் வேலை செய்ய முடியாத நிலையுண்டாகும். இந்நோய் ஏற்பட்டால் குணமடைவது மிக அரிது. இதய உள்ளுறை அழற்சி நோய் பொதுவாகப் பாக்டீரியாக்களால் உண்டாகிறது. இதனால் நெஞ்சு வலியும், காய்ச்சலும் ஏற்படும். நோய் தீவிரமானால் விரைவாக மூச்சு விடும். உடம்பில் நீர் கோத்துச் சிக்கல்களுண்டாகி மரணம் ஏற்படலாம்.

மூச்சுமண்டல நோய். மூச்சுக்குழலிலும் கிளை மூச்சுக்குழலிலும் அழற்சி ஏற்பட்டால் மூச்சு உறுப்புகளின் ஏனைய பகுதிகளும் பாதிக்கப்படும். மூச்சுக் குழலழற்சி முனைப்பானது, நாட்பட்டது (chronic) என இருவகைப்படும். அழற்சி தோன்றியதும் முதலில் சளியில்லாத இருமல் வரும். சில நாள்களில் சளியுடன் கூடிய இருமல் உண்டாகும். மூக்கிலிருந்து வரும் சளி தொடக்கத்தில் நீர்த்ததாகவும் பின்னர் கெட்டியாகவும் வரும். மூச்சுவிடத் துன்பப்படும். அழற்சி என்று தெரிந்தவுடனேயே கால்நடை மருத்துவரிடம் காட்டித் தகுந்த மருத்துவம் செய்து கொள்ளுதல் நல்லது. சரியான மருத்துவம் செய்யாமல் விடும் நாட்பட்ட அழற்சியில் சளியுடன் சேர்ந்த இருமல், கெட்டியான சளி, காய்ச்சல் முதலியன உண்டாகும். காய்ச்சலுடன் தொடர்ந்து இருமலும் நீடித்தால் நுரையீரல் காற்றறை வீக்கம் (emphysema of the lung) என்னும் நோய் உண்டாகும்.

நுரையீரலிலுள்ள நுண்காற்றறைகள் (alveoli) விரிவதால் இந்நோய் உண்டாகும். இதில் நாட்பட்ட நுரையீரல் காற்றறை வீக்கம், நாட்பட்ட செல்லிடை (interstitial emphysema) வீக்கம் என இரு வகையுண்டு. நாட்பட்ட நுரையீரல் வீக்கம் பொதுவாகக் கால்நடைகளிலும், செல்லிடை வீக்கம் குதிரைகளிலும் காணப்படும். குதிரைகளில் காணும் இந்நோயைக் குதிரைக்காசம் என்பர். பொதுவாக இது நாட்பட்ட மூச்சுக்குழல் அழற்சியாகத் தொடங்கி காச நோயாக மாறும். குதிரை மூச்சுவிடத் துன்பப்படும். அளவுக்கதிகமாக குதிரை மசால் செடி, பயற்றங்கொடி, மாசுபடிந்த புல் போன்ற தீவனங்களை உண்டால் இந்நோய் உண்டாகும். இந்நோயில் இருமல் அடிக்கடி வரும். மூச்சை வெளியே விடும்போது விலாவில் இரட்டைச் சுருக்கம் விழுதல் விலாக்களில் குழிவிழுதல் வயிறு தொங்குதல் ஆகியவை இந்நோயின் குறிகளாகும். இந்நோய் எளிதில் குணமாகாது. குதிரைக்கு வந்தால் மருத்துவத்தால் நோய் குணமாகலாம். பின்னர் குதிரை எளிய பணிகளுக்குத்தான் உதவும்.

நிமோனியா. மூச்சுக்குழல் நிமோனியா பெரும்பாலும் சளியுடன் கூடியதாக இருக்கும். மனிதர்களுக்கு வரும் நிமோனியாவிலிருந்து இது வேறுபட்டது. சிலவேளைகளில் குதிரைக்கு மட்டும் வரும். பாக்டீரியா, சிலவகை வளிமங்கள், ஒட்டுண்ணிகள் ஆகியவற்றால் வரும் இந்நோய் ஏற்பட்டால் காய்ச்சல், சளியுடன் இருமல், மூக்கில் சளி ஒழுகுதல் முதலியன உண்டாகும். மருத்துவத்தால் சில குணமடைந்தாலும் பெரும்பான்மையானவை நாட்பட்ட அழற்சிக்குள்ளாகி இறந்துவிடும்.

நுரையீரல் பிரிவு நிமோனியா. இது பெரும்பாலும் குதிரையைத் தாக்கும். குதிரைக்கு அளவுக்கு மீறி வேலை கொடுத்தாலும், குளிரில் நெடுநேரம் இருந்தாலும் வரும். குதிரையின் இயல்பான உடல் வெப்பம் 100-101° F. காய்ச்சல் வந்தால் 105-107°F இருக்கும். நாடித்துடிப்பு மிகும். அடிக்கடி இருமல் வரும். தொடக்கத்தில் சளி நீர்த்தும் பின்னர் கட்டியாகவும் மஞ்சளாகவும் இருக்கும். தொடக்கத்திலேயே நல்ல மருத்துவம் செய்து குதிரைக்கு ஓய்வு கொடுத்தால் குணமாகிவிடும்.

புப்புசப் பை நோய் (pleurisy). நுரையீரலை ஒட்டியுள்ள சவ்வுப் படலமும், மார்பின் உட்புறச் சவ்வும் அழற்சியடைவதால் இந்நோய் கால்நடைகளுக்கு அடிக்கடி வரும். இந்நோய்க்குப் பாக்டீரியாவும் அவற்றின் நஞ்சுகளுமே காரணம். பலவித தொற்றுநோய்களாலும் இது வரும். நாய்களுக்கும் கால்நடைகளுக்கும் இந்நோயை உண்டாக்குவது காசநோய் நுண்ணுயிரியாகும். இந்நோய் தீவிரமானால் கால்நடை அசையாமல் சோர்ந்து படுத்தேயிருக்கும். காய்ச்சல் வரும். மூக்குத் துளைகள் விரியும். குதிரைக்குவந்தால் படுக்காமல் அமைதியற்றிருக்கும். படுத்தால் நோயில்லாத பக்கம் சாய்ந்து படுக்கும். மருத்துவத்தால் ஒரு சில குணமடையும். சில, நாட்பட்ட நோயாக மாறி இறந்து போகும். இந்நோய்க்கு

முக்கிய காரணமான காசநோய் நுண்ணுயிரிகளைத் தொடக்கத்திலேயே அழித்துவிட வேண்டும்.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

நரம்பு மண்டல நோய். இவை மூளை உறை அழற்சி (meningitis), மூளை அழற்சி (encephalitis), பெரு மூளை இரத்தப்பெருக்கு (apoplexy), மூளைக்கட்டி, வெயில் அதிர்ச்சி நோய் (sun-stroke), சூடு அதிர்ச்சி நோய் (heatstroke), கால்கை வலிப்புநோய் (epilepsy), நரம்பழற்சி (neuritis) எனப் பலவகைப்படும்.

பெரும்பாலும் மூளை உறை அழற்சி நுண்ணுயிர்களால் உண்டாகிறது. சில வேளைகளில் காசநோய் ஏற்பட்டாலும், உடம்பில் கட்டிகளின் முனைப்பாலும் இந்நோய் உண்டாகும். குதிரைகளில் இன்ஃபுளுயன்சாவாலும் இந்நோய் உண்டாகலாம். ஒட்டுண்ணிகளாலும், மண்டையோட்டில் ஏற்படும் காயங்களாலும் ஏற்படலாம்.

நோயுற்ற விலங்கு, அயர்ச்சியுடன் மயங்கிக் காணப்படும். சில விலங்குகள் இயல்புக்கு மீறி முரட்டுத்தனமாக நடக்கும். விரைவாக மூச்சு விடும். நாடித்துடிப்புச் சீராக இருக்காது. காய்ச்சல் ஏற்படும். வெறிபிடித்ததுபோல் கடிக்கும்; உதைக்கும்; அங்குமிங்கும் ஓடும். சிறிது நேரத்தில் சோர்ந்து படுத்துவிடும். கண்கள் விரியும். நடக்கும்போது தலையைத் தொங்குமாறு வைத்து அசைந்து அசைந்து மெதுவாக நடக்கும். இந்நோய் கண்டால் குதிரை பிழைப்பதரிது. நாய்களுக்கு உடனடி மருத்துவம் செய்தால் நாட்பட்டுக் குணமாகும்.

மூளை அழற்சி. இது பரவிய அழற்சி என்றும் குறிப்பிட்ட பகுதி அழற்சி என்றும் இருவகைப்படும். பரவிய மூளை அழற்சி பொதுவாக நாய் குதிரை முதலியவற்றில் ஏற்படும். இன்ஃபுளுயன்சா நோய் நாட்பட்டால் இவ்வழற்சி ஏற்படலாம். காய்ச்சல் இதன் முதல் அறிகுறி. நோயுற்ற விலங்கு ஓரிடத்தில் நிற்காமல் சுற்றிச் சுற்றி வரும். பக்கவாதமும் உண்டாகலாம். உடனடி மருத்துவம் செய்தால் சில சமயங்களில் குணமடையலாம். பெரும்பாலானவை இறந்துவிடும். குறிப்பிட்ட பகுதியின் மூளை அழற்சி பொதுவாகக் குட்டி விலங்குகளிடமே காணப்படும். வேறு நோய்களால் தாக்கப்பட்டு உடல் பலவீனமடைவதால் தடுப்பாற்றல் குறைய, இந்நோய் வரலாம். ஒட்டுண்ணிகளாலும் இந்நோய் உண்டாகலாம்.

பெருமூளை இரத்தப்பெருக்கு. பொதுவாக, கால்நடைகளிலும் நாய்களிலும் மூளையிலுள்ள இரத்தக் குழாய்கள் நசிவுற்றால் இரத்தப்பெருக்கு உண்டாகும். உடல் பலவீனப்பட்டு இரத்தக் குழாய்கள் கிழிந்தும் போகலாம். திடீரென ஏற்படும் இந்நோயால் இழுப்பு வந்து மரணம் உண்டாகலாம். சில வேளைகளில் மெதுவாக வரும் நோயால் கண்பாவை விரியும். உதடுகள் செயலிழக்கும், இந்நோய் எளிதில் குணமாகாது. தலையில் சூரியக் கதிர்கள் நேராகத் தாக்குவதால் வெயில் அதிர்ச்சிநோய் ஏற்படும். கால்நடைகள் கோடைக் காலத்தில் வெயில் நேரத்தில் வேலை செய்யும்போது இது உண்டாகும். இந்நோய் திடீரென ஏற்படும். வியர்வை மிகும். மூச்சுவிடுதல் விரைவாகும். காய்ச்சலுடன் இசிவும் வரும். தக்க உடனடி மருத்துவம் செய்து ஓய்வு கொடுத்தால் குணமாகிவிடும்.

மிகுந்த சூட்டால் சூடு அதிர்ச்சி நோய் உண்டாகும். இந்நோய் இரவிலும் திடீரென ஏற்படும். காய்ச்சல் மிகுதியாவது இதன் முக்கிய அறிகுறியாகும். கால்நடை தள்ளாடிக் கீழே விழும்; இசிவு வந்து மரணம் ஏற்படும். கால்கை வலிப்புநோய் நாய்களுக்கே வரும் ஒரு பரம்பரை நோய் ஆகும். திடீரென வரும் இந்நோயால் மயக்கம் வந்து தசைகள் இழுக்கும்; உடல் விறைத்துவிடும்; முகம், கழுத்துத் தசைகள் சுருங்கிச் சுருங்கி இழுக்கும்; கண்கள் ஒரு நிலைப்படும்; மலம், சிறுநீர் தாமாகவே வழியும். சிறிது நேரம் கழித்து மயக்கம் தெளியும். சோர்வு நீங்க நீண்ட நேரம் ஆகலாம். இந்நோயுள்ள நாய்களை இனப்பெருக்கம் செய்யாமல் தடுத்து வைக்க வேண்டும்.

நரம்பழற்சி. நரம்பில் ஏற்படும் காயங்களாலும் பாக்டீரியாக்களால் உண்டாகும் நஞ்சாலும் இந்நோய் ஏற்படுகிறது. உணர் நரம்புகளில் ஏற்பட்டால் வலி மிகுதியாக இருக்கும். உணர் திறன் சிறிதுசிறிதாகக் குறைந்து இறுதியில் இல்லாமற்போகும். செயல் நரம்புகளில் ஏற்பட்டால் இழுப்பும் பின்னர் பக்கவாதமும் உண்டாகும். இது குணமாவது அரிது.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

இனப்பெருக்க உறுப்பு நோய். பசுவிலும் பெண் நாயிலும் ஏற்படும் கருப்பை அழற்சி நோயால் மலடு ஏற்படும். பெரும்பாலும் இந்நோய் பாக்டீரியாவால் உண்டாகும். பசுவின் மலட்டுத் தன்மைக்கு டிரைக்கோமோனாஸ்ஃபீட்டஸ் (*Trichomonas foetus*) என்னும் ஒற்றைச் செல் உயிரி காரணமாகும்.

நோய் தீவிரமானால் யோனி வாயிலிருந்து நாற்றத்துடன் ஒழுக்கு வரும். காய்ச்சல் ஏற்படும். அடிக்கடி பசி ஏற்படும். குட்டிப் போடும்போது தொற்று ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. உடனடி மருத்துவம் செய்யாவிடில் பாக்டீரியா நச்சு இரத்தத்தில் கலந்து மரணம் உண்டாகும். யோனிப் பாதையிலிருந்து வரும் ஒழுக்கைக் கட்டுப்படுத்தாவிடில் நோய் தீவிரமடைந்து சூற்பையிலும் சூற்குழாய்களிலும் அழற்சி ஏற்படலாம். பசுக்களில் காசநோய் நுண்ணுயிரியாலும் இந்நோய் உண்டாகும்.

சூற்பையில் சிறு பைகள் (cysts) பசுக்களில் மிகுதியாக உண்டானால் மலட்டுத்தன்மை ஏற்படும்.

எ.கா. குதிரை.

சினைப்பாதை அழற்சி (salpingitis) ஏற்பட்டால் சூற்பையிலிருந்து அண்டம் வெளிவாராமல் நிரந்தர மலட்டுத்தன்மை ஏற்படும். கோழி இந்நோயால் தாக்குண்டால் இறந்துவிடும்,

பசுக்களிடம் மிகுதியாகக் காணப்படும் மடி அழற்சி (mastitis) ஒரு முக்கிய நோயாகும். பாக்டீரியாவால் ஏற்படும் இந்நோய் தீவிரமானால் மடியும் காம்பும் வீங்கிப் பாலுக்குப் பதிலாகச் சீழ் வரும். காய்ச்சல் உண்டாகும். நாட்பட்ட நோயினால் திசுக்கள் இறந்து மடி அழுகிவிடும். இது மிகவும் தீங்கானது. வெள்ளாடுகளிலும் செம்மறியாடுகளிலும் இந்நோய் பரவலாகக் காணப்படும். மடி சுருங்கிவிடும். பால் காரச் சத்து மிகுந்து நீர்த்துவிடும். சில நாள்களில் பால் கறக்காமல் போகும். இந்நோய் கண்டவுடன் தக்க மருத்துவம் செய்தால் குணமடையும். பொதுவாக இந்நோய், மந்தையில் ஏற்படுவதால் கால்நடைகளை நல்ல முறையில் வளர்க்கவேண்டும்.

ஸ்ட்ரெப்டோக்காக்கஸ் அகலாக்டியே (*streptococcus agalactial*) என்னும் பாக்டீரியாவால் உண்டாகும் மடி அழற்சி ஒரு தொற்று நோயாகும். இந்நோயுற்றால் பால் கறக்காது. நோய் கண்டதும் மருத்துவரை அணுகி உடனடி மருத்துவம் செய்ய வேண்டும்.

சுக்கிலச் சுரப்பி அழற்சி. சிறுநீர்த் தாரை வழியாக வரும் பாக்டீரியாவால் உண்டாகும் இந்நோய் பரவலாகப் பெரும்பாலான ஆண் கால்நடைகளில் ஏற்படும். இந்நோய் தீவிரமானால் சிறுநீர் இறங்காது. சுரப்பி வீங்கிவிடும். காய்ச்சல் வரும். சில வேளைகளில் சுரப்பியில் கட்டியும் உண்டாகும். சுக்கிலச் சுரப்பியில் வீக்கம் ஏற்பட்டால் சிறுநீர்ப்பையில் கற்கள் உண்டாகலாம். பரவலாக நாய்களிடமே இந்நோய் காணப்படுகிறது.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

சிறுநீர் மண்டல நோய். இவை சிறுநீரக அழற்சி (nephritis), சிறுநீர்ப்பை அழற்சி (cystitis), சிறுநீர்க் கற்கள் (urinary stones) எனப் பலவகைப்படும். சிறுநீரக அழற்சியில் முனைப்பான அழற்சி, நாட்பட்ட அழற்சி, சீழ் அழற்சி என மூன்று வகையுண்டு.

முனைப்பான அழற்சி வந்தால் சிறுநீர் மிகுதியாக இறங்கும். நோய் முதிர்ந்தால் சிறுநீர் கலங்கலாக இருக்கும்; அளவு குறையும்; அடர்வெண் மிகும்; அல்புமினும் மிகும். காய்ச்சல் ஏற்படும். தோல் சிறுநீர் நாற்றம் எடுக்கும். வாந்தி, இழுப்பு, ஜன்னி முதலிய கோளாறுகள் ஏற்பட்டு இறுதியில் இறக்க நேரிடும்.

நாட்பட்ட அழற்சி நோய் முதிர்ந்து வரலாம். சிறுநீர் அடிக்கடி வரும். கால்களில் நீர் கோத்து வீக்கம் உண்டாகும். அடிக்கடி வாந்தி வரும். தாகம் மிகுதியாக எடுக்கும். சிறுநீர் நாற்றமுள்ள ஊறல் நோய் (eczema) உண்டாகும். இரண்டு சிறுநீரகங்களிலும் அழற்சி ஏற்பட்டால் குணப்படுத்துவது கடினம்.

சிறுநீரகச் செல்களுள் சீழ் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்கள் புகுந்தால் சீழ் அழற்சி உண்டாகிறது. சிறுநீரகங்களில் குண்டூசித் தலை அளவுள்ள சிறு கட்டிகள் உண்டாகும். அழற்சி தீவிரமானால் மரணம் ஏற்படலாம். சிறுநீர்ப்பை அழற்சி பொதுவாக நாய்களிடம் பரவலாகக் காணப்படும். கரடுமுரடான உறுத்தும் பொருள்கள் சிறுநீரகம் அல்லது சிறுநீர்க் குழாய் வழியாகச் சிறுநீர்ப் பைக்குள் வந்தால் இந்நோய் ஏற்படும். சில வகைப் பாக்டீரியாக்களாலும் இந்நோய் உண்டாகலாம்.

சிறுநீர்ப்பை அழற்சி தீவிரமானால் சிறுநீர் சொட்டுச் சொட்டாகத் தொடர்ந்து வரும். வலியும் இருக்கும். சில வேளைகளில் சிறுநீர் கழித்தலும் கடினமாகும். சிறுநீரில் அல்புமின், சளி, இரத்தம் ஆகியவை இருக்கும். சிறுநீரின் அடர்வெண் மிகும். பாக்டீரியா நிறைந்திருக்கும். சிறுநீர் மிகவும் நாற்ற மடிக்கும். சிறுநீர்ப்பையில் கற்கள் சேர்வதாலும் இந்நோய் ஏற்படலாம்.

சிறுநீர்க் கற்கள் பல அளவிலும் உருவிலும் இருக்கும். பொதுவாகச் சிறுநீரை அடக்குதல், நீர் குறைவாகக் குடித்தல், சிறுநீரில் அமிலம் அல்லது காரத்தன்மை மிகுதல், சிறுநீர்ப்பாதையில் நுண் கற்கள் சேருதல், வைட்டமின் A குறைநோய் ஆகியவற்றால் சிறுநீர்க் கற்கள் உண்டாகலாம். சிறுநீரகக் கற்கள் சிறு மணல் போலவும் சிறுநீர்ப்பைக்கற்கள் சிறிது பெரியனவாகவும் இருக்கும்.

சில குதிரைகளில் முட்டை அளவுள்ள கற்கள் காணப்படும். ஊனுண்ணிகளின் சிறுநீர்க் கற்கள் ஆக்சலேட்டுகளாலும் யூரேட்டுகளாலும் உருவாகின்றன. தாவரவுண்ணிகளின் சிறுநீர்க்கற்கள் கார்பனேட்டுகளாலும் பாஸ்ஃபேட்டுகளாலும் உருவாகின்றன. கற்கள் பெரியனவானால் சிறுநீர்க் கழித்தலில் கடினமேற்படுவதுடன் சில வேளைகளில் சிறுநீர்ப்பைகிழிந்தும் விடும். இதற்கு மருத்துவம் இல்லை.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

உணவுப் பாதை நோய். அசைபோடும் கால்நடைகளின் இரைப்பையில் முதல் அறையாகிய ரூமெனில் உணவு திரண்டு கட்டியாகி அடைத்துக் கொள்வதற்கு அடைப்பு நோய் (impaction) என்று பெயர். சத்துக் குறைந்த உலர்ந்த தீனியை அளவுக்கதிகமாகத் தின்பதாலோ, ரூமெனில் தசை வலிமை குன்றினாலோ இந்நிலை ஏற்படும். இந்நோய் கண்டால் கால்நடை பின் கால்களால் வயிற்றில் உதைத்துக் கொள்ளும். அசை போடாது. வயிறு வீங்கி மூச்சு விடத் துன்பப்படும். நோய் தொடக்கத்தில் மருத்துவம் செய்தால் குணமாகும். நாட்பட்டால் அறுவை மருத்துவமே சிறந்தது.

ரூமன்பொருமல் (tympanites of rumen) என்னும் நோய் இரைப்பையில் தேங்கியுள்ள தீனி நொதித்து வளிமம்நிறைந்துபொருமல் உண்டாவதால் ஏற்படு கிறது. ரூமன் தசை வலிவு குறைந்தாலோ, ரூமன் சுரப்பிகள் நன்கு சுரக்காமல் இருந்தாலோ இந்நோய் ஏற்படுகிறது. அமைதியற்று அடிக்கடி பின்காலால் வயிற்றை உதைத்துக் கொண்டால் இந்நோய் உள்ளது எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம். மூச்சுவிடத் துன்பப்படும்; தீனி எடுக்காது; அசை போடாது. நாக்கை அடிக்கடி வெளியே நீட்டும். அடிக்கடி சிறுநீரும், மலமும் சிறிய அளவில் கழிக்கும்; காய்ச் சலும் ஏற்படும்; மாடு, வெள்ளாடு, செம்மறியாடு இவற்றிற்கு இந்நோய் வரும்போது உடனடியாக மருத்துவம் செய்யாவிடில் இறந்துவிடும். ரூமனில் துளை செய்து வாயுவை வெளியேற்றலாம். குதிரை யில் சில வேளைகளில் உணவோ வாயுவோ இரைப் பையில் அளவுக்கு மீறித் தேங்கினாலோ தீனி தின்ற வுடன் எதிர்பாராமல் கீழே விழுந்தாலோ இரைப்பை கிழியும். 6-10 மணி நேரத்தில் மரணம் நேரும்.

நாய்க்கு வரும் நோய்களில் மிக முக்கியமானது இரைப்பை அழற்சி (gastritis). உறுத்தும் பொருளோ, நச்சுப்பொருளோ உணவில் இருந்தால் இரைப்பை அழற்சி உண்டாகும். டைஃபஸ் நோயாலும் இது ஏற்படலாம். குட்டிகளின் குடலில் நாக்குப் பூச்சிகள் (ascaris) இருந்தாலும் இந்நோய் உண்டாகும். வாந்தி மிகும்; காய்ச்சல் உண்டாகும். உடனடி மருத்துவம் மேற்கொள்ள வேண்டும்.

குடலழற்சி. இந்நோய் உண்டானால் தீனி எடுக்காது. அசை போடாது. மலச்சிக்கல் உண்டாகி இரண்டொரு நாள்களில் வயிற்றுப் போக்கு ஏற் படும். அடிக்கடி மலம் சிறுகச்சிறுக வரும். குதிரைக்கு இந்நோய் ஏற்பட்டால் வலியால் ஓயாமல் நடந்து கொண்டே இருக்கும். காய்ச்சல் வரும். பசுவுக்கு வந்தால் பால் கறப்பது குறைந்துவிடும்.

வயிற்று வலி. இது விட்டு விட்டு வரும் வலி (spasmodic colic), பொருமல் வலி (flatulent colic) என இரு வகைப்படும். இது பொதுவாகக் குதிரை யிடமே காணப்படும். விட்டுவிட்டு ஏற்படும் வலியால் வியர்வை மிகுந்து விலங்கு சோர்ந்துவிடும். காய்ச்ச லும் வரும். சிறுநீர் வரும் போலிருந்தாலும் சிறுநீர் வாராது. வயிற்றின் மீது அடிக்கடி உதைத்துக் கொள்ளும். புரண்டு புரண்டு எழும். பொருமல் வலி உண்டாவதால் பெருங்குடலில் வாயுக்கள் நிறைந்து வியர்வை மிகும். தீனியில் சாறு மிகையாக இருந் தாலோ, பூஞ்சணமிருந்தாலோ இதுஏற்படும். அடிக் கடி முன்னால் உதைத்துக் கொள்ளும். சுற்றிச் சுற்றி வரும். நோய் தீவிரமானால் அடிக்கடி சிறுகச் சிறுக மலம் வரும். வாயுவும் பிரியும். சில வேளைகளில் மூச்சுத் திணறலோ குடல் கிழிதலோ ஏற்பட்டு மரணம் நேரலாம்.

வயிற்றுச் சவ்வழற்சி. ஈரல்கட்டி, குடல் கட்டி அல்லது குடல் முறுக்கு ஆகியவற்றால் வயிற்றுச் சவ்வழற்சி (peritonitis) உண்டாகும். காயம் ஏற்பட்டு அதன் வழியே உட்செல்லும் நோய் நுண்ணுயிரி களும் உண்டாகும். சில வேளைகளில் காயடிக்கும் போதோ, கருப்பை கிழியும்போதோ, சிறுநீர்ப்பை கிழியும்போது உண்டாகும். ஆடு மாடுகளுக்குக் காச நோய் நுண்ணுயிரியால் அடிக்கடி உண்டாகலாம். நோய் தீவிரமடைந்தால் வயிற்றைச் சிறிதே தொட்டாலும் வலிக்கும். மூச்சு விரைவாக விடும். காய்ச்சல், நடுக்கம் உண்டாகும். மலச்சிக்கல் ஏற் படும். படுத்தால் எழுந்திருக்க முடியாமற் போகும்.

மகோதரம் (ascites or dropsy) . இந்நோய் கண்டால் வயிற்றில் நிணநீர் போன்ற வெளிர் மஞ்சள் நிறநீர் உண்டாகி வயிறு உப்பி விடும். ஆனால் இந் நீரில் புரதம் குறைவாக இருக்கும். மூச்சுவிடத் துன்பப்படும். நோய் கண்டவுடன் தக்க மருத்துவம் செய்தால் குணமாகி விடும்.

மஞ்சட் காமாலை. இந்நோய் கண்டால் சிறுநீர் மஞ்சள் நிறத்தில் வரும். காய்ச்சல் இருக்கும். மலச்சிக்கல் உண்டாகும். மலம் கெடுநாற்றம் அடிக் கும். நாட்பட்ட நோயால் உடல் மெலிந்து சோகை ஏற்படும். வயிறும் கால்களும் வீங்கும்.

கல்லீரல் அழற்சி. இதில் சீழ்க் கல்லீரல் அழற்சி, செல்லிடைக் கல்லீரல் அழற்சி என இருவகையுண்டு. சீழ் உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்கள் கல்லீரல் திசுக்களில் சேர்ந்தால் அழற்சி உண்டாகும். மற்ற உறுப்புகளில் சீழ்க்காயங்கள் ஏற்பட்டாலும் கல்லீரல் பாதிக்கப் படலாம். கல்லீரல் செல்களுக்கிடையிலுள்ள இணைப்புத்திசு இயல்பு மீறி வளர்ந்தால் செல் லிடைக் கல்லீரல் அழற்சி ஏற்படும். குதிரை போன்ற விலங்கினங்கள் சில நச்சுச் செடிகளைத் தவறாகத் தின்று விட்டால் இந்நோய் ஏற்படலாம். பூஞ்சண முள்ள வைக்கோலையோ கொதித்த தீனியையோ உண்பதாலும் வரலாம். செரிமானமின்மை, பசி யின்மை இந்நோயின் முக்கிய அறிகுறிகள் ஆகும். மலம் கெடுநாற்றத்துடனிருக்கும். நாட்பட்டால் மகோதரம் உண்டாகும். நாய்களே பெரும்பாலும் இந்நோயால் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆடுகளில் நாக்குப் பூச்சியாலும் இந்நோய் வரலாம், புழு நீக்கி மருந்தைக் கொடுத்துக் குணப்படுத்தலாம்.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

கல்லீரல் அழற்சி. இந்நோய் பொதுவாகக் கல்லீரல் அழற்சிச் சீழடைவு (suppurative hepatitis) என்றும் நெடுநாட்பட்ட அழற்சி (chronic hepatitis) என்றும் இரு வகைப்படும். நெடுநாட்பட்ட கல்லீரல் அழற்சியில் உண்மையான கல்லீரல் திசு அணுக்கள் மறைந்து நார்த்திசுக்களால் நிரப்பப்படும். எனவே இதைக் கல்லீரல் நாரடைவு (cirrhosis of the liver) என்று மறு பெயரிட்டுக் குறிப்பிடுவர்.

நாரடைவின் காரணம். நுண்ணுயிரிகள் வெளிப்படுத்தும் நச்சுப் பொருள்கள், கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு, மாங்கனீஸ் குளோரைடு போன்ற வேதிப்பொருள்கள் கல்லீரலைத் தாக்குவது, பித்த நீர்க் குழாயில் தொடர்ந்து உறுத்தல் ஏற்படுவதால் குழாயில் அடைப்பு ஏற்படுவது, ஈரல் புழுக்கள் அஸ்காரிஸ் போன்ற உருளைப்புழுக்களின் நகரும் பருவம், சிஸ்டிசெர்கஸ் (cysticercus) போன்ற உள் ஒட்டுண்ணிகள் ஈரலில் ஏற்படுத்தும் பாதிப்பு ஆகியன நாரடைவின் காரணங்களாகும். மேலும் ஆக்டினோ பெசில்லஸ் காசநோய் போன்றவற்றின் நேரடித் தாக்குதல்களால் கல்லீரல் திசுக்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதுபோன்ற ஏதோ ஒன்று கல்லீரலைத் தொடர்ந்து தாக்கிப் பாதிப்பை ஏற்படுத்துவதால், ஈரலின் இயல்பான நிறமும் அளவும் தோற்றமும் மாறுபாடு அடையும்.

மாடுகளிலும் ஆடுகளிலும் கல்லீரல் நாரடைவு பெரும்பாலும் ஃபேசியோலா ஹெபாட்டிகா (*Fasciola hepatica*) என்னும் ஈரல் புழுக்களால்தான் ஏற்படுகிறது. குடல் மற்றும் வயிறு அழற்சியால் வெளியேற்றப்படும் நச்சுப் பொருள்களாலும், பூசணம் பிடித்த தீவனம் உட்கொள்ளுவதாலும் கல்லீரல் பாதிக்கப்படுகிறது.

நாரடைவின் வகைகள். கல்லீரல் நாரடைவு ஒரு பகுதி நாரடைவு, பல பகுதி (முழு) நாரடைவு என இருவகைப்படுகிறது. முழு நாரடைவு விலங்குகளில் பெரிதும் காணப்படுவதில்லை; எனினும் எப்போதாவது பூனை, நாய் போன்றவற்றில் ஏற்படுவதுண்டு.

கண்பார்வையில் கல்லீரல் தோற்றம். கல்லீரலின் முழு நாரடைவின்போது, தொடக்கநிலையில் ஈரல் வீங்கியிருக்கும்; நாளடைவில் ஈரல் சுருங்கிவிடும். மென்மைத்தன்மை மாறி அழுத்தமாகவும், கத்தியால் வெட்டும்போது கடினமாகவும் இருக்கும். அதன் புறப்பகுதி புள்ளிகளாகவும், கரடுமுரடாகவும் தோற்றமளிக்கும். ஈரலின் நிறம் பழுப்பு மஞ்சள் நிறமாகவோ பித்த நீர்த்தேக்கத்தால் பச்சை நிறமாகவோ காட்சியளிக்கும். ஈரல் புழுக்களால் ஏற்படும் நாரடைவில் புதிய பித்த நாளங்கள் உண்டாகியிருக்கும்.

நுண்ணோக்கியில் தோற்றம். ஈரல் திசுக்கள் மாறி நார் இணைப்புத் திசுக்கள் அதிகரித்திருக்கும். முழுப் பாதிப்பில் நார்த்திசுக்கள் கட்டுக்கட்டாக உருவாகியிருக்கும். ஈரல் அணுக்களில் கொழுப்பு மாற்றமும், ஈரல் அழுகலும், உருமாற்றமும் தெரியும்.

நாரடைவால் ஏற்படும் விளைவுகள். தொடர்ந்து செயலாற்றும் கல்லீரலின் வழக்கமான பணிகள் பாதிக்கப்படுவதுடன் கல்லீரல் இரத்த ஓட்டம் தடைப்பட்டு, உடல் திசுக்களில் நீர்கோர்த்த நிலை, சிரைகளில் இரத்தத் தேக்கம், மண்ணீரல் வீக்கம், வயிறு, குடற் பகுதிகளில் இரத்தக் குழாய்த்தடிப்பு ஆகியவை தோன்றுவதுடன் மஞ்சள் காமாலை ஏற்பட்டுப் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் இறந்துவிடும். இதற்கு மருத்துவம் இல்லை. இந்நோய் வாராமல் தடுக்க காலத்தில் குடல் புழு நீக்க மருந்துகள் கொடுக்கலாம். தூய நீர், சரிவிகித உணவு, காற்றோட்டமான மாட்டுக் கொட்டகை அமைப்பு ஆகியவையும் உதவும்.

- ச. தமிழரசன்

உள் ஒட்டுண்ணி நோய். கால்நடைகளின் குடல்களில் உள் ஒட்டுண்ணிகள் பெரும்பான்மையாக உள்ளமையால் அவை செரிமானக் கோளாறுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இளம் கால்நடைகளில் இவை உடல் வளர்ச்சியைப் பாதிப்பதால் பொருளாதார இழப்பு ஏற்படுகிறது. முதிர்ச்சி அடையாத புழுக்கள் குடல் மற்றும் நுரையீரல் வழியே சென்று பித்த நாளங்கள், சிறுகுடலை அடைந்து விடுவதால் அல்லது புண்களை ஏற்படுத்துவதால் கால்நடைகளில் இந்நோயின் தீவிர அறிகுறிகள் உண்டாகின்றன.

உள் ஒட்டுண்ணி நோய் ஏற்படுத்தும் புழுக்களின் வகைகள். ஒவ்வொரு கால்நடையும் உள் ஒட்டுண்ணியைக் கொண்டுள்ளது. பன்றிகளில் அஸ்கேரிஸ் சூசம் (*Ascaris sucem*), குதிரைகளில் அஸ்கேரிஸ் ஈகு வாரம் (*Ascaris equorum*), பசு இனங்களில் அஸ்கேரிஸ் விட்டுலோரம் (*Ascaris vitulorum*) ஆகிய உள் ஒட்டுண்ணிகள் நோய்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

இருப்பிடம். உள் ஒட்டுண்ணிகள் பொதுவாக உலகெங்கும் காணப்படும். இவை பொதுவாகப் பண்ணைகளிலேயே நோயை ஏற்படுத்துகின்றன. கன்றுகள் தாயிடம் இருந்து இளம்புழுக்களைச் சீம்பால் மற்றும் கொப்பூழ்க் கொடி மூலமாகவும் பெறுகின்றன. எனவே கன்றுகளில் இப்புழுக்களைத் தொடக்கத்திலேயே காணலாம். கன்றுகள் இப்புழுக்களின் முட்டைகளை இரண்டு முதல் மூன்று வாரத்தில் சாணத்தின் மூலம் வெளியிடுகின்றன. இந்நோய் கன்றுகளில் பொதுவாக நான்கு முதல் ஐந்து மாதங்கள் வரை காணப்படுகிறது. கால்நடைகளில் கன்றுகளுக்கு இந்நோய் தாய்ப்பால் மற்றும் சாணம் மூலம் ஏற்படுகிறது. கால்நடைகளில் இளம் புழுக்களின் வளர்ச்சி மற்றும் இடம்பெயர்தல் சரிவரத் தெரியவில்லை. கன்றுகளில் இந்தநோயின் முதிர்ந்த நிலை 10 நாள்களிலிருந்து காணப்படுகிறது.

நோய் அறிகுறிகள். பொதுவாக இந்நோய் இளங் கன்றுகளையே தாக்குகிறது. கன்றுகளின் உடல் தோல் பளபளப்புக் குறைந்து மெலிந்து காணப்படும். சில நேரங்களில் கன்றுகளுக்கு வலிப்பு மற்றும் குடல் அடைப்பு ஏற்படலாம். கன்றுகளின் உடல் எடை குறைந்து இரத்தச் சோகை ஏற்படும். முதிர்ந்த கால்நடைகளில் இந்த நோயின் அறிகுறிகள் தீவிரமாகத் தெரிவதில்லை. பொதுவாக இந்தக் கால்நடைகளில் பசியின்மை, மூச்சுக்கோளாறு நோய்கள் ஏற்படலாம்.

மருத்துவம். பிப்பிரசின் அடிபேட் பொடி - 100 மிகி/கிகி உடல் எடை, ஹெல் பாகிட் நீர்மம் - 0.5 - மிலி/கிகி உடல் எடை ஆகிய மருந்துகள் கொடுக்கலாம்.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். கன்றுக் கூடங்களைச் சுகாதார முறையில் வைத்து நீர், உணவு ஆகிய வற்றைக் கொடுக்க வேண்டும். கன்றுகள் மண்ணைத் தின்னாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். சினை மாடு, கன்றுகளின் சாணத்தை ஆய்வு செய்து குடற்புழுக்களின் முட்டைகள் இருந்தால் மருந்து கொடுத்துக்குடற்புழு நீக்கம் செய்யவேண்டும். பால் கறக்கும் முன் பால்மடியைத் தூய்மை செய்ய வேண்டும். கன்றுகளை மாதந்தோறும் எடை யிட்டு எடை குறைவாக உள்ள கன்றுகளுக்குத் தக்க மருத்துவம் செய்ய வேண்டும்.

- ஆர். திருவள்ளுவன்

எலும்புக்கூட்டு மண்டல நோய். இது கணை நோய் (rickets), எலும்பு நாராதல் (*osteoporosis*) என இருவகைப்படும். கணை நோய் பொதுவாக நாய், பன்றிக் குட்டி, பசுங்கன்று, ஆட்டுக்குட்டி ஆகிய இளம் கால்நடைகளுக்கே வரும். முதலில் எலும்பின் முனைகள் வீங்கும். எலும்புகளின் வலிமை குன்றும்.

உணவில் பாஸ்ஃபரஸ், வைட்டமின் D குறைவ தால் இந்நோய் வரும். பெரும்பாலும் வீட்டில் அடைந்து கிடைக்கும் கால்நடைக்கே இது வரும். நோயின் அறிகுறிகள் மெதுவாகவே வெளிப்படும். எலும்பின் முனைகள் வீங்கிப் பிதுங்கக்கூடும். எலும்பு உறுதியிழந்து வளையும். மிகவும் மென்மையாகி விடும். கால்நடை நொண்டியபடி நடக்கும். தாடை எலும்புகள் வீங்குவதால் வாயைத் திறக்கச் சிரமப் படும். சரியாக உணவு உட்கொள்ள முடியாது; உடல் மெலிந்து விடும். நோய் கண்டவுடன் தக்க மருத்துவம் செய்தால் குணமடையலாம்.

எலும்பு நாராதல் நோய் பொதுவாக இளங் குதிரைகளுக்கு வரும். தீவனத்தில் பாஸ்ஃபரஸ், கால் சியம் சரி அளவில் இல்லாதிருந்தால் இந்நோய் தோன்றும். இந்நோய் வந்தால் எளிதில் குண மாகாமல் காலப்போக்கில் முனைப்பாகிவிடும். அப் போது தலை வீங்கிவிடும். மூச்சுவிடத் துயர்படும். பற்கள் வலிவிழந்து ஆடும். கால் எலும்புகள் வலி விழந்து முறிந்து விட்டால் கூடுவது அரிது. நோய் கடுமையானால் உடல் மெலியும். உடனடி மருத்து வம் செய்தால் நோய் குணமாகலாம். நாட்பட்டால் மருத்துவத்தால் பயனேற்பட வழியில்லை. வயதான கால்நடைகள் பாதிக்கப்பட்டால் நோய் குறைவது மிகவும் அரிது.

தோல் நோய்கள். பொதுவாக உறுத்தும் பொருள் களால், சிறப்பாகப் புற ஒட்டுண்ணிகளால் இந்நோய் உண்டாகும். உறுத்தும் பொருள்களால் தடிப்பு ஊறலும் (eczema) உண்டாகும். தடிப்பு நோய் தோலில் பரவலாகத் திடீரென்று தோன்றி இரண் டொரு நாளில் மறைந்துவிடும். பூச்சிக்கடியாலும் தடிப்பு ஏற்படுவதுண்டு. வேறு சில தோல் நோய்கள் தோன்றினால் பக்க விளைவாகத் தடிப்பும் ஏற்பட லாம். தீவனத்தில் புரதச்சத்துக் குறைந்தாலும் தோல் நோய்கள் உண்டாகும்.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

அம்மைநோய். இந்நோய் நாய், பூனை ஆகியவை தவிர ஏனைய வீட்டு விலங்குகள் அனைத்துக்கும் வரும். அவற்றுக்கு வரும் அம்மைகள் அந்தந்த விலங்கின் பெயரால் வழங்கும். இந்த நோய்கள் சாதாரண நுண்ணோக்கிக்குப் புலப்படாத மிகு நுண்ணுயிர்களால் ஏற்படுகின்றன. ஓவ்வொரு விலங் கினத்துக்கும் அதற்கென்று ஏற்பட்ட மிகுநுண்ணுயிர் உண்டு. ஆயினும் பல்வேறு விலங்கின மிகுநுண்ணுயிர் களும் ஒன்றொடொன்று நெருங்கிய தொடர்பு டையன.

இந்த நோய்களின் முக்கியமான அறிகுறி தோலில் கொப்புளங்கள் உண்டாவதாகும். அவை பல நிலை களில் வளரும். முதலில் தடித்த சிவந்த சிறுகுறிகள் காணப்படும். இவை பின்னர் குன்றிமணி அளவான சிவந்த சிறு கொப்புளங்களாக மாறும். ஏழு அல்லது எட்டாம் நாளில் இக்கொப்புளங்களில் தெளிந்த நிணநீர் நிறையும். பத்து அல்லது பதினோராம் நாளில் தெளிந்த நீர் கலங்கிச் சீழாகும். கொப்புளத் தின் பரப்பிலுள்ள திசு இறந்துவிடும். இருபத்தோராம் நாளில் அதிலுள்ள சீழ் உலர்ந்து, மேல்தோல் பக்கு களாகி உதிரும். அப்போது அந்த இடங்கள் சிறு குழிகளாகத் தோன்றும். இவ்வாறு வரும் கொப்புளங் கள் ஒன்றிரண்டாக அன்றிப் பெருமளவில் வரும். இவை ஒரே காலத்தில் மேற்கூறிய பல நிலைகளில் இருக்கும்.

இந்தக் கொப்புளங்களில் மிகுநுண்ணுயிர் காணப் படும். காய்ச்சலுடன் கடுமையாக வரும் நோயில் இரத்தத்திலும், கோழையிலும் கூட மிகுநுண்ணுயிர் காணப்படும். இறுதி நிலையில் உதிரும் பக்குகள் தொற்றுந் தன்மையுடையன. இத்தன்மையை அவை பல ஆண்டுகள் கூட இழக்காமலிருக்கும். நோயுற்ற விலங்கினங்களிலிருந்து ஏனைய நோயற்ற விலங்கினங் களுக்குத் தொற்று மூலம் இந்தநோய் ஒட்டிக் கொள்ளும்.

மாட்டம்மை (cow-pox). இது மந்தையில் மெது வாகப் பரவுகிறது. இந்நோய் கடுமையானதன்று. இது பசுவின் மடியிலும், காம்பிலும், பிறப்புறுப்பின் புறத்திலும் காணப்படும்; உடம்பின் பிற பகுதிகளில் காண்பது அரிது. கன்றுகளின் உதடுகளிலும், முகத் திலும், மூக்குத் துளைகளிலும் தோன்றும். காளை களின் விதைப்பையிலும் தொடைகளின் உட்புறங் களிலும் தோன்றும்.

இந்நோய் பெரும்பாலும் காய்ச்சலுடனேயே தோன்றும். அதனால் நோய் கண்ட விலங்கு சுறுசுறுப்பாயிராது. பால் கொடுக்கும் அளவு குறையும். நோய் கடுமையாகாவிட்டால் பொதுவாக மூன்று வார காலத்தில் நலமாகிவிடும். இதற்குரிய மருத்துவம் நோயுற்ற விலங்கை மந்தையினின்றும் தனியே பிரித்து வேறாக வைப்பதும், கொப்புளங்களைத் தூய்மை செய்வதும், நச்சுக் கொல்லிகள் தடவி வைப்பதுமாகும். அம்மை மிகுநுண்ணுயிரை, நோயில்லாத கன்றுகளின் தோலைக் கீறிய பகுதிகளில் தேய்த்தால் அங்குக்கொப்புளங்கள் பல நிலைகளில் தோன்றும். இந்தக் கொப்புளங்களிலுள்ள நிணநீரை எடுத்து மனிதர்களின் உடலில் செலுத்தினால் அம்மை நோயின் கடுமை குறைந்து, அந்நோய்த் தடுப்பாற்றல் (immunity) உண்டாகிறது.

குதிரை அம்மை. இந்நோய் கடுமையானதன்று. கொப்புளங்கள் குளம்புகளுக்கு மேலேயுள்ள பகுதிகளிலும், குதிகால்களிலும் தோன்றும். அந்த இடங்களில் அழற்சி உண்டாகும். கொப்புளங்கள் உதடுகள், மூக்கைச் சுற்றியுள்ள தோல், பெண் குதிரையின் பிறப்புறுப்பின் புறப்பகுதி ஆகிய இடங்களிலும் தோன்றலாம்.

செம்மறி ஆட்டு அம்மை. இது மிகவும் கடுமையான நோய். உடலில் பல மாறுதல்களை உண்டாக்கிக் கொன்றுவிடும். கொப்புளங்கள் கோழைப் படலங்களிலும், மயிரில்லாத பகுதிகளாகிய கன்னம், உதடு, மூக்குத் துளைகள், குய்யம், மடி, விதைப்பை, தொடைகளின் உட்புறம், வாலின் அடிப்புறம் ஆகிய இடங்களிலும் தோன்றும். இந்நோய் பரவுவதற்கு நோயுற்ற விலங்கைத் தொடவேண்டியதில்லை. காற்று, தூசி முதலிய வழிகளிலும் பரவ முடியும். மனிதன், ஈ, பூச்சி ஆகிய வழியாகவும் பரவலாம்.

இந்நோய் இரண்டு வகைப்படும். ஒன்று கடுமையில்லாதது. அதில் கொப்புளங்கள் தனித்தனியாகவும், ஒழுங்காகவும் தோன்றும். மற்றொன்று பரவக்கூடியது. கடுமையானது; கொப்புளங்கள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்திருக்கும், ஒழுங்காகவுமிரா. முதலில் கடுமையான காய்ச்சல் வரும். விலங்கு சுறுசுறுப்பில்லாமல் இருக்கும். தீனி தின்னாது; நடக்கும்போது கால்கள் விறைப்பாக இருக்கும். ஏறத்தாழ நான்கு நாள்களில் கொப்புளங்கள் தோன்றும். அப்போது சிவந்த தடிப்புகள் இருக்கும். முதல் வகை நோயில் மூன்று வாரங்கள் ஆகும்போது, கொப்புளங்கள் உலர்ந்து, பக்குகள் உதிரும். ஒரு முறை நோய் வந்துவிட்டால் பிறகு நீண்ட காலம் வாராமல் இருக்கும்.

இரண்டாம் வகை நோயில் தோல் வெடிக்கும். மயிர் உதிரும். சில் வேளைகளில் கண்களிலும் கொப்புளங்கள் தோன்றிக் கண்களைக் குருடாக்கி விடுவதுண்டு. மூக்குத் துளைகளில் கொப்புளங்கள் உண்டாகிக் கெடு நாற்றமுடைய சீழ் வடியலாம். பெண் ஆடுகள் நோயுறும்போது கருவுற்றிருந்தால் கருச் சிதைந்துவிடும். பெரும்பாலும் இந்நோய் கண்ட விலங்குகள் இறந்துவிடும்.

நோய் கண்டவுடன் அம்மை நோயுற்ற விலங்குகளையும், உடல் நலம் குறைந்தவைபோல் தோன்றும் விலங்குகளையும் வேறாகத் தனியே பிரித்து வைத்துவிட வேண்டும். வந்த நோய் இரண்டாம் வகையினதாக இருந்தால் நோய் கண்ட விலங்குகளைக் கொன்று புதைத்து விடுவதே சிறந்தது. நோயில்லாத விலங்குகளையும் பெரிய மந்தையாக இராமல், சிறுசிறு கூட்டங்களாகப் பிரித்துத் தூய மேய்ச்சல் நிலங்களுக்குக் கொண்டுபோய்விட வேண்டும். தொழுவங்களை நச்சுக் கொல்லி கொண்டு தூய்மை செய்ய வேண்டும். கொப்புளங்களில் நச்சுக் கொல்லி மருந்துகளைப் பூசவேண்டும். நோயுறாத விலங்குகளுக்கு நோய்த் தடை மருந்துகள் அளிக்கலாம்.

வெள்ளாட்டு அம்மை. இது கடுமையில்லாத நோய். கொப்புளங்கள் மடி, காம்பு ஆகிய இடங்களிலும், சில வேளைகளில் வேறிடங்களிலும் தோன்றும். கொப்புளங்களுக்கு வழக்கமாகச் செய்ய வேண்டுவன செய்தால் நோய் நலமாகிவிடும்.

பன்றி அம்மை. பன்றி அம்மை இளம் பன்றிகளுக்கே வரும். உடல் முழுதும் தோன்றும். சில வேளைகளில் மூச்சுப்பாதையிலும் தோன்றுவதால் இறப்பு நேரும். நோய்த்தடை மருந்தை ஊசி மூலம் கொடுக்கலாம்.

பறவை அம்மை. இது கோழிகளுக்கும், பறவைகளுக்கும் வரும் தொற்று நோய். பொதுவாக இளம் பறவைகளுக்கே வரும். தலை உச்சியிலும், தோல் மடிப்புகளிலும், கண் இமையிலும் கொப்புளங்கள் காணப்படும். வாயில் மஞ்சள் நிறமான ஒட்டுந் தன்மையுள்ள படலம் காணப்படும். சில வேளைகளில் கண்களிலிருந்தும், மூக்கிலிருந்தும் கோழையும், சீழும் கலந்த நீர் ஒழுகும்.

இந்நோய் மூன்று வகைப்படும். முதல் வகையில் கொப்புளங்கள் இறகில்லாத தலைப்பகுதியில் தோன்றும். அவை பின்னர் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு நிறமான, மருப்போன்ற முடிச்சுகளாக மாறும். இவை ஒன்றாகச் சேர்ந்து பெரிய முடிச்சுகள் ஆகும். ஏறக்குறைய இருபத்தொரு நாள்களில் இவை உலர்ந்து உதிரும். இவ்வகை நோய் கடுமையானதன்று. இரண்டாம் வகையில் மஞ்சள் நிறமான தடித்த படல ஒட்டுகள் வாயினுள்ளும், தொண்டையிலும் தோன்றும்.

மூன்றாம் வகையில், கொப்புளங்கள் மூக்குத் துளைகளிலும், கண்களிலும் காணும்; கண்ணிமைகள் வீங்கும்; தடிப்பான மஞ்சள் நிற நீர் வரும்.

முதல் வகை நோய் கண்டால், கொப்புளங்களைத் தூய்மை செய்து மிகு நுண்ணுயிர்க்கொல்லி மருந்துகளைப் பூசி வைப்பதே முறை. இம்முறை பிற இருவகை நோயிலும் பயன்படாது. அதனால் அந்த இரண்டு வகை நோய்கள் கண்டால், நோயுற்ற விலங்குகளைத் தனியே பிரித்து வைப்பதோடு தொழுவங்களை மிகு நுண்ணுயிர்க்கொல்லி கொண்டு தூய்மை செய்ய வேண்டும். குஞ்சுகள் இரண்டு மாத வயதாயிருக்கும்போது அவற்றிற்கு நோய்த் தடை மருந்துகளை ஊசி மூலம் செலுத்தலாம்.

- வெ. துரைசாமி

வீக்கம். கல்லால் அடிபடுவதாலோ, கீழே விழுவதாலோ அடிபட்ட இடத்தில் கால்நடைகளுக்கு வீக்கம் ஏற்படும். சுளுக்கு ஏற்பட்டாலும் வீக்கம் உண்டாகும். முள்ளோ ஆணியோ தைத்தாலும் வீக்கம் ஏற்படும். இவற்றை எடுத்தால்தான் வீக்கம் குறையும். வீக்கம் கண்டவுடன் 3-4 வேளை வெந்நீர் ஒற்றடமும் வறுத்த தவிட்டு ஒற்றடமும் கொடுத்தால் குணமாகும். இதில் குணமாகாவிட்டால் கர்ப்பூரத் தைலம் அல்லது மர எண்ணெய் தடவினால் சில நாளில் வீக்கம் குறைந்து விடும். காலில் வீக்கம் வந்தால் ஒற்றடம் கொடுத்தபின் சிறிது பஞ்சு வைத்துத் துணியால் கட்டுப்போடலாம். வலி மிகுதியாக இருந்தால் கரியபோளம் மருந்தில் சிறிது எடுத்து நான்கு மடங்கு நீரில் கரைத்துக் கொதிக்க வைத்து வீக்கம் உள்ள இடத்தில் பற்றுப்போட்டால் வலி குறையும், வீக்கமும் வாடிவிடும்.

சில வேளைகளில் வீக்கம் குறையாமல் சீழ், கட்டி விடலாம். சீழ் பிடித்த கட்டி இளகும் வரை ஒற்றடமும் தைலமும் இட்டு நன்றாகப்பழுத்தவுடன் மருத்துவரைக் கொண்டு அறுவை செய்து சீழை அகற்றி விடலாம். சீழை முழுதும் அகற்றியதும் டெட்டால் அல்லது ஃபினைல் விட்டுக் கழுவிப் கர்ப்பூரத்தையும் வேப்பெண்ணெயையும் (1-8 வீதம்) கலந்து தடவப் புண் ஆறிவிடும். புண் பெரியதாக இருந்தால் சிறிது துணியில் எண்ணெயை ஊற்றிப் புண்ணில் வைத்துக் கட்டிவிடலாம். சரியான மருத்துவம் செய்யாவிடில் சீழ் பிடித்த பகுதி புரையோடி உள்ளுக்குள் துளைத்துக்கொண்டு பிற பகுதிகளிலும் பரவி மிகு வலியைக் கொடுக்கும்.

வீக்கமோ காயமோ ஏற்பட்ட கால்நடைகளுக்கு முழு ஓய்வு கொடுத்து, தூய்மையான இடத்தில் கட்டி வைத்து எளிதில் செரிமானமாகக் கூடிய தீனியைக் கொடுத்துக் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஈக்கள் காயத்தில் உட்காராதவாறு மூடியும் வைக்க வேண்டும். சில வேளைகளில் கால் தடுமாறிக் கீழே விழுந்தால் சுளுக்கு ஏற்படும். மூட்டுகளிலுள்ள பந்தகங்களும் தசை நார்களும் பிசகிப்போவதால் அந்த இடம் வீங்கும். ஒற்றடம் கொடுத்துத் தைலம் தடவி நீவி விட்டால் இரண்டொரு நாளில் குணமாகிவிடும்.

கால்நடைகள்-எலும்புமுறிதல். நடக்கும்போது கால் தடுக்கிக் கீழே விழுந்தாலோ, குதிக்கும்போதோ, அடி பட்டாலோ எலும்பு முறியலாம். கீழே தள்ளிக் காயடிக்கும் போதும் கால்நடைகள் பலமாக உதைத்துக் கொள்ளும் போதும் எலும்பு முறிய வாய்ப்புண்டு. எலும்பு நோய்களாலும் எலும்புவலி விழந்து முறியலாம்.

எலும்பு முறிவுகளில் பல விதங்களுண்டு. நடுவில் இரண்டு துண்டாகவும், குறுக்கே கோணலாகவும், சில வேளைகளில் பல துண்டுகளாகவும் முறியலாம் எலும்பு ஒடிந்த இடத்தில் காயமேற்பட்டிருந்தால் அதன் வழியே முறிந்த எலும்பு நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். நரம்பு, தசை, இரத்தக் குழாய் ஆகியவையும் சேதப்பட்டிருக்கும். எலும்பு முறிந்த இடத்தில் காயமில்லாமலிருந்தால் முறிந்த இடத்திற்குக் கீழ்ப்பகுதி துவண்டு தொங்குவதைக் கொண்டு எலும்பு முறிந்துள்ளது என்று தெரிந்து கொள்ளலாம். முறிந்த சில மணித்துளிகளுக்குள் வீக்கமும் வலியு மேற்பட்டு நடக்க முடியாத நிலை ஏற்படும். உடனடியாக மருத்துவரிடம் காட்டி முறிந்த எலும்புகளைப் பொருத்திக் கட்டுப்போடுதல் வேண்டும். ஆதாரமாக மூங்கில் குச்சிகளையோ, பலகைத்துண்டுகளையோ பயன்படுத்தலாம். இதை மருத்துவரே செய்ய வேண்டும்.

கட்டுப்போடுவதற்கு முன்பு எலும்பு முறிந்த இடத்தைத் தூய்மை செய்து பஞ்சினால் மூடி, பிறகு குச்சியை வைத்து நன்றாகக் கட்டிவிடவேண்டும். கட்டுப்போட்டவுடன் அசையாமல் இருக்குமாறு வைத்துக் கொள்வது முக்கியம். கட்டுப்போடும் போது பாரிஸ் மாச்சாந்து சேர்த்தால் கட்டுத் தளராமலும் அசையாமலும் இருக்கும். 3-4 வாரங்கள் கட்டவிழ்க்காமல் இருந்தால் எலும்புகள் கூடி விடலாம். கட்டவிழ்த்தவுடன் கழுவி விட்டுத் தேங்காயெண்ணெயையும் மீன்எண்ணெயையும் கலந்து தடவி மெதுவாக நீவிவிட வேண்டும். காயம்பட்டிருந்தால் ஆறுவதற்கு வேண்டிய மருத்துவமும் செய்ய வேண்டும். நுண்ணுயிர்க் கொல்லிகளைக் கொண்டு தூய்மை செய்து நுண்ணுயிர் எதிர்ப்பு மருந்தாகப் பெனிசிலின், சல்ஃபானிலமைடு முதலியவற்றைத் தடவவேண்டும். கால் எலும்புகள் முறிந்தால் கூடுமானவரையில் கால் முழுதும் கட்டுப்போட வேண்டும். கரியபோளம், ரெசின் 4:1 வீதம் கலந்து நீரில் கலக்கிக் கொதிக்க வைத்துச் சாந்து நிலையில் இறக்கி ஒடிந்த பகுதியில் பற்றுப்போடலாம். சிலர் கோழி முட்டை , உளுந்து இரண்டையும் கலக்கிப் பற்றுப் போடுவர்.

கால்நடைகளுக்கு மருத்துவ காலத்தில் சத்துள்ள தீவனத்தைக் கொடுத்து முழு ஓய்வு அளிக்க வேண்டும். தொழுவத்தில் மணலை மிகுதியாகப் பரப்பி மெத்தென்றாக்கிப் படுக்க வைக்கவேண்டும்.

இடத்தையும் அடிக்கடி ஃபினைல் தெளித்துத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

காயம். உடற்கூறு அமைப்பிலுள்ள தோலின் தொடர்பு துண்டிக்கப்படுவதே காயங்கள் ஆகும். பிற பொருள்களால் தோல் தாக்கப்படும்போதோ, உராய்வதாலோ இந்நிலை ஏற்படும்.

காயங்களை மூடப்பட்ட, திறந்த காயங்கள் என வகைப்படுத்தலாம். மூடப்பட்ட காயங்களில் மூன்று உட்பிரிவுகள் உள்ளன. அவை சிராய்ப்பு, இரத்தக்கட்டு (contusion), தோலுக்கடியில் உள்ள இரத்தக்கட்டு என்பவையாகும்.

சிராய்ப்பு. தோலின் மேல் பகுதி மட்டும் வெளிப் பட்டிருக்கும் நிலை சிராய்ப்பு (abrasion) எனப்படும். இந்நிலை பிற பொருள்கள் தோலின்மேல் படுவ தாலோ தரையின் மேல் விழுந்து சறுக்குவதாலோ ஏற்படலாம். இதில் இரத்தக் கசிவு ஏற்படும். ஆனால் புண் விரைவில் ஆறிவிடும்.

தோலுக்கடியில் உள்ள இரத்தக்கட்டு (haematoma) பெரிய இரத்தக் குழல்கள் பாதிக்கப்படும்போது மிகுதியாக இரத்தக்கசிவு ஏற்படும். சாதாரணமாக விலங்கினங்களில் பால் மடி இரத்த நாளங்கள், பசு மற்றும் நாயின் வெளிப்புறப் பிறப்பு உறுப்பு, காளையின் இனச் சேர்க்கை உறுப்பின் நுனி (penis in bulls), நாயின் வெளிக்காது ஆகியவற்றில் காணப்படும்.

இரத்தக்கட்டு. கம்பு, கல், தடி போன்ற பொருள் களால் தோல் தாக்கப்பட்டு, தோலின் இடைப்பகுதி யிலுள்ள மென்மையான தசைகள் கிழிபடும்போது அதனுடன் இணைந்த சிறு இரத்தக் குழல்கள் வெடிப்புற்று அதிலிருந்து வெளிப்படும் இரத்தம் அவ்விடத்தில் தங்குவதாலேயே இந்நிலை ஏற்படுகிறது.

மருத்துவம். மேற்குறிப்பிட்ட நிலைகளுக்கு 5% டிங்சர் களிம்பு அல்லது வெள்ளைக் களிம்பு இட வேண்டும்.

திறந்த காயங்கள்

வெட்டுப்பட்ட காயம். கூர்மையான கத்தி போன்ற ஆயுதங்களால் வெட்டுப்பட்ட தோலின் ஓரம் தெளி வாகவும் ஒழுங்காகவும் இருக்கும். பெரும்பாலும் ஆழ மாகக்காணப்படாவிட்டாலும் மிகுதியும் பிளவுபட்டுக் காணப்படும். இக் காயங்களில் இரத்தக் குழல்கள் வெட்டுப்படுவதால் இரத்தக்கசிவு மிகுதியாக இருக் கும்.

சிதைந்த புண். தடி, கம்பி, கம்பு இவற்றால் தோல் பலமாகத் தாக்கப்படுவதால் தோல் சிதைவு பட்டுக் கிழிந்து தோலுக்கு அடுத்துள்ள சில பகுதிகள் பாதிக்கப்படும்போது ஏற்படும் காயத்தைச் சிதைந்த காயம் என்பர். இந் நிலையில் தோலின் ஓரம் ஒழுங் கற்ற முறையிலும் சிறது இரத்தக் கசிவுடனும் காணப்படும்.

குத்துப்பட்ட காயம். இது வேல்கம்பு, உளி, நீள ஆணி போன்ற கூர்மையான பொருள்களால் ஏற் படும் காயம்.

உட்புகுந்த காயம். தாக்கும் ஆயுதம், உடலுறுப்பு களைப் பாதித்து உள் புகுந்திருந்தால் உட்புகுந்த காயம் என்பர்.

துளை ஏற்படுத்திய காயம் (perforating wound). உள்புகுந்த ஆயுதம், ஒருபுறம் புகுந்து மறுபுறம் வெளிப்படுமானால் இதைத்துளை ஏற்படுத்திய காயம் என்பர். இந்தக் காயங்களில் நுழைவாயில்களையும், வெளி வாயிலையும் தெளிவாகக் காணமுடியும். இந்தக் காயம் துப்பாக்கிச் சூட்டால் ஏற்படும்,

கடிபட்ட காயம். கடிபட்ட காயங்கள் வீட்டில் வளர்க்கப்படும் நாய், பூனை, காட்டு விலங்குகள் ஆகியவற்றின் கூரிய பற்களால் ஏற்படும். நாய்க் கடிக்கு, கடிபட்ட இடத்தைக் குழாய்நீரில் சோப்புப் போட்டு நன்கு அரை மணி நேரம் கழுவவேண்டும், எல்லாநாய்க்கடிக்கும் தடுப்பு ஊசி போட்டுக் கொள்ள வேண்டும்.

கொம்பு மற்றும் குளம்பு கழன்று விடுதல். வலிமை யான பொருளைக் கொண்டு தாக்கும்போதும், ஒன்றோடொன்று சண்டையிடும்போதும் கொம்பு கழன்று போக வாய்ப்புள்ளது. வாய் மற்றும் கால் நோயால் துன்பமுற்ற மாடுகளின் கால் குளம்புகள் கழன்று போவதுண்டு.

மருத்துவம். புதிதாக ஏற்பட்ட காயங் களுக்குத் தையல் போடுவதால் எளிதில் நலமாக்க லாம். குளம்புகளில் ஏற்படும் காயங்களுக்கு 10% வெதுவெதுப்பான ஃபார்மலின் கரைசலில் அரைமணி நேரத்திற்குக் கால்களை நனைத்து வைக்கலாம். இதை நாள்தோறும் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை செய்யலாம். கழன்றுபோன கொம்புகளுக்குப் பஞ்சு சுற்றி, டிஞ்சர் பென்சாயின் ஊற்றி ஒட்ட வைத்து, புதிய கட்டுத் துணியால் கட்டுப் போட்டுப் புண் ஆறியபின் கட்டு அவிழ்க்கலாம். கட்டு அவிழ்க்க இரண்டு மாதங்களாகலாம்.

பிற நுண்ணுயிர்களின் தொடர்பால் சீழ் வடிதல் போன்ற நிலையில் உள்ள புண்களுக்கு நுண்ணுயிர்க்கொல்லி கலந்த நீரில் நன்கு கழுவி, பின்னர் நுண்ணுயிர் எதிர்மருந்துக்களிம்பைத் தடவ லாம். மருத்தை ஊசி மூலம் செலுத்தி வந்தால் விரைவில் நலமாகும். குதிரைகளுக்குக் காயம் ஏற்படு மானால் 1500-3000 அலகு ATS மருந்தை

உடனடியாக ஊசி மூலம் செலுத்த வேண்டும். ஆறிவரும் புண்களுக்கு வீரியமுள்ள நுண்ணுயிர்க் கொல்லியைப் பயன்படுத்துவதைத்தவிர்த்து, சல்ஃபா னிலமைடு மீன் எண்ணெய் கலந்த கலவையைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஆழமான காயங்களுக்குக் கசிவுநீர் வெளி வரத் தகுந்த ஏற்பாடுகள் செய்யவேண்டும். மருந்தில் நனைத்த காஸ் துணியைப் பயன்படுத்தலாம். கொம்பு முறிவு மற்றும் குளம்புகள் வெளிவந்த நிலையில் இரத்தக் கசிவு மிகுதியாக இருந்தால் காயத்தின் மேல் கயிற்றால் இறுகக்கட்டி இரத்தப்போக்கை நிறுத்தலாம். சல்ஃபானிலமைடு மீன் எண்ணெய்க் கலவை அல்லது 'BIPP' கட்டை ஒருநாள் விட்டு ஒரு நாள் போடலாம்.

புழு வைத்த புண்கள் (maggot wound). இவ்வகைக் காயங்களுக்கு டர்பன்டைன் அல்லது சூடம் கலந்த எண்ணெய்த்திரியைப் புண்ணில் 24 மணி நேரம் வைத்துப் பிறகு கழுவி லார்எக்சேன் களிம்பு தடவலாம். புழு நெருங்காமல் இருக்க வேப்பெண்ணெய் தடவலாம்.

நச்சுக்கடிக் காயங்கள்

தேள்கடி. தேள் கடித்தவுடன் மார்ஃபீன் அல்லது அட்ரோப்பின் ஊசி மூலம் செலுத்த வேண்டும். குளுக்கோஸ் நீர், ஸ்டீராய்டு மற்றும் ஹிஸ்ட்டமின் எதிர் மருந்துகள் ஊசி மூலம் செலுத்தி மருத்துவம் செய்யலாம்.

பாம்புக் கடி காயம். மூன்று வகையான நச்சுப் பாம்புகள் விலங்கினங்களைக் கடிக்க வாய்ப்புள்ளது. அவை நாகப்பாம்பு, ஊது சுருட்டை, விரியன் என்பன. ஒன்று அல்லது இரண்டு பல் பட்ட காயமாக இருந்தால் அதை நச்சுக்கடி என்றும், பல பற்களால் ஏற்படும் காயங்களை நச்சற்ற கடி என்றும் கொள்ளலாம்.

மருத்துவம். கடிபட்ட இடத்திற்கு மேல் கயிற்றால் இறுகக்கட்டி நஞ்சு உடலில் பரவாமல் தடுக்க வேண்டும். கடிபட்ட இடத்தில் பனிக்கட்டியை வைக்கலாம். உடனடியாக நச்சுஎதிர்மருந்தூசி போட வேண்டும். கடிபட்ட இடத்தை நன்கு கழுவிப் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட், கிளிசரின் மூலம் சுட வேண்டும்.

குளவி, தேனீ, எட்டுக்கால் பூச்சி ஆகியவற்றால் ஏற்படும் காயத்தை அம்மோனியா மற்றும் சோப்புக் கரைசலில் கழுவி ஸ்டீராய்டு மருந்தை ஊசி மூலம் போட வேண்டும். பெருச்சாளிக் கடிக்குப் பெனிசிலின் ஊசி போட வேண்டும். எலிக்கடி, பொதுவாக விலங்குகளுக்கு ஏற்படுவதில்லை.

நெருப்புச்சுட்ட புண்கள். நெருப்பு உடலில் நேரடியாகப் படுவதாலோ நெருப்பால் சூடாக்கப்பட்ட உலோகப் பொருள்கள் உடலில் படுவதாலோ பாதிப்பு அடைந்து புண் உண்டாகும். இதைச் சுட்ட புண்கள் என்பர். வெப்ப நிலையில் உள்ள நீர்மப் பொருள்கள், வளிமப் பொருள்கள், ஆவிப்பொருள்கள் ஆகியவை படுவதால் ஏற்படும் புண்ணைக் கொப்புளங்கள் என்பர். மேற்கூறிய காயத்திற்கு ஜென்சியன் வயலெட் அல்லது அக்ரிபிளேவின் போடலாம். மேலும் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து, ஹிஸ்ட்டமின் எதிர் மருந்து ஊசி மூலம் போடலாம். காயங்கள் மிகுதியாக இருந்தால் குளுக்கோஸ் நீர் ஊசி மூலம் கொடுக்கலாம்.

- க. ரங்கராவ்

தீவனங்கள். கால்நடைத் தீவனங்கள் நார்த் தீவனங்கள், அடர் தீவனங்கள் என இருவகைப்படும்.

நார்த்தீவனங்கள்

பச்சைத் தீவனங்கள். நேப்பியர்புல், கினியாப்புல், எருமைப்புல், ரோட்ஸ்புல், கொழுக்கட்டைப்புல், ஹரியாளிப் புல், குதிரை மசால் (Lucern), பாராப்புல், சிக்னல் புல், பர்சீம் புல் எனப் பலவகைப் புல் வகைகளையும், அகத்தி, கைளபி, பீல்டு பீன்ஸ், ஸ்டைலோ கிளைசீன், குட்சி, பட்டர்பிளை பட்டாணி, அடைலோசியா போன்ற பயறு வகைகளையும் சூபாப்புல், ஹெட்ஜ் லூசர்ன் முதலிய மரவகைகளையும் பயிரிட்டுக் கால்நடைகளுக்குப் பச்சைத் தீவனமாக அளிக்கலாம். பச்சைத் தீவனம் அளிக்கப்பட்ட கால்நடைகள் மிக்க நலத்துடன் இருப்பதுடன் பால் அளவும் பெருகும். கறவையினங்கள் விரைவில் இனப்பெருக்கத்திற்கு ஏற்ற பருவத்தை அடையும். புல் வகைகளில் 70% ஈரச் சத்துள்ளது. நோய் எதிர்ப்புத் திறனும், வைட்டமின் A சத்தும் பச்சைப் புற்களில் உள்ளன.

பாதுகாக்கப்பட்ட பச்சை நார்த்தீவனங்கள். பச்சை நார் பயிரிடமுடியாதபோது, மிகுதியாகப் பயிர் செய்யப்பட்ட பச்சை நார்த் தீவனங்களை சைலேஜ் முறையில் பதப்படுத்திக் கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாக அளிக்கலாம். இதில் 40% ஈரப்பதமுள்ளது.

உலர்ந்த நார்த் தீவனங்கள். வைக்கோல், உலர் நார்த் தீவனங்களையும் கால்நடைகளுக்கு அளிக்க வேண்டும். நார்த் தீவனங்கள் செரிமானத்திற்கும், தீவனப்பைகளில் நன்மை பயக்கும் உயிரணுக்களை உற்பத்தி செய்யவும் வழிவகுக்கின்றன. நார்த் தீவனங்களை யூரியா உப்புடன் குறிப்பிட்ட அளவில் கலந்து பதப்படுத்திச் சத்துணவாகக் கொடுக்கலாம்.

அடர் தீவனங்கள்: பிண்ணாக்கு. வேர்க்கடலை, எள், தேங்காய், பருத்திக் கொட்டை, ஆளி முதலியவற்றிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றது.

தவிடு. அரிசி, கோதுமை, பார்லி முதலியவற்றிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றது.

தானியங்கள். சோளம், கம்பு, கேழ்வரகு, கோதுமை, பார்லி, ஓட்ஸ் முதலியவை.

எண்ணெய் வித்துக்கள். ஆளி, பருத்திக் கொட்டை, எள், வேர்க்கடலை முதலியன.

புரதம். மீன்தூள், இறைச்சிப்பொடி, எலும்புத் தூள் ஆகியன.

அடர் தீவனங்களைத் தனித்தனியாகவோ கலந்தோ கால்நடைகளுக்கு அளிக்கலாம். இவ்வகைக் கலப்புத் தீவனங்களில் மேலே குறிப்பிட்ட அனைத்து அடர்தீவனங்களும் உடல் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தாது உப்புகளும் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலந்திருக்கும். அண்மைக் காலங்களில் இவ்வகைத் தீவனங்கள் தூள் செய்த நிலையிலும், குச்சுத்தீவனங்கள் என்ற முறையிலும், மாத்திரை முறையிலும் விற்கப்படுகின்றன. இக்கலப்புத் தீவனங்களில் தாதுப் பொருள்களும் கலந்திருக்கும். கலப்புத் தீவனத்தைப் பின்வரும் முறையில் தயாரிக்கலாம்: பிண்ணாக்கு (38 பகுதி), கேழ்வரகு (30 பகுதி), தவிடு (20 பகுதி), நன்கு பஞ்சு நீக்கப்பட்ட பருத்திக் கொட்டை (10 பகுதி), தாது உப்புகள் (1 பகுதி), சமையல் உப்பு (1 பகுதி).

250-300 கிலோ எடை உள்ள ஒரு கறவை மாட்டிற்கு அன்றாடம் தேவைப்படும் தீவன அளவு: வைக்கோல் (4-6 கி.கி), பச்சைப்புல் (15 கி.கி), அடர் தீவனம் (1.5-2கி.கி).

ஒவ்வொரு 2.5 லிட்டர் பாலுக்கு 1 கி.கி கலப்புத் தீவனம் என்ற கணக்கில் அளிக்க வேண்டும். அதிக அளவு தீவனம் அளிப்பதால் அதிக அளவு பால் கிடைக்கும் என்ற எண்ணம் தவறானது. பால் கொடுக்கும் திறனுக்கு அதன் பரம்பரை முக்கியமானது. 2.5 லிட்டருக்குக் குறைவாகப் பால் கொடுக்கும் கால்நடைகளுக்குக் கலப்புத் தீவனத்தை அதிகரிக்கத் தேவையில்லை. சூலுற்ற கால்நடைகளுக்கு 30% அதிகமான தீவனமும், வேலை செய்யும் கால்நடைகளுக்கு 2.5 கி.கி அடர் தீவனமும் அதன் வேலைப்பளுவிற்குத் தகுந்தாற்போல் அளிக்கப்பட வேண்டும். இனப்பெருக்கத்திற்கான காளைகளுக்குத் தானியங்கள் அல்லது பயிறு வகைகளைத் தீவனமாக அளிக்கும்போது அவற்றை நன்றாக உலர்த்திப் பொடி செய்தோ ஒன்று இரண்டாக அரைத்தோ கொடுக்க விரைவில் செரிக்கும். கால்நடைகள் தன்னிச்சையாகக் குடிப்பதற்கு ஏற்ப, தூய நீர் எப்போதும் இருக்க வேண்டும்.

- குமர. சம்பந்தன்

கால்நடைக் காட்சிகள். இது இந்தியா முதல் அனைத்து நாடுகளிலும் ஆண்டுதோறும் நடைபெற்று வரும் காட்சியாகும். இதன் நன்மைகளாவன: கால்நடைகளை வளர்ப்போரும், விவசாயிகளும் சந்தித்துக் கருத்துப் பரிமாற வகை செய்யும். பரிசு பெறும் நன்கு வளர்க்கப்பட்ட கால்நடைகளைக் கண்டு தாங்களும் இதுபோல வளர்க்க வேண்டும் என்னும் ஆர்வம் உண்டாகி விவசாயிகளிடம் போட்டி உருவாகிறது. அறிவியல் முறையில் கால்நடைகளை வளர்க்கும் தேவையை விவசாயிகள் உணர்ந்து கொள்கின்றனர். பரிசு பெறும் கால்நடைகள் நல்ல விலைக்கு விற்கப்படுவதால் காட்சியின் நன்மையை விவசாயிகள் பெரிதும் உணர்ந்து வருகின்றனர். சிறந்த கால்நடைகளின் பண்புகளை விவசாயிகள் தெரிந்து கொள்ள வாய்ப்புக் கிடைக்கிறது.

கால்நடைகளிடம் காணக்கூடிய மிகுந்த பயன் தரும் பண்புகளைக் காட்சியில் மதிப்பிட முடியாது. பசுவின் கொம்பழகை விட அது தரும் பாலின் அளவே இன்றியமையாதது. வளர்ப்போரும் பரிசு வழங்குவோரும் பொதுவாகப் பயனையே சிறப்பாகக் கருத வேண்டும். இதற்காகத் தற்போது நடத்தப்பட்டு வரும் கால்நடைக் காட்சிகளில் பசு, எருமைகளுக்குப் பால் உற்பத்திப் போட்டிகள் தனியாக நடத்தப்படுகின்றன. போட்டியில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ள கால்நடைகளின் பாலை 6 வேளை கறந்து அதன் அளவைக் கணக்கிட்டு, மிகுதியாகப் பால் தந்துள்ளவற்றிற்குப் பரிசுகள் வழங்கப்படுகின்றன.

அகில இந்தியக் கால்நடைக் கண்காட்சி இந்தியாவில் ஏதாவது ஓர் இடத்திலும், தெற்கு, வடக்கு, கிழக்கு, மேற்கு என்று 4 மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு, மண்டல அல்லது பிராந்திய கால்நடைக் கண்காட்சி என ஆண்டுக்கு ஒருமுறை மாநிலக் கால்நடைக் கண்காட்சியும், தீவிர கால்நடைமேம்பாட்டுத் திட்டம் செயல்பட்டு வரும் மாவட்டங்களிலும், கேந்திரக் கிராமக் கால்நடைமேம்பாட்டுத் திட்டம் செயல்பட்டு வரும் மாவட்டங்களிலும் ஆண்டுதோறும் நடத்தப்பட்டு வருகின்றது. இந்தக் காட்சிகளுடன் செயற்கைக்கருவூட்டு முறையில் பிறந்த கிடேரிக்கன்றுகள் கொண்டு கன்றுகள் பேரணியும் நடத்தப்பட்டுச் சிறந்த கால்நடைகளுக்கும், கன்றுகளுக்கும் பரிசுகள் வழங்கப்படுகின்றன. காட்சிக்கான விதிகள் அறிக்கைகள் மூலம் வெளியாகின்றன. காட்சிகளைப்பற்றிச் சுவரொட்டிகள், துண்டு அறிக்கைகள், இதழ்கள் மூலமும் வானொலி மூலமும் அறிவிப்புச் செய்யப்பட்டுக் காட்சிகள் நடத்தப்படுகின்றன. சிறந்த கால்நடைகளை நன்கு தேர்ச்சி பெற்ற மூவர்கொண்ட ஒரு குழு தேர்ந்தெடுக்கிறது. மத்திய மாநிலக் கால்நடைத் துறை மூலம் இந்தக் காட்சிகள் நடத்தப்படுகின்றன.

மாடுகள். நல்ல கறவைப்பசு மூன்று பண்புகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். 1. தீனியை மிகுதியாக உட்கொண்டு, செரித்து அளவுக்குப் பால் தரக்கூடிய தன்மை உடையதாக இருக்க வேண்டும். பசுவின் வாயும் வயிறும் பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும். 2. நல்ல கறவைப்பசு உடல் கொழுக்காமல் இருக்க

வேண்டும். அது உண்ணும் தீனி முழுதையும் பாலாகக் கொடுக்கக் கூடிய தன்மை உடையதாக இருக்க வேண்டும். நல்ல பசுவிற்குப் பெரும்பாலான உறுப்புகள் மெலிந்து காணப்படும். 3. மிகுதியாகப் பால் தரக்கூடிய மடி, பெரியதாகவும் பால் கறந்தவுடன் மென்மையாகவும் இருத்தல் வேண்டும். மடிக்கு வரும் ரத்த நாளங்கள் பெரியனவாக, நீளமாக, பல கிளைகளுடன் இருத்தல் வேண்டும்.

நல்ல கறவைப் பசுவைத் தேர்ந்தெடுக்க அதன் பண்புகளுக்கு மதிப்பெண் கொடுத்துத் தேர்வு செய்யலாம். பசுவுக்கு ஒவ்வொருவரும் எவ்வளவு மதிப்பெண் தருகின்றனர் என்று கணக்கிட்டுத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். இதேபோன்று பண்ணைக் காளைகளையும் தயாரிக்கலாம்.

ஆடுகள். ஆடுகள் கண்காட்சியும் தனியாக நடத்தப்படுவதுண்டு. ஆடுகள் இறைச்சி தரும் ஆடுகள் மயிர் தரும் ஆடுகள் என இருவகைப்படும். இவ்விருவகை ஆடுகளும் பயன் தருவதில் வேறுபடுவதால் தோற்றத்திலும் வேறுபடுகின்றன. இறைச்சி தரும் ஆட்டின் உடல் பெரியதாகவும், தாழ்ந்ததாகவும், இறுக்கமானதாகவும், வளைவில்லாததாகவும், தசை மிகுந்ததாகவும், சுருசுருப்பில்லாததாகவுமிருக்கும். மயிர் தரும் ஆடு மெல்லிய உடலும், கால்களும் கொண்டிருக்கும். இத்தகைய இரண்டுவித ஆடுகளை மதிப்பிடுவதற்கு விளக்க அட்டவணைகள் தயாரிப்பதுண்டு.

இறைச்சி தரும் ஆட்டை மதிப்பிடுவோர் சற்றுத் தொலைவில் நின்று ஆட்டின் பக்கங்களையும் கவனித்து, ஆட்டைத் தொட்டுப் பார்க்க வேண்டும். தொட்டுப் பார்த்துத் தீர்மானிக்க நல்ல பயிற்சி வேண்டும். விலாப்புறமிருந்து பார்த்தால் ஆட்டின் உடல் இறுக்கம் தாழ் நிலை, முதுகில் வலிமை, கழுத்தின் நீளம், தலைநிமிர்வு இவற்றைக் கவனிக்கலாம். பின்புறம் நின்று பார்த்தால் உடம்பின் அகலம், இறுக்கம், பிட்டத்தின் அகலம், தொடைகளின் வளர்ச்சி, பின் கால்களின் அமைப்பு ஆகியவற்றைக் காணலாம். முன்புறம் நின்று பார்த்தால் முக்கியமாக நெஞ்சின் அளவையும் கால்களுக்கிடையிலுள்ள தொலைவு, தலை, காது, முன்கால்கள் வளையாதிருத்தல் ஆகியவற்றையும் காணலாம். இவ்வாறு நின்று பார்க்கும் போது காணக்கூடிய குறைகள் உடம்பில் வலிவின்மை, நெஞ்சின் குறைந்த அளவு, கால்கள் ஒன்றோடொன்று இடித்தல் ஆகியவையாகும்.

பின்னர் ஆட்டைத் தொட்டுப் பார்க்க வேண்டும். கையை விரித்து முதுகின் மீது முன்னும் பின்னுமாகத் தடவிப் பார்த்தால் தசை எவ்வளவு, எத்தன்மையது என்பதையும், முதுகின் வலிமையையும் அறிய முடியும். பல ஆடுகள் முதுகு வலிமையில்லாமலும், பிட்டம் மெலிந்தும், முன் பக்கம் தாழ்ந்துமிருக்கும். இதன்பின் தோள் பட்டை, கழுத்து, நெஞ்சின் அகலம், முன் கால்களுக்கு இடையே நெஞ்சின் அகலம் ஆகியவற்றைக் கவனிக்க வேண்டும். தோள் பட்டை அகலமாகவும், இறுக்கமாகவும், மென்மையாகவும் இருக்க வேண்டும். இறுதியில் மயிரை நல்ல வெளிச்சத்தில் கவனிக்க வேண்டும். இவை தொடையின் கீழ்ப் பகுதியில் முரடாகவும், தோள்களில் மென்மையாகவுமிருக்கும். மாடுகள் ஆடுகள் காட்சிகள் தவிர, கோழிகள் கண்காட்சியும் மத்திய மாநில அரசுகளால் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. இதில் பல இனக்கோழிகள் கண்காட்சியும் கருத்துக் காட்சியும் விவசாயிகள் பயன்பெறத் தக்க வகையில் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன.

- பி. இராமன்

காசநோய். இந்நோய் மனிதர்களிடமிருந்து கால்நடைகளுக்கும், கால்நடைகளிடமிருந்து மனிதருக்கும் பரவக்கூடிய தொற்றுநோய் ஆகும். 2000 ஆம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பே எகிப்து மம்மிகளில் உள்ள எலும்புகளின் மூலம் இந்த நோய் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

1865 ஆம் ஆண்டில் வில்லிமின் என்னும் அறிவியலார் பாதிக்கப்பட்ட மனித மற்றும் கால்நடைகளின் தசையை எடுத்து முயல்களுக்கு ஊசி மூலம் செலுத்திக் காச நோயை உண்டாக்கினார்.

நோய்க் காரணம். இந்நோய் மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபர்குலோசிஸ் என்னும் நுண்ணுயிரால் உண்டாக்கப்படுகிறது. முதன் முதலாக 1882 ஆம் ஆண்டு பாம் கார்டன் என்னும் அறிவியலார் பாதிக்கப்பட்ட தசைகளிலிருந்து இந்நோய் நுண்ணுயிர் இருப்பதை எடுத்துக் காட்டினார். பின்பு ராபர்ட் காக் என்பார் இந்நோயின் தன்மையைக் கண்டறிந்தார். இந்நோய் நுண்ணுயிரியை மூன்று விதமாகப் பிரிக்கலாம். அவை மனிதனில் மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபர்குலோசிஸ் என்றும், பசு இனங்களில் மைக்கோபாக்டீரியம் போவிஸ் என்றும், பறவை இனங்களில் மைக்கோபாக்டீரியம் ஏவிஸ் என்றும் வழங்கப்படும். மெல்லியதாக நீண்டும், இரண்டு மூன்று நுண்ணுயிர்களுடன் சேர்ந்தும் காணப்படும் இந்நோய்க்கான பிற பெயர்கள் முந்து நோய் , உடல் உருக்கி நோய் என்பன.

இந்நோய் நுண்ணுயிர்கள் உடல் அழுகுவதால் அழியா; அவை ஏறக்குறைய 27 மாதங்கள் வரை உயிரோடு இருக்குமென்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. பாலை நன்றாகக் கொதிக்க வைப்பதின் மூலமோ 142 - 145° F இல் 30 நிமிடத்துக்குப்பதப்படுத்துவதன் மூலமோ இந்நுண்ணுயிரியை அழிக்கலாம்.

நோயின் தன்மை. இந்நோய் நுண்ணுயிரி மனிதரை மிகவும் பாதிக்கிறது. மனிதர்கள் மைக்கோபாக்டீரியம் டியூபர்குலோசிஸ், மைக்கோபாக்டீரியம்

போவிஸ் ஆகிய இருவகை நுண்ணுயிரியால் பாதிக்கப் படுகின்றனர். குறிப்பாக, பால் குடிக்கும் இளம் குழந்தைகள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றனர். இதன் காரணம் பாலைச் சரியாகக் காய்ச்சாமல் குழந்தை களுக்குக் கொடுப்பதால் அதில் உள்ள நுண்ணுயிரி யால் பாதிக்கப்படுவதேயாகும். பெரியவர்களிடத்தில் இந்நோய் காணும்போது குறிப்பாக நுரையீரல் பாதிக்கப்படுகிறது. பாதிக்கப்பட்டவர் அடிக்கடி இருமுவதோடு சளியைக் கட்டி கட்டியாக வெளி யேற்றுவார். நாளடைவில் உடல் நலம் குன்றி மெலிந்து போவார். பின்பு இருமும்போது இரத்த வாந்தியும் ஏற்படுகிறது. இதைக் கொண்டு நோய் மிகவும் முதிர்ந்துள்ளது என அறியலாம். எக்ஸ் கதிர்ப்படம் எடுத்துப் பார்த்தால் நுரையீரலில் ஆங்காங்கே துளைகள் இருப்பது தெரியும். உடனே மருத்துவம் செய்து கொள்ளவில்லை எனில் இறக்க நேரிடும்.

இந்த நுண்ணுயிரி சாதாரணமாக நுரை யீரலையே தாக்கும். ஆனால் மூளை, எலும்பு, கல் லீரல், மண்ணீரல், சிறுகுடல், கருப்பை, மார்பகம் ஆகியவற்றையும் தாக்கும். இவற்றைத் தாக்கும் காலத்தில் அந்தந்தப் பகுதிகளைத் தாக்கிய அறி குறிகள் தென்படும். சான்றாக, சிறுகுடலைத் தாக்கி னால் உணவு உண்ணாமை, காய்ச்சல், நாளடைவில் இளைத்தல், இரத்தக் கழிவு ஏற்படுதல் ஆகியவை இருக்கும். மனிதருக்கு இந்நோய் பாதிக்கப்பட்ட உணவு வகைகளை உண்ணுவதன் மூலமும் நலமற்ற சூழ்நிலையில் வாழ்வதன் மூலமும் ஏற்படுகிறது. கால்நடைகளில், குறிப்பாகப் பசு இனங்களில் இந் நோய் காணப்படுகிறது. பன்றி, ஆடு, மாடு, கோழி இவற்றிலும் இந்நோய் காணப்படுகிறது.

நோயின் தாக்கம். நோய் நுண்ணுயிரிகள் உடலில் நுழைந்தபின்பு ஏற்படும் பாதிப்பானது மிகச் சிறு அளவே இருக்கும். சில நேரங்களில் தெரியாமலும் போகும். நோய் நுண்ணுயிரி நுரையீரல் மற்றும் பிற பகுதிகளில் சென்றடைந்த பின்பு இரத்தத்தில் உள்ள வெள்ளை அணுக்கள் அதைச் சுற்றி வளைத்துக் கொண்டு காசநோய் நுண்ணுயிரியை வளரவிடாமல் எதிர்த்துப் போராடும். அப்போது திசுக்களில் சிறிய கட்டிகள் (tubercle) தென்படும்.

இந்நிலையை அடைய மூன்று வாரங்கள் ஆகும். பின்பு கட்டிகளின் நடுப்பகுதியில் உள்ள திசுக்கள் அழுகி வெள்ளை, சாம்பல் அல்லது மஞ்சள் கலந்த வெண்மை நிறத்தில் மாறும். அதே நேரத்தில் கட்டிகள் மேலும் வளராமல் இருக்க அதைச் சுற்றி நார்த்தசைகள் உண்டாகும்.

நடுவில் உள்ள திசுக்கள் அழுகிப் போகும்போது அவற்றில் சுண்ணாம்புச் சத்துச் சேர்ந்து சிறு, சிறு வெள்ளை நிறக் கடினமான கட்டிகளாக மாறும். காய்ச்சல் விட்டு விட்டு வருவதோடு அல்லா மல் பாதிக்கப்பட்ட இடங்களுக்கு அண்மையிலுள்ள நிணநீர்ச் சுரப்பி (lymph gland) வீங்கி இருக்கும். சில நேரங்களில் இவ்வகையான பாதிப்பு மனிதன் அல்லது கால்நடைகளில் நீண்டநாள்கள் வரை மிகுதியும் பரவாமல் காணப்படும். இதற்குப் பிரைமரி காம்ப்ளக்ஸ் என்று பெயர். பிறகு வேறு காரணங் களால்-சான்றாக, குழந்தை பிறத்தல், கன்று போடு தல், நோய்த் தாக்குதல் ஆகியவற்றால் உடல் பாதிக்கப்படும்போது நோய் நுண்ணுயிரி இரத்தம், நிணநீர்ச் சுரப்பி மூலம் பிற உறுப்புகளை அடைந்து, நோயின் தன்மையை அனைத்துப் பகுதிகளிலும் உண்டாக்குகிறது. இதைப் பொதுவான காச நோய் (Generalised T.B) என்பர். இந்நிலை யில் உடல் நிலை பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டு உடல் இளைக்கும். பின்பு நீண்ட நாள் துன்பமுற்று இறந்து போவர்.

நோய்க் கண்டுபிடிப்பு. இந்நோயைச் சாதாரண மாகப் பாதிக்கப்பட்டவர்கள் வெளிப்படுத்தும் அறி குறிகள் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். எ.கா.: விட்டு விட்டுக் காய்ச்சல் வருதல், உணவு உண்ணுவதில் பாதிப்பு, நாளடைவில் உடல் இளைத்தல். எக்ஸ் கதிர்ப்படம் மூலமும் இந்நோய் இருப்பதைக் காண லாம்.

காச நோய் நுண்ணுயிரியின் மூலம் கிடைக்கப் பெற்ற டூபர்குலின் என்னும் ஒரு நீர்மத்தைத் தோலினிடையே ஒரு சிறிதளவு செலுத்தி 72 மணி நேரம் கழித்துத் தோலின் தடிப்பு அளவு எடுக்கவேண்டும். இம்மருந்து செலுத்துவதற்கு முன்பாகவும் தோலின் தடிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும். நோயால் பாதிக்கப்பட்டிருந்தால் ஊசி போட்ட இடத்தில் சூடாகவும், வலிப்புடனும், நீர் கோத்து நன்றாக வீங்கியும் இருக்கும். அந்நிலையில் தோலின் தடிப்புத் தன்மையை அளந்து பார்த்தால் ஊசி போடுவதற்கு முன்பை விட 2 அல்லது 3 மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். இதனால் நோய் இருப்பது தெரியவரும். இவ்வாறு ஆய்வுசெய்த கால்நடைகளை இரண்டு மாதத்திற்குப் பின்பு மீண்டும் ஒரு முறை ஆய்வு செய்தால் முன்பு போலவே அறிகுறிகள் தென்படின் நோய் இருப்பது உறுதியாகும்.

நுண்ணுயிர்க் கருவி ஆய்வு (microscopical exami-nation). வெளியேற்றப்பட்ட சளியைக் கண்ணாடித் துண்டில் (microscopical slide) பதியவைத்துச் 'சீல்' நீல்சன் முறைப்படி ஸ்டெயின் செய்து நுண்ணோக்கி (microscope) மூலம் பார்த்தால் நீலத் திசுக்களுக்கு நடுவில் மெல்லிய நீளமான சிவப்பு நிறமுடைய நுண்ணுயிர்கள் ஒருங்கிணைந்து காணப்படும்.

வளர்ப்பு ஆய்வு (culture test). நோயால் பாதிக்கப் பட்ட பகுதியிலிருந்து சளி மற்றும் பிற பொருள் களை, டார்ஸட் ஊடகத்தில் (Dorset medium)

செலுத்தி 38° வைத்து வளர்த்தால் மஞ்சள் நிறக் கூட்டுயிரிகள் தெரியும்.

உயிர் ஆய்வு. (biological test) நோயால் பாதிக்கப் பட்ட பகுதியிலிருந்து பெற்ற சளி மற்றும் பிற பகுதிகளிலிருந்து பெறப்படும் பொருள்களைக் கினிப் பன்றிகளில் செலுத்தினால் சில மாதங்கள் சென்ற பின் நோய் அறிகுறிகள் தெரியும்.

நோய்களிலிருந்து தெளிவுபடுத்துதல். ஜோன்ஸ் நோய், மைக்கோ பாக்டீரியம் ஜொமெனி (Mycobacterium Jomeni) என்னும் நுண்ணுயிரிகளில் உண் டாக்கப்படுகிறது. இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால் நடைகள் வயிற்றுப்போக்கு மிகுதியாகி நாளடைவில் மெலிந்து, உடல் நலம் குன்றிப்போகும்; சிறுகுடலைச் சுற்றி உள்ள நிணநீர்க்கணு வீங்கியும் நீர் கோத்தும் இருக்கும்; பிற இடங்களில் எவ்வகைப் பாதிப்பும் இருக்காது. இந்த நிணநீர்க்கணுக்களை அறுத்துப் பார்த்தால் நடுப்பகுதி அழுகிப் போய் மஞ்சள் நிறத் தோடு இருக்காது.

ஆக்டினோபாஸிலோஸிஸ் (Actinobacillosis). இந்த நோய் மாடுகளின் நாக்கில் சாதாரணமாகக் காணப் படும். பிற பகுதிகளில் அந்த அளவுக்குப் பாதிப்பு இல்லை. நிணநீர்க்கணுக்களை அறுத்துப்பார்த்தால் காச நோயில் காணப்படுவது போல, அதாவது நடுப் பகுதி அழுகி மஞ்சள் நிறமாக இருக்காது.

நாடுளர் நெக்ரோஸிஸ் (nodular necrosis). இந் நோய் எந்தவிதத்தில் உண்டாகிறது என்று தெரிய வில்லை. சீழ்க்கட்டிகள் மாட்டின் வாயின் அடிப்புறத் தில் காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட அண்மையிலுள்ள நிணநீர்க்கணுவில் பாதிப்பு எதுவும் இருக்காது; மேலும் இந்தக் கட்டிகள் சதையில் காணப்படும்.

கோரினியம் பாக்டீரியம் நோய். இந்நோயால் உண்டாக்கப்படும் கட்டிகள் கோரினி பாக்டீரியம் ஈக்வி (Corynebacterium equi) என்னும் நுண்ணு யிரால் ஏற்படுகின்றன. இதனால் உண்டாக்கப் பட்ட சீழ்க்கட்டிகள் சிறிதாயும் மஞ்சள் நிறமாகவும் அழுகியும் நார் அடைவுத் திசுக்கள் சூழ்ந்தும்காணப் படும். சில நேரங்களில் நிணநீர்க்கணுவைப் (lymph-node) பார்க்கும்போது காசநோயால் பாதிக்கப்பட உள்ளதா என்று அறியச் சிமைக் கண்ணாடித்துண்டில் (microscopical slide) எடுத்துப் பின்பு சில் நீல்சன் சாயம் ஏற்றினால் காசநோய் நுண்ணுயிர்கள் இல்லாமை தெரியும்.

பன்றிகளின் புருஸல்லா நோய். பன்றிகளின் தண்டு வடத்தில் சீழ்க் கட்டிகள் காணப்படும்; இதனால் பாதிக்கப்பட்ட பன்றிகள் எழ முடியாமல் நாய் நகர்வதைப் போல நகரும். காச நோயிலிருந்து இதைப்பிரித்துப்பார்க்கவேண்டும் எனில் எலும்புகளில் காச நோய்ப் பாதிப்பு ஏற்பட்டால் உடலில் உள்ள பகுதிகளிலும் அதன் பாதிப்புத் தெரியும்; ஆனால் இந்நோயில் பிற பகுதிகளில் பாதிப்பு இல்லை.

நுரையீரலில் சீழ்க் கட்டிகள். சில நேரங்களில் நுரையீரலில் சீழ்க் கட்டிகள் இருப்பதைக் காணலாம். இவற்றை அறுத்துப் பார்க்கும்போது அவற்றிலிருந்து வரும் சீழ் கெடுநாற்றத்துடன் உள்ளமையையும் கட்டிகள் நார் அடைவால் சூழப்பட்டிருப்பதையும் காணலாம். அருகிலிருக்கும் நிணநீர்க்கணுக்களில் காச நோய்க்கு உண்டான அறிகுறிகள் தோன்றா.

மருத்துவம். நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால் நடைகளைப் பொருளாதார முறையில் பார்க்கும் போது மருத்துவம் வீணானதாகும். ஆனாலும் விலை மதிப்பு உள்ள கால்நடைகளை ஸ்டிரெப்டோமைசின் சல்ஃபேட் (streptomycin sulphate) மருந்துகள் கொண்டு நலப்படுத்தலாம்.

தடுப்பு முறைகள். நன்முறையில் இருக்கும் கொட்டிலில் வைக்க வேண்டும். நோயுற்ற கால்நடை களைத் தனியாகப் பிரித்து மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும். கொட்டிலை நுண்ணுயிர்க்கொல்லி தெளித் தும் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். நோயுற்ற கால் நடைகளை அவ்வப்போது ஆய்வுமூலம் கண்டுபிடித் துப் பண்ணையிலிருந்து நீக்கவேண்டும். புதிதாகச் சேர்க்கப்படும் கால்நடைகளை ஆய்வுக்கு உட்படுத்தி, பாதிப்பு ஏதும் இல்லை என்று தெரிந்தபின் பண்ணை யில் சேர்க்கவேண்டும். நோயுற்ற மனிதர்களைக் கால்நடைகளோடு பழகவிடக்கூடாது. அதுபோல் நோயுற்ற கால்நடைகளை மனிதர்களோடும்பழக விடக் கூடாது. நோயுற்ற கால் நடைகளைக் கொன்று எரித்துவிட வேண்டும். பாலை நன்றாகக் காய்ச்சிப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

நோயால் பாதிக்கப்பட்ட கால்நடைகளின் சதை களில் நோயின் அறிகுறிகளோ நோய் உண்டாக்கக் கூடிய நுண்ணுயிர்களோ காணப்படுவதில்லை. ஆகையால் நோய்வாய்ப்பட்ட கால்நடைகளின் சதை களை உண்ணுவதற்கு முன்பாக அவற்றிலிருந்து எலும்பு மற்றும் பிற உறுப்புகளைக் கழித்து விட்டு வெறும் தசையை நன்றாக வேகவைத்துப் பின்னரே உண்ண வேண்டும்.

- கே. மைதிலி

எலும்பு முறிவு. எலும்பு அல்லது குருத்தெலும் பால் ஆகிய கெட்டியான உறுப்புகளில் ஏற்படும் பிளவுகள் எலும்பு முறிவு எனப்படும்.

கால்நடைகளில் எலும்பு முறிவு ஏற்படக் காரணங் கள். சில எலும்புகள், வடிவம், இருப்பிடம், தன்மை, பணி இவற்றால் எளிதில் முறியும். சான்று; தோள் பட்டை எலும்பு, வழவழப்பான தரையுடைய கொட்டில்கள் மற்றும் சாலைகள்.

எலும்புகளைத் தாக்கும் சில நோய்கள். கணை (rickets), எலும்பு மெலிவு (osteo malacia), எலும்புப் புரை (osteoporosis), எலும்பழற்சி (osteitis), எலும்பு அழுகுதல் (necrosis), சொத்தை (caries), வயது முதிர்ச்சி.

நேர் காரணங்கள். தாக்குதலால் எலும்புமுறிவு ஏற்படலாம். கால்நடைகள் ஓடும்போதோ, குதிக்கும் போதோ, கீழே விழும்போதோ முறிவு ஏற்படலாம்.

வகை. எலும்பு முறிவு, எளிய முறிவு, திறந்த முறிவு, சிக்கலான முறிவு என மூவகைப்படும். எலும்பு முறிவு ஏற்பட்டு அதனால் தோலில் எவ் வகைக் காயமும் ஏற்படாமல் இருந்தால் அதை எளிய அல்லது மூடிய எலும்பு முறிவு என்பர்.

சிக்கல் அல்லது திறந்த முறிவு. முறிவால் தோலில் காயம் ஏற்பட்டு எலும்பு வெளியே தெரிந்தால் அதைத் திறந்த அல்லது சிக்கல் எலும்பு முறிவு என்பர்.

சிக்கலான முறிவு. மூடிய முறிவால் அருகிலுள்ள இரத்தக் குழாய், நரம்பு, மூட்டு ஆகியவற்றிற்குக் காயம் ஏற்பட்டால் அவற்றைச் சிக்கலான முறிவு என்பர். சான்று: மார்பு எலும்புகளில் முறிவு ஏற் படுதல். சிக்கலான எலும்பு முறிவு முழுமையான தாகவோ முழுமையற்றதாகவோ இருக்கலாம்.

முழுமையற்ற எலும்பு முறிவு. இந்த முறிவு எலும் பின் முழுத் தடிப்பையும் பாதிக்காது. சான்று: பச்சைக்குச்சி முறிவு, பிளவு முறிவு, காலந்தாழ் முறிவு.

பச்சைக்குச்சி முறிவு. ஓர் இளம்பச்சை மரக்குச்சி வளையும்போது எவ்வாறு முறிவு ஏற்படுமோ அது போல் இள எலும்புகள் ஒடியும்.

பிளவு முறிவு. எலும்பின் வடிவம் ஏதும் மாறாமல் ஏற்படும் பிளவு, பிளவு முறிவு எனப்படும்.

காலந்தாழ் முறிவு. எலும்பில் ஏற்படும் பிள வால், எலும்புத் துண்டுகள் பிற்காலத்தில் ஏற் படும் தாக்குதலால் சிதறுகின்றன.

முழுமையான எலும்பு முறிவு. இதில் எலும்பு முழுமையாக உடைந்துவிடுகிறது; காட்டாக ஒற்றை முறிவில் ஓர் இடத்தில் மட்டும் எலும்பு உடைந் திருக்கும். இரட்டை முறிவில் ஓர் எலும்பில் இரண்டு இடத்தில் முறிவு ஏற்படும். பல்முனை முறிவில், ஒரே எலும்பில் இரண்டு இடத்திற்கு மேல் முறிவு ஏற்படும்.

முறியக்கூடிய எலும்புகள். நாய்களில் பொதுவாகத் தொடை (femur), இடுப்பு (pelvis), பின்கால் எலும்பு (tibia), முன்கால் ஆர எலும்பு (radius), முன்கால் அடி எலும்பு (ulna), முன்கால் மேற்புற எலும்பு (humerus), கீழ்த்தாடை எலும்பு (mandible) ஆகிய எலும்புகளில் முறிவு சற்றுக் குறைவாக ஏற்படும்.

பசு இனங்களில் எலும்பு முறிவு. பொதுவாகப் பின்கால் எலும்பு, முன்கால் மேற்புற எலும்பு, விரல் மேல் எலும்புகள் (metatarsus), இடுப்பு ஆகியவற்றில் முறிவு ஏற்படும்; முன்கால் ஆர எலும்பு, முன்கால் அடி எலும்பு, தொடை எலும்பு, தோள்பட்டை எலும்பு (scapula), கால் அடிக்கணு எலும்பு (carpal), கணைக்கால் எலும்பு (tarsus) போன்றவற்றில் எலும்பு முறிவு ஏற்படுவதில்லை.

குதிரைகளில் இடுப்பு, முன்கால் எலும்பு, முன் கால் அடி எலும்பு, முன்கால் மேற்புற எலும்பு, முன்கால் விரல் பகுதி எலும்புகள், பின்கால் விரல் பகுதி எலும்புகள், விரல்கள், முன்கால் ஆர எலும்பு, முள்ளெலும்பு ஆகியவற்றில் மிகுதியாக முறிவு ஏற்படும்.

எலும்பு முறிவால் இரத்தக் குழாய்களுக்குப் பாதிப்பு ஏற்படுவதால் இரத்தக் கசிவு ஏற்படுகிறது. இந்த இரத்தம், முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தைச் சுற்றித் தங்கி, கெட்டியாகி விடுகிறது. இதை இரத்த வீக்கக் கட்டி என்று கூறுவர். இது 24 மணி நேரத் திற்குள் உருவாகிறது.

24 மணி நேரத்திற்குப்பின் இந்தக் கட்டியில் சிறிய இரத்தக் குழாய்கள் உருவாகின்றன. பின்பு பெரிய விழுங்கு செல் (macrophage) என்னும் ஒரு வகையான செல் இந்தக் கட்டிக்குள் வந்த சிவப்பு அணுக்களையும், அழுக்கையும் எடுத்துவிடு கிறது. இந்தக் கட்டி நார் (fibrin), நார்முன்செல் (fibroblast) மற்றும் புதியதாக ஏற்பட்ட இரத்த குழாய்களைக் கொண்டதாக உள்ளது. இவை நுண் மணித் தசையைப் போல் உள்ளன. இந்தத் தசை உடைந்து இரண்டு எலும்புத் துண்டுகளுக்கு நடுவே காணப்படும். இதை மென்மையான இளவினை எலும்பு அல்லது நார் இளவினை எலும்பு (callus) என்று கூறுவர். இந்த இளவினை எலும்பு உருவாக ஏறக்குறைய ஒன்று அல்லது இரண்டு வாரங்கள் ஆகும்.

இளவினை எலும்பு உருவான இடம் சிறிது அமி லத்தன்மையுடன் உள்ளமையால் எலும்புகளிலிருந் தும், பிளாஸ்மாவிலிருந்தும்; சுண்ணாம்புச் சத்து இளவினை எலும்புமேல் படிந்து விடுகிறது. எலும்பு மூலச் செல்லும் வந்து சேர்கிறது. இது சுண்ணாம்புச் சத்தைச் செல்களுக்கு இடையே தேங்கச் செய்ய உதவும். சுண்ணாம்புச் சத்து நடுப் பகுதியிலும் வெளிப்புறத்திலும் தேக்கப்படுகிறது. இதனால் உடைந்த இரண்டு எலும்புத்துண்டுகளும் சேர்க்கப்படு கின்றன. இவ்வகை எலும்பு கெட்டியாக, உருவமற்ற தாக இருக்கும். சுண்ணாம்புச் சேர்க்கை 10 ஆம் நாளில் தொடங்கி மூன்றாம் வாரத்திற்குள் புகைப் படத்தில் தெரியும். இதை முதன்மை இளவினை எலும்பு என்று கூறுவர். முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் உருண்டையாகக் கெட்டியாகக் காணப்படும். 4 அல் லது 8 வாரங்களில் விலங்கின் வயதைப் பொறுத்து இந்த முதன்மை இளவினை எலும்பு நன்கு உறுதியா கிறது. இதனால் உடைந்த எலும்புகள் ஆடாமல்

இருக்கும். இதை நோய்நிலையில் எலும்புச்சேர்க்கை (clinical union) என்று கூறுவர்.

இரண்டாம் நிலை இளவினை எலும்பு. 4 ஆம் வாரத்திலிருந்து 8 ஆம் வாரத்திற்குள் இந்த நிலை உருவாகிறது.

அறிகுறிகள். உருத்திரிபு எலும்பு முறிவால், எலும்புகள் உரிய இடத்திலிருந்து தள்ளிச் சென்று விடுகின்றன. இதனால் அடிபட்ட பகுதி உருமாறிக் காணப்படுகிறது. முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் வீக்கம் ஏற்படுவதாலும் இந்நிலை ஏற்படக்கூடும்.

வலி. எலும்பு முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் வலி இருக்கும். வலி சிறிது நேரம் இருந்து பின் மறைந்து விடும். இந்த நேரத்தில் உடைந்த எலும்புகளைச் சேர்த்துக் கட்டுப் போடலாம். சிறிது நேரமே வலியில்லாதிருக்கும். பின்னர் மீண்டும் வலியெடுக்கும். உடைந்த எலும்புகளைச் சேர்த்துக் கட்டுப்போட்ட பின் 24 மணி நேரம் கழித்து வலி மறைந்துவிடும். நோயால் ஏற்படும் எலும்பு முறிவுகளில் வலி தெரியாது.

உரசல் ஒலி. எலும்பு முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தைத் தொட்டுப் பார்த்தால் உரசல் ஒலியை உணரலாம்.

பிற அறிகுறிகள். சில நேரங்களில் எலும்பு முறிவால் காய்ச்சல் இருக்கும்; சிறுநீரில் ஆல்புமின் மற்றும் கொழுப்பு இருப்பதையும் காணலாம்.

நோய் அறிமுறை. அறிகுறிகளைக் கொண்டு, எக்ஸ்கதிர்ப்படம் எடுத்து அதன் மூலம் அறியலாம்.

மருத்துவம்

எலும்பு முறிவைச் சீராக்கல். உடைந்த எலும்புத் துண்டுகளை அதன் இயல்பான நிலைக்குக் கொண்டு வர வேண்டும்.

எலும்பு முறிவை நிலைப்படுத்துதல். பாதுகாப்பு (charge) வார்ப்பு (cast) அல்லது மூங்கில் சட்டங்கள் (splints) கொண்டு முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தை அசையாமல் இருக்கும்படிச் செய்யலாம். சப்பை எலும்புகளில் முறிவு ஏற்பட்டால் அவை அசையாமல் இருக்கப் பாதுகாப்புக் கட்டுப் பயன்படுத்தலாம். பொதுவாக, பிச்சுக்கட்டியை உருக்கி முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் சிறிது தடவி, பிறகு அதன் மேல் சிறு துண்டுகளாக வெட்டிய பஞ்சு அல்லது சணலைப் பரவ விட வேண்டும். இவ்வாறாக மாறி மாறி உருக்கிய பிச்சுக் கட்டியையும், சணலையும் கொண்டு முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தை நிலைப்படுத்தலாம். பிச்சுக்கட்டி கிடைக்காவிட்டால் உளுந்து மாவு, முட்டை வெள்ளைக் கரு ஆகியவற்றைக் கலந்து முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தை நிலைப்படுத்தலாம்.

மூடிய முறிவு ஏற்பட்டால் மூங்கில் சட்டங்களைக் கொண்டு நிலைப்படுத்தி, கட்டி, பின்பு கோந்துக் கட்டுப்போட்டு முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தை நிலைப்படுத்தலாம். மெல்லிய துணியைக் கோந்தில் அழுத்தி முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் அழுத்தமாகச் சுற்றிக் கட்டுப்போட வேண்டும். பாரிஸ்காரை கொண்டும் கட்டுப்போடலாம். சட்டங்களைக் கொண்டு கட்டுப் போடும்போது முதலில் முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் பஞ்சு சுற்ற வேண்டும். பிறகு 2 அல்லது 3 சட்டங்களை வைத்து அழுத்தமாகக் கட்டுப்போட வேண்டும். முறிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் உள்ள இரண்டு மூட்டுகளையும் கட்டுப்போடும்போது சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அப்போதுதான் முறிந்த எலும்பை நன்கு நிலைப்படுத்த முடியும்.

சிக்கலான அல்லது பலவகைப்பட்ட முறிவுக்கு மருத்துவம்

உடைந்த எலும்புகளுக்குத் தையல் போடுதல். எலும்புகளில் துளையிடும் கருவி கொண்டு சிறு துளைகளை இட்டு எஃகு கம்பி கொண்டு இறுக்கிக் கட்டலாம்.

உடைந்த எலும்புகளை மென்தகடுகள் மூலம் ஒன்று சேர்த்தல். விட்டிலீயம் எலும்புத்தகடுகளைக் கொண்டு உடைந்த எலும்புத்துண்டுகளை மரையாணி கொண்டு ஒன்று சேர்க்கலாம்.

ஊசிகொண்டு இணைத்தல். எஃகு ஊசிகள் கொண்டு எலும்புகளை இணைக்கலாம். பொதுவாக, தொடை, கால் எலும்பு, முன்கால் அடி எலும்பு ஆகியவற்றில் முறிவு ஏற்பட்டால் ஊசி மூலம் இந்த முறிவு சரிசெய்யப்படுகிறது.

எலும்பு முறிவால் ஏற்படும் பின் விளைவுகள். சில சமயங்களில் முறிவு ஏற்பட்ட எலும்பின் அருகிலுள்ள நரம்புக்குப் பாதிப்பு ஏற்பட்டால் அப்பகுதி செயலிழந்து போகக்கூடும். இரத்தக் குழாய்களுக்குப் பாதிப்பு ஏற்பட்டால் அப்பகுதிக்கு இரத்தம் ஓட்டம் இல்லாமல் போய்விடும். இதனால் பாதிக்கப்பட்ட பகுதி வளர்ச்சியின்றிச் சிறியதாகிவிடும். சரியாக எலும்பு முறிவை நிலைப்படுத்தாவிட்டால் எலும்புகள் ஒன்று சேரா.

தடுப்பு முறைகள். இளம் கால்நடைகளுக்கு நல்ல தீவனம் அளித்து எலும்பு நோய்களைத் தடுக்கலாம். தீவனத்தில் சுண்ணாம்புச் சத்தும்,பாஸ்ஃபரஸ் சத்தும் உரிய அளவில் இருக்க வேண்டும். கொட்டில்களில் வழவழப்பான தரை இருக்கக்கூடாது; அது போலச் சாலைகளும் வழவழப்பாக இருக்கக் கூடாது. கால்நடைகளைக் கீழே தள்ளும்போது மெதுவாகத் தள்ள வேண்டும். மணல் பரப்பில் தள்ளுவது சிறந்தது. கால்நடைகளைச் சிறு சந்து வழியாக ஓட்டிச் செல்லக் கூடாது.

- எஸ்.டி. செல்வன்

கால்நடைக்குறியிடுதல். கால்நடைப் பராமரிப்பில் குறியிடுதல் இன்றியமையாப் பணியாகும். அரசு

நிறுவனங்களில் பராமரிக்கப்படும் கால்நடைகள் மற்றும் அரசின் பல்வேறு நிதி உதவித் திட்டங்களின் கீழ் கால்நடை வளர்ப்போருக்கு வழங்கப்படும் மாடு கள் ஆடுகள் போன்ற பல்வேறு கால்நடைகள் ஆகிய வற்றுக்குக் குறியிடுதல் இன்றியமையாததாகும்.

அரசு நிறுவனங்களில் பராமரிக்கப்படும் கால் நடைகளுக்கு அவற்றின் எண்ணிக்கையைச் சரிபார்க் கும் பொருட்டும், குறிப்பிட்ட இனங்களின் காளை கள், கிடேரிகள், கன்றுகள் ஆகியவற்றை அடை யாளம் கண்டுகொள்வதற்கும், அவற்றின் வம்சா வழிப் பேரேடுகள் பராமரிப்பிற்கும் குறியிடுதல் பயன்படுகிறது.

பொது மக்களில் கால்நடை வளர்ப்போருக்கு வழங்கப்பட்டுள்ள கால்நடைகளுக்குக் குறியிடுதல், அவற்றைத் தாமே அடையாளம் கண்டுகொள்வதற் கும் பிறருக்கு நம்பிக்கையூட்டும் வகையில் அடை யாளம் காட்டுவதற்கும், காப்பீட்டுறுதித் திட்டத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள விவரத்தை அறிந்து கொள்வதற் கும், இன்னின்ன திட்டத்தின் கீழ் வழங்கப்பட் டுள்ளது என்பதை அறிவதற்கும், கால்நடை மேம் பாட்டு முனைப்புத்திட்டம் மற்றும் கேந்திரக் கிராமத் திட்டம் ஆகிய அரசின் பல்வேறு திட்டங்களின் செயற்கைமுறைக் கருவூட்டலின் பயனாக உற்பத்தி செய்யப்பட்ட கன்றுகளை இனம் கண்டு கொள் வதற்கும் இன்றியமையாதது.

மேலும் உயிரினக் காளைகளின் வழி கலப்பினப் பெருக்கம் செய்ததன் பயனாக உருவான பால் வள மிக்க, செயல்திறன்மிக்க கால்நடைகளின் படிமலர்ச்சி யை ஆய்வு செய்யவும், மதிப்பீடு செய்யவும், திட்டத்தைத் தொடர வகை செய்யவும் குறியிடுதல் தேவையாகிறது. மேலும் வெக்கைநோய் போன்ற கடும் நோய்த் தடுப்பூசிகள் போடப்பெற்றுள்ள ஆடு, மாடுகளை அடையாளம் காணவும் பயன்படுகிறது. களவு போன மாடு, ஆடுகளைக் கண்டுபிடிக்கவும் குறியீடு உதவும்.

குறியிடும் முறைகள்

எண் அல்லது எழுத்துப்பதித்தல் (branding). பழுக்கக் காய்ச்சிய இரும்புக் கருவிகளைக் கொண்டு எண்கள், எழுத்துகள், சில குறிப்புகள் (designs) ஆகியவற்றைக் கால்நடைகளின் உடலில் பதித்தல், மாடுகள் எருமைகள் குதிரைகள் மற்றும் ஒட்டகங் களுக்கு, காய்ச்சிய அடையாளங்கள் கொண்ட எஃகு கருவிகளைக் கொண்டு குறியிடுதல் பொருத்த மாகும். கன்றுகளுக்கு ஓராண்டு வயதுக்குள் அடையாளம் பதித்தல் நலம். இவ்வாறு காய்ச்சிய இரும்பினால் எண்களோ, ஏனைய அடையாளங் களோ பதித்தலுக்கு வெயில் நாள்களையும், பூச்சி கள் பரவாத நாள்களையும் தேர்ந்தெடுத்தல் நல்லது.

குறியிடுதலுக்குப் பயன்படும் கருவி இரும்பு வரிசை (branding iron set) 0 முதல் 9 வரையிலும் A முதல் Z வரையிலுமான ஆங்கில எழுத்து வடி வங்களைக் கொண்டதாகும். அவற்றில் தேவையான வற்றை நெருப்பில் காய்ச்சிப் பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வாறு குறியிடும்போது கால்நடைகளைக் கயிற் றால் கட்டி அவற்றின் கால்களைக் கட்டுதலும் இன்றியமையாததாகும்.

மேற்குறிப்பிட்ட காய்ச்சிய இரும்புக் கருவி களால் குறியிடும்போது, தேவையான எண் அல்லது எழுத்து வடிவ எஃகுக் கருவியை ஆழ்சிவப்புத் தீச் சுடரில் காய்ச்சி அக்குறியை விலங்கின் தொடை களின் ஒன்றின் மீது மென்மையான அழுத்தத்தோடு ஏறத்தாழ மூன்று நொடி நேரம் வரையே பதிக்க வேண்டும். பதித்தபின் தோன்றும் புண்ணில், துத்த நாக ஆக்சைடு கலந்த கடுகு எண்ணெயைத் தடவி னால் புண்கள் ஆறும். எருமைகளுக்கு இம்முறையில் கொம்பில் குறியிடலாம்.

வேதிக் கலவைக்குறி (chemical branding). குறியிடுவதற்குரிய வேதிக் கலவை கடைகளில் கிடைக்கும். வேதிக் கலவைக் குறியிடுவதற்குத் தேவைப்படும் எஃகு குறி வடிவங்கொண்ட கருவியை வேதிக் கலவை மையில் தோய்த்து, வழியும் மையைத்துடைத்து விட்டு, கால்நடைகளின் உடலில் பதிக்க வேண்டும். அவ்வாறு பதிக்கும் குறிகளின் அளவு 2.5 செ.மீட்டர் அளவில், ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவிலிருந்தே பார்க்கும் அளவுக்குத் தெரிய வேண்டும்.

குளிர்ச்சியான குறியீடுகள் (cold branding). மேற்காணும் எஃகு கருவி வெப்பக் குறியிடுதல் வேதிக் கலவைக் குறியிடுதல் ஆகியவை கால்நடை களுக்குத் துன்பம் தருவதாலும், நோய்க் கிளர்ச்சி ஊட்டுவதாலும் அவற்றைத் தவிர்க் கும் பொருட்டு, கால்நடைகளுக்கு இதமான முறையில் வேதிக் கலவைக்குப் பதிலாக நீர்ம நைட்ரஜனைப் பயன்படுத்தி, மாடுகளின் உடலில் ஊறு விளைவிக்காமல் குறியிடுதல் நவீனப் படுத்தப்பட்டுள்ளது.

குத்துமுறைக் குறியிடுதல் (tattooing). தோலில் குத்திப் (puncture) பதியும் வரிவடிவம் கொண்ட எஃகு தகடு அமைப்புகள் உண்டு. இவற்றின் வரி வடிவத்தின் மேலே (outline) வண்ணப் பசை இருக்கும். இவற்றை மாட்டுக் காது மடல்களின் உட்பக்கம் ரத்த நாளங்கள் அல்லது நரம்புகள் இல்லாத பகுதியில் இடுக்கியில் (forceps) பொருத்தி அவற்றை அழுத்திப்பதிக்கும்போது அவை கால்நடை களின் காதுப் பகுதியின் தோலில் ஊடுருவ, காது மடல்களின் சவ்வுப் பகுதியில் கரையாத பசை நன்கு ஒட்டிக் கொள்கிறது. இந்த அடையாளங்கள் கால்நடைகளில் தெளிவாகவும் நிலையாகவும் அமைந்

திருக்கும். புதிதாகப் பிறந்த கன்றுகளுக்கும் பன்றிகளுக்கும் இம்முறை பொருத்தமாக இருக்கும். இந்த முறையில் குறியிடும் முன்பு, கால் நடைகளின் காது மடல்களின் உட்பகுதியைச் சோப்பு நீரால் கழுவித் தூய்மை செய்ய வேண்டும்.

சிறிய கால்நடைகள். உறுதியான நெகிழி அல்லது மெல்லிய அலுமினியம் போன்ற உலோகத் தகடுகளை அழகிய சிறிய வடிவத்தில் வெட்டிக் கொண்டு அவற்றில் எண்களைப் பதிவு செய்து அவற்றை ஆடுகள் பன்றிகள் இளங்கன்றுகள் ஆகியவற்றின் காது மடல்களில் இடுக்கிகள் மூலம் பொருத்தி விடலாம். இவற்றில் இருவகை உண்டு. ஒன்று தானே துளையிடும் வகை, மற்றொன்று துளையிடாத வகை. துளையிடும் வகை எண் அல்லது அடையாளத் தகடுகளை நேரடியாகக் காது மடல்களில் பொருத்தி விடலாம். மற்றதை துளை இடும் கருவியைப் பயன்படுத்தி, துளை செய்த பின் பொருத்த வேண்டும்.

- சோ. பாலகணபதி

பயன்கள். கால்நடைகள் பல வழிகளில் உதவுகின்றன. அவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் இறைச்சி, பால், எலும்பு, கொம்பு, மயிர், தோல், சாணம் முதலிய பொருள்கள் வாழ்க்கையின் அன்றாடத் தேவைக்கும், பொருளாதார மேம்பாட்டிற்கும் சிறப்பாக உதவுகின்றன.

கால்நடைகளின் இறைச்சி பெரும்பாலோரின் உணவாக உள்ளது. இதில் புரதம் மிகுந்துள்ளது. மேலும் பாஸ்ஃபரசுடன் சில வைட்டமின்களும் உள்ளன. சிறப்பாகக் கல்லீரல், இதயம், சிறுநீரகம் ஆகிய உள்ளுறுப்புகளில் இரும்புச் சத்தும் வைட்டமின்களும் மிகுதியாக உள்ளமையால் கால்நடை இறைச்சி சிறந்த உணவாகக் கருதப்படுகிறது. இவற்றுள் கல்லீரல் மிகச் சிறந்த உணவாகும். உடலுக்குத் தேவையான பல அமினோ அமிலங்கள் இறைச்சியில் உள்ளன. இறைச்சிப் புரதம் பலவிதங்களில் தாவரப் புரதத்தைவிடச் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகிறது. தசை, கல்லீரல், சிறுநீரகம் போன்ற உறுப்புகளின் வளர்ச்சிக்கும், உடல் நலத்திற்கும், இனப்பெருக்கத்திற்கும் தேவைப்படும் அனைத்து அமினோ அமிலங்களும் இறைச்சியிலுள்ளன. இறைச்சியில் கொழுப்பு மிகுதியாகவும் ஸ்டார்ச் (கிளைகோஜென்) குறைவாகவும் உள்ளன. கொழுப்பிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றல் உயர் அளவினதாகும். கொழுப்புக் குறைந்து ஸ்டார்ச் மிகையாக உள்ள பகுதி கல்லீரலாகும்.

விலங்கின் கொழுப்பு, சிறந்த உணவாகப் பயன்படுவதோடல்லாமல், மாட்டுக் கொழுப்பு, பன்றிக் கொழுப்பு ஆகியவை பல தொழில்களில் மிகவும் பயன்படுகின்றன. ஓலியோமார்கரின் (*oleomargarine*) என்னும் போலி வெண்ணெய் மாட்டுக் கொழுப்பிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. மாட்டு இறைச்சியிலிருந்து இறைச்சிச் சாறும் (meat juice) செய்கின்றனர்.

பால். இது சத்துள்ள உணவுப் பொருள்களில் முதன்மையானது. காண்க: பால்.

மயிர். கால்நடைகளில், சிறப்பாகச் செம்மறியாடுகளிலிருந்து கிடைக்கும் மயிர் மிகவும் பயனுள்ளதாகும். ஆடுகளின் தரத்தையும் வளர்ப்பு முறைகளையும் பொறுத்து மயிரின் தரமும் நிறமும் அமையும். ஐரோப்பிய ஆடுகளின் மயிர் இந்திய ஆடுகளின் மயிரை விடத் தரத்திலும் நிறத்திலும் உயர்ந்தது. மெல்லிய ஆட்டு மயிரால் உடைகளும், விரிப்புகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. முரட்டு ஆட்டு மயிரால் கம்பளிகளும், பெரிய தரை விரிப்புகளும் செய்கின்றனர். கம்பளியைக் குளிர்மிகுந்த நாடுகளில் பெரிதும் பயன்படுத்துவர்.

மென்மயிர். பழங்காலத்தில் பாரசீகத்திலிருந்து பிற நாடுகளுக்குக் கொண்டு வரப்பட்ட செம்மறியாட்டின் மயிர் ஆழ்ந்த கறுப்பாகவும் முரடாகவும் இருக்கும். குட்டி ஆட்டின் மயிர் மென்மையாகவும் கறுப்பாகவும் சுருண்டும் இருக்கும். பார்வைக்குப் பளபளப்பாகவும் இருக்கும். இதனால் குட்டி பிறந்தவுடன் அதைக் கொன்று தோலை மயிருடன் உரித்துப் பதப்படுத்தி அவற்றைப் பெண்களணியும் அங்கிகள், ஆடைகள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்துவர். இதற்குச் செலவு மிகுதியாவதால் விலையும் மிகுதி.

செம்மறியாட்டின் மயிரில் கொழுப்பு 40%-50% இருக்கும். இதை வேதி முறையில் பிரித்துத் தூய்மைப் படுத்தி லானோலின் என்னும் பொருள் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது விலை மிகுந்தது. இதிலிருந்து கிரீம் (cream) போன்ற ஒப்பனைப் பொருள்களும், சில மருந்து வகைகளும் செய்கின்றனர்.

சாணம். கால்நடைகளின் சாணம் உரங்களில் மிகவும் சிறந்தது. பயிர்களுக்கு வேண்டிய நைட்ரஜன், பாஸ்ஃபரஸ், கால்சியம் ஆகிய வேதிப்பொருள்கள் உள்ளன. தற்போது இது எரிவளிமம் உற்பத்திக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இவையன்றிக் கொம்பு, குளம்பு, எலும்பு முதலியவை சீப்பு, கைவினைப் பொருள்கள் போன்றவை செய்யவும், சுரப்பிகளின் நோய்தீர்க்கும் மருந்து செய்யவும், தோல் செருப்பு, தவில், மேளம் முதலியவை செய்யவும் உதவுகின்றன.

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

கால் வட்ட நிலை

கால் வட்டமாகத் திசைமாறும் கணியங்களைச் சைன் அலைகளால் குறிக்கலாம். சைன் அலைகளைச்

சுழலும் திசையன்களால் (vectors) குறிக்கலாம். இரு சைன் அலைகளுக்கிடையே தறுவாய் (phase) வேறுபாடு இருப்பின், அவற்றைத் தறுவாய் வேறுபாடு கொண்ட இரு சுழலும் திசையன்களால் குறிக்கலாம். இரு சைன் அலைகளுக்கிடையே உள்ள தறுவாய் வேறுபாடு 90° இருக்குமாயின், அவற்றைக் குறிக்கும் சுழலும் திசையன்களுக்கிடையே உள்ள தறுவாய் வேறுபாடு 90°இருக்கும். இது ஒரு கால்வட்டம் (quadrature) என்பதால் தமக்கிடையே 90° தறுவாய் வேறுபாடு கொண்ட இரு கணியங்கள், கால்வட்ட நிலையில் இருப்பனவாகக் குறிக்கப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக மின்காந்த அலைகளின் இயக்கத்தில் மின் அலையும் காந்த அலையும் எப்போதும் இடத்தால் 90° தறுவாய் வேறுபாடு கொண்டதாக இருக்கும். இவ்வாறே ஒரு தடையில்லாத தூண்டத்தில் நிலவும் மின்னழுத்தமும், அதன் வழியே பாயும் மின்னோட்டமும் ஒன்றுக்கொன்று 90° தறுவாய் வேறுபாடு கொண்டிருக்கும். மின்னழுத்தத்தைவிட மின்னோட்டமும் ஒன்றுக்கொன்று 90° பிற்படும். இவ்வாறே ஒரு தேக்கியில் நிலவும் மின்னழுத்தமும், அதன் வழியே பாயும் மின்னோட்டமும் 90° தறுவாய் வேறுபாடு கொண்டிருக்கும். தேக்கியின் மின்னோட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்தைவிடத் தறுவாயில் 90° முன்னதாக இருக்கும். ஆனால் இவ்விரு நிலைபாடுகளும் கால நிலைவேறுபாடுகளாகும்.

- கு. நல்லதம்பி

நூலோதி. W. Landee, C. Davis, P. Albrecht, *Electronics Designers' Hand Book*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

கால்வண்டல்

படுகைகளாக அமையப்பெறாமலும், நெருக்கமாக அமையாமலும் காணப்படுகின்ற கல்கேரிய வண்டல் கால்வண்டல் (loess) எனப்படும். அதிகமாக ஒரு படித்தானதாகவும், நீர் ஊடுருவும் தன்மை பெற்றும், வெளிர் மஞ்சளிலிருந்து சாம்பல் நிறம் பெற்றும், கல்கேரியத் திரட்சிகள், புதைபடிவங்கள் ஆகியவற்றைப் பெற்றும் காணப்படுகின்றது. செயற்கை மற்றும் இயற்கை நில அகழாய்வுகளில் கால்வண்டல் நிலையான மற்றும் செங்குத்தான வெட்டுமுகத்தை ஏற்படுத்தி அதைப் பராமரிக்கிறது.

இழைமை மற்றும் உட்கூறுகள்: இயக்கத் தாக்குதல் பகுப்பாய்வின் மூலம் கிடைக்கும் உட்கூறுகள். நுண் துகள் மண் (பரல்கள் > 0.074 மி. மீ). 0-10%; வண்டல் (0.074- 0.005 மி. மீ), 50-85%; களிமண் (பரல்கள் < 0.005 மி. மீ), 15-45%. வண்டல் அதிகமாகக் காணப்பட்டாலும், மிகச் சிறப்பாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால் கால்வண்டல் சிறப்பாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வண்டல் மற்றும் மண்ணின் பரல்கள் கோண வடிவிலிருந்து துணைக் கோண வடிவு வரை மாறுபட்டுள்ளன. களிமண், வண்டல் அளவுசல்லிகளாகவும், வண்டல் பரல்களின் மேற் பூச்சுகளாகவும், இடைவெளிகளில் நிரப்பிகளாகவும் காணப்படுகிறது.

கால்வண்டலில் உள்ள வண்டல் மற்றும் மணலின் கனிம உட்கூறுகள்; குவார்ட்ஸ் 50-70%; ஃபெல்ஸ்பார்கள் 15-30%; கார்போனேட்டுகள் (கால்சைட் அதிகமாக) 0-11%; அதிக எடையுள்ள கனிமங்கள் 5-15%.

படம் 1. கால்வண்டல் பரவலைக் காட்டும் படம்

0.005 மி.மீட்டர் அளவிற்கும் குறைவாகவுள்ள கனிமங்களை எக்ஸ் கதிர் மூலம் நோக்கும்போது அதிகமாகக் குவார்ட்ஸும், இல்லைட், குளோரைட், ஸ்மெக்டைட் முதலியவையும் காணப்படுகின்றன. இவை வண்டல் படிவுகளை ஒத்த அளவுடையன வாகக் காணப்படுகின்றன; வண்டல் மணிகளின் துளைகளிலும், மேற்புறத்திலும், சிதைந்த தாவர வேர்க் குழாய்களிலும் கால்சைட்டுடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன.

தோன்றுமிடம். கால்வண்டல், சீரற்ற நிலத் தோற்றமாக மெல்லிய போர்வை போன்ற படிவு களாகக் காணப்படுகிறது. இதன் தடிமன் 30 மீட்ட ருக்கும் குறைவாக இருக்கும். உலகெங்கும் பரந்து காணப்படும் இவைகுறிப்பாக, குவார்ட்டர்னரி காலத் தில் உறைபனிப்பரவலில் பயன்பட்ட பள்ளதாக்கு களுக்கருகில் அதிகத் தடிமனுடன் காணப்படுகின்றன. அதிகமான கால்வண்டல் படிவுகள் பனியாற்றுத் தேய்மானத்தால் உண்டாகின்றன. மேலும் பாலை வனங்களிலிருந்தும் கால்வண்டல் படிவுகள் தோன்று கின்றன. இவை பல தொல்லுயிர்ப் படிவங்களைக் கொண்டுள்ளன. கால்வண்டல் படிவுகள் அதிக ஊடுருவும் தன்மை பெற்றுள்ளமையால் செயற்கைப் பாசனம் கடினமாகும். ஆனால் கால்வண்டல் மண் மிகுந்த வளத்துடன் காணப்படும்.

- இரா. சரசவாணி

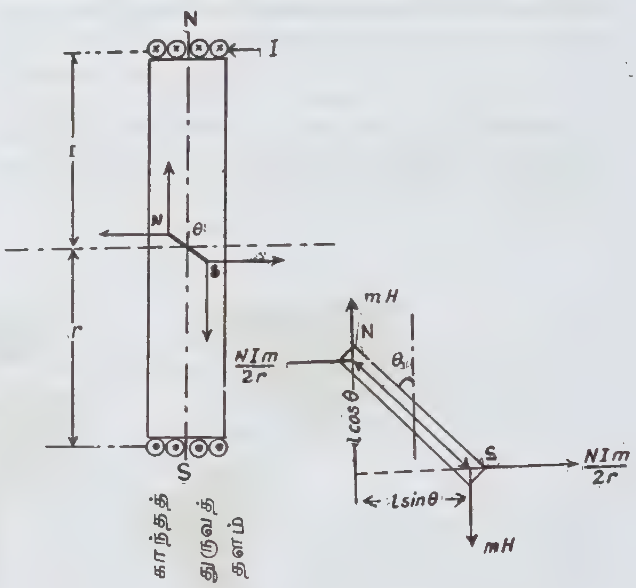
நூலோதி. A. V. Milovsky, *Minerology and Petrography*, First Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

கால்வனோ அளவி

மின்னோட்டத்தைக் காட்டும் கருவியாகிய கால் வனோ அளவி பலவகைப்படும். அவற்றுள் குறிப் பிடத்தக்கவை, இயங்கு காந்தக் கால்வனோ அளவி, இயங்கு கம்பிச் சுருள் கால்வனோ அளவி என்பன.

இயங்கு காந்தக் கால்வனோ அளவி. தொடுவியல் கால்வனோ அளவி (tangent galvanometer) ஓர் இயங்கு காந்தக் கால்வனோ அளவியாகும். இது ஒரு வட்டமான பித்தளை அல்லது மரச்சட்டத்தை உடையது. இதன் மீது ஒரு கம்பிச் சுருள் சுற்றப் பட்டுள்ளது. இந்த வட்ட வடிவச் சட்டம் ஒரு பீடத்தின் மீது செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. பீடம், கிடைத்தளத்தில் சுழலக்கூடியது. பீடத்தைச் சரியாகக் கிடைத்தளத்தில் இருக்குமாறு சீராக்க மூன்று சரிமட்டத் திருகாணிகள் உண்டு. இவற்றின் உதவியால் கம்பிச் சுருள் சுற்றப்பட்ட வட்ட வடிவச் சட்டத்தைச் செங்குத்தாக வைக்கலாம். வட்டச் சட்டத்தின் மையத்தில் ஒரு திசை காட்டும் பெட்டி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தப் பெட்டியில் செங்குத் தான கூர்முனை மீது ஒரு காந்த ஊசி (magnetic needle) தாங்கப்படுகிறது. காந்த ஊசிக்குச் செங் கோணத்தில் நீண்ட குறிமுள் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. குறி முள்ளின் முனைகள் நான்கு சம வில்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு வில்லிலும் 0°-90° வரை குறிக்கப்பட்டிருக்கும். கூர்முனையில் தாங்கப் பட்ட காந்த ஊசியின் மையமும், கம்பிச் சுருளின் மையமும் ஒன்றன்மீதொன்று பொருந்துமாறு அமைந்துள்ளன.

ஒரே வட்ட வடிவச் சட்டத்தில் வெவ்வேறு சுற்றெண்ணிக்கை (2,50 அல்லது 500 சுற்று) உடைய மூன்று கம்பிச் சுருள்கள் உள்ளன. இவற்றின் முனை கள் தனித்தனியே இணைப்புத் திருகுகளுடன் இணை கின்றன. 2 சுற்று உடைய சுருள் தடிமனான கம்பியா லானது. ஒரு சில ஆம்பியர் வலிமை கொண்ட மின்னோட்டத்தை அளக்க இதைப் பயன்படுத்தலாம். 50 சுற்று உடைய சுருள் மெல்லிய கம்பிகளால் ஆனது. இதை 1/10 ஆம்பியரும் அதன் மடங்குகளை யும் அளக்கப் பயன்படுத்தலாம். மிக மெல்லிய கம்பி களாலான 500 சுற்று உடைய சுருளை மில்லி ஆம் பியரைப் அளக்கப் பயன்படுத்தலாம்.



படம் 1. தொடுவியல் கால்வனோ அளவி

கருவி வேலை செய்யும் முறை. இக்கருவி தொடு வியல் விதியைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்டது. ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான இரு புலங்கள் செயல் படும் புள்ளியில் தொங்கும் காந்த ஊசி அவ்விரு புலங்களின் தொகு பயன் புலத்தின் திசைக்கு வந்து நிற்கும். காந்தத் துருவத்தளத்தில் (magnetic meridian) மிகச் சரியாக அமையுமாறு தொடுவியல் கால்வனோ அளவியின் கம்பிச் சுருள் தளம் சீர

மைக்கப்படும். அப்போது கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுவதால், சுருளின் மையத்தில் தோன்றும் காந்தப்புலத்தின் திசை காந்தத் துருவத் தளத்திற்கு நேர்கோணத்தில் இருக்கும். (அதாவது கிழக்கு மேற்குக் கோட்டில் அமையும்). தற்போது காந்த ஊசி இரண்டு காந்தப் புலங்களின் ஆளுகைக்குட்படுகிறது. இவ்விரு புலங்களாவன புவிக் காந்தப் புலத்தின் கிடை மட்டக் கூறு; (இது காந்தத் துருவத் தளத்தில் உள்ளது); சுருளில் உள்ள மின்னோட்டத்தால் ஏற்படும் புலம் F ஆகியவை. Fஇன் திசை, Hக்கு நேர்குத்தாக உள்ளது. வேறு எந்தப் புலமும் இல்லாவிடில் காந்த ஊசி H இன் திசையிலிருக்கும். மின்னோட்டம் பாயும்போது, காந்த ஊசி H இன் திசையிலிருந்து $\theta°$ விலகிவிடும். அதாவது,

$$\tan\theta = \frac{F}{H} \text{ என்றாகும்.}$$

n சுற்றுகளும் r மீட்டர் ஆரமும் உடைய சுருள் வழியே I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்ந்தால் சுருளின் மையத்தில் காந்தப் புலச் செறிவு,

$$F = \frac{nI}{2r} \text{ ஆம்பியர் சுற்று/ மீட்டர் என நிறுவலாம்}$$

$$\therefore F = \frac{nI}{2r} = H\tan\theta$$

இங்கு Hஉம் ஆம்பியர் சுற்று / மீட்டர் அலகிலேயே உள்ளது.

$$\therefore I = \frac{2r\,H}{n}\tan\theta \text{ ஆம்பியர்.}$$

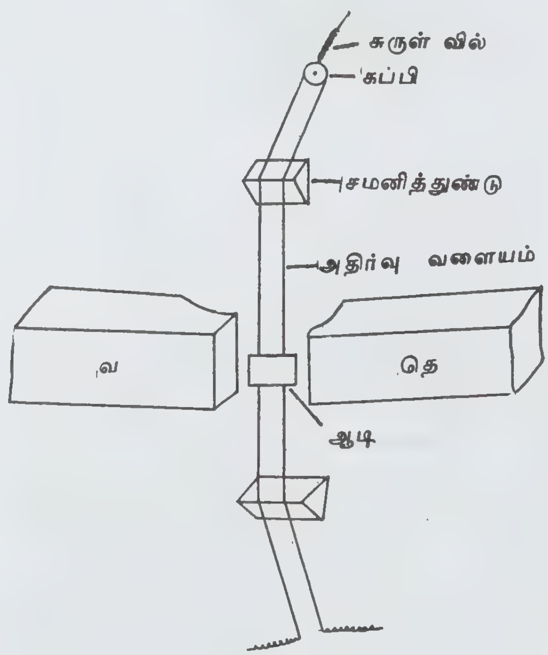
அல்லது $I = K\tan\theta$ ஆம்பியர்

இங்கு $K = \frac{2rH}{n}$ என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட சுருளுக்கு, குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒரு மாறிலியாகும். இதைத் தொடுவியல் கால்வனோ அளவியின் சுருக்கக் காரணி (reduction factor) என்பர்.

தொடுவியல் கால்வனோ அளவியைப் பயன்படுத்த வேண்டுமாயின் அதில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்து முன்னர் சில சீரமைப்புகளைக் கவனமாகச் செய்ய வேண்டும்.

முதலில் சரிமட்டத் திருகாணிகளைச் சீரமைத்துப் பீடம், கிடை மட்டமாக இருக்குமாறு செய்ய வேண்டும்; அப்போது சுருளின் தளம் செங்குத்தாக இருக்கும். அடுத்துக் கம்பிச் சுருளைச் சுற்றி அதன் தளம் காந்த ஊசியின் அச்சுக்கு இணையாக அமையுமாறு செய்யவேண்டும். இந்தச் சீரமைப்பின் பயனாகக் கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டத்தால் விளையும் புலம் F புவிக் காந்தப் புலத்தால் விளையும் Hக்கு நேர்குத்தாக அமையும். சுருளின் தளம் காந்தத் துருவத் தளத்துடன் ஒன்றப் பின்வருமாறு அமைக்க வேண்டும். காந்த ஊசிப் பெட்டியில் உள்ள குறிமுள் முனைகள் 0-0 என்று காட்டுமாறு அப்பெட்டியைச் சுழற்றி வைக்க வேண்டும். காந்த ஊசிப் பெட்டியில் காந்த ஊசியின் விலகல் 45° இருக்குமானால் தொடுவியல் கால்வனோ அளவி மிக நுண்ணுணர்வு உடையதாகச் செயற்படும். சாதாரணமாக விலகல் 30°-45° வரை இருக்கும் வகையில் மட்டுமே தொடுவியல் கால்வனோ அளவியைப் பயன்படுத்துவது நலம்.

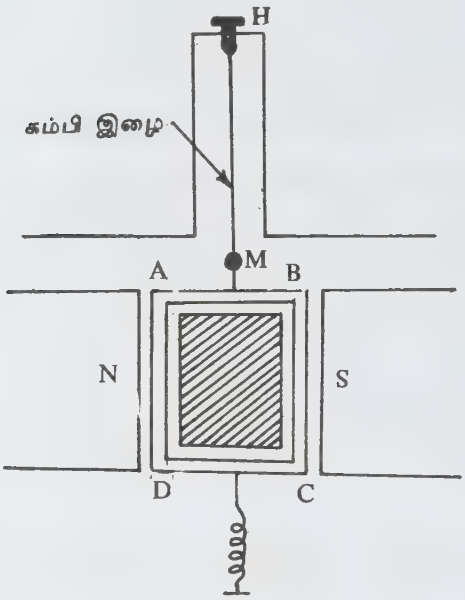
இயங்கு சுருள் கால்வனோ அளவி. இயங்கு சுருள் கால்வனோ அளவியை (moving coil galvanometer) முதன்முதலில் அமைத்தவர் கெல்வின் என்பார் ஆவார். அவருக்குப் பிறகு ஆர்சான்வால் சிலமாற்றங்கள் செய்து செம்மைப்படுத்தினார்.



படம் 2. இயங்கு சுருள் அதிர்வு கால்வனோ அளவி

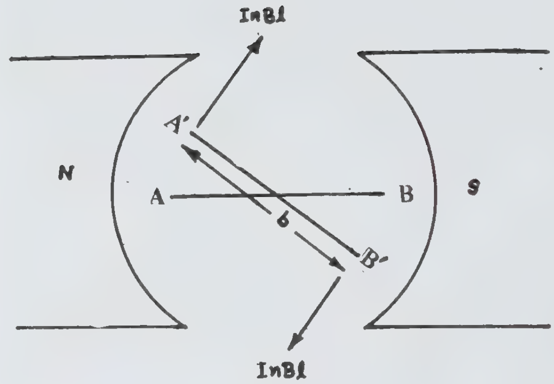
வேலை செய்யும் முறை. மின்னோட்டம் பாயும் ஒரு கம்பிச் சுருளை அதன் தளம் ஒரு காந்தப் புலத்திற்கு இணையாக இருக்கும்படி வைத்தால் அதன் மீது ஒரு விசை செயல்பட்டு, அது சுழலத் தொடங்கும். ஆனால் அதை மீள் திறனுடைய ஒரு கம்பி இழையில் கட்டித் தொங்கவிட்டிருந்தால் இதுவும் முறுக்கப்பட்டுக் கம்பிச் சுருள் சுழல்வதை எதிர்ப்ப

தால் கம்பிச் சுருள் அசையா நிலைக்கு வரும். இது தொடக்கநிலையிலிருந்து θ° ஒதுக்கமடைந்த நிலையானால், கம்பிச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் i என்பது θவுக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். எனவே, $i = k\theta$. இங்கே k என்பது ஒரு மாறிலி. மதிப்புத் தெரிந்த மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி இதன் மதிப்பை அறியலாம்.



படம் 3. இயங்கு சுருள் கால்வனோ அளவி

ABCD என்னும் செவ்வகச் சுருளின் ஒரேயொரு சுற்றை எடுத்துக் கொண்டால்(படம் 3)N-S துருவங்களுக்கு இடையே காந்தப்புலத்தில் உள்ள காந்தத் தூண்டல் B எனலாம். கம்பிச் சுற்றின் வழியாக I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாய்வதாகக் கொள்ளலாம். கம்பிச் சுற்றின் புயங்கள் BC மற்றும் ADக்கு இணையாக, காந்தப் புலம் உள்ளது. எனவே, இப்புயங்கள் மீது விசை எதுவும் செயல்படாது. ஆனால் AB மற்றும் DC என்னும் புயங்கள் மீது சம விசைகள் செயல்படும். $AB = DC = l$ எனில் விசையின் அளவு IBl ஆகும். இவ்விசைகள் எதிரெதிரான திசைகளில் இணையாகச் செயல்படுவதால் இவை இரட்டை ஆகின்றன. இந்த இரட்டையின் சுழற்றுந்திறன் IBlb ஆகும். ஏனெனில் கம்பிச் சுற்றின் அகலம் $Bc = b$. கம்பிச் சுற்றின் பரப்பளவு $A = lb$ எனக் கொண்டால் இரட்டையின் திருப்புந்திறன் $= IBA$. சுருளில் n சுற்றுகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு சுற்றின் மீதும் IBA என்னும் திருப்புந்திறன் செயல்படும். எனவே கம்பிச் சுருளின் மீது செயல்படும் திருப்புந்திறன் $= nBIA$ ஆகும். கம்பிச் சுருளின் தளம் திரும்புகின்ற கோணம் θ (விலகல்) எனில் $nBIA = C\theta$.



படம் 4.

C=கம்பிச்சுருள் ஓரலகு கோணம் திரும்புவதற்குத் தேவையான திருப்புந்திறன் ஆகும்.

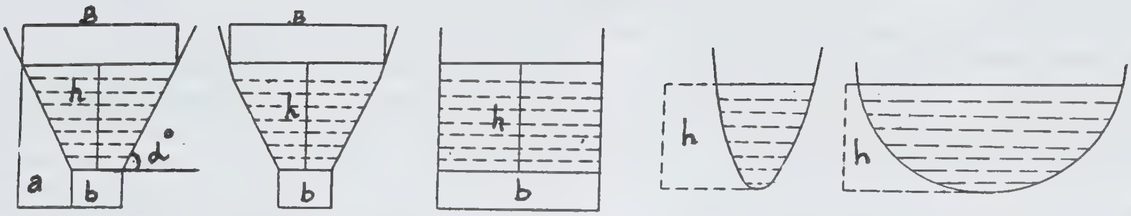
$I = \frac{C\theta}{nBA}$. எனவே, மின்னோட்டம் விலகலுக்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது.

- த. சந்தானம்

நூலோதி. E. W. Golding, F. C. Widdis *Electrical Measurements and Measuring Instruments*, Fifth Edition, Wheeler Publishing, 1982.

கால்வாய்

பொதுவாக நீர் அல்லது கலங்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுத்தும் ஒரு செயற்கையான திறந்தவெளி வாய்க்காலைக் கால்வாய் என்பர். கால்வாய் பொதுவாக அதன் பயனுக்குத் தக்கவாறு பாசனக் கால்வாய், மின்திறன் கால்வாய், வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டுக் கால்வாய், வடிகால் கால்வாய், நீர் வழங்கும் கால்வாய், கலம் செலுத்தும் கால்வாய்,மரக்கட்டை மிதக்கவிடும் கால்வாய் (timber floatage) என வகைப்படுத்தப்படும். வழங்கும் முறையை வைத்து, கால்வாய்கள் புவிக்கவர்ச்சிப் பாய்வுக் கால்வாய்கள், எந்திரக் கால்வாய்கள் எனப் பிரித்தறியப்படுகின்றன. எந்திரக் கால்வாய்களின் நீர் எடுக்கும் மட்டம் (நீர்த்தேக்கம், ஆறு) கால்வாயின் மட்டத்தைவிடத் தாழ்வாக இருக்கும் இடங்களில் நீரேற்று நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டு எந்திர ஆற்றலின் மூலம் ஏற்றப்படுகிறது.



(அ) சரிவகம் (ஆ) பலகோணம் (இ) செவ்வகம் (ஈ) பரவளை (உ) அரைவட்டம்

படம் 1

கால்வாய்கள் சரிவகம், பலகோணம், செவ்வகம், பரவளைவு (parabolic), அரைவட்டம் எனப் பலவித மான அமைப்புகளிலும் இருக்கலாம். பக்கச் சரிவு களின் (side slope) உறுதித்தன்மை, செயல்முறை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் சரிவகம் மற்றும் பல கோணக் குறுக்குவெட்டுக் கொண்ட கால்வாய்கள் பொதுவாகப் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

சரிவக வெட்டுத்தோற்றம் கொண்ட கால்வாய் களின் அகலம் கீழ்க்காணும் தொடர்பின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளப்படுகிறது.

$$B = b/h = 2(\sqrt{1+m^2} - m) \qquad \text{படம் (அ)}$$

இதில் b = கால்வாயின் படுக்கை அகலம்; h = நீரின் ஆழம்; m = பக்கச் சரிவு

$$\alpha = m = a/h \qquad \text{படம் (ஆ)}$$

கட்டுமானப் பழக்கத்தில், அகலம் B=2.2-5 மீ ஆகப் பொதுவாகத் தேர்ந்தெடுப்பது வழக்கம். குறைந்த அளவு படுக்கை அகலம் சரிவக வெட்டுத் தோற்றத்தில் பொதுவாகக் கட்டுமான கருவிகளைப் பொறுத்து அமைந்தாலும் 1.5-2.0 மீட்டருக்கும் குறையாமல் தேர்ந்தெடுப்பது வழக்கம்.

மேற்பூச்சில்லாக் கால்வாய்களின் வளைவுகளில் குறைந்த அளவு ஆரம்

கால்வாய்களின் கொள்ளளவு	குறைந்த அளவு ஆரம்
0.3. க.மீ ஒரு நொடிக்கும் குறைவாக	100 மீ
0.3—3 ,,	150 மீ
3—15 ,,	300 மீ
15—30 ,,	600 மீ
30—85 ,,	900 மீ
85—க்கு மேல் ,,	1500 மீ

மேல்பூச்சுள்ள கால்வாய்களின் வளைவுகள்

கால்வாயின் கொள்ளளவு	ஆரம்
42—70 க.மீ ஒரு நொடிக்கு	300 மீ
70—140 ,,	450 மீ
140—210 ,,	600 மீ
210—280 ,,	760 மீ
280—க்கு மேல் ,,	900 மீ

அனுமதிக்கப்பட்ட பாய்வு விரைவு தேர்ந்தெடுத்தல். கால்வாயில் சீரான ஓட்டம் இருப்பதாகக் கொண்டு வடிவமைப்புச் செய்யப்படுகிறது. இருப்பினும் கால் வாயில் இருக்கும் சீரிலா ஓட்டப் பகுதிகளைத் தடுக்க வேண்டும். படுக்கையின் சரிவு மாறுதல், கடினத் தன்மை, குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம், அமைப்பு ஆகியவற்றாலும், உயர்ந்து தாழும் நீரின் மேல் மட்டத்தாலும் சீரிலா ஓட்டம் நிகழ்கிறது.

சீரான ஓட்டத்தின் விரைவைக் கீழ்க்காணும் செஸ்ஸியின் வாய்பாட்டின் மூலம் கண்டுபிடிக்கலாம்.

$$V = C\sqrt{Ri} \qquad \text{மற்றும்} \quad Q = WC\sqrt{Ri}$$

இதில் V = விரைவு; C = செஸ்ஸியின் கெழு; R = நீர்ம ஆரம் (hydraulic radius); i = நீர்மச் சரிவு என்பதைக் குறிக்கும்.

பொதுவாக, பெரிய அளவிலான புவிக்கவர்ச்சிப் பாய்வு கொண்ட கால்வாய்களின் நீர்மச் சரிவு i = 0.00008-0.0002. ஆனால் பிரான்ஸ்பொறியியல் நுட்பங்கள் i = 0.0001-0.0005 எனப் பரிந்துரைக் கின்றன.

பாய்வு விரைவுகள், மண்துகள் படிமானம், படுக்கை அரிப்பு இவற்றைத் தடுப்பனவாகவும், உயி ரினங்கள் மற்றும் செயல்முறைக் கட்டுப்பாடுகளைப்

பலவகைப்பட்ட மண்களின் தகுதியான பக்கச் சரிவுகள்
கிடையிலிருந்து குத்துக்கு

கரைகளின் தன்மை	2.5மீ வரையிலான ஆழம்	2.5மீ-இலிருந்து 4.5மீ வரையிலான ஆழம்
1. கடினப்பாறை	1/8 : 1	1/8—¼ : 1
2. மென்மையான அல்லது நொறுங்கும் பாறை	¼ : 1	¼—½ : 1
3. நீராலுண்டான தரை, உறுதியான கூழாங்கல்	½ : 1	½—¾ : 1
4. விறைத்த மண் அல்லது நன்கு வடிந்த களிமண்	1 : 1	1½ : 1
5. சாதாரண கூழாங்கல்	1¼ : 1	1⅓ : 1
6. சாதாரண மண், மென்மையான களிமண், உலர்ந்த மணல் கூழாங்கல்லுடன் கூடிய சுண்ணாம்பு கலந்த மணல், சுண்ணாம்பு கலந்த மணல்.	1½ : 1	2 : 1
7. உதிரியான மண், உதிரியான சுண்ணாம்புடன் கூடிய மணல்	2 : 1	3 : 1
8. ஈரமான மணல்	2½ : 1	4 : 1
9. இலேசான மணல், ஈரமான களிமண்	3 : 1	3—4 : 1

சிறந்த வெளியேற்றம் கொண்ட கால்வாய்களின் அட்டவணை
(பரப்பின் குறுக்குவெட்டு அல்லது வெளியேற்றம் நிலையாக உள்ளபோது)

பக்கச் சரிவுகள்	ஆழம்	அடிமட்ட அகலம்	மேல்மட்ட அகலம்	நீர் சராசரி ஆழம்	
	கால்வாயின் நீர் வழிப் பரப்பின் வர்க்க மூலத்துடன் பெருக்க				
அரைவட்டம்	0.798	0	1.596	0.399	
0—1	0.707	1.414	1.414	0.354	
½—1	0.759	0.938	1.697	0.379	நீர்வழிப் பரப்பு = வெளியேற்றம் / வரைவு
¾—1	0.748	0.675	1.996	0.374	
1—1	0.740	0.613	2.093	0.370	
1½—1	0.698	0.417	2.484	0.345	
2—1	0.636	0.300	2.844	0.318	

கால்வாயின் அடிமட்ட அகலம் அல்லது ஆழம் நிலையாக உள்ளபோது

பக்கச் சரிவு	குத்து	½—1	1—1	1½—1	2—1	3—1
அடிமட்ட அகலம் b	2 d	1.237d	0.828 d	0.606 d	0.472 d	0.325 d
ஆழம்	0.5 b	0.809 b	1.208 b	1.65 b	2.119 b	3.077 b
மேல் மட்ட அகலம்			3.416 b	5.95 b	9.476 b	19.46 b
பரப்பு			2.667 b^2	5.734 b^2	11.11 b^2	31.55b^2
நீர்ம ஆரம்-R			0.604 b	0.825 b	1.059 b	1.504 b
பக்கங்கள்			1.414 d	1.803 d	2.236 d	3.163 d

பொறுத்துத் தக்க நீர்மப் பகுதிகள் அமையுமாறும் தேர்வு செய்யப்பட வேண்டும். பாய்வு விரைவுகள் 0.3-0.5 மீ/நொடிக்குக் குறைவாக இருந்தால், கால்வாய்களில் நீர்ப்பாசிகள், களைகள் ஆகியவை வளர்ந்து விடும். ஆழம் குறைவாக இருந்தால் களை களின் வளர்ச்சி மிகுதியாக இருக்கும். கால்வாய் களில் மேற்பூச்சுச் செய்வதால் அதன் பாய்வு 1.5-2 மீ/நொடியாக அதிகரிக்க வாய்ப்பு உண்டு. கலஞ் செலுத்தும் கால்வாய்களில் பாய்வு விரைவு 0.8மீ/ நொடிக்கு மிகாமல் இருந்தால், கலம் செலுத்த ஏற்றதாக இருக்கும்.

கால்வாயில் நீரிழப்பும் தடுப்பும். திறந்த வெளிக் கால்வாய்களில் உள்ள நீர், மேல்மட்ட நீர் ஆவியாத லின் மூலமாகவும் படுக்கை மற்றும் கால்வாயின் பக்கச் சுவர்களால் ஏற்படும் நீர்க்கசிவின் மூலமாகவும் இழப்பு ஏற்படுகிறது. ஆவியாதலின் மூலம் ஏற்படும் நீரிழப்பு, பெரும்பாலும் காலநிலைகள் மற்றும் கால் வாயின் திறந்தவெளி நீர்ப்பரப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே இருக்கும். ஒப்புநோக்கின் இதன்மூலம் ஏற்படும் இழப்பு குறைவானதே ஆகும்; அதாவது, ஆண்டிற்கு 0.3-0.8மீ இழப்பு ஏற்படும். நீர்க்கசிவின் மூலமாக ஏற்படும் இழப்பானது தொகு (effective) நீர் வெளியேற்றத்தில் 50-60% வரை ஆகும்; எனவே பெருமளவில் நீர் கொண்டு செல்லக்கூடிய கொள்ளளவு கொண்ட கால்வாய் அமைக்க வேண்டி யதன் மூலம் கால்வாயின் செலவு அதிகரிக்கிறது.

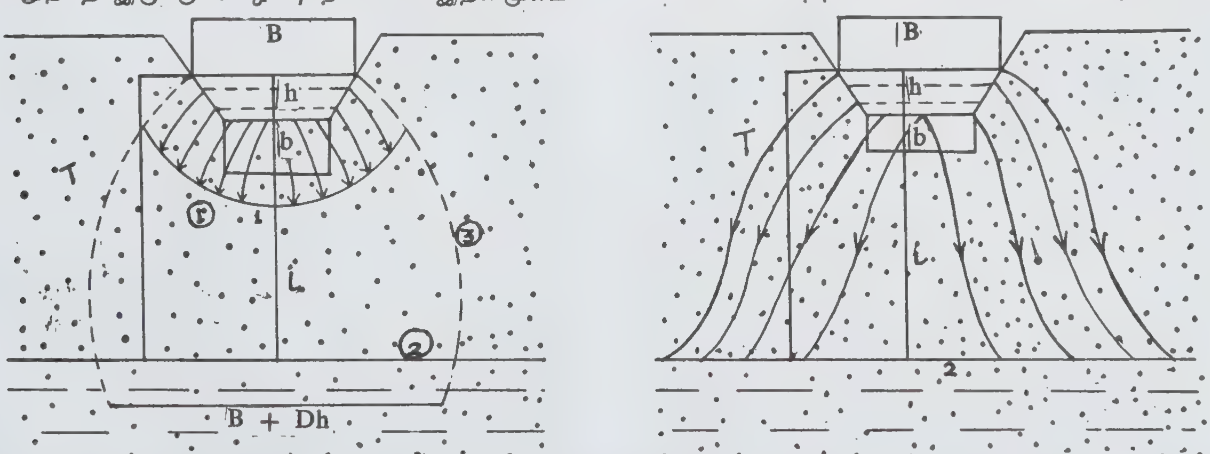
கால்வாயிலிருந்து நீர்க்கசிவு ஏற்படும் கட்டங்கள்

கட்டற்ற நீர்க்கசிவு. புவிக்கடியில் இருக்கக்கூடிய இயற்கையான பாய்வு கால்வாயிலிருந்து வரும் நீர்க்கசிவுப் பாய்வுடன் நேரடித் தொடர்பில்லாமல் இருக்கும்.

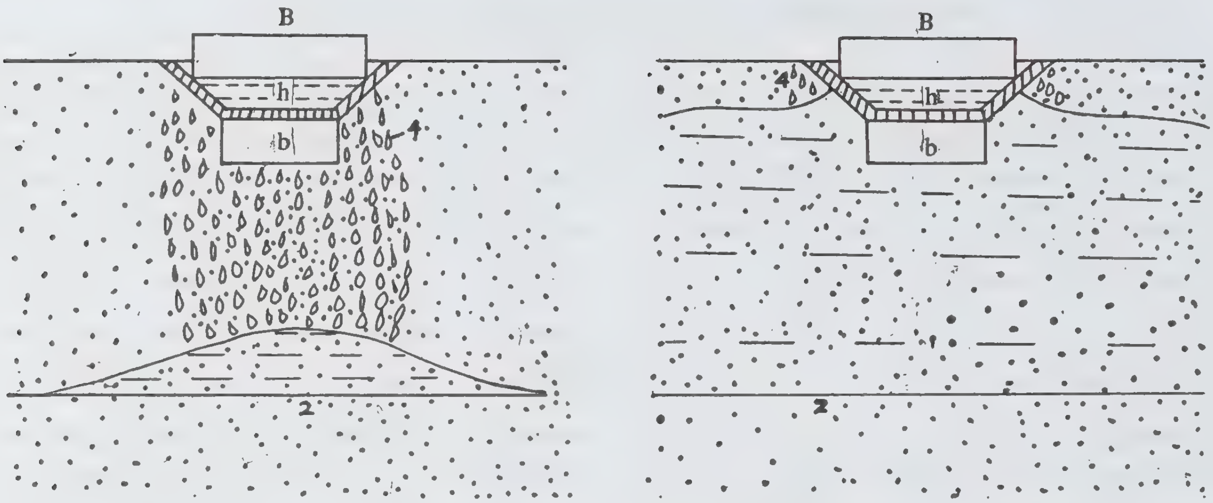
கட்டுள்ள நீர்க்கசிவு. இதில் நீர்க்கசிவுப் பாய்வு புவிக்கடியில் உள்ள நீருடன் சேர்ந்துவிடும்.

கால்வாய்களிலிருந்து ஏற்படும் நீர்க்கசிவு வகைகள்

நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்களில் ஏற்படும் நீரிழப்பை ல. என். கோஷ்த்தியா கோவ் வாய்பாட்டின் மூலம்



படம் 1. (அ) மேற்பூச்சு இல்லாத கால்வாய், கீழ்மட்ட நீர் இல்லாதது (ஆ) கீழ்மட்ட நீர் மேற் பூச்சில்லாத கால்வாயில்



படம் 1. (இ) மேற்பூச்சு உள்ள கால்வாய் (ஈ) கீழ்மட்ட நீர் மேற்பூச்சுள்ள கீழ்மட்ட நீர் இல்லாதது

(1) ஈரமான பகுதி (2) தொடக்க நீர்மட்டம் (3) முதல்கட்ட இறுதியில் நீர்க்கசிவு பரவும் எல்லை (4) சொட்டு விழும் பாய்வு

கணக்கிடலாம். கால்வாயின் ஒரு கிலோ மீட்டர் நீளத்திற்குக் கால்வாய் வெளியேற்ற அளவில் Q சதவீதத்தில் கொடுக்கப்படுகிறது. இலேசாக நீர் ஊடுருவும் மண்களில் செல்லும் கால்வாய்களில் $q_1 = 3.4/Q^{0.5}$; ஓரளவு நீர் ஊடுருவும் மண்ணில் $q_2 = 1.9/Q^{0.4}$, கடினமான நீர் ஊடுருவாத மண்ணில் $q_3 = 0.7/Q^{0.3}$

கால்வாயிலிருந்து ஏற்படும் நீர்க்கசிவை, கால்வாயின் பரப்பில் நீர் புகாத அடுக்கைச் சுற்றளவில் அமைப்பதன் மூலம் தடுக்கலாம். இதை இரண்டு வழிகளில் அடையலாம். நீர் ஊடுருவாத கால்வாயின் படுகை மற்றும் பக்கங்களை வெளிப் பொருள்களைக் கொண்டு மேற்பூச்சுச் செய்வதன் மூலமாகத் தடுக்கலாம்.

கால்வாயில் எடுத்துச் செல்லும் நீரிலுள்ள மிதக்கும் நுண் துகள் பொருள்கள் இயற்கையாகவே கால்வாயின் படுகை மண்ணில் உள்ள சிறிய ஓட்டைகளை அடைத்துவிடுகின்றன. செயற்கையாக, களிமண் மற்றும் நுண்துகள் பொருள்களை நீரில் கலந்து, கலங்கிய நீரைக் கால்வாயில் விடுவதன் மூலமாகக் கால்வாய்ப் படுகையின் படிவத்தை அடைக்க இயலும். செயற்கை அழுத்தத்தின் மூலமாகக் களிமண் மற்றும் உதிரியான மண்ணின் நீர் ஊடுருவும் தன்மையைப் பெரும்பான்மையாகக் குறைக்க இயலும்.

செயற்கை முறையில் படுகைப் பொருள்களை உப்பாக்கலின் மூலமாகவும் குறைக்கலாம். இளக்கப்பட்ட மண்ணில் உப்புகளை (எ.கா. கால்சியம் குளோரைடு, சோடியம் குளோரைடு) ஒரு சதுர மீட்டருக்கு 3-5 கிலோ வரை சேர்த்து அனைத்தையும் உருட்டலின் மூலம் நீர்ஊடுருவும் திறனை 9-10 மடங்கு வரை குறைக்க இயலும்.

கால்வாய்களில் மேற்பூச்சு. அனைத்து மேற்பூச்சுகளும் இரண்டு குழுக்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. பாதுகாப்பு மேற்பூச்சு என்பது படுகை அரிப்பையும் மிதக்கும் பொருள்கள் கரைகளில் மோதுவதால் ஏற்படும் அழிவையும் தவிர்க்க அமைந்தது. இதில் தளம் மற்றும் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைப் பலகை ஆகியவை அடங்கும். நீர் ஊடுருவலைத் தடுக்கும் மேற்பூச்சு என்பது நீர் ஊடுருவுவதைக் குறைக்கும் நோக்கில் அமைந்தது. இதில் களிமண் மற்றும் மண்வகைத் திரைகள், பல்லுறுப்பிப் பொருள்களாலான படலங்கள், நிலக்கீல், தார்ப் பூச்சுகள், கற்காரை மற்றும் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைப் பூச்சுகள் மற்றும் செங்கற்களால் அமைக்கப்படும் பூச்சுகள் ஆகியவை அடங்கும்.

மேற்பூச்சுச் செய்வதால் ஏற்படும் பயன்கள். நீரிழப்பு ஏற்படுவதிலிருந்து பெருமளவில் தடுக்கிறது; குறைந்த அளவிலான பேணும் செலவு; கால்வாய்களைப் பயன்படுத்துபவர்களால் ஏற்படும் நீர்த் திருட்டைத்தடுக்க முடிகிறது; நீர்ப்பெருக்கினால் கால்வாய்களின் அருகிலுள்ள நிலங்களில் நீர் சூழ்ந்து அந்த நிலங்களின் நீர் மட்டம் உயருவதன் மூலம் பயனற்ற நிலங்களாக மாறுவதிலிருந்து தடுக்கிறது; நீர்ப்பாசிகள் வளருவதைத் தடுக்கிறது; கால்வாய்களில் கரை அரிப்பு மற்றும் கரை உடைப்பு ஏற்படுவதைக் குறைக்கிறது; மேற்பூச்சு உள்ள உப்பு நிலங்களில் செல்லும் கால்வாய்களின் உப்பு உறிஞ்சும் தன்மையைத் தடுக்கிறது.

நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்கள். ஒரு நீர்ப்பாசனக் கால்வாயின் பாய்வு விரைவானது. கால்வாயின் கரை

வாயின் கரைகளையும் படுகையையும் அரிப்பிலிருந்து தடுக்கும் அளவிற்குக் குறைவாகவும் மண் துகள்கள் (silt) படியாமல் இருக்கும் அளவில்வேகமாகவும் இருத்தல் இன்றியமையாதவையாகும். பொதுவாக மண் கால்வாய்களின் விரைவு நொடிக்கு 0.5 - 1.0 மீ வரை இருக்குமாறும், கற்காரை மேற்பூச்சுக் கொண்ட கால்வாய்களில் பொதுவாக உயர்ந்த விரைவாக நொடிக்கு 2மீ இருக்குமாறும் கால்வாயின் சரிவு, எல்லைகளின் கடினத்தன்மை, குறுக்குவெட்டுப் பரப்பின் அளவுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். கால்வாயின் கொள்ளளவு ஒரு நொடிக்கு எவ்வளவு கனமீட்டர் என்பதை $Q = AV$ என்ற சமன்பாட்டின் மூலமாகக் கணக்கிடலாம். இதில்

Q = கொள்ளளவு அல்லது வெளியேற்றம்

A = குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு சதுர மீட்டரில்

V = சராசரி விரைவு மீட்டர் ஒரு நொடிக்கு என்பதைக் குறிக்கும்.

பெரும்பாலான நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்கள்சரிவக வடிவத்திலேயே அமைந்திருக்கும். அதன் பக்கச் சரிவுகள் பொதுவாக 1.5:1 என்னும் விகிதத்திலோ, 2:1 (கிடையிலிருந்து குத்துக்கு) என்னும் விகிதத்திலோ, மண் வகைக்குத் தகுந்தவாறு இருக்கும். ஆனால் மட்டமான சரிவுகள் (flatter slopes) உறுதியற்ற பொருள்களாலான கால்வாய்களில் பயன்படுத்தப்படும். கற்காரைப் பூச்சுகள் கொண்ட கால்வாய்களில் பக்கச் சரிவுகள் பொதுவாக 1.25:1 அல்லது 1.5:1 என்னும் விகிதத்தில் இருக்கும்.

மிகை உயரம். உச்ச கட்ட நீரின் மட்டத்திற்கும் கால்வாய்க் கரையின் மேல்மட்டத்திற்கும் இடையிலான குத்து உயரம் பொதுவாகச் சிறிய கால்வாய்களுக்கு 0.3மீ முதல் மண் கால்வாய்களுக்கு 1.20 மீ வரை வேறுபடும். கற்காரை மேற்பூச்சுக் கொண்ட கால்வாய்களில் அதன் கொள்ளளவைப் பொறுத்து மிகை உயரம் 0.15மீமுதல் 1.00மீ வரை வேறுபடும்.

நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்களின் நீர் உள்வாங்கும் அமைப்புகள் (intakes) பொதுவாக ஒரு தலைமை நீரேற்று நிலையம் (head works) மற்றும் சில முறைகளில் நீர் உள்வாங்கும் அமைப்புடன் கூடிய ஒரு நதிக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்பு ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். இவை தேவையான அளவுள்ள நீரைக் கட்டுப்படுத்தவும் அல்லது கால்வாய்க்குச் செல்லும் நீரை நிறுத்தவும் செய்கின்றன. இவை கீழ்க்காணும் முறைகளில் அமைக்கப்படுகின்றன. நீர் உள்வாங்கும் அமைப்பை நீரோடையின் படுகைச் சுமை (bed load) மிகக் குறைவாக உள்ள இடத்தில் அமைப்பதன் மூலமாகவும் பாயும் நீரோடையின் மேல்மட்ட அடுக்கிலுள்ள குறைந்த அளவுவண்டலைக் கொண்ட நீரிலிருந்து நீர்த்தடுப்புச் சுவரைப் (weir) பயன்படுத்தித் திசை திருப்புவதன் மூலமாகவும் அல்லது குறுக்கீட்டுத் தொட்டிகள்(interposing basins) அமைத்து அவற்றின் மூலமாக நீர், கால்வாயில் நுழைவதற்கு முன்பாக மணல் மற்றும் வண்டலைப் படியச் செய்வதன் மூலயாகவும் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு படிந்த பொருள்களைப் படிமானத் தொட்டிகள் (settling basins) அல்லது வண்டல் நீக்கித்தொட்டிகளிலிருந்து (desilting basins) இடையிடையே நீர்கழுவல் (shining) மூலமாகவோ சேறுநீக்கித் தூர்வாருதல் (dredging) மூலமாகவோ வெளியேற்றலாம்.

நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்களில் பொதுவாகத் தடுப்பு அமைப்புகள் (check structures) தேவைப்படுகின்றன. இவை மேல்பக்கப் பாய்வுப் பகுதியில் (upstream side) நீரின் மட்டம் மற்றும் மிகை நீரை எடுத்துச் செல்லும் காப்புக் கருவியாகக் கழிவுப் பக்கப் பாதைகளையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இத்தடுப்புகள், கால்வாயின் கரைகளில் உடைப்பெடுக்கும்போது நீரை நிறுத்தி வைக்கவும், கால்வாயிலுள்ள அனைத்து நீரையும் திடீரென வெளியேற்றுவதால் மேல்பூச்சு மற்றும் நீரில் ஊறிய கரைகளில் (saturated banks) ஏற்படும் மேல் உந்தையும் தவிர்க்க நீரோட்டத்தைத் தடுக்கவும் உதவுகின்றன. கடினமான மேல்பூச்சுகள், தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டிதழ்களைப் படுகை மற்றும் பக்கப் பகுதிகளில் பொருத்துவதன் மூலம் மேல் உந்திலிருந்து காக்கப்பயன்படுகின்றன.

மின்திறன் கால்வாய்கள், வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டுக் கால்வாய்கள் ஆகியவை வடிகால் கால்வாய்கள். பொதுவாக நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்களின் வடிவமைத்தலை ஒத்திருந்தாலும் அவை சிறப்பான தேவைகளைக் கொண்டிருக்கும். மின்திறன் கால்வாய்களின் சரிவு, குறைவான அளவைக் கொண்டிருக்கும். இதன் மூலம் மின்திறன் உற்பத்திக்குத் தேவையான உயரம் (head) காக்கப்படுகிறது; ஆகையால் விரைவு பொதுவாகக் குறைவாக இருக்கும். ஆழத்திற்கும் அகலத்திற்குமிடையே மிகு வேறுபாடு கொண்ட செவ்வக வடிவிலான மரம், கற்காரை அல்லது இரும்புக் குழாய்கள் இதற்காகப் பயன்படுகின்றன. மின்திறன் கால்வாய்களின் ஓட்டம் திடீரென்று வேறுபட வாய்ப்புள்ளதால், தேவையான அளவு எஞ்சிய உயரம்மற்றும் அதிகப்படியான நீரைஎடுத்துச் செல்லும் கழிவு பக்கப் பாதைகளும் பொதுவாக அமைக்கப்படும்.

வெள்ளக் கட்டுப்பாட்டு வாய்க்கால்களின் கரைகள் மண்ணால் கட்டப்பட்டு அவை வெள்ளோட்டத்தின் அரிப்பிலிருந்து பாதுகாக்கப்பட, புல் அல்லது பாறைகளின் துண்டுகளால் மேற்பூச்சுச் செய்யப்படுகின்றன. புல் பாதுகாப்பு உள்ள கால்வாய்களில் விரைவு 1. 0 மீ/ நொடி - 2.4மீ/ நொடி இருக்கும்; பாறைகளின் துண்டுகளாலான பாதுகாப்பு உள்ள கால்வாய்களில் விரைவு 2. 4மீ/ நொடி

யிலிருந்து 5.4மீ/நொடி வரை இருக்கும். சில நிலைமைகளில் குறைவான விரைவுகளால் கால்வாயின் அளவைக் குறைக்க, கற்காரை மேற்பூச்சைப் பயன்படுத்தினாலும் 5.4மீ/நொடிக்கு மேல் உள்ள விரைவுகளில் செவ்வக வடிவு கொண்ட கற்காரை மேற்பூச்சுக் கொண்ட கால்வாய்களே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வடிகால் கால்வாய்கள், சுற்றுப்புற நிலங்களிலிருந்து வரும் வடிகால் வசதிக்காக ஆழமாகத் தோண்டப்படுகின்றன. அவை பொதுவாகக் குறைந்த அளவிலான சரிவையும் குறைந்த ஆழமுள்ள நீரோட்டத்தையும் கொண்டிருக்கும்.

கலம் செலுத்தும் கால்வாய்கள் மற்றும் கால்வாயாக்கப்பட்ட ஆறுகள். கலம் செலுத்தும் கால்வாய்கள் படகுகள், தோணிகள் அல்லது கப்பல்கள் செல்லக்கூடிய உள்நாட்டு நீர் வழிகளாகும். ஒரு கால்வாயாக்கப்பட்ட ஆறு என்பது ஒன்று அல்லது பல தடுப்புச் சுவர்கள் அல்லது வழிந்தோடும் அணைகள் (overflow dams) ஆகியவற்றின் கட்டுமானங்களின் மூலம் கலஞ்செல்லத் தேவையான அளவு ஆழமுள்ளதாகச் செய்யப்படுவதாகும். கலங்கள் உயரமான அல்லது தாழ்வான நீர் மட்டத்திற்குச் செல்லுமாறு கலஞ்செலுத்தும் கால்வாய்களை ஏற்றவற்ற மற்றும் கால்வாயாக்கப்பட்ட ஆறுகளில் மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் (lock) என்ற அமைப்பைக் கட்டுவதன் மூலமாகச் செயல்படுத்தலாம். கலம் செலுத்தும் கால்வாய்கள் கால்வாயாக்கப்பட்ட ஆறுகளின் பகுதிகளின் நெடுகிலும் அல்லது அம்மாதிரியான இரண்டு ஆறுகளை இணைக்குமாறு அமைக்கப்பட்ட இடங்களிலும் கட்டப்படுகின்றன. இரண்டு ஏற்றவற்றத்திற்குரிய (tidal) நீர்நிலைகளை இணைக்கும் கடல்மட்ட, கலம் ஓடும் கால்வாய்கள் ஏற்றவற்ற ஓட்டத்தை (tidal flow) அனுமதிக்கும் இடத்தில் மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் அமைப்புகளைத் தவிர்க்கப் போதுமான ஆழமுள்ளதாக வெட்டப்படுகின்றன.

கலம் செலுத்தும் கால்வாயின் அளவுகள் முதன்மையாகக் கால்வாயைப் பயன்படுத்தும் கலங்களின் அளவைப் பொறுத்தும் கண்டுபிடிக்கப்படுகின்றன. அனைத்துச் செயல்படும் நிலைமைகளிலும் அடிமட்ட இடைவெளி போதுமான அளவு உள்ளவாறு ஆழம் இருக்கவேண்டும். கலங்கள் ஒன்றையொன்று பாதுகாப்பாகக் கடந்து செல்லுமாறு அகலம் இருக்கவேண்டும். இக்கால்வாயின் குறுக்கு வெட்டு, பொதுவாக சரிவகமாக, பக்கச்சரிவு 1.5:1 இலிருந்து 3:1 அல்லது கரைகளின் கட்டுமானப் பொருளின் நிலையான தன்மையைப் பொறுத்து மேலும் மட்டமாக இருக்கும். பாறைகளில் வெட்டப்பட்ட கால்வாயின் பக்கங்கள் நேர்குத்தாகவோ, ஏறத்தாழ நேர்குத்தாகவோ இருக்கும். சில கலம் செலுத்தும் கால்வாய்களின் மண்கரைகளை அலைச் செய்கையால் (wave action) ஏற்படும் அரிப்பிலிருந்து தடுக்கப் பாறைகளின் துண்டுகள் அல்லது அதைப் போன்ற பாதுகாப்பு ஏற்பாடுகள் நீர் மட்டத்தின் அருகில் அமைக்கப்படுகின்றன.

மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழிகள். மேல் பக்கப் பாய்வுமுனை மற்றும் கீழ்ப்பக்கப் பாய்வு முனைகளில் திறப்புகளுடன் கூடிய ஒரு தடுப்பறை (chamber) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தடுப்பிற்குள் இருக்கும் நீரைப் பயன்படுத்தி ஒரு கலத்தை உயர்த்தியோ தாழ்த்தியோ ஒரு மட்டத்திலிருந்து வேறொன்றுக்கு மாற்றலாம். இணைப்புக் கால்வாய் வழிகளின் சுவர்களிலும் அடியிலும் அமைக்கப்பட்ட கட்டுப்பாட்டிதழ்களின் (valve) மூலமாக இத்தடுப்பிற்குள் நீரை நிரப்பவும் காலி செய்யவும் முடிகிறது.

ஒரு கலம், மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழியில் நுழைந்தவுடன் அதன் பின்னால் உள்ள திறப்பு மூடப்பட்டு நீரை வெளியேற்றும் கட்டுப்பாட்டிதழ்களை இயக்குவதன் மூலம் நீரின் மட்டம் குறைக்கப்படுகிறது. (கீழ்ப்பக்கப் பாய்வுப் பகுதியில் கலம் செல்லவேண்டி இருந்தால்) அல்லது நீரின் மட்டம் நீர் நிரப்பும் கட்டுப்பாட்டிதழ்களை இயக்குவதன் மூலம் உயர்த்தப்படுகிறது (கலம் மேல்பக்கப் பாய்வுப் பகுதியில் செல்ல வேண்டியிருந்தால்). தடுப்பறையில் உள்ள நீரின் மட்டம் கலத்தின் முன்னால் உள்ள நீர்மட்ட அளவிற்கு வந்தவுடன் முன்னாலுள்ள திறப்புகள் திறக்கப்பட்டு, கலம் மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழியை விட்டு வெளியேறுகிறது.

மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழியின் மிகைப் படியான உந்தானது, மேல்பக்கப் பாய்வில் உள்ள நீரின் மட்டத்திற்கும் தாழ்வான நீரின் மட்டத்திற்கும் இடையேயுள்ள குத்து உயரமாகும். தாழ்வான உந்துயரம், வடிவமைக்கும் சிக்கலை எளிதாக்குகிறது. ஆனால், பொதுவாகப் பெரிய அளவிலான நீர்வழியை உருவாக்குவதில் சில உயரமான உந்தைக் கொண்ட மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழிகள் அமைப்பது சிக்கனமானதாக இருக்கும். மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழி உந்துகள் ஏற்றவற்றக் கால்வாய்களில் ஒரு சில மீட்டரிலிருந்து 30 மீட்டருக்கும் மேலாக வேறுபடும். மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழியின் அகலங்கள் 17-34 மீட்டர் வரையிலும், பயன்படுத்தும் நீளம் 120-366 மீட்டர் வரையிலும் வேறுபடும். சிறிய கலங்களுக்கான போக்குவரத்தை மட்டும் கொண்டுள்ளவையில் சிறிய அளவிலான மட்ட இணைப்புக்கால்வாய் வழிகள் பயன்படுகின்றன.

- மு. புகழேந்தி

நூலோதி. S.K. Garg, *Irrigation Engineering And Hydraulic Structures*, Seventh Edition, Khanna Publishers, New Delhi, 1987.

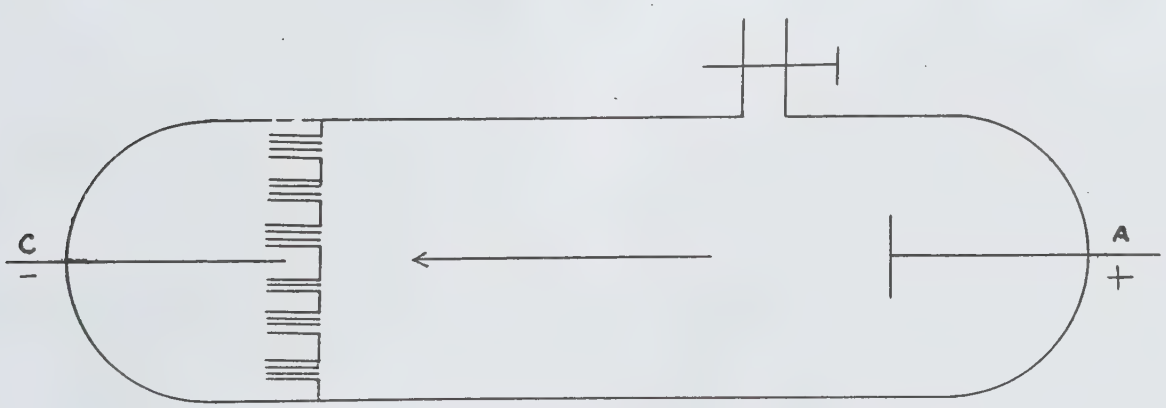
கால்வாய்க் கதிர்கள்

துளைகளிடப்பட்ட ஓர் எதிர் மின்முனைத் தகடு பொருத்தப்பட்ட மின்னிறக்கக் குழாயை வைத்துக் கோல்ட்ஸ்டீன் என்பார் ஆய்வு செய்து கொண்டிருந்த போது அதில் எதிர்மின்முனைக்குப் பின்புறமிருந்த கண்ணாடிப் பரப்பில் ஒளிப்புள்ளிகளைக் கண்டார். அப்போது குழாய்க்குள் ஏறத்தாழ ஒரு பாதரச மில்லி மீட்டர் அளவுக்கு அழுத்தம் குறைவாக இருந்தது. ஒவ்வோர் ஒளிப் புள்ளியும் எதிர்மின்முனையிலிருந்த ஒவ்வொரு துளையிலிருந்தும் வந்த கதிர்களால் தோன்றியதாகத் தெரிந்தது. அந்தக் கதிர்கள் எதிர்மின்முனைத்தகட்டிலிருக்கிற துளைகளால் கால்வாய்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுப் பாய்வதால் கோல்ட்ஸ்டீன் அவற்றுக்குக் கால்வாய்க் கதிர்கள் (canal rays) எனப் பெயரிட்டார்.

இந்தக் கதிர்கள் சில படிகங்களில் ஒளிர்வை உண்டாக்கின, ஒளிப்படத்தகடுகளைக் கறுப்பாக்கின. உலோகங்களின் மேல் அவற்றைப் பாய்ச்சினால் உலோகப் பரப்புகளை ஒளிரவைத்தன. மெல்லிய அலுமினியத் தகடுகளை ஊடுருவிச் சென்றன. மின்புலங்களாலும் காந்தப்புலங்களாலும் திசைமாற்றம் அடைந்தன. இந்தத் திசை மாற்றத்திலிருந்து அவற்றில் நேர்மின் கொண்ட துகள்கள் அடங்கி உள்ளமை தெரிய வருகிறது. அத்துகள்களின் நிறைகள் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளின் நிறைக்கு ஏறத்தாழ சமமாக இருந்தன. எனவே அவற்றை நேர்மின் கதிர்கள் அல்லது நேர்மின் அயனிக் கதிர்கள் எனவும் கூறலாம்.

இத்தகைய கதிர்கள் இருப்பதை, முன்னிறக்கத்தின் பொதுவான செயல்முறையிலிருந்து எளிதாகப் புரிந்து கொள்ள முடியும். மின்னிறக்கக் குழாயில் உள்ள வளிமம் அயனியாக்கம் அடையும்போது ஒரு நடுநிலை அணு அல்லது மூலக்கூறிலிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரான் வெளியேற்றப்பட்டு நேர்மின்னுள்ள அயனிகள் உருவாகின்றன. அந்த அயனிகளின் நேர்மின் எண் மதிப்பு எலெக்ட்ரானின் எதிர்மின் எண் மதிப்புக்குச் சமமாக இருக்கும். அயனியாக்கத்தின் காரணமாக வெளியேற்றப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் மிகவும் குறைந்த நிறையுள்ளவையாக இருப்பதால் மின்புலத்தில் அவற்றின் வேகம் மிகவும் அதிகமாகி எதிர்மின்முனையிலிருந்து மிக விரைவாக விலகிவிடும். நிறை மிகுந்த நேர் அயனிகள் எதிர்மின்முனையை நோக்கி மெல்லத் திரண்டு வரும். இவற்றின் திசைவேகம் மின்புலத்தின் வலிமை வளிமத்தின் அழுத்தம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். இவைஎதிர்மின்முனைத்தகட்டின் துளைகளின் மூலமாகப் பல கற்றைகளாகப் பீச்சப்படும். எதிர்மின்முனைத் தகட்டில் துளைகள் இல்லாவிட்டால் நேர்மின் அயனிகள் அதனுடன் மோதி அதன் பரப்பில் ஒரு மங்கலான ஒளிர்வை உண்டாக்குவதுடன் நின்றுவிடும். வலிமை மிக்க காந்தப்புலமும் மிகக்குறைந்த அழுத்தமும் கால்வாய்க் கதிர்கள் உண்டாவதற்குத் தேவையான நிபந்தனைகள் ஆகும். அழுத்தம் குறைவாக இருந்தால் நேர் அயனிகள் மற்ற அணுக்களுடனும் மூலக்கூறுகளுடனும் மோதுவதற்கான வாய்ப்புகள் பெரிதும் குறைந்து விடுகின்றன. உயர்மின்புலம் நிறைமிக்க நேர்மின் அய்னிகளுக்குத் தேவையான திசைவேகத்தை அளிக்கிறது.

நேர்மின் கதிர்கள் அணுக்களிலிருந்தும் மூலக்கூறுகளிலிருந்தும் உண்டாக முடியும். எனவே அணுக்கள், மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றின் நிறைகளைப் பற்றிய நேரடியான தகவலை அவற்றிலிருந்து பெறமுடிகிறது. கால்வாய்க் கதிர்களை உண்டாக்கப் பல கருவிகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. முதன்முதலில் ஆஸ்ட்டன் என்பார் கோள வடிவக் கண்ணாடி மின்னிறக்கக் குழாய்களில் வளிம அல்லது ஆவி வடிவத்திலுள்ள

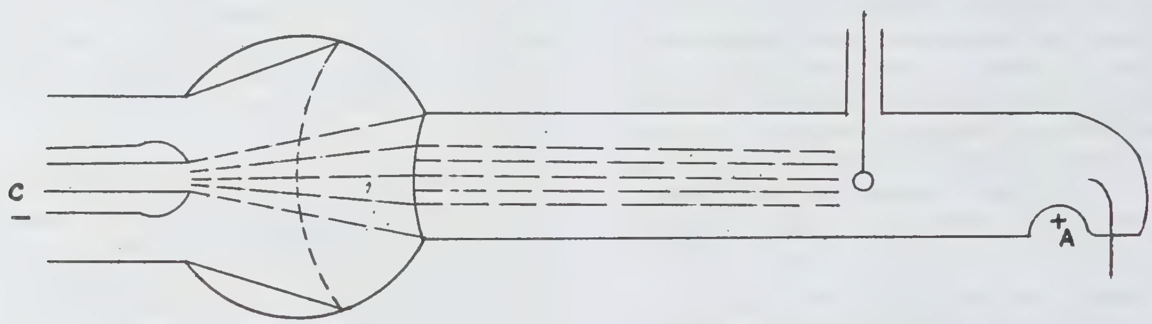


படம் 1

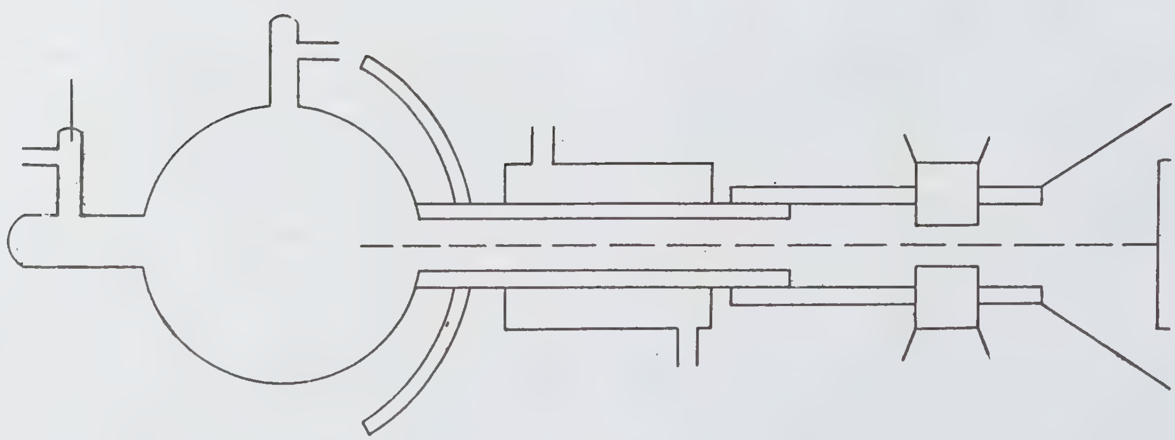
தனிமங்களை நிரப்பி ஓரளவு நேர்மின் கதிர்களை உண்டாக்கினார். அக்கருவியில் எதிர்மின் முனையாக ஒரு குழிந்த அலுமினியத் தகடு வைக்கப்பட்டது. அதன் மையத்தில் ஒரு துளை இருந்தது. ஒரு பக்கக் குழாயில் வைக்கப்பட்ட அலுமினியக் கம்பி நேர்மின் முனையாகச் செயல்பட்டது. எதிர்மின் முனையிலிருந்து வெளிப்படும் செறிவு மிக்க எதிர்மின்முனைக் கதிர்கள் மின்னிறக்கக் குழாய்களின் சுவரைத் தாக்கி உருக்கிச் சிதைத்து விடாமல் தடுப்பதற்காக எதிர் மின்முனைக்கு எதிர் முனையில் ஒரு சிலிக்கா குமிழ் பொருத்தப்பட்டிருந்தது.

ஆய்வுக்குரிய வளிமத்தை மின்னிறக்கக் குழாய்க்குள் செலுத்துவதற்காக எதிர் மின்முனையின் அருகில் ஒரு குறுகலான துளையிடப்பட்டிருந்தது. மின்னிறக்கத்தை உண்டாக்க ஒரு வலிமைமிக்க தூண்டு சுருள் பயன்படுத்தப்பட்டது. இக்கருவி 2000-50000 வோல்ட் வரையான மின்னழுத்தத்தில், 0.5-1.0 மில்லி ஆம்பியர் வரையான மின்னோட்டத்தில் சிக்கலின்றிச் செயல்பட்டது (படம் 2) பின்னர் ஆஸ்ட்டன் ஓர் அரை கோள வடிவமுள்ள அலுமினியக் கட்டியை எதிர்மின் முனையாகப் பயன்படுத்தினார். உயர்ந்த உருகுநிலை அல்லது கொதிநிலையுள்ள திண்மங்கள் ஒரு சிறிய கண்ணாடி வாளியில் வைத்து மின்னிறக்கக் குழாயுள் இறக்கப் பட்டன. அங்கு அவை எதிர்மின்முனைக் கதிர்களின் பெருஞ்சூட்டினால் ஆவியாக்கப்பட்டன. பின்னர் கோள வடிவ மின்னிறக்கக் குழாய்களுக்குப் பதிலாக உருளை வடிவக் குழல்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. அவற்றில் எதிர்மின்முனைக்கு எதிர்ப்புறமிருந்த முனைகள் கூம்பு வடிவாக்கப்பட்டிருந்தன. அவற்றில் உயர் அழுத்தங்களைப் பயன்படுத்த முடியும்.

திண்ம நிலையில் மட்டுமே இருக்கும் பொருள்களை ஆராய அவற்றை நேர்மின்முனையிலேயே வைக்கும் முறை கையாளப்பட்டது. அப்போது கால்வாய்க் கதிர்கள் நேர்மின்முனையிலிருந்தே வெளிப்படும். இதன் காரணமாக நேர்மின் கதிர்கள் நேர்



படம் 2



படம் 3

மின்முனைக்கதிர்கள் எனவும் குறிப்பிடப்படும். இவ்வாறு இரண்டு வகை நேர்மின்முனைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சூடான நேர்மின்முனை என்பதில் ஆய்வுக்குரிய உலோகத்தின் உப்பு ஒரு பிளாட்டினத் தகட்டில் பூசப்பட்டு அந்தத் தகடு மின்னோட்டத்தால் சூடாக்கப்படும். இவ்வகையான நேர்மின்முனை, எதிர்மின்முனைக்கு அருகிலேயே ஏறத்தாழ ஒரு செண்ட்டிமீட்டர் தொலைவிலேயே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்தகட்டை இளம் சிவப்பு நிறத்துக்குச் சூடாக்கிக் குமிழுக்குள் வளிம அழுத்தத்தைப் பெருமளவில் குறைத்தால் நேர்மின்முனைத் தகட்டின் பரப்பிலிருந்து நேர் அயனிகள் வெளிப்படுகின்றன. இத்தகைய நேர்மின்முனையில் பூசப்படுகிற உப்பு விரைவாக மறைந்து விடுவதால் அடிக்கடி நேர்மின்முனையை மாற்ற வேண்டியிருப்பது இம்முறையின் ஒரு முக்கியமான குறையாகும்.

கூட்டு நேர்மின்முனை (composite anode) முறையில் ஆய்வுக்குரிய தனிமத்தின் உப்பு கிராஃபைட்டுடன் கலந்து பசையாக்கப்படுகிறது. அந்தப் பசை ஒரு சிறிய எஃகு தண்டின் முனையிலுள்ள ஒரு துளையில் அடைக்கப்பட்டு அந்த எஃகு துண்டு நேர்மின்முனையாகப் பொருத்தப்படும். எதிர்மின்முனைக்கதிர்கள் அதன் மேல் படும்போது அது சூடாகும்.

பகுப்பாய்வு. ஜே. ஜே. தாம்சன் நேர்மின்முனைக் கதிர்களின் மேல் ஒன்றுக்கொன்று இணையான காந்தப் புலங்களையும், மின் புலங்களையும் சேர்ந்தாற் போலச் செலுத்தி அக்கதிர்களை ஒளிப்படத் தகடுகளின் மேல் விழச்செய்தார் (படம்-3). வெவ்வேறு திசைவேகங்களும், ஒரே e/M மதிப்பும் கொண்ட துகள்கள் ஒளிப்படத்தகட்டில் ஒரு பரவளைய உருத்தோற்றத்தை உண்டாக்கும். இத்துகள்களின் மின்னூட்டம் சமமாகவும், நிறைகள் வேறுபட்டுமிருந்தால் பல பர வளையங்கள் (parabola) பதிவாகும். இவற்றை ஆராய்ந்து துகள்களின் நிறைகளையும், மின்னூட்டங்களையும் கண்டுபிடிக்கலாம். தாம்சன் தம் ஆய்வுகளில் ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கார்பன் மோனாக்சைடு, கார்பன் டை ஆக்சைடு, நியான் ஆகியவற்றின் அயனிகளின் நிறைகளைக் கண்டுபிடித்தார். மெத்தேன் போன்ற வளிமங்கள் மின்னிறக்கக் குழாயுள் CH, CH_2, CH_3 போன்ற மூலக்கூறுகளாகப் பிரிகின்றன என்பதையும், நிலையான ஐசோடோப்புகள் இருப்பதையும் உறுதிப்படுத்தினார்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. George Gamou, John M. Cleveland, *Physics*, Prentice-Hall of India Pvt., Ltd, New Delhi, 1978.

கால அளவி

இந்த அளவி கடலில் செல்லும் கப்பல்களில் நுட்பமாக நேரம் காட்டுவதற்காகவும், நெடுங்கோட்டு நிலையைக் (longitude) கணிப்பதற்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகிற, பெரிய, உறுதியாக அமைக்கப்பட்ட கடிகாரம் ஆகும். நல்ல முறையில் உருவாக்கப்பட்ட கடிகார வகைகளையும் சிலர் இப்பெயரில் குறிப்பிடுவதுண்டு.

சாதாரண கடிகாரங்களிலிருந்து கால அளவிகள் நான்கு கூறுகளில் வேறுபட்டுள்ளன. கால அளவியில் ஒரு நிறைமிக்க சமன்செய் சக்கரம் (balance wheel) உள்ளது. அதன் அச்சு எப்போதும் செங்குத்தாயிருக்கும் வகையில் கால அளவி (chronometer) இரண்டு ஒரு மையமான வளையங்களுக்கிடையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கப்பல் ஆடும்போதும், சாயும்போதும் கால அளவி வைக்கப்பட்டிருக்கும் பேழையும் பெருமளவு ஆடிச் சாயும். ஆனாலும் கால அளவி நிலை குலையாமலிருக்கும் வகையில் மைய வளையங்கள் ஒரு சுழல் முனையில் (pivot) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கால அளவியில் உள்ள சமன்செய் சுருள் (balance spring) பிற கடிகாரங்களில் உள்ளதைப் போலத் தட்டைச் சுருளாக இல்லாமல் உருளை வடிவச் சுருளாக இருக்கும்.

கால அளவியின் விடு பற்சக்கரம் (escapement wheel) தனி வகையானது. கால அளவியில் ஒரு கூம்புத் திருகு (fusee) உள்ளது. அதன் உதவியால் முதன்மைச் சுருளில் (main spring) விசை ஒரு நெம்புகோல் புயத்தின் மூலமாகச் செயல்பட வைக்கப்படுகிறது. இந்தநெம்புகோல் புயத்தின் நீளம் தொடர்ந்து மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். முதன்மைச் சுருள் முழுமையாக இறுக்கப்பட்டிருக்கும்போது நெம்புகோல் புயம் சிறும நீளமுள்ளதாயும் அது முழுமையாகத் தளர்ந்திருக்கும்போது பெரும நீளமுள்ளதாயிருக்கும். இதன் விளைவாகச் செலுத்தப்படும் விசை எப்போதும் ஏறத்தாழ சீராக இருக்கும்படிச் செய்யப்படுகிறது.

பழைய முறையிலான எடையால் அல்லது ஊசலால் இயக்கப்பட்ட கடிகாரங்கள் கடலில் செல்லும் கப்பல்களில் சரிவர இயங்கா. இதற்கு வெப்பநிலை மாற்றங்களும், கப்பலின் ஆட்டமே காரணம். கி.பி. 1714 இல் ஜான் ஹாரிசன் (John Harrison) என்னும் ஆங்கிலேய தச்சுத் தொழிலாளி கடற்பயணங்களுக்கான கால அளவிகளை வடிவமைத்து ஆங்கிலேய அரசின் பரிசைப் பெற்றார். அவருடைய முன்மாதிரிகளின் அடிப்படையில் காலஅளவிகள் மற்றவர்களால் பெரிதும் நேர்த்தி செய்யப்பட்டன.

கடலில் செல்லும்கப்பல்களில்கிரீன்விச் படித்தரக் கால அளவைக் காட்டுகின்ற கருவிகளின் உதவியால் நெடுங்கோட்டு நிலையைக் கணிப்பது வழக்கமாக இருந்தது. 1920 ஆம் ஆண்டுக்குப் பிறகு வானொலி மூலமாக நேரச் சைகைகள் ஒலிபரப்பப்பட்டன. அதன் உதவியால் எந்த நேரத்திலும் கிரீன்விச் படித்தர நேரத்தை அறிந்து கொள்ளும் வசதி

கிடைத்ததால் கால அளவிகள் சிறப்பு நிலையை இழந்துவிட்டன.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

கால அளவியல்

காலத்தை அளக்கப் பயன்படும் கொள்கைகள், முறைகள், கருவிகளைப் பற்றி ஆராயும் அறிவியல் கால அளவியல் (horology) எனப்படும். முன்னோர்கள் பருவ கால மாற்றங்களையும் வானத்தில் கோள்களின் இயக்கங்களையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு காலத்தை அளந்தனர். பொருளின் மீது ஒருநிலைக்கே சூரிய ஒளிபடுவதால் உண்டாகும் நிழலைச் சிறியகால இடைவெளிகளாக அளந்தனர். நிழல் கடிகாரம், நீர்க்கடிகாரம், மணிக்கண்ணாடி போன்றவை தொடக்க காலத்தில் காலத்தை அளக்கப் பயன்பட்ட கருவிகளாகும்.

பதினான்காம் நூற்றாண்டிலிருந்தே எந்திரக் கடிகாரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றில் காணப்படும் பகுதிகளில் உண்டாகும் உராய்வு, தேய்வு ஆகியவற்றைச் சீராக்கப்பளு நீக்கம்(fall of a weight) உதவுகிறது. இப்பளு நீக்கத்தைச் சரி செய்ய ஊசல் (pendulum) பயன்படுகிறது. ஊசல் இல்லாத எந்திரக் கடிகாரங்களுக்கு உந்து ஆற்றலாக மீள்சக்திச் சுருள் (spring) பயன்படுத்தப்பட்டது. பின்னர் ஊசலுக்குப் பதிலாக நிலைப்படுத்தும் தராசுச் சுற்று பயன்படுத்தப்பட்டது. அதிக அளவில் அதிர்ச்சிகள் நீங்கு மாறு திருத்தியமைக்கப்பட்டது கால அளவைக் கருவியே ஆகும். தற்காலத்தில் புதியவகைக் கடிகாரங்கள் பழக்கத்தில் உள்ளன. அவை மின் கடிகாரங்கள், படிகக் (crystal) கடிகாரங்கள், அணு அல்லது மூலக்கூறு கடிகாரங்கள் என்பன ஆகும். மின்கடிகாரங்களின் சரியாக நேரம் காட்டும் தன்மை, மின் உருவாக்கிகளின் நிலைத்தன்மையைச் சார்ந்து அமையும். இக்கடிகாரங்கள் மிகச் சிறிய இயக்கிகளால் செயல்படுகின்றன.

மின்உருவாக்கிகளின் வேகம் மைய நிலையத்தில் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. படிகக் கடிகாரத்தில் ஒரு படிகத் தட்டின் எந்திர ஒலி அலைகள் மின் சுற்றுகளுடன் துணைப்படுத்தப்பட்டுக் கடிகாரச் சுற்றாக மாற்றப்படுகின்றன. அணுக்கடிகாரங்கள் அணுவின் நிறையாலும் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையேயான விசைகளாலும் நேரம் காட்டுவதில் சரியான தன்மையை ஒழுங்குபடுத்திக் கொள்கின்றன. அதிர்வால் இதில் வரும் செயல்திறன் மின்காந்த முறையில் கடிகாரச் சுற்றாக மாற்றப்படுகிறது. தன் அச்சைப் பொறுத்த புவியின் சுழற்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டே காலத்தை அளவிடுதல் அமைகிறது. புவியின் இச் சுழற்சியில் உண்டாகும் மிகச் சிறிய மாற்றங்களை மின் அணுமுறைகள் துல்லியமாக அளந்து, ஏற்ற திருத்தங்களைக் காலம் அளவிடுதலில் உட்படுத்திச் சரியான நேரத்தை அளவிட முடியும்.

கிரீன்விச்சில் இராயல் ஆய்வுக் கூடத்திலிருந்தோ (Royal observatory) அமெரிக்காவில் உள்ள கடல் ஆய்வுக் கூடத்திலிருந்தோ (Naval observatory) மின் சாரத்தின் வாயிலாக அனுப்பப்படும் குறியீடுகளைக் கொண்டோ மாலுமி அட்டவணையைப் (nautical almanac) பயன்படுத்தியோ சரியான நேரத்தைத் திருத்தி வைத்துக் கொள்வது இயலுகிறது.

- அ. ரகீம்பாட்சா

காலக்சைட்

இது ஸ்பீனல் என்னும் கனிம இனத்தைச் சேர்ந்த ஒருவகை அலுமினியம் - ஆக்சைடு ஆகும். இதில் மாங்கனீஸ், அலுமினியம், ஆக்சிஜன் ஆகிய மூன்றும் உள்ளன. இது அறுஎண் கோணவடிவு வகுப்பைச் சேர்ந்தது. காலக்சைட்டின் (galaxite) அணுக்கோப்பு முகமைய (face centred) அமைப்பை உடையது. ஓர் அணுக்கோப்பில் எட்டுக் கனிமக்கட்டணுக்கள் உள்ளன.

காலக்சைட் பெரும்பாலும் படிகங்களாகக் கிடைப்பதில்லை. பெரிய துகள்களாகவோ, உருண்டையான புதையுண்ட துகள்களாகவோ, திண்மங்களாகவோ காணப்படுகின்றது. இக்கனிமத்தின் கடினத்தன்மை 7.5 - 8; ஒப்படர்த்தி 4.077 ஆகும். இதில் கனிமப் பிளவுகள் இல்லை. இதன் உடைந்த பக்கங்கள் சங்கைப்போன்ற வளைவான தளங்களாகவோ ஒழுங்கற்ற தளங்களாகவோ இருக்கும். இதன் நிறம் கறுப்பு. இது ஒளிபுகாத் தன்மை உடையது. காலக்சைட்டை உரசிப் பார்த்தால் அதன் தூள் சிவந்த சருகின் நிறத்தில் இருக்கும். காலக்சைட்டின் உருகுநிலை $2135 \pm 20°C$ஆகும்.

காலக்சைட்டை நுண்ணோக்கியில் வைத்துப் பார்த்தால் கறுப்பாகவே தோன்றும். நுண்ணோக்கியில் அதிர் திசைகளைக்குறுக்கான அமைப்பில் காணும் போது இருண்டே இருக்கும்; கனிமத்தின் நிறத்தில் எவ்வித மாற்றமும் இராது. இதன் ஒளிவிலகல் எண் 1.923 ஆகும்.

மாங்கனீஸ், அலுமினியம், ஆக்சிஜன் ஆகிய மூன்று மட்டுமே கொண்டுள்ள தூய்மையான காலக்சைட் இயற்கையாகக் கிடைப்பதில்லை. இதில் மிகச் சிறிய அளவிலேனும் இரும்பு ஆக்சைடு (Fe O) இருக்கும். 16% இரும்பு ஆக்சைடு உள்ள காலக்சைட்டின் வகைக்கு ஃபெர்ரேன் என்று பெயர்.

காலக்சைட் எளிதில் உருகுவதில்லை, திரவத்தில் எளிதில் கரைவதில்லை. எனவே காலக்சைட் உயர்

வெப்பமுள்ள நிலையில் உருவாகிறதென்று தெளிவாகிறது. இக்கனிமம் வட கரோலினாவிலுள்ள காலக்ஸ் என்னும் பகுதியில் பால்டு நாஃப் என்னும் இடத்தில் கிடைக்கிறது. இது நீண்ட, நரம்புகளைப் போன்ற உருவத்தில் கிடைக்கிறது. இதனுடன் அலீஹனைட், கால்சைட், ஸ்பெசார்டைட், ரோடோனைட், டெஃபெரைட் முதலான கனிமங்களும் கிடைக்கின்றன. காலக்ஸ் என்னும் தாவரம் நிறைந்த பகுதியில் முதன்முதலாகக் கண்டுடெடுக்கப்பட்டமையால் இக்கனிமத்திற்குக் காலக்சைட் என்று பெயர்.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. L.G. Berry & Mason, *Mineralugy*, Second Edition, CBS Pubishers & Distributors, Delhi, 1985.

காலங்காட்டி

உலக நடைமுறைக்கு இன்றியமையாத கால அளவு முறைக்குக் காலங்காட்டி (calendar) எனப் பெயர், இம்முறையில் அலகாகப் பயன்படுவது ஆண்டு என்பதாகும். ஆண்டு என்பது பல முறையில் வரையறுக்கப்படுகிறது.

விண்மீன் ஆண்டு (sidereal year). இது, விண்மீன்களைச் சார்ந்து, புவி, சூரியனை ஒரு முறை சுற்றி வரும் காலமாகும்; இதுவே, சூரியனின் தோற்றப் பாதையில் விண்மீன்களைச் சார்ந்து சூரியன் ஒரு முறை சுற்றிவரும் தோற்றக் காலமாகவும் வரையறுக்கப்படுகிறது. 365.2564 சராசரி சூரிய நாள் (mean solar days) கொண்டது ஒரு விண்மீன் ஆண்டு எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

பருவ ஆண்டு (tropical year). சூரியனின் தோற்றப் பாதையில், γ எனப்படும் மேடமுதற்புள்ளி (first point of aries) உள்ளது. சூரியன் இந்தப் புள்ளியை ஒவ்வோர் ஆண்டும் மார்ச் 21ஆம் நாள் தெற்கிலிருந்து வடக்காகக் கடக்கிறது. இந்த நாளில் சூரியனின் ஆயத்தொலைகள் (coordinates) அனைத்தும் பூஜ்யமாக உள்ளன. இந்நாளிலேயே, இளவேனிற் பருவம் தொடங்குகிறது. மேடமுதற்புள்ளி சூரியப் பாதையில் சூரியன் செல்லும் திசைக்கு எதிராக ஆண்டு ஒன்றுக்கு $50°\ 25''$ என்னும் ஒரு சிறிய தொலைவு நகர்கிறது. இதன் விளைவாகச் சூரியன் மறுமுறை இப்புள்ளியைச் சந்திக்கும் நேரம் ஒரு மீன் வழி ஆண்டைவிடச் சற்றுக் குறைவாக உள்ளது. இதில் 365.2422 சராசரி சூரிய நாள் என அளவிடப்பட்டுள்ளது. ஆகையால் 365.2422 நாள் கொண்ட இவ்வாண்டுக்குப் பருவஆண்டு எனப்பெயர்.

அண்மைநிலை ஆண்டு (anomalistic year). சூரியனைப் புவி சுற்றி வரும் பாதை ஒரு நீள் வட்டமாகும். ஆகையால் இப்பாதையில் ஒரு புள்ளி சூரியனுக்கு மிக அருகில் இருக்கும். இதற்கு அண்மை நிலைப்புள்ளி (perigee) எனப்பெயர். இப்புள்ளி சூரியன் செல்லும் திசையிலேயே ஆண்டு ஒன்றுக்கு $11°\ 25''$ தொலைவு நகர்கிறது ஆகையால் இப்புள்ளியைச் சார்ந்து சூரியன் ஒரு முறை சுற்றி வருவதற்கான நேரம் ஓர் விண்மீன் ஆண்டைவிடச் சற்று மிகுதியாகிறது. இந்தக் காலத்துக்கு அண்மை நிலையாண்டு எனப் பெயர். இது 365.2596 சராசரிச் சூரிய நாள் கொண்டதாகும்.

பெசலியன் ஆண்டு. பருவ ஆண்டின் தொடக்கத்தை மார்ச் 21ஆம் நாள் எனக் கொள்ளாமல் சூரியனின் சூரியப் பாதைத் தொலைவு (longitude) $280°$ ஆக இருக்கும்போது தொடங்குகிறது எனக் கொண்டால் இதற்குப்பெசலியன்ஆண்டு எனப் பெயர். இதுவும் பருவ ஆண்டைப் போல 365.2422 நாள் கொண்டதாகும். இவ்வாண்டின் தொடக்கமும், நிர்வாக ஆண்டின் (civil year) தொடக்கமும் ஏறக்குறைய ஒன்றாகவே உள்ளன. இவ்வாண்டு, பல வானியல் கணிப்புகளுக்கு மிகவும் பயனுடையதாக உள்ளது. இவ்வாண்டைத் தோற்றுவித்தவர் பெசல் என்னும் ஜெர்மானியர் ஆவார். இம்முறையில் ஆண்டின் எண்ணுடன் '.0' என்னும் எண்ணையும் சேர்த்து எழுதுகின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக 1986.0 என்றால் பெசலியன் ஆண்டு 1986 எனப் பொருள்.

நிர்வாக ஆண்டு. இது நடைமுறையில் அனைத்து நாடுகளிலும் பயன்படும் கால அலகாகும். இந்த ஆண்டையே காலங்காட்டியில் பயன்படுத்துகின்றனர். இந்த ஆண்டிலுள்ள நாள்களின் எண்ணிக்கை பின்னமாக இருந்தால் காலங்காட்டிக்கு ஏற்றதாகாது. ஆகையால் மேலே கூறிய முதல் நான்கு வகை ஆண்டுகளும் காலங்காட்டிக்குப் பயன்படா. எனவே காலங்காட்டியில் ஆண்டுக்கு 365 நாள் எனக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. ஆண்டை 12 மாதங்களாகப் பிரித்து ஒவ்வொரு மாதத்திலும் ஏறக்குறைய 30 நாள்களை வைத்துக் காலங்காட்டி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இம்முறை 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே பயன்பட்டது எனபதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன.

முதலில் காலங்காட்டி ஆண்டு (calendar year) மார்ச்மாதத்தில் தொடங்கியதாகத் தெரிகிறது. மார்ச் மாதத்தை முதல் மாதமாகக் கருதினால் செப்டம்பர் ஏழாம் மாதமாகவும், அக்டோபர் எட்டாம் மாதமாகவும், நவம்பர் ஒன்பதாம்மாதமாகவும், டிசம்பர் பத்தாம் மாதமாகவும் அமைவதைக் காணலாம். வட மொழியில் சப்த என்றால் ஏழு என்றும், அஷ்ட என்றால்

எட்டு என்றும், நவ என்றால் ஒன்பது என்றும், தச என்றால் பத்து என்றும் பொருளாகும். இவ்வாறு காலங்காட்டி ஆண்டு மார்ச்சில் தொடங்கியதற்கு அகச்சான்று (internal evidence)உள்ளது.

ஜூலியன் காலங்காட்டி. கி.மு. 45ஆம் ஆண்டில் ஜூலியஸ் சீசர் என்னும் ரோமானியப் பேரரசர் காலங்காட்டி ஆண்டில் சிலமாற்றங்களைச் செய்தார். இம்மாற்றங்கள் கொண்ட காலங்காட்டிக்கு ஜூலியன் காலங்காட்டி எனப் பெயர். இதன்படி, ஜனவரி மாதத்தில் ஆண்டு தொடங்கியது. இதனால் மார்ச் மாதம் மூன்றாம் மாதமாகியது. ஆண்டில் 365 நாள்கள் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டன. இந்த ஆண்டு பருவ ஆண்டை விட .2422 நாள் குறைவாகும். நான்கு ஆண்டுகளில் இக்குறைவு, 9688 ஆயிற்று. இதன் விளைவாக இளவேனிற் பருவம் மார்ச்சு 21ஆம் நாளுக்குப் பிறகு தோன்றியது. இதைத் தவிர்க்க ஜூலியஸ் சீசர் நான்கு ஆண்டுகளில் ஒரு நாளை அதிகரித்தார். ஆண்டின் எண்ணிக்கை நான்கின் மடங்கானால் அந்த ஆண்டுக்கு லீப் ஆண்டு எனப் பெயரிட்டு, அவ்வாண்டின் பிப்ரவரி மாதத்தில் ஒரு நாளைக் கூட்டி, 29 நாளாகக் கொண்டார். மேலும் இம்முறையில் ஏழாம் மாதத்துக்கு இவர் நினைவாக ஜூலை எனப் பெயர் வந்தது. இவருக்குப் பிறகு வந்த அகஸ்டஸ் என்னும் மன்னரின் நினைவாக அடுத்த மாதம் ஆகஸ்ட் என ஆயிற்று. ஜூலியஸ் சீசருக்கு அகஸ்டஸ் குறைந்தவர் அல்லர் என்பதை உணர்த்தவே ஆகஸ்ட் மாதமும் 31 நாள்கள் கொண்டது என நிலைநாட்டப்பட்டது.

கிரிகோரியன் காலங்காட்டி. கி.பி. 1532 ஆம் ஆண்டில் 13 ஆம் கிரிகரி என்னும் போப்பாண்டவர் ஜூலியன் காலங்காட்டியில் ஏற்பட்ட சில பிழைகளைத் திருத்துவதற்காகச் சில மாற்றங்களைச் செய்தார். இந்த மாற்றங்களைக் கொண்ட காலங்காட்டிக்குக் கிரிகோரியன் காலங்காட்டி எனப் பெயர். ஜூலியன் காலங்காட்டியில் 4 ஆண்டுகளில் ·9688 நாளுக்குப் பதிலாக 1 நாள் அதிகமாயிற்று. இதனால் 4 ஆண்டுகளில் .0312 நாள் அதிகமாகியது. இது 400 ஆண்டுகளில் 3.12 நாள் ஆகும். இதனால் 400 நிர்வாக ஆண்டுகள் 400 பருவ ஆண்டுகளைவிட 3.12 நாள்கள் அதிகமாயின. இதனால் இளவேனிற் பருவத் தொடக்கம் மார்ச் 21 ஆம் நாளுக்கு மேலும் மேலும் முன்னதாக ஏற்பட்டது. கிரிகரி காலத்தில் ஏறத்தாழ 10 நாள் முன்னரே தோன்றின. இவற்றைத் திருத்தி அமைக்க போப் கிரிகோரி இரண்டு மாற்றங்களைச் செய்தார்.

கி.பி. 1582 ஆம் ஆண்டில் மார்ச் மாதத்தில் 10 நாள்களை நீக்கினார். அதாவது மார்ச்சு 11ஆம் தேதி கொண்ட நாளை உடனடியாக மார்ச் 21ஆம் நாள் என மாற்ற ஆணை பிறப்பித்தார். மேலும் 400 ஆண்டுகளில் கூடுதலாக இருந்த 3 நாள்களைக் குறைக்க அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட மூன்று நூற்றாண்டு ஆண்டுகளைச் (century years) சாதாரண ஆண்டுகளாக மாற்றினார். இதன் மூலம் நூற்றாண்டும் நூற்றாண்டின் எண்ணும் 4 ஆல் வகுபட்டாலன்றி லீப் ஆண்டுகள் ஆகா எனவும் செய்தார். எடுத்துக்காட்டாக 1300, 1400, 1500, 1600 என்னும் நூற்றாண்டு ஆண்டுகளில் 1600 என்னும் ஆண்டு மட்டுமே லீப் ஆண்டு ஆகும். ஏனைய 1300, 1400, 1500 ஆம் ஆண்டு எண்கள் 4ஆல் வகுபட்ட போதும், 13, 14, 15 என்னும் எண்கள் 4ஆல் வகுபடவில்லையாதலால் அவை சாதாரண ஆண்டுகளாயின. இந்தத் திருத்தம் செய்த போதும் 4000 ஆண்டுகளில் 1-2 நாள் எஞ்சும். அப்போது ஒரு நாள் குறைக்கப்பட வேண்டும். தற்போது உலகம் முழுதும் கிரிகோரியன் காலங்காட்டியே பயன்படுகிறது.

ஜூலியன் தேதி. கி.பி. 1582 இல் ஜோசப் ஸ்காலிங்கர் என்பார் கால அளவுக்கு மற்றுமொரு முறையைத் தோற்றுவித்தார். இந்தச் சகாப்தத்துத் தொடக்க காலம் கி.மு 4713 ஆம் ஆண்டு, ஜனவரி முதல்நாள் நடுப்பகலாகும். நிகழும் எந்த நாளுக்கும் ஜூலியன் தேதி என்பது, சகாப்தத் தொடக்கத்திலிருந்து அந்த நாள் வரை உள்ள நாள்களின் எண்ணிக்கையாகும். இந்த நாள்கள் மாலுமிகளுக்கான அட்டவணையில் உள்ளன. ஜூலியன் தேதியை 7 ஆல் வகுக்கக் கிடைக்கும் மீதி 0 ஆனால் அந்நாள் திங்கள், மீதி ஒன்று என ஆனால் அந்நாள் செவ்வாய்; இது போன்று மற்ற நாள்களும் அமையும். ஜூலியன் தேதி கொண்ட ஒரு நாளில் ஒரு சூரிய அல்லது சந்திரன் ஒளி மறைப்பு ஏற்பட்டால், மீண்டும் இதே மாதிரியான ஒளி மறைப்பு (eclipse) 6583 தேதியில் உண்டாகும். இத்தகைய சில வானியல் நிகழ்ச்சிகளுக்கு இந்த ஜூலியன் தேதி மிகவும் பயனுடையதாக உள்ளது.

- எல். இராஜகோபாலன்

காலச் சமன்பாடு

பல காலக் கணிப்பு முறைகள் இருப்பினும், மீன்வழி நேரம் (siderial time), தோற்றச் சூரியன் வழி நேரம் (apparent solar time), சராசரி சூரியன் வழி நேரம் (mean solar time) ஆகிய மூன்றும் முக்கியமான முறைகளாகும். .

முதலில், தோற்றச் சூரியன் (apparent sun) அன்றாடம் காணும் சூரியனாகும். அதன் பாதையான தோற்றப் பாதை (ecliptic) வான நடுவரையுடன் (celestial·equator) 23° 30' (= w) கோணச் சாய்வில் உள்ளது. பல நேரங்களைக் கணிப்பதற்காக இரண்டு

கற்பனைச் சூரியன்களை வானியலார் தோற்றுவித்துள்ளனர். ஒரு கற்பனைச் சூரியன் தோற்றச் சூரியனின் சராசரி கோணவேகத்துடன் சீரான முறையில் வானநடுவரையில் இயங்குகிறது. இதைவானியல் சராசரி சூரியன் (astronomical mean sun) எனக்குறிப்பிடுகின்றனர். இதனுடைய வல ஏற்றம்(right ascension) தோற்றச் சூரியனின் நெட்டாங்கிற்குச் (longitude) சமமாகும். இதைப்போலவே சீரான கோணவேகத்துடன் மற்றொரு கற்பனைச் சூரியன், தோற்றச் சூரியனின் தோற்றப் பாதையிலேயே இயங்குகிறது. இச்சூரியனை இயக்கவிடைச் சூரியன் அல்லது மறைவு வட்டச் சராசரி சூரியன் (dynamical mean sun) என்பர். இதுவும் வானியல் சராசரிச் சூரியனும் மேட முதற்புள்ளி γ (first point of series) இலிருந்து ஒன்றாக எழுந்து சீரான வேகத்துடன் அதனதன் பாதையிற் சென்று, ஒரே காலவட்டத்தில் 360° பயணம் செய்வதாகக் கொள்வதுடன் எந்த நேரத்திலும், இயக்க விடைச் சூரியனின் நெட்டாங்கும் வானியல் சராசரிச் சூரியனின் வலஏற்றமும் சமமாக இருக்கும் கொள்கையும் கணிப்பில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன.

மீன் வழி நேரம். புவி தன்னைத்தானே தன் அச்சைச் சுற்றி ஒரு முறை சுற்றுவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் மீன் வழி நாள் எனப்படும். ஒரு விண்மீன் மேலுச்சி அல்லது கீழுச்சியை அடுத்தடுத்துக் கடக்கும் நேரங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலத்தை மீன்வழி நேரம் என்பர்.

மேலும் அன்றாட இயக்கத்தின் காரணமாக,மேட முதற்புள்ளி γ இன் அடுத்தடுத்த இரண்டு மேலுச்சி அல்லது கீழுச்சிக் கடத்தல் நேரங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலத்தையும் மீன்வழி நாள் எனக் குறிப்பிடுவர். ஓரிடத்திற்கு γ மேல் உச்சி வட்டத்தைக் கடக்கும் நேரம் மீன்வழி நண்பகல் என்றும், கீழுச்சியைக் கடக்கும் நேரம் நள்ளிரவு என்றும் கூறப்படும். குறிப்பாக, மேடமுதற் புள்ளியின் மேற்கு நேரக் கோணம் (western hourangle) அத்தருணத்தில் மீன்வழி நேரமாகும். இந்நேரம் வானவியலில் பெரிதும் பயன்பட்டாலும் அன்றாட வாழ்க்கைக்கு ஏற்றதன்று.

தோற்றச் சூரிய வழி நேரம். தோற்றச் சூரியனின் அடுத்தடுத்த இரண்டு மேலுச்சிக் கடத்தல் நேரங்களுக்கு அல்லது இரண்டு கீழுச்சிக் கடத்தல் நேரங்களுக்கு இடையில் உள்ள காலம் தோற்றச் சூரியன் வழிநாள் (apparent solar day) எனப்படும். இந்நேரம் தோற்றச் சூரியனின் வல ஏற்றத்தைப் பொறுத்துள்ளமையாலும், வல ஏற்றம் நாள்தோறும் மாறுபடுதலாலும் அன்றாட வாழ்க்கைக்கு ஏற்றதன்று.

சராசரிச் சூரியன் வழி நேரம். ஓர் உச்சி வட்டத்தை வானியல் சராசரி சூரியன் கடக்கும் போது ஏற்படும் அடுத்தடுத்த இரண்டு மேலுச்சி கடத்தல் நேரங்களுக்கு அல்லது கீழுச்சி கடத்தல் நேரங்களுக்கு இடைப்பட்ட கால அளவே சராசரிச் சூரியன் வழி நாளாகும். இது குறிப்பிட்ட கால அளவை உடையது. மேலுச்சியைக் கடக்கும்போது சராசரி நண்பகல் என்றும் கீழுச்சியைக் கடக்கும் போது சராசரி நள்ளிரவு என்றும் குறிப்பிடலாம். சராசரி நள்ளிரவிலிருந்து சராசரி சூரியன் வழிநாள் தொடங்குவதால் நேரம் இதிலிருந்து கணக்கிடப்படும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட தருணத்தில் தோற்றச் சூரியன் வழி நேரத்திற்கும் வானச் சராசரி சூரியன் வழி நேரத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு காலச் சமன்பாடு (equation of time) என வரையறுக்கப்படும். E என்னும் குறியீட்டால் இச்சமன்பாடு குறிக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட தருணத்தில் தோற்றச் சூரியனின் வல ஏற்றம் α, நெட்டாங்கு ʘ எனவும், இயக்கவிடைச் சூரியனின் வல ஏற்றம் α' எனவும் மீன்வழி நேரம் t எனவும் கொண்டு, E இன் மதிப்பு கணிககப்படுகிறது.

காலச் சமன்பாடு.

E = தோற்றச் சூரிய வழி நேரம் − சராசரி சூரியன் வழி நேரம்

= (மீன்வழி நேரம் − தோற்றச் சூரியனின் வல ஏற்றம்) −

(மீன் வழி நேரம் − சராசரி சூரியனின் வல ஏற்றம்)

$= (t-\alpha) - (t-\alpha')$

$= \alpha'-\alpha$

$= (l-\alpha)$

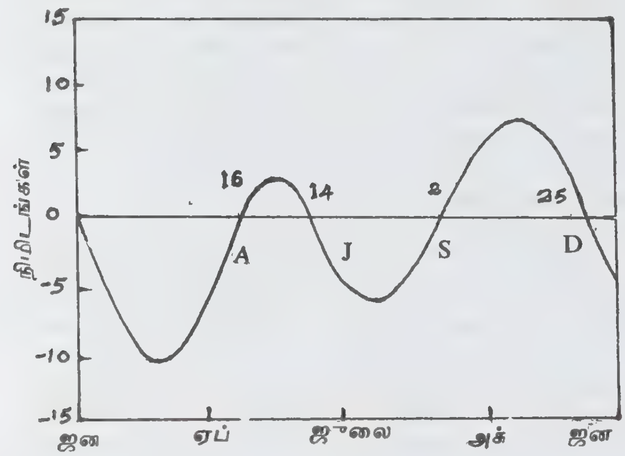
$= [(l-\bullet)+(\bullet-\alpha)]$

$= E_1 + E_2$

கூறுகளின் கூடுதலாகும்.

சூரியனின் தோற்றப் பாதை ஒரு நீள்வட்டமாகையால், அதன் நெட்டாங்கு ஒரே சீராக மாறாது. அதனால் இயக்கவிடைச் சூரியனின் நெட்டாங்கு • க்கும் தோற்றச் சூரியனின் நெட்டாங்கு l க்கும் உள்ள வேறுபாடு E எனக் குறிக்கப்பட்டு, இது குவிமையப் பிறழ்வு காரணமாக ஏற்படும் காலச்சமன்பாடு (equation of time due to eccentricity) எனப்படுகிறது. சூரியனின் தோற்றப்பாதை வான நடுவரையுடன் கோணச் சாய்வில் அமைந்துள்ளது. அதனால் • விற்கும் α விற்கும் உள்ள வேறுபாடுதான் E_2 எனக் குறிக்கப்பட்டு, இது சூரியப் பாதைச் சாய்வின் காரணமாக ஏற்படும் காலச் சமன்பாடு (equation of time due to obliquity) எனப்படும்.

மேலும் E_1, E_2 களின் மதிப்புகளிலிருந்து E = நி, $E_1 + E_2 = -\underset{\text{நி}}{7.67} \sin(l-k) + \underset{\text{நி}}{9.87} \sin 2l$ எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இங்கு K என்பது சூரியனின் அண்மைநிலையின் (apogee)நெட்டாங்கைக் குறிக்கும். K இன் மதிப்பு 283° ஆதலால் E, l என்னும் மாறியின் சார்பலனாகிறது. E(O°),E(90°),E(360°) இவற்றின் மதிப்புகள் குறையாகவும், E(45°),E(180°)களின் மதிப்புகள் நிறையாகவும் இருப்பதிலிருந்து, ஓராண்டில் காலக்குறை-நிறை சமன்பாடு நான்குமுறை பூஜ்யமாகிறது. வரைபடத்தில், காலச் சமன்பாட்டு வரை, X அச்சை ஏப்ரல் 16, ஜூன் 14, செப்டம்பர் 2, டிசம்பர் 25 தேதிகளில் 4 முறை வெட்டுகிறது.



தோற்றச் சூரியன் உதயத்திலிருந்து, சராசரி சூரியன் நண்பகல் வரை காலை நேர அளவு (length of morning) என்றும், சராசரி நண்பகலிலிருந்து தோற்றச் சூரியன் மறைவு வரை மாலைநேர அளவு (length of evening) என்றும் வரையறுக்கப்படும்.

2 E = காலைநேர அளவு - மாலை நேர அளவு என்னும் சமன்பாட்டிலிருந்தும் E இன் மதிப்பைக் கணக்கிட முடியும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

காலத்தொடர்

ஒரு தொழிலின் வருங்காலப்போக்கை முன் கூட்டியே அறிந்து கொள்வதன் மூலமே அத்தொழிலைப் பெருக்க முடியும். அடுத்த இரண்டு அல்லது மூன்று ஆண்டுகளில் உற்பத்தி செய்யக்கூடிய ஒரு பொருளின் தேவை பெருகும் என்றோ குறையும் என்றோ முன் கூட்டியே தெரிந்து கொள்வதனால் அத்தொழிலை முறையாகத் திட்டமிடவியலும். இதற்கு அப்பொருளைப் பற்றிய கடந்த நிகழ் கால விவரங்களை ஆராய்வது தேவையாகிறது. பல்வேறு நேரங்களைச் சேர்ந்த விவரங்களை, அவை நிகழ்ந்த நேரங்களுக்கேற்ப வரிசைப்படுத்துவதற்குக் காலத்தொடர் (time series) என்று பெயர்.

காலப்போக்கில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல்கள், காலத்தொடர் விவரங்களில் ஏற்படுத்தும் மாறுதல்கள் பற்றிய ஒழுங்கு முறைகளைக் கண்டு அளவிடுவதே காலத்தொடர் பகுப்பாய்வின் முக்கிய நோக்கமாகும். இதன் மூலம் பல பயன்கள் கிடைக்கின்றன. வருங்காலத் திட்டங்களை வகுத்துக் கொள்வதற்கும், கடந்த கால விவரங்களின் பகுப்பாய்வு மதிப்புக்கும், தற்போதைய பகுப்பாய்வு மதிப்புக்கும் உள்ள வேறுபாட்டை அறிந்து வளர்ச்சியைப் பெருக்கிக் கொள்வதற்கும், காலங்களின் தேவையைப் பொறுத்து உற்பத்தியைப் பெருக்கிக் கொள்வதற்கும், வீண் செலவுகளை அறவே நீக்குதற்கும், காலத்தொடர் பகுப்பாய்வு பயன்படுகிறது.

காலத்தொடர் பல தரப்பட்ட அசைவுகளால் தாக்கமடைகிறது. இவற்றுள் சில ஒரே சீராக ஒழுங்கான இடைவேளைகளில் மீண்டும், மீண்டும் ஏற்படுவனவாயும், சில எப்போதாவது ஏற்படுவனவாயும் உள்ளன. காலத்தொடரில் ஏற்படும் அசைவுகளுக்கேற்ப, அவை நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவை நீண்டகாலப் போக்கு (secular trend), பருவ கால மாறுபாடுகள் (seasonal variations), சுழல் மாறுபாடுகள் (cyclical variations), ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள் (random fluctuations) எனப்படும்.

கடந்த கால நிலை பற்றிய விளக்கத்திற்கும், வருங்கால நிலை பற்றிய முன்கூற்றிற்கும் அடிப்படையாக அமைவதால் புள்ளியியல் ஆய்வில் இவை பெரும்பங்கேற்கின்றன. அனைத்து வகைக் காலத்தொடர்களிலும் இந்நான்கு வகை அசைவுகள் உள்ளன. இந்நான்கு வகைகளையும் தனிமைப்படுத்திப் பிரித்து அளவிட்டு, அசைவுகளுக்கான காரணங்களையும் அவற்றின் விளைவுகளையும் ஆராய்வது புள்ளியியல் ஆய்வாளரின் இன்றியமையாப் பணியாகிறது.

நீண்ட காலப் போக்கு. அவ்வப்போது பெரிய மாறுதல்கள் இருந்தாலும், நீண்ட காலத்தில் கணக்கிடும்போது ஏற்றமோ இறக்கமோ இருப்பதை நீண்ட காலப் போக்கு எனலாம். ஒரு வணிகத்தின் விற்பனை சில மாதங்களில் குறைந்தும், வேறு சில மாதங்களில் மிகுந்தும் இருந்தால் ஆண்டுச் சராசரியைக் காணின், அது சீராக உயர்ந்தோ தாழ்ந்தோ இருக்கும். இதைக் கணக்கிடுவதற்குப் பல முறைகள் உள்ளன. அவை நகரும் சராசரி முறை (method of moving averages), பாதிச் சராசரி முறை (method of semi averages), மீச்சிறு இருபடி முறை (method

of least squares), மடக்கை நேர் கோட்டுமுறை (logarithmic straight line method) எனப்படும்.

இவற்றில் சில எளியவை; சில கடினமானவை; நிறைகளும், குறைகளும் உள்ள இம்முறைகளை, முறையாகக் கையாண்டு நீண்ட காலப்போக்கைக் கணக்கிடலாம். நீண்ட காலப்போக்கை அளவிடுவதில் பயன்படும் நகரும் சராசரி முறை மிகவும் எளியதாகும். கொடுக்கப்பட்டுள்ள காலத்தொடர் ஒரு நேர்கோட்டுப் போக்காக அமைய வேண்டும்; நீக்கப்பட வேண்டிய மாறுபாடுகள் செயல்பட்டிருக்கும் காலம் வரை ஒழுங்கானவையாக இருக்க வேண்டும்; நீக்கப்பட வேண்டிய மாறுபாடு அசைவின் தொலைவுகள் ஒழுங்கானவையாக இருக்க வேண்டும். இம்மூன்று வரையறைகளுக்குட்பட்டிருந்தால் மட்டுமே இம்முறையைப் பயன்படுத்திக் காலத் தொடரின் போக்கைச் சரியாக அளவிட முடியும்.

இம்முறையில், முதலில் ஒரு காலக்கட்டத்தை உறுதி செய்து கொள்ள வேண்டும். காலத்தொடரின் முதல் மதிப்பிலிருந்து இக்கால வட்டத்திற்குள் அடங்கும் அனைத்து மதிப்புகளின் கூட்டுச் சராசரி கணக்கிடப்பட்டு, அக்காலக் கட்டத்தின் மைய மதிப்புக்கு நேராக எழுதப்பட வேண்டும். பிறகு, இரண்டாம் மதிப்பிலிருந்து ஒரு கால வட்டத்திற்குள் அடங்கும் மதிப்புகளின் கூட்டுச் சராசரியைக் கணக்கிட்டு, அவற்றின் மைய மதிப்புக்கு எதிரே எழுத வேண்டும். இவ்வாறே பிற மதிப்புகளையும் எழுத வேண்டும். இச்சராசரிகள் நகரும் சராசரிகள் எனப்படுகின்றன. இச்சராசரிகளே அக்காலத் தொடரின் போக்கு மதிப்புகள் (trend values) ஆகும். இம்மதிப்புகளைக் கொண்டு வரையப்படும் வளைவு திடீர் ஏற்ற இறக்கமின்றி இருப்பதையும் காணலாம்.

பாதிச் சராசரி முறையில், கொடுக்கப்பட்டுள்ள மதிப்புகளைச் சம எண்ணிக்கை மதிப்புகளுடன் கூடிய இரு பாதிப் பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒற்றைப்படை மதிப்புகளாயின், நடு மதிப்பை நீக்கிவிட்டு இரு பாதிப் பகுதிகளாக்கிச் சராசரியை ஒவ்வோர் அரைக்கும் தனித்தனியே கணக்கிட்டு, அச்சராசரி மதிப்புகளை அப்பகுதியின் காலங்களின் மையத்தில் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒரு வரைபடத் தாளில் இவ்விரு புள்ளிகளையும் இணைக்கும் நேர் கோடு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள காலத் தொடரின் நீண்ட காலப் போக்கைக் குறிப்பதாகும்.

மீச்சிறு இருபடி முறை, கணித முறையிலாலானது. காலத்தொடரின் போக்குக் கோட்டை $y = a + bx$ எனக் கொண்டு, a,b மாறிலிகளைக் கணக்கிட்டு, ஒரு நேர்கோட்டுப் போக்கை அறிய இயலும். தொழிலியலில் காணப்படும் வெவ்வேறு சதவீத மாறுபாடுகளை ஒரு வரைபடத் தாளில் பெருக்குத் தொடர் வளைவால் காட்டலாம். இவை ஒருசார் மடக்கைத் தாளில் ஒரு நேர்கோட்டை உருவாக்கும்.

பருவ கால மாறுபாடுகள். ஓர் ஆண்டு அல்லது அதற்கும் குறைவான ஒரு குறிப்பிட்ட கால வட்டத்தில் தொடர்ந்து உண்டாகும் ஒருகால வட்ட அசைவு பருவ கால அசைவாகிறது. தட்பவெப்பநிலைகளும், மக்களின் பழக்க வழக்கங்களும், மதச் சடங்குகளும் பருவ கால மாறுபாடுகளுக்குக் காரணமாகின்றன. பருவ கால மாறுபாடுகளைச் சாதாரண சராசரி முறை (method of simple averages), போக்கு விகித முறை (ratio to trend method), மூலப்பதிப்புகளின் சராசரி காணும் முறை (method of averaging the original value), காலாண்டு நகரும் சராசரி முறை (method of quarterly moving averages) ஆகியவற்றால் அளந்தறியலாம்.

சாதாரண சராசரி வார, மாதாந்தர, கால் ஆண்டு முறைகளைக் கொண்டது. மாத முறையில், பருவ காலக் குறியீட்டு எண்களைக் கீழ்க்காணுமாறு கணக்கிட வேண்டும்.

$$\text{பருவ காலக் குறியீட்டு எண்} = \frac{\text{பருவ காலக் குறியீட்டெண் மாத மொத்தம்}}{\text{சராசரி மாத மொத்தம்}}$$

பிறகு, கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒவ்வோர் உண்மையான மதிப்பையும், அம்மாதத்திற்குரிய பருவ காலக் குறியீட்டெண்ணால் வகுத்துப் பருவ கால மாறுபாடுகளின் விளைவுகளை நீக்கிவிடலாம். இதே முறை வார, கால் ஆண்டு முறைகளுக்கும் பொருந்தும்.

போக்குவிகித முறையில், காலத் தொடரின் மதிப்புகள் ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் நான்கு கால் ஆண்டுகளில் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், பருவ காலக் குறியீட்டெண்களைக் கணக்கிட்டுப் பருவகால மாறுபாடுகளை நீக்கலாம். ஒரு காலத்தொடர் வரிசையில் பருவ கால மாறுபாடுகள் ஒழுங்காகவும், போக்கு, சக்கரம் ஆகியவற்றின் விளைவுகள் புறக்கணிக்கத்தக்கனவாயுமிருந்தால் மூலமதிப்புகளின் சராசரிகளைக் கண்டு, பருவ காலக் குறியீட்டெண்களைக் கணக்கிட இயலும்.

காலத்தொடரின் மதிப்புகள் காலாண்டுகளின் மதிப்புகளாகக் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், பருவ காலக் குறியீட்டெண்களைக் கணக்கிடவும், மூல மதிப்புகளிலிருந்து பருவ கால விளைவுகளை நீக்கவும் மிகச்சிறந்த முறை காலாண்டு நகரும் சராசரி முறையாகும். இதில், நான்கு காலாண்டு நகரும் சராசரிகளின் மூலம் காலாண்டுகளின் போக்கு மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுக் காலாண்டுகளின் மூல மதிப்புகளை அவற்றிற்குரிய போக்கு மதிப்புகளின் சதவீதங்களாக மாற்றி, ஒவ்வொரு காலாண்டின் சதவீத மதிப்புகளின் சராசரியிலிருந்து அக்காலாண்டின்

பருவ காலக் குறியீட்டெண்களைப் பயன்படுத்தி, பருவகால அசைவுகளின் விளைவுகளை மூல மதிப்புகளிலிருந்து நீக்கலாம்.

சூழல் மாறுபாடுகள். ஒரு தொழில் என்பது முன்னேற்றம், பின்னிறக்கம், வீழ்ச்சி, மீட்சி எனும் பல நிலைகளையடைந்து மீண்டும் முதல் நிலையை அடைவதற்குச் சுழல்மாறுபாடு என்று பெயர். பல பொருளாதாரக் காலத் தொடர்களை ஆராய்ந்ததன் பயனாக 37 மாதக் குறுகிய கால வட்டத்தைக் கொண்ட சுழற்சி கிச்சின் வட்டம் 10, ஆண்டுக் கால வட்டத்தைக் கொண்ட ஐக்ளர் வட்டம், 50 ஆண்டு நீண்ட கால வட்டத்தைக் கொண்ட கொண்டிடராடீஃப் வட்டம் எனும் மூன்று வகைத் தொழில் வட்டங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. சுழல் மாறுபாடுகளை மீத முறை, குறிப்புச் சுழல் பகுப்பாய்வு முறை, நேரடி முறை, இசைப் பகுப்பாய்வு முறை ஆகியவற்றைக் கொண்டு அறியலாம்.

ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள். எதிர்பாராத அளவு ஏற்றமோ இறக்கமோ ஏற்படுவதை ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள் எனலாம். இவ்வசைவுகளைச் சரியாக வரையறுத்துக் கூற முடியாவிட்டாலும், பிற மூவகை அசைவுகளிலும் சேராத அசைவுகளையெல்லாம் ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்களில் சேர்க்கலாம். இவ்வசைவுகள் நீடிக்கமாட்டா என்பது மட்டுமல்ல, மீண்டும் ஏற்படுமென்று எதிர்பார்க்கவும் இயலா. எதிர்பாராத நிகழ்ச்சிகளாகிய அரசியல் புரட்சிகள், வேலை நிறுத்தங்கள், போராட்டங்கள், வெள்ளப் பெருக்கு, வறட்சி, தொற்று நோய், புயல், நில நடுக்கம் ஆகியவற்றின் காரணமாகப் பொருளாதாரத்தில் ஏற்படும் அசைவுகள் இவ்வகையைச் சாரும். சில புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள்கூட இவ்வகையைச் சாரும்.

காலத் தொடரின் மற்றொரு முக்கிய பிரிவு தொழில் முன்கணிப்பாகும் (business forecasting). தொழில்களின் தற்கால, கடந்த கால நிலைமைகளைப் பற்றிப் பகுப்பாய்ந்து, அவற்றைச் சரியாக அறுதியிட்டு, அத்தொழிலின் வருங்கால நிலைமைகள் பற்றிய தெளிவைத் தொழில் முன்கணிப்பு ஏற்படுத்துகிறது.

முன் கணிப்பு முறைகளை — கடந்த கால நிலைமைகளை வரலாற்றுப் பகுப்பாய்வு (historical analysis). தற்காலச் சூழ்நிலைகளின் வெட்டுப் பகுப்பாய்வு (cross section analysis) என இருவகைப்படுத்தலாம். ஒரு தொழில் நலிவுற்றோ, மந்தமாகவோ இருந்தால் அது மீண்டும் இயல் நிலையை நோக்கிச் செல்ல முயலும் என்பது முதற் கொள்கையாகும். வெவ்வேறு வகையான தொழில் துறைகளுக்கிடையே திட்டவட்டமான சுழல் தொடர்ச்சிகளிருக்குமென்பது இரண்டாம் கொள்கையாகும். தொழில் முன் கணிப் பால் தொழில் நிறுவனத்தினர், சாலைப் போக்குவரத்து அலுவலர் போன்றோர் மிகுந்த பயன் அடைகின்றனர். இது அரசுக்குப் பெரிய அளவில் உதவியாக உள்ளது.

-எம். அரவாண்டி

கால நிலையிணக்கம்

தாவரங்கள் ஒரு சூழ்நிலையில் நன்கு வளர அந்த இடத்தின் பருவ நிலையோடு ஒத்து வாழத் தம்மைத் தாமே தயார் செய்து கொள்ள வேண்டும். தாவரங்களின் வினையியல் வேதியியல் மாற்றங்கள் சூழ்நிலையின் தன்மைக்கு ஏற்ப மாறுபட்டு வளர்ச்சியை நிர்ணயம் செய்கின்றன. குட் என்பார் 1953 ஆம் ஆண்டு தாவரங்கள் எந்த அடிப்படையில் புவியில் பரவியுள்ளன என்பதைக் கண்டுபிடித்துள்ளார். ஒரு தாவரம் ஓர் இடத்தில் செழித்து வளர்வது அவ்விடத்தின் காலநிலை மாறுபாடுகள், மண்ணின் தன்மை, அமைப்பு, பரவும் நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது. வில்சிக் என்னும் அமெரிக்க அறிவியலார் வேளாண்மைப் பயிர்கள் ஓர் இடத்தில் நிலைத்து வளர்வதற்குக் கடல் மட்டத்திலிருந்து சாகுபடி நிலத்தின் உயரம், தட்பவெப்ப நிலை, சராசரி மழை அளவு, நிலத்தின் தன்மை, மண்வளம், அங்குள்ள உயிர்க்காரணிகள் இன்றியமையாதவை என்று கூறினார்.

ஒவ்வொரு தாவரமும் ஒரு குறிப்பிட்ட காலச் சூழ்நியில் வளர்ந்து, இனப்பெருக்கம் செய்யும் வல்லமையுடையது. வெப்பம், வறட்சி போன்றவற்றின் தாக்கத்தால் சில தாவரங்கள் தம் இனத்தைப் பெருக்கக்கூடிய ஆற்றலை இழந்துவிடுகின்றன. சில இம்மாறுபாடுகளால் அச்சூழ்நிலையில் தம் இனத்தை நிலைநிறுத்திவிடுகின்றன. இவ்வாறு நிலைத்து நின்ற தாவரங்களின் வெளித்தோற்றம் சிறிது மாற்றம் அடைந்திருக்கும். வெளி நாட்டிலிருந்தோ மாறுபட்ட ஒரு புதிய சூழ்நிலையிருந்தோ ஒரு பயிரை வேறோர் இடத்தில் பயிர் அறிமுகம் செய்யும்போது பயிரின் சூழ்நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டே புதிய சூழ்நிலை தேர்வு செய்யப்படும். எனவே பயிர்கள் ஓரிடத்தில் காலைநிலையிணக்கம் பெறுவது காலச் சூழ்நிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டே அமையும்.

பருவச் சூழ்நிலை. பருவச் சூழ்நிலை அல்லது பருவ நிலை என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஏற்படக்கூடிய வானிலைக் கூறுகளை விளக்குவதாகும். பருவ நிலையில் பல காரணிகள் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அவை சூரிய ஒளி, வெப்பம், மழை, காற்று

எனப்படும். வேளாண்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டு பருவநிலையை ஆராய்ந்தால் பயிரின் விளைச்சல் பருவநிலை மாறுபாடுகளால் எந்த அளவு பாதிக்கப்படுகிறது என்பது தெளிவாகும். சூரிய ஒளி கிடைக்கும் கோடைக்காலத்தில் நீர்ப் பற்றாக்குறை இல்லாவிடில் பயிர்களின் விளைச்சல் பல மடங்கு அதிகரிக்கும். மேலும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு பயிர் களைத் தேர்ந்தெடுக்கக் கால நிலை உதவுகிறது. இதைக் கருத்தில் கொண்டுதான் ஓர் ஆண்டில் ஏற் படக்கூடிய சூழ்நிலை மாறுபாடுகளை அடிப்படை யாகக் கொண்டு காலத்தைப் பல பருவங்களாகப் பிரித்தனர்.

ஒவ்வொரு பருவத்திலும் சூரிய ஒளி, வெப்பம், காற்று, மழை இவை பெருமளவில் மாறுபடுகின்றன. கோடைக்காலத்தில் மழை குறைந்தும் சூரிய ஒளி மிகுந்தும் காணப்படும். குளிர் காலத்தில் மழை மிகுந்தும் சூரிய ஒளி குறைந்தும் காணப்படும். பருவ நிலை அடிப்படையிலேயே பயிர்களைத் தேர்வு செய்யவேண்டும். கோடைப் பருவங்களில் சோளம், கம்பு போன்றவையும் குளிர்பருவங்களில் கோதுமை, பார்லி, கொண்டைக்கடலை போன்றவையும் தேர்வு செய்யப்படுவது நல்லது.

பருவநிலை

பல காரணிகளைக் கொண்டு தமிழகத்தை ஏழு பருவ நிலைப் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

வடகிழக்குப் பகுதி. இதில் செங்கல்பட்டு, தென் ஆர்க்காடு மாவட்டங்கள் அடங்கும். ஆண்டு மழை யளவு 1050 மி.மீ., தாழ்வான பகுதிகளில் நெல்லும், மேடான பகுதிகளில் தானியங்களும் பயிர் செய்யப் படுகின்றன.

வடமேற்குப் பகுதி. இதில் தர்மபுரி, சேலம் மாவட்டங்கள் அடங்கும். சராசரி மழையளவு 825 மி.மீ., பொதுவாகச் சோளம், கம்பு போன்ற தானியங்கள் பயிர் செய்யப்படுகின்றன.

மேற்குப் பகுதி. இதில் கோயம்புத்தூர் மாவட்டம் அடங்கும். சராசரி மழை அளவு 838 மி.மீ., பருத்தி, கடலை முக்கியமாகப் பயிர் செய்யப்படுகின்றன.

காவிரி டெல்டா. இதில் திருச்சி, தஞ்சாவூர் ஆகிய மாவட்டங்கள் அடங்கும். இங்கு மழை அளவு 950-1000 மி.மீ. வரை இருக்கும். நெல், வாழை, கரும்பு முக்கியமான பயிராகும்.

தென்பகுதி. தமிழகத்தில் தென் மாவட்டங் களான மதுரை, காமராசர், பொன்முத்துராமலிங்கம், சிதம்பரனார், திருநெல்வேலி கட்டபொம்மன், அண்ணா, புதுக்கோட்டை, இராமநாதபுரம் ஆகிய மாவட்டங்கள் அடங்கும். சராசரி மழை அளவு 776 மி. மீ. இங்கு நெல், பருத்தி, கடலை முக்கிய பயிர் களாகச் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன.

உச்ச மழை பெறும் இடங்கள். இதில் கன்னியா குமரி மாவட்டம் அடங்கும். மழை அளவு 1409மி.மீ. இங்கு ரப்பர், பாக்கு, வாழை போன்றவை சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன.

மலைப்பகுதி. இதில் நீலகிரி மாவட்டம், கொல்லி மலை, பச்சைமலை, ஆனை மலை அடங்கும். சராசரி மழை அளவு 1000 - 5000 மி. மீ. வரை இருக்கும். காப்பி, தேயிலை, மிளகு போன்ற நறுமணப் பயிர்கள் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன.

பயிர் வளர்ச்சி. சுற்றுப்புறத் தட்பவெப்ப நிலையும் அவற்றிற்கு ஏற்ற பயிர் வளர்ச்சியும் பயிரிடும் முறையைத் தேர்ந்தெடுக்கின்றன. மனிதனின் தேவைக்குத் தக்கவாறு பயிரை மாற்றினாலும் இயற்கைப் பயிர் வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி ஒரு சில பயிர்களே ஒரு சூழ்நிலையில் செழித்து வளரும். உயிரினக் காரணிகளான பூச்சி, நோய், புழுக்கள் போன்றவற்றின் தாக்குதல் மிகுதியாகிப் பயிரின் விளைச்சல் குறையக்கூடும். பயிர் நிலையிணக்கம் வேளாண்மையில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க கூறாகக் கருதப்படுகிறது. ஒரு பயிரின் பரம்பரைப் பண்புகளும் வினையியல் பண்புகளும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையின் மாற்றத்தால் மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு மாற்றப் படும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலை அப்பயிர் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றதாக இருக்கும்.

சில சமயங்களில் புதிய பயிரை அறிமுகம் செய்யும்போது அப்பயிர் தேவையான மாற்றங்களைப் பெற்றுப் படிப்படியாக அப்புதிய சூழ்நிலைக்குத் தன்னைத் தயார் செய்து கொண்ட பின்னரே அச்சூழ் நிலையோடு ஒத்து வாழ்கிறது. இதையே பயிர் நிலையிணக்கம் என்பர். இதை ஒரு பயிரின் வளர்ச்சி, விளைச்சல் ஆகியவற்றைக் கொண்டு அளவிடலாம். ஒரு பயிர் மிகக் குறுகிய காலத்திலேயே புதிய சூழ்நிலையில் நன்கு வளர்ந்து உயர் விளைச்சலைத் தந்தால் அப்பயிர் எளிதில் கால நிலையிணக்கம் பெற்று விட்டது என்று பொருள். எனவே மனித ஆற்றலின் கண்டுபிடிப்புகள் எல்லையற்றனவாயினும், இயற்கையும் பருவ காலச் சூழ்நிலையும் அவற்றை ஓரளவு கட்டுப்படுத்துகின்றன.

- கொ. பாலகிருட்டிணன்

நூலோதி. C. P. Wilsie, *Crop adaptation and distribution*, Eurasia publishing house (p) Ltd, Delhi, 1962.

கால நிலையியல்

வளி மண்டல வானிலை நிகழ்வுகளைப் பற்றி ஆராயும் பிரிவிற்குக் காலநிலையியல் (meteorology)

எனப் பெயர். அது வளிமண்டல இயற்பியலுடன் நெருக்கமான தொடர்பு கொண்டது. புவியின் வளி மண்டலத்தில் நிகழும் வெப்பப் பரிமாற்றம், அழுத்த மாற்றங்கள், காற்றோட்டம், ஈரப்பதன் ஆகியவற் றால் வளி வானிலை (weather) உண்டாக்கப்படு கிறது. இந்த வளி நிகழ்வுகளைத் தனித்தனியாக ஆராய்வது வளிமண்டல இயற்பியல் ஆகும். அந்த நிகழ்வுகளால் தோன்றுகிற வெப்பநிலை மாற்றம், காற்றோட்டம், மேக மூட்டம், மழை பொழிவு, சுழல் காற்று, புயல் போன்றவற்றை ஆராய்வது வானிலையியல் எனப்படும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் நிலவும் வளிமண்டல நிலைகள் அந்த இடத்தின் தட்பவெப்பநிலை (climate) ஆகும். அதைப் பற்றிப் பயிலுவது தட்ப வெப்ப நிலையியல் (climatology) எனப்படும். வளி வானிலை யால் தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும், மனிதர்களி டத்தும் உண்டாகும் விளைவுகளைப் பற்றிப் பயிலு வது உயிரி காலநிலையியல் (biometeorology) எனப் படும். காற்றில் கலந்துள்ள மாசுகளால் கால நிலை யில் ஏற்படும் பாதிப்புகளைப் பற்றிப் பயிலுவது காற்று மாசு காலநிலையியல். தரையை ஒட்டிய பகுதிகளில் சிறு அளவில் ஏற்படும் வளி வானிலை மாற்றங்களைப் பற்றிப் பயிலுவது நுண் கால நிலை யியல் (micrometeorology). தற்காலத்தில் செயற்கைக் கோள்கள் விண்ணில் உயரப் பறந்து வளி வானிலைக் காரணிகளை அளவிட்டு, அது பற்றிய தகவல்களைப் புவியில் உள்ள தரை நிலையங்களுக்குப் படங்களா கவோ, எண் குறிகளாகவோ மாற்றி அனுப்புகின்றன. இம்முறையில் வெள்ளி, செவ்வாய் போன்ற கோள் களின் வளிவானிலையைக்கூட அறிவியல் வல்லுநர் கள் ஆராய்ந்து வருகின்றனர்.

வானொலியிலும் தொலைக்காட்சியிலும் நாளும் வானிலை முன்னறிவிப்புச் செய்கிற அலுவலர் பொது மக்களுக்கு நன்கு அறிமுகமான கால நிலையாளர் ஆவார். தீ, வளி, நீர், புவி ஆகியவற்றின் இடை வினை காரணமாகவும் சூடு, குளிர்ச்சி, ஈரம், உலர்வு என்னும் நான்கு எதிர்மறைகளின் இடைவினை காரணமாகவுமே வளி வானிலை நிகழ்வுகள் தோன்று வதாகப் பண்டைய கிரேக்க மக்கள் நம்பினர். இன்று உலகம் முழுதிலுமுள்ள பல தலங்களில் வளிவானிலை தகவல் திரட்டு நிலையங்கள் அமைந்துள்ளன. அவை ஐக்கிய நாடுகள் அவையின் கிளையான உலகக் கால நிலை அமைப்பின் ஆதரவில் செயல்படுகிற உலக வளிவானிலைக் கண்காணிப்பு (world weather watch) என்னும் அமைப்பின் உறுப்புகளாகும்.

ஐக்கிய நாடுகள் அவையின் உறுப்பினர்களாக உள்ள அனைத்து நாட்டினரும் உயர் வேகச் செய்தித் தொடர்பு முறைகளின் மூலம் அன்றாட வளி வானிலைத் தகவல்களைப் பரிமாறிக் கொள்கின்ற னர். உலகம் முழுவதும் உள்ள 5000-க்கும் மேற் பட்ட நிலையங்களிலும் கடலில் செல்லும் கப்பல்களி லும் காலநிலைத் தொழில் துறையினர் 0000, 0600, 1200, 1800 ஆகிய கிரீன்விச் சராசரி நேரங்களில் தம்மிடத்தின் வளி வானிலை பற்றிய தகவல்களைச் சேகரிக்கின்றனர். வெப்பநிலை, ஈரப்பதன், வளி அழுத்தம், கிடைத்திசைக் காற்று வேகம், பார்வைத் தொலைவு, முகில் வகைகள், முகில் அடிப்பரப்பு உயரங்கள், மழை அளவு, அப்போதைய நிலவரத்தின் படியான மழை, பனி மூட்டம், தூசுப்புயல், காற் றில் கலந்துள்ள மாசுகள், வெயில் மற்றும் புவிக் கதிர்கள், காற்றின் செங்குத்துத் திசைவேகம், காற் றில் தோன்றும் குழப்பங்கள், தரை வெப்பநிலை, பனிப்பொழிவின் அளவு போன்ற தகவல்கள் கருவி களின் மூலமாகவும் கண் பார்வை மூலமாகவும் திரட்டப்படுகின்றன.

ஏறத்தாழ 650 நிலையங்களிலிருந்து 0000, 1200 கிரீன்விச் சராசரி நேரங்களில் ஹீலியம் நிரம்பிய வளிவானிலைக் கூடுகள் ஏவப்படுகின்றன. அவை குறிப்பிட்ட வேகத்தில் மேலே எழுந்து ஏறக்குறைய 35 கிலோமீட்டர் உயரம் வரை செல்லும். அவற்றில் வெப்பநிலை, அழுத்தம், ஈரப்பதன் ஆகியவற்றை அளவிடும் கருவிகள் இருக்கும். அவை திரட்டும் தகவல்கள் வானொலி பரப்பிமூலம் தரை நிலையங் களுக்கு அனுப்பப்படும். ஹீலிய வளிமக் கூடுகளை ராடார் மூலமும் பின்பற்றலாம். வளிமக்கூடு காற் றோடு அடித்துச் செல்லப்படும் வேகத்திலிருந்து வெவ்வேறு உயரங்களில் காற்றின் திசைவேகம் மதிப் பிடப்படுகிறது. இத்தகையவளிமக்கூடுகள் ஒரு குறிப் பிட்ட உயரத்திற்குச் சென்றதும் வெடித்து விடும். பல வேளைகளில் அவற்றிலுள்ள பதிவு கருவிகளை மீட்க இயலாமல் போய்விடும். எனவே இத்தகைய வளிமக்கூடுகளை ஏவுவது பெரும் செலவு பிடிக்கும். செல்வ வளமான நாடுகள் மட்டுமே இத்தகைய முயற்சிகளை மேற்கொள்ள முடியும். வளி மண்ட லத்தில் குறிப்பிட்ட உயரங்களில் நிலையாக மிதக்கக் கூடிய டெட்ரூன்கள் எனப்படும் வளிமக் கூடு களைப் பல நாடுகள் பயன்படுத்துகின்றன. அவை செயற்கைக்கோள்கள் மூலம் கண்காணிக்கப்படும். ஏவூர்திகளில் பதிவு கருவிகளைப் பொருத்தி 60 கிலோமீட்டர் வரை உயரமுள்ள வளிமண்டலப் பகுதி களை ஆராய்கின்றனர். ஏவூர்தி பெரும உயரத்திற்குச் சென்றதும் பதிவு கருவிகளுடன் இணைக்கப்பட் டுள்ள வான்குடைகள் விரிந்து புவிக்கு இறங்கி விடும். அவை கீழே இறங்கும்போது ராடார் மூலம் அவற் றின் போக்கைக் கணித்து மேல் வளி மண்டலத்தில் காற்றோட்ட வேகங்களைக் கணக்கிடுகின்றனர்.

பெரும்பாலான வணிக விமானங்களில் உயரம், வளி அழுத்தம், வெப்பநிலை, பறக்கும் உயரத்தில் காற்று வீசும் திசை, அதன் வேகம் ஆகியவற்றை அளவிடும் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அவை வெளியிடும் தகவல்கள் புவியிலுள்ள தரை நிலையங் களுக்கு இடைவிடாது அஞ்சல் செய்யப்படும். அத்

துடன் புயல்கள் உருவாகும்போது வேவு விமானங்களை அனுப்பி அவற்றின் போக்கையும், தன்மைகளையும் கண்காணிக்கின்றனர். மேல் வளிமண்டலத்தில் கதிரியக்கத்தின் அளவுகளைக் கண்டுபிடிக்கவும் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விண்வெளித் தொழில் நுட்பம், கணிணியியல், செய்தித் தொடர்பு கருவிகள், மின்-ஒளி உணர் கருவிகள் போன்றவற்றில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றத்தின் காரணமாக வானிலையைக் கண்காணிக்கும் கருவிகளும், முறைகளும் பெரிதும் மேம்பட்டுள்ளன. தரையிலிருந்தும் விண்வெளியிலிருந்தும் கருவிகள் சேகரிக்கும் தகவல்களுடன், மரபு முறைகளில் எடுக்கப்படும் அளவீடுகளும் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட்டு வானிலை முன்னறிவிப்புகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. ரேடியோ அலைகளைப் பயன்படுத்தும் ராடார் கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளி அல்லது அகச்சிவப்புக் கதிர்,லேசர் கற்றைகளைப் பயன்படுத்துகிற லைடார், ஒலி அலைகளைப் பயன்படுத்துகிற சோடார் ஆகிய கருவிகள் செயலுறு (active) தொலை உணர்வு அமைப்புகள் எனப்படும். அவை கதிர்களை அனுப்பி அக்கதிர்கள் ஏதாவது ஒரு தடையின் மேல் பட்டு மீண்டு வரும்போது பதிவு செய்து தடையின் தொலைவு, அது நகரும் திசை, அதன் வேகம் ஆகியவற்றைக் கண்டுபிடிக்கின்றன. இவற்றின் மூலம் முகில்களில் மழைத் துளிகள் உருவாவது, அவை உருவாகும் உயரம், அவற்றின் இயக்க வேகமும் திசையும் ஆகியவற்றைப் பல நூறு கிலோ மீட்டர் தொலைவிலிருந்தே கண்டுபிடிக்க முடியும்.

ராடார்கள் 0.01-10 செண்ட்டிமீட்டர் வரை அலைநீளமுள்ள நுண்ணலைகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. லைடார்கள் ஏவும் ஒளிக் கதிர்கள் மிகவும் சிறிய அலைநீளமுள்ளவை. எனவே இவை நுண் துகள்களையும் கண்டுபிடிக்க உதவும். ஆனால் இவை சில கிலோமீட்டர் நெடுக்கத்திற்கே செயல்படக் கூடியவை. இவற்றால் வெப்பநிலை வேறுபாட்டால் காற்றில் ஏற்படும் குழப்பங்களைக்கூடக் கண்டுபிடிக்க முடியும். சோடார்கள் ஒலி அலைகளை வீசும். இவை வெப்பநிலை வேறுபாட்டுக் குழப்ப மண்டலங்களைக் கண்காணிக்க உதவும். இவை தரையை ஒட்டிய வளிமண்டலத்தை ஆராய்வதில் பெருந்திறன் பெற்றுள்ளன. எனவே நகரப் பகுதிகளில் உள்ள வளிமண்டலத்தில் மாசுப் பொருள்கள் கலப்பதை ஆராய்வதற்கு இவை மிகவும் ஏற்றவை. இத்தகைய கருவிகள் தற்போது செய்திகளில் வைத்து அனுப்பப்படுகின்றன.

நுண் அலைகளை வீசி அவை பிரதிபலித்து வரும்போது அவற்றின் ஆற்றலையும், அலை வடிவங்களையும் ஆராய்ந்து கடல் அலை உயரங்கள், பனிப் பாறைகளின் வயது, தடிமன், பனிப்பொழிவுகளின் தடிமன், காற்றோட்டங்கள் போன்ற தகவல்களைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. செயலற்ற வகைத் (passive) தொலை உணர் கருவிகள் பொதுவாகப் புவியைச் சுற்றி வருகிற செயற்கைக் கோள்களிலும் புவி நிலைப்புச் செயற்கைக் கோள்களிலும் பொருத்தப்படுகின்றன. கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியின் மூலம் எடுக்கப்பட்ட ஒளிப் படங்கள் நன்கு தெரிந்த செய்மதிப் பதிவுகள் ஆகும். அவை முகில் உருவாக்கங்கள், நீர்ப் பரப்புகள், மலைகள், தாவரப் பரப்பு மாற்றங்கள், பனி மூடிய பரப்புகள் ஆகியவற்றைப் பதிவு செய்கின்றன. கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்களை உணரும் கருவிகள் இரவு, பகல் இரு நேரங்களிலும் படங்களையும், பதிவுகளையும் எடுக்கின்றன. மேகங்களிலும், தரையிலும் பட்டுத் திரும்பிவரும் கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்களிலிருந்து அப்பரப்புகளின் வெப்பநிலையைக் கண்டுபிடிக்க முடிகிறது. இவ்வாறு வளிமண்டலம், கடல்கள் ஆகியவற்றின் வெப்பநிலைப் பரவீட்டைச் செங்குத்துத் தளத்திலும் கிடைத் தளங்களிலும் கண்டுபிடிக்கலாம்.

செயற்கைக் கோள்களில் உள்ள பிற செயலற்ற கருவிகள் நீர் ஆவி, கார்பன்டை ஆக்சைடு, ஓசோன், நுண்துகள்கள் ஆகியவற்றை அளவிடுகின்றன. இவை திரட்டுகின்ற கோடிக்கணக்கான தகவல்களைக் கணிப்பொறிகள் பகுப்பாய்வு செய்து மிக விரைவாக வானிலையை மதிப்பிடுகின்றன. செயற்கைக் கோள்கள் உலகளாவிய வகையில் தட்பவெப்பநிலைகள் நடந்துகொள்ளும் விதத்தைக் கண்காணிக்கின்றன. இதுவரை மனிதரால் எட்ட முடியாமல் போனமையால் வானிலைப் பதிவுகளே செய்யப்பட்டிராத பகுதிகளைக்கூடச் செய்மதிகளின் உதவியால் கண்காணிக்க முடிகிறது. தரையிலும், விமானங்களிலும், செயற்கைக் கோள்களிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ள கருவிகள் புவியை ஒட்டி நிகழ்கிற சிறிய அளவிலான வானிலை மாற்றங்களையும் மிகு நுட்பத்துடன் அளவிடுகின்றன.

உலக வானிலைக் கண்காணிப்பு அமைப்பின் பதிவு நிலையங்கள் வழக்கமான வானிலைப் பதிவுகளைத் தமக்குள் விரைவாகப் பரிமாறிக் கொள்கின்றன. எனினும் இந்தப் பதிவுகள் தோராயமானவையாகவும், காலத்தாலும், இடத்தாலும் பெருமளவு பிரிக்கப்பட்டவையாகவும் உள்ளன. பதிவு நிலையங்கள் நெருக்கமாக அமைந்திராத காரணத்தால் ஏறத்தாழ 500 கிலோமீட்டர் சதுரத்தைவிடச் சிறிய பகுதிகளில் தோன்றும் வானிலை மாற்றங்களை அவற்றால் சரியாகக் கணிக்க முடிவதில்லை. இப்போதுள்ள கணிப்பொறி முறைகளால் சிறிய புயல்கள், மழைமேக முகப்புகள் போன்ற சிறிய நிகழ்வுகளை நுணுக்கமாகக் கணிக்க இயலவில்லை. ஆகவே பல மணி நேரங்கள் அல்லது சில நாள்கள் என்னும் அளவில் செய்யப்படும் வானிலை முன்னறிவிப்பில் பல தவறுகள் தோன்றுகின்றன. இப்போது 48 மணி நேரம் வரை ஏறக்குறைய சரியாக முன்னறிவிப்புச் செய்ய முடிகிறது.

1000 கிலோ மீட்டருக்கு மேல் பரிமாணமுள்ள புயல்கள், குறைந்த அழுத்த மண்டலங்கள் போன்ற வற்றின் போக்குகளைச் சரியாக ஊகிக்க முடிகிறது. ஆனால் அத்தகைய அமைப்புகளில் பொதிந்துள்ள சிறிய அளவு நிகழ்வுகள் கால நிலையில் மணிக்கு மணி மாற்றத்தை ஏற்படுத்த முடியும். இவற்றை முன்னறிவிப்புச் செய்யவியலாது. தரையமைப்பு,தாறு மாறாக உள்ள இடங்களில் இது மேலும் சிக்கலாகி விடுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மழை அல்லது புயல் ஏற்படும் என்பதைச் சில மணிநேரத்தில்தான் சொல்ல முடிகிறது. ஆனால் பொதுவாக ஓரிடத்தைப் பெரும் புயல் ஒன்று தாக்கலாம் என்பதை 24 மணி நேரத்திற்கு முன் சொல்லி விடலாம். அடிக்கடி தோன்றாத பனிப்புயல் போன்ற நிகழ்வுகளை 24 மணி நேரத்திற்குக் குறைவான நேரங்களிலேயே முன்னறிவிப்புச் செய்ய முடிகிறது. 5 நாள்களுக்கு முன் வரை சராசரி வெப்பநிலை மழை அளவு போன்றவற்றை ஓரளவு சரியாகவே ஊகிக்க முடி கிறது.

– கே. என். ராமச்சந்திரன்

காலநிலை வரைபடம்

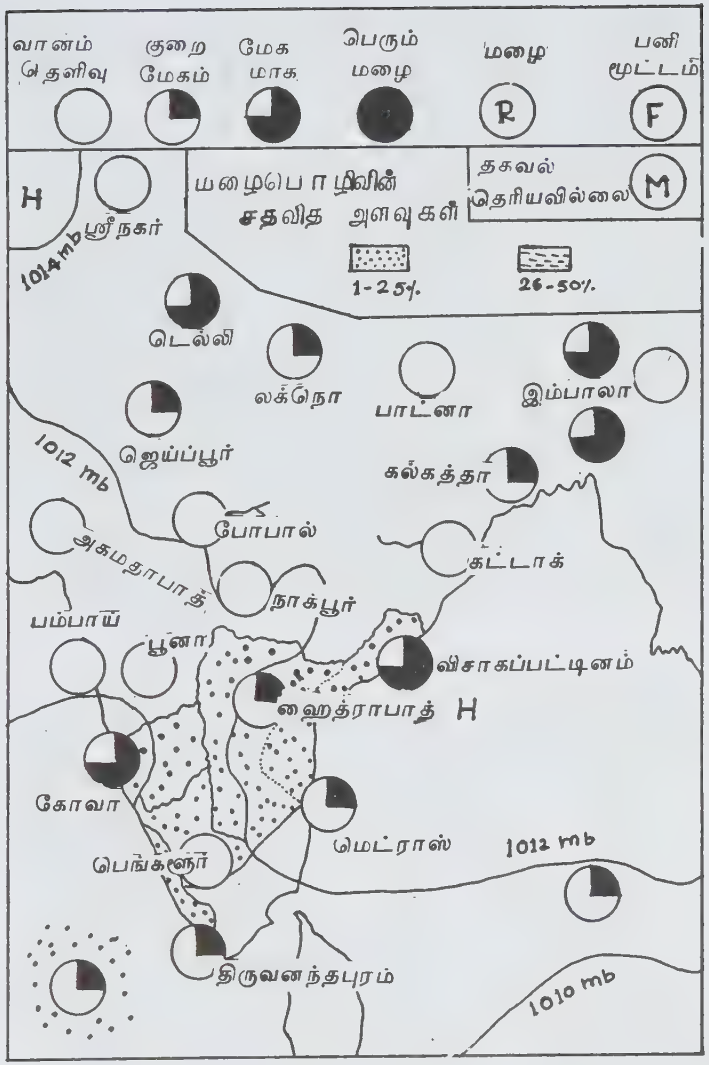
புவியைப் பல மண்டலங்களாகப் பிரித்துள்ளனர். அவை உள் மண்டலம், நில மண்டலம், நீர் மண்ட லம், வளி மண்டலம் என நால்வகைப்படும். இவை தவிர நெருப்பு மண்டலம், உயிர் மண்டலம் என்று பிரிப்பதும் உண்டு. இவற்றுள் வளிமண்டலம் புவிக்கு மேலே வான்வெளியில் உள்ளது. இம்மண்டலத்தி லுள்ள காற்றின் தன்மை,ஈரப்பதம் போன்ற தகவல் களை இந்திய வானியல் மற்றும் வளி மண்டல ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் நாள்தோறும் வெளியிடு கின்றன. இவையே காலநிலை வரைபடம் (weather map) எனப்படும். இந்தியாவில் கல்கத்தா, பம்பாய், டெல்லி, சென்னை ஆகிய பெரு நகரங்களிலும்,வேறு பல இடங்களிலும், இந்திய வானியல் ஆராய்ச்சி நிலையத்தாரால் பற்பல ஆய்வுக்கூடங்கள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இவை நாள்தோறும் வளிமண்டலத் தில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கண்டறிந்து தேவைக்கு ஏற்றாற்போல வரைபடங்களை வழங்குகின்றன. இவ்வரைபடங்கள் விமான நிலையம், வேளாண்மை, மீன் பிடித்தல், கப்பல் போக்குவரத்து, புயல், சூறா வளி முன்னெச்சரிக்கை, மழை பெய்யும் தகவல் போன்ற பல துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வரைபடங்களைத் தயாரிப்பதற்கான செய்திகளைப் பெறுவதற்குப் பயன்படும் கருவிகள், வெப்பமானி, மழை நீர் அளவு கருவிகள், காற்று அழுத்த அளவி, காற்றின் வேகம் மற்றும் திசை காட்டும் கருவி ஆகி ய்ன. தற்கால வளிமண்டல இயலில் செயற்கைக் கோள்கள் (satellites) பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. அன்றாட வான்நிலையைக் கண்காணித்து வேண்டிய வளிமண்டலச் செய்திகளைத் தற்போது தருவது இன்சாட் 1-பி செயற்கைக்கோளாகும். காலநிலை வரைபடத்தில் காணும் செய்திகள் வருமாறு; படத் தின் இடம், நாள், நேரம், வெப்பநிலை, காற்று அழுத்தம், மேகக் கூட்டம், மழைத்திறன், புயல் அல்லது சூறாவளி போன்ற இயற்கைச் சூழ்நிலை ஆகியன.

காலநிலை வரைபடங்களில் பல வகை உண்டு. ஒரு பெரிய வளிமண்டல ஆராய்ச்சி நிலையத்தி லிருந்து 35 வகையான வரைபடங்கள் வெளிவரு கின்றன. இவ்வரைபடங்களில் தேவைக்கு ஏற்றாற் போல வேண்டிய வரைபடங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள முடியும். காலநிலை வரைபடங்களுள் மிகவும் பழக்கமானவை நாள் வரைபடங்களும் மணி வரைபடங்களுமாகும். அன்றாடம் நாளிதழ்களில் வெளிவரும் காற்று அழுத்தக்கோடுகளையும், குறை அழுத்தப்பகுதி, மிகு அழுத்தப் பகுதி, காற்று நகரும் திசை ஆகியவற்றையும் காணலாம். மணி வரைபடங்கள் வான ஊர்தி நிலையத்தாருக்கு மிகவும் இன்றியமையாதன. ஒவ்வொரு மணி இடைவெளியி லும் இவை வெளியிடப்படுகின்றன. இவற்றில் காற்று வீசும் திசை, வேகம் ஆகியவை அடங்கும். புயல், பெருமழை மற்றும் சூறாவளிக் காலங்களில் சிறப்பு வரைபடங்களும் வெளியிடப்படுவதுண்டு.

அன்றாடம் வெளியிடப்படும் வரைபடங்களி லிருந்து பற்பல செய்திகளை அறிந்து கொள்ளலாம். வானத்தில் மேக மூட்டம், மழை மேகம், மழை பெய்யும் வாய்ப்பு, காற்றின் அழுத்தம் ஆகிய செய்தி கள் உள்ளன. செயற்கைக்கோள் தரும் செய்திகளி லிருந்து மழைமேகம், மழை, பனி பெய்யுமிடம் ஆகிய வற்றை அறிந்து கொள்ள முடியும்.

நிலப்பகுதி வரைபடங்கள் கடற்பகுதி வரை படங்களிலிருந்து சிறிது வேறுபட்டு அமைந்திருக்கும். கடல் வரைபடங்களில் கடல் மட்டம், கடல் மட்டக் காற்றழுத்தம், காற்றின் திசை ஆகியன குறிக்கப் பட்டிருக்கும். கடல் மட்டத்தில் வெப்பக் காற்றுப் பகுதியையும் குளிர்ந்த காற்றுப் பகுதியையும் பிரிக்கும் இடைநிலைப்பகுதி 'முன்னோடி' எனப்படும். கடல் வரைபடங்களில் முன்னோடிகள் மற்றும் காற்றுக் குவியல்களின் (air masses) தகவல்கள் மிகவும் முக்கியமானவை. புயல் காற்றுகள் முன்னோடிப் பகுதிகளிலேயே உருவாகின்றன. எனவே இத்தகவல்களை நன்கு ஆராய்ந்து அவசர கால வரைபடங்களைத் தயாரித்து அளிப்பர்.

கடல் மட்ட வரைபடங்களோடு மேல்நிலைவரை படங்களும் உண்டு. இவ்வரைபடங்கள் கடல் மட்டத் திற்கு மேலே ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்தில் உள்ள வளிமண்டலச் செய்திகளைத் தருகின்றன. ஆனால்



கோடிட்ட பகுதிகளில் மழைபொழிவு ஏற்படலாம் என்பதை இன்சாட் 1-பி அறிவிக்கிறது

படம் 1. படம் 2. இன்சாட் 1-பி

பெரும்பாலான மேல்நிலை வரைபடங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தநிலைப் பகுதிகளிலேயே தயாரிக்கப் படுகின்றன. இவ்விடங்களில் காற்றின் அழுத்த நிலையையும், காற்றின் வேகச் சமநிலைக் கோடு களையும் காணலாம்.

காலநிலை வரைபடங்கள் தவிர வான்வெளி அறிக்கைகளும் மிக முக்கியமானவை. செய்திகளோடு சேர்த்துப் படிக்கும் போதுதான் எந்த ஒரு காலநிலை வரைபடத்தையும் நன்கு புரிந்து கொள்ள முடியும். வளிமண்டல வெட்டுத் தோற்றம், வெப்ப மாறுதல், தகவல் படங்கள் ஆகியன காலநிலை வரை படங்களைப் போன்ற முக்கியமான குறிப்புகளாகும். தற்காலத்தில் காலநிலை வரைபடங்களை வானிலை ஆராய்ச்சியாளர்கள் நன்கு பயிற்சி பெற்றபின்னரே சரியாகக் கணித்துக் கூறுகின்றனர். பெருகிவரும் கணிப்பான் வசதிகள் காலநிலையைச் சரியாக அறி வதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. வளிமண்டலம் எளிதில் மாறுபடக்கூடியது. சூரிய வெப்பம், கடற் காற்று, அழுத்தம் போன்ற பல்வேறு காரணிகள் ஒன்றாகச்செயல்படுவதால் முன்னரே கணித்துக்கூறப் பட்ட செய்திகள் மாற்றமடைவதும் உண்டு.

படம் 1,2 ஆகியன இரு காலநிலை வரைபடங் களாகும். படம் 2 இன்சாட் 1-பி. செயற்கைக்கோள் அனுப்பிய தகவலின்படி தயாரித்த படமாகும். படம்1, ஓர் அன்றாடக் காலநிலை வரைபடமாகும். இப்படத்தில் இந்திய இலங்கைக்கான காலநிலையை அறியலாம். 1010, 1012, 1014mb கோடுகள் காற்று அழுத்தக்கோடுகளாகும். வட்டங்கள் மேகக் கூட்டங் களைக் குறிக்கின்றன. லட்சத் தீவுகள், கேரளம், கர்னாடகம்,ஆந்திரப் பிரதேசம் இவற்றில் லேசான தூறல் உண்டு என வரைபடம் காட்டுகிறது. வட மேற்கில் காற்றழுத்தம் மிகுதியாகவும் தென்மேற்கில் குறைவாகவும் இருப்பதைக் காணலாம். இயல்பான அழுத்தநிலை 1013 mb ஆகும்.

- இராம. இராமநாதன்

காலம் (இயற்பியல்)

ஓரிடத்தில் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளின் வரிசையொழுங்கை அறுதியிடும் இயற்பியல் பரிமாணம் காலம் (time) எனப்படும். இவ்வரிசையின் ஒரு கட்டத்தையும் காலம் என்றே கூறலாம். எ.கா. பகல், இரவு, இதைக் காலக்கட்டம் (epoch) எனலாம்.

கால அளவை. ஒழுங்காகத் தொடர்ந்து நடக்கும் ஏதாவது ஒரு நிகழ்ச்சி எத்தனை முறை நடை பெற்றது என எண்ணுவதன் மூலம் காலம் அளவிடப் படும். இந்நிகழ்வுகளுக்கு இடைப்பட்ட அளவை மேலும் பகுப்பதன் மூலம் நுட்ப அளவீடுகள் செய்யப் படுகின்றன. கால அளவையில் இரு கூறுகள் கவனத் தில் கொள்ளப்பட வேண்டும். அவை முறையே அதிர் வெண் அல்லது நிகழ்ச்சி நடக்கும் வீதம், ஒவ்வொரு நிகழ்ச்சியும் நடைபெறும் காலக் கட்டம் என்பன.

காலத்தை அளவிடுதல், நிகழ்ச்சியின் காலக் கட்டங்களைக் குறித்தலாகும். கால இடைவெளி இரு காலக்கட்டங்களுக்கு இடைப்பட்ட இடை வெளியாக அளவிடப்படுகிறது அல்லது நிறுத்துங் கடிகாரத்தில் செய்வது போல அறுதியிடும் ஒரு தொடக்க நிலையில் இருந்து காலம் அளவிடப்படு கிறது. தொடர்ந்து நடக்கும் நிகழ்ச்சியில் இரு நிகழ்ச்சிகளுக்கு இடைப்பட்ட கால இடைவெளி கால அலகாகக் கொள்ளப்படுகிறது. சான்றாக, புவி தன் அச்சில் ஒரு முறை சுற்றுவதற்கான காலம் அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட அணுவில் ஆற்றல் நிலை களுக்கிடையே எலெக்ட்ரான் நிலைமாற்றமடையும் போது வெளியிடும் மின்காந்தக் கதிர்வீச்சின் ஓர் அலைவு போன்றவை. பிற அலகுகள் இவ்வலகுகளின் பகுதிகளாகவோ பெருக்கல்களாகவோஅமைகின்றன. சான்றாக ஒரு மணி நேரம் என்பது ஒரு நாளின் 1/24 பகுதி, ஒரு நிமிடம் என்பது ஒரு மணியின் 1/60 பகுதி.

கால அடிப்படைகள் (time bases). பல நிகழ்வு கள் காலத்தை அறுதியிடும் அடிப்படைகளாகப் பயன்படுகின்றன. தொன்றுதொட்டுப் பயன்படுத்தப் படும் அடிப்படை, புவியின் சுழற்சி. இவ்வடிப்படை யில் காலம் நாட்கணக்கில் கணிக்கப்படுகிறது. விண் மீன்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நெடுங்கோட்டைக் கடப்பதைக் கொண்டு நாள் கணிக்கப்படுகிறது. கடி காரங்கள் நாளின் சிறு கூறுகளைக் கணிக்கப் பயன் படுகின்றன. ஆனால் நாளின் கால அளவு மாறக் கூடியது. எனவே மிக நுட்ப அளவுகள் தேவைப்படும் போது பிற அடிப்படைகள் பயன்படுகின்றன.

கோண அளவைக் காலம் (sidereal time). வசந்த காலச் சம இரவு நாளில் குறிப்பிட்ட விண்மீனின் மணிக்கோணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு கோண அளவைக் காலம் கணிக்கப்படுகிறது. இக் கோண அளவுகள் 0-24 மணி வரை வரையறுக்கப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு மணியும் 60 கோண அளவை நிமிடங்களாகவும் ஒவ்வொரு நிமிடமும் 60 கோண அளவை நொடிகளாகவும் பகுக்கப்படுகின்றன. விண் மீன்கள் அல்லது பிற விண்பொருள்கள் ஒரு குறிப் பிட்ட நேரத்தில் சரியாகக் குறிப்பிட்ட கோணத்தில் நாளும் தோன்றுவதால் வானியல் நோக்கு நிலையங் களில் கோண அளவைக் காலம் காட்டும் கருவிகளே பயன்படுகின்றன.

சூரியக் காலம் (solar time). சூரியனின் மணிக் கோணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு சூரியக் காலம் கணிக்கப்படுகிறது. சூரியத் தட்டு எனும் கருவியே சூரியக் காலத்தை ஏறத்தாழ நேரடியாகக்

கணிக்கப் பயன்படுகிறது. சூரியனைச் சுற்றும் புவியின் திசைவேக மாறுதல்களாலும் பாதை மாறுதல்களாலும் ஏற்படும் நேர மாற்றங்களைக் கணக்கில் கொண்டு சராசரி சூரிய நேரம் கணக்கிடப்படுகிறது. சூரியன் தன் பாதையில் செல்லும் வேகத்திற்குச் சம வேகத்தில் வான்மையக் கோட்டில் செல்லும் ஒரு கற்பனைப் புள்ளியின் மணிக்கோணம் சராசரி சூரியக் காலமாகக் கொள்ளப்படுகிறது. சூரியக் காலமும், கோண அளவைக் காலமும் புவியின் சுழற்சியையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.

பொதுக் காலம். வானியல் நோக்குகள் மூலம் கணிக்கப்படும் புவியின் சுழற்சியின் அடிப்படையிலான சராசரி, சூரிய நேரம் UT 1 (universal time 1) எனப்படுகிறது. உலகின் பல பகுதிகளிலும் உள்ள வானியல் நோக்குக் கூடங்களில் உள்ள அளவுகள் இச்சராசரி அளவு காணப் பயன்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் எடுக்கப்படும் கால அளவு UT0 எனப்படுகிறது. இதிலிருந்து UT1 அளவு பெறத் துருவ இயக்கத்திற்கான சரியீடு செய்யப்படல் வேண்டும். துருவ இயக்கத்தால் ஏற்படும் விளைவு பல நூறு நொடி அளவு இருக்கும். பாரிசில் உள்ள அனைத்துலகக் காலக் கணிப்பீட்டு நிலையம் (The Bureau International de l' Heure-BIH) பல வானோக்கு நிலையங்களிலும் இருந்து அளவீடுகள் பெற்று UT 1 நேரத்தைக் கணக்கிடுகிறது.

புவியின் வேகம் மாறும் தன்மையுள்ளதாலும், பல காலக் கணக்கீடுகளுக்கு நுட்பமான காலக் கணிப்பு தேவை என்பதாலும் 1969 இல் மற்றோர் அடிப்படை மூலம் நொடி என்பது வரையறுக்கப்பட்டது. இவ்வடிப்படை மூலம் சீசியம் அணுவின் இரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலைகளுக்கிடையே ஏற்படும் ஆற்றல் பரிமாற்றத்தால் பெறப்படும் கதிர்வீச்சின் 9, 192, 631, 770 அலைவு நேரங்களுக்குச் சமமான கால இடைவெளி என்று வரையறுக்கப்பட்டது. இந்த நொடி அனைத்துலகச் செந்தர நொடி என்று கூறப்படுகிறது. இது வானியல் கணக்கீடுகள் பொறுத்து மாறுவதில்லை. உலகெங்கிலும் உள்ள காலம் கணக்கிடும் ஆய்வுக் கூடங்களில் இருந்து பெறப்படும் காலக் கணக்கீடுகளை BIH சேகரிக்கிறது. இந்நேரம் அனைத்துலக அணுவியல் நேரம் (International Atomic Time - TAI) எனப்படுகிறது.

ஒருங்கமைத்த பொதுக் காலம் என்பது அணுவியல் நேரத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஆனாலும் காலக் கட்டத்தை மாற்றியமைத்து UTC இன் மதிப்பிற்கும் UT1 இன் மதிப்பிற்கும் 0.9 நொடியைவிடப் பெரும் வேறுபாடு ஏற்படாதவாறு பார்த்துக் கொள்கிறது. பெரும்பாலான நாடுகளின் தலநேரத்தின் (civil time) அடிப்படையாக UTC அமைகிறது. இது கிரீன்விச் சராசரி நேரம் எனவும் கூறப்படுகிறது. UTC நேரத்தை UT1 நேரத்திற்குச் சமமாக மாற்றச் சில முழு நொடிகளைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ வேண்டும். BIH எடுத்த முடிவின்படி ஒவ்வோர் ஆண்டும் இந்தத் தாவல் நொடிகள் (leap seconds) ஜூன் மாதம் 30 ஆம் தேதி அல்லது டிசம்பர் 31 ஆம் தேதி 23 மணி 59 நிமிடம் 59 நொடியில் சேர்க்கப்படுகின்றன. UTC, TAI இல் இருந்து முழு அணுவியல் நொடிகள் வேறுபடும்.

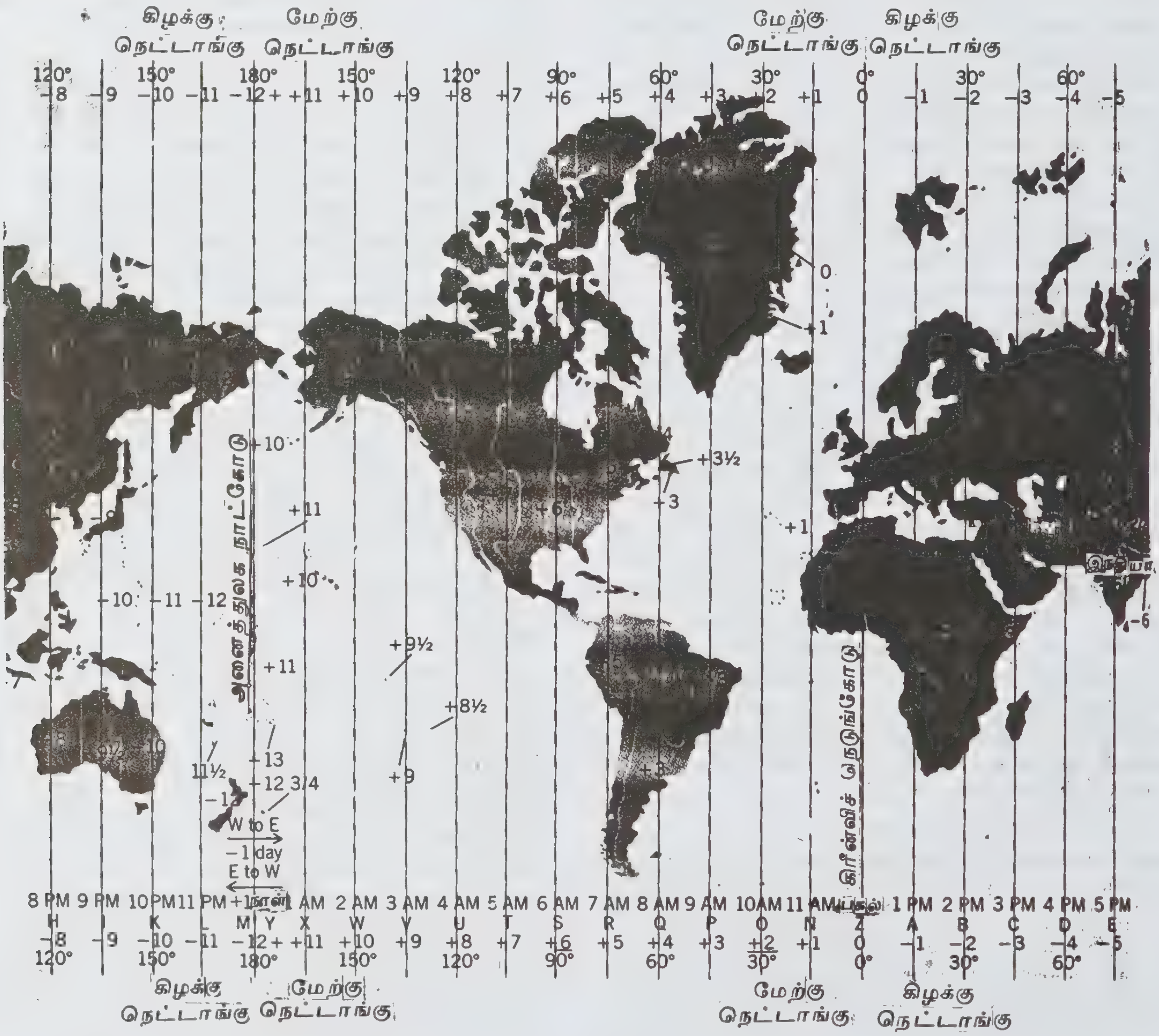
இயங்கு காலம் (dynamical time). இயங்கு காலம் என்பது சூரியன், சந்திரன், கோள்கள் ஆகியவற்றின் சுழல் இயக்கத்தின் அடிப்படையில் அமைந்தது. பாரி மைய இயங்கு காலம் (Bary Centric Dynamical Time - TDB) என்பது பாரி மையத்தைக் குறிப்பு நோக்கும் புள்ளியாகக் கொண்டு கணிக்கப்படும் இயங்கு காலத்தைக் குறிக்கும். புவிமட்ட இயங்கு காலம் (Terrestial Dynamical Time - TDT) என்பது பெருமளவு பயன்படுத்தப்படும் ஒரு கால அளவை முறையாகும். TDT = TAI + 32. 184 நொடிகள் எனும் சமன்பாட்டின் மூலம் TAI மதிப்பில் இருந்து TDT இன் மதிப்பைக் கணிக்கலாம்.

தல நேரமும் செந்தர நேரமும் (civil and standard time). புவிச் சுழற்சியை அடிப்படையாகக் கொண்ட நேர அளவுகள் மணிக்கோணங்களாக வரையறை செய்யப்படுவதால், ஒரு கணத்தில் அவை புவியில் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகின்றன. குறிப்புப் புள்ளியாகக் கருதப்படும் கற்பனைப்புள்ளி கிரீன்விச்சில் 0° நெடுங்கோட்டுக்கு (0° - meridian) நேர் மேலே இருந்தால் கிரீன்விச்சில் சராசரி சூரிய நேரம் நண்பகல் 12 மணியாக இருக்கும். அந்த நேரத்தில் கிரீன்விச்சின் கிழக்கே அமைந்த நாடுகளில் நடுப்பகலைவிடக் குறைந்த நேரமாகவும் கிரீன்விச்சின் மேற்கே அமைந்த நாடுகளில் நண்பகலைக் கடந்த நேரமாகவும் இருக்கும். இந்த நேர வேறுபாடு 15° நெடுங்கோட்டு அளவு வேறுபாட்டிற்கு 1 மணி என்று இருக்கும். அதே நேரத்தில் 180° நேர் கோட்டுப் பகுதியில் நடு இரவு 12 மணியாக இருக்கும். இதனால் மேற்கு நோக்கி உலகைச் சுற்றும் ஒருவரின் காலக் கணக்கீடு பிறர் கணக்கீட்டோடு ஒத்திருக்க வேண்டுமானால்தம் நாட்கணக்கில் ஒன்றைக் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும். கிழக்கு நோக்கி உலகைச் சுற்றுபவர் தம் நாட்கணக்கில் ஒன்றைக் கழித்துக் கொள்ள வேண்டும். அனைத்துலக நாட்கோடு என்பது நாள் மாறும் இடமாகக் கருதப்படும், ஒரு கற்பனைக் கோடு. இது 180° நெடுங்கோட்டைப் பொறுத்துத் தொடர்ச்சியாக மாறுவதைத் தவிர்க்க மண்டல நேரம் அல்லது தல நேரம் என்பது பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் புவி 24 கால மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவை 0°, 15°, 30° போன்ற நெடுங்கோடுகளை மையமாகக் கொண்ட 15° அகலமுள்ள மண்டலங்கள். (படம் 1). மண்டலத்தின் மைய நெடுங்கோட்டின்

நேரமே அம்மண்டலத்தின் நேரமாகக் கொள்ளப் படுகிறது.

அதிகாரபூர்வமான செயல்களுக்கு மண்டல நேரம் பெரும்பாலும் 0-24 மணி வரை குறிப்பிடப் படுகிறது. காலத்தைக் குறிக்க மணி நிமிடங்கள் நான்கு இலக்க எண்களாக எழுதப்பட்டுத் தொடர்ச்சியாக மண்டலத்தைக் குறிக்கும் எண்ணாகக் குறிப் பிடப்படும். எடுத்துக்காட்டாக 1009 மண்டலம் + 5 என்பது கிரீன்விச்சிலிருந்து மேற்கே ஐந்தாம் மண்டல நேரம் 10 மணி 9 நிமிடம் எனப் பொருள்படும். இந்த நேரத்திலிருந்து UTC நேரத்தைக் கணிக்க 5 மணி நேரத்தைக் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும். சில வேலைகளில் மண்டலங்கள் எழுத்துகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. கிரீன்விச் மண்டலம் Z எனும் எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. 1509 Z என்றால் 15 மணி 9 நிமிடம் UTC எனப் பொருள்படும். 180° நெடுங்கோட்டை மையமாகக் கொண்ட மண்டலம் இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு அனைத்துலக நாட்கோட்டுக்குக்கிழக்கே உள்ள பகுதி +12 என்றும் மேற்கே உள்ள பகுதி-12 என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. காலம் குறிப்பதில் ஒரு நாளின் 2400 எனும் நேரமும் மறுநாளில் 0000 எனும் நேரமும் ஒன்றே. எடுத்துக்காட்டாக ஜூலை 2,2400 எனும் நேரமும், ஜூலை 3,0000 எனும் நேரமும் ஒன்றே.

அன்றாட வாழ்வில் நேரம் மணியளவிற்கும், நிமிட அளவுக்கும் இடையே புள்ளியிடப்பட்டுத் தொடர்ந்து முற்பகல் (A.M.)அல்லது பிற்பகல் (P.M.)



உலகை ஒரு மணி நேர வேறுபாடு உள்ள 24 மண்டலங்களாகப் பிரித்தல். குறிப்பிட்ட மண்டல எண்களைத் தலநேரங்களோடு கூட்டினால் கிரீன்விச் நேரம் கிடைக்கும். இடங்களின் குறியீட்டு எழுத்துகளும் படத்தில் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. வரையப்பட்ட நேர்கோடுகள் மண்டலங்களின் நெடுங்கோடுகள்

என எழுதப்படும். இதன்படி 1009 எனும் நேரம் 10:09 A.M. என்றும் 1509 எனும் நேரம் 3:09 P.M. என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இம்முறையில் நடுப் பகலையும் நடு இரவையும் குறிப்பிடக் குழப்ப மில்லாமல் 12:00 நண்பகல் என்றும், ஜூலை 2-3 12:00 நடு இரவு என்றும் குறிப்பிட வேண்டும். நேரக் குறிப்பு மிகவும் முக்கியமாக உள்ள அலுவல் களில் பொதுவாக 12:00 என எழுதுவது தவிர்க்கப் படுகிறது. இதற்குப் பதில் 11:59 அல்லது 12:01 எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. நடு இரவிற்கடுத்த முதல் நிமிடம் 12:01 A.M. என்றும் நண்பகலுக்கடுத்த முதல் நிமிடம் 12:01 P.M. என்றும் குறிப்பிடப் படுகின்றன.

கொடுக்கப்பட்ட வரைபடம், பல நேர மண்டலங் களையும் அவற்றின் நெடுங்கோட்டு அளவு, எண், குறியெழுத்து ஆகியவற்றையும், கிரீன்விச்சில் நண் பகலாக இருக்கும்போது பிற மண்டலங்களின் நேர அளவையும் குறிப்பிடுகிறது. உலகின் பல பகுதிகளின் நேர அளவீடுகளை அனைத்துலகக் காலக் கணிப் பீட்டு நிலையம் (BIH) ஒருங்கமைக்கிறது. பொது வாக அனைத்து நாடுகளும் தங்கள் தலநேரங்களை வானொலி, தொலைக்காட்சி, தொலைபேசி போன் றவை மூலம் தெரியப்படுத்துகின்றன. இவ்வாறு அறி விக்கும் நிலையங்கள் தங்களுக்குள்ளே நேரத்தைச் சீர்படுத்த வானொலி நேரக்குறியீடுகள், செயற்கைக் கோள் அனுப்பும் நேரக் குறியீடுகள் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகின்றன.

இந்தியாவில் செல்லும் மண்டல நெடுங்கோடு 75° கிழக்கு நெடுங்கோடாகும். இதன் நேர மண்டலம் E எனும் எழுத்தாலோ மண்டல எண் -5எனும் எண்ணாலோ குறிப்பிடப்படும். தல நேரம் இந்தியச் செந்தர நேரம் எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. கிரீன் விச்சில் நண்பகலாக இருக்கும்போது இங்கு நேரம் பிற்பகல் 5 மணியாக இருக்கும். இந்தியச் செந்தர நேரத்தில் இருந்து கிரீன்விச் செந்தர நேரம் காண 5 மணி நேரத்தைக் கழிக்க வேண்டும்.

- வெ. ஜோசப்

நூலோதி. Donald E. Tilley, Walter Thumm, *Physics of College Students*, Cummings Publishing Company for California, 1976. Douglas C. Giancoli, *General Physics*, volume II, Prentice Hall, New Jersy, 1984.

காலம் (கணிதம்)

வாழ்வின் அன்றாட நிகழ்ச்சிகளுக்கும் செயல்முறை களுக்கும் இன்றியமையாதது காலம் (time) ஆகும். காலத்தை நேரம், பொழுது என்றும் குறிப்பிடுவது வழ்க்கம். காலத்தைக் காட்டும் கருவி காலங்காட்டி அல்லது கடிகை (clock) எனப்படும். வானியலில் பல காலக்கணிப்பு முறைகள் உள்ளன.

மீன்வழி நேரம். புவி தன் அச்சைச்சுற்றித் தன்னைத்தானே ஒரு முறை சுழல்வதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நிலையான காலம் மீன்வழி நாள் (sidereal day) எனப்படும். மேலும், ஒரு விண்மீன் அல்லது மேடமுதற்புள்ளி (γ) அடுத்தடுத்து மேல் உச்சி அல்லது கீழ் உச்சியைக் கடக்கும் நேரங்களுக் கிடைப்பட்ட காலத்தையும் ஒரு மீன்வழிநாள் என்று வரையறுக்கலாம், γ மேல் உச்சியைக் கடக்கும் போது மீன்வழி நாள் தொடங்குகிறது என்றும், இந்நேரத்தை மீன்வழி நண்பகல் (sidereal noon) என்றும், கீழுச்சியைக் கடக்கும்போது மீன்வழி நள்ளிரவு (sidereal midnight) என்றும் குறிப்பிடலாம். எனவே, ஒருமீன் வழிநாள் என்பது அடுத்தடுத்த இரு மீன்வழி நண்பகல் அல்லது நள்ளிரவுகளுக்கு இடைப் பட்ட நேரம் ஆகும். ஒரு மீன்வழிநாள் 24 மீன்வழி மணிகளாகவும் (sidereal hours) ஒவ்வொரு மணியும் 60 மீன்வழி நிமிடங்களாகவும் ஒவ்வொரு நிமிடமும் 60 மீன்வழி நொடிகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. γ, 24 மீன்வழி மணிகளில் 360° சுற்றுவதால், ஒரு மீன் வழி மணியில் 15° உம் ஒருமீன் வழிநிமிடத்தில் $15'$ உம், ஒரு மீன்வழி நொடியில் $15''$ உம் கடக்கும் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அதாவது γ, 1° செல்ல எடுக்கும் நேரம் 4 நிமிடமாகும். γஇன் நேரக் கோணம் H ஆனால் அந்த நேரத்தில் மீன்வழி நேரம் $\frac{H}{15}$ மணியாகும்.

தோற்றச் சூரியன் நேரம். சூரியன் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தின் மேலுச்சியைக் கடக்கும் நேரம் அந்த இடத்தின் தோற்ற நண்பகல் (apparent noon) என்றும், கீழுச்சியைக் கடக்கும் நேரம் தோற்ற நள்ளிரவு (apparent midnight) என்றும் கூறப்படும். அடுத்தடுத்துள்ள இருதோற்ற நண்பகல்களுக்கு அல்லது தோற்ற நள்ளிரவுகளுக்கிடையேயுள்ள காலம் தோற்றச் சூரிய நாள் (apparent solar day) எனப்படும். தோற்றச் சூரிய நாள், தோற்ற நள்ளிரவிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. இந்நாள் மீன்வழி நாளைவிட 4 நிமிடம் மிகுதியாக உளளது. அதாவது ஒரு சூரிய வழித் தோற்ற நாள் = 1 மீன் வழிநாள் + 4மீன்வழி நிமிடங்கள்

ஆக $365\frac{1}{4}$ சூரிய வழித் தோற்ற நாள் = $366\frac{1}{4}$ மீன் வழிநாள்

= ஓராண்டு எனப்படும்.

சூரியனின் வல ஏற்ற மாற்றத்தால் மீன்வழி நேரம், தோற்றச் சூரிய நேரம் இரண்டுமே மக்களின் அன்றாட வாழ்க்கைக்கு, நிலையான நேரத்தைக் காட்டாமையால் பயன்படவில்லை.

சராசரி சூரிய நேரம் (mean solar time). சூரியன் தோற்றப் பாதையில் (ecliptic) சீரான கோண வேகத்துடன் இயக்கவிடைச் சூரியன் (dynamical mean sun) என்னும் ஒரு கற்பனைப் புள்ளி இயங்குவதாகவும் வான நடுவரையில் (celestial equator), சீரான கோண வேகத்துடன் வான சராசரி சூரியன் (astronomical mean sun) என்னும் மற்றொரு கற்பனைப் புள்ளி இயங்குவதாகவும், இவ்விரண்டு புள்ளிகளும் γ விலிருந்து ஒரே நேரத்தில் புறப்பட்டு $360°$ அதனதன் பாதையில் சுற்றுவதாகவும் கொள்ளப்படும். இரண்டும் சீரான வேகத்தில் நகர்வதால், எந்த நேரத்திலும் இயக்கவிடைச் சூரியனின் நெட்டாங்கும் (longitude) சராசரி சூரியனின் வல ஏற்றமும் (right ascension) சமமாக இருக்கும். சராசரிச் சூரியனின் சீரான வல ஏற்ற மாற்றத்தின் அடிப்படையில் சராசரி சூரிய நேரம் அல்லது சூரிய வழிச் சராசரி நேரம் கணக்கிடப்படுகிறது. இந்நேரம் தோற்றச் சூரியன் நேரத்திலிருந்து $\pm$ 16 நிமிடங்கள் வரை வேறுபடும். சராசரி சூரியன் ஓரிடத்தின் மேலுச்சியைக் கடக்கும்போது அவ்விடத்தின் சராசரி நண்பகல் (mean noon) என்றும், கீழுச்சியைக் கடக்கும்போது சராசரி நள்ளிரவு (mean midnight) என்றும் குறிப்பிடப்படும். இந்நாள் நள்ளிரவிலிருந்து தொடங்குகிறது. இது வழக்கத்தில் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட நேரம் ஆகும்.

நாள்தோறும் புவி, மேற்கிலிருந்து கிழக்காகத் தன்னைத்தானே சுற்றுவதால், புவியின் மேலுள்ள நாடுகள் அனைத்திலும் நேரம் ஒரேமாதிரியாக இருக்காது. சூரிய உதய நேரமும், மறையும்நேரமும் இடத்திற்கு இடம் மாறும். இதனால் பல இன்னல்கள் ஏற்பட்டன. இவற்றைத் தவிர்க்க 1884 ஆம் ஆண்டு அனைத்து நாடுகள் கூட்டமொன்றில், இங்கிலாந்து நாட்டிற்கருகில் உள்ள கிரீன்விச் வழியாகச் செல்லும் நெட்டாங்கை 0° என்று குறிப்பிட்டு, புவியின் பரப்பை, நெட்டாங்கு அளவில் ஒவ்வொரு பிரிவும் 15° ஆக இருக்குமாறு 24 பிரிவுகளாகப் பிரித்தனர். கிரீன்விச்சின் இருபக்கமும் $7\frac{1}{2}°$ ஆக உள்ள ஒரு பிரிவும், பின்னர் கிழக்கேயும் மேற்கேயும் 15° ஆக ஒருபிரிவும் கூட்டிக் கொள்ள வேண்டும். கிரீன்விச் நேரத்தை நியம நேரம் (standard time) ஆகக் கொண்டு,கிழக்கேயுள்ள நாடுகளின் நேரம் கூடுதலாகவும், மேற்கேயுள்ள நாடுகளின் நேரம் குறைவாகவும் இருக்கும். அந்தந்தப் பிரிவில் உள்ள இடங்களனைத்திற்கும் இது ஒரே நேரமாக இருக்கும்.

கிரீன்விச் நேரத்திற்கும அந்தந்தப் பிரிவு நேரத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு முழுமணி அல்லது அரை மணி நேரத்திலிருக்குமாறு கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. $l°$ நெட்டாங்கு உடைய இடத்தின் சராசரி நேரம் = கிரீன்விச் சராசரி நேரம் $\pm \frac{l}{15}$ மணியாகும். இது அந்நாட்டின் நியம நேரமாகும். இந்திய நாட்டின் நியம நெட்டாங்கு $82\frac{1}{2}°$ கிழக்கு ஆவதால், இந்திய நியம நேரம் (Indian Standard Time) கிரீன்விச் சராசரி நேரம் + $\frac{82\frac{1}{2}}{15}$ மணி அல்லது கிரீன்விச் சராசரி நேரம் + 5 மணி 30 நிமிடம் ஆகும். ஒவ்வொரு நாட்டிலுள்ள அனைத்து ஊர்களும் அந்தந்த நாட்டு நியம நேரத்தைப் பின்பற்ற, அவ்வப்போது வானொலி போன்றவற்றின் மூலம் நியம நேரம் அறிவிக்கப்படுகிறது.

1925 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி முதல் தேதி வரை கிரீன்விச் சராசரி வானியல் நேரம் (Greenwich Mean Astronomical Time—GMAT) பகல் நேரத்திலிருந்து கணக்கிடப்பட்டது. பின்னர் உலகளாவிய நேரம் (Universal Time, UT) என்று குறிப்பிடப்பட்டு நள்ளிரவிலிருந்து கணக்கிட 12 மணி நேரம் கூட்டப்பட்டது. பின்னர் UT கிரீன்விச் சராசரி நேரமாக (Greenwich Mean Time) மாற்றப்பட்டு GMT எனக் குறிக்கப்பட்டது.

எஃபிமெரீஸ் நேரம். தற்போது புவியின் சுழற்சி வேகம் சற்றுக் குறைந்திருப்பதாகவும், அதனால் நாள்பொழுது கூடுதலாக இருப்பதாகவும் அறியப்பட்டுள்ளது. மேலும் ஆண்டின் முதல் பகுதியில் புவி வேகமாகச் சுழல்வதாகவும், பிற்பகுதியில் மிகவும் மெதுவாகச் சுழல்வதாகவும், இவற்றின் சராசரியாகப் புவியின் வேகம் சற்றுத் தடைப்பட்டிருப்பதாகவும், இதன் காரணமாக ஒரு நூற்றாண்டில் ஒரு நொடியின் சிறிய பின்ன அளவில் நாள்பொழுது அதிகரிப்பதாகவும் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

1952 ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் மாதம் ரோம் நகரத்தில் நடைபெற்ற அனைத்துலக வானியல் சங்கத்தின் எட்டாம் பொதுக்கூட்டத்தில், கிரீன்விச் சராசரி நேரம் புவியின் சுழற்சியைச் சார்ந்துள்ளமையாலும், சுழற்சியில் சிறு மாறுதல் உள்ளமையாலும் 1900 ஆம் ஆண்டு ஜனவரி மாதம், சூரியனின் நெட்டாங்கு $279°41'48''$ ஆக இருக்கும்போது, மீன் வழி ஆண்டின் நேர அலகை அடிப்படையாகக் கொண்டு நேரம் குறிக்கவேண்டும் என்றும், அதற்கு எஃபிமெரீஸ் நேரம் (ET) என்று பெயரிடவேண்டும் என்றும் தீர்மானிக்கப்பட்டது. அன்று ET சரியாக $0^{d}12^{h}$ ஆக இருந்தது. இதற்காக 1900 இல் கிரீன்விச் கோட்டுக்கருகே மேற்கில் $0'.95$ அருகிலும் 1960 இல் $8'77^{E}$ இலும் ஒரு கற்பனைக் கோடு உண்டாக்கப்பட்டது. 1972 இலிருந்து அனைத்துலக அணுக்காலம் (International Atomic Time-IAT) பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்நேரம் ET இன் நேரத்தைவிட 32.2 நொடி குறைவாகவுள்ளது.

இராணுவச் சேவைக்கு என 24 மணியுள்ள முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. 4 இலக்கங்களைக் கொண்ட நேரம் கொடுக்கப்படும். முதல் இரண்டு

இலக்கங்கள் மணியையும் அடுத்த இரண்டு இலக்கங்கள் நிமிடங்களையும் கொண்டிருக்கும். நள்ளிரவில் தொடங்கும் நாளின் நேரம் 00.00 என்றுகுறிக்கப்படும். 09.15 என்றால் முற்பகல் 9.15 மணியையும் 15.30 என்றால் பிற்பகல் 3.30 மணியையும் குறிக்கும்.

கிரீன்விச்சிலிருந்து கிழக்கே செல்லச் செல்ல மணி கூடுதலாகவும், மேற்கே செல்லச் செல்ல மணி குறைவாகவும் இருக்கும். இதன் விளைவாக, கிரீன்விச்சிலிருந்து கிழக்கே சென்று 180° நெட்டாங்கை அடையும் நேரம் 12 மணி கூடுதலாகவும் மேற்கு வழியாகச் சென்றடையும் நேரம் 12 மணி குறைவாகவும் இருக்கும். கப்பல், விமானம் போன்றவற்றில் பயணம் செய்யும்போது 180° நெட்டாங்கை அடைந்ததும், நேரத்தைக் குறைத்தோ, கூட்டியோ சரி செய்யவேண்டும். பசுபிக் கடல் வழியாகச் செல்லும் இக்கோட்டிற்கு அனைத்துலகத் தேதிக்கோடு (International date line) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. மாலுமி அட்டவணை (nautical almanac), வானியல் அட்டவணை (Astronomical ephemeris) ஆகியவற்றில் நாள், நேரம், பல வானியல் குறிப்பு கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றிலிருந்து நேரம் மிகவும் துல்லியமாகக் கணக்கிடப்படுகிறது.

- பங்கஜம் கணேசன்

கால மாறிலி

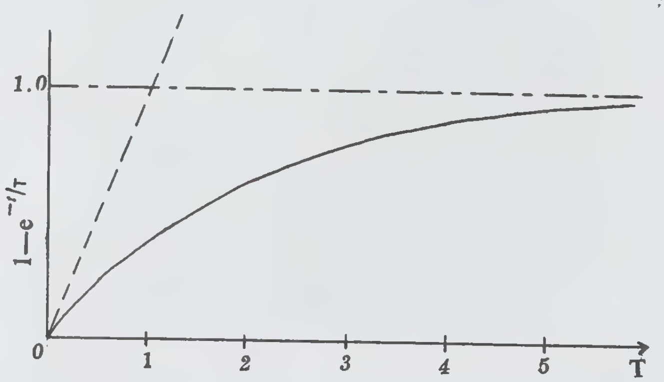
மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம், வெப்பநிலை போன்ற இயற்பியல் அளவுகள் சில வேளைகளில் காலத்துடன் குறைகின்றன. எந்த ஒரு கணத்திலும் ஓர் இயற்பியல் அளவு குறைகிற வீதம், அந்த அளவை ஒரு மாறிலியால் வகுத்தால் கிடைக்கிற மதிப்புக்குச் சமமாக அமையும் வகையில் குறைவதுண்டு. அந்த மாறிலி கால மாறிலி (time constant) எனப்படுகிறது. இதைக் கணித வடிவில் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

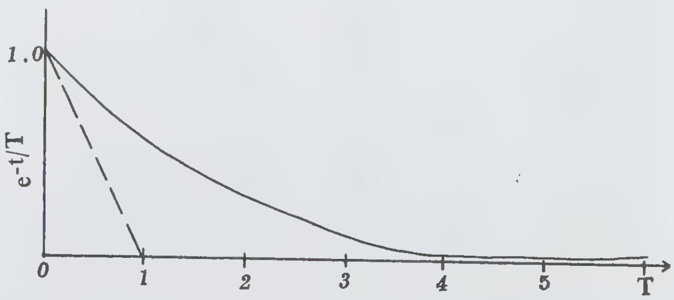
$$\frac{-dv}{dt} = \frac{v}{T}$$

இதில் $\frac{-dv}{dt}$ என்பது குறிப்பிட்ட கணத்தில் ஓர் இயற்பியல் அளவு குறைகிற வீதம். v என்பது அந்தக் கணத்தில் அந்த அளவின் மதிப்பு. T என்பது கால மாறிலி. இந்த நிகழ்வில் கால மாறிலி என்பது இயற்பியல் அளவு, இதன் தொடக்க அளவில் $\frac{1}{e}$ மடங்காகக் குறைய ஆகும் நேரம். $\frac{1}{e}$ என்பது தோராயமாக 0.368 க்குச் சமம். இதற்கு மாறாக ஓர் அளவு, காலத்துடன் மிகுதியாகலாம். எந்த ஒரு கணத்திலும் அந்த அளவு காலத்துடன் அதிகரிக்கிற வீதம், அந்த அளவின் இறுதி மதிப்புக்கும் அந்தக் கணத்திலுள்ள மதிப்புக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாட்டை ஒரு மாறிலியால் வகுக்கக் கிடைக்கும் மதிப்புக்குச் சமமாக இருக்கும். அந்த மாறிலியும் கால மாறிலி எனப்படுகிறது. இதைப் பின்வருமாறு கணிதச் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடலாம்.

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1}{T}(V - v)$$

இங்கு $\frac{dv}{dt}$ என்பது ஒரு கணத்தில் இயற்பியல் அளவு அதிகரிக்கிற வீதம். v என்பது அந்தக் கணத்தில் அந்த அளவின் மதிப்பு. V என்பது அதன் இறுதி மதிப்பு. அதுவும் மாறிலியாக உள்ளது. T என்பது கால மாறிலி ஆகும். ஓர் இயற்பியல் கணியத்தின் மதிப்பு, குறைந்த தொடக்க மதிப்பிலிருந்து மற்றோர் உயர்ந்த மதிப்பிற்கு $(1-e^{-t})$ (1) என்னும் விதிப்படி உயர்வதாகக் கொள்ளலாம். அல்லது அக்கணியத்தின் மதிப்பு, ஓர் உயர்ந்த மதிப்பிலிருந்து மற்றொரு குறைந்த மதிப்பிற்கு $e^{-t/T}$ (2) என்





படம் 1,2

னும் விதிப்படி வீழ்வதாகக் கொள்ளலாம். தொடக்க நேரத்தை t=o என எடுத்துக்கொண்டு மேற் சொன்ன காலச்சார்புகளுக்கு வரைபடங்கள் வரைந் தால் அவை முறையே படம் 1, 2இல் உள்ளவாறு இருக்கும்.

ஒரு தேக்கியை (capacitor) ஒரு தடையுடன் தொடராக இணைத்து நேர்மின்னழுத்தம் அளித் தால் தேக்கியின் மின்னழுத்தம் படம் 1இல் காட்டிய வாறு உயரும். அச்சுற்று வழியின் மின்னோட்டம் படம் 2இல் உள்ளவாறு வீழ்ச்சியுறும். இவ்வாறே ஒரு தூண்டியை (inductor) ஒரு தடையுடன் தொட ராக இணைத்து அச்சுற்று வழிக்கு நேர்மின்னழுத்தம் அளித்தால், சுற்று வழியின் மின்னோட்டம் படம்1இல் உள்ளவாறு உயரும். தூண்டத்தில் நிலவும் மின்னழுத்தம் படம் 2இல் உள்ளவாறு வீழ்ச்சியுறும்.

சார்பு 1இல் t=o எனும் போது சார்பின் மதிப்பு பூஜ்யமாகும்; $t=\infty$ எனும்போது சார்பின் மதிப்பு ஒன்று என ஆகும்;

$t = \frac{1}{T}$ எனும் போது சார்பின் மதிப்பு $1-e^{-1} = 1-\frac{1}{e} = 1-\frac{1}{2.71828} = 0.632121$ ஆகும். இச்சார்பில் T என்பது அச்சார்பின் கால மாறிலி எனப்படும். அதாவது ஒரு கால மாறிலி நேரத்தில் இச்சார்பு, தன் தொடக்க கால (t=o) மதிப்பான பூஜ்யத்திலிருந்து, தன் இறுதி மதிப்பான 1 அல்லது 100% மதிப்பில், 63.2121% மதிப்பிற்கு உயரத் தேவைப்படும் காலம், ஒரு கால மாறிலி எனப்படும். காலத்தோடு இக்கணியம் உயரும் விதம் பின்வரும் பட்டியலில் காட்டப்படுகிறது.

காலம்	கணியத்தின் மதிப்பு %
0	0
1T	63.2
2T	86·5
3T	95.0
4T	98.2
5T	99.3
10T	99.996

இதிலிருந்து ஏறத்தாழ 4 அல்லது 5 கால மாறிலி நேரத்தில் கணியம் ஏறத்தாழ தன் இறுதி மதிப்பை அடைந்துவிடும் எனத் தெரிகிறது.

$f(t) = (1-e^{-t/T})$ எனும் இச்சார்பை வகையீடு (differentiate) செய்தால் $f'(t) = e^{-t/T}\left(\frac{1}{T}\right)$ ஆகும். இது சார்பு, காலத்தோடு உயரும் விதத்தைக் குறிக்கிறது. தொடக்க கால (அதாவது t=o) உயர்வு விதம் $f'(o) = \frac{1}{T}$. சார்பு இதே வேகத்தில் உயர்ந் தால், ஒரு கால மாறிலி நேரத்தில் அதன் மதிப்பு ஒன்று ஆகும். இது படம் 1-இல் புள்ளியிட்ட கோட் டால் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனவே ஒரு கால மாறிலி என்பதைப் பின்வருமாறும் நோக்கலாம்.

$f(t) = (1-e^{-t/T})$ எனும் விதிப்படி உயரும் ஒரு காலச்சார்பு, தன் தொடக்ககால வேகத்திலேயே உயருமானால், அது தன் இறுதி மதிப்பை T எனும் நேரத்தில் அடையும். இந்த நேரத்தை அச்சார்பின் ஒரு கால மாறிலி என்று கூறலாம்.

இவ்வாறே $f(t)=e^{-t/T}$ எனும் காலச் சார்பின் மதிப்பு, காலத்தோடு வீழும் விதம் பின்வரும் பட்டி யலில் காட்டப்படுகிறது.

காலம்	கணியத்தின் மதிப்பு
0	100
1T	36.8
2T	13.5
3T	5.0
4T	1.8
5T	0.7
10T	0.004

ஒரு கால மாறிலி நேரத்தில் இக்கணியம் தன் தொடக்ககால (t=o) மதிப்பான 100 இலிருந்து 36.8% அளவிற்கு வீழ்ச்சியுறுகிறது எனத் தெரி கிறது. எனவே $f(t) = e^{-t/T}$ எனும் காலச்சார்பு விதிப்படி ஒரு கணியம் வீழ்ச்சியுறும்போது, அது தன் தொடக்ககால மதிப்பில், 36.8% அளவிற்கு வீழ்ச்சி யுற எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் ஒரு கால மாறிலி ஆகும்.

இச்சார்பை வகையீடு செய்தால் $f'(t) = e^{-t/T}\left(-\frac{1}{T}\right)$. இது சார்பு, காலத்தோடு வீழ்ச்சியுறும் விதத்தைக் காட்டுகிறது. இதன் தொடக்க கால மதிப்பு $-\frac{1}{T}$ ஆகும். இதே விதத்தில் தொடர்ந்து அச்சார்பு வீழ்ச்சியுறுமானால் ஒரு கால மாறிலி நேரத்தில் அதன் மதிப்பு பூஜ்யமாகும். இது படம்

2 இல் புள்ளியிட்ட கோட்டால் காட்டப்பட்டுள்ளது. எனவே ஒரு கால மாறிலி என்பதைப் பின்வருமாறும் குறிக்கலாம். $f(t)=e^{-t}/\tau$ எனும் விதிப்படி வீழ்ச்சியுறும் ஒரு காலச்சார்பு தன் தொடக்ககால வேகத்திலேயே வீழ்ச்சியுறுமானால், அது தன் இறுதி மதிப்பை T எனும் நேரத்தில் அடையும். இந்த நேரத்தை அச்சார்பின் கால மாறிலி எனலாம்.

ஒரு RC தொடர் சுற்று வழியின் கால மாறிலி, R மற்றும் C இவற்றின் பெருக்கற்பலனாகும். இவ்வாறே ஒரு RLதொடர் சுற்று வழியின் காலமாறிலி L/R ஆகும்.

- கு. நல்லதம்பி

நூலோதி. W. Landee, C. Davis, P. Albrecht, *Electronics Designers' Hand Book*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

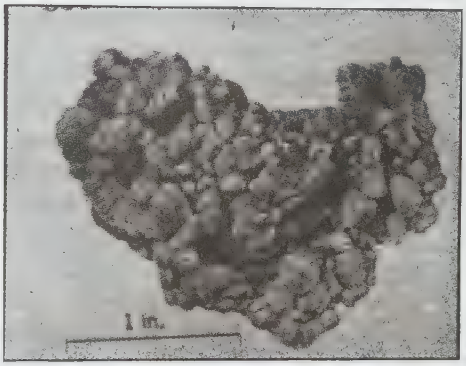
காலமின்

இது ஒரு சிலிகேட் கனிமமாகும். இது நீர்கலந்த துத்தநாகச் சிலிகேட் $(Z_nOH)_2$ SiO_3 ஆகும். இது செவ்வகத் தொகுதியின் அரை உருவ வகுப்பைச் (hemimorphic) சேர்ந்தது. இது உருவ-மைய அணுக் கோப்பினை உடையது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் இரண்டு அணுக்கூட்டங்கள் உள்ளன. இதன் படிக அச்சுகளின் விகிதம் 0.78:1:0.48 ஆகும். இக்கனிமத்தில் அடியிணை வடிவ (001) தளத்தின் மீது படிக இரட்டுறல் அரிதாகக் காணப்படுகிறது.

காலமின் (calamine) படிகங்கள் மெல்லிய, தட்டையான உருவில் உள்ளன. பக்க இணை வடிவ முகங்களில் செங்குத்தான கீறல்கள் இருக்கும். படிகத்தின் மேல், கீழ்ப்பாதி வெவ்வேறு படிக உருவம் உடையன. இந்த அரை உருவத்தைக் கொண்டு இதற்கு ஹெமி-மார்ஃபைட் என்னும் பெயரும்உண்டு. காலமின் துகள்களாகவும், கல்விழுதுகளாகவும், கொம்மைகளாகவும், இழைகளாகவும், முடிச்சுக ளாகவும் கிடைக்கிறது. காலமின் பெரும்பாலும் வெள்ளை அல்லது நிறமற்றதாக இருக்கும். வெளிறிய நீலம், பசுமை கலந்த சாம்பல், மஞ்சளான சருகு நிறங்களிலும் கிடைக்கிறது.

கனிமத்தூள் நிறமற்றது. பளிங்கு அல்லது வைர மிளிர்வு, அல்லது மண் மிளிர்வு உடையது. இதன் கடினத் தன்மை 4.5-5; அடர்த்தி 3.4 - 3.5. இதில் (110) கனிமப்பிளவுகள் தெளிவாகவும், (101) சற்றுக் குறைவாகவும், அடியிணை வடிவப் பக்கத்தில் (001) அரிதாகவும் காணப்படுகின்றன. இக்கனிமத்தின் உடைந்த பக்கங்கள் குறைந்த வளைவு முறிவுகளாகவோ ஒழுங்கற்ற முறிவுடனோ இருக்கும். இக்கனிமம் நொறுங்கும் தன்டையுடையது. அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைபுரிந்து ஊன் தசைப் படிவைக் (gelatinizer) கொடுக்கும். காலமின் இரண்டு ஒளியச்சுகளை உடையது. இதன் ஒளி அச்சுத்தளம் அடியிணை வடிவப் பக்கத்திற்கு (001) இணையாக உள்ளது. இது நேர் ஒளி சுழற்றும் (+) தன்மை உடையது. இணைமறைவு உடைய இக்கனிமத்தில் Z அதிர் திசை C- படிக அச்சிற்கு இணையாக உள்ளது. இதன் ஒளி விலகல் எண்கள் $\alpha=1.614$: $\beta=1.617$; $\gamma=1.636$ ஆகும்.

காலமின் புறஊதா ஒளியில் சற்றே வெண்மையாகத் தோன்றும். காலமின் நீண்ட உருவத்தில் நரம்புகளைப் போலவும் திராட்சை வடிவிலும் கிடைக்கிறது. துத்தநாகப் படிவுகள் இருக்குமிடங்களில் தரைமட்டத்திற்கு அருகில், ஆக்சைடுகளிருக்கும் பகுதியில் இது கிடைக்கிறது. இதனுடன் கலீனா, ஸ்மித்ஸோனைட், ஸ்ஃபேகலரைட், செருசைட், ஆங்கிலசைட் ஆகியன கிடைக்கின்றன.



படம் 1. திராட்சை வடிவக் காலமின் படிகங்கள்

காலமின் கலிபோர்னியா, நிவேடா, கொலராடோ, நியூஜெர்சி ஆகிய இடங்களிலும் இங்கிலாந்து, பெல்ஜியம், ஃபிரான்ஸ், ஸ்பெயின், ஆஸ்திரியா, ருமேனியா, ரஷ்யா, அல்ஜீரியா ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது. கல்விழுது போன்று கிடைக்கும் இக்கனிமத்திற்குக் காலமஸ் என்னும்

ஒருவகைக் கோரையிலிருந்து காலமின் என்னும் பெயர் வந்ததென அக்ரிகோலா என்பார் கூறியுள்ளார். இக்கனிமம் துத்தநாகம் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. L.G. Berry & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1985.

காலமுறைச்சார்பு

விண்ணில் கோள்களின் இயக்கம், கடிகார ஊசலின் அலைவு, எந்திரங்களில் காணப்படும் பல்வேறு பகுதிகளின் சுழற்சி இயக்கங்கள் யாவும் கால முறைச் செய்முறைகளை ஒத்துள்ளமையைக் காணலாம். காட்டாக, ஹாலே வால் விண்மீன் 75 ஆண்டுக்கு ஒரு முறை தோன்றுவதிலிருந்து அது 75 ஆண்டுகளைத் தன் கால வட்டமாகக் கொண்ட ஒரு வால் விண்மீன் எனத் தெரிகிறது. கணித ரீதியாகக் காலச் செய்முறைகளைக் கால முறைச் சார்புகளைக் (periodic functions) கொண்டு விளக்கலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் t இல் ஏதேனும் ஒரு கால முறைச் செய்முறையின் தன்மையை f(t) என்னும் சார்பு குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம். இதன் கால வட்டம் T எனில் (t+T) நேரத்திற்குப் பின்னரும் அச்செய்முறை t நேரத்தில் கொண்டிருந்த தன்மையையே பெற்றிருக்கும் ஆதலால் $f(t) = f(t+T)$ ஆகும். இந்நிலையில் f(t) ஒரு கால முறைச் சார்பு ஆகும். ஒரு காலமுறைச் சார்பு பொதுவாகப் பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு t இன் மதிப்புக்கும் $f(t) = f(t+T)$ என்பது உண்மையானால் f(t) ஒரு கால முறைச் சார்பு எனப்படும். இங்கு T என்பது f(t) இன் கால வட்டமாகும்.

$$f(t) = \text{Sin}\, t \text{ என்க}$$

$$f(t+2\pi) = \text{Sin}\,(t+2\pi) = \text{Sin}\, t$$

$$\text{எனவே } f(t+2\pi) = f(t)$$

இதிலிருந்து f(t) = Sin t ஒரு கால முறைச் சார்பு என்றும், இதன் காலவட்டம் $T = 2\pi$ என்றும் அறியலாம். Cos t என்னும் சார்புக்கும் இது உண்மையாகும். இவற்றிலிருந்து

$$F(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{N} (a_n \cos nt + b_n \text{Sin}\, nt)$$

என்னும் கோணக்கணிதப் பல்லுறுப்புக் கோவையும் 2π கால வட்டம் கொண்டது என்று அறியலாம். இக்கொள்கை ஃபூரியர் தொடர்களைப் பற்றி விரிவாகப் படித்து உணரப் பயன்படுகிறது.

இயற்பியலில் காலமுறைச் சார்புகளைப் பெற்ற இயக்கங்கள் பெரும்பாலும் சாதாரண சீரிசை இயக்கங்களாக (simple harmonic motions) விளங்குவதைக் காணலாம்.

சீரிசை இயக்கத்தை அறுதியிடும் சமன்பாடு $x(t) = A \,\text{Sin}\,(\omega t+\alpha)$ ஆகும். ஒரு நிலையான புள்ளியிலிருந்து t நேரத்தில் துகள் நகர்ந்திருக்கும் தொலைவை இச்சமன்பாடு குறிக்கிறது.

இங்கு A, ω, α மாறிலிகள் ஆகும். A -ஐ வீச்சு (amplitude) என்றும் ω -ஐ மீள்வெண் (frequency) என்றும் கூறலாம். $\omega t+\alpha$ என்பது நிலைமை (phase) எனப்படும். குறிப்பாக α என்பது தொடக்க நிலைமை (initial phase) எனப்படும்.

$$x\left(t+\frac{2\pi}{\omega}\right) = A\,\text{Sin}\left(\omega\left(t+\frac{2\pi}{\omega}\right)+\alpha\right)$$

$$= A\,\text{Sin}\,(\omega t+2\pi+\alpha)$$

$$= A\,\text{Sin}\,(2\pi+\omega t+\alpha)$$

$$= A\,\text{Sin}\,(\omega t+\alpha)$$

$$= x(t)$$

எனவே சீரிசை இயக்கத்தின் காலவட்டம்

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ ஆகும்.}$$

$$x(t) = A\,\text{Sin}\,(\omega t+\alpha)$$

$$\dot{x}(t) = \frac{dx}{dt} = A\omega\,\text{Cos}\,(\omega t+\alpha)$$

$$\ddot{x}(t) = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2\,\text{Sin}\,(\omega t+\alpha)$$

$$= -\omega^2 (A\,\text{Sin}\,(\omega t+\alpha))$$

$$= -\omega^2 x(t)$$

அதாவது எந்த ஒரு நேரத்திலும் துகளின் முடுக்கம் (acceleration) நிலையான புள்ளி Oவை நோக்கியிருக்கும் என்றும், O விலிருந்து அத்துகள்களுக்குள்ள தொலைவிற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் என்றும் அறியலாம். தனி ஊசல் (simple pendulum), கூட்டு ஊசல் (compound pendulum) போன்றவை சீரிசை இயக்கங்களைப் பெற்றுள்ளன. f(t)=sint எனும் சார்பில் tக்குப் பதிலாக $t+2\pi$, $t+4\pi$, ... $t+2n\pi$;........ (n மிகை முழு எண்) பிரதியிடுவதன் மூலம் அச்சார்பின் மதிப்பு மாறாமலிருப்பதைக் காணலாம். எனவே Sint இன் காலவட்டங்களாக $2\pi, 4\pi$.........$2n\pi$, ... ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

இருப்பினும் இவற்றில் மிகச்சிறிய கால வட்ட மான 2π அடிப்படைக் காலவட்டம் (fundamental period) எனப்படும். இது அடிப்படைக் காலவட்டம் எனப்படுவதற்கு இதன் பின்னமடங்கு ஒரு கால வட்டமாயில்லாமையே முக்கிய காரணம் ஆகும். ஒரே சார்புக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அடிப்படைக் காலவட்டங்களும் இருக்கலாம். எ.கா. சிக்கல் பகுப் பாய்வில் (complex analysis) வரும் நீள்வட்டச்சார்பு கள் (elliptic functions) இரண்டு அடிப்படைக் கால வட்டங்கள் கொண்டவையாகும்.

காலவட்டங்களுக்கெனச் சில சிறப்பான பண்புகள் உண்டு. எ.கா. T என்பது ஓர் அடிப்படைக் கால வட்டமாயின் அதன் ஒவ்வொரு முழு எண் மடங்கு KT,($K=\pm 1, \pm 2$,--------) ஒரு கால வட்டமாகும். மேலும் T_1, T_2 என்பவை ஒரே காலமுறைச் சார்பின் இரண்டு அடிப்படைக் கால வட்டங்களாயின் $T_1 \pm T_2$ உம் ஒரு கால வட்டமாகும். பிற சார்புகளுக்கு இல்லாத சில சிறப்பான பண்புகள் காலமுறைச் சார்புகளுக்கு உண்டு. சிக்கல் பகுப் பாய்வில் நீள்வட்டச் சார்புகளின் கொள்கைகளைப் பற்றி ஆராயும்போது, சிக்கல் தளத்தின் அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் இவற்றை ஆராய வேண்டிய தேவை யில்லை. மாறாக, கால வட்ட இணைகரத்திலுள்ள புள்ளிகளில் மட்டும் ஆராய்தல் போதும். கால முறைப் பண்பைப் பயன்படுத்திச் சிக்கல்தளம் முழுது மாக விரிவுபடுத்திக் கொள்ள முடியும். ஒரு துகள் கால முறை இயக்கம் பெற்றிருப்பின் t நேரத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியைக் கடக்கையில் அத்துகளின் இயக்கத்தன்மை எவ்வாறிருந்ததோ அதே தன்மை காலவட்ட நேரத்திற்குப் பின்னும் இருக்கும் என் பதைக் காணலாம். இதனால் இயற்கையோடு இயைந்த காலமுறை, அறிவியலில் ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பெறுகிறது என அறியலாம்.

- அ. ரகீம் பாட்சா

கால வரைப்படிவு இயல்

புவி தோன்றிச் சுமார் 450 கோடி ஆண்டுகளா கின்றன. இக்காலத்தில் பல்வேறுபட்ட சூழ்நிலை களில் வேறுபட்ட குளிர் வெப்ப நிலைகளில் பற்பல உயிரினங்களும் பயிரினங்களும் தோன்றியிருக்கின்றன. அழியும் போது இவற்றின் கடினப்பகுதிகளான ஓடுகள், எலும்புகள், பற்கள் மரத்தின் தண்டுப் பகுதி போன்றவை தொல்லுயிர்ப் படிவுகளாக மாறு வதற்கான வாய்ப்புகள் மிகுதி. புவியில் காணப்படும் இயற்கைச் செயலிகள் பற்பல. காற்று, ஆறு, கடல், பனியாறு, எரிமலை, நிலநடுக்கம் போன்றவை செயலாற்றும்போது புவியின் மேற்பகுதியில் அரி மானம் ஏற்பட்டு, கற்கள், மணல் போன்ற பொருள் கள் வேறு இடங்களுக்கு அடித்துச் செல்லப்பட்டுப் புதிய இடங்களில் படிந்து படிவுகளாக அமை கின்றன. ஆற்றின் நீரோட்டம் போன்ற செயல் களால் ஆற்றின் கரையோரம் மற்றும் தரைப்பகுதிகள் அரிக்கப்பட்டுப் பாறைகளும் கற்களும் சின்னஞ்சிறு துகள்களாக்கப்பட்டு அவை கடலடியைச் சென்ற டைந்து படிவுகளாவது ஓர் அன்றாட நிகழ்ச்சியாகும். இவ்வாறு உருவான படிவுகள் காலப்போக்கில் கெட்டிப்பட்டு, உறுதியாகித் திண்மை பெற்று வலிமையான பாறைகளாகின்றன. இத்தகு படிவு களைப் பற்றி விரிவாக எடுத்துரைக்கும் கால வரைப்படிவு இயல்(chronostratigraphy) ஆகும்.

படிவு இயலில், புவி தோன்றிய நாள் முதல் இன்று வரையுள்ள பல்வேறான காலங்கள் சிறு அலகுகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறு பகுத்து, ஒவ்வொரு காலத்தையும் வேறுபடுத்திக் காட்டும் இயலே கால வரைப்படிவு இயலாகும். இந்த அறிவியலின் நோக்கம் ஒவ்வொரு படிவு தொகுதி யின் சரியான காலத்தை உறுதி செய்வதே ஆகும். படிவுகளின் காலத்தை உறுதி செய்வதற்குப் பற்பல காரணிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. திருச்சி மாவட்டம் அரியலூர்ப் பகுதியில் கிரேட்டேசியத் தொகுதியைச் சேர்ந்த படிவு பாறைகள் காணப் படுகின்றன. இத்தொகுதியில் மணற்பாறை, சுண்ணாம்புப் பாறை, களிமண் பாறை ஆகியவை உள்ளன. இவற்றில் காணப்படும் தொல்லுயிர்ப் படிவுகளின் துணை கொண்டு இப்பாறைகள் கிரேட் டேசியக் காலத்தைச் சேர்ந்தவை என உறுதிப் படுத்தப்பட்டுள்ளது. இது போல உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் படிவுகளின் காலத்தைக் கண்டறியத் துணைபுரிவது கால வரைப்படிவு இயலாகும்.

கால வரைப்படிவு இயலுக்குப் பெரிதும் துணை புரியும் காரணிகள் மூன்று. முதலாவது பாறைப் பண்பும் வகையும். இரண்டாவது தொல்லுயிர்ப் படிவுகள். மூன்றாவது அடுக்கு நிலை (order of super position). புவியின் தட்பவெட்ப நிலை உலகின் பெரும்பகுதியில் பெரும்பாலும் சீராகவே இருக்கும். எனவே ஒரு பகுதியில் ஒரு வகைப் பாறை காணப் பட்டால் அதே வகைப் பாறை கிடைக்கும் மற்றோர் இடம் ஒரே காலத்தைச் சார்ந்ததாக இருக்கலாம். மேலும், சில பாறைகள் குறிப்பிட்ட காலத்தில் மட்டுமே தோன்றிப் பிறகு எங்குமே தோன்றாமல் போய்விடுவதும் உண்டு. இவ்வகைப் பாறைகள் காலங்காட்டும் பாறை (Index rock) எனப்படும். இந்தியாவின் வட பகுதியில் காணப்படும் ஸ்பிட்டி களிமண்ணும் தென்பகுதியில் காணப்படும் பாரகர் மணற்பாறையும் காலங்காட்டும் பாறைகளாகும்.

கால வரைப்படிவு இயலுக்குத் துணை புரியும் மிக முக்கிய காரணி தொல்லுயிரிப் படிவாகும். இது ஓர் அகச்சான்று என்பதால் மிகவும்

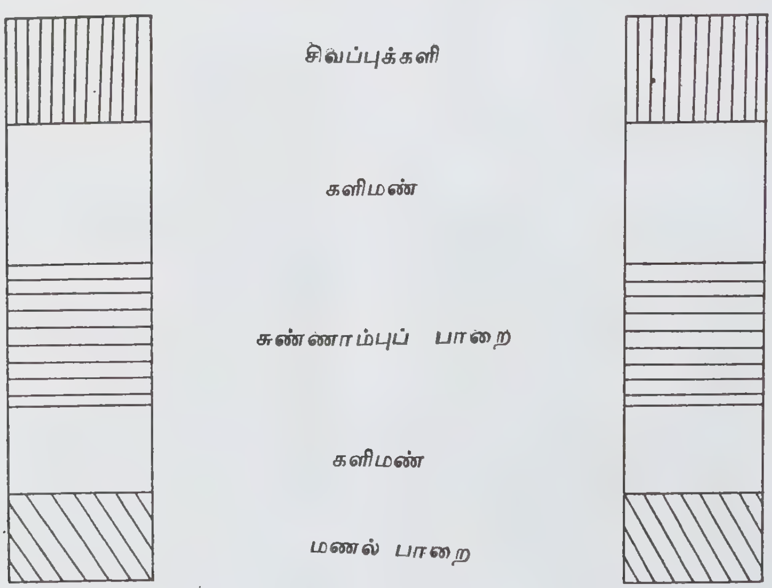
பயனுள்ளது. ஒவ்வொரு காலத்திலும் பல்வேறு வகையான விலங்குகளும் பயிர்களும் தோன்றியுள்ளன. இவை காலநிலை வளர்ச்சியால் படிப்படியாக மாற்றத்திற்கு உள்ளாயின. இவை இறந்தவுடன் இவற்றின் கடின உறுப்புகளான மேலோடுகள், பற்கள், எலும்புகள், மரங்களின் தண்டுப்பகுதி போன்றவை தொல்லுயிர்ப் படிவுகளாகின்றன. படிவு பாறைகளிலேயே தொல்லுயிர்ப் படிவுகளை மிகுதியாகக் காணலாம். உயிரினங்களும் பயிரினங்களும் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு தத்தம் பண்புகளை மாற்றிக் கொள்வதால் அவற்றின் புறத்தோற்றத்திலும் வேறுபாடுகள் காணப்படலாம். எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட விலங்கினமோ, பயிரினமோ குறித்த காலத்தை உணர்த்தும். சிற்சில உயிரினங்கள் மிகக் குறுகிய காலத்தில் மட்டுமே வாழ்ந்திருக்கும். அவ்வகை உயிரினங்கள் உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் பரவலாகக் காணப்பட்டால் அவை ஒரு சிறந்த தொல்லுயிர்ப்படிவாக அமைகின்றன. கிராப்டோலைட் என்ற உயிரினம் மிகச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இந்த உயிரினப் பூச்சிகள் ஆர்டோவிசியன் காலத்தில் தோன்றிச் சைலூரியன் காலத்தில் முற்றிலும் மறைந்தன. எனவே கிராப்டோலைட் உள்ள பாறைகளை, ஆர்டோவிசியன், சைலூரியன் காலத்தைச் சேர்ந்தவை என எளிதில் கண்டுபிடிக்க முடியும். மேலும் கிராப்டோலைட் உயிரினங்களின் வெளித்தோற்றத்தில் பற்பல மாற்றங்கள் குறுகிய கால இடைவெளியிலேயே நிகழ்ந்துள்ளன. எனவே வெளித்தோற்றப் பண்புகளைக் கொண்டு காலத்தை மிகவும் துல்லியமாகக் கணக்கிட முடியும். சிற்சில பாறைகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினம் உலகம் முழுதும் நன்கு பரவியிருக்கும். டிரைலோபைட் உயிரினங்கள் கேம்பிரியன் காலத்தில் நன்கு பரவியிருந்தன. இவற்றைக் காலங்காட்டும் தொல்லுயிர்ப் படிவுகள் (Index fossil) என்பர்.

மூன்றாம் காரணி அடுக்கு நிலை (order of superposition), பாறைகள் படியும்போது, அடுக்கு நிலை ஏற்படுகின்றது. அடுக்குநிலை ஓர் இடத்தோடு மற்றோர் இடத்தை ஒப்புநோக்கிக் காலத்தைக் கண்டறிய உதவுகிறது.

படம் 1 இல் காட்டியுள்ள 'அ' 'ஆ' இரு இடங்களும் நீண்ட தூர இடைவெளிக்கிடையே காணப்படும் இரு படிவு தொகுதிகள். இவற்றின் அடுக்கு நிலையை ஒப்பிட்டு நோக்கும்போது இரண்டும் சமகாலத்தவை என்பது புலனாகும். இரு தொகுதிகளிலும் ஒரே மாதிரியான அடுக்குநிலையைக் காணலாம்.

புவியின் 450 கோடி ஆண்டுகளும் அடுக்குநிலை, தொல்லுயிர்ப் படிவுகள், பாறை வகைகள் ஆகியவற்றின் துணையோடு பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. முக்கியப் பிரிவுகள் வருமாறு:

கால அளவில் மிகச் சிறியது குறுங்காலம் (short time). குறுங்காலப் படிவுகள் பகுதி எனப்படும். பல பகுதிகள் கொண்டது நிலை. பல நிலைகள் கொண்டது அடுக்கு. அடுக்குகள் சேர்ந்தது அமைப்பு. சில அமைப்புகளை உள்ளடக்கியது தொகுதி எனப்படும். இதுவே கால வரைப் படிவு இயலின் கால நிலையில் பெரும் பிரிவாகும். இப்பிரிவுகள் சமமான கால அளவைக் கொண்டவை அல்ல. ஒவ்வொன்றும் வேறுபடும் ஆண்டுகளைக் கொண்டது. ஜுராசிக் அமைப்பு 6 கோடி ஆண்டுகளாகும். ஆனால் கிரிட்டேசியஸ் அமைப்பு 7.5 கோடி ஆண்டுகளாகும்.



படம் 1. (அ), (ஆ)

தொகுதி	அமைப்பு	பத்து லட்சம் ஆண்டுகளில் காலம்	1இலிருந்து ஆண்டுகள்	முக்கிய தொல்லுயிர்ப் படிவுகள்
அண்மைக்காலம் (கைனசோயிக்)	தற்காலம்	.01	.01	வாழும் உயிரினம்.
	பிளிஸ்டோசின்	1	1	மனிதன் தோற்றம் பல பாலூட்டிகள் மறைவு
	பிளையோசின்	7	8	பாலூட்டிகள்
	மையோசின்	17	25	மொலஸ்கா
	ஆபிகோசின்	13	38	பூக்கும் தாவரங்கள்
	சியோசின்	27	65	மிகுதி
இடைக்காலம் (மீசோசோயிக்)	கிரேட்டேசியஸ்	75	140	டயனசார்ஸ் மற்றும் அம்மோனைட் மறைவு பூக்கும் தாவரங்கள் மிகுதி.
	ஜுராசிக்	60	200	அம்மோனைட் மிகுதி. முதல் பறவைத் தோற்றம் பூக்கும் தாவரம் கடல் பூச்சிகள்.
	டிரையாசிக்	40	240	அம்மோனைட் மிகுதி ஊர்வன மற்றும் நிலநீர் வாழும் உயிரினம்.
தொல்லுயிர்க் காலம் (பேலியோ சோயிக்)	பெர்மியன்	52	290	டிரைலோபைட் மறைவு
	கார்பானி ஃபெரஸ்	60	350	ஊர்வனவற்றின் தோற்றம் பூக்காத் தாவரங்கள்
	டிவோனியன்	60	410	பவழப் பூச்சிகள், டிராக்கியோபாடுகள் மிகுதி. நில நீர் வாழ்வன தோற்றம் நுரையீரல் மீன்கள்
	சைலூரியன்	35	445	கிராப்டோலைட் மறைவு முதல் தாவர இனம் மீனினத் தோற்றம்
	ஆர்டோவிசியன்	60	505	டிரைலோபைட்டும் கிராப்டோலைட்டும் மிகுதி
	கேம்பிரியன்	100	605	டிரைலோபைட் காலம்
கேம்பிரியன் முற்காலம்	முன்கேம்பிரியன்		2500	மென் உடல் உயிரினமும் பயிரினமும்
உயிரிலாக்காலம் ஏசோயிக்	ஆர்கேயன்		3600	உயிரினமில்லை

காலம்	படிவுகள்	எடுத்துக்காட்டு
ஊழி (Era)	தொகுதி (Group)	தொல்லுயிர்க்காலம்
வரையறு காலம் (Period)	அமைப்பு (System)	கிரேட்டேசியஸ்
மாறு காலம் (Epoce)	அடுக்கு (Series)	கீழ்க்கோண்டுவானா
வயது (Age)	நிலை (Stage)	அரியலூர்
குறுங்காலம் (short duration)	பகுதி (Zone)	மேற்பகுதி

இடைநிலைக் காலம் (தொகுதி)
↓
கிரேட்டேசியஸ் (அமைப்பு)
↓
திருச்சிராப்பள்ளி (அடுக்கு)
↓
உத்தத்தூர் (நிலை)
↓
மேற்பகுதி (பகுதி)

புவியின் காலங்கள் பல்வேறு சிறு அலகுகளாகப் பகுக்கப்பட்டு நிலைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட பட்டியல் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. பட்டியலில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள கால அளவு பத்து லட்சம் (மில்லியன்) ஆண்டுகளில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இன்றிலிருந்து பின்னோக்கிக் கணக்கிடல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக பெர்மியனின் கால அளவு 5.2 கோடி ஆண்டுகள். இக்காலம் இன்றிலிருந்து 29 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முந்தியது.

- இராம. இராமநாதன்

நூலோதி. Billings, *Structural Geology*, Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi.

கால வரைபடம்

விண்மீன்கள் உச்சியைக் கடக்கும் தருணத்தைப் பதிவு செய்யப் பயன்படுத்தப்படும் தானே இயங்கும் ஒரு பொறி அமைவு கால வரைபடம் அல்லது கால வரையம் (chronograph) எனப்படும். 40 செ.மீ. நீளமும், ஒரு சில செ.மீ. அகலமுமுள்ள ஓர் உருளை, காகிதம் சுற்றப்பட்டு, மின்னியல் கருவி ஒன்றோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். காகிதத்தில் ஒரு நொடிக்கொருமுறை அல்லது இரண்டு நொடிகளுக்கொரு முறை குறியிடும் வகையில் பேனா ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

விண்மீன்களைக் காண, உச்சிவட்டத்தில் சுழலுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு தொலைநோக்கியின், பொருளருகு வில்லையின் (objective glass) குவிமையத் தளத்தில் ஒற்றைப்படையான 5 அல்லது 7 செங்குத்துக் கம்பிகள் சம இடைவெளிகளில் பதிக்கப்பட்டிருக்கும். தொலைநோக்கி மூலம் குறிப்பிட்ட ஒரு விண்மீனின் பாதையைக் கணித்துக் கொண்டிருக்கும் ஆய்வாளர் அவ்விண்மீன் உச்சிக் கருகில் வரும்போது, வட்டப்பின்னல் வரியில் அதன் உருத்தோற்றம் கடக்குமாறு ஏற்பாடு செய்து, முதல் கம்பியில் வரும்போது நேரத்தைக் குறித்துக் கொள்வார். பின்னர் அது ஒவ்வொரு கம்பியைக் கடக்கும் போதும், மின் கருவியைத் தட்ட, காகிதத்தில் ஒவ்வொரு முறையும் குறி ஒன்று குறிக்கப்படும். விண்மீன் இறுதிக் கம்பியைக் கடந்தவுடன் நேரத்தைக் குறித்துக் கொள்வார். காகிதத்தில் பதிவு செய்யப்பட்ட குறிகளைக் கொண்டு, தமக்கு வேண்டிய கால அளவுகளைக் கணக்கிடுவார். கம்பிகளைக் கடந்த நேரங்களின் சராசரி, விண்மீன் உச்சியைக் கடந்த நேரமாகும். காலவரை படத்தின் மூலம் நேரங்களை மிகவும் நுட்பமாகக் கணக்கிடலாம்.

- பங்கஜம் கணேசன்

காலவெளித் தொடர்பம்

வெளி என்பதன் முப்பரிமாணத் தன்மையைப் பட்டறிவின் மூலமாக உணரமுடியும். ஒரு பொருளின் இடப்பெயர்ச்சியை மூன்று செந்தரத் திசைகளில் ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிக்க முடியும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட இடப்பெயர்ச்சியை, மூன்று செந்தரத் திசைகளில் செய்யப்பட்ட இடப்பெயர்ச்சிகள் மூலம் நிகழ்த்த முடியும். இருக்கும் நிலையில் இட - வல, முன் - பின், மேல்-கீழ் என இந்தச் செந்தரத் திசைகளை அமைக்கலாம். எந்த இடத்தில் இருந்தாலும் செந்தரத் திசைகள் மாறுவதில்லை. இடப்பெயர்ச்சி என்பது அனைத்துத் திசைகளிலும் சமவாய்ப்புடன் நிகழ முடியும். அத்துடன் இடப்பெயர்ச்சி தொடர்ந்து இடைவிடாமல் நிகழவும் இயலும். வெளி என்பது ஒரு தொடர்ச்சியான, ஒருபடித்தான தன்மையுடைய, திசையொத்த பண்புடைய(isotropic),

முப்பரிமாணமுடைய ஒரு தொடர்பம் (continuum) என முடிவு செய்யலாம். நியூட்டன் தத்துவங்கள் காலத்தையும், வெளியையும் தனித்தனிப் பகுதிகளாகவே கருதி வந்துள்ளன. ஐன்ஸ்டீன், மின்கோவஸ்கி ஆகியோர் காலமும், வெளியும் மிக நெருக்கமாகப் பின்னிப் பிணைந்தவை என்று காட்டினர்.

நியூட்டனின் கால வெளி பற்றிய கருத்துக்கள். இரண்டு மின்னல்கள் இரண்டு சிறிய இலக்குகளைத் தாக்குவதாகக் கொள்ளலாம். இத்தகைய நிகழ்வுகள் வெளியில் குறிப்பிட்ட வட்டங்களுக்குள், மிகக் குறுகிய நேரங்களுக்கு நிகழ்பவை. அவை ஒரே நேரத்திலோ முன் பின்னாகவோ நிகழ்ந்திருக்கக்கூடும். அவற்றைக் கண்டோர் எது முன்னதாக, எது பின்னதாக நிகழ்ந்தது என்பதில் ஒரே கருத்தைத்தான் கொண்டிருப்பர். அதேபோல அவை ஒரே சமயத்தில் நிகழ்ந்திருந்தால் அனைவரும் ஒப்புக்கொண்டு விடுவர். இரண்டு நிகழ்வுகளும் வெவ்வேறு நேரங்களில் நடைபெற்றிருந்தாலும் அவற்றுக்கிடையிலான நேர இடைவெளி பற்றி அனைவரும் ஒரே மாதிரியான கருத்துக் கொண்டிருப்பர். இரண்டு நிகழ்வுகளும் நடைபெற்ற புள்ளிகளுக்கிடையிலான தொலைவைப் பற்றியும் கருத்து வேற்றுமை இராது.

தொலைவில் ஒரே சமயத்தில் நிகழும் நிகழ்வுகளைப் பற்றிய கருத்து குறிப்பிடத்தக்கது. நிகழ்வுகளுக்கிடையிலான கால இடைவெளி அல்லது நிகழிடங்களுக்கிடையிலுள்ள தொலைவு பற்றிய கருத்துகள் அதைப் பொறுத்தே அமையும். நேரப் பொருத்தம் (simultaneity) என்னும் கருத்து, பொருள் படைத்ததாக இருக்க வேண்டுமானால், வெவ்வேறு பார்வையிடங்களில் உடனடியாகப் பதிவு செய்யும் கருவிகள் இருக்க வேண்டும்.

உண்மையில் எந்த ஒரு பொருளும், அலையும் ஒளியின் திசைவேகத்திற்கு மேற்பட்ட வேகங்களில் பயணம் செய்ய முடியாது என்று ஒப்புமைக்கொள்கை கூறுகிறது. மேலும் சரியாக ஒளியின் வேகத்துடன் பயணம் செய்யும் குறியீடு, வெவ்வேறு வேகங்களுடன் இயங்கிக்கொண்டுள்ள பார்வையாளர்களுக்குக்கூட, ஒரே வேகத்தில் பயணம் செய்வதாகத்தான் தோன்றும். மைக்கல்சன்-மார்லி ஆய்வின் முடிவுகளை இந்த அடிப்படையில்தான் விளக்க முடிகிறது. எனவே இரண்டு நிகழ்ச்சிகள் ஒரே சமயத்தில் நிகழ்ந்தனவா இல்லையா என்பதை அவற்றின் நிகழிடங்களிலிருந்து ஒளியின் வேகத்துடன் புறப்பட்டுப் பார்வையாளர்களை வந்து அடையக்கூடிய குறியீடுகளின் உதவியால் மட்டுமே தீர்மானிக்க முடியும்.

இத்தகைய சூழ்நிலைகளில் ஒரே பதிவு முறையைப் பயன்படுத்துகிற இரண்டு பார்வையாளர்கள் வெவ்வேறு வேகங்களில் பயணம் செய்து கொண்டிருப்பார்களேயானால், தொலைவில் நிகழ்ந்த இரண்டு நிகழ்ச்சிகள் ஒரே சமயத்தில் நிகழ்ந்தவை என்பதை உணரமாட்டார்கள். அதேபோல அவர்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் நகர்ந்துகொண்டிருக்கும் கடிகாரங்கள் காட்டும் நேர அளவுகளையோ, அளவுகோல்களின் நீளங்களையோ ஒரே மாதிரியாக உணரமாட்டார்கள். வெவ்வேறு பார்வையாளர்களுக்கும், வெவ்வேறு மேற்கோள் சட்டங்களுக்கும் (frames of reference) தனித்தனியாகக் கடிகாரம் ஓடும் வேகங்களையும், அளவுகோல்களையும் முடிவுசெய்துகொண்டு நிகழ்வுகளைப் பதிவு செய்ய வேண்டும். ஒவ்வொரு பார்வையாளரும் தமக்கென்று ஒரு கடிகாரத்தையும் அளவு கோலையும் வைத்துக்கொண்டு ஒளியின் பயண வேகத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். இந்தத் தேவையின் அடிப்படையில் லாரன்ட்சின் மாற்றங்கள் (Lorentz's transformations) எனப்படும் சமன்பாடுகள் உருவாக்கப்பட்டன.

மின்கோவஸ்கியின் தத்துவம். மின்கோவஸ்கியின் நான்கு பரிமாணக் கால - வெளித்தொடர்பம் ஐன்ஸ்டீனின் பொது ஒப்புமைக் கொள்கை, நிறையீர்ப்புக் கொள்கை ஆகியவற்றுக்குத் தொடக்கப் புள்ளியாக அமைகிறது. மின்கோவஸ்கி சிறப்பு ஒப்புமைக் கொள்கை மற்றும் ரீமனின் நான்கு பரிமாண வடிவியல் (four dimensional geometry) ஆகியவற்றின் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தி, 1908 ஆம் ஆண்டில் நான்கு பரிமாணக் காலவெளித் தொடர்பம் என்னும் புதிய கருத்தை உருவாக்கினார். அது சிறப்பு ஒப்புமைக் கொள்கையின் வடிவியல் விளக்கமாகக் கருதப்படுகிறது.

1827 இல் காஸ் பரப்புகளைப் பற்றிய ஒரு பொதுவான கொள்கையை உருவாக்கினார். 1854 இல் ரீமன் நடைமுறையிலுள்ள முப்பரிமாண யூக்லிடின் வடிவியல், வெளி வளைந்திருப்பதாகக் கொள்கிற நான்கு பரிமாண வடிவியலின் ஒரு சிறப்பு நிலையே என்று காட்டினார். முப்பரிமாண வடிவியலுக்குப் பொருந்துகிற கூறுகள் அனைத்தும் அனைத்துப் பரிமாண வடிவியல்களுக்கும் பொருந்த வேண்டும்.

S என்னும் ஒரு மேற்கோள் சட்டத்தில் நிகழ்கிற எந்த ஒரு நிகழ்ச்சியையும் x, y, z, t என்னும் நான்கு ஆயங்களால் (coordinates) குறிப்பிட முடியும். v என்னும் ஒப்புத் திசைவேகத்துடன் x அச்சுத்திசையில் நகர்ந்து கொண்டுள்ள S′ என்னும் மேற்கொள் சட்டத்திலிருந்து கொண்டு அதே நிகழ்ச்சியைப் பார்க்கும்போது அதை x′, y′, z′, t′ என்னும் நான்கு ஆயங்களால் குறிப்பிட வேண்டியுள்ளது. எளிமைக்காக இரண்டு மேற்கோள் சட்டங்களும் $t = t' = 0$ என்னும் கணத்தில் ஒன்றாகப் பொருந்தி இருந்ததாக வைத்துக் கொள்ளலாம்.

இப்போது, $x^2 + y^2 + z^2 - c^2 t^2$
$$= x'^2 + y'^2 + z'^2 - c'^2 t'^2$$
இங்கு $-c^2 t^2$, $-c'^2 t'^2$ ஆகியவற்றை நான்கு பரி

மாண வடிவியலின் நான்காம் ஆயத்தின் இருமடியாக எடுத்துக் கொள்ளலாம் என மின்கோவஸ்கி வாதிட்டார். அனைத்து ஆயங்களுக்கும் குறி ஒரே மாதிரியாக இருப்பதற்காக $(-c^2t^2) = \omega^2$ எனவும் $(-c'^2t'^2) = \omega'^2$ எனவும் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். அப்போது $\omega = ict$, $\omega' = ict'$,

இங்கு $i = \sqrt{-1}$

எனவே $x^2 + y^2 + z^2 + \omega^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 + \omega'^2$

காலத்தையும் வெளியையும் இணைக்கிற இந்த நான்கு பரிமாணக் கூட்டணி மின்கோவஸ்கியின் உலகம் அல்லது நான்கு பரிமாணக் காலவெளித் தொடர்பம் எனப்படுகிறது. இங்குக் காலம் ஒரு கற்பனையான நீளத்திற்குச் சமானமாகக் கொள்ளப்படுகிறது. காலம், வெளி ஆகியவற்றின் தனித் தன்மை மறைந்து அவற்றின் ஒன்றிப்பு மட்டுமே தனிப்பட்டிருக்கக் கூடியதாகிறது. காலமும் வெளியும் பிரித்துணர முடியாத வகையில் பின்னிப் பிணைந்து விடுகின்றன. இத்தகைய அமைப்பிலுள்ள ஒரு புள்ளி உலகப்புள்ளி (world point) எனப்படும். ஒரு துகளின் இயக்கம் உலகக்கோடு (world line) எனப்படும் கோட்டால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அதன் பாதை, காலத்தைச் சார்ந்து அமையும். முப்பரிமாண வெளியில் அக்கோட்டின் வீழ்ச்சிகள் (projections) அப்பாதையின் போக்கைக் குறிக்கும்.

நான்கு பரிமாண வெளியில் இருபுள்ளிகள் $(x_1, y_1, z_1, \omega_1)$, $(x_2, y_2, z_2, \omega_2)$ என்னும் ஆயங்களைப் பெற்றிருந்தால் அவற்றுக்கிடையிலுள்ள தொலைவு s பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப்படும்.

$$s^2 = (x_2-x_1)^2 + (y_2-y_1)^2 + (z_2-z_1)^2 + (\omega_2-\omega_1)^2$$

இந்தச் சமன்பாட்டின் உருவம் அனைத்து அமைப்புகளிலும் ஒரேமாதிரியாக இருக்கும். எனவே துகள்களின் உலகக்கோடு எந்த ஓர் ஆய அமைப்பிலும் நிகழ்ச்சிகளை ஒரே மாதிரியாகக் குறிப்பிடும். ஓர் உலகக் கோட்டுக் கூறுக்கு இச்சமன்பாட்டின் மாறா வடிவும் (invariant form) பின்வருமாறு அமையும்.

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 + d\omega^2$$

$$= dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2$$

இவ்வாறு நீளம் என்பது dx, dy, dz என்னும் மூன்று பரிமாணங்களால் மட்டுமன்றி dt என்னும் ஒரு நான்காம் பரிமாணத்தாலும் குறிப்பிடப்படும்.

x, y, z, t என்னும் அச்சுகளுள்ள s என்னும் மேற்கோள் சட்டத்துடன் v என்னும் ஒப்புமைத் திசைவேகத்துடன் x- திசையில் நகருகிற x′, y′, z′, t என்னும் அச்சுகள் உள்ள s′ என்னும் மேற்கோள் சட்டத்தை எடுத்துக்கொண்டு முதல் சட்டத்திலிருந்து மாறுவதென்பது x, y, z, ω என்னும் அச்சுகளை x, ω இரண்டாம் சட்டத் தளத்தில் θ கோணத்தில் சுழற்றுவதற்கு ஒப்பானது என்று மின்கோவஸ்கி நிறுவினார்.

இங்கு $\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

$v<c$ ஆதலால் $\cos\theta > 1$. எனவே θ என்பது ஒரு கற்பனைக் கோணம். நான்காம் கால அச்சு, கற்பனையானது என்பதை இது காட்டுகிறது. y, z அச்சுகளின் திசையில் இயக்கமில்லை. அவை சுழற்சியால் மாற்றமடையவில்லை. எனவே ஒரு நான்கு பரிமாணத் தொடர்பத்தின் வடிவியல் படத்தை உருவாக்க முடியும். அதில் v என்னும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசை வேகத்திற்கான லாரண்ட்ஸின் மாற்றங்கள், x, ω ஆகிய அச்சுகளின் θ என்னும் கோணச் சுழற்சியால் குறிப்பிடப்படும். இந்தப்படம் கால - வெளித் தொடர்பம் எனப்படுகிறது. இத்தகைய ஒரு தொடர்பத்தில் இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையிலுள்ள ஆயவேறுபாடுகள் dx, dy, dz, dω எனில், ds என்பது அவற்றுக்கிடையிலுள்ள தொலைவு எனக் கூறலாம். ஆனால் பொதுவாக ds என்பது புள்ளி நிகழ்வு (point) event) அல்லது இடைவெளி (interval) என்றே குறிப்பிடப்படுகிறது. தொலைவு என்னும் சொல் முப்பரிமாண வெளியில் மட்டுமே பயன்படுகிறது.

ds^2 என்னும் சமன்பாட்டால் குறிப்பிடப்படுகிற தொடர்பம், ஓர் இயற்பியல் உலகின் நிகழ்வுகளின் போக்கை விவரிப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. இந்தத் தொடர்பத்தில் ds மதிப்பைச் சிறுமமாக்குகிற கோடு, ஒரு நேர் கோட்டுக்கு ஒப்பானது. இது ஒரு பரப்பில் உள்ள இரு புள்ளிகளை இணைக்கிற சிறும தொலைவு கோடு (geodesic) ஆகும்.

ஒரு துகளின் இயக்கத்தை $\int_A^B ds$ என்னும் தொகையீட்டால் குறிப்பிடலாம். A, B ஆகியவை ஓர் உலகக் கோட்டிலுள்ள இரண்டு புள்ளிகள்; எனவே $\int_A^B ds = 0$ என்பது ஒரு சிறும தொலைவு கோடு. அனைத்து வகையான ஆய அமைப்புகளிலும் அதன் மதிப்பு ஒன்றேயாதலால் அது நேர்கோட்டமைப்புகளுக்கும், வளைகோட்டமைப்புகளுக்கும் பொருந்தும்.

$ds=0$ எனில், $c^2 = \frac{dx^2 + dy^2 + dz^2}{dt^2}$

இது ஒளியின் திசைவேகத்துடன் பயணம் செய்கிற ஒரு துகளைக் குறிப்பிடுகிறது. எனவே $dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2dt^2 = 0$ என்னும் சமன்பாடு கால-வெளித்

தொடர்பத்தில் உள்ள ஓர் ஒளிக்கதிரைக் குறிப்பிடு கிறது. ds=o ஆதலால் ஓர் ஒளிக்கதிரின் உலகக்கோடு சுழி நீளமுள்ள சிறும தொலைவு கோடாகும்.

அனைத்து ஒப்புமைக் கொள்கை வாய்பாடு களிலும், காலம், வெளி ஆகியவற்றின் ஆயங்கள் ஒரு சமச்சீர்மையான பங்கை வகிக்கின்றன. இருப்பினும் காலமும் வெளியும் முழுமையான சமச்சீர்மையுடைய வையல்ல. x, y, z ஆகியவற்றுடன் சமச்சீர்மையாக ict என்னும் அளவுதான் உள்ளதே தவிர t அன்று. அடுத்து வெளி ஆயங்கள் எதிர் எதிரான திசைகளில் மாறக் கூடியனவாக உள்ளபோது, காலம் ஒரு திசையில் மட்டுமே முன்னேறிச் செல்லக் கூடியது. அணுக்கள், எலெக்ட்ரான்கள் போன்ற அடிப்படைத் துகள்கள், காலத்தால் அழியாது நிலைத்துள்ளன. இந்த உண்மையைப் பேரளவில் பருப்பொருள்களின் அழி யாத்தன்மை வெளிப்படுத்துகிறது. இவ்வாறு கால-வெளித் தொடர்பம், காலத்தின் திசையில் ஒரு நேர்கோட்டுக் கட்டமைப்பைப் பெற்றுள்ளது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

காலற்ற இருவாழ்விகள்

சதுப்புநிலப்பகுதிகளில் நிலத்தின் மென்மையான மேற்பரப்பைத் துளைத்துச் சென்று வளை அமைத் துக் கொண்டு வாழும் பாம்பு போன்ற தோற்ற முடைய இருவாழ்விகளுக்குக் காலற்ற இருவாழ்வி கள் (apoda) என்று பெயர். இவ்விலங்குகளுக்குக் கால், தோள், இடுப்பு வளையம், தோல் கவசம் போன்ற அமைப்புகள் இல்லை. இவை இருவாழ்வி (amphibia) வகுப்பில், காலற்றவை வரிசையில் வகைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வரிசைக்குச் சிசிலியே (caeciliae), ஜிம்னோஃபியானா (gymnophiona) என்னும் வேறு பெயர்களும் உண்டு. இவை பழைய, புதிய வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் மடகாஸ்கர், மேற்கிந்தியத் தீவுகள் நீங்கிய பிற நாடுகள் அனைத் திலும் காணப்படுகின்றன.

பாம்பு போன்ற நீண்ட உருளையான உடலின் முன்முனையில் வாயும் பின்முனையில் மலப்புழை யும் உள்ளன. உடலைத் தலை, உடற்பகுதி என்னும் இருபகுதிகளாகவே பிரிக்க முடியும்; வால் இல்லை. வழவழப்பான தோலில் பல குறுக்கு வளையங்கள் உள்ளன. இத்தகைய அமைப்பு இவ்விலங்குத் தோலின் தனிப்பண்பாகும். மென்மையான புறத் தோலின் கீழ் இரு மெல்லிய இணைப்புத்திசுப் (connective tissue) படலங்கள் உள்ளன. இவை இரண்டும் குறுக்கு அல்லது நீளவாட்டில் அமைந் துள்ள இணைப்புத்திசுத் தகடுகளால் (lamellae) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தகடுகளே உடலைப் பல வளையங்களாகப் பிரித்துக் காட்டுகின்றன.

உடல் தோலில் பல சுரப்பிகள் புதைந்தமைந் துள்ளன. நிறை உயிரியில் வளையப்பகுதிகளின் முன்பகுதி சுரப்பியாக உள்ளது. பின்பகுதியின் அடிப்புறத்தில் பல செதில்கள் உள்ளன. இவற்றின் முதுகெலும்பில் இருநூறுக்கும் மேற்பட்ட முள் ளெலும்புகள் (vertebrae) உள்ளன. செல் சுரப்புகளும் (cell secretions), சுண்ணாம்புப் படிவும் இறுகுவதால் ஒவ்வொரு வளையத்திலும் பல சிறு செதில்கள் தோன்றுகின்றன. கரு வளர்ச்சியின்போது நடுப் படையிலிருந்து (mesoderm) உருவாகிய அடித்தோலில் இச்செதில்கள் உண்டாகின்றன. நிறையுயிரி நிலையில் தான் பொதுவ்ர்கச் செதில்கள் தோன்றுகின்றன. இந்திய இனமாகிய கெகெனோஃபிஸ் (geganophis) அமெரிக்க இனங்களாகிய சைஃபோனாப்ஸ், (siphonops) டிஃப்ளோநெக்டஸ் (typhlonectus), இக்த்தோநெர்பெட்டான் (ichthonerpeton) போன்ற வற்றில் செதில்கள் முதலில் தோன்றிப் பின்னர் மறைந்து விடுகின்றன. தோல்சுரப்பிகள் கோழை, நச்சுப் பொருள் ஆகியவற்றைச் சுரக்கின்றன, இவற்றின் கோழை, உடல் மேற்பரப்பைத் தூய்மைப் படுத்தவும், நச்சுப் பொருளைப் பாதுகாக்கவும் பயன்படுகிறது. இவ்விலங்கைத் தொடும் மனிதர் களுக்கு இந்த நச்சுப்பொருளால் தொடர்ந்து தும்மல் உண்டாகும்.

இவற்றின் மிகச்சிறிய கண்கள் செயல்படாதவை; உடல் தோலால் அல்லது மண்டை ஓட்டு எலும்பால் மூடப்பட்டுள்ளன. கண்கள் சிறியனவாக இருந்தா லும் அவற்றில் மற்ற இரு வாழ்விகளில் காணப் படுவது போன்ற அமைப்புகள் அனைத்தும் காணப் படுகின்றன. செவியில், நடுச்செவி, செவிப்பறை, செவிப்பறைக்குழி போன்ற அமைப்புகள் இல்லை. தலையின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் புறமூக்குத் துளைக்கும் கண்ணுக்கும் இடையிலுள்ள ஒரு சிறு குழியிலிருந்து குட்டையான உள்ளிழுக்கப்படக்கூடிய ஓர் உணர்நீட்சி (tentacle) நீட்டிக்கொண்டுள்ளது.

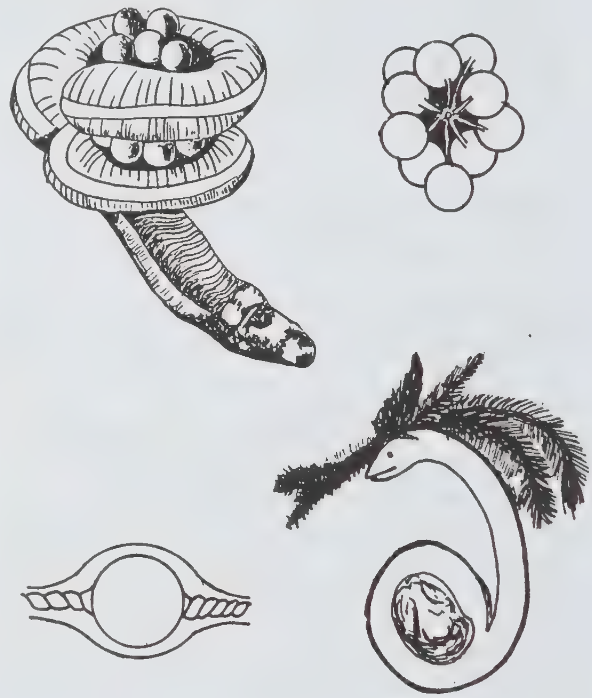
முதுகுத்தண்டு (notochord), மையகம் (centrum) தவிர்த்த பிற பகுதிகள் நிறையுயிரி நிலையிலும் நிலைத்துள்ளன. முள்ளெலும்புகள் இரு பக்கக் குழியுடன் (amphicoelous) பெரும் எண்ணிக்கையில் உள்ளன. விலா எலும்புகள் உடலின் கீழ்ப்பக்கத்தில் இணைந்து மார்பெலும்பு (sternum) உண்டாவ தில்லை. அதனால் உடல் தசைகள் அடுத்தடுத்துச் சுருங்கி விரிந்து தொடர் அலை போன்ற உடல் அசைவை உண்டாக்குகின்றன. இவை உடலைப் பல இடங்களில் வளைத்தும், நெளித்தும் இடப் பெயர்ச்சி செய்கின்றன. மண்டை ஓட்டு எலும்புகள் நெருக்கமாக இணைந்து வன்மையாக உள்ளமையால் தலையின் உதவியால் மண்ணைத் துளைத்து வளை யமைக்க முடிகிறது. சில காலற்ற இருவாழ்விகளின் கீழ்த்தாடையில் பற்கள்

இரண்டு வரிசைகளாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் தொண்டைச்சட்டகம் (pharyngeal skeleton) இக்கால இரு வாழ்விகளில் காணப்படுவதை விடக் குறைவான படிமலர்ச்சி நிலையில் எளிமையான அமைப்புடன் காணப்படுகிறது. நிறையுயிரி நிலையில் நாவடிக் குருத்தெலும்பும் (hyoid cartilage) மூன்று செவுள் வளைவுகளும் (branchial arches) காணப்படுகின்றன.

இதயத்தின் கூம்புத் தமனியில் (conus arteriosus) ஒன்று அல்லது இரண்டு வரிசை வால்வுகள் உள்ளன. ஆனால் திருகுசுருள் வால்வு (spiral valve) இல்லை. கீழ்ப்பெருந்தமனி மிக நீளம். மண்டலத் தமனி வளைவு (systemic aortic arch), நுரையீரல் தமனி வளைவு ஆகிய இரண்டு தமனி வளைவுகள் மட்டுமே உள்ளன. தலைத்தமனிகள் (carotid arteries) மண்டலத் தமனி வளைவுகளிலிருந்து தொடங்கி முன்னோக்கிச் செல்கின்றன. நுரையீரல் வளைவு, மண்டலத்தமனி வளைவுடன் பொட்டாலிக் குழாய் (ductus botalli) வழியாகத் தொடர்பு கொள்கிறது. இரு பக்க நுரையீரல்களும் ஒரே அளவில் இல்லை. வலப்பக்க நுரையீரல் நீண்டு குறுகியதாகவும், இடப்பக்க நுரையீரல் மிகச்சிறியதாகவும் உள்ளன. கல்லீரல் ஒருபுறம் நீண்டும், மறுபுறம் குறுகியும் பல மடல்களாக உள்ளது.

காலற்ற இருவாழ்விகள் தாம் வாழும் வளைகளைவிட்டு வெளியில் வருவதில்லை. மண்ணிலுள்ள புழுக்களையும் சிறிய முதுகெலும்பற்ற விலங்குகளையும் உண்டு வாழ்கின்றன. தரையில் வாழும் விலங்குகளாதலால் அகக் கருவுறுதல் (internal fertilization) நடைபெறுகிறது. வெளியே நீட்டக் கூடிய வகையில் அமைந்துள்ள ஆணின் பொதுக் கழிவறையின் உதவியால், விந்து பெண் விலங்கின் பொதுக் கழிவறைக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. டிஃப்ளோநெக்டெஸ் கம்பிரசிகாடேட்டா (*Typhlonectes Compressicaudata*), டெர்மோஃபிஸ் தோமென்சிஸ் (*Dermophis thomensis*) போன்றவை குட்டி போடும் வழக்கமுடையவை. பெரிய, கரு உணவு (yolk) மிகுந்த முட்டைகள் ஒன்றின்பின் ஒன்றாகத் தொடர்ந்து வெளியிடப்படுகின்றன. பெண் விலங்குகள் முட்டைகளைச் சூழ்ந்து கொண்டு அவற்றைப் பாதுகாக்கின்றன. வளர்கருவில் மூன்று சிறு இணை நீட்சிகள் உள்ளன. அவற்றைச் செவுள் நீட்சிகள் (gill filaments) எனக் குறிப்பிடுவர். அவை முட்டையிலுள்ள கருவுணவை உட்கவரப் பயன்படுகின்றன வேயன்றி மூச்சு விடுதலுக்குப் பயன்படுவதில்லை.

முட்டைகள் பொரிவதற்கு முன்னர் பெண் விலங்கு (இக்தியோபிஸ் குளுட்டினோசஸ் - ichthyophis glutinosus) முட்டைகளை அண்மையிலுள்ள நீர் நிலைக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. குஞ்சின் பராமரிப்பில் தாய் தனிக்கவனம் செலுத்துகிறது. முட்டைகளிட்டவுடன் தாய் தன் உடலால் முட்டைகளை வளைத்துக் கொண்டு பாதுகாக்கிறது. கரு வளர்ச்சியின் தொடக்க நிலைகள் முட்டைக்குள்ளேயே நடைபெறுகின்றன. முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரிகள் ஓரிணைச் செவுள் பிளவும் வால் துடுப்பும் பெற்றுள்ளன; புறச்செவுள் இழைகள் இல்லை. வளர் உருமாற்றத்தின்போது (metamorphosis) செவுள் துளைகளும் வால்துடுப்பும் மறைந்துவிட நுரையீரல் உருப்பெற்று வளர்கிறது. இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தில் முறையான மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. சில இனங்களில் (எ. கா. ஹைபோஜியோஃபிஸ்) முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளம் உயிரிகள் தரை வாழ்வுக்கு ஏற்ற அமைப்புகள் பெற்றுள்ளன. இவற்றின் வாழ்க்கைச் சுற்றில் நீரில் வாழும் இளவுயிரி நிலை இருப்பதில்லை.



இன உறவுச்சாயல் (affinity). இவ்விலங்குகள் தரையில் வாழ்ந்தாலும் இருவாழ்விகளேயாகும். இவற்றின் இதய அமைப்பு, இதயத்துடன் இணைந்துள்ள கூம்புத்தமனி, மூளை, சிறுநீரக இனப்பெருக்க மண்டலங்களின் அமைப்பு ஆகியவை இதற்குச் சான்றாகும். ஆனால் மண்டை ஓட்டின் அமைப்பு, அடித்தோல் செதில்கள், கருவுணவு நிரம்பிய பெரிய முட்டைகளிடுதல், செவுளிழைகளால் மூச்சுவிடாத இளவுயிரியற்ற வாழ்க்கைச் சுற்று, நிறைவுயிரிகளின் இரத்தக் குழாய் அமைப்பில் தலைத் தமனி இல்லாத தன்மை போன்ற பண்புகளால் இவை இக்கால ஏனைய இருவாழ்விகளினின்று வேறுபடுகின்றன.

காலற்ற இருவாழ்விகள் வாலுடைய இருவாழ்வி களுடன் (urodela) நெருங்கிய இனத்தொடர் புடையன என்பது பல விலங்கியல் அறிஞர்களின் கருத்தாகும். ஆம்ஃபியூமா எனப்படும் வாலுடைய இருவாழ்வி, காலற்ற இருவாழ்விகளின் இளமுதுக் குற்ற இளவுயிரி (neotonic larva) எனக் கருதப் படுகிறது. இவற்றின் புதைபடிவங்கள் எவையும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. இவ்வரிசையின் ஒரே குடும்பம் சிசீலிடே. இக்குடும்பத்தில் பதினேழு பேரினங்களும் (genera), நாற்பது சிறப்பினங்களும் (species) உள்ளன. தென் அமெரிக்காவிலும், சுமத்ரா விலும் மேலும் பல சிறப்பினங்கள் இருக்கலாமெனக் கருதப்படுகிறது.

- எஸ். கே. வள்ளி

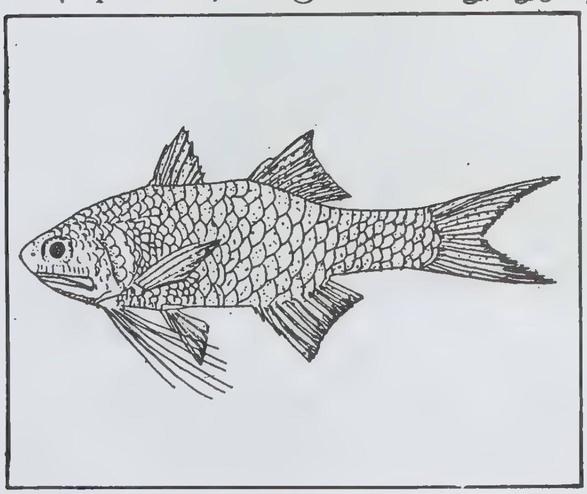
நூலோதி. H. Gadow, *Amphibia and Reptiles*, The Cambridge Natural History, Vol. VIII, London, Reprint 1968; J. Z. Young, *Life of Vertebrates*, Oxford University Press, London, 1950.

காலா மீன்

இம் மீனுக்குத் தமிழில் கட்டிக்காலை, சீனக்காலை, திரவாலை, கொண்டியங்காலை, வெள்ளைக்காலை, பட்டித்திரவாலை என்னும் பெயர்களும் உள்ளன.

இதன் விலங்கியல் பெயர் எலியுத்த டெட்ராக் டைலம் (ஷா) Eleutheronema tetradactylum (shaws), எலியுத்தரொனீமா எஸ்.பி.பி. (E. spp), பாலிடாக் டைலஸ் எஸ்.பி.பி-(Poly dactylus spp) மற்றும் பாலி னீமஸ் எஸ்.பி.பி. (Polynemus sp) ஆகும்.

தனிப்பண்புகள். காலாமீனின் மார்புத்துடுப்புகள் மூன்று முதல் ஏழுவரை இருக்கும். பி. பாரடைஸி யஸ் (P.paradiseus) என்னும் மீனின் நூல்துடுப்பு



களில் உள்ள தனிப்பட்ட கதிர்கள், மீனின் நீளத் தைப் போன்று இரண்டு மடங்கு உள்ளன. அதாவது பி. பாரடைசியஸ் என்னும் மீனின் நீளம் 4½ அங்குல மாகும். ஆனால் அதன் நூல்துடுப்பு 9 அங்குல நீளம் ஆகும். இந்த மீனின் செவுள் மூடியின் விளிம்பு ரம்பத்தின் ஓரம்போல இருக்கும்.

காலாமீன்களில் மிகச்சிறிய மீன்களும் மிகப் பெரிய மீன்களும் உள்ளன. காட்டாகப் பெரிய ஆறு களில் பிடிக்கப்படும் பாலினீமஸ் இண்டிகஸ் (p. indicus) என்னும் நூல்துடுப்பு மீனின் நீளம் 4 அடி ஆகும். ஆறும் கடலும் சேருகின்ற இடமான கழி முகத்திலும் காணப்படுகிறது. இம்மீன்கள் இறால், நண்டு, சிறிய மீன், சார்டைன்ஸ் மீன், கடல்வாழ் ஈல் ஆகியவற்றை உணவாக உட்கொள்கின்றன. நூல்துடுப்பு மீன், வலைகளை ரம்பம் போன்ற செவுள் மூடியின் ஓரங்களால் வெட்டுகின்றன என்றும் கூறுவர்.

- துரை. கருப்பையா

நூலோதி. Francis Day, *The Fishes of India*, Today and Tommorrow's Book Agency, New Delhi, 1981.

காலிச்

சிலியன் நைட்ரேட் படிவுகளின் பண்படுத்தப்படாத சோடா நைட்டர் (soda-niter) காலிச் (caliche) எனப்படும். இது பல உப்புகளின் கலவையாகும். சோடா நைட்டருடன் புளோடைட், ஜிப்சம், பாலிஹாலைட், ஹாலைட், கிளாபெரைட், டாரப்ஸ் கைட், சிறிதளவு அயோடேட், குரோமேட், போரேட் ஆகிய கனிமங்களும் காணப்படுகின்றன.

காலிச் என்னும் சொல் பல பொருளைக் கொண் டுள்ளது. மெக்சிகோ, தென்மேற்கு அமெரிக்கா ஆகிய இடங்களில் சரளை, மண், கால்சியம் கார் போனேட்டுடன் இணைந்த பாலைவனக் கழிவுப் படிவு ஆகியவற்றை இச்சொல் குறிக்கிறது.

தங்க நரம்புப்படிவுகளைக் கொண்ட மெல்லிய களிமண்படிவையும், வெள்ளைக் களிமண்ணைக் கொண்ட நரம்புப்படிவுகளின் விளிம்பையும், களிமண், மண், சரளை ஆகியவற்றின் தொகுதியையும் காலிச் என்னும் சொல் குறிக்கிறது.

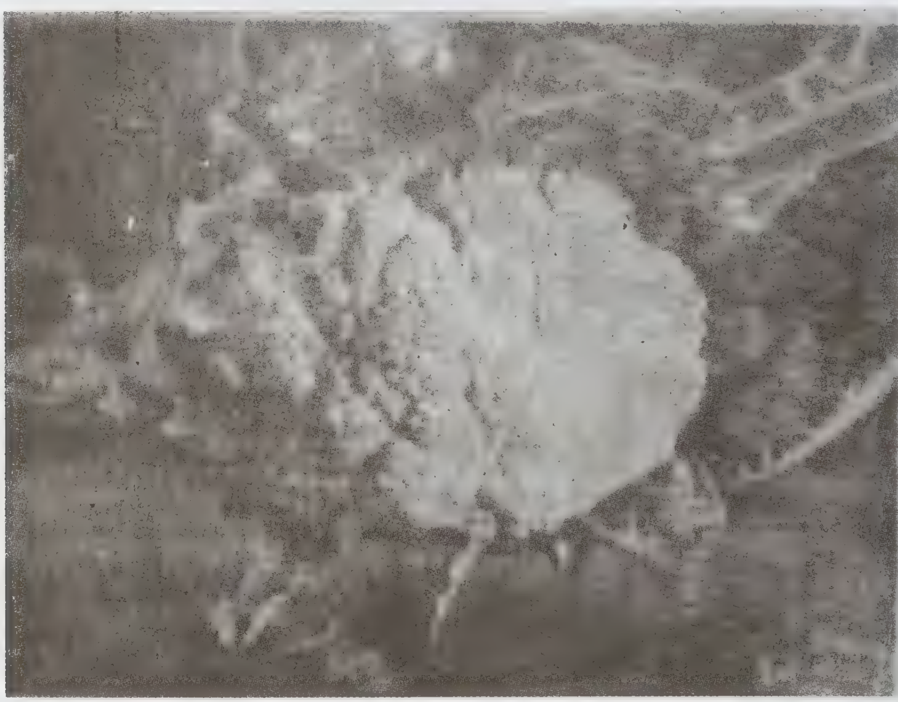
- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. A.V. Milovsky, *Mineralogy of petrography*, First Edition, Mir publishers, Moscow, 1982.

காலிப்பூச்செடி

பிராசிகா ஒலிரேசியா வகை பாட்ரிடிஸ் (Brassica oleracea var. botrytis) என்னும் காலிப்பூச்செடி குருசிஃப்பரே அல்லது பிரேசிகேசி என்னும் இருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக் குடும்பத் தாவரங்கள் உலகெங்கும்காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான தாவரங்கள் வடக்குக் குளிர் பகுதிகளிலும் மத்திய தரைக் கடற்கரைப்பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் மேற்கு இமாலயப் பகுதிகளிலும், வடமேற்குச் சமவெளிப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. தென்னிந்தியாவில், பிராசிகா பேரினத்தின் பல்வேறு சிற்றினத் தாவரங்கள் பயிரிடப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் மழைக் காலத்தில் இத்தாவரங்கள் வளர்கின்றன. இத்தாவரங்கள் ஒரு பருவக் குறுஞ் செடிகளாகும். இக்குறுஞ் செடிகளில் சாறு நிறைந்து காணப்படும். இத்தாவரங்களின் தழை உறுப்புகளின் புற அமைப்புகள் உணவுப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக முள்ளங்கி, டர்னிப் ஆகியவற்றின் வேர், முட்டைக்கோஸின் இலைகள், கோல்ராபி என்னும் பிராசிகா காலராபா தாவரத்தின் தண்டு, கிளைகுஸ் தாவரத்தின் மொட்டு, காலிப்பூச்செடியின் மஞ்சரி ஆகியவற்றைக் கூறலாம்.

மலர்களில் அல்லிஇதழ்கள், சிலுவை அமைப்பில் காணப்படுவதால், அல்லிஇதழ் குருசிபார்ம் (cruciform) அமைப்பு எனப்படுகிறது. இதன் காரணமாக இக்குடும்பம் குருசிஃபேரே என்றும் கூறப்படுகிறது. கீழ்ப்பகுதியில் காணப்படும் இலைகள் சிறகு போன்று பிளவுபட்டும், மேற்பகுதியிலுள்ள இலைகள் முழுமையாகப் பிளவுபட்டும் காணப்படுகின்றன. மஞ்சரி-ரெசீம் வகையைச் சேர்ந்தது. மலர்கள் மஞ்சள் நிறமாகவோ வெள்ளை நிறமாகவோ காணப்படுகின்றன. பூவடிச் செதில்கள் இல்லை. மலர்கள் ஒழுங்கான நான்கு அங்க, இருபால் மலர்களாகும். புல்லிதழ்கள் நான்கு இரண்டு வரிசையாக அமைந்துள்ளன. அல்லிஇதழ்கள் நான்கு, மேல் பகுதி பிளவுபட்டுப் பரந்து விரிந்து சிலுவை போன்று அமைந்



காலிப்பூச்செடி

துள்ளன. இவ்வகை அல்லிவட்டம் குருசிபார்ம் அல்லி இதழ் அமைவு எனப்படுகிறது.

மகரந்தத் தாள்கள். ஆறு-இரண்டு வரிசையாக உள்ளன. வெளி வரிசையில் இரண்டு குட்டையான மகரந்தத் தாள்களும், உள் வரிசையில் நான்கு உயரமான மகரந்தத்தாள்களும் காணப்படுகின்றன (tetradynamous).

சூலகம். இரண்டு சூலிலைகளால் ஆன மேல் மட்டச் சூலகப்பை. சூல்கள் சுவரொட்டு முறையில் அமைந்துள்ளன.

கனி. சிலிகுவா (siligua) என்னும் வெடிகனி வகையைச் சேர்ந்தது. வெடிகனி நீண்டு உருளை வடிவத்தில் உள்ளது. இதன் வால்வுகள், கீழ்ப்புறத்தி லிருந்து மேல்நோக்கி வெடிக்கும் விதைகளில் கரு பெரிய அளவில் காணப்படுகிறது.

காலிப்பூச்செடி இனங்கள். பிராசிகா பேரினத்தின், பல்வேறு சிற்றினங்களும், வகைகளும், காய்கறி வகைகளுக்காகப் பயிரிடப்படுகின்றன. பிராசிகா ஒலிரேசியா என்னும் முட்டைக்கோஸின் வகைகள் இலை, தண்டு, மஞ்சரி, விதை ஆகியவற்றிற்காகப் பயிரிடப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கோல்ராபி என்னும் பிராசிகா காலராபா தாவரம் தண்டிற் காகவும், காலிப்பூச்செடி மஞ்சரிக்காகவும் பிராசிகா ஜன்சியா என்னும் கடுகுச்செடி விதைகளுக்காகவும் வளர்க்கப்படுகின்றன.

பிராசிகா ஒலிரேசியா என்னும் தாவரம், எங்கும் வளரக்கூடிய ஒரு பொதுவான குறுஞ்செடி. இது முட்டைக்கோஸ் என்று கூறப்படுகிறது. இந்தச் சிற்றினம், ஐரோப்பாவின் தென்மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதியைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இந்தச் சிற்றி னத்திலிருந்து பல வகைகள் மனிதனால் உண்டாக்கப் பட்டுத் தேர்வு முறையில் காய்கறி வகை களாக வளர்க்கப்படுகின்றன. எனவே இவ்வகைத் தாவரங்கள் கோஸ் வகை அல்லது கோபிஸ் (gobbis) எனப்படும். பிராசிகா ஒலிரேசியா வகை பாட்ரிடிஸ் என்னும் காலிப்பூச்செடியின் இளம் மஞ்சரி, காய்கறி யாகப் பயன்படுகிறது. இதன் மஞ்சரியில் மலர்கள் நெருக்கமாக, அடர்ந்து காணப்படுகின்றன. இது பெரும்பாலும் மழைக்காலத்தில் சந்தைகளில் விற்கப் படுகிறது. இப்போது தென்னிந்தியச் சமவெளிகளில் பயிரிடப்படும் காலிப்பூக்களில் புழுக்கள் காணப் படுவதால் அவற்றைக் கவனமாகப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

- ந. வெங்கடேசன்

நூலோதி. P. B. Pandey, *Taxonomy af Angiosperms*, S. Chand & Co, Ram nagar, New Delhi, 1982.

காலியோஃபிலைட்

இது பொட்டாசியம் அலுமினியம் சிலிக்கேட்டின் மூன்று நிலைகளில் உள்ள பல வடிவங்களில் ஒன் றாகும். மிக அரிதாகக் காணப்படும் இக் கனிமம் டெக்ட்டோசிலிகேட் வகையைச் சேர்ந்ததாகும். மிகுதியான பொட்டாசியமும் குறைந்த அளவு சிலிக்காவும்கொண்ட எரிமலைக் கற்களிலேயே இது பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது.

காலியோஃபிலைட் (kaliophilite) அறுகோணப் படிக அமைப்பில் உருவாகியுள்ளது. இதன் படிகம் நீண்ட பட்டக உருவமும், மிகக் குறைந்த பிளவும் (cleavage), அடிப்பிளவும் கொண்டுள்ளது. மோஸ் அளவில் இதன் கடினத்தன்மை 6; அடர்த்தி 2.49-2.67 ஆகும்.

மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையில் இதன் படிமக் கூழ்நிலை பொட்டாசியம் அலுமினிய சிலிக்கேட்டுக் கும், சோடியம் அலுமினிய சிலிக்கேட்டுக்கும் இடைப்பட்டிருக்கும். மிகக் குறைந்த நிலையில் இதன் படிகநிலை அமைப்பு நிறைவு பெறாமல் உள்ளது. இக்கனிமத்தின் வேதியியல் உட்கூறு $KAlSiO_4$ ஆகும்.

இதன் மூன்று வலிமையான ஒளி விலகல் வரிசை, செவ்விணை வடிவப் பக்கத்தில் 3.09 (100) ஆகவும், 2.593 (30), 2.131 (25) ஆகவும் உள்ளது. இதன் ஒளி மாறிலி (optical constant) $\omega = 1.537$; $\Sigma = 1.533$ ஆக உள்ளது. இக்கனிமம் எதிர் ஒளி (-) சுழற்றும் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. கனிமத்தில் காணப்படும் பிளவு அடியிணை வடிவப் பக்கத்திலும் (0001), (10-10) பக்கத்திலும் தெளிவற்றுக் காணப் படுகிறது.

காலியோஃபிலைட் இயற்கையில் நீண்ட சதுர வடிவுடன் உருவாகிறது. இக்கனிமம் நிறமற்ற தாகவும், வெண்மையாகவும், ஆனால் ஒளி ஊடுருவும் தன்மையுடனும் உள்ளது. இதன் மிளிர்வு தெளிவாக இருக்கும். இயற்கையில் அரிதாகக் காணப்படும் காலியோஃபிலைட், எரிமலைக் கற்குழம்பின் மூலமாக உருவாகும் பையோடைட் அபிரக பைரோடுனைட் ஆகைட்-மெலிலைட்-கால்சைட் பாறைகளில் பெரும் பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. இவ்வகைப்பாறை கள் சோமா மலைப் பகுதிகளில் அமைந்துள்ளன. காலியோபிலைட்டுடன் இணைந்துள்ள பிற கனிமங் களான லூசைட், ஹைனி போன்றவற்றுடன் உரு வான பாறைகள் இத்தாலியிலுள்ள அல்பானா மற்றும் லாடிவான் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

- எஸ். சுதர்சன்

காவலூர் வான் ஆய்வு நிலையம்

வானியல் தொடர்பான ஆய்வுகள் நடத்தவும், புதிய கண்டுபிடிப்புகள் செய்யவும் இந்திய வான் இயற்

பியல் கழகம் (Indian Institute of AstroPhysics) பெங்களூரில் செயல்படுகிறது. இக்கழகம் திறம்படச் செயல்படுவதற்காக, இதன் பணிகள் நான்கு பிரிவு களாகப் பிரிக்கப்பட்டுப் பெங்களூர், கொடைக் கானல், காவலூர், கௌரிபீடனூர் ஆகியஇடங்களில் அதன் துணையகங்கள் செயல்படுகின்றன.

மின் அணுவியல் துறை, ஒளியியல் சார் (optics) துறை, இயக்கவியல் தொழிலகம் (mechanical workshop), நிர்வாகத்துறை ஆகியவை பெங்களூ ரிலும், பகற்காலங்களில் தெரியக்கூடிய சூரியன் போன்ற விண்பொருள்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் கொடைக்கானல் ஆய்வுநிலையத்திலும், இரவு நேரங் களில் தெரியக்கூடிய விண்பொருள்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் காவலூர் ஆய்வுநிலையத்திலும் நடை பெறுகின்றன. டெகாமீட்டர் அலைக் கதிர்வீச்சுத் தொலைநோக்கி (decametre wave radio telescope) கௌரிபீடனூரில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

காவலூர் தற்போது உலகளவில் வானியல் படத் தில் இடம்பெறும் அளவிற்கு வளர்ச்சி அடைந் துள்ளது. பேராசிரியர் எம்.கே வயினு பாப்பு என்னும் வானியலார், தென்னிந்தியாவில் தென் வானக்கோளத்தை ஆய்வு செய்யச் சிறந்த இடமாகத் தேர்ந்து, அதில் பெரிய ஆய்வுநிலையம் அமைக்க விரும்பினார். சிறந்த வான் ஆய்வுநிலையம் அமையப் பின்வரும் அடிப்படைத் தேவைகளிருக்க வேண்டும் என்று கருதினார்.

நிலையம் அமையும் இடம் மேகங்களால் மிகுதி யும் சூழப்படாமலிருக்க வேண்டும்; வளிமண்டலம், நிலைப்புத்தன்மை கொண்டிருக்கவேண்டும்; உயர்ந்த மலைகளால் சூழப்பட்டதும் அடர்த்தியான காடுகள் கொண்டதுமான பள்ளத்தாக்குகளாக இருப்பின் சூரிய ஒளியால் வெப்பம் மிகுதியாகாமல் விண் பொருள்களைப் பார்க்கும் ஒளியளவின் நிலை நன்றாக இருக்கும்; தொழிற்சாலைக்கருகிலோ, பெரிய நகரங்களுக்கருகிலோ இருக்கக்கூடாது; சாலை வசதி, கல்விச்சாலை, மருத்துவமனை, தங்கும் விடுதி போன்ற வசதிகளும் ஓரளவு இருக்க வேண்டும்.

மேற்கூறிய தேவைகளை நிறைவு செய்யும் அளவுக்குக் காவலூர் அமைந்திருந்ததைப் பாப்பு கண்டார். உடனே அங்கு நிலையம் அமைக்க ஏற் பாடுகள் செய்யப்பட்டு 1967 இல் அது செயல்படத் தொடங்கியது. முதலில் 38 செ.மீ. உருக்காட்ட மைவுத் தொலைநோக்கியை (reflector telescope) அமைத்தனர். பின்னர் 75 செ.மீ. தொலைநோக்கி யும், 1972இல் 1 மீட்டர் தொலைநோக்கியும் அமைத்தனர். இத்தொலை நோக்கியின் உதவி கொண்டு ஜூபிடர் கோளின் மூன்றாம் துணைக் கோளான கனிமேடு பற்றிய சில முக்கிய விவரங் கள் திரட்டப்பட்டன. மேலும், யூரேனஸ் கோளைச் சுற்றி ஒரு வளைய அமைப்பின் அறிகுறிகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. வயினு பாப்பு மேலும் பல புதுக் கருவிகளை 1 மீ. தொலைநோக்கியுடன் இணைத்து, மிகவும் மங்கியஒளியையுடைய பொருள்களைக்கூடக் கண்டு ஆய்வு செய்யுமாறு செய்தார்.

இதைவிட ஆற்றல் மிக்க தொலைநோக்கி ஒன்றை நிறுவ அவர் விருப்பங்கொண்டார். அதற் கான வரைபட வடிவமைப்புக் கொடுத்ததுடன் அதை இங்கேயே உருவாக்குவதற்கு வேண்டிய ஏற்

காவலூர் வான் ஆய்வு நிலையம் (வடஆர்க்காடு மாவட்டம்-தமிழ்நாடு)

ஏற்பாடுகளையும் செய்தார். மிகப்பெரிய தொலை நோக்கியாக அமைய வேண்டும் என்று கருதி 2.3 மீட்டர் தொலைநோக்கியைத் தயாரிக்க முடிவு செய்ததன் விளைவாக, தற்போது உலகிலேயே 15ஆம் பெரிய தொலைநோக்கியாகவும், ஆசியாவி லேயே மிகப் பெரியதாகவும் உள்ள இத்தொலை நோக்கி, காவலூரில் 1986, ஜனவரித் திங்கள் இந்தியப் பிரதமரைக் கொண்டு இயக்கப்பட்டது.

அனைத்துக் குவிமையக்கோள்நிலை அமைதியும் (focal configaration) இருக்குமாறும், விண்பொருள் ஆய்வு செய்பவர் தொலைநோக்கியின் உள்ளே அமர்ந்து இயக்குவதற்கேற்றவாறும், திரட்ட வேண்டிய தகவல்கள் நேரிடைக் கணிப்பொறிமூலம் தொகுக்கப்படக்கூடியவாறும் இது உருவாக்கப் பட்டது. இதை நிறுவப் பல முயற்சிகள் எடுத்த வயினு பாப்பு இது நிறுவப்படுவதற்குள் 1982 இல்

இறந்து விட்டார். இவர் நினைவாக இத்தொலை நோக்கிக்கு வயினுபர்ப்புத் தொலைநோக்கி எனவும், காவலூர் ஆராய்ச்சி நிலையத்திற்கு வயினுபாப்பு ஆராய்ச்சி நிலையம் எனவும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன.

இரவில் காணப்படும் விண்மீன், கோள், துணைக் கோள், வால்விண்மீன் போன்றவற்றின் பண்புகளைக் கண்டுபிடிக்கவும், அலைகளை நிழற்படம் பிடிக்கவும், இங்குள்ள ஆய்வாளர்களும், தொகுப்பாளர்களும் இரவு முழுதும் பணிபுரிகின்றனர். கொடைக்கானல், ஹைதராபாத், ஊட்டி, நயினிடால் ஆகிய ஊர்களில் உள்ள நிலையங்களை விட, காவலூரில் திரட்டப்படும் தகவல்கள் மிகுதியாகும்.

- பங்கஜம்கணேசன்

காவிக்கல் (சித்த மருத்துவம்)

இதைக் கொண்டு பல் துலக்கி வந்தால் பல்வலி, பல் ஈறில் இரத்தம் வருதல் முதலியன நீங்கும். காவிக்கல் மூன்றில் ஒரு பங்கு, பொரித்த படிகாரம் ஐந்தில் ஒரு பங்கு இரண்டையும் தூள் செய்து கலந்து, நெருப்பில் வெதுப்பி எடுத்து 390 மி.கி எடை வீதம் கரும்பு வெல்லத்தில் வைத்துக் கொடுக்கப் பெரும்பாடு நீங்கும்.

அக்கி நோயில் காவிக்கல்லை நீரில் குழைத்து, அக்கி உள்ள இடத்திலும் சுற்றிலும் எழுதி வர நோய் நீங்கும். பூச்சி சேராதிருப்பதற்கும், வழுவழுப்பிற்கும், குளிர்ச்சிக்கும், அழகிற்கும் காவியை மண்பாண்டம் சுவர் இவற்றில் பூசும் வழக்கம் உண்டு. மேலும் இதை நீரில் கரைத்து வடிகட்டி வைத்துத் தெளிந்தவுடன், நீரை இறுத்துக் காவியை உலர்த்திப் பொடித்து வைத்துக் கொள்வதே பூங்காவிச் செந்தூரமாகும். இதைப் பேதி, இரத்தச் சீதபேதி, இரத்தப் பித்தம், வாந்தி முதலிய நோய்களுக்குத் தனியாக அல்லது பிற பொருள்களுடன் கூட்டி, தக்க துணை மருந்துகளுடன் கொடுத்தால் நோய் நீங்கும்.

காவிக்கல் 3.5 கிராம், மாதுளம் பூவின் இதழ்கள் 3.5 கிராம், 2 துளி எருமைப்பால் விட்டரைத்துக் காலை, மாலை இரு வேளையும் 3-4 நாள் கொடுக்கலாம். கொடுத்த சிறிது நேரத்தில் மாசிக்காயின் கஷாயம் 4 மி.லி கொடுத்து வருவதும் நலம். இதனால் பெரும்பாடு விரைவில் குணமாகும்.

- சே. பிரேமா

காளான்

பல்வேறு நாடுகளிலும் இயற்கையாகத் தோன்றும் காளான் வகைகளில் ஏறக்குறைய 2000 வகைகள் உணவாகப் பயன்படுவதற்கு ஏற்றவை. இவற்றில் ஏறத்தாழ 70 வகை செயற்கை முறையில் வளர்ப்பதற்கு ஏற்றவை. அமெரிக்கா, பிரான்ஸ், சீனா, பர்மா, தாய்லாந்து, பிலிப்பைன்ஸ், தைவான் போன்ற நாடுகளில் காளான் வளர்ப்பு வளம் பெருக்கும் தொழிலாக விளங்குகிறது. உலகில் ஆண்டுதோறும் ஏறத்தாழ 13,57,000 டன் காளான் உற்பத்தி ஆகிறது.

இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்ட காளான் ஒரு வகைப் பூசணத்திலிருந்து தோன்றுகிறது. தரைக்கு மேல் உள்ள பகுதியில் காளான் தண்டும், தலைப் பகுதியும் காணப்படும். தலைப்பகுதியின் அடியில் நீண்ட மெல்லிய தகடுகள் அடுத்தடுத்து அடுக்கி வைக்கப்பட்டிருப்பது போன்ற தோற்றம் இருக்கும். இவை முதிர்ச்சியடைந்த பிறகு இவற்றிலிருந்து பூசண விதைகள் உண்டாகும். தரைக்கு அடியில் வேர் போன்ற பகுதி படர்ந்து வளரும். பூசணக் காளான் வளர்ந்து பரவ, அதன்பின் காளான்கள் தோன்றும். இடி, மின்னல், மழை இவற்றோடு காளான் தோன்றுதல் தொடர்புபடுத்தப்படுகிறது. நன்கு மட்கிய கரிமப் பொருள்களில் பூசணக் காளான் வளர்ந்து மழை பொழியும்போது ஏற்ற சூழ்நிலை கிடைப்பதால் காளான்கள் விரைவில் தோன்றுகின்றன.

வரலாறு. இந்தியாவில் முதன்முதலாகச் செயற்கை முறையில் காளான் வளர்ப்பதற்கான ஆய்வு கோயம்புத்தூர் வேளாண் கல்லூரி ஆய்வு நிலையத்தில் தொடங்கியது. இரண்டாம் உலகப் போரின் போது இந்தியாவிற்கு வந்த பர்மிய நாட்டு அறிவியலாரான சு என்பார் வைக்கோல் காளான் வளர்க்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டார். அம்முயற்சியைத் தொடர்ந்து கே.எம். தாமஸ் குழுவினர் வைக்கோல் காளான் வளர்ப்பு நுணுக்கங்களைக் கண்டறிந்து 1943இல் வெளிப்படுத்தினர்.

வளர்க்கப்படும் காளான்கள். இந்தியாவில் மூன்று வகைக் காளான்கள் செயற்கை முறையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அவை வால்வேரியெல்லா வகையைச் சேர்ந்த வைக்கோல் காளான், பிளிரோட்டஸ் வகையைச் சேர்ந்த சிப்பிக் காளான், அகேரிகஸ் வகையைச் சேர்ந்த ஐரோப்பியக் காளான் எனப்படும்.

காளான் வித்து. செயற்கை முறையில் வால்வேரியெல்லா வால்வேசியா, பிளிரோட்டஸ் சிட்ரினோபைலியேட்டஸ், பிளிரோட்டஸ் சஜோர்-காஜு, அகேரிகஸ் பைஸ்போரஸ் ஆகிய காளான்களை வளர்ப்பதற்கான விதைப் புட்டிகள் கோயம்புத்தூர் தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகத்தில் விற்பனை செய்யப்படுகின்றன.

வைக்கோல் காளான் வளர்ப்பு. மரப்பலகையாலோ செங்கல்லாலோ நீர் தேங்கி நிற்காதவாறு ஒரு

மேடை அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். காளான் படுக்கை அமைப்பதற்கு வைக்கோல் 10 கிலோ, விதைப்புட்டி இரண்டு, கொள் அல்லது துவரைப் பொடி 50 கிராம், வெள்ளைப் பாலித்தீன் தாள் ஒன்று ஆகிய மூலப்பொருள்கள் தேவைப்படும்.

வைக்கோலை 1-1.25 மீட்டர் நீளமுள்ள சிறு கற்றைகளாகக் கட்ட வேண்டும். ஒரு படுக்கைக்கு மொத்தம் 28 கற்றைகள் தேவைப்படும். ஒரு கற்றையின் எடை ஏறத்தாழ 0.25 கி.கி. ஆகும். கற்றைகளை 6-8 மணி நேரம் நீரில் ஊற வைக்க வேண்டும். பின்னர் வெளியில் எடுத்து நீர் வடியும் வரை வைக்க வேண்டும். இதற்காகத் தயாரிக்கப்பட்ட மேடையில் நான்கு கற்றைகளை, அவற்றின் தடித்த பகுதி ஒரே பக்கத்தில் இருக்குமாறு வரிசையாக வைக்க வேண்டும். நடுவிலுள்ள இரண்டு கற்றைகளை மட்டும் பிரித்துச் சமமாகப் பரப்ப வேண்டும்.

நான்கு கற்றைகளை எடுத்து அவற்றின் கற்றைகளை அவற்றின் தடித்த பகுதி முதலில் போடப் பட்ட நான்கு கற்றைகளின் எதிர்ப்புறம் அமையுமாறு அதாவது தலைகீழாகப் போட வேண்டும். இந்த எட்டுக் கற்றைகள் கொண்டது ஓர் அடுக்கு. இக் கற்றைகளின் நீளத்தை இருபக்கத்திலும் சமமாக நறுக்கி விட வேண்டும்.

காளான் விதைப்புட்டிகளை உடைத்து அதற்குள் இருப்பவற்றை எடுத்து 2-4 செ.மீ தடிப்புள்ள சிறு துண்டுகளாக்கி இத்துண்டுகளைப் படுக்கை அடுக்கின் நான்கு ஓரங்களிலிருந்தும் 3-5 செ.மீ. தள்ளி 10 செ.மீ. இடைவெளியில் வைக்க வேண்டும். பின்னர் நன்கு அரைக்கப்பட்ட கொள் அல்லது துவரைப் பொடியை இத்துண்டுகளின் மேல் தூவ வேண்டும்.

பின்னர் இதன்மேல் இரண்டாம் அடுக்கை அமைக்க வேண்டும். இரண்டாம் அடுக்கும் முதல் அடுக்கைப்போல எட்டுக் கற்றைகளால் ஆனது. ஆனால் இரண்டாம் அடுக்கின் எட்டுக்கற்றைகளும் முதல் அடுக்கின் குறுக்காக அமைய வேண்டும். பின்பு இரண்டாம் அடுக்கின் நீளத்தைச் சமமாக வெட்டிவிட்டு முதல் அடுக்கின் மீது வைத்தது போல விதைத் துண்டுகளை வைத்து, கொள் அல்லது துவரைப் பொடியைத் தூவி விட வேண்டும்.

மூன்றாம் அடுக்கை இரண்டாம் அடுக்குக்குக் குறுக்காகவும் முதல் அடுக்குக்கு இணையாகவும் அமைக்க வேண்டும். இறுதியாக விதைத் துண்டுகளை வைத்துக் கொள்ளுப் பொடியைத் தூவ வேண்டும். பின்னர் நான்காம் அடுக்கை மூன்றாம் அடுக்குக்குக் குறுக்காகவும், இரண்டாம் அடுக்குக்கு இணையாகவும் அமைக்க வேண்டும். ஆனால் இந்த அடுக்கில் நான்கு கற்றைகளை மட்டும் வைத்து நடுவிலுள்ள இரண்டு கற்றைகளைப் பிரித்துச் சமமாகப் பரப்பி விட வேண்டும். இந்த அடுக்கு, படுக்கைக்கு மூடியாக அமையும். பின்னர் பாலித்தீன் தாளைக் கொண்டு படுக்கையை மூடி வைக்க வேண்டும்.

சூட்டடி வைக்கோலாக இருந்தால், வைக் கோலைப் புரியாக முறுக்கி, புரியை வளைத்து வரிசையாக அடுக்கி, ஒவ்வோர் அடுக்கையும் அமைக்கலாம். பின் நான்கு ஓரங்களையம் சமமாக நறுக்கி விட வேண்டும். விதைத் துண்டு, கொள்ளுப் பொடி அல்லது துவரைப்பொடி இவற்றைப் பயன் படுத்திப் படுக்கையை அமைக்க வேண்டும்.

ஒரு வாரத்திற்குப்பின் பாலித்தீன் தாளை நீக்கி விட்டு முதல் முறையாக நீர் தெளிக்க வேண்டும். அதன்பின் இரண்டு அல்லது மூன்று நாள்களுக்கு ஒரு முறை நீர் தெளித்து வர வேண்டும். நீர் தெளிக்கும் ஒவ்வொரு முறையும் பாலித்தீன் தாளை ஒன்று அல்லது இரண்டு மணி நேரத்திற்குப் பின்னரே மீண்டும் படுக்கைகளின் மேல் மூட வேண்டும்.

காளான் படுக்கை போட்டது முதல் 10-15 நாளில் காளான் மொட்டுகள் தோன்றும். மூன்று அல்லது நான்கு நாளில் மொட்டுகள் பெரியனவாகி முட்டை வடிவத்தை அடைகின்றன. இச்சமயத்தில் அறுவடை செய்ய வேண்டும். முதல் அறுவடைக்குப் பின் 7-10 நாள் இடைவெளியில் காளான்கள் தொடர்ந்து தோன்றும். ஒரு படுக்கைக்கு ஏறத்தாழ 1-1.5 கி.கி காளான் விளைச்சல் கிடைக்கும்.

சிப்பிக்காளான் வளர்ப்பு. காளான் படுக்கைகள் அமைப்பதற்கு ஒரு கிலோ வைக்கோல், ஒரு விதைப் புட்டி, 60 செ.மீ. உயரமும் 30 செ.மீ. அகலமும் கொண்ட இரண்டு பாலித்தீன் பைகள் தேவைப்படும், பையின் அடிப்பகுதியை நூலால் முடிந்து வைக்க வேண்டும். பையின் நடுவில் ஒரு பக்கத்திற்கு ஒரு துளை வீதம் ஒரு செ.மீ. அளவுள்ள துளைகளைப் பைக்கு இரண்டாகப் போட்டுக் கொள்ள வேண்டும். வைக்கோலை 3-5 செ.மீ. நீளத்தில் சிறு துண்டுகளாக வெட்டி நீரில் 4-6 மணி நேரம் ஊறவைத்து வெந் நீரிலோ நீராவியிலோ 30 மணி நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். நீரை வடித்து நிழலில் சாக்குப்படுதாவில் ஏறத்தாழ மூன்று, நான்கு மணி நேரம் உலர வைக்க வேண்டும்.

பாலித்தீன் பையின் அடியில் வைக்கோல் துண்டு களை 5 செ.மீ. உயரத்திற்குப் பரப்பிக் காளான் விதைகளை நான்கு சமபங்காகப் பிரித்து அதன்மேல் ஒரு பங்கைத் தூவ வேண்டும். இரண்டாம் முறையாக வைக்கோல் துண்டுகளை 10 செ.மீ. உயரத்திற்குப் பரப்ப வேண்டும். அதன் மேல் காளான் விதைகளின் மற்றொரு பங்கைத் தூவ வேண்டும். மூன்றாம் முறையாக மீண்டும் 10 செ.மீ. உயரத்திற்கு வைக் கோல் துண்டுகளைப் பரப்பி மற்றொரு பங்கு விதையைத் தூவ வேண்டும். நான்காம் முறையாக மீண்டும் 10 செ.மீ. உயரத்திற்கு வைக்கோல்

துண்டுகளைப் பரப்பி எஞ்சிய விதைகளைத் தூவ வேண்டும். அதன்மேல் 5 செ.மீ. உயரத்திற்கு வைக் கோல் துண்டுகளைத் தூவிவிட்டுப் பையின் நுனிப் பகுதியை நூலால் முடிந்து வைக்க வேண்டும்.

படுக்கைகளை விதை பரவும் அறையில் உள்ள அடுக்குகளில் வைக்க வேண்டும். பிளிரோட்டஸ் சிட்ரினோபைலியேட்டஸ் என்னும் வெள்ளைச் சிப்பிக் காளான் படுக்கையானால் பதினாறாம் நாளிலும் பிளிரோட்டஸ் சஜோர்-காஜு என்னும் சாம்பல் நிறச் சிப்பிக்காளான் படுக்கையானால் 21ஆம் நாளிலும் பாலித்தீன் பைகளைக் கிழித்து அப்புறப்படுத்திக் காளான் தோன்றுவதற்கு ஏற்ற அறைக்கு மாற்றி வைத்து இரண்டு நாளுக்குப்பின் காலையிலும், மாலையிலும் நீர் தெளித்து வர வேண்டும். ஒரு சில நாளில் காளான் மொட்டுகள் படுக்கையில் தோன்றும். நான்கு நாளுக்குள் காளான் கள் வளர்ந்திருக்கும். காளான்களை அறுவடை செய்தபின் படுக்கையின் வெளிப்புறத்திலிருந்து 1 செ.மீ. அளவில் சுரண்டி எடுக்க வேண்டும். தொடர்ந்து நீர் தெளித்து வந்தால் ஒரு வார இடை வெளியில் இரண்டாம் முறையாகக் காளான் தோன்றும். மூலப்பொருள்களின் எடைக்கு 40-80% வரை காளான் கிடைக்கும். காற்றின் வெப்பநிலை 15—30° அளவிலும் காற்றின் ஈரப்பதம் 75% அளவுக்கு மேலும் உள்ள சூழ்நிலையில் சிப்பிக் காளான் விளைச்சல் கூடுதலாக இருக்கும்.

ஐரோப்பியக் காளான். இக்காளான் வளர்க்க 3×2 அடி×6 அங்குலம் அளவுள்ள மரப்பெட்டிகள் பயன்படுகின்றன. இப்பூசணக் காளான் நன்கு வளர் வதற்கு ஏற்ற பல பொருள்களைப் பயன்படுத்திக் கம்போஸ்ட் தயாரிக்கப்படுகிறது. கம்போஸ்ட்டைப் பெட்டிகளில் நிரப்பி மேற்புறத்திலிருந்து 2-5 செ.மீ. வரை எடுத்து விட வேண்டும். பின்னர் விதையைத் தூவி அவற்றை ஏறத்தாழ 2-5 செ.மீ. வரை அமிழ்த்தி விட வேண்டும். தொடக்கத்தில் பெயர்த்தெடுத்து வைத்திருக்கும் கம்போஸ்ட்டைத் தூவிக் கையால் அமிழ்த்தி விட வேண்டும். ஒரு விதைப்புட்டியி லிருந்து எடுக்கும் காளான் விதைகள் 3 பெட்டி களில் வித்திடுவதற்குப் போதுமானவை. வித்திட்ட பிறகு செய்தித் தாளைப் பார்மலின் 2% அல்லது மேன்கோசெப் 0.2% அடர்த்தியில் நனைத்தெடுத்துப் பெட்டியின் மேற்பரப்பில் பரப்ப வேண்டும். செய்தித் தாளின்மேல் ஈரம் இருக்குமாறு நீர் தெளித்து வர வேண்டும்.

தூவிய விதையிலிருந்து கம்போஸ்ட்டில் பூசண வளர்ச்சி பரவுவதற்கு ஏற்ற வெப்பநிலை 21-23°C ஆகும். கம்போஸ்ட்டில் பூசணம் வளர்ந்து 14-18 நாளுக்குள் பரவி வெண்ணிறத்தில் காணப்படும். இச் சமயத்தில் செய்தித்தாள் நீக்கப்பட்டு மேற்பூச்சுக் கையாளப்படுகிறது. மேற்பூச்சு என்பது மண் கலவை யைக் கம்போஸ்ட்டின் மேற்பரப்பில் பரப்புதலாகும். மண், மணல் சமமாகக் கலந்தோ தொழு உரம், மணல் நான்குக்கு ஒன்று என்னும் விகிதத்தில் கலந்தோ மேற்பூச்சுக்குப் பயன்படுத்தலாம். மேற் பூச்சுச் செய்தபின் அந்த அறையில் காற்றின் வெப்ப நிலை 21-23°C, ஈரப்பதம் 85-95% 8-10 நாள் வரை இருக்க வேண்டும். பின்பு 14-15°C அளவிற்கு வெப்பநிலையைக் குறைக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு நாளும் மேற்பூச்சின் மேல் அளவோடு நீர் தெளித்து வர வேண்டும்.

மேற்பூச்சுப் பூசியது முதல் மூன்றாம் வாரத் தில் காளான் மொட்டுகள் தோன்றும். மொட்டுகள் வளர்ந்து 3-4 செ.மீ. குறுக்களவு அடைந்தவுடன் அறுவடை செய்ய வேண்டும். காளான்கள் தொடர்ந்து 2-3 மாதங்கள் வரை தோன்றும். ஒரு பெட்டியிலிருந்து 3.5 - 4.5 கி.கி வரை காளான் கிடைக்கும்.

காளான் பூசணங்கள். பசுமை பெற்றிராத, பச்சையமில்லாத தாவர இனங்களாகிய இவற்றில் இலை, காய், விதை முதலியன இல்லை. இவை படிமலர்ச்சியில் முன்னேற்றம் பெறாத கீழ்நிலைத் தாவரங்கள் ஆகும். காளான்கள் நீரிலும், நிலத்தி லும், வானிலும் ஸ்போர்களாக மிதக்கும். அழுகிய தாவரங்கள், நாட்பட்ட உணவுப் பொருள்கள், இறந்த விலங்குகளின் உடல்கள், பயனற்ற ரொட்டித் துண்டுகள், கால்நடைகளின் சாணம், மரப்பட்டை கள், தோல் பொருள்கள், பழப்புறத்தோல் போன்ற வற்றில் இவை வாழும். காளான்கள் பூசண இழை களால் ஆக்கப்பட்டிருக்கும். இழைகள் கிளைத்தோ, கிளைக்காமலோ, குறுக்குச்சுவர் பெற்றோ, பெறா மலோ இருக்கும். செல்சுவர் பூசணச் செல்லுலோசா லானது. கொழுப்பு, எண்ணெய்ப் பொருள்கள், புரதம், கரிம அமிலங்கள், கிளைகோஜன் முதலியவை காளான்களின் சேமிப்புப் பொருள்களாகும்.

காளான்கள் பச்சையமற்றுள்ளமையால் இவற் றால் பிறபசுந்தாவரங்களைப் போல் ஒளிச் சேர்க்கை யில் ஈடுபட்டு உணவைத் தயாரிக்க இயல்வ தில்லை. உணவுக்காகப் பிற உயிரினங்களையும், உயி ரற்ற அழுகிய உடலங்களையும் சார்ந்து வாழ் கின்றன. உயிரினங்களைச் சார்ந்து வாழ்பவை ஒட்டுண்ணிகள் என்றும் உயிரற்ற பொருள்களைச் சார்ந்து வாழ்பவை சாறுண்ணிகள் என்றும் குறிப் பிடப்படும். பாலிலா இனப்பெருக்கம், கசையிழை யுடைய சூவோஸ்போர்களாலும் கசையிழையற்ற, சூவோஸ்போர்களாலும் கசையிழையற்ற, இயங்காத் தன்மையுடைய கொனிடியோஸ்போர்கள் வழியாக வும் நிகழும். பாலினப் பெருக்கம் உருவம் ஒத்த காமீட்டுகள் மூலமாகவும், உருவம் ஒவ்வாக் காமீட்டுகள் மூலமாகவும் நடைபெறும்.

காளான்களுள் பல, இறந்த விலங்கினங்கள் தாவர இனங்கள் ஆகியவற்றின் உடல்களின் கரிமப்

பொருள்களைச் சிதைத்து மண் வளத்தைப் பெருக்கி இயற்கைச் சுழற்சியில் பெரும் பங்கு பெறுகின்றன. ஒரு சில காளான்களிலிருந்து கரிம அமிலங்களும், உயிர்ச்சத்து மாத்திரைகளும் தயாரிக்கப் படுகின்றன. ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், மியூகார், பெனிசிலியம் சிற்றினங்களிலிருந்து சிட்ரிக் அமிலமும் லாக்டிக் அமிலமும், ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், ஃபியூசாரியம் சிற்றினங்களிலிருந்து ரைபோஃபிளேவின் உயிர்ச்சத்தும், சாக்கரோமைஸிஸ் சிற்றினங்களிலிருந்து வைட்டமின் B அடங்கியுள்ள ஈஸ்ட் மாத்திரைகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஜிபெரெல்லா காளான்களிலிருந்து பெறப்படும் ஜிபெரெலிக் அமிலம் வளர் ஊக்கியாக இன்றைய அறிவியலில் ஆய்வு மையங்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. ரொட்டித் தயாரிப்பிற்குப் பெரிதும் உதவும் கார்பன்டை ஆக்சைடும், மது தயாரிப்பதற்குதவும் எத்தில் சாராயமும் சாக்கரோமைஸிஸ் சிற்றினங்களிலிருந்து கிடைக்கின்றன.

உணவாகப் பயன்படும் காளான்கள் அகாரிகஸ், மோர்ச்செல்லா, ப்ளூரோட்டஸ், லைகோபெர்டான் போன்றவையாகும். உலகின் பல பகுதிகளில் காளான் ஒரு பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பயிராகவே வளர்க்கப்பட்டு விற்பனையாகிறது. பயனற்ற தாள்கள், சிறிதளவு வைக்கோல் இவற்றால் காளானை வளர்க்கலாம். புரதச்சத்து மிகுந்துள்ள இக்காளான்கள் குறைந்த செலவில், சத்து நிறைந்த உணவைக் கொடுக்கின்றன. விரிந்த குடையுடைய அனைத்துக் காளான்களும் உண்ணத் தகுந்தவை அல்ல. குடைக் காளான்களுள் அமானிட்டா என்றொரு பேரினம் காணப்படுகிறது. இதன் சிற்றினங்களுள் சில, வேதி நச்சுப்பொருள்களைச் சுரக்கும் இயல்புடையவை. இவற்றின் நச்சுப்பொருள்கள் மூச்சுவிடுதலைத் தடை செய்து, இதய இயக்கத்தை தடுத்து நிறுத்தும் இயல்புடையவை. கில் காளான்களுள் (gill fungi) ஏறக்குறைய 70 சிற்றினங்கள் மனிதருக்கு நச்சுத் தன்மையைக் கொடுக்கின்றன. அமானிட்டா வர்ணாவின் கனித்திரள் தூய வெண்ணிறத்திலிருக்கும். இக்காளானின் குடைப்பகுதி ஒன்றை முழுமையாக உண்டால் ஒரே நாளில் இறப்பு நேரிடும் எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். ஆகவே இக்காளானை மரண தேவதை என்பர்.

பொதுவாக அமானிட்டா சிற்றினங்களையும் பிற நச்சுக் காளான்களையும் அவற்றின் அடியில் காணப்படும் பெரிய வோல்வா உறை மூலம் வேறுபடுத்தி அறியலாம். சிலவற்றில் வோல்வா, உறை தளத்திற்குக் கீழே புதைந்திருக்குமேயானால் வோல்வா பெரியதா அல்லது சிறியதா என அறிந்து கொள்வதும் கடினம். நச்சுக் காளான்களையும் நல்ல காளான்களையும் பிரித்தறியக் காளான்களை உணவாக்கும்போது அப்பாத்திரத்தில் ஒரு வெள்ளிக் கரண்டியைப் போட்டால் அதன் வெள்ளி நிறம் மாறிக் கறுத்து விடும். பூச்சிகள் உண்ணாத காளான்களாகப் பெற வேண்டுமென்றும், நச்சுத் தன்மையுடைய காளானின் குடையை எளிதில் செதிலாக உரித்தல் இயலாது என்றும் கூறப்படுகிறது. சிறந்த காளான்களையும் நச்சுக் காளான்களையும் தெளிவாகப் பிரிப்பது கடினம். எனவே ஏற்கப்பட்ட விதைப் பண்ணைகளிலிருந்து வித்துகளைப் பெற்றுக் காளான் வளர்ப்பு முறை அறிந்து பயிர்செய்து விற்பனை செய்யும் காளான்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

காளான்களில் பெனிசிலின், ஃப்ளேவிசின் போன்றவை மனிதர்க்கு ஊறு விளைவிக்கும் நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லும் எதிர் உயிரியாகச் செயல்படுகின்றன. பெனிசிலின், பெனிசிலியம் நொட்டேட்டம், பெனிசிலியம் கிரைசோஜீனம் போன்ற சிற்றினங்களிலிருந்தும், ஃப்ளேவிசின், ஆஸ்பர்ஜில்லஸ் ஃப்ளேவஸ் என்னும் சிற்றினத்திலிருந்தும் பெறப்படும். பெனிசிலின், இரண்டாம் உலகப் போரிலும், கொரியப் போரிலும் காயமுற்ற வீரர்களைக் காக்கப் பெருமளவில் பயன்பட்டது. பெரும்பாலான காளான்கள் மனிதருக்கும், விலங்கினத்திற்கும், தாவரங்களுக்கும் கொடிய நோய்களை விளைவிக்கின்றன. மியூகார், ரைசோபாஸ், ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், பெனிசிலியம் ஆகியவற்றின் சிற்றினங்கள் பாதுகாப்பற்ற உணவுப் பொருள்களைத் தாக்கும் இயல்புடையவை. ஜாம், ஜெல்லி, ரொட்டி, பழவகை, ஊறுகாய் ஆகியவற்றைக் கெடுக்கும் பாலிபோரஸ், ஃபோமிஸ், ஆர்மில்லேரியா போன்றவை பசு மரங்களில் ஊடுருவி வளர்ந்து மர அழுகல் நோயை உண்டாக்கும்.

ஒட்டுண்ணிக் காளான்களுள் பல பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த தானியப் பயிர்களை அழித்து நோய்களைப் பரப்பும் இயல்புடையவை. நெற்பயிரில் இலைப்புள்ளி நோயை ஹெல்மின்தோஸ்போரியம் சிற்றினங்களும், கரும்பில் உலர் செவ்வழுகல் நோயைக் கோல்லினேட்ரைகம் சிற்றினங்களும், புகையிலை, தக்காளி, மிளகாய் போன்றவற்றில் நனைந்து நசித்தல் நோயைப் பிதியம் சிற்றினங்களும், கடுகுக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரப் பயிர்களில் இலைப்புள்ளி நோயை அல்பூகோ சிற்றினங்களும் உண்டாக்குகின்றன. உஸ்டிலாகோ சிற்றினங்கள் கோதுமை, பார்லி, ரை, ஓட்ஸ், கரும்பு, சோளம் ஆகியவற்றின் கதிர்களுக்குக் கரிம நோயைத் (smut) தோற்றுவித்துப் பயிரை அழிக்கும். பக்சினியாச் சிற்றினங்கள் ரஸ்ட் என்னும் கொடிய நோயைப் பொருளாதாரச் சிறப்புடைய பயிர்களில் உண்டாக்குகின்றன. கிளாவிசெப்ஸ் ரை தானியக் கதிர்களைப் பதராக்கி அவற்றைக் காளான் இழைகளாலான கருமை நிற எர்காட்டுகளாக மாற்றும். இவை உணவோடு சேரும்போது அவற்றிலுள்ள நச்சுப்பொருள்கள் மனிதருக்கும், விலங்கினத்திற்கும் பரவி எர்காட்டிஸம் என்னும் நோயை உண்டாகும். சில காளான்கள் மனிதருக்குத் தோல் நோயைத் தோற்றுவித்துத் துன்பம் தரும். தலையில் தோன்றும்

பொடுகு, உடலில் தோன்றும் வளையப் புழுநோய் போன்றவற்றிற்கும் காளான்களே காரண மாகின்றன.

காளான்கள் மனித இனத்திற்கு நன்மை தரும் பொருள்களை அளித்தாலும், மனிதருக்கும் விலங் கினத்திற்கும் தாவரப் பயிர்களுக்கும் கொடிய நோய்களை உண்டாக்கி ஆண்டுதோறும் நாட்டின் பொருளாதாரச் சீர் குலைவிற்குக் காரணமாக அமைகின்றன. சில காளான்கள் மலை முகடு களிலும், மனிதரற்ற அமைதிப் பள்ளத்தாக்கு களிலும், பல வண்ணங்களில் பூத்து இயற்கை எழிலுக்கு மெருகேற்றுகின்றன. கிளாவேரியா அல்லது பவளக் காளான் மலைவாழ் மரங்களிலும் பசும்புல் தழைகளிலும் காணப்படுகிறது. ஒன்று முதல் பன்னி ரண்டு அங்குல உயரம் வரை வளர்ந்து வெண்மை அல்லது மஞ்சள் நிறத்திலுள்ள இக்காளானின் ஸ்போர்தாங்கிகள் பன்முறை கிளைத்துப் பவளக் கிளைகளை நினைவுபடுத்தும். ஒளி உமிழ் தன்மை பூச்சியினங்களில் மட்டுமன்று காளான் இனங் களிலும் காணப்படும். ஆர்மில்லேரியா மெல்லியா, தேன்குடைக் காளான்கள் உண்பதற்கு ஏற்றவை. மரங்களுக்கு ஊறு விளைவிக்கும் இக்காளானின் இழைகள் இரவில் ஒளியை உமிழும். ப்ளுரோட்டஸ் ஆஸ்ட்ரியேடஸ், பிசைசா, ஆரிகுலேரியா ஆரிகுலா, பூக்கோஸ் காளான், அமானிட்டா மஸ்காரியா, கில்தட்டு, அமானிட்டா ஃப்பாலாய்ட்ஸ், அமா னிட்டா ரூபசென்ஸ், பொலீட்டஸ், லாக்டாரியஸ், நாற்றக் கொம்பு, நில நட்சத்திரம், புகைக்கும் பந்து, பறவைக்கூடு ஆகியவை அழகிய காளான் களுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

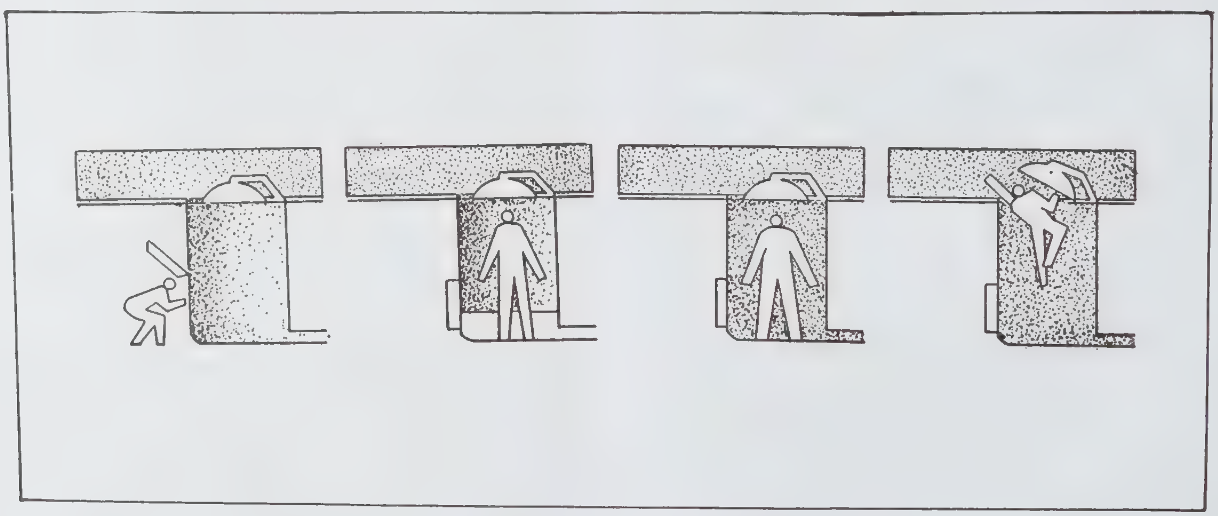
- கா. சிவப்பிரகாசம்
- க. திருமாறன்

காற்றடைப்பு

இது ஒன்றுடன் மற்றொன்று நேரடியாக இணைக்கப் படாத இரு பரப்புகளுக்கு இடையே உள்ள சிறப்புப் பகுதியாகும். காற்றடைப்பு (air lock), காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ் (safety valve) போன்று செயல் படுகிறது. விண்வெளிக்கலங்களின் (space ships) கீழ்ப் பகுதியில் உள்ள கதவு (hatch) ஒருவர் வெளியேறு வதற்காக வெளிப்புறமாகத் திறக்கப்படும்போது, கலத்திலுள்ள அழுத்தப்பட்ட வளிமண்டலம் அத்திறப்பின் வழியாக வெளியேறிவிடும். இதனால் கலத்தின் உள்ளே இருக்கும் மற்றவர்கள் விண் வெளிக்கான ஆடை அணிந்திராவிடில் கேடு விளையக் கூடும். காற்றடைப்புடன் உள்ள இரு காற்றுப்புகாத கதவுகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இதைத் தவிர்க்கலாம்.

விண்கலத்திலிருந்து வெளியேற விரும்பும் விண் வெளி வீரர்கள் முதலில், காற்றடைப்பிலுள்ள அழுத்தத்தைக் கலத்திலுள்ள அழுத்தத்திற்கு ஏற்ற வாறு சரிசெய்து கொள்ள வேண்டும். பிறகு காற்றடைப்பிற்குள் நுழைந்து கொண்டு, உட்புற முள்ள கதவை மூடிவிட வேண்டும். இப்போது அவர் வெளிக்கதவைத் திறக்கும்போது, காற்றடைப்பிற்குள் உள்ள காற்று மட்டுமே வெளியேறும். இதனால் கலத்திற்குள் உள்ளவர்களுக்கு எவ்விதத் தாக்கமும் ஏற்படுவதில்லை. விண்வெளியிலிருந்து கலத்திற்குள் நுழையும்போது இம்முறையே நேர்மாறாகப் பின் பற்றப்படுகிறது.

கடலின் கீழ் மூழ்கியிருக்கும் நீர்மூழ்கிக் கப்பல் களிலிருந்து பயணிகள் வெளியேற இத்தத்துவமே



நீர்மூழ்கிக் கப்பலிலிருந்து காற்றடைப்பின் உதவி கொண்டு வெளியேறுதல்

பயன்படுகிறது. காற்றடைப்புள் நீர் புகுந்து பின்னர் வெளியேறுகிறது. மருத்துவமனைகளில் தூசி, நுண்ணுயிரி முதலியவை உட்புகாமல் இருப்பதற்கும் இக்காற்றடைப்புத் தத்துவமே பயன்படுகிறது.

- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Arnold M. Kuethe, Chuen-yen chow, *Foundations of Aerodynamics-Bases of Aerodynamics Design*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York,1976.

காற்றழுத்தி

அழுத்தத்திற்குள்ளான காற்றின் விசையும், ஆற்றலும், அதனால் ஏற்படக்கூடிய நன்மைகளும், பணிகளும் மகத்தானவை. காற்று மட்டுமின்றி, வளிமங்கள், நீராவி, ஆவி,வளிமம்கலந்தகலவை ஆகிய வற்றை அழுத்தத்திற்குள்ளாக்கி வைத்தாலும் பெரும் பணிகளைத் திறமையுடன் செய்யலாம். இவ்வாறு வளிமம் அல்லதுகாற்றை வளிமண்டல அழுத்தத்தி லிருந்து மீமிகு அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்கும் பொறியே காற்றழுத்தி (air compressor) ஆகும். இதைக் காற்று இறுக்கி, காற்று அமுக்கி என்றும் கூறுவர். குறுகிய இடத்தினுள் அழுத்தத்திற்குள்ளாகி இருப்பதால் கன அளவு குறைக்கப்பட்டு அழுத்த நிலையும், வெப்ப நிலையும் மிகும். இந்த அமைப்பில் கனற்பொறியின் அடிப்படைக்கு எதிராக எந்திரவிய லாற்றல் வெப்ப ஆற்றலாக மாறுவதாகக் கொண் டால் இதுவும் ஒருவகை வெப்பப் பொறியே.

வகைப்பாடு. பொதுவாக, காற்றழுத்திகள் உறுதி யான இடப்பெயர்ச்சி வகை (positive displacement), விசை இயக்கவகை (dynamic type) என இரு வகைப் படும். பிற பிரிவு வகைகள் பின்வருமாறு:

உறுதியான இடப்பெயர்ச்சி கொண்ட காற் றழுத்தியில், காற்று அழுத்தக் கலத்தின் உள்ளிழுக்கப் படுகிறது அல்லது உறிஞ்சப்படுகிறது. உள்வழிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் மூடிக்கொண்டதும் கலத்தினுள்ளே இருக்கும் காற்று அழுத்தப்பட அதன் கன அளவோ கொள்ளளவோ குறையும். வெளியீட்டுக் கட்டுப் பாட்டிதழின் வெளியேயுள்ள அழுத்தத்தைச் சிறிது தாண்டியதும், கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் திறந்து கொள் கின்றன. அழுத்தத்திற்குள்ளான காற்று, சீரான நிலை அழுத்த நிலையில் வெளியிடப்படுகிறது.

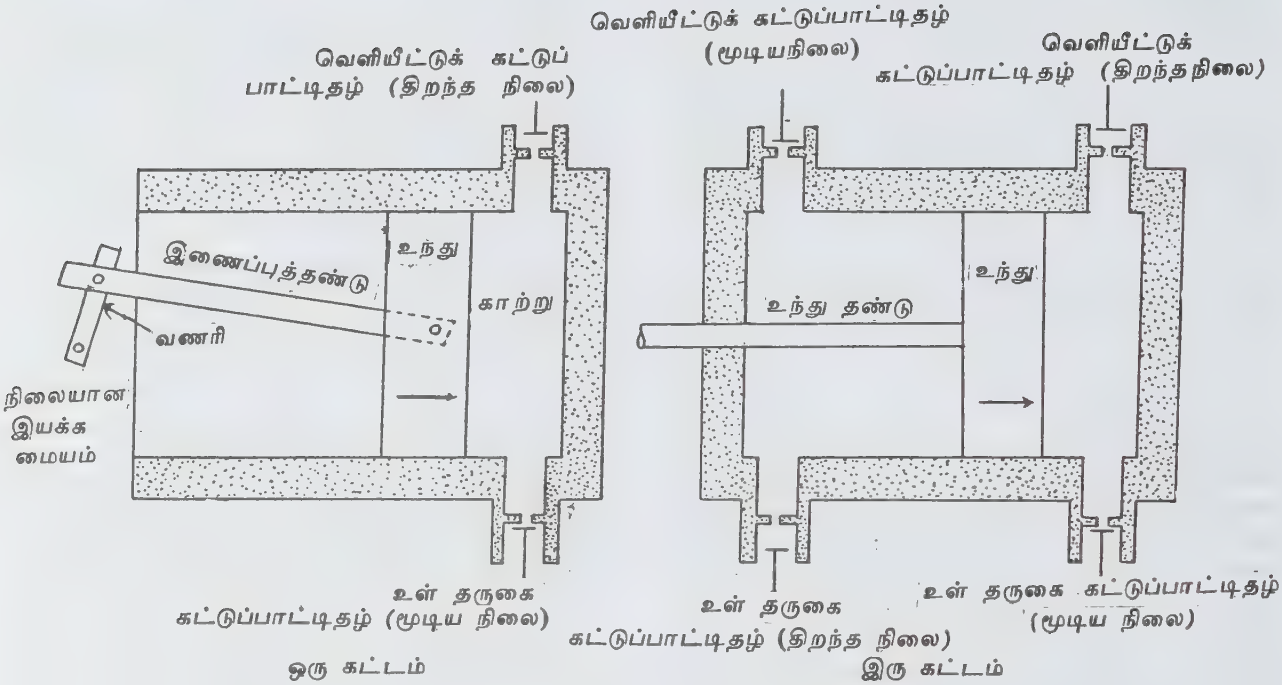
விசை இயக்க வகையில் இயக்கியால் (impeller) காற்று உள்ளிழுக்கப்பட்டுச் சுழியின் சுற்றிலேயே மீமிகு திசைவேகத்தில் அழுத்தத்திற்கு உள்ளாகிறது. பின்னர் விரவி (diffuser) வழியாக வெளிப்படுகிறது.

முன்பின்னியக்கக் காற்றழுத்தி (reciprocating compressor). இது ஓரிரு அல்லது பல கட்டக் காற்றழுத்தியாக இருக்கும். ஒரு கட்டம் (single stage) கொண்ட முன்பின்னியக்கக் காற்றழுத்தி ஒன்றின் எளிய அமைப்பு, படம் 1-இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஓர் உட்கனற்பொறியின் அமைப்பை ஒத்தது.

இவ்வமைப்பு வெப்ப உருளை, முன்பின்னியக்க உந்து, இணைக்கும் தண்டு, வளை உருளை ஆகிய வற்றைக் கொண்டது. காற்றழுத்திக்கு, சுழல் இயக் கம் மின்னாற்றலால் (மின்னியக்கியால்) கிடைக்கப் பெறும். அவ்வாறு சுற்றும்போது வேற்று மைய விளைவால் இணைக்கும் தண்டும், அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள உந்தும் முன்பின் இயங்கும். இக்காற்றழுத்திகள் செங்குத்தாகவோ, கிடைமட்ட மாகவோ இருக்கலாம். உருளையின் தலைப்பகுதியில் உள்ள உள் வழி, வெளி வழி ஆகியவற்றின் கட்டுப்பாட்டிதழ் தட்டுகளாகச் (discs) சுருள்வில் விசையுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கட்டுப்பாட்டி தழ்த் தட்டுகளின் இருபுறமும் ஏற்படக்கூடிய அழுத்த நிலை கட்டுப்பாட்டிதழ்களை இயக்கும்.

காற்றழுத்தி

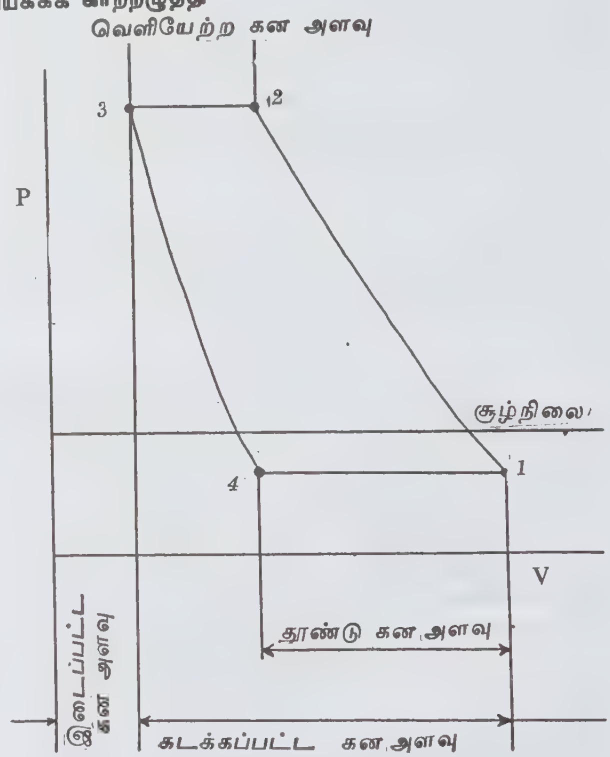
- உறுதியான இடப்பெயர்ச்சி வகை
  - உந்து வகை
  - இடைத்திரை வகை
  - சுழல் வகை
    - நகரும் அலகு வகை
    - பாய்ம வளைய வகை
    - அலகு வகை (roots)
    - திருகு வகை
- விசை இயக்க வகை
  - மைய விலக்கு வகை
  - அச்சியல் பாய்வு வகை



படம் 1. முன்பின்னியக்கக் காற்றழுத்தி

உந்து, தலைப்பகுதியை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது உள்வழி திறக்கப்படுவதால் ஏற்படக்கூடிய வெற்றிட விளைவில் காற்று உள்ளே உறிஞ்சப்படும். வெளி இறுதி மைய் நிலையை (outer dead centre) உந்து அடைந்ததும் உள்வழி அடைக்கப்பட்டு உறிஞ்சுதல் நிறுத்தப்படும். வளை உருளை, இணைக்கும் தண்டு அமைப்பால் உந்து மீண்டும் உள்நோக்கி விசையுடன் நகரும். இச்சுழற்சியில் அடைப்பிதழ்களின் வழிகள் இரண்டும் மூடப்பட்டு இருப்பதால் உள்ளே அகப்பட்ட காற்று, விசையுடன் நகரும் உந்தினால் அழுத்தப்படுகிறது. இதனால் காற்றின் கன அளவு குறைக்கப்பட்டு அழுத்த நிலையும் வெப்பநிலையும் அதிகரிக்கும். வெளியேற்றுங் குழாயினுள் இருக்கக்கூடிய அழுத்த நிலையும் காற்றழுத்தியின் உள்ளே இருக்கும் காற்றின் அதிகரிக்கும் அழுத்தமும் ஒன்றானதும், வெளிவழி அடைப்பிதழ் திறக்கப்படும். பிறகு அழுத்தத்திற்குள்ளான காற்று ஒரே சீரான அழுத்த நிலையில் வெளியேற்றப்படுகிறது. இச்சுழற்சி அழுத்த நிலைக்கனஅளவு வரைபடம் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

காற்றழுத்தியின் குறைகளும், நிறைகளும். முன்பின்னியக்கக் காற்றழுத்தியால் நிமிடத்திற்கு 100கன மீட்டர் காற்றை 7 என்ற அழுத்த விகித அளவிற்குப் பெறலாம். இக்காற்றழுத்திகள் நம்பகமானவை:



படம் 2. அழுத்த நிலைக் கன அளவு வரைபடம்

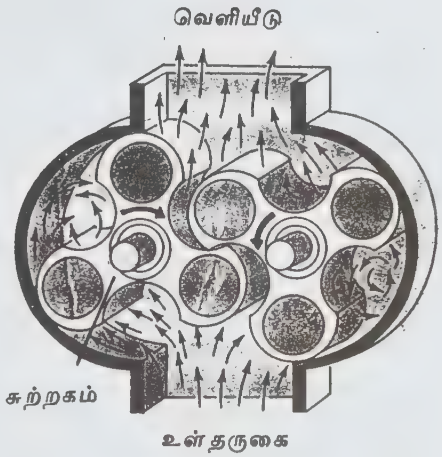
எளிய தொழில் நுட்பம் கொண்டவை. மேலும் காற்றின் கன அளவு, அழுத்த நிலை ஆகியவற்றை எளிதாகக் கட்டுப்படுத்தலாம். பேணலும் பழுதுபார்த்தலும் எளிதில் இயலும். உயவிடுதலும், குளிர்வித்தலும் எளிய முறையில் உள்ளன.

மிகுதியான செயலுறு பகுதிகளும் (working parts) அதனால் சிக்கலான திட்ட அமைப்பும், மிகு எடையும், இடங்கவர் பகுதியும், மிகு இட அளவும், அடைப்பிதழ் நுட்பங்களும் சாதாரணமாக முன் பின்னியக்க அமைப்பில் இருக்கக்கூடிய குறைபாடுகள். இருப்பினும் உயர்திறனும், நெகிழ்வுடைய (flexibility) வேறுபடக்கூடிய (variable)ஆற்றலும் பெற்றதால் இவ்வகைப் பொறிகள் மிகுதியாக வழக்கிலுள்ளன.

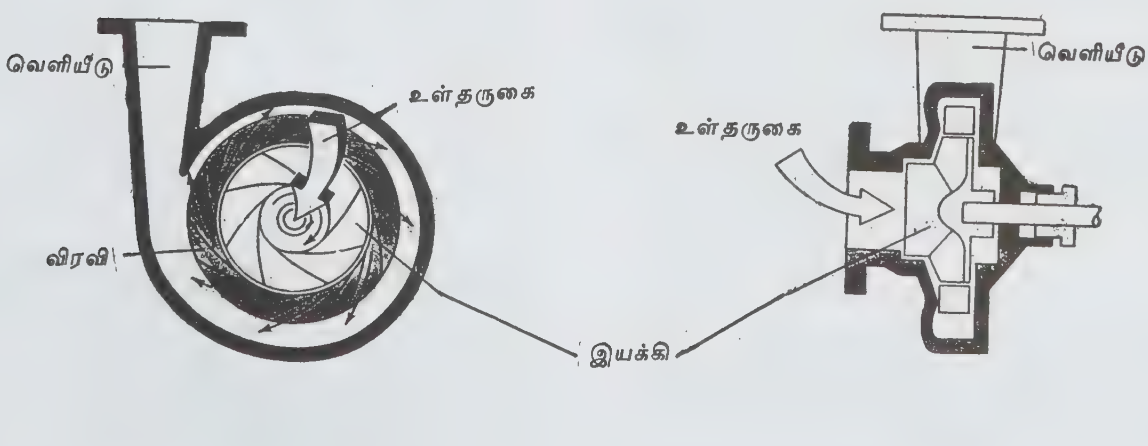
இப்பொறிகளில் உந்தானது இயக்கத்தில், உள்ளிறுதி மைய நிலையில் (inner dead centre) உச்சியையோ தலைப்புகுதியையோ அடையுமாறு அமைப்பு இருக்காது. உந்து உள்ளிறுதி நிலையில் இருக்கும்போது அதன் பரப்பிற்கும் தலைப்பகுதிக்கும் இடையே சிறிய கனஅளவு விடப்பட்டுள்ளது. இதை இடைப்பட்ட கனஅளவு (clearance volume) என்பர். வெற்றிடம் விடப்படுவதால், நகரக்கூடிய உறுப்புகள் தேய்மானம் அடையாமல் நன்கு இயங்க முடியும். மேலும் இவ்வெற்றிடம் உந்திற்கும் ஒரு வகை மென்மையான அணை உறையாக (cushioning effect) இருக்கும். இந்த இடைவெளியில்தான் அழுத்தப்பட்ட காற்று இறுத்தி வைக்கப்படும்.

கொள்ளளவுத் திறன். ஒரு சுழற்சியில் வெளிப்படும் காற்றின் அளவிற்கும் (அல்லது எடைக்கும்), பொறியில் இடைப்பட்ட வீச்சின் கன அளவால் (stroke volume) வெளிப்படக்கூடிய காற்றின் அளவிற்கும் அல்லது எடைக்கும் உள்ள விகிதம் கொள்ளளவுத் திறன் (volumetric efficienqy) எனப்படும்.

சுழல் அழுத்தி (rotary compressor). உருளையினுள் சுழல் சுழலும்போது அலகுகள் (blades) மைய விலக்கு விசையால் உருளையின் சுவருடன் ஒட்டிச் செல்லும். உருளையின் அச்சும், சுழலியின் அச்சும் வேற்றுமையாக இருப்பதால், அலகுகள் நகரும்போது



படம் 3. சுழல், உறுதியான இடப்பெயர்ச்சி வகை



படம் 4. குறை அழுத்த, மையவிலக்குக்காற்றழுத்தி

அகப்பட்ட காற்று இறுக்கப்பட்டு வெளியே செலுத்தப்படும். இவ்வகை அமைப்பில் தனிப்பட்ட உள்வழிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் இல்லை. இவ்வகைக் காற்றழுத்திகள் சிறு இயக்கங்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. (படம்-3).

மையவிலக்குக் காற்றழுத்திகள் (centrifugal compressor). படம்-4இல் இதன் எளிய அமைப்புக் காணப்படுகிறது. இதன் முக்கிய பகுதிகள்: சுழலியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள எண்ணிறைந்த வரிசைப் படுத்தப்பட்ட அலகுகள், சுற்றும் தூண்டியக்கி (இதில் ஆரவடிவ அலகுகள் (radial vanes)பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன). சுழலும் தூண்டியக்கியைச் சுற்றிச் சூழ்கலம், ஆர அமைப்பிலுள்ள சூழ்கலத் துடன் இணைந்திருக்கும் விரவி (diffuser) ஆகியவை யாகும்.

குறைந்த திசை வேகத்தில் தூண்டியக்கியின் மையத்தில் வளிமண்டல அழுத்தத்தில் காற்று உள் ளிழுக்கப்படுகிறது. சுழல் தூண்டியக்கியின் மைய விலக்கு விசையால், காற்று ஆரத்திசையில் தூண்டி யக்கியின் அலகுகளால் விலக்கப்படுகிறது. தூண்டி யக்கியுள் செல்லுகையில் காற்றுக்கு ஆற்றல் அளிக்கப் பட்டு அழுத்தம், வெப்பநிலை, திசைவேகம் ஆகியவை அதிகரிக்கப்படுகின்றன. இடைப்பட்ட சூழ் கனஅளவில் அழுத்தத்திற்குள்ளான காற்று, சிதறு கலத்தின் விரியும் பாதைகளுக்குச் செலுத்தப்படு கிறது. இதனால் காற்றின் இயங்காற்றல் அழுத்த நிலையாற்றலாக மாறுகிறது. காற்றின் நிலையியல் அழுத்தம் (static pressure) அதிகரிக்கிறது. இந்நிலை யில் மிகு அழுத்தத்திற்குள்ளான காற்று வெளிவழி மூலமாக வெளியேறுகிறது.

பயன்கள். காற்றழுத்தியைப் பெரும்பாலும் அனைத்துத் தொழிற்சாலைகளும் பயன்படுத்துகின் றன. இதன் பயன்கள் வண்ணப்பூச்சுச் சிதறி அடித் தல், தூய்மைப்படுத்துதல், தன்னியக்கமாக உளி களை இயக்கி மலைப்பாறை துளையிடு கருவிகளை இயக்கல், மோட்டார் ஊர்திகளின் டயர்களில் காற்று நிரப்பல், குளிரியல் - காற்றுச் சீராக்கல், வேதிக் கூடங்களில் நிகழ்ச்சிகளை ஊக்குவித்தல், வளி விசை யாழி, உலை, திடீர் நிறுத்திகள் (brakes), குழாய் களின் பொருள்களைக் கையாளல் - கடத்தல், எரி பொருட் சிதறல், நுண்துகளாக்கக் கூடிய பொறி களின் இயக்கம், எண்ணெய்க் கிணறுகள், ஊதுலை, அச்சுவகை எந்திரங்களை இயக்கல் எனப் பலவகைப் படும்.

- கே.ஆர்.கோவிந்தன்

நூலோதி. Baumeister, A.Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw - Hill Book Company, New York, 1978.

காற்றறை அழற்சி

மனிதனின் தலை எலும்புகளில் வலம், இடம் என இணையான இரண்டு கன்ன எலும்புகள், இரண்டு முன் தலை எலும்புகள், இரு புடைப்புகள் கொண்ட எத்மாய்டு (பறவை எலும்பு), ஸ்பினாய்டு ஆகியவை காற்றறையில் உள்ளன. இவற்றில் சுரக்கிற நீர் மூக்கறையின் முன், மேல், பின் பகுதிகளில் வடிந்து வெளியேறுகிறது. இதே வழியாக மூக்கிலிருந்து நுண்ணுயிரிகளும் சீழும் காற்றறைக்குப் பரவலாம்.

சாதாரணமாகக் காற்றறை அழற்சி தும்மலுடன் தொடங்குகிறது. தூய்மையில்லாத நீர் உள்ள குளம், குட்டை, கடல்களில் குளிக்கும் போதும் நீச்சல் குளத்தில் தலை கீழும் கால் மேலுமாகக் குதிக்கும் போதும் மூக்கினுள் புகுந்த நீர் காற்றறைகளில் புகுந்து விடுகிறது. மழையில் நனைந்தால் சிலருக்குத் தடுமன் பிடிக்கிறது. தலை, மூக்கு, தொண்டை குளிர்ந்தவுடன் மூக்கிலும், தொண்டையிலும் எப்போதும் தங்கியுள்ள நுண்ணுயிரிகளும் வைரஸ் களும் வீரிய அழற்சியுண்டாக்குகின்றன. தூய்மை யற்ற நீரிலுள்ள வேறு நுண்ணுயிரிகளும் சேர்ந்து அழற்சியின் கடுமையை மிகுதியாக்குகின்றன.

உடலில் எதிர்ப்பாற்றல் குறைந்தவர்களும் உடல் தளர்ச்சி உள்ளவர்களும் எளிதில் தாக்கப் படுவர். ஒவ்வாமை உள்ளவர்களுக்கு, சாதாரணத் தும்மல், தடுமனில் தொடங்கிச் சைனஸ் அழற்சியில் முடிவது எளிது. உடல்நலம் குன்றியவர்களுக்குப் பல், ஈறுகளில் சீழ்பிடித்திருந்தால் அதன் வேர் வழியாகச் சீழ் கன்ன எலும்புக்குள் சென்று, தீவிர அழற்சியாகி, கெடு நாற்றத்துடன் மூக்கில் சீழ்வடியும். பெரிய அடி னாய்டு சதை உள்ள குழந்தைகளுக்குத் தொண்டை யிலிருந்து மூக்கினுள் சளி புகுந்து காற்றறைகள் தாக்கமடைகின்றன. மூக்கினுள் விழுதுகளுடன் சீழ் பிடித்திருந்தாலும் காற்றறைகளில் எளிதாகச் சீழ் பரவி விடுகிறது. மூக்குத் தண்டு வளைந்தவர்கள் பொடி போடும் பழக்கத்தில் மூக்கை உறிஞ்சுவர். அப்போது சைனஸ் அழற்சி ஏற்பட வழி உண்டாகிறது.

முனைப்பான கன்ன எலும்பு அழற்சி 90% மூக்கி லிருந்தும் 10% பற்களிலிருந்தும் தோன்றுகிறது. பிற காற்றறைகளிலும் மிகுதியாகத் தனியாகத் தாக்கமுறு வது கன்ன எலும்பு ஆகும். காற்றறை வலியில் கன்னத் தில் வீக்கம், மூக்கிலிருந்து கட்டியாக மஞ்சள் நிறத் துடன் சளி ஆகியவை இருக்கும். உடனடி மருத்துவ மும் ஓய்வும் தேவை. வலிக்கு ஆஸ்பிரின் அல்லது பாரசட்டமால், நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள், வீக்கம் வடிய மாத்திரை போன்றவை சாப்பிட வேண்டும். சுடுநீர் ஒற்றடம், மெந்தால் கலந்த நீர் ஆவியை முகர்தல், மூக்கினுள் வீக்கம் குறையச் சொட்டு மருந்து ஆகியவற்றைப் பயன்

படுத்தலாம். இம்முறைகளில் குணமாகாவிட்டால், ஊசி மூலம் காற்றறையின் உள்ளே இருக்கும் சளியை வெளியேற்றி, தூய உப்பு நீரால் கழுவுதல் சிறந்தது.

முனைப்பான முன் தலை சைனஸ் அழற்சி. எத்மாய்டு எலும்பு, கன்ன எலும்பு ஆகியவற்றிலுள்ள சீழ் இதனுள் பரவுகிறது. இது இருபக்கமும் வரலாம். முன்தலையின் கீழ், கண்ணின் மேலே தாங்க முடியாத வலி இருக்கும். எலும்பைத் தொட்டால் வலி மிகுதியாகும். மூக்குத் தண்டு எலும்பு வளைந்துள்ளவர்களுக்கு ஒருபக்கத்தில் பலமுறை அழற்சி வரலாம். கண்ணின் மேல்பட்டை வீங்கியிருக்கும்; மூக்கினுள் மஞ்சள் சீழ் தெரியும். வலி மிகுதியாக இருந்தால் எலும்பின் அடிப்பகுதியில் தலை மயக்க ஊசி போட்டுச் சீழை அகற்றி, பிற மருத்துவங்களையும் கடைப்பிடிக்க வேண்டும்.

பறவை எலும்பு. ஏனைய காற்றறை அழற்சியுடன் கலந்த அழற்சி இதிலும் இருக்கும். இங்குள்ள அழற்சியால் வருகிற வலி இரு கண்களிடையே இருக்கும். மூக்கைச் சிந்தும்போது முன் பக்கமும், உறிஞ்சும் போது பின்பக்கமும் சளி வழியும்.

ஸ்பீனாய்டு அழற்சி. மற்றெல்லா சைனஸ்களுடன் இதிலும் அழற்சி ஏற்படுகிறது. தலையின் உச்சி, நடுத் தலை, பின் தலை ஆகிய இடங்களிலும், சில சமயம் காதின் பக்கமும் வலி தெரியும். மூக்கின் பின் வழியாகச் சளி வெளியே இறங்கி விழுங்கப்படுகிறது. கன்ன எலும்புக் காற்றறை மருத்துவமே இதற்குப் போதும்.

நாட்பட்ட காற்றறை அழற்சி. ஒவ்வாமை, மூக்குத் தண்டு வளைந்திருத்தல், மேல்தாடையின் இறுதி 4 பற்களில் நோய் மற்றும் உடல் நலம் குன்றிய நிலையில் தீவிரக் காற்றறை அழற்சி குறைந்தாலும், மீண்டும் வரலாம் அல்லது நாட்பட்ட அழற்சியாகவும் தொடர்ந்திருக்கலாம். தீவிர அழற்சி, மருத்துவத்தில் நலமடையாவிட்டால், மேற்காணும் குறைகளைச் சரி செய்ய வேண்டும் அல்லது அறுவை மருத்துவம் செய்து அகற்றி மீண்டும் சீழ் சேராமல் வகை செய்ய வேண்டும்.

- டி. எம். பரமேஸ்வரன்

காற்றாலை

இது காற்றின் ஆற்றல் மாற்றத்திற்கு (energy conversion) உதவும் பொறியாகும். காற்றுச் சுழலி (wind turbine) காற்று அசைவினால் உண்டாகும் இயக்க ஆற்றலை (kinetic energy) எந்திர ஆற்றலாக (mechanical energy) மாற்றுகிறது. இது ஒரு தண்டின் (shaft) மூலம் கடத்தப்படுகிறது. ஒரு மின்னாக்கி (generator) இந்த எந்திர ஆற்றலை மின்னாற்றலாக மாற்றுகிறது. இவ்வாறு காற்றாலையின் (wind mill) மூலம் மின் சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

காற்றிலிருந்து பெறப்படும் ஆற்றல், இயக்கவியல் (kinetics) கோட்பாட்டின் மூலம் பெறப்படுகிறது. திறன் (power) என்பது ஓர் அலகு நேரத்திற்கான (unit time) ஆற்றலைக் குறிக்கும். பொதுவாக ஒரு பொருளின் இயக்க ஆற்றல் $\frac{1}{2}MV^2$ ஆகும். இதில் M என்பது நிறை. V என்பது அதன் திசைவேகம் ஆகும். நிறை $(M) = \rho AV$. இதில் ρ என்பது காற்றின் அடர்த்தியாகும். M என்பது A என்ற பரப்பின் வழியாகச் செல்லும் காற்றின் நிறையாகும். ஆகவே, இயக்க ஆற்றல் $= \frac{1}{2}\rho AV^3$ ஆகும்.

$$\text{காற்றின் திறன் } p = \frac{1}{2}\rho AV^3 Cp$$

Cp என்பது திறன் கெழு ஆகும்.

$$Cp = \frac{\text{கிடைக்கும் ஆற்றல்}}{\text{உள்ளீட்டு ஆற்றல்}}$$

காற்றாலைகளின் மூலமாகப் பெறப்படும் ஆற்றல் $P = 0.37\left(\frac{V}{10}\right)^3$ என்ற சமன்பாட்டின் மூலம் பெறப்படுகிறது.

இவ்வாறாக மாற்றக்கூடிய திறன் அல்லது ஆற்றல் காற்று வேகத்தின் மூன்று மடங்குகளைப் பொறுத்திருக்கும். எனவே காற்றின் வேகம் 20% ஆகக் குறையும் போது வெளிப்படும் திறன் தோராயமாக 50% குறையக்கூடும். காற்றின் வேகம் நாளுக்கு நாள், பருவத்திற்குப் பருவம் மாறக்கூடியது. காற்றின் பண்புகளைப் பற்றிய குறிப்புகள் பல வழிகளில் பெறப்படுகின்றன. நிலப்பரப்பை ஒட்டி வீசும் காற்றின் பண்புகள், அவ்விடத்தின் குறுக்கை யளவு (latitude), உயரம் (altitude), இடவியல்பு விளக்க விவரம் (topography), மணி, மாதம் அல்லது ஆண்டு ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அமைந்த அளவுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவையாகும். மணியின் அடிப்படையில் (based on scale of the hour) பெறப்பட்ட காற்றின் பண்புகளைப் பற்றிய குறிப்புகள், வடிவமைப்பின் எந்திரவியல் பிரிவிற்குப் பயன்படுகின்றன. இக்குறிப்புகளைத் தவிர, குறைந்த காற்று வேகம், வன்காற்றலை (gusts) ஆகியவற்றைப் பற்றிய விவரங்களும் காற்றாலைகளின் வடிவமைப்பிற்கு மிகவும் முக்கியமானவை.

காற்றாலை வடிவமைப்பில் முதன்மையான அம்சம் அது நிறுவப்படும் இடத்தைத் தீர்மானிப்பதாகும். நிலப்பரப்பிற்கு அருகில் வீசும் காற்றின் வேகம் வீடுகள், மரங்கள் போன்றவற்றால் பாதிக்கப்படுகிறது. நிலப்பரப்பிலிருந்து உயரம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்கக் காற்றின் வேகமும் அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறு அதிகரிக்கும் வீதம் (rate) எல்லா இடங்களிலும்

ஓரே அளவாக இருக்கும். எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட உயரத்திற்குரிய காற்றின் வேகத்தைக் கொண்டு, வேறு எந்த உயரத்திற்கும் காற்றின் வேகம் கணக்கிடப்படுகிறது.

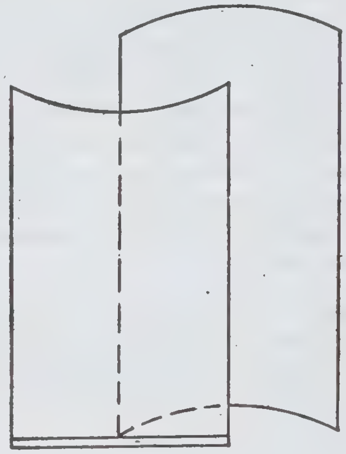
காற்றாலைகள் நிறுவ ஏற்ற இடங்கள். கடற்கரையிலிருந்து சற்று விலகிய பகுதி (off-shore), கடற்கரை (sea coast) ஆகியவை காற்றாலை நிறுவ மிகச் சிறந்த இடங்களாகும். இவ்விடங்களில் காற்றின் திறன் தோராயமாக 2400 kwh/m²/ ஆண்டு ஆகும். அடுத்ததாக மலைகள் சிறந்த இடங்களாகத் திகழ்கின்றன. இங்குக் காற்றின் திறன் தோராயமாக 1600 kwh/m²/ ஆண்டு ஆகும். குறைந்த அளவு காற்றின் திறன் சமவெளிகளில் கிடைக்கிறது. இத்திறன், கடற்கரைகளில் கிடைப்பதை விட மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கு குறைவாகும். இம்மதிப்பு தோராயமாக 750 kwh/m²/ ஆண்டு ஆகும்.

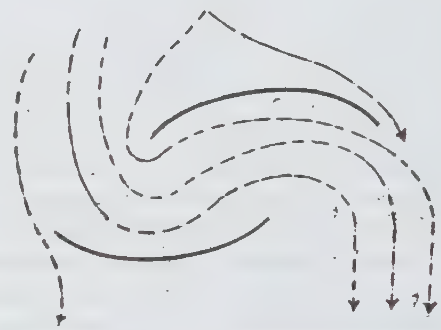
வானிலையைப் பொறுத்தும் காற்றின் வேகம் அமைகிறது. ஈரப்பதம் நிரம்பிய நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில், கடலிலும், கடற்கரையிலும், மலையிலும் காற்றிற்குத் திறன் இருப்பதில்லை. காற்றின் திறன் உலர்ந்த அல்லது வெப்பமான அல்லது குளிர்ந்த வானிலை கொண்ட பகுதிகளில் அதிகமாக உள்ளது. ஜப்பான் போன்ற நாடுகளில் அடிக்கடி ஏற்படும் புயற்காற்றினால் காற்றின் திறன் நிலையாக அமைவதில்லை.

காற்றாலையின் வகைகள். காற்றாலைகள் அவற்றின் சுழற்சி அச்சிற்கு ஏற்ப, கிடை அச்சு வகை (horizontal axis type), நேர்குத்து அச்சுவகை (vertical axis type) என இருவகைப்படும்.

நேர்குத்து அச்சு வகையில் ஒரு பிரிவு 'S' வடிவச் சுற்றக ஆலை (rotor mill) ஆகும். இது கிண்ணக் காற்று வேக அளவி (cup anemometer) போலச் செயல்படக் கூடியது. இதில் இரண்டு அரை உருளைகள் (half cylinders) ஒன்றை ஒன்று எதிர்த் திசையில் நோக்கியவாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதனால் அதன் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு S வடிவைக் கொண்டிருக்கும். இந்த இரு உருளைகளும் ஒரு நேர்குத்து அச்சில் சிறிது இடைவெளி விட்டுப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நேர்குத்து அச்சு காற்று வீசும் திசைக்குச் செங்குத்தாக உள்ளது. காற்று எந்தத் திசையிலிருந்து வீசினாலும், அரை உருளைகளின் குவிந்த பகுதி (convex side) காற்றை நோக்கி இருக்குமாறு, சுற்றகம் சுழல்கிறது. நீர் இறைத்தல், மின்கலங்களுக்கு மின்னூட்டம் செய்தல், தானியங்களின் பதர் நீக்குதல் (winnowing) போன்றவற்றிற்குத் தேவையான திறன் இச்சுற்றகத் தண்டிலிருந்து பெறப்படுகிறது. இதன் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் S வடிவில் இருப்பதால், ஒரு பகுதி உருளையின் ஒரு முனையும், மற்றோர் உருளையின் எதிர் முனையும் மைய அச்சுக்கு அருகில் உள்ளன (படம் 1).

காற்றின் விசை குவிந்த வெளிப் பரப்பை விட, கிண்ணம் போன்ற உட்பரப்பிலேயே அதிகமாக உள்ளது. இதனால் காற்றிலையில் (air foil) உள்ளது போல் இங்கும் குவிந்த மேற்பரப்பில் காற்றின் அழுத்தம் குறைவாக உள்ளது. இக்குறைந்த அழுத்தத்தால் சுற்றகம் தொடர்ந்து சுழல்கிறது.





படம் 1. S வடிவச் சுற்றக நேர்குத்து அச்சு, காற்றாலையின் சுற்றகம் மற்றும் காற்றுப் பாய்வு

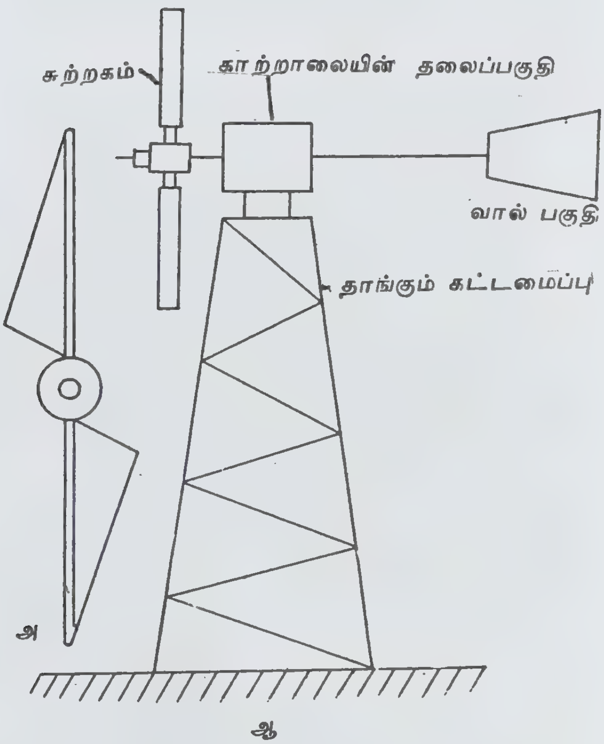
பயன்பாடுகளும் தீமைகளும். நேர் குத்து அச்சுக் காற்றாலை, காற்று எத்திசையிலிருந்து வீசினாலும் சுழலக் கூடியது. இவ்வகை, மிகக் குறைந்த காற்று வேகங்களில் கூடச் செயல்படும்.

ஆனால் இவ்வகைக் காற்றாலை மிகுந்த எடை கொண்டது. இதில் படும் காற்றின் அளவை விட மிக அதிகமான உலோகப் பரப்பைக் கொண்டது. திறன் கடத்தும் அச்சு மிக நீளமாக உள்ளதால் மிக உயரமான காற்றாலைகள் தேவைப்படும் இடங்களில், இவ்வகை பயன்படுவதில்லை.

கிடை அச்சு வகைக் காற்றாலைகள். இவ்வகைக் காற்றாலையின் அலகுகள் மிகக் குறைந்த தடிமன் கொண்ட குறுக்குப் பரப்பை உடையவை. காற்றுப் பாய்வினால் இவ்வலகுகள் சுழல்கின்றன.

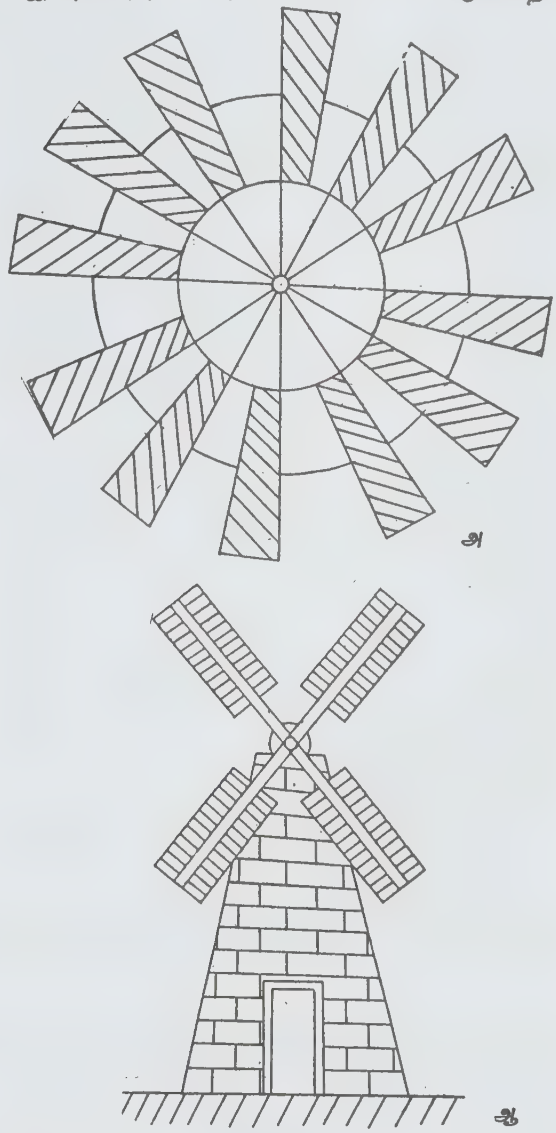
நவீன காற்றுச் சுழலியின் (wind turbine) அலகுகளின் முனையில், வேகம், காற்றின் வேகத்தை விட ஆறு மடங்கு அதிகமாக உள்ளது. இவ்வலகுகள் தட்டையாகவும், சுழலும் தளத்திலிருந்து சிறிது கோணத்திலும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்தளம் காற்று வீசும் திசைக்குச் செங்குத்தாக உள்ளது. கிடை அச்சு வகைக் காற்றாலைகள் பயன்படுத்தப்படும் அலகுகளின் எண்ணிக்கை அடிப்படையில் பல வகைப்படும்.

இரு அலகுகளைக் கொண்ட காற்றாலை படம் 2-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 2. (அ) இரு அலகுகளின் பக்கவாட்டுத் தோற்றம். (ஆ) கிடை அச்சு வகைக் காற்றாலை.

பொதுவாகக் கிடை அச்சு வகைக் காற்றாலைகள் சிறந்த செயல்பாடு கொண்டவை. இவை பலவிதமான பயன்களைக் கொண்டிருந்தாலும் மின்உற்பத்திக்கும், நீர் இறைப்பதற்கும் முக்கியமாகப் பயன்படுகின்றன.



படம் 3. (அ) பல அலகுகளைக் கொண்ட காற்றாலை (ஆ) டச்சு வகை கிடை அச்சுக் காற்றாலை

காற்றிலிருந்து கிடைக்கும் ஆற்றலால் விளையும் பயன்கள். இது புதுப்பிக்கக்கூடிய (renewable) ஆற்றலாகும். சூரிய ஆற்றலைப் போன்று காற்றாலை மின் உற்பத்தித் திட்டமும், சுற்றுப்புறத்தை மாசுபடுத்துவதில்லை. அதனால் தீய, பின்விளைவுகள் ஏற்படுவதில்லை. இத்திட்டத்தில் எரிபொருள் தேவையில்லாததால், அதைச் சேமித்து வைக்கவும், கிடைக்கும் இடத்திலிருந்து தேவைப்படும் இடத்திற்குக்

கொண்டு செல்லவும் வேண்டியதில்லை. இது சில கிலோவாட் திறன் தேவைப்படும் சிறிய அளவு தொழில் திட்டங்களுக்கு ஏற்ற குறைந்த செல வுடையது. பெரிய அளவு திட்டங்களுக்குப் பயன் படுத்தும் போது, பேரளவு உற்பத்தியின் (mass production) மூலம், இதன் செலவைக் குறைக்கலாம்.

தீமைகள். காற்றின் ஆற்றல் நிலையில்லாமல் மாறுபடக் கூடியது. இத்தகைய நிலையற்ற தன்மை யினால், ஆற்றலைச் சேமித்து வைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படுகிறது. காற்றாலைகள் பலத்த ஓசையுடன் இயங்குகின்றன. பெரிய காற்றாலையி லிருந்து வரும் ஓசை பல கிலோமீட்டருக்கும் அப்பால் கேட்கக் கூடும். காற்றாலைகள், பற்சக்கரப் பெட்டி (gear box), குடம் (hub), மின்னாக்கி, இணைக்கும் தண்டு ஆகியவற்றைக் கொண்டதால் இதன் எடை மிக அதிகமாக உள்ளது. காற்றாலைகள் நிறுவ, பெரும் பரப்புத் தேவைப்படுகிறது.

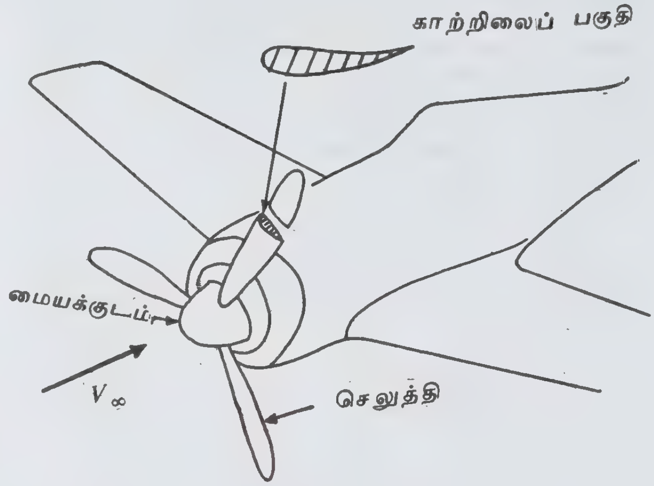
தற்போது தேவைப்படும் திறனில் பெரும் பகுதி, நிலக்கரி, எண்ணெய், இயற்கைவளிமம் போன்ற எரிபொருள்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றது. ஆனால் இவை தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்படுவதால், கிடைக்கும் அளவில் குறைந்து விடக் கூடும். ஆகவே, அறிவியலார் புதுப்பிக்கக்கூடிய ஆற்றல் மூலங் களைப் (sources) பயன்படுத்துவதைப் பற்றி ஆராய்ந்து அதில் வெற்றியும் கண்டுள் ளனர். அத்தகைய ஆற்றல் மூலங்களுள் காற்றும் ஒன்று. எனவே காற்றாலைகளால் ஏற்படும் குறை களைக்களைய ஆய்வுகள் நடத்தப்படுகின்றன. எதிர் காலத்தில் காற்றாலை மின் திட்டத்தின் மூலம் பெருமளவு திறன் பெறப்படும் என்று நம்பப்படுகிறது.

- வா. அனுசுயா

நூலோதி. G. D. Rai, *Solar Energy Utilization*, Second Edition, Khanna Publishers, New Delhi, 1984.

காற்றிடைச் செலுத்தி

வானூர்தி எந்திரம் உருவாக்கும் சுழல் ஆற்றலை உந்து ஆற்றலாக மாற்றி வானூர்தியைக் காற்றி டையே செலுத்தப் பயன்படுகிற, மையக்குடமும் (hub), அலகுகளும் (blades) கொண்ட கருவியே காற்றிடைச் செலுத்தி (air propeller) எனப்படு கிறது. கடலில் பயன்படும் செலுத்திகளைவிடக் காற்றிடைச் செலுத்திகள் மெல்லிய ஊடகத்தில் செயல்படுவதால் இவற்றின் விட்டமும் சுழல்வேக மும் மிகுதியாக உள்ளன. இவை எந்திரத்தின் சுழல் தண்டில் நேரடியாகப் பொருத்தப்படுகின்றன. எந்திரத்தின் இயக்கத்தால் சுழலும் செலுத்தியின் அலகுகள் ஓர் ஏற்றத்தைச் (lift) செலுத்தியின் அச்சுத் திசையில் உருவாக்குகின்றன. இந்த ஏற்றம் தேவை யான உந்து ஆற்றலை உருவாக்கி ஊர்தியைக் காற்றி டையே செலுத்த உதவுகிறது.



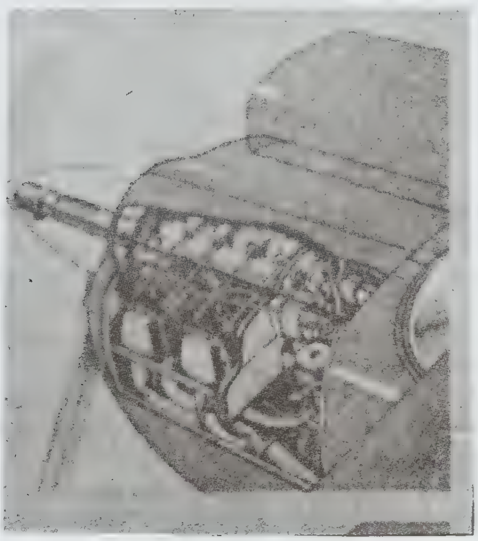
படம் 1. காற்றிடைச் செலுத்தி

செலுத்தி வகைகள். சிறிய, வேகம் குறைந்த, வானூர்திகளில் இரு அலகுகள் கொண்ட மாறாத அலகு நிலைச் செலுத்திகள் பயன்படுகின்றன (படம்-1). அலகுநிலை என்பது மையக்குடத்திற்கும், அலகுகளுக்கும் உள்ள கோணமாகும். மிகுவேக ஊர்தி களில் அலகுநிலையை மாற்றக்கூடிய வாய்ப்புடைய செலுத்திகளே பயன்படுகின்றன. அலகுநிலை மாற் றும் செலுத்திகள் இருநிலைச் செலுத்தி, மாறுநிலைச் செலுத்தி, நிலைவேகச் செலுத்தி, மிதக்கும் செலுத்தி, எதிர்நிலைச் செலுத்தி எனப் பலவகைப்படும். இரு நிலைச் செலுத்தி எழுவதற்கு (take off) ஒரு நிலை யும் பறத்தலுக்கு ஒரு நிலையுமாக இரு கோணநிலை யில் மட்டுமே சுழலவல்லது. மாறுநிலைச் செலுத்தி யில் பறத்தலின் எந்நிலைக்கும் தேவையான கோண நிலையில் அலகுகளைச் சுழல வைக்க முடியும். மாறா வேகச் செலுத்தி, அடிப்படையில் ஒரு மாறுநிலைச் செலுத்தியேயாகும். அத்துடன் வேகக்கட்டுப்படுத்தி யும் இணைக்கப்படுவதால் நிலைமைக்கேற்ற வேகம் சீராகப் பேணப்படுகிறது.

மிதக்கும் செலுத்தியில் சாதாரணமாகப் பயன் படும் பெரும அளவான கோண நிலையை விட மிகுதியான கோண நிலையை எட்ட முடிகிறது. இது சிறந்த பாதுகாப்புக் கருவியாகும். பறக்கும் போது எந்திரத்தில் ஏதேனும் குறை ஏற்பட்டு விட்டால் அலகுகளைச் சுழல்தண்டிற்கு 90° கோணத் தில் இருக்குமாறு மாற்றிக் காற்றினால் ஊர்தி

இழுத்துச் செல்லப்படுவதைத் தவிர்க்கலாம். எதிர் நிலைச் செலுத்தியும் ஒருவகை மாறா வேகச் செலுத்தியேயாகும். இவ்வகையில் அலகுகளைப் பின்புறம் திருப்ப இயல்வதால் உந்துவிசையின் திசையே மாற்றப்பட்டு விடுகிறது. தரை இறங்கும்போது விமானத்தை இதன்மூலம் நிறுத்தலாம்.

அலகுநிலைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள். அலகு நிலையை நீரியல், மின்னியல், எந்திர அல்லது தானியங்குஇயல்களில் ஏதேனும் ஒரு முறை மூலம் மாற்றலாம். நீரியல் முறையில் ஓர் எக்கியிலிருந்து எண்ணெய் நீரியல் உந்திற்குச் செலுத்தப்படுகிறது. உந்தின் நகர்வு சில எந்திர இணைப்புகள் மூலம் அலகுகளின் அடிப்பகுதியை நகர்த்திக் கோணத்தை மாற்றுகிறது. மின்முறையில், மின்னோடி பற்சக்கரங்களின் மூலம் அலகுகளின் அடிப்பகுதியோடு இணைக்கப்பட்டுச் சுழற்சியின் மூலம் கோணம் மாற்றப்படுகிறது.



படம் 2. மூன்று அலகுகளைக் கொண்ட காற்றிடைச் செலுத்தி

வடிவமைப்பு. முந்தைய செலுத்திகளின் அலகுகள் இணைக்கப்பட்ட மரப் பலகைகளால் அடுக்காக அமைக்கப்பட்டன. அக்குரோட்டு மரங்களே மிகுதியும் பயன்பட்டன. தற்போது அலுமினிய உலோகக் கலவை பயன்படுகிறது. செலுத்தியின் விட்டம் 13 அடிக்கும் மேற்பட்டால் எடையைக் குறைப்பதற்காக அலகுகள், கூடு போன்ற அமைப்பில் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

மையக்குடம் மிகு வலிவுள்ள எஃகின் உலோகக் கலவையாலோ அலுமினியத்தாலோ தயாரிக்கப்படும். வடிவமைப்பின்போது செலுத்தியின் எடையும் அளவும் முடிந்தவரை குறைவாக இருக்குமாறு உருவாக்க வேண்டியது மிகவும் இன்றியமையாதது. செலுத்தியைத் தாக்கக்கூடிய மையவிலக்கு விசை, உந்து விசை, சுழற்சி விசை, முறுக்கு விசை, அதிர்வு போன்றவற்றை மனத்திற்கொண்டு அவற்றைத் தாங்கவல்ல வடிவில் அமைக்க வேண்டும். ஊர்தியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள எந்திரத்தின் திறனை உந்து திறனாக மாற்றத் தேவையான வலிமையுடைய செலுத்தியின் பரிமாணம், எடை, அலகுகளின் எண்ணிக்கை போன்றவை அறுதியிடப்படுகின்றன. தேவைக்கு ஏற்பச் செலுத்தியின் விட்டம், அலகுகளின் எண்ணிக்கை, அகலம், பருமன் ஆகியவற்றை மாற்றியமைப்பதன் மூலம் விரும்பிய விளைவுகளைப் பெறலாம்.

பலவகைச் செலுத்திகள் மாதிரிக் காற்றுச் சுரங்கத்தில் (wind tunnel) ஆய்வு செய்யப்பட்டு அவற்றின் விளைவுகள் பரிமாணங்களற்ற அட்டவணைகளாகவும், படவரைவுகளாகவும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றை எந்தச் சூழலுக்கும் பயன்படுத்தி மிகச் சரியான செலுத்தியை அடையாளம் காணலாம். பொதுவாக வானூர்தியின் பேரொலிக்குச் செலுத்திகளே காரணமாக அமைகின்றன. செலுத்தியின் திறன் மிகும்போது ஒலியின் அளவும் மிகும். ஆனால் அலகுகளின் எண்ணிக்கை மிகும்போது ஒலியின் அளவு குறையும் என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

- வயி. அண்ணாமலை

நூலோதி: Darrol Stinton, *The Design of the Aeroplane*, Granada Publishing. Co., London, 1983.

காற்றியக்கவியல்

காற்றும் பிற வளிமங்களும் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும் போதோ சமநிலையில் இருக்கும்போதோ இவற்றின் பண்பியல்புகளை அறியச் செய்யும் அறிவியலே காற்றியக்கவியல் (aeromechanics) ஆகும். காற்றியக்கவியலில் இரு பெரும் பிரிவுகள் உள்ளன. அவை காற்று அல்லது வளிச்சுழல் சமநிலையியல் அல்லது அது பற்றிய இயற்பியல் (aerostatics), காற்று அல்லது வளி இயக்கம் சார்ந்த இயற்பியல் (aerodynamics). இதில் காற்றியக்கவியல் என்பது பாய்ம இயக்கவியலின் (fluid mechanics) ஒரு பொதுவான பிரிவில் அடங்கும் தனிப்பட்ட அறிவியலாகும். இரண்டாவதாகக் குறிப்பிடப்பட்ட வளி இயக்கவியலில் காற்று மற்றும் வளிமங்களின் இயக்கம் அல்லது சமநிலை பற்றிய இயற்பியலையும் காற்றியக்கவியல் எனலாம். மேலும் சில சமயம் பாய்மத்தினுள் மூழ்கியிருக்கும்

ஏதேனும் ஒரு திண்மப் பொருளின் சமநிலை பற்றிய ஆய்வைக் காற்றியக்கவியல் எனக் கூறுவர். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக ஒரு மூடப்பட்டுள்ள உருளை, கலத்துள் அழுத்தப்படும் காற்று, பலூன் போன்ற வற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

காற்று, பாய்வில் அல்லது இயக்கத்தில் இருக்கும் போது ஆராய்ந்தால் அதன் பண்பியல்புகள் அல்லது ஏதேனும் பிற தகைவு, உந்தம், விசை ஏற்படுவதால் மாறுபடும் இயல்புகள் பற்றிய அறிவியலைப் பொது வாக வளி இயக்கவியல் என்பர். ஒரு குழாய் அல்லது மூடிய கால்வாய் வழியே பாயும் காற்றில் ஏற்படும் அல்லது ஏற்படுத்தப்படும் தடை (resistance) அல்லது அழுத்த நிலை (pressure) மற்றும் காற்று இறகு (aero foil) அல்லது அலகில் காற்றுப் பாய்ந்து ஊடுரு விச் செல்வதால் ஏற்படும் விசை, விளைவுகள் பற்றிய நுட்பத்தையும் காற்றியக்கவியலின் பகுதியாகக் கொள்ளலாம்.

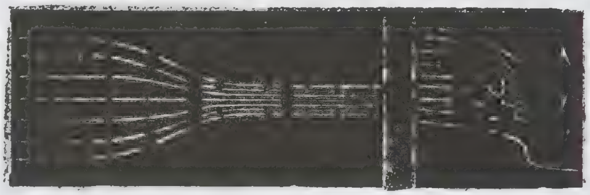
- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw - Hill Book Company, New York, 1978.

காற்றியங்கியல்

வளிமம் பொருள்களின் வழியாகவோ, பொருள்கள் வளிமத்தின் ஊடாகவோ செல்லும்போது ஏற்படும் நிகழ்வுகளைப் பற்றிய அறிவியல் காற்றியங்கியல் (aerodynamics) எனப்படும். பெரும்பாலும் விமானம் பறக்கும் விதத்தைப் பற்றி விளக்குவதாக இருந் தாலும் அது தொடர்புடைய பிற பிரிவுகளையும் விளக்கும் பொறியியலாகும். மிகு வேக மகிழ்வுந்து களின் (cars) இயக்கம் இக்காற்றியங்கியலைச் சார்ந் துள்ளமையால் தானியங்கி (automobile) வடிவமைப் பாளர்கள், இப்பிரிவைப் பற்றி நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும். கட்டடக்கலை வல்லுநர்கள் கட்டடங் களை வடிவமைக்கும்போது காற்றால் கட்டடங் களுக்கு ஏற்படும் விளைவுகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். காற்று விசையின் உதவியால் செல்லும் படகுகளின் வடிவமைப்பிலும் காற்றியங்கியல் பெரும் பங்கு பெறுகிறது.

காற்றால் உண்டாகும் விசைகளால் பல மாற் றங்கள் நிகழ்கின்றன. சூறாவளிக் காற்றால் கட்ட டங்கள் தாக்கமுறுகின்றன. காற்றாலை மிதவைக் கப்பல்களில் காற்றின் விசை நன் முறையில் பயன் படுகிறது. ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த டேனியல் பெர்னோலி என்பார் கண்டுபிடித்த பெர் னோலியின் தத்துவம் காற்றியங்கியலில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். குழாய்களில் செல்லும் நீர் மத்தைப் பற்றி அவர் ஆய்வு செய்தார். இவ்விதி அசையும் வளிமங்களுக்கான விதியை ஒத்துள்ளது. பெர்னோலியின் தத்துவம், காற்றின் பாய்ம வேகம் மிகும்போது அதன் அழுத்தம் குறையும் என விளக்கு கிறது. அதன்படி குறுகிய குறுக்குப் பரப்புடைய பகுதியின் வழியாகக் காற்றுச் செல்லும்போது அதன் பாய்ம வேகம் மிக, அழுத்தம் குறையும்.



காற்றின் அழுத்தம் காற்றுப் பாய்வு

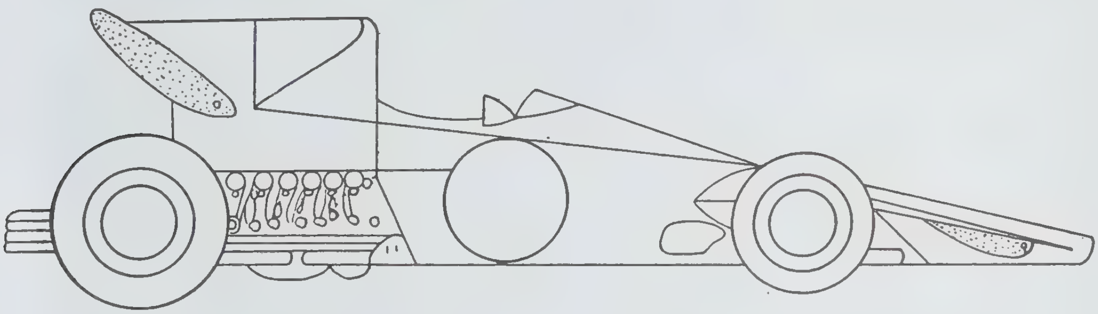
படம் 1. பெர்னோலியின் தத்துவம்

நீர்மங்களுக்கும், வளிமங்களுக்குமான இப் பொதுத் தத்துவத்தின் மூலமே விமானத்தின் இறக் கைகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. முன் பகுதியை விடக் குறுகிய பின் பகுதி இறக்கைகளின் வடிவம் காற்றிலை (air foil) வடிவம் எனப்படுகிறது. இவ் விறக்கையின் அடிப்பரப்பு தட்டையாகவும், மேற் பரப்பு நன்கு வளைந்தும் காணப்படும். இறக்கை யின் மேற்பரப்பு வழியாகக் காற்றுச் செல்லும் போது, அதன் கீழ்ப்பரப்பின் வழியாகச் செல் வதைவிட மிகு தொலைவு செல்வதால் வேகம் மிகுதியாக இருக்கும். இவ்விடத்தில் பெர்னோலியின் தத்துவப்படி, காற்றின் அழுத்தம் குறைகிறது.

அதனால், இறக்கையின் அடிப்பரப்பில் மிகுதி யான, மேல் நோக்கிய தூக்குவிசை (lift) எனப்படும் காற்றழுத்த விசை செயல்படுகிறது. இவ்விசை, விமானத்தின் எடையைச் சமப்படுத்துகிறது. இத் தூக்குவிசை மிகுதியாக இருந்தால் விமானத்தின் வேகம் அதிகரிக்கும். ஆனால் விமானத்திற்குக் காற் றின் பின்னோக்கிய தடை விசை ஏற்படுகிறது. இது பின்னிழுப்பு விசை (drag) எனப்படும். விமானத்தின் வேகம் மிகும்போது இப்பின்னிழுப்பு விசையும் மிகுதி யாகிறது. எனவே விமானத்தை வடிவமைப்போர் (designer) மிகுதியான தூக்கு விசையையும், குறை வான பின்னிழுப்பு விசையையும் பெறுமாறு விமானத்தை வடிவமைக்க வேண்டும்.

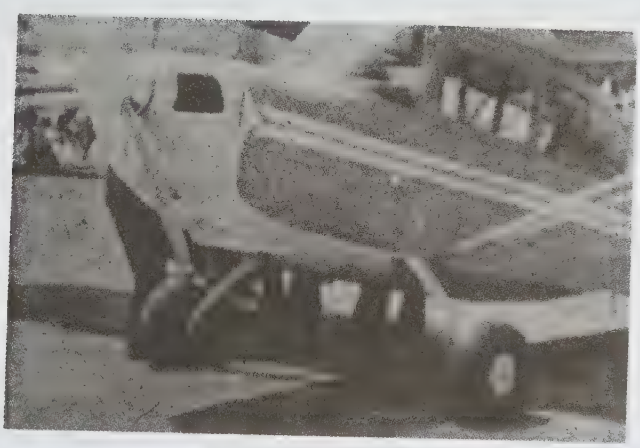
இழை வரி வடிவம் (stream lining). விமானம், மகிழுந்து, தொடர் வண்டி ஆகியவை வழவழப்பான வளைந்த உடற் பகுதிகளைக் கொண்டவாறு வடிவமைக்கப்படுவதால், இவை காற்றின் ஊடாகச் செல்லும்போது குறைந்த பின்னிழுப்பு விசையுடையனவாக எளிதில் செல்கின்றன. எந்திரங்கள் வடிவமைக்கப்பட்டவுடன் அவற்றின் மாதிரிப் படிவம் காற்றுச் சுரங்கத்தில் ஆய்வு செய்யப்படும். காற்றுச் சுரங்க (wind tunnel) ஆய்வில்புகையை உட்செலுத்தி, ஊர்திகளின் உடற் பகுதியைச் சுற்றிக் காற்று எவ்வாறு பாய்கிறது என்பது அறியப்படும். இதன்மூலம் வடிவமைக்கப்பட்ட எந்திரம் தேவையான காற்றியங்கியல் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளதா என்பது தெளிவாகும்.

விமானம் அதைச் சுற்றியுள்ள காற்றில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும். அத்தாக்கம்,ஒலிவேகத்தில் காற்றில் செல்கிறது. விமானம் ஒலியின் வேகத்தை விடக் குறைவான வேகத்தில் செல்வதால், இத்தாக்கம் விமானத்தைவிட வேகமாகச் செல்வதால் விமானம் எளிதாகப் பறக்கிறது. விமானம் ஒலியைவிட விரைவாகச் செல்லும்போது, காற்று அதன் பாதையிலிருந்து விலக நேரம் இருப்பதில்லை. இவ்வாறு ஒலியின் வேகத்தை விமானம் அடையும்போது, அதன் பின்னிழுப்பு விசை திடீரென்று மிகுதியாகிறது. இது



மேற்புறம் கீழ்நோக்கிய காற்றிலைகள்

படம் 2



படம் 4

ஒலித்தடை எனப்படும். வேகம் உயரும்போது, பின்னிழுப்பு விசையும் மிகும். மீ ஒலிப் பறத்தலுக்கு (supersonic flight) வடிவமைப்பில் மிகுந்த கவனம் தேவைப்படுகிறது.

கீழ்ப்பரப்பைவிட மேல்பரப்பில் செல்லும் காற்றின் வேகம் மிகுதியாக இருக்குமாறு மகிழுந்துகள் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இதனால் தூக்குவிசை (lifting force) உண்டாகிறது. மகிழுந்துகள் காற்றிலை வடிவிலேயே வடிவமைக்கப்படுகின்றன. ஆனால் பந்தய மகிழுந்துகளில் இவ்வடிவத்தால் சக்கரங்களுக்குச் சாலையில் குறைவான பிடிப்பே கிடைக்கிறது. இதை நீக்க, புதிய பந்தய மகிழுந்துகளின் மேற்புறம்-கீழ் நோக்கிய காற்றிலை வடிவப்பகுதி (upside down airfoil) இணைக்கப்படுகிறது.

குறைந்த வேகக்காற்றியங்கியல் தத்துவப்படியே படகுகள் நீரில் மிதக்கின்றன. படகுகளின் இயக்கம் காற்றின் வேகத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாறுகிறது. காற்றால் உண்டாகும் நிலை மாற்றத்தை (tacking) எதிர்த்துப் படகு எவ்வாறு செல்கிறது என்பதைப் படம்-3 விளக்குகிறது.

கட்டடக்கலை வல்லுநர்கள், காற்று உருவாக்கும் விசையைப் பற்றி அறிந்திருத்தல் வேண்டும். உயரமான கட்டடங்களில் காற்றின் விசை மிகு விளைவை ஏற்படுத்தக்கூடும். ஒரே இடத்தில் உயரமான கட்டடங்கள் பல அமைந்திருந்தால் கட்டிடங்களுக்கிடையே காற்றுப் புகுந்து, வலிமையான காற்றலைகளை (gusts) நில மட்டத்தில் உருவாக்கும்.

கட்டடங்களில் உயர்அழுத்தத்தைச் சிறிது நேரத்திற்கு ஏற்படுத்துகிறது. காற்றுச் சுரங்கத்தில் வைக்கப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்படும் அலுவலகக் கட்டடங்களின் மாதிரிப் படிவம் படம்-4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- வா. அனுசுயா

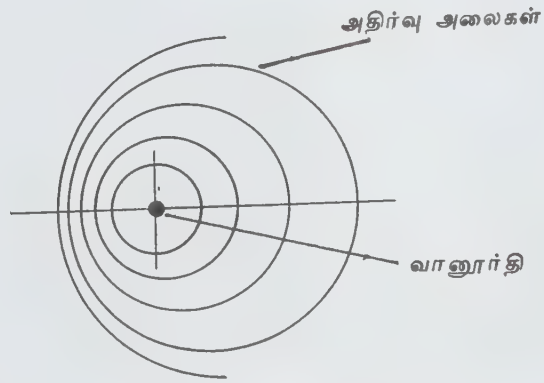
நூலோதி. Arnold M. Kuethe, Chuen-Yen Chow, *Foundations of Aerodynamics - Bases of Aerodynamics Design*, Third Edition, John wiley & Sons, New York, 1976.

காற்றியங்கு அலை இழுவை

மிகை ஒலி வேகப் பறப்புகளில் அதிர்ச்சி அலைகள் உருவாதல் காரணமாக, வானூர்தியின் வேகத்தைக் குறைக்கும் விசையைக் காற்றியங்கு அலை இழுவை (aerodynamic wave drag) எனலாம்.

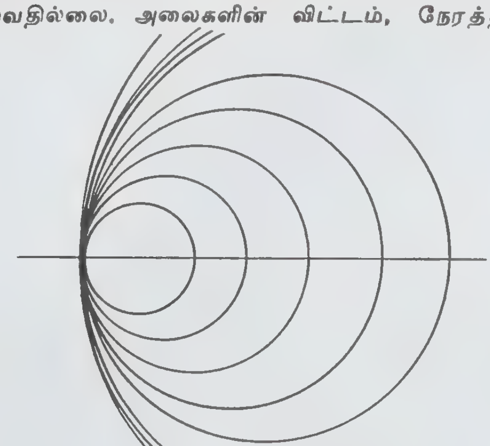
மிகை ஒலி வேக, குறை ஒலிவேகப் பறப்புகள் உட்பட்டிருக்கும் விதிமுறைகள் சமமாகவே இருப்பினும் பாய்வின் தன்மை ஒவ்வொன்றிலும் மாறுபட்டிருக்கும். இதனால் காற்றியங்கு விசையும், நெம்புதிறனும் மாறுபடுகின்றன. மிகை ஒலி வேகப் பறப்பில் வானூர்தியின் வேகம் அது காற்றில் ஏற்படுத்தும் அதிர்வலைகளின் வேகத்தைவிட மிகுதியாக இருப்பதாலேயே இத்தகைய மாறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. காற்றில் அதிர்வுகள் ஏறக்குறைய ஒலியின் வேகத்தில் பரவுகின்றன.

அதிர்ச்சி அலைகள் உருவாகும் முறை. குறை ஒலி வேகத்தில் வானூர்தி பறக்கும்போது ஏற்படும் அதிர்வு அலைகள் எப்போதும் வானூர்திக்கு முன்பாகவே பரவும். அது வானூர்தியை விலகிச் செல்லும் வேகம், ஒலியின் வேகத்திற்கும் வானூர்தியின் வேகத்திற்குமுள்ள வேறுபாட்டிற்குச் சமமானதாகும். எனவே வானூர்தி அதிர்வு அலைகளின் விட்டத்திற்குள்ளேயே எப்போதும் இருக்கும்.



படம் 1. குறை ஒலி வேகப் பறப்பு

வானூர்தி ஒலியின் வேகத்தில் பறக்கும்போது அதன் வேகமும் அதிர்வு அலைகளின் வேகமும் ஒன்றாக உள்ளமையால் ஒன்றையொன்று தாண்டிச் செல்வதில்லை. அலைகளின் விட்டம், நேரத்திற்கு



படம் 2. ஒலி வேகப்பறப்பு

நேர்விகிதத்தில் இருப்பதால் அதிர்வு அலைகள் சற்று நேரத்தில் ஏறக்குறைய ஒரு நேர் கோட்டாக மாறிவிடும். இந்நேர்கோடு வானூர்தி செல்லும் பாதைக்குச் செங்கோணத்தில் அமையும். இவ்வாறு செங்குத்து அதிர்வு அலை ஏற்படுகிறது. வானூர்தி எப்போதும் அலைகளின் முன்பகுதியிலேயே இருக்கும்.

மிகை ஒலிவேகத்தில் வானூர்தி பறக்கும்போது அதன் வேகம் அதிர்வு அலை வேகத்தை விட மிகுதியாக உள்ளமையால் அது அலைகளினூடே அவற்றைத் தாண்டிச் செல்கிறது. இதன் விளைவாகச் சாய்வான கோணத்தில் அதிர்வலைகள் ஏற்படுகின்றன. மேக் எண்ணிற்குத் தகுந்தவாறு இக்கோணத்தின் அளவு மாறுபடுகிறது.

சமன்பாடு

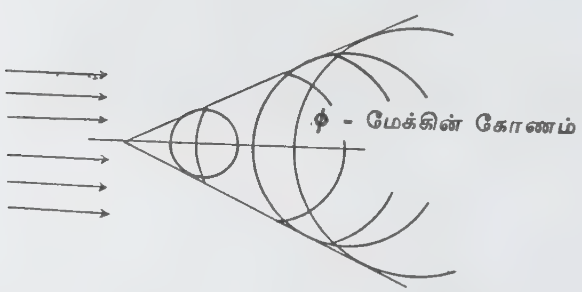
$$M = \frac{V}{a}$$

M = மேக் எண்

V = பறப்பு வேகம்

a = ஒலி அலையின் வேகம்

வானூர்தியின் வேகத்திற்கும், ஒலியின் வேகத்திற்கும் உள்ள விகிதம் மேக் எண் ஆகும். வானூர்தியின் வேகம் மிகும்போது இக்கோணத்தின் அளவு குறைகிறது. இந்தக் கோணம் மேக்கின் கோணம் எனப்படுகிறது. அதிர்வலை வானூர்தியின் பின்புறமாக ஒரு கூம்பு வடிவத்தில் அமைகின்றது. அது அதிர்வுக் கூம்பு (shock cone) எனப்படுகிறது.

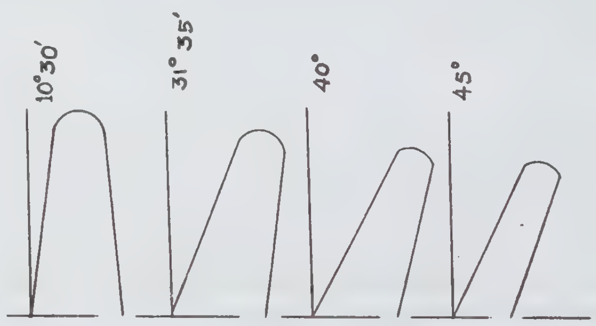


படம் 3. மிகை ஒலி வேகப்பறப்பு

அலை இழுவையின் தன்மைகளும், விளைவுகளும். முன்னர்க் கூறப்பட்ட அதிர்வு அலைகளின் முக்கிய விளைவாக அலை இழுவையின் அளவு மிகுதியாகிறது. இதனால் வானூர்தியின் ஆற்றல் வீணாகிறது. மேலும் இது சமநிலை மீட்சியையும் தாக்குகிறது. இத்துடன் காற்று ஒழுக்கின் திசையும் வெளிப்புறமாகத் திருப்பப்படுகிறது. இவற்றின் தன்மை இறக்கையின் முன் பின் விளிம்புகள், கட்டுமானச் சட்டத்தின் மூக்கு வால் பகுதிகள், வானூர்தியின் ஏனைய பகுதிகள், இறக்கையின் வீழ்தகவு, ஆகியவற்றின் அமைப்பைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது.

கீழ் மிகை ஒலிவேகப் பறப்பில் பூஜ்ய செந்தூக்கு ஆற்றல் கூற்றினால் ஏற்படும் அலை இழுவை இறக்கையின் வீழ்தகவினால் ஏற்படும் அலை இழுவையை விட இன்றியமையாதது. ஆனால் வானூர்தியின் வேகம் மிகும்போது முதல் வகை அலை இழுவை குறைந்து, இரண்டாம் வகை அலை இழுவை மிகுதியாகிறது. எனவே மிகை ஒலிவேகப் பறப்பில், இறக்கையின் வீழ் தகவின் காரணமாக ஏற்படும் அலை இழுவையே இன்றியமையாததாகும். எவ்வகை அலை இழுவையாயினும் அது வானூர்தியின் ஆற்றலை வீணாக்கினால், வானூர்தியின் வினைத்திறன் குறைகிறது. எனவே அலை இழுவையைக் கூடிய வரை குறைப்பது நன்று.

அலை இழுவையைக் குறைக்கும் முறைகள். பூஜ்யச் செங்குத்து ஆற்றல் கூற்றினால் ஏற்படும் அலை இழுவையைக் குறைக்க வானூர்திகளில் கீழ்க்காணும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. இறக்கையின் தடிமனுக்கும், நாணுக்குமுள்ள விகிதத்தைக் குறைத்தல், (இறக்கையின் தடிமன் பெருமளவாக நாணின் அளவில் 40% இருக்கலாம்.) கட்டுமானச் சட்டத்தின் நீளத்திற்கும், விட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதத்தைக் குறைத்தல், இறக்கையின் முன் விளிம்புகளைச் சற்றுக் கூர்மையாக அதாவது அவற்றின் ஆரங்களைச் சிறியதாக அமைத்தல், கட்டுமானச் சட்டப் பகுதியின் மூக்கையும் சற்றுக் கூர்மையாக அமைத்தல், இறக்கையின் பின் விளிம்புகளை மெல்லியதாக அமைத்தல், மேலும் புறப்பரப்புகளை மென்மையாக அமைத்தல் என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை. இம்முறைகளைக் கையாளுவதால் காற்று ஒழுக்கின் திசை



படம் 4. வெவ்வேறு கோணங்களில் பின்பக்கமாகச் சாய்த்து வடிவமைக்கப்பட்ட இறக்கைகள்

மாற்றம் குறைக்கப்படுகிறது. இதனால் உண்டாகும் அதிர்வு அலைகளின் வலிமை குறைந்து காணப்படும்.

இறக்கைகளை ஒரே நேர் கோட்டில் அமைக்காமல் அவற்றைப் பின்புறமாகச் சாய்ந்து இருக்கும்படி, குறிப்பாக முன் விளிம்புகளை வடிவமைப்பதன் மூலம், இறக்கையின் விழ்தகவின் (wing incidence) காரணமாக ஏற்படும் அலை இழுவை குறைக்கப்படுகிறது. இம்முறை மிகவும் சிறந்த முறையாகும்.

இம்முறையால் விளையும் பயன்கள். இறக்கை, செல்லும் பாதைக்குச் சாய்வாக அமைக்கப்பட்டிருப்பதால் அதன் தடிம விகிதம், செங்குத்தாக அமைக்கப்படும். இறக்கையைவிட அதன் தடிம விகிதம் குறைவாக இருப்பது விரும்பத்தக்கதாகும். உருவாகும் அழுத்த அலைகள் சாய்வாக இருப்பதால், அவற்றின் வலிமை குறைந்து காணப்படும். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட இறக்கைகளின் இடைப்பட்ட அளவு அதாவது இறக்கைகளின்முனைகளுக்கிடையே உள்ளதொலைவு செங்குத்தாக அமைவதை விடக் குறைவாக இருக்கும்.

மேலும் சில முறைகளும், மிகை ஒலி வேகப்பறப்புகளில் அலை இழுவையைக் குறைக்கக் கையாளப் படுகின்றன. இறக்கையின் முன்விளிம்பின் சாய்வை மிகுதியாக்கி, பின் விளிம்பின் சாய்வைக் குறைத்தல், இத்தகைய இறக்கை அமைப்புகள் டெல்ட்டாஅல்லது மாற்றியமைக்கப்பட்ட டெல்ட்டாஎனப்படுகின்றன. அவை கட்டுமானச் சட்டத்தின் அமைப்பை வேண்டிய வகையில் வடிவமைத்தல்,வானூர்தியின் பகுதிகளைப் பறப்பு விதியின்படி அமைத்தல் ஆகியவை ஆகும்.

கீழ்க்காணும் இறக்கையின் அமைப்புகள் பல்வேறு வேகங்களில் குறைந்த அலை இழுவையை உருவாக்கும் தன்மை கொண்டவை. அவை குறை ஒலி வேகங்களுக்கு (sub sonic) நேரான இறக்கைகள் ஒலி வேகத்திற்குச் (sonic) சற்றே குறைவாயிருக்கும் போது, சிறிதளவு சாய்க்கப்பட்ட இறக்கைகள். மாறும் ஒலி வேகங்களுக்குச் (transonic) சாய்வு கோணம் 30° - 45° வரை இருக்குமாறு அமைக்கப் பட்ட இறக்கைகள்; மிகை ஒலி வேகங்களுக்கு (supersonic) இறக்கைகளின் சாய்வு கோணத்தை 60° அல்லது அதற்கு மேலும் அமைத்தல் என்பன.

உயர எல்லை. வானூர்தி குறிப்பிட்ட உயரத்தில் பறக்கும்போது அதன் வேகம் மிகை ஒலி வேகமாக அதிகரிக்கப்பட்டால், மாறுபட்ட பாய்வினால் ஏற்படும் அலை இழுவையுடன் இயக்க அழுத்தம் அதிகரிப்பதால் ஏற்படும் அலை இழுவையும் உருவாகிறது. இந்த விளைவைச் சீராக்க மிகை ஒலி வேகத்தில் பறக்கும் வானூர்திகள் குறைஒலி வேகத்தில் பறக்கும் வானூர்திகளைவிடப் பொதுவாக மிகு உயரத்தில் பறக்க வேண்டியுள்ளன. எ.கா: மேக் எண் மூன்றில் செயல்படும் வானூர்தி, ஏறத்தாழ 60, 000 அடி உயரத்தில் பறக்கும்போது அதன் செயல் திறன் உயர்ந்துள்ளது.

செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு இழுவை விகிதத்தில் (lift-drag ratio) ஏற்படும் மாறுதல்கள். முன்னர்க் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள முறைகளை வானூர்திகளில் கையாண்டு, அலை இழுவை குறைக்கப்பட்ட போதும் மிகை ஒலி வேகங்களில் செயல்படும் வானூர்திகளின் காற்றியங்கு வினைத்திறன், அதாவது செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு இழுவை விகிதம், குறை ஒலி வேக வானூர்திகளின் விகிதத்தைவிடக் குறைவாகவே உள்ளது. மேக் எண் இரண்டிலிருந்து மூன்று வரையுள்ள மிகை ஒலி வேகங்களில் பறக்கக்கூடிய, சிறந்த முறையில் வடிவமைக்கப்பட்ட வானூர்தியின் மேற்குறிப்பிடப்பட்ட விகிதம், ஒப்பிடக்கூடிய குறை ஒலிவேக வானூர்தியின் அளவில் பாதியே உள்ளது.

ஆனால் வானூர்திகளில் பயன்படுத்தப்படும் தாரைப் பொறியின் வினைத்திறன், வானூர்தி மிகை ஒலி வேகங்களில் இயங்கும்போது மிகுதியாக உள்ளது. மேக் எண் இரண்டு அல்லது மூன்றில் வானூர்தி செயல்படும்போது அதிகரிக்கும் தாரைப் பொறியின் வினைத்திறனும், மிகை ஒலி வேகப் பறப்பின் காரணமாகக் குறையும் வானூர்தியின் காற்றியங்கு வினைத்திறனும் சமமாகவே உள்ளன. இதனால் பொதுவான பறப்பு வினைத்திறன், மிகை ஒலி வேகப் பறப்பில், குறை ஒலி வேகப் பறப்பைவிட மிகுதியாக உள்ளது.

காற்றை உட்செலுத்தும் முறை. மிகை ஒலி வேகப் பறப்பில், குறிப்பாக மீ மிகை ஒலி வேகப்பறப்பில் பொறிக்குத் தேவையான காற்றை அதனுள் செலுத்துவது சற்றுக் கடினமான செயல் ஆகும். ஏனெனில் உட்செல்லும் காற்றும் வானூர்தியின் வேகத்திலே இருக்கும். மிகை ஒலி வேகத்தில் இருக்கும் காற்றை, காற்றமுழ்த்திக்குள் செலுத்து முன்பு அதன் வேகத்தைக் குறைக்க வேண்டும். அவ்வாறு காற்றின் வேகத்தைக் குறைக்கும்போது அதில் மிகுதியும் வீணாகாமல் கவனமாகக் குறைக்க வேண்டும்.

சாதாரணமாகக் குறை ஒலிவேகப் பறப்பில் பின்பற்றப்படும் உட்செலுத்தும் முறையைப் பயன் படுத்தினால் உயர் வலிமை வாய்ந்த அதிர்வு அலை முன்பகுதியில் உருவாகும். இதன் விளைவாகக் காற்றின் ஆற்றல் மிகுதியும் வீணாவதுடன், பொறியின் செயல்திறனும் குறைகிறது; அலை இழுவையும் அதிகரிக்கிறது.

மேற்குறிப்பிட்ட இழப்புகளைக் குறைப்பதற்காக மிகை ஒலி வேகப் பரப்பில் காற்றின் வேகத்தைக் குறைத்து உட்செலுத்த, சிறப்பு உட்செலுத்தும் வழிகளும், விரவிகளும் பயன்படுகின்றன. இவை காற்றின் வேகத்தைக் குறைக்கும்போது, காற்றில் வலிமை குறைந்த அதிர்வு அலைகளையே ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, காற்றின் ஆற்றல் பெரிதும் வீணாவதில்லை.

சமநிலை மீட்சி ஆற்றலும் கட்டுப்படுத்தலும். அதிர்வு அலைகளால், அலை இழுவை மிகுதியாவதுடன், வானூர்தியின் சமநிலை மீட்சி ஆற்றலும் தாக்கமுறுகிறது. மேலும் அழுத்த மையம் சற்றுப் பின்னே இருப்பதால் சுழலும் தன்மையும் உருவாகிறது. கிடை மட்ட வால் வினைத்திறனும் மாறுபடுகிறது. இதன் காரணமாக ஒரு சமயத்தில் காற்று வெளிப் பயண இயல் (air navigation) வேகத்தின் எல்லையைத் தொட்டுவிட்டது என்று கருதப்பட்டது. இந்த எல்லை ஒலித்தடை (sound barrier) எனப்பட்டது. ஆனால் மிகை வேக ஒலி பறப்பின்தன்மை, மாதிரிப் படிவங்கள் ஆகியவற்றின் ஆய்வுகளால் அலை இழுவை பெரிதும்குறைக்கப்பட்டது. இதனால் தவிர்க்க முடியாத ஒலித்தடை எனப்பட்ட மேற்கூறிய எல்லை கடக்கப்பட்டது.

மிகை ஒலிவேகப் பரப்பில் செங்குத்து ஆற்றல் கூறு இறக்கையின் மீதுசெயல்படும் இடம், குறை ஒலிவேகப்பரப்பில் செயல்படும் இடத்தைவிடச் சற்றுப் பின் தள்ளியே அமைந்திருக்கும். எனவே, வானூர்தியைச் சமநிலையில் செலுத்தத் தேவையான கட்டுப்பாட்டு விசைகள் மிகவும் வேறுபட்டிருக்கும். மேலும் மிகை ஒலிவேகப் பரப்பில் கட்டுப்பாட்டுத் தளப் பரப்புகளின் செயல்திறனும் குறைவாகவே இருக்கும். இதனால் இவ்வகை வானூர்திகளில் ஊசலாட்டு அல்லது சிறகடிப்பு வகைக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகள் சற்றுப் பெரியவையாக அமைக்கப்படுகின்றன. இவற்றுடன் சில சிறப்பு விசைக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளும் (spoiler type) இணைத்துப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வானூர்தியின் கிடைமட்ட நிமிர் சிறகுகள், செங்குத்து நிமிர் நேர் சிறகுகள் (fins) தேவையான தொலைவில் அமைக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாகத் திசைக்கட்டுப்பாடும், நீள்பாங்குக் கட்டுப்பாடும் கிடைக்கின்றன.

டெல்ட்டா வகை இறக்கைகளிலும், பெருமளவில் பின்பக்கமாகச் சாய்வாக அமைக்கப்பட்ட இறக்கைகளிலும், விளிம்புகளுக்கருகே இருக்கும் பக்கக் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகளை நீள்பாங்குக் கட்டுப்பாடுகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம். இத்தகைய இறக்கை அமைப்புகளில் கட்டுப்பாட்டு அமைப்புகள், வானூர்தியின் புவியீர்ப்பு மையத்திற்குப் பின்புறமாக, தேவையான தொலைவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் கட்டுப்பாட்டுக் கோட்டங்களுடன் இணைந்துள்ள விசைகள் தேவையான ஊசலாடும் (flap) நெம்புதிறன்களை (pitching) அளிக்கின்றன.

பொதுவாகக் கிடைமட்டச் சமநிலை மீட்சித் தளப் பரப்புகளும், கட்டுப்பாட்டுத் தளப் பரப்புகளும் இறக்கைக்குப் பின்புறமாக அமைந்திருக்கும். மிகை ஒலி வேக வானூர்திகளில் இவை இறக்கைக்கு முன்புறமாகவும் அமையலாம். இவ்வகை அமைப்புகள் பொய் அமைப்புகள் (canard structure) எனப்படுகின்றன. இவற்றால் மிகை ஒலிவேக வானூர்திகளுக்குப் பல்வேறு நன்மைகள் ஏற்படுகின்றன.

நன்கு வடிவமைக்கப்படாத வானூர்திகள், மிகை ஒலிவேகங்களில் பறக்கும்போது, அவற்றில் திசைக் கட்டுப்பாடற்ற தன்மை ஏற்படலாம். மேக் எண் மிகும்போது வானூர்தியின் பின்புறத்தில் அமைந்திருக்கும் சமநிலை மீட்சித் தளப் பரப்புகளின் செயல்திறன் குறைகிறது. ஆனால் கட்டுமானச் சட்டத்தின் முன்புறம் அமைந்திருக்கும் எதிர்ச் சமநிலை மீட்சி விசை குறைவதில்லை. இதன் காரணமாக மேற்குறிப்பிடப்பட்ட திசைக்கட்டுப்பாடற்ற தன்மை ஏற்படுகிறது. இத்தன்மை, இறக்கையின் சமதள விளைவுடன் இணைந்து வானூர்தியின் சமநிலை மீட்சித் தன்மையை மிகுதியாகக் குறைத்து விடும். இத்தன்மை உருள்வு இணைப்பு என வழங்கப்படுகிறது. எனவே, மிகை ஒலிவேக வானூர்திகளில் செங்குத்துவச சமநிலை மீட்சித்தளப் பரப்புகளைப் பெரியவையாக அமைப்பதன் மூலம், மேற்குறிப்பிடப்பட்ட விளைவுகள் தவிர்க்கப்படுகின்றன. வானூர்திப் பறப்புகளில் காற்றியங்கு அலை இழுவைஎன்பது விரும்பத்தகாத ஒன்றாகவே விளங்குகின்றது. அதே சமயத்தில் தவிர்க்க இயலாததாகவும் உள்ளது.

- எஸ். நாகேஸ்வரன்

நூலோதி. Arnold M. Kuethe, Chuen - yen Chow, *Foundations of Aerodynamics - Bases of Aerodynamic Design*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York, 1976.

காற்றிலா மூச்சுவிடுதல்

பொதுவாக அனைத்து உயிரினங்களும் காற்றைச் சுவாசித்தே வாழ்கின்றன. ஆனால் சில உயிரினங்கள் ஆக்சிஜன் இல்லாமலேயே ஒரு சில காலம் மட்டும் வாழ்கின்றன. இம்முறைக்குக் காற்றில்லாச் சுவாசம் என்று பெயர். சிலவகைப் பாக்டீரியாக்களுக்கு ஆக்சிஜன் தேவையற்றதாகவே உள்ளது. ஆக்சிஜனின் தேவையையேமறுக்கும் இவ்வகைப் பாக்டீரியாக்களை ஆக்சிஜன் இருக்கும் இடத்தில் வைத்தால் அந்த ஆக்சிஜனே பாக்டீரியாக்களுக்கு நச்சுப்பொருளாகிறது. உயிரிகளின் செயல்கள், உணவூட்டம், உருவ அளவு, வளர்ச்சிப் பருவம் இவற்றைப் பொறுத்தே காற்றில்லா மூச்சு விடுதல் அமைகிறது. குளிர் ரத்த விலங்குகளில் இவ்வகை மூச்சு விடுதல் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் வெப்ப ரத்த விலங்குகளில் இவ்வகை மூச்சு விடும் முறை காணப்படவில்லை. கடலின் அடிப்பகுதியிலும் ஏரிகளின் அடிப்பகுதிகளிலும் வாழும் மீன்கள் மற்றும் பல உயிரினங்களுக்கு ஓராண்டின் சில காலங்களில் ஆக்சிஜனின்

அளவு நீரில் மிகக் குறைவாக உள்ளது. அச்சமயங்களில் இவ்விலங்கினங்கள் காற்றில்லாச் சுவாசம் செய்கின்றன. பொதுவாகக் கிணறு, கடல் போன்ற ஆழ்நீர் நிலைகளில் ஒருசெல் உயிரி, மெல்லுடலி, புழு, நண்டினம் மேலும் சிலவகைப் பூச்சியினங்கள் காற்றில்லாச் சுவாசம் செய்கின்றன.

பாலூட்டிகள் மற்றும் சில விலங்குகளின் குடலில் ஆக்சிஜன் மிகக் குறைவாகவோ முற்றிலும் இல்லாமலோ உள்ளது. குடலில் வாழும் உள் ஒட்டுண்ணிகள் குடல் திசுக்களிலிருந்து கிடைக்கும் ஆக்சிஜனைப் பெற்று உயிர் வாழ்கின்றன. பன்றி போன்ற சில விலங்குகள், மிகுதியான ஆக்சிஜனை வாய் வழியே உட்கொள்கின்றன. உட்செல்லும் ஆக்சிஜன் குடலுக்குச் சென்று அங்கு வாழும் உள் ஒட்டுண்ணிகளின் ஆக்சிஜன் தேவையை நிறைவு செய்வதாகக் கருதப்படுகிறது. தாவரங்களிலும், விலங்குகளிலும் கார்போஹைட்ரேட்டுகள் காற்றில்லா மூச்சு விடுதல் பற்றிய ஆய்வு அண்மையில் மேற்கொள்ளப்பட்டது. ஆக்சிஜன் 1% கூட இல்லாத சூழ்நிலையிலும் கரப்பான் பூச்சிகள் ஒரு மணி நேரத்திற்கும் மேலாக ஓர் இடத்தில் வாழும் என்று இவ்வாய்வு தெரிவிக்கிறது.

பொதுவாக, கார்போஹைட்ரேட்டின் ஆக்க சிதை மாற்றத்தின்போது ஆக்சிஜன் அல்லாத வேதி மாற்றத்தால் லாக்ட்டிக் அமிலம் உண்டாகிறது. பின் லாக்டிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றத்தின் மூலமாகக் கார்பன்டை ஆக்சைடையும், நீரையும் கொடுக்கிறது. ஒரு கரப்பான் பூச்சியை ஒரு மணி நேரம் காற்றில்லாத இடத்தில் வைத்துவிட்டுப் பின் காற்றுள்ள இடத்திற்கு மாற்றும்போது அதன் உடலில் லாக்ட்டிக் அமிலம் மிகுதியாகச் சுரக்கிறது. கார்பன் டைஆக்சைடு மிகு அளவில் வெளியேற்றப்படுகிறது. சாதாரணச் சூழ்நிலையில் கரப்பான் பூச்சி எவ்வளவு ஆக்சிஜனை எடுத்துக்கொள்ளுமோ அதைவிட மிகுதியான அளவு, காற்றில்லாத இடத்தில் வைத்துப் பின் காற்றுள்ள பகுதியில் வைக்கும்போது எடுத்துக் கொள்கிறது. காற்றுள்ள இடத்தில் இருக்கும் போதும், காற்றில்லாத இடத்தில் இருக்கும்போதும் உடலில் சுரக்கும் லாக்ட்டிக் அமிலத்தின் அளவு ஒன்றாகத்தான் உள்ளது. ஆனால் ஆக்சிஜனின் அளவு குறைவாக உள்ளபோது லாக்டிக் அமிலம் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையாமல் இருப்பதால், திசுக்களில் அமிலத்தன்மை கூடுகிறது. எனவே காற்றில்லாச் சுவாசத்தின்போது கார்பன் டைஆக்சைடு மிகுதியாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

மனிதன் மற்றும் சில விலங்கினங்களில், தசைச் செயல்களின்போது காற்றில்லா மூச்சுவிடுதல் நடைபெறுகிறது. தசைகள் சுருங்கி விரியும்போது, குளுக்கோஸ் உடைந்து லாக்ட்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இச்செயலின்போது ஆற்றல் வெளியாகிறது. ஆக்சிஜனை எடுத்துக்கொண்டு நடைபெறும் வேதிச் செயல்களின்போது வெளியாகும் அளவைவிடக் காற்றில்லா மூச்சுவிடுதலின்போது வெளியாகும் ஆற்றல் குறைவேயாகும். ஏனெனில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு முழுமையாக ஆக்சிஜனேற்றம் பெறாமையால் பெரும் பகுதி ஆற்றல் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிலேயே தங்கிவிடுகிறது.

- வ. சந்திரமோகன்

காற்றிலியுயிரி

இது ஆக்சிஜனில்லாச் சூழல்களில் வாழ்ந்து, வளர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடிய உயிரினமாகும். காற்றிலியுயிரிகள் (anaerobes) கட்டுப்பாட்டுக் காற்றிலியுயிரிகள், தகவிய காற்றிலியுயிரிகள் என்று இரு கூறாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. கட்டுப்பாட்டுக் காற்றிலியுயிரிகள் என்பவை ஒரு துளி ஆக்சிஜன் இருப்பினும் உயிர்வாழ முடியாத உயிரினங்களாகும். ஆயின் தகவிய காற்றிலியுயிரிகளோ, ஆக்சிஜனற்ற சூழலில் நன்கு வாழ்ந்தாலும் ஆக்சிஜனிருந்தால் அதையும் பயன்படுத்திக் கொள்ளக்கூடியவை. இவ்விரு பகுப்புகளோடு, மேலும் இரு பிரிவுகளையும் இணைக்க முடியும். இவற்றுள் ஒன்று குறை காற்றுயிரிகள் என வழங்கப்படும். ஆக்சிஜன் குறைவழுத்தத்திலும் வேகமாக வளரக்கூடிய உயிரினத் தொகுப்பாகும்; எஞ்சியது CO_2 விரும்பிகள்எனப்படும் தொகுப்பாகும். இவ்வகை உயிரினங்கள், குறையளவு ஆக்சிஜனையும், கூடுதல் கார்பன் டைஆக்சைடையும் தக்க நிலையாகக் கொள்கின்றன.

காற்றிலியுயிரி, நுண்ணுயிரிகளின் வாழ்க்கை முறைகளில் வலிவான இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. பல்வேறு வகை நுண்மிகளும், நோய் நுண்ணுயிர்களும் காற்றிலி உயிர்ப்பைக் கொண்டே வாழ்க்கையைத் தொடர்கின்றன. ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் வெளியேற்றப்பட்ட சூழல்களில் மட்டுமே இத்தகு காற்றிலியுயிரிகள் வாழும்; இயற்கைச் சுற்றுப்புறங்களில் ஆக்சிஜன் இல்லாமற் போகும் இடங்களில் வளர்ச்சியும், விரிவும் ஏற்றவையாகும். குறிப்பாக, மண்ணுக்கடியில், காற்றுப் புகாவிடங்களில், பல வகை நுண்மிக் காற்றிலியுயிரிகள் எண்ணற்றுப் பெருகி வருகின்றன.

ஆய்வுக்கூடங்களில் வளர்க்கப்படும்போது, வளர்மங்களில் இருந்து ஆக்சிஜன் விலக்கப்பட்டாலன்றி இவ்வகை உயிரிகள் பெருகுவதில்லை. இவ்வுயிரினங்களுக்கு, ஆக்சிஜனால் உண்டாகும் நச்சியல்பு, இவற்றின் அணுக்களில் உள்ள மஞ்சட் புரதங்களால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆக்சிஜனை ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடாகவும் சூப்பர் ஆக்சைடாகவும் மஞ்சட் புரதங்கள் மாற்றுகின்றன. ஹைட்

ரஜன் பெராக்சைடு செல் உள்ள மரபுக்கூற்றுக் கீற்றுகளில் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. செல்களுக்கு ஊறு விளைவிக்கக்கூடிய இவ்வகைச் சேர்மானங்களைச் சிதைத்து நச்சற்ற பொருள்களாகச் செய்யக்கூடிய பல நொதிமங்கள் காற்றிலியுயிரிகளின் செல்களில் காணப்படுவதில்லை.

இவ்வாறு நச்சியல்பு கொண்ட சேர்மானங்களை நச்சற்ற பொருள்களாகச் சிதைக்கக்கூடிய நொதிமங்களான (பெராக்சிடேஸ் கேட்டலேஸ்) போன்றவை காற்றுயிரிகளிலும், வளிச் சகிப்பு (tolerance) உயிரிகளிலும் உள்ளன. எனவே இத்தகைய உயிரிகளுக்கு ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு, சூப்பர் ஆக்சைடு போன்ற சேர்மானங்களால் கேடுகள் எதுவும் கூடுவதில்லை. தீமை தாராத நீராகவும் ஆக்சிஜனாகவும் இவை மாற்றப்பட்டு விடுகின்றன. இவ்வாறு, சில நொதிமங்கள் இல்லாமை மட்டுமே, காற்றிலி உயிர்ப்பிற்கான தக்க அடிப்படை எனக் கருதுவதற்கில்லை. கடப்பாட்டுக் காற்றிலியுயிரிகளில், ஆக்சிஜன் நச்சியல்பிற்கு மேலும் பல காரணங்கள் இருக்கக்கூடும் என அறிவியலார் கருதுகின்றனர்.

சில வளிச்சகிப்பு உயிரிகளும், குறைகாற்றுயிரிகளும் ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்தாவிடினும், அதன் இருப்பைச் சகித்துக் கொள்கின்றன; சில சமயங்களில் துளியேனும் ஆக்சிஜனின்றி இருப்பதிலும், சிறிதளவே அது இருக்குமாயின் மிக்க வளமையுடன் மேலும் பெருநகின்றன. ஆக்சிஜன் குறைப்பையோ நீரக இணைப்பையோ ஆற்றக்கூடிய வேதிமங்கள் சேர்க்கப்பட்டால், பெரும்பான்மையான காற்றிலியுயிரிகளின் வளர்ச்சி பெருகும். அவ்வாறே, கடப்பாட்டு, தகவிய காற்றிலியுயிரிகளில் பலவும், வளர்மத்தில் கார்பன் டைஆக்சைடைக் கூட்டிடினும் மிகுந்த வளர்ச்சியைக் காட்டுகின்றன. கார்பன் டைஆக்சைடு விரும்பிகள் என்றே இவை வழங்கப்பெறும்.

தகவிய காற்றிலியுயிரிகள், ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் உள்ளவையாயினும், அல்லனவாயினும் தளராமல் வளர முற்படுகின்றன. இவ்வுயிரினங்கள், காற்றுயிரிகளுக்கொப்பச் சுற்றுப்புறத்தே ஆக்சிஜன் இருப்பின், அதை மின் அணுவேற்பியாகப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. இந்நுண்மிகள், ஆக்சிஜன் உயிர்ப்பினின்று, காற்றிலி உயிர்ப்புக்கு மாறும்போது, இவற்றின் உடல்களில் பலவகை வேதி மாற்றங்கள் உண்டாகின்றன. உயிரகச் சூழலிலிருந்து விலக்கப்பட்டவுடன், அணு நிறமித் தொகுதிகள் செயிலிழக்கின்றன. ஆக்சிஜன் இல்லாமலே ஆற்றல் தரக்கூடிய பிறிதின்வகை வேதித் தொகுதிகள் இயக்கமுறுகின்றன.

தகவிய காற்றிலியுயிரிகளில் சிறந்த எடுத்துக்காட்டு ஈஸ்ட் ஆகும். இது தன்னுடைய ஆக்கச்சிதைமத்தில் ஆக்சிஜனைப் பயன்கொள்ளக் கூடியது. அப்போது கார்போஹைட்டிரேட் மூலக்கூறை முழுமாகப் பயன்படுத்தி, ஆக்சிஜன் இணைப்பின் மூலம் நீராகவும், கார்பன் டைஆக்சைடாகவும் அதில் அடங்கியுள்ள ஆற்றல் அனைத்தையும் எடுத்துக்கொள்ளும். அதே ஈஸ்ட் ஆக்சிஜனேற்ற வேளைகளில் புளிப்பேற்றம் (fermentation) புரிகிறது. இதன் விளைவான காற்றிலிஆக்கச்சிதைமத்தின் போது கார்போஹைட்ரேட் மூலக்கூறு சிதைக்கப்பட்டு, ஆல்கஹாலும், கார்பன்டைஆக்சைடும் உருவாக்கப்படுகின்றன.

உயிரினங்களில் கிளைக்கோஜன் சிதைவின் பயனாகப் பைருவிக் அமிலம் உருவாக்கப்படுகிறது. ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகச் செயல்பட ஆக்சிஜன் இல்லாத காற்றிலி உயிர்ப்பின்போது, இவ்வமிலம் மேற்கொண்டு சிதைவுற முடியாமல் தேங்கிவிடுகிறது; இதனால் வலிமையாக்கம் தடைப்படுத்தப்படுகிறது. அப்போது பைருவிக் அமிலமே ஹைட்ரஜன் ஏற்பியாகச் செயலாற்ற முற்படும். இதன்பயனாக, வலிமையாக்கத்தின் வேகமும், வீரியமும் வடிந்துவிடுகின்றன. எனவே, ஆக்சிஜன் உயிர்ப்பு முறைமையைவிடக் காற்றிலி உயிர்ப்பில், உணவிலிருந்து பெறப்படும் வலிவும், ஆற்றலும் பெரிதும் குறைந்து போகின்றன. மேலும் லாக்ட்டிக் அமிலம்போன்ற உயிரிய நச்சியங்கள் (toxins) நிறை அளவில் உருவாக்கப்பட்டு உடலில் தேக்கமுறுகின்றன. காற்றிலி உயிர்ப்பு முறைமைகளில், ஆக்சிஜனைத் தவிர வேறெவ்வேதிமமும் நீரக ஏற்பியாகச் செயல்படலாம்.

காற்றிலியுயிரிகள் உள்ள சில மிக முக்கிய நொதிமங்கள், ஆக்சிஜன் இணைப்பு-குறைப்பு உயர்வூட்டச் சூழல்களில் வலிவிழந்து செயலிழக்கின்றன; வளர்ச்சி தடைப்படுகிறது. உணவினின்று வரக்கூடிய வலிமையும் இழந்து உயிர்வாழ வழியின்றி இவ்வுயிரிகள் இறந்துவிடுகின்றன. இவ்வித இடர்ப்பாடுகள் எதுவுமின்றி இவையே, ஆக்சிஜன் இணைப்பு-குறைப்புக் குறைவூட்டச் சூழல்களில் விரைந்து வளர்ந்து பெருகுகின்றன. பல நுண்ணுயிரிகள், காற்றிலி உயிர்ப்பு முறையை மேற்கொள்பவை. இசிவு நோயுண்டாக்கக் கூடிய நுண்மியும், பாட்யூலிசம் (botulism) என்னும் ஒருவகை உணவு நச்சுப்பாட்டைத் தோற்றுவிக்கக்கூடிய நுண்மியும் இவ்வகை உயிர்ப்பை மேற்கொண்டு வளர்கின்றன.

ஒற்றைச்செல்லுயிரிகள் மட்டுமன்றி, ஒட்டுண்ணிகளாக வாழும் பலவகைக் குடற்புழுக்கள், காற்றிலி ஆக்கச்சிதை முறையையும் அவ்வப்போது கையாளுகின்றன. பெருவிலங்குகளின் குடலுக்குள் வாழும்போது இவற்றுக்கு வேண்டியளவு ஆக்சிஜன் கிடைக்காமல் போகலாம். அப்போது காற்றிலி உயிர்ப்பே பயன்படும். பெருவிலங்குகளின் தசைகளும், மனிதத் தசைகளும் எப்போதாயினும், காற்றிலி ஆக்கச்சிதை முறையை மேற்கொள்ளக்கூடும் எனக் கருதப்படுகிறது. அவற்றின் வேலைச்சுமை மிகும் நேரங்களிலும்,

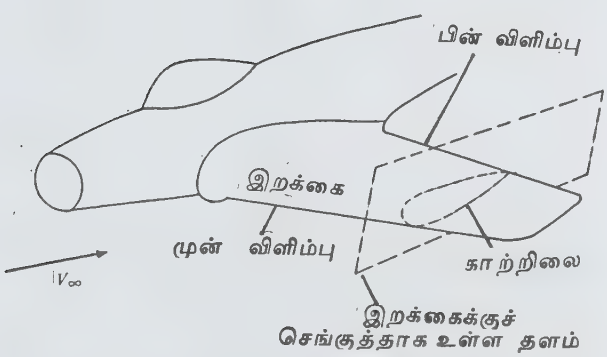
வேண்டிய ஆக்சிஜன் மூலக்கூறுகள் குறைவுற்றாலும் இத்தகைய நிலை உருவாகலாம்.

ஈஸ்ட்டுகளால் நிகழும் நொதித்தல், லாக்டோ பாக்டீரியாக்கள் நிகழ்த்தும் லாக்ட்டிக் அமிலப் புளிப் பேற்றம், கிளாஸ்ட்ரிடியாத் தொகுதியில் சிலவகை நுண்மிகளால் நிகழும் பியூட்ரிக் அமில நொதித்தல் ஆகிய செயல்கள், காற்றிலி உயிர்ப்பு முறையிலேயே அமைகின்றன. இச்செயல்கள் யாவும் வேதித் தொழிலகங்களில் பெரும் பயனையும், பொருளையும் தருகின்றன.

- சுதா சேஷய்யன்

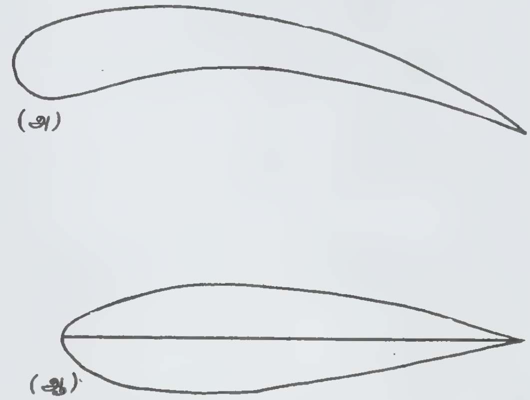
காற்றிலை வடிவம்

காற்றிலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தின் வெளி விளிம்பால் உருவாக்கப்படும் தோற்றம், காற்றிலை வடிவம் (airfoil profile) எனப்படும். இதைக் காற்றிலைத் தோற்றம், காற்றிலை வடிவு, இறக்கைத் தோற்றம் (wing section) எனவும் குறிப்பிடலாம். பாய்மம் காற்றிலையைக் கடந்து செல்வதன் விளைவாக ஏற்படும் இயங்கு தன்மைகளை நிர்ணயிக்கப் பகுப்பாய்வு (analytical) முறையும், மாதிரி ஆய்வு (experimental study) முறையும் பயன்படுகின்றன.



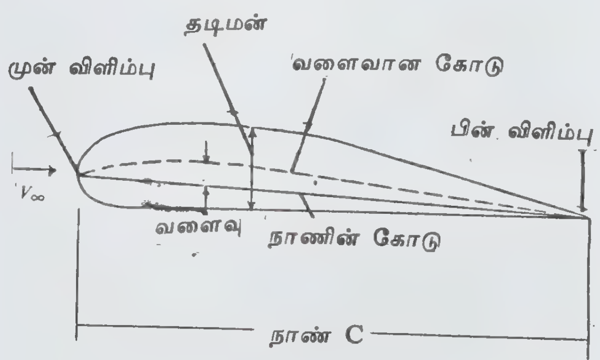
படம் 1. இறக்கை மற்றும் காற்றிலையின் தோற்றம்

வடிவமைப்பு. நடுக்கோட்டிலிருந்து (mean line) காற்றிலை வடிவத்தின் மேல், கீழ்ப்புறப் பரப்புகள் சமதொலைவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நடுக்கோடு நேர்கோடாக இருந்தால், காற்றிலை வடிவம் ஒத்த அமைப்புடையதாக (symmetrical) இருக்கும். நடுக்கோடு வளைந்திருந்தால் காற்றிலை வடிவம் அவ்வாறு இருக்காது.



(அ) வளைவுடைய காற்றிலை (ஆ) ஒத்த அமைப்புடைய காற்றிலை

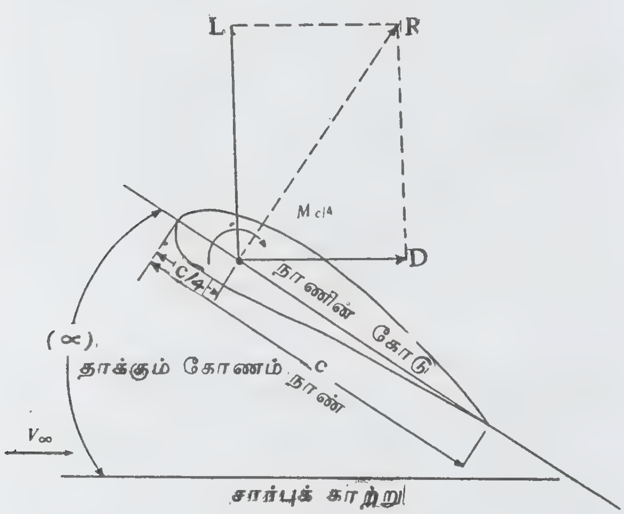
இது வளைவுடைய காற்றிலை வடிவம் எனப்படும். வளைந்த நடுக்கோட்டின் இரு முனைகளையும் இணைக்கும் நேர்கோடு, நாண் (chord) எனப்படும். முன் காற்றிலையிலுள்ள (up stream) நாணின் முன்முனை முன் விளிம்பு (leading edge) என்றும், பின் காற்றிலையிலுள்ள (down stream) பின் முனை பின் விளிம்பு (trailing edge) என்றும் கூறப்படும். ஒத்த அமைப்புடைய காற்றிலை வடிவத்தின் நாண் அதன் நடுக்கோடே ஆகும். நாணிற்கும், நடுக்கோட்டிற்கும் இடையேயிருக்கும் பெரும் அளவான தொலைவு, பெரும வளைவு எனப்படும். நாணின் நீளம் C எனக் குறிக்கப்படுகிறது.



படம் 3. காற்றிலையின் பெயர்த் தொகுதி

மிகை வளைவின் இருப்பிடம் (location of maximum camber), மிகை வளைவின் அளவு (amount of maximum camber), மிகை தடிமனின் இருப்பிடம் (location of maximum thickness) மிகை தடிமனின் அளவு (amount of maximum thickness) ஆகிய நான்கு அளவுகள் ஒரு காற்றிலை வடிவத்தை விளக்கப் பயன்படுகின்றன. இவை நான்கும், பொதுவாக, நாணின் நீள விகிதமாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

காற்றிலையில் இருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் பாய்மப் பொருளில் அதிர்வு ஏற்படாமல் இருக்கும். அந்த இடத்தில், பாய்மப் பொருளின் இயங்குதிசை (direction of motion), தடையற்ற பாய்வு வேகத்திசை (free stream velocity direction) எனப்படும். நாணிற்கும், மேற்குறிப்பிடப்பட்ட தடையற்ற பாய்வு வேகத் திசைக்கும் இடையேயுள்ள கோணம் தாக்கும் கோணம் (angle of attack) ($\propto$) எனப்படுகிறது. காற்றிலையின் முன்பக்கம் அதாவது மூக்குப் பகுதி மேல்நோக்கி இருக்கும்போது இக் கோணம் நேர்மறையாகக் கருதப்படுகிறது. பொதுவாகக் காற்றிலை வடிவத்தின் மூக்குப் பகுதி வட்ட வடிவமாகவும், பின்பகுதி கூர்மையாகவும் அமைக்கப்படுகின்றன.



படம் 4

காற்றியங்கு விசை. பாய்மப் பொருளினூடே ஒரு பொருள் செல்லும்போது, அதன் மீது ஒரு விசை செயல்படுகிறது. இவ்விசை பாய்மப் பொருள் இயங்கு விசை எனப்படுகிறது. வானூர்திகள் காற்றினூடே பறப்பதால், அவற்றின் மீது ஏற்படும் விசை காற்றியங்கு விசை, இழுவை (drag), செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு (lift) என இரு கூறுகளாகப் பகுக்கப்படுகிறது. இழுவை, தடையற்ற பாய்வு வேகத்திசையிலும், செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு அதற்குச் செங்குத்தாகவும் செயல்படும். காற்றிலை வடிவத்தின் மேல் இவ்விசைகள் செயல்படுவதை முப்பரிமாண முறையில் எடுத்துக் கொள்ளாமல், இரு பரிமாண முறையிலேயே (two dimensional) கையாளலாம். காற்றிலையின் புறப்பரப்புகளில் செயல்படும் அழுத்த வேறுபாடுகளின் காரணமாகவே காற்றியங்குவிசை ஏற்படுகிறது. காற்றிலை பொதுவாக, பெருமளவு செந்தூக்கு ஆற்றல் கூற்றையும் குறைந்த அளவு இழுவையையும் பெறும் வண்ணம் வடிவமைக்கப்படுகிறது.

காற்றியங்கு பண்புகள். காற்றிலை வடிவத்தின் செயல்திறனை அறிவதன் மூலம் அதன் பயன்பாட்டுச் செயல் மதிப்பைக் கணக்கிட இயலும். காற்றியங்கு பண்புகள் இழுவை, செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு, மேலும் காற்றிலையின் மேல் செயல்படும் திருப்புமை (moment) ஆகியவற்றைச் சார்ந்ததாகும்.

மேற்கூறிய விசைக் கூறுகளும், திருப்புமையும் உருவளவு, தாக்கும் கோணம், காற்றின் திசை வேகம் அடர்த்தி, பிசுப்புத்தன்மை (viscosity), அழுத்துந் தன்மை (compressibility) ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடும். கணக்கிடுதலை எளிதாக்கி மேற்கூறப்பட்ட மாறியன் மதிப்புருக்களைக் (variables) குறைத்தல் சிறந்தது. இதற்காக விசைக் கூறுகளும், உந்தமும் குணகங்களால் (coefficients) குறிக்கப்படுகின்றன. இக்குணகங்கள் தாக்கும் கோணம், ரெனால்டு எண், மேக் எண் ஆகியவற்றின் சார்புகளாக (functions) உள்ளன. இக்குணகங்கள் கீழ்வரும் சமன்பாடுகளால் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2} e v^2 c}$$

$$C_D = \frac{D}{\frac{1}{2} e v^2 c}$$

$$C_M = \frac{M}{\frac{1}{2} e v^2 c^2}$$

L - செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு; D - இழுவை; M - காற்றியங்கு மையத்தின் மேல் செயல்படும் இரு பரிமாணத் திருப்புமை; c - நாணின் நீளம்; v - தடையற்ற பாய்வு வேகத்தின் அளவு; e - நிறை அடர்த்தி (mass density).

காற்றியங்கு மையத்தின் இருப்பிடம் (aerodynamic centre), காற்றியங்கு மையத்தின் இருப்பிடத்தால் ஏற்படும் திருப்புமைக் குணகத்தின் அளவு ஆகியவை ஒரு காற்றிலையின் இரண்டு காற்றியங்கு பண்புகள் ஆகும். காற்றியங்கு மையம் பொதுவாக, நாணின் நான்கில் ஒரு பகுதி புள்ளியிலிருந்து (Quarter-chord point) சிறிது மேற்புறமாகவும், சிறிது முன் தள்ளியும் அமைந்திருக்கும். காற்றிலையின் பிறபண்புகள், அதன் இழுவை, செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு

ஆகியவற்றின் குணகங்களைச் சார்ந்திருக்கும். தாக்கும் கோணத்திற்கும், மேற்கூறிய குணகங் களுக்கும் வரையப்படும் வரைபடங்கள், வெவ்வேறு வகையான காற்றிலை வடிவங்களை உருவமைக்கவும் பிற காற்றியங்கு பண்புகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ளவும் உதவுகின்றன.

செந்தூக்கு ஆற்றல், பூஜ்ய செந்தூக்கு ஆற்றல் கூற்றின் கோணம் (angle of zero lift), செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு குணகத்தின் மிகை அளவு -CL Max. (maximum value of lift coefficient), வரைபடம் ஒன்றில் நேர்கோட்டுப் பகுதியின் சாய்வளவு -a_o (slope of straight line portion of the graph) ஆகிய குணகங்களைச் சார்ந்தமையும். இழுவையைச் சார்ந் துள்ள குணகம், இழுவைக் குணகம் ஆகும். இதன் மிகக் குறைந்த அளவு கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப் படுகிறது (CD_{min}).

மேலும் இழுவை, செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு ஆகியவற்றிற்கு உண்டான தொடர்பு சில விதங்களில் கூறப்படுகிறது. இவ்விரண்டிற்கும் பொதுவாக இருக்கும் குணகம், உகந்த செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு குணகம் (optimum lift coefficient-Copt) எனப்படு கிறது. அப்போது காற்றிலையின் உருவ இழுவை (profile drag) மிகக்குறைந்த அளவில் இருக்கும். செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு, இழுவை இவற்றிற்கிடையே யுள்ள விகிதம் மிகவும் முக்கியமாகும். இந்த விகிதத்தைப் பெருமளவில் தரக்கூடிய தாக்கும் கோணமும், அந்நிலையில் இந்த விகிதத்தின் அளவும் மிகவும் பயன் தருபவையாகும்.

காற்றிலை வடிவத்தின் வகைகள். எண்ணற்ற வகைகளில் காற்றிலையை வடிவமைக்க இயலு மானாலும், குறிப்பிட்ட வகைகளில் மட்டும் கவனம் செலுத்துவது வழக்கமாகும். இக்குறிப்பிட்டவகை கள் முறையாக உருவாக்கப்பட்டு, கவனமாக ஆய்வு செய்யப்பட்டவை. எனவே, அவற்றின் காற்றியங்கு பண்புகளும், பிற விவரங்களும் எளிதாகக் கிடைக்கும்.

NACA - நான்கு மற்றும் ஐந்து இலக்க வரிசை. 1930 இல் அமெரிக்காவில் NACA (National Advisory Committee for Aeronautics) காற்றிலை வடிவத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகளைப் பெரிய அளவில் நடத்தியது. 1958 இலிருந்து இந்த அமைப்பு நாசா என வழங்கப்படுகிறது. அதன் விளைவாக, கிளார்க் -ஒய் (clark-Y) எனும் வடிவமும், கோட்டிங்கன்-395, (cottingen-395) எனும் வடிவமும் ஒரே வகை என அறியப்பட்டது.

அடிப்படைத் தடிமனைக் கொண்ட இவ்வமைப்பு கள் ஒரு சமன்பாட்டால் குறிக்கப்படுகின்றன. இச்சமன்பாட்டின் மூலம் நடுக்கோட்டிலிருந்து பரப்பு களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவை அறியலாம். இவ் வகைக் காற்றிலைகளின் அதிகபட்சத் தடிமன் நாணின் நீளத்தைப் போல் 0.2 மடங்கு ஆகும். மேலும் முன் விளிம்பிலிருந்து நாண் நீளத்தின் 0.3 மடங்கு தொலைவில் இந்த மிகைத் தடிமன் அடங்கும்.

நான்கு இலக்க வரிசைக் காற்றிலை வடிவங் களை உருவாக்க, மேற்குறிப்பிடப்பட்ட இரண்டு கூறுகளைத் தவிர மேலும் இரண்டு கூறுகள் கணக் கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. அவை மிகை வளைவு, அதன் இருப்பிடம் ஆகும். ஒரு நான்கு இலக்க வரிசையில் அதன் எண்கள் கீழ்வருவன வற்றைக் குறிப்பிடுகின்றன. முதல் எண் - உயர் வளைவைப் போல் 100 மடங்கு மதிப்பு; இரண்டாம் எண் - உயர் வளைவின் இருப்பிடத்தின் அளவைப் போல் 10 மடங்கு மதிப்பு.

இறுதி இரண்டு எண்கள் - அதிகபட்சத் தடி மனின் 100 மடங்கு மதிப்பு. மேற்கூறிய அளவுகள் யாவும் அவற்றின் அளவிற்கும், நாணின் நீளத் திற்கும் உள்ள விகிதங்களேயாகும். எ.கா. எண். 3215. மேற்காணும் குறியீட்டின்படி உயர் விளைவு நாணைப் போல் 0.03 மடங்கு; அதன் இருப்பிடம் நாணைப்போல் 0.20 மடங்கு. மிகைத்தடிமன் நாணைப்போல் 0.15 மடங்கு. காற்றிலை வடிவங் களை ஆராயும்போது பின்வருவன மிக முக்கிய மானவை எனக் கண்டறியப்பட்டுன. அவை நடுக் கோட்டின் வடிவம், அதன் உயர் அளவின் இருப் பிடம் ஆகியவை. இவற்றின் விளைவாக ஐந்திலக்க வரிசை உருவாயிற்று. இவ்வரிசையில் நடுக்கோட்டுச் சமன்பாடுகள் (mean line equation) சற்றுக் கடின மானவை.

NACA1 வரிசை. 1940 இல் மிகு வேகப் பரப்பு களில் ஏற்பட்ட ஆர்வத்தின் விளைவாகப் பல்வேறு வகைக் காற்றிலைவடிவங்கள் உருவாக்கப்பட்டு, ஆராயப்பட்டன. இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட முதல் ஐந்து குழுக்களில், முதல் வகை மிகவும் பயன்பட்டது. இவ்வகையில், காற்றிலை வடிவங் களில் குறைந்த அழுத்தம் செயல்படும் இடம் கருத்தில் கொள்ளப்பட்டது. இவற்றின் அழுத்தச் சுமை (pressure loading) ஒரு நாணில் மாறாமல் இருக்கும். அழுத்தச் சுமை என்பது ஒரு நாணின் மேல், கீழ்ப்பரப்புகளில் மேல் செயல்படும் அழுத்தங் களின் வேறுபாடாகும்.

NACA 6. வரிசை. இவ் வகைக் காற்றிலை வடிவங்கள் வெவ்வேறு செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு குணகங்களுக்கு (lift coefficient), அதாவது தாக்கும் கோணங்களுக்கு, குறைந்த பட்ச இழுவைக் குணகம் (drag coefficient) இருக்கும்படி வடிவமைக்கப் பட்டன. இவற்றிலும் NACA 1 வரிசையைப் போலவே, நாணின் நீளத்தில் மாறா அழுத்தச் சுமை இருக்கும்படி நடுக்கோடு வடிவமைக்கப்படுகிறது.

NACA 7 மற்றும் NACA 8 வரிசைகள். மிகு வேகங்களில் இயக்கத் திறனை அதிகரிப்பதற்காக மேற்கூறிய வரிசைகள் உருவாக்கப்பட்டன.

மிகை ஒலிவேகக் காற்றிலை வடிவங்கள். மிகை ஒலி வேகத்திற்காக வடிவமைக்கப்படும் காற்றிலை வடிவங்களின் முன் விளிம்பு தட்டையாக இல்லாமல் கூர்மையாக வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். பகுப்பாய்வு களில் ஆராயப்படும் இரண்டு அடிப்படை வடிவங்கள் பின்வருமாறு: இரட்டை ஆப்பு வடிவம் (double wedge). இதன் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் நான்கு நேர்கோடுகளைக் கொண்டது. வரைவட்டப் பகுதி (circular arc). மேல் மற்றும் கீழ்ப்புறப் பரப்பு வரை வட்டப் பகுதிகளாகும்.

மிகை ஒலிவேகத்தில் பறக்கும் விமானங்கள் மேலே உயரும்போதும், இறங்கும்போதும் குறை ஒலி வேகத்தில் பறக்க நேரிடும். இதனால் மிகை ஒலி வேகக் காற்றிலை வடிவங்கள் வடிவமைக்கச் சற்றுக் கடினம். எனவே, ஒலிவேகப் பறப்பின்போது ஏற்படும் விளைவுகளுக்காக இவற்றை வடிவமைப்பது மிகவும் சிறந்ததாகும்.

குறை ஒலி மற்றும் மிகை ஒலி வேகக் காற்றிலை வடிவங்களை வடிவமைக்கப் பல்வேறு பகுப்பாய்வு முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. இவை ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு அவற்றின் முடிவுகள் கண்டறியப் படுகின்றன. எனவே, இவ்வடிவங்களின் காற்றியங்கு தன்மைகளைப் பற்றி அறிய இயலுகிறது. எனவே இம்முறைகளை வானூர்திகளில் பயன்படுத்தலாம்.

- எஸ். நாகேஸ்வரன்

நூலோதி. Darrol Stinton, *The Design of the Aeroplane*, Granada Publishing, Great Britain, 1983.

காற்று (இயற்பியல்)

புவிப்பரப்பைப் பொறுத்து வளியின் ஒப்பியக்கம் காற்று எனப்படும். பொதுவாக, வளியின் கிடைத்தள ஒப்பியக்கத்தையே இச்சொல் குறிக்கும். வளியின் செங்குத்து இயக்கத்தைக் குறிப்பதன்று. மேலும் இவ்வியக்கம் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒன்று முதல் மூன்று நிமிடங்களில் வளி இயக்கத்தின் சராசரியைக் குறிப்பிடும். சில நொடி அளவில் கணக்கிடப்படும் நுண்வானியல் வளிச் சுழற்சி (micro meteorological circulations) போன்ற குறுகிய கால அளவு சராசரி இயக்கங்களை இச்சொல் குறிப்பதில்லை. வளி இயக்கத்தின் மணிக்கு மணி, நாளுக்கு நாள் மாற்றங் களைக் கணக்கிட இந்த ஒன்று முதல் மூன்று நிமிட இயக்கச் சராசரி பயன்படுகிறது. மேலும், வளி மண்டலத்தின் பெருமாற்ற விளைவுகளைக் கணக்கிடவும் பயன்படுகிறது.

மண் அரிப்பு, பயிர்வகைகளின் தன்மை, கட்டடங்களில் அழிவு ஏற்படுத்தல், நீர்ப்பரப்பில் அலை கள் ஏற்படுத்தல் போன்ற செயல்பாடுகளில் புவிபரப் பின் அருகில் காற்றின் நேரடி விளைவுகள் வெளிப் படுத்தப்படுகின்றன. மிகு உயரங்களில் காற்று, வானூர்தி, ஏவுகணை, ஏவூர்தி, கதிரியக்கத் துகள், தூசு, எரிமலை வெளியீடு போன்றவற்றின் இயக்கங் களை நேரடியாகப் பாதிக்கிறது. மேகங்களின் தோற் றத்திற்கும், இயக்கத்திற்கும், பிரிவுகளுக்கும் நேர்முக மாகவோ, மறைமுகமாகவோ காற்று, காரணமா கிறது. சூடான அல்லது குளிர்ந்த வளித்திண்மத்தைக் காற்று ஓர் இடத்திலிருந்து பிறிதோர் இடத்திற்குச் சுமந்து செல்கிறது.

சுழற்காற்று, எதிர்ச் சுழற்காற்றுச் சுழற்சி (*cyclonic and anticyclonic circulation*). ஒரு மையப்புள்ளியைப் பொறுத்துக் காற்றுச் சுழன்று செல்லும் திசைக் குறியீடுகளின் காற்றோடை (*stream line*) வடிவங் களின் பகுதிகளை இச்சொற்கள் குறிக்கும். ஒரு புள்ளி யின் செங்குத்தைப் பொறுத்துக் காற்றின் சுழற்சித் திசை புவியின் சுழற்சித் திசையிலே இருந்தால் அது சுழற் காற்றுச் சுழற்சி என்றும், புவியின் சுழற்சித் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் இருந்தால் எதிர்ச் சுழற் காற்றுச்சுழற்சி என்றும் குறிப்பிடப்படும். இக்கருத் தின் படி, புவியின் வட அரைக் கோளத்தில் சுழற் காற்றுச் சுழற்சி என்பது ஒரு புள்ளியில் உள்ள குத்துக் கோட்டைச் சுற்றிக் காற்றோடைக் கோட்டின் இடஞ்சுழிஇயக்கத்தையும், தென் அரைக்கோளத்தில் வலஞ்சுழி இயக்கத்தையும் குறிக்கும். இப்பகுதிகளில் முறையே வலஞ்சுழி இடஞ்சுழி இயக்கங்கள் எதிர்ச் சுழற்காற்றுச் சுழற்சி எனப்படுகின்றன. ஒரு மையப் புள்ளியைச் சுற்றிய காற்றோடை வடிவங்கள் மூடிய வடிவுடைய்வையாக இருந்தால், அவ்வடி வங்கள் முறையே சுழற்காற்று அல்லது எதிர்ச்சுழற் காற்று எனப்படுகின்றன. காற்று வீச்சின் சரிவு ஏறத் தாழ காற்று வீச்சைக் குறிப்பதால் கிடைத்தளத்தில் இத்தகைய சுழற் காற்றின் மையப்பகுதி சிறும வளி அழுத்தப் பகுதியாக இருக்கும். சுழற் காற்று, தாழ் வழுத்தப் பரப்பு, தாழ்வு போன்ற சொற்கள் ஒரே பொருள்படும். காற்றுச் சரிவு உறவுக்கு ஒப்ப, எதிர்ச் சுழற் காற்றின் மையம், கிடைத்தளத்தில் பெரும் அழுத்தப் புள்ளியாக இருக்கும். எதிர்ச்சுழற்காற்று, உயர் அழுத்தப் பரப்பு, உயர்வு போன்ற சொற்கள் ஒரே பொருள்படுபவை.

கீழ் அயன மண்டலப் பகுதிகளில் அனைத்துக் குறுக்குக் கோட்டுப் பகுதிகளிலும் (latitudes), சுழற் காற்றும், எதிர்ச் சுழற்காற்றும் மிகுந்த அளவில் ஏற் படுகின்றன. உயர் அயன மண்டலப் பகுதிகளில், இவை முறையே கீழ் துருவப் பகுதிகளிலும், தாழ் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலுமே ஏற்படுகின்றன. இடைப்பட்ட உயரங்களில், காற்றின் போக்கு, பெரும் பாலும் மேற்கு நோக்கியிருக்கும். ஆனால் காற் றோடைக் கோடுகள், அருகில் உள்ள சுழற்காற்றுச் சுழற்சிப் பகுதிகளையும், எதிர்ச் சுழற்காற்றுச்

சுழற்சிப் பகுதிகளையும் இணைக்குமாறு மேடு, பள்ளங்கள் கொண்டுள்ளன.

வளி மண்டலம் எந்நேரத்திலும் முழுச் சலன மில்லா நிலையில் இல்லையென்றாலும் சுழற்காற்றுச் சுழற்சி, எதிர்ச் சுழற்றுச் சுழற்சி ஆகிய பகுதிகள் வளி மண்டலச் சலனப் பகுதிகள் எனப்படுகின்றன. சுழற்காற்றுப் பகுதிகள், எதிர்ச்சுழற்காற்றுப் பகுதி கள், மேடு, பள்ளங்கள் ஆகியவை மேகங்கள் தோன்றுதல், அவற்றின் பயணம், வீழ்படிதல் ஆகிய வற்றோடு தொடர்பு கொண்டவை. எனவே இப் பகுதிகள் சலனமுற்ற வானியல் நிலைகள் எனப்படு கின்றன.

சுழற்சி (circulation) என்பதை மேலும் தெளிவாக

$$C = \oint v_t \, ds \qquad (1)$$

எனும் சமன்பாட்டின் மூலம் வரையறை செய்யலாம். இங்கு C - என்பது ஏதேனும் ஒரு பரப்பைச் சுற்றிய s எனும் மூடிய கோட்டில் சுழற்சியின் அளவு ஆகும். v என்பது, பரப்பைச் சுற்றிய எல்லைக்கோடு s இல் ஒரு புள்ளியில் காற்று வேக அளவு. t எனும் கீழ்க் குறியீடு அப்புள்ளியில் எல்லைக்கோட்டுக்கு இணை யான காற்று வேகத்தைக் குறிக்கும். ds என்பது எல்லைக் கோட்டின் ஒரு துண்டுப்பகுதி. v_t எனும் காற்று வேகம், சுழற்காற்றுப் பகுதியில் நேர் குறியா கவும், எதிர்ச் சுழற்காற்றுப் பகுதியில் எதிர்க் குறியுடையதாகவும் இருக்கும். இந்நிலையில் தெரிந் தெடுக்கப்பட்ட பரப்பினுள் காற்றோடைக் கோடுகள் நேராக இருந்தாலும் C எனும் சுழற்சி நேர் குறியா கவோ, எதிர்க் குறியாகவோ இருக்கலாம். ஏனெனில் காற்று வேகப்பாகுபாடு, C இன் மதிப்பைப் பாதிக்கும்.

குவியும் அல்லது விரியும் காற்று வடிவங்கள். காற் றின் கிடையோட்டம், காற்றின் அடர்த்தியில் நிகர அதிகரிப்பு அல்லது குறை பரப்புகளில் இவை தோன்று வதாகக் கூறப்படுகிறது. மேலும் அறுதியிட்டுக் கூறி னால் S எனும் கோட்டில் அடைபட்டிருக்கும் A எனும் பரப்பில் சராசரி பொருள்திணிவின் விரிவு D (horizontal average mass divergence) எனும் சமன்பாடு (2)ஆல் குறிக்கப்படுகிறது. இங்குத் தொகுதியாக்கம்,

$$D = \frac{1}{A} \oint \rho v_n \, ds \qquad (2)$$

பரப்பின் எல்லை முழுதும் செய்யப்படுகிறது. ρ என் பது காற்றின் அடர்த்தி, v என்பது காற்றின் வேகம், ds என்பது எல்லைக் கோட்டின் ஒரு துண்டு. 'n' எனும் கீழ்க் குறியீடு, பரப்பின் செங்குத்துக்கு இணை யான காற்று வேகக்கூறு என்பதைக் குறிக்கும். v_n பரப்பை நோக்கியிருந்தால் நேர்குறி கொண்டதாக வும், பரப்பை விட்டு எதிர்த் திசையில் இருந்தால் எதிர்க்குறி கொண்டதாகவும் கொள்ளப்படும். இத னால் குவிதல் என்பது, விரிவின் எதிர்க்குறியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. பரப்பில் அடர்த்தி மாறுதல் களைக் கணக்கில் கொள்ளவில்லையென்றால் இதையே திசைவேகக் குவிதல், திசைவேக விரிவு எனவும் பொருள் செய்யலாம்.

கிடைதளப் பொருள்திணிவின் விரிவு இயக்கத் தின் செங்குத்து, கூறின் அளவைச் சார்ந்திருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, காற்றடர்த்தியின் தற்காலிக மாற்றம் மிகக் குறைவு ஆதலால், குறிப்பிட்ட கன அளவு காற்றில் கிடைதளப் பொருள் திணிவு குவிதல் ஏற்படும்போது செங்குத்துத் திசையில் பொருள் திணிவு வெளிநகர்வு ஏற்படும். இவ்வாறு நிகழ்ந்தால் தான் குறிப்பிட்ட கன அளவு காற்றின் அடர்த்தி ஏறத்தாழ மாறாமல் இருக்கும். குறிப்பாக இக்கன அளவுப் பகுதியின் கீழ்ப்பரப்பு புவிப் பரப்போடு இணைந்திருந்தால், காற்றின் மேல் நோக்கிய நகர்வு, இப்பகுதியின் மேற் பரப்பு வழியே நடைபெறும். இவ்வாறே, குறிப்பிட்ட பகுதியில் பொருள்திணிவு விரிவு ஏற்பட்டால் மேற்பரப்பு வழியே காற்றின் கீழ்நோக்கு நகர்வு ஏற்படும்.

கிடைதளப் பொருள் திணிவு விரிதல் அல்லது குவிதல், காற்றுச் சுழற்சியோடு தொடர்பு கொண் டது. குவியும் தன்மையுள்ள காற்று வடிவத்தில், காற்று இயக்கம் சுழற்காற்றாக மாறக்கூடும். விரியும் தன்மையுள்ள காற்று வடிவத்தில் காற்றியக்கம் எதிர்ச் சுழற்காற்றாக மாறக்கூடும்.

நெருங்கி வரும் சுழற்காற்றின் பாதையில் உள்ள இடங்களில் அயன மண்டல நிலைகளில் குவியும் காற்று வடிவங்களும் பிற பெரும்பான்மைப் பகுதி களில் காற்றின் மேல் நோக்கிய செங்குத்து நகர்வும் ஏற்படும். இந்த மேல்நோக்கு இயக்கம் மேல் நோக்கிச் செல்லும் காற்றில் உள்ள நீராவியைப் படியச் செய்யும். இதனால் இப்பகுதிகளில் செரிந்த மேகத் திரளும் வீழ்படிவும் ஏற்படுகின்றன. இதற்கு எதிராக, எதிர்ச் சுழற்காற்றின் பாதையில் உள்ள பகுதிகளில் கீழ் அயன மண்டலப் பகுதிகளில் விரியும் காற்று வடி வங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதனால் அயன மண்டலம் முழுதும் காற்றின் கீழ்நோக்குச் செங்குத்து இயக்கம் ஏற்படுகிறது. இப்பகுதிகளில் மேகங்கள் உருவாதலும், நீராவி படிதலும் மிகக் குறைவாக இருக்கும் அல்லது சிறிதும் இல்லாதிருக்கும்.

மண்டலத் தரைக்காற்று அமைப்பு (zonal surface winds). காற்றின் பரப்பு, சுழற்சியின் நீளவாக்குச் சராசரி காணுங்கால் இத்தகைய அமைப்புத் தோன்று கிறது. இத்தகைய சராசரிக் கணித்தல் நிலநடுக் கோட்டுப் பகுதிகளில் மிகப் பொலிவிழந்த காற்று மாற்றமுள்ள பரப்புப் பகுதிகள் உள்ளமையைக் காட்டுகிறது. இப்பகுதி நில நடுக்கோட்டுக் குறை வழுத்த மண்டலம் (doldrums) எனப்படுகிறது. இப்

பகுதிகளைச் சுற்றிலும் வட அரைக் கோளப்பகுதியில் வட கிழக்குத் தடக்காற்று அல்லது வடகிழக்கு வணிகக் காற்றமைப்பும், தென் அரைக் கோளப்பகுதியில் தென்கிழக்குத் தடக்காற்று அல்லது தென்கிழக்கு வணிகக் காற்றமைப்பும் அமைந்துள்ளன. இவ்விரு அமைப்புகளும், துருவங்களை நோக்கி 30° குறுக்குக் கோடு வரை அமைந்துள்ளன.

இந்நில நடுக்கோட்டுக் குறைவழுத்த மண்டலம் குறிப்பாக இது மெலிதாக உள்ள பகுதிகளில் இரு அரைக் கோளப் பகுதியிலும் உள்ள தடக்காற்றுகள் சந்திக்கும் இடங்களிலும், நேரங்களிலும் வெப்ப மண்டலங்களுக்கிடையிலான சேர்க்கை மண்டலம் (inter-tropical convergence zone, ITCZ) என வழங்கப்படுகிறது. இதனால் ஏற்படும் காற்றுப்புலம் பெருமளவில் மேகங்களும் மழையும் இப்பகுதிகளில் ஏற்படக் காரணமாகிறது.

இரு அரைக் கோளப் பகுதிகளிலும் மையக் குறுக்குக் கோட்டுப் பகுதிகளிலும் மேற்கு நோக்கிய மண்டலப் பரப்புக் காற்று, துருவத்தை நோக்கிய தடக்காற்று மண்டலத்தைவிட வலிமையுடையதாக உள்ளது. இந்த மேற்கு நோக்கிய காற்று 30° குறுக்குக்கோட்டுக்கும் 35° குறுக்குக் கோட்டுக்கும் இடைப்பட்ட தாழ் வெப்ப மண்டல உயர் அழுத்த மண்டலத்தால் தடக்காற்று மண்டலத்திலிருந்து பிரிக்கப்படுகிறது. துருவப்பகுதிகளில் இருந்து 50° குறுக்குக் கோட்டுக்கும் 60° குறுக்குக் கோட்டுக்கும் இடையில் துணைத்துருவக் குறைவழுத்த மண்டலத்தால் கட்டப்பட்டுள்ளது. இந்தமேல் காற்றுமண்டலங்களில் பெருமளவில் சுழற்காற்றுகளும் எதிர்ச் சுழற்காற்றுகளும் தோன்றிக் கிழக்கு நோக்கி முன்னேறுகின்றன. இது காற்று, வெப்பநிலை, வானிலை ஆகியவற்றில் நாள்தோறும் திடீர் மாற்றங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இம் மாற்றங்கள் இப்பகுதிகளின் சிறப்புப் பண்பாகும். துணைத் துருவப் பகுதிகளில் உள்ள குறைவழுத்த மண்டலங்களில் கிழக்கு நோக்கிய துருவக் காற்று வீசுகிறது.

இம்மண்டலப் பரப்புக் காற்று வீசும் திசையும், செறிவும், சீரான பருவ மாற்றங்களையும், சீரற்ற வார மாற்றங்களையும் கொண்டவை. பொதுவாகக் குளிர்காலங்களில் இக்காற்று அதிகச் செறிவுடையதாகவும், புவிமையக் கோட்டை நோக்கி நகர்வதாகவும் காணப்படும். இப்பருவங்களில் குறை வெப்பப் பகுதிகளில் கீழ்க் காற்றும், மேல்காற்றும் சராசரி 15 நாட் (10.7 கி. மீ / நொடி) வேகத்தோடு வீசுகின்றன. துருவப் பகுதிகளில் கீழ்க்காற்றுச் சற்று வலிமை குறைந்து வீசும். வேனிற் காலங்களில் இக்காற்றமைப்பு, துருவத்தை நோக்கி 5° முதல் 10° வரை நகர்ந்திருக்கும். இவற்றின் வலிமையும் அவற்றின் குளிர்கால வலிமையில் பாதியாகக் குறைந்திருக்கும்.

காற்றுச் சுழற்சியமைப்பைக் குறுக்குக் கோட்டு மதிப்புச் சராசரி கொண்டு கணிக்காமல் நேரச் சராசரி கொண்டு கணித்தால், வட தென் துருவங்களில் இவற்றின்அமைப்பில் பெரும் வேறுபாடு காணப்படும். தென் துருவப்பகுதிகளில், கடற்பகுதி மிகுதியாக உள்ளமையால் நெடுங்கோட்டைப் பொறுத்துப் பெருமளவு மாற்றம் இல்லை. மண்டலத் தரைக் காற்று அமைப்பைப் போன்றே இக்காற்றமைப்பும் இருக்கும். ஆனால் வடதுருவப் பகுதிகளில் கடற்பகுதிகளும் நிலப்பகுதிகளும் உள்ளமையால் இக்காற்றமைப்பில் நெடுங்கோட்டைப் பொறுத்துப் பெருமளவு மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன.

சான்றாக, துணைத்துருவக் குறைவழுத்த மண்டலம், இரு பகுதிகளில் முக்கியமாகக் காணப்படுகிறது. அவை ஐஸ்லாண்ட் குறைவழுத்தப்பகுதி, அலியூஷியன் குறைவழுத்தப் பகுதியாகும். இதனால் துணைத் துருவ மிக அழுத்தக்கோடு வடபக்கமாக நகர்த்தப் பட்டு, பரந்த உயர் அழுத்தப் பகுதியாக ஆசியாக் கண்டத்தின் மீதும், அதைவிடச் சற்றுப் பொலிவு குறைந்த உயர் அழுத்தப் பகுதியாக வட அமெரிக்கா மீதும் காணப்படும். வேனிற்காலங்களில் ஐஸ்லாண்ட், அலியூசியன் குறைவழுத்தப் பகுதி வலிமை குன்றியோ முற்றிலும் இல்லாமலோ இருக்கும். ஆனால் ஆசியாவின் தென்பகுதிகளிலும் மேற்கு வட அமெரிக்கப் பகுதிகளிலும் காணப்படும். பரந்த குறை வழுத்தப் பகுதிகள் புவி மையத்தையடுத்த பகுதிகளில் காணப்படும் உயர் அழுத்த மண்டலங்களுக்குக் குறுக்கே செல்கின்றன.

மேல்மட்டக் காற்றுச் சுழற்சி (upper air circulatian). காற்று வீச்சின் குறுக்குக் கோட்டளவு சராசரிக் கணித்தலில் மேல்காற்றமைப்பே மிகுந்து காணப்படுகிறது. இம்மேல்காற்றின் பொலிவு, உயரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க மையக் குறுக்குக் கோட்டுப் பகுதியில் 10.7 கி.மீ. - 12.2 கி.மீ. இடைப்பட்ட உயரத்தில் மிக வேகக் காற்றோடையாக உருவெடுக்கிறது. மேல் மட்டத்தில் உள்ள தாழ் வெப்ப மண்டல உயர் அழுத்தப்பகுதி தரைமட்டத்தில் உள்ள தாழ் வெப்ப மண்டல உயர்அழுத்த மண்டலத்திலிருந்து புவிமையக் கோட்டை நோக்கி விலகியிருக்கும். மேல் மட்டத்தில் கிழைக் காற்று வீசும் பகுதி தரையில் தடக்காற்று மண்டலப் பகுதிகளுக்கு மேலாக உள்ளது.

உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள். உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றுத் திசையன் மாறும் வீதம், காற்றுச் சரிவு எனப்படும். உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றின் திசை வலஞ்சுழியாக மாறுதல் உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றுத் திரும்புகிறது எனப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, தரைமட்டத்தில் தெற்கு நோக்கிய காற்றின் திசை 1 கி.மீ உயரத்தில் தென்மேற்காக மாறி மைய அயன மண்டலத்தில் மேற்குத் திசையாக மாறு

வதைக் காற்றுத் திரும்புகிறது என்பர். புவிமட்ட வெப்ப மண்டலத்தில் உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றுத் திரும்பினால் வெப்பக் காற்று வீச்சு ஏற்படுகிறது. அதாவது குளிர்ந்த காற்றுள்ள பகுதிக்கு வெப்பக் காற்று வீசும். தரைமட்டச் சுழற் காற்றுப் பகுதியின் கிழக்கிலும், தரைமட்ட எதிர்ச் சுழற்காற்றுப் பகுதியின் மேற்கிலும் இவ்வாறு காற்றுத் திரும்புதல் நடைபெறுகிறது.

உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றின் திசை இடஞ்சுழியாக மாறினால் காற்றுப் பின்னடைகிறது எனக் கூறப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, தரை மட்டத்தில் வடதிசையில் வீசும் காற்று ஒரு கிலோ மீட்டர் தொலைவில் வட மேற்காக மாறி மைய அயனி மண்டலத்தில் மேற்குத் திசையில் வீசினால் காற்றுப் பின்னடைகிறது. வெப்ப மண்டலப் பகுதியில் காற்றுப் பின்னடைந்தால் குளிர்காற்று வீச்சு ஏற்படு கிறது. அதாவது வெப்பக் காற்றுள்ள பகுதிக்குக் குளிர்ந்த காற்று வீசுகிறது. உயரத்தைப் பொறுத்து ஏற்படும் இப்பின்னடைதல் தரை மட்டச்சுழற் காற்றுப் பகுதியின் மேற்கிலும், தரைமட்ட எதிர்ச் சுழல் காற்றிற்குக் கிழக்குப் பகுதியிலும் ஏற்படும்.

தரை மட்டத்தில் உராய்வாலும் காற்றுத் திசையில் திருப்பம் ஏற்படலாம். எடுத்துக்காட்டாக, தரைமட்டத்தில் சம அழுத்தக் கோடுகளுக்குக் குறுக்காக மிகு அழுத்தப்பகுதியில் இருந்து குறைந்த அழுத்தப் பகுதியை நோக்கிக் காற்றின் ஒரு திசை வேகக் கூறு செல்லும். ஆனால் உயரத்தில், சம அழுத்தக் கோடுகளுக்கு இணையாகக் காற்று வீசுகிறது.

உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றின் திசை திரும்பல் அப்பகுதியில் ஏற்படக்கூடிய புயல் இடி மழையின் அமைப்பைப் பாதிக்கிறது. திசை திரும்பல் உள்ள பகுதிகளில் மிகுதியான புயலும், இடிமழையும், கடுங்காற்றும் அடிக்கடி ஏற்படும். திரும்புதல், பின்னடைதல் ஆகிய சொற்கள் நேரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றின் திசை திரும்புவதைக் குறிக் கப் பயன்படுகின்றன. காட்டாக, வட அரைக் கோளத்தில் குறைவழுத்தத் தடத்தின் வடக்கே காற்று, நேரத்தைப் பொறுத்துப் பின்னடைகிறது. குறைவழுத்தத் தடத்தின் தெற்கே காற்று, நேரத்தைப் பொறுத்துத் திரும்புகிறது.

சிறிய தரைக் காற்று. புவிப்பரப்பின் தன்மையைப் பொறுத்துக் குறுகிய பரப்பளவில் வீசும் காற்று அமைப்புகள் சிறிய தரைக் காற்று எனப்படும். தரைக் காற்று, கடற்காற்று போன்றது. தரைப்பரப்பில் ஒரு பகுதி மிகுதியாக வெப்பமூட்டப்படுவதாலும், கிடைதளத்தில் அருகில் உள்ள மற்றொரு பகுதி மிகுதியாக வெப்பமூட்டப்படுவதாலும் இவ்வகைக் காற்றுச் சுழற்சி ஏற்படுகிறது. பகற் பொழுதில், மிகு வெப்ப மூட்டப்படும் பகுதியில் காற்று மேலே எழும். இதனால் இதைவிடக் குளிர் பகுதியிலிருந்து இப்பகுதி நோக்கிக் காற்று வீசுகிறது. இரவு நேரங் களில், குளிர்ந்த தரைப்பகுதியில் காற்றுச் சுருங்கி தற் போது வெப்பமாக இருக்கும் கடற்பரப்பு நோக்கி வீசுகிறது.

மலைக்காற்று, பள்ளத்தாக்குக் காற்று ஆகியவை யும் இத்தகையவையே. இவை முறையே பள்ளத் தாக்கு வெப்பநிலையை ஒப்பிட மலைச்சரிவுகளின் வெப்பம் குறைவதாலும் கூடுவதாலும் ஏற்படு கின்றன. பகற் பொழுதில் பள்ளத்தாக்கில் இருந்து மிகு வெப்பமூட்டப்படும் மலைச்சரிவுக்குக் காற்று வீசுகிறது. இரவு நேரங்களில் குளிர்ந்த மலையில் இருந்து வெப்பமாக இருக்கும் பள்ளத்தாக்கிற்குக் காற்று வீசுகிறது. இவ்வாறு கீழ்நோக்கி வீசும் குளிர் காற்று அமைப்பு நகரும் பனிப்பாறைகளின் பரப்பு களிலும் தோன்றுகிறது. இரவு நேரங்களில் வீசும் இத்தகு குளிர் காற்றால் பாறைகளைச் சுற்றிய அடிப்பகுதிகளில் மிகக் குளிர்ந்த காற்றுப் பகுதிகள் தோன்றுகின்றன.

உள்நாட்டுக் காற்று. பெருங்காற்றமைப்புகளில், உள்நாட்டுத் தரையமைப்பால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் உள்நாட்டுக் காற்று எனப்படும். இக்காற்றமைப்புகள் பெரும்பாலும் எதிர்பார்க்க முடியாதபடி மாறுவன வாகவும், வலிமையுள்ளனவாகவும், குறைந்த ஒப்பு நீர்மைத்தன்மை கொண்டனவாகவும் உள்ளன. தென்பிரான்ஸில் ரோன் பள்ளத்தாக்கில் வீசும் மின்ஸ்ட்ரல் எனும் ஒருவகைக் காற்று, ஏட்ரியாட்டிக் கடற்கரைக்கு மலை இடுக்குகள் வழியே வீசும் போரா எனும் காற்று, ஆல்ப்பைன் பள்ளத்தாக்கில் வீசும் ஃபோயன் எனும் காற்று, ஆல்ப்பைன் அலாஸ்கா கடற்கரை, அலீயுஸியன் தீவுகளில் வீசும் வில்லிவாஸ் எனும் வகைக் காற்று, ராக்கி மலைப் பகுதியின் கிழக்குச் சரிவில் வீசும் சினூக் எனும் காற்று ஆகியவை இவ்வகைப்படும்.

பல பொது வகைக் காற்றுகள், உள்நாட்டுத் தரையமைப்பைப் பொறுத்து அமையாவிட்டாலும், உள்நாட்டுப் பெயருடன் கூறப்படுகின்றன. மத்திய அமெரிக்காவிற்கு மெக்சிகோ கடற்கரை ஓரமாக ராக்கி மலைக்குக் கிழக்கே உள்ள சமவெளி வழியாகக் கனடாவில் இருந்து வீசும் வடக்குக் காற்று எனப் படும் குளிர்காற்று, இங்கிலாந்தில் வீசும் வடகிழக்குக் காற்று, சகாராவிலிருந்து வட ஆஃப்ரிக்காவில் வீசும் சிரோக்கோ எனும் தென்காற்று ஆகியவை இவ் வகைப்படும்.

வெ. ஜோசப்

காற்று (வேதியியல்)

இது புவியின் சூழ்வெளியில் இயல்பாக இடம்பெறும் வளிக்கலவை. இயல்பான சூழ்நிலையில் காற்றின்

அட்டவணை 1

கூறு	எடையில் சதவீதம்	பருமனில் சதவீதம்
நைட்ரஜன்	75.54	78.084
ஆக்சிஜன்	23.14	20.946
ஆர்கான்	1.27	0.934
கார்பன் டைஆக்சைடு	0.05	0.033
நியான்	0.0012	0.001818
ஹீலியம்	0.0007	0.000524
கிரிப்ட்டான்	0.003	0.000114
ஹைட்ரஜன்	0.00004	0.00005
செனான்	0.000036	0.0000087
ஓசோன்	0.0000017	0.00005
மெத்தேன்	0.0000031	0.00015

கூறுகள்: நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கார்பன் டை ஆக்சைடு மெத்தேன், அம்மோனியா, சல்பர் டை ஆக்சைடு, ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு, கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன், ஆர்கான், நீர்ஆகியன. தூய, உலர்நிலைக் காற்றின் இயைபு அட்டவணை 1இல் தரப்பட்டுள்ளது.

நுகரும் காற்றின் இயைபு சூழ்வெளிக்காற்றின் இயைபிலிருந்து மாறுபடுகிறது. நுகரும் காற்றில் 20.75% ஆக்சிஜனும், 79.01% நைட்ரஜனும், 0.04% கார்பன் டைஆக்சைடும் உள்ளன. வெளிவிடும் காற்றில் 16.4% ஆக்சிஜனும், 79.05% நைட்ரஜனும், 4.1% கார்பன் டைஆக்சைடும் உள்ளன.

காற்றின் கூறுகளைக் கண்டறியும் முறைகள். காற்றில் ஆக்சிஜன் இருப்பதைக் கண்டறியக் கீழ்க்காணும் ஆய்வுகள் பயன்படுகின்றன. நைட்ரிக் ஆக்சைடைத்தயாரித்துக் காற்றுடன் கலந்தால் செம் பழுப்பு நிறமாக மாறுகிறது.

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2 \text{ (செம்பழுப்பு)}$$

பாதரசத்தை அதன் கொதிநிலையில் காற்றுப் படுமாறு நீண்டநேரம் வைத்திருந்தால் அதன் பரப் பின்மீது சிவப்புநிற ஏடு படிகிறது (HgO)

மூச்சு விடுவதற்கு ஆக்சிஜன் தேவை எனும் உண்மை காற்றில் ஆக்சிஜன் உள்ளமையைத் தெளிவு படுத்துகிறது.

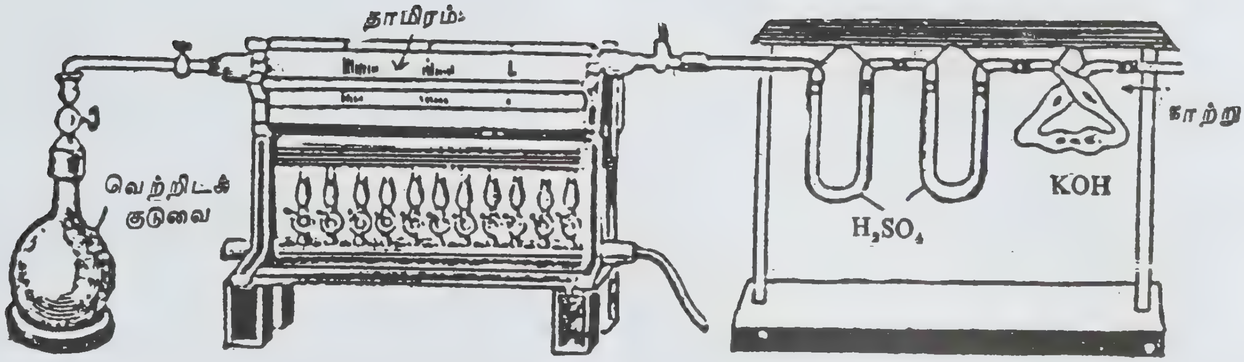
காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வுகள். நீரின் மீது நிரப்பப்பட்டுள்ள காற்றில் பாஸ்ஃபரஸைக் கொளுத்தினால், காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜனில் பாஸ்ஃபரஸ் எரிகிறது. எஞ்சிய வளிமம் எரிவதில்லை. எரிதலை ஊக்குவிப்பதுமில்லை, சூடாக்கப்பட்ட தாமிரத்தூளுடன் இணைவதில்லை. ஆனால் சூடாக்கப்பட்ட மக்னீசியத்துடன் எளிதில் இணைகிறது.

நீர் ஆவியைக் கண்டறிதல். ஒரு முகவையில் பனிக் கட்டித் துகள்களை இட்டால், முகவையின் வெளிப் புறத்தில் நீர்த்திவலைகள் உருவாவதைக் காணலாம். முகவையின் சுவர் பனிக்கட்டியால் குளிர்விக்கப்படு வதால் காற்றிலுள்ள நீர் ஆவி முகவையில் குளிர்ந்த பரப்பில் பட்டவுடன் நீர்மமாகச் சுருங்குகிறது.

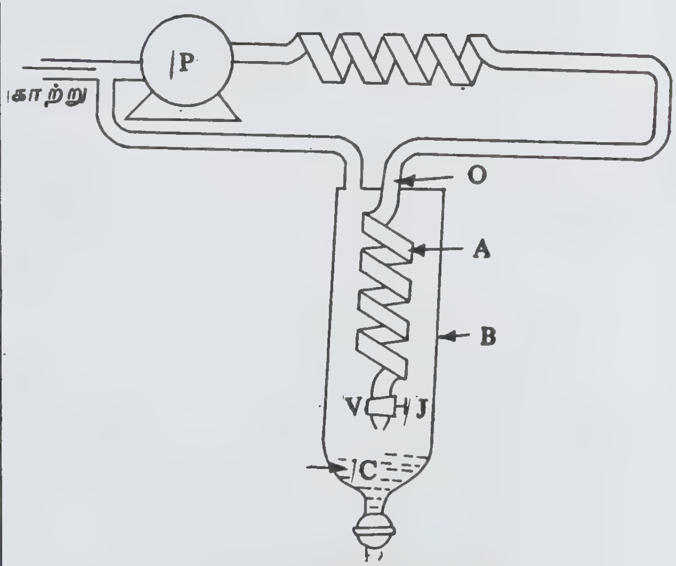
கார்பன் டைஆக்சைடைக் கண்டறிவதற்குத் தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரைக் காற்றுப் படுமாறு நீண்டநேரம் வைத்திருந்தால், சுண்ணாம்பு நீரின் பரப்பில் பாலையொத்த ஒரு வெண்ணிற ஏடு படி வதைக் காணலாம். இத்தோற்றச் சமன்பாடு,

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

காற்றிலுள்ள கூறுகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரு பணி உள்ளது. ஆக்சிஜன் மூச்சு உள்ளிழுப்புக்கும், நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனை விளாவுவதற்கும் (தூய ஆக்சிஜன் பல பொருள்களை அறை வெப்பநிலை யிலேயே எளிதில் எரித்துவிடும்) நீர் மழை பொழி யும் மேகங்களை உருவாக்குவதற்கும், சூழ்வெளியில் தட்ப வெப்ப நிலையைக் கட்டுப்படுத்தவும் உதவும்.

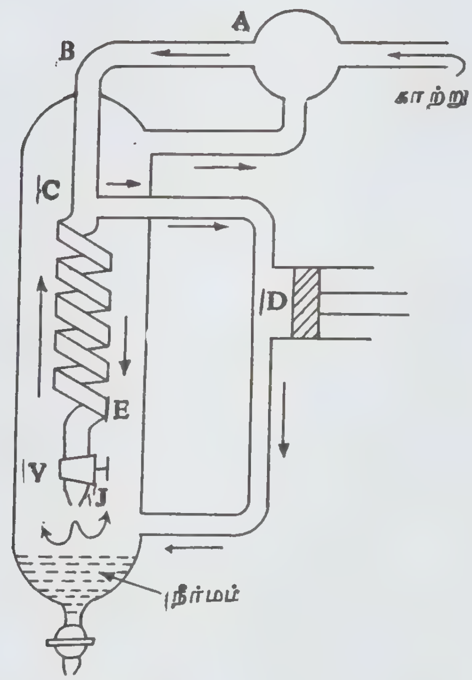


படம் 1



அ. லிண்டே முறை

P— இறைப்பி
O- நீர்மமாக்கியின் நுழைவாய்
A— சுருள் குழாய்
B— நீர்மமாக்கும் கலன், V— வால்வு
J— நுண்துளை, C— நீர்மக் காற்று



ஆ. கிளாடுமுறை

A,B,C - நுழையும் காற்றின் திசை
D -உந்து தண்டுடன் உருளை
E -சுருள் குழாய்
V - வால்வு
J-நுண்துளை

படம் 2

காற்று ஒரு வேதிச் சேர்மமன்று, அது ஒரு வேதிக் கலவையே என்பதை விளக்கும் ஆய்வுகள். காற்றில் இயல்பாக அமைந்துள்ள சதவீத அளவில் நைட்ரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் கலந்தால், அக்கலவை காற்றின் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதுடன், அக்கலவை தயாரிக்கப்படும்போது வெப்பநிலை மாற்றமோ பருமன் மாற்றமோ நிகழ்வதில்லை. ஒரு சேர்மத்தின் இயைபு எந்நிலையிலும் மாறாது. காற்றின் இயைபு புவியின் பரப்பிலிருந்து உயரே செல்லச் செல்ல மாறுகிறது.

காற்றின் கூறுகளை எளிய இயற்பியல் முறைகளில் பிரிக்கலாம். நுண்துகளை மலிந்த சவ்வுவழியே காற்றைச் செலுத்தினால், அடர்த்தி குறைவான நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனைவிட விரைவாக ஊடுருவிப் பாய்கிறது. நீர்மமாக்கப்பட்ட காற்றை ஆவியாக்கினால், ஆவியழுத்தம் கூடுதலாக அமையப்பெற்ற நைட்ரஜன் முதலில் ஆவியாகிறது. காற்றை நீரில் செலுத்தினால் கரைதிறன் கூடுதலாகப்பெற்ற ஆக்சிஜன் எளிதில் கரைகிறது. காற்று ஒரு வேதிச் சேர்மமாக இருப்பின், நீரில் செலுத்தி அதன் இயைபை மாற்ற இயலாது.

காற்றின் இயைபை அளவறியும் முறைகள். பருமனறி இயைபுக்கான வழிமுறைகள் (பாஸ்ஃபரல் முறை, காரம் கலந்து பைரோகலால் முறை, வளி அளவை முறை, ஜாலியின் வழிமுறை), எடையறி இயைபுக்கான வழிமுறை (டூமாஸ் முறை)ஆகியன பாஸ்பரஸ் முறை நைட்ரஜனைக் கண்டறியும் ஆய்வில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

பைரோகலால் முறை. ஒரு புறம் மூடப்பட்ட ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயை ஐந்து பகுதிகளாகப் பிரித்து அளவு கோடிட வேண்டும். புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட எரிபொட்டாஷ் கரைசலில் இடப்பட்ட பைரோகலாலைக் கண்ணாடிக் குழாயில் ஊற்றி முதல் அளவுக் கோடுவரை நிரப்ப வேண்டும். குழாயைக் கட்டை விரலால் மூடிக்கொண்டு நன்கு குலுக்கினால் காற்றிலுள்ள ஆக்சிஜன் பைரோகலால் கரைசலில் உறிஞ்சப்படுகிறது. மூடிய நிலையிலே குழாயை ஒரு நீர் நிரப்பப்பட்ட அளவீட்டுக் குழாயில் (measuring jar) கவிழ்த்துக் கட்டைவிரலை எடுத்து விடவேண்டும். குழாயைச் சற்றே மேலும், கீழும் அசைத்துக் குழாய்க்கு உள்ளும் வெளியும் நீர்மட்டம் சமமாக இருக்குமாறு செய்ய வேண்டும். தற்போது குழாயில் அடைபட்டுள்ள காற்றின் பருமனை அளந்தால், காற்றில் பருமன் ஐந்தில் ஒரு பங்கு குறைந்திருப்பது தெரியவரும். வளி அளவை முறையில் ஆக்சிஜனை ஹைட்ரஜனுடன் தீப்பொறியில் எரித்து, நீராக்கி எஞ்சியுள்ள காற்றை அளப்பது வழக்கம்.

டூமாஸ் முறையில் ஒரு வெற்றிடக் குடுவை, தாமிரத்தை உள்ளடக்கிய ஒரு வெற்றிடக் கண்ணாடிக் குழாய் ஆகியவற்றை எடையிட வேண்டும். இவற்றை அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் நிரப்பப்பட்ட U- வடிவக் குழாயுடனும், KOH கரைசலால் நிரப்பப்பட்ட குழாய்களுடனும் இணைக்க வேண்டும். இவ்வமைப்பில் அடுத்தடுத்த குழாய்களுக்கிடையே திறந்து மூடவல்ல அடைப்பான்கள் பொருத்தப்பட வேண்டும். தாமிரத்தைச் சுமக்கும் குழாயை ஓர் உலையில் சூடுபடுத்த வேண்டும்.

காற்றை அமைப்பினுள் புகவிட்டால், KOH கரைசல் CO_2 ஐ உறிஞ்சிவிடுகிறது. அடர் H_2SO_4 நீரை உறிஞ்சுகிறது. தாமிரம் ஆக்சிஜனுடன் வினைப்பட்டுத் தாமிர ஆக்சைடாகிறது. எஞ்சியுள்ள நைட்ரஜன் வெற்றிடக் குடுவையை அடைகிறது. காற்று உட்புகுதல் நின்றவுடன் அடைப்பான்களை மூடி, குடுவையைத் தனித்துப் பிரித்து எடையறிய வேண்டும். தாமிர ஆக்சைடு, தாமிரம் உள்ளடங்கிய குழாயின் எடையை வெற்றிடம் ஆக்குவதற்கு முன்பும் பின்பும் அறிந்து, குழாயினுள் பரவி இருக்கும் நைட்ரஜனின் எடையைக் கணக்கிடலாம். இத்துடன் குடுவை எடையின் உயர்வைக் கூட்டினால் மொத்த நைட்ரஜனின் எடை கிடைக்கும்.கண்ணாடிக் குழாயின் எடை உயர்வு ஆக்சிஜனின் எடையாகும். KOH கரைசல் கொண்ட குழாய்களின் எடை உயர்வு கார்பன் டைஆக்சைடையும் நீரற்ற, $CaCl_2$ ஐக் கொண்ட U- வடிவக் குழாயின் எடை உயர்வு நீராவியின் எடையையும் குறிக்கும். டூமாஸ் முறை படம் 1இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

கார்பன் டைஆக்சைடின் அளவை மதிப்பிடுவதற்கு மற்றொரு வழிமுறையும் உள்ளது. குறிப்பிட்ட பருமனளவில் காற்றை, பெரைட்டா (baryta) கரைசலில் செலுத்தி எஞ்சிய நியம அமிலக் கரைசலால் CO_2இன் அளவைக் கணக்கிடலாம். ஆர்செட் வளிப் பகுப்பாய்வுக் கலம் என்னும் அமைப்பைக் கொண்டும் காற்றின் இயைபை அறியலாம்.

நீர்மக்காற்று. ஓர் இறைப்பியின் மூலம் காற்று,சூழ் வெளியிலிருந்து உறிஞ்சப்பட்டுத் தூயதாக்கப்பட்டு அழுத்தப்படுகிறது. அழுத்த மேலீட்டால் விளையும் வெப்பம் வெளியேற்றப்பட்டு, காற்று உலர்த்தப்படுகிறது. அழுத்தம் மிகுந்த இக்காற்று ஒரு சிறு துளை வழியே விரைவில் விரிவாக்கப்படும்போது குளிர்விக்கப்படுகிறது. இது ஜூல்-தாம்சன் விளைவு எனப்படும். குளிர்விக்கப்பட்ட காற்று, அமைப்பில் நுழையும் காற்றைக் குளிர்விப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இவ்வழிமுறையைத் தொடர்ந்து நிகழ்த்தினால் காற்று மீக்குளிர்ச்சியடைந்து **நீர்ம**மாகிறது. **நீர்மக்** காற்றுத் தயாரிப்பு முறைகளுள் இரண்டு படம் 2இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

நீர்மக் காற்று, தெளிவான வெளிர் நீல நிறம் கொண்ட நீர்மமாகும். அதன் கொதிநிலை-190°C. காரீயம், ரப்பர் போன்ற பல பொருள்கள் **நீர்மக்**

காற்றின் தாக்கத்தால் கடினத்தன்மை மிகுந்து நொறுங்கும். பாதரசம் தன் இயல்பான நீர்ம நிலை இழந்து எளிதில் வளையும் திண்மமாகிறது. இறைச்சி, பூ, பழம் ஆகியன தூளாக நொறுக்கப்படத்தக்க கடினப் பொருள்களாகின்றன. இரட்டைச் சுவர் கொண்ட டீவார் குடுவைகளில் சேகரித்து வைத்தால் **நீர்ம**க்காற்று நீண்டநேரம் நிலைத்து நிற்கும். ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் ஆகியவற்றைத் தொழிலக அளவில் தூய்மையாகத் தயாரிப்பதற்கு நீர்மக் காற்று மூலப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

காற்றுப் பதனிடல். காற்றோட்டம் சீராக அமையாத ஓர் அறையில் பலர் கூடியிருக்க நேரிடுகையில் அந்த அறையில் சூழ்வெளி விரைவில் கெடுகிறது. மனித வெளிமூச்சில் வெளியாகும் கார்பன் டைஆக்சைடால் மட்டுமன்றி, தோல்வழியே வெளியேறும் நீராவியும் அறையை நிரப்புகிறது. இதன் விளைவாக உடலின் வெப்பநிலை உயருகிறது. மாறாக, சூழ்வெளி மிக உலர்ந்த நிலையில் இருப்பினும், தோலிலிருந்து நீர் ஆவியாக வெளியேறுதல் விரைவாகித் தோல் உலர்ந்துவிடக்கூடும். காற்றில் தூசி இருந்தால் இந்நிலை மிகும்.

தூசியற்ற தூய்மையான காற்றைச் சீரான வெப்பநிலையில் சுழலச் செய்வதற்குக் காற்றுப்பதன அமைப்புப் பயன்படுகிறது. 1902 இல் எளிய, சிறிய அளவில் விளிஸ் காரியரால் தொடங்கப்பட்ட முயற்சி இன்று பெருந் தொழிலாக மாறியுள்ளது. நியூயார்க்கின் அனைத்துலக வணிக மையத்தில் நிறுவப்பட்டுள்ள காற்றுப்பதன அமைப்பு உலகிலேயே பெரியதாகும். இது 270 கி.மீ நீளத்திற்குக் குழாய்களும், $2\frac{1}{2}$ ஏக்கர் பரப்பளவுக்கு இறைப்பிகளும், அழுத்திகளும், 12000 வெளியீட்டு அமைப்புகளும் கொண்டதாகும்.

தூய காற்றும் தூசிக் காற்றும். இயற்கையில் காற்று ஓரிடத்திலும் தூய்மையாக இருப்பதில்லை. எரிமலை, தாவரச் சிதைவு, காட்டுத்தீ ஆகியவற்றால் CO, SO_2, H_2S ஆகிய வளிமங்கள் வளிமண்டலத்தில் கலந்துள்ளன. இவற்றைத் தவிர நுண்ணிய **நீர்ம**த் திவலைகளும், திண்மத் துகள்களும் காற்றில் கலந்துள்ளன. இயற்கையில் தோன்றும் இப் பொருள்களுடன் மனிதனின் வேதி மற்றும் உயிரியல் செயல்முறைகளால் தோன்றும் பொருள்களும் காற்றில் கலக்கின்றன

காற்றின் தூய்மைக்கேட்டுக்கு அடிப்படையான முதனிலைப் பொருள்கள் CO, NO_x, ஹைட்ரோ கார்பன்கள், துகள்நிலைத் திண்மங்கள் ஆகியவையாகும். புவியின் வளிமண்டலத்தில் கலந்துள்ள (காற்றின் இயல்புக்கு ஒவ்வாத) வேதிப் பொருள்களுள் 90% இந்த ஐந்து பொருள்களாகவே இருக்கும். ஓராண்டுக்குச் சராசரியாகக் காற்றில் கலக்கும்

அட்டவணை 2

மாசு	அனுமதிக்கப்பட்ட உயர் வரம்பு (மில்லியனில் பங்கு வீதம்)	ஒரு கன மீட்டரில் எவ்வளவு மைக்ரோ கிராம்	ஒப்பீட்டு நச்சுத்தன்மை
கார்பன் மோனாக்சைடு	(தொடர்ந்தாற் போல் 8 மணி நேரத்திற்கு மேல், ஆண்டுக்கு ஒரு முறைக்கு மேல் தாண்டக்கூடாத வரம்பு)	10,000	1.00
ஹைட்ரோ கார்பன்கள்	35 (தொடர்ச்சியாக 1 மணி நேரத்திற்கு மேல், ஆண்டுக்கு ஒரு முறைக்கு மேல் தாண்டக்கூடாத வரம்பு)	19,300	2.07
SOx	0-5	1,430	28
NOx	0.25	514	77.8
துகள்கள்	—	375	106.7

மாசுப்பொருள்கள் 46% ரயில், விமானம், பேருந்து, மகிழுந்து (car) போன்ற போக்குவரத்து அமைப்பு களால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் CO முதன்மை பெறுகிறது. எரி பொருள்கள் முழுமை யாக எரியாத நிலையில் CO இன் தோற்றம் எளிதா கிறது.

இயற்கையில் பாக்ட்டீரியச் செயல்முறைகள் ஆண்டுக்கு 5×10^8 டன் NO_x ஐச் சூழ்வெளியில் கலக்கின்றன. பெட்ரோல், கார்பன் ஆகியவற்றின் எரிதலால் மேலும் 5×10^7 டன் ஆண்டுதோறும் காற் றில் சேருகின்றது. SO_x காற்றில் கலப்பதற்கு முதன் மையான காரணம் பெட்ரோலியம், நிலக்கரி ஆகிய எரிமங்களில் கந்தகம் மிகு அளவில் இருப்பதேயாகும். SO_x உம், NO_x உம் காற்றில் கலந்து மேகத்துள் சேர்ந்து அமில மழையாகப் பொழிகின்றன. இது கிரீஸ், இத்தாலி, இந்தியாவில் உள்ள பல விலை மதிப்பற்ற கற்சிலைகளையும், தாஜ்மஹால் போன்ற வனப்புமிக்க கட்டடங்களையும் கரைத்துவிடக்கூடும்.

துகள் நிலைப் பொருள்கள் காற்றில் நிறைந் துள்ளன. காற்றில் அவற்றின் நிலைபெறும் காலம் அவை படியும் நேரத்தைப் பொறுத்தது. துகள் களின் பண்புகளுள் முதன்மையானது அவற்றின் பரும னாகும். பொதுவாக, குறுக்களவு 0.0002 மைக்ரோ மீட்டர் முதல் 500 மைக்ரோ மீட்டர் வரையிலான பரந்த வரம்பில் அமைந்துள்ளது. நகர்ப்புறக் காற்றில் ஒரு கன செ.மீ.க்கு 100,000 துகள்கள்வரை இடம்பெற வாய்ப்புள்ளது. துகள்களின் பரப்பளவு கூடுதலாக இருப்பதால் ஒளியைச் சிதறச் செய்வதும், கட்புலப்பாட்டைக் குறையச் செய்வதும் சூரிய ஒளி யின் மீது ஏற்படும் பாதிப்புகளில் முக்கியமானவை ஆகும்.

துகள்களைக் கனிம வகை, கரிம வகை என இரு கூறுகளாகப் பிரித்தறியலாம். கனிம வகைகளுள் இரும்பு ஆக்சைடுகள், கால்சியம் ஆக்சைடு, காரீய புரோமைடு, சல்ஃப்யூரிக் அமில மூடுபனி ஆகியனவும், அனல்மின் நிலையங்களிலிருந்து உமிழப்படும் தூசுச் சாம்பலும் (fly ash) குறிப்பிடத்தக்கவை. கரிம வகைத் துகள்களுள் புற்றுநோய்த் தோற்றிகளான பல்வளைய அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன.

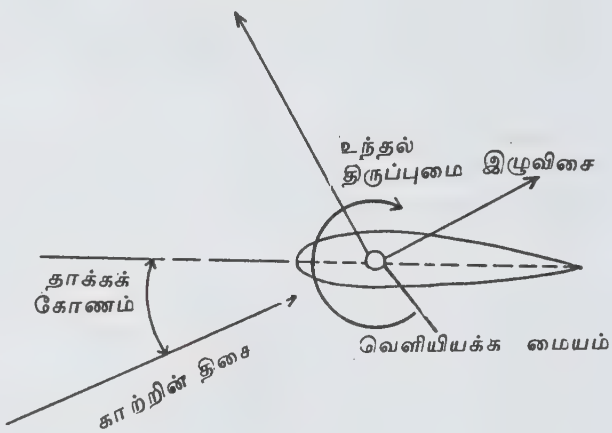
துகள்களைக் காற்றிலிருந்து அகற்றுவதற்கு நிலை மின்புல வீழ்படிவாக்கிகள் (electrostatics separators) பயன்படுகின்றன. வளிநிலை மாசுப் பொருள்களை அகற்றுவதற்குத் தக்க கரிமவகை நீர்மங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. அனைத்துல கிலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட காற்றின் தர நியம அளவுகள் அட்டவணை 2 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

– மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. A. K. De, *Environmental chemistry*, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1987.

காற்று இயக்க மையம்

உந்தல் திருப்புமைக்கான (pitching) இறக்கைக் கெழு உயர்த்தலுக்கான இறக்கைக் கெழுவினால் பாதிக்கப் படாதவாறு அமைந்த விமான இறக்கையின் இருப் பிடமே (position) காற்று இயக்க மையம் (aerodynamic center) எனப்படும். இறக்கை, வால் மற்றும் காற்று இயக்கம் சார்ந்த பரப்புகளின் மேல் செயல் படும் விசை, காற்று இயக்க மையத்தில் செயல்படும் மேல்நோக்கி உயர்த்தும் விசை (lift), கீழ்நோக்கிய இழுவிசை (drag) என்றும், மையத்தில் செயல்படும் உந்தல் திருப்புமை என்றும் பிரிக்கப்படும். குறை ஒலி வேகத்தில் விமானத்தின் காற்றிலைப் பகுதியின் (airfoil section) காற்றியக்க மையம் வட்டநாணின் கால்பகுதி (quarter chord) அளவே இருக்கும்.



படம் 1. காற்று இயக்க மையத்தைக் காட்டும் காற்றிலைப் பகுதியில் செயல்படும் காற்று இயக்க விசைகள்

- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Darrol stinton, *The Design of the Aeroplane*, Granada publishing, Co., London, 1983.

காற்று உயிரியியல்

காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகள், அவை தாவரங் களுடனும், விலங்கினங்களுடனும் கொண்டுள்ள தொடர்பு, மனிதன் மூச்சு விடும்போது காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளால் ஏற்படும் நோய் ஒவ்வாமை போன்றவை பற்றிய இயலுக்குக் காற்று உயிரியியல் (aero biology) என்று பெயர்.

காற்று, நுண்ணுயிர்கள் வளர்வதற்கு ஏற்றதாக இல்லை. கடல் மட்டத்தில் இருந்து மேலே செல்லச் செல்ல நுண்ணுயிர்களின் எண்ணிக்கை குறையும். காற்றில் பேக்டிரியோஸ்போர்கள், பூசணங்கள், டெரிடோஃபைட்டா தாவரங்களின் ஸ்போர்கள், பூக்கும் தாவரங்களில் மகரந்தத்தூள் முதலியன காணப்படும். இவை காற்றில் மிதந்து பரவி, பின் எங்காவது தங்கி வளரத் தொடங்கும். ஈரம் மிகுந்த காற்று வளி மண்டலத்தில் இவை காணப்படும். ஈரக் காற்றிலுள்ள இந்த ஸ்போர்களைக் காற்றின் வேகமும் வெப்பமும் புவிக்குத் தள்ளி விடுகின்றன. அவ்வாறு தள்ளாவிடில் இந்த ஸ்போர்கள் உணவில்லாமல் அழுகியோ வெளி ஊதாக் கதிர்களின் தாக்குதலாலோ அழிந்துவிடும்.

காற்று, நுண்ணுயிரிகள் அல்லது அவற்றின் ஸ்போர்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும் காரணியாகப் பயன்படுகிறது. இந்த நுண்ணுயிரிகள் பெரும்பாலும் தூசி மூலமாகவும், மனிதன் இருமுதல், தும்முதல், பேசுதல் மூலமாகவும் பரவி, ஈரம் மிகுந்த காற்றின் மூலமாக வெளிக் காற்றில் வந்து சேர்கின்றன.

உள்காற்று வெளிக்காற்று என, காற்று இரு வகைப்படும். உள்காற்று, அறையின் உள் இருக்கும் காற்றைக் குறிக்கும். வீடு, மருத்துவமனை, சுரங்கப் பாதை, கண்ணாடி அறை, வயல் வெளியில் உள்ள வீடு, கப்பல், விண்வெளியில் ஆய்வு செய்யும் ராக்கெட் முதலியவற்றில் இருக்கும் காற்றையும், அவற்றில் உள்ள கணக்கிலடங்கா நுண்ணுயிரிகளையும் குறிப்பதாகும். இவை வெயிற்காலத்தைவிடக் குளிர் காலத்தில் மிகுதியாக இருக்கும். வீட்டிலுள்ள மக்களின் எண்ணிக்கை, வீட்டில் அவர்களின் நடமாட்டம், காற்று வெளிப்போக்கி, தும்முதல், சிரித்தல், பேசுதல் போன்ற மனிதர்களின் செயல்களுக்கேற்ப உள் காற்றில் நுண்ணுயிரிகளின் அளவு வேறுபடும்.

ஒரு துளி மூக்குச்சளி அல்லது எச்சிலில் ஆயிரக் கணக்கான நுண்ணுயிரிகள் வெளிவருகின்றன. ஒரு தும்மலின்போது 10,000 - 1,00,000 நுண்ணுயிரிகள் வெளிவருகின்றன. அனைத்து ஈரத் துளிகளும் 100 மைக்ரோன் அளவுள்ளவை. அவை தூசிகளைப் போலவே தரைக்கு வந்து சேர்கின்றன. இவை புவிக்கு வருவதற்கு முன்பே மித வெப்பம், வெப்பம் ஆகியவற்றால் ஆவியாகி விடுவதுமுண்டு. இவை காற்றில் பல மணி வரை மிதந்து கொண்டு இருக்கும். இத்துளிகளில் நுண்ணுயிர்கள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இத்துளிகள் உட்சுவாசித்தலின்போது நுரையீரலை அடைந்து அங்குள்ள திசுக்களில் படிகின்றன. இவ்வாறு காசநோய் நுண்ணுயிரி, நிமோனியா நுண்ணுயிரி போன்றவை ஈரத் துளிகளின் மூலமே நுரையீரலை அடைகின்றன.

தரை விரிப்புகள், படுக்கை விரிப்புகள், அழுக்குத் துணிகள் ஆகியவற்றில் இவ்வகை நுண்ணுயிர்கள் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும். வீட்டிற்குள் இருக்கும் காற்றில் இவை பரவிச் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். தீமை விளைவிக்கும் நுண்ணுயிரிகள் மருத்துவமனைகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும். காசநோய் தோற்றுவிக்கும் நுண்ணுயிரிகள், காசநோய் மருத்துவமனையில் மிகுதியாகக் காணப்படும். மருத்துவமனைகளில் உள்ள நோயாளிகளிடமும், தரையிலும், டிஃப்தீரியா நுண்ணுயிரிகள் ஹீமோலிட்டிக் ஸ்ட்ரெப்ட்டோகாக்கி போன்ற நுண்ணுயிரிகள் இருக்கும்.

வீட்டிற்கு வெளியில் உள்ள காற்றையும், புவி, கடல் இவற்றிற்குமேல் உள்ள காற்று மண்டலத்தையும் வெளிக்காற்று குறிக்கும். புவிக்கு மேல் உள்ள காற்றில் நீர்ப்பாசிகள், புரோட்டோசோவா, ஈஸ்ட், பூசணம் ஆகிய நுண்ணுயிரிகள் காணப்படும். காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளில் முதலிடம் வகிப்பவை பூசணங்களின் ஸ்போர்கள், கிளாடோஸ்போரியம், ஸ்போர்களை உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரிகளான கிராம் ஒப்பும் பாசில்லி, கிராம் ஒவ்வாப் பேசில்லி போன்றவையாகும். இந்நுண்ணுயிரிகள் முதலில் தரையிலிருந்தோ, நீரிலிருந்தோ, தாவரங்களிலிருந்தோ தோன்றுகின்றன. இவ்வகை நுண்ணுயிரிகளும் பூசணங்களின் ஸ்போர்களும் மிக உயரமான இடங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை காலநிலை மாறுபாட்டைப் பொறுத்தும், வானிலையைப் பொறுத்தும் தம் வாழ்வையும், பிற இடங்களுக்குப் பரவுதலையும் அமைத்துக் கொள்கின்றன. மேலும், ஒவ்வாமையை ஏற்படுத்தும் புல்லின் மகரந்தத் தூள்கள், மக்காச் சோளத்தின் மகரந்தத் தூள்கள் போன்றவையும் காற்றில் காணப்படுகின்றன.

வெளிக்காற்றில், புவிக்கு அருகில் உள்ள ஸ்போர்கள், புவியில் ஏற்படும் அசைவுகளால் மாறுபடும். புவிக்கு மிகு தொலைவிலுள்ள காற்றில் ஸ்போர்கள் மாறுபடா. இவற்றை மிகப்பெரும் பலூன்களின் மூலமாகவும், விமானம் மூலமாகவும் திரட்டுகின்றனர். புவிக்கு மிகு தொலைவில் உள்ள நுண்ணுயிர்கள் ஆல்டர்னேரியா, பக்சீனியா, ஹெல்மின்தோஸ்போரியம், கிளாடோஸ்போரியம், உஸ்டிலேகோ, டிலிஷியா போன்றவையாகும்.

வெளிக்காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகள் உட்சுவாசித்தலின்போது உள்ளிழுக்கப்பட்டு மூச்சு உறுப்புகளைத் தாக்கி நோயை உண்டாக்குகின்றன. சுவாச ஆந்தராக்ஸ், பல்மனரி காசநோய், இன்ஃப்ளுயன்ஸா, அம்மை, பிளேக், நிமோனியா மேலும் சில கட்டிகள் ஆகியவை காற்றிலுள்ள நுண்ணுயிரிகளால் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

- பா. அண்ணாதுரை

நூலோதி. P. H Gregory, *The Microbiology of the Atmosphore*, Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York, 1961.

காற்றுக் குளிர்பதனம்

மூடப்பட்டிருக்கும் ஒரு தட்பவெப்பநிலையை ஓர் எல்லைக்குள் கட்டுப்படுத்தி வைத்திருப்பதைக் காற்றுக் குளிர் பதனம் (air conditioning) என்று கூறலாம். திரைப்பட, நாடக அரங்குகள், மருத்துவ மனை அறுவை மருத்துவம் செய்யப்படும் அறை, கணிப்பொறி, தொலைபேசி நிலையங்கள் போன்ற நுட்பமான கருவிகள் இயங்கும் இடங்களைக் காற்றுக் குளிர்பதனம் செய்யவேண்டும்.

வளர்ந்து வரும் இவ்வறிவியல் உலகில், மனிதன் சோர்வு அடையாமல் பணிபுரிய நிழல் தரும் கட்ட டங்கள் மட்டும் போதா. மிகுந்த வெப்பமுடைய இந்திய நாட்டிற்குக் காற்றோட்டமும் தேவைப்படு கிறது. இதன் பயனாகப் பலதரப்பட்ட மின்விசிறிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. மேலும் இனிய சூழ்நிலையை உருவாக்குவதற்குக் காற்றுக் குளிர் பதனம் தேவைப் படுகிறது. மனித நலத்திற்கு மட்டுமின்றிக் கணிப் பொறி, தொலைபேசிபோன்ற மிக நுட்பமான உறுப்பு களைக் கொண்ட கருவிகள் எவ்விதத் தடங்கலும் இல்லாமல் செயல்படக் காற்றுக் குளிர்பதனம் தேவை.

சூழ்நிலையின் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டிய தன்மைகள் - வெப்பம், ஈரப்பதம், காற்றோட்டம். குளிர் பதனம் என்று குறிப்பிடுவதால் சூழ்நிலையில் வெப்ப நிலையைக் குறைப்பதே குளிர் பதனத்தின் முக்கிய நோக்கமாகத் தோன்றலாம். இது ஒரு முக்கியமான நோக்கம்தான். வெப்பம் சூழ்நிலையை எவ்வளவு பாதிக்கிறது என்பது எல்லோரும் அறிந்ததே. சூழ் நிலையில் உள்ள ஈரப்பதம் ஒரு முக்கியமான பகுதி யாகும். கோடையில் கடலுக்கு அருகில் உள்ள சென்னை, பம்பாய் போன்ற நகரங்களில் காற்றில் ஈரப்பதம் மிகுதி. ஆகவே வெளிவரும் வியர்வை ஆவி யாகாமல் உடலின் மீது தங்கிவிடுகிறது. அப்போது காற்றோட்டம் தேவைப்படுகிறது.

டெல்லி, நாக்பூர் போன்ற உட்பகுதிகளில் காற்றின் ஈரப்பதம் மிகக்குறைவு. அதனால் அங்கே வியர்வை வருவதில்லை. ஆனால் அங்குள்ள காற் றோட்டம் அனல் காற்றாக உள்ளது. ஆகவே தட்டி களின் மீது நீர் தெளித்து நனைத்து, அவற்றின் வழி யாகக் காற்றுச் செல்லும்போது அறைகள் குளிர்ச்சி யடைகின்றன. இதேபோல் மிக வேகமான காற் றோட்டம் செல்ல ஏற்ற நிலை இருக்காது. அதே சமயம் முற்றிலும் காற்றோட்டமே இல்லாத சூழ் நிலையும் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடியதன்று. ஆகவே, சூழ் நிலையின் ஈரப்பதத்தையும், காற்றோட்டத்தையும் கட்டுப்படுத்துவது குளிர் பதனத்தின் முக்கியமான பகுதிகளாகும்.

தூசு. மிக நுட்பமான கருவிகள் செயல்படும் சூழ்நிலையில் தூசு இல்லாமல் இருக்க வேண்டியதன் இன்றியமையாமையை முன்னர்க் காணலாம். இத் தகைய கருவிகள் அமைக்கும்போது சூழ்நிலையில் அனுமதிக்கப்படும் தூசியின் அளவு கூட நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. காற்றுக் குளிர்பதனம் செய்ய வேண்டிய கருவிகள் நிர்ணயிக்கப்படும்போது,இதையும் கருத்திற் கொள்ள வேண்டும்.

காற்று மாற்றம். அறையில் உள்ள காற்றைக் குளிர்வித்து அறைக்குள்ளேயே சுழலச் செய்து அறை யின் சூழ்நிலையை ஒரு சீரான குளிர் நிலையில் இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ளும் அடிப்படையில் தான் குளிர்பதனக் கருவிகள் பெரும்பாலும் இயங்கு கின்றன. இம்முறையில் அவ்வப்போது ஓரளவு பழைய காற்று வெளியேற்றப்பட்டு, புதுக்காற்று அறையில் செலுத்தப்படாவிட்டால், மூச்சுக் காற்றில் இருந்து வெளிவரும் கார்பன் டை ஆக்சைடு போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் மூலம் உள்ளிருப்போரின் உடல் தாக்க முறலாம். ஆகவே காற்றுமாற்றம் அடிக்கடிச் செய்யப் பட வேண்டும். எந்த அளவில் இத்தகைய காற்று மாற்றங்கள் செய்யப்படுகின்றன என்பதும் காற்றுக் குளிர்பதனத்தில் ஒரு முக்கியமான பகுதியாகும். அறுவை மருத்துவம் செய்யப்படும் அறைகளில் பழைய காற்று இருப்பதை அனுமதிக்க முடியாது. தொடர்ச்சியாக, பதனம் செய்யப்பட்ட புதிய காற்று, அறையில் செலுத்தப்பட வேண்டும்.

ஓசை. குளிர் பதனத்தின் ஒரு முக்கியமான துணை விளைவு சூழ்நிலையின் வெளிப்புறத்திலிருந்து எழும் இரைச்சல் தடுத்து நிறுத்தப்பட்டு அமைதி யான சூழ்நிலை உருவாக்கப்படுவது ஆகும்.

வெப்ப நிலை, ஈரப்பதம், காற்றோட்டம் ஆகியவை அளவிடப்படும் முறை. சூழ்நிலையின் வெப்பநிலை சாதாரணமாக வெப்ப அளவி (Thermometer) கொண்டு அளக்கப்படுகிறது. இது செல்ஷியஸில் (C°) குறிப்பிடப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக சென்னையில் கோடைக்கால உச்ச வெப்பநிலை ஏறத்தாழ 40°C அளவில் உள்ளது.

வெப்பநிலையுடன் ஈரப்பதத்தின் அளவு ஒரு சதவீதமாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளமையைக் காணலாம். இது ஏறக்குறைய 50% - 70% வரை இருக்கலாம். சூழ்நிலையில் உள்ள காற்று ஆக்சிஜன் போன்ற வளிமங்களைத் தவிர, நீர்நிலைகளிலிருந்து எந்நேரமும் ஆவியாகிக் கொண்டிருக்கும் நீரையும் கண்ணுக்குத் தெரியாத நீராவி நிலையில் கொண் டுள்ளது. ஒரு கிலோகிராம் காற்றில் எத்தனை கிராம் நீர் ஆவிவடிவத்தில் உள்ளது என்று அளவிட முடியும். இதுவே மொத்த ஈரப்பதம் ஆகும். குறிப் பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு கிலோகிராம் காற்று குறிப்பிட்ட அளவு நீரைத்தான் கொண்டிருக்க முடியும். அதற்கு மேற்பட்ட நீர் திவலைகளாகப் படிந்துவிடும்.

குளிர்காலத்தில் விடியற்காலையில் இத்தகைய பனித் திவலைகள் படிந்திருப்பதைக் காணலாம். இவ்விதம் காற்று, குறித்த வெப்பநிலையில் உச்ச அளவு நீரைக் கொண்டிருந்தால் 100% ஈரப்பதம் கொண்டதாகக் குறிப்பிடுவர். நீரின் அளவு அதை விடக் குறைவாக இருந்தால் அது எத்தனை சத வீதம் உள்ளதோ அதையே ஈரப்பதமாகக் குறிப்பிடுவர். எடுத்துக்காட்டாக 37 °C வெப்பநிலையில் ஒரு பவுண்டு காற்றுக் கொள்ளக் கூடிய உச்ச அளவு நீராவி 291.8 கிரெய்ன். ஒருநாள் காற்றில் 200 கிரெய்ன் நீராவியே இருந்தால், ஈரப்பதம் $\frac{200}{291.8} \times 100\%$ அதாவது 68.5% என்று குறிப்பிடுவர்.

ஈரப்பதம் மிகுதியாக (80%, 90% என்று இருக்கும்போது) உடலிலிருந்து வெளியாகும் வியர்வை எளிதாக ஆவியாவதில்லை. அதே சமயம் மிகக் குறைந்த அளவு ஈரப்பதமும் இசைவான தன்று. மூச்சுக் குழாய் போன்ற உடல் உறுப்புகள் போதிய அளவு ஈரப்பதமில்லாமையால் தாக்கமடையக் கூடும்.

காற்றோட்டம். குளிர்பதனப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையின் வெப்ப அளவு நலமாக அமைவது, வெளியே உள்ள சூழ்நிலையின் வெப்ப அளவையும் பொறுத்தது. இவற்றிற்கிடையே பெரும் வேறுபாடு இருப்பது ஊறுவிளைவிக்கக்கூடும். மேலும் சூழ்நிலையில் ஓரளவு காற்றோட்டமும் இருக்கவேண்டும். இது முற்றிலும் இல்லாமலும் இருக்கக்கூடாது. அதேசமயம் மிகையாகவும் இருக்கக்கூடாது. காற்றுக்குளிர்பதனம் செய்யும்போது, உள்ளிருக்கும் காற்று, கோடையில் குளிர்விக்கப்படுகிறது; குளிர் காலத்தில் சூடாக்கப்படுகிறது. ஈரப்பத அளவு குறைக்கப்பட்டோ, கூட்டப்பட்டோ இசைவான நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. இசைவான காற்றோட்டம் உருவாக்கப்படுகிறது. தொடர்ந்து பழைய காற்று அகற்றப்பட்டுப் புதுக்காற்று வடிகட்டிகளின் மூலம் செலுத்தப்பட்டுத் தூசு, கழிவுப் பொருள்கள், கெடு நாற்றம் ஆகியவை இல்லாமல் சூழ்நிலை காக்கப்படுகிறது.

திறமையான குளிர்பதனத்திற்கான வெப்பநிலை, ஈரப்பதம். நலமான சூழ்நிலைக்கு ஏற்ற வெப்பநிலையைச் சரியாகக் குறிப்பிட்டுக் கூற இயலாது. வெவ்வேறு சமூகத்திற்கும், மனிதருக்குமிடையே இது மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, குளிர் நாடுகளிலிருந்து வரும் மக்கள் ஓரளவு குறைந்த வெப்பநிலையையே விரும்புவர். ஒருவருக்கு நலமான சூழ்நிலை, இன்னொருவருக்குக் குளிராக இருக்கலாம். ஆனால் மொத்தமாகப் பார்க்கும்போது இந்திய நாட்டில் கோடைக் காலத்தில் வெப்பநிலை 22°C - 25°C வரையும், ஈரப்பதம் 40% - 60% வரையும், குளிர் காலத்தில் வெப்பநிலை 17°C - 20°C வரையும், ஈரப்பதம் 50% - 70% வரையும் நலமான சூழ்நிலையாக உள்ளன. காற்றோட்டம் நிமிடத்திற்கு 20-25 அடி என்னும் கணக்கில் அமையும். கணிப்பொறி தொலைபேசிக் கருவிகள் போன்றவை இயங்கும் அலுவலகங்களில் இவற்றிற்கு ஏற்ற வெப்பநிலை, ஈரப்பதம் ஆகியவற்றை இக்கருவிகளின் தயாரிப்பாளர்கள் முடிவு செய்கின்றனர்.

குளிர்பதனக் கருவிகள்

கருவிகளின் பணி. அறை குளிர்பதனம் செய்யப்படும் முன், அறையின் உள்வெப்பநிலையும், அறைக்கு வெளியே உள்ள சூழ்நிலை வெப்பநிலையும் ஒரே அளவில் உள்ளன. குளிர்பதனம் செய்வதற்காக அறையின் வெப்பநிலை குறைக்கப்பட வேண்டும். அதாவது அறையிலுள்ள மிகை வெப்பம் வெளியேற்றப்பட வேண்டும். இதன் மூலம் அறையின் வெப்பநிலை குறையும் ஆனால் ஒரு முறை வெளியேற்றிய பின் அப்படியே விட்டுவிட்டால், அறையின் புறச்சூழ்நிலையிலுள்ள வெப்பம், மீண்டும் மெதுவாக அறையின் சுவர்கள், கூரை, கதவு, சன்னல் வழியாக உள்ளே வந்து வெப்பநிலையை அதிகரிக்கச் செய்யும். ஆகவே, அறையைக் குளிர்பதன நிலையிலேயே வைத்திருக்க இவ்விதம் புகும் வெப்பத்தையும் உடனுக்குடன் வெளியேற்ற வேண்டும். இப்பணிகளையே குளிர்பதனக் கருவிகள் செய்கின்றன.

கருவிகளின் ஆற்றல். நீர் மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ்மட்டம் வர வெளி ஆற்றல் தேவையில்லை. ஆனால், கீழ்மட்டத்திலிருந்து மேலே கொண்டு செல்ல எக்கி தேவைப்படுகிறது. அதே போன்று வெப்பம் உயர் வெப்பச் சூழ்நிலையிலிருந்து குறைந்த வெப்பச் சூழ்நிலைக்குத் தானாகச் செல்லும். ஆனால் குறைந்த வெப்பச் சூழ்நிலையிலிருந்து உயர் வெப்பச் சூழ்நிலைக்கு வெப்பத்தைக் கடத்த ஆற்றல் செலவிடப்படவேண்டும். ஆற்றலை அளித்து வெப்பத்தைக் கடத்தும் பணியையே குளிர்பதனக் கருவிகள் மேற்கொள்கின்றன. ஆகவே இக்கருவிகள் எவ்வளவு ஆற்றல் வாய்ந்தனவாக இருக்கவேண்டும் என்பது, எவ்வளவு வெப்பம் கடத்தப்படவேண்டும் என்பதைப் பொறுத்தது. இவ்வெப்பத்தின் அளவு குளிர்பதனப்படுத்தப்பட வேண்டிய இடத்தின் அளவு, கட்டட அமைப்பு, கட்டடம் கட்டுவதில் பயன்பட்ட பொருள்கள், உள்ளே எய்தவேண்டிய வெப்பநிலை அளவு, வெளியே நிலவும் வெப்பநிலை ஆகிய பலவற்றைப் பொறுத்திருக்கும்.

இவ்வாற்றலை டன் என்னும் அளவில் கணக்கெடுக்கின்றனர். முன்பு பனிக்கட்டிகளையே சூழ்நிலையைக் குளிர்விப்பதற்குப் பயன்படுத்தியதால், ஒரு டன் (2000 பவுண்டு) பனிக்கட்டியை 24 மணி நேரத்தில் முழுதும் உருக்குவதற்குத் தேவையான

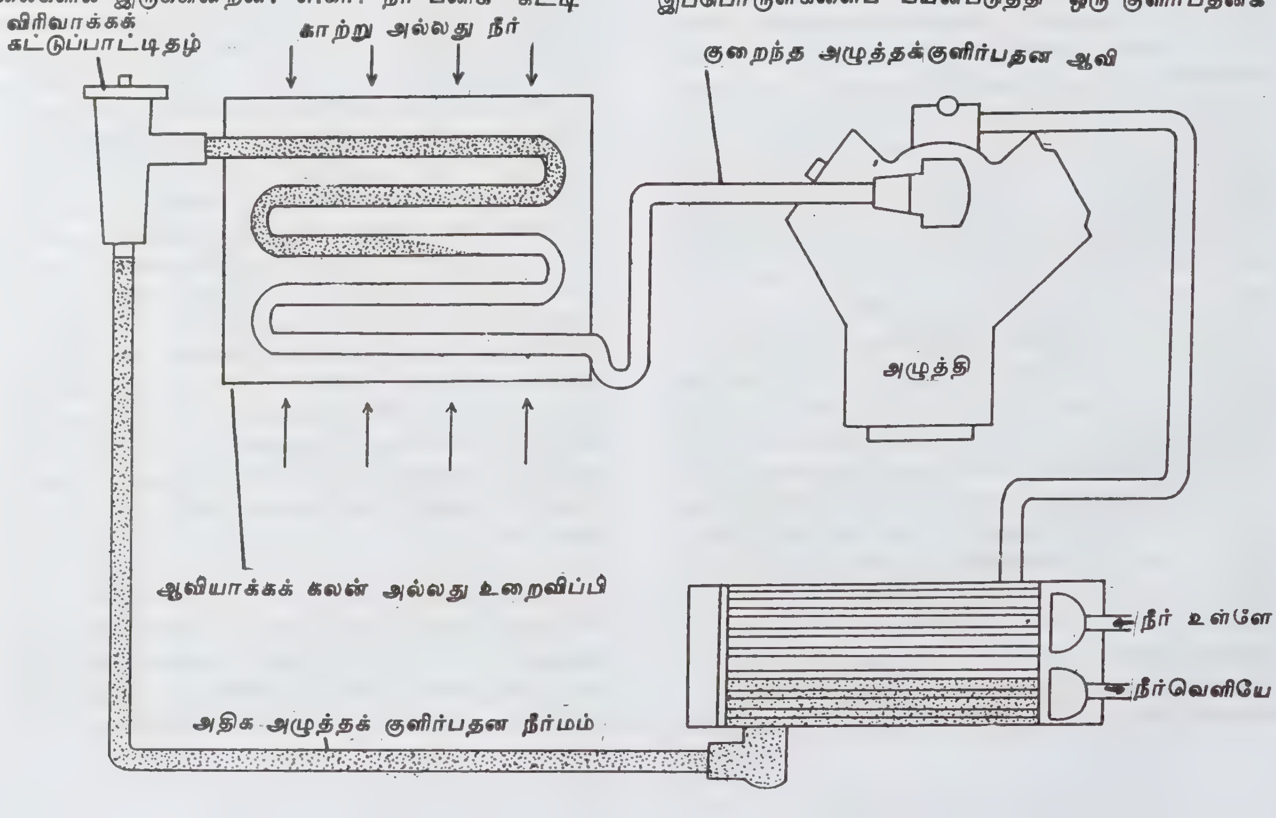
வெப்பத்தை ஒரு டன் குளிர்பதன ஆற்றல் என்று குறிப்பிட்டனர். வெப்ப அளவில், ஒரு டன் குளிர் பதன ஆற்றல் பெற்ற கருவி ஒரு நிமிடத்தில் 200 Btu வெப்பத்தைக் கடத்தும் (200 Btus/min). ஏறக் குறைய 10×10×12 அடி அளவு கொண்ட ஓர் அறையைக் குளிர்பதனப்படுத்த 1 டன் குளிர்பதன ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. இத்தகைய 1 அல்லது 1½ டன் ஆற்றல் வாய்ந்த குளிர்பதனக் கருவிகள் பெரிய நகரங்களில், அலுவலகங்களின் அறைகளில் சன்னல்களில் பொருத்தப்பட்டிருப்பதைக் காணக் கூடும். காண்க: குளிர்வூட்டல் டன்.

ஆனால் குளிர்பதனப்படுத்தப்படவேண்டிய சூழ் நிலையின் அளவு அதிகரிக்கும்போது கருவிகளின் ஆற்றலும் அதிகரிக்க வேண்டும். எ.கா: பல அடுக்கு மாடிக் கட்டடங்களில் அமைக்கப் பெற்றிருக்கும் கருவிகள் அதிக ஆற்றல் வாய்ந்தவையாக இருக்கும். சென்னையில் உள்ள ரயில் பெட்டித் தொழிற்சாலை யிலுள்ள கணிப்பொறி நிலையத்தில் 4 குளிர்பதனக் கருவிகள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் 40 டன் ஆற்றல் கொண்டது. ஒரே சமயத்தில் 2 கருவிகள் இயங்கும்.

கருவிகள் இயங்கும் முறை, ஆவி அழுத்த முறை. வெப்பத்தைக் கடத்தப் பல முறைகள் இருந்தாலும், குளிர்பதன வளிமங்கள் (refrigerants) என்று கூறப் படும் ஓர் ஆவி அழுத்த முறையே (vapour compression system) மிகுதியாக வழக்கில் உள்ளது. பொருள் கள் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகள் என்று மூன்று நிலைகளில் இருக்கின்றன. எ.கா: நீர் பனிக் கட்டியாகவும், நீராகவும், நீராவியாகவும் உள்ளது. எது எந்நிலையில் இருக்கும் என்பது அதன் வெப்ப நிலையையும் அதன் மீதுள்ள சூழ்நிலையின் அழுத் தத்தையும் பொறுத்தது.

மேலும் ஒரு பொருள் ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாறும் போது, அப்பொருளுக் கும் அதைச் சூழ்ந்துள்ள சூழ்நிலைக்கும் இடையே வெப்பப் பரிமாற்றம் ஏற்படுகிறது. எ.கா: ஒரு குவளைத் தண்ணீரில் ஒரு பனிக்கட்டியைப் போட்டால் அக்கட்டி உருகித் திண்ம நிலையிலிருந்து நீர்ம நிலைக்கு மாறுவதால், நீரிலுள்ள வெப்பத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. ஆகவே நீரின் வெப்ப நிலை குறைந்து குளிர் நீராகிறது. மேற்கூறிய விதிகளின் அடிப்படையிலேயே குளிர்பதனக் கருவிகள் அமைக் கப்பட்டுள்ளன.

இதற்காகத் தனிப்பட்ட தன்மைகளைக் கொண்ட குறிப்பிட்ட பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. எ.கா: ஃப்ரியான் (Freon) எனப்படும் ஆவி, 43°C வெப்பநிலை, 9.5 kg/cm² அழுத்த நிலையில் நீர்ம வடிவத்திலும், 4°C வெப்பநிலை, 2.6 kg/cm² அழுத்த நிலையில் வளிம வடிவிலும் இருக்கும் தன்மை பெற்றது. இத்தன்மைகளால், இது குளிர்பதனக் கருவிகளில் பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் அம்மோனியா போன்ற பிற பொருள்களும் குளிர்பதனக் கருவிகளில் பயன்படுகின்றன. இவை குளிர்பதன வளிமங்கள் (refrigerants) எனப்படும். இப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி ஒரு குளிர்பதனக்



கருவி இயங்கும் அடிப்படையைப்படத்தின் மூலம் காணலாம்.

'அ' என்ற இடத்தில் உள்ள குறைந்த அழுத்தம், குறைந்த வெப்பநிலை கொண்ட குளிர்பதன வளிமம் ஓர் அழுத்தியின் (compressor). உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் அதன் அழுத்தம் உயர்த்தப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் அதன் வெப்ப நிலையும் உயருகிறது. இப்பொழுது குளிர்பதன வளிமம், அழுத்தியிலிருந்து நீராக்கும் கலன் (condenser) என்ற கருவியில் உள்ள குழாய்கள் வழியாகக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. நீராக்கும் கலனில் குழாய்களின் வெளிப்புறத்தில் நீர் செலுத்தப் படுகிறது. இப்போது அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள குளிர்பதன வளிமம், தன் வெப்பத்தை நீருக்குக் கொடுத்து, நீர்ம நிலையை அடைகிறது. இந்நீர்மம், இப்போது விரிவாக்கக் கட்டுப்பாட்டிதழ் (expansion valve) வழியாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இதன் வழியாகச் செல்லுவதால், இதன் அழுத்தம் குறைகிறது. ஆகவே அது நீர்ம நிலையிலிருந்து ஆவி நிலையை அடைகிறது. அப்போது ஆவியாவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தை, வெளிப்புறச் சூழ்நிலையிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளும். ஆகவே இவ்விதம் ஆவியாகும் குளிர்பதன வளிமம் ஆவியாக்கக்கலன் (evaporator) அல்லது உறைவிப்பி (chiller) என்ற கருவியிலுள்ள குழாய்கள் மூலமாகச் செலுத்தப்படுகிறது. இக் குழாய்களின் வெளிப்புறத்தில் காற்றோ, நீரோ செலுத்தப்படுகிறது. ஆவியாகும் குளிர்பதன வளிமம் இதிலிருந்து வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்வதால், இக்காற்று அல்லது நீர் குளிர்ந்து விடுகிறது. இதை வேண்டிய இடத்திற்கு எடுத்துச் சென்று குளிர் பதனம் செய்யப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். குளிர் பதன வளிமம், அழுத்தம் வெப்பம் இரண்டும் குறைந்த நிலையில் மீண்டும் அழுத்திக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இவ்விதம் குளிர்பதன வளிமம் காற்றழுத்தி, நீராக்கும் கலன் வழியாக மீண்டும் மீண்டும் சென்று, ஆவியாக்கக் கலனில் உள்ள காற்றையோ, நீரையோ தொடர்ச்சியாகக் குளிர் விக்கிறது.

குளிர்பதனக் கருவிகளின் வெவ்வேறு அமைப்புகள். மேற்கூறிய முறையை அடிப்படையாகக் கொண்ட கருவிகளின் அமைப்பு, பல வகையில் உள்ளது. முதலாவது 1 அல்லது 1½ டன் குளிர்பதன ஆற்றல் வரை காற்றழுத்தி, நீராக்கும் கலன் போன்ற கருவிகள் அனைத்தும் ஒரு பெட்டிக்குள் பொருத்தப் பட்டு அப்பெட்டியை அறையின் சன்னல்களில் பொருத்துவதன் மூலம் அறையைக் குளிர்பதனம் செய்தல் இயலும். பெரிய அறைகளில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட குளிர்பதனக் கருவிகளைப் பயன்படுத்த லாம். இதே முறையில் 5, 7.5 டன் வரை குளிர் பதன ஆற்றல் வாய்ந்த கருவிகளும் தயாரிக்கப்படு கின்றன. ஆனால் இவை சன்னல்களில் பொருத்தப் பட மாட்டா. கருவிகள் தனி இடத்தில் வைக்கப் பட்டு, அவற்றிலிருந்து மூடப்பட்ட குழாய்கள் (ducts) வழியாக, குளிர் காற்று அறைக்குள் எடுத்துச் செல்லப்படும்.

பெரிய கட்டடங்கள், பலமாடிக் கட்டடங் கள் போன்ற இடங்களைக் குளிர்பதனம் செய்யத் தேவையான ஆற்றல் மிக அதிக அளவில் இருக்கும். 40/50 டன்னுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் அளிக்கத் தேவையான கருவிகளில் இருக்கும் காற்றழுத்தி, நீராக்கும் கலன் போன்ற கருவிகளும் பெரியனவாக் இருக்கும். இவற்றை மையமான ஓர் இடத்தில் வைத்து, அவற்றைக் குழாய்களின் மூலமாக இணைத் துக் குளிர்பதனக் கருவிகளை அமைப்பார்கள். இவற் றில், வேண்டிய அளவுக்குத் தானாகச் சூழ்நிலை யைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டிய நுண்கருவிகளும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதை மையக் குளிர் நிலை யம் (centralised plant) எனக் கூறுவார்கள்.

இம்முறையில் அமைக்கப்பட்ட கருவிகள் மேலும் இரு பிரிவுகளாக உள்ளன. குளிர்ந்த காற்றை நேரடியாக மூடப்பட்ட குழாய்கள் மூலமாகக் கட்டடங்களின் பல பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லும் முறையாகும். ஓரிரு மாடிகளே கொண்ட கட்டடங் களோ, ஓரிரு தளங்கள் மட்டுமோ, குளிர்பதனம் செய்யப்பட சிறந்த தாகும்.

பல மாடிக் கட்டடங்களில் இம்முறையைக் கடைப்பிடிக்க இயலாது. மூடப்பட்ட குழாய்கள் மூலமாகக் குளிர்ந்த காற்றை மிகுதொலைவு எடுத்துச் செல்லும்போது, அது குளிர்ந்த நிலை யிலேயே இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்வது கடினம். மேலும் தீ விபத்துப் போன்ற சமயங்களில் இக் குழாய்கள் தீயைப் பரப்புவதற்குத் துணை செய்து விடும் அபாயமும் உள்ளது. ஆகவே இக்கட்டடங் களில் முதற்கட்டமாகக் குளிர்பதனக் கருவிகளின் மூலம் நீர் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைக்குக் குளிர் விக்கப்படுகிறது. இந்நீர்க் குழாய்களின் மூலமாகக் கட்டடத்தில் ஒவ்வொரு தளத்திலும் இக்குழாய்களின் மீது அதற்கான கருவிகளின் மூலமாகக் (air handling plants) காற்றுச் செலுத்தப்பட்டு, குளிர்விக்கப் பட்டு அறைகளுக்குக் கொண்டுசெல்லப்படும். இது உறை நீர் அமைப்புமுறை (chilled water system) எனப்படும்.

எம்முறை அமைப்பானாலும் குளிர்பதனக் கருவிகள் திறமையுடன் செயல்பட அறைகளின் வெளிப்புறத்திலிருந்து உள்ளே வரும் வெப்பம் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டும். இதற்காக, சூரிய வெளிச்சம் நேரடியாகப் படும் கூரையின் மீது வெப் பத்தை எளிதாகக் கடத்தாத தனிப் பொருள்கள் பொருத்தப்படுகின்றன. சன்னல்களில் இரு கதவுகள் பொருத்தப்படுகின்றன. கதவுகள் சட்டங்களின் மீது பதியும் இடத்தில்அவை அழுத்தமாகப் பதிய இரப் பர்த்துண்டுகள் பதிப்பிக்கப்படுகின்றன.

இவை தவிரக் கட்டடத்தின் அமைப்பு, சூரிய வெளிச்சம் விழும் பகுதி, உள்ளே பணிபுரிவோரின் எண்ணிக்கை, அங்கு இயங்கும் கருவிகள் போன்ற பலவற்றைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டு குளிர்பதன ஆற்றல் சரியாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. கணக்கிடப்பட்டு, எத்தகைய கருவிகள். எம்முறை அமைப்புடையன என்பவை அறுதியிடப்படும்.

வெப்பநிலை அதிகமாக உள்ள இந்திய நாட்டில் குளிர்பதனம் பரவி வருகிறது. குளிர்பதனம் ஓர் ஆடம்பரமான, தனிப்பட்டவரின் நலத்திற்கு என்ற நிலை மாறி, திறமையாகச் செயல்பட வேண்டிய சூழ்நிலையை உருவாக்கும் ஓர் இன்றியமையாத் தேவை என்ற நிலை எய்தப்பட்டுள்ளது. தனி நபர் அறையிலுள்ள சிறிய குளிர்பதனக் கருவிகள் முதல் திரையங்கு, மருத்துவமனை, கணிப்பொறி, தொலைபேசி, வானொலி, தொலைக்காட்சி நிலையம், அலுவலகம் போன்ற இடங்களில் பயன்படுத்தப்படும் பெரிய அளவிலான கருவிகள் வரை, மக்களும், நுட்பமான கருவிகளும் தம் பணியைச் செவ்வனே செய்ய இது வழிகோலுகிறது. இம்முறையில் செலவிடப்படும் பணமும் ஆற்றலும் சமூகத்திற்குப் பயன்படுவனவேயாகும்.

-கி. அனந்த நாராயணன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Mark's Standard Hand book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, Mc-Graw-Hill Book Company, New York, 1978.

காற்றுச் சட்டகம்

ஒரு வானூர்தியின் அடிப்படைக் கட்டமைப்பே, காற்றுச் சட்டகம் (air frame) எனப்படும். காற்றியங்கு விசைகளையும் (aerodynamic force) வானூர்தி அதிலுள்ள பொருள்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த எடையில் ஏற்படும் சடத்துவத்தையும் (inertia) தாங்கக் கூடியனவாக இது இருக்க வேண்டும்.

1930 ஆம் ஆண்டுக்கு முன்பு காற்றுச் சட்டகங்கள் அனைத்தும் பெரும்பாலும் மரத்தாலான வகையாகவோ பிணைத்தண்டுகளுடன் (tie rod) பற்ற வைக்கப்பட்ட உருக்குக் குழாய்களால் ஆனவையாகவோ இருந்தன. மேலும் இவற்றின் வடிவமைப்பின் முறைகளும், கோர்வு உத்திர (truss) வடிவமைப்புகளாக இருந்தன. பருத்தித் துணிகள் இணைக்கப்பட்ட உருவரைப் (contour) பலகைகளும், மரப் பலகைகளும் இத்தகைய கட்டுமானங்களைத் தாங்கி நின்றன. துணிகளின் மேல் செயல்படும் காற்றுச் சுமைகள் கோர்வு உத்திரங்களுக்குத் துணைக்கட்டமைப்பின் மூலமாகச் செலுத்தப்பட்டன. கோர்வு உத்திரங்கள் சடத்துவச் சுமைகளையும் தாங்கி நின்றன.

1930 ஆண்டுக்குப் பின்னர் காற்றியங்கு முறையில் உருவாக்கப்பட்ட தகட்டு உலோகத்தாலான கூட்டு வடிவக் கட்டுமானங்கள் பயன்பட்டன. இவை முதன்மைக் கட்டுமானங்கள் ஆகும். இவற்றால் நேரடியாகக் காற்றின் சுமைகளைத் தாங்க இயல்வில்லை. கூட்டு வடிவக் கட்டுமான அமைப்புகளில் பெரிதும் அலுமினிய உலோகக் கலவைகள் பயன்படுகின்றன. சிறிய அளவில் மக்னீசியம், டைட்டானியம், எஃகு, வெள்ளி ஆகியவையும் பயன்படுகின்றன. இவ்வகைக் கட்டுமானங்களின் வலிமை-எடை விகிதம் மிகவும் அதிகமாயிருக்கும். அதாவது ஒரே எடையுள்ள இரண்டு வகைக் கட்டுமானங்களின் வலிமையை நோக்கும்போது இவற்றின் வலிமை மிகுதியாக இருக்கும். மேலும் இவ்வகைக் கட்டுமானங்கள், வானூர்திகளின் மிகுவேகப் பறப்பில் எதிர்ப்படும் காற்று அழுத்தங்களைத் தாங்க வல்லவையாக உள்ளன. இக்காரணங்களால், கூட்டு வடிவத் தகட்டு உலோகக் கட்டமைப்புகள், இன்று பெரிதும் ஏற்புடையவையாகவுள்ளன. காற்றுச் சட்டகத்தை இறக்கைக் கட்டமைப்பு, கட்டுமானச் சட்டம் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

இறக்கைக் கட்டமைப்பு. இக்கட்டமைப்புகள் காற்றியக்க உருத்தோற்றங்களைக் கொண்டிருக்கும். இறக்கை நாணின் (chord) முன்புறமாக இருக்கும் 10 - 25% பகுதி, முன் விளிம்பு எனப்படும். பின் 25 - 30% பகுதி பொதுவாக இறக்கையோடு ஒட்டியிராமல், இறக்கையின் நடுப்பகுதியுடன் கீல்களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தப் பின் பகுதியின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம், முக்கோணவடிவில் இருக்கும். இறக்கையின் நடுப்பகுதி, இறக்கைப் பெட்டி எனப்படுகிறது.

சாதாரணமாக வடிவமைக்கப்பட்ட இறக்கைக் கட்டமைப்புகளில் இறக்கைப்பெட்டியுடன் முன் விளிம்பும் இணைந்து ஒரு முனை தாங்கப்பட்ட உத்திரம் போல் செயல்படும். இவை செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறையும், இழுவையையும் (drag) அவற்றால் உருவாகும் முறுக்க விசைகளையும் தாங்குகின்றன.

இறக்கையில் குறுக்குக் கைகளைப் பொருத்துவதன் மூலம் இறக்கையின் உருவரை சிதையாமல் பாதுகாக்கப்படுதல், துணிப்பு விசை (shear force) செயல்படும் விதம் மாற்றியமைக்கப்படுதல், பெட்டி வடிவ உத்திரம் வளைவதால் ஏற்படும் செங்குத்து நொறுக்கும் (crushing) விசைகள் தாங்கப்படுதல் ஆகிய பயன்கள் விளைகின்றன. இந்தக் குறுக்குக் கைகளின் எண்ணிக்கை வடிவமைப்பைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

இறக்கையின் கட்டமைப்பில் தட்டை வடிவில் உலோகங்கள், மேல், கீழ்ப் புறப்பரப்புகளில் அமைக்கப்படுகின்றன. இதன் காரணமாக மெல்லிய ஓட்டால் மூடப்பட்டிருக்கும் அமைப்பில் ஏற்படும் துணிப்பு விலக்கங்களுக்குத் (shear deflection) தகுந்தவாறு உத்திரக் கொள்கை மாற்றியமைக்கப்பட வேண்டும். முக்கோண வடிவுடைய, குறைந்த வடிவக் கூறு ஒப்பீட்டு விகிதமுடைய இறக்கைக் கட்டமைப்புகளில் இருக்கும் குறுக்குக் கைகளின் மீட்சித் தன்மையின் விளைவாக இவ்வகை இறக்கைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்யும் முறை மாறுபடுகிறது. வழக்கமாகப் பெட்டி வகை உத்திரங்களைப் பகுப்பாய்வு செய்யப் பயன்படும் கொள்கைக்குப் பதிலாக உத்திர வலையமைப்புக் கொள்கை பயன்படுகிறது. இக்கொள்கை இறக்கைகளின் நாணிலும், இறக்கைகளின் குறுக்குப் பரப்பிலும் ஏற்படும் வளைவுகளை இணைக்கிறது. கட்டுப்பாட்டுப் பரப்புகளும், இறக்கைகளைப் போலவே அமையும் கட்டமைப்புகளாகும். இவற்றையும் இறக்கைகளைப் போன்றே பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டும்.

கட்டுமானச் சட்டம். கட்டுமானச் சட்டத்தின் அமைப்புகள் காற்றியங்கு வடிவியல் காரணமாகவும் கருவிகளையும் தேவையான பொருள்களையும் தாங்க வேண்டியதன் காரணமாகவும் பலவாறாக வடிவமைக்கப்படுகின்றன. கூடு வடிவுடைய கட்டுமானச் சட்ட அமைப்புகளின் மேலே போர்த்தப்படும் அமைப்புகள் துணிப்பு விசைகளைத் தாங்கும் தன்மையுடையவையாக உள்ளன. சன்னல் மற்றும் வாசல் போன்றவை காரணமாகத் தொடர்ச்சி விட்டுப் போகிறது. இதன் விளைவாகத் துணிப்புப் பாதைகளை மாற்றி அமைக்க நேரிடுகிறது. இடைநிலைச் சட்டங்களையும், வளைகொண்டிகளையும் (gusset) பயன்படுத்துவதன் மூலம் துணிப்புப் பாதைகளைத் தகுந்தவாறு மாற்றியமைக்க முடிகிறது. ஓடு அமைப்புகள் பெரிதும் வளைந்திருக்கும்போது இடைநிலைச் சட்டங்கள் முக்கியமாகத் தேவைப்படுகின்றன. இத்தகைய அமைப்புகளில் ஓட்டின் எந்த ஒரு பகுதியை எடுத்துக் கொண்டாலும் துணிப்பு மையம் ஓட்டின் பரிதிக்கு வெளியே அமைந்திருக்கும். செங்குத்து, பக்கவாட்டுச் சுமைகளாலும், முறுக்கத்தாலும் துணிப்பு விசைகள் ஏற்படுகின்றன.

நீள் வாட்டமான விட்டங்களும் (longerons) குறுக்கு விட்டங்களும் (stringers) ஓட்டோடு இணைந்து கட்டுமானத்திற்கு உறுதித் தன்மையைத் தருகின்றன. நீள் வாட்டமான விட்டங்களைப் பயன்படுத்தும்போது அவை சட்டகத்தினால் நன்கு தாங்கப்பட வேண்டும். இவற்றின் சுழற்சியின் ஆரம் மிகவும் பெரிதாக இருப்பதால், சட்டக இடைவெளிகள் நடுத்தரமாக அமையவேண்டும். குறுக்கு விட்டங்களைப் பயன்படுத்தும்போது, சட்டக இடைவெளிகளை அவற்றிற்குத் தகுந்தவாறு குறைக்க வேண்டும். குறுக்கு விட்டங்களுக்கிடையே உள்ள இடைவெளி வளையும் தன்மைக்குத் தக்கவாறு மாறுபடும்.

கட்டுமானச் சட்டத்தின் சட்டகம், மற்ற வகைக் கட்டுமானங்களில் ஏற்படும் சுமைகளைப் பரவலாகச் செயல்படுத்தப் பயன்படுகிறது. பெரிய எடைகளைத் தாங்க வலிமை, உருவரையை நிலை நிறுத்தல், கூடுவடிவைச் சம நிலையில் நிறுத்தல் ஆகியவை இதன் பிற பயன்களாகும்.

கட்டுமானச் சட்டங்கள் பல இடங்களில் தாங்கப்பட்ட உத்திரம் போல் கருதப்பட்டுப் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு விரிவான பகுப்பாய்வு தேவைப்படுகிறது. இறக்கைகளினால் தாங்கப்படும் எந்திர வேயுறைகளும் (nacelles) கட்டுமானச் சட்டத்தைப் போலவே வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

காற்றுச் சட்டகத்தின் பிற பகுதிகள். கதவு, சாளரம், காற்றை உள்ளிழுக்கும் அமைப்பு, தரை (தளம்) போன்றவையும் காற்றுச் சட்டகத்தின் பகுதிகளாகும். இப்பகுதிகள் வானூர்தி அதிக வினைத்திறனை அடைவதற்கு மிகவும் தேவையாகும். வெளிக்காற்றுச் சுமைகளின் காரணமாகக் கதவுகளும் சாளரங்களும் அதிக அழுத்தங்களுக்கு உள்ளாகும். பறப்பின்போது பயன்படுத்தக்கூடிய கதவுகள் அதிக உறுதி கொண்டவையாக இருத்தல் வேண்டும். இவை அனைத்தும் காற்றுச் சட்டகத்தை விறைப்பாக்குகின்றன. இத்தன்மை அதன் அதிர்வைத் தவிர்க்கப் பெரிதும் உதவுகிறது.

பெரிய வானூர்திகள். மிகு சுமையைத் தூக்கிச் செல்ல வசதியாக வடிவமைக்கப்படும் வானூர்திகள் பெரிய வானூர்திகள் எனப்படும். இதனால் காற்றுச் சட்டகத்தின் எடை கூடுகிறது. எனவே இவற்றின் செயல்திறன் வேறுபடுகிறது. இவற்றின் கட்டுமானச் சுமைகளும், சிறு வானூர்தி சார்ந்திருக்கும் பண்புகளையே சார்ந்திருக்கும். பெரிய வானூர்திகளில் அமைக்கப்படும் சுமை ஏற்றும் சாய் பரப்புகள், சுமைகளைக் கையாளும் அமைப்புகள், பெரிய தடுப்புகள் போன்றவற்றின் காரணமாகக் கட்டுமான அமைப்பின் எடை கூடுதலாகிறது. இதன் மூலம் இதன் வடிவமைப்பு முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. சிறு வானூர்திகளில் எளிமையாகவும், சிக்கனம் கருதியும் வடிவமைக்கப்படும் பகுதிகள், இவற்றில் மிகவும் வசதி வாய்ந்தவையாக வடிவமைக்கப்படுகின்றன. காற்றியங்கு சுமைகள் இவற்றில் மாறாதிருப்பதால் காற்று மீட்சி விளைவுகள் குறைவதில்லை. மேலும் இவற்றின் வடிவமைப்பில் வலிமையைவிட விறைப்புத் திறனுக்கே முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்படுகிறது. கட்டுமானச் சட்டத்தின் பகுதிகளின் பயன்கள் மாறுவதில்லை.

காற்றுச் சட்டகத்தில் டைட்டேனியம். டைட்டேனியத்தின் எடை அலுமினியத்திற்கும், எஃகிற்கும்

இடைப்பட்டதாக இருக்கிறது. இதனுடைய அதிக உறுதியும், மீட்சியின் நிலைத்தகவும் இதை மிகவும் பயனுடையதாக்குகின்றன. குறிப்பாக மிகை ஒலி வேகங்களில் இவ்வுலோகம் பயன்படுகிறது. இதன் ஆல்ஃபா உலோகக் கலவை குறைந்த வெப்பநிலை களில் உறுதியாகவும், கம்பியாக நீட்டுந் தன்மை யுடையதாகவும் இருக்கும். அறை வெப்பநிலையில் ஓரளவிற்கு உறுதியாக இருக்கும். பீட்டா உலோகக் கலவைகளை வெப்பப்பதப்பாடு செய்ய முடிவதால் நல்ல உறுதியோடு இருக்கும்.

காற்றுச் சட்டகங்களில் ஆல்ஃபா 8 AL-IMo-IV எனப்படும் வகையும், ஆல்ஃபா-பீட்டா 6 AL - 4V எனப்படும் வகையும் பயன்படுகின்றன. இவற்றைச் சிறிது சூடேற்றினால் வடிப்பது எளிதாக இருக்கும். இவற்றின் தன்மைகளால் இவற்றைக் கொண்டு பகுதி களை வடிவமைப்பது எளிமையாகவே இருக்கிறது.

அயர்ச்சி (fatigue). காற்றுச் சட்டகஙகளில் ஏற் படும் அயர்ச்சியைத் தவிர்ப்பது மிகவும் இன்றியமை யாததாகும். இதனைத் தவிர்க்கப் பகுப்பாய்வு முறை களும், ஆய்வுகளும் கையாளப்படுகின்றன. கட்டு மானப் பகுதிகள் தொடர்ச்சியாக இல்லாத இடங் களில் தகைவு அதிகமாகிறது. இவை அயர்ச்சி வெடிப் பின் மையப் பகுதியாக அமைகின்றன. பின்னர் சுமைகளின் தன்மை மாறி மாறி அமையும்போது, இவ்வெடிப்புகள் பரவ, காற்றுச் சட்டகம் உடைய நேரிடுகிறது.

பொதுவாக அயர்ச்சியைத் தடுக்க சரியான தகைவுத் திறனாய்வு செய்தல், ஒவ்வொரு பகுதி யிலும் ஏற்படக்கூடிய சுமைகளின் அளவைக் கணக் கிடுதல், பயன்படுத்தப்படும் உலோகங்களின் அயர்ச் சித் தன்மைகளை வேறுபட்ட தகைவுகளுக்குப் பெறு தல், மேலே குறிப்பிட்ட மூன்று முறைகளைக் கொண்டு அயர்ச்சிப் பகுப்பாய்வைச் செய்தல், அயர்ச்சிச் சோதனைகள் செய்தல் ஆகிய முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. உலோகங்கள், கட்டுமான அமைப்பின் அயர்ச்சி எதிர்ப்புத் திறன், உலோகங் களின் அமைப்பு, தன்மை, தொடக்கத்தகைவின் அளவு, மாறும் அழுத்தத்தின் அளவு, தொடர்ச்சியற்ற கட்டுமானப் பகுதிகள், வெப்ப நிலை போன்ற பல் வேறு கூறுகளால் வேறுபடும். பொதுவாக இவை அனைத்தும் ஒன்றையொன்று சார்ந்தவை. தற்போது அயர்ச்சியைத் தடுக்க வடிவமைப்பில் அயர்ச்சி எதிர்ப்பு, அயர்ச்சி தாங்கும் தன்மை என இரண்டு வழிகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. அயர்ச்சி எதிர்ப்பு முன்னர்க் குறிப்பிட்ட வழிகளில் பெறப்படுகிறது. அயர்ச்சி தாங்கும் தன்மை, மிகையான கட்டமைப் பின் மூலம் பெறப்படுகிறது. இதன் காரணமாக அயர்ச்சியினால் ஓரிரண்டு கூறுகள் (elements) மட்டுமே சேதமடையும்.

அயர்ச்சி எதிர்ப்பிற்காகக் காற்றுச் சட்டகங் களின் முக்கிய பகுதிகள் வேறுபட்ட சுமைகளில் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன. வானூர்தியின் ஆயு ளுக்குத் தகுந்தவாறு இவ்வாய்வு முறைகள் அமைக் கப்படுகின்றன. இவ்வாய்வுகளுக்கு உட்படும் அயர்ச்சி எதிர்ப்புக் கட்டுமானங்களில் சோதனை நேரத்திற் கும், வானூர்தியின் ஆயுளுக்கும் தகுந்தவாறு அயர்ச்சிப் பாதுகாப்புக் கூறு கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அயர்ச்சி தாங்கும் கட்டுமானங் களுக்கு அயர்ச்சிப் பாதுகாப்புக் கூறின் அளவு சற்றுக் குறைவாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

மிகை ஒலிவேக வானூர்திகளின் காற்றுச்சட்டங்கள். மேக் -2 என்ற வேகத்தில் பறக்கும் வானூர்தியின் கட்டமைப்பு, குறை ஒலிவேக வானூர்திகளின் கட்ட மைப்பின் தொடர்ச்சியாகவே இருக்கும். மேக் 2 இலிருந்து மேக் 6 வரையுள்ள வேகங்களில் செயல் படும் வானூர்திகள் பறக்கும் தொலைவு குறை வாக இருப்பின் வழக்கமாகப் பயன்படும் கட்டு மான அமைப்புகளையே பயன்படுத்தலாம். இவை சூடான கட்டமைப்புகள் எனப்படுகின்றன. இவை அதிக வெப்பநிலையிலும் தேவையான வலிமை கொண்டவை.

மேக் 6 க்கு மேல் உள்ள பறப்புகளில் உயர் வெப்பந்தாங்கும் உலோகங்கள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். காற்றியங்கு வெப்பத்திலிருந்து பாதுகாப் பளிக்கப்பட வேண்டும். மேலும் எரிபொருள்களை வெப்பம் தாக்காதவாறு அவை தனித்து வைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வகை வானூர்திகளில் நீர்ம நிலையி லுள்ள ஹைட்ரஜனை எரிபொருளாகப் பயன்படுத்த லாம். இவற்றின் எடை குறைவாக இருப்பதால், இதை வைத்திருக்கத் தேவையான கொள்ளளவு அதிகமாக இருக்கிறது. இதன் காரணமாக எரி பொருள் இறக்கைகளில் சேர்த்து வைக்காமல், கட்டு மானச் சட்டத்தில் வைக்கப்படுகிறது. உயர்வகை உலோகக் கலவைகளும், உயர் வெப்பந்தாங்கும் உலோகங்களும் மீ மிகை ஒலிவேக விமானங்களின் காற்றுச் சட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. உயர் வெப்பம் தாங்கும் உலோகங்கள் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. அதனைத் தவிர்க்க இவ்வுலோகங்களுக்குப் பாதுகாப்புப் பூச்சு அளிக்க வேண்டும்.

புதிய உலோகக்கலவைகளும், உருவாக்கும் முறைகளும் ஆராய்ச்சிகளின் விளைவாக உருவாக்கப் படுகின்றன. இவற்றால் எதிர்காலத்தில், காற்றுச் சட்டகங்களின் வடிவமைப்பு மிகவும் எளிதாக இருக்கும்.

- எஸ். நாகேஸ்வரன்

நூலோதி. Darrol Stinton, *The Design of the Aeroplane*, Granada Publishing, Great Britain, 1983.

காற்றுச் சுரங்கம்

காற்றின் ஊடாகச் செல்லும் வானூர்தியின் இறக்கைகள், வால், உடல் பகுதி அல்லது விமானக் கட்டகம் (fuse lage) ஆகியவற்றின் பரப்புகள் காற்றுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இப்பரப்புகள் மிகவும் கவனமாக வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வடிவமைப்பிற்குக் காற்றுச்சுரங்கம் (wind tunnel) பெரிதும் உதவுகிறது.

காற்றுச் சுரங்கம் என்பது பெரிய மூடப்பட்ட பரப்பாகும். அப்பரப்பினுள் வானூர்தியின் சிறிய மாதிரிப் படிமம் பறக்காமல் ஓரிடத்திலேயே நிலையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். பிறகு இச்சுரங்கத்திற்குள், எந்திரங்களின் உதவியால் காற்றுச் செலுத்தப்படுகிறது. இக்காற்று வளிமண்டலத்தைப் போலச் செயல்படுகிறது; மாதிரிப் படிமத்தின் வழியாகச் செல்கிறது. இது வானூர்தி, காற்றில் பறந்து செல்வதை ஒத்துள்ளது.

காற்றுச் சுரங்கத்தில் வானூர்தியின் மாதிரிப் படிமம் ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. இவ்வாய்வுகள், மாதிரிப் படிமத்தைப்போல வடிவமைக்கப்பட்ட வானூர்திகள் எவ்வாறு பறக்கின்றன என்பதைத் தெரிவிக்கின்றன. ஆகவே, வடிவமைப்பில் ஏதேனும் மாற்றம் தேவைப்பட்டால் அது எளிதாக மேற்கொள்ளப்படுகிறது. முழு அளவில் வானூர்தியின் வடிவமைப்பை ஆய்வு செய்வது மிகவும் கடினமாகும்.

வானூர்தியில் காற்று ஏற்படுத்தும் விளைவுகள். காற்று, தூக்குவிசை எனப்படும் மேல் நோக்கிய விசையை வானூர்தியில் உண்டாக்குகிறது. இவ்விசை வானூர்தியின் இறக்கைப் பரப்புகளின் வழியாகச் செல்லும் காற்றால் உருவாகிறது. அடுத்து, காற்று வானூர்தியில் பின்புற விசையை (backward force) உண்டாக்குகிறது. இது பின்னிழு விசை எனப்படும். இவ்விசை வானூர்தியின் முன்னோக்கிய அசைவிற்கு எதிராகச் செயல்படுகிறது. இப்பின்னிழு விசை, காற்று வானூர்தியின் முன் பகுதியையும், விளிம்புகளையும் மோதுவதால் மட்டுமல்லாமல், வானூர்தியின், உடல், இறக்கைகளின் பக்கப் பரப்புகளைப் பின்புறமாக உராய்வதாலும் ஏற்படுகிறது. இதற்கு உராய்வு என்று பெயர். மேலும், இவ்வுராய்வால், வானூர்தியின் பரப்புகள் சூடாக்கப்படுகின்றன. கைகளைத் தேய்ப்பது போல், காற்றும் வானூர்தியின் பரப்புகளைத் தேய்த்து, வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது. வானூர்தி வேகமாகச் செல்லும் போது, உராய்வு மிகுதியாக ஏற்பட்டு, வெப்பம் மிகுதியாக உண்டாக்கப்படுகிறது. இங்ஙனம் வானூர்திப் பரப்புகள் சூடாகின்றன.

வானூர்தி, மிகுதியான தூக்கு விசையைப் பெறுமாறு வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். இவ்வானூர்தி மிகு எடையுடையதாக இருந்தாலும் காற்றில் தாங்கப்பட வேண்டும். வானூர்தி வேகமாகப் பறப்பதற்கு ஏதுவாக, குறைந்த பின்னிழு விசையைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். வானூர்தியின் பரப்புகள், மிகக் குறைவான காற்று உராய்வைப் பெறுமாறு வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். இல்லையேல், அவை மிகவும் சூடாகி, வானூர்திக்குச் சேதம் விளைவிக்கக்கூடும்.

இறக்கை வடிவமைப்பு. இறக்கைகளின் அமைப்பை வடிவமைப்பதே, முக்கியமானதாகும். இறக்கைகள் வளைவாக உள்ளமையால் இவற்றின் வழியாகச் செல்லும் காற்றும் வளைவான பாதையில் செல்கிறது. இவ்வளைவு, இறக்கையின் கீழ்ப்பரப்பைவிட மேல்பரப்பில் மிகுதியாக உள்ளது. இவ்வடிவமைப்பால், இறக்கைகளில் காற்றால் ஏற்படும் தூக்கு விசை, பின்னிழு விசை ஆகியவற்றில் பல மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன.

வானூர்தியின் மாதிரிப் படிவங்களை ஆய்வு செய்வதன் மூலம் சிறந்த வடிவமைப்புப் பெறப்படுகிறது. இம்மாதிரிப் படிவம், காற்றுச் சுரங்கத்திற்குள், மெல்லிய கம்பிகளால் தாங்கப்படுகிறது. இம்மாதிரிப் படிவத்திற்குள் பல அளவிடும் கருவிகள் உள்ளன. இவை காற்றுப் படிவத்தின் வழியாகச் செல்வதால் ஏற்படும் வெப்பநிலை, அதன் மீது செயல்படும் விசை ஆகியவற்றை அளக்கின்றன. இவ்வளைவுகள் மின் கம்பிகளின் மூலம் சுரங்கத்திற்கு வெளியேகொண்டுவரப்படுகின்றன. இவை வானூர்திகளை வடிவமைக்கும் பொறியாளர்களால் ஆய்வு செய்யப்படுகின்றன.

வானூர்தியின் வடிவமைப்பையும், கட்டமைப்பையும் பற்றி அறிந்து கொள்வது வானூர்தியியல் எனப்படும். இப்பொறியாளர்கள் வானூர்திப் பொறியாளர்கள் எனப்படுவர். ஆனால் காற்றுச் சுரங்கம் வானூர்திக்கு மட்டுமன்றிப் பொறியியலின் பிற பிரிவுகளுக்கும், அறிவியலார்க்கும் பயன்படுகிறது. இச்சுரங்கங்கள் காற்றுடன் தொடர்பு கொண்டு இயங்கும் பேருந்து, படகு, தொடர் வண்டி, புவியிலிருந்து விண்வெளிக்குச் செல்லும் பெரிய ஏவூர்தி போன்ற அனைத்து ஊர்திகளையும் வடிவமைக்க உதவுகின்றன. இக்காற்றுச் சுரங்கம் கட்டடம், பாலம் ஆகியவற்றின் மாதிரிகளை ஆய்வு செய்யவும் பயன்படுகிறது.

காற்றுச் சுரங்கத்தின் உள் நிலைகள் கவனமாகக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் காற்று இதன் வழியாகச் செல்கிறது. அதன் வெப்பநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் வைக்கப்படுகிறது. காற்றின் வேகம், வெப்பநிலை ஆகியவை மிகவும் நுட்பமாக அறியப்பட வேண்டும். இப்பண்புகள் சுரங்கத்தினுள் உள்ள மாதிரிப் படிவத்தின் மீது காற்றுச் செயல்படுத்தும் விசைகளை அறுதியிடுகின்றன. காற்றின் அழுத்தமும் மிகவும் முக்கியமானதாகக் கருதப்படுகிறது. சுரங்கத்தினுள் உள்ள

காற்றின் அடர்த்தி காற்றின் அழுத்தத்தையே சார்ந்துள்ளது.

காற்றுச் சுரங்கத்தில் பல வகை உண்டு. எளிய வகை நீண்ட, நேரான சுரங்கமேயாகும். ஒரு முனையில் உள்ள விசிறியின் உதவியால் சுரங்கத்துள் காற்றுச் செலுத்தப்படுகிறது. மற்றொரு முனையில் உள்ள விசிறி, சுரங்கத்திலுள்ள காற்றை உறிஞ்சி வெளியிடுகிறது. சுரங்கத்தின் இரு முனைகளும் திறந்துள்ளமையால், உள்ளேயுள்ள காற்றின் வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவை வெளியில் உள்ள நிலையைப் பொறுத்தேயுள்ளன. ஆனால் காற்றின் வேகம் மாறுபடுகிறது. இவ்வேக மாற்றம், விசிறியை வேகமாகவோ, மெதுவாகவோ திருப்பப்பயன்படுகின்றது.

காற்றுச் சுரங்கம், அனைத்திடத்திலும் ஒரே அகலத்தைப் பெற்றிருப்பதில்லை. மிகவும் குறுகிய பகுதி, ஆய்வுப் பகுதி எனப்படும். ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டிய மாதிரிப் படிவம் இவ்விடத்திலேயே வைக்கப்படுகிறது. இவ்விடத்தில், ஏனைய இடங்களை விடக் காற்றின் வேகம் மிகுதியாக இருக்கும். இந்த மிகுதியான வேகம், ஆய்விற்குப் பெரிதும் உதவியாக உள்ளது.

மூடிய-சுற்றுச் (*closed-circuit*) சுரங்கங்கள். திறந்த சுற்றுச் சுரங்கங்கள் மிகுதியாகப் பயன்படுவதில்லை. மூடிய சுற்றுச் சுரங்கத்தில் திறந்த முனைகள் இருப்பதில்லை. இது தொடர்ச்சியான சுரங்கம்; இதனுள் காற்று சுழன்று கொண்டேயுள்ளது. இக்காற்று,

காற்றுச் சுரங்கத்தினுள் ஆய்வு செய்யப்படும் மிகு ஒலி மாதிரிப் படிவம்

வளிமண்டலத்திலிருந்து தனியாக உள்ளமையால், இதை எளிதில் கட்டுப்படுத்த இயலும். குறைந்த வேகக்காற்றுச்சுரங்கத்திலுள்ளகாற்று, மணிக்குப் பல நூறு கிலோ மீட்டர் வேகத்தில் இயங்குகிறது. மிகு ஒலிச் சுரங்கத்தில் (supersonic tunnel), காற்றின் வேகம் ஒலியின் வேகத்தைவிட ஐந்து மடங்கு மிகுந்துள்ளது. அதாவது காற்றின் வேகம் மணிக்கு 1,216 கி.மீட்டர் ஆகும். மாறொலி (hyper sonic) சுரங்கத்தில் இவ்வேகம் மேலும் மிகும்.

சில காற்றுச் சுரங்கங்களில், தொடர்ச்சியாகக் காற்று இயங்கிக் கொண்டிருப்பதில்லை. குறைவான நேரத்திற்கு இயங்கிப் பின்னர் நிலையாக நின்று விடுகிறது. இதனால், மிக அதிகமான வெப்பநிலையிலும், வேகத்திலும் பாதுகாப்பாக இயங்க முடிகிறது. சுரங்கத்தின் ஒரு முனையில் உள்ள தொட்டியில் காற்று மிகு அழுத்தத்தில் சேமித்துவைக்கப்படுகிறது. தொட்டிதிறந்து விடப்பட்டவுடன் காற்று மறு முனைக்குச் செல்கிறது. அல்லது, சிறு அளவில் காற்று ஒருமுனையில் உள்ள மின் சுடரினால் சுரங்கத்துள் செலுத்தப்படுகிறது. அக்காற்று மாதிரிப் படிவத்தின் வழியாகச் செல்கிறது. படிவத்தில் அனைத்து அளவுகளும் குறிக்கப்படுகின்றன.

- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.

காற்றுச் சுவாசம்

இது அனைத்து உயிரிகளின் உடற்செயல் நிகழ்ச்சி ஆகும். உடலில் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு (metabolism) ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. உயிர்கள் ஆக்சிஜன் வாயிலாக ஆற்றலைப் பெறுகின்றன. சுற்றுப்புறச் சூழலில் இருந்து அல்லது வளி மண்டலத்திலிருந்து உயிரி ஆக்சிஜனை ஏற்கின்ற செயலுக்குக் காற்றுச் சுவாசம் என்று பெயர். செல்லில் இருக்கும் புரோட்டோப்பிளாசத்தில் நடக்கும் வேதியியல் செயல்களால் ஆற்றல் பெறும் முறையே சுவாசம் ஆகும்.

தன்மயமாக்கப்பட்ட உணவு செல்லுக்குள் செல்கிறது. செல்லில் ஆக்சிஜனின் உதவியால் ஆக்சிஜனேற்றம் நடக்கிறது. இச்செயலால் உடலின் பல்வேறு மண்டலங்களுக்குத் தேவையான ஆற்றல் கிடைக்கிறது. ஆக்சிஜனற்றத்தின்போது கார்பன் டைஆக்சைடு வெளிப்படுகிறது. கார்பன் டைஆக்சைடு செல்லில் மிகுதியாகச் சேரும்போது அதுவே அச்செல்லுக்கு நச்சுப்பொருளாகி விடுகிறது. எனவே உடனே கார்பன் டை ஆக்சைடை வெளியேற்ற வேண்டிய கட்டாயம் உண்டாகிறது.

ஒரு செல் உயிரிகள் (protozoa) கடல்பஞ்சு போன்றவை வளி மண்டலத்திலிருந்தோ நீரிலிருந்தோ உடலின் பல்வேறு உறுப்புகள் வழியாக ஆக்சிஜன் தேவையை நிறைவு செய்து, கார்பன் டை ஆக்சைடை வெளியேற்றுகின்றன. பூச்சி வகைகளில் மெல்லிய சுவாசக்குழாய்களான டிரக்கியா (trachea) வழியாக ஆக்சிஜன் நேரடித் தொடர்பு இல்லாமல் இருக்கிறது. இவ்வகை விலங்குகளில் சுவாச மண்டலம் என்னும் அமைப்பு உள்ளது. இது ஆக்சிஜனை வளி மண்டலத்திலிருந்து பெற்று, இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தின் வழியாகப் பல்வேறு செல்களுக்கு அனுப்பிச் செல்களின் ஆக்சிஜன் தேவையை நிறைவு செய்யும். எனவே இவ்விலங்குகளில் சுவாச மண்டலமும், இரத்த ஓட்ட மண்டலமும் இணைந்தே பணியாற்றுகின்றன.

சுவாசத்தில் மூன்று நிலைகள் உள்ளன. முதல் நிலை, வெளிச்சுவாசம் ஆகும். ஆக்சிஜன் வளி மண்டலத்திலிருந்து உடலுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதும், கார்பன் டைஆக்சைடு உடலிலிருந்து வளி மண்டலத்திற்கு அனுப்பப்படுவதுமாகிய இரண்டும் இணைந்தே வெளிச் சுவாசம் எனப்படும். இரண்டாம் நிலை, சுவாசக் காற்றின் போக்குவரத்து ஆகும். ஆக்சிஜனைச் சுவாசப்பகுதிகளிலிருந்து உடலின் பல்வேறு திசுக்களுக்கு எடுத்துச் சென்று பின் கார்பன் டை ஆக்சைடைத் திசுக்களில் இருந்து மீண்டும் சுவாசப் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லும் செயலுக்குச் சுவாசக் காற்றின் போக்குவரத்து என்று பெயர். முதுகெலும்புள்ள விலங்கினங்களில் இரத்தம் ஆக்சிஜனை உடலின் பல்வேறு செல்களுக்கும் எடுத்துச் செல்கிறது. இரத்தத்தில் இருக்கும் சிவப்பணுக்களில், உறீமோகுளோபின் என்னும் வேதிப் பொருள் உள்ளது. இது ஆக்சிஜனோடு சேர்ந்து ஆக்சிஹீமோகுளோபின் ஆகிறது. இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தில் இச்சிவப்பணுக்கள் ஆக்சிஜனை உடலின் பல்வேறு உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச்செல்வதும், கார்பன் டை ஆக்சைடைச் செல்களிலிருந்து சுவாசப் பகுதிகளுக்கு மீண்டும் எடுத்து வருவதுமாகிய இரு வேலைகளையும் செவ்வனே செய்கின்றன. மூன்றாம் நிலையான திசுச் சுவாசம் என்பது செல்லில் ஆக்சிஜன் உட்கொள்ளப்பட்டு, ஆக்சிஜனேற்றம் என்னும் வேதிச் செயல் நடந்து, கார்பன் டைஆக்சைடு உருவாவதைக் குறிக்கிறது.

சுவாச உறுப்பு ஒவ்வொரு விலங்குக்கும் வேறுபடுகிறது. இச்சுவாச உறுப்புகள் செயலியல் அல்லது வெளித்தோற்றம் இவற்றிலேயே மாறுபடுகின்றன. நீரில் வாழும் மீன் போன்ற உயிரினங்களில் செவுள்கள் (gills) சுவாச உறுப்புகளாகவும், நிலத்தில் வாழும் முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்களில் நுரையீரல்கள் (lungs) சுவாச உறுப்புகளாகவும் செயலாற்றுகின்றன.

தோல் சுவாசம். ஒரு செல் உயிரிகள், கடல்பஞ்சுகள், குழியுடலிகள், வளைதசைப் புழுக்கள், நீர், நில வாழ் உயிர்கள் போன்றவற்றில் தோல், சுவாச உறுப்பாகச் செயலாற்றுகிறது. இத்தோல் சுவாசம் செய்யும் விலங்குகள் எப்போதும் ஈரமான சூழ்நிலையிலேயே உள்ளன. சுற்றியிருக்கும் நீரிலிருந்து ஆக்சிஜன் மேல்தோலை ஊடுருவி இரத்தத்தை அடைகிறது. சுவாசப் பகுதிகளில் இருக்கும் மயிரிழைகள் ஆக்சிஜனை உடலுக்குள் செலுத்த உதவுகின்றன.

கீட்டாப்டீரஸ் (chaetopterus) நீரிஸ் (neries) போன்ற கடல்வாழ் வளைதசைப் புழுக்களுக்குப் பக்கக் கால்கள் (parapodia) உள்ளன. இவை காற்றாடி போன்று சுழலும் அமைப்பில் உள்ளன. இவற்றின் சுழற்சியால் தோல் சுவாசம் செய்யும் இவ்விலங்குகள் ஆக்சிஜனைப் போதுமான அளவு பெற்றுக் கொள்கின்றன.

முதுகெலும்புள்ள நீர்வாழ் உயிரிகளில் செவுள் சுவாச உறுப்பாகச் செயல்படுகிறது. லாமெல்லிபிராங்க்ஸ், மெல்லுடலி, சிலவகை நண்டினம், மீன் போன்றவற்றில் செவுள்கள் காணப்படுகின்றன. இச்செவுள்கள் இரத்தத் தந்துகிகள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. மீன் இனங்களில் செவுள் உணவுக் குழாயின் முன்பகுதியிலிருந்து உருவாகிறது. எனவே மீன் இனங்களில் உட்செவுள்கள் உள்ளன. இருவாழ் உயிரிகளின் முதல் வளர் பருவத்தில் உடலின் வெளிப்புறத்தில் இவ்வகைச் செவுள்கள் அமைந்துள்ளன. இரண்டும் சுவாசம் என்னும் வேலையையே செய்கின்றன. உடல் கண்ட உறுப்புகளிலிருந்து வளரும் இழைபோன்ற வெளி வளர்ச்சியே நண்டினங்களில், செவுள்களாக உள்ளன. மேலக்கோஸ்ட்ராக்கா என்னும் இரால், இனத்தில் எப்பிபோடைட்ஸ் (epipodite) என்னும் சிறப்பு உறுப்பு, சுவாச உறுப்பாகச் செயலாற்றுகிறது.

பெரும்பாலான நீர்வாழ் பூச்சியினங்களில் செவுள்கள் உள்ளன. இவை இவற்றின் வயிற்றுப் பகுதியிலோ வால் பகுதியிலோ அமைந்துள்ளன. சுவாசக் குழல் செவுள்கள், ஓடோனேட்டா மற்றும் டிரைக்கோப்டீரா போன்ற பூச்சி வகைகளிலும் சில வகை வண்டினங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் இரத்தத் தந்துகிகளுக்குப் பதிலாக மெல்லிய டிரக்கியா அமைந்துள்ளது.

மெல்லுடலிகளில் பலவிதமான செவுள்கள் உள்ளன. லாமெல்லிபிராங்க்ஸ் எனப்படும் மெல்லுடலி இனத்தில் இரண்டு ஜோடி டினிடியாக்கள் (denidia) உள்ளன. கைட்டான் எனப்படும் மெல்லுடலிப் பிரிவில் 6-80 வரை செவுள்கள் ஒவ்வொரு பாலியல் பள்ளங்களிலும் அமைந்துள்ளன. கேஸ்ட்ரோபோடா எனப்படும் வயிற்றுக்காலிகள் பிரிவில் மேன்ட்டில் எனும் மெல்லிய சவ்வால் உருவான பள்ளத்தில் செவுள்கள் அல்லது டினிடியாக்கள் அமைந்துள்ளன. ஆனால் செபலோபோடா எனும் தலைக்காலிகள் பிரிவில் செவுள்கள் பெரிய அளவில் காணப்படுகின்றன.

முள்தோலிகளில், உடற்குழி விரல்போல வெளித்தள்ளிக் காணப்படுகிறது. இவ்வுறுப்பின் புறத்தோல், பாப்பில்லே எனப்படும். இதுவே சுவாச வேலையைச் செய்கிறது. முதல் முதுகுநாணிகளில் செவுள்கள் சுவாச உறுப்பாக உள்ளன. ஆம்பியாக்சஸ் என்னும் உயிரியில் 90 ஜோடி செவுள்கள் தொண்டைப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன.

மீன் இனங்களில் உண்மையான செவுள்கள் மூடப்பட்ட நிலையில் உள்ளன. இவை வாய் மற்றும் செவுள்களின் திறந்து மூடும் அமைப்பில் ஆக்சிஜனை எடுத்துக் கொள்கின்றன. சிலவகை மீன் இனங்களில் துணைச் சுவாச உறுப்புகளும் உள்ளன. இவை செவுள்போலவே பணியாற்றி ஆக்சிஜன் தேவையை நிறைவு செய்கின்றன. மீன் எப்போதும் நீரில் இருப்பதால், நீரிலிருக்கும் ஆக்சிஜன் உடலுக்குள் சென்று, கார்பன் டை ஆக்சைடை வெளியேற்றுகிறது.

ஊர்வன, பறப்பன பாலூட்டிகளில் நுரையீரல்கள் சுவாச உறுப்புகளாக உள்ளன. உணவுக்குழலின் வெளித்தள்ளல் அல்லது வெளி வளர்ச்சியே நுரையீரல்கள் ஆகும். ஆக்சிஜன் செல்லின் உள்ளே செல்லும்போது கார்பன் டைஆக்ஸைடு வெளியேறுகிறது. ஊடுருவுதல் முறையில்தான் இச்சுவாசம் நடக்கிறது. ஆக்சிஜன் நுரையீரலுக்குச் செல்லும் போது, நுரையீரலில் ஆக்சிஜனின் அளவு மிகுதியாகவும் உடலின் செல்லில் குறைவாகவும் உள்ளது. ஆக்சிஜனின் அழுத்தம் உடற்செல்களில் குறைவாக இருப்பதால் ஆக்சிஜன் உடலின் உள்ளே எளிதாகச் சென்று விடும். அப்போது செல்களில் கார்பன் டை ஆக்சைடின் அளவு மிகுதியாகவும் சுற்றுப்புறத்தில் குறைவாகவும் இருக்கும். எனவே கார்பன் டை ஆக்சைடு செல்லில் இருந்து இரத்தத்தை அடைந்து நுரையீரல் வழியாக வளி மண்டலத்தை அடையும். இவ்வழியாக ஆக்சிஜன் உட்செல்லுதல், கார்பன் டைஆக்சைடு வெளியாதல் ஆகிய நிகழ்ச்சிகளால் செல்களில் ஆக்க அழிவுச் செயல்கள் நடக்கின்றன. இச்செயல்கள் நடைபெறச் சுவாசம் இன்றியமையாததாகும்.

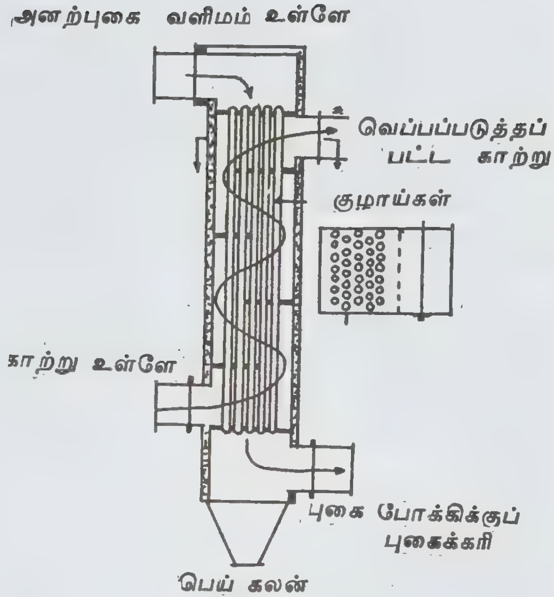
- வ. சந்திரமோகன்

காற்றுச் சூடேற்றி

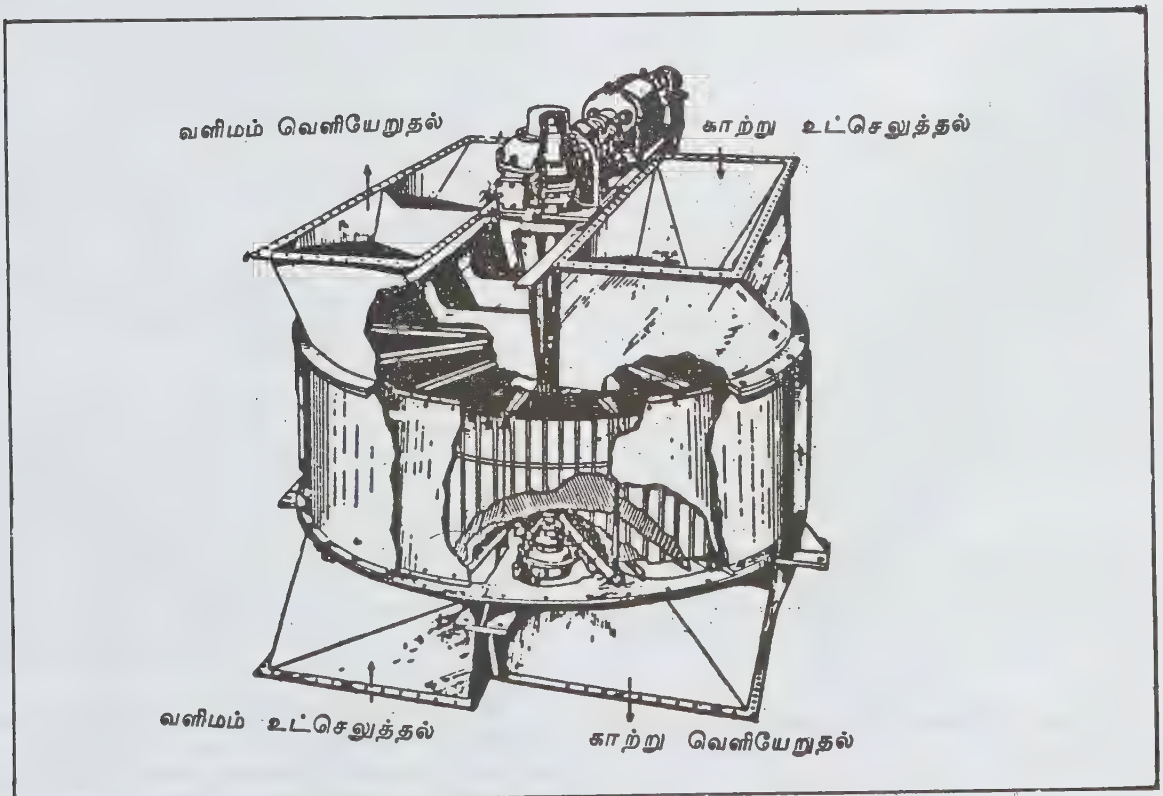
இது ஒரு சூடேற்றும் கருவியாகும். காற்றுச் சூடேற்றிகள் (air heaters) முக்கியமாக அனல் மின் நிலையங்களில் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன.

அனல் மின் நிலையங்களில் கொதிகலனிலிருந்து வெளியேறும் அனற்புகை வளிமம் (flue gas) ஏறத்தாழ 300°C வெப்பத்தைக் கொண்டிருக்கும். காற்றுச் சூடேற்றிகளில் இவை இயற்கைக் காற்றை ஏறத்தாழ 120°C வரை சூடாக்கி, கொதிகலனில் எரிபொருளை எரிக்கச் செலுத்துகின்றனர். சூடேறிய காற்று, ஆற்றலை எரிபொருளிலிருந்து பெருமளவு வெளிப்படுத்த உதவுகிறது. எரிபொருள் சூடான காற்றில் நன்கு எரியும். மேலும் வீணாகும் கொதிகல அனற்புகை வளிமங்களின் வெப்ப ஆற்றலும் பயன் உள்ள வகையில் பெறப்படுவதால் காற்றுச்சூடேற்றிகள் எரிபொருள் களையும் மிச்சப்படுத்த உதவுகின்றன.

காற்றில் வெப்பம் 20°C உயர்ந்தால், கொதிகலன் செயல்படும் திறன் 1% உயரும். காற்றுச் சூடேற்றிகளின் அமைப்பு இருவகையாகும். ஒன்று சேமிப்பு வகைச் சூடேற்றி (recuperative air heater), மற்றொன்று (regenerative air heater) திரும்பப் பெறும்வகைச் சூடேற்றி. சேமிப்பு வகைச் சூடேற்றியில் அனற் புகை வளிமங்கள் சிறு குழாய்களுக்குள் சூடு செய்யப்படும். இயற்கைக் காற்று, குழாய்களுக்கு வெளியிலும் ஒரு பெரிய உருளைக்குள்ளும் செலுத்தப் படும்.



படம் 1. குழாய் வடிவக் காற்றுச் சூடேற்றி



படம் 2. மீண்டும் பெறும் வகைச் சூடேற்றி

திரும்பப் பெறும் வகைச் சூடேற்றியில் உலோகத் தகடுகள் சுழன்று கொண்டிருக்கும். இந்தத் தகடுகள் அனற்புகை வளிமங்களால் சூடாக்கப்பட்டு, அந்த வெப்ப ஆற்றலை இயற்கை வளிமங்களுக்கு மீண்டும் தருகின்றன; சுழன்று வருவதால் சூடும், குளிர்ச்சியும் உலோகத் தகடுகளை அடையும். இந்தச் சுழலும் உலோகத் தகடுகள் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் பட்டு, ஒரு பகுதியில் அனற்புகை வளிமங்களும், மற்றொரு பகுதியில் இயற்கைக் காற்றும் செலுத்தப் படுகின்றன.

நிமிடத்திற்கு 3 முறை வீதம் சுழலும் உலோகத் தகடுகள், ஒரு பாதிச் சுற்றில் சூட்டையும், மறுபாதிச் சுற்றில் குளிர்ச்சியையும் மாறி மாறி அடைகின்றன. அனற்புகை வளிமங்களும் காற்றும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காமல் அடைப்பான்கள் பொருத்தப்பட்டு உள்ளன.

இரண்டு வகைக் காற்றுச் சூடேற்றிகளும் எரி பொருள் சேமிக்கப் பயன்படுகின்றன. ஒரே சூடேற் றும் திறனுக்குச் சேமிப்பு வகைச் சூடேற்றி, பெரிய அளவினதாக இருக்கும். மீண்டும் பெறும் வகை, சிறிய அளவினதாக அமையும். சூடேற்றிகள் பொருத்தப்படும் இடம் குறைவாக இருந்தால் மீண்டும் பெறும் சூடேற்றி ஏற்றது. ஆனால் மீளப் பெறும் வகைச் சூடேற்றிகளில் உலோகத்தகடுகளைச் சுழற்றுவதற்கு மின்னோடி தேவைப்படும். இதற்கு ஆற்றல் செலவாகும்.

சேமிப்பு வகைச் சூடேற்றியை இயக்க, மின்னோடி தேவையில்லை. இவ்வகையான சூடேற்றி கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. சேமிப்பு வகையில் சிறுகுழாய்களுக்குள் அனற்புகை வளிமங்கள் செல்வ தால், அக்குழாய்களுக்குள் அனற்புகை வளிமங்களில் உள்ள பொடிச் சாம்பல் ஒட்டிக் கொண்டு வெப்ப ஆற்றல் கடத்தும் திறனைக் குறைக்கும். எனவே, அக்குழாய்களை அடிக்கடித் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். குழாய்களுக்குள் படியும் சாம்பலை நீக்கு வது எளிது. மேலும், இவ்வகைச் சூடேற்றிகளில் சூடான காற்று அல்லது இயற்கைக் காற்று, குழாய் களின் மேற்பரப்பில் முழுமையாகப் படுவதற்காகத் தடுப்பான்கள் (baffles) பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

- வீர. முத்துவீரப்பன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.

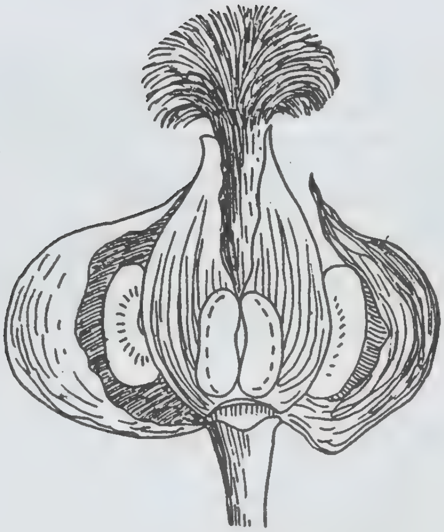
காற்று நாட்டப்பூ

மகரந்தச் சேர்க்கை என்பது ஃபெனிரோகம்ஸ் என்னும் பூக்கும் தாவரங்களின் இனப்பெருக்கத்திற்கு வழி செய்யும் செயலாகும். இத்தாவரங்களில் பெரும் பாலானவை காற்று நாட்ட இனங்களாகும். தனிக் காற்று நாட்டம் அல்லது தனிப் பூச்சி நாட்டம் கொண்ட தாவரங்கள் மிகக் குறைவு. பெரும்பாலான இனங்களில் இரண்டு நாட்டங்களும் சேர்ந்தே காணப்படும். காலூனா போன்ற தாவரங்களில் தொடக்க நிலையில் பூக்களில் தேன் காணப்படுவதால் பூச்சிகள் அவற்றை நாடிச் சென்று மகரந்தச் சேர்க்கை நடத்தும்; பூச்சிகளற்ற நிலையில் தேன் வற்றிய வுடன், இனப்பெருக்க உறுப்புகள் நீண்டு வளர்ந்து காற்று நாட்டத்தில் ஈடுபடுகின்றன. சைக்லேமன் என்னும் தாவரத்தின் பூக்கள் பூச்சி நாட்டத்திற்கு ஏற்ப மகரந்தத் தாள்களின் மீது எண்ணெய் போன்ற பசைப் பொருளைப் பெற்றிருக்கும். பூச்சி நாட்டம் நடைபெறாத சூழ்நிலையில், தாள்களிலுள்ள எண் ணெய்ப் பசை காய்ந்து, தாள்கள் தனித்துக்காற்றின் மூலம் பரவுவதற்கு ஏற்ப மாறிவிடுவதைக் காணலாம்.

காற்று நாட்ட இனங்கள் ஏறக்குறைய 10,000 இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது. இந்த அளவு மொத்த விதைத் தாவரங்களில் பத்தில் ஒரு பங்கா கும். எ.கா: விதை மூடாத் தாவரங்கள், ஓக், பிர்ச், பீச், ஹேசல், ஆல்டர், பாப்லர், வால்நட், மல்பெர்ரி, பனை வகைகள் போன்ற உயரமான பெரிய மரங்கள். இவை கூட்டமாகத் தங்களினத்தோடு வளர்வதால் காற்று நாட்டம் நடைபெற முடி கிறது. இந்த மர இனங்களைத் தவிரப் புல்வெளி களிலிருக்கும் புற்கள் சதுப்பு நிலங்களிலுள்ள கோரை கள் வயல்களில் பயிரிடப்படும் தானியங்கள்கூடக் காற்று நாட்ட இனங்களேயாகும். நீர்த்தாவரங் களான வாலிஸ்நேரியா, போடமோஜிடான், ஹைட் ரில்லா போன்றவற்றில் நீர் நாட்டம் என்று கூறி னாலும் அங்கும் காற்றின் பங்கு பெருமளவில் உண்டு. ஆண் பூக்களையோ மகரந்தத் தாள் களையோ நீர்மட்டத்தில் இடப்பெயர்ச்சி செய்யக் காற்று துணை செய்கிறது.

காற்று நாட்டத் தாவரங்கள் எதிர்ப்பண்புகள் கொண்டவையாகும். காற்று நாட்டப் பூக்கள் வண்ணமற்றவை, மணமற்றவை, தேனற்றவை யாகும். பொதுவாக மலரின் வண்ணம், மணம் முதலியவற்றிற்கு வளர்ந்த மலரிதழ்களே காரண மாகும். ஆனால் மலரிதழ்கள் அவ்வாறு வளர்வது காற்று நாட்டத்திற்குத் தடையாகிவிடும். மேலும் இவற்றால் மலருக்குப் பயன் இல்லை. இம்மலர்களில் மலரிதழ்கள் சிறிதாகவோ, பச்சையாகவோ, மஞ்ச ளாகவோ காணப்படும்.

அனைத்து வகைக் காற்றும் மகரந்தச்சேர்க்கைக்கு ஏற்றவை என்று கருதவியலாது. மழையோடு கூடிய காற்றும், தவறான திசையில் வீசும் காற்றும் மகரந் தத்தூளின் அழிவிற்குக் காரணமாகலாம். பள்ளத் தாக்குகளில் விடியற்காலையில் வீசும் தென்றல் காற்று, சமவெளிகளில் நடுப்பகலில் மேல் நோக்கி



பெண் நிலை

ட்ரைக்லோசிஸ் ஆண் நிலை

எழும் வெப்பக்காற்று, நெய்தல் நிலத்தில் மாறி மாறி வீசும் கடல் காற்று, நிலக்காற்று, காடுகளில் சல சலப்போடு வீசும் மென்மையான காற்று முதலியவை பெருமளவில் காற்று நாட்டத்திற்கு ஏற்றவையாகும். அலை அலையாகக் காற்று வீசுவதால் மகரந்தத்தூள் களும் சிறு சிறு கூட்டமாகச் செடிகளிலிருந்து வெளிப் பட்டு மெதுவாகப் பரவுவதைக் காணலாம். காற்று நாட்டப்பூக்கள் மகரந்தத் தூள்களைப் பெருமளவில் காற்றில் பரவ விடுவதால், அந்தக் காற்றே மனிதனின் நலவாழ்விற்கு ஊறு விளைவிக்கும் மூச்சுத் தொடர்பான நோய்களுக்குக் காரணமாகலாம். ஊசியிலைக் காடுகளில் மகரந்தத் தூள்கள் மஞ்சள் நிற மேக மண்டலம் போல் கிளம்புவதை விறகு வெட்டிகள் கந்தக மழை என்று குறிப்பிடுவர்.

சிறப்புப் பண்புகள். பல்-பருவக் காற்று நாட்ட இனங்கள் பொதுவாக இலையுதிர் காலங்களில் மலரும். ஒரு-பருவப் புல் வகைகளில் மஞ்சரி நீண்ட காம்புடன் இலைகளுக்கு மேலே நீட்டிக் கொண்டி ருக்கும். பொதுவாக இனப் பெருக்க உறுப்புகள் மலர்களில் தனித்தனியாக பிரிக்கப்பட்டோ, அதாவது ஒரு பால் பூக்களாகவோ மாறுபட்ட பருவத்தில் பக்குவமடையும் வகையிலோ அமைந்துள்ளமையால் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை. செடி களில் ஆண்பூக்கள் மிகு எண்ணிக்கையிலும் பெண் பூக்கள் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் காணப்படும். ஆண் மஞ்சரி நீண்டு, தொங்கு நிலையில் இருப்ப தாலும் மகரந்தப் பைகள் நீண்ட காம்புகளில் சுழல் அமைப்பில் காணப்படுவதாலும் அவை மலரிதழ் களுக்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருப்பதாலும், காற்று அடிக்கும்போது மகரந்தச் சேர்க்கை எளிதில் நடைபெறுகிறது.

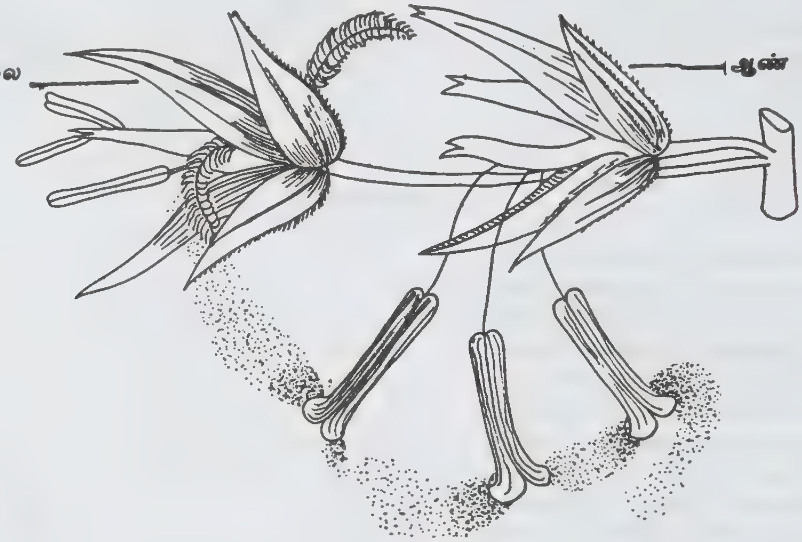
மகரந்தத்தூள்கள் நீரை உறிஞ்சினால் அவற்றின்

மக்காச்சோளம் சூலகமுடி

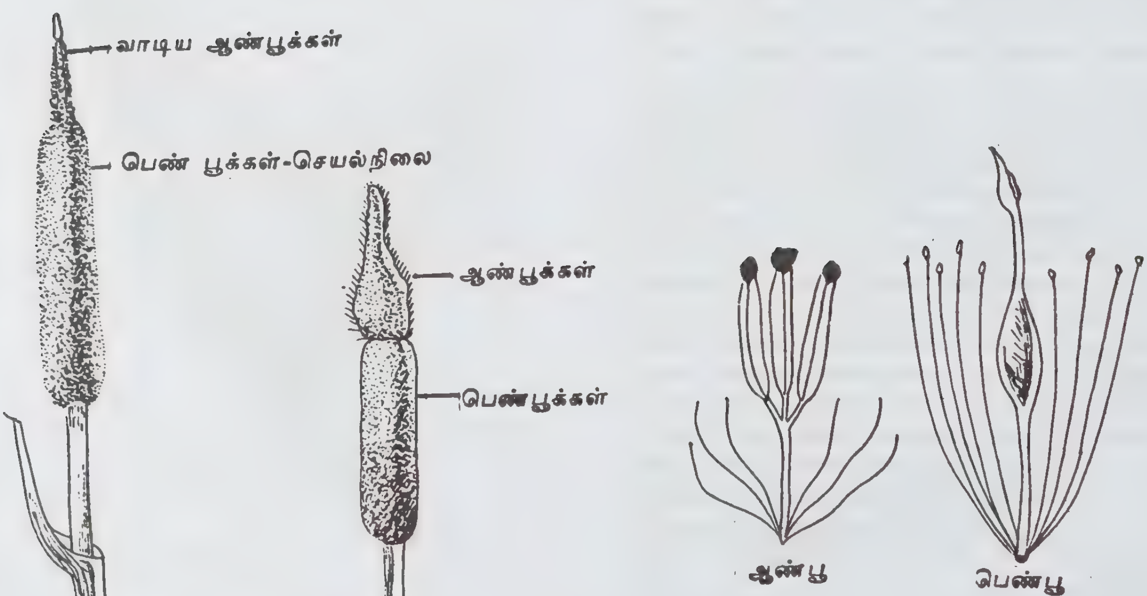
எடை கூடுவது மட்டுமன்றி, அவை ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொண்டு காற்றில் மிதக்கமுடியாமலும் போகலாம். அதனால் வளி மண்டலத்தில் ஈரப்பசை மிகுதியாக இருக்கும்போது மகரந்தத்தூள்கள் வெளிப்பட்டுச் சேதமடையாமலிருக்கப் பல தகவமைப்புகள் உண்டு. மகரந்தப் பைகளிலிருந்து வெளிப்படும் தூள்கள் மலரிதழ்களின் அடியிலோ, கீழ்ப்புறத்திலோ சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. தகுந்த காற்று வீசும் போது அவை வெளிப்படும். ட்ரைக்ளோசின் மலரிதழின் அடியில் பை போன்ற அமைப்பும் காணப்படும்.

மேலும் மகரந்தத்தூள்கள் சிறியனவாகவும், உலர்ந்தும், ஈரப்பசையற்றும், வழவழப்பாகவும், இலேசாகவும் இருப்பதால் காற்றில் மிதக்க முடியும். மிகு எண்ணிக்கையில் தயாரிக்கப்படுவதால் அழிவு ஏற்பட்டாலும் அவை ஈடு செய்யப்படும்.

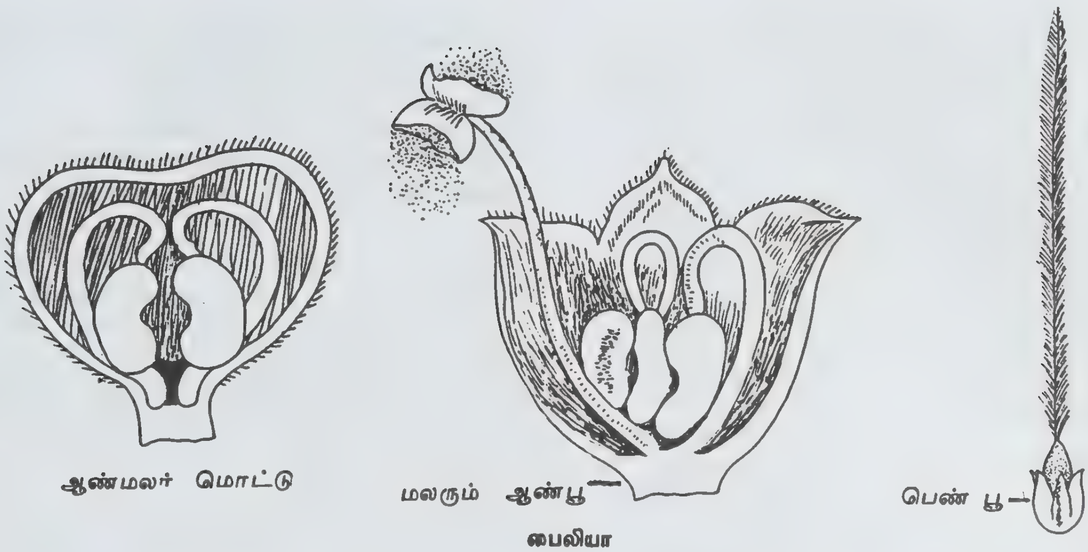
சூலகத் தண்டு நீண்டு, கிளைத்து, தூவி அல்லது இறகு போன்ற சூலக முடியைக் கொண்டிருக்கும். இதனால் காற்றில் மிதந்து வரும் மகரந்தத்தாள்கள் எளிதில் சூலகமுடியில் சிக்கிக் கொள்ளும். எ.கா: மக்காச்சோளம்.



புல் மஞ்சரி



டைஃபா



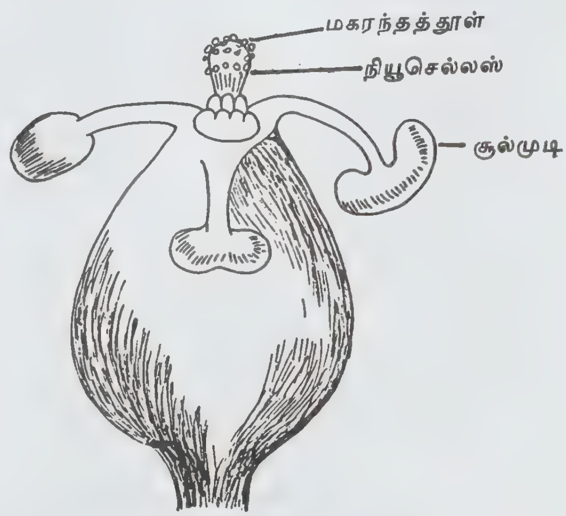
பைலியா

செடியில் ஆண், பெண் பூக்களின் அமைப்பிலும் தனித்தன்மை காணப்படும். பொதுவாக ஆண் பூக்கள் அல்லது ஆண்நிலையிலுள்ள இருபால் பூக்கள் கீழ்க்கிளைகளிலும், பெண் பூக்கள் அல்லது பெண் நிலையிலுள்ள இருபால் பூக்கள் மேல் கிளைகளிலும் காணப்படும். இதனால் கீழிருந்து மேல் நோக்கி வீசும் காற்று, ஆண் உறுப்பிலிருந்து நீங்கும் தூள்களைச் சூலக முடியில் சேர்க்க முடிகிறது. இவ்வகை அமைப்பைப் புற்கள், ஓக், பிர்ச் முதலிய தாவரங்களில் காணலாம்.

டைஃபா எனப்படும் சம்பைப் புல்லின் மஞ்சரிக் காம்பில் பெண் பூக்கள் கீழேயும் ஆண்பூக்கள் மேலேயும் அமைந்திருக்கும். ஆனால் மாறுபட்ட காலங்களில் பக்குவமடையும் பூக்களின் அமைப்பு காற்று நாட்டத்திற்கு ஏற்ப இருக்கும். இளம் செடிகளில்ஆண்பூக்கள் பக்குவமடைந்து மகரந்தத்தாள்கள் வெளிப்படும் நிலையிலிருக்கும். இச்செடிகளையடுத்து உயரமாக வளர்ந்து முதிர்ந்த செடிகளில் ஆண்பூக்கள் வாடியும், பெண் பூக்கள் நீட்டிய சூலகத் தண்டுடன் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு ஆயத்த நிலையிலுமிருக்கும். காற்று கீழிறங்கி மேல் நோக்கிச் சாய்வாக வீசும் போது இளம் செடியின் ஆண் பூக்களிலிருந்து எடுத்துச் செல்லப்படும் மகரந்தத் தூள் முதிர்ந்த செடியின் பெண் பூக்களை அடையும்.

காலை வேளையில் சூரியனின் கதிர்கள், நெட்டில் எனப்படும் செந்தட்டி வகைச் செடிகளின் மீது விழும்போது, பழுப்பு நிற மேக மூட்டம் எழுவதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் ஆண் மலர்களில் சுருண்ட நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள மகரந்தத்தாள்கள் திடீரென்று விடுபடும்போது மகரந்தத்தூள்கள் வெளிப்படுவதேயாகும். மகரந்த தூள்கள் இவ்வாறு விடுபடுவதை வெடி வகை (artillery) என்பர். பைலியா, யானைச் சொரியன் போன்ற செடிகளிலும் இம்முறையைக் காணலாம்.

விதைமூடாத் தாவரங்களில் சூல்கள் திறந்த நிலையில் இருப்பதால் நேரிடையாகவே காற்று நாட்டம் நடைபெறும். பூக்கும் தாவரங்களில் ரியம் ஆஸ்ட்ரேல் என்னும் சிற்றினப் பூவில் 3 சூலகமுடிகளுண்டு. ஆனால் அவை செயல்படுவதில்லை. சூலின் ஒரு பகுதியான நியூசெல்லஸ் சூலுக்கு வெளியே நீண்டு வளர்ந்து மகரந்தத்தூள்களை நேராகவே பெறும் வகையில் அமைந்திருக்கும்.



ரியம்

மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பூச்சி, பறவை, நத்தை, நீர், காற்று முதலியன துணை செய்கின்றன. இவற்றில் காற்று நாட்டமே தொன்மை வாய்ந்தது. இதற்கு இரு சான்றுகளுண்டு. விதை மூடாத பூக்கும் தாவரப் பிரிவுகளில் மகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகின்றது.

இவ்விரு பிரிவுகளில் விதைமூடா வகை தொன்மை வாய்ந்ததாகும். மேலும் அவற்றில் காற்று நாட்டம் மட்டுமே காணப்படுகிறது. இரண்டாம் சான்று, தொல்பொருள் ஆய்வு சார்ந்ததாகும். தொன்மையான பூச்சிகளின் வாய்ப் பகுதி உணவைக் கடித்து, அரைத்து உண்ணக்கூடிய வகையாகும். ஆனால் படிமலர்ச்சியில் பின்தோன்றிய பூச்சிகளின் வாயுறுப்புகள் உறிஞ்சும் வகையைச் சேர்ந்தவையாகும். அதனால் பூக்களிலிருந்து தேன், சாறு போன்ற நீர்மங்களை உறிஞ்சியுண்ணும் பண்பு படிமலர்ச்சியின் பின்தோன்றியதாக இருக்க வேண்டுமெனத் தெரிகிறது. இவ்விதக் கருத்துகள் இருந்தபோதும் படிமலர்ச்சியால் முன்னேறிய குடும்பங்களான சைபிரேசி போயேசி முதலியவற்றில் காற்று நாட்டமே காணப்படுகிறது.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

காற்று நிலையியல்

புவியீர்ப்பு விசையின் உந்துதலுக்கு மட்டுமே உட்பட்ட வளிமங்கள், அவற்றுள் மூழ்கியிருக்கும் திண்மப் பொருள்கள் இவற்றின் நிலைச்சமன்பாட்டைப் பற்றிய அறிவியல் பிரிவு காற்று நிலையியல் (aerostatics) ஆகும். காற்று நிலையியல் வளிமங்களின் எடையையும், அவற்றுள் மூழ்கியிருக்கும் திண்மப்பொருள்களின் எடையையும் பெரிதும் சார்ந்துள்ளது. ஆர்க்கிமிடிஸின் தத்துவத்தின் படி ஒரு பொருளின் மீது ஏற்படும் மிதப்பு விசையானது அதனால் விலக்கப்படும் நீர்மம் அல்லது வளிமத்தின் எடைக்குச் சமமாகும். வானிலையியலின் (meterology) சில படிகளும் (phases), பலூன் மற்றும் திசைவழி நடத்தப்படும் பலூன்களின் பறப்புகளும் காற்று நிலையியலை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

வானிலையியலில் மேகம் மற்றும் பனி வீழ்படிவுகளின் (fog subsidence) வானிலை அழுத்தம், வெப்பநிலை ஆகியவை வானிலை உயரத்துடன் கொண்டுள்ள தொடர்பு காற்று நிலையியலின் தத்துவத்திலிருந்து ஊகிக்கப்படுகிறது. உண்மையில், காற்று மற்றும் அதனுள் மூழ்கியுள்ள பொருள்கள் அசைவற்றிருக்க வேண்டுமென்பது காற்று நிலையியலின் அடிப்படைத் தேவையாகும். ஆனால் அது பொதுவாக இயலாது. அவ்வாறு அசையும் பொருளகளைக் காற்று இயங்குவிசை கட்டுப்படுத்தினாலும், அப்பொருள்களின் இயக்கம் காற்று நிலையியலையும் சார்ந்துள்ளது. எடுத்துக்காட்டாகக் காற்று வெளியில் புவி அசைவின் காரணமாகக் காற்று வீச்சும் சுழலும் இருந்தாலும் காற்றின் உயரத்திற்கும் அழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள தொடர்பும் காற்று நிலையியலின் முதற்படியால் அறுதியிடப்படும்.

- தி.அ. சங்கர்

நூலோதி. A.C. Kermode, *Mechanics of flight*, Himalayan Books, New Delhi, 1982.

காற்றுப் பதிப்பி

பல்வேறு பயன்தரக்கூடிய காரணங்களுக்காகக் காற்றைக் குழாய் போன்ற அமைப்புகள் வழியே ஒழுங்குபடுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தை வெப்பப்படுத்தவோ குளிர்விக்கவோ, சற்றே விசையுடன் செலுத்த வேண்டியுள்ளது. அந்தப் பகுதியின் அமைப்பு, பரப்பு, வடிவம், குளிர்காற்று சுழன்று செலுத்தப்பட வேண்டிய இடம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துக் காற்றுச் செலுத்தப்படும் குழாய் அமைப்புகள் பல வகையாகத் திட்டமிடப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய காற்றுச் செலுத்தி அமைப்புகள் காற்றுப் பதிப்பி (air register) என்று கூறப்படும். பொதுவாக ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட காற்றைக் குறிப்பிட்ட வகையில் தாரைச் (jet) செலுத்தமாகச் செலுத்துவதற்கான அமைப்பைக் காற்றுப் பதிப்பி என்று கொள்ளலாம். ஆனால் விரவி (diffuser) என்று குறிப்பிடும்போது அந்த அமைப்பு, காற்றைப் பரவலான பகுதியிலும் செலுத்துகிறது. இத்தகைய அமைப்புகள் அறைகளின் பல இடங்களிலும் பொருத்தப்படலாம். தரையிலோ பக்கச் சுவர்களின் மேற்பகுதியிலோ கீழோ (தரைக்கு அருகிலோ) உத்திரத்திலோ சன்னல்களுக்கு மேற்பகுதியிலோ அமைப்பர்.

காற்றுப் பயன்படும் விதத்தைப் பொறுத்து மேற்கூறியவாறு பொருத்தப்படும் இடங்கள் வேறுபடலாம். அறை வெப்பப்படுத்தப்பட வேண்டியிருந்தால் இத்தகைய காற்றுச் செலுத்த அமைப்புகளைத் தரை விரிப்புப்பலகையின் (base board) சன்னல்களுக்குக் கீழே அல்லது சுவர்களின் அடிமட்டப்பகுதியில் அமைப்பதுண்டு. குளிர்விக்கப்படவேண்டிய அறைகளில் இத்தகைய அமைப்புகள் சுவரின் மேற்பகுதியில் அல்லது உத்திரங்களில் (beam) பொருத்தப்படுவதுண்டு. காற்றுப்பதனாக்கப்படும் (air condition) வீடுகளில் இத்தகைய காற்றுச் செலுத்தி அமைப்புகளைத் தரைக்கு அருகில் சுவரில் அமைப்பர். மேலும் சற்றே திசைவேகத்துடன் காற்று மேல்நோக்கி செலுத்தப்படக்கூடிய வகையிலும் இது அமைந்து இருக்கும்.

இத்தகைய காற்றுச் செலுத்தி அமைப்பில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் குழல்கள் காற்றுச் சுழற்சி வேண்டும் இடத்தில், திசையில், திசைவேகத்தில் சுவரை விட்டு வெளியேறும் வகையில், இடர்ப்பாடுகளை விட்டும் வெளியேறிப் பயன்தரும் வண்ணம் இருக்கும். இத்தகைய அமைப்புகளில் காற்றுச் செலுத்தத் திசையையும் வெளியீட்டு அளவையும்

சீராக்கும் வகையில் வழிமுறைகள் உள்ளன. மேலும் அறையுள் தூசு படியாமல் இருக்கவும், மிகு ஒலியுடன் கூடிய இயக்கமில்லாமலிருக்கவும், மிகு அழுத்த இழப்பு இல்லாமல் இருக்கவும் காற்றுச் செலுத்திகள் திட்டமிடப்பட்டு இருக்கும். இத் தகைய காற்றுச் செலுத்தி எளிதாகவும், அடக்கமாக வும், கையாளத்தக்க வகையில் அழகாகவும் திட்ட மிடப்பட்டுப் பல்வேறு அமைப்புகளுடன் பலவகையில் கிடைக்கும்.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நூலோதி. E.H. J. Pallelt, *Aircraft Instruments*, II Edition, Pitman Publishing Limited, Great Britain, 1981.

காற்றுப்பை (எந்திரப் பொறியியல்)

வானூர்தி குறிப்பிட்ட உயரத்தில் பறந்து கொண்டிருக்கும்போது அது பறக்கும் உயரம் திடீ ரெனக் குறைய நேரிடும். இத்தன்மை காற்றுப்பை (air pocket) எனப்படுகிறது.

வானூர்தி குறிப்பிட்ட உயரத்தில் பறக்கும் போது அதன் வழியில், கீழ் நோக்கி வீசும் காற்று எதிர்ப்பட்டால், இறக்கைகளைத் தாக்கும் கோணம் உடனடியாகக் குறைகிறது. இதனால் வானூர்தியின் செந்தூக்கு ஆற்றல் கூற்றின் அளவு, அதனுடைய எடையைவிடக் குறைவாக இருக்கும். எனவே, இந்தக் கூடுதல் எடையின் காரணமாக, வானூர்தி கீழ் நோக்கி இறங்குகிறது. கீழ் நோக்கிச் செயல்படும் முடுக்கத்தின் காரணமாக, வானூர்தியின் கீழே இறங் கும் வேகம் அதிகரிக்கிறது. கீழே இறங்கும் வேகத் திற்குத் தகுந்தவாறு தாக்கும் கோணம் மாறுபடு கிறது.

கீழ் நோக்கி வீசும் காற்றின்வேகமும், வானூர்தி யின் கீழ் இறங்கும் வேகமும் ஒன்றாக இருக்கும் போது இறக்கையைத் தாக்கும் கோணம் முன்பிருந்த அளவை அடைகிறது. இதனால் வானூர்தியின் எடையைச் செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு சமன் செய்கி றது. வானூர்தி தொடர்ந்து கீழ் நோக்கி இறங்காமல் அதே உயரத்தில் (முன்பு பறந்த உயரத்தைவிடக் குறைந்த உயரத்தில்) பறக்கிறது. சில வானூர்திகள் இத்தகைய விளைவை எதிர் கொள்ள நேரிட்டால், அதில் பயணம் செய்பவர்களுக்கும் வானூர்தி, காற் றில்லாத ஒரு பகுதியைக் கடப்பது போன்ற உணர்வு ஏற்படும்.

வானூர்தி பறக்கும்போது மேல்நோக்கி வீசும் காற்றை எதிர்கொள்ள நேரிட்டால் வானூர்திக்கு மேற்கூறிய விளைவுக்கு எதிரான விளைவு ஏற்படும். அதாவது தாக்கும் கோணம் அதிகரிக்கும். அதன் விளைவால் செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு வானூர்தியின் எடையைவிட மிகுதியாகும். எனவே, வானூர்தியின் பறக்கும் உயரம் அதிகரிக்கும்.

புவியின் வேறுபட்ட நிலப்பரப்புகளின் மேல், சூரியனால் ஏற்படும் கதிர்வீச்சின் விளைவாக மேலே குறிப்பிட்டுள்ள, காற்றின்மேல் நோக்கிவீசும் தன்மை யும், கீழ்நோக்கி வீசும் தன்மையும் ஏற்படுகின்றன. மேலும், கிடைமட்டமாக ஏற்படும் காற்றுச் சுழல் கள் (பெரிய அளவில் ஏற்படும் கொந்தளிப்புகள்) காற்றில் இத்தன்மைகள் ஏற்படக் காரணமாக உள்ளன.

- எஸ். நாகேஸ்வரன்

நூலோதி. Bernard Etkin, *Dynamics of Flight Stability and Control*, II Edition, John Wiley & Sons, New York. 1982. A.C. Kermode, *Mechanics of Flight*, Himalayan Books, New Delhi, 1982.

காற்றுப் பை (கடலியல்)

பெரும்பான்மையான எலும்பு மீன்களில், உடற்குழிச் சவ்வின் (peritoneum) வெளியே ஒரு மிதவை உறுப்புக் காணப்படுகிறது. இது உணவுப்பாதைக்கும் முதுகெலும்பிற்குமிடையே வெள்ளி நிறத்தைக் கொண்ட காற்றினால் நிரப்பப்பட்ட பை போன்ற உறுப்பாகும். இதற்குக் காற்றுப்பை என்று பெயர். ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கார்பன் டைஆக்சைடு ஆகியவற்றின் கலவையே இதனுள்ளிருக்கிறது. இவ் வளிமக் கலவையின் வீதம், வெளிக்காற்றின் வளிம வீதத்தை விட மிகுதியாக மாறுபட்டே காணப்படு கிறது. இதனால் இவ்வுறுப்பு வளிமப் பை (gas bladder) என்றும் குறிப்பிடப்படும். மீனைச் சமநிலை யில் வைத்திருத்தல், இயக்குதல் ஆகிய பணிகளில் பங்கு கொள்ளும் காரணத்தால் இதைக் காற்று மிதவை (air float) என்றும் நீந்தும் பை (swim bladder) என்றும் கூறுவர்.

கருவியல்படி, காற்றுப்பை உணவு மண்டலத்தின் சிறப்படைந்த பகுதியாகவே கருதப்படுகிறது. வளர்ச்சி அடைந்த மீன்களில் காற்றுப்பையையும், உணவு மண்டலத்தையும் இணைக்கும் காற்றுக் குழாய் (pneumatic duct) காணப்படுகிறது. இத் தகைய மீன்களுக்கு ஃபைசோஸ்டோமஸ் என்று பெயர். சிலவற்றில் இக்காற்றுக் குழாய் இன்றிக் காற்றுப்பையின் முன் பகுதி வளர்ச்சி குன்றி மூடப் பட்டுள்ளது. மூடிய காற்றுப்பையின் அமைப்பில் வேறுபட்ட இரு பகுதிகளைக் காணலாம். அவை: வளிமச்சுரப்பியும், அதனுடன் தொடர்பு கொண்ட

செஞ்சுரப்பியும் (red glands) கொண்ட கீழ் முன் சுரக்கும் பகுதி (antero ventral secretory region), நீள் வட்ட அறை (oval) என்ற உறிஞ்சும் பகுதியைக் கொண்ட பின் மேல் பகுதி (posterodorsal region).

காற்றுப் பைக்கு இரத்தம் அளிக்கும் முறையிலிருந்து அதன் வளர்ச்சி, பணி ஆகியவற்றைப் பற்றிய சில தகவல்களைத் திரட்டமுடியும். பாலிப்டிரஸ், டிப்னாய் ஆகிய மீன்களில் கடைசி மூச்சு வளைவுகளிலிருந்து (6th branchial arch) புறப்படும் ஒரு நுரையீரல் தமனி மூலம் ஆக்சிஜனற்ற இரத்தம் வந்து சேர்கிறது. இங்கிருந்து நுரையீரல் சிரை வழியாக இரத்தம் இதயத்திற்குத் திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. இந்த முறைதான் ஏமியாவிலும் (Amia) காணப்படுகிறது. ஆனால் ஏனைய ஆரைத்துடுப்பு மீன்களில் (actinopterygii) மேல் தமனியிலிருந்து ஆக்சிஜன் உள்ள இரத்தமே அளிக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து சுவாசித்தலே காற்றுப்பையின் முதன்மையான பணி என்றும், இப்பணி பல மீன்களில் காணப்படுகிறது என்றும் கருதப்படுகிறது. ஆனால் இக் காற்றுப்பை எலும்பு மீன்களின் மேற்புறத்தில் காணப்படுவதாலும், மூடிய குழாய் இருப்பதாலும், அதற்கு ஆக்சிஜன் உள்ள இரத்தம் அளிக்கப்படுவதாலும் இதற்கு வேறு பல பணிகளும் உண்டு எனலாம்.

ஃபைசோஸ்டோம் (physostome) மீன்களில் காற்றுப்பைக்கு, உடற்குழிக் குடல் தாங்கித் தமனியிலிருந்து ஒரு கிளை வழியாக இரத்தம் அளிக்கப்பட்டு, கல்லீரல் போர்ட்டல் மண்டலம் வழியாக இதயத்திற்குத் திருப்பியனுப்பப்படுகிறது. ஃபைசோகிளிஸ்டஸ் மீன்களில் காற்றுப்பையின் சுவர் போன்ற பகுதியும், ரெட்டியா மிராபிலியா (retia mirabilia) ஆகியவற்றுடன் உடற்குழிக்குடல் தாங்கித் தமனியும் கல்லீரல் போர்ட்டல் மண்டலத்தின் ஒரு சிரையும் தொடர்பு கொள்கின்றன. மேல் மூலத் தமனியின் விலா இடைக்கிளைகளின் (inter costal branches) மூலமாக நீள்வட்ட அறை, பைச்சுவர் ஆகிய பகுதிகளுக்கு இரத்தமளிக்கப்பட்டுப் பின் கார்டினல் சிரை வழியாக அது இதயத்தை அடைகிறது.

உடற்குழிக் குடல் தாங்கி செல்திறனிலிருந்து ஒரு கிளை வழியாகப் பரிவு நரம்பு மண்டலத்தால் (sympathetic) காற்றுப்பைக்கு, நரம்பூட்டம் அளிக்கப்படுகிறது. மேலும் இட வலக்குடல் அலையும் நரம்புகளின் (intestinal vagus nerve) கிளைகளையும் காற்றுப்பை பெறுகிறது. ஒலி எழுப்பும் பணியில் இணைந்து நிற்கும் வரித்தசைகள் தண்டுவட நரம்பையும் பெறுகின்றன.

காற்றுப்பையின் முக்கியமான பணிகளிலொன்று, நீருக்குள் தன்னை நிலைப்படுத்தும் திறனாகும். மீனின் ஒப்படர்த்தி அல்லது வீத எடை நீரைவிடக் கூடுதலாகும். காற்றுப்பையை நிரப்பிக் கொண்டிருக்கும் வளிம அளவில் உண்டாக்கப்படும் மாற்றம் அதன் கன அளவில் மாற்றமுண்டாக்க இது மீனின் ஒப்படர்த்தியைக் கூட்டவோ, குறைக்கவோ செய்கிறது. இத்தகைய காற்றுப்பை ஒன்றைக் கொண்டிருக்கும் மீன், ஒரு குறிப்பிட்ட நீர்மத்தில் தன்னை இருத்திக்கொள்ள இயலுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட நீர் மட்டத்தினின்று ஒரு மீன் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்போது அந்த மீனின் மேலுள்ள நீரின் அளவு கூடுதலாகிறது. மீனின் உடல் மேல் இந்நீரால் ஏற்படும் அழுத்தம் கூடுகிறது. அவ்வாறே காற்றுப்பையின் மேல் உண்டாகும் நீரின் அழுத்தமும் கூடுகிறது. இதன் விளைவாகக் காற்றுப்பையின் கன அளவு குறைக்கப்படுகிறது. இறுதியில் மீனின் ஒப்படர்த்தியில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. அதாவது மீன் நீரின் ஆழத்திற்குச் செல்லச் செல்ல அதன் உடல் எடையும் அதிகரிக்கிறது. மேல் மட்டத்தை நோக்கி மீன் செல்லும்போது, இதற்கு நேர்மாறான மாற்றங்கள் இடம் பெறுகின்றன. அதாவது நீரின் அளவு குறைய அதனால் உண்டாகும் அழுத்தமும் குறைகிறது. இந்தக் கொள்கையைப் பின்பற்றியே காற்றுப்பை செயல்படுகிறது. காற்றுப்பையில் அடங்கியுள்ள வளிம அளவைக் கூட்டுவது அல்லது குறைப்பதால் காற்றுப்பையின் கன அளவில் மாற்றங்கள் ஏற்படும்.

ஃபைசோஸ்டோம் மீன்களில், காற்றுக்குழாயின் உதவியால் காற்றை உட்கொள்ளவோ, வெளியேற்றவோ முடிகிறது. இக்காற்று ஒரு விசையுடன் காற்றுப்பைக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. ஆனால் காற்றுப்பையை நிரப்ப வேண்டியுள்ளது. கார்ப் (carp) கெளுத்தி (carfish), குளுப்பீடு (clupeids) ஆகிய கீழின மீன்களில் இத்தகைய நிலையைக் காணலாம்.

நீரின் மேல்மட்டத்திற்கு வாராமல் நீரினடியில் இருக்கும்போதே காற்றுப்பையில் ஆக்சிஜன் நிரப்பக் கூடிய நிலை இரண்டாம் வகையாகும். விலாங்கு (eel) போன்ற மீன்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. நீரிலுள்ள ஆக்சிஜன் செவுள்களால் ஈர்க்கப்பட்டு இரத்த ஓட்டத்தால் காற்றுப் பையின் சுவரிலுள்ள செஞ்சுரப்பி எனப்படும் தந்துகிகளின் தொகுப்பிற்குச் செலுத்தப்படும். பின்னர் ஆக்சிஜன் சுரக்கப்பட்டுக் காற்றறையினுள் செலுத்தப்படுகிறது. இம்முறையால் மீன் மேல் நோக்கிச் செல்லும்போதும் கீழிறங்கும் போதும் தன்விகித எடையைச் சரியான அளவில் சீர்படுத்த முடியும். கூடுதலான வளிமம் காற்றுக்குழல் வழியாக வெளிச் செல்ல முடியும். அதனால் அவ்வப்போது மீன் நீரின் மேல் மட்டத்திற்கு வர வேண்டிய தேவையும் இல்லாமற் போகிறது.

ஃபைசோக்கிளிஸ்டஸ் அல்லது மூடியிருக்கும் மிதவை உறுப்பே சிறந்த மிதவை உறுப்பாகக் கருதப்படுகிறது. இது பெரும்பான்மையான மீன்களில் காணப்படுகிறது. செஞ்சுரப்பியோடு கூடுதலாக

ஒரு காற்றுச் சுரப்பி வளர்ச்சியடைந்துள்ளது. இது ஆக்சிஜனைச் சுரக்கும் பணியை மேற்கொள் கிறது. காற்றுப்பையின் பிற்பகுதியில் இரத்தத்தந்துகி களாலான நீள்வட்ட அறை என்னும் தொகுப்பு உள்ளது. இது கூடுதலான காற்றை அகற்ற உதவு கிறது. இவ்வறையைச் சுற்றிலும் இடம் பெற்றுள்ள சுருக்குத்தசை (sphincter muscle) வளையம் இதைத் திறக்கவோ மூடவோ பயன்படுகிறது. இம்முறை யால் காற்றுக்குழலுக்குப் பயன் இல்லாததால் இது மீனின் வளர்ச்சியில் மறைந்து விடுகிறது.

காற்றுப்பைக்குச் செல்லும் நரம்பைத் துண்டித்து விட்டால், வளிமச்சுரப்புத் தடைப்படுகிறது. இந் நரம்பை மின்விசையால் தூண்டிவிட்டால் ரிசார் பெண்ட் மஸ்குலாரிஸ் மியூக்கோசாவை மீளச் செய்து, நீள்வட்ட அறையைத் திறக்கவும் செய்கிறது. மேலும் சுரக்கும் மியூக்கோசாவைக் கீற்றுகளாக எடுத்து அட்ரீனல் கரைசலில் போட்டால் சுருங்கியும், அசெட் டைல் கோலினில் இட்டால் எவ்விதமாற்றமும் இல்லாமலும் காணப்படும். ரிசார்பெண்ட் மியூக் கோஸா, அசெட்டைல் கோலின் கரைசலுக்குச் சுருங்கவும் அட்ரீனலின் மற்றும் அட்ரோப்பின் போன்றவற்றிற்கு விரியவும் செய்கிறது. அகப்படை ஸ்ப்ளாங்க்னிக் (splanchnic) நரம்பு துண்டிக்கப் பட்டாலோ, மின் விசையால் தூண்டப்பட்டாலோ தசைப்பகுதி தாக்கமடைவதில்லை.

காற்றுப்புறத்தில் வளிமக் குறைதல் அல்லது கூடுதல் போன்ற செயல்களுக்குக் காற்றுப்பையின் அழுத்த மாற்றம் மட்டுமே காரணம் எனக்கூற முடியாது. ஏனெனில் உணரும் உறுப்புகள் இச்சுவரில் இல்லை. வெபேரியன் (weberian) சிற்றெலும்புகள், வளிமச் சுரத்தலோடு எவ்விதக் கட்டுப்பாடும் பெற வில்லை. துடுப்புகள், உடல் தசைகள் ஆகியவற்றின் உதவி கொண்டே சமநிலை அடையும். எனவே இத்துடுப்பு அசைவு சில தூண்டலை (proprioceptive stimuli) ஏற்படுத்தி அதனால் வளிமத்தைக் குறைக் கவோ கூட்டவோ செய்கிறது. மீன் சம நிலையில் இல்லையென்றால் சில வெளி உணர் உறுப்புகள் தூண்டப்பட்டு வளிமச் சுரத்தல் அல்லது வளிமக் குறைதலையும் துடுப்பு அசைவுகளையும் தூண்டு கின்றன என முடிவு செய்யலாம்.

இவ்வாறு நீரில் மீனைச் சமநிலையில் இருக்கு மாறு செய்வதே காற்றுப் பையின் முதல் பணி யாக இருந்தாலும் இது வேறுசில பணிகளையும் மேற்கொள்வதுண்டு. சில மீன்களில் காற்றுப்பை சுவாச உறுப்பாகச் செயல்படும் வகையில் மாற்றி அமைக்கப்பட்டிருப்பதும் உண்டு. ஆக்சிஜன் குறைந்த சதுப்பு நிலக்குட்டைகளில் வாழும் சில ஃபைசோஸ் டோம் மீன்களில் இவ்வகை மாற்றத்தைக் காணலாம். இவ்வகை மீன்களில் காற்று வாய் வழியாகவே உள்ளே செல்கிறது. இம்மீன் கீழிருந்து நீர்ப் பரப்பை வந்தடைந்து குமிழ்க்காற்றை ஏற்றுக் காற்றுக்குழல் வழியாக நீந்தும் பைக்கு அனுப்பு கிறது. காற்று வாய்வழியாகவோ செவுள் துளை வழியாகவோ நீர்ப்பரப்பிற்குச் சிறிது தொலைவிலேயே வெளியிடப்படுகிறது.

இவ்வாறு நுரையீரலாக மாற்றமடையாத காற்றுப்பையைக் கொண்ட ஃபைசோஸ்டோம், ஃபை சோகிளிஸ்ட் மீன்களில் ஆக்சிஜன் குறைவு வரும் போது மூச்சுவிடக் காற்றுபையில் சேர்த்து வைக்கப் பட்டுள்ள ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்திக் கொள் கின்றன. வரிக்கெண்டை (banded perch), மஞ்சள் கெண்டை (yellow perch), தேரை மீன் (food fish), பொன்மீன் (gold fish) ஆகியவற்றைச் சான்றாகக் கூறலாம். எனினும் இவ்வாறு ஏற்கப்படும் ஆக்சிஜன், மீனின் தேவையை சில நொடிகளுக்கு மட்டுமே ஈடு செய்வதாக இருப்பதால் காற்றுப்பையை ஆக்சிஜன் கலனாகக் கருத முடியாது

குளுப்பீடு மீன்களில் காற்றுப்பையின் முன் முனை இரு வலிவான நாண்கள் மூலம் செவியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. காற்றுப்பையின் அளவில் உண்டாகும் மாற்றங்கள் இந்நாண்களின் வழியாகச் செவிக்குச் செலுத்தப்படுவதன் மூலம் மீனைச் சம நிலையில் வைக்கின்றன. கெளுத்தி முதலிய மீன்களில் இவ்விணைப்பு, சங்கிலித் தொடர்போல அமைந் திருக்கும் விபீரியன் சிற்றெலும்புகளின் மூலம் செவியின் பார்ஸ் இன்ஃபீரியர் பகுதியுடன் இணைக் கப்பட்டுள்ளது. இவ்வெலும்புகள் உண்மையில் முதல் நான்கு முள்ளெலும்புகளின் சிறப்பற்ற பகுதிகளே ஆகும். இவற்றுள் இறுதியிலுள்ள சிற்றெலும்பே பெரிய அளவுடையது. இது காற்றுப்பையோடு பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

முதல் சிற்றெலும்பு உள் செவியுடன் நேரடித் தொடர்பு கொண்டது. இவ்வித ஓர் அமைப்பு, காற் றுப்பையில் ஏற்படும் கனபரிமாண மாற்றங்களுக்கு மீனின் உணர்வை மிகுதிப்படுத்தக் கூடியதாகவும், காற்றுக்குழாய் வழியாகத் தப்பிச் செல்லும் வளி மத்தை நுணுக்கமாகக் கட்டுப்படுத்தக் கூடியதாக வும் உள்ளது. சில மீன்களில் குறிப்பாக, லோச்சு வகைகளில் காற்று அழுத்த மாறுதல்களுக்கு இந்த விபீரியன் சிற்றெலும்புகள் கூருணர்வு கொண்டுள் ளமையால் இது ஒரு காற்று அழுத்த அளவியாகப் பணிபுரிகிறது. நீரில் மீன்கள் மேலும் கீழுமாக நிலை மாற்றப்படும்போது இக்காற்றுப்பை அழுத்தப்படு கிறது அல்லது அழுத்தம் குறைக்கப்படுகிறது. எனவே காற்றுப்பை ஓர் அழுத்த அளவியாக அல்லது காற் றழுத்த அளவியாக அல்லது நீர்த் தொலைபேசி யாகக் கூடப் பணிபுரியும் வாய்ப்புள்ளது.

அண்மை உறுப்புகளில் உண்டாகும் ஒலியைப் பெருக்க, காற்றுப்பை ஓர் ஒலிபெருக்கியாகச் செயல் படுகிறது. விசைமீன்களில் கழுத்துக் காரை எலும்பு களின் பின் பகுதியோடு கிளைத்ரம் (cleithrum)

உராய்வதால் உண்டாகும் ஒலியை மிகைப்படுத்திக் காட்டும் ஒலிபெருக்கியாகக் காற்றுப்பை செயல்படுகிறது. பல மீன்களில் காற்றுப்பையின் காற்றுக்குழல் வழியாக வளிமக்குமிழ்கள் வெளியேறும்போது ஒலி எழுப்பப்படுகிறது. ஐரோப்பிய விலாங்கிலும் ஆஸ்டீரியோ பைஸி மீன்களிலும் அமெரிக்க விலாங்கிலும் இவ்வாறு ஒலி எழுப்பப்படுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது.

சில கெளுத்தி மீன்களில் காற்றுப்பைச் சுவர், சுருங்கிமீளும் சுருள் உறுப்பால் (elastic spring apparatus) அதிர்வைப் பெற்று ஒலி எழுப்புகிறது. நான்காம் முள்ளெலும்பின் குறுக்கு நீட்சி மருவலாலே இச் சுருள் உறுப்புத் தோன்றியுள்ளது. இது பின்புறம் காற்றுப்பைச் சுவருடனும், முன்புறம் வலிமை மிகுந்த தசையால் மண்டையோட்டின் பின்பகுதியுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பிற கெளுத்தி மீன்களில் பறைத் தசைகள் (drumming muscles) நேராக மண்டை ஓட்டிலிருந்து காற்றுப்பைச் சுவருக்குச் செல்லும். ஒலி எழுப்பும் தசைகள் பொதுவாக வரித்தசைகளே ஆகும். இவை தண்டுடை நரம்பால் நரம்பூட்டம் பெற்றவை. காற்றுப்பைக்கும், செவிகளுக்குமிடையே தொடர்புள்ள மீன்களால் 7000-10,000 அலைவு எண் கொண்ட ஒலியைக் கேட்க முடிகிறது.

இவ்வாறு எழுப்பப்படும் ஒலி ஒரு மீன் மற்றொரு மீனுடன் தொடர்பு கொள்வதற்காகவும் இனப் பெருக்கக் காலத்தில் குறிப்பிட்ட முக்கியத்துவம் கொண்டதாகவும் தற்காப்புக்கோ தாக்குதலுக்கோ பயன்படக்கூடியதாகவும் இருக்கும். சயானிடுகள் (sciaenids) வைகறையிலும், அந்திப்பொழுதிலும் பாடல் (chorns) ஒலி எழுப்பும் இயல்புடையன. தேரை மீன்கள் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் துணையை அழைக்க ஒலி எழுப்புகின்றன. ஆழ்நீர் மீன்களில் அழைப்பொலியைத் தொடர்ந்து ஓர் எதிரொலி கேட்பது பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளது. எனவே மீன்கள் எதிரொலி உண்டாக்கும் ஓர் அமைப்பைப் (echo sounding system) பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

இவற்றில் நீர்ம நிலைப்படுத்துதலே முக்கியமான பணியாகும். எனவே சுறுசுறுப்பான நடுநீர் நீந்திகளில் இந்நீந்தும் பை சிறப்பாக வளர்ச்சி பெற்றுக் காணப்படுகிறது. மலை ஓடைகளிலும், வேகநீர் ஆறுகளிலும் வாழும் மீன்களில் இவ்வுறுப்புக் காணப்படவில்லை. கடலின் தாழ்ந்த கரையோரப் பகுதிகளில் வாழும் மீன்களும் காற்றுப்பை அற்றே காணப்படுகின்றன. ஃபைசோஸ்டோம்கள் நன்னீரில் மிகுதியாகவும் கடலின் நெரிட்டிக் (neritic-zone) பகுதியில் குறைவாகவும் காணப்படும் ஆழ் நீரை முற்றிலும் குடியிருப்பாகக் கொள்ளவும் மேற்பரப்பிற்கு அடிக்கடி சென்று வளிமத்தை நிரப்பிக் கொள்ளும் தொல்லையிலிருந்து விடுபடவுமே காற்றுப்பை மூடப்பெற்று, வளிமச் சுரப்பியும் ரிட்டியாமிராபிலியாவும் படிமலர்ச்சியின் போது தோன்றத் தொடங்கின. மூடப்பட்ட காற்றுப்பை கொண்ட மீன்கள், ஓர் ஆழத்திலிருந்து மறு ஆழத்திற்குச் செல்லும்போது வேகம் குறைந்துவிடும். மிக ஆழமான நீரில் வாழும் மீன்களில் மூடிய பையுள் வளிமத்தைச் சுரத்தலுக்கு மிகு ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. ஆகவே இது ஓர் எளிய முறை ஆகாது. எனவேதான் இம்மீன்களில் காற்றுப்பை முற்றிலும் மறைந்தோ கொழுப்புச் சேர்த்து வைக்கப்படும் ஒரு தொகுப்பு உறுப்பாகவோ மாறியிருக்கலாம்.

-கீதா பால்

காற்று மண் காப்புத்திரை

பயிர்வளர்ச்சியைக் கட்டுபடுத்தக்கூடிய பல காரணிகளில் காற்று மிக முக்கியமானதாகும். காற்று, பயிரின் நுண் காலநிலையைப்பாதிப்பதோடு மட்டுமல்லாமல், சில சமயங்களில் பயிரை வேரோடு சாய்த்தும் அழித்துவிடுகிறது. புயல் காற்று, பெரிய மரத்தைக்கூட மண்ணோடு மண்ணாகச் சாய்த்துவிடும். பயிர் வளர்க்க முடியாத சூழ்நிலையில் உழுத நிலம் புழுதியாக இருக்கும்போது வளமான நிலம் காற்றால் பாழ்படுகிறது. எனவே காற்றின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்த உறுதியாக வளரக்கூடிய வலிவான மரங்கள் வயல் ஓரங்களிலும், மண் அரிப்பு மிகுந்துள்ள சமவெளிகளிலும் வரிசையாக நடப்படுகின்றன. இம்மரங்களையே காற்றுமண் காப்புத்திரை (shelter belt) என்பர். இது பல வழிகளில் காற்றின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்திப் பயிர் வளர்ச்சிக்கு உறுதுணையாக உள்ளது.

நுண்காலநிலை. காற்றுமண் காப்புத் திரை பயிரின் நுண்காலநிலையைப் பாதுகாக்கிறது. பயிர் வளர்ச்சிக்கும் விளைச்சலுக்கும் நுண்கால நிலை மிக முக்கியமானதாகும். பயிரின் தட்பவெப்பநிலையும், வளிமண்டலமும் மிகு வேகமுள்ள காற்றால் பாதிக்கப்படும். தற்போது வளி மண்டலத்தில் 0.035% கார்பன் டைஆக்சைடு உள்ளது. ஆனால் மிகுதியான காற்று இச்சூழ்நிலையை மாற்றுகிறது. பயிரின் வெப்பநிலை மிகுதியாகிறது. பயிரின நீராவிப்போக்கும் மிகுந்து, பயிர் மிகு விரைவிலேயே வறட்சிக்கு உள்ளாகிறது. ஆனால் வயலோரங்களில் மரங்களை நட்டுக் காற்றுக்குத் திரை ஏற்படுத்துவதால் பயிரின் தட்பவெப்பநிலையும் நீராவிப்போக்கும் குறைந்து பயிர்கள் நீரைப் பயன்படுத்தும் திறன் மிகுதியாகிறது.

காப்புத்திரைக்கு ஏற்ற மரங்கள். காப்புத்திரை மரங்களை, காற்றின் திசை, வேகம் இவற்றைப் பொறுத்து நடவேண்டும். முந்திரி, சவுக்கு, வாகை,

இலவம், பனை, புங்கன், ஓடை போன்ற மரங்களை நிலத்திற்கு ஏற்றவாறும், சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறும் நட வேண்டும். வரப்பு ஓரங்களில் காற்று அடிக்கும்திசையை நோக்கி மரங்களை வரிசையாக நட வேண்டும். ஏறத்தாழ 1.25 மீட்டர் இடைவெளியில் குழி வெட்டி, ஒவ்வொரு குழிக்கும் 5 கிலோ மட்கிய தொழு உரம் இட்டு மரக்கன்றுகளை நட வேண்டும். பொதுவாக ஜூலை– அக்டோபர் வரை நடவு செய்யலாம். இம்மரங்கள் வளர்ந்து காற்றின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்திப் பயிர்வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற தட்பவெப்ப நிலையைக் கொடுப்பதுமட்டுமல்லாமல், மண்அரிப்பையும் தடுக்கின்றன. சராசரியாக நன்குவளர்ந்த மரம், ஆறு ஆண்டுகளில் 50கிலோ எடையுள்ள மரக்கட்டையைக் கொடுக்கிறது. மரங்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து வருவாய் பெருக வாய்ப்புள்ளது.

மண் அரிப்பைத் தடுத்தல். பொதுவாக மேல் மண்ணில்தான் நுண்ணுயிர்களின் செயல்கள் மிகுதியாக இருக்கும். இங்கு மண் வளமிக்கதாக இருக்கும்; இம்மண்பரப்பைக் காற்று அரித்துக்கொண்டு சென்றுவிடுகிறது. எனவே மண் அரிப்பைத் தடுப்பது இன்றியமையாததாகிறது. காற்றுக் காப்புத்திரை அமைப்பது விளைச்சலைப் பெருக்க ஒரு வழியாகும். மண், செடியின் வேர்களுடன் நன்றாகப் பொருந்தி ஒரு வலிமையான சூழ்நிலையை உருவாக்குகிறது. மேலும் மண் பயிர்களுக்கு வேண்டிய உணவுச் சத்துகளைத் தேக்கிவைத்துப் பயிர்களுக்கு அளிக்கிறது. மண் அரிப்பால் இச்சூழ்நிலை பாதிக்கப்பட்டு வளம் குறைந்த மண் மேலே கொண்டுவரப்பட்டுப் பயிர் செய்வதற்கு ஒவ்வாததாகிவிடுகிறது. சில இடங்களில் இலை, சருகு போன்றவற்றைப் போட்டு நிலத்தை மூடி விடுவர். இவ்வாறு செய்வதால் மண் அரிப்புத் தடுக்கப்பட்டு ஈரம் பாதுகாக்கப்படுகிறது. வறட்சிப் பாதிப்புக்குள்ளாகும் நிலங்களில் கொள்ளுப்பயறு விதைக்கலாம். இப்பயறு வகை வறட்சி நிலங்களில் நன்கு வளர்வதோடு மட்டுமல்லாமல் மண் அரிப்பையும் பாதுகாக்கும்.

காற்றால் ஏற்படும் விளைவுகள். காற்று, பயிரின் இலையைச் சுற்றி உள்ள ஈரப்பதத்தை அகற்றி, நீராவிப்போக்கை மிகுதிப்படுத்தி, பயிர்வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நீரின் அளவைப் பெருக்கும். காற்றால் இலைப்பரப்பு பலவாறாகக் கிழிவதால், ஒளிச்சேர்க்கை பாதிக்கப்படுகிறது. சில சமயங்களில் இலையின் ஓரங்கள் சிவப்பு அல்லது பழுப்பு நிறமாக மாறி இருக்கும். இதுவும் ஒளிச்சேர்க்கையைக் குறைக்கும். தென்னை, வாழை, மா போன்ற மரங்கள் மிகு வேகமுள்ள காற்றால் முறிகின்றன. அடிக்கடி காற்றின் பாதிப்புக்குள்ளாகும் பயிரின் இலைகள் தடிப்பாகவும், சிறியவாகவும் மாறிவிடுகின்றன. செடிகளின் உயரம் குறைந்தும், தடித்தும், உலர் எடை குறைந்தும் காணப்படும்.

காற்றுத் திரையால் ஏற்படும் நன்மைகள். செடிகளின் தட்பவெப்பநிலை பேணப்படுகிறது. ஒளிச்சேர்க்கை மிகுதியாகிறது. காப்புத்திரைகள் தக்காளி, கோதுமை, பருத்தி, மொச்சை, சர்க்கரைவள்ளிக் கிழங்கு போன்ற பயிர்களில் விளைச்சலைப் பெருக்குகின்றன என ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன. பயிர்களில் புரத உற்பத்தி அதிகரிக்கிறது. காப்புத் திரைக்காக மரங்களை நடுவதில், சூரிய காந்தியால் பெருமளவில் மகரந்தச்சேர்க்கை உண்டாகி விளைச்சல் மிகுதியாவதாகத் தற்போதுகண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

- கொ. பாலகிருட்டிணன்

நூலோதி. J. W. Sturrock, *Wind Effects and their Amelioration in Crop Production*, Oxford and IBH, New Delhi, 1984.

காற்று மண்டல அமைப்பு

புவியைச் சுற்றி அமைந்துள்ள காற்று மண்டலம் பல்வேறு அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளது. வெப்பநிலையைக் கொண்டும், மின்திறன் ஆற்றலைக் கொண்டும் காற்று மண்டலத்தை வெவ்வேறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கும்போது காற்று மண்டலம் பல அடுக்குகள் கொண்டதாகவும், ஒவ்வோர் அடுக்கின் முடிவே அதன் எல்லைப் பிரிவாகவும் அமையுமாறு பிரிக்க வேண்டும். காற்று மண்டலம் ட்ரோபோ அடுக்கு, ஸ்ட்ராடோ அடுக்கு, மீசோ அடுக்கு, தர்மோஅடுக்கு, எக்சோ அடுக்கு என ஐந்து அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளது. மின்திறன் ஆற்றலைக் கொண்டு காற்று மண்டலத்தைப் புவியின் பகுதி, அணு அடுக்குப்பகுதி, மின் காந்த அடுக்குப் பகுதி, வான் அலன் கதிர்வீச்சுச் சுற்றுப்பகுதி என நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

புவியின் மிக அருகில் உள்ள ட்ரோபோ அடுக்கில் தான் காற்று மண்டலத்தில் இருக்கும் ஏறத்தாழ ஐந்தில் நான்கு பங்கு பொருள்கள் உள்ளன. இங்கு தான் மேகம், மழைநீர், பனி ஆகியவை உள்ளன. இவ்வடுக்கில் தட்பவெப்பநிலை மிக விரைவில் மாற்றம் அடைவது ட்ரோபோ என்னும் சொல்லின் மூலம் விளக்கப்படுகிறது. இவ்வடுக்கு, கடல் மட்டத்தில் இருந்து 8-12 கிலோ மீட்டர் உயரம் வரை அமைந்துள்ளது. வட, தென் துருவங்களின் அருகில் இவ்வடுக்கு 8-10 கிலோ மீட்டர் உயரமுடையது. ஆனால் வெப்பநிலை மிகுந்த இடங்களில் 10 - 18 கிலோ மீட்டர் உயரம் கொண்டிருக்கும். இவ்வடுக்கில் உயரம் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறையும். இவ்வாறு குறைந்துள்ள வெப்பநிலை, இவ்வடுக்கின் எல்லைப் பகுதியாகிய ட்ரோபோ எல்லைப் பிரிவில் 50° - 79°C ஆக இருக்கும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இவ்வடுக்கின் எல்லைப் பிரிவிற்கு மேலே

உள்ள ஸ்ட்ராடோ அடுக்கு 50 கி.மீ உயரம் வரையில் அமைந்துள்ளது.

ஸ்ட்ராடோ அடுக்கில் தொடக்கத்தில் வெப்பநிலை ஓரே அளவாக இருந்தாலும் உயரம் போகப் போக வெப்பநிலை மிகுந்து காணப்படும். இப்பிரிவுக்கு மேலே இருக்கும் மிசோ அடுக்கில் வெப்பநிலை மிகவும் குளர்ச்சி அடைந்து ஏறத்தாழ 70°C ஆக அமையும். 80 கி.மீ. உயரத்தில் இவ்வடுக்கு உள்ளது. மிசோ எல்லைப் பிரிவுக்கு மேலே உள்ள தர்மோ அடுக்கு 480 கி.மீ. உயரத்தில் இருக்கும். இவ்வடுக்கின் உயரம் உயர உயர வெப்பநிலை மிகுதியாகி ஏறத்தாழ 1230°C அளவில் தர்மோ எல்லைப் பிரிவாக அமையும். இங்குள்ள இரவு, பகல் வெப்ப நிலைகள் பல நூறு பாகை அளவில் மாறுபட்டுள்ளன.

தர்மோ எல்லைப் பிரிவுக்கு மேலே உள்ள எக்சோ அடுக்கு, புவியிலுள்ள காற்று மண்டலத்தையும், அருகில் உள்ள பிற கோள்களின் அடுக்குகளையும் இணைக்கக் கூடியதாக உள்ளது. இவ்வடுக்கில் உள்ள அணுக்கள் புவி ஈர்ப்பில் இருந்து விடுபட்டுச் சென்றவையாகும். இவ்வணுக்கள் இவ்வடுக்கில் மிக வேகமாகச் சுற்றிக்கொண்டுள்ளன.

மின்னாற்றல் கொண்டு காற்று மண்டலத்தைப் பிரித்துள்ள பகுதிகளில், மின்னாற்றல் திறன் வேறுபடும். புவியிலிருந்து ஏறத்தாழ 80 கிலோ மீட்டர் தொலைவு வரை உள்ள பகுதியைப் புவிப்பகுதி எனலாம். இப்பகுதியில் மின்னாற்றல் அற்ற அணுக்களே நிறைந்துள்ளன. இவ்வணுக்களின் ஓட்டத்தைக் காற்று மண்டல அழுத்தமும், புவி ஈர்ப்புத் தன்மையும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவ்வழுத்தத்தைச் சீராக அமைக்கவே இடி உண்டாகிறது என்று கூறப்படுகிறது.

புவிப் பகுதிக்கு மேலே உள்ள அணு அடுக்குப் பகுதி ஏறத்தாழ 80-480 கி.மீ. தொலைவு வரை பரவியுள்ளது. இப்பகுதியில் மின்விசையுடைய அணுக்களும், மின் விசையற்ற அணுக்களும் கலந்துள்ளன. இப்பகுதியில் வானொலி செயல்படுகிறது.

அணு அடுக்குப் பகுதிக்கு மேலே இருக்கும் மின்காந்த அடுக்குப் பகுதி ஏறத்தாழ 480 கி.மீ. உயரத்தில் அமைந்துள்ளது. இங்குள்ள அணுக்களின் தன்மை, புவியில் உள்ள மின்காந்த ஆற்றலின் மூலமாக வேறுபடுகிறது. கதிர்வீச்சுப் பகுதி ஏறத்தாழ 3000-30,000 கி.மீ தொலைவு, அணு அடுக்குப் பகுதிக்கு அப்பால் உள்ளது. முதன் முதலில் இப்பகுதியைக் கண்டுபிடித்த அமெரிக்க அறிவியலார் ஜேம்ஸ் எ. வான் அலனின் பெயரைக் கொண்டே இப்பகுதி வான் அலன் கதிர்வீச்சுச் சுற்றுப் பகுதி என்று கூறப்படுகிறது. இப்பகுதியில் உள்ள அணுக்கள் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்தவையாக உள்ளன. இவ்வாறு காற்று மண்டலத்தைப் பல்வேறு பிரிவுகளாகப் பிரித்து அதன் அமைப்பும் தன்மையும் ஆற்றலும் கணக்கிடப் பட்டுள்ளன.

- க. மணியன்

காற்று மிதப்பு ஊர்தி

வானவெளியில் காற்றின் மிதப்பு விசையைப் பயன்படுத்தி மிதக்கும் ஒரு வானூர்தி காற்று மிதப்பு ஊர்தி (aerostat) என வழங்கப்படுகிறது. பலூன், சறுக்கு விமானங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. இவ்வகை ஊர்திகள் காற்று நிலையியலை அடிப்படையாகக் கொண்டவை.

ஒரு வளிமம் ஏற்படுத்தும் மிதப்பு விசையை அறுதியிட அதனுடைய எடை, அவ்வளிமத்தின் பரும அளவான காற்றின் எடை ஆகியவை இன்றியமையாதவை. காற்றின் அடர்த்தியைக் கொண்டு அதன் எடையைக் கணக்கிடலாம். இவ்விரண்டு எடைகளுக்குமிடையே உள்ள வேறுபாடு மிதப்பு விசையாகும்.

காற்று மிதப்பு ஊர்திகளில் பொதுவாகப் பயன்படும் 0°C வெப்பநிலை 76 செ.மீ. பாதரச அழுத்தத்திலுள்ள காற்றுடன் ஒப்பிடப்படும்.

கீழ்க்காணும் அட்டவணை 1இல் காற்றோடு ஒப்பிடப்பட்டுள்ள வளிமங்களின் தன்மைகளைக் காணலாம்.

அட்டவணை—1

காற்று மிதப்பு ஊர்திகளில் பயன்படும் வளிமங்கள்

வளிமம்	(ராத்தல்/ கன அடி)	காற்றில் வளிமங்களின் மிதப்பு விசை ராத்தல்/ ஆயிரம் கன அடி
ஹைட்ரஜன்	0.005610	75.110
ஹீலியம்	0.011143	69.577
நிலக்கரி வளிமம்	0.02580–0.05970	54.92–21.02
இயற்கைவளிமம்	0.05250	28.22

மிதப்பு விசையை மட்டுமே கொண்டு, ஒரு காற்று மிதப்பு ஊர்தி அடையும் உயரம், அதன் அழுத்த உயரம் எனப்படும். இவ்வுயரத்தில் பலூன்கள் அல்லது காற்றுப்பைகள் மிகு இழுவிசையுடன் (tout) இருக்கும். அழுத்த உயரத்தில் பலூனின் எடையும், அதன் மிதப்பு விசையும் சமமாக இருக்கும்.

அட்டவணை 2

உயரம் (அடி)	அடர்த்தி (ராத்தல்/கனஅடி)	உயரம் அடி	அடர்த்தி (ராத்தல்/கனஅடி)
0	0.0765	80.000	0.00277
10.000	0.0564	90.000	0.001676
20.000	0.0407	100.000	0.001023
30.000	0.0286	110.000	0.000637
40.000	0.0188	120.000	0.000404
50.000	0.01165	130.000	0.000260
60.000	0.00722	140.000	0.000170
70.000	0.00447	150.000	0.000113

இவ்வுயரத்தைத் தாண்டிச் செல்வதற்கு, பலூனுக்குள் கூடுதலாக வளிமத்தைச் செலுத்தவேண்டும். இதன் காரணமாக அதன் எடை கூடுகிறது. ஒரு சாதாரணநாளில் வெவ்வேறு உயரங்களில் காற்றின் அடர்த்தியை அட்டவணை 2இல் காணலாம்.

பலூன்கள் உயரும்போது, நிலையான மிதப்பு விசையைப்பெற, அதில் அடைக்கப்படும் வளிம அடர்த்தியையும் அதன் காரணமாகப் பலூனின் கொள்ளளவையும் மாற்றிஅமைக்க வேண்டும். இதனால் மிகு உயரப் பலூன்களில் அதன் பெரும உயரத்தை அடையும் முன்பு குறைவான அளவிற்கே வளிமங்கள் நிரப்பப்படுகின்றன.

- தி. அ. சங்கர்

நூலோதி. Arnold M. Kuethe, Chuen-yen chow, *Foundation of Aerodynamics - Bases of Aerodynamic Design*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York, 1976.

காற்று மூளை வரைபடம்

மூளை, தண்டுவடம் ஆகிய பகுதிகளைப் படமெடுத்து நோய் அறிய முயலும்போது மருத்துவர்கள பயன்படுத்தும் பல முறைகளில் காற்று மூளை வரைபடம் அல்லது மூளை வளிவரைபடம் (air encephalography or pneumo encephalography) என்பதும் ஒன்றாகும்.

1912இல் லக்கெட் (Luckett) எனும் மருத்துவர் தலையில் அடிபட்ட நோயாளி ஒருவரின் தலையுள் காற்று இருப்பதைக் கண்டறிந்து மருத்துவ உலகுக்கு அறிவித்தார். வயிற்றுப் பகுதியில் குத்துக்காயம் விழும்போது குடல் கிழிபட்டு அதனின்று வெளிப்படும் காற்று வயிற்றுப் பகுதியையும் நெஞ்சுப் பகுதியையும் பிரிக்கும் உதர விதானத்தில் (diaphragm) சேரும் நிலையை எக்ஸ்கதிர்ப் படங்களில் 1918இல் எதிர்பாராத விதமாகக் கண்ட வால்டர் டாண்டி என்பார் இதே அடிப்படையில் மூளைப் பகுதியிலும் காற்றைச் செலுத்தி மூளைப் படங்கள் எடுக்க முயன்றதன் விளைவே காற்று மூளை வரைபட முறையாகும்.

இம்முறையில் அடிப்படையாகச் சில உண்மைகள் உள்ளன. எக்ஸ்கதிர்ப் படங்களில் காற்று கருநிறமாகத் தெரியும் என்பது இதில் முதலாவதாகும். எனவே குறிப்பிட்ட மூளைப் பகுதிகளை ஒட்டிக் காற்றைச் செலுத்தி நிறுத்தினால் அப்பகுதிகள் எக்ஸ்கதிர்ப் படங்களில் கருநிறமாகவோ, கருங்கோடுகளால் வரையறை செய்யப்பட்டோ தெளிவாகத் தெரியும். உடலினுள் செலுத்தப் பெறும் காற்று விரைவில் இரத்தத்தில் சேர்ந்து வெளியேறிவிடும். எனவே, இக்காற்று, மூளைப் பகுதிகளில் நெடுங்காலம் நிலைத்திருந்து துன்பம் தர வாய்ப்பு இல்லை. ஆனால், இரத்தக் குழாய்களிலிருந்து இரத்தம் கசிந்து கொண்டிருக்கும் இடங்களில் காற்றுச் செலுத்தப்பட்டால், அக்காற்று இரத்தக் குழாய்களுள் பெருமளவில் விரைந்து புகுந்து மூளை போன்ற முக்கியமான பகுதிகளுக்குச் செல்லும் இரத்த ஓட்டத்தைத் தடைசெய்து பெருந்தீங்கு விளைவிக்கலாம்.

சூழலின் வெப்பநிலைகுச் சூடேறும்போது காற்று அளவில் விரியும். எனவே, ஆய்வு செய்யும் மருத்துவர்கள் இவ்வுண்மையைக் கருத்திற் கொண்டு தக்க அளவான காற்றையே பயன்படுத்த வேண்டும். மேலும் மூளையுள் செலுத்தப்படும் காற்று இவ்வாறு

விரிவடையும்போது நோயாளிக்குக் கடுமையான தலைவலி, வாந்தி முதலியன ஏற்பட்டு நோயாளி மயக்கமுறவும், உயிருக்கே தீங்கு விளையவும் வாய்ப் புண்டு. மூளைப் பகுதிகளுள் காற்றைச் செலுத்து முன், அப்பகுதிகளிலிருந்து தண்டுவட நீரை (*cerebro spinal fluid*) ஓரளவு வெளியேற்ற வேண்டி வரும். இவ்வாறு நீர் வெளியேற்றப்படுவதாலும், இந்நீரை வெளியேற்றும் பொருட்டு மூளை - தண்டுவடப் பகுதிகளுள் செலுத்தப் பெறும் ஊசிகளாலும் நோயாளிக்கு இரத்தக் கசிவு, மூளைச்சிதைவு போன்ற பெருந்தீங்குகள் விளையலாம்.

மூளைப் பகுதிகளுக்குள் செலுத்தப்படும் காற்று நுண்ணுயிர்களும் உட்புகுந்துவிட்டால் மூளை அழற்சி, மூளைக் காய்ச்சல் போன்றவை தோன்ற நோயாளிக்குப் பெருந்தீங்கு விளைய வாய்ப்புண்டு. நீர் நிறைந்த பகுதியுள் செலுத்தப்பட்ட காற்று நீரைவிட அடர்த்தி குறைந்ததாகவும் எடை குறைந்த தாகவுமிருப்பதால் அது மேல்நோக்கி நகரும். எனவே, முதுகுப் பகுதியில் ஊசி செலுத்தித் தண்டுவட நீரினுள் காற்றைச் செலுத்தும்போது நோயாளியின் தலைப்பகுதி உடலை விட உயரமாக இருக்குமாறு வைத்துக் கொண்டால் (நோயாளி உட்கார்ந்த நிலையிலிருந்தால்) முதுகுப் பகுதியில் செலுத்தப் பட்ட காற்று மெல்ல மேலெழுந்து தலையுள் புகுந்து மூளையைச் சூழ்ந்து பரவுவதோடு மூளையிலுள்ள நீரறைகளின் (ventricles) உள்ளும் புக வாய்ப்புண்டு. எனவே மூளைப் பகுதிகளைக் காற்றைக் கொண்டு படமெடுக்க வேண்டுமென்றால் மூளையினுள்ளேயே ஊசி செலுத்த வேண்டிய இன்றியமையாமை இல்லாமல் முதுகில் ஊசி செலுத்தியே எடுக்கக்கூடிய எளிய நிலை உள்ளது.

இத்தகைய உண்மைகளின் அடிப்படையில் கடைப்பிடிக்கப்பட்ட இவ்வரைபடமுறை ஏறத்தாழ 60 ஆண்டுகள் வரை உலகெங்கிலும் பயன்படுத்தப் பட்டது. ஆனால் அண்மைக்காலத்தில் மூளையாழக் கணிப்பொறிப் படமுறை (C.T. scan) வந்ததும். சிக்கல் மிகுந்த காற்று மூளை வரைபடமுறை பெரும் பாலும் கைவிடப்பட்டுவிட்டது. குறித்த சில வேளை களிலும், சில நுண் அறுவையிலும் இம்முறை பயன் படுத்தப்படுகிறது.

- கா. லோகமுத்துக்கிருஷ்ணன்

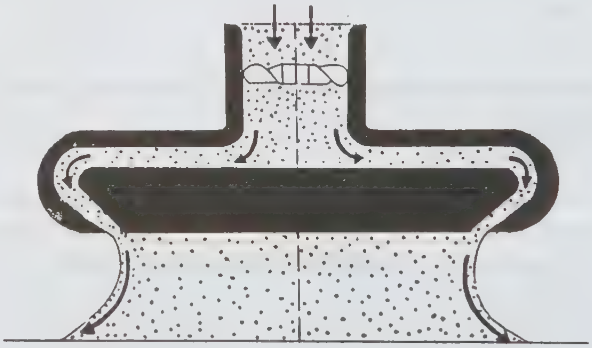
காற்று மெத்தை ஊர்தி

மெத்தை போலப் பரவியுள்ள காற்றில் செல்லும் ஊர்திகள் மிதக்கும் ஊர்திகள் (hover craft) எனப் படும். ஒரு விசிறியின் மூலமாகக் காற்றை அழுத்திக் குமிழ் (bubble) வடிவமாக மாற்றுவதால் இம் மெத்தை உருவாக்கப்படுகிறது. இக்குமிழ், ஊர்தியை நிலத்திலிருந்து மேலெழச் செய்கிறது. பிறகு இவ்வூர்தி தாரை (jet) அல்லது கப்பலின் இயக்குறுப்பு அல்லது விமானச் சுழல் விசிறியால் (propeller) செலுத்தப்படு கிறது. ஊர்திக்கும், அது செல்லும் பரப்புக்குமிடையே உள்ள குறைவான உராய்வே இவ்விதமான காற்று மெத்தை ஊர்திகளால் ஏற்படும் நன்மையா கும். காற்று மெத்தை ஊர்திகள் (air cushion vehicles) நிலத்தின் மீதும், கடலின் மீதும் ஒரே அளவான எளிய தன்மையுடன் இயங்குகின்றன.

காற்று மெத்தை ஊர்திகள் முதன்முதலில். சர் கிறிஸ்டோஃபர் காக்கரெல் என்பாரால் இங்கிலாந்தில் உருவாக்கப்பட்டன. அவை 1959 ஆம் ஆண்டு ஆங்கிலக் கால்வாயில் செலுத்தப்பட்டன. பின்னர் இன்று வரை அவை நிலத்திலும் நீரிலும் செலுத்தப் பட்டு வருகின்றன. ஊர்திகளின் காற்று மெத்தை, வளிமக்குழாய் போன்றுள்ளது. ஆனால் காற்று மெத்தை அமைப்பிலிருந்து காற்று, தொடர்ச்சியாக வெளியேறிக் கொண்டுள்ளது. இவ்வாறு வெளியேறும் காற்று ஆற்றல்மிக்க விசிறிகளால் அகற்றப்படுகிறது.

இக்காற்று மெத்தை பல வழிகளில்உள்ளடக்கப்படு கிறது. கலத்தின் அடிப்பகுதியைச் சுற்றி உறுதியான தொங்கும் அமைப்பு அமைக்கப்படுகிறது. ஆனால் இவ்வமைப்பு நிலப்பரப்பின் மீதோ, நீர்ப்பரப்பின் மீதோ பட்டு உராய்வை உண்டாக்குகிறது.

மற்றொரு முறையில் இவ்வமைப்பு ஆற்றல் கீழ்நோக்கிய காற்றுத் தாரைகளால் உருவாக்கப்படு கிறது. இது காற்று மெத்தையைச் சுற்றித் திரை போல உள்ளது. இக்காற்றுத் தாரை, காற்று மெத்தை ஊர்தி எவ்வளவு உயரத்தில் பறக்க வேண் டும் என்பதைத் தீர்மானிக்கிறது. ஆனால் ஊர்தி நிலத்திலிருந்தோ, நீர்ப்பரப்பிலிருந்தோ உயரே செல்லச் செல்ல இக்காற்றுத் தாரைத் திரையின் (jet curtain) திறன் குறைகிறது.



படம் 1

படம் 2

படம் 3

பிறிதொரு முறையில், இத்தகைய தொங்கும் அமைப்பு நெகிழ்வாக இருக்கும். இதனால் அப்பகுதி நிலப்பரப்பை அல்லது நீர்ப்பரப்பைத் தொடும்போது மிகுதியாக உராய்வு ஏற்படுவதில்லை. காற்று மெத்தை ஊர்திகள், கடலின் மீது செல்லும்போது மணிக்கு 160 கி.மீ. வேகத்தில் செல்லக்கூடும். இத்தகைய ஊர்திகளுக்குத் தனியாகத் துறை முகமோ, நிறுத்தும் இடமோ தேவையில்லை. இவை கடற்கரையிலேயே பயணிகளையும், சரக்குகளையும் இறக்கிவிடுகின்றன.

எதிர்காலத்தில் மிதவை உந்து (hover car), மிதவைத் தொடர் வண்டி (hover train) போன்றவை பயன்படுத்தப்படலாம். இந்த உந்துகள் நீண்ட தொலைவிற்கு வேகமாகவும், தடையின்றியும் செல்லக் கூடியவை. அவை விலை குறைந்தவையாகவும் இருக்கும். மிதவைத் தொடர் வண்டிகள் தண்ட வாளத்திலிருந்து ஓர் அங்குலத்திலும் சிறிதளவே உயரத்தில் செல்லக்கூடும். இவை மணிக்கு 480 கி.மீ. அல்லது அதற்கும் கூடுதலான வேகத்தில் செல்லும். காற்று மெத்தை ஊர்திகளின் காற்று மெத்தை வெளியேறுவது, கலத்தின் அடிப்பகுதியைச் சுற்றிப் பாயும் காற்றால் தடுக்கப்படுகிறது. இக் காற்று ஆற்றல் மிக்க விசிறியின் உதவியால், எந்தி ரத்திற்கு மேற்புறத்தில் உள்ளிழுக்கப்படுகிறது.

படம் 2இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பெரிய காற்று மெத்தை ஊர்தி, மகிழுந்துகளையும் பயணிகளையும் ஏற்றிக்கொண்டு ஆங்கிலக் கால்வாய் வழியாகச் செல்கிறது. இவ்வூர்தி, முடிவில் நிலத்தில் நிறுத்தப் படுகிறது. ஆய்வில் உள்ள மிதவைத் தொடர் வண்டி படம் 3இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இது மணிக்கு 480 கி.மீ. வேகத்தில் செல்லக்கூடிய பயணிகள் தொடர் வண்டியாக மாற்றப்படக்கூடும். இத் தகைய காற்று மெத்தைத் தத்துவம், மிகுந்த சுமை களை ஏற்றிச் செல்லும் ஊர்திகளின் டயர்களில் ஏற் படும் மாற்றங்களை நீக்க உதவுகிறது.

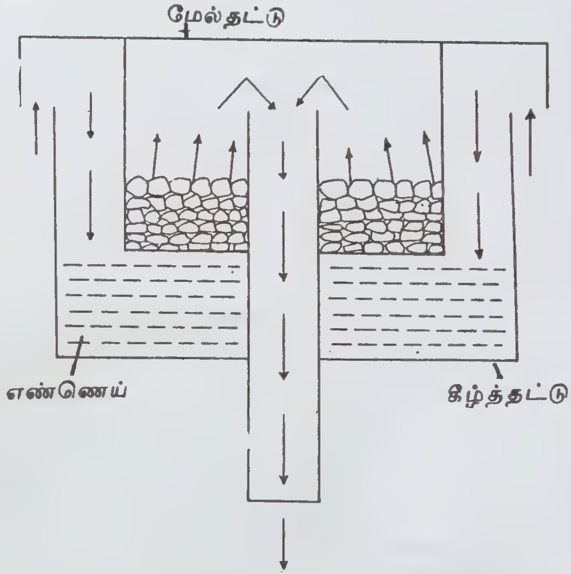
- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Arnold M. Kuethe, Chuen-Yen Chow, *Foundations of Aerodynamics - Bases of Aerodynamic design*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York, 1976.

காற்று வடிகட்டி

பல்வேறு வழிமுறைகளுக்கும், பொறிகளுக்கும் தூய்மையான காற்றுத் தேவைப்படுகிறது. காற்றில் கலந்திருக்கும் அல்லது மிதந்து காணப்படும், ஊறு விளைவிக்கக்கூடிய தூய்மையற்ற பொருள்கள், காற்று இயக்க அமைப்பினுள் நுழையும் முன்னர் கவனத்துடன் விலக்கப்பட வேண்டும். உள்ளிழுக்கப் படும் காற்றின் அளவிற்கு ஏற்றவாறு காற்று வடி கட்டிகள் (air filter) பொருத்தப்படும். இவ்வடி கட்டிகளில் உள்ள வடிகட்டும் இழைகள் அல்லது திரைகள், காற்றினூடே இருக்கக்கூடிய திண்மப் பொருள்களை நிறுத்திக் கொள்ளத்தக்கவாறு, தூய காற்றை மட்டும் தடையின்றிச் சீராகச் செலுத்தும் வண்ணம் திட்ட அமைப்புச் செய்யப்பட வேண்டும். இதற்கான இடைத்திரைகள் செவ்விய வலை யாகவோ, கம்பி வலையாகவோ, மெல்லிய துளைகள் கொண்ட தோலாகவோ, மெல்லிய துளைகளுள்ள இரும்புத் தகடாகவோ, காகித அமைப்பாகவோ இருக்கலாம்.

காற்று வடிகட்டிகள் ஈர வகை, உலர் வகை என இருவகைப்படும். ஈர வகை ஏதேனும் தகுந்த எண்ணெய், தூசுப் பொருள்களை விலக்கப் பயன் படுகிறது. வடிகட்டிகளில் காற்று உள்ளே நுழைவ தற்கும், தூய்மைப்படுத்தப்பட்டு விசையுடன் வெளிச் செல்வதற்கும் உள்வடிவம் திட்டமிடப்பட்டிருக்கும். காற்று வடிகட்டிகள் பயன்படும் அமைப்புகளில் குறிப்பிடத்தக்கது உட்கனற் பொறியாகும். அதற்குப் பயன்படும் ஒரு வகை வடிகட்டியின் எளிய தோற்றம் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இது எரிகலப்பியுடன் இணைக்கப்படும்.



காற்று வடிகட்டி

வடிகட்டி. மிதவைக் கலத்தை அடையுமுன்னர், எரிபொருள் ஒரு வடிகட்டியில் (fuel filter) செலுத் தப்படுவதால் எரிபொருளில் உள்ள தூசுகளும், பிற வேண்டாத பொருள்களும் நீக்கப்படுகின்றன. இது காற்றுக் குழாயின் வாயிலில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அதில் மேல் தட்டு, கீழ்த்தட்டு என இரு தட்டுகள்

உள்ளன. கீழ்த் தட்டில் எண்ணெயும், மேல் தட்டில் உலோக நூல், பருத்தி நூல் ஆகிய வடிகட்டும் பொருள்களும் உள்ளன. வளிமண்டலக் காற்று முதலில் எண்ணெய்த் தட்டிற்குச் சென்று எண்ணெயுடன் அமிழ்கிறது. அப்போது தூசி, மணல் போன்ற கனமான பொருள்கள் அடியில் தங்குகின்றன. பிறகு காற்று மேல் தட்டிற்குச் சென்று வடிகட்டப்படும் போது, காற்றிலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருள்கள் நீக்கப்படுகின்றன. தூய்மையாக்கப்பட்ட காற்று நடுவில் அமைந்துள்ள குழாய் வழியே எரிகலப்பியை அடைகிறது.

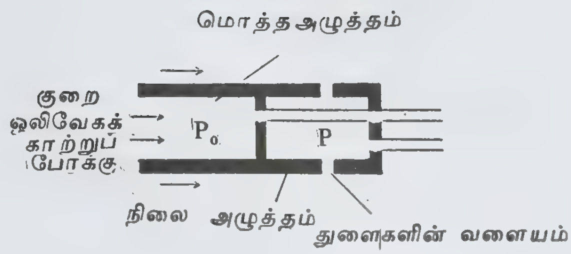
- கே.ஆர். கோவிந்தன்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Hand Book for Mechanical Engineers*, Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1978.

காற்று விரைவு அளத்தல்

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலுள்ள காற்று அல்லது வளிமத்தின் இடப்பெயர்ச்சி வீதத்தை அளத்தல் காற்று - விரைவு அளத்தல் (air-velocity measurement) எனப்படும். காற்று வேகம், காற்றுச் சுரங்கத்தின் ஆய்வுப் பகுதியில் (test section) உள்ள காற்று விரைவு, வானூர்தியில் காற்று வேகம், குளிர்பதனப் பெட்டியில் உள்ள விசிறி உற்பத்தி செய்யும் காற்றின் விரைவு ஆகியவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். காற்றழுத்தத்தின் பரிமாணத்தையும் திசையையும் விரைவு காட்டும்.

காற்று விரைவை அளப்பதற்கு மூன்று முறைகள் வழக்கத்தில் உள்ளன. இம் மூன்று முறைகளும் பயன்படும் கருவிகளும் கீழுள்ள அட்டவணையில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.



படம் 1. பிட்டாட் குழாய் (குறை ஒலிவேகம்)

பிட்டாட் குழாய். காற்றுச் சுரங்கங்கள் மாதிரி வானூர்திகளில் (air craft model) காற்று வேகத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படும் கருவி வெப்பம் அளக்கும் கருவிகளுடன் இணைக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மொத்த (பிட்டாட்) அழுத்தம் (P_0), மொத்த பிட்டாட் வெப்பம் (T_0), நிலை அழுத்தம் (P) ஆகியவை விரைவு வேகத்தைக் கணக்கிடத் தேவைப்படுகின்றன. இவை அனைத்து விரைவுத் தொகுதிகளுக்கும் (மிகை ஒலி அல்லது குறை ஒலி வேகம்) பயன்படுகின்றன. மொத்த அழுத்தம், மொத்த வெப்பம், நிலை அழுத்தம் ஆகியவற்றுடன் விரைவுக்குள்ள உறவைக் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டின் மூலம் காணலாம். இந்தச் சமன்பாடு அனைத்து வளிமங்களுக்கும் பொருந்தும்.

$$V = \sqrt{\left(\frac{2k}{k-1}\right)\left(\frac{RT_0}{M}\right)\left[1 - \left(\frac{P}{P_0}\right)^{(k-1)/k}\right]}$$

இதில்

T_0 = மொத்த வெப்பம்; M = மூலக்கூறு எடை;

காற்று விரைவு அளக்கும் முறைகள்

முறை	கருவிகள்
1. காற்றோட்டத்தில் உள்ள ஒரு தனிமத்தின் மேல் உள்ள அழுத்தம்	பிட்டாட் குழாய் (pitot tube), குறுவழிக் (venturi) குழாய், தடைப்பட்ட அழுத்தப் பலகை (bridled pressure plate)
2. காற்றோட்டத்தில் உள்ள சுழலும் தனிமத்தின் வேகம் அல்லது சுற்றின் எண்ணிக்கை	கிண்ணக் காற்று வேகஅளவி (anemometer) காற்றாடி காற்று வேகஅளவி
3. காற்றோட்டத்திலுள்ள ஒரு சூடாக்கப்பட்ட தனிமத்தின் மேல் விரைவின் விளைவு	சூட்டுக் கம்பி காற்று வேக அளவி (hot wire anemometer), காட்டா வெப்ப அளவி (Kata thermometer)

R = எல்லாவற்றுக்கும் பொருந்துகிற வளிம நிலை எண் = 8.314×10^7 எர்கு/^{0}C மோல்; K = தன் வெப்ப விகிதம் (specific heat ratio)
காற்றுக்கு

K = 1.4, M = 29 கி/கி. மோல்

$$V = 4.480\ T_0^{\frac{1}{2}} \left[1 - \left(P/P_0 \right)^{0.286} \right]^{\frac{1}{2}}$$

இதில்

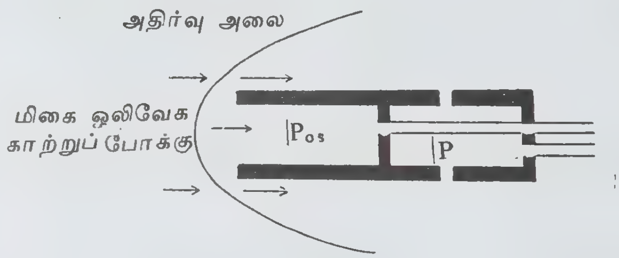
V = காற்று விரைவு மீட்டர்/நொடி; T_0 = முழுமை வெப்பம் K

மொத்த அழுத்தம், நிலை அழுத்தங்களை அளக்கும் முறைகள், குறை ஒலி, மிகை ஒலி வேக ஓட்டங்களுக்கு மாறுபடுகின்றன. படம் 1 இல் குறிப்பிட்டுள்ள பிட்டாட் குழாய்க் காற்று விரைவு ஒலி வேகத்தைவிடக் குறைவாக இருக்கும்போது அளக்கப் பயன்படுகிறது. காற்றொழுக்கானது திறந்த பகுதியின் மூலம் கருவியுள் நுழைகிறது. பின் அதன் காற்று விரைவு, பூஜ்யத்தைத் தொடும் வரை குறைகிறது. இந்த இடத்தில் அளக்கப்படும் அழுத்தம் (P_0) மொத்த அழுத்தமாகும். பிட்டாட் குழாயின் சுவரில் பக்கவாட்டில் துளைகள் போடப்பட்டுள்ளன. காற்று இத்துளைகள் மூலமாக அடுத்த பகுதிக்குச் செல்கிறது. இப்பகுதியில் அளக்கப்படும் அழுத்தம், நிலை அழுத்தம் (P) ஆகும்.

காற்றின் விரைவு மிகை ஒலி வேகத்தில் உள்ள போது பயன்படுத்தப்படும் கருவியின் வடிவமைப்பும் ஏறக்குறைய முன்கூறிய மாதிரியே இருக்கும். ஆனால் இதில் இரண்டாவதாகப் பிரிக்கப்பட்ட பகுதியில் உள்ள துளைகள் சிறிது பின் தள்ளி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நிலை அழுத்தம் (P_0) முதலில் குறிப்பிட்டவாறே அளக்கப்படுகிறது. ஆனால் கருவியைச் சுற்றியுள்ள அதிர்வு அலைகளால் நிலை அழுத்தத்தை நேரடியாக அளக்க முடிவதில்லை. ஆகையால் இந்த அதிர்வுக்குப் பின் உள்ள மொத்த அழுத்தத்தை (P_{0s}) அளக்கலாம். P, P_0, P_{0s} ஆகிய இந்த மூன்று அழுத்தங்களுக்கும் உள்ள உறவின் மூலம் நிலை அழுத்தத்தைக் கணக்கிட முடியும்.

வானூர்தியில் உள்ள அழுத்த அளவி குறிப்பு - காற்று வேகம் காட்டுவதற்காக மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அதைக் கொண்டு காற்று அடர்த்தியை அளக்கச் சில திருத்தங்கள் செய்ய வேண்டும்.

குறுவழிக் குழாய் (venturi tube). இக் கருவி தொழிற்சாலைகளில் வளிம விரைவை அளப்பதற்காகப் பயன்படுகிறது. இக்கருவியைப் பயன்படுத்த நிலை அழுத்தம் அல்லது பிட்டாட் அழுத்தம் தேவைப்படுகிறது. குழாய் இரண்டு முனைகளிலும் திறந்த பகுதியைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இது இரண்டு பகுதிகளிலிருந்தும் நடுப்பகுதியை நோக்கிச் சீராக வட்டத்தில் குறைந்து கொண்டே வரும். இறுதிப் பகுதி முன் பகுதியைவிட வட்டத்தில் இரண்டு அல்லது மூன்று பங்கு பெரியதாக இருக்கும். இவ்வமைப்பால் குறைந்த பகுதியில் உள்வாங்குதல் ஏற்படுகிறது. இதை இணைக்கப்பட்ட அழுத்த அளவியின் மூலம் அளக்கலாம். அழுத்த அளவி பிட்டாட் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இரண்டு அழுத்தங்களுக்கும் உள்ள வேறுபாடு காற்று விரைவையும் காற்றுப் பரிமாணத்தையும் சார்ந்தது.



படம் 2. பிட்டாட் குழாய் (மிகை ஒலி வேகம்)

தடைப்படுத்தப்பட்ட அழுத்தப் பலகை. இந்தக் கருவி புயல் வீச்சு அல்லது வன் காற்றலைகளின் (gusts) விரைவைக் காணப் பயன்படுகிறது. ஏனெனில் இது சுற்றும் கருவிகளைவிட விரைவில் காற்று விரைவைக் காட்டும் பலகையாகும். காற்றில் இது திறந்துவிடப்பட்டுள்ளது. பலகையின் மேல் மோதும் விரைவு அழுத்தம் ஒரு சுருள்வில் மூலம் நிலைப்படுத்தப்படுகிறது. தூண்டப்படும் விசைமுறை மாற்றியமைப்புக்கருவி மூலம் திருப்பத்தை அளக்கலாம். விசைமுறை மாற்றமைப்புக்கருவியின் மூலம் வரும் குறியீடுகள் மிகைப்படுத்தப்பட்டுப் பதிவு செய்யும் கருவிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. குறியீடுகள் காற்றுப் பரிமாணத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். குறைந்த காற்று விரைவுகளை எளிதான எந்திரக் கருவிகளைக் கொண்டு அளக்கலாம்.

காட்டா வெப்ப அளவி. இக்கருவி காற்றுச் சுழற்சிப் பகுதிகளில் உள்ள குறைந்த காற்றின் விரைவைக் காணப் பயன்படுகிறது. பெரிய குமிழுள்ள சாராய வெப்ப அளவி 100° F-க்கு மேல் சூடேற்றப்படுகிறது. அது பிறகு குளிர்விக்கப்படுகிறது. 100 °F லிருந்து 95°F வரை குளிர்வதற்கு ஆகும் நேரம் கணக்கிடப்படுகிறது. இந்தக்கால இடைவெளி அந்த இடத்திலுள்ள காற்று ஓட்டத்தின் அளவாகும்.

பாதுகாக்கப்பட்ட வெப்ப இரட்டை. இந்தக் கருவி பிட்டாட் குழாயில் உள்ள மொத்த வெப்பத்தை

ஓர் அழுத்த உணர் கருவியைப் பயன்படுத்தாமல் ஒரு வெப்ப இணை மூலம் அளக்கிறது. வெப்ப அளவி வெப்ப ஊடுருவலின் மூலமும் வெப்பக் கதிர்வீச்சு மூலமும் இழுக்கப்படும் வெப்பத்தைக் குறைப்பதற்காகப் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும். வெப்ப அளவியின் அமைப்புச் சுவர் ஊடுருவல் தன்மை, வளிமப் போக்கு நிலை ஆகியவை கருவிகளை அளவிடும்போது கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகின்றன. இந்தக் கருவியைக் குறைந்த ஒலி, மிகை ஒலி விரைவுகளைக் கணக்கிடப் பயன்படுத்தலாம்.

- என். ரெங்கராஜன்

நூலோதி: EH.T. Pallett *Aircraft Instruments,* II Edition, Pitman publishing Limited, Great Britain, 1981.

காற்று வெளிக் கப்பல்

காற்றைவிட லேசான வளிமத்தால் நிரப்பப்பட்ட பலூன், காற்று வெளிக் கப்பல் (air ship) எனப்படுகிறது. இது இயங்கும் பொறி, திசையறிந்து திருப்பும் கருவி (steering equipment), பயணிகளையும் சரக்குகளையும் ஏற்றிச் செல்வதற்கான இட வசதி ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். இது பறவைக் கப்பல் (dirigibles), வேவு பார்க்கும் சிறு விமானம் (blimp) எனவும் வழங்கப்படும். இது தற்போது மிகுதியாகப் பயன்படுவதில்லை. காற்று வெளிக் கப்பல் ஜெர்மானியாரால் முதல் உலகப் போரின்போது பயன்படுத்தப்பட்டது. 1929 ஆம் ஆண்டில், காற்று வெளிக் கப்பலொன்று 61 பயணிகளையும், பணியாளர்களையும் ஏற்றிக் கொண்டு உலகம் முழுதும் சுற்றி வந்தது. காற்று வெளிக் கப்பல்கள் உறுதியானவை (rigid), உறுதியற்றவை (non-rigid) என இரு வகைப்படும். முதன் முதலில் உருவாக்கப்பட்டவை உறுதியற்ற வகையாகும். இக்கப்பல்கள் 18 ஆம் நூற்றாண்டில் பயன்படுத்தப்பட்ட வளிம பலூன்களின் (gas balloon) வளர்ச்சியே ஆகும். முதல் வளர்ச்சியாக, எடை குறைந்த பொறிகள் உருவாக்கப்பட்டன. அதற்கு முன்பு கையால் இயக்கப்பட்டே, காற்று வெளிக் கப்பல்கள் இயங்கின. இதனால் அதன் எடைக்குத் தகுந்த ஆற்றலை உருவாக்க முடியவில்லை.

முதன் முதலில் ஹென்றி ஜிஃபார்டு என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டு அறிவியலார் எடை குறைவான பொறியைக் கண்டுபிடித்தார். அவர் 1852 ஆம் ஆண்டு காற்று வெளிக் கப்பலின் மூலம் பாரிஸ் நகரின் மீது பறந்தார். அவர், 130 கிலோ கிராம் எடையும், 3 குதிரைத் திறனும் கொண்ட நீராவிப் பொறியையே பயன்படுத்தினார். வளிமங்கள் எரிக்கப்படுவதால் இயங்கக் கூடிய உட்கனற் பொறிகளைப் (IC engines) பயன்படுத்துவதற்கு முன்பாக மின்னாற்றலால் இயங்கும் பொறிகள் பயன்படுத்தப்பட்டன.

உறுதியற்ற காற்று வெளிக் கப்பல்கள், அதனுள் நிரப்பப்பட்டுள்ள வளிமத்தின் அழுத்தத்தால், இழைவரி வடிவத்துடன் (streamlined shape) காணப்படுகின்றன. ஆனால் வளி மண்டல அழுத்தம் வேறுபடுவதால், ஒவ்வோர் உயரத்திலும் வளிமத்தின் கன அளவு வேறுபடுகிறது. எல்லா உயரத்திலும் வளிமத்தின் அழுத்தம் காற்றறைப் பையின் (ballonet) மூலம் மாறுபடாமல் நிலையாக வைக்கப்படுகிறது.

நிலத்திலேயே பலூனிற்குள் காற்று நிரப்பப்படுகிறது. பலூன் மேலே செல்லும்போது நிரப்பப்பட்டுள்ள காற்று விரிவடையக்கூடும். அப்போது காற்றறைப் பைகளில் உள்ள காற்று வளிமண்டலத்தில் விரிவடைகிறது. குறைவான உயரங்களில் காற்றுச் சுருங்குவதால் ஓட்டும் மின்னோடியாலோ (driving motor), செலுத்தியாலோ (propeller) காற்றடைப்புப் பைகளில் காற்று நிரப்பப்படுகிறது.

எனினும் உறுதியற்ற பலூன்கள் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும்போது அதன் வடிவ மாறுபாட்டைக் கட்டுப்படுத்துவது கடினமாக உள்ளது. ஓர் உறுதியான கப்பலின் அடிக் கட்டையைப் (keel) பயன்படுத்துதல், பெரிய உத்திரங்கள் (girders), இழுவிசை வடங்கள் (tension cables) ஆகியவற்றிற்கான விரிவான புற வரிச் சட்ட அமைப்பைப் (skeleton) பயன்படுத்துதல் போன்ற முறைகளால் காற்றுக் கப்பல் வடிவங்களின் கட்டுப்பாடு மேற்கொள்ளப்படுகிறது.

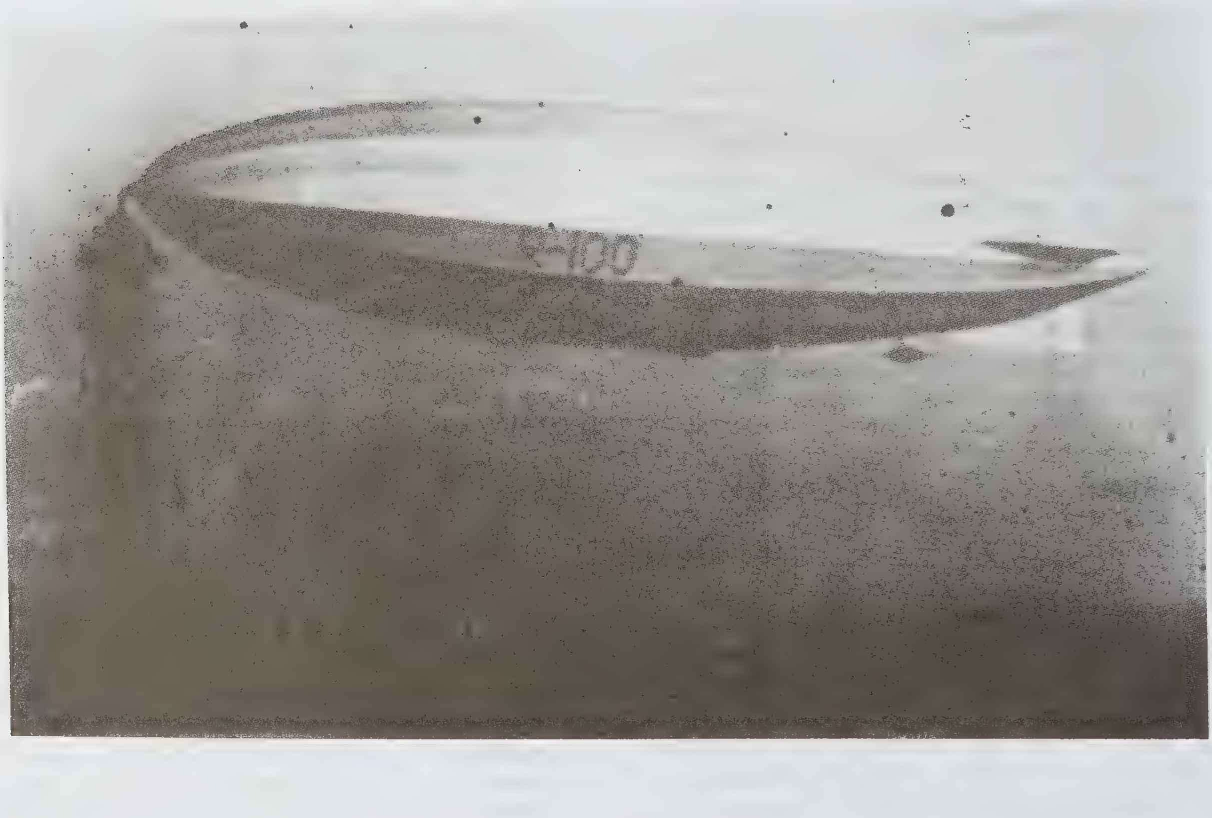
உறுதியான காற்றுக் கப்பல்களே மிகவும் திறன் வாய்ந்தவையாகக் கருதப்படுகின்றன. ஜேப்பலின்ஸ் வகைக் காற்று வெளிக் கப்பல்களே மிகு திறன் கொண்டவை. இவ்வகையை, கிராஃப் வான் ஜேப்பலின் என்னும் ஜெர்மானியர் உருவாக்கினார். அவர் ஓர் உறுதியான சட்டக அமைப்பிற்குள் பல பலூன்களை வரிசையாகப் பயன்படுத்தினார். இவை மெல்லிய, குறைந்த எடையுடைய துணியால் மூடப்பட்டு,வழவழப்பான மேற்பரப்பைப் பெற்றன.

இவ்வகைக் காற்று வெளிக் கப்பல்கள் மிகவும் வெற்றிகரமாகப் பயன்பட்டன. நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட இவ்வகைக் கப்பல்கள் முதல் உலகப் போரில் பயன்படுத்தப்பட்டன. அதில் பத்துக் கப்பல்கள் வெடி குண்டுகளை எறிவதற்கும், ஏனையவை கடற்படை வேவுப் பணிகளுக்கும் பயன்பட்டன. 1924 ஆம் ஆண்டு குட் இயர் டயர் நிறுவனம், காற்று வெளிக்கப்பல்களைக் கட்டி இத்துறையில் பல முன்னேற்றங்களையும் புதியமுறைக் கட்டுமானங்களையும் புகுத்தியது. இந்நிறுவனத்தால் உருவாக்கப்பட்ட காற்று வெளிக் கப்பல்கள் மிகப் பெரியனவாகவும், மிகு திறன் கொண்டவையாகவும்

இருந்தன. ஒரு கப்பலில் 6, 500,000 கன அடி வளிமம் நிரப்பப்பட்டது. ஹீலியம் நிரப்பப் பட்ட காற்று வெளிக்கப்பல் ஏறக்குறைய 3,70,000 கிலோகிராம் எடையைத் தூக்க வல்லது. இது 800 அடி நீளமும், 72 நாட் (knots) வேகமும் கொண்டது. இத்தகைய கப்பல்கள் ஒரு பயணக் கட்டத்தில் (hop) ஏறத்தாழ 10,000 கி.மீ க்டக்கக் கூடியவை.

இக்காற்று வெளிக் கப்பல், ஒவ்வொன்றும் 560 குதிரைத் திறன் கொண்ட எட்டுப் பொறிகளால் இயக்கப்படுகிறது. இப்பொறிகள் சுழலும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளமையால், கீழ் நோக்கிய அழுத்தம் கொடுக்கப்பட்டுக் கப்பல் கூடுதலான உயரம் செல் கிறது.

ஜேப்பலின் காற்றுக் கப்பல்களின் வளிமப் பை அடியில் பொறிகள் தனி அமைப்பிற்குள் வைக்கப் பட்டிருந்தன. கப்பல் பறந்து கொண்டிருக்கும்போது, பொறியில் ஏதேனும் பழுது ஏற்பட்டால், வெளியில்



படம் 2.ஹின்டன் பர்க் காற்று வெளிக் கப்பல்

தொங்கும் ஏணியில் இறங்கிச் சீர் செய்ய வேண்டும். இந்த ஏணி காற்றால் அலைக்கழிக்கப்படுகிறது. ஆனால் குட் இயர் நிறுவனம் அமைத்த கப்பல்களில், பொறிகள் காற்றுப் பையினுள்ளேயே பொருத்தப் பட்டிருக்கும்.

பயன்கள். காற்று வெளிக்கப்பல்கள் உரிய வானூர்திகளை எடுத்துச் செல்கின்றன. ஐந்து சிறிய விமானங்கள், காற்று வெளிக் கப்பலில் உள்ள கொக்கிகளில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. அவை, காற்றுக் கப்பல் பறந்து கொண்டிருக்கும்போதே, மிகு தொலைவு அனுப்பப்படுகின்றன அல்லது நிலத்தில் இறக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய ராணுவக் காற்று வெளிக் கப்பல்கள் அனைத்துத் தட்பவெப்ப நிலை களிலும் பயன்படுகின்றன. சில சமயங்களில் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்துவதும் கடினம்.

காற்று வெளிக் கப்பல்களின் அமைப்பும், சுற்றுப் புறச் சூழ்நிலையும், கடலில் செல்லும் சொகுசுக் கப்பல்களைப் போன்று இருப்பதில்லை. காற்று வெளிக் கப்பல்கள் மிகப் பெரியவையாகவும், துணி களால் மூடப்பட்டும், வெளிப்புறத்தைப் பார்க்கக் கூடிய வசதிகொண்டனவாகவும் அமைந்திருந்தன. நிலையான தட்பவெப்பநிலையில், காற்று வெளிக் கப்பல்களில் செல்வது, அமைதியாகவும் சீராகவும் உள்ளது. அதில் பயணம் செல்வோர், கீழே தெரியும் நிலப்பகுதியைப் பறவைக் கண்ணோட்டத்துடன் அழகாகக் காண முடியும்.

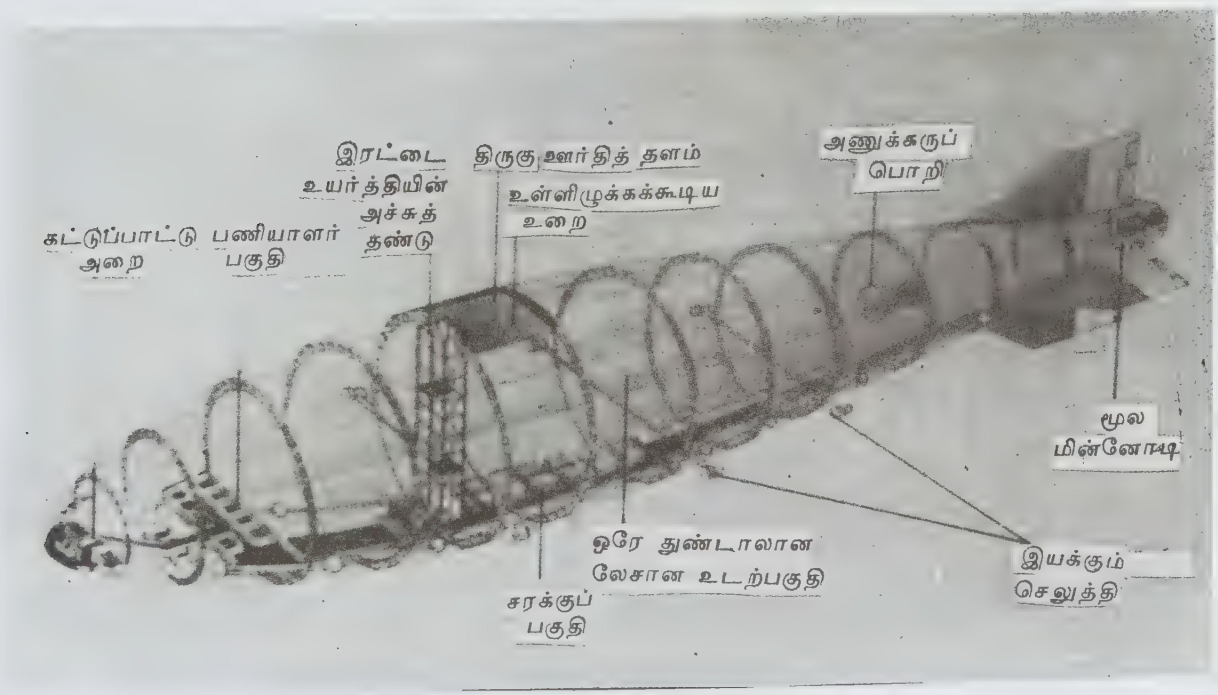
ஹைட்ரஜன், ஹீலியம் ஆகிய இரு வளிமங்களே பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. ஹைட்ரஜன் மிக லேசானது. ஆனால் எளிதில் தீப்பற்றக்கூடியது. ஹீலியம் தீப்பற்றக் கூடியது அன்று எனினும், அது மிகு விலையுடையது. மிகு அளவில் தேவைப்படக் கூடியது.

புகழ் பெற்ற ஜேப்பலின் காற்றுக் கப்பல் ஹிண் டன் பர்க் ஆகும். இது மிகப் பெரியது. அட் லாண்டிக் பெருங்கடலைக் கடப்பதற்குப் பயன் பட்டது. ஆனால், இதில் ஹைட்ரஜன் வளிமம் பயன்படுத்தப்பட்டமையால், தீப்பிடித்து அழிந்து போயிற்று.

தற்காலத்தில் காற்று வெளிக் கப்பல்களில் ஹீலி யமே மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. ஹீலியம் பயன் படும் நவீன காற்று வெளிக் கப்பலின் வடிவமைப்பு, படம் 3-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் சரக்கு களை ஏற்றுவதற்கும் இறக்குவதற்கும் வசதியாகத் திருகு ஊர்தித் தளம் (heli pad) ஒன்றுள்ளது.

ஆற்காலத்தில் காற்று வெளிக் கப்பல் பெரும் பாலும் விளம்பரங்களுக்கே பயன்படுகின்றது. ஆனால் பிற்காலத்தில் இவற்றைப் போக்குவரத்திற்கும், கடல ளவை அளப்பதற்கும் பயன்படுத்துவதற்கான ஆய்வு கள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன.

வா . அனுசுயா



படம் 3. நவீன காற்று வெளிக் கப்பலின் வடிவமைப்பு

படம் 4

நூலோதி. Darrol stinton, *The Design of Aeroplane*, Granada publishing, Great Britain, 1983.

காற்றுவெளி நுழைவு

ஒரு விண்கலம் காற்று வெளியில் நுழையும்போது வேகக் குறைவு, உராய்வால் ஏற்படும் வெப்பம் ஆகிய இரு சிக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன. இச்சிக்கல்கள் ஊர்தியின் வகை, நுழையும் திசைவேகம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளன. நுழையும் ஊர்தி ஏவுகணை, பயண ஊர்தி என இருவகைப்படும்

ஏவுகணை காற்று இயங்கு இழுவிசை மற்றும் புவியீர்ப்பு விசை ஆகியவற்றால் இயக்கப்படுகிறது. பயண ஊர்தி காற்று இயங்கு விசையைப் பயன் படுத்திக் கொள்கிறது. இது திசையை மாற்றுவதற்கு உதவுகிறது. இவ்வூர்திகள் நீள் வட்டப் பாதையிலிருந்து நுழையும்போது (எ.கா. கண்டங்களுக்கிடையில் செலுத்தப்படும் ஏவுகணை, மனிதரைக் கொண்ட வானூர்தி) வெளியேறும் வேகத்தை விடக் குறைவாக முடுக்கப்படுகின்றன. ஆனால் கோள்களுக்கிடையில் உள்ள பாதை பரவளையமாக இருக்கும்போது நுழைவு வேகம் மிகுதி. மனிதரால் இயக்கப்படும் வானூர்தியின் உயரளவு வேகம் செயற்கைக் கோளின் வேகத்திற்கு மிகவும் அண்மையில் உள்ளது. அதை விட மிகுந்த வேகத்தில் செல்லும்போது காற்றின் இயங்கு தள்ளு விசை வானூர்தியை வேகக் கட்டுக்குள் வைத்துகொள்ளத் தேவைப்படுகிறது.

காற்று இயங்கு விசையால் ஏற்படும் முடுக்கக் குறைவு வானூர்தியின் வேகம் வானூர்தியின் நுழைவுக்கோணம் மற்றும் காற்று வெளியின் அடர்த்தி இவற்றைப் பொறுத்து அமைகிறது; அது ஊர்தியின் வடிவம், எடை இவற்றைப் பொறுத்து அமைவதில்லை. வானூர்தியின் நுழைவுக் கோணத்தை அதிகப்படுத்துதல் மூலம் முடுக்கக் குறைவு மிகுதியாகிறது.

வானூர்தியின் செங்கோணத்திற்கு மிகக் குறைவான நுழைவுக்கோணம் கொடுக்கும் போது மைய விலக்கு விசை குறைகிறது. இதனால் வானூர்தி எளிதாகக் காற்று வெளியை விட்டு வெளியேறுகிறது. இதனால் வானூர்தி நுழையும்போது மிகுதியான முடுக்கக் குறைவால் பாதிக்கப்படுகிறது. நுழைவுக் கோணம் மிகவும் குறைவாக இருக்கும்போது, மைய விலக்கு விசையைச் சமப்படுத்தவும், ஊர்தி காற்று வெளியில் இருப்பதற்கேற்ற வகையில் உறுதிப்படுத்தவும் காற்று இயங்கு விசை தேவையாகிறது.

வானூர்தி நுழையும்போது ஏற்படும் இயக்க ஆற்றல், அதிர்வு அலையாலும் காற்று உராய்வாலும் வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. இதனால் ஊர்தியைச் சுற்றியுள்ள காற்றின் வெப்பநிலை ஆயிரக்கணக்கான பாகையாக உயருகிறது. சரியான ஊர்தி வடிவமைப்பின் மூலம் 99% உயர் வெப்பத்தைக் காற்றுவெளியிலேயே இருக்கச் செய்யலாம்.

வெப்பச் சலனம், வெப்பம் வீச்சு ஆகிய இரு முறைகளில் வெப்பம் காற்றுவெளியிலிருந்து ஊர்திக்குக் கடத்தப்படுகிறது. வெப்ப ஏற்பி (தாமிரம், பெரிலியம்), பெருமளவில் உட்செலுத்துதல், எதிர்க் கதிர் வீசுதல் ஆகிய மூன்று முறைகளில் வெப்பம் ஊர்திக்குக் கடத்தப்படுவது தடுக்கப்படுகிறது.

- க. கண்ணன்

நூலோதி. Bernard Etkin, *Dynamics of Flight Stability and Control*, II Edition, John Wiley & Sons, New York, 1982.

காற்றுவெளிப் பயண இயல்

வானூர்தியைக் குறிப்பிட்ட இடத்திற்கோ ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையிலோ செலுத்துவதும் செல்லும் வழியில் அதைக் கண்காணிப்பதும், காற்று வெளிப் பயண இயல் (air navigation) எனப்படும். இதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் முறை முழுதுறழ் கணிப்பியல் முடிவு (dead reckoning) எனப்படுகிறது. இம்முறை பதிவேட்டின் துணை கொண்டு வானூர்தியின் இருப்பிடத்தை அறுதியிடுவதாகும். இம்முறையில் வானூர்தி திட்டமிடப்பட்ட திசையில், குறிப்பிட்ட வேகத்தில், குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் காலத்திற்குச் செலுத்தப்படும். இதற்குத் தேவையான கருவிகள் திசைகாட்டும் கருவி, காற்று வேகங்காட்டி, உயர அளவி, கடிகாரம், பதிவேடு ஆகியவை.

வானூர்தி பறக்கும் வழியைத் தீர்மானித்தல், பறக்கும் வழியில் அதன் பறப்பை உறுதி செய்தல், அதற்கு ஏற்படக்கூடிய ஆபத்துகளைத் தவிர்த்தல் ஆகியவை காற்று வெளிப்பயண இயலின் முக்கிய பகுதிகளாகும்.

வழியைத் தீர்மானித்தல். வானூர்தி பறக்கக் கூடிய வழியைக் கவனமாகத் திட்டமிடுதலே காற்று வெளிப்பயண இயலின் முதல்படி ஆகும். இதற்காகச் சேர வேண்டிய இடத்தின் தொலைவும், பறக்கக் கூடிய உயரமும் தீர்மானிக்கப்பட வேண்டும். மேலும் பறக்கக்கூடிய திசை செல்லும் பாதையில் இருக்கக் கூடிய காந்தப் புலன்களின் மாறுபாடுகள் காற்றுப் போக்கில் ஏற்படக்கூடிய மாறுபாடுகள் ஆகியவற்றையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். (வானூர்தி பறக்கும் உயரம் அதன் செயல்படும் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடும்). மேலும் காற்றின் திசை,

அதன் வேகம், வெப்பநிலை போன்றவற்றை வானிலை ஆய்வு அறிக்கைகளின் மூலம் அறிந்திடல் வேண்டும். மேலும், செல்லும் பாதையிலுள்ள உயர்ந்த பகுதிகள், சில வரம்புக்குட்பட்ட பகுதிகள் ஆகியவை பற்றியும் அறிய வேண்டும். மேலே குறிப்பிடப்பட்ட பண்புகளைக் கொண்டு எதிர்பார்க்கும் தரை வேகம், பறப்பிற்குத் தேவையான நேரம், பயணத்திற்குத் தேவையான எரிபொருளின் அளவு ஆகியவற்றைக் கணக்கிடலாம்.

பறப்பை உறுதி செய்தல். முக்கியமாகப் பறக்கும் பாதை, பறக்கும் வேகம், வானூர்தி வந்து சேரும் நேரம் ஆகியவை உறுதி செய்யப்பட வேண்டும். செல்லும் பாதையிலோ வேகத்திலோ ஏதேனும் மாற்றங்கள் இருப்பின், அவற்றின் காரணங்களைக் கேட்டறிந்து வானூர்தி குறிப்பிட்ட இடத்திற்கு வந்து சேரும் நேரத்தை மாற்றியமைக்க வேண்டும். வானூர்திப் பறப்பின் நேரத்தில் மாற்றமிருப்பின் அம்மாற்றத்தைச் செயல்படுத்தும்போது, கையிருப்பிலுள்ள எரிபொருளின் அளவைக் கணக்கிடுதல் மிகவும் இன்றியமையாததாகும். வானூர்தியின் நிலை அறிதலும், முழுதுறழ் கணிப்பும் உறுதி செய்தலின் முக்கிய பகுதிகளாகும்.

தொலைவழிப் பறப்பில், விரிவாக மனித வரைபட முறைகளைப் பயன்படுத்தி முழுதுறழ் கணிப்பியல் முடிவு பெறப்படுகிறது. இம்முறையில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட காற்று வெளிப்பயண இயல் பதிவேடுகள் பயன்படுகின்றன. இப்பதிவேடுகளில் காந்த ஊசி, காற்று வேகங்காட்டி போன்ற பயண இயல் கருவிகளின் விளைவுகள் கவனமாக ஆராயப்பட்டுத் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும். குறைந்த தொலைவழிப் பறப்புகளில் முழுதுறழ் கணிப்பு, பொதுவாக மிகக் குறைவாகவே பயன்படுகிறது. இவ்வகைப் பறப்புகளில் சிறப்பாக வடிவமைக்கப்பட்ட கதிர்வீச்சு வெளிப்பயண இயல் பதிவேடுகளை பயன்படுத்தலாம்.

தானாகவே இயங்கி முழுதுறழ் கணிப்பைச் செய்யும் டாப்ளர் ரேடார் எனப்படும் கருவி பொதுவாக இராணுவத்திற்குப் பயன்படும் வானூர்திகளிலும் பிற வகை வானூர்திகளிலும் பொருத்தப்படும். இக்கருவி காற்றுப்போக்கையும், தரை வேகத்தையும் அளந்து காந்த ஊசி காட்டும் திசையுடன் ஒரு கணிப்பொறியின் உதவியால் ஒப்பிடுகிறது. இதனால் எந்தச்சமயத்திலும் உடனடியாக வானூர்தியின் நிலையை அதாவது அது சென்றடைய வேண்டிய இடத்திற்கு எத்தனைத் தொலைவில் உள்ளது என்பதை அறிய முடிகிறது. இக்கருவியை ஒரு தன்னியக்க விமான ஓட்டியுடன் இணைத்துத் தேவையான விவரங்களைப் பதிவு செய்துவிடுவதே ஒரு முழுமையான பயண இயல் அமைப்பாகச் செயல்படும். மேலும் தற்காலத்தில் வானூர்தியின் நிலையைக் கணிப்பொறியின் உதவியின்றி மிகச் சரியாகக் கணக்கிடுதல் சற்றுக் கடினமாகும். ஏனெனில் அவை மிகு வேகங்களிலும், உயரங்களிலும் பறக்கின்றன. கணிப்பொறியைப் பயன்படுத்துவதன் காரணமாக மிகக் குறைவான நேரத்திலேயே கணக்கிட முடிகிறது. இதனால் தேவையான கூறுகளை (factors) மிக நுணுக்கமாகக் கணக்கிடுவதோடு மட்டுமன்றி உடனடியாகவும் அவை கிடைக்கப் பெறுகின்றன. இம்முறை ஒரு தானியங்கி முறையாக இருந்தாலும் கூடக் காற்றின் வேகம் நுட்பமாக அளக்கப்படாமை, பறப்பு வேகம், சுற்றியுள்ள காற்றைச் சார்ந்து அளக்கப்படல், குறைந்த காற்று அடர்த்தியுள்ள இடங்களில் இயங்காத்தன்மை ஆகிய குறைபாடுகள் தவிர்க்க முடியாதவையாகும்.

இக்குறைகள் கணிப்பியல் தானியங்கி முறையைக் கையாளுவதன் மூலம் களையப்படலாம். இம்முறையில் வானூர்தியின் முடுக்கத்தைக் கொண்டு அதன் வேகம் மற்றும் பறந்த தொலைவு ஆகியவை கணக்கிடப்படுகின்றன. மேலும் வானூர்தியின் இருப்பிடத்தையும் அறிந்து கொள்ள முடியும். இம்முறையில் கொட்பு அளவி , முடுக்க அளவி (accelerometer) போன்ற கருவிகள் பயன்படுகின்றன.

முழுதுறழ் கணிப்பு முறையில் எத்தகைய கருவிகளைப் பயன்படுத்தினாலும் இம்முறையில் கிடைக்கப் பெறும் அளவுகளைக் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிகளில் பிற முறைகளில் கிடைக்கப்பெறும் அளவுகளோடு ஒப்பிடுதல் மிகவும் இன்றியமையாததாகும். இதற்காக விமானியின் பதிவுக்குறியீடு (pilotage fix), வான் வெளிப் பதிவுக் குறியீடு, வானொலி முறைகள் குவிபிறை வானவெளி இயல்முறை ஆகியவை பயன்படுகின்றன.

விமானியின் பதிவுக் குறியீடு. வானூர்தியின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறியப் பயன்படும் வழிகளில் இதுவே மிகவும் எளிமையானது ஆகும். இம்முறையில் வானூர்தியிலிருந்து கண்டறியக்கூடிய நதியின் வளைவுகள், பாதைச் சந்திப்புகள், இருப்புப் பாதைச் சந்திப்புகள் போன்றவற்றின் தொலைவைத் தெரிந்து கொண்டு, அவற்றை விமானியின் பதிவுக் குறியீட்டில் குறித்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இக்குறியீட்டிலிருந்து வானூர்தியின் நிலை எவ்வளவு தொலைவில் உள்ளது என்பதைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம். பின்னர் இதை முழுதுறழ் கணிப்பு முறையின் அளவுகளோடு ஒப்பிட்டுத் தரைப் பாதை, தரை வேகம், காற்றுப்போக்கு ஆகியவற்றை அறியலாம். பின் வானூர்தி போய்ச் சேரும் நேரத்தில் ஏதேனும் மாற்றமிருப்பின் அதைக் கணக்கிடல் வேண்டும்.

இரவு நேரப் பறப்பின் போதும், ஒவ்வாத வானிலையிலும் பறக்க நேரிடும்போது, இம்முறையில் விமானிகளுக்கு உதவுவதற்காக மின் அணுக்கருவிகள்

கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக நிலைப்படம் வரையும் ரேடார் கருவியைக் கூறலாம். இக்கருவி வானூர்தியிலிருந்து கண்ணுக்குத் தெரியக் கூடிய நிலப்பகுதியை எதிர்மின் கதிர்க்குழாயில் காட்டுகிறது. இதைக் கொண்டு வானூர்தியின் நிலையை அறிய இயலும். இத்துடன் அகச் சிவப்புக் கதிர் உணர் பொறிகளும், தொலைக்காட்சி உணர் பொறிகளும் பயன்படுகின்றன. இவ்வகைக் கருவி களின் பயன்பாட்டால் இம்முறையின் செயல்திறன் அதிகரிக்கிறது.

வான் வெளிப்பதிவுக் குறியீடு. இம்முறை மிகு தொலைவு பறக்கும் கடல் கடந்து செல்லும் வானூர்திகளில் மிகவும் பயன்படுகிறது. இம்முறையில் இயற்கையான தொடுவானத்தைப் பயன்படுத்த இயலாது. எனவே மாற்றி வடிவமைக்கப்பட்ட கோண அளவி மிகவும் எளிமையாக்கப்பட்டவானியல் அட்டவணைகளும் பயன்படுகின்றன.

கோண அளவியின் ஒளி உணர் பாதையில், நீர்மத்தில் மூழ்கியுள்ள காற்றுக் குமிழியை அமைப்பதன் மூலம் ஒரு செயற்கையான அடிப்படை அளவைப் பெறலாம். தொடுவான உருப்போலி (simulated horizon) போல் இவ்வமைப்புச் செயல்படுகிறது. மேலும் நேர் வரிப்பாட்டின்போது (தொலைநோக்கியின் பார்வைக் கோட்டை ஒழுங்குப்படுத்தல்) வானூர்தியின் இயக்கத்தின் காரணமாக ஏற்படும் விளைவுகளைக் குறைப்பதற்காக நிரலளவு எந்திர நுட்பம் ஒன்றும் பயன்படுகிறது.

மாற்றியமைக்கப்பட்ட வானியல் அட்டவணைகளைப் பயன்படுத்திவான்வெளியைக் கவனிப்பதன் மூலம் விரைவாக வானூர்தியின் நிலையைக் கணக்கிடலாம். இத்தகைய முறைகளைச் செயல்படுத்துவதன் விளைவாக மணிக்கு இரண்டு அல்லது மூன்று விண்மீன் குறியீடுகளைப் பெற இயலும். இம்முறையால் ஓரளவிற்கு நுட்பமாகத் தேவையான விவரங்களைக் கணக்கிட இயலும். இம்முறை மிகவும் நம்பத் தகுந்ததாகும். ஆனால் இம்முறையில் பெரும்பாலான பணிகளை மனிதன் செய்ய வேண்டியுள்ளது. இவற்றைச் செய்யச் சில சிறப்புப் பயிற்சிகளைப் பெற வேண்டியுள்ளமையால் இம்முறை பெரிதும் வரவேற்கப் படவில்லை. காற்றுக்குமிழிக் கோண அளவிக்குப் பதிலாகச் சில சிறப்புக்கருவிகள் பயன்படுகின்றன. இக்கருவிகளின் மூலம் வானூர்தியின் நிலையை அறிவதோடு, திசையையும் மிகு நுட்பமாகக் கணக்கிட இயலும். இக்கருவிகள் துருவப் பகுதிகளிலும், புவியின் காந்தப் புலத் துருவங்களிலும் மிகவும் பயன்படுகின்றன.

வானூர்திப் படைக்கலத் துறையில் தானியங்கிக் கோண அளவிகள் பயன்படுகின்றன. இவை தொடர்ந்து இரவும்-பகலும் குறிப்பிட்ட விண்மீன்களைக் கண்டறிந்து கண்காணிக்க வல்லவை. இவை தாமாகவே தொடர்ச்சியாக வானூர்தியின் நிலையையும், செல்லும் திசையையும் எவ்வித மனித ஆற்றலின் உதவியுமின்றித் தரக் கூடியவை.

வானொலி முறைகள். இவை மிகவும் எளியவை. அனைத்து வானிலைகளிலும், சிக்கலான வானவெளியியல் நடைமுறைகளின்றித் தேவையான விவரங்களைத் தரவல்லவை. இவை வானூர்தியின் சரியான இருப்பிடத்தைத் தெளிவாகத் தெரிவிப்பவை. மேலும் ஓடுபாதை புலனாகாத வானிலையிலும் இவற்றைப் பயன்படுந்தி வானூர்தியை இறக்கலாம். பொதுவாகப் பல்வேறு வகை வானொலி வகைக் கருவிகள் காற்று வெளிப்பயண இயலில் பயன்படுகின்றன. அவற்றுள் திசைவரையறையற்ற வழிகாட்டி, தானியங்கி திசைகாட்டும் கருவி, மிகு அதிர்வெண் காட்டி என்பன சிலவாம்.

குவிபிறை வானவெளியியல் முறை. இவ்வகையில் டெக்கா, டெக்ட்ரா, லோரான், ஓமேகா (omega) போன்ற முறைகள் அடங்கும். இம்முறைகளில் வெளிப்படுத்தப்படும் கால வேறுபாடு அல்லது நிலை வேறுபாட்டு அளவுகளை ஒப்பிட்டு, அவற்றால் புவியின் மேல் முப்பரிமாணத்தில், புள்ளிகளால் அமைக்கப்படும் குவிபிறை அமைப்பை அறியலாம். இதனால் சில தனித்தன்மை வாய்ந்த கோடுகளை வரையறுக்கலாம். இவ்வாறு இரண்டு அல்லது மூன்று குவி பிறை வானவெளியியல் கருவிகளின் மூலம் வரையறுக்கப்படும் கோடுகளிலிருந்து, வானூர்தியின் இருப்பிடத்தைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சிறப்பு முறையில் வடிவமைக்கப்பட்ட வான்வெளி அட்டவணைகளும், வரைபட முறைகளும் இதில் பயன்படுகின்றன. இதன் காரணமாக விமானியின் வேலைச்சுமை மிகும். ஆனால் கணிப்பொறிகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் வேலைச்சுமை குறையும்.

கேடுகளைத் தவிர்த்தல். வானிலை, மனிதனால் ஏற்படும் தடைகள், வானில் பறக்கும் பிற வானூர்திகள், காற்றுப்போக்கு, வானூர்தியின் மேல் ஏற்படும் பனிப்படலம் போன்றவற்றால் வானூர்திக்குப் பல்வேறு கேடுகள் நேரிடலாம்.

பறப்பிற்கு முன் திட்டமிடுதல், பறப்பின் போது விதிகளைப் பின்பற்றல், தரையிலிருந்து வானூர்திகளின் நடவடிக்கைகளைக் கட்டுப்படுத்துதல், சிறப்பு வகை வானவெளியியல் கருவிகளைப் பயன்படுத்துதல் ஆகிய முறைகளாலும் இவற்றைத் தவிர்க்கலாம். தற்போது வானூர்திக்கு நேரும் தீமையைப் பற்றித் தெரிவிக்கும், தானியங்கு கருவிகளைப் பற்றி ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டு வருகின்றன. மேலும் இக் கருவிகள் கேட்டைத் தவிர்க்கத்தேவையான நடவடிக்கைகளையும் தெரிவிக்கும் வண்ணம் வடிவமைக்கப்படும்.

-எஸ். நாகேஸ்வரன்

நூலோதி. Arnold M.. Kuethe, Chuen -yen chow, *Foundations of Aerodynamics-Bases of Aerodynamic design*, John Wiley & Sons, New York, 1976; A.C. Kermode, *Mechanics of Flight*, Himalayan Books, New Delhi, 1982; Bernard, Etkin, *Dynamics of Flight Stability and control*, II Edition, John Wiley & Sons, New York, 1982.

காற்றுவெளி மிதவை

ஒரு விண்கலம் புவிக்குத் திரும்பும்போது, மிகுந்த வேகத்தில் காற்று மண்டலத்திற்குள் நுழைகிறது. காற்றின் உராய்வால் இதன் வேகம் ஓரளவு குறைக்கப் படலாம். ஆனால், அவ்விண்கலம் பாதுகாப்பாகத் தரையிறங்க அதன் வேகம் பெருமளவு குறைக்கப்பட வேண்டும். நிலப்பரப்பை அடைவதற்குச் சற்று முன்பாகக் காற்று வெளி மிதவையைப் (parachute) பயன்படுத்தி வேகத்தைக் குறைக்கலாம். இதனால் அவ்விண்கலம் மெதுவாக மிதந்து பாதுகாப்பாகக் கீழிறங்குகிறது.

பாதுகாப்பான வான் பயணத்திற்குக் காற்று வெளி மிதவைகள் இன்றியமையாதவையாகக் கருதப் படுகின்றன. மிக உயரத்தில் விமானம் பழுதடைந்து, தரை இறங்க முடியாதிருக்கும்போது, அவ் விமானத்திலிருந்து வெளியேறப் பயணிகளும் விமானியும் காற்று வெளி மிதவையைப் பயன் படுத்துவார்கள். ஒரு பொருளை மிகுந்த உயரத்திலிருந்து பாதுகாப்பாகக் கீழிறக்கவும் காற்று வெளி மிதவை பயன்படுகிறது. தற்காலத்தில் விமானம் தரையிறங்கும்போது அதன் வேகத்தைக் குறைக்க காற்று வெளி மிதவைகள் பயன்படுகின்றன.

காற்று வெளி மிதவை பெரிய குடை போன்றிருக்கும்.ஒருகுடையின் கைப்பிடியில் கல்லைக் கட்டி, குடையை விரித்து ஜன்னல் வழியாகக் கீழே எறிந்தால், அக்குடை மெதுவாக மிதந்து நிலத்தை அடைகிறது. இது காற்றால் உண்டாகும் தடையினால் நிகழ்கிறது. விரித்த குடை காற்றில் மிதக்கும். அதன் விரிந்த பரப்பு, காற்றைக் கிழித்துக் கொண்டு செல்லமுடியாததால், மிதக்க முற்படுகிறது. அதனால் அக்குடையின் கீழேவிழும் வேகமும் குறை கிறது.மடக்கிய குடை காற்றைக்கிழித்துச்செல்வதால் அது விரைவாகக் கீழே விழுகிறது.

காற்று வெளி மிதவையில் இக்குடை போன்ற பரப்பு மேற்கவிகை அல்லது விதானம் (canopy) எனப்படும். எளிய காற்று வெளி மிதவையில் இவ் விதானம், பெரியதாகவும், வட்டமாகவும் இருக்கும். திறக்கப்பட்டவுடன் இது கீழ்நோக்கிக் கவிழ்ந்த கிண்ணத்தின் வடிவத்தைப்பெறுகிறது. இவ்விதானம், எடை குறைந்த வலிமையாக உள்ள நைலானால் செய்யப்படுகிறது. இதன் நடுவில் சிறிய இடைவெளி (vent) அல்லது துளை காணப்படும். இத்துளை வழியாகச் சிறிதளவு காற்று வெளியேறிச் செல்கிறது. இல்லாவிடில், காற்றுவெளி மிதவையில் மிதப்பவர் கீழிறங்குவதற்குப் பதிலாகப் பக்கவாட்டில் செல்லக் கூடும்.

விதானம் பல நீண்ட பாய்மரக் கயிறுகள் (shrouds) போன்றவற்றுடன் இணைக்கப்படும். இக்கயிறுகள் காற்று வெளி மிதவையாளர்கள் அணிந்திருக்கும் காற்று வெளி மிதவைச் சிப்பத்துடன் (parachute pack) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கயிறு கள் காப்புக் கவசம் (harness) எனப்படும் வார்களின் (strap) தொகுதிகளால் கட்டப்பட்டுள்ளன. சிப்பம் என்பது விதானத்தையும் கயிறுகளையும் உள்ளடக்கி வைத்திருக்க உதவும் பொதியுறை ஆகும். காற்று வெளி மிதவை திறக்கப்பட்டவுடன், மிதவையாளர் களுக்குக் குறைந்த அதிர்ச்சியே ஏற்படும் வகையில் காப்புக்கவசம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

பொதியுறையுள் மற்றொரு சிறிய காற்று மிதவையும் உள்ளது. அம்மிதவை, வழிகாட்டிக் காற்று வெளி மிதவை (pilot parachute) எனப்படும். இம்மிதவையே பொதியுறையில் இருந்து முதலில் வெளிப்படுகிறது. இது மேற்கவிகையை இழுப்பதால், மேற்கவிகை அமைப்பு வெளியேறி விரிந்து கொள் கிறது. காற்று வெளி மிதவையாளர், வானூர்தி யிலிருந்து குதித்த பிறகு மேற்கவிகையைத் திறக்கக் கூடிய கயிறு (rip - cord) இழுக்கப்படுகிறது. இதனால் மேற்கவிகை வெளியேறி விரிந்து கொள்கிறது.

இக்கயிறு மிதவையாளராலோ, தானியங்கு முறையிலோ இழுக்கப்படுகிறது. இதை மிக முன்ன தாகவோ, மிகத் தாமதமாகவோ இழுக்கக் கூடாது. மிக முன்னதாக இழுக்கப்பட்டால் காற்று வெளி மிதவை விரிந்தவுடன், வானூர்தியுடன் மோதக் கூடும். மிகத் தாமதமாக இழுக்கப்பட்டால் மிதவை யாளர் தரையைத் தொட்ட பிறகே காற்று வெளி மிதவை விரிவடையும். இதனால் மிதவையாளருக்குப் பெருங்கேடு விளையக்கூடும்.

காற்று வெளி மிதவை விரிந்தவுடன், மிதவை யாளர் கீழே இறங்கும் வேகம் குறைகிறது. தொங்கும் கயிறுகளை இழுப்பதன் மூலம் காற்று வெளி மிதவையைத் திசை திருப்ப இயலும். மேலும் மேற் கவிகையின் வழியாகச் செல்லும் காற்றின் பாதை மாறுகிறது. தரையிறங்கும்போது மிதவையாளர் கால்களை வளைத்தும், தரையில் உருண்டும் கீழே விழுவதைத் தடுக்கிறார். பின்னர் பொதியுறை யிலிருந்து தம்மை விடுவித்துக் கொள்கிறார்.

அவ்வாறு விடுவித்துக் கொள்ளாவிடில் காற்று வெளி மிதவையினுள் காற்று நிரம்பி மிதவையாளரை இழுத்துச் செல்லக்கூடும். இக்காற்று வெளி மிதவை மீண்டும் பயன்படுத்தப்படுமாதலால், அதில் பழுது ஏற்பட்டுள்ளதா என்பதை ஆய்ந்து, கவனமாகப் பாதுகாக்க வேண்டும். இச்செயல்களுக்கு ஆழ்ந்த பயிற்சி தேவை.

காற்று வெளி மிதவையில் பறந்து செல்லும் படைவீரர்கள் 10மீ விட்டமுடைய காற்றுவெளி மித்வைகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இது ஒரு நொடிக்கு 6 மீட்டர் என்னும் வேகத்தில் மெதுவாகக் கீழே இறங்குகிறது. அவர் 180 செ.மீ உயரத்திலிருந்து கீழே விழுவதைப்போலவே தரையிறங்குகிறார். குண்டுகள், ஊர்திகள் ஆகியவற்றைக் கீழே இறக்குவதற்கு 30 மீட்டருக்கும் மேலாக அகலமுடைய காற்றுவெளி மிதவைகள் பயன்படுகின்றன. கீழிறக்கப்படும் பொருள்களின் எடை அதிகரிக்க அதிகரிக்க காற்றுவெளி மிதவையின் விதானமும் அதிகரித்தல் வேண்டும். 20 டன்னுக்கும் மிகுந்த எடையுடைய பொருள்கள், மிதவைகளை ஒன்றிணைத்துக் கீழே இறக்கப்படுகின்றன.

நாடா வெளி மிதவை (ribbon parachute) என்பது சாதாரண வகையிலிருந்து சிறிது மாறுபட்டதாகும். அதனுடைய நாடாக்கள், பொதுவான மையத்தை உடைய வட்ட வடிவத் துண்டுகளாகும். இரு நாடாக்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியின் வழியாகக் காற்று வெளியேறுகிறது. இவ்வகை மிதவைகள் விமானம் தரையிறங்கும்போது, விமானத்தின் வேகத்தைக் குறைக்க உதவுகிறது. ஆகையால் இது தரையிறங்கு வேகத்தடுப்பு மிதவை (landing brake parachute) அல்லது பின்னிழுப்பு மிதவை (drag chute) எனப்படுகிறது.

படம் 1. நவீன காற்று வெளி மிதவை

படம் 2

படம் 1 இல் நவீன காற்று வெளி மிதவை காட்டப்பட்டுள்ளது. இது மிகவும் சிறந்த முறையில் திட்டமிடப்பட்டு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. நைலானால் செய்யப்பட்ட மேல் விதானத்தில் உள்ள திறப்புகள் அல்லது துளைகள் (slots) மிதவையாளர்கள் பக்கவாட்டுத் திசைகளில் திரும்புவதற்கு உதவுகின்றன. நேர்குத்துத் திசைகளில் செல்லும் காற்றோட்டத்தின் மூலம், மிதவையாளருடைய நேர்குத்து அசைவுகள் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

வானூர்தியிலிருந்து கீழே விழும் காற்று வெளி மிதவையாளரின் இரு நிலைகள் படம் 2 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. நிலத்திலிருந்து 600 மீட்டர் உயரத்தில் மிதவை விரிக்கப்படுகிறது. சிறப்பு வகை மிதவைகள் விண்வெளி வீரர்களுடன் உள்ள ஜெமினி, அப்பல்லோ போன்ற விண்கலங்கள் பாதுகாப்பாகக் கடலில் இறங்க உதவின. இத்தகைய மிதவைகள் சிக்கலான அமைப்புடையவாகும். தன்னியக்க விசைப்பொறிகள் விண்கலத்திலிருந்து மிதவை வெளியேறிய பிறகு, குறிப்பிட்ட உயரத்தில் தாமாகவே திறந்து கொள்ள உதவுகின்றன.

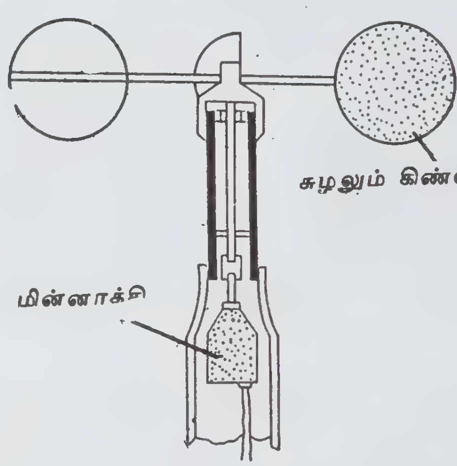
- வா. அனுசுயா

நூலோதி. Arnold M. Kuethe, Chuen Yen-chow, *Foundation of Aerodynamics - Bases of Aerodynamic design*, Third Edition, John Wiley & Sons, New York, 1976; A.C. Kermode, *Mechanics of Flight*, Himalayan Books, New Delhi, 1982.

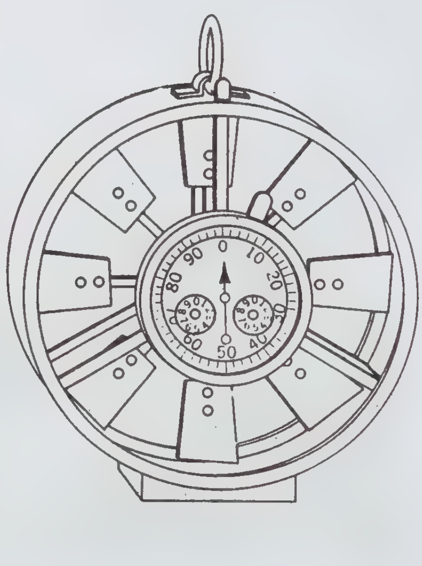
காற்று வேக அளவி

இது காற்றின் திசைவேகத்தின் (velocity) பருமை அளவை (magnitude) அளக்க உதவும் கருவியாகும். பொதுவாக, காற்று வேக அளவிகள் (anemometers) காற்றின் வேகத்தை அளக்கும் கருவியாக இருந்தாலும், அவை காற்றுச் சுரங்கம், வானூர்தி ஆகியவற்றில் காற்று அல்லது பிற வளிமங்கள் பாயும் வீதத்தையும் (rate of flow) அளக்கப் பயன்படுகின்றன. இது கிண்ணக் காற்று வேக அளவி (cup anemometer), அலகு காற்று வேக அளவி (Vane anemometer) சூடு-கம்பிக் காற்று வேக அளவி (hot-wire anemometer) என மூன்று வகைப்படும்.

கிண்ணக் காற்று வேக அளவி. இக்கருவி அனைத்துத் திசைகளிலும் கிடைமட்டமாக வீசும் காற்றின் வேகத்தை அளக்க உதவுகிறது. இது ஒரு நேர்குத்தான தண்டில் மூன்று அரை உருண்டை வடிவக் கிண்ணங்களைக் கொண்டுள்ளது. இக்கிண்ணங்கள் புழுப் பல்சக்கரத்தைச் (worm gear) சுற்றச் செய்கின்றன. இப்பற்சக்கரம், காற்றின் வேகம், ஒவ்வொரு மைலை அடையும் போதும், ஒரு மின் தொடுவானை (electric contact) இயக்குகிறது. இத்தொடுவானின் இயக்கம், நிலையான வேகத்தில் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும் வரைபடத்தில் பதிவு செய்யப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் ஏற்படும் தொடுவானின் இயக்கங்களைக் கொண்டு காற்றின் வேகம் கண்டறியப்படுகிறது. ஒரு மைலில் கிண்ணத்தின் சுற்றுகள் (revolutions per mile)



படம் 1. சுழலும்-கிண்ண மின்காற்று வேக அளவி



படம் 2. சுழலும் அலகு காற்று வேக அளவி

காற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்து மாறுபடும். எனவே குறைந்த காற்று வேகங்களில் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையில் ஒரு திருத்தம் செய்யப்படுகிறது.

காற்றின் வேகம், அதன் அடர்த்தியைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. எனவே, கிண்ணங்கள் ஒரு மின்னாக்கியைச் சுற்றும்போது, காற்றின் வேகம் நேரடியாகவே பெறப்படுகிறது. குறைந்த வேகங்களிலும் தெளிவான அளவுகளைப் பெறுவதற்காக, மின்னாக்கி குறைந்த திருக்கத்திலேயே (torque) இயங்க வேண்டும். இம்மின்னாக்கியின் வெளியீடு (out put) மிகைப்படுத்தப்பட்டு (amplified), காற்று வேக அலகுகளால் அளவிடப்பட்ட மின் காட்டியில் (electric indicator) பெறப்படுகிறது.

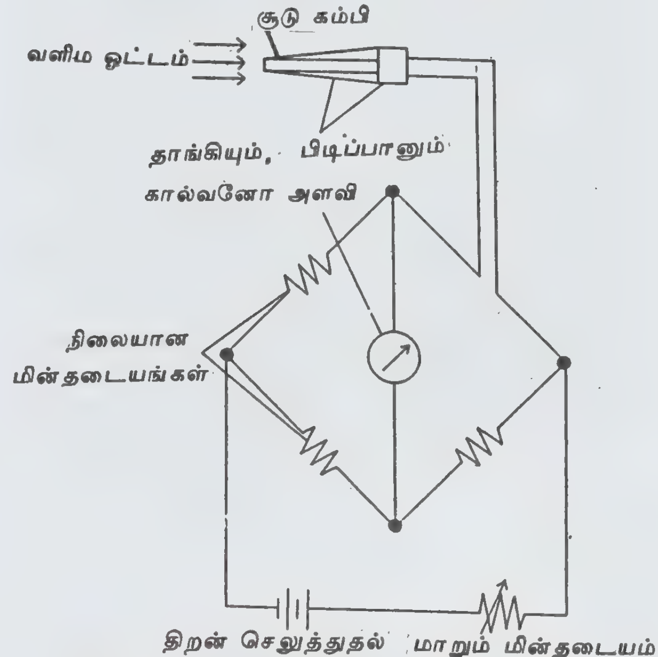
அலகு காற்று வேக அளவி. இது ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லக் கூடியதாகும். இவ்வகைக் கருவி பெரிய குழாய்களிலுள்ள குறைந்த காற்று வேகத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. இது ஒரு தண்டில் பொருத்தப்பட்ட பல அலகுகளைக் கொண்டது. இவ்வலகுகள் காற்றை எதிர்கொள்ளும்போது சுழலும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இவ்வலகுகளைச் சுற்றி ஒரு பாதுகாப்பு வளையம் (guard ring) உள்ளது. இவ்வலகுகள், சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையைக் காட்டும் ஓர் எண்ணியை (counter) இயக்குகின்றன. இந்த எண்ணி, நிறுத்து கடிகாரத்துடன் (stop watch) இணைக்கப்பட்டால், காற்றின் வேகம் எளிதாகக் கணக்கிடப்படுகிறது. இவ்வகை அளவியின் பகுதிகள் குறைந்த எடையுள்ள பொருள்களால் செய்யப்படுகின்றன. மிகவும் சரியான அளவுகளைப் பெறும் பொருட்டு, இவ்வகை அளவியின் உறுப்புகளுக்கிடையே உள்ள உராய்வு மிகவும் குறைவாக இருக்குமாறு வடிவமைக்கப்படுகிறது.

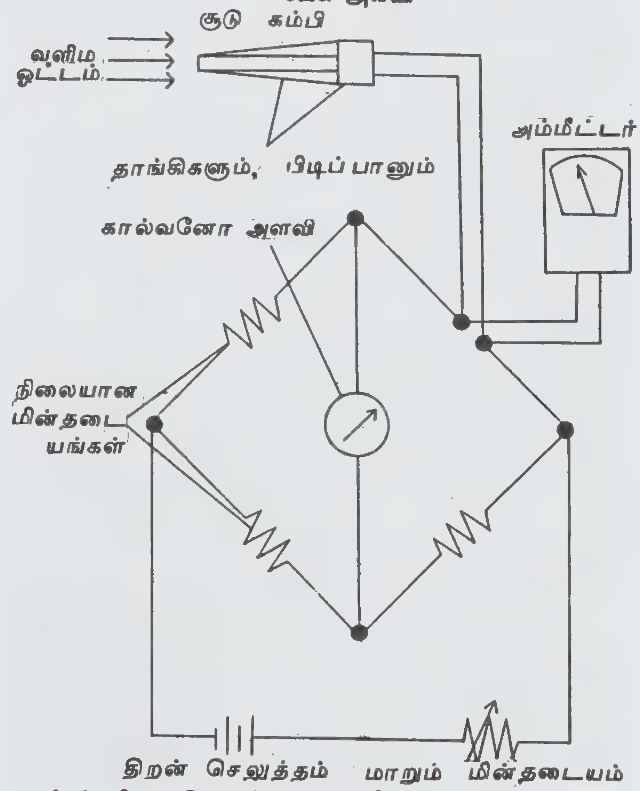
சூடு-கம்பி காற்று வேக அளவி. காற்றுக் கொந்தளிப்பு மற்றும் எல்லை அடுக்குகளைப் (boundary layer) பற்றிய ஆய்வுகளில் இவ்வகைக் கருவி பெரிதும் பயன்படுகிறது. சூடு-கம்பி காற்று வேக அளவி நிலை-மின்னழுத்த வகை நிலை-வெப்ப வகை என இரு வகைகளில் உள்ளது.

மின்சாரத்தால் வெப்பப்படுத்தப்பட்ட ஒரு கம்பி, வளிம ஓட்டத்தில் வைக்கப்பட்டுக் குளிர்விக்கப்படும்போது, அக்கம்பியின் மின்தடை மாறுபடுகிறது. இம்மாறுபாடு பாய்மத்தின் திசைவேகத்தைப் பொறுத்ததாகும்.

நிலை-மின்னழுத்த வகையில் வளிம ஓட்டம் தொடங்கிய உடனே, சூடான கம்பி குளிரத் தொடங்கும். அக்கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள வீட்ஸ்டோன் சமனியில் மின்னழுத்தம் நிலையாக உள்ளது. இச்சமனியில் உள்ள கால்வனோ அளவி திசை வேகத்திற்கு ஏற்ற அளவைக் காட்டுகிறது. இவ்வகை அளவி 5மி.மீ/நொடிக்கும் குறைவான திசைவேகங்களை அளக்கப் பயன்படுகிறது.



படம் 3. நிலை-மின்னழுத்தச் சூடு-கம்பி காற்று வேக அளவி



படம் 4. நிலை-வெப்பச் சூடு கம்பி காற்று வேக அளவி

நிலை வெப்ப வகை, நிலை-தடை வகை எனவும் வழங்கப்படும். இது மிகவும் பயன் மிகுந்ததாகும். வீட்ஸ்டோன் சமனியில் உள்ள மின்கலத்தின் மின் தடையம், வளிமப் பாய்வினால் குளிர்விக்கப்பட்ட கம்பி, மீண்டும் அதன் பழைய வெப்பநிலையை அடையும் வரை அதிகரிக்கிறது. அம்மீட்டரில் காணப்படும் சூடான கம்பியின் மின்னோட்டம், காற்றின் திசைவேகத்தைக் குறிக்கிறது. இவ்வகை அளவியின் மற்றுமொரு முக்கிய பயன்பாடு, கொந் தளிப்பு மாற்றங்களை அளத்தலாகும். இம்மாற்றங்கள் கம்பியின் மின் தடையில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் கணக்கிடப்படும். இது எல்லை அடுக்குகளைப் பற்றிய ஆய்வில் பெரிதும் உதவுகிறது. இந்த அளவியில் பயன்படுத்தப்படும் சூடு கம்பி பிளாட்டினம், டங்ஸ் டன் போன்ற பொருள்களால் ஆனது. இதன் விட்டம் ஏறத்தாழ 0. 25-25 மைக்ரோ மீட்டர் ஆகும்.

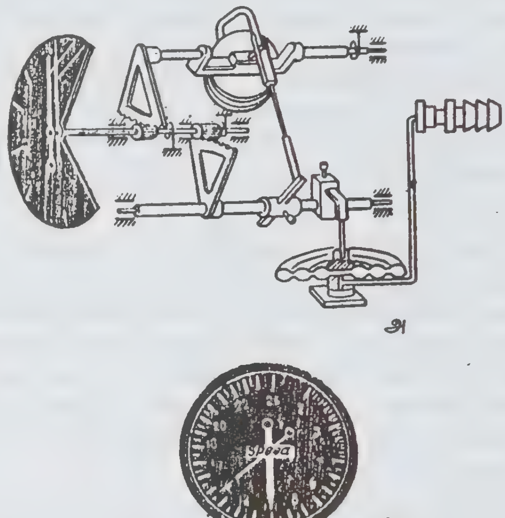
- வா. அனுசுயா

காற்று வேகங்காட்டி

இது வானூர்தியின் வேகத்தை அது பறக்கும் வளி மண்டலத்துடன் ஒப்பிட்டு, கணக்கிட்டுக் காட்டும் கருவி ஆகும். குறிப்புக் காற்று வேகங்காட்டி, இயல் காற்று வேகங்காட்டி, மேக் அளவி ஆகியவை நடைமுறையில் உள்ள பிற காற்று வேகங் காட்டிகள் (air speed indicator) ஆகும். வானூர்தி யின் வேகத்தைக் காற்று மண்டலத்துடன் ஒப் பிட்டும், தரையுடன் ஒப்பிட்டும் கணக்கிடலாம். காற்றுடன் ஒப்பிட்டுக் கணக்கிடப்படும் வேகம் காற்று வேகம் என்றும், தரையுடன் ஒப்பிட்டுக் கணக்கிடப்படும் வேகம் ,தரை மட்ட வேகம் என்றும் கூறப்படும்.

குறிப்புக் காற்று வேகங்காட்டி மிகுதியாகப் புழக்கத்தில் உள்ளது. வானூர்தியின் வேகம் அதி கரிக்கும்போது, ஒரு குழாயின் மூலம் காற்று இடைத் திரையின் மேல் செலுத்தப்படும் அழுத்தமும் அதிகரிக் கிறது. இதனால் இடைத்திரை விரிவடைய அத் துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள பல்சக்கரத் தொடர் நகர்த்தப்பட்டு அதன் மூலம் காட்டியானது காற்று வேகங்காட்டியின் வட்ட முகப்பின் குறியீடுகளின் மேல் நகர்ந்து வேகத்தைக் காட்டுகிறது.

குறிப்புக் காற்று வேகம் என்பது அழுத்த வேறு பாடுகளைப் பொறுத்து மாறுபடும். அழுத்த வேறு பாடு என்பது பொது அழுத்தத்திற்கும் நிலையான அழுத்தத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு ஆகும். நிலை யான பிட்டாட் (pitot) குழாய் இவ்விரு அழுத்தங் களுக்கும் உள்ள உறவை உறுதிப்படுத்தும் கருவி யாகச் செயல்படுகிறது. இந்தக் குறிப்பு அளவுகள் பூஜ்ய உயரத்தில் தவறாக இருந்தாலும் வானூர் தியை இயக்கும் உறவு மாறுபடாமையால், இது வானூர்தியின் பறக்கும் வேகத்தை அளக்கப் பயன் படுகிறது. இந்தக் கருவிகளுடன் ஏற்கப்பட்ட பெரும் எல்லை வானூர்தி வேகம் காட்டுவதற்காக இரண்டாம் காட்டி ஒன்று இணைக்கப்படுகிறது.



அ

ஆ

படம் 1. காற்று வேகங்காட்டி

(அ) தொழில்துறைக் கருவி கலத்தொகுதி (ஆ) முகப்பு

இயல் காற்று வேகங்காட்டி, குறிப்பு வேகங் காட்டியைப் போன்றே இருந்தாலும், அதனுடன் முழுமையான அழுத்தம், வெப்பம் இவற்றை அளப் பதற்காக ஒரு கருவி உள்ளது. இதன் மூலம் காற்று அடர்த்தி வேறுபாடுகளைத் தவிர்த்து, உண்மை அல்லது இயல் காற்று வேகத்தைக் கணக்கிடலாம். இதனால் இயல் காற்றுவேகங்காட்டி ஒரு காற்று வெளிப்பயணக் கருவியாகவும் குறிப்பு வேகங்காட்டி ஓர் ஊர்திக் கருவியாகவும் பயன்படுகின்றன.

அனைத்து வானூர்திகளும் அவற்றின் செந்தூக்க ஆற்றல் கூறு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குள் இருக்கும் வரை நிலையானவையாகவும் கட்டுப்படுத்தக் கூடிய வையாகவும் இருக்கும். இந்த உயரம் வானூர்தியின் தரத்தைப்பொறுத்து மாறுபடும். குறைஒலிவேகத்தில் ஊர்தியின் தாக்குங் கோணம் மாறாமல் இருப்பதால் செங்குத்து ஆற்றல் கூறு, இயக்க ஆற்றல் அழுத்தத் திற்கு ஏற்றவாறு வேறுபடுகிறது. அதனால் ஊர்தி பாதுகாப்பான காற்று வேகத்திற்குள் செலுத்தப் பட்டால், எந்த உயரத்திலும் ஊர்தியின் நிலைத் தன்மையும், எளிதான கட்டுப்பாடும் உறுதிப்படுத்தப் படும். இதனால் வானூர்திசெலுத்துவோருக்கு இந்தக் குறிப்புக் காற்று வேகம் மிகமிக இன்றியமையாதது.

தரை மட்ட வேகம், காற்றுப்போக்குக் கோணம் (drift angle), பாதைக் கண்காணிப்புப் போன்ற வற்றைக் கண்டுபிடித்த உண்மை அல்லது இயல் காற்றுவேகம் விமான ஓட்டிக்குத் தேவைப்படுகிறது. காற்று வேகங்காட்டியின் அளவை மதிப்புக் காட்டி யின் மேல் நகரும் இரண்டாம் மெல்லிய சுட்டும் முள் காட்டி தெரிவிக்கிறது.

இயல் காற்று வேகம் வானூர்தியின் பறக்கும் வேகத்திற்குத் தகுந்தவாறு இருக்கும். இது ஊர்தி யின் உயரத்திற்கு ஏற்றவாறு மாறாது. அதே நேரத் தில் குறிப்புக் காற்று வேகம் வானூர்தி உயரத்திற்கு ஏற்றவாறு மாறும். ஏனென்றால் இயக்க ஆற்றல் அழுத்தம், ஊர்தி உயரம் அதிகரிக்கும்போது குறையும். இரண்டு காட்டிகளும் குறைந்த உயரத்தில் அதாவது தரைக்கு அருகில் இருக்கும்போது ஏறக் குறைய ஒரே அளவைக் காட்டும்.

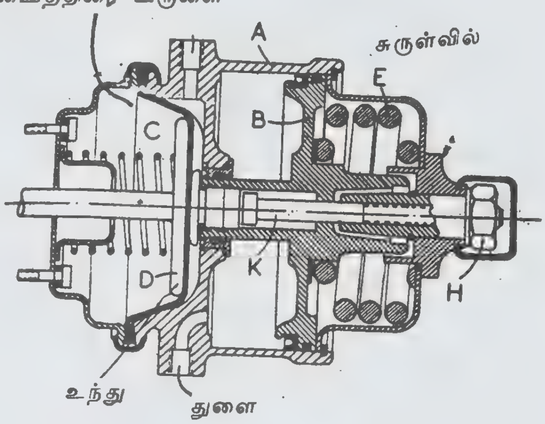
உண்மை ஒலிவேகத்திற்கும் குறிப்பிட்ட இடத்தி லுள்ள ஒலிவேகத்திற்கும் உள்ள விகிதம், ஒலிவேகத் திலும், மிகை ஒலி வேகத்திலும் செல்லக்கூடிய வானூர்திகளுக்கு இதன் வேகத்தை அளக்கப் பயன் படுகிறது. இந்த அளவைக் (விகிதம்) கணக்கிடும் கருவி மாக் அளவி எனப்படும். சார்பு மாக் எண்ணைக் கணக்கிடுவதற்கு முதலில் மொத்த தாக்கு அழுத்தத்திற்கும் மொத்த நிலை அழுத்தத் திற்கும் உள்ள விகிதத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். பின் சில வாய்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி அந்த விகிதத்தை மாக் எண்ணாக மாற்ற வேண்டும். சில ஒலிக் கருவிகள் காற்று வேகம், மாக் எண் ஏற்கப் பட்ட பெரும எல்லை வேகம் ஆகிய அனைத்தையும் ஒரே நேரத்தில் காட்டவல்லவை.

- எஸ். ரெங்கராஜன்

நூலோதி. EHJ. Pallett, *Aircraft Instruments*, II Edition, Pitman publishing Limited, Great Britain, 1981.

காற்று வேகத் தடை

வேகத் தடைக் கட்டைகளை விரிக்கச் செய்யும் நெம்புருளுக்குத் (cam) தேவையான விசை, ஊர்தியின் எந்திரப் பொறியால் இயக்கப்படும் ஒரு காற்றழுத்தப் பொறியின் வாயிலாக வரும் அழுத்தப் பட்ட காற்றால் அளிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நெம்புருளுக்கும் தேவையான வேகத்தடை அறை (brake chamber) ஒவ்வொரு சக்கரத்துடனும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவ்வேகத் தடை அறைகள் காற்றுத் தேக்கியுடன் (air reservoir) குழாய் வாயி லாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு வேகத் தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் (brake valve) வேகத் தடை அறையினுள் செலுத்தப்படும் காற்றின் அழுத் தத்தைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்வேகத் தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் கால் அழுத்துங் கட்டையால் (foot pedal) இயக்கப்படுகிறது.



படம் 1. சுருள்வில் இணைந்த காற்று வேகத் தடை அமைப்பு

இயக்கம். கால் அழுத்துங் கட்டை அழுத்தப் பட்டதும், அழுத்தப்பட்ட காற்று வேகத் தடை அறைகளில் உள்ள இடைத் திரைக்குச் (diaphragm) சென்று செயல்படுகிறது. இவ்விடைத் திரை, வேகத் தடை நெம்புருளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். உயர் காற்று அழுத்தத்தால் இடைத் திரை தள்ளப் படும் போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள நெம்பு ருளும் இயங்கி, வேகத் தடைக் கட்டைகள் இழுவை வில்லின் விசையை மீறி விரிக்கப்படுகின்றன. இதனால் வேகத் தடை உருளையில் உராய்வு ஏற்படுத்தப் பட்டுச் சுழற்சி நிறுத்தப்படுகிறது. கால் அழுத்தக் கட்டையிலிருந்து, கால், விடுவிக்கப்பட்டதும் இழுவைவில் இயல்பின்படி அழுத்தக்கட்டையைத் தன்இயல்பு நிலைக்குக் கொண்டு வந்துவிடுகிறது. இதனால் வேகத்தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் மூடப்படு கிறது. மேலும் வேகத்தடை அறைகளில் உள்ள காற்றும் விடுவிக்கப்படுகிறது.

வேகத்தடை அறைகளில் உள்ள காற்றழுத்தம் விடுவிக்கப்படுவதால் அதிலுள்ள இடைத்திரை தன் இயல்பு நிலைக்குத் திரும்பும்போது நெம்புருளும் தன் இயல்பு நிலையை அடைகிறது. அதனால் வேகத் தடைக் கட்டைகள் இயல்புநிலையை அடைந்து பின்னுகின்ற நிலை தவிர்க்கப்படுகிறது. இவ்வாறு கால் அழுத்துங் கட்டையின் அழுத்தத்திற்கு ஏற்ப வேகத் தடை ஏற்படுகிறது.

காற்றழுத்த வேகத் தடையின் பகுதிகள்

காற்றழுத்தப் பொறி. இப்பொறி, காற்றின் அழுத்தத்தைத் தேக்கியினுள் மிகுதிப்படுத்துவதற்குப் பயன்படும். பொதுவாக உந்து வகைக் காற்றழுத்தப் பொறிகளே (piston type) வேகத்தடை முறைகளில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. உள்ளிழுக்கும் வீச்சின் போது சுத்திகரிக்கப்பட்ட காற்று உள்ளிழுக்கும் அடைப்பிதழைத் திறந்துகொண்டு உருளையினுள் நுழைகிறது. உந்து தண்டு அழுத்து வீச்சிற்காக மேலே செல்லும்போது மேலுள்ள காற்று அழுத்தப்பட்டு வெளியேற்றக் கட்டுப்பாட்டிதழ் வாயிலாக வெளியேறுகிறது. அழுத்தக்காற்று, குழாய்வழியாகத் தேக்கியை அடைகிறது.

காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ். இது ஒரு தானியங்கிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் ஆகும். இது தேக்கிக்கும் காற்றழுத்தப் பொறிக்கும் இடையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தேக்கியில் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மேல் காற்றழுத்தம் ஏற்படும்போது தானாக இயங்கி, திறந்து கொண்டு காற்று வெளியேறி, மிகு அழுத்தத்தால் ஏற்படக் கூடிய விபத்தைத் தவிர்க்க உதவுகிறது.

காற்றுத் தேக்கி. இது ஒரு சாதாரண எஃகு உருளை ஆகும். இத்தேக்கி உயர்ந்த காற்று அழுத்தத்தைத் தாங்கக்கூடிய அளவில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் இரு புறமும் குழாய் இணைப்புகள் இருக்கும்.

வேகத்தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழ். இக்கட்டுப் பாட்டிதழ் கால் அழுத்துங் கட்டையால் செயல்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வடைப்பிதழ் தேக்கிக்கும் ஒவ்வொரு வேகத் தடை அறைகளுக்குச் செல்லும் குழாய் இணைப்புகளுக்கும் இடையில் பொருத்தப்படுகிறது.

வேகத்தடை அறை. இவ்வேகத் தடை அறையினுள் முன் பின் நகர்ந்து இயங்கக்கூடிய ஓர் இடைத் திரை இருக்கும். இவ்விடைத் திரை வேகத்தடை நெம்புருளுடன் தண்டுகள், இழுவை வில் ஆகியவை மூலம் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். வேகத் தடை அறை, இடைத் திரையால் இருபகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. தொடர் முனைக்கு, எதிர்முனைக் காற்று வெளியேறா வண்ணம் காக்கப்பட்டிருக்கும். இதனால் உயர் காற்றழுத்தம் இடைத்திரையில் செயல்பட்டு அதைத் தள்ளுகிறது. இத்தள்ளு விசை, நெம்புருளுக்கு அளிக்கப்பட்டு வேகத்தடை ஏற்படுத்தப்படுகிறது.

விரைவு வெளியேற்றுக் கட்டுப்பாட்டிதழ். இக்கட்டுப் பாட்டிதழ் முன்புற வேகத்தடைக் குழாய் இணைப்புகளில் பொருத்தப்பட்டு வேகத்தடை அறையிலிருந்து வெளியேறும் காற்றை விரைவுபடுத்தி விரைவாக வெளியேற்றம் அடைய உதவுகிறது. இக்கட்டுப்பாட்டிதழ் நேரடியாக, வேகத்தடை அறையின் காற்றை வெளியே அனுப்புகிறது. வேகத்தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழில் வெளியேற்றப்படும் முன்னரே இக்கட்டுப்பாட்டிதழால் காற்றழுத்தம் விடுவிக்கப்படுவது இதன் சிறப்பாகும்.

இடையூட்டி அல்லது இடைமாற்றிக் கட்டுப்பாட்டிதழ். இக்கட்டுப்பாட்டிதழ் வேகத்தடை அறையின் உட்புகும் மற்றும் வெளியேறும் காற்றின் வேகத்தை விரைவாக்குகிறது. உடனடி வேகத் தடையைப் பெறக் காற்றை நேராக வேகத்தடை அறைகளுக்கு விரைந்து அனுப்புகிறது. அது போலவே பின்புறத்தில் உள்ள வேகத் தடை அறைகளில் உள்ள காற்று, வேகத் தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் வழியாக வெளியேறும் முன்னரே விரைந்து வெளியேறிக் காற்றழுத்தத்தை விடுவிக்கிறது.

எச்சரிப்பான் *(warning signal)*. இது காற்றழுத்தத் தேக்கியில் ஏற்படும் குறைந்த அழுத்தத்தை ஓட்டுநருக்கு உணர்த்தி எச்சரிக்கக்கூடிய ஓர் ஒளி அல்லது ஒலி அமைப்பாகும். இது மின்னாற்றலால் செயல்படக்கூடியது.

காற்று வேகத்தடை பயன்படும் இடங்கள். காற்று வேகத் தடை பெரும்பாலும் தானியங்கு கனரக ஊர்திகளில் தனித்தும், துணை ஆற்றலாகவும் பயன்படுத்தப்படும்.

-வெ. ஸ்ரீதர்

நூலோதி. Baumeister, A. Avallone, Baumeister III, *Marks' Standard Hand Book for Mechanical Engineers,* Eighth Edition, McGraw-Hill Book Company, 1978.

காற்று வேட்கை

இந்நோய்க்கு முக்கிய காரணம் மூச்சுப்பாதை அடைப்பாகும். குழந்தைகளிடத்தில் அயல் பொருள்கள் மூச்சுக் குழாயில் சிக்கிக் கொள்வது அல்லது தொண்டை அடைப்பான் போன்ற நோய்களால் காற்று வேட்கை ஏற்படலாம். மேல் தொண்டை, குரல்வளை வழியாகக் காற்றுப் பாதை தொடங்கி, மூச்சுக் குழல், மூச்சுக் கிளைக் குழல் வரை செல்கிறது. இதில் எங்காவது அடைப்பு ஏற்பட்டால் காற்று வேட்கை உண்டாகும். உணவுப் பொருள்கள்கூட மூச்சுப் பாதையை அடைக்கலாம். இத்தகைய அயல் பொருளை அகற்ற, நோயாளியின் இடுப்பை நன்கு இறுக்கமாகப் பிடித்துக் கொண்டு, அடி வயிற்றைப் பலமாக அமுக்கினால், வயிற்றுள் அழுத்தம் அதிகரிக்க, தொண்டையிலுள்ள பிற பொருள் வெளிவந்து விடலாம்.

குரல் வளைக்கு நரம்பூட்டம் அளிக்கும் குரல் வளை நரம்பின் செயலிழப்பு, மூச்சுக் குழலின்

புற்றுநோய், மூச்சுக் குழலின் குருத்தெலும்பு அழற்சி ஆகியவற்றிலும் அடைப்பின் காரணமாகக் காற்று வேட்கை உண்டாகும். மார்புக் கூட்டுள் மிகுதியான நிணக் கணுக்கள் (lymph nodes) காணப்படுகின்றன. இவை, காசநோய், நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்பு, ஹிஸ்டோ பிளாஸ்மோசிஸ் போன்ற நோய்களில் வீக்கமடைந்து மூச்சுக்கிளைக் குழல்களை அமுக்கி, அடைத்துக் கடின மூச்சை உண்டாக்கலாம். மூச்சுக் கிளைக்குழல் திறப்பு அறுவை (tracheostomy), மூச்சுக் குழல் உள் நோக்கி அறுவை முறை ஆகியவை மருத்துவம் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

நிணக் கணுக்களின் வீக்கத்தால் மூச்சுக் கிளைக் குழல்கள் அடைபட்டு, குறிப்பிட்ட நுரையீரலின் ஒரு பகுதி, காற்றற்ற நிலையை (atelectasis) அடைகிறது. இதிலும் முனைப்பான காற்று வேட்கை உண்டாகலாம். ஒளியிழை மூச்சுக் குழல் நோக்கியின் (fibroptic branchoscopy) உதவியால் சரியாக நோய் பற்றி முடிவு செய்து பிற பொருள்கள் காணப் பட்டால் அகற்றி விடலாம்.

- சாரதா கதிரேசன்

காற்றூடும் போர்ட்லாண்ட் சிமெண்ட்

இது நீர் இணைவதால் ஒட்டுகிற சிமெண்ட் எனப் பொருள்படும். இப்போர்ட்லாண்ட் சிமெண்ட் சுண்ணாம்புச் சத்து மிகுந்துள்ள கால்சியம்சிலிக்கேட், அலுமினேட், பெர்ரைட் ஆகியவற்றுடன் சிறிதளவு ஜிப்சம் சேர்த்து நுண் பொடியாக அரைத்துத் தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்பொருள்கள் நீருடன் இணையும்போது வேதி மாற்றங்கள் நடைபெற்றுப் பிணைந்து இறுகிக் கட்டியான ஒரே பொருளாக மாறிவிடும்.

மேற்கூறிய பொருள்களுடன், காற்றுக் குமிழ் களைக் கற்காரையில் உருவாக்கக் கூடிய பொருள் களும் சேரக் காற்றூடும் போர்லாண்ட் சிமெண்ட் (air entraining portland cement) தயாரிக்கப்படுகிறது. சில நேரங்களில் இத்தகைய பொருள்களைக் கற்காரைக் கலவையிலும் நேரிடையாகச் சேர்ப்பதுண்டு. போர்ட் லாண்ட் சிமெண்ட்டில் பலவகை உண்டு. அவை கட்டட வேலைக்குப் பயன்படும் வகை, மித வெப்ப நிலையில் நீருடன் இணையும் வகை அல்லது மிதமான சல்பேட் விளைவுகளை எதிர்க்கும் வகை, விரைவில் வலிவடையும் வகை, குறைந்த வெப்பநிலையில் நீருடன் இணையும் வகை, மிகு சல்ஃபேட் விளைவு களை எதிர்க்கும் வகை என ஐந்து வகைப்படும். காற்றூடும் சிமெண்ட்தயாரிக்க, மொத்தக் கலவையில் 0·01-0.02% எடையுள்ள உருக்குக்கல் கலந்து அரைக் கப்படுகிறது. இந்த உருக்குக்கல் மிகுதியாக வெப்பப் படுத்தப்பட்ட செங்கல்லில் இருந்து பெறப்படுகிறது.

காற்றுக் குமிழ்களை உருவாக்கக்கூடிய பொருள் கள் பலவகைப்படும். அக்காற்றுக் குமிழ்கள் நிலைத்து நிற்கவேண்டும். சிமெண்டுடன் இணைந்தவுடன் வேதி மாற்றம் ஏற்பட்டுக் காற்றுக் குமிழ்களை உருவாக்கும் வேதிப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அலு மினியத்தூள், மிகுந்த வளிமத்தை உற்பத்தி செய்து அதன்மூலம் குமிழ்களை உருவாக்கக்கூடியது. மேலும் காற்றுக் குமிழ்களை உருவாக்குவதற்கு மரங்களில் இருந்து பெறப்படும் கோந்து, பிசின், பால் ஆகியவை பயன்படுகின்றன. விலங்குகள், தாவரங்களில் இருந்து பெறப்படும் கொழுப்பு, எண்ணெய், சோப்பு முதலிய வையும் பயன்படுகின்றன. ஈரப்பதத்தை உருவாக்கக் கூடிய வேதி உப்புகளும், சோடியம் சல்ஃபோனேட், ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு முதலிய வேதிப் பொருள்களும் பயன்படுகின்றன.

காற்றூடும் போர்ட்லாண்ட் சிமெண்ட்டைப் பயன்படுத்தும்போது கற்கள், மணல் ஆகியவற்றின் அளவு சற்றுக் குறையும். கற்களின் அளவை ஒரு சதவீதமாகக் குறைக்கலாம். அவ்வாறே காற்று ஒரு சதவீதம் உட்புகுவதாக இருந்தால் நீரின் அளவை ஒரு சதவீதம் குறைக்கலாம். இதனால் கற்காரையில் வலிமை சற்றுக் கூடும். அதே நேரத்தில் உட்புகுந்த காற்றின் காரணமாகக் கற்காரையின் வலிமை பத்து சதவீதம் வரை குறையும்.

உலர்ந்து கெட்டியாவதற்கு முன்னால், நீர் மிகுதியும் சேர்க்காத போதே சாதாரண சிமெண்டை விடக் காற்றூடும் சிமிண்ட் மிகக் குழைவாகவும் இணக்கமாகவும் ஒரே தன்மை உடையதாகவும் இருக்கும். இறுக்கமடைந்து கடினமான ஒரே பொருளாக மாறியபின் இது மிகுந்த வலிமை அடையக்கூடியதாகும். மிகுந்த குளிர்ச்சியில் உறையும் தன்மையையும் வலிமையாக எதிர்க்கும் ஆற்றல் உடையது. மேலும் இது வேதிப் பொருள் களால் சிதிலமடையும் பாதிப்பை எதிர்க்க வல்லது; எளிதில் பிரிக்க முடியாமல் இணையக்கூடியது. இதில் சிமெண்ட் கசிவு ஏற்படாது.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

நூலோதி. I. C. Syal & A. K. Goel, *Reinforced concrete Structures*, Second Edition, Wheeler and Co. Pvt. Ltd., Allahabad, 1987.

காற்றோட்டம்

ஒரு கட்டடத்தில் புகை, கெடுநாற்றம், தூசி முதலி யவை பொறுத்துக் கொள்ளக்கூடிய அளவில் இருப் பதற்குக் காற்றோட்டம் (ventilation) இன்றியமை யாததாகும். காற்றோட்டம் என்பதை ஓர் இடத்தில்

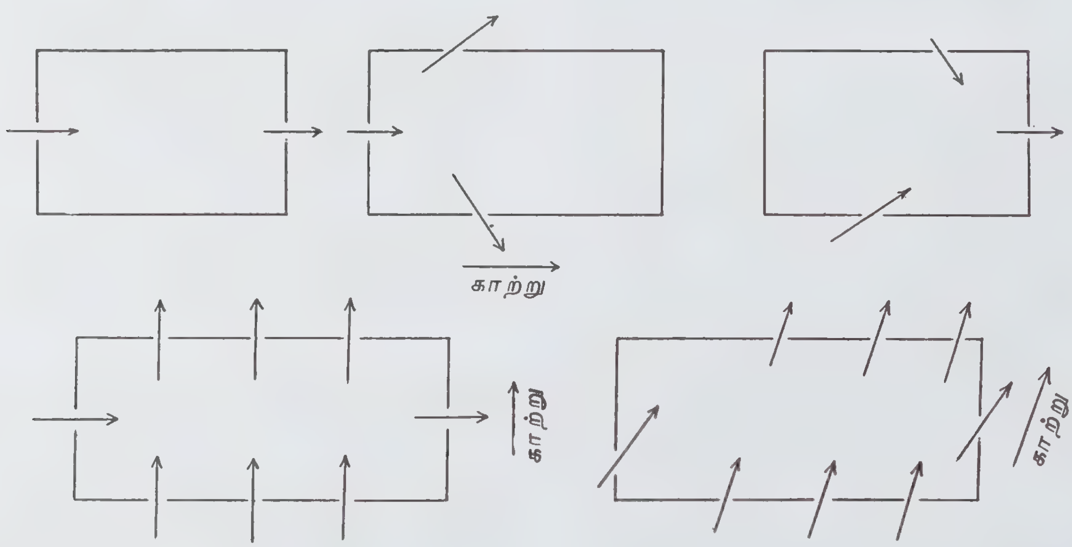
காற்றை வழங்கும் செயல் அல்லது வெளியேற்றும் செயல் எனக் கூறலாம். இயற்கையாகவோ, எந்திரங்களின் மூலமாகவோ காற்றோட்டத்தை உண்டாக்க இயலும். இம்முறைகளில் சூடுபடுத்தல், ஈரப்பத்தைக் கட்டுப்படுத்தல், வடிகட்டல் அல்லது தூய்மைப் படுத்தல், ஆவியாக்கல் மூலம் குளிர்வித்தல் முதலியவை அடங்கும். மேலும் முழுமையான காற்றைப் பதப்படுத்தல் பொதுவாகக் காற்றுக் குளிர்வித்தல் எனப்படும்.

இயற்கைமுறைக் காற்றோட்டம். இயற்கைமுறைக் காற்றோட்டம் என்பது காற்றுவிசை, வெப்பச்சலனம் (convection) அல்லது இவ்விரண்டின் சேர்மானத்தால் கிடைக்கப்பெறுகிறது எனலாம். எந்திரமுறை மற்றும் காற்றுக் குளிர்வித்தல் ஆகியவற்றின் துணையை விரிவாகப் பயன்படுத்தினாலும் வீடுகள், பள்ளிகள், வணிக இடங்கள், தொழிற்சாலைகள் ஆகியவற்றில் இயற்கைமுறைக் காற்றோட்டம் பரவலாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இயற்கைமுறைக் காற்றோட்டத்தைக் காற்றின் அசைவு மற்றும் வெப்பநிலை வேறுபாடு ஆகியவை கட்டுப்படுத்துகின்றன. கட்டடத்திற்குள் காற்று மாறுதல் ஏற்படத் தக்க திறப்புகள் அமைக்கப்பட வேண்டும். திறப்புகளின் அளவு, அமையும் இடம், அதன் படம் ஆகியவை இதில் பெரும்பங்காற்றுகின்றன. இம்முறைகாற்றுள்ள பகுதிகளுக்கும் (areas of prevailing winds) சூட்டுக் கருவிகள் கொண்ட உயரமான தொழிற்சாலைக் கட்டடங்களுக்கும் சிக்கனமானதாகவும், திறனுடையதாகவும் இருக்கும்.

காற்று விசைக் (wind force) காற்றோட்டம், நேரடி விசையின் மூலம் கட்டடத்தின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மறுபக்கம் வழியாக வெளியேறுமாறு அமையலாம். இம்முறை பொதுவாகக் குறுக்குக் காற்றோட்டம் எனப்படும். கட்டடங்களின் திறப்புகளின் வழியாக ஏற்படும் உராய்வு மற்றும் விரைவு இழப்புகளாலும் காற்று வீசும் திசைக்குக் கட்டடங்களின் திறப்புகள் செங்குத்தாகவோ, சாய்வாகவோ இருப்பதைப் பொறுத்தும் ஏறத்தாழ 25-60% வரை காற்று விரைவு காற்றோட்டத்திற்காகக் கிடைக்கும். இதனால் கட்டடத்தின் கீழ்க்காற்றுத் திசையில் (வெளிப்பக்கமாகத் திறப்புகள் இருந்தால்) உண்டாகும் எதிர் அழுத்தம் மற்றும் திறப்புகளின் அளவுகளும், வெளியேற்றத் திறப்புகளின் அமைவிடங்களும் காற்றின் ஓட்டத்தைப் பெருமளவில் பாதிக்கும்.

ஒரு கட்டடத்தை எதிர்த்து வீசும் காற்று, அழுத்த வேறுபாடுகளை உருவாக்கும். காற்று வீசும் திசையில் ஒரு நேர் அழுத்தமும், கீழ்க்காற்றுத் திசையில் எதிர் அழுத்தமும் உருவாகும். சரிவான கூரையின் திறப்பின் அழுத்தம், கூரையின் உயரத்தையும் சில கட்டடத்தில் கூரையின் நீளத்தையும் பொறுத்திருக்கும். காற்று வீசும் பக்கத்தில் கூரையின் சரிவு 30° கோணங்களுக்கு மேல் இருக்கும் சமயத்தைத் தவிர, பொதுவாகக் கூரையின் அழுத்தங்கள் எதிரானவையாக உள்ளமையைக் கண்டறிந்துள்ளனர். ஒரு சமதளமான கூரையில் காற்று வீசும் திசையில் எதிர் அழுத்தம் உருவாகிறது; மேலும் அதே திசையில் மிகவும் தள்ளி நேர் அழுத்தத்தை உருவாக்கத் தூண்டுகிறது.

ஒரு பொருளைச் சுற்றிக் காற்றோட்டம் அதன் கீழ்க்காற்றுத் திசையில் எதிர் அழுத்தத்தை உருவாக்கும் என்னும் தத்துவம், கட்டடங்களுக்குக்



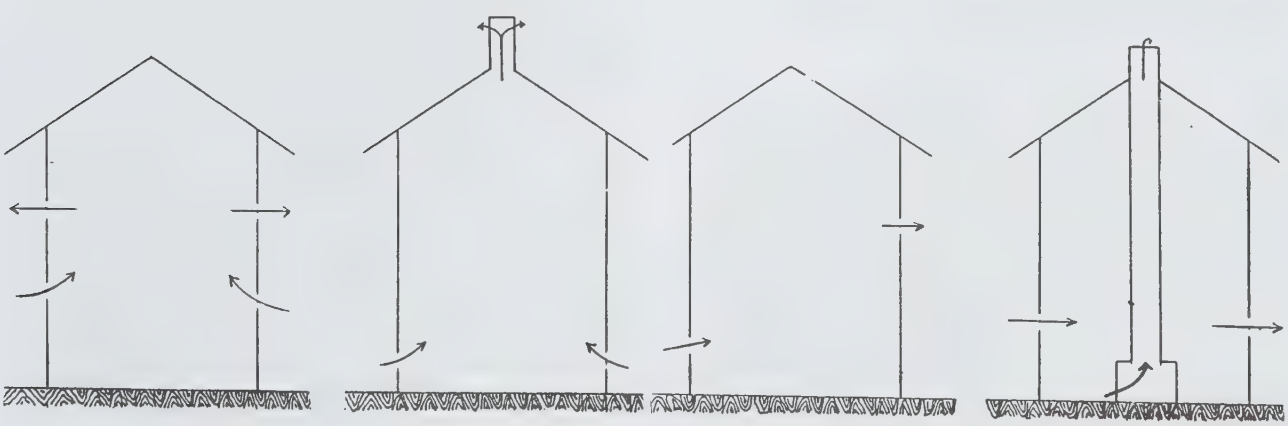
படம் 1. கட்டடங்களின் வழியாகக் காற்றின் அசைவ

காற்றோட்டக் கருவிகள் உருவாக்கும் வரைவுகளில் பயன்படுத்தப்பட்டு, மிகு எண்ணிக்கையினாலான கட்டடங்களுக்கு அடிப்படையான காற்றோட்ட வசதிகள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. அறைக் காற்றின் வெப்ப அளவு வெளியிலிருப்பதைவிட மிகுதியாக இருப்பின், அந்தக் காற்று மேல்நோக்கி நகர்ந்து கட்டடத்தின் மேல்பகுதியிலுள்ள திறப்பின் வழியே வெளியேறுகிறது. குளிர்ந்த காற்று, கட்டடத்தின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள திறப்பின் வழியே உட்புகுந்து வெப்பமான காற்றை இடமாற்றுகிறது. மாறும் காற்றின் அளவு, உட்புறத்திலும், வெளிப்புறத்திலும் இருக்கும் வெப்பநிலை வேறுபாடு, உள்ளே செல்லும் வழி (inlet) மற்றும் வெளியேறும் வழி (outlet) ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள உயர வேறுபாடு மற்றும் திறப்புகளின் பரப்பளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்திருக்கும். உள்ளே செல்லும் வழித்திறப்பு கள் காற்று வீசும் திசையில் கீழ்ப்பகுதிகளிலும் வெளி யேறும் வழித்திறப்புகள் எதிர்த்திசையில் மேல் பகுதி களில் கூரையின் அருகில் உள்ள பக்கச் சுவர்களிலும் கூரைகளிலும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

எந்திரக் காற்றோட்டம். எந்திர வழங்கு காற் றோட்டம் என்பது பகிர்ந்தளிக்கும் குழாய்கள் கொண்ட மைய விசிறி அமைப்பு மூலம் ஒரு பெரிய இடத்திற்கோ பல இடங்களுக்கோ பயன்படுத்தும் மைய வகை எனவும், சிறிதளவு குழாய் அல்லது குழாய் வேலைகள் இல்லாமலேயே ஒரு பெரிய இடத்திற்கோ, பெரிய இடத்தின் ஒரு பகுதிக்கோ பயன்படுத்தும் தனிப்பட்ட வகை எனவும் இரு வகைப்படும். இவ்விரு வகைகளையும் பள்ளிக்கூடங் கள், வணிகம் மற்றும் தொழிற்சாலைகளிலும் பயன்படுத்தலாம்.

வெளிப்புறக் காற்று இணைப்புகள் பொதுவாக அனைத்து அமைப்புகளிலும் பொருத்தப்படுகின்றன. கெடுநாற்றத்தை நீக்குவதற்கும் பலவிதமான கட்டட இடங்களிலிருந்தும் கருவிகளிலிருந்தும் வெளியேற்றப் பட்ட காற்றை இட்டு நிரப்பவும், வெளிப்புறக் காற்று கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அளவுகளில் தேவை யாகும். காற்றை உள்விடும் வழிகள், புகை, தூசிப் பொருள்கள், பூந்தூள்கள் முதலியவை உள்ளே நுழைவதைக் குறைக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஏனெனில் முழுமையான தூய காற்றுக் கிடைக்கும் வாய்ப்பு இல்லாமையால், சில தொழிற்சாலைகள் அல்லது கோடை உதவிப் பயன்பாடுகள் தவிர, பொதுவாகக் காற்றோட்டக் காற்று வடிகட்டிகள் இவ்வமைப்பின் உறைகளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது காற்றை வெப்பப்படுத்தும் கருவியில் (air heater) காற்றுத் தடைப்படுவதையும் குறைந்த வெப்பப் பரி மாற்றம் நிகழ்வதையும் தடுக்கிறது. இவ்வமைப்பு களால் பூந்தூள், தூசி ஆகியவை குறையும் வாய்ப்புள்ளது.

காற்றோட்ட வெளியேற்றி அமைப்புகள். (*exhaust ventilation systems*). ஒரு சூழப்பட்ட இடத்திலிருந்து (enclosed occupied space) கெடுநாற்றம், புகை, தூசி மற்றும் வெப்பம் ஆகியவற்றை நீக்குவதற்குக் காற் றோட்ட வெளியேற்றி தேவைப்படுகிறது. இவ்வகை வெளியேற்றி, முன்பே விளக்கப்பட்ட இயற்கை முறையாகவும் அல்லது சுவர் வெளியேற்றி விசிறி அல்லது எந்திர வெளியேற்றி அமைப்புகளாகவும் இருக்கலாம். எந்திர அமைப்புகள் குறைந்த அளவு குழாய் வேலைகள் சிறிதளவும் இல்லாமல் அல்லது விரிவான குழாய் வேலைகளுடன் கூடியதாக அவ்விடத்திற்குரிய செயல் இயக்கங்களிலிருந்து



படம் 2. சூழப்பட்ட இடத்தில் காற்றின் அசைவு

(process operation) உண்டாகும் வெப்பக்காற்று, வளிமம், புகை, தூசி, ஆகியவற்றைத் திரட்டு வதற்குப் பயன்படுத்தப்படும்.

வெளியேற்றிக் குழாய்கள் மூலமாகத் தூசியைக் கடத்த நேரும் இடங்களில் தூசியைக் கடத்திச் செல்லும் அளவிற்கு அதன் விரைவு இருக்க வேண்டும். இந்நோக்கத்திற்கு விரைவானது 3000-6000 அடி நிமிடத்திற்கு (914-1828 மீட்டர் ஒரு நிமிடத்திற்கு) இருக்க வேண்டும். குறைந்த அளவு விரைவு, புகையை நீக்குவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கலாம். ஆனால், அரிப்பிலிருந்து பாதுகாக்க, தகுந்த குழாய்கள் மற்றும் கருவிப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதன் மூலம் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். வட்ட வடிவமான குழாய்களே பெரும்பாலும் தூசி மற்றும் புகை அமைப்புகளில் பயன்படுகின்றன. ஏனெனில், அவை குறைந்த உராய்வும், நன் முறையில் தூசியைக் கையாளும் தன்மையும் கொண்டுள்ளன.

சாதாரண காற்றோட்ட வெளியேற்றி அல்லது வெப்பத்தை வெளியேற்றுதல் ஆகியவற்றில் விசிறிகள், வழங்கு விசிறிகளை (supply fan) ஒத்து இருக்கலாம். ஆனால் புகை மற்றும் தூசி வெளியேற்றி விசிறிகள் மிகவும் கடினமானவையாகவும், ஆர - அலகுகள் கொண்டனவாகவும் இருத்தல் முக்கியமானதாகும். அச்சு வழிப் பாய்மம், மைய விலக்கு விசிறிகளும் இவ்வகையில் பயன் படுகின்றன.

- மு. புகழேந்தி

நூலோதி. I. C. Syal & A. K. Goel, *Reinforced Concrete Structures*, Second Edition, Wheeler & Co. Pvt. Ltd., Allahabad, 1987.

கான் ஆய்வு

இந்த ஆய்வு பால்வினை நோயைக் கண்டுபிடிக்க உதவும். பால்வினை நோய்களில் பல வகையுண்டு. இவற்றுள் மேக நோய், வெட்டை நோய் என்பவை மிக முக்கியமானவை. 15 ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் மேக நோய் ஐரோப்பா முழுதும் முனைப்புடன் பரவியிருந்தது. சிபிலிஸ் என்னும் ஆட்டிடையனை இந்நோய் தாக்கியதால் இந்நோய்க்கு இதே பெயர் இடப்பட்டது என்று கூறுவர். இது முதல் கட்டம், இரண்டாம் கட்டம், மூன்றாம் கட்டம் என மூவகைப்படும். முதல் இரண்டு கட்டங்களில் நுண்ணோக்கி மூலம் ஆய்ந்து இந்நோயை உறுதிப் படுத்த இயலும். ஆனால் பால்வினை நோயை ஆய்வின் மூலம் அறுதியிட இரத்த ஆய்வு முக்கியமாகும். இதுவும் வாஸர்மன் ஆய்வு (Wasserman test) கான் ஆய்வு (Khan test) பால் வினை நோய் ஆராய்ச்சி நிலைய ஆய்வு (Venereal Disease Research Laboratory) என மூவகைப்படும். மூன்றாவதாகக் குறிப்பிடப்பட்ட ஆய்வு சுருக்கமாக வி. டி. ஆர். எல் (V. D. R. L) எனப்படும்.

இவற்றுள் வாஸர்மன் ஆய்வு சிறந்ததென்று தொடக்க காலத்தில் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் அதில் உள்ள பல குழப்பமான பகுதிகளால் நாளடைவில் இம்முறை கைவிடப்பட்டது. அடுத்துக் கூறப்பட்ட இரண்டு ஆய்வுகளும் இதைவிடச் சிறப்பாகக் கருதப்பட்டன. கான் ஆய்வு என்பது ஓர் ஆய்வுக் குழாயின் மிதப்பு (Tube Flocculation test) ஆய்வாகும்.

செய்முறை. இந்த ஆய்வில் மூன்று கண்ணாடிக் குழாய்களில் 0.5 மி. லிட்டர் இரத்தம் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு புதிதாகச் செய்யப்பட்ட எதிர்ச்செனிக்(antigen) கரைசலைப் பல்வேறு அளவுகளில் (0.05 கரைசல். 0.025 கரைசல், 0.0125 கரைசல்) எடுத்துக் குழாயிலிட்டுக் கலக்கவேண்டும். பிறகு கான் குலுக்கல் முறையில் நிமிடத்திற்கு 280 அதிர்வுகளாகக் குலுக்கிய பிறகு உப்பு நீரைச் சேர்த்துச் சற்று நேரம் வைத்துக் கவனிக்க வேண்டும். நோய் இருப்பதைத் தெரிவிக்கும் வகையில் சிறிய மிதப்புகள் மேலே மிதக்க நேரிடும். இந்த மூன்று குழாய்களிலும் காணப்படும் மிதப்புகளின் அளவைக் கொண்டு நோயின் முனைப்பு உறுதி செய்யப் படும்.

நோய் இல்லையென்றால் மூன்று குழாய்களிலும் ஒரே மாதிரியான வெண்மையான கலங்கல் மட்டும் காணப்படும். சில நேரங்களில் நோய் இல்லாமல் இருப்பினும் குழாய்களில் மிதப்புகள் உண்டாகலாம். இந்நிலை ஒரு தவறான கணிப்பாகும். எனவே அறுதியிட்டுக் கூறுவதற்காக மற்றொரு சிறந்த முறை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதற்குக் கான் சரிபார்க்கும் ஆய்வு என்று பெயர்.

இந்த முறை 1° வெப்பத்திலும் 37° வெப்பத்திலும் ஆய்வு செய்யப்படுகிறது. மேக நோய்க்கான எதிர்ப்பு ஆற்றல்கள், ஆய்ந்தறியப்படும் இரத்தத்தில் இருக்குமானால், அது 37° இல் உறுதியான விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். மாற்று எதிர்ப்பு ஆற்றல்கள் 1° இல் விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். எனவே இந்தக் கான் ஆய்வு முறையும் சற்றுக் குறைபாடுள்ளதாகவே கருதப்படுகிறது. மூன்றாம் ஆய்வான வி.டி. ஆர்.எல் ஆய்வு கான் ஆய்வைவிடச் சிறந்ததாகக் கருதப்படுவதால், இன்று அனைத்து ஆய்வகங்களிலும் இந்த முறையே பின்பற்றப்படுகிறது. இம் முறையில் கிடைக்கும் முடிவு சரியானதென்று அனைவராலும் ஒப்புக் கொள்ளப்படுவதால் இது இப்போது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

-சு. ராஜலட்சுமி

கான் ஆய்வுக் கழகம்

கானியல் என்பது (forestry) அறிவியலும் தொழில் நுணுக்கமும் இணைந்த அறிவியல் பிரிவாகும். கானியற் பணிகள் சீராக நடைபெற வேண்டுமெனில், கானியல் அலுவலர்க்குக் கூர்த்த கானியலறிவும் தேர்ந்த தொழில் துறைப் பயிற்சியும் தேவையாகும். மேலும்கானியல் என்பது வளரும் தாவரங்கள் குறிப்பாகத் தாவரக் கூட்டங்கள் (plant communities) பற்றியஅறிவியல் மட்டுமன்றி அவற்றின் பாதுகாப்பு, மேம்பாடு, பயன்பாடு என்பனவற்றையும் உள்ளடக்கியதாகும்.

காடுகள் தற்காலத் தலைமுறையினருக்கு மட்டுமன்றி எதிர்காலச் சந்ததியினரின் பயன்பாட்டிற்கும் வழிவகுக்கும். ஏனெனில் காடுகள் ஓரிரு ஆண்டுகளில் வளர்ந்து பயன் தருவனவல்ல. அவை நீண்ட வளர்ச்சிக்காலம் கொண்டவை. ஆகவே கானியல் என்பதுநெடுங்காலத் தொலை நோக்குத் தொழிற் செயற்பாடு ஆகும். அந்நீண்ட இடைக்காலத்தில் வானிலை உயிரினக் காரணிகளின் தாக்கத்தால் ஏற்படும் இடையூறுகள், தீங்குகள் இவற்றினின்றும் காடுகளைப் பாதுகாக்க வேண்டிய இன்றியமையாமை உள்ளது. இது வேறெந்தத் துறைக்கும் இல்லாத தனித்தன்மையாகும். மேலும் பெருகி வரும் மக்கள் தொகையின் பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்கு ஈடு கொடுக்கும் வகையில் மூலப் பொருள்களைக் காலத்தில் உறபத்தி செய்து அறுவடை செய்து தர வேண்டிய பெரும் பணியும் கானியலார்க்குத் தற்போது ஏற்பட்டுள்ளது. இவற்றைக் கருத்தில் கொண்டே உலகில் ஒவ்வொரு நாடும் கானியற் கல்வியையும் கான் ஆய்வையும் மேற்கொண்டுள்ளது.

இந்தியக் கானியல், நூற்றாண்டு நிரம்பிய துறையாகும். தொடக்கத்தில் வேளாண்மைத் துறையுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தபோதும், காலப் போக்கில் கானியல் தன் தனித்தன்மையையும் சிறப்பையும் உறுதி செய்து, அறிவியலடிப்படையில் செயல்பட, கானியற் கல்வியை 1878 ஆம் ஆண்டில் உத்தரப்பிரதேச மாநில டேராடூன் நகரில் வனச்சரகர் கல்லூரியைத் தொடக்கியும், 1906 ஆம் ஆண்டில் கானாராய்ச்சிப் பிரிவுகளைத் தொடக்கியும், கோயம்புத்தூரில் 1912 இல் ஒரு வனச்சரகர் கல்லூரியைத் தொடக்கியும் மேம்பாடைந்து, இன்று டேராடூனில், இந்தியக் கானாய்வுக் கழகமும், கல்லூரிகளும் (ges) எனும் பெயரில், தென் கிழக்கு ஆசியாவிலேயே பெரிய நிறுவனமாக, 1951 ஆம் ஆண்டு முதல் ஐக்கிய நாடுகள் அவையின், உணவு வேளாண்மை நிறுவனத்தின் ஒப்புதலைப் பெற்று, கானியற் கல்வி ஆய்வில் இந்தியருக்கும் வளரும் நாடுகளைச் சார்ந்தவர்க்கும் சிறப்புமையமாகச் செயல்பட்டு வருகின்றது.

நோக்கங்கள். இந்திய வனப்பணி அலுவலர், மாநில வனப்பணி அலுவலர், வனச்சரகர் ஆகியோருக்கான கானியற் பயிற்சி வழங்குதல், வனவளர்ப்பு, பேணுதல் மேலாண்மை அறுவடை ஆகிய துறைகளிலும் வனப்பொருட் பயன்பாட்டுத் துறையிலும் ஆய்வுகளை மேற்கொள்வது, சமூக வளங்கள் வழியாக மக்கள் கூடுதல் பயன்பெறத் தக்க ஆய்வுகளை மேற்கொள்வது, வனப் பாதுகாப்பு முறைகளில் ஆய்வு செய்து குறிப்பாக, தீங்கு செய்யும் பூச்சி நோய்களிலிருந்து கான் மரங்களைக் காப்பது பற்றிய ஆய்வு மேற் கொள்வது, கானியல், கான்படு பொருட் பயன்பாடு ஆகியவற்றில் வழி காட்டுதல், குறிப்பாக, வனஞ்சார் தொழில் நிறுவனங்களுக்குத் தொழில் நுணுக்க அறிவு வழங்குதலோடு அவர்களுக்கு ஏற்படும் இடர்ப்பாடுகளுக்குத் தீர்வு காணுதல் என்பன.

கூட்டமைப்பு. மேற்கூறிய நோக்கங்களைச் செயல்படுத்துவற்கு உதவியாக நான்கு இயக்கங்களைக் (directorates) கொண்ட அமைப்பாக இந்தியக் கானாய்வுக் கல்லூரி உருவாக்கப்பெற்றுள்ளது. வனத்துறையின் மூத்த அலுவலர் ஒருவர் இவ்வமைப்பின் பெருந்தலைவராகச் செயல்படுகிறார். அவருக்கு உதவியாக நான்கு இயக்குநர்கள் கானியற் கல்வி இயக்ககம், கானாய்வு இயக்ககம், கானுயிரியல் இயக்ககம், கான்படு பொருள் ஆய்வு இயக்ககம் ஆகிய இயக்ககங்களின் தலைமைப் பொறுப்பில் உள்ளனர்.

இவ்வியக்ககங்கள், கானியல் வல்லுநர்கள், வன அறிவியலார் கொண்ட பல்துறைப் பணிக்குழுக்களைத் தம்முடன் கொண்டு, டேராடூனில் மட்டுமன்றி இந்தியாவின் பல்வேறு மாநிலப் பகுதிகளிலும் கிளையாகப் பரவிச் செயல்படுகின்றன.

கானியற் பயிற்சிக் கல்லூரிகள், டேராடூனில் இந்திய வனப்பணி அலுவலர்க்கும், டேராடூன் பர்னிகாட் (அஸ்ஸாம்), கோயம்புத்தூர் (த.நா) ஆகிய நகரங்களில் மாநில வனப்பணி அலுவலர்க்கும் அமைந்துள்ளன. நான்கு வனச்சரகர் பயிற்சிக் கல்லூரிகள், இக்கழகத்தின் நேரடி மேலாண்மையில் கோயம்புத்தூர் (த.நா), சந்திரப்பூர் (ம.பி.) கர்சியாங் (மே.வ) பாலகாட் (ம.பி.) ஆகிய நகரங்களில் இயங்கி வருகின்றன.

சரகருக்கான கல்லூரிகள் ஹல்துவானி (உ.பி), ஜபல்பூர் (ம.பி), ராஜ்பிப்லா (குஜராத்), சிகால்தாரா (மராட்டியம்), அங்குல் நகர் (ஒரிஸ்ஸா) ஆகிய இடங்களில் டேராடூன் கானாய்வுக் கழகத்தின் பயிற்சி நெறி முறைகளுக்குட்பட்டு அந்தந்த மாநில அரசுகளால் நடத்தப்பெறுகின்றன.

தலைமை நிறுவனத்தின் மேற்பார்வையில் கோயம்புத்தூர், பங்களூர் (கர்னாடகா), பர்னிகாட்

(அஸ்ஸாம்) ஜபல்பூர் ராஞ்சி (பீஹார்)ஹைதராபாத் (ஆ.பி) சிம்லா (இ.பி.) ஆகியஇடங்களில் வட்டாரக் கானாய்வு மையங்கள் இயங்கி வருகின்றன.

இந்நிறுவனத்தின் கீழ் ஆறு அருங்காட்சியகங்கள் பேணப்பட்டு வருகின்றன. 15,000 மாதிரிகளைக் கொண்ட தடிமரக் காட்சியகம் (xylarium) 3 லட்சத்திற்கு மேற்பட்ட மாதிரிக் காட்சியகங்கள் (herbaria) ஆகியவை கானியல் மாணவர்களுக்கு மட்டுமல்லாமல் ஏனையோருக்கு வனங்கள் பற்றிய அறிவை வழங்குகின்றன. கோயம்புத்தூர் வனக் கல்லூரி வளாகத்தினுள் அமைந்துள்ள கான் வனப் பொருள் அருங்காட்சியகம் தமிழ்நாட்டின் சிறப்புறு காட்சியகம் ஆகும். கானியலின் பல்வேறு துறைகள் பற்றிய குறிப்புகள், நூல்கள், ஆய்வுக் கட்டுரைகள் முதலியவற்றைப் பெருமளவில் வெளியிடுவதும் இக் கழகத்தினரின் சிறப்புப்பணிகளில் ஒன்றாகும்.

- ச. பாலகதிரேசன்

கானரிப் பறவை

இவை ஃப்ரின்ஜில்லிடியே (fringillidiae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. முதன் முதலில் ஸ்பெயின் நாட்டைச் சேர்ந்த கானரித் தீவுகளில் கண்டு பிடிக்கப்பட்டமையால் இவை இப்பெயர் பெற்றன. தற்போது உலகின் பல பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. வீட்டுப் பறவை மிக இனிமையாகப் பாடும். காட்டுப்பறவைகள் கரும்பச்சை நிறத்துடன் இருக்கும். 20 செ.மீ. நீளம் வரை வளரும். இவை எப்பொழுதும் இணையாகவே இருக்கும்.

உயரமான மரக்கிளைகளில் கூடு கட்டி 4-5 முட்டைகளிடும். வீட்டுப் பறவைகள் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். இப்பறவைகள் போர்க் காலங்களில் நிலக்கரிச் சுரங்கங்களின் நச்சுக் காற்றை அறிய ஆய்வகங்களில் ஆய்வுப் பறவைகளாகப் பயன்படுகின்றன.

-கூ. கு. அருணாசலம்

கானல் நீர்

ஓர் ஊடகத்திலிருந்து வேறுபட்ட அடர்த்தியுள்ள பிறிதோர் ஊடகத்திற்குள் ஒளி நுழையும்போது அதன் திசை மாறுகிறது. இதற்கு ஒளி விலகல் (refraction) என்று பெயர். ஒளி காற்று மண்டலத்திற்குள் மட்டுமே பயணம் செய்யும்போதுகூட இத்தகைய ஒளி விலகல் ஏற்படுவதுண்டு. காற்று மண்டலம் முழுதும் சீரான அடர்த்தியுடனிருப்பதில்லை. அதில் வெவ்வேறு அடர்த்தியுள்ள பல படலங்கள் உள்ளன. ஒரு படலத்திலிருந்து அடுத்த படலத்திற்குள் ஒளி நுழையும்போது அது தன் நேர் கோட்டுப் பாதையிலிருந்து சற்று மாறுகிறது.

சூடான பாலைவனங்களில் வெப்பநிலை 60°-80°C வரை உயரும். அப்போது தரையை ஒட்டிய காற்றுப் படலங்கள் சூடாகி அவற்றின் அடர்த்தி மிகவும் குறையும். அப்போது ஒளி விலகலின் காரணமாக ஒளி மிகவும் திசைமாறி அப்படலங்களிலிருந்து எதிரொளிக்கப்படுவது போலவே தோன்றும். பாலைவனங்களில் கானல்நீர் (mirage) என்னும் மாயத் தோற்றம் ஏற்படுவதற்கு இதுவே காரணம். தொலைவில் சலசலக்கும் நீர்நிலை இருப்பது போன்ற மாயத் தோற்றம் ஏற்பட்டுப் பயணிகள் ஏமாறுவர்.

நகரங்களில்கூடச் சூடான தார்ச் சாலைகளிலும் கான்கிரீட் சாலைகளிலும் இத்தகைய மாயத் தோற்றம் ஏற்படும். தொலைவிலுள்ள பொருள்களின் உருத்தோற்றங்கள் நீரில் எதிரொளிக்கப்பட்டு வருவது போலத் தலைகீழாகத் தெரியும். சில சமயங்களில் ஒளி விலகலின் காரணமாக அடிவானத்திற்கும் கீழேயுள்ள பொருள்களின் உருத்தோற்றங்கள் கூட மிகத் தெளிவாகத் தெரிவதுண்டு. இத்தகைய காட்சிகள் வழக்கமாக விடியற்காலையில்தான் தோன்றும். அப்போது தரையை ஒட்டியுள்ள காற்று குளிர்ச்சியாக இருக்கும். மேலே உயரத்திலுள்ள காற்றுப்படலங்களில் சூரிய ஒளி பட, அவை சூடாகி அடர்த்தி குறைந்திருக்கும். இந்நிலையில் தெரியும் உருத்தோற்றங்கள் நேராக இருக்கும்.

சாதாரணமாகக் காற்றோட்டமில்லாத காலங்களில்தான் கானல் நீர்த்தோற்றங்கள் ஏற்படும். காற்றடித்தால் காற்றுப் படலங்கள் கலைந்துவிடும். ஆனாலும் காற்றில் மாயத்தோற்றங்கள் உண்டாவதற்கான சூழ்நிலைகள் அடிக்கடி ஏற்படுகின்றன.

காற்றுப் படலங்கள் சிறுசிறு சலனங்களால் கலைந்து விடுவதில்லை.

கடலில் விடிவதற்குச் சற்று முன்னால் அடி வானத்திற்கு அருகில் ஒரு கப்பல் விரைந்து செல்வதைக் கண்டு பழங்கால மாலுமிகள் வியந்திருக் கின்றனர். அதைத் துரத்திச் சென்றால் மறைந்து விடும். அது மூழ்கிப் போன கப்பலின் ஆவி என்னும் ஒரு மூட நம்பிக்கை ஏற்பட்டு அதற்குப் பறக்கும் டச்சுக்கப்பல் எனப் பெயரும் இடப்பட்டது. ஆனால் உண்மையில் அது அடிவானத்திற்கப்பால் சென்று கொண்டிருந்த ஓர் உண்மையான கப்பலின் உருத்தோற்றமேயாகும்.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

கானாங்கீரை

காமலைனா பென்கலன்சிஸ் என்னும் கானாங்கீரை, கானான்வாழை அல்லது கானான் தாவரம், காமலைனேசி என்னும் ஒருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த 80 சிற்றினங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன. அசாம், சிக்கிம், மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை, திருவனந்தபுரம், கங்கைச் சமவெளிப்பகுதி,வங்காளம், சோட்டாநாகபுரி, வெப்ப, மிதவெப்ப இமாலயப் பகுதிகளில் இத்தாவரங்கள் வளர்கின்றன.

இவை சதைப்பற்று நிறைந்த ஒரு பருவக் குறுஞ் செடிகள். இத்தாவரங்களின் தண்டு நேராகவும், கவட்டையாகக் கிளைத்தும் காணப்படும். தண்டு மென்மையாகவும், தரைமீது படர்ந்தும் காணப் படும். தண்டின் கணுக்களிலிருந்து வேர்கள் வளரும். கானான் தாவரத்தின் தண்டு 30 - 90 செ.மீ. வரை நீண்டு மென்மையாகக் கிளைத்திருக்கும். தண்டு சொர சொரப்பாகவோ மயிரிழைகளுடனோ காணப்படும். இலைகள் தனியானவை; அகன்று முட்டை போன்ற உருவ அமைப்பு உடையவை. சிறிய காம்புடனோ, காம்பற்றோ காணப்படும். இலை விளிம்புகளில் மயிரிழைகள் காணப்படுகின்றன. இலையின் அடிப்பகுதி சாய்வாகவோ வட்டமாகவோ அமைந்திருக்கும். இலையின் அடிப்பகுதியில் நீளமான அல்லது குட்டையான உறை காணப்படும். இவ்வுறையின் வாய்ப்பகுதியில் மயிரிழைகள் காணப் படுகின்றன.

மஞ்சரி பூவடிச் செதில்களால் ஆகிய உறையால் மூடப்பட்டுள்ளது. மலர்கள் மூடப்பட்ட நிலையில் அமைந்துள்ளமையால் மலரா மகரந்தச் சேர்க்கை மலர்கள் எனப்படுகின்றன. மலர்கள் நீல நிறங்கொண்ட இருபாலானவை. இரு பக்கச் சமச்சீர் கொண்ட மூன்று அங்க மலர்கள் கிடைமட்டத்தில் அமைந்துள்ளன. மடல் போன்ற பூவடிச் செதிலிலிருந்து கிளைத்த இரண்டு மலர்கள், சைம் அமைப்பில் தோன்றுகின்றன. ஒரு நேரத்தில் ஒரு மலர் மட்டுமே வெளிப்படுகிறது. சைம் மஞ்சரியின் மேல் பகுதியில் காணப்படும் மலர்கள் சிறியவையாகவும் உதிர்வன போன்றும் உள்ளன. கீழே உள்ள வளமான பூவடிச் செதில் பகுதியில் காணப்படும் மலர்கள் ஒரு பக்கமாக ஒருங்கிணைந்து அமைந்துள்ளன. காமலைனா பென்கலன்சிஸ் என்னும் கானான் தாவரத்தில் மட்டநிலத்தண்டின் கிளைகளில் மூடிய மலர்கள் காணப்படுகின்றன.

மலர்களில் பூவடிச் செதில், மலர்க்காம்பு உள்ளன. ஆறு பூவிதழ்கள், இருவரிசைகளில் வரிசைக்கு மூன்றாக அமைந்துள்ளன. வெளிவரிசைப் பூவிதழ்கள் புல்லிகள் என்றும் உள்வரிசைப் பூவிதழ் கள் அல்லிகள் என்றும் கூறப்படுகின்றன. வெளி வரிசைப் பூவிதழ்கள் சிறியவையாக, முட்டை வடிவத் தோடும் மயிரிழைகளோடும் காணப்படுகின்றன. உள்வரிசைப் பூவிதழ்கள் நீல நிறத்துடன் நீளமாக உள்ளன. இவை பெரும்பாலும் பெரியவையாகவும் பிளவுபட்டும் காணப்படுகின்றன. மகரந்தத்தாள்கள் ஆறு. அவற்றில் மூன்று வளமாகவும் எஞ்சிய மூன்றும் மலட்டுத்தன்மை கொண்டனவாகவும் உள்ளன. மூன்று வளமையான மகரந்தத் தாள்களில், இரண்டு நீளமான, வெண்மையான மகரந்தப் பைகளைக் கொண்டுள்ளன. மூன்றாம் மகரந்தத் தாள் குட்டை யாகவும், பெரிய மகரந்தப்பையுடையதாகவும் காணப்படுகிறது.

மலட்டு மகரந்தந்தாள்கள் மஞ்சள் நிறத்துடனும் அழகான வடிவமைப்புடனும் காணப்படுகின்றன. ஈரறை மகரந்தப்பை நீள்வாக்கில் வெடிக்கிறது. சூலகம் மூன்று சூலிலைகள் இணைந்து, மூன்று சூலறையுடன் காணப்படுகிறது. மேல் மட்டச் சூலகப் பை; சூல்கள் அச்சு ஒட்டு முறையில் அமைந் துள்ளன. மேல்புறச் சூலறையில் ஒரு சூலும், கீழ்ப் புறத்திலுள்ள இரு சூலறைகளில் ஒவ்வொன்றும் இரண்டு சூல்களும் காணப்படும். சூலகத்தண்டு எளிமையாகவும், மென்மையாகவும் உள்ளது. சூலகமுடி சற்றுப் பருத்துக் காணப்படுகிறது. கனி, நீண்டு மூன்று வால்வுகள் கொண்டதாக உள்ளது. இரண்டு வால்வுகள், இரு விதைகள் வீதமும், மூன்றாம் வால்வு ஒரு விதை வீதமும் அமைந்துள்ளன. கனிகள் பெரும்பாலும் மலரடிச் செதிலின் உள்ளே மறைந்து காணப்படுகின்றன.

கானான் வாழை மலமிளக்கியாகவும், தொழு நோய்க்கு மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. எழில் தாவர மாகவும் வளர்க்கப்படுகிறது. கால்நடை மருத்து வத்தில் இது பெரிதும் பயன்படுகிறது.

-நா. வெங்கடேசன்

கானாங்கோழி

கவுதாரி அளவுள்ள கானாங்கோழியின் அலகு ஆலிவ் பச்சை நிறமாக இருக்கும். கால்கள் பசுமை கலந்த மஞ்சள் நிறமாகவும், நெற்றி தலை இவற்றின் பக்கங்கள் வெண்மையாகவும் உச்சந்தலை, பிடரி, உடலின் மேற்பகுதிகள் கருஞ்சிலேட் நிறமாகவும் இருக்கும். வாலின் அடிப்பகுதி செம்பழுப்பு நிற மாகும்.

நெல் வயல், குளம், ஏரி, உப்பங்கழி ஆகிய நீர்வளம் மிகுந்த இடங்களைச் சார்ந்து வேலி களிலும், புதர்களிலும் சிறுகுழுவாகவும் இணையாக வும் திரியக் காணலாம். மக்கள் நடமாட்டம் மிகுந்த பூங்காக்களிலும், சாலை ஓரங்களிலும் கூடக் காணலாம். அடிக்கடி தன் குறுகிய வாலை மேலே நிமிர்த்தி ஆட்டும்போது, வாலின் கீழே செம்பழுப்பு நிறம் தெளிவாகத் தெரியும். இனப்பெருக்க காலத் தில் முட்புதர்களிலும், கள்ளி கற்றாழை வேலிகளிலும், அமர்ந்து "க்கோர்க், க்கோர்க், க்கோர்க்..." என்றோ, க்ர்ர்ர்... க்வாக், க்ர்ர்ர்... க்வாக் என்றோ தொடர்ந்து நெடு நேரம் கத்தும். இரவிலும் இடை விடாமல் இதன் குரலைக் கேட்கலாம். புழு பூச்சிகள், அவற்றின் முட்டை, நீர்த்தாவரங்களின் விதைகள், இலைக்கொழுந்து ஆகியவற்றை உணவாகக் கொள்ளும். இனப்பெருக்க காலமான ஏப்ரல்- அக்டோபர் வரையுள்ள பருவத்தில் குளக்கரைகள், வயல் வரப்புகள், சாக்கடை ஓரம், வேலிகள் ஆகிய வற்றில் நீர்த்தாவரங்களின் இலை தழைகளைக் கொண்டு கோப்பை வடிவான கூட்டை அமைக்கும்.

சிலசமயம் மூங்கில், நாணல் போன்றவற்றில் 2 அல்லது 3 மீட்டர் உயரத்தில் கூடு கட்டுவதும் உண்டு. இளஞ்சிவப்புத் தோய்ந்த 6 - 7 வெளிர்நிற முட்டைகள் இடும். ஆணும் பெண்ணும் அடை காத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணுவதில் பங்குகொள் கின்றன. இனப்பெருக்க காலத்தில் துணையைத் தேடிக் கொள்வதில் ஏற்படும் போட்டி காரணமாக ஆண் பறவைகள் அடிக்கடி தங்களுக்குள் சண்டை யிடுவதைக் காணலாம்.

- க. இரத்னம்

கானியா வளைகுடா

கானியாவின் ஒரு பகுதியாகிய கிரிட்டின் வடமேற்குக் கடற்பகுதியில் கானியா வளைகுடா (Khania, Gulf of) அமைந்துள்ளது. இது கானியா விரிகுடா என்றும் குறிப்பிடப்படும். இவ்வளைகுடாவுக்கு மேற்கு, வடக்கு, தெற்கில் ஓராஸ் டிட்டிரானை ஒட்டி வட தென் ரோட்காப்பஸ் முந்நீரகம் (peninsula) அமைந் துள்ளது. இது 2454 அடி உயரமுடையது. இவ்வளை குடாவின் கிழக்கில் காளான் வடிவத்தைக் கொண்ட அக்ரோட்டிரி முந்நீரகம் அமைந்துள்ளது. இவ்வாறு முந்நீரகங்களால் சூழப்பட்டுள்ள இவ்வளைகுடாவின் முனை 30 கி.மீ. அகலமுடையதாகும். இதனுடைய ஆழம் 200 மீட்டர் வரை உள்ளது. அக்ரோட்டிரி முந்நீரக அடிப்பகுதியில் அமைந்திருக்கும் கானியாவில் பழமையான சைடோனியா(cydonia) அமைந்துள்ளது. தற்போது இப்பகுதி இவ்வளைகுடாவின் முக்கிய குடியிருப்புப் பகுதியாக மாறியுள்ளது. அய்யோஸ் தியோடோரஸ் எனும் சிறிய தீவு இவ்வளை குடாவுக்குச் சற்று அப்பால் அமைந்துள்ளது. இவ்வளைகுடா அமைந்துள்ள இடம் 35° 34′ வட அகலாங்கு 23° 48′ கிழக்கு நெட்டாங்கு ஆகும்.

- ம.அ. மோகன்

காஸ் அதிவடிவச் சமன்பாடுகள்

ஓர் அடுக்குத் தொடர்

$$1 + \frac{a.b}{c} z + \frac{a(a+1).b(b+1)}{c(c+1)} \frac{z^2}{2!} + \ldots\ldots (I)$$

என்னும் அமைப்பிலிருப்பதை

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_n (b)_n}{(c)_n} . \frac{z^n}{n!} \quad \text{என்றும், } F(a,b:c:z)$$

என்றும் குறிப்பிடலாம்.

$|z| < 1$ ஆகவோ, $|z| = 1$, மெய்ப்பகுதி $R_e\,(c-a-b) > 1$ ஆகவோ இருப்பின் I இல் உள்ள தொடர் ஒரு சீராக ஒருங்கும். மேலும் இது

$z(1-z)y'' + [c-(a+b+1)z]\ y' - aby = o$ என்னும் சமன்பாட்டின் தீர்வு ஆகும்.

$a = 1;\ b = c$ எனில் தொடர் (I)

$1 + z + z^2 + z^3 + \ldots$ என்னும் வடிவத் (பெருக்கு) தொடர் ஆகிறது. ஆதலால் (I)ஐ அதி வடிவத்தொடர் (hyper geometric series) என்பது பொருந்தும். மேலும் (I)ஐத் தொகையீட்டுவடிவில் பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$I = \frac{\Gamma(c)}{\Gamma(b)\Gamma(c-b)} \int_0^1 (1-zt)^{-a}\ t^{b-1}\ (1-t)^{c-1}\ dt \quad (II)$$

இதில் $z = 1$ எனில்

$$F(a,b;c;1) = \frac{\Gamma(c)\,\Gamma(c-a-b)}{\Gamma(c-a)\,\Gamma(c-b)}$$ என்னும் காஸின்

அதிவடிவச் சமன்பாட்டுத் தேற்றம் கிடைக்கும்.

மேலும் $F(\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}; \tfrac{3}{2}; z^2)\, z = \sin^{-1} z$

$$F(\tfrac{1}{2}, 1; \tfrac{3}{2}; -z^2)\, z = \tan^{-1} z$$

என்பவை குறிப்பிடத்தகுந்தவை.

$t = 1 - s$ என (II)இல் பிரதியிட

$$F(a, b; c;z) = (1-z)^{-a}.\, F\left(a, c-b; c; \frac{z}{z-1}\right)$$

$$= (1-z)^{c-a-b}.\, F(c-a, c-b; c;z)$$

எனப் பெறலாம். இறுதியாக, (I)ஐப் பொதுவாக

$$1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\prod_{i=1}^{p} (a_i)_n}{\prod_{i=1}^{q} (b_i)_n} \cdot \frac{z^n}{n!}$$

$$= 1 + \frac{a_1\, a_2 \ldots a_p}{b_1\, b_2 \ldots b_q}\ \frac{z}{1!} +$$

$$\frac{a_1\, a_2 \ldots a_p\, (a_1+1)\, (a_2+1) \ldots (a_p+1)}{b_1\, b_2 \ldots b_q\, (b_1+1)\, (b_2+1) \cdots (b_q+1)}\ \frac{z^2}{2!} + \ldots$$

என எழுதலாம். இக்குறிப்பைக் கணிதமேதை இராமாநுஜத்தின் தேற்றத்துடன் ஒப்பிடலாம்.

$$F(a;\ b;\ x).\, F(a;\ b;\ -x)$$

$$= F\left(a,\ b-a;\ b,\ \frac{b}{2},\ \frac{b+1}{2};\ \frac{x^2}{4}\right)$$

- ஜே.டி. சாமுவேல்

காஸ், கார்ல் ஃபிரெடிரிக்

இவர் இளமையிலேயே 18 ஆம் நூற்றாண்டின் கணிதக் கொள்கைகளையும், முறைகளையும் புரட்சிகரமாக மாற்றினார்; இவரின் புரட்சிகரமான எண் கொள்கையின் (number theory) மூலம், 19 ஆம் நூற்றாண்டின் மத்தியில் பகுப்பாய்வைச் (analysis) செம்மையாக்க வழிகோலினார். தனி கணிதத்திற்கு (pure mathematics) மிகச் சிறந்த முறையில் இவர் பணி ஆற்றியதோடு, 20 ஆம் நூற்றாண்டின் வானியல் (astronomy), புவி உருவ இயல் (geodesy), மின்காந்தவியல் ஆகியவற்றிற்குச் செயல்முறைப் பயன்பாட்டை புகுத்தினார். கணிதம், அறிவியலின் அரசி என்பதே இவருடைய மேலான கருத்தாகும்.

மேற்கு ஜொமனியில் உள்ள புரூன்ஸ்விக்கு என்னும் ஊரில் 1777 ஆம் ஆண்டு கார்ல் ஃபிரெடிரிக் காஸ் (Carl Freidrich Gauss) பிறந்தார். கணிதத்திலும் மொழிகளிலும் இவருக்கு இருந்த திறமையை உணர்ந்த ஆசிரியர்கள், இவரிடத்தில் ஈடுபாடு காட்டினர். இவருடைய அன்னை பிரன்ஸ்விக் கோமகனிடம் வேண்டியதால், காஸ் உயர்நிலைப் பள்ளியில் கல்வி பயிலவும், 1795 - 1798 வரை காட்டிங்கன் பல்கலைக்கழகத்தில் கணிதம் கற்கவும் அக்கோமகன் நிதி உதவி செய்தார். 1799 இல் ஹெல்ம்ஸ்டெட் பல்கலைக்கழகத்தில் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். ஆய்வுக்கு இவர் எடுத்துக் கொண்ட பொருள் "கலப்பு (அ) சிக்கல் எண்களைக் (complex numbers) கெழுக்களாகக் (coefficients) கொண்ட இயற்கணிதச் சமன்பாடு (algebraic equations) ஒவ்வொன்றிற்கும் கலப்பு எண் தீர்வுகள் (solutions) உண்டு" என்னும் இயற்கணிதத்தின் அடிப்படைத் தேற்றத்தை (fundamental theorem of algebra) நிறுவுவது ஆகும்; இவருக்கு முன்பு இத்தேற்றத்திற்கு எவரும் முழுமையான நிரூபணம் கொடுக்கவில்லை; ஆனால் கலப்பு எண்களைப் பயன்படுத்தாமலே திறமையான முறையில் காஸ் இதை நிறுவினார்.

காஸ் தம் 24 ஆம் வயதில், கணித வரலாற்றில் உள்ள மிகச் சிறந்த சாதனைகளில் ஒன்றான "*Disquistiones Arithmeticae*" என்னும் நூலை வெளியிட்டார். அதில் பரந்த அளவில் மாறுதல் விளைவிக்கக்கூடிய

கொள்கையின் எண்ணங்களையும், முறைகளையும் ஒழுங்குபட எழுதியுள்ளார். எண் கொள்கை என்பது முழு எண்களின் (integers) பண்புகள், தொடர்புகள் பற்றியதாகும். காஸின் எண்ணப்படி, எண் கொள்கை என்பது கணிதத்தின் மிக முக்கியமான பகுதியாகும். அந்நூலில், ஒருங்கிசைவு எண்களைப் (congruent numbers) பற்றி மிக விரிவாக எழுதியுள்ளார். இரு எண்களைப் பிறிதொரு எண்ணால் வகுக்கும்போது ஒன்று மீதியாகக் கிடைத்தால், அவ்விரு எண்களும் ஒருங்கிசைவு எண்கள் எனப்படுகின்றன. சான்றாக, 5, 11 ஆகிய எண்களை 2 ஆல் வகுக்கும்போது கிடைக்கும் மீதி 1 ஆகும்: எனவே 5, 11 ஆகிய இரு எண்களும் 2ஐ மட்டாகக் கொண்ட ஒருங்கிசைவு எண்கள் ஆகும். மேலும் அந்நூலில் இருபடி எதிரீட்டு முறையின் விதிக்கு (law of quadratic reciprocity) முதன் முறையாக நிறுவல் கொடுத்துள்ளார்; இவ்விதி எச்சங்கள் (residues) பற்றியதாகும்; இதைச் சமன்பாடுகளின் சிறப்பு வகைகளுக்குப் பயன் படுத்தினார்; இதன் மூலம் இயற்கணிதம், எண் கணிதம், வடிவக் கணிதம் ஆகிய மூன்றின் கருத்துகளையும் அவரால் ஒன்று சேர்க்க முடிந்தது.

சான்றாக, n பக்கங்களைக் கொண்ட ஒரு ஒழுங்கு பல கோணத்தை (regular polygon) வரைதல் என்னும் வடிவக் கணிதக் கணக்கிற்கு இயற்கணிதத் தீர்வு ஒன்றை அவர் தெரிவித்தார். யூகிலிட் என்னும் கிரேக்க நாட்டுக் கணிதவியலார் 3, 4, 5, 15, 6, 8, 10, 30 பக்கங்களைக் கொண்ட ஒழுங்கு பலகோணங்களை, கவராயம்(compass) வரைகோல் (ruler) ஆகிய இரண்டையுமே பயன்படுத்தி, வடிவக் கணித முறையில் வரைய முடியும் எனக் காட்டியுள்ளார். எண் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி, கொடுக்கப்பட்டுள்ள பக்கங்களைக் கொண்ட ஓர் ஒழுங்கு பலகோணத்தை வடிவக் கணித முறையில் வரைய இயலுமா எனத் தீர்மானிக்க ஒரு கட்டளை விதியைக் காஸ் உருவாக்கினார். சான்றாக, கவராயம், வரைகோல்களை மட்டுமே பயன்படுத்தி ஒரு வட்டத்தின் உள்ளே 17 பக்கங்களைக் கொண்ட ஓர் ஒழுங்கு பலகோணத்தை வரைந்து காட்டினார். இது யூகிலிட் காலத்திற்குப் பின் நிகழ்ந்த முதல் கண்டுபிடிப்பு ஆகும்.

மேற்கூறிய இவருடைய எண் கொள்கை நூல் புதுமை எண்கணித எண் கொள்கைக்கு அதாவது, இயற்கணிதச் சமன்பாடுகளின் தீர்வுக்கு வழி வகுத்தது. காஸ் அதில் a,b என்னும் முழு எண்களால் ஆன $a + b\sqrt{-1}$ என்னும் அனைத்துக் கலப்பு எண்களின் எண் கணிதத்தை அறிமுகம் செய்தார். இவருக்கு முன்பு $a + b\sqrt{-1}$ என்னும் கலப்பு எண்கள் உள்ளுணர்வாகவே (intuitively) அறிமுகம் செய்யப் பட்டிருந்தன. அந்நூலில் a,b என்னும் மெய் எண்களால் ஆன $a+b\sqrt{-1}$ என்னும் கலப்பு எண்ணைக் காஸ் தயங்காமல் பயன்படுத்தினார்.

தளத்தில் (plane) கலப்பு எண்களைக் குறிப்பதன் மூலம், அவற்றின் சரியான கொள்கையை (exact theory) உருவாக்க முடியும் என்பதை 1831 இல் மிகவும் ஆழமாக விளக்கினார்; இது 1832இல் வெளி வந்தது. தம்முடைய உயர் திறமையைப் பயன்படுத்த காஸிற்கு நல்வாய்ப்பு ஒன்று 1801இல் கிட்டியது. இதன் மூலம், தாம் கல்வி பெறுவதற்கு உதவிய கோமகனுக்கு நன்றி தெரிவிக்கவும் முடிந்தது. 1801 ஜனவரி முதல் நாள் விண் பொருள் ஒன்று, சூரியனை நோக்கி வருவதாகக் காணப்பட்டது. அதை மீப்பெரு சிறுகோள் (asteroid) சீரிஸ் (ceres) என்று அறிந்தனர். பார்வையில் இருந்து அது மறையும் வரை அதை 40 நாள் வானியல் அறிஞர்கள் உற்றுநோக்கியும், அதன் இயங்கு பாதையை அவர்களால் கணக்கிட முடிய வில்லை. ஆனால் காஸ் அந்தச் சிறுகோளை மூன்று முறை மட்டுமே உற்றுநோக்கிய பின் அதன் இயங்கு பாதையின் கூறுகளை மிகத் துல்லியமாகக் கணக்கிட நுணுக்கமான உத்தி ஒன்றை உருவாக்கினார்.

வானியல் அறிஞர் பலர் 1801 இன் இறுதியிலும், 1802 இன் தொடக்கத்திலும் அந்தச் சிறு கோளின் இடத்தை இவ்வுத்தியின் துணையால் மிக எளிதாக மீண்டும் குறித்தனர். இவ்வுத்தியின் ஒரு பகுதியாக மீச்சிறு வர்க்க முறையைக் காஸ் பயன் படுத்தினார். இம்முறைப்படி ஒரு குறிப்பிட்ட கணிப்பீட்டில் வர்க்கப்படுத்தப்பட்ட வேறுபாடுகளின் மீச்சிறு கூட்டுத் தொகைகளிலிருந்து மிகச் சிறந்த மதிப்பீட்டைப் பெற முடியும். வானியலில் காஸின் இவ்வரிய சாதனையால் உலகம் அவரின் திறமையை உடனே ஏற்றுக்கொண்டது. இம்முறைகளை 1809 இல் காஸ் *"Theoria Motus Corporum Coelestinum"* என்னும் நூலில் விளக்கியுள்ளார்; இவை இன்றும் வழக்கத்தில் உள்ளன. இவற்றைப் புதுமைக் கணிப்பொறிகளுக்கு ஏற்புடையவையாக்க ஒரு சில மாறுதல்களே தேவைப்படுகின்றன. சீரிஸிடம் கிடைத்தது போன்ற வெற்றி, பல்லாஸ் என்னும் சிறுகோளிடமும் இவருக்குக் கிடைத்தது; இதற்காக, கோள்களால் பல்லாஸின் இயங்கு பாதைக்கு ஏற்பட்ட அலைவுகளையும் கருத்திற்கொண்டு இவர் தம் கணிப்பீட்டை மேலும் துல்லியம் ஆக்கினார்.

பிரன்ஸ்விக் கோமகன் காஸின் ஆய்விற்குத் தொடர்ந்து பண உதவி செய்தார். எனவே 1803 இல் செயின்ட் பீட்டர்ஸ்பர்க்கில் அளிக்கப்பட்ட பேராசிரியர் பதவியை மறுக்க நேர்ந்தது. முன்னரே, அறிவியல் கழகத்தின் தொடர் உறுப்பினராகக் காஸ் இருந்தார். 1807 இல் காட்டிங்கன் பல்கலைக் கழகத்தின் வானியல் பேராசிரியராகவும், புதிய வானாய்வு நிலைய இயக்குநராகவும் ஆனார். தம் வாழ்வின் எஞ்சிய நாளில் காஸ் இங்கேயே தங்கி இருந்தார்.

1820 இல் புவியின் மேற்பரப்பின் வடிவத்தையும் பருமனையும் கணித முறையில் தீர்மானிக்கும் புவி

உருவ இயலில் இவர் முழுக் கவனம் செலுத்தினார். இதற்காகக் கொள்கை வழி ஆய்வுகளிலும் களப் பணியிலும் மிகுதியான நேரத்தைச் செலவிட்டார். அளவு எடுத்தலின் துல்லியத்தை அதிகரிக்க ஹீலி யோட்ரோப் என்னும் கருவியைப் புதிதாகக் கண்டு பிடித்தார். இக்கருவியால் மேலும் துல்லியமான அளவுகளைப் பெறச் சூரிய ஒளியைப் பயன்படுத்த முடியும். காஸின் பிழை வளைவரை (Gaussian error curve) எனத் தற்காலத்தில் குறிக்கப்படும் வளை வரையை அறிமுகம் செய்து, நிகழ்தகவை (probablity) இயல்நிலை வளைவரையால் குறிக்க முடியும் எனவும் காட்டினார். இந்த வளைவரை புள்ளியியலில் மிக முக்கியமானது ஆகும். புவியின் உண்மையான குறுக்கடி அளவுகளின் (geodesic measurements) மூலம் அதன் வடிவத்தைத் தீர்மானிப்பதில் மிகுந்த அக்கறை காட்டினார்.

மேற் சொன்ன அளவுகளின் புள்ளிவிவரங்களைப் பயன்படுத்தி, வளைபரப்புகள் (curved surfaces) பற்றிய கொள்கை ஒன்றை இவர் உருவாக்கினார்; இதன் மூலம், ஒரு மேற்பரப்பின் மீதுள்ள வளைவரை களின் நீளங்களை மட்டும் அளந்து அதன் சிறப்பியல்பு களைக் காண முடியும். காஸின் இந்த உள்ளார்ந்த மேற்பரப்புக் கொள்கை (intrinsic surface theory) மூன்று அல்லது மூன்றுக்கு மேற்பட்ட பரிமாணங்கள் (dimensions) கொண்ட வெளிகள் (spaces) பற்றிய பொதுவான உள்ளார்ந்த வடிவக் கணிதம் ஒன்றை உருவாக்கக் காஸின் மாணவரில் ஒருவரான ரீமானைத் தூண்டியது. 1854 இல் காட்டிங்கனில் ரீமான் நிகழ்த்திய தொடக்க உரையின் பொருளாக இக்கொள்கை இடம் பெற்றது; இவ்வுரை காஸைக் கிளர்ச்சியுறச் செய்தது என்று சொல்லப்பட்டது. ரீமானின் கருத்துகள், ஏறத்தாழ 60 ஆண்டுகளுக்குப் பின் ஐன்ஸ்டீனின் பொதுச் சார்புக் கொள்கைக்குக் கணித அடிப்படையாக அமைந்தன என்பது குறிப் பிடத்தக்கது.

யூகிலிட்டின் வடிவக் கணிதம் இயற்கையிலும் எண்ண அளவிலும் இயல்பாக அமைந்துள்ளது என்னும் கருத்தை ஏற்றுக் கொள்வதில் முதன் முதலில் ஐயம் கொண்டவர்களில் காஸும் ஒருவர். முறையான வடிவக் கணிதத்தை முதன் முதலில் அமைத்தவர் யூகிலிட் ஆவார். இவருடைய அமைப்பில் உள்ள சில அடிப்படைக் கருத்துகள் அடிக்கோள்கள் (axioms) எனப்படுகின்றன. இவற்றிலிருந்து தூய அளவை இயல் முறையில் இவருடைய வடிவக் கணிதம் முழுதும் உருவாக்கப்பட்டது. இவற்றில் இணை அடிக்கோள் தொடக்க காலத்தில் இவற்றில் இருந்து ஒரு முக்கியமான இடத்தைப் பெற்றது. இந்த அடிக் கோளின் மூலம், கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கோட்டிற்கு இணையாக அக்கோட்டின் மீது இல்லாத ஒரு புள்ளி வழியாக ஒரே ஒரு கோடுதான் வரைய முடியும்.

இணை அடிக்கோளைப் புற அடிக்கோள்களில் இருந்து அளவை இயல் முறையில் பெற முடியும் என்னும் ஊகம் விரைவில் தோன்றியது. எனவே அடிக்கோள்களின் தொகுதியில் இருந்து இணை அடிக் கோளை நீக்கிவிட முடியும் என நம்பப்பட்டது. ஆனால் அவ்வூகம் உண்மையானது என விளக்க எழுதப்பட்ட அனைத்து நிறுவல்களிலும் பிழைகள் இருந்தன. இணை அடிக்கோளைப் பயன்படுத்தாத ஒரு வடிவக் கணிதத்தை அமைக்க முடியும் என உணர்ந்தவர்களில் காஸும் ஒருவர். உள்ளிசைவு உடைய முரண்பாடுகளற்ற (internally consinstent) அத்தகைய வடிவக் கணிதம் ஒன்று உண்மையிலேயே உள்ளது என்னும் புரட்சிகரமான முடிவிற்குக் காஸ் படிப்படியாக வந்தார். இம்முடிவு இவர் கால எண்ணங்களுக்கு நேர் மாறாக இருந்த காரணத்தால் இதை வெளியிடக் காஸ் அஞ்சினார்.

ஈர்ப்பு, காந்தவியல் ஆகியவற்றில் இவருக்கிருந்த ஆர்வத்துடன் மெய்ப் பகுப்பாய்வு (real analysis) பற்றிய கட்டுரை ஒன்றையும் 1840 இல் காஸ் வெளி யிட்டார். புதுமை மின் அழுத்தக் கொள்கைக்கு (modern theory of potential) இக்கட்டுரை தொடக் கமாக அமைந்தது.

எந்தச் சூழ்நிலைகளில் ஒரு நீர்மப்பொருள் ஒய்வு நிலையில் உள்ளது போன்ற இயற்பியல் வினாக் களுக்கு விடைகள் காண இவர் செய்த கணித ஆய்வுகளில், 1839ஐ ஒட்டி மீச்சிறு மற்றும் மீப்பெரு அளவுகள் பற்றிய கோட்பாடுகள் பெருமளவில் இடம்பெறத் தொடங்கின. நுண் துளைச் செயல் (capillary action) பற்றிய இவர் கட்டுரையில், ஒரு நீர்மப்பொருள் அமைப்பில் உள்ள அனைத்துத் துகள் களும் ஒன்றோடொன்று நிகழ்த்தும் செயல்கள், ஈர்ப்பு விசை, அதனுடைய பாய்துகள்கள், அது தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் திண்மப் பொருள் அல்லது நீர்மப் பொருளின் துகள்கள் ஆகியவற்றின் இடைச்செயல் (interaction) முதலியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு, காஸ் கணித முறையில் மிகத் தெளிவாகவும் திட்ட வட்டமாகவும் எழுதியுள்ளார்.

ஆற்றல் அழிவின்மைக் கோட்பாட்டை உருவாக்க இது உறுதுணையாக இருந்தது. 1830இல் இருந்து காஸும் இயற்பியல் அறிஞர் வில்ஹெல்ம் வெபர் என்பாரும் இணைந்து ஆய்வு செய்தனர். புவிக் காந்தவியலில் (terrestrial magnetism) இருவருக்கும் இருந்த மிகு ஆர்வத்தின் விளைவாக, முறைப்படி உற்றுநோக்கல்கள் (systematic observations) நடத்த உலகம் முழுதும் நிலையங்கள் அமைத்தனர். பிற வல்லுநர்கள் மின்னியல் தந்தி முறையை உருவாக் கியது, மின்காந்தவியலில் இவ்விருவரும் ஆற்றிய பணி யின் மிகச் சிறந்த செயல்முறை விளைவாகும், குறைந்த நிதி நிலை காரணமாக, இவர்களின் ஆய்வு கள் சுருக்கமான அளவிலேயே நடத்தப்பட்டன.

காஸ் ஆழ்ந்த சமயப் பற்றுடையவராகவும், நடை உடைத் தோற்றத்தில் உயர்குடி இயல்புடைய

வராகவும், பழக்க வழக்கங்களில் பழைமை விரும்பியாகவும் இருந்தார். இவர் அன்றைய நிலையில் நிலவிய முன்னேற்ற அரசியல் போக்கிலிருந்து விலகியே வாழ்ந்தார். புதியன படைக்கும் பணியைத் தங்குதடையின்றிச் செய்வதற்குரிய அனைத்தையும் தம் நாடு செய்துதர வேண்டும் என்பதையே காஸ் விரும்பினார். இவரிடத்தில் காணப்பட்ட மாறுபாடுகள் மிகவும் பொருத்தமாகவே இருந்தன. எண்களிடத்தில் வியப்பிற்குரிய நினைவு ஆற்றலைக் கொண்ட வரும் போற்றத் தகுந்த கணித மேதையுமான காஸ் ஒரே நேரத்தில் மிக ஆழ்ந்த கொள்கைப் படைப்பாளராகவும், தலை சிறந்த செயல்முறைக் கணித அறிஞராகவும் விளங்கினார். கொள்கையும் செயல் முறையுமே இவர் ஆர்வத்தைத் தூண்டின.

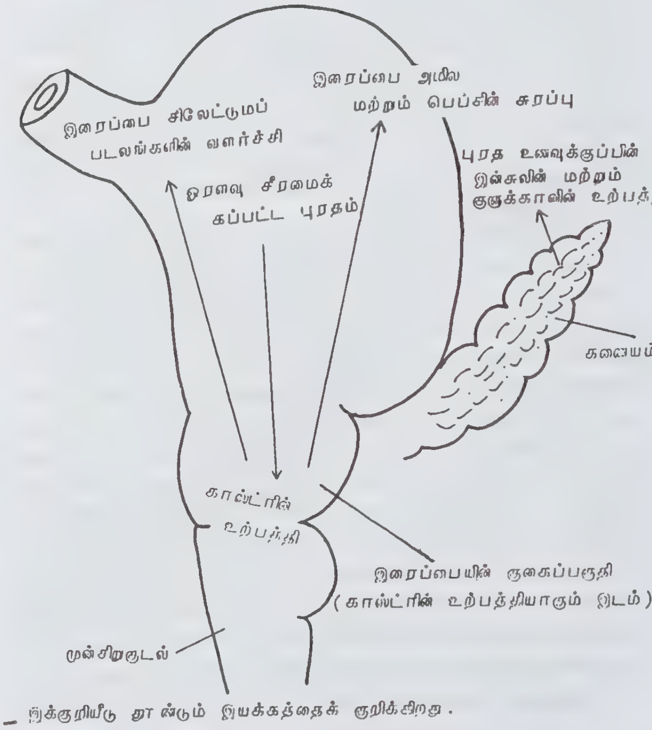
கற்பித்தலை மட்டும் காஸ் வெறுத்தார்; எனவே ஒரு சிலரே அவருக்கு மாணவர்களாக இருந்தனர். அதற்குப் பதிலாக, ஏறத்தாழ 155 கட்டுரைகளை மிகுந்த கவனத்துடன் எழுதி வெளியிட்டார்; இதன் மூலம் கணிதத்தை வளர்த்து மேம்பாடுறச் செய்தார். இவர் எழுதிய விரிவான சிறந்தகட்டுரைகளைக் காஸ் வெளியிடாது இருந்தது இவருடைய மறைவுக்குப் பிறகே தெரிய வந்தது; காஸின் எண்ணப்படி இக் கட்டுரைகள் இவருடைய மூன்று கோட்பாடுகளில் ஏதேனும் ஒன்றிற்குப் பொருந்தவில்லை என்பதே காரணம் ஆகும். கணித ஆய்வுத் தலைப்பு ஒன்று, நேர்த்தி அல்லது பொதுமை காரணமாகப் போற்றுவதற்குரிய எண்ணங்களுக்கும் முடிவுகளுக்கும் இடையே பொருள் பொதிந்த தொடர்புகளைக் கொடுக்கும் என எதிர்பார்த்துத்தான், காஸ் அவ்வாய்வைத் தொடர்ந்து செய்தார். ஓர் ஆய்வால் செயல் முறைப் பயன்கள் கிடைக்கும் என்னும் எதிர்பார்ப்பு இவரிடத்தில் ஒருபோதும் எழுச்சியை ஊட்டியதில்லை; ஏனென்றால், உண்மையைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும் என்பதற்காகவே அவர் அதைத் தேடினார்; அவருடைய முயற்சியால் மட்டும் கிடைத்த வெற்றியில் மகிழ்ச்சியடைந்தார்.

அவருக்கு முனைவர் பட்டம் வழங்கப்பட்டதன் பொன் விழா 1849இல் கொண்டாடப்பட்டது. இந் நிகழ்ச்சிக்காக இயற்கணிதத்தின் அடிப்படைத் தேற்றத்திற்கு அவர் முன்பு கொடுத்திருந்த நிறுவல்களின் புதிய பதிப்பு ஒன்றைத் தயாரித்தார். நலிவுற்று வந்த அவர் உடல்நிலை காரணமாக இதுவே இவரது இறுதி வெளியீடானது. காட்டிங்கன் மாநகர் சிறப்புக் குடியுரிமை வழங்கி மதிப்பளித்தது இவருக்கு மகிழ்வளித்தது. கணிதம், வானியல், புவி உருவ இயல், இயற்பியல் ஆகியவற்றில் ஆற்றிய மிகச்சிறந்த ஆய்விற்காகப் பல கல்விக் கழகங்களிலும் சங்கங்களிலும் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். பிற பல்கலைக்கழகங்களில் பேராசிரியராகப் பணியாற்ற வேண்டும் என்று வந்த பல அழைப்புகளை அவர் ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை; 1855 பிப்ரவரி 23ஆம் நாளில் அவர் மறைந்தது வரை காட்டிங்கன் பல்கலைக்கழகத்தின் ஆசிரியர் குழுவில் மட்டுமே பணியாற்றி வந்தார். அவர் மறைவுக்குப் பின் அவருக்கு மதிப்பு அளிக்கும் வகையில் நினைவு நாணயங்கள் வெளியிடப்பட்டன.

- து. பாஸ்கரன்

காஸ்ட்ரின்

இது இரைப்பையில் சுரக்கும் ஒரு ஹார்மோன் ஆகும். இது 17 அமினோ அமிலங்களைக் கொண்டுள்ளது. இது சல்ஃபேற்றமடைந்த (sulphated), சல்பேற்ற மடையாத (unsulphated) இருநிலைகளில் காணப்படுகிறது. சல்ஃபேற்றமடைந்த காஸ்ட்ரின் காஸ்ட்ரின் I எனவும், சல்ஃபேற்றமடையாத காஸ்ட்ரின் II எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஆயினும், இவ்விருவகைக் காஸ்ட்ரின்களின் இயக்கத்தில் வேறுபாடுகள் இருப்பதாகத் தோன்றவில்லை. காஸ்ட்ரினின் அமைப்பில் உள்ள C-இறுதி டெட்ரா பெப்டைடே காஸ்ட்ரினின் இயக்கத்திற்கு முக்கிய காரணமாகிறது; இந்த பெப்டைடு அமைப்பைக் கொண்டு பென்ட்டாகாஸ்ட்ரின் எனும் செயற்கைத் தயாரிப்பு மருந்து உருவாக்கப்பட்டுள்ளது; இரைப்பையின் சுரப்புத்திறனைக் கண்டறியும் ஆய்வில் இது பயன்படுகிறது.



↑ – இக்குறியீடு தூண்டும் இயக்கத்தைக் குறிக்கிறது.

கோலிசிஸ்டோகைனின் (cholecystokinin) என்னும் இரைப்பை உணவுப்பாதை ஹார்மோனின் அமைப்பு C - இறுதி பென்ட்டா பெப்டைடை ஒத்துள்ளதால் இதன் இயக்கமும் ஓரளவு காஸ்ட்ரினின் இயக்கத்தைப் போன்றுள்ளது. காஸ்ட்ரின், இரைப்பைச் சிலேட்டுமப் படலத்தின் குகைப்பகுதியில் (antral portion) உள்ள சுரப்புகளின் பக்கச் சுவர்களில் உள்ள செல்களால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இச்செல்கள் முன்சிறுகுடலிலும் உள்ளன.

செல்களின் சுரப்புப் பரப்பில் (secretory surface) உள்ள எதிர்பரிவு நரம்புச் செல்களால் (cholinergic neurons) வெளியிடப்படும் அசெட்டைல் கோலினே காஸ்ட்ரின் சுரப்புத் தூண்டலுக்கு முதன்மையான காரணியாகிறது. இரைப்பையில் ஓரளவு சீரணமடைந்த புரதமும் காஸ்ட்ரின் சுரப்பைத் தூண்டுகிறது.

காஸ்ட்ரினின் முக்கிய இயக்கங்கள். இரைப்பை அமில, பெப்சின் சுரப்பை இது தூண்டுகிறது. இரைப்பைச் சிலேட்டுமப் படலத்தின் வளர்ச்சியையும் இது தூண்டுகிறது. புரத உணவை உட்கொண்ட பிறகு இது இன்சுலின், குளுக்ககான் ஆகியவற்றின் சுரப்பைத் தூண்டுகிறது. புரத உணவு அன்றி, கார்போஹைட்ரேட்டையும் உட்கொண்டால் இது இவற்றின் சுரப்பைத் தூண்டுவதில்லை.

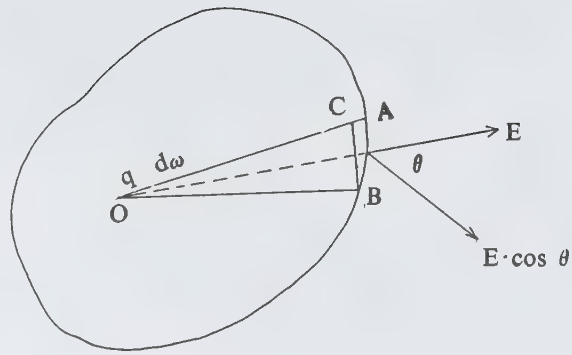
நோய்நிலையில் காஸ்ட்ரினின் பங்கு. இரைப்பை-முன்சிறுகுடல் புண் (peptic ulcer) தோன்ற இதுவும் ஒரு காரணியாக இருக்கலாம் என்னும் கருத்து உள்ளது. சோலிங்கர்-எலிசன் கூட்டியம் (Zollinger Ellison syndrome) எனும் கணையக்கட்டி சார்ந்த நோய் நிலையில் காஸ்ட்ரின் சுரப்பு அதிகரிக்கிறது. இதன் விளைவாக இரைப்பை அமிலச் சுரப்பு அதிகரித்து நோயாளிக்கு இரைப்பை-முன்சிறுகுடல் புண் உண்டாகக்கூடும். பெர்னீசியஸ் சோகைநோயில் (pernicious anaemia) காஸ்ட்ரின் அளவு அதிகரித்துக் காணப்படுகிறது. இரத்தத்தில் காஸ்ட்ரினின் அளவு, கதிரியக்கத் தடுப்பாற்றல் இயல் திறன் மதிப்பீடு (radio immuno assay) மூலம் கண்டறியப்படுகிறது.

- மு. துளசிமணி

காஸ் தேற்றம் (இயற்பியல்)

ஒரு மூடிய பரப்பின் மேலாக உள்ள மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் (normal electrical induction) அப்பரப்பிற்குள் அடங்கியுள்ள மொத்த மின்னான Σqக்குச் சமம் எனக் காஸ் தேற்றம் கூறுகிறது.

0 என்னும் புள்ளியில் q என்னும் மின்னைக் கொண்ட ஒரு மூடிய பரப்பில், ds பரப்புள்ள AB



படம் 1

என்னும் பரப்புக் கூறை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 1). அது q இலிருந்து r தொலைவிலிருக்கட்டும்.

AB பரப்பின் மேல் உள்ள ஒரு புள்ளியில் மின் புலச் செறிவு

$$E = \frac{q}{4\pi\ \epsilon_0 \epsilon_r\ r^2}$$

பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக உள்ள செறிவுக்கூறு $= E \cos \theta$

AB இல் மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் = மின்கடவா மாறிலி × பரப்புக்குச் செங்குத்தான செறிவு ஆக்கக்கூறு × பரப்பளவு.

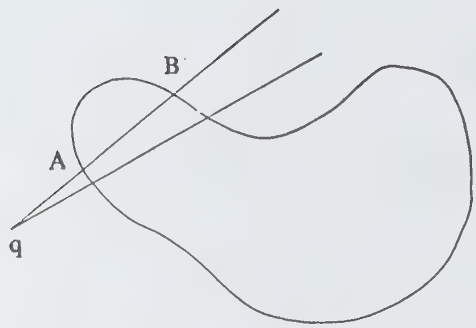
$$= \epsilon_0\ \epsilon_r \times \frac{q}{4\pi\ \epsilon_0 \epsilon_r\ r^2} \cos \theta.\ AB$$

$$= \frac{q}{4\pi} \cdot \frac{AB.\ \cos \theta}{r^2} = q \cdot \frac{d\omega}{4\pi}$$

$d\omega = AB \cos \theta / r$. இது 0 -இல் AB தாங்குகிற திண்மக்கோணம் (solid angle). முழுப்பரப்பிற்குமான மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= \int \frac{q\ d\omega}{4\pi} = q\ \frac{4\pi}{4\pi} = q$. ஒரு மூடிய பரப்பிற்குள் உள்ள ஒரு புள்ளியில் தாங்கப்படுகின்ற திண்மக் கோணம் $= 4\pi$

பரப்பிற்குள் $q_1, q_2, q_3 \ldots$ என்னும் பல மின்கள் இருக்கும்போது, மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் $= q_1 + q_2 + q_3 + \ldots = \Sigma q$

மின், பரப்பிற்கு வெளியே இருக்குமானால் (படம் 2) மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் சுழி. q என்னும் மின், பரப்பிற்கு வெளியே உள்ளபோது



படம் 2.

A இல் உள்நோக்கிய மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= -\frac{q}{4\pi} d\omega$

B -இல் வெளி நோக்கிய மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= +\frac{q}{4\pi} d\omega$

எனவே $\frac{1}{4\pi} \sum q \, d\omega = 0$

பயன்கள்

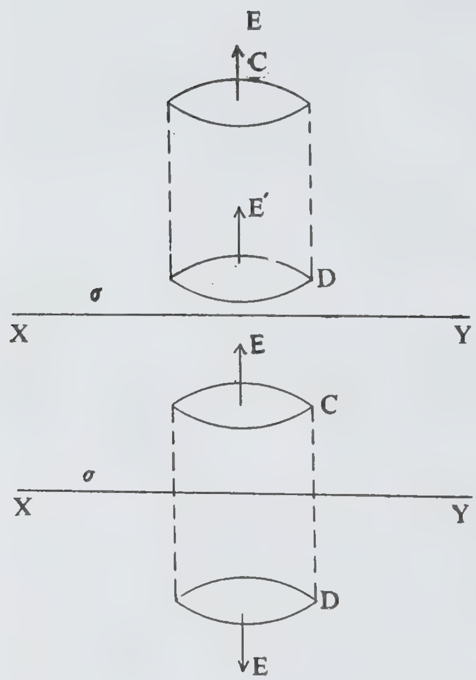
ஒரு மின்னேற்றிய கோளத்தின் மையத்திலிருந்து r தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியை எடுத்துக் கொள்ளலாம். காஸ் தேற்றப்படி மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= q$. மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $\epsilon_0 \epsilon_r \times E \times 4\pi r^2$ க்குச் சமம்.

எனவே $E = q/4\pi \epsilon_0 \epsilon_r r^2$

இவ்வாறு ஒரு மின்னேற்றிய கோளத்திலிருந்து r தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியிலுள்ள மின்புலச் செறிவைக் கணக்கிட, காஸ் தேற்றம் பயன்படுகிறது.

σ என்னும் பரப்பு மின் அடர்த்தியுள்ள ஒரு சமதள மின் கடத்திப் பரப்பை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 3). அதற்கு மேலாக C,D என்னும் இரண்டு புள்ளிகளில் மின்புலச் செறிவு முறையே E,E′ எனலாம்.

C, D ஆகியவற்றை மையமாகக் கொண்ட, ds என்னும் பரப்புள்ள இரண்டு வட்டங்களை வரைந்து கொள்ளலாம். அவற்றை இணைத்து ஓர் உருளையை உண்டாக்கலாம். C பரப்பின் மேல் மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் $= \epsilon_0 \epsilon_r E \, ds$ இது உருளைக்கு வெளியே வட்டப்பரப்புக்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படும்.



படம 3.

D பரப்பின் மேல் மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= \epsilon_0 \epsilon_r E' \, ds$, இது உருளைக்குள் செயல்படும்.

CD என்னும் உருளைப் பகுதியிலுள்ள மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= \epsilon_0 \epsilon_r E \, ds - \epsilon_0 \epsilon_r E' \, ds$

உருளைக்குள் மின் எதுவும் இல்லாததால் காஸ் தேற்றப்படி அதன் மேலுள்ள மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் $= 0$

எனவே $\epsilon_0 \epsilon_r E \, ds - \epsilon_0 \epsilon_r E' \, ds = 0$

அல்லது $E = E'$

C பரப்பு மின்னேற்றிய தளத்திற்கு மேலேயும் D பரப்பு அதற்குக் கீழேயும் அமைந்திருக்குமானால் அவற்றுக்கிடையிலான உருளைப் பகுதியில்,

C பரப்பில் மேலான மொத்த மின் தூண்டல் $= \epsilon_0 \epsilon_r E \, ds$

D பரப்பில் மேலான மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் $= \epsilon_0 \epsilon_r E \, ds$

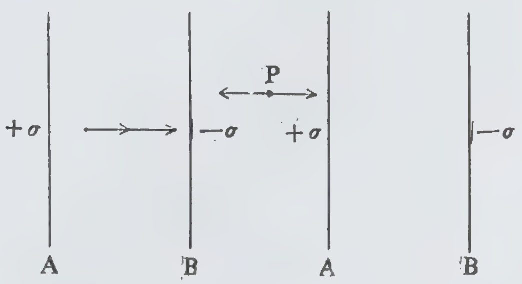
இவை இரண்டுமே உருளையிலிருந்து வெளி நோக்கிச் செயல்படும். எனவே முழு உருளையின் மேலான மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல்

$$= \epsilon_0 \epsilon_r E\, ds + \epsilon_0 \epsilon_r E\, ds = 2 \epsilon_0 \epsilon_r E\, ds$$

உருளைக்குள் σ ds என்னும் மின் அடங்கியுள்ளது. எனவே காஸ் தேற்றப்படி, மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் $= \sigma\, ds$

அதாவது $2 \epsilon_0 \epsilon_r E\, ds = \sigma\, ds$

அல்லது $E = \sigma / 2 \epsilon_0 \epsilon_r$



படம் 4.

இரண்டு இணையான மின்னேற்றிய தளப் பரப்புகளுக்கு இடையில் அமைந்த ஒரு புள்ளியை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 4). ஒரு பரப்பு $+\sigma$ என்னும் பரப்பு மின் அடர்த்தியுடனும், ஏனையது $-\sigma$ என்னும் பரப்பு மின் அடர்த்தியுடனும் இருக்கட்டும். அவற்றுக்கிடையில் உள்ள ஊடகத்தின் மின் கடவா மாறிலி $= \epsilon_0 \epsilon_r$

A இலுள்ள மின்னினால் அப் புள்ளியில் தோன்றும் மின்புலச் செறிவு $= \sigma / 2\epsilon_0\epsilon_r$

B இலுள்ள மின்னினால் அப்புள்ளியில் தோன்றும் மின்புலச்செறிவு $= \sigma / 2\epsilon_0\epsilon_r$

அப்புள்ளியில் தொகுபயன் மின்புலச் செறிவு

$$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon_r} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon_r} = \frac{\sigma}{\epsilon_0\epsilon_r}$$

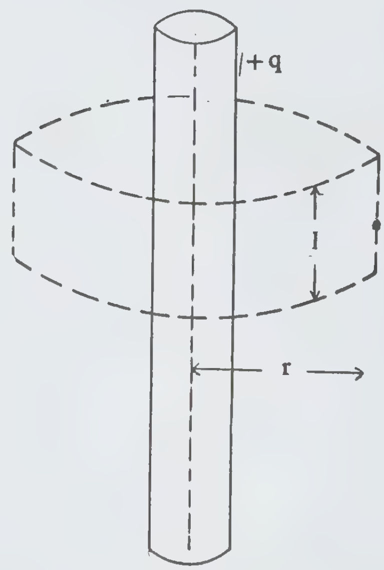
இரண்டு இணையாக மின்னேற்றிய தளப்பரப்புகளுக்கு வெளியே உள்ள ஒரு புள்ளியை எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு பரப்பு $+\sigma$ என்னும் பரப்பு மின் அடர்த்தியும், மற்றது $-\sigma$ என்னும் பரப்பு மின் அடர்த்தியும் கொண்டவை எனலாம்.

A இலுள்ள மின்னினால் அப்புள்ளியிலேற்படும் மின்புலச் செறிவு $= \sigma / 2\epsilon_0\epsilon_r$. இது தளங்களுக்கு எதிரான திசையில் செயல்படும்.

B இலுள்ள மின்னினால் அப்புள்ளியில் தோன்றும் மின்புலச் செறிவு $= \sigma / 2\epsilon_0\epsilon_r$ இது தளங்களை நோக்கிச் செயல்படும்.

p-இல் தோன்றும் தொகுபயன் புலச்செறிவு

$$= \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon_r} - \frac{\sigma}{2\epsilon_0\epsilon_r} = 0$$



படம் 5.

சீராக மின்னேற்றப்பட்ட ஓர் உருளையை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம்-5). அதில் அலகு நீளத்திற்கு q என்னும் வீதத்தில் மின் பரவியிருக்கட்டும். உருளையின் ஆரம் R எனலாம். உருளையின் அச்சிலிருந்து r தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியை எடுத்துக் கொள்ளலாம். உருளையைச் சுற்றி r ஆரமும் l நீளமும் கொண்ட ஒரு கற்பனை உருளையை வரைய வேண்டும். Pஇல் உள்ள மின்புலச் செறிவு E எனில், கற்பனை உருளையின் வளைந்த பரப்பின் மேலான மொத்தச் செங்குத்து மின் தூண்டல் $= \epsilon_0\epsilon_r E.\ 2\pi r l$

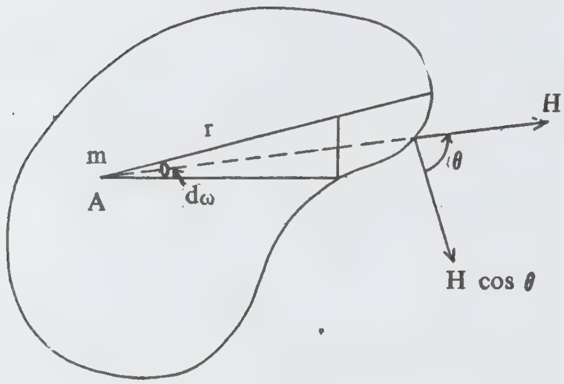
ஆனால் காஸ் தேற்றப்படி கற்பனை உருளையின் வளைந்த பரப்பின் மேலான மொத்தச் செங்குத்து மின்தூண்டல் = ql. இது கற்பனை உருளைக்குள் அடங்கிய மின்னின் அளவு.

எனவே $ql = \epsilon_0\epsilon_r . E . 2\pi r . l$

அல்லது $E = q / 2\pi\epsilon_0\epsilon_r r$

காந்தவியலிலும் இதே போன்ற ஒரு காஸ் தேற்றம் உண்டு. அதன்படி ஒரு மூடிய பரப்பின்

மேலான மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல் (total normal magnetic induction) பரப்புக்குள் உள்ள மொத்த முனைவலு Σmக்குச் சமம்.



படம் 6.

m என்னும் வலுவுள்ள காந்த முனையை உள்ளடக்கிய ஒரு மூடிய பரப்பை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 6). காந்த முனையிலிருந்து r தொலைவில் உள்ள ஒரு புள்ளியைச் சுற்றி ds என்னும் பரப்பள்வுள்ள கூறைக் கவனிக்கலாம். அப்புள்ளியில் காந்தப் புலச் செறிவு $= m/4\pi\mu_0\mu_r r^2$

μ_0 என்பது வெற்றிடத்தின் உட்புகுதிறன். μ_r என்பது ஊடகத்தின் ஒப்புமை உட்புகுதிறன்.

மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல்

$$= \frac{\mu_0 m}{4\pi\mu_0\mu_r r^2} \cos\theta .\ ds$$

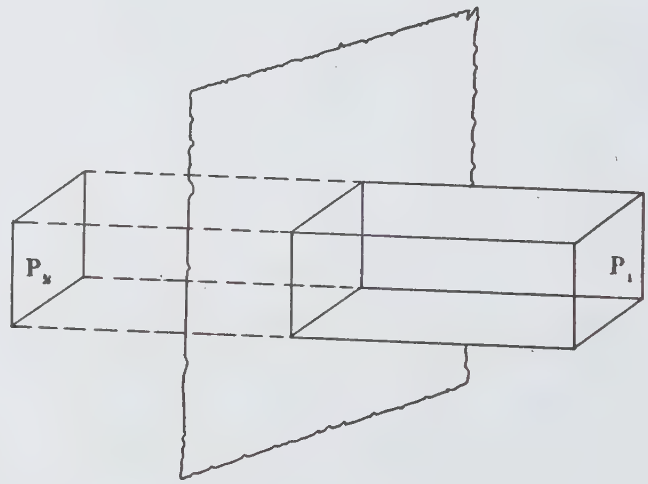
எனவே மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல்

$$= \frac{m}{4\pi} \frac{ds \cos\theta}{r^2} = \frac{m}{4\pi} d\omega$$

முழு மூடிய பரப்புக்கும் மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல் $= \frac{m}{4\pi} 4\pi = m$

காற்றுக்கு $\mu_r = 1$ ஆதலால் காந்தத்தூண்டல், புலச்செறிவுக்குச் சமமாயிருக்கும். எனவே ஒரு காந்தப்புலத்தில் வரையப்பட்ட ஒரு மூடிய பரப்பின் மேலாக உள்ள மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல், அதனுள்ளிருக்கிற மொத்தக் காந்த அளவுக்குச் சமம்.

காந்த முனை மூடிய பரப்புக்கு வெளியிலிருக்கும் போது, அப்பரப்புக்கு மேலான மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல் சுழியாகும். ஏனெனில் பரப்புக்குள் உள்ள காந்தமுனை வலு சுழியாகும். மூடிய பரப்பிற்குள் பல காந்த முனைகள் இருந்தால் அவற்றின் மேலான மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல், முனை வலுக்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமம். வடமுனைகள் நேரினக் குறியும், தென்முனைகள் எதிரினக் குறியும் கொண்டவையாக எடுத்துக் கொள்ளப்படும். மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல் $= \sum m$



படம் 7.

ஒரு காந்தமேற்றப்பட்ட ஒரு முனைத் தளப் பரப்பை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 7). அதில் காந்தமாக்கல் செறிவு அதாவது அலகுபரப்பிலுள்ள காந்த அளவு I எனலாம். அதிலிருந்து சற்றுத் தொலைவிலுள்ள P_1 என்னும் புள்ளியைக் காண வேண்டும். அதைச் சுற்றி அலகு பரப்புள்ள ஒரு பரப்பை வரையலாம். அப்பரப்புக் காந்த தளத்திற்கு இணையாக இருக்கட்டும். அதிலிருந்து காந்தத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகக் கோடுகளை வரையவேண்டும். இந்தச் செவ்வகப் பாளத்தின் மறுமுனையில் உள்ள P_2 என்னும் புள்ளியைச் சுற்றியும் ஓர் அலகு பரப்பு உருவாகும்.

இப்பாளத்திற்குள் அடங்கிய காந்த அளவு = I

காஸ் தேற்றத்தின்படி மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல் = I

இந்தத் தூண்டல் அனைத்து இடங்களிலும் காந்தத் தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமையும். எனவே செவ்வகப் பாளத்தின் பக்கங்களுக்கு மேலான காந்தத் தூண்டல் சுழியாகும். ஆனால் P_1 P_2 ஆகிய முனைகளுக்கு மேலான காந்தத் தூண்டல் =I

P_1, P_2 முனைகளின் மொத்தப் பரப்பளவு = 2

எனவே மொத்தச் செங்குத்துக் காந்தத் தூண்டல் = B × பரப்பளவு

I = B × 2 அல்லது B = I / 2

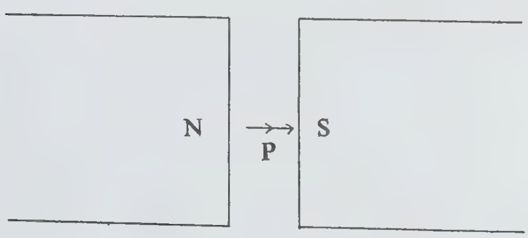
ஆனால் $B = \mu H$; ∴ $H = B/\mu = I/2\mu$

எனவே P_1 இல் காந்தப்புலச் செறிவு $= I/2\mu = I/2\mu_0\mu_r$

ஊடகம் காற்றாக இருந்தால் $\mu_r = 1$

P_1 இல் புலச்செறிவு $= I/2\mu_0$

இவ்வாறு P_1 இல் உள்ள புலச்செறிவு காந்தத் தளத்திலிருந்து P_1 இன் தொலைவைப் பொறுத்ததாக இல்லை. ஆனால் P_1 காந்தத் தளத்திற்கு நெருக்கமாக அமைந்திருக்க வேண்டும்.



படம் 8

இரண்டு காந்த முனைகளுக்கிடையில் அமைந்த ஒரு புள்ளியை எடுத்துக் கொள்ளலாம் (படம் 8). அவற்றின் காந்தமாக்கல் செறிவு I எனலாம்.

அப்புள்ளியில் வடமுனை காரணமாக ஏற்படும் காந்தப்புலச் செறிவு $= I/2\mu$. இது தென்முனையை நோக்கிச் செயல்படும்.

அப்புள்ளியில் தென் முனை காரணமாக ஏற்படும் காந்தப்புலச் செறிவு $= I/2\mu$. இதுவும் தென் முனையை நோக்கியே செயல்படும். எனவே அப்புள்ளியில் மொத்தக் காந்தப்புலச் செறிவு $= \frac{I}{2\mu} + \frac{I}{2\mu} = \frac{I}{\mu}$ இது தென் முனையை நோக்கிச் செயல்படும். μ என்பது ஊடகத்தின் உட்புகுதிறன் காற்றுக்கு $\mu_r = 1$

அப்புள்ளியில் மொத்தக் காந்தச் செறிவு $= I/\mu_0$

இரண்டு வேறுபட்ட முனைகளுக்கு இடையிலான விசை. ஒரு காந்த வட முனையும், ஒரு காந்தத் தென்முனையும் மிக நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதாகக் கொள்ளலாம். வடமுனைக்கு மிக நெருக்கமாகவுள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்தப் புலச் செறிவு $= I/2\mu_0$. தென்முனை அந்தப் புலத்தில் அமைந்துள்ளது. தென் முனையின் காந்தமாக்கல் செறிவு = I. இது வடமுனை காரணமாகத் தோன்றிய $I/2\mu_0$ என்னும் புலத்தில் அமைந்துள்ளது. அதன் அலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை $= I^2/2\mu_0$

இதே போல வடமுனை, தென்முனையின் புலத்தில் நிலை கொண்டிருப்பதால், அதன் அலகு பரப்பில் செயல்படும் விசை $= I^2/2\mu_0$

இந்த விசையின் காரணமாக வடமுனையும் தென்முனையும் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்ள முயற்சி செய்கின்றன. அவற்றைப் பிரித்து வைக்க ஒரு விசை தேவைப்படும். இந்த விசை $F = I^2/2\mu_0$

ஆனால் $H = I/\mu_0$

எனவே $F = \mu_0 H^2/2$ நியூட்டன்/மீ²

அலகு பருமத்திற்கான ஆற்றல் $= \mu_0 H^2/2$ ஜூல்கள் /மீ³

ஒரு காந்த முனையை ஒட்டி ஒரு காந்தமேற்றாத வெறும் தேனிரும்புத் துண்டு இருந்தாலும் அவற்றுக்கிடையில் இதே அளவு ஒட்டுவிசை தோன்றும். இதன் காரணமாகவே காந்த முனைகளுடன் இரும்புத் துண்டுகள் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இந்த விசைகளைக் கணக்கிடுவதன் மூலம், பிற காந்தங்களையோ, இரும்புத் துண்டுகளையோ தூக்குகிற ஒரு மின் காந்தத்தின் திறன், ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டுள்ள இரு காந்த முனைகளைப் பிரிப்பதற்குத் தேவையான விசை, தொலைபேசியின் ஒலி ஏற்பியில் லாடவடிவக் காந்தத்திற்கு முன்னால் வைக்கப்பட்டுள்ள தேனிரும்புத் திரை செலுத்துகிற விசை போன்றவற்றைக் கண்டுபிடிக்க முடியும்

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி: Brijlal, N. Subrahmanyam, *Electricity and Magnetism*, Ratan Prakashan Mandir, New Delhi, 1983.

காஸ் தேற்றம் (கணிதம்)

மெய் அல்லது கற்பனைக் கெழுக்கள் (coefficients) கொண்ட f (x) = o என்னும் பல்லுறுப்புக்கோவைச் சமன்பாடு ஒவ்வொன்றும் குறைந்தது ஒரு தீர்வாவது பெற்றிருக்கும் என்பது காஸ் தேற்றமாகும். டி அலம்பர்டு, ஆய்லர், லாக்ராஞ்சி ஆகியோர் இந்தத் தேற்றத்தை நிரூபித்திருந்தபோதும் அவர்கள் தந் திருக்கும் விளக்கங்கள் போதுமானவைஅல்ல என்றும் தமது நிரூபணமே அனைத்து வகையிலும் சிறந்தது என்றும் 1799 ஆம் ஆண்டு தம் ஆய்வுக் கட்டுரையின் மூலம் உலகுக்கு அவர் எடுத்துக் காட்டினார். காஸின் ஆய்வுக் கட்டுரையில் தரப்பட்டிருக்கும் இயற்கணித அடிப்படைத் தேற்றத்தின் நிரூபணம் வரைகணிதக் கோட்பாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. பின்னர், 1816 ஆம் ஆண்டு அவர் அத்தேற்றத்திற்கு இரண்டு புதிய விளக்கங்களையும் 1850 ஆம் ஆண்டு மேலும் ஒரு புதிய விளக்கத்தையும் வெளிப்படுத்தி நிரூபணம் முழுதும் இயற்கணித அடிப்படையில் அமைய முனைந்தார். தற்காலத்தில் இயற்கணித அடிப்படைத் தேற்றம் முழுதுமாக இடத்தியல் (topology) கொள்கைகளைச் சார்ந்திருப்பதாக நம்பப்படுகிறது.

- அ. ரகீம்பாட்சா

காஸ் தொகையீட்டுக் கணிமுறை

ஒரு மாறிச் சார்பின் மதிப்புகளின் கணம் தரப் பட்டால், அவற்றிலிருந்து அச்சார்பின் வரையறுத்த தொகையீடு (definite integral) கணிப்பதைத் தொகை யீட்டுக் கணிமுறை எனலாம். வரையறுத்த தொகை யீட்டை, கூட்டலின் எல்லை மதிப்புக்குச் சமப் படுத்துவது தோராய எண்முறைத் தொகையீட்டுக் கணிமுறையின் அடிப்படையாகும்.

காஸின் தொகையீட்டுக் கணிமுறை (Gauss method for quadratures)பின்வருமாறு அமைந்துள்ளது: நியூட்டன்-கோட்ஸ் முறை போன்று மதிப்புக் காண வேண்டியுள்ள $y = \int_a^b f(x)\,dx$ என்பதை

$$\int_a^b \varnothing(x)dx = A_0 y_0 + A_1 y_1 + \cdots + A_n y_n$$

என்பதால் பதிலீடு செய்யலாம். இந்த இரு தொகை களுக்கு உள்ள வேறுபாட்டை மீச்சிறிதாக்க, கெழுக் களான (A_k) இன் (n+1) மதிப்புகள் மற்றும் சார்ந்த மாறியான (y_k) இன் (n+1) மதிப்புகள் ஆக 2 (n+1) மதிப்புகளை ஏற்றவாறு அமைக்க வேண்டும். இந்த 2 (n+1) துணையலகுகளைக் கணிப்பதற்கு ஒருபடிச் சமன்பாடுகளைத் தீர்வு செய்ய வேண்டும். இதற்காக லெஜண்டர் பல்லுறுப்புக் கோவைகளின் (Legendre polynomials) மெய் மூலங்களைக் காண வேண்டி யுள்ளது. துணை அலகுகளுக்கான எண்மானப் பட்டி யல்களை இதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

இம்முறை சற்றுச் சிக்கல் உடையதென்றாலும் பிற முறைகளைவிடப் பிழையற்றது. மேலும் வெப்ப நிலை போன்ற x மதிப்பு மாறிலியாக எடுத்துக் கொண்டு இயற்பியல் கணியம் y ஐ அளக்க வேண்டு மானால், x க்கு எந்த மதிப்புத் தரலாம் என்பதைக் காஸின் முறையால் காணலாம்.

- கோ. சண்முகசுந்தரம்

காஸ்பியன் கடல்

ஐரோப்பாவுக்கும் ஆசியாவிற்கும் இடையில் அமைந்துள்ள, உலகின் மிகப்பெரிய உள்நாட்டுக் கடல் காஸ்பியன் கடலாகும். ஏறத்தாழ 371,000 கி.மீ பரப்புடைய இக்கடலின் நீளம் 1200 கி. மீட்டரும், அகலம் 320 கி.மீட்டரும் ஆகும். இக் கடல் 3360 அடி பெரும ஆழமுடையது. கடல் மட்டத்தைவிட 93.5 அடி தாழ்வாக உள்ளது. பண்டைக் காலத்தில் இக்கடலின் மேற்குப் பகுதியில் காஸ்பி இன மக்கள் வாழ்ந்து வந்ததால் இது காஸ்பியன் கடல் எனப்பட்டது.

இக்கடலுக்குக் கசார்ஸ்க், க்வல்யின்ஸ்க், கிர் கான்ஸ்க் என்னும் பெயர்களும் இருந்தன. செசென், ஆர்டியோம், சில்லோய், ட்ருலெனி, மொர்ஸ் கொய், குலேலி ஆகிய ஏறத்தாழ 50 தீவுகள் இங்கு காணப்படுகின்றன. இக்கடலில் காணப்படும் முக்கிய ஆறுகள் வோல்கா, யூரல், டெரெக், குரா முதலியன வாகும். மேற்பரப்பு நீரின் கோடை வெப்பம் 24 - 26 °C ஆகவும், பனிக்கால வெப்பம் 3 - 11°C ஆகவும் இருக்கும். காஸ்பியன் கடலின் சராசரி உவர்ப்பியம் 12.7%. இக்கடலின் நீர் மேற்குக் கரையோரமாக வடக்கிலிருந்து தெற்கு நோக்கி நகர்கிறது.

இக்கடலில் குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள உயிரி னங்களே காணப்படுகின்றன. ஸ்டர்ஜன், ஹெர்ரிங், பைக், பெர்க் ஆகியவை இங்குக் காணப்படும் சில முக்கிய மீன்களாகும். சீல்கள் இப்பகுதியில் மிகுதியாக வாழ்வதால் இக்கடல் ஒரு காலத்தில் ஆர்க்டிக் கடலுடன் இணைந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதப் படுகிறது. சோவியத் குடியரசின் எண்ணெய் வளத்தின் பாதியளவு இக்கடலின் சோவியத் நாட்டுக் கரையோரப் பகுதியில்காணப்படுகிறது. இங்கு ஆஸ்ட் ரேகன், பகூ, மகச்கலா, கிரஸ்நொவொட்ஸ்க், ஷெவ்

சென்கோ ஆகிய பல முக்கிய துறைமுகங்கள் அமைந்துள்ளன. இக்கடலின் மட்டம் குறைவது பெரும் கவலையை அளித்துள்ளது. கடந்த 35 ஆண்டுகளில் இதன் ஆழம் ஏறத்தாழ 7 அடி குறைந்துள்ளது. இக்கடல் மட்டம் மேலும் குறையாமலிருக்க இங்கு வந்து சேரும் நன்னீரின் அளவை அதிகரிக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

- ம. அ. மோகன்

காஸ்பே முந்நீரகம்

கனடாவின் கிழக்கேயுள்ள கியுபெக் மாநிலத்தைச் சார்ந்த பாஸ் - தூய - லாரண்ட் கஸ்பிசியே என்னும் இடத்தில் காஸ்பே முந்நீரகம் (Gaspe peninsula) உள்ளது. இம்முந்நீரகம் கிழக்கு - வடகிழக்காக மட்டபீடியா ஆற்றிலிருந்து தூய லாரன்ஸ் வளைகுடா வரை ஏறத்தாழ 240 கி.மீ. தொலைவு விரிந்து காணப்படுகிறது. வடக்கில் தூய லாரன்ஸ் ஆற்றுக்கும் தெற்கில் சாலியர் விரிகுடா மற்றும் புதிய பிரன்ஸ்விக்கும் இடையில் இம்முந்நீரகம் அமைந்துள்ளது. அடர்ந்த காடுகளைக் கொண்ட சிக்சாக் மலைகள் வடக்கு மையத்தில் அமைந்து தூய லாரன்ஸிக்கு இணையாக அமைகின்றன. கஸ்கபீடியா தூயஜீன், யார்க், கிராண்ட், டு கிராண்ட பாபோஸ் போன்ற பல ஆறுகள் இம்முந்நீரகத்தில் கலக்கின்றன. கடற்பகுதியோரமாகப் பெர்சி, சாண்ட்லர், நியு கார்லிஸ்லி போன்ற இடங்களில் குடியேற்றம் காணப்படுகிறது.

காஸ்பே முந்நீரகத்தில் காஸ்பியன் மாநிலப் பூங்கா போன்றவற்றை உள்ளடக்கிய பெரும் பகுதிகள் பாதுகாக்கப்பட்ட பகுதிகளாகும். இம் முந்நீரகத்தைச் சுற்றி நெடுஞ்சாலை ஒன்று உள்ளது. காஸ்பே முந்நீரகத்தின் வடகிழக்கு முனையில் அமைந்துள்ள போரில்லான் தேசியப் பூங்கா 20,040 ஹெக்டேர் பரப்பில் அமைந்துள்ளது. மீன்பிடித்தல், வேட்டையாடுதல் முதலிய பொழுது போக்குகளுக்கு இவ்விடம் ஏற்றதாகத் திகழ்கிறது. இங்குள்ள காட்டு மரங்கள் பொருளாதார நோக்கில் பயனுடையவையாகத் திகழ்கின்றன. மேலும் தாமிரம், துத்தநாகம், ஈயம் போன்ற கனிமங்கள் சுரண்டியெடுக்கப்படுகின்றன. காகிதத் தயாரிப்புக்குத் தேவையான கூழ் காட்டு மரங்களிலிருந்து தயாரிக்கப் படுகிறது.

- ம. அ. மோகன்

காஸ்மிக் கதிர்களின் சூரிய மண்டல விளைவுகள்

காற்றின் மின் கடத்துந் திறனைப் பற்றி ஆய்வுகள் செய்து கொண்டிருந்தபோது காஸ்மிக் கதிர்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அக்காலத்தில் தெரிந்திருந்த கதிரியக்கத் தோற்றுவாய்களால் மட்டுமன்றி வேறு ஏதோ ஒரு தோற்றுவாயிலிருந்து வருகிற கதிர்களாலும் காற்று அயனியாக்கம் செய்யப்படுவதாக அந்த ஆய்வுகள் காட்டின. புவிப் பரப்பிலிருந்து உயரே போகப் போக இந்தக் கதிர்களின் செறிவு அதிகரிப்பதாகத் தெரிந்தது. எனவே புவிக்கு வெளியிலிருக்கிற ஒரு தோற்றுவாயிலிருந்து இந்தக் கதிர்கள் வருவனவாகக் கருதப்பட்டது. இந்தக் கதிர்களில் ஒரு குறுக்குக் கோட்டு விளைவும் (latitude effect) ஒரு கிழக்கு-மேற்கு விளைவும் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் இந்தத் தோற்றுவாயிலிருந்து உயர் ஆற்றலுள்ள நேர்மின் துகள்கள் புவியின் வளிமண்டலத்தில் புகுமென அறியப்பட்டது. இந்த உயர் ஆற்றல் மின் துகள்களே காஸ்மிக் கதிர்கள் எனப்படுகின்றன. புவியில் வந்து மோதுகிற துகள்கள் மட்டுமல்லாமல் சூரிய மண்டல வெளியிலும், கோளிடை வெளியிலும், விண்மீன் மண்டலத்திலும் பரவியிருக்கிற துகள்களும் இதில் அடங்கும். அண்டம் முழுதுமே இக் காஸ்மிக் துகள்கள் பரவியுள்ளன எனக் கருதலாம். சூரிய மண்டலத்திற்குள்ளிருக்கும் காஸ்மிக் கதிர்களை இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு கூறு சூரியனிலிருந்து வருவது. ஏனையது சூரிய மண்டலத்திற்கு வெளியிலுள்ள விண்மீனின் வெளிப்பகுதியிலிருந்து வருவது.

புவியின் வான் ஆலன் கதிர் வீச்சு வளையங்களிலிருந்தும், புவிக் காந்தப் புயல்கள் தாக்கும்போது புவியின் காந்தக் கோளத்திலிருந்தும், வியாழனின் காந்தக் கோளத்திலிருந்தும், கோளிடை வெளியில் பரவும் அதிர்ச்சி அலைகளிலிருந்தும் கூட உயர் ஆற்றல் துகள்கள் வெளிப்படுகின்றன. ஆனால் அவற்றைக் காஸ்மிக் கதிர்களுடன் சேர்ப்பதில்லை. பல சமயங்களில் அவை ஒன்றோடொன்று கலந்து விடுவதும் உண்டு. மேலும் சூரிய மண்டலத்திலுள்ள பல எலெக்ட்ரான் வோல்ட் முதல் ஏறத்தாழ 10^{20} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை ஆற்றலுள்ள துகள்கள் அங்குக் காணப்படுகின்றன. உயர் ஆற்றலுள்ள துகள்கள் மட்டுமே காஸ்மிக் கதிர்கள் எனப் படுகின்றன. சில நூறு கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ள புரோட்டான்களும், சில பத்துக் கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேல் ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான்களும் காஸ்மிக் கதிர்களாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகின்றன.

சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்களிலிருந்து சூரிய வளிமண்டலத்தைப் பற்றிய தகவல்களைப் பெற முடிகிறது. சூரியப் பிழம்புகளில் துகள்கள் முடுக்கப் படுகிற செயல் முறைகளைப் பற்றியும் அறிய முடிகிறது. சூரியப் பிழம்புகளில் துகள்கள் முடுக்கப் படுகிற செயல் முறைகள், காந்தப் புயல்களின் போது புவியின் காந்தக் கோளத்தில் துகள்கள் முடுக்கப்படுகிற செயல் முறைகளையும், வேறு பல வானியற்பியல் சூழ்நிலைகளில் துகள்கள் முடுக்கப் படுகிற செயல் முறைகளையும் ஒத்தவையாக இருக்க

லாம். சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்களையும், விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்களையும் கோளிடை வெளி ஊடகத்தையும் புவியின் காந்தக் கோளத்தையும். வளி மண்டலத்தையும் அவை கடந்து வந்த பிறகே துலக்க முடியும். அவ்வாறு காஸ்மிக் கதிர்கள் பல்வேறு ஊடகங்களைக் கடந்து வரும்போது அவற்றின் பண்புகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களின் மூலமாக அந்த ஊடகங்களின் இயற்பியல் தன்மைகளைப் பற்றிய விவரம் அறிய முடிகிறது.

புவி அல்லது விண்வெளிக் கலங்களிலிருந்து கண்டுபிடிக்கும் அளவீடுகளிலிருந்து காஸ்மிக் கதிர்கள் தம் தோற்றுவாயிலிருந்து வெளிப்பட்டபோது பெற்றிருந்த பண்புகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமானால் ஊடகங்களால் காஸ்மிக் கதிர்களில் உண்டாக்கப்படும் மாற்றங்களைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். சூரிய மண்டலத்தில் துகள்கள் முடுக்கப்படுவதையும் பண்புகள் மாற்றப்படுவதையும் நேரடியாக அளவிட முடியும். இவற்றின் மூலம் நேரடியாக அளவிட முடியாத வேறு பல வானியற்பியல் சூழ்நிலைகளில் நிகழும் இயற்பியல் நிகழ்வுகளைப் பற்றிய மதிப்பு மிக்க தகவல்களைப் பெற முடிகிறது. அயனி மண்டலக் கட்டமைப்பு, வளிமண்டலத்தின் ஓசோன் படலத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள், புவியின் வானிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் போன்ற பல்வேறு புவியியற்பியல் நிகழ்வுகளில் சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் முக்கியமான பங்கு பெறுகின்றன.

புவியின் வளி மண்டலத்துடன் உயர் ஆற்றல் காஸ்மிக் கதிர்கள் செய்யும் இடைவினைகள் உயர் ஆற்றல் அணுக்கரு இயற்பியலின் அடிப்படையான சிக்கலை ஆராய்வதில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. காஸ்மிக் கதிர்கள் வளிமண்டலத்துடன் இடைவினை செய்யும்போது தோன்றும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் புவியில் பல்வகைக் காலக் கணிப்பு ஆய்வுகளில் உதவுகின்றன. காஸ்மிக் கதிர்களால் உண்டாக்கப்படுகிற கார்பன்-14 ஐசோடோப் தொல் பொருள்களின் வயதைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகிறது. கடலடி வண்டல் படிவுகள், பனியாற்றுப் படலங்கள், துருவப்பனிப் பாளங்கள் ஆகியவற்றின் வயதைக் கணக்கிடவும் இந்த ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. நிலவிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட பாறைகள், எரி கற்கள் ஆகியவற்றில் காஸ்மிக் கதிர்கள் மோதியதால் தோன்றிய ஐசோடோப்புகளையும், கதிரியக்க அழிவையும் ஆராய்வதன் மூலம் அவற்றின் தொன்மையை அறிய முடிகிறது. விண்வெளியில் அல்லது மிகப்பெரும் உயரங்களில் பயணம் செய்யும் பயணிகள் பாதிக்கப்படாத வகையில் அனுமதிக்கக்கூடிய கதிர்வீச்சு அளவுகளை நிர்ணயிப்பதிலும் காஸ்மிக் கதிர்கள் பெரும் பங்கு கொள்கின்றன.

விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள். இவற்றில் 86% புரோட்டான்களும் 12.7% ஹீலிய அணுக்கருக்களும் ஏறத்தாழ 1% எலெக்ட்ரான்களும் உள்ளன. 10 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் அளவுக்கு மேல் ஆற்றலுள்ள துகள்களுக்கு, அணுக்கருக்களின் தொகையிட்ட ஆற்றல் நிறமாலை அதாவது துகள் பாயம் j எனில் $j = KE^{-\delta}$ என்னும் சமன்பாடு உருவாக்கப்படும். இதில் K, δ ஆகியவை மாறிலிகள். 10 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் என்னும் அளவுக்குக் கீழே ஆற்றல் பரவீட்டு வரைகோடு விரைந்து சரிகிறது. இந்தச் சரிதல் சூரியக் காற்றில் துகள்கள் விரவல் அடைவதாலும் வெப்ப மாற்றீடற்ற வகையில் ஆற்றலை இழப்பதாலும் தோன்றுவது ஆகும். ஏறத்தாழ 10 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் என்னும் ஆற்றல் அளவுக்குக் குறைவான ஆற்றலுள்ள துகள்களின் பாய மட்டங்கள் 11ஆண்டுச் சூரியப்புள்ளிச் சுழலுடன் சேர்ந்து ஏறி இறங்குகின்றன. அவற்றின் அளவு ஏறத்தாழச் சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கைக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் உள்ளது. சூரியப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை மிகும்போது விரவல் குறைந்து சூரியக் காற்றில் ஆற்றல் இழப்பு மிகுவதால் இந்த விளைவு ஏற்படுவதாகத் தோன்றுகிறது. ஆனாலும் சூரியப்புள்ளிச் சுழலுடன் சூரியக் காற்றில் ஏற்படும் மாற்றங்களைப் பற்றிய முழுமையான விவரங்கள் தெரியவில்லை. சூரியச் சுழலின்போது சூரியக் காற்று இயங்குகின்ற விதமும் அதன் முப்பரிமாணக் கட்டமைப்பும் இன்னமும் முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப்படவில்லை.

சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள். சூரியப் பிழம்புகள் மிகப் பெரும் ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்களை உமிழ்கின்றன. குறைந்த ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்கள் சூரியனிலுள்ள கிளர்வுற்ற பகுதிகளிலிருந்தும் காந்தச் செறிவுத் திட்டுகளிலிருந்தும் இடையறாது வெளிப்படுவனவாக இருக்கலாம். ஒரு சூரியப் பிழம்பு பீறிட்டு எழுந்து அடங்கிய பிறகு பல மணி நேரத்திற்கு அல்லது பல நாள்களுக்குக்கூட, காஸ்மிக் கதிர்கள் தொடர்ந்து வந்து கொண்டிருப்பதிலிருந்து சூரியனில் இந்தத் துகள்கள் தேக்கி வைக்கப்படுபவையாகவோ பிழம்புக்குப் பிறகும் துகள்கள் தொடர்ந்து முடுக்கப்படுவனவாகவோ ஊகிக்கலாம். துகள்கள் தொடர்ந்து முடுக்கப்படுவதே மிகு வாய்ப்புள்ள நிகழ்வாகத் தோன்றுகிறது. ஏனெனில் சூரியனின் வளிமண்டலத்தில் இழப்பு விகிதங்கள் மிக அதிகமாக உள்ளமையால் அங்குத்துகள்கள் போதுமான அளவில் சேர்த்து வைக்கப்படுவதற்கான வாய்ப்புகள் குறைவு.

பிழம்புகளினால் உண்டாக்கப்படும் காஸ்மிக் துகள்கள் சூரியனின் காந்தப்புலக் கோடுகளின் வழியாகச் சூரியக் காற்றுக்குள் நுழைகின்றன. இந்தக் காந்தப்புலக் கோடுகள் விண்வெளியில் விரிவடைகின்றன. இந்தத் துகள்கள் சூரியப் பரப்பின்

அனைத்துப் பகுதிகளிலிருந்தும் வெளிப்படுவனவாவே தோன்றுகின்றன. இதற்குச் சூரியனுக்கு அருகில் திசையொத்த பண்புள்ள விரவல் ஏற்படுவது, சூரியக் காந்தப்புல விசைக்கோடுகள் பல சிக்கலான வகைகளில் பரவி அமைந்திருப்பது அல்லது பிழம்பால் ஏற்பட்ட அதிர்ச்சி அலைகள் மூலமாகக் கொழுந்து ஏற்பட்ட இடத்திலிருந்து பெரும் தொலைவிலுள்ள பகுதிகளிலும் துகள்கள் முடுக்கப்படுவது போன்ற பல காரணங்கள் இருக்கக்கூடும்.

பிழம்புகளால் உண்டாக்கப்பட்ட காஸ்மிக் கதிர்கள் புவியை வந்தடையும்போது பொதுவாகச் சிலமணி நேரத்திற்கு அவற்றின் செறிவு விரைந்து மிகுவதும் பின்னர் பலமணி அல்லது நாளுக்கு மெல்ல மெல்லக் குறைவதும் காணப்பட்டது. இவ்வாறு செறிவு குறையும் கட்டத்தில் துகள்களின் வருகை திசையொத்த பண்புடையதாயிருப்பது பல வேளைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தத் துகள்களின் விரவல் முறை சூரியனிலிருந்து புவிக்கு வருவதாகவும் தோன்றுகிறது. வேறு பல நிகழ்வுகளில் துகள்கள் திசையொத்த பண்பில்லாமல் வருகின்றன. அவை மோதல்களைச் சந்திக்காமல் புவிக்கு வருவனவாகத் தோன்றும்.சூரியப் பிழம்புகளால் உண்டாக்கப் பட்டுப் புவியை அடையும் காஸ்மிக் கதிர்கள் சூரியனின் மேற்கு அரைக்கோளத்திலிருந்து வருவனவாகக் கருதமுடியும். ஏனெனில் கோளிடைவெளியிலுள்ள காந்தப்புலக் கோடுகள் புவியைச் சூரியனின் மேற்கு அரைக் கோளத்துடன் இணைக்கிற வகையில் சுருள் வடிவத்தில் அமைந்துள்ளன. பிழம்புகள் மூலம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட காஸ்மிக் கதிர்களின் கூட்டமைப்பு, சூரியனின் ஒளிக் கோளத்தின் கூட்டமைப்பை ஒத்துள்ளது. ஆனாலும் புரோட்டான்கள், ஹீலிய அணுக்கருக்கள் அல்லது மிகு நிறையுள்ள பிற அணுக்கருக்கள் ஆகியவற்றின் ஆற்றல்களுக்கிடையிலும், வருகிற நேரங்களுக்கிடையிலும் உள்ள தகவுகளில் பெருமளவு வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. பிழம்பு தோன்றும் இடங்களில் வேதிப் பின்னமாதல் அல்லது வேறுபட்ட துகள் முடுக்கச் செயல் முறைகள் இருப்பனவாகஇது காட்டுகிறது. சூரியக் காஸ்மிக் கதிர்களின் ஆற்றல் பரவீடு, உயர் ஆற்றல் பகுதியில் விரைவாகக் கீழ்நோக்கிச் சரிகிறது. 10 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் அளவுக்கு மேல் ஆற்றலுள்ள சூரியக் காஸ்மிக் கதிர்கள் மிகுதியாகக் காணப்படவில்லை.

வளி மண்டல இடைவினைகள். புவியிலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்த் துலக்கிகள் முதன்மைக் காஸ்மிக்கதிர் எதையும் சந்திக்க முடிவதில்லை. அனைத்துக் காஸ்மிக் கதிர்களும் புவியின் வளிமண்டலத்துடன் மோதிச் சிதைந்து விடுகின்றன. சில நூறு மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் அளவுக்கு மேல் ஆற்றல் உள்ள முதன்மைக் காஸ்மிக் கதிர்கள் வளிமண்டலத்திலுள்ள அணுக்கருக்களுடன் இடைவினை செய்து நடுநிலைப்பையான்கள், மின்னுள்ள பையான்கள், புரோட்டான்கள், நியூட்ரான்கள் ஆகியவற்றை உண்டாக்குகின்றன. நடுநிலைப்பையான்கள் காமாக்கதிர்களாகச்சிதைகின்றன. இந்தக் காமாக் கதிர்கள் ஒரு தொடர் பொழிவுச் செயல் முறையில் (cascade process) எலெக்ட்ரான்-பாசிட்ரான் இணைகளை உண்டாக்குகின்றன. மின்னுள்ள பையான்கள் மியுவான்களாகச் சிதைகின்றன. நூக்ளியான்கள் வளிமண்டலத்தின் அணுக் கருக்களுடன் மேலும் இடைவினை செய்து நியூட்ரான் – புரோட்டான் பொழிவுகளை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வாறான இடைவினைகள் மூலம் தோன்றும் இரண்டாம் நிலைத் துகள்களே புவியில் உள்ள துலக்கிகளில் பதிவாகின்றன. இந்த இரண்டாம் நிலைத் துகள்களின் உற்பத்தி வளிமண்டலத்தின் வெப்ப நிலையையும் அழுத்தத்தையும் பொறுத்து மாறக்கூடியது.

காந்தக் கோள இடைவினைகள். காஸ்மிக் கதிர்களின் பயணப் பாதைகளைப் புவியின் காந்தப்புலம் வளைத்து விடுகிறது. இதன் விளைவாக ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குக் குறைவான ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்கள் புவியின் காந்தப்புலத்தை ஊடுருவ முடியாத அளவுக்குத் திசை மாற்றம் அடைந்து விடும். இந்த விளைவு கிழக்கு-மேற்கு விளைவு எனப்படும். இதன் காரணமாக நேர்மின் உள்ள துகள்கள் பெரும்பாலும் மேற்குத் திசையிருந்து புவிக்கு வர விரைகின்றன. மேற்குத் திசையிலிருந்து வரும் மின் துகள்களுக்குப் புவியின் காந்தப் புலத்திற்குள் நுழையத்தேவையான சிறும ஆற்றலின் அளவு கிழக்குத் திசையிலிருந்து வருகிற துகள்களுக்கு இருப்பதைவிடக் குறைவு. காட்டாக, புவிக் காந்த நடுக்கோட்டில் 10 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் என்னும் ஆற்றல் கொண்ட மேற்குத் திசைப் புரோட்டான்கள் காந்தப் புலத்திற்குள் நுழைந்துவிட முடியும். ஆனால் கிழக்குத் திசைப் புரோட்டான்கள் குறைந்தது 60 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்/நூக்ளியான் என்னும் அளவில் ஆற்றலுடையவையாக இருந்தால்தான் புவியின் காந்தப்புலத்திற்குள் நுழைய முடியும்.

புவியின் காந்தப்புலம் காரணமாகக் குறுக்குக் கோட்டு விளைவும் ஏற்படும். அதன்படி புவிக் காந்த நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் மிகக்குறைந்த அளவிலேயே காஸ்மிக் கதிர்கள் விழ முடியும். செங்குத்தாக விழுகின்ற புரோட்டான்கள் புவியின் காந்தப்புலத்தைக் கடந்துவர, புவிக் காந்த நடுக்கோட்டுப் பகுதியில் 15 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலும் 50° புவிக் காந்தக் குறுக்குக் கோட்டில் 2.7 கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலும் சிறும அளவாகப் பெற்றிருக்க வேண்டும். புவியின் காந்தப் புலத்தில் காஸ்மிக் கதிர்களின் இயக்கம் காந்தக் கோளத்தின் பெரிதும் சமச்சீர்மையில்லாத கட்டமைப்பின் காரணமாகவும், காந்தக் கோளத்தின் வால் பகுதியில் துகள்கள் விரவல் முறையில் உட்புகுந்துவிட வாய்ப்புகள் இருப்பதாலும் மிகவும் சிக்கலாகி விடுகிறது.

சூரியக்காற்று இடைவினைகள். புவிக்கு வரும் காஸ்மிக் கதிர்கள் பல வேளைகளில் ஏறத்தாழத் திசையொத்த பண்புடன் உள்ளமை சூரியக் காற்றிலுள்ள காந்தவியல் ஒழுங்கீனங்களுடன் காஸ்மிக் கதிர்கள் அடிக்கடி சிதறல் இடை வினைகள் செய்து தம் இயக்கத்தைச் சமவாய்ப்புள்ளவையாக ஆக்கிக் கொண்டு விடுவதைக் காட்டுகிறது. இந்த ஒழுங்கீனங்களின் தன்மைகள் இன்னமும் முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப்படவில்லை. காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் அலைகள், சூரியனிலிருந்து தோன்றும் ஆல்ஃப்வென் அலைகள் போன்ற தொடர்ச்சியின்மைகள், சூரியப் பிழம்புகளும் வெடிக்கும் சூரியப் பிழம்புகளும் சூரியக் காற்றில் வெளிப்படும் காந்தக் குமிழ்கள், உயர் ஆற்றல் சூரியக் காற்றோடைகள் ஆகியவை இந்த ஒழுங்கீனங்களில் அடங்கும். சூரியக் காற்றில் சூரியக் காஸ்மிக் கதிர்களும், விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்களும் இயங்குவதைக் கோளிடைவெளிக் காந்தப் புலத்தின் திசை விரவலிலும், அவை சூரியனை விட்டு விலகிச் செல்கையில் காந்த ஒழுங்கீனங்களால் ஏற்படும் வெப்பச் சலனங்களின் அடிப்படையிலும், அவை சூரியக் காற்றுப் பாய்வுடன் சேர்ந்து விரிவடைகையில் காந்த ஒழுங்கீனங்களுடன் செய்யும் இடைவினைகளால் ஏற்படும் வெப்ப மாற்றீடற்ற ஆற்றல் இழப்புகளின் அடிப்படையிலும், கோளிடைவெளிக் காந்தப்புலக் கோடுகள் சூரியனுடன் சேர்ந்து சுழலும் போது காஸ்மிக் கதிர்களும் உச்சிக் கோட்டில் இடம் பெயர்வதின் அடிப்படையிலும் விளக்க முடியும்.

பிழம்பு மூலக் காஸ்மிக் கதிர்கள், 11 ஆண்டுச் சூரியச் சுழற்சியால் மாற்றமடையும் விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் ஆகியவற்றின் செறிவுகளில் காலத்துடன் ஏற்படும் மாற்றங்களை விளக்க இந்த விரவல்-வெப்பச் சலன விளக்கம் பயன்படுகிறது. இந்தக் கருத்து ஃபார்புஷ் குறைவுகள் என்னும் நிகழ்வையும் விளக்க உதவுகிறது. இவை காஸ்மிக் கதிர்ப் பாயத்தில் சில நாள் முதல் பல வாரங்களுக்கு நீடிக்கிற பெரும் அளவுக் குறைவுகள், கோளிடை வெளி அதிர்ச்சி அலைகள், உயர் வேகச் சூரியக் காற்றோடைகள் அல்லது காந்தக் குமிழிகள் போன்றவற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட விரவல் மற்றும் வெப்பச் சலன மாற்றங்களால் ஏற்படுவனவாகத் தோன்றுகிறது. பயனீர் கோளாய்வுக் கலங்கள் வியாழனை நோக்கிச் சென்று கொண்டிருந்தபோது அவை விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர் வீச்சின் செறிவில் ஓர் ஆரத்திசைச் சரிவைப் பதிவு செய்தன. இதையும் விரவல்-வெப்பச் சலன விவரிப்பு விளக்கக்கூடும்.

கோளிடைவெளிக் காந்தப்புலம் சூரியனுடன் சேர்ந்து சுழலுவதால் தூண்டப்படுகிற திசையொவ்வாப் பண்பின் காரணமாகப் புவியில் விழும் காஸ்மிக் கதிர்களின் செறிவில் ஒரு தினசரி மாற்றம் தோன்றுவதையும், சூரியனின் பரப்பில் வெவ்வேறு குறுக்குக் கோட்டுப் பகுதிகளிலிருந்து வெளிப்படும் சூரியக் காற்றின் செறிவில் வலிவான வேறுபாடுகள் இருப்பதாகக் காட்டும் வகையில் புவியில் விழும் காஸ்மிக் கதிர்களின் செறிவில் அரை நாள் மாற்றம் தோன்றுவதையும் இந்த விவரிப்பு விளக்க முடியும்.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

காஸ்மிக் கதிர்களின் வானியற்பியல் விளைவுகள்

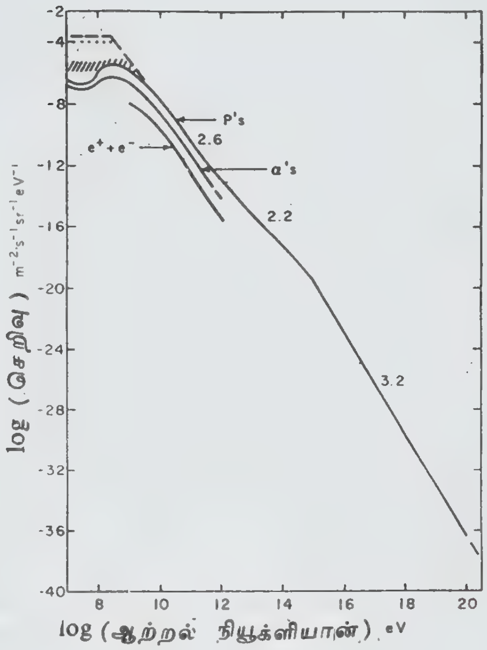
காஸ்மிக் கதிர்கள் சூரியனிலிருந்தும், விண்மீன் மண்டலங்களிலிருந்தும், புற மண்டலங்களிலிருந்தும் புவியின்மேல் வந்து விழுகிற ஆற்றல் மிக்க துகள்கள் ஆகும். அவற்றில் அணுக்கருக்களே பெரும்பான்மையானவை எனினும் ஒரு சில சதவீதத்திற்கு எலெக்ட்ரான்களும் காணப்படுகின்றன. வானியற்பியல் தன்மையில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த காஸ்மிக் கதிர்களின் தனிச் சிறப்பியல்புகள் அவற்றின் ஆற்றல் பரவீட்டு நிறமாலை, அவற்றில் அடங்கியுள்ள அணுக் கருக்களின் வகைகளும், எண்ணிக்கையும் அல்லது பாசிட்ரான், எலெக்ட்ரான் ஆகியவற்றின் தகவு திசையொவ்வாப் பண்பின் அளவாகக் குறிப்பிடப் படுகிற கோணப் பரவீடு ஆகியவை ஆகும்.

காஸ்மிக் கதிர்களில் உள்ள தனிப்பட்ட துகள்களின் இயல்புக்கு மேம்பட்ட ஆற்றலையும், அவற்றின் மிகப்பெரிய அளவிலான மொத்த ஆற்றல் பாயத்தையும் ஆற்றல் பரவீட்டு நிறமாலை விவரிக்கிறது. தனிப்பட்ட துகள்களின் ஆற்றல் ஒரு துகளுக்கான எலெக்ட்ரான் வோல்ட், மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட், கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட், டெட்ரா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் என்ற பல வகையான அலகுகளில் அளவிடப்படுகிறது. 1920 இன் தொடக்கத்தில், காஸ்மிக் கதிர்கள் அயனிக் கலங்களில் எச்ச அயனியாக்கமாகக் காணப்பட்டன. பின்னர் கெய்கர் எண்ணிக்கை துடிப்புகளாகவும் முகிற் கலத்தில் தடங்களாகவும் தொடக்கப்பட்டன. அப்போது புவியின் வளிமண்டலத்தில் ஏற்படக்கூடிய அயனியாக்க இழப்புகளைச் சீராக்கி வளிமண்டலத்தைக் கடந்து வரத் தேவையான ஆற்றலான ஒரு கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கும் மேம்பட்ட ஆற்றலுடன் காஸ்மிக் கதிர்கள் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று ஊகிக்க முடிந்தது. இந்த அளவு ஒரு புரோட்டானின் ஓய்வு நிறைக்குச் சமமாகும்.

காஸ்மிக் கதிர்கள் ஒரு செ.மீ.$^{-2}$ நொடி$^{-1}$ என்னும் அளவில் மழைபோலப் பொழிந்தன. தனிப்பட்ட துகள்களின் ஆற்றல் 10^{20} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையான அளவுக்கு உயர்வாக இருந்தது. இந்த அளவுக்கு உயர் ஆற்றலை உடைய ஒரு துகளை விண்மீன் மண்டலத்தின் முழுக் காந்தப்புலம்

மிகக் குறைந்த அளவுக்கே திசை மாற்ற முடியும். இவற்றில் சில துகள்களேனும் விண்மீன் மண்டலத் திற்கு அப்பாலுள்ள அண்டப் பகுதிகளிலிருந்து வந்தி ருக்கக் கூடும் என்று கருத இடமேற்படுகிறது. எனவே விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் என்று மட்டுமே குறிப்பிடுவது பொருந்தாது. சூரியனிலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர்களைப் புறக்கணித்து விட்டால், ஏனைய காஸ்மிக் கதிர்களை ஓர் ஒருமைப்பட்ட பொருளாகக் கருதமுடியும். அதைப் பற்றிப் பெரும் பான்மையான எண்ணிக்கையிலும் முரண்படாத வகையிலும் அளவீட்டுக்குறிப்புகள் தொகுக்கப்பட் டுள்ளன. மாறாகச் சூரியனிலிருந்து வருகிற காஸ்மிக் கதிர்களின் ஆற்றல் பரவீடு, சூரியப் பரப்பில் ஏற் படும் மாற்றங்களைப் பொறுத்து மாறுவதோடு, பல வகையான அணுக் கருக்களையும், ஆற்றல் அளவு களையும் கொண்டுள்ளது. அவற்றின் ஆற்றல் ஒரு கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கும் குறைவாக, பெரும்பாலும் 10 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் முதல் 100 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குள் அடங்கியுள்ளது. சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர் களின் செறிவுகளில் காணப்படுகிற முரண்பாடுகளின் காரணமாக அவற்றைப் பற்றிச் சரியான விளக்கம் எதையும் அறுதியிட்டுக்கூற முடியவில்லை. விண்மீன் மண்டலத்திலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர்களைப் பற்றிய அளவீடுகள் அனைத்தும் சீராக, மாறிலி களாக உள்ளன. கடந்த பத்துக் கோடி ஆண்டுகளில் அவற்றின் மொத்த ஆற்றல் பாயத்தில் தேவையான மாற்றம் எதுவும் ஏற்பட்டதாகத் தெரியவில்லை. நிலவிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட பாறைகளில் காஸ்மிக் கதிர்களால் உண்டாக்கப்பட்ட தடங்களை ஆராய்ந்த போதும் இதைப் போன்ற முடிவே கிடைத்தது.

படம் 1 இல் உள்ள ஆற்றல் பரவீட்டுக் கோடு ஒரு கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குக் கீழே தட்டையாக உள்ளது. இதற்குப் பல காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. காஸ்மிக் கதிர்கள் தோன்றும் தோற்றுவாய்களின் பண்புகள், காஸ்மிக் கதிர்கள் விண்வெளியில் பயணம் செய்யும்போது ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்புகள், விண்மீன் மண்டலத்தில் ஏதாவது ஓர் இடத்திலிருந்து கிளம்பி வரும் காஸ்மிக் கதிர்களைச் சூரிய மண்டலத்தின் காந்தக்கோளம் ஓரளவுக்கு ஒதுக்கித் தள்ளிவிடுதல் போன்ற காரணங் கள் ஊகிக்கப்படுகின்றன. சூரியக் கிளர்வுகளால் சூரிய மண்டலக் காந்தக் கோளத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் காஸ்மிக் கதிர்களிலும் ஒரு சிறிய அளவுக்கு மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன. 300 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குக் குறைவான ஆற்றல் அளவுகளில் வருகிற விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்களின் உண்மையான ஆற்றல் பாயத்தின் அளவு நுட்பமாகத் தெரியவில்லை. எனினும் அதை வேறு பல இரண்டாம் நிலை அளவீடுகளிலிருந்து மதிப்பிட முடிகிறது.



படம் 1.

3 Å வரை அலை நீளமுள்ள கதிர்களைச் செயற்கைக் கோள்களின் துணை கொண்டு அளவிடும் போது படத்தில் கோடிட்ட பகுதிக்குள் அமைகிற அளவில் விண்மீன் மண்டலங்களிலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர் ஆற்றல் பாயம் இருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. குறைந்த ஆற்றல் காஸ்மிக் கதிர் களால் விண்மீனிடை வெளி ஊடகம் சூடாக்கப்படு வதற்குத் தேவையான ஆற்றல் பாய அளவைவிட இது குறைவாகும். விண்மீனிடை வெளி ஊடகத்தைச் சூடாக்கத் துண்டுக்கோட்டால் காட்டப்பட்டிருக்கிற அளவில் ஆற்றல் பாயம் தேவைப்படும். இறுதியாக, காஸ்மிக் கதிர் அழுத்தத்தால் விண்மீன் மண்டலத்தி லுள்ள வளிமம் தாங்கப்படுவதற்குப் புள்ளிக் கோட்டால் காட்டப்பட்ட அளவில் ஆற்றல் பாயம் தேவைப்படும். விண்மீன் மண்டல வளிமத்தைக் காஸ்மிக் கதிர்கள் சூடாக்குவதும், தாங்குவதும் விண்மீன் மண்டலத்தின் கட்டமைப்பைப் பற்றிய முக்கியமான தத்துவங்கள் ஆகும். புள்ளிக்கோடும், துண்டுக்கோடும் செயற்கைக்கோள் அளவீடுகளின் ஊக நீட்டிப்பு அளவுக்கு மேலே அமைந்துள்ளமை யால் விண்மீன் மண்டலத்தின் கட்டமைப்பைப் பற்றிய இந்த முக்கியமான தத்துவங்களைத் திருத்தி அமைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படுவதாகத் தோன்றுகிறது.

காஸ்மிக் கதிர்களின் சூடாக்கும் விளைவின் காரணமாக விண்மீனிடை வெளி வளிமத்தின் எதிர்

பார்க்கப்பட்ட அளவிற்கு அயனியாக்கம் கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை. மாறாகக் காஸ்மிக் கதிர்கள் சூப்பர்நோவாக்களிலிருந்து அதிர்ச்சிகள் காரணமாக வெளிப்படுவனவாக இருக்கலாம் எனவும் ஓரளவுக்குத் தொடர்ச்சியான பல்சார் முடுக்கங்களால் உண்டானவையாக இருக்கலாம் எனவும் கூறுகிற இரண்டு கொள்கைகள், விண்மீது மண்டலக் கட்டமைப்புப் பற்றிய கொள்கைகளை ஏற்றுக் கொள்ளும் வகையில் சரிவாக அமைந்துள்ள ஆற்றல் பரவீட்டுக் கோடுகளை அளிக்கின்றன. ஆற்றல் நிறமாலையை ஊகித்துக் கூறுவதற்கு வழி காட்டுகிற நிகழ்வுகளின் கொள்கை அடிப்படையான வரிசையில் காஸ்மிக் கதிர்களை முடுக்கிவிடுகிற ஏதாவது ஓர் ஆற்றல்மிக்க நிகழ்வுடன் சேர்ந்து தோன்றுகிற நெபுலா விரிவிலிருந்து ஏற்படுகிற வெப்ப மாற்றீடற்ற ஆற்றல் இழப்புப் பற்றி மிகக் குறைவான உண்மைகளே தெரிய வந்துள்ளன. அல்லது வேறுபட்ட கருத்துகள் வெளியிடப்பட்டுள்ளன. காஸ்மிக் கதிர்கள் முழுமையாகப் பெருமளவில் சீராகவும் தொடர்ச்சியாகவும் முடுக்கப்பட்டால்தான், இந்த வெப்ப மாற்றீடற்ற ஆற்றல் இழப்புப் பற்றிய சிக்கலை முழுமையாகத் தவிர்க்க முடியும். மாறாக இப்போதைய அளவீடுகள் சுட்டிக் காட்டுவதைப் போல விண்மீனிடை வெளி, சராசரி அடர்த்தியைப் போல நூற்றில் ஒரு பங்குக்கும் குறைவான சிறும அளவுகளுடன் ஒரு படித்தான தன்மையற்றதாக இருக்குமானால் சூப்பர்நோவா அல்லது பல்சார் போன்ற ஒற்றைத் தோற்றுவாய் நிகழ்வுகள் காஸ்மிக் கதிர்களைக் குறைந்த அடர்த்தியான பகுதிகளுக்குத் தப்பிச்செல்ல விட்டுவிடக்கூடும். அத்தகைய பகுதிகளில் காந்தப்புலம் ஒரு சீராக வலிமை குறைந்து இருக்கலாம்.

வெப்ப மாற்றீடற்ற வகையில் ஆற்றல் இழக்கப் படுவதற்குத் தேவையான அளவில் காந்தப்புலங்கள் காஸ்மிக் கதிர்களை அடக்கிவைப்பதற்கான வாய்ப்புகளும் குறைவாக இருக்கும். இத்தகைய குறைந்த அடர்த்திப் பகுதிகள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டு இருக்கும். இவை விண்மீனிடை வெளி ஊடகத்திலுள்ள சுருக்கங்கள் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. குறைந்த ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்கள் இத்தகைய ஒருபடித்தான தன்மையற்ற பகுதிகளின் ஊடாகப் பரவும்போது அவற்றின் ஆற்றல் பரவீட்டில் ஏற்படும் மாற்றத்தைப் பற்றித் தெரியவில்லை. எனவே ஒரு கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குக் குறைவான ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்கள் தோற்றுவாயிலிருந்து வெளிப்படும்போது அவற்றிலுள்ள பரவீடு பற்றி உறுதியாக எதுவும் சொல்ல முடியவில்லை. ஆனால் விண்மீன் மண்டலத்தின் கட்டமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள அது ஓர் இன்றியமையாத் தேவை ஆகும். விண்வெளியில் 100 மில்லியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் உள்ள காமாக் கதிர்களின் ஆற்றல் பரவீட்டை அண்மையில் செயற்கைக்கோள்களின் உதவியால் அளவிட்டபோது கிடைத்த தரவுகள், ஏறத்தாழ ஒரு கிகா எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்கள் விண்மீனிடை வெளி ஊடகத்திலுள்ள புரோட்டான்களுடன் மோதுவதால் மெசான்கள் உருவாகின்றன. பின்னர் இவை இரண்டு காமா ஃபோட்டான்களாகச் சிதைகின்றன எனவும் ஊகிக்க இடம் தரும்.

விண்மீன் மண்டலத்திற்குள் இந்தக் காஸ்மிக் கதிர்கள் உண்மையிலேயே மாறாத ஆற்றல் பாயத்துடன் பரவியிருக்குமானால் காமாக் கதிர்களின் பரவீடு குறைந்த ஆற்றல் பாயத்திற்கு இசைவான முறையில் அமைந்திருக்க வேண்டும். ஆனால் இது குறைந்த ஆற்றல் பாயம் விண்மீன் மண்டல வளிமத்தைக் காஸ்மிக் கதிர்கள் சூடாக்குவது அல்லது காஸ்மிக் கதிர் அழுத்தம் தாங்குவது ஆகிய இரண்டு கருத்துகளுக்கு ஒத்ததாக இல்லை. மாறாக விண்மீனிடை வெளி ஊடகத்திலுள்ள குறைந்த அடர்த்திப் பகுதிகளான சுரங்கங்களில் பரவி நிறையும் காஸ்மிக் கதிர்களின் இயல்பான போக்கு இந்த முக்கியமான முடிவுகளில் ஐயப்பாடுகளை உண்டாக்குகிறது. இறுதியாக வெப்பமாற்றீடற்ற ஆற்றல் இழப்பை உண்டாக்குவதாகக் கற்பனை செய்து கொள்கிற காந்தப்புல அடக்கல் கருத்து முழுமையான விளக்கம் தரப் போதுமானதாக இல்லை. எனவே சூப்பர்நோவாக்களும் பல்சார் முடுக்கங்களும் விண்மீன் மண்டலத்திற்குள் சிக்கல் எதுவுமின்றிக் காஸ்மிக் கதிர்களைப் புகுத்த முடியும் என்பதை ஏற்றுக் கொள்ள முடியவில்லை.

10^{10}–10^{13} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரையான உயர் ஆற்றல்களைக் கொண்ட காஸ்மிக் கதிர்களைப் பற்றி எடுக்கப்பட்ட அளவுகள் உறுதியானவையாகவே உள்ளன. ஆயினும் விண்மீன் மண்டலத்தில் ஏற்படும் நிகழ்வுகளைப் பற்றிய கொள்கை விளக்கங்களுக்கு அவை உதவும் வகையில் இல்லை. மாறாக அவற்றிலிருந்து காஸ்மிக் கதிர்களை வெளியிடும் தோற்றுவாய்களின் பண்புகளை அறிய முடிகிறது. பல வகைகளில் அணுக்கருத்துகள் அடங்கியிருந்தாலும் அவற்றில் ஒரு நூக்ளியானுக்கான எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் பரவீட்டின் சார்பின்மை, புவி மற்றும் சூரிய மண்டலத்தின் காந்தப் புலங்கள் பாதிக்க முடியாத அளவுக்கு உயர் ஆற்றல் கொண்ட துகள்களில், பயணத்திசையைப் பொறுத்திராமல் ஆற்றல் பாயம் நம்பமுடியாத அளவுக்குத் திசையொத்த பண்புடையதாயிருப்பது பெரும் அக்கறையும் வியப்பும் ஊட்டும் அளவீடுகள் ஆகும்.

ஒரு நூக்ளியானுக்கான ஆற்றல் என்பது அணுக்கருவின் மொத்த ஆற்றலை அணு எண்ணால் வகுத்துப் பெறப்படுவதாகும். புரோட்டானோ, ஹீலிய அணுக்கருவோ, கார்பன் அணுக்கருவோ, யுரேனிய அணுக்கருவோ எதுவாயிருந்தாலும் ஒவ்வோர் அணுக்கரு இனத்திற்கும் ஒரு நூக்ளியானுக்கான எலெக்ட்ரான் வோல்ட் என்னும் வகையில்

அளவிடப்பட்ட ஆற்றல் பரவீடு ஒரே வகையாக உள்ளது. துகள்களை முடுக்கும் செயல்முறை அணுக் கரு, மின்னளவைப் பொறுத்ததாக இல்லை என்று கருதத் தோன்றுகிறது. இந்த முடிவு காஸ்மிக் கதிர்த் தோற்றம் பற்றி ஃபெர்மி வெளியிட்ட கொள்கைக்கு ஏற்றதாக இல்லை. அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட அணுக்கருக்களும், அயனிகளும் விண்மீனிடை வெளி முகில்கள் எனப்படுகிற செறிவு மிக்க பருப்பொருள் கூட்டங்களின் ஒட்டுமொத்தமான காந்தப் புலங் களால் சிதறப்படும் என ஃபெர்மி கூறுகிறார். அந்தப் பருப்பொருள் கூட்டங்களில் வெப்ப இயக்கவியல் சமநிலை ஏற்படும்போது அனைத்துக் கூட்டங்களும் ஒரே அளவில் ஆற்றலுள்ளவையாக இருக்கும் என ஊகிக்கலாம். இந்த முகில்களின் நிறை சூரியனின் நிறையைப் போல நூறு முதல் ஆயிரம் மடங்கு வரை மிகுதியாக இருக்கும். எனவே அவற்றின் இயக்க ஆற்றலும் சிறப்புடையது.

ஒரு தனித் துகளின் இயக்க ஆற்றலை வரம்பி லிக்குச் சமமாகவே வைத்துக் கொள்ளலாம். அணுக் கருக்களும் அயனிகளும் முகில்களின் காந்தப் புலங் களின் மேல் மோதிச் சிதறும்போது முகில்களில் வெப்ப மாக்கல் (thermalization) ஏற்படுகிறது. இதன் மூலம் அணுக்கருக்கள், அயனிகள்ஆகியவற்றின் வெப்பநிலை யில் ஒருபொதுவான மிகுநிலை ஏற்படும். இத்துகள்கள் 10^9 எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் களுடனிருந்தால்தான் அவற்றில் இவ்வாறான வெப்ப நிலை உயர்வு ஏற்பட முடியும். அப்போது அயனி யாக்கத்தால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்புகள், சிதறலால் ஏற்படும் ஆற்றல் அதிகரிப்புகளைவிடக் குறைவா யிருக்க முடியும். எனவே துகள்களைச் சிதற வைக்கும் முடுக்கி அமைப்புக்குள் புகுத்தப்படுவதாக இருக்க வேண்டும். அணுக்கருவின் மின்சுமை Z எனில் அயனி யாக்க ஆற்றல் இழப்புகள் Z^2 க்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கும். எனவே இத்தகைய ஒரு துகள் உட்புகுந்து அமைப்பு மின் சார்புடைமையை வெளிக்காட்டவே செய்யும். அத்துடன் 10 - 300 மில்லியன் எலெக்ட் ரான் வோல்ட் ஆற்றல் நெடுக்கத்தில் உள்ள காஸ்மிக் கதிர்களின் ஆற்றல் பரவீடும் அணுக்கரு மின்னைச் சார்ந்ததாக இராது. எனவே அவை முடுக்கி அமைப் பால் சிதறும்போது மின் சார்ந்த உயர் ஆற்றல் பரவீட்டு நிறமாலையை உறுதியாக உண்டாக்கும். இறுதியாக, குறைந்த ஆற்றல் துகள்களின் மொத்த ஆற்றல் குறைந்தது முகிலின் ஆற்றலுக்குச் சமமாக வாவது இருக்கும்.எனவே காஸ்மிக் கதிர் அழுத்தம் முகில்களைத் தள்ளி நகர்த்தவே செய்யும்.

10^{12} எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்குக் குறைவான ஆற்றலுள்ள கதிர்களின் மொத்த ஆற்றல், அயனி யாக்க ஆற்றல் இழப்பு, அணுக்கரு மின் மற்றும் நிறைகளைத் துலக்கிகளின் உதவியால் கண்டு பிடித்துவிடலாம். ஆனால் 10^{12} எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட கதிர்களின் ஆற்றலை, வளிமண்டல வளிமங்களில் அவற்றின் தாக்குதல் களின் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படும் இரண்டாம் நிலைத் துகள்களின் ஆற்றல்களின் உதவியால் ஊகிக்கத்தான் முடியும். எனவே அத்தகைய கதிர் களின் ஆற்றல் பரவீட்டைப் பற்றிய ஊகங்கள் உறுதி யானவை என்று கூற முடியாது. அவற்றில் புரோட் டான்கள் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன என்று தெரிய வந்துள்ளது. இத்தகைய உயர் ஆற்றல் காஸ்மிக் கதிர்கள் விண்மீன் மண்டலத்திற்கு வெளியிலிருந்தும் உயரக்கூடும். ஆற்றல் அதிகமாக அதிகமாக இத் தகைய கதிர்களின் பங்கும் அதிகமாகும்.

பெரும்பாலான புற மண்டலங்கள் விண்மீன் மண்டலத்தைப் போன்றவையாகவே இருக்குமானால் 3×10^8 எலெக்ட்ரான் வோல்ட் அளவு ஆற்றல் கொண்ட துகள்களில் புற மண்டலங்களிலிருந்து வரு பவை விண்மீன் மண்டலத்திலிருந்து வருவனவற்றுக் குச் சம அளவிலேயே இருக்கும் எனலாம். 10^{19} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றலுள்ள ஒரு புரோட்டான் விண்மீன் மண்டலத்திற்குள் ஒரு லார் மார் ஓடுபாதையைவிடச்சிறிய வட்டமே அடிக்கிறது. எனவே திசையொத்த பண்பின் அளவு விண்மீன் மண்டலத்திற்கு வெளியிலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர் களின் அளவுக்கு ஒரு முக்கியமான அளவுகோலாக இருக்கக்கூடும். 10^{13} எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ள அனைத்துக் காஸ்மிக் கதிர் களுமே விண்மீன் மண்டலத்திற்கு வெளியிலிருந்தே வருகின்றன என ஒரு கருத்து உள்ளது. ஆனால் இதை ஏற்றுக் கொள்வதில் பல சிக்கல்கள் உள்ளன.

10^{12} - 10^{13} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் நெடுக்கத்திலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்களின் முனைப் புடைய திசையொத்த பண்பை இதன் மூலம் விளக்க முடியாது. மேலும் காஸ்மிக் கதிர்களுக்கு இரண்டு தோற்றுவாய்கள் உள்ளன என்று கற்பனை செய்து கொள்ளவும் வேண்டியுள்ளது. 10^{13} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்கள் விண்மீன் மண்டலத்திலிருந்தும், அதற்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ளவை விண்மீன் மண்டலத்திற்கு வெளி யிலும் தோன்றுவனவாகத் தன்னிச்சையாகக் கற் பனை செய்து கொள்ள வேண்டி உள்ளது. இந்த ஆற்றல் அளவுக்குக்கீழே, புறமண்டலங்களுக்கு இடை யிலான ஊடகத்தை நிரப்புவதற்குத் தேவையான மொத்த ஆற்றலின் அந்த அளவும் ஊடகத்திற்குள் இருக்க வேண்டிய ஆற்றல் அடர்த்தியும் வாய்ப் பில்லாத அளவுக்கு மிகுதியாகவே உள்ளன. எனவே அத்தகைய குறைந்த ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர் களையும் விண்மீன் மண்டலத்திற்கு வெளியிலிருந்து வருவனவாகவே வைத்துக் கொள்ள வேண்டி யுள்ளது. இறுதியாக 10^{15} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ள காஸ்மிக் கதிர்களால் எலெக்ட்ரான்களும் பாசிட்ரான்களும் உண்டாக் கப்படுவதன் காரணமாகவும் 10^{20} எலெக்ட்ரான்

வோல்ட்டுகளுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல்களில் π° மெசான்கள் உண்டாக்கப்படுவதன் காரணமாகவும் கூடுதலான ஆற்றல் இழப்புச் செயல் முறைகள் நிகழ் வதைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

ஏறத்தாழ 10^{-3} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்ற லுள்ள கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு ஃபோட்டான் களுடன் உயர் ஆற்றல் காஸ்மிக் கதிர்கள் இடை வினை செய்யும்போது இத்தகைய துகள்கள் உண்டா கின்றன. இவ்வளவு ஆற்றல் கொண்ட காஸ்மிக் கதிர்கள் அனைத்தும் விண்மீன் மண்டலத்திற்கு வெளி யிலிருந்து வருபவையாக இருந்தால் ஆற்றல் நிற மாலையில் காணப்பட வேண்டிய செங்குத்துத் தன்மை காணப்படவில்லை. தோற்றுவாய்க் காஸ்மிக் கதிர்களின் ஆற்றல் பரவீடு மேலும் தட்டையாகவே இருப்பதாகவும் விண்மீன் மண்டலத்திலிருந்தும் அதற்கு வெளியிலிருந்தும் காஸ்மிக் கதிர்கள் வருவ னவாகவும்வைத்துக் கொண்டால்தான் கூடுதலான ஆற்றல் இழப்பின் காரணமாக ஆற்றல் பரவீட்டுக் கோடு செங்குத்தாக இல்லாததை விளக்க முடியும். எலெக்ட்ரான் - பாசிட்ரான்களாலும் πமெசான் களாலும் ஏற்படுகிற ஆற்றல் நலிவு தற்செயலாக, விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்களின் விரவல் காரணமாக ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பால் ஆற்றல் பரவீட்டுக் கோட்டில் தோன்றும் செங்குத்துப் பகுதி தட்டையாகிற ஆற்றல் அளவிலேயே ஏற்படுகிறது. எனவே 10^{6} — 10^{20} எலெக்ட்ரான் வோல்ட் வரை யான ஆற்றல் கொண்டுள்ள காஸ்மிக் கதிர்களை, விண்மீன் மண்டலத்திலும் அதற்கு வெளியிலுள்ள தோற்றுவாய்களிலும் தோன்றுவனவாகவே வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

காஸ்மிக் கதிர்களிலுள்ள அணுக்கருக்களின் கூட்டமைப்பைப் பகுப்பாய்வு செய்வதன் மூலம் விண்மீன் மண்டலத்தின் தொலைவான பகுதிகளி லிருந்து புவியை வந்தடைகிற பருப்பொருள்களைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ளும் வாய்ப்புக் கிடைக்கிறது. அவற்றில் காணப்படும் புரோட்டான்கள் அல்லது ஹைட்ரஜன் அணுக்கருக்களுக்கும் பிற அணுக்கருக் களுக்கும் இடையான தகவு குறிப்பிடத்தக்க வகை யில் சூரிய மண்டலத்திலும், விண்மீன் மண்டலத் திலும் நிலவியிருப்பதாக ஊகிக்கப்படுகிற தகவுக்குச் சமமாகவே உள்ளது. இவ்வாறு சூரிய மண்டலத் திலும் விண்மீன் மண்டலத்திலும் பல வகையான அணுக்கருத் துகள்கள் பரவியிருக்கும் பாங்கையே காஸ்மிக் கதிர்களில் காணப்படும் துகள் பரவீட்டுப் பாங்கும் ஒத்துள்ளது. அணுக்கருக்கள் உருவான செயல் முறைகள் அனைத்து இடங்களிலும் ஒரே வகையாக இருப்பதை இது காட்டுகிறது. ஆகவே காஸ்மிக் கதிர்த் தோற்றுவாய்களும், சராசரியான விண்மீனிடை வெளி ஊடகமும் ஒரேமாதிரியான அணுக்கருச் சூழ்நிலைகளில் ஏதோ ஒரு காலத்தில் இருந்திருக்க வேண்டும் எனக் கருத இடமேற்படு கிறது. இந்த ஓரளவான ஒற்றுமை தற்செயலான தாக இருக்கலாம் அல்லது அண்டத்தின் அடிப்படைப் பண்பாகவும் இருக்கலாம். ஆனாலும் அண்டத்தில் தனிமங்கள் அமைந்துள்ள விகிதத்திற்கும் காஸ்மிக் கதிர்களின் கூட்டமைப்புக்கும் இடையில் சில வேறு பாடுகள் காணப்படுகின்றன. காஸ்மிக் கதிர்களில் நிறை மிக்க தனிமங்களின் அணுக்கருக்கள் மிகுந் துள்ளன.

காஸ்மிக் கதிரிலுள்ள ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத் தின் அணுக்கருக்களின் சராசரி எண்ணிக்கைக்கும் அண்டத்திலுள்ள அத்தனிமத்தின் அணுக்கருக்களின் சராசரி எண்ணிக்கைக்கும் இடையிலுள்ள தகவு அத் தனிமத்தின் அணுக்கரு மின்னுக்கு நேர் விகிதத்தி லிருக்கிறது. இவ்வாறு காஸ்மிக் கதிர்களில் இரும்பு அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை அண்டத்திலுள்ள சராசரி எண்ணிக்கையைவிட 26 மடங்கு மிகுதியாக உள்ளது. காரீயம் முதல் யுரேனியம் வரையான அணுக்கருக்களும் இவ்வாறே பெருமளவில் உள்ளன. லித்தியம், பெரிலியம், போரான் ஆகிய லேசான தனிம அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கையும் அண்ட சராசரியைவிட ஏறத்தாழ 5-50 மடங்கு வரை மிகுதி யாக உள்ளது. இதற்கு மாறாக, கார்பன் முதல் இரும்பு வரை ஒற்றைப்படை எண் மின்னுள்ள அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கைக்கு இடையிலான தகவு அண்டத்தில் காணப்படுகிற அதே தகவுக்கும் ஏறத்தாழ சமநிலையே உள்ளது. லித்தியம், பெரிலி யம் போரான் போன்ற லேசான தனிமங்களின் அணுக்கருக்கள் மிகுதியாக இருப்பது எதிர்பார்க்கக் கூடியதே. பெரும் எண்ணிக்கையிலுள்ள நிறைமிக்க தனிமங்களின் அணுக்கருக்களுடன், விண்மீனிடை வெளியிலுள்ள பொருள்கள் முக்கியமாக ஹைட் ரஜன் அணுக்கருக்கள் சாய்வாகச் சில்லுப்பெயர்வது போல மோதுவதால் லேசான தனிம அணுக்கருக்கள் உண்டாகின்றன. காஸ்மிக் கதிர்கள் விண்மீன் மண்ட லத்திற்குள் அடங்கியவை என்று கற்பனை செய்து கொண்டு, இத்தகைய ஒர மோதல்களிலிருந்து விண் மீன் மண்டலத்தின் காஸ்மிக் கதிர்களின் சராசரி வயதைச் சில கோடி ஆண்டுகளென மதிப்பிட்டிருக் கின்றனர்.

Be-10 என்னும் அணுக்கருவின் கதிரியக்கத்தி லிருந்து விண்மீன் மண்டலத்தின் காஸ்மிக் கதிர்களின் வயது 2×10^{7} ஆண்டுகளைவிட மிகுதி என அறுதி யிட்டுள்ளனர். அதாவது இரும்பு அணுக்கரு, தான் தோன்றிய இடத்திலிருந்து புவியை வந்தடைய இவ் வளவு காலம் ஆகிறது. இத்தகைய கணக்கீடுகளி லிருந்து காஸ்மிக் கதிர்த் தோற்றுவாய் சூரியனைப் போல 10^{7} மடங்கு மிகு அளவான ஆற்றலை உமிழ்வதாக இருக்க வேண்டும் என ஊகிக்கின்றனர். சூப்பர்நோவாக்கள் மட்டுமே இவ்வாறு பெரு மளவில் ஆற்றலை உமிழ முடியும். இரும்பு போன்ற நிறைமிக்க தனிமங்களும் சூப்பர்நோவாக்களிலேயே

உருவாகின்றன என்னும் ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. எனவே காஸ்மிக் கதிர்களும், அண்டத்தில் காணப் படுகிற, இரண்டுக்கு மேற்பட்ட அணு மின்னுள்ள துகள்களும் சூப்பர்நோவாக்களிலிருந்தே தோன்றி இருக்கலாம் என்னும் கருத்து வலிமை பெறுகிறது.

காஸ்மிக் கதிர்க் கூட்டமைப்பிலிருந்து வேறு வகையான விளக்கத்தையும் பெறலாம். புவி வந்து சேரும் காஸ்மிக் கதிர்களில் இரு பகுதிகள் உள்ளன என வைத்துக் கொள்ளலாம். ஒன்று 10^5 ஆண்டு களுக்குக் குறைவான வயதுடையது; மற்றது விண் மீன் மண்டலத்திற்குள் முழுமையாக அடக்கப்பட்ட தால் தோன்றிய ஒரு சமநிலைக் கூட்டமைப்பாகவும் அது மோதல்களால் மட்டுமே நலிவடைவதாகவும் கொள்ளலாம். எனவே புரோட்டான்கள் ஓர மோதல் களால் தோன்றியவையாகின்றன. அவை தம்மை உண்டாக்கிய அணுக்கருக்களைவிட நீண்ட நாள் சிதையாமல் இருக்கக் கூடியவை. எனவே அவற்றின் எண்ணிக்கை கூடிக்கொண்டே போகும். இத்தகைய ஊகத்தில் புரோட்டானின் வாழ்காலம் 10^8 ஆண்டு களாக உயர்கிறது. எனவே காஸ்மிக் கதிர்த் தோற்று வாய் வெளியிட வேண்டிய ஆற்றலின் அளவும் குறை கிறது.

காஸ்மிக் கதிர்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் அவை விண்மீனிடை வெளி ஊடகத்துடன் மோதியதால் ஏற்பட்டவையாக இருக்கக்கூடும். 10^{11} எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் பரவீடு இதுவரை சரி யாகக் கணிக்கப்படவில்லை. எனவே அவை தோன்றும் விதமும் சரியாக அறியப்படவில்லை. காஸ்மிக் கதிர் கள் விண்மீன் மண்டலத்தின் வானியற்பியல் தன் மையை ஆராய உதவும் சிறந்த கருவிகள். அவை மட்டுமே சூரிய மண்டலத்திற்கு வெளியிலுள்ள விண்மீன் மண்டலப் பகுதியிலிருந்து புவியை வந்து அடைகிற பொருள்கள். அவை சூப்பர்நோவாக் களிலிருந்து தோன்றுவனவாக இருக்கலாம். எனவே அண்டத்தைப் பற்றியும் விண்மீன் மண்டலத்தைப் பற்றியும் கொள்கையளவில் உருவாக்கியுள்ள முடிவு களை ஆய்ந்து பார்ப்பதில், காஸ்மிக் கதிர்களின் தோற்றுவாய் பற்றிய கருத்துகளுக்கு முக்கியநெருக்க மான பங்கு உண்டு எனலாம்.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

காஸலின்

இது ஹைட்ரோ கார்பன்கள் எனப்படும் கரிமச் சேர்மங்கள் மிகுந்து காணப்படும் ஓர் எரிபொருள். இது தானியங்கிகளுக்கு (automobile) மிகவும் ஏற்றது. பொதுவாக இதனைப் பெட்ரோல் என்றும் குறிப்பர். இவ்வெரிபொருள் பண்படா எண்ணெய் எனப்படும். நிலத்தடி எண்ணெயிலிருந்து பல வழிமுறைகளைக் கொண்டு இது பலவாறான பெயர்களில் குறிப்பிடப் படுகிறது. எ.கா: குளிர்விப்பதன் மூலம் பெறப்படு கின்ற காஸலினைக் கேஸிங்-ஹெட் (casing head) காஸலின் எனவும், உள்ளீட்டுக் கவர்தல் மூலம் பெறப் படுகின்ற காஸலினைச் சாதாரண காஸலின் எனவும், காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் பெறப்படும் காஸலினை நேரிடைக் காஸலின் எனவும், பலபடியாக்கல் (polymerisation) வினை மூலம் கிடைக்கும் காஸலினைப் பாலிமர் காஸலின் எனவும், வெப்பச் சிதைவு கொண்டும் வினை ஊக்கியைக் கொண்டும் பெறப் படுகின்ற காஸ்லினை முறையே வெப்பச்சிதைவு காஸலின், வினை ஊக்கி காஸலின் எனவும் குறிப்பர்.

வெளியிடங்களில் கிடைக்கும் காஸலினின் தரத்தை மேம்படுத்த, இதில் உள்ள ஹைட்ரோ கார்பன்களுடன் பிற சேர்மங்களும் சேர்க்கப்படு கின்றன. நிலத்தடி எண்ணெய், திமிங்கல எண்ணெய், தார், நிலக்கரி முதலியவற்றிலிருந்தும் தகுந்த வேதி வினை நிகழ்த்தி, காஸலின் பெறப் படுகிறது. குறிப்பாக ஃபிஷர்-டிராப் என்னும் முறையில், நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்படுகின்ற கார்பன் மோனாக்சைடு, ஆல்கஹால்கள் முதலியவற்றைக் கொண்டு காஸலின் தயாரிக்கப்படுகிறது. இருந்த போதும், மேற்சொன்ன முறைகளிலிருந்து கிடைக்கப் பெற்ற காஸலின் அளவு, மிகக் குறைவானதே. உட் கனற் பொறி எந்திரங்களைக் கொண்டுள்ள ஊர்தி கள், விமானங்கள் முதலியவற்றை இயக்கக் காஸலின் உதவுகிறது. மேற்காணும் எந்திரங்களில் காஸலின் காற்றுடன் பதின்மூன்றுக்கு ஒன்று என்னும் எடை விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டு, பின்பு கனற்சிக்குள்ளான அதன் எரிபொருள் ஆற்றல் தகுந்த முறையில் பயன் படுத்தப்படுகிறது.

தானியங்கிகளில் காஸலின். தானியங்கிகளில் பயன்படுகின்ற காஸலின், பொருள்களின் தரக்கட்டுப் பாட்டை அறுதியிடும் அமெரிக்கக் குழுமத்தின் (ASTM) விதிகளின்படி, நான்கிற்குமேல் பன்னிரண் டிற்கு உட்பட்ட கார்பன்களின் எண்ணிக்கை மிகுந்து காணப்படும் ஹைட்ரோகார்பன்களைக் கொண்டி ருக்கவேண்டும். மேலும் அந்தக் காஸலினின் கொதி நிலை 80°-430°F என்னும் நிலையில் இருத்தல் வேண்டும். காஸலினின் இயற்பியல், வேதிப்பண்புகள் அவற்றின் கொதிநிலை, ஆவியாகும் தன்மை, ஆக்ட் டேன் எண், நிலைப்புத் தன்மை, இவற்றுடன் கலந்து இருக்கும் சிறிய அளவில் உள்ள ஏனைய பொருள் களின் தன்மை முதலியவற்றைக் கொண்டு அறுதி யிடப்படுகின்றன. காஸலினின் தரத்தை உணர்ந்து கொள்ளப் பலதரப்பட்ட தரக்கட்டுப்பாடுகள் இருந்த போதும், ஒவ்வொரு காஸலின் தயாரிக்கும் நிறு வனமும் அவ்வாலையில் தயாரிக்கும் காஸலினின் தன்மையைக் கருத்திற் கொண்டு தனித்தனித் தரக் கோட்பாடுகளைக் கொண்டுள்ளது.

உட்கனற் பொறி எந்திரத்தில் அழுத்த விகிதம் (compression ratio) அதிகரிக்கும்போது, எரிபொருளின் ஆக்ட்டேன் எண்ணின் எண்ணிக்கையும் அதிகரிக்க வேண்டியுள்ளது. இவ்வாறு அழுத்தப்படும்போது எரி அறை எனப்படும் கனற்கலத்தில் (combustion chamber) உள்ள எரிபொருள் காற்றுக் கலவையின் அழுத்தமும், வெப்பநிலையும் உயர்வதை நினைவிற் கொள்ள வேண்டும். மேலும் நன்கு இயக்கப்பட்ட எந்திரத்தில், எரிபொருள் எரிந்ததன் காரணமாக ஏற்பட்ட படிமங்களின் (deposits) அளவு அதிகரிப்பதால் அழுத்தவிகிதமும் அதிகரிக்கிறது. வெவ்வேறு எந்திரங்களைப் பொறுத்தவரை ஆக்ட்டேன் எண் மாறுபட்ட போதும், பொதுவாக அனைத்து எந்திரங்களுக்கும் 5-10 என்னும் அளவே உள்ளது.

காஸலினின் ஆக்ட்டேன் எண் நிலத்தடி எண்ணெயின் தரத்தைப் பொறுத்தும், எம்முறையில் பெறப்பட்டது என்பதைப் பொறுத்தும், அதில் உள்ள இடிப்புஎதிர்ப்புப் (anti knock) பொருள்களின் தன்மையைக் கொண்டும் மாறுபடும். ஆக்ட்டேன் எண் நேரிடைக் காஸலினைவிட வெப்பச் சிதைவுடைய காஸலினுக்கு மிகுதியாகவும், வெப்பச்சிதைவுடைய காஸலினைவிட, வினையூக்கிச் சிதைவுடைய காஸலினுக்கு மிகுதியாகவும் இருக்கும். மேலும் நேரிடைக் காஸலினைப் பலபடியாக்கல் வினைக்கு உட்படுத்துவதன் மூலம், அதன் ஆக்ட்டேன் எண்ணின் அளவை அதிகரிக்கச் செய்யலாம். மேற்சொன்ன வினை நிகழ்த்துவதால் நேரிடைக் காஸலினில் உள்ள நாப்த்தீன்கள், வளையப் பென்டேன்கள் முதலியன, அரோமாட்டிக் சேர்மங்களாகவும், வளைய ஹெக்ஸேன்களாகவும் மாற்றப்படுகின்றன. மேற்காணும் சேர்மங்கள் காஸலினின் ஆக்ட்டேன் எண்ணின் அளவை மிகுதிப்படுத்தக் காரணமாக உள்ளன.

பொதுவாகக் கந்தகச் சேர்மங்கள் குறைந்த அளவே காஸலினில் காணப்படுகின்றன. இக் கந்தகச் சேர்மங்கள் எரிபொருளாக எரியும்போது, கந்தகடை ஆக்சைடு, கந்தக ட்ரை ஆக்சைடு வளிமங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இவ்வளிமங்கள் கனற்கலத்திற்கு ஊறு விளைப்பனவாதலால் அவை விரும்பத்தக்கவையல்ல. மேற்காணும் வளிமங்கள் எந்திரத்தின் வளை கூடத்தில் (crankcase)அமிலங்களாக மாற்றப்படும் வாய்ப்பு உள்ளது. எனவே கந்தகத்தின் அளவு காஸலினில் 0.25 க்குமேல் இருக்கக்கூடாது. பெரும்பாலான கந்தகச் சேர்மங்கள் டைசல்பைடுகளாகவும், சல்ஃபைடுகளாகவும், தயோஃபீன்கள் எனப்படும் கரிமச் சேர்மங்களாகவும் உள்ளன.

மேலும் பெரும்பாலான நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் ஃபிரோல்கள், ஃபிரிடின்கள், அனிலின்கள் என்னும் கரிமச் சேர்மங்களாக உள்ளன. பொதுவாக நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் 0.02%க்கும் குறைவாக உள்ளன. இவற்றுடன் பெரும்பாலான ஆக்சிஜன் சேர்மங்கள் ஃபினால்கள், கரிம அமிலங்களாக 0.1% அளவிற்கு உள்ளன. மேற்காணும் சேர்மங்களின் அளவுடன் காரத் தன்மையுடைய பொருள்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம் காஸலினைக் குறைக்கலாம். காஸலினை எளிதில் பற்றவைக்க அதன் எளிதில் ஆவியாகும் தன்மை முக்கியமாகக் கருதப்படும். குளிர்காலங்களில் பெட்ரோலின் ஆவியாகும் தன்மை, பியூட்டேன்கள், பென்டேன்கள் முதலிய சேர்மங்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம் அதிகரிக்கப்படுகிறது. ஆனால் இவற்றைச் சேர்ப்பது, செயற்கைப் பனிப்படலம் உண்டாவதற்குக் காரணமாகும்.

வான் ஊர்திக் காஸலின். வான் ஊர்திக் காஸலின் அல்கைலேட் எனப்படுகின்ற ஹைட்ரோகார்பன்களுடன், நேரிடைக் காஸலினின் சிறந்த பகுதிகளைச் சேர்ப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. மேலும் இதன் தரத்தை மேம்படுத்த டொலுவின், ஐஸோபென்டேன் முதலிய சேர்மங்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படுகின்ற காஸலினினைப் பல வகைகளாகப் பிரிக்கின்றனர். பொருள்களின் தரத்தை அறுதியிடும் அமெரிக்கக் குழுமத்தின் கருத்தின்படி, காஸலினை F3, F4 என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். F3 வகை சாதாரண விமானங்களிலும், F4 வகை, வணிக, இராணுவப்பொருள்களை ஏற்றிச் செல்லும் வான ஊர்திகளிலும் பயன்படுகின்றன.

தற்போது, தாரைகள் (jets) எனப்படும் மிகு விரைவு வானஊர்திகள் பழக்கத்திற்கு வந்தவுடன், வான ஊர்திக் காஸலின்களின் பயன் பெரிதும் குறைந்துள்ளது. இக்காஸலினில் உள்ள ஹைட்ரோகார்பன்கள் சிதைவடையாமலிருப்பதால் எளிதில் காற்றில் உள்ள ஆக்சிஜனுடன் வினைபுரியாது. எனவே இதை நீண்டகாலம் சேமித்து வைக்கலாம். இருந்தபோதும், ட்ரை அல்க்கைல் ஃபினால் எனப்படும் ஆக்சிஜன் வினை நீக்கிகள் (antioxidants), இதில் உள்ள டெல் எனப்படுகின்ற பொருளைப் பாதுகாக்கச் சேர்க்கப்படுகின்றன.

ஆக்சிஜனேற்ற நிலைத்தன்மை. காஸலின் நீண்டகாலம் சேமித்து வைக்கப்படும்போது அதில் உள்ள கந்தகம், நைட்ரஜன், வினைபுரியக் கூடிய ஹைட்ரோகார்பன்கள், காற்றில் உள்ள ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து ரெசின்களையும், பெராக்சைடு எனப்படும் சேர்மங்களையும் நாளடைவில் தரும். மேற்காணும் வினை, ஒரு சங்கிலித் தொடர்போல் இயங்கு உறுப்புகள் (free radicals) மூலம் நிகழ்கிறது. இத்தொடர் வினை தொடங்கச் சில காலம் தேவைப்படும். அறை வெப்பநிலையில், இக்கால அளவு 6-12 மாதங்களாகவும், ஏறக்குறைய 100°C வெப்பநிலையில் 6-12 மணியளவாகவும் வேறுபடும். இக்கால அளவிற்குப் பின் மிகுந்த வேகத்தில் வினை நடைபெறும். இவ்வாறு தொடர் வினை மூலம் கிடைக்கப்பெற்ற ரெசின்களைப் பகுப்பாய்வில் பார்த்தபோது அவற்றின் அளவுகள் கார்பன் 72%, ஹைட்ரஜன் 10%,

சல்ஃபர்-0.5%, நைட்ரஜன்-0.2%, ஆக்ஸிஜன்-17% என்னும் முறையில் காணப்பட்டன. மேலும் இப் பிசினின் மூலக்கூறு எடையானது 400 என்னும் அளவில் இருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இப் பிசின்களின் அளவு காஸலினில் மிகும்போது எந்தி ரத்தின் எரி கலப்பி (carburettor), அடைப்புகள், கனற் கலம் முதலிய பகுதிகளில் அதிக அளவு படிமத்தைத் தருவதால் எந்திரத்தின் இயங்கு தன்மை பெரிதும் தாக்கம் அடைந்தது.

காஸலினின் கூட்டுப் பொருள்கள். மேற்கூறிய ரெசின்களின் அளவைக் குறைப்பதற்கும் ரெசின்களை உண்டாக்கும் தொடர் வினையின் கால அளவை நீட்டிப்பதற்கும் பெரும்பாலும் சில சேர்மங்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் N,N^1-டை-ஈரிணைய-பியூட்டைல்- p- ஃபினலின் டைஅமின், 2,6-டை-மூவிணைய-பியூட்டைல் 4-மெத்தில் ஃபினால், 2,4-டை-மெத்தில்-6-மூவிணைய பியூட்டைல் ஃபினால், 2,6-டை-மூவிணைய-பியூட்டைல் ஃபினால் முதலி யவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

இவ்வாக்சிஜன் வினைநீக்கிகள், சங்கிலித்தொடர் வினையில் ஏற்படும் இயங்கு உறுப்புகளுடன் வினை புரிந்து ரெசின்கள் உண்டாவதைத் தடுக்கின்றன. இந்த ரெசின்கள் ஏற்படுவதைத் தடுக்க, 10-30 மி.கி/லிட்டர் அளவு மேற்சொன்னும் சேர்மங்கள் சேர்க்கப்படுவதன் மூலம் தொடர் வினை நிகழ வேண்டிய கால அளவு ஐந்து முதல் பத்துமடங்குவரை அதிகரிக்கப்படுகிறது.

ஆக்சிஜன் அல்லாது ரெசின்கள் உண்டாவதற்கு உலோக அயனிகளும் சில சமயம் வினையூக்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. இவ்வுலோக அயனிகளின் ஆற்ற லைக் குறைக்கச் சில கரிமச் சேர்மங்கள் சேர்ப்பதன் மூலம், உலோக அணைவுச் சேர்மங்கள் (coordination compound) ஏற்பட்டு வினை வேகம் குறைக்கப்படு கிறது. எ.கா. டைசாலிசிலில்-1,2 புரோஃபேன் டைஅமின் என்னும் சேர்மத்தை, மிகுந்த அளவில் சேர்க்கும்போது, அது உலோக அயனிகளின் வினை ஊக்கி ஆற்றலைக்கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது. 5மி.கி/லி என்னும் அளவில் தரத்தை உயர்த்த, செம்பு காஸ லினில் கூட்டுப் பொருளாக இருக்க வேண்டும் எனப் பரிந்துரை செய்யப்பட்டுள்ளது. இச்சமயங்களில் இவ் வுலோக ஆற்றலைக் குறைக்க உலோக வினை நீக்கிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

காஸலின்களை இனம் கண்டுகொள்ளச் சாயப் பொருள்களை 5மி.கி/லி அளவில் சேர்க்கின்றனர். டெட்ரா எத்தில் லெட் என்னும் சேர்மம் தானி யங்கிக் காஸலினில் 1-4 மி.லி/காலன் என்னும் அள விலும், வான ஊர்திக் காஸலினில் 4.6 மி.லி/காலன் என்னும் அளவிலும் கலக்கப்படும். மேலும் தற்போது டெட்ரா மெத்தில் காரீயம் என்னும் சேர்மம் மிகு அளவில் புழக்கத்திற்கு வந்துள்ளது.

எத்திலின் குளோரைடு, எத்திலின் புரோமைடு போன்ற சேர்மங்களை 0.5-2.0மி.லி/காலன் அளவில் கலப்பதன் மூலம் எந்திரத்தின் கனற் கலத்தில் காரீ யத்தின் படிமங்கள் பெரிதும் குறைக்கப் படுகின்றன. எரிகலப்பிப் பகுதி நன்கு இயங்கும் பொருட்டு, ஐசோ புரொபைல் ஆல்கஹால் 1-2% அளவிலும் ஸர்ஃபாக்டென்ட் 50-100 மி.கி/லிட்டர் அளவிலும் சேர்க்கப்படுகின்றன. அரிமானத்தைத் தவிர்க்க, ஸர்ஃபாக்டென்ட் சேர்மங்கள் பெரிதும் பயன்படு கின்றன. போரான் சேர்மங்கள் காஸலினின் ஆக்ட் டேன் எண்ணை அதிகரிக்கவும், உட்கனற் பொறி எந்திரத்தின் எரிகலப்பிப் பகுதியை நன்கு இயங்க வைக்கவும் சிறிதளவு சேர்க்கப்படுகின்றன.

- கே. சீனிவாசன்

கி

கிங்கோ

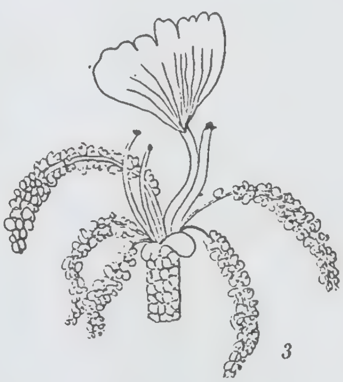
இது விதைமூடாத் தாவரத் (gymnospermal) தொகுதியைச் சேர்ந்த தாவரமாகும். கிங்கோ (ginkgo) தொகுதியின் தனித்தன்மை விதைகள் கண்ணுக்குப் புலனாகும்படி வெளியிலேயே உள்ளமையாகும். பூக்கும் தாவரங்களில் உள்ளது போல் விதைகள் கனி உறையால் சூழப்பட்டிருப்பதில்லை. விதைமூடாத்தாவரத் தொகுதியில் கிங்கோயேலிஸ் என்னும் பிரிவில் உயிர் வாழும் ஒரே இனமாகக் கிங்கோ விளங்குகிறது. இது தாவர வகையில் மிகத் தொன்மையான பேரினமாகும். கிழக்கு ஆசியாவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இது சீனா, ஜப்பான் கோயில்களின் தோட்டங்களில் புனித மரமாக வளர்க்கப் பட்டாலும் தற்போது உலகெங்கிலும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

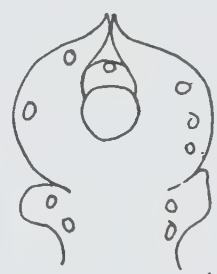
கிங்கோ 30 மீட்டர் உயரம் வரை வளரக் கூடிய மரம். பரந்து விரிந்த கிளைகளுடன் கூடிய இம்மரங்கள் எழில்மிகு தோற்றமுடையவை. தாவரவியல் பூங்காக்களில் இவற்றைக் காணலாம். இம்மரத்தின் தண்டு 8 மீட்டர் வரை குறுக்களவு கொண்டது. கிங்கோவில் கிளைத் தோற்ற வேறுபாடு ஒரு முக்கியமான கூறாகும். இதில் குட்டைக் கிளைகள், நீள் கிளைகள் என இருவகை உண்டு. நீள் கிளைகளில் கணுவிடைப்பகுதி நீண்டும், குட்டைக் கிளைகளில் குறுகியும் இருக்கும். இலைகள், நீள் கிளைகளில் சிதறலாகவும், குட்டைக் கிளைகளின் நுனிகளில் அடர்த்தியாகவும் காணப்படும். நீள் கிளைகள் விரைவாகவும், குட்டைக் கிளைகள் மெதுவாகவும் வளர்கின்றன. சில சமயங்களில் குட்டைக் கிளைகள் நீள் கிளைகளாகவும் வளரக்கூடும்.

இலைகள் நீண்ட காம்புடையவை. இவை அகன்ற இலை உறையிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இலைப்பரப்பு விசிறி போன்ற வடிவமானது. நீள் கிளைகளில் காணப்படும் இலைகள் அளவில் பெரியன வாகவும், இரு மடல்கள் கொண்டனவாகவும் இருக்கும். குட்டைக்கிளைகளில் உள்ள இலைகள்

1

2


3


4

கிங்கோ பைலோபா

1. பொதுத் தோற்றம் 2. சூல் 3. ஆண் கூம்புகள் 4. சூல் நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

அளவில் சிறியனவாகவும், இரு மடலாகப் பிரியாமல் ஒரே மடலாகவும் இருக்கும். இலை நரம்பு இரண்டிரண்டாகக் கிளைத்திருக்கும். தண்டின் உள்ளமைப்பு, ஊசியிலைத் தாவரங்களை (conifer) ஒத்திருக்கும். ஸைலத்தில் குழாய்கள் இன்றி டிரக்கீடுகள் (tracheids) மட்டுமே உள்ளன. ரெஸின் (resin) குழாய்கள் உள்ளன.

இலைகளின் உள்ளமைப்பு ஸைக்கஸ் தாவர அமைப்பை ஒத்துள்ளது. ஆண் கூம்பு (male strobilus), பெண் கூம்பு (female strobilus) ஆகியவை ஒரே மரத்தில் இல்லாமல் வெவ்வேறு மரங்களில் காணப்படுகின்றன. இவையே இனப்பெருக்க உறுப்புகள் ஆகும். இவ்வினப்பெருக்க உறுப்புகள் குட்டைக் கிளைகளின் இலைக் கோணங்களில் உண்டாகின்றன.

மகரந்தப் பைகள் (microsporangium) பூனைவால் போன்ற மஞ்சரி அமைப்பில் கூம்பாக ஆண் மரங்களில் காணப்படும். ஆண் கூம்புகள் ஒற்றையாக இலைக் கோணங்களில் காணப்படுகின்றன. கூம்பில் மகரந்தப் பைகளின் அமைப்பு ஒழுங்கற்ற முறையில் காணப்படுகிறது. மகரந்தப் பைகள் காம்புடன் சேருமிடத்தில் இரண்டு குமிழ்போன்ற அமைப்புகள் உள்ளன. மகரந்தப் பையின் சுவர் பல செல் அடுக்கால் ஆனது. ஒவ்வொரு காம்பிலும் பெரும்பாலும் இரண்டு, சில சமயங்களில் மூன்று முதல் ஏழு மகரந்தப் பைகள் காணப்படும். மகரந்தப் பைகளில் மகரந்தத் துகள் காணப்படும்.

சூல்கள், பெண் மரங்களின் குட்டைக் கிளைகளின் இலைக் கோணங்களில் உருவாகின்றன. இவை காம்புகளின் நுனியில் காணப்படும். இரண்டு சூல்கள் ஒரே காம்பில் உண்டாகின்றன. ஒவ்வொரு சூலிலும், ஒரே ஒரு சூலுறையால் சூழப்பட்ட நியூஸேல்லஸ் என்னும் பகுதி உண்டு. சூலின் நுனியில் சூல்துளை (micropyle) காணப்படுகிறது. நியூஸெல்லஸின் (nucellus) மேல் பகுதியில் மகரந்த அறை உள்ளது. சூலின் அடிப்பகுதியைச் சுற்றி ஒரு வளையம் போன்ற பட்டை காணப்படுகிறது. முதிர்ந்த சூல் உருண்டை வடிவமானது. இதன் சூலுறையின் வெளிப்பகுதி சதைப்பற்றாகவும், நடுப்பகுதி கடினமாகவும், உட்பகுதி மெல்லியதாகவும் உள்ளன. கருவுறுதலுக்கு முன்னர், சூல் விழுந்துவிடுகிறது.

மகரந்தப் பையினின்று உதிர்ந்த மகரந்தத்துகள், வளரும் ஆண்புணரித்தாவரம் (male gametophyte) ஆகும். காற்றினால் சில ஆண் புணரித் தாவரங்கள் சூலின் மகரந்த அறையை அடைகின்றன. சூலில் நியூஸெல்லலின் ஒரு செல்லிலிருந்து முளைசூழ்தசை என்னும் பெண் புணரித்தாவரம் உண்டாகிறது. பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள் (archegonia) இதில் உருவாகின்றன. இவற்றில் அண்டம் என்னும் பெண்பால்செல் உள்ளது. சூலின் மகரந்த அறையிலுள்ள ஆண் புணரித்தாவரத்திலிருந்து மகரந்தக் குழல் உருவாகி நியூஸெல்லஸை நோக்கி வளர்கிறது. இக்குழாயினுள் இரு ஆண் விந்துகள் உள்ளன. இவை முளைசூழ்தசையில் இருக்கும் பெண் உறுப்பை அடைந்து அங்குள்ள அண்டத்துடன் இணைந்து கருவுறும். கருவுற்ற அண்டத்திலிருந்து கரு உண்டாகிறது. வளர்ந்த கரு, இரண்டு சதைப்பற்றுள்ள விதையிலைகளைக் கொண்டது. கருவுறுதலுக்குப் பிறகு சூல்கள் விதைகளாகின்றன. விதைகள் முளைத்துச் செடிகளாகின்றன.

பயன். விதைகள் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. இவற்றை வறுத்தோ, அவித்தோ, உப்புடன் சேர்த்தோ உட்கொள்ளலாம். கீழை நாடுகளில் இவை டப்பாக்களில் அடைக்கப்பட்டு, பக்குவப் படுத்தப்பட்ட உணவாக விற்பனையாகின்றன. அளவுக்கு விஞ்சினால் இவ்விதைகள் நஞ்சாகும்.

- வே. சங்கரன்

நூலோதி. A B.Rendle, *The Classification of Flowering Plants*, Vol I, Cambridge University Press, London, 1976.

கிச்சிலிக் கரணை

இதன் தாவரவியல் பெயர் டொடேலியாஏஷியாடிகா (*Toddalia asiatica*) என்பதாகும். இது ரூடேசி என்னும் இருவித்திலைத் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தாகும். இதற்கு மிளகரணை என்னும் பெயருமுண்டு. இச்செடியின் சில வகைகள் நாடு முழுதும் சில வறண்ட பகுதிகளிலும், சில கடல் மட்டத்தினின்று 2000 மீ உயரம் வரையிலும் காணப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 2 மீட்டர் உயரம் வரை இது வளரக்

சிச்சிலிக் கரணை

கூடியது. சில வகை கொடிபோல் வளருவதுமுண்டு. தண்டும், கிளைகளும் முள் நிறைந்தவை. முள்கள் வளைந்தவை.

கூட்டு அங்கை இலைகள் மூன்று சிற்றிலைகளால் ஆனவை. மாற்று இலையடுக்கம் உள்ளவை. சிற்றிலைகள் காம்பு அற்றவை. நீள்வட்ட அல்லது அகன்ற ஈட்டிமுனை போன்ற வடிவானவை, பளபளப் பானவை. இலை மைய நரம்பு, இலைக்காம்பு ஆகியவற்றிலும் முள்கள் காணப்படுகின்றன. இலைகள் மணம் கொண்டவை. அவற்றைத் தேய்த்து இந்நெடியை உணரலாம். இலைகளில் புள்ளி போன்ற எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் மிகுந்து காணப்படுகின்றன.

மலர் மஞ்சரி தனி அல்லது கூட்டு ரெசீம் அல்லது ஸைம் வகையைச் சார்ந்தது. மலர்கள் வெண்மையானவை; சிறியவை ஒருபால் மலர்கள் கலந்து காணப்படும். தனித்த புல்லிவட்டம் ஐந்து அல்லது ஆறு இதழ்களால் ஆனது, சமச்சீரானது. அதேபோல் தனித்த அல்லி வட்டமும் ஐந்து அல்லது ஆறு இதழ்களால் ஆனது, சமச்சீரானது. மகரந்தத் தாள்கள் ஐந்து, தனித்தவை; மகரந்தக் கம்பிகள் மெல்லியவை. பெண் மலரில் அவை மலட்டு மகரந்தத் தாள்களாக உள்ளன. சூலகம், இரண்டு முதல் ஐந்து சூலக இலைகளால் ஆனது. சூலக இலைகள் இணைந்தவை. இரண்டு முதல் ஐந்து சூலறைகள் கொண்டது. சூல்கள் அச்சு ஒட்டு முறையில் காணப்படுகின்றன. சூலகத்தண்டு தடிப் பானது. சூலகமுடி தடித்துப் பெருத்தது. ஆண் மலரில் சூலகம் வளராத நிலையில்உள்ளது. சூலகத் தண்டு இன்றித் தடித்த சூலகமுடியுடன் உள்ளது. கனிகள் 4‘6 அறைகள் கொண்டவை. சதைக்கனி (berry) வகையைச் சார்ந்தவை. விதைகள் சிறுநீரக வடிவில் உள்ளன. கரு வளைந்து காணப்படுகிறது. விதையிலைகள் நீண்டவை.

இச்செடி தமிழ்நாட்டிலும், இந்தியாவின் பல பகுதிகளிலும் மிகுந்து காணப்படுகிறது. பெரும் பாலும் வேலி ஓரங்களிலும் வறண்ட காட்டுப் பகுதி களிலும் வளருகிறது. கிச்சிலிக் கரணையில் மூன்று வகை உண்டு. அவை வெவ்வேறு தோற்றமும் இயல்பும் கொண்டுள்ளன. அவை பின்வருமாறு:

தடித்துப் படரும் செடிகள். முள்கள் மிகுந்து காணப்படும். சிற்றிலைகள் நுனியில் சிறிது அகன்று பிறகு குறுகியவையாக இருக்கும். இவை 5-10 செ. மீ. நீளமுள்ளவை. 2-3 செ. மீ. அகலமுள்ளவை. மலர்களும், கனிகளும் ஓரளவு பெரியவை. இந்த வகை ஃப்ளோரிபண்டா எனப்படும். இது அனைத்து மாநிலங்களிலும் உள்ள காடுகளில் காணப்படு கிறது.

படரும் மெல்லிய கொடி. முள்கள் நிறைந்தது. சிற்றிலைகள் குறுகியவை. 2-4 செ. மீ. நீளமுள் ளவை. 1-2 செ.மீ. அகலம் கொண்டவை. மலர்கள் சிறியவை. நீண்ட மஞ்சரி, காம்புகளில் காணப்படும். கனிகள் சிறியவை. இந்த வகை, கிராஸிலிஸ் என்று கூறப்படுகிறது. இது குறிப்பாகக் கர்நாடக மாநிலத் தின் வறண்ட பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

நேர் தண்டு உடைய செடி. புதர்போல் வளர்வது: முள்கள் அற்றது அல்லது குறைந்த அளவு முள்கள் கொண்டது. சிற்றிலைகள் நுனி அகன்றவை. 2 அல்லது 3 செ. மீ. நீளமும், 1 அல்லது 2 செ. மீ. அகலமும் கொண்டவை. மலர்கள் சிறியவை. குட்டையான மஞ்சரியைக் காம்பில் காணலாம். கனிகள் சிறியவை. இந்த வகை அப்ட்யூஸிஃபோலியா எனப்படும். இது நீலகிரியில் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் ஏறத்தாழ 2000 மீட்டர் உயரத்தில் காணப் படுகிறது.

கிச்சிலிக் கரணையின் வேரும், பட்டையும் காய்ச்சலைத் தணிக்கும் இயல்பு கொண்டவை. பச்சை இலைகள் வயிற்று வலியைத் தணிக்கின்றன. கனிகள் மிளகு போலிருப்பதால் ஊறுகாயாகப் பயன் படுகின்றன. வேரும், எண்ணெயில் வறுக்கப்பட்ட கனிகளும் முடக்குவாத மருத்துவத்தில் பயனா கின்றன. செடி முழுதுமே தூண்டும் தன்மை வாய்ந்த தாகவும், ஊட்டச்சத்து மிகுந்ததாகவும் மருத்துவர் களால் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

- வே. சங்கரன்

நூலோதி. Colonel Heber Drury, *The Useful Plants of India*, International Book Distributors, Dehra Dun, 1985.

கிச்சிலிக் கிழங்கு

இது இஞ்சி இனத்தைச் சேர்ந்த மஞ்சள் செடிப் பேரினத்தின் ஒரு சிற்றினம் ஆகும். இதன் தாவர வியல் பெயர் கர்குமா சியடோரியா (*Curcuma zeodoria*). இது ஜிஞ்சிபெரேசி எனப்படும் ஒரு வித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. 90-120 செ. மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடியது. தரைக் கீழ்த்தண்டு விசிறி போல் கிளைத்த கிழங்காக இருக்கும். வைக்கோல் போன்ற நிறமுடையது. உட்பகுதி மஞ்சளாக இருக்கும். கிழங்கிலிருந்து கிளைக்கும் பகுதிகள் கிழங்குகளில் முடிவடை கின்றன.

இலைக்காம்புகள் நீண்டவை. இலைகள் 30-60 செ. மீ. நீளமுள்ளவை. அகன்ற ஈட்டிமுனை வடிவமுள்ளவை; இலை உறைகளின் மையப்பகுதி கரும்பழுப்பு நிறமானது. மஞ்சரிக் காம்பு 15 செ. மீ. நீளமுள்ளது. தண்டினின்று வேறுபட்டது. மலர்

மஞ்சரி 10-12 செ. மீ. நீளமுள்ள மடல் கதிராகும். மலர்கள் காம்பற்றவையாக இருப்பதால் மஞ்சரி ஸ்பைக் வகையைச் சேர்ந்தது. ஸ்பைக் கூம்பு வடிவம் கொண்டுள்ளது. மஞ்சரியில் மலர்கள் அடர்த்தியாகக் காணப்படுகின்றன. இந்த மஞ்சரியில் பல பூவடிச் செதில்கள் உண்டு. சில பூவடிச் செதில்கள், மலர்கள் இல்லாமல் இருக்கும். இவை மலட்டுப் பூவடிச் செதில்களாகும்.

கிச்சிலிக் கிழங்கு

1. மலர் மஞ்சரி 2. ஒற்றை மகரந்தம்

மலர்கள் மஞ்சள் நிறத்தவை. புல்லி வட்டக் குழாய் குட்டை உருளை வடிவத்தது. அல்லி வட்டக் குழாய் புனல் வடிவத்தது. மூன்று இதழ்களால் ஆனது. இதழ்கள் முட்டை வடிவானவை அல்லது குறுகிய நீள வடிவானவை. மேல் இதழ் பிற இதழ்களைவிட நீளமானது, வளைந்தது. பக்க வாட்டு மலட்டு மகரந்த இதழ்கள் அல்லி வட்ட இதழ்கள் போன்ற தோற்றத்தைக் கொண்டவை. இவை ஒற்றை மகரந்தத்தாளுடன் இணைந்துள்ளன. மலரின் பெரும்பகுதி அல்லி இதழ்களால் மட்டுமன்றி அல்லி இதழ்களை ஒத்த மலட்டு மகரந்தங்களாலும் ஆனது. உருமாறிய மகரந்த இதழ்கள் மகந்தரச் சேர்க்கைக்கு வண்டுகளை மலர்களிடம் ஈர்க்க உதவுகின்றன. மலர்களில் பாலின உறுப்புகளில் மலட்டுத் தன்மை மிகுவது அவற்றின் படிமலர்ச்சி வேறுபாட்டிற்குச் சான்றாகும்.

மகரந்தப்பை தாடி இழையுள்ளது. சூலகம் மூன்று இணைந்த சூலிலைகளினால் ஆனது. மூன்று அறைகள் கொண்டது. கீழ்மட்டமானது. பல சூல்கள் அச்சுச் சூல் அமைப்பில் காணப்படுகின்றன. சூல் தண்டு மெலிந்து காணப்படும். கனி மூன்று பகுதிகளாக வெடித்துச் சிதறும் வகையைச் சார்ந்தது. விதைகள் முட்டை அல்லது நீள வடிவானவை.

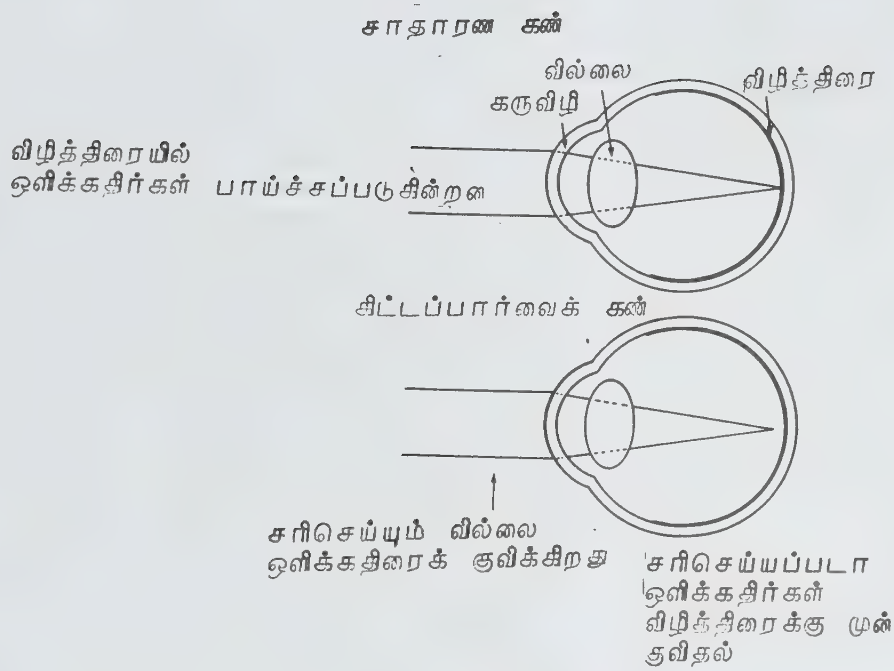
இச்செடியின் வேர்கள் பழங்குடி மக்களால் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வேர்கள் சிறிய வட்டத் துண்டங்களாக வெட்டப்படுகின்றன. இவற்றில் சிறந்த வகை வேர்கள் ஸ்ரீலங்காவிலிருந்து வருகின்றன. இவை ஊட்டமளிக்கும் தன்மை உள்ளவை. இது சிறுநீரகக் கோளாறுகளுக்கு மருந்தாகச் சில வல்லுநர்களால் கருதப்படுகிறது. பொடியாக்கப்பட்ட வேர் சிவப்புச் சாயத்திற்குக் கூட்டுப் பொருளாகச் சேர்க்கப்பட்டு இந்துக்களால் ஹோலிப் பண்டிகைக் களியாட்டங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இச்செடி இந்தியாவின் மிதவெப்பப் பகுதிகளில் பயிராகிறது.

- வே. சங்கரன்

நூலோதி. Colonel Heber Drury, *The Useful Plants of India,* International Book Distributors, Dehra Dun, 1985.

கிட்டப்பார்வை

விழி வெண்படலம் (cornea), கருவிழி (pupil), விழி ஆடி (lens), முன்கண் நீர் (aqueous humour), பின் கண் நீர் (vitreous humour) போன்ற கண் பகுதிகள் வெளி உருவங்களை ஒளிமுறிவினால் விழித்திரையில் விழும்படிச் செய்வதால் உருவங்கள் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. இவற்றின் ஒளிமுறிவு ஏதோ ஒரு காரணத்தால் மிகுதியாகவோ, குறைவாகவோ ஏற்படும்போது உருவங்களின் நிழல் விழித்திரையின் முன்புறம் அல்லது பின்புறம் விழும். இந்நிலையில் உருவங்கள் தெளிவாகத் தெரியா. உருவங்களின் நிழல் விழித்திரையின் முன்பக்கம் விழுமாறு ஊனம் உள்ளவர்களுக்குத் தொலைவிலுள்ள பொருள்கள் தெளிவாகத் தெரியா. ஆனால் உருவங்கள் கண்ணுக்கு அருகிலிருந்தால் அவற்றிலிருந்து வரும் கதிர்கள் விரிகதிராக உள்ளமையால் கண்ணின் மிகு ஒளி முறிவு ஆற்றலால் அவற்றின் நிழல்கள் விழித் திரையில் விழ முடியும். ஆகையால் இவ்வகை ஊனம் உள்ளவர்கள் அருகிலுள்ள பொருள்களை மட்டும், நன்றாகப் பார்க்க முடியும். இவர்கள் கிட்டப்பார்வையினர் (அண்மைப்பார்வையினர்) எனக் குறிப்பிடப்படுவர்.



அண்மைப் பார்வை உண்டாவதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. கண் உறுப்புகளின் வளைவு அதிகரித்தல், கண் முன்பின் பக்க நீளம் உடல் வளர்ச்சியால் அதிகரித்தல், ஒளி முறிவின் அளவு, நீரிழிவு நோய் அல்லது கண் பிறை முதலிய நோய்களால் அதிகரித்தல் போன்றவற்றால் அண்மைப் பார்வை ஏற்படலாம். ஆனாலும் பொதுவாக விழி வெண்படலத்தின் வளைவு அதிகரிப்பது மிகவும் அரிது. அவ்வாறு அதிகரித்தாலும் ஒரே சீராக அதிகரிப்பதில்லை. இதேபோல் விழியாடி முன் கூம்பு, பின்கூம்பு போன்ற நோய்களாலும் வளைவு அதிகரிக்கக்கூடும். கண் விழியாடியைத் தாங்கும் தசை நார்கள் (suspensory ligaments) தளரும்போதும் ஏற்படக்கூடும். பெரும்பாலும் இது கண்ணின் நீளம் அதிகரிப்பதால் ஏற்படுகிறது.

மாட்டு விழி(buphthalmous) என்னும் ஒரு வகை நோய் குழந்தை பிறக்கும்போதோ குழந்தைப் பருவத்திலேயோ ஏற்படும். இந்த நோய் உள்ளோருக்குக் கண்ணின் முழு அளவும் அதிகரிக்கிறது. ஆகையால் எதிர்பார்க்கும் அளவு அண்மைப்பார்வை ஊனம் ஏற்படுவதில்லை.

பொதுவாகக் குழந்தை பிறக்கும்போது மிகு நீளப்பார்வை என்னும் குறை காணப்படுகிறது. வயது அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் கண்ணும் வளரத் தொடங்குகிறது. மிகு நீளப்பார்வை ஊனம் குறைந்து கண் சாதாரண பார்வை பெறுகிறது. சிலருக்குக் கண்ணில் வளர்ச்சி இல்லாமல் அப்படியே இருந்து விடுவதால் மிகு நீளப்பார்வைக் குறை அப்படியே அமைந்துவிடுகிறது. சிலருக்குக் கண் வளர்ச்சி மிகவும் அதிகமாகி அண்மைப் பார்வை உண்டாகிறது. குழந்தை அண்மைப் பார்வைக் குறையுடன் பிறப்பது அரிது. இருப்பினும் சிலர் அண்மைப் பார்வைக் குறையுடன் பிறப்பர். பொதுவாக அண்மைப் பார்வை 3 அல்லது 4 வயதில் உண்டாகும். இந்தக் குறை 5 அல்லது 6 வயதுக்கு மேல் நீடிப்பதில்லை. புது மலர்ச்சிப் பருவம் அடைந்தவுடன் அண்மைப் பார்வைக் குறை அதிகரிப்பது அப்படியே நின்று விடுகிறது. சிலருக்கு இது மிகு விரைவாக அதிகரித்து 20, 25, 30 வயது வரை காணப்படும். இது 15-20 வயது வரை மிகவும் கூடுதலாக அதிகரிக்கிறது. வயது ஆக ஆக வேறுசில சீர்குலைவுகள் ஏற்பட்டு ஏறத்தாழ 60 ஆம் வயதில் இவர்கள் முழுதும் பார்வையற்றவர்களாகின்றனர்.

பிரிவுகள். சாதாரண அண்மைப் பார்வைக்குறை, முற்றிக் கொண்டே செல்லும் குறை என இரு வகை உண்டு. இதில் முதல் வகை பொதுவாக ஏற்படும். ஏறத்தாழ 20 வயதுக்கு மேல் இக்குறை ஏற்படுவதில்லை. இதில் உள் விளைவுகள் ஏற்படுவதில்லை. பார்வையை வெளிக் குழிவில்லை மூலம் நன்றாகத் திருத்த முடியும். கண் மிகு நலத்துடன் இருக்கும். பின்னதில் குறை மிக வேகமாக அதிகரித்துக் கொண்டே இருக்கும்.

இதில் உள் விளைவுகள் மிகுதியாக ஏற்பட்டுப் பார்வை மிகவும் தாக்கமடைகிறது. கண்ணின் பின் பாதி பின்பக்கம் நீள்கிறது. முன்பாதியில் ஒரு மாற்றமும் ஏற்படுவதில்லை. பொதுவாகக் கண் பெரியதாக இருக்கும். முன் அறை ஆழமாயிருக்கும். கருவிழி மந்தமாக வேலை செய்யும். விழி அகநோக்கி (ophthalmoscope) மூலம் பார்த்தால் விழித்திரைப் படலத்தில் சில மாறுதல்கள் தெரியும். விழித்திரையில் சில வெண்திட்டுகள் தெரியும். இவற்றைச் சுற்றிலும் நிறத்துகள்கள் இருக்கும்.

பார்வை விழிப்புள்ளியில் இதே விளைவுகள் ஏற்பட்டு நடுப்பார்வை முழுதுமாக மறைந்து விடுகிறது. பின்புறம் வீங்குவதால் ஒளித்திரைப்படலம் பிரிந்து பழுது அடைந்து அது வழியாக விழிவெளித் திரை தெரிகிறது. இதற்கு அண்மைப் பார்வை விளைவு எனப் பெயர். மிக அதிகமாக ஊனம் உள்ளவர்களிடம் பின்பக்கம் நன்றாகக் குழிவடைந்து விடுகிறது. இதை விழி அகநோக்கி மூலம் பார்த்தால் விழித்தட்டில் குழி தெரியும்.

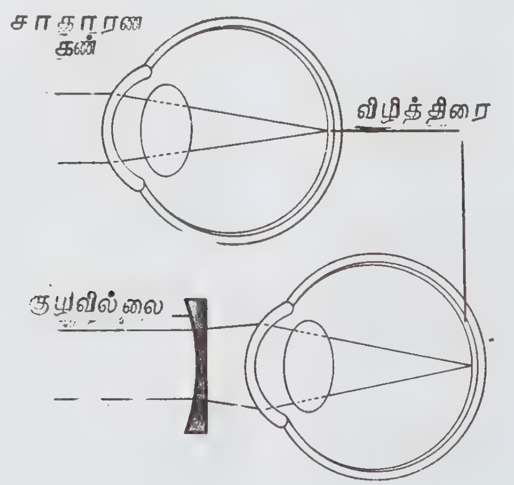
பின் விளைவுகள். இத்தகைய குறையுள்ளோரின் விழித்திரையில் கிழிவு உண்டாகி இரத்த ஒழுக்கு ஏற்படுகிறது. விழித்திரை தனியாகப் பிரிந்தும் விடுகிறது.

கண் சார்ந்த நிலைமை. இணைக்கதிர்கள் (parallel rays) விழித் திரையில் குவியாமல் அதன் முன்னால் குவியும். ஆகையால் விழித்திரை உருவத்தின் நிழல் பரவலாக வட்டமாக விழுகிறது. ஆகையால் தொலைவிலுள்ள பொருள்கள் தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. ஆனால் விழிக்கதிர்மட்டும் விழித்திரையில் விழுகிறது. பொருள்களிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர் நன்றாக விரிவடைவதற்குத் தகுந்தவாறு அப்பொருள்களைக் கண்களுக்கு மிக அருகில் கொண்டு வர வேண்டியுள்ளது.

இந்த மையம், அதாவது எத்தனைத் தொலைவிலிருந்து ஒரு பொருளை நன்றாகப் பார்க்க முடிகிறதோ அதன் பெயர் தொலை மையப்புள்ளி (far point) ஆகும். சாதாரண நல்ல பார்வையுள்ளவர்களுக்கு முடிவற்ற நிலையில் (infinity) உள்ளது. ஆனால் அண்மைப் பார்வை ஊனம் உள்ளவர்களுக்கு இது ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலுள்ளது. மிகு ஊனம் உள்ளவர்களின் கண்ணுக்கு இது மிக அண்மையில் உள்ளது. இந்தத் தொலைவின் அளவே அண்மைப் பார்வையின் அளவு ஆகும். இந்தத் தொலைவு 1 மீட்டர் ஆனால் அண்மைப் பார்வையின் அளவு 1 D. இது 2 மீட்டர் ஆனால் அளவு 0.5 D ஆகும்.

ஆகையால் இந்த அளவுகளின் கணக்குப்படி அதே அளவுள்ள ஒரு குழிவில்லையைக் கண்ணின் முன் வைத்தால் அது கதிர்களை விரிவடையச் செய்து விழித்திரையின் மேல் மையம் கொள்ளுமாறு செய்யும். அதனால் பொருள்களை நன்றாகப் பார்க்க முடியும்.

குறிகள். பார்வைக் குறைவே (visual defect) அண்மைப்பார்வைக் குறை உள்ளவர்களுக்கு முதல் விளைவாகும். தொலைவிலுள்ள பொருள்கள் நன்றாகத் தெரிவதில்லை. அருகிலுள்ள பொருள்கள் மட்டும் நன்றாகத் தெரியும். தொலைவிலுள்ள பொருள்கள் நன்றாகத் தெரிவதில்லையாதலால் நாளடைவில் அவற்றைப் புறக்கணிக்கின்றனர். நடுப்பருவ வயதில் விழியின் ஏற்பமைவு (accommodation) குறையக் குறைய அவர்களுக்குப் படிப்பதற்குக் கண்ணாடி தேவையில்லாததாகிவிடுகிறது. 80 வயதில்



கிட்டப்பார்வை குழிவில்லையால் சரிசெய்யப்படுகிறது

அவர்களுக்கு அருகில் உள்ளவற்றைப் படிக்கக் கண்ணாடி அணியத் தேவையில்லை. ஆனால் நல்ல தொலைப்பார்வை வேண்டுமானால் சிறிய ஊனத் திற்கும் கண்ணாடி தேவைப்படுகிறது. மிகு குறை உள்ளவர்களுக்குப் பின் கண்ணீரில் சில மாறுதல் ஏற்படுவதால் சில துகள்கள் பின் கண்ணீரில் தோன்றி அவை கண்ணின் முன்னர்ப் பெரியதாகத் தோன்றி மிகவும் இடையூறான விளைவுகளை உண்டாக்கு கின்றன.

நோயாளியின் வயதைப் பொறுத்தே அண்மைப் பார்வையின் முன் கணிப்பைக் கூற முடியும். அண்மைப் பார்வை நான்கு வயதுக்குட்பட்ட குழந்தை களுக்கு ஏற்பட்டால் மிகவும் கவனமாகக் கணிக்க வேண்டும். 8-10 வயதிற்குட்பட்டவரின் அண்மைப் பார்வை அளவு 6 அடி வரை இருந்தால் நலம். 21 வயது வந்தவுடன் இந்த அதிகரிப்பு ஒரே நிலையி லிருந்தால், முன் கணிப்பு நன்றாக உள்ளது எனலாம்.

இந்தக் குறை அளவு மிகுதியாக உள்ளவர்களுக்கு முன்கணிப்புச் செய்வதில் மிகவும் கவனமாயிருக்க வேண்டும். அவர்களுடைய பார்வையை வெளிக் கண்ணாடி மூலம் சீர் செய்வதைக் கொண்டும், விழித்திரையின் உள்விளைவுகளைக் கொண்டுமே குறையை முன்கணிப்புச் செய்ய வேண்டும்.

விழித்திரையில் இரத்தக் கசிவு, விழித்திரையின் பிரிவு இந்த இரண்டு விளைவுகளும் ஏற்படலாம் என்பதை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இக்குறையின் அளவு மிகுந்து உள்ளவர்களுக்கு முன் கணிப்புச் செய்வதில் மிகவும் கவனமாயிருக்க வேண் டும். ஆகையால் இயன்ற வரை மிகைக்குறை உள்ள ஆணும் பெண்ணும் தமக்குள் மணம் செய்து கொள் ளாமல் இருத்தல் நலம். இல்லையேல் இந்த ஊனம் அவர்தம் குழந்தைகளையும் பாதிக்கும்.

பார்வையைச் சீராக்கல். குறைக்கேற்றவாறு மூக்குக் கண்ணாடி அணிய வேண்டும். இதை எப் போதும் அணிய வேண்டும். கண்களுக்கு மிகுதியான முயற்சி கொடுக்கக் கூடாது. படிக்கும் பழக்கவழக்கங் களைச் செம்மையாக்க வேண்டும். பின் இரண்டும் நல்லனவாக அமைந்தால் கண்ணாடி அணியாமல் இருப்பதால் தீமை வாராது. ஆனால் அவர்களுக்கு முழுத்திருத்தம் செய்த மூக்குக் கண்ணாடிகள் கொடுத்து அவற்றை எப்போதும் அணியச் செய்ய வேண்டும். இந்தக் கண்ணாடி அருகில் உள்ள பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு உதவி செய்யாது; என்றாலும் அவர்கள் படிக்கும் நூலைக் கண்ணுக்கு மிக அருகில் வைக்காமல் சரியான தொலைவில் வைத்துப் படிக்கத் துணை செய்யும். இவர்கள் வயது ஆன பிறகு படிப்பதற்கும் கண்ணாடி தேவைப்படும். அது தொலைப் பார்வை அளவைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

மிகு அளவு அண்மைப் பார்வை. கண்ணாடி மூலம் முழுத்திருத்தம் கொடுக்க முடியாதாகையால் பார்வை முழு நிறைவான திருத்தக் கண்ணாடி கொடுத்தாலும் அவர்களால் அணிய முடியாது. இவர்களுக்குச் சிறிது குறைவான அளவு கண்ணாடியே கொடுக்கலாம். 20 வயதுக்கு மேல் படிப்பதற்குத் தொலைப் பார்வைக் கண்ணாடியைவிடச் சிறிது குறைந்த அளவுடைய கண்ணாடி கொடுக்க நேரிடும். ஒட்டிய குழிவில்லை மிகவும் உதவக்கூடும். கண்ணின் உள் பகுதிகளில் குறை ஏற்பட்டவர்களுக்குக் கண்ணாடிகள் போட்டும் பயனில்லை. இவர்கள் அண்மையில் உள்ள பொருள் களைப் பார்ப்பதற்குக் கண்ணுக்கு மிக அருகில் பொருள்களைக் கொண்டு வருவர்.

பொது நலவாழ்வு மருத்துவம். கண்ணாடி அணிவது போல் இது இன்றியமையாதது. முக்கியமாகக் குழந்தைகளுக்கு இது தேவை. உடலுக்குத் தேவை யான ஊட்டச் சத்துகள் கொடுக்கவேண்டும். உடற் பயிற்சி, நல்ல காற்று, கால்சியம், வைட்டமின் இவை தேவை. பால் பச்சைக் காய்கறிகள் இவற்றை மிகுதி யாகத் தர வேண்டும்.

பார்வை நலம். படிக்கும்போது அல்லது வேலை செய்யும்போது அருகில் தேவையான ஒளி இருக்க வேண்டும். உட்காரும் அமைப்பு நன்றாக இருக்க வேண்டும். எழுத்துகள் மிகவும் தெளிவாக இருக்க வேண்டும். கண்ணுக்குத் தேவையற்ற மிகுதியான முயற்சி கொடுக்கக் கூடாது. ஆனால் இவ்விரண்டை யும் செம்மைப்படுத்த இயலாவிடில் குழந்தைகளின் பள்ளிப்படிப்பை நிறுத்துவது இன்றியமையாதது. அதேபோல் பணி தேடும் போதும் இவர்களுக்கு இயன்ற வரை அதிகம் படிக்கக் கூடிய பணியாக இல்லாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

அறுவை மருத்துவம். சாதாரண கண்ணிலுள்ள வில்லையை எடுத்துவிட்டால் மிகு நீளப்பார்வைக் குறை ஏற்படுகிறது. அதேபோல் அண்மைப் பார்வை உள்ளவர்களின் கண் வில்லையை எடுத்துவிட்டால், அக்குறை நீங்கிச் சாதாரண நல்ல பார்வையுடைய வராவர். இவர்களுக்கு மூக்குக் கண்ணாடி தேவை யில்லை. இவர்களுக்கு இணைக் கதிர்கள் விழித்திரை யில் குவியும். ஆனால் விழித்திரையில் விழும் நிழல் சாதாரண நல்ல பார்வை உள்ளவர்களிடம் தோன்று வதைவிட மிகப் பெரியதாக இருக்கும். இவர்களுக்கு இவ்வில்லையை எடுத்துவிடுவதால் விழியின் ஏற் பமைவு நீங்கிவிடுகிறது. இத்துடன் அண்மைப் பார் வைக் குறை உள்ளவர்களின் கண் உள் உறுப்புகளில் ஏதாவது ஓர் ஊனம் இருக்கும். அவர்களின் விழித் திரையும் பிரிந்து வருவதற்கு முன் ஆய்வு தேவை. மூக்குக் கண்ணாடி அணிவதன் மூலம், படிக்கும் வழக்கங்களை நன்றாகச் சீர்திருத்தியும், நலவாழ்வு தரும் மருந்துகளைக் கொடுத்தும் பார்வையைச் சீராக்கலாம்.

நூலோதி: Arnold Sorsby, *Modern ophthalmology*, Second Edition, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd, London, 1972.

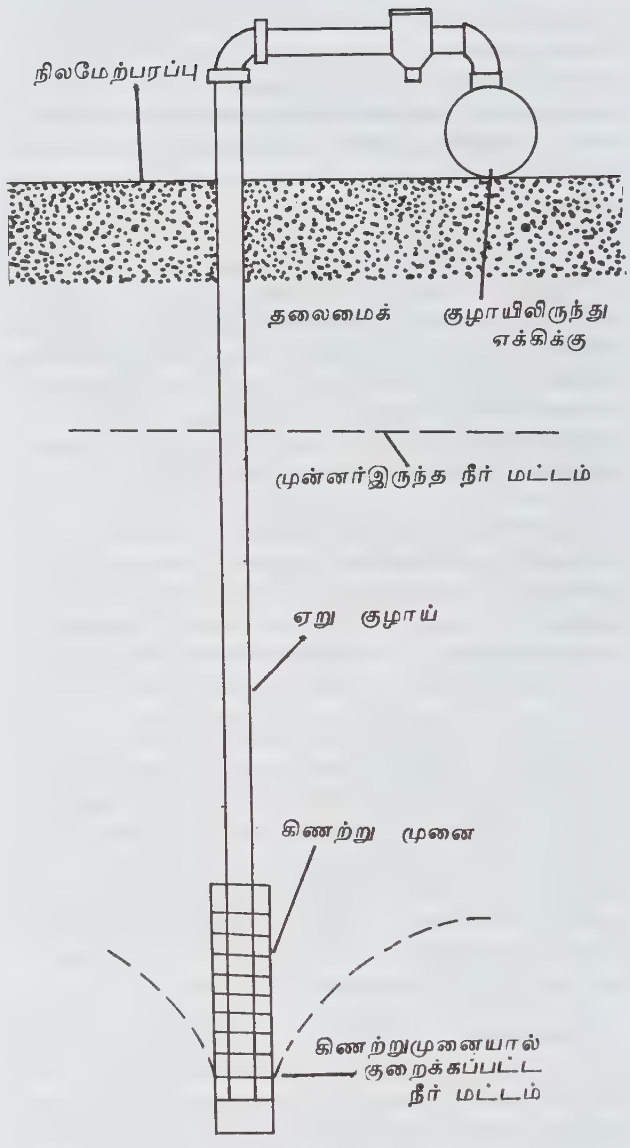
கிணறு மூலம் சுரங்கத்தில் நீரிறைக்கும் முறை

அகழ் பரப்பின் சுற்றுப்புறத்தில் குழாய்க் கிணறுகள் மூலம் நிலநீரின் பாய்வைத் தடுப்பதால் அதன் சுற்றுப் புறம் ஈரமில்லாமல் உலர்ந்து காணப்படும். இம் முறையே கிணறு மூலம் சுரங்கத்தில் நீரிறைக்கும் முறை (well point system) ஆகும். அகழ்பரப்பைச் சென்றடைவதற்கு முன், பாய்வைத் தடுப்பதால் அகழ்பரப்பின் ஓரங்கள் (edges of excavated area) நிலைபெற்று, செங்குத்துக் கரையோரச் சரிவுகள் ஏற்பட்டு, கரையோரத் தாங்குமானத்திற்குத் தேவை ஏற்படுவதில்லை.

பரல்களையுடைய மண்ணில், அதாவது சரளை மற்றும் மணலில் கிணறுகள் மூலம் சுரங்கத்தில் நீரி றைக்கும் முறை மிகவும் சிறப்பானது. ஆனால் களி மண்ணால் ஆகிய நுண்ணிய மணலில் மண்களுக் கிடையே உள்ள சிறு துளைகள் நீரின் பாய்வைத் தடுக்கின்றன. இந்நீரிறைக்கும் முறையில், கிணற்று முனை, ஏறு குழாய், தலைமைக் குழாய், எக்கி ஆகியவை அடிப்படைக் கூறுகளாகும் (படம்1).

1.2மீ நீளமும், 5 செ. மீ. விட்டமும் கொண்ட துளைகளுள்ள குழாயைக் கிணற்றுமுனை கொண் டுள்ளது. இது நீரின் பாய்வைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஒரு பந்துக் கட்டுப்பாட்டிதழையும், நீர் மேலே செல் லும்போது மண் உட்புகுவதைத் தடுக்க ஒரு சல்ல டையையும், தாரைவீழ் முனையையும் (Jetting tip) கொண்டுள்ளது. கிணற்று முனையுடன் இணைக்கப் பட்ட ஏறு குழாயின் விட்டம் கிணற்று முனைக் குழாயை விடச் சிறியதாக உள்ளது. நிலத்தடிநீரை மேற்பரப்பிற்குக் கொண்டு வருவதே ஏறு குழாயின் பணியாகும். மேற்பரப்பில் இந்நீர் 10-25 செ. மீ. விட்டத்தைக் கொண்ட கிடைநிலைத் தலைமைக் குழாயின் மூலம் திரட்டப்படுகிறது. நிலத்தின் இயல்பு களையும் தன்மைகளையும் பொறுத்து, கிணற்று முனையும் ஏறு குழாயும் 0.9-1.8மீ இடைவெளியில் வைக்கப்படுகின்றன. கிணற்று முனையும், ஏறு குழாயும் தேவையான ஆழத்தில் 0. 5-1.5 மீ ஆழ் பரப்பிற்குக் கீழே தாரைவீழ் முறையால் (அதாவது நீரின் அழுத்தத்தால், நிலப்பரப்பை இடப் பெயர்ச்சி செய்தல்) செலுத்தப்படும்.

கடினமான களிமண், கடினமான சரளை ஆகிய வற்றால் அமைந்த நிலத்தடிநீர்ப் படிமானத்தில், மேலமைந்த கடினப்பொருள்களைப் பெயர்ப்பதற்குத் தாரைவீழ்தல் முறை ஏற்றதாக இருப்பதில்லை.

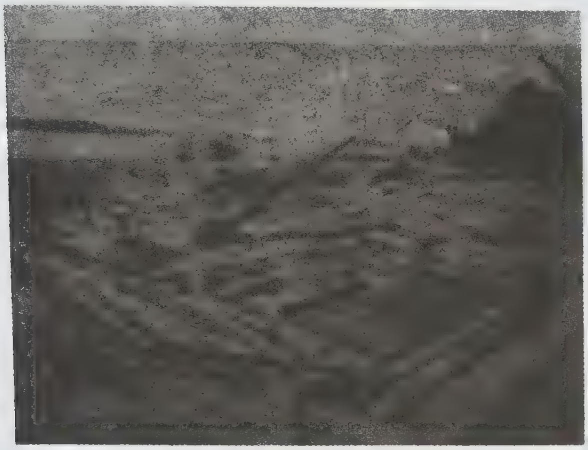


படம் 1. கிணற்று முனை முறை

இதனால் கிணற்றின் முனையைக் கீழே கொண்டு செல்வதற்குச் சிறப்பான துரப்பணம் தேவைப் படுகிறது.

எக்கிகள் நீர்மட்டத்திற்கு மேல் அமைக்கப் படுகின்றன. ஆழ்பரப்பிலிருந்து நீரை வெளியேற்று வதற்கு இவை தலைமைக் குழாயிலிருந்து நீரைச் சேகரிக்கின்றன. எக்கிகள் மையவிலகு எக்கிகளாகும். இவற்றுடன், உறிஞ்சு ஏற்றை (suction lift) அதிகப்

படுத்துவதற்கான வெற்றிட எக்கிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. ஒவ்வொரு கிணற்றுமுனையின் உறிஞ்சு ஏற்று அரிதாக 5.7 மீ மேல் செல்கிறது. நில மட்டத்தின் கீழுள்ள கிணற்று முனையின் ஆழம், உறிஞ்சு ஏற்றத்தின் ஆழத்தைவிட மிகுதியாக இருப் பின், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கிணற்று முனை அடுக்குகள் தேவைப்படுகின்றன.



படம் 2.

மூன்றடுக்குக் கிணற்று முனை முறையின் அமைவு படம் ஒவ்வோர் அடுக்கும் கிணற்றுமுனை தலைமைக்குழாய், எக்கிகள் ஆகியவற்றைத் தனித்தனியே கொண்டுள்ளது.

- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. I.C. Syal & A.K. Goel, *Reinforced Concrete Structures*, Second Edition, Wheeler & Co. Pvt. Ltd., Allahabad, 1987.

கிப்சைட்

இது ஓர் அலுமினியக் கனிமம். இதில் அலுமினியத் துடன் ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் உள்ளன. இதை நீரேறிய அலுமினிய ஆக்சைடு (Al_2O_3. $3H_2O$) எனவும் கூறலாம். ஆனால் இது ஓர் அலுமினிய ஹைட்ராக்சைடு ($Al(OH)_3$) ஆகும். கிப்சைட் (gibbsite), பேயரைட், நா (ட்) ஸ்டிரான்டைட் கனிமங் களுடன் வேதியியலில் ஒன்றாகவும், உருவம் மற்றும் பிற தன்மைகளில் மாறுபட்டும் உள்ளது.

கிப்சைட் படிகம் ஒற்றைச்சரிவுத் தொகுதி யின் முழுவடிவ வகுப்பைச் சேர்ந்தது. இதன் அணுக் கோப்பு ஒற்றைச்சரிவுத் தொகுதியின் பட்டகப் பிரிவைச் சார்ந்த இயல்பான வகையைச் சேர்ந்தது. கிப்சைட்டின் ஓர் அணுக்கோப்பில் எட்டுக் கூட்டணுக்கள் உள்ளன. இதன் அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு, மூன்று திசை களிலும் முறையே 8.626; 5.060; 9.700 (A) ஆக உள்ளது. படிக அச்சுகளின் நீளவிகிதம் a:b:c = 1.7089:1:1.9184 ஆகும். இதில் முன்பின் (a) படிக அச்சிற்கும், மேல்கீழ் (c) அச்சிற்கும் இடையேயுள்ள (β) கோணம் 85° 29″ ஆகும்.

கிப்சைட் படிகங்களாக அரிதாகவே கிடைக் கிறது. இதன் படிகங்கள் அடி இணை வடிவுக்கு இணையாகத் தட்டையாக உள்ளன. இதில் (100) இணைவடிவும், (110) பட்டகமும் வளர்ச்சிபெற்று இருப்பதால் படிகங்கள் அறுகோண வடிவத்தில் உள்ளன. கிப்சைட் கல்விழுதுகளாகவும், சிறிய குமிழ் களாகவும், பொரைகளாகவும், முடிச்சுக்கற்களாகவும் கிடைக்கிறது. இவை மழமழப்பானவை. சில நன்கு புலனாகா இழைகளாகவும், கெட்டியாகவும் இருக் கும். கிப்சைட் படிகங்கள் (001) தளங்களில் (130)-வினை அச்சாகக் கொண்டு படிக இரட்டுறல் அடைந் துள்ளன. (100) மற்றும் (110) தளங்களின் மீதான படிக இரட்டைகள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதில்லை.

கிப்சைட் வெள்ளை, சாம்பல், பசுமை அல்லது சிவந்த வெண்மை நிறங்களிலும், தூய்மையற்ற நிலையில் சிவந்த மஞ்சள் நிறங்களிலும் இருக்கும். இதன் கடினத்தன்மை 2.5-3.5 வரை இருக்கும். ஒப்படர்த்தி —2.40: இதில் (001) முகத்திற்கு இணையான கனிமப்பிளவு தெளிவாகத் தெரியும். இது ஒடியாதது; வளையாதது. இதில் களிமண் மணம் வரும். கிப்சைட் கந்தக அமிலத்தில் கரை வதில்லை. ஆனால் சூடான சோடியம் ஹைட்ராக் சைடில் கரையும். இக்கரைசலைக் குளிர்வித்தால் கிப்சைட் மீண்டும் படிகங்களாகத் தோன்றும். இதன் கனிமப் பிளவின் பக்கங்களில் முத்து-மிளிர்வும், ஏனைய பக்கங்களில் பளிங்கு-மிளிர்வும் காணலாம். ஒளிபுகுந்தன்மை உடையது: சில ஒளி கசியுந்தன்மை யுடையவை. அபிரகங்களைப் போல் கிப்சைட்டில், (100), முகங்களுக்குச் செங்குத்தான கோடுகளை யுடைய குத்துப்படங்களும், (001) முகத்தில் அழுத்தப்படங்களும் உண்டாகின்றன.

கிப்சைட்டிலுள்ள நீரின் அளவு வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. இதனால் இதன் ஒளியியல் தன்மைகள் வேறுபடுகின்றன. கிப்சைட்டில் இரண்டு ஒளி அச்சுகள் உள்ளன. இது நேர் (+) ஒளிக் குறியை உடையது. ஒளி அச்சுகளுக்கிடையேயுள்ள (2v) கோணம் 20° வரை இருக்கும். வெப்பம் அதிகரித்தால் இக்கோணத்தின் அளவு குறைகிறது. 26.5°C வெப்பத்தில் இக்கோணம் 0° ஆக இருக்கும். கிப்சைட்டின் ஒளி அச்சுத்தளம் (010) பக்கத்திற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். ஆனால் இதன் வெப்ப நிலை 27°C க்கு மிகும்போது இத்தளம் (010) பக்கத்

திற்கு இணையாக அமைகிறது. இதில் X- அதிர்வுத் திசை வல-இட (b) படிக அச்சுக்கு இணையாகவும், (x = b) y- அதிர்வுத்திசை, படிகக்குத்து (c) அச்சுக்கு 69° சாய்ந்தும் (Y∧C = 69°), Z- அதிர்வுத் திசை படிகக் குத்து (C) அச்சுக்கு 21°) சாய்வாகவும் (Z∧C = 21°) காணப்படும். $56\frac{1}{2}$°C க்கு அதிகமான வெப்ப நிலையிலிருந்தால் Y- அதிர்வுத்திசை வல இட (b)- அச்சுக்கு இணையாகவும், (Y = b) Z அதிர்வுத்திசை குத்து (C) அச்சுக்கு $45\frac{1}{3}$° சாய்வாகவும் அமை கின்றன. கிப்சைட் இழைகளாக உள்ளபோது, அதன் நீளக்குறி நேராகவோ (+), எதிராகவோ (—) இருக்கும். கிப்சைட்டின் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\alpha = 1.562$; $\beta = 1.568$; $\gamma = 1.587$ ஆகும்.

அலுமினியக் கனிமங்கள் மாற்றமடைவதால் கிப்சைட் உண்டாகிறது. பாக்சைட் மற்றும் லேட்டரைட் எனும் செம்பூராங்கல் படிவுகளில் இது காணப்படுகிறது. ஃபெல்ஸ்பார் மற்றும் குருந்தம் மாற்றமடைவதாலும் கிப்சைட் உண்டாகிறது. அனற்பாறைகளின் குறைந்த வெப்பத்திலுண்டான நீர்வெப்பக் கனிமப் படிவுகளில் நரம்புகளைப் போன்றும், புழைகளிலும் கிப்சைட் கிடைக்கிறது.

கிப்சைட் அமெரிக்காவிலுள்ள கலிஃபோர்னியா, அர்கன்சாஸ், பெனிசில்வேனியா, நியூயார்க் ஆகிய இடங்களிலும், பிரேசில், நார்வே, பிரான்ஸ், இத்தாலி, ஜெர்மனி, ஹங்கேரி, சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசு, மடகாஸ்கர், டாஸ்மேனியா முதலான நாடுகளிலும், இந்தியாவில் தமிழ்நாட்டிலுள்ள கொடைக்கானல், பெல்ஹாம் மாவட்டத்திலுள்ள தளவாடி, சதாரா மாவட்டத்திலுள்ள பெஹ்ளலி ஆகிய இடங்களிலிருக்கும் பாக்சைட், செம்பூராங்கல் (லேட்டரைட்) படிவுகளிலும் கிடைக்கிறது.

இக்கனிமம் கலோனல் ஜார்ஜ் கிப்ஸ் (1977-1834) என்பாரின் பெயரால் கிப்சைட் என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. இவர் வைத்திருந்த கிப்சைட் கனிமங்களை 19 ஆம் நூற்றாண்டில் யேல் கல்லூரி வாங்கிக் கொண்டது. கிப்சைட்டிற்கு ஹைட்ரார்ஜிலைட் என்னும் பெயரும் வழங்கப்பட்டிருந்தது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. A.N. Winchell and H. Winchell, *Elements of Optical Mineralogy*, Part II, Wiley Eastern Private Ltd, New Delhi, 1968.

கிப்பன்

இவ்விலங்கு மனிதக்குரங்கின வகையைச் சார்ந்த பாலூட்டியாகும். கொரில்லா, சிம்பன்ஸி, உராங் உட்டான் போலல்லாமல், கிப்பன் (gibbon) உருவத்தில் சிறிய வாலில்லாக் குரங்கு ஆகும். கிப்பன்களில் கறுப்புக் கை கிப்பன் வெள்ளைக்கை கிப்பன் என இரு வகையுண்டு.

வாழிடம். இந்தியாவில் அஸ்ஸாம் காடுகளிலும், தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளாகிய பர்மா, தாய்லாந்து, மலேசியா, சுமத்ரா, போர்னியா போன்ற நாடுகளின் காட்டுப் பகுதிகளிலும் கிப்பன்கள் வாழ்கின்றன.

சிம்பன்ஸி, கொரில்லா, உராங் உட்டான் போன்ற மனிதக் குரங்குகளிலிருந்து அமைப்பில் கிப்பன்கள் சற்று வேறுபட்டுத் தோன்றுகின்றன. கிப்பன்களின் இரண்டு கைகளும் கால்களைவிட மிக நீளமானவை. பிற மனிதக் குரங்குகள் போல் அல்லாமல் பிட்டப் பகுதிகளில் சற்றுக் குறைவான தோல் காய்ப்புகள் காணப்படும்.

புற அமைப்பும் இயக்கமும். கிப்பன்கள் மிகுதியாக மரங்களிலேயே வாழும் வாழ்க்கையை அமைத்துக் கொண்டுள்ளன. அதன் பயனாக ஒரு கிளையிலிருந்து பிறிதொரு கிளைக்குத் தாவிச் செல்வதற்கு அல்லது மரம் விட்டு மரம் தாவிச் செல்வதற்கு ஏற்றவாறு அதன் கைகளும், கை விரல்களும் அமைந்துள்ளன. தன்னை நோக்கி யாரேனும் வருவதைக் கிப்பன் கண்டால் உடனே சரசரவென்று மரத்தின் நுனி கிளைக்கு ஏறிச் சென்று அங்குள்ள கிளையைப் பிடித்துக் கொண்டு ஊசலாடும். இவ்வாறு சில நொடிகள் ஆடி, தொலைவில் உள்ள மற்றொரு கிளையை நோக்கித் தாவும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு கிளையாகத் தாவித் தாவிப் பார்வையிலிருந்து மறைந்துவிடும். மரக்கிளைகளின் உச்சியில் இவ்விதம் கிளைக்குக் கிளை இக்குரங்குகள் கூட்டம் கூட்டமாய்த் தாவிச் செல்லும். கிப்பனின் பாதங்கள் அகலமானவை; கால் கட்டை விரல்கள் மிக நீளமானவை. மரக்கிளைகளை உறுதியாகப் பற்றிக் கொள்ள இவை பெரிதும் உதவுகின்றன.

கிப்பனின் கைகள் மிகவும் நீளமானவை. தரையில் நடப்பதற்குத் தடை இல்லாமல் இருக்க ஆங்கில எழுத்தான ‘T’ போல இரு கைகளையும் தூக்கி நேராக நீட்டிக் கொண்டோ கைகளைச் சேர்த்துப் பிடரியில் வைத்துக் கொண்டோதான் நடக்கும். கிப்பன் நிமிர்ந்து நின்று கையைத் தொங்கவிட்டால் இதன் கைகள் தரையைத் தொடும். இரண்டு கைகளையும் ‘T’ போல நீட்டி நுனியிலிருந்து அளந்தால் கையின் மொத்த நீளம் அதனுடைய உடலின் உயரத்தை விட இரண்டு மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். கிப்பனின் கையில் உள்ள கட்டை விரல்கள் சிறியவை. மரங்களில் ஏறுவதற்கும், மரத்திற்கு மரம் கிளைகளைப் பற்றித் தாவுவதற்கும் கைகளின் அமைப்புப் பயன்படுகிறது.

வாழ்க்கை. கிப்பன்கள் கூட்டம் கூட்டமாகவே வாழ்கின்றன. ஒரு கூட்டத்தில் ஓர் ஆண் தன்

பெண் துணையோடு வாழ்கிறது. அவற்றின் குட்டியும் முதலில் சேர்ந்து வாழும். வளர்ந்த குட்டிகளை அவை புறக்கணித்து விடுகின்றன. இக்குட்டிகள் தங்கள் பெற்றோர்களின் பாதுகாப்பில் சில காலம் தங்கியிருக்கும். வளர்ந்த பின் தமக்கென இணையைத் தேடிக் குடும்பத்தையும், தமக்குரிய எல்லையையும் அமைத்துக் கொள்கின்றன. ஆண்-பெண்ணின் கலவி மழைக் காலத்திற்கு முன் நடைபெறுவதுண்டு. குளிர்காலமான டிசம்பர் முதல் மார்ச்சு மாதங்களில் குட்டிகள் பிறக்கும். கலவி நடந்து ஏழு மாதங்களுக்குப் பின் பெண் கிப்பன் ஒரே ஒரு குட்டியை ஈன்றெடுக்கிறது.

உணவு. கிப்பன் பகலில் வெளிவந்து இரவில் மரக்கிளைகளுக்கிடையே வாழும் விலங்காகும். இவ் விலங்குகள் செடிகளின் தண்டு, பூ, பழவகை போன்ற காய்கனிகளை விரும்பி உணவாகக் கொண்டாலும் சில நேரங்களில் பறவைகளையும், அவற்றின் முட்டைகளையும், பூச்சியினங்களையும் உண்ணும் பழக்கமுடையவை. கிப்பன்கள் அனைத்துண்ணி விலங்குகளாகும்.

இரத்தப் பிரிவு. இரத்த வகைப்பாடுகளின் வழி மனிதர்களை A, B, AB, O என்னும் நான்கு வகைகளில் ஏதாவது ஒன்றைச் சார்ந்தவர்களாகப் பிரிக்க இயலும். ஆனால் கிப்பனில் O வைத் தவிர மீதமுள்ள A, B, AB என்னும் மூன்று வகை இரத்தப் பிரிவுகளே உண்டு. O வகைக் கிப்பன்கள் இல்லை. படிமலர்ச்சியில் மனிதக் குரங்குகளுக்கும் மனிதர்களுக்கும் உள்ள உறவு முறையை அறுதியிட்டுக் கூற வேண்டுமாயின் உயிரியல் - வேதியியற் சான்றின் அடிப்படைக்கு இரத்தப்பிரிவு மிகத் தேவையாகும்.

கிப்பன்களின் எண்ணிக்கை அண்மைக்காலத்தில் குறைந்து கொண்டே வருவதால் மறைந்து வரும் வனவிலங்குகளின் பட்டியலில் சேர்க்கப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்பட்ட விலங்கினமாக அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. சில காலத்திற்கு முன்பு பலரால் பழக்கப்பட்ட இது வீட்டில் வளர்க்கும் நாய், கிளி போன்று செல்ல விலங்காகக் கருதப்பட்டு வந்தது. மனிதர்களுக்கு நெருங்கிய உறவுள்ள விலங்கினமாக இருப்பதால் மருத்துவ உலகில் மனிதர்களுக்காகத் தயாரிக்கப்பட்ட மருந்துகளை இவ்விலங்குகளில் ஆய்வு செய்வதுண்டு. கிப்பன்கள் 'கிரீச்' என்று கொடூரமாக ஒலி எழுப்பும். கிழக்கு வங்காளத்திலும், அஸ்ஸாமிலும் உள்ள காடுகளில் ஊளையிடும் கிப்பன்கள் உள்ளன. இவற்றுக்குத் தொண்டையில் தோலினால் ஆன பெரிய பை உள்ளது. இப்பையில் காற்றை நிரப்பிக் கொண்டு உரக்க ஊளையிடும்.

- கு. சந்தானக்குமார்

நூலோதி. William N. McFarland, F. Harvey Pough, Tom J. Cade, John B. Heiser, *Vertbrate Life*, Macmillan Publishing Co. Inc, New York, 1979.

கிப்ஸ் சமன்பாடு

இச்சமன்பாடு J.W. கிப்ஸ் என்பார் பெயரால் வழங்கப்படுகிறது. ஒரு நீர்மத்தின் ஆவியழுத்தத்துக்கும், அதன் மீது செலுத்தப்படும் வெளி நீர்நிலையியல் அழுத்தத்துக்குமிடைப்பட்ட தொடர்பை இச்சமன்பாடு வெளிப்படுத்துகிறது. ஒரு நீர்மத்தின் மோலர் பருமன் $\overline{V_l}$ என்று கொள்ளலாம். அதன் மீது வெளியிலிருந்து தரப்படும் நீர்நிலையியல் அழுத்தம் P_e எனவும், அப்போது அந்நீர்மத்தின் ஆவியழுத்தம் P எனவும், அதற்குக் காரணமான ஆவியின் மோலர் பருமன் $\overline{V_g}$ எனவும் கொண்டால், மாறா வெப்பநிலையில் ஒரு சமநிலை உருவாகும் போது,

$$dG_{\text{ஆவி}} = dG_{\text{நீர்மம்}} \qquad (1)$$

எனக் குறிப்பிடலாம். இங்கு dG என்பது கிப்ஸ் சார்பு அல்லது கட்டறு ஆற்றலின் மாற்றத்தைக் குறிக்கும் ஒரு வித வகைக்கெழுவாகும். இதனை.

$$\overline{V_g}\, dP = V_l\, dP_e \qquad (2)$$

எனவும் எழுதலாம். எனவே,

$$\frac{dP}{dP_e} = \frac{\overline{V_l}}{\overline{V_g}} \qquad (3)$$

என்றாகிறது.

இது கட்டறு ஆற்றல் (free energy) அழுத்தத்தைக் கொண்டு மாறும் விதத்தைப் பொறுத்துள்ளது. கட்டறு ஆற்றலின் அடிப்படைச் சமன்பாடு,

$$G = H\text{-}TS = E + PV - TS$$

ஆகும். இங்கு H- என்பது வெப்ப உள்ளுறை; S- இயல்பாற்றல்; E – அக ஆற்றல்; P – அழுத்தம்; V - பருமன்; T - வெப்பநிலை ஆகும்.

இச்சமன்பாட்டை வகைக்கெழுப்படுத்தும் போது,

$$dG = dE + PdV + VdP - TdS - SdT$$

எனக் கிடைக்கும்.

இங்கு $dE = TdS - PdV$ ஆதலால்

$$dG = VdP - SdT$$

எனலாம். அதாவது மாறா வெப்பநிலையில்

$$\left(\frac{\partial G}{dP}\right)_T = V$$

என வரையறுக்கலாம்.

இதுவே சமன்பாடு (2) இல் பயன்படுத்தப் பட்டது. சமன்பாடு (3) கிப்ஸ் சமன்பாடு எனச் சில வேளையில் குறிக்கப்படும். இவ்வாய்வில் எடுத்துக் கொண்ட ஆவி ஒரு புனைவியல் வளிமம் (ideal gas). எனக் கொண்டால்,

$$\frac{RT}{dPe} = dl_nP = \overline{V_l}$$

எனக் கிப்ஸ் சமன்பாடு மாறுகிறது.

நீர்மத்தின் மோலர் பருமன், அழுத்தத்தைப் பொறுத்து அவ்வளவு மிகுதியான மாறுதல் அடைவதில்லையாதலால், இச்சமன்பாட்டைத் தொகைப்படுத்துவது இயலும். எனவே V_l மாறிலியாக இருக்கும் போது,

$$l_n \frac{P_1}{P_2} = \frac{\overline{V_l}\,(Pe_1 - Pe_2)}{RT} \qquad (4)$$

எனப் பெறலாம்.

கொள்கையளவில், ஒரு நீர்மத்தின் ஆவியழுத்தத்தை வெளியிலிருந்து தரப்பட்ட நீர்நிலையியல் அழுத்தத்தில் இரண்டு விதங்களில் மட்டுமே பெற வியலும். ஒரு வினையுறா வளிமத்தின் முன்னிலையில் பெறலாம். அல்லது ஆவியை மட்டுமே ஊடுருவிச் செல்லவிடும் ஒரு சிறந்த சவ்வினைப் பயன் படுத்தலாம்.

ஆனால் செயலளவில் முயலும்போது, வினையுறா வளிமமாகப் பயன்படும் வளிமம் நீர்மத்தில் கரைந்து விடலாம். அப்போது கிப்ஸ் சமன்பாட்டைப் பயன் படுத்துவது ஐயத்திற்குரியது. இரண்டாவதாகக் கூறிய முறையே சவ்வூடு பரவல் அழுத்த அளவீட்டில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

சமன்பாடு (4) ஐப் பயன்படுத்தி, பாதரசத்தில் ஆவியழுத்தத்தை 100°C வெப்பநிலையிலும், 1000 வ.ம. அழுத்தத்திலும் அளவிடுவதாகக் கொள்ளலாம். பாதரசத்தின் அடர்த்தியை 13.352 கி. செ. மீ $^{-3}$ எனக் கொள்ளலாம். எனவே

$$\overline{V_l} = \frac{M}{\rho} = \frac{200.61}{13.352} = 15.025 \text{ செ.மீ}^3$$

M - மூலக்கூறு நிறை; ρ – அடர்த்தி

$$\text{இனி, } l_n \frac{P_1}{P_2} = \frac{15.025\,(1000-1)}{82.05 \times 373.2} = 0.4902$$

$$\text{அதாவது } \frac{P_1}{P_2} = 1.633$$

ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் பாதரசத்தின் ஆவியழுத்தம் 0.273 மி.மீ எனக் கொண்டால், (அதாவது P_o = 0.273மி.மீ.) 1000 வ.ம. அழுத்தத்தில் பாதரசத்தின் ஆவியழுத்தம் 0.455 மி.மீ அளவுக்கு உயருகிறது.

- எஸ். விவேகானந்தன்

நூலோதி. W.J. Moore, *Physical Chemistry*, Orient Longmans, New Delhi, 1962; G.H. Barronr *Physical Chemistry*. McGraw - Hill Book Company, New York, 1961.

கிப்ஸ் சார்பெண்

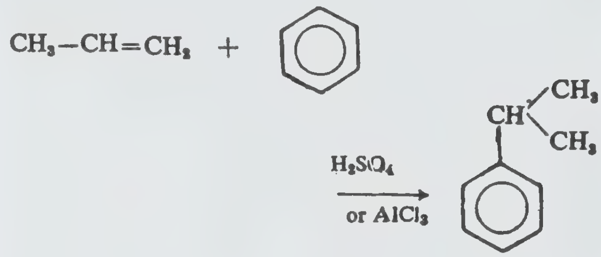
உள்ளிட ஆற்றல் E, அழுத்தம் P, பருமம் V, இயல் பாற்றல் (entropy) S, தனி வெப்பநிலை T ஆகியவற்றுக்கிடையில் G = E + PV - TS என்னும் உறவு அமையும்போது G கிப்ஸ் சார்பெண் (Gibbs function) எனப்படுகிறது. இது கிப்ஸ் தனி ஆற்றல், வெப்ப உள்ளடக்கம் (enthalpy) ஆகிய பெயர்களாலும் கூறப்படும். மாறாத வெப்பநிலையிலும் அழுத்தத்திலும் பேணப்படுகிற அமைப்புகளைப் பகுப்பாய்வு செய்வதில் கிப்ஸ் சார்பெண் பெரும் பயனுள்ளது. இத்தகைய சூழ்நிலைகளில் ஓர் அமைப்பின் கிப்ஸ் சார்பெண்ணில் ஏற்படுகிற ΔG என்னும் மாற்றம் அந்த அமைப்பிலிருந்து பெறக்கூடிய பெரும வேலையின் அளவு ஆகும். இதில் சுற்றுச் சூழலை இடம் பெயர்க்கத் தேவையான பணி சேர்க்கப்படவில்லை.

காட்டாக ஒரு கால்வனிக் மின்கலத்திலிருந்து வெளிப்படுத்தக்கூடிய பெரும மின் வேலை அளவை ΔG மூலம் கணக்கிடலாம். மாறாத வெப்பநிலையிலும், அழுத்தத்திலும் ஓர் அமைப்புக்,சுற்றுச் சூழலை இடம் பெயர்க்கிற வேலையை மட்டுமே செய்வதாக இருந்தால் G அதன் சிறும மதிப்பை எட்டுவது சம நிலையைக் குறிப்பிடும் பண்பு நிலையாக அமையும். வேதி வினைகள் பல வேளைகளில் மாறாத அழுத்தத்திலும் வெப்பநிலையிலும் நடைபெறுவதால், கட்டச் சமநிலை, வினைச் சமநிலை ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுவதற்கு வேதிப் பொறியியல் துறை கிப்ஸ் சார்பெண்ணை விரிவான அளவில் பயன்படுத்துகிறது.

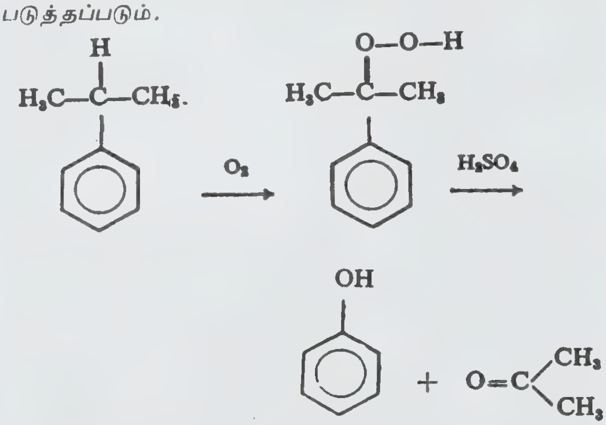
-கே. என். ராமச்சந்திரன்

கியுமின்

இது ஐசோபுரோப்பைல் பென்சீன் ஆகும். பென்சீனை ஃப்ரீடல்-கிராப்ட் அல்கேலேற்றதிற்குட்படுத்தி, கியுமின் தயாரிக்கப்படுகிறது. பென்சீனுடன் ஐசோபுரோப்பைல் குளோரைடை நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடு முன்னிலையில் வினைப்படுத்தினாலோ பென்சீனைப் புரொபிலீனுடன் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் வினைப்படுத்தினாலோ கியுமின் கிடைக்கும்.



இது 152°C கொதிநிலை கொண்ட நீர்மம்; தயாரிக்கப்படும் கியுமின் யாவுமே ஃபீனாலின் தொழிலகத் தயாரிப்புக்கு மூலப்பொருளாக ஈடுபடுத்தப்படும்.



இவ் வினையில் ஹைட்ரோபெராக்சைடு, புரோட்டான் ஏற்றம், பின்பு நீரகற்றம் அடைந்து கியுமின் ஆக்சோனியம் அயனியைத் தருகிறது. பென்சீன் வளையம் இடம் பெயர்ந்து ஃபீனால் உருவாகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

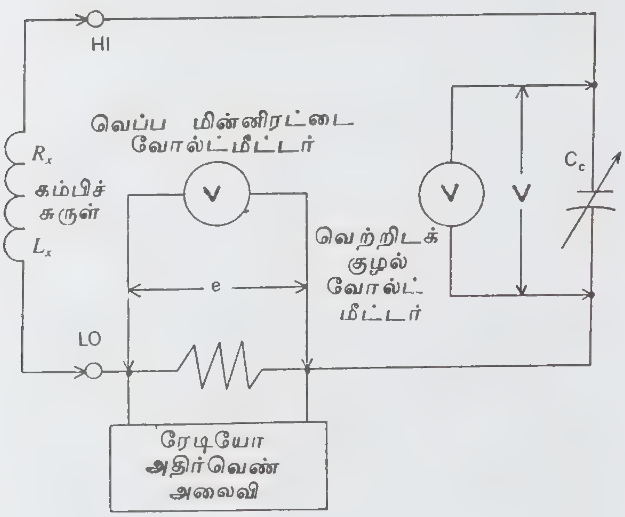
நூலோதி. Andrew Streitwieser and Clayton H. Heathcock, *Introduction to Organic Chemistry*, Third Edition, Macmillan, New York, 1985.

கியூ அளவி

இது ரேடியோ அதிர்வெண்களில் ஒரு மின்சுற்றில் Qவின் மதிப்புகளை அளவிடப் பயன்படுகிற ஒரு

நேரடி அளவு கருவியாகும். (Q = மின்னூட்டம்) தொடக்கத்தில் இது சுருள்களின் Q மதிப்பை அளவிடவே வடிவமைக்கப்பட்டது. ஆனால் தற்போது இக்கருவி பல வகையில் மேம்படுத்தப்பட்டுப் பல வகையான அளவீடுகளை எடுக்கக் கூடிய ஒரு பொது நோக்கக் கருவியாகச் சீரமைக்கப்பட்டுள்ளது. சுருள்களின் மின்தேக்குந் திறன், விளைவுறு மின்தூண்டல் (effective inductance), தன்னொத்தஅதிர்வெண் (self-resonant frequency), மின் தேக்கிகளின் மின் தேக்குந் திறன், Q காரணி அல்லது திறன் காரணி (power factor), தன்னொத்தஅதிர்வெண் மின்தடைகளின் விளைவுறு மின்தடை, மின் தூண்டல் அல்லது மின் தேக்குந் திறன், மின்தடைகளின் Q - மதிப்பு, இடைநிலை அதிர்வெண் மின்மாற்றிகள், ரேடியோ அதிர்வெண் மின்மாற்றிகள் ஆகியவற்றின் தன்னியல்புகள், மின்காப்புப் பொருள்களின் மின்கடவா மாறிலி, ஆற்றல் இழப்புக் காரணி, திறன் காரணி போன்ற பல அளவீடுகளை எடுக்க, கியூ அளவி (Q meter) பயன்படுகிறது.

ஒரு கியூ அளவியின் அளவீட்டுச் சுற்றின் எளிமைப் படுத்தப்பட்ட வடிவம் படம் 1இல் காட்டப்படுள்ளது. கண்டுபிடிக்கப்படவேண்டிய சுருள் HI, LO, என்னும் முனைகளில் சுற்றுடன் இணைக்கப்படுகிறது. Cc



படம் 1. கியூ அளவியின் மின்சுற்று வரைபடம்

என்னும் அளவு குறிப்புச் செய்யப்பட்ட மின்தேக்கியை இசைவிப்பதன் மூலம் கம்பிச் சுருள் ஒத்ததிர்வு நிலைக்குக் கொண்டு வரப்படும். ஒரு ரேடியோ அதிர்வெண் அலைவியின் உதவியால் கட்டுப்பாடான வகையில் ஒரு தெரிந்த மதிப்புள்ள உள்ளிடு மின்னழுத்தம் e சுற்றுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. ஒரு வெற்றிடக் குழல் மின்னழுத்த அளவி (vacuum tube voltmeter) அளவு குறித்த மின்தேக்கியின் முனைகளுக்கிடையிலான மின்னழுத்தத்தை (V) அளவிடுகிறது. மின்சுற்று ஒத்ததிர்வு நிலைக்கு இசைவிக்கப் படும்போது

$$\omega L_x = 1/\omega C_c$$

$$\frac{V}{e} = \frac{(R_x^2 + \omega L_x^2)^{1/2}}{[R_x^2 + (\omega L_x - 1/\omega C_c)^2]^{1/2}}$$

$$= (1 + \omega^2 L_x^2/R_x^2)^{1/2}$$

இதில் R_x என்பது கம்பிச் சுருளின் தடை. $Q = \omega L/R$ ஆதலால்,

$$\frac{V}{e} = (1 + Q^2)^{1/2}$$

Q மிகப்பெரியதாக இருக்கும்போது $Q = \frac{V}{e}$ என வைத்துக் கொள்ளலாம். இது கியூ அளவியின் அடிப்படைச் சமன்பாடு ஆகும்.

வெப்ப மின்னிரட்டை வோல்ட் மீட்டரையும், வெற்றிடக் குழல் வோல்ட் மீட்டரையும், அவற்றின் அளவீடுகளின் பெருக்குத் தொகை நேரடியாகக் கம்பிச் சுருளின் Q மதிப்புக்குச் சமமாக அமையும் வகையில் அளவு குறித்து வைக்கலாம்.

தகுந்த மின்சுற்றுக் கூறுகளைக் கம்பிச் சுருளுடன் தொடராகவோ, மின்தேக்கியுடன் இணையாகவோ இணைத்து மின்சுற்றின் Q மதிப்பில் ஏற்படுகிற விளைவை அளவிடுவதன் மூலம் மேற்காணும் பலவகை அளவீடுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். அளவிடப்பட்ட Q மதிப்புகளிலிருந்து தேவைப்படும் அளவீட்டைக் கண்டுபிடிக்க மேலே தரப்பட்டுள்ள சமன்பாடுகளின் அடிப்படையில் அமைந்த எளிய கணக்கீடுகள் போதுமானவை.

-கே. என். ராமச்சந்திரன்

கியூரி

பிரான்ஸ் நாட்டில் மிகவும் அறியப்பட்ட அறிவியலறிஞர்களைக் கொண்ட ஒரு குடும்பம் கியூரியின் குடும்பமாகும்.

மேரி ஸ்கோலேடோவ்ஸ்கா கியூரி (1867 - 1934). மேரி கியூரி என்று மக்களால் விரும்பி அழைக்கப்பட்ட இவ்வம்மையார் போலந்து நாட்டிலுள்ள வார்சவ் நகரில் 1887 ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்கள் 7 ஆம் நாள் பிறந்தார். தம் இளமைக்காலக் கல்வியைத்

தந்தையிடம் பெற்றார். பின்னர், வார்சவ் நகரிலிருந்த ஒரு பள்ளியில் பல ஆண்டுகள் ஆசிரியையாகப் பணியாற்றினார். 1891 இல் இவர் பாரிஸ் நகருக்குச் சென்று இயற்பியல் பாடத்தைப் பயின்று 1893 இல் பட்டம் பெற்றார். ஈராண்டுகளுக்குப் பிறகு, பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த வேதியியலாளரான பியாரி கியூரியை மணந்து கொண்டார். ஏ.ஹெச். பெக்குரல் என்ற இயற்பியலாளர் ஆராய்ந்து கொண்டிருந்த யுரேனியத்தின் கதிரியக்கத்தைக் கியூரி அம்மையார் ஆராயத் தொடங்கினார். 1898 இல் பிட்ச் பிளன்ட் என்ற தாதுவிலிருந்து பொலோனியம், ரேடியம் ஆகிய தனிமங்களைப் பிரித்தெடுத்தார். இவ்வாராய்ச்சியில் அவர் கணவரும் உதவினார். ஆனால் தூய ரேடியத்தைப் பெற, அவர்கள் அடுத்துள்ள நான்கு ஆண்டுக் காலமாகத் தீவிரமாக ஆராய்ச்சி செய்ய வேண்டியிருந்தது. ஆய்வைத் தொடர்வதற்கான நிதி வசதியும் அவர்களுக்குக் குறைவாகவே இருந்தது. எனவே கியூரி அம்மையார் இயற்பியல் ஆசிரியராக ஒரு பள்ளியில் பணியாற்றினார்.

1903 இல் இயற்பியல் துறைக்கான நோபல் பரிசு ஹென்ரி பெக்குரலுடன் கியூரி தம்பதிகளுக்கும் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டது. எவ்விதமான பதிவுரிமையும் இன்றி, கியூரி தம்பதியினர் ரேடியம் தயாரிப்பதற்கான தொழில் நுட்ப முறைகளை உலகிற்கு அளித்தனர். 1903 இல் சார்போன் நகரில் கியூரியின் கணவர் பணியாற்றிய இயற்பியல்துறை சார்ந்த ஆய்வுக்கூடத்தின் தலைமையாளராகக் கியூரி பொறுப்பேற்றார். 1906 இல் அவர் கணவர் காலமான பின் அத்துறையிலேயே பேராசிரியராகப் பொறுப்பேற்றார். ரேடியம் மற்றும் அதன் சேர்மங்களில் கியூரியின் ஆய்வைப் பாராட்டி மீண்டும் ஒரு முறை நோபல் பரிசுக் குழுவினர் வேதியியல் துறைக்கான பரிசை 1911 இல் வழங்கினர். 1914 ஆம் ஆண்டில் பாரிஸில் அமைந்திருந்த புதிய ரேடிய கழகத்துக் கதிரியக்க ஆய்வுக் கூடத்தின்

மேரி கியூரி

பியாரி கியூரி

ஐரின் கியூரி

பொறுப்பாளராக நியமிக்கப்பட்டார். இங்குப் பணியாற்றும் போது இவர் புதல்வியான ஐரினும் அவருடன் சேர்ந்து ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டார். ஐரின், கியூரியிடம் உதவியாளராகப் பணியாற்றிய ஜோலியட் என்பாரை மணந்து கொண்டார். முதலாம் உலகப் போரின்போது மருத்துவமனைகளில் ரேடியம் கதிர் வீச்சு முறையினைப் பயன்படுத்தி நோயகற்றும் முறையை ஏற்படுத்தினார். 1921 இல் அமெரிக்க ஒன்றிய நாட்டிற்குப் பயணம் சென்றார். 1929ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்க ஒன்றியத் தலைவர் ஹெர்பர்ட் ஹோவர், மேரி கியூரி அம்மையாருக்கு 50,000 டாலர் காசோலையைப் பரிசளித்தார். ஆனால் இதை அவர் வார்சவ் நகரில் அமைந்திருந்த ஓர் ஆய்வுக்கூடத்திற்கு ஒரு கிராம் ரேடியம் வாங்குவதற்காக வழங்கிவிட்டார். 1910 ஆம் ஆண்டில் அவர் *traite de radioactivite* என்ற ஆய்வுத் தாளையும் ரேடியம் ஆராய்ச்சித் தொடர்புடைய பல ஆய்வுத்தாள்களையும் வெளியிட்டார். கியூரி அம்மையார் 1934ஆம் ஆண்டு ஜூலை 4 ஆம் நாள் ஹாட் - சவோய் என்னுமிடத்தில் இயற்கை எய்தினார்.

பியாரி கியூரி (1859 – 1906). பிரான்ஸ் நாட்டைச் சேர்ந்த இயற்பியல் வல்லுநரான பியாரி கியூரி 1859 ஆம் ஆண்டு மேத் திங்கள் 15 ஆம் நாளன்று பிறந்தார். இவர் சார்போன் நகரில் கல்வி கற்றார். பொது இயற்பியல் பேராசிரியராக *ecolede physique et de chimie* ஆய்வகத்தில் 1895 இல்பொறுப்பேற்றார். 1904 இல் சார்போன் நகரில் அமைந்திருந்த கல்லூரியில் பொது இயற்பியல் பேராசிரியராகவும் விளங்கினார். இவர் தம் தொடக்க கால ஆய்வுப், படிகங்களின் காந்தத்தன்மையைப் பற்றியதாக அமைந்தது. இவர் சகோதரரான பால்-ஜீன் கியூரியுடன் சேர்ந்து 1880 ஆம் ஆண்டில் படிகங்களில் படிக மின்னழுத்தங்களைப் பற்றி (piezoelectricity) ஆராய்ந்தார். மின்காந்த ஏற்புத் திறனை (electrical susceptibility) ஒட்டிய இவர் கொள்கை கியூரி விதி என்றும், எந்த உய்ய வெப்ப நிலையில் அயகாந்தத்தன்மை மறைகிறதோ அந்த நிலை கியூரி புள்ளி என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. பியாரி கியூரி 1906 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் பத்தொன்பதாம் நாள் வண்டி ஒன்று மோதியதால் காலமானார்.

கியூரி தம்பதிகளின் மகள் ஈவ் கியூரி இசைத் துறையில் மிகவும் சிறந்து விளங்கினார். பியாரி மேரி கியூரி தம்பதிகளின் புதல்வியான ஐரின் கியூரி 1925 இல் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். அதே ஆண்டில் அவர் ஃபிரடரிக் ஜோலியட் என்ற பொறியாளரைச் சந்தித்தார். இருவரும் சேர்ந்து ஆராய்ச்சியைத் தொடர்ந்து முதன் முதலில் செயற்கைக் கதிரியக்கத்தைக் கண்டறிந்தனர். இதனால் நியூட்ரான் என்ற அணுவின் அடிப்படைத் துகளைக் கண்டுபிடித்தனர். 1935 இல் அவர்கள் இருவருக்கும் புதிய கதிரியக்கத் தனிமங்களைத் தயாரித்ததால்

வேதியியலுக்குரிய நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. அணுக்கருப் பிளவு வினையை அறிந்து கொண்ட பின் அவர்கள் இருவரும் பிரான்ஸ் அணு ஆற்றல் குழுவினால் நிறுவப்பட்ட அணுக்கரு உலைகள் நிறுவும் பணிகளில் மும்முரமாக ஈடுபட்டனர்.

- த. தெய்வீகன்

கியூரியம்

இது ஆக்ட்டினைடு வரிசையில் அணு எண் 96 கொண்ட ஒரு வேதித் தனிமம் ஆகும். ரேடானின் எலெக்ட்ரான் அமைப்புக்கு வெளியே $5f^7\ 6d\ 7s^2$ என்னும் எலெக்ட்ரான் அமைப்புக் கொண்டது இத் தனிமம். இதன் குறியீடு Cm.

கியூரியம் புவியின் பரப்பில் காணப்படுவதில்லை. 1944 ஆம் ஆண்டு சீபோர்க், ஜேம்ஸ், ஆல்பர்ட் கியார்சோ ஆகியோர் செயற்கை முறையில் இத் தனிமத்தைத் தயாரித்தனர். இவர்களின் தயாரிப்பு Cm^{242} என்னும் ஐசோடோப்பாகும். 32 மிலியன் எலெக்ட்ரான் வோல்ட் ஆற்றல் படைத்த α- துகள்களைக் கொண்டு Pu^{239} என்னும் அணுக்கருவைத் தாக்கினால் கியூரியம் விளைகிறது.

$$^{239}_{94}Pu + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{242}_{96}Cm + {}^{1}_{0}n$$

1947 இல் குறிப்பிடத்தக்க அளவு கியூரியத்தைத் தயாரிக்கும் வழிமுறையைப் பெர்னர், பெர்ல்மன் என்போர் கண்டறிந்தனர்.

$$^{241}_{95}Am + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{242}_{95}Am \xrightarrow{+\beta} {}^{242}_{96}Cm$$

கியூரியத்தின் மலினம் மிகுந்த ஐசோடோப்புகளின் பொருண்மை எண்கள், 244, 247, 248 ஆகும். மொத்த ஐசோடோப்புகளின் எண்ணிக்கை 13 ஆகும். Cm^{244} எனும் ஐசோடோப் ஒரு வெப்ப மின்திறன் ஆக்கியாகும். இவ்வணுவின் சிதைவிலிருந்து வெளியாகும் வெப்பத்தை மின்திறனாக மாற்றலாம். கியூரியம் ட்ரைஃபுளூரைடைப் பேரியம் ஆவியால் 1350°C இல் ஒடுக்கினால் உலோக கியூரியம் கிடைக்கும். வெள்ளியை ஒத்த பளபளப்புக் கொண்டது; காற்றுப்படும்படி வைத்திருந்தால் பளபளப்புக் குன்றுகிறது. கியூரியத்தின் அடர்த்தி எண் 13.5; லாந்தனத்தைப் போன்றே இரட்டை அறுகோணப்படிக வடிவு கொண்டது கியூரியம். மிக உயர் வெப்பநிலைகளில் பக்க மையங் கொண்ட கனசதுரமாகிறது. உருகுநிலை 1340°C. கனிம அமிலங்களில் எளிதில் கரைந்து 3 ஆக்சிஜனேற்ற எண்கொண்ட அயனியைத் தருகிறது.

$$Cm + 3H^+ \rightarrow Cm^{3+} + 3/2\ H_2$$
$$\triangle H = -\ 142\ \text{கி.கலோரிகள்}$$

பல திண்மநிலைக் கியூரியம் சேர்மங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. CmF_4, CmF_3, $CmCl_3$, $CmBr_3$, CmI_3, Cm_2O_3, CmO_2 ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. கியூரியம் ட்ரைகுளோரைடைத் தயாரிப்பதற்கு டைகியூரியம் ட்ரைஆக்சைடை HCl வளிமத்துடன் 500°C -க்குச் சூடுபடுத்த வேண்டும். அதேபோன்று வளிமநிலை HBr ஐயும் HI ஐயும் பயன்படுத்தி $CmBr_3$, CmI_3 ஆகியவற்றைப் பெறலாம். Cm^{3+} அயனிக்கரைசலுடன் HF உம் சேர்த்து CmF_3 உருவாக்கப்படுகிறது. இதை ஃபுளூரினுடன் வினைப்படுத்தி CmF_4 உருவாக்கப்படுகிறது. கியூரியம் (III) ஆக்சலேட்டை ஆக்சிஜனுடனும் ஓசோனுடனும் 300°C-க்குச் சூடுபடுத்தி Cm_2O_3 தயாரிக்கப்படுகிறது. CmO_2ஐ 600° C.க்கு வெற்றிடத்தில் சூடுபடுத்தினாலும் Cm_2O_3 கிடைக்கும். நீரியக் கரைசலில் Cm^{4+} நிலையற்றது. எனினும், இவ்வாக்சிஜனேற்ற எண் ஃபுளூரைடு அணைவு அயனி வடிவில் நிலைத்தன்மை மிக்கது. CmF_4 ஐ 15 M.CsF கரைசலில் 0°C இல் இட்டால் இவ்வணைவு அயனி உருவாகிறது. இது ஒரு வெளிர்-மஞ்சள் நிறமுள்ள சேர்மமாகும். Cm^{4+} அயனி 4515, 8640 Å என்னும் அலைநீளங்களில் ஒளியை நன்கு உறிஞ்சுகிறது. மாறாக, Cm^{3+} புற ஊதாப் பகுதியில் மட்டுமே (2800 Å) உறிஞ்சவல்லது.

CmF_3 இன் அறை வெப்பநிலை காந்த ஏற்புத் திறன் 7.9 போர் மாக்னடான்களாகும். லாந்தனைடு வரிசையில் கியூரியத்தையொத்த உலோகமான Gd^{3+} அயனிக்கும் இதே காந்த ஏற்புத் திறன்தான் உள்ளது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. எலெக்ட்ரான் நிறநிரல் இயல் g மதிப்பு (1.99) இரு திண்மங்களுக்கும் சமமாகும்.

ஆக்ட்டினைடு வரிசையில் கியூரியம் ஏழாம் தனிமமாகும். இதன் காரணமாகவே லாந்தனைடு வரிசையில் ஏழாம் தனிமம் பண்புகளில் கடோலினியத்தை ஒத்துள்ளது. கதிர்வீச்சுப் பண்பு இல்லாதிருப்பின், கியூரியத்தை லாந்தனைடு தனிமங்களுள் ஒன்றாகக் கருதுவதற்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகும்.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கியூரி-வீயஸ் விதி

காந்த அல்லது மின் ஏற்புத்திறன்களுக்கும், இரும்பியல் காந்தம், எதிர் இரும்பியல் காந்தம் (antiferro

magnet), முனைவாக்கம் பெறாத இரும்பியல் மின், எதிர் இரும்பியல் மின், சில பாரா காந்தங்கள் இவற்றின் தனி வெப்பநிலைக்கும் இடையேயான தொடர்பு கியூரி-வீயஸ் விதி (Curie weiss law) எனப் படும். பொதுவாகக் கியூரி-வீயஸ் விதி பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கப்படுகிறது.

$$\chi = C/(T-\theta)$$

χ என்பது ஏற்புத்திறன், C என்பது ஒவ்வொரு பொருளுக்குரிய கியூரி மாறிலி, T என்பது தனி வெப்ப நிலை மற்றும் θ என்பது கியூரி வெப்பநிலை. எதிர் இரும்பியல் காந்தம், எதிர் இரும்பியல் மின் பொருள்கள் எதிர்க்கியூரி வெப்பநிலையைக் கொண்டு உள்ளன. கியூரி-வீயஸ் விதி, பொருள்களின் மாறு நிலை வெப்பநிலைக்கு மேல் காந்த, மின் பண்பு களைப் பற்றிக் கூறுகிறது. ஆயினும் இப்பண்புகள் முழுமையாக அனைத்துப் பொருள்களுக்கும் பொருந் துவதில்லை. ஏனெனில் சில பொருள்களில் மாறுநிலை வெப்பநிலைக்கு மிக அருகில் இப்பண்புகள் முறிவடை கின்றன. வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வெவ்வேறு C,θ மதிப்புகளில் ஏற்புத்திறன் கியூரி-வீயஸ் விதியின் படி அமைந்துள்ளது.

கியூரி-வீயஸ் நடத்தை அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள அணுக்களின் இடைவினையின் விளைவால் ஏற்படு கிறது. இவ்விடைவினை நிலையான அணுக்காந்த இருமுனைப் புள்ளிகளை ஒரே திசையில் ஏற்படுத்து கிறது. இந்த இடைவினையின் திறனே கியூரி வெப்ப நிலை θ ஐ நிர்ணயிக்கின்றது. காந்த நிலைகளில் அணுக்களுக்கிடையேயான இடைவினை ஹெய்சன் பர்க் பரிமாற்றப் பிணைப்பால் தோற்றுவிக்கப்படு கிறது.

பல பாரா காந்த உப்புகளில் ,குறிப்பாக இரும்புத் தொகுதியில், கியூரி-வீயஸ் நடத்தைக்குப் படிக உருக் குலைவுகளும் இதன் விளைவால் காந்தமாக்கலுக் கான அணுச் சுற்றுப்பாதைக் கோண உந்தத்தில் ஏற் படும் மாற்றமுமே காரணமாகின்றன.

- ஜா. சுதாகர்

கிரவுண்ட், ஜான்

ஹென்ரி, மேரி தம்பதியருக்கு 1620 ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் 24 ஆம் நாள் மூத்த மகனாகப் பிறந்து, 1674, ஏப்ரல் 18 ஆம் நாள் இறந்த ஜான் கிரவுண்ட் முறையான பள்ளிப் படிப்பில்லாதவர். தந்தையின் துணிக்கடையில் பணி யாற்றிய இவர் 1647 ஆம் ஆண்டு மேரி ஸ்கிரோட் என்பாரைத் திருமணம் செய்துகொண்டார். லண்டனி லுள்ள பல பெரிய மனிதர்களின் நட்பு இவருக்குக் கிடைத்தது.

கிரவுண்ட் எழுதிய ஒரே நூல் 1652 ஜனவரியில் வெளியிடப்பட்டதும், இரண்டாம் சார்லசின் வேண்டு கோளுக்கிணங்க, பிரபுக்கள் சபையில் இவர் உறுப்பி னராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். 1666 இல் நேர்ந்த தீ விபத்தில் பேரிழப்பைச் சந்தித்த இவருக்குப் பல சட்ட நடவடிக்கைகளும் மன அமைதியை இழக்கச் செய்தன.

கிரவுண்டின் ''Natural and Political observations mentioned in a following index and made upon the bills of mortality'' (1662) எனும் நூல் புள்ளியிய லுக்கும் மக்கள் தொகையியலுக்கும் அடிப்படையாக அமைந்தது. கணிதத்தை அவர் முறையாகக் கற்காமையால், அவர் நூல்களிலுள்ள கணிப்புகளில் புரியாத பகுதிகள் இல்லை என்றே சொல்லாம். ஒரு நல்ல வணிகருக்குத் தெரிந்த அளவுக்கான கணித அறிவு மட்டுமே இவருக்கிருந்தது. இவர் காலத் தவரான பெட்டி என்பார் கொடுத்த ஊக்கமே, இவர் இந்நூலை மிகச்சிறப்பாக எழுதத் தூண்டியதாகத் தெரிகிறது.

கிரவுண்டின் நூல் மிக முக்கியமான இடத்தைப் பிடித்தது. மக்கள் தொகையையும் வளர்ச்சியையும் கொண்டு செய்திகளை ஆய்ந்து எவ்வகையில் அறிவாற்றலைப் பெருக்கிக் கொள்ள முடியும் என்பதை உலகுக்கு உணர்த்தினார். அதே சமயம் தம்கண்டுபிடிப்பால் இருந்த முரண்பாடுகளைக் கால இடைவெளி, இருப்பிட முறையில் சுட்டிக்காட்டி, சில கொடிய மேக நோயால் இறந்தவர்களின் இறப்புக்கான காரணங்கள் எவ்வாறு பொய்மையாக் கப்பட்டுள்ளன என்பதையும் ஒப்புக் கொண்டுள்ளார். அவர் கொடுத்துள்ள சில பட்டியல்களின் சிறப்பைப் பெரும் புள்ளியியல் மேதைகளும் பாராட்டியுள்ளனர். ஆண்களைவிடப் பெண்கள் நீண்ட நாள் வாழ் வதையும், ஆண் பெண், விகிதம் ஏறக்குறைய சமமாக இருப்பதையும், இறப்பவர்களின் எண்ணிக்கை ஆண்டு தோறும் சீராக இருப்பதையும், குழந்தைகளின் இறப்பு மிகுதியாக இருப்பதையும், நகரத்தைவிடச் சிற்றூர் களில் இறப்பு விஞ்சியிருப்பதையும் பட்டியல்கள் மூலம் விளக்கியுள்ளார்.

மக்கள் தொகையியலில் ஆராயப்பட வேண்டிய பல பண்புகளை இவர் பகுத்தாய்ந்தார். கணக்கு களைக் கொண்டு பல பிரச்சினைகளை விளக்கினார். ஆனால் முக்கியமான சில விவரங்களைக் கொடுக்க வில்லை. சில தீர்வுகளின் முடிவுகளைக் கணிப்பது கடினமாயிருப்பதாகத் தெரிகிறது. இவர் கொடுத்த சில பட்டியல் சரியாக இருக்காதோ என்று அவரே ஐயப்பட்டு, பல மறைமுகமான முறைகளில் அவற் றைச் சரிபார்க்கவும் செய்தார். சாலமன், கர்ப் எனும் மீன் வகைகளின் வளர்ச்சியைப் பற்றி 1663

இல் பிரபுக்கள் சபைக்கு ஒரு கட்டுரையைக் கொடுத்த திலிருந்து விலங்கியல் பெருக்கத்தைப் பற்றிய சிந்த னைக்கும் இவர் சிறப்பிடம் கொடுத்துள்ளமை புலனாகிறது.

- எம். அரவாண்டி

கிரஹாம் விதி

ஒரு வளிமத்தின் விரவல் வேகம் அவ்வளிமத்தின் அடர்த்தி அல்லது மூலக்கூறு எடையின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர்விகிதத்திலிருக்கும். அழுத்தமும், வெப்பநிலையும் மாறாச் சூழ்நிலையில் நல்லியல்பு வளிமங்களுக்கு மட்டுமே இயலும் இவ்விதியைத் தாமஸ் கிரஹாம் என்பார் முதன் முதலில் கண்டறிந் தார்.

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{D_2}{D_1}}$$

இரு வேறு வளிமங்களான (1) (2) இன் விரவல் வேகம் முறையே r_1-உம், r_2-உம் ஆகும். அவற்றின் மூலக்கூறு எடைகள் M_1-உம், M_2-உம், அடர்த்திகள் D_1-உம் D_2-உம் ஆகும்.

$$\frac{r_{H_2}}{r_{He}} = \sqrt{\frac{M_{He}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{4}{2}} =$$

$$\sqrt{2} = 1.414$$

$$\frac{r_{H_2}}{r_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{H_2}}} = \sqrt{\frac{32}{2}} =$$

$$\sqrt{16} = 4$$

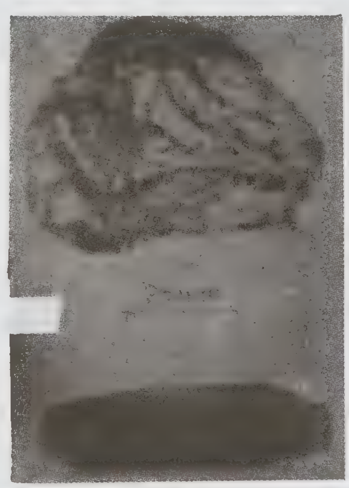
ஹைட்ரஜன் ஹீலியத்தைவிட 1.414 மடங்கும், ஆக்சிஜனைவிட 4 மடங்கும் கூடுதல் வேகம் பெற்றது.

விரவல் விதியின் முதன்மையான பயன் அணு உலை எரிமங்களைத் தூய்மைப்படுத்துதலாகும். இயற்கையில் U-235 என்னும் ஐசோடோப் U-238 என்னும் ஐசோடோப்புடன் 99.3 : 0.7 என்னும் விகிதத்தில் கலந்துள்ளது. இவற்றுள் U-235 மட்டுமே அணு உலை எரிபொருளாகப் பயன் படுத்தத்தக்கது. U-238 நியூட்ரானை உறிஞ்சி எரி தலைத் தடுத்துவிடும். எனவே, இவ்விரு ஐசோ டோப்புகளையும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றை நுட்ப மாகப் பிரிக்க வேண்டியது இன்றியமையாத் தேவை யாகிறது. இக்கலவையை UF_6 என்னும் வளிம நிலைச் சேர்மமாக மாற்றி, பல அடுக்குகளான சவ்வு வழியே செலுத்திப் பிரிக்கலாம்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிரா∴பைட்

வைரம், லிக்னைட், பிட்டுமனைட், ஆந்த்ரசைட், பீட் முதலியவற்றின் வேதி உட்கூறுகளை ஒத்துப் படிக நிலை, அடர்த்தி, கடினத்தன்மை முதலியவற் றில் மாறுபட்டுக் காணப்படும் ஒரு தனிமத்தைக் கிராஃபைட் (graphite) என்பர். இதன் மறு பெயர் கறுப்பு ஈயம் என்பதாகும். இக்கனிமம் அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் சாய்சதுரப் படிக வகைப் படிக மாகக் காணப்படுகிறது. அடிஇணை வடிவப்பக்கத் (0001) தெளிவான கனிமப் பிளவு கொண்டது. படி கங்கள் சிலநேரத்தில் முக்கோண வடிவுடைய குறி யீடுகளை அடித்தளத்தில் பெற்றுக் காணப்படும். பொதுவாக மற்றவகைக் கனிமங்களுடன் கூட்டுச் சேர்ந்து உருவான திண்ணிய நிலையில் காணப்படும், இக்கனிமம் தொடுவதற்கு வழவழப்புடனும், உலோக மிளிர்வு கொண்டும், சிலநேரங்களில் மண்போன்ற மிளிர்வுடனும் காணப்படுகிறது. இக்கனிமத்தின் நிறம் இரும்புக் கறுப்பு முதல் எஃகு இரும்புக் கறுப்பு வரை காணப்படுகிறது. ஒளிக் கசியாத் தன்மை கொண்டது. இதன் கடினத்தன்மை ஒன்று முதல் இரண்டு வரையிலும் அடர்த்தி 2.09-2.23 வரை யிலும் காணப்படும்.



கிரா∴பைட்

மின்சாரத்தை எளிதில் கடத்தும். இதன் வேதியியல் உட்கூறு கார்பன் ஆகும். ஆனால் வைரத்தின் வேதியியல் உட்கூறை ஒத்துள்ளது. கடினத்தன்மை மட்டும் நீண்ட வேறுபாட்டைக் காண்பிக்கிறது. கிராபைட் உட்கூறில் கரி, இரும்பு ஆக்சைடு மற்றும் சிலிக்கா உள்ளடங்கிக் காணப்படுகிறது. எளிதில் உருகாதது. இதன் ஒளியியல் பண்பைக் காண முடியாது. எதிர்பலிப்பு ஒளியில் தெளிவான பலதிசை அதிர்நிறமாற்றம் கொண்டது. இதன் உராய்வுத் துகள் கருமை நிறமாகக் காணப்படுகிறது. அடர் கந்தக அமிலத்துடனும் பொட்டாசியம் குளோரேட்டுடனும்கூடு செய்யும்போது கிராஃபிடிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது. இதை நைட்டர் என்னும் உப்புடன் சேர்த்துப் பிளாட்டினம் வளையத்தில் சிறிதளவு இக்கலவையை எடுத்துப் புன்சன் விளக்கில் காட்டினால் பொட்டாசியம் கார்பனேட் என்னும் சேர்மம் உருவாகும்.

ஊதுகுழல் ஆய்வு முறையில் இதைப் பார்க்கும் போது சில கிராஃபைட் உயர்வெப்ப நிலையில் எரிந்துவிடும். அமிலத்துடன் கூடி வினை ஏற்படுத்தக் கூடியது அன்று. ஊது உலையில் எரிபொருள் கசடில்; துணை உருவாக்கியாக உருவாகக் கூடியது. மின் உலையில் கரியை வெப்பமூட்டும் போது இது உருவாகும். இக்கனிமத்தை மாலிபிடினேட்டில் இருந்து அடர்த்தியை வேறுபடுத்திக் காட்டும் பண்பாகக் கொண்டு இதைப் பிரிவுபடுத்திக் காணலாம். ஏனெனில்மாலிபிடினைட்டும்இதை ஒத்த நிறங்களில் சிறுசிறு துகள்களாகவும், படிகமாகவும் உள்ளது. எனவே மாலிபிடினைட் இக்கனிமத்தை ஒத்து இருப்பதால் இதன் அடர்த்தி 4.5 ஆகும். மேலும் மாலிபிடினைட் கருநீல நிறம் முதல் கரும் பச்சை வரை உராய்வுத் துகளைக் கொடுக்கிறது.

பரவல். இக்கனிமம் அனற்பாறைகளின் முதன்மைக் கனிமம். ஆனால் இக்கனிமம் அனற்பாறை ஊடுருவு வளாகத்தின் அருகில் காணப்படும் பக்கப் பாறைகளில் இருந்து ஊடுருவி உள்ளது எனக் கருதுகின்றனர். இக்கனிமத்தில் மூன்று வகையான கட்டமைப்புகளைக் காணலாம். அவை நரம்பிழை அல்லது உண்மைப் பிளவுகளில் படிந்துள்ள கட்டமைப்பு. காட்டாக, இலங்கையில் இர்குட்ஸ்க் மற்றும் லேக் மாவட்டத்தில் பராபேல் என்னும் இடத்தில் காணப்படும் படிவுகள்.

சுண்ணாம்புப் படிக வளாகத்தில் மற்றும் அனற் பாறையில் காணப்படும் படிகம் மற்றும் ஆடி போன்ற படிவுகள்.

பரவலான குருமணிகள் அனற்பாறை தொடுகை வளாகத்திற்கு அருகில் காணப்படுகின்றன. சான்றாக அமெரிக்கா, ஜெர்மனி முதலிய நாடுகளில் கிடைக்கின்றன. மேலும் கிராஃபைட் படிகங்கள் வட்டார மற்றும் தொடுகை உருமாற்ற பாறைகளில் காணப் படும்.

கொரியா, ஆஸ்திரியா, சோவியத்நாடு, சீனா, மெக்சிகோ, மேற்கு ஜெர்மனி, இலங்கை முதலிய நாடுகளிலிருந்து ஓர் ஆண்டில் ஏறத்தாழ ஆறு லட்சம் டன் கிராஃபைட் உற்பத்தியாகிறது. கிரீன் லாந்தில் கிராஃபைட் படிவங்கள் இரும்பை உட்கூறாகக் கொண்ட பசால்ட் பாறைகளிலும், இந்தியாவில் நெப்லின் சயனட் என்னும் பாறைகளிலும் காணப்படுகிறது. கேரளாவில் கண்ணனூர் மாவட்டத்தில் குட்டிவே என்னும் இடத்தில் புவிக்குக் கீழ் 3 மீட்டர் ஆழத்தில் அதிகப் படிவுகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. தமிழ்நாட்டில் அம்பாசமுத்திரம், தாழையூத்து போன்ற இடங்களில் காணப்படும் படிகச் சுண்ணாம்புப்பாறைக் கல்லுடன் இது பெருமளவில் பொதிந்து காணப்படுகிறது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் அடிரனாப் என்னும் இடத்திலும் நியூயார்க்கில் டிக்கோன்டிரோகா என்னும் இடத்திலும் இக் கனிமப் படிவுகள் குவார்ட்சைட் மற்றும் அனல்வரிப் பாறையில் ஊடுருவி, குவார்ட்ஸ் நரம்பிழைகள், பெக்மடைட்டுகள் முதலியவற்றில் காணப் படும். அலபாமாவில் அனற்பாறைகளில் ஊடுருவியதால் ஏற்பட்ட தொடுகை உருமாற்ற வளைவால் உருவாகிய கிராஃபைட்டுகள் நியூ மெக்சிகோவில் காணப்படுகின்றன. பென்சில்வேனியாவில் தில்லான், மோன்டானா என்னும் இடங்களில் துகள்நிலைக் கிராஃபைட் காணப்படுகிறது.

பயன். இது அதிக வெப்பத்தைத் தாங்குவதால் அதிவெப்பக் குடுவைகள் செய்யவும், அதிவெப்பம் தாங்கும் கற்கள் செய்யவும், நிறமிகள் தயாரிக்கவும், எழுதுகோல் செய்யவும், மின்சாரப்பகுப்புத் துறையில் மின் முனைகள் ஆகவும் பயன்படுகிறது.

- ஜெ.கு. தினகரன்

நூலோதி. L.G. Berry & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1985.

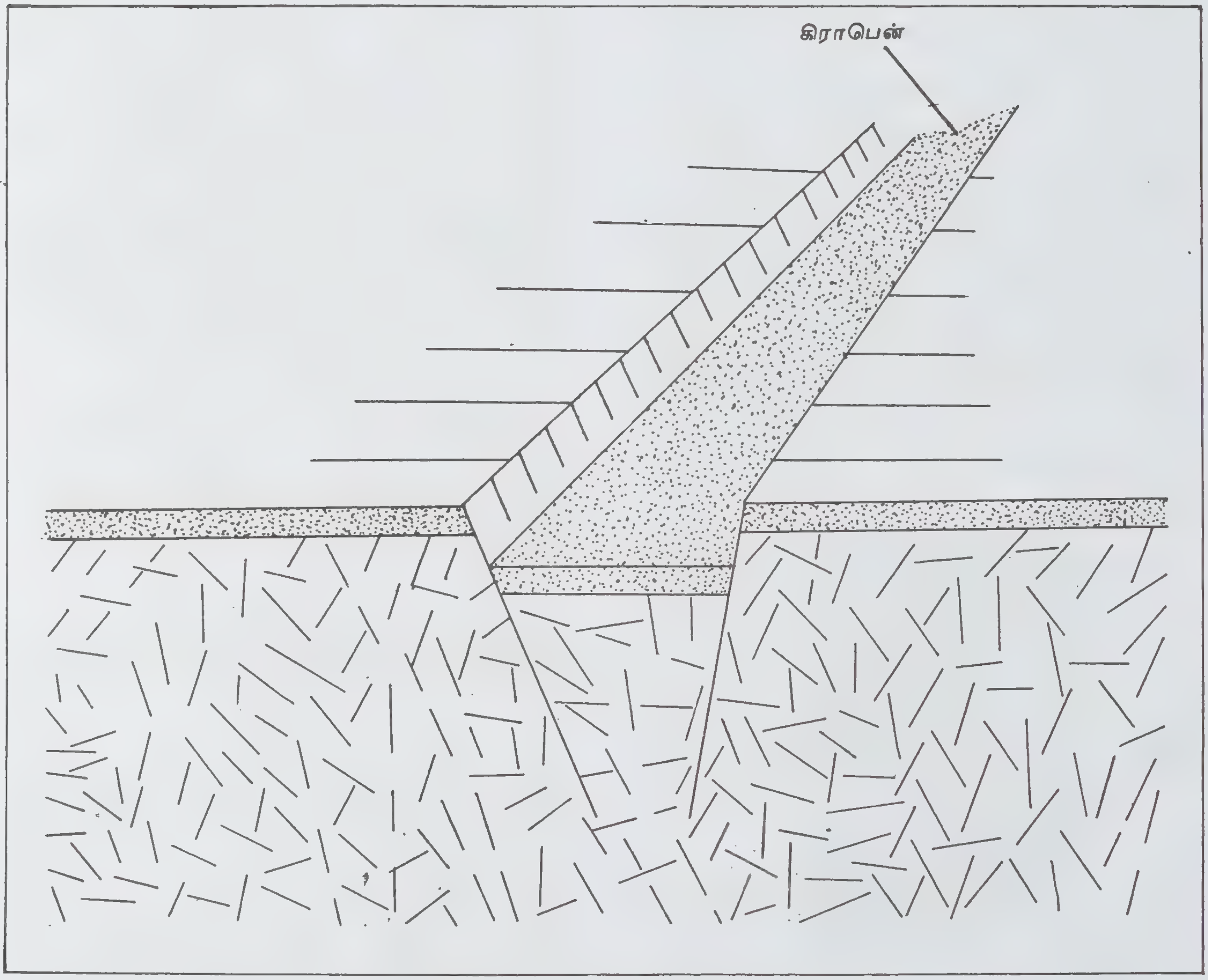
கிராபென்

உலகில் அமைந்துள்ள பாறைகள், அனற் பாறைகளாக இருந்தாலும், படிவுப் பாறைகளாக இருந்தாலும், அவற்றின் நெகிழ் தன்மைக்கேற்ப மேல் நோக்கியோ கீழ்நோக்கியோ இடம் பெயரலாம். இது பிளவுப்பெயர்ச்சி அல்லது பள்ளத்தாக்கு (fault) எனப்படும். இந்த நெகிழ் தன்மை பக்கவாட்டு இழு

விசையாலோ மேல்நோக்கிய அல்லது கீழ்நோக்கிய அழுத்தத்தாலோ ஏற்படலாம். இந்தப் பிளவுப் பெயர்ச்சி செவ்வமிழ் திசைக்கு இணையாகவோ எதிர்த்திசையிலோ ஏற்படலாம். இணையாக இருக்கு மாயின் அது செவ்வமிழ்திசைப் பிளவுப்பெயர்ச்சி (strike fault) எனப்படும். சிலசமயங்களில், அமிழ் கோணத்திற்கு (dip) இணையாக இருக்குமாயின், அமிழ் கோணப் பிளவுப்பெயர்ச்சி (dip fault) எனவும் வழங்கப்படும்.

மையப் பகுதி, பக்கவாட்டு நிலப்பகுதிப் பாறை களுக்கிடையில் அமிழ்ந்து இருக்கும். இந்த நிலப்பகுதி பள்ளத்தாக்கு எனப்படும். இதை ஒப்பு நோக்குகை யில் பள்ளத்தாக்கின் நீளம் அதனுடைய அகலப் பகுதியைவிட மிக அதிகமாக இருக்கும். இதைப் பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு (rift valley) என்றும், தொட்டிப் பள்ளத்தாக்கு (trough fault) என்றும் கூறுவர். பக்கவாட்டு நிலைப்பகுதிகள் நிலைத்திருக்க, இடைப்பட்ட நிலப்பரப்பு மட்டும் உள்நோக்கி அமிழ் வதும் உண்டு. இதைக் கிராபென் (graben) என்று கூறுவர்.

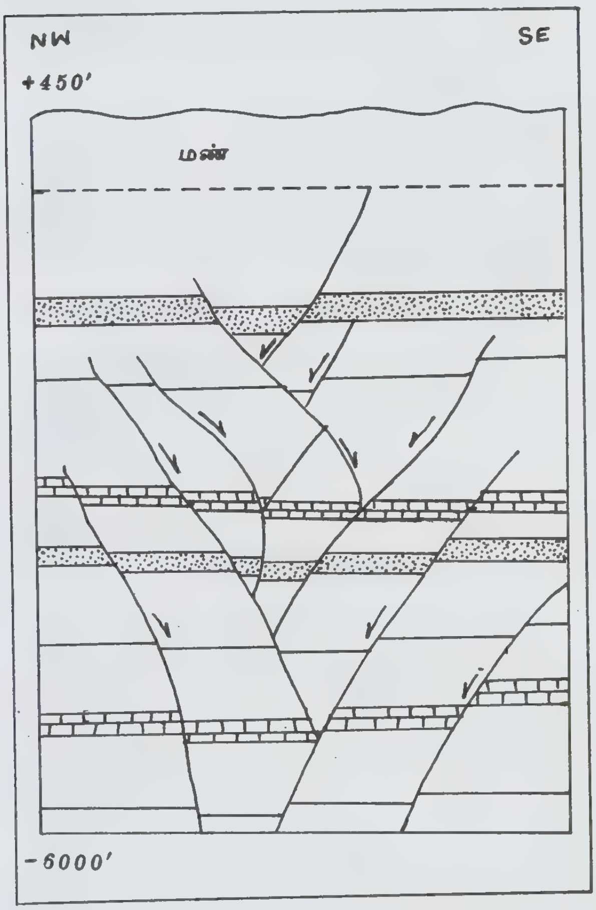
இந்தப் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குக்கு முக்கிய சான்றாகச் சிரியா, இஸ்ரேல், ஜோர்டான், கிழக்கு ஆஃப்ரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் காணப்படும் இவ் வமைப்பு 4800 கி.மீ. நீளத்திற்கு அமைந்துள்ளமை யைக் குறிப்பிடலாம். அன்றியும் கலிலி கடல், ஜோர்டான் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கு, சாவுக் கடல் (dead sea), அபாகா வளைகுடா, செங்கடல் பகுதி களிலும் இவ்வகையான கிராபென் என்னும் பள்ளத்



படம் 1. பிளவுப் பள்ளத்தாக்கின் அமைப்பு (கிராபென்)

தாக்குக் காணப்படுகிறது. ரூடால்ப் குளம், மாலாவி குளம், டான்ஜானிகா குளம், எட்வர்டு மற்றும் அல்பரீட் ஆகிய பகுதிகளிலும் இவ்வகையான பள்ளத் தாக்குகள் அமைந்துள்ளன.

சிறு பள்ளத்தாக்குகளான ரைனி பள்ளத்தாக்குகள், வோஸ்காஸ் மலைகளுக்கும் கருங்காடுகளுக்கும் இடையில் காணப்படுகின்றன. ஸ்காட்லாண்டின் மத்திய சிறு சமவெளிப் பகுதிகளிலும் கிராபென் காணப்படுகிறது. ஐரோப்பாவில் உள்ள ரைனி கிராபென் 290 கி.மீ. நீளமும், 32-40 கி.மீ. வரை அகலமும் கொண்டது.



படம் 2

படம் 2இல் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் காணப்படுவது கியூட்மென் எண்ணெய் நிலப்பரப்பாகும். புவி மேலோட்டில் ஆண்டிகிளைன் எனப்படும் முகடு போன்ற மேல் நோக்கிய மடிப்பு நில அமைப்பில் கிராபென் காணப்படுகிறது. கிராபென் ஏறத்தாழ 24 கி.மீ. அகலமுடையது. இதில் அமைந்துள்ள அனைத்துப் பாறை அமைப்பின் அமிழ்கோண நிலச்சரிவும், 45 மீட்டருக்கு மேற்படாமல் காணப்படும். கிராபெனில் உள்ள அனைத்துச் சிறுசிறு அமிழ் கோண நிலச்சரிவுகளும், பெரிய அமிழ்கோண நிலச்சரிவுக்கு இடையிலேயே அமைந்துள்ளன.

- எஸ். சுதர்சன்

நூலோதி. F.J. Pettijohn, *Sedimentary Rocks*, Third Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1984.

கிராம் அணிக்கோவை

n பரிமாணங்களில் u_1, u_2, u_3,----u_n என்னும் n வெக்டர்களையுடைய, i நிரை (row), j நிரலில் (column) $u_i u_j$ ஐ உறுப்பாகக் கொண்ட அணிக் கோவையில் (determinant), $u_i . u_j$ என்பது u_i, u_j இன் அளவெண் பெருக்கலாகவோ (scalar product) ஹெர்மீஷியன் (Hermitian) அளவெண் பெருக்கலாகவோ இருக்குமாயின் வெக்டர் வெளி ஒரு கலப் பாகும். u_1, u_2, ... u_n நேரியல் சார்புள்ள (linear dependence) வெக்டர்களாக இருப்பதற்கு இந்த அணிக்கோவை பூஜ்யமாவது ஒரு தேவையான, போதுமான நிபந்தனை ஆகும். அணிக்கோவை பூஜ்யமாகா விட்டால் வெக்டர்கள் சார்பற்றவையாகும்.

ϕ_1, ϕ_2,...ϕ_n என்னும் n சார்புகளுக்கு i நிரை, j நிரலில் $\int \phi_i \phi_j \, d\Omega$ உறுப்பாகக் கொண்ட அணிக் கோவை, ϕ_1 ϕ_2 ...ϕ_n சார்புகள் இடைவெளியிலோ Ω தொகைப்பரப்பிலோ நேரியல் சார்புடையனவாக இருந்தால், இருந்தால் மட்டுமே (if and only if) பூஜ்யமாகும். இங்கு ஒவ்வொரு ϕ_i யும் தொடர்ச்சியாகவும் அளவிடக் கூடியதாகவும், $|\phi_i|$ தொகையிடக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும். இவ்வணிக்கோவை ஒருபோதும் எதிர் மதிப்புடையது ஆகாது. மேலே குறிப்பிட்ட வெக்டர்களும், சார்புகளும் ஹில்பர்ட் வெளியில் (Hilbert space) உறுப்புகளானால், மேற் குறிப்பிடப்பட்ட அணிக்கோவைகள் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கிராம் சமான எடை

ஒரு தனிமத்தின் கிராம் சமான எடை என்பது 1.008 கி. ஹைட்ரஜன் அல்லது 8.00 கி. ஆக்சிஜன் அல்லது 3கி. கார்பன் அல்லது 35.45 கி.குளோரின்

ஆகியவற்றுடன் வினைப்படுவதற்குத் தேவைப்படும் தனிம எடையாகும். அணு எடை அளவை C^{12}என்னும் ஐசோடோப்பின் பொருண்மையில் $\frac{1}{12}$ பங்கை அடிப் படையாகக் கொண்டதாக மாற்றப்பட்ட பிறகு, 3 கி. கார்பனுடன் வினையுறும் தனிம எடையே கிராம்சமானஎடைஎன வரையறுக்கப்பட்டது. அணு எடையைப் போலன்றி, சமானஎடை தனிமத்தின் இணை திறனைப் பொறுத்து மாறக் கூடுமாதலின் இவ்வரையறை கார்பனுக்கு இணை திறன் 4-ஆக இருக்கும்போது மட்டுமே இயலும் (12/4=3). ஒரு ஃபாரடே (அதாவது, 96,500 கூலும்) மின் னேற்றம் செலுத்தப்படுவதால் ஒரு மின்கலத்தின் மின்முனைகளில் கரையும், வீழ்படியும் அல்லது வெளியேறும் தனிமத்தின் கிராம் எடையே அதன் கிராம் சம எடையாகும்.

தனிமங்களைப் போன்றே சேர்மங்களுக்கும் கிராம் சமானஎடை உண்டு. ஒரு சேர்மத்தின் கிராம் சமானஎடை அது அமிலம், காரம், உப்பு, ஆக்சிஜனேற்றி, ஒடுக்கி ஆகியவற்றுள் எவ்வகையில் ஒரு குறிப்பிட்ட வினையில் செயலாற்றுகிறது என்பதைப் பொறுத்ததாகும். ஒரே சேர்மம் அமில மாகவும், ஆக்சிஜனேற்றியாகவும் பயன்படலாம். இரு நிலைகளிலும் அதன் கிராம்சமான எடை சம மாக இருத்தல் வேண்டும் என்பதில்லை. காட்டாக, நைட்ரிக் அமிலத்தின் கிராம் சமான எடை அது அமிலமாக செயல்படும்போது அணு எடைக்குச் சம மாகவும், நீர்த்த நிலையில் தாமிரம், வெள்ளி, காரீயம் போன்ற உலோகங்களை ஆக்ஜனேற்ற மடையச் செய்கையில் அணு எடையில் மூன்றில் ஒரு பங்காகவும் உள்ளது.

இரு வேதிப் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று அவற்றின் கிராம்சமானஎடைகளின் விகிதத்திலேயே வினையுறுகின்றன என்பதே கிராம் சமான எடையின் முதன்மையைக் காட்டும் மையக் கருத்தாகும். ஒரு வினையில் பங்கேற்றுள்ள வினைப்படுபொருள்கள் மற்றும் வினைவிளை பொருள்கள் யாவுமே சமன் பாட்டில்அவற்றின்சமான எடைகளின் விகிதத்திலேயே அமைந்துள்ளன.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிராம் நிறமூட்டல்

இது உயிருள்ள நுண்ணுயிரிகளை அடையாளம் கண்டு கொள்ள மருத்துவத்தில் பயன்படும் ஆய்வாகும். சாதாரண நுண்ணோக்கி மூலம் பார்க்கும்போது உயிருள்ள நுண்ணுயிரிகளின் விவரமான உள் அமைப்பு மிகவும் நுட்பமாகத் தெரிவதில்லை. இவற்றில் ஒரு வேறுபடுத்திக் காட்டும் பொருள் இல்லாததே இதற்குக் காரணமாகும். எனவே, நுண்ணுயிரிகளில் உயிர் உள்ளபோதே அவற்றுக்கு நிறங்களை அளிப்பதன் மூலம் இவற்றைத் தெளி வாகப் பார்க்க இயலும். ஆனால் சில சாயங்கள் ஆற்றல் மிக்கவையாக உள்ளமையால் அவை நிற மூட்டும்போதே, நுண்ணுயிர்களின் செல்களைக் கொன்று விடவும் வாய்ப்புண்டு. நிறமூட்டல் வகைக்கு, மிகு கவனிப்புடன் சாயங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

சாதாரண நிறமூட்டல், ஊடுருவி நிலைப்படுத்தும் நிறமூட்டல், பிரிக்கப்பட்ட பலவகை நிறமூட்டல் என நிறமூட்டல் செய்முறை பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

நான்காவதாகக் குறிப்பிடப்பட்ட வகையில் ஒரே நீர்மத்தில் இருவகைச் சாயங்கள் கலக்கப்பட்டிருப் பதன் மூலம் பல்வேறு நுண்ணுயிரிகள் வேறுவேறு நிறங்களை எடுத்துக்கொள்கின்றன. ஒரே செய்முறை யில் இருவேறு நிறங்களாகக் காணுவதுதான் இம் முறையின் சிறப்பு ஆகும்.

கிராம் நிறமூட்டல் இந்த முறையில் முக்கிய மானதாகும். 1884 ஆம் ஆண்டு கிறிஸ்டின் கிராம் என்னும் செல்லியலார் இந்த முறையை விவரித்தார். இது ஒரு மிகச் சிறந்த ஆய்வாக அனைவராலும் கருதப்படுவதற்கு, பல்வேறு நுண்ணுயிரிகளை இனப் படுத்திப் பிரித்துப் பார்க்க இந்த ஆயவு மிகவும் பயன்படுவதே காரணம். இதன் செய்முறை நான்கு கட்டங்களாகப் பிரிக்கப்படுகிறது.

1. முதலில் கண்ணாடித் தகட்டின் மேல் ஆய்வுக் குரிய பொருள் (எச்சில், திசுநீர் திசுக்கள், கண்ணீர்ச் சுரப்பு, தொண்டையினின்றும் எடுக்கப்படும் கோழை ஆகியவை) பூசப்படுகிறது. பின்னர் அதன் மீது பாரா ரோஸ் அனிலீன் (para rose anilin) என்னும் சாயப் பொருள் (கிரிசைல் வயலட், மெத்தில் வயலட்) ஊற்றப்படுகிறது. 2. இரண்டாவதாக, நீர்த்து வைக்கப்பட்ட அயோடின் நீர்மம் ஊற்றப்பட வேண்டும். 3. எத்தனால், அனிலீன் அல்லது அசெட்டோன் இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றின் மூலம் ஒரு நிறமழிக்கப்பட வேண்டும். 4. எதிர்ச் சாய மேற்ற கார்பன் ஃபியுக்ஸின் போன்ற ஒன்றைக் கையாள வேண்டும்.

கிராம் நிறமூட்டல் முறையின் அடிப்படையில், நுண்ணுயிரிகள் இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. அவை கிராம் உடன்பாட்டு நுண்ணு யிரிகள் (gram positive),கிராம் எதிர்மறை நுண்ணு யிரிகள் (gram negative) என்பன.

கிராம் உடன்பாட்டு நுண்ணுயிரிகள் செய்முறையின் ஒரு கட்டத்தில் தம் நிறத்தை இழக்காமலேயே மீண்டும் நிறமாக்கப்படுதலைத் தடுத்து, தம் நிறத்தைத் (ஊதா) தக்க வைத்துக் கொள்ளும். கிராம் எதிர்மறை நுண்ணுயிரிகள் செயல்முறையின் ஒரு கட்டத்தின்போது (நிறமழிக்கப்படும் கட்டம்) முதலில் தாம் எடுத்துக் கொண்ட நிறத்தை இழந்து, மீண்டும் தோய்க்கப்பட்ட நிறத்தை (ரோஸ் நிறம்) எடுத்துக் கொள்ளும். எனவே கிராம் உடன்பாட்டு நுண்ணுயிரிகள் நீல நிறமாகக் காணப்படும். கிராம் எதிர்மறை நுண்ணுயிரிகள் ரோஸ் நிறமாகக் காணப்படும். கிராம் நிறமூட்டலின் செய்முறையின் அடிப்படை விவரங்கள் இன்னும் சரியாகத் தெளிவாக்கப் படவில்லை.

கிராம் உடன்பாட்டு நுண்ணுயிரிகளில் உள்ள (அமிலத்தன்மை கூடிய) புரோட்டோப்பிளாசத்தில் அமிலத்தன்மை மிகுதியாக உள்ளது. இந்த அமிலத் தன்மைதான் இந்த நுண்ணுயிரிகள், முதலில் செலுத்தப்பட்ட சாயத்தைக் கெட்டியாகப் பிடித்துக் கொண்டு அடுத்துச் செலுத்தப்படும் ரோஸ் நிறச் சாயத்தை ஏற்க மறுப்பதற்குக் காரணமாகும். ஆனாலும், நிறம் இழத்தல் என்பது உறுதி செய்யப்பட்ட விளைவு அன்று. எனவே இதே கிராம் உடன்பாட்டு நுண்ணுயிரிகளை நீண்ட நேரத்திற்குக் கரிமக் கரைசலில் வைத்திருந்தால் அவை முதல் நிறத்தை ஓரளவு இழக்க நேரிடலாம்.

இவ்வாறே கிராம் எதிர்மறை நுண்ணுயிரிகளை, நிறமிழக்கும் கட்டத்தில் குறிப்பிட்ட நேரத்தைவிடக் குறைவாக வைத்திருந்தால், கிராம் எதிர்மறை நுண்ணுயிரி கூட உடன்பாட்டு நுண்ணுயிரி போலத் தோற்றமளிக்கலாம். இந்த இருவகை நுண்ணுயிரிகளும் தனித்தனியே அவ்வப் பகுதியில் மிகு வகைகளில் காணப்படும். அவை பல வகை நோய்களுக்கும் காரணமாகின்றன. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட நோய்க்கு எவ்வகை நுண்ணுயிரி காரணமாகிறது என்று அறிந்து கொள்வதற்குக் கிராம் நிறமூட்டல் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

- சு. ராஜலட்சுமி

நூலோதி. R. Anantha Narayanan et.al, *Text Book of Microbiology*, 2nd Edition, Orient Longman Ltd, New Delhi, 1981.

கிராம்பு (சித்த மருத்துவம்)

கிராம்பை நீர்விட்டு மைபோலரைத்து, நெற்றியிலும், மூக்குத்தண்டின் மீதும் பற்றிடத் தலைபாரம், நீரேற்றம் குறையும். தணலில் வதக்கி வாயிலிட்டுச் சுவைக்க, தொண்டைப்புண் ஆறும். பற்களின் ஈறு கெட்டிப்படும். 336 மி.லி. வெந்நீரில் கிராம்புத் தூள் 8.75 கிராம் சேர்த்து அரைமணி நேரம் வரையில் மூடிவைத்து வடிகட்டி, 24 - 82 மி.லி. வரை உட்கொண்டால் பசியைத் தூண்டி, கழிச்சலைப் போக்கும். பேறுகாலப் பெண்ணின் வாந்தி நிற்கும்.

கிராம்பு, சிறுநாகப்பூ, விளாமிச்சம் வேர், திரிகடுகு இலைகளின் சூரணம் சமஎடை எடுத்து 650 மி. கிராம் முதல் 1.3 கிராம் எடையுள்ள மாத்திரையாகச் செய்து கொடுக்க மயக்கம், கழிச்சல், வாந்தி தீரும்.

கிராம்பு, சுக்கு வகைக்கு 5 பங்கும், ஓமம், இந்துப்பு வகைக்கு 6 பங்கும் சேர்ந்த சூரணத்தில் 260-390 மி.கி. வீதம் கொடுத்தால் பசியைத் தூண்டும்; உணவு நன்றாகச் செரிக்கும்.

கிராம்பும், நிலவேம்பும் சமமாக எடுத்துக் குடிநீர் செய்து கொடுக்க, பசி உண்டாகும். அயர்ச்சி நீங்கும். காய்ச்சலுக்குப் பின் உண்டாகும் களைப்பு நீங்கிவிடும். நில ஆவாரைக் குடிநீரில் 130 மி.கி. அல்லது 190 மி. கி கிராம்புத்தூளும், சுக்குப் பொடியும் சேர்த்துச் சாப்பிட, நன்கு பேதியாகும்.

இதன் சூரணத்தை வேளைக்கு 650 - 780 மி.கி. வரை தேனில் மசித்து நாளொன்றுக்கு இரு வேளை கொடுக்க உறுப்புகளில் வலிமை ஏற்படும். இதன் சூரணத்தின் எடைக்குச் சமமாகப் பனை வெல்லம் கூட்டியரைத்து மாதவிடாயிருக்கும் காலத்தில் வேளைக்கு 3.5 கிராம் பெண்களுக்குக் கொடுத்து வர 3 நாளில் உதிரச் சிக்கையும், அது தொடர்பான அடிவயிற்றின் வலியையும் குணப்படுத்தும். மகப்பேறும் உண்டாகும். இதன் சூரணத்தைப் பற்பொடியில் சிறிது கூட்டிப் பல் தேய்த்து வர வாய் துர்நாற்றம், பல்லீறின் சுரப்பு, பல்வலி முதலியன குணமாகும்.

கிராம்பு, ஏலம், சீரகம் இவற்றை வெதுப்பி மயிலிறகு சமஎடை சேர்த்துப் பொடித்துத் தேனில் குழைத்துக் கொடுத்து வர வாந்தி, விக்கல் தீரும். கிராம்பைப் பாலில் அரைத்துக் கலக்கி உட்கொண்டு வந்தால் உதிரக்கிராணி, பித்தசோபம், அதிசாரம், ஆசனக்கடுப்புத் தீரும்.

பேய்ப்புடல் 35 கிராம், கிராம்பு, சுக்கு, கோரைக் கிழங்கு, நிலவேம்பு, மல்லி வகைக்கு 8.75 கிராம் இடித்துக் கஷாயம் செய்து சிறிது தேன் விட்டுக் கொடுக்க, பித்தசுரம் தீரும்.

சுக்கு, திப்பிலி, கிராம்பு, கடுக்காய், முந்திரிகை, கச்சந்திராய், அப்பை, கறிமுள்ளி, கண்டங்கத்திரி,

ஆடாதொடை, கர்ப்பூரவல்லி வகைக்கு 35 கிராம் இடித்துத் தூள் செய்து, 15 பங்கு செய்து வேளை ஒன்றுக்கு ஒரு பங்கு வீதம் 4.12 லிட்டர் நீரில் போட்டு 5.01 லிட்டராக வற்ற வைத்து அதில் சந்திரோதய மாத்திரையும், கோரோசனைக் குளிகை ஒன்றும் உரைத்து 4.4 கிராம் தேன் விட்டுக் கொடுக்கச் சிலேத்துமக் காய்ச்சல் தீரும்.

- சே. பிரேமா

கிராம்பு (தாவரவியல்)

இதன் தாவரப் பெயர் சைசிலியம் அரோமேட்டிகம் என்பதாகும். கேலியோஃபில்லஸ் அரோமெட்டிகா, யூஜெனியா கேரியோஃபில்லேட்டா யூ. கேரியோ-ஃபில்லேட்டஸ், யூஜெனியா அரோமேட்டிகா என்பவை இதன் இணை தாவரப்பெயர்கள். இது மிர்ட்டேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

உணவில் பயன்படும் கிராம்பு உலர்ந்த பூமொட்டு ஆகும். பிரியாத மொட்டுகளே விலை உயர்ந்தவையாகக் கருதப்படும். இந்தியாவில் தமிழ்நாடு, கேரள மாநிலங்களில் இது பயிரிடப்படுகிறது. கிராம்புக்கு இலவங்கம் திரளி, சோசம், அஞ்சுகம், வராங்கம் என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இதன் ஆங்கிலப்பெயர் குளோவ் (clove) என்பதாகும். குளோவ் என்பது ஆணியைக் குறிக்கும்; விரியாத கிராம்பின் மொட்டும் ஆணி போன்றிருப்பதால் இப்பெயர் தரப்பட்டது.

வரலாறு. கிராம்பு மொலுக்கஸ் நாட்டில் தோன்றியது. இது கி. மு. 220 – 206 ஆம் ஆண்டில் சீனாவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. அலெக்சாண்டிரியா நாட்டில் கி.பி. 176 ஆம் ஆண்டில் இறக்குமதி செய்யப்பட்டது. மத்திய காலத்தில் ஐரோப்பாவிற்குப் பரவியது. பழங்காலத்திலிருந்தே இது வெற்றிலைப் பீடாவில் செருகுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. கான்ஸ்டன்டைன் பேரரசர், ரோம் பிஷப்பிற்கு கி.பி. 314 - 335 ஆம் ஆண்டுக் காலத்தில் தங்கம், வெள்ளிப் பாத்திரங்களுடன் கிராம்பு உட்பட்ட பொருள்களையும் பரிசாகத் தந்தார். நான்காம் நூற்றண்டில் மத்தியதரைக்கடல் பகுதியில் நன்கு அறிமுகமான கிராம்பு ஐரோப்பிய நாடுகளில் எட்டாம் நூற்றாண்டில் பயன்பாட்டிற்கு வந்தது. ஐரோப்பாவிற்கு ஜாவா, இலங்கை, இந்தியா வழியாகப் பரவியிருக்கும் என நம்பப்படுகிறது.

மரம். இது நேராக வளரும் அழகான பசுமைமாறா மரமாகும். இதன் உயரம் 12-15 மீ. இம்மரம் நன்கு தழைத்து வளர்ந்து கீழே புல், பூண்டு கூட முளைக்காமல் செய்யும். பொதுவாக, கிராம்பு மரம் 100 ஆண்டுகள் வரை வாழக்கூடும். 150 ஆண்டுகள் வரையிலும் நிலைத்திருக்கும் மரங்களும் உண்டு; பட்டைகள் சாம்பல் நிறமானவை. அடிமரம் 100 செ.மீ. விட்டமுடையது. தரைமட்டத்திலிருந்து 1.5-1.8 மீ உயரத்தில் கிளைகளை உண்டாக்கும். இலைகள் தனித்தவை. எதிரெதிரானவை. குறுகிய முட்டை வடிவிலோ ஈட்டி வடிவிலோ இருக்கும். சிலசமயங்களில் தலைகீழ் முட்டை வடிவிலும் இருக்கும். இது முதிர்ந்த பின் பச்சை நிறத்தில் பளபளப்பாகவும் வழவழப்பாகவும் இருக்கும். இலைக் காம்பு 2-3 செ.மீ நீளத்தில் சற்றுப் பருத்திருக்கும். இதன் அடிப்பகுதி குங்கும நிறமுடையது. இலையின் அளவு 7-13×3-7.5செ. மீ. ஆகும். இதில் பல எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் உண்டு. காம்பருகு இலைப் பகுதி ஆப்பு வடிவானது.

இலை நுனி கூராயிருக்கும். இலையைக் கசக்கினாலோ நொறுக்கினாலோ நறுமணம் வீசும். இதனால் வெப்பமான ஈரக்காற்று வீசும் மாலை நேரத்தில் கிராம்புத் தோட்டம் இருக்கும் இடத்தை எளிதில் அறியலாம். பூக்கள் சிறியவை. ரோஜா நிறமானவை. கிளை நுனியில் மூன்று மூன்று பூக்கள் அடங்கிய கொத்துகள் காணப்படும். சால்சிபார் நாட்டில் பூக்கள் ஜுலை-செப்டம்பர், நவம்பர்- ஜனவரி மாதங்களில் ஆண்டிற்கு இருமுறை தோன்றுகின்றன. பூமொட்டுகள் உருவாகிய ஆறு மாதங்களுக்குப் பிறகே அறுவடைக்குத் தயாராகின்றன. மஞ்சரித்தண்டு, பூக்காம்பு முதலியவை குட்டையாயிருக்கும். பூக்காம்புச்செதில் பூவடிச் செதில் முதலியவை கூரியவையாகவும் 2-3 மிமீ நீளமுடையவையாகவும் விரைவில் உதிர்ந்து விடுபவையாகவும் உள்ளன. இதில் சதைப்பற்றுள்ள 1.0-1.5 செ. மீ. நீளமுள்ள ஹைபாந்தியம் இருக்கும்.இது உருண்டையாகவும் கோணங்களாகவும் அடிப்பகுதி சிறுத்தும் இருக்கும். இதைச் சுற்றிலும் நான்கு புல்லி இதழ்கள் உள்ளன. சதைப்பற்றும், முக்கோண வடிவும் கொண்டு சற்று உள்பக்கம் வளைந்து 3-4 மிமீ நீளத்தில் இருக்கும்.

அல்லி இதழ்கள் நான்கு தொடு இதழ் அமைவில் உள்ளன. சிவப்பு நிறச்சாயலைக் கொண்டு வட்டவடிவில் 6 மிமீ விட்டத்துடன் இருக்கும். மகரந்தக் கேசரங்கள் பல. இவை இணைந்து நான்கு பகுதிகளாக உள்ளன. வெண்மையான மகரந்தத் தாள்களில் வெளியே உள்ளவை 9-10 மிமீ நீளத்திலும் உள்பக்கம் உள்ளவை 3 மிமீ நீளத்திலும் இருக்கும். மகரந்தப் பை மஞ்சள் நிறத்திலும், முட்டை வடிவிலும் நீளவாக்கில் திறக்குந்தன்மையுடனும் இருக்கும். சிறிய, இளம்பழுப்பு நிற நுண்ணிய சுரப்பித் திட்டுகளும் 3-4 மிமீ நீளத்தில் இருக்கும்.

சூற்பை இரட்டைத் திசுவறைகளைக் கொண்டிருக்கும். கிராம்பின் கீழ்மட்டச் சூல்பை நீள்சதுரமான சதைப்பற்றுள்ள உள்ளோட்டுச் சதைக் கனியாகும். இரு முனைகளிலும் இது குறுகியிருக்கும். சிவப்புக் கலந்த கருஞ்சிவப்பு நிறமான இது 2.5 - 3.5 × 2 - 1.5 செ. மீ. அளவிலிருக்கும். கனியைச் சுற்றி நான்கு

பெரிய சதைப்பற்றுள்ள புல்லி இதழ்கள் காணப்படும். அரிதாக ஒரு கனியில் இரண்டு விதைகள் உள்ளன. விதையின் மேலுறை கருஞ்சிவப்பு நிறமானது. விதை 1.5 செ. மீ. நீளமுடையது. நீள்சதுரமாகவும், இருமுனைகளில் குறுகலாகவும் இருக்கும். விதையில் இரு வித்திலைகள் உண்டு. முளைசூழ்தசை இல்லை. தரைமேல் முளைத்தல் முறையில் விதைகள் முளைக்கின்றன.

சாகுபடி முறை. உலகில் கிராம்பு ஆண்டுதோறும் 20,000 முதல் 30,000 டன் வரை உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. 19ஆம் நூற்றாண்டின் மத்தியில் சான்சிபார், டான்சானியா முதலியவை முக்கிய கிராம்பு உற்பத்தி நாடுகளாகத் திகழ்ந்தன. கிராம்பு உற்பத்தியில் டான்சானியா (பெம்பா பகுதி) முதலிடத்தை வகிக்கிறது. இந்தோனேசியா, மடகாஸ்கர், மலேசியா, பௌாங்க், செய்செல்லஸ், மொரிஷியஸ், இலங்கை, இந்தியா ஆகியவை கிராம்பு உற்பத்தி செய்யும் நாடுகளாகும். இந்தோனேசியாதான் கிராம்பைப் பெருமளவில் பயன்படுத்தும் நாடாகும். இந்தியாவிற்கு மொரிசியஸ் நாட்டிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டதாக நம்பப்படுகிறது. தமிழகத்தில் கன்னியாகுமரி, திருநெல்வேலி (குற்றாலம்) நீலகிரி மாவட்டங்களில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப் பகுதிகளில் விளைகிறது.

கிராம்பு ஈரப்பசை மிகுந்த மிதவெப்பம் உள்ள பகுதிகளில் நன்கு விளைகிறது. ஆழமான வளமிகுந்த இலைமட்கு நிறைந்த களிச்சேற்று வண்டல் மண்ணைச் சாகுபடிக்குப் பயன்படுத்தலாம். இருந்த

கிராம்பு (*Syzysium aromaticum*)

போதும் காடுவளர்ப்பிற்கேற்ற களிமண் கலந்த வண்டல்தான் இதன் வளர்ச்சிக்குச் சிறந்ததாகும். கிராம்புத் தோட்டங்கள் வடிகால் வசதி உடையன வாக இருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது; நீர் தேங்கி இருந்தால் விளைச்சல் பாதிக்கப்படுகிறது. பெருமளவு கிராம்பு தரை மட்டத்திலிருந்து 300 மீ உயரத்திற்குள் வளர்க்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் 1500 முதல் 3000மிமீ மழை பொழியும் இடங்களிலும் இந்தோனேசியாவில் 2,200 - 3600 மிமீ மழை பொழியும் இடங்களிலும் இது நன்கு விளைகிறது. கிராம்பை அறுவடை செய்யும்போதும் உலர்த்தும் போதும் வறட்சியான சூழ்நிலை இருத்தல் தேவை. புயல் காற்று விளைச்சலைப் பாதிக்கும். இளஞ்செடிப் பருவத்தில் நிழல் அமைத்தல் வேண்டும். காற்றுத் தடை வேலி அமைத்தல் காற்றினால் ஏற்படும் அழிவைக் குறைக்கும்.

கிராம்பு விதை மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. மரத்திலேயே நன்கு முதிர்ந்து கீழே விழுந்த கனிகளிலிருந்து விதைகளைச் சேகரித்து நாற்றங்கால்களில் ஆகஸ்ட் - அக்டோபர் மாதங் களில் விதைப்பர். கனிகளை ஓர் இரவு நேரம் நீரில் ஊற வைத்துப் பின் தோலை நீக்கி விதை களைத் பிரித்தெடுப்பது வழக்கம்.

இந்தக் கனிகளை நேரடியாகவே நாற்றங்கால் களில் விதைக்கலாம். ஆனால் தோல் நீக்கப்பட்ட கனிகள் (விதைகள்) பெருமளவில் முளைப்புத்தன் மையைக் கொண்டிருக்கும். தோல் நீக்கிய கனிகளை உடனே விதைக்கவேண்டும். இல்லையேல் முளைப்புத் திறன் குறைந்துவிடும். சாதாரணமாகக் கிராம்பு விதைகள் 70% அளவே முளைக்கின்றன. ஒரே வகையான இளஞ்சிவப்பு நிறமுடைய முளைவேர் கொண்ட விதைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு நாற்றங் காலில் மேட்டுப்பாத்திகளில் வரிசையாக 12-15 செ.மீ. இடைவெளி விட்டு 2.5 செ.மீ ஆழத்தில் விதைக்கப்படும்.

விதைகள் அறுவடை செய்யப்பட்டதிலிருந்து ஒரு வாரத்தில் முளைப்புத் தன்மையை இழந்து விடுவதால் அவற்றை உடனே நாற்றங்காலில் முளைக்கவைக்க வேண்டும். பொதுவாக வளமான இலைமட்கு மிகுந்த நிழற்பாங்கான நிலங்களில் 3 × 1 மீ அளவுள்ள பாத்திகளில் நாற்றங்கால்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. விதைகள் இரண்டாம் வாரத் திலிருந்து முளைக்கத் தொடங்கி ஐந்து வாரங்களில் முளைத்து மேலே வரும்வரை நாள்தோறும் நீர் ஊற்ற வேண்டும். முளைத்த மூன்று மாதத்திற்குப் பின் நாற்றங்காலில் ஆறுமாதம் வைத்திருந்து கன்று களைப் பிடுங்கித் தொழுஉரம், கரம்பை மண், மணல் நிரம்பிய கறுப்புநிறப் பாலிதீன் பைகளிலோ மண் தொட்டிகளிலோ மூங்கில் கூடைகளிலோ செங்குத் தாக நட்டு நாள்தோறும் நீர் ஊற்றி நிழலில் வைத்து 30 செ.மீ உயரம் வரும்வரை வளர்க்க வேண்டும். 18 - 24 மாத வயதுடைய நாற்றுகள் நடப்படுகின்றன. மற்றொரு முறையில் விதைகளை நேரடியாக மூங்கில் கூடைகளிலோ மண் தொட்டி களிலோ மண் ஊடகத்தில் ஊன்றி நிழலில் வைத்து நீர் ஊற்றி வளர்த்து 30 செமீ உயரம் வந்ததும் நடலாம். கிராம்பில் வெளியிடப்பட்ட வகை என எதுவும் இல்லை. ஆனால் மரத்தின் வடிவம் (நெட்டை, படரும் வகை), காய்க்கும் தன்மை, பலன் தரும் பருவம், விளைச்சல், கிராம்பின் நிறம், வடிவம் மற்றும் அதன் அளவுகளில் வேறுபாடுள்ள பல வகை உள்ளன.

கிராம்பு சாகுபடிக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நிலத்திலிருந்து மரம் செடி கொடிகளை அகற்றிச் சமப்படுத்தி 6-7 மீ இடைவெளியில் 75×75×75 செமீ அளவுள்ள குழிகளைத் தோண்டி அவற்றில் தொழுஉரம், சரளைமண், மேல்மண் முதலியவற்றை இட்டு நிரப்பவேண்டும். கிராம்புக் கன்றுகளை ஜுன், ஜுலை அல்லது அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களில் நடவு செய்யலாம். பிற பயிர்களுடன் சாகுபடி செய்யப்படும்போது சற்றுக் கூடுதலான இடைவெளி தரப்படுகிறது. முதலில் கன்றுகள் நீர் ஊற்றி வளர்க் கப்படும். இளஞ்செடிகளை வெயிலின் கொடுமை யிலிருந்து பாதுகாக்கத் தென்னை, பனை ஓலைகளில் நிழல் அமைத்துத் தரவேண்டும். ஒட்டு முறையிலும் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். தொடக்க காலத்தில் நிழல் கொடுத்து வளர்ப்பதற்கு வாழை, கல்யாண முருங்கை ஆகிய மரங்கள் நடப்படுகின்றன. தனிப் பயிராகச் சாகுபடி செய்யப்படும் கிராம்பு தென்னிந்தி யாவில் தென்னை, பாக்கு, காப்பித் தோப்புகளில் ஊடுபயிராகப் பெருமளவில் சாகுபடி செய்யப்படு கிறது. கவாத்து முறையில் அடிப்பகுதியில் மிகுதியான கிளைகளை உண்டாக்க இயலுவதில்லை. ஆனால் சிலசமயங்களில் கிளைகளை வெட்டி நெருக்க மில்லாமல் வைத்திருப்பதுண்டு. நோய், பூச்சி தாக்கிய உலர்ந்த கிளைகளை வெட்டி அப்புறப்படுத்துவது வழக்கம்.

பூச்சி, நோய்கள். கிராம்பைத் தாக்கும் நோய் களுள் இளஞ்செடி வாடல் (seedling wilt) இலை யழுகல் (leaf rot) நுனிக்கருகல் முக்கியமானவை. இளஞ்செடி வாடல் நோயுற்ற செடி வேரிலிருந்து சிலிண்ட்ரோகிளாடியம் ஃபியூசேரியம், கொல்லிட் டோட்ரைகம் முதலிய பூசணங்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளன. நோயுற்ற செடியின் இலைகள் வாடி, தொங்கிய பின் செடி இறந்து விடுகிறது. இந்த நோயால் 5-40% கன்றுகள் அழிந்துவிடுகின்றன. வளர்ந்த மரத்திலும் கன்றுகளிலும் உள்ள இலை களில் அழுகல் நோய் உண்டாகிறது. இந்த நோயில் இலை ஓரத்தில் கருமையான புள்ளி உண்டாகி, பின் முழு இலைக்கும் பரவி அழுகிவிடும். இந்த நோயைச் சிலிண்ட்ரோகிளாடியம் குவின்கிசெப் டேட்டம் (*Cylindrocladium quinguiseptatum*) என்னும்

பூசணம் உண்டாக்குகிறது. நுனிக்கருகல் நோயை ஒருவகைப் பாசி தோற்றுவிக்கிறது. இந்நோய் வளமில்லாத வடிகால் வசதி இல்லாத நிலத்தில் வளர்ந்திருக்கும் இளைய, முதிர்ந்த மரங்களைப் பாதிக்கிறது. இவை தவிர மலேயா நாட்டில் செஃபாலியுராஸ் மைகாய்டியா (*Cephaleuros mycoidea*) என்னும் பாசியால் உண்டாகும் இலை நோய், முதிருமுன் இலைகளை உதிரச்செய்கிறது. இதை போர்டோக்கலவை மருந்தைத் தெளித்துக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

திடீர் சாவு (sudden death) எனும் நோயை வல்சா யூஜெனியே (*Valsa eugeniae*) என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்துகிறது. நுனிக்கருகலில் கிரிப்டோ ஸ்போரெல்லா யூஜெனியா (*Cryptosporella eugeniae*) என்னும் பூசணம் ஏற்படுத்தும் நோய் குறிப்பிடத்தக்கது. அறுவடையின்போது ஒடியும் கிளைகள் காய்வதற்கு இந்நோயே காரணமாகும். இந்நோயில் இலைகள் பழுப்பு நிறமாவதுடன் தாக்கப்பட்ட கிளை நுனியிலிருந்து காய்ந்துவிடும். நோயுற்ற பகுதியுடன் சிறிதளவு நோயில்லாத பச்சையான கிளையையும் வெட்டி, காயமான பகுதியில் போர்டோப் பசையைத் தடவவேண்டும்.

பூச்சிகளுள் தண்டு துளைப்பான் மற்றும் இலையை உண்ணும் வண்டுகளும் முக்கியமானவை. மஞ்சள் நிற வளையமும் மயிருமுடைய கறுப்பு நிறப் புழுக்கள் அடித்தண்டு மற்றும் கிளைகளைத் துளைத்து அழிவை உண்டாக்கும். இதனால் கிளைகளோ மரமோ காய்ந்துவிடுவதுண்டு. அடிமரப்பகுதி மற்றும் கிளைகளின் மீது 50% BHC நனையும் தூளை நீரில் கரைத்துப் பசையாக்கித் தடவினால் அழிவு குறையும். வறட்சிக் காலத்தில் தாக்குதல் மிகுதியாக இருக்கும். காடுகளை அழித்துப் புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட கிராம்புத் தோட்டத்தில் இளஞ் செடிகளைக் கறையான்கள் அரித்துத் தின்று (50% கன்றுகள் வரை) அழிக்கின்றன. காடுகளை அழித்த பின் சிறுசிறு குச்சிகளையும் அழித்துவிட்டு நடும் குழியில் BHC 10% தூள் மருந்தை மண்ணுடன் கலக்கி இடுவதால் அழிவைத் தடுக்கலாம்.

சரியான பருவத்திற்கு முன் அறுவடையாகும் முதிராத அல்லது சுருங்கிய கிராம்பு மொட்டுகளுக்குக் கோக்கர் கிராம்புகள் (kohker cloves) என்று பெயர். சரியான பருவத்தில் மொட்டுகளை அறுவடை செய்யவில்லையென்றால் மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகிக் கனிகளாகிவிடும். கிராம்பு மொட்டுகள் அறுவடையாகும் பருவத்தை மொட்டுகள் பச்சைநிறத்திலிருந்து இளஞ்சிவப்பு நிறமாக மாறுவதன் மூலம் அறியலாம். மலராத மொட்டுகள் கையால் தனித்தனியாகப் பறிக்கப்படுகின்றன. பூ மொட்டுகள் வணிகக் கிராம்பாவதில்லை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. மேலும் கிராம்புப் பூங்கொத்துகளைக் கொத்துக் கொத்தாக முறித்து அறுவடை செய்யக்கூடாது. அவ்வாறு செய்தால் அடுத்துவரும் ஆண்டுகளில் விளைச்சல் குறைந்துவிடும். அறுவடை செய்த மொட்டுகளைச் சூரிய ஒளியில் 4-5 நாள் உலர்த்த வேண்டும். ஒவ்வொரு நாளும் மாலையில் காயவைத்த கிராம்புகளைக் காற்றோட்டமுள்ள இடத்தில் சேகரித்துப் பனிபடாமல் வைத்திருக்க வேண்டும். தண்டுப்பகுதி பழுப்பு நிறமாக மாறியதும் அவற்றைச் சேமித்து வைக்கலாம். மரம் ஒன்றிற்குச் சராசரியாக 2.5-4.0 கி.கி உலர்ந்த கிராம்பு மொட்டுகள் கிடைக்கும். நன்றாக முதிர்ந்த மரங்கள் தகுந்த தட்பவெப்பநிலையில் 4-8 கிலோ வரை உலர்ந்த மொட்டுகளைத் தரும்.

உலர்ந்த கிராம்புகளுடன் இருக்கும் கனி மற்றும் விரிந்த பூக்களைப் பொறுக்கி அப்புறப்படுத்த வேண்டும். உலர்ந்த சூழ்நிலையில் சாக்குப்பைகளில் சேமித்து வைக்க வேண்டும். நீண்ட நாளுக்குச் சேமித்து வைத்திருந்தால் கிராம்பிலிருக்கும் தைலம் ஆவியாகிவிடும். ஆவியாகும் தன்மை சேமிப்பு அறையில் நிலவும் வெப்பம் இதர நிலைமைகளைப் பொறுத்து உள்ளது.

உலர்ந்த மலராத கிராம்பு மொட்டில் உள்ள எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் முக்கியமானவையாகவும் அவையே மணத்திற்குக் காரணமாகவும் உள்ளன. கிராம்புத் தைலத்திலுள்ள முக்கியபொருள் யூஜினால் ஆகும். உலர்ந்த கிராம்பு மொட்டில் எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெய், நிலைத்த எண்ணெய், டேனின்கள், புரதங்கள், செல்லுலோஸ், பெண்டோசோன்கள் மற்றும் தாது உப்புகள் அடங்கியுள்ளன. கிராம்பில் மணம் தரும் ஆவியாகும் தைலம் பொதுவாக 17% என்னும் அளவிலும் பெரும அளவாக 21% வரையிலும் இருக்கும். கிராம்பிலுள்ள நிலைத்த எண்ணெயின் அளவு 5-10% ஆகும். இதில் கொழுப்பு எண்ணெயும் ரெசினும் அடங்கும். கொழுப்பு எண்ணெயில் 89% ஸ்டீரிக் அமிலம் உள்ளது.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இறைச்சிக்குருமா, இறைச்சியில்லாத குருமா, காய்கறிப் பிரியாணி, இறைச்சிப் பிரியாணி போன்றவற்றின் தயாரிப்பில் மணம் சேர்ப்பதற்காகக் கிராம்பு சேர்க்கப்படுகிறது. பலவித உணவுப் பண்டங்கள் தயாரிப்பிலும் கிராம்பு பயனாகிறது. இது முழுமையாகவோ தூள் செய்தோ பயன்படுத்தப்படுகிறது. சுவைப் பொருள்கள் மற்றும் ஊறுகாய் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. கிராம்புப் பூமொட்டு, தண்டு, இலை முதலியவற்றிலிருந்து தைலம் தயாரித்து மருத்துவத்தில் பயன்படுத்துவர். இந்தத் தைலத்திலுள்ள யூஜினால் வானில்லினாக மாற்றப்பட்டுப் பயனாகிறது. அண்மைக் காலத்தில் இந்தோனேஷியாவில் கிரெட்டக் (kretek) சிகரெட்டுகள் தயாரிப்பதற்குக் கிராம்பைப் பெருமளவில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கிராம்பு, கண்களில் பூவிழுந்து கண் படலங்களில் மறைப்பு, பார்வை தெரியாமை போன்ற கோளாறு

நீக்கும் நல்ல மருந்தாகவுள்ளது. உணவு உண்டபின் தாம்பூலத்துடன் கிராம்பும் சேர்த்து மென்று தின்னப் படும். இதனால் உணவு எளிதில் சீரணமாவதுடன் மனத்திற்கு உற்சாகமும் கிடைக்கிறது. கிராம்பு எண்ணெய் சுறுசுறுப்பைத் தரும். வாயுவைக் குறைக்கும். பற்பசை, பல்பொடி தயாரிப்பிலும் கிராம்பு பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றது. சளி பிடித் திருக்கும்போது கிராம்பை அரைத்து மூக்கிற்கும் நெற்றிக்கும் பற்றுப் போடலாம். எரியும் நல்ல விளக்குச் சுவாலையில் கிராம்பைச் சுட்டு அதன் புகையை வாயின் வழியாக இழுக்கத் தொண்டைக் கம்மல், தொண்டைப்புண் குணமாகும். கிராம்புக் கஷாயம் வாந்தியை நிறுத்தும். செரியாமை, வயிற்று நோய்கள் போகும். பல்வலிக்குக் கிராம்பைக் கடித்தால் வலிகுறையும். கிராம்புத் தைலத்தைப் பஞ்சில் நனைத்து வைத்தும் கடித்துக் கொண்டி ருக்கலாம்.

கிராம்புத் தைலம். இது நறுமணம் ஊட்டவும் சுவையூட்டவும் தொழிற்சாலைகளில் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. ஒரு காலத்தில் மருந்துத் தொழிலில் மிகுந்த அளவில் பயன்பட்டது. இதன் பயன்பாடு யூஜினால் அளவைப் பொறுத்தது. தற் போது இத்தைலத்திற்குப் பதிலாகக் குறைவான விலையுள்ள கிராம்பு இலைத் தைலமும் யூஜினாலும் பயன்பாட்டிலுள்ளன.

கிராம்புத் தண்டுத் தைலம் மஞ்சரித் தண்டி லிருந்து வாலை வடிமுறையில் தயாரிக்கப்படுகிறது. சான்சிபார், வடமடகாஸ்கர் ஆகிய நாடுகள் இதை உற்பத்தி செய்கின்றன. பூமொட்டு எண்ணெயை விட இது விலை குறைந்தது. எனவே இதைப் பெரு மளவில் நறுமணக் சுவையூட்டப் பயன்படுத்து கின்றனர்.

கிராம்புத் தைலம் இலை மற்றும் சிறு குச்சி களிலிருந்து வடித்தெடுக்கப்படுகிறது. அண்மையில் இந்தோனேசிய நாடும் கிராம்புத்தைலத் தயாரிப்பில் ஈடுபட்டுள்ளது. இதை யூஜினால் தயாரிக்க மூலப் பொருளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். மேலும் இது மருந்துத் தொழில், நறுமணப் பொருள் தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுகிறது.

கிராம்பு மொட்டைத் தூளாக்கி உடனேயே தைலத்தை வடித்தெடுக்க வேண்டும். இல்லையேல் அதிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் தைலத்தின் அளவு குறைந்துவிடும். சில தொழிற்சாலைகளில் உடைக் காத அல்லது தூள் செய்யாத முழுக்கிராம்பையும் பயன்படுத்தித் தைலம் தயாரிக்கின்றனர். முழுக் கிராம்பைப் பயன்படுத்தினால் தைலம் தயாரிக்கும் காலம் மிகுதியாகிறது. அதாவது 24 மணி நேரம் வரை தேவைப்படுகிறது. நீராவியைப் பயன்படுத்தி வாலை வடிமுறையில் தயாரிக்கப்படும் தைலத்தில் தனி யூஜினாலின் அளவு மிகுந்துள்ளது. அமெரிக்கா வில் விற்பனையாகும் கிராம்பு மொட்டுத் தைலம் இம்முறையிலேயே தயாரிக்கப்படுகிறது. கிராம்புத் தண்டுத் தைலம், மஞ்சரித் தண்டு அல்லது கிராம்பு மரத்தண்டிலிருந்து சான்சிபார் நாட்டில் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்நாட்டிலிருந்து தண்டுகள் ஏற்றுமதி செய்யப்பட்டன. ஆனால் கிராம்பு மொட்டுத் தைலத்தில் கலப்படம் செய்ததால் இதன் ஏற்றுமதியைக் கடந்த 50 ஆண்டுகளாக நிறுத்தி வைத்துள்ளனர். இந்த எண்ணெயில் உள்ள யூஜினா வின் அளவு சாதாரணமாக 90 - 95% ஆகும். யூஜினாலின் அளவு எண்ணெயை வடிக்கும் நேரத் தைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. விரைவில் எண்ணெயை வடித்தெடுத்தல் மிகுந்த அளவு யூஜினாலைத் தருகிறது.

கிராம்பு இலை எண்ணெய் மலகாசி குடியரசில் பெருமளவிலும் இந்தோனேசியாவில் ஓரளவும் உற்பத்தியாகிறது. மடகாஸ்கர் நாட்டில் இந்த எண்ணெயை வடகிழக்குப் பகுதியில் நேரடியாகத் தீயிட்டுக் கொளுத்தும் வாலை வடிமுறையில் தயாரிக்கின்றனர். மர எரிபொருள் மிகுதியாகக் கிடைப்பதாலும் குளிர்ச்சியூட்டுவதற்குக் குளிர்ந்த நீர் ஊற்று எளிதாகக் கிடைப்பதாலும் இப்பகுதி தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. உதிர்ந்து கிடக்கும் இலையில் பச்சை இலையைவிடத் தைலத்தின் அளவு மிகுதியாக உள்ளது. உதிர்ந்த இலைகளைத் தைலத் தயாரிப்பில் பயன்படுத்துவதால் தனிக் கிராம்பு மரத்தோட்டங்களை வளர்ப்பது இன்றியமை யாததாகிறது. ஆண்டு முழுதும் சேகரித்த இலையி லிருந்து எந்த நேரத்திலும் தைலத்தைத் தயாரிக்க லாம். பொதுவாக இரண்டு அல்லது மூன்று வாரங் களுக்கு ஒருமுறை இலைகள் சேகரிக்கப்படும். ஒரு மரத்திலிருந்து இரண்டு வார காலத்தில் 1.5 கிலோ சூரிய ஒளியால் உலர்ந்த இலைகளைச் சேகரிக்கலாம். இலையில் 5-7%தைலம் அடங்கியுள்ளது.

கிராம்பு மொட்டுத்தைலம் வடிமுறையில் பூமொட்டிலிருந்து 15-17% கிடைக்கிறது. இது நிற மில்லாத அல்லது மஞ்சள் நிறமுடைய எண்ணெயா கும். இதன் நறுமணமூட்டும் தன்மை கிராம்பைப் போலவே இருக்கும். வாலை வடிப்பில் நீராவியைப் பயன்படுத்தினால் 91-95% யூஜினால் கிடைக்கிறது. இந்தத் தைலத்தில் 26 வகையான சேர்மங்கள் அடங்கியுள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. முக்கிய பொருள்களாக யூஜினால் 70-90%, யூஜினால் அசெட்டேட் 17%, பீட்டா-கேரியோஃபில்லீன் 5-12% அடங்கியுள்ளன. தண்டுத்தைலம் பொதுவாக வெளிர் மஞ்சள் நிறமாக 6% அளவாக இருக்கும். மொட்டுத்தைலத்தில் இருப்பதைவிட அதிக அளவாக யூஜினாலும் (83-95%) குறைந்த அளவாக யூஜினால் அசெட்டேட்டும் இதில் உள்ளன. ஆனால் இடிதல் பீட்டா-கேரியே ஃபில்வீன், மெத்தில் ஆல்கஹால், மீதைல் n அமைல் கீட்டோன், ஃபர்பியூரால்

முதலியனவை அடங்கியுள்ளன எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் நாஃப்தலீன் என்னும் பொருள் உட்பட மூன்று பொருள்கள் பெருமளவில் உள்ளன. இப்பொருள்கள் மொட்டுத் தைலத்தில் இருப்பதில்லை.

இலைத் தைலம் அடர் பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். இலையில் 2-3% தைலம் உள்ளது. தூய்மை செய்யப்பட்ட இலைத்தைலம் இளமஞ்சள் நிறத்தில் இனிப்பாக யூஜினாலைப் போல இருக்கும். மொட்டுத் தைலத்தைவிட இதில் யூஜினாலின் அளவு குறைவாக (80-88%) இருக்கும். யூஜினால் அசெட்டேட்டின் அளவு மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் கேரியோஃபில்லீனின் அளவு மிகுதியாக இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இதில் பீட்டா-கேரியோஃபில்லீன் (18%), ஹியூமுலின் (1.9%) மற்றும் யூஜினால் (79%) அடங்கியுள்ளன என்று அறியப்பட்டுள்ளது.

கிராம்பின் மரவேரில் இருந்தும் வாலை வடிமுறையில் சான்சிபார் நாட்டில் தைலத்தை வடித்தெடுக்கின்றனர். வேரில் 6% தைலம் அடங்கியுள்ளது. 85-95% யூஜினால் அடங்கியுள்ளது. புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்டுள்ள எண்ணெய் இளமஞ்சள் நிறமாக இருக்கும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நூலோதி. Purseglove et. al., *Spices*, Orient Longman Ltd., London, 1981.

கிராம் மூலக்கூறு எடை

ஒரு தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடையைக் கிராம் அலகில் குறிப்பிட்டால் அவ்வெண் அத்தனிமத்தின் அல்லது சேர்மத்தின் கிராம் மூலக்கூறு எடை (gram molecular weight) ஆகும். அத்தனிமம் அல்லது சேர்மத்தின் மூலக்கூறு எடை கார்பன் ஐசோடோப்பின் எடையில் 1/12 பங்கை அடிப்படையாகக் கொண்டு கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு கிராம் மூலக்கூறு எடையில் எப்பொருளை எடுத்துக் கொண்டாலும், அந்த எடையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை ஒரு மாறிலி ஆகும். அவாகாட்ரோ எண் எனப்படும் அம்மாறிலியின் மதிப்பு 6.023×10^{23} ஆகும். இவ்வெண்ணிக்கையில் மூலக்கூறுகளை உள்ளடக்கிய எந்தவொரு வளிமத்தின் பருமனும் திட்ட வெப்ப, அழுத்த நிலைகளில் (standard temperature and pressure) ஒரு மாறிலியாகும். கிராம் மூலக்கூற்றுப் பருமன் (gram molar volume) எனப்படும் இம்மாறிலியின் மதிப்பு 22.4 லிட்டர் ஆகும் (திட்ட வெப்ப, அழுத்த நிலையில்). கிராம் மூலக்கூறு எடையைச் சுருக்கமாக மோல் (mole) எனக் குறிப்பிடலாம். வேதியியலில் விகித இயல் (stoichiometry) பிரிவில் எடைக்கான அலகு மோல் ஆகும். மோலார் எண், மோலால் எண், மோல் பின்னம் எனக் கரைசல்களின் செறிவுகளும் மோல் அளவையே அடிப்படையாகக் கொண்டு கணக்கிடப் படுகின்றன.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிராமர் விதி

ஒருங்கமை சமன்பாடுகளின் (simultaneous equations) கெழுக்களை அணிக்கோவைகளாக மாற்றித் தீர்வு காணும் முறை கிராமர் விதி எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக,

$a_1x + b_1y + c_1z = d_1$; $a_2x + b_2y + c_2z = d_2$; $a_3x + b_3y + c_3z = d_3$. என்னும் சமன்பாடுகளிலிருந்து,

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} \qquad \Delta_1 = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix} \qquad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}$$

என்னும் அணிக்கோவை அமைப்பில், Δ பூஜ்யமாக இல்லாமல் இருந்தால், இவற்றிலிருந்து

$$x = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad y = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad z = \frac{\Delta_3}{\Delta}$$

எனத் தீர்வுகள் கண்டுபிடிக்கலாம். இம்முறைக்குக் கிராமர் விதி எனப் பெயராகும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கிராவிட்டான்

நிறையீர்ப்புப் புலத்தின் குவாண்ட்டமாகக் கற்பிதம் செய்து கொள்ளப்பட்டுத் தத்துவ அடிப்படையில் உருவிக்கப்பட்ட ஒரு துகளே கிராவிட்டான் (graviton) எனப்படுகிறது. ஐன்ஸ்டீனின் பொதுச் சார்பியல்

கொள்கையின் மூலம் முடுக்கப்பட்ட மின்கள் மின் காந்த அலைகளை வெளியிடுவதைப்போல, முடுக்கப் பட்ட நிறைகள் அல்லது பிற வகை ஆற்றல் பரவீடுகள் நிறையீர்ப்பு அலைகளை வெளியிட வேண்டும். குவாண்ட்டம் புலக் கொள்கைப்படி இத்தகைய கதிர்வீச்சு, குவாண்ட்டங்களாக அமைந் திருக்க வேண்டும். இந்தக் குவாண்ட்டங்கள் கிரா விட்டான்கள் எனப்படுகின்றன. ஒளி ஆற்றல், ஃபோட்டான்கள் எனப்படுகிற தனித்தனியான பொட்டலங்களாகப் பரவுவதைப் போலவே நிறை யீர்ப்பு ஆற்றலும் கிராவிட்டான்கள் என்னும் தனித் தனியான பொட்டலங்களாகப் பரவுகின்றது.

பழங்கொள்கையான நிறையீர்ப்புப் புலத்தின் பண்புகளிலிருந்து கிராவிட்டானின் பண்புகள் உருவா கின்றன. ஃபோட்டானுக்கு இருப்பதைப்போலவே கிராவிட்டானின் ஓய்வுநிறையும் மின்னும் சுழியாகும். அது $\frac{h}{2\pi}$ என்னும் அலகுகளில் 2 என்னும் தற்சுழற்சி பெற்றுள்ளது. இதில் h என்பது பிளாங்க் மாறிலி. எனவே கிராவிட்டான் ஒரு போசான் இனத்தைச் சேர்ந்த துகள் ஆகும். அது போஸ் - ஐன்ஸ்டீன் புள்ளியியலைப் பின்பற்றுகிறது. அதன் ஓய்வு நிறை சுழியாக இருப்பதால் அதன் சுழற்சி, அதன் இயக்கத்திற்கு இணையான திசையில் மட்டுமே ஆமையக் கூடியதாக இருக்கிறது. எனவே கிரா விட்டானுக்கு இரண்டு தன்னிச்சையான தற்சுழற்சி நிலைகள் மட்டுமே இருக்க முடியும். ஃபோட்டா னுக்கும் இதே பண்புண்டு.

கிராவிட்டான்களைப் பதிவு செய்வது கடின மான செயல். பொருளுக்கும் நிறையீர்ப்புப் புலத் திற்கும் இடையிலுள்ள பிணைப்பு மிகவும் வலிமை குறைந்தது. ஓர் எலெக்ட்ரானுக்கும் ஒரு புரோட்டா னுக்கும் இடையிலுள்ள மின் விசையைப்போல 10^{-39} மடங்கே உள்ளது. எனவே நிறையீர்ப்புக் கதிர் உமிழப்படுவதோ உட்கவரப்படுவதோ மிகவும் குறைந்த அளவிலேயே இருக்க முடியும்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

கிரானுலைட்

இது ஒரு மாற்றுருப் பாறை ஆகும். இது பெரியதும் சம அளவினதுமான துகள் பாறையாகும். கிரானு லைட்டில் (granulite) குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ் பார், பைராக்சீன், கார்னட் ஆகிய கனிமங்கள் முக்கியமாகக் காணப்படுகின்றன. சில்லிமனைட், கயனைட், ஸ்பீனல் முதலிய கனிமங்களும் சில சமயங்களில் காணப்படும். இதில் அபிரகம், ஹார்ன்பிளெண்டு ஆகிய கனிமங்கள் காணப்படுவ தில்லை. ஆகையால் கிரானுலைட், சிஸ்ட் பாறை களைப் போன்று எளிதில் பிளவுபடுவதோ உடை வதோ இல்லை. கிரானுலைட் பொதுவாக வெளிறிய நிறத்துடன் இருப்பதைக் காணலாம்.

கிரானுலைட்டிலுள்ள கனிமங்கள் சம அளவு துகள்களாக உள்ளன. குவார்ட்ஸ் என்னும் கனிமம் குவி - வில்லை போன்ற துகள்களாக உள்ளது. இவை எப்போதும் நீள்வாட்டத்தில் ஒரே திசையில் இணையாக அமைந்திருக்கும். இத்தகைய தோற்றம் அல்லது அமைப்பு பாறைமாற்ற - நுங்கு அமைப்பு எனப்படும். பாறை மாற்ற நுங்கு என இணையாக அமைந்துள்ள குவார்ட்ஸ் கனிமங்களைக் கொண் டுள்ள அமைப்பு கிரானுலைட் என்னும் பாறைக்கே உரியதாகும்.

கிரானுலைட் வட்டார - பாறை மாற்றத்தின் விளைவாக மிகுந்த வெப்பநிலையில் தோன்றிய பாறை ஆகும். இப்பாறையில் உயர் வெப்ப நிலையில் உண்டாகும் கயனைட், சில்லிமனைட், கார்னெட் முதலான கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன.

கிரானுலைட்டுகளில் உள்ள ஒருவகைக் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பாத்திக் - கிரானுலைட் எனப் படும். இவ்வகைக் கிரானுலைட்டில் குவார்ட்ஸ், ஆர்த்தோகிளேஸ் (பொட்டாசியம் ஃபெல்ஸ்பார்), பிளஜியோகிளேஸ் (சோடியம் - கால்சியம் ஃபெல்ஸ் பார்) ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இதில் இருக்கும் ஆர்த்தோகிளேஸ் - ஃபெல்ஸ்பார் பெரும் பாலும் பெர்த்தைட்டாகக் காணப்படுகிறது. இப் பாறையிலுள்ள கார்னெட் இளஞ்சிவப்பு நிறத்தை யுடைய ஆல்மன்டைன்-கார்னெட் ஆகும். ரூட்டைல், மேக்னடைட் ஆகிய இரண்டும் துணைக் கனிமங் களாக இப்பாறையில் (தவறாமல்) காணப்படு கின்றன. சிலவற்றில் டூர்மலின் காணப்படும்.

கிரானுலைட்டின் இன்னுமொரு வகை, பைராக் சின் - கிரானுலைட் ஆகும். இதுவும் உயர் வெப்பத் தில் தோன்றிய ஒரு மாற்றுருப் பாறையாகும். இப் பாறையில் பிளஜியோகிளேஸ் ஃபெல்ஸ்பார், ஹைப் பர்ஸ்தீன், டயாப்ஸைடு ஆகிய கனிமங்கள் காணப் படுகின்றன. இதில் காணப்படும் பிளஜியோகிளேஸ் ஃபெல்ஸ்பார், ஆண்டிசீன் அல்லது லெப்ரோடோ ரைட் கனிமமாகவே உள்ளது. இப்பாறைகளில் சில சமயங்களில் ஆல்மன்டைன் - கார்னட் உள்ளது. வேதி இயைபை அடிப்படையாகக் கொண்டால் இப் பாறை, பைராக்சீன் - கிரானுலைட்-கேப்ரோ முத லான பசால்ட் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பாறைகளை ஒத்துள்ளது.

கிரானுலைட்டுகளில் பைராக்சீன் வகுப்புக் கனி மங்களாகிய டயாப்சைடு, ஹைப்பர்ஸ்தீன் ஆகிய வற்றுடன் அரிதாக, மிகச் சிறிய அளவில் பயோ டைட் என்னும் கறுப்பு - அபிரகமும், ஹார்ன்

பிளண்டும் உள்ளன. பயோடைட், கார்டியரைட் ஆகிய கனிமங்களும் வேறுசில சமயங்களில் அரிதாகச் சிறிய அளவில் கிரானுலைட் இனப் பாறைகளில் இருக்கக் காணலாம்.

பிரெஞ்சு மொழியில் லெப்டினைட் என்று கூறப்படும் பாறையும், ஸ்கான்டினேவியன் மொழியில் லெப்டைட் எனப்படும் பாறையும் கிரானுலைட்டை ஒத்த பாறைகளே ஆகும். மேற்கூறிய பாறைகள் கிரானுலைட் பாறையிலிருந்து மிகச் சிறிதே வேறுபாடு உடையன.

கிரானுலைட் பாறை பெரும்பாலும் ஆர்க்கேயன் (ஊழி) காலப்பாறையாக உலகின் பல பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இப்பாறை தென் இந்தியாவிலும் மேற்கு ஆஃபிரிக்கா, கனடா, அண்டார்ட்டிக்கா ஆகிய நாடுகளிலும் காணப்படுகிறது. ஸ்காட்லாந்தின் வட - மேற்குப் பகுதியில் காணப்படும் லெவிஷியன்-நைஸ் என்னும் பாறைகளும் கிரானுலைட் பாறைகளேயாம்.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. A.V, Milovsky, *Mineralogy and Petrography*, First Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

கிரானைட்

இது ஓர் அனற்பாறையாகும். இப்பாறை வெளிறிய நிறத்தில் காணப்படுகிறது. இப்பாறையிலுள்ள கனிமங்கள் எளிதில் புலனாகக்கூடிய பெரிய துகள்களாக ஏறத்தாழச் சம அளவினவாக உள்ளன. புவியின் அதிக ஆழத்தில் நிலவக்கூடிய அதிக வெப்ப அழுத்தம் உள்ள சூழ்நிலையில் பாறைக் குழம்பு உறைந்து கெட்டியாவதால் இப்பாறை தோன்றியது. ஆகையால் இதை ஆழ்நிலை அனற் பாறை எனக் குறிப்பிடுவர். கிரானைட் (granite) பாறைகளில் சிலிக்கான் டைஆக்சைடு 66%க்கும் அதிகமாக உள்ளது. ஆகையால் கிரானைட், அனற்பாறைகளில் அமில-அனற்பாறை என்னும் பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும்.

கிரானைட்டில் குவார்ட்ஸும், ஃபெல்ஸ்பாரும் பெருமளவில் உள்ளன. இவை இரண்டும் கிரானைட் பாறையின் முக்கிய கனிமங்கள் ஆகும். இப்பாறையில் பயோடைட் என்னும் கறுப்பு அபிரகமும், ஹார்ன்பிளண்டும் குறைந்த அளவில் காணப்படும். மேக்னடைட், ஃபிர்ஹோடைட், இரும்பு-ஆக்சைடு, அப்படைட், சிர்க்கான் முதலிய கனிமங்கள் சிறிய அளவில் காணப்படுகின்றன.

கிரானைட்டில் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் ஆகிய இரண்டு கனிமங்களுக்கும் அடுத்ததாகப் பயோடைட் இருந்தால், அதை பயோடைட்-கிரானைட் என்றும் ஹார்ன்பிளண்டு இருந்தால், அதை ஹார்ன்பிளண்டு கிரானைட் என்றும் குறிப்பிடுவர்.

கிரானைட் பாறையில் குறைந்தது 10% குவார்ட்ஸ் காணப்படுகிறது. இப்பாறையில் காணப்படும் ஃபெல்ஸ்பார் வகுப்பைச் சேர்ந்த கனிமங்களில் ஆர்த்தோகிளேஸ் (பொட்டாசியம் - ஃபெல்ஸ்பார்), சோடியம் அதிகமாக உள்ள பிளஜியோகிளேஸ் ஃபெல்ஸ்பார் ஆகியவை உள்ளன. இப்பாறையில் இருக்கும் மொத்த ஃபெல்ஸ்பார் கனிமங்களில் மூன்றில் இரண்டு பங்குக்கும் அதிகமாக ஆர்த்தோகிளேஸ் உள்ளது.

கிரானைட் பாறையை நுண்னோக்கியில் பார்க்கும் போது மேக்னடைட், அப்படைட், சிர்க்கான் ஹார்ன்பிளண்ட், பிளஜியோகிளேஸ் ஆகிய கனிமங்கள் நிறை வடிவுத் துகள்களாக உள்ளன. ஆர்த்தோகிளேஸ் குறை வடிவத் துகள்களாகக் காணப்படுகிறது. குவார்ட்ஸ் - துகள்கள் ஒழுங்கற்று வடிவிலாதனவாக உள்ளன.

கிரானைட்டைப் பார்ஃபைரிட்டிக் - கிரானைட், முடைவு-கிரானைட், கார-கிரானைட், இளஞ்சிவப்பு-கிரானைட் எனப் பல பிரிவாக வகைப்படுத்தலாம். கிரானைட்டை ஒத்த ஆனால் நுண்ணிய துகள்களாலாகிய பாறைகள் ரயோலைட், ஆப்ஸீடியன் எனப்படுகின்றன. கிரானைட் என்னும் சொல்லைப் பொறியியலார் கருங்கல் என்னும் பொருளில் தவறாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர்.

கிரானைட்டாக்கம். கிரானைட் தோன்றிய விதங்களையே கிரானைட் ஆக்கம் என்பர். கிரானைட்டாக்கம் இயற்கையில் பெருமளவு நிகழ்வதாகும். பெரும்பாலும் மலைத்தோற்றவியக்கப் பகுதிகளில் இவ்வியக்கம் நடைபெறும். அப்பகுதிகளில் பாறைகள் உருமாற்றமடையும் காலத்தில் இவ்வியக்கம் உடன் நிகழ்கிறது.

அடுக்குப் பாறையிலுள்ள கனிமங்கள் தம்முள் மாறியமைவதாலும் அவை சிதைந்து மீண்டும் படிகங்களாக வளர்வதாலும் பாறையின் மொத்த வேதியலடக்கம் மாற்றமடைந்து கிரானைட் பாறைகளாக மாறுவதற்குத் தேவையான வேதியலடக்கத்தைப் பெறுகின்றன. இவ்வாறாக அடுக்குப் பாறைகள் கிரானைட்டாக மாறும்போது, பாறைக் குழம்பிலிருந்து உண்டான கிரானைட்டுப் பாறைகளிலிருந்து அவற்றை வேறுபடுத்தி இனம் கண்டு பிடித்தல் மிகவும் கடினம். இயற்கையான ஒரு வகையான பாறை கிரானைட்டாக மாறியபின் அதன்னிடையே கிரானைட்டுகளின் இயல்புகளைத் தவிர பிற வேறுபாடுகளைக் காண்பதரிது. அனற்பாறை ஊடுருவல்களைச் சுற்றியுள்ள சந்திவிளிம்புப் பாறைகள் ஓரளவு உருமாற்றமடைந்து சிறிய அளவில்

கிரானைட்டைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இம்மாற்றத்தை, சந்திவிளிம்பு உருமாற்றத் திரிநிலை இயக்கம் என்பர். இதனால் பெருமளவில் ஃபெல்ஸ்பார் கனிமங்கள் உண்டானால் இவ்வியக்கத்தை ஃபெல்ஸ்பாராக்கம் என்பர்.

கிரானைட்டாக்கத்தின் போது பாறையில் சில வேதிப் பொருள்கள் உட்புகுவதாலும் வேறுசில வேதிப் பொருள்கள் வெளியேறுவதாலும் பாறையின் மொத்த இயைபு மாறுகிறது. இம்மாற்றம் பாறைகள் திரிநிலையிலிருக்கும்போது நடைபெறுவதால், பாறையின் பருமனில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. எனவே இவ்வியக்கத்தை உருமாற்றத் திரிநிலை இயக்கம் என்று பொதுவாகக் கூறுவர். பாறைகளிலுள்ள புரைகள் மற்றும் பிளவுகளின் வழியாக, இவ்வியக்கத்திற்குத் தேவையான பொருள்களைக் கொண்ட நீர்மக் கரைசல் புகுந்து செல்கிறது. புரைகளின் வழியாக உட்புகமுடியாத இடங்களில் கனிமப்பரல்களின் புறப்பரப்புகளுக்கிடையே உள்ள இடுக்குகளின் வழியாக நீர்மக் கரைசலில் உள்ள வளிமங்கள் பாறைகளிடையே சிறிது தொலைவுவரை பரவிச் சென்று கிரானைட்டாக்கத்தை உண்டாக்குகின்றன. பாறையடுக்குகளை உருக்குலைக்கும் பெருமண்டல உருமாற்றத்தின்போது, பெரிய கால்வாய்களின் வழியாக நீர்மக்கரைசல்கள் பாறைகளிடையே பாய்ந்து சென்று கிரானைட்டாக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

அடிப்புறத்திலிருக்கும் பாறைக் குழம்புக் கிடங்கிலிருந்தும், புவியாழத்திலிருந்தும் தோன்றிய நீர்மக் கரைசல்கள் கிரானைட்டாக்கத்திற்குத் தேவையான காரப்பொருள்களையும் சிலிக்காப் பொருள்களையும் கீழிருந்து மேலாகக் கொண்டு செல்வதால் மேற்புறத்தேயுள்ள பாறைகள் மட்டும் கிரானைட்டாக மாறுகின்றன. இவ்வியக்கத்தால் இடப்பெயர்ச்சியாகும் இரும்பு, மக்னீசியம், கால்சியம் ஆகிய பொருள்கள் கீழ்நிலையிலேயே விட்டுச் செல்லப்படுகின்றன.

புரை நீர்மமாகத் தேங்கியும், படிகவமைப்பு வழியாக ஊடுருவிப்பரவியும் கிரானைட்டாக்கத்தை உருவாக்குகிறது. இதில் பங்கேற்கும் ஒவ்வொரு வேதிப் பொருளும் தன்னிச்சையாக நகர்கிறது. அது அழுத்த அல்லது வெப்பநிலை ஏற்ற இறக்கங்களாலும், புவிஈர்ப்புவிசையாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுவதால், சில வேதிப் பொருள்கள் மேல்நோக்கியும் வேறுசில கீழ்நோக்கியும் நகர்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் நகரும் திசையும், வேகமும் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் வேதிப் பொருள்களுக்குள்ள வெப்ப, அழுத்த நிலையின் கட்டுப்பாட்டால் இயக்கப்படுகின்றன.

கிரானைட்டாக்கத்தின்போது மூலப்பொருள்கள் கீழ்நோக்கியும், கார சிலிக்கா பொருள்கள் மேல்நோக்கியும் நகர்வதால், பாறையிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட இப்பொருள்கள் வளிமப் பரவலின் எல்லைப் புறத்தில் குவிந்து குறிப்பிட்ட கனிமங்களை உண்டாக்குகின்றன. இதனால் கால்சியம், இரும்பு, மக்னீசியம் செறிந்த மூலப்பொருள்கள் கிரானைட்டாக முன்னேறிச் சென்றவிடத்தில் விட்டுச் செல்லப்படுகின்றன.

கிரானைட்டாக்கம் பாறை முழுதும் ஒரே அளவாக நிகழ்வதில்லை. இவ்வியக்கம் ஒருசில பாறையடுக்குகளின் இடைவெளிகளில் எளிதாகவும் முழுமையாகவும் நிகழ்கிறது. அதனால் மாற்றுருப் பாறைகளிடையே நீண்ட விரல்களைப் போன்று கிரானைட்டாக மாற்றமடைந்த பாறைகள் காணப்படுகின்றன. இதேபோன்று முற்றிலும் கிரானைட்டாக மாற்றமடைந்த பாறையினுள் அரைகுறைக் கருங்கல்லாக மாறிய பாறைத் துண்டுகளும், மெல்லிய கொடிகளும், வில்லைகளும் காணப்படும். இவை அனற்பாறைகளில் காணப்படும் பிற பாறைத் துண்டுகள் பாறைக்குழம்பால் இழுத்துச் செல்லப்பட்ட மிதவைத் துண்டுகளைப்போலக் காணப்படும். உருமாறிய கிரானைட்டின் முதனிலைப் படிவுத் தளத்தின் வழியே உருமாற்றத் திரிநிலையால் கிரானைட் உண்டாவதற்குப் போதுமான சான்றுகள் இருந்தால் அன்றி ஒரு பாறை கிரானைட்டாக்கத்தால் உண்டானது என்று கூற இயலாது. பாறையியல் ஆய்வின் மூலம் உருமாறிய படிவுப் பாறைகளிலிருந்து உருமாற்றத் திரிநிலை இயக்கத்தால் படிப்படியாகக் கிரானைட்டாகிய நிலைகளைச் சிறந்த ஆய்வின் மூலம் கண்டறியலாம்.

கனிமப் படிவுப் பாறைகளிலிருந்து உண்டான அபிரகப் படலப்பாறைகள் (mica schist) அல்லது நைஸ் எனும் பாறைகளில் பிளஜியோகிளேஸ் அல்லது பொட்டாசிய ஃபெல்ஸ்பார் கனிமங்கள் ஒருமுனையிலிருந்து (கனிமப் படிவுப் பாறை முகப்பிலிருந்து) மறுமுனைவரை (பெரிதும் மாற்றமடைந்த படலப் பாறை அல்லது நைஸ் பாறைவரை) படிப்படியாக உண்டாகக் காணலாம். மஸ்கோவைட் அபிரகமும் கால்சிய இரும்பு மக்னீசியக் கனிமங்களும் சிதைவதால் பொட்டாசிய ஃபெல்ஸ்பார் மற்றும் பிளஜியோகிளேஸ் ஃபெல்ஸ்பார் கனிமங்களின் அடக்கம் படிப்படியாக இப்பாறைகளில் உயர்கிறது. அதனால் கனிமத் துகள்களின் உருவமும் படிப்படியாகப் பெரிய அளவினதாகும். இதனால் சிறுதுகள் கட்டுக்கோப்புடைய பாறைக் கருந்திரளிடையே பெரிய ஃபெல்ஸ்பார் படிகங்களாக, மீண்டும் படிகமான பார்ஃபைரோபிளாஸ்டுகள் காணப்படும். எனவே முதனிலைப் பாறையின் நைஸ் அல்லது படல அமைப்பு முழுமையாகவோ ஓரளவாகவோ மாறிவிடும். கள ஆய்வின் மூலம் இத்தகைய ஃபெல்ஸ்பார் படிகங்கள் பாறைத் தோற்றத்திற்குப் பின்னர் உண்டானவையாக அறியலாம். ஃபெல்ஸ்பார் படிகங்களைக் கொண்ட கிரானைட் பாறை உருமாற்றியக்கத்தால் உண்டானதெனவும் கருதலாம்.

புவியாழத்தில் ஒன்றிற்கொன்று குறுக்கிடும் அமைப்புகளை உடைய பிளவுத் தளங்களில் ஏற்படும் இழுவிசையால் உருமாறிய பாறைத் துண்டங்களின் ஒருபகுதி உருகிப் பாறைத் துண்டங்களைச் சூழ்ந்துறைவதால் உருகிய குழம்புக் கலவைப்பாறை உண்டாகும். இது தீவிர கிரானைட்டாக்க வினைகளின்போது நிகழும், இத்தகைய கலவைப் பாறைகளில் உருமாறிய பாறைகளும் பாறைக்குழம்பால் உண்டான பகுதிகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்து காணப்படும். மேலும் குறிப்பிடத்தக்க சில தனிமங்களின் மாற்றத்தால் உருமாறிய பாறையிலுள்ள சில அடுக்குகள் கிரானைட் நைஸ்களாகவோ அனற்பாறைகளாகவோ மாறுகின்றன. தீவிர உருமாற்ற இயக்கத்தின்போது பாறைகள் உருகுவதால் கார சிலிக்கா பொருள்களைக் கொண்ட உருக்கக் குழம்புக் கரைசல் பாறையிலிருந்து வெளியேறிப் பிளவுகளிலும் பாறை இடுக்குகளிலும் சின்னஞ்சிறு அனற்பாறைக் கீற்றுகளாகவும், கொடிகளாகவும் உருமாறிய பாறைகளிடையே பரவலாக உறைவதால் உருக்கக் குழம்புக் கலவைப்பாறைகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு இப்பாறைகள் உண்டாகும்போது, பிளவுகளிடையேயும் இடுக்குகளிடையேயும் உருகி நிற்கும் காரைக் குழம்பு, பாறையாக இறுகுமுன் பாறைகள் அழுத்தப்பட்டுக் குழம்பு பிதுக்கப்பட்டால் பிதுங்கி வெளியேறிய பாறைக் குழம்பு குளிர்ந்து இறுகிப் பின்னர் தனித்த அனற்பாறைக் கிரானைட்டாகத் தோன்றுகிறது. சில சமயங்களில் குளிர்ந்த பாறைக் குழம்பு தன்னுள் அடக்கிய வேற்றுப்பாறைத் துண்டுகளை அல்லது தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள பிற பாறைகளை முற்றிலும் தன்மயப்படுத்தி அவற்றைப் பாறைக்குழம்பால் உண்டான தோற்றத்தைப் பெறச்செய்து கிரானைட் பாறைகளாகவும் மாற்றலாம்.

- இரா. இராமசாமி
- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. H.H. Read, *The Granite controversy*, Murpy Ltd., London, 1957; T. F. W. Barth, *Theoretical petrology*, Wiley Eastern Ltd, New York, 1952.

கிரானோடயோரைட்

இது பெரும் துகள்களாலான அமில அனற் பாறை வகையைச்சேர்ந்தது. இப்பாறை வகையில் குவார்ட்ஸ் கனிமம் 20%-40% வரையிலும், கால்சிக்-சோடிக் ஃபெல்ஸ்பார்ஸ், இரும்பு மக்னீசியக் கனிமங்களில் ஹார்ன்பிளண்ட், பயோடைட் முதலிய கனிமங்கள் மிகுதியாகவும் காணப்படும். சிறிய அளவில் காரஃபெல்ஸ்பாரும் காணப்படலாம். இப்பாறையில் ஸ்பீன், அபடைட், மேக்னடைட் போன்றவை முக்கிய அருகிய கனிமங்களாக அமையும்போது இக்காரஃபெல்ஸ்பார் காணப்படும். கிரானோடயோரைட் குறை சதவீத சிலிக்காவாலும், அதிக கால்சியம், மக்னீசியம் உட்செறிவாலும் கிரானைட் பாறையிலிருந்து வேறுபடும்.

நுண் இழைமை. இதன் நுண் இழைமை கிரானைட் பாறையின் நுண் இழைமையைப் போன்றது. ஆனால் இரு வளர் கனிம நுண் இழைமை (graphic texture) தவிர ஏறக்குறையக் கிரானைட்டின் நுண் இழைமைத் தன்மையைப் பெற்றிருக்கும். கனிமப் படிகங்கள் புலனாகும் தன்மையனவாகவும் (phaneric) ஒரே அளவுடைய படிகங்களால் ஆனவையாகவும் (equigranular) உள்ளன. இப்படிக அளவு சில பாறைகளில் சிறியதாகவும், சிலவற்றில் பெரியதாகவும் இருப்பதைக் காணலாம்.

தோற்றம். இயற்கையாகத் தோன்றிய பாறைக் குழம்பு (magma) குளிர்ந்து உண்டான பாறை வகைகளில் இப்பாறையும் ஒன்று ஆகும். இப்பாறை உள் நுழைவு வகைப்பாறையாக (intrusive) அமைகிறது. இந்த உள் நுழைவு அனற்பாறை மிகு ஆழத்தில் அமைவதால் ஆழ் நிலைப்பாறையாகவும் காணப்படுகிறது. இப்பாறை பேத்தோலித் என்னும் ஆழ்நில உள் நுழை வடிவ அமைப்புப் பெற்றுக் காணப்படும். இப்பேத்தோலித்தின் அடித்தரை எதுவும் காணும் ஆழத்தில் இல்லை. இப்பாறை எப்போதும் கிரானைட் பாறையோடு சேர்ந்து காணப்படும். குவார்ட்ஸ் கனிம உட்செறிவு குறையும்போது கிரானோடயோரைட், குவார்ட்ஸ் டயோரைட்டாகவும் (டோனோலைட்) பின்னர் டயோரைட் பாறையாகவும் மாறுகிறது.

அமில அனற்பாறை வகைகளில் பல பாறையின் பெயர்கள் பயன்படுத்தப்படும் என்பது குறிப்பிடக் கூடியதாகும். எ.கா: பல டோனோலைட் பாறைகள் கிரானோடயோரைட்டுகள் என்றும், ஏறக்குறைய அனைத்து ஹார்ன்பிளண்டு பயோடைட், கிரானைட் பாறைகள், கிரானோடயோரைட் என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

பல பெரிய பேத்தோலித் துகள் உள் நுழைவு, கிரானைட் உட்செறிவைக் கொண்டுள்ளது என்று விவரித்தாலும் அவை உண்மையில் கிரானோடயோரைட்டின் உட்செறிவைக் கொண்டுள்ளன. கிரானோடயோரைட்டின் சமவெளி உமிழ் அல்லது எரிமலைப் பாறை டேசைட் ஆகும். அதாவது அவற்றை நுண் கிரானோடயோரைட் (micro granodiorite) எனலாம்.

- அ.வே. உடையனபிள்ளை

நூலோதி. A.V. Milovsky, *Mineralogy & Petrography*, First Edition, Mir Publishers, Moscow, 1982.

கிரிக், ஃபிரான்சிஸ் ஹாரி காம்ப்டன்

இங்கிலாந்து அறிவியலாரான இவர் மாரிஸ் ஹெச். எப். வில்கின்ஸ் என்பாருடனும் ஜேம்ஸ்

வாட்சன் என்பாருடனும் இணைந்து 1962 ஆம் ஆண்டில் மருத்துவ உடலியங்கியலில் நோபல் பரிசு பெற்றார். பிரான்சிஸ் ஹாரிகாம்ப்டன் கிரிக் (Francis Harry Compton Crick) குழுவினர், DNA எனப்படும் அமைப்பை முதன்முறையாக உலகுக்கு விளக்கினர். இன்றும் இவ்வமைப்பு வாட்சன் கிரிக் அமைப்பு முறை எனச் சிறப்பாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

இவ்வறிஞர் 1916 ஆம் ஆண்டு இங்கிலாந்திலுள்ள நார்த்தாம்டன் என்னுமிடத்தில் பிறந்தார். லண்டனில் உள்ள மில்ஹில் பள்ளியில் தொடக்கக் கல்வியையும் 1937 ஆம் ஆண்டில் லண்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் இயற்பியலில் இளம் அறிவியல் பட்டத்தையும் பெற்றார். பின்னர் ஆராய்ச்சியைத் தொடர்ந்தார். ஆனால் 1939 ஆம் ஆண்டு தொடங்கிய இரண்டாம் உலகப் போரால் இவர் ஆய்வு தடைப்பட்டது. பின் எட்டு ஆண்டுகள் இங்கிலாந்து அரசு அமைப்பில் பணியாற்றினார். 1949 இல் கேம்பிரிட்ஜ் மருத்துவ ஆய்வுக் கழகத்தின் உதவித் தொகை கிடைத்ததால் இரண்டாண்டுகள் ஆய்வைத் தொடர்ந்தார். அப்போது இவருக்கு மாக்ஸ் எஃப். புருட்டஸ் எனும் ஆய்வறிஞர் துணை நின்று புதிய வழிமுறைகளைக் காட்டினார். 1951 இல் ஆய்வறிஞர் வாட்சனுடன் இவர் இணைந்து புரோட்டீன் மூலக்கூறுகளைப் படிகவியல் நுட்ப முறையின் மூலம் ஆராய முற்பட்டார். 1954இல் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகத்தில் டாக்டர் பட்டத்தைப் பெற்று அங்குப் பேராசிரியராகப் பணியில் சேர்ந்தார். இவ்வாண்டில்தான் இவர் D.N.A. இன் மூலக்கூறு அமைப்பை வெளியிட்டார். இவ்வாய்வுக்கே நோபல் பரிசும் பெற்றார். மூலக்கூறு, ஏணியைப் போன்று முறுக்கிய இரட்டைவடங்களால் ஆக்கப்பட்டது என்பதை விளக்கினார்.

நோய் பரப்பும் வைரஸ் நுண்ணுயிரிகளின் உடற்கூற்று அமைப்பையும், கொலாஜன் போன்ற இழைப் புரோட்டீன்களின் மூலக்கூறுகளின் அமைப்பையும் 1956 இம் ஆண்டில் கண்டறிந்து வெளியிட்டார். 1959-1962 ஆம் ஆண்டு வரை ராக்பெல்லர் நிறுவனத்தில் கௌரவப் பேராசிரியராகப் பணியாற்றினார். ஆய்வுகளுக்காக இவர் 1959 இல் லண்டன் ராயல் கழகத்தில் உறுப்பினராக்கப்பட்டார். 1960-1964 வரை தென் ஆஃப்பிரிக்க அறிவியல் அறிஞரான சிட்னி ப்ரென்னருடன் இணைந்து பாக்ட்டீரியா, வைரஸ்களின் மரபியல் முறைகளைக் கண்டறிந்து வெளியிட்டார். மார்ஷல் நைரன்பர்க் போன்ற நோபல் பரிசு பெற்ற ஆய்வறிஞர்களோடு இணைந்து ஆய்வு செய்தார். இவ்வறிஞர் பல ஆய்வுக் கட்டுரைகளை எழுதியதுடன் 1966 ஆம் ஆண்டு மனிதர்களும் மூலக்கூறுகளும் எனும் நூலொன்றையும் எழுதியுள்ளார்.

- கோவி. இராமசுவாமி

கிரிக்னார்டு வினைபொருள்

இது ஒரு கரிம உலோகச் சேர்மம். தகுந்த கரைப்பானில் (பொதுவாக ஆல்கஹால் இல்லாத ஈதர்) அல்க்கைல் அல்லது அரைல் ஹாலைடு (ஒரு மூலக்கூறு) மக்னீஷியம் உலோகத்துடன் (ஓர் அணு) வினைபுரிந்து கிடைக்கும் பொருள் கிரிக்னார்டு வினைபொருள் (Grignard reagent) ஆகும்.

$$RX + Mg \xrightarrow{\text{உலர் ஈதர்}} RMgX$$

R-அல்க்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதி; X-ஹாலோஜன்

இவ்வகைக் கரிம மக்னீசியம் சேர்மங்களை முதன் முதலில் கண்டறிந்து பயன்படுத்தியவர் விக்டர் கிரிக்னார்டு என்னும் வேதியியலார் ஆவார். இவ்வரிய பயன்மிக்க கண்டுபிடிப்பிற்காக 1912 ஆம் ஆண்டிற்கான நோபல் பரிசு இவருக்கு வழங்கப்பட்டது.

ஓர் அல்க்கைல் அல்லது அரைல் ஹாலைடை ஈதரில் கரைத்து, மக்னீசியத்தைச் சேர்த்தால், சில நிமிடங்களில் வினைக்கலவை குழம்பாகி வெப்பம் உமிழப்படுகிறது. சாதாரணமாக, கிரிக்னார்டு வினை பொருளைப் பயன்படுத்தும் தருணத்திலேயே தயாரிப்பது வழக்கம். எவ்வாறாயினும், கிரிக்னார்டு வினை நிகழும் கலத்தில் நீர் இருக்கக்கூடாது. ஏனெனில், கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் நீருடன் விரைவாக வெப்ப உமிழ் வினைபுரிகிறது.

R-X எந்தவோர் அல்க்கைல் அல்லது அரைல் ஹாலைடாக இருக்கலாம் என்றாலும், அரைல் குளோரைடுகள் மந்தமாகவே வினைபுரிகின்றன. அவற்றை வினைபுரியச் செய்வதற்கு மக்னீசியத்தைக் கிளர்வுற்ற நிலைக்கு உயர்த்துதலும், உயர் கொதி நிலை கொண்ட கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்துதலும் நன்கறியப்பட்ட வழிமுறைகள். வினைல் மக்னீசியம் ஹாலைடுகளைத் ($CH_2=CH\ MgX$) தயாரிப்பதற்கு டெட்ராஹைட்ரோஃபியூரன் கரைப்பானாகப் பயனாகிறது.

ஈதரைத் தவிர மூவிணைய அமீன்கள், டெட்ராஹைட்ரோஃபியூரான், டைமெத்தில் ஈதர் போன்றவை கரைப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன. அல்க்கைல் ஹாலைடுகள் எவ்வளவு விரைவில் கிரிக்னார்டு வினைபொருளாவதற்கு மாறுகிறது என்பது பல காரணங்களைப் பொறுத்தமைகிறது. அல்க்கைல் ஹாலைடின் வினைபுரியும் திறன் கீழ்க்காணுமாறு அமைகிறது.

அல்க்கைல் அயோடைடு > புரோமைடு > குளோரைடு

மேலும் அல்க்கைல் தொகுதியில் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்க அதிகரிக்க கிரிக்னார்டு வினைபொருள் உருவாவது குறைகிறது.

$$CH_3X > C_2H_5X > C_3H_7>X \ldots\ldots$$

பொதுவாக, கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் RMgX என்று குறிப்பிடப்படுகிறது. பெரும் ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றுக் கொண்டிருந்தாலும் இதன் அமைப்பைப் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஆஷ்பியின் கூற்றுப்படி ஈதர் கரைப்பானில் இதன் அமைப்பு கீழ்க்காணுமாறு அமைந்துள்ளது.

$$\text{மற்றவை} \rightleftharpoons \text{இருபடி} = 2RMgX \rightleftharpoons$$

$$R_2Mg + MgX_2 \rightleftharpoons \text{இருபடி} \rightleftharpoons \text{மற்றவை}$$

வினைத்திறன். கார்பன் - உலோகப் பிணைப்புகளின் மிகை அயனித் தன்மையின் காரணமாக, கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் நீருடன் வினை புரிகிறது. நீருடன் மட்டுமன்றிச் சற்றே அமிலத் தன்மை கொண்ட ஹைட்ரஜன் அணுவை உள்ளடக்கிய சேர்மங்களுடனும் வினைபுரியவல்லது. இவ் வினைகள் யாவும் அமில - கார வினைகளேயாகும். ஏனைய வினைப்பொருளிலிருந்து ஒரு புரோட்டான் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளின் கார்பன் எதிரயனிக்குத் தாவுதலே முதன்மைக் கட்டமாகும். எடுத்துக்காட்டாக, மெத்தேன் (pKa = 50) நீரைவிட (pKa = 16.7) மிக மிக வலிமை குறைந்த அமிலமாகும். எனவே, மெத்தைடு அயனி ஹைட்ராக்சைடு அயனியை விட 10^{33} மடங்கு வலிமைமிக்க காரமாகும். எனவே, கிரிக்னார்டு வினைப் பொருளில் அமைந்துள்ள மெத்தைடு அயனி நீரிலிருந்து புரோட்டானைக் கவர்ந்து மெத்தேனை அளிக்கிறது.

வினைகள். கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் கார்போனைல் சேர்மங்களுடன் வினைபுரிகின்றன. இதனால் விளையும் பொருளை நீராற்பகுக்கும்போது புதிய கார்பன் - கார்பன் பிணைப்புகளைக் கொண்ட வேறுபட்ட பொருள்கள் உண்டாகின்றன. காட்டாக, குறைந்த வெப்பநிலையில் கார்பன் டைஆக்சைடுடன் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் வினைபுரிந்து கார்பாக்சிலிக் அமில உப்புகளைக் கொடுக்கின்றன. இதிலிருந்து அமிலத்தை எளிதில் பிரித்து விடலாம்.

$$RMgX + CO_2 \longrightarrow$$

$$RCOOMgX \xrightarrow{H_2O} RCOOH + MgXOH$$

வேறுபட்ட ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்களுடன் வினைபுரிந்து ஓரிணைய, ஈரிணைய, மூவிணைய ஆல்கஹால்களைத் தருகின்றன.

$$RMgX + CH_2O \longrightarrow$$

$$RCH_2OMgX \xrightarrow{H_2O} RCH_2OH + MgXOH$$

$$RMgX + R'CHO = O \longrightarrow$$

$$RR'CHOMgX \xrightarrow{H_2O} RR'CHOH + MgXOH$$

$$RMgX + R'R''C = O \longrightarrow$$

$$RR'R''COMgX \xrightarrow{H_2O} RR'R''COH + MgXOH$$

எனவே ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள், கார்பன் டைஆக்சைடுடன் கிரிக்னார்டு வினைப் பொருளின் வினை கார்பன் அணு எண்ணிக்கையை அதிகப்படுத்த உதவும். மேலும் ஒரு ஹைட்ரோ கார்பன் தொடரை இரு கார்பன் அணுக்களால் அதிகப்படுத்தலாம்.

$$RMgX + \underset{\text{O}}{CH_2{-}CH_2} \longrightarrow$$

எத்திலீன் ஆக்சைடு

$$RCH_2\,CH_2\,OMgX \xrightarrow{H_2O}$$

$$RCH_2\,CH_2\,OH + MgXOH$$

இவ்வினையில் உண்டாகும் ஆல்கஹாலை ஹாலைடாக மாற்றி வினையைத் தொடரச் செய்யலாம்.

கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் எஸ்ட்டர்களுடன் வினைபுரிந்து தொடக்கத்தில் கீட்டோன்களைக் கொடுக்கின்றது. இவ்வினை இத்துடன் முற்றுப்பெறுவதில்லை. எஞ்சியிருக்கும் வினைப்பொருள் கீட்டோனுடன் வினைபுரிந்து மூவிணைய ஆல்கஹாலைத் தரும். இதேபோல் அமிலக் குளோரைடுகளும் அமிலக் கீட்டோனையும், பின்னர் மூவிணைய ஆல்கஹாலையும் கொடுக்கின்றன. இவ்வினையை மேம்படுத்த முதலில் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளைக் கேட்மியம் அல்லது துத்தநாகக் குளோரைடுடன் வினைப்படுத்திக் கரிம கேட்மியம் அல்லது கரிம துத்தநாகச் சேர்மங்கள் பெறப்படுகின்றன. கரிம மக்னீசியம் சேர்மத்தைவிடக் கரிம கேட்மியம் அல்லது துத்தநாகச் சேர்மங்கள் மிகு வினைபுரியும் திறன் கொண்டன வல்ல. எனவே கீட்டோன்கள் மூவிணைய ஆல்கஹாலாக மாறுவது தடுக்கப்படுகிறது.

அலிஃபாட்டிக் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்களைக் காற்று அல்லது ஆக்சிஜனில் வைக்கும்போது அவை அல்க்காக்சைடுகளாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. அல்க்காக்சைடை நீராற்பகுத்தால் ஆல்கஹால்கள் கிடைக்கின்றன. அரோமாட்டிக் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் இதே போன்ற வினையில் மிகவும் மெதுவாகவே ஈடுபடுகின்றன. மிகக்குறைந்த அளவிலேயே ஃபீனால்கள் கிடைக்கின்றன.

அல்க்கைல் ஹாலைடுகளுடன் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் வினைபுரிந்து ஹைட்ரோ கார்பன்களைக் கொடுக்கின்றன.

$$RMgX + XR \rightarrow R\text{-}R + MgX_2$$

இதேபோல் வெள்ளி குளோரைடு அல்லது கோபல்ட்டஸ் குளோரைடு போன்ற உலோகக் குளோரைடுகளுடன் இனணந்து ஹைட்ரோகார்பன்கள் கிடைக்கின்றன.

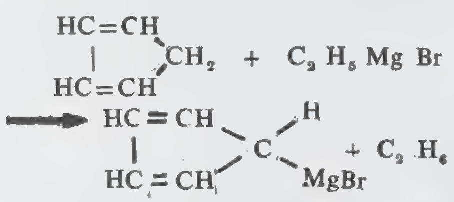
$$2MgX + 2AgBr \rightarrow R—R + 2Ag + 2MgXBr$$

வினையுறு (active) ஹைட்ரஜன் அணுக்களைக் கொண்ட சேர்மங்களுடன் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் எளிதில் வினைபுரிகிறது. நீருடன் வினை புரிந்து உடனடியாகக் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளைச் சார்ந்த ஹைட்ரோகார்பன்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன.

$$RMgX + H_2O \rightarrow RH + MgXOH$$

சில சமயங்களில் கார்பன் அணுவுடன் இணைந்துள்ள ஹைட்ரஜன் அணு அசெட்டிலீனில் இருப்பது போலவோ வளையப் பென்ட்டாடையீனில் இருப்பது போலவோ அமிலத்தன்மையுடையதாக இருக்கலாம். இவ்வினைகளால் சாதாரண முறைகளால் தயாரிக்க முடியாத கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் கிடைக்கின்றன.

$$2C_2H_5MgBr + HC\equiv CH \rightarrow 2C_2H_6 + BrMgC\equiv CMgBr$$



கிரிக்னர்டு வினைப்பொருள்கள், இமைன்கள், நைட்ரைல்கள், சல்ஃபாக்சைடுகள் போன்ற வேறுபட்ட ஹைட்ரஜன், கந்தகச் சேர்மங்களுடன் வினை புரிகின்றன. போரான், பாஸ்ஃபரஸ், சிலிக்கான், வெள்ளீயம் போன்றவற்றின் ஹாலைடுகளுடன் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் வினைபுரிந்து கொடுக்கும் விளைபொருள்கள் மேற்சொன்ன உலோகங்களின் கரிமச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிரிகரி வாய்பாடு

சில மாறிகளும் அவற்றின் சார்பலன்களும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளபோது, இரண்டு அடுத்தடுத்த மாறிகளுக்கு இடையில் ஏதாவது ஒரு மதிப்புக்குரிய சார்பலனின் மதிப்பைப் பெறும் முறைக்கு இடைமதிப்புக் காணல் என்று பெயர். இம்மதிப்பைக் காணும் வாய்பாடு இடைமதிப்புக்காணும் வாய்பாடு எனப்படும். இவற்றில் ஒன்றான நியூட்டன் வாய்பாட்டிலிருந்து பெறப்படும் மற்றொரு வாய்பாடு கிரிகரி வாய்பாடு ஆகும்.

x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 .... என்பன சம இடைவெளிகளில் உள்ள மாறிகளென்றும், y_0, y_1, y_2, y_3, y_4 ...... முறையே x இன் மதிப்புகள் என்றும் குறிக்கப்படும். $y_1—y_0$, $y_2—y_1$, $y_3—y_2$, $y_4—y_3$ ...... என்பன y இன் முதல்நிலை வேறுபாடுகள் (first differences) எனவும், இவற்றை முறையே Δy_0, Δy_1, Δy_2, Δy_3 ...... எனவும் குறிப்பிடுவது வழக்கம். இதேபோன்று $\Delta^2 y_0 = \Delta y_1 - \Delta y_0$; $\Delta^2 y_1 = \Delta y_2 - \Delta y_1$ $\Delta^2 y_2 = \Delta y_3 - \Delta y_2$ ஆகிய வேறுபாடுகளைக் குறித்து, Δy_1 க்கும் Δy_0 க்குமிடையே $\Delta^2 y_0$ உம், Δy_2 க்கும் Δy_1க்கும் இடையே $\Delta^2 y_1$உம், இவ்வாறே $\Delta^2 y_2$, $\Delta^2 y_3$ வருமாறு எழுத வேண்டும். இதேபோல $\Delta^3 y_0 = \Delta^2 y_1 - \Delta^2 y_0$, $\Delta^3 y_1 = \Delta^2 y_2 - \Delta^2 y_1$ என மூன்றாம் நிலை வேறுபாடுகளையும், $\Delta^4 y_0$ ... நான்காம் நிலைவேறுபாடுகளையும் எழுதிப் பட்டியல் தயாரிக்க வேண்டும். இவற்றிலிருந்து கிரிகரி வாய்பாட்டை

$$\int_a^b f(x)\,dx = h\left[\frac{y_0}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2}\right]$$

$$- \frac{h}{12}\left[\Delta y_{n-1} - \Delta y_0\right]$$

$$- \frac{h}{24}\left[\Delta^2 y_{n-2} + \Delta^2 y_0\right]$$

$$- \frac{19h}{120}\left[\Delta^3 y_{n-3} - \Delta^3 y_0\right]$$

$$- \frac{3h}{160}\left[\Delta^4 y_{n-4} + \Delta^4 y_0\right]$$

எனக் குறிக்கலாம். இங்கு h என்பது தனிமாறி x இன் சம மதிப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட மதிப்பாகும்.

- எம். அரவாண்டி

கிரிகரி, ஜேம்ஸ்

கணிதம், வானியல் ஆகியவற்றில் வல்லுநராகத் திகழ்ந்த, ஸ்காட்லாந்து நாட்டைச் சார்ந்த ஜேம்ஸ் கிரிகரி 1638 ஆம் ஆண்டு நவம்பர்த் திங்களில் அபர்டீன் என்னும் இடத்தில் பிறந்தார். அபர்டீன் இலக்கணப் பள்ளியிலும், மார்டில் கல்லூரியிலும் கல்வி பயின்றார். 1663 ஆம் ஆண்டில்,

எதிர் ஒளித் தொலைநோக்கியைக் (reflecting telescope) கண்டுபிடித்து, ஆடிகள் (mirrors), வில்லைகள் (lens) பற்றிய '*optica promora*' என்னும் நூலை வெளியிட்டார். 1664 இல் இத்தாலிக்குச் சென்று வடிவக் கணிதம் கற்றார். 1667 இல் *vera circuli et Hyperbolae Quadratura* என்னும் நூலையும் 1668 இல் *Geometrical Pars Universalis* என்னும் நூலையும் வெளியிட்டதன் பயனாக இராயல் கழக உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார்.

வட்டம், அதிபரவளையம் ஆகிய பரப்பளவு களுக்குரிய குவி தொடர் பற்றியும், வளைவரைகளை அறுதியிடும் கொள்கைகளை வரையறுப்பது பற்றியும், திண்மப் பொருள்களின் சுழற்சி அளவுகள் பற்றியும் இந்நூல்களில் எழுதியுள்ளார். 1668 ஆம் ஆண்டு செயின்ட் ஆண்ட்ரூஸ் பல்கலைக்கழகத்தில், முதல் கணிதப் பேராசிரியராக நியமிக்கப்பட்டுப் பணிபுரியும் போது வானியல் ஆய்வுகளைச் செய்ததுடன், ஒரு வான் ஆய்வு நிலையத்திற்குத் தேவையான கருவிகளையும் சேர்த்தார். பின்னர் 1674 ஆம் ஆண்டில் எடின்பரோ பல்கலைக்கழகத்தில் கணிதவியல் தலைவராக நியமிக்கப்பட்டார். ஆனால் ஓராண்டுக் காலத்தில் (1675 அக்டோபர்த் திங்களில்) திடீரென மரணமடைந்தார்.

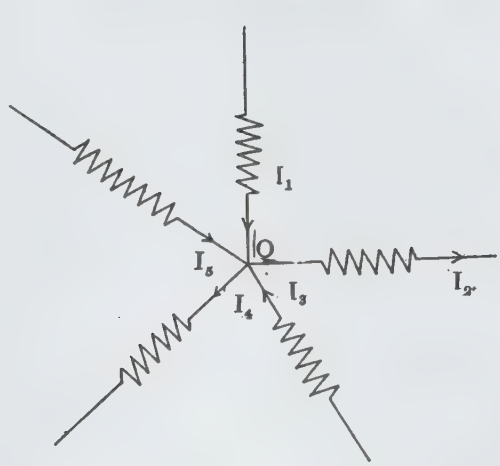
- எம். அரவாண்டி

கிரிச்சாவ் விதியும் மின் சுற்றுகளும்

மின் சுற்றுகளில் பாயும் மின்னோட்டங்களையும் சுற்றுகளில் அமைந்துள்ள மின் தடைகளின் குறுக்கே விளையும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளையும் கணக்கிடத் துணை செய்யும் இரு விதிகளை கஸ்டவ் ராபர்ட் கிரிச்சாவ் என்பார் 1845 ஆம் ஆண்டில் விளக்கினார். அவையே கிரிச்சாவ் விதிகள் எனப்படும். ஓர் எளிய மின்சுற்றில் இவற்றை அளவிட ஓம் விதி போதுமெனினும் பல்வேறு உறுப்புகளையும் பல்வேறு சந்திகளையும் உடைய சிக்கலான மின் சுற்றுகளில் ஓம் விதி மட்டும் போதாது. அங்கு, கிரிச்சாவ் விதிகள் தேவைப்படுகின்றன.

முதல் விதி. கிரிச்சாவ்வின் முதல் விதி சந்தித் தேற்றம் அல்லது சந்திப் புள்ளி விதி எனப்படும். ஒரு மின்சுற்று வலையில் எந்தவொரு சந்திப்பிலும் அதை நோக்கிப் பாயும் மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகை சந்தியை விட்டு வெளிப் பாயும் மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும். இதை ஓர் எடுத்துக்காட்டின் மூலம் விளக்கலாம்.

படம் (1) இல் O எனும் சந்திப் புள்ளியில் I_1, I_3, I_5 ஆகிய மின்னோட்டங்கள் O ஐ நோக்கிப் பாய்கின்றன; I_2, I_4 ஆகியவை சந்தியை விட்டு விலகிச்

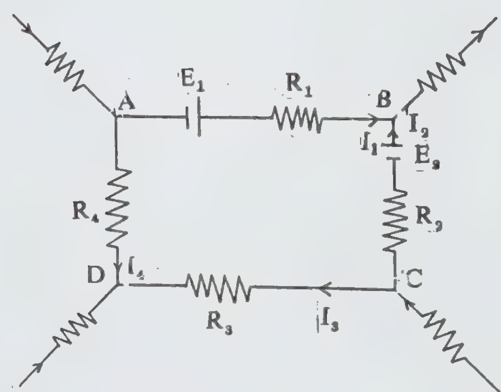


படம் 1

செல்கின்றன. எனவே, $I_1 + I_3 + I_5 = I_2 + I_4$ ஆகும். இதை,

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 = 0$$

எனவும் எழுதலாம். இச்சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் கிரிச்சாவ்வின் முதல் விதியை, ஒரு மின் வலையில் எந்தவொரு சந்தியிலும் சந்திக்கின்ற மின்னோட்டங்களின் குறியியல் கூட்டுத்தொகை சுழியாகும் என எழுதலாம். இங்கு, சந்தியை நோக்கிப்



படம் 2.

பாய்பவை நேர்குறியுடையனவென்றும் விட்டுச் செல்பவை எதிர்க்குறியுடையனவென்றும் கொள்ள லாம்.

மின்னோட்டமிருக்கும்போது, மின் சுற்றில் எந்த வொரு புள்ளியிலும் மின்னூட்டங்கள் தேங்கியிருக்க முடியா என்னும் உண்மையை நினைவில் கொண் டால் இம்முதல் விதியைப் புரிந்து கொள்ளலாம். எந்தவொரு புள்ளியை நோக்கிப் பாயும் மின்னூட் டங்களும் அங்குத்தேங்காமல் சென்றால்தான் மின் னூட்டம் தொடரும்.

இரண்டாம் விதி. இது சுற்று வளைய விதி எனப் படும். ஒரு மின் வலையிலுள்ள எந்தவொரு மூடிய சுற்றிலும் உள்ள மின்னியக்கு விசைகளின் குறியியல் கூட்டுத்தொகை அச்சுற்றிலுள்ள மின் தடைகளின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு களின் குறியியல் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும்.

படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ள ABCD என்னும் மூடிய சுற்றைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். இதில் E_1, E_2 ஆகிய இரு மின்கலங்களின் மின்னியக்கு விசைகள் உள்ளன. அவை எதிரெதிர்த் திசைகளில் உள்ளன. மின்னோட்டத்தை வலஞ்சுழியாகச் செலுத் தும் மின்னியக்கு விசை நேர்குறியுடையதெனவும் இடஞ்சுழியாகச் செலுத்துவது எதிர்க்குறியுடைய தெனவும் கொண்டால் இச்சுற்றிலுள்ள மின்னியக்கு விசைகளின் கூட்டுத்தொகை E_1-E_2 ஆகும்.

அதேபோன்று வலஞ்சுழி பாயும் மின்னோட்டங் கள் நேர்குறியும் இடஞ்சுழி பாய்வன எதிர்க்குறி யும் உடையன எனக்கொண்டால் ABCD இல் உள்ள மின் தடைகளின் குறுக்கேயுள்ள மின்னழுத்த வேறு பாடுகளின் கூட்டுத்தொகை $I_1R_1-I_2R_2+I_3R_3-I_4R_4$ ஆகும். எனவே, இரண்டாம் விதிப்படி

$$E_1 - E_2 = I_1R_1 - I_2R_2 + I_3R_3 - I_4R_4$$

முதல் விதியைப் புரிந்துகொள்ள மின்னூட்டங்கள் அழியாமை எனும் கொள்கை பயன்படுத்தப்படு கிறது. அதேபோல், இரண்டாம் விதியை ஆற்றல் அழியாமைக் கொள்கையின் அடிப்படையில் புரிந்து கொள்ளலாம். மின்னியக்கு விசைகள் (மின்கலங் களின்) கொடுக்கும் ஆற்றல் முழுதும் மின் தடைகளில் செலவிடப்படுகிறது என்னும் அடிப்படை இரண்டாம் விதியை விளக்கும்.

நேர் மின்னோட்ட (DC) மின் வலைகள் அற்ற மாறுதிசை மின்னோட்ட (AC) மின் வலைகளுக்குத் தக்க மாற்றங்களுடன் கிரிச்சாவ் விதிகளைக் கையாள லாம். அங்குச்சிக்கல் மதிப்புகளைப் (complex values) பயன்படுத்த வேண்டும்.

மாறுதிசை மின்னோட்டங்களுக்கான கிரிச்சாவ் விதிகள். ஒரு சந்தியில் சந்திக்கும் சிக்கல் மின்னோட் டங்களின் (complex currents) குறியியல் கூட்டுத் தொகை சுழியாகும். இது முதல் விதியாகும். எந்த வொரு மூடிய சுற்றிலும் உள்ள சிக்கல் மின்னியக்கு விசைகளின் குறியியல் கூட்டுத்தொகை, சுற்றிலுள்ள $Z^* I^*$ களின் குறியியல் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமம். இது இரண்டாம் விதியாகும். இங்கு Z^* என்பது சிக்கல் மின்னெதிர்ப்பையும் I^* என்பது அதில் பாயும் சிக்கல் மின்னோட்டத்தையும் குறிக்கும்.

- ச. சம்பத்

கிரிசியோஃபுல்வின்

இது காளான் நோய்த்தொற்றில் பயன்படும் மருந் தாகும். இது பெனிசிலியம் சிற்றினத்திலிருந்து பெறப்படுகிறது. இது டெர்மட்டோஃபைட்களால் ஏற்படும் தோல், நகம் மற்றும் மயிர்த்தொற்றுகளில் சிறப்பான பயனளிக்கிறது. ஆனால் இது ஈஸ்ட் மற்றும் கேன்டிடா நோய்த் தொற்றுகளில் பயனளிப்ப தில்லை.

இம்மருந்து கெரட்டினின் (keratinin) முன்னோடி கட்கு அதிக ஈர்ப்பு உடையதாக உள்ளது. புதிதாகத் தோன்றிய நகம், மயிர் ஆகியவை இந்நோய்த் தொற்றிலிருந்து விரைவில் விடுபடுகின்றன. மாறாகப் பழைய நகம், மயிர் ஆகியவை இந்நோயிலிருந்து விடுபட நீண்ட நாள் ஆகும். இம்மருந்தை வாய் மூலம் உட்கொண்டால் 50% அளவே, இரத்த ஓட்டமண்டலத்தை அடைகிறது. அம் மருந்தின் 99% வளர்சிதை மாற்றம் அடை கிறது. இதன் அரைவாழ்வு 24 மணிநேரமே.

வேண்டாத விளைவுகள். தலைவலி, தோல்சிவப்பு ஆகியவை பரவலாக ஏற்படுகின்றன. உறக்க உணர்ச்சி, புறநரம்பழற்சி, எலும்பு மஜ்ஜை ஒடுக்கம், கல்லீரல் சிதைவு ஆகியவையும் அரிதாக ஏற்படக் கூடும்.

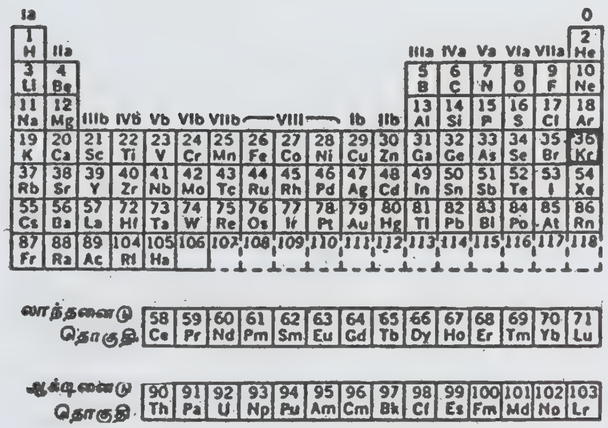
அளவு. இது வேளைக்கு 125 மி.கி வீதம் ஒரு நாளைக்கு 4 முறை தரப்படுகிறது. தோல் நோய்த் தொற்றுக்கு 3 வாரங்களுக்கும், நகத்தொற்றுக்கு 3-4 மாதங்களுக்கும் மருத்துவம் அளிக்க வேண்டும்.

- ச. ஆதித்தன்

கிரிப்ட்டான்

இது ஒரு மந்த வளிமத் தனிமம். இது தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் பூஜ்யத் தொகுதியில் ஆர்கானுக்கு அடுத்து அமைந்துள்ளது. இதன் அணு

எண் 36; அணு எடை 83. 80. கிரிப்ட்டான் (Krypton) பொதுவாகப் பெருமளவில் தொழில் துறையில் காற்றிலிருந்து பெறப்படுகிறது. புவியின் கன அளவில் 1. 14 ppm அளவில் கிரிப்ட்டான் உள்ளது. இதில் கிரிப்ட்டான் ஐசோடோப்புகள் கீழ்க்காணும் அளவில் அமைந்துள்ளன; Kr - 78 (0. 35%), 80 (2. 27%), 82 (11. 56%), 83 (11. 55%), 84 (56. 90%) 86 (17. 37%). நியூட்ரானைப் பயன்படுத்தி யுரேனியத்தைப் பிளவுறச் செய்யும் வினையில் நிலைத்த, கதிரியக்க கிரிப்ட்டான் ஐசோடோப்புகள் கிடைக்கின்றன. புவியின் எடையில் $2 \times 10^{-80}\%$ கிரிப்ட்டான் உள்ளது.



இதை முதன்முதலாகக் கி.பி. 1898 ஆம் ஆண்டில் சர் வில்லியம் ராம்சே என்பாரும், டிராவர்ஸ் என்பாரும் கண்டுபிடித்தனர். காற்றிலிருந்து ஆக்சிஜனையும், நைட்ரஜனையும் வேதி முறையில் பிரித்தெடுத்த பின் எஞ்சியிருக்கும் குறைவாக ஆவியாகும் மந்த வளிமக் கலவையிலிருந்து இது பெறப்பட்டது. எஞ்சிய வளிமத்தை நிரலியல் பகுப்பாய்வுக்கு உட்படுத்தியபோது அதில் புதுத் தனிமத்திற்கான கோடுகள் காணப்பட்டன.

கிரிப்ட்டானின் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளாவன: Kr^{77}, Kr^{79}, Kr^{81}, Kr^{83}, Kr^{85}, Kr^{87}, Kr^{88-95}. இவை முன்சொன்னது போல் யுரேனிய பிளவு வினையின் மூலமோ தகுந்த அணுக்களை நியூட்ரானைக் கொண்டு தாக்குவதாலோ பெறப்படும். இவற்றில் Kr^{85} மட்டுமே அதிக நிலைப்புத் தன்மையும் (அரை ஆயுள்காலம் ½ ஆண்டுகள்), ஏனையவற்றைவிடப் பெருமளவில் கிடைக்கக் கூடியதும் ஆகும்.

பண்புகள். இது ஒரு நிறமற்ற, மணமற்ற, சுவையற்ற வளிமம். இதன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு வெளிச்சுற்றில் எட்டு எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இதனால் இதுவரையில் சாதாரண வெப்பநிலையில் நிலைத்திருக்கும் கிரிப்ட்டான் சேர்மங்களின் உருவாக்கம் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை; ஆனால் -80°C வெப்ப நிலையில் நிலைத்திருக்கும் KrF_4 சேர்மம் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. கிரிப்ட்டானின் சில பொதுப் பண்புகள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பண்புகள்	மதிப்பு
உருகுநிலை	- 157.20°C
கொதிநிலை	- 153.35°C (வளிமண்டல அழுத்தத்தில்)
வளிம அடர்த்தி	3.749 (0°C இல், 1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில், கி/லிட்டரில்)
நீர்ம அடர்த்தி	2.413 (கொதிநிலையில், கி/மி.லி)
நீரில் கரைதிறன்	59.4 மி.லி (20°C வெப்ப நிலையில் 1000 கி நீரில், 1 வளிமண்டல அழுத்தத்தில்)

ஹைட்ரோகுய்னோன், ஃபீனால் போன்ற படிகச் சேர்மங்களில் கிரிப்ட்டான் உள்ளிழுக்கப்பட்டுக் கூடொத்தச் சேர்மங்கள் (clatharate compounds) உண்டாகின்றன. ஹைட்ரோகுய்னோன் கூடொத்தச் சேர்மங்கள் அறை வெப்பநிலயில் நிலைப்புத்தன்மை கொண்டவை. இவை கதிரியக்கமுடைய Kr^{85} ஐசோடோப்பை வெளியிடுகின்றன.

பெருமளவில் பெறுதல். நிலைத்த கிரிப்ட்டான், காற்றிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. காற்றை நீர்மமாக்கி வடித்தெடுக்கப்படுகிறது. கிரிப்ட்டானும் செனானும் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்துபிரிகின்றன. நீர்ம ஆக்சிஜனை மீண்டும் வாலையில் வடித்துக் கிரிப்ட்டான், செனான் ஆகியவற்றின் செறிவு சிறிதளவு அதிகரிக்கப்படுகிறது. பின்னர் மந்த வளிமங்கள் சிலிக்கா ஜெல்லினால் உட்கவரப்பட்டு அதிலிருந்து ஏனைய வளிமங்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இறுதியில் சூடான டைட்டேனியம் உலோகத்தின் மேல் கிரிப்ட்டானைச் செலுத்தித் தூய்மைப்படுத்தப் படுகிறது.

- த. தெய்வீகன்

கிரியோட்ரான்

மிகு மின் கடத்தும் திறனின் அடிப்படையில், மின்னோட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிற ஓர் இணைப்பு

மாற்றுக் கருவி (switching device) கிரியோட்ரான் எனப்படும். முக்கியமாக இது கணிப்பொறிகளில் பயன்படுகிறது. தற்காலத்தில் புழையிடு (tunnelling) வகைக் கிரியோட்ரான்களே வழக்கத்தில் உள்ளன. இவற்றில் ஒரு ஜோசப்சன் சந்தி (Josephson junction) அடிப்படை உறுப்பாக அமைந்துள்ளது. மிக எளிமையான ஒரு கிரியோட்ரானில் காரீயம் போன்ற மிகு மின் கடத்தும் தன்மையுள்ள ஒரு பொருளாலான இரண்டு மின்முனைகளும் அவற்றிற்கு இடையில் ஏறத்தாழ பத்து அணு விட்டங்களே தடிமனுள்ள ஒரு மின் கடத்தாப் படலமும் அமைந்திருக்கும். மின் முனைகளுக்கு மிகு மின் கடத்தும் தன்மையை உண்டாக்குவதற்கு இந்தக் கருவியைத் தனிபூஜ்ய (absolute zero) வெப்பநிலைக்குமேல் ஓரிரு பாகை வரை குளிரச் செய்ய வேண்டும்.

புழையிடு கிரியோட்ரானில் மின்தடையுள்ளது, மின் தடையில்லாதது என இரு நிலைகள் உள்ளன. அவற்றை முறையே மாற்றியின் மின் பாய்நிலை (on), மின்பாயாநிலை (off) ஆக வைத்துக் கொள்ளலாம். பாய் நிலையிலிருந்து பாயா நிலைக்கு மாறுவது, சந்திக்கு மேல் உள்ள ஓர் ஆளுகைக் கடத்தி (control line) வழியாக மின்னோட்டதைச் செலுத்துவதன் மூலம் தோற்றுவிக்கப்படுகிற ஒரு காந்தப் புலத்தால் நிறைவேற்றப்படுகிறது. இந்தக் கருவி சில பைகோ நொடிகளுக்குள் (pico seconds) மின் பாய் நிலையை எட்டிவிடும். இதற்குச் சில மைக்ரோவாட் மின்சாரமே செலவாகும். இப் பண்புகள் காரணமாக இந்தக் கருவி, கணிப்பொறிகளுக்கு ஏற்ற மாற்றியாக விரும்பிப் பொருத்தப்படுகிறது. அது வேறு எந்தக் கருவியாலும் எட்ட முடியாத அளவுக்குத் திறமையுடன் செயல்படுகிறது.

-கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. W. Landee, C. Davis, and P. Albrecht, *Electronics Designers Hand Book*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

கிரீசன்

இது கிரானைட் அனற்பாறையின் ஒரு வகை ஆகும். சுற்றிலும் பக்கவாட்டில் அமைந்துள்ள பல்வேறு பாறைகள் சிற்சில சமயங்களில் புவியின் உள் ஓட்டில் ஏற்படும் இயற்கை மாற்றங்களால் பாதிக்கப்படும் போதும், எளிதில் ஆவியாகும் பொருள்களால் பாதிக்கப்படும்போதும் இதனுள்ளே சில மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன. இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட, மாறுபட்ட பாறை கிரீசன் (greisen) எனப்படும். இந்நிகழ்ச்சிக்குக் கிரீசனிங் (greisening) என்று பெயர்.

பொதுவாக, கிரீசன் பெரிய அனற்பாறைத் தொகுப்புக்கு மிக அருகில் காணப்படும். இது நீள வாட்டில் கனமான பட்டைகளாகவும், மெல்லிய நுண் வரிகளாகவும், நரம்புகளாகவும் காணப்படும்.

பெரும்பாலான கிரீசன் பாறைகள் குவார்ட்ஸ் - அபிரகம் கனிமங்களைக் கொண்டவையாக இருக்கும். கிரானைட் பாறையில் உள்ள ஃபெல்ஸ்பார் கனிமம், கிரீசனிங் நிகழ்வின்போது, லித்தியன் அபிரகமாக முழுதும் மாறிவிடும். கிரீசனிங் நிகழ்ச்சியின்போது மஸ்கோவைட், ஜின்வால்டைட் மற்றும் நீர்மக் கனிமங்கள், புஷ்பராகம் என்னும் கனிமம் இதனுடன் எப்போதும் இணைந்திருக்கும். சில துணைக் கனிமங்களாக டுர்மலீன், காஸிட்டரைட், உல்ஃப்ரமைட், ரூடைல், ஃபுளோரைட் ஆகியவையும் இணைந்திருக்கும்.

கிரீசனுக்குச் சான்றாக,கார்ன்வால், சாக்சோனி, டாஸ்மேனியா ஆகிய இடங்களில் உள்ள வெள்ளீய நரம்பு வரிகளைக் (tin-veins) கொள்ளலாம். இங்கு, குவார்ட்ஸ் முதன்மை வரிக் கல்லாகக் காணப்படும். இதனுடன் போரான் அல்லது ஃபுளோரின் கனிமங்களான ஃபுளோர்ஸ்பார், புஷ்பராகம், டுர்மலீன் ஆக்சினைட், அப்படைட் ஆகியவையும் இணைந்து காணப்படுகின்றன.

கிரானைட்டில் உள்ள ஃபெல்ஸ்பார் கனிமம் வளிமங்களால் பாதிக்கப்படும். இந்நிகழ்வின்போது, கயோலின் கனிமம் உருவாகிறது. இதனுடன் துணைக் கனிமங்களாகப் போரான், ஃபுளோரின், கார்பன் டைஆக்சைடு ஆகியவையும் தோன்றுகின்றன.

கார்ன்வாலில் காணப்படும் சீனக் களிமண்ணும், மேற்கு அமெரிக்காவில் நுண்துகள் படிவுப் பாறையுடன் இணைந்து காணப்படும் செம்புப் படிவுகளும் கிரீசனிங் நிகழ்ச்சிக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

- எஸ். சுதர்சன்

நூலோதி. L.G. Berry & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1985.

கிரீன் சார்புகள்

கணிதப் பகுப்பாய்வு முறையில் மின்சாரம், காந்தப் புலம் ஆகியவற்றின் கோட்பாட்டுத் தீர்வுகளுக்கான வழிகளை 1828 இல் ஜார்ஜ் கிரீன் வெளியிட்டார். இருப்பு விசை (potential) எனும் சொல்லை உருவாக்கியவரும் இவரே. இவருடைய ஏனைய ஆய்வுப் புலங்களாவன: நீர்மங்களின் சீர்நிலை விதிகள் (equilibrium laws), n-பரிமாண வெளிகளில் ஈர்ப்பு

விசை, நீள்வட்டத் திண்மத்தின் (ellipsoid) அதிர்வால் தாக்கப்படும் நீர்மத்தின் நகர்வு, கிரீன் சார்புகள், கிரீன் வாய்பாடு, கிரீன் தேற்றம் முதலியன ஆகும்.

கிரீன் வாய்பாடு. (A,B) எனும் இடைவெளியில் ஒரு சமச்சீர் இருபடிக் கோவை (symmetric linear expression)

$$Q\,(u,v) = au'v' + b\,(uv' + vu') + d\,u\,v$$

எனலாம். இதற்கான கிரீன் வாய்பாடு

$$\int_A^B \{vL(u) - uL(v)\}\,dx = a\,(u'v - uv')\Big|_A^B$$

என்பதில்

$$L(u) = (au')' + (b'-d)u$$

ஓர் ஆயிலரின் வகைக்கெழுக் கோவையைச் சார்ந்த வகைக்கெழுக்கோவை ஆகும்.

$$B(u,v) = au'v' + bu'v + cuv' + duv$$

என்பது ஏதேனுமோர் இருபடிக் கோவை ஆயின், கிரீன் வாய்பாடு பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

$$\int_A^B \{vL(u) - uM(v)\}\,dx$$

$$= a\,(u'v - v'u) + (c-b)\,uv\,\Big|_A^B$$

இதில்

$$L(u) = (av')' - bu' + (cu)' - du$$

$$M(v) = (av')' + (bv)' - cv' - du$$

இவை இரண்டும் ஒருமையுடையவை (associated). ஒன்றிற்கொன்று உடனிணைப்பாகும் (adjoint). மேலும் $L(u)=M(v)$ எனில் $L(u)$ ஒரு தன் உடன் இணைப்பாகும் (self adjoint). ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மாறிகள் இருக்குமேயானால்,

$$Q\,(u,u) = p\,(u_x^2+u_y^2) + qu^2$$

எனலாம். அவ்வாறாயின்

$$Q\,(u,v) = p\,(u_xv_x + u_yv_y) + q\,u\,v$$

எனக் கொள்ளலாம். வெட்டுறுவழியில் தொடர்ச்சி (piecewise continuous) பெற்ற வளைவு, ஈவினால் சூழப்பெற்ற G எனும் அரங்கில் (domain) தொகைப் படுத்தப்படக் கிடைக்கும்.

கிரீன் வாய்பாடு:

$$\iint_G \{v\,L(u) - uL(v)\}\,dx\,dy$$

$$= \int_\Gamma P\left(v\frac{\partial u}{\partial n} - u\frac{\partial v}{\partial n}\right) ds$$

இங்கு

$$L(u) = (pu_x)_x + (pu_y)_y - qu$$

என்பதாம்.

இவ்வாய்பாட்டில்

$$p=1,\ q=0$$

எனப் பிரதியிட்டால் $L(u)$ என்பது இருப்புவிசைக் (potential) கோவை Δu என்பதாகும்.

கிரீன் சார்புகள். இவை தூண்டு சார்புகள் எனவும்கூறப்படும். இவற்றின் பலவகைகளைக் காணலாம்.

சாதாரண வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளில் சூழல் மதிப்புக் (boundary value) கணக்கு:

$$L(u) = pu'' + p'u' - qu$$

எனலாம். இது ஓர் ஒருவழிச் சமச்சீரான தன் உடன் இணைப்புப் பெற்ற வகைக்கெழுக் கோவையாகும். இது சார்பு u(x) ஐப் பொறுத்து, அடிப்படை அரங்கம்

$$G : A < X < B \text{ இல் } p,\ p',q$$

ஆகிய சார்புகள் தொடர்ச்சியுடைய, x இன் சார்புகளாகவும், $p>0$ எனவாகவும் அமையும். இதற்கு உடன்படும் சமச்சீரற்ற வகைக்கெழுச் சமன்பாடு

$$L(u) = -\phi(x) \qquad (1)$$

என்பதாகும். இங்கு $\phi(x)$ வெட்டுறு வழியில் தொடர்ச்சி கொண்டதும் G இல் வரையறுக்கப் பட்டதுமான சார்பாகும். கொடுக்கப்பட்ட சமச்சீரான சூழல் மதிப்புக் கட்டுப்பாடு $u=0$ என்பதை நிறைவு செய்யும். $u=f(x)$ என்னும் தீர்வைக் காண வேண்டும். சமன்பாடு (1) ஐப் பின்வருமாறு கருதலாம்.

ஒரு கயிற்றில் $\phi(x)$ எனும் அடர்வு (density) கொண்ட தொடர்ச்சியாகப் பரவிய காலவரையுற்ற விசையைத் தூண்டும் கயிற்றின் சீர்நிலைக்குரிய கட்டுப்பாடாகக் கொள்ளலாம். இதையே கொடுத்துள்ள திறச்செறிவைப் (intensity) பெற்று ஒரு

தனித்த புள்ளி $n=\xi$ இல் செயல்படும் புள்ளிவிசையின் (point force) எல்லைக்கணிப்பாக (limiting case) எடுக்கலாம். சுழல்மதிப்புக் கட்டுப்பாடுகளால் கயிறும் கட்டுப்படுத்தப்படலாம். $x=\xi$ எனும் புள்ளியில் அலகு திறச்செறிவு உடைய புள்ளிவிசை, கயிற்றின் x எனும் புள்ளியில் உண்டாக்குகின்ற மாற்றமைப்பை $k(x, \xi)$ என்று குறிப்பிடலாம். எனவே

$$u(x) = \int_A^B k(x,\xi)\,\phi(\xi)\,d\xi$$

இங்கு $k(x,\xi)$ என்பது கிரீன் சார்பு அல்லது தூண்டும் சார்பு எனப்படும். இது பின்வரும் பண்புகளைக் கொண்டது.

(i) ξ என்பது நிலைத்திருக்க, கொடுக்கப்பட்ட சூழல் கட்டுப்பாடுகளை நிறைவு செய்யும் $k(x, \xi)$ எனும் சார்பு x ஐப் பொறுத்து, தொடர்ச்சியான சார்பாகும்.

(ii) $x=\xi$ எனும் புள்ளியைத் தவிர்த்து, G இன் பிற புள்ளிகளில் k இன் ஒன்றிரண்டாம் வகைக்கெழுக்கள் தொடர்ச்சியானவை. $x=\xi$ எனும் புள்ளியில் k இன் முதல் வகைக்கெழு

$$\left.\frac{dk(x,\xi)}{dx}\right|_{x=\xi-o}^{x=\xi+o} = -\frac{1}{p(\xi)}$$

என்னும் மதிப்பைக் கொள்ளும் தாவும் தொடர் விடுப்பு(jump discontinuity) உடையதாகும்.

(iii) $x=\xi$ எனும் புள்ளியைத் தவிர்த்து, G இன் பிற புள்ளிகளில்

$$L(k) = o$$

எனும் வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்யும் x இன் சார்பாக k ஐக் கொள்ளலாம்.

இவற்றின் மூலமே சமச்சீரான சூழல் மதிப்புறு கணக்குகளுக்கு ஒருமைப்பட்ட தீர்வுகளைக் கிரீன் சார்புகளின் சிறப்பு அமைவால் உறுதிப்படுத்த முடியும்.

வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளை முழுவெண் சமன்பாடுகளாக மாற்றி, பின் கிரீன் சார்புகளின் மூலம் ஐகன் மதிப்புக் கணக்குகளை முழுமைத் தீர்வுகளாகக் காணலாம்.

பகுதி வகைக்கெழுச் சமன்பாடுகளில் சமச்சீரான சூழல்கட்டுப்பாடுகள் (boundary conditions) இருக்குமேயானால் அவற்றிற்குச் சமமான கிரீன் சார்புகளை முழுவெண் சமன்பாடுகளின் மைய உருவாக (kernel) எடுத்துக் கொண்டு

$$\Delta u = -\phi(x,y)$$

என்பதன் தீர்வாக

$$u(x,y) = \iint_G k(x, y;\xi,\eta)\,\phi(\xi,\eta)\,d\xi d\eta$$ ஐக் காணலாம்.

கிரீன் சார்புகளைப் பற்றி விரிவுபடுத்தி வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டுக் கூட்டமைப்புகளின் தீர்வுகளைக் காணலாம்; சான்றாக,

$$L(\bar{u}) = -\bar{f}$$

எனும் வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டுக் கூட்டமைப்பின் தீர்வு ($\bar{u}=u(x,y,z)$)எனக் காணவேண்டுமாயின், கொடுத்துள்ள வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டுக் கூட்டமைப்பிற்கான கிரீன் டென்சார் (tensor) என்பது பின்வருமாறு:

$$k(x, y, z; \xi, \eta, \zeta) = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{pmatrix}$$

ஃ தீர்வானது

$$\bar{u}(x, y, z) \equiv \iiint \bar{k}\,\bar{f}(\xi, \eta, \zeta)\,d\xi\,d\eta\,d\zeta,$$

$\bar{k}$ இன் ஒவ்வொரு நிரையும் $\bar{k}_i$ எனும் திசையியாகி, இடுபுள்ளி (ξ, η, ζ) தவிர ஏனைய புள்ளிகளில் தன்னுடைய அனைத்து வகைக்கெழுக்களுடன் தொடர்ச்சியாகவும்

$$L(\bar{k}_i) = 0$$

எனும் வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டுச் சூழல் கட்டுப்பாடுகளை நிறைவு செய்வதாகவும் அமைந்திருக்கும்.

நீள் வட்டத்திய ஒருபடிப் பகுதி வகைக்கெழுச் சமன்பாடான

$$\Delta\phi + \alpha(x, y)\,\phi_x + \beta(x, y)\,\phi_y = o$$

என்பது இருமுறை வகைக்கெழுக்களைக் கொண்டு அவற்றின் தொடர்ச்சியான இயல் மூடு வளைவு C இனால் சூழப் பெற்ற, ஏதாவதொரு மதிப்பகம் D ஐப் பொறுத்துக் கிரீன் சார்புகளைக் கொண்டதாகும். எனவே தீர்வு காணல் எளிதாகும்.

- மு. திரவியம்

கிரீன் தேற்றம்

ஜார்ஜ் கிரீன் என்பார் இங்கிலாந்தைச் சார்ந்த கணிதவியலாராவார். கணித இயற்பியலில் இவர்

மேற்கொண்ட ஆய்வுகளின் விளைவாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட கொள்கைகள் மிகவும் குறிப்பிடத் தக்கவையாகும். இக்கொள்கைகளில் ஒன்றே கிரீன் தேற்றமாகும்.

தொகைகளில் மூன்று வகை உண்டு. அவை நேர்கோட்டுத் தொகை (line integral), வளை பரப்புத் தொகை (surface integral), கன பரிமாணத் தொகை (volume integral) ஆகும். நேர்கோட்டுத் தொகை என்பது ஒரு வளைவரையின் மீது காணப் படும் தொகையாகும். இங்கு ஒரு மாறியைப் பொறுத்துத் தொகை காணப்படும். வளைபரப்புத் தொகை என்பது ஏதேனும் ஒரு பரப்பின் மீது காணப் படும் தொகை ஆனதால் இங்கு இரண்டு மாறிகளைப் பொறுத்தே தொகை காணப்படும். கனபரிமாணத் தொகை என்பது ஏதேனும் ஒரு பரிமாணத்தின் மீது காணப்படும் தொகையாதலால் மூன்று மாறி களைப் பொறுத்துத் தொகை காணப்படும்.

வெக்டர் பகுப்பாய்வு (vector analysis) என்பது வெக்டர் இயற்கணிதம் (vector algebra), வெக்டர் நுண் கணிதம் (vector calculus) என இரு பெரும் பிரிவுகள் கொண்டது. வெக்டர் நுண்கணிதத்தில் இடம்பெறும் மூன்று தொகைத் (triple integral) தேற்றங்களில் முதன்மையானது கிரீன் தேற்றமாகும். இத்தேற்றம் 1828 ஆம் ஆண்டு கிரீன், மின்னியல் காந்தவியலில் எழுதி வெளியிட்ட கட்டுரையில் இடம் பெற்றது. இதன் பொது விவரம் பின்வருமாறு. P (x,y), Q (x,y) என்பவை xoy தளத்தின் ஒரு பகுதியான R இன் அனைத்துப் புள்ளிகளிடத்தும் வரையறுக்கப்பட்ட தொடர்ச்சியான பகுதிவகைக் கெழுக்களைக் கொண்ட சார்புகள் எனக் கொண்டால்

$$\int_C (Pdx + Qdy) = \iint_R \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial p}{\partial y}\right) dx\ dy$$

என்பது உண்மையாகும். இங்கு C என்பது Rஐ வரம்பிட்டிருக்கும் ஒரு மூடிய திசைக்குறியிட்டவளை வரை ஆகும். C இல் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் திசை மிகைத் திசையாகும். அதாவது இத்திசை C இன் மீது செல்வதாகக் கொண்டால், பரப்பு R இடப் புறத்தில் அமைதல் வேண்டும். மேற்கூறியதிலிருந்து கிரீனின் தேற்றம் நேர்கோட்டுத் தொகைக்கும் இரட்டைத் தொகைக்கும் இடைப்பட்ட ஒரு தொடர்பை அளிப்பதைக் காணலாம்.

ஏனைய இரண்டு தொகைத் தேற்றங்களாவன, காஸின் பாய்வுத்தேற்றம் (Gauss divergence Theorem) ஸ்டோக்கின் தேற்றம் ஆகும். காஸின் தேற்றம் இரட்டைத் தொகைக்கும், முத்தொகைக்கும் உள்ள தொடர்பையும், ஸ்டோக்கின் தேற்றம் நேர்கோட்டுத் தொகைக்கும் இரட்டைத் தொகைக்கும் உள்ள தொடர்பையும் குறிக்கின்றன. ஸ்டோக்கின் தேற்றத தில் வரும் இரட்டைத் தொகையை மதிப்பிடு கையில், ஒவ்வோர் அச்சுத்தளத்தின் மீதும் வளை தளப்பரப்பின் வீழலைக் கண்டு அச்சுத்தளத்தின் ஒரு பகுதி மீதான இரட்டைத் தொகையாக அதை மாற்றிப் பின்னர் கிரீன் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி அந்த இரட்டைத் தொகையின் மதிப்பை ஒரு நேர் கோட்டுத் தொகையின் மதிப்புக்குச் சமன்படுத்துவர். எனவேதான் ஸ்டோக்கின் தேற்றம் கிரீன் தேற்றத்தின் பொதுவுரை (generalization) எனப்படும்.

மூன்று விதமான தொகைகளுக்கு இடையேயான தொடர்புகளை வெளிப்படுத்தும் இத்தேற்றங்கள் கணித இயற்பியலில் மிகவும் முக்கியமான கொள்கை களாகக் கருதப்படுகின்றன. இவை ஒன்றோடொன்று தொடர்புடையனவாக இருந்தமையாலும், ஒரே காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையாலும், முதல் தேற்றம் கிரீன் கண்டுபிடித்தபோதும் அது காஸின் தேற்றம் என்றோ, ஸ்டோக்கின் தேற்றம் என்றோ குறிப்பிடப்பட்டது. இதே காலத்தில் சோவியத் ஒன்றி யக் குடியரசில் மைக்கேல் ஆஸ்ட்ரோ கிராட்ஸ்கி என்பாரும் இதைப் போன்ற கொள்கையைக் கண்டு பிடித்ததால், கிரீன் தேற்றம் சோவியத் நாட்டைப் பொறுத்தவரை கிராட்ஸ்கி தேற்றம் என்றே வழங்கப்படுகிறது.

- அ. ரஹீம்பாட்சா

கிரீன்லாந்துக் கடல்

ஆர்க்டிக் பெருங்கடலின் முக்கிய துணைக்கடலான கிரீன்லாந்துக் கடல் கிரீன்லாந்திற்குக் கிழக்கே 66°, 80° வட அகலாங்குகளுக்கிடையில் அமைந்துள்ளது. ஏறத்தாழ 1, 205, 000 சதுர கி. மீட்டர் பரப்புடைய இக்கடலின் சராசரி ஆழம் 1450 மீ ஆகும். பெரும ஆழம் 4,800 மீ ஆகும். கிரீன்லாந்துக் கடல், டென்மார்க் நீர்ச்சந்தி வழியாக வடகடலுடனும், கிரீன்லாந்திற்கும் ஸ்பிட்ஸ்பெர்கனுக்கும் இடையி லுள்ள நீர்ச்சந்தி வழியாக ஆர்க்டிக் கடலுடனும், ஸ்பிட்ஸ்பெர்கனுக்கும் கரடித் தீவிற்கும் இடையி லுள்ள நீர்ச்சந்தி வழியாகப் பரண்ட்ஸ் கடலுடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

மொன்ஸ் மலைமுகடு இக்கடல் படுகையை, கிரீன்லாந்து குழிநிலம், வட ஐஸ்லாந்து அகழி எனும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கிறது. இம்மலைமுகட்டின் அமைப்பைப் பொறுத்தே இக்கடலின் நீரோட்டங் களும் அமைந்துள்ளன. இக்கடல் படுகையில் காணப் படும் படிவுகளில் பெரும்பகுதி கண்டப்பகுதித் தோற்றமுடையவை. மேற்பரப்பு நீரில் வெப்பம் 1-6°C வரை மாறுபடுகிறது. இக்கடல் பகுதியில் பனிமூட்டம் அடிக்கடி ஏற்படுகிறது.

காட், ஹெர்ரிங், செம்மீன் ஹாலிபட், தட்டை மீன்கள் ஆகிய மீனினங்களும், சீல்கள், திமிங் கிலங்கள், டால்ஃபின்கள் ஆகிய பாலூட்டிகளும், சிலவகைக் கடற்பறவைகளும் இங்கு வாழ்கின்றன.

1876 – 1878 ஆம் ஆண்டுகளில் இக்கடல் முதன்முதலாக விரிங்கன் எனும் நார்வீஜிய ஆய்வுக் கலத்தின் துணை கொண்டு ஆராயப்பட்டது. நான் சென் என்பார் 1909 ஆம் ஆண்டு இக்கடலின் நீரோட்டத்தை முற்றாக ஆராய்ந்தார்.

- ம. அ. மோகன்

கிரீனோகைட்

இது காட்மியம் சல்ஃபைடை உட்கூறாகக் கொண்ட கனிமமாகும். கிரீனோகைட் (greenockite) கனிமம் அறுகோணப் படிகத் தொகுதியில் அறுகோண அரை வடிவுகளாக இயற்கையில் காணப்படுகிறது. இதன் வேதி உட்கூறில் கேட்மியம் 77.7% உம், கந்தகம் 22.3% உம் அடங்கி உள்ளன. படிகங்கள் குட்டையான பட்டக வடிவிலும் குறுநொய் வடிவிலும் காணப்படுகின்றன. இதன் நிறம் தேன் சிவப்பு, ஆரஞ்சு, மஞ்சள்; சிலநேரங்களில் நிறமற்றும் காணப்படும். இதன் தூள் செங்கல் சிவப்பு நிறம் முதல் ஆரஞ்சு, மஞ்சள் நிறம் வரை காணப் படும். வைர மிளிர்வு முதல் பிசின் மிளிர்வு வரையிலும், சங்கு முறிவைக் கொண்டும் இயற்கையில் காணப்படும். இக்கனிமத்தின் கடினத்தன்மை 3-3·5; அடர்த்தி 4.9 - 5. இதன் உருகுநிலை 750°C ஆகும். இக்கனிமத்தில் இரண்டு வகையான கனிமப் பிளவுகள் காணப்படுகின்றன. தெளிவான (1120) பக்கத்தைக் கொண்ட பிளவும் தெளிவற்ற அடியிணை வடிவப் பக்கப் (0001) பிளவும் காணப்படும்.

ஒளியியல் பண்பாக இதைக் காணும்போது இது ஒரு நேர்ஒளிக் குறியையுடைய கனிமம் (optically positive) ஆகும். மேலும் ஓரச்சு (uniaxial) உடையது. ஆகையால் இதன் அசாதாரண ஒளிக்கற்றையின் நீளம் 2.456 ஆகவும் சாதாரண ஒளிக்கற்றையின் நீளம் 2.529 ஆகவும் காணப்படும். சில நேரங்களில் தெளிவற்ற ஈரச்சுப் பண்பைக் காட்டுகிறது. ஒளி ஊடுருவும் தன்மை கொண்டது. பல திசை அதிர் நிறமாற்றப் பண்பு குறைவாகக் கொண்டுள்ளது.

ஊதுகுழல் ஆய்வு முறையில் இதை ஆராயும் போது மூடிய குழல் ஆய்வில் கார்மின் - சிவப்பு நிறமாகவும் அதிக அளவு வெப்பத்தைத் தரும்போது மஞ்சள் நிறமாகவும் காணப்படும். திறந்த குழல் ஆய்வு முறையில் கந்தக மணப்புகையைக் கொடுக் கிறது. கரிக்குழி ஆய்வு முறையில் தனிமையாகவோ சோடா என்னும் சேர்மத்துடன் குறை ஒளிச் சுடரில் (reduced flame) சூடு செய்யும்போதோ செம்பழுப்பு நிற வீழ்படிவுகள் கரிக்குழி விளிம்பில் காணப்படும். அடர் கந்தக அமிலத்தில் கரைந்து ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தைக் கொடுக்கும்.

செயற்கை முறையில் கேட்மியம் சல்ஃபைடு வீழ்படிவைப் பொட்டாசியம் கார்பனேட் மற்றும் கந்தகத்துடன் சேர்த்து உருக்கும்போது கிரீனோகைட் படிகங்கள் கிடைக்கும். மேலும் கேட்மியம் சல்ஃபேட், கால்சியம் ஃபுளூரைடு மற்றும் பேரியம் சல்ஃபைடு முதலியவற்றை ஒன்றாகச் சேர்த்து உருக்கும்போது இந்தக் கிரீனோகைட்டுப் படிகங்கள் கிடைக்கும். மற்றொரு வகையில் கேட்மியம் ஆக்சைடைக் கந்தக வளிமத்துள் செலுத்தி வெப்பமூட்டும்போது இக்கனிமப் படிவங்கள் கிடைக்கும்.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் நியூஜெர்சியில் பிராக்கிளின் என்னும் இடத்திலும், பென்சில்வேனியாவில் ஃபிரிடன்ஸ்விலியிலும், அரக்கான்ஸ் மாவட் டத்தில் மிசௌரி என்னும் இடத்திலும் ஸ்மித் சோனைட் என்னும் கனிமத்துடன் மஞ்சள் நிற வண்ணத்தில் கலிஃபோர்னியாவிலும் காணப்படும். டோபாஸ் சுரங்கத்திற்கு அருகில் கிடைக்கிறது. ஸ்காட்லாந்தில் பிரப்டன் என்னும் இடத்திலும் செக் கோஸ்லோவாகியாவில் பிரிபராம் என்னும் இடத் திலும் ஸ்பாலரைட் என்னும் படிகத்துடன் காணப் படுகிறது. பிரான்ஸ் நாட்டில் ஹட்ஸ், பைரினிஸ் என்னும் இடத்திலும் போகிமியா என்னும் இடத் திலும் மேற்கூறிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்து காணப் படும். இந்தியாவில் ஸாவார் சுரங்கத்தில் ஈய மற்றும் காரீயத் தாதுக்களுடன் மிகக்குறைந்த அளவில் அருகிய கனிமமாகக் கிரீனோகைட் காணப் படுகிறது.

பயன். இது அதிக வெப்பம் தாங்கும் போர்க் கருவிகள் செய்யவும் உலோகப் பொறியியலில் பல வகைக் கூட்டு உலோகங்கள் செய்யவும் பயன் படுகிறது.

- ஜெ. கு. தினகரன்

நூலோதி. W.E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, 1985.

கிரெப்ஸ் சுழற்சி

உயிரிகள் தங்கள் உயிர்வாழ் செயல்களுக்குத் தேவையான ஆற்றலை உணவிலிருந்தே பெறுகின்றன. உணவுப்பொருள்களான கார்போஹைட்ரேட்டுகள், புரதங்கள், கொழுப்புகள் போன்றவை செரிமானத் தின்போது பகுக்கப்பட்டு முறையே அவற்றின் செரி

மான இறுதிப் பொருள்களான குளுக்கோஸ், அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் ஆகியவையாக மாற்றப்படுகின்றன. இவற்றின் வளர்சிதை மாற்றம் செல்களில் நிகழ்கிறது. சைட்டோப்பிளாசத்தில் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் எம்டன்-மேயர்ஹாஃப் செயல்வழி (Embden Meyerhof pathway) அல்லது குளுக்கோஸ் பகுப்பு எனப்படும் மாற்றங்களை அடைகின்றன. இந்நிகழ்வுகள் செயல்படுவதற்கு ஆக்சிஜன் தேவையில்லை. ஆகவே செல்களின் சைட்டோப்பிளாசத்தில் நடைபெறும் இச்செயல்பாட்டிற்குக் காற்றிலி குளுக்கோஸ் பகுப்பு என்று பெயர். இதன் காரணமாகக் குளுக்கோஸ் மூலக்கூறிலுள்ள மொத்த ஆற்றலில் 5% வெளிப்படுகிறது. இச்செயல்பாட்டின் இறுதியில் தோன்றும் பொருள்கள் சைட்டோப்பிளாசத்திலுள்ள மைட்டோகான்டிரியங்கள் என்னும் செல் நுண்ணமைப்புகளை அடைந்து, அங்குச்சுழற்சியாக நடைபெறும் பல மாற்றங்களுக்குள்ளாகின்றன. இந்தச் செயல் வழி வட்டத்திற்குக் கிரெப்ஸ் சுழற்சி (Kreb's cycle) என்று பெயர். குளுக்கோஸ் மூலக்கூறில் எஞ்சியுள்ள 95 % ஆற்றலும் இச்சுழற்சியில் நடைபெறும் வேதிவினைகளால் வெளிக்கொணரப்பட்டுச் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. சிறிதளவு ஆற்றல் வெப்பமாக வெளியேறிச் சில உடற்செயல்கள் நடைபெற உதவுகிறது. இச்செயல்பாட்டில் ஆக்சிஜன் பங்கு பெறுவதால் இது காற்றுள்ள குளுக்கோஸ் பகுப்பு எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

மிகு ஆற்றல் பாஸ்ஃபேட் பிணைப்புகள். உணவுப் பொருள்களில் அடங்கியுள்ள வேதி ஆற்றல் மூலக்கூறின் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள சக இணைப்புப் பிணைப்புகளில் தேங்கியுள்ளது. வேதிப் பிணைப்புகள், நீராற் பகுப்புற்று உடைக்கப்படும் போது ஏறக்குறைய 3000 கலோரி வெப்பம் உண்டாகிறது. ஒரு மோல் அளவு குளுக்கோஸ் (180 கிராம் குளுக்கோஸ்) செல்களில் இம்முறையில் பகுக்கப்படும் போது 6,86,000 கலோரி ஆற்றல் உண்டாகிறது. இவ்வேதிவினை பின்வருமாறு நடைபெறுகிறது.

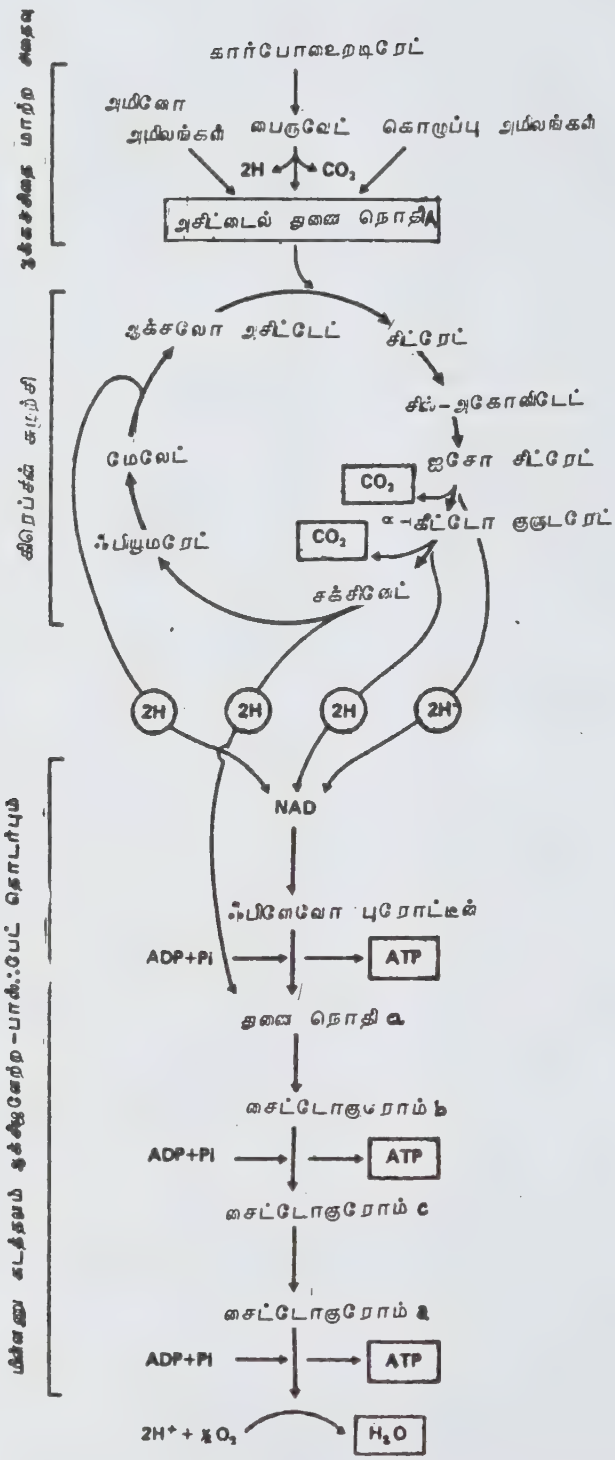
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6C_2O + 6,86,000$$
கலோரி ஆற்றல்

செல்களில் இவ்வாற்றல் திடீரென ஒருசேர வெளியேற்றப்படுவதில்லை. பல்வேறு நிலைகளில் அடுத்தடுத்துச் சிறிது சிறிதாக வெளிக்கொணரப்படுகிறது. ஓரளவிற்கு வெப்பமாக வெளிப்பட்டது தவிர எஞ்சியது வேதி ஆற்றலாகச் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. அவ்வாறு சேர்த்து வைப்பதற்கு ஏற்ற அமைப்புகள் மிகு ஆற்றல் பாஸ்ஃபேட் பிணைப்புகள் ஆகும். அடினோசின் மோனோபாஸ்ஃபேட் (AMP), அடினோசின் டைபாஸ்ஃபேட் (ADP), அடினோசின் ட்ரைபாஸ்ஃபேட் (ATP), கிரியேட்டின் ட்ரை யூரிடின் ட்ரைபாஸ்ஃபேட் (UTP), குவானோசின் ட்ரைபாஸ்பேட் (GTP) போன்ற மிகு ஆற்றலுள்ள பாஸ்ஃபேட் மூலக்கூறுகள் செல்களில் காணப்படுகின்றன. எனினும் ATP மூலக்கூறு மட்டுமே ஆற்றலைச் சேர்த்து வைப்பதில் முதல் இடம் பெற்றுள்ளது.

கிரெப்ஸ் சுழற்சி. இச்சுழற்சி மைட்டோகாண்டிரியம் என்னும் செல் நுண்ணமைப்பில் நடைபெறுகிறது. இதற்குத் தேவையான நொதிகளும் பிற பொருள்களும் மைட்டோகாண்டிரியச் சாந்தில் (Mitochondrial matrix) காணப்படுகின்றன. குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகள் கிரெப்ஸ் சுழற்சியில் நுழைந்து ஆற்றலாக மாறுவதற்கு முன்னதாக வேறு சில மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகின்றன. காற்றிலி குளுக்கோஸ் பகுப்பு மூலம் ஒரு குளுக்கோஸ் மூலக்கூறு இரண்டு பைரூவிக் அமிலமூலக்கூறுகளாக மாறுகிறது. பைரூவிக் அமில மூலக்கூறு, அசெட்டைல் தொகுதியோடு இணைந்து அசெட்டைல் இணைநொதி -A (coenzyme-A) என்னும் பொருளாக மாறுகிறது. இது கிரெப்ஸ் சுழற்சியில் நுழைந்து இறுதியில் முழுமையாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து ஆற்றலாகவும், கார்பன் டைஆக்சைடு, நீர் ஆகியவையாகவும் மாறுகிறது. குளுக்கோஸ் போன்றே அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள் போன்றவையும் கிரெப்ஸ் சுழற்சியில் நுழைந்து ஆற்றலாக மாறுகின்றன.

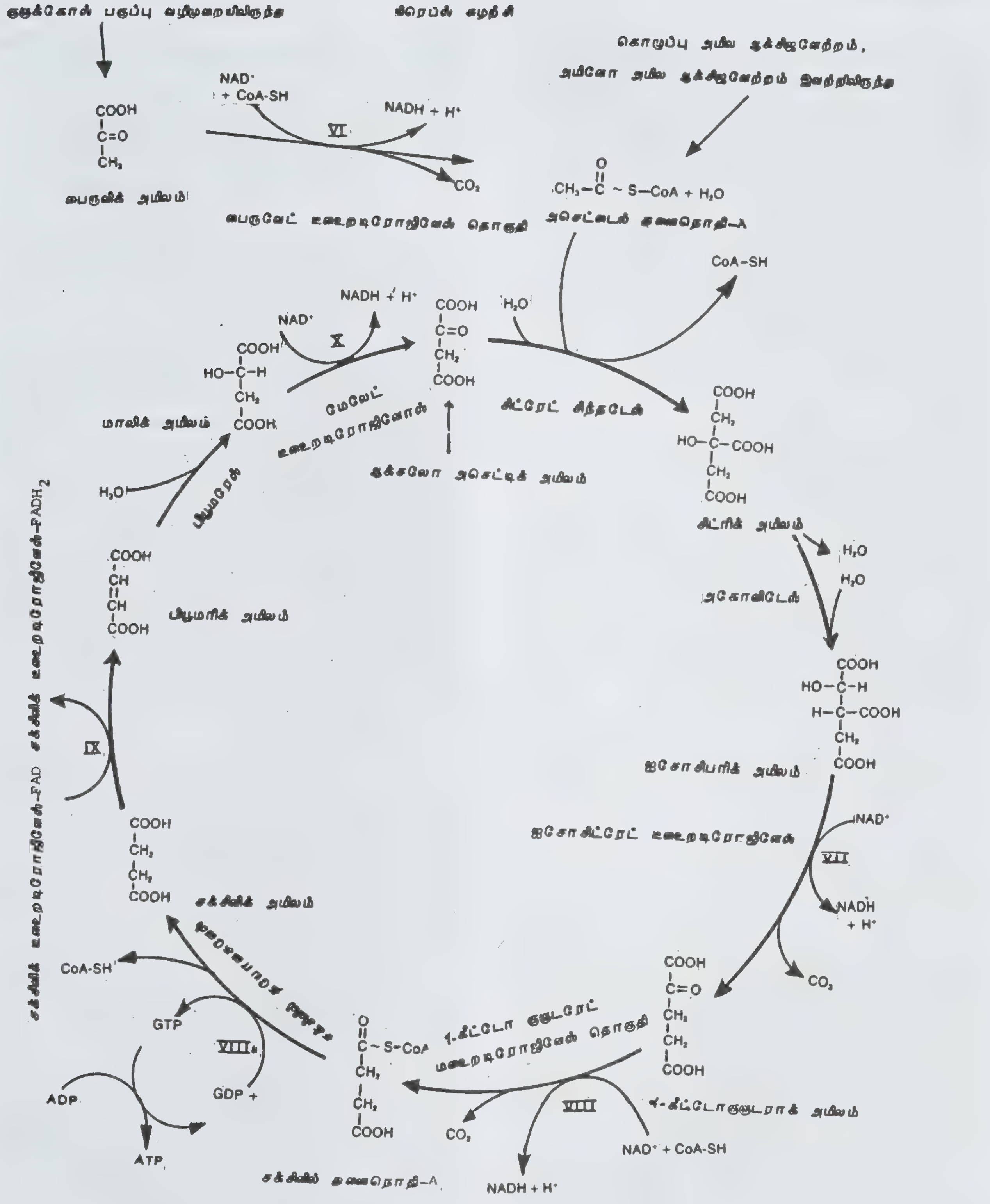
கிரெப்ஸ் சுழற்சியின்போது வெளியேற்றப்படும் ஆற்றல், பாஸ்ஃபேட் பிணைப்புகளை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது.ADPமூலக்கூறுகளுடன் பாஸ்ஃபேட் பிணைப்புகள்இணைவதால்ATPமூலக்கூறுகள்தோன்றுகின்றன. இச்செயல் ஆக்சிஜனேற்றச் செயலுடன் இணைந்து நடைபெறுவதால் இதற்கு ஆக்சிஜனேற்ற-பாஸ்ஃபரஸ் ஏற்றம் என்று பெயர். கிரெப்ஸ் சுழற்சியின்போது வேதி வினைகளுக்கு உள்ளாகும் பொருள்களிலிருந்து ஹைட்ரஜன் அயனிகள் (H^+) விடுவிக்கப்படுகின்றன. இவை நேரடியாக ஆக்சிஜனுடன் இணையாமல், பல கடத்தும் அமைப்புகள் மூலம் கடத்தப்பட்டு இறுதியில் அணுநிலை ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து நீர் மூலக்கூறாக மாறுகின்றன. நிக்கோட்டினமைடு அடினைன் டைநியூக்ளியோடைடு (NAD) ஃபிளேவோபுரோட்டீன், இணைநொதி Q, சைட்டோகுரோம் b, சைட்டோகுரோம், C_1, சைட்டோகுரோம் C, சைட்டோகுரோம் a_1, சைட்டேகுரோம் a_3 என்பவை இந்த மின்னணுக்கடத்தலில் அல்லது மூச்சுத் தொடர் நிகழ்வில் (respiratory chain) பங்கேற்கும் முக்கிய உயிர்வேதிப் பொருள்களாகும்.

கார்போஹைட்ரேட்டுகள், கொழுப்பு அமிலங்கள், அமினோ அமிலங்கள் ஆகியவை சைட்டோப்பிளாசத்தில் ஆக்கச்சிதை மாற்றமடைந்து அசெட்டைல் தொகுதிகளாக மாறுகின்றன. இவை துணை நொதி -A உடன் இணைந்து அசெட்டைல் இணை நொதி -A ஆக மாறிக் கிரெப்ஸ் சுழற்சியில் நுழைகின்றன, அசெட்டைல் இணை நொதி முதலில் ஆக்சலோ



கிரெப் சுழற்சியும், அதனுடன் இயைந்த செயல்களும் எளிய முறையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

படம் 1



படம் : 2. கிரெப்ஸ் சுழற்சியின் செயல்பாடும், நொதிகளும்

அசெட்டிக் அமிலத்தோடு இணைந்து சிட்ரிக் அமிலம் என்னும் 6- கார்பன் மூலக்கூறாக மாற்றமடைகிறது. அதை அடுத்துச் சிட்ரிக் அமில மூலக்கூற்றின் உள்ளமைப்பில் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுப் பின்னர் அதில் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் நடைபெறுகிறது. அடுத்து அதில் கார்பாக்சில் நீக்கம் ஏற்பட்டு 5- கார்பன் கீட்டோ குளுட்டாரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. இது மீண்டும் கார்பாக்சில் நீக்கம் பெற்று 4- கார்பன் சக்சினிக் அமிலமாக மாறுகிறது. சக்சினிக் அமிலம் பல ஹைட்ரஜன் நீக்கங்களுக்கு உள்ளாகி ஃபியூமரிக் அமிலம், மாலிக் அமிலம் போன்ற நிலைகளை அடைந்து இறுதியில் ஆக்சலோ அசெட்டிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இது அசெட்டைல் துணை நொதி - A உடன் இணைந்து கிரெப்ஸ் சுழற்சியை மீண்டும் தொடக்கி வைக்கிறது.

கிரெப்ஸ் சுழற்சியின் இறுதியில் ஒரு மோல் அளவு குளுக்கோசில் இருந்து வெளியேறும் ஆற்றல் 36 ATP மூலக்கூறுகளை உண்டாக்கப் பயன்படுகிறது.

இச்சுழற்சி, சிட்ரிக் அமிலச் சுழற்சியென்றும், ட்ரைகார்பாக்சிலிக் அமிலச் சுழற்சி என்றும் குறிக்கப்படுகிறது. இதில் ஏற்படும் நிகழ்வுகளை முதலில் சர் ஹான்ஸ் அடால்ஃப் கிரெப்ஸ் 1948-49 இல் ஆய்வு செய்து கண்டறிந்தார். துணைநொதியின் செயலையும், அதன் வேதி அமைப்பையும் ஃபிரிட்ஸ் ஆல்பர்ட் லிப்மன் என்பார் தெளிவாக்கினார். இக் கண்டுபிடிப்புகளுக்காக இருவருக்கும் 1953 ஆம் ஆண்டில் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

- க. பழனிவேல்

நூலோதி. Arthur C.Glese, *Cell Physiology*, W. B. Saunders Company, Philadelphia, *1979*.

கிரேஃபி முறை

பல்லுறுப்புக் கோவையின் (polynomial) மூலங்களைத் தோராயமாகக் காண்பதற்கு, கிரேஃபி முறை பயன்படுகிறது. இம்முறை டேன்டலின், லோபேசோவஸ்கி ஆகியோர் பெயரிலும் கூறப்படுவதுண்டு. இம்முறையைப் பயன்படுத்துவதற்காக மூலத்தின் முதல் வரிசைத் தோராய மதிப்பை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டியதில்லை. மேலும் மெய் மூலங்கள், சிக்கல் மூலங்கள் என இரண்டு வகைகளையும் ஒரு சேரத் தீர்வு காண்பதற்கு இம்முறை உதவும்.

கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டுக்குப் பதிலாக அச்சமன்பாட்டின் மூலங்களின் இருபடி மதிப்புக் கண்டு அவற்றை மூலங்களாகக் கொண்ட சமன்பாட்டைக் காண்பதுதான் கிரேஃபி முறையின் அடிப்படை வழிமுறை. இவ்வழிமுறையைத் தொடர்ந்து செய்வதன் மூலம் சமனில்லா மூலங்களின் மதிப்பில் வேறுபாடு அதிகரிக்கும். இவ்வாறு வேண்டிய அளவு செய்து, கெழுக்களில் இருந்து மூலங்களை நேரிடையாகக் கணிக்கலாம். சமமான மதிப்புடைய மூலங்களாக இருந்தாலும் இம்முறையில் ஏற்படும் இடர்ப்பாடுகளை மீற வழி உண்டு.

- கோ. சண்முகசுந்தரம்

கிரேட்டேசியக் காலம்

இது இடையுயிரூழியின் (mesozoic era) ஒரு பகுதியாகும். நிலப் பொதியியல் (geology) வரலாற்றின் காலக்கணக்கீட்டில் இடையுயிரூழி மூன்றாம் ஊழியாகும். இதன் மொத்தக் கால அளவு 120 மில்லியன் ஆண்டுகள். இவ்வூழி மூன்று காலங்களைக் கொண்டது. இவ்வூழியின் முதற்காலம் ட்ரையாசிக் (triassic) எனப்படும். இடைக்காலம் ஜுராஸிக் (jurassic) ஆகும். கிரேட்டேசியக் காலம் (cretaceous period) இறுதிக் காலம் ஆகும். இக் காலம் 50-70 மில்லியன் ஆண்டுகள் கொண்டது எனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். கிரேட்டேசியக் காலத்தோடு இடையுயிரூழி முடிவடைந்து விட்டது. அதை அடுத்து அண்மை உயிரூழிக்காலம் (caenozoic) எனப்படும் புதிய உயிரினங்களின் ஊழி தொடங்கியது. கிரேட்டேசியக் காலம் ஏறத்தாழ 60 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு முடிவு பெற்றது எனக் கூறலாம்.

கிரேட்டேசியக் காலத்தில்தான் பல்வேறு ஊர்வன வகையைச் சார்ந்த விலங்குகளின் படி வளர்ச்சியும், டைனோசார்கள் போன்ற சிலவகை விலங்கினங்களின் அழிவும் நிகழ்ந்துள்ளன. டைனோசார்கள் மற்றும் பல ஊர்வன அனைத்தும் நிலம், நீர், வானம் ஆகிய அனைத்துச் சூழ்நிலைகளிலும் பரவி ஆதிக்கம் செலுத்தி வாழ்ந்திருந்தன என்பதால் கிரேட்டேசியக் காலம் உள்ளிட்ட இடையுயிரூழிக் காலம் ஊர்வனவற்றின் பொற்காலம் எனப்படுகிறது.

கிரேட்டேசியக் காலத்தில் புவியில் குறிப்பிடத்தக்க பெரும் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன. இக்காலத்தின் தொடக்க மாறுதல்கள், தொடர்ந்து பின் வந்த ஊழியிலும் நடந்தன. கிரேட்டேசியக் காலத்தில் இந்தியாவில் நீளமான பிளவுகள், வெடிப்புகள் தோன்றின. இந்தப் பிளவுகளின் வழியாகப் பாறைக் குழம்பு வெளிவந்தது. இப்பாறைக் குழம்பு ஏறத்தாழ 500,000 சதுர கிலோ மீட்டருக்கும் அதிகமான பரப்பில் பரவியது. இதிலிருந்து உண்டான அனற்பாறை, பம்பாய்க்கு அருகில் 2000 மீட்டருக்கும் அதிக உயரம் (கனம்) இருப்பதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இந்த எரிமலைக் குழம்பிலிருந்து தோன்றிய அனற்பாறைகள் குஜராத், மகாராஷ்டிரம்,

மத்திய பிரதேசம் முதலான மாநிலங்களில் காணப் படுகின்றன.

இமயமலையின் தோற்றத்தோடு தொடர்புடைய மாற்றங்களும் கிரேட்டேசியக் காலத்தில் நிகழ்ந்தன. இந்தியாவின் வடக்கிலிருந்து டெதிஸ் கடல் மேற்கே பலுசிஸ்தானுக்கு அப்பாலும், வேறொரு புறம் அரகன் (பர்மா) பகுதி வரையிலும் நீண்டிருந்தது. இதன் ஒரு பகுதி கிரேட்டேசியக் காலத்தின் பிற் பகுதியில் நர்மதைப் பள்ளத்தாக்கு வரை நீண்டிருந் தது. தெற்கே இருந்த கடல் முந்நீரக இந்தியாவில் தமிழகத்தின் கிழக்குக் கடற்கரையின் சில பகுதி களிலும் அஸ்ஸாமில் சில பகுதிகளிலும் நிலத்தினுள் புகுந்து ஊடுருவியது. அக்காலத்தில் தமிழ் நாட்டில் திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டத்தில் அரியலூர், நினியூர், ஊட்டத்தூர் ஆகிய இடங்களிலும், தென்னார்க்காடு மாவட்டத்தில் விருத்தாசலம், வழுதாவூர் ஆகிய இடங்களிலும், பாண்டிச்சேரியிலும் கடல் இருந்தது.

கிரேட்டேசியக் கால விலங்குகள். கிரேட்டேசியக் காலத்தில் வாழ்ந்த மீன் வகைகளில் சுறா மீன், ரம்பத் தாடைமீன் (saw fish), திருக்கை மீன் (trygon) போன்ற குருத்தெலும்பு மீன்களும், இன்று அழியும் நிலையில் காணப்படும் கைமிரா (chimaera), சீலக்காந்த் (coelacanth) போன்ற மீன் வகைகளும் குறிப்பிடத்தக்கவை. கிரேட்டேசியக் காலத்திலேயே எலும்பு மீன்களின் படிமலர்ச்சி சிறப்பாக இருந்த தென அறியப்பட்டுள்ளது. நீர்நில வாழ்விகளில் (amphibians) புதை படிவங்கள் மிக அரிதாகக் காணப்பட்டாலும் வால் நீர்நில வாழ்விகளின் (urodeles) தோற்றம் கிரேட்டேசியக் காலத்தில்தான் நிகழ்ந்துள்ளது.

ஊர்வனவற்றின் படிமலர்ச்சி கிரேட்டேசியக் காலத்தில்தான் உச்சக் கட்டத்தை அடைந்தது. பல்வேறு இனக் கடல் ஆமைகள், துடுப்புப் போன்ற நீந்தும் கால்கள், எடை குறைவான புறச்சட்டகம் போன்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருந்தன. கடல் வாழ் ஊர்வனவற்றில் கிரோனோசாரஸ் போன்ற மிகப் பெரிய ஆமைகள் வாழ்ந்திருந்தன. பறக்கும் ஊர்வனவற்றில் ராம்போரிஸ்கஸ், குட்டைவாலு டைய டீரோடாக்டைல், பற்களற்ற மிகப்பெரிய டெரானோடான் போன்ற புதைபடிவங்கள் படிமலர்ச் சிக்குக் காட்டாக உள்ளன. கிரேட்டேசியக் காலம் என்றவுடன் நினைவுக்கு வருவது டைனோசர் களின் புடிமலர்ச்சியும் அவற்றின் அழிவும் ஆகும். நீர், நில வாழ்க்கைக்கேற்பத் தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருந்த அவை உருவத்திலும், அளவிலும், எடையிலும் மிகப்பெரிய விலங்குகளாக வாழ்ந் திருந்தன. ஏறத்தாழ 60-80 அடி வரை நீளமும், 20 அடி வரை உயரமும், 30-80 டன் வரை எடையும் உள்ள டிரன்னோசனாரஸ், அல்லோசாரஸ், புராக்கி யோசாரஸ் போன்றவை அவற்றில் குறிப்பிடத் தக்கவை. இவை தவிர, கடல் பல்லிகளும் முதலை, பல்லி, பாம்புகளின் மூதாதைகளும் புதைபடிவங் களாகக் காணப்படுகின்றன.

கிரேட்டேசியப் பறவைகளில், நீர்வாழ் பறவை களான இக்தியார்னிஸ், ஹெஸ்ப்பெரார்லிஸ் போன்றவை மட்டுமே காணப்படுகின்றன. பாலூட்டி களில் மல்டி டியூபர்குலேட்டுகள் (multi tuberculates), பான்டோதீர்கள் , இன்செக்டிவோர்கள் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. டைனோசார்கள் மற்றும் பறக்கும் ஊர்வன ஆகியவற்றின் அழிவு, மேல்நிலைப் பாலூட்டிகளின் மூதாதைகளான இன் செக்டிவோர்களின் தோற்றம் ஆகியவை கிரேட்டே சியக் கால புதைபடிவ வரலாற்றில் மிக முக்கிய நிகழ்ச்சிகளாகும்.

இடையுயிரூழியில் பெருமளவில் வாழ்ந்திருந்த அம்மோனைட்டுகள் கிரேட்டேசியக் காலத்தோடு மறைந்து ஒழிந்தன. கடலில் வாழ்ந்திருந்த ஊர்வன இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரினங்களில் கடல் ஆமைகள் மட்டுமே கிரேட்டேசியக் காலத்திற்குப் பின்னரும் வாழ்ந்து வருகின்றன. கிரேட்டேசியக் காலத்தில் வாழ்ந்த கடல் ஆமைகள் 3.5 மீட்டர் வரை பெரியன வாக இருந்தன. ஆறு, ஏரி முதலான நீர்நிலைகளில் முதலைகளும் ஆமைகளும் வாழ்ந்தன. இவற்றோடு நிலத்திலும் நீரிலும் வாழும் ஆற்றலுடைய பல உயிரி னங்கள் வாழ்ந்தன. கிரேட்டேசியக் காலத்தில் பல பூக்கும் தாவரங்கள் இருந்தன. இக்காலத்தில் பல வகையான பறவை இனங்களும் வாழ்ந்தன. கிரேட் டேசியக் காலத்தின் முடிவில் டைனோசார்கள் மறைந்தொழிந்தன. ஆனால் முதுகெலும்பு உடைய இனத்தில் பறவைகள், பாலூட்டிகள் ஆகிய இரண்டு உயிரினங்களும் தொடர்ந்து வாழ்ந்து வருகின்றன.

கிரேட்டேசியக் காலத்தில் உண்டான படிவுப் பாறைகள் பலவகைப்பட்ட பாறைத் தொகுதிகளைச் சேர்ந்தனவாக இருப்பதைக் காணலாம். மேலும் இக்காலத்தில் தோன்றிய படிவுத் தொகுதிகள் இந்தியாவின் பல இடங்களில் காணப்படுகின்றன. கிரேட்டேசியக்காலத்தில் தோன்றிய பாறைகள் இமய மலையின் வடக்குப் பகுதி, பலுசிஸ்தான், சால்ட்- ரேன்ஜ், பொட்வார், காஷ்மீரம், அஸ்ஸாம், அகமத் நகர், கட்ஜ், நர்மதைப் பள்ளத்தாக்கு, தமிழ்நாடு, பாண்டிச்சேரி முதலான இடங்களில் உள்ளன. இந்தியாவை அடுத்துள்ள பர்மா, திபெத் மற்றும் பிற நாடுகளிலும் காணப்படுகின்றன. இப்படிவுப்பாறை கள் அவை காணப்படும் இடத்தின் பெயராலும், படிவுகளில் காணப்படும் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளின் பெயராலும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இதனால் இக் காலத்தில் தோன்றிய, வெவ்வேறு இடங்களில் உள்ள படிவுத் தொகுதிகள் வெவ்வேறு பெயர்களுடன் வழங்கப்படுவதைக் காணலாம்.

கிரேட்டேசியக் காலத்தில் உண்டான படிவுப் பாறைகள் இந்தியாவில் வடக்குப் பகுதியில் காணப்

படுகின்றன. அங்குள்ள ஜியுமால், கிப்பர் முதலிய இடங்களில் காணப்படும் மணற்பாறைகள் கிரேட்டேசியக் காலத்தின் முற்பகுதியில் தோன்றியவை; எனவே காலத்தால் முந்தியவை. மஞ்சள் அல்லது சருகு நிறமுடைய இந்த மணற்பாறைகள் 90 மீட்டர் கனம் (தடிப்பு) உள்ளன. இப்பாறைகளில் தலைக்காலிகள்(cephalopoda) தட்டைச்செவுளிகள் (Lamellibranchs) முதலான இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரினங்களின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்தும் இப்பாறைகளின் காலம் கணக்கிடப்படுகிறது. இப்பாறைகளுக்குப் பின்னர் தோன்றியவை சுண்ணப்பாறைகள். இவை கிரேட்டேசியக் காலத்தின் பிற்பகுதியில் உண்டானவை. இவை சாம்பல் நிறம் அல்லது வெண்மை நிறத்தில் காணப்படுகின்றன.

ஏறத்தாழ 30 மீட்டர் கனம் உள்ள இப்படிவுகளில் பெலம்நைட்டிஸ், ஹிப்புரைட்டிஸ் என்னும் உயிரினங்கள் மற்றும் ஃபொராமினிபெரா என்னும் சில நுண்ணிய உயிரினங்கள் ஆகியவற்றின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் உள்ளன. சுண்ணப்பாறைகளுக்கு மேல், அவற்றின் பின்னர்த் தோன்றிய, 45 மீட்டர் கனமுடைய களிப்பாளப்பாறை காணப்படுகிறது.

கிரேட்டேசியக் காலத்துப் பாறைகள் இமயமலையின் நிட்டி-கணவாய், ஹிமாயூன்-மலையின் வடக்கு மற்றும் வடமேற்குப் பகுதி ஆகிய இடங்களில் உள்ளன. இப்பகுதிகளில் காணப்படும் மணற்பாறைகள் கிரேட்டேசியக் காலத்தின் முற்பகுதியிலும், சுண்ணப்பாறைகள் அதன் பிற்பகுதியிலும் உண்டானவை. இங்கு இப்படிவுகளின் கனம் மொத்தத்தில் 1000 மீட்டருக்கும் அதிகம். கியோகார் முதலான இடங்களில் காணப்படும் கார- அனற்பாறைகள், களிப்பாளப்பாறை, சுண்ணப்பாறை மற்றும் ரேடியோலேரியன்செர்ட் என்னும் பாறை ஆகியவை கிரேட்டேசியக் காலத்தவை.

சிந்து, பலுசிஸ்தான் ஆகிய இடங்களின் கிழக்குப் பகுதியில் காணப்படும் களிப்பாளப் பாறை, சுண்ணப் பாறை, மேற்குப் பகுதியில் இருக்கும் பசுமை கலந்த சாம்பல் நிறத்தை உடைய மணற்பாறை ஆகியவை கிரேட்டேசியக் காலத்தில்தோன்றிய பாறைகளாகும். இப்படிவுகளில் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் பலவாகக் காணப்படுகின்றன.

குஜராத் மாவட்டத்திலுள்ள அஹமத் நகர் மணற் பாறையும், கட்ஜ் பகுதியிலிருக்கும் மணற் பாறையும் கிரேட்டேசியக் காலத்தவை. இதே காலத்தில் உண்டான பாறைகள் நர்மதைப் பள்ளத் தாக்கில் காணப்படும் பாறைப் படிவுகள் ஆகும்.

கிரேட்டேசியக் காலத்துப் பாறைகள் தமிழ் நாட்டில் திருச்சி, தென்ஆர்க்காடு மாவட்டங்களில் காணப்படுகின்றன. இவை மணல், களி, சுண்ணப் பாறைகளாக உள்ளன. திருச்சிக்கு அருகேயுள்ள சாத்தனூர் என்னுமிடத்தில் ஒரு மரத்தின் தொல்லுயிர்ப் பதிவு உள்ளது. இம்மரம் ஏறத்தாழ 25 மீட்டர் நீளம் (உயரம்) உள்ளது. இதன் குறுக்களவு ஏறத்தாழ 1.35 மீட்டர் ஆகும்.

கிரேட்டேசியக் காலத்துப் பாறைகளில்கிடைக்கும் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளை ஆராயும்போது ஓர் உண்மை தெளிவாகிறது. கிரேட்டேசியக் காலத்தில் அஸ்ஸாம், தமிழ்நாடு ஆகிய பகுதிகளில் நீரில் வாழ்ந்த உயிரினங்கள் ஒரே வகையானவை. ஆனால் இமயமலைப் பகுதிகள், நர்மதைப் பகுதிகளில் வாழ்ந்தவை வேறு வகையானவை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

- இல. வைத்திலிங்கம்
- எம். சுப்ரமணியம்

நூலோதி. A.S. Romer, *Vertebrate Paleontology*. Third Edition, The University of Chicago press, Chicago, 1966; W.A. Deer, et, al., *An Introduction to Rock forming minerals*, Longman Publication, London, 1966.

கிரேமர் - ராவ் சமனிலி

ஹெரால்டு கிரேமர், இராதாகிருஷ்ணராவ் என்னும் புள்ளியியல் வல்லுநர் இருவர், திறன் வாய்ந்த மதிப்பீடுகளைக் (estimators) காண, மதிப்பீட்டின் மாறுபாட்டிற்கான (variance of an estimator) கீழ் எல்லையை (lower bound) வரையறுத்துள்ளனர்.

$X:\{X_1, X_2 \ldots X_n\}$ என்னும் மாதிரியைப் (sample) பொறுத்த அளவில் θ என்னும் சுட்டுறுப்பின் (parameter), நடுநிலையற்ற ஏதேனும் ஒரு மதிப்பீடு T ஆகட்டும். X இன் அடர்த்திச் சார்பலன் $f(X;\theta)$ இன் மீது விதிக்கப்பட்ட சில ஒழுங்கு நிபந்தனைகளின் மூலம் T இன் மாறுபாடு, $V(T) > \frac{1}{ni(\theta)}$ என வரையறுக்கப்பட்டது.

இங்கு $i(\theta)$ என்பதை ஒவ்வோர் அலகு மதிப்புக்கான செய்தி (information per unit observation) எனக் கொள்ள வேண்டும்.

அதாவது $i\theta = -E\left[\frac{d^2 \log f(X;\theta)}{d\theta^2}\right]$ ஆகும்.

$$V(T) > \frac{1}{ni(\theta)}$$ என்னும் சமனிலி கிரோமர்-ராவின் கீழ் எல்லையைக் குறிக்கும். இதை நிகழும் தன்மைச் சார்பலன் மூலமாகவும் காணலாம்.

எல்லா X_i உம் ஒரே நிகழ்தகவுடையனவாகும் என்பதால் கிடைக்கும்

$$E \frac{d^2}{d\theta^2} \log L = -n E \frac{d^2 \log f(X ; \theta)}{d\theta^2}$$

என்னும் மதிப்பிலிருந்து

$$V(T) > \frac{1}{-E\left[\frac{d^2}{d\theta^2} \log L\right]}$$

எனவும் நிறுவலாம்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கிரேவேக்

இது ஒரு படிவுப்பாறையாகும். இதை மணற்பாறையின் ஒருவகை எனலாம். இது அழுக்கும் சேறும் கூடிய மணல் இறுகியதால் உண்டான மணற்பாறையாகும். இப்பாறை சாம்பல் நிறத்தில் காணப்படுகிறது.

கிரேவேக் (graywacke) ஒருவகை மணற்பாறை என்று கருதப்பட்டாலும், இது சில தனித்தன்மைகளுடன் விளங்குகிறது. மணற்பாறைகளில் காணப்படும் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் ஆகிய கனிமங்களோடு பல பாறைகளிலிருந்து உடைந்து உண்டான தூள்களும், பொடிகளும் இதில் உள்ளன. இப்பாறையில் மணல் - துகள்களுக்கு இடையே ஏனைய பாறைகளின் தூள்களும் பொடிகளும் ஒட்டுக்காரையாக உள்ளன. கிரேவேக் என்னும் பாறையை ஒத்த ஆனால் ஒட்டுக்காரை இல்லாத படிவுப்பாறை அர்க்கோஸ் எனப்படும்.

கிரேவேக்கில் குவார்ட்ஸும், ஃபெல்ஸ்பாரும் குறிப்பிடத்தக்க கனிமங்களாக உள்ளன. கிரேவேக் பாறையில், பெரிய துகள்களாகக் காணப்படும் கனிமங்களை மூன்று கூறுகளாகக் கூறலாம்; ஆழ்நிலை அனற்பாறைகளின் கனிமங்களாகிய குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார், ஆகைட்டு, ஹார்ன்பிளண்ட், செர்ப்பன்டைன் மற்றும் சில இரும்பு - தாதுக்கள்; படிவுப் பாறை மற்றும் தாழ்தர மாற்றுருப்பாறைகளின் துகள்கள் (துணுக்குகள்); இவை எரிமலைப் பாறைகளின் கண்ணுக்குப் புலனாகாத நுண்ணிய துகள்களால் ஆனவை.

ஒரு கிரேவேக் பாறையை எடுத்துப் பார்த்தால் இம்மூன்று பிரிவுகளில் ஏதேனுமொரு பிரிவைச் சேர்ந்த கனிமங்களே பெருமளவில் இருப்பதைக் காணலாம். இந்த கனிமச் சேர்க்கையிலிருந்து கிரேவேக் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மூலப்பாறையிலிருந்து தோன்றாமல் பல்வேறு பாறைகளிலிருந்து தோன்றுகிறது என்பதை அறிய முடிகிறது. இருப்பினும் கனிமங்களின் சேர்க்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு நோக்கும்போது கிரேவேக்குகளில் பெரும்பாலானவை ஆழ்நிலை அனற்பாறைகளிலிருந்து உண்டானவை என்பது தெரியவருகிறது.

கிரேவேக் - பாறைகளில் ஃபெல்ஸ்பார் கனிமத்தைப் பெருமளவில் கொண்டிருப்பவற்றை ஃபெல்ஸ்பார் கிரேவேக் என்பர். குவார்ட்ஸ் கனிமம் மிகவும் குறைந்த அளவில் இருக்கும் கிரேவேக்குகளில் ஹார்ன்பிளண்ட் முதலான கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன. கிரேவேக்குகளில் படிவுகளில் தோன்றிய கனிமங்கள் சிலவும் காணப்படுகின்றன. படிவுகளில் தோன்றிய கனிமங்களில் பைரைட், கார்பனேட் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. இவை மிகச் சிறிய அளவில்தான் இப்பாறையில் காணப்படுகின்றன.

கிரேவேக் பாறைகளின் வேதி இயைபை ஆராயும் போது, இப்பாறையின் சில தனித்தன்மைகள் புலனாகின்றன. கிரேவேக்கில் சிலிக்கான் டைஆக்சைடின் அளவு ஏறத்தாழ 65% உள்ளது. இது சாதாரணமாக மணற்பாறைகளில் காணப்படும் சிலிக்கான்டைஆக்சைடின் அளவைவிடக் குறைவு. ஆனால் அலுமினியம் ஆக்ஸைடு, கால்சியம், சோடியம், பொட்டசியம் முதலானவை மணற்பாறையில் உள்ளதை விடக் கிரேவேக்கில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. வேதி இயைபின் அடிப்படையில் கிரேவேக், மாற்றுருப் பாறைகளில் ஒன்றாகிய பலகைப் பாறையையும், பலவகையான அனற்பாறைகளையும் ஒத்திருக்கிறது.

கிரேவேக் பாறைகள் நிலப்பொதியியல் வரலாற்றின் பலகாலங்களில்,ஊழிகளில் தோன்றியவை. மிகப் பழமையான தொல் - ஊழியில், ஆர்டோவீஷியன், டிவோனியன் மற்றும் கார்பானிஃபெரஸ் காலங்களில் உண்டான படிவுகளாகவும் மீசோசோயிக் ஊழியின் ஜுராசிக், கிரிட்டேஷியஸ் காலப் படிவுகளாகவும், பிளையோசீன் ஊழியில் உண்டான படிவுகளாகவும் கிரேவேக் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் இமய மலைப் பகுதியில் பிளையோசீன் ஊழியின் பிற்பகுதியில் தோன்றிய படிவுகளாகவும் காணப்படுகிறது.

கிரேவேக், உலகின் மடிப்புமலைப் பகுதிகளில் தான் உள்ளது. இது ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட மூலப்பாறையிலிருந்து தோன்றிய படிவுப்பாறை அன்று என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. உலகின் பல பகுதிகளில் காணப்படும் கிரேவேக் பாறைகளில் பெரும்பாலானவை ஆழ்கடல் நீரில் உண்டானவை என்று கூறப்படுகிறது. ஆனால் இந்தியாவில் காணப்படும் பிளையோசீன் ஊழிக் காலத்தில் தோன்றிய சிவாலிக் பாறைகளில் ஒன்றாகிய கிரேவேக் கடற்படிவு அன்று.

- இல. வைத்திலிங்கம்

கிரைசோகொல்லா

இது ஒரு நீரேறிய தாமிர சிலிக்கேட் ($CuSiO_3$ $2H_2O$) கனிமமாகும். பெரும்பாலும் அரைகுறையான

படிக அமைப்புடன் கூடிய துருவாகவும், திண்மங்களாகவும், தூய்மையற்ற நிலையில் உருவாகி வளை முறிவுத்தளத்துடன் கூடிய உடைவுத் தளமாகவும் காணப்படும். கிரைசோகொல்லா (Chrysocolla) சிறிய ஊசி போன்ற படிகங்களாகவும் வளரும். பச்சை அல்லது நீலங்கலந்த பசுமைநிறத்துடன் காணப்படும். கனிமத்தில் வேற்றுப்பொருள்கள் கலந்திருந்தால் இதன் நிறம் பழுப்பு நிறத்திலிருந்து கருமை நிறம் வரை மாறுபடும். இதன் கடினத்தன்மை 2-4 பளிங்கு மிளிர்வு கொண்டது. ஒப்பல் அல்லது மெருகுப் பூச்சுக் கட்டுக்கோப்பை உடையது.

பெரும்பாலும் மேல்பூச்சாகவோ அடுக்குகளை நிரப்பும் நிரப்பிகளாகவோ அமையும். சில சமயங்களில் உருண்டைப்பிணைவுக் கட்டுக்கோப்பைக் கொண்டிருக்கும். சில கனிமங்கள் மண் போன்றவை. ஒளி கசியக்கூடிய கனிமங்கள் உடையக்கூடியன. இஃது ஒரொளியச்சுக் கனிமம் (+), $w = 1.46$, $\rho = 1.57$ வலிவிழந்த ஒளிவண்ண மாற்றமுடையது. O நிறமற்ற திசைப்புலனையும் வெளிறிய நீலப்பச்சையும் கொண்டிருக்கும். வேறுபட்ட இடங்களிலிருந்து கிடைக்கும் கனிமங்களின் ஒளிவிலக்க எண்ணும், ஒளிவியல்புகளும் மிகுதியும் வேறுபடுகின்றன. இதன் நிறம் தாமிர ஆக்சைடு, சிலிக்கா, நீர்கொண்ட கனிமப்பசையால் தோன்றுகிறது. இக்கனிமத்தில் சிலிக்கா 34.3%, தாமிர ஆக்சைடு 45.2%, நீர் 20.5% அடங்கியிருக்கும். இத்துடன் சிறிதளவு மாங்கனீஸும் கலந்திருக்கும்.

கனிமப்பொடி மரகதப் பச்சை நிறத்தில் எரியும். இப்பொடியை மூடிய கண்ணாடிக்குழாயில் சூடேற்ற நீர் வெளிப்படும். கிரைசோகொல்லா இரண்டாம் நிலைக் கனிமமாகத் தாமிரப் படிவங்களின் மீதுள்ள ஆக்சிஜனேற்றமடைந்த பகுதிகளில் நீர்மட்டத்திற்குச் சற்று மேலாகக் காணப்படும். இதனுடன் மாலகைட், அசூரைட், குப்ரைட், இயற்கைத் தாமிரம், ஏனைய சில தாமிரக் கனிமங்கள் ஆகியவை சேர்ந்து காணப்படும். நுண்துகள் தன்மைகொண்ட கிரைசோகொல்லா கார்னூரயைட் என்றும், காடான்கைட் என்றும் குறிக்கப்படும்.

கிப்சைட்டும் கிரைசோகொல்லாவும் கலந்த கலவையாலான கனிமத்திற்குத் திராவர்சேயைட் என்று பெயர். சோவியத் நாட்டில் யூரல் மலைகளிலும், கார்ன்வால் தாமிரச் சுரங்கங்களிலும், பெல்சியன் காங்கோவிலுள்ள கடான்காவிலும், ஏனைய பலவிடங்களிலும் இக்கனிமம் கிடைக்கிறது. இது சிறிய அளவில் கிடைக்கும் தாமிரத் தாது ஆகும்.

- இரா. இராமசாமி

நூலோதி. L. G. Berry & B. Mason, *Mineralogy*, Second Edition, CBS Publishers & Distributors, New Delhi, 1985.

கிரைசோபெரில்

பச்சை, மஞ்சள், பழுப்பு நிறங்களில் காணப்படும் கிரைசோபெரில் (chrysoberyl) ஒரு பெரிலிய அலுமினிய சிலிக்கேட் ($BeAl_2O_4$) கனிமமாகும். இது செவ்வகப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இதன் வேதியலமைப்பு ஸ்பீனலின் அமைப்பை ஒத்து. பெரிலிய அயனி ஆக்சிஜனுடன் நான்முனைப்பிணைவுடனும், அலுமினிய அயனி ஆக்சிஜனுடன் அறுமுனைக் கூட்டுப் பிணைவுடனும் காணப்படும். இது ஆலிவினின் வேதியல் கட்டமைப்புடையது. பெரிலியம் ஆலிவினில் உள்ள சிலிக்கா நிலையிலும், அலுமினியம் ஆலிவினில் உள்ள மக்னீசிய நிலையிலும் கிரைசோபெரிலில் இடம் பெற்றிருக்கும். இவ்

படம் 1. கிரைசோபெரில் இரட்டைப்படிகம்

முக அமைப்புகள் பின்னகாய்டு C(001), சாய்சதுர இரட்டைப் பிரமிடுகள் a (111), n (121) (130) சுற்று இரட்டைப்படிகத்தளம் ஒட்டுத்தளம்

வாறான கனிம அமைப்பால் தோன்றும் அறுகோண நெருக்க ஆக்சிஜன் அயனிப்பொதிவினால் கிரைசோ பெரில் போலியான அறுகோணப் படிக அமைப்பை அடைகிறது. அதனால் அதன் படிக அச்சுகள் ஏறத் தாழ $1:\sqrt{3}$ ஆகவும், (130) தளத்தில் படிக இரட்டுறல் உடையனவாகவும் வளருகின்றன.

படிகநிலை மற்றும் வகுப்பு. செவ்வகத் தொகுதி அச்சுகள் a:b:c = 0.5823:1:0.4708, ∧ அலகறைப் பருமன் மற்றும் அடக்கம்: a = 5.48, b = 9.41, c = 4.43, z = 4.பொதுமுக அமைப்பும் கோணமும்:

(001) ∧ (111) = 43°05′; (010) ∧ (111) = 59°47′
(001) ∧ (121) = 51°08′; (010) ∧ (130) = 29°48′
படிகவளர் மரபு (001) தளத்தட்டைப்படிகங்கள்.

படிக இரட்டுறல். (130) தளத்தில் அமையும் இரட்டைப்படிகங்கள் ஒட்டு இரட்டைப் படிகங்கள் அல்லது உட்செருகல் இரட்டைப் படிகங்கள். பெரும் பாலும் மீண்டும் மீண்டும் வளர்ந்த இரட்டைப்படிக வளர்ச்சியால் போலி அறுகோணப் படிக நிலையை அடைந்தவை. (110) தளத்தில் தெளிவான கனிமப் பிளவும், (010) தளத்தில் தெளிவற்ற கனிமப் பிளவும் உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 8.5; அடர்த்தி 3.75. கனிமத்தூள் நிறமற்றது; பளிங்கு மிளிர்வு கொண்ட ஒளிபுகு படிகங்களைக் கொண்டது.

கிரைசோபெரில் அலெக்சாண்டரைட் என்ற விலைமதிப்புயர்ந்த அணிகலக்கல்லாக மரகதப்பச்சை வண்ணத்துடன் இயற்கை ஒளியை எதிரொளிக்கும் இயல்புடையது. செயற்கை ஒளியை இது சிவப்பு வண்ணத்தில் எதிரொளிக்கிறது. பூனைக்கண் அல்லது சுமோபான் என்னும் அணிகலக்கல் பச்சை நிறத்தில் சாடோயாண்ட் இனத்தைச் சார்ந்து முத்து வெண்மையுடைய ஓப்பல் மிளிர்வுடன் காணப் படும். அக்கனிமத்தைக் குறிப்பிட்ட திசைப்புலனில் வெட்டிப் பட்டை தீட்டினால் அக்கனிமத்தினுள் மெல்லிய ஒளிக்கீற்றுகள் குறுக்கான பட்டைகளாகத் தென்படும். இவ்வியல்பு இக்கனிமத்தினுள் நுண்ணிய தட்டையான காலியான இடங்கள் இணை, இணை யாக அமைந்திருப்பதால் உண்டாகிறது.

கிரைசோபெரில் கனிமங்களை அவற்றின் நிறம், கடினத்தன்மை ஆகியவற்றாலும், அதன் கனிமப் பொடி பாஸ்ஃபரத் தீச்சுடர் உப்பில் கரைவதைக் கொண்டும் அறியலாம். கிரைசோபெரில் ஓர் அரிய கனிமம். இது பெரும்பாலும் பெக்மடைட் பாறை களில் கிடைக்கிறது. சிலசமயங்களில் கிரானைட்டுப் பாறைகளிலும் கிடைக்கிறது. தமிழ்நாட்டின் கன்னியாகுமரி மாவட்டம், கேரளமாநிலத்தின் தென் பகுதி, இலங்கை, பிரேசில் ஆகிய இடங்களில் ஆற்றோடைச் சரளைகளிடையே கிடைக்கிறது. அலெக்சாண்டரைட், யூரல்மலைத்தொடர்களில் காணப்படுகிறது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் மைனி, கன்னெடிகட், கொலாராடோ பகுதிகளி லுள்ள பெக்மடைட்டுப் பாறைகளில் கிடைக்கிறது.

- இராம. இராமசாமி

நூலோதி. W.A. Deer, R.A. Howie and J. Zussmann, *An Introduction to Rock forming Minerals*, Orient Longmans, London, 1966.

கிரையோலைட்

இது ஒரு ஃபுளூரைடு கனிமமாகும். இது சோடியம் அலுமினியம் ஃபுளூரைடு (Na_3AlF_6) ஆகும். இக் கனிமத்தில் இரும்பு-ஆக்சைடு அரிதாக மிகச் சிறிய அளவில் காணப்படுவதுண்டு.

கிரையோலைட் (cryolite) ஒற்றைச்சரிவுத் தொகுதியைச் சேர்ந்த கனிமம். இதன் அணுக் கோப்பு, இயல்பு அல்லது அடிப்படை வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் இரண்டு கூட்டணுக்கள் உள்ளன. இதன் படிக-அச்சுகளின் நீள-விகிதம் a:b:c = 0.966:1:1.388 ஆக உள்ளது. இதன் a-படிக அச்சுக்கும் c (குத்து) அச்சுக்கும் இடையேயுள்ள (β) கோணம் 90° 11′ ஆக உள்ளது.

கிரையோலைட்டின் படிகங்கள் பெரும்பாலும் பருசதுர வடிவுகளாகக் காணப்படுகின்றன. சில குட்டையான பட்டகங்களாக உள்ளன. பட்டகங் களின் முகங்களில் கீறல்கள் காணப்படும். இக் கனிமம் திண்மங்களாகவும், பெருந்துகள்களாகவும் காணப்படும். கிரையோலைட்டில் படிக-இரட்டுறல் காணப்படுகிறது. இதில் கனிமப் பிளவு இல்லை. (001) மற்றும் (110) தளங்களுக்கு இணையான கனிமப் பிரிவுகள் காணப்படுகின்றன. இக்கனிமம் நிறமற்றதாயும் வெண்மை, சருகுநிறம், சிவப்பு, சாம்பல் நிறம் மற்றும் கறுப்பு நிறத்துடனும் காணப்படுகிறது. இதன் தூள் நிறம் வெண்மை. இதில் கண்ணாடி-மிளிர்வு அல்லது எண்ணெய்-மிளிர்வு காணப்படும். இது சீரற்ற முறிவை உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 2.5; ஒப்படர்த்தி 2.97. இது நொறுங்கக் கூடியது. இக்கனிமம் ஒளிபுகும் அல்லது ஒளி கசியும் தன்மையுடையது.

கிரையோலைட் இரண்டு ஒளி அச்சுகளை உடைய கனிமம். இது நேர் ஒளிக் குறியை உடையது. இதன் ஒளி அச்சுக் கோணம் (2V) 43° இருக்கும். இதன் ஒளி அச்சுத்தளம் (010) தளத்திற்குச் செங்குத் தாக உள்ளது. இதில் $Z \wedge C$ மறைவு கோணம் -44° இருக்கும். இக்கனிமத்தின் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\alpha = 1.3376$; $\beta = 1.3377$; $\gamma = 1.3387$. இந்த ஒளி விலகல் எண்கள் மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் கிரையோலைட்டின் துகள்கள் நீரில் உள்ளபோது

புலனாவதில்லை. கிரையோலைட் கந்தக அமிலத்தில் கரையும்.

கிரையோலைட் பெக்மடைட் எனப்படும் பாறையில் காணப்படுகிறது. இக்கனிமம் பிற அலுமினியம் ஃபுளூரைடு கனிமங்கள், சிடரைட், கலீனா, ஸ்ஃபேலரைட் ஆகிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. கிரையோலைட் மாற்றமடைவதால் பேச்நோலைட், தாம்ஸினோலைட், புரோஸோபைட் முதலான கனிமங்கள் உண்டாகின்றன.

படம்

கிரையோலைட் பெரும்பாலும் வெண்மை நிறத்தில் ஒளிகசியும் தன்மையுடன் கிடைக்கிறது. இது தோற்றத்தில் பனிக்கட்டி போல் இருப்பதால் பனிக் கல் என்று பொருள்படும் கிரையோலைட் எனப் பெயரிடப்பட்டது.

கிரையோலைட் கொலராடோ, கிரீன்லாந்து, ஸ்பெயின், சோவியத்-ரஷ்யா ஆகிய நாடுகளில் மிகுந்துள்ளது. இக்கனிமம் பாக்சைட்டிலிருந்து அலுமினியத்தை மின்முறையில் தயாரிக்கும்போது இளக்கியாகப் (எளிதில் உருக வைக்கும் பொருளாக) பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில வகைக் கண்ணாடிகள், பீங்கான், சோடியம்-உப்புகள் முதலியன தயாரிப்பதிலும் கிரையோலைட் பயன்படுகிறது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. N.L. Sharma and K.S.V. Ram, *Introduction to India's Economic Minerals*, Dhanbad publishers, Dhanbad, 1964.

கிலுகிலுப்பை

சொறி சிரங்கு நோயை நீக்க இலையைக் குடிநீரிட்டு உள்ளுக்குக் கொடுத்தும், இலையையே அரைத்து மேலுக்குப் பூசியும் வரலாம். இலையைக் குடிநீரிட்டுக் கொடுக்கச் செரியாமை, வயிற்றுவலி போன்ற பல நோய்கள் குணமாகும். கிலுகிலுப்பை வேரை அரைத்து நல்லெண்ணெய் விட்டுக் காய்ச்சிக் காதி லிட்டுப் பஞ்சடைக்க, இரண்டு மூன்று வேளையில் காதெழுச்சி தீரும்.

— சே. பிரேமா

நூலோதி: சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகைமர்மம், புரோகிரசிவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை.

க.ர. முருகேச முதலியார், குணபாடம் மூலிகை வகுப்பு, தமிழ்நாடு அரசு அச்சகம், இரண்டாம் பதிப்பு, சென்னை. 1951.

கிலுகிலுப்பைச் செடி

இச்செடி பாபிலியோனேசி என்னும் ஃபாபேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும்; இது பொதுவாகக் குரோடலேரியா என்னும் பேரினத்தைச் சேர்ந்த சிற்றினங்களைக் குறிப்பது ஆகும். இதன் சிற்றினங்கள் படர் செடிகளாகவோ, புதர் செடிகளாகவோ அனைத்துப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. சில சிற்றினங்களில் தனி இலைகளும், சிலவற்றில் கூட்டிலைகளும் காணப்படுகின்றன. இலையடிச் செதில்கள் உண்டு. இலையடிப் பகுதி சற்றுப் பெருத்துக் காணப்படும். இப்பகுதி பல்வைனஸ் எனப்படுகிறது. இலைகள் மாற்று இலையடுக்கத்தையும், சிற்றிலைகள் வலை நரம்பு அமைப்பையும் கொண்டுள்ளன.

பூக்கள் ரெசீம் மஞ்சரியாகக் காணப்படும். காம்புடையவை. பூவடிச் செதில்கள், பூக்காம்புச் செதில்கள் கொண்டவை, முழுமையானவை. இச்செடியினத்தைச் சார்ந்த மலர்கள் பொதுவாக மஞ்சள் நிறத்தனவாகவும், அரிதாக நீல நிறத்தனவாகவும் இருக்கும். அவை பெரியதாகவும், ஆடம்பரமாகவும் இருக்கும். இருபால் மலர்கள் ஆகும். ஐந்தங்கம் உடையன. இருபக்கச் சமச்சீரானவை.

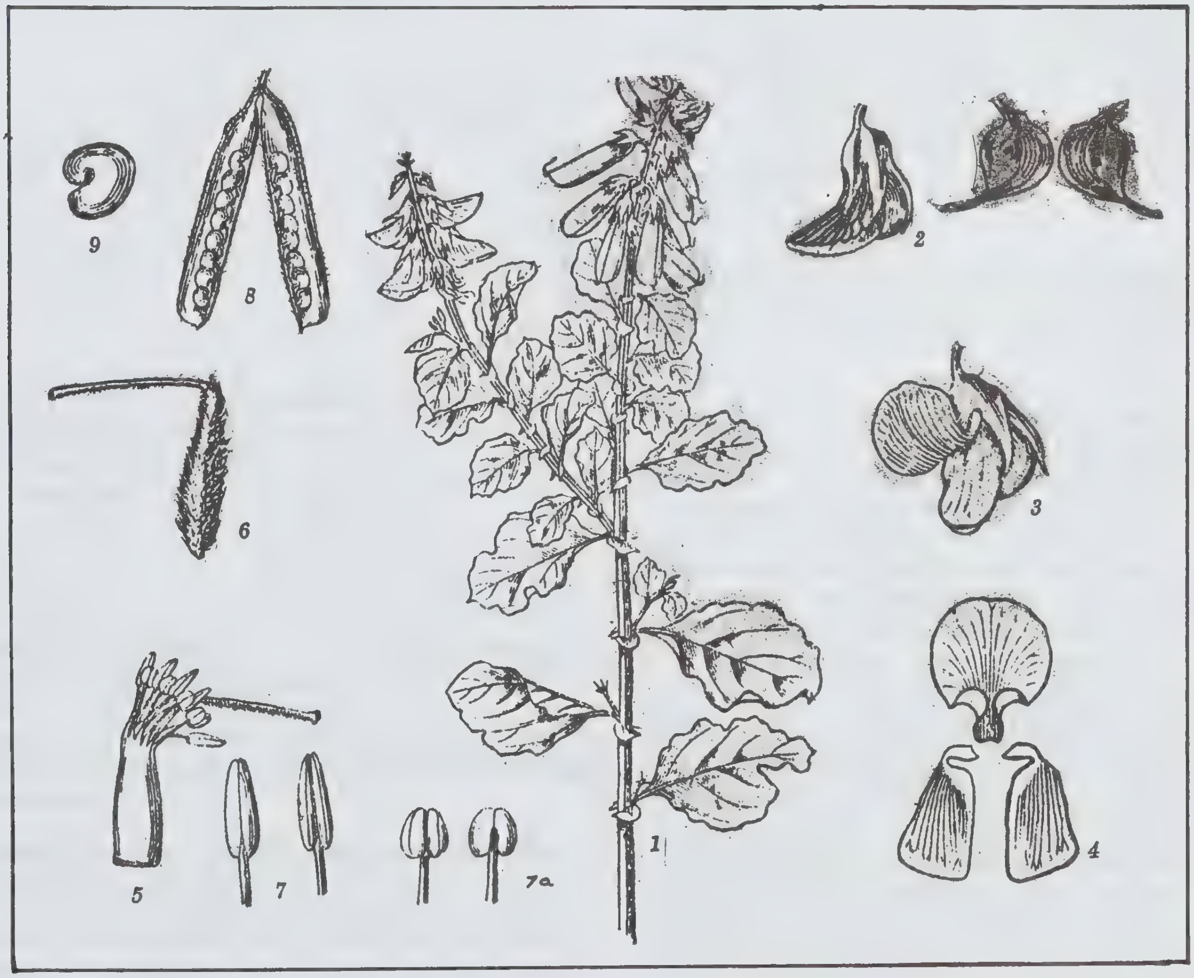
புல்லிவட்டம் ஒழுங்கற்றது, இணைந்தது, ஐந்து, பச்சை நிறமுள்ள புல்லி இதழ்களால் உண்டாக்கப் பட்டது. அல்லி வட்டம் ஒழுங்கற்றது, இணையாதது, ஒரு கொடி இதழ், இரண்டு இறக்கை இதழ்கள், இரண்டு படகு இதழ்கள் உள்ள பாபிலியோனேஷஸ் (papilionaceous) அல்லிவட்டம் இறங்கு அடுக்கு இதழ் ஒழுங்கு கொண்டதாகும். படகு இதழ்கள் கீழே இணைந்துள்ளன. அல்லி வட்டத்தின்

சிறப்பு இதழ் அமைப்பால் மலரின் பொதுத் தோற்றம் ஒரு வண்ணத்துப் பூச்சி இறக்கை விரித்துப் பறப்பது போன்றிருக்கும். இதனாலேயே இக்குடும்பம் பாபிலியோனேசி எனப்படுகிறது. இத்தகைய அல்லி வட்ட அமைப்பு இக்குடும்பத்தின் பொது இயல்பாகும்.

மகரந்தத்தாள் வட்டம்:பத்து மகரந்தத்தாள்கள் ஒரு கற்றையாக இணைந்தவை. கற்றையின் ஒரு பக்கம் திறந்த குழல் போன்றிருக்கும். நுனியில் பத்தாகக் கிளைத்திருக்கும். மகரந்தப் பைகள் இரு வகையானவை. ஐந்து பைகள் நீளமாகவும், ஐந்து பைகள் ஏறத்தாழ உருண்டை வடிவமாகவும் உள்ளன. இந்தப் பத்து மகரந்தத்தாள்கள் அடங்கிய கற்றை, படகு இதழ்களுக்குள் அடங்கியுள்ளது. காம்புடைய ஓரிலைச் சூலகம் உயர்மட்டமானது. ஓரறைச் சூலகப்பை கொண்டது. விளிம்புச் சூலமைப்பில் சூல்கள் காணப்படுகின்றன. சூல்பை நீண்டது. மகரந்தக் கற்றைக்குள் அடங்கியுள்ளது. சூலகத் தண்டு வளைந்தது, சூலக முடி சாய்வானது, ஒரு பக்கம் மென் தூவிகளைக் கொண்டது.

கனி லெக்யூம் (legume) வகையைச் சார்ந்த வெடி கனியாகும். பருத்தது, நிறைய விதைகள் கொண்டது. முதிர்ந்த வெடிக்கும் நிலையில் உள்ள லெக்யூம்கள் காற்றில் அசையும்போது விதையின் அசைவால் ஏற்படும் ஒலி கிலுகிலுப்பையின் ஒலிக்கு ஒப்பானதாக இருப்பதால் இச்செடியினங்கள் இவ்வாறு பெயர் பெற்றுள்ளன.

குரோட்டலேரியா ஜன்ஸியா (*Crotalaria juncea*). இச் செடி 2-4மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடியது. இதைச் சணப்பு என்பர். தனி இலைகளையும்,மஞ்சள் வண்ணப் பூக்களையும் கொண்டது. இந்த வகைக் கிலுகிலுப்பைச் செடியிலிருந்து நார் எடுக்கப்படு



கிலுகிலுப்பைச் செடி

1. கிளை 2, 3 பூக்கள் 4. அல்லி இதழ்கள் 5. மகரந்தக்கற்றை 6. சூலகம் 7. 7a- மகரந்தத்தாள்கள் 8. காய் 9. விதை

கிறது. இதைப் பல்லாண்டுகளாக ஆசிய நாடுகளில் பயிரிட்டு வருகின்றனர். தமிழ்நாட்டில் இது ஏறத் தாழ ஐந்து லட்சம் ஏக்கரில் பயிரிடப்படுகிறது. இதிலிருந்து எடுக்கப்படும் நார் சணலை விட மிகு வலிவானது. கோணிப்பைகள், மேல் உறைகள், வலைகள் முதலியன செய்வதற்குப் பயனாகிறது. குரோட்டலேரியா ஜன்ஸியா செடியில் தண்டின் வெளிப்புறத்தில் பள்ளமான கோடுகள் காணப்படு கின்றன. இலைகள் குறுகிய வேல் வடிவம் கொண்டவை. காய்கள் 2-3 செ.மீ. நீளமானவை. இவை பசுந்தாள் உரமாகப் பயன்படுகின்றன.

குரோட்டலேரியா வெர்ருகோஸா (*C. verrucosa*). இச்சிற்றினம் அனைத்து மாவட்டங்களிலும் காணப் படும். இது நன்கு கிளைத்திருக்கும் ஒரு பருவச் செடியாகும். அகன்ற தனி இலைகளும், நீலம் அல்லது வெண்மையான மலர்களும் உடையது.

குரோட்டலேரியா லேபர்னிஃபோலியா (*C.laburni folia*). இச்சிற்றினம் 3 கூட்டிலைகளும், பளிச்சென்ற மஞ்சள் நிற மலர்களும் கொண்டது. பூங்காக்களுக்கு இவை எழில் ஊட்டுகின்றன. இதைப் புலிநகக் கொன்றை என்றும் கூறுகின்றனர். இதன் விதை பாம்புக் கடிக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது.

- வே. சங்கரன்

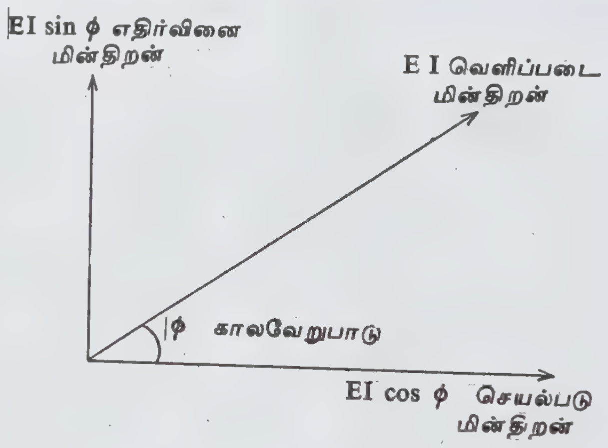
கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரும் அளக்கும் முறைகளும்

ஒரு மாறுதிசை மின் சுற்றில் (A.C Circuit) மின் அழுத்தத்தின் RMS (Root Mean Square) மதிப்பையும் மின்னோட்டத்தின் RMS மதிப்பையும் பெருக்கி வரும் தொகை (மின்னழுத்தம் வோல்ட்டிலும் மின் னோட்டம் ஆம்பியரிலும் குறிப்பிடப்படும்போது, வோல்ட் ஆம்பியரின் வெளிப்படை மின் திறனாகும் (apparent power). உயர் அழுத்த மின் சுற்றுகளில் மின்னழுத்தம் கிலோ வோல்ட்டில் குறிப்பிடப்படு வதால் அவ்வெளிப்படை மின்திறன் கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரில் குறிப்பிடப்படுகிறது.

செயல்படும் மின்திறன் வாட் (watt) எனும் அளவையில் குறிப்பிடப்படும். எதிர்வினைப்பகுதி வார் (var) எனும் அளவைகளில் எதிர்வினை (reactive) வோல்ட் ஆம்பியரில் குறிப்பிடப்படும். மின்னழுத்தத்திற்கும், மின்னோட்டத்திற்கும் இடைப் படும் தறுவாய் வேறுபாட்டின் (phase difference) காரணமாகவே எதிர்வினை வோல்ட் ஆம்பியர் தோன்றுகிறது. மின்னழுத்தமும், மின்னோட்டமும் தறுவாய் வேறுபாடின்றிச் செயல்படக் கூடுமானால் மின்திறனில் எதிர்வினைப் பகுதி எதுவும் இருக்காது. வெளிப்படை மின் திறனே செயல்படும் மின்திறனாக வும் அமையும்.

ஒரு மின் பகிர்மானப் (distribution) பகுதியிலோ, மின் பயனீட்டுப் பிரிவிலோ, பயன்தரும் அலகு அவ் வப்போது பயன்படும் மின்திறனுக்கொப்ப அமையும். அவ்வாறு செயல்படும் மின்திறன் அன்றி வெளிப்படை மின் திறனும் கிலோ வோல்ட் ஆம்பியருக்கேற்பவே, மின் பகிர்மானம், உற்பத்திப் பகுதிகளை வடி வமைக்க வேண்டியுள்ளது. மேலும் ஒரு தொகுதியில் மின்னோட்டம் வெளிப்படை மின்திறனின் தேவையை ஒட்டி அமைகிறது. மின்னோட்டத்தை ஒட்டியே மின்னிழப்பும் (I^2R, lineloss) உள்ளது. ஆகவே ஆங்காங்கு கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரை (வெளிப்படை மின்திறன்) அளவிடவேண்டியது இன்றியமையாததாகிறது.

செயல்படும் மின்திறன் மற்றும் வெளிப்படை மின்திறன் ஆகியவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்பு படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.

E - மின்னழுத்தம் (RMS); I - மின்னோட்டம் (RMS)

ϕ - மின்னழுத்தத்திற்கும் மின்னோட்டத்திற்கும் இடையே உள்ள காலவேறுபாட்டின் கோணமதிப்பு பாகையில்

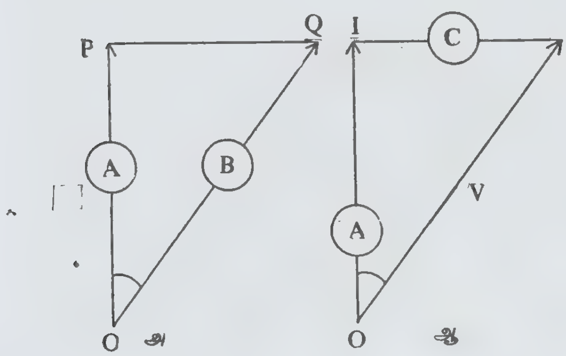
செயல்படும் மின்திறன் (active power - watts) $= EI \cos\phi$

எதிர்வினை மின்திறன் (reactive power - vars) $= EI \sin\phi$

வெளிப்படை மின்திறன் (apparent power - var) $= EI$

வெளிப்படை மின்திறனை அளவிடுதல். ஒரு மின்சுற்றில் உள்ள வெளிப்படை மின்திறன் அதில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் மற்றும் மின்னோட்டத்தின் பெருக்குத் தொகையாகும். மின்னழுத்தத்தின் மதிப்பு கிலோ வோல்ட்டில் அளக்கப்படும்போது வெளிப்படை மின்திறன், கிலோவோல்ட் ஆம்பியரில் கிடைக்கிறது.

கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவி செயல்படும் விதம்: (kilovolt ampere hour meter). மின் பயனீட்டாளர் பயன்படுத்தும் செயல்படும் ஆற்றலை அலகுகளில் (units) (kwh) அளப்பதோடு கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மணி மற்றும் கிலோவோல்ட் ஆம்பியரையும் அளப்பது பற்றிக் காண வேண்டும்.



படம் 2.

படம் 2 இல் OP என்பது செயல்படும் திறனைக் (கிலோவாட்) குறிப்பிடுகிறது. OQ என்பது வெளிப்படும் திறனைக் (கிலோவோல்ட் ஆம்பியர்) குறிக்கிறது. படம் 2 அ - வில் A எனும் அளவீட்டுக் கருவி (மீட்டர்) ஒரு வாட் மணி அளவியாகும். உண்மையிலேயே பயன்படும் ஆற்றலை அது அலகுகளில் தருகிறது. B எனும் அளவீட்டுக் கருவி வெளிப்படை ஆற்றலைக் கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மணிகளில் (KVAh) தருகிறது. ϕ என்பது கால வேறுபாட்டுக் கோணத்தைக் குறிக்கிறது. cos ϕ திறன் விகிதமாகும். படம் 2 - ஆவில் காட்டப்பட்டுள்ள C எனும் அளவி வார் (var) என்று அளவை குறிப்பிடுகிறது. இம்மூன்று அளவைகளும் பின்வரும் சமன்பாட்டால் இணைக்கப்படுகின்றன.

$$(KVA \sin\phi)^2 + (KVA \cos\phi)^2 = (KVA)^2$$

B எனும் அளவியில் உயர்தேவை காட்டியைப் (maximum demand indicator) பொருத்தினால் அது குறிப்பிட்ட காலக்கட்டத்தில் தேவைப்படும் பெரும கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரைக் குறிப்பிடும். ஒரு தூண்டல் வாட் மணி அளவியில் (induction watt hour meter) மின்னழுத்தச் சுற்றின் காந்தப்பாயம், மின்சுற்றை இயக்கும் மின்னழுத்தத்திற்கு 90° பின்தங்குமாறு (lag) அமையும். வோல்ட் ஆம்பியரை அளவிட வேண்டுமாயின் காந்தப் பாயம் (magnetic flux) 90°க்கு மாற்றாக 90° + ϕ_a மின்னழுத்தத்தில் பின்வருமாறு அமைக்கப் பெற வேண்டும். ϕ_a என்பது மின்சுற்றில் சராசரி தறுவாய் வேறுபாட்டுக் கோணம். எப்போதாவது மின்சுற்றின் தறுவாய் வேறுபாட்டுக்கோணம் சரியாக ϕ_a ஆக அமையக் கூடுமானால் இயக்கும் மின்னழுத்தமும் மின்னோட்டமும் காலவேறுபாடின்றி இயங்குதல் போல அளவி செயல்படும். அதாவது கிலோவாட் மணி அளவி கிலோவோல்ட் ஆம்பியரைக் காட்டும். ஏனைய திறன் விகிதங்களில் அளவியின் வேகம் சரியாக வோல்ட் ஆம்பியருக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையாவிடினும் வோல்ட் ஆம்பியர் $\times \cos(\phi - \phi_a)$ நேர்விகிதத்தில் அமையும். [(ϕ)என்பது அந்நேரத்தின் சரியான தறுவாய் வேறுபாட்டுக் கோணம்]

ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றில் தறுவாய் வேறுபாட்டுக் கோணம் சிறியதாக இருந்தால் அதாவது cos ϕ, 1-ஐ நெருங்கும்படியிருந்தால் கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் cos ϕ (செயல்படும் மின்திறன்) சிறக்குறையக் கிலோ-வோல்ட் ஆம்பியரைத் (வெளிப்படை மின்திறனை) தரும். எடுத்துக்காட்டாக $\phi = 20^\circ$ என்றால் $\cos\phi = 0.9397$. இங்கு அளக்கப்படும் மின்திறன் கிலோவோல்ட் ஆம்பியரை விட 6.03% குறைகிறது. திறன் விகிதம் முன்போ, பின்போ இருப்பினும் இக்கணக்குப் பொருந்தும். திறன் விகிதம் 1 ஆக இருக்கும்போது அளவி 3% வேகமாக ஓடுமாறு பொருத்தப்பட்டால் அந்த மின் சுற்றின் தறுவாய் வேறுபாட்டுக்கோணம் 20°க்குள் அமையுமானால் அந்த அளவி கிலோவோல்ட் ஆம்பியரை $\pm$ 3% எல்லைக்குள் தருகிறது. மேற்படி இயக்கத்திற்குத் தேவையான மாறுதல்களை இணைப்புக் காந்தத்தில் நாற்கோட்டச் சுற்றுகளைப் (quadraple loops) பயன்படுத்துவதன் மூலம் ஒரு கிலோவாட் மணி அளவியில் பெறக்கூடும். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட அளவியில் உயர் தேவை காட்டியைப் பொருத்துவதன் மூலம் கிலோவோல்ட் ஆம்பியரை அளக்க முடியும்.

லேண்டிஸ் கிர் மூவெக்டார் அளவி. இந்த அளவி கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி மற்றும் பெரும கிலோவோல்ட் ஆம்பியரை அளவிடுவதற்குப் பயன்படுகிறது. இந்த மூவெக்டார் அளவி, கிலோ வாட் மணி, கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி மற்றும் எதிர்வினைக் கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி ஆகியவற்றைக் காட்டுகிறது. முதல் இரண்டு அளவிகளில் உயர் தேவை காட்டிகளைப் பொருத்துவதன் மூலம் குறிப்பிட்ட காலக் கட்டத்தில் பொதுவாக ஒவ்வோர் அரைமணி நேரத்திலும் பயன்படும் உயர்ந்த அளவு கிலோ வாட்டும், கிலோவோல்ட் ஆம்பியரும் பெறப்படுகின்றன.

மூவெக்டார் அளவி கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மணிகளை 1% எல்லைக்குள் சரியாகத் தருகிறது. இந்த அளவியில் ஒரு கிலோவாட் மணி அளவியும் எதிர்வினைக்கிலோவாட் ஆம்பியர் மணி அளவியும் உள்ளன. அவற்றிற்கிடையே ஒரு கூட்டு அளவி இடம் பெற்றுள்ளது.

அனைத்துத் திறன் விகிதங்களிலும் சரியான கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவைத் தரும் படியான ஒரு சிக்கலான சக்கரத் தொகுதியை இந்த இரண்டு அளவிகளும் இயக்குகின்றன.

தறுவாய் வேறுபாட்டுக் கோணம் 0° - 10°க்குள் அமையுமானால் கிலோவாட் மணி அளவியே கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணிகளை நெருக்கமான அளவிற்குச் சரியாகப் பதிவு செய்யும். அது போன்றே கோண அளவு 80°-90° வரை இருந்தால் எதிர்வினைக் கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவியே கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மணிகளைக் குறிப்பிடும் அளவிற்குச் சரியாகப் பதிவு செய்யும்.

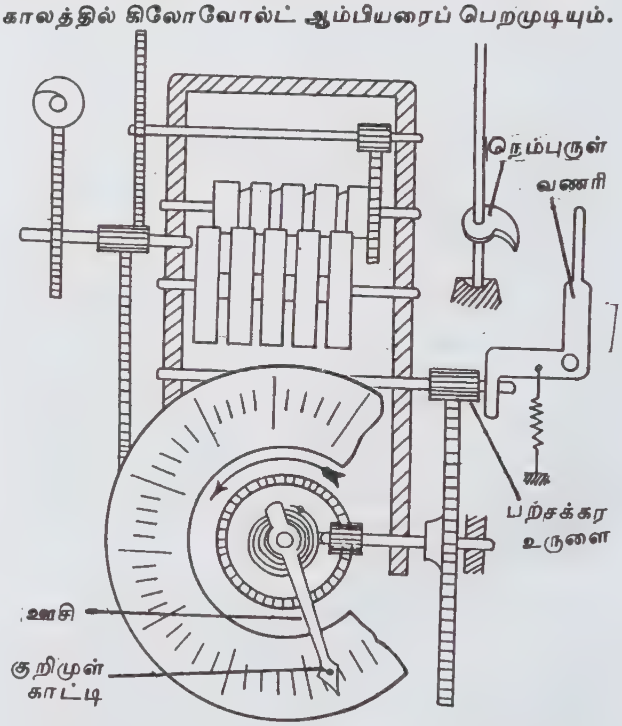
ஆகவே சக்கரத் தொகுதியின் சுழற்சி அமைப்பு, வேறுபாட்டுக் கோணம் குறைவாக இருக்கும்போது, கூட்டு அளவி பெரும்பாலும் கிலோவாட் மணி அளவியாலும் வேறுபாட்டுக் கோணம் 90°ஐ நெருங்கும்போது, பெரும்பாலும் எதிர்வினைக் கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் அளவியாலும் இயக்கப்படுமாறு கட்டமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இடைப்பட்ட கோணங்களில் இரண்டு அளவிகளுமே கூட்டுக் குறிகாட்டியைச் சக்கரங்களின் பல்வேறு இணைப்புகள் மூலம் இயக்கும். ஆகவே வெவ்வேறு திறன் விகிதங்களிலும் கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி சரியாக அளவிடப்படும். இணைக்கப்பட்ட உயர் தேவை காட்டியும், சரியான கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரைக் காட்டும்.

உயர் தேவை காட்டிகள் இயங்கும் விதம். உயர் தேவை காட்டிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பயனீட்டாளர், குறிப்பிட்ட காலக்கட்டத்தில் பயன்படுத்தும் உயர்ந்த அளவு வெளிப்படை மின்திறனையும், செயல்படும் மின்திறனையும் அதாவது ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் வேகத்தைக் குறிக்க வேண்டிய அளவிகளாகும். அளவிகள் ஒரு மாதத்தில் பயன்படுத்தப்படும் அலகுகளோடு, அம்மாதத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட உயர்ந்த அளவு செயல்படு மின்திறனையும், வெளிப்படை மின்திறனையும் (கிலோவாட் ஆம்பியர்) காட்டுவதற்கு இவை பயன்படுகின்றன. திடீரென்று ஏதோ ஒரு நொடியில் தேவைப்படும் மிக அதிகத் தேவை கணக்கில் கொள்ளப்பட்டுப் பயனீட்டாளர்கள் தண்டிக்கப்படாத முறையில், அரைமணி நேரத்தில் தேவைப்படும் கிலோ வாட் ஆம்பியரின் சராசரி மதிப்பே குறிப்பிடும் வகையில் இவை அமைக்கப்படுகின்றன. இவை தனிப்பட்ட கருவிகளாகவோ, கிலோவாட் மணி அளவி மற்றும் மூவெக்டார் அளவிகளின் மேல் பொருத்தப்படும் இணைப்புகளாகவோ வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

மெர்ஸ்-பிரைஸ் பெரும தேவை காட்டி. இது தனிக் கருவியாகச் செயல்படுவதில்லை. அரைமணி நேரத் திலோ வேறு குறிப்பிட்ட கால வரையறைக்குள்ளோ பயன்படுத்தும் பெரும தேவையைக் காட்டும்படியாகக் கடிகை அளவியோடு (clock meter) சேர்த்துப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும வோல்ட் ஆம்பியரையோ பெரும வாட்டையோ அளப்பதற்கு இதைப் பயன்படுத்தலாம்.

அளவியின் நகரும் தொகுதியின் அச்சால் உந்தப்படும் முள் ஒன்று தனிப்பட்ட தட்டு ஒன்றின்மேல் நகருமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பற்சக்கர அமைப்புகளின் இயக்கத்தோடு ஓர் அரைமணி நேரம் தொடர்பு கொண்டு இந்தத் தட்டு இருந்த பின்னர், உந்து தொகுதி (driving mechanism) 0 நிலைக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது. ஆனால் முள் மீண்டும் நகரும். இல்லையேல் பழைய நிலையிலேயே இருக்கும். எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திலும் அடைந்த பெரும தேவையை அலகுகளிலோ, கிலோவாட்டுகளிலோ, கிலோவோல்ட் ஆம்பியர்களிலோ இதன் மூலம் அடையலாம். கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவியில் இது பொருத்தப்பட்டால் குறிப்பிட்ட காலத்தில் கிலோவோல்ட் ஆம்பியரைப் பெறமுடியும்.



படம் 3. மெர்ஸ் உயர் தேவை காட்டி (லேண்டிஸ், கிர் தயாரிப்பு)

இந்த அளவியில் குறிப்பிட்ட காலம் முடியும் போது உந்து பகுதியை 0°க்குத் திருப்பிக் கொணரும் கருவியின் உள்ளே ஒரு கால இணைப்பு மாற்றியோடு (time switch) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அவை கடிகார அமைப்பால் ஆனவை. விரும்பும் காலவரையறைக்கு ஏற்றவாறு இயங்குமாறு அவற்றை அமைக்க முடியும்.

பயன்கள். பெருமமான தேவை ஒரு குறிப்பிட்ட காலவரையறையில் தொடர்ந்து இருந்தால்தான் அது, பதிவு செய்யப்படும் அளவுகளைப் பெரிதும் பாதிக்கும். அதே நேரம் குறுகிய கால உயர்ந்த தேவையும் கணக்கில் கொள்ளப்படும். லேண்டிஸ், கிர் தொழிலகம் உற்பத்தி செய்த மெர்ஸ் வடிவமைப்புத் தேவைகாட்டி படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பொதுவாக ஊசி குறிகாட்டி முள்ளை ஒவ்வோர் அரைமணி நேரத்திற்கு உந்தித் தள்ளுகிறது. அந்தக் காலத்தில் பயன்பட்ட கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி, முகப்புக் காட்டியில் காட்டப்படுகிறது. (காலப் பரிமாணத்தால் வகுத்துக் கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரைக் குறிக்குமாறு முகப்புக் காட்டியில் எண்களை அமைத்துக் கொள்ளலாம்). அந்தக் காலத்தின் எல்லையில் நெம்புருள் (cam) உடனடியாகப்பற்சக்கர உருளையை ஒரு வணரி (bell crank) மூலம் விடுவித்துக் கொள்கிறது. இதனால் ஊசி. அதன் உந்து கருவி விசைச் சுருளின் செயல்பாட்டின் மூலம் 0 நிலைக்குத் திரும்புகிறது. ஆனால் குறிகாட்டியோ பழைய நிலையிலேயே இருந்து முந்தைய அரைமணி நேரத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட கிலோவோல்ட் ஆம்பியரைக் காட்டுகிறது.

அடுத்த அரை மணி நேரத்தில் ஊசி 0 நிலையிலிருந்து தொடர்ந்து நகர்கிறது. ஆனால் முள் காட்டி முந்தைய காலத்தில் பதிவு செய்த பெருமதேவையை இந்தக் காலத்தில் தாண்டினால்தான் நிலைக் குறிகாட்டியை நகர்த்தி அந்த இடத்தில் நிலை கொள்ளச் செய்யும். இல்லையென்றால் பழைய இடத்திலேயே அது இருக்கும். அதுவரை உள்ள உயர் தேவையைச் சுட்டிக் காட்டும்.

சிம்கோ அளவி. கிலோவோல்ட் ஆம்பியரை நுட்பமாக அளவீடு செய்வதில் பல செயல்முறை இடர்ப்பாடுகள் உள்ளன. சிம்கோ **அளவியில்** அத்தகைய இடர்ப்பாடுகள் நீக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்று மாறு திசை மின்பாதை மின்னோட்டங்களும் நேர் திசையில் மாற்றப்படுகின்றன. முத்தறுவாய்ப் பாலம் போல் மின்திருத்தி (3φ bridge type rectifier) இதற்குப் பயன்படுகிறது. இந்த நேர்திசை மின்னோட்டத்தால் தூண்டல் அளவியொன்றை இயக்க, ஆற்றல் மாற்றி (transducer) பயன்படுகிறது. மாறுபடும் திறன் விகிதம் கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டம் திருத்தப்பட்டபிறகு அதை மாறுபடும் மின்னழுத்தத்தோடு நிலையான தறுவாய்க் கோணத்தில் உள்ள மாறுதிசை மின்னோட்டமாக மாற்றுவதே இந்த ஆற்றல் மாற்றியின் பணியாகும்.

இதில் நிக்கல் இரும்புக் கலவையாலான இரண்டு வளைகூடுகள் (ring cores) உள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு மாறுதிசைக் காந்தமாக்கும் சுருள் உள்ளது. அவை இரண்டையும் ஒரே நேர் திசைக் கட்டுப்படுத்தும் சுருள் தழுவுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆற்றல் மாற்றியில் நேர்திசை மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும் வரை இரண்டு மாறுதிசைக் காந்தப்படுத்தும் சுருள்களும் உயர்தடை கொண்ட அடைகளாக (chokes) இயங்குகின்றன. அவற்றின் காந்தமாக்கும் மின்னோட்டம் மிகக் குறைவானதே.

ஒரு துணை மின்னழுத்த மின்மாற்றியின் துணைச் சுற்றில் இணைக்கப்பட்டுள்ள அளவீட்டுப் பகுதியோடு ஆற்றல் மாற்றியின் மாறுதிசைக் காந்தப்படுத்தும் சுருள்கள் நேராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவே, ஆற்றல் மாற்றியின் கட்டுப்பாட்டுச் சுருளில் பாயும் நேர்மின்னோட்டத்தால் விளையும் காந்த விசைக்கு நேர்விகிதத்தில் அளவியின் மின்னோட்டச் சுருளில் மாறுதிசை மின்னோட்டம் பாய்கிறது. நேர் மின்னோட்டம், மின்பாதைகளில் ஓடும் மின்னோட்டங்களின் நேராக்கப்பட்ட கூட்டுத் தொகையாகும். ஆகவே அளவியின் மின்னோட்டச் சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் மின்பாதையிலுள்ள மின்னோட்ட அளவிற்கு நேர்விகிதப் பொருத்த முடையது எனக் காணலாம்.

அந்த மின் தொகுதியின் அழுத்தமே அளவீட்டுப் பகுதியின் மின்னழுத்தச் சுருளில் செலுத்தப்படுவதால் அளவியின் திருப்புவிசை மின் தொகுதியின் ஓட்டம் மற்றும் அழுத்தத்தின் பெருக்குத் தொகைக்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கும். மின்தொகுதியின் திறன் விகிதத்தால் இது பாதிக்கப்படுவதில்லை.

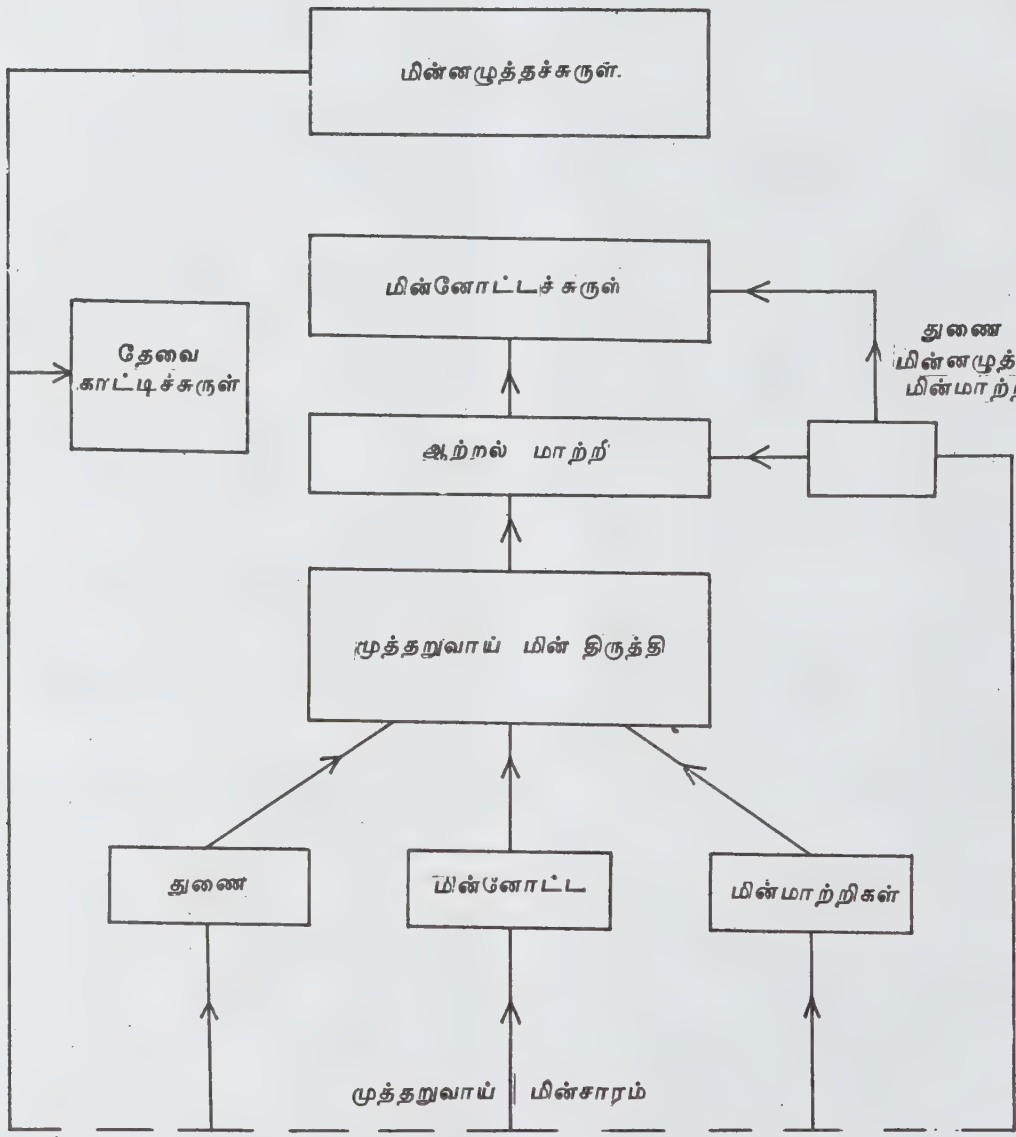
சிறிய மின்திருத்திகளையும் ஆற்றல் மாற்றியையும் பயன்படுத்துவதற்கு ஏதுவாகவும் மூல மின்னோட்டச் சுற்றுகளுக்கிடையே தேவையான காப்புத் தன்மையை அளப்பதற்காகவும் மூன்று துணை மின்னோட்ட மாற்றிகள் (auxiliary transformers) பயன்படுகின்றன. மின்னோட்டம் சமச்சீராக இல்லாவிடினும் மின்னழுத்தம் ஒன்றாக இருப்பதால் அளவீடு சரியாக இருக்கும். அளவீட்டுப் பகுதி, கூடுதல் மின்மாற்றிகள், மின்திருத்தி, ஆற்றல் மாற்றி அனைத்தும் வசதியாக ஒரே கட்டமைப்பிற்குள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவியோடு மெர்ஸ் பிளாக் தேவைகாட்டி ஒன்றை இணைப்பதன் மூலம் குறிப்பிட்ட காலக் கட்டத்தில் அடையும் கிலோவோல்ட் ஆம்பியரின் உயர்தேவை காட்டப்படுகிறது,

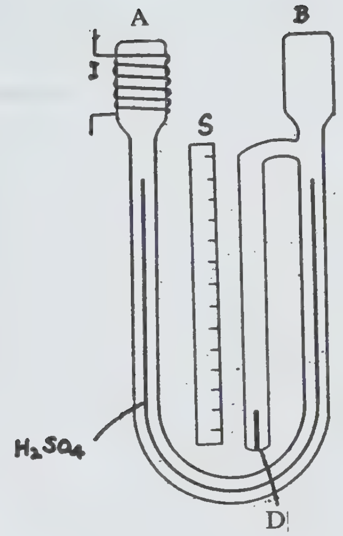
இக்கருவியின் முக்கிய பண்புகள். சமச்சீரற்ற சுமையிலும், எந்தத்திறன் விகிதத்திலும் சரியாக அளவீடு செய்ய முடிகிறது. மின்னழுத்தம், விரைவு, வெப்பநிலை ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் இதன் அளவீடு பாதிக்கப்படுவதில்லை. குறைந்த சுமையுடையது. வழக்கமான அளவீட்டுப் பகுதிகளையே கொண்டது. கூடுதல் பல் சக்கரங்களோ நகரும் பல் தொடுவான்களோ தேவையில்லை.

கிலோவோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவிகளோடு இணைக்கப்படாமல், தனியாகவே கிலோவோல்ட் ஆம்பியரை அளவிடும் சில முறைகளாவன:

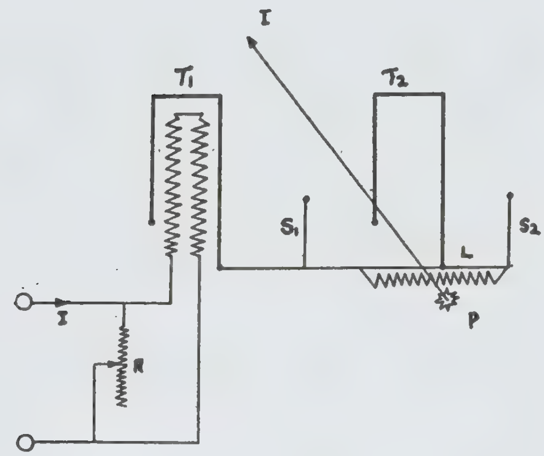
ரைட் உயர்தேவை காட்டி. மாறுபடும் வெப்ப அளவிக் கோட்பாட்டில் இது இயங்குகிறது. இதன் அமைப்பு,படம் 5-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. B எனும் குமிழ் ஏறக்குறைய அறை வெப்பத்தில் உள்ளது. ஆனால் A எனும் குமிழ் அதைச் சுற்றியுள்ள மின்



படம் 4. சிம்கோ, கி. வோ. ஆ. அளவியின் கட்டப்படம்;



படம் 5. ரைட் உயர் தேவை காட்டி



படம் 6. சீமன்ஸ் உயர் தேவை காட்டி

கம்பிச் சுருளால் சூடாக்கப்படுகிறது. அறை வெப்பத்தில் ஏற்படும் மாறுதல் இரு குமிழ்களையும் ஒரே அளவு பாதிக்கிறது. ஆனால் அந்த மாறுதல் கருவியில் உள்ள நீர்மப் பொருளைப் பாதிப்பதில்லை.

மின்கம்பிச் சுருளில் செலுத்தப்படும் மின்னோட்டம் A குமிழில் உள்ள காற்றைச் சூடாக்குகிறது. அது விரிவடைந்த நீர்மப் பொருளைத் தள்ளுகிறது. தொடக்கக் கட்டத்தில் D எனும் குழாயோடு ஒரே மட்டத்தில் இருந்த நீர்மப் பொருள் தள்ளப்பட்டவுடன் D எனும் குழாய்க்குள் விழுகிறது. மின்கம்பிச் சுருளின் மின்னோட்டத்தின் ஈரடுக்கிற்கு (square) நேர்விகிதத்தில் காற்றுச் சூடாக்கப்படுகிறது. அதையொட்டி விரிவடைந்து அதற்கொப்பவே நீர்மப் பொருளையும் D எனும் குழாயில் தள்ளுகிறது. ஆகவே மின் சுருளில் பாய்ந்த சராசரி உயர் தேவை மின்னோட்டத்தை இக்கருவி காட்டுகிறது. மின் வழங்கு அழுத்தத்தை நிலையாக எடுத்துக் கொண்டால் கிலோவோல்ட் ஆம்பியரின் மதிப்பை இக்கருவி காட்டுகிறது. அவ்வாறு குறியீடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. மொத்தச் சுமையில் ஆறில் ஒரு பங்கிற்குக் கீழ் இக்கருவியால் சரியாக மதிப்பிட இயலாது.

சீமன்ஸ் உயர் தேவை காட்டி. இந்தக் கருவியில் T_1 மற்றும் T_2 எனும் இரண்டு இரட்டை உலோகத் தகடுகள் உள்ளன. அளவிட வேண்டிய அமைப்பில் பாயும் மின்னோட்டத்தின் ஒரு விகிதப் பகுதி ஒரு தடையில் பாய்ந்து T_1 எனும் தகட்டைச் சூடாக்குகிறது. T_2 அறை வெப்பநிலையிலேயே உள்ளது. R எனும் இணைத்தடையின் (Shunt resistance) மூலம் இந்தக் கருவியில் அளவுகள் குறியிடப்படுகின்றன. சூடாக்கப்படும் தகட்டின் நகரும் முனை L எனும் அடுக்குடன் (rack) இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அந்த அடுக்கு நெகிழும் கம்பிச்சுருள்களால் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. P எனும் பல்சக்கர உருளையோடு பல்சக்கர அமைப்பால் அந்த அடுக்கு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. P எனும் உருளையின் மையப்பகுதி T_2 எனும் தகட்டின் நகரக்கூடிய முனையால் தக்க உராய்வைத் தவிர்க்கும் தாங்கிகளால் தாங்கப்படுகிறது. இந்தக் கதிரின் மேல் ஓடும் குறிகாட்டி முள் 2 என்பது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அது நகரும்போது மற்றொரு குறிகாட்டியைத் தான் நகரும் உயர் அளவில் நிறுத்துகிறது. அந்தக் குறிகாட்டி ஒரு முறையான அளவீட்டுப் பலகையின் மேல் நகர்ந்து உயர்ந்த அளவு கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் தேவையைக் காட்டுகிறது.

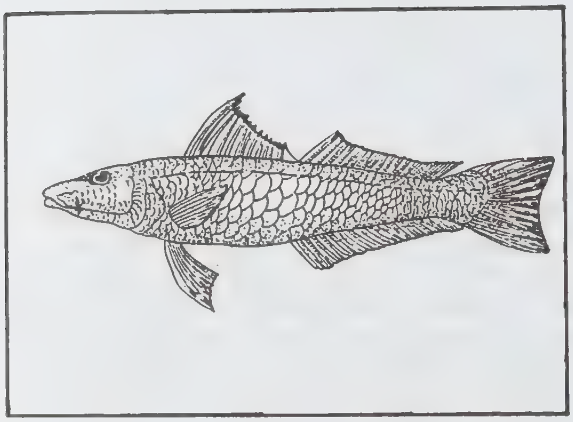
அறையின் வெப்ப வேறுபாடு T_1 மற்றும் T_2 இன் நகரும் முனைகளில் ஒரே அளவான மாறுபாட்டையே ஏற்படுத்துகிறது. ஆகவே, P மற்றும் L இதற்கிடையே வேறுபாடு எதுவும் இருக்காது. ஆகவே, அறை வெப்பம் கருவியைப் பாதிக்காது. சூடாக்கியின் (heater) மூலம் மின்சாரம் செலுத்தப்படும்போது மின்னோட்டத்தின் ஈரடுக்கிற்கு நேரான விகிதத்தில் T_2 எனும் தகடு சூடாக்கப்படுகிறது. அதன் நகரும் முனை வெளிப்புறமாக நகர்ந்து P எனும் பல்சக்கர உருளையைச் சுழற்றுகிறது. அதனால் குறிகாட்டி நகர்கிறது. சரியான வடிவமைப்பின் மூலம் அதிகச் சுமையின் ஐந்தில் ஒரு பங்கிற்கு மேல் காட்டும்படியாகக் கருவி அமைந்துள்ளது.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

நூலோதி. Donald G. Fink, H. Wayne Beaty *Standard Hand Book for Electrical Engineers*, Eleventh Edition, McGraw- Hill Book Company, New York, 1978.

கிழங்கான்

ஊட்டச் சத்து மிகுந்த பலவகை மீன்களில் கிழங் கான் (sillago) என்னும் மீன் இனமும் ஒன்றாகும். இந்தியக் கடலோரப் பகுதிகளில் இம்மீன்கள் மிகுதி யாகக் காணப்படுகின்றன. பல வேறுபாடான உப்புத் தன்மையையும் தாங்கிக் கொள்ளும் கிழங்கான் ஆற்றுக் கழிமுகங்களில் வாழும். இந்தியாவில் ஏறத் தாழ எட்டு இனங்கள் உள்ளன. இவற்றின் உருவ அமைப்பிலுள்ள ஒருசில மாறுபாடுகளைக் கொண்டு கிழங்கான்களை அந்தந்த இனமாக வகைப் படுத்தலாம்.



கிழங்கானின் உடல் நீண்டு, உருளை வடிவம் கொண்டு அமைந்துள்ளது. இதன் முதுகுப்பகுதி சாம்பல் பூத்த மரவண்ணத்தில் பளபளப்புட னிருக்கும். அடிப்பகுதி கத்தரிப்பூ நிறத்தில் இருக்கும். நீண்ட உடலின் முன்பகுதியில் அமைந்திருக்கும் தலை கூம்பு வடிவம் உடையது. கோழை சுரக்கும் சுரப்பி கள் உடம்பு முழுதும் பரவியிருந்தாலும், தலைப் பகுதியில் இவற்றின் எண்ணிக்கை மிகுதி. தலையின் இரு பக்கங்களிலும் செவுள் துளைகளையும் சிறிது மேல்நோக்கிய கண்களையும் பெற்றுள்ளது. செவுள் மூடிகளின் இயக்கத்தால் நீரோட்டம் இடையறாது நிகழ்ந்த வண்ணமாக உள்ளது. வாய் மிகச் சிறிய பிளவு போலிருக்கும். தாடையின் ஓரங்களில் கூம்பு வடிவம் உடைய பற்களும், உட்புறம் விரல் வடிவப் பற்களும் அமைந்துள்ளன.

உடல் முழுதும் செதில்களால் மூடப்பட் டுள்ளது. உடற்பகுதி படிப்படியாக வாலாக மாறு கிறது. வால் கழிப்பிடத்தின் பின்னே அமைந்துள்ள உடல் பகுதி ஆகும். வாலின் நுனியில் வால் துடுப்பு (caudal fin) அமைந்துள்ளது. வால் துடுப்பைத் தவிர, இரு முதுகுத் துடுப்புகளும் யார்பு வயிற்றுத் துடுப்பு கள் என்னும் இரட்டைத் துடுப்புகளும் கழிப்பிடத் துடுப்பு ஒன்றும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் உதவி கொண்டு மீன், நீரில் நீந்த முடியும். பக்கவாட்டில் அமைந்திருக்கும் பக்கக் கோட்டு உறுப்புகள் மூலம் கிழங்கான் நீரின் ஊசலாட்டத்தை அறிகிறது.

கிழங்கான் ஓர் ஊனுண்ணி; இளமையில் இறால்களையும் வளர்ச்சியடைந்த பருவத்தில் பல் சுணைப் புழுக்களையும் (polychaeta) விரும்பி உண்ணும். சிலசமயங்களில் துறவி நண்டுகளையும் (hermit crabs) உண்ணும். பெண் கிழங்கான்கள் வெளிவிடும் அண்டத்துடன், ஆண் கிழங்கான்கள் வெளிவிடும் விந்து இணைந்து கருமுட்டை தோன்று கிறது. இவ்வாறு சினைத்தூவுதல் ஓர் ஆண்டில் பல முறை நிகழ்கிறது. புரதச் சத்தும், வைட்டமினும் மிகுந்த கிழங்கான் மீன் அனைத்து நாட்டு மக்களா லும் விரும்பி உண்ணப்படுகிறது. ஜப்பானில் இம் மீன் பச்சையாகவே உண்ணப்படுகின்றது. உண வாகப் பயன்படும் இக்கிழங்கான் மீன்களை எவ் வகையான வலைகளாலும் பிடிக்கலாம்.

- சுசீலா அப்பாதுரை

கிழங்குகள்

சில செடிகளின் குட்டையாக்கப்பட்ட அடர்த்தியான தண்டு அல்லது வேர்ப்பகுதி கிழங்கு (tuber) எனப் பொதுவாகக் குறிக்கப்படும். இது தரை மட்டத்திற்கு அடியில் காணப்படும். சில தாவரங்கள் அவற்றின் மேற்பகுதியில் உற்பத்தியாகும் உணவுப் பொருள் களைக் கிழங்குகளில் சேமித்து வைக்கின்றன. முக்கியமாகப் புரதப் பொருள்கள் இவற்றில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. சில கிழங்குகளில் கால்சியம் ஆக்சலேட் போன்ற தாது உப்புகள் படிக வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. எ.கா: சேனை, கருணை, சேம்பு போன்ற கிழங்கு வகைகள். சிலவகைக் கிழங்குகள் ஆயுர்வேத மருத்துவத்தில் பயன்படுகின்றன. எ.கா: அமுக்கிராங்கிழங்கு.

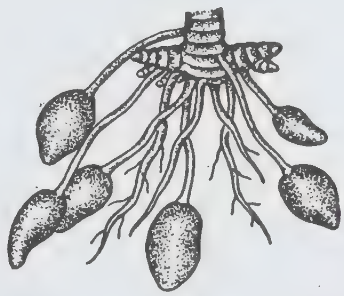
பொதுவாகக் கிழங்குகளை இருபெரும் பிரிவு களாகப் பிரிக்கலாம். வேரிலிருந்து உண்டாகிய கிழங்குகளை வேர்க்கிழங்குகள் (root tubers) என்றும், தண்டில் இருந்து உண்டாகிய கிழங்குகளைத் தண்டுக் கிழங்குகள் (stem tubers) எனவும் வகுக்கலாம். வேர்க் கிழங்குகளை ஆணிவேர்க் கிழங்குகள்(tap root tubers) வேற்றிட வேர்க்கிழங்குகள் (adventitious root tubers) என மேலும் வகைப்படுத்தலாம். ஆணி வேர்க் கிழங்குகளில் கேரட், முள்ளங்கி, பீட்ரூட், டர்னிப் போன்ற கிழங்குகள் அடங்கும். கேரட், முள்ளங்கி, பீட்ரூட் ஆகியவை முறையே கூம்பு, கதிர், நாப்பி (napiform) வடிவமாக உள்ளன. இவற்றில்உண்டாகும்

வேர்க்கிழங்குகளின் மேல்பகுதி வித்திலைக் கீழ்த்தண்டாகவும், கீழ்ப்பகுதி ஆணிவேராகவும் இருக்கும்.

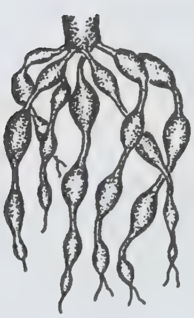
கேரட்டின் பருமைக்குக் காரணம் இரண்டாம் நிலை ஃபுளோயத்திலும், இரண்டாம் நிலைப் புறணியிலும் உண்டாகிய மிகுதியான பாரன்கைமா திசுவாகும். முள்ளங்கியின் பருமைக்குக் காரணம் இரண்டாம்நிலை சைலத்தில் உள்ள மிகுதியான பாரன்கைமா திசு ஆகும். பீட்ரூட், டர்னிப் போன்றவற்றின் பருமைக்குக் காரணம் பல சைலம் வளையங்கள் பாரன்கைமாவுடன் கூடிய ஃபுளோயம் வளையங்களுடன் மாறி மாறி இயல்பிற்கு மாறான குறுக்கு வளர்ச்சி அடைவதே ஆகும். ஆணிவேரைத் தவிர வேற்றிடத்து வேர்களிலும் உணவு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. இத்தகைய வேற்றிடத்து வேர்க்கிழங்குகள் பல உள்ளன. இவற்றுள் சர்க்கரைவள்ளிக் கிழங்கு முக்கியமானது. தண்ணீர்விட்டான் கிழங்கிலும் ஆஸ்பராகஸ், டாலியா வேரிபிலிஸ் (Dahlia variablis) என்னும் செடியிலும் வேற்றிடத்து வேர்க்கிழங்குகள் (root modifications) கொத்தாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்குக் கொத்து வேர்க்கிழங்குகள் என்று பெயர். ஹேபனேரியா என்னும் ஆர்க்கிட் வகைச் செடியின் வேர்க்கிழங்கு அகங்கை வடிவமாக (palmate) அமைந்துள்ளமையால் இது அகங்கை வேர்க்கிழங்கு எனப்படும் (படம் 1).

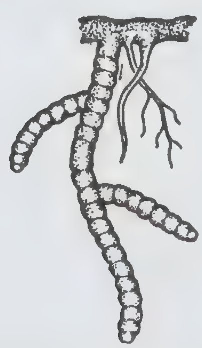
மாங்காய் இஞ்சி, கோரை (*Cyperus rodundus*) ஆகியவற்றில் வேற்றிடத்து வேர்களின் நுனியில் மட்டும் உணவு சேமிப்பதால் வேர் நுனி பருத்து முடிச்சைப் போன்று இருக்கும். இதற்கு முடிச்சு வடிவ வேர்க்கிழங்கு (படம் 2) என்று பெயர்.

காட்டுவள்ளிக்கிழங்கு. கிளிரோடென்டிரான் செர்ரேட்டம் (clerodendron serratum) போன்ற சில செடிகளின் வேற்றிட வேர்களில் உணவின் சேமிப்பு விட்டு, விட்டு நிகழ்கிறது. அதனால் வேர்கள் மாறி மாறிப் பருத்து மணிமாலை போன்று இருக்கும். எனவே இது மணிமாலை வடிவ வேர்க்கிழங்கு (moniliform root tuber) எனப்படும். (படம் 3) சைக்கோட்ரியா இபிகாகுவான்ஹா (psychotria ipecacuanha) செடியின் வேர்க் கிழங்குகள் வட்டுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று நெருங்கி அடுக்கியது போல் இருக்கும். இதற்கு வளைய வடிவ வேர்க் கிழங்கு (annular root tuber) என்று பெயர். (படம் 4)



படம் 1,2. அகங்கை வேர்க்கிழங்கு, முடிச்சு வடிவ வேர்க்கிழங்கு





படம் 3, 4. மணிமாலை வடிவ வேர்க்கிழங்கு வளைய வடிவ வேர்க்கிழங்கு

தண்டுவேர்க் கிழங்குகள். பொதுவாகத் தண்டு தரைக்கு மேலே காணப்படும். ஆனால் சில தாவரங்களில் உள்ள தண்டுகள் சிறப்பான வேலைகளைச் செய்வதற்காகத் தரைக்குக் கீழேயும் காணப்படும்.

தண்டுக் கிழங்குகளின் வகைப்பாடு. மட்டநிலைத் தண்டு (rhizome) எ. கா: மஞ்சள், இஞ்சி, வாழை, வசம்பு முதலியன; தண்டடிக்கிழங்கு (corm) எ. கா; சேனைக்கிழங்கு, கருணைக்கிழங்கு, சேப்பங்கிழங்கு போன்றவை; கிழங்கு எ.கா: உருளைக் கிழங்கு, உறீலியாந்தஸ் டுபெரோஸஸ்; குமிழம்(bulb) எ. கா. வெங்காயம், பூண்டு முதலியன.

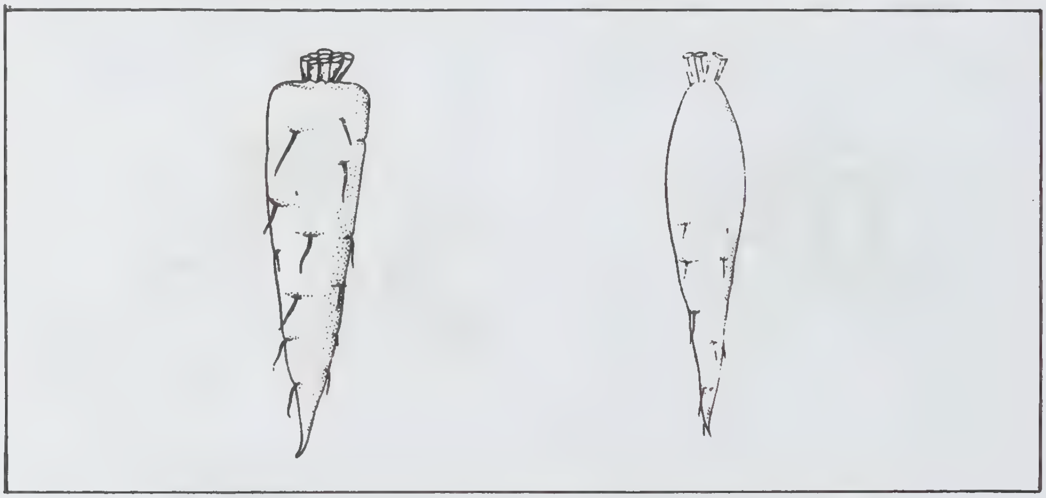
வேர்க்கிழங்கு

கேரட். இது ஒரு வேர்க்கிழங்குச் செடி. இதன் தாவரவியல் பெயர் டாகஸ் கரோட்டா (*Daucas carota*); துணை இனம் சடைவஸ்; தரைக்குக் கீழே உள்ள ஆணிவேரில் உணவுசேமிப்பதால் வேர்க்கிழங்குகள் உண்டாகின்றன. கிழங்கு, கூம்பு வடிவமானது (படம் 5). கிழங்கின் புறணிப் பகுதியில் மிகுதியான உணவு சேமிக்கப்படுகிறது. ஆரஞ்சு நிறக் காரட்டில் கரோட்டின் (வைட்டமின்A) மிகுதியாக உள்ளது. இதில் தயாமின் ரிபோஃபிளேவின் போன்ற வைட்டமின்களும் ஓரளவு உள்ளன. இதன் ஆசிய வகைகளில் ஆந்தோசயனின் மிகுந்தும், கரோட்டின் குறைந்தும் உள்ளன.

கேரட்டில் இருவகைகள் உள்ளன. அவற்றில் ஐரோப்பிய வகை: இரு பருவப்பயிர்; ஆசிய வகை: ஒரு பருவப்பயிர். ஆசிய வகைகளில் கறுப்பு, சிவப்பு, மஞ்சள் போன்ற பல வகைகள் உண்டு.

முள்ளங்கி. இதுவும் ஓர் ஆணிவேர்க்கிழங்கு ஆகும். இது கூம்பு வடிவத்தில் காணப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் ரஃபானஸ் சடைவஸ் (*Raphanus sativas*) என்பதாகும். இது குருஸிஃபெரே இருவித்திலைத் தாவரக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் இருமயக் குரோமோசோம் (படம் 6) எண்ணிக்கை 10 ஆகும். இது ஒரு குறுகிய கால வகை. இதில் தாதுச் சத்துகளும் வைட்டமின்கள் போன்றவையும் உள்ளன. இதற்குக் குளிர்ச்சி கொடுக்கக்கூடிய தன்மையும், மலச்சிக்கலைத் தடுக்கும் தன்மையும், பசி உண்டாக்கும் ஆற்றலும் உள்ளன.

வகைகள். வெள்ளை முள்ளங்கி சிவப்பு முள்ளங்கி என இரு வகை உண்டு. சிவப்பு முள்ளங்கி மலைப்



படம் 5, 6 கூம்பு வடிவ வேர்க்கிழங்கு, முள்ளங்கி

படம் 7, 8 பீட்ரூட், டர்னிப்

பகுதிக்கு ஏற்றது. வெள்ளை முள்ளங்கி சமவெளிக்கு ஏற்றது. மேலும் சில முக்கிய முள்ளங்கி வகைகள் பின்வருமாறு: ஒயிட் ஐசிகில் (white isicle), ஸ்கார்லட் குளோப், ஜப்பானிய வெள்ளை (Japanese white), பூசா தேசி (pusa desi) ஆகியன.

பீட்ரூட். இதன் தாவரவியல் பெயர் பீட்டா வல்காரிஸ் (*Beta vulgaris*) என்பதாகும். (படம்7). ஸைலமும் சேமிப்புப் பாரன்கைமாவும் வளையங்களாக இதில் காணப்படுகின்றன. இந்தக் குளிர் விரும்பும் பயிர், அனைத்து மண் வகைக்கும் ஏற்றது. சிலவகை நீளமாகவும், அரை நீளமாகவும் இருக்கும். சாதாரணமாகக் கிரீம்சன் குளோப், டெட்ராயிட் மிகு சிவப்பு (Detroit dark red) போன்ற வகைகள் இந்தியாவில் பெருமளவில் பயிரிடப்படுகின்றன. இதில் தாதுச்சத்துகளும், வைட்டமின்களும் மிகுதியாக உள்ளன.

டர்னிப் கிழங்கு. இதுவும் ஓர் ஆணிவேர்க்கிழங்கு ஆகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் பிராஸிகா ராபா (*Brassica rapa*) என்பதாகும். இது குரூசிஃபெரே இருவித்திலைத் தாவரக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. (படம் 8). இது ஒரு குளிர்காலப் பயிர். நல்ல வளமுள்ள பொடியான மண்ணுள்ள நிலம் இதற்கு ஏற்றது. குளிர்ப்பகுதிகளில் பயிரிட ஏற்றது. இதில் ஐரோப்பிய வகை, ஆசிய வகை என இரு வகை உண்டு. பர்ப்பிள் டாப் ஒயிட் குளோப் (purple top white globe), கோல்டன்பால் (golden ball), ஸ்னோ பால் (snow ball), எர்லி மிலான் (early milon), பூசா காஞ்சன் (pusa kanchan) ஆகியவை ஐரோப்பிய வகைகளாகும்.

சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு. இது ஏறத்தாழ 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே மக்களால் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகிறது. இதன் தாயகம் அமெரிக்கா ஆகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் ஐபோமியா பட்டாடஸ் (*Ipomoea batatas*) என்பதாகும். (படம் 9). இக் கிழங்குகளில் 16% மாவுச்சத்தும், 4% சர்க்கரையும் உள்ளன. இப்பயிர் 5,000 ஏக்கர் பரப்பளவில் பயிரிடப்படுகிறது. இதற்கு நீண்ட வெப்பமான பருவநிலை வேண்டும்.

தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு. இதன் தாவரவியல் பெயர் அஸ்பராகஸ் அட்செண்டஸ் (Asparagus

படம்9,10 சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு, தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு

படம் 11, 12. காட்டுவள்ளிக்கிழங்கு, இஞ்சி

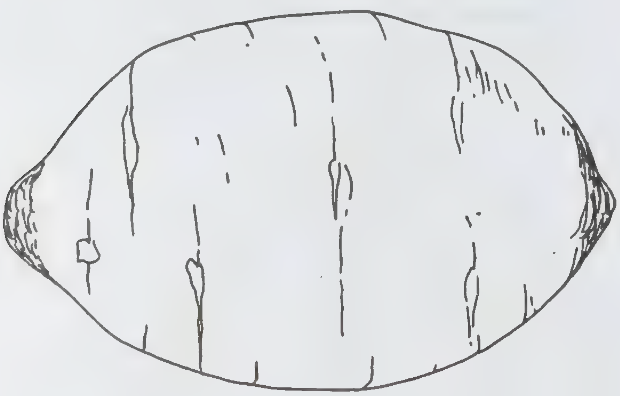
adscendeus) ஆகும். இது ஒரு வித்திலைத் தாவரத் தொகுதியில் கொரோனேரீ என்னும் துறையில் லிலியேசி என்னும் குடும்பத்தைச்சேர்ந்தது (படம்10).

காட்டு வள்ளிக்கிழங்கு. இக்கிழங்கு வகை பொதுவாக யாம் என்னும் பெயரால் குறிக்கப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் டயாஸ்கோரியா அலாடா (*Dioscorea alata*) என்பதாகும் (படம் 11). இது டையாஸ்கோரியேசி என்னும் ஒருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது தென்கிழக்கு ஆசியாவில் அஸ்ஸாம் பர்மாப் பகுதியிலிருந்து தோன்றி இருக்கலாம். நிலத்தைச் சீர்படுத்தி இதன் சிறு கிழங்குத் துண்டுகளை மேடுகளில் நடுகின்றனர்.

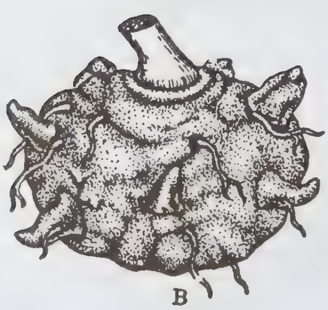
இஞ்சி. இதுவும் மட்ட நிலத்தண்டு என்னும் தண்டுக்கிழங்கு ஆகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் ஜின்ஜிபெர் அஃபிஷினேல் (*Zingiber officinale*) என்பதாகும். இது ஒரு வித்திலைத் தாவரத் தொகுதியில் எபிகைனே என்னும் வரிசையில் ஜின்ஜிபெரேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது தரைமட்டத்தில் தரைக்கு ஏறக்குறைய இணையாக வளருகிறது. நுனி வளரா இணைக்கிளைத்தல் பெரும்பாலும் காணப்படுகிறது. பல கணுக்கள், கணுவிடைப் பகுதிகள், செதில் இலைகள், நுனி மொட்டுகள், கோண மொட்டுகள், வேர்கள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. தண்டின் வளர்ச்சி கோண மொட்டின் உதவியுடன் தொடர்கிறது (படம் 12). இது ஆசியாக் கண்டத்தில் நீண்ட காலமாகப் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இது இந்தியாவில் தோன்றி ஏனைய நாடுகளுக்குப் பரவி இருக்கலாம்.

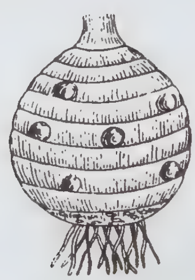
மஞ்சள் கிழங்கு. இதன் தாவரவியல் பெயர் கர்குமா லாங்கா (*Curcuma Longa*) அல்லது கர்குமா டொமஸ்டிகா (படம் 13). இது ஒரு வித்திலைத் தொகுதியில் எபிகைனே என்னும் வரிசையில் ஜின்ஜிபெரேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

உருளைக்கிழங்கு. இது சொலானம் டுபெரோசம் (*Solanum tuberosum*) என்னும் சொலனேசி குடும்



படம் 13, 14, மஞ்சள் கிழங்கு, உருளைக் கிழங்கு





படம் 15,16, சேனைக்கிழங்கு, சேப்பங்கிழங்கு

பத்தைச் சேர்ந்தது. உருளைக்கிழங்கு, இச்செடியிலிருந்து உண்டான தரைக்கீழ்த் தண்டிலிருந்து தோன்றும். (படம் 14). தென் அமெரிக்காவிலுள்ள ஆண்டிஸ் பகுதியிலிருந்து உருளைக்கிழங்கு தோன்றி இருக்கலாம் என்னும் கருத்து நிலவுகிறது.

உருளைக்கிழங்கு தென் அமெரிக்காவிலிருந்து இந்தியாவிற்குப் பதினேழாம் நூற்றாண்டில் புதிதாகப் பயிர் செய்யக் கொண்டு வரப்பட்டு, நீலகிரி மாவட்டத்தில் 1822 ஆம் ஆண்டு முதல் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இப்பயிர் முக்கிய வணிகப் பயிராகவும், மாவுச்சத்து நிறைந்த காய்கறியாகவும் பயன்படுகிறது. இது ஒரு குளிர்காலப்பயிராகும். செடிகள் வளர்ச்சிப் பருவத்திலும், கிழங்குகள் உண்டாகும் சமயத்திலும் வெப்பநிலை 20-25°C அளவில் இருந்தால் நன்று.

வகை. இதில் பல வகைகள் இனக்கலப்பு செய்து பயிரிடப்படுகின்றன. அவற்றில் முக்கியமானவை வருமாறு:

அப்டுடேட் (up to date). இது ஒரு நோய் தாக்காத வகையாம். கிழங்குகள் பருமனாகவும், ஓவல் வடிவம், தட்டையான கண் அரும்புகள், வெள்ளை நிறச்சதை கொண்டனவாகவும் இருக்கும்.

கிரேட் ஸ்காட் (great scot). இது இங்கிலாந்திலிருந்து தமிழ்நாட்டுக்குக் கொண்டு வரப்பட்ட வகையாகும். 105 நாள் வயதுடையது. ஓவல் வடிவமான வெள்ளைக் கிழங்குகள் கொண்டது. நீலகிரியில் இவ்வகை மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது.

கோ-சிம்லா. இது ஒரு வீரிய வகை உருளைக் கிழங்காகும். சமவெளிகளுக்கு ஏற்றது. ஏறத்தாழ 28 வகை உருளைக்கிழங்குகள் இந்தியாவில் பயிராகின்றன. இவை சமவெளி வகைகள், மலை நாட்டு வகைகள் என இருவகைப்படும்.

சேனைக்கிழங்கு. இது தண்டுக் கிழங்குகளுள் தண்டடிக்கிழங்கு (corm) என்னும் வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் தாவரவியல் பெயர் அமார்ஃபோஃபால்லஸ் கம்பானுலேட்டஸ் (*Amorphophallus companulatus*) என்பதாகும். இது ஒருவித்திலைத் தாவரத் தொகுதியினுள் நாடிஃபுளோரே என்னும் வரிசையில் ஏரேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது (படம் 15). இதன் தாயகம் இந்தியா என்று கருதப்படுகிறது. இதில் புரதம், தாதுச்சத்து, மாவுச்சத்து, வைட்டமின் A கால்சியம் போன்றவை அடங்கியுள்ளன. இதை அனைத்துத் தட்பவெப்ப நிலைகளிலும் பயிரிடலாம். செம்மண் கலந்த மணல் மிகவும் ஏற்றது.

வகை. இதில் குறிப்பிட்ட வகை எதுவுமில்லை. மென்மையான கிழங்கு, கெட்டியான கிழங்கு என்று தனிப்பட்ட வகைகள் உண்டு. மென்மையான கிழங்கு மிகுந்த காரம் உடையது. கெட்டியான கிழங்கில் காரத்தன்மை இல்லை.

சேப்பங்கிழங்கு. இது ஒருவித்திலைத் தாவரத் தொகுதியினுள் நாடிஃபுளோரே என்னும் வரிசையில் ஏரேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் தாவரவியல் பெயர் கொலகேசியா எஸ்குலன்டா (*Colocasia esculenta*) (படம் 16). இது ஒரு சிறந்த காய்கறி. இது பல்வேறு வழிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் கால்சியம் ஆக்சைடு நிறைந்திருப்பதால் காரமாக உள்ளது. இதில் புரதம், வைட்டமின் A, இரும்பு, தயாமின் போன்ற சத்துகள் அடங்கியுள்ளன.

இது ஒரு வெப்பப் பகுதிப் பயிர். நல்ல ஆழமான மண்ணும், மணலும் கலந்த நிலம் மிகவும் ஏற்றது. இதில் வெள்ளை வகை, கறுப்பு வகை என்னும் இரு வகை உண்டு. வெள்ளை வகை மிகுதியான அளவில் பயிரிடப்படுகிறது. கறுப்பு வகையின் இலைகளும் இலை நுனிகளும் ஊதாக் கலந்த கறுப்பு நிறத்தில் இருக்கும்.

கருணைக்கிழங்கு. இதுவும் சேனைக்கிழங்கைப் போல ஒரு தண்டடிக்கிழங்கு ஆகும். ஆனால் இது

படம் 17, 18 வெங்காயம், பூண்டு

அதன் அளவு பருமன் இல்லாமல் நீண்ட சதுரமாகவும், உருளை வடிவமாகவும் இருக்கும். இதன் தாவரவியல் பெயர் டைஃபோனியம் டிரிலோபேட்டம் (*Typhonium trilobatum*) ஆகும். இதுவும் சேனைக் கிழங்குக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது கிழங்கு வகைகளிலேயே ஒரு தனிச்சிறப்புடைய பழமையான கிழங்கு வகையாகும். இக்கிழங்கிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் கருணை லேகியம் மூலநோயைப் போக்கும் என்று கருதப்படுகிறது.

பழைய கிழங்குகளில் முளைகள் தோன்றும். இக்கிழங்கின் செடி மூன்றரை அடி உயரம் வளர்ந்து வரும். முளை தோன்றிய பின் ஒன்பது மாதத்தில் கிழங்கு நன்றாகப் பருத்து முதிர்ந்து பக்குவமடைந்திருக்கும், இது மிகுதியும் காரச்சுவையுடன் இருக்கும்.

சிறுவள்ளிக் கிழங்கு, பெருவள்ளிக் கிழங்கு. இக்கிழங்குகள் இந்திய உருளைக் கிழங்குகள் எனப்படுகின்றன. இவை இனிப்பாக இருக்கும். இதில் மாவுச்சத்து மிகுதியாக உள்ளது. இவை அமைப்பு நிறம் ஆகிய அனைத்து வகைகளிலும் மாறுதல்களோடு கூடியவை. வெப்பப் பகுதிகளுக்கு ஏற்றவை. நல்ல முற்றிய கிழங்குகளில் தேர்ந்தெடுத்த துண்டுகளையும் விதைகளாகப் பயன்படுத்தலாம்.

வெங்காயம். இது தரைக்கீழ்த் தண்டில் குமிழம் வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் தாவரவியல் பெயர் அல்லியம் சீபா (*Allium cepa*) (படம் 17). இது ஒரு வித்திலைத் தாவரத்தொகுதியினுள் கொரனேரி என்னும் வரிசையில் லிலியேசி என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. வெங்காய விதையை அதிக ஆழத்தில் நடுதல் கூடாது. ஊன்றிய நான்கு மாதங்களில் இது பயன் தரும்.

வெங்காயத்தில் வெள்ளை, சிவப்பு, பெரியவை, சிறியவை, காரமுள்ளவை, காரமில்லாதவை எனப் பலவகை தோன்றியுள்ளன. மேலும் இதில் சாதாரண வெங்காய வகை, கூட்டு வெங்காய வகை, விரைவில் பெருகும் வகை எனவும் பல உண்டு.

பூண்டு. இது வெள்ளை வெங்காயம் என்றும் குறிப்பிடப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் அல்லியம் சடைவம் (*Allium sativum*) (படம் 18). இதுவும் லிலியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதற்குக் கோடையிலும், மழைக்காலத்திலும் மிதமான வெப்பநிலை இருக்க வேண்டும். இதில் வைட்டமின் C, தாது உப்புகள், கொழுப்புப் போன்ற சத்துப் பொருள்கள் உள்ளன.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்
- வே. சங்கரன்
- அ. அரங்கநாதன்

நூலோதி: கோ.ரா. முத்துக்கிருஷ்ணன், சிவ. சுந்தரராசன், காய்கறிச் சாகுபடி, நியூ செஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிமிடெட், சென்னை, 1983.

கிள்ளு விளைவு

இணை மின்னோட்டங்கள் ஒரே திசையில் செல்லும் போது அவற்றுக்கிடையில் ஏற்படும் காந்தக் கவர்ச்சிக்குக் கிள்ளுவிளைவு (pinch effect) எனப் பெயர். சில ஆம்பியர் அளவில் மின்னோட்டம் செல்லும் போது ஏற்படுகிற கிள்ளு விளைவு மிகக் குறைவு. ஆனால் பல மில்லியன் ஆம்பியர் அளவுள்ள மின்னோட்டங்கள் தோன்றும்போது கிள்ளுவிளைவு பேரழிவை விளைவிக்கக்கூடியது. எனவே மின்பொறியாளர்கள் இதைக் கவனத்தில் கொள்வது முக்கியம்.

1940 இன் பிற்பகுதிகளிலிருந்து ஒளிம மின்னிறக்கக் குழாயிலேற்படுகிற கிள்ளுவிளைவு உலகம் முழுதுமுள்ள ஆய்வகங்களில் முனைப்பான ஆய்வுகளுக்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஏனெனில் கிள்ளு விளைவின் உதவியால் சூடான பிளாஸ்மாவைக் காந்த விசைகளின் மூலம் அடைத்து வைக்க முடியும் என்பது தெரியவந்துள்ளது. இதனால், வெப்ப அணுக்கரு அல்லது இணைவு அணு உலைகளை வெற்றிகரமாக இயக்கலாம்.

ஆம்பியர் விதி. ஓரலகு நீளமுள்ள நேர் கோட்டிலமைந்த இரு இணை மின் கடத்திக் கம்பிகள் r மீட்டர் இடைவெளியில் அமைந்திருக்கும்போது அவற்றின் ஊடே I_1, I_2 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் செல்லுமானால அக்கம்பிகளுக்கிடையில் $2I_1I_2/r\times10^{-7}$ நியூட்டன் அளவுள்ள கவர்ச்சி விசை தோன்றும் என ஆம்பியரின் விதி கூறுகிறது. ஒரே கம்பியில் மின்னோட்டம் செல்லும்போதுகூட அதன் வெவ்வேறு பகுதிகளிலுள்ள மின்னோட்டங்களுக்கிடையில் இத்தகைய கவர்ச்சி விசை தோன்றும். அத்தகைய நிலையில் r மீட்டர் விட்டமுள்ள ஓர் உருளையான கம்பியில் I ஆம்பியர் என்னும் மொத்தப் பரப்பு மின்னோட்டம் செல்லுமானால், கவர்ச்சி விசைகளின் காரணமாகக் கம்பியின் மேல்பரப்பில் உள்நோக்கிய ஓர் அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. அது $I^2/2\times10^7\pi r^2$ பாஸ்கல் அளவுக்குச் சமம். எனவே மின்னோட்டத்தின் இரு மடிக்கு நேர்விகிதத்தில் இவ்வழுத்தம் அதிகரிக்கிறது.

உலோகங்களை உருக்கும் சில தொடக்ககாலத் தூண்டல் மின் உலைகளில் (induction electric furnaces) கிள்ளுவிளைவு முதன் முதலாக நடைமுறையில் காணப்பட்டது. அவற்றில் குறை அதிர்வெண்ணும் குறை மின்னழுத்தமும் கொண்ட மாறு மின்னோட்டங்கள் (alternating currents) ஒரு லட்சம் ஆம்பியர் அளவில் வளைய வடிவமுள்ள குழலிலிருந்த உருகிய உலோகத்தில் தூண்டப்பட்டன. இந்த மின்னோட்ட அளவில் கிள்ளு விளைவின் அழுத்தம், உருகிய உலோகத்தின் நீர்ம நிலை அழுத்தத்தைவிட மிகுதியாயிருந்தது. கடத்தியின் ஆரம் குறையும் போது கிள்ளுவிளைவின் அழுத்தம் அதிகரித்தது.

இதன் காரணமாகக் கடத்தியில் ஏதாவது ஓர் இடத்தில் கழுத்துப் போன்ற சுருக்கம் ஏற்பட்டு இறுதியில் அந்த இடத்தில் கடத்தி, துண்டிக்கப்பட்டுவிடும். இதனால் மின்னோட்டம் நின்றுவிடும். எனவே, உலோகத்தில் சூடானது சமச்சீராக இருப்பதில்லை. இந்த நிகழ்வுக்கு ஹெரிங் என்பார் 1907 இல் கிள்ளு விளைவு என்னும் பெயரை அளித்தார். பின்னர் இந்தத் தொழில் நுட்பச் சிக்கல், வளையக் குழலின் தளத்தைச் செங்குத்தாக வைத்து அதை உருகிய உலோகத்திற்குள் ஆழ்ந்து அமிழ்ந்திருக்குமாறு செய்ததன் மூலம் தவிர்க்கப்பட்டது.

மின்னல்களிலும், உயர்திறன் குறுக்கு மின்சுற்றுகளிலும் (short circuits) ஏற்படுவதைப் போன்ற பெரும் குறுகிய நேர மின்னோட்டங்கள் குழாய் வடிவக் கடத்திகளில் பாயும்போது கிள்ளுவிளைவின் காரணமாக நசுக்கப்பட்டு விடுவதுண்டு. சில வகை உலோக வடிவமைப்பு முறைகளில் இத்தகைய கிள்ளு விளைவு பயன்படுகிறது.

வெப்ப அணுக்கருவினைகள். டியூட்ரியத்தையும் டிரிட்டியத்தையும் பயன்படுத்தும் ஓர் அணுப் பிணைவு உலையில் (fission reactor) அணு எரிபொருளைச் சூடாக்கச் செலவாகும் ஆற்றலைவிட அணுப் பிணைவால் வெளிப்படும் ஆற்றல் மிகுதியாயிருக்க வேண்டுமானால் டியூட்ரிய - டிரிட்டியப் பிளாஸ்மாவின் வெப்பநிலை 10 கிலோ எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டுக்கு (1.6×10^{8} K - க்கு) மேல் இருக்க வேண்டும். பிளாஸ்மா, கொள்கலத்தின் சுவர்களைத் தொடாமலிருந்தால்தான் இந்தப் பெரும் வெப்ப நிலையைப் பேண முடியும். அதற்குப் பிளாஸ்மாவிற்குள் வெளிநோக்கிச் செயல்படும் அழுத்தங்களை, வெளியிலிருந்து செயல்படும் உள்நோக்கிய அழுத்தங்களால் சமன் செய்ய வேண்டும். அணு உலையிலிருந்து வெளிப்படும் நிகர லாபமான ஆற்றலின் அளவு பிளாஸ்மாவின் அடர்த்தியையும், பிளாஸ்மா அடைத்து வைக்கப்படுகிற நேரத்தையும் பொறுத்திருக்கும்.

பிளாஸ்மாவை அடக்கி வைக்கப் பல விதங்களில் காந்தப் புலத்தை அமைக்கலாம். ஒரு வகையில் ஒரு வளையக் குழாயில் பிளாஸ்மா வைக்கப்படுகிறது. அது ஒரு மின்மாற்றியின் (transformer) துணைச் சுருளினிடத்தில் வைக்கப்படும்போது பெரும மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. அம்மின்னோட்டம் பிளாஸ்மாவைச் சூடாக்குவதுடன், அதை வளையக் குழாயின் அச்சுப் பகுதியில் இறுக்குகிறது.

கிள்ளு விளைவுக்கான அடிப்படைச் சமன்பாட்டை $I^2/2 \times 10^7 = NK(T_i + T_e)$ எனப் பென்னட் (W. Bennet) என்பார் வருவித்தார். இதில் I - என்பது ஆம்பியரில் மொத்த மின்னோட்டம்; N - என்பது கிள்ளப்பட்ட பகுதியில் ஓரலகு நீளமுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது அயனிகளின் எண்ணிக்கை; $K = 1.4 \times 10^{-23}$ J/கெல்வின். (போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி); T_i என்பது அயனிகளின் வெப்பநிலை; T_e என்பது எலெக்ட்ரான்களின் வெப்பநிலை.

ஆய்வுகள். கிள்ளு விளைவை ஆராய்வதற்குத் தொடக்க காலத்தில் குவார்ட்ஸ் அல்லது பீங்கானால் செய்யப்பட்ட நேரான மின்னிறக்கக் குழாய்களும் வளையக் குழல்களும் பயன்படுத்தப்பட்டன. நேரான மின்னிறக்கக் குழாய்களின் இரு முனைகளிலும் மின்முனை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அவை குறுகிய நேர ஆய்வுகளுக்குப் பயன்பட்டன. அவற்றில் பிளாஸ்மா குறைந்த அளவிலேயே சூடாக்கப்பட்டது.

வளையக் குழல்களில் முனைகளற்ற வளைய வடிவப் பிளாஸ்மா உருவாகிறது. நேர் குழாய்களைவிட வளையக் குழல்களில் பிளாஸ்மா பயனுறு முறையில் அடக்கி வைக்கப்படுகிறது. இது ஒரு மின்மாற்றியமைப்பின் துணைச் சுருளிடத்தில் வைக்கப்பட்டு அதில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இருவகைக் கருவிகளிலும் கிள்ளப்பட்ட மின்புலங்களில் 50 ஆயிரம் - 5 லட்சம் ஆம்பியர் வரையான மின்னோட்டங்கள் தோன்றும். தொடக்க காலத்தில் மின் தேக்கிகளிலிருந்து கருவிகளுக்குத் தேவையான முதன்மை ஆற்றல் பெறப்பட்டது.

நிலையற்ற தன்மை. பிளாஸ்மா கிள்ளல் மின்னிறக்கக் குழாயின் உட்புறச் சுவர்களுக்கருகில் உருவாகிக் குழாயின் மையத்தை நோக்கிச் சுருங்கி ஒரு பொலிவுமிக்க கோடாக மாறுகிறது. அதில் முடிச்சுகளும் நெளிவுகளும் விரைந்து தோன்றுகின்றன. சில மைக்ரோ நொடிக்குள் கிள்ளல் மறைந்து பிளாஸ்மா குழல் முழுதும் பரவி விடுகிறது. இதன் காரணத்தை எளிதாக விளக்கலாம். பிளாஸ்மாவைச் சுற்றி உருவாகிற காந்த விசைக்கோடுகள் அதைக் கிள்ளி அடக்கி வைக்கின்றன. அவை நீள் வாக்கில் இழுவிசையும், குறுக்கு வாக்கில் இறுக்கு விசையும் கொண்டவை.

சீரான உருளை வடிவமுள்ள பிளாஸ்மா கிள்ளலில் வெளிநோக்கிய அழுத்தமும் உள்நோக்கிய அழுத்தமும் எல்லாவிடத்தும் சமமாயிருக்கும். ஆனால் ஒரு நெளிவான இடத்தில் காந்தப்புலக் கோடுகள் நெருக்கமடைந்து அங்கு காந்தப்புல அழுத்தத்தை மிகுதியாக்கிவிடுகின்றன. இதன் விளைவாக நெளிவு மேலும் சுருங்குகிறது அல்லது நெளிவின் வளைவு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. இதன் காரணமாகப் பிளாஸ்மா அடைபட்டிருக்கும் நேரம் பெரிதும் குறைந்து போகிறது.

டியூட்ரிய பிளாஸ்மாக் கிள்ளல் மூலம் நியூட்ரான்களைப் பெரும் எண்ணிக்கையில் உற்பத்தி செய்ய முடியும். இதன் அடிப்படையில் பிளாஸ்மாவில் அணுப்பிணைவு வினைகள் நடைபெறுவனவாக ஒரு

தவறான கருத்து நிலவியது. ஆனால் பிற்காலத்தில் நியூட்ரான்கள் சில குறிப்பிட்ட திசைகளில் மட்டும் பெருமளவு வெளிப்படுவதும் அவை பிளாஸ்மா கிள்ளலின் நிலையற்ற தன்மையுடனும் அதில் தோன்றும் பெரும முடுக்கங்களுடனும் தொடர்பு கொண்டிருப்பதும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டமையால் அக் கருத்து மறைந்தது.

பிளாஸ்மா கிள்ளலின் நிலையாமையைத் தடுக்கப் பல உத்திகள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. மின்னிறக்கக் குழலின் வெளிப்புறத்தில் ஒரு மின் கம்பிச் சுருளை அமைத்து அச்சுத் திசையில் ஒரு காந்தப் புலத்தை ஏற்படுத்துவது அவற்றில் ஒன்று. அந்தப் புலம் மின்னிறக்கத்தை வலிமைப்படுத்திக் கழுத்துச் சுருக்கம் அல்லது நெளிசல் ஏற்படுவதை எதிர்க்கக் கூடும்.

அதேபோல மின்னிறக்கக் குழாயின் வெளிப் புறத்தை ஒட்டி ஒரு மின் கடத்தும் பரப்பை அமைத்தால் அது பிளாஸ்மா கிள்ளலுக்கும் குழாய்ச் சுவருக்கும் இடையில் காந்தப் புலத்தைச் சிக்கவைக்கும். இதனால் பிளாஸ்மா குழாய் சுவரில் மோதாமல் தடுக்கப்பட்டு மையத்திற்குத் திரும்பத் தள்ளப் படும்.

பிளாஸ்மா கிள்ளலில் உட்புறமுள்ள காந்தப் புலத்திற்கு எதிரான திசையில் நீள்வாட்டில் ஒரு காந்தப் புலத்தைச் செலுத்துவதன் மூலம் நிலையற்ற தன்மையைக் குறைக்கலாம் எனத் தற்போது தெரிய வந்துள்ளது. இம்முறை எதிர்ப்புல Z கிள்ளல் (reversed field Z pinch) எனப்படும்.

உயர்திறன் துடிப்பு அமைப்புகள். உயர் திறனும் உயர்ந்த அதிர்வெண்ணுமுள்ள மின் துடிப்புகளைச் (high power pulsed systems) செலுத்திப் பிளாஸ்மாவைச் சூடாக்கவும் ஒடுக்கி வைக்கவும் முயற்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன. ஒன்றுக்கொன்று எதிரான திசைகளில் செல்லும் மின்னோட்டங்களைப் பயன் படுத்திப் பிளாஸ்மாவை ஒடுக்கி வைக்கும் உத்தி தீட்டா கிள்ளல் எனப்படும். 1957 இல் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி லாஸ் அலமோசிலுள்ள ஆய்வகத்தில் முதன் முதலாக வெப்ப அணுக்கருப் பிணைவு நிகழ்த்தப்பட்டது.

டோகாமாக். 1969இல் ஆர்ட் சிமோவிச் (L-Artsimovich) என்னும் சோவியத் நாட்டு அறிவியலார் டோகாமாக் (Tokamak) என்னும் கருவியின் மூலம் 50 லட்சம் கெல்வின் வெப்பநிலையில் 20 மைக்ரோ நொடிக்குப் பிளாஸ்மாவை அடக்கி வைத்ததாக அறிவித்தார். பின்னர் Z-கிள்ளல் முறை புத்தூக்க மடைந்தது.

- சி. சுப்பிரமணியன்

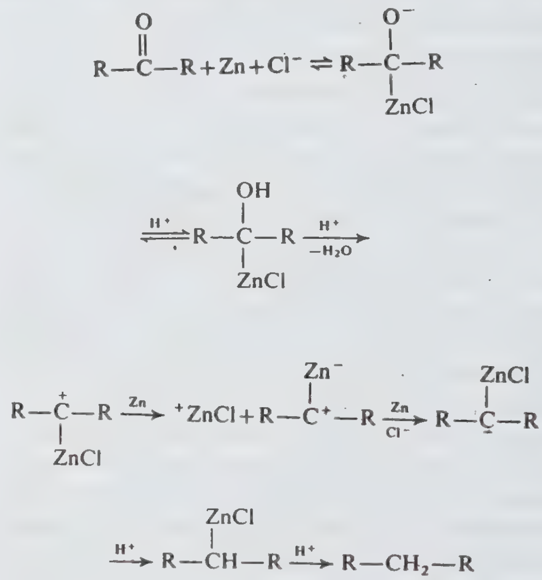
கிளமென்சன் ஒடுக்க வினை

துத்தநாக ரசக்கலவையும் அடர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமும் சேர்ந்த கலவையைக் கொண்டு கார்போனைல் சேர்மங்களை அல்க்கேன்களாக ஒடுக்கும் வினை, கிளமென்சன் ஒடுக்க வினை (Clemmensen reduction) ஆகும்.

$$R^1COR^2 \xrightarrow{e;\,H^+} R^1CH_2R^2$$

ஆல்டிஹைடுகளுக்கு இவ்வினை உகந்ததாக இல்லை. ஆனால் பல கீட்டோன்களை இவ்வினையால் அல்க்கேன்களாக மாற்ற இயலும்.

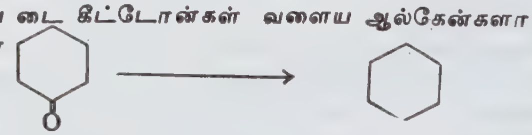
வினை வழிமுறை



ஆல்ஃபா கீட்டோ அமிலங்களை, கிளமென்சன் ஒடுக்க வினைக்குட்படுத்தினால் மோனோ கார்பாக்சிலிக் அமிலங்களாக மாற்றமடைகின்றன.

$$R{-}CO{-}COOH \longrightarrow R\ CH_2\ COOH$$

வளைய டை கீட்டோன்கள் வளைய ஆல்கேன்களாகின்றன



வளைய ஹெக்சனோன் வளைய ஹெக்சேன்

அசெட்டோஃபீனோன் $\xrightarrow[HCl]{Zn{-}Hg}$ எத்தில் பென்சீன்

இவ்வினை பாலிஸ்டைரீன் என்னும் பல்லுறுப்பித் தயாரிப்பின் முதல் கட்டமாகும்.

கிளெமென்சன் வினையின் முதன்மையான பயன் அசைலாயின் (acyloin) என்னும் வகைப் பொருள்களை அல்க்கேன்களாக ஒடுக்குவதாகும். எடுத்துக்காட்டாக,

$$\underset{\text{பென்சாயின்}}{C_6H_5-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CHOH-C_6H_5} \xrightarrow[\text{ஒடுக்கவினை}]{\text{கிளெமென்சன்}} \underset{\text{ஸ்டில்பீன்}}{C_6H_5-CH=CH-C_6H_5}$$

$$(CH_2)_n\left\langle\begin{matrix}CO\\ CHOH\end{matrix}\right. \xrightarrow[\text{ஒடுக்கவினை}]{\text{கிளெமென்சன்}} \text{வளைய அல்க்கேன்}$$

ரப்பரைக் கரைக்கவல்ல டெட்ராலின், அமிலத் தன்மைமிக்க ஹைட்ரோகார்பனான ஃப்ளூரீன் (fluorene)ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் இவ்வினை பயன்படுகிறது.

சில தொகுப்புகளில் கிளெமென்சன் வினை முக்கிய இடம் பெறுகிறது. ஃப்ரீடல்-கிராஃப்ட்ஸ் அல்க்கைலேற்ற வினை மூலம் சில அல்க்கைல் பென்சீன்களைத் தயாரிப்பது எளிதன்று; இவ்வினையைக் கொண்டு n -புரோப்பைல் பென்சீன் தயாரிக்க முற்பட்டால் இடமாற்றம் (rearrangement) நிகழ்ந்து ஐசோபுரோப்பைல் பென்சீன் உண்டாகும். எனவே பென்சீனிலிருந்து புரோப்பனாயில் பென்சீனைத் தொகுத்து, கிளெமென்சன் ஒடுக்கத்திற்கு உட்படுத்தி, n -புரோப்பைல் பென்சீனைப் பெறலாம்.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிளர்த்தல்

இது ஒரு வினை நிகழ்வதற்கு ஏற்றவாறு வினைப்படுபொருளின் ஆற்றலை உயர்த்துதலாகும். என்ன வினை நிகழ வேண்டுமாயினும், வினைப்படு பொருள்களின் மூலக்கூறுகள் அவற்றின் கிடைமட்ட (தாழ்) ஆற்றல் நிலையிலிருந்து ஓர் உயர் ஆற்றல் நிலைக்குச் செல்லவேண்டும். இவ்விரு நிலைக்கும் இடைப்பட்ட ஆற்றல் வேறுபாடே கிளர்வாற்றல் (activation energy) எனப்படும்.

வினைவேக இயலில் வினையின் வேகத்திற்கும் வினைப்படுபொருள்களின் செறிவுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. இத்தொடர்பின் தன்மை வேக விதிச் சமன்பாடு (rate law equation) எனும் கோவையின்படி அமைந்துள்ளது. ஒரேயொரு வினைப்படுபொருள் கொண்ட வினைக்கு

$-\frac{dc}{dt} = kC^n$ என்பது வேகவிதிச் சமன்பாடு

இங்கு n : வினைப்படி; k : வினை வேக மாறிலி; c: வினைப்படு பொருளின் செறிவு; $-\frac{dc}{dt}$: வினையின் வேகம்.

வினைப்படுபொருளின் செறிவு ஓர் அலகாக இருக்கும்போது வினைவேகமும் வினைவேக மாறிலியும் சமமாகும். எனவே, வினையின் விரைவு வெப்பநிலை உயர்வால் கூடுதலாக்கப்படுவதுபோல் வினைவேக மாறிலியும் வெப்பநிலை உயர்வால் கூடுதலாக்கப்படும். வெப்பநிலை உயர்த்துதல் வினைப்படு பொருள்களின் ஆற்றல் நிலைகளை உயர்த்துவதற்குப் பயனாகும் வழிமுறைகளுள் எளியதாகையால், வினைவேகமாறிலியை வெப்பநிலை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதை அறிந்தால், கிளர்த்தலுக்கு விளக்கம் கூறுவது எளிதாகும்.

வினைவேக மாறிலிக்கும் வெப்பநிலைக்கும் உள்ள தொடர்பு அரேனியசின் சமன்பாடு எனப்படுகிறது.

$$k = A \cdot e^{-E_a/RT} \qquad (1)$$

k : வினைவேக மாறிலி; A : அரேனியசின் துணையலகு ; E_a : கிளர்வு கொள் ஆற்றல்; R : வளிம மாறிலி; T : வெப்பநிலை (Kஇல்) இச்சமன்பாட்டின் வகைக்கெழு கண்டால்,

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \qquad (2)$$

என்றாகும், அதாவது,

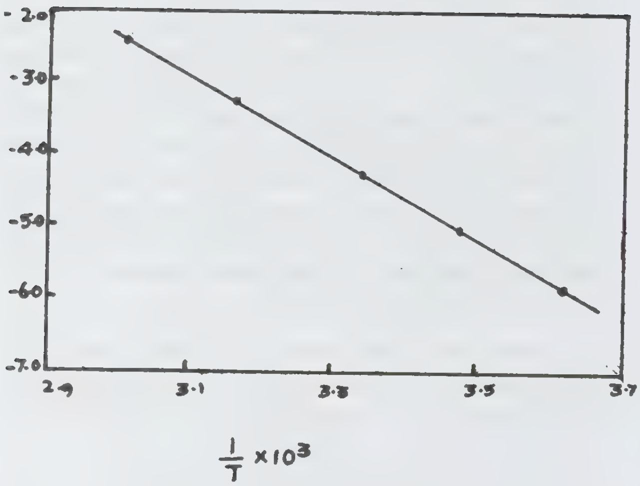
$$2.303 \log k = 2.303 \log A - \frac{E_a}{RT}$$

$$\log k = \log A - \frac{E_a}{2.303\ RT} \qquad (3)$$

இது Y = mx+C என்னும் நேர் கோட்டிற்கான சமன்பாட்டின் வடிவில் இருப்பதால், log k ஐ $\frac{1}{T}$ உடன் வரைபடமாக்கினால், வரைபடம் ஒரு நேர் கோடாக அமையும். அதன் சாய்வு (slope)

$$-\frac{E_a}{2.303\ R} \text{ ஆகவும்,}$$

இடையீடு (intercept) log A ஆகவும் இருக்கும் வரைபடத்தின் சாய்வை அளந்து அதன் மதிப்பையும், வளிம மாறிலியின் மதிப்பையும் பயன்படுத்திக் கிளர்வு கொள் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம். ஒரு வினையின் விரைவுக்கு அறிமுறை விளக்கம் (theoretical explanation) அளிக்கும் முயற்சிகளில் கிளர்வு கொள் ஆற்றல் முக்கிய இடம் பெறுகிறது.



படம் 1.

நைட்ரஜன் பெண்டாக்சைடு வெப்பத்தால் சிதைவுறும் வினைக்குக் கிளர்வு கொள் ஆற்றலைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம். வினைவேக மாறிலியின் மடக்கையை 1/T உடன் வரைபடமாக்கினால், வரைபடத்தின் சாய்வு 5400 ஆகவும் இடையீடு 13.638 ஆகவும் இருக்கக் காணலாம். (படம் 1). இம்மதிப்புகளிலிருந்து N_2O_5 இன் வெப்பச் சிதைவுக்கான அரேனியஸ் சமன்பாட்டைப் பெறலாம்; கிளர்வு கொள் ஆற்றலையும் கணக்கிடலாம்.

$$\log k = 4.3 \times 10^{13}\ e^{-24,700/RT} \qquad (4)$$

A இன் (அரேனியஸ் துணையலகின்) அலகுகள் k இன் (வினை வேக மாறிலியின்) அலகுகளே ஆகும். எனவே, இவ்வலகு வினையின் வினைப்படியைப் பொறுத்ததாகும்.

$$E = -2.303 \times R \times \text{சாய்வு} \qquad (5)$$

என்பதாலும், log k க்கு எதிராக 1/T ஐ அமைத்துப் பெறப்படும் வரைபடத்தின் சாய்வு எப்போதும் எதிர்க் குறியீடு கொண்டிருப்பதாலும், E இன் குறியீடு எந்த வினைக்கும் நேர்குறியீடாகவே (+) இருத்தல் வேண்டும். அதாவது, ஆற்றலை உட்செலுத்தியே எவ்வினையின் விரைவையும் கூடுதலாக்க முடியும். சமன்பாடு (1) ஐ

$$\frac{d\,(\ln k)}{dT} = \frac{Ea}{RT^2}$$ எனத் திருத்தியமைக்கலாம்.

இதை k_1 க்கும், (T_1 K வெப்பநிலையில் வினை வேகமாறிலியின் மதிப்பு)

k_2 க்கும் (T_2 K வெப்பநிலையில் வினைவேக மாறிலியின் மதிப்பு) இடையே தொகு ஆக்கம் (integration) செய்தால்

$$\int_{k_1}^{k_2} d\,(\ln k) = \int_{T_1}^{T_2} \frac{E_a}{RT_2}\,dT \qquad (6)$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \qquad (7)$$

அல்லது

$$\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.303R}\left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}\right) \qquad (8)$$

அரேனியஸ் வினைவிரைவுக் கொள்கை. சமன்பாடு (1) இலிருந்து புலப்படும் உண்மை: கிளர்வு கொள் ஆற்றல் கூடுதலாகவுள்ள வினையின் வினைவேக மாறிலியின் மதிப்புக் குறைவாக இருக்கும். அதாவது அவ்வினை மெல்ல நிகழும். எனவே, விரைவாக நிகழும் வினையின் கிளர்வு கொள் ஆற்றல் குறைவாகவும், மெல்ல நிகழும் வினையின் கிளர்வுகொள் ஆற்றல் கூடுதலாகவும் இருக்கும். இதன் அடிப்படையில் அரேனியஸ் வினைகளின் இயங்கு முறைக்கான பொதுக் கொள்கையை வருவித்தார்.

மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல்கள் நிகழ்வதால் வினை நடக்கிறது. எனினும், அனைத்து மோதல்களும் வினையில் முடிவதில்லை. போதுமான அளவு ஆற்றலைப் பெற்ற மூலக்கூறுகள் மட்டுமே மோதல் நிகழ்ச்சியால் வினைவிளைபொருளைத் தரக்கூடும். இதனை மாற்றிக் கூறிடின், வினைப்படுபொருள் மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே நிகழவல்ல பல மோதல்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட பின்னம் மட்டுமே வினையாக முடிகிறது.

குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் (T°K) மொத்த மூலக்கூறுகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றலை (E_a) ஏற்றுள்ள மூலக்கூறுகளின் பின்னம் போஸ்ட்ஸ்மென் பங்கீட்டு விதியிலிருந்து (Boltzman distribution law) கணக்கிடப்படுகிறது.

$$\frac{n_{E_a}}{n_T} = e^{-\frac{Ea}{RT}} \qquad (9)$$

n_{E_a} — ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஓர் அலகு பருமனில் கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை.

n_T — அதே வெப்பநிலையில் ஓர் அலகு பருமனில் மொத்த மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை.

கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளின் செறிவு கூடுதலானால் வினையை விளைவிக்கும் மோதல்கள் அடிக்கடி நிகழும்; வினையின் விரைவு கூடுதலாகும்.

∴ வினையின் விரைவு = An_{Ea} (10)

A = ஒரு விகிதமாறிலி. இதை அரேனியஸ் துணையலகு, அலைவு காரணி (frequency factor) என்பர். சமன்பாடு (9) -ஐச் சமன்பாடு (10) இல் பதிலீடு செய்தால்,

வினையின் விரைவு = $Ae^{-Ea/RT} \times n_T$

வினையின் விரைவு = $A \times e^{-EA/RT} \times$ (வினைப் படுபொருளின் செறிவு)

வினையின் விரைவு = வினைவேக மாறிலி $\times$ வினைப் படுபொருளின் செறிவு

என்றிருப்பதால்,

வினைவேக மாறிலி (k) $= Ae^{-Ea/RT}$

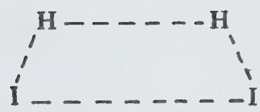
என்னும் சமன்பாடு (1) கிடைக்கிறது.

கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளின் தன்மை. கிளர்வுற்ற (வினைத்திறன் மிக்க) மூலக்கூறு ஓர் எளிய மூலக்கூறு அன்று; அது ஒரு சிக்கலான, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வினைப்படுபொருள் மூலக்கூறுகளின் இணைப்பால் தோன்றிய அமைப்பாக இருத்தல் வேண்டும். கிளர்வுற்ற இடைநிலை (activated complex) எனும் இவ்வமைப்பு ஓர் இடைநிலைச் சேர்மமும் (intermediate compound) அன்று. வினைப்படு மூலக்கூறுகளிலுள்ள பிணைப்புகள் முறிதலும், வினைவிளை பொருள்களின் மூலக்கூறுகளிலுள்ள பிணைப்புகள் உருவாதலும் ஒரே நேரத்தில் நிகழ்கின்றன.

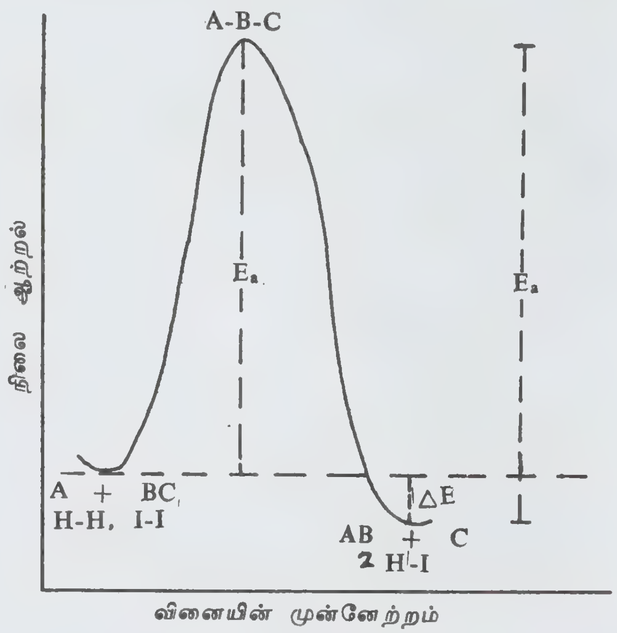
(எ. கா:)

$$H - H + I - I \rightleftharpoons 2\, H - I$$

இவ்வினையை எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டு இக்கொள்கையை விளக்கலாம். ஹைட்ரஜனும், அயோடினும் வினைப்பட்டு ஹைட்ரஜன் அயோடைடைத் தருவதற்கு இவ்விரு வகை மூலக்கூறுகளும் மோதுவதே முதல் கட்டமாகும். இம்மோதல்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட பின்னம் கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளை உருவாக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றலைக் கொண்டிருக்கும். இக்கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளில் H-H மற்றும் I-I பிணைப்புகள் வலிமை குறைந்தும் H-I பிணைப்புகள் தோன்றியும் வரும்.



எனும் அமைப்புடன் கிளர்வுற்ற அணைவு தோன்றும் இந்நிலையில் H- அணுவும் I- அணுவும் இணையலாம் அல்லது இரு H அணுக்களும் இணைந்து H_2 ஐயும், இரு I அணுக்களும் இணைந்து I_2 ஐயும் மீண்டும் அளிக்கக்கூடும். இந்நிலையைப் படம் 2 விளக்குகிறது. இப்படத்தில் வினைப்படும் அமைப்பின் மொத்த நிலை ஆற்றல் எவ்வாறு வினையில் ஈடுபட்டுள்ள பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கும் அணுக்களுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது என்பதைத் தெளிவாக்குகிறது.



படம் 2

E_a = H_2, I_2 ஆகியவற்றின் கிடைமட்ட நிலையிலிருந்து கிளர்வுற்ற நிலை எய்துவதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல்.

E^1_a = கிளர்வுற்ற அணைவுச் சேர்மம் ஹைட்ரஜன் அயோடைடாகச் சிதைவுறும்போது வெளியாகும் ஆற்றல்.

$$E_a - E^1_a = \triangle E$$

வினையின் வெப்பமாற்றம் (மாறாப் பருமனில்)

$Ea^1 > Ea$; ∴ ΔE எதிர்க்குறியீடு கொண்டது. எனவே, இவ்வமைப்பின் முன்னோக்கி வினை ஒரு வெப்பம் உமிழ் வினை; பின்னோக்கி வினையின்

வெப்ப மாற்றம் நேர்குறியீடு கொண்டது. அதாவது அது ஒரு வெப்பம் கொள் வினை (endothermic reaction) ஆகும்.

கிளர்த்தலுக்கு மோதல் கொள்கை-வழி விளக்கம் (collision theory). வேதிவினை நிகழ்வதற்கு வினைப்படு பொருள் மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மோதல்கள் நிகழ்ந்தேயாகவேண்டும் என்பது முக்கிய உண்மையாகும். இம்மோதல்களின் நிகழ்ச்சி விரைவு (frequency),

$$Z = \frac{1}{\sqrt{2}} \pi \sigma^2 \times \bar{v} n^2$$

என்னும் கோவையிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. இங்கு σ : மூலக்கூறுகளின் மோதல் விட்டம்; $\bar{v}$: சராசரி திசைவேகம்; n : ஒரு செ.மீ^{3} இல் அமைந்துள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை.

இச்சமன்பாடு இரு மூலக்கூறு வினைக்கும் பொருத்தமானது; மோதல் கொள்கையின் ஒரு தற்கோளின்படி, ஓர் அலகு பருமனில் நிகழும் மோதலின் விரைவு எண் வினையின் விரைவுக்குச் சமமாகும்.

$$k = \frac{Z}{n^2} = \frac{NZ}{10^3 n^2} \text{ லி. மோல்}^{-1} \text{ நொடி}^{-1}$$

$$\therefore k = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{N}{10^3} \pi \sigma^2 \bar{v}$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \text{ (வளிம இயக்கக் கொள்கை)}$$

$$\therefore k = 2 \times 10^{-3} \sigma^2 N \sqrt{\frac{\pi RT}{M}}$$

667 K இல் HI இன் வெப்பச் சிதைவுக்கு

$$\sigma = 3.5 \times 10^{-8} \text{ செ.மீ.}$$

∴ இவ்வினைக்கு $k = 5.4 \times 10^{10}$ லி.மோ$^{-1}$ நொடி$^{-1}$ எனக் கணக்கிடலாம். ஆய்வு முறையில் அறியப்பட்ட k இன் மதிப்பு (இவ்வினைக்கு) 2.6×10^{-4} ஆகும். இதிலிருந்து தெளிவாகும் உண்மை: அனைத்து மோதல்களும் வினையில் முடிவதில்லை. 10^{14} மோதல்களில் ஒன்று மட்டுமே பயன்மிக்கதாகிறது. எனவே,

$$n^* = n e^{-\frac{Ea}{RT}}$$

n*: கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை, மோதுவதற்கு முன்பு மூலக்கூறுகள் பெற்றிருந்த இயக்க ஆற்றல் மோதல் நிகழ்ந்த பின்பு மூலக்கூறுகளின் நிலை ஆற்றலாக மாறுகிறது. கூடுதலான நிலை ஆற்றலுடைய மூலக்கூற்றைக் கிளர்வுற்றது என்பர். Z க்கான சமன்பாட்டில் n-ஐ n*-ஆல் பதிலீடு செய்ய வேண்டும்.

$$k = 2 \times 10^{-3} N \sqrt{\frac{\pi RT}{M}} \sigma^2 e^{-\frac{Ea}{RT}}$$

இச்சமன்பாட்டை அரேனியஸின் சமன்பாட்டுடன் ஒப்பிட்டால்,

$$A = 2 \times 10^{-3} N \sigma^2 \sqrt{\frac{\pi RT}{M}}$$

HI வெப்பச் சிதைவுக்கு இக்கோவையின்படி Aஇன் மதிப்பு 5.4×10^{10} லி.மோல்$^{-1}$ நொடி$^{-1}$. Aஇன் ஆய்வு வழி மதிப்பு 2×10^{9} லி. மோல்$^{-1}$ நொடி$^{-1}$ இரு மதிப்புகளும் ஒப்புக் கொள்ளத் தக்க அளவுக்குச் சமமாகவுள்ளன. அறிமுறைவழி மதிப்புகளும், ஆய்வு வழி மதிப்புகளும், k மற்றும் A ஆகிய துணையலகுகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் வேறுபடுகின்றன. வினையுறு மூலக்கூறுகளின் வசம் அல்லது மூலக்கூற்றின் முனைப்பைக் (orientation) கணக்கில் கொண்டால் இவ்வேறுபாட்டின் அடிப்படையை உணரலாம். இக்காரணியின் மதிப்பு $1\text{-}10^{-9}$ வரை பரந்த வரம்பைப் பெற்றுள்ளமையால், ஒவ்வொரு வினைக்கும் சிக்கலான வழிமுறையைப் பயன்படுத்திக் கணக்கீடுகள் செய்ய வேண்டிய இன்றியமையாமை எழுகிறது. இவ்வகைக் கணக்கீட்டின்படி HIஇன் வெப்பச் சிதைவுக்கு k இன் மதிப்பு 0.6×10^{-4} என்றாகிறது. இது ஆய்வு வழி மதிப்பிற்கு மிக நெருக்கமாக உள்ளது என்பது இவ்வழிமுறை சரியானதே என்பதைக் குறிக்கிறது.

இடைநிலைக் கொள்கை (transition state theory). மோதல் கொள்கையில் இரு குறைபாடுகள் உள்ளன. இக்கொள்கை வளிம நிலைமையில் நிகழும் வினைகளுக்கு மட்டுமே பொருந்தும்; வினையுறு மூலக்கூறுகளின் கொள்ளிடக் காரணியைக் கணக்கிடுவது எளிதன்று.

இக்குறைகளைத் தவிர்க்க, மோதல் கொள்கைக்கு மாற்றாக ஐரிங் என்பார் இடைநிலைக்கொள்கையை வருவித்தார். இக்கொள்கையின்படி எந்தவொரு வினையிலும் வினைப்படு பொருள்கள் வினைவிளை பொருள்களாக மாறுகையில் ஏதோவொரு கட்டத்தில் ஒரு கிளர்வுற்ற அணைவு நிலையை அடைந்தே தீர வேண்டும். இந்நிலையின் ஆற்றல் வினைப்படு மற்றும் வினை விளைபொருள்களின் ஆற்றல் நிலைகளைவிட உயர்ந்ததாகும். இக்கொள்கையின்படி, அலகு நேரத்தில் ஆற்றல் ஒன்றைத் தாண்டிச் செல்லவல்ல கிளர்வுற்ற அணைவு மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையே அவ்வினையின் விரைவாகும். அதாவது,

$$\text{வினையின் விரைவு} = [\text{கிளர்வுற்ற அணைவுகளின் செறிவு}] \times [\text{கிளர்வுற்ற அணைவின் சிதைவுறு அலைவு எண்}]$$

கிளர்வுற்ற மூலக்கூற்றின் பிணைப்பை உடைக்கத் தேவைப்படும் ஆற்றல் கிட்டும்போது அணைவு சிதைவுறுகிறது. அதாவது, பிணைப்பின் அதிர்வு வீச்சு ஆற்றல் மிகுதியால் கூடுதலாகி, இறுதியில் அதிர்வாற்றல் இயக்க ஆற்றலாகிறது.

$$E_{\text{அதிர்வு}} = h\nu = kT \ \text{அதிர்வு}$$

ν : அதிர்வெண்; k : போல்ட்ஸ்மென் மாறிலி

T : வெப்பநிலை (K இல்)

$$\therefore \frac{kT}{h} = \frac{RT}{Nh}$$

R : வளிம மாறிலி; N = ஆவோகாட்ரோ எண்

ஓர் எளிய இரு மூலக்கூறு வினைக்கு,

$$A + B \rightleftharpoons [AB^*] \text{வினைப்பொருள்கள்}$$
(கிளர்வுநிலை)

நிறை தாக்கு விதிப்படி,

$$[AB^*] = k \quad [A] \times [B]$$

k : சமநிலை மாறிலி

விரைவு = [அணைவில் பிணைப்பை உடைக்கவல்ல அதிர்வின் அலைவு எண்] × [அணைவின் செறிவு]

$$\text{விரைவு} = \nu \times [AB^*]$$

அதாவது,

$$\text{வினையின் விரைவு} = \frac{RT}{Nh} \times k^* \times [A] \times [B]$$

$$\therefore \text{வினைவேக மாறிலி} = k = \frac{RT}{Nh} \times k$$

கட்டில்லா ஆற்றலுக்குத் தொடர்புடையதாகையால்,

$$k = e^{-\frac{\Delta G^*}{RT}}$$ என்றெழுதலாம்.

ΔG^* = கிளர்வு - கட்டிலா ஆற்றல்.

ஆனால்,

$$\Delta G^* = \Delta H^* - T\Delta S^*$$

$$\therefore k = e^{-(\Delta H^* - T\Delta S^*)/RT}$$

$$= e^{-\frac{\Delta H^*}{RT}} \times e^{-\frac{\Delta S^*}{R}}$$

$$\because k = \frac{RT}{Nh} \times e^{\frac{\Delta S^*}{R}} \times e^{-\frac{\Delta H^*}{RT}}$$

இச்சமன்பாட்டை அரேனியஸ் சமன்பாட்டுடன் ஒப்பிடுகையில், இரண்டின் வடிவங்களும் ஒத்திருப்பதுடன் இச்சமன்பாட்டில் இடம் பெறும் H உம் அரேனியஸ் சமன்பாட்டின் E_a உம் ஒன்றே என்பது தெளிவாகிறது. வளிம மூலக்கூறுகள் இடம் பெறாத வினைகளுக்கு இம்முடிவு பொருத்தமானது. வினை விளைபொருளுக்கும் கிளர்வுற்ற அணைவுக்கும் மூலக்கூறு எண்ணிக்கையில் வேறுபாடுள்ள வளிம நிலைமை-வினைகளுக்கு

$$\Delta H^* = (E_a - RT)$$

HI இன் வெப்பச் சிதைவுக்கு $\Delta H^* = 41.3$ கி. கலோரி அரேனியஸ் துணையலகு.

$$A = \frac{RT}{Nh} \times e^{\frac{\Delta S^*}{R}}$$

HI இன் வெப்பச் சிதைவுக்கு $\Delta S^* = -11.1$ கலோரி மோல் $^{-1}$ ஆதலின், A இன் மதிப்பைக் கணக்கிட்டறியலாம்.

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வினைப்படு மூலக்கூறுகளிலிருந்து கிளர்வுற்ற அணைவு பெறப்பட்டால், இச்செயல் நிகழும்போது ஒழுங்கின்மை குறைகிறது. ΔS^* எதிர்க்குறியீடு கொண்டுள்ளது. இதன் விளைவாக A இன் மதிப்புக் குறைந்து, வினையின் விரைவு குறையும். இடைநிலைக் கொள்கையால் புகுத்தப்பட்ட கிளர்வுநிலை இயல்பாற்றல் (entropy of activation) மோதல் கொள்கையின் கொள்ளிடக் காரணிக்குச் சமமானதொரு துணையலகாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. Paul Ander and Antony J. Sonessa, *Principles of Chemistry*, The Macmillan Company, New York, 1965.

கிளர் துகள்கள்

ஓர் உலோகமல்லாத படிகத்தில் மின்னூட்டத்தை இடம் பெயர்க்காமல் ஆற்றலை மட்டும் இடம் பெயர்க்கும் எலெக்ட்ரான் கிளர் குவாண்டம் கிளர் துகள் (excitons) எனப்படும். ஃபிரங்கல் என்பாரும் வேன்னியர் என்பாரும் கிளர் துகளைப்பற்றி இருவித மாதிரியமைப்புகளை (models) உருவாக்கியுள்ளனர்.

வலிமையற்ற இடையீட்டு வினை நிகழ்த்தும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்குப் ஃபிரங்கலின் மாதிரியமைப்புப் பொருத்தமாகும். ஆந்திரசீன், நாஃப்தலீன் போன்ற கரிமப் படிகங்கள் இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகள். படிகத்தின் ஆக்கக் கூறுகளான

தனிப்பட்ட மூலக் கூறுகளின் கிளர்வுற்ற எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகளைக் கிளர் துகள்கள் பெரிதும் ஒத்துள்ளன. கிளர் துகள் பெரும்பாலும் ஒரு மூலக் கூறில் மட்டுமே நிலை கொண்டிருந்தாலும், அது படிகத்திலுள்ள ஒரு மூலக்கூறிலிருந்து அடுத்த மூலக்கூறுக்குத் தயக்கமின்றித் தாவிவிடும்.

வேன்னியரின் மாதிரி இதற்கு நேர் எதிரான வகையில் கடத்தல் பட்டையிலுள்ள ஒரு மின் துளையையும் வைத்து விவரிக்கிறது. அவை கூலூம் விசையால் ஒன்றோடொன்று வலிவற்ற வகையில் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தக் கிளர் துகள், படிகத்தின் பல அணுக்களில் பரவியுள்ளது. அது எந்த ஓர் ஆக்கக் கூறு அணுவின் கிளர்வாற்றல் நிலையையும் ஒத்திருக்கவில்லை. படிகத்தின் மின் கடவாத் தடுப்புத் தன்மை, எலெக்ட்ரானுக்கும் மின் துளைக்கும் இடையிலுள்ள கவர்ச்சி விசையின் வலிவைக் குறைத்து அதன் மூலம் அவற்றுக்கிடையிலுள்ள சராசரித் தொலைவை மிகுதியாக்குகிறது. எனவே வேன்னியரின் மாதிரியமைப்பு ஜெர்மேனியம், சிலிகான் போன்ற பகுதி கடத்திகளுக்கு (semiconductors) மிகப் பொருத்தமாக உள்ளது. ஒரு தனி எலெக்ட்ரான், மின் துளை ஆகியவற்றின் ஆற்றலைப் பொறுத்து ஒரு வேன்னியர் கிளர் துகளின் உள்ளார்ந்த ஆற்றல்

$$E = -13.6\ \mu\ /K^2 n^2$$

என்னும் சமன்பாட்டிலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. இதில் n என்பது குறிப்பிட்ட கிளர் துகள்நிலையின் குவாண்டம் எண். அது 1,2...... என்னும் முழு எண் மதிப்புகளைக் கொண்டதாயிருக்கும். Kஎன்பது மின்காப்பு எண். μ என்பது கிளர் துகளின் குறை நிறை (reduced mass) தொடர்பான ஒரு காரணி. அது எலெக்ட்ரானுக்கும் அதே அளவாக இருக்கும்.

K, μ ஆகியவை இல்லாதபோது மேற்காணும் சமன்பாடு ஹைட்ரஜன் அணுவின் ஆற்றல் மட்டங்களுக்கான சமன்பாடாக் இருப்பதைக் காணலாம். காட்டாக, ஜெர்மேனியத்தின் தாழ் கிளர் துகள் நிலைக்கு (n=1), $E \simeq 0.004$ eV என ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. அதற்கேற்ற சராசரி எலெக்ட்ரான்-மின் துளை இடைவெளி, ஜெர்மேனிய அணுக்களுக்கிடையிலுள்ள இடைவெளியைப் போல 50 மடங்கு இருக்கும். இதற்கு மாறாக, ஒரு கார ஹாலைடு அல்லது அரிய வளிமப் படிகத்தில் சிறும ஆற்றல்நிலையிலுள்ள ஒரு கிளர் துகளின் சராசரி ஆரமானது, ஒரு தனிப்பட்ட அயனி அல்லது அணுவினுடைய ஆரத்தை விடச் சிறிதே மிகுதியாக உள்ளது.

அரிய வளிமப் படிகங்களிலும் பெரும்பாலான அயனித் தன்மைப் படிகங்களிலும் உள்ள கிளர் துகளின் பண்புகள்ஃபிரங்கலின் மாதிரிக்கும் வேன்னியரின் மாதிரியமைப்புக்கும் இடைப்பட்டு அமைந்துள்ளன. உலோகங்களில் எளிய வகைக் கிளர் துகள்கள் இரா. ஏனெனில் அவற்றின் எலெக்ட்ரான் கடத்துந் திறன் மிகுதியாயிருப்பதால், எலெக்ட்ரானையும் மின் துளையையும் சேர்த்து வைக்கிற கூலூம் விசைகள் அழிக்கப்பட்டு விடுகின்றன.

இயக்க ஆற்றல். கிளர் துகளுக்கு உள்ளார்ந்த ஆற்றலுடன், அது படிகத்தின் ஊடே நகர்வதன் மூலம் ஏற்படும் இயக்க ஆற்றலும் உண்டு. வெப்பச் சமநிலையில் சராசரி இயக்க ஆற்றலுக்கும் வெப்ப நிலைக்கும் இடையிலான தொடர்பு $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{3}{2}$ KT என்னும் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்படும். இதில் K என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி; v என்பது கிளர் துகளின் திசைவேகம்.

ஒரு தனி எலெக்ட்ரானுக்குச் சமமான பயனுறு நிறை கொண்ட ஒரு கிளர் துகளுக்கு 300 K இல், ஏறத்தாழ லட்சம் மீட்டர்/நொடி என்னும் திசை வேகமிருக்கும்.

ஒளியியல் நிறமாலை. பல படிகங்களின் கண்ணுக்குப் புலனாகிற மற்றும் புற ஊதா ஒளிக் கதிர்கள் மூலம் எடுக்கப்படுகிற உட்கவர் நிறமாலைகள், எதிரொளிப்பு நிறமாலைகள் ஆகியவற்றில் கிளர் துகள்கள் மேம்பட்ட சிறப்புக் கூறுகளாக அமைகின்றன. நிறைமாலை வரிகள் அகலமாவதன் காரணமாகப் பொருள்களின் நிறமாலைகளில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட n மதிப்புகளுக்குத் தெளிவான உட்கவர்ச்சி முகடுகள் தோன்றவில்லை. ஆனால் விதி விலக்கமாக Cu_2O இல் n = 11 வரை வரிகள் காணப்பட்டுள்ளன. மின் காப்பு எண்ணின் மதிப்பு மிகுதியாக உள்ள பொருள்களில் கிளர் துகள்களின் காரணமாகத் தோன்றும் ஒளியியல் உட்கவர்ச்சி வரிகள், பட்டைகளுக்கிடையிலான எலெக்ட்ரான் பெயர்ச்சி காரணமாகத் தோன்றும் உட்கவர்ச்சி வரிகளைவிடப் பொதுவாக வலிமை குறைந்து தோன்றுகின்றன. ஒளியால் மட்டுமன்றி வேறு வகையான அயனியாக்கக் கதிர்களாலும் கிளர் துகள்களை உண்டாக்க முடியும்.

கிளர் துகள் சிதைவு. எலெக்ட்ரானும் மின் துளையும் மீண்டும் கூடிவிடுவதன் காரணமாகக் கிளர் துகள் நிலைத்து நிற்பதில்லை. குறுகிய நேரத்திற்குப் பின்னர் அது ஒரு ஃபோட்டானை உமிழ்ந்து விட்டுச் சிதைகிறது. இது மறு இணைப்பு ஒளிர்வு (recombination luminescence) எனப்படும். அல்லது கிளர் துகள் தன் ஆற்றலை வெப்பமாகவோ, சேமிப்பு ஆற்றலாகவோ படிகத்துக்கு அளித்து விட்டுச் சிதைகிறது. ஆனால் பெரும்பாலான பொருள்களில் கிளர் துகள் சிதைவதற்கு முன் ஏனைய துகள்களில் சிக்கிவிடுவண்டு. படிகத்திலுள்ள மாசு அயனிகள் அடிக்கடி இவ்வாறு கிளர் துகள்களைப் பிடித்துக்கொள்கின்றன. எனவே மறு இணைப்பு ஒளிர்வு, படிகத்தின் தன்மையை மட்டுமன்றி அதிலுள்ள மாசுகளின் தன்மையையும் பொறுத்து அமையும்.

காலியம் பாஸ்ஃபைடில் (GaP) சிறிதளவு நைட்ரஜன் அணுக்கள் மாசாகக் கலந்திருப்பதால் ஏற்படும் பச்சை நிற மறு இணைப்பு ஒளிர்வு இதற்கு ஒரு சான்றாகும். காரவகை அல்லது காரமண் ஹாலைடுகளில் கிளர்துகள், படிகப் பிழைகளின் உதவியின்றித் தானாகவே சிக்கிக்கொள்கிறது. கிளர் துகள் இருக்குமிடத்தில் உள்ள அயனிகளுக் கிடையிலான நிலைமின் விசைகள் மாறுவதன் காரணமாக இது ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாகக் கிளர்துகள் ஆற்றலின் கணிசமான பகுதி வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது. எனவே எலெக்ட்ரானும் மின்துளையும் மீண்டும் இணையும்போது வெளிப்படும் ஃபோட்டானின் ஆற்றல், கிளர் துகளின் மொத்த ஆற்றலில் பாதிக்கும் குறைவான அளவுக்குக் குறைந்துவிடக்கூடும்.

எலெக்ட்ரான்-மின்துளைத் துளிகள். தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளில் ஜெர்மேனியப் படிகங்களிலும் சிலிகான் படிகங்களிலும் பெரும்பான்மையான கிளர் துகள்கள் தோன்றும், உறைதல் (condensation) என்னும் நிகழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. அது பல கூறுகளில் காற்றில் நீராவி நீர்த்துளிகளாக உறைதலை ஒத்துள்ளது. இந்த உறைந்த கட்டம் எலெக்ட்ரான்-மின் துளைத்துளி எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்நிலையில் கிளர்துகள் தன் தனித்தன்மையை இழக்கிறது. துளி ஒரு மின் கடத்தும் பிளாஸ்மாவாக மாறி விடுகிறது.

கிளர் துகள் ஆவியாதலின் மூலமாகவோ, எலெக்ட்ரான் மின்துளை மறு இணைப்பு மூலமாகவோ துளிகள் சிதைவடைகின்றன. அப்போது சிறப்பியல்பான புறச் சிவப்பு ஒளிர்வு தோன்றுகிறது. அதன் ஃபோட்டான் ஆற்றல், தனிப்பட்ட கிளர்துகளின் ஆற்றலைவிடச் சற்றே குறைந்ததாக இருக்கும். தொடர்ச்சியான லேசர் கதிர்வீச்சுப் போன்ற முறைகளில் கிளர்துகள் செறிவு இழப்பை ஈடுகட்டுவதன் மூலம் துளிகளை நிலைத்திருக்கச் செய்யலாம். 6 K க்கும் குறைவான வெப்ப நிலையிலுள்ள ஜெர்மேனியத்தில் எலெக்ட்ரான் - மின் துளைத் துளிகளில் எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது மின்துளைகளின் எண்ணிக்கை கன சென்டி மீட்டருக்கு 10^{17} அளவிலிருக்கும்; துளி 5 மைக்ரோ மீட்டர் ஆரமுடையதாயிருக்கும். கிளர்வூட்டும் ஒளி நிறுத்தப்பட்ட பிறகு 10^{-5} - 10^{-4} நொடிக்குள் துளிகள் மறைந்து விடுகின்றன.

பல ஒளி வேதி வினைகளில் கிளர்துகள், ஆற்றலை இடம் பெயர்க்கவோ, மாற்றவோ செய்யும். கிளர் துகள் தத்துவம் எளிய படிகப் பொருள்களை மட்டுமன்றி நீர்மங்கள், கண்ணாடிகள், பல்லுறுப்பிகள், உயிரியல் தொகுப்புகள் ஆகியவற்றில் ஏற்படக்கூடிய ஆற்றல் இடமாற்றச் செயல் முறைகளையும் விவரிக்கிறது. குறிப்பாகத் தாவரங்களில் நிகழும் ஒளிச்சேர்க்கையின் தொடக்கக் கட்டங்களில் பச்சைய மூலக்கூறுகளுக்கிடையில் ஒளி ஆற்றல் பரிமாறிக் கொள்ளப்படுவதை, ஒரு கிளர் துகள் செயலாகக் கொள்ளலாம்.

- நா. சேகரன்

கிளர்வு

ஓர் அமைப்பு அல்லது கருவியின் ஒரு பகுதி ஒரு குறிப்பிட்ட, சிறப்புத் தன்மையுள்ள செயலை நிறைவேற்றும் வகையில் அதன் வேறு ஒரு பகுதிக்கு ஆற்றலை அளிப்பது கிளர்வு (excitation) எனப்படும். அந்தச் செயல் நிறைவேறுவதற்கு இன்றியமையாத ஒரு நிபந்தனையைக் கிளர்வு நிறுவுகிறது அல்லது நிறைவு செய்கிறது. அணு இயற்பியலில் தாழ் ஆற்றல் நிலையில் (ground state) உள்ள ஓர் அணுவுக்கு ஆற்றலை அளித்து அதை உயர் ஆற்றல் உள்ள நிலைக்கு உயர்த்துவது கிளர்வு எனப்படும்.

ஒரு கருவி அல்லது அமைப்பைக் கிளர்வூட்டும் போது ஆற்றல் இடம் மாற்றப்படுகிறது அல்லது அமைப்பின் வேறு ஓர் இடத்தில் ஆற்றல் பாய்வது ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. கிளர்வு ஆற்றலும் வெளிவரு ஆற்றலும் தோற்றுவாய், வடிவம், மட்டம், இருப்பிடம் ஆகியவற்றில் வேறுபட்டிருக்கலாம். கிளர்வு ஒரு முதல் நிலை விளைவைத் தோற்றுவிக்கிறது. அந்த முதல்நிலை விளைவு இடைநிலை இயற்பியல் நிகழ்வு மூலமாக அதைச் சார்ந்துள்ள ஓர் இரண்டாம் நிலை விளைவுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சார்ந்திருத்தலைச் சில எடுத்துக்காட்டுகளின் மூலம் விளக்கலாம்.

ஓர் இயக்க நிலையிலுள்ள ஒலி புலச் சுருளிலுள்ள (field coil) கிளர்வூட்டும் மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு காந்தப் புலத்தை இது தோற்றுவிக்கிறது. ஒலிச் சுருளில் (voice coil) ஒரு கேள்விக் குறிப்பலை வந்து சேரும்போது அது ஓர் இரண்டாம் நிலைக் காந்தப் புலத்தை உண்டாக்கும். இரண்டு காந்தப் புலங்களும் ஒன்றோடொன்று இடைவினை செய்து ஒலிச்சுருளையும், ஒலிக் கூம்பையும் (voice cone) அதிர்வடையச் செய்கின்றன.

ஒரு பேசும் திரைப்படவீழ்த்தியில் (projector) ஒரு கிளர்வூட்டும் விளக்கிலிருந்து ஒளி பெறப்படுகிறது. அந்த ஒளி படச்சுருளின் விளிம்பில் உள்ள ஒலிப்பதிவுப் பட்டையைக் கடந்து செல்லுமாறு செய்யப்படுகிறது. ஒலிப்பதிவுப் பட்டை அகலம் மாறும் வகையிலோ (variable width) அடர்த்தி மாறும் வகையிலோ (variable density) பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும். ஒளி அதைக் கடந்து செல்லும்போது ஒளியின் பொலிவு மாறுகிறது. இவ்வாறு பொலிவு மாறுகிற ஒளி ஓர் ஒளியுணர் திறன் கொண்ட ஏற்பி முனையில் (pick-up)

படும்போது, அது ஒளிப் பொலிவு மாற்றங்களைக் கேள்விக் குறிப்பலையாக மாற்றி வெளிப்படுத்து கிறது.

ஒரு தன்னொளிர் குழல் விளக்கு (fluorescent lamp), குழலுக்குள் உள்ள வளிமத்தின் ஊடாகப் பாயும் ஒரு கிளர்வு மின்னோட்டத்தைப் பயன் படுத்திப் புற ஊதாக் கதிர்களை வெளிப்படுத்துகிறது. குழலின் உட்சுவர்களில் பூசப்பட்டுள்ள ஒளிர் பொருள் (phosphor) புற ஊதாக் கதிர் ஆற்றலை உட்கவர்ந்து, கண்ணுக்குத் தெரியும் ஒளியை வெளி விடுகிறது.

இதயத் துடிப்புச் சீராக்கியின் (pace maker) குறைந்துவரும் குறுக்குச் சவ்வு மின்னழுத்தத்தைக் (transmembrane electrical potential) கிளர்வூட்டப் பயன்படுத்தி ஒரு மின் துடிப்பை உண்டாக்கும். இதயத்தைச் சூழ்ந்துள்ள இழைப் படலத் தசைத் திசுவுக்கு (striated muscle tissue) இந்த மின் துடிப்பு வந்து சேர்ந்தவுடன் அது மின் தூண்டலைத் தன்னை அடுத்துள்ள திசுவுக்குக் கடத்தி விட்டு வளர்சிதை மாற்ற ஆற்றலைப் பயன்படுத்திச் சுருங்குகிறது. இந்த மறுவிளைவின் காரணமாக இதயத் துடிப்பு ஏற்படுகிறது.

- கே. என். இராமச்சந்திரன்

நூலோதி. W. Landee, C.Davis, P.Albrecht, *Electronics Designers Hand Book*, Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New york, 1977.

கிளர்வு நிலை

அணு அதன் சிறும ஆற்றல் நிலையில் அல்லது தாழ் ஆற்றல் நிலையில் (ground state) இருக்கும்போது அதன் எலெக்ட்ரான்கள் அனைத்தும் தமக்குவிதிக்கப் பட்டிருக்கிற ஓடுபாதைகளில் சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். போர் கொள்கைப்படி, ஓர் அணு, கதிர் வீச வேண்டு மானால் அதிலுள்ள எலெக்ட்ரான் தன் சொந்த ஓடு பாதையை விட்டு வெளியேறி, அதைவிட அதிகமான ஆற்றலுள்ள ஓடுபாதையில் தற்காலிகமாகக் குடியேற வேண்டும். இதை அணுக்கிளர்வு நிலை என்பர்.

ஓர் எலெக்ட்ரானை அதன் வழக்கமான ஓடு பாதையிலிருந்து உயர் ஆற்றல் ஓடுபாதைக்குச் செலுத்த வேண்டுமானால் அணுவுக்கு வெளியிலிருந்து ஆற்றலைத் தர வேண்டும். இது போல் ஓர் அணுவின் உள்ளார்ந்த ஆற்றலை அதிகரிக்கும் செயல் கிளர் வூட்டல் (excitaion) எனப்படும். கிளர்வூட்டல் மிகத் தீவிரமாக இருந்தால் எலெக்ட்ரான் $n = \infty$ என்பது குவாண்டம் எண்ணுள்ள ஓடுபாதைக்குச் சென்று விடும். நடைமுறையில் அது அணுவை விட்டு வெளியேறிவிட்டதாகவே கொள்ளலாம். இதை அயனியாக்கம் (ionisation) என்பர்.

கிளர்வூட்டலிலும், அயனியாக்கத்திலும் ஆற்றல் உட்கவரப்படுகிறது. கிளர்வுற்ற நிலை மிகக் குறுகிய காலமே நீடிக்கும். ஒரு நொடியில் பத்துக்கோடியில் ஒரு பங்கு நேரத்திற்குள் அணு தன் பழைய ஆற்றல் நிலைக்குத் திரும்பி வந்துவிடும். அப்போது கிளர்வு நிலை ஆற்றலுக்கும் தொடக்க ஆற்றலுக்கும் இடை யிலுள்ள வேறுபாடு, கதிர்வீச்சாக வெளிப்படுகிறது.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

கிளர்வு மின்னழுத்தம்

ஒரு கிளர்வுற்ற அணு நிலை அல்லது மூலக்கூறு நிலைக்கும் தாழ் ஆற்றல் நிலைக்கும் இடையிலான மின்னழுத்த வேறுபாடு கிளர்வு மின்னழுத்தம் (excitation potential) எனப்படுகிறது. இந்தச் சொல் பொதுவாக எலெக்ட்ரான்களின் கிளர்வூட்டல் தொடர்பாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது என்றாலும் அதை மூலக்கூறுகளின் கிளர்வுற்ற அதிர்வு நிலை களுக்கும் சுழற்சி நிலைகளுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

கிளர்வு ஆற்றல் (excitation energy) என்பது கிளர்வு மின்னழுத்தத்துடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட ஒரு சொல் ஆகும். மின்னழுத்தத்தை வோல்ட்டிலும், ஆற்றலை எலெக்ட்ரான் வோல்ட்டி லும் அளவிடும்போது கிளர்வு ஆற்றலும் கிளர்வு மின்னழுத்தமும் ஒரே எண் மதிப்பு உடையவை யாகி விடுகின்றன. போரின் கொள்கைப்படி சிறும ஆற்றல் நிலைக்கும் கிளர்வுற்ற நிலைக்கும் இடையி லான ஆற்றல்களுக்கும்,நிலை மாற்றத்தின் காரண மாக வெளியிடப்படுகிற அல்லது உட்கவரப்படுகிற ஃபோட்டானின் அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையில் ஒரு தொடர்புள்ளது. இவ்வாறு $\frac{hc}{\lambda} = E_i - E_f$ என்ற சமன்பாடு ஆற்றல் உட்கவரப்படுவது அல்லது உமிழப் படுவதற்கான அடிப்படைச் சமன்பாடாக விளங்கு கிறது. இதில் h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; C என்பது ஒளியின் திசைவேகம்; λ என்பது ஃபோட் டானின் அலை நீளம்; E_i என்பது தொடக்க நிலை யின் ஆற்றல்; E_f என்பது இறுதி நிலையின் ஆற்றல்.

தொடக்க நிலையோ, இறுதி நிலையோ தாழ் ஆற்றல் நிலையாக இல்லாதிருந்தால் $E_i - E_f$ என்பது இரண்டு நிலைகளின் கிளர்வு ஆற்றல்களுக்கு இடை யிலான வேறுபாட்டுக்குச் சமமான எண் மதிப்புக் கொண்டதாக இருக்கும். இறுதி நிலைச் சிறும ஆற்றல் நிலையாக இருக்குமானால் $E_i - E_f$ என்பது தொடக்க நிலையின் கிளர்வு ஆற்றலுக்குச் சமம் ஆகும். இதிலிருந்து நிறமாலைகளின் உதவியால் பல ஆற்றல் நிலைகளின் கிளர்வு ஆற்றலைக் கண்டு பிடிக்க முடியும். உண்மையில் நிலைமாற்றங்களுடன்

சேர்ந்து வரும் ஒளிகளின் அலை நீளங்களைக் கவனமாக அளவிட்டு, நிலை மாற்றங்களில் பங்கு கொண்ட ஆற்றல் நிலைகளை அடையாளம் கண்டு, ஒவ்வோர் ஆற்றல் நிலைக்கும் உரிய கிளர்வு ஆற்றலைக் கணக்கிட முடியும். உமிழ் நிறமாலைகள் (emission spectra) உட்கவர் நிறமாலைகள் (absorption spectra) ஆகிய இரண்டின் உதவி கொண்டும் இதைச் செய்யலாம்.

எலெக்ட்ரான் மோதல்களைப் பயன்படுத்தியும் கிளர்வு ஆற்றல்களைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு சூடான இழையிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்களை ஒரு வலையின் (grid) உதவியால் முடுக்கிவிட்டு அவற்றை ஓர் அணு நிலை அல்லது மூலக்கூறு நிலையிலுள்ள வளிமத்தின் ஊடாகச் செலுத்திப் பின்னர் ஒரு வெளிப்புற மின்முனையில் சேகரிக்கின்றனர். எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுடன் இடைவினை செய்யும். முடுக்கும் வலையைக் கடந்த பிறகு எலெக்ட்ரான்கள் ஆற்றல் எதையும் இழந்துவிடாமலிருந்தால் மட்டுமே, அவை வெளிப்புற மின்முனைச் சேகரிப்பானை எட்டும் வகையில் மின்னழுத்தங்கள் சரிப்படுத்தி வைக்கப்படுகின்றன. முடுக்கும் வலையின் மின்னழுத்தத்தை உயர்த்தும்போது, சேகரிப்பான் மின்னோட்டத்தில் பல திடீர் வீழ்ச்சிகள் வரிசையாகத் தோன்றுகின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் கிளர்வு ஏற்படுவதற்குத் தேவையான ஆற்றலை மட்டும் பெற்று அதன் காரணமாகச் சேகரிப்பானின் மின்னழுத்த எல்லையைத் தாண்டி வரப் போதுமான ஆற்றலில்லாத நிலையில் இந்தத் திடீர் வீழ்ச்சிகள் தோன்றுமென விளக்கப்படுகிறது. இந்தச் சான்றுகள் நேரடியானவை. ஆனால் நிறமாலைத் தகவல்களிலிருந்து பெறப்படுகிற சான்றுகளின் அளவுக்கு நுட்பமானவை அல்ல.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி. W. Landee, C. Davis P. Albrecht, *Electronics Designers Hand Book*, Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1977.

கிளர்வூட்டிய கார்பன்

இது பரப்புக் கவர்ச்சி கூடுதலாக்கப்பட்ட பயன்மிக்க கார்பன் ஆகும். பொருள்களைத் தூய்மையாக்கும் வழிமுறையில் பரப்புக் கவர்ச்சி மிகுந்த கார்பனைப் பயன்படுத்தும் உத்தி பல நூற்றாண்டுகளாக வழக்கத்திலுள்ளது. நெப்போலியன் காலத்திலிருந்தே பீட்ருட்டிலிருந்து இது சர்க்கரை தயாரிக்கும் வழிமுறையில் நிறநீக்கியாகப் பயன்பட்டு வந்துள்ளது. கிளர்வூட்டிய கார்பனின் பண்புகளுக்கு அடிப்படை அதன் நுண்துளை மலிந்த இயல்பாகும். வளிமங்கள் இக்கார்பனால் உட்கவரப்படுகையில் கார்பனின் நுண்துளைகளில் அவை சுருங்கி நீர்மமாகின்றன. மாறாக, கரைசலிலிருந்து கரைபொருள்கள் கார்பனின் பரப்புமீது படிய வேண்டுமாயின் வேதிநாட்டம் தேவைப்படுகிறது.

தயாரிப்பு. கிளர்வூட்டிய கார்பன் தயாரிப்பதற்குப் பலவகை மூலப் பொருள்கள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை தேங்காய்நார், தேங்காய் ஓடு, மரத்தூள், உலர்ந்த மீன், லிக்னின், பெட்ரோலிய கல்கரி, எலும்புக்கரி, ஆந்திரசைட் கரி, வடிக்கப்பட்ட காப்பித்தூள், சர்க்கரைக் கழிவு (molasses), நெல் உமி, மரமிகு நிலக்கரி, சர்க்கரை, ஆய்வுக்கூடங்களில் சர்க்கரையைக் கரியாக்கும் முறை என்பன. இம்மூலப் பொருளிலிருந்து பலமுறை தயாரிக்கப்பட்ட கார்பன் மாதிரிகள் ஒரே சீரான பண்புகளைப் பெற்றுள்ளமை தெரிய வந்துள்ளது. புறப்பரப்பு ஊன்றுகை தொடர்பான துணையலகுகளை நுட்பமாக அளந்தறிவதற்கு இத்தயாரிப்பு, சிறந்த பற்றுப் பொருள் (substrate) ஆகும். ஒவ்வொரு வகையிலும் தயாரிக்கப்படும் கார்பனுக்கு ஒவ்வொரு தனிப்பயன் உள்ளது. தேங்காய் ஓடுகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் கார்பன் சீரான நுண் துளைகளை எளிதாகக் கொண்டது. எனவே வளிமங்களை உட்கவர்வதற்கு ஏற்றதாகக் கருதப்படுகிறது. கழிவுநீர் அகற்றம் அல்லது திருத்தத்திற்கு இக்கார்பன் பயன்படாது.

மூலப் பொருளைப் பகுதி எரித்தலுக்குட்படுத்தி 90% கார்பன் கொண்ட பொருளை உருவாக்கி, இக்கார்பனை 700°C க்கு மேல் சூடுபடுத்திக் கார்பன் அல்லாத மாசுப் பொருள்களை முழுமையாக எரிதல் வாயிலாக வெளியேற்றி, நுண்துளைமலிந்த மிகையான புறப்பரப்புக் கொண்ட கார்பன் பொருளைப் பெறுதலே கிளர்வூட்டம் (activation) எனப்படும். முதல் கட்டத்தில் ஆக்சிஜன் பெருமளவு இல்லாதிருப்பின், இரண்டாம் கட்டத்தில் ஆக்சிஜன் புகுத்தப்பட வேண்டும் அல்லது காற்றுப்படுமாறு குளிர்விக்க வேண்டும். கிளர்வூட்டத்தில் ஆக்சிஜனேற்றக் கட்டத்தின் பங்கு இன்றியமையாதது.

கிளர்வூட்டிய கார்பன் தயாரிப்புக்குத் தொடக்க நிலையாகக் கார்பன் தயாரிக்கும் மூலப் பொருளை எரிப்பதற்குப் பதிலாக அடர் அமிலத்தில் இடலாம். இங்குப்பயன்படுத்தப்படும் மூலப் பொருள்கள் யாவும் கரிம வகையைச் சேர்ந்தவையாதலால், சேர்மத்திலுள்ள ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் நீர் மூலக்கூறு வடிவில் வெளியேறி எஞ்சிய கரி நுண்துளை மிகுந்து காணப்படுகிறது. கார்பனை நீராவியுடன் 700°C இல் வினையுறுத்தியும் கிளர்வூட்டலாம். முதலில் நீர் மூலக்கூறு கரியால் உட்கவரப்பட்டு, பின்பு கார்பனும் நீரும் வினையுற்று CO_2 உம், H_2 உம் வெளிவருகின்றன. எஞ்சியுள்ள கார்பன் நுண்துளை மிகுந்

துள்ளது. கிளர்வூட்டிய கரியின் புறப்பரப்பில் ஆக்சிஜன் மிகுந்துள்ளமையை அறிவதற்கு, அக்கார்பன் மாதிரியை டையசோமெத்தேனுடன் வினைப்படுத்தலாம். கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்களைக் கொண்டு ஆய்வு நிகழ்த்தலாம்.

– மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. James S. Mattson and Harry Mark, *Activated Carbon*, Marcell Dekker, New York, 1971.

கிளாக்கோமா

பார்வை நரம்பு இழைகள் கெட்டுப்போகும் அளவிற்குக் கண் உள் அழுத்தம் அதிகரிப்பதையே கிளாக்கோமா (glaucoma) எனலாம். அழுத்த அளவி கொண்டு காணும்போது, இயல்பு அழுத்தம் 21 மி.மீ. பாதரசமாக உள்ளது. இதன் விளைவால் தலைக் கோளாறுகளும் ஏற்படும்.

கண்முன் ரசம் உற்பத்தியாவதிலும், செலவாவதிலும் சமநிலை இல்லையெனில் கிளாக்கோமா உண்டாகிறது. குறிப்பிட்ட நைவுகள் எதுவுமின்றிக் கிளாக்கோமா தோன்றினால் அதை முதல் நிலைக் கிளாக்கோமா என்பர். கடும் அழற்சி, புற்றுநோய் ஆகியவற்றால் ஏற்படுவது இரண்டாம் நிலைக் கிளாக்கோமா எனப்படுகிறது.

முதனிலைக் கிளாக்கோமாவின் வகைகள்

கோணம் மூடிய கிளாக்கோமா. இங்கு அழுத்தம் மிகையாக உள்ளது. முன்கண் அறை ஆழமற்று இருக்கும். கருவிழி அடிப்படலம் (iris) நீர்மம் வெளிவரும் கோணத்தை அடைப்பதால் தேக்க நிலை உண்டாகிறது.

எளிய கிளாக்கோமா. கோணம் நாட்பட்டு மூடியிருப்பதாலோ எவ்வகை அடைப்புமின்றியோ இது தோன்றுகிறது (திறந்த கோண கிளாக்கோமா). மேற்கூறிய இரு வகைகளிலும் நோயின் பரவல் மெதுவாகவும், நாட்பட்டும் காணப்படுகிறது. கண் சார்ந்த அறிகுறிகள் காலங்கடந்தே தோன்றுகின்றன.

மூன்றாம் வகையில், பிறவியிலேயே வெளியேறு கோணம் அடைப்பட்டுள்ளது. இதைப்புஃப்தாலமாஸ் (Buphthalamos)என்பர். இங்கு, குறை வளர்ச்சிக் கண் கோளம் துருத்துவதால் கண் எருதைப்போன்றுள்ளது.

முனைப்புடன் கோணம் மூடப்பட்ட கிளாக்கோமாவில் திடீரென்று கண் உள் அழுத்தம் மிகக் கூடும். இது மன உளைச்சலுள்ள பெண்களில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. தொலைப் பார்வையுள்ளவர்களும், பிறவி ஊனமுடைய பலரும் இதனால் பாதிக்கப்படுகின்றனர். பொதுவாக இரு கண்களும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

இந்நோய் திடீரென்று தோன்றுகிறது. கண்ணில் வலி தோன்றுகிறது. இந்த வலி கண் நரம்பின் முக்கிளைப் பிரிவைப் பாதிக்கிறது. நோயாளி களைப்படைகிறார். குமட்டலும், வாந்தியும் உண்டாகின்றன. பார்வை குறைகிறது. சிலபோது பளிங்குப் படலம் வீங்குகிறது. அழுத்தம் மிகையாகும்போது நடுவிழித்திரைச் சிரை அடைபடுகிறது அல்லது பார்வை நரம்பு பாதிக்கப்பட்டுப் பார்வை இழப்பு உண்டாகிறது.

மருத்துவம். முதலில் கண் பாவையைச் சுருக்க வேண்டும். இதனால் கருவிழிப் படலம் முன் அறையின் கோணத்திலிருந்து விடுவிக்கப்படுகிறது. சில நிமிடங்களுக்கு ஒரு தடவை பைலோகார்பின் சொட்டுகள் போடப்படுகின்றன. இத்துடன் இசெரினையும் (eserine) அளிக்கலாம். தல வெப்பமளித்தால் இரத்த ஓட்டம் அதிகரித்து நிலைமை சீரடைகிறது. தொடக்கத்திலேயே கண் அழுத்தம் 50 மி.மீ. பாதரசத்திற்கு மேலாக இருந்தால் பாவைசுருக்கி மருந்துகளையும், அசிடசோல்அமைடையும் பயன்படுத்தலாம். 250 மி.கி. அலகில் சிரை வழியாகவோ, தசை வழியாகவோ செலுத்திய பின்னர், மாத்திரையாகக் கொடுக்கலாம். சிலபோது வாய் மூலம் கிளிசராலோ (1.5 கிராம்/கிலோ எடை), சிரை வழியாக மானிடாலோ (250 மி.லி./2% கரைசல்/30 நிமிடங்களில்) கொடுக்கலாம்.

இத்தகைய மருந்துகள் அளித்தும் சீரடையாவிடில் கருவிழிப் படலத்தின் ஒரு பகுதியை அகற்றி மருத்துவம் அளிக்கலாம். அண்மைக்காலமாக லேசர் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய சில மாற்றங்களுடன் இரண்டாம் நிலைக் கோணம் மூடிய கிளாக்கோமாவுக்கும் எளிய கிளாக்கோமாவுக்கும் மருத்துவம் அளிக்கலாம்.

எளிய கிளாக்கோமாவுக்குப் பைலோகார்பின் சொட்டுகள், எகோதையோபேட் அயடைட், நடுநிலை அட்ரினலின், டைமோலால், அசிடசோலமைடு, புரோப்டினால் ஆகியவை பயனளிக்கின்றன. சைக்ளோகிரையோ உறைவு, டிரெபெகுலாவை அகற்றுதல் போன்ற மருத்துவம் கையாளப்படுகிறது. பிறவி ஊனக் கிளாக்கோமாவுக்கு கோனியோடமி என்னும் அறுவை செய்யப்படுகிறது.

– மு.ப. கிருஷ்ணன்

கிளாசியஸ் - கிளேப்ரான் சமன்பாடு

இது திண்மம், நீர்மம், வளிமம் போன்ற நிலைமைகளுள் நிலவக்கூடிய சம நிலையை விளக்கும் சமன்

பாடாகும். வெப்ப இயக்கவியலின் முதலாம் விதி, இரண்டாம் விதி ஆகியவற்றின் இணைப்பிலிருந்து இச்சமன்பாடு பெறப்படுகிறது. ஓர் அமைப்பின் நிலை சார்பலன்களான கட்டில்லா ஆற்றல் (G), வெப்ப உள்ளுறை (H), வெப்ப நிலை (T), இயல்பாற்றல் (S) ஆகியவற்றுக்கு இடையான தொடர்பு பின் வருமாறு வரையறுக்கப்பட்டது.

$$G = H - TS \qquad (1)$$

இச் சமன்பாட்டை முழுமையாக வகைக்கெழு காணலுக்கு உட்படுத்தினால்,

$$dG = dH - TdS - SdT \qquad (2)$$

என்றாகும்.

வெப்ப உள்ளுறையின் வரையறை

$$H = E + PV \text{ ஆகும்.} \qquad (3)$$

இதன் வகைக்கெழு,

$$dH = dE + PdV + VdP \qquad (4)$$

சமன்பாடு (4) ஐச் சமன்பாடு (2) இல் பதிலீடு செய்தால்,

$$dG = dE + PdV + VdP - TdS - SdT \qquad (5)$$

எனக் கிடைக்கும்.

வெப்ப இயக்கவியலின் இரண்டாம் விதிப்படி

$$dE + PdV = TdS \qquad (6)$$

(6) ஐச் சமன்பாடு (5) இல் பதிலீடு செய்து

$$dG = TdS + VdP - TdS - SdT$$

அல்லது

$$dG = VdP - SdT \qquad (7)$$

எனக் காணலாம்.

இச்சமன்பாட்டின் பொருள், வெப்பநிலை, அழுத்தம் ஆகியவற்றின் கட்டில்லா ஆற்றல் மீதான பாதிப்பு அமைப்பின் கொள்ளளவு, இயல்பாற்றல் (entropy) ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது என்பதாகும்.

ஒரு தூய பொருளின் மோல் அளவிற்கான கட்டில்லா ஆற்றல் அப்பொருளின் வேதி ஆற்றல் அளவு (chemical potential) எனப்படுகிறது. இதை μ எனக் குறிப்பிடுவர்.

$$\mu = \frac{G}{n} \qquad (8)$$

$$\therefore d\mu = VdP - SdT \text{ (ஒரு மோலுக்கு)} \qquad (9)$$

ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட நிலைமைகளில் ஒரு பொருள் இருந்து, அந்நிலைமைகளுக்குள் சமநிலை நிலவினால், அப்பொருளின் ஆற்றல் அளவு அனைத்து நிலைமைகளிலும் சமமாக இருக்கும். a மற்றும் b என்னும் இரு நிலைமைகளுக்குச் சமநிலையில்

$$\mu_a (t,p) = \mu_b (T,P) \qquad (10)$$

வெப்பநிலையும், அழுத்தமும் நுண்ணளவு மாற்றத்திற்குட்படுத்தப்படுகையில் வேதி ஆற்றல் அளவும் μ அளவுக்குக் கூடும்.

$$\mu a + d\mu a = \mu b = d\mu b \qquad (11)$$

அதாவது, $d\mu a = d\mu b \qquad (12)$

$$d\mu a = -S_a dT + V_a dP \qquad (13)$$

$$d\mu_b = -S_b dT + V_b dP \qquad (14)$$

(12), (13), (14) மூன்றையும் இணைத்தால்

$$SadT + VadP = - S_b dT + V_b dp \qquad (15)$$

$$dT (S_a - S_b) = dp (V_a - V_b) \qquad (16)$$

$$S_a - S_b = S; (V_a - V_b) = \triangle V \qquad (17)$$

$$\therefore \frac{dT}{dP} = \frac{\triangle V}{\triangle S} \qquad (18)$$

இச்சமன்பாடு கிளாசியஸ்-கிளேப்ரான் சமன்பாடு (Clausius Clapeyron equation) எனப்படும். நிலைமை மாற்றம் வெப்பநிலை மாறாச் சூழ்நிலையிலும், மீள் தன்மை உடையதாக நிகழ்ந்தால்

$S = \frac{\triangle H}{T}$ எனப் பதிலீடு செய்யலாம்.

$\triangle H$ இங்கு உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. $\triangle H$ என்பது ஒரு மோலுக்கும், L எனும் குறியீடு ஒரு கிராம் அல்லது ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கும் ஆகும். நிலைமை மாற்றத்தின் தன்மைக்குத் தக்கவாறு உள்ளுறை வெப்பம் குறிப்பிடப்படுகிறது (கி.ஜூ$^{-1}$/மோல்).

$\triangle H$ உரு	$(\triangle H_f)$	= உருகுதல் வெப்பம்
$\triangle H$ ஆவி	$(\triangle H_v)$	= ஆவியாதல் வெப்பம்
$\triangle H$ பத	$(\triangle H_{sub})$	= பதங்கமாதல் வெப்பம்
$\triangle H$ பு.வே	$(\triangle H_{tr.})$	= புறவேற்றுமை மாறுதல் வெப்பம்

கிளேப்ரான் சமன்பாட்டில் உள்ளுறை வெப்பத்தின் அலகு அழுத்தம், கொள்திறனின் அலகுகளைப் பொறுத்ததாகும்.

	P	V	L
அலகுகள்	வளிமண்டல அழுத்தம்	லிட்டர்	லிட்டர்-வளிமண்டலம்
	டைன்/செ.மீ²	செ.மீ³	டைன்-செ.மீ (எர்க்)

நீர்ம — வளிமச் சமநிலைக்கும், திண்ம — வளிமச் சமநிலைக்கும் கிளேப்ரான் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தும்போது சில தோராயங்களைப் புகுத்தலாம். ஆவியாதல் நிகழ்ச்சியில் ஒரு மோல் நீர்மம் ஆவியாகையில்,

$$\Delta\bar{V} = \bar{V}_{\text{வா.}} = \bar{V}_{\text{நீ}}$$

ஆகும். (19)

வளிமப் பருமனுடன் ஒப்பிடுகையில் நீர்மத்தின் பருமன் புறக்கணிக்கத்தக்கதாகையால்,

$$\Delta\bar{V} = \bar{V}_{\text{வா}}$$

எனக் கொள்ளலாம்.

$$\because \frac{dP}{dT} = \frac{L_{\text{ஆவி}}}{T\bar{V}_{\text{வா}}}$$

இங்கு T = வெப்ப நிலை K (இல்) (20)

$$dP = \frac{L_{\text{ஆவி}}}{\bar{V}_{\text{வா}}} \times \frac{dT}{T} \quad (21)$$

T_1-T_2 என்னும் வெப்ப வரம்புக்குள் தொகையீடு செய்தால்,

$$\int_{P_1}^{P_2} dP = \int \frac{L_{\text{ஆவி}}}{\bar{V}_{\text{வா}}} \times \frac{dT}{T} \quad (22)$$

L ஆவி, ஒரு குறுகிய வெப்பநிலை வரம்புக்குப் பெருத்த மாற்றத்திற்குட்படுவதில்லை என்றால், அதை இச்சமன்பாட்டில் ஒரு மாறிலியாகக் கொள்ளலாம். இந்த ஆவி நல்லியல்பு வளிமத் தன்மையைப் பெற்றிருப்பின்,

$$\bar{V} = \frac{RT}{P} \text{ எனலாம்.}$$

$$\because \int_{P_1}^{P_2} dP = \int_{T_1}^{T_2} \frac{L_{\text{ஆவி}}}{RT^2} \times P \times dT \quad (23)$$

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{L_{\text{ஆவி}}}{R} \frac{dT}{T^2} \quad (24)$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = \frac{-L_{\text{ஆவி}}}{R}\left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right] \quad (25)$$

$$\log_{10} \frac{P_2}{P_1} = \frac{-L_{\text{ஆவி}}}{2.303 \times R}\left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right] \quad (26)$$

இதை $\frac{d\ln P}{dT} = \frac{L}{RT^2}$ என்றும் எழுதலாம். (27)

இங்கு T_1ஐ நீர்மத்தின் கொதி நிலையாகக் கொண்டால் P_1 இன் மதிப்பு ஒரு வளி மண்டலமாகும்.

T_1 = To ; T_2 = T ; P_1 = 1 ; P_2 = P என்று எழுதினால்

$$\log P = \frac{-L}{2.303R}\left[\frac{1}{T} - \frac{1}{To}\right] \quad (28)$$

அதாவது,

$$\log P = \frac{L}{2.303R}\left[\frac{1}{To} - \frac{1}{T}\right] \quad (29)$$

சமன்பாடுகள் (25), (26), (27), (28), (29) ஆகியவை கிளாசியஸ்-கிளேப்ரான் சமன்பாட்டின் பல வடிவங்களாகும். இச் சமன்பாடு ஒரு நேர் கோட்டின் சமன்பாட்டை நினைவுறுத்துவதால், log p ஐ y-அச்சிலும், 1/T ஐ x அச்சிலும் அமைத்து வரைபடம் வரைந்தால்,

வரைபடத்தின் சாய்வு — $\frac{L}{2.303R}$ ஆகவும்

வரைபடத்தின் குறுக்குவெட்டு L/2.303RTo ஆகவும் இருப்பதைக் காணலாம். இவ்விரண்டிலிருந்தும் To (கொதிநிலை) மற்றும் L (உள்ளுறை வெப்பம்) ஆகியவற்றை நுட்பமாகக் கணக்கிடலாம்.

உருகுநிலையிலும் கிளாசியஸ்-கிளேப்ரான் சமன்பாடு பயன்படுத்தத்தக்கது.

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L_{\text{உரு.}}}{(V_{\text{நீ}} - V_{\text{தி}}) \times T}$$

இங்கு V திண்மம் புறக்கணிக்கத்தக்கதன்று.

பொதுவாக, V நீர்மம் V திண்மத்தை விடக் கூடுதலானது. நீர், அச்சு உலோகம் போன்ற ஓரிரு பொருள்களில் நீர்மநிலைப் பருமன் திண்மநிலைப் பருமனைவிடக் குறைவாகவுள்ளது. இதன் விளைவாகத்தான் பனிக்கட்டி நீரின் மீது மிதக்கிறது. இத்த

கைய சமநிலையில் அழுத்தத்தைக் கூடுதலாக்குவதால் உருகுநிலை குறையும். நீர்-பனிக்கட்டி-நீராவி என்னும் அமைப்பின் நிலைமை வரைபடம் (phase-diagram) இவ்வுண்மையைப் புலப்படுத்துகிறது.

தொடக்கத்தில் மாறாப் பருமனில் நிகழும் வினைகளுக்காக ஏற்படுத்தப்பட்ட சமன்பாடு வாண்ட் ஹாஃப் சமன்பாடு எனப்படும். இதன் வடிவங்களுள் ஒன்று:

$$\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

இச் சமன்பாடு கிளாசியஸ்-கிளேப்ரான் சமன்பாட்டின் அமைப்பைக் கொண்டிருப்பது தெளிவு. அழுத்தத்திற்குப் பதிலாகச் சமநிலை மாறிலியைப் (மாறா அழுத்தத்தில் சமநிலை மாறிலி) பதிலீடு செய்து பெறப்பட்ட சமன்பாடான வாண்ட் ஹாஃப் சமன்பாடு

$$CaCO_3 \text{ (திண்மம்)} \rightleftharpoons CaO \text{ (திண்மம்)} + CO_2 \text{(வ)}$$

என்பது பல படித்தான வினைகளில் கிளாசியஸ் கிளேப்ரான் சமன்பாட்டுடன் ஒன்றிவிடுகிறது. ஏனெனில், இச்சமநிலையின்

$K_b = CO_2$ இன் (பகுதி) அழுத்தம்.

கொதி நிலை உயர்வு (elevation of boiling point) உறைநிலைக் குறைப்பு (depression of freezing point) ஆகிய தொகைசார் பண்புகளுக்கும் (colligative properties) கரைசலிலுள்ள கரைபொருளின் மூலக் கூறு எடைக்கும் உள்ள தொடர்பை வருவிப்பதற்குக் கிளாசியஸ்-கிளேப்ரான் சமன்பாடு பயனாகும்.

-மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிளாஸ்ட்ரிடியம்

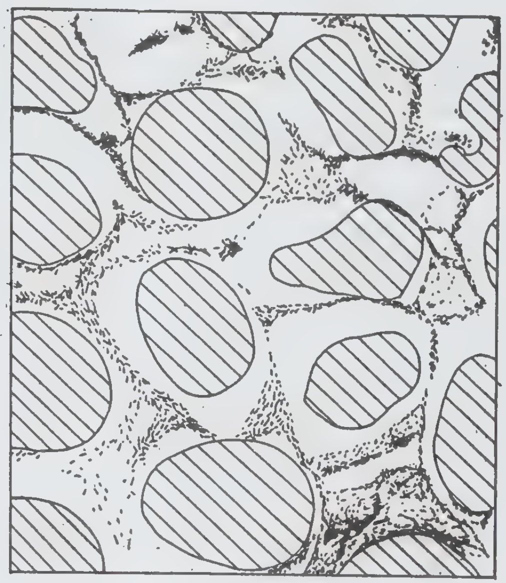
இவை காற்றிலாச் (anaerobic) சூழலில் வாழும் குச்சிபோன்ற வடிவமுடைய பாக்ட்டீரியாக்கள் ஆகும். பெரும்பாலும் விலங்கு, மனிதர்களின் குடல் களில் இவை நுண்முட்டைகளை உண்டாக்கும். கொடிய நோய்களை ஏற்படுத்தவல்ல இப்பாக்டீரி யாக்களில்

கிளாஸ்ட்ரிடியம் டெட்டனி (*Clostridium tetani*)

கிளாஸ்ட்ரியம் பொட்டுலினம் (*C. botulinum*)

உணவழுகலை ஏற்படுத்தும் கிளாஸ்ட்ரிடியம் (*C. welchii*)

ஏன்பவை முக்கியமானவை. பெரும்பாலான கிளாஸ்ட்ரிடியப் பாக்டீரியாக்களின் நுண்முட்டை கள் பாக்ட்டீரியாக்களின் நடுவில் அமைந்துள்ளன. கிளாஸ்ட்ரிடியம் டெட்டனியில் மட்டும் நுண் முட்டைகள் பாக்ட்டீரியாக்களின் ஒரு முனையில் அமைந்துள்ளமையால், நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும் போது இவை பறை அடிக்கும் குச்சி போன்று காட்சி யளிக்கின்றன.



நுண்ணோக்கியில் கிளாஸ்ட்ரிடியம் டெட்டனியின் தோற்றம்

பெரும்பாலான கிளாஸ்ரிடியப் பாக்ட்டீரியாக்கள் அசையும் தன்மையுடையவை. மேலும் இவற்றிற்கு நுண் செதில்களும் உள்ளன.

கிளாஸ்ட்ரிடியம் டெட்டனி. இவை ரணஜன்னி அல்லது இசிவு நோய் (tetanus) எனும் கொடிய நோயை ஏற்படுத்தக்கூடும். உடலில் காயங் கள் ஏற்படும் போது, காயத்தினூடே இப் பாக்டீரியாக்கள் நுழைந்து இந்நோயை ஏற்படுத்து கின்றன. இந்நோய், இப்பாக்டீரியாக்கள் தோற்று விக்கும் பிற நஞ்சினால் ஏற்படுகிறது. இந்நோயில் இயங்கு தசைகள் இறுக்கமடைய வலிப்பு ஏற்படக் கூடும். இதனால் மூச்சுமுட்டி இறக்க நேரிடும். இந்நோய்த்தொற்று ஏற்பட்டவர்களில் ஏறத்தாழ 50 சதவீதத்தினர் மரணம் அடைகின்றனர். இந் நோய்க்குத் தகுந்த மருத்துவம் இல்லையாதலால்,

நோய் வாராமல் தடுப்பது மிகவும் முக்கியமான தாகும். டெட்டனஸ் டாக்ஸாய்டு (tetanus toxoid) என்னும் தடுப்பூசி மருந்து இந்நோயில் பயன்படு கிறது.

கிளாஸ்ட்ரிடியம் பொட்டுலினம். இப்பாக்டீரி யாக்கள் பெரும்பாலும் கண்ணாடிக் குடுவை, தகரக் குப்பிகளில் அடைக்கப்பட்ட உணவுப்பொருள் களில் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய உணவுப் பொருள்களைச் சரியாகச் சமைக்காமல் உட் கொண்டால், உணவு நஞ்சு ஏற்படக்கூடும்; இதன் விளைவாக மரணமும் ஏற்படக்கூடும். காற்றழு குலும் ஏற்படும்.

கிளாஸ்ட்ரிடியா. பிற பாக்டீரிய நோய்த் தொற்று களால் ஏற்பட்ட காயங்களில் இப்பாக்டீரியாக்கள் நுழைந்து, திசுக்களில் உள்ள மாவுப் பொருள்களை நொதிக்கச் செய்து காற்றை வெளியிடுகின்றன. அப்போது காயங்களிலிருந்து கெடு நாற்றத்துடன் கூடிய அழுகிய திசுக்கள் வெளிப்படுகின்றன. இந்நோய்க்கு மருத்துவமாகக் காயங்களில் உள்ள அழுகிய திசுக்களை வெட்டி அகற்ற வேண்டும். பெனிசிலின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகளை உடலில் செலுத்த வேண்டும்.

கிளாஸ்ட்ரிடியம் பொட்டுலினத்தைச் சார்ந்த பாக்டீரியாக்களில் முக்கியமானது கிளாஸ்ட்ரிடியம் வெல்ச்சை ஆகும். இதுவே பெரும்பாலும் மேற்கூறிய காற்றழுகல் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. உணவு நச்சையும் இது ஏற்படுத்தக்கூடும்.

- கு. சிவஞானம்

நூலோதி: Michael J. Pelczar, Jr. Roger D. Reid, E. C. S. Chan., *Microbiology*, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd, New Delhi.

கிளி

அனைத்து உயிரினங்களிலும் மனிதர்களைப்போல் பேசத் திறனுடையவை கிளி, மைனா ஆகிய இரு பறவைகள் மட்டுமே. அவற்றில் மைனா, பறவை களுக்குத்தான் மனிதனைப் போன்ற குரல் வளம் உண்டு. அமைதியான காட்டிற்குள்ளே சென்றுவிட் டால் பலவகைப் பறவைகளின் ஒலிகளைக் கேட்க லாம். ஆஸ்திரேலியக் காடுகளிலே வாழும் கூக்கபுர்ரா எனும் பறவை மனிதர்களைப் போலவே சிரிப்பொலி எழுப்பும் எனக் கூறுவர்.

வகை. முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளில் பறவை கள் வகுப்பில் சிட்டாசிஃபார்மிஸ் (psittaciformis) என்னும் வரிசையைச் சார்ந்த இவ்வகைப் பறவைகள் உலகின் வெப்ப மித வெப்பக் காடுகளில் மிகுதியாக வாழ்கின்றன. குறிப்பாக ஆஸ்திரேலியா கண்டத் திலும், தென் அமெரிக்க அமேசான் பள்ளத்தாக்கு களிலும், இந்தியாவிலும் மிகுதியான அளவில் வாழ் கின்றன. கிளிகளின் குடும்பம் ஏறத்தாழ முந்நூற் றுக்கும் மேற்பட்ட இனங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றில் 107 வகை மட்டுமே கிளிகள் எனச் சிறப் பாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

கிளிகளில் பல வகைகளும் வண்ணங்களும் உள்ளன. இவை பெரும்பாலும் பச்சை வண்ணத் திலும், நீலம் கலந்த இந்திர வண்ணத்திலும் காணப் படுகின்றன. சில கிளிகள் வெள்ளை, பழுப்பு, கறுப்பு, சிவப்பு ஆகிய நிறங்களிலும் இருக்கும். உலகில் காணப்படும் கிளிகளில் சில வகைகள் பாராகீட்டுகள் என்றும், சில காகட்டுகள் என்றும் கூறப்படுகின்றன. இந்தியாவில் நான்கு வகையான கிளிகள் உள்ளன.

வீட்டுத் தோட்டங்களிலும் அடர்த்தியான மரங் கள் நிறைந்த பூங்கா போன்ற இடங்களிலும் காணப் படும் கிளிகள் ஏறத்தாழ 20-25 செ. மீ. நீளத் தையும், பளபளக்கும் பச்சை நிற இறகுகளையும், சிவப்பு நிற வளைந்த பெரிய அலகுகளையும், அழ கான பெரிய வட்ட வடிவக் கண்களையும் உடை யவை. நீண்ட வால் சிறகுகள், தோகையைப் போல் அமைந்திருக்கும். கழுத்து, தலை முதலிய பகுதிகளில் சிவப்பு நிறத் திட்டுகள் காணப்படும். மூக்குத் துளை களிலிருந்து கண் வரை மெல்லிய கரிய கோடுகள் போன்ற அமைப்புக் காணப்படும். ஆண் கிளிகளுக் கும் பெண் கிளிகளுக்கும் பெரும் வேறுபாடு இல்லா விட்டாலும் முதிர்ந்த ஆண் கிளிகளின் கீழ்க் கழுத்துப் பகுதியில் வளையம் போன்ற அமைப்புத் தெளிவாகக் காணப்படும். இவ்வகைக் கிளிகள் சிவப்பு வளையப் பாராகீட்டுகள் எனப்படும்.

இரண்டாம் வகைக் கிளிகள், மலர்ந்த தலைப் பாராகீட்டுகள் (blossom headed parakeets) ஆகும். இதன் தலைப்பகுதி நீலம் கலந்த சிவப்பு வண்ணத் திலும், அலகு ஆரஞ்சு வண்ணத்திலும், கழுத்து நீல வண்ணத்திலும் இருக்கும். இறக்கைகள் மெரூன் வண்ணத் திட்டுகளைப் பெற்றுள்ள தோற்றம் மிகவும் அழகாக இருக்கும். உடலின் மேல்பரப்பில் உள்ள இறகுகள் மஞ்சள் கலந்த பச்சை வண்ணத்துடன் இருக்கும். பெண் கிளிகளில் தோள் பட்டைப் பகுதி களில் சிவப்பு வண்ணம் இருப்பதில்லை. மாறாகக் கழுத்துப் பகுதியில் அடர் மஞ்சள் இறகுகள் வளை யம் போல் அமைந்திருக்கும். சிறகுகளில் காணப்படும் இறகுகள் சிவப்பு வண்ணத்திலும், பச்சை வண்ணத் திலும் இருக்கும். வால் பகுதியில் இரண்டு நீண்ட இறகுகள் நீல வண்ணத்திலும் இறகுகளின் முடிவு வெள்ளை நிறத்திலும் இருக்கும். இந்தியக் கிளிகளி லேயே இனிய குரலும், விரைவாகப் பறக்குந் திறனும் உடையவை இவை.

மூன்றாம் வகையான கிளிகள் அலெக்ஸாண்ட்ரைன் பாராகீட்டுகள் (*Alexandrine parakeets*) எனப்படும். இந்தியாவில் காணப்படும் கிளிகளில் மிகவும் பெரியவை இவை. ஏறத்தாழ 48 செ. மீ. நீளம் இருக்கும். இவற்றின் தோள்பட்டையில் சிவப்பு வண்ணத் திட்டுகள் காணப்படும். கிளிகள் கூட்டமாகப் பறக்கும் தன்மை உள்ளவை. மற்ற வகைக் கிளிகளை விட இவற்றிற்கு அறிவுக் கூர்மை குறைவு.

இந்தியாவில் காணப்படும் மிகச் சிறிய கிளிகள் அடுத்த வகையைச் சார்ந்தவை. இவற்றிற்கு லோரிகீட்டுகள் என்று பெயர். புற்களின் பசுமையைக் கொண்டிருக்கும் இவை சிட்டுக் குருவியின் அளவே இருக்கும். பொதுவாக அனைத்து வகையான கிளிகளின் பழக்க வழக்கங்களும் ஒரே தொடர்புடையனவாக இருக்கும். கூட்டு வாழ்க்கையை மேற்கொள்ளும் இவை மிகு தொலைவு அதி வேகமாகப் பறக்கும் தன்மை உடையவை. ஆனால் வலசை போவதில்லை.

உடலமைப்பு. கிளிகள் பொதுவாக உருண்டையான தலையையும், குறுகிய கழுத்தையும், உடல் முழுதும் அடர்த்தியான இறகுகளையும், வால் பகுதியில் நீண்ட இறகுகளையும் கொண்டுள்ளன. இவ்வகை உடலமைப்பு, காற்றை எதிர்த்துப் பறப்பதற்குத் தகுந்தவாறு உள்ளது. பின்புறமாக இரண்டும், முன்பக்கமாக இரண்டும் ஆக நான்கு விரல்களைக் கொண்டுள்ள கால்கள் கிளைகளை அழுத்தமாகப் பற்றிக் கொள்ளும். கிளிகள் உணவுப் பொருள்களைக் கால் விரல்களில் பிடித்துக் கொண்டு வாயருகே எடுத்துச் சென்று அலகுகளால் கடித்து உண்பது மிக அழகான காட்சியாகும். மரக்கிளைகளில் ஏறும் போதும் கூண்டின் வலைகளில் ஏறும் போதும் அலகு மூன்றாம் காலாகப் பயன்படும். மரக்கிளைகளில் தலைகீழாகத் தொங்கிக் கொண்டு காய்களை உண்ணும் திறம் இவற்றிற்கு உண்டு.

பெரிய மரங்களில் இயற்கையாக அமைந்துள்ள பொந்துகளில் இவற்றின் வாழுமிடங்களும் வாழ்க்கை முறையும் அமைகின்றன. இவை பிற பறவைகளைப் போல் கூடுகளை அமைத்துக் கொள்வதில்லை. சில கிளிகள் பாழடைந்த வீடுகளில் உள்ள பொந்துகளிலும், வேறு சில சிதைந்து போன கறையான் புற்றுகளிலும் வாழ்கின்றன. அகப்போரின்ஸ் என்னும் வகையைச் சேர்ந்த ஆஃப்ரிக்க கிளிகள் புல், இலைத் துண்டு போன்றவற்றைக் கொண்டு கூடுகளை அமைத்துக் கொள்கின்றன.

ஆண், பெண் கிளிகள், பறக்கும் திறன் உள்ள சேய்க் கிளிகள் அனைத்தும் கூட்டம் கூட்டமாக உணவைத் தேடி நீண்ட தொலைவு பறந்து செல்கின்றன. அவ்வாறு செல்லும்போது இவை ‘கீச் ... கீச் ... என்று ஓயாமல் ஒலி எழுப்பியவாறே பறக்கின்றன. கிளிகள் பெரும்பாலும் பழங்களையும் கொட்டைகளையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. இருப்பினும் வயல்களில் செழிப்பான முதிர்ந்த கதிர்களைக் கண்டால் ஆர்வத்தோடும் விரைவாகவும் பறந்து சென்று தானியக் கதிர்களைத் தின்றுவிடுகின்றன. இதனால் உழவர்கள் கிளிகளை எதிரிகளாகவே கருதி அவற்றை ஒழிக்க முயல்கின்றனர்.

சிலவகைக் கிளிகள் புலால் உண்ணிகளாகவும், பூச்சி உண்ணிகளாகவும், பூக்களில் உள்ள தேனைக்

சொட்டு மருந்து போல் பாலூட்டியும் வளர்த்தல்

குடிப்பனவாகவும் உள்ளன. வீடுகளில் வளரும் கிளிகளுக்கும் கொய்யாப் பழங்களையும், தக்காளி, கொத்தவரை போன்ற காய்கறிகளையும் வேர்க் கடலை, முந்திரிக் கொட்டைகளையும், நெல், சோளம் போன்ற தானியங்களையும் உணவாகத் தருவர். சிவப்பு மிளகாய்ப் பழத்தைக் கொடுப்பதும் உண்டு. இது அவற்றின் குரலைச் செம்மையாக்கு வதாகக் கருதப்படுகிறது.

வளர்ச்சி. கிளிகள், இனத்திற்கேற்ப 2-8 முட்டை களை இடும். தாம் வாழும் மரப்பொந்துகளில் இம் முட்டைகளை இட்டு அடைகாக்கின்றன. சிலவகைக் கிளிகள் ஆற்றங்கரையோரத்திலும், பாழடைந்த வீடுகளிலும் உள்ள பொந்துகளில் முட்டையிடு கின்றன. தென்னிந்தியக் கிளிகளுக்கு ஜனவரி பிப்ரவரி மாதங்களும் வட இந்தியக் கிளிகளுக்கு மார்ச் - மே மாதங்களும் முட்டை இடும் பருவ மாகும்.

இந்த முட்டைகள் வெளிர் நிறத்தில் பளபளப் பும், வழுவழுப்பும் உடைய ஓடுகளைக் கொண்டவை. முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள் சிறகுகளே இல்லாமல் பார்ப்பதற்கு அருவெறுப்பாக, தோல் முட்டை போல் காணப்படும். சிவப்பு நிறத்திலுள்ள வளைந்த பெரிய அலகின் உருவத்தைக் கொண்டே இவற்றைக் கிளிக் குஞ்சுகள் எனக் கருதலாம். குஞ்சுகளைத் தாய்ப் பறவைகள் தம் வயிற்றிலிருந்து வெளிக்கொணரும் உணவை ஊட்டி வளர்க்கின்றன. சொட்டு மருந்து போல் பாலூட்டியும் இதை வளர்க்க முடியும் என்பர். குஞ்சுகள் வளர வளர உடலின் மேல் பக்கத்தில் பச்சை நிறச் சிறகுகள் தோன்றத் தொடங்கும். 40-50 நாளுக்குள் எல்லாச் சிறகுகளும் வளர்ந்து கிளியின் முழு வடிவம் தோன்றும். ஏறத் தாழ 2 மாதத்தில் அவை பறக்கக் கூடிய நிலையை யும் அடைகின்றன.

- ந. இதயகுமார்
- மு. இராஜேந்திரன்

நூலோதி: Salim Ali and S.Dillon Ripley, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan*, Compact Edition, Oxford University press, New Delhi, 1983.

கிளிசரால்

இது மூன்று ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளைக் கொண்ட ஆல்கஹால் ஆகும். இது புரோப்பேன் 1, 2, 3-ட்ரை ஆல் என்றும் குறிப்பிடப்படும். இதன் கொதிநிலை 290°C. கிளிசரால் (glycerol) இயற்கை மற்றும் விலங்கின எண்ணெய்களிலும் கொழுப்புகளிலும் கிளி சரைல் எஸ்ட்டர்களாக உள்ளது.

தயாரிப்பு. கிளிசரால், சோப்புத் தயாரிப்பில் முக்கிய துணைப் பொருளாகக் கிடைக் கிறது. தொகுப்பு முறையில் இதைக் கீழ்க்காணுமாறு தயாரிக்கலாம்.

$$CH_3CHCH_2 \xrightarrow[480-500^{\circ}C]{Cl_2} ClCH_2CH = CH_2$$

$$\xrightarrow[150^{\circ}C,\ 12\ \text{வ.ம.அ.}]{\text{நீரிய } Na_2CO_3} \underset{\text{அல்லைல் ஆல்கஹால்}}{HOCH_2CHCH_2} \xrightarrow{HOCl}$$

$$\underset{\text{(கிளிசரால்-}\beta\text{-மோனோ குளோரோ ஹைட்ரின்)}}{HOCH_2CH\,Cl\,CH_2OH} \xrightarrow{NaOH} \underset{\text{கிளிசரால்}}{HOCH_2CHOHCH_2OH}$$

கிளிசரின் முதன் முதலாக 1779 இல் கார்ல் டபிள்யூ ஷீல் என்பாரால் ஆலிவ் எண்ணெயை லித்தார்ஜீடன் (PbO_2) சேர்த்து வெப்பப்படுத்திப் பெறப்பட்டது. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பின்னரும் கிளிசரால் பெரும்பாலும் சோப் தயாரிக்கும் போது கிடைக்கும் துணைப் பொருளாகவோ கொழுப்பு, எண்ணெய் ஆகியவற்றை நீராற்பகுத்தோ பெறப்பட்டது. ஆனால் தற்போது கிளிசரால் தொகுப்பு முறையில் புரோப்பீனிலிருந்து மூன்று வழி களில் தயாரிக்கப்படுகிறது. முதல் வகையில் புரோப் பிலீன் அல்லைல் குளோரைடாகப் மாற்றப்பட்டுப் பின்னர் அது நீர்மக் குளோரினுடன் வினைப்படுத்தப் படுகிறது. அப்போது டைகுளோ ஹைட்ரின்களை நீராற் பகுக்கும்போது கிளிசரின் கிடைக்கிறது. மற்றொரு முறையில் புரோப்பிலீன் அக்ரோலினாக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. அக் ரோலின் ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு, நீர், ஹைட் ரஜன் ஆகியவற்றோடு ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வினை புரிவதால் கிளிசரின் கிடைக்கிறது. மூன்றாம் வழியில் புரோப்பிலீன் நீர்த்த குளோரினுடன் வினைப்பட்டு, புரோப்பிலீன் ஆக்சைடு கிடைக்கிறது. இது அல்லைல் ஆல்கஹாலாக மாற்றாக்கல் ((isomerisation) செய்யப் பட்டு பெர்அசெட்டிக் அமிலம், நீர் போன்றவற்று டன் வினை புரிந்து கிளிசரினைக் கொடுக்கிறது.

பண்புகள். தூய்மையான நிலையில் கிளிசரின் நிறமற்ற, மணமற்ற, இனிய சுவையும் பாகுத் தன்மையும் கொண்ட நீர்மம். இது நீர், ஆல்க ஹால் ஆகியவற்றில் முழுதுமாகக் கரைகிறது. ஆனால் பொதுவான கரைப்பான்களான ஈதர், எத்தில் அசெட்டேட், டையாக்சேன் போன்ற வற்றில் குறைவாகவே கரைகிறது. இது ஹைட்ரோ கார்பன்களில் கரைவதில்லை. வளிமண்டல அழுத் தத்தில் இதன் கொதிநிலை 290°C; உருகுநிலை 17.9°C; இதன் தன்வெப்பம் 25°C இல் 1.262.

வேதிப்பண்புகள். கிளிசரால் ஓர் ஈரிணைய, இரு

ஓரிணைய ஆல்கஹால் தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. எனவே அவற்றிற்கான வேதிப்பண்புகளை இது கொண்டுள்ளது. கிளிசரினிலுள்ள கார்பன் அணுக்கள் கீழ்க்காணுமாறு சுட்டிக் காட்டப்படுகின்றன.

$$\alpha \quad \beta \quad \alpha' \text{ அல்லது?}$$
$$H_2COHCHOHCH_2OH$$

கிளிசராலைச் சோடியத்துடன் வினைப்படுத்தும் போது அதிலுள்ள ஒரு α-ஹைட்ராக்சில் தொகுதி எளிதில் தாக்கப்படுகிறது. β-ஹைட்ராக்சில் தொகுதி தாக்கப்படுவதில்லை.

$$HOCH_2CHOHCH_2OH \xrightarrow{Na} NaOCH_2CHOHCH_2OH$$
$$\xrightarrow{Na} NaOCHOHCH_2ONa$$

ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமத்தைக் கிளிசராலில் 110°C இல் செலுத்தும்போது α, β கிளிசரால் மோனோகுளோரோஹைட்ரின் உண்டாகிறது. இதில் α-ஹைட்ரின் 66% உள்ளது.

$$HOCH_2CHOHCH_2OH \xrightarrow{HCl} ClCH_2CHOHCH_2OH$$
$$+ HOCH_2CHCl\,CH_2OH \xrightarrow{HCl}$$
$$ClCH_2CHOHCH_2Cl + Cl\,CH_2CHClCH_2OH$$

α அல்லது β டைகுளோரோஹைட்ரினோ கிளிசராலோ பாஸ்ஃபரஸ் பென்ட்டா குளோரைடுடன் வினைப்படும்போது கிளிசரால் ட்ரைகுளோரோஹைட்ரின் (1, 2, 3 - ட்ரைகுளோரோபுரோப்பேன்) உண்டாகிறது.

கிளிசரால் α,α' - ட்ரைகுளோரோஹைட்ரின் ஈதர் கரைசலில் கரைந்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலுடன் வினைப்படும்போது, எப்பிகுளோரோஹைட்ரின் (3 - குளோரோ - 1, 2 - எப்பாக்சி புரோப்பேன்) விளைகிறது. இது எப்பாக்சி ரெசின்கள், நெகிழி ஆக்கிகள் (plasticizers) தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

நைட்ரோகிளிசரின். கிளிசராலை மெல்லிய நூலிழைபோல் நன்கு குளிர்விக்கப்பட்ட அடர் நைட்ரிக், சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் கலந்த கலவையில் செலுத்தும்போது ஹைட்ரோகிளிசரின் கிடைக்கிறது.

$$\begin{matrix} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{matrix} + 3HNO_3 \rightarrow \begin{matrix} CH_2ONO_2 \\ | \\ CHONO_2 \\ | \\ CH_2ONO_2 \end{matrix} + 3\,H_2O$$

நைட்ரோகிளிசரின் ஓர் எஸ்ட்டராகும். இது நைட்ரோ சேர்மம் அன்று. இது நிறமற்ற, எண்ணெய் போன்ற, நீரில் கரையாத, நச்சுத் தன்மை கொண்ட நீர்மம். பொதுவாக இதை லேசாகச் சூடுபடுத்தும் போது மெதுவாக எரிகிறது. ஆனால் உயர் வெப்பத்தில் இது அதிரடியுடன் வெடிக்கிறது. 1867 இல் நோபல் என்னும் அறிவியலார் ஹைட்ரோகிளிசரினைக் கீசில்கர்களில் உறிஞ்சி நிலைப்படுத்த முடியும் என்று கண்டறிந்தார். இதுவே டைனமைட் ஆகும். தற்காலத்தில் கீசில்கர்களுக்குப் பதில் மரக்கூழ் பயன்படுகிறது. இதனுடன் அம்மோனியம் ஹைட்ரேட் சேர்க்கப்படுகிறது. புகை குறைந்த பொடியான கார்டைட், நைட்ரோ கிளிசரின் - செல்லுலோஸ் நைட்ரேட் - வாசலின் கலந்த கலவையே ஆகும்.

பயன்கள். கிளிசரின் பொதுவாக அனைத்துத் தொழிலகங்களிலும் பயன்படுகிறது. தாலிக் அமிலம் போன்ற இரு கார அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டு விளையும் அல்க்கிட் ரெசின்கள் வண்ணப்பூச்சுகளில் பயன்படுகின்றன.

- த. தெய்வீகன்

கிளிஞ்சல் கொத்தி

ஹெமட்டோபோடிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கிளிஞ்சல் கொத்திப் பறவைகள் ஆழமற்ற நீர்ப் பகுதிகளில் அலைந்து திரிவன; இப்பறவைகளின் முதுகுப்புறம் கறுப்பு நிறமாகவும் வயிற்றுப்புறம் வெள்ளை நிறமாகவும் இருக்கும். கால்கள் இளஞ்சிவப்பு நிறமாகவும், தட்டையான அலகு ஆரஞ்சு நிறமாகவும், வால் வட்ட வடிவமாகவும் காணப்படும். குஞ்சுப்

பருவத்தில் இவை வெளிர் நிறமாகவும், பின்னரே கறுப்பு நிறமாகவும் மாறுகின்றன. மேலும் இவற்றின் நிற வேறுபாடுகள் பால் வேறுபாட்டையும் பருவ காலத்தின் வேறுபாட்டையும் சார்ந்திருக்கும்.

இவை கழிமுகப் பகுதிகளிலும், காயல்களிலும், கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் காணப்படும். வேகமாக ஓடவும் பறக்கவும் கூடிய இவை தேவையேற்படின் நன்றாக நீந்தவும் செய்கின்றன. பகல் நேரத்தில் உணவு தேடும் இவை ஓத ஏற்றத்தின்போது கடற்கரையை அடுத்த பாறைகளிலும் மணல் மேடுகளிலும் கூட்டமாக அமர்ந்திருக்கும். கடற்கரையில் காணப்படும் நத்தை, கிளிஞ்சல், புழு, பூச்சி வகைகளை உணவாகக் கொள்கின்றன.

இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடாத காலங்களில் இவை பெருங்கூட்டமாகச் சேர்ந்து காணப்படும். கூடுகளைத் தரையிலுள்ள சிறிய பள்ளங்களில் அமைக்கின்றன. சூழ்நிலையின் நிறத்தையே எதிரொளிப்பது போல் அமைந்த அல்லது கறுப்பு நிறப்புள்ளிகளுடைய இரண்டு அல்லது நான்கு முட்டைகளை ஒரே சமயத்தில் இடுகின்றன. ஆண், பெண் இரண்டுமே அடைகாக்கும் பணியைச் செய்கின்றன. பொரிக்கப்பட்ட குஞ்சுகள் ஏறத்தாழ ஒரு வாரத்திற்கு அவற்றின் பெற்றோர்களால் உணவூட்டப்படுகின்றன. குளிர் காலத்தில் இந்திய நாட்டுக் கடற்கரைக்கு வலசை வரும் இப்பறவைகளைத் தென்னிந்தியக் கடற்கரைகளில் பரவலாகக் காணலாம்.

- ம.அ. மோகன்

கிளி மீன்கள்

கடலில் வாழ்கின்ற பலவகை மீனினங்களில் ஒன்று கிளிமீன் அல்லது தத்தை மீன் எனப்படும். இம்மீன் பெர்சிபார்ம்ஸ் என்னும் வரிசையையும், ஸ்கேரிடே குடும்பத்தையும் சார்ந்துள்ளது. இக்குடும்பம் 7 பேரினங்களையும், 60-80 இனங்களையும் கொண்டுள்ளது. இருப்பினும் இந்தியாவில் ஸ்கேரஸ், ஹிப்போஸ்கேரஸ், லெப்டோஸ்கேரஸ், கலோடோமஸ் என்னும் 4 பேரினங்களைச் சார்ந்த மீன்களே கிடைக்கின்றன. இம்மீன்கள் மேற்கு இந்தியப் பெருங்கடலிலும், இலங்கை - தென்கிழக்கிந்தியக் கடல் பகுதிகளிலும் பரவி இருக்கின்றன. மண்டபத்திலும் மன்னார் வளைகுடாவிலும் இம்மீன்கள் பெருமளவில் கிடைக்கின்றன. கருங்கடல், பெர்சியன் வளைகுடாப் பகுதிகளில் இம்மீன்கள் காணப்படவில்லை எனத் தெரிகிறது.

கிளிமீன்களின் நிலையான வாழ்விடம் முருகைப் பாறை (reefs) ஆகும். பகலில் இம்மீன்கள் சிறு கூட்டமாகப் பாறையின் மீது உலாவிக்கொண்டும், இரவு நேரத்தில் பாறைப் புதர்களில், மறைவிடங்களில் மறைந்துகொண்டும் வாழ்கின்றன. சில மீன்கள் இரவு நேரங்களில் எதிரிகளிடமிருந்து தப்புவதற்காகப் பசை போன்ற பொருளை உமிழ்ந்து உறைபோல் அமைத்துக்கொண்டு அதனுள் வாழ்கின்றன.

உருவ அமைப்பு. சற்றுப் பருத்த உடலைக் கொண்ட இம்மீனின் புறப்பகுதி முழுதும் சைக்ளாய்டு

எனும் செதிலுடன் காணப்படும். செவுள் செதில்கள் சற்றுப் பெரியவை. வரிக்கோடு தொடர்ச்சியற்றும், முதுகுத்துடுப்பின் இறுதி அடிப்பகுதியின் கீழ் 22 - 24 எண்ணிக்கையிலான செதில்கள் பெற்றும் காணப் படும். வெளிப்பக்கம் நீளும் தன்மையற்ற சிறு வாய்ப்பகுதி, இணைந்த தாடை, தாடையின் தட்டுப் பற்கள் ஆகிய அனைத்தும் ஒன்று சேர்ந்து பறவையின் அலகு போன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ள மையால் இம்மீன்கள் கிளிமீன்கள் எனச் சிறப்புப் பெயர் பெறுகின்றன. சில மீன்களின் பின் தாடைப் பகுதியில் கூரிய பற்கள் உள்ளன.

இம்மீன்கள் முருகைப் பாறையின் மீது இருக்கும் பாசிகளைத் தம் அலகு போன்ற பற்களால் பற்றும். தொண்டைப் பகுதியில் உள்ள மென்மையான எலும்புப் பற்களால் உணவுப் பொருளை நன்றாக அரைத்து வயிற்றுக்குள் செலுத்தும். ஒரே நீண்ட முதுகுத்துடுப்பு 9 முள்களையும், தொடர்ந்தாற்போல் 10 அல்லது 11 மென்மையான கதிர்களையும் கொண்டுள்ளது. மார்புத் துடுப்பில் 13-16 வரை கதிர்களும், இடுப்புத் துடுப்பில் 1-5 வரை கதிர்களும், மலப்புழைத் துடுப்பில் 3 முள்களும் 9 கதிர்களும், வால்துடுப்பில் 11 கதிர்களும் உள்ளன.

கிளி மீன்கள் நிறம் மாறும் இயல்பு கொண்டவை என்பதைச் சுல்ச், ராண்டல், சோட் ஆகிய வல்லுநர் கள் தெரிவித்துள்ளனர். நிலங்களின் அடிப்படையில் இம்மீன்களை இனம் பிரிப்பது இயல்வதன்று. இதற்கு இம்மீன்கள் பாலினத்திற்கேற்பவும், வளர்ச்சி நிலை களுக்கேற்பவும் நிலத்தில் மாற்றம் பெறுவதே காரணமாகும். சிறு மீன்கள் சாம்பல் நிற மாகவும், வளர்ச்சியின்போது பழுப்பாகவும், செம் பழுப்பாகவும், பசுமை நிறமாகவும் காணப்படு கின்றன. ராபர்ட்சன் மற்றும் வார்னர் ஆகியோர் கிளிமீன்கள் மூன்று நிலைகளில் நிறம் பெற்றுள்ளன எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். அவை இளநிலை, தொடக்க நிலை, இறுதி நிலை ஆகும். கிளிமீன்கள் பெரும்பாலும் ஈரின வளர்ச்சி முறையைப் பெற்றுள்ளன. பாலினம் மரபியல் நிலையிலேயே அறுதியிடப்படுகிறது. முதிர்ச்சி பெற்ற மீன்களில் பாலினம் மாறுவது நிகழும். அதாவது பெண்ணினம் ஆணினமாக மாறும் தன்மை பெற்றுள்ளது.

- வி. ராமையன்

கிளிஸ்ட்ரான்

இது ஒரு வெற்றிடமாக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான் கற்றைக் குழல். இதில் கற்றையிலுள்ள எலெக்ட் ரான்களுக்குத் தொடக்கத்தில் அளிக்கப்படுகிற ஒரு திசைவேகப் பண்பேற்றத்தின் விளைவாகக் கற்றை யில் ஓர் அடர்த்திப் பண்பேற்றம் உண்டாகிறது.

கிளிஸ்ட்ரான் (klystron) நுண்ணலைப் பகுதியில் (microwave region) ஒரு பெருக்கியாகவோ, அலை யியற்றியாகவோ பயன்படுகிறது. பெருக்கியாகச் செயல்படும்போது கிளிஸ்ட்ரான் எலெக்ட்ரான் கற்றை கடந்து செல்கிற ஓர் உள்ளிடு புழையில் (cavity) நுண்ணலை ஆற்றலை ஏற்கிறது. இந்த நுண்ணலை ஆற்றல் கற்றையிலுள்ள எலெக்ட்ரான் களின் திசைவேகங்களைப் பண்பேற்றம் (modulation) செய்கிறது. அதன் பிறகு கற்றை, ஒரு நகர்வு வெளியை (drift space) அடைகிறது. இங்கு மிகு வேகமுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் குறைந்த வேகமுள்ள வற்றை முந்திச் சென்று குவியல்களாகத் திரள் கின்றன. இவ்வாறு தொடக்கக் கற்றையிலிருந்த சீரான மின்னோட்ட அடர்த்தி திசைமாறு மின்னோட்டமாக மாற்றப்படுகிறது. குவியலாக்கப் பட்ட கற்றை அதில் உள்ள திசை மாறு மின்னோட்ட ஆக்கக் கூறுடன் வெளியேறு புழையைக் கடந்து வரும் போது அதிலுள்ள திசைமாறு மின்னோட்ட ஆற்றல், வெளியேறு புழைக்கு மாற்றப்படும்.

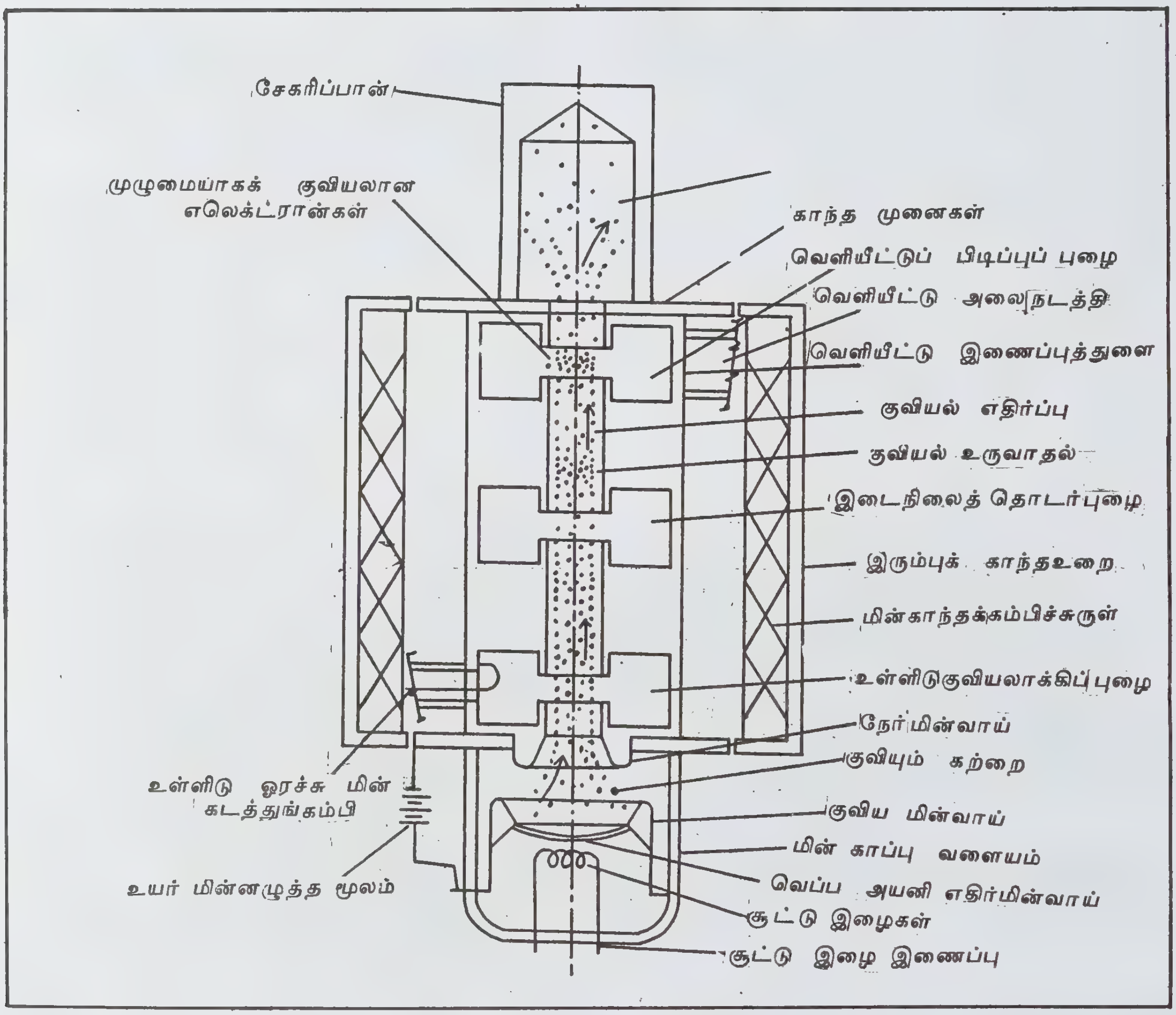
கிளிஸ்ட்ரான் பெருக்கி. பொதுவான ஒரு கிளிஸ்ட் ரானில் எலெக்ட்ரான் கூட்டம் குழிந்த வெப்ப அயனி எதிர்மின் முனையிலிருந்து (concave thermionic cathode) வெளிப்படுகிறது. அதை நேர்மின் முனை, எதிர்மின்முனை, குவிக்கும் மின்முனை ஆகிய வற்றுக்கிடையிலுள்ள குவிப்புநிலை மின்புலங்கள் ஒரு சிறிய உருளை வடிவக் கற்றையாகக் குவியப்படுத்து கின்றன. பிறகு கற்றை, நேர் மின்முனையிலுள்ள ஒரு துளை வழியாகச் சென்று அதன் அச்சுக்கு இணை யாக அமைந்த ஒரு காந்தப்புலத்திற்குள் நுழைகிறது. இந்தக் காந்தப்புலம் எலெக்ட்ரான்களுக்கு இடையி லான நிலை மின் விலக்க விசைகளைச் சமாளித்துக் கற்றையை ஒன்று கூட்டி வைக்கிறது. இல்லையேல் கற்றை விரைவாக விரிந்து விடும். பின்னர் எலெக்ட் ரான் கற்றை கிளிஸ்ட்ரானிலுள்ள புழைகளில் வரிசையாகப் புகுந்து வெளிப்பட்டுக் காந்தப் புலத்தை விட்டு வெளியேறி விரிவடைகிறது. இதை ஓர் உள்ளீடற்ற சேகரிப்பான் தடுத்து நிறுத்திவிடும். அங்கு எலெக்ட்ரான்களில் எஞ்சியுள்ள காந்த ஆற்றல் வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது.

மிகைப்படுத்த வேண்டிய குறிப்பலை, ஓரச்சுக் கடத்தியின் வழியாகக் கிளிஸ்ட்ரானின் முதல் புழைக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. அந்தப்புழை குவிய லாக்கி (buncher) எனப்படும். இந்த உள்ளீடற்ற உலோகப்புழை ஓர் ஒத்ததிர்வு மின்சுற்று ஆகும். இது தூண்டல் - மின்தேக்கி இணைப்பை ஒத்தது. இதில் மின்புலம் மறுநுழைவு மூக்குத் துளைகளில் பெரு மளவு செறிந்திருக்கும். இதன் காரணமாக அவற்றுக் கிடையில் மிக உயர்ந்த மின்னழுத்தங்கள் தோன்றும். இதில் வெளியிலுள்ள உலோகச் சுவர்களை ஒற்றைச் சுற்று மின் கடத்தியாகக் கருதலாம். அது சுற்றின் மின்தூண்டல் ஆகும்.

படம் 1 இல் உள்ளிடு மின்கடத்தியின் மையக் கடத்தியில் உள்ள மின்னோட்டம் புழைக்குள் உள்ள ஒரு கண்ணியின் வழியாக ஓடி மீண்டும் வெளிப்புற மின்கடத்தியை அடைகிறது. ஒரு மின்னழுத்த மாற்றியில் நிகழ்வதைப்போலவே, கண்ணியில் உண்டாக்கப்படுகிற காந்தப் பாயம் புழைத்தூண்டல் மூலமாகப் புழையின் ஒத்ததிர்வெண்ணுடன் இணைந்து கொள்கிறது. எலெக்ட்ரான் கற்றை கடந்து செல்கிற மறு நுழையும் பகுதிக்குக் குறுக்காக உள்ள மின்னழுத்தம் புழையின் வடிவமைப்பால் வளர்க்கப்பட்டு, உள்ளிடு கடத்தியில் உள்ளதைப் போல 10—100 மடங்கு வரை உயர்கிறது.

புழையில் மின்புலம் அமைந்துள்ள விதத்தையும் அது காலத்துடன் சுழல் தன்மையில் மாறுவதையும் படம்-2 காட்டுகிறது. புழையின் காந்தப்புலம் குவிந்துள்ள இடைவெளியின் மூலமாக எலெக்ட்ரான்கள் கடந்து செல்லும்போது ஆங்காங்கே உள்ள புலத்தின் திசையைப் பொறுத்து அவற்றின் வேகம் அதிகரிக்கவோ, குறையவோ செய்யும்.

இந்தத் திசை வேக மாற்றங்களைப் படம்-3 வரை கோடுகளாகக் காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு சாய்ந்த கோடும் ஓர் எலெக்ட்ரான் குவியலாக்கி இடைவெளியிலிருந்து பயணப்படும்போது மின் பாதைகளில் அளவிடப்படுகிற நேரத்தின் சார்



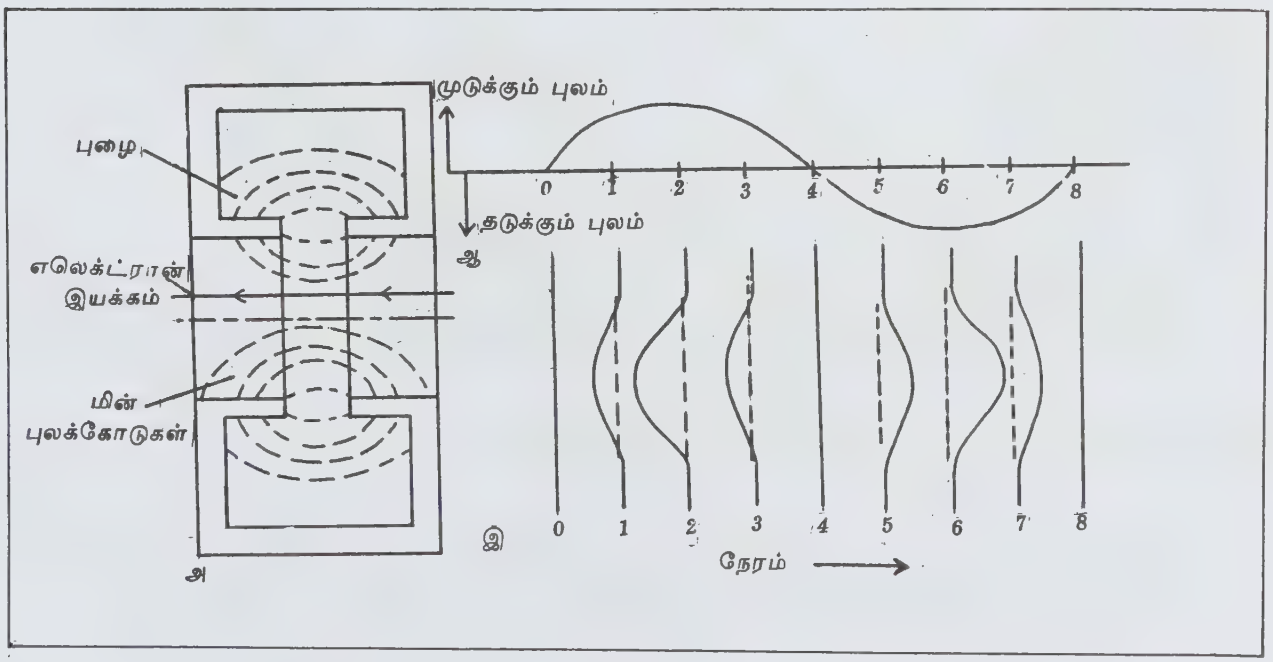
படம் 1

பெண்ணாக அந்த எலெக்ட்ரானின் பயணப்பாதை நீளத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. எனவே ஒரு கோட்டின் சரிவு அதற்கான எலெக்ட்ரானின் திசைவேகத் திற்குச் சமம். குவியலாக்கியிலிருந்து வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் திசைவேகங்கள் சைன் கோட்டு வடிவில் மாறும்படி ஆங்காங்கே உள்ள மின்புலங்கள் செய்கின்றன. கிடையான துண்டுக்கோடு குவியலாக் கிக்கு அப்பால் உள்ள ஒரு நிலையான புள்ளியைக் குறிப்பிடுகிறது. இந்தப் புள்ளியைக் கடந்து எலெக்ட் ரான்கள் பாய்வதை, எலெக்ட்ரான் பாதைகள் துண்டுக்கோட்டைக் கடந்து செல்கிற நேர வரிசைகள் அளிக்கின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் குவியல்களாகச் சேர்ந்த விதத்தைப் படம் 3 விளக்குகிறது. மின் னோட்டம் பாயும் வீதம் இப்போது நேரத்துடன் சீராகமாறுகிறது. இதன் காரணமாக மின்னோட்டத் தில் ஒரு திசைமாறு ஆக்கக் கூறு ஏற்படுகிறது.

குவியலாக்கப்பட்ட கற்றை ஓர் இரண்டாம் புழையின் மூலம் கடந்து செல்லும்போது அதன் இட மின்னூட்டம் (space charge) அந்தப் புழையின் சுவர்களில் ஒரு திசை மாறு மின்னோட்டத்தைத் தூண்டுகிறது. அது எலெக்ட்ரான் ஓட்டத்திற்கு எதி ரான குறியை உடையதாக இருக்கும். புழை உள்ளிடு அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமான அதிர்வெண் பெறுமாறு இசைவு செய்யப்படுகிறது. இதன் மூலம் அதற்கு ஓர் உயர்ந்த ஒத்ததிர்வு மின் எதிர்ப்பு (resonant impedance) உண்டாகும். இந்த மின் எதிர்ப்பின் வழி யாகப் பாய்கிற தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டம் புழையில் மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்கும்.

படம் 1 இல் இரண்டாம் புழை, வெளிச்சுற்று எதனுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை. கற்றை மின்னோட்டத்தால் இங்கு வளர்க்கப்பட்ட மின் னழுத்தம் கற்றையில் மேலும் திசைவேகப் பண் பேற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. இதன் விளைவாகத் தோன்றும் திசை மாறு மின்னோட்ட ஆக்கக்கூறு, தொடக்க நிலை மின்னோட்டத்தைவிட ஏறத் தாழ பத்து மடங்கு பெரியதாக இருக்கும். மேலும்பல இத்தகைய இணைப்பில்லாத தொடர் விளைவுப் புழைகளைச் சேர்த்துப் பெருக்கத்தை மிகுதிப்படுத் தலாம்.

இறுதியில் உள்ள வெளியிடு புழை ஒரு மின்கடத் தும்பாதையுடன் இணைக்கப்படுகிறது. படம் 1 இல் ஓர் அலை வழி நடத்தி இத்தகைய மின்கடத்தும் பாதையாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. அது உற்பத்தி யான திறனை, நுகரப்படும் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்கிறது. புழை ஒத்ததிர்வுக்கு இசைவு செய்யப் பட்டிருப்பதால் அதன் மின்மறுப்பு நீக்கப்பட்டு விடு கிறது. புழையின் மின்தடைத்தன்மை மட்டுமே கொண்ட மின் எதிர்ப்பு வழியாகப் பாய்கிற தூண்டப் பட்ட மின்னோட்டம், தன் திசைக்கு எதிரான திசையில் அமைந்த, சமகட்ட மின்னழுத்தம் ஒன் றைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவ்வாறு ஓர் எலெக்ட்ரான் கொத்து இடைவெளியின் வழியாகப் பாய்கிற தரு

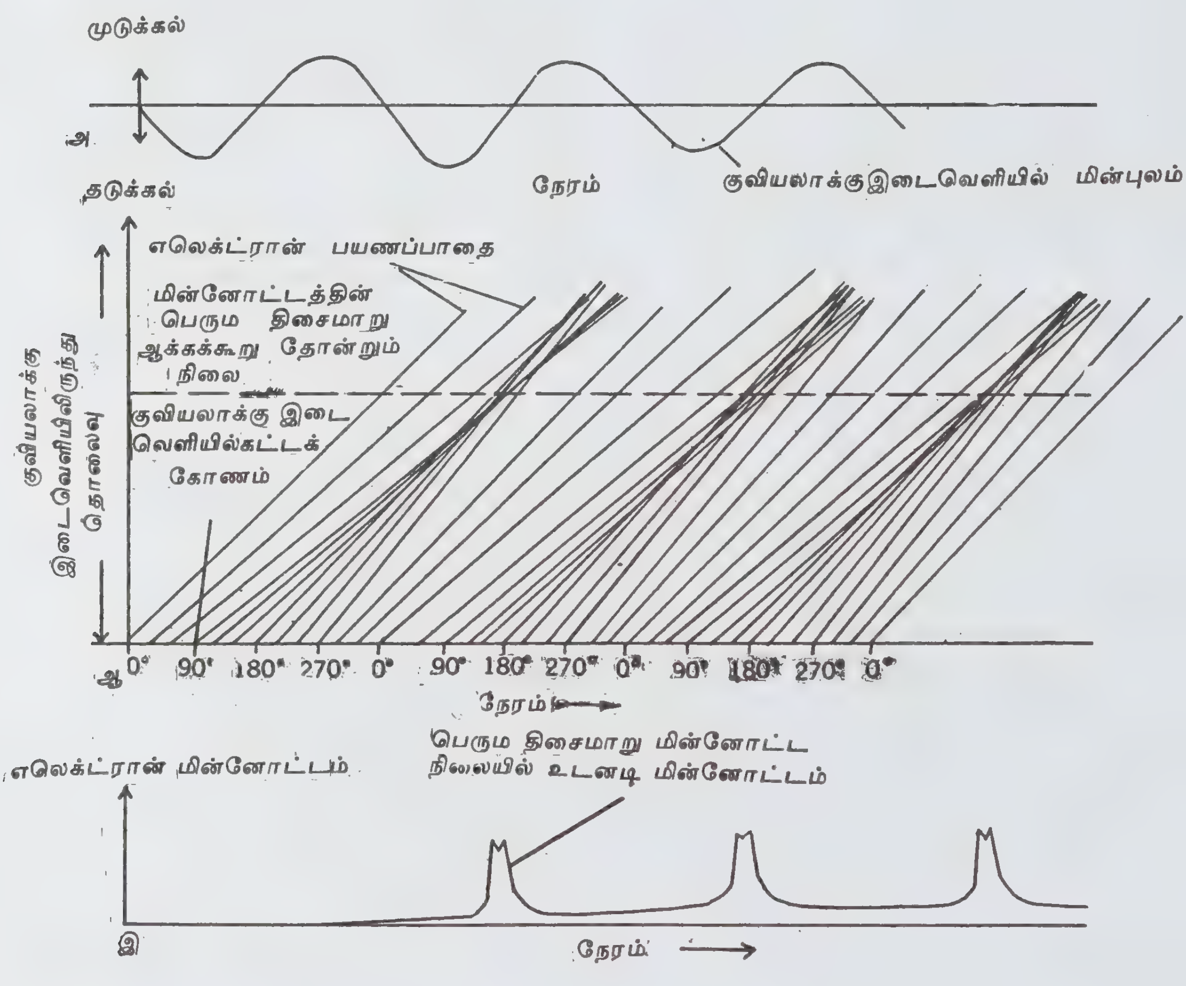


படம் 2.

ணத்தில் அதிலுள்ள மின்புலம் பெரும அளவில் வேகக் குறைப்புச் செய்கிற வகையில் வலிவுள்ளதாக இருக்கும். எனவே பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான் களின் வேகம் குறைந்துவிடும். பெரும்பாலான எலெக்ட்ரான்களின் இயக்க ஆற்றல் புழையில் மின் காந்த ஆற்றலாக மாற்றப்படுகிறது.

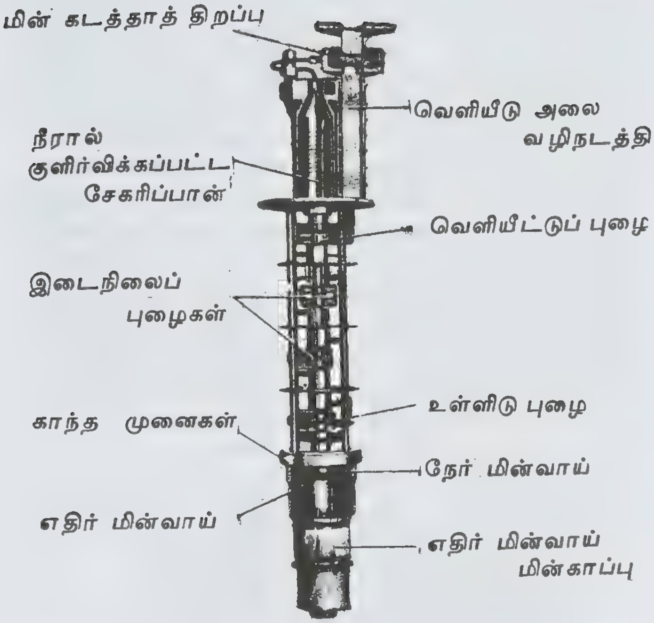
கிளிஸ்ட்ரான் மிகைப்பிகள் ரேடார்களின் அலை பரப்பிகளிலும், ஒற்றைத்திசை ரேடியோ செய்தித் தொடர்பு கருவிகளின் அலை பரப்பிகளிலும், துகள் முடுக்கிகளிலும், மின் கடவா முறைச் சூடேற்றும் கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. வழக்கமாக 400 மெகாஹெர்ட்ஸ் - 40 கிலோ ஹெர்ட்ஸ் வரையான அதிர்வெண்கள் பயன்படுகின்றன. இடைவிடாமல் தொடர்ச்சியாக ஆற்றல் வீசப்படும்போது சில வாட் களிலிருந்து 400 கிலோ வாட் வரை திறன் உருவா கிறது. குறுகிய துடிப்புகளை உண்டாக்கும்போது 20 மெகாவாட் வரை திறன் தோற்றுவிக்கப்படும். இரண்டு புழைகள் உள்ள கிளிஸ்ட்ரான் குழாயில் ஏறத்தாழ 10 டெசிபெல் மிகைப்புத் தோன்றும். புழைகள் பெரும் எண்ணிக்கையில் இருந்தால் 60 டெசிபெல் வரை பெருக்கத்தை ஏற்படுத்த முடியும்.

படம் -4 நான்கு புழைகள் உள்ள ஒரு மிகைப் பியின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது. அதன் பெரும திறன் 2 MW டிலிருந்து 2.8 GHZ வரை அதிர் வெண்ணுள்ள துடிப்புகள் வெளிப்படும். பெட்டி வடிவிலுள்ள புழையின் உட்சுவர் வளைந்து கொடுக்கக் கூடியதாக உள்ளது. அதை நகர்த்திப் புழையின் பருமத்தையும் அதன் பயனுறு மின் தூண்டலையும் மாற்றுவதன் மூலம் புழைகளின் அதிர்வெண், செயல்படு அதிர்வெண்களுக்குச்

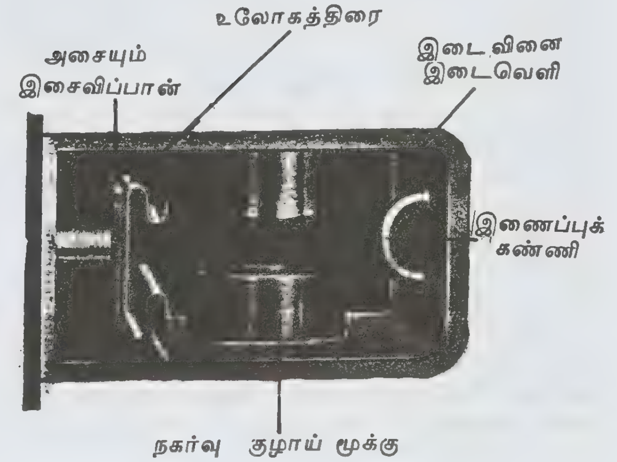


படம் 3.

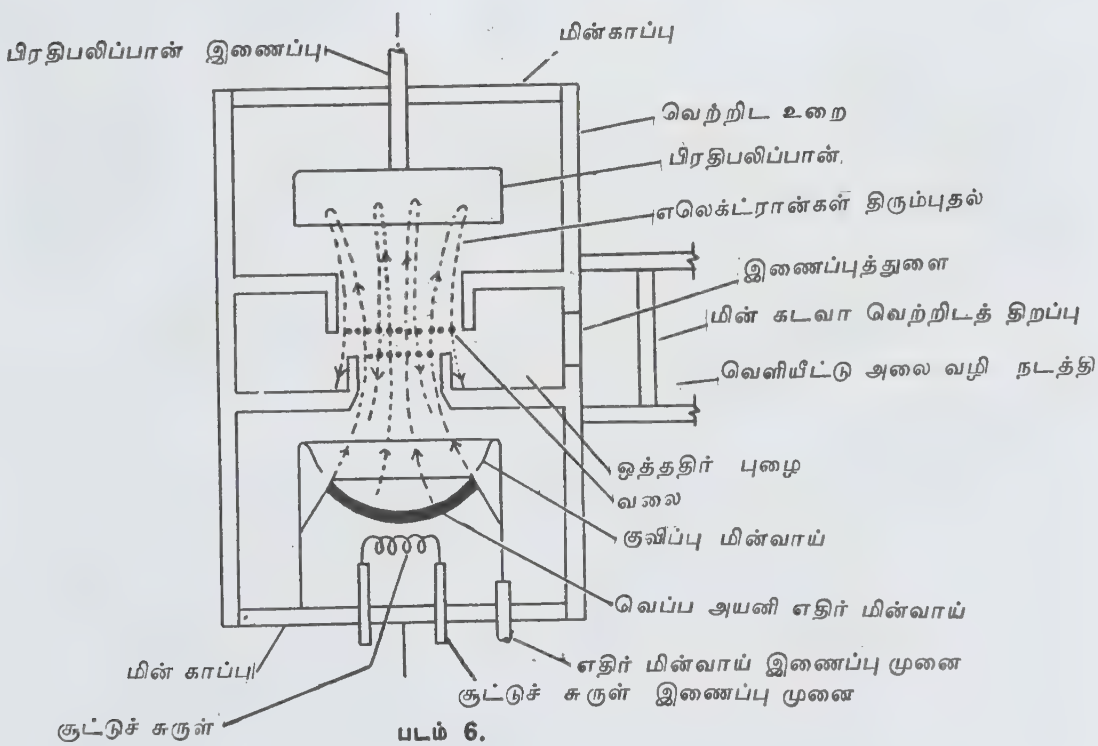
சமமாகும்படி இசைவு செய்யப்படுகிறது. படம் 5 இல் உள்ளிடு புழையின் அமைப்பு பெரிதாக்கிக் காட்டப் பட்டுள்ளது.



படம் 4.



படம் 5.

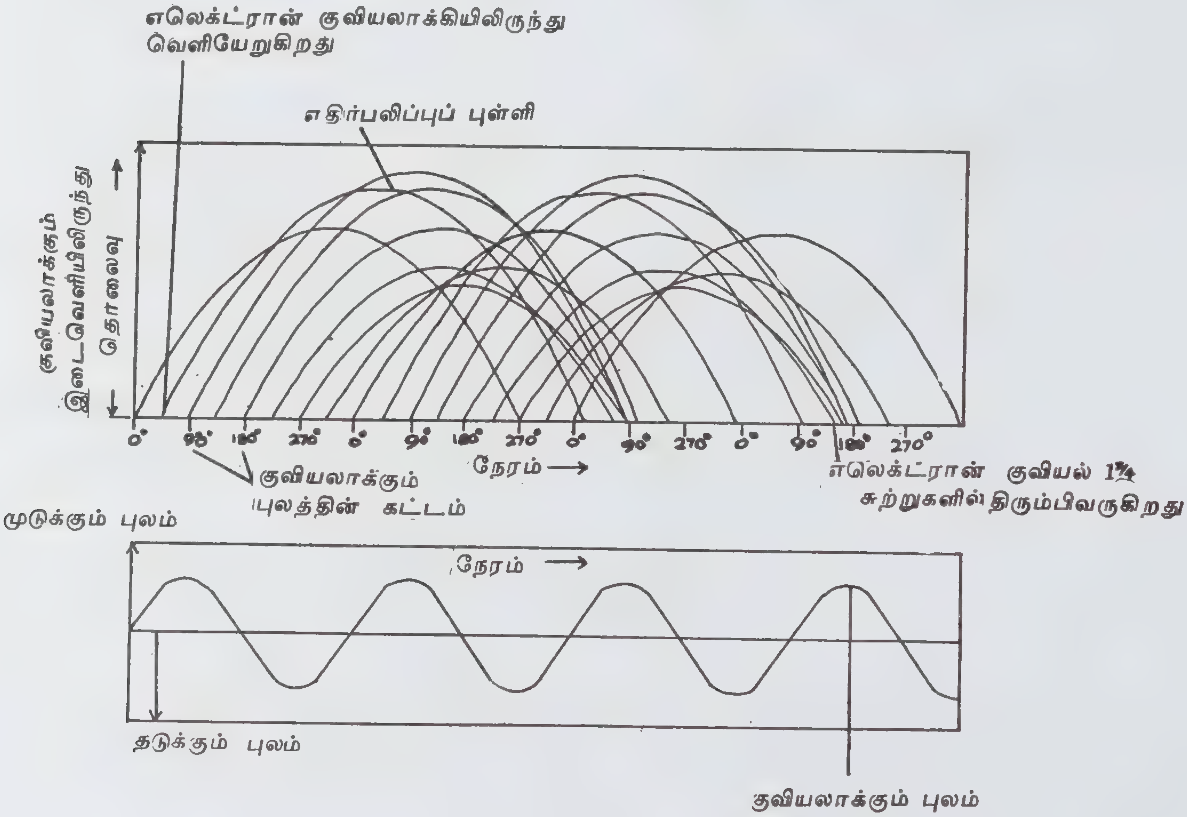


படம் 6.

திருப்பு அதிர்வி (reflex oscillator). கிளிஸ்ட்ரான்களிலிருந்து வெளிவரும் ஆற்றலில் சிறிதளவை மீண்டும் உள்ளிடு சுற்றில் செலுத்தி அவற்றை அதிர்விகளாகச் செயல்பட வைக்கலாம். அலை திருப்பு அதிர்வி என்னும் அமைப்பு, பெருமளவு வடிவில் மாறும்படிப் பயன்படுவதாகும். அதில் எலெக்ட்ரான் கற்றையே பின்னூட்ட ஆற்றலையும் அளிக்கிறது. இதன் செயல்பாடு படம் 6 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. மிகைப்பியில் செய்யப்படுவதைப் போலவே இதிலும் கற்றை ஒரு புழையின் வழியாகக் குவியப்படுத்தப்படுகிறது. கற்றை பயணம் செய்கிற தொலைவு சிறியதாயிருப்பதாலும் கற்றையின் இயல்பான பரவல் அளவுக்கு மீறிப் போகாததாலும் கற்றையைக் குவியப்பட்ட நிலையில் வைக்கக் காந்தப் புலங்கள் தேவைப்படுவதில்லை. புழையில் வழக்கமாக வலையமைப்புகள் இருக்கும். அவற்றின் மூலம் எலெக்ட்ரான்கள் கடந்து செல்ல முடியும். மின் புலத்தை ஒரு சிறிய இடத்தில் குவிய வைப்பதே இந்த வலைகளின் நோக்கம். இவ்வாறு குவிய வைக்கும்போது புலம், மெதுவான, குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் உள்ள எலெக்ட்ரான் கற்றையுடன் இடைவினை செய்ய முடியும்.

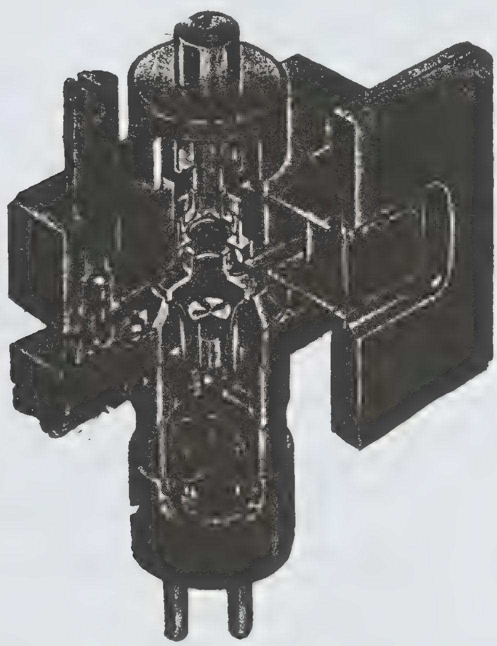
மிகைப்பியில் செய்யப்படுவதைப் போலவே இதிலும் புழையில் கற்றை. திசை வேகப் பண்பேற்றம் செய்யப்படுகிறது. புழையை விட்டு வெளியே வந்ததும் கற்றை, அதன் இயக்கத்தை எதிர்க்கிற வகையில் நேர்திசையின் புலம் அமைந்துள்ள ஒரு பகுதியில் நுழைகிறது. எதிர்மின்முனையைப் பொறுத்து எதிரினமான (negative) மின்னழுத்தத்தில் செயல்படுகிற ஒரு பிரதிபலிப்பு மின்முனையினால் இந்த நேர் திசை மின்புலம் உண்டாக்கப்படுகிறது. எலெக்ட்ரான்கள் இந்த மின்முனையை அடைவதற்குப் போதுமான ஆற்றல் பெற்றிருக்கா. ஆனால் அவை இடவெளியில் பிரதிபலிக்கப்பட்டுத் திரும்பி வந்து மீண்டும் புழையின் வழியாகக் கடந்து செல்கின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் பிரதிபலிக்கப்படுகிற புள்ளிகள், அவற்றின் திசைவேகங்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. திசைவேகம் மிகுந்துள்ள எலெக்ட்ரான்கள் புலத்தை எதிர்த்து நீண்ட தொலைவுக்குச் செல்கின்றன. அதனால் அவை திரும்பி வர வேகம் குறைந்த எலெக்ட்ரான்களுக்குத் தேவைப்படுவதை விட நீண்ட நேரம் ஆகிறது.

திருப்பு அதிர்விக்கான பயணப் பாதை படம் 7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு சீரான வேகத் தடுப்புப்



படம் 7.

புலத்தில் இடவெளிக்கும் நேரத்திற்கும் இடையில் வரையப்படும் கோடுகள் பர வளையங்களாக இருக்கும். படம் 3 இல் இருப்பதைப்போலத் திசை வேகப் பண்பேற்றம் எலெக்ட்ரான் குவியல்களை உண்டாக்குகிறது. மின்னழுத்தங்களைச் சரிப்படுத்தி, எலெக்ட்ரான்கள் திரும்பி வர ஆகும் சராசரி நேரம் $n+\frac{3}{4}$ சுற்றுகளுக்குச் சமமாக இருக்கும்படிச் செய்தால் மாறுதிசை மின்னோட்டம் வேகத்தைத் தடுக்கும் வகையிலான திசையில் பெரும வலிவை எட்டும் தருணத்தில் எலெக்ட்ரான் குவியல்கள் புழையைக் கடக்கின்றன. இதனால் கற்றையின் ஆற்றல் புழைக்கு மாற்றப்படுகிறது. இங்கு n என்பது ஒரு முழு எண்.



படம் 8. திருப்புக் கிளிஸ்ட்ரானின் உட்புறத் தோற்றம்

திருப்புக்கிளிஸ்ட்ரானில் ஒரே ஒரு புழை மட்டுமே உள்ளமையால் ஒரே சரிப்படுத்தலின் மூலமே எளிதாக அதன் அதிர்வெண்ணை இசைவிக்க முடியும். 10 மில்லிவாட் முதல் ஒரு சில வாட் வரையான திறனை இதிலிருந்து பெறலாம். 3-200 கிகா ஹெர்ட்ஸ் வரை அதிர்வெண்ணுள்ள குறிப்பலைகளைப் பெறத் திருப்பு அதிர்விகள் பயன்படுகின்றன. குறைந்த திறனுள்ள ரேடார்களிலும் பார்வைக் கோட்டுத் தொலைவுக்குள் உள்ள இடங்களுக்கிடையில் செய்தித் தொடர்பு ரேடியோ அஞ்சல் அமைப்புகளின் அலை பரப்பிக் குழல்களிலும் இவை பயன்படுகின்றன.

படம் 8 இல் ஒரு திருப்புக் கிளிஸ்ட்ரானின் உட்புறத் தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது. மேல்புறமுள்ள நெகிழும் புழைச் சுவரை உருமாற்றம் செய்வதன் மூலம் இக்கருவி இசைவிக்கப்படுகிறது. புழைச் சுவரை உருமாற்றம் செய்யும்போது வலைகளுக்கிடையிலான தொலைவு மாற்றப்பட்டு, புழை ஒத்ததிர்வியின் விளைவுறு மின் தேக்குந் திறன் மாற்றப்படுகிறது.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

கிளுவை

இதன் தாவரவியல் பெயர் கம்மிஃபோரா காடேட்டா (*Commiphora caudata*) ஆகும். இதன் பழைய தாவரவியல் பெயர் புரோஷியம் காடேட்டம் (*Protium caudatum*). தமிழில் இது மலைமா, மலைக் கிளுவை, செங்கிளுவை, கற்பூரக்கிளுவை என்றும்

கிளுவை

1. பூக்களும், தழைத் தொகுதியும் 2. கனிகள்.

குறிக்கப்படும். இதன் இலை மரப்பட்டை முதலியன மாங்காயைப் போன்ற மணத்தைத் தருவதால் இதை மலைமா என்கின்றனர். தமிழ்நாடு, ஆந்திரப்பிரதேசம், கர்நாடகம் ஆகிய மாநிலங்களில் இது காணப்படுகிறது. தமிழகத்தில் கோயம்புத்தூர், திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டங்களில் குறிப்பாகக் காணலாம். கிளுவையில் கம்மிஃபோரா முகுல் (*commiphora mukul*) என்னும் தாவரவியல் பெயர் கொண்ட, குங்கிலியக் கிளுவை வகையும் உண்டு. படர்வேலியாகப் பயிராக்கப்படும் கம்மிஃபோரா பெர்ரி (*commiphora berryi*) என்பதைப் பறக்கிளுவை, இந்தியன் பால்சம் என்பர். இது தன்னிச்சையான காட்டுச் செடியாக வறண்ட காடுகளில் வளர்ந்திருப்பதைக் காணலாம்.

வளரியல்பு. இதன் இலைகள் கைவடிவக் கூட்டிலைகள். இதில் 3-7 சிற்றிலைகள் இருக்கும். பூங்கொத்துகளில் இருபால் பூக்களும், ஒருபால் பூக்களும் கலந்து காணப்படும். சிறு பூக்கள் கவடாகக் கிளைத்தல் முறையில் சிறுசிறு கொத்துகளாக முள்ளில் தோன்றியிருக்கும். புல்லி இதழ் சாதாரணமாக 4 அல்லது 5 இருக்கும். அல்லி இதழ் 4 அல்லது 5 இருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் 8-10 உள்ளன. சூலகம் 3-5 அறைகளைப் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வோர் அறையிலும் இரண்டு சூல்கள் இருக்கும், கனி உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி வகையைச் சேர்ந்தது.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இது ஓர் அழகிய மரமாகையால் சாலை ஓர மரமாக வளர்ப்பதுண்டு. தடிமனான அடிமரத்தைக் கொண்டிருக்கும் இதைப் போத்து மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். பட்டாணியளவில் இருக்கும் இதன் காய்கள் உண்ணத் தகுந்தவை. இக்காய்களை ஊறுகாய் செய்வதுண்டு. மரப்பிசினைச் சிதைத்து வடித்துக் கரும்பழுப்பு நிறமான எண்ணெய் தயாரிக்கலாம். மரப்பிசினைச் சாம்பிராணி போலத் தீயிலிட்டுப் புகை உண்டாக்கலாம்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

கிளுவைப் பறவை

அன்சரிஃபார்மிஸ் வகுப்பில் அனாட்டிடே குடும்பத்தில், அனாட்டினே துணைக் குடும்பத்தில் அனாஸ் என்னும் பேரினத்தைச் சேர்ந்த 38 சிற்றினங்களும் ஏனைய பேரின வகையைச் சேர்ந்த 5 சிற்றினங்களும் பொதுவாகக் கிளுவைகள் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை ஆறு, குளம் மற்றும் நன்னீர் நிலைகளில் வாழ்கின்றன. தங்களுடைய முக்கிய உணவாக நீர்த்தாவரங்களையே உட்கொள்ளுகின்றன. ஆழமற்ற நீர்ப் பகுதிகளில் உள்ள நீர்த் தாவரங்களை நீருக்குள் மூழ்கி, தங்களுடைய அலகால் வெளியே இழுத்து வந்து உண்ணுகின்றன. சிலசமயம் இறகுகளை விரித்த வண்ணம் பறந்து தானியங்களையும், புழு, பூச்சிகளையும் இரையாக உண்ணுகின்றன. இவற்றின் அலகு தட்டையாகவும், அகலமாகவும் இருக்கும். பின்விரல்கள் மெல்லிய சவ்வினால் மூடப்படாத பண்பு, உண்மையான வாத்துகளிடமிருந்து இவற்றை வேறுபடுத்திக் காட்டுகின்றது. நீரின் மேல் நன்கு மிதந்து நீந்தக் கூடியவை. இவ்வாறே நீரினின்று குதித்து மேலெழுந்து வேகமாகப் பறக்கக் கூடியவையும் ஆகும். பறக்கும் போது, பறப்பதற்குத் தேவையான உயரத்தை எட்டும் வரை ஒலியுடன் சிறகுகளை விரைவாக அடித்துக்கொள்ளும்.

பொதுவாகக் கூட்டங்கூட்டமாக நெருங்கியே பறந்து செல்லும். உலகம் முழுதும் பரவியிருந்தாலும், புவியின் வடபகுதியில் காணப்படும் நன்னீர் நிலைகளில் மிகுதியாக வாழ்கின்றன. வலசை போகும் தன்மை கொண்டவை. சைபீரியா போன்ற பகுதிகளிலிருந்தும் இந்தியாவிற்கு வலசை வருகின்றன. ஆண் கிளுவை இனச் சேர்க்கைக்குப் பிறகு சில காலம் பறக்காமலிருக்கும். ஏனைய காலங்களில் தம் வலிவான இறகு அமைப்பால் எப்போதும் பறந்து கொண்டே இருக்கும். இனச்சேர்க்கைக்குப் பின்னர் ஆண் கிளுவை, பெண் கிளுவையைப் போலவே தோற்றம் கொண்டிருக்கும். பெண் கிளுவை, ஆண் கிளுவையைவிடச் சிறியதாகவும், அடிக்கடி உரக்கக் கத்தும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருக்கும்.

கிளுவைகள் (dabbling duck) நன்னீர் நிலைகளுக்கு அருகிலேயே வாழ்ந்து கொண்டிருக்கும். நீர்ப் பகுதிக்கு ஒட்டியவாறு புற்களால் பின்னப்பட்டு ஓரம் கட்டப்பட்ட சிறு சிறு பள்ளங்களைத் தங்களுடைய கூடுகளாக அமைத்துக்கொள்கின்றன. பெண் கிளுவை தன் மார்புப் பகுதியினின்று வீழும் மெல்லிய இறகுகளைக் கொண்டு கூட்டின் அடிப்பகுதியை மென்மையாக்கிக் கொள்ளும். தன்னுடைய சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த அல்லது வேறு சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த, ஒன்றிற்கும் மேற்பட்ட கூடுகளில் 6-12 முட்டைகளை இடும். பெண் கிளுவைகளே அடை காக்கின்றன. முட்டைகள் கொத்தாக இடப்படும்.

முட்டைகளிலிருந்து குஞ்சுகள் 20-25 நாளில் வெளி வரத் தொடங்கும். குஞ்சுகள் இரண்டு வார காலத்தில் நன்கு வளர்ந்து பறக்கத் தொடங்கும். ஓர் ஆண்டில் இனப்பெருக்கம் செய்வதற்கேற்ற முதிர்ச்சியைப் பெறுகின்றன.

அனாஸ் ரூப்ரிபெஸ் (Anas rubripes), அனாஸ் ஸ்ட்ரெப்பிரா (Anas strepera) அனாஸ் குர்கூடுல் (Anas querquedule) அனாஸ் பிளேவிரோஸ்டிரிஸ் (Anas plavirostris), அனாஸ் ஈனட்டா (Anas Aenata) அனாஸ் பெண்னிலோப் (Anas penelope)

அனாஸ் அமெரிக்கானா (*Anas americana*) போன்றவை குறிப்பிடத்தக்க சில கிளுவைகளாகும். இவற்றுள் அனாஸ் ரூப்ரிபெஸ் எனப்படும் கருங் கிளுவையே உலகில் பெரும்பான்மையாக வேட்டையாடப்படுகிறது.

- ஜி.எம். நடராஜன்

நூலோதி: Salim Ali and S. Dillon Ripley, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan*, Compact Edition, Oxford University Press, Oxford, New York, 1983.

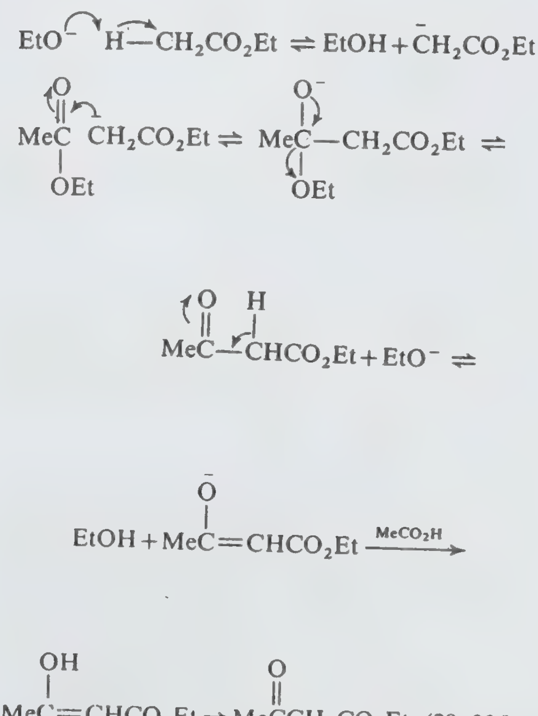
கிளெய்சன் எஸ்ட்டர் குறுக்க வினை

இது எஸ்ட்டர் தொகுதிக்கு அடுத்த இருக்கையில் ஹைட்ரஜன் அணுவைக் கொண்டதோர் எஸ்ட்டரின் இரு மூலக்கூறுகள் குறுக்க வினையுற்று ஒரு கீட்டோ எஸ்ட்டரைத் தோற்றுவிக்கும் வினையாகும். இவ் வினை ஓர் எஸ்டருக்கும் கீட்டோனுக்கும் இடையே நிகழக் கூடும். அப்போது டைகீட்டோன் விளையும். இவ்வினையில் வினையூக்கியாகச் சோடியம்எத்தாக் சைடு, சோடியம் அமைடு, ட்ரைஃபீனைல் மெத்தில் சோடியம் ஆகிய சேர்மங்களுள்ஒன்று பயன்படுகிறது. இவை யாவற்றுக்கும் பொதுவான தன்மை மீ காரப் பண்பு (super basic) ஆகும்.

$$2CH_3COOC_2H_5 \xrightarrow[C_2H_5OH]{C_2H_5ONa} CH_3COCH_2COOC_2H_5$$

எத்தில் அசெட்டோ அசெட்டேட்

இவ்வினையின் இயங்குமுறை கார்பன் எதிரயனியை (carbanion) இடைநிலைப் பொருளாகக் (intermediate species) கொண்டது.



இவ்வினையின் இயங்கு முறைக்கான சான்றுகள். வினையுறு மெத்திலீன் (active methylene) தொகுதியை உள்ளடக்கிய சேர்மங்கள், எத்தாக்சைடுடன் டியூட்டிரியம் சுமந்த எத்தில் ஆல்கஹாலின் (C_2H_5OD) முன்னிலையில் ஹைட்ரஜன்-டியூட்டீரியப் பரிமாற்றம் அடைகின்றன. இதன் விளைவாக டியூட்டீரியம் ஏற்றப்பட்ட கார்பன் நேர்மின் அயனியும் டியூட்டிரியமற்ற கார்பன் நேர்மின் அயனியும் சம நிலையிலுள்ளன.

$$-CH_2CO- + EtO^- \rightleftharpoons$$

$$EtOH + -\bar{C}HCO- \xrightleftharpoons{EtOD}$$

$$-CHDCO- + EtO^-$$

ஒளி சுழற்றும் பண்புடைய எஸ்ட்டர்களை இவ்வினைக்குட்படுத்தும்போது அவை எத்தாக்சைடு அயனியால் சுழிமாய் கலவையாக (recemic mixture) மாறுகின்றன. கிளெய்சன் வினையில் இடைநிலைப் பொருளாகக் கார்பன் நேர்மின் அயனியாக இருந்தாலன்றி இந்த இடவலம்புரிச் சமநிலையாக்கல் (racemisation) நிகழ வாய்ப்பில்லை.

$$R-\underset{R}{\overset{H}{C}}-COOC_2H_5 \xrightarrow[-H^+]{C_2H_5O^-}$$

$$R-\underset{R}{\overset{-}{C}}-COOC_2H_5 \xrightarrow{+\overset{+}{H}}$$ சுழிமாய் கலவை

இவ்வினை ஒரு மீள் வினையாதலால், சம நிலையின் இருக்கை வலப்புறம் தள்ளப்படுவதற்கு (அதாவது இறுதி வினை விளைபொருளின் விளைச்சல் கூடுதலாவதற்கு) உந்துகோலாக ஒரு காரணி இருந்தாக வேண்டும். இவ்வகையில் கீழ்க்காணும் விளக்கம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

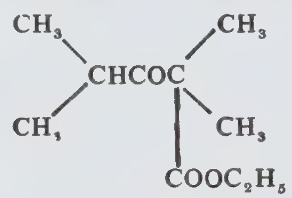
எத்தில் அசெட்டேட்டை விட எத்தில் ஆல்கஹால் வலிவுமிக்க அமிலமாதலால் இயங்கு முறையின் முதல் கட்டத்தில் சமநிலை வலப்புறம் தள்ளியுள்ளது. ஆனால், எத்தில் அசெட்டோ அசெட்டேட் (pKa = 10.68) எத்தில் ஆல்கஹாலை விட (pKa = 15.5) வலிவுமிக்க அமிலமாகும். இதன் விளைவாக எத்தில் அசெட்டோஅசெட்டேட் அதனுடைய இணை உப்பு மூலவடிவிலேயே (conjugate base), அதாவது, அதன் நேரயனியாகவே உள்ளது.

$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-COOC_2H_5 \longrightarrow \quad (I)$$

$$CH_3-\underset{O^-}{\overset{}{\underset{|}{C}}} = CH-COOC_2H_5 \quad (II)$$

எனவே, இயங்குமுறையின் இறுதிக் கட்டத்தில் சமநிலை வலப்புறம் தள்ளப்படுகிறது. மேலும், அசெட்டிக் அமிலத்தால் (II) அயனி அகற்றப்படுகையில் இச்சமநிலை மேலும் வலப்புறம் சாய்கிறது.

இவ்விளக்கத்திற்குச் சான்று, எத்தில் ஐசோபியூட்ரேட் $(CH_3)_2CHCOOC_2H_5$ கிளெய்சன் குறுக்க வினைபுரிவதில்லை. ஏனெனில், இவ்வினை நிகழ்ந்தால் தோன்றக்கூடிய விளைபொருளான



என்னும் β - கீட்டோ எஸ்ட்டரில் எஸ்ட்டர் தொகுதிக்கு அடுத்த இருக்கையில் திறன் சேர் ஹைட்ரஜன் இல்லை.

எத்தில் அசெட்டோ அசெட்டேட் தொகுப்பில் இறுதிக் கட்டத்தில் நிலவும் சமநிலை இங்கு இல்லை; எனவே வினைக்கு ஊக்கம் இல்லை. சோடியம் ட்ரைஃபீனைல் மெத்தில் போன்ற மீக் காரங்களைப் பயன்படுத்தினால் இவ்வினையை நிகழ்த்தலாம்.

-மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கிளேவிக்கிள்

கிளேவிக்கிள் எனப்படும் காறை எலும்பு (clavicle) ஒரு நீண்ட ''f'' போன்ற அமைப்புடையது. மற்ற வகையான எலும்புகளிலிருந்து இது கீழ்க்காணும் வகையில் மாறுபடுகிறது: இதில் கூழ்மக் குழிவு இல்லை; படலத்தின் மூலம் எலும்பாக மாறுகிறது; கிடைமட்டத்தில் உள்ள இந்த எலும்பு தோலுக்கு அடியில் காணப்படுகிறது.

பணிகள். தோள் பட்டை தொங்கி விடாதவாறு இது பாதுகாக்கிறது. கையை எளிதில் ஆட்ட உதவுகிறது. கொரகோ-காறை எலும்புப் பந்தகம் வழியாக மேற்கையின் பளு உடலுக்குச் செல்கிறது. தோள் பட்டை வளையத்தின் முக்கிய பகுதியான இது, கையைத் தோள் பட்டைக்கு மேலாக உயர்த்த உதவுகிறது.

பகுதிகள். இது நடுப்பகுதி, அக்ரோமிய நுனி, மார்பு நடு எலும்பு நுனி என்னும் பகுதிகளைக் கொண்டது. இதில் பல பரப்புகள் காணப்படுகின்றன. மேற்பரப்பில் டிரபெசியஸ், ஸ்டெர்னோமாஸ்டாய்டு, மார்புப் பெருஞ்சதை, தோள் பட்டைத் தசை ஆகியவை இணைந்துள்ளன.

கீழ்ப்பரப்பில் மேற்கூறிய தசைகளைத் தவிர காறை அடித்தசையும், விலா எலும்பு-காறை எலும்புப் பந்தகமும் காணப்படுகின்றன. அக்ரோமிய நுனியில் அக்ரோமிய-காறை எலும்பு மூட்டின் உறைப் பந்தகம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மார்பு நடு எலும்பு நுனியில் காறை எலும்புகளிடைப் பந்தகம், உறைப் பந்தகம், மார்பு நடு எலும்புக் காறை எலும்பு மூட்டின் இணைப்புத் தகடு ஆகியவை காணப்படுகின்றன. பெண்களில் காறை எலும்பு குட்டையாகவும் மெல்லியதாகவும் வளைவு குறைந்து, வழவழப்பாகவும் காணப்படுகிறது. காறை எலும்பு முறிவு வெளிப்புறத்தில் மூன்றில் ஒரு பகுதியும், உட்புறத்தில் மூன்றில் இரண்டு பகுதியும் சந்திக்கும் இடத்தில் ஏற்படுகிறது.

- அ. கதிரேசன்

கிளைக்கால்

இரண்டு ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளை இருவேறு கார்பன் அணுக்களில் கொண்ட கரிமவேதிச் சேர்மங்கள் கிளைக்கால்கள் (glycols) எனப்படுகின்றன. இவை பொதுவாக அலிஃபாட்டிக் வகையினவாகவும், நீள்தொடர் சேர்மங்களாகவும் உள்ளன. கிளைக்கால்கள், டைஆல்கள், டைஹைட்ரிக் ஆல்கஹால்கள், பாலிகிளைக்கால்கள் என்று வேறுபெயர்களாலும் சுட்டப்படுகின்றன. இவை α, β, γ... கிளைக்கால்கள் என ஹைட்ராக்சி தொகுதியின் இருப்பிடத்திற் கேற்ப வகைப்படுத்தப்படும். கிளைக்கால்கள் சாதாரணமாக நீரில் கரைவனவாகவும், நீர் உறிஞ்சும் தன்மை கொண்ட பாகு போன்ற நீர்மங்களாகவும் உள்ளன. எத்திலீன் ஆக்சைடைப் பல்லுறுப்பாக்கல் வினைக்குட்படுத்தித் தயாரிக்கப்படும் பாலி எத்திலீன் கிளைக்கால்கள் (பாலி கிளைக்கால்கள்) அதிக மூலக்கூறு எடையைக் கொண்டிருந்தபோதும் நீரில் கரைகின்றன. ஆனால் புரோப்பிலீன் ஆக்சைடிலிருந்து பெறப்படும் பாலிபுரோப்பிலீன் கிளைக்கால் மூலக்கூறு எடை அதிகரிக்கும்போது நீரில் குறைவாகக் கரைகிறது.

பெயரிடும் முறை. அல்க்கீனை ஹைட்ராக்சிலேற்ற வினைக்குட்படுத்தித் (hydroxylation) தயாரிக்கப்படும் α - கிளைக்கால்கள், அல்க்கின் பெயருடன் கிளைக்கால் பின்னொட்டுச் சேர்த்துச் சாதாரணமாகக் குறிக்கப்படும்.

$HOCH_2CH_2OH$ — எத்திலீன் கிளைக்கால்

$(CH_3)_2COH\ CH_2OH$ — ஐசோபியூட்டேன் கிளைக்கால்

β, γ, ... கிளைக்கால்கள் அவற்றையொத்த பாலி மெத்திலீன் கிளைக்கால்களைப்போல் பெயரிடப்படுகின்றன.

$HOCH_2CH_2CH_2OH$ — ட்ரைமெத்திலீன் கிளைக்கால்

$HOCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ — பென்ட்டா மெத்திலீன் கிளைக்கால்

IUPAC முறைப்படி, அல்க்கேன் பெயருடன் டைஆல் (diol) என்னும் பின்னொட்டுடன் ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளைக் குறிப்பிட எண்களும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

(எ.கா.)

$CH_3CHOHCH_2OH$ — புரோப்பேன்-1,2-டைஆல்

$$HOCH_2\ CH_2\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCH_2\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}HCH_2OH$$ — 2,4 டைமெத்தில் ஹெக்சேன்-1,6-டைஆல்

வினைகள். கிளைக்கால்கள் ஆல்கஹால்களைப் போலவே எஸ்ட்டராக்கம் (esterification), ஈத்தர் ஆக்கம் (etherification), உப்பு உண்டாக்குதல் போன்ற வினைகளில் ஈடுபடுகின்றன. இவை அமிலங்களுடன் வினைப்பட்டு நீள்தொடர் பாலிஎஸ்ட்டர் பல்லுறுப்பிகளைக் கொடுக்கின்றன. இவை தொழில் துறையில் மிகவும் பயன்படும் செயற்கை இழைகள், நெகிழிகள் (plastics) போன்றவை தயாரிக்க உதவுகின்றன. டைஐசோசயனேட்டுகளுடன் கிளைக்கால்கள் (முக்கியமாக பாலிபுரோப்பிலீன் கிளைக்கால்கள்) வினைபுரிந்து பாலியூரத்தேன்களைத் தருகின்றன. இவை செயற்கை நுரை மெத்தைகளைத் தயாரிக்கவும், மீட்சியுறக் கூடிய நெகிழிகள் தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன.

1,2 டைஆல்கள். எத்திலீன் கிளைக்காலும், 1,2 புரோப்பிலீன் கிளைக்காலும் இவ்வகைக் கிளைக்கால்களில் முக்கியமானவையாகும். எப்பாக்சைடுகள், குளோரோஹைட்ரின்கள், 1,2 டைகுளோரைடுகளை நீராற்பகுக்கும்போதோ α- கீட்டோ, அல்லது α- ஹைட்ராக்சி ஆல்டிஹைடுகள் அல்லது கீட்டோன் வினையூக்க ஒடுக்குதலுக்குட்படுத்தும் போதோ 1,2 டை ஆல்கள் கிடைக்கின்றன. எத்திலீன் ஆக்சைடை நீராற்பகுத்தோ டெலூரியம்ஆக்சைடைப்பயன்படுத்தி எத்திலீன் ஆக்சிஜனையும் நீர்ம நிலைமையில் வினைப்

படுத்திடியா எத்திலீன் கிளைக்கால் பெறலாம். இது பாலிஎஸ்ட்டர், ரெசின், உறைதல் தடுப்பிகள் (antifreeze) தயாரிப்புகளில் பயன்படுகிறது.

புரோப்பிலீன் ஆக்சைடை நீருடன் வினைப்படுத்தி 1,2 புரோப்பிலீன் கிளைக்காலைப் பெறலாம். இவ் வினைக்குத் தேவையான புரோப்பிலீன் ஆக்சைடைப் புரோப்பிலீன், குளோரினைப் பயன்படுத்திக்குளோ ரோஹைட்ரின் முறையில் பெறலாம். பிறிதோர் எளிய முறையில் புரோப்பிலீனை 100°C வெப்ப நிலையில் 4. 2 MPa அழுத்தத்தில் -t பியூட்டைல் பென்சீன் அல்லது எத்தில் பென்சீன் ஹைட்ரோ பெராக்சைடுகளைப் பயன்படுத்தி எப்பாக்சிஜ னேற்றம் (epoxidation) செய்து பெறலாம். புரோப்பி லீன் கிளைக்கால் கரைப்பானாகவும், காப்புப் பொருளாகவும் (preservative) பயன்படுகிறது.

ஏனைய கிளைக்கால்கள். 1, 3 - பியூட்டேன் டைஆல் அசெட்டால்டாலை ஒடுக்கியும், 1, 4 பியூட்டேன் டைஆல், அசெட்டிலீன் அல்லது ஃபார் மால்டிஹைடை வினைப்படுத்தி முதலில் 1,4 -பியூட் டைன் டைஆலைப் பெற்று அவற்றை ஹைட்ரஜ னேற்றம் செய்தும் பெறலாம். குளுட்டரால்டி ஹைடை ஒடுக்குவதால் 1, 5-பென்டேன் டைஆல் விளைகிறது. இவை பாலி எஸ்ட்டர், பாலியூரத் தேன், ரெசின் தயாரிப்புகளில் நெகிழி ஆக்கி (plasticizer) இடைநிலைப் பொருள்களாகவும், கரைப் பான்களாகவும் விளங்குகின்றன. 2-மெத்தில்-2, 4-பென்ட்டேன்டைஆல் (ஹெக்சிலீன் கிளைக்கால்) மெசிட்டில் ஆக்சைடை ஒடுக்குவதால் கிடைக்கிறது. இந்நீர்மம் பால்மம் (emulsion) போன்ற, ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காத நீர்ம நிலைமைகளைக் கலக்கச் செய்கிறது. பியூட்டிரால்டாலை வினையூக்க ஹைட் ரஜனேற்றத்திற்குட்படுத்திப் பெறப்படும் 2-எத்தில்-1, 3-ஹெக்சேன்டைஆல் சிறந்த பூச்சித் தடுப்பி யாகப் பயன்படுகிறது. இதுவும் ஹெக்சிலீன் கிளைக் காலைப் போலவே கலக்கியாகச் (blending agent) செயல்படுகிறது. எத்திலீன் ஆக்சைடும், ஹைட் ரஜன் சல்ஃபைடும் வினைபுரிந்து கிடைக்கும் தயோடைஎத்திலீன் கிளைக்கால் சாயங்கள் தயா ரிப்பில் சிறந்த கரைப்பானாகவும், ஆக்சிஜனேற்றத் தடுப்பியாகவும் விளங்குகிறது.

- த. தெய்வீகன்

கிளைச்சுற்றுகள் (மின்)

இறுதிச் சுற்றில், மிகு மின்னோட்டக் காப்புக் கரு விக்குப் பின் தொடங்கிப் பயனீட்டுக் கருவியில் முடிவுபெறும் (ஒளி, மின்னோடி, வெப்பக்கம்பி) மின் கம்பியியல் தொகுதியின் பகுதி, கிளைச் சுற்று (branch circuit) எனப்படும். இச்சுற்று கையால் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய கருவிகளை இணைக்கும் செருகி தாங்கிகளிலும் முடிவு பெறக்கூடும்.

மிகு மின்னோட்டக் காப்புக் கருவி தொடக்க மின்னோட்டத்தைத் தாங்கக் கூடியதாக இருக்கும். மின்னோடிகளுக்கான கிளைக் கம்பிகள் முழுப் பளு விற்கு மேல் 25% நியமம் கொண்டு அமையும்.

தனிக் கருவிகளுக்கு மிகுமின்னோட்டக் காப்பு, நியம மின்னோட்டத்தை விட 50% மிகுதியாக இருக்கும். தொடர் பளுக்களில் கிளைச் சுற்றுகள் முழுப் பளுவை விட 25% மிகுந்த நியமம் கொண்ட னவாக இருக்க வேண்டும்.

ஒளிப்பளுச் சுற்றுகளில் கிளைச் சுற்றுகள் 15 அல்லது 20 ஆம்பியர் வரை தாங்குபவையாக இருக்கலாம். கையால் எடுத்துச் செல்லும் கருவிகள் கிளைச்சுற்று நியமத்தில் 80% க்கு மிகையாக இருக்கக் கூடாது. நிலையான கருவிகள் 50% ஐ மீறலாகாது.

உயர்பளு ஒளிப் பயன்கள், வீடுகளுக்கான சுற்று களில் 30 ஆம்பியர் நியமமும், வணிக, தொழில் போன்ற பயனீடுகளில் 40-50 ஆம்பியர் நியமமும் கொண்டவையாக இருக்கும். 4 கிலோ வாட்டிற்கு மேல் பளு கொண்ட ஒளிச்சுற்றுகளுக்கும், 1.5 குதிரைத் திறனிற்கு மேல் பளு கொண்ட திறன் சுற்றுகளுக்கும் மூத்தறுவாய் (three phase) இணைப்பு பயன்படுத்தப்படும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கிளைத்தல்

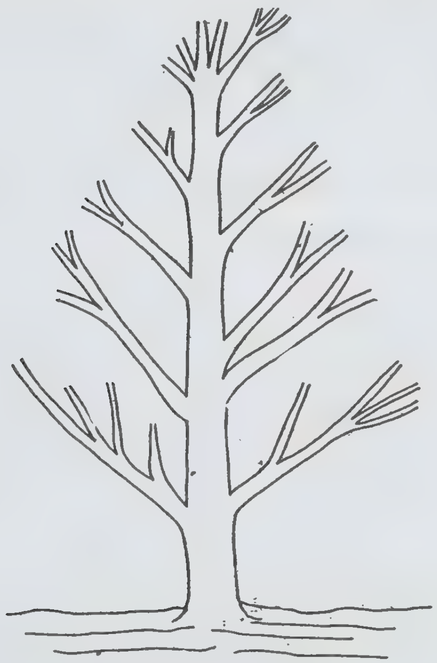
மரங்கள் உயரமாகவும், பெரியனவாகவும் வளர் வதற்குக் கிளைத்தலே காரணமாகும். உயர்ந்த தாவ ரங்களில் கோணமொட்டுகளிலிருந்து பக்கக் கிளைகள் தோன்றுகின்றன. ஆனால் கீழ்த்தாவரங்களில் முளை மொட்டு இரட்டை இரட்டையாகப் பிரிந்து மடல் களைத் தோற்றுவிக்கும். தாவரங்கள் விலங்கு களிடமிருந்து பலவகைகளில் வேறுபடுகின்றன. அவற்றுள் இரண்டு அமைப்புகள் மிக முக்கியமானவை யாகும். ஒன்று தாவரங்கள் தம்மிடமுள்ள பச்சை யத்தைக் கொண்டு தாமாகவே உணவு தயாரிக் கின்றன. இரண்டு அவற்றின் தொடர்ச்சியான முடிவு இல்லாத வளர்ச்சி ஆகும்.

ஆலமரம் மிகப் பெரிய மரம். கல்கத்தா தாவர இயல் தோட்டத்து ஆலமரத்தின் விட்டம் 300 அடி. அதன் சுற்றளவு 153 மீ. முடியின் சுற்றளவு 291.4 மீ. மேலும் ஊசி இலைத் தாவரங்களில் மிக உயர்ந்து காணப்படும் கலிஃபோர்னியா சிவப்பு மரம் (*Sequoia sempervirens*) உலகிலேயே மிக உயர்ந்து

(112 மீட்டர்) வளரக்கூடிய ஒன்றாகும். இதற்குக் காரணம் பக்கக் கிளைகள் அதிக வளர்ச்சியடையாமல் முனைமொட்டு (apical bud) மிக வேகமாக வளர்வதேயாகும். இவ்வாறு தாவரங்களில் சிலவகை பெரியனவாகவும் ஏனையவை உயரமாகவும் வளர்வதற்குக் கிளைத்தலே காரணமாகும்.

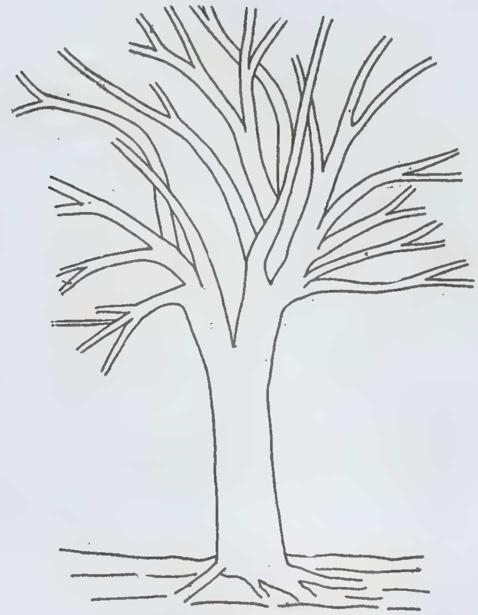
தாவரங்களில், கிளைகள் தோன்றும் விதம் மாறுபடுகிறது. உயர் தாவரங்களில் (phanerogams) கோணமொட்டுகளிலிருந்து பக்கக் கிளைகள் தோன்றுகின்றன. ஆனால் கீழ்த் தாவரங்களில் (cryptogams) முளை மொட்டு இரட்டை இரட்டை மடல்களாகப் பிரியும்.

உயர் தாவரங்களில் கிளைத்தல் ஒரு பாதக் கிளைத்தல் (monopodial branching), பலபாதக் கிளைத்தல் (sympodial branching) என இரு வகைப் படும்.



ஒரு பாதக் கிளைத்தல்

ஒருபாதக் கிளைத்தல். சில தாவரங்களில் மையத் தண்டின் முனைமொட்டு நீண்டகாலம் தொடர்ந்து செயல்படுகிறது. அத்தகைய தாவரங்களில் மையத் தண்டு நெடிது உயர்ந்து காணப்படும். மையத் தண்டின் மேல் பகுதியிலிருந்து பக்கக் கிளைகள் தோன்றுகின்றன. இக்கிளைகள் மையத் தண்டைவிட அளவில் சிறியனவாக உள்ளன. முதிர் கிளைகள் அடிப்பகுதியிலும் இளங்கிளைகள் மேற்பகுதியிலும் உள்ளன. இவ்வாறு கிளைவிடும் முறைக்கு ஒருபாதக் கிளைத்தல் என்று பெயர். நெட்டிலிங்கம், சவுக்கு, ஊசியிலை மரங்கள் ஆகியவை இதற்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும். இத்தாவரங்களில் முடி கூம்பு வடிவில் இருக்கும். முடியில் மையத் தண்டே ஆதிக்கம் செலுத்தும்.



பலபாதக் கிளைத்தல்

பலபாதக் கிளைத்தல். சில தாவரங்களில் மையத் தண்டின் முனைமொட்டு குறிப்பிட்ட காலம் வரையே செயல்படுகிறது. பிறகு தாவரத்தின் வளர்ச்சி பக்கக் கிளைகள் மூலமே நடைபெறுகிறது. இத்தகைய தாவரங்களில் தடித்த அடிமரம் (trunk) இருக்கும். இதன் முனையிலிருந்து பல தடித்த பக்கக் கிளைகள் தோன்றுகின்றன. இவ்விதம் கிளைவிடும் முறை பல பாதக் கிளைத்தல் எனப்படும். முடி ஏறத்தாழ நீள் வட்ட வடிவில் இருக்கும். முடியில் பக்கக் கிளைகளே

படம் 3

ஆதிக்கம் செலுத்தும். மாமரம், வேப்பமரம், ஆல மரம், அரசமரம் போன்ற மரங்கள் இம்முறைக்குச் சிறந்த சான்றுகளாக உள்ளன.

பலபாதக் கிளைத்தல் ஒரு புறம் நோக்கியும் (Uniparous), இருபுறம் (biparous) நோக்கியும் கிளைத்து இருக்கும். முன் சொன்ன பிரிவில் இரண்டு வகையுண்டு. ஒன்றில் அடுத்தடுத்த கிளைகள் இட வலப்பக்கமாக மாறி மாறித் தோன்றும். இந்தக் கிளைத்தல் திராட்சை போன்ற கொடி வகைகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இரண்டாவதாக, அடுத்தடுத்து ஒருபுறமே கிளைகள் தோன்றுவதை அசோக மரம் போன்றவற்றில் காணலாம்.

இருபுறம் கிளைத்தலில் கணுக்களின் இருபுறமும் உள்ள மொட்டுகளிலிருந்து கோணக்கிளைகள் தோன்றுகின்றன (படம்-3). இதில் மையத்தண்டின் மொட்டு விரைவில் அழிந்துவிடுகிறது. அரளி போன்ற தாவரங்களில் இவ்வமைப்புக் காணப்படுகிறது.

- மு. இராசாங்கம்
- வே. சங்கரன்

நூலோதி. P.C. Vasishta, *Taxonomy of Angiosperms*, R. Chand & Co., Delhi, 1974.

கிளைத் தேற்றம்

கணித வளர்ச்சிக்குத் துணையாக அமைகின்ற கோட்பாடுகள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு தேற்றமாகப் பெயரிடப்பட்டு நிரூபிக்கப்படும். நிரூபிக்கப்பட்ட பின்னர் அதன் விளைவுகளாகத் தருவிக்கப்படுவனவற்றைக் கிளைத்தேற்றங்கள் அல்லது துணை முடிவுகளாகக் கருதுவர். கணித ஆய்வில் வரும் பல்வேறு கொள்கைகள் ஒரு சிறப்பான கோட்பாட்டை மையமாகக் கொண்டு விளங்குவதைக் காணலாம். பிற கொள்கைகள் யாவும் அதன் விளைவாகப் பெறப்படுவனவாக அமைகின்றன. இந்நிலையில் நிரூபணத்துடன் கூடிய சிறப்பான கோட்பாட்டுத் தேற்றம் என்றும், அதனின்றும் தருவிக்கப்படும் ஏனைய கொள்கைகள் கிளைத் தேற்றங்கள் என்றும் கூறப்படுகின்றன.

ஒரு கிளைத் தேற்றத்தின் கொள்கை, தேற்றத்தின் கொள்கையைவிட வலிவானதாகவும் மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகவும் அமையக்கூடும். இருப்பினும் அக்கிளைத் தேற்றத்தின் உண்மையை நிலைநிறுத்தும் நிரூபணம் தேற்றத்தின் நிரூபணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டமையும். எடுத்துக்காட்டாக அனைத்து மெய் எண்களும் அடங்கிய கணம் எண்ணிடத்தக்கதன்று எனக் காட்ட முதலில் ஒரு மூடிய இடைவெளி எண்ணிடத்தக்கதன்று என்பதை நிறுவ முடியும். பின்னர் மெய் எண் கணம் ஒவ்வொரு மூடிய இடைவெளியையும் தன்னுள் அடக்கியிருப்பதாலும் ஓர் எண்ணிடத்தகாத கணத்தின் ஒவ்வோர் உள்ளடக்கக் கணமும் எண்ணிடத்தகாதது என்பதாலும் மெய் எண் கணம் எண்ணிடத்தகாது என்னும் கொள்கையைத் தரலாம். ஆகவே இந்த எடுத்துக்காட்டிற்குரிய தேற்றமும் கிளைத் தேற்றமும் பின்வருமாறு:

தேற்றம்: மூடிய இடைவெளி $(0,1)$ எண்ணிடத்தகாதது.

கிளைத்தேற்றம்: மெய் எண் கணம் $\mathbb{R}$ எண்ணிடத்தகாதது

சிறப்புத் தேற்றத்தை விரிவாக நிறுவிவிடுவதாலும் அதன் ஒவ்வொரு கிளைத் தேற்றத்தின் முடிவும் அதைச் சார்ந்து அமைவதாலும் கிளைத் தேற்றத்தின் நிறுவல் சுருக்கமாக அமைகிறது. ஒரு தேற்றத்தின் சிறப்பை அதன் கிளைத்தேற்றங்களின் எண்ணிக்கையை வைத்தும் அறுதியிடலாம்.

-அ. ரகீம்பாட்சா

கிளையலை அலையாக்கி

ஈடேற்றும் ஒரு விசை (restoring force) அல்லது திருக்கு விசையால் (torque) ஏற்பட்ட நிலையான சமநிலையை (stable equilibrium) உருவாக்கக்கூடிய எந்த ஓர் இயற்பியல் அமைப்பு முறையையும் கிளையலை அலையாக்கி (harmonic oscillator) எனலாம். மேற்கூறப்பட்ட ஈடேற்றும் விசை அல்லது திருக்குத் திறனின் அளவு நிலைத்த சமநிலையிலிருந்து ஏற்படும் நீள்மை அல்லது கோண (linear or angular) இடப்பெயர்ச்சியின் அளவை ஒட்டியதாகும். இத்தகைய ஓர் அமைப்பின் பகுதியை அதன் சம நிலையிலிருந்து அசைத்துவிடும்போது ஏற்படும் அதிர்வுகளையே (அதிர்வு ஒடுக்கத்தைத் தவிர்த்து) எளிய கிளையலை நகர்ச்சி (simple harmonic motion) என்பர். இந்த அதிர்வின் அலைவெண்ணே அலையாக்கியின் இயல்பான அலைவெண் ஆகும். ஈடேற்றும் விசையின் சடத்துவம் (inertia), நிறை (mass) உறுதித் தன்மைகளே இயற்கையான அலைவெண்ணைத் தீர்மானிக்கின்றன.

கிளையலை அலையாக்கி என்பது எந்திர அமைப்பைத் தவிர மின்னியல் அமைப்பிலும் உள்ளது. சில மின்னணு அலையாக்கிகளைத் தோராயமாகக் கிளையலை அலையாக்கிகள் எனலாம். இயல்பாக இயங்காமல் குறிப்பிட்ட நேரங்களில் மட்டும் ஒரு கிளையலை அலையாக்கியை இயக்கினால், அந்த விசையின் காலத்தோடு அந்த அலையாக்கி அதிரும். தொடக்கத்தில் இயற்கை

யான அதிர்வெண் இருக்கும். ஆனால் ஏதாவது ஒடுக்கம் (damping) ஏற்பட்டால் இயல்பான நகர்ச்சியை (motion) அகற்றிவிடும். f(t) என்னும் பொதுவான விசையால் இயக்கப்படும் கிளையலை அலையாக்கியின் துலங்கலை (response) ஒருபடி வகைக்கெழுச் சமன்பாட்டின் (linear differential equation) மூலம் விவரிக்கலாம். f(t) என்பதை நேரத்தின் சுயமான சார்புலன் (arbitrary function of time) எனலாம். x(t) என்பதை நேரத்தின் சார் புலன் (function of time) என்னும் முறையில் இடப் பெயர்ச்சியைக் குறித்தால், நகர்ச்சியின் சமன்பாடு (1) இல் உள்ளதுபோல் ஆகும்.

$$m\,d^2x/dt^2 = -c\;dx/dt - kx + f(t) \ldots (1)$$

சமன்பாட்டின் இடப் பக்கம் உள்ளவை முடுக்கத் தால் பெருக்கிய நிறையைக் (m) குறிக்கும். சமன் பாட்டின் வலப்பக்கம் உள்ள விசையில் —kx என்னும் ஈடேற்றும் விசையுடன் இயக்கும் விசையான $\sum c\;dx/dt$ என்னும் பாகுநிலை ஒடுக்க விசையும் (viscous damping force) அடங்கும். இந்த இயக்கும் விசை (driving force) திசை வேகத்திற்கு ஒப்புள்ள தாக இருக்கும் (இத்தளர்ச்சி மறையலாம்). இச் சமன்பாடு (1) இன் தீர்க்கமே சமன்பாடு (2)

$$x = e^{-bt}\left\{ A\sin(\omega t-\delta) + \frac{1}{m\omega}\int_{-\infty}^{t} e^{bt} \sin\left[\omega(t-T)\right] f(t)\,dt \right\} \qquad (2)$$

இதில் $b = c/2m$

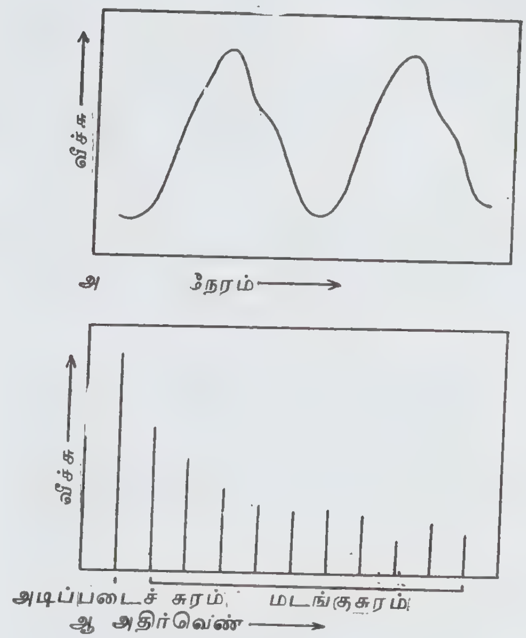
$$\omega^2 = k/m - (c/2m)^2$$

மற்றும் A உம் δ உம் தன் மாறிலிகள் (arbitrary constants) எனப்படும். f(t) என்னும் விசையை ஏற் படுத்துவதற்கு முன்பு அலையாக்கியின் இடப் பெயர்ச்சியும் திசைவேகமும் பூஜ்யமாக இருந்தால் A மற்றும் δ என்னும் தன் மாறிலிகளைப் பூஜ்யத் திற்குச் சமமாக வைக்கலாம். எந்த நேரத்தில் f(t) என்னும் விசை செயல்படுவதாகக் கருதப்படுகிறதோ அதுவே T என்னும் நேரத் தொகுப்பின் மாறி யாகும்.

- டி. இந்திரன்

கிளையலைப் பகுப்பாய்வி

சைன் (sine) கோட்டு வடிவில் இல்லாத அலையுருவின் ஆக்கக்கூறுகளின் வீச்சுகள், அதிர்வெண்கள் ஆகிய வற்றையும் சில வேளைகளில் அவற்றின் கட்டங் களையும் அளவிட உதவுகிற கருவி கிளையலைப் பகுப்பாய்வி (harmonic analyser) எனப்படும். வழக்க மாக 100 KHZ வரை கேள்நிலை அதிர்வெண்களிலும் குறைந்த அதிர்வெண்களிலும் இக்கருவி பயன்படு கிறது. நிறமாலைப் பகுப்பாய்வி என்பது ஒரு வகை யான அலைப் பகுப்பாய்வியே ஆகும்.



படம் 1.

1-அ படத்தில் ஒரு சைன் கோட்டு வடிவற்ற அலையுரு, ஓர் அலைவு காட்டியின் உதவியால் கால மண்டலத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால் இது அலையின் வடிவத்தை மட்டுமே காட்டி அதில் உருக்குலைவுகளும் தேவையற்ற கலப்படக் குறிப்பலை களும் ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்பதைக் குறிப்பிடுகிறது. கிளையலைப் பகுப்பாய்வி ஒவ்வொரு குறிப்பலை ஆக்கக் கூறையும் பிரித்து அலை உருவின் ஃபூரியர் வரிசை ஆக்கக் கூறுகளைத் தனிப்படுத்துகிறது. பகுப்பாய்விகளில் பல வகைகள் உண்டு. ஒவ்வொரு வகைக்கும் வெவ்வேறான பயன்கள் உள்ளன.

இசைவிக்கக்கூடிய வடிப்புப் பகுப்பாய்வி (tunable filter analyser) என்னும் வகை, வீசல் வடிப்புப் பகுப் பாய்வி (sweeping filter analyser) எனவும் குறிப்பிடப் படுகிறது. பிற பகுப்பாய்விகளைவிட இது எளிமை யானது. இயக்குபவராலோ, தானாகவோ இசைவு செய்யப்படக்கூடிய ஒரு பட்டைக்கடத்து வடிப்பான் (band pass filter) உள்வரும் குறிப்பலையின்

ஒவ்வோர் ஆக்கக் கூறையும் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகத் தனிப்படுத்துகிறது. இயங்கு சுருள் அளவி, எண்ணுரு காட்டுந் திரை, வரைகோட்டுப் பதிவுசெய்யும் கருவி, x-y வரைகோடு வரைவி, எதிர்மின்முனைக் கதிர்க் குழல் போன்ற கருவிகளைக் கொண்டு இந்தப் பகுப்பாய்வி காட்டும் அளவீடுகளை வெளிக் காணலாம். கிளையலை ஆக்கக் கூறுகளின் அதிர் வெண்களையும் ஆற்றல் நிலைகளையும் நுட்பமாகக் கண்டுபிடிக்கிற வகையில் இந்தக் கருவியில் அளவு குறிக்கப்பட்டிருக்கும். படியமைப்பு வடிப்புப் பகுப் பாய்வி (stepped filter analyser) என்னும் வகையில் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டிய குறிப்பலை சேர்ந்தாற் போல ஒரு பட்டைக்கடத்து வடிப்பான் வரிசையில் செலுத்தப்படும். அந்த வரிசையில் உள்ள ஒவ் வொரு பட்டைக் கடத்து வடிப்பானும் வெவ்வேறு மைய அதிர்வெண்ணைக் கொண்டிருக்கும். துலக்கி யின் மூலம் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வடிப்பான்களில் வெளியீடு செலுத்தப்படும். அளவுகாட்டியில் ஒவ் வொரு வடிப்பான் அதிர்வெண்ணுக்கும் நேரான குறிப்பலை மட்டம் காட்டப்படுகிறது.

இந்த முறை, வேலைச் சுமை மிகுந்தது. பெருஞ் செலவு பிடிப்பது. எனவே இம் முறையைச் செம்மைப்படுத்தி அதே விளைவைப் பெறலாம். அதற்கு இரண்டு வடிப்பான்களை மட்டும் பயன் படுத்தினால் போதும். வடிப்பான் உறுப்புகளின் மதிப்புகளை மாற்றி அவற்றின் இசைவு அதிர்வெண் களை மாற்றலாம். இரண்டு வடிப்பான்களின் அதிர் வெண்களும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக உயர்த்தப் படுகின்றன. இம்முறையில் ஒரு வடிப்பானின் அதிர் வெண் மாற்றப்படுகையில் மற்ற வடிப்பான் அளவீடு களை எடுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கலக்கிப்பிரிப்புப் பகுப்பாய்வி (heterodyne analyser) என்னும் வகையை வழக்கமாக அலைப் பகுப்பாய்வி எனக் குறிப்பிடுவர். இது ஒரு கலக்கிப் பிரிக்கும் வானொலி ஏற்பியின் தத்துவத்தில் செயல் பட்டுப் பகுப்பாய்வு செய்ய வேண்டிய குறிப்பலையை ஒரு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட மாறிலியான அதிர்வெண் ணுடையதாக மாற்றி அந்த அதிர்வெண்ணில் வடி கட்டலை நிகழ்த்துகிறது. வடிப்பான் அதிர் வெண்ணை மாற்றுவதற்கு மாறாக இசைவிப்பு அலைவியின் அதிர்வெண் மாற்றப்படுகிறது. பட்டை அகலம், வடிவம் போன்ற தன்மியல்புகள் மாறாம லிருக்கிற ஒரு வடிப்பானைக் கொண்டு அளவீடு களை எடுக்க முடிவது இம்முறையின் நன்மை ஆகும். ஒரே ஒரு வடிகட்டி மட்டுமே தேவைப்படுவதால் இந்த் வகைப் பகுப்பாய்வி மாறு வகை அல்லது படியமைப்பு வகைகளைவிடப் பொதுவாக அதிகத் தேர்வுத் தன்மை வாய்ந்ததாக இருக்கிறது. நிற மாலைப் பகுப்பாய்வி என்பது தானாகவே வீசும் கலக்கிப் பிரிப்புப் பகுப்பாய்வி வகையைச் சேர்ந்ததே ஆகும்.

இணை வடிப்புப் பகுப்பாய்வி (parallel filter analyser). மேலே விவரிக்கப்பட்ட பகுப்பாய்விகள் வரிசை அல்லது தொடர் வகைப் பகுப்பாய்விகள் எனப்படும். அவை அனைத்து நோக்கங்களுக்கும் பயன்படுவதில்லை. அவற்றில் ஒரு முக்கியமான குறை உள்ளது. அளவீடுகள் எடுக்கப்படும்போது உள்ளிடு குறிப்பலை மாறாததாக இருக்க வேண் டும்.

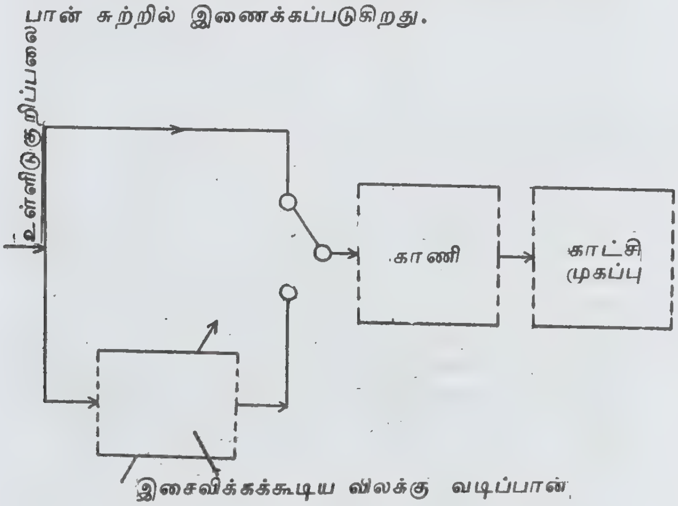
பேச்சொலி போன்ற மாறிக்கொண்டே இருக்கிற அலையுருக்களைப் பகுப்பாய்வு செய்யும் போது மெய்நேரப் பகுப்பாய்வி (real time analyser) ஒன்று தேவைப்படுகிறது. அது ஓர் அலையுருவின் அனைத்து அதிர்வெண் ஆக்கக் கூறுகளையும் ஒரே நேரத்தில் சேர்ந்தாற்போல ஒருங்கே காட்ட முடியும். இணை வடிப்புப் பகுப்பாய்விகள் இத்தகைய மெய்நேரப் பகுப்பாய்விகள் ஆகும். இவற்றை விடவும் மேலானவை நடைமுறைக்கு வந்துவிட்டமையால் இவை வரலாற்றில் மட்டுமே இடம் பெறுபவையாகி விட்டன. உயர்ந்த தேர்வுத் திறனைக் குறைந்த செலவில் பெற முடியாததும், முப்பதுக்கு மேல் வடிப் பான்களைச் சேர்க்க முடியாத நுண் பிரிதிறனைப் பெற முடியாததும் இம்முறையின் குறைகள் ஆகும்.

நேரச் சுருக்கப் பகுப்பாய்வி (time compression analyser) என்னும் கருவி அனைத்து அதிர்வெண் ஆக்கக் கூறுகளையும் ஏறத்தாழ ஒரே நேரத்தில் அளவிடுகிறது. எனவே இதை ஒரு மெய்நேரப் பகுப் பாய்வியாகவே வகைப்படுத்துகின்றனர். இது கலக்கிப் பிரிக்கும் வகையின் ஒரு மாறுபட்ட அமைப்பு ஆகும். ஆனால் இதில் கலக்கிக்கு (mixer) முன்னால் ஓர் எண்குறி செயல்பாட்டுப் பகுதி உள்ளது. இந்தப் பகுதி உள்ளிடு குறிப்பலைகளைச் சேமித்து, அதன் நேரத்தைச் சுருக்கி அதன் பிறகு உள்ளிடு குறிப் பலையின் படியைத் தொடர்ந்து ஒலிக்கிறது. அதே நேரத்தில் இசைவிக்கக்கூடிய அலைவி தேவைப்பட்ட அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் கருவியை இசைவிக்கிறது.

விரைவு ஃபூரியர் மாற்றப் பகுப்பாய்வி. நேரச் சுருக்கப் பகுப்பாய்வி சமான வகைப் பகுப்பாய்வியை மேம்படுத்த எண்ணியல் முறைகளைப் பயன்படுத்து கிறது. ஆனால் விரைவு ஃபூரியர் மாற்றப்பகுப்பாய்வி எண்ணியல் முறைகளை மட்டுமே பயன்படுத்துகிறது. இக்கருவி ஓர் அலையுருவின் ஆக்கக் கூறுகளைக் கணக்கிடும்போது ஃபூரியர் மாற்றத்தைக் கண்டு பிடிக்க ஒரு கணித வழியைப் (algorithm) பயன்படுத்து கிறது.

அலையுருவின் ஒலி ஆக்கக் கூறுகளின் கட்டங் களையும் அளவிட முடிவது இக்கருவியின் சிறப்புப் பயன் ஆகும். இதில் மேலும் எண்ணியல் செயல்முறை களைச் செய்ய முடியும் என்பது மற்றுமொரு நன்மை ஆகும். விரைந்து உயர்த்தல் (zoom) தாமாய் ஒரு

முகப்படுத்தல் (auto correlation) போன்ற செயல் முறைகளையும் நிகழ்த்த முடியும். உருக்குலைவு காரணி அளவி (distortion factor meter) என்னும் கருவி அதிர்வெண்கள், வீச்சுகள் ஆகியவற்றின் தனிப்பட்ட மதிப்புகளை அளிப்பதில்லை. அதற்கு மாறாகத் தேவைப்படுகிற அல்லது அடிப்படைக் குறிப்பலையின் ஒரு விகிதமாகத் தேவைப்படாத அல்லது உருக்குலைந்த ஆக்கக் கூறுகளைக் குறிப்பிடுகிறது. இத்தகைய கருவிகள் ஒலியியல் கருவிகளில் ஏற்படுகிற ஒலி உருக்குலைவை அளவிட உதவுகின்றன. இந்த ஒலியியல் கருவிகளில் வெளியீட்டு ஒலிகளைப் பற்றிய விவரமான, தனித்தனியான தகவல்களைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய தேவையில்லை. அவை எந்த அளவுக்கு ஒலிக்குறிப்பலைகளை உருக்குலையச் செய்கின்றன என்பதைக் காட்டுகிற, உருக்குலைப்புக் காரணியை (distortion factor) அல்லது சிறப்பியல்பு எண்ணை (figure of merit) மட்டும் அறிந்தால் போதும். படம் 2 இல் இத்தகைய ஒரு கருவியின் திட்டப்படம் காட்டப் பட்டுள்ளது. தேவைப்படாத குறிப்பலை ஆற்றல் மட்டத்தை விலக்கப்பட்ட அடிப்படைச் சுரத்தின் ஆற்றல் மட்டத்துடன் ஒப்பிட்டுக் கணக்கிடக்கூடிய வகையில் ஒரு மேற்கோள்ஆற்றல் மட்டத்தை நிறுவிய பின்னர் இசைவாக்கக் கூடிய விலக்கல் வடிப்பான் சுற்றில் இணைக்கப்படுகிறது.



படம் 2.

பயன்பாடுகள். இதுவரை விவரிக்கப்பட்ட மடங்கு சுரப்பகுப்பாய்விகள் (harmonic analysers) பல வகைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒலிப்பதிவுகளும், ஒலிபரப்புகளும் நிகழ்கிற இடங்களிலிருந்து வீடுகள் வரை அனைத்து இடங்களிலும் புழக்கத்தில் உள்ள ஒலியியல் கருவிகள் எல்லாவற்றிலும் குறிப்பலைகள் உருக்குலைக்கப்படுவது, தேவையற்ற குறிப்பலைகள் தோன்றுவது ஆகியவற்றை அளவிட இந்தப் பகுப்பாய்விகள் இன்றியமையாதவை. பேச்சொலிகளின் அலையுருக்களைப் பகுப்பாய்வு செய்வது எந்திரக் கருவிகளிலும் கட்டடங்களிலும் ஏற்படுகிற அதிர்வுகள், ஒத்ததிர்வுகள் ஆகியவற்றை அளவிடுவது, நிலநடுக்க ஆய்வுகளின்போது எதிரொலிகள் மீண்டு வர ஆகும் நேரத்தைக் கணக்கிடுவது ஆகியவற்றிலும் இவை உதவுகின்றன. விமானப் பொறிகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒலிகளைப் பகுப்பாய்வு செய்யவும், நீரில் மூழ்கியுள்ள பொருள்களைச் சோனார் கருவிகளின் மூலம் கண்டுபிடித்துத் தொலைவைக் காணும்போது எதிரொலிகளைப் பகுப்பாய்வு செய்யவும், மனிதத் திசுக்கள் உலோக வார்ப்புகள் போன்றவற்றின் உள்ளிடக் கட்டமைப்புகளை ஆய்வு செய்ய உதவுகிற கேளா ஒலிக் குறிப்பலைகளை ஆராயவும் இக்கருவிகள் உதவும்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

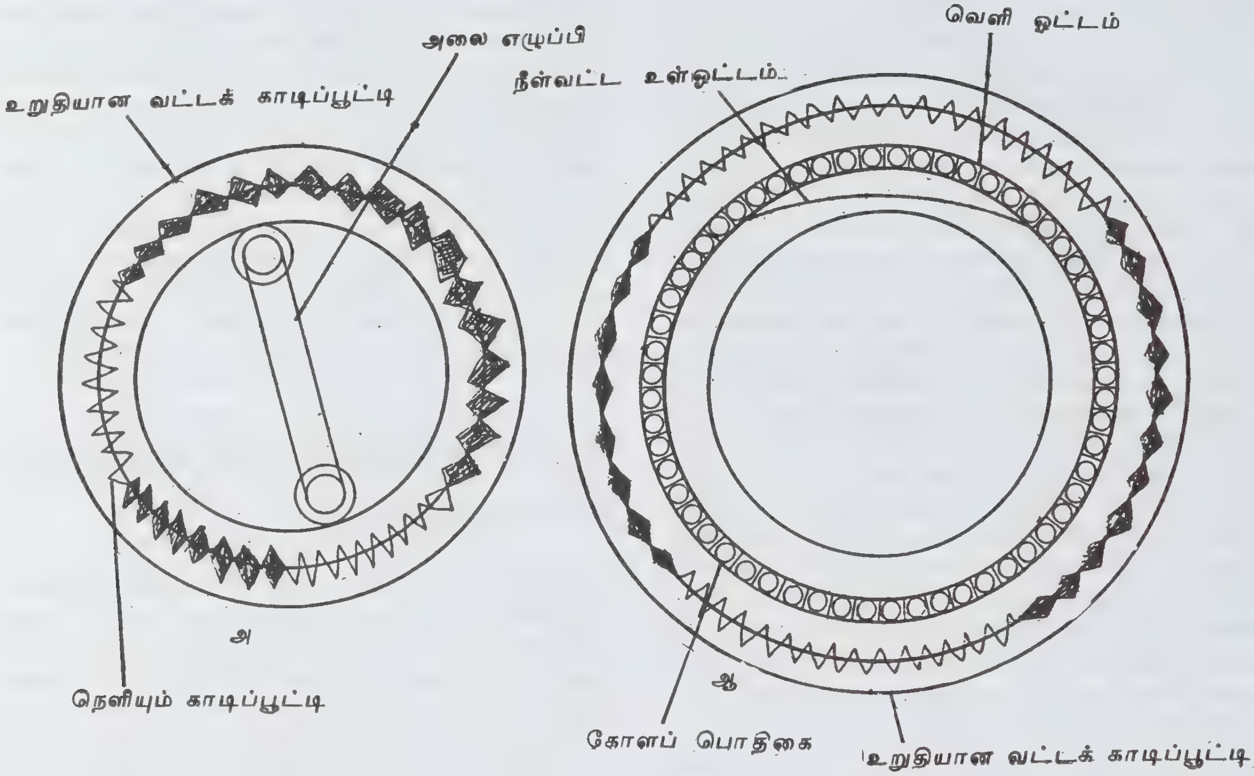
கிளையலை வேகமாற்றி

சுழல் (rotary), நீள்மை (linear) கோண (angular) நகர்ச்சிகளை, அதிக விகிதங்களில் (ratios) நேர் நகர்வாக (positive motion) மாற்றும் ஓர் இயக்க அமைப்பு முறையைக் (mechanical drive system) கிளையலை வேகமாற்றி (harmonic speed changer) எனலாம்.

சுழலும் அமைப்பில் இந்த இயக்கம் மூன்று பகுதிகளை உடையது. அவை, உறுதியான வட்டக் காடிப்பூட்டி (circular spline), உள்ளீட்டு அலை எழுப்பி (input wave generator), நெளியும் தன்மை கொண்ட காடிப்பூட்டி (flexible splines) ஆகியவை யாகும். இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றை நிலையாக்கிக் கொண்டு, உள்ளீடாகவோ (input) வெளியீடாகவோ (output) பயன்படுத்தலாம். மேலும் நிலையான இயக்கியாகவோ (fixed driver) இயக்கப்படும் உறுப்பாகவோ பயன்படுத்தலாம். காண்க: காடிப்பூட்டி.

படம் (1) இல் காணப்படுவதைப் போல நிலையான உறுப்பு (fixed member) என்பது 132 உள் பற்களைக் கொண்ட நிலையான வட்டக் காடிப் பூட்டி ஆகும். இயக்கப்படும் பகுதி நிலையான காடிப்பூட்டியில் உள்ள பற்களைப் போன்ற 130 வெளிப்பற்களைக் கொண்ட நெளியும் காடிப் பூட்டி யாகும். இரண்டு முட்டுக் (lobe) கொண்டதாகக் காட்டப்பட்டுள்ள இயக்கும் உறுப்பு (driving member) நெளியும் காடிப்பூட்டியில் நகரும் வட்ட அலைகளை (travelling circular waves) உற்பத்தி செய்யக்கூடியது.

நெளியும் காடிப்பூட்டி நிலையான வட்ட வடிவக் காடிப்பூட்டியுடன் நேர் எதிரான இரண்டு பகுதிகளில் இணைகிறது. அவ்வாறு இணையும்



படம் 1. (அ) சுழற்சி - சுழற்சி கிளையலை வேகமாற்றி (ஆ) சுழற்சியிலிருந்து சுழற்சிக்கு மாறும் உண்மையான கிளையலையாக்கியின் கட்டலமைப்பு

போது, ஏறக்குறைய செங்குத்தான பேரச்சுக் கொண்ட (major axis) ஒரு நீள்வட்ட வடிவம் (ellipse) தோன்றுகிறது. ஏறக்குறைய கிடைமட்டக் கோடு போலத் தோன்றும் சிறு அச்சுக் கோட்டின் (minor axis) இரு பகுதிகளிலும் காடிப்பூட்டியின் பற்கள் விலகுகின்றன. அலைஎழுப்பி சுழலும்போது, நெளியும் காடிப்பூட்டியின் அச்சுகளும், காடிப்பூட்டியின் பற்களும் சேர்ந்து விலகும் பகுதிகளோடு தொடர்ந்து சுழல்கின்றன. நெளியும் காடிப்பூட்டியின் பற்கள் நிலையான காடிப் பூட்டியின் பற்களைவிடக் குறைவாக உள்ளமையால் அலைஎழுப்பி ஒரு சுற்றுச் சுற்றும்போது நெளியும் காடிப்பூட்டி ஒரு சுற்றில் 2/132 என்னும் அளவில் அலை எழுப்பிக்கு எதிராகச் சுழல்கிறது. ஆகவே வேகக்குறைப்பு 2: 132 (1:66) என்னும் விகிதத்தில் உள்ளது. காடிப் பூட்டிகளின் பற்களை அதிகப்படுத்தினால் வேகக் குறைப்பும் கணிசமாக அதிகரிக்கும். ஆனால் பற்களை அதிகப்படுத்தும்போது நெளியும் காடிப்பூட்டியின் பற்கள் நிலையான காடிப் பூட்டியைவிட இரண்டு பற்கள் எப்போதும் குறைவாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

படம் 1ஆ இல் உள்ளவாறு உண்மையிலேயே செய்யப்பட்ட அலை எழுப்பியில் நீள் வட்டவடிவ உள் ஓட்டத்தை (inner race) உடைய ஒரு மணிதாங்கி (ball bearing) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதில் உள் ஓட்டத்தைச் சுற்றும்போது அது வெளி ஓட்டத்தை (outer race) நெளியச் செய்து அதன் வெளிப்பற்களை, நிலையான காடிப்பூட்டியின் உள் பற்களுடன் பேரச்சுக் கோட்டின் வழியே இணைக்கிறது.

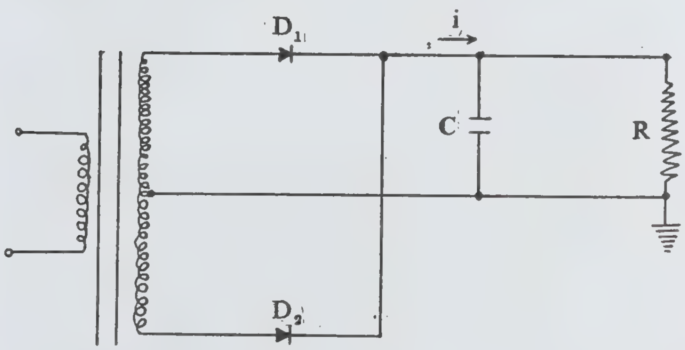
சிறிய இடத்தில் அதிக விகிதத்தை உற்பத்தி செய்தல், ஒரு தொகுப்பில் (unit) 1000:1 என்னும் உறுதியான விகிதத்தில் வேகக்குறைப்பு அல்லது அதிகரிப்பை ஏற்படுத்தல், பற்களின் தேய்மானம் மிகவும் குறைவாயிருத்தல், சமன் செய்யப்பட்ட தாங்கியின் சுமை, மிகவும் குறைந்த பின்னடிப்பு (back lash), 400:1 என்னும் பற்சக்கர விகிதத்தில் உள்ள செயல் திறன், சுழற்சியிலிருந்து சுழற்சிக்கு, சுழற்சியிலிருந்து நீள்மைக்கு, நீள்மையிலிருந்து நீள்மைக்கு மாற்றிக் கொள்ளக்கூடிய தன்மை ஆகியவை இந்தக் கருவியின் சிறப்புகளாகும்.

- டி. இந்திரன்

கிளையிணைப்பு

ஒரு மின்சுற்று அமைப்பைப் பிறிதொரு மின்சுற்று அமைப்பின் முனையுடன் இணைக்கும் செயல் முறைக்குக் கிளையிணைப்பு (shunting) என்று பெயர். இவ்விணைப்பால் மின்னோட்டம் இவ்விரு மின்சுற்றுகளின் விடுப்புகளுக்கேற்ப (admittances) பகுக்கப்படுகிறது. மின்னோட்டத்தின் ஒரு பகுதியை மாற்றுவழி (by pass) மூலம் கருவியின் சுற்றுப்புறங்களுக்குக் கிளையிணைப்புக் கடத்துவதால், அளவிடும் நெடுக்கத்தை (range) மாற்ற இயலும். இதன் காரணமாகவே கிளையிணைப்பு அம்மீட்டர், கால்வனோ அளவி, பிற மின்னோட்டத்தை அளவிடும் கருவி ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது.

இசைவுச் சுற்றுகளில் (tuned circuit) இசைவுச் சிறப்பியல்புகளை மேம்படுத்த மின்தடை கிளையிணைப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. மின்திருத்திகளின் (rectifiers) வெளியீட்டு மின்னழுத்தத்தின் நேர்திசையைச் சீராக்க (smooth) வடிப்பி மின்சுற்றுகள் (filter circuits) பயன்படுகின்றன. எளிய வடிப்பி மின்சுற்று என்பது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள கிளையிணைப்பு மின்தேக்கிச் சுற்றாகும். மின்தேக்கியின் எதிர்வினைப்பின் (reactance) மதிப்புச் சுமை மின்தடையின் (load resistance) மதிப்பைவிடச் சிறியதாக இருக்கும்படி மின்தேக்கி தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது.



மின்தேக்கி வடிப்பி மின்சுற்று

கிளையிணைப்பு என்பது மின்தடை, மின்தேக்கி போன்றவற்றைப் பக்க இணைப்பில் இணைப்பது போன்றதே. ஒரு மின்தடையை (R_1) மற்றொரு மின்தடையுடன் (R_2) கிளையிணைப்புச் செய்யும் போது இவற்றின் தொகு மின்தடை மதிப்புக் (R) குறைகிறது.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

அவ்வாறே, ஒரு மின்தேக்கியை (C_1) மற்றொரு மின்தேக்கியுடன் (C_2) கிளையிணைப்புச் செய்யும்போது கிடைக்கும் தொகு மின்தேக்குந் திறன் (C) அவற்றின் தனித்தனி மின்தேக்குந்திறனின் கூடுதலுக்குச் சமம் ($C=C_1+C_2$) ஆகும்.

- ஜா. சுதாகர்

நூலோதி. John D. Ryder, *Electronic Fundamentals and Applications*, Fifth Edition, Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi, 1983.

கிளைன்ஃபெல்ட்டர் கூட்டியம்

குரோமோசோம் மாறுபாட்டால் உண்டாகும் பிறவி நோயில், ஆண் போல் தோற்றமளிக்கும் நோயாளியிடம் பெண்மைக்கு உரிய சில மாறுபாடுகள் காணப்படும். வழக்கமாக ஆணிடம் XY குரோமோசோமும், பெண்களிடம் XX குரோமோசோமும் காணப்படும். கிளைன்ஃபெல்ட்டர் கூட்டியத்தில் பெண் குரோமோசோமாகிய X வகை இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் காணப்படுவதாலேயே இம் மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. பொதுவாக இக்கூட்டியத்தில் காணப்படும்காரியோ வகையில் 47,XXY குரோமோசோம்கள் காணப்படும். மற்றொரு வகையாகிய மொசைக் வகையில் 46,XY/ 47, XXY காணப்படும்.

கிளைன்ஃபெல்ட்டர் கூட்டியத்தின் முக்கிய நோய்க்குறி ஆண்பெண் வேறுபாட்டில் ஏற்படும் மாற்றமாகும். பார்வைக்கு ஆண்போல் தோற்றமளிக்கும் இவர்களிடம் சிறிய விந்துக்கோளமும் உயிரணுக்களற்ற விந்தும் பருத்த மார்பகங்களும் இரத்தத்தில் கொனடோடிரோபின் அளவும் கூடுதலாகக் காணப்படும். குழந்தைப் பருவத்தில் கன்னத்தில் உட்புறச் சளிப்படலத்தில் உள்ள செல்களை, வாலிபர்களிடம் ஆய்வு செய்து பார்த்ததில் 500 பேருக்கு ஒருவர் பாதிக்கப்பட்டிருப்பது தெரிய வந்தது.

நோய்க் குறிகள். வாலிப வயது வரை வேறுபாடு மிகுதியாகத் தெரிவதில்லை. விந்தின் சேகரிப்புச் சிறுத்தும் விந்தில் உயிரணுக்கள் குறைந்தும் காணப்படும். வாலிப வயதைக் கடக்கும்போது மாறுதல்கள் தோன்றத் தொடங்கும். மார்பகங்கள் பருத்து, மலட்டுத்தன்மை மற்றும் ஆண்ட்ரோஜன் குறைபாட்டால் வரும் முகமயிர் குறைந்து மீசை, தாடி போன்றவை வளர்வதில்லை. கக்கத்திலும், உடலிலும் மயிர் குறைவாக வளர்வதுடன் ஆண்குறியின் அளவு

சிறுத்தும் காணப்படும். 47,XXY வகையினரிடம் விந்து சேரும் குழாய்கள் பழுதுற்று, உயிரணுக்கள் இல்லா விந்து நிச்சயமாகக் காணப்படும். விந்துக் கோளம் 2-3.5 செ.மீ.க்கும் குறைவாகவே தோன் றும். உருப்பெருக்கியின் மூலம் விந்துக் கோளத் திசுவை ஆய்வு செய்தபோது குழாய்கள் ஹையலின் பொருளால் அடைபட்டுப் புது விந்து காணப்பட வில்லை. மாறாக லீடிக் செல்கள் மிகுந்தும் காணப் பட்டன. வளர்ச்சியின் கூடுதல் இடுப்புக்குக் கீழ் உள்ள வளர்ச்சியைப் பொறுத்து அமையும். கால் களில் சுருண்ட நாளங்கள், எடை கூடுதல், மனக்குறை பாடு, சமுதாயத்துடன் ஒட்ட முடியாமை, தைராய்டு குறைபாடு, சர்க்கரை நோய், நுரையீரல் நோய் முதலியவை வயதான காலத்தில் தோன்றும். மார் பகப்புற்று 20% நோயாளிகளிடம் உண்டாகும்.

மொசைக் வகையில் 47, XXY வகையைப் போல் மூளை வளர்ச்சியின்மை, விந்துக் கோளம் மற்றும் விந்து இவற்றில் பாதிப்பில்லாத மலட்டுத்தன்மை சிலரிடம் காணப்படுவதில்லை. இதனால் இந்நோ யைக் கண்டுபிடிப்பது அரிது. 30க்கும் மேற்பட்ட காரியோ வகைளான XXYY, XXXY, XXXXY போன்ற குரோமோசோம் வகைகளும், மொசைக் வகையில் X குரோமோசோமும் உருவத்தில் மாறு பட்டுக் காணப்படும்.

மருத்துவம். இதற்கெனத் தனியாக மருத்துவம் எதுவுமில்லை. அறுவை மருத்துவமாக மீவளர்ச்சி யுள்ள மார்பகத்தைக் களையலாம். மலட்டுத் தன் மையை மாற்ற இயலாது. மாறாக ஆன்ட்ரோஜன், டெஸ்டோஸ்டிரான் கொடுத்து வர அரிதாக மாறு தல் தோன்றப் பல காலமாகும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

நூலோதி. William Boyd, *A Text Book of Pathology*, Eighth Edition, Leaso Febicer, Philadelphia, 1965; Robert G. Petersdorf & Raymond D. Adams, *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 10th Edition, Mc Graw-Hill Inc., Italy, 1974.

கிளைனோஹூமைட்

இது ஒரு சிலிக்கேட் கனிமம். இது ஹூமைட் வகுப்பைச் சேர்ந்தது. (ஹூமைட் வகுப்பைச் சேர்ந்த கனிமங்களில் ஒரு கனிமம் சம சிலிக்கேட் டாகவும், ஏனைய மூன்று கனிமங்கள் குறை சிலிக்கேட்டுகளாகவும் உள்ளன.) கிளைனோ ஹூமைட் (clinohumite) ஒரு குறை சிலிக்கேட் ஆகும். இது நீரும், ஃபுளோரினும் கொண்டுள்ள மக்னீஷியம் - சிலிக்கேட் $[Mg_9Si_4O_{16}(F,OH)_2)]$ கனிமமாகும்.

கிளைனோஹூமைட் ஒற்றைச்சரிவுத் தொகுதி யைச் சேர்ந்த கனிமம் ஆகும். இதன் அணுக்கோப்பு, இயல்பு அல்லது அடிப்படை வகையைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமத்தின் ஓர் அணுக்கோப்பில் இரண்டு (கனிம) கூட்டணுக்கள் உள்ளன. கிளைனோ ஹூமைட்டின் அணு அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு முன்-பின் வாட்டத்தில் (a-படிக அச்சுத் திசையில்) 13.71 ஆகவும், பக்க வாட்டத்தில் (b-படிக அச்சுத்திசையில்) 4.755 ஆகவும், கீழ் மேலாக (c-படிக அச்சுத்திசையில்) 10.29 ஆகவும் இருக்கும். இக்கனிமத்தில் முன்-பின் (a) அச்சுக்கும் குத்து (c) அச்சுக்கும் இடையேயுள்ள (β) கோணம் 100° 50' ஆகும். இதன் படிக அச்சு களின் நீளம் 1.08:1:5.65 என்னும் விகிதத்தில் உள்ளது. இக்கனிமத்தில் படிக - இரட்டுறல் பெரிதும் காணப்படுகிறது.

ஹூமைட் வகுப்பைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் ஏறத் தாழ ஒரே வகையான தன்மைகளுடன் விளங்கு கின்றன. சில குறிப்பிட்ட தன்மைகளில் உள்ள வேறுபாட்டைக் கொண்டே இக்கனிமங்களைப் பிரித் தறிய இயலுகிறது. கிளைனோஹூமைட்டில் (010) கனிமப் பிளவு தெளிவாகக் காணப்படுகிறது. இக் கனிமம் கண்ணாடி - மிளிர்வு அல்லது அரக்கு- மிளிர்வை உடையது. இது குறை-வளை முறிவு அன்றிச் சீரற்ற முறிவையும் உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 6-6.5; ஒப்படர்த்தி 3.1-3.2.

கிளைனோஹூமைட் இரண்டு ஒளி அச்சுகளை உடையது. இதன் ஒளி அச்சுகளுக்கு இடையேயுள்ள (ஒளி அச்சு) கோணம் (2V) 76° ஆகும். இதன் ஒளி அச்சுத் தளம் (010) படிகத் தளத்திற்குச் செங் குத்தாக அமைந்துள்ளது. இக்கனிமம் நேர் ஒளிக்குறி உடையது.

கிளைனோஹூமைட்டில் X அதிர் திசைக்கும் a - படிக அச்சுக்கும் இடையேயுள்ள மறை கோணம் ($X \wedge C$) 9° இருக்கும். இதில் Z - அதிர்வுத் திசை (010) தளத்திற்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ளது. இக் கனிமத்தின் ஒளி விலகல் எண்கள் $\alpha = 1.62\text{-}1.66$; $\beta = 1.64 - 1.67$; $\gamma = 1.65\text{-}1.69$ ஆகும்.

கிளைனோஹூமைட் பொதுவாகச் சுண்ணப் பாறைகளில் காணப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இத னுடன் ஹூமைட் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. இரண்டின் படிகங்களும் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்து இணையாக வளர்ந்துள்ளன.

கிளைனோஹூமைட் ஸ்பெயின், சைபீரியா, நியூயார்க், இத்தாலி முதலான நாடுகளில் கிடைக் கிறது. கிளைனோஹூமைட் கனிமத்தில் சிறிதளவு டைட்டேனியம் கலந்து இருந்தால் அது டைட்டன் கிளைனோஹூமைட் எனப்படும். இந்தக் கனிமம் முன்பு டைட்டனோ - ஆலிவீன் என்னும் பெயரால் குறிப்பிடப்பட்டது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. W. E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, John Wiley & Sons, New York, 1955.

கிளோமிஃபின்

இது முட்டையின் அண்ட வளர்ச்சியைத் தூண்டும் வேதிப் பொருள்களில் முக்கியமானதாகும். டை எத்தில் ஸ்டில்பீஸ்ட்ரால் என்னும் பொருளுடன் தொடர்பு கொண்ட கிளோமிஃபின், ஈஸ்ட்ரோஜனுடன் போட்டியிட்டு ஈஸ்ட்ரோஜன் ஏற்பிகளுடன் இணைவதன் மூலம் ஈஸ்ட்ரோஜன் எதிர்ப்பியாகச் செயல்படுகிறது. மேலும் இம்மருந்து, மூளையில் ஹைபோதலாமஸில் நிகழும் கோனடிய ஸ்டிராய்டுகளின் எதிர்மறை விளைவுகளைத் தடுத்துக் கருக்குமிழ் (follicle) ஹார்மோன் வெளிப்படுதலைத் தூண்டுகிறது. அப்போது மாதவிடாய்ச் சுழல் நிகழ்ச்சியால் வளர் அண்டம் அமைவதுடன் பெண், கருவுறும் வாய்ப்பையும் பெற முடியும்.

வேதி மருந்தின் பயன்கள். தைராய்டு சுரப்பி நோய், நரம்புத் தளர்ச்சி போன்ற குறிப்பிடத்தக்க நோய் எதுவுமில்லாத நிலையில், இம்மருந்து அண்ட வளர்ச்சி அடையாத முட்டைகளுடன் கூடிய மாதவிடாய்ச்சுழல் கொண்ட மலட்டுப் பெண்களிடையே மாதவிடாய்ச்சுழற்சியை அண்ட வளர்ச்சி கொண்ட முட்டைகள் கொண்டதாக மாற்றி அவர்களின் மலட்டுத் தன்மையையும் நீக்க உதவுகிறது.

மருந்தின் அளவு. சாதாரணமாக இம்மருந்து, நாளும் 50 மி.கிராம் அளவில், மாதவிடாய் தொடங்கிய 2 அல்லது 3 நாள் தொடங்கி 5 நாளுக்குத் தொடர்ந்து கொடுக்கப்படலாம். இரத்த நீர்மத்தின் புரோஜஸ்ட்ரோன் அளவு, மருத்துவம் முடிந்த 12-14 நாள் சென்ற பின் முட்டைகள் கரு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளனவா என்பதைச் சுட்டிக் காட்டவும் உதவுகிறது.

மேற்கூறிய மருத்துவம் செய்த மூன்று மாதவிடாய்ச் சுழற்சியில், முட்டைகள் அண்ட வளர்ச்சி அடையாவிடில், இவ்வேதி மருந்தின் அளவை உயர்த்தி நாள்தோறும் 100 மி.கி. அளவில் அளிக்கலாம். ஒரு நாளைக்கு அளிக்கப்படும் வேதி மருந்தின் பெரும அளவு 200 மி.கிராமாகும்.

மேற்கூறிய மருத்துவம் தகுந்த பலன் தாராத நிலைகளில் மருத்துவம் செய்த 7 நாளுக்குப் பிறகு 5000 அ.நா.அ. (அனைத்து நாட்டு அளவு) மனித கோரியானிக் கொனடோட்ரோஃபினை ஊசிமூலம் தசை வழியே செலுத்துதல் பயன் தரலாம்.

திடீரென அதிகரிக்கும் இரத்த ஓட்டத்தின் காரணமாக முகம் சிவத்தல், வயிற்று உப்புசம், வயிற்று வலி, அரிதாகக் குமட்டல், வாந்தி, மார்பக வலி, பார்வைக் கோளாறு போன்றவை இவ்வேதியியல் மருந்துப் பயன்பாட்டின்போது நிகழும் விரும்பத்தகாத விளைவுகளாகும். மேற்கூறிய விளைவுகள், கொடுக்கப்படும் மருந்தின் அளவைப் பொறுத்து இருப்பதும், மருந்தை நிறுத்தியபின் மறைவதும் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

- கே. என். ராஜன்

நூலோதி. U.I. Bodyazhina, *Text Book of obstetrics*, Mir Publishers. Moscow, 1983.

கிறுகிறுப்பு

இது கிறுகிறுப்பு அல்லது தலைச்சுற்றல் அல்லது கிர்ரென்று வருவது எனப் பல்வேறு வகையாகக் குறிப்பிடப்படும் உணர்வு வகையாகும். இவ்வுணர்வில் சூழல் நிலையாக இருக்க, தலை மட்டும் சுற்றுவது போன்ற உணர்வு ஏற்படலாம் அல்லது நிலையாகவுள்ள சூழல் சுற்றுவது போலவும் தோன்றலாம் அல்லது அனைத்துமே சுற்றுவது போலவும் தோன்றலாம்.

மயக்கம் என்னும் சொல் அறுதியிடப்படாமல், இக்கிறுகிறுப்பைக் குறிக்கச் சிலரால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது தவறு. நினைவு தவறும் நிலையைக் குறிக்கவே மயக்கம் எனும் சொல் பயன்படுத்தப் பெற வேண்டும். கண் இருண்டு வருவது என்னும் உணர்வு வேறுவகைப்பட்டது.

சூழலையொட்டி உடற்பகுதியில், குறிப்பாகத் தலை இருக்கும் நிலையை உணர்ந்து கொள்வதையே சமநிலையுணர்வு எனக் குறிப்பிடலாம். இச்சமநிலையுணர்வை அளிக்கும் உணர்வுப் பொறி உட்காதில் உள்ளது. இதிலிருந்து செய்தி உணர்வு எட்டாம் கபால நரம்பின் ஒரு பிரிவான சமநிலையுணர்வு நரம்பின் மூலம் மூளைத் தண்டின் ஒரு பகுதியான முகுளத்தை அடைந்து அங்கிருந்து மூளையின் பிற பகுதிகளுக்குச் செல்வதால் சமநிலை பற்றிய உணர்வு ஏற்படுகிறது. இச்செய்திகளுக்கேற்ப உடலின் பல்வேறு தசைகளின் இயக்கத்தையும், இறுக்கத்தையும் சிறு மூளை உள்ளிட்ட பல்வேறு மூளைப் பகுதிகள் கட்டுப்படுத்துவதாலேயே குறிப்பிட்ட நிலையில் உடலை நிலைப்படுத்த இயல்கிறது. சமநிலை உணர்வைப் பெற்றுச் செலுத்தும் பல்வேறு நரம்புப் பகுதிகள் தவறாக இயங்கினால் சமநிலையுணர்வு குழறிக் கிறுகிறுப்பு ஏற்படுகிறது. சிறுமூளை போன்ற இயக்க(இறுக்க) கட்டுப்பாட்டு மையங்கள் தவறாக இயங்கினால் உடலின் சமநிலை சீர்கெட்டுக் கிறுகிறுப்பு, நடை தள்ளாடுதல், உட்காரக்கூட முடியாமல் விழுந்து விடல் போன்ற நிலைகள் ஏற்

படக்கூடும். இதற்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகளைக் குறிப்பிடலாம்:

வெளிக்காதுக் குழாயில் அழுக்கு அடைதல், நடுச் செவிப் பகுதியில் சீழ்பிடித்தல், மூக்கு, தொண்டைப் பகுதிகளிற் சளி பிடிப்பதன் விளைவாகத் தொண்டை நடுச்செவி இணைப்புக் குழாய் அடைபடுதல், தலையி லடிபடுவதன் விளைவாக உட்காதின் பகுதிகளில் இரத்தம் கசிதல், உட்காதுப் பகுதிகளில் நீர் மிகுதல், பிற நோய்களைத் தணிக்கக் கொடுக்கப்படும் ஸ்ட்ரெப்டோமைசின், ஜென்டாமைசின், ஆஸ்ஃபிரின் போன்ற சில மருந்துகளால் உட்காதிலுள்ள சம நிலையுணர் பொறிகள் பாதிக்கப்படுதல், சமநிலை யுணர் பொறிகளுக்கும், மூளைப் பகுதிகளுக்கும் பல் வேறு காரணங்களால் இரத்த ஓட்டம் குறைவு படுதல், கள், சாராயம் முதலியவற்றை உட்கொள்ளு தல், சமநிலையுணர்வு நரம்பிலும், அதன் போக்கி லும் வளரும் பல்வேறு கட்டிகள் போன்ற பல நோய் களின் போக்கில் கிறுகிறுப்பு ஏற்படலாம்.

சமநிலையுணர்வு நரம்பும், கேள்வியுணர் நரம்பும் அடுத்தடுத்து உள்ளமையால் பெரும்பாலும் கிறுகிறுப்பு உணர்வுடன் காதில் இரைச்சல், கேள்வி யுணர்வுக் குறைவு ஆகிய நோய்க்குறிகளும் தோன்றக் கூடும். இவ்வாறு பல்வேறு வகை நோய்களின் போக்கில் கிறுகிறுப்பு ஏற்பட வாய்ப்புள்ளமையால், தக்க மருத்துவர்களின் உதவியை நாட வேண்டும். குறிப்பாக, மூளை நரம்பியல் மருத்துவர்களும் காது-மூக்கு-தொண்டை மருத்துவர்களும் கிறு கிறுப்பைப் பற்றி நன்கு ஆராய்ந்து அறிவுரை வழங்க இயலும்.

கிறுகிறுப்புக்கு அடிப்படையான காரணத்திற் கேற்ப அதற்கான மருத்துவமும் வேறுபடும். வெளிக் காதிலுள்ள அழுக்கை நீக்குவது போன்ற எளிய முறையே சிலருக்குத் தேவைப்படலாம். சிலருக்கு மூளை நரம்பை ஒட்டிக் கட்டிகளை நீக்கும் அறுவை முறை போன்ற கடுமையான முறைகளும் தேவைப் படலாம். இடைப்பட்ட நிலையில் பெரும்பாலா னோர்க்கு மருந்துகள் மூலமே தீர்வு அளிக்க முடியும்.

கிறுகிறுப்பை நீக்கும் மருந்துகளில் பெரும்பா லானவை ஹிஸ்ட்டமின் எதிர்ப்பு மருந்துகளாகவும், ஹிஸ்ட்டமின் போன்ற மருந்துகளாகவும், இரத்தக் குழாய்களை விரிவடையச் செய்து இரத்த ஓட் டத்தை மிகைப்படுத்துபவையாகவும் உள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை ஓரளவு தூக்கத்தைக் கொடுக்கவல்லவை. எனவே, இம்மருந்துகளை உட் கொள்ளும் நோயாளிகள் விரைவுந்துகளை ஓட்டுதல், பெரும் பொறிகளை இயக்குதல் போன்ற செயல் களைத் தவிர்த்தல் வேண்டும். இதில் கவனக் குறை வாக இருந்தால், மருந்து விளைவிக்கும் தூக்கக் கலக் கத்தில் பெரும் விபத்துக்குள்ளாக நேரிடலாம்.

- கா. லோகமுத்துக்கிருஷ்ணன்

கினியாக் கோழி

இது கேல்லிபாமிஸ் என்னும் பறவை வகுப்பில், நூமிடே என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஆஃப்ரிக்கப் பறவையாகும். கினியா நாட்டில் முதன் முதலில் காணப்பட்டமையால் இப்பறவைக்கு இப்பெயர் வந்தது. சில அறிவியலறிஞர்களால் கினியாக்கோழி ஃபேசியானிடே என்னும் குடும்பத்தின் கீழ் சேர்க்கப் பட்டுள்ளது. கினியாக் கோழிகளில் 7-10 வரை சிற்றினங்கள் உள்ளன. இவற்றில், நூமிடா மெலியாக்கிரிஸ் (*Numida melegris*) இறைச்சிக்காக வீட்டில் வளர்க்கப்படுகிறது. கிரேக்கர்களும், ரோமானியர்களும் இப்பறவையைத் தெய்வங் களுக்குப் பலியிட்டனர். சுவைமிக்க இதன் இறைச் சியை விரும்பி உண்டனர். பின்னர் அரிதாகிப் போன இப்பறவை இனம் 17 ஆம் நூற்றாண்டில் போர்ச்சுக்கீசியரால் மீண்டும் கொண்டு வரப்பட்டது

பண்ணைகளில் இப்பறவை காவலுக்குப் பயன் படுத்தப்படுகிறது. சிறு ஒலி கேட்டாலும் விழித்துக் கொண்டு பெருங்குரல் எழுப்பும். கோழி, வாத்து போன்றவற்றோடு சண்டையிடும் இயல்பு கொண்ட மையால் இவற்றை ஒன்றாக வளர்க்க முடியாது. நூமிடா மெலியாக்கிரிஸ் என்னும் இனக்கோழி தன் தலையில் கவசம் போன்ற கொம்புப் புடைப்பைக் கொண்டிருக்கும். இவற்றில், ஆண், பெண் இனவேறு பாடு மிகுதியாக இல்லை. ஏறக்குறைய இரண்டும் ஒரே தோற்றமுடையவை. பொதுவாக, 50 செ. மீ. உடல் நீளம் கொண்டவை. இறகுகளற்ற முகம், சிவந்த அலகு, தாடி போல் தொங்கும் நீலநிறத்தோல், குனிந்த தோற்றம் இவற்றை உடையவை. ஊதா நிறம் கலந்த சாம்பல் நிறமான அழகான சிறகுகளின் வரிசையில் முத்துப்போன்ற வெண்புள்ளிகள் தோன்றும். சிலவற்றில் வெண் புள்ளிகளுக்குப் பதிலாக வெண்மையான வரிகள் இருக்கும். கினியாக் கோழிகளில் முத்து, வெண்மை, லாவண்டர் நிறமுடையவையும் உண்டு.

சேவலும் பெடையும் ஒரே தோற்றம் கொண்டி ருந்தாலும், சேவலில் கொண்டையும் தாடியும் பெரியவையாக இருக்கும். 'கீச்'... எனனும் ஒலி எழுப்பும். 'கம்பா...கம்பா' என்பது போலப் பெடை ஈரசையொலி எழுப்பும். ஆக்ரிலியம் வல்சரினம் (*Acryllum vulcerinum*) என்னும் கினியாக் கோழி இனமே மிக அழகிய வண்ணத்தையும் பெரிய உடலமைப்பையும் உடையது. இவ்வகைக் கினியாக் கோழி கிழக்கு ஆஃப்ரிக்காவில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. இவை நீண்ட கழுத்தும் வல்லூறு போன்று நீல நிறத்திலமைந்த இறகுகளற்ற தலை யமைப்பும் கொண்டவை. கினியாக்கோழிகள் பூச்சி கள், விதைகள் போன்றவற்றை உணவாகக் கொள் கின்றன. இவை நன்றாகப் பறக்கக்கூடிய தன்மை பெற்றிருந்தாலும், துன்பம் ஏற்படும்போதும், அச்

சுறுத்தப்படும்போதும் ஓடுவதையே பெரிதும் விரும்புகின்றன. கினியாக் கோழிகள் சாதாரணமாக 3-4 கிலோ எடையுள்ளவை. பொதுவாக இவை ஒருதாரப் பழக்கம் கொண்டவையாகவே காணப்படுகின்றன.

பெண் பறவை நிலத்தின் சிறு குழிகளில் 10-15 முட்டைகள் இடும். பெடை அடை காக்கும்போது சேவல் காவலாக நிற்கும். முட்டை 1-1.25 அவுன்ஸ் எடை உள்ளதாகவும் கூரான முனைகளுடன் கூடிய ஓடு போர்த்தப்பட்டதாகவும் மஞ்சள் வெளுப்பு நிறத்தில் சிறிய பழுப்புப் புள்ளிகள் கொண்டதாகவும் இருக்கும். அடைகாக்கும் காலம் ஒரு மாதம் ஆகும். மேலும் சில நாள் ஆகக்கூடும். குஞ்சு வெளிவந்தவுடன் தாயுடன் ஓடக்கூடிய அளவிற்கு வலிவுள்ளதாக இருக்கும். தாய், குஞ்சுகளைப் பேணிக் காப்பதில்லை. ஏறத்தாழ 2.5 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முந்தைய புதைபடிவுகள் செக்கோஸ்லவாகியாவில் கிடைத்துள்ளன. ஐரோப்பாவில்தான் முதன் முதலில் தோன்றியிருக்கக்கூடும். தற்போது ஆஃப்ரிக்காவில் அபிசீனியா முதல் நேபாளம் வரையிலும் மடகாஸ்கர் ஜான்சிபார் தீவுகளிலும் இவ்வினக் கோழிகள் பரவியுள்ளன.

- ஜி.எம். நடராஜன்

நூலோதி. Salim Ali and S. Dillon Ripley, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan,* Oxford University Press, New Delhi, 1983.

கினியா வளைகுடா

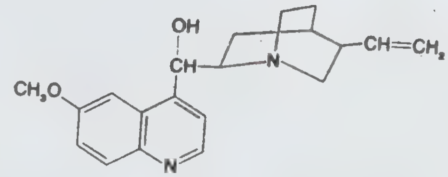
மேற்கு ஆஃப்ரிக்கக் கரையோரப் பகுதியில் லோப்பஸ் முனைக்கும் பாமஸ் முனைக்கும் இடையிலுள்ள கினியா வளைகுடா அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் ஒரு பகுதியாகும். குறுகிய கண்டத்திட்டைக் கொண்ட போதும் சில பகுதிகளில் (சியெரா லியோன் முதல் பிஜாகோஸ் தீவுக்கூட்டங்கள், போர்ச்சுக்கீசிய கினியா) இது ஏறத்தாழ 160 கி.மீ. வரை அகன்றுள்ளது. கசமான்ஸ் வோல்ட்டா, நைகர் ஆகிய ஆறுகள் இங்குக் கலக்கின்றன. ஃபெர்னாண்டோப் ப்ரின்ஸ், செயின்ட்தாமஸ் அநொபென் ஆகியவை இங்குள்ள முக்கிய தீவுகள் ஆகும்.

இங்குள்ள முக்கிய நீரோட்டம் 400-480 கி. மீட்டர் தொலைவு கடலிலுள்ள கினியா நீரோட்டமாகும். இவ்வளைகுடாவின் பகுதியிலுள்ள உவர்ப்பியம் இங்கு பெய்யும் மழையாலும், ஆறுகள் கொண்டு வரும் நன்னீராலும் மிகவும் குறைவாகவே உள்ளது. மத்தி, டூனா, கூனிறால் ஆகிய மீன்கள் பெருமளவில் கிடைக்கின்றன. சியெரா லியோன் பகுதியிலுள்ள கடல் மணலிலிருந்து டைட்டேனியம், ரூட்டைல் ஆகிய கனிமங்கள் சேகரிக்கப்படுகின்றன.

- ம. அ. மோகன்

கினின்

இது தென் அமெரிக்கக் காடுகளில் மலிந்திருக்கும் சிங்கோனா மரத்தின் பட்டையில் கிடைக்கும் அல்க்கலாய்டு ஆகும். கினினின் சிறப்பான பயன் மலேரியா நோயைத் தீர்ப்பதேயாகும். மலேரியா நோயைப் போக்க உதவிய ஒரே வேதி மருந்துப் பொருள் (chemotherapeutic agent) கினின் ஆகும். பின்பு நிகழ்த்தப்பட்ட மருத்துவ ஆய்வுகளின் வாயிலாகப் பிரைமாகுவின், குளோரோகுவின் ஆகியன கினினைவிட உயர்ந்த வேதி மருந்துகள் என்பது தெளிவாகியது.



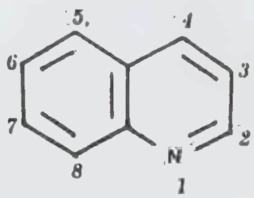
1820 இல் பெல்லெட்டியரும் காவெண்ட்டுவும் சிங்கோனா மரப்பட்டையிலிருந்து கினினை முதன் முதலாகப் பிரித்தெடுத்தது முதல் ஏறத்தாழ 150 ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக கினின் மலேரியா மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது. கினின் மூலக்கூறின் வடிவமைப்பைப் பி. ராபே என்பார் கண்டுபிடித்தார். 1944 இல் உட்வர்டு, டோரிங் ஆகியோர் கினினைத் தொகுப்பு முறையில் ஆய்வகத்தில் தயாரித்தனர். எனினும், பொருளாதார அடிப்படையில், சிங்கோனா மரப்பட்டையிலிருந்து கினின் பெறுதலே சிறந்த முறையாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

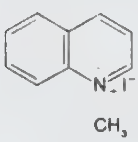
கினோலின்

இது பிரிடின் சேர்மத்தின் 2,3 ஆம் இடங்களில் பென்சின் கரு இணைந்த அமைப்பைக் கொண்ட சேர்மமாகும். கினோலினும் அதையொத்த சேர்மங்

களும் கரித்தாரிலும், எலும்பெண்ணெயிலும் உள்ளன. முதன்முதலில் இது கினினின் அல்க்கலாயிடிலிருந்து பெறப்பட்டது. கினோலின் அமைப்பைச் கொண்ட சேர்மங்கள் மருந்துப் பொருள்களிலும், சாயங்களிலும் உள்ளன. கினோலின் பயன்மிக்க கரைப்பானாகவும், நிக்கோடினிக் அமிலத்திற்கு மூலப்பொருளாகவும் விளங்குகிறது.

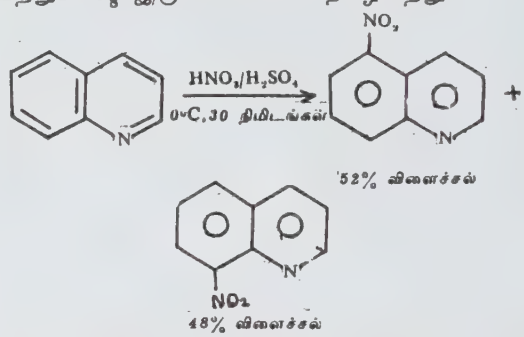


பண்புகள். கினோலின் நிறமற்ற நீர்மம்: இதன் கொதிநிலை 237.1°C; உருகுநிலை - 15°C; ஒப்படர்த்தி 1.09771 (15 C இல்). நீரில் கரைதிறன் 0.65% (20°C). இது நேரம் ஆகஆக மஞ்சள் நிறமாக மாறுகிறது; பிரிடின் போன்ற மணத்தைக் கொண்டுள்ளது. இது கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைகிறது. கினோலின் வலிகுன்றிய (pKa=4.85, 20°C இல்) மூவிணைய காரமாகும். இது அமிலங்களுடன் உப்புகளையும், அல்க்கைல் ஹாலைடுகளுடன் கினோலியம் உப்புகளையும் (நான்கிணைய உப்புகள்) கொடுக்கிறது. காட்டாக, மெத்தில் அயோடைடுடன் வினைபுரிந்து கினோலின் மெத்தயோடைடு அல்லது 1-மெத்தில் கினோலினியம் அயோடைடு என்னும் உப்பைத் தருகிறது. இது அரோமாட்டிக் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இது பதிலீட்டு வினைகளில் (substitution reactions) ஈடுபடுகிறது.

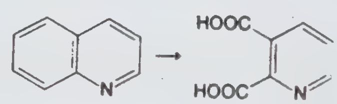


(I)

வேதிப் பண்புகள். கினோலின் ஒரு மூவிணைய அமீன். எனவே, அது ஒரு வலிமைகுறைந்த காரம், அமிலங்களுடன் எளிய உப்புகளையும், அல்க்கைல் அயோடைடுகளுடன் நாற்கரிமத் தொகுதி மாற்றீடிட்ட அம்மோனியம் உப்புகளையும் தருகிறது. கினோலின் மூலக்கூறு பென்சீனைப் போன்று அரோமாட்டிக் தன்மை பெற்றது. வெப்பத்தினாலோ, அமில காரங்களினாலோ சிதைவு அடைவதில்லை. பதிலீட்டு வினைகளுக்கு உட்படுகிறது. கினோலினின் உடனிசைவு ஆற்றல் 69 கி.கலோரி மோல்$^{-1}$ (பென்சீனின் உடன் இசைவு ஆற்றல் 36 கி.கலோரி/மோல்) கினோலின் பிரிடீனை விட எலெக்ட்ரான்-கவர் பதிலீட்டு வினையை விரைவுடன் புரிகிறது. வீரியமிக்க அமிலக் கரைசல்களில் நிகழ்த்தப்படும் பதிலீட்டு வினைகள் கினோலினின் புரோட்டான் ஏற்றமடைந்த அமைப்பின் மீதே நிகழ்கிறது. பதிலீடு C_5 மற்றும் C_8 இருக்கைகளில் நிகழ்கிறது.

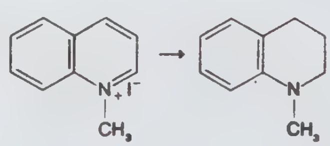


கினோலினை நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது கினோலினிக் அமிலம் (II) கிடைக்கிறது.



(II)

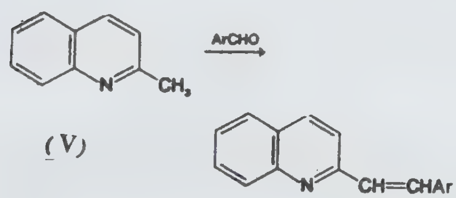
ஆனால் கினோலினியம் நான்கிணைய உப்புகளைக் கார பெர்மாங்கனேட் கரைசலில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது பிரிடின் வளையப் பிளவுப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. கினோலின் வேதி அல்லது வினையூக்க ஒடுக்கத்திற்குட்படும்போது (catalytic reduction) 1,2,3,4-டெட்ராஹைட்ரோ கினோலின்



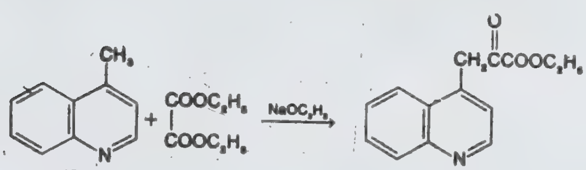
(III) (IV)

கிடைக்கிறது. டெட்ராஹைட்ரோகினோலினின் வினைகள் பெரும்பாலும் N-அல்க்கைல் ஆர்த்தோ பதிலீடு செய்யப்பட்ட அனிலீனின் வினைகளை ஒத்துள்ளன. கினோலினியம் மெத்அயோடைடை, (III) ஒடுக்கப்படுத்தி N-மெத்தில் 1,2,3,4—டெட்ரா ஹைட்ரோ கினோலினைப் (IV) பெறலாம்.

கினோலினில் 2,4 இடங்கள் ஏனைய இடங்களிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. இவ்விடங்களில் அமைந்திருக்கும் மெத்தில் தொகுதிகள் அதிக வினை புரியக் கூடியவை. காட்டாக, கினோல்டின் (V) ஆல்டிஹைடுகளுடன் குறுக்கம் அடைந்து 2-வினைல் விளைபொருள்களையும், லிப்டின் (VI) மெத்தில் ஆக்சலேட்டுடன் வினைபுரிந்து பையூருவேட் பெறுதிகளையும் கொடுக்கின்றது.

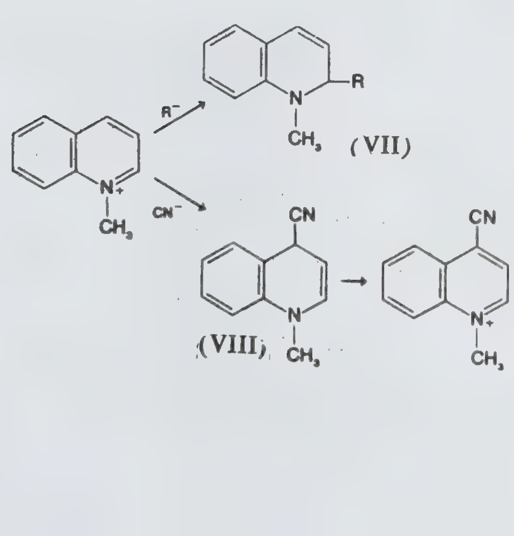


(V)



(VI)

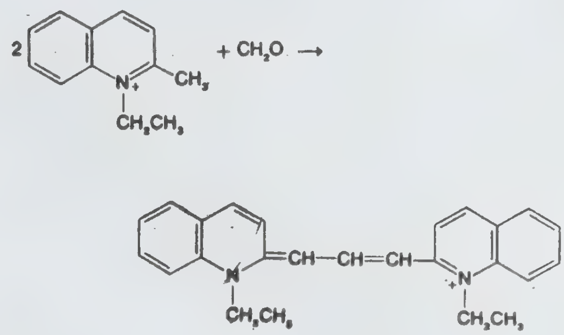
இரண்டு, நான்காம் இடங்களில் உள்ள ஹாலோஜன்கள் ஏனைய இடங்களில் இருப்பதைவிட எளிதில் நீக்கப் பெறுகின்றன. நான்கிணைய உப்புகளில் இருப்பதுபோல் ஹைட்ரஜன் அணு நேர்மின் சுமையைப் பெற்றிருக்கும்போது இவ்விளைவுகள் மிகுதியாகின்றன. கினோலினியம் மெத்அயோடைடு



(VII)

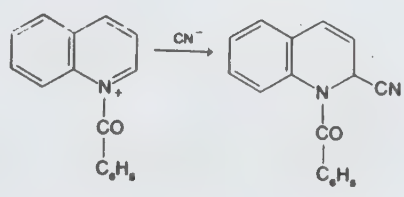
(VIII)

எளிதில் ஹைட்ராக்சில், அல்க்காசிலுடனும் கரிம எதிரயனிகளுடனும் (carbanions) வினைபுரிந்து 1, 2 இரு பதிலீடு செய்யப்பட்ட, 1,2 டைஹைட்ரோ கினோலின்களைக் (VII) கொடுக்கிறது. சயனைடு அயனி எளிதில் நான்காம் இடத்தில் சேர்ந்து 1,4-டைஹைட்ரோ பெறுதி (VIII) கிடைக்கிறது. இதை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது 4-சயனோ கினோலினியம் உப்புக் கிடைக்கிறது. 2-மெத்தில் கினோலினியம் எத்அயோடை ஆல்டிஹைடுகளுடன் மெதுவாகக் குறுக்கமடைகிறது. ஃபார்மால்டிஹைடுடன் இது குறுக்கமடைந்து சயனின் சாயப் பொருளைத் (IX) தருகிறது.



(IX)

பென்சாயில் குளோரைடும் கினோலினும் வினை புரிவதால் கிடைக்கும் N - பென்சாயில் கினோலினியம் நேரயனி (X) சயனைடு அயனியுடன் எளிதில் வினை புரிந்து ரெய்சர்ட் சேர்மத்தைக் (XI) (Reissert compound) கொடுக்கிறது.



(X) (XI)

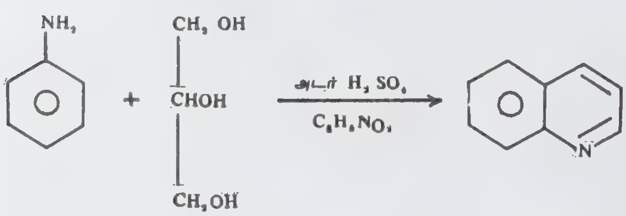
நைட்ரிக், சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைக் கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது 5-நைட்ரோ, 8-நைட்ரோ கினோலின்கள் பெரும்பாலும் கிடைக்கின்றன. ஆனால் 2,4 இடங்களில் நைட்ரோ ஏற்றம் நடைபெறுவதில்லை. அமினோ கினோலின்கள் தயாரிக்க நைட்ரோ கினோலின் உதவுகிறது. அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தி 100°C இல்

சல்ஃபோனேற்றம் செய்யும்போது கினோலின்-8-சல்ஃபோனிக் அமிலம் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது.

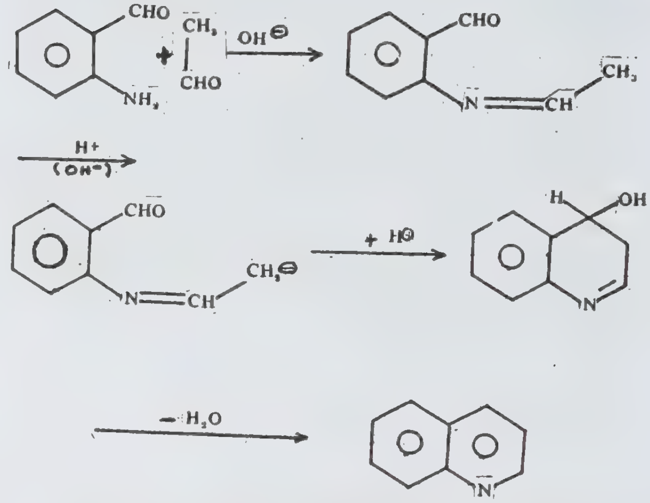
கந்தகம் உடனிருக்க, கினோலினில் குளோரினேற்ற /புரோமினேற்ற வினைகள் மூன்றாம் இடத்தில் நிகழ்கின்றன. டைஅசோஆக்க முறையில் (diazotisation) அமினோ கினோலின்களை அவற்றை ஒத்த ஹாலோகினோலின்களாக மாற்றலாம். 2 - கினோலோன் அல்லது 1-மெத்தில்-2-கினோலோனைப் பாஸ்ஃபரஸ் குளோரைடுடன் வினைப்படுத்தும்போது 2 - குளோரோகியூனோலின் கிடைக்கிறது. இதேபோல் 4 - கினோலோனை பாஸ்ஃபரஸ் குளோரைடுகளுடனோ, கினோலின் - N - ஆக்சைடுடன் சல்ஃப்யூரைல் குளோரைடை வினைப்படுத்தியோ 4 - குளோரோ கினோலினை பெறலாம். 2 அல்லது 4 – ஹைட்ராக்சி கினோலின்கள் நாஃப்தால்களைப் போன்ற பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. அவற்றை ஃபீனால்கள் என்றே கருதலாம். 2 - ஹைட்ராக்சி, 4 - ஹைட்ராக்சி கினோலின் பெரும்பாலும் கினோலான் வடிவத்திலேயே உள்ளன.

தயாரிப்பு முறைகள்

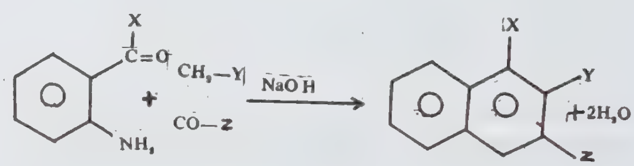
ஸ்கொரூப் தொகுப்பு. இது கினோலின் தயாரிப்பில் முக்கியமான முறையாகும். இதில் அனிலீன், நைட்ரோபென்சீன், கிளிசரால், அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், ஃபெரஸ் சல்ஃபேட் ஆகியன வினைப்படுத்தப்படுகின்றன. நைட்ரோபென்சீன் ஆக்சிஜனேற்றியாகவும், ஃபெரஸ் சல்ஃபேட் வினையை மெதுவாக நடத்தவும் உதவுகின்றன. நைட்ரோபென்சீனுக்குப் பதிலாக ஆர்செனிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தலாம். ஸ்கொரூப் தொகுப்பின் (Skraup synthesis) வினை வழிமுறை முழுதுமாகத் தெரியவில்லை. பொதுவாக முதல் நிலையில் கிளிசரால் அக்ரால்டிஹைடாக மாற்றப்பட்டு அது பின்னர் 1, 4 கூட்டு வினைபுரிகிறது.

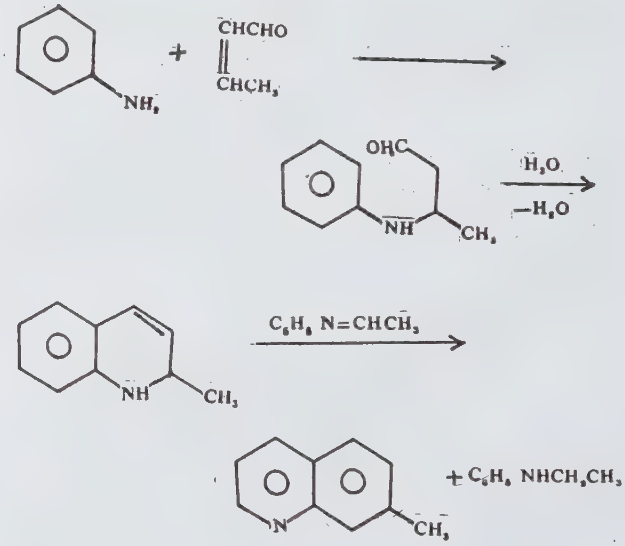


ஃபிரிட்லேண்டரின் தொகுப்பு. இது கினோலினையும், அதன் வழிப்பொருள்களையும் தயாரிக்க உதவும் மற்றொரு முறையாகும். ஃபிரிட்லேண்டர் தொகுப்பில் (Friedlander's synthesis) ஆர்த்தோ அமினோ பென்சால்டிஹைடுடன் அசெட்டால்டிஹைடு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சேர்த்து வினைப்படுத்தப் படுகிறது.



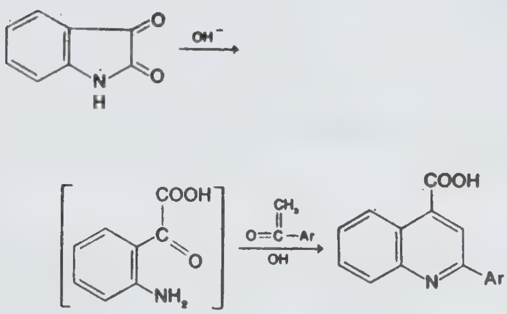
ஆர்த்தோஅமினோ ஆல்டிஹைடுகள் அல்லது கீட்டோன்களின் தொகுதியைக் கொண்ட அலிஃபாட்டிக் ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோனை வினைப்படுத்திக் கினோலின் பெறுதிகளைப் பெறலாம்.





டப்னர்-மில்லர் தொகுப்பு. அனிலீனும், பாரால்டிஹைடும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் சேர்த்து வெப்பப் படுத்தும்போது கினால்டின் (2-மெத்தில்கினோலின்) என்னும் கினோலின் பெறுதி கிடைக்கிறது. டப்னர்-மில்லர் (Doebner-Miller) தொகுப்பில் ஆக்சிஜனேற்றி பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

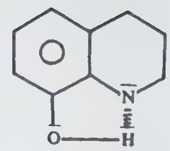
ஃபிட்சிஞ்ஜர் வினை. ஐஸ்டேட்டினைக் கீட்டோன் உடனிருக்க, காரத்துடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தும் போது கினோலின் பெறுதிகள் கிடைக்கின்றன. இவ்வினைக்கு ஃபிட்சிஞ்சர் வினை (Pfitzinger reaction) என்று பெயர்.



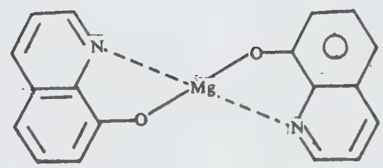
முக்கிய பெறுதிகள். 8-ஹைட்ராக்சி கினோலின் (ஆக்சின்) எடையறி பகுப்பாய்வில் (முக்கியமாக மக்னீசியம், துத்தநாகம், அலுமினியம்) வினைப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இது உலோகங்களுடன் சேர்ந்து இடுக்கி இணைப்புச் சேர்மங்களைக் (chelated compounds) கொடுக்கிறது.

8-ஹைட்ராக்சி கினோலின் நச்சு எதிர்ப்பியும், காளான் கொல்லியுமாகும். 5-குளோரோ -7-அயோடோ-8-ஹைட்ராக்சி கினோலின் (வையோஃபார்ம்) 7-அயோடோ-8-ஹைட்ராக்சி கினோலின்-5-சல்ஃபோனிக் அமிலம் (சினியோஃபான்) ஆகியன அமீபா கொல்லிகள் ஆகும். சினியோஃபான் இரும்பு, கால்சியம் போன்றவற்றின் நிறமறி பகுப்பாய்விலும் (colorimetry) பயன்படுகிறது.

2-மெத்தில் கினோலின் (கினால்டின்) அல்லது 2-ஸ்டைரில் கினாலின் அல்லது ரெய்சர்ட் சேர்மத்தை அடர் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் வினைப்

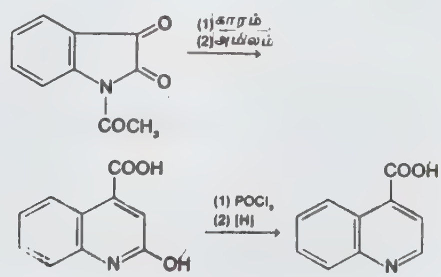


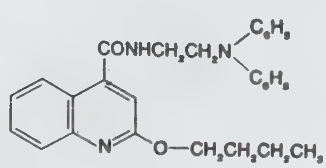
ஆக்சின்



மக்னீஷியம் ஆக்சினேட்

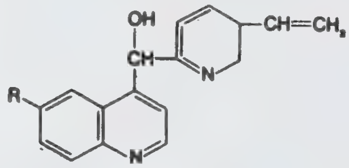
படுத்தும்போது கினோலின்-2-கார்பாக்சிலிக் அமிலம் (கினாலிடிக் அமிலம்) கிடைக்கிறது. 4-ஹைட்ராக்சி கினோல்டினிக் அமிலம் (கினாரினிக் அமிலம்) 4, 8-டைஹைட்ராக்சி கினால்டினிக் அமிலம் (சாந்தூரானிக் அமிலம் - xanthurenic acid) ஆகியன டிரிஃப்ட்ஃபேன் சிதைவடைவதால் கிடைக்கும் விளை பொருள்களாகும். சின்கோனினிக் அமிலங்களை (கினோலின்-4-கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள்) நான்காம் இடத்தில் பதிலீடு செய்யப்பட்ட கினோலின்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து பெறலாம். சின்கோனினிக் அமிலப் பெறுதியான நியூபெர்கெய்ன் (nupercaine) மயக்கமூட்டியாகப் பயன்படுகிறது.





ஃபிட்சிஞ்ஜர் – ஐசாடின் முறையால் தயாரிக்கப் படும் 2-ஃபீனைல் சின்கோனினிக் அமிலம் (சினோ

ஃபேன்) முடக்கு வாதத்தையும், காய்ச்சலையும், உடம்பு வலியையும் குறைக்கும் மருந்தாக உள்ளது. சின்கோனோ அல்க்கலாய்டுகள் கினோலின் பெறுதி களாகும்.

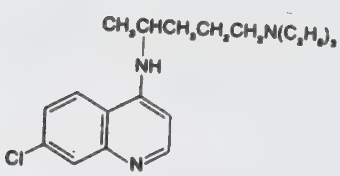


R = CH_3O = கினின் , கினிடின்

R = H = சின்கோனின

R = OH = கியூபெரின்

கினினும், சின்கோனினும் பழங்காலத்திலிருந்து மலேரியா காய்ச்சலுக்குப் பயன்பட்டு வருகின்றன. கினிடின் இதய நோய்க்கு மருந்தாக உள்ளது. 4-அமினோ, 8-அமினோ கினோலின்களின் பெறுதி கள் செயற்கை மலேரியா எதிர்ப்பிகளாக விளங்கு கின்றன. குளோரோகுயின் இவ்வகையில் முதன்மை யாகும்.

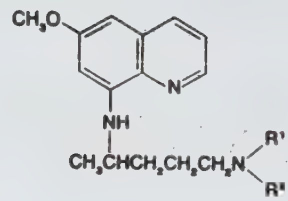


குளோரோகுயின்

(செயற்கை மலேரியா எதிர்ப்பி)

8 - அமினோ அமினோ கினோலின்களுடன் தகுந்த அல்க்கைல் ஹாலைடுகளைச் சேர்த்து 8-அமினோ கினோலின் பெறுதிகளைப் பெறலாம்.

பாமாகுயின், ஐசோபென்டாகுயின், பிரைமாகு யின் போன்றவையும் முக்கிய மலேரியா எதிர்ப்பு மருந்துகளாக உள்ளன. இவற்றைத் தயாரிக்கத் தேவையான 6-மெத்தாக்சி-8அமினோ கினோலினை 2 நைட்ரோ-4-மெத்தாக்சி அனிலீனைப் பயன்படுத்தி ஸ்கொருப் வினையின் மூலம் பெறலாம்.



$R^1 = R^2 = C_2H_5$ - பாமாகுயின்

$R^1 = H$ $R^2 = CH(CH_3)_2$ - ஐசோபென்டாகுயின்

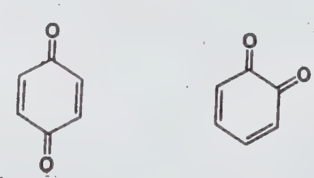
$R^1 = R^2 = H$ - பிரைமாகுயின்

கினோலின் சாயங்களில் சயனின் வகையும், 2,4 டைஹைட்ராக்சி கினோலினிலிருந்து பெறப்படும் அசோ சாயங்களும், 2-மெத்தில் கினோலின்களும், தாலிக் நீரிலியும் வினைபுரிந்து கினோதாலோன்களும் அடங்கும்.

– மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கினோன்கள்

இவை நிறைவுறாத வளைய டைகீட்டோன்கள் ஆகும். இவற்றில் இரட்டைப் பிணைப்புகளும், கீட்டோ தொகுதியும் ஒன்றுவிட்ட அமைப்பில் இணைந்துள்ளன. எனவே கினோன்கள் (quinones) அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் அல்ல. ஆனால் இவற்றை எளிதில் அரோமாட்டிக் சேர்மங்களாக மாற்ற முடியும். அரோமாட்டிக் சேர்மங்களிலிருந்து இவற் றைப் பெறலாம். பென்சீனிலிருந்து பெறப்படும் இரு கினோன்களான பென்சோ கினோன்கள் கீழே கொடுக் கப்பட்டுள்ளன. மெட்டா மாற்று இதில் இல்லை.



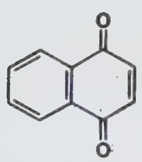
கினோன் p-பென்சோகினோன் | ஆர்தோ பென்சோ கினோன்

கினோன்களின் சிறப்பு அவற்றின் நிறங்களாகும். ஆர்தோ - கினோன்கள் பொதுவாகச் சிவப்பு நிற மாகவும், பாரா-கினோன்கள் மஞ்சள் நிறமாகவும்

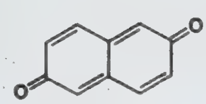
உள்ளன. இந்தக் கினனாய்டு அமைப்புச் சேர்மங்கள் பயன்மிக்க நிறந்தாங்கிகளாக விளங்குகின்றன.

தயாரித்தல். அமினோ அல்லது ஹைட்ராக்சி தொகுதிகளைக் கொண்ட அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் ஆக்சிஜனேற்றப்படுவதால் இவற்றைப் பெறலாம். அனிலீனுடன் மாங்கனீஸ் டைஆக்சைடும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் சேர்ந்து ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது p-பென்னோகினோன் கிடைக்கிறது. ஃபீனால், p-அமினோஃபீனால், ஹைட்ரோகினோன், p-ஃபீனைலின் டைஅமீன் ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதாலும் p-பென்சோகினோனைப் பெறலாம். நீரற்ற நிலையில் கேட்டகால் சேர்மத்தைச் சில்வர் ஆக்சைடு (Ag_2O) கொண்டு ஆக்ஸிஜனேற்றம் செய்யும் போது o-பென்சோகினோன் கிடைக்கிறது. ஆர்தோ கினோன் பாரா-கினோனைவிட நிலைப்புத்தன்மை குறைந்தது; எளிதில் வினைபுரியும் தன்மை கொண்டது.

1,4-நாஃப்தோகினோன், 1,2 - நாஃப்தோ கினோன், 2,6-நாஃப்தோகினோன் போன்ற பல நாஃப்தலீன்கினோன்கள் உள்ளன. இவற்றைத் தயாரிக்க அவற்றையொத்த அமினோநாஃப்தால் களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்ய வேண்டும்.

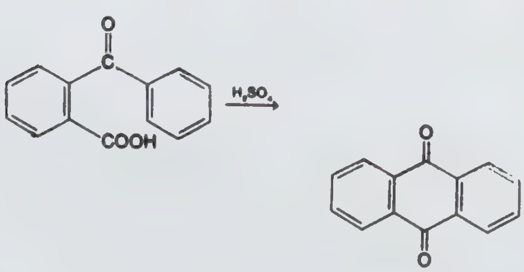


1,4-நாஃப்தோகினோன்



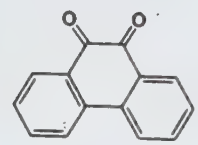
2,6-நாஃப்தோகினோன்

பென்சீன், தாலிக் நீரிலி ஆகியவற்றை ஃப்ரீடல்-கிராப்ட்ஸ் வினையில் பயன்படுத்திக் கிடைக்கும் பென்சாயில்பென்சோயிக் அமிலத்தை நீரிறக்கம் செய்வதால் 9,10-ஆந்த்ரோகினோன் கிடைக்கிறது.



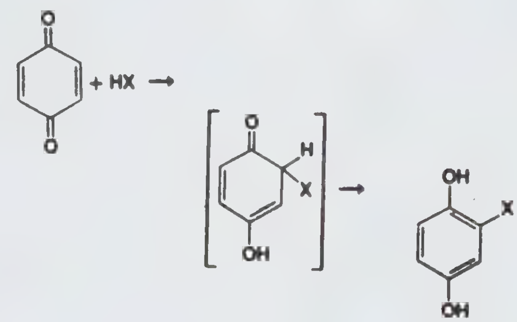
9,10-ஆந்த்ரோகினோன்

ஃபீனான்த்ரீனைக் குரோமிக் அமிலத்தைப் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனேற்றம் செய்யும்போது நேரடியாக 9, 10-பீனாந்த்ரகினோனைப் பெறலாம். மேலும் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் டைஃபீனைல்-2,2,-டைகார்பாக்சிலிக் அமிலம் (டைஃபீனிக் அமிலம்) கிடைக்கும்.



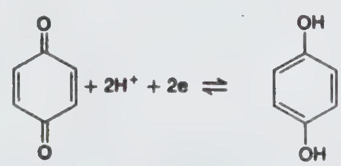
9, 10-பீனாந்த்ரகினோன்

வினைகள். p-பென்சோகினோன் ஹைட்ரஜன் குளோரைடுடன் வினைபுரிவதால் குளோராகினோல் கிடைக்கிறது.



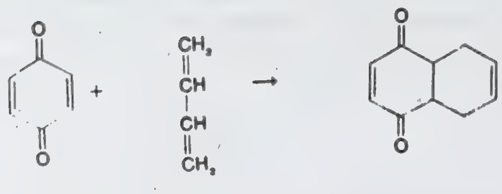
X = Cl

பென்சோகினோன் பல்வேறு ஒடுக்கிகளால் ஒடுக்கமடைந்து ஹைட்ரோகினோன் கிடைக்கிறது. இது ஒரு மீள் வினை.

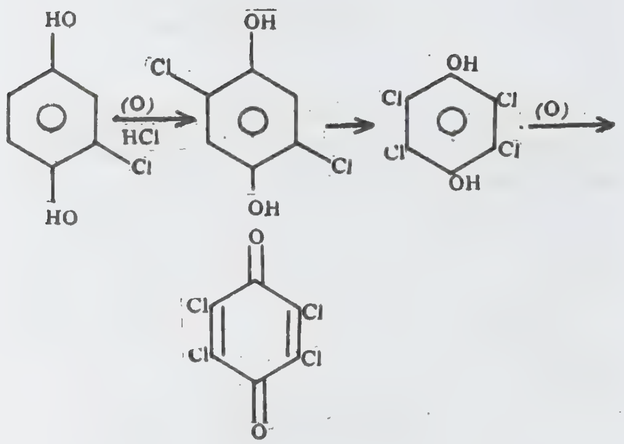


ஹைட்ரோகினோன்

பென்சோகினோன் டீல்-ஆல்டர் வினையில் ஈடுபடுகிறது.



5, 8, 9, 10-டெட்ராஹைட்ரோ-1, 4-நாஃப்த்தாகினோன்



குளோரோகினோலை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் குளோரோ-p -பென்சோகினோன் கிடைக்கிறது. இதே வினையை HCl ஐச் சேர்த்து ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் டெட்ராகுளோரோ-p -பென்சோகினோன் (குளோரானில்) கிடைக்கிறது.

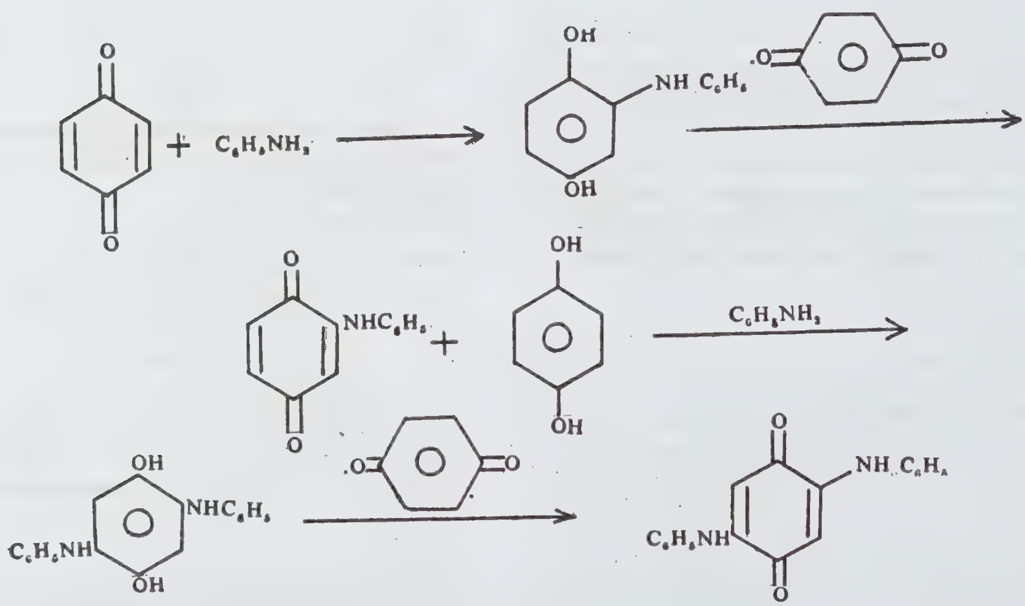
p-பென்சோகினோன் ஓரிணைய, ஈரிணைய அமீன்களுடன் சேர்க்கை வினைகளில் ஈடுபடுகிறது. இவ்வினையில் கினோனும் கினாலும் கிடைக்கின்றன. காட்டாக, அனிலீனுடன் p- பென்சோகினோன் வினைபுரியும்போது 2,5-டை அனிலியானோ -p-பென்சோகினோன் கிடைக்கிறது.

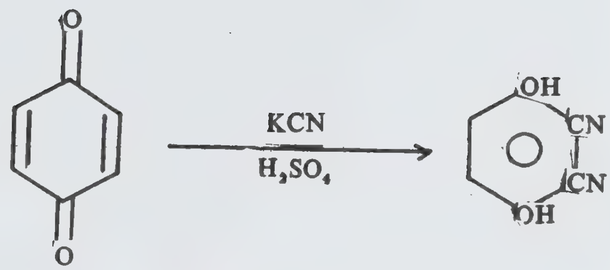
p-பென்சோகினோன் எத்தனாலில் கரைந்துள்ள கந்தக அமிலம் உடனிருக்க நீர்த்த பொட்டாசியம் சயனைடுடன் வினைபுரிந்து 2,3-டைசயனோகினால் கிடைக்கிறது.

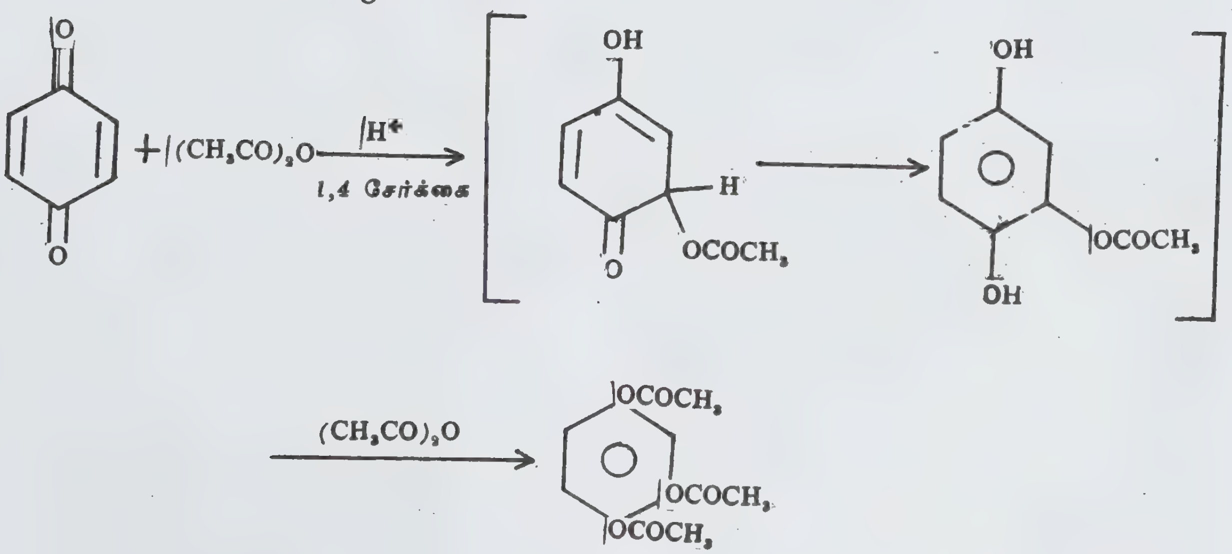
அசெட்டிக் நீரிலியுடன் கந்தக அமிலம் உடனிருக்க p-பென்சோகினோன் வினைபுரிந்து ஹைட்ராக்சிகினோல் - ட்ரை - அசெட்டேட் கிடைக்கிறது. இந்த வினைக்கு, திலே அசெட்டைல் ஏற்றம் என்று பெயர்.

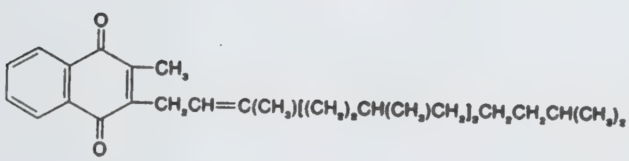
இரத்தத்தில் இருக்கும் இரு முக்கிய நாஃப்த்தா கினோன்கள் வைட்டமின் K_1, K_2 ஆகியன ஆகும். இவை இரத்தம் உறைதலுக்கான காரணக் கூறுகள் ஆகும்.

இவ்வைட்டமின்களில் காணப்படும் நீண்ட அலிஃபாட்டிக் தொடருக்கும் இரத்தம் உறைதலுக்கும் ஏதும் தொடர்பு இருப்பதாகத் தெரியவில்லை.

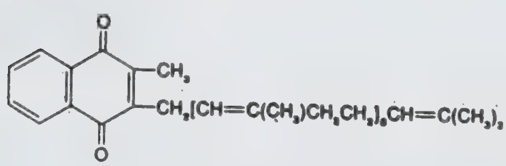








வைட்டமின் K_1



வைட்டமின் K_2

எனவே இத்தொடரை ஹைட்ரஜன் அணுவால் பதிலீடு செய்யும்போது மெனடையோன் அல்லது 2-மெத்தில்-1,4- நாஃப்த்தாகினோன் கிடைக்கிறது. இது மருத்துவத் துறையில் பயன்படுகிறது.

தாவரங்களிலிருந்தும் விலங்குகளிலிருந்தும் பல கினோன் நிறமிகள் பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவை சாயப் பொருள்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுகின்றன. 9, 10- ஆந்த்ரகினோன் பெறுதிகள் இவற்றில் முதன்மையாக விளங்குகின்றன. p-பென்சோகினோன் ஒளிப்படத் துறையில் படம் உருவாக்கத் தேவையான பொருளாகப் (developer)பயன்படுகிறது.

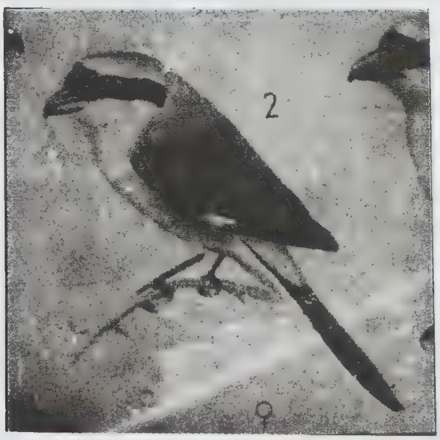
- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. Stanley H. pine, James B. Hendrickson et. al., *Organic Chemistry*, McGraw-Hill Book Company, Fourth Edition, New Delhi, 1981.

கீ

கீச்சாங்குருவி

இப்பறவை பாசரிஃபார்மிஸ் வகுப்பில் லானிடே குடும்பத்தில் லானினே துணைக் குடும்பத்தில் லானியஸ் பேரினத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையில் 25 சிற்றினங்கள் உள்ளன. கீச்சாங் குருவி கூரிய நகங்களால் பெரும் பூச்சி, பல்லி, எலி, சிறு பறவை இவற்றைக் கொன்று தின்னும்.



கீச்சாங்குருவி (shrike) தன்னுடைய இரையைத் தான் அமர்ந்திருக்கும் கொம்பிலோ, முள்வேலியிலோ உள்ள முள்ளின் உதவியால் குத்திக் கிழித்துக் கொன்று தின்னும். எனவே, இது கசாப்புக்காரப் பறவை (butcher bird) எனப்படும். கீச்சாங்குருவி முட்புதர்களாக உள்ள இடங்களில் தனித்து வாழும் தன்மையுடையது. உரத்த குரல் எழுப்பும். உடலில் சாம்பல் அல்லது வெள்ளைக் குறிகள் பல காணப்படும். வல்லூறு போன்று வேட்டையாடவல்ல கீச்சாங் குருவி லானியஸ் எக்ஸ்பியட்டி (*Lanius excubity*) என்னும் பெரிய சாம்பல் கீச்சாங்குருவியே ஆகும். இது பெருமளவில் காணப்படும் இனமாகும். இது ஓர் அடி நீள உடலையும் கறுப்பு முகத்தையும் உடையது.

வட அமெரிக்காவில் காணப்படும் லானியஸ் லூடோவிசியானஸ் (*Lanius Ludovicianus*) புத்துலகச் சிற்றினம் ஆகும். இதுஅளவில் சற்றுச் சிறியதானாலும் ஏனைய பண்புகளில் லானியஸ் எக்ஸ்பியூட்டியை முற்றிலும் ஒத்தது. ஆஃப்ரிக்காவின் புதர்க் கீச்சாங் குருவி, மால்கோபீனட்டினே என்னும் துணைக் குடும்பத்தில் அடங்கும். 40 சிற்றினங்களை உள்ள டக்கியது. 16-20 செ.மீ. அளவினதாகும். ஒளிரும் இறகு அமைப்பைக் கொண்டது என்றாலும் உண்மை யான கீச்சாங்குருவி போன்று அவ்வளவு உறுதியான அலகைப் பெற்றதன்று. வால்புறம் மிக மென்மை யான இறகுகளை உடையது. முட்புதர்களில் இலை களைத் தின்று வாழும் பூச்சிகளையே உண்ணும்.

குளோரோபோர்னியஸ் மல்டி கலர் (chloropho-neus multi color) என்னும் புதர்க் கீச்சாங்குருவி அதன் பல்வேறு இனத்திற்கு ஏற்ப உடலின் அடிப் புறத்தில் சிவப்பு, மஞ்சள், கறுப்பு அல்லது வெள்ளை போன்ற மாறுபட்ட வண்ணங்களைக் கொண்டிருக் கும். டீலோபோரஸ் குவாட்ரிகலர் (telophorusquadri-color) என்னும் கீச்சாங்குருவியின் முதுகுப்புறம் பச்சை நிறத்திலும், அடிப்புறம் தங்க நிறத்திலும் இருக்கும். சிவந்த தொண்டைப் பகுதியை உடையது. சில அறி வியலார், குளோரோபோனியஸ் பேரினத்தை டீலோ போரஸ் பேரினத்திற்கு ஒப்பிட்டுக் கூறியுள்ளனர். லானியேரியஸ் என்னும் ஆஃப்ரிக்கப் பேரினத்தைச் சேர்ந்த கீச்சாங்குருவிகள் 20 செ.மீ. நீளம் உடையவை. ஒரே நிறத்தில் அமைந்து வெள்ளைக் கீற்றுகளைச் சிறகுகளில் பெற்றிருக்கும். லானி யேரியஸ் லூகோரின்கஸ் (*Laniarius Leucorhynchus*) என்னும் சிற்றினம் கருமை நிறமானது.

லானியேரியஸ் இத்தியோபிகஸ் (*Laniarius aethi-opicus*) வெப்ப நாடுகளில் வாழும் கறுப்பு, வெள்ளை, அடிப்பகுதியில் சிவப்பு நிறம் கொண்ட கீச்சாங்குருவி யாகும். லானியேரியஸ் எரித்ரோகேஸ்ட்டர்(*L. erythro gaster*) மற்றும் லானியேரியஸ் பார்பரஸ் (*L. barbarus*) கரிய தலை கொண்ட கீச்சாங்குருவியாகும். முதுகுப்

புறம் கரிய நிறத்தையும், அடிப் பகுதியில் ஒளிர் சிவப்பு நிறத்தையும் உடையது. பிரையோநோபினே என்னும் துணைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த 10 ஆஃப்ரிக்கச் சிற்றினக் குருவிகளுக்கு நெற்றிப் பகுதியில் கொத்துக் கொத்தாக இறகுகளும், கண்ணைச் சுற்றி உலர்ந்த கெட்டியான ஒளிர் தோலும் காணப்படும். இவை மர உச்சியில் வாழும் பூச்சிகளைப் பிடித்து உண்ணும்பழக்கம் கொண்டவை. உரத்த ஒலி எழுப்பக் கூடியவை. ஏனைய கீச்சாங் குருவிகளைப் போலல்லாமல் இவை தங்களுடைய குஞ்சுகளைக் கூடு கட்டிப் பேணும் தன்மை கொண்டவை.

- ஜி. எம். நடராசன்

கீட்டன்

இது நிறமற்ற, மிகு வேதி வினைபுரியும் வளிமம். இதன் கொதிநிலை —56°C; உருகுநிலை —151°C. இது ஈதர், அசெட்டோன் போன்ற கரிமக் கரைப் பான்களில் கரையக்கூடியது. நீரில் கரைந்து ஆல்க ஹாலையும், நீரையும் கொடுக்கிறது. இதன் அமைப்பு; $CH_2 = C=O$

அசெட்டோனை அல்லது அசெட்டிக் அமில ஆவியை வெப்பத்தாற் பகுக்கும்போது (pyrolysis) கீட்டன் (ketene) உண்டாகிறது.

$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 \xrightarrow{700°C} CH_2=C=O$$

$$CH_3COOH \xrightarrow[\text{பாஸ்ஃபேட் வினையூக்கி}]{700°C} CH_2=C=O$$

கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் கீட்டனுடன் வினை புரிந்து அதன் நீரிலிகளைக் கொடுக்கின்றன. இம் முறை அசெட்டிக் நீரிலித் தயாரிப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

$$CH_2=C=O + RCOOH \longrightarrow [CH_2=\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-R] \longrightarrow CH_3\ CO-O-CO-R$$

கீட்டன், கீட்டோன்களின் ஈனால் வடிவத்துடன் வினைபுரிகின்றது. இதனால் ஈனால் அசெட்டேட்டு கள்

-OH, -NH போன்ற தொகுதிகளைக் கொண்ட கரிம வேதிச் சேர்மங்களுடன் கீட்டன் வினைபுரி கிறது.

$$CH_3COR \rightleftharpoons CH_2=\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}-R \xrightarrow{CH_2=C=O} CH_2=\underset{}{\overset{\overset{\displaystyle O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3}{|}}{C}}-R$$

$$CH_2=C=O + R_2NH \longrightarrow [CH_2=\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}-NR_2] \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-NR_2$$

குறைந்த வெப்பநிலையில் கீட்டனைச் சேமித்து வைத்திருக்கும்போது அது இருபடியாகிறது.

$$2CH_2=C=O \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2=C-O \\ \quad\ \ \,|\quad\ \ | \\ \quad\ CH_2-C=O \end{array}$$

- த. தெய்வீகன்

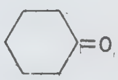
கீட்டோன்கள்

ஆல்டிஹைடுகளும், கீட்டோன்களும் கரிம வேதி யியலில் மிகவும் பயனுள்ள சேர்மங்களாக விளங்கு கின்றன. இவ்விரு சேர்மங்களிலும் கார்போனைல் தொகுதிகள் உள்ளன. இவற்றின் வேதிவினைகளும் இத்தொகுதியைச் சார்ந்தே உள்ளன. வண்ணப் பூச்சுகள், அரக்குகள் (lacquers) போன்றவற்றிற்குக் கரைப்பானாகப் பயன்படும் அசெட்டோன் ஒரு கீட் டோனே ஆகும். தொழில் துறையில் பல கீட்டோன் சேர்மங்கள் பயனுள்ள இடைநிலைப் பொருள்களாக உள்ளன.

ஆல்டிஹைடுகளில் கீட்டோனைப்போல் அல்லா மல் கார்போனைல் தொகுதியுடன் குறைந்தது ஒரு ஹைட்ரஜன் அணுவாவது இணைந்திருக்கும். எ.கா: ஃபார்மால்டிஹைடு (HCHO). இதே போல் கீட்டோன் வரிசையில் மிகவும் எளிய சேர்மம் அசெட்டோன் $[(CH_3)_2CO]$ ஆகும். கார்பன் வளையத்தில் கார்போனைல் தொகுதி இணைந் திருக்குமானால் அது வளைய கீட்டோன் எனப்படும். எ.கா: வளையஹெக்சனோன்.

வேதி வினைகள். கார்போனைல் தொகுதியுடன் நிகழும் கூட்டு வினைகள் மிகவும் முக்கியமான வினைகளாகும். கீட்டோன்கள் கூட்டு வினைகளில் ஆல்டிஹைடுகளைவிடக் குறைந்த வினைபுரியும் தன்மை கொண்டவை. மெத்தில் கீட்டோன்கள்

அலி:பாட்டிக் கீட்டோன்கள்

வாய்பாடு	பொதுப்பெயர்	வேதிப்பெயர்	உருகு நிலை (°Cஇல்)	கொதி நிலை (°Cஇல்)	கரையும் தன்மை	பயன்
CH_3COCH_3	அசெட்டோன்	2-புரொப்பனோன்	-95	56	எவ் விதத்திலும் நீரில் கரையக் கூடியது	கரைப்பான்; மெசிட்டைல் ஆக்சைடு, மெத்தில் மெத்தாக்சிலேட் தொகுப்பில்
$CH_3COCH_2CH\text{-}(CH_3)_2$	மெத்தில் ஐசோபியூட்டில் கீட்டோன்	4-மெத்தில்-2-பென்டனோன்	-85	117	குறைவாகக் கரையக் கூடியது	கரைப்பான்
	வளைய ஹெக்சனோன்	வளைய ஹெக்சனோன்	-45	155	,,	பலபடிகள் தயாரிக்க, ஒரு படி தொகுக்க (எ.கா; நைலான் — 6)

அரோமாட்டிக் கீட்டோன்கள்

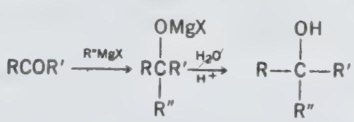
வாய்பாடு	பொதுப்பெயர்	வேதிப்பெயர்	உருகு நிலை (°Cஇல்)	கொதி நிலை (°Cஇல்)	கரையும் தன்மை	பயன்
$C_6H_5COCH_3$	அசெட்டோ ஃபீனோன்	அசெட்டோ ஃபீனோன்	21	202	கரையாது	இடைநிலைப் பொருள்
$C_6H_5COC_6H_5$	பென்சோ ஃபீனோன்	பென்சோ ஃபீனோன்	48	306	,,	,,

ஏனைய உயர் கீட்டோன்களைவிட மிகு வினை புரியும் தன்மை கொண்டவை.

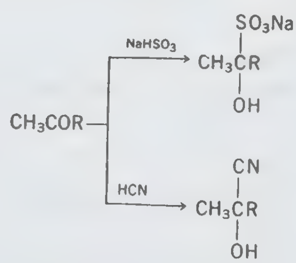
நிக்கல் அல்லது பிளாட்டின வினையூக்கி உடனிருக்க ஹைட்ரஜன், கார்போனைல் தொகுதியுடன் கூட்டு வினையில் (addition reaction) ஈடுபட்டு ஈரிணைய ஆல்கஹாலைத் தருகிறது. இவ்வினையில் லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடையும் பயன் படுத்தலாம்.

$$RCOR' \xrightarrow[\text{அல்லது } LiAlH_4]{H_2(\text{Ni அல்லது Pt})} RCHOHR'$$

கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளுடன் கீட்டோன்கள் வினைபுரிந்து மூவிணைய ஆல்கஹால்களைத் (tertiary alcohols) தருகின்றன.



மெத்தில் கீட்டோனுடன் ஹைட்ரஜன் சயனைடும், சோடியம் பைசல்ஃபைட்டும் பின்வருமாறு வினைபுரிகின்றன.



ஆல்கஹால்கள், ஆல்டிஹைடு கார்போனைல் தொகுதியுடன் எளிதில் சேர்வது போல் கீட்டோன் கார்போனைல் தொகுதியுடன் சேர்வதில்லை. ஆனால் ஆர்த்தோ ஃபார்மேட்டுகளின் வினையால் கீட்டால்கள் (ketals) விளைகின்றன.

$$RCOR' + HC(OC_2H_5)_3 \xrightarrow{H^+} R\text{—}C(OC_2H_5)_2R' + HCOOC_2H_5$$

அமீன் பெறுதிகளான ஹைட்ராக்சில் அமீன் (NH_2OH), ஃபீனைல்ஹைட்ரசீன் ($C_6H_5NHNH_2$), செமிகார்பசோல் ($NH_2CONHNH_2$) போன்றவை N-H பிணைப்பை முறித்து வினைபுரிகின்றன.

$$RCOR' + C_6H_5NHNH_2 \xrightarrow{H^+} \underset{\displaystyle RCR'}{\overset{\displaystyle NNHC_6H_5}{\|}} + H_2O$$

இவ்வினையின் மூலம் கிடைக்கும் ஆக்சைம்கள் ஃபீனைல்ஹைட்ரசோன்கள், செமிகார்பசோன்கள் போன்றவை கீட்டோன்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் ஆய்வுகளில் பயன்படுகின்றன.

ஆல்டால் வகைக் குறுக்க வினைகளில் கீட்டோன்கள் α- ஹைட்ரஜன்களைக் கொடுக்கின்றன. ஆனால் கார்போனைல் தொகுதியைக் குறிப்பிட்ட அளவே வழங்குகின்றன. இதற்குக் காரணம் இவற்றின் குறைந்த வினை புரியும் தன்மையாகும். அசெட்டோன் தானே குறுக்கமடைந்து டைஅசெட்டோன் ஆல்கஹாலைக் கொடுப்பது இதற்கு விதிவிலக்கு.

$$2CH_3COCH_3 \xrightarrow{Ba(OH)_2} CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CH_2COCH_3$$

கீட்டோன்கள் ஆல்டிஹைடுகளைவிடக் குறைந்த வேகத்திலேயே ஆக்சிஜனேற்றமடைகின்றன. இவை டாலன்ஸ் வினைப்பொருளோடும் ஃபீலிங் வினைப்பொருளோடும் அதற்குரிய வினைகளைக் கொடுப்பதில்லை. ஆனால் α-ஹைட்ராக்சி கீட்டோன்கள் இவ்வினைகளில் ஈடுபடுகின்றன.

மெத்தில் கீட்டோன்கள் நீர்த்த பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடில் கரைந்த அயோடினுடன் வினை புரிகின்றன.

$$CH_3COR \xrightarrow[\text{நீரிய KOH}]{I_2} CHI_3 + RCOOK$$

கார்போனைல் தொகுதியிலுள்ள ஆக்சிஜனுக்கு மாற்றாகக் குளோரினைச் சேர்க்கலாம். PCl_5 ஐப் பயன்படுத்தி இவ்வினை நடைபெற்றாலும் விளைபொருள் குறைவாக உள்ளது.

$$RCOR' + PCl_5 \longrightarrow RCCl_2R' + POCl_3$$

கீட்டோன்களில் உள்ள α- ஹைட்ரஜன் அணுக்களுக்குப் பதிலாகக்குளோரினையோ புரோமினையோ பதிலீடு செய்யலாம். இவ்வினையின் மூலம் கிடைக்கும் α- ஹாலோகீட்டோன்கள் ஹாலோஜன் பதிலீட்டு வினைகளில் தீவிரமாக வினைபுரிகின்றன.

$$RCH_2COR' + Cl_2 \longrightarrow R\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}HCOR' + HCl$$

தயாரிப்பு முறைகள். ஈரிணைய ஆல்கஹால்களை உயர் வெப்பத்தில் ஹைட்ரஜன் நீக்கம் அல்லது ஆக்சிஜனேற்றத்திற்குட்படுத்திக் கீட்டோன்களைத் தயாரிக்கலாம்.

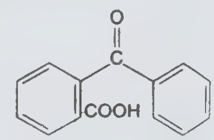
$$RCH(OH)R' \xrightarrow{Cu} RCOR' + H_2$$

இம்முறை குறைந்த விலையுடைய ஈரிணைய ஆல்கஹால்களிலிருந்து தொழில்முறையில் கீட்டோன்களை உண்டாக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

ஃபீரிடல்-கிராப்ட்ஸ் அசைலேற்றத்தால் அமில ஹாலைடுகள் அல்லது நீரிலிகளைப் பயன்படுத்தி அரோமாட்டிக் கீட்டோன்களைத் தயாரிக்கலாம்.

$$C_6H_6 + RCOCl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5COR + HCl$$

$$C_6H_6 + C_6H_4(CO)_2O \longrightarrow$$



கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்கள் நைட்ரைல்களுடன் வினைபுரிவதால் கீட்டிமின்கள் (ketimines) கிடைக்கின்றன. இவற்றை நீராற்பகுத்தால் கீட்டோன்கள் உண்டாகின்றன.

$$RC\equiv N \xrightarrow{R'MgX} R-\overset{\displaystyle R'}{\overset{|}{C}}=N-MgX \xrightarrow{H_2O} R-\overset{\displaystyle R'}{\overset{|}{C}}=NH$$

$$R-\overset{\displaystyle R'}{\overset{|}{C}}=NH + H_2O \longrightarrow ROCR' + NH_3$$

கரிம துத்தநாக, கரிம கேட்மியம் வினைப்பொருள்கள் அமில ஹாலைடுகளுடன் வினை புரிந்து கீட்டோன்களைக் கொடுக்கின்றன.

$$RCOCl + R'CdX \longrightarrow RCOR' + CdXCl$$

மேற்சொன்ன கரிம உலோகச் சேர்மங்களைக் கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள்களுடன் அந்தந்த உலோக ஹாலைடுகளை வினைப்படுத்திப் பெறலாம்.

$$RMgCl + ZnCl_2 \longrightarrow RZnCl + MgCl_2$$

கிளைசன் குறுக்க வினையின் மூலம் (Claisen condensation) கிடைக்கும் β-கீட்டோ எஸ்ட்டர்களை நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கொண்டு பகுக்கும்போது கீட்டோன்கள் உண்டாகின்றன.

$$2\ RCH_2COOC_2H_5 \xrightarrow{EtONa} RCH_2COCHRCOOC_2H_5 + C_2H_5OH$$

$$RCHCOCHRCOOC_2H_5 + H_2O \xrightarrow{NaOH} RCH_2COCH_2R + CO_2 + C_2H_5OH$$

இருகாரத்துவ அமிலங்களின் (dibasic acid) எஸ்ட்டர்களை டைக்மன் குறுக்க வினைக்குட்படுத்தினால் மேற்காணும் வினைபோல் வளையக் கீட்டோன்கள் உண்டாகின்றன.

$$C_2H_5OOC(CH_2)_4COOC_2H_5 + H_2O \xrightarrow{NaOC_2H_5} CH_2CH_2CH_2COCHCOOC_2H_5$$

$$CH_2CH_2CH_2COCHCOOC_2H_5 + H_2O \xrightarrow{NaOH} CH_2CH_2CH_2CH_2CO + CO_2 + C_2H_5OH$$

இருகாரத்துவ அல்லது ஒருகாரத்துவ அமிலங்களின் (monobasic acid) கால்சியம் அல்லது தோரியம் உப்புகளை வெப்பத்தாற்பகுக்கும்போது வளைய, திறந்த சங்கிலித் தொடர் கீட்டோன் ச்சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன.

$$\tfrac{1}{2}\ CaOOC(CH_2)_4COO\tfrac{1}{2}Ca \xrightarrow{\Delta} CH_2CH_2CH_2CH_2CO + CaCO_3$$

$$2\ RCOO\tfrac{1}{2}Ca \xrightarrow{\Delta} RCOR + CaCO_3$$

ஆல்டிஹைடுக்கும் கீட்டோனுக்கும் உள்ள பொது வினைகள்

மீர்வின் - பான்ட்ராஃப் வெர்லே ஒடுக்கம். ஆல்டிஹைடுகளும் கீட்டோன்களும் மீர்வின் - பான்ட்ராஃப்-வெர்லே ஒடுக்கல் வினைக்குட்பட்டு ஆல்கஹால்களைக் கொடுக்கின்றன. இவ்வினையில் கார்போனைல் சேர்மங்கள் ஐசோபுரோப்பனால் கரைசலில் கரைந்த அலுமினியம் ஐசோபுரோப்பாக்சைடுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றன.

$$R_2CO + (CH_3)_2CHOAl/3 \rightleftharpoons$$

$$R_2CHOAl/3 + (CH_3)_2\ CO \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{நீர்த்த}} R_2CHOH$$

இவ்வினை அலுமினியம் ஐசோபுரோப்பாக்சைடிலிருந்து கார்போனைல் சேர்மத்திற்கு வளைய இடைநிலை மூலம் ஹைட்ரைடு அயனி மாற்றம் அடைவதால் நடைபெறுகிறது.

ஆல்டிஹைடுகளும், கீட்டோன்களும் வேறு பல உலோக ஹைட்ரைடுகளாலும் ஆல்கஹாலாக மாற்றமடைகின்றன.

கிளமன்சென் ஒடுக்கம். இவ்வினையில், கார்போனைல் சேர்மங்களைத் துத்தநாக ரசக்கலவை, ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஆகியவற்றுடன் சேர்த்து ஒடுக்கும்போது ஹைட்ரோகார்பன்கள் உண்டாகின்றன.

$$CH_3COCH_3 + 4\ HCl \xrightarrow{Zn/Hg} CH_3CH_2CH_3 + ZnCl_2 + H_2O + Hg$$

உல்ஃப்-கிஷ்னர் ஒடுக்கம். ஆல்டிஹைடு அல்லது கீட்டோன் ஹைட்ரோசோன்களைச் (அல்லது செமிகார்பசோன்கள்) சோடியம் எத்தாக்சைடுடன் சேர்த்து 180°C வெப்பநிலையில் வெப்பப்படுத்தும்போது நைட்ரஜன் வெளியேற்றப்பட்டு, ஹைட்ரோகார்பன் உண்டாகிறது (அதாவது ஒடுக்கத்தால் கார்போனைல் தொகுதி மெத்திலின் தொகுதியாக மாற்றமடைகிறது).

$$CH_3CHO + NH_2\text{-}NH_2 \xrightarrow{-H_2O}$$

$$(CH_3)(H)C{=}N\text{-}NH_2 \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5ONa} CH_3\text{-}CH_3 + N_2$$

ஹைட்ரசோன்

இவ்வொடுக்க வினையில் கிடைக்கும் விளைபொருள்கள் கிளமன்சன் ஒடுக்கத்திலிருந்து கிடைப்பதைவிடப் பெருமளவில் உள்ளன. ஆனாலும் உல்ஃப்-கிஷ்னர் வினையும், கிளமன்சன் வினையும் கொள்ளிடத் தடையுள்ள (sterically hindered) கீட்டோன்களுக்குப் பொதுவாகப் பொருந்துவதில்லை.

அம்மோனியா பெறுதிகளுடன் வினை. ஆல்டிஹைடுகளும் கீட்டோன்களும் அம்மோனியா பெறுதிகளுடன் (ஹைட்ராக்சில் அமீன், ஃபீனைல் ஹைட்ரசீன், செமிகார்பசைடு) வினைபுரிந்து ஆக்சிம்களைக் உண்டாக்குகின்றன.

இவ்வினைகளின் மூலம் கிடைக்கும் வினைபொருள்கள் படிகத் திண்மங்களாக உள்ளன. இவ்வினைகள் கார்போனைல் சேர்மங்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவும் ஆய்வுகளாகப் பயன்படுகின்றன.

ஷிமிட் வினை. ஆல்டிஹைடுகளும், கீட்டோன்களும் ஷிமிட் வினையில் ஈடுபடுகின்றன. இது கார்போனைல் சேர்மத்திற்கும் ஹைட்ரசோயிக் அமிலத்திற்கும் இடையில் வீரியமிக்க சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் உடனிருக்க நிகழும் வினையாகும். ஆல்டிஹைடுகள் சயனைடையும், ஓரிணைய அமீன்களின் ஃபார்மைல்

ஹைட்ராக்சில்மினுடன்

$$CH_3CHO + NH_2OH \rightarrow CH_3CH{=}N{-}OH + H_2O$$

அசெட்டால்டாக்சிம்

$$(CH_3)_2CO + NH_2OH \rightarrow (CH_3)_2C{=}N{-}OH + H_2O$$

டைமெத்தில் கீட்டாக்சைம்

ஃபீனைல் ஹைட்ரசீனுடன்

$$CH_3CHO + H_2NNHC_6H_5 \rightarrow CH_3CH{=}NNHC_6H_5 + H_2O$$

அசெட்டால்டிஹைறடு ஃபீனைல் ஹைட்ரசோன்.

$$(CH_3)_2CO + H_2NNHC_6H_5 \rightarrow (CH_3)_2C{=}NNHC_6H_5 + H_2O$$

அசெட்டோன் ஃபீனைல் ஹைட்ரசோன்

செமிகார்பசைடுடன்

$$CH_3CHO + H_2NNHCONH_2 \rightarrow CH_3CH{=}NNHCONH_2 + H_2O$$

அசெட்டால்டிஹைறடு செமி கார்பசோன்

$$(CH_3)_2CO + H_2NNHCONH_2 \rightarrow (CH_3)_2C{=}NNHCONH_2 + H_2O$$

அசெட்டோன் செமிகார்பசோன்

பெறுதிகளையும் கீட்டோன்கள் அமைடுகளையும் கொடுக்கின்றன.

$$RCHO + HN_3 \xrightarrow{H_2SO_4} RCN + RNHCHO + N_2$$

$$RCOR + HN_3 \xrightarrow{H_2SO_4} RCONHR + N_2$$

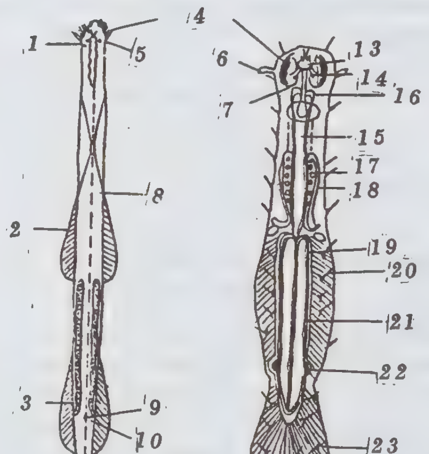
காண்க, ஆல்டிஹைறடுகள்.

- த. தெய்வீகன்

கீட்டோனேத்தா

அம்புப்புழுக்கள் அல்லது கண்ணாடிப்புழுக்கள் எனப் படும் ஒரு சிறுதொகுதிதான் கீட்டோனேத்தா (cheatognatha) எனப்படும். இவ்வுயிரிகள் அனைத்தும் கடல்வாழ் மிதவை உயிரிகள். உலகில் உள்ள கடல்கள் அனைத்திலும் இவை காணப்படுகின்றன.

ஸ்லேபர் என்பாரே முதன்முதலில் ஓர் அம்புப் புழுவை எடுத்து ஆராய்ந்து அதற்குச்சஜிட்டா எனப் பெயரிட்டுப் புழுக்கள் கூட்டத்தில் வகைப்படுத்தி னார். இதன்பின் சஜிட்டாவின் உறுப்பு அமைப்பியல் (anatomy), வகைப்பாட்டியல் முதலிய விவரங்களைப் பலர் ஆராய்ந்தனர். இவர்களில் டார்வினும் ஒருவர். டார்வின்தான் முதன் முதலில் அம்புப்புழுக்களின் பற்றும் முள்களையும் (spines), அவை செயல்படும்



படம். 1

அம்புப் புழுக்கள் (கீட்டோனேத்தா)

(சஜிட்டா எலிகன்ஸ்) வயிற்றுப் புறத்தோற்றம்

முதுகுப்புறத் தோற்றம் ஸ்பேடெல்லா

1. தலை 2. முன்பகுதி விசிறி 3. பின்பக்க விசிறி 4. பற்றும் முள்கள் 5. கண்கள் 6. உணர்நீட்சி 7. தொண்டை 8. உடல் 9. மலத்துளை 10. உடல்வால் தடுப்பு 11. விந்துப்பை 12. வால் விசிறி 13. மூளை முடிச்சு 14. கண்கள் 15. குடல் 16. குடல் பக்கப்பிதுக்கம் 17. அண்டகம் 18. அண்டநாளம் 19. விந்து நாளம் 20. பக்க விசிறிகள் 21 விந்தகங்கள் 22. விந்துப்பை 23. வால் விசிறி

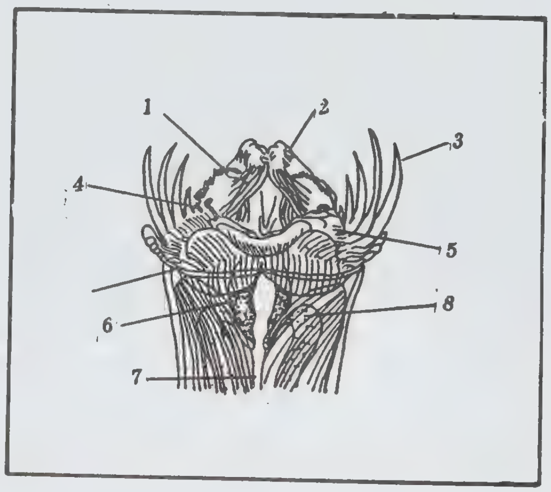
விதத்தையும் சரியாகக் குறிப்பிட்டார். அடுத்து லூக்கார்ட் என்பார் கீட்டோனேத்தா என்னும் தொகுதியை (phylum) உருவாக்கினார். கிராஸி என்பார் சஜிட்டாவின் உடற்கூறு, திசுவியல், கருவியல் முதலிய விவரங்களை நன்கு பயின்றபின், கீட்டோனேத்தா தமக்கெனத் தனித்தகவமைப்புகள் கொண்ட ஒரு தனித் தொகுதி என்பதை நிறுவினார். தற்போது ஏறத்தாழ 50 இனங்களும் பல சிறப்பினங்களும் அறியப்பட்டுள்ளன.

முள்கள் போன்ற முடி நிறைந்த தாடைகளை யுடையதால் கீட்டோனேத்தா என்னும் பெயர் பெற்றது. உடல், ஒளி ஊடுருவும்படியாக உள்ளதால் இவற்றைக் கண்ணாடிப்புழுக்கள் என்றும் குறிப்பிடுவர். கீட்டோனேத்தாக்கள் இரு பக்கச் சமச்சீர்மையுடன் குடல் உடல் அறை கொண்ட கடல்வாழ் மிதவை உயிரிகளாகத் திகழும் இரு பாலிகள் ஆகும். இவ்வுயிரிகளின் அம்பு வடிவமான உடலைத் தலை, உடல், வால் எனப் பகுக்கலாம். தலையிலேயே பற்றும் முள்கள் உள்ளன. அம்புப் புழுக்களுக்குக் கழிவு நீக்க மண்டலமும் இரத்த ஓட்ட மண்டலமும் இல்லை.

இப்புழுக்கள் கடல் நீர்ப்பரப்பில் பல்வேறு ஆழங்களில் மிதந்தும், நீந்தியும் வாழ்கின்றன. உலகின் அனைத்துக் கடல்களிலும், குறிப்பாக வெப்ப மண்டல, மித வெப்ப மண்டலக் கடல் நீரில் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. மேற்கிந்திய நாடுகளான அரேபிய செங்கடற்கரை, கிழக்கு ஆஃப்ரிக்கா, இந்தியா, தாய்லாந்து, ஆஸ்திரேலியா, ஹவாய்த் தீவுகள், பாலினேசியா, பல பசிபிக் தீவுக் கூட்டங்களில் மிகப் பெருமளவில் அம்புப் புழுக்கள் காணப்படுகின்றன. இச்சிறு உயிரிகள் வேகமாக நீந்தி, பிற சிறிய உயிரிகளான கோப்பிப்பாடுகள் சிறுமீன்களின் இள உயிரிகள் அம்புப்புழுக்கள் இறால் இன இள உயிரிகள் முதலியவற்றைப் பிடித்து உண்கின்றன. மீன்கள், சிலவகைப் புழுக்கள், ஜெல்லி மீன்கள் முதலிய பெரும் விலங்குகளுக்குக் கீட்டோனேத்தாக்கள் இரையாகின்றன.

கண்ணாடிப் புழுக்கள், தங்கள் இரையை நோக்கி விரைந்து சென்று வேட்டையாடி உண்கின்றன. இவ்வாறு விரைவாக நீந்த, அம்பு வடிவ உடல் சிறந்த தகவமைப்பாகும். கீட்டோனேத்தாக்களின் உடல் நீளம் ஏறத்தாழ 40-100 மி. மீ. வரை காணப்படுகிறது. நீர்ப்பரப்பின் மேல் மிதக்கும் கண்ணாடிப் புழுக்களின் உடல், ஒளி ஊடுருவும் படியாகவும், நிறமற்றதாயும் உள்ளது. கடலின் ஆழமான பகுதியில் சிவப்பு, ஆரஞ்சு பழுப்புப்போன்ற வண்ணமுடன் உள்ளது.

அம்புப் புழுக்களின் தலை, உடல், வால் ஆகிய முப்பகுதியிலும் ஓர் இணை குடல் உடல் அறை உள்ளது. ஆனால் முதிர்நிலைக் கீட்டோனேத்தாக்களின் தலையில் உள்ள உடலறை ஏறக்குறைய மறைந்து விட்டது எனலாம். இதற்குக் காரணம் தலையில் உள்ள முடி போன்ற முள்களை இயக்க நன்கு அமைந்துள்ள தசைகள்தாம். தலையில் உள்ள முடிபோன்ற முள்கள், தாடைகள் போல் இரையை உறுதியாகப் பிடிக்கப் பயன்படுகின்றன.



படம் 2. அம்புப் புழுவின் வெளித்துருத்திய தலை
(வயிற்றுப்புறத் தோற்றம்)

1. பின்பக்கப் பல் 2. முன்பக்கப் பல் 3. பற்றும் முள்கள் 4. வாய் வழிக்குழி 5. வாய் 6. தொண்டைக் குமிழ் 7. குடல் 8. குடல் பக்கப் பிதுக்கம்.

தலையையும், தாடைகள்போல் செயல்படும் முள்களையும் உடற்சுவரின் குழிபோன்ற மடிப்பின் உள்ளே இழுத்துக் கொள்ள ஓர் அமைப்பு உள்ளது. இரையைத் தாக்கும்போது, தலையும் தலையுடன் கூடிய முள்தாடைகளும் விரைவாக வெளியில் துருத்துகின்றன. தலையின் கீழ்ப்புறத்தில் தாடைகளுக்கு மையத்தில் வாய்த்துளை உள்ளது. உடம்பின் நடுப் பகுதியான உடலில் ஒன்று அல்லது இரண்டு இணை பக்க விசிறிகளும், வால் பகுதியில் குறுக்குவாட்டில் ஒரு வால் விசிறியும் உள்ளன. நீந்தும்போது இந்த விசிறிகள் உறுதுணையாக உள்ளன. முதுகுப்புற வயிற்றுப்புற நீள்வாட்டத் தசைப்பட்டைகள் மாறி மாறிச் சுருங்கி நீள்வதால் நீரைக் கிழித்துக் கொண்டு விரைவாக முன்னேறி நீந்த முடிகிறது.

கீட்டோனேத்தாக்களின் உணவுப்பாதை ஒரு நீண்ட குழாயாகும். சிலவற்றில் உணவுப் பாதையின் தொடக்கத்தில் இணை பக்கப் பிதுக்கங்கள் உள்ளன. உடற் பகுதியில் வயிற்றுப் புறத்தில் ஒரு பெரிய நரம்பு முடிச்சு உள்ளது. மூளையையும், இந்த நரம்பு

முடிச்சையும் இணைத்த வண்ணம் இரு இணைக்கும் நரம்புகள் உள்ளன.

கீட்டோனேத்தாக்கள் யாவும் இரு பாலிகள் (bisexual) ஆகும். உடலின் அடிப்பகுதியில் வலப்புறம் ஒன்றும், இடப்புறம் ஒன்றுமாக இரட்டை அண்டகங்கள் உள்ளன. அண்டகங்களுக்குக் கீழே வால் பகுதியில் இணை விந்தகங்கள் உள்ளன. நன்கு முதிர்ந்த விந்தணுக்கள் விந்துப்பைகளில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன.

வகைப்பாட்டியல். கீட்டோனேத்தா ஒரு சிறு தொகுதி. இதில் ஏறத்தாழ 50 இனங்கள் விளக்கப் பட்டுள்ளன. இந்த 50 இனங்களும் 6 பேரினங்களைச் சார்ந்தவை. பெரும்பாலான இனங்கள் சஜிட்டா பேரினத்தைச் சார்ந்தவை. டீரோ சஜிட்டா, ஸ்பேடல்லா, யூக்ரோனியா, ஹெலிரோக் ரோனியா, குரோனிட்டா என்பன ஏனைய ஐந்து பேரினங்களா கும்.

கீட்டோனேத்தா தொகுதியைச் சார்ந்த பல்வேறு இனங்களும், பல தரப்பட்ட கடல் நீரில் வாழ்கின்றன. சில மித வெப்ப மண்டலக் கடலில் வசிக்கின்றன. வேறு சில வெப்ப மண்டலக் கடல் நீரை விரும்பு கின்றன. சில குளிர் நீரில் மட்டுமே காணப்படு கின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட கடல் நீரில் வாழும் கீட்டோனேத்தா இனங்களைக் கொண்டு அந்தக் கடல் நீரின் தோற்றம், காலப்போக்கில் ஏற்பட்ட மாற்றம், கடலியல், கடற்புவியியல் பற்றிய அனைத்து விளக்கங்களையும் எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம். இவ்வாறாகக் கீட்டோனேத்தாக்கள் கடல் பற்றிய நீரியல் மற்றும் நீர்ப்புவியியல் தொடர்புடைய விவரங் களை அறியப் பெரிதும் உதவுகின்றன.

கீட்டோனேத்தாக்கள் யாவும் கடல்வாழ் மிதவை உயிரிகள்; ஸ்பேடெல்லா பேரினத்தைச் சேர்ந்த ஒரு சில இனங்கள் மட்டுமே ஆழ்கடல் கரையில் வசிப்பன. இவற்றிற்குப் பேதிஸ்பேடெல்லா என்று பெயரிட்டு ஒரு தனிப் பேரினத்தையே சிலர் உருவாக்கியுள்ளனர்.

அம்புப் புழுக்களின் உடல் மென்மையும், எலும்பு போன்ற கடின உறுப்புகள் இன்மையும் காரணமாகக் கீட்டோனேத்தாக்களின் புதை படிமங்கள் அரிய வாயின. மேலும் இவ்வுயிரிகள் மிதவை உயிரிகளாக வாழ்வதால் புதை படிமங்களாகும் வாய்ப்பு மிகவும் குறைவு. இருப்பினும் ஒரே ஒரு புதை படிமக் கண்ணாடிப் புழு உண்டு. அதன் பேரினப் பெயர் அமிஸ்கிவியாவாகும். இதை நடுக்கேம்பிரியன் படிவு களிலிருந்து கண்டெடுத்தனர்.

- முகமது ஹபிபுல்லா

கீட்டோபுருஃபென்

இது மூட்டுவலி, தலைவலி ஆகிய நோய் நிலைகளில் பயன்படுத்தப்படும் அழற்சி எதிர் மருந்து. கீட்டோ புருஃபென் முதன்மையாக அழற்சி எதிர்ப் பண்பு கொண்டது. இதற்கு ஓரளவு வலிநீக்க இயக்கமும் காய்ச்சலை எதிர்க்கும் இயக்கமும் உண்டு.

இது புரோப்பியானிக் அமில வழி வந்த மருந் தாகும். ஆஸ்ஃபிரின், இபூபுருஃபென் ஆகியவற்றைப் போன்று இதுவும் ஒரு ஸ்டீராய்டு அல்லாத அழற்சி எதிர் மருந்து.

இயங்கும் விதம். இது புரோஸ்ட்டகிளான்டின் உற்பத்தியைக் குறைப்பதன் மூலம் இயங்குவதாகக் கருதப்படுகிறது. புரோஸ்ட்டகிளான்டின் உடலில் வலி மற்றும் அழற்சி ஏற்பட முக்கிய காரணமாக உள்ள ஒரு பொருள். கீட்டோபுருஃபென், உடலில் உள்ள பிரடிகைனின் என்னும் பொருளையும் ஒடுக்கு கிறது.

உள் உறிஞ்சல் மற்றும் வெளியேற்றம். வாய்மூலம் தரும்போது இது விரைவாகவும் முழுமையாகவும் உள் உறிஞ்சப்படுகிறது. பிளாஸ்மாவில் இம்மருந்தின் பெரும அளவு இரண்டு மணி நேரத்தில் கிடைக்கிறது. பிளாஸ்மாப் புரதங்களுடன் இது அதிக அளவில் இணைகிறது. குளுக்கானிக் அமிலத்துடன் இணை வுறுவதன் மூலம் கல்லீரலில் வளர்சிதை மாற்றம் அடைந்து சிறுநீர்மூலம் வெளியேற்றப்படுகிறது.

பயன்கள். மூட்டுவாத அழற்சியில் இது நல்ல பலன் அளிக்கிறது. இம்மருந்தை 150 மி.கி. அளவி லும் இபூபுருஃபென் எனப் பரவலாகப் பயன்படுத்தப் படும் மருந்தை 1.2 கிராம் அளவிலும் மூட்டுவாத அழற்சி கொண்ட நோயாளிகளுக்கு நாளும் கொடுத்தபோது வலியைக் குறைப்பதிலும், வீக்க மடைந்த மூட்டின் பரப்பைக் குறைப்பதிலும் இது இபூபுருஃபெனைவிடச் சிறப்பாக இயங்குவதாக அண்மையில் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

எலும்பு மூட்டு அழற்சியின் தோற்ற நோயிலும் இது சிறந்த பயன் தருகிறது. நாள் ஒன்றுக்கு 50-100 மி.கி. வீதம் நான்கு வேளை தரும்போது, அதே அளவில் இன்டோமெத்தாசின் எனும் திறன் வாய்ந்த அழற்சி எதிர் மருந்து தரும் பலனுக்கு இணையாக இது இருப்பதாகவும் ஆனால் இன்டோ மெத்தாசினைவிடச் சற்றுக் குறைவான பக்க விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதாகவும் அண்மையில் வெளியிடப்பட்ட சில ஆய்வு முடிவுகள் தெரிவிக் கின்றன.

வேண்டாத விளைவுகள். இது இரைப்பை உறுத் தலைப் பரவலாக ஏற்படுத்துகிறது. எனவேதான் இம்மருந்தைத் தரும்போது, இதை வெறும் வயிற்றில் உட்கொள்ளக்கூடாது என்றும் உணவுடன் சேர்த்தே உட்கொள்ள வேண்டும் என்றும் மருத்துவர் கள் வலியுறுத்துகின்றனர். இரைப்பைக் குடல் இரத்த ஒழுக்கையும் இம்மருந்து ஏற்படுத்தக்கூடும். எனவே,

இதை இரைப்பை முன் சிறுகுடல் புண் உள்ள நோயாளிகள் பயன்படுத்தக் கூடாது.

உடல் நீர் வீக்கத்தையும் இது ஏற்படுத்தக்கூடும். உயிருக்குக் கேடு விளைவிக்கக்கூடிய ஆஸ்த்துமா, தோல் பொரிப்பு, நமைச்சல், உடல் வீக்கம், மனச் சோர்வு, உறக்கம் வருவது போன்ற உணர்வு ஆகிய விளைவுகளை இது அரிதாக ஏற்படுத்துகிறது; மிக அரிதாக, எலும்பு மஜ்ஜை செல் அற்ற சோகை எனும் மரணத்தில் முடியக்கூடிய கடும் நோயையும் ஏற்படுத்தக்கூடும்.

- மு. துளசிமணி

நூலோதி J. T. Scott, *Text Book of the Rheumatic Diseases*, 5th Edition, Longman Groups Ltd, New york, 1978.

கீதைட்

இக்கனிமத்திற்குக் கீதைட் (goethite) என்னும் பெயர், கீதி என்னும் தத்துவ அறிஞரின் நினைவாக இடப்பட்டது. இக்கனிமம் ரஷ்யா, அமெரிக்கா போன்ற பகுதிகளில் பெரும் பான்மையாகக் காணப் படுகிறது.

கனிம இயல்புகள். இது செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் அடங்கும். இக்கனிமப் படிக அச்சு விகிதங்கள் a (குற்றச்சு): நெட்டச்சு (b): நிலையச்சு (c)=0.9185: 1: 0. 6068.

பட்டகப் பக்கங்களில் நேரான வரி அமைப்பு, குற்றச்சு இணைவடிவப் பக்கத்துக்கு இணையாகக் காணப்படும். மேலும் கனிமங்கள் நாரமைப்பைப் பெற்றுப் (fibrous) படலங்களாகவும், திண்ணிய உருவங்களாகவும், முந்திரி வடிவங்களாகவும் (reniform), கல் விழுது வடிவங்களாகவும் (stalactitic) காணப்படும். இவ்வடிவங்களோடு ஆர அமைப்பையும் (radiated), மையச் சுற்று வரி அமைப்புகளையும் (concentric) கொண்டு காணப்படும். குறு அச்சு இணை வடிவுப் பக்கத்தில் (010) தெளிவான பிளவு காணப்படும். இது எளிதில் உடையக்கூடியது. இதன் கடினத்தன்மை 5 - 5.5. இது தெளிவற்ற வைர மிளிர்வைக் கொண்டு காணப்படும். இதன் நிறம் மஞ்சள், சிவப்பு, இருண்ட பழுப்பு ஆகியவை. சில சமயம் ஊடுருவும் ஒளியில் இரத்தச் சிவப்பு நிறத்தைக் கொண்டும் காணப்படும். கனிமத்துகள் நிறம், பழுப்புக் கலந்த மஞ்சள் முதல் மஞ்சள் நிறம் வரை பெற்றிருக்கும். இது எதிர்-ஒளி சுழற்றும் கனிமம் ஆகும். ஒளியியல் அச்சுகள் மிகுதியான நிறமாலை யைக் (dispersion) கொண்டிருக்கும். அதிர் நிற

படம். 1

மாற்றத் தன்மை (pleochroic) மிகக் குறைவாகக் காணப்படும்.

ஊசிவடிவ இரும்புக்கல் ஊசி வடிவங்களைக் கொண்டு காணப்படும். சம்மட்டி பிளண்ட் - வழு வழுப்பாகக் காணப்படும் ஒரு வகைக் கீதைட் ஆகும். இது பொகிமியாவில் காணப்படுகிறது. இது பொது வாகத் தூண்அமைப்பு, நார்அமைப்புகளைப் பெற்றுக் காணப்படும்.

உட்செறிவு. FeO(OH) அல்லது $Fe_2O_3H_2O$ அதாவது இரும்பு அல்லது இரும்பு ஹைட்ராக்சைடு.

இக்கனிமம் மஞ்சள் நிறக் கனிமத்துகள் நிறத் தால் ஹேமடைட் கனிமத்திலிருந்தும் படிகமைப்பில் (crystalline) லிமோனைட் கனிமத்திலிருந்தும் வேறு படுகிறது.

தோன்றுமிடம். இது பொதுவாகப் படிவுப் பாறைகள், புலன் நீங்காப் படிவுகள் (residual deposit) முதலியவற்றில் லிமோனைட் கனிமத்தோடு சேர்ந்து காணப்படுகிறது. மேலும் குவார்ட்ஸ், பைரைட் ஆகியவற்றோடு சேர்ந்தும் காணப்படும். மொத் தத்தில் இக்கனிமம் லிமோனைட்டிலிருந்து உருவாகி யிருக்கக்கூடும் என்று கருதப்படுகிறது.

பயன். இது ஓர் இரும்புத் தாதுவாகப் பயன் படுகிறது.

- அ. வே. உடையனபிள்ளை

நூலோதி. A.N. Winchell and H. Winchell, *Elements of Optical Mineralogy*, Part II, Wiley Eastern Private Ltd, New Delhi, 1968.

கீரி

இது பாலூட்டிகள் வகுப்பில் ஊனுண்ணி வரிசையில் வைவர்ரிடே (viverridae) என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. ஆஃப்ரிக்காவில் எத்தியோப்பியப் பகுதிகளிலும், கீழ்த்திசை நாடுகளிலும் சுமார் இருபது இனங்களாகக் கீரிகள் பரந்து காணப்படுகின்றன. ஹெர்பெஸ்டஸ் இக்நியுமன் என்னும் இனத்தைச் சார்ந்தவை மட்டும் ஐரோப்பாவில் வாழ்கின்றன..

கீரியின் தோல் வெளிர் சாம்பல் நிறம் உடையது. இது நடக்கும்போது பாதம் முழுதும் தரையில் படியும். ஐந்து கால் விரல்களில் முதல் விரல் சிறியதாக இருக்கும். வால் நீளமானது. பின்கால்களின் கணுக்காலிலும் பாதங்களிலும் மயிரில்லை.

ஃபாரோவின் பை என்று தவறுதலாக எகிப்தியர்கள் கீரிக்குப் பெயர் வைத்துள்ளனர். பார்வைக்கு இது பூனை போல் இருக்கும். எலித்தொல்லையைப் போக்கக் கரும்புக் கொல்லைகளில் கீரிகளை வளர்ப்பதுண்டு. கீரி எவ்வித அச்சமும் இன்றி மிகக் கொடிய நச்சுப்பாம்பையும் எதிர்த்துத் தாக்கவல்லது என்றும்; பாம்புக்கடியால் கீரியின் உயிருக்கு எவ்வித ஊறும் விளைவதில்லை என்றும், பாம்போடு சண்டையிட்ட பிறகு ஏதோ ஒரு செடியின் இலையை நச்சு முறிவுக்காகத் தின்னும் என்றும் மேற்கு இந்திய தீவுகளில் வாழும் பழங்குடி மக்கள் நம்புகின்றனர்.

ஹெர்ப்பெஸ்டஸ் ஆல்பிகேன்டா என்னும் இனத்தைச் சேர்ந்த கீரிக்கு வெள்ளை நிற வாலுண்டு. கீரி வகைகள் அனைத்தும் ஒரே துணைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை என்றாலும், கால் விரல்களின் எண்ணிக்கையில் மாற்றங்கள் காணப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சைனிக்டிஸ் என்னும் பேரினத்தில், முன் கால்களில் ஐந்தும் பின்கால்களில் நான்குமாக விரல்கள் உள்ளன. மற்றொரு பேரினமாக டியேகேல் கீரியின் எல்லாக் கால்களிலும் நான்கு விரல்களே உள்ளன. இதன் வால் மயிரடர்ந்து பாதங்கள் மயிரால் மூடப்பட்டிருக்கும். இவை எண்ணிக்கையில் குறைந்து அரிதாகத் தென்படுவதால் இவற்றின் தன்மைகள் பற்றி மிகுதியாகத் தெரியவில்லை. ஆனால் கீரிகள் மிகக் கொடிய பாம்புகளையும் கொல்ல வல்லவை என்பது உண்மை.

கீரிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சூரிகேட்டா என்னும் மேற்கு ஆஃப்ரிக்கப் பேரினத்தில் ஒரே இனமான சூரி கேட்டாடெட்ராடாக்டைலா மட்டுமே அடங்கியுள்ளது. இது மீர்கேட் என்று அங்குள்ள மக்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒரு காலில் நான்கு விரல்கள்; பாதத்திலும் விரல்களிலும் மயிர் இல்லை. இவை பொதுவாகக் குகைகளிலும் பாறை இடுக்குகளிலும் வாழ்கின்றன. கீரி வளைகளில் வாழ்கிறது. மீர்கேட்களின் வளைகள் தரையின் கீழ் ஒன்றரை மீட்டர் ஆழமும் பன்னிரண்டு மீட்டர் நீளமும் கொண்டவை. இவை, பூச்சி, பல்லி, தேள், முட்டை போன்றவற்றை உண்ணுகின்றன. இவை இறந்த விலங்குகளை உண்பதில்லை. சில வேளைகளில் பாம்பும் மீர்கேட்களுக்கு இரையாகின்றது. கீரிகள் பெரிய நல்ல பாம்புகளையும் கூட்டமாகச் சென்று தாக்கித் தின்றுவிடும். ஒரு பாம்பைச் சுற்றிப் பல கீரிகள் வளையவரும். அவற்றில் ஒன்று திடீரென பாம்பின் தலையைக் குறிவைத்துப் பாய்ந்து கடித்துக் குதறிவிடும். பிறகு ஏனைய கீரிகள் பாம்பின் உடலைப் பங்கு போட்டு உண்ணும்...மீர்கேட் கீரிகள் குடும்பம் குடும்பமாகக் கூட்டு வாழ்க்கையை நடத்துகின்றன. ஒரு கூட்டத்தில் ஒரு கீரி, பகைவரைப் பற்றித் தகவல் தரும். அதன் தகவலைப் பின்பற்றியே அந்தத் தொகுதியைச் சேர்ந்த பிற கீரிகள் அனைத்தும் செயலாற்றுகின்றன. ஆணும் பெண்ணும் இணைந்தபிறகு மூன்று வாரத்தில் பெண் கீரி இரண்டு முதல் ஐந்து குட்டிகளை ஈனும். குட்டிகள் எண்ணிக்கையில் மிகுதியானால் அத்தொகுதியைச் சேர்ந்த ஏனைய பெண் கீரிகள் குட்டிகளுக்குப் பால் கொடுத்துக் காப்பாற்றுகின்றன,

- சு. மாடசுவாமி

கீரிப்புரண்டான்

இதன் வேறு பெயர்கள் கீரிப்பூண்டு, கீரிச்செடி என்பன. ஓஃபியோரைசா மாங்கோஸ் (*Ophiorrhiza mongos*) என்பது இதன் தாவரவியல் பெயராகும். இச்செடி ரூபியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கீரி, பாம்புகளுக்கிடையே ஏற்பட்ட சண்டையில் பாம்பைக் கடித்துக் கொன்ற கீரி தன் நஞ்சைப் போக்கிக் கொள்வதற்கு இச்செடியைக் கொறிப்பதால் கீரிப் புரண்டான் என்னும் பெயர் வந்திருக்கலாம் என நம்பப்படுகிறது. இச்செடியை இந்தியா, இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் காடு மற்றும் மலைப்பகுதிகளில் காணலாம். காசி மலைப்பகுதியிலும், மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் வயநாடு முதல் ஆனைமலை வரையிலும், திருவாங்கூர், திருநெல்வேலிப் பகுதிகளிலும் அந்தமான், நிக்கோபார் தீவுகளிலும் காணலாம்.

செடி. இச்செடி 45-60 செ.மீ. உயரம் வளரும். இலைகள் முட்டை - ஈட்டி வடிவமானவை. முனை குறுகியிருக்கும். இதில் உண்டாகும் பூக்கள் வெள்ளை நிறமானவை. மஞ்சரி சைம்களாகும். கனிகள் தட்டையாகத் தோல் போன்றிருக்கும். விதைகள் எண்ணற்றனவாகக் கோண வடிவத்துடன் இளம் பழுப்பு நிறமாக இருக்கும்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இதன் வேர் மிகவும் கசக்கும் என்றாலும் உடலுக்கு உரந்தரும் தன்மையது. வேர்ச்சாற்றில் பீட்டா - ஸ்டீரால் உள்ளது. இலை

யிலும் தண்டிலும் ஹைடிரோசயனிக் அமிலம் உள்ளது. இதன் இலைகளும் வேர்ப்பகுதியும் மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இதன் இலை குடிநீர்ப்பசியை உண்டாக்கும். உடலைத் தேற்றும். இலை, வேர், பட்டைகளின் சாறு செரிமான மருந்தாகிறது. இலைச்சாறு புண்களைக் கழுவுவதற்கு உதவுகிறது. வேர்ப் பட்டையை அரைத்துப் பின்னைக்காயளவு பாலில் கலக்கி, காலையில் மட்டும் 3 நாள் தரக் கழிச்சல் உண்டாகும். தூக்கம் நன்கு வரும். வெறிநோய் போகும். இதன் வேரைப் பாம்பு, நாய்க்கடி நஞ்சு நீங்குவதற்குத் தரலாம் எனக் கூறப்பட்டபோதும் உறுதியான முடிவு தெரியவில்லை. தண்டைச் சுரண்டிப் பசை நீக்கி, கித்தார் போன்ற யாழ் வகை இசைக்கருவிகள் செய்யலாம்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

நூலோதி. K. R. Kirtikar and B.D. Basu, *Indian Medicinal Plants*, Lali Mohan Basu, Allahabad, 1935.

கீரைகள்

இவை பெரும்பாலும் அமராந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த அமராந்தஸ் என்னும் பேரினத்தில் அடங்கும். அமராந்தஸ் பேரினம் சிறு செடிகளைக் கொண்டது. இவை தனி இலைகள் கொண்ட ஒரு பருவச் செடிகள். மாற்று இலையடுக்கம் கொண்டவை, காம்புள்ளவை, பூக்கள் மிகச் சிறியவை, இலைக் கோணங்களில் கூட்டமாகக் காணப்படுபவை. ஒரே மஞ்சரியில் இருபால் மலர்கள் கலந்து இருக்கும். பூவடிச் செதில்களும் பூக்காம்புச் செதில்களும் உண்டு.

இதழ்கள் இரண்டு முதல் ஐந்து; இணையாதவை அல்லது சிறிது இணைந்தவை, நிறமற்றவை, ஒழுங்கானவை, மகரந்தத் தாள்கள் எண்ணிக்கையில் இதழ்களுக்குச் சமமானவை, இணையாதவை. மகரந்தப்பை இரண்டு அறைகள் கொண்டது. சூல்பை ஓர் அறையுடையது, மேல் மட்டமுடையது, ஒற்றைச் சூல் கொண்டது, அடித்தள ஒட்டு முறை கொண்டது. சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூலகமுடி இரண்டு முதல் மூன்று வரை இருக்கும்.

கனி ஒரு விதை கொண்ட அட்ரிகிள். விதை நேரானது, தட்டையானது அல்லது வளைவானது. வட்டக் கரு கொண்டது. முளைசூழ்தசை உள்ளது. இச்செடிகள் வெப்ப, மிதவெப்ப நாடுகளில் வளரக் கூடியவை. கீரைகள் இலைக்காய்கறிகள் ஆகும். சமையலுக்கு ஏற்ற காய்கனிகளாக இவற்றின் இலை இலைக்காம்பு, இலைக்கொழுந்து, இளந் தண்டு ஆகியவை பயனாகின்றன. இலைகளில் நீர் இருப்பு மிகுதியாக உள்ளது. இவற்றின் சக்கை உணவுப் பாதையைத் தூய்மை செய்யப் பயன்படுகிறது. இவற்றில் கனிமங்களும் மிகுந்துள்ளன.

எளிதாகச் செரிக்கும் காரணத்தாலும், எளிதில் கிடைப்பதாலும், உடல் நலத்திற்கு ஏற்றதாக இருப்பதாலும் கீரை வகைகள் உணவில் சேர்வது நல்லது. கீரை விதைகளை வெல்லப்பாகுடன் சேர்த்து உருண்டையாக்கி, எள்ளுருண்டை போல் செய்யலாம்.

அமராந்தஸ் சிற்றினங்களும் பயன்களும்

அமராந்தஸ் காஞ்ஜெடிகஸ். (*A. gangeticus L.*) (முளைக்கீரை, தண்டுக்கீரை). முதிர்ந்த தாவரம் தண்டுக்கீரையாகவும், இளந்தாவரம் முளைக்கீரையாகவும் பயனாகின்றன. அனைத்து இந்திய மாநிலங்களிலும் இது பயிரிடப்படுகிறது. மேலும் இது தன்னிச்சையாகவே எங்கும் வளர்கிறது. இது நேராக வளரக்கூடிய செடி. மலர்கள் இலைக் கோணங்களில் கூட்டமாகக் காணப்படுவதோடு நுனி மஞ்சரியாகவும் உருவாகும். இலைகள் நீள் காம்புகளுடன் 7.5 செ.மீ. முட்டை வடிவமாகவும், பெரியனவாகவும் 12.5 செ.மீ. வரை நீளமும், 7.5 செ.மீ. வரை அகலமும் கொண்டு இருக்கும். மலர் இதழ்கள் முள்ளுடன் இருக்கும்.

அமராந்தஸ் பாலிகோனாய்டி (*A. polygonoides Rox*) (சிறு கீரை.) இது இந்தியாவின் அனைத்து மாநிலங்களிலும் காணப்படுகிறது. பயிரிடப்படுவதோடு தரிசு நிலங்களில் தானாகவும் வளர்கிறது. தண்டுக்கீரை போல் நிமிர்ந்து வளராமல் தரையின் மேல் படிந்து வளரும் தன்மையுடைய சிறிய செடியாகும். இலைகள் நுனி அகன்று அடி குறுகித் தலைகீழான முட்டை வடிவில் இருக்கும். 2.5 செ.மீ. வரை நீளமுள்ளவையாயிருக்கும். சிறிய மலர்கள் இலைக்கோணங்களில் காணப்படும்.

அமராந்தஸ் டிரிஸ்டிஸ் (*A. tristis*) (அறுகீரை) இலைகள் அறுக்கப்படுவதால் அறுகீரை எனப்பெயர் பெற்ற இது மருவி அரைக்கீரை என்னும் பெயரைப் பெற்றுள்ளது. செடியின் அடிப்பகுதியிலிருந்து பல கிளைகள் தோன்றுகின்றன. இச்செடியும் வணிக முறையில் பயிரிடப்படுகிறது. இக்கீரை விதைகளிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது.

அமராந்தஸ் விரிடிஸ் (*A. viridis L.*) (குப்பைக் கீரை) இது வெற்றிடங்களிலும், குப்பை மேடுகளிலும், தன்னிச்சையாக வளரக்கூடிய பயிரிடக்கூடிய சிற்றினம். இச்சிறு செடியின் இலைகள் முட்டை வடிவாகவோ ஏறத்தாழ முக்கோண வடிவமாகவோ இருக்கும். 7.5 செ.மீ. வரை நீளமும் 5 செ.மீ. வரை அகலமும் இருக்கும். இலைக்காம்புகள் 12.5 மி.மீ. நீளம் உள்ளவையாக இருக்கும். மலர்கள் நுனி மஞ்சரியில் இருக்கும்.

அமராந்தஸ் ஸ்பைனோஸஸ் *(A. Spinosus L.)* (முள்ளுக்கீரை) குப்பை மேடுகளிலும், தரிசு நிலங்களிலும் வளரும் இச்சிற்றினம் நேராகவளரும். தண்டு சிவப்பு அல்லது பச்சை வண்ணமாக இருக்கும். முள் இலைக்கோணங்களைச் சார்ந்திருக்கும். இலைகள் முட்டை வடிவமாகவோ, நீண்டோ இருக்கும். பூவடிச் செதில்களும் நுனியும் கூரானவை. ஏழை எளிய மக்களுக்கு இதன் இலைகள் உணவாகின்றன.

கீரைச் சத்துகள். கீரைச் செடிகளில் பல ஒரு பருவச் சிறு செடிகள். இவற்றுள் முளைக்கீரை கொத்துமல்லிக்கீரை முதலியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. மரமாக வளர்க்கப்படும் முருங்கை, அகத்தி முதலியவற்றின் இலைகளையும் பயன்படுத்துவதுண்டு. முடக்கொற்றான், சிவப்புக்கொடிப் பசலை போன்ற கொடிகளில் உள்ள இலைகளும் கீரையாகப் பயன்படுகின்றன. முள்ளுக்கீரை, குப்பைக் கீரை, மணித்தக்காளி முதலியவை விளைநிலம் தரிசு நிலம் இவற்றில் காணப்படும் களைச் செடிகளாகும். முளைக்கீரை, அறுகீரை, கொத்துமல்லிக்கீரை முதலியவை வணிக முறையில் சாகுபடி செய்யப்படுகின்றன.

கீரையில் காய்கறிகளைவிடப் புரதம் மிகுந்துள்ளது. கீரைகளில் அகத்திக்கீரை (1130 மிகி), கறிவேப்பிலை (830 மி.கி), முள்ளுக்கீரை (800 மி.கி) ஆகியவற்றில் கால்சியம் பெருமளவில் காணக்கிடக்கின்றன. வெண்டையில் 56 மி.கி, கத்தரியில் 47 மி.கி, கொத்தவரையில் 51 மி.கி பாஸ்ஃபரஸ் உள்ளது. ஆனால் செக்குர்மேனிக் கீரை (200 மி.கி), செலரிக் கீரை (140 மி.கி) அகத்தி (80 மி.கி) முளைக்கீரை (83 மி.கி.) இவற்றில் பாஸ்ஃபரஸ் செறிந்துள்ளது.

காய்கறிகளை விடக் கீரைகளில் இரும்புச் சத்தும், வைட்டமின் A சத்தும் (கரோட்டின்) பன்மடங்கு உள்ளன. மேலும் குறிப்பிடத்தக்க அளவு தயமின் ரிபோஃபிளேவின், நியாசின், வைட்டமின் C முதலியவையும் அடங்கியுள்ளன. மக்னீசியம், கந்தகம் உள்ளிட்ட பல சத்துகளும் கீரைகளில் உள்ளன.

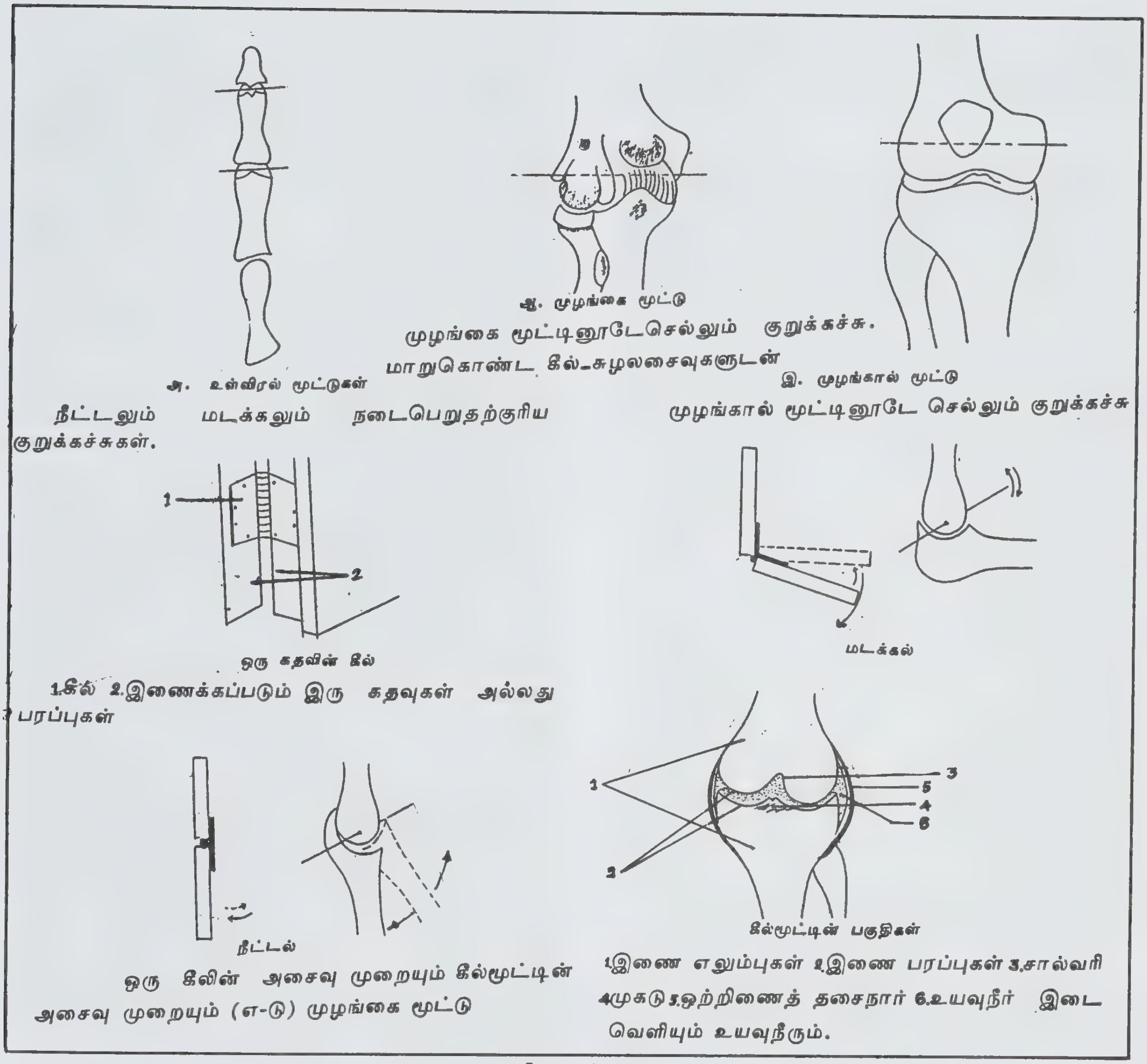
- வே. சங்கரன்
- கோ. அர்ச்சுணன்

கீல் மூட்டு

உயவுநீர் மூட்டு வகைகளில் ஒன்று கீல்மூட்டாகும். ஒரேயொரு பரப்பில் மட்டுமே இயக்கத்திற்கு இடங்கொடுக்கும் இது, அமைப்பு முறையில் ஏறக்குறைய, கதவுகளில் அமையக்கூடிய கீல்களை ஒத்திருக்கும். மூட்டினால் சேர்க்கப்படக்கூடிய எலும்புகளின் இணை பரப்புகள், ஓர் அச்சை ஊடாக வைத்து, ஒரு பரப்பில் மட்டுமே முன்னும் பின்னும் அசையும் வகையில் அமைந்துள்ளமையால், கீல்மூட்டு ஒற்றை ஊடச்சு மூட்டு வகையைச் சேர்ந்ததாகும். முழங்கை, முழங்கால், கணுக்கால் கை, கால் விரல்களின் மூட்டுகள் யாவும் கீல்மூட்டு வகையைச் சார்ந்தவையேயாகும்.

கட்டுக்கோப்பின் மூலம் கீல்மூட்டு எலும்பின் இணை பரப்பு, குறுக்காகப் போடப்பட்ட நீள் உருளையை ஒத்திருக்கும். இவ்வுருளையின் நீளச்சு, இணையெலும்புகளின் நீளச்சைச் செங்கோணத்தில் ஊடு வெட்டக்கூடிய குறுக்குச் சோடாக அமையும். இதன் காரணமாக ஒரு கீல்மூட்டில் ஏற்படக்கூடிய இயக்கமோ, அசைவோ, குறுக்கச்சைச் சுற்றி முன்னும் பின்னுமாக ஏற்படும். நீட்டவும் மடக்கவுமாக அவை உள்ளன. மேலும், எதிரிடை இணை பரப்புகளில், ஒன்றில் ஒரு சால்வரியும் (groove) மற்றதில் அதற்கேற்றவாறு பொருந்தக் கூடிய முகடும் (crest) இருக்கும். இவ்வாறு ஒரு பரப்புக் குழிந்தும் ஏனையது குவிந்தும் இருப்பது மூட்டின் பக்கச் சறுக்கலைத் தவிர்ப்பதோடு, ஒற்றை அச்சில் மட்டுமே அசைவுகள் அமையப் பெரிதும் உதவுகிறது. மனிதனின் கை கால் விரல்களில் உள்ள உள்விரல் மூட்டுகள், இத்தகைய கீல்மூட்டு வகைக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும். உயிரினங்களின் உடல்களில் உள்ள கீல் மூட்டுகள், பெரும்பாலும் ஒரு பொறியியல் வல்லுநர் போடக்கூடிய வரைபடம் போல, முறையான, வடிவழகு வாய்ந்த சரியான நீள் உருளைகளாக இருப்பதில்லை. பல நேரங்களில், வெட்டுவாய் வரைபடங்களை விரித்துப் பார்த்தால், இணை பரப்புகளின் பக்கத் தோற்றங்கள், வட்டங்களின் வரை பகுதிகளாக அமையாமல், திருகு சுருள் வடிவமாகத் தோற்றமளிக்கும். இதன் விளைவாக மூட்டின் முக்கியமான முன்பின் இயக்கத்தோடு கூட, எலும்புகளின் நீளச்சை ஊடாக்கிச் சற்றே சுழற்சியும் உண்டாவது தவிர்க்க முடியாததாகிறது. இவ்வாறு கீல் அசைவுகளுடன் சுழலசைவுகளும் சேர்வதால், சாதாரண கீல்மூட்டு சிறிது மாற்றங்கொண்டு, ஒரு திருகுமூட்டாகத் தோற்றமளிக்கிறது. முழங்கை மூட்டும், முழங்கால் மூட்டும் இத்தகைய மாறுகொண்ட கீல்மூட்டுகளேயாகும்.

ஒவ்வொரு கீல்மூட்டின் பக்கத்திலும் உறுதி வாய்ந்த ஒற்றிணைத் தசைநார்கள் (collateral ligament) உள்ளன. மூட்டின் இயக்கம் நடைபெறும் குறுக்கச்சிற்குச் செங்குத்தாக, மூட்டின் இரு பக்கங்களிலும், மூட்டின் எலும்புகளை ஒன்றனுக்கொன்று இணைப்பதாகவே இத்தசை நார்கள் அமையும். இவை பக்கச் சறுக்கல் ஏற்படாமலும், அளவுக்கதிகமான அசைவுகள் நேராமலும் பாதுகாத்து, மூட்டை வலிவாக வைக்க உதவுகின்றன.



கீல் மூட்டு

– சுதா. சேஷய்யன்

கீல் வாதம்

மூட்டழற்சி ஏற்பட்டுக் கை, கால் கட்டை விரல் வலியுடன் வீங்குவதே கீல் வாதம் (gout) எனப் படுகிறது. இது போன்றே உள்ளங்கை விரல் மூட்டுகள் வலியுடன் வீக்கத்தால் பாதிக்கப்படலாம். இந்நோய், பியூரின் ஆக்கச்சிதை மாற்றக் கோளாறால் பரம்பரை நோயாகவும் தோன்றுகிறது. இந்நோயில் இரத்தத்தில் யூரிக் அமில அளவு மிகவும் அதிகமாகக் காணப் படுகிறது.

நோயின் தீவிர தாக்குதலின்போது காய்ச்சலும் இரத்தத்தின் வெள்ளை அணுக்களின் பெருக்கமும் காணப்படுகின்றன. இந்நோய் தானாகவே குறைந்து விடுகிறது. சிலபோது நாட்பட்ட நோயாக மாறி, பல மூட்டுகள் பாதிக்கப்படுகின்றன. சோடியம் பையூரேட் உப்புப் படிகங்கள், டோபை (tophi) எனப்படும் கட்டிகளாகக் காதின் ஓரங்களில் காணப் படும். பெண்களில் மாதவிடாய் நின்றபின் ஏற்படும்

இந்தக் கீல் வாதத்தை பேடாக்ரா எனவும் குறிப்பர். மேற்கூறியவை தவிர மூட்டழற்சி, டோஃபை தோன்றலால் சிறுநீரகங்களும் பாதிக்கப்படலாம். சிறுநீரகங்களில் யூரிக் அமிலக் கற்கள் தோன்றி ஊறு விளைவிக்கலாம்.

மனிதனில் பியூரின்ஆக்கச்சிதை மாற்ற இறுதிப் பொருளாக யூரிக் அமிலம் அமைகிறது. இரத்தத்தில் யூரிக் அமிலம் மிகையாகும்போது, கீல் வாதம் உண்டாவதற்கு யூரிக் அமிலம் மிகையாக உற்பத்தியாவது, சிறுநீரகத்தால் யூரிக் அமிலம் வெளிப்படுவது அல்லது குறைவது, பியூரின் கொண்ட உணவுப் பொருள்களை மிகுதியாக அருந்துவது, சிறுநீரகம் தவிர ஏனைய உறுப்புகளால் யூரிக் அமிலம் குறைவாக வெளியேற்றப்படுவது ஆகியவை காரணமாக அமையும். கோளாறுகளால் பரம்பரை பரம்பரையாக இந்நோய் தோன்றுவதையும் நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

தீவிர கீல்வாத மூட்டழற்சியின்போது திடீரென்று தோன்றும் வலி தாங்க முடியாதபடி அமைகிறது. நன்றாகத் தூங்கிக் கொண்டிருக்கும்போதும் இந்த வலி திடீரென்று நோயாளியைப் பாதிக்கிறது. அழற்சியடைந்து வீங்கிய விரலின் மீது, துணி பட்டாலே வலி அதிகரிக்கிறது. இவ்விதம் வலி திடீரென்று தோன்றுவதற்கான காரணங்கள் வருமாறு: அடிபட்ட காயம், அறுவை மருத்துவம், மிகையாக மது அருந்துதல், மிகையாக உணவு அருந்துதல், மன உளைச்சல், வழக்கத்திற்கு மாறான உடல் வேலை என்பன. இந்நோய் நன்கு குணமடைந்த பின்பும் மீண்டும் தோன்றி நாட்பட்ட நிலையடையும். டோஃபை எனப்படும் பையூரேட் உப்புப் படிகங்கள் காதைச் சுற்றிக் காணப்படுகின்றன. விரல், கை, பாதம், முழங்கை, முழங்கால், குதிகால் ஆகியவற்றிலும் டோஃபைகள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய டோஃபைகள் சிலபோது உடைந்து புண்ணாகிச் சீழுடன் காணப்படுகின்றன.

இரத்தத்தில் மிகையான யூரிக் அமிலம் (10 மி. கிராமுக்கும் அதிகமாக) இருப்பது, பாதிக்கப்பட்ட மூட்டின் மூட்டுப்பை நீர்மத்தை வெளியிலெடுத்து, உருப்பெருக்கியில் பார்த்தால், ஊசி வடிவத்தில் யூரேட் படிகங்கள் வெள்ளணுக்குள்ளே இருப்பது, டோஃபைகளிலிருந்து நீர்மத்தை அகற்றி யூரேட் படிகங்களைக் காண்பது ஆகியவற்றைக் கொண்டு இந்நோயை அறுதியிடலாம். மருத்துவமாக, கால்சிஸின் உடனடியாகப் பயன் தருகிறது; தேவைப்படும்போது கால்சிஸினைச் சிரை வழியாக உட்செலுத்தலாம். இண்டோமெத்தாசின், ஃபினைல்பியூட்டசோன், கார்ட்டிகோஸ்டீராய்டுகள் ஆகியவையும் பயனளிக்கின்றன. யூரிக் அமிலக் குறைப்பு மருந்தாக புரோபனசிடைக்கையாளலாம். அல்லோப்பூரினாலும் இரத்தத்தில் யூரிக் அமில அளவைக் குறைக்கிறது.

-அ. கதிரேசன்

கீழ்ச் சிவப்பு நிரலியல்

இது கீழ்ச்சிவப்பு (infrared) ஒளிக்கும் பொருளமைப்புகளுக்கும் இடையேயான இடையீடு பற்றிய ஆய்வுப் பிரிவாகும். மூலக்கூறுகளில் இடம்பெறும் அணுக்களின் இயல்பான அதிர்வெண்கள் கீழ்ச்சிவப்பு ஒளிப்பகுதியில் அமைந்துள்ளமையால் இவ்வொளிப் பகுதி, பொருள்களின் நுண்ணமைப்பைக் கண்டறிவதற்குச் சிறந்த கருவியாகிறது. சில வளிமநிலை மூலக்கூறுகள் தொலைக் கீழ்ச்சிவப்புப்பகுதியில் (far infrared) தம் சுழற்சி அதிர்வெண்களைக் கொண்டுள்ளன. கீழ்ச்சிவப்பு ஒளிக்கதிர்கள் மூலக்கூற்றின் மீது படும்போது பிணைப்புகளின் சுழற்சி விரைவும், அதிர்வின் வீச்சும் கூடுதலாகின்றன. இவ்வியக்கத்திற்குத் தேவைப்படும் ஒளி ஆற்றல் (கீழ்ச்சிவப்பு ஒளியை வெப்பமாகவும் குறிப்பிடலாம்) உறிஞ்சப்படுவதால் இவ்வாற்றலுக்கு உடன் தொடர்பான அலை எண் (wave number) அம்மூலக்கூறு அல்லது பிணைப்புக்கு ஒரு சிறப்புப் பண்பாகிறது. உறிஞ்சப்படும் ஒளி ஆற்றல் பிணைப்பின் வலிவுடன் நேரடித் தொடர்புகொண்டுள்ளமையால், மூலக்கூறு வழியே ஊடுருவி வெளிவரும் ஒளியின் அலை எண்ணை ஒளியின் அடர்த்தியுடன் (intensity) வரைபடமாக்கினால் (படம் 1) ஒளி உறிஞ்சப்படும்போதெல்லாம் வெளிவரும் ஒளியின் அடர்த்தி குன்றும். எனவே, இவ்வரைபடத்தில் இறக்கம் நேரும் இடமெல்லாம் ஒரு பிணைப்புக்கும் கீழ்ச்சிவப்பு ஒளிக்கும் இடையீடு ஏற்பட்டுள்ளது என்பதை அறியலாம்.

ஒளியை உறிஞ்சுவதால் பிணைப்பின் நீளம் மாறுகிறது. இதன் விளைவாக மூலக்கூறின் இருமுனைத் திருப்புத்திறன் (dipolemoment) மாறுகிறது. ஒருபடித்தான ஈரணு மூலக்கூறுகளில் (homogeneous diatomic molecules) பிணைப்பு நீளத்தால் இருமுனைத் திருப்புத்திறன் தாக்கப்படுவதில்லையாதலால் (இவ்வகை மூலக்கூறுகளுக்கு இருமுனைத் திருப்புத் திறன் சுழிமதிப்பு ஆகும்) இவ்வகை மூலக்கூறுகள் கீழ்ச்சிவப்பு ஒளியை உறிஞ்சுவதில்லை. ஒளியின் இப்பகுதி ஒருபடித்தான மூலக்கூறுகளைப் பற்றி அறிவதற்குப்பயன்படாது.

அளவு கருவியியலும் உத்திகளும். ஒரு தோற்றுவாயிலிருந்து தொடர்ந்து உருவாக்கப்படும் கீழ்ச்சிவப்புக் கதிர்க்கற்றையை ஒரு குவிக்கும் ஆடிமீது பாய்ச்சி அதனின்றும் வெளிவரும் கற்றையைச் சேர்மத்தின் மாதிரியின் மீது செலுத்த வேண்டும். சில அதிர்வெண் கொண்ட ஒளி, பொருளால் நன்கு உறிஞ்சப்படுகிறது. மேலும் சில மென்மையாக உறிஞ்சப்படுகின்றன. ஒடுக்கப்பட்ட கற்றை, பொருளினூடே ஊடுருவிப் பாய்ந்து ஒரு நிறத்தை மட்டும் உட்புகவிடும் அமைப்பில் (monochromator) நுழைகிறது. இவ்வமைப்பு ஒரு கணத்தில் ஒரே அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளை மட்டும்

வெளியேற அனுமதிக்கிறது. இக்கற்றை ஓர் உணர் கருவியை (detector) அடைந்து, வெப்ப இரட்டையான இக்கருவியால் மின் குறியீடாக மாற்றப்படுகிறது. இக்குறியீடு (signal) பெருக்கப்பட்டுக் (amplified) குறிதாள் பதிவியில் (chart recorder) பதிவாகிறது. கீழ்ச்சிவப்பு நிரல் என்பது பொருளின் வழியே ஊடுருவிய கீழ்ச்சிவப்பு ஒளியின் அடர்த்தியை அதன் அலை நீளம் அல்லது அலை எண்ணுக்கு எதிராகக் குறிப்பதால் கிடைக்கும் வரைபடமாகும். குறிதாள் பதிவியும் ஒவ்வொரு நிறமாக வெளியேற்றும் அமைப்பும் இசைவாகச் செயல்படும்போது குறிதாளில் ஒரு குறிப்பிட்ட இருக்கை ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர் வெண்ணுடன் தொடர்புடையதாகிறது.

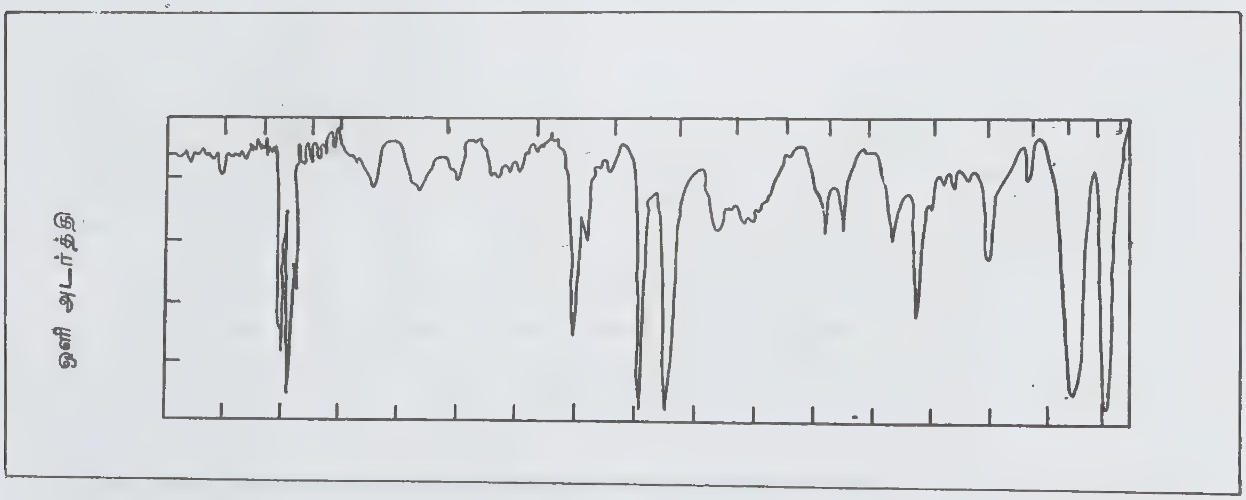
காற்றால் ஒளி உறிஞ்சப்படல், ஒளித் தோற்று வாயின் அடர்த்திக்கும் அதிர்வெண்ணுக்கும் உள்ள பரிமாற்றுத் தொடர்பு ஆகிய காரணிகளால் மாதிரிப் பொருள் முழுமையாக ஒளி ஊடுருவத்தக்கதாக இருப்பினும் வெளியீடு (electrical output) நிலைத்த மதிப்பைக் கொண்டிருப்பதில்லை. இம்மாறுபாடு களைத் திருத்துவதற்கு இரு நிரல்களைத் தயாரிக்க வேண்டியுள்ளது. ஒன்று, மாதிரிப் பொருளை ஒளிக் கற்றையின் பாதையில் இருத்திய நிலை, மற்றொன்று மாதிரிப் பொருளை அகற்றிய நிலை என ஒரே ஒளிக்கற்றையை மாற்றி, மாற்றி மாதிரிப்பொருள் மீதும், காற்றினூடேயும் செலுத்திப் பெறப்படும் நிரல்கள் (spectra) ஒற்றைக் கற்றை நிரல் எனப்படும். இம்முறையில் கணக்கீடு மிகவும் சிக்கலாகவுள்ளது; ஏனெனில், இரு அளவைகளுக்கு இடையே மொத்த அமைப்பில் சற்றே மாறுதல்கள் தோன்றிடினும் அவற்றின் தாக்கம் நிரலில் தென் படக்கூடும். இக்குறைபாட்டை நீக்குவதற்குப் பின் வரும் வழிமுறை பின்பற்றப்படுகிறது: தோற்றுவாயி லிருந்து வெளிவரும் ஒளிக்கற்றையை நொடிக்குப் பத்து முறை மாதிரிப் பொருளின் கரைசலினூடேயும், வெறும் கரைப்பானூடேயும் மாற்றி மாற்றிச் செலுத்த வேண்டும். இதற்காக இரு தள ஆடிகள் பொருத்தப்படுகின்றன (படம் 2). நிரல் தொடர்ச்சி யாகப் பதிவு செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நொடி யிலும் பத்து முறை ஒளிக்கற்றை, கரைசலுக்கும் கரைப்பானுக்குமாக மாற்றப்படுவதால், பதிவாகும் நிரலில் அளவை-அமைப்பிலுள்ள வேறுபாடுகள் நீக்கப்படுகின்றன.

கீழ்ச்சிவப்பு நிரலியலில் தேவைப்படும் மாதிரிப் பொருளின் எடை 1 மி.கி. ஆகும். மிக உயர் வெப்ப நிலைகளிலும், மிகத் தாழ்ந்த வெப்பநிலைகளிலும் நிரலைப் பதிவு செய்வதற்கு உத்திகள் உள்ளன. இங்குப்பயன்படுத்தப்படும் வாய்பாடு:

$$A = \log \frac{I_o}{I} = -\log (T/100)$$

A : பொருளின் ஒளி உறிஞ்சும் தன்மை; I_o: பொருளினூடே செல்வதற்கு முன்பாக ஒளியின் செறிவு; I: பொருளினூடே சென்று வெளிவரும் ஒளியின் செறிவு; T : பொருளின் ஒளி ஊடுருவ விடும் இயல்பு.

ஒளி உறிஞ்சும் தன்மை ஒளி உறிஞ்சப்படும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்தி லுள்ளது. ஓர் அமைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் ஒளிக்கு



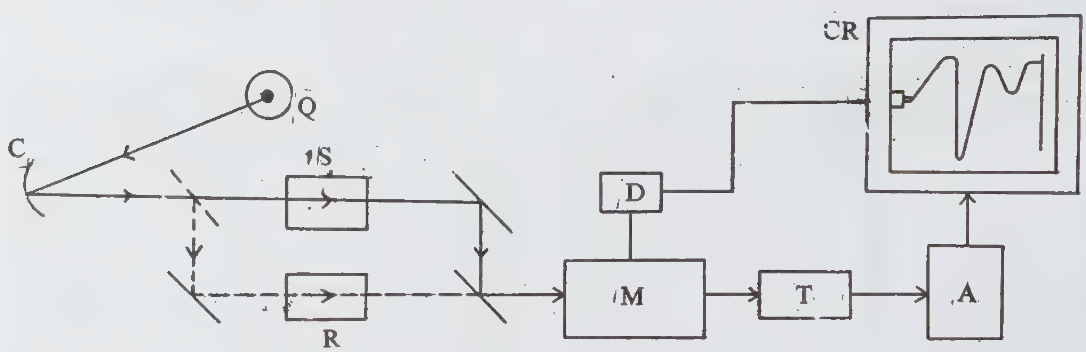
படம் 1. ஒளி அலைஎண்

மேற்கூறிய விகிதத்தின் மாறிலியைக் கண்டறிந்தால் அதைப் பயன்படுத்தி வேறொரு வகை மூலக்கூற்றின் உறிஞ்சு தன்மையை அறியலாம்.

அலைக்குறுக்கீட்டு அளவி முறைகள் (*interferometric methods*). ஃபூரியர் வழி உருமாற்றமுறை (FTS, எனப்படும் இம்முறையில் பட்டகங்கள் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை. சாதாரணக் கீழ்ச்சிவப்பு நிரலியல் அமைப்பில் நிரலைத் தொடர்ச்சியாகப் பெறுவதற்கு ஒவ்வோர் அதிர்வெண்ணிலும் உறிஞ்சல் நிகழ்கிறது. FTS முறையில் அனைத்து அதிர்வெண் அலைகளும் ஒரே சமயத்தில் ஓர் அலைக் குறுக்கீட்டு அளவி வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றன. இவ்வளவி இவ்வதிர் வெண்கள் அனைத்தையும் உள்ளடக்கிய ஒரு வெளியீட்டுக் குறியீட்டை உருவாக்கித் தருகிறது. குறுக்கீட்டு அளவியில் ஒளிக் குறுக்கீடு நிகழும் தன்மையைப் பொறுத்து மின் வெளியீடு அமைகிறது. இரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட அளவறி தொடர்பு குறுக்கீட்டு வரைபடம் (interferogram) எனப்படும். இவ்வரைபடத்தை அதிர்வெண் சார்பான நிரலாக மாற்றுவதற்குச் சிக்கலான கணக்கீடுகள் தேவையாகும். இதை விரைவாகவும் செம்மையாகவும் செய்து முடிப்பதற்கென ஓர் எண் கணிப்பொறி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

அமைப்பின் கட்ட வரைபடம் (block diagram) படம் 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு தோற்றுவாயிலிருந்து அனைத்து அதிர்வெண்களும் கொண்ட கீழ்ச் சிவப்பு ஒளிக்கற்றை உருவாக்கப்பட்டு ஒரு கற்றைப் பிரிப்பி (beam separator) மீது செலுத்தப்படுகிறது. இக்கற்றையில் ஒரு பாதி அசைக்கக்கூடிய தளக் கண்ணாடி மீதும்மறுபாதி நிலைத்த தளக் கண்ணாடி மீதும் பாய்ச்சப்படுகின்றன. இவ்விரு தனிக்கற்றைகளும் மீண்டும் கற்றைப்பிரிப்பி மீது மோதுகின்றன. இந்நிலையில் இருகற்றைகளும் வெவ்வேறு தொலைவு பயணம் செய்துள்ளன. இத்தொலைவு வேறுபாடு மாற்றியமைக்கவல்லது. மீண்டும் இணைக்கப்பட்ட கற்றை, மாதிரிப் பொருளின்மீது பாய்ச்சப்படுகிறது. மாதிரிப் பொருளினூடே சென்று வெளிவரும் ஒளிக் கற்றை ஓர் உணர்கருவியால் மின் குறியீடாக மாற்றப் பட்டுப் பெரிதாக்கப்பட்டுக் கணிப்பொறியை அடைகிறது. கணிப்பொறிக்குக் கட்டளையிடத் தொலைத் தட்டெழுத்துப் பொறியொன்று உள்ளது.

பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் நிறப் பிரிகை (dispersive) வகை நிரலிலிருந்து குறுக்கீட்டு அளவி முறை பின்வரும் வகைகளில் வேறுபடுகிறது. குறுகிய வரம்பிலடங்கும் கீழ்ச்சிவப்புக்கதிர் ஒளியின் அனைத்து அதிர்வெண் கூறுகளையும் முழுமையாகப் பயன்படுத்த முடிகிறது. இதனால் புற மின்னோட்ட மிகைக்கலப்புக் (noise) குறைகிறது. இதற்கு அடிப் படையாக இரு கருவிகளுக்குமிடையே இரு அடிப் படை வேறுபாடுகள் உள்ளன. குறுக்கீட்டு அளவியில் ஒரே நேரத்தில் ஒளிக்கற்றையின் அனைத்து அதிர் வெண்களும் பயனாகின்றன. (இதைச் சேர்த்தனுப்புகை ஆதாயம் என்பர்). நிரல் காட்டியின் நுழைவு மற்றும் வெளிமுனை ஆகியன மிகச் சிறியவையாக உள்ளமையால், தோற்றுவாயிலிருந்து வந்து சேரும் ஒளிஅச்சின் திண்மக் கோணம் (solid angle) குறைவாக இருக்க வேண்டும். குறுக்கீட்டு அளவியின் அமைப்பில் இந்த உச்சவரம்பு தேவையில்லாமையால் உள்ளீட்டுக் கதிர்கள் எந்தத் திண்மக்கோணத்திலும் நுழையலாம். பிரித்துணர்திறன் பத்து மடங்கு கூடுதலாக்கப்படும்போதும் புற மின்னோட்ட மிகைக் கலப்புக் கூடுதலாகாது பணிபுரியும் அமைப்பே குறுக்கீட்டு அளவியாகும்.

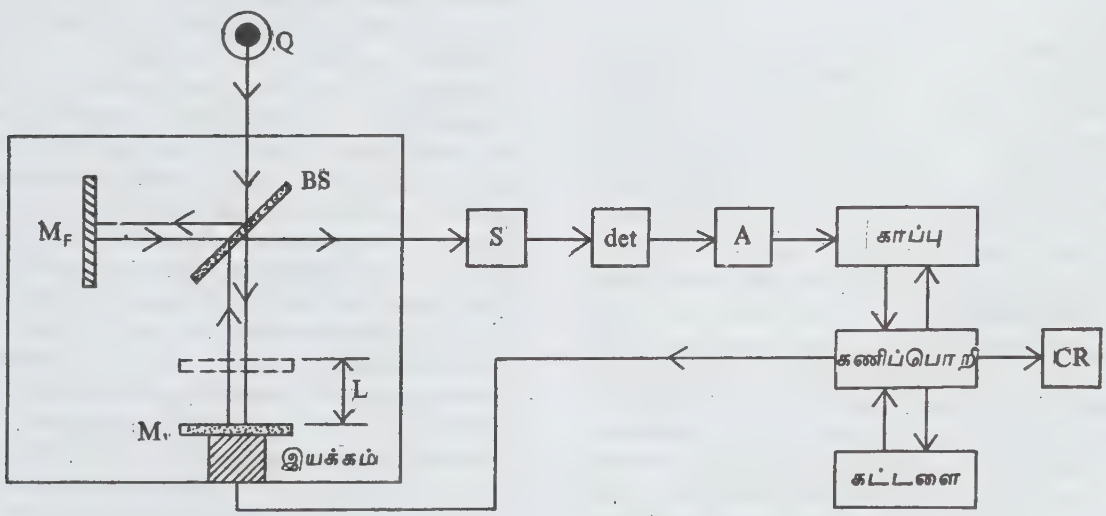


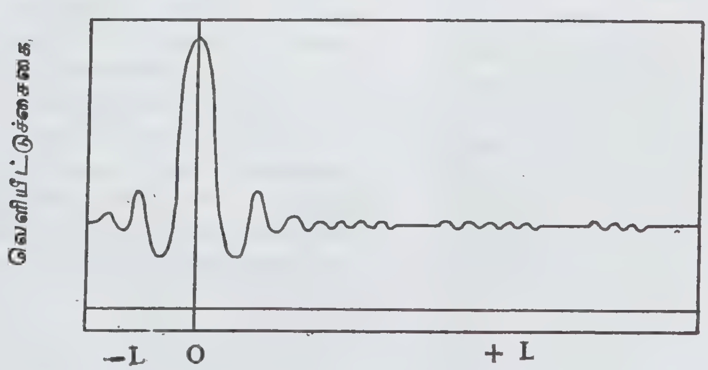
படம் 2. Q - ஒளித்தோற்றுவாய், S - மாதிரிப் பொருள் கலம், M - ஒரு நிற வடிகட்டி, C - ஆடி, R - ஒப்பீட்டு வெற்றுக்கலம், D - ஓட்டும் அமைப்பு, T - உணர்கருவி, A - மிகைப்பி (பெருக்கி), CR - குறிதாள் பதிவி

அலைக்குறுக்கீட்டு அளவிக்கு வடிப்பான் தேவையில்லை; அலைநீளம் (அல்லது அலை எண்) ஒரு தானியங்கு பொறியால் நுணுக்கமாக நிறுவப்படுகிறது. நிரலின் பரப்பு முழுதும் நிரலின் சிறும அளவை (spectral band pass) சீராக ஒரே எண்மதிப்புடன் இருக்கும். குறுக்கீட்டு அளவியின் அமைப்பு, கணிப்பொறியையும் உள்ளடக்கியது. எனவே, கருவி முழுதையுமே கணிப்பொறியின் உதவியால் இயக்கலாம்.

அதிர்வெண் அளவையின் நுணுக்கமும், அலகு திண்மக்கோணத்திற்குக் கிட்டும் உயர்திறனும், மீ உயர்பிரிதிறன் நிலைமைகளில் இக்கருவியின் திறனை விளக்குகின்றன. இத்திறனை மேலும் கூட்டுவதற்கு லேசர் கற்றை பயன்படுகிறது. இயைவுற்ற (tunable) கீழ்ச்சிவப்பு லேசர் கதிரை ஈடுபடுத்தி, குறைந்த அழுத்தத்தில் மூலக்கூறுகளின் அதிர்வு மற்றும் சுழற்சியால் தோன்றும் ஆற்றல் மட்டங்களை அளக்கலாம். இத் தொடர்பின் பயனாக மூலக்கூற்றின் துணையலகுகளான மூலக்கூற்று இடைத்தொலைவுகள் இருமுனைத் திருப்புத்திறன், அதிர்வலை, அதிர்வெண்கள் ஆகியவற்றை நுட்பமாக அளக்கலாம். வளிமண்டலத்தில் COஇன் செறிவை அளந்தறிவதற்கு பகுதி கடத்தி வகை டையோடு லேசரையும் குறுக்கீட்டு அளவியையும் பயன்படுத்தலாம்.

பயன்கள். ஒளி உறிஞ்சல் அல்லது ஊடுருவல் (absorbance or transmittance) எனும் அலைநீளம் அல்லது அலை அதிர்வெண்ணின் சார்பலனாக்கிப் பெறப்படும் வரைபடமே கீழ்ச்சிவப்பு நிரலாகும். எவ்வதிர்வெண்களில் ஒளி முனைப்பாக உறிஞ்சப்படுகிறதோ, அவ்வதிர்வெண்கள் வரைபடத்தில் உச்சமாகவோ, சரிவாகவோ பதிவாகின்றன. ஒரு மூலக்கூறின் கீழ்ச்சிவப்பு நிரல் மனிதனின் கைரேகையைப் போன்று அம்மூலக்கூறுக்கே உரியது. எனவே, ஒரு சேர்மத்தைத் தயாரித்து, அதன் விளைவையும் தூய்மையையும் அறிவதற்கு இந்நிரலைப் பயன்படுத்தலாம்.





படம் 3. பாதை வேறுபாடு

பல தூய சேர்மங்களின் (குறிப்பாக, கரிமச் சேர்மங்களின்) கீழ்ச்சிவப்பு நிரல்கள் பதிவாக்கப்பட்டு, தொகுப்பாக வெளியிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு சேர்மத்தைத் தயாரித்து, தூய்மையாக்கி, தூய நிலையில் அதன் நிரலைப் பதிவு செய்து மேற்கூறிய தொகுப்பில் அதைச் சேர்மத்தின் நிரலுடன் ஒப்பிட்டு இரு நிரலும் ஒன்றன் மீது ஒன்று பொருந்துகின்றனவா அதாவது இரு நிரல்களும் ஒன்றையொன்று ஒத்துள்ளனவா என அறியவேண்டும். இவ்வொப்பீடு எதிர் பார்த்ததுபோல் இருப்பின், தயாரிக்கப்பட்ட சேர்மம் நன்கு அறியப்பட்டதாகிறது.

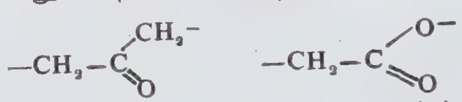
ஒரு கலவையிலுள்ள கூறுகளைக் கண்டறிதல். கலவையில் இரண்டு அல்லது மூன்று கூறுகள் மட்டுமே இருப்பின், நிரலைப் பார்த்தே கூறுகள் எவை எனக் கூறலாம். பல கூறுகள் அடங்கிய கலவையை நிறச் சாரல் பிரிகை (chromotography) மூலம் பிரித்து, ஒவ்வொரு கூறுக்கும் தனித்தனியே நிரல் பதிவு செய்ய வேண்டும். இவ்வகையில் ஃபூரியர் மாற்ற நிரல் அமைப்பு எளிதாகவும், விரைவாகவும் பகுப்பு நிகழ்த்த உதவுகிறது.

ஒரு சேர்மத்தில் குறிப்பிட்ட வினையுறு தொகுதி (functional group) அல்லது அணு இடம் பெற்றிருப்பதை அறுதியிடலாம். சில வினையுறு தொகுதிகளின் ஒளி உறிஞ்சல் அதிர்வெண்கள் (absorption frequencies) மூலக்கூற்றின் பிற பகுதிகளின் தன்மையைப் பொறுத்து மாறாது எச்சேர்மத்திலும் ஒரே எண் மதிப்புகளைக் கொண்டுள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, கார்போனைல் தொகுதி, மெத்தில் தொகுதி, நைட்ரேட் அயனி ஆகியவற்றுக்குத் தனித்தனிச் சிறப்பு அதிர்வெண்கள் உள்ளன. எனினும், இவ்வினையுறு தொகுதிகளின் சேர்மச் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு, அவற்றின் நிரல் இருக்கைகள் சற்றே மாறக் கூடும். சான்றாக, கார்போனைல் தொகுதி தனித்திருக்கை காட்டும் அதிர்வெண்ணுக்கும், C=C பிணைப்புடன் ஒன்றுவிட்டொன்று இணைந்திருக்கும் நிலையில் (conjugated) காட்டும் அதிர்வெண்ணுக்கும் சிறிது வேறுபாடு உள்ளது. எனவே, நிரலை நுண்ணிய ஆய்வுக்குட்படுத்துதல் இன்றியமையாத் தேவையாகிறது.

நிரல் கோடுகளின் ஏற்றம் (ஒளி உறிஞ்சுதலில்) அல்லது சரிவு (ஒளி ஊடுருவுமையில்) நுட்பமாக அளக்கப்பட்டால், எத்தனை மூலக்கூறுகள் ஒளியை உறிஞ்சியுள்ளன என்பதை அறிய இயலும். கலவைகளை அளவறி பகுப்பாய்வுக்குட்படுத்துதல் இதன் மூலம் இயல்கிறது. இம்முறையில் கண்டறிதல் மற்றும் அளவையின் நுட்ப எல்லை 0.1-1% வரம்பில் உள்ளது. ஒரு கலவையின் பிற கூறுகள் உறிஞ்சாத அதிர்வெண் வரம்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட மூலக்கூறு மட்டுமே ஒளி உறிஞ்சுமேயானால், கலவையில் அம்மூலக்கூறின் மிகச்சிறிய சதவீதத்தைக்கூடக் கணக்கிடுதல் எளிதாகும். பொதுவாக, பிரிப்புத்திறன் (resolution) கூடுதலாகும்போது கலவையின் ஒரு கூறைக் கண்டறிவதற்கான சிறும செறிவு குறைகிறது. இக்கூறுக்கான நிரல்கோடின் அகலம் நிரல் அமைப்பின் வழிவிடும் பட்டையின் (band pass) அகலத்தைவிடக் கூடுதலாக இருப்பின், இச்செயல் முறையின் திறனும் குன்றும். எனவே, கார்பன் மோனாக்சைடின் நிரல்கோட்டின் அகலம் (வளிமண்டல அழுத்தத்தில் >COஇன் பட்டை அகலம் ஏறத்தாழ 0.2 செ.மீ$^{-1}$ உள்ளது) குறை கடத்தி டயோடு லேசர் அமைப்பின் சிறும பட்டை அகலத்தைவிடக் (10^{-4}செ.மீ$^{-1}$) குறைவான எண் மதிப்பை அடையும் அளவுக்கு >COஇன் சூழ்வெளிச் செறிவு குன்றியிருப்பின், இவ்வளவை முறையின் நுட்பத்திறன் (sensitivity) குறைந்துவிடும். பொதுவாக அளவையின் வழுவாத நுண்ணியம் (precision) குறியீட்டுச் சதவிகிதத்தைப் (signal-to-noise ratios) பொறுத்தது.

கார்போனைல் தொகுதி கீழ்ச்சிவப்பு நிரலியல் ஆய்வுக்கு ஏற்ற தொகுதியாகும். ஏனெனில். >C=O பிணைப்பின் இழுவகை அதிர்வு (stretching vibration) ஒளியை நன்கு உறிஞ்சுகிறது. கீட்டோன்களிலுள்ள கார்போனைல் தொகுதிகள் 1754-1667 செ. மீ.$^{-1}$ பகுதியில் ஒளியை உறிஞ்சுகின்றன. உறிஞ்சலின் அதிர்வெண் இருக்கை ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்பின் இணைத்தலுக்கும், வளைய அமைப்பிலிருந்தால் வளையத்தின் அளவுக்கும் சார்புடையது. α, β நிறைவுறாக் கீட்டோன்களின் அலை எண் அதே சங்கிலி அளவுடைய நிறைவுற்ற கீட்டோன்களின் அலை எண்ணைவிடக் குறைவாக இருக்கும். கீட்டோன் தொகுதிக்கு அடுத்த கார்பன் இருக்கையில் ஒரு ஹாலோஜன் அணு இணைக்கப்பட்டிருந்தால் >C=O பிணைப்பின் ஒளி உறிஞ்சல் உயர் அதிர்வெண்ணில் நிகழும். இந்த α ஹாலோஜன் விளைவு கார்பன் - ஹாலோஜன் பிணைப்பும் >C=O பிணைப்பும் ஒரே தளத்தில் இருந்தால் மட்டுமே நிகழக்கூடும். α- இருக்கையில் இரு ஹாலோஜன் அணுக்கள் இருந்தாலும் விளைவின் அளவில் மாற்றமில்லை. >C=O தொகுதிக்கு இருபுறமும் உள்ள இருக்கை ஒவ்வொன்றிலும் ஒவ்வொரு ஹாலோஜன் அணு இருப்பின், விளைவு இருமடங்காகிறது. வளைய மூலக்கூறுகளில் குறுக்குத் திசை ஹாலோஜன் அணுக்கள் இவ்விளைவைத் தருகின்றன. அச்சுத்திசை ஹாலோஜன்கள் தருவதில்லை.

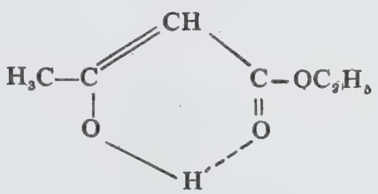
ஆல்டிஹைடுகளின் நிரல்களும் கீட்டோன் நிரல்களின் அதிர்வெண் வரம்பிலேயே அமைந்துள்ளன. எஸ்ட்டர்களுக்கும் கீட்டோன்களுக்கும் உள்ள வடிவ வாய்ப்பாட்டு வேற்றுமைகள் அவற்றின் நிரல்களிலும் எதிரொலிக்கின்றன.



கீட்டோன்   எஸ்ட்டர்

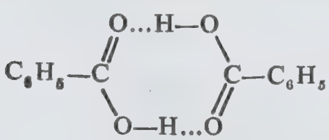
கீட்டோனிலுள்ள - CH_2 - தொகுதிக்குப் பதிலாக எதிர்மின் சுமை கூடுதலான ஆக்சிஜனைக் கொண்டிருப்பதால் எஸ்ட்டரின் நிரல் 30 செ. மீ கூடுதலான அலை எண்ணில் தோன்றுகிறது. பிற கார்போனைல் சேர்மங்களைப் போலவே, நிறைவுறாப் பிற அரோமாட்டிக் எஸ்ட்டர்களின் நிரல் அதே மூலக்கூறு எடை மற்றும் சங்கிலி அமைப்புக் கொண்ட நிறைவுடைய எஸ்ட்டர்களின் நிரலைவிட 30 செ.மீ. $^{-1}$ குறைவான அலை எண்ணில் அமைகிறது. காட்டாக, வடிவ மாற்றியங்களான (isomers) எத்தில் பென்சோயேட்டும், மெத்தில் ஃபீனைல் அசெட்டேட்டும் $\rangle C=O$ இழுவகை அதிர்வு (stetching vibration) அலை எண்களில் வேறுபடுகின்றன.

கீட்டோ மற்றும் ஈனால் வடிவங்களின் சமநிலைக் கலவையாக உள்ள எத்தில் அசெட்டோ அசெட்டேட் எனும் சேர்மத்தின் நிரலில் கீட்டோ அமைப்புக்கான 1724 செ.மீ $^{-1}$ அலை எண்ணும், எஸ்ட்டர் கார்போனைல் தொகுதிக்கான 1748 செ.மீ $^{-1}$ அலை எண்ணும், ஈனால் தொகுதிக்கே உரிய ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக்கான 1650 செ.மீ $^{-1}$ அலை எண்ணும் நிரல் பட்டைகளைக் காட்டுகின்றன.



ஹைட்ரஜன் பிணைப்புற்ற
ஈனால் வடிவம்
(ν:1650 செ.மீ $^{-1}$)

திண்மநிலை அல்லது மீச்செறிவுற்ற கரைசல் நிலையில் ஒரு கார்பாக்சிலிக் அமிலத்தின் கார்போனைல் தொகுதி உறிஞ்சல் அச்சேர்மத்தின் இருபடியிலிருந்தே (dimer) தோன்றுகிறது.



பென்சாயிக் அமில இருபடி

இக்கரைசலை மேன்மேலும் கரைப்பானைச் சேர்த்து விளாவுகையில் இரு பட்டைகள் தெரிகின்றன. இவற்றுள் ஒன்று ஒருபடிக்கும், மற்றொன்று இருபடிக்கும் உரியவை. இருபடியிலுள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புக்குத் தனி அலை எண்ணில் உறிஞ்சல் நிகழ்கிறது. கார்பாக்சலேட் உப்புகள் அவற்றின் தூய அமிலங்களின் உறிஞ்சல் நிலைகளில் ஒளியை உறிஞ்சுவதில்லை. மாறாக, மற்றோர் அலை எண் பகுதியில் இரு அலை எண்களில் உறிஞ்சுகின்றன. இவையிரண்டும் கார்பாக்சலேட் அயனியின் இரு இழுவகை அதிர்வுகளிலிருந்து (சமச்சீர்மையுற்ற மற்றும் சமச்சீர்மையற்ற) தோன்றுகின்றன. கார்பாக்சிலிக் அமில நீரிலிகளும் இரு பட்டைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

அமைடுகள் யாவும் $\rangle C=O$ இழுவகை அதிர்வுக்குண்டான உறிஞ்சலைக் காட்டுகின்றன என்றாலும், இவ்வுறிஞ்சல் அலை எண் அமைப்பின் திரள் நிலையைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. N - மெத்தில் அசெட்டமைடு எனும் சேர்மம் ஆவிநிலையில் 1713 செ.மீ-^{1}இலும் நீர்த்த குளோரோஃபார்ம் கரைசலில் 1700 செ.மீ$^{-1}$ இலும் தூய நீர்ம நிலையில் 1650 செ.மீ$^{-1}$ இலும் உறிஞ்சுகிறது. இதற்குக் காரணம் திண்ம, நீர்ம நிலைகளில் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு இடம் பெறுதலும், கரைசலில் அது இல்லாதிருத்தலுமேயாகும். உறிஞ்சல் அலை எண்ணின் செறிவுச் சார்பு மூவிணைய அமைடுகளில் (teritary amides) தோன்றுவதில்லை. ஏனெனில், இங்கு ஹைட்ரஜன் பிணைப்பு இடம் பெறுவதில்லை.

அமைடுகளைப் போன்றே அமின்களிலும் N–H பிணைப்புக்கு உரிய உறிஞ்சல்கள் தென்படுகின்றன. இருவகைச் சேர்மங்களிலும் மூவிணைய நிலையில் (taritary state) இவ்வுறிஞ்சல் காணப்படுவதில்லை; ஏனெனில், ட்ரைஅமீன்களிலும் ட்ரை அமைடுகளிலும் N-H பிணைப்பு இல்லை.

அல்க்கீன்களில் $C=C$ இழுவகை அதிர்வுகளைவிட CH இழுவகை அதிர்வுகள் கூடுதலான ஒளியை உறிஞ்சுவதால் அல்க்கீன்கலளைக் கீழ்ச்சிவப்பு ஒளியைப் பயன்படுத்தி ஆராய்தல் எளிதன்று. நான்கு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் பதிலீடு செய்யப்பட்ட அல்க்கீன்களை முழுதுமாக இவ்வாய்வு முறையிலிருந்து ஒதுக்க வேண்டிவரும்; ஏனெனில், C-H அதிர்வுகள் இம்மூலக்கூறுகளில் இடம் பெறவில்லை. சமச்சீர் அமைப்பில் $C \equiv C$ (அசெட்டிலீன் வகைப் பிணைப்பு) மிகவும் மெலிதாக உறிஞ்சுகிறது. மூலக்கூறின் நடுப்பகுதியிலுள்ள $C \equiv C$ பிணைப்பை இழுப்பதால் அம்மூலக்கூறின் இருமுனைத் திருப்புத்திறன் மாறுவதில்லை. எனவே ஒளி உறிஞ்சலும் மிகக் குறைந்தே உள்ளது. மாறாக, $C \equiv C$ பிணைப்பு மூலக்கூறின் ஒரு முனையில் அமைந்திருப்பின் உறிஞ்சல் கணிசமாகும். $C \equiv N$ முப்பிணைப்பும் $C \equiv C$ முப்பிணைப்பு உறிஞ்சும் அலை எண் பகுதியிலேயே உறிஞ்சினாலும் உறிஞ்சலின் முனைப்புக் கூடுதலாகிறது.

அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் நான்கு அலை எண்களில் ஒளி உறிஞ்சுகின்றன. பாலிஸ்டைரீன், பென்சோயிக் அமிலம், ஃபீனைல்அசெட்டிலீன், பென்சோநைட்ரைல், டைஃபீனைல் ஆகிய அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் யாவும் இவ்வுறிஞ்சல்களைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வுறிஞ்சல்கள் நிரலில் இடம் பெறாதி

அட்டவணை — 1

தொகுதி	உறிஞ்சல் நிகழும் அலை எண் பகுதி (wave number) (செ.மீ$^{-1}$)	உறிஞ்சலின் செறிவு (intensity) (*)
ஹைட்ரோகார்பன் நிறந்தாங்கி:		
1. C—H இழுவகை அதிர்வு		
அ) அல்க்கேன்	2962—2853	இ-மீ
வினைல்	3040—3010	இ
அல்க்கீன், இரு பதிலீடுள்ளது	3040—3010	இ
,, ,,	3095—3075	இ
(ஒரே கார்பனில் இரு பதிலீடு) அல்க்கைன்	3300	மீ
அரோமாட்டிக்	3030	மா
2. C—H வளைவுவகை அதிர்வு		
அ) அல்க்கேன், C—H	1340	மெ
அல்க்கேன், —CH_2 —	1485—1445	இ
அல்க்கேன், CH_3	1470—1430	இ
அல்க்கேன், ≠ $>C(CH_3)_2$	1380—1370	மீ
	1385—1380	மீ
அல்க்கேன் ட்ரைபியூட்டைல்	1370—1365	மீ
	1395—1385	இ
ஆ) அல்க்கின், வினைல்	995— 985	மீ
	915— 905	மீ
அல்க்கீன், இருபதிலீடு (ஒருபக்க மாற்றி)	690	மீ

* மீ: மீச்செறிவு., இ: இடைநிலைச் செறிவு., மெ: மென்செறிவு;மா: மாறுபடும்.

≠ : ஒரே கார்பனில் இருபதிலீடு (geminal)

அல்க்கீன், இருபதிலீடு (மாறுபக்க மாற்றி)	970—960	மீ
அல்க்கீன், முப்பதிலீடு	840—790	மீ
இ) அல்க்கைன்	630	மீ

ஈ) அரோமாட்டிக் (பதிலீடு செய்யப்பட்டது)		
5 அருகிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள்	750 700	மீ
4 அருகிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள்	750	மீ
3 ,, ஹைட்ரஜன் அணுக்கள்	780	இ
2 ,, ஹைட்ரஜன் அணுக்கள்	830	இ
1 ,, ஹைட்ரஜன் அணு	880	மெ
3. C-C பல்லிணைப்பு இழுவகை அதிர்வு		
அ) அல்க்கீன், ஒன்றுவிட்ட இரட்டைப் பிணைப்பற்றது	1680-1620	மா
அல்க்கீன் வினைல் வகை	1645	இ
அல்க்கீன் இரு பதலீடு	1670	இ
ஒரே கார்பனில் இரு பதிலீடு	1653	இ
அல்க்கீன்முப்பதிலீடு	1669	இ
டையீன்	1650	மெ
ஆ) அல்க்கைன், ஒற்றைப் பதிலீடு	2140-2100	இ
அல்க்கைன், இருபதிலீடு	2260-2190	மெ
இ) அல்லீன்	1960 1060	இ இ
ஈ) அரோமாட்டிக்	1600 1580 1500 1450	மா மா இ இ
கார்போனைல் நிறந்தாங்கி		
4. கீட்டோன் இழுவகை அதிர்வுகள்		
அ) வளைய அமைப்பு அல்லாதது	1725-1705	மீ
ஆ) நிறைவுற்ற வளைய அமைப்பு 6உம் அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்களைக் கொண்ட வளையம்	1725-1705	மீ
5அணு-வளையம்	1750-1740	மீ
4அணு-வளையம்	1775	மீ
இ) α,β-நிறைவுறா, வளைய உரு அல்லாத	1685-1665	மீ
ஈ) α,β நிறைவுறா, வளைய உருக்கொண்டது		
6 அணு-வளையம்	1685-1665	மீ
5 அணு-வளையம்	1725-1708	மீ

உ) அரைல்	1700-1660	மீ
ஊ) இருஅரைல்	1670-1660	மீ
எ) α-டைகீட்டோன்கள்	1730-1710	மீ
ஏ) β- டைகீட்டோன்கள் (ஈனால் வடிவம்)	1640—1540	மீ
ஐ) பாரா குயினோன்	1690—1660	மீ
5. ஆல்டிஹைடுகள்		
கார்போனைல் தொகுதி	1740—1720	மீ
CH -பிணைப்பு	2900—2820	மெ
6. எஸ்ட்டர்		
அ) நிறைவுற்ற, வளைய அமைப்புற்றது	1750—1735	மீ
ஆ) நிறைவுற்ற, வளைய அமைப்புற்றது		
δ -லாக்டோன்கள்	1750—1735	மீ
γ -லாக்டோன்கள்	1780—1760	மீ
β -லாக்டோன்கள்	1820	மீ
இ) நிறைவுறாதது	1800—1770	மீ
α, β -(நிறைவுறாதது)	1730—1717	மீ
7. கார்பாசிலிக் அமிலம் (நிறைவுற்றது) கார்போனைல்	1725—1700	மீ
ஹைட்ராக்சில்	2700—2500	மெ
8. நீரிலி நிறைவுற்றது	1850—1800	மீ
9. அமைடுகள் கார்போனைல்	1680—1650	மீ
ஈரிணைய வகை (நீர்த்த கரைசலில்)	1700—1670	மீ
மூவிணைய	1670—1630	மீ
NH -அதிர்வு	3500—3180	இ
10. ஆல்கஹால் மற்றும் ஃபீனால்		
அ. O-H	3650—3590	மா
ஆ. மூலக்கூறுகளுக்கிடை ஹைட்ரஜன் பிணைப்புற்ற O-H	3550—3450	மா
இ. மூலக்கூறு உட்சார்ந்த ஹைட்ரஜன் பிணைப்புற்ற O-H	3200—2500	அகலமான மெ
11. ஹாலோஜன்		
அ. C-F	1400—1000	மீ

அ. C-Cl	800 – 600	மீ
இ. C-Br	600—500	மீ
ஈ. C-1	500	மீ

ருந்தால், அச்சேர்மம் அரோமாட்டிக் சேர்மமாக இருக்க முடியாது.

பல்வேறு வினையுறு தொகுதிகளின் சிறப்பு உறிஞ்சல் அலை எண்கள் அட்டவணை 1 இல் பட்டியலிடப்பட்டுள்ளன.

இரு அணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு, பிணைப்புக் கோணம் ஆகிய மூலக்கூற்றுத் துணை யலகுகளை அறியவேண்டியிருப்பின், மூலக்கூறின் நிலைமத்திருப்புத்திறனை (moment of inertia) அறிதல் தேவை. மூலக்கூறின் சுழற்சி அதிர்வெண் களிலிருந்து (rotational frequencies) இவ்வியல்பின் எண் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

$\bar{\nu} = 2B\,(J+1)$. இங்கு J = சுழற்சி குவாண்ட்டம் எண்;

$$B = \frac{h}{4\pi IC};$$ I. நிலைமத் திருப்புத்திறன்.

கார்பன் டைஆக்சைடு, மெத்தேன், எத்திலீன், எத்தேன் ஆகிய மூலக்கூறுகளின் கீழ்ச்சிவப்பு நிரல்களிலிருந்து அம்மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்புத் துணை யலகுகள் வழுவாத நுண்ணியத்துடன் (high precision) அறியப்பட்டுள்ளன. இத்துணையலகுகளைக் கண்டுபிடிக்கும் வழிமுறை சிக்கலாக இருக்கும்போது, மூலக்கூறின் குறுக்களவு தெரியாத நிலையிலும் அதன் வடிவமைப்பை அறியலாம். மூலக்கூறின் சமச்சீர்மை அல்லது சமச்சீர்மையற்ற நிலை நிரலின் தன்மையைப் பாதிக்கும். இப்பாதிப்பை உற்று ஆராய்ந்தால் மூலக்கூறின் சமச்சீர்மை அளவு துலங்கும். இந்நிரலுடன் ராமன் நிரலையும் (Raman spectrum) சேர்த்து ஆய்வு செய்தல் பயன்மிக்கது.

படிகநிலைத் திண்மங்களின் கீழ்ச்சிவப்பு நிரல்கள் படிகங்களின் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகளைத் தெளிவுபடுத்துகின்றன. பகுதிகடத்திகளிலும், மீ கடத்திகளிலும் இவ்வாற்றல் நிலைகளைப் பற்றிய அறிவு பெரிதும் உதவும். பலபடித்தான வினையூக்கிகளின் பரப்பின் தன்மையை அறிவதற்கும் கீழ்ச் சிவப்பு நிரல் பயன்படுகிறது.

அளவை அமைப்பின் மூதன்மை மற்றும் துணைத் தேவைகள். கீழ்ச்சிவப்புக் கதிரின் தோற்றுவாயாக நெர்ன்ஸ்ட் கனல் பரப்பி (Nernst glower) எனும் கருவி பயனாகிறது. ZrO_2, Er_2O_3, Y_2O_3 ஆகியவற்றின் கலவையாலான ஒரு தடியை 1500°C. வெப்ப நிலைக்குச் (மின்சாரத்தைச் செலுத்தி) சூடுபடுத்தி அகச் சிவப்புக் கதிர் உருவாக்கப்படுகிறது. ஒற்றைநிற ஒளியைப் பெறுவதற்குப் பட்டகங்கள் பயனாகின்றன. ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் பொருள்களை அமைப்பில் புகுத்தத் தேவைப்படும் கலன்களைக் (cells) கண்ணாடியைக் கொண்டோ, குவார்ட்ஸைக் கொண்டோ தயாரித்தல் கூடாது. ஏனெனில், இவ்வகைப் பொருள்கள் கீழ்ச்சிவப்புக் கதிர்களை உறிஞ்ச வல்லவை. உலோக ஹாலைடுகள் (குறிப்பாகச் சோடியம் குளோரைடு) இக்கலன்களைத் தயாரிக்கப் பயன்படும். இந்த ஹாலைடுகள் நீரில் கரையக் கூடியனவாதலால், ஆய்வுக்குட்படுத்தப்படும் பொருள் ஈரமற்றதாக இருத்தல் இன்றியமையாத் தேவையாகிறது. நிரலைப் பதிவு செய்யும் தாளை உருளை அல்லது குறிதாள் பதிவியில் சுற்றும்போது எப்போதும் ஒரே முறையில் சுற்றுவது இயலாததாகையால், ஓர் அளவீட்டுக்கோடு சார்பு நிலையைப் (calibration line) பதிவு செய்ய வேண்டியதாகிறது. இந்நோக்கத்துடன் பாலிஸ்டைரீன் எனும் பலபடியின் நிரல் கோடுகளுள் ஒன்றைச் சார்புநிலையாகக் (reference) கொள்ளுதல் வழக்கம்.

ஆய்வுப் பொருளைத் தனித்தநிலையில் அமைப்பில் புகுத்துவதில்லை. திண்மநிலை ஆய்வுப் பொருளை 5 மி.கி. அளவில் எடுத்துக் கொண்டு நூஜால் எனும் உயர் மூலக்கூறு எடைகொண்ட நீர்மநிலைப் பாரஃபீன் கலவையுடன் ஒரு கூழாகச் (mull) செய்து பயன்படுத்தலாம். மாறாக, ஹெக்சோ குளோரோபியூட்டாடையீன் எனும் நீர்மத்தைப் பயன்படுத்தலாம். முற்றிலும் மாறான ஒரு முறையில் 1 மி.கி. அளவு ஆய்வுப் பொருளை 100-200 மி.கி. மீத்தூய்மையான பொட்டாசியம் புரோமைடுடன் நன்கு அரைத்துக் கலவையாக்கி அல்லது KBr-ஆய்வுப் பொருள் கரைசலை உறைநிலையில் உலர்த்திப் பயன்படுத்தலாம். KBr கீழ்ச்சிவப்புக் கதிரை உறிஞ்சுவதில்லையாதலால் ஆய்வுப்பொருளின் முழு நிரலும் எவ்வகைக் குறுக்கீடும் இன்றிக் கிடைக்கும். நூஜால் கலவையைப் பயன்படுத்தினால் நூஜால் உறிஞ்சும் அலை எண் பகுதிகளைத் தவிர ஏனைய பகுதிகளில் ஆய்வுப்பொருளின் நிரலில் குறுக்கீடு இராது.

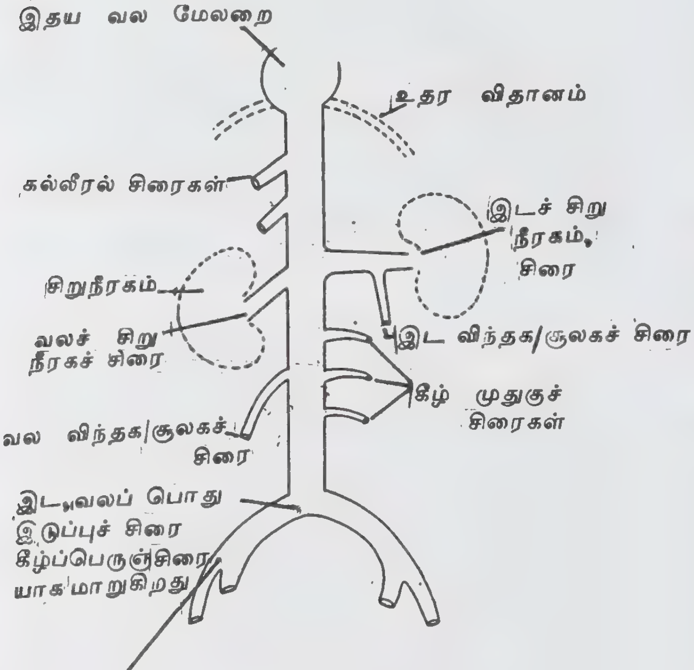
– மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. John R. Dyer, *Applications of Apsorption Spectroscopy of Organic Compounds*, Prentice-Hall, New Delhi, 1969.

கீழ்ப் பெருஞ்சிரை

வயிற்றிலும் காலிலும் உள்ள சிரை இரத்தம் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையை (inferior vena cava) அடைகிறது.

இதுதான் உடலிலேயே மிகப் பெரிய சிரையாகும். வயிற்றுப் பெருந்தமனியின் வலப்புறமாக வயிற்றுச் சுவரின் பின்புறமாக இது அமைந்துள்ளது. வல, இடப் பொது இலியாக் சிரைகள் இணைவதால் கீழ்ப் பெருஞ்சிரை உருவாகிறது. இது உதர விதானத்தைச் துளைத்து வல மேலறையினுள் சிரை இரத்தத்தைச் செலுத்துகிறது. கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் நீள் போக்கில் கீழ் முதுகுச்சிரைகள் மற்றும் வலவிந்தகச் (அல்லது சூலக) சிரை, இட, வலச் சிறுநீரகச் சிரைகள், (இட விரை அல்லது சூலகச் சிரை இடச் சிறுநீரகச் சிரையில் இணைகிறது) கல்லீரல் சிரைகள் ஆகியவை இவற்றுள் இரத்தத்தைச் செலுத்துகின்றன.



கீழ்ப்பெருஞ்சிரையும் கிளைகளும்

கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் மேற்பகுதி, உதரவிதான வலப் பக்கத்தில் உள்ளது. கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் கீழ்ப் பகுதி 4, 5ஆம் கீழ் முதுகு முள்ளெலும்பின் மேல் பொருந்தியுள்ளது. பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் வலக் கிளை, கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் பின்புறமாக உள்ளது. பெருந்தமனியின் கிளைகள் பல கீழ்ப் பெருஞ்சிரையின் பின்புறமாகச் செல்கின்றன. இவற்றில் மிகவும் முக்கியமானது வலச் சிறுநீரகத் தமனியாகும்.

கல்லீரல், கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் முன்புறத்தில் உள்ளது. முன்சிறு குடலின் மேற்பகுதி, கணையத்தின் தலை, முன் சிறுகுடலின் கிடைமட்டப் பகுதி ஆகியவை கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் முன்புறமாக உள்ளன.

கீழ்ப்பெருஞ்சிரையில் சேரும் முக்கியமான சிரைகளாவன: கல்லீரல் சிரை, சிறுநீரகச் சிரை, கீழ் உதர விதானச் சிரை, அண்ணீரகச் சிரை, விரைச் சிரை, கீழ் முதுகுச் சிரை ஆகியவையாகும். உடலின் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து வரும் அனைத்துச் சிரை இரத்தமும் பல்வேறு கிளைகள் மூலம் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையை அடைந்து, இறுதியாக இதய வல மேலறையை அடையும்.

- மு. கி. பழனியப்பன்

கீழ் முதுகு வலி

இந்நோய்க்குறியைப் பொதுவாக இடுப்புச்சுளுக்கு, வாய்வு, மூச்சுப் பிடிப்பு எனப் பல பெயர்களால் குறிப்பர். இந்த வலி ஏற்பட்டவுடன் எந்த ஒரு வேலையையும் செய்ய முடியாத நிலை ஏற்பட்டு வேலை செய்யும் திறன் குறைந்துவிடுகிறது. இந்தியாவில் ஆயிரம் பேருக்குச் சராசரியாக 24 பேர் இவ் வலியால் துன்புறுகின்றனர். இதில் 90% மக்கள் வலி போக்கி மருந்துகளாலும் 9% மக்கள் தசைப் பயிற்சியாலும் குணமடைகின்றனர். ஒரு சதவீதத் தினருக்கே அறுவை மருத்துவம் தேவைப்படுகிறது.

கீழ் முதுகு வலி என்னும் அறிகுறி பலவகை நோய்களால் ஏற்படுவதால் சரிவர மருத்துவம் பெற நோய் அடிப்படையை அறிய வேண்டியுள்ளது. கீழ் முதுகு வலியை ஏற்படுத்தும் நோய்களில் முதன்மையானது முள்ளெலும்பு இடைத் தட்டுப் பிதுக்க நோயே ஆகும்.

முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கம். இவ்வகை நோய்க்கான கீழ் முதுகு வலி பெரும்பாலும் மூடை போன்ற பொருள்களைத் தூக்கும்போதும், அலமாரி போன்ற பொருள்களைத் தள்ளும்போதும், இருமும் போதும் ஏற்படலாம். மூடைத் தூக்குவோர், புகை வண்டி அனற்பணியினர் போன்ற கடினமாக வேலை செய்வோருக்குப் பெரும்பாலும் இவ்வலி ஏற்படும் என்றாலும் சாதாரணமாக வேலை செய்யும் தொழிலாளிக்கும், இவ்வலி பெருமளவில் வர வாய்ப்புண்டு. இடுப்பு வலி உள்ளவர்களில் பாதிப் பேருக்கு மேல் கழுத்து வலியும், நடுமுதுகு வலியும் சேர்ந்து வரும்.

இவ்வலி இடுப்பில் மட்டும் வரும். இது சாதாரண வலி, பொறுக்க முடியாத இடுப்பு வலி, இடுப்பு வலியுடன் தொடை, கெண்டைக்கால் வரை காலின் பின்புறமோ தொடையின் முன்புறமோ ஏற்படும் வலி என மூவகைப்படும்.

மனிதன் ஏனைய விலங்குகளைப்போல் அல்லாமல் நிமிர்ந்து நிற்கின்ற உடலைப் பெற்ற காரணத்தால் ஏற்படும் நோய் அறிகுறிகளில் ஒன்றே இந்தக் கீழ் முதுகு வலியாகும். மனித உடலமைப்பில் காலிலிருந்து இடுப்பு எலும்பு வரையுள்ள பகுதி அதற்கு மேலுள்ள உடலைத் தாங்கும் பீடமாக அமைந்துள்ளது. ஆனால் பேரளவு அழுத்தத்தைத் தாங்கிக் கொள்வது கீழ் முதுகே ஆகும். முதுகின் நடுவில் எலும்புகள் வரிசையாகச் சங்கிலி போல் தசை நார்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த எலும்புகள் வரிசையில் ஓர் எலும்புக்கும் மற்றோர் எலும்பிற்கும் நடுவில் இடைத்தட்டு உள்ளது. நடுவில் புரதத்தால் ஆன நியூக்ளியஸ் பல்போசிஸ் உள்ளது. இடைத் தட்டுகள், முதுகு எலும்புகள் ஒன்றுக்கொன்று நசுங்காமல் பாதுகாக்கவும், முதுகு வளையவும் உதவுகின்றன. இந்த இடைத்தட்டின் நடுவில் உள்ள புரதப் பொருள் பிதுங்கும்போது எலும்பின் நடுவில் இருக்கும் தண்டு வடத்தையோ அதிலிருந்து பிரிந்து செல்லும் நரம்பையோ அழுத்துகிறது. அப்போது பிதுங்கிய புரதம் தண்டுவடத்தை நடுவில் அழுத்தினால் இடுப்பின் இரு புறமும் வலி வந்து இரண்டு காலிலும் பரவும். பக்கவாட்டில் ஒரு புறமாக அமுக்கினால் அந்தப் பக்க இடுப்பும், காலும் வலிக்கும்.

இடைத்தட்டுப் பிதுக்கத்திற்குப் பிறகு ஏறத்தாழ 80% நோயாளிகள் வலி வந்த நேரத்தையும், காரணத்தையும் சரியாகக் கூறுவர். எ.கா: காலையில் நெல் மூடையைத் தூக்கும்போது இடுப்புப் பிடித்துக் கொண்டு வலி வந்தது என வலி வந்த விதத்தைக் கூறுவர். வலி வந்தவுடன் அப்படியே இடுப்பைப் பிடித்துக் கொண்டு நகர முடியாமல் படுத்துவிடுவர். மேலும் நடக்கத் தொடங்கும்போழுது சற்றுச் சாய்ந்து குனிந்தவாறே கையை இடுப்பில் வைத்துக் கொண்டு மெதுவாக நடப்பர். இருமினாலும், தும்மினாலும், சிரித்தாலும் வலி மிகுதியாகும். வலி உள்ள இடத்தில் உணர்ச்சிகள் வேறுபட்டு ஊசி குத்துவதைப் போல் இருக்கும். வலி கால் வரை பரவினால் தசை கடுகடுக்கும். முதுகு எலும்பின் அசைவைக் குறைப்பதற்காக அதன் பக்கத்தில் உள்ள தசைகள் விறைப்பாக இருக்கும். இதனால் முதுகில் நடுப்புறம் பள்ளமாக இருக்கும். வயிறும், புட்டமும் முன்னும் பின்னும் தள்ளியது போல் இருக்கும். இவர்களால் குனிந்து நிமிர முடியாது. காலை மடக்கியே படுத்து இருப்பர். ஏனெனில் காலை நீட்டினால் வலி மிகும். நாளடைவில் இந்நோயால் பாதிக்கப்பட்ட தசைகள் வலிவிழந்துவிடும்.

மருத்துவம். இவ்வலி வந்தபின் மருத்துவமாக வலி போக்கி மருந்துகளைக் கொடுக்க வேண்டும். இவர்களுக்கு 2-4 வாரம் வரை முழு ஓய்வு தேவை. இத்துடன் மின் ஒற்றடங்கள் வலியைக் குறைக்கலாம். நோய் குறையவில்லை என்றால் படுத்து இருக்கும் கட்டிலின் கால்புறத்தைச் சற்று உயரமாக வைத்திருந்து தொடையிலிருந்து கால் வரை பிளாஸ்திரி ஒட்டி அதைக் கட்டிலில் கட்டிவிட வலி குறையும். பிறகு வலி குறைந்தவுடன் சிலசமயம் இடுப்பில் பட்டையாகப் பெல்ட் அணிந்து இடுப்பு அசைவைத் தடுக்க வேண்டும். இவற்றால் நலமாகவில்லை என்றால் அறுவை செய்து பிதுங்கிய புரதத்தை எடுத்துவிடுவது சிறந்தது.

முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கத்தைத் தடுக்கும் முறைகள். ஒவ்வொரு பள்ளி மாணவருக்கும் உடற் பயிற்சி அளிக்கும்போது முதுகுத் தசைகள் வலிமை பெறப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். கனமான பொருள்களைத் தூக்கும்போது முதுகை மட்டும் வளைக்காமல் முழங்காலை மடக்கித் தூக்கப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். இதைப்போல் தொழிற்சாலைகளில் தொழிலாளர்களுக்கு முன்காலை மடித்து உட்கார்ந்து சுமை தூக்கக் கற்றுக் கொடுக்க வேண்டும். மேலும் நாற்காலியில் அமர்ந்து படிக்கும் போது முதுகை வளைக்காமல் உட்காரவும், மகிழுந்து (car) ஓட்டுகையில் முதுகு வளையாமல் அமரவும் பழகினால் இவ்வலியைத் தடுக்கலாம்.

நீண்ட நேரம் ஒரே இடத்தில் வேலை செய்யும் போது உட்காரக்கூடாது. எ.கா; திரைப்படம் பார்க்கும்போது, மகிழுந்து ஓட்டும்போது அல்லது உட்கார்ந்து வேலை செய்யும்போது 1 மணி நேரத்திற்கு மேலாக உட்கார நேர்ந்தால் சிறிது நேரம் எழுந்து நடந்த பிறகு மீண்டும் உட்கார்ந்து கொள்வது நல்லது. தூங்கும்போது குப்புறப்படுக்கக் கூடாது. பக்க வாட்டில் முழங்கையை மடித்து ஒரு தலையணையுடன் உறங்குவது நல்லது. வலி வந்தவர்கள் இவ்வலி மீண்டும் வாராமல் இருக்க முதலில் முதுகுத் தசைக்கான உடற்பயிற்சி செய்ய வேண்டும். உடற்பயிற்சியின் போது குப்புறப் படுத்துக்கொண்டு தலையைத் தூக்கிப் பறவை போல் கையைத் தூக்கி முழங்கையை மடித்துப் பின்புறம் வைத்தபடி 10 நொடி இருக்க வேண்டும். பிறகு 5 நொடி ஓய்வு எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு 20 முறை காலையிலும், மாலையிலும் உடற்பயிற்சி செய்யவேண்டும். உட்கார்ந்து கொண்டு குனிந்து காலைத் தொட்டுச் செய்யும் உடற்பயிற்சிகளை இவ்வலி உள்ளவர்கள் செய்யக்கூடாது.

தொந்தி உள்ளவர்கள் உடற்பயிற்சியுடன் தங்கள் உடல் எடையையும் குறைக்க வேண்டும். இவர்கள் குப்புறப் படுத்துக்கொண்டு செய்வது கடினம். எனவே மல்லாந்து படுத்துக் காலை 45°-70° வரை உயரத் தூக்கிப் பிறகு தாழ்த்த வேண்டும். இப்பயிற்சியைக் காலையிலும், மாலையிலும் செய்வது நல்லது.

முதுகு இறுக்க நோய் (Ankylosing spondylitis). முதுகு இறுக்கம் என்னும் அழற்சி நோய் பெண்களை விட வாலிபர்களுக்கு மூன்று மடங்கு மிகுதியாக

ஏற்படுகிறது. மூட்டுகளில், பந்தகங்களில் எலும்பு வளர்ச்சி ஏற்பட்டு மூட்டின் அசைவைத் தடை செய்யக் கூடும். இந்நிலையில் மூட்டுகளின் பகுதிகள் ஒன்றோடொன்று சேர்ந்துவிடுவதால் மூட்டை அசைக்க முடியாத நிலை ஏற்படும். இது பெரும்பாலும் முதுகு முள்ளெலும்பு, இடுப்பு மூட்டு ஆகியவற்றைப் பாதிக்கும். ஆகவே குனிந்து நிமிர முடியாமலும், பக்கவாட்டில் முதுகை வளைத்துத் திருப்ப முடியாமலும் போய்விடும். மூச்சு விடும்போது விலா எலும்புகள் இயல்பாக ஏறி இறங்கும் நிலையை இழந்து மூச்சு விடுவதிலும் துன்பம் ஏற்படும். எக்ஸ் கதிர்ப் படம் மூலம் இந்நோயை அறிய முடியும். இந்நோயுற்றோருக்கு வலிபோக்கி மாத்திரைகளுடன் நோய் முற்றிய நிலையில் செயற்கை மூட்டுகள் பொருத்திக் குணமாக்க முடியும்.

எலும்பு மென்மை. இது பெண்களுக்கு இறுதி மாதவிடாய்க்குப் பிறகும், ஆண்களுக்கு முதிய வயதிலும் ஏற்படும். எலும்பு மென்மை ஆகும் நிலையில் வலி ஏற்படக் காரணம், எலும்பில் நுண்ணிய எலும்பு முறிவுகள் ஏற்படுவதே ஆகும். ஆனால் இவ்வலி பொதுவாக ஓய்வு எடுத்த நிலையில் குறைந்துவிடும். குறையவில்லையெனில் மைலோமா நோயா இரண்டாம் நிலைப் புற்றுத் தோன்றியுள்ளதா என்று இரத்த ஆய்வு மூலமும், பாஸ்ஃபரஸ், புரதம், கால்சியம், இரத்தச் சிவப்பு அணுப் படிவ நிலை முதலியவை மூலமும் அறிதல் வேண்டும். மருத்துவமாக வலியைக் குறைக்க இரும்புச் சத்து உதவும். ஆஸ்டியோ மலேசியா என்னும் நோய் சைவ உணவு உண்பவர்க்கும், முதிய வயதில் சத்துணவு இன்றிக் காஃபி, கஞ்சி மட்டும் குடிக்கும் பெண்களுக்கும் வரக் கூடும்.

எலும்புக் கட்டிகள். தீங்கற்ற எலும்புக் கட்டிகள் பொதுவாக வலியைத் தாரா. ஆகவே இக்கட்டி ஏற்பட்டு ஏறத்தாழ ஓராண்டாவது சாதாரண வலியுடன் இருந்த பின்னரே மருத்துவ அறிவுரைக்கு மருத்துவரிடம் வருவர். இக்கட்டியை எக்ஸ் கதிர் மூலம் எலும்பு அழிவைக் கொண்டு அறிய முறியும். கட்டியை அறுவை மூலம் அகற்றினால் போதும். எக்ஸ் கதிர் மருத்துவம் இக்கட்டிகளுக்கு ஏற்றதன்று. ஏனெனில் இக்கட்டியே புற்றாக மாறி விடக்கூடும்.

மூளை, தைராய்டு, சிறுநீரகம், சிறுநீர்ப்பை, கீழ்க் கோளம் போன்றவற்றில் புற்றுநோய் இருந்து இரண்டாம் நிலைப் புற்றாக இரத்தம் மூலம் முதுகு எலும்பில் பரவி அவ்வெலும்பு நசுங்குவதாலும், ஒடிவதாலும் கீழ் முதுகு வலி ஏற்படும். புற்றுக் கட்டிகள் முள்ளெலும்பில் இருப்பின், நோயாளி மல்லாந்த நிலையில் இருக்கும்போது வலி குறைந்து காணப்பட்டு, படுத்த நிலையில் மிகுதியாகும். ஆனால் இதற்கு மாறாக முதுகெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்க நோயில் படுத்தால் வலி இருந்தாலும் மிகுதியாகாது.

முள்ளெலும்பு நழுவல். பிறவி முள்ளெலும்பு நழுவல் நோய் வாலிபப்பருவத்தில் கீழ் முதுகு வலி, சிலசமயம் புட்டம் மற்றும் தொடையிலும் வலியை ஏற்படுத்துகிறது. பெண்களுக்கு ஆண்களை விட இரண்டு மடங்கு இந்நோய் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இந்நோயாளிகளுக்கு வலி மிகுதியாக இல்லாவிட்டாலும் முன்புறம் குனிய இயலாமற் போய்விடும். இவர்களின் முள்ளெலும்பு பக்கவாட்டில் வளைந்துள்ளமையால் உடல் அளவு கால அளவைவிடக் குறைந்ததாகத் தோற்றமளிக்கும். மருத்துவமாக முள்ளெலும்பின் பின்புறம் அதன் பக்கவாட்டில் எலும்பை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்க வேண்டும்.

முள்ளெலும்பு நழுவல் எலும்பு அழுத்தத்தாலும் ஏற்படும். இந்நிலை பொதுவாக ஆண்களுக்கே 4-20 வயது வரை ஏற்படுகிறது. இந்நோயுற்றோரை 30 வயது வரை தொடர்ந்து கவனித்து வர வேண்டும். வலி தொடர்ந்த நிலையில் எலும்பு இணைப்பு அறுவை செய்ய வேண்டும்.

மூட்டு நழுவல் எலும்பு அழற்சியாலும் ஏற்படலாம். அப்போது நரம்பு நெருக்கம் ஏற்படுவதால் கீழ் முதுகு வலி ஏற்படும். இந்நிலையில் முதுகுக்கு விறைப்பான பெல்ட் அணிதல் போதுமானது. கீழ் முதுகு வலி, தண்டுவட வாய்க்கால் நெருக்கத்திலும் (spinal stenosis) ஏற்படும். இந்நெருக்கம் தண்டுவடம் முழுதுமாகவோ ஒரு பகுதியிலோ ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்திலேயோ ஏற்படும். இது பிறவியிலே பெறப்பட்டதாக இருக்கும். இந்நெருக்கத்தின் போது உடற்பயிற்சி செய்தால் உடல் தளர்வுற்றுக் காணப்படும். முள்ளெலும்பு பின்புறம் வளையும் போதும் மாடிப்படி, மலை ஏற்றம் முதலியவற்றின் போதும் வலி மிகுதியாக இருக்கும். படுத்த படுக்கையில் நோயாளி இருப்பின் வலி குறையும். தண்டுவட நெருக்கம் பிறவியில் உடல் வளர்ச்சி குறைந்த நிலை, முதுகெலும்பு அகற்றல், அடிபடுதல், புளுரோசிஸ் பேஜட் நோய் போன்ற நிலைகளில் ஏற்படும்.

தண்டுவட உறையில் ஒன்றான அரக்கநாய்டு உறையில் அழற்சி ஏற்பட முதுகு வலியும், கால் வலியும் சேர்ந்து வரும். தண்டுவட வரைபடத்தில் அரக்கநாய்டு உறை அழற்சி உள்ள பகுதி தடித்துக் காணப்படும். வலியை முழுதும் போக்க, போதிய மருத்துவம் இல்லை என்றாலும் ஓய்வு, வலிபோக்கி மருந்து, கீழ் முதுகு விறைப்பாக்கும் மருத்துவம் முதலியவை வலியை ஓரளவு குறைக்கும்.

முதுகின் நடுவில் பலத்த அடிபடும்போதோ, உயரமான இடத்தில் இருந்து கீழே குதிக்கும்போதோ கீழ் முதுகெலும்புகள் நசுங்கியோ, ஒடிந்தோ போனால் கீழ் முதுகு வலி ஏற்படும். எலும்புச் சீழ், எலும்பு அழற்சி, காசநோய், கிரந்தி, பூஞ்சணம் போன்ற நோய்களாலும் கீழ் முதுகு வலி ஏற்படும்.

ஆய்வுகள். நோய்களைப் பிரித்தறியப் புரதம், கால்சியம், பாஸ்ஃபரஸ், இரத்தச் சிவப்பணு படிதல் போன்ற இரத்த ஆய்வுகள் உதவும். இடுப்பு எக்ஸ் கதிர்ப் படம் எடுத்தால் முள்ளெலும்பு அமைப்பு, அழற்சி, முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டு அளவு, அடி முதுகெலும்பு, திரிகி எலும்பு இணைப்புப் போன்ற வற்றை அறிய முடியும்; இவற்றைத் தவிர எக்ஸ் கதிர் உள்தளப்படம் மூலம் தண்டுவட நெருக்கத்தை அறிய முடியும். தண்டுவட வரைபடம் மூலம் தண்டுவடக் கட்டி, முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கம், தண்டுவட நெருக்கம் முதலியவற்றை அறியலாம். மின் தசை வரைபடம் மூலம் நோய் வெளிப்படை யாகத் தெரியும் முன்னரே கெண்டைக்கால் தசையின் நரம்புப் பாதிப்பை அறிந்து கொள்ளலாம்.

முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டு வரைபடம் மூலம் இடைத்தட்டுப் பிதுக்கத்தை அறிந்து கொண்டு அதன் மேல் பகுதி முள்ளெலும்பு இணைப்பையும் அறிய முடியும். சிரை நாள வரைபடம் மூலம் பக்க வாட்டு முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கத்தை அறிய முடியும்.

- சு. நரேந்திரன்

கீழ் முன்னிலையசைவு

உயர் தாவரங்கள் பொதுவாக இடம் விட்டு இடம் பெயர்வதில்லை. ஆனால் அவற்றின் உறுப்புகளான வேர், தண்டு, இலை, மலரின் பகுதிகள் அசைவுகளை வெளிப்படுத்தும். இவ்வசைவுகளைத் தூண்டப்பட்ட அசைவு (இவ்வகை அசைவுக் குரிய காரணி தாவரங்களுக்குப் புறத்தே அமைந் திருக்கும்), தன்னிச்சையசைவு (spontaneous movement) என வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

ஆட்டோனமஸ் (autonomous) அசைவு என்றும் பெயருண்டு. இதற்குக் காரணமான தூண்டுதல் தாவரத்தினுள்ளே அமைந்திருக்கும். தூண்டப்பட்ட அசைவை மேலும் மூன்றாகப் பிரித்துள்ளனர். அவற்றில் ஒன்று முன்னிலையசைவு என்பதாகும். இதற்கு நாஸ்ட்டிக் அசைவு என்பது கலைப் பெய ராகும். இங்கு உறுப்புகளின் அசைவுக்கும், அசைவுக்கு காரணமாகத் தூண்டுதல் அமைந்துள்ள திசைக்கும் தொடர்பில்லை. தூண்டுதல் எத்திசையிலிருந்து வந்தபோதும் தாவரப்பகுதியில் அசைவு தோன்றும். முன்னிலையசைவின் தூண்டுதல் பரவுதலால் இந் நிலை ஏற்படும். அசைவின் திசை என்பது அந்தப் பகுதியின் அமைப்பைப் பொறுத்ததேயன்றி, தூண்டுதல் அமைந்துள்ள திசையைப் பொறுத்தது அன்று.

முன்னிலையசைவு நிகழும் உறுப்புகள் எப் போதும் தட்டையாக மேல்-கீழ்ப் பரப்புகளைக் கொண்டிருக்கும். அதாவது மேலிருந்து கீழ் அல்லது கீழிருந்து மேல் என ஒரே போக்கில் நடைபெறும். பொதுவாகத் தாவரங்களில் பக்கக் கிளைகள், பக்க வேர்கள், இலைகள் முதலியவற்றில் மலரிதழ்களின் முன்னிலை அசைவைக் காணலாம். இவ்வசைவுக்கு இருகாரணங்கள் உண்டு. 1. தாவரப்பகுதிகளின் மேற் பரப்பு, கீழ்ப்பரப்புகளின் வேறுபட்ட வளர்ச்சியால் அசைவு ஏற்படும். மிகு வளர்ச்சி கீழ்ப்பரப்பில் ஏற் பட்டால் உறுப்பு மேல்நோக்கி வளையும். இதைக் கீழ் முன்னிலையசைவு (hyponasty) என்பர். அதற்கு மாறாக உறுப்புகளின் மேற்பரப்பில் மிகை வளர்ச்சி ஏற்பட்டால் உறுப்பு, கீழ்நோக்கி வளையும். இதை மேல்நிலை முன்னிலையசைவு (epinasty) என்பர். 2. தாவர உறுப்பின் மேற்பரப்பு அல்லது கீழ்ப்பரப்பிலுள்ள திசுக்களின் சாறு அழுத்தம் வேறுபடுவதாலும் அசைவு நடைபெறுவதுண்டு.

இத்தகைய அசைவுக்கான தூண்டுதல் புறத்தே அமைந்திருக்கும். ஒளியால் தூண்டப்பட்ட முன் னிலையசைவை ஒளிமுன்னிலையசைவு (photonostic) என்பர். ஆக்ஸாலிஸ் போர்டுலாகா பூக்களும், சூரியகாந்தி மஞ்சரியும் பகல் வேளையில் திறந்து இரவில் மூடிக்கொள்கின்றன. ஈனோத்தீரா, புகை யிலை போன்றவற்றின் மலர்கள் இரவில் திறந்து பகலில் மூடிக்கொள்கின்றன. இவற்றை ஒளி முன் னிலையசைவுக்குச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். குங்குமப்பூ, டியூலிப் போன்றவற்றின் மலர்கள் சூழ்நிலையின் வெப்பக் குறைவால் மூடிக்கொள்ளும். இதற்கு வெப்ப முன்னிலையசைவு (thermonasty) என்று பெயர்.

உயர் தாவரங்களில் குறிப்பாக மரங்களின் பக்கக் கிளைகளை மேல்நோக்கி வளையச் செய்யக் கீழ் முன்னிலையசைவே காரணமாகும். இலைக் காம்பில் ஏற்படும் கீழ் முன்னிலையசைவால் இலை மேற்புற மாகச் சுருள்கிறது. பூவின் புல்லிகள் உட்புறமாக வளைந்து பிற பகுதிகளுக்குப் பாதுகாப்புக் கொடுக்க, கீழ் முன்னிலையசைவே காரணமாகும். ஊசியிலை மரங்களின் பக்கக் கிளைகளில் தோன்றும் குறுக்கு வளர்ச்சி ஒரே மாதிரியாகக் காணப்படுவதில்லை. இங்குக்கீழ் முன்னிலையசைவின் காரணமாகக் கீழ்ப் பக்கம் உண்டாகும் சைலம் செல்களின் அமைப்பு வேறுபட்டுக் காணப்படும். திசுவியலார் இக் கட்டையை அழுத்தக் கட்டை (compression wood) என்பர்.

இம்முன்னிலையசைவுகளுக்கு வெளித் தூண்டுதல் காரணம் என்று கருதினாலும், அண்மை ஆய்வுகள் தாவரத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜன், எத்திலீன் போன்ற வளர்வூக்கிகளே காரணம் என்பதைத் தெளிவாக்கு கின்றன. எனவே இதை உள் தூண்டுதல் அல்லது தன்னிச்சை அசைவு என்றும் கருதலாம்.

- கோ. கோபாலன்

நூலோதி. R.G.S. Bidwell, *Plant Physiology*, Macmillon Publishing Co., Ltd., New York, 1979.

கீழாநெல்லி

இதன் தாவரவியல் பெயர் ஃபில்லாந்தஸ் ஃபிராட்டர்னஸ் (*Phyllanthus fraternus*) ஆகும். இதற்கு ஃபில்லாந்தஸ் நிரூரி (*Phyllanthus niruri*) என்னும் பழைய பெயரும் உண்டு. இது யூஃபோர்பியே என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

இதற்குக் கீழ்க்காய் நெல்லி, கீழ்வாய் நெல்லி என்னும் வேறு பெயர்களும் உண்டு. இச்செடியின் இலைக் காம்புகள் பொருந்துமிடத்தில் சிறிய காய்கள் வரிசையாக நெருக்கமாகக் காணப்படும். அதாவது இலைக்கு அடியில் காய்கள் உள்ளமையால் இதற்குக் கீழ்க்காய் நெல்லி என்னும் பெயர் வந்தது. இதன் இலைகள் எதிரெதிரே தோன்றும். மேலா நெல்லியை விட இதன் இலைகள் சிறியவை. இச்செடி அனைத்துச் சதுப்பு நிலங்களிலும் காணப்படுகிறது.

கீழாநெல்லி

1. செடி 2. ஆண் பூ 3. பெண் பூ 4. காய் 5. விதை

மருத்துவச் சிறப்பு மிக்க கீழாநெல்லி குளிர் காலத்தில் தழைத்து வளர்ந்திருக்கும். வயல்களிலும், வேலியோரங்களிலும் களைச் செடியாகக் காணப்படும். இந்தியாவின் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகள் அனைத்திலும் பாகிஸ்தான், ஸ்ரீலங்கா, பர்மா போன்ற நாடுகளிலும் இச்செடியைக் காணலாம். ஆஃபிரிக்காவிலும் மேற்கிந்தியத் தீவுகளிலும் பரவிக் காணப்படுகிறது. இதன் தாயகம் மேற்குப் பாகிஸ்தான் அல்லது மேற்கிந்தியாவாக இருக்கும் எனக் கூறப்படுகிறது. உலர்ந்த இலையில் 0.4% கசப்புத் தன்மையுள்ள ஃபில்லாந்தின் என்னும் பொருள் உண்டு. இலையில் குறைந்த அளவில் ஹைபோ ஃபில்லாந்தின் உள்ளது. ஃபில்லாந்தின் மீன்களுக்கும் தவளைகளுக்கும் நஞ்சாகிறது. புதிய இலையில் 0.83% பொட்டாசியம் உள்ளது. இதுவே இலைக்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் தன்மையைத் தருகிறது. தண்டில் சப்போனின் உள்ளது.

செடி. இது 30-60 செ.மீ. உயரம் வளரும் ஒரு பருவச் செடி. இது மெல்லிய கிளைகளை உற்பத்தி செய்து வளரும். கிளைத் தண்டுகளில் மாற்றடுக்கத்தில் இலைகள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். இலைகள் இரு வரிசையடுக்கத்தில் (distichous) காணப்படும். அவை நீள் வட்டமாக இருக்கும். பூக்கள், மஞ்சள் பச்சை அல்லது வெள்ளை நிறத்தில் இலைக்கக்கத்தில் உண்டாகும். ஆண் பூக்கள் 1-3 எண்ணிக்கையிலும், பெண் பூக்கள் தனித்தனியாகவும் தோன்றும். ஒரு செடியிலேயே ஆண், பெண் பூக்களைக் காணலாம். மூன்று மகரந்தக் கேசரங்கள் உண்டு. சூலகத்தில் 3 அறைகள் இருக்கும். ஒவ்வொரு காயிலும் மூன்று விதைகள் இருக்கும். இளம் பழுப்பு நிறத்துடன் நீள்வாக்கில் புடைப்புகளைப் (ridges) பெற்று இருக்கும்.

பயன்கள். ராஜஸ்தானில் ஒட்டகத்தின் செரிமானக் கோளாறுகளுக்குக் கீழாநெல்லியைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் இலை, வெந்தயம் ஆகிய வற்றைக் கரைத்துத் தர, தீராத வயிற்றுப்போக்கு குணமாகும். செடியைக் கிள்ளினால் வெளிவரும் பாலை நாற்றப்புண், சீழ்ப்புண்களுக்கு எண்ணெயில் குழைத்துத் தடவலாம். இது கண்ணோய்க்கும் உதவும். இமை அழற்சியுள்ள வீக்கத்திற்கும், சீழ்ப் புண்ணிற்கும் இதன் இலை, வேர் ஆகியவற்றை அரைத்துத் தடவலாம். கீழாநெல்லியின் தண்டு, இலை ஆகியவற்றின் கஷாயம் பருத்தித் துணிகளைக் கறுப்பாக்கவும் எழுதும் மைக்குப் பதிலாகவும் பயன்படும்.

இதன் இளங்கொழுந்தைக் குடிநீரிட்டுச் சீதக் கழிச்சலுக்குக் கொடுக்கலாம். இலையை உப்புச் சேர்த்தரைத்துச் சொறி சிரங்குகளுக்குப் பூசினால் இந்நோய் நீங்கும். உப்பில்லாமல் அரைத்துச் சதைச் சிதைவுக்குப் பற்றிடலாம். இலையையும் வேரையும் உலர்த்திப் பொடித்து, கழுநீரில் குழைத்து, புண் புரைகளுக்கும் வீக்கங்களுக்கும் பூசலாம். இவ் விரண்டையும் குடிநீரிட்டுச் சூட்டோடு கொடுக்கக் காய்ச்சல் தணியும்.

இதையே ஆறியபிறகு குடித்துவர உடல் வலிமை பெறும். இது பசியைத் தூண்டும். இதன் இலை, வேர் முதலியவற்றை அரைத்து மோரில் கலக்கிக் கொடுத்துவரின் மஞ்சட்காமாலை, மேகநோய் போகும். உப்பு நீங்கும். இதன் இலையும், வேரும் நீங்கலாக மற்றத் தண்டுகளை எடுத்துச் சாறு பிழிந்து விளக்கெண்ணெயில் கலந்து கண்காச நோயுடையோர்க்குக் கண்ணில் விடலாம். இதன் வேரைக் கழுநீரில் அரைத்துக் கலக்கிப் பெரும் பாட்டிற்குக் கொடுக்கலாம்.

வேரைப் பச்சையாக 17.5 கிராம் எடுத்துப் பாலில் கலக்கிக் கொடுக்க, காமாலை நோய் நீங்கும். இதன் வேர்-3.5 கிராம், கடுக்காய்த் தோல் 7 கிராம், மிளகு 10.5 கிராம் புளித்த மோரில் அரைத்துக் கலக்கி மூன்று நாள் வார்க்க குழந்தை மீண்டும் சாம்பல், மண் இவற்றைத் தின்னாது.

கீழாநெல்லிச் சமூலத்தைப் பாலில் அரைத்துப் பாலில் கலக்கி உண்டு வந்தால் சோகை, காமாலை, பாண்டு, உடல் வெளுப்பு, வாதபித்தம் இவை தீரும். இரத்தம் பெருகும், கண் குளிரும். கீழாநெல்லிச்சாறு, கிலுகிலுப்பைச்சாறு, தேன், தாய்ப்பால் வகைக்கு 17.5 கிராம் வெள்ளுள்ளி, காந்தம், சுக்கு வகைக்கு 3.5 கிராம் இவற்றை அரைத்து ஒன்றாகக் கலந்து கொடுக்கப் புறவீச்சுத் தீரும்.

கீழாநெல்லிச் சமூலம் 1 பிடி, சீரகம் 3.5 கிராம் ஆகியவற்றை அரைத்து எருமைத் தயிரில் கலக்கி 3 நாள் கொடுக்க இரத்தம் போல நீர் இறங்குவது தீரும். கீழாநெல்லி 3 பங்கும், ஈருள்ளி 1 பங்கும் சேர்த்திடித்துச் சாறு பிழிந்து 500 மி. லிட்டர் வீதம் 3 நாள் கொடுக்கப் பித்தச்சோகை, வீக்கம் நீங்கும்.

- சே. பிரேமா
- கோ. அர்ச்சுணன்

நூலோதி. சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகை மர்மம், பிராக்ரஸிவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை, 1930.

கீற்றணி, விளிம்பு விளைவு

குறுகிய நெருக்கமான ஒளிபுகும் கீற்றுகளையுடையதும் அதில் படும் ஒளியை விளிம்புவிளைவுக் (diffraction) கற்றைகளாக்கி அக்கற்றைகளின் குறுக்கீட்டால் நிறமாலையைத் தோற்றுவிக்கக்கூடியதுமான ஓர் ஒளியியல் கருவி கீற்றணி (grating) ஆகும். இதில் ஆக்கக் குறுக்கீட்டுப்பாங்கம் ஏற்படும் திசை, விளிம்பு விளைவுக்கு உட்படும் அலைகளின் நீளத்தைப்பொறுத்தது. ஆகையால், படுகற்றையிலுள்ள வெவ்வேறு அலைநீள ஒளிக்கூறுகள் பலநிலை நிறமாலைகளாக நேர்கற்றையின் இருபுறத்திலும் தோன்றும். கீற்றணியை வடிவமைக்கும்போது விளிம்பு விளைவு ஏற்படுத்தும் கீற்றுகளின் அளவு வடிவம் ஆகியவற்றைச் சீரமைப்பதாலும், படுகதிரைத் தக்க திசையில் விழச் செய்வதாலும் ஒரே நிறமாலையை மட்டும் ஏற்படுமாறு செய்யலாம். இவ்வாறு செய்து பெறுகிற நிறமாலையின் நிறமாலைத் தூய்மையும் பொலிவும் (brightness) முப்பட்டக நிறமாலையை விஞ்சியிருக்கும். கீற்றணிகளில் முப்பட்டகங்களைவிட அகலமான படுகற்றையை அனுமதிக்க முடிவதால் வீணாகும் ஒளி குறைந்து, உள்ளார்ந்த நிறப்பிரிகையும் (dispersion) மிகுந்த பிரிதிறனும் (resolving power) ஏற்படுகின்றன. தனி ஒரு முப்பட்டகத்தின் நிறமாலை நெடுக்கத்தைவிடக் கீற்றணி நிறமாலையின் நெடுக்கம் மிகுதி. கீற்றணியின் நிறப்பிரிகை பல்வேறு அலைநீளங்களுக்குச் சீரானதாகவே இருக்கும். பெரும் நிறமாலை வரைவிகளில் கீற்றணிகள் துல்லிய அளவீடுகளுக்காகவும், பகுப்பாய்வுகளுக்காகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒளி கடத்தும் கீற்றணிகளில் (transmission gratings) குறுகிய ஒளிபுகும் கீற்றுகளும் ஒளிபுகா மறைப்புகளும் அடுத்தடுத்துச் சீரான இடைவெளிகளில் ஒழுங்காக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இதில் படும் ஒளிக்கற்றை, பலநிலைக் குறுக்கீட்டு விளைவுக்குட்படுவதால் நிறமாலை வரிசைகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வகைக் கீற்றணிகள் எளிய நிறமாலைக் காட்டிகளிலும், நிறமாலை அளவிகளிலும் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுகின்றன. இவை புறஊதா, அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சுகளைக்கடத்தும் திறமற்றவையாதலால் கட்புலன் ஒளிப்பகுதிக்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கோடு இடும் எந்திரங்களால் சீராகக் கோடுகள் கீறப்பட்ட முதன்மைக் கீற்றணிகள் தொடு வார்ப்பட முறையில் (contact moulding) தயாரிக்கப்படுகின்றன.

சமதள மீட்சிக் கீற்றணி (plane reflection grating) குழித்தள மீட்சிக் கீற்றணி (concave reflection grating) ஆகியனவும் பெரும்பான்மை நிறமாலைவரைவிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை கோடிடப்பட்ட முதன்மை வகையாகவோ முதன்மைக் கீற்றணியிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட உலோகப் பூச்சுடைய போலியாகவோ இருக்கும். இப்போலிகள் செயற்பாட்டிலும் உறுதியிலும் முதன்மைக் கீற்றணிக்கு ஒப்புடையனவாகவே உள்ளன.

கீற்றணித் தயாரிப்பு. பளபளப்பாக்கப்பட்ட ஆடித் தளத்தில் கூரிய வைர ஊசியைக் கொண்டு துல்லியமாகவும் சீராகவும் கோடிடக்கூடிய எந்திரத்தால் ஆழமில்லாத கீற்றுகளை உண்டாக்கி, கீற்றணி தயாரிக்கப்படுகிறது. 150nm - 1000nm வரையுள்ள அலைநீளங்களை அளக்க மீட்டருக்கு 200000 - 1200000 கீற்றுகள் வரை கீறப்படுவதுண்டு. வெற்றிட ஆவியாக்கல் மூலம் கண்ணாடிப்பரப்பில் பதிக்கப்பட்ட அலுமினிய மென்படலத்தின் மீது கீற்றுகள்

வரையப்படுகின்றன. அகச்சிவப்பு நிறமாலைக்கான கீற்றணிகள் தங்கம், வெள்ளி, செம்பு, காரீயம், வெள்ளீயம் ஆகியவற்றுள் ஒன்றாலான ஆடியில் செய்யப்படுகின்றன.

கீற்றணிகள் சரியான பிரிதிறனுடன் செயற்பட வேண்டுமாயின் அவற்றின் கீற்றுகள் நேரானவையாக வும், இணையானவையாகவும் சம இடைவெளியில் அமைந்தனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இடை வெளிகள் அளக்கப்படும் அலைநீளத்தில் பத்தில் ஒரு கூறாதல் வேண்டும். கீற்றணி இடைவெளியில் உள்ள பிழையும் கீற்றுகளின் வடிவப்பிழையும் விளிம்பு விளைவுக்கு உட்படும் ஒளியின் அலைநீளத்தில் நூறில் ஒரு கூறேயாயினும் இவற்றால் ஒளிச்சிதறலும் தவறான உருத்தோற்றங்களும் தோன்றும்.

கீற்று அமைப்பில் சம தொலைவுகளில் தொடர்ந்து ஏற்படும் குறைபாட்டால் நிறமாலையில் ஏற்படும் பிழை ரௌலண்டு மாய உருத்தோற்றம் என்றும், சம தொலைவுகளில் பிழை உடைய கீற்று களின் கூட்டுறவால் ஏற்படும் பிழை லைமன் மாய உருத்தோற்றம் என்றும், ஒழுங்கற்ற கீற்றுகளால் துணைவரிகள் தோன்றுகின்றன என்றும் கூறப்படும். இப்பிழைகள் கீற்றணியின் பிரிதிறனைப் பெரிதும் பாதிக்கும். வெவ்வேறு கீற்றுகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளி அளவு சமமில்லாததால் இலக்குப்பாங்கம் (target pattern) என்னும் குறைபாடு தோன்றுகிறது. இக்குறைபாடு (கீறும் வைர ஊசி திசைமாறுவதால்) கீற்றுகளின் வடிவ வேறுபாட்டால் ஏற்பட்டுக் குழிவுக் கீற்றணிகளுக்குட்படும்.

கீற்றணிகளில் கீற்றுகள் உள்ள அகலம் 50மி.மீ, 100 மி.மீ, 150 மி.மீ அளவுகளில் பொதுவாகக் கிடைக்கும். இவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் நிறமாலை யின் வீழ்ச்சித்தொலைவு 0.5மீ-4.5மீ வரையில் இருக்கும். பகுப்பாய்வுக்கான பெருங்கருவிகளில்பயன் படுத்தப்படும் கீற்றணிகளில் கீற்றுகள் உள்ள அகலம் 150-250 மி.மீ. வரையிருக்கும். நிறமாலை வீழ்ச்சித்தொலைவு 3-15மீ வரை இருக்கும். தற்காலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் பெரிய கீற்றணி களின் பிரிதிறன் $\frac{\lambda}{d\lambda}$. பச்சைநிறப்பகுதியில் 0.9×10^6 க்கு மிகுதியாகவும், குற்றலைப்பகுதிகளில் 1.5×10^6 க்கு மிகுதியாகவும் உள்ளன. இக்கீற்றணிகளின் பிரிதிறன் பெரும்பான்மையான குறுக்கீட்டு அளவி களின் பிரிதிறனுக்கு இணையாக உள்ளது. மேலும் இவை விரைந்து படமெடுக்க வசதியானவையாகவும், எளிதாகச் சீரமைக்கக்கூடியனவாகவும், எளிய கணக் கீடுகளைக் கொண்டனவாகவும், நிறப்பிரிகைக் குறுக் கீடு இல்லாமல் அதிக நெடுக்க அலைநீளங்களை ஒருங்கே படமாக்கத் தக்கனவாகவும் உள்ளன.

கீற்றணியின் பண்புகள். α கோணத்தில் கீற்றணி ஒளியூட்டப்படும்போது λ அலைநீளமுள்ள ஒளியை $m\lambda = d\ (\sin\alpha \pm \sin\beta)$ என்னும் சமன்பாட்டுக்குட் பட்டு β கோணத்தில் திருப்பும். இச்சமன்பாட்டில் m என்பது நிறமாலை வரிசை எண் (order of spectrum); d என்பது கீற்றணி மாறிலி; அதாவது கீற்றணியில் அடுத்தடுத்த கீற்றுகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு ஆகும். நேர், எதிர்க் குறிகள் செங்குத்துத்திசைக்கு இடப்புற வலப்புற நிறமாலை வரிசைகளைக் குறிக் கின்றன. கீற்றணியால் ஒளிப்படத்தட்டில் விழும் நிறமாலையின் நேர்கோட்டுப் பிரிகை (linear dispersion) நிறப்பிரிகைக் கோணத்தைக் கீற்றணியி லிருந்து படத்தட்டு வரை தொலைவால் பெருக்கக் கிடைக்கும். கோண நிறப்பிரிகை

$$\frac{d\beta}{d\lambda} = \frac{1}{\lambda}(\sin\alpha/\cos\beta + \tan\beta).$$

கணக்கீட்டின்படி கீற்றணியின் பிரிதிறன் MN ஆகும். இதில் N என்பது கீற்றணியில் உள்ள மொத்தக் கீற்றுகளின் எண்ணிக்கை ஆகும். M,N ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர் விகிதத் தொடர்புடையன என்பதால் கீற்றணியின் பிரிதிறன் கீற்று எண்ணிக் கையை நேரடியாகச் சார்ந்திருப்பதில்லை. கீற்ற ணியில் இருந்து வெளியேறும் கற்றையின் இரு ஓரக்கதிர்களுக்கிடையே ஏற்படும் பாதை வேறு பாடு அலைநீள எண்ணிக்கையைச் சார்ந்துள்ளது. பிரிதிறன் போலவே பிரிப்பு வரம்பு (resolving limit) என்னும் அளவும் கீற்றணியின் நுட்பத்தை அளவிடக்கூடியதாகும். கீற்றணியால் பிரித்தறியக் கூடிய மிகச்சிறிய அலைவெண் வேறுபாடே பிரிப்பு வரம்பு எனப்படும். இம்மதிப்பு மிகக்குறைந்த அலை நீளங்களைத் தவிர ஏனைய அலை நீளங்களுக்கும், கொடுக்கப்பட்ட படுகோணத்தில் மாறா மதிப்பு உடையதாக இருக்கும்.

படுகற்றையில் உள்ள ஒளி கீற்றணியில் பெறப் படும் வெவ்வேறு நிறமாலைகளில் பகிர்ந்தளிக்கப் படுவது கீற்றுகளின் ஓரங்கள் (sides of groves) உள்ள வடிவத்தையும் இடத்தையும் அமைப்பையும் கீற்றிடைவெளிக்கும் அலைநீளத்துக்குமுள்ள தொடர் பையும் பொறுத்ததாகும். $d < \lambda$ என்றிருப்பின் விளிம்பு விளைவு வெவ்வேறு நிறமாலைக்கான ஒளிப் பகிர்வைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆனால் $d > \lambda$ என்றானால் கீற்றுகளின் ஓரங்களில் ஏற்படும் ஒளி மீட்சியே ஒளிப்பகிர்வைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. கீற்று களின் ஓரங்கள் படும் ஒளியில் பெரும்பான்மையை மீட்சியுறச் செய்யுமாறு அமைப்பதால் கீற்றணியை மிகுதியாக ஒளிரச் செய்யலாம். ஈஷலட், ஈஷல் கீற்றணிகளில் கீற்றுகளின் வடிவம் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. இவற்றில் படுகற்றையின் ஒளியில் 80%ஐ ஒரு குறிப்பிட்ட நிறமாலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீள ஒளியில் சுடர்வீசச் செய்யலாம். பல சாதாரண கீற்றணிகள் சேர்ந்து சுடர்வீசுமாறு அமைக்கப்படுகின்றன.

கீற்றணி நிறமாலைக் காட்டிகள். இவை பொதுவாக ஓர் ஒளிபுகும் பிளப்பு (slit), அதினின்று வரும்

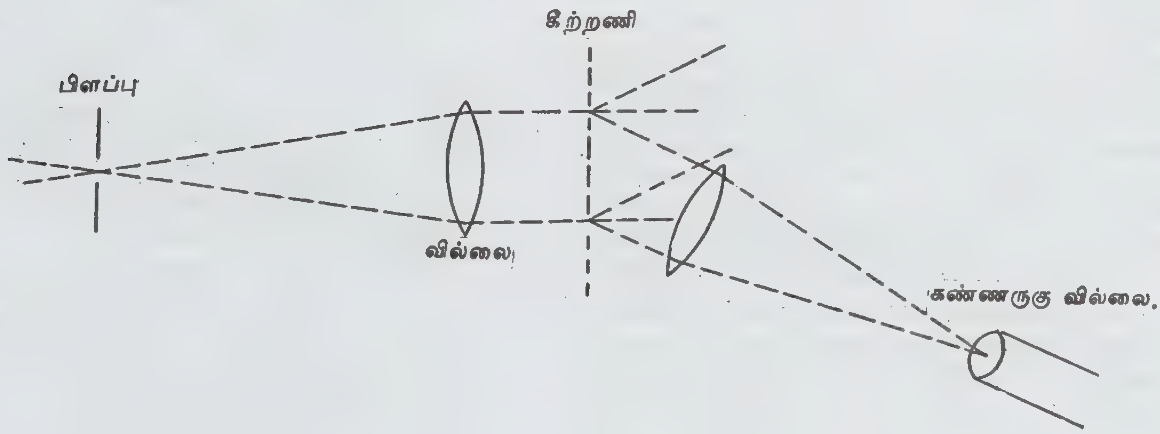
ஒளியை இணைக்கற்றையாக்க ஒரு வில்லை அல்லது ஆடி, நிறப்பிரிகை ஏற்படுத்துவதற்கான கடத்து அல்லது மீட்சிக்கீற்றணி, நிறமாலையைக் குவிக்க ஒரு வில்லை அல்லது ஆடி, பார்ப்பதற்கு ஒரு கண்ணருகுவில்லை ஆகியவற்றை உறுப்புகளாகப் பெற்றிருக்கும். தொலைநோக்கிக்கு ஈடாக ஓர் ஒளிப் படக்கருவி பொருத்தப்படுமானால் இக்கருவி ஒரு நிறமாலை வரைவி (spectrograph) ஆகும். தொலைநோக்கி அல்லது ஒளிப்படக்கருவிக்கு ஈடாக ஓர் ஒளிமின்கலமோ, ஒரு வெப்பமின்னிரட்டையோ, வேறு ஏதேனும் ஒரு கதிர்வீச்சு அறியும் பொறியோ வைக்கப்படின் அது நிறமாலை அளவி (spectrometer) ஆகும்.

ஈஷலட் கீற்றணி. இக்கீற்றணி அகச்சிவப்பு நிறமாலைக்காக வடிவமைக்கப்பட்டதாகும். இதில் கீற்றுகளின் வடிவம், அளவு ஆகியவற்றின் மொத்தக் கதிர்வீச்சு ஒரு குறுகிய கோண இடைவெளிக்குள் செறிந்திருக்குமாறு அமைக்கப்படுகிறது. கீற்றணி செய்யும்போது பயன்படுத்தப்படும் வைரஊசி ஏறத்தாழ பட்டையான பக்கங்கள் உடைய வைர ஊசியைக் கொண்டு கீற்றுகள் இடுவதாலும் விளிம்பு விளைவைச் சிறுமமாக்கத் தக்க கீற்றிடைவெளியைத் தேர்வதாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளமுடைய கதிர்வீச்சை ஒரு குறிப்பிட்ட நிறமாலை வரிசையில் செறிவுறச் செய்யலாம்.

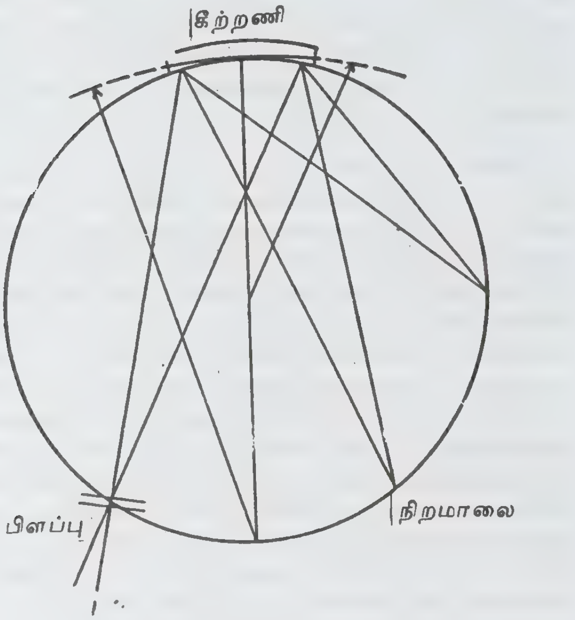
ஈஷல் கீற்றணி. மேல்நிலைக் குறுக்கீட்டைப் பயன்படுத்தி மிகுந்த நிறப்பிரிகையையும் பிரிதிறனையும் பெறுவதற்குப் படுகோணம் 45°க்கும் மேலாக இருக்கும்படி வடிவமைக்கப்பட்டவையே ஈஷல் கீற்றணிகள். ஈஷல் கீற்றணிகளின் பண்புகள் சாதாரண சமதளக் கீற்றணி, ஏறுபடியணி ஒளிமீட்சிக் குறுக்கீட்டு அளவி ஆகியவற்றின் பண்புகளுக்கு இடைப்பட்டனவாகும். குறுக்கீட்டு வரிசையெண் 100—1000 வரை பயன்படுகிறது. நிறப்பிரிகைத் தடுப்பு மூலம் ஒன்றன் மீதொன்று படியும் நிறமாலைகள் (overlapping spectra) பிரிக்கப்படுகின்றன.

குழிவு கீற்றணிகள். இது மிகுதியும் புழக்கத்திலுள்ள மீட்சிக் கீற்றணியாகும். இதைக் கொண்டு அமைக்கப்படும் நிறமாலை வரைவிகளில்பிளப்பு,ஒளிப் படக்கருவி நீங்கலாகப் பிறதுணைக்கருவிகள் தேவைப்படுவதில்லை. இக்கீற்றணி குழியாடியில் கோடுகள் கீறி அமைக்கப்பட்டிருப்பதால் படுகற்றையை இணையாக்கவும் விடுகற்றையைக் குவிக்கவும் திறன் வாய்ந்ததாக உள்ளது. கோளகக் குழியாடி அல்லது பரவளையக் குழியாடியில் நாணுக்கு இணையாக நேர்கோடுகள் சமச்சீராகக் கீறப்பட்டுள்ளன. ஒரு பிளப்பு வழியே இக்கீற்றணியில் படும் ஒளிக்கற்றை நிறப்பிரிகையுற்று ரௌலண்ட் வட்டத்தில் குவியும். கீற்றணி மையத்தில் தொட்டுக் கொண்டும் குழிவு கீற்றணியின் வளைவாரத்தை விட்டமாகக்கொண்டும் உள்ள வட்டம் ரௌலண்ட் வட்டமாகும்.

குழிவு கீற்றணியில் ஒளிவிலகலுக்கு உட்படாமல் நிறப்பிரிகை ஏற்படுவதால் இதைப் புறஊதா, கட்புலனொளி, அகச்சிவப்பு ஆகிய மூன்று பகுதிகளிலும் கீற்றுகள் விளிம்புவிளைவு ஏற்படுத்தும் எல்லை வரை பயன்படுத்தலாம். ஆனால் இதில் உருட்சிப்பிழை தவிர்க்க இயலாததாகும். எனினும் அவற்றிற்கான துணைக்கருவிகளைக் கொண்டு உருட்சிப்பிழையைக் குறைக்கலாம். இரு குழி ஆடிகளுடன் இணைந்த சமதளமீட்சிக்கீற்றணி இவ் விடர்ப்பாடுகளைக் களைகிறது.



படம் 1. ஒளிகடத்தும் கீற்றணி நிறமாலைகாட்டி

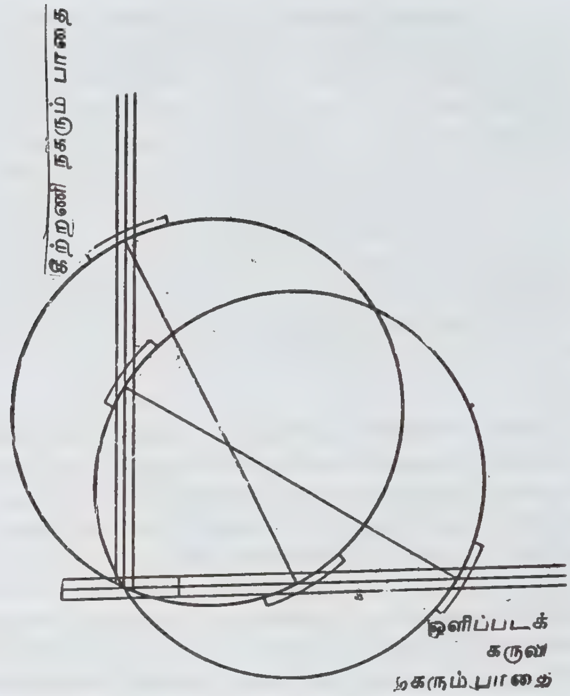


படம் 2. ரௌலண்ட் வட்டம்

கீற்றணி நிலைப்பாடுகள் (grating mountings). ஒரு குழிவுகீற்றணி நிறமாலை வரைவியில் கீற்றணி, பிளப்பு, ஒளிப்படக்கருவி ஆகியவை ரௌலண்ட் வட்டத்தில் எவ்விடத்திலேனும் இருக்கலாம். எந்த நிறமாலை வரிசையிலும் எந்த அலைநீளப் பகுதி யிலும் இவ்வமைப்பைப் படமாக்கலாம்.

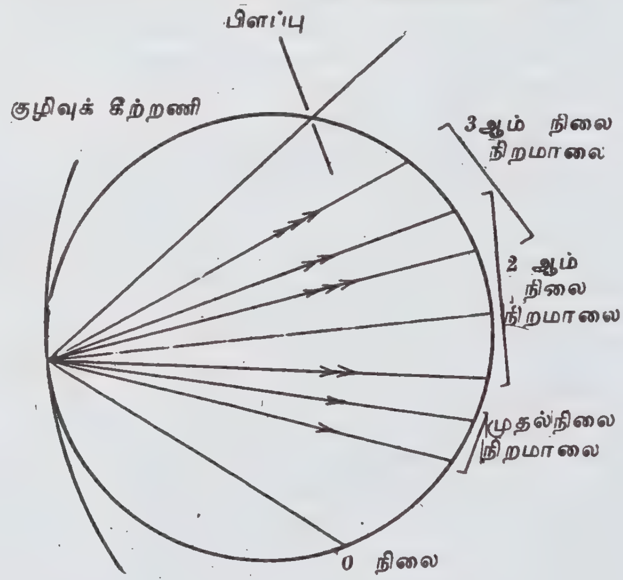
நிறமாலை வரைவிகளில் நிலையான மற்றும் இயங்கும் உறுப்புகளின் பல்வேறு நிலையிடங்களால் கீற்றணிக்குப் பல நிலைப்பாடுகள் தோன்றலாம். ரௌலண்ட் அமைப்பில் கீற்றணியும் ஒளிப்படக் கருவியும் ரௌலண்ட் வட்டத்தின் விட்டமாக அமைந்த சட்டத்தில் அதன் இருமுனைகளிலும் அமைந்திருக்கும். ஒளிப்படக் கருவியும் கீற்றணியும் பிளப்புக்குச் செங்குத்தாகத் தனித்து இயங்கும் பாதைகளில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சீரான நிறப் பிரிகைக்கும் குறிப்பிட்ட எல்லைக்கும் உட்பட்ட நிறமாலை ஒளிப்படக்கருவியில் படும் நிறமாலையின் வெவ்வேறு பகுதிகளைப் படம் பிடிக்க, கீற்றணி ஒளிப்படக்கருவி ஆகியவற்றை அதனதன் இயங்கு பாதைகளில் வேண்டுமளவு நகர்த்திக்கொள்ளலாம்.

பாஷன்-ரூஞ்ச் கீற்றணி நிலைப்பாட்டில் பிளப்பும் கீற்றணியும் நிலையாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒளிப் படத்தட்டை ரௌலண்ட் வட்டத்தில் எந்த இடத்திலும் பொருத்திக் கொள்ளலாம். நீண்ட நெருக்கமான கருவியாக அமைக்கக்கூடிய ஈகிள் நிலைப்பாட்டில் கீற்றணியை அதன் இடத்தில் சுழற்றவும் பிளப்பிலிருந்து பிளப்பு நோக்கி நகர்த்த வும் முடியும். ரௌலண்ட் வட்டத்தில் ஒளிப்படக்



படம் 3. ரௌலண்ட் நிலைப்பாடு

கருவிக்கு அருகில் பிளப்பு அமைந்திருக்கும். கீற்றணி அச்சிலிருந்து பிறழ்ந்து அமைக்கப்படுவதால் மேற்

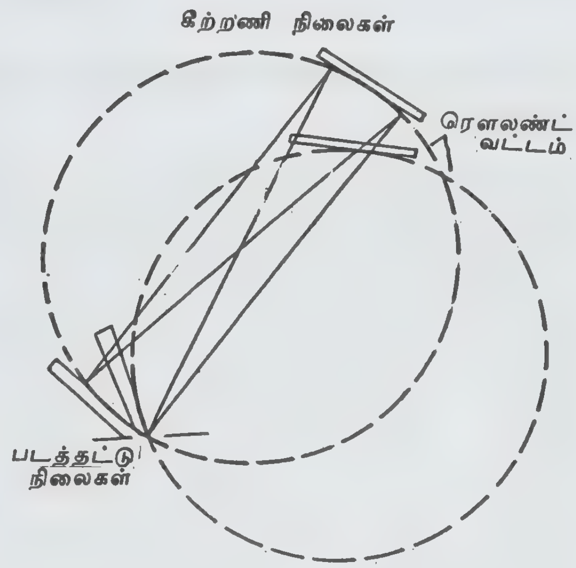


படம் 4. பாஷன் - ரூஞ்ச் நிலைப்பாடு

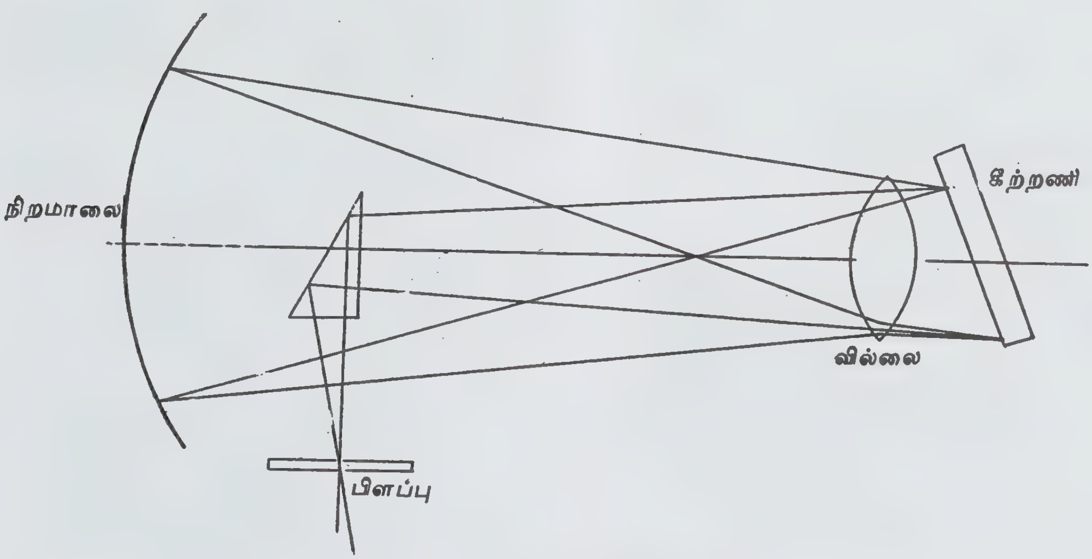
காணும் நிலைப்பாடுகள் அனைத்தும் உருட்சிப் பிழைக்கு உட்படுகின்றன. இக்குறைபாட்டால் நிற மாலை வரிகளின் கூர்மை குறிப்பிடத்தக்க அளவு குறைவதில்லையெனினும் மிகைக்கோணங்களில் கீற்றணியைப் பயன்படுத்தும்போது ஒளிவன்மையில் பெரும் இழப்பு ஏற்படும்.

வாட்ஸ்வர்த் நிலைப்பாட்டில் உருட்சிப்பிழை பெரும்பகுதி குறைக்கப்படுகிறது. இதில் குழியாடியின் முக்கிய குவியத்தில் பிளப்பு இருக்குமாறு அமைக்கப் படுகிறது. இதனால் கீற்றணியில் படும் கற்றை இணைகற்றையாக இருக்கும். கீற்றணியை 40° வரை வேண்டும் கோணத்தில் ஒளியூட்டலாம். வழக்கமான தொலைவில் பாதி அளவிலேயே வைக்கப்படும் ஒளிப் படத்தட்டில் நிறமாலை குவிக்கப்படுகிறது. இதனால் வழக்கமான நிறப்பிரிகை பாதியாக்கப்பட்டு நிற மாலை வரைவியின் வேகம் நான்கு மடங்காக்கப் படுகிறது. மேலும் உருட்சிப்பிழை குறைவால் நிற மாலை வரைவியின் வேகம் பன்மடங்கு மிகுதி யாகிறது.

தற்காலத்தில் பேரளவில் கிடைக்கும் நிறமாலை வரைவிகள், கையடக்கமாக இருக்கவேண்டுமென்று ஈகிள் நிலைப்பாட்டிலோ வாட்ஸ்வர்த் நிலைப்பாட் டிலோ அமைக்கப்படுகின்றன. ஈகிள் நிலைப்பாட்டில் நிறமாலையில் ஒரு பகுதியையே ஒரு நேரத்தில் பட மெடுக்க முடியும்; வாட்ஸ்வர்த் நிலைப்பாட்டில் ஒரு நேரத்தில் மிகுதியான நிறமாலை வரிகளைப் பதிவு செய்ய முடியும். ஆனால் நிலைப்பாட்டிலுள்ள நிற மாலை வரைவி மிகவும் கனமாகவும் அதிக மதிப்பு m.λ-இல் பயன்படுத்த இயலாததாகவும் இருக்கும். ஈஷல் கீற்றணியில் குறிப்பிட்ட நிறப்பிரிகையைக் கொண்டோ, நிறமாலை வரிசைகளைத் தனிமைப் படுத்தும் பிற கருவிகள் கொண்டோ ஒரே படப் பிடிப்பில் முழு நிறமாலையையும் பதிவு செய்ய முடியும்.



படம் 5. ஈகிள் நிலைப்பாடு



படம் 6. லிட்ரோவ் நிலைப்பாடு

சமதள மீட்சிக் கீற்றணிகள் பொதுவாக லிட்ரோவ் நிலைப்பாட்டில் பயன்படுகின்றன. இதில் ஒரே வில்லை இணையாக்கவும் குவிக்கவும் பயன்படும். ஈபர்ட் நிலைப்பாட்டில் இச்செயல்களுக்கு இரு குழி ஆடிகள் உதவுகின்றன. காண்க. விளிம்பு விளைவு.

- சு. திருஞானம்

கீற்றுத் தேமல்

பயிர்களில் கீற்றுத் தேமல் (streak mosaic) என்ற நோய் நச்சுயிரியால் (virus) தோன்றுகிறது. இந்நோய் கேழ்வரகுப் பயிரில் பொதுவாகக் காணப்படுகிறது.

அறிகுறிகள். கீற்றுத் தேமல் நச்சுயிரி நோய், கீற்று நச்சுயிரி, நெளிவு கீற்று நச்சுயிரி (mottle-streak virus) என்றும் பெயர் பெறும். இந்நோயால் இலைகளில் வெளுத்த கோடுகள் (streak) ஏற்படுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட இலைகளில் நெளிவும் தென்படும். முனைப்பாகத் தாக்கமுற்ற இலைகள் முழுதும் மஞ்சள் நிறத்தில் வெளுத்துக் காணப்படும்.

இந்நச்சுயிரி நோய் சிகாடுலினா பைபங்டெல்லா (*Cicadulina bipunctella*). சிகாடுலினா சினாய் (*Cicadulina chinai*) ஆகிய தத்துப் பூச்சிகளால் பரவுகிறது. இந்நச்சுயிரியைத் தொற்றிக் கொள்ளத் தத்துப்பூச்சி நோய்கண்ட செடிகளுடன் 12 மணி நேரம் தொடர்பு கொள்ள வேண்டும். நோயைத் தொற்றிக் கொண்டபின் நச்சுயிரியின் உள்வளர் காலம் (incubation period) எட்டு நாளாகும். எனவே எட்டு நாளுக்குப் பின்பே தத்துப்பூச்சிகள் இந்நச்சுயிரியைப் பிற செடிகளுக்குப் பரப்பும் திறனைப் பெறுகின்றன. அதன்பின் 12 மணி நேரம் நோயால் பாதிக்கப்பட்டிராத கேழ்வரகுச் செடிகளில் தத்துப் பூச்சிகள் தொடர்பு கொண்டால் அச்செடிகளிலும் நோய் பரவி 9-30 நாளில் அறிகுறிகள் வெளிப்படுகின்றன.

கட்டுப்பாடு. நோய் கண்ட செடிகளை உடனுக்குடன் களைந்து அழித்துவிட வேண்டும். நாற்றுப் பருவத்திலும் நட்ட பயிரிலும் மோனோகுரோட்டோபாஸ் அல்லது பாஸ்ஃபாமிடான் என்னும் பூச்சிக்கொல்லியை 0.05% அடர்வில் தெளித்து நோய் பரப்பும் தத்துப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

கீறல்

அறுவை மருத்துவம் தொடங்குவதில் முதல் படி கீறல் (scratch) ஆகும். கீறி விடாமல் அறுவை செய்ய முடியாது. அறுவை செய்யப்பட வேண்டிய உறுப்பு, மிகவும் தெளிவாக, அறுவையாளருக்குத் தெரியும் வகையில், கீறல், அழகாகவும், நுட்பமாகவும் இருக்க வேண்டும். இதன் பின் ஏற்படும் தழும்பு அல்லது வடு, நோயாளிக்கு அருவெறுப்பாக இருக்கக் கூடாது. சில போது, கீறலுக்குப் பின் தழும்பு, வெளியில் தெரியவே தெரியாது. உடலில் காணப்படும் கோடுகளும், சுருக்கங்களும் தோலில் உள்ள கோடுகளுக்கு இணையாக இருந்து, அவற்றின் மேல் கீறல்கள் போடப்படும்.

அறுவையாளரின் பட்டறிவைப் பொறுத்தும் அறுவையின் தன்மையைப் பொறுத்தும் கீறல் கோடுகள் அமைகின்றன. கீறல் சிலபோது குறுக்காக இருக்கும். சிலபோது செங்குத்தாகவே இருக்கலாம். செங்குத்தான கீறல் போதுமானதாக இல்லாமல் இருந்தால் கீறலை "S" வடிவமாகவோ "ட" வடிவமாகவோ, "Z" வடிவமாகவோ உண்டாக்கலாம்.

- மு. கி. பழனியப்பன்

கு

குக்குலி ஃபார்மிஸ்

இது பறவைகள் வரிசையில் குக்கூஸ் (குடியேறு குயிலினம்) (Cuculidae), டுராகஸ் (Turacos) எனும் இரு தனிப்பட்ட குடும்பத்தைக்கொண்டது. அண்ட்டார்க்டிக்கா மற்றும் சில கடல் தீவுகளைத் தவிர உலக முழுதும் ஏறக்குறைய 127 குக்கூஸ் குயிலினம் காணப்படுகிறது. இருபது மிசோஃபெஜிட் இனம் ஆஃபிரிக்க மித வெப்ப மண்டலத்தில் மட்டும் காணப்படுகிறது. கிழக்கு மற்றும் மேற்குப் பகுதி மரங்களில் வசிப்பவை, தென் மேற்கு ஐக்கிய நாடுகளின் நிலத்தில் வசிப்பவை, மெக்ஸிகோ ஆஃபிரிக்க ஆஸ்திரேலிய நிலப்பகுதியில் வசிக்கும் கோகல்ஸ் (coucals) போன்றவை இதில் அடங்கும்.

மிகச்சிறிய மரகதம் போன்ற பச்சை நிறமுடைய குக்கூஸ் (Chrypococcyx) 15 செ.மீ. நீளமே உடையது. நிலத்தில் வாழும் குக்கூஸ் (Carpococcyx), கோகல்ஸ் ஆகியவை 3 அடி நீளம் உள்ளன. இந்த மெல்லிய உடலமைப்பைக் கொண்ட பறவைகள் நீண்ட அழகிய இறக்கைகளையும் மிக நீளமான வாலையும் உடையவை. இவற்றின் முள் போன்ற அலகு மெல்லியதாகக் கீழ்நோக்கி வளைந்து காணப்படும். இருப்பினும் நிலத்தில் வாழும் குக்கூஸ் கோகல்ஸ் ஆகியவற்றில் அலகு மிகவும் தடித்து வலிமை மிக்கதாக உள்ளது.

எனிஸ் (Anis crotophaga) எனும் வகையைச் சேர்ந்த பறவையின் அலகு தடித்தும் பக்கவாட்டில் இறுகியும் உள்ளது. நிலத்தில் திரியும் குக்கூஸ் தவிர ஏனையவை குள்ளமான அழகிய கால்களை உடையன. அனைத்துக் குயிலினப் பறவைகளும் சைகோடாக்டைலஸ் (zygodactylus) கால்களின் வேறுபட்ட பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. பெரும்பாலான இனங்கள் சாம்பல் மற்றும் பழுப்பு நிறமாகக் காணப்படுகின்றன, ஆனால் சிலவகைக் குயில்கள் ஒளி பொருந்திய பச்சை, ஊதா, மஞ்சள் நிறத்தில் பொலிவுடன் தோற்றமளிக்கின்றன.

1. குயில் (ஆண்பறவை)

2. தாமரைத் கோழி

மிசோஃபெஜிட் நீண்ட அழகிய பறவையாகும். டுராகஸ் குட்டையான வட்டமான இறக்கைகளையும், மிக நீண்ட வாலையும் உடையது. வால் நுனி விரிந்து காணப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக இது நீண்ட கால்களையும், உறுதியான குட்டையான, கீழ்நோக்கி வளைந்த அலகமைப்பையும் உடையது. பொதுவாக, காடுகளிலுள்ள குயில்கள் ஒளிர் பச்சை, ஊதா நிறத்தைக் கொண்டுள்ளன. மிசோஃபெஜிகா, டுராகோ இவற்றின் இறகுகளில் அரிய இரு நிறமிகள் காணப்படுகின்றன. அதாவது இதில் டுராசின் (Turacin) காப்பர் ஆகியவை உள்ளன. டியுராகோவெர்டினில் பச்சை வண்ண நிறமி உள்ளது. ஏறக்குறைய அனைத்து டுராகஸ் இனக் குயில்கள் தலையின் மேற்பகுதியில் இறகுகளாலான பெரிய கொண்டையை உடையன.

பெரும்பாலான குயில்கள் காட்டுப்பறவைகளாகும். ஆனால் சில வகைகள் வேறுபட்ட சூழலில் வசித்து வருகின்றன. குயிலினத்தைச் சேர்ந்த குகுலஸ் (cuculus) என்னும் பேரினம் மரங்களடர்ந்த நிலப் பகுதியில் வாழும். கியுராஸ் (guiras) எனும் வகை தென் அமெரிக்காவிலுள்ள மரங்களில்லாத புல்வெளிப் பகுதிகளில் வசிக்கிறது. கிளமேடர் (clamator), கிரைசோகாக்ஸிக்ஸ் (chryosococcyx) ஆகிய இனங்கள் மரங்களுள்ள பகுதியில் காணப்படுகின்றன. வெப்ப மண்டலக்குயில்கள் இடம் பெயர்ந்து செல்லும். சில இனங்கள் ஒவ்வொரு திசையிலும் 3200 கி.மீ வரை பயணம் மேற்கொள்ளும்.

ஏறக்குறைய, குயில்கள் முற்றிலும் ஊனுண்ணிகளாகும். ஒருசில இனங்கள் மட்டும் மயிரடர்ந்த கம்பளிப் பூச்சிகளை உண்ணுகின்றன. மடகாஸ்கரிலுள்ள கோவஸ் (couas) குயில்கள் மட்டுமே பழங்களைத் தின்கின்றன. ஏறக்குறைய டுராகஸ் இனம் முழுமையும் பழங்களையும், பெர்ரி என்னும் பழவகைகளையும் உண்ணும். இருப்பினும் இவை சில பூச்சிகளையும் உண்ணுகின்றன.

எனிஸ், கியுரா தவிர ஏனைய குயிலினங்கள் கூச்ச உணர்வும், தனிமையை விரும்பும் பண்பும் கொண்டவையாகும். பெரும்பாலான டுராகஸ் இனக் குயில்கள் பேரொலி எழுப்பி ஒரே கூட்டமாகச் செல்லும் இயல்புடையன. இவை தம் எதிரிகளைக் கூர்ந்து நோக்கும்போது கொடூரமான இனிமையற்ற ஒலியை உண்டாக்கும். டுராகோ இனக் குயில்கள் நல்ல குரல் வளம் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் ஒலி பார்ப்பவர்களை அழைப்பதுபோல் இருக்கும். பல் வகையான அழைப்புகளில் எச்சரிக்கைக் குறிப்புகளும் இனிய பாடல்களும் அடங்கும். இவ்வினிய ஒலிகளை ஆண் குயில்கள் மட்டுமே எழுப்புகின்றன.

ஏறக்குறைய 50 இனங்கள் பரிமாற்ற முறையில் (பிற பறவைகளின் கூட்டில் தம் முட்டைகளை இடுதல்) முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிப்பவையாக உள்ளமையால் இக்குயில்களின் இனப்பெருக்க முறை கவனத்தை கவரும் விதத்தில் உள்ளது. அவை வேற்றினப் பறவைகளின் கூடுகளில் தங்கள் முட்டைகளை இடுகின்றன. அப்பறவைகள் அடைகாத்து இளம் குயில் குஞ்சுகளை உண்டாக்குகின்றன. குகுலினே என்னும் துணைக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இனத்திலும், நியோமார்பினே என்னும் இனத்திலும் பரிமாற்ற முறையில் இனப்பெருக்கம் காணப்படுகிறது. தவிர, பிற குயில் இனங்களும், அனைத்து டுராகஸ் இனத்தைச் சேர்ந்த குயில்களும் வழக்கமான முறையில் குஞ்சுகளைப் பேணிக் காக்கின்றன.

டுராகஸ் இனம் மரங்களின் உயரத்தில் கூட்டை அமைத்துக் கொள்ளும். இவற்றின் அடைகாக்கும் காலம் 16-18 நாள்களாகும். பிறகு இளம் குஞ்சுகளைப் பொரிக்கும். தாய்க்குயில் பழங்களை அக் குஞ்சுகளுக்கு ஊட்டும். இறக்கை முளைக்க ஆறு வாரங்களாகும். பரிமாற்ற (குடியேறும்) வகையைச் சார்ந்த பெண்குயில் தன்னுடைய பொருத்தமான பகுதிக்குள்ளேயே பிற பறவை இனக் கூடுகளைக் கண்டுபிடித்து வழக்கமாக அக்கூடுகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு முட்டைவீதம் இட்டுச் செல்லும். இப்பெண் குயில் பிற பறவை முட்டையிடும் வரை காத்திருக்கும். முட்டையிடும் சில குயில்கள் பிற பறவைகளின் முட்டைகளைப் போலவே இடும்.

எடுத்துக்காட்டாக, குறிப்பிட்ட ஓம்புயிரி இனங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் திறனுள்ள குயில் அந்த ஓம்புயிரியின் முட்டைகளை ஒத்திருக்குமேயானால் மிகுந்த நன்மைகளைப் பெறுகிறது. சிறப்பியல்பு மிக்க ஓட்டின் அமைப்பு, பெண்குயிலின் குறிப்பிடத்தக்க தன்மையாக அமையும். இது ஆண் குயிலால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. முட்டையிலிருந்து குஞ்சு வெளி வந்தவுடன், கண்கள் மூடியே இருக்கும். பரிமாற்ற வகையைச் சேர்ந்த இளம் குயில்கள் பிற முட்டைகளையும் வேற்றுப் பொருள்களையும் சிறிது சிறிதாக வெளியில் தள்ளிவிட்டுக் கூட்டை முழுதும் ஆக்கிரமித்துக் கொண்டு ஊட்டி வளர்க்கும். கூட்டுப் பறவை எடுத்துவரும் உணவை உண்டு வளரும். இத்தகவமைவு ஏனைய பரிமாற்ற வழக்கமுடைய குயில்களிடத்தில் காணப்படுவதில்லை. எடுத்துக் காட்டாக, தலையில் கொண்டையுள்ள குயிலினத்தில் இவ்வழக்கம் குறைந்து காணப்படுகிறது.

கோகிலம் (indian koel). இக்குயில்கள் இந்தியா, இலங்கை முழுதும் பரவி உள்ளன. இவை அடர்ந்த காடு, மாந்தோப்பு, சோலை ஆகிய இடங்களில் வசிக்கும். ஆண் பறவையின் உடல் முழுதும் பளபளக்கும் கரிய நிறமிருக்கும். பெண் பறவையின் உடலின் மேற்பரப்பு ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறம் கொண்டும் வெண்புள்ளிகள் நிறைந்தும் காணப்படும். சிறு புழு பூச்சிகள், நத்தை, சிறு பறவைகளின் கூடுகளில் திருடிய முட்டைகள் ஆகியவை இவற்றின் உணவாகும். ஆண் பறவைகள் இனிய குரல் எழுப்பும் வழக்க

முடையன. மார்ச்-மே மாதம் வரை இனப்பெருக்கத்தில் ஈடுபடுகின்றன.

இந்தியக் குயில்கள் தவிர ஆசியக் குயில் வகை என்னும் ஒருவகைக் குயிலும் உண்டு. இவை இள வேனிற் காலத்தில் நீலகிரி மலைப்பகுதிக்கு வரும் பறவை இனமாகும். இவற்றிற்கு வலசை போகும் (migration) பழக்கமுண்டு. தலையில் கொண்டை இல்லை.

கரிச்சான் குயில் (Indian Dranco cuckoo). இக் குயில் அளவிலும் தோற்றத்திலும் கரிச்சான்களைப் போன்றிருக்கும். வாலும் கரிச்சானைப் போல் பிளவு பட்டிருக்கும். இவை தென்னிந்திய மலைக் காடுகளில் காணப்படுகின்றன.

- அ. அரங்கநாதன்
- கு. சம்பத்

குக்குறுவான்

இது பிசிபார்மீஸ் வரிசையில் கேபிட்டொனிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. மரங்கொத்திகளைப் போல உறுதியான தடித்த அலகுகள் கொண்ட இதன் அலகடியிலிருந்து நீண்ட முள்மயிர் வளர்ந்திருக்கும். மரங்களைக் குடைந்து கூடமைத்து முட்டையிடும். இலைதழைகளுக்கிடையே மறைந்து திரிய உதவும் பச்சை நிற உடலையும், முகத்திலும் கழுத்திலும் உணவாகக் கொள்ளும் பழங்களின் சிவப்பு நிறத்தை ஒத்த திட்டுகளையும் இது கொண்டுள்ளது. வெப்ப மண்டலக் காடுகளைச் சார்ந்து உலகெங்கும் காணப்படும் இவற்றுள் 72 இனங்கள் உள்ளன. ஆஸ்திரேலியாவில் இவை காணப்படுவதில்லை. ஆஃப்ரிக்காவில் காணப்படும் குக்குறுவான்களில் சில தலைக் கொண்டையுடையவை.

பச்சைக் குக்குறுவான் (*Megalaima zeylanica*). இது உருவில் மைனாவைவிடச் சற்றுப் பெரியது. இதன் தலை, கழுத்து, மேல் முதுகு, முன் மார்பு ஆகியன வெள்ளைக் கோடுகளோடு கூடிய பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். கீழ்மார்பும் வயிறும் வெளிர் பச்சை நிறமாகவும் வாலின் அடிப்பக்கம் நீலநிறமாகவும் இருக்கும். கண்களைச் சுற்றி அமைந்த ஆரஞ்சு நிறத்திட்டு, அலகின் அடிப்பகுதி வரை நீண்டு செல்லும். தென்னிந்தியாவில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை சார்ந்த பகுதிகளில் உள்ள காடுகளிலேயே இதைப் பெரும்பாலும் காணலாம். மைனா, பச்சைப் புறா, கொண்டைக்குருவி முதலிய பறவைகளுடன் சேர்ந்து மரக்கிளைகளில் உயரே இரை தேடித் திரியும் இது ஆல், அத்தி முதலிய மரங்கள் பழுக்கும் சமயத்தில் ஒருங்கு திரண்டு பழங்களைத் தின்னும்.

பழங்களோடு மலரிதழ்கள், மலரின் தேன், சில சிறு பூச்சிகள் ஆகியவற்றையும் உணவாகக் கொள்ளும். கோடைக் காலம் தொடங்கியவுடன் உரத்த குரலில் 'குட்ரூக்...குட்ரூக்' என நாள் முழுதும் இடைவிடாது கத்தியவாறு இருக்கும். மார்ச் முதல் ஜூன் முடிய உள்ள காலத்தில் உளுத்துப் போன மரக்கிளைகளைக் குடைந்து கூடமைத்து மூன்று முட்டைகளிடும். கூடமைப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் ஆணும் பெண்ணும் பங்கு பெறுகின்றன.

சின்னப் பச்சைக் குக்குறுவான் (*Megalaima viridis*). உருவில் முன்னதைவிடச் சற்றுச் சிறியது, கன்னக் கதுப்பைச் சார்ந்து செல்லும் வெள்ளைக் கோட்டைக் கொண்டு எளிதில் முன்னதிலிருந்து இதை வேறுபடுத்தி அறியலாம். இதன் கண்களைச் சுற்றி உள்ள திட்டு ஆரஞ்சு நிறமாக இல்லாமல் கரும் பழுப்பாகவும் அளவில் சிறியதாகவும் இருக்கும். கிழக்கு, மேற்கு மலைத் தொடர்ச்சிகள் சார்ந்த காடுகளில் பசுமை மாறாக் காடுகளில் இதைக் காணலாம். அப்பகுதிகளை அடுத்த நகரின் பூங்காக்களிலும் ஊர்ப்புறத்தோப்புகளிலும் திரிவதுண்டு. பழக்க வழக்கங்களும் இனப்பெருக்கமும் பச்சைக் குக்குறுவானை ஒத்திருக்கும்.

செந்தொண்டைக் குக்குறுவான் (*Megalaima rulricapilla*). சிட்டுக் குருவியைவிட உருவில் சற்றுப் பெரிய வெளிர் பச்சை நிற உடலைக் கொண்ட இதன் முகவாய், தொண்டை, முன்கழுத்து, முன் மார்பு ஆகியன மிளகாய்ப் பழச் சிவப்பாக இருக்கும். மார்பின் சிவப்பினிடையே கருங்கோடுகளைக் காணலாம். மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை சார்ந்த காடுகளில் மட்டும் காணப்படும் இதன் பழக்க வழக்கங்கள் சமவெளி எங்கும் வாழும் சிவப்பு மார்புக் குக்குறுவானின் பழக்க வழக்கங்களை ஒத்திருக்கும்.

சிவப்பு மார்புக் குக்குறுவான் (*Megalaima haemacephala*). செம்புக் கொட்டி, தட்டாரக் குருவி, சின்னக் குக்குறுவான் எனப் பெயர் பெறும் இதுவே தென் நாட்டில் எங்கும் பரவலாகக் காணப்படும் குக்குறுவான். சிட்டுக்குருவி அளவினதான வெளிர்பச்சை நிற உடல் கொண்ட இது மஞ்சள் நிறத்தொண்டையும் மிளகாய்ப் பழச் சிவப்பு நிற மார்பும் அதே நிறமுடைய முன் நெற்றியும் கொண்டது. மார்பும் வயிறும் பசுங்கோடுகளோடு கூடிய வெளிர்மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். சாலையோர மரங்கள், தோப்புகள், வீட்டுத் தோட்டங்கள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்து திரியக் காணலாம்.

இவை மழைமிகுந்த பசுங்காடுகளில் நுழைவதில்லை. பிற குக்குறுவான்களைப் போல மரக்கிளைகளிடையே பழங்களைத் தேடி உணவாகக் கொண்டு திரியும். தனித்தும் இணையாகவும் சிறு குழுவாகவும் இரை தேடும் இவை ஆல், அத்தி மரங்கள் பழுக்கும் போது பெருங்குழுவாகத் திரளும். குளிர்காலத்தில் அமைதியாக இருக்கும் இவை கோடை தொடங்கியவுடன் பகல் முழுதும் 'டுங் . . டுங் . . டுங். .' எனக் குரல் கொடுப்பதால் இவற்றைத் தட்டாரக் குருவி, செம்புக் கொட்டி என்கின்றனர். ஒரு மணித் துளிக்கு 120 வரை இவ்வாறு குரல் கொடுப்பதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இடைவிடாது 200 முறை குரல் கொடுத்ததாகவும் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

முதலில் மெல்லிய குரலில் கத்தத் தொடங்கும் இப்பறவை பின் உரத்த குரலில் கத்தும். ஒவ்வொரு கத்தலின்போதும் இதன் தொண்டையின் பக்கங்கள் ரப்பர் போல உப்பக் காணலாம். கத்தும்போது வாலை அசைப்பதோடு தலையையும் பக்கவாட்டில் அசைக்கும். ஜனவரி-மே முடிய உள்ள பருவத்தில் எளிதில் குடையக்கூடிய மென்மரத்தின் கிளைகளைக் குடைந்து 2-4 வரை பளபளப்பான வெள்ளை நிற முட்டைகளிடும். ஆணும் பெண்ணும் முட்டைகளை அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் பங்கு பெறுகின்றன.

இவை தவிர இமயமலை சார்ந்த காடுகளில் காக்கை அளவினதான உருவில் பெரிய குக்குறுவான்களும் (*Megalaima Virens*) பல வண்ணத்திட்டுகளை முகத்தில் பெற்றுள்ள சிறிய குக்குறுவான்களும் (*Megalaima anatralis*) காணப்படுகின்றன.

- க. ரத்னம்

குக் நீர்ச்சந்தி

நியூசிலாந்து வடக்குத் தீவுகளையும், தெற்குத் தீவுகளையும் பிரிக்கும் இது டாஸ்மன் கடலிலிருந்து தெற்குப் பசிபிக் பெருங்கடல் வரை பரவியுள்ளது. மிகவும் குறுகலான பகுதியில் இதன் அகலம் 23 கி.மீ. ஆகும். இதன் சராசரி அகலம் 128 மீட்டர். இரு. கரைகளிலும் உயர்ந்த மலைச்சிகரங்கள் உள்ளன, தென் தீவுப் பகுதியில் வளைகுடா ஆழமாக உள்ளது. இதில் எப்போதும் நிலவும் மிக வேகமான நீரோட்டத்தாலும் கடல் புயல்களாலும் கப்பலோ, படகோ செலுத்த முடியாது. எனவே வடக்குத் தீவில் உள்ள வெலிங்டனிலிருந்து தெற்குத் தீவுகளிலுள்ள பிளென்ஹ௦ம் என்னும் ஊருக்குப் புகைவண்டி அல்லது விமானம் மூலமாகத்தான் செல்ல முடியும். நீர்ச்சந்தியின் அடித்தரையில் தொலைத் தொடர்புக் கம்பிகளும், மின் கம்பிகளும் உள்ளன.

1642 இல் ஏபெக் டாஸ்மன் என்னும் மாலுமி குக் நீர்ச்சந்தியின் மேற்குப் பகுதியை வளைகுடா என்று எண்ணி நுழைந்தார். ஆனால் இது ஓர் இயற்கை நீர்ச்சந்தி என்று கேப்டன் ஜேம்ஸ் குக் என்பரால் 1770 இல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

- கே. கே. அருணாசலம்

குக், ஜேம்ஸ்

இவர் 1782 இல் ஸ்காட்லாந்தில் உள்ள ஓர் எளிய விவசாயக் குடும்பத்தில் பிறந்தார். தம் 18 ஆம் வயதில் ஜான்வாக்கர் என்பாரிடம் கப்பல் உதவியாளராகச் சேர்ந்து திறமையுடன் பணிபுரிந்தார். விட்பி (whitby) கடற்கரைப் பகுதியில் கப்பல்களை நிறுத்தி மறு இணைப்புச் (refitting) செய்யும் நாள்களில் நன்கு கணிதம் பயின்றார். ஓதம் மிகுந்த வடகடல், இவருக்குச் சிறந்த பயிற்சிக் களமாக அமைந்தது.

1752 இல் கப்பல் துறையில் பதவி உயர்வு பெற்று 1755 இல் கப்பல் தலைவராகப் பொறுப்பேற்றார். தலைமைப் பொறுப்புடன் நிறைவடையாமல் ராயல் கடற்படையில் அலுவலராகவும் சேர்ந்தார். தம் கவர்ச்சியான தோற்றத்தாலும், செயல் திறனாலும், சக அலுவலர்களுடன் பழகும் தன்மையாலும் மேலும் பதவி உயர்வு பெற்று 29 ஆம் வயதில் பெம்புரோக் (H. M. S. pombroke) எனும் கப்பலுக்குத் தலைவ

ராக விளங்கினார். 1756-1763 இல் இங்கிலாந்துக்கும் பிரான்சுக்கும் போர் நடந்த காலத்தில் பிஸ்கே விரிகுடாவில் பிடிக்கப்பட்ட கப்பல் ஒன்றில் கியூபெக் (Quebec) நீருக்கடியில் நடத்திய தாக்குதலை வெற்றிகரமாக முறியடித்தார்.

1766 இல் லண்டனில் உள்ள ராயல் சொசைட்டி (Royal society) எனும் நிறுவனத்திற்குச் சூரிய கிரகணம் குறித்துக் கண்டறிந்த விவரங்களை அனுப்பி வைத்தார். இச்செயல் குக்கைத் திறமையுடையவராக உயர்த்தியது. 1768 இல் ராயல் சொசைட்டி கப்பல் துறையின் உதவியுடன் பசிபிக் கடலுக்கு முதல் அறிவியல் தொடர்புடைய இயக்கத்தை நிறுவியது. நாற்பது வயதேயான ஜேம்ஸ் குக் இவ்வியக்கத்துக்குத் தலைவராகப் பணியமர்த்தப்பட்டார். இவர் ராயல் சொசைட்டியில் பணிபுரியும் அலுவலர்களுக்கும், உதவியாளர்களுக்கும் தம் ஆணைகளை அனுப்பி வீனஸ் கிரகம் சூரியனைக் கடக்கும் தன்மையைக் கவனித்து ஆராயச் செய்தார்.

1769 ஜூன் 3 ஆம் நாளன்று இவ்வாராய்ச்சி முடிக்கப்பட்டது. இதன் விளைவாக இவர் டெர்ரா ஆஸ்ட்ராலிஸ் எனப்படும் தெற்குக் கண்டத்தைக் கண்டுபிடித்தார். இவர், தம் முதல் பயணத்தில் மாலுமி நூலையும் வட்டக்கோணக் கருவியையுமே எடுத்துச் சென்றார். இவர் கடினமான பயணம் மேற்கொண்டு 1770 ஏப்ரல் 19 ஆம் நாள் மேற்கு டால்மன் கடலின் குறுக்கே கடந்து ஆஸ்திரேலியாவின் தென்கிழக்குக் கடற்கரைக்கு வந்தார். கிழக்குக் கடற்கரை வழியே 3500 கி.மீ. வடக்கே வெற்றிகரமாகக் கப்பலைச் செலுத்திக் குயின்ஸ்லாந்து (Queensland's)

பெருந்தடைப் பவழப்பாறைகளைக் (coral reef) கண்டுபிடித்தார்.

தம் கப்பலைக் குயின்ஸ்லாந்து அருகில் கடற்கரை ஓரத்தில் நிறுத்திப் பழுது பார்த்தார். மீண்டும் இங்கிலாந்துக்குப் பயணமானார். இவர் கப்பல்தலைவராகப் பதவி உயர்வு பெற்ற உடனேயே மற்றொரு கடல் பயணத்திற்கு ஏற்பாடு செய்தார். புகழ்பெற்ற கடல் அறிவியலாரின் பயன்மிக்க கண்டுபிடிப்புகள் இவரின் ஆர்வத்தைத் தூண்டின. இது புதிய நிலப்பகுதிகளைக் கண்டுபிடிப்பது மட்டுமன்றி ஏனைய அறிவியல் தொடர்பான பாடங்களிலும் புதிய அறிவை வளர்க்க உதவியது. இவரின் துணிவுமிக்க கடற்பயணத்தின் போது அறிவியல் முறையில் தொகுக்கப்பட்ட பொருள்கள் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தவையாகும்.

1772-1775 இல் ஜேம்ஸ் குக் மீண்டும் விட்பி கப்பலுடன் மிகச்சிறந்த கடல் பயணத்தை மேற்கொண்டார். உண்மையான ஆஸ்ட்ராலிஸ் என்பது ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்து, பனி உறைந்த அண்டார்க்ட்டிக்கா நிலப்பகுதிகளில் மட்டுமே அமைந்துள்ளது எனக் காட்டினார்.

இங்கிலாந்துக்குத் திரும்பியபின் இவர் கப்பல் தலைமைத் தளபதியாகப் பொறுப்பேற்றார். இறுதியாக லண்டன் ராயல் சொசைட்டியின் உறுப்பினராகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டார். ஸ்கர்வி (scurvy) எனும் நோய் குறித்து மேற்கொண்ட ஆராய்ச்சிக்காக இவருக்கு, கப்லி (copley) தங்கமெடல் விருது வழங்கப்பட்டது.

கடல் பயண ஆராய்ச்சி மேற்கொண்ட மனிதர் என்னுமளவில் குக் மீண்டும் ஜூலை 1776 இல் விட்பி கப்பலின் துணை கொண்டு ஆராய்ச்சிக்காகக் கடல் பயணம் மேற்கொண்டார்.

குக்கின் கடல் பயணத்துடன் அவர் குடும்ப வாழ்க்கையை ஒப்பிடும்போது இல்வாழ்வில் குறைந்த காலமே அவர் செலவிட்டுள்ளார் என்பது புலனாகிறது. இவர் 1762 இல் எலிசபெத் பாட்ஸ் (Elizabeth batts) எனும் பெண்ணைத் திருமணம் செய்து கொண்டார். தம் வாழ்க்கையின் பாதி நாள்களைக் கடலிலேயே கழித்தார். ஜேம்ஸ் குக், எலிசபெத் பாட்ஸ் தம்பதிக்குக் குழந்தைகள் அறுவர் பிறந்தனர். இவர்களில் மூவர் இளமைப்பருவத்திலேயே இறந்துவிட்டனர். எஞ்சிய மூவரும் 1794 இல் மரணமடைந்தனர்.

- அ. அரங்கநாதன்

குகர்பிடேசி

பூசணிக் குடும்பம் எனப்படும் குகர்பிடேசி (Cucurbitaceae) இரு வித்திலைக் குடும்பமாகும். இக்குடும்பத்

தில் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பல தாவரங்கள் உண்டு. இக்குடும்பத்தில் 110 பேரினங்களும் 640 சிற்றினங்களும் அடங்கும். இவை பொதுவாக வெப்ப. மிகு வெப்பப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இக்குடும்பத்தின் முக்கிய பேரினங்கள் குகர்பிட்டா, காக்சீனியா, குகுமிஸ், மொமார்டிகா என்பனவாகும்.

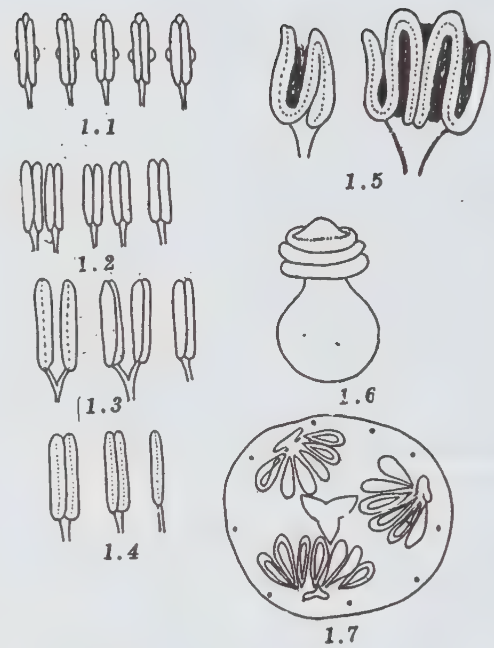
வளரியல்பு. இக்குடும்பத தாவரங்கள் ஒரு பருவ அல்லது பலபருவ இனங்களாகக் காணப்படும். இவை பெரும்பாலும் பற்றுக் கம்பிகளைக் (tendril) கொண்ட கொடிகளாகும். பற்றுக்கம்பிகள் கிளைகளுடனோ, கிளைகளற்றோ இருக்கும். சில தாவரங்கள் பற்றுக் கம்பிகளற்று நிலத்தில் படர்ந்து காணப்படும்.

இக்குடும்பத்தின் உள்ளமைப்பியலில் சில சிறப்புப் பண்புகளாவன: இருபக்க ஒழுங்கு (bicollateral) சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் (vascular bundle); தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றத்தில் ஐந்து மேடுகளையும், ஐந்து பள்ளங்களையும் கொண்டு காணப்படுகின்றன. 10 சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் இரண்டு சுற்றில் காணப்படுகின்றன. வெளிச்சுற்றில் ஐந்து சிறிய கற்றைகளும், உள்சுற்றில் ஐந்து பெரிய கற்றைகளும் பெரிய கட்டைத்திசுக் குழாய்களும் (xylem) பலவகைப்பட்ட தூவிகளும் காணப்படுகின்றன.

பற்றுக் கம்பிகளைப் பற்றிய கொள்கைகள். பற்றுக் கம்பிகள் மெல்லிய சுருள்களாகவும், தொடு உணர்ச்சி மிக்கவையாகவும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உதவியால் இக்குடும்பத் தாவரங்கள் பிற தாவரங்களின் மேலோ, ஏனையவற்றின் மேலோ பற்றிப் படர்ந்து வளர்கின்றன. பற்றுக் கம்பிகள் தோன்றும் விதம் பற்றிப் பல மாறுபட்ட கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன.

பிரான் கொள்கை. பிரானின் கொள்கைப்படி, பற்றுக் கம்பிகள் பூக்காம்புச் செதில்களிலிருந்து உண்டானவையே ஆகும். மேலும் குகர்பிட்டா பெபோவில் (*cucurbita pepo*) பூக்காம்புச் செதில்களில் ஒன்று மறைந்து, மற்றொன்று கிளைத்த பற்றுக் கம்பியாக மாறுகிறது என்றும், குகுமிஸ் சடைவசில் (*cucumis sativus*) இரண்டு பூக்காம்புச் செதில்களும் தனித்தனியாகக் கிளையற்ற பற்றுக் கம்பிகளாக மாறுகின்றன என்றும் கூறப்படுகிறது.

முல்லரின் கொள்கை. பற்றுக் கம்பிகளின் அடிப் பகுதி தண்டையும், நுனிப் பகுதி இலைப்பரப்பையும் ஒத்துள்ளன எனக்கூறிய முல்லர் குகர்பிடா பெப் போவில் சில இயல்பு மீறிய மாற்றங்களைக் கண்டறிந்தார். அவற்றில் ஒன்று இலைப்பரப்புகளையுடைய பற்றுக் கம்பிகள் அந்த இலைகளில் சில பற்றுக் கம்பிகளாக மாறுவது. எனவே பற்றுக் கம்பிகளின் அடிப் பகுதி தண்டையும், சுருண்டு காணப்படும் மேல் பகுதி இலையையும் ஒத்திருப்பனவாகக் கருதப்படுகிறது. முல்லரின் கொள்கைக்கு ஹெஜரப் ஒப்புதல் கொடுத்துள்ளார்.



மகரந்தத் தாள்களின் வகை

1.1 பெஃவிலியா வகை 1.2 திலாடியாந்தா வகை 1.3 சைஸீடியம் வகை 1.4 பிரையோனியா வகை 1.5 குகர்பிடா வகை 1.6 சைகிளான்திரா வகை 1.7 சூலகக் குறுக்கு வெட்டு

எங்ளரின் கொள்கை. பொதுவாக, குகர்பிடேசி இலைகள் இலையடிச் செதில்களற்றவை. ஆனால் தென் ஆஃப்ரிக்காவில் தங்கனிக்கா என்னுமிடத்தில் காணப்படும் கெட்ராஸ்டிஸ் ஸ்பைனோசா (*kedrostis spinosa*) என்னும் தாவரத்தில் இலையடிச் செதில்கள் (stipules) கொண்டவை. இத்தாவரத்தில் இலையடிச் செதில் மறைந்து, மற்றொன்று பற்றுக் கம்பியாக மாறுவதை எங்ளர் கண்டறிந்தார்.

இலை. தனி இலை, மாற்று இலையடுக்க அமைப்பு, இலைக் காம்புடையது. பெரும்பாலும் இத்தாவரங்களில் இலைகள் விசிறிபோல் மடல்களாகப் பிளவுபட்டிருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் அற்றவை. அகங்கை வலைப்பின்னல் நரம்பமைப்புடையவை (palmate-reticulate).

மஞ்சரி. தனி மலர்களாகவோ, குடை அல்லது கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) மஞ்சரிகளாகவோ காணப்

பரங்கிக்காய்

1. கொடி-கிளைத்த பற்றுக்கம்பி 2. ஆண்மலர்-வெட்டுத் தோற்றம் 3. பெண்மலர்-வெட்டுத்தோற்றம், காய்

படலாம். மலர்கள் ஒருபால் மலர்கள், ஓரில்ல (monoecious) அல்லது ஈரில்ல (dioecious) வகைகள், மலர்க்காம்புடையவை, பூவடிச் செதில்கள் கொண்டவை. முழுமையற்றவை, ஒழுங்கானவை, ஐந்தங்க மலர்கள்.

புல்லிவட்டம். ஐந்து, புல்லிகள் இணைந்தவை. தொடு இதழ் ஒழுங்குடையவை.

அல்லிவட்டம். ஒழுங்கான இணைந்த அல்லிகளைக் கொண்டது. ஃபெவிலியாவில் அல்லிகள் பிரிந்தவை. தொடு இதழ் ஒழுங்கு அல்லது திருகு இதழ் அமைப்புடையவை.

மகரந்தத்தாள்கள். ஆண் பூக்களில் பொதுவாக 5 மகரந்தத்தாள்கள், சிலவற்றில் மலட்டுச் சூலகம் காணப்படும். மகரந்தத்தாள்கள், பலவகைகளிலும் இணைந்து காணப்படும்.

ஃபெவிலியா வகை. ஐந்து மகரந்தத் தாள் பிரிந்து தனித்தனியாகக் காணப்படும். (படம் 1.1).

தீலாடியாரந்தா வகை. இத்தாவர மலர்களில் மகரந்தத் தாள்களின் இணைப்பிற்கான அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன. ஐந்து மகரந்தத் தாள்கள் இரண்டு இரண்டாக நெருக்கமாகவும் ஐந்தாம் மகரந்தத்தாள் தனித்தும் காணப்படும்.

சைசீடியம் வகை. இவ்வகையில் இரண்டு மகரந்த தாள்களில் மகரந்தக் கம்பிகளின் கீழாக இணைப்பு ஏற்பட்டு, மகரந்தப்பைகள் தனித்துக் காணப்படுகின்றன. (படம் 1.3)

பிரையோனியா வகை. இவ்வகையில் மகரந்தத் தாள்கள் முழுமையாக இணைந்து காணப்படுகின்றன. இதனால் மலரில் 3 மகரந்தத் தாள்கள் மட்டுமே இருப்பதுபோல் தோன்றும். இவற்றில் இரண்டு இரட்டை மகரந்தத்தாள்களாகவும், மற்றொன்று தனி மகரந்தத்தாளாகவும் இருக்கும். இரட்டை மகரந்தத்தாள்களில் மகரந்தப்பை நான்கு அறைகளைக் கொண்டதாகவும், தனி மகரந்தத் தாளில் மகரந்தப்பை இரண்டு அறைகளைக் கொண்டதாகவும் காணப்படும் (படம் 1.4).

குகர்பிடா வகை. இவற்றில் பிரையோனியா வகை இணைப்புக் காணப்படுகிறது. மலரில் இரண்டு இரட்டை மகரந்தத்தாள்களும், ஒரு தனித்த மகரந்தத்தாளும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் மகரந்தப்பைகள் S வடிவத்தை ஒத்துள்ளமையால் இவற்றை சைனுவஸ் மகரந்தப்பை என்பர் (படம் 1.5).

சைக்கிளான்தீரா வகை. இவ்வகையில் ஐந்து மகரந்தத்தாள்களின் மகரந்தக் கம்பிகள் இணைந்து தூண் போன்றும், ஐந்து மகரந்தப் பைகள் இணைந்து ஒரு சுழல் வடிவ மகரந்தப்பைத் தொகுப்பாகவும் தோன்றுகின்றன. இவ்வகை இணைப்புக்குச் சைனான்டிரியம் என்று பெயர் (படம். 1.6).

சூலகம். பெண் மலரில் சூலகம் மூன்று சூலிலைகளால் ஆனது. சூலிலைகள் இணைந்தவை. ஒரு சூலறையுடையவை (படம் 1.7). எண்ணிலடங்காச் சூல்கள், சுவர் ஒட்டு முறையில் காணப்படும். சில தாவரங்களில் சூல் ஒட்டுத்திசு நீண்டு வளர்வதால் சூலகம் 3 அறைகளையுடையது போல் தெரியும். சூலகத்தண்டு குட்டையானது. சூல் முடி மூன்றாகக் கிளைத்தது. சில பெண் மலர்களில் மலட்டு மகரந்தத் தாள்கள் காணப்படுகின்றன.

மகரந்தச் சேர்க்கை. பூச்சி நாட்டம் நடைபெறும். சூலகம் மகரந்தத் தாள்கள் ஆகியவற்றின் அடியில் காணப்படும் தேன் சுரப்பிகள் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு வழி செய்கின்றன.

கனி. சதைப்பற்றுள்ள பெப்போ (pepo) வகை. மிகப் பெரிய கனிகள். மொமார்டிகாவில் கனியின் சுவர் ஒழுங்கற்ற முறையில் சிதைந்து விதைகளை வெளிப்படுத்துகின்றது. எக்பாலியத்தில் (ecballium) கனி, காம்பிலிருந்து விடுபடும்போது அதனுள் இருக்கும் விதைகளோடுள்ள குழம்பு, கனிச் சுவரின் அழுத்தத்தால், வெளியேற்றப்பட்டுப் பரவுகிறது. இதை உமிழும் வெள்ளரி (squirting cucumber) என்பர்.

வகைப்பாடு

ஜெப்ஃரி பற்றுக்கம்பிகளின் அமைப்பு, விதைகளின் நிலை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் இக்குடும்பத்தை இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளார்.

குகர்பிடாய்டி. பற்றுக்கம்பி தனித்தோ அடியிலோ இரண்டிலிருந்து ஏழுவரை கிளைத்திருக்கும். விதைகள் சிறகற்றவை.

ஸேனோனியாய்டி. பற்றுக் கம்பிகள் நுனியில் இரண்டாகப் பிளவுப்பட்டிருக்கும். விதைகள் சிறகுள்ளவை.

பொருளாதாரச் சிறப்பினங்கள். இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பரங்கிக்காய் (*Cucurbita pepo*), சாம்பல் பூசணி (*Benincasa hispida*), சுரை (*Lagenaria siceraria*), பீர்க்கு (*Luffa antangula*), புடல் (*Trichosanthesanguiha*) சீமைக் கத்தரி (*Sechium edule*), பாகல் (*Momordica charantia*), வெள்ளரி (*Cucumis sativus*), தார்பூசணி (*Citrullus lanatus*), கொவ்வை (*Coccinia grandis*) போன்றவை முக்கிய காய்கறி இனங்களாக உள்ளன.

- ல. கேசவன்

குகை

புவியில் அமைந்துள்ள பெரும்பாலான குகைகள் சுண்ணாம்புப் பாறைகள் உள்ள இடங்களிலேயே அமைந்துள்ளன. சுண்ணாம்புப் பாறைகள் பெரும்பாலும் கால்சியம் கார்பனேட் என்னும் கனிமத்தால் உருவாக்கப்பட்டவையாகும். இவற்றுடன் சில கனிமமாசுகளாகக் குவார்ட்ஸ், எரிகற்கள் (flint), இரும்பு ஆக்சைடு ஆகியவையும் கலந்துள்ளன. அவற்றுடன் ஒப்பிடத்தக்க அளவு களிமண் கலந்துள்ளது. அனைத்துச் சுண்ணாம்புப் பாறைகளும் இறந்த கடல்வாழ் உயிரிகளான மெல்லுடலி, பவழ உயிரி, நுண்ணியதாவரங்கள், விலங்கினங்கள் ஆகியவற்றால் உருவாக்கப்பட்டவை.

சுண்ணாம்புப் பாறைகளின் அமைப்பு, சிலசென்டிமீட்டரிலிருந்து பல மீட்டர் வரையிலான தடிமனில் காணப்படும். இத்தகைய பட்டைகளான மண்டலங்கள் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் உள்ள நியூயார்க்கிலிருந்து அலபாமா வரையிலும், மத்திய மாநிலமான ஓகியோ, இண்டியானா, கெண்ட்டுகி, டெனிசி பகுதிகளிலும், மேற்கத்தியப் பகுதிகளிலும் காணப்படும். மேலும் கனடா நாட்டின் பல பகுதிகளிலும், தென் ஒன்டாரியோவின் கிரீன்வில்லி நிலப்பகுதியிலும் அப்பலாச்சியன் பகுதியிலும், செயிண்ட் லாரன்ஸ், மெக்கின்ஜி ஆற்றுப் பகுதிகளிலும் காணப்படும்.

சுண்ணாம்புப் பாறையின் முக்கிய மூலக்கூறான கால்சியம் கார்பனேட், கால்சைட், அரகோனைட் போன்ற கனிமங்களிலிருந்து வரப் பெற்றதாகும். எனினும், கால்சைட் கனிமத்தின் பங்கீடு மிகுதி. கால்சைட், அரகோனைட் என்னும் இரு கனிமங்களும் வேறுபட்ட அணு அமைப்பைக் கொண்டவை.

கார்பன் டைஆக்சைடு கரைந்துள்ள நீரில் கால்சியம் கார்பனேட் மிக எளிதில் கரையும். கார்பன் டைஆக்சைடு நீரில் கரைந்திருப்பது இயற்கையாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாகும். இந்நிலையில் கால்சியம் கார்பனேட்டுடன் கார்பன் டைஆக்சைடு நீர் வினை புரியும் வேதிவினை பின்வருமாறு:

$$H_2O + CO_2 + CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

இவ்வாறு உருவான கால்சியம் பைகார்பனேட் நீரில் எளிதில் கரையுமாதலால், இவ்வகையான சுண்ணாம்புப் பாறைக் கற்கள், ஈரமான பகுதிகளில் மிக மோசமான விளைவுகளைக் கொண்டிருக்கும். கென்டுகில் மம்மோத் குகைப் பகுதியில் காணப்படும் சுண்ணாம்புப் பாறைக் கற்கள் ஏறக்குறைய கிடைநிலை (horizontal layers) அடுக்குகளாகக் காணப்படுகின்றன. இவை முற்காலத்தில், புவியின் உள் ஓட்டில் ஏற்பட்ட மாற்றத்தால், கடலின் அடிப்பகுதி மேல் நோக்கித் தூக்கப்பட்டதால் உருவானவையாகும். இவை பழைய நிலையிலிருந்து ஏறத்தாழ 100 மீட்டர் வரையில் மேல் நோக்கித் தள்ளப்பட்டுள்ளன.

யுகாஸ்லோவியா நாட்டின் டால்மாட்டியா பகுதியிலுள்ள கார்ஸ்ட் பகுதி மற்றும் நியூ மெக்சிகோவில் உள்ள கார்ல்ஸ்பாட் பகுதிகளில் காணப்படும் சுண்ணாம்புப் பாறைக் கற்களின் அமைப்பானது வளைந்து, நெளிந்து, மடிப்புகளோடு பெரியமலைத் தொடர்களாகக் காணப்படுகிறது. இது காலப் போக்கில் அரிக்கப்படுவதால் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் உருவாகின்றன.

மம்மோத் குகைப் பகுதியில் காணப்படும் சுண்ணாம்புப் பாறைக் கற்கள் கிடைநிலையிலேயே அமைந்துள்ளன. இப்பாறைக் கற்களின் மேல் மெல்லிய படலமாக மணற்பாறைகள் காணப்படுகின்றன. இம்மணற் பாறைகள் நதி நீரின் ஓட்டத்தால் எளிதில் கரைந்து, சுண்ணாம்புப் பாறைகளும் கரைய வாய்ப்புள்ளது. இம்மணற் பாறைகள் நீரில் கரைந்து, சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறக் கரைசலாகத் தோன்றிச் சுண்ணாம்பு பாறையையும் நிறம் மாறச் செய்யும். இப்பகுதியின் தரைப்பகுதியில் காணப்படும் ஏறக்குறைய வட்டமான சிறுகுழிகள் உறிஞ்சு குழிகள் எனப்படுகின்றன. இது பாறைகளின் மேல் வேகமான நீரோட்டத்தால் ஏற்படும் விளைவாகும்.

இவ்வேகமான சுழல் நீரோட்டத்தால் குழிகள் ஏற்பட்டு, கிடைமட்ட நிலையில் அமைந்துள்ள சுண்ணாம்புப் பாறைகளில் பிளவுகளை ஏற்படுத்துகின்றன. இதன் மூலம் கீழிறங்கும் நீர் சுண்ணாம்புப் பாறைகளின் படுகைத் தளங்களை எளிதில் கரையச் செய்கின்றது. இவ்வாறு கீழ்நோக்கிச் செல்லும் நிலத்தடி நீர் சுண்ணாம்புப் பாறைகளைச் செங்குத்து நிலையிலும், கிடைமட்ட வகையிலும் எளிதில் கரைப்பதால் குகைகள் தோன்றுகின்றன. உட்செல்லும் நீர், நிலத்தடி ஊற்றுகளாக இப்பகுதியிலிருந்து வெளியேறிவிடும்.

சிறு சிறு நிலையில் காணப்படும் உறிஞ்சு குழிகள் நீரின் வேகத்தால் அரிக்கப்பட்டுப் பெரிதாகின்றன. இதைப்போல், இப்பகுதியில் உள்ள அனைத்து உறிஞ்சு குழிகளும் அரிக்கப்படுவதால் பெரும் பள்ளங்கள் உண்டாகின்றன. இதனால் திடீரென இப்பகுதி சிதைந்து, பள்ளத்தாக்குகளைப் போல உருவாகும். இதன் மூலமாகப் புதிய நதிவழித் தடம் உருவாகிறது.

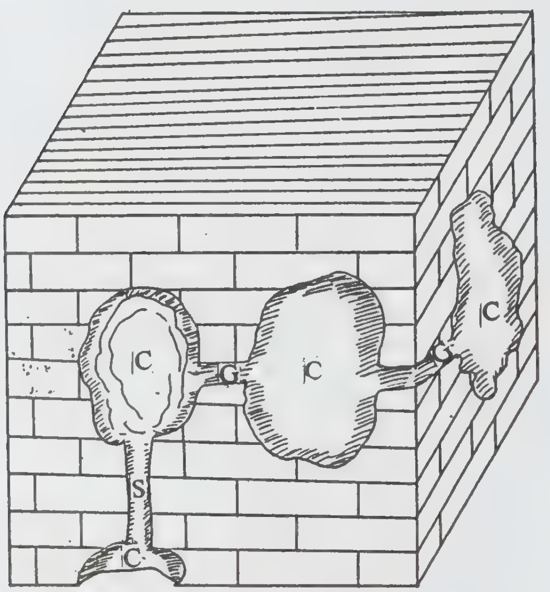
ஃபுளோரிடா, யுகட்டான், மேற்கிந்தியத் தீவில் உள்ள பேட்படாஸ் பகுதியில் காணப்படும் நிலத்தடி நீர், தரைப்பகுதியின் மட்டத்திற்கு இணையாக உள்ளது. அதாவது உறிஞ்சு குழியின் ஆழம், இந்நீர் மட்டம் வரை காணப்படுகிறது. உறிஞ்சு குழியின் அளவைப் பொறுத்துப் புதிய குளங்களோ, ஏரிகளோ உருவாகலாம்.

அனைத்துச் சுண்ணாம்புப் பாறைகளும் ஒரே வகையாக இருப்பதில்லை. சான்றாக, புகழ் பெற்ற கார்ல்ஸ்பாடு குகைகள், 300 மீட்டர் தடிமனான சுண்ணாம்புப் பாறைகளின் அமிழ் கோணத் திசையில் அமைந்துள்ளன. சில இடங்களில் சுண்ணாம்புப் பாறைகள் மிகப்பெரிய அளவில், 1200 மீட்டர் நீளமும், 190 மீட்டர் அகலமும், 100 மீட்டர் உயரமும் கொண்டுள்ளன.

நிலத்தினடியில் காணப்படும் இவ்வகைக் குகைகள் பெரும்பாலும் சங்கிலி போல் தொடரிணைப்பாக இணைந்திருக்கும். இரு அல்லது பல வேறு இடங்களில் அமைந்திருக்கும் குகைகள் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு கொண்டு இணைந்திருக்குமாயின், அது கால்லரிஸ் (galleries) எனப்படும். இது தரைப் பகுதிக்கு இணையான கிடைமட்ட நிலையில் காணப்படும். இதே போன்று, செங்குத்தான நிலையிலோ, ஓரளவு செங்குத்தான நிலையிலோ இணைந்திருக்குமாயின் அதற்கு ஷாஃப்ட் என்று பெயர். நிலத்தினடியில் காணப்படும் இந்தக் குகைகளும், கால்லரீஸ்களும், நிலத்தடி நீரின் அரிப்பினால் உண்டானவையேயாகும். குகையின் மேற்கூரையிலிருந்து நீர்க்கரைசல் வடிவதால் உருவாகும் பாறைகள் தொங்குபாறைகள் (drip stone) எனப்படும்.

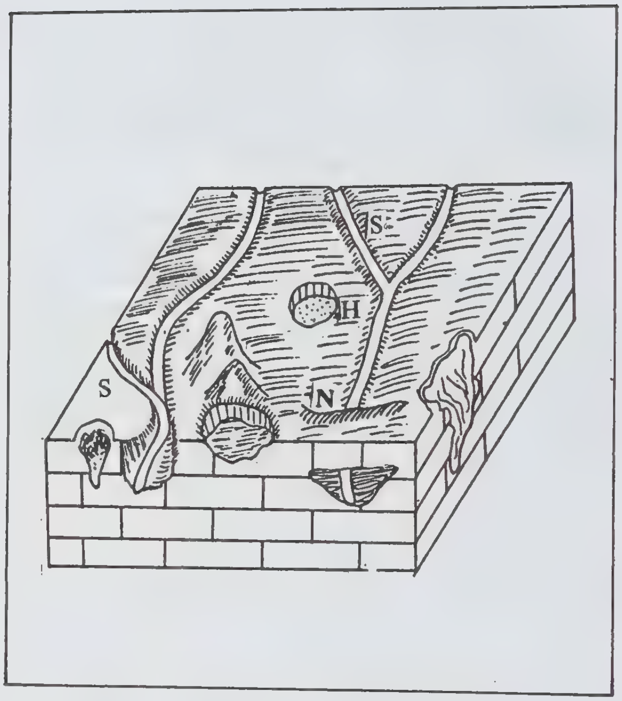
நிலத்தினடியில் காணப்படும் கால்லரிஸ், அளவில் பெரியதாக இருந்தால், அதன் மேற்கூரையின் பாரத்தினால் அந்த நிலப்பகுதி உள்ளே அமிழ்ந்து போகலாம். கால்லரீஸ் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருப்பதால், அப்பகுதிகள் அரிக்கப்பட்டாலும் இயற்கைக் கற்பாலம் உருவாகலாம். இக் கற்பாலம் நீர் அரிப்பின் காரணமாக உடைந்து விட்டால், பள்ளத்தாக்குகள் உருவாகின்றன. இது கரைசல் பள்ளத்தாக்கு எனப்படும்.

இத்தகைய மிகப்பெரிய குகைகளும், கால்லரிஸ்களும், இயற்கைக் கற்பாலங்களும், கரைசல் பள்ளத்தாக்குகளும் கொண்ட நிலப்பகுதி மிகச் சீரற்று மேடுபள்ளங்களாகக் காணப்படும். சீரான நிலப்பகுதி இல்லாமையால் நதி நீர்ப் போக்குவரத்தும் சீரற்றுக் காணப்படும். இத்தகைய நிலப்பகுதி கார்ஸ்ட் நிலப்பகுதி எனப்படுகிறது. இதற்குச் சான்றாக, இத்தாலியில் காணப்படும் கார்ஸ்ட் பகுதியைக் கூறலாம்.



படம் 1. கார்பனேட் பாறையில் அமைந்துள்ள குகையின் உள்தோற்றம். ஒவ்வொரு குகையும், கால்லரிஸ்களாலும் (G), ஷாப்டுகளாலும் (S), இணைந்திருக்கும்.

பள்ளத்தாக்குகளும், சிதைந்த பகுதிகளும் தொடர்ந்து உருவாவதால், அப்பகுதி முழுதும் சிதைவடைகிறது. சிறுசிறு குன்றுகளும், மலைகளும் தனிப்படுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மலையும், குன்றும் எண்ணற்ற சிறுசிறு குகைகளைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வகையான குன்றுகள் ஹேஸ்ட்டாக் எனப்படுகின்றன. இதற்குப் போர்ட்டோரீகோவில் காணப்படும் பப்பினோ மலைகளைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். ஜமைகாவில் காணப்படும் காக்பிட் பகுதி, கியூபா, மேற்கு ஹவானா கியூபன் மலைப்பகுதி ஆகியன மிகு செங்குத்தாகவும், ஊதுகுழல் போன்ற எண்ணற்ற சிறு துளைகள் கொண்டும் காணப்படுகின்றன. இது சிர்ரா டி லாஸ் குழல்கள் அல்லது குழல் மலைகள் எனப்படுகிறது.



படம் 2. கார்ஸ்ட் நிலப்பகுதியின் தோற்றம். படத்தில் இயற்கைக் கற்பாலத்தையும் (N) உறிஞ்சு குழிகளையும் (H), கரைசல் பள்ளத்தாக்குகளையும் (S) காணலாம்.

ஸ்டாலக்டைட் மற்றும் ஸ்டாலக்மைட். கால்சியம் கார்பனேட் கரைசல், குகையின் மேற்புறத்திலிருந்து சிறிது சிறிதாகச் சொட்டும்போது அது இறுகி, கூம்பு போன்ற தொங்கு பாறைகளாகத் தோற்றமளிக்கிறது. இது ஸ்டாலக்டைட் எனப்படும்.

குகையின் சுவர்கள் நீரோட்டத்தால் அரிக்கப்படுவதால் சிறிய குகைகள் பெரியவாகின்றன. டிரைஸ்டிக்கு அண்மையிலுள்ள பெரிய குகை 720×390×420 அடி நீள, அகல, உயரம் கொண்டது. இவ்வாறு பெரியதாக மாறியுள்ள சில வறண்ட குகைகளின் முகடுகளிலிருந்து கரைசல் நீர் சொட்டுவதால் தரையில் விழும் நீர் உலர்ந்து, படிந்து கறையான் புற்றைப் போல் உயரும். இதுவே, ஸ்டாலக்மைட் எனப்படும். இவ்வாறு கரைசலில் உருவாகும் இந்த ஸ்டாலக்டைட்டும், ஸ்டாலக்மைட்டும் சொட்டுப் பாறைகள் எனப்படும்.

நீரில் கரைந்த நிலையில் காணப்படும் கால்சியம் பைகார்பனேட் நீர்ம நிலையில் உள்ளதால் அனைத்து இடங்களிலும் சமமாகப் பரவி இறுகிய நிலையில் அமைகிறது. இது பாய்வுக் கல் (flow stone) எனப்படும். சில நிலைகளில், குகைகளின் மேற்புறங்களில் இருந்து சொட்டும் கால்சியம் கார்ப

னேட் கரைசல் குகையின் தரையில் சிறு குளம் போன்று தேங்கிக் காணப்படும். இது, தேங்கிய நிலையில் உள்ள நீரில் கல்லை விட்டெறிந்தால் எவ் விதம் அலைகள் உண்டாகுமோ, அதைப்போல வடி வத்தில் ஒத்து இறுகிக் காணப்படும். இவ்விதம் இறுகிய நிலையில் காணப்படுவது ரிம்கல் எனப்படும்.

குகைகளில் காணப்படும் கால்சியம் கார்பனேட் கரைசல் அரகோனைட் என்னும் கனிமப் படிகமா கிறது. இது படிகமாகும்போது கொத்துக் கொத்தான பூக்களைப் போன்று படிகமாகிறது. இது ஆன் தோடைட் எனப்படுகிறது. கிரேக்க மொழியில் ஆன் தோஸ் எனில், பூக்கள் எனப் பொருள்.

கார்ஸ்ட் சுண்ணாம்புக் கரடு. அட்டிரியாட்டிக்குக் கடற்கரையிலுள்ள யூகாஸ்லாவியா நாட்டின், தினாரிக் ஆல்ப்ஸைச் சார்ந்த கார்ஸ்ட் என்னுமிடத் தில் புவியியல் அறிஞர்கள் ஒரு விந்தையான நிலப்பரப் பைக் கண்டனர். இந்நிலப்பரப்பு, சுண்ணாம்புப் பாறைகளால் காண்போரைக் கவரும் வண்ணம் அமைந்துள்ளது. எனவே, இதை ஒத்துக்காணப்படும் நிலப்பரப்புகளை உலகின் பிற இடங்களில் காணுந் தோறும் அவ்விடத்தின் பெயரையே வழங்கி வரலாயினர். உலகின் பல பகுதிகளிலும் சுண்ணாம்புப் பாறைகள் பரவலாக அமைந்திருந்த போதும் கார்ஸ்ட் எனப்படும் இச்சுண்ணாம்புக்கரடு மிக அரிதாகவே காணப்படுகிறது.

நன்றாக உருவாகிய கார்ஸ்ட் சுண்ணாம்புக் கரடு ஏனைய நிலப் பரப்புகளின்றும் வேறுபட்டுத் தனித்தன்மையுடையதாகக் காட்சியளிக்கும். இச் சுண்ணாம்புக்கரடு புல்பூண்டுகளோ மரஞ்செடி கொடி களோ அற்ற கரடுமுரடான பாழ்நிலமாக விளங்கும். குறுக்கு நெடுக்காக வெட்டிய வாய்க்கால்களை ஒத்த பிளவுகளும், அவற்றிடையே காணப்படும் வயற் பாத்திகளை ஒத்த நிலப்பரப்புகளும் கண்ணைக் கவரும். மழைநீர் பட்டுச் சீரழிந்த சர்க்கரைப் பொம் மையைப் போல நிலப்பரப்பின் பெரும்பகுதி கரைக்கப் பட்டும் சிதைக்கப் பெற்றும் காணப்படும். கடற் பஞ்சை ஒத்துச் சிலவிடங்களில் சிறுசிறு துளைகளும், குழிகளும் காணப்படும். பானை வடிவமுடைய துளை களும் அவற்றுடன் தென்படும். ஒரு சில இடங்களில் புனல் போன்ற அகன்ற பெரும் பள்ளங்களில் மழை நீர் தேங்கி ஏரிகளாகவும் காட்சியளிக்கும்.

சிலவிடங்களில் இடிந்து தூர்ந்துபோன பெருங் கிணறுகளை ஒத்த பள்ளங்கள் காணப்படும். அவற்றி னுள்ளே எட்டிப் பார்த்தால் கிணற்றின் அடித்தளத் தில் பண்டைக்காலச் சுரங்க வழியை ஒத்த ஓர் இருண்ட குகை பக்கவாட்டில் செல்வது புலனாகும். குகை ஏறத்தாழ ஒருவர் நன்றாக நிமிர்ந்து செல்லக்கூடிய உயரத்திலோ அதைவிடப் பெரியதாகவோ அமைந் திருக்கலாம். குகையுள் கல்தூண்கள், தோரணங் களைப் போலக் குகையின் விதானத்திலிருந்து தொங் கும். தொங்கும் கல்தூண்களின் வழியாகவும் விதானத்திலிருந்தும் (மேல் கூரை) கசிந்துவரும் நீர் சொட்டுச் சொட்டாகக் குகையின் அடித்தளத்தில் விழும். அவ்வாறு நீர் விழும் இடத்தில், சிறிதளவு உயரத்துடன் வளர்ந்துள்ள கறையான் புற்றை ஒத்த அமைப்பையும் காணலாம். தொங்கும் அல்லது நிற்கும் ஓரிரு கல்தூண்கள் முற்றிலும் வளர்ந்து குகையின் கூரையைத் தாங்குவதைப் பார்க்கலாம்.

ஒளி பட்டுப் எதிர்பலிக்கும் கால்சைட், குவார்ட்ஸ் படிகங்கள் குகை முழுதும் எண்ணிறந்த வைரமணிகள் காய்த்துத் தொங்குவன போலக் காணப்படும். சுண்ணாம்புக் கரைசல்கள் படிந்து காய்ந்ததால் உருவாகிய சுண்ணாம்புப் பாறைஅடுக்கு கள் மிக அழகாகக் காட்சியளிக்கும். இத்துடன் குகையில் புழுக்கமும், இறுக்கமும் மிகுதியாக இருக்கும்.

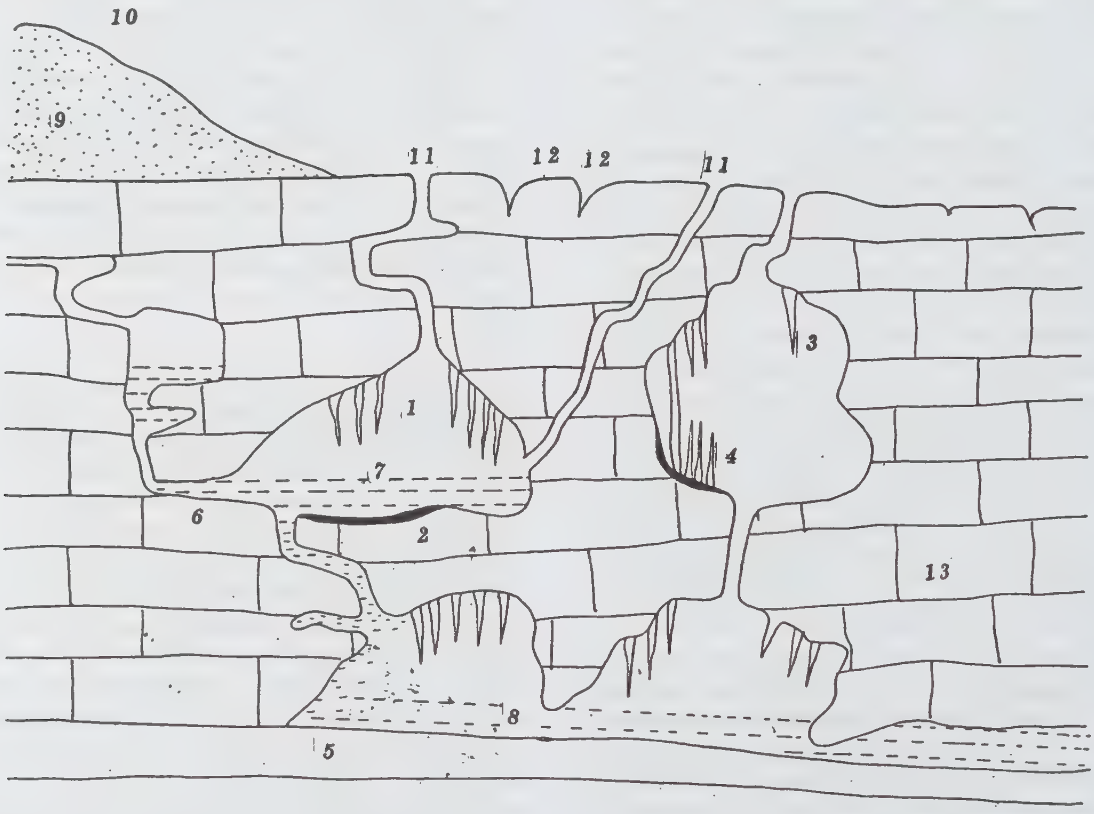
ஒவ்வொரு முறையும் மழைநீர் புரண்டு விழுந்து ஓடும்போது வேர்ச்சல்லி போன்று கொப்புங்கிளையு மாகப் படர்ந்துள்ள சிற்றோடைகள் பெரியவாக மாறும். சரிவரத் தோன்றியமையாத பள்ளத்தாக்கு கள் பெரும்பாலும் உறிஞ்சு துளைகளிலோ விழுங்கு துளைகளிலோ முடிவடைந்துவிடும். ஓடைகளும், சில சமயங்களில் பெருஞ்சுழியுடன் திடீரெனப் புவிக்குள் சென்றுவிடும். ஓவென இரைந்தொலிக்கும் அருவி களையும் சலசலவென ஓடும் சிற்றருவிகளையும் காணலாம். ஓடைநீர் மிகவும் மாசுபட்டும், சுண்ணாம்புக்கலந்தும் இருக்கும். ஓடையின் இரு மருங்கும் காய்ந்துபோன சுண்ணப் படிவுகள், படிக் கட்டுகள் போல அமைந்திருக்கும். ஏனைய நீர் பெருகு தளங்களில் நீண்ட தடுப்பு மலைகளையும் மலை இடைப் பள்ளத்தாக்குகளையும் காண இயலாது.

அடிநில நீர்க்குகையின் இடிபாடுகளிடையே இயற்கைப் பாலங்களையும், வளைவுகளையும், நீருற்றுகளையும், சுனைகளையும் காணலாம். ஒரு சில இடங்களில் இயற்கையான மலைக் குகைகளும் தென்படும். நிலச்சரிவும், பாறையின் வீழ்ச்சியும் அடிக்கடி ஏற்படும். சிவந்த மண் திட்டுத் திட்டாகப் படிந்து வண்ணம் தீட்டிய ஓவியம் போல நிலப்பரப்புக் காட்சியளிக்கும். கார்பன் டைஆக்சைடு கரைந்த மழைநீர் இந்நிலப்பரப்பில் விழுந்தவுடன், சுண்ணாம் புப் பாறையின் பெரும்பாலான கால்சியம் கார்ப னேட் கரைந்து செல்லக், கரைக்க இயலாத பொருள் கள் பாறையில் அப்படியே நின்றுவிடுகின்றன. புறப்பகுதியிலுள்ள அனைத்துக் கால்சியம் கார்ப னேட்டும் கரைக்கப்பட எஞ்சியுள்ள சொர்ட், களிமண், மணற்பரல்கள் சிறுசிறு பொந்துகளுடனும், கூரிய விளிம்புகளுடனும், சிறிய அல்லது பெரிய துளைகளுடனும், கோணல்மாணலாகவும், கரடு முரடாகவும் காணப்படுகின்றன.

செர்ட் உருண்டைகள், மணற்பரல்கள், களிமண் போன்ற பொருள்கள் புறநிலை அரிப்பால் பின்னர்த் தாக்கப்பட்டுப் பாறையினின்றும் உதிர்ந்து சாய்வான நிலப்பரப்பின் அடிப்பகுதியை அடைகின்றன. இவ்வாறு சேரும் பொருள்கள் சிறிது சிறிதாகப் படிகின்றன. பின்னர் அவை இயற்கைச் சிதைவால் தாக்கப்பட்டுச் சிவந்த மண் எச்சத்தை உருவாக்குகின்றன. இச்சிவந்த மண்ணே டெர்ரா ரோசா எனப்படுகிறது. இம்மண்ணெச்சம் வேறொரு பாறையின் மீது படிந்த பொருள்களால் உண்டானதால் ஒரு மெல்லிய கோடு போன்ற சந்தி விளிம்பே இவை இரண்டையும் வேறுபடுத்தும் பிரிநிலையாகக் காணப்படும். எனினும் படிந்துள்ள மண்ணின் உயரத்தையும், பாறையின் தோற்ற முகப்பையும் பொறுத்து இத்தொடுநிலைக் கோடு வளைந்து செல்கிறது. பரந்துபட்டுள்ள இம்மண் இயற்கையரிப்பால் அரித்துச் செல்லப்பட, இடையிலே தோன்றும் கார்ஸ்ட் நிலப் பகுதிகள் லாப்பிகள் எனக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. இவை சில அங்குல உயரத்திலிருந்து சில அடிகள் உயரம்வரை தோற்ற முகப்புகளைக் கொண்டிருக்கும்.

மழைநீர் பொழிந்த சிறிது நேரத்திற்குள் நீர் சிறு துளைகளின் வழியாகவும், பிளவு, வெடிப்புகளின் வழியாகவும் நிலத்தினுள் இறங்கிவிடுகிறது. இச்சிறிய கால அளவில் ஓடும் நீரால் மிகுதியான அளவில் சுண்ணாம்புப் பாறைகளைக் கரைக்க இயலுகிறது. எனவே ஒவ்வொரு முறையும் பிளவுகளினூடேயும், ஓடைகளின் வழியாகவும் நீர் ஓடும்போது ஓடைகளும் பிளவுகளும் பெரியவாகின்றன. இத்துடன் சுண்ணாம்புப் படிகப்பாறை சாய்வு, சதுரப் பிரிவுகளை உடையதால், இத்தகைய பாறைகள் நிறைந்துள்ள இடங்களில் நீண்ட நேரான பிளவுகளும், அவற்றைக் குறுக்கே இணைக்கும் பிளவுகளும் தோன்ற அவற்றிடையே உள்ள நிலப்பரப்புகள் வறண்ட உப்பளங்களையோ வயல்களையோ ஒத்துக் காட்சியளிக்கின்றன. இப்பிளவுகள் கிரிக்கி என்றும், நிலப்பரப்புகள் கிளியண்ட் என்றும் வழங்கப்படுகின்றன.

நிலப்பரப்பினுள் புகுந்து செல்லும் மழைநீர், களிமண் போன்றவை நீர்புகாப் பாறைகளால் தடுக்கப் படுகின்றன. இவ்வாறு தேங்கும் நீர் பக்க வாட்டில் உள்ள சுண்ணாம்புப் பாறைகளைக் கரைத்துக்



படம் 3. களார்ஸ்ட் நிலப்பரப்பின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

1. குகைகள் 2. சேறு 3. ஸ்டாலக்டைட் 4. ஸ்டாலக்மைட் 5. நீர்புகாப்பாறைஅடுக்கு 6. வடிகுழாய் 7. அடிநில ஏரிகள் 8. நீர் 9. நீர் புகா மண் மூட்டம் 10. புற நீரோடு வெளி 11 விழுங்கு துளைகள் 12. உறிஞ்சு துளைகள் 13. சுண்ணாம்புப் பாறை

கொண்டு புவியீர்ப்பு விசையால் பாய்கிறது. இதனால், அந்நீர் விட்டுச் சென்ற இடம் குகை போல் அமைகிறது. குறுக்கும் நெடுக்குமாக அமையும் நீரோடைகள் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பேராற்றை உண்டாக்குவது போலவே நிலத்தடி நீரோடைகளின் சிறிய குகைகள் பெரிய குகையுடன் பின்னலாக இணைந்து ஒரு பெரிய நிலப்பகுதியைக் கவர் கின்றன. வட அமெரிக்காவிலுள்ள கெண்டுகி மாநிலத்தின் பவுலிங்கிரீனுக்கு அண்மையிலுள்ள மம் மாத்து என்னும் குகையே உலகிலேயே மிகவும் நீள மான பெரிய குகையாகக் கருதப்படுகிறது.

- எஸ். சுதர்சன்

நூலோதி. G.W. Tyrrell, *Principles of Petrology*, BI Publications Private Ltd., New Delhi, 1985.

குகைச்சூழலமைப்பு

புவியில் காணப்படும் சிறிய அல்லது பெரிய ஆழ் குழி கள் போன்றவையே குகைகள். பெரும்பாலும் இவை இயற்கையிலேயே தோன்றுகின்றன. சாதாரணமாகக் குகைகள் குன்றுப்பகுதிகளிலும், மலைப்பாங்கான நாடுகளிலும், பாறைகளின் இடுக்குகளிலும், சமவெளி களின் அடிப்பகுதிகளிலும், ஆறு-குளம் போன்ற வற்றின் கரைப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

புவிக்கு அடியில் தரை மட்டத்திற்குக் கீழே மிகப் பெரிய ஆறுகள் பாய்கின்றன. இந்த நீரோட்டங்கள் அடிக்கடி தம் போக்கை மாற்றிக்கொண்டும் வேறு சில வற்றியும் விடுகின்றன. இவ்வாறு வற்றிப் போகும் அல்லது திசைமாறும் நிலத்தடி ஆறுகளின் தடங்கள் குகைகளாகிவிடுகின்றன. தற்காலக் குகை களில் பல அவ்வாறு தோன்றியவையே. மேலும் புவிக்கு அடியில் சில இடங்களில் சுண்ணாம்புக் கற் களின் பெரும் படிவங்கள் காணப்படுகின்றன. மழை நீர் மிகுதியாக ஊடுருவிக் கீழ்நோக்கி இறங்குவதால் நாளடைவில் இந்தச் சுண்ணாம்புக்கல் படிவங்கள் நீரில் கரைந்து மேலும் கீழ்நோக்கிச் சரிந்து புவிக்குள் மூழ்குகின்றன. இவ்வாறு பல்லாண்டுகளாக நிகழும் போது பாதாளக் குழிவுகள் உண்டாகின்றன. இக் குழிவுகள் இணைந்து படிப்படியாக விரிவடைந்து குகைகளாகின்றன. மணல் செறிந்த பாலை நிலங் களில் காணப்படும் குகைகள் காற்றினால் தோன்றி யவை. பாறைகள் அடர்ந்த கடற்கரையில் காணப் படும் குகைகள் பாறைகளின்மீது அலைகள் பல ஆண்டுகள் தொடர்ச்சியாக மோதிக் கொண்டே யிருப்பதால் ஏற்படுகின்றன.

குகைகளின் உட்பகுதியில் ஒளி மிகக்குறைவு. இருளே நிறைந்திருக்கும். பெரிய குகைகளில் தட்ப வெப்ப நிலை ஆண்டு முழுதும் ஒரே சீரான நிலை யில் இருக்கும். காற்றில் ஈரப்பதம் மிகுந்திருக்கும். காற்றுச் சலனமற்றிருக்கும். உயிரினங்களின் வாழ்க் கைச் செயல் திறனையொட்டி அமையும் சுற்றுப் புறச் சூழல் பற்றிய ஆய்வுக்குச் சூழலமைப்பு என ஏ.ஜி. டான்ஸ்லே (1935) என்பார் பெயரிட்டார்.

குகைச்சூழலில் வாழும் உயிரினங்களின் தொகுதி யில் குறிப்பிட்ட இன உயிர்களே இருக்குமென்று முறையாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. தாவரங்களுக் குள்ள பச்சையம் இருண்ட சூழலில் வாழும் தாவரங் களில் இருந்தும் பயனில்லை. ஆகையால் பசுந்தாவரங் கள் குகைச் சூழலில் காணப்படுவதில்லை. தாவரங்கள் இல்லாமையால், செடிகொடிகளைத் தின்னும் விலங்குகளும் இல்லை.

குகைகளில் மிக மங்கலான ஒளி பரவியிருக்கும் பகுதியான நுழைவாயிலில் ஒட்டுண்ணிகள், சாறுண்ணிகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. குகை இருளில் வாழும் வௌவால் போன்ற குகை வாழ் விலங்குகள் விட்டுச் செல்லும் இரைத் துணுக்குகள், காற்று, நீர் மூலமாக வந்து சேரும் உணவுத் துணுக்குகள் போன்றவற்றையே குகையின் நுழைவாயில் வாழ் உயிரினங்கள் சார்ந் துள்ளன.

குகை வாழ் பெரிய விலங்குகள் குகைக்கு வெளியே வாழும் அதே இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்கு களிலிருந்து தகவமைப்புகளில் பெரிதும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. குகைச் சூழலில் வாழும் விலங்கு களின் தோலில் நிறமித் துணுக்குகள் காணப்படுவ தில்லை. எனவே அவை மிகவும் வெளிறிய தோற்றம் கொண்டவையாக உள்ளன. இக்குகைவாழ் விலங்கு களை ஒளியில் வைத்துப் பேணும்போது நாளடைவில் அவற்றின் தோலில் நிறமிகள் தோன்றுவதைக் காணலாம்.

எப்போதும் இருட்டிலேயே வாழ்வதால் குகை வாழ் விலங்குகளின் கண்கள் செயலிழந்தோ, சரியாக உருவாகாமலோ உள்ளன. மேலும், இவ்விடங்களில் வாழும் மீன்களுக்குச் செதில்கள் இருப்பதில்லை. நத்தைகளின் ஓடுகள் மிகவும் மெல்லியனவாகவும், நண்டுகள் போன்றவற்றின் ஓடுகள் வலிமை குறைந்தும் எளிதில் நொறுங்க வல்லவையாகவும் இருக்கும். இச்சூழலில் வாழும் விலங்குகள் பொது வாக உடல் நீண்டு ஒடுங்கியும், தொடு உணர்ச்சி மிக்க நீண்ட உணர் இழைகளைக் கொண்டும் உள்ளன.

குகைப் பகுதியில் பொதுவாகவே உணவுப் பற்றாக்குறை நிலவுவதால் உயிரினங்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதில்லை. பல் காரணிகளைப் பொறுத்து ஒரு குகையில் வாழும் வெவ்வேறு இனங்களைச் சேர்ந்த விலங்குகளின் எண்ணிக்கை அமைகிறது. குகையின் பரிமாணம், பரப்பளவு, எத்தனை ஆண்டு

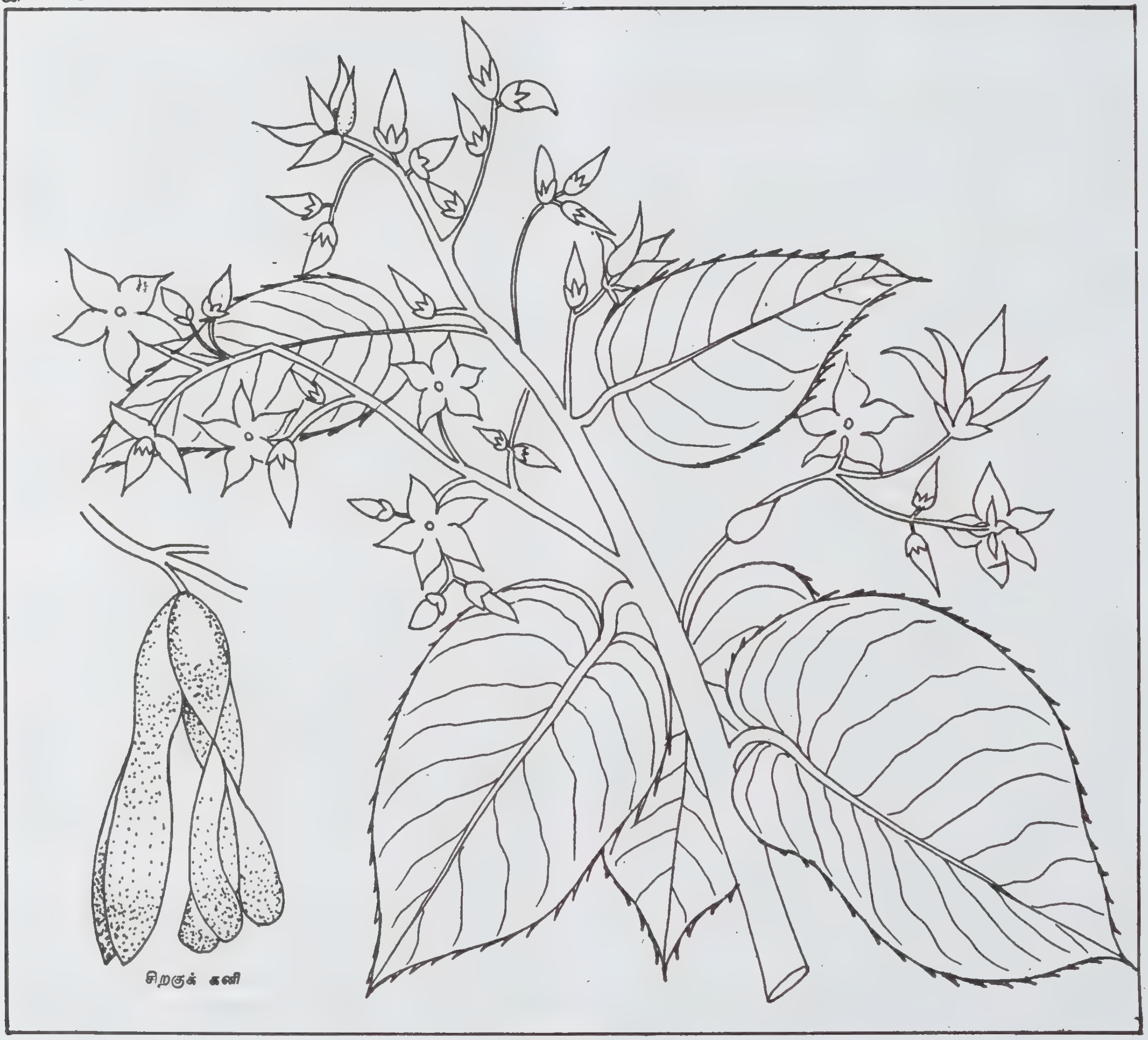
களாக அது உள்ளது குகை நிலையானதா அல்லது எளிதில் தூர்ந்து போகக் கூடியதா அல்லது நிரப்பப் படவல்லதா ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே அங்கு வாழும் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை அமையும்.

படிமலர்ச்சி பற்றி அறிந்து கொள்வதில் குகைளை இயற்கையின் ஆய்வுக் கூடம் என்று குறிப்பிடுவது மிகப்பொருத்தமாகும். ஒரே குகைத் தொகுதியில் காணப்படும் பல்வேறு இணைப்புகளும், அதே சமயத்தில் பல்வேறு பகுதிகள் ஒன்றோடு ஒன்று எவ்விதத் தொடர்பும் இன்றித் தனித்தனியே காணப் படும் தன்மையும் குகைவாழ் விலங்குகளின் படி மலர்ச்சியை அறுதியிடும் காரணிகளாகின்றன. இவ்வாறு குகைத்தொகுதிகள் அமைந்துள்ளமையால் அங்கு வாழும் விலங்கினங்கள் தனித்தே தமக்குரிய முறையில் வெவ்வேறுபட்ட வழிகளைக் கையாண்டு ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பேயில்லாத பல புதிய இனங்களாக உருவாக இயலும்.

- சு. மாடசுவாமி

குங்கிலியம்

இது சால் (sal) மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் ஒரு வகைப் பிசினாகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் ஷோரியா ரொபஸ்டோ (*Shorea robusta*) ஆகும்.



குங்கிலியம்

இது டிப்டிரோகார்பேசி எனப்படும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இம் மரம் வட, மைய இந்திய இலையுதிர் காடுகளில் காணப்படுகிறது. தென்னிந்தியத் தேக்குக் காடுகளுக்கு இணையாக வட இந்தியாவில் சால் காடுகள் உள்ளன. விசாகப் பட்டினத்திலிருந்து வட இந்தியா முழுதும் இம்மரம் பருத்து வளர்ந்து காணப்படும்.

வளரியல்பு. சாதாரணமானதட்பவெப்ப நிலையில் குங்கிலிய மரங்கள் 18-30 மீ உயரம் வரை வளரும். சாதகமான சூழ்நிலையில் 45 மீ. உயரத்தோடும் 4மீ சுற்றளவோடும் வளரக் கூடியவையாகும். நல்ல வளர்ச்சியுடைய மரங்கள் 20-25 மீ உயரம் வரை கிளைகள் அற்ற உருண்டையான அடிமரங்களைப் பெற்றிருக்கும்.

இலை தனித்தது; முழுமையானது; காம் புடையது; மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பு, தோல் போன்றது. முட்டை வடிவம் அல்லது நீண்ட வட்ட வடிவம். 10-30 செ.மீ. நீளமிருக்கும். ஓரங்கள் ரம்பப் பற்கள் போன்றவை. பக்க நரம்புகள் இணையாகக் காணப்படும். இலையடிச் செதில்கள் விரைவில் உதிரக்கூடியவை. பழுத்த இலைகள் பள பளப்பாயிருக்கும். இலைக்கோண அல்லது தண்டு நுனி மஞ்சரி. கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) அடர்த்தி யற்றது.

மலர்கள் இருபால், ஒழுங்கானவை, 5-அங்க மலர்கள். புல்லிவட்டத்தில் 5 புல்லிகள், அடியில் இணைந்தவை. சமமற்ற மடல்களைக் கொண்டு, நிலைத்துக் காணப்படும். அல்லிவட்டத்தில் 5 அல்லி கள் வெண்மையானவை, தனித்தவை, திருகு அமைப் பில் உள்ளன. மகரந்தத்தாள்கள் 15, தனித்தவை. இணைப்புத்திசு (connective tissue) நீண்டு, வளரியைக் கொண்டிருக்கும்.

சூலகத்தில் 3 சூலிலைகள், 3 சூலறைகள், இணைந்தவை, மேல்மட்டச் சூல்பை. சூல்கள் அறைக்கு இரண்டாகக் காணப்படும்; தொங்கு ஒட்டு முறை (pendulous placenta); சூல் தண்டு நீண்டது. சூல்முடி மூன்றாகப் பிளவுபட்டிருக்கும். உலர், வெடியாச் சிறகு கனி. நிலைத்த புல்லிகள் நீண்ட சிறகுகள் போன்று கனிபரவுதலுக்குத் துணை செய் கின்றன. விதை ஒன்று.

மரக்கட்டை. இந்தியாவைத் தாயகமாகக் கொண்ட குங்கிலிய மரம் வணிக முறையில் கடின மரங்களி லேயே மிகவும் முக்கியமானதாகும். இந்தியா தவிர பர்மா, இலங்கை, மலேயா, பிலிப்பைன்ஸ் வரை பெருமளவில் வளர்க்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் மத்தியபிரதேசம், உத்தரப்பிரதேசம், மேற்கு வங்காளம் முதலிய மாநிலங்களில் வளர்கிறது. தண்டின் மென்கட்டை வெண்மையாகவும், வைரக் கட்டை வெளிர் பழுப்பு அல்லது பழுப்பு வண்ண மாகவும் காணப்படும். இவ்வைரக்கட்டை காற்றுப் பட்டால் அடர் சிவப்பு வண்ணமாக மாறிவிடும். கட்டைகள் பல ஆண்டுகள் ஆனாலும் கறையான், பூசணங்கள் ஆகியவற்றால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

உலர்ந்த கட்டைகளின் மேற்பரப்பில் காணப் படும் சிறு வெடிப்புகள் இதன் சிறப்புப் பண்பாகும். இதற்குப் பிசின் குழாய்களே காரணமாகும். இம் மரத்தை ரம்பத்தால் அறுப்பதும், உளியால் செதுக்கு வதும் எளிதல்ல. ஆனால் எந்திர வாளின் மூலம் பலகைகள் செய்ய முடியும். வைரக்கட்டைப் பகுதி மிகவும் கடினமாகவும், கனமாகவும்,நீடித்து இருக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கும். காற்றுப்படக்கூடிய இடங் களிலும், நீரினுள்ளும் கெடாமல் இருக்கக்கூடியது; இருப்புப் பாதை அடிக்கட்டைகளுக்கு ஏற்றது.

குங்கிலியம். வெட்டுப்பட்ட மரத்திலிருந்து எண்ணெய் கொண்ட பிசின் (resin) வெளிப்படுவ துண்டு. இதை, சால்-தாமர் அல்லது வங்காள-தாமர் என்பர். 1940 க்கு முன்பு சால் மரங்களிலிருந்து குங்கிலியம் சேகரிப்பதில் சரியான முறையைக் கையாளாததால் மிகவும் குறைவாகவே எடுத்து வந்தனர். அண்மையில் பல புதிய முறைகளால் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஆண்டொன்றுக்கு 4-5 கிலோ குங்கிலியம் கிடைக்க வழி ஏற்பட்டுள்ளது. குங்கிலியம் சேகரிக்க அடிமரத்தில், தரை மட்டத்திலிருந்து 90-120 செ. மீ. உயரத்தில் 3-5 குறுகிய கீறல்களை உண்டாக்குவர்.

10 அல்லது 12 நாளுக்குப்பின் இந்த வெட்டு வாய்களில் குங்கிலியம் வெண்மையான பிசின் போல் வெளியேறிக் காற்றுப் பட்டவுடன் பழுப்பாக மாறிக் கெட்டிப்படும். இவற்றைச் சேகரித்தவுடன் வெட்டு வாயைப் புதிதாகக் கீறிவிடுவர். இவ்விதமாகப் பிசின் சேகரிக்கப்படுகிறது. ஆண்டுக்கு மும்முறை ஜூலை அக்டோபர் ஜனவரி மாதங்களில் குங்கிலியம் சேகரிக்கப்படுகிறது.

பயன்கள். இந்தியாவில் சால்-குங்கிலியம் பெரு மளவில் தயாரிக்கப்பட்டு, வணிக முறையில் முக்கிய மான ரோசனமாகக் கருதப்படுகிறது. பொதுவாக, குங்கிலியம் கிரீம்- மஞ்சள் நிறமாக, உடையக் கூடிய குச்சிகளாக, மென்மையான மணத்துடன் காணப் படும். மதச் சடங்கு, திருவிழா, கோவில், மசூதிகளில் இதைப் பயன்படுத்துவர். தீயிடும்போது வெண்மை யான மணத்தோடு கூடிய புகை வெளிப்படும். குங்கி லியம் தரக்குறைவான பெயிண்ட் மற்றும் வார்னிஷ் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. மென்மையான மெழுகைக் கெட்டியாக்கவும் காலணிப் பூச்சு கரித் தாள் (carbon paper) தட்டச்சு எந்திர நாடா தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. ஒட்டுப்பலகைத் (ply-wood) தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

வயிற்றுப் போக்கு சீதபேதி போன்ற நோய் களுக்கு இதை மருந்தாகப் பயன்படுத்துவர். தோல்

நோய்களில் இதை நுண்ணுயிர்க் கொல்லியாகவும் காதுவலிக்கும் பயன்படுத்துவர். குங்கிலியத்தைக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது நறுமண எண்ணெய் கிடைக் கிறது. இதை, சுவா (chua) எண்ணெய் என்பர். இது குங்கிலியத்தில் 40-65% காணப்படும். இது நறுமணமுள்ளதால் ஏனைய மண எண்ணெய்த் தயாரிப்பில் சேர்க்கப்படுகிறது. எண்ணெயை விளக் கெரிக்கவும், சமையலுக்கும் பயன்படுத்துவர். நெய் யோடு இதைச் சேர்த்துக் கலப்படம் செய்வதுண்டு. ஏனைய எண்ணெய்களோடு சேர்த்துச் சோப்பு தயாரிப்பர். சாக்லேட் தயாரிக்க, கோக்கோ-வெண் ணெய்க்குப் பதிலாக இதைப் பயன்படுத்தலாம். சால் பிண்ணாக்கில் புரதமும், கார்போஹைட்ரேட் டும் காணப்படுவதால் இதைக் கால்நடைத் தீவன மாகப் பயன்படுத்துவர்.

சால் மரங்கள் டஸ்ஸீர் பட்டுக் கம்பளிப் பூச்சிக்கு ஏற்ற தாவரம் ஆகும். மேலும் அரக்குப் பூச்சிகள் இதன் கிளைகளில் கூடு கட்டும். வட இந்தியாவில் இலைகள் பீடி சுற்றப் பயன்படுவதுண்டு. தையல் இலைகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகின்றன. சால் பூக்களில் தேன் மிகுந்துள்ளமையால் தேன் பண்ணை களை இக்காடுகளில் அமைப்பர். மரங்கள் வெட்டிப் பதப்படுத்தும்போது மரப்பட்டைகள் பெருமளவில் நீக்கப்படுகின்றன. முற்காலத்தில் அவற்றை எரி பொருளாகவே பயன்படுத்தி வந்தனர். ஆனால் தற் சமயம் இப்பட்டைகள் பலவகைகளில் பயன்படு கின்றன. இவற்றில் டானின் என்னும் வேதிப் பொருள் மிகுந்துள்ளமையால் இவை தோல் பத னிடப் பயன்படுகின்றன. குங்கிலியத்தைப் பொடித்து, 875 மி. கிராம் வீதம் 168 மி. லிட்டர் பாலில் கலக்கி, நாளும் காலையில் சாப்பிட்டு வர உடல் வலிமை பெறும். குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் சீதக் கழிச்சலுக்கு, 875 மி. கிராம் குங்கிலியப் பொடி யுடன் சர்க்கரை சேர்த்துக் கொடுத்து வரலாம்.

குங்கிலியத்தூள் 14 கிராம், மாம்பருப்புத் தூள் 17.5 கிராம், இலவம்பிசின் தூள் 6.10 கிராம், ஜாதிக்காய்த் தூள் 17.5 கிராம் இவற்றைக் கலந்து வேளைக்கு 260-390 மி.கிராம் வீதம் கழிச்சலுக்குக் கொடுக்கலாம். குங்கிலியம், மெழுகு வகைக்கு 105 கிராம் எடுத்து, இவற்றைச் சிறு தீயிட்டு உருக்கி, 350 கிராம் நல்லெண்ணெயும் சேர்த்துச் சூடா யிருக்கும்போதே வடிகட்டிக் கொண்டு, இதைத் துணியில் தடவி, ஆறாப்புண்களின் மேல் தடவி வரப் புண் ஆறும். இத்துடன் கந்தகம், காசுக்கட்டி, வெங் காரம் சேர்த்து இட்டால், சிவந்த நிறமுண்டாகி எளிதில் ஆறும்.

இதைத் தணலிலிட்டுப் புகைக்க நோயாளியிருக்கு மிடத்திலும், சாக்கடை முதலியவிடங்களிலும் உண் டாகும் நாற்றம் நீங்கும். நச்சு வளிமங்கள் நீங்கும், இதை ஆல்கஹாலில் கரைத்து, அதன் அளவு முட்டை வெண்கரு சேர்த்துக் கலந்து, மேலுக்குப் பூச வாதவலி முதலிய நோய்கள் குணமாகும். இப் பிசினை நெய்விட்டுப் பொரித்து, நீரிலிட்டு நன்றாக அடித்துப் பிசைந்து ஆடையில் வடிகட்டி, நீரை வடித்து, ஆடைமேல் தங்கி நிற்பதை எடுத்துத் தகுந்த அளவில் கொடுக்க வெள்ளைநோய் நீங்கும். உடல் வலிமை பெறும். துத்தம், கந்தகம், சூதம், காசுக்கட்டி, துருசு, குங்கிலியம், குக்கில், மிருதார் சிங்கி, தாரம், வேம்பாடம்பட்டை வேர், தோன்றிக் கிழங்கு இவற்றைச் சம எடையாக சுருள்ளிச் சாற்றால் ஒரு நாளாட்டி உலர்த்திப் பின்பு வேப்பெண்ணெய் விட்டுக் களிம்பாகும் வரை அரைத்துக் கண்டமாலை முதலான காயங்களுக்குப் போட்டுவர நோய் தீரும். உதி, பெருமரம், வேம்பு, செங்கத்தரி, பூதக் கரப் பான் இவற்றின் பட்டை, தேவதாரம் வகைக்கு 7 கிராம், கருஞ்சீரகம், கஸ்தூரி மஞ்சள், மிளகு, பூண்டு, வெள்ளைக் குங்கிலியம், காசுக்கட்டி வகைக்கு 3.5 கிராம், துருசு 875 மி.கிராம் இவற்றை அரைத்து 501 மி.லிட்டர் நல்லெண்ணெயில் காய்ச்சி வடித்துச் சீலையிலூட்டிக் காயங்களில் போட்டு வர நோய் தீரும்.

விபூதிபோல் வறுத்த நாட்டுக் கல்நார் தூள், வெள்ளைக் குங்கிலியத்தூள், மாசிக்காய்த் தூள், கிச்சிலிக் கிழங்குத்தூள், சாம்பிராணித் தூள், ஏலரிசித் தூள், சுக்குத் தூள் இவற்றை ஒன்றாகக் கலந்து சீசாவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். பல் நோய்க்குப் பல் துலக்கிக் கொண்டு, வெந்நீரில் வாய் கொப்பளிக்க வேண்டும். துத்தம், வரட்பூலா, முத்தக் காசு, சுக்கு, ஓமம், அதிவிடையம், பொன் முசுட்டை வேர், நற்சீரகம், குங்கிலியம் இவற்றை ஒரே நிறையா யரைத்து ஆவியில் வேகவைத்து உண்ண வயிற்றுக் கடுப்போடு கூடிய பேதி தீரும். வெள்ளைக் குங்கி லியம் 3.5 கிராம் பொடித்து, மோரில் போட்டு மத் தாற் கடைந்து வடிகட்டி 50 மி. லிட்டர் தேங்காய்ப் பாலில் கலந்து கொடுக்க, வயிற்றுக் கடுப்போடு கூடிய பேதி தீரும்.

வெள்ளைக் குங்கிலியம், சர்க்கரை, பரங்கிப் பட்டை வகைக்கு 175 கிராம் பொடித்துக் கட்டி, நல்லெண்ணெயிலாவது, ஆவின் நெய்யிலாவது ரசா யனஞ் செய்து, அந்தி சந்தி கொட்டைப் பாக்களவு சாப்பிட்டுவர வெள்ளை தீரும். வெள்ளைக் குங்கி லியம், கற்கண்டு வகைக்கு 245 கிராம் பொடித்துக் கொண்டு வேளை ஒன்றுக்கு 35 கிராம் வீதம் 17.5 கிராம் நல்லெண்ணெயில் மத்தித்து நாளொன்றுக்கு இரு நேரமாக ஏழு நாள் சாப்பிட்டுவர நீரிழிவு, வெட்டை தீரும். வெள்ளைக் குங்கிலியம் 175 கிராம், ரசக்கற்பூரம் 175 கிராம், தேங்காய் நெய் விட்டு அரைத்து அப்பால் நீர்விட்டுத் தவளம் போலாகும் வரை குழவியால் மத்தித்துப் புண்ணிற் போடலாம்.

- சே. பிரேமா
- தி. ஸ்ரீகணேசன்

குங்குமப்பூ

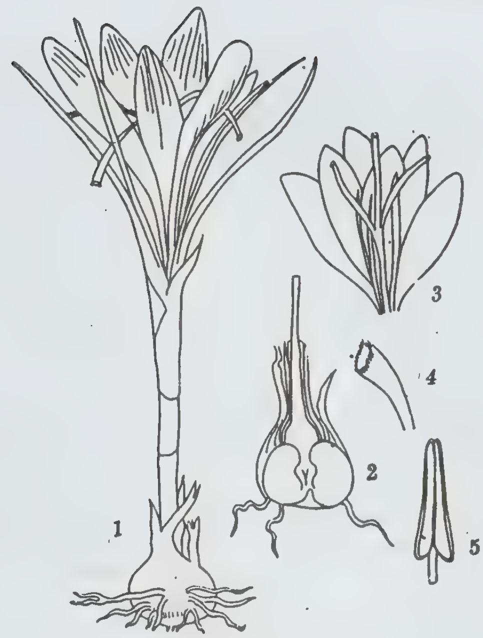
இதன் தாவரவியல் பெயர் குரோகஸ் சடைவஸ் (*Crocus sativus*). இதன் வேறு பெயர்களாவன: ஞாழல், கேசரி, குங்குமக் கேசரி. குங்குமப்பூ என்பது சூலக முடிகளைக் கிள்ளியெடுத்து உலர்த்திய பின் கிடைக்கும் பொருளாகும்.

இது இரிடேசி என்னும் ஒரு வித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது 15-25 செ.மீ. உயரம் வரை வளரும் சிறு செடியாகும். நிலத்திற்கு அடியில் உள்ள கந்தம் (corm) எனப் படும் இதன் தண்டு 2.5 செ.மீக்கு மேற்பட்ட குறுக்களவு கொண்டது. இக்கிழங்கின் தண்டைச் சுற்றி இலையடிச் செதில்கள் உறை போல் மூடி யிருக்கும். 6-10 இலைகள் வரை காணப்படும். இலைகள் குறுகியவை, நீளமானவை. பூக்கள் சிறு கொத்துகளாகவோ தனியாகவோ தோன்றுகின்றன. பூக்களும் இலைகளும் ஏறக்குறைய சமநீள முடையவை. பூக்கள் நீலம் அல்லது ஊதா நிறமுடையவை. மகரந்தப்பைகள், மகரந்தக் கம்பி களைவிட நீளமானவை, மஞ்சள் நிறமானவை. சூலகத் தண்டு உச்சியில் மூன்று சூலக மூடிகளாகப் பிரிந்திருக்கும். சூலக முடி, கிச்சிலிச் சிவப்பு நிற மானது. சூலகத்தண்டு 2.5 செ.மீ.க்கு மேல் நீள முடையது.

குங்குமப் பூச்செடி ஐரோப்பாவிற்கு உரியது. ஆசியா மைனரில் இது தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்னும் கருத்தும் உள்ளது. இது ஸ்பெயின், பிரான்ஸ், இத்தாலி, கிரீஸ், துருக்கி, பாரசீகம், இந்தியா, சீனா ஆகிய நாடுகளில் பயிர் செய்யப்படு கிறது. இந்தியாவில் காஷ்மீர் மாநிலத்தில் மட்டுமே இது பயிராகி வருகிறது. காஷ்மீரிலும், ஸ்ரீநகருக்கு அருகில் 1590 மீ. உயரத்தில் உள்ள பம்பூர் பீடபூமியிலும், ஜம்முவிலுள்ள கிஷ்ட்வார் என்னும் இடத்திலுமே குங்குமப்பூத்தாவரம் மிகுதியாக விளைகிறது.

பெரும்பாலும் இச்செடியின் கிழங்குகள் ஆகஸ்ட், செப்டம்பர் மாதங்களில் நடப்படுகின்றன. ஒருமுறை நட்ட செடி 10-15 ஆண்டுகள் வரை நிலைத்திருக்கும். அக்டோபர், நவம்பர் மாதங்களில் பூக்கள் தோன்றும். பனி நீங்கியவுடன் பூக்களைக் கொய்து அவற்றுள் இருக்கும் சூலக முடிகளையும், சூலகத்தண்டுகளையும் கிள்ளியெடுத்துச் சூரிய ஒளி யில் அல்லது இளம் சூடான கரியடுப்பில் மிதமாக உலர்த்த வேண்டும்.

கிழங்குகளை நன்கு பண்படுத்தப்பட்ட வடிகால் வசதி உடைய நிலத்தில் 7.5-10 செ.மீ ஆழத்தில் புதைக்க வேண்டும். பயிரிடப்பட வேண்டிய நிலம் முற்றிலும் களிமண் அழுகும் பசுந்தழைகள் ஆகியவை யற்று இருக்க வேண்டும்.



குங்குமப்பூச் செடி

1. முழுச்செடி 2. கிழங்கு 3. பூ 4. சூல்முடி 5. மகரந்தப்பை

செப்ட்டம்பர் அல்லது அக்டோபர் மாதங்களில் பயிரிடப்பட்டால் அடுத்து வரும் இளவேனிற் காலத்திலோ இலையுதிர் காலத்திலோ பூக்கும். இலையுதிர் கால இனத்தை இளவேனிற் காலத் தொடக்க நிலையில் பயிரிட வேண்டும். காயமோ சிதைவோ இல்லாத விதைக் கிழங்குகளைத் தேர்ந் தெடுப்பதன் மூலம் பூஞ்சைகளால் ஏற்படும் நோய் களைப் பரவலாகக் கட்டுப்படுத்த முடியும். அனைத்துச் சிறிய கிழங்குகளையும் ஆண்டுக்கொரு முறையோ இரண்டு ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறையோ நன்கு ஆய்வு செய்தால் புதிய சூழலுக்கு ஏற்றவாறு நல்ல விளைச்சல் கிடைக்க வாய்ப்புக் கிட்டும். ஒவ்வொரு முறையும் இலைகள் முதிர்ந்து காய்ந்த பின்னரே மேற்கூறிய ஆய்வை மேற்கொள்ள வேண்டும். புதிய கிழங்குகள் பழைய கிழங்குகளின் மேலும் நிலமட்டத்திற்கு மேலும்தோன்றும். எனவே இரண்டு அல்லது மூன்றாண்டுகளுக்கு ஒரு முறை நல்ல வளமான செழிப்பான கிழங்குகளை எடுத்து மறு நடவு செய்யவேண்டும். இத்தாவரத்தின் விதைகள் நிலத்தில் வீழ்ந்தால் மேலோட்டமாக முளைத்து வளர்கின்றன. இயற்கையாக முளைக்கும் காலத்திற்கு முன்பாக விதைகளை மிகு குளிர்ச்சிக்கு உட்படுத்தினால் அவை நன்றாக முளைக்கும். மூன்றாம்பருவ காலத்தில் இவை பூக்கும்.

சூலகமுடிகளை மட்டும் கிள்ளியெடுத்துப்பக்குவப் படுத்திய குங்குமப்பூ, முதல் தரமாகும். சூலகத் தண்டையும் சேர்த்துத் தயாரிக்கப்படுவது இரண் டாம் தரமாகும். பூ முழுவதையும் உலர்த்தி, குச்சி

யால் மெல்ல அடித்து, சல்லடையில் சலித்து, நீரில் இட்டு, அதில் அமிழ்வதை எடுத்து உலர்த்திச் சேர்க்கப்படும் குங்குமப்பூ மூன்றாம் தரமாகக் கருதப் படுகிறது. ஏனென்றால் இதில் சூலகத் தண்டு மகரந்த கேசரம், பூவிதழ் ஆகிய யாவும் கலந்திருக் கும். 450 கிராம் முதல் தரக் குங்குமப்பூ தயாரிக்க 75,000 பூக்கள் வரை தேவைப்படும். நன்கு முறைப் படி உலர்த்தப்பட்ட உடனேயே பதமான முறையில் திரட்டி வைக்கப்படும். ஒரு பருவத்தில் ஹெக்டேர் ஒன்றுக்கு 11.4-34.0 கிலோ வரை கிடைக்கும்.

குங்குமப்பூவின் குமிழ்த்தண்டு (bulb) இளம் விலங்கினங்களுக்கு நச்சுப் பொருளாகும். சூலகமுடி களைப் பெருமளவில் உட்கொண்டால் மயக்கம் உண்டாகும். குங்குமப்பூவில் குரோசின், குரோ சிட்டின், பிக்ரோகுரோசின் ஆகிய குளுகோசைடு களும், எண்ணெய்ச்சத்தும் உள்ளன. இவற்றுடன் பீட்டா, காமாக் கரோட்டினும், லைகோப்பீன் என்னும் வேதிப் பொருளும் உள்ளன. காஷ்மீரக் குங்குமப்பூவில் 8.5-10.2% நீரும், 5.9-13.3% சாம்பல் சத்தும் உள்ளன. மகரந்தத்தூளில் 0.3-0.56% படிக வடிவக் குளுகோஸைடுகள் காணப்படு கின்றன.

குங்குமப்பூ உடலுக்கு ஒளியையும் மினுமினுப் பையும் நலத்தையும் தரும். சிற்றின்ப உணர்வூட்டும்; செரிமானமூட்டும்; ஓரளவு வலிப்பு நோயைத் தடுக்கும். மிகுதியாக உண்டால் துயிலூட்டும் நச்சுப் பொருளாகும். காய்ச்சல், கல்லீரல் வீக்கம் இவற்றைக் குறைப்பதில் குங்குமப்பூ மருந்தாகப் பயன்படுகிறது என்பதை அண்மைக் கால ஆய்வுகள் நிறுவியுள்ளன. தின்பண்டம், பானங்களுக்கு மண மூட்டவும், சுவையூட்டவும், நிறமளிக்கவும் குங்குமப் பூ நீண்ட காலமாகவே பயன்படுத்தப்பட்டு வரு கிறது. கர்ப்பமுற்ற பெண்களுக்குக் குங்குமப்பூ பாலுடன் கலந்து கொடுக்கும் பழக்கமும் வழக்கில் உள்ளது.

குங்குமப்பூ மிகவும் விலைமிக்கது. எனவே இதில் பெரிதும் கலப்படம் செய்யப்படுகிறது. சாமந்திக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கார்த்தேமஸ் டிங்க்ட் டோரியா (*Carthamus tinctoria*) காலெண்டுலா (*calandula*) போன்ற தாவரங்களின் சிறு பூக்கள் கலப்படத்தில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தலைவலி, மூக்குநீர்ப்பாய்ச்சல்களுக்கு இதைத் தாய்ப்பாலில் உரைத்து, நெற்றியில் பற்றுப் போட லாம். அல்லது இதை அபினி, விளாம்பிசின், பனை வெல்லம் இவற்றுடன் சேர்த்தரைத்து ஒரு துண்டுத் தாளில் தடவிக் கன்னப்பொறியின் மீது இட, வலி நீங்கும். மருந்துகளுக்கு இதைத் துணை மருந்தாகச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். குங்குமப்பூ 1 பங்கை 80 பங்கு நீரில் ஊறப்போட்டு வடிகட்டி, வேளை ஒன்றுக்கு 42-84 மி.லிட்டர் வரை கொடுத்து வர, மேற்கூறிய நோய்கள் விலகும்.

மகப்பேறு எளிதில் முடியாவிடில், 4.4 கிராம் குங்குமப் பூவைச் சோம்புக் குடிநீரில் கரைத்துக் கொடுக்க குழந்தை உடனே வெளிப்படும். குழந்தை பிறந்த பிறகு 488 மி.கிராம் வீதம் மூன்றுவேளை கொடுக்க, இரத்தக்கேடு நீங்கும். 6.10 கிராம் குங்குமப் பூவை நீரிலரைத்து உருண்டை செய்து உள்ளுக்குக் கொடுக்க, இறந்த குழந்தை வெளிப்படும்.

இதைத் தேனிலரைத்துப் பெண்குறி, எருவாய், காது இவற்றில் தோன்றும் நோய்களுக்குப் பூச விரைவில் நோய்கள் மாறும். தாய்ப்பாலிலரைத்துக் கண்ணில் விட்டு வர, கண்ணீரொழுக்கும், சுண்ணைப் பற்றிய பிற நோய்களும் விலகும். 3.5 கிராம் குங்குமப்பூவை, ஏறக்குறைய 350 கிராம் நீரில் சேர்த்துக் குடிநீராக்கிக் கொடுக்க, பசியைத் தூண்டும்.

குங்குமப்பூவை 875 மி.கிராம் எடுத்துப் பால் விட்டரைத்து, 250 மி.லிட்டர் பசுவின் பாலில் கலந்து குடித்து வந்தால் அண்டவாதம், உச்சிவலி, கண்ணிலுண்டாகும் பூ, கபம், கால்வலி, தாகம், விந்து வெளியேறல், சளி, காய்ச்சல் செவிநோய், பித்தம், மதுமேகம் ஆகியவை தீரும்.

35 கிராம் சுக்கை இடித்து 4.12 லிட்டர் நீரிலிட்டு 501 மி.லி. ஆக வற்றக் காய்ச்சி அதில் தேங்காய் நெய்விட்டுக் குங்குமப்பூ 3.5 கிராம் மேற் படி நெய்யாலரைத்து யாவும் கலந்து மூக்கில் நசியமிட்டு வரத் தலைவலி நீங்கும். குங்குமப்பூவைப் பன்னீர் விட்டரைத்துப் புளியங்கொட்டையளவு உள்ளுக்குக் கொடுத்துவிட்டு உடனே ஒரு குன்றி மணியளவு கற்பூரம் போட்டுக் காய்ச்சிய 60 மி. லிட்டர் வெந்நீர் குடித்தால் வயிற்றில் மரித்த பிண்டம் வெளிப்படும்.

ஏலம், இலவங்கம், குங்குமப்பூ, சுடாமாஞ்சில், மஞ்சிட்டி, கடுகுரோகணி, திப்பிலி மூலம், சாதிக்காய், லவங்கப்பட்டை, வசுவாசி, சிற்றரத்தை, சித்திர மூலம், அதிமதுரம், நற்சீரகம், கல்லுப்பு, குறாசாணி ஓமம், வால்மிளகு, வாய்விளங்கம், நிலவாகை வேர் வகைக்கு 12.12 கிராம் எடுத்துச் சூரணித்து அதற்கு நிகர் சீனிகூட்டி, திரிகடிப் பிரமாணம் சாப்பிட அனைத்து வாய்வுகளும் தீரும்.

- சே. பிரேமா

- டோரதி கிருஷ்ணமூர்த்தி

குங்கும மரம்

இதன் தாவரவியல் பெயர் மல்லோட்டஸ் பிலிப் பைனன்ஸிஸ் (*Mallotus Philippinensis*). இது இலை யுதிர் காடுகளிலும் குன்றுகளிலும் வளரும் ஒரு சிறிய

மரமாகும். குங்கும மரம் (monkey face tree) இரு வித்திலைத் தாவரக் குடும்பமாகிய யூஃபோர்பியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது தமிழில் கமலா, சிந்தூரி, குங்குமம், கபிலி, கபிலா என்றும் குறிப்பிடப் படும். கமலச் சாய மரம் என்றும் இதற்குப் பெய ருண்டு. இம்மரத்தின் உயரம் நடுத்தரமானது; இலை கள் பெரியவை; அகன்றவை. இலைகளின் அடிப் புறத்தில் சுரப்பிகள் உள்ளன. இலை முழுதும் மெல்லிய தூவிகள் அடர்ந்துள்ளன. இம்மரத்தின் கனிகள் உலர் வெடி வகையானவை.

குங்குமமரம்

1.செடி, 2.பழங்கள், 3.கிளை, 4,5-மகரந்தக் கேசரங்கள், 6,7-சூலகம் (நீள் வெட்டுத் தோற்றம், குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்) 8,9-மலர்

வெடிகனி முதிர்ந்து உலர்ந்து, மூன்றாக வெடிக் கும். கனியின் மேற்புறத்தில் செந்நிறச் சுரப்பிகள் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து கமலச் சாயம் பெறப் படுகிறது. தாவரத்தின் மரப்பட்டை சாம்பல் நிற மானது. மரக்கட்டை சாம்பல் வண்ணமாகவோ, இளஞ்சிவப்பு வண்ணமாகவோ இருக்கும். மென்மை யான இம்மரக்கட்டை சிறந்த எரிபொருளாகும்.

இந்தியாவில், தக்காணத்திலும், மேற்கு மலைத் தொடர்ப் பகுதிகளிலும், கர்நாடகத்தின் குன்றுப் பகுதிகளிலும் 5000 அடி உயரம் வரை உள்ள இடங் களில், குறிப்பாக இலையுதிர் காடுகளிலும் திறந்த முட்புதர்வனப் பகுதிகளிலும் குங்கும மரம் காணப் படுகிறது.

வெடிகனியிலிருந்து பெறப்படும் சாயம் ஒளிர் ஆரஞ்சு நிறமானது. இச்சாயம் தலைமுடிச் சாயத் தயாரிப்பிலும் தடவு மருந்துகளிலும் (ointments) விரைவில் உலரும் வண்ணங்களிலும் வார்னிஷிலும் முக்கிய பொருளாக அமைந்துள்ளது.

கனித்தோலில் காணப்படும் சுரப்பிகளும், தூவி களும் கசப்பானவை. இவை மருத்துவப் பண்புகளைக் கொண்டவை. குடற்புழு நீக்கியாகவும் (anthelmintic) பேதி மருந்தாகவும் பயன்படும். கனியில் ரோட் லரின், ஐசோரோட்லரின் ஆகியவற்றுடன் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் மிகு வெப்ப நிலையிலும் உருகும் ரைசின் என்னும் மெழுகுப் பொருளும் உள்ளன.

- சி. முருகேசன்

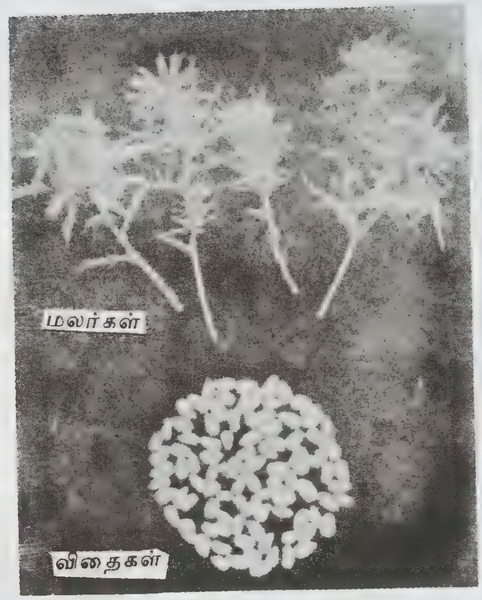
குசில்

இப்பறவை குக்குலிபார்மீஸ் வரிசையில் குக்குலிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. குசில் (*Rhopodytes viridirostris*) தென்னிந்தியாவிற்கு உரியது. வட இந்தியா வில் காணப்படும் (*R.tristis*) சிறப்பினத்தைவிட அளவில் சிறியது. வீட்டுக்காக்கை அளவுள்ள இது 20 செ.மீ. நீளமுள்ள வெள்ளை நிற முனைகளோடு கூடிய நீண்ட வால் கொண்டது. உடலின் மேற்பகுதி பசுமை தோய்ந்த சாம்பல் நிறமாகவும் மார்பு வயிறு ஆகியவை இளஞ்சிவப்புத் தோய்ந்த சாம்பல் நிற மாகவும் இருக்கும். பருத்த பச்சை நிற அலகும் கண் களைச் சுற்றியுள்ள நீலநிறத்திட்டும் வாலிறகுகளின் வெள்ளை விளிம்பும் இதை எளிதில் அடையாளங் கண்டுகொள்ள உதவுகின்றன.

சமவெளிகள், மலையடிவாரங்கள் ஆகிய பகுதி களில் வறள் காடுகளையும் லாண்டானாப் புதர் களையும் முட்செடிகள் வளர்ந்துள்ள பகுதிகளையும் சார்ந்து தனித்தோ இணையாகவோ கிளைகளினூடே புகுந்து திரியும் இது பறக்கும் ஆற்றல் குன்றியதாகும். மிகக் கடினத்துடன் ஒரு புதரிலிருந்து மற்றொரு புதருக்குப் பறந்து செல்வதைக் காணலாம். இலை, தழை, கொடிகளினூடே நுழைந்து மறைந்து தாவித் தாவி ஊர்ந்து செல்வதே இதன் வழக்கம். எப்போதும் இது தரையிறங்கி இரைதேடுவதில்லை. இதன் பழக்கவழக்கங்கள் செண்பகத்தின் (crow-pheasant) பழக்கவழக்கங்களை ஒத்தவை. கம்பளிப் பூச்சி, வெட்டுக்கிளி, பல்லி முதலியவற்றை உணவாகக் கொள்கிறது. செண்பகம் போல் குரல் எடுத்துக் கத்தும் பழக்கம் இதனிடம் இல்லை. மார்ச் - ஜுன் முடிய உள்ள பருவத்தில் மூங்கில் மற்றும் முட்புதர் களினிடையே தரையிலிருந்து 1-2மீட்டர் உயரத்தில்

புறாவின் கூட்டைப் போன்ற உறுதியற்ற முட்கொத்து களைக் கொண்ட கோப்பை வடிவிலான கூடமைத்து இரண்டு உருண்டு திரண்ட மங்கிய வெண்ணிற முட்டைகளிடும். ஆணும் பெண்ணும் கூடு அமைப் பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் பங்கு பெறு கின்றன.

– க. ரத்னம்



படம்

குசும்பா

கார்த்தாமஸ் டிங்க்ட்டோரியா (*Carthamus tinctorius*) என்னும் தாவரம் ஆங்கிலத்தில் சாஃப்ளவர் (safflower) என்றும் தமிழில் செந்தூரகம் என்றும் குறிப் பிடப்படுகிறது. இத்தாவரம், காம்பாசிட்டே என்னும் ஆஸ்ட்ரேசி தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. குசும்பா ஆசிய நாடுகளின் மிக முக்கியமான சாயத் தாவரமாகும். இந்தியாவைத் தாயகமாகக் கொண்ட இத்தாவரம் கிழக்கு உத்தரப்பிரதேசப் பகுதியிலும், மத்திய பிரதேசம், ஆந்திரப்பிரதேசம், மகாராஷ் டிரம், கர்நாடக மாநிலங்களிலும் பயிரிடப்படு கிறது. தமிழ்நாட்டில் குசும்பாத் தாவரம் மிகுதியான அளவில் பயிரிடப்படுவதில்லை. ஆனால் சில இடங் களில் காணப்படுகிறது. கரிசல் மண் நிலத்தில் மழைக்காலங்களில், அழகுக்காக இத்தாவரம் பயிரிடப்படுகிறது.

புதர்ச்செடி (shrub) வகையைச் சேர்ந்த குசும்பாத் தாவர இலைகள், தனித்தனியாக எதிர் இலை அமைவில் காணப்படுகின்றன. மஞ்சரி அமைப்பு, தனித்தன்மை கொண்டதாகும். மலர்கள் சிரமஞ்சரி என்னும் தலை அமைப்பு அல்லது கேப்பி டுலம் (capitulum) அமைப்பில் உள்ளன. ஒவ்வொரு மஞ்சரியும், பூவடிச் செதில்களின் வட்டத்தால் சூழப்பட்டுள்ளது. மலர்கள் மிகச் சிறியனவாக உள்ளமையால், சிறுபூக்கள் (florets) என்றே குறிப்பி டப்படுகின்றன. காம்பற்ற சிறுமலர்கள், புல்லிதழ்கள் இல்லாமலோ மயிரிழைகள் போன்றோ உள்ளன. அல்லியிதழ்கள் இணைந்தவை; இருவகையான அமைப்புக் கொண்டவை. ஒழுங்காகவும், குழல் போன்றும் அமைந்திருக்கும் இம்மலர்கள் குழல் மலர்கள் அல்லது வட்டத்தட்டுச் சிறுமலர்கள் எனப்படும். மேலும் ஒழுங்கற்றும் நாக்குப் போன்றும் இரு இதழ்களாக அமைந்திருக்கும் மலர்கள் கதிர் மலர்கள் (ray florets) எனப்படும்.

மகரந்தத்தாள்கள் ஐந்தும் அல்லியிதழுடன் ஒட்டிக் காணப்படும். மகரந்தப் பைகள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து காணப்படும் (syngenesious). கீழ்மட்டச் சூலகப்பை. இரு சூலிலைகள் இணைந்த ஒரு சூலறையே சூலகப்பையாகும். சூலறையில் ஒரே சூல் காணப்படுகிறது. சூலகத் தண்டு (style) எளிமை யாகவும், சூலக முடிக்குக் கீழ் மயிரிழைகள் கொண்ட தாகவும் காணப்படுகிறது. கனி, சிப்செலா (cypsela) என்னும் உலர் வெடியாக்கனி வகையைச் சேர்ந்தது.

அல்லியிதழ்களிலிருந்து வெளிர்சிவப்பு நிறச் சாயம் எடுக்கப்படுகிறது. இச்சாயம், பட்டுத் துணி களுக்குச் சாயமேற்றவும், உணவுப் பொருள்களுக்கு நிறமேற்றவும் பயன்படுகிறது. இதன் விதைகளி லிருந்து குசும்பா எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய் தூய்மை செய்யப்பட்டபின் சமையலுக்குப் பயன்படுகிறது. பம்பாய் குசும்பா விதைகளைக் கடலை, எள் இவற்றுடன் சேர்த்து எண்ணெய் எடுப் பர். இதற்கு இனிப்பு எண்ணெய் (sweet oil) என்னும் வணிகப்பெயருண்டு. சோப், வண்ணப்பூச்சு, வார்னிஷ் ஆகியவை தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. மேற்பரப்பில் ஒளிரும் தன்மைக்காக வண்ணப்பூச்சுகளில் குசும்பா எண்ணெய் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதை நெய்யில் கலப்படம் செய்வதுண்டு. இத்தாவரம் முழுமையான மருத்துவப்பயன் உடையது. பேதி மருந்தாகவும், வியர்வை வெளியேற்றியாகவும், நீர்க்கோவை நீக்கி யாகவும், மஞ்சள் காமாலை, அரிப்பு ஆகியவற்றைப் போக்கும் மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது.

-நா. வெங்கடேசன்

குட்டனகோரைட்

இயற்கையில் அரிதாகக் கிடைக்கும் இக்கனிமம் கால்சியம், மக்னீசியம், மாங்கனீஸ், இரும்பு ஆகிய வற்றுடன் இணைந்த கார்பனேட்டுடன் காணப்படு கிறது. இதன் வேதி மூலக்கூறு Ca (Mn, Mg, Fe) $(CO_3)_2$. இக்கனிமம் வெண்மை, வெளிர் ஊதா, வெளிர் ரோஜா நிறங்களில் காணப்படுகிறது. ஒளி உட்புகாத்தன்மை கொண்ட இது குறைந்த அளவு ஒளி மிளிர்வையும் பெற்றுள்ளது. இது அறுகோணப் படிகத் தொகுதியைச் சார்ந்தது.

இதன் மூன்று வலிமையான ஒளி விலகல் வரிசை செவ்விணை வடிவப் பக்கத்தில் 2.94 (100) ஆகவும், 1.814 (30), 1.837 (25) ஆகவும் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. இதன் ஒளியியல் மாறிலி, $\omega = 1.727$, $\varepsilon = 1.535$. இக்கனிமம் எதிர் ஒளி சுழற்றும் பண்பைக் கொண்டுள்ளது. மோஸ் அளவுகோலின்படி, இதன் கடினத்தன்மை 3.5-4; அடர்த்தி 3.12. இக்கனி மத்தின் மேற்பிளவு (1011) பக்கத்தில் சீரானதாகவும், தெளிவாகவும் உள்ளது. கனிம முறிவு ஓரளவு குவிந்த பரப்பைக் கொண்டுள்ளது. இக்கனிமம் எளிதில் முறியும் தன்மை கொண்டது.

இக்கனிமம் இயற்கையாகத் தோன்றும்போது இதன் படிக உருவ அமைப்புச் சீரற்றுச் சிதைவற்றே உருவாகிறது. மேலும், இக்கனிமத்தின் மொத்த அமைப்பு, இதன் பிளவுப் பகுதிகளின் மூலமாக எளிதில் உடையும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.

குட்டனகோரைட், (kutnahorite), நியூ ஜெர்ஸி யில் பிராங்ளின் என்னும் இடத்திலும், செக்கோஸ் லோவாக்கியா நாட்டிலுள்ள ச்வாலாடிஸ், குட்ன கோரா பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. மேலும். மெக்ஸிகோவில் புரோவிடினியா என்னும் இடத்தி லும், ஜப்பானிலுள்ள ரூர்ஜிமா சுரங்கப் பகுதியிலும் காணப்படுகிறது.

- எஸ். சுதர்சன்

நூலோதி. J. Sinkankas, *Mineralogy*, Van Nostrand Reinhold, East West Press, New Delhi, 1969.

குடசப்பாலை (சித்த மருத்துவம்)

பட்டையை முறையாகக் குடிநீரிட்டு 16 - 32மி. லிட்டர் வரை நாளும் மூன்று வேளை கொடுத்து வர, கழிச்சல் வகை அனைத்தும் நீங்கும். பட்டையைப் பிழிந்து சாறெடுத்து, இஞ்சிச்சாறு ஒரு நிறை சேர்த்து, அத்துடன் சிறிது சர்க்கரையும் சேர்த்துச் சாப்பிட வயிற்று நோய், மேகநோய் முதலியவை போகும். பட்டையைக் குடிநீரிட்டு வாய் கொப் பளிக்கப் பல்வலி தீரும். பட்டைச் சாற்றை எண்ணெ யிலிட்டுக் காய்ச்சி, கரப்பான், சொறி, சிரங்கு முதலிய நோய்களுக்குத் தடவ நன்மை தரும்.

பட்டை 6.10 கிராம், வில்வப்பழச் சதை 6.10 கிராம், மாதுளம் பட்டை 3.5 கிராம் இம்மூன்றையும் உலர்த்திப் பொடி செய்து 434.5 - 875 மி.கிராம் வீதம் தேனில் சர்க்கரையில் கலந்து கொடுக்கக் கழிச்சல்கள் நீங்கும்.

குடசப்பாலை இலையைப் பசும் பாலில் அரைத்து உட்கொண்டு வந்தால் எலிக்கடி, நச்சுக்கரப்பான், உடல் சுரப்பு, அனைத்து நச்சு வீக்கம் இவை தீரும். பெருமரத்துப்பட்டை, அதிவிடயம், முத்தக்காசு, அசமதாகம், குடசப்பாலைப் பட்டை இவற்றை ஒரு நிறையாயரைத்துத் தயிரிலாவது, காடியிலாவது கரைத்துக் கொடுக்க அதிசார பேதி தீரும்.

குடசப்பாலை, அதிவிடயம், கோரைக்கிழங்கு, சாதிக்காய், சுக்கு, அபின், கஞ்சா, கழற்பருப்பு, இலவம்பிசின், சீரகம், மாங்கொட்டைப் பருப்பு, வில்வப்பழம் ஆகியவற்றை ஒரு நிறையாக எலுமிச்சம் பழச்சாற்றிலரைத்துக் குன்றிபோலுருண்டை செய்து முற்கூறிய சாற்றில் கொடுக்க அதிசாரப் பேதி தீரும்.

சிற்றாமுட்டிவேர், வில்வக்காய், சீந்தில்தண்டு, குடசப்பாலை, சுக்கு, முத்தக்காசு, நிலவேம்பு, கஞ்சா விதை இவற்றைச் சேர்த்துக் கஷாயஞ்செய்து கொடுக்க அதிசாரக் காய்ச்சல் தீரும்.

- சே. பிரேமா

குடல் அடைப்பு

இந்நோய் முழுமையாகவோ, அரைகுறையாகவோ, தீவிரமாகவோ, நாட்பட்டோ, எளிய வகையாகவோ, இறுக்கத்துடன் (strangulation) கூடியதாகவோ இருக்கலாம். குடல் சிக்கிக் கொண்டாலோ முறுக்கிக் கொண்டாலோ, அதன் இரத்த ஓட்டம் தடைப்படுவதால் குடல் அடைப்பு (intestinal obstruction) ஏற்படுகிறது.

காரணங்கள். குடலின் உள்துளை அடைபடும் போது அல்லது குடல் அசைவு தடைபட்டுச் செயலிழப்பு நேரும்போது குடல் அடைப்பு ஏற்படலாம். முன்னதற்கு அறுவை தேவை. பின்னதற்கு மருத்துவமே பயனளிக்கும்.

அனைத்து வயதிலும், ஒட்டுப் பொருள்களும், குடல் பிதுக்கங்களும், குடல் அடைப்புக்குக் காரணங்களாக அமைகின்றன. குழந்தைப்பருவத்தில், குடல் உள் செருகல் (intussusception) காணப்படுகிறது; வயது வந்தவர்களிடையே, குடல் முறுக்கம், புற்றுநோய், பக்கத்தசை வளர்ச்சி ஆகியவை காரணங்களாக உள்ளன.வயது முதிர்ந்தவர்களிலும், குழந்தைகளிலும், படுக்கையாக இருப்பவர்களிலும் மலக்குடலின் உள் காணப்படும் மலம் இறுகிக் கணக்கற்ற நாக்குப் பூச்சிகள், குடல் அடைப்பை உண்டாக்கலாம்.

வயிற்று அறுவைக்குப் பிறகு அதிர்ச்சி நிலைகளில், தண்டுவடக் காயங்களில், குறை இரத்த அழுத்த நிலையில், குடலசைவின்மை உண்டாகிச் செயலிழப்புடன் குடல் அடைப்பும் நிகழ்கிறது.

அறிகுறிகள். சுருக்கு வலி, வயிற்றிரைச்சல், மந்தமான இடைவிடாத வலி காணப்படுகிறது. நிலையான மிகையான வலியுடன் தொடுவலியும் ஏற்பட்டால் குடல் இறுக்கம் எனக் கொள்ள வேண்டும். சிறு குடலின் மேற்பகுதி அடைபட்டுப் போகும்போது வாந்தி மிகையாக உண்டாகிறது. சிறுகுடலின் கீழ்ப்பகுதியோ பெருங்குடலோ அடைபட்டால் வாந்தி இராது. செயலிழப்பு அடைப்பில் சோர்ந்துள்ள நோயாளியின் வாயிலிருந்து துர் நாற்றம் கொண்ட நீர்மம் வெளிப்படும். நீடித்த குடலடைப்பில் வாந்தி பீறிட்டு அடிப்பதுடன், விட்டு விட்டும் தோன்றும். வயிற்று உப்புசம் பரவலாக இருந்தால் பெருங்குடல் அடைப்பு என்றோ செயலிழப்பு அடைப்பு என்றோ கொள்ளலாம்.

குடலசைவுகள், முழுமையான அடைப்பில் இல்லாமையால் மலமும் காற்றும் வெளிப்படா. சிறுகுடலின் மேற்பகுதி அடைப்பில், மலம் தானாகவே பிரியும் அல்லது இனிமா கொடுத்த பின்னரும் பிரியும். பெருங்குடலடைப்பில் சளியுடன் கூடிய பேதி ஏற்படும்.

தொடுவலி, வயிற்றினுள் கட்டி ஆகியவை குடலடைப்பில் காணப்படும். செயலிழப்பின் குடலடைப்பில் குடல் அசைவு ஒலிகள் கேளா. சிறு குடலின் மேற்பகுதி அடைப்பால் வாந்தி உண்டாவதால் நீர்மங்களும், மின் உப்புகளும் (electrolytes) இழக்கப்படுகின்றன. கீழ்ப்பகுதியில் அடைப்பு இருந்தால், உப்புசமடைந்த குடல் பகுதிகளில் தேக்கம் ஏற்படுவதால், வாந்தி இல்லாமலேயே நீர்ம இழப்பு உண்டாகிறது. குளோரைடு, சோடியம், பொட்டாசியம் போன்றவை பெருமளவில் இழக்கப்படுகின்றன. வயது முதிர்ந்தவர்களில் சிறுநீரக முறிவு ஏற்படலாம்.

ஆய்வுகளில் நோயாளியை நிற்க வைத்தும் மல்லாந்த நிலையிலும் வெறும் வயிற்றின் எக்ஸ்-கதிர்ப் படங்கள் எடுக்க வேண்டும். நீர்ம மட்டங்களும் (fluid levels) உப்புசமடைந்த குடல் பகுதிகளும் எக்ஸ் கதிர்ப் படங்களில் காணப்படும். பேரியம் கொடுத்து எக்ஸ் கதிர்ப் படங்கள் எடுப்பதும் நோய் அறுதியிடலில் உதவும்.

மருத்துவம். நோய் உறுதியானவுடன், குடல் அடைப்பை அறுவை செய்து நீக்க வேண்டும். சிரை வழி நீர்மங்கள் செலுத்த வேண்டும். இறுக்கத்துடன் கூடிய குடல் பிதுக்கம் ஏற்பட்டால் உடனடியாக அறுவை செய்ய நேரிடும். சிலபோது, குடல் செருகலால் இரைப்பை, குடல் நீர்மங்களை அகற்றினாலே அடைப்பு நீங்கிவிடும். புற்றுநோயால் அடைப்பு ஏற்பட்டால் சிரை வழி இரத்தம் செலுத்த நேரிடும். இழந்த நீர்மங்களையும், மின் உப்புகளையும் ஈடு செய்வது மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

- சாரதா கதிரேசன்

நூலோதி. M. H. Sleisenger and J. S. Fordtran, *Gastro Intestinal Disease*, Second Edition, W. B. Saunders Company, London, 1978.

குடல் அலைவின்மை

மனிதனின் உணவுப்பாதை தானாகவே சுருங்கி விரியும் ஆற்றல் கொண்டது. இதற்கு அலை அசைவு (peristalsis) என்று பெயர். இந்த அலை அசைவின் மூலமாக உணவுப்பொருள்கள் உணவுக்குழாயிலிருந்து சிறிதுசிறிதாகக் குதம் வரை தள்ளப்படுகின்றன. இதனால் உணவுப்பொருள்கள் செரித்து, சிறுகுடல், பெருங்குடல் ஆகியவற்றால் சத்துகள் உறிஞ்சப்படுகின்றன.

ஒரு சில நோய் நிலைகளில் இந்தக்குடல் அசைவு குறைந்து அல்லது இல்லாது போய்விடும். பெரும்

பாலும் நரம்பு-தசை அமைப்பு ஒடுக்கப்படுவதால் இந்நோய் ஏற்படுகிறது.

சாதாரணமாக, வயிற்று அறுவை மருத்துவத் திற்குப் பிறகு (abdominal surgery) குடல் அலை வின்மை காணப்படும். பொதுவாக அறுவை மருத்துவம் முடிந்து சிறுகுடல், இரைப்பை, பெருங் குடல் ஆகியவை முறையே 24 - 48 மணி, 3-5 நாள்களுக்குப் பிறகே குடல் அலைவை மீண்டும் பெறுகின்றன. சில சமயங்களில் நீண்ட நேரம் நீடிப்பதால் நோய் உண்டாகிறது.

காரணங்கள். சிறுகுடல் வால் அழற்சி (appen dicitis), முனைப்புடைய கணைய அழற்சி (acute pancreatitis), தண்டுவட எலும்பு முறிவு (fracture of spine), சிறுநீர் நாள வலி (ureteric colic), நுரையீரல் அழற்சி விலாஎலும்பு முறிவு (pneumonia fracture ribs), வயிற்றறைப் பின்புற இரத்தக்கட்டி (retroperitoneal haematocels), இரத்த நச்சுப் பொருள் (septicae- mia), இரத்தச் சோடிய மற்றும் பொட்டாசியக் குறைவு (hyponatraelmia, hypokalaemia) ஆகியவை குடல் அலைவின்மைக்குக் காரணங்களாகும்.

நோய் அறிகுறி. காற்றுப் பிரியாமை, பசியின்மை, வயிறு வீக்கம், காய்ச்சல், வாந்தி, மயக்கம், அயர்ச்சி போன்றவை இருக்கும். சில நேரங்களில் இரத்த ஓட்டச் சீர்குலைவு, மயக்கம், தன் உணர்வு இழத்தல் ஆகியவை நேரக்கூடும். சரியான நேரத்தில் மருத்துவம் செய்யாவிட்டால் இதயமும் செயலிழந்து விடக்கூடும்.

மருத்துவம்

1. பொது மருத்துவம். இந்நோய்க்கான காரணங் களை முதலில் கண்டுபிடித்து அவற்றுக்கேற்ப மருத்துவம் தர வேண்டும். அறுவை மருத்துவம் செய்திருந்தால் அதனால் உண்டாகும் இரத்தக்கசிவு, சீழ்க்கட்டி போன்றவற்றைச் சரி செய்யவேண்டும். இரத்தத்தில் சில உப்புகள் குறைந்திருந்தால் அவற்றைச் சிரை வழியே செலுத்தலாம். குடலில் சுரந்திருக்கும் மிகுதியான நீர்ச் சுரப்பை வாயில் ஒரு குழாய் செலுத்தி வெளியேற்ற வேண்டும். சிரை மூலம் உடலுக்கு வேண்டிய நீரைச் செலுத்துவதால் இரத்த அழுத்தத்தை உயர்த்த இயலும்.

2. மருந்து. பொதுவாக, இரைப்பை, குடல் ஆகியவற்றைச் சுருங்கச் செய்யும் (spasmodic drugs) மருந்து வகைகளையும் துணைப்பரிவு மண்டல மருந்துகளையும் கொடுக்கக் கூடாது. இவற்றால் குடல்புண், குடல் துளை ஆகியவை ஏற்படக்கூடும். ஆனால், இவ்வகை மருந்துகளைப் பரிவு மண்டலத் தைச் செயலிழக்கச் செய்துவிட்டுப் பயன்படுத்த லாம்.

அறுவை மருத்துவம். குடலில் இருக்கும் காற்ற ழுத்தம், நீர்ம அழுத்தத்தை அறுவை செய்து நீர்மம், காற்று ஆகியவற்றைச் சிறிது சிறிதாக வெளியேற்ற லாம். இதனால் நோயாளிக்கு வலியும் வயிற்றுச் சுமையும் குறையும். பெருங்குடலின் ஒரு பகுதியில் துளையிட்டுக் குடல் அழுத்தத்தைக் குறைக்கலாம். குடலில் அடைப்பு ஏதாவது இருந்தால் சரி செய்ய லாம்.

- ச. ஆதித்தன்

குடல் அழற்சி

இது சிறுகுடலில் ஏற்படும் அழற்சி நோய்களைக் குறிப்பிடுகிறது. நுண்ணுயிர்கள், உணவில் சில ஒவ்வாமைப் பொருள்கள் கலப்பது, காரணமறியா நோய்கள், குரோன் நோய் போன்ற பல காரணங் களால் அழற்சி வரக்கூடும்.

பலவகை நுண்ணுயிர்களால் குடல் அழற்சி ஏற் படலாம். நுண்ணுயிர்களின் நச்சு, குடலின் உட்புறச் சுவரில் அழற்சியை உண்டாக்குகிறது. அழற்சியால் குடற் பரப்பின் மீது சிவந்த நிறமாற்றம் ஏற்படுகிறது. நுண்ணோக்கி வழியே அந்த இடத்தைப் பார்த்தால், பல வெள்ளையணுக்கள் (எல்லா வகைகளோடும்) அங்கே சூழ்ந்திருப்பதைக் காணலாம். இரத்த நாளங் களும் நீரைச் சுரக்கின்றன. இந்த மாற்றங்களையே அழற்சி என்பர்.

நுண்ணுயிர்களில் டைஃபாய்டு நுண்ணுயிர்கள், பேதி உண்டாக்கும் நுண்ணுயிர்களுடன், எக்சினியா கியூடோ டியுபெர்குலோசிஸ் என்னும் நுண்ணுயிரியும் பங்கேற்கும். மேலும் கீரைஸ்ட்ரிடியம், பெர்ப்ரின் ஜென் என்பவையும் முக்கியமான நுண்ணுயிர்கள் ஆகும்.

இறைச்சியில் இந்நுண்ணுயிர்கள் கலந்து, உண வாகச் சமைக்கப்படும்போது, சமையல் சூட்டி லிருந்து தப்பி, பின்னர் அந்த உணவு சில மணி நேரம் குளிர்விக்கப்பட்ட பிறகு பரிமாறப்பட்டால், அந்த நுண்ணுயிரிகள் பலவாகப் பெருகி, சாப்பிடுபவரின் குடலில் சில பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன.

வாந்தி, பேதி, வயிற்று வலி போன்றவை தோன்றுகின்றன. இவ்வகையிலேயே மிகத் தீவிர மான பாதிப்புக்கு உள்ளாக்கும் நோய் உள்ளது. இது குடல் அழற்சி அழுகிப் போதல் எனக் குறிக்கப்படும். ஜெர்மனியில், இரண்டாம் உலகப் போருக்குப் பிறகு இந்நோய் பெரும் பான்மையாகக் காணப்பட்டது.

குடல் உட்சுவர் முழுதும் சிவந்து இரத்தக் கசி வால் குடற் பரப்பு அழுகி அழியத் தொடங்கும். நோயாளியின் நிலை மிகவும் சீர்கெட்டு இறந்து விடவும் நேரிடலாம். மற்றொரு வகை அழற்சிக்கு,

குரோன் நோய் என்று பெயர். இந்த அழற்சி உண்டாவதற்கான குறிப்பிட்ட காரணத்தை இதுவரை அறுதியிட்டுக் கூற முடியவில்லை. பலவகைக் காரணங் களும் கருத்தும் கூறப்பட்டுள்ளன. அவை மிகு நுண்ணுயிர்கள் (viral) வழிவருவது, பரம்பரையாகக் குடும்பங்களில் வருவது, பிறவியில் வருவது, தொற்று நோயாகப் பற்றிக் கொள்வது, ஒவ்வாமை நோய் எனப் பலவாகும். இவ்வகை அழற்சியில் குடல் நீண்ட காலம் தாக்கப்படுகிறது. அழற்சியின் விளைவு குடல் பரப்பின் மேலிருந்து கீழ்வரை (அதாவது குடலின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைப் பார்க்கும் போது) தாக்குகிறது.

குடல் உறிஞ்சிகள், அவற்றுக்குக் கீழே உள்ள நொதி சுரக்கும் சுரப்பிகள், இவற்றைத் தாங்கும் திசுக்கள் ஆகிய அனைத்தும் அழற்சியின் விளைவாக வெள்ளையணுக்களால் சூழப்படுகின்றன. வெள்ளை யணுக்கள் அதிகமாகி, அவை சிறிய சுழல் போல் ஓர் அமைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன. குடல் சுவரின் வெளிப்புற வழியே இந்த வெள்ளையணுக்கள் கூட்ட மாக வெளியேறுவதால் ஏற்படும் அழற்சியால் குடலின் பல பகுதிகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்கின்றன. சிறுகுடலின் இறுதிப் பகுதியான இலியம் என்னும் இடமே இந்நோயால் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகிறது.

அறிகுறிகள். இந்நோய் இளம் வயதினரைத் துன்புறச் செய்கிறது. மிகு வலிவின்மை, உடல் எடை இழப்பு, இளைப்பு, வயிற்றின் வலப்புறத்தில் வலி, பேதி, காய்ச்சல், வயிற்றுக் கடுப்பு, பேதியாகும் மலத்தில் இரத்தம் கலவாமை என்பன அறிகுறி களாகும்.

மருத்துவம். அறிகுறிகளுக்கேற்ப மருத்துவம் மேற்கொள்ளுதல் நலம். பேதியைக் கட்டுப்படுத்து வது, காய்ச்சலுக்கு மருந்து கொடுப்பது, உணவுக் கட்டுப்பாடு போன்றவை முக்கியமாகக் கவனிக்கத் தக்கவையாகும். செரித்த உணவின் சத்துகளை உறிஞ்சி உடலுக்கு அளிக்கவல்ல குடலின் மேற் பரப்பில் அழற்சி ஏற்படுவது, குடலின் பணியைத் தடை செய்யும்.

செரிக்கும் பணி, உறிஞ்சும் பணி ஆகியவை பாதிக்கப்படுவதால், உணவின் செரிமானம் சரிவர நடப்பதில்லை. இதன்வழி நன்கு செரிக்காத உணவால் பேதி ஏற்படுகிறது. செரிமானம் இல்லாமையால் குடல் உறிஞ்சுவதற்குச் சத்துப் பொருள் கிடைப்ப தில்லை. இதனாலும் உடல் நலம் கெடுகிறது.

- சு. ராஜலட்சுமி

குடல் அழற்சி நோய்கள்

சிறுகுடல், பெருங்குடல்களில் பலவகை அழற்சி நோய் கள் (inflammatory diseases) உண்டாகின்றன. பெரும் பாலானவை பெருங்குடலைப் பாதிக்கின்றன. இவற்றில் சில நுண்ணுயிரிகளால் தோன்றும். எ.கா: அமீபியாசிஸ் டியுபர்குலஸ் அழற்சி, சிஸ்டோ சோமியாசிஸ் போன்றவை.

போலிச் சவ்வுப் பெருங்குடல் அழற்சி (pseudo-membranous colitis) நுண்ணுயிரியால் உண்டா னாலும் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கொடுத்த பின்னரும் உண்டாவதாகும். புற்று நோய்களுக்குக் கதிரியக்க மருத்துவம் செய்தபின், அதன் விளைவாகக் குடல் தாக்கமுற்று அழற்சி உண்டாகலாம். சில நோய் களில் மூல காரணமே தெரியாது. எ.கா: பெருங்குடல் புண் அழற்சி (ulcerative colitis), குரோன் நோய் (Crohn's disease) ஆகியவை.

பெருங்குடல் புண் அழற்சி. வில்க்ஸ், மாக்ஸன் ஆகியோர் 1875 இல் இந்நோயைப் பற்றி முதன் முதலில் விவரித்துள்ளனர். பெருங்குடலின் சிலேட்டு மப் படலத்தில் (mucous membrane) சிறு சிறு புண்கள் உண்டாகி இப்பகுதி தடிப்பதால் தன் தன்மையை இழந்துவிடும். இந்நோய்க்குரிய காரணம் இது வரை கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

பொதுவாக இந்நோய், 20-40 வயதுக்குட்பட்ட வரையே பாதிக்கும். பெண்கள் ஆண்களைவிடப் பெரிதும் தாக்கம் அடைகின்றனர். இந்நோய் நகர்ப் புறங்களில் வசிப்பவர்களையும், ஓரளவிற்கு உயர் நிலையில் உள்ளவர்களையும் தாக்கக் கூடும். உறவினர் களுக்குள்ளேயும் ஒரே குடும்பத்தில் பலரையும் தாக்கு வதால் இந்நோய் பரம்பரையிலும் வரலாம் என்னும் ஐயமுள்ளது. ஆனால் மரபியல் உறவின் மூலம் பரவுவதாக மெய்ப்பிக்கப்படவில்லை.

காரணங்கள்

இந்நோயின் அடிப்படையை இதுவரை வரை யறுக்க இயலவில்லை.

நுண்ணுயிரியால் உண்டாதல். சில நுண்ணுயிரிகள் புண் உண்டான குடலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும் இந்நோய்க்கான உயிரியைக் கண்டுபிடிக்க முடிய வில்லை. சிலருக்கு நுண்ணுயிரியால் உண்டாகும் சீதபேதிக்குப் பிறகு நிலையான அழற்சி உண்டாகவும் வாய்ப்பு உண்டு.

லைசோசைம் என்னும் நொதி சிலேட்டுமப்பட லத்தில் படர்ந்துள்ள பாதுகாப்புச் சிலேட்டுமத்தைச் சிதைத்து நுண்ணுயிரிகள் அதைத் தாக்கி நோயை உண்டாக்கலாம். ஆனால், இந்நோயுற்றோரின் மலத்தில் மிகுதியும் காணப்படும் லைசோசைம், வெள்ளை அணுக்கள் நிறைய அழிக்கப்படுவதாலும் உண்டாகலாம்.

மனநிலை மாற்றங்கள். மன உளைச்சலும், மிகு கவலையும் பெருங்குடலில் புண் உண்டாக்கும் எனக்

கருதப்படுகிறது. ஆனால் நோயுற்றவர்களில் பெரும்பாலோர் மனநிலை தாக்கப்படாதவர்களாகவே உள்ளனர். அன்றியும் அறுவை மருத்துவத்துக்குப் பின் இவர்களுக்கு முழுக் குணம் தெரிவதால் மன நிலை மாற்றங்கள் இந்நோயால் உண்டாகும் என்பதே சரியானதாகத் தோன்றுகிறது.

எதிர்ப்பாற்றலால் உண்டாகும் விளைவு. உணவு, மருந்து போன்றவற்றில் உள்ள ஒவ்வாமைப் பொருள்கள், நுண்ணுயிரியால் உண்டாகும் எதிர்ப்பு அல்லது தன் எதிர்ப்புப் போன்றவற்றால் சிலேட்டுமப் படலம் அழிக்கப்பட்டு நிலையாகப் புண் உண்டாகலாம். உணவிலுள்ள சில புரதச் சத்துகள் ஒவ்வாமையை உண்டாக்கிப் பெருங்குடலைத் தாக்கக்கூடும். பெருங்குடல் புண் அழற்சி தன் எதிர்ப்பு நோயாகவும் கருதப்படுகிறது. சில நோயாளிகளின் இரத்தத்தில் பெருங்குடல் எதிர்ப்புப் பொருள் (antibody) இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இருப்பினும் எல்லோரிடமும் இத்தன்மை இருப்பதைக் கண்டறிய இயலவில்லை.

பெருங்குடல் புண் அழற்சி உள்ளவர்களுக்கு மூட்டு நோய் (arithritis), முதுகெலும்பு இயக்கக் குறைபாடு (ankylosing spondylitis), தோலில் சிவப்புக் கணுக்கள் (Eaythema nodosum) உண்டாதல் அல்லது தோல் திசுக்கள் அழிபடுதல் (pyoderma gangrenosum), கண் விழிப்படல அழற்சி (iritis), ஈரல் அழற்சி (hepatitis) போன்றவையும் உண்டாகின்றன. எனவே உடலைப் பொதுவாகப் பாதிக்கும் நோயாக இது கருதப்படுகிறது. இருப்பினும் இந் நோயின் விளைவாக இவை தோன்றுவதாகவும் கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் அறுவை மூலம் பெருங்குடலை எடுத்தபின் இவையனைத்தும் மறைந்து விடுகின்றன.

அறிகுறி. பெருங்குடல் சிலேட்டுமப் படலம் தடித்திருக்கும். ஆங்காங்கு சிறு புண்கள் உண்டாகும். பிறகு அனைத்துப் புண்களும் ஒன்று சேர்ந்து பரவி இடையிடையே நோயுற்ற சிலேட்டுமப் படலத் தீவுகளாகத் தெரியும். இச்சிலேட்டுமத் தீவுகள் வீக்கத்துடன் தனித்துக் காணப்படும். புண்கள் ஆறுவதற்கு உதவும் திசுக்கள் (granulation tissue) மிகு வளர்ச்சியடைந்து அதன் மீது சிலேட்டுமம் படர்ந்தால் அது சிறு கட்டிகள் போன்று தெரியும். இத்தகைய கட்டிகள் பெருங்குடல் முழுதும் பரவியிருக்கும். சில சமயம் புண்களே உண்டாகாமல் சிலேட்டுமப் படலம் தடித்து, அதற்கு வெளிப்புறத்திலுள்ள தசையில் ஒட்டியிருக்கும். ஆறுவதற்கு உதவும் திசுக்களும் நிரம்பியிருக்கும்.

பெருங்குடல் மடிப்புகள் (haustrations) நீங்கி உயிரற்ற உலோகத்தாலான குழாய் போன்றிருக்கும். சில சமயம் குடல் சுவர் மெல்லியதாகி, காற்று நிறைந்து விரிவடைந்து கேடு உண்டாக்கும். சில சமயங்களில் குடலில் சுருக்கமும் அடைப்பும் உண்டாகும். இந்நிலை புற்றுநோய் உண்டாகவும் வகை செய்யும்.

நுண்ணோக்கி வழியாகப் பெருங்குடலில் திசுத் துணித்தாய்வு (tissue biopsy) செய்து பார்த்தால் உறுதியாக நோயைப் பற்றி அறியலாம். நோயால் சிலேட்டுமத்திலும், சிலேட்டும அடிப்பகுதியிலும் (sub mucosa) மாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருக்கும். இங்கு வட்டச்செல்கள் (round cells) பிளாஸ்மா செல்கள், ஈயோசினோஃபில்கள், மாக்ரோஃபாஜஸ் முதலியவை ஊடுருவியிருக்கும். அரிதாக இத்தகைய செல்கள் தசைக்குள்ளும் ஊடுருவும். புண் ஆற்றும் திசுக்களிருக்குமிடத்தில் சிலேட்டுமச் சுரப்பிகளின் கீழே மறைவான சீழ்க்கட்டிகள் (cryptabscesses) உருவாகும். பல சீழ்க்கட்டிகள் ஒன்று சேர்ந்து சிலேட்டுமத்தைச் சிதைத்துப் பெரிய புண்ணை உண்டாக்கும்.

பெருங்குடலில் இந்நோய் உண்டானபின் நோயின் தன்மை குறைந்து புண்கள் முழுதும் ஆறி எபித்தீலியல் செல்கள் மீண்டும் வளர்ந்து இயல்நிலை தோன்றும். ஆனால் இது நிலையானதன்று. நோய் மீண்டும் தோன்றிய சிலேட்டுமத்தில் அனைத்து மாற்றங்களும் மீண்டும் உண்டாகலாம். தசைகளிலும் சில மாற்றங்கள் ஏற்படலாம். தசைகள் தடித்தும் சில இடங்களில் சுருங்கியும் அடைப்பு ஏற்பட வழி செய்யும்.

அறிகுறி. பேதியாதல், இரத்தப்போக்கு, சீதம் கலந்த மலம் கழித்தல் போன்ற நோய்க் குறிகள் உண்டாகும். இதில் முக்கியமானது இரத்தப் போக்கு. இது இல்லையென்றால் பெருங்குடல் புண் அழற்சி நோயாக இருக்காது. வயிற்றில் வலியுண்டாகும். விட்டுவிட்டு வலியுண்டாதல் சாதாரணமாக இருக்கும். நோய் முற்றினால் தொடர்ச்சியான வலி இருந்துகொண்டே இருக்கும். உடல் ஆற்றல் குறைதல், எடை குறைந்து மெலிதல், இரத்தச் சோகை முதலியவை தொடரும்.

மூட்டுநோய் (arthritis), விழிப்படல அழற்சி தோல் புண் (pyoderma gangrenosum), ஈரல் அழற்சி, முதுகெலும்பு முடக்குவாத அழற்சி (ankylosing spondylitis) போன்றவற்றில் ஒன்றிரண்டோ அனைத்துமோ இருக்கலாம்.

நோயைக் கண்டறிதல். நோயாளியை ஆய்தல், கதிர்வீச்சுப் படங்கள், பெருங்குடல் உள்நோக்கிக் கருவி இவற்றின் மூலம் கண்டறிதலோடு திசுத் துணித்தாய்வு செய்தலும் நோயை உறுதிப்படுத்தும்.

பெருங்குடல் புண் அழற்சியால் உண்டாகும் நோய்கள். பெருங்குடலில் துளைவிழுதல், வரம்பின்றி விரிவடைதல் (toxic megacolon), மிகை இரத்தப் போக்கு, குடல் சுருக்கம், அழற்சிக் கட்டிகள், ஆசன வாய் வெடிப்பு (anal fissure), சீழ்க்கட்டி, ஆசனப் பக்கத்துளை (anal fistula), புற்றுநோய் முதலியன.

மருத்துவம். முழு ஓய்வு, சத்துணவு, மனநோய் மருத்துவம், குடல் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் (intestinal antibiotics), கார்டிசோன், எதிர்ப்பாற்றல் குறைப்பு மருந்துகள் (immuno suppressants) போன்றவற்றை அளித்துப் பொது மருத்துவம் செய்தால் நல்ல பலன் ஏற்படும்.

கார்ட்டிசோன் மருந்தை வாய் வழியாகக் கொடுக்கலாம். இதைக் குடல் கழுவுமுறை மூலம் பெருங்குடலில் தங்கச் செய்தால் நோயிருக்குமிடத்திலேயே வேலை செய்து நன்கு பலனளிக்கும். சல்பாலசின் (சாலசோபைரின்) என்னும் மருந்து இந்நோய்க்குச் சிறந்தது. இதையும் எனிமா மூலம் கொடுத்துப் பலனை அதிகமாக்கலாம்.

அறுவை மருத்துவம். மருந்து முறையில் குணப்படுத்த இயலாவிடில், உடல்நிலை மிகவும் சீர்கெடும்போது அறுவை மேற்கொள்ள வேண்டும். புற்றுநோய் அறிகுறி இருந்தாலோ, குடல் துளை விழந்தாலோ, பெருமளவில் இரத்தப் போக்கு ஏற்பட்டாலோ அறுவை செய்ய வேண்டும். இம்முறையில் நோயுற்ற பெருங்குடல் முழுமையும் எடுத்துவிட வேண்டும். சிறுகுடல் இறுதிப் பகுதியை வயிற்றுப் பகுதியில் வெளிக்கொணர்ந்து அதன் வழியாக மலம் வெளியேறச் செய்தல் வேண்டும் (Ileostomy). சிறுகுடலின் இறுதியில் ஒரு பை போன்று செய்து அதைக்கழிப்பிடத்தில் இணைத்து இயற்கையாக மலம் வெளியேறச் செய்யலாம். இத்தகைய அறுவைக்குப் பிறகு எல்லோரையும் போன்று இந்நோயாளிகளும் பணியாற்ற இயலும்.

- ஆர்.பி. சண்முகம்

குடல் - இரைப்பைக் குருதிப் பெருக்கில் தமனி வரைபடம்

இரைப்பைக் குடல் பகுதிகளைக் கண்டறிய,தொடைத் தமனி வழியாகச் (fermoral artery) சிறு குழாயொன்றைப் பெருந்தமனிக்குள் செலுத்தி அதிலிருந்து ஒவ்வோர் உறுப்புக்கும் செல்லும் கிளைத் தமனிகளில் கதிர்வீச்சில் வெளிப்படும் மருந்தைச் செலுத்தினால் அந்தந்த உறுப்புகளின் இரத்த ஓட்ட அமைப்பை நன்கு அறியலாம். அதைப் படமெடுத்து ஆராய்ந்து பார்க்கலாம். இதற்குத் தக்க பயிற்சியும், ஏற்ற கருவிகளும் தேவைப்படுகின்றன

குடல், இரைப்பையில் தமனி, சிரை அல்லது தந்துகிகளில் மாற்றம் ஏற்பட்டிருப்பதாகக் கருதினால் இம்முறையைச் செய்யலாம். இரத்தக்கசிவு ஏற்பட்டால் இவ்வாய்வு மூலம் எந்தப் பகுதியில் கசிவு ஏற்பட்டுள்ளது என்பதை அறியலாம். கட்டிகள் ஏற்பட்டிருந்தால் புதிய இரத்தக்குழாய்கள் தோன்றியிருப்பதையும் அப்பகுதி இரத்தக்குழாய்கள் இடம் பெயர்ந்து இருப்பதையும் கட்டியால் அழுத்தப் பட்டிருப்பதையும் கண்டறியலாம்.

தமனி வரைபடத்தின் உதவியால் சில மருத்துவ முறைகளும் செய்யலாம். இரத்தக் கசிவு ஏற்படுமிடத்தையும் எந்த இரத்தக் குழாய் மூலம் இது ஏற்படுகிறதென்பதையும் கண்டறியும்போது, அதே ஆய்வுக்குழாய் மூலம் உரிய மருந்தைச் செலுத்தி அந்த இரத்தக் குழாயை அடைத்து இரத்தக் கசிவை நிறுத்திவிடலாம். அறுவை மூலம் எடுக்க முடியாத கட்டிகளைச் செய்ய மேற்காணும் முறையைக் கையாளலாம்.

இரத்தக் கசிவு 0.5 மிலி/நிமிடத்தில் வெளியேறுவதைத் தமனி வரைபடம் மூலம் கண்டறிய முடியும். ஈரல் சுருக்க நோயில், இரத்தக் கசிவு உணவுக் குழாய்ச் சிரைகள் விரிவடைந்து அதனின்றும் வெளியேறும். ஈரல் வழியாகக் குழாயைச் செலுத்தி, போர்ட்டல் சிரை வழியாக வெளிவந்து இரைப்பை இடச் சிரைக்குள் சென்றால் இரத்தச் கசிவையும் கண்டுபிடிக்கலாம். அச்சிரையைப் பலவித இரத்தம் உறையச் செய்யும் பொருள்களைச் செலுத்தி அடைத்து இரத்தக்கசிவை நிறுத்தலாம். இரைப்பைப் புண்கள் அருகிலுள்ள தமனியில் ஊடுருவி இரத்தக் கசிவு உண்டாக்கும். பொதுவாக, உள் நோக்கிக் கருவி (endoscopy) மூலம் இதை எளிதாகக் கண்டறிந்து அதன் மூலமாகவே மின்சாரம் செலுத்தி (diathermy) அல்லது லேசர் மூலம் நிறுத்திவிட முடியும். சிறுகுடல், பெருங்குடலில் இரத்தக் கசிவைத் தமனி வரைபடத்தில்தான் எளிதாகக் கண்டறிய இயலும். வரைபடம் எடுக்க உதவும் குழாய் மூலமாகவே மருந்துகளைச் செலுத்தி இரத்தக் கசிவை நிறுத்திவிடலாம்.

இரைப்பையில் சிலேட்டுமப் படலம் சிதைவுற்று இரத்தக் கசிவு ஏற்படுகிறது. இதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. வாசோபிரஸ்ஸின் (vasopressin) என்னும் மருந்தை இட இரைப்பைச் சிரையில் செலுத்தி இரத்தக் கசிவை நிறுத்தலாம். இம்முறையில் இரத்தக் கசிவு நிற்கவில்லையென்றால் எந்தக் கிளைத்தமனி அல்லது சிரை வழியாக இரத்தக்கசிவு ஏற்படுகிறதோ அதை அடைத்து விடலாம். ஜெர்ஃபோம் தன் இரத்த உறை கட்டி (Autologus clot), திசு ஒட்டும் பசைகள், எஃகு வளையங்கள் முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தி இரத்தக்குழாய்களை அடைக்கலாம்.

தமனி வரைபடக் குறைகள். சில நேரங்களில் இரத்தக் குழாய்களில் ஊசி செலுத்திய இடம் நீண்ட நேரம் விறைப்பாக இருக்கும் அல்லது இரத்த உறைதல் ஏற்பட்டால் அடைப்பு ஏற்பட்டு இரத்த ஓட்டம் தடைப்படும். அதற்குக் கீழேயுள்ள நாடிகளை

நன்கு கவனிக்க வேண்டும். அடைப்பு நிலையற்றதாக இருக்க மருந்துகள் கொடுத்தோ உடனடியாக அறுவை செய்தோ உறைந்த கட்டியை நீக்க வேண்டும்.

சிறுகுடல் அல்லது பெருங்குடல் முக்கிய தமனிகளை அடைத்தால் குடல் முழுதும் அழுகிவிடும். எந்தச் சிறிய கிளை வழியாக இரத்தக்கசிவு ஏற்படுகிறதோ அதை மட்டும் அடைக்க வேண்டும். இரத்தக் குழாய்களை இவ்வாறு அடைப்பது தற்காலிகமே; நிலையான குணம் அடைய அறுவையை அவசரமின்றி நன்கு தயார் செய்து மேற்கொள்ளலாம்.

- ஆர். பி. சண்முகம்

குடல் இறக்கம்

இது குடல் சரிவு என்றும் கூறப்படும். இதில் பிறப்பிலேயே ஏற்படுவது பிற்காலத்தில் ஏற்படுவது என இரண்டு வகை உண்டு. உடலில் குறிப்பாக வயிற்றுப் பகுதியில் ஏற்படும் தசை வலிமைக் குறைவால் வயிற்றுறுப்புகள் வலிமை குறைந்த பகுதிகளின் வழியாக வெளிவந்து ஒரு கட்டிபோல் தென்படும். பிறப்பிலேயே ஏற்படும் குடல் இறக்கத்திற்குக் (hernia) காரணம் இன்னும் சரியாக விளங்கவில்லை. ஆனால் குழந்தை வளரும்போது வயிற்றிலிருந்து வெளிச்செல்லும் நரம்பு, இரத்தக்குழாய் ஆகியவற்றில் ஏற்படும் சில தடுப்புகளால் இது ஏற்படுகிறது. சில வேளைகளில் அளவுக்கு மீறிப் பளு தூக்குவதாலும், இருமல், மலச்சிக்கல் போன்ற காரணங்களால் வயிற்றில் அழுத்தம் மிகுவதாலும், உடல் எடை மிகுவதாலும் இது ஏற்படலாம். இதில் பலவகைகள் இருப்பினும் அடிவயிற்றில் உண்டாகும் குடல் இறக்கம், மேல் தொடைப்பகுதியில் உண்டாகும் குடல் இறக்கம், கொப்பூழில் உண்டாகும் குடல் இறக்கம், நடுவயிற்றில் உண்டாகும் குடல் இறக்கம், நடுவயிற்று மேல்பகுதியில் உண்டாகும் குடல் இறக்கம், அறுவை மருத்துவம் செய்த இடத்தில் ஏற்பட்ட வலிமைக் குறைவால் உண்டாகும் குடல் இறக்கம் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

பிறப்பிலேயே உண்டாகும் குடல் இறக்கத்தைத் தவிர்க்க முடியாது. நாள்தோறும் சீரான உடற்பயிற்சி மூலமும், வயிற்றில் மிகு அழுத்தம் ஏற்படுவதைத் தவிர்ப்பதன் மூலமும் ஓரளவிற்குத் தடுக்கலாம். இதற்கு அறுவைதான் சிறந்த மருத்துவம். மருந்து, ஊசி இவை பயன் தாரா. நோய்க்குறி தோன்றியவுடன் தகுந்த மருத்துவரை அணுகி அறுவை மருத்துவம் செய்து கொள்வது நல்லது. நாட்பட்டால் குடல் அல்லது வயிற்றுறுப்புகள் அடைபட்டுத் தேவையான இரத்த ஓட்டம் பாதிக்கப்பட்டு, குடல் அழுகிப்போகும் நிலை உருவாகி உயிருக்கே கேடு நேரிடலாம்.

குடல் இறக்க அறுவை எளிதானது; ஆபத்து அற்றது; மிகுதியான வலியும் இருக்காது. அறுவைக்குப்பின் சில நாள்கள் நன்கு ஓய்வு எடுத்துக் கொள்வதுடன் வேகமாக ஓடுவது, மிகு பளுதூக்குவது முதலியவற்றைத் தவிர்ப்பது நலம். இவ்வறுவை மருத்துவத்தால் இல்லற வாழ்க்கை பாதிக்கப்படும் எனச் சிலர் தயங்குவர். ஆனால் நன்முறையில் அறுவை மருத்துவம் செய்து கொண்டால் 90% மீண்டும் அறுவை செய்த இடத்தில் வாராது. எஞ்சிய 10%, வேறு நோய்களால் ஏற்படலாம். அறுவை செய்த பிறகு மருத்துவரின் அறிவுரைப்படி நடந்து கொண்டு பெல்ட் அணிவதைத் தவிர்த்தால் நல்லது. இதை அணிவதால் நோய் கட்டுப்படுத்தப்படுவதில்லை. மாறாகத் தொடர்ந்து அணிவதால் அந்த இடத்தில் தசைகள் வலிவிழந்து மீண்டும் குடல் இறக்கம் ஏற்படுவதுடன் அறுவை மருத்துவம் செய்ய முடியாத நிலையும் ஏற்படும்.

- கு. சம்பத்

குடல் உறிஞ்சாக் கூட்டியம்

இந்நோயில், கொழுப்புப் பொருள்கள், புரதங்கள், மாவுப் பொருள்கள், வைட்டமின்கள், தாதுப் பொருள்கள், நீர் ஆகியவற்றின் செரிமானமும், உட்கவர்தலும் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கான காரணங்கள் வருமாறு:

சிறுகுடல் சிலேட்டுமப் படலத்தில் பரவலான சேதம் ஏற்பட்டு வெப்ப மண்டல நாட்டு ஸ்புரூ (sprue) குளுடனுக்கான (gluten) கூருணர்வு, குழந்தைகளில் தோன்றும் சீலியாக் நோய், வயதானவரிடம் காணப்படும் காரணந் தெரியாத ஸ்டியடோரியா (steatorrhoea) ஆகியவை.

சிறு குடலின் சுவரைப் பாதிக்கும் நோய்களான காசநோய், குரோன் நோய் (Crohn's disease), சார்காய்டு (sarcoid) நோய், ஸ்கிளீரோடெர்மா (scleroderma), அமைலாய்டு நோய், விப்பிளின் நோய், நிணப்புற்று, சிறுகுடல் புற்றுநோய் முதலியன.

உள்கவரும் தன்மையுடைய பரப்புக் குறைதல்: இரைப்பை சிறுகுடல் இணைப்பு, சிறுகுடல் அறுவை, இரைப்பைக்கும் பெருங்குடலுக்கும் இடையேயான புரையோடியபுண், சிறுகுடலில் நுண்ணுயிரிகளின் வளர்ச்சி, செரிமானச் சுரப்புகளின் குறைபாடு (இதில் கணைய நோயும், பித்த உப்புக் குறைபாடும் அடங்கும்) ஆகியவை.

கணைய நோய். கணையச் சுரப்பு, பெருமளவில் குறைந்தாலன்றி உட்கவர்தல் குறைபாடு தோன்றாது.

நாட்பட்ட கணைய அழற்சிக்கொண்ட நோயாளி களில் 30% கிரகிப்பு - செரிமானக் குறைபாடுகளால் துன்பமடைகின்றனர். உருப்பெருக்காடியில் காணும் போது மலத்தில் எண்ணெய்த் துளிகளைக் கண்டால், கணைய நோய் உறுதியாகும். அவற்றில் கணையத் தலையின் புற்று நோய், நாட்பட்ட கணைய அழற்சி, கணையக் கற்கள் நோய், கணைய நார்ப்பொருள்கள், நீர்ப்பை நோய் (fibro cystic disease), சோலிங்கர் எல்லிசன் கூட்டியம் போன்றவை அடங்கும்.

பித்த உப்புக் குறைபாடுகள். கொழுப்புப் பொருள் உட்கவரப்படுவதைப் பித்த உப்புகள் ஊக்குவிக் கின்றன. குறைந்தஅளவில் பித்த உப்புகள் உருவாதல், வெளியேற்றப்படுதல், குறைந்த அளவில் சிறுகுடலில் மறு உட்கவர்தல், கல்லீரல் சுருக்கம், கல்லீரல் அழற்சி, கல்லீரல் உள் பித்தநீர்த் தேக்கம், கற்கள், புற்று நோய்ச் சுருக்கம் போன்றவற்றில் பித்த நாளம் அடைபடுதல், சிறுகுடலில் நுண்ணுயிரிகளின் மிகை வளர்ச்சி, சிறுகுடல் அழற்சி, காசநோய், குரோன் நோய், இலியம் அகற்றப்படுதல் போன்ற நோய் நிலைகளில் உண்டாகின்றன.

மருந்துகள். நியோமைசீன், கோல்ச்சிசின், ஃபினைடாயின் (டைலாண்டின்) போன்றவை.

இரத்த நிணநாளங்கள். குடல் இணைச் சவ்வு அடைப்பு, சிறுகுடல் நிணநாளவிரிவு, நிணநாள அடைப்பு.

பிற காரணங்கள். கியார்டியா பூச்சி நோய், புரத ஊட்டமின்மை, புரதம் இழக்கும் இரைப்பைச் சிறுகுடல் நோய், எக்ஸ் கதிர் வீச்சு.

– அ. கதிரேசன்

குடல் கழுவல்

குதம் வழியாக நீர் ஏற்றி, பெருங்குடலின் இறுதிப் பகுதியைத் தூய்மை செய்தலுக்குக் குடல் கழுவல் (enema) என்று பெயர்.

மலச்சிக்கலின் போது பெருங்குடலைத் தூய்மைப் படுத்தவும், மருந்துகள், உடலுக்கு வேண்டிய நீர்மம் ஆகியவற்றை உட்செலுத்திக் குடலில் தங்க வைக்க வும் நோய் நிர்ணயத்திற்கு உதவவும் குடல் கழுவல் முறை பலவாறாகப் பயன்படும். இதற்குப் பேரியம் சல்பேட் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

குடல் கழுவல் முறை. இம் முறையில் நோயாளி இடக் காலை மடித்து ஒருக்களித்துப் படுத்திருக்க வேண்டும். அந்நிலையில் வயிற்றுத் தசைகள் தளர்ந்த நிலையில் இருப்பதால் எளிதில் குடல் கழுவலுக்கு வேண்டிய குழாயை, குதம் வழியாக மெள்ளச் செலுத்தலாம். குடல் கழுவல் நீர்மம் உப்பு நீரா கவோ, சோப்பு நீராகவோ, கிளிசரைனாகவோ இருக்கலாம்.

குடல் கழுவலின் விளக்கம். ஏறத்தாழ 1 லிட்டர் (500-2000 க.செ.மீ) நீர்மம் தேவைப்படுகிறது. இது வெதுவெதுப்பாக இருக்க வேண்டும். இதை 25 செ.மீ. உயரத்திலிருந்து மெதுவாகப் பாயும்படிச் செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு குடல் கழுவல் செய்யும் போது அருகில் ஒருவர் இருக்க வேண்டும். இதனால் ஏற்படும் சோர்வால் ஒரு சிலருக்கு மயக்கமும் ஏற் படலாம்.

- சுவயம் ஜோதி

குடல் சுரப்பிகள்

இந்தச் சுரப்பிகள் குடலின் சிலேட்டுமப் படலத்திலும், சிலேட்டுமப் படல அடியிலும் அமைந்துள்ளன. சிறு குடல் சுரப்பிகள், மொட்டைப்பைச் சுரப்பிகள் (crypts of liberkuhn) எனப்படுகின்றன. எளிமை யான குழாய் வடிவமுடைய இந்தச் சுரப்பிகளின் நாளங்கள், சிறுகுடலுள் திறக்கின்றன. இவற்றின் வட்ட வடிவமான வாய்கள், கண்ணுக்குப் புலப் படுவதில்லை.

இச்சுரப்பிகளில் மூன்று விதமான செல்கள் உள்ளன. அவை:

தரம் பிரிக்கப்படாத செல்கள் (undifferentiated cells). இந்தச் செல்கள் எண்ணிக்கையில் பெருகி, மேல் நோக்கி நகர்ந்து தரம் பிரிக்கப்படுகின்றன. இறுதியாக அவை உதிர்ந்து விடுகின்றன. இம்முறை யில் சிலேட்டுமப் படலத்தின் மேல்தோல் தொடர்ச்சி யாகப் புதுப்பிக்கப்படுகிறது.

சைமோஜெனிக் செல்கள் (zymogenic cells of paneth). எண்ணிக்கையில் மிகுந்த இவை சுரப்பி களின் உட்புறத்தில் காணப்படுகின்றன. இந்தச் செல் களில் சிறு துகள்கள் உள்ளன. இந்தச் செல்களே செரிமான நீரின், செரிமானப் பொருள்கள் உண் டாகக் காரணமானவை.

அர்ஜன்டாபின் செல்கள் (argentaffin cells). இந்தச் செல்களில் உள்ள சிறு துகள்கள் வெள்ளி உப்பைக் கவரும் தன்மை பெற்றவை. வெள்ளி உப்புடன் சேர்ந்து கறுப்பு நிறம் அடையும். இந்தச் செல்களின் உண்மையான தன்மையும், பணியும் இதுவரை முழுமையாகப் புரிந்து கொள்ளப்பட வில்லை.

சிறு குடலின் முதல் பகுதியான முன் சிறு குடலில் (duodenum) இந்தச் சுரப்பிகளைப் பிரன்

னரின் சுரப்பிகள் என்கின்றனர். இவை சீதத்தைச் சுரக்கின்றன. இந்தச் சீதம் இரைப்பையிலிருந்து வரும் உணவுப் பொருளின் அமிலத் தன்மையை நடு நிலையாக்குகிறது. இவ்விதம் நடுநிலையாக்கப்படா விடில் இரைப்பையில் இருந்து வரும் உணவுப் பொருளின் அமிலத்தன்மையால், முன் சிறுகுடலில் புண் ஏற்படுகிறது.

பெருங்குடலிலும் சுரப்பிகள் உள்ளன. அவை குழாய் வடிவானவை. நேர் கோட்டில் அமைந் தவை. இவற்றில் தூண் வகைச் செல்களும், காப் ளெட் செல்களும் உள்ளன. இந்தச் சுரப்பிகள் சுரக்கும் சீதம், மலம் எளிதாகப் பெருங்குட லிலிருந்து மலக்குடலுக்குச் செல்ல உதவுகிறது.

தி. பெத்தம்மாள்

குடல் செருகல்

இது குழந்தைகளிடையே பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும் குடல் தடை நோய்களில் ஒன்றாகும். உணவை முன்னோக்கிச்செலுத்தக் குடல்தொடர்ந்து அசைந்தாடிக் கொண்டுள்ளது. அலைபோல் தொடர்ந்து உண்டாகும் குடல் அசைவுகள் அதி கரிக்கும்போது உணவு மட்டுமல்லாது குடலும் முன் னோக்கி நகர்ந்து ஒன்றுக்குள் ஒன்றாகச் செருகிக் கொள்ள வாய்ப்புள்ளது. இந்நிலை தொடர்ந்து நடைபெறச் செருகும் குடல் முன்னோக்கி நகர்ந்து குடல் அடைப்பை உண்டாக்குவதோடு இரத்த ஓட்டத் தடையுண்டாகவும் குடல் அழுகி நசிந்து போகவும் நேரிடும். செருகிய குடல் அரிதாகக் குதம் வழியாக எட்டிப் பார்க்கும்.

குடல் செருகல் உண்டாகக் காரணங்கள். இரண்டு வயதுக்குள் மிகுதியாகக் காணப்படும் இக்குடல் தடை நோய் ஆண் குழந்தைகளை 36 பங்கு பாதிக்கிறது. பால் குடிப்பதை மாற்றி உணவுப் பழக்கம் தொடரும் போது இந்நோய் தோன்றினாலும் குடலில் தோன் றும் தொங்கு தசைக்காட்டி, மெக்கலின் பக்கப் பை, இரத்த உறைதல் குறைவான நிலை, நிணநீர்ப் புற்று, மலச்சிக்கல், குடல் சாறுண்ணிகள், புறப்பொருள், குடல் அழற்சி ஆகியவை குடல் செருகலைத் தோற்று விக்கும் வேறு சில காரணங்களாகும்.

இலியோ சீக்கல் வால்வு அருகில் பொதுவாகத் தொடங்கும் குடல் செருகல், பாதிக்கும் இடத்தைப் பொறுத்து இலியத்தினுள் இலியம், பெருங் குடலினுள் இலியம், பெருங்குடலினுள் பெருங்குடல் எனப் பல்வேறு பெயர் பெறுகிறது.

நோய்க் குறியியலின்படி, செருகிய குடல் பகுதி வீங்கி, பருத்து, இரத்த ஒழுக்குடன் காணப்படும். இரத்த ஓட்டத் தடை, குடல் அழுகித் துளை உண்டாக வயிற்று மென்தோல் அழற்சியைத் தோற்றுவிக்கும்.

நோய்க்குறிகள். எதிர்பாராமல் தோன்றும் வயிற்று வலி இடைவெளிவிட்டு வருவதுடன் குழந்தை நிலை கொள்ளாமல் அழுது தவிக்கும். வாந்தியில் தொடங்கி 12 மணி நேரத்தில் மலம் இரத்தமாகப் போகத் தோடங்கும். மலத்தில் சளியும் காணப்படும். வயிறு வீர்த்து வேதனையுடன் காணப் படும். குழந்தை நலிந்து போகும். வயிற்றைத் தொட்டு ஆய்வு செய்தால், கொழுக்கட்டை வடிவில் கட்டியாகச் செருகிய குடல் தென்படும். அரிதாக வலியில்லாமல் பேதியுடனும் இந்நோய் காணப்படும். பேதியில் சீதமும், இரத்தமும் கலந்திருக்கும்.

குடல் செருகல், முற்றிலும் குடல்தடை இல்லா மல் பகுதியாகத் தோன்றினால் பல நாள் தொடர்ந்து காணப்படும். பெரிய குழந்தைகளில் தோன்றும் குடல் செருகல் தானாகவே சரியாக வாய்ப் பிருப்பினும் மீண்டும் மீண்டும் குடல் செருகல் தோன்றலாம்.

மருத்துவம். பேரியம் சல்ஃபேட்டைக் குடலினுள் செலுத்தித் தொடக்க நிலையில் உள்ள குடல் செரு கலை அறுவை இல்லாமல் சீர் செய்யலாம். அத்துடன் எக்ஸ்கதிர்ப்படம் நோயைக் கண்டுபிடிக்க உதவும்.

குடல் அழுகல், துளை மற்றும் நச்சுடன் கூடிய நிலை காணப்படும்போதும் 24 மணி நேரத்தில் பேரியம் சல்ஃபேட் சிறுகுடலினுள் பரவா நிலையில் குடல் செருகல் முற்றிலும் சரியாகவில்லை என உணர்ந்தும் உடனடியாக அறுவை செய்தல் தேவை.

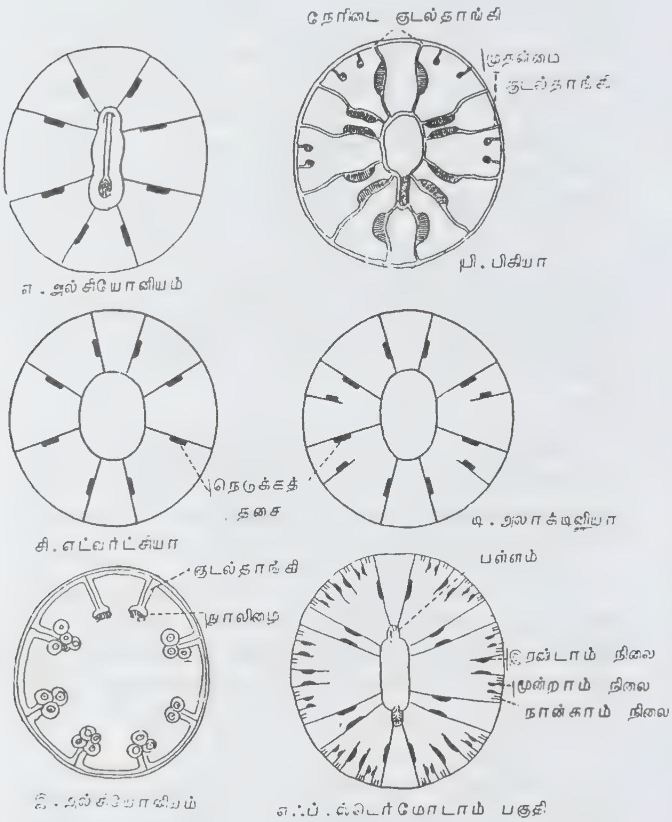
மெக்கலின் பக்கப் பை அல்லது வேறு காரணங் களால் இது கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும் மீண்டும் மீண்டும் இந்நிலை உண்டாகாதிருக்க அறுவை செய்ய வேண்டும். செருகலைச் சரிசெய்தல், அழுகிய பகுதியை வெட்டி எடுத்தல் போன்ற அறுவை மருத்துவ முறைகள் வழக்கமாகச் செய்யப்படும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

குடல் தாங்கிகள்

ஆந்தோசோவா என்னும் குழியுடலிகளில் குடல் தாங்கிகள் காணப்படுகின்றன. ஆந்தோசோவா வகைக் குழியுடலிகள் மட்டும், தொண்டைக் குழல் (gullet) அல்லது முன்குடல் குழலைப் (stomodaeum) பெற்றுள்ளன. இந்தத் தொண்டைப்பகுதி ஒரு குழாய் போன்றது. வாயில் தொடங்கிச் செரிமான ஓட்டக் குழிக்குள் (gastrovascular cavity) திறக்கிறது. இதன் உட்பரப்பு, புறப்படையால் போர்த்தப்பட்

டுள்ளது. செரிமான ஓட்டக்குழி செங்குத்தான ஆரத் தடுப்புச் சுவர்களால் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இடைச் சுவர்களே (septa) குடல்தாங்கிகள் (mesenteries) எனப்படுகின்றன. குடல்தாங்கிகள் உடற் சுவரிலிருந்து முன்குடற் குழாய் வரை ஆரவாட்டத்தில் அமைந்துள்ளன.



படம்

குடல் தாங்கியின் அமைப்பு. குடல் தாங்கிகள் உடலின் மையத்தைச் சூழ்ந்துள்ள ஆரங்களில் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு குடல் தாங்கியும் மேல் விளிம்பு, கீழ் விளிம்பு, வெளி விளிம்பு, உள் விளிம்பு ஆகியவற்றைப் பெற்றுள்ளது. மேல் விளிம்பு வாய்த் தட்டின் கீழ்ப்பக்கத்துடனும், கீழ்விளிம்பு உடலின் அடித்தட்டுடனும் உள்விளிம்பு தொண்டைக்குழலுடனும், வெளி விளிம்பு உடல் சுவருடனும் இணைந்துள்ளன. தொண்டைக் குழலுக்குக் கீழே குடல் தாங்கிகளின் உள் விளிம்புகள் தனித்தனியாகத் தடித்த கற்றைகளைத் தாங்கியுள்ளன. இவ் விழைகளுக்குத் தடுப்புச் சுவர் இழைகள் அல்லது குடல் தாங்கி இழைகள் (mesenterial filaments) என்று பெயர்.

சுவாந்தேரியா (zoanthria) என்னும் துணை வகுப்பைச் சேர்ந்த குழியுடலிகளில், குடல் தாங்கி இழைகள் மும்மடல் அமைப்புப் பெற்றுள்ளன. இவற்றின் மைய மடலுக்குக் கொட்டும் சுரப்பிப் பட்டை (cnidoglandular band) என்று பெயர். இம் மடலில் செரிமான நொதிகளைச் சுரக்கும் சுரப்பிச் செல்களும் (gland cells), கொட்டும் செல்களும் (nematocysts) உள்ளன. குடல் தாங்கியின் ஏனைய இருபக்க மடல்களை நீளிழை (flagellated) மடல்கள் எனக் குறிப்பிடுவர். குடல் தாங்கி இழைகளின் கீழ்ப் பகுதியில் கொட்டும் சுரப்பிப் பட்டை மட்டும் உள்ளது. சில வகைக் கடற் சாமந்திகளின் (sea anemone) அடிப்பகுதியில் உள்ள குடல்தாங்கிகளில் மெல்லிய சுருங்கும் தன்மையுள்ள தனித்த இழைகள் உள்ளன. இவ்விழைகளுக்கு அக்கான்ஷியங்கள் (acontia) என்று பெயர். இவை அதிக எண்ணிக்கையில் கொட்டும் செல்களைப் பெற்றுள்ளன. இச் செல்கள் பாதுகாப்பு அமைப்புகளாகப் பயன்படலாம் என்று கருதப்படுகிறது. இவ்விழைகள் சில சமயங்களில் வாய் வழியாக அல்லது உடற் சுவர்த்துளைகள் (cinclides) வழியாக வெளியே நீள்கின்றன.

சுவாந்தேரியாவில் துடுப்புச் சுவர்கள் இணைகளாகவும், இருபக்கச் சமச்சீர் அமைப்பு உடையனவாகவும் (bilateral symmetry) காணப்படுகின்றன. குடல் தாங்கிகளுக்கு இடையில் உள்ள செரிமான ஓட்டக் குழியைத் தடுப்புச் சுவரிடை அறைகள் (interseptal chambers) என்றும், இரண்டு இணையான குடல் தாங்கிகளுக்கிடையிலுள்ள அறையைப் புறக்குழி (exocoel) என்றும், ஓர் இணைக்கு இடையிலுள்ள அறையை அகக்குழி (endocoel) என்றும் கூறுவர். இவ்வறைகள் பாலிப்பின் கீழ்ப் பகுதியில் செரிமான ஓட்டக் குழியுள் திறக்கின்றன. ஒவ்வொரு குடல் தாங்கியிலும் இரண்டு துளைகள் உள்ளமையால் அடுத்தடுத்துள்ள தடுப்புச் சுவரிடையேயுள்ள அறைகளுக்கிடையே தொடர்பு உண்டு. இதனால் அறைகளுக்கிடையில் எளிதாக நீரோட்டம் நடைபெறுகிறது.

குடல் தாங்கிகளின் திசுக்கட்டமைப்பு. குடல் தாங்கிகளின் மையப் பகுதி மிசோகிளியா (mesoglea) எனப்படும் பசைப் பொருளால் ஆனது. இதன் இரு மருங்கிலும் அகப்படையடுக்கு அமைந்துள்ளது. இவ் வடுக்குகளில் சுரப்பிச் செல்களும், கொட்டும் செல்களும் உள்ளன. மேலும், குடல்தாங்கிகளில் மூன்று வகையான தசைகள் அமைந்துள்ளன. உயிரியின் உடல் சுருங்குவதற்கு ஏற்றவாறு இத்தசைகள் அமைந்துள்ளன. நீள்வாட்டத் தசைகள் அல்லது சுருக்குத் தசைகளைத் (longitudinal or retractor muscles) தசைப்பட்டைகள் (muscle banners) என்றும் தசைக்கொடி (muscle pennon) என்றும் கூறுவர்.

இத்தசைகள், குடல் தாங்கியின் ஒரு முகத்தின் அடியிலிருந்து வாய்த்தட்டு வரை உள்ளன. இவை

குறுகிய நீள் தசைகளாக அமைந்துள்ளன. குடல் தாங்கிகளைக் குறுக்கிக் கொள்ளவும், பாலிப்புகள் சுருங்குவதற்கும். வாய்த்தட்டைக் கீழ்நோக்கி இழுக்கவும் இத்தசைகள் பயன்படுகின்றன. வெளி ஓரத் தசைகள் (parietal muscles), குடல் தாங்கிகளின் மீது நேர்கோணங்களுக்குச் சற்றுச் சாய்வாகச் செல்கின்றன. இத்தசைகள் மிகவும் தடித்தவை. இவை குடல் தாங்கிகளை அடிப்பகுதியிலும், உடல் சுவரிலும் இணைக்க உதவுகின்றன.

குறுக்குத் தசைகள் (transverse muscle). இத்தசைகளின் நார்கள் சுருக்குத் தசைகளுக்குக் குறுக்காக அல்லது நேர் கோணங்களில் செல்கின்றன. இத்தசைகள் நீள் தசைகளை எதிர்த்துக் குடல் தாங்கிகளைக் குறுகச் செய்கின்றன. மேலும் உயிரியின் உடல் நீளுதற்கும் இத்தசைகள் பயன்படுகின்றன.

குடல் தாங்கிகளின் வகைகள். குடல் தாங்கியின் வளர்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டு அவை வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

முழுமையானவை. இவை உடற்சுவர்ப் பகுதியிலிருந்து தொண்டைக் குழல் பகுதி வரை நீண்டு முழுமையாகவிருக்கும். இவற்றை முதல் நிலைக் (primary) குடல் தாங்கிச்ள் எனவும் கூறுவது உண்டு.

அரைகுறையானவை. இவை நுண்பகுதியிலிருந்து உள்நோக்கி நீண்டிருக்கும். ஆனால் தொண்டைக் குழலை அடைவதில்லை. இரண்டாம்நிலைக் குடல் தாங்கிகள் (secondary mesenteries) உட்சுவருக்கும் தொண்டைக் குழலுக்கும் இடையிலுள்ள தொலைவில் பாதி வரை நீண்டுள்ளன. மூன்றாம் நிலைக் (tertiary) குடல் தாங்கிகள், உட்சுவரின் உள் பரப்பிலிருந்து கற்றைகளாக உட்பக்கம் நீட்டிக் கொண்டுள்ளன. சில உயிரிகளில் குடல் தாங்கிகளின் அளவும் பிற பண்புகளும் மிகவும் மாறுபட்டு விளங்குவதால் முழுமையான, அரைகுறையான குடல் தாங்கிகளை முறையே பேரிடைச் சுவர்கள் என்றும் (macrosepta), சிற்றிடைச் சுவர்கள் (microsepta) என்றும் பிரிப்பர்.

தொண்டைக் குழலின் இரு முனைகளிலோ ஒரு முனையிலோ குற்றிழைகளோடு கூடிய சிறு நீள்வரிப் பள்ளங்கள் இருக்கும். இவற்றிற்குச் சைபனோகிளிப் என்று பெயர். மேலும் தொண்டைக் குழலின் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஓர் இணைக் குடல் தாங்கிகள் எதிரெதிர்க் குழல் (directives) தாங்கிகளாக உள்ளன. குடல் தாங்கிகளின் அமைப்பு ஆந்தோசோவாவின் உள் வகுப்புகளில் வெவ்வேறு வகையாகக் காணப்படுகிறது.

உள் வகுப்பு அல்சியோனேரியா. எட்டு முழுமையான குடல் தாங்கிகள் உள்ளன. நன்கு வளர்ந்த குடல் தாங்கிகளின் சுருங்கு தசைகள் உயிரியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் கீழ்நோக்கி அமைந்துள்ளன. இது சல்க்கல் இடைச்சுவர்கள் அல்லது வரிப்பள்ளத்திற்குக் கீழ்ப்பக்கத்திலுள்ள எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கிகளின் (ventral directives) அமைப்பை ஒத்துள்ளது. மேல் பக்கத்திலுள்ள எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கிகள் ஏனைய குடல் தாங்கிகளை விட மிகவும் நீளமாக உள்ளன. இரு ஏசல்க்கல் (asulcul) தடுப்புச் சுவர்களின் இழைகள் புறப்படைத் தோற்றம் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் இழைகள் மிக அதிகமான கசையிழைகளைப் பெற்று உள்ளன. இவற்றைத் தவிர ஏனைய அனைத்துக் குடல் தாங்கிகளும் அகப்படையிலிருந்து தோன்றியவையாகும். மேலும் அவற்றின் இழைகள் அனைத்தும் சுரப்பிச் செல்களைப் பெற்றுள்ளன.

சைஃபனோசுவாய்டுகளில் இரு மேல் பக்கக் குடல் தாங்கிகள் மட்டும் இழைகள் பெற்றுள்ளன. பென்னாட்டுலேசியாவின் பாலிப்புகள் ஈர் உருவ அமைப்புக் கொண்டவை.

உள் வகுப்பு சூவாந்தேரியா. குடல் தாங்கிகள் ஆறு அல்லது ஆறின் பெருக்குத் தொகைகளில் அமைந்திருக்கும். மேலும் ஆறு முழுமையான குடல் தாங்கிகளும், ஆறு இணையான முழுமையற்ற இரண்டாம் நிலைக் குடல் தாங்கிகளும், 12 இணையான மூன்றாம் நிலைக்குடல் தாங்கிகளும், 24 இணையான மிகச் சிறிய குடல் தாங்கிகளும் உள்ளன. ஒவ்வொரு குடல் தாங்கி இணையின் சுருக்குத் தசைகளும் ஒன்றுக்கு எதிரே இன்னொன்றாக அமைந்துள்ளன. மேலும், இத்தசைகள் அகக்குழியை (endocoel) நோக்கியுள்ளன. ஆனால் நீள் வரிப்பள்ளத்திற்கு மேலும் கீழும் அமைந்துள்ளன. இரண்டு இணை எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கிகளின் சுருக்குத் தசைகளும் ஒன்றுக்கு எதிரே இன்னொன்றாக அமையாமல் புறக்குழியை (exocoel) நோக்கியுள்ளன. ஆகவே குடல் தாங்கிகளின் எண்ணிக்கை, வகை, அமைப்பு முறைகளில் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

வரிசை ஆக்டினேரியா. இவ்வரிசையைச் சேர்ந்த உயிரிகளில் பற்பல குடல் தாங்கிகள் உள்ளன. கடற்சாமந்திகளில் ஆறு இணைகளுக்குக் குறையாத எண்ணிக்கையில் குடல்தாங்கிகள் காணப்படுகின்றன.

எட்வர்ட்சியா (Edwardsia). இந்த உயிரியில் பெரிய பெரிய எட்டுத் தடுப்புச் சுவர்கள் உள்ளன. இவற்றுள் இரண்டு இணைக் குடல் தாங்கிகள் எதிரெதிராகவும் ஏனைய நான்கும் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு தனித்த குடல் தாங்கிகளாகவும் அமைந்துள்ளன. தனித்த நான்கு குடல் தாங்கிகளின் சுருங்கும் தசைகள் கீழ் நோக்கிய வண்ணம் உள்ளன. சல்க்கல் சுவர்களின் சுருங்கும் தசைகள் ஒன்றுக்கு இன்னொன்று

நேரெதிராக அமைந்துள்ளமையால் இவை ஆல்சியோ நேரியாவிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. மேலும் வாய்த் தட்டிற்கு அருகில் நான்கு சிற்றிடைச் சுவர்கள் உள்ளன. இவற்றின் சுருங்கும் தசைகள் ஒன்றை யொன்று நோக்கியவாறு அமைந்துள்ளன. இணைக் குடல் தாங்கிகளுக்கிடையிலுள்ள புறக்குழிகளில், இணையாக அமைந்த சிறிய குடல் தாங்கிகள் உள்ளன. மேற்கூறியவாறு கோனாக்டினியாவில் இரண்டு இணைச் சிற்றிடைச் சுவர்களும், புரோட் டாந்தியாவில் ஆறு இணைகளும், பல உயிரிகளில் மிக அதிக எண்ணிக்கையிலும் இணைக் குடல் தாங்கி கள் உள்ளன.

கடற்சாமந்திகளிடையே ஹால்கம்பாய்டஸ் (halcompoides) ஒரு பொதுவான அடிப்படை அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. இவை ஆறு இணை முழுக்குடல் தாங்கிகளைப் பெற்றுள்ளன. அவற்றுள் இரண்டு இணைகள் எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கிகளாகும். இவற்றின் தசைகள் புறக்குழியில் உள்ளன. ஏனைய நான்கு இணைக் குடல் தாங்கிகளிலும் தசைகள் அகக்குழியில் உள்ளன. இந்த 12 குடல் தாங்கிகளுக் கும் முன் தோன்றித் (protonemes) தாங்கிகள் என்று பெயர். ஏனைய கடற் சாமந்திப் பொதுவினங்களின் புறக்குழிகளில் முழுமையற்ற சிறு குடல்தாங்கிகள் உள்ளன. அவற்றிற்குப் பின்தோன்றிய குடல்தாங்கி கள் (metanemes) என்று பெயர். ஹால்கம்பாவில் (halcompa) குறைவான ஆறு சிறு குடல் தாங்கிகளும் ஆறு இணையாகமுழுமையான பெரும் குடல்தாங்கி களும் தொண்டைக் குழல் பகுதியில் இருக்கும். ஹாலோகிளாவா (holoclava) என்னும் குழிக்குடலி 10 இணையான முழுமையான குடல்தாங்கிகளைப் பெற்றுள்ளது. கடற்சாமந்திகளில் பாலிலா இனப் பெருக்கம் காரணமாகவும் குடல் தாங்கிகளின் எண்ணிக்கையில் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

வரிசை மாட்ரிபொரேரியா. பொதுவாக இவற்றின் குடல் தாங்கிகள் கடற்சாமந்திகளில் காணப்படும் அமைப்பை ஒத்துள்ளன. அக்ரோப்போரா,போரைட்ஸ் ஆகியவற்றில் 12 குடல் தாங்கிகள் உள்ளன. இந்த 12 குடல் தாங்கிகளில் இரண்டு இணை எதிரெதிர் குடல் தாங்கிகளும், 4 தனித்த முழுமையான குடல் தாங்கிகளும், தனித்த குடல் தாங்கிகளுக்கு இணை யாக அமைந்த நான்கு முழுமையற்ற சிற்றிடைச் சுவர்களும் அடங்கும். ஏனைய பொது இனங்களில் புரோட்டோ தாங்கிகள் ஆறு இணைகளாக அமைந் திருக்கும். மேலும் புறக்குழிகளில் சிற்றிடைச் சுவர் கள் இணைகளாக மாறிமாறி அமைந்துள்ளன. சில வகைகளில் ஆறு இணைகளுக்கு மேற்பட்ட முழுமை யான பேரிடைச் சுவர்களும் உள்ளன. ஆக்ரோ போராவிலும் போரைட்சிலும் சிற்றிடைச் சுவர்கள் அகக்குழியிலும், பிறவற்றில் புறக்குழியிலும் வளர் கின்றன.

வரிசை சூவாந்திடியா. இவ்வகை உயிரிகளில் குடல் தாங்கியின் எண்ணிக்கை ஆறு அல்லது ஆறின் பெருக்குத் தொகையில் உள்ளது. குடல் தாங்கிகள் இணையாகவும் பேரிடைச் சுவர்களும் சிற்றிடைச் சுவர்களும் தனித்தனியாகவும் ஆரங்களில் அமைந் துள்ளன. இரண்டு இணை எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கி கள் உள்ளன. இவை வெளிப் புறச் சுருங்கும் தசை களைக் கொண்டவை. ஆனால், மேற்பக்க எதி ரெதிர்க் குடல் தாங்கிகள் சிற்றிடைச் சுவர்களாக விளங்குகின்றன.

சுவாந்தஸ் போன்றவற்றில், குடல்தாங்கிகளின் அமைப்பைக் குறளை (brachynemous) அமைப்பு என்பர். இவ்வமைப்பில் இணை ஒவ்வொன்றும் ஒரு பேரிடைச் சுவரையும், ஒரு சிற்றிடைச் சுவரை யும் கொண்டிருக்கும். மேலும் இடைச்சுவர்கள் புறக்குழிச் சுருங்கும் தசைகளைப் பெற்றுள்ளன. ஓரிணைக்கீழ் எதிரெதிர்க் குடல்தாங்கிகளே முழுமை யானவையாகும். எப்பிசுவான்தஸ் போன்ற சில சுவாந் திடுகளில், குடல் தாங்கிகளின் நீளிழை அமைப்பைக் காணலாம். இவ்வமைப்பில் மூன்று இணைகள் முழுமையானவையாக அல்லது பேரிடைச்சுவர்களாக உள்ளன. ஓரிணைக் கீழ் எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கி களும் மேல் எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கிகளிலிருந்து நான்கு ஐந்தாவதாக அமைந்துள்ள குடல் தாங்கிகள் ஆகியவை அனைத்தும் பேரிடைச் சுவர்களாக உள்ளன.

வரிசை ஆண்ட்டிபெத்தேரியா. இவ்வகை உயிரி களில் 10 முழுமையான குடல் தாங்கிகள் உள்ளன. 6 அல்லது 12 குடல் தாங்கிகள் இணையாக அமைந் திருக்கும். இக்குடல் தாங்கிகளுள் ஆறு, முதல் நிலைக் குடல்தாங்கிகளாகும். இவற்றுள் நான்கு எதிரெதிர்க் குடல் தாங்கிகள்; எஞ்சிய இரண்டு குறுக்குவாட்டக் குடல் தாங்கிகளாகும். இக்குறுக்கு வாட்டக் குடல் தாங்கிகள் மிகவும் நீளமானவை. இவை இனப் பெருக்கச் செல்களையும் இழைகளையும் கொண் டுள்ளன. குடல்தாங்கித் தசைகள் நன்கு வளர வில்லை.

வரிசை செரியாந்தேரியா. செரியாந்தஸ் இனத்தில் தனித்த பல அரைகுறைக் குடல்தாங்கிகள் உள்ளன. ஆனால் இவை இணைகளாக அமைந்துள்ளன. அனைத்துக் குடல் தாங்கிகளும், அவற்றின் வெளி முனைகளில் கீழ்நோக்கியவாறு அமைந்துள்ளன. மேன்மேலும் வளர்ச்சி ஏற்படும்போது புதிய குடல் தாங்கிகள் தொடர்ந்து கீழ் இடைச்சுவர்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் பெருகுகின்றன. கீழ் எதிரெதிர்க் குடல்தாங்கிகள் மிகவும் சிறியவை. இடைச்சுவர்களின் இடைவெளி கீழ்நோக்கியுள்ளது. இந்த இடைவெளிகளே ஏனைய ஆந்தோசோவாவின் சுருங்கும் தசைகளின் முகங்களுக்கு ஒத்துள்ளன.

ஆல்சியோநேரியாவைப் போலவே இடைவெளி கள் சல்க்கல் குடல்தாங்கிகளை நோக்கிஅமைகின்றன.

மேலுள்ள 3 இணைகள் கரு வளர்ச்சியில் முதற்கண் தோன்றியவையாகும். மேல் எதிரெதிர்க் குடல்தாங்கிகள் அவற்றிற்கு இருமருங்கிலுமுள்ள இரு இணைகள் ஆகியவை முதன்முதலில் வளர்ந்த மூன்று இணைகளாகும். இம்மூன்று இணைகளை முன் இடைச்சுவர்கள் என்று கூறுவர் ஏனைய அனைத்துக் குடல் தாங்கிகளுக்கும் கடைநிலை இடைச்சுவர்கள் என்று பெயர்.

- அ. நடராசன்

குடல் திருகல்

செரிமான மண்டலச் சிறுகுடல், பெருங்குடல் ஆகியவற்றில் அச்சுச் சுழற்சியால் அல்லது குடலின் ஒரு பகுதி மற்றொரு பகுதியுடன் சுற்றிக் கொள்வதால் குடல் திருகல் (volvulus) ஏற்படுகிறது. லத்தீன் மொழியில் 'வால்வி' என்றால் திருப்பு என்று பொருள். இது செரிமானக் குடலிலும், இலிய சீகக் குடல் பகுதிகளிலும் இயல்பாக நடைபெறும்.

குடல் திருகல் வகைகள்

பிறவிக்குடல் திருகல். படிமலர்ச்சியின்போது கருப்பையில் இருக்கும் சிசுவில் சில சுழற்சிகளும், திருப்பங்களும் ஏற்படும். அது தவறிவிட்டால், பிறவியிலேயே குடல் திருகல் ஏற்படுகிறது.

கடைச்சிறு குடலின் கீழ்ப்பகுதி. குடல் வளையத்தில் குடல் இணைச் சவ்வின் விளிம்பிலிருந்து வயிற்று உறுப்பு அல்லது கூபக உறுப்புகள் ஒட்டும் பொருளுடன் சேர்ந்து குடல் திருகல் ஏற்படலாம். ஆஃப்ரிக்க மக்களில் பெரும்பாலோரில் ஒட்டும் பொருள்கள் இல்லாமலேயே, பல அடி நீளச் சிறு குடலில் திருகல் ஏற்படும். பெருமளவில் சோளமும், காய்கறிகளும் உண்பது இதற்குக்காரணமாகக் கருதப்படுகிறது. அறுவை முறையில்தான் மருத்துவம் செய்ய இயலும்.

முட்டுக் குடல் திருகல். பெருங்குடலின் வலப் பகுதி தளர்ந்து மிகையாகச் சுழன்றால், எப்போதாவது இந்தத் திருகல் ஏற்படும். பெருங்குடல் வலஞ்சுழியாகச் சுழன்றால் இந்நிலை ஏற்படும். முதல் திருகல் ஏறுகுடலை அடைக்கிறது. இரண்டாம் திருகல் கடைச்சிறுகுடலை அடைக்கிறது. இது 25-30 வயதில் நிகழ்கிறது. சிறுகுடல் அடைப்பின் போது ஏற்படும் அறிகுறிகளே இந்நிலையிலும் ஏற்படலாம். 25% நோயாளிகளில் வயிற்றின் வலக் கீழ்ப் பகுதியில் மிகு ஒலி தோன்றும். முட்டுக்குடலின் பாதிப்பால் இது இடம் பெயரலாம். விரைவிலேயே சிறுகுடல் சுருக்கு வலியும் உண்டாகலாம். திருகலின் தன்மையைப் பொறுத்து அறுவை மருத்துவம் அமைகிறது. முட்டுக்குடல் அழுகிச் சிதைந்து விட்டால், வலப் பெருங்குடலின் ஒரு பகுதி அகற்றப்படும்.

கூபகப் பெருங்குடல் திருகல். இந்நோய் கிழக்கு ஐரோப்பா, இந்தியா, ஸ்வீடன் போன்ற நாடுகளில் காணப்படுகிறது. அறிகுறிகளாவன: பக்கக்குடல் வளர்ச்சி அழற்சி, மிகவும் நிரம்பிய பெருங்குடல், நீண்ட கூபக இடைப் பெருங்குடல், கூபக இடைக் குடல் குறுகி இணைந்திருப்பது. 1½ மடங்கு திருகி விட்டால் அதிலிருந்து வரும் சிரைகள் அமுக்கப்பட்டு இரத்தத் தேக்கமடையக்கூடும். இதற்கும் அதிகமாகத் திருகிவிட்டால், குடல் அழுகிச் சிதைந்துவிடும்.

திருகல் பெரும்பாலும் இடஞ்சுழியாகவே இருக்கும். பெண்களைவிட ஆண்களே பெரும்பான்மையாகப் பாதிக்கப்படுகின்றனர். வயிற்று வலியும், உப்புசமும் திடீரென்று உண்டாகும். முதலில் இடப் பக்கம் உப்புசம் அடைந்தாலும், சிலமணி நேரத்தில் வயிறு முழுதுமே உப்புசமடையும். விக்கலும், ஏப்பமும் உண்டாகின்றன. இறுதியாக வாந்தியும் உண்டாகும். மலச்சிக்கலுக்காக எனிமா கொடுக்கப்பட்டால் இரத்தம் வெளிப்படுகிறது. வயிற்றின் எக்ஸ் கதிர்ப் படம் எடுத்தால் வாயுவுடன் கூடிய வயிற்று உப்புசம் தெரியும். நெளிகுடல் உள்நோக்கிக் கொண்டு, நோய் நிர்ணயமாகிறது. ஒரு மெல்லிய ரப்பர் குழல் மூலம் திருகலைச் சரி செய்ய முயலலாம். இது ஓரளவு பலன் தருவதால், அறுவை முறையைச் சில நாள் தள்ளிப் போடலாம். இறுதியாக அறுவை முறையே தேவைப்படும். பெருங்குடலின் உப்புசத்தைக் குறைக்க, பாதிக்கப்பட்ட பெருங்குடலை அகற்றி, எஞ்சிய குடலைத் தைய விட்டுச் சீர் செய்யலாம். குடல் அழுகி நசிந்து விட்டால் பால் - மிகுலிக்ஸ் முறையைக் கையாண்டு பெருங்குடலின் ஒரு பகுதியை அகற்றிவிடலாம்.

- அ. கதிரேசன்

நூலோதி. H. David Ritchie, Bailey & Love's *Short practice of Surgery*, 17th Edition, ELBS, London, 1979.

குடல் துளை

குடல் துளை ஏற்படுவதற்குக் குடல் புண்தான் முக்கிய காரணமாகும். இந்நிலை ஆண், பெண் பாலாரிடம் 19:1 என்னும் விகிதத்தில் 45-55 வயதில் முன் சிறுகுடல் (duodenum) பகுதியின் முன்பக்கத்தில் மிகுதியாக ஏற்படுகிறது. 80 சதவிகிதத்தினருக்கு நீண்ட காலமாக இருந்து வரும் குடல் புண்ணால் துளை ஏற்படுகிறது. வேற்றுப் பொருள்கள் ஊடு

ருவும் காயங்கள், துளைக்கும் காயங்கள், அறுவை மருத்துவத்தின் போது ஏற்படும் விபத்து போன்றவை யும் இத்துளை ஏற்படக் காரணமாகலாம்.

அறிகுறி. குடல் துளை வழியாகக் குடலில் உள்ளவை வெளிப்பட்டு, உதரவுறை (peritoneum) அழற்சியை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் துடிதுடிக் கும் அளவிற்கு வலி ஏற்படுகிறது. பிறகு அழற்சியால் நீர்ச் சுரப்பு அதிகரித்து வயிற்றில் நீர்த்தேக்கம் (ascitis) ஏற்படுகிறது. பிறகு நுண்ணுயிரிகள் அழற் சியை மிகுதிப்படுத்தும்.

நோயின் நடைமுறையும் அறிகுறிகளும்

உதரவுறை அழற்சிக் கட்டம். நோயாளி அசைய முடியாமல் வலியால் வெளிறியும் வயிற்றைத் தொட்டாலே துடித்துப் போகும் நிலையிலும் காணப்படுவார். மேலும் வயிறு அசைவற்று இறுகி யும், உடலின் வெப்பநிலை குறைந்தும், நாடித் துடிப்பு ஓரளவு அதிகரித்தும் (80-90) காணப்படும்.

உருவெளித் தோற்ற நிலை. அடுத்து 3 மணி முதல் 6 மணி நேரம் வரை தொட்டால் துடிக்கும் வலி, இறுக்கம் ஆகியவை ஓரளவு குறைந்துவிடும். உடல் வெப்ப நிலையும் நாடித்துடிப்பும் மிகலாம்.

பரவலான அழற்சி நிலை. 6 மணிநேரத்திற்குப் பிறகு பரவலான அழற்சி நிலையில் குடல் அசைவும் ஒலியும் அடங்கிவிடுகின்றன. நாடித் துடிப்பு மேலும் அதிகரித்து வயிற்றில் நீர் தேங்கி நோயாளியின் நிலை நலிவுறத் தொடங்கும். நோய் தீவிரமற்ற நிலையில் மேற்கூறிய அனைத்து அறிகுறிகளும் மந்த மாகத் தெரியும்.

நோய்க் கண்டுபிடிப்பு. கதிர்வீச்சு நிழற்படத்தில் நின்ற நிலையில் வயிற்றின் வலப் பக்கம் உதரவிதா னத்தின் கீழே காற்றுத் தெரியும். பித்தம் கலந்த நீரை, ஊசி மூலம் வெளிப்படுத்திய பின் முடிவுக்கு வரலாம்.

எக்ஸ் கதிர் மார்பின் படத்தில் இரண்டு உதர விதானங்களுக்கு அடியில்வளிமம்தேங்கியிருக்கும்.இது குடல் துளையின் விளைவாகும். குடல் துளையில் வெளிப்படும் வளிமம், இரண்டு உதரவிதானங்களுக்கு அடியிலும் காணப்படும்.

மருத்துவம். அறுவைக்கு முன் மார்பில் ஊசி ஏற்ற வேண்டும். வயிற்றைத் திறந்து, துளை ஏற் பட்ட இடத்தைக் கண்டு அதை அகற்றி, இணைத்து இரைப்பையின் பெரிய சவ்வை (greater omentum) அந்த இடத்திற்குப் போர்வையாக்க வேண்டும். உதரவுறையை நன்றாகக் கழுவி விட வேண்டும். வடியும் நீரை வெளிப்படுத்த ஒரு ரப்பர் துண்டை வைத்துத் தைக்க வேண்டும். வேண்டிய தடுப்பு மருந்துகள் கொடுக்க வேண்டும். சுவாச, உடற் பயிற்சியை அளிக்க வேண்டும்.

சிக்கல்கள். 40 சதவிகிதத்தினர்க்கு இந்நிலை ஓர் ஆண்டிற்குள் மீண்டும் ஏற்படலாம். மேலும் ஐந்து ஆண்டிற்குள் 70 சதவிகிதத்தினர்க்கு இந்நிலை ஏற் படலாம். சில சமயங்களில் கட்டிகள் ஏற்படக் கூடும்.

- சுவயம்ஜோதி துரைராஜ்

நூலோதி. H. David Ritchie, Bailey & Love's *Short practice of Surgery,* 17th Edition, ELBS, London, 1979.

குடல் நடுக்கம்

குழந்தைகளின் குரல்வளை சிறியது; நிணநீர் அதிக முடையது; தசையும் நரம்பும் எளிதில் தூண்டப் படுவன; ஆகவே சிறிதே குரல்வளை அழற்சித்தோன்றி னாலும் தாக்கம் மிகையாகும். முதலில் சிறு தொண்டைப்புண்ணாகத் தோன்றிப் பின்னர் இருமல், காய்ச்சலுடன் குரல் கம்மிவிடும். இருமினாலும் சளியை வெளியேற்றக் குழந்தைக்குத் தெரியாது. விரைவில் குரல் நாண்கள் சிவந்து, வீங்கி மூச்சு விடு வதில் துன்பம் தோன்றும். குரல் நாண்களில் இசிவு ஏற்பட்டுக் காற்று உள்ளே வரவும் வெளியேறவும் முடியாமல் குழந்தை துன்பப்படும். மூச்சுவிடும் போதெல்லாம் கழுத்திலும் மார்பிலும் குழியாகத் தோன்றும். டிஃப்தீரியாவா அல்லது குரல்வளையில் வேற்றுப் பொருள் சிக்கியுள்ளதா என்பதைத் தெளிவு படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். குரல் நடுக்கம் காய்ச்சலில்லாமலேயே ஏறக்குறைய 4-10 வயதுக் குழந்தையிடம் தோன்றும்.

சத்துணவில்லாத, உடல் நலம் குன்றிய, வைட்ட மின் சத்துக் குறைந்த குழந்தைகளிடம் இதைப் பெரும்பான்மையாகக் காணலாம். இரத்தத்தில் கால்சியம் குறைந்திருப்பதால் குரல் நாண்கள் இசிவு அடைகின்றன. இதற்குக் கால்சியமும் வைட்டமின் D-யும் குறைவே காரணங்கள். குரல்வளை விறைப் பின்றித் தொய்வாக இருந்தாலும் குரல் நாண்கள் உள்ளே உறிஞ்சப்படுவதாலும் குரல் நடுக்கம் வரலாம். நன்றாகத் தூங்கிக் கொண்டிருந்த குழந்தை திடீ ரென்று காகம் கரைவது போன்ற சத்தத்துடன் மூச்சுத் திணறலுடன் எழுந்து உட்கார்ந்து துன்புறும். உடல் நீலமாக மாறும். கை, கால் விரல்கள் விறைத்து நிற்கும். முதலுதவியாக முகத்தில் குளிர்ந்த நீரை அழுந்தத் தெளித்து நாக்கை வெளியே இழுத்து, உடலெங்கும் நன்றாகத் தடவ வேண்டும். பிறகு கால் சியம், வைட்டமின்கள் கொடுக்க வேண்டும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குடல் நோய்கள்

காண்க: கால்நடை நோய்கள்

குடல்பால்

இது செரிமான வேளையில் சிறுகுடல் நிணநீர் நாளங்களில் காணப்படும் நீர்மமாகும். சற்றே கலங்கலாக, பால் போன்று வெண்மையாகவோ வெளிர் மஞ்சளாகவோ காணப்படும் இந்நீர்மம், நிணநீரோடு நுணுக்கமாகப் பால்மமாக்கப்பட்ட (emulsified) கொழுப்புப் பொருள் அடங்கியது. இது உணவு செரித்தலின் விளைவாகத் தோன்றி, குடல் உறிஞ்சிகளின் (villi) உள்ளடங்கிய குடல்பால் குழாய்களை (lacteals) அடைகிறது. நிலைப்படுத்தப்பட்ட பால்மமாக உள்ள இக்கொழுப்புக் கலவை சிறுகோள வடிவுடைய கொழுமத்துகள்களைக் (chylomicrons) கொண்டது.

சிறுகுடலின் சளிச் சவ்வு அணுக்களில் பாஸ்ஃபோலிப்பிடோவும், புரத உறைகளில் கொழுப்பு மூலக்கூறுகளும் குவிக்கப்படுதலால் உருவாகும் கொழுமத்துகள்கள், குடல் குழாய்களின் உட்புகுந்து அங்கிருக்கும் நிண நீருடன் (lymph) கலப்பதால் குடல்பால் (chylep) தோன்றக்கூடும்.

காரத் தன்மையான குடல்பால், உடலின் வெளியே எடுக்கப்பட்டால் உறையும் தன்மையுடையது. இவ்வுறைவின் விளைவாகக் குடல்பால் ஊனீராகவும் (serum) உறைபுரதமாகவும் (fibrin) பிரியும். இவ்வாறு குடலுறிஞ்சிகளில் தோன்றும் குடல்பால், அங்கிருக்கும் குடற்குழாய்களின்று நெஞ்சு நாளத்தின் வழியாகக் காரையடிச் சிரையை (subclavian vein) அடைந்து அங்கு இரத்தத்துடன் கலக்கிறது.

- சுதா சேஷய்யன்

குடல்பால் மார்பு

இது மார்புக் கூட்டினுள்ளிருக்கும் நுரையீரல் உறை இடைவெளிகளில் (pleural spaces) கொழுநீரோ நிணநீரோ திரண்டிருப்பதைக் குறிக்கும்.

காரணங்கள். கொழுநீர் நிணநீர் நாளங்கள் சேதம் அடைந்தாலோ, அவற்றை நோய் தாக்கினாலோ, அவற்றின் சுற்றோட்டம் தடைப்பட்டாலோ ஏற்படும் கசிவே இத்தகைய நிலைக்குக் காரணமாகிறது. நாளங்களிலிருந்து கசியும் நீர், ஈரலுறை இடைவெளிகளில் தேங்கித் திரளும்போது குடல்பால் மார்பு (chylothorax) தோன்றுகிறது. உடலின் மிகப்பெரிய நிணநீர்க் குழாயான நெஞ்சு நாளம் (thoracic duct) மார்புக்கூட்டின் இடப் பகுதியில் இருப்பதால் இத்தகைய திரட்டு, பொதுவாக இடப்புறத்திலேயே வரக்கூடும். மேலும், மார்புக் கூட்டின் உள்ளிருக்கும் பிற நிணநீர் நாளங்களில் உண்டாகும் கசிவுகளும் இதற்குக் காரணமாகலாம்.

நெஞ்சுநாளம் வல நிணப்பெருநாளம், நெஞ்சிடை நாளம் போன்ற நிணநீர் நாளங்களுக்கு ஏற்படும் தாக்கமோ தடையோ தான் குடல்பால் மார்பு நிலையைக் கூட்டுகின்றது.

உள்மார்பு நிண நாளங்களுள் நெஞ்சு நாளமே பெரியதாகும். இந்நாளத்தின் தொடக்கம், வயிற்றினுள் காணப்படுகிறது. சற்றே விரிந்து, ஒரு பை போல் இது காணப்படுவதால், இப்பகுதி குடல்பால் பை எனப்படும்.

சிறுகுடலின் உட்பரப்பில் இருக்கும் விரலிகள் ஒவ்வொன்றனுள்ளும் ஒரு குடல்பால் குழல் உண்டு. செரிமானத்தின் விளைவாக உருவாகும் குடல்பால், இப்பால்குழல்களின் ஊடே பாய்ந்து, அவற்றின் கூட்டு இலக்கான குடல்பால் பையை அடையும். அங்கிருந்து புறப்படும் நெஞ்சு நாளத்தின் வழியோடிக் கழுத்துப் பகுதியில் இடக் காரையடிச் சிரையை அடைந்து இரத்தத்துடன் கலக்கும். மொத்தத்தில், உதரவிதானத்திற்குக் கீழுள்ள வயிற்றுப் பகுதியின் இருபுறங்கள் மற்றும் அவற்றின் மேலிருக்கும் நெஞ்சுக்கூட்டின் இடப்புறம் இவற்றில் உள்ள அனைத்து உடற்பகுதிகளின் நிணநீரும், கொழுநீரும் நெஞ்சு நாளத்தின் வழியாகவே பாய்கின்றன. எனவே, இந்நாளத்திற்கு ஏற்படும் சேதமே, குடல்பால் மார்பு தோன்றுவதற்கான முக்கிய காரணமாகிறது.

தவிர, ஏனைய உள்மார்பு நாளங்களுக்கு ஏற்படும் சேதமும் இந்நோய்க்கான காரணமாகும். இவற்றின் கொள்ளளவும், பரிமாணங்களும் குறைவாகவே உள்ளமையால், இத்தகு நிகழ்ச்சி சற்று அரிதாகவே நேரிடுகின்றது.

உள்மார்பு அறுவையைத்தற்காலத்தில் மிகுதியும் பயன்படுத்துவதால், அவ்வாறான அறுவை முறைகள் கையாளப்படும்போது உள்மார்பு நிணநாளங்களுக்குச் சேதம் உண்டாகும் வாய்ப்புகள் உயர்ந்துள்ளன.

மேலும், முதுகுத் தண்டு மிகை நீட்டத்தின் (hyper extension) போதும் மேலிருந்தும், உயரத்திலிருந்தும் கீழே விழும்போது உண்டாகும் தாக்குதலின் போதும், வீச்சுக்காயம், வெடிகாயம், அமிழ் காயம் ஆகியவற்றில் உடலுக்கு ஏற்படும் இறுக்கத்தின் போதும், தாறுமாறான நிலைகளில் இந்நாளங்கள் கிழிந்துவிட வாய்ப்புண்டு.

குண்டு பாய்தல், கத்திக்குத்து போன்றவற்றில் ஏற்படும் துளைக் காயங்களும் நாளங்களில் நைவுகளை உண்டாக்கலாம். மிகக் கடுமையான இருமல் அல்லது வாந்தி போன்றவற்றால் உருவாகும் அதிர்வுகளும், சில சமயங்களில் நிணநீர்நாளங்களுக்குக் கேடு தரக்கூடும். நிணநீர் நாளங்களில் தோன்றும் பிறவிக் குறைகள், உள்மார்பு நாளங்களையோ, காரையடிச் சிரையையோ ஒட்டி உண்டாகும் புற்றுநோய் பரவல் காசநோய், நிணநாள அழற்சி, இடக் காரையடிச் சிரையில் ஏற்படும் அடைப்புகள் போன்றவையும் இந்நாளங்களில் கசிவைத் தோற்றுவித்துக் குடல்பால் மார்பு உருவாக வழி ஏற்படுத்தலாம்.

இவ்வாறு சேரும் கொழுநீர்த் திரட்டில், கொழுமங்களோடு புரதங்கள், தாது உப்புகள், வைட்டமின்கள் ஆகியவையும் இருப்பதுண்டு.

விளைவுகள். நோயாளிகளிடம் ஒவ்வொரு நாளும் ஏறக்குறைய இரண்டு லிட்டர் அளவு ஈரலுறை இடைவெளிகளில் கொழுநீர் மற்றும் நிணநீர்க்கசிவுகள் திரளும். இதனால் இறுக்கம் ஏற்பட்டு, அது நுரையீரல்களை அழுத்தும்போது, மூச்சுத் திணறல் உண்டாகும். மூச்சுக் குழாய் அழுத்தப்பட்டு ஈளை நோய்க் குறிகளும் தோன்றலாம்.

- சுதா சேஷய்யன்

குடல் பிதுக்கம்

ஏதாவது ஓர் உறுப்பு அல்லது உறுப்பின் பகுதியைச் சார்ந்து இருக்கும் சுவரில் காணப்படும் துளை பிதுங்கி வருவதையே பிதுக்கம் எனலாம். வயிற்றுப் பகுதியில் இங்ஙனம் கொப்பூழ் வழியே குடல் பிதுங்கி வருவதைக் குடல் பிதுக்கம் எனலாம். மொத்தப் பிதுக்கத்தில் இது 73% , 17% 85% ஆகும். எஞ்சிய 15% அறுவை சிகிச்சைக் குப்பின் தழும்புகளால் ஏற்படும் பலவீனப் பகுதியில் வடுப்ட் ஏற்படும் குடல் பிதுக்கம் பல காரணங்களால் உண்டாகலாம். அவற்றுள் பிறவியிலேயே உண்டாகும் பை வழியே அரைப்பிதுக்கம் உண்டாகலாம். எடை மிகுந்த பொருளை மூச்சுப் பிடித்துத் தூக்கும்போது வயிற்றினுள் ஏற்படும் அழுத்தத்தாலும் தோன்றக்கூடும். வயிற்றுள் அழுத்தத்தைக் கூட்டக்கூடிய கட்டி, கொழுப்பு, சூல் நீர் முதலியவை காணப்பட்டாலும் பிதுக்கம் ஏற்படும். கக்குவான் இருமல் உள்ள குழந்தை, காசநோய், சிறுநீர்த்தடை, மலத்தடை உள்ள வயதானோர் இவர்களிடமும் பிதுக்கம் தோன்றலாம்.

ஒவ்வொரு பிதுக்கத்திலும் பிதுக்கப்பை, பையினுள் காணப்படும் உறுப்பு மற்றும் பையைச் சுற்றிலும் காணப்படும் பல்வேறு திசுக்கள் காணப்படும். பிதுக்கப்பை பொதுவாக உதரவுறையால் (peritonium) ஆனது. இதில் மொட்டுப்பகுதியில் கழுத்து, உடல், பிதுக்கப்பை, வாய் என நான்கு பகுதிகள் உண்டு. வடுப்பிதுக்கத்தில் கழுத்துப்பகுதி காணப்படுவதில்லை. பொதுவாக மெல்லிய சுவரால் ஆன பிதுக்கப்பை நாட்படப்பருமன் கூடிச் சிலசமயங்களில் குருத்தெலும்பும் காணப்படும்.

பிதுக்கப்பையினுள் காணப்படும் உறுப்பைப் பொறுத்துக் குடல்பிதுக்கம், வயிற்றுச் சீலைப் பிதுக்கம், குடலின் சுற்றளவில் ஒரு பகுதியிருந்தால் ரிச்சர்ட் பிதுக்கம், மெக்கல் பக்கப்பைகாண்ப்பட்டால் லிட்டர் பிதுக்கம் என்று பல்வேறு பெயர் பெறும். மறையக்கூடிய குடல் பிதுக்கத்தில் வரும் சிக்கல்கள்: மறையாப் பிதுக்கம், தடைப்பட்ட பிதுக்கம், இரத்தோட்டத்தடையால் நலிந்த பிதுக்கம், அழற்சியுடன் கூடிய பிதுக்கம்.

மருத்துவம். எந்தவகை எனச்சரியாகக் கணித்துத் தகுந்த அறுவை மருத்துவம் செய்வதால் சிக்கல்கள் வாராமல் தடுக்கலாம்.

- மா. ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

குடல்புண் காய்ச்சல்

உலகில் நச்சுக் காய்ச்சல் (typhus fever) பரவியிருந்த போது, குடல் காய்ச்சலை நச்சுக் காய்ச்சல் போன்றது எனக் கருதி டைஃபாய்டு (typhoid-thyphus like) என்று பெயரிட்டனர். இது உலகின் பல பகுதிகளில் பரவியுள்ளது. குடிநீர் வசதி, கழிவு நீர், வடிகால் தூய்மை முதலியன குறைந்தால் இந்நோய் நிலைத்து நிற்கும்.

இதை உண்டாக்கும் நுண்ணுயிரி சால்மொனெல்லா டைஃபி (*Salmonella typhi*) என்பதாம். குடல் காய்ச்சல் பாரா டைஃபி A,B என்னும் உயிரிகளாலும் உண்டாகும். இவற்றைப் பாரா டைஃபாடு (para typhcid) என்று வழங்குவர். இவ்வுயிரி, நோயாளியின் மலம், சிறுநீர், உணவு, பனிக்குழைவு (icecream) போன்ற தின்பண்டங்கள் வழியாக மற்றொருவரைத் தொற்றும். இதையே கழிவு வாய் வழி (faecal oral route) என்பர்.

பாக்டீரியா சிறுகுடலை அடைந்து அங்குள்ள நிணத் தொகுதிகள், பேயரின் தொகுப்புகள் (Peyer patches) இவற்றில் அமைந்து பெருக்கமடைகின்றது. நூற்றுக்கணக்கான பாக்டீரியாக்கள் இரத்தத்தில் கலந்து உடலில் அனைத்து உறுப்புகளுக்கும் பரவுகின்றன.

நோய்க்குறிகள். நோய்க்காப்புக்காலம் (incubation period) ஏறத்தாழ 10 நாளாகும். தொடக்கத்தில்

சிறு நிகழ்வாக, படிப்படியாகக் காய்ச்சல் உயரும். தலைவலி, மனக்குழப்பம், பசியின்மை, மலச்சிக்கல் இவை தோன்றும். காய்ச்சல் 40-41°C வரை உயரும். குளிர், நடுக்கம் தோன்றும். இரண்டாம் வாரத்தில் வயிறு வீக்கம், நோய்க் கடுமை (toxaemia) இவை தொடங்கி மேல் விளைவாகக் குடல்புண் ஓட்டை விழுதல் (perforation) குடல்புண் இரத்தக் கசிவு போன்றவை (haemorrhage) ஏற்படலாம். இவ்விரு விளைவுகளே இறப்பின் காரணமாகலாம். சிலருக்கு மூக்கில் இரத்தக் கசிவு, மார்புச் சளி போன்றவை ஏற்படும். காய்ச்சல் 2-3 வாரங்கள் தொடர்ந்து, படிப்படியாகக் குறைந்து நன்னிலையடையலாம். நாடி வேகம், காய்ச்சல் அளவிற்குக் குறைவாகவேயிருக்கும். இதில் வெள்ளையணுக் குறை குறிப்பிடத்தக்கது.

இரண்டாம் வாரத்தில் வெளுப்புத் தோலுடையோரின் உடலில் இளஞ்சிவப்பான பொரிப்பு 2,3ஆம் நாளில் ஏற்படலாம். விரலழுத்தத்தால் இவை மறையும். ஐந்தாம் நாளுக்குப் பின்னர் மண்ணீரல் வீக்கமடைவதை உணரலாம். கல்லீரலும் பெரிதாகக் காணப்படும். அதே வேளை வலக் கீழ் வயிற்றில் சிறிது தொடு வலி (tenderness) ஏற்படும். நோய் மிக, பிதற்றல் நிலை ஏற்படலாம். கடும் நோயினரிடையே அரிதாகக் காமாலை, சிறுநீரகச் செயலிழப்பு, பரவுநிலை இரத்த நாள உறைவு தோன்றக் கூடும்.

இரத்தக் கசிவு குறைந்த அளவு கண்ணுக்குப் புலப்படா நிலை 20% நோயாளிகளுக்கு உண்டு. 10% நோயினருக்கு இரத்தம், மலத்துடன் வெளியாகும். திடீரென்று காய்ச்சல் வீழ்தல், இரத்த அழுத்தம் குறைதல் இவற்றால் கசிவு, போக்காக மாறும் நிலையறியலாம்.

பரவும் பாக்ட்டீரியாக்களால் நுரையீரல் அழற்சி (pneumonia), உறைநிலைச் சிரை நாளஅழற்சி (thrombo phlebitis), இதய அழற்சி (myocarditis), தசையழற்சி (myositis), மூட்டழற்சி (arthritis), எல்லுறையழற்சி (periostitis), எல்மச்சையழற்சி (osteomyetitis), மூளையுறையழற்சி (meningitis), பித்தப்பையழற்சி (cholecystitis), சிறுநீரக அழற்சி (phelonephritis) இவை தோன்றலாம். பின்வரும் விளைவாக வெளி நரம்பழற்சி, காது கேளாமை, மயிர்கொட்டுதல் ஏற்படலாம். இரத்தமழிச் சோகையும் காணப்படும். குணமடைந்த 2 வாரங்களில் சிலருக்கு மீள் காய்ச்சல் (relapse) ஏற்படலாம்.

ஆய்வுக்குறிகள். வெள்ளையணுவின் அளவு 3000-4000/கன மி.மீட்டர் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இரண்டாம் வாரம் முதல், மலத்தில் இரத்தம் (occult blood), ஒற்றைக்கரு அணுக்கள் மிகுதி இவற்றைக் காணலாம். இரத்தத்தில் வளர்ம முறையாகச் சால்மனெல்லா பாக்ட்டீரியா எளிதாகக் கிட்டும். இரண்டாம் வாரத்தில் சிறுநீர், மலம் இரண்டிலுமே வளர்ம முறையில் பாக்ட்டீரியாக்கள் மிகுவதைப் பார்க்கலாம்.

பெருவாரியான நோயாளிகளுக்கு வைடால் ஆய்வு முறையில் ஒட்டுத்திறன் கொண்ட எதிர்ப் பொருள்கள் (antibodies) இயல்பான அளவை விட நான்கு மடங்காக அதிகப்படுவது தெரியும். இந்த எதிர்ப்பொருள்களுள் O எதிர்ப் பொருளுக்கு எதிரான எதிர்ப்பொருள் பயன்தரக் கூடியது. நோய் அறிமுறைகளில் h எதிர்ப்பொருள் எளிதாக வேறுபாடு அடையும், எனவே அவ்வளவாகப் பயன் இல்லை). பலருக்கு முடக்குவாத விளைமங்களும் (rheumatoid factor) பெருகியிருப்பதைக் காணலாம். எந்த ஒரு காய்ச்சலும் நான்கு நாளுக்கு மேற்படின் அது குடற்காய்ச்சலா என ஆய்வது நன்று.

மருத்துவம். இந்நோய்க்குரியது குளோரம்ஃபெனிகால் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்தாகும். காய்ச்சல் உள்ள வரை 50 மி.கி/கி.கி. அளவும், பின்பு 30 மி.கி/கி.கி அளவும், தணிந்த பின்னர் இரு வாரங்களுக்குக் கொடுக்கலாம். குளோரம்ஃபெனிகால் கொடுத்தும் 2-5 நாள் வரை உடல் வெப்பம் தொடரலாம்.

கோடிரைமாக்சசோல், ஆம்பிசிலின் (80 மி.கி./கி.கி.) அல்லது அமாக்சிசிலின் இவை ஆற்றலுடைய மாற்று மருந்துகளாம். பாராடைஃபாய்டுக்குக் கோடிரைமாக்சசோலே சிறந்தது. நீடித்த நோயுடையோர் (clinic carrier) இந்த மருந்தைத் தொடர்ந்து உட்கொள்வதால் பாக்டீரியாக்கள் அகற்றப்படுவது தெரிய வந்துள்ளது. எனினும் பலருக்குப் பித்தப் பையையும் அகற்ற வேண்டிவரும்.

குளோராம்ஃபெனிகால், ஆம்பிசிலின் இரண்டையுமே எதிர்க்கவல்ல பாக்ட்டீரிய வகைகள் இந்தியா, மெக்சிகோ போன்ற நாடுகளில் உள்ளன. கடும் நோய், இறப்பச்சம் தரவல்ல நிலைகளில், டெக்சாமிதாசோன் உயர் அளவுகளில் பயன்படுத்தி இறப்பைத் தடுக்கலாம். மிகச் சிறந்த செவிலியம், உணவு முறை, வாய் தொண்டைக் கவனிப்பு, கிடைப்புண் (bed sore) வாராமல் தோல் பாதுகாப்பு முதலியவை மிகத் தேவை. தொடக்கத்தில் நீர்மஉணவும் பின்னர் எளிதில் செரிக்கவல்ல திண்ம உணவும் கொடுக்கலாம்.

குடல் துளையாயின் முதலில் அறுவையில்லாமல் பக்க பலமாக அதிர்வு நீக்கம், குடலில் அழுத்தத்தைக் குறைத்தல் போன்றவை உதவலாம். நிலை சீராகவில்லையெனில் அறுவை மருத்துவர் உதவி தேவை. இரத்தப் போக்கிற்கு வேண்டுமளவு இரத்த மேற்ற வேண்டும்.

நோய்த் தடுப்பு. குடிநீர், வடிகால், கழிவகற்றல் போன்ற அடிப்படை நலத் தூய்மைகளைக் கடைப் பிடிக்க வேண்டும். உணவு செய்வோர், பரிமாறுவோரிடையே நோய் இருக்கக்கூடாது. தடுப்பூசி 0.5 மி. லிட்டர் 10 நாளுக்குள் இரண்டு முறை கொடுக்கலாம். இதனால் தற்காலிகத் தடை ஏற்படும். நோய் கண்டோரிடையே 3-6 வாரம் மலம், சிறுநீர், பாக்டீரிய வளர்மம் இல்லாமை உறுதியான பின்பே அவர்களுக்கு உணவளிக்க வேண்டும்.

- செ. நெ. தெய்வநாயகம்

நூலோதி. Harrison, *Principles of Internal Medicine*, Eleventh edition, McGraw–Hill Book Company, New York, 1987; Davidson, *Principles and Practice of Medicine*, Fourteenth Edition, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1986.

குடல் புண் பத்தியம்

காண்க: வயிற்றுப் புண்

குடல் மிகு நுண்ணுயிர்

வைரஸ் நோய்களின் பாகுபாடு இதுவரை முழுமையாகச் செய்யப்படவில்லை எனினும் வைரஸ்களை இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அமைப்பில் டி. என். ஏ கொண்டவை ஒரு வகையாகவும், ஆர். என். ஏ கொண்டவை மற்றொரு வகையாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

டி. என். ஏ. கொண்ட வைரஸ்களில் பாபாவோ வைரஸ் அடங்கும். இவை கரணைகளை உண்டாக்குகின்றன. பெரியம்மை உண்டாக்கும் பாக்ஸ் வைரஸ்களும் அக்கி, சின்னம்மை ஆகியவற்றை உண்டாக்கும் ஹெர்பீஸ் வைரஸ்களும் இதில் அடங்கும். குழந்தைகளிடம் தோல் பொரிப்பும், வயது வந்தவர்களிடம் மூட்டு அழற்சியும் உண்டாக்கும் பார்போ மீநுண்ணுயிர்கள் இதில் அடங்கும்.

ஆர்.என். ஏ கொண்ட பல வைரஸ்கள் உள்ளன. குழந்தைகளில் வயிற்றுப் போக்கை உண்டாக்கும் ரோடா மீநுண்ணுயிரும், கொலராடோ உண்ணிக் காய்ச்சலை உண்டாக்கும் ஆர்பி வைரஸும் இதில் அடங்கும்.

பைகார்னா வைரஸ் குடும்பத்தில் பின்வருவன அடங்கும்:

குடல் மீநுண்ணுயிர். இளம்பிள்ளை வாத வைரஸ் ஃபுளூரா அழற்சியையும் இதயத் தசை அழற்சியையும் உண்டாக்கும். காக்சாக்கி மீநுண்ணுயிர், மூளை உறை அழற்சியை உண்டாக்கும். எக்கோ வைரஸ், கல்லீரல் அழற்சி வைரஸ், நீர்க் கோப்பை உண்டாக்கும் ரைனோ மீநுண்ணுயிர் என்பன குடல் மீநுண்ணுயிர் வகையில் அடங்கும்.

- சாரதா கதிரேசன்

குடல் வளரித்திரள்

காண்க: குடல் அழற்சி

குடல் வால் அழற்சி

வயிற்றில் உள்ள ஓர் உறுப்பான குடல் வால் உட்குழிவான ஒரு பக்கம் மூடிய குழாய் போன்று வயிற்றின் வலப் பக்கத்தில் காணப்படும். பெருங்குடல் தொடங்கும் பகுதியில் சேர்ந்திருக்கும் இதன் வாய் பெருங்குடலில் திறந்திருக்கும். அந்த வாயில் ஒரு வால்வு உண்டு. குடல் வால் சாதாரணமாக மனிதனிடமும், உயர்ந்த வகைக் குரங்கு இனத்திலுமே காணப்படுகிறது. இதனால் மனிதனுக்கு எவ்விதப் பயனுமில்லை. படிமலர்ச்சி காரணமாகப் பயனற்ற இந்த உறுப்பு ஒரு காலத்தில் செரிமானத்திற்கு உதவியிருக்கலாம்.

குடல் வால் ஏறக்குறைய 3-4 அங்குலம் நீளமும், அரை அங்குல விட்டமும் கொண்டது. அரிதாகச் சிலருக்குக் குடல் வால் இல்லாமலும் இருக்கலாம். குடல்வால் பொதுவாக எதிலும் ஒட்டாமல் தொங்கும். சில வேளையில் பெருங்குடலுடனோ வயிற்றின் உட்சுவருடனோ ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

குடல் வாலின் அமைப்பும், அதன் தொங்கும் நிலையும் வேற்றுப்பொருள் வந்து தங்க வாய்ப்பளிப்பதால், அழற்சி பெறக்கூடிய உறுப்பாக இது உள்ளது. நுண்ணுயிர்கள் சென்று தங்குவதால் நோய் ஏற்பட்டு, கழிவுப் பொருள் இறுகி, அழுக்கடைந்து, குடல் வாலில் பரவி வலியை ஏற்படுத்துகிறது. இதனால் குடல் வால் அழற்சி ஏற்படுகிறது. இந்நிலையில் தாங்க முடியாத வயிற்று வலி, கொப்பூழைச் சுற்றி வலி, வயிற்றின் வலப் பக்கமும் கீழ்ப்பக்கமும் வலி ஆகியவை தோன்றக்கூடும். மேலும் வலி விடாமல் ஏற்பட்டு உடல் வெப்ப நிலை கூடலாம். சில சமயம் குமட்டலும் வாந்தியும் இருக்கும். வலிக்குமிடத்தில் சீழ்க்கட்டி போல் தோன்றும்.

அழற்சியால் இரத்தம் கெட்டுவிடுகிறது. சீழ் ஏற்பட்டு, தசை அழுகி, உதரவுறையில்

ஒட்டை ஏற்படும். அழற்சி அடிக்கடி வருவதால் கடுமையாகவும் இருக்கும். சீழ்க்கட்டி உட்புறத்தில் வெடித்தால் மரணம் ஏற்படலாம். தக்க சமயத்தில் மருத்துவரின் உதவி பெற்றால் எளிதில் அறுவை செய்து, குடல் வாலை அகற்றிவிடலாம்.

சிறுவர்களுக்குத்தான் குடல் வால் அழற்சி மிகுதியும் உண்டாகிறது. வயது முதிர்ந்தவர்களுக்குக் குடல் வாலின் வாய் அடைத்து விடுவதால், நுண்ணுயிரும் கழிவுப் பொருள்களும் உள்ளே செல்லா. அதனால் குடல் வால் அழற்சி பொதுவாக ஏற்படுவதில்லை. சிலருக்குக் குடல் வால் அழற்சி நிலை பெற்று, நார்ப் பொருள் தேர்ன்ற ஒரு குடல் வால் கட்டியாக (appendicular mass) மாறுகிறது. இதற்கும் நாளடைவில் அறுவை மருத்துவம் தேவைப்படும். செல்லுலோஸ் மிகுதியும் கொண்ட புரதச் சத்து உணவை உட்கொள்வதும் இந்நோய்க்குக் காரணமாகலாம்.

- தி. பெத்தம்மாள்

குடல் வால் வேற்றுப் பொருள்

வேற்றுப் பொருள்களால் ஏற்படும் அடைப்பே தீவிர குடல் வால் அழற்சிக்கு முக்கிய காரணமாகும். நாக்குப் பூச்சி (round worm) நூல் பூச்சி (thread worm), காய்ந்து இறுகிப்போன மலத்துண்டு ஆகிய வேற்றுப் பொருள்களில் ஏதேனும் ஒன்றால் அடைப்பு ஏற்படக்கூடும். இந்நிலை 2 வயதிற்கு முன்பு பெரும்பாலும் ஏற்படுவதில்லை. 2 வயதிற்குப் பிறகும், வளர்ச்சிப் பருவத்தில் மிகுதியும் காணப்படும். 20-30 வயதில் பெரும்பான்மையாக ஏற்படும் என்றாலும் இது எந்த வயதிலும் ஏற்படலாம்.

அடைக்கும் வேற்றுப் பொருள்கள், துளையையோ வெடிப்பையோ ஏற்படுத்தும். தொடர்ந்தும் இதற்கு முன்னரும் நுண்ணுயிர்கள் குடல் வாலின் சுவர்ப் பகுதி வழியாக வெளியேறுவதால் அழற்சி ஏற்படலாம். மேலும் இந்த அடைப்பு அந்த இடம் அழுகி விடவும் (gangrene) காரணமாகலாம்.

அறிகுறிகள். ஓரிரு முறை குறைந்த அளவில் வலி ஏற்படலாம். பின் திடீரென்று ஒரு நாள் வலி மிகுதியாகித் தூக்கம் கெடும். அடைப்பு அதிகமாக இருக்குமானால் வாந்தி, வலி ஆகியவை ஏற்படுவதால் இது தீவிர குடல் அடைப்பைப் போலவே இருக்கும். ஆனால் சில மணி நேரங்களில் வலி, வல இலியக் குழிவுப் பகுதியில் (right iliac fossa) தெளிவாகத் தெரியத் தொடங்கும்.

மருத்துவம். விரைவில் அறுவை மேற்கொள்வதே சிறந்தது.

- அ. கதிரேசன்

நூலோதி. Bailey and Love's, *Short practice of surgery*, 19th edition, ELBS, London, 1987.

குடல் வால் வேறுபாடுகள்

குடல் வால் 5-15 செ.மீ. நீளமுடையது. இது குடல் முட்டின் (caecum) பின் பகுதியில் உள்ள ஒரு குறுகிய, மொட்டையாக முடிவடையும் பயனில்லா உறுப்பாகும்.

கரு வளர்ச்சியின்போது பின் குடலில் ஏற்படும் குடல் முட்டு மொட்டிலிருந்து (caecal bud) குடல் முட்டும், குடல் வாலும் தோன்றுகின்றன. இது முதலில் கல்லீரலின் கீழ்ப் பகுதியிலிருந்து சிறிது சிறிதாகக் கீழ்நோக்கி இறங்கி, வலப்பக்கம் இடுப்புக்கு மேல் இருக்கும். மேலும் கீழே இறங்கும்போது இந்த மொட்டின் சுவர் வளர்ச்சி, வலப் பக்கம் மிகுதியாகவும், இடப் பக்கம் குறைவாகவும் இருக்கும். அதனால் குடல்வால் நடுவில் இல்லாமல் குடல் முட்டின் இடப் பக்கமாக அமைகிறது. கரு வளர்ச்சியில் இவ்வாறு பல மாற்றங்கள் ஏற்படுவதால் இது வேறு வேறு இடங்களிலும் அமையலாம்.

நேர் நிலை

குடல் முட்டின் (சீகத்தின்) பின்பக்கம்	74%
கூபகப் பக்கம்	21%
சிறுகுடலின் (இலியத்தின்) பின்பக்கம்	0.5%
குடல் முட்டின் (சீகத்தின்) பக்கம்	1%
குடல் முட்டின் (சீகத்தின்) கீழ்ப்பக்கம்	1.5%

பிற வேறுபாடுகள். 100,000 இல் ஒருவருக்கு ஏற்படும் குடல்வால், வளர்ச்சி அடையாமலும் இருக்கலாம். சில சமயங்களில் இரண்டு குடல் வால்கள் இருக்கலாம். கரு வளர்ச்சியின்போது ஏற்படும் குடற்சுழற்சி வேறுபக்கம் ஏற்பட்டாலோ சுழலாமல் போனாலோ குடல் வால் இடப் பக்கமும் அமையலாம்.

மேலும் அனைத்து உறுப்புகளும் இடம் வலம் மாறி அமையும் நிலையில் இது இடப் பக்கம் அமைகிறது. இந்நிலை பொதுவாக ஆண்களுக்கு அதுவும் 35,000 இல் ஒருவருக்கே ஏற்படுகிறது.

- சுவயம்ஜோதி துரைராஜ்

நூலோதி. Bailey and Love's, *Short practice of surgery*, Nineteenth Edition, ELBS, 1987.

குடல் வாழ் நுண்ணுயிரி

இது இரு வகைப்படும். அவை நோயூக்கும் (pathogenic) நுண்ணுயிரி, நோயூக்கா (non pathogenic) நுண்ணுயிரி எனப்படும். நோய் ஊக்கும் வகையில் ஷிகல்லா நுண்ணுயிரி என்பது வயிற்றுப்போக்கை உண்டாக்க அதில் இரத்தமும் மலமும் கலந்து போகும்.

நோய் ஊக்க நுண்ணுயிரிக் கூட்டத்தில் ஈ.கோலை (E.Coli) என்பவை சாதாரணமாக பாதகம் விளைவிக்காதவை. இருப்பினும் காரமான மிளகாய், மிளகாய் வற்றல் போன்றவற்றை உண்பவருக்குப் பேதி, வயிற்றுப் பொருமல் போன்ற சிக்கல்கள் தோன்றலாம்.

- சாரதாகதிரேசன்

குடலில் ஆம்பிஸ்டோம் ஒட்டுண்ணி நோய்

காண்க: ஆம்பிஸ்டோம் குடல்புழு நோய்

குடியிருப்புக் கட்டடங்கள்

மனிதனின் உறைவிடமாகப் பயன்படக்கூடிய நிலையான ஓர் இருப்பிட அமைப்பைக் குடியிருப்புக் கட்டடம் (residential building) எனலாம். மக்கள் வசதியாக வசிப்பதற்குத் தேவையான பரவலான பரப்பளவும், சமையல் செய்ய, உணவருந்த, நீராட, பொழுதுபோக்க, படிக்க ஏற்ற அனைத்து வசதிகளுடன் கூடிய இடங்களும், நலம் தரும் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையும் இருக்குமாறு திட்டமிடப்பட்டு இவை கட்டப்பட வேண்டும். இவ்வாறு திட்டமிடும் போது, சூரிய ஒளி, வெப்பநிலை, காற்றோட்டம், ஒலியின் தன்மைகள், நிறங்களின் இன்றியமையாமை முதலியன கவனத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டும்.

ஒவ்வொருவருக்கும் மிகுந்த அளவு தனிமையையும், உரிமையையும் வழங்குமிடம் குடியிருப்பு ஆகும். வளர்ந்து வரும் நகரங்களில், பெருகி வரும் மக்கள் தொகைக்கு ஏற்ப இடவசதியுடன் கூடிய குடியிருப்பு வீடுகள் கட்டுவதற்கு மண்ணின் பரப்பளவு போதுமானதாக இல்லாமையால் பல மாடிக் கட்டடங்கள் தவிர்க்க முடியாதவையாகிவிட்டன.

தட்ப வெப்பநிலையை அறிந்து குளிர் காலத்தில் வெப்பத்தையும் கோடைக் காலத்தில் குளிர்ச்சியையும் தரக்கூடிய அளவில் வீடுகள் கட்ட வேண்டும். குளிரையும் மழையையும் தடுத்து ஒளியைத் தரும் வகையில், பெருமளவில் கண்ணாடி ஜன்னல்களை மலைப் பகுதி வீடுகளில் பயன்படுத்த வேண்டும். காற்றோட்டம் தடைப்படக் கூடாது. கழிவு நீர், மழை நீர் இவை உடனடியாக வெளியேறும் வகையிலும் பாதுகாப்பாக இருக்குமாறும் கட்ட வேண்டும்.

வீட்டினுள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் செல்ல எவ்வித இடையூறும் இல்லாமல் வழி அமைக்க வேண்டும். பலர் உள்ள குடியிருப்பில் அறைகளின் அமைப்பை எளிதாக மாற்றிக் கொள்ளும் வகையில் கட்ட வேண்டும். தற்காலிகத் தடுப்புகளால் தேவையான மாற்றங்கள் செய்ய வசதிகள் செய்து கட்டலாம். பல இல்லங்களில் உணவருந்தும் அறையும் வரவேற்பு அறையும் இணைந்தே உள்ளன. சமையல் அறைக்கும் உணவருந்தும் அறைக்கும் இடையில் உணவுப் பொருள்களை எடுக்க, கொடுக்க வசதியாகத் திறப்பு அமைத்துக் கட்டப்படுவது நல்லது. மேலும் சமையல் அறை ஏறத்தாழ நடு அறையாக அமைவது போல் கட்டுவதும் வசதியாக இருக்கும். சமையல் அறையில் பொருள்கள் சேமிக்கும் இடம், பாத்திரங்கள் வைக்கும் இடம், பாத்திரங்கள் கழுவுமிடம் ஆகியன திட்டமிடப்பட்டுக் கட்டப்பட வேண்டும். அவ்வறைகளில் காற்றோட்டமும் ஒளியும் மிகவும் இன்றியமையாதவை.

வீடுகள் சட்ட திட்டங்களுக்கு உட்பட்டு விதிமுறைகளின்படியே கட்டப்பட வேண்டும். அவற்றில் வசிக்கும் மக்களின் பாதுகாப்பிற்காகக் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய விதி முறைகள் உள்ளன. முதலில் மண் ஆய்வு செய்யப்பட்டு, அம்மண் தாங்கக்கூடிய சுமையும் கணக்கிடப்பட்டு அது மிகாதவாறு கட்ட வேண்டும். நிலத்தடி நீர், பெருமழை, புயல், தீ விபத்து போன்றவற்றிலிருந்து காக்கவும் விதிமுறைகள் உள்ளன. அவற்றை உறுதியாகக் கடைப்பிடிக்க வேண்டும்.

கட்டடங்களின் மீது சுமத்தப்படும் சுமை, அசையாச் சுமை (dead load), அசையும் சுமை (moving load) என இருவகைப்படும். அசையாச் சுமை என்பன சுவர்கள், தூண்கள், தடுப்புச் சுவர்கள், தளங்கள், கூரைகள் ஆகும். அசையும் சுமை என்பது வீட்டில் உள்ள அசையும் துணைப் பொருள்கள், பண்டங்கள், மனிதர்கள் ஆகியவற்றின் சுமை ஆகும். மலைகளில் உள்ள வீடுகளில் பனிக் கட்டிகள் தொடர்ந்து விழக்கூடும். அவற்றையும் அசையும் சுமையாகக் கணக்கிட வேண்டும். இடங்களுக்குஏற்றவாறு ஏற்படும் காற்று விசைச் சுமைகளை விதிமுறை நூல்கள் மூலம் கணக்கிடலாம். இந்நூல்கள், நில அதிர்வு ஏற்படும் இடங்களைத் தாங்கி அசையாமல் நிற்கும் வீடுகளின் திட்ட அமைப்பியல்களை விவரிக்கின்றன.

சாதாரணமாகக் கூரைகளையும் தளங்களையும் தாங்குவன, சுமையைத் தாங்கக் கூடிய சுவர்களேயாகும். பல மாடிக் கட்டடங்கள் கட்டும்போது கட்டங் கட்டமாகச் சட்டமிடுவது போலக் கற்காரைத் தூண்களையும், உத்திரங்களையும் முதலில் உருவாக்கி, பின்னர் தளங்களையும்,கூரைகளையும் தடுப்புச்சுவர்களையும் இணைத்து வீடுகளாக உருவாக்குகின்றனர். தற்காலத்தில் பல நாடுகளில் வீடுகளின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் தனித்தனியே தயார் செய்து எந்திரங்களை இணைப்பதுபோல இணைத்துக் கட்டடங்களை உருவாக்குகின்றனர். மிகப் பரவலான கட்டடங்கள், அரங்குகள் கட்டுவதற்கு, தூண்கள் இல்லாமல் நீளமான இரும்புச் சட்டங்களால் கட்டப்பட்ட கூரைகள் அல்லது தனியாக அச்சாக வார்க்கப்பட்ட கற்காரை உத்திரங்களுடன் அமைக்கப்பட்ட கூரைகள் பயன்படுகின்றன.

குடியிருப்பு வீடுகள் தனித்தனியாகக் கட்டப்படுவது உண்டு. இத்தகைய வீடுகள் தனிமையையும், நலவாழ்வையும், எழிலையும் தரக் கூடியவை. எந்த விதமான மறைப்பும் தடுப்பும் இல்லாமல், வீட்டின் முன்புறம் வசதியாகவும் காற்றோட்டமாகவும் வெளிச்சமாகவும் இருந்தால் பார்ப்பவர் மனத்தைக் கவரக் கூடியதாக இருக்கும். இத்தகைய தனிக் குடியிருப்புகள் விலை மதிப்புடையவை.

இரு வீடுகள் ஒரே கட்டடமாக இணைத்துக் கட்டப்படுவது இணைந்த தனிக்குடில் எனப்படும். இக் குடில்களுக்கு வாசல்படியும் தாழ்வாரமும் ஒன்றாக இருக்கும். பாதுகாப்பிற்கு ஏற்றது; கட்டடச் செலவு சற்றுக் குறைவாக இருக்கும்.

மாடிக் குடியிருப்பு எனப்படுவது இணைந்த தனிக் குடியிருப்புப் போன்றதே. ஆனால் இதில் நிலத்தின் பரப்பளவு குறைவாகும். சற்று நீளமாகக் கட்டினால் மூன்று அல்லது நான்கு வீடுகள் கூட வரிசையாகக் கட்டலாம். வீட்டின் முன் பகுதியில் உள்ள வெற்றிடங்கள், அனைத்துக் குடியிருப்புக்களுக்கும் பயன்படும் வகையில் இருக்கும்.

தொகுப்புக் குடில்கள் எனப்படுவன அறைகளின் தொகுப்பாகப் பல குடியிருப்புகள் கட்டப்பட்டு, தோட்டம், விளையாடுமிடம், நீச்சல் குளம் போன்றவை பொதுவாக அனைவரும் பயன்படுத்தும் வகையில் கட்டப்பட்டிருக்கும். ஏறத்தாழ விடுதிகள் போலத் தோற்றம் அளிக்கும் இவ்வகைக் குடில்கள் நகரங்களில் மட்டுமே கட்டப்பட்டு வருகின்றன. இவை, இட நெருக்கடியின் காரணமாகத் தவிர்க்க முடியாதவையாகிவிட்டன.

- ஏ.எஸ்.எஸ். சேகர்

குடியோட்டிப் பூண்டு (சித்த மருத்துவம்)

இதன் பாலால் கண்கூசுதல், கண் குறுகல், கண்ணில் நீர் வடிதல், கண்வலி, கண் சிவத்தல் ஆகியவை நீங்கும்.

முருங்கைப் பிசின், நெய் இவற்றை முறையே 875 மி. கிராம் எடையாக எடுத்து இவற்றுடன் பிரமதண்டின் பூவிலிருக்கும் மகரந்தப் பொடியைக் கலந்து பத்தியத்துடன் சாப்பிட்டால், தோள்களிலும், பக்கங்களிலும் உண்டாகும் வாத நோய்கள் நீங்கும்.

இதன் விதையைத் தூள் செய்து 3.5 கிராம் எடுத்து, தேன் அல்லது சர்க்கரை கலந்து நாளும் மூன்று வேளை கொடுத்து வர இருமல் மார்ச்சளி போகும்.

விதையைப் பொடித்துப் புகைத்துப் புகையை வாயில் வைத்துக்கொள்ள, பல்வலி, பல் சொத்தை தீரும். இவ்வெண்ணெயை 10-15 துளி வீதம் நாளும் 3 முறை சர்க்கரை அல்லது நீரில் கலந்து உட்கொள்ள இருமல் நீங்கும். 30 துளிச் சர்க்கரையில் கொடுக்க நன்றாகப் பேதியாகும். ஆனால் வாந்தி உண்டாகும்.

தவளைச்சொறி, தலைநோய், குறைநோய், மேகப்புண்களுக்கு வெளிப்பூச்சிடலாம். இதன் வேரைப் பொடித்து 3.5 கிராம் கொடுக்க, தட்டைப் புழு விழும். குடிநீரிட்டு வேளைக்கு 42 - 84 மி. லிட்டர் வீதம் நாளும் மூன்று வேளை கொடுத்து வர இருமல் குறையும். பச்சை வேரைச் சிதைத்துத் தேள் கடிவாயில் வைத்துக்கட்ட நஞ்சு நீங்கும்.

இதன் இலைச்சாறும், ஆடு தீண்டாப் பாளைச் சாறும், நெய்யும் கலந்து ஒரு தேக்கரண்டி வீதம், நாளும் இருவேளை சாப்பிட்டு வர வெள்ளை போகும். இச்சாற்றிற்குச் சிறுநீரைப் பெருக்கும் பண்பு இருப்பதால், இதைச் சோகை, பாண்டு முதலிய நோய்களுக்குக் கொடுக்கலாம்.

12 கிராம் சாற்றைக் காலைதோறும் வெறும் வயிற்றில் 40 நாள் சாப்பிட்டு வர, குறைநோய், தோலைப்பற்றிய நோய்கள் போகும். வெளியிலும் பூசலாம். பிரமதண்டுக் கிழங்குச் சூரணம், மிளகுச் சூரணம், வெள்ளைச் சர்க்கரை இவற்றை வகைக்குச் சம எடை எடுத்துக் கலந்து ஒரு புட்டியில் வைத்துக் கொண்டு ஒரு வேளைக்கு வெருகடி அளவு 21 நாள் காலையில் சாப்பிட்டு வர இரைப்பு நீங்கும்.

- சே. பிரேமா

குத்துமுறை எழுதலும் இறங்கலும்

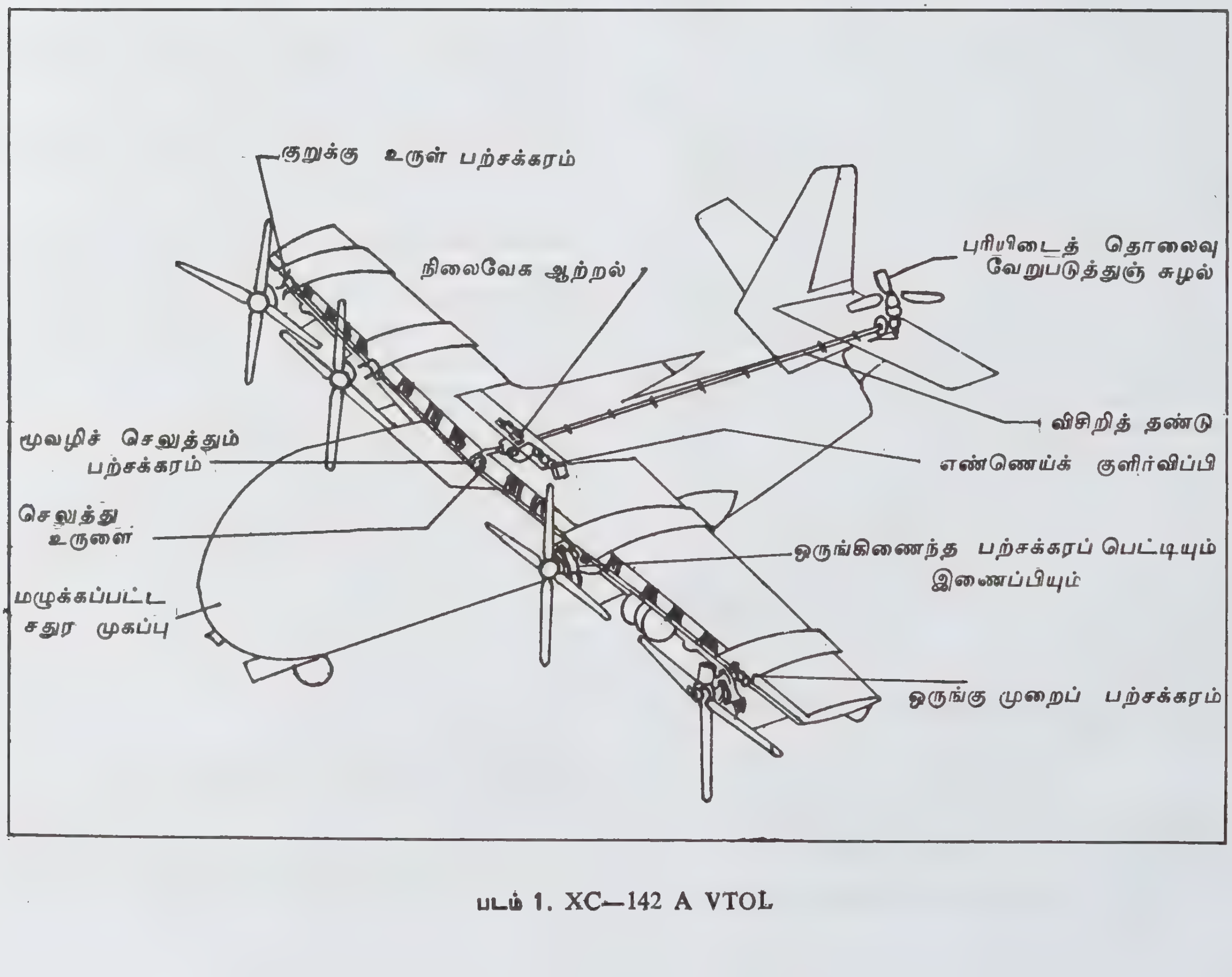
வான ஊர்தியில் தனிப்பட்ட வகையில், குறிப்பிடத்தக்க முறையில் இயங்குவதற்கு வடிவமைக்கப்பட்ட அமைப்புகள் உள்ளன. பொதுவாக வான ஊர்தி

மேலெழுந்து செல்வதற்கு, விமான நிலையத்தில் சிறிது தொலைவு ஓடியும் பிறகு படிப்படியாக மேலெழுந்தும் பறக்கும். ஆனால், சில சிறப்புத் தொழில் நுட்ப எந்திர அமைப்பின்படி, சில வான ஊர்திகள் தரையில் இயங்கிச் செலுத்தப்படாமல் நேரடியாகவே செங்குத்தாக (vertical) மேலெழுமாறு இருக்கும். படிப்படியாகத் தரையை நோக்கி இறங்கி, பிறகு சிறிது தொலைவு தரையில் ஓடி நிற்கு மாறில்லாமல் இத்தகைய வான ஊர்திகள் செங்குத்தாகவே இறங்கவும் முடியும். இத்தகைய இயக்கத்திற்குச் செங்குத்துமுறை எழுதலும், இறங்கலும் (vertical take off and landing) என்று பெயர். இத்தகைய வான ஊர்திகள் இராணுவத்திலும், அவசர காலங்களிலும் பெரிதும் பயன்படும்.

VTOL என்று சுருக்கமாகக் குறிக்கப்படும் இத்தகைய வான ஊர்திகள் மிகு மக்கள் தொகை கொண்ட நகரங்களிலும், போர்க் காலங்களிலும் பாதுகாப்பாக இயக்குவதற்கு ஏற்ற வகையில் இருக்கும். பல்வேறு நன்மைகளைக் கொண்டிருந்தாலும் இவற்றுள் சில இடர்ப்பாடுகளும் உள்ளன. அவற்றுள் எந்திர நுட்பச் சிக்கல்கள் நிலையான இயக்கக் கட்டுப்பாட்டுச் சிக்கல்கள் தவிர்க்க முடியாத பேரிரைச்சல் மிகுவேகத் தாரைச் செலுத்தம் (jet blast) ஆகியன குறிப்பிடத்தக்கவை.

ஒருவகையான VTOL படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய வான ஊர்திகள் போர்க்காலங்களில் மட்டுமன்றி, கப்பல் தளங்கள், மீட்புப்பணிகள், ஆய்வுப்பணிகள், கடல் ஆய்வாளர்களைக் கொண்டு செல்லல் போன்றவற்றிற்கும் பயன்படும்.

இத்தகைய வான ஊர்திகள் உயர் ஆற்றல் வாய்ந்த நான்கு வெப்ப வளிமப் பொறிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொன்றும் 2850 குதிரைத் திறன் (H.P) அளவிற்கு ஆற்றல் கொண்டிருக்கும். இவை மணிக்கு 500 கி.மீ. அளவிற்குப் பறக்கும் திறன் வாய்ந்தவை. இவற்றின் செலுத்திகள் (propellers) கண்ணாடி நுண் இழைகளால் ஆன இழைமப்



படம் 1. XC—142 A VTOL

பொருளால் (fibre glass) செய்யப்பட்டிருக்கும். நான்கு அலகுகள் கொண்ட இச்செலுத்திகள் உலோகச் செலுத்திகளைவிடக் கால்பங்கு எடையளவே இருக்கும்; மேலும் மூன்று மடங்கு திண்மையாக இருக்கும்.

விமான ஓட்டியின் அறையிலுள்ள கட்டுப்பாட்டு இயக்க நுட்பங்கள் இதர சாதாரண விமானங்களில் உள்ளவாறே இருக்கும். செங்குத்து எழுதல் இறங்கல் இயக்க நுட்பம் இயல்பான ஓட்டத்தின்போது விடுபட்டிருக்கும். குத்துமுறை இயக்கத்தின்போது அமைக்கப்பட்டிருக்கும் பொறிகளில் நான்கு குறுவழி அடைப்பிதழ்கள் (throttle) ஒரே சமயத்தில் இயக்கப்பட்டு ஆற்றல் இயக்க மாறுதலுக்கு ஏற்றவாறு அலகுகளின் கோணங்களும் மாற்றப்படும். அலகுகளின் கோண அளவுகளும் (blade angle) ஆற்றல் மாறுதல்களும் (power change) வேகம் காக்கும் விசையமைப்பும் (governer) பழுதுபட்டால் உரிய அடைப்பிதழ்கள் கைகளால் இயக்கப்படும். ஏதேனும் ஒரு பொறியில் பழுது ஏற்பட்டாலும் செங்குத்து முறை இயங்கல் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. இத்தகைய வான ஊர்திகளின் முகப்பு மழுக்கப்பட்டு (blunt) ஒருவகையான சதுர மூக்குப் பகுதியுடன் (squared nose) இருக்கும். இத்தகைய வான ஊர்திகள் 800 lbs எடையுடன் நேர்குத்தாக எழக்கூடியவை. இவ்வாறு மேலெழுந்த 300 கி.மீ. தொலைவிற்கு, 450 கி.மீ. மணி வேகத்தில் பத்து நிமிடத்திற்கும் மேலாக மிதந்து (hover) பின் இறங்கக்கூடும். இதன் இறகின் நீளம் 20 மீட்டர்; இதன் மொத்த நீளம் 17.5 மீட்டர்; உயரம் 7.2 மீட்டர் என இருக்கும்.

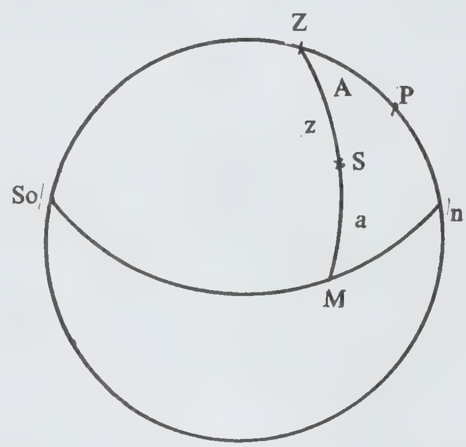
- கே. ஆர். கோவிந்தன்

நூலோதி. A.C. Kermode, *Mechanics of flight*, Himalayan Books, New Delhi, 1982; Bernard Etkin, *Dynamics of flight stability and control*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York, 1982; Darrol stinton, *The design of the Aeroplane*, Granada Publishing, Great Britain, 1983.

குத்துயரம் (வானியல்)

ஏதேனும் ஒன்றின் உயரத்தைக் குறிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் சொல் குத்துயரம் (altitude) எனப்படும். காட்டாக, மனிதனின் உயரத்தை, அவன் நிற்கும் தரையிலிருந்து அளவெடுப்பது வழக்கம். மரத்தின் உயரம், ஒரு கட்டடத்தின் உயரம் என்பவை, புவியின் மேல்பரப்பிலிருந்து அளவிடப்படும்.

வானியலில் ஒரு விண்பொருளின் உயரத்தைக் குறிக்கப் பயன்படும் சொல் குத்துயரம் அல்லது கோணவேற்றம் என்பதாகும். விண்பொருளின் இடத்தைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் நான்கு வானஆயங்களில் (celestial coordinates) ஒன்று குத்துயரமும் (கோணவேற்றம்), திசைவில்லும் (azimuth) இணைந்த தொகுப்பாகும். வானக் கோளத்தின் உச்சிப்புள்ளி வழியாகவும், விண்பொருள் வழியாகவும் செல்லும் நிலைக்குத்து வட்டத்தின் (vertical circle) அடிக்கும்; விண்பொருளுக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு (a) கோணவேற்றம் என்றும் நிலைக்குத்து வட்டத்திற்கும் உச்சிவட்டத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் திசைவில் (A) என்றும் குறிக்கப்படும்.



படத்தில் S என்னும் விண்பொருள் வழியே செல்லும் நிலைக்குத்துவட்டம் தொடுவானத்தை M இல் சந்திக்கிறது. குத்துயரத்தைத் தொடுவானத்திற்கும் விண்பொருளுக்குமிடையேயுள்ள தொலைவு எனவும் வரையறுக்கலாம். விண்பொருளுக்கும் உச்சிக்குமிடையேயுள்ள தொலைவு உச்சித் தொலைவு (z) எனப்படும். உச்சிக்கும் தொடுவானத்திற்கும் இடையே உள்ள தொலைவு 90° ஆனதால் குத்துயரம் $a = 90 - z$ எனக் கோண அளவில் கணக்கிடப்படுகிறது.

- பங்கஜம்கணேசன்

குத அக நோக்கி

கீழ்ப்பெருங்குடல் அல்லது குதத்தில் நோய்கள் இருக்கலாம் எனக் கருதும்போது, அதை உறுதி செய்யப் பயன்படும் கருவியையே குத அக நோக்கி (proctoscope) என்பர். இதன் மூலம், குதத்தையும், மலக்குடலின் 2-3 செ. மீ. நீளத்தையும் பார்க்க

முடியும். மலக் குடலில் மலம் நிரம்பியிருந்தால், இனிமா கொடுத்த பின்னர் உள் நோக்கியைப் பயன் படுத்தலாம். குத அக நோக்கியைக் கையாளும் போது, நோயாளி முழங்கால் முழங்கை மடித்த நிலையில் இருக்க வேண்டும் அல்லது இடப்புறமாகப் படுத்துக்கொண்டு, கால்களை மடக்கிக் கொள்ள வேண்டும். உள் நோக்கி மூலம் பார்க்கும் முன்னர், கைவிரல்களை உள்ளே செலுத்தி ஆய்வு செய்ய வேண்டும். குத அக நோக்கி, வெதுவெதுப்பாக இருப்பதுடன், நன்றாக மசகிடப்பட்டும் இருக்க வேண்டும். இந்தக் கருவி மூலம் குதத்தின் உள்ளே உள்ள மூல நோய்களைக் (piles) கண்டு, மருத்துவ மாக ஊசியும் போடலாம். சிலபோது புற்று நோயும் கண்டுபிடிக்கப்படுகிறது.

- அ. கதிரேசன்

குதக் குடல் அழற்சி

வயிற்றில் பெருங்குடலில் அழற்சி ஏற்பட மலம், நீர் போலப் போகும். சில சமயம் இரத்தமும் கலந்து போகும். குடலில் புண் உண்டாகும். இந் நோயின் காரணத்தை இதுவரை கண்டுபிடிக்க முடிய வில்லை. பல காரணம் குறிப்பிடப்பட்டாலும் அவற்றில் ஒன்றும் அறுதியிடப்படவில்லை. குதக் குடல் அழற்சி (proctocolitis) 20-50 வயது உள்ளவர்களுக்கு வர வாய்ப்பு உண்டு.

பெருங்குடலில் உள்ள சிலேட்டுமப்படலம் (mucous membrane) அழற்சி அடைந்து, சிறு புண்கள் உண்டாகின்றன. நாளடைவில் புண்கள் ஆறித் தடித்துப் பெருங்குடல் மூங்கில் குழாய் போன்று தோற்றமளிக்கிறது. அதனால் மலம் இறுகிப் போகாமல் நீர் போலப் போகிறது. அழற்சியால் இரத்தமும் வெளிவருகிறது. இந்நோயின் அறிகுறி களை வரைபடம் மூலம் அறியலாம்.

இந்நோய் எப்போது வரும் எனக் குறிப்பிட முடியாது. திடீரென வரலாம். வந்தால் 12-18 வாரங்களுக்கு இருக்கும். பிறகு குறைந்துவிடும். சிலருக்கு மனநிலை மாறுபட்டிருக்கும். இந்நோய் வயிற்றுப் போக்கு நோயைப் போல இருக்கும். எ. கா. அமீபா நோய், நுண்ணுயிர்ப்பேதி நோய், ஒவ்வாமைப் பேதி நோய் முதலியன. இந்நோய் சாதாரண பேதி எதிர் மருந்துகளால் குணமடை யாமல், 15 நாள் வரை நீடித்தால் அதைத் குத குடல் அழற்சி எனக் கொள்ளலாம்.

மலத்தை ஆய்வு செய்தல், வளர்களம் கொண்ட தட்டுகளில் இடுதல், நெளிகுடல் உள் நோக்கி (sigmoidoscopy) ஆகியவற்றால் நோயைக் கண்டு பிடிக்கலாம். மேலும் குடலுக்குள் குதம் வழியாக, ஒரு குழாயைச் செலுத்தி, கண்ணாடி வழியாக அழற்சி யைக் கண்டுபிடித்துப் புண்களையும் அழற்சியை யும் காணலாம். எக்ஸ் கதிர் நீரைக் குத வாய் வழியாகச் செலுத்திப் படம் எடுத்துப் பார்த்தால், குடல் சுருங்கியோ விரிவடைந்தோ புண் தெரியும். நோய் அறிகுறிகளைக் குறைக்க மருந்துகள், அறுவை, உணவுக் கட்டுப்பாடு என்பன பயன்படும்.

நோய்நாடல்

சோகை. இரத்தச் சோகைக்கு இரும்புச் சத்தை ஊசி மூலம் செலுத்தலாம்.

பேதி - வயிற்றுப் போக்கு

இரத்தமும் சளியும் வெளிப்படல்,
குத அரிப்பு
காய்ச்சல்
வயிற்றுவலி
பசியின்மை, செரிமானக்குறை
சோர்வு,
பலவீனம், சோகை

↑
← குடல் அழற்சி →

பலவகைகள்

மிகவும் ஆபத்தான நிலை	20%
விட்டு விட்டு வருவது	37%
தொடர்ந்து வருவது	25%
ஒரு முறை மட்டும் வருவது	18%

குடலில் வரும் அழற்சி

முழுப் பெருங்குடல் 50%
மலக்குடல்
இடப்புறப் பெருங்குடல்
நெளி குடல்

பேதியைக் கட்டுப்படுத்துதல். அட்ரோப்பின் அல்லது செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட அட்ரோபின் மருந்துகளை உட்கொள்ளலாம். கஞ்சாச் செடியிலிருந்து எடுக்கும் கஞ்சாவை மிகக் குறைந்த அளவில் உட்கொள்ளலாம். பேதியில் வெளிப்பட்ட சோடியம், பொட்டாசியம், உப்புச் சத்து இவற்றை ஈடுசெய்ய ஊசி மூலமாகவோ, வாய் வழியாகவோ நீர்மங்களைக் கொடுக்கலாம்.

கார்ட்டிகோ ஸ்டீராய்டு மருந்துகள், மனநிலைச் சீராக்கு மருந்துகள் ஆகியவை இந்நோய்க்குச் சிறந்தவை. அடிக்கடி வரும் பேதியைக் கார்ட்டிகோ ஸ்டீராய்டுகள் கட்டுப்படுத்தும். இம்மருந்தை இரு வழிகளில் உடலில் செலுத்தலாம். வாய் வழியாக 60-100 மில்லி கிராம் வரை நாள்தோறும் பேதி நிற்கும் வரையில் கொடுத்து வர வேண்டும். இந்த மருந்தை லேசான வெந்நீரில் கரைத்துக் குதத்திற்குள் 8-10 அவுன்ஸ் வரை செலுத்தி, புட்டத்தைத் தூக்கி வைத்து 3-4 மணி நேரம் இருக்க வேண்டும் (retension enema). இந்த இரண்டு முறையிலும் முற்றிலும் குணம் தெரியும்.

அறுவை மருத்துவம். மேற்கூறிய முறைகளில் நோய் குணமடையாவிட்டால் அறுவையே சிறந்தது. புண் இருக்கும் குடலை வெட்டி எடுத்துத் தையல் போட்டால் நோய் குணமடையும்.

- சொ. நடராசன்

குதப்பிளவு

குதத்தில் ஏற்படும் நீண்ட கீறிய காயத்திற்குக் குதப்பிளவு என்று பெயர். பெரும்பாலும் குதத்தின் பின் சுவரின் நடுப்பகுதியிலும் முன் சுவரின் நடுப்பகுதியிலும் இது தோன்றும். பெரும்பாலும் மலக் குடலும் (rectum) குதமும் (anal canal) ஒரு கோணத்தில் ஒன்றோடு ஒன்று இணைவதால் இறுகிய மலம் வெளிப்படும்போது பலவீனமான பகுதியில் காயம் ஏற்படுகிறது. பல குழந்தைகளைப் பெற்ற பெண்களுக்கு, தசைகள் நலிந்து காணப்படுவதால் இது முன் சுவரின் நடுப்பகுதியில் ஏற்படுகிறது. மேலும் மூல நோய் உள்ளவர்களுக்கு உரிய அறுவை செய்யும் போது, மிகுதியான தோலை எடுத்து விடுவதால் வாய்ப்புறம் சுருங்க, குதப் பிளவு ஏற்படக்கூடும்.

அறிகுறி. அதிகமாக வலி தெரியக்கூடிய வளர்ச்சியாக இது குதக் குடலின் கீழ்ப் பகுதியில் தோன்றும். தீவிர வலி நிலையில், ஆழமான காயம் ஏற்படுவதால் குதவாயின் சுருங்கு தசை விரைவாக மூடிக் கொள்கிறது. தீவிரமற்ற நிலையில் அழற்சி, கடினமான விளிம்பு, வடுக்காயம் ஆகியவை ஏற்படுகின்றன. காயமான பகுதி முக்கோணமாக இருக்கும். வீக்கமடைந்த தசை குதவாய் வழியாகத் தொங்கிக் காணப்படும். இந்த நிலையை அடுத்து , கட்டி ஏற்படுதல், புரையோடிய புண் ஏற்படுதல் (fistula) ஆகியவை நேரலாம்.

பால் வினை நோய்களால் ஏற்படும் குதப்பிளவில் காயத்தைவிட வலி குறைவாகவே இருக்கும். இது நடுவயதினருக்குச் சாதாரணமாக ஏற்படுகிறது. மேலும் சிறுவர், குழந்தைகளுக்கும் ஏற்படலாம். இவ்வாறு ஏற்படும்போது விரிந்த பெருங்குடல் (megacolon) என்னும் நிலையை உண்டாக்கும்.

அறிகுறிகள். மலப்போக்கின் ஒவ்வொரு முறையிலும் தொடர்ந்து சில மணி நேரத்திற்கு வலி அதிகமாக இருக்கும். மறு முறை மலப்போக்கு ஏற்படும் வரை வலி இராது. மேலும் மலம் இரத்தக் கீறலுடன் வெளி வரலாம். குதப் பிளவிலிருந்து ஒரு வகைக் கசிவும் ஏற்படலாம்.

ஆய்வும் நோயும். வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் மூலத்தைக் (sentinal pile) கொண்டு இதை அடையாளம் காணலாம். தீவிர நிலையில் விரல் விட்டு ஆய்வு செய்வதைத் தவிர்க்க வேண்டும். குதவாய் மரத்துப் போக 5% சைலோகேன் (5% xylocaine) களிம்பைத் தடவிய பிறகு விரல் ஆய்வோ, மலக்குடல் உள்நோக்கி (proctoscopy) ஆய்வோ செய்து குதப் பிளவைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

குதப்பிளவை ஒத்த பிற நிலைகள். குதப்புற்று, அரிப்பாலும் அழற்சியாலும் ஏற்படும் குதப் பிளவு, பால்வினை நோய்களால் ஏற்படும் பிளவு, காச நோயால் ஏற்படும் பிளவு ஆகியவை குதப்பிளவைப் போலவே காணப்படும்.

மருத்துவம். 5% சைலோகேன் களிம்பு தடவுதல், குதவாயை விரிவுபடுத்துதல், மலச்சிக்கலைத் தவிர்த்தல் ஆகியவை நோய்க்கு நலமளிக்கக் கூடும். மேலும் மயக்கமருந்து கொடுத்து விரல்களால் குதவாயை விரிவுபடுத்துதல், அறுவை மூலம் குதவாய்ச் சுருங்கு தசையை வெட்டி விடுதல், குதப்பிளவை அறுத்து எடுத்தல் ஆகியவை செய்தும் நோயைக் குணப்படுத்தலாம்.

- சுவயம்ஜோதி துரைராஜ்

நூலோதி. Bailey and Loves *Short practice of surgery*, ELBS, 19th Edn, London, 1987.

குதம்

குதக்குடல் என்பது செரிமான மண்டலத்தின் கீழ் வாயாகும். நேர்குடல், லிவேடர் ஏனைத்தசையுடன் முடிய, குதம் தொடங்கிப் புட்டப் பகுதியில்

முடிவடைகிறது. இவ்வாய் கீழ்நோக்கியும் முன் நோக்கி வளைந்தும் காணப்படும்.

இக்குதத்தை முன்புறத்தில் ஆண்களில் ஆண்குறியிலிருந்தும், பெண்களில் யோனியிலிருந்தும் பெரினியல் பாடி எனப்படும் (perineal body) தசைமுண்டு பிரிக்கிறது. பின்புறம் குயிலலகென்பிலிருந்து குத குயில் அலகென்பு பாடி (anococcygeal body) என்னும் முண்டு பிரிக்கிறது. பக்கவாட்டில் பியூபோ ரெக்டாலிஸ் தசை குதத்தை இஸ்கியோரெக்டல் குழியிலிருந்து பிரிக்கிறது.

குதத்தினுள் நோக்க, செங்குத்தான சளிப்படல மடிப்புகள் சிரைகள் பொதிந்து காணப்படும். இக் குதத்தூண்கள் (anal columns) குதத்தின் மேல் 2/3 பகுதியில் காணப்படும். இத்தூண்கள் முடியும் இடத்தில் குதவால்வுகள் (anal valves) பிறை வடிவில் அமைந்துள்ளன. இவ்வால்வுகளின் மடிந்த பகுதி குதமுகிழ் (anal papillae) எனப்படும். குதமுகிழில் காணப்படும் வட்ட வளைவு பெக்டினேட் கோடு (pectinate line) எனப்படும். குதவால்வினுள் குழிந்த பகுதியாகிய குதக்குடாவில் (anal sinus) மார்க்ககினி பிளவுகள் (crypts of Morgagni) சிறு சிறு துளை மூலம் திறக்கின்றன.

1.25 செ.மீ. அகலமுள்ள ஹில்டன் கோடு (white line of hilton) வெண்ணிறத்துடன் பெக்டினேட் கோட்டில் தொடங்கும். இது உள் மற்றும் வெளிச் சுருக்குத் தசையிடையே குழிந்து காணப்படும். இக்கோட்டிற்குக் கீழ் ஸ்குவாமஸ் எபிதீலியமும் (squamous epithelium) கோட்டிற்கு மேல் காலம்னார் எபிதீலியமும் (columnar epithelium) காணப்படும். இக்கோட்டிற்கு மேல்புறம் தானியங்கு நரம்பு மண்டலமும் (autonomic nerves) கோட்டிற்குக் கீழ் இயக்கு நரம்பும் (spinal nerves) கட்டுப்படுத்துகின்றன. உள்மூலம் இக்கோட்டிற்கு மேலும், வெளி மூலம் இக்கோட்டிற்குக் கீழும் உண்டாகும்.

நிணநீர் ஓட்டம் இக்கோட்டிற்கு மேல் இலியாக் கணுக்களுக்கும் கோட்டிற்குக் கீழ்ப்புறம் அரைக் (superficial inguinal nodes) கணுக்களுக்கும் செல்கிறது. போர்ட்டல் சிரைகளின் பகுதியாகிய நேர்குடல் தமனியும், கீழ் நேர்குடல் தமனியும், பொது இரத்த ஓட்டத்தின் பகுதியாகிய புடன்டல் சிரைகளுடன் இக்கோட்டில் இணைப்பை உண்டாக்கும். இக் கோட்டிற்கு மேற்பகுதி கருவியலின்படி பின்குடல் தோற்றமாகும். மாறாக் கீழ்ப்பகுதி புரோக்டோடியம் (proctodaeum) என்னும் தோல்பகுதியிலிருந்து உண்டாகிறது.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

நூலோதி. Peter L. William and Roger Warwick, *Gray's Anatomy*, Thirty Sixth Edition, Churchill Livingstone, New York, 1980.

குத மலக் குடல் வளையம்

இது ஒரு தசை வளையம். இந்த வளையம் மலக் குடலும், குதக் குடலும் சேரும் இடத்தில் அமைந்துள்ளது. புயுபோ ரெக்டாலிஸ், உள்ளார்ந்த புறச் சுருக்குத் தசை (deep external sphincter), உள் சுருக்குத் தசை (internal sphincter), குடல் சுவரிலுள்ள நீண்ட தசை இழைகள் (lingitudinal muscle fibres) ஆகிய இந்த நான்கு தசைகளும் சேர்ந்து இத் தசை வளையம் அமைக்கப்படுகிறது. இத்தசை வளையத்தின் கீழுள்ள குடல்தான் மலக் குடல் ஆகும். புயுபோ ரெக்டாலிஸ் தசை மலக்குடல், குதக்குடல் சேரும் இடத்தில் ஒரு தொங்கு கயிறு அமைப்பை ஏற்படுத்தி, அந்தச் சந்திப்பை முன்புறமாகத் தூக்கி இழுத்து நிறுத்துகிறது.

மலக்குடல் ஆய்வில், விரல் நுனி மூலம் இந்த வளையத்தை உணரலாம். இந்தத் தசை வளையம் பழுதுபட்டால் மலம் சிறிது சிறிதாக, அடக்க முடியாமல், மலத்துளை வழியாக வெளியேறிக் கொண்டிருக்கும். இதற்கு அடக்கலாகாமை என்று பெயர். சாதாரணமாக அறுவையின்போது இந்தத் தசை வளையம் பழுதுபட வாய்ப்பு உண்டு.

- தி. பெத்தம்மாள்

குதிகால் எலும்பு

இது தான் (tarsal) எலும்புகளிலேயே பெரியதும் ஒழுங்கற்ற நீள் சதுர வடிவமுடையதுமாகும். இதற்கு ஆறு பக்கங்கள் உண்டு.

முன்பக்கம் (anterior surface). இது குவிந்தும் குழிந்தும் கியூபாய்டு எலும்புடன் ஒரு மூட்டை உருவாக்கும்.

பின்பக்கம் (posterior surface). மேல் 1/3 பகுதி வழவழப்பாகக் கொழுப்புத் திசு மற்றும் முண்டுப்பையுடன் தொடர்புள்ளது. நடு 1/3 பகுதி டென்டோ அக்கிலிஸ் தசை நாணுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கீழ் 1/3 பகுதி தோல் அடியில் உடலின் எடையைத் தாங்குகிறது.

மேற்பக்கம் (superior surface). எலும்பின் 1/3 பகுதி சொரசொரப்பாக இருப்பதுடன் கொழுப்பு நார்த் திசுவும் காணப்படும். நடுப் பகுதியின் உள் வட்டத்தில் டாலஸ் (talus) எலும்பின் உடல் பகுதியும் முன் பகுதியில் டாலஸ் எலும்பின் தலைப்பகுதியும் அசையும். இங்கு காணப்படும் குழிந்த பகுதி தாள் குழிப்பகுதி (sinus tarsi) எனப்படுவதுடன் எலும்பின் இணையங்களுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கீழ் எக்ஸ்டென்சார் ரெடிநாகுலம் (inferior

extensor retinaculum), எக்ஸ்டென்சார் டிஜிடோரம் பிரெவிஸ் (extensor digitorum brevis), பிளவுபட்ட இணையம் ஆகிய இம்மூன்றும் வெளிப்புறத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கீழ்ப்பகுதி (interior surface) அல்லது **பாதப் பகுதி**. இப்பகுதியில் உள்ள குவிந்த பகுதியை (tuberosity) முன்முனை எனலாம். அடக்டார் ஹாலுசிஸ் (adductor hallucis) பிளக்ஸார் ரெடிநாகுலம் (flexor retinaculum) பிளக்ஸார் டிஜிடோரம் பிரெவிஸ் (flexor digitorum brevis) பிளான்டர் அப்போநியூரோசிஸிஸ் பின்பகுதி (plantar apponeurosis) நீண்ட பாத நாண் (long planter ligament) பிளக்ஸார் அக்செசரிஸ் (flexor accessories), குறுகிய பிளான்டார் நாண் ஆகியவை இதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

உட்பக்கம். பிளக்ஸார் ஆக்ஸசரிஸ் தசை இங்கிருந்து தொடர்கிறது. இப்பக்கத்தில் பக்கவாட்டில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பகுதி காணப்படும். இதைச் சஸ்டெனாகுலம் டாலை (sustenaculum tali) எனலாம். டால்ஸ் எலும்புடன் தொடர்புடைய இப்பகுதியின் கீழ் உள்ள பள்ளத்தில் ஹாலுசிஸ் லாங்கஸ் நாண் செல்கிறது. இதன் விளிம்பில் நீட்சி இணையம் (spring ligament), டிபியாலிஸ் போஸ்டிரியர் சிரை (tibialis posterior tendon), உட்பக்க டாலோ கால்கேனியஸ் இணையம் ஆகியவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கருவியல் (embryology). 6 ஆம் மாதக் கருப் பருவத்தில் தோன்றும் இவ்வெலும்பின் இரண்டாம் முனை (secondary centre) 6-8 வயதில் தோன்றி பின் 14-16 வயதில் இணைகிறது. மேலிருந்து குதிக்கும்போதும் கீழே விழும்போதும் இவ்வெலும்பு அழுத்தப்பட்டு நொறுங்க வாய்ப்புண்டு. இதனுடன் டாலஸ் எலும்பும் முறியும்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

குதிநாண் தைப்பு

காலின் தவளைத் தசை நாண், குதிகாலின் கால் கேனிய எலும்பில் இணைந்துள்ளது. இந்தத் தசை நாண் சிலரிடம் பிறவியிலேயே ஊனமாகக் குட்டையாக உள்ளமையால், இந்தக் கால் ஏனைய காலை விடக் குட்டையாக இருக்கும். குட்டையான காலின் நீளத்தைச் சரி செய்யும் அறுவை முறையையே குதிநாண் தைப்பு (aschilloraphy) என்பர். அடிபட்ட காயங்கள் இளம்பிள்ளை வாதம் போன்ற நிலைகளில் கால் குட்டையாக இருக்கும்போது இந்த அறுவை முறையைக் கையாளுகின்றனர்.

ஓடும்போது அல்லது துள்ளிக் குதித்து ஆடும்போது, இந்தத் தசை நாண் பொருந்தியிருக்கும் இடத்திற்கு 5 செ.மீ. மேல் காயம் ஏற்படுகிறது. பின்னர் நொண்டி நொண்டியே நடக்க வேண்டி வரும். ஆய்வு செய்து பார்க்கும்போது, நாண் கிழிபட்ட இடத்தில் தொடுவலி உண்டாகிறது. இரத்தக் கசிவால் வீக்கமும் காணப்படும். தசை நாணும் வீங்கிவிடுகிறது. பாதத்தை மேல் நோக்கி அல்லது கீழ்நோக்கி அசைக்கக் கடினமாக இருக்கும்.

கிழிந்துவிட்ட குதிநாணைத் தையலிட்டுச் சரி செய்வர். சில சமயம் பிளாஸ்டர் ஆப் பாரிஸ் இட்டுக் கணுக்காலுக்கு ஓய்வு கொடுத்து, கிழிந்த குதிநாணைச் செம்மைப்படுத்துவர். இம்முறையும் பயனளிக்காவிடில் குதிநாண் தைப்பு முறை கையாளப்படும். இதற்கு எஃகு கம்பி பயன்படுகிறது. கணுக்காலைக் கீழ் நோக்கி மடக்கியும், முழங்காலை மடக்கியும் மாவுப் பசை போட்டு, காலுக்கு ஓய்வு கொடுக்கின்றனர். அடுத்து நான்கு வாரங்கள் ஓய்வு கொடுத்த பின்னர் மாவுக்கட்டை அகற்றி விடுகின்றனர்.

குதி நாண் சீரடைவதால் குட்டையான காலும் சீரடைகிறது. நடக்கும்போதோ, ஓடும்போதோ இந்த ஊனம் தெரியாது. கால்களுக்குப் பயிற்சி கொடுக்க வேண்டும். அண்மைக்காலமாக காலின் நீளத்தை அதிகரிக்கச் செய்யப்படும் குதிநாண் தைப்பு முறை பெரும்பான்மையாகக் கையாளப் படுவதில்லை.

- அ. கதிரேசன்

நூலோதி. John Crawford Adam, *Outline of Orthopaedics*, 8th Edition, ELBS, London, 1980.

குதிரைகளின் படிமலர்ச்சி

விலங்குகளின் படிமலர்ச்சிக்கான எடுத்துக்காட்டுகளில் மிகச் சிறந்தவை தொல் படிவங்களாகும். மார்ஷ், ஆஸ்போர்ன் (*Osborn*) ஆகிய தொல்லுயிரியல் வல்லுநர்கள் குதிரைகளின் படிமலர்ச்சி (*evolution*) முறைகளைத் தொடர்ச்சியான பாறைத் தொல் படிவங்களைக் கொண்டு விளக்கியுள்ளனர்.

பாலூட்டிகள் வகுப்பில் ஒற்றைக் குளம்புடையவை வரிசையில் அடங்கியுள்ள குதிரைக் குடும்பத்தில் ஈக்வஸ் (*Equus*) என்னும் பேரினமும் ஈக்வஸ் கபாலஸ் (*E. Caballus*) (குதிரை), ஈ. அசைனஸ் (*E.assinus*) (ஆப்பிரிக்கக் கழுதை), ஈ. ஹெமியோனஸ் (*E. hemionus*) (ஆசியக்கழுதை), ஈ. சீபிரா (*E. zebra*) (வரிக்குதிரை), ஈ.குவாக்கா (*E.quagga*) (வரிக்குதிரை) என்னும் ஆறு சிறப்பினங்களும் உள்ளன.

உலகில் வட அமெரிக்காவில்தான் குதிரையின் முன்னோடிகள் தோன்றிப் பல்கிப் பெருகிப் படி மலர்ச்சியுற்றன என்று ரிச்சர்டு ஸ்வான் லல் (*R.S.Lull* கூறியுள்ளார். ஆசியப் பகுதியில் ஓரிரு இனங்கள் தோன்றினாலும் அவை படிமலர்ச்சியுறாமல் அழிந்து போயின.

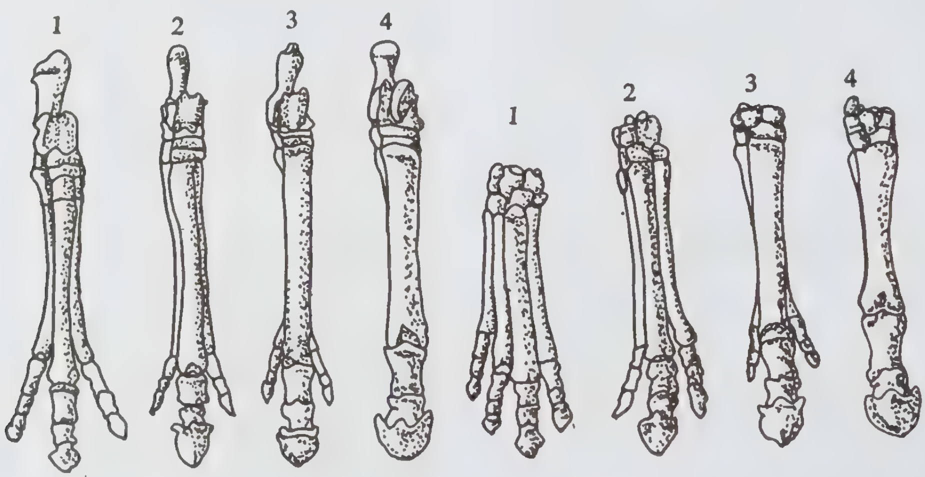
குதிரைகளின் தொல் படிவ வரலாறு ஏறத்தாழ அறுபது மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பும், பின்பு இயோசீன் (*Eocene*) காலத்திலும் தொடங்கிற்று. தொல் படிவக் குதிரையின் முன்னோடியான காண்டைலார்த்ரா (*Condylarthra*) இனம் டெர்சியரிக் காலத்தின் தொடக்கத்தில் வாழ்ந்து மறைந்த பாலூட்டி வகையைச் சார்ந்ததாகும். முதன்முதலில் தோன்றிய இவ்வினத்திலிருந்து ஹைரகோத்தீரியம் (*Hyracotherium*) அல்லது இயோஹிப்பஸ் என்னும் குதிரைக் குடும்பம் தோன்றியது. தொடக்க காலத்தில் தோன்றிய குதிரை 25-50 செ.மீ. உயரமும் சிறிய தலையும் பெருத்த வாலும் கொண்ட ஒரு நாயின் உருவத்தை ஒத்திருந்தது. அதன் முன் கால்களில் நான்கு விரல்களும் பின்கால்களில் மூன்று விரல்களும் இருந்தன. நடு விரல் ஏனையவற்றை விடச் சற்றுப் பெரியதாக இருந்தது. விரல்களனைத்தும் தரையில் படிந்து ஊன்றி நடப்பதற்குப் பயன்பட்டன.

ஒற்றைக் குளம்புடையவற்றின் பொதுப் பண்பு களிலொன்றான குட்டையான பல நுனிகளைக் கொண்ட ஹைரகோத்தீரியம் மென்மையான, நீர் நிறைந்த, சதைப்பற்றுடைய சிறு செடி வகைகளைத் தின்று வாழ்ந்து பினனர் காடுகளில் மேயும் வகை யாக மாறியிருக்க வேண்டும்.

இயோசீன் கால இறுதிக் கட்டத்தில் ஹைர கோத்தீரியம் ஆசியப் பகுதிகளில் மறைந்துவிட்டது. பின்னர் குதிரைகளின் படிமலர்ச்சி வட அமெரிக்கப் பகுதியில் மட்டுமே நடந்தது. இயோசீன் காலத் திற்குப் பின் பழைய உலகமெனப்படும் யுரேசியா ஆஃப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கக் கண்டங்களில் தோன்றிய குதிரைகள் பேரிங் நீர்ச்சந்தி வழியாக வட அமெரிக்கப் பகுதிகளுக்கு இடம் பெயர்ந்து வந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது. குதிரைகளின் படிமலர்ச்சி வரலாற்றில் கீழ்க்காணும் முன்னேற்ற உடலுருவ மாற்றங்கள் நிகழ்ந்துள்ளன.

உருவம் பெரிதாதல், கால்களும் விரல்களும் நீண்டு வலிமை பெறுதல், கால் நடுவிரலைத் தவிர ஏனைய விரல்கள் அளவில் குறைதல், முதுகுப் பகுதி நீண்டு விறைப்பாதல், வெட்டும் பற்களின் மேற்பகுதி அகன்று பெரிதாதல், முன் கடை வாய்ப் பற்கள் கடை வாய்ப்பற்களைப் போல் மாற்றமடைதல், கன்னப் பற்களின் நுனி நீண்டு மேற் பரப்புச் சிக்கலாதல், மண்டையோட்டின் முற்பகுதியும் கீழ்த்தாடைகளும் நீண்டு ஆழ்ந்து கன்னப் பற்களின் நுனிக்கேற்ப அமைதல், மூளை அளவு பெருத்து வரிப் பள்ளங்களும் மடிப்புகளும் கூடுதல் என்பனவாம்.

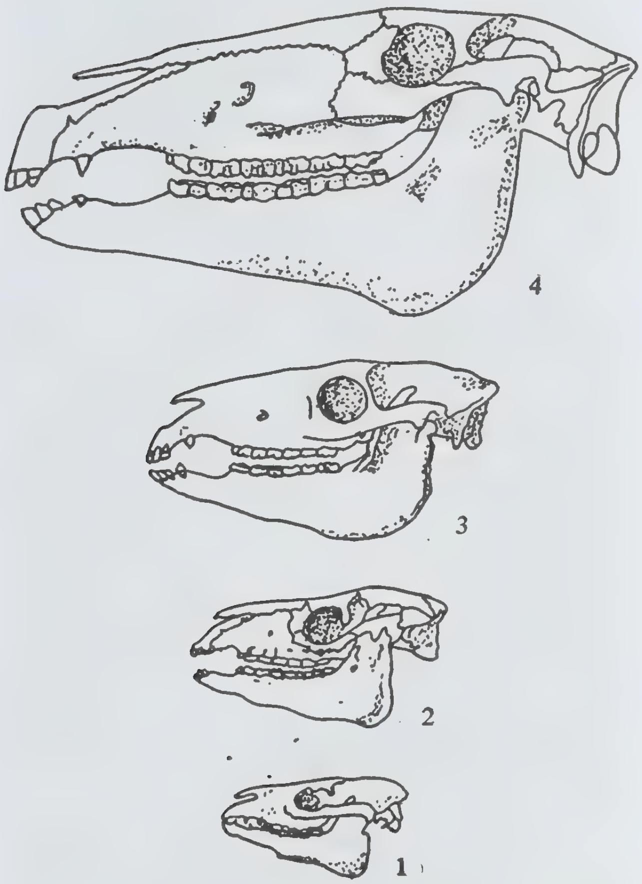
பழமையான தொல் படிவக் குதிரைகளின் படி மலர்ச்சிக்கு இயோசீன் காலத்தில் வட அமெரிக்கப்



குதிரைகளின் பின் கால்கள் (வல), முன் கால்கள் (இட)

1. ஹைரகோத்தீரியம் 2. மையோ ஹிப்பஸ், 3. மெரிகிப்பஸ் 4. ஈக்வஸ்.

பகுதியின் மிகுந்த ஈரத்திலும் மிதமான தட்பவெப்ப நிலையிலும் செழித்து வளர்ந்த செடி கொடி வகைகளும், பரந்த புல்வெளிகளும் நிறைந்த சூழ்நிலைகள்



புவியியற் கால வரிசையில் குதிரையின் மண்டை ஓட்டு அமைப்பு

1. ஹைரகோத்தீரியம் (இயோஹிப்பஸ்) 2. மீசோஹிப்பஸ் 3. மெரிகிப்பஸ் 4. ஈக்வஸ்

மிகவும் உதவியாக இருந்தன. பல நூறு ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு புவியில் ஏற்பட்ட பிரளயங்களும் வேறு பல மாறுபாடுகளும் குதிரையினங்கள் பல்கிப் பெருகிப் படிமலர்ச்சியுறத் தடையாக இருந்தன.

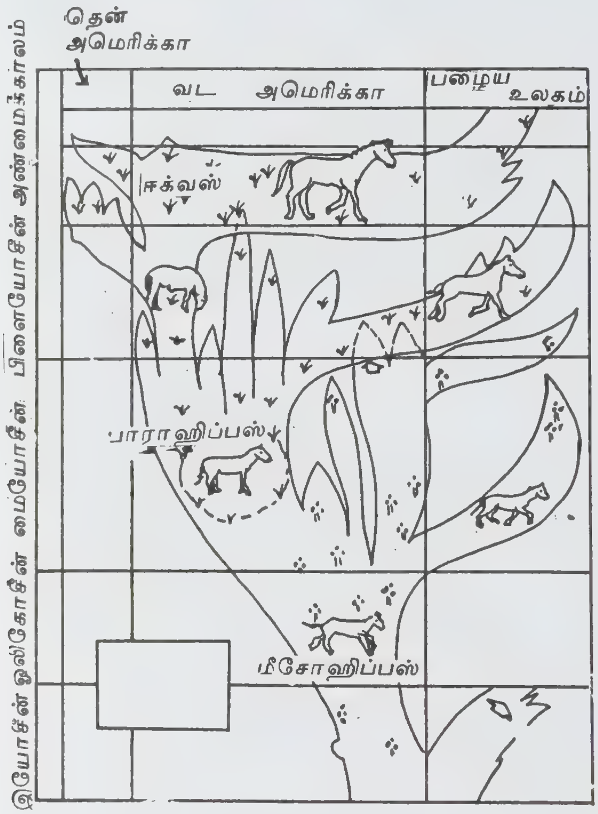
ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. உயரமே இருந்த ஓரோஹிப்பசின் (*Orohippus*) தோற்றம் குதிரைப் படிமலர்ச்சியின் இரண்டாம் நிலையாகும். ஐந்தாம் விரல் எலும்பு முழுமையாக மறைந்ததும், நடுவிரல் சற்று நீண்டதும், முன் கால் வெளி விரல் சற்றுக் குட்டையானதும் கடைவாய்ப் பற்கள் மூன்று நான்காம் கடைவாய்ப் பற்கள் போல் வளர்ந்து மாறியதும் ஓரோஹிப்பசின் படிமலர்ச்சியின் சிறப்புப் பண்புகளாகும். குதிரைப்படிமலர்ச்சியின் மூன்றாம் நிலையில் தோன்றிய எபிஹிப்பசில் (*Epihippus*) மூன்று நான்காம் முன் கடைவாய்ப் பற்கள் முழுமையான கடைவாய்ப்பற்களாக மாறின. முன் காலில் 4 விரல், பின் காலில் 3 விரல் இருந்தாலும், ஒவ்வொரு காலிலும் நடுவிரல் மட்டும் சற்று நீண்டு நன்கு தோற்றமளித்தது.

குதிரைப் படிமலர்ச்சியின் நான்காம் நிலையில் மீசோஹிப்பசு (*Mesohippus*) ஐந்தாம் நிலையில் மையோஹிப்பசு (*Miohippus*) தோன்றின. இயோசீன் காலம் முடிந்து ஓலிகோசீன் (*oligocene*) காலத் தொடக்கத்தில் நிலவிய தட்ப வெப்பநிலை, திடீரென ஏற்பட்ட பெரும் புவி மாற்றம், கண்டப் பெயர்ச்சி ஆகியவற்றின் விளைவால் அடர்ந்த காடுகளும், புல்வெளிகளும் மேய்ச்சல் நிலங்களும் தோன்றின. இந்நிலையில்தான் குதிரைப் படிமலர்ச்சியில் பல கிளைகள் தோன்றின. ஏறத்தாழ 60 செ.மீ. உயரமே இருந்த மீசோஹிப்பஸ், குதிரையின் உருவமைப்பைக் கொண்டது. முன் காலின் வெளி விரல் முழுமையாக மறைய, ஒவ்வொரு காலிலும் மூன்று விரல்கள் நடக்க உதவியாக இருந்தன. கன்னப்பற்களின் நுனி குறைந்து தரையில் புல் மேய்வதற்கேற்ப அமைந்தது. முன் கடைவாய்ப்பற்களும், கடைவாய்ப்பற்களும் ஒத்த உருவமைப்புடன் செடி கொடிகளை நொறுக்கி அரைத்துண்ண ஏதுவாக அமைந்தன.

படிமலர்ச்சியின் ஐந்தாம் நிலையில் தோன்றிய மையோஹிப்பஸ் புவியில் தோன்றிய மூன்று விரல் குதிரையின் முன்னோடியாகும். உருவத்தில் ஆட்டின் அளவே இருந்தாலும் தலை மட்டும் குதிரையைப் போன்றிருந்தது. இலை தழைகளைத் தின்பதற்கேற்ற தகவமைப்புக் கொண்டிருந்தது. பெருமூளையில் இருந்த மடிப்புகளும் வரிப்பள்ளங்களும் அதன் அறிவுக் கூர்மையைப் புலப்படுத்தின. எதிரிகளிடமிருந்து தப்பி வேகமாக ஓட நீண்ட வலிவான கால்களையும் பெற்றிருந்தது.

மையோசீன் (Miocene) காலத் தொடக்கத்தில் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளில் ஏற்பட்ட கடும் மாறுபாடுகளின் விளைவால் குதிரைப் படிமலர்ச்சியில் பல கிளைகள் தோன்ற அவை புல்வெளிகள், தழைத்த செடி கொடிகள் இருந்த இடங்களை நாடி இடம் பெயர்ந்து வளர்ந்தன. இவ்வாறு தோன்றியவற்றில் ஆர்க்கியோ ஹிப்பஸ் (*Archeohippus*), ஆன்க்கித்தீரியம் (*onchitherium*) ஹைபோஹிப்பஸ் (*hypohippus*) என்பவை குறிப்பிடத்தக்கவை. ஆர்க்கியோஹிப்பஸ் என்னும் பழமை வகையில் மண்டையோட்டின் அமைப்பு மட்டும் மிகுதியாக மாறாமல், பற்களும் கால் அமைப்புகளுமே அவற்றின் மூதாதை இனமாக மையோஹிப்பஸ் போன்று அமைந்தன. ஆன்க்கித்திரியத்தின் பற்களும் கால்களும் மையோஹிப்பஸ்

இனத்தைப் போலவே இருந்தாலும் உருவமைப்பில் ஓர் ஏற்றம் இருந்தது. இவ்வினத்திலிருந்தே ஹைபோ ஹிப்பஸ் தோன்றியிருக்க வேண்டும்.



குதிரைக் குடும்பத்தின் படிமலர்ச்சி

மேற்கூறிய பழமைக்கிளை இனங்களின் நேரான படிமலர்ச்சி மூலம் பாராஹிப்பஸ் (*parahippus*) இனம் தோன்றியது. இதில் பல்லிடைவெளி (*diastema*) நன்கு வளர்ந்து கடைவாய்ப்பற்கள் மேலும் நீண்டு உறுதியாக அமைந்திருந்தன. மையோஹிப்பஸைவிட முன் தலைப்பகுதி நீண்டு, கண்கள் மிகவும் பின்புறமாக அமைந்திருந்தன. நீண்ட வலிவான கால்களின் மூன்றாம் விரல் மூதாதை இனத்திலிருந்ததைவிட நன்கு வளர்ந் திருந்தது.

மூளை வளர்ச்சி, நேர் முதுகு, வேகமாக ஓடு வதற்கேற்ற கால் அமைப்பு, சிமெண்ட்டினால் வலிவூட்டப்பட்ட பற்களின் நுனியும் முகடும் கூடுதல் என்பன பாராஹிப்பஸின் படிமலர்ச்சியில் சிறப்பியல்பு களாகத் திகழ்ந்தன. பாராஹிப்பஸில் காணப்பட்ட குறிகள் புவியியல் வரலாற்றில் ஹிப்சோடாண்ட் குதிரைகள் தோன்றிப் படிமலர்ச்சியுறக் காரணமாக அமைந்தன.

பாராஹிப்பஸ் வழியில் அடுத்துத் தோன்றிய மெரிக்ஹிப்பஸ் (*merychippus*) உண்மையான முதல் குதிரையாகும். புல்லையரைத்து உண்பதற்கேற்ற வாறு பற்களின் அமைப்புச் சிறப்புற்றிருந்தது; ஒரு மீட்டர் உயரமிருந்த அக்குதிரை அண்மைக்கால மட்டக்குதிரையை (*pony*) ஒத்திருந்தது. நீண்ட வலிவான கால்கள், ஏனைய விரல்களைவிடப் பெரி தான மூன்றாம் கால் விரல், நீண்ட கண், முன்பகுதி யுடைய மண்டையோடு, உயர்ந்த நுனியுடைய கடை வாய்ப்பற்கள் ஆகிய சிறப்பியல்புகளைக் கொண்டி ருந்தது.

பிளையோசீன் (*pliocene*) காலத்தில் மெரிக் ஹிப்பசிலிருந்து தோன்றிய பேரினங்களில் பல, டெர்சியரி (*tertiary*) காலத்தின் இறுதியில் மறைந்து போயின. இக்காலத்தில் பிளையோஹிப்பஸ் (*pliohippus*) என்னும் சிறப்பினம் தோன்றி நன்கு படி மலர்ச்சியடைந்தது. ஹிப்பேரியான் (*hipparian*) நியோஹிப்பேரியான் (*neohipparian*), நான்னிப்பஸ் (*nannipus*), கேலிப்பஸ் (*calippus*) ஆகியவை பக்கக் கிளை இனங்களாகத் தோன்றின. அனைத்து இனங் களும் காலில் 3 விரல்களை மட்டுமே கொண்டி ருந்தன. தற்காலத்தில் வாழும் குதிரையும், ஹிப்பிடி யான் (*hippidion*) என்னும் குதிரையினமும் பிளையோ ஹிப்பசிலிருந்தே தோன்றின என்பதற்கு வலிவான சான்றுகள் உள்ளன. பிளீஸ்டோசீன் (*pleistocene*) காலத்தில் நன்கு படிமலர்ச்சியற்ற ஹிப்பிடியான் தென் அமெரிக்கா முழுதும் சென்று சிறந்த தக வமைப்புப் பரவல் பெற்று வாழ்ந்தது.

மையோசீன், பிளையோசீன் காலப் பிற்பகுதி களின் தோன்றிய பிளையோஹிப்பஸ் ஒற்றை விரலுடைய குதிரைக்கு முன்னோடியாகும். இதன் ஒவ்வொரு காலிலும் ஒரு விரல் மட்டும் நன்கு வளர்ந்திருந்தது. இரண்டு, நான்காம் விரல்கள் சிற்றெலும்புகளாக இருந்தன. மேல் கடைவாய்ப் பற்கள் தற்காலக் குதிரையிலுள்ளவாறே இருந்தன. இதன் உயரம் ஏறத்தாழ 1 மீட்டராகும்.

பிளீஸ்டோசீன் காலம் தொடங்கி அண்மைக் காலம் வரை தோன்றிய தற்காலக் குதிரையில் முதல் ஐந்தாம் விரல்கள் முழுமையாக மறைய, இரண்டு நான்காம் விரல்கள் (*splint*) எலும்புகளாக உள்ளன. கடைவாய்ப்பற்கள் மேலும் சிறப்புற வளர்ந்துள்ளன. மூளையின் பெருவளர்ச்சிக்கேற்ப மண்டையோடும் பெருத்து முன் பக்கம் நீண்டுள் ளது. இதன் உயரம் ஏறத்தாழ 1.6 மீட்டராகும். இயோஹிப்பஸிலிருந்து படிமலர்ச்சி பெற்ற அண்மைக் கால ஈக்வஸ் அல்லது தற்காலக் குதிரை வரை நடந்

துள்ள நேர் படி மலர்ச்சி, நேர் வழிப் பிறப்பு (ortho genesis) எனப்படும். குதிரையின் தொல் படிவங்கள் விலங்குகளின் படிமலர்ச்சிக்குச் சிறந்த சான்றாக உள்ளன.

- கு. சம்பத்

குதிரை (சித்த மருத்துவம்)

உடலில் தோன்றும் பாதப்புற்று, கண்டுகண்டாகத் தடித்தல், கிருமிரோகம், வாதநோய், கபம் இவை குதிரையின் சிறுநீரால் போகும்.

குதிரைப்பால் சுக்கிலப் பெருக்கத்தையும் உடல் அழகையும் புணர்ச்சியில் நிர்வாகத்தையும் உண்டாக்கும். நீர்த்தாரை பற்றிய புண்ணை ஆற்றும். குதிரை ஏறுபவர்களுக்கு உடல் இறுகி, பசிகுடலண்டம், சூடு, சிற்றிருமல், லட்சுமி விலாசம் இவை உண்டாகும். குளிரும் நீங்கும்.

குதிரை இறைச்சி வலிவு கொடுக்கும், தேகந் தழைக்கச் செய்யும், முரட்டு வேலைக்காரருக்கு உதவும். மூல உதிரம் அதிகரிக்கும்.

- சே. பிரேமா

குதிரைமசால்

இதன் தாவரவியல் பெயர் மெடிக்காகோ சட்டைவா (*Medicago sativa*)என்பதாகும். இச்செடி லெகுமினேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் தாயகம் மலைப் பகுதிகளுடைய தென்மேற்கு ஆசியாவாகும். இப் பகுதியிலுள்ள ஈரான், ஆஃப்கானிஸ்தான் போன்ற நாடுகளின் மலைப்பகுதிகளில் இதன் காட்டுச் செடிகள் காணப்படும். சாகுபடி வகைகள்மேற்குப் பெர்ஷியாவில் தோன்றி அங்கிருந்து பிற நாடுகளுக்குப் பரவியிருக்கும் என நம்பப்படுகிறது. ஏனைய பயிர்கள் வளராத நிலங்களில் இச்செடி நன்கு வளரும். இச்செடி வட இந்தியாவிலிருந்தும், பாரசீகம் முதலிய நாடுகளிலிருந்தும் கிரீஸ் முதலிய இடங்களுக்குப் பாரசீகர்கள் படையெடுத்துச் சென்றபோது பரவிற்று. பிறகு ஐரோப்பாவிற்குப் பரவி அங்கிருந்து அமெரிக்கா சென்றது. இச்செடி குறிப்பாக உலகில் குளிர் மற்றும் மிதவெப்பப்பகுதிகளில் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது. தற்போது இந்தியாவில் குதிரை மசால் (alfalfa) செடி பெருமளவில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. இங்குப் பால் மாடுகளுக்குப் புரதப் பற்றாக்குறையைப் போக்குவதற்காக இதைச் சாகுபடி செய்கின்றனர். இந்தியாவில் உத்தரப்பிரதேசம், பஞ்சாப், மத்தியபிரதேசம், மஹாராஷ்டிரம், குஜராத், மேற்குவங்காளம், தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் குதிரைமசால் செடியைப் பெரும்பாலான பரப்பில் வளர்க்கின்றனர்.

குதிரைமசால்

செடி. குதிரைமசால் பல்லாண்டு உயிர்வாழும் செடி. இச்செடி நன்கு கிளைத்து 0.3-1.0 மீட்டர் உயரத்திற்கு வளரும். ஒவ்வொரு செடியிலிருந்தும் 12-15 தூர்கள் உண்டாகியிருக்கும். முக்கூட்டுச் சிற்றிலை அமைப்பைக் கொண்டது. இலை 4 செ. மீ. நீளத்திலிருக்கும். சிற்றிலைகள் தலைகீழ் முட்டை - நீள்சதுர வடிவானவை. இலையோரம் நுனிப்பகுதியில் மட்டும் பல் அமைப்பு (dentate)இருக்கும். சிற்றிலைகள் தோல் போன்றும் 0.8-3-5×0.3-1 செ.மீ. அளவிலும் உள்ளன. இலைக்காம்பு 2.05. செ.மீ. சிற்றிலைக்காம்பு 1 மி.மீ. நீளத்திலிருக்கும். இலையடிச் செதில் தண்டுடன் ஒட்டிக்கொண்டும் 0.6-1 செ.மீ. அளவிலும் உள்ளது. பூக்கள் ஊதா நிறமானவை. இவை இலைக்கக்கத்தில் கொத்தாக 4 செ.மீ. நீளத்தில் ரசீம்களாகத் தோன்றியிருக்கும். இது அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையுறும் செடி. பூக்காம்பின் நீளம் 1.05 செ. மீ. பூக்காம்புச் செதில்கள் 2.5 செ.மீ. அளவுடையவை. புல்லிவட்டக் குழல் 2.5 செ.மீ. நீளமானது. இதன் கதுப்புகள் 3 மி.மீ. அளவுடையவை. அல்லிவட்டம் வெளியே தெரியும். அல்லி இதழ்களுக்கு வாலுண்டு. கொடியல்லி இதழ்கள் நீள்சதுரமாக 1×0. 8 செ. மீ. அளவிலிருக்கும். இறக்கை அல்லி இதழ்கள் படகு அல்லி இதழ்களை ஒத்திருக்கும்; இவை 6 மி.மீ அளவானவை; மகரந்தக் கற்றை 3.5 மிமீ அளவானது. மகரந்தத் தாள்கள் 9+1. மகரந்தப்பை சீரானது. இரண்டு அல்லது மூன்று சுருளாக முறுக்கிக் கொண்டிருக்கும். நெற்றுகள் மென்மயிர்களால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு தூரிலும் 22-25 நெற்றுகளைக் காணலாம். ஒவ்வொரு நெற்றிலும் 6 அல்லது 8 விதைகள் இருக்கும். விதைகள் சிறுநீரக வடிவிலும் மஞ்சள் பழுப்பு நிறத்திலும் உள்ளன. நெற்றின் நீளம் 8 மி.மீ வரை இருக்கும்.

சாகுபடி முறை. குதிரைமசால் செடியைத் தொடர்ந்து நிலத்தில் ஐந்து ஆண்டுகளுக்கு வைத்திருக்கலாம். சமவெளிப் பகுதியில் நன்கு விளையும். மலைப்பகுதிகளில் 2400 மீட்டர் வரை வளரும். இது வடஇந்தியப் பகுதியில்காணப்படும் 40.6-43.2 C வெப்பத்தையும் தாங்கும். ஓரளவு குறைந்த வெப்பத்தையும் தாங்கும். வெப்பமும் காற்றின் ஈரப்பசையும் ஒருங்கே மிகுதியாக இருப்பது இச்செடியின் வளர்சிக்குக் கேடு செய்யும். இச்செடியின் சாகுபடிக்கு 500-550 மி. மீ மழையளவு மிகவும் தேவை. ஆனால் 350 மி.மீ மழையுள்ள இடங்களிலும் 1000 மி.மீ அல்லது அதற்கு மேல் மழை பெய்யும் இடங்களிலும் இதை வளர்ப்பதுண்டு. பலவகையான மண்வகைகளிலும் வளரும் இச்செடி அமில, களிமண் பகுதிகளில் நன்கு வளர்வதில்லை. இதற்கு வடிகால் வசதியுள்ள வளமான களிச்சேற்று வண்டல் மண் மிகவும் ஏற்றது.

மண்ணில் அமில கார நிலை (pH) 6.5-7.2 இருத்தல் இதன் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் உதவுகிறது. நிலத்தை நான்கு அல்லது ஐந்து முறை நன்கு உழுது பண்படுத்த வேண்டும். விதைப்பிற்கு முன்நிலத்திற்குச் சுண்ணாம்பு இடுவதும் வழக்கம். அடியுரமாக ஹெக்டேருக்கு 25 கி.கி நைட்ரஜன், 120 கி.கி பாஸ்ஃபரஸ், 40 கி.கி பொட்டாசியம் (உரம்) இடவேண்டும். ஒவ்வோர் ஆண்டும் சூப்பர்பாஸ்ஃபேட்டும் தொழு உரமும் இடவேண்டும். இதற்குப் பதில் அம்மோனியம் பாஸ்ஃபேட், எலும்புத்தூள், மீன்கழிவு போன்றவற்றையும் பயன்படுத்தலாம். குதிரை மசால் விதை மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. விதைத்தோல் கடினமானதாகையால் நீரில் ஊறவைத்துப் பின் விதைக்க வேண்டும். அறுவடை செய்த விதைகளை உடனே விதைத்தால் நன்கு முளைப்பதில்லை. பொதுவாக அறுவடை செய்து 2 - 3 ஆண்டுகள் சேமித்து வைத்திருக்கும் விதைகள் நன்றாக முளைக்கின்றன. தனிப் பயிராகவோ கினியாப்புல் மற்றும் கடுகுடன் கலப்புப் பயிராகவோ இதனை வளர்ப்பதுண்டு.

விதைகளை ரைசோபிய நுண்ணுயிர்களுடன் கலந்து விதைக்க வேண்டும். இதன் விதைகளைப் பரவலாகத் தெளித்தோ, பாத்திகளிலோ பார் முறையிலோ வரிசையாக ஊன்றிச் சாகுபடி செய்வதுண்டு. அறுபது செ.மீ. இடைவெளியில் அமைந்துள்ள வரப்புகளின் அடிப்பகுதியில் குத்துக்கு 3 அல்லது 4 விதைகள் 15 செ.மீ. இடைவெளியில் ஊன்றப்படுகின்றன. பாத்திகளில் 25 செ.மீ. இடைவெளியில் 5 செ.மீ. ஆழத்திற்குக் கோடுகளை இழுத்து 3 செ.மீ. மண்ணால் மூடி அதில் விதைகளை 5 செ.மீ. இடைவெளியில் விதைத்து மூடவேண்டும். விதைத்த உடன் நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். விதைத்த மூன்றாம் நாளும் பின்பு வாரம் ஒரு முறையும் நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். பெரும்பாலும் இது இறைவைப் பயிராகப் பயிரிடப்படுகிறது.

விதைத்த பிறகு மாதம் ஒருமுறை என்னும் கணக்கில் களையெடுத்தல் வேண்டும். விதைத்த 60-75 நாள் முதல் தழை அறுவடை செய்யலாம். முதல் அறுவடையில் தழை குறைவாகவே கிடைக்கும். பின்பு 30-45 நாள் இடைவெளியில் தழைகளை அறுவடை செய்யலாம். இவ்வாறு 8-12 முறை தழையை வெட்டலாம். ஒரு ஹெக்டேரில் ஆண்டொன்றுக்கு 70-80 டன் பசுந்தழையைப் பெறலாம். இவ்வாறு குதிரைமசால் செடியிலிருந்து தொடர்ந்து 6-7 ஆண்டுகளுக்குத் தழையைப் பெறமுடியும். பின்பு செடிகளை நீக்கிவிட்டு நன்கு உழுது மீண்டும் விதைக்க வேண்டும். செடி 10-15% பூத்திருக்கும்போது அறுவடை செய்தால் தழை விளைச்சல் கூடுகிறது.

விதை உற்பத்தி. தழைக்காகச் சாகுபடி செய்யப்பட்ட பயிரில் இரண்டு அல்லது மூன்றாண்டுகளுக்குத் தழையை அறுவடை செய்து கொண்ட பின்பு அப்பயிரை வெட்டாமல் விட்டு வைத்து விதைகளைப் பெறலாம். நெற்றுகள் பழுப்பான பின் ஏப்ரல் அல்லது மே மாதத்தில் செடியை அறுவடை செய்து கட்டி எடுத்துச் சென்று களத்தில் உலர்த்திக் குச்சியால் அடித்து விதைகள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு ஹெக்டேரில் சராசரியாக 200-300 கி.கி. விதையைப் பெறலாம்.

நோய்களும் பூச்சிகளும். இந்தியாவில் குதிரை மசாலில் தோன்றும் முக்கிய நோய்களில் சுயூடோ பெசிசா மெடிகாஜெனிஸ் (*Pseudopeziza medicaginis*) பூசணம் ஏற்படுத்தும் இலைப்புள்ளியும் ஒன்றாகும். இந்தியா நீங்க, குதிரைமசால் பயிராகும் அனைத்து நாடுகளிலும் இதைக் காணலாம். இந்த நோய்த் தாக்கத்திற்கு உள்ளான செடியின் அடிப்பகுதியில் இலைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. சிற்றிலைகளில் சிறிய பழுப்புநிறப் புள்ளிகளைக் காணலாம். புள்ளிகளின் மையத்தில் அடர்பழுப்பு – கறுப்பு நிற அபோத்தீசியங்களைக் (apothecia) காணலாம். செழுமையான தண்டின் மீது சிறிய நீள்வட்ட வடிவப் புள்ளிகளைக் காணலாம். ஆனால் தண்டில் உள்ள புள்ளிகளில் அபோத்தீசியங்கள் காணப்படா. போதிய அளவு உரமிட்டும் நோயுற்ற செடிகளை அழித்தும் இந்த நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம். இதில் தோன்றும் மற்றொரு நோய் துருநோய். இதை யுரோமைசெஸ் ஸ்ட்ரையேட்டஸ் மெடிகாஜினிஸ் (*Uromyces striatus medicaginis*) என்னும் பூசணம் தோற்றுவிக்கிறது.

துருப்பூசணத்தில் யுரிடியா, டீலியா நிலைகளைக் குதிரைமசால் இலைகளில் காணலாம். யுரிடியா செம்பழுப்பு நிறமானது. பின்பு உண்டாகும் டீலியா நிலை

கள் இலையிலோ தண்டிலோ தோன்றுகின்றன. இவற்றை யுரிடியா உண்டாகிய இடங்களிலோ வேறிடங்களில்புதிதாகவோ காணலாம். உச்சிக்கழலை (crownwart) என்னும் நோய் யுரோஃபிளிக்டிஸ் அல்ஃபால்ஃபே (*urophlyctis alfalfae*) பூசணத்தினால் உண்டாகிறது. ஈரமாயிருக்கும் நிலப்பகுதியில் இந்நோய் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. நோயுற்ற செடி மொட்டிலுள்ள முதன்மைச் செதில்கள், இலைகள், இலையடிச் செதில்கள் ஆகியவை உப்பி இருக்கும். கொப்புளங்கள் பெரும்பாலும் தரைமட்டத்திற் கருகில் உண்டாகின்றன. சிறிய இலைக்கொப்புளங்கள் வெள்ளையாகவும் பின்பு அழுகிச் சாம்பல் - பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். கொப்புளத் திசுக்களின் உப்பிய திசுவறைகளில் பூசணத்தின் உறங்கு வித்துகள் பலவற்றைக் காணலாம்.

குதிரைமசால் செடியின் வேரழுகலை ரைசோக்டோனியா வயலேசியா (*Rhizoctonia violacea*)என்னும் பூசணம் தோற்றுவிக்கிறது. இதை நீர் தேங்கும் பகுதிகளில் காணலாம். வேர்கள் அழுகியும் சிதைந்தும் செங்கருநீல நிறமாயிருக்கும். லெவில்லுலா டாரிகா (*Leveillula taurica*) என்னும் பூசணம் சாம்பல் நோயையும் பெரனோஸ்போரா ஏஸ்டிவாலிஸ் (*peronospora aestivalis*) அடிச்சாம்பல் நோயையும் (downy mildew) ஏற்படுத்தும். அடிச்சாம்பல் நோயை உலகின் குளிர்பகுதியில் பயிராகும் குதிரை மசால் செடிகளில் காணலாம். செடியின் நுனிப் பகுதியிலுள்ள இலைகளின் அடிப்பகுதியில் சாம்பல் கலந்த வெள்ளை நிறப் பூசண வளர்ச்சியும் செங்கருநீல நிறப் பூசண வித்துகளும் உண்டாகின்றன. இலை இளம்பச்சையாக மாறும். கணுவிடைப் பகுதி குட்டையாயும், தண்டு மெலிந்தும், சிற்றிலைகள் முறுக்கியும் காணப்படும்.

பயன்கள். குதிரைமசால் செடியின் தழைகளை வெட்டிக் குதிரை, மாடு, செம்மறியாடு, பன்றி முதலிய கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகத் தரலாம். இதை மென்று தின்பது எளிது. மேலும் இச்செடியில் புரதமும், கால்சியமும் மிகுந்துள்ளன. தீவனத்தில் குறிப்பிட்ட அளவிலேயே இதைச் சேர்க்க வேண்டும். அதிக அளவில் சேர்த்துத் தந்தால் கால்நடைகளுக்கு வயிற்று உப்புசம் உண்டாகும். வைக்கோல் மற்றும் வளிகாப்புத் தீவனப் பதன முறையில் (silage) குதிரைமசால் பயனாகிறது.

- கோ. அர்ச்சுணன்

குதிரை லாடச் சிறுநீரகம்

கரு வளர்ச்சியின்போது இரு சிறுநீரகங்களும் கீழ் முனையில் இணைந்து விடுவதால் குதிரை லாடம் போன்ற தோற்றம் ஏற்படுகிறது. இந்த மாறுபட்ட நிலையைக் குதிரை லாடச் சிறுநீரகம் என்பர். இதில் சிறுநீரகக் குழாய்கள் முன்பக்கத்திலிருந்து தொடங்கி இணைந்த பகுதியின் முன்புறமாகக் கீழ்நோக்கிச் செல்கின்றன. அரிதாகச் சிறுநீரகங்களின் மேல் முனைகள் இணைந்துவிடுகின்றன.

குதிரை லாடச் சிறுநீரகம் முதன் முதலில் 1521 ஆம் ஆண்டு டிகார்பி என்பாரால் பிணிக்கூற்றாய்வின் போது (autopsy) கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. 1564 ஆம் ஆண்டு பொட்டாலோ என்பார் இதை விரிவாக எடுத்துரைத்தார். இத்தகைய மாறுபட்ட சிறுநீரக அமைப்பால் சிறுநீரகக் குழல்கள் முறுக்கடைவதால், சிறுநீர் தேக்கமடைந்து நுண்ணுயிர்த் தாக்கம், காசம், கற்கள் உருவாதல் போன்ற நோய்கள் உண்டாகின்றன.

பேறு காலத்தில் சிறுநீரக வளர்ச்சியும் மாறுபட்ட நிலையும். சிறுநீரகத்தின் வடிகட்டும் பகுதி ஒன்றிலிருந்தும் அதன் வெளியேற்றும் பகுதி மற்றொன்றிலிருந்தும் தோன்றி இணைந்திருக்கும். கருவின் வால் பகுதிக்கருகில் உருவாகும் சிறுநீரகம் கரு வளர்ச்சியின்போது ஏற்படும் மாற்றங்களால் மேல் நோக்கிச் செல்வதுபோல தோன்றிப் பிறகு குழந்தை பிறக்கும் தறுவாயில் முதுகுப்புறத்தில் விலா எலும்புகளுக்கடியில் அமைகிறது. 4-7 வாரக் கரு வளச்சியின்போது சிறுநீரகங்களின் கீழ் முனைகள் மிகவும் அருகில் உள்ளன. அப்போது அவை ஒன்றாக இணைகின்றன. இணைந்து விட்ட சிறுநீரகங்களைக் கீழ்க்குடல் தாங்கித் தமனி (inferior mesenteric artery) மேலே செல்ல முடியாமல் தடுத்து நிறுத்துகிறது. இவ்வாறு இணைந்த சிறு நீரகங்கள் இடுப்பின் கீழ்ப் பகுதியிலேயே நின்று விடுகின்றன.

இந்த மாறுபட்ட நிலை, 1000 பேரில் ஒருவரிடம் பெண்களில் காணப்படுகிறது. 95%க்குச் சிறுநீரகங்கள் கீழ்முனையில் இணைந்து விடுகின்றன. சிலருக்குச் சிறுநீரகங்கள் மேல் முனையில் இணைகின்றன.

பேறு காலங்களில் சிறுநீரக வளர்ச்சி. இந்த மாறுபட்ட அமைப்பால் இவ்வகைச் சிறுநீரகம், நோய் வாய்ப்பட ஏதுவாக உள்ளது. 1820 ஆம் ஆண்டு மார்காக்னி என்பார் நோய் கண்ட குதிரை லாடச் சிறுநீரகத்தை விளக்கினார். தேவையிருப்பின் அறுவை மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இத்தகைய சிறுநீரகத்தின் ஒரு பகுதி பாழடைந்து விட்டால் அந்தப் பகுதியை மட்டும் அகற்றி விடலாம்.

- சுவயம் ஜோதி

நூலோதி. H. David Ritchie, Bailey & Love's, *Short Practice of Surgery*, 17 th Edition, ELBS, London, 1979.

குதிரைவாலி

இதைக் கிட்டினவாலி என்றும் கூறுவதுண்டு. குதிரை வாலி வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் தானியப் பயிர். இதை ஆங்கிலத்தில் பார்ன் யார்ட் மில்லெட் (Barn yard millet) என்றும் ஜப்பானில் மில்லெட் என்றும் கூறுவர். இதன் தாவரப் பெயர் எக்கினோகுளோயா ஃப்புரூமெண்டேசியா ஆகும். இதன் இணை தாவரப் பெயர் எ.காலனம் வகை ஃப்புரூமெண்டேசியா என்பதாகும். இத்தாவரம் போயேசி (poaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் தாயகம் மத்திய ஆசியா. இப்பகுதியிலிருந்து ஐரோப்பா, அமெரிக்காவிற்குக் குதிரைவாலி பரவியது. இப்பயிர் இந்தியா, சீனா, ஜப்பான், மலேசியா, கிழக்கிந்தியத் தீவுகள் ஆகிய நாடுகளில் சாகுபடி செய்யப்படுகிறது. சீன, ஜப்பானிய மக்கள் அரிசி உற்பத்தி போதியளவு இல்லாதபோது குதிரைவாலியை உணவாக உண்பர். ஆஃப்பிரிக்கா போன்ற நாடுகளில் சிறிய பரப்புகளில் சாகுபடி செய்து வருகின்றனர். இந்தியாவில் இதை உற்பத்தி செய்யும் மாநிலங்களுள் ஆந்திரப் பிரதேசம், கர்நாடகம், தமிழ்நாடு, மகாராஷ்டிரம், பீகார், உத்தரப்பிரதேசம், மத்திய பிரதேசம் ஆகியவை முக்கியமானவை.

செடி. இது ஓரளவு கிளைக்கும் தன்மையுள்ள ஒருபருவச் செடியாகும். இது 60-120 செ.மீ. வரை உயரமாக வளரும். வேர்கள் ஆழமற்றவை. இலைகள் குறுகலானவை; தட்டையானவை; ஓரளவு சிறு மயிர்களால் போர்த்தப்பட்டு இருக்கும் அல்லது பளபளப்பாக இருக்கும். மஞ்சரி கதிர் வடிவமாக (panicle) இருக்கும். கதிர்க்காம்பு முப்பட்டையுடையது. சிறு கதிர்கள் முட்டை, ஈட்டி வடிவில் நீள்சதுரமாக இருக்கும். இவை 3-5 வரிசையில் அடுக்கப்பட்டிருக்கும். குளூம் வெள்ளை, சிவப்பு நிறமாக இருக்கும். உமி சவ்வு போன்றது; சமமாக இருக்காது. லெம்மாக்கள் சமமற்றவை. லாடிக்கியூல்கள் இரண்டு; மகரந்ததாள் மூன்று. தானியம் ஒரு புறம் தட்டையாகவும் மறுபுறம் குவிந்துமிருக்கும். தானியத்தின் நிறம் மஞ்சள் அல்லது வெள்ளையாகும்.

ஏற்ற சூழ்நிலை. குதிரைவாலி வறட்சியைத் தாங்கி வளரும் தானியப் பயிர்களுள் குறிப்பிடத்தக்கது. இதன் உற்பத்திக்குக் குறைந்த அளவே நீர் தேவைப்படுவதால் மானாவாரிப் பயிராகவே சாகுபடி செய்யப்பட்டு வருகிறது. கடல் மட்டத்திலிருந்து 2000 மீ உயரமுள்ள மலைப்பகுதி வரை இதைச் சாகுபடி செய்யலாம். மித வெப்பமான காற்றும் ஈரப்பசையுடைய சூழ்நிலையும் இதன் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவை. நீர் தேங்கி நின்றாலும் இப்பயிர் நன்றாக வளர்ந்து விளைச்சலைத் தரும். வளமில்லாத நிலத்தில் வளரும் தன்மை கொண்ட இதைப் பருவ மழை பெய்ததும் விதைப்பர். போதுமான அளவு

கரிமப் பொருள் செறிந்த மணல்கலந்த நிலம் இதன் வளர்ச்சிக்கு நன்கு உதவும். ஆற்றங்கரை ஓரங்களிலும் சாகுபடி செய்வர். பொதுவாக, பருவமழைக்குப்பின் ஜூன் மாதத்தில் குதிரைவாலி விதைக்கப்படுகிறது. அக்டோபர் நவம்பர் மாதங்களில் சில பகுதிகளில் இப்பயிரை விதைப்பர். விதைப்பிற்கேற்றவாறு செப்டம்பர் அல்லது ஜனவரி-பிப்ரவரி மாதங்களில் அறுவடை செய்யப்படுகிறது.

சாகுபடி முறை. பொதுவாக நிலத்தை ஓரிரு முறை உழுது பண்படுத்தவேண்டும். விதைகளைத் தூவியோ விதைக்கும் கருவியின் மூலமோ விதைக்கலாம். ஹெக்டேருக்கு 8-10 கிலோ விதை போதும். எல்லாப் பகுதியிலும் நேரடியாக விதைத்த போதும் மகாராஷ்டிரத்தில் இதை நாற்றுவிட்டு நடுகின்றனர். இதைத் தனிப்பயிராகவும் கலப்புப் பயிராகப் பருத்தி, துவரை, மொச்சை ஆகிய சில குறுகிய காலப் பயறு வகைகளுடனும் சாகுபடி செய்வதுண்டு. பயிர்ச் சுழற்சியில் குதிரைவாலி - கொண்டைக்கடலை, குதிரைவாலி - பட்டாணி, குதிரைவாலி - ஆலிவ்விதை (Linseed), குதிரைவாலி-பார்லி என்று பயிரிடப்படும். பொதுவாக இப்பயிருக்கு உரமிடுவதில்லை. இறுதி உழவில் ஹெக்டேருக்கு 5-10 டன் தொழு உரம் இடப்படும். விதைக்கும்போது அடியுரமாக ஹெக்டேருக்கு 40 கிலோ தழைச்சத்து, 30 கிலோ மணிச்சத்து, 20 கிலோ சாம்பல்சத்து இட்டு மிகு விளைச்சலைப் பெறலாம். பாசன வசதி இருக்கும் பகுதிகளில் விதைத்த 25-30 நாளில் பாதியளவு தழைச்சத்தை மேலுரமாக இடலாம்.

பொதுவாக இப்பயிர் மானாவாரியாகப் பயிரிடப்பட்ட போதும் கதிர் உருவாகியிருக்கும்போது ஓரிரு முறை நீர் பாய்ச்சினால் விளைச்சல் கூடும். களைக் கொட்டின் உதவியால் விதைத்த 25-30 ஆம் நாள்

ஒருமுறை களையெடுக்க வேண்டும். களை மிகுத்திருப் பின் இரண்டாம் முறையும் அறுவடை செய்யலாம். ஹெக்டேருக்கு மானாவாரியில் 1100-1200 கிலோ கிடைக்கும்.

வகைகள். குதிரைவாலியில் தமிழகத்தில் கோவில் பட்டி ஆய்வு நிலையத்திலிருந்து வெளியிடப்பட்ட கே-1, கே-2 என்னும் குதிரைவாலி வகைகளும் கோயம்புத்தூரிலிருந்து வெளியிடப்பட்ட கோ.1. வகையும் முக்கியமானவை. கே.1 வகை 100-115 நாளில் ஹெக்டேருக்கு 1000 கிலோ தரவல்லது. கே.2 வகை 90 நாளில் மானாவாரியில் 1250 கிலோ தானியம் தருகிறது. இதன் தானியம் அழுக்கு வெள்ளையாகும். நன்கு தூர்கட்டும் தன்மை கொண்டது. கோ.1. வகை 75 நாளில் 1750 கிலோ தரவல்லது. இதன் தானியம் மஞ்சள் நிறமும், இலைப் பச்சை நிறமும் உடையது. உத்திரபிரதேசத் தில் புகழ் பெற்ற வகை டி.46. இது 1000-1200 கிலோ விளைச்சலைத்தரும். உத்தரப்பிரதேச மலைப் பகுதிக்கு ஏற்ற வகை விஎல்-1 (VL-1) ஆகும். இது 1200-1500 விளைச்சல் தரும் இயல்புடையது. ஐபி 149 (IP.149) என்னும் வகை 145 செ.மீ. உயரம் வளரும். கதிரின் நீளம் 26-29 செ.மீ. தானியம் இளம்பழுப்பு நிறமுடையது. தானியம் ஹெக்டேருக்கு 1200-1300 கிலோ கிடைக்கும்.

பூச்சி, நோய்கள். மானாவாரியாகப் பயிரிடப்படும் இப்பயிரில் தண்டுப்புழு கறையான் முதலியவை காணப்படும். இப்பயிரில் தோன்றும் கொடிய கறை யானைக் கட்டுப்படுத்த ஹெக்டேருக்கு 15-20 கிலோ BHC 10% தூவும் தூள் மருந்தை மண்ணிலிட்டு உழுது விட வேண்டும். பசுங்கதிர் நோயும் கரிப் பூட்டை நோயும் நோய்களுள் முக்கியமானவை. விதைகளைக் கார்பெண்டசிம் என்னும் ஊடுருவிச் செல்லும் பூசண மருந்துடன் கிலோவிற்கு 2 கிராம் வீதம் கலந்து விதைத்துக் கரிப்பூட்டை நோய் உண்டாவதைத் தடுக்கலாம். நோய் காணப்பட்ட செடிகளை அவ்வப்போது அகற்றி அழித்து நோய் பரவுவதைக் குறைக்கலாம்.

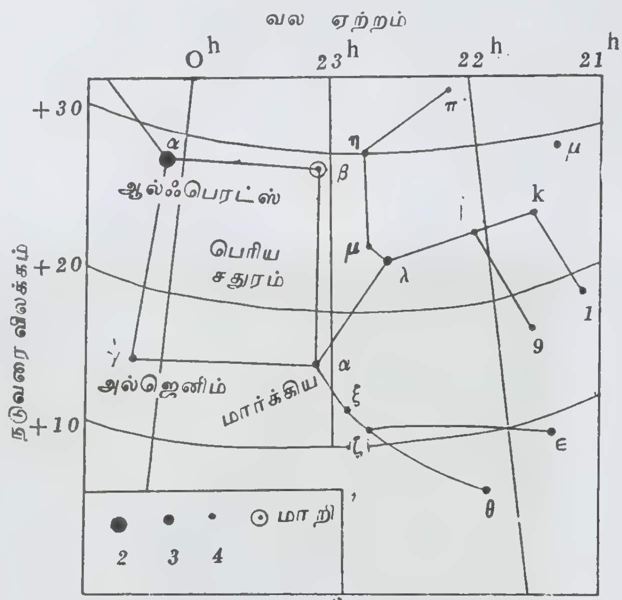
உட்கூட்டுப்பொருள். நூறு கிராம் தானியத்தில் அடங்கியுள்ள சத்துகள் பின்வருமாறு: ஈரம் 6.2கி, புரதம் 2.2கி, கொழுப்பு 4.4கி, நார்ப்பொருள் 9.8 கி, மாவுப்பொருள் 65.5 கி, கால்சியம் 20 மி.கி. இரும்பு 2.9 மி.கி நியாசின் 4.2 மி.கி. பாஸ்ஃபரஸ் 280 மி.கி. இவற்றிலிருந்து 307 கிலோ கலோரி ஆற்றல் கிடைக்கிறது. மாவுப்பொருள்கள் வரகிலும் (65.9%) இத்தானியத்திலும் ஏறக்குறைய ஒன்றாகவே உள்ளன.

பொருளாதாரப் பயன்கள். அரிசியைப் போல் இதையும் சமைத்து உண்ணலாம். வறட்சிப்பகுதி மக்களுக்கு இத்தானியம் அடிப்படை உணவாகிறது. இப்பயிரிலிருந்து கிடைக்கும் தட்டையைக் கால் நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுத்தலாம். சிறந்த கால் நடைத் தீவனம் இல்லாதபோது வறட்சிப்பகுதி களில் இது வளர்க்கப்படும்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

குதிரை விண்மீன்குழு

வானக்கோளத்தின் வட பகுதியில் அமைந்துள்ள ஒரு விண்மீன்குழு குதிரை விண்மீன்குழு (pegasus) ஆகும். இது வடக்கே ஆன்றமேடா (Andromeda), லேசர்ட்டா (Lacerta), வாத்து விண்மீன் குழு (cygnus) ஆகிய வற்றாலும் தெற்கே மீனம் (pisces), கும்பம் (aquarius) ஆகிய விண்மீன் குழுக்களாலும் சூழப் பட்டுள்ளது. இதன் வல ஏற்றம் (right ascension) 23 மணி; நடுவரை விலக்கம் (declination) + 20° ஆகும். இக்குழு, காண்பதற்குப் பறக்கும் குதிரை போன்ற அமைப்பில் இருக்கும்.



குதிரை விண்மீன் குழு

இக்குழுவில் உள்ள மூன்று ஒளிமிக்க விண்மீன் களும், ஆன்றமேடா விண்மீன் குழுவில் உள்ள ஓர் ஒளிமிக்க விண்மீனும் இணைந்து ஒரு பெரிய சது ரத்தை உருவாக்குகின்றன. இச்சதுரத்தில்உள்ள விண் மீன்கள் ஷீட் (scheat), மார்க்கப் (markab), அல்ஜினிப் (algenib), ஆல்ஃபெரட்ஸ் (alpheratz) ஆகும். இவ்விண் மீன்களை முறையே β - பெக்கசி (β - pegasi), α -

பெக்கசி, γ - பெக்கசி, α - ஆன்றமேடா என்றும் குறிப்பிடலாம். α - ஆன்றமேடா என்பது முன்னர் δ - பெக்கசி என வழங்கப்பட்டு வந்தது. இவ்விண் மீன்களின் ஒளித் தரங்கள் 2 க்கும் 3 க்கும் இடைப் பட்டவையாகும். மேலும் இக்குழுவில், ஒளித்தரங்கள் 3 க்கும், 6 க்கும் இடைப்பட்டனவாக, ஏறத்தாழ 115 விண்மீன்கள் உள்ளன. M15 என்னும் கோள் விண்மீன் முடிச்சுகள் (globular cluster) இக்குழுவில் உள்ளன. இவை வானக்கோளத்தில் 1120.8 சதுரப் பாகை இடத்தை நிரப்பிக்கொண்டுள்ளன.

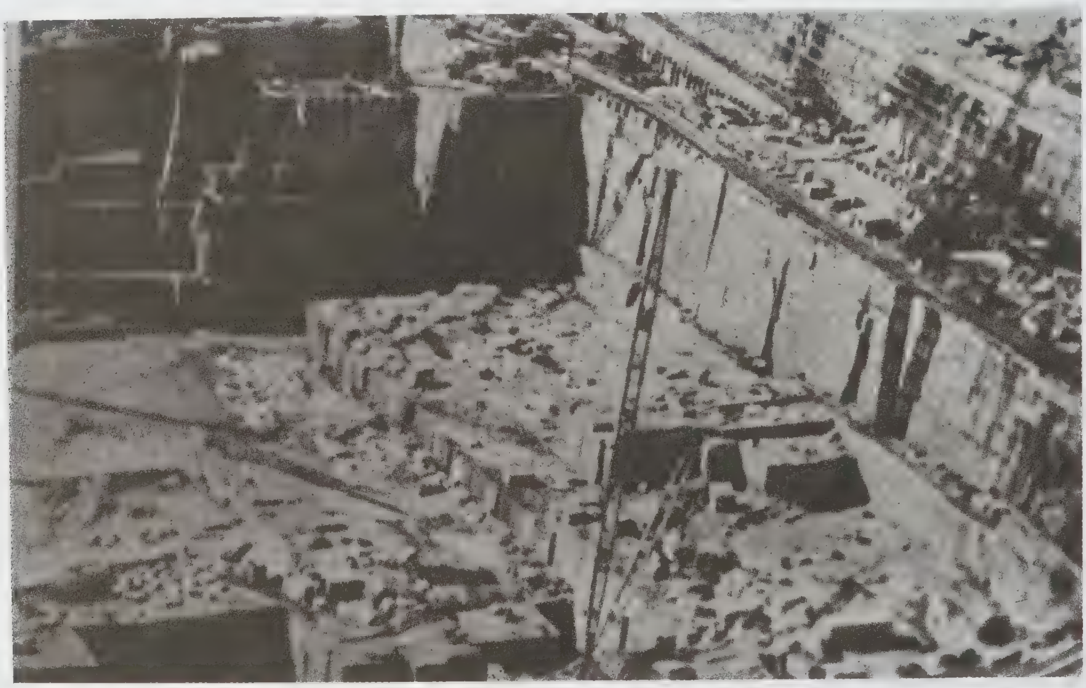
- பெ. வடிவேல்

குதைத்தல், கல்

இயற்கைப் பாறைப் படிமங்களிலிருந்து தொழில் முறை வணிகத்திற்காகக் கற்களைப் பிரித்தெடுப்பது கல்குதைத்தல்(quarrying) முறையாகும். இது கற் குழியிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இத்தொழிற்சாலை இரண்டு பெரிய கிளைகளைக் கொண்டது. ஒன்று அளவு-கல் கிளையாகும் (dimension-stone branch). இக்கிளையில் பல அளவுகளிலும், வகைகளிலும் கட்டுமானக் கல் (building stone), நினைவுக் கல் (monument stone), தளக்கல் (paving stone),குறட்டுக் கல் (curb), சலவைக்கல் (flag) போன்றவை தயாரிக்கப்படுகின்றன. மற்றொரு கிளை, உடைக்கும் கல் கிளையாகும் (crushed stone-branch). இக்கிளை, அடிப்படைக் கட்டுமானம், வேதியியல், உலோகவியல் மூலப்பொருள் (metallurgical raw material) ஆகிய வற்றிற்குப் பாறைகளை உடைத்து, நொறுக்கிச் சிறு கற்களாக மாற்றுகிறது.

அமெரிக்காவிலுள்ள, கல்தொழிற்சாலையே எரி பொருளில்லாத, பெரிய அலோகக் கனிமத் தொழிற் சாலையாகும். இத்தொழிற்சாலை, ஆண்டிற்கு ஒரு பில்லியன் டன் எடையுள்ள பொருள்களைத் தயாரிக் கிறது. அளவு-கல் கிளையை 0.5 - 1½ விகிதம் வரை தயாரிக்கிறது. எஃகு, வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை, எடை குறைந்த, குறைந்த விலையுள்ள முகப்புப் பொருள்கள், ஞெகிழி, கண்ணாடி, அலுமினியம் வெங்களிமண்-மென்பூச்சிட்ட எஃகு ஆகியவற்றின் வரவால் அளவுக்கல்லின் பயன்பாடு குறைந்து கொண்டு வருகிறது. 1965-1985 இல் ஆண்டிற்கு 1.5% தேவை குறைந்தது. இருபதாம் நூற்றாண்டில் உடைந்த கல்லின் தேவை 2.5-3.8% என முன்கணித் துள்ளனர். இத்தேவையின் அடிப்படை, கட்டுமானப் பணியேயாகும்.

அளவுக்கல். அளவுக் கல்லை அகழும் முறைகள், பாறையின் வகை, படிமத்தின் ஆழம், உடனடித்



படம் 1. கிரானைட் கற்சுரங்கம்

தேவை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றன. தரமான பெரிய மற்றும் துளைகளில்லாத கவர்ச்சியான நிறங்களிலும், யாப்புகளிலும் கற்களைப் பாதுகாப்பாக எடுப்பதே முக்கியமான சிக்கலாகும். சில இடங்களில் வெடி மருந்துகளைப் பயன்படுத்திக் கற்களை உடைக்கும் முறை தவிர்க்கப்படுகிறது. பாறைகளிலிருந்து பெரும் கட்டிகளாகக் கற்களை வெட்டி எடுப்பது பொதுவான முறையாகும். தரைமட்டத்தில் கற்களின் அடிப்பகுதி வெட்டப்பட்டு ஆப்பு முறையால் உடைக்கப்படுகிறது. பின்னர் கற்கள் சிறு சிறு துண்டுகளாகத் தகுந்த அளவில் (அதாவது $10\times4\times4$ அடி அல்லது $3\times1\times1$மீ) துளையிடுதல், ஆப்படித்தல் மூலமாக வெட்டப்பட்டு, சுமை தூக்கிகள் மூலம் கற்குழியிலிருந்து (quarry) சுமை தூக்கு அமைப்பால் (derrick) மேலே ஏற்றப்படும்.

கொந்துதல் (broaching), கம்பி அறுவை (wire sawing), தாரை முறை ஊடுருவல் (jet piercing) ஆகியவற்றால் கட்டுமான மணற்கல் கற்சுரங்கத்திலிருந்தும் (structural sandstone quarries) கருங்கல்லிலுள்ள கச்சாப் பாறையிலிருந்தும் முதன்மையாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. கொந்துதல் என்பது நெருக்கமாகவும், வரிசையாகவும் துளைகளை ஏற்படுத்துவதாகும். பிரிக்க முடியாத டங்ஸ்ட்டன் கார்பைடு (Tungsten carbide bits) துண்டுகளால் துளைகள் போடப்பட்டு, துளைகளுக்கிடையேயுள்ள நடுத்தகடு (web) கொந்து கருவியால் அகற்றப்படுகிறது. கம்பி அறுவையைப் பயன்படுத்துவது ஒரு நவீன முறையாகும். இது ஒன்று அல்லது மூன்று

படம் 2. கிரானைட் கற்சுரங்கத்தில் கம்பி அறுவை

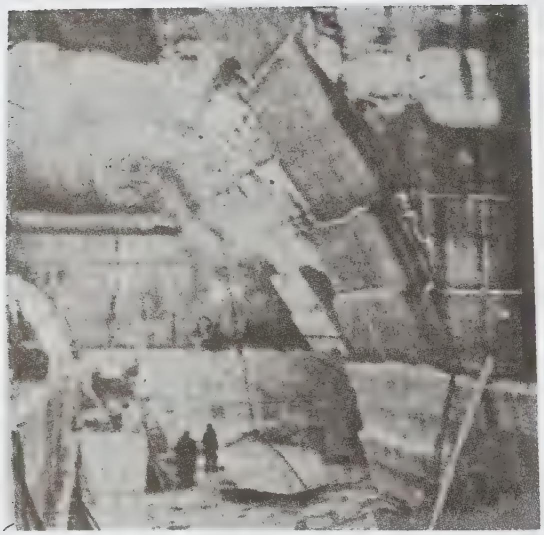
கம்பிவடங்களால் (stand wire cables) 16000 அடி நீளத்துடன் கப்பிகளின் (pulley) மேல், பட்டை போல் செல்கிறது. மணல், நீர் ஆகியவற்றின் கலவையைப் பாறைக்கருகில் இழு விசையில் வைத்தால் கம்பி அறுவை, தேய்ப்பு (abrasion) மூலம் வெட்டுகிறது.

கடினமான கற்கல்லில் கம்பி அறுவை, ஒரு மணி நேரத்திற்கு இரண்டு அங்குலம் (ஒரு மணி நேரத்திற்கு 5 செ.மீ) என்னும் அளவில் இறங்குகிறது. இவ்வெட்டுகள் 0.6 செ.மீ அகலமாகவும் 15-21மீ ஆழமாகவும் உள்ளன. சில கற்குழிகளில் கொந்தும் வேலையில் பங்கேற்கும் கற்களில் தொடக்கத் திரிபு இருக்கும். இதனால் துளைகளைப் போடும் போது, கருங்கல் விரிவடையலாம். மேலும் துரப்பணத் துண்டை நசுக்கி, நகர்த்த முடியாதபடிச் செய்கிறது. இத்தகைய நிலைகளில் தொடக்கப் பிரிவு (initial separation) தாரை ஊடுருவுந் துரப்பணத்தால் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. இத்துரப்பணம், ஆக்சிஜன், எரிபொருள், எண்ணெய் ஆகியவற்றைத் துளை வழியாகக் கொண்டு சென்று எரிப்பதால், 20 செ.மீ. அளவிற்குக் கால்வாய் போன்று பாறையில் துளையை ஏற்படுத்துகிறது. இதனால் பாறைகள் சிறு சிறு துண்டுகளாக உடைக்கப்படுகின்றன. பளிங்குக்கல், சுண்ணாம்புக்கல், மென்மையான மணற்கல் கற்குழிகளில், கச்சாப் பாறைகளிலிருந்து முதன்மைப் பிரிதல் (primary separation) மின் இயக்க எந்திரங்களால் செய்யப்படுகிறது.

பாறை அமைப்பில், கிடைநிலைத் திறந்த இணைப்புகள் இல்லாதிருந்தால், முதன்மைப் பிரிவால் பிரிந்த கல்திரள் கற்குழியிலேயே இருக்கும். இது, கிடைநிலைத் துளைகளில் ஆப்புகளை அடிப்பதன் மூலம் ஏற்படுகிறது. செருகு-சிறகு (plug feather method) முறையால் கற்பாளங்கள் சிறு சிறு துண்டுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இச்சிறகுகள் நீளமான மென்மையான இரும்புத் தகடுகளாகும். இவை துரப்பணத் துளைகளுக்கு இரு பக்கமும் கீழாக இரண்டிரண்டாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இரு சிறகுகளுக்கிடையே அமைக்கப்பட்ட எஃகு ஆப்பே செருகு எனப்படும். இதை அதிக ஆழமில்லாத வரிசையான துரப்பணத் துளையில் நுழைத்து, அடுத்தடுத்துச் சம்மட்டியால் அடித்தால் பிளவு உண்டாகிறது.

சொரசொரப்பான பாறைக் கற்களை, பல வகையான கல் எந்திரங்கள் கொண்ட ஆலைகளில் கொடுத்துத் திட்டமிட்டு, அறுத்து, தேய்த்து, மெருகூட்டி முழுமையான பொருளாக மாற்றலாம்.

உடைக்கப்பட்ட கல். மொத்தமாக உடைக்கப்பட்ட கல் உற்பத்தியில் சுண்ணாம்புக்கல் 70% இடம் பெறுகிறது. பசால்ட், கருங்கல், குவார்ட்சைட், மணற்கல் ஆகியவை வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன.



படம் 3. பளிங்குக்கல் கற்குழி, மேலே ஏற்று வதற்கு ஆயத்த நிலையில் உள்ள ஒரு பாளம்.

உடைக்கும் கற்குழிகள் பல முறைகளையும், கருவிகளையும் கையாளுகின்றன. இம்முறையில் பட்டை வெட்டுதல், துளையிடுதல், வெடிவைத்து உடைத்தல், சுமை ஏற்றுதல், பின்னர் உடைக்கும் எந்திரத்திற்கும் ஆலைகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லுதல் போன்றவை கையாளப்படுகின்றன.

கற்சுரங்கங்களில் விட்டுவிட்டியங்கும் துரப்பணம், சுழல் துரப்பணம் ஆகியவற்றால் வரிசையாகத் துளைகள் போடப்படுகின்றன. இத்துரப்பணங்கள் 30மீட்டருக்கு மேலாகத் துளைபோட வல்லவை. 10-30 செ.மீ. விட்டமுள்ள இத்துளையில் வெடிமருந்துகள் வைக்கப்பட்டு அதிர்விக்கப்படும். பல டன் எடையுள்ள இத்துகள்கள், பாறையைப் பிளந்து கற்குழித்தரையில் வீசுகின்றன. இது முதன்மை வெடித்தல் (primary blast) ஆகும். சுமை ஏற்றுவதற்கு ஏற்ப இல்லாமல் சில பாறைகள் பெரிய அளவாக இருப்பின், முட்டுச் சம்மட்டி, வீழ்பந்து போன்றவற்றால் துளைகளை ஏற்படுத்தி அவற்றில் டைனமைட்டை வைத்து இரண்டாம் முறையாக உடைப்பர். மிகு எடையுள்ள எஃகு பந்தைப் பெருஞ்சட்டத்தால் உயர ஏற்றிக் கற்களின் மேல் விழுமாறு செய்து, கணத்தாக்குதலாலும் உடைக்கலாம்.

உடைக்கப்பட்ட கற்கள் ஊர்திகள், பாரவண்டிகள் ஆகியவற்றில் உருள்தட-இயக்க மின் மண்வாரிகளால் (crawler - tread electric - shovels) ஏற்றப்படுகின்றன. வேலையின் அளவைப் பொறுத்து இம்மண்வாரிகளின் கொள்ளளவு 0.8 - 11 கன மீட்டர் ஆகும்.

உடைந்த-கல் பொருள்களின் தயாரிப்பு, உடைத்தல், சலித்தல், பிரித்தல் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும். முதன்மை உடை எந்திரம், பல் வகை அல்லது சுழல் வகையைச் சார்ந்தது. சாய்ந்த அதிரும் சல்லடை, சுழலும் சல்லடை, அசையும் சல்லடை ஆகியவற்றால் உடைந்த கற்கள் வகைப் படுத்தப்படுகின்றன. உடைந்த மற்றும் அரைத்த பொருள்கள், சுமை கடத்துப்பட்டைகள், வாளிவகை உயர்த்திகள் போன்றவற்றால் நிலையங்களுக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

அமெரிக்காவில் ஒவ்வொரு மாநிலத்திலும் கல் உடைக்கும் தொழிற்சாலை உள்ளது. மக்கள் தொகை, பொருளாதாரம், கட்டுமானங்களின் மதிப்பு ஆகியவற்றின் விகிதத்திற்கேற்ப இத்தொழிற்சாலை வளரும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. காண்க: உடைத்தல், வெடிவைத்து.

- இரா. சரசவாணி

குந்து குளியல்

குதம் அல்லது ஆசனவாயை அடுத்துச் செய்யப்படும் அறுவையின் பின் மருத்துவமாகக் குந்து குளியல் கொடுக்கப்படுகிறது. மலத்துளையை அடுத்துள்ள காயங்கள் மிகவும் வேதனை கொடுப்பதாலும் அழுக்குச் சேர வாய்ப்பு உள்ளதாலும் கெடு நாற்றம் வீசுவதாலும் அன்றாடம் இருவேளை குந்துகுளியல் தேவை.

மூலம், குதக்குடா, குதப்பிளவுக் காயங்கள் முதலிய நோய்களில் அறுவைக்குப்பின் மறுநாளிலிருந்து குந்துகுளியலைத் தொடரலாம். காலையும், மாலையும் 15 நிமிடங்கள் வெதுவெதுப்பான நீரில் சிறிது நுண்ணுயிர்க் கொல்லியைச் சேர்த்து ஒரு வாயகன்ற பாத்திரத்தில் வைத்துக் கொண்டு அதில் காயப்பகுதி படுமாறு உட்கார்ந்து இருப்பதையே குந்து குளியல் என்பர். தொடர்ந்து குளிக்காத மேல் நாட்டார் இதை அறுவைக்குப்பின் முறையாகச் செய்வர். நாள்தோறும் குளிக்கும் இந்தியருக்கு இது தேவையில்லாததும் ஆகும். ஆனாலும் வெந்நீர் கொண்டு புண்களைக் கழுவ இது தேவையாக இருப்பதுடன் காயம் எளிதில் ஆறவும் உதவுகிறது. மலம் கழித்தபின் ஒவ்வொரு முறையும் குந்துகுளியல் செய்தல் வேண்டும்.

குந்துகுளியலுக்குப் பின் காயப்பகுதியை நன்றாகத் துடைத்துவிட்டுக் காயத்தில் தூய துணி

கொண்டு கட்டுப் போடலாம் அல்லது கோவணம் கட்டிக் கொள்வதால் பஞ்சுத்துணி காயத்திலேயே இருக்கும்.

- மா.ஜெ.ஃபிரெடெரிக்ஜோசப்

குப்பைக்கீரை

இக்கீரை குப்பைமேடுகளிலும் தரிசு நிலங்களிலும் தன்னிச்சையாக வளரும். இதன் இலைகளைப் பறித்துச் சமைத்துண்ணலாம். இது இந்தியாவில் எப்பகுதியிலும் சாதாரணமாகக் கிடைக்கும் கீரை யாகும். இது 30-60செ.மீ. உயரம் வளரக் கூடியது. பக்கக்கிளை விட்டு வளரும் தன்மையைக் கொண்டது. இதன் தண்டு பச்சை அல்லது சிவப்பு நிறமாயிருக்கும். ஒரு செடியில், விதைகள் எண்ண முடியாத அளவிற்குத் தோன்றும். இதன் தாவரப் பெயர் அமராந்தஸ் விரிடின் (*Amaranthus viridin*) ஆகும். கீரை முளைத்த ஒரு மாதத்திலேயே இலை களைப் பறித்துச் சமைக்கலாம்.

செடி. இது நேராக 30-60 செ. மீ. உயரம் வளரும் ஒரு பருவக் களைச் செடியாகும். நன்கு கிளைத்து வளரும் இச் செடியைக் கரிசல் நிலத்தில் கூட்டம் கூட்டமாகக் காணலாம். இச்செடியின் தண்டு உருண்டையாகவும் மிகச்சிறிய பள்ளங்களைக் கொண்டும் பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். தண்டின் மீது பெரும்பாலும் ஊதா நிறப்பகுதிகள் படிந்திருக் கும். இலைகள் தண்டில் தனித்தனியாக மாற்றடுக் கத்தில் நீண்ட காம்புடன் உண்டாகியிருக்கும். இதில் இலையடிச் செதில்கள் இருப்பதில்லை. இலைகள் முட்டை வடிவத்திலும் 2.5-5.0 செ. மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். இலையடிப் பகுதி ஆப்பு வடிவத்தில் இலை ஓரம் வளைந்தோ பற்கள் இல்லாமலோ நேராக இருக்கும். இலையின் இரு புறங்களும் வழ வழப்பாக இருக்கும். சில சமயங்களில் இலையின் மேற்பரப்பு மையத்தில் சாம்பல் நிறப் பகுதியைக் காணலாம். பூக்கள் நீண்ட மஞ்சரித்தண்டில் கதிராக (panicle) உண்டாகியிருக்கும். மஞ்சரி இலைக் கக்கங் களிலோ செடியின் நுனிப் பகுதியிலோ தோன்றும்.

பூக்களில் ஆண் பூக்களும் பெண் பூக்களும் காணப்படுகின்றன. இரண்டு வகைப் பூக்களிலும் பூவடிச் செதில்கள் உண்டு. பூவடிச் செதில்கள் முட்டை வடிவிலோ, நீள்சதுர வடிவிலோ கூர்மை யான நுனியைப் பெற்றுள்ளன. ஆண் பூக்களில் பெரும்பாலும் 3 புல்லி இதழ்களும் சில சமயங்களில் 5 புல்லி இதழ்களும் இருக்கும். ஆனால் மகரந்தக் கேசரங்கள் 3 மட்டுமே இருக்கும். பெண்பூவில் மூன்று புல்லி இதழ்கள் இருக்கும். சூல்பை மேல்மட்டச் சூல்பை வகையைச் சேர்ந்தது. சூல்முடி இரண்டு அல்லது மூன்றாகப் பிரிந்திருக்கும். இச்செடியில் பூக்கள், கனிகள் ஆண்டு முழுதும் உற்பத்தி யாகின்றன. கனி தட்டையான வெடிக்காத சுருங்கிய அர்ட்டிக்கிள் (urticle) ஆகும். ஒவ்வொரு கனியிலும் பளபளப்பான ஒரு கரிய நிற விதை இருக்கும். விதைகள் இருபுறக் குவிவில்லை வடிவில் வழவழப் பாக இருக்கும். இச்செடி விதை மூலம் இனப் பெருக்கமடைகிறது. ஒரு செடியில் விதைகள் 10,000க்குக் குறையாமல் உண்டாகின்றன.

சத்துகள். நூறு கிராம் கீரையில் புரதம் 5.2 கிராம், கொழுப்பு 0.3 கிராம், நார்ப்பொருள் 6.1 கிராம், மாவுப் பொருள்கள் 3.8 கிராம், கால்சியம் 330 மி. கிராம், பாஸ்ஃபரஸ் 52 மி. கிராம், இரும்பு 18.7 மி. கிராம், வைட்டமின் C 178 மி. கிராம், 38 கிலோ கலோரி ஆற்றல் ஆகியவை உள்ளன.

மருத்துவப் பண்புகள். இக்கீரை உடலுக்கு வலி மையும் அழகும் தரும். இக்கீரையுடன் பருப்பைச் சேர்த்துக் கடைந்துண்ணச் சுவையாக இருக்கும். பசி உண்டாகும். சிறுநீர் பெருகும். இக்கீரையை அரைத்து வீக்கம், கட்டி ஆகியவற்றின் மீது கட்ட அவை கரைந்து விடும். கீரை சூட்டைத் தணிக்கும். கை, கால் நடுக்கம், பாதநோய் ஆகியவற்றிற்கும் உதவும். இச்செடியின் வேரை உலர்த்திச் சாம்பலாக்கி, கட்டி களுக்கு வைத்துக் கட்ட, சீழ் வெளியாகிப் புண் ஆறும்.

– கோ. அர்ச்சுணன்

குப்பைத் தாவரம்

கற்கள், மண், குப்பை கூளங்கள் நிறைந்த இடங் களில் காணப்படும் தாவரங்கள் குப்பைத் தாவரங் கள் எனப்படுகின்றன. அமராந்தேசி (Amaranthaceae) யுஃபோர்பியேஸி (Euphorbiaceae) ஆகிய குடும்பங்களைச்சேர்ந்த பல சிற்றினங்கள் இத்தகைய வாழிடங்களில் காணப்படுகின்றன. சிறு பூளை (*Aerva-lanata*), நாயுருவி (*Achyranthus aspra*) குப்பைக்கீரை (*Amaranthus viridis*), சிறுகீரை (*Amaranthus polygonoides*), காட்டுச் சிறுகீரை (*Amaranthus graecizans*) முள்ளுக்கீரை (*Amaranthus spinosus*) முதலானவை அமராந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை.

குப்பைமேனி (*Acalypha indica*), கீழாநெல்லி (*Phyllanthus fruternus*) அம்மான்பச்சரிசி (*Euphorbia hirta*) முதலானவை யுஃபோர்பியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. இவற்றைத் தவிர வறள் நிலத் தாவரங் களாக வளரக்கூடிய பல தாவரச் சிற்றினங்களும், குறிப்பாகச் சில கள்ளி வகைத் தாவரங்களும் கற்களும், குப்பையும் நிறைந்த இடங்களில் இயற்கை

யாகவே காணப்படுகின்றன. குறுஞ்செடி அமைப்பு, தனியிலைகள், ஸ்பைக் வகை மஞ்சரி, காம்பற்ற மலர்கள், பூவடிச் செதில்கள், இருபால் மலர்கள், ஒற்றைத் தாவர வரிசையில் அமைந்த பூவிதழ்கள், பூவிதழ்களுக்கு எதிராக அமைந்திருக்கும் மகரந்தக் கேசரங்கள், அடிச் சூலொட்டு (basal placentation) ஆகிய பண்புகள் அமராந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை.

அமராந்தேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பல குப்பைவாழ் சிற்றினங்கள் அவற்றின் உணவுப் பயன் காரணமாகத் தோட்டங்களில் பயிர் செய்யப்படுகின்றன. தாதுப் பொருள்களையும், வைட்டமின்களையும் தரும் காப்பு உணவாகவே (protective food) கீரைகளைக் கொள்ள முடியும். வெறுமைப்பசியைப் (hollow hunger) போக்கக் கீரை உணவு பயன்படும். செரிமானத்திற்குத் தேவையான நார்ப்பொருள் கீரையுணவில் உண்டு. கிழங்குகளைவிடக் கீரையில் இரும்புச்சத்து எளிதில் பயன்படும் அளவில் உள்ளது. கீரைகளில் பாதிக்கு மேல் பச்சையம் இருப்பதால் அவற்றிலிருந்து மக்னீசியம் கிடைக்கிறது. மேலும் மாங்கனீஸ், செம்பு, போரான் ஆகியவையும் நுட்பமான அளவில் உள்ளன. உணவில் உள்ள கரோட்டின் (carotene) சாந்தோஃபில் (xanthophyll) ஆகிய நிறமிகள் கல்லீரலில் A வைட்டமினாக மாற்றம் பெறுகின்றன. B வைட்டமின் தொகுதியைச் சேர்ந்த ரிபோபிளோவினும் (Riboflavin) C வைட்டமினாகிய ஆஸ்கார்பிக் அமிலமும் கீரைகளில் மிகுதியும் உண்டு.

குப்பைமேடுகளிலும், காடு முரடான பகுதிகளிலும் காணப்படும் கீரை வகைகளில் பல சிற்றினங்கள் சிறந்த மருத்துவப் பண்புகளைக் கொண்டவை. சித்த மருத்துவம், ஆயுர்வேதம், யுனானி முதலிய முறைகளில் குடல் தொடர்பான பல நோய்களுக்குக் கீரைகள் பயன்படுகின்றன. முள்ளுக்கீரை எனப்படும் தாவரத்தின் இலைகளையும் வேரையும் கொதிக்க வைத்துக் குழந்தைகளுக்கு மலமிளக்கியாகத் தரலாம். வாய்ப்புண், தொண்டைப் புண் முதலியவற்றிற்குத் தாவரச் சாறு, பூசு மருந்தாகவும் வாய்க் கொப்பளிக்கவும் பயன்படுகிறது. இச்சிற்றினத்தில் கொழுப்பு எண்ணெய்கள் உள்ளன.

சதைப்பற்றுள்ள கீரைத் தண்டின் முதிர்ந்த நிலையில் தேக்கி வைக்கப்படும் உணவுப்பொருளில் நார்ப்பொருள் சற்று மிகுதியாக இருக்கும். புல்வெளிகளில், குப்பை கூளங்களில் வளர்ந்திருக்கும் வேறு பல தாவரச் சிற்றினங்கள் மூலிகைகளாகப் பயனாகின்றன. அகிராந்தஸ் ஆஸ்பரா (Achyranthes aspera) எனப்படும் நாயுருவி, தேள்கடிக்கு மருந்தாகப் பயன்படுவதோடு மூலம், கட்டி, தோலரிப்பு முதலிய நோய்களுக்கும் பயனளிக்கிறது.

பூளை, சிறுபூளைத் தாவரங்களின் வேர்கள் தலைவலியைப் போக்கும் மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. மற்றொரு குப்பைத் தாவரமான குப்பைமேனி சிறந்த மூலிகையாகும். மூச்சு அழற்சி, மலச்சிக்கல், சொறி சிரங்கு, நச்சுக்கடி முதலிய நோய்களைப் போக்க வல்லது. கீழாநெல்லி மஞ்சட் காமாலைக்குச் சிறந்த மருந்து. காண்க, கீழாநெல்லி.

அம்மான் பச்சரிசி என்னும் சிற்றினமும் மருத்துவப் பண்பு கொண்டது. இந்தியாவிலிருந்து குறிப்பாகத் தூத்துக்குடி துறைமுகத்திலிருந்து அமெரிக்காவிற்கும், பிரிட்டனுக்கும் ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது. குப்பைத் தாவரங்கள் பெரும்பாலும் ஒருபருவ அல்லது ஓராண்டுத் தாவரங்களாக உள்ளன. குப்பைச் சத்தைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு சிறிதளவு நீர்ப்பசையுடன் கூடிய சூழலிலேயே இவை நன்கு வளர்கின்றன.

குப்பைத் தாவரங்கள் பொதுவாக ஓராண்டு அல்லது ஒரு பருவத் தாவரங்கள் ஆகும். மேலும் இவை ஓராண்டில் குறிப்பிட்ட பருவத்திலேயே வளரக்கூடியவை. அதனால் ஓரிடத்தில் வாழும் குப்பைத் தாவரங்களை நோக்கினால், அவற்றின் தோற்றத்தில் ஒரு சுழல்முறை (weed succession) இருப்பதைக் காணலாம். மேலும் இத்தாவரங்கள் மிகச்சிறிய அளவில் மண் அரிப்பைத் தடுக்கவும், நிலநீர் நீராவியாகாமல் தடுக்கவும் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு சுற்றுப்புறச்சூழ்நிலைப் பாதுகாப்பில் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன.

- சி. முருகேசன்

நூலோதி. K. N. Rao & K. V. Krishnamurthy, *Angiosperms*, S. Viswanathan Pvt., Ltd., Madras, 1984.

குப்பைமேனி

இதன் தாவரவியல் பெயர் அகாலிஃபா இண்டிகா (*Acalypha inidca*) என்பதாகும். குப்பைமேனி, இருவித்திலைத் தாவர வகுப்பிலுள்ள, மோனோகிளேமிடே (Monochlamydeae) என்னும் குழுவில், யூஃபோர்பியேசி (Euphorbiaceae) என்னும் ஆமணக்குக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

வெப்பமண்டலப் பகுதிகளிலும், துணை வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் இத்தாவரம், ஏறத்தாழ 60 செ. மீ. உயரம் வரை வளரக்கூடிய நிமிர்ந்த, கிளைத்த, மென்மையான, பசுமையான ஒரு பருவச் செடியாகும். வேர், ஆணிவேர் தொகுப்பாகும். வேர்கள் நன்கு கிளைத்து நிலமட்டத்திற்கு அருகில் மண்ணுள் படர்ந்திருக்கும். உருளைவடிவமான பசுமையான தண்டின் மீது மென்மையான, குட்டையான தூவிகள் நிறைந்திருக்கும். நீண்ட

மெல்லிய காம்புடைய இலைகள் ஏறக்குறைய 7.5 செ.மீ. நீளமுடையுவை. இலையடிச்செதில்கள் இல்லை. சற்று நிழற்பாங்கான இடங்களில் வளரு வதால் கிடைக்கக்கூடிய சூரிய ஒளியைப் பயன் படுத்திக் கொள்ளும் வகையில் இத்தாவரத் தண்டின் அடிப்பகுதியில் காணப்படும் இலைகள் நீண்ட காம்பு களுடனும், தண்டின் நுனிப்பகுதியில் காணப்படும் இலைகள் குட்டையான காம்புகளுடனும் அமைந் துள்ளன. இம்முறை மொஸைக் இலையடுக்கம் (leaf mosaic) எனப்படும். இலைப்பரப்பு, கீழே சற்று அகன்று நுனிநோக்கிச் சற்றுக் குறுகி இருக்கும். இலையின் விளிம்பு நுனி நோக்கிய பல்லமைப்பைக் கொண்டிருக்கும்.

இத்தாவரத்தின் மலர்கள் ஒருபாலானவை. ஆண் பூக்களும், பெண்பூக்களும் ஒரே ஸ்பைக் வகை மஞ் சரியில் அமைந்துள்ளன. இலைக்கோணத்தில் அமைந் திருக்கும் ஸ்பைக் மஞ்சரிக் காம்பின் கீழ்ப்பகுதியில் பெண் மலர்களும், நுனிப் பகுதியில் ஆண் மலர்களும் காணப்படுகின்றன. ஆண்பூவில் நான்கு பசுமை யான பூவிதழ்களும் (perianth) எட்டு மகரந்தக் கேசரங்களும் உள்ளன. பெண்பூக்கள் தனித்தனி யாகவோ இணையிணையாகவோ காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மலரிலும் பெரிய நரம்புடன் கூடிய விளிம்புகளில் ரம்பம் போன்ற பிளவுகளுடைய பசுமையான பூவடிச் செதில் உண்டு. ஒவ்வொரு பெண் பூவும் மூன்று பூவிதழ்களைக் கொண்டது. மூன்று சூலிலைகள் இணைந்த சூல்பை, மூன்று அறைகளையும் மேற்பரப்பு மூன்று பள்ளங்களையும் மேடான மூன்று பரப்புகளையும் கொண்டிருக்கும். முதிர்ந்த கனி மூன்று பகுதிகளாக வெடிக்கக்கூடிய வெடி கனியாகும். சூல்கள் அச்சுச் சூல் ஒட்டு முறையில் சூல்பை அறையில் இருக்கும். விதைகள் சிறியவை, நீள் கோளவடிவானவை, வெளிர் பழுப்பு நிறமுடையவை.

வெப்பப்பகுதிகளிலும், துணை வெப்பப்பகுதி களிலும் கோடைப் பருவம் முடிந்து மழை பெய்யத் தொடங்கியவுடன் தோட்டங்களிலும், சாலை ஓரங் களிலும் வயல் வரப்புகள், குப்பைமேடுகள் ஆகிய வற்றிலும் குப்பைமேனிச் செடி முளைக்கிறது. இது ஒரு களைச்செடியாகும்.

பயிரியல் அடிப்படையில் இச்சிற்றினம் ஒரு களைத்தாவரமாகக் கருதப்பட்டு, களைக் கொல்லி மருந்துகளாலும் கையாலும் வயல் தோட்டங்களி லிருந்து நீக்கப்பட்டாலும், தமிழ் மருத்துவத்தில் ஒரு சிறந்த மூலிகையாகவே கருதப்படுகிறது. இச்சிற் றினத்தில் அகாலிஃபைன் (Acalyphine) என்னும் அல்கலாய்டும், சையனோஜெனிடிக் குளுகோசைட் (cyanogenetic glucoside), டிரைஅசிடோன்அமின் (triacetonamine), ஹைடிரோசயனிக் அமிலம் (hydro-cyanic acid) ஆகியவற்றுடன் முயல்களுக்குத் தீவிர நஞ்சாகக் கூடிய நச்சுப் பொருள்களும் உள்ளன. இப்பொருள் குடல் அழற்சியை ஏற்படுத்துவதோடு இரத்தத்தை நிறமிழக்கவும் செய்யும்.

இலை, இளம் தண்டு, வேர், மலர் ஆகியவை மருத்துவப் பண்பு கொண்டவை. முழுச் செடியை யும் பயன்படுத்திப் பெறப்படும் சாறு பாதுகாப் பான பேதி மருந்தாகும். இது குழந்தைகளின் மூச்சுக் குழல் அழற்சியைப் போக்கும். மலச்சிக்கல் உடைய குழந்தைகளின் மலவாயில், குப்பைமேனி இலையை அரைத்துத் திரட்டிய உருண்டையை வைத்தால் நலமாகும். இத்தாவரத்தின் சாறு காதுவலி, தலை வலி, மூக்கில் இரத்தம் வடிதல் போன்றவற்றிற்கும் சிறந்த மருந்தாகும். இலையை எலுமிச்சைச் சாற்றில் அரைத்து விழுதாக்கிப் பற்றுப்போட்டால் தொடக்க நிலையிலுள்ள படர் தாமரை நோய் குணமாகும். படுக்கையில் நீண்டநாள் கிடப்போருக்கு ஏற்படும் படுக்கைப் புண்களைக் குணமாக்க இலைகளை உலர்த்திப் பொடியாக்கி மருந்தாகப் பயன்படுத்த லாம்.

இலைச் சாற்றை வேப்பெண்ணெயுடன் கலந்து குழந்தைகளின் நாக்கில் தடவினால் குடல் தூய்மை யடைவதோடு மார்ச்சளியும் வெளிப்படும். உப்பும் சுண்ணாம்பும் சேர்த்தரைத்த இலையின் விழுது, சொறி, சிரங்கு முதலான தோல் புண் வகைகளுக்குச் சிறந்த மருந்தாகும். தகுந்த அளவில் பயன்படுத்தப் படும் இலைச்சாறு, கபத்தை நீக்கும். ஆனால் மிகுதி யாக உட்கொண்டால் வாந்தி ஏற்படும். பூரான் போன்ற பூச்சிகளின் கடியால் ஏற்படும் எரிச் சலைக் குறைப்பதற்கு, குப்பை மேனிச் செடியின் இலைகளை அரைத்து விழுதாக்கிக் கடிவாயில் பூச லாம். இலைகளை நெருப்பில் வாட்டிக் கட்டிகளின் மேல் போட்டால் விரைவில் அவை உடைந்து வலியும் நீங்கப் புண் ஆறிவிடும்.

அகாலிஃபா பேரினத்தின் வேறுசில சிற்றினங்கள் அவற்றின் அழகான வண்ண இலைகளுக்காக வும், மஞ்சரிகளுக்காவும் அழகு தாவரங்களாகத் தோட்டங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. இதன் இலையை உணவு முறையாக உண்டுவந்தால் திமிர் வாதம் முதலிய நோய்கள் நீங்கும். சிறியவர்களுக்கு இலை ரசம் அல்லது குடிநீர் 1 முதல் 4 தேக்கரண்டி வரை கொடுக்கக் கழியச் செய்யும். கோழையை அகற்றும். வயிற்றுப் புழுவைக் கொல்லும். பெரியவர்களுக்கு 21 மி.லி முதல் 42 மி.லி வரை யும், சிறியவர்களுக்கு 1 தேக்கரண்டியும் கொடுக்க வாந்தியாகும்.

இலையைப் பொடித்துத் தக்க அளவாகக் குழந்தைகளுக்குக் கொடுக்க, மலப்புழுக்கள் வெளிப் படும் அல்லது இலையையும் சிறிதளவு பூண்டையும் சேர்த்துக் கொடுக்கலாம். இலைப்பொடி 1.950 கிராம் முதல் 2600 கிராம் வரையிலும் கொடுக்க, இருமல் முதலிய நுரையீரல் நோய்களைப் போக்கும்.

இலையையும், உப்பையும் சேர்த்து அரைத்துச் சொறி சிரங்குகளுக்குத் தேய்த்துக் குளித்துவர, அவை குணமாகும். இலைச்சாற்றை எண்ணெயுடன் சேர்த்துக் காய்ச்சி வலிக்குத் தேய்த்து வரலாம். இலையை அரைத்து, புண், நச்சுக்கடி இவற்றிற்குப் போடலாம். அல்லது இலையை மஞ்சளுடன் கூட்டி அரைத்துப் பூசலாம்.

சுண்ணாம்புடன் கலந்து நோயுடன் கூடிய கீல் வீக்கங்களுக்கும், கட்டிகளுக்கும் பூசலாம். இதையே காது வலிக்குக் காதைச் சுற்றிப் பூச நோய் தணியும். இலையுடன் உப்புச் சேர்த்துச் சாறு பிழிந்து நாள் தோறும் காலையில் இரு மூக்குகளிலும் விட்டு, குளிர்ந்த நீரில் தலை மூழ்கிவர வெளிநோய் நீங்கும். இலையை அரைத்துக் கழற்சிப் பிரமாணம் உருண்டை செய்து, எருவாய் வழியாய் உட்செலுத்த நாட்பட்ட மலக்கட்டு நீங்கும். சாறு பிழிந்து இத்துடன் சிறிது வேப்பெண்ணெய் கலந்து, இறகில் தோய்த்துத் தொண்டை அல்லது உள்நாக்கில் தடவ, சிறு குழந்தைகளுக்கு வயிற்றில் தங்கியிருக்கும் கோழைக்கட்டு, வாந்தியாக வெளிப்படும். இச்சாற்றையே தலை வலிக்கும் தடவலாம். இலைப் பொடியைப் படுக்கைப் புண்களுக்கு வைத்துக் கட்ட, புழுக்கள் சாகும்.

இலைச்சாற்றைச் சுண்டக் காய்ச்சி மெழுகு பதத்தில் எடுத்து 260-520 மி.கி. வரை கொடுக்க, குழந்தைகளுக்குக் காணும் இருமல் போகும். இதன் இலையை அரைத்து மேகப் புண்களுக்கு வைத்துக் கட்டலாம். இலையை குடிநீரிட்டு, சிறிது உப்புச் சேர்த்துக் குடிக்க மலத்தைக் கழிக்கும்.

குப்பைமேனியின் கீரையை ஆமணக்கு எண்ணெயில் தாளித்து ஒரு மண்டலம் கற்ப முறையாக உண்ணவேண்டும். அது வாயுவுடன் சேர்ந்த தீங்களிக்கும் சேற்றும நோய் அனைத்தையும் போக்கி, உடல் நலம் தரும். இதன் வேரைக் குடிநீர் அல்லது வெந்நீர் விட்டு இடித்துச் சாறு பிழிந்து தக்க அளவில் கொடுக்க, கழியச் செய்யும்.

வேரை அரைத்து ஏறக்குறைய ஒரு கொட்டைப் பாக்களவு நீரில் கலந்து 3 நாள் கொடுத்து உப்பில்லா பத்தியம் வைக்க, நச்சுத்தீரும். ஆனால் வாந்தியையும் கழிச்சலையும் உண்டாக்கும். குப்பைமேனி சமூலம் 105 கிராம் எடுத்து இடித்து, ஓர் ஆழாக்குத் திராட்சைச் சாற்றில் ஏழுநாள் ஊறவைத்து, இடையிடையே கிளறிவிட்டு நன்றாகப் பிழிந்து சாறெடுத்து வடிகட்டி வைத்துக்கொண்டு 20 துளி முதல் ஒரு தேக்கரண்டி வரை தேனில் கொடுக்க, எலிநச்சுத் தீரும். வாந்தியையும் கழிச்சலையும் உண்டாக்கும்.

குப்பைமேனித் தைலத்தை 7.5-30 மி.லி. எடுத்து மணப்பாகில் கலந்து கொடுக்க நுண்ணுயிர் வெளிப்படும். இத்தைலத்தையே வாத நோய்களுக்கு மேலுக்குப் பூசலாம். காதில் ஈ புகுந்தால் குப்பை மேனியிலையில் சிறிது நீர் தெளித்துக் கசக்கிக் காதில் இரண்டு மூன்று துளி சாறு பிழிந்தால் ஈ செத்து விழுந்துவிடும். குப்பைமேனிச்சாறும், கோழியவரைச் சாறும் சமமாகக் கலந்து காதில் பிழிந்தால் ஈ சாகும்.

குப்பைமேனி, ஆடுதின்னாப்பாளை, அழிஞ்சில் முள்ளி இவற்றின் சாறு வகைக்கு 1.3 லிட்டர்; நல்லெண்ணெய் 4.12 லிட்டர் இவற்றைக் கலக்கி மெழுகு பதமாகக் காய்ச்சி வடித்துத் தலைமுழுகி வந்தால் சிரர்ப்பீனிசம் தீரும். குப்பைமேனி; சிறு புள்ளடி, பொன்னாவாரை இவற்றை ஓரளவா யெடுத்து வேப்பம் இலையில் உப்புப் போட்டு இடித்துப் பிழிந்த சாறுவிட்டு, அரைத்து ஒரு வேளைக்குப் பின்னைக் காயளவு ஒரு நாளைக்கு மூன்றுவேளை கொடுக்க உட்குத்தும் புறவீச்சும் தீரும்.

குப்பைமேனிச் சூரணமும், திப்பிலிச் சூரணமும் சமமாகக் கலந்து வெருகடிப் பிரமாணம் பசு நெய்யில் மண்டலங் கொள்ள, பவுத்திரம் தீரும். கண் குருடுக்குக்குப்பைமேனி இலையைக் கசக்கிச் சாற்றைக் கையில் பிழிந்து இரண்டு கையையும் தேய்க்கக் குழம்பாக வரும். போது வழித்து வைத்துக் கண்ணி லிட்டுக் குளிக்கவேண்டும்.

மாத முழுக்கில்லாத பெண்களுக்குத் தூது வளை, குப்பைமேனி, குளத்துப்பாசி இவற்றை வகைக்குச் கொட்டைப்பாக்குப் பிரமாணம் எடுத்து அரைத்து நாட்டுச் சர்க்கரை சிறிது சேர்த்துப் பிசைந்து மூன்று நாள் அருந்தினால் முழுக்குண்டாகும். குப்பைமேனியிலையை உப்பில்லாமல் அவித்து மிளகும் அரிசியும் பொரித்துப் பொடித்துத் தூவி ஒரு மாங்காயளவு காலையில் 3 நாள் சாப்பிட சீவெள்ளைத் தீரும்.

குப்பைமேனி-மஞ்சள் கரிசலாங்கண்ணி, சிறு செருப்படை, நிலவாகைவேர் இவற்றை உலர்த்தி இடித்து வகைக்கு 70 கிராம் சூரணம் ஒன்றாகச் சேர்த்து வஸ்திரகாயம் செய்து வைத்துக்கொண்டு ஒரு வேளைக்கு வெருகடி பிரமாணம் எடுத்துத் தேனில் மத்தித்து இருவேளையும் 2 நாள் கொடுக்கச் சூதக நோய் தீரும். முறையான மாத முழுக்குண்டாகும்.

பூண்டு, வசம்பு, குப்பைமேனிவேர் இவற்றைச் சமனெடை எடுத்து, தாய்ப்பால் விட்டுச் சிதைத்து 2.3 துளி வீதம் மூக்கில் விட ஒற்றைத் தலைவலி தீரும். இதன் இலைச்சாறும், சுண்ணாம்பும் கூட்டி மத்தித்துப் பூரான், வண்டு முதலியவை கொடடிய அல்லது கடிவிடங்களுக்குத் தடவக் குணமாகும். இதன் இலைச் சூரணத்தைத் தீச்சுட்ட புண் படுக்கைப்புண் போன்றவற்றிற்குத் தூவ ஆறும். செருப்படை, கரிசலாங்கண்ணி, குப்பைமேனி இம்

மூன்றையும் சூரணஞ்செய்து, அதில் சர்க்கரை சேர்த்து 20 நாள் காலை மாலை உண்டு வர குன்மம் அகலும்.

- சி. முருகேசன்
- சே. பிரேமா

குப்ரைட்

இது ஓர் ஆக்ஸைடு கனிமம். இதைச் சிவப்பு-தாமிரத்தாது என்றும் கூறுவர். இது செம்பு - ஆக்சைடு (Cu_2O) ஆகும். குப்ரைட் (cuprite) பரு சதுரத் தொகுதியின் பிளஜியோஹெட்ரல் வகுப்பைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமம் அணுக் கோப்பில் அடிப்படை வகையைச் சேர்ந்தது. இதன் ஓர் அணுக்கோப்பில் இரு (கனிம) கூட்டணுக்கள் உள்ளன. குப்ரைட்டின் அணு-அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு 4.252Å ஆகும்.

குப்ரைட் பெரும்பாலும் எண்முக வடிவு படிகங்களாகக் காணப்படுகிறது. இதன் படிகங்கள் எண்முக வடிவு, பன்னிருமுக வடிவு மற்றும் பருசதுர வடிவு ஆகியவைசேர்ந்தவையாக்ககாணப்படுகின்றன. படிகங்கள் சிறியனவாக உள்ளன. குப்ரைட் திண் மங்களாகவும், துகள்களாகவும், சில சமயங்களில் மண்ணாகவும் கிடைக்கிறது.

குப்ரைட்டில் (111) தளத்திற்கு இணையான கனிமப் பிளவு தெளிவின்றியும், விட்டு விட்டும் காணப்படும். இது சிவப்பு அல்லது கறுப்பாக இருக்கும்; வைர மிளிர்வு, குறை - உலோக மிளிர்வு அல்லது மண்-மிளிர்வு உடையதாக இருக்கும். இதில் வளை முறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு காணப்படும். இதன் தூள் சருகு நிறம் கலந்த சிவப்பு ஆகும். இதன் கடினத்தன்மை 3.5 - 4; ஒப்படர்த்தி 5.85-6. இது நொறுங்கக் கூடியது. குப்ரைட் ஒளி கசியும் தன்மையுடன் காணப்படும். இது பளபளப்புடன் இருக்கும். இது 1235 °C வெப்பநிலையில் உருகும்; ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரையும். குப்ரைட் ஊடுருவல் ஒளியில், சில சமயங்களில் கருஞ்சிவப் பாகக் காணப்படும். இதன் ஒளி விலகல் எண் 2.85 ஆகும்.

குப்ரைட் சில சமயங்களில் திண்மங்களாக இருக் கும். இவ்வகைக் கனிமத்தின் புறப்பகுதியில் மேலக் கைட் எனும் கனிமம் ஓடு போல் இருக்கக் காணலாம். இதுவே பரவலாகக் காணப்படும் குப்ரைட் வகை ஆகும்.

சால்கோட்ரிசைட், மெல்லியதாக ஊசியைப் போல் நீண்டு இருக்கும். இப்படிகங்கள் நுண்ணிய துளைகளைக் கொண்டிருக்கும். வெல்வெட் துணி போன்று தோற்றமளிப்பதால் இதைக்கம்பளிச் செம்பு (push copper) என்றும் கூறுவர். குப்ரைட்டின் மூன்றாம் வகை, சிவப்பு அல்லது சிவந்த சருகு போன்ற நிறத்துடன் மண் போன்று காணப்படுகிறது. இது சில சமயங்களில் கறுப்பு நிறமுடையது. இவ் வகையை ஓடு-தாது (Tile-ore) என்பர். இதனுடன் சிறிது இரும்பு-ஆச்சைடு கலந்திருக்கும்.

செம்பின் சல்பைடுகள் ஆக்சிஜனுடன் சேர்ந்து மாற்றம் அடைகின்றன. இதன் விளைவாக,குப்ரைட் உண்டாகிறது. குப்ரைட்டை உடைத்தால் பெரும் பாலும் உள்ளே இயற்கைச் செம்பு இருப்பதைக் காணலாம்.

குப்ரைட் இயற்கைச் செம்பு, மேலக்கைட், அஷுரைட், லிமோனைட் முதலான கனிமங்களுடன் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. செம்பு தயாரிப்பதற்குப் பயன் படுகிறது. இது அமெரிக்காவில் அரிசோனா, மெக்சிகோ ஆகிய இடங்களிலும், சோவியத் ரஷ்யா, பிரான்ஸ், இங்கிலாந்து, ஆஃப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது.

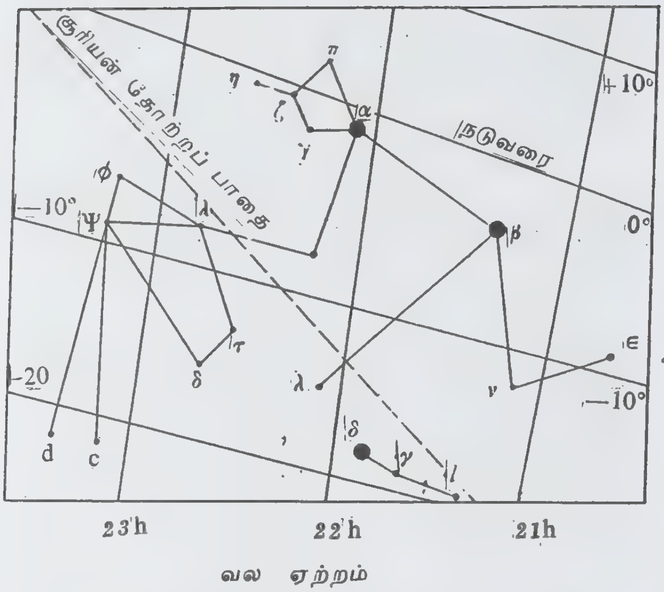
- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. W E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, John Wiley & sons, Newyork, 1955.

கும்பம்

வானக் கோளத்தின் வடபகுதியில் அமைந்துள்ள மிகப்பெரிய ஆனால் கவனத்தை ஈர்க்காத விண்மீன் குழு (constellation) கும்பம் (Aquarius) ஆகும். இது 'தண்ணீர் எடுப்பவன்' என்னும் பொருள்படும். இதை இலையுதிர்காலம் மற்றும் கோடைக் காலங் களில் காணலாம். இது இராசிச் சக்கரத்தில் (zodiac) பதினொன்றாம் இராசியாக மகர இராசிக்கும் மீன இராசிக்கும் இடையே அமைந்துள்ளது. ஒரு மனிதன் பானையில் உள்ள தண்ணீரை அருகில் உள்ள மீன இராசியில் கொட்டுவது போன்று இவ்விண்மீன்குழு உள்ளதாகப் புராணங்களில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒளிமிக்க விண்மீன்கள் இக்குழுவில் இல்லை. இக்குழுவில் உள்ள மிக அதிக ஒளியுடைய விண் மீனின் ஒளித்தரம் (magnitude) மூன்று ஆகும். இவ் விண்மீன்குழுவின் வல ஏற்றம் (right ascension) 23 மணி ஆகும். நடுவரைவிலக்கம் (declination) 15° தெற்கு ஆகும். இக்குழுவில் குறைந்தது ஆறு இரும விண்மீன்கள் (binary stars) உள்ளன. η, π, ξ, γ என்னும் நான்கு விண்மீன்களும் தண்ணீர் எடுப்பவனின் தலையிலிருந்து Y என்னும் அமைப்பில் உள்ளன. இக்குழுவில் NGC 7293, NGC 7009 என்னும் ஒண்முகிற் படலங்களும் (planetary nebulae) M 2, M 72 என்னும் கோள் விண்மீன்



படம் . கும்பம் விண்மீன்குழு

முடிச்சுகளும் (globular clusters) உள்ளன. வானக் கோளத்தில் 980 சதுரப் பாகைகள் இவ்விண்மீன் குழுவால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன.

- பெ. வடிவேல்

குமட்டலும் வாந்தியும்

இரைப்பை-குடல் கோளாறுகளில் மட்டுமன்றி, மார்பு, மத்திய நரம்பு மண்டலம், நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்,ஆக்கச்சிதை மாற்றம், மனோவயம் ஆகிய வற்றின் பாதிப்புகளிலும் குமட்டலும், வாந்தியும் உண்டாகலாம்.

வயிற்றில் தோன்றும் விரும்பத் தகாத ஓர் உணர்வைக் குமட்டல் என்பர். இதில் வாந்தி எடுக்க வேண்டும் என்னும் உணர்வும் காணப்படு கிறது குமட்டலின் நரம்புத் தூண்டல் பற்றி எது வும் தெரியவில்லை.

வாந்தி என்பது இரைப்பையிலிருந்து வாய் வழி யாக வலிய வெளிப்படுவதாகும். வாந்திக்கு முன்பு ஏப்பம் வரலாம். இரண்டு முக்கிய காரணங்களால், வாந்தி மிக முக்கியமான அறிகுறியாகக் கருதப்படு கிறது.

பலவகையான நோய் நிலைகளில் சான்றாக மாரடைப்பு நோய், சூல் நிலை, குடல் வால் அழற்சி, அடிசன் நோய்களில் வாந்தியும் குமட்டலும் தொடக்க அறிகுறியாக உள்ளன. மேலும் காரணம் எதுவாக இருந்தாலும், வாந்தியால் உயிருக்கே ஆபத்தான சிக்கல்கள் தோன்றலாம்.

வாந்தியை உண்டாக்கும் தூண்டல் இரு வழி களில் செயல்படலாம். வாந்தித் தூண்டல், நடு நோக்கிச் செல்லும் நரம்புப் பாதைகளை ஊக்கு விக்கிறது. இதனால் முகுளத்தின் பின்பகுதியில் உள்ள வாந்தி மையம் தூண்டப்படுகிறது. இதற்குச் சான் றாக, வாய் வழியாக ஏற்கப்படும் தாமிர சல்பேட் டால் வாந்தி உண்டாவதைக் கூறலாம். வாந்தி மையம் நேரடியாகவும் தூண்டப்படலாம். வேதியிய ஏற்பி விசைப்பகுதி (chemoreceptor trigger zone) தூண்டப்படுவதாலும் வாந்தி உண்டாகலாம்.

வாந்தித் தூண்டல் → வேதியிய ஏற்பி விசைப் பகுதி (C.T.Z.)
வாந்தித் தூண்டல் → வாந்தி மையம்
வேதியிய ஏற்பி விசைப் பகுதி (C.T.Z.) → வாந்தி மையம்
வாந்தி மையம் → வாந்தி

இந்த வேதியிய ஏற்பி விசைப்பகுதி மூளையின் 4ஆம் வெண்டிரிக்கிளின் அடித்தளத்தில் முகுளப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. வாந்தி ஏற்படுத்தும் மருந்துகளான கஞ்சா, டிஜிடாலிஸ் ஆகியவை இந்த வழியிலேயே செயல்படுகின்றன. காண்க: வாந்தி ஊக்கிகள்.

வாந்தி உண்டாகும் விதம். குமட்டலின்போது, இரைப்பையின் திண்மம் (tone) குறைந்து முன் சிறு குடலின் திண்மம் அதிகரிப்பதால், முன் சிறுகுடலில் உள்ள பொருள்கள் இரைப்பைக்குள் எதிர்க்களிக் கின்றன. ஏப்பத்தின்போது இரைப்பையிலுள்ளவை விரிவடைந்த உணவுக் குழலினுட் செல்லும். இரைப் பையின் இறுதிப் பகுதியான பைலோரஸ் சுருங்கும் போது, உணவுக்குழலின் சுருக்குத்தசை விரிவடை கிறது. வயிற்றுப்புற உணவுக் குழலும், இரைப்பையின் தொடக்கப் பகுதியும் மார்பினுள் பிதுக்கமடை கின்றன. வயிற்றுத் தசைகள் உதரவிதானம் ஆகிய வற்றின் பலமான சுருக்கத்தால் வாந்தி உண்டா கலாம். அப்போது, இரைப்பையின் தொடக்கப் பகுதி திறந்திருக்கும்; இறுதிப் பகுதி மூடியிருக்கும்.

இரைப்பை - குடல் கோளாறுகள், உண்ணப் பட்ட நச்சு மருந்துகள், தீவிர அழற்சி நிலைகள் (குடல் வால் அழற்சி), சூல் நிலை, இரைப்பைப் புண், கணைய அழற்சி, பித்த நீர்ப்பை அழற்சி, மாரடைப்பு நோய் ஆகியவற்றில் தோன்றும் குமட்டல், வாந்தி சில மணி நேரம் அல்லது சில நாள் நீடிக்கும்.

வாந்தியும் குமட்டலும் நீண்ட காலம் நீடித்தால் பின்வருவனவற்றை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

குடல் அல்லது இரைப்பை அடைப்பு, கணையம் அல்லது இரைப்பைப் புற்று நோய், மூளைப் புற்று, உளவயக் கோளாறுகள்.

சாப்பிடும்போது அல்லது சாப்பிட்ட உடனே வாந்தி ஏற்பட்டால் உளவயக் கோளாறாகவோ, இரைப்பைப் புண்ணாகவோ இருக்கலாம். சிலர் வயிற்று வலி தாங்க முடியாத நிலையில் விரல் விட்டுத் தாங்களாகவே வாந்தி எடுப்பர். விடியற் காலம் தோன்றும் வாந்தி, பொதுவாகச் சூல் நிலையில் காணப்பட்டாலும், மது அருந்திய பின்னரும் யூரியா மிகை இரத்த நிலையிலும் உண்டாகலாம். வாந்தியில் உணவுப் பொருள், இரத்தம் ஆகியவை காணப்படலாம். இதைக் கொண்டு நோய் நிர்ணயம் செய்யலாம்.

நீண்ட காலம் வாந்தி எடுக்கும்போது நீர்ம இழப்பும், மின் பொருள் குறைபாடும் உண்டாகலாம். காரமிகை நிலையும் தோன்றலாம். சில போது வாந்தியின் பொருள்கள் நுரையீரலினுட் சென்று சிக்கல்களை உண்டாக்கலாம்.

மருத்துவம், காரணத்தைப் பொறுத்து அமை கிறது. சிரைவழியாக நீர்மங்கள் செலுத்துதலும், வாந்தி எதிர் மருந்துகளும், உறிஸ்டமின் எதிர் மருந்துகளும், பீனோதையசின்களும் பயனளிக் கின்றன. இரைப்பைப் புண் போன்றவற்றிற்கு அறுவை இன்றியமையாதது.

– சாரதா கதிரேசன்

குமட்டி

இதன் சாற்றோடு சர்க்கரை கலந்து உட்கொள்ள வெள்ளையில் காணும் நீர் எரிச்சல் தணியும்.

இதன் பழத்தைச் சாப்பிட உட்சூடு தணியும். நீர் எரிச்சல், நீர்க்கட்டு ஆகியவை போகும். பெண் களுக்குப் பால் சுரக்கும்.

– சே. பிரேமா

குமிழ்க்கலம்

நுண்ணிய குமிழ்களின் துணை கொண்டு தன் வழியே செல்லும் மின்னூட்டத் துகள்களின் பாதைகளைக் கட்புலனாக்கும் அமைப்பு, குமிழ்க்கலம் ஆகும். 1952 இல் மிஷிகன் பல்கலைக்கழகத்தின் பேராசிரியரும் அமெரிக்க அறிவியலாருமான டி.ஏ. கிளேசர் என் பார் இதை உருவாக்கினார். இது 1960 ஆம் ஆண்டுக்குரிய இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசை அவருக்குத் தந்தது.

குமிழ்க்கலத்தில் பிற துகள் கண்டுணர் அமைப்பு களான முகிற்கலம் (cloud chamber) ஒளிப்படப் பூச்சு (photographic emulsion) ஆகியவற்றின் சிறப் பான பகுதிகள் ஒன்றிணைக்கப்பட்டு, அவற்றின் இடர்ப்பாடுகள் நீக்கப்பட்டுள்ளன. ஏனைய கண்டுணர் கருவிகளை நோக்க அண்மையில் உருவாக் கப்பட்டபோதும், துகள்களைக் கண்டுணர்வதில் இவ் வமைப்பு இன்று பெருமளவில் பயன்படுகிறது. அணு உலைகளிலிருந்து பெறப்படும் மிகு ஆற்றல் வாய்ந்த துகள்களின் வினையாக்கங்களைப் பற்றிய ஆய்வு களில் இது சிறந்து விளங்குகிறது.

முகிற்கலத்தில் அடர்த்தி குறைந்த வளிமங்களே பயன்படுகின்றன. அத்தகைய வளிமங்களில் காஸ்மிக் கதிர் அல்லது சைக்ளோட்ரானிலிருந்து வெளிப் படும் மிகை ஆற்றல் வாய்ந்த துகள்கள் மிக நீண்ட பாதைகளைத் தோற்றுவிக்கும். எனவே, முகிற்கலம் அப்பாதையின் ஒரு பகுதியை மட்டுமே பதிவு செய்ய இயலும். அதைக் கொண்டு நடைபெறக்கூடிய நிகழ்ச்சியின் ஒரு சிறு பகுதியை மட்டுமே ஆராய்ந் தறிய முடியும். மேலும் அரிய அணுக்கருவினைகள் முழுதும் நடந்து முடியும் முன்னரே துகள்கள் கலத்தை விட்டு வெளியேறிவிடுகின்றன. இத்தகைய நிகழ்ச்சிகளை ஆராயக் குமிழ்க்கலம் மிகவும் பயன் படும். இதில் வளிமங்களுக்குப் பதிலாக, தக்க நீர்மம் பயன்படுகிறது.

பொதுவாக ஒரு நீர்மத்தைச் சூடேற்றும் போது அதன் ஆவி அழுத்தம், அதன்மீது செயற்படும் அழுத்தத்திற்குச் சமமாக அமையும் வெப்ப நிலையில் குமிழ்களைத் தோற்றுவித்துக் கொதிக்கத் தொடங்கும். ஆயினும், நீர்மம் மிகத் தூய்மை யாகவும் பயன்படுத்தப்படும் கலம் வழுவழுப் பான, தூய்மையான சுவர்களைக் கொண்ட தாகவும் அமையுமாயின் கொதிக்காமலேயே கொதி நிலையை விட மிகு வெப்பநிலைக்கு நீர்மத்தைச் சூடேற்ற முடியும். இந்நிலையில் நீர்மம் மீச் சூடேற்றப்பட்டுள்ளதாகக் கூறப்படுகிறது. ஒரு நீர் மத்தைத் திடீரெனக் குறைப்பதன் மூலமும் அதை மீச்சூடேற்ற முடியும். இத்தகைய மீச்சூடேற்றப் பட்ட நீர்மம் ஒன்றினுள் துகள் ஒன்று விரைந்து செலுத்தப்படுமாயின் அதன் பாதையில் சிறு குமிழ் களை உருவாக்கிக் கொதித்தலைத் தூண்டும். மேலும், துகள் மின்னூட்டம் பெற்று அமையுமாயின் அதன் பாதையில் ஓரின (நேரின அல்லது எதிரின) அயனிக் குழுக்களைத் தோற்றுவிக்கும். இவ்வயனிகள் அவற்றிற்கிடையே ஒதுக்குவிசையின் காரணமாக விலகிச் சென்று சிறு குமிழ்களை உருவாக்கி நீர்மத் தின் வழியே துகளின் பாதையைக் காட்டும். ஒளிர் விளக்குகளைக் கொண்டு இக்குமிழ்களை ஒளியூட்டு

வதன் மூலம் துகளின் பாதையை ஒளிப்படமெடுக்கலாம். காந்தப்புலம், மின்புலம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு துகள்களை விலக்கி அவற்றின் மின்னூட்டம், திசைவேகம் ஆகியவற்றை மதிப்பிடலாம்.

மேற்கூறப்பட்டுள்ள கருத்துகள் யாவும் குமிழ்க்கலத்தில் நடைமுறைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. நடைமுறையில் தக்க வடிவிலமைந்த கண்ணாடிக் குமிழ் ஒன்றில் நீர்மம் மிகு அழுத்தத்தில் சூடேற்றப்பட்டு, தக்க தானியங்கி அமைப்புகளின் மூலம் அழுத்தத்தைக் குறைத்து அதை மீச்சூடேற்றி, அதன் வழியே ஆய்வுக்குரிய துகளைச் செலுத்தி, தக்க கால இடைவெளிக்குப் பின்னர் ஒளியூட்டிப்படங்கள் எடுக்கப்படுகின்றன. மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகள் ஒருசில நொடிகளிலேயே முடிந்து விடுகின்றன. எனவே, விரைந்து செல்லும் துகள்களின் பாதைகளையும் அணுக்கரு நிகழ்ச்சிகளையும் விரைந்து படமெடுக்க இயலும். மேலும், குமிழ்க்கலத்தில் பெறப்பட்ட சுவடுகள் முகிற்கலத்தில் பெறப்பட்ட மிகச் சிறந்த சுவடுகளைப் போல் அமைவதோடு அவற்றைவிடப் பன் மடங்கு தெளிவாகவும் நுட்பமாகவும் அமைகின்றன.

குமிழ்க்கலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் நீர்மம் தெளிவான பாதைகளைப் பெறுவதற்கேற்றவாறு குறைந்த பரப்பு இழுவிசை, மிகு ஆவியழுத்தம் ஆகியவற்றைக் கொண்ட மின்கடத்தா நீர்மமாக அமையவேண்டும். கிளேசர் தம் முதல் ஆய்வில் ஈதரைப் பயன்படுத்தியபோதும் பின்னர் நீர்ம நைட்ரஜன், நீர்ம ஹைட்ரஜன், நீர்ம டியூட்டிரியம், நீர்ம ஹீலியம், நீர்ம செனான் (xenon) நீர்ம ஐசோபென்டேன், நீர்மப் புரொபேன் போன்ற நீர்மங்களும் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. குமிழ்க்கலம், முகிற்கலம், ஒளிப்படப்பூச்சு ஆகியவற்றைவிடப் பின்வரும் காரணங்களால் சிறந்து விளங்குகிறது.

குமிழ்க்கலத்தில் பயன்படும் நீர்மங்களின் அடர்த்தி முகிற்கலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் ஆவிகளின் அடர்த்தியைப் போல் சில நூறு மடங்கு உள்ளதாக அமைகிறது. எனவே, மீமிகு ஆற்றல் வாய்ந்த துகள்களின் சுவடுகளையும் பெற முடியும். ஏறத்தாழ 40 மீட்டர் நீளமுள்ள முகிற்கலம் தேவைப்படும் துகள்களையும் ஏறத்தாழ 15 செ.மீ. அளவேயுள்ள குமிழ்க்கலத்தைக் கொண்டு பதிவு செய்துவிட முடியும். மேலும், ஒளிப்படப் பூச்சு முறையில் மிக அரிதாகவே பதிவு செய்யப்படக்கூடியதும் முகிற்கலத்தில் அறவே பதிவு செய்ய முடியாததுமான பல நிகழ்ச்சிகளையும் குமிழ்க்கலத்தில் பதிவு செய்ய முடியும். காட்டாக π மெசான் ஒன்று μ - மெசானாகவும் அதையடுத்து எலெக்ட்ரானாகவும் சிதைவுறும் நிகழ்ச்சியை ஒளிப்படப்பூச்சில் மிக அரிதாகவே பெற முடியும். முகிற்கலத்திலோ ஒரே பதிவில் பெற முடியாது. ஏனெனில். அதில் μ மெசானின் சுவடு ஏறத்தாழ மூன்று மீட்டருக்குமேல் அமையும். மாறாக, குமிழ்க்கலத்தில் அது ஏறத்தாழ மூன்று மி. மீட்டர் அளவே இருக்கும்.

வெவ்வேறு புள்ளிகளில் குமிழ்களின் அளவுகளை மதிப்பிடுவதன் மூலம் வெவ்வேறு பாதைகள் தோன்றிய ஒப்பு நேரத்தையும் கணக்கிடலாம். அது ஏறக்குறைய 100 மைக்ரோ நொடி அளவு இருப்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. குமிழ்கள் மிக விரைவில் தோன்றுவதால் சுவடுகள் தொடர்ச்சியாகவும் தெளிவாகவும் அமையும்.

ஆய்வுக்குரிய துகள் விளைவிக்கும் அயனியாக்கம் குறைவாக இருந்தாலும் குமிழ்க்கலம் உணர்வு நுட்பம் கொண்டுள்ளது. மேலும், வெவ்வேறு ஆய்வுகளின் தன்மைக்கேற்றவாறு குமிழ்க்கலத்தை எளிதில் மாற்றியமைத்துக் கொள்ள முடியும். காட்டாக, முகிற்கலத்தைப் போலக் காந்தப்புல ஆய்வுகளுக்கு இடமளிக்கும் வகையில் துகள்களைப் பெரிதும் விலக்காத அடர்த்தி குறைந்த நீர்மத்தையும், ஒளிப்படப் பூச்சு முறையில் உள்ளதுபோல் மிகு சிதறலை விளைவிக்கக்கூடிய அடர்த்தி மிகுந்த நீர்மத்தையும் பயன்படுத்தலாம்.

முகிற்கலத்தில் சுவடுகள் வெப்பச்சலனத்தால் உருக்குலைக்கப்படுவதைப்போல் குமிழ்க்கலத்தில் நிகழ்வதில்லை. முகிற்கலத்தில் திவலைகளின் அடர்த்தி சுவட்டை உருவாக்கிய துகள்களின் ஆற்றலை உணர்த்துகிறது. குமிழ்க்கலத்திலோ குமிழ்களின் அடர்த்தியைவிடச் சிறந்த முறையில் அதை உணர்த்துகிறது. புதிய துகள்களைப் பற்றியும் புதிய அணுக்கரு விசைகளைப் பற்றியும் விரைந்து தகவல்களைப் பெறுவதில் குமிழ்க் கலம் பெரிதும் துணை புரிந்துள்ளது.

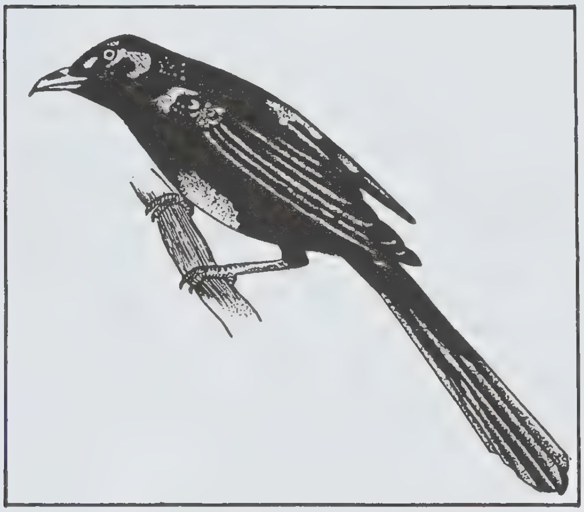
-அ. திருவள்ளுவர்

நூலோதி. J. B. Rajam, *Atomic physics*, S. Chand & Co, New Delhi.

குயில்

காக்கை அளவுள்ள இப்பறவை, குக்குலிபார்ம்ஸ் (cuculiformes) எனும் வரிசையிலுள்ள, குக்குலிடே (cuculidae) குடும்பத்தில் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இக்குடும்பத்தில் அக்காக்குருவி எனப்படும் குக்கூக்களும் (cuckoos) குயில்களும் (koels) செம்போத்துப் பறவை எனப்படும் குரோஃபெசன்ட்டுகளும் (crow - phaesants) இடம் பெற்றுள்ளன.

இந்தியக் குயிலுக்குக் காகத்தைவிட நீண்ட வாலுண்டு. ஆண்குயிலின் உடல் முழுதும் பளபளக்



கும் கருநிறம் காணப்படும். பெண் குயிலின் உடலின் மேற்பகுதியில் பழுப்பு வெண்மை நிறப் புள்ளிகளும், உடலின் கீழ்ப்பகுதியில் வெண்மை நிறமும் காணப் படும். மார்பிலும் வயிற்றிலும் கரும்பட்டைகள் உண்டு. இக்குயில்களின் அலகு வெளிர் பச்சை நிற முடையது. விழிப்படலம் சிவப்பாக இருக்கும். ஆண், பெண் குயில்களின் தோற்ற வேறுபாடு உணராதோர் ஆண் குயிலைக் கருங்குயில் என்றும், பெண் குயிலை வரிக்குயில் என்றும் வெவ்வேறு பெயர்களில் குறிப் பிடுவர்.

காடு மாந்தோப்பு, சோலை, சாலையோர மரங்கள் ஆகியவற்றிலும் மலைகளில் ஏறத்தாழ 1000 மீட்டர் உயரத்திலும் இலைகள் நிறைந்த மரங்களின் உச்சியிலும் குயில்கள் மறைந்து காணப் படும். இனப்பெருக்க் காலமாகிய கோடை தவிர ஏனைய பருவகாலங்களில் அமைதியாக இருப்பதால் இதைக் கண்டறிவது கடினம். இனப்பெருக்கக் காலத்தில் காலையும், மாலையும் தொடர்ந்து கூவும். விடியற்காலத்தில் இதன் குரலே முதன் முதலில் சோலைகளிலிருந்து வெளிப்படும். இக்காலத்தில் மரத்திற்கு மரம் நிலையற்றுப் பறந்து செல்லும். ஆல், அத்தி மரங்களின் பழங்களையும், சந்தன மரம், பொன்னரளிகளின் கொட்டைகளையும் கம் பளிப் பூச்சி, சிறுபுழுக்கள், நத்தை, பிற சிறு பறவை களின் முட்டை ஆகியவற்றையும் உண்ணும்.

''குக்கூ..., குக்கூ . , குக்கூ...,'' என்று ஆறு ஏழு முறை தொடர்ந்து விரைவாக ஓர் ஆண் பறவை கூவ அதற்கு அதே குரலில் வேறொரு பறவை சற்றுத் தொலைவிலிருந்து பதில் தரும். பெண் குயில்கள் இனிமையற்ற குரலொலிகளை எழுப்பும். இவை கூடு கட்டுவதில்லை. அண்டங்காக்கை, காக்கைகளின் கூடுகளில் முட்டைகளை இடுவதால் குயிலைக் கூடு ஒட்டுண்ணி என்று குறிப்பிடுவர்.

- கோவி. இராமசுவாமி

குயிலலகு எலும்பு

முதுகு முள் எலும்பின் இறுதி நான்கு எலும்புகள் காக்சிக்ஸ் எலும்பு அல்லது குயிலகு எலும்பு எனப் படும். விலங்குகளில் காணப்படும் வால் பகுதி மனித னிடம் ஒரு தேவையில்லாப் பகுதியாகக் காணப் படும். இவ்வெலும்பால் பயன் எதுவும் இல்லை. கீழே விழும்போதும் எலும்பில் அடிபடும்போதும் இது உடைய நேரிடும். இதற்குத் தனி மருத்துவம் தேவையில்லை. புற்று நோய்களில் குத அறுவையில் இதை எடுத்துக் களைவதும் உண்டு. குத ஆய்வில் ஓர் அடையாளமாக உள்ள இந்த எலும்பு முறிவை ஆய்வு மூலம் எளிதில் கண்டுபிடிக்கலாம்.

- மா. ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

குயுரேரி

இது முற்காலத்தில் தென் அமெரிக்காவில் அம்புமுனை நச்சாக வேடர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டது. இவ் வகை அம்பைப் பயன்படுத்திக் கொன்ற விலங்கை உண்பதால் மனிதருக்குத் தீங்கு எதுவும் நேர்வ தில்லை என்பதையும் அவர்கள் அறிந்திருந்தனர். தற்போது மருந்தாகப் பயன்படுவது குயுரேரியி லிருந்து (curare) பிரித்தெடுக்கப்பட்ட அல்கலாய்டு ஆகிய டியுபோகுயுரேரின் ஆகும். இம்மருந்து ஒரு திறன் வாய்ந்த இயக்குதசைத் தளர்த்தியாகும்.

இயங்கும் முறை. தசையும், நரம்பும் சந்திக்கும் இடத்தில் தசைச் சவ்வில் இயக்க நரம்பின் முடியும் தட்டு (motor end plate) என்னும் ஒரு சிறப்புப் பகுதி உள்ளது. நரம்பு நுனிகளிலிருந்து அசெட்டைல் கோலின் வெளியிடப்பட்டதும் இது இயக்க நரம்பு முடியும்தட்டின் ஏற்பிகளில் இயங்கி, சோடிய அயனி கள் உட்புகுவதையும் பொட்டாசிய அயனிகள் வெளியேறுவதையும் ஊக்குவிக்கிறது. இப்போது இயக்க நரம்பு முடியும் தட்டு, துருவ நிலை மாற்றப் பட்டதாக (depolarized) உள்ளது. அசெட்டைல் கோலின் வெளியிடப்பட்ட ஒரு சில நொடிகளில் கோலினெஸ்ட்டரேஸ் நொதியால் செயலற்ற கோலின் மற்றும் அசெட்டிக் அமிலமாக ஆக்கச் சிதை மாற்றம் அடைகிறது. தசைச் செல் சவ்வு சோடிய அயனிகள் உட்புகுவதைத் தடுக்கும் தன் பழைய நிலைமை மீண்டும் அடைகிறது. இது துருவ நிலை முன் நிலை அடைதல் (repolarization) எனப்படும்.

இதில் டியுபோகுயுரேரின் துருவ நிலையை மாற்றியமைக்காத தடுப்பு (non-depolarizing block)

ஏற்படுகிறது. இது இயக்க நரம்பு முடியும் தட்டுகளின் ஏற்பிகளில் அசெட்டைல்கோலினுடன் போட்டியிட்டுத் துருவ நிலை மாற்றம் ஏற்படுவதைத் தடுக்கிறது. எனவே இதைப் போட்டியிட்டுத் தடுப்பான் (competetive blocker) என்றும் குறிப்பிடலாம். இவ்வாறு இது அசெட்டைல்கோலினுடன் போட்டியிட்டு இயங்குவதால் கோலினெஸ்ட்டரேஸ் எதிர் மருந்துகளைக் கொண்டு அசெட்டைல்கோலினின் அளவை உயர்த்தினால் இம்மருந்தின் இயக்கத்தை முறியடிக்கலாம்.

விளைவுகள். இதைச் சிரை வழியாகச் செலுத்தும் போது கை, கால் தசைகளைச் செயலிழக்கச் செய்கிறது. இந்த அளவை இருமடங்காக்கினால் மூச்சு நின்றுவிடும். இதன் இயக்கம் 10 நிமிடம் நீடிக்கிறது. தசை இறுக்கம் 40 நிமிடத்தில் மீண்டும் பெறப்படுகிறது. முதலில் கண் தசைகள், பின்னர் முகத் தசைகள், கை கால்தசைகள், இறுதியாக உதரவிதானம் என்னும் வரிசை முறையில் தசைத் தளர்வு ஏற்படுகிறது.

மருத்துவ அளவில் இம்மருந்து மைய நரம்பு மண்டலத்தில் எந்த விளைவையும் ஏற்படுத்துவதில்லை. ஏனெனில், இது ஒரு நான்கிணைய அமோனியக் கூட்டுப்பொருளாதலால் இரத்த மூளைத் தடையை இது கடப்பதில்லை. மூச்சு நின்றுவிடுதல், இதன் அஞ்சத்தக்க விளைவாகும். இது ஹிஸ்டமினை வெளியிடுவதால் இரத்தக் குறையழுத்தம், மூச்சுக் குழாய்ச் சுருக்கம் ஆகிய வேண்டா விளைவுகளும் ஏற்படக்கூடும். மருத்துவ அளவாக 5-10 மில்லி கிராம் சிரை வழி செலுத்த வேண்டும்.

மருந்து இடைவினைகள். ஈதர், ஹாலோத்தேன், சைக்ளோபுரோப்பேன், மீத்தாக்ஸி ஃபுளுரேன் ஆகிய பொது உணர்விழப்பு மருந்துகளும் குவினிடின், அமைனோ கிளைக்கோசைடுகள் என்பவையும் இதன் இயக்கத்தை அதிகரிக்கின்றன. இதன் இயக்கத்தை நீக்க, செயற்கை மூச்சு சிறந்த வழியாகும். மேலும் கோலினெஸ்ட்டரேஸ் எதிர் மருந்தான நியோஸ்டிக்மின் சிரை வழியாக 1-3 மில்லி கிராம் தரும் போது, டியூபோகுயுரேரினின் விளைவுகளை எதிர்க்கிறது.

பயன்கள். அறுவை மருத்துவத்தில் தசைத்தளர்வை ஏற்படுத்த இது பயன்படுகிறது. இசிவு நோயில் (tetanus) பிற மருந்துகளுடன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இடைவிடாத வலிப்புநோயிலும் (status epilepticus) பிற மருந்துகளுடன் இதைப் பயன்படுத்தலாம். தற்போது அறுவை மருத்துவத்தில் தசைத் தளர்வை ஏற்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படும் மருந்துகளில் இதுவும் ஒன்றாகும்.

- முத்துலட்சுமி பாரதி

குரங்கினங்கள்

குரங்குகளில் மூன்று பிரிவுகளுண்டு. அவை குரங்குகள், வாலில்லாக் குரங்குகள், லெமூர்கள் ஆகும். நல்ல மூளை வளர்ச்சியும், அறிவுடைமையும் நிறைந்த விலங்குகள் இவை. குரங்குகளின் கைகள், மனிதனின் கைகளைப் போலவே அமைந்துள்ளன. ஆனால் இக் குரங்குகளின் கைகள், கால்களின் வேலையான நடப்பது, ஒரு மரம் விட்டு அடுத்த மரம் தாவும்போது கிளைகளில் தொற்றிக் கொள்வது போன்ற செயல்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. குரங்கு, மனிதக் குரங்குகளில் முழு வளர்ச்சி பெறாத கட்டை விரல்கள் காணப்படுகின்றன. சில குரங்குகளில் கட்டை விரல்களே காணப்படுவதில்லை. அங்ஙனமிருந்தும், அவை பயனற்றவையாகவே உள்ளன.

கிப்பன்கள் எனப்படும் மனிதக்குரங்கு வகைகளில் நீண்ட, மெல்லிய உள்ளங்கையும், நீண்ட வளைந்து கொடுக்கக்கூடிய விரல்களும், மரங்களில் தொங்கிக் கொண்டு இருக்கும்போது வலிவாகப் பிடித்துக் கொள்ள உதவுகின்றன. கட்டைவிரல் இல்லாமல் இருப்பதுதான், மரக்கிளைகளில் தாவும் இவ்வகை விலங்குகளுக்கு நல்ல தகவமைப்பாக உள்ளது. லெமூர் எனப்படும் குரங்கினத்தில் நன்கு வளர்ச்சியடைந்த கட்டைவிரல்களும், முழு வளர்ச்சி பெறாத ஆட்காட்டி விரல்களும் காணப்படுகின்றன. கைகளின் அமைப்பை ஒத்தே கால்களின் அமைப்பும் உள்ளது. மரங்களில் ஏறி இறங்க வாய்ப்பான முறையில் இவற்றின் கால்கள் உள்ளன. மரங்களில் ஏறி இறங்கும் முறை ஒவ்வொரு குரங்குக்கும் வேறுபடுகிறது. இம்முறையைப் பொறுத்தே கைகளின் அமைப்பும் வேறுபடுகிறது. கிப்பன் எனப்படும் குரங்கினத்தில் நீண்ட கைகளும், வலிவான மார்பும், தோள்களும் அவற்றின் மரம் விட்டு மரம் தாவும் முறைக்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. லங்கூர் வகைகளில் நீண்ட கைகள் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் கால்கள் நீண்டும், தொடைப்பகுதி நன்கு வளர்ச்சியடைந்தும் காணப்படுகின்றன.

குரங்கினத்தில் வாலின அமைப்பும் வேறுபடுகிறது. மனிதக் குரங்குகளுக்கு வால் இல்லை. வாலில்லாக் கிப்பன்களின் கைகள் மரங்களிலும், தரையின் மீதும் நடக்க உதவுகின்றன. பொதுவாக, குரங்குகள் வாலின் உதவியாலேயே மரக்கிளைகளில் தங்களை நிலைநிறுத்திக் கொள்கின்றன. கிப்பன்கள் தரையிலோ மரக்கிளையிலோ நடககும்போது நிமிர்ந்தே நடக்கின்றன. லங்கூர்களும் குரங்குகளும் நாய்களைப் போலவும் ஏனைய நாலுகால் விலங்குகளைப் போலவும் நடக்கின்றன. மக்காக்கா எனப்படும் குரங்குகள் நன்கு நீரில் நீந்தக் கூடியவை.

வாலில்லாக் குரங்குகளும், குரங்குகளும், லெமூர்களும் இலை, பூ, பழம் ஆகியவற்றைத் தின்று வாழ்

கின்றன. இவற்றின் சைவ உணவிற்கு ஏற்றவாறு பல் அமைப்பு உள்ளது. தாடைப்பற்களும், கடைவாய்ப் பற்களும் கடினமான காய்கறிகளை உண்ண வாய்ப்பாக அமைந்துள்ளன. குரங்குகள் பொதுவாக உணவைக் கைகளால் எடுத்தே உண்கின்றன. மிகுதியான உணவை இவை உட்கொள்கின்றன. மக்காக்கா, பாபூன் போன்ற குரங்குகளின் தாடைப்பகுதியில் ஒரு பை போன்ற அமைப்பு உள்ளது. இது கிடைக்கும் உணவைச் சேமித்துப் பின்னர் அசைபோட உதவுகிறது. லங்கூர்கள் தாவரத்தை உண்டும், பாபூன் மக்காக்கா வகைக் குரங்கினங்கள் அனைத்து வகை உணவுகளைத் தின்றும் வாழ்கின்றன. லெமூர்கள் இருட்டில் இருந்து கொண்டே இரையைத் தேடுகின்றன. ஆனால் குரங்குகளும் வாலில்லாக் குரங்குகளும் பகலில் மட்டுமே இரை தேடுகின்றன. இவை பொதுவாக மரங்களில் அமர்ந்து கொண்டே உணவை உட்கொள்கின்றன.

பொதுவாக, குரங்குகள் அனைத்து வனவிலங்குகளுடனும் ஒத்துப்போகின்றன. அவற்றின் முதல்எதிரி மனிதனேஆவான். ஆனால் சிறுத்தை சில நேரங்களில் மறைந்திருந்து குரங்குகளின்மேல் திடீர்த் தாக்குதல் நடத்திக் குரங்குகளைக் கொல்கிறது. திடீரென்று சிறுத்தை எழுப்பும் ஒலியே குரங்குகளை மரக்கிளைகளில் இருந்து விழ வைத்து விடும். சில குரங்குகள் இடி ஓசையிலும் இறந்து விடும்; சில மலைப் பாம்புகளாலும் மரணமடைகின்றன. நீர் அருந்தச் செல்கையில் முதலைகள் சிலகுரங்குகளை விழுங்கிவிடுகின்றன. ஆனால் இவற்றில் இருந்து பிழைக்க, குரங்குகள் சில தகவமைப்புகளையும் பெற்றுள்ளன. நுட்பமான செவி, பழுதில்லாப் பார்வை இவற்றின் உதவியால் எதிரிகளிடமிருந்து இவை தப்புகின்றன. மரக்கிளைகளிலும், இலைகளின் அடர்த்தியிலும் மறைந்திருந்து எதிரிகளின் கண்களுக்கு எட்டாமல் வாழ்கின்றன.

பொதுவாக வாலில்லாக் குரங்குகள், கூட்டமாகச் சேர்ந்தே வாழ்கின்றன. ஒரு குரங்கு தாக்கப் படும்போது குரங்கு அனைத்தும் கூட்டமாகச் சேர்ந்து எதிர்க்கின்றன. தாக்கப்பட்ட குரங்குக்குப் பிற குரங்குகள் முதலுதவி செய்கின்றன. சிறுத்தை, புலி போன்ற விலங்குகளைக் குரங்குகள் பார்க்கும்போது, குறிப்பாக லங்கூர் மற்றும் மக்காக்காக்களைப் பார்க்கும்போது எச்சரிக்கை ஒலி எழுப்புகின்றன. இவ்வகை ஒலியைக் கொண்டு வேடர்கள் புலியின் இருப்பிடத்தை எளிதில் கண்டு கொள்வர். பல குரங்குகளிலும், மனிதக்குரங்குகளிலும் கோரைப்பற்கள் நன்கு வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. இப்பற்கள் ஆண் குரங்குகளில் மிகை வளர்ச்சி பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. ஒரு பெண் குரங்கோடு ஆண் குரங்கு இனப் பெருக்கத்திற்காக இணையும்போது, ஆண் குரங்குகளுக்கிடையே போட்டி வரும். அப்போது வரும் சண்டையில் வெற்றி பெற இப்பல் தேவைப்படுகிறது.

குரங்குகள் ஒலி எழுப்பியே செய்தியைப் பரப்புகின்றன. அவை எழுப்பும் ஒலி சினம், மகிழ்ச்சி, அச்சம் போன்றவற்றை வெளிப்படுத்தும். முகமே சில நேரங்களில் உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்தும். ஆண்டின் எந்தக் காலத்திலும் இனப்பெருக்கம் நடக்கலாம். பொதுவாக வாலில்லாக் குரங்குகளும், குரங்குகளும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பெண் குரங்குகளோடு உறவு கொண்டே வாழ்கின்றன. இவை பெரும்பாலும் ஒரே ஒரு குட்டியைத்தான் ஈனுகின்றன; ஆனால் சிலநேரத்தில் இரட்டைக் குட்டிகளையும் ஈனுகின்றன. பிறந்தது முதல் குட்டிகள் தாயின் உடலோடு ஒட்டிக் கொண்டும் தாயின் மார்பகத்தையும் அடிவயிற்றையும் தம்முடைய கை, கால்களால் பிடித்துக் கொண்டும் பாதுகாப்பாக உள்ளன. நீண்ட வால் லெமூர் தன்னுடைய வாலின் உதவியால் குட்டியைத் தன்னுடைய அடிவயிற்றில் கட்டிக்கொள்கிறது. எனவே குட்டிகள் தாயை விட்டுப் பிரிந்து இருப்பதே இல்லை. கிப்பன் எனப் படும் குரங்குகள் தம்முடைய குட்டியை இரண்டு வயது ஆகும் வரை தன் உடலோடு இணைத்தே வைத்துள்ளன. இக்குட்டிகள் இரண்டு வயதுவரை தாய்ப்பால் தவிர எதையுமே உண்பதில்லை. நன்கு வளர்ச்சியடைந்த குரங்குகள், கூட்டமாக இரை தேடுகின்றன. காண்க, கிப்பன்.

- வ. சந்திரமோகன்

குரங்கு மனிதன்

காண்க; மனிதக் குரங்கு

குரல் அடைப்பு

குரல்வளையிலிருந்து தோன்றுகிற ஒலி, முழுதும் ஒலியின்றியோ ஒலியில் மாற்றம் ஏற்பட்டு மிக மென்மையாகவோ கரகரப்பாகவோ தோன்றலாம். இதற்கு, குரல் நாண்களின் ஒழுங்கான விறைப்புத் தன்மையும் அவற்றின் அசையும் தன்மையும் பாதிக்கப் பட்டுள்ளமையே முக்கிய காரணம். தீவிரக் குரல்வளை அழற்சி, குரல்வளைக் காசநோய், குரல் நாண்களிடையே எலும்பு, பொத்தான், ஊக்குப் போன்ற வேற்றுப் பொருள் சிக்கியிருத்தல் ஆகியவை குழந்தைகளிடையே காணப்படும் குரல் அடைப்புக்கு (aphonia) முக்கிய காரணங்கள் ஆகும்.

மிகுதியும் உணர்ச்சி வயப்படும் பெண்களுக்குக் குரல்வளை அழற்சியின்போது முதலில் குரல் ஒலி கரகரப்பாக மாறி, பிறகு ஒலியே முழுதும் குறைந்து விடும். இது ஒரு வகை மனநோய்.

குரல்வளையில் நோயே இல்லாத நிலையில் சில பெண்களுக்கும், விருப்பமற்ற சூழ்நிலையில் பள்ளி விடுதிகளில் தங்கியிருக்கும் மாணவர்களுக்கும் மனச் சஞ்சலம் காரணமாகத் திடீரென ஒலி முழுமையாக இல்லாமற் போய்விடும். ஆய்வில் காணும்போது குரல் நாண்கள் சரியாக அசையாதிருக்கலாம். ஆனால், இருமும்போது அனைத்து அசைவுகளும் சரியாக இருக்கும். திடீரெனக் குரல் ஒலி போனது போல், திடீரெனத் திரும்பவும் குரல் ஒலி சரியாகிவிடும். இதற்கு மனநோய் மருத்துவரின் அறிவுரை தேவை.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரல் நடுக்கம்

குழந்தைகளின் குரல்வளை சிறியது. நிணநீர் அதிகமுடையது; தசையும் நரம்பும் எளிதில் தூண்டப்படுவன; ஆகவே சிறிதே குரல்வளை அழற்சி தோன்றினாலும் தாக்கம் மிகையாகும். வைரஸ் நுண்ணுயிர் நோயால் அழற்சி வரலாம். முதலில் சிறு தொண்டைப் புண்ணாகத் தோன்றிப் பின்னர் இருமல், காய்ச்சலுடன் குரல் கம்மிவிடும். இருமினாலும் சளியை வெளியேற்றக் குழந்தைக்குத் தெரியாது. விரைவில் குரல் நாண்கள் சிவந்து, வீங்கி, சுவாசிப்பதில் மிகவும் கடினம் தோன்றும். குரல் நாண்களில் இசிவு ஏற்பட்டுக் காற்று உள்ளே வரவும் வெளியேறவும் முடியாமல் குழந்தை துன்பப்படும். சுவாசிக்கும் போதெல்லாம் கழுத்திலும் மார்பிலும் குழியாகத் தோன்றும். தொண்டை அடைப்பான் நோயா அல்லது குரல் வளையில் வேற்றுப்பொருள் சிக்கியுள்ளதா என்பதைத் தெளிவுபடுத்திக் கொள்ள வேண்டும். குரல் நடுக்கம் (laryngismus stridulosa) காய்ச்சலில்லாமலேயே ஏறத்தாழ 4-10 வயதுக் குழந்தையிடம் தோன்றும்.

சத்துணவில்லாத, உடல் நலம் குன்றிய, வைட்டமின் சத்துக் குறைந்த குழந்தைகளிடம் இதைப் பெரும்பான்மையாகக் காணலாம். இரத்தத்தில் கால்சியம் குறைந்திருப்பதால் குரல் நாண்கள் இசிவு அடைகின்றன. இதற்குக் கால்சியமும் வைட்டமின் D யும் குறைவே காரணம். குரல்வளை விறைப்பின்றித் தொய்வாக இருந்தாலும் குரல் நாண்கள் உள்ளே உறிஞ்சப்படுவதாலும் குரல் நடுக்கம் வரலாம். நன்றாகத் தூங்கிக் கொண்டிருந்த குழந்தை திடீரென்று காகம் கத்துவதைப் போன்ற ஒலியுடன் மூச்சுத்திணறலுடன் எழுந்து உட்கார்ந்து துன்பப்படும். உடல் நீலமாக மாறும்; கை, கால், விரல்கள் விறைத்து நிற்கும். முதல் உதவியாக முகத்தில் குளிர்ந்த நீரை நன்கு தெளித்து நாக்கை வெளியே இழுத்து உடலெங்கும் நன்றாகத் தடவிவிட வேண்டும்.

- டி. எம். பரமேஸ்வரன்

குரல் நாண்

குரல்வளையின் உட்பகுதியைக் குரல்வளை அறை எனலாம். அதன் இரு பக்கச் சுவர்களிலும் படுக்கைத் தளத்தில் இரண்டு மடிப்புகள் உள்ளன. இவை தைராய்டு குருத்தெலும்பின் உள்ளே இருப்பவை. இரண்டு மடிப்புகளுள் மேல் மடிப்பு போலி நாண், கீழ்மடிப்பு குரல் நாண். குரல்வளையை மேலிருந்து உள்ளே பார்க்கும்போது ஒரு வட்டக்குழாயின் இரு பக்கங்களிலிருந்து இரண்டு மடிப்புகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்றாக இருப்பதைக் காணலாம். கீழ் மடிப்பான குரல் நாண் போலி நாணை விட அதிகமாக உள்ளே புடைத்திருக்கும். ஆகவே, குரல்வளையின் உள்ளே வலம், இடம் என இரு போலி நாண்களும் அவற்றின் கீழே வலம், இடம் என இரு குரல்நாண்களும் உள்ளன.

குரல் நாண்கள் தைராய்டு குருத்தெலும்பின் நடுப்பகுதியில் உள்ளன. குருத்தெலும்பின் முன் மடிப்பின் உட்பகுதியில் குரல் நாண் முனை உள்ளது. இரு குரல் நாண்களின் முன் முனை இதில் இணைந்திருக்கும். குரல் நாண்களின் பின் முனைகள் தனியாகப் பிரிந்திருக்கும். அரிட்னாய்டு குருத்தெலும்புத் தசைகளின் செயலால் குரல்நாண்களின் பின் முனைகள் ஒன்றை ஒன்று நெருங்கவும் விலகவும் முடியும். சுவாசம் இருக்கும்போது இரு நாண்களுக்கும் இடையே Λ போன்ற இடைவெளி இருக்கும்.

இரு நாண்களும் நெருங்கி விறைப்புடன் அதிரும் போது குரல் எழுகிறது. பேசும்போது வெளிவிடும் மூச்சுக் காற்றின் அழுத்தம் இதற்கு உதவுகிறது. கடின வேலை செய்ய அல்லது பளு தூக்க மூச்சை அடக்குவது இயல்பு. அப்போது குரல் நாண்கள் நெருங்கி இணைந்து காற்று வெளியே செல்லாமல் இருக்க உதவுகின்றன.

குரல் நாண்களின் இருப்பிடத்தை வைத்துக் குரல்வளை அறையை நாண்மேற்பகுதி, நாண் பகுதி, நாண் கீழ்ப்பகுதி என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். போலி நாண்களுக்குக் குரல் எழுப்புவதில் பங்கு இல்லை. ஆனால் பழக்கத்தால் குரலை மாற்ற முயன்று, நடிகர், வணிகர் ஆகியோர் போலி நாண்கள் மூலமும் குரல் எழுப்புவர். அந்த ஒலி கடினமாகவும் கரகரப்பாகவும் இருக்கும்.

இனியகுரல், குரல்நாண்களில்தான் உண்டாகும். குரல்நாண்கள் நெருங்கிக்

கொள்வதால் உணவுப் பொருள் அல்லது குடிக்கும் நீர்மம் குரல் வளையினுள் செல்லாமல் தடுக்கப் படும். கணீரென்ற குரல் தோன்ற, குரல் நாண்களின் விளிம்பு ஒழுங்காகவும் அவற்றின் விறைப்பு முழுமை யாகவும் இருக்கவேண்டும்.

குரல்நாணில் சதைப் புற்றுநோய் அல்லது பாரிசம் இருந்தால் குரல் கரகரப்பாகவோ மிகவும் மென்மையாகவோ மாறிவிடும். முதியோரின் குரல் நாண்கள் கனமாகவும் தளர்ந்தும் இருப்பதால் குரலில் நடுக்கம் உண்டாகிறது. அவர்களால் தொடர்ந்து குரல் எழுப்ப இயலாது.

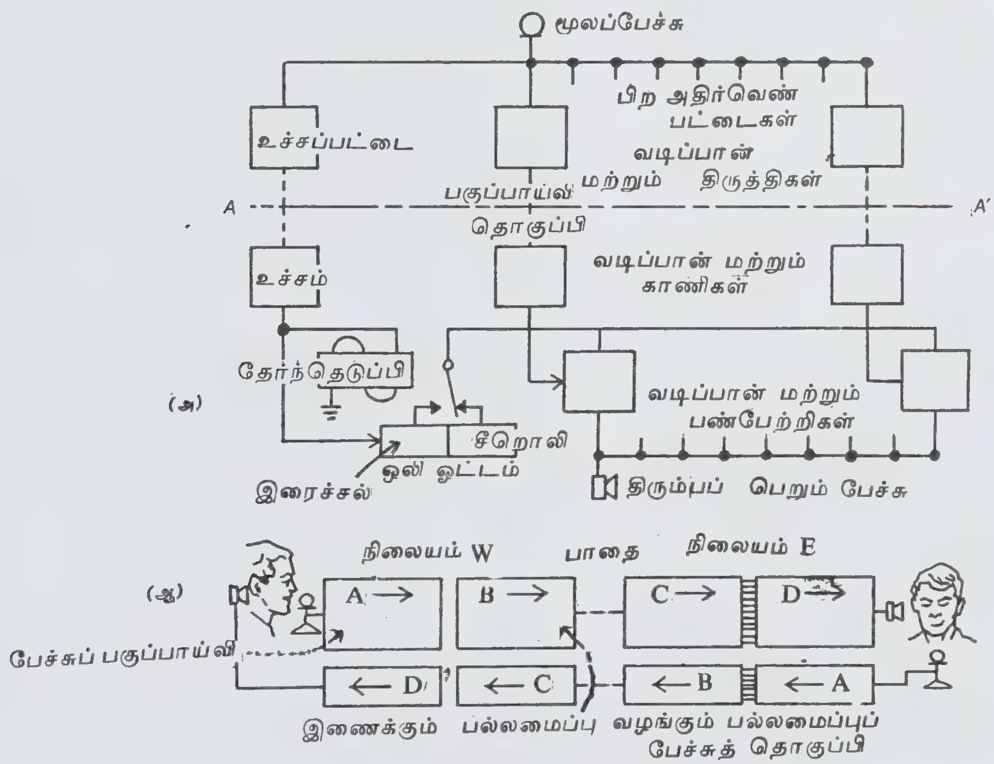
- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரல்முறைத் தொடுப்பி

பகுப்பாய்வின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்படும் இயங்கு நியமங்களுக்கு ஏற்ப, பேச்சைத் தொகுத் தளிப்பதற்குப் பயன்படும் மின்னணுவியல் கருவியின் அமைப்பே குரல் முறைத் தொடுப்பி (vocoder) ஆகும். தொலைபேசியின் மின்னியில், ஆற்றல்மாற்றம் நடைபெறும். பேச்சு வரைவியின் (phone-graph) மின்னியில் பதிவு இடம் பெறும். குரல்முறைத் தொடுப்பியின் மின்னியில் உருவாக்கல் இடம் பெறும்.

தொலைபேசியிலும் பேச்சு வரைவியிலும் அலை வடிவம், பெருமளவில் பாதுகாக்கப்படுகிறது. குரல் முறைத் தொடுப்பியில் அது புதிதாக உருவாக்கப் படுகிறது. தொலைபேசியில் பேசுவது அப்படியே திரும்பக் கேட்கப்படுகிறது. பேச்சு வரைவியில் பேசும் குரல் பதிவு செய்யப்படுகிறது. பேச்சுப் பகுப்பாய்வு, தொகுத்தளிப்பு ஆகியவற்றின் பண்பு களின் அனுகூலங்களைப் பயன்படுத்தும் பொருட்டு டட்லி 1936 ஆம் ஆண்டு குரல்முறைத் தொடுப் பியை உருவாக்கினார்.

முதல் குரல்முறைத் தொடுப்பி 10:1 விகிதக் குறைப்பிற்கு வடிவமைக்கப்பட்டது. 3000 ஹெர்ட்ஸ் தொலைபேசிப் பாதை 10 செய்திகள் அனுப்புதற்கு உதவியது. தொலைபேசி பயன்படும்போது துணைப் பாதைகளின் குறிப்புகள், நன்கு அறியப்பட்ட அலைவெண் அல்லது காலப்பிரிப்பு முறைகளால் திரட்டப்பட்டு, பொதுப்பாதையில் செலுத்தப்படு கின்றன குரல் பாதையில் பத்திற்குக் குறைவான நன்கு வேறுபடும் அலகுகள் இடம் பெறுதல், ஒரு



படம் 1. குரல்முறைத் தொடுப்பியின் பயனீடுகள்

(அ) பொதுப்பயனீட்டிற்கான பாதைத்தொடுப்பி (ஆ) இருவழித்தொலைபேசிக்கான தொடுப்பியின் அமைப்பு முறை

நொடிக்குப் பத்திற்குக் குறையாமல் அவை வேறுபடல் ஆகியனவை இதன் காரணிகளாகும். சராசரி மனிதன் பேசும் வேகம் நிமிடத்திற்கு 150 சொற்கள் ஆகும். எளிய முறைகளில் 100 ஹெர்ட்ஸ் அலை வரிசைகளில் இது செலுத்தப்பட இயலும். பேச்சு ஒலியை உணர்ந்து கொள்ளும் குரல்முறைத் தொடுப்பி இத்தகைய அலைவெண் வரிசையில் எளிதில் செயல்படும்.

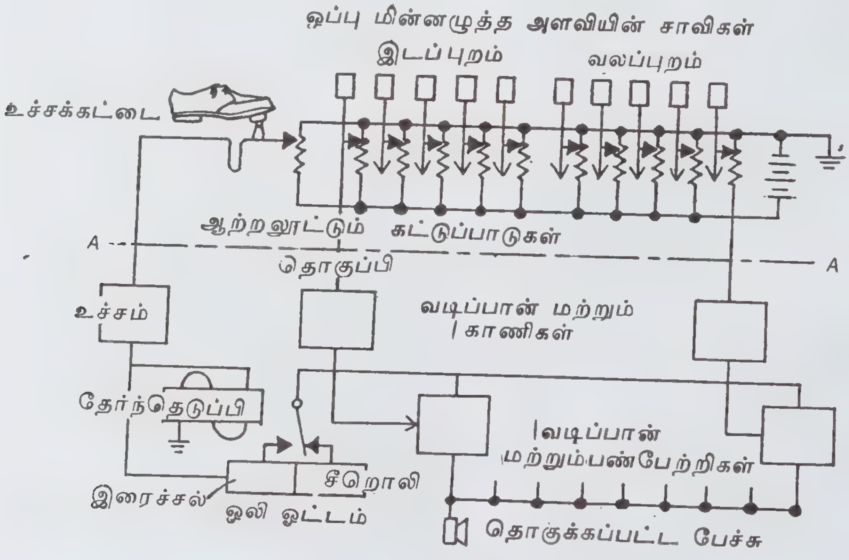
அலைவெண் வரிசையில் எஞ்சியதைக் கணக்கில் கொண்டாலும் எளிய தொலைபேசிப் பயனீடுகளில் குரல்முறைத் தொடுப்பி சிக்கனமானதன்று. ஏனெனில் இது விலை மிக்கது. அகல அலை வரிசைகள், குறிப்பாகத் துடிப்புக் குறிப்புச் செலுத்தல் வளர்ச்சி பெற்ற பின்னர் அவ்வலைவரிசையின் செலவு குறைந்து விட்டது. மேலும் குரல்முறைத் தொடுப்பி திரிபுகளை உருவாக்குகிறது.

பகுப்பாய்விலிருந்து குரல்முறைத் தொடுப்பியின் பேச்சு நியமம் (standard) காது கேட்கக் கூடிய வேகத்திற்குக் கீழ்ப்பட்டதே ஆகும். கேளாத வேகம் பேச்சு நியமங்களைப் புரியாததாக்குகிறது. பேச்சு உற்பத்தி, தோற்றம், செலுத்தலின் அனைத்துக் காரணிகளையும் இத்தொடுப்பி பிரித்துக் கட்டுப்படுத்துகிறது. ஆற்றல் மூலத்தின் வகைகள், ஆற்றல், அழுத்தம், உச்சம் (pitch), உள்விலகல், காலம் இவற்றின் மாறுபாட்டு விகிதம், பேச்சின் தோற்றம், உருவாக்கியின் விளைவு ஆகியவை இதில் அடங்கும்.

பேச்சின் அனைத்துக் கூறுகளையும் படிக்கவும் புரிந்து கொள்ளவும் புதிய திறன் வாய்ந்த முறைகள் அளிக்கப்படுகின்றன. இம்முறைகள் ஆய்வு, கல்வி, பொழுதுபோக்கு, உச்சரிப்பு, பேச்சியல், மொழி, உளவியல், உடலியல், மருந்தியல் ஆகிய துறைகளிலும் ஏனைய பேச்சுத் துறைகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தொடுப்பி, பேச்சைக், பேச்சுக் குறிப்பாக மாற்றவும், பின்னர் அக்குறிப்புகளைப் பேச்சாக மாற்றவும் நடைபெறும் இரு கட்டச் செயல்பாட்டுப் பண்பு கொண்டது. தொடுப்பியின் கோட்பாடு மட்டுமே இந்தப் பகுப்புத் தொகுப்புச் செயல் முறைகளில் தனித்தோ, இணைந்தோ உட்படுகிறது.

குரல் தொடுப்பிப் பகுப்பாய்வியுடன் ஒரு சிறந்த கருவி உருவாக்கப்பட்டு இணைந்து செயல்படுத்தப்பட்டால், தொலைபேசியின் எண்வட்டு (dial), குரல் தட்டச்சு மற்றும் அனைத்துக் குரல் கட்டுப்பாட்டுத் தானியங்கும் கருவிகளின் இயக்கத்தையும் அறிய உதவும். ஓடர் என்னும் அக்கருவி 1939 இல் நியூயார்க்கிலும் சான்ஃபிரான்சிஸ்கோவிலும் உருவாக்கப்பட்டது. பயிற்சி பெற்ற தொலைபேசி இயக்குநர்கள் சாவிகளை அமுக்கி, கேட்கக்கூடிய பேச்சை உருவாக்கினர். தானியங்கு குரல் கட்டுப்பாட்டினால், தொழில் நுட்பத்தில் மற்றுமொரு முன்னேற்றத்தை உருவாக்கலாம்.

குறியீட்டுச் செய்தி முறை (coding). இது செய்தி செலுத்தும் பொறியாளர் மூலச் செய்தியின் குறிப்பு வடிவை மாற்றி, செய்தி செலுத்தலைக் குறிக்கும். ஒரு மனிதனின் பேச்சில் இத்தகைய மாறுதல் மீண்டும் மீண்டும் ஏற்படுகிறது. இது இயல்பாக வருவது. ஒரு பேச்சாளர் ஒரு கருத்தை, கேட்போரின் மனதில் பதிய வைக்க விரும்புவதாகக் கொள்ளலாம். குறியீட்டுச் செய்தி முறையில் மொழி மாற்றம்,



படம் 2. தொடுப்பித் தொகுப்பியுடன் அமைக்கப்பட்ட குரல்முறைத் தொடுப்பியின் திட்டப்படம்

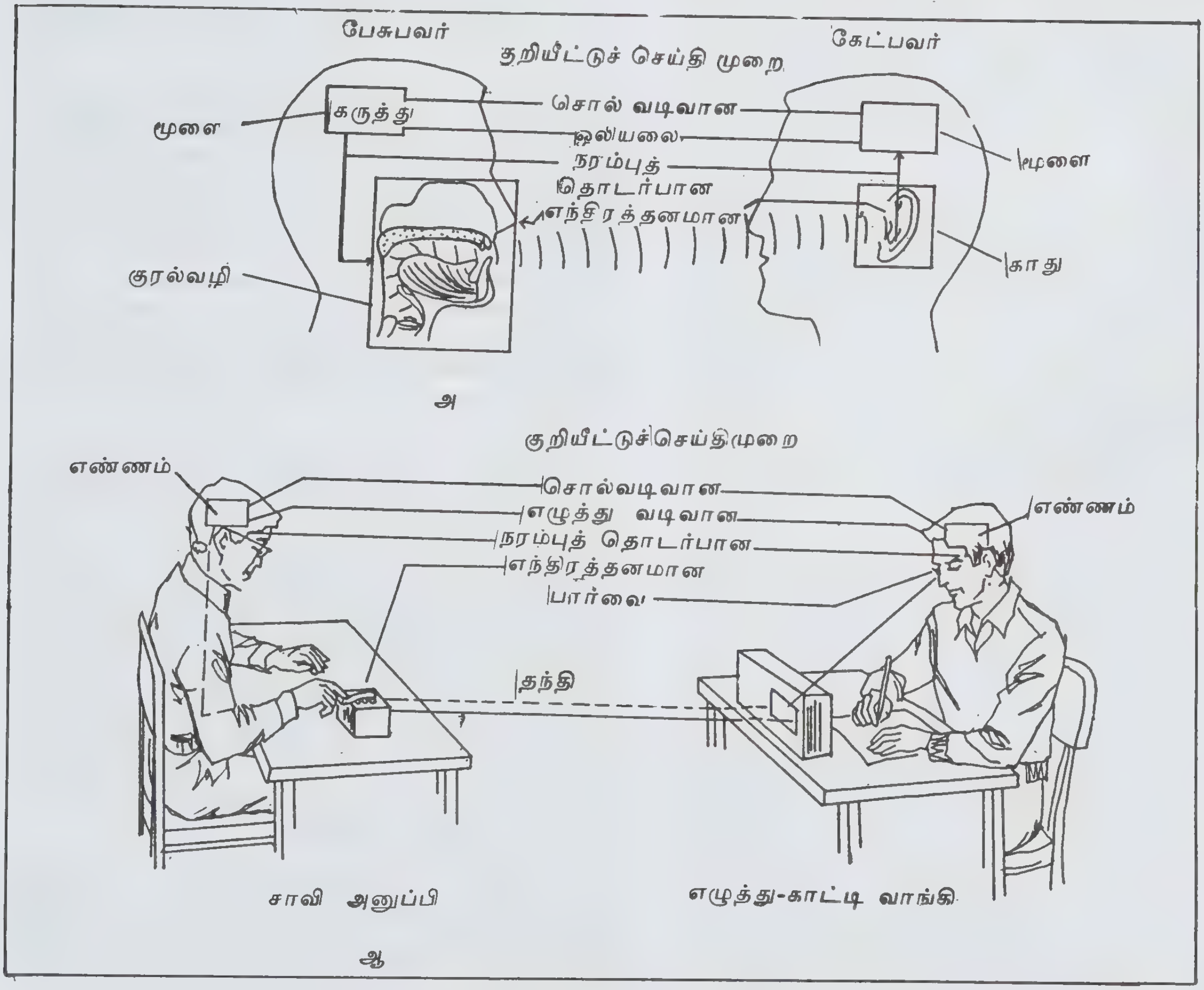
இலக்கண மாற்றம், உச்சரிப்பு மாற்றம் எனப் பலவகை அடங்கும்.

உடல் பகுதிகள், குரல் வழி (vocal tract) உட்பட இதில் பங்கு பெறுகின்றன. இவ்வாறாக மனிதரின் வாயிலிருந்து வெளிப்படும் குரல் அலைகள் அவர் கருத்தின் குறியீட்டுச் செய்திமுறையாகும். இச்செய்தி, கேட்போரின் செவிப்பறையில் மோதுகிறது. அதன் நகர்வால் தசை ஏற்றமும் பின்னர் நரம்பேற்றமும் நடைபெறும். அவை மூளை ஏற்றமாக உருவெடுக்கின்றன.

பேசியவரின் கருத்துகள் இடையில் நடைபெறும் ஏற்றங்களில் உருவான திரிபுகள் மற்றும் கேட்போரின் உளவியல் காரணிகளுக்கேற்ப அவர் மனத்தில் பதிகின்றன.

பேசுபவர் எழுத்து, தட்டச்சு, தந்தியைப் போன்று கையாலும் செய்தியைத் தெரிவிக்கலாம். இங்கு உச்சரிப்பு அல்லது எழுத்துகளின் வழியாகக் குறிப்புமொழி ஏற்றம் நடைபெறுகிறது. இதனால், பேச்சு எழுத்து ஆகியவை ஒரே மொழியின் இரண்டு கூறுகள் எனவும், தனியானவை அல்ல என்றும் தெளிவாகிறது. பேச்சுத்தொடங்கிய பின்னர் மனிதரிடம் குறிப்பாக அவர் மூளையில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்கள் உருவாகியுள்ளன என்பதும் புலனாகும்.

மொழி என்பது செய்தித்தொடர்பின் இரண்டாம் கூறேயாகும். முதல் கூறு கருத்துகளை உருவாக்குதலே ஆகும். அது நினைவு, மனப்பாங்கு, விருப்பம், உளவியல் செயல்பாடுகளைப் பொறுத்தது. ஆகவே செய்தித் தொடர்பு, பேச்சு, எழுத்து



படம் 3. பேச்சுத் தொடர்பின் குறிப்புக் கட்டங்கள்

அ. வாய்ப்பேச்சு ஆ. உடலியல் பேச்சு

அல்லது இரண்டும் கலந்தது எதுவாக இருப்பினும் அதைத் தானியங்கச் செய்யக் குரல்முறைத் தொடுப்பிக் கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்துவர்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

குரல் வளை

பேச்சு, சிரிப்பு ஆகியவற்றைத் தெளிவாக வெளிப்படுத்த குரல் அடிப்படைத் தேவை. இந்தக் குரல் ஒலி உண்டாகும் உறுப்பு குரல்வளை; இது ஐந்து முக்கிய குருத்தெலும்புகளால் ஆனது. இது கழுத்தின் முன்னே முந்திரி போல் அல்லது கேடயம் போல் தெரியும். தைராய்டு குருத்தெலும்பு, வளையம் போன்ற அமைப்புள்ள ஒரு குருத்தெலும்பு, முக்கோண வடிவமுள்ள இரண்டு அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்புகள் வலம், இடம் என உள்ளன. வாழை இலை அல்லது நாக்குப் போன்ற எப்பிசிளாட்டிஸ் ஒன்றுள்ளது.

முதல் மூன்று வகைக் குருத்தெலும்புகள், ஒன்றுடன் ஒன்று தசையாலும், நார்த் தசையாலும் மூட்டுகளாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தைராய்டு எலும்பின் அடிப்பகுதியில் இணைந்திருக்கும் கிரிக்காய்டு எலும்பின் முன்பகுதி மேலே உயரும்போது அதன் பின்பகுதி கீழ் நோக்கி இறங்குகிறது. இதனால் குரல் நாண்கள் மிகவும் விறைப்பாகின்றன. இவ்வாறு அரிட்டினாய்டு குருத்தெலும்புகள் உட்பக்கமாகவும் வெளிப்பக்கமாகவும் திரும்பும்போது குரல் நாண்கள் இரண்டும் நெருங்கியும் அகன்றும் செயல்படுகின்றன.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரல் வளை அகநோக்கி

காண்க: குழல் அக ஆய்வி

குரல்வளை இசிவு

பகலில் நன்றாக விளையாடிவிட்டு இரவில் தூங்கச் சென்ற குழந்தை திடீரென்று காகம் கரைவது போன்ற சத்தத்துடன் மூச்சிழுப்பு ஏற்பட்டு, கைகால் இழுத்து வலிப்புடன் துன்பப்படும். குழந்தை வேகமாக மூச்சு விடுவதால் இரத்தத்தில் அமில ஆற்றல் குறைந்து விடுகிறது. இதனால் கால்சியச் சத்தின் அளவு குறைந்து நாண் துடிப்பு ஆற்றல் கூடி விறைத்து விடுகிறது. வைட்டமின் A,D. கால்சியம் சத்துக் குறைவினாலும் இவ்வாறு குரல்வளை இசிவு ஏற்படுகிறது. இது பெரும்பாலும் ஊட்டச்சத்துக் குறைந்த 2-4 வயது குழந்தைகளுக்கு ஏற்படும்.

மருத்துவம். முகத்தில் குளிர்ந்த நீரைத் தெளித்தால் நலமாகிவிடும். கால்சியம், வைட்டமின்கள் ஆகியவை நல்ல குணம் தரும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரல்வளைக் கழலைகள்

குரல்வளைப் படலத்திலிருந்து கழலைகள் மிகுதியாக உருவாகின்றன. படலத்தின் அடித் திசுக்களிலிருந்து வருபவை மிகக் குறைவு.

புற்று அல்லாத கழலைகள். நீர் விழுது கழலைகள் ஒடுங்கியோ அகன்றோ இருக்கலாம். குரல்நாண்களின் முன் முனைப்பகுதி அல்லது முன்பாதியில் எங்காவது தோன்றலாம். போலி நாண்களில் தோன்றுவது அரிது. பெண்களைவிட ஆண்களிடம் இரு மடங்கு மிகுதியாகக் காணப்படும். குரல் நாணின் உட்பகுதியில் தோன்றினால் குரல் கரகரப்பாக இருக்கும். சுவாசம் இழுக்கும்போது மூச்சுக்குழாயின் பக்கம் ஒடுங்கி மேலும் கீழும் அசையும் தன்மை உள்ள கழலை உள்ளே இழுக்கப்படுகிறது. பேசும்போது குரல்நாணின் மேற்பகுதியில் காணப்படும்.

மருத்துவம். குரல்வளை அகநோக்கியைக் கொண்டு கழலையத்தை அகற்றி, திசுப் புற்று நோயா என்பதைக் காண வேண்டும்.

பல பேப்பிலோமா - செதில் தசைகள். இது புற்று நோய் அன்று. பெரும்பாலும் குழந்தைகளின் குரல் நாண்களிலும் போலி நாண்களிலும் தோன்றும். இது ஒரு வைரஸ் நோய். சிறிதும் பெரிதுமாகப் பல வகை அளவுகளில் பல செதில் தசைகள் இருக்கும். குரல் கரகரப்பாகத் தொடங்கிப் பிறகு குரலே எழாத அளவும் முற்றி விட வாய்ப்புண்டு. அப்போது மூச்சை உள்ளே இழுக்கவும் வெளியே விடவும் கடினமாக இருக்கும்.

மருத்துவம். குரல்வளை அகநோக்கி வழியாகக் குரல் நாண்கள் காயமாகாத வண்ணம் அகற்ற வேண்டும். மருந்து தடவலாம்; மிகை ஒலி அதிர்வு மூலமும் இதை அகற்றலாம். எக்ஸ் கதிர் பாய்ச்சுவது ஏற்றதன்று.

குரல் நாண் நார்த்தசை அல்லது நரம்பு-நார்த்தசை. குரல் நாணில் துளி இரத்தக்கசிவு ஏற்பட்டு, அது உறைந்து கட்டியாகி இவ்விதத் தசைகள் தோன்ற

லாம். குரல் கரகரப்பு முக்கிய அறிகுறியாகும். அக நோக்கி மூலம் இதை அகற்றி விடலாம்.

காண்ட்ரோமா. இது குரல்வளை அல்லது மோதிரம் போன்ற கிரைக்காய்டு குருத்தெலும்பில் தோன்றும். கரகரத்த குரலும் மூச்சிரைப்பும் இருக்கும். அறுவைசெய்து அகற்றுதல் நல்லது. இரத்த நாளங்கள், தசை, கொழுப்பு இவற்றிலிருந்தும் கழலைகள் வரலாம்.

- டி. எம். பரமேஸ்வரன்

குரல் வளைத் திறப்பு

வெளிப்பொருள்கள் திடீரெனக் குரல்வளையில் சிக்கினால் குரல்வளை அடைபட்டு மூச்சுத்திணறல் ஏற்படும். உடனே அறுவை செய்யவேண்டும். தைராய்டு குருத்தெலும்புக்கும் கிரைக்காய்டு குருத்தெலும்புக்கும் இடையே இருப்பது, கிரிக்கோ தைராய்டு சவ்வு. ஒரு கூர்மையான கத்தியால் இந்தச் சவ்வைக் குறுக்காக அறுத்து அந்தத் துளை வழியாக ஒரு பட்டையான குழாயைச் செலுத்தினால் காற்று நுரையீரலுக்குத் தடையின்றிப் போகும். இந்தக் குரல்வளைத் திறப்பு, எதிர்பாராமல் தோன்றினாலும் வல்லுநர் உதவியுடன் உடனே சுவாசக் குழல் திறப்பு அறுவையைச் செய்ய வேண்டும்.

- டி. எம். பரமேஸ்வரன்

குரல்வளைப் பிதுக்கம்

இது குரல் நாண்களுக்கும் போலி நாண்களுக்குமிடையே உள்ள வெண்ட்ரிக்கிள் என்னும் பகுதி பிதுங்கி, குரல்வளைக்குள்ளேயோ, வெளியேயோ தெரியுமாறு தோன்றுகிற காற்றுப்பை (airsac) ஆகும். சில சமயம் இரு பக்கமும் இது தோன்றலாம். குரங்குகளுக்கு இந்தப் பைகள் இயற்கையாகவே உள்ளன.

காற்றை அழுத்தமாக ஊதும் இசைக்கருவிகளாகிய நாதஸ்வரம், ஊதுகொம்பு இவற்றை ஊதுவோரிடமும் கண்ணாடித் தொழிற்சாலையில் உருக்கிய கண்ணாடியில் காற்றை அழுத்தமாகக் குழல் வழி ஊதிப் புட்டி செய்யும் தொழிலாளர்களிடமும் இப்பைகள் மிகுதியாகத் தோன்றுகின்றன.

இதில் மூன்று வகை உள்ளன. முதல் பை குரல்வளையின் உள்ளேயே இருப்பது. குரல்வளை அகநோக்கி வழியாக இதை எடுத்துவிடலாம். இரண்டாம் பை, தைராய்டு குருத்தெலும்பிற்கும் ஹையாடு எலும்பிற்கும் இடையே உள்ள சவ்வு வழியாகப் பிதுங்கித் தொண்டைத் தசை வழியாக வெளியே கழுத்தில் புடைப்பாகத் தெரிவது.

மூன்றாம் வகை, குரல்வளையின் உள்ளேயும் வெளியேயும் தோன்றுவது. இரண்டாம் வகைப் பையை விரலால் அமுக்கினால் காற்று உள்ளே சென்று பை சுருங்கிவிடும். விரலை எடுத்தால் மீண்டும் புடைக்கும். இவர்களுக்குக் குரலில் சிறிது மாற்றமிருக்கும். தொண்டையில் காற்றை அழுத்தமாக வைத்திருந்து எக்ஸ்கதிர்ப்படம் எடுத்தால் பிதுங்கிய பையினுள் காற்று இருப்பது தெரியும்.

மருத்துவம். கழுத்து வழியாக அறுவை செய்து அகற்றினால் குரல் முன்புபோல் சரியாகிவிடும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரல்வளைப் பிறவிக் கோளாறுகள்

இவை, பிறப்பிலேயே குரல்வளையின் வாய்ப்பகுதி சுருங்கி இருத்தல், தளர்ந்த குரல்வளை, பிறப்பிலேயே குரல்நாண்களிடையே சவ்வு படர்ந்திருத்தல், குரல்வளையின் தந்துகி சிறுதசைகள் ஆகியவற்றால் உண்டாகின்றன.

பிறக்கும் போதே குரல்வளைமூடி குழல் போலச் சுருங்கியிருக்கும். அதனால் குரல்வளை வாய் அகலம் சுருங்கி விடுவதுடன் உள்ளேயும் இழுக்கப்படுகிறது. எப்பிகிளாட்டிஸ் இரண்டு நாக்குகளாக இருக்கலாம். இதனால் எந்தத் தீங்கும் இல்லை.

தளர்ந்த குரல்வளை (laryngo malacia). குரல்வளைத் திசுக்கள், குருத்தெலும்பு, தசைகள் ஆகியவை தளர்ந்து உறுதியில்லாமல் இருப்பதால், மூச்சை உள்ளிழுக்கும்போது குரல்வளையும் உள்ளே இழுக்கப்படுகிறது. குழந்தை பிறந்த உடனேயே இதன் அறிகுறிகள் தெரியும். 'கீச்' என்னும் ஏக்கக் குரலுடன் கழுத்தின் அடிப்பகுதி, மார்பு, வயிற்றின் மேல்பகுதி இவை உள்ளே இழுக்கப்பட்டுக் குழிவாகத் தெரியும். உயிருக்குத் தீமையில்லாவிட்டாலும், குழந்தை மூச்சுவிடத் திணறும். ஆறு மாதம் அல்லது ஓர் ஆண்டில், குழந்தை வளர வளரத் திசுக்களின் திண்மை அதிகரிக்கும்போது நோயும் குணமாகிவிடும். வைட்டமின் சொட்டு மருந்து கொடுத்தால் போதும்.

குரல் நாண்களிடையே முன் முனையின் பாதிப் பகுதியில் குறுக்காக நார்த்திசுக்களால் ஆன சவ்வு ஒன்று படர்ந்திருக்கும். நாண்களிடையே இது முழுதும் படர்ந்திருந்தால் பிழைப்பது அரிது. குரல் கரகரப்பாக இருப்பதுடன் மூச்சுவிடுவதும் கடினமாக இருக்கும்.

குரல் நாண்களுக்குக் கீழ்ப்பகுதியில் தந்துகிச் சிறு தசைகள் ஆங்காங்கே இருக்கலாம். கன்னம், உதடு, நாடிப்பகுதிகளிலும் இருக்கலாம். குரல் கரகரப்பாக இருக்கும். இவை தாமாகவே சுருங்கிக் காலப் போக்கில் மறைந்துவிடும்.

பிறவியிலேயே குரல் வளையின் அருகே பை போன்ற நீர்க்கட்டி (laryngeal cyst) இருக்கும். இதனால் குரலில் மாற்றமிருக்காது. மூச்சுவிடுவதிலும், பால் உறிஞ்சுவதிலும் கடினமிருக்கும். இதற்கு விரைவில் அறுவை செய்தல் வேண்டும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரல் வளைப் புற்றுநோய்

மது, சீழ்ப் புண், கிரந்தி, காரம், அதிர்ச்சி, புகை பிடித்தல் ஆகியவற்றால் குரல்வளைப் புற்றுநோய் (larynx carcinoma) வரும். ஆண்களில் 90%உம் பெண்களில் 10%உம் இப்புற்று நோயால் துன்புறுகின்றனர்.

சிகரெட், மகிழுந்து (car), பேருந்து, எந்திரப் புகையிலுள்ள நீரகக் கரிமம் புற்று நோய்க்கு அடிகோலுகின்றன. பெரும்பான்மையாக வரும் ஸ்கோமஸ் கார்சினோமா, குரல் நாண்களின் விளிம்பு, மேல் பகுதி, அடிப்பகுதி ஆகிய இடங்களின் நடுப்பகுதி அல்லது முன் முனைப் பகுதிகளில் தோன்றி இருபக்கமும், திசுக்களின் உள்ளேயும் பரவக்கூடும்.

குரல் கரகரப்பே இந்நோய்க்கான அறிகுறியாகும். செதில்கள் உதிர்ந்து புண்ணாகவோ, தசையாகவோ வளர்ந்து தோன்றலாம். மிகுதியாக வளர்ந்திருந்தால் குரல் கரகரப்புடன் மூச்சிழுப்பும் இருக்கும். அக ஆய்வி மூலம் பார்த்தால் குரல் நாணில் சிறிய தசை தெரியும். நாணின் அசைவு குறைந்திருக்கும் அல்லது அசைவே இருக்காது. முதலில் வலி இருக்காது. முற்றிய நிலையில் வலி, விழுங்குவதில் தடங்கல் ஆகியவை வரலாம். கழுத்தில் நிணநீர்க்கணுவில் கட்டி தோன்றும். தொடக்க அறிகுறியாகக் குரல் நாணில் கடினமான வெண்மைப் படிவம் (leukoplakia) தெரியலாம். அக நோக்கி மூலம் அறிந்து சிறிய திசுவை ஆய்வுக்கு எடுக்க வேண்டும்.

மருத்துவம். தொடக்கத்தில் கோபால்ட் கதிர், எக்ஸ் கதிர் இவற்றைச் செலுத்தலாம். முற்றிய நிலையில் குரல்வளை முழுதையுமே அறுவை மூலம் அகற்ற வேண்டும். இதனால் குரல் போய்விடும், என்றாலும் ஈடாக விழுங்கிய காற்றைத் தொண்டைக்கு வரச் செய்து பேசலாம் அல்லது மின் பேசும் கருவியைப் பொருத்திக் கொள்ளலாம்.

- டி. எம். பரமேஸ்வரன்

குரல்வளை மூச்சுக்குழாய் நசிவு

இது கழுத்தின் முன்னே நன்கு தெரியுமாறு இருப்பதால் ஊமைக்காயம், ஊடுருவல் காயம், கத்தி அல்லது துப்பாக்கியால் ஏற்படும் காயங்களுக்கு உட்படுகிறது. பேருந்து முன் இருக்கையில் உள்ள கைப்பிடிக் கம்பியில் எதிர்பாராமல் மோதும்போது கழுத்தில் வெளிக்காயம் ஏற்பட்டு அதனால் குரல்வளையும் பாதிக்கப்படலாம். குரல் கரகரப்பு அல்லது குரலே எழ முடியாத நிலை ஏற்படும். மேலும் விழுங்குவதில் கடினம் உண்டாகும். விரைவில் மூச்சுத்திணறல் வரும். குரல்வளை உள்ளே இரத்தம் சிந்தினால் அடைப்பு மிகுதியாக இருக்கும். நுரையுடன் சளியும் இரத்தமும் வெளிப்படும். கழுத்து வீங்கி விடும்.

பந்தயக் கார் ஓட்டுபவர் சரியான முறையில் பாதுகாப்புப் பட்டை அணியாவிடில் கழுத்து, கைப்பிடிச்சக்கரத்தில் அமுக்கப்படும். அப்போது குரல்வளை நசுங்கி உள்ளே தள்ளப்படும். இரத்தப் பெருக்கு, மூச்சுத்தடை, விழுங்க முடியாமை, இருமலில் இரத்தம் ஆகியவற்றுடன், கழுத்தின் முன்பக்கம் புடைப்பாகத் தெரியும். குரல்வளை அமுங்கிக் குழியாகத் தெரியும். திறந்த காயமாக இருந்தால் இரத்தமும் காற்றும் வெளிவரும். உமிழ்நீர், உணவு ஆகியவை காயத்தின் வழியே வெளியேறும். மேலும் இந்நிலையில் குரல்வளை அழற்சி கீழ்நோக்கி மார்பினுள் பரவி மார்புமையத்தான (mediasteum) அழற்சியாக மாறி உயிருக்கு ஆபத்தாகி விடும்.

சுவாசத்தின்போது காற்று வெளியே செல்ல இயலாமல் தோலின் அடித்திசுவை ஊடுருவி நாலா பக்கமும் பரவுகிறது. இது தோலின் அடியில் காற்றுக் குமிழ்களாக மெதுவாகவும் மேடு பள்ளமாகவும் இருக்கும். குரல்வளைச் சுருக்கம் நிரந்தரமாகிவிடுகிறது. இதைத் தவிர்க்க உடன் அறுவை செய்து குரல்வளையைச் சரி செய்ய வேண்டும். அங்குள்ள சிதைந்த திசுக்கள், அயல் பொருள்கள் இவற்றை அகற்றி, சேதமடைந்த குருத்தெலும்புகளைச் சரியாகப் பொருத்தி, குரல் நாண்களைக் கவனமாகச் சரியான இடத்தில் வைத்துத் தைக்க வேண்டும். குரலுக்கு முழுமையான ஓய்வும், தேவையான நுண்ணுயிர் எதிர் ஊசி மருந்துகளும் தேவை.

- டி. எம். பரமேஸ்வரன்

குரல்வளையில் குழாய் செலுத்துதல்

தொண்டை அடைப்பான், ஒவ்வாமை, பூச்சிக்கடி இவற்றால் குரல்வளை நாண்களில் வீக்கம்

ஏற்பட்டு மூச்சுத்திணறல் ஏற்படும். உடனே ஒரு சிறு குழாயைக் குழந்தையின் குரல்வளையினுள் இரு நாண்களுக்குமிடையே செலுத்தி அங்கேயே வைப்ப தால் குரல்வளைச் சுருக்கத்தால் ஏற்படும் கடினத்தைத் தவிர்க்க முடியும். குழாயை வெளியே எளிதாக எடுக்க அதில் சிறு கயிறு கட்டப்பட்டிருக் கும். குழாயை 24 மணி நேரத்திற்கு மேல் வைத்திருக் கக்கூடாது. ஏனெனில் நாண்களில் புண் உண்டாகி விடும். தேவையானால் மூச்சுக்குழலில் கீறல் அறுவை செய்து உடனேயே குழாயை எடுத்துவிடலாம். இருமல் அல்லது வாந்தியின்போது குழாய் வெளியே வந்துவிட வாய்ப்புண்டு; குழந்தை அறியாமல் கயிற்றைப் பிடித்து இழுத்துவிடும் வாய்ப்பும் உண்டு. ஆகவே கவனமாக இருக்க வேண்டும். இது மூச்சுக் குழல் கீறல் அறுவைக்கு நேரம் அல்லது வசதி இல்லாதபோது செய்யக்கூடிய அவசர முயற்சி யாகும்.

- டி.எம். பரமேஸ்வரன்

குரலின்மை

குரல் என்பது தொண்டையினின்று எழும் ஒலி. இந்த ஒலியை உண்டாக்குவது குரல்வளையாகும். நாக்குப் போன்ற வடிவமுடைய குரல் நாண்கள் (vocal cords) என்னும் இரண்டு சிறிய அமைப்புகள் உள்ளன. குரல் எழுப்ப முயலும் போது இவை அசைந்து பிரிவதால் தொண்டையினின்றும் ஒலி எழுகிறது. மூச்சை உள்வாங்கி இழுக்கும்போது இவை இரண்டும் பிரிகின்றன. இவை இவ்வாறு பிரியாவிட்டால், உள் வாங்கும் மூச்சுத் திண்றல் (inspiratory stridor) ஏற் படும்.

இந்த இரண்டு அமைப்புகளில் ஏதேனும் ஒன்று செயலற்றுப் போனாலும் குரல் கரகரப்பாகவும் குறைவான ஒலியோடும் வெளி வரும். இரண்டுமே முழுமையாகச் செயலற்றுப் போகும்போதுதான் முழுமையான குரலின்மை (aphonia) ஏற்படுகிறது. அப்போது நோயாளிகளால் எதுவுமே பேச முடிவ தில்லை. வாய் அசைந்து சொற்கள் உச்சரிக்கப்படும். ஆனால் குரல் எழாது; நல்ல ஒலியும் கேட்காது. அவர்கள் பேசுவதைக் கேட்கும்போது ரகசிய குரலில் பேசுவது போலத் தோன்றும்.

குரலின்மையை, பழக்கவழக்கத்தால் ஏற்படு பவை, நோயால் ஏற்படுபவை என இரண்டு வகை யாகப் பிரிக்கலாம்.

பழக்க வழக்கத்தால் ஏற்படுபவை. குரலின்மை இவ் வகையில் முக்கியமாகத் தற்காலிகமாக ஏற்படுகிறது. குறிப்பாக நோய் என்று எதையும் காரணமாகக் குறிப்பிட இயலாது.

குரலை அதிகமாகப் பயன்படுத்துபவர்களுக்குக் குரல்வளை அதிகமாகவே வருந்திச் செயல் படு கிறது. எனவே இந்தத் தேய்வால் குரல் முதலில் அவர்களுக்குக் கரகரப்பாகிப் பின்னர், ஒலி எழுவ தில்லை. ரகசியம் பேசுவது போல் காற்றொலியால் இவர்கள் பேசுவர்.

குரல் வளைக்கு முழு ஓய்வு கொடுத்து அமைதி யாக இருப்பார்களேயானால் சில நாளில் குர லின்மை சரியாகிவிடும். இந்நிலை மேடைப் பேச் சாளர்களுக்கும், பாடகர்களுக்கும் அடிக்கடி ஏற்படும்.

சில மனநோய் வகைகளில் (hysteria) குரலின்மை நேரிடலாம். இவர்கள், பிறர் கவனம் தம்மீது திரும்ப வேண்டும் என்னும் நோக்கத்தோடு வேண்டுமென்றே குரலின்மை போல நடிப்பர். பிறகு, சாதாரண மன நிலைக்குத் திரும்பியவுடன் குரல் சரியாகிவிடும்.

நோயால் ஏற்படுபவை. இவ்வகைக் குரலின்மைக் குப் பல காரணங்கள் உண்டு. குரல்வளை பின்வரும் பல நோய்களால் தாக்கப்படும்போது, தற்காலிக மாகவோ, நிலையாகவோ குரலின்மை ஏற்படும்.

குரல்வளையைப் பாதிப்பவை நுண்ணுயிர்கள், மிகு நுண்ணுயிரிகள் ஆகியனவாகும். தொண்டை அடைப்பான் (diphtheria) நோயில் முக்கிய மான பாதிப்பே குரல்வளையில்தான் ஏற்படுகிறது. மேலும் குரல்வளை மூச்சுக்குழல் அழற்சி நோய், குரல்வளையில் சீழ்க்கட்டி, குரல்வளை நரம்புச் செய லிழப்பு, இளம்பிள்ளை வாத நோயில் குரல் தசை களின் பாதிப்பு ஆகியவையும் ஏற்படும்.

கட்டிகள். புற்றுநோய்க் கட்டிகள், புற்றுநோய் அல்லாத கட்டிகள் இவற்றாலும் தோன்றக்கூடும். குரல்வளையை நேரடியாகப் பாதிக்காமல், சில நேரங்களில் கட்டிகள், மூளையின் பத்தாம் நரம்பு களில் ஏதாவது ஒன்றை அழுத்துமாயின், குரல் வளைப் பாதிப்பு ஏற்பட்டு, குரலினின்றும் எழும்பும் ஒலி மூக்கினால் ஏற்படும் ஒலி போன்று கேட்கும். மூக்கின் பின்புறப் பகுதி சரியாக மூடிக் கொள்ளாமை யால் இவ்வகை ஒலி கேட்கிறது.

- சு. ராஜலட்சுமி

நூலோதி. George Thorn, *Harrisons Principles of Internal Medicine*, 8th edition, Blakistan publi- cation, 1977.

குரவை மீன்கள்

இம்மீன்களின் தலை, பாம்பின் தலையொத்த வடிவத்தில் காணப்படுவதால் இவை பாம்புத் தலை

(serpent heads) மீன்கள் எனப்படுகின்றன. குரவை மீன்கள் பெரும்பாலும் நன்னீரில் காணப்படுகின்றன. ஒபியோசெபாலஸ் கச்சுவா (*ophiocephalus gachua*) என்னும் இன மீன்கள் நன்னீரிலும் கடல் நீரிலும் வாழ்கின்றன. குரவை மீன்கள் இந்தியா, பர்மா, இலங்கை, ஆஃப்ரிக்கா, தொலை கிழக்கு நாடுகளில் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இவை ஆறு, குளம், குட்டை, சேறு நிறைந்த பகுதிகளில் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உடல் நிறம், வசிக்கும் இடம் இவற்றின் தன்மைகளைக் கொண்டு இந்த இனத்தை எளிதில் கண்டறியலாம். இம்மீன்கள் பல வகை நிறங்களில் காணப்படுவதால் மீன்வளர்ப்பகத் தில் (aquarium) பெரும்பான்மையாக வளர்க்கப்படு கின்றன. இம்மீன்களுக்குத் துணைச்சுவாச உறுப்புக் (accessory-respiratory) காணப்படுவதால் நீண்ட நேரம் நீருக்கு வெளியே நிலத்தில் இருக்க முடிகிறது.

துணை வகுப்பு. எலும்பு மீன்களின் துணை வகுப்பில், அக்கான்தோப்டெரிஜி (acanthopterygii) வரிசையில் ஒபியோசெபாலிடே (ophiocephalidae) குடும்பத்தில் இம்மீன்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஒபியோசெபாலிடே குடும்பத்தில் ஒபியோசெபாலஸ், சன்னா (channa) என்று இரண்டு பேரினங்கள் உள்ளன. ஒபியோசெபாலஸ் பேரினத்தில் ஒன்பது இனங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன. அவை ஓ. மாருலியஸ் (O. marulius) ஓ. லியுகோபங்ட் டேட்டஸ் (O. leucopunctatus) ஓ. சூடோமாருலியஸ் (O. pseudomarulius) ஓ. பர்கா (O. burca) ஓ. மைக் ரோபெல்ட்டஸ் (O. micro peltus) ஓ. ஸ்ட்ரை யேட்டஸ் (O. striatus) ஓ. ஸ்டீவர்டி (O. stewartii) ஓ. பங்ட்டேட்டஸ் (O. punctatus) எனப்படும்.

சிறப்புப் பண்புகள். தலைப்பகுதியில் இரண்டு தனிப்பட்ட துணைச் சுவாச அறைகள் (accessory respiratory chamber) செவுள் அறைக்குச் (gill chamber) சற்று மேலே காணப்படுவது, இம்மீன்களின் சிறப்புக் கூறாகும். இவற்றின் உதவியால் நீர் இல்லாத போது சுற்றுப்புறத்திலுள்ள ஆக்சிஜனை இதனால் பெற முடிகிறது. நீர்நிலைகள் வறண்டுவிடும்போது இம்மீன்கள் கோடை உறக்கம் (aestivation) கொள்வ தாகவும் குறிப்பிடப்படுகிறது.

உடல் அமைப்பு. இம்மீன்களின் உடலைத் தலை, வயிறு, வால் என்று மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். இம்மீனின் உடல் நடுப்பகுதி பருத்தும், தலைப் பக்கம் வால்பக்கம் சிறுத்தும் இருக்கும். வாய்ப் பகுதி சற்றுப் பெரிதாகவும் அதனுள் கூர்மையான கூம்புவடிவப் பல்வரிசையும் அமைந்திருக்கும். இப் பற்கள் உட்புறம் நோக்கி வளைந்திருக்கும். வாயினுள் இருக்கும் இரை தப்பாமல் இருக்க இவை உதவு கின்றன. கண்களுக்குச் சற்று மேற்புறம் இரண்டு மூக்குத்துளைகள் அமைந்துள்ளன. தலையிலும் உடலிலும் ஒரே வகையான செதில்கள் காணப்படு கின்றன. இரண்டு வயிற்றுத்துடுப்பும் வட்டவடிவ மாக உள்ள வால் துடுப்பும் (caudalfin) முன்னுக்கு உந்தி வேகமாகச் செல்லப் பயன்படுகின்றன. இம் மீன்கள் நீளமாக இருப்பதால் பாம்பைப் போல் நன்கு வளைந்து செல்ல முடிகிறது. முதுகுத் துடுப்பும், இரண்டு வயிற்றுத் துடுப்பும், வாலுக்கு முன் சற்றுக் கீழேயுள்ள குதத் துடுப்பும் மீன் தலை கீழாகக் கவிழ்ந்துவிடாமல் ஒரே நிலையில் இருக்க உதவுகின்றன. இரண்டு மார்புத் துடுப்புகள் (pectorafins) நீரின் மேலும் கீழும் செல்லப் பயன்படு கின்றன. இம்மீன்களின் துடுப்புகளில் முள்கள் இருப்பதில்லை.

உணவு முறைகள். குரவை மீன்கள் புலாலுண்ணி களாகும். பெரும்பாலும் இவை தலைப்பிரட்டை களையும் சிறிய மீன்களையும் உணவாகக் கொள் கின்றன.

இனப்பெருக்கம். இம்மீன்கள் ஒரே வகையான இனத்துடனேயே இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பெண் மீன்கள் (female fishes) ஆண்மீன்களை (male fishes) விட உருவில் சற்றுப் பெரியவை. இவை ஏப்ரல் - ஜூன் வரை இனச்சேர்க்கை செய்கின்றன. இவ்வினத்தின் சிலவகை மீன்கள் நீர்சார்ந்த புல்வெளி யிலும், வயலின் அடுக்குப்புறத்திலும், ஆற்றின் உடைந்த பகுதியிலும் முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கின்றன. முட்டைகளையும், குஞ்சுகளையும் இவை நன்கு பாதுகாக்கின்றன. இம்மீன்களின் குஞ்சுகளில், இளஞ்சிவப்பு நிற மீன்கள் நன்னீரிலும் இளங்கறுப்பு நிற மீன்கள் கழிமுக நீர் நிலைகளிலும் காணப்படுகின்றன.

ஒபியோசெபாலஸ் ஸ்ட்ரையேட்டஸ். இம்மீன்கள், செடிகளின் அடியில் கூடு கட்டி முட்டையிட்டு ஆண், பெண் இரண்டும் காவல்காத்துத் தங்கள் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன. இம்மீன் குஞ்சுகள் இரை பிடிக்க வும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிக்கவும் பழகிக் கொண்ட பிறகு தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து வாழ் கின்றன.

பொருளாதார முக்கியத்துவம். இம்மீன்கள் பொருளாதாரத்தில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. இவை அளவில் பெரியனவாக, தசைகளில் புரதச் சத்தை நிரம்பக் கொண்டுள்ளமையால் மக்கள் விரும்பும் உணவாகின்றன. நீர் மாசடைவதைத் (water pollution) தவிர்க்கவும் இம்மீன்கள் பயன்படு கின்றன.

- தி. கண்ணப்பன்

நூலோதி. Dhami P.S & J.K Dhami, *Chordate-Zoology*, R. Chand & Co., publishers, New Delhi, Vol I, 1981.

குராமி மீன்

இவை ஆஸ்ஃப்ரோமனிடே (osphromenidae) குடும் பத்தைச்சார்ந்தவையாகும். குராமி மீன்கள் தென்

ஆஃப்பிரிக்கா, இந்தியா, சீனா, சுமத்திரா, இந்தோனேசியா, ஆஸ்திரேலியா, மலேசியா போன்ற நாடுகளில் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. இம்மீன்கள் நன்னீர் உப்பங்கழிநீர் (back water) மற்றும் அனைத்து வகை நீரிலும் வாழ்கின்றன. 75° - 85°F வரை உள்ள வெப்பநிலை இம்மீன்கள் வாழ்வதற்கு ஏற்றது. அழகுக்காகவும், உணவிற்காகவும் வளர்க்கப்படும் இது வெளிநாடுகளிலிருந்து கொண்டுவரப்பட்ட இந்திய வளர்ப்பு மீன்களில் ஒன்றாகும்,

இம்மீன்கள், வரிசை அக்காந்தோப்டெரிஜியில் (acanthopterygii) துணைவரிசை பெர்சிபார்ம்ஸில் (perciformes) ஓஸ்ஃப்ரோமனிடே (osphromenidae) குடும்பத்தில் ஆஸ்ஃப்ரோனோமஸ் (osphronomus) பேரினத்தில் வகைப்பாடு செய்யப்பட்டுள்ளன. இவற்றில், ஆஸ்ப்ரோனியஸ் ஓல்பெக்ஸ் (osphronemus olfax) ஆ. நோபிலிஸ் (o. nobilis) கொலிசாஃபேசியேட்டா (colisafasicata) கொ. லோபியோசர் (colisa lobiosa) கொ. லாலியா (colisa lalia) என்பவை முக்கிய இனமாகும்.

சிறப்புப் பண்புகள். இம்மீன்களுக்குத் துணைச் சுவாச (accessary respiratory) உறுப்பு காணப்படுகிறது. ஆண் மீன்கள் இனப்பெருக்க காலத்தில் குமிழ்க் கூடுகளைக் (bubble nest) கட்டுகின்றன. தலையில் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரு மூக்குத் துளைகள் (nostrils) காணப்படுகின்றன.

உணவு முறைகள். இவை பெரும்பாலும் நீர்த் தாவரங்களையும், பாசிகளையும், சிறிய மீன்களையும் உணவாகக் கொள்கின்றன. வாய் சிறியதாகவும், சாய்வாகவும் மேல்தாடை கீழ்த்தாடையைவிடச் சற்று முன் நீண்டும் காணப்படும். கூரிய சிறு பற்கள் தாடைகளில் அமைந்துள்ளன.

இனப்பெருக்கம். குராமி மீன்களில் ஆண்மீன்கள் பெண் மீன்களைவிட நல்ல நிறம் கொண்டும் சற்றுச் சிறுத்தும் காணப்படுகின்றன. ஆண்மீன்களின் முதுகுப் துடுப்பு (dorsal fin) பெண் மீன்களின் முதுகுத் துடுப்பைவிடப் பெரியதாகவும் தெளிந்த நிறத்துடனும் காணப்படுகிறது. இப்புறத்தன்மையைக் கொண்டு இம்மீனின் பாலினத்தை எளிதில் பிரித்தறியலாம்.

இனப்பெருக்க காலத்தில் ஆண்மீன்கள் நீரின்மேற் பரப்பிற்கு வந்து காற்றை எடுத்துக்கொண்டு நீருக்குக் கீழே சென்று காற்றுக் குமிழ்களைத் தோற்றுவித்து குமிழ்க் கூடுகளை நீர்த்தாவரங்களின் அடியில் கட்டுகின்றன. முதலில் சிறிய குமிழ்களை உண்டாக்குகின்றன. உமிழ்நீரின் (saliva) உதவியால் அக்குமிழ்களை வலுப்படுத்துகின்றன. பிறகு அதனுள் முட்டைகளையிடுகின்றன. கருவுற்ற முட்டைகள் கூடுகளின் மேலே மிதந்துகொண்டிருக்கும். முட்டை பொரிந்த பிறகு இளங்குஞ்சுகள் கூட்டைவிட்டு வெளியேறுகின்றன. முட்டைகளையும் குஞ்சுகளையும் பேணுவதில் பெரும் பொறுப்பு ஆண்மீன்களையே சார்கிறது. ஸ்ஃபீரிஇக்திஸ் (sphaerichthys) மீன்களில் ஆண் பெண் இரண்டும் சேர்ந்து குமிழ்க்கூடுகளைக் கட்டுகின்றன. கோலிஸ்ஸா லாலியா (colisa lalia) மீன்களில் இனப்பெருக்கம் (spawning) முடிந்த பிறகு ஆண்மீன்கள் பெண்மீன்களைக் கொன்றுவிடுகின்றன.

பொருளாதார முக்கியத்துவம். இம்மீன்கள் அனைத்தும் நல்ல வண்ணங்களில் காணப்படுவதால் மீன் வளர்ப்பகங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. இம்மீன்கள் விரைவில் வளர்வதாலும் தசைகள் சுவையுடையனவாக இருப்பதாலும் உணவுக்காக இவை பெருமளவில் வளர்க்கப்படுகின்றன.

- தி. கண்ணப்பன்

நூலோதி. Francis Day, *A natural history of fishes*, William Davson & Sons Limited, London, 1958.

குரானா ஹொர்கோபிந்து

1922 ஆம் ஆண்டு ஜனவரித் திங்கள் ஒன்பதாம் நாள் ஹொர்கோபிந்து ராய்ப்பூர் என்னும் ஊரில் பிறந்தார். இவர் தந்தையார் ஒரு பட்டதாரி. அவருக்குப் பிறந்த ஆண் மக்கள் நால்வரில் குரானா இளையவர். ஆகவே மிகவும் செல்லமாக வளர்க்கப் பட்டார். உயிரிகளுக்கு இன்றியமையாத நுண்பொருளான டி ஆக்சி ரைபோ நியூக்ளிக் அமிலத்தின் (DNA) அமைப்பைத் தெளிவாக அறிந்து அது செயலாற்றும் முறையைச் சிறப்பாக விளக்கிய அரிய செயலுக்கு நோபல் பரிசு பெற்றுப் புகழுடன் விளங்கினார். இந்தியர்களில் இரவீந்திரநாத் தாகூருக்கும் (1913) சர். சி.வி. ராமனுக்கும் (1930) பிறகு இவருக்குத்தான் நோபல் பரிசு கிடைத்துள்ளது. இவர் பிறப்பால் இந்தியராயினும் தற்போது ஓர் அமெரிக்கக் குடிமகன் ஆவார்.

இவர் முதல் வகுப்பில் இருந்து பள்ளி இறுதி நிலை வரை முதல் மாணவனாகத் தேறியவர். 1941 ஆம் ஆண்டு பஞ்சாப் பல்கலைக் கழகத்தில் சேர்ந்து சிறப்பாகப் பயின்று 1943 ஆம் ஆண்டில் வேதியியலில் பி. எஸ். சி. (ஆனர்ஸ்) பட்டம் பெற்றார். தொடர்ந்து இரண்டாண்டுகள் பயின்று 1945 இல் எம். எஸ்.சி பட்டம் பெற்றார்.

அடுத்த ஆண்டே இங்கிலாந்திலுள்ள லிவர்ப்பூல் பல்கலைக்கழகத்தில் மேலும் சிறப்பாக ஆய்வுகள் செய்ய இந்திய அரசு இவருக்குப் பொருளுதவி அளித்தது. இவர் லிவர்ப்பூலில் பேராசிரியர் ராபர்ட்சனின் கீழ் நுணுக்கமாகப் பயின்று இறுதியாக முனைவர் பட்டமும் பெற்றார்.

இந்திய அரசு இவருக்கு மீண்டும் ஒரு சிறந்த பொருளுதவியை வழங்கியதால் 1948-49 இல் இவர் ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டில் ஜுரிச் நகரத்திலுள்ள தொழில் நுட்பப் பெருங்கழகத்தில் பேராசிரியர் பிரிலாக் என்பாருடன் பல நுண்ணிய ஆய்வுகள் செய்து பிறகு தாயகம் வந்தடைந்தார். பின்னர் தகுதியான பணி கிடைக்காமல் துன்புற்றார். அத்தறுவாயில், கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியர் லார்ட் டோட் இவருடைய நுண்ணறிவை உணர்ந்து இவருக்கு ஓர் உதவித் தொகையை வழங்குமாறு பல்கலைக்கழகத்திற்குப் பரிந்துரைத்தார். குரானாவுக்கு இங்கிலாந்து செல்லவும் ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளவும் பொருளுதவி கிடைத்தது.

அங்குப் பல ஆய்வுகள் செய்த குரானாவின் திறனை நன்கறிந்து உலகம் அவருக்குச் சிறந்த பொறுப்பைக் கொடுத்தது. கனடாவின் வேங்குவர் நகரிலுள்ள பிரிட்டானியக் கொலம்பிய ஆய்வுக்குழு இவரைப் பிரிட்டானியக் கொலம்பியப் பல்கலைக் கழகத்தின் கரிம வேதியியல் பிரிவின் தலைவராகவும் ஆய்வுப் பேராசிரியராகவும் 1952 இல் பணியமர்த்தியது. அங்கு இவர் 1960 வரை சிறப்பாகப் பணியாற்றினார். அதே ஆண்டில் செப்டம்பர் முதல் நாளன்று அமெரிக்காவிலுள்ள விஸ்கான்சின் பல்கலைக் கழகத்தின் நொதி ஆய்வுக்கழகத்தில் பணியேற்று அக் கழகத்தின் துணை இயக்குநராகப் பொறுப்பேற்றார்.

ஹெர்கோபிந்து தாம் செய்த ஆய்வுகளுக்கு 1968 இல் நோபல் பரிசு பெற்றார். ஆனால் அதற்கு முன்பும் எண்ணற்ற பல சிறந்த பரிசுகளைப் பெற்றார். பின்னர் மெஸ்ஸாச்சூசட் தொழில் நுட்பக் கழகத்தில் பணியேற்றார். 1958 இல் கனடா வேதியியல் கழகம் இவருடைய உயிரியல் தொடர்புள்ள வேதியியல் ஆய்வுகளைப் பாராட்டி மெர்க் பரிசை அளித்தது. 1958 இல் நியூயார்க்கிலுள்ள ராக்பெல்லர் கழகம் இவரைக் கௌரவப் பேராசிரியராக்க, அங்கும் பணியாற்றினார்.

கனடா வேதியியல் கழகம் 1960 இல் இவரை உறுப்பினராக்கி மகிழ்ந்தது. அந்நாட்டுத் தொழிற் பொதுப்பணிக் கழகத்தின் தங்கப் பதக்கத்தைப் பெற்றுப் பெருமளவுக்குச் சிறந்த ஆய்வுகள் நடத்தினார்.

1967 இல் டோக்கியோவில் நடந்த ஏழாம் உலக உயிர் வேதியியல் கூட்டத்திற்குச் சிறப்புச் சொற்பொழிவாளராக அழைக்கப்பட்டுத் தொடக்கவுரை நிகழ்த்தினார்.

1968 இல் இவருக்கும், டாக்டர் நைரன்பர்கிக்கும்லூசிய கிராஸ் ஆர்விட்ச் இலஸ்கர் நிறுவனப் பரிசு வழங்கப்பட்டது. பின்னர் இவருக்கும் இவர் வழியில் பணியாற்றிய ஏனைய இருவருக்கும் ஸ்வீடன் நாட்டின் நோபல் பரிசு வழங்கப் பட்டது.

- பா. இராசாராம்

குரியா முரியா தீவுகள்

ஓமன் நாட்டைச் சார்ந்த குரிய முரியா தீவுகள் (Kuria Muria islands) அரபிக் கடலில் அமைந்துள்ளன. ஓமன் நாட்டின் தென்கிழக்குக் கடற் பகுதியிலிருந்து ஏறத்தாழ 40 கி. மீ. தொலைவில் இத்தீவுகள் உள்ளன. ஐந்து தீவுகளைக் கொண்ட இத்தீவுகளில் கருங்கற்கள் (granite) பெருமளவில் கிடைக்கின்றன. ஆழ்கடல் குன்று சிகரங்களின் உருமாதிரிகளைக் கொண்டுள்ள இத்தீவுகளின் பரப்பளவு 73 சதுர கிலோமீட்டராகும். அல்-ஹசிகியா, அஸ்-சவ்டா, அல்-ஹல்லானியா, அல்-கிப்லியா, குவர்சாவிட் போன்றவை மேற்கிலிருந்து கிழக்காக அமைந்திருக்கும் ஐந்து தீவுகளாகும். இத்தீவுகளில் குவர்சாவிட் தீவுதான் அளவில் பெரியதும், குடியேற்றம் உள்ளதுமாகும். இங்கு வாழும் மக்களில் பெரும்பான்மையானோர் மீன்பிடி தொழிலில் ஈடுபட்டுள்ளனர். இம்மீனவர்கள் பழங்காலத்தைப் போலவே காற்றடைத்த தோல்களைக் கலமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கடற்கொள்ளைக்காரர்களின் தாக்குதலால் இத்தீவுகளில் குடியேறிய அனைவரும் இத்தீவைவிட்டு 1818 வெளியேறினர். பின்னர் இத்தீவுகள் அரேபியர்களின் கட்டுப்பாட்டிலும், அதன் பின்னர் ஓமன்நாட்டு அரசரின் கட்டுப்பாட்டிலும் இருந்தன. இவர் 1854 இல் இத்தீவுகளைப் பிரிட்டன் அரசரிடம் ஒப்படைத்தார். பின்னர் 1937 ஆம் ஆண்டில் பிரிட்டன் அரசு இத்தீவுகளை அவர்கள் பகுதியான ஏடன் குடியிருப்புடன் இணைத்தது. மீண்டும் இத்தீவுகள் 1967 ஆம் ஆண்டில் ஓமன் நாட்டிடம் ஒப்படைக்கப்பட்டன. இத்தீவுகள் 17°30′ வட அகலாங்கு 56°00 கிழக்கு நெட்டாங்கில் அமைந்துள்ளன.

- மு.அ. மோகன்

குரில் அகழி

இது கம்சட்கா முந்நீரகம், சோவியத் நாட்டின் குரில் தீவுகள், ஜப்பான் நாட்டு ஹொக்கைடோ தீவுகள் ஆகியவற்றின் கிழக்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. தெற்கு வடக்கில் ஏறத்தாழ 2900 கி. மீ. பரவியுள்ள இவ்வகழி சில இடங்களில் 10,542 மீட்டர் ஆழமும், மொத்தத்தில் 264,00 ச. கி. மீ. பரப்பளவும் கொண்டுள்ளது. பெரும்பாலான இடங்களில் செங்குத்துச் சரிவுகள் இருந்தாலும் ஆங்காங்கே இடைத்தட்டுகளும் உள்ளன. பேரிங் கடலின் தென் மேற்கு ஓரத்திலிருந்து பிலிப்பைன் அகழியின் தென் முனை வரை நீண்டுள்ள இவ்வகழி பெருங்கடல் அகழிகளின் தொடக்கமாக உள்ளது.

- மு.அ. மோகன்

குரில் தீவுகள்

குரில் தீவுகள் (kuril islands) ஒக்காட்ஸ் கடலைப் பசுபிக் பெருங்கடலிலிருந்து பிரிக்கின்றன. கம்சட்கா முந்நீரகத்தின் (kamchatka) தென்முனை முதல் ஹொகைடோவின் (ஜப்பான்) வடகிழக்குமுனை வரை 1,200 கி.மீ. இவை பரவியுள்ளன. தீவுத் தொடராகவுள்ள குரில் தீவுகள் கிழக்கு ரஷ்யாவிற்குத் தொலைவில் உள்ள சாக்காலின் பகுதியில் அமைந்துள்ளன. 56 தீவுகளின் பரப்பளவு ஏறத்தாழ 15,600 சதுரகிலோமீட்டர் ஆகும். இந்தத் தீவுத்தொடர் பசுபிக் பெருங்கடலில் ஏற்பட்ட புவிப் பொறியியல் மாற்றத்தால் உருவானதாகும். இத் தீவுகளில் ஏறத்தாழ 100 எரிமலைகள் (volcanoes) உள்ளன. அவற்றில் 38 எரிமலைகள் இன்றும் செயல் திறமுடையவையாக உள்ளன.

நிலநடுக்கங்களும், ஓத அலைகளும் இத்தீவுகளில் அடிக்கடி ஏற்படுகின்றன. இத்தீவுத் தொடர்களுக்கு இணையாகப் பசுபிக் பெருங்கடலில் குரில் கம்சாட்கா அகழிகள் (kuril-kamchatka trench) உள்ளன. இந்த அகழிகளின் ஆழம் 10,542 மீட்டராகும். இத்தீவு களில் நிலவும் தட்பவெப்பநிலை குளிர்காலத்தில் பனி படர்ந்து மிகக்குளிராகவும், கோடைக்காலத்தில் ஓரளவு குளிர்ந்தும் காணப்படும். இத்தீவுகளின் தென்பகுதியில் அடர்ந்த காடுகள் காணப்படுகின்றன. மீன், நண்டு பிடித்தல் முக்கிய தொழிலாகக் கருதப் படுகிறது. பெரும் தீவான இட்டுருப்பிலுள்ள குரில்ஸ்க் (kurilsk) நகரமும், பரமசிரிலுள்ள செவெரோ குரில்ஸ்க் நகரமும் முக்கியமான சுற்றுலா மையங்களாகும். தென் தீவுகளில் காய்கறிகள் பயிரிடப்படுகின்றன. ஜப்பானியர்களுக்குச் சொந்த மான குரில்தீவுகள் 1945 ஆம் ஆண்டில் சோவியத் அரசிடம் ஒப்படைக்கப்பட்டன. இத்தீவுகளில் வாழ்ந்த ஜப்பானியர்கள் குடிபெயர்ந்த பின்னர் ரஷ்ய மக்கள் அங்குக்குடியேறினர். இத்தீவு அமைந் துள்ள இடம் 46°10′ வட அகலாங்கு, 152°00′ கிழக்கு நெட்டாங்கு ஆகும்.

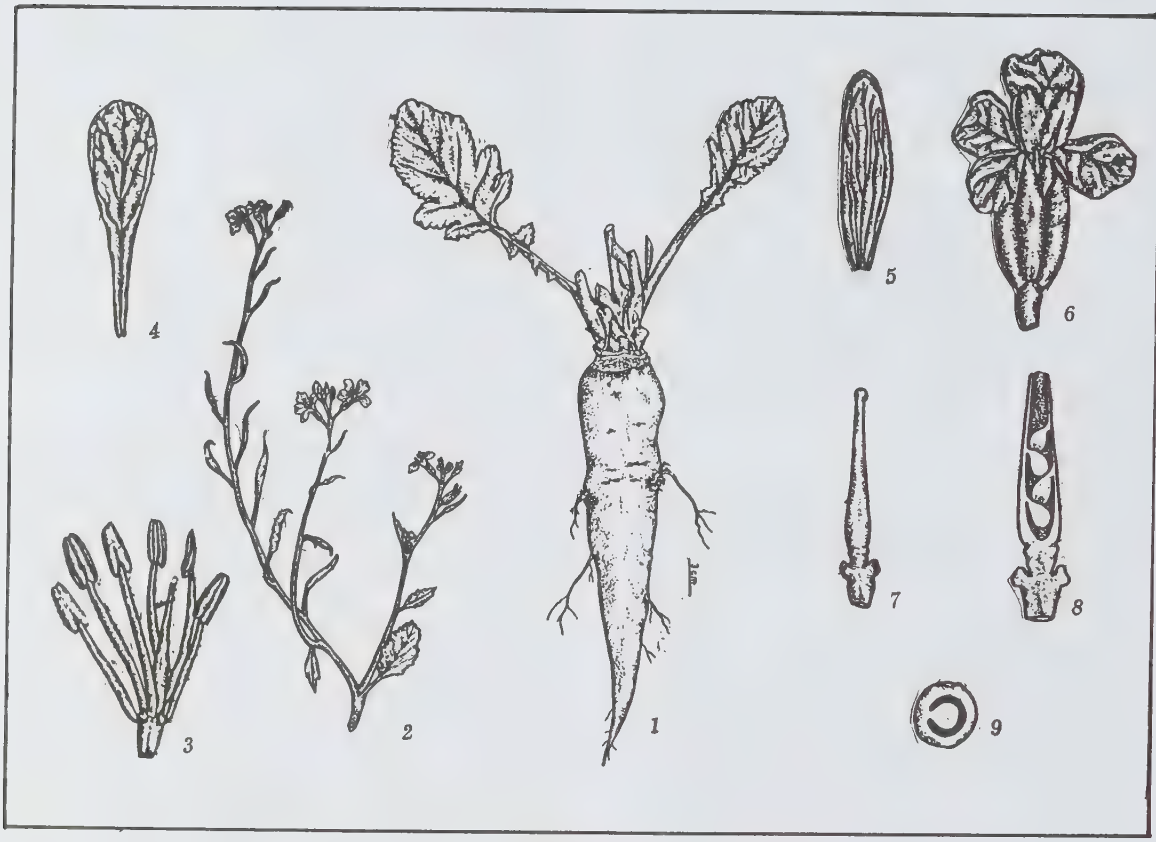
- ம.அ. மோகன்

குருசிஃபர்

பிராசிகேஸி (brassicaceae) அல்லது குருசிஃபரே (cruciferae) என்னும் இருவித்திலைத்தாவரக் குடும் பத்தைச் சேர்ந்த கடுகு, முள்ளங்கி, முட்டைக்கோஸ், காலிஃபிளவர், டர்னிப் போன்ற தாவரங்கள் பொது வாகக் குருசிஃபர் எனப்படுகின்றன. இக்குடும்பம் ஏறக்குறைய 350 பேரினங்களையும் 2500 சிற்றினங் களையும் கொண்டது. பரவலாக இக்குடும்பத் தாவரங்கள் உலகெங்கும் பரவியுள்ளன. இருப்பினும் மிதவெப்ப மண்டலத்திலும் குளிர் பகுதிகளிலும் இவை பயிர் செய்யப்படுகின்றன. பெரும்பாலும் சிற்றினங்கள் குறுஞ்செடிகளே. இவை ஒரு பருவ அல்லது பல்பருவத் தாவரங்களாகக் காணப்படு கின்றன. வேர்கள் பொதுவாக ஆணிவேர்த் தொகுப்பு என்றாலும் முள்ளங்கி (*Caphanus sativus*) டர்னிப் (*Brassica rapa*) முதலியவற்றில் ஆணிவேர் நன்கு பருத்துக் கிழங்கு போலிருக்கும். இலைகள் மென் தூவிகளுடன் கொத்தாகவும், மாற்று இலையடுக் காகவும், இலையடிச் செதில்கள் இல்லாமலும், தனி யிலைகளாகவும் உள்ளன. எண்ணெய் தோன்றக் காரணமாக உள்ள நொதியான மைரோஸின் (myrosin) நிரம்பியுள்ள சுரப்பிச் செல்கள் இவற்றில் காணப்படுகின்றன.

இக்குடும்பத் தாவரங்களில் உள்ள மலர்கள் ரெசீம் (raceme) அல்லது காரிம்ப் (corymb) வகையைச் சேர்ந்த மஞ்சரியில் அமைந்துள்ளன. மலர்கள் காம்புடையவை, பெரும்பாலும் பூவடிச் செதில் அற்றவை, ஆரச்சமச்சீரானவை. இருபால் பூக்களாக இருப்பதோடு உயர்மட்டச் சூலகத்துடன் நான்கங்கப் பூங்களாகவும் உள்ளன. புல்லிகள் நான்காகப் பிரிந்திருப்பதோடு இரு வட்டங்களில் அமைந்திருக்கும். உள்வட்டப் புல்லிகளிரண்டும் பெரும்பாலும் தேன் நிறைந்த பைகளை அடியில் பெற்றிருக்கும். புல்லிகள் அடுக்கிதழ் (imbricate) அமைவில் உள்ளன. அல்லிகள் நான்கும் எதி ரெதிராகச் சிலுவை வடிவில் அமைந்திருப்பதாலேயே இவ்வினத்திற்குக் குருசிஃபெர் என்னும் பெயர் வந்தது. ஐபெரிஸ் அமாரா (*Iberis amara*) என்னும் காண்டிடஃப்ட் (candy tuft) தாவரத்தில் இரு அல்லி கள் மட்டும் பெரியவையாக இருப்பதால் மலர்கள் இருபக்கச் சமச்சீர் (zygomorphic) கொண்டவை எனச் சொல்லப்படுகிறது. ஆலிவிதை (lepidium) போன்றவற்றில் அல்லிகள் முழுமையாகக் காணப் படுவதில்லை. காப்ஸெல்லா பர்ஸா பாஸ்டோரிஸ் *Rapsella bursapastoris*) என்னும் சிற்றினத்தில் அல்லி களிடத்தில் மகரந்தக்கேசரங்கள் அமைந்துள்ளன. அல்லிகள் தொடு இதழ் ஒழுங்கிலோ அடுக்கிதழ் ஒழுங்கிலோ அமைந்திருக்கும்.

ஆறு மகரந்தக் கேசரங்கள் உண்டு. அவற்றில் உள் வட்டத்தைச் சேர்ந்த இரு கேசரங்கள் சிறியவை. வெளிவட்டத்தைச் சேர்ந்த நான்கு கேசரங்கள் நீண்டவை. மகரந்தப்பை இரண்டு அறைகளைக் கொண்டது (dithecous). சூலக வட்டம் இணைந்த இரு சூலிலைகளால் ஆனது. உயர்மட்டச் சூலகப் பை ஒரே ஒரு சூலக அறையைக் கொண்டது. சூல்கள் சுவர் ஒட்டிய சூலொட்டுடன் கூடியவை (parietal placentation). தொடக்க நிலையில் ஒரே அறையை மட்டுமே கொண்டிருக்கும். சூலகப் பையுள் போலிச் குறுக்குச் சுவர் (replum) உருவாவதால் முதிர்ந்த நிலையில் இரண்டு அறைகளுடன் சூலகப்பை காணப் படும்.



முள்ளங்கி (*Raphanus Sativas*)

1. முள்ளங்கி 2. கொப்பு 3. மகரந்தக் கேசரம், சூலகப் 4. அல்லி இதழ் 5. புல்லி இதழ் 6. மலர் 7, 8 & 9- சூலகம் (முழுத்தோற்றம்), நீள்வெட்டுத் தோற்றம், குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

சூலகப்பை நீண்டது. சூலகத் தண்டு குட்டையாக இருக்கும். சூலகமுடி இரண்டாகப் பிளந்திருக்கும். பொதுவாக கனி சிலிகுவா (siliqua) என்னும் உலர் வெடிகனி வகையைச் சேர்ந்தது. வெடிக்கும்போது, கனித்தோல், கனியின் நுனியிலிருந்து காம்புவரை முற்றிலும் பிரிந்து போலிக்குறுக்குச் சுவரில் அமைந்த விதைகளை வெளிக்காட்டி நிற்கும். முள்ளங்கியில் கனி லோமெண்டம் (lomentum) வகையைச் சேர்ந்தது. விதைகள் முளைசூழ்தசை (endosperm) அற்றவை. கரு பெரியதாக இருக்கும். விதைகள் தரைமேல் விதை முளைத்தல் வகையில் (epigeal germination) முளைக்கும். மகரந்தச் சேர்க்கை பூச்சிகளால் நடைபெறுகிறது.

முள்ளங்கி, டர்னிப், நூல்கோல், காலிஃபிளவர், முட்டைக்கோஸ் போன்றவை காய்கறி உணவாகப் பயனாகின்றன. சிறு கடுகு (*Brassica nigra*) காட்டுக் கடுகு *Sissmbrium irio*) முதலானவை மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன.

சார்சன் (sarson) எனப்படும் பிராஸிக்கா காம்பஸ்டிரிஸ் (*B. campestris*) ரேப் (Rape) அல்லது டோரியா (Toria) எனப்படும் பிராஸிக்கா நேப்பஸ் (*B. napus*) ஆகியவற்றிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. கடுகின் விதைகள் செங்கறுப்பாக இருப்பினும் சில வகை வெள்ளையாகவும், சில வகைகள் பல நிறங்கலந்தும் இருக்கும். கடுகில் 25-39% எண்ணெய் உள்ளது. கடுகெண்ணெய் வட இந்தியாவில் சமையலுக்குப் பயன்படுகிறது. கடுகுப்பயிருடன் சேர்ந்து காணப்படும் பிரமந்தண்டு (*Argemone mexicana*) என்னும் களைத் தாவரத்தின் விதைகளும் கடுகு விதைபோலிருப்பதால் கலப்படம் ஏற்பட வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இத்தகைய கலப்பட எண்ணெய் பக்கவாதத்தை உண்டாக்கும்.

கடுகின் மேல்பகுதியில் தைலச் சத்து இருப்பதால் அரைத்த இதன் விழுது உடலில் தடவப்பட்டால் எரிச்சலைத் தோற்றுவிப்பதோடு நீண்ட நேரம் வைத்திருந்தால் தோலில் கொப்புளங்களையும்

தோற்றுவிக்கும். அரைத்த கடுகிலிருந்து, வாலை வடித்தல் மூலம் காரமான தைலம் கிடைக்கும். இதில் அல்லைல் ஐசோதையோசையனேட், அல்லைல் சையனைடு, கார்பன்-பை-சல்பைடு என்னும் வேதிப் பொருள்கள் உள்ளன. கடுகுத் தாவரத்தின் இளம் இலைகள் ஐரோப்பாவில் உணவாகப் பயன்படு கின்றன. மாட்டுத் தீவனமாகவும், பசுந்தழை உரமாகவும் பயன்படுகின்றன. தென்னிந்தியச் சமையலில் கடுகுவிதைகள் பயன்படுகின்றன.

கடுகு பயிரிட வண்டல்மண் சிறந்தது. ஒரிஸ்ஸா, மத்தியபிரதேசம் இவற்றில் சிவந்த வண்டலான களிமண்ணில் இதைப் பயிரிடுகின்றனர். விதைத்து ஆறு வாரம் சென்ற பின் பூக்கத் தொடங்கும். பின்னர், பூத்து ஆறு வாரம் சென்றபின் அறுவடை செய்து கோலால் தாவரத்தை அடித்துக் கடுகு விதைகளைப் பெறுகின்றனர். ஓர் ஏக்கருக்கு 100-150 கிலோ வரை விளைச்சல் கிடைக்கும். வங்காளிகள் கடுகு எண்ணெயைச் சமையலுக்கும், உடலில் தேய்த்துக் குளிக்கவும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கார்பசென்கோ (Karpesenko) என்பார் முட்டைக்கோசையும் முள்ளங்கியையும் கலவியல் செய்து ரஃபேனோ-ப்ராசிகா (Raphano brassica) என்னும் கலப்புப் பயிரியைத் தோற்றுவித்தார். அவரின் குறிக்கோள் ஒரே தாவரத்திலிருந்து முட்டைக் கோஸையும் முள்ளங்கியையும் பெறுவதாகும். ஆனால் எதிர்பாராவகையில் முள்ளங்கியின் இலைப் பகுதியும், முட்டைக்கோஸின் வேர்ப்பகுதியும் ரஃபேனோ பிராசிகாவில் அமைந்துவிட்டன.

-டோரதி கிருஷ்ணமூர்த்தி

நூலோதி. K.N. Rao & K.V. Krishnamurthy, *Angiosperms*, S. Viswanathan, Pvt., Ltd., Madras, 1980.

குருடு, காரணங்களும் தடுப்பு முறைகளும்

காண்க: கண் நோய்

குருத்து மருக்கள்

பாலின உறுப்புகளில் தோன்றும் மருக்களில் 2% மருக்கள் வைரசால் உண்டாகின்றன. இவை சாதாரண மருக்கள் போன்று இருப்பதுடன், கைகளில் தோன்றும் சாதாரண மருக்களுடன் சேர்ந்தும் காணப்படும்.

பாலின உறுப்பின் மருக்கள் விரைவில் தொற்றும் தன்மையுடையவாக இருப்பதுடன், புணர் சேர்க்கையாலும் பரவக்கூடும். நோய் மறை காலம் 3-8 மாதம் வரை ஆகலாம். இதற்குக் குறைவாகவும் இருக்கலாம். இம்மருக்கள் ஏனைய பாலின நோய்களுடன் சேர்ந்தே காணப்படுவது தவிர்க்க முடியாத நிலையாகும். இதில் புற்றுநோய் உண்டாவது அரிது.

- சாரதா கதிரேசன்

குருத்து வளராமை

இது மரபு வழித் தொடர்கின்ற, குருத்தெலும்பு, எலும்பாக மாறுவதில் ஏற்படும் குறைபாடு ஆகும். இக்குறை உள்ளோரின் உடலும், தலைப்பகுதியும் சாதாரண வளர்ச்சியுடனும், கை, கால்களின் நீண்ட எலும்புகள் முறையாக வளராமையால் குறுகியும் காணப்படும். இவர்களுடைய அறிவுக்கூர்மையும், இனப்பெருக்க ஆற்றலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவர்களைப் பெரும்பாலும் சர்க்கஸில் பார்க்கலாம்.

நேர்நிலை (incidence). ஆண், பெண் ஆகிய இரு பாலாரும் சமமாகவே பாதிக்கப்படுகின்றனர். தலையும் உடல் பகுதிகளும் வயதிற்கேற்றவாறு வளர்ந்திருக்கும். ஆனால் கை கால்கள் மட்டும் குட்டையாக இருக்கும். அதிலும் கை, கால்களின் மேல் பகுதி, கீழ்ப் பகுதியை விடக் குட்டையாக இருக்கும். முதுகெலும்பு மிகையாக வளைந்திருக்கக் கூடும். கை கால்கள் வளைந்து இருப்பதால் வாத்துப் போன்ற நடை இருக்கும். தலை பெருத்தும் மூக்கின் அடிப்பகுதி அமுங்கியும் நெற்றிப் பகுதி பெருத்தும் காணப்படலாம். வயிற்றுப் பகுதி முன் தள்ளியும் கொப்பூழ்ப் பகுதியில் வீக்கமும் காணப்படலாம். மன வளர்ச்சி இயல்பாக இருக்கும். இவை நோயை அறுதியிட உதவும்.

குருத்தெலும்பு வளராமை

நுண்கதிர் நிழற்படங்களில் நீண்ட எலும்புகள் குறுகியும் அகன்றும் அவற்றின் வளரும் தட்டுகள் (epiphyseal plate) தாறுமாறாகவும் காணப்படும்.

மேலும் கீழ்க்காலில் உள்ள இரண்டு எலும்புகளில் வெளிப்புறத்தில் உள்ள ஃபிபுலா (fibula) என்னும் எலும்பு, உள்புறத்தில் உள்ள டிபியா (tibia) என்னும் எலும்பை விட நீளமாகக் காணப்படும். கை, கால் விரல்களின் சிற்றெலும்புகளில் வளரும் தட்டுகளும் தாறுமாறாக இருக்கும். முதுகெலும்பின் கீழ்ப்பகுதியில் ஓர் எலும்புக்கும் மற்றோர் எலும்புக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளி குறைந்திருக்கும்.

மருத்துவம் மூலம் இவற்றைச் சரி செய்ய எவ்வழியும் இல்லை. வளைந்த கால்களைச் சரி செய்ய எலும்பை வெளிப்படுத்த வேண்டியிருக்கலாம்.

- சுவயம் ஜோதி

நூலோதி John Macleod, *Davidson's Principles and Practice of Medicine*, 14th Edition, E. L. B. S, Churchill Livingstone, 1984.

குருத்தெலும்பு

இந்த எலும்பு அடர்த்தியான இணைப்புத் திசுக்களில் ஒருவகைப்படும். குருத்தெலும்பு (cartilage) வலிமையும், வளையும் தன்மையும் பெற்றது.

குருத்தெலும்பு, குருத்தெலும்பு உறையால் மூடப்பட்டுள்ளது. இதில் குருத்தெலும்புத் திசுக்கள், அடித்தளத்தில் (matrix) பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இக் குருத்தெலும்புத் திசுக்கள் அமைந்துள்ள விதத்தைப் பொறுத்தும், அடித்தளத்தின் தன்மையைப் பொறுத்தும் இதை மூவகைப்படுத்தலாம். அவை; தெளிவான (பளிங்கு போன்ற) குருத்தெலும்பு (hyaline cartilage), நாருடன் கூடிய குருத்தெலும்பு (fibrous cartilage), நெகிழ் தன்மையுள்ள குருத்தெலும்பு (elastic cartilage) எனப்படும்.

தெளிவான குருத்தெலும்பு. இது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலும்புகள் கூடுமிடங்களில் (மூட்டுகளில்) காணப்படுகிறது. இது எலும்பின் வளர் முனைகளில் இருப்பதோடு, உராய்வையும் குறைக்கிறது. இது நாளடைவில் எலும்பாக மாறிவிடும் தன்மையுடையது.

குருத்தெலும்புத் திசுக்கள் இதில் மிகுதியாக உள்ளன. இவை இரண்டாகவோ, நான்காகவோ இணைந்து காணப்படும். இவற்றைச் சுற்றி ஒரு குறுகிய இடைவெளி (lacuna) இருக்கும். இதன் அடித்தளம் தெளிவாகக் காணப்படும்.

நாருடன் கூடிய குருத்தெலும்பு. இது சில மூட்டுகளுக்குள் அமைந்துள்ள தட்டுப் போன்ற அமைப்பிலும் சில அசையா மூட்டுகளிலும் காணப்படும். இது மூட்டில் பங்குபெறும் எலும்பின் பரப்பை அதிகப்படுத்துவதற்கு உதவுவதோடு, உராய்வையும் குறைக்கிறது. இது நாளடைவில் எலும்பாக மாறுவதில்லை. இதில் வெள்ளை நார்கள் (collagen) கட்டுக்கட்டாகக் காணப்படும். அவற்றிற்கிடையில் இணையாகச் சில குருத்தெலும்புத் திசுக்கள் காணப்படும்.

நெகிழ் தன்மையுள்ள குருத்தெலும்பு. இவ்வகைக் குருத்தெலும்பு வெளிக்காது, குரல்வளை மூடி (epiglottis) ஆகிய இடங்களில் காணப்படும். இதுவும் நாருடன் கூடிய குருத்தெலும்பைப் போல நாளடைவில் எலும்பாக மாறுவதில்லை. இதில் அடித்தளத்தில் வெள்ளை நார்களோடு நெகிழ் நார்களும் சேர்ந்து காணப்படுகின்றன. இதனால் இது நெகிழ் தன்மையுடன் கூடியதாகக் காணப்படுகிறது. நார்களுக்கிடையில் குருத்தெலும்புத் திசுக்கள் காணப்படுகின்றன.

- சுவயம் ஜோதி

குருத்தெலும்பு மீன்கள்

குருத்தெலும்பு மீன்களின் உடல் பக்கவாட்டில் அழுத்தப்பட்டுக் கதிர் வடிவமாகவோ முதுகுப்புற வயிற்றுப்புறம் பக்கவாட்டில் அழுத்தப்பட்டுத் தட்டு வடிவமாகவோ காணப்படுகிறது. இம்மீன்களுக்கு அமைந்துள்ள மத்திய இணை உறுப்புகள் துடுப்புகள் எனப்படும். நீந்தும்போது இவ்விரு மார்புத் துடுப்புகளும் மீனின் உடலை நீரில் உயர்த்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஆண் மீனின் இடுப்புத் துடுப்புகளுக்கிடையில் பற்றிப் பிடிக்கும் இணை உறுப்புகள் (claspers) உள்ளன. பற்றிப்பிடிக்கும் உறுப்புகளால் ஆண்மீன் பெண் மீனை உடலுறவின்போது நன்கு பற்றிக் கொள்ளும்.

இம்மீன்களின் தோல் பிளேகாய்டு செதில்களைக் கொண்டுள்ளது. பிளேகாய்டு செதில்களின் சொரசொரப்பான முள்களாலும் கோழைச் சுரப்பிகளின் வழவழப்பான தன்மையாலும் இம்மீன்கள் எதிரிகளிடமிருந்து தப்புவதற்கேற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. குருத்தெலும்பு மீன்களின் உள் சட்டகம் முழுதும் குருத்தெலும்பாலேயே ஆனது. இதில் சுண்ணச் சத்தால் கடினப்படுத்தப்பட்ட பகுதிகள் இங்கும் அங்குமாகக் காணப்படினும் எலும்புப் பகுதிகளே இல்லை. முள்ளெலும்புகள் முழுமையானவையாகவும் தனிப்பட்டவையாகவும் காணப்படுகின்றன. முதுகு நாண் (notochord) நிலையானதாகவும்

உறுதியானதாகவும் காணப்படினும் ஒடுக்கப்பட்ட நிலையிலேயே உள்ளது.

இம்மீன்களின் செரிமானமண்டலம் வயிற்றுப்புறப் பக்கமாக அமைந்துள்ள வாய்ப்பகுதியில் தொடங்கிப் பொதுப்புழையில் முடிகிறது. சிறுகுடலில் சுருள் வால்வுகள் உள்ளன. குருத்தெலும்பு மீன்களின் முச்சுமண்டலத்தில் 5-7 இணைச் செவுள்கள் உள்ளன. இச்செவுள்களுக்கு மூடிகளோ, உறைகளோ இல்லை, காற்றுப் பைகளும் இல்லை. இதயத்தில் மேலறை, கீழறை என இரண்டு அறைகளே உள்ளன. இதயத்துடன் சிரைக்குடா ஒருபுறமும், கூம்புத்தமனி மறுபுறமும் இணைந்துள்ளன. இதயத்தில் தூய்மையற்ற இரத்தம் காணப்படுகிறது. 5-7 தமனி வளைவுகள் உள்ளன. இரத்தச் சிவப்புச் செல்கள் நீள் உருளை வடிவமாகவும் நியூக்லியசுடனும் காணப்படுகின்றன. சிரைமண்டலத்தில் கல்லீரல் போர்ட்டல் மண்டலமும் சிறுநீரகப் போர்ட்டல் மண்டலமும் காணப்படுகின்றன.

மூளைப் பகுதியில் நுகர் இதழ்களும் சிறு மூளைப்பகுதியும் மிகப்பெரிய அளவில் வளர்ச்சியுற்றுக் காணப்படுகின்றன. பத்து இணை மூளை நரம்புகள் உள்ளன. மருங்குக் கோட்டு உணர்ச்சி உறுப்புகள் நன்முறையில் வளர்ச்சியுற்றுள்ளன. சிறு நீரகங்கள் இடைநிலை வகையைச் சார்ந்தன.

ஆண் பெண் இனங்கள் தனித்தனியே காணப்படுகின்றன. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் இணையாக உள்ளன. அவற்றின் நாளங்கள் பொதுப்புழையில் திறக்கின்றன. அகக்கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. சில முட்டையிடும் தன்மை உடையவை, சில குட்டிப் போடும் வகையைச் சார்ந்தவை. குட்டிப்போடும் இனங்களில் தாய்சேய் இணைத்திசு வளர்ச்சியுற்றுக் குட்டியைப் பேண உதவும். உடலின் வெப்பம் சூழ்நிலைக்கேற்ப மாறும் தன்மையுடையதால் இவை குளிர் இரத்த உயிரிகளாகும்.

பெரும்பாலான குருத்தெலும்பு மீன்கள் கடல் நீரில் வசிக்கின்றன. ஒரு சில இனங்கள் வெப்ப மண்டல ஆறுகளில் வசிக்கின்றன. இவை ஏனைய சிறு உயிரிகளைப பிடித்து உட்கொள்கின்றன. காற்றுப் பட்டைகள் இல்லாமையால் உடல் மிகவும் பளுவாக உள்ளது. திமிங்கலங்களை அடுத்துச் சுறா மீன்கள் ஏறத்தாழ 12-15 மீட்டர் நீண்டு வளர்ந்து காணப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 9 மீட்டர் நீளமுள்ள கார்க்காரோடன் (carcharodon) என்னும் சுறாமீன் கடலில் மனிதர்களையும் பெரிய கப்பல்களையும் தாக்கும் தன்மையுடையது. இச்சுறாமீனின் மொத்த உடல் எடையில் ஏறத்தாழ 20% அதனுடைய ஈரலின் எடையாகும். இவ்வகைக் குருத்தெலும்பு மீன்களில் ஏறக்குறைய 3000 சிறப்பினங்கள் உள்ளன. எ.டு: ஹெப்டிராங்கியாஸ் (heptranchias), சைலியோரைனஸ்கேனிகுலஸ் (scylliorhinous caniculus), ஸ்பைர்னாபிளாக்கி (sphyrna blochii), பிரிஸ்ட்டிஸ் (pristis), ரைனோபேட்டஸ் (rhinobatus), டார்பிடோ (torpido), டிரைகான் (trygon), மைலியோ பேட்டிஸ் (myliobatis).

ஹெப்டிராங்கியாஸ். இதைப் பொதுவாக ஏழு செவுள் அல்லது சீப்புப்பல் சுறாமீன் என்பர். அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் மத்திய கடல் ஆகிய பகுதிகளில் இம்மீன் காணப்படுகிறது. ஏறக்குறைய 2 மீட்டர் நீளம் வளரக்கூடியது. தாய்சேய் இணைத்திசு வளர்ச்சியுறாமல் குட்டிப்போடும் மீனினம் ஆகும்.

சைலியோரைனஸ் கேனிகுலஸ். இது ஐரோப்பியப் புள்ளிச் சுறாமீன் எனப்படும். ஐரோப்பாவின் கடற்கரைப் பகுதிகளில் கூட்டம் கூட்டமாகக் காணப்படும். கூர்மைத்திறனுள்ள நுகர்ச்சி உறுப்புகளால் இரையைத் தேடிப் பிடிக்கும் இம்மீன்களை நாய் மீன்கள் (dog fish) என்றும் குறிப்பிடுவர். இம்மீன்கள் முட்டையிடும் தன்மையுடையவை. இவற்றின் இறைச்சி மலைசால்மன் (rock solmon) எனப்படும்.

ஸ்பைர்னாபிளாக்கி. இதன் தலைப்பகுதி சுத்தி வடிவத்தில் இருப்பதால் இதைச் சுத்தித்தலைச் சுறாமீன் (hammer - headed shark) என்பர்.

வகைப்பாடு

குருத்தெலும்பு மீன்கள்

- **துணைவகை 1. செலாச்சி** (selachii)
  - வரிசை 1. புளுரோடிரிமேட்டா — உடல் பக்கவாட்டில் அழுத்தப்பட்டுக் கதிர் வடிவமாக உள்ளது.
  - வரிசை 2. ஹைப்போடிரிமேட்டா — உடல் முதுகுப்புற வயிற்றுப்புறப் பக்கவாட்டில் அழுத்தப்பட்டுத் தட்டு வடிவமாகவுள்ளது.
- **துணைவகை 2. ஹாலோசெஃபாலி** (Holocephali) — எ.கா. கைமேரா

இந்தியப் பெருங்கடலில் காணப்படும் இவ்வகை மீன்கள் 3-6 மீட்டர் வரை வளரக்கூடியவை. சுத்தி வடிவத்தலையின் இரு முனைகளிலும் கண்கள் அமைந்துள்ளன. பெரும் வேட்கையுடன் ஏனைய மீன்களைப் பிடித்து உண்ணும் பழக்கமுடையவை. விரைவாக நீந்தும் பழக்கமுள்ள இவை குட்டிப் போடும் இனத்தைச் சேர்ந்த மீன்களாகும்.

பிரிஸ்ட்டிஸ். இதை ரம்ப மீன் (saw fish) என்பர். வெப்ப, மிதவெப்ப மண்டலக் கடல் பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. 6 மீட்டர் நீளம் வளரக்கூடியவை. இம்மீனின் அலகு போன்ற உறுப்பு முன்புறமாக நீண்டு பட்டை வடிவ ரம்பம் போல் காணப்படுகிறது. இவ்வுறுப்பின் இரு பக்கமும் பக்கவாட்டில் பற்கள் குழிப்பகுதிகளில் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இந்த ரம்ப உறுப்பு 1.8 மீட்டர் நீளமும் 30 செ.மீ. அகலமும் பெற்று 32 இணைப் பற்களை இருபுறமும் கொண்டு காணப்படுகின்றது. ரம்ப உறுப்பு, தற்காப்பு உறுப்பாகப் பயன்படுகிறது. இம்மீன்கள் குட்டிப்போடும் இனத்தைச் சேர்ந்தவை. நதிகளுக்கு வலசை சென்று திரும்பும் தன்மையுள்ளவை.

ரைனோபேட்டஸ். இதை அலகு திருக்கைக் கதிர் மீன் என்பர். இவை ஏறத்தாழ 1.5 மீட்டர் நீள முள்ளவை. இவை எப்பகுதியிலும் பரவி வசிக்கும் தன்மையுள்ளவை. இம்மீன்களுக்கு அழுத்தப்பட்ட செவ்வகப்பட்டை வடிவமுடைய ஒரு வரிசை முள்கள் முதுகுப்புறப் பக்கத்தில் அமைந்துள்ளன.

டார்பிடோ. இம்மீனை மின்விசைத் திருக்கைக் கதிர் மீன் என்பர். இவை மத்திய கடல், செங்கடல், பசிபிக் கடல், அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் முதலிய பகுதிகளில் வசிக்கின்றன. இம்மீன்களின் கண்ணிற்கும் தோள் வளையத் துடுப்பிற்கும் இடையில் மின்விசை உறுப்பு தலைப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. தசைகளின் உதவியால் மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. எதிரிகளைத் தாக்க இம்மின்சாரத்தைப் பயன்படுத்துகிறது. சிலசமயங்களில் மனிதர்களையும் தாக்கும்.

டிரைகான். கொட்டுந்திருக்கைக் கதிர்மீன் (sting ray) அல்லது கசை வால்திருக்கைக் கதிர் மீன் எனப்படும் டிரைகான் மீன்கள் மத்திய கடல் அட்லாண்டிக் பெருங்கடல் பசிபிக் கடல் இந்தியப் பெருங்கடல் முதலிய பகுதிகளில் வசிக்கின்றன. இம்மீன் ஏறத்தாழ 2 மீட்டர் நீளத்தில் பட்டம் போன்ற வடிவம் கொண்டுள்ளது. இதன் வால் கசை போன்று நீண்டு காணப்படுவதுடன் பற்கள் போன்ற கூரான முள்களும் உள்ளன. இவை கடல் பகுதியின் தரையில் அசைவற்றுக் கிடக்கின்றன. இரை தேடும்போதும் எதிரிகளைத் தாக்கும்போதும் சுறுசுறுப்பாக இயங்குகின்றன. வால் பகுதியிலுள்ள முள்கள் எதிரியைத் தாக்கும்போதும் புண்களை உண்டாக்குகின்றன.

மைலியோபேட்டிஸ். பருந்து திருக்கைக் கதிர்மீன் (eagle ray) என்று இவற்றைக் கூறுவர். இவை பற்பல கடல் பகுதிகளிலும் சிதறிக் காணப்படுகின்றன. இவை ஏறத்தாழ 4.5 மீட்டர் நீளம் வளரக்கூடியவை. தலைப்பகுதி முக்கோண வடிவிலும் வால் கசைபோன்று நீண்டும் காணப்படுகின்றன. கசை வாலில் காணப்படும் முள்களால் எதிரியின் உடலில் புண்கள் ஏற்படுகின்றன.

கைமேரா. எலிமீன் எனப்படும் இவை ஜப்பான், ஆஸ்திரேலியா, நன்னம்பிக்கை முனை, ஐரோப்பாவின் மேற்குக் கடற்பகுதி, வட அமெரிக்கக் கடற்பகுதி முதலிய இடங்களில் வசிக்கின்றன. இவற்றிற்கு எலும்பு மீன்களைப் போன்று சிறிய உதடுகளும், செவுள் மூடிகளுடன் கூடிய 4 இணைச் செவுள்களும் உள்ளன. இவற்றிற்குத் தோலில் செதில்கள் இல்லை.

குருத்தெலும்பு மீன்களின் பொருளாதார முக்கியத்துவம். இம்மீன்கள் மனிதர்களுக்கு உணவாகப் பயன்படுகின்றன. மேல் நாடுகளில் இம்மீன்களின் துடுப்புகளைக் கொதிக்க வைத்து ஒரு வித கோழை நீர்மம் தயாரித்து அதை உணவுப் பொருள்களுடன் (soup) கலந்து குடிக்கின்றனர். இம்மீன்களின் ஈரல்களிலிருந்து ஒரு வகை எண்ணெய் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது வைட்டமின் கொண்டுள்ள மிகச்சிறந்த சத்துணவாகக் கருதப்படுகிறது. சுறாமீன்களின் தோல் பதனிடப் பட்டு ஷாகிரின் (shagreen) என்னும் தோலாக மாற்றப்படுகிறது. இது மரம் தந்தங்கள் முதலான வற்றைத் தேய்த்துப் பளபளப்பேற்ற உதவுகின்றது. மேலும் நூல்கள், நகைப்பெட்டி, குத்துவாள் முதலிய வற்றிற்கு உறையாகவும் பை, காலணி செய்வதற்கும் இது பயன்படுகிறது. சுறாமீனின் பிட்யூட்டரி சுரப்பிகளின் சுரப்பு மருத்துவத்திற்குப் பயன்படுவதாகக் கூறப்படுகிறது.

- கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்

குருதிக் குடா வால்சால்வா சைனஸ்

வால்சால்வா என்பார் போலோக்னா நகரைச் சார்ந்த அறுவை மருத்துவ வல்லுநரும் உடற்கூற்று இயலாளரும் ஆவார். 17 ஆம் நூற்றாண்டைச் சார்ந்த இவர், குருதிக்குடா நிலை பற்றி விவரித்துள்ளார். குடுவையுருக் கொண்ட பெருந்தமனி வீக்கத்தைப் பற்றி விளக்கினார். வால் சால்வாவின் குடுவையுரு நிலையில் பெருந்தமனிக் கதவத்தின் முனை உட்புறமாகவும், பெருந்தமனிச் சுவர் வெளிப்புறமாகவும், பெருந்தமனித் தடுக்கிதழின் வளையம் கீழாகவும் காணப்படும்.

குடுவையுரு வால்சால்வாவின் பள்ளம் பிறவி ஊனமாக இருந்தபோதும் மேக நோயின்

விளைவாலும் ஏற்படலாம். உரிய மருத்துவம் கண்டுபிடிக்கப்படு முன்னர், குருதிக் குடா பள்ளம் தோன்றிய குழந்தைகள் ஓரிரு ஆண்டுகளில் இதயத் தளர்வால் மரணமடைகின்றனர். 1957 இல் சாயா என்னும் மருத்துவர் 47 நோயாளிகளைப் பற்றி விவரித்தார். வீக்கமடைந்த பெருந்தமனியின் பிறவி ஊனத்தை 1956 இல் முதன் முறையாக அறுவை மூலம் சரி செய்தனர். இதன்பின், அறுவைமுறை எளிதாகிவிட்டது. வல இதய அறை உட்புழை, 70% நோயாளிகளில் பாதிக்கப்படுகிறது. உடையும் போது அது வலக்கீழறையின் உள்ளேயே உடைகிறது. 20% நோயாளிகளில் வல மேலறையினுள் உடை படுகிறது. இட இதய அறை பாதிக்கப்படுவ தில்லை. இவ்வாறே உட்புழை, இட மேலறையி னுள்ளோ, இடக் கீழறையினுள்ளோ உடைவதில்லை.

உட்புழை உடையும் வரை எவ்வித அறிகுறியும் தோன்றாது. தற்செயலாகத்தான் நோய் முடிவு செய்யப்படும். உட்புழை எந்த வயதிலும் உடைய லாம் எனினும் பெரும்பாலும் 30 வயதுக்கு மேலேயே இது நிகழ்கிறது. வால்சால்வாவின் உட்புழை, உடைவது அல்லது கிழிவதன் காரணம் தெரிய வில்லை. கிழிந்தவுடன் இதய முறிவு ஏற்படுகிறது. இதய முறிவு ஏற்பட்ட ஓராண்டிற்குள் மருத்துவம் செய்யாவிடில் மரணம் நிகழ்கிறது.

உட்புழை உடையும்போது நெஞ்சுவலி தோன்றிக் கடின மூச்சும், படபடப்பும் உண்டாகின்றன. நடு மார்பு எலும்பையொட்டி ஒரு முணுமுணுப்புக் கேட்பதை மார்பளவி மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்த முணுமுணுப்புத் தொடர்ந்து கேட்டுக் கொண்டே இருந்தாலும், இதய விரிவு நிலையின் போது மிகுந்த ஒலி கேட்கும். இதய விரிவும் மிகை யான நாடி அழுத்தமும், நுரையீரல் இரத்தத் தேக்கமும் காணப்படுகின்றன. இந்நோய் நிலையைப் பெருந்தமனி - நுரையீரல் கதவம் என்னும் நிலை யிலிருந்து பிரித்தறிய வேண்டும். பெருந்தமனி மூலம் எக்ஸ்கதிர் ஒளிபுகா நீர்மத்தை உட்செலுத்தி நோயை உறுதி செய்யலாம்.

- அ. கதிரேசன்

குருந்தக்கல்

இது அறுகோணப் படிகங்களாக இயற்கையில் கிடைக்கும் அலுமினியம் ஆக்சைடு கனிமம். குருந்தக்கல் (corundum) முப்பட்டையாகவும், சாய் சதுரமாகவும் தோன்றக் கூடும். இதன் கடினத் தன்மை மோஸ் (mohs) அளவையில் 9 ஆகும். கடினத்தன்மையில் குருந்தக்கல்லை விஞ்சக்கூடிய ஒரே பொருள் வைரமாகும். குருந்தக்கல்லின் அடர்த்தி எண் 4-4.1 வரை இருக்கும். ஒளி ஊடுருவும் வகையாகவும், ஒளி ஊடுருவா வகையாகவும் கிடைக்கிறது. சாதாரண வகை, வெளிர் கறுப்பு நிறம் கொண்டது. காந்தக்கல் (magnetite), ஹேமடைட் (haematite) ஆகியவற்றுடன் இணைந்திருக்கும் குருந்தக்கல் எமரி (emery) எனப்படும். இது உலோகம் மற்றும் மரத்தின் புறப்பரப்பைத் தூய்மைப்படுத்து வதில் தேய்க்கும் பொருளாகப் பயனாகிறது. தூய குருந்தக்கல்லைவிடச் சில குறிப்பிட்ட மாசுப் பொருள்களுடன் கலந்து கிடைக்கும் வகை வனப்பு மிக்கது.

குரோமியத்தை மாசுப் பொருளாகக் கொண்ட குருந்தக்கல் கெம்பு (ruby) என்றும், இரும்பு அல்லது டைடேனியம் கலந்த வகை நீலம் (sapphire) என்றும் குறிக்கப்படும். இவை நகைகளில் பதிக்கப்படும். ஊதா நிறக்கல் அமெதிஸ்டு என்றும், பச்சைக்கல் மரகதம் என்றும் மஞ்சள் நிறவகை புஷ்பராகம் என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. செயற்கை முறை யில் கெம்புக்கல்லைத் தயாரிக்கும் தொழில் ராஜஸ் தானத்திலும், தமிழ் நாட்டிலும் வளர்ச்சி பெற்றுள் ளது. குருந்தக்கல் கனடா நாட்டில் ஆன்டாரியோ மாநிலத்திலும், கெம்புக்கல் தாய்லாந்தின் தலை நகரான பாங்காக்கின் அருகிலும், வட பர்மாவிலும் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியம்

குருந்தம்

இது ஓர் ஆக்சைடு கனிமம். குருந்தம் (corundum) ஓர் அலுமினிய ஆக்சைடு (Al_2O_3). இதில் இரும்பு 1%க்குக் குறைவாகவும், அலுமினியா 52.9%, ஆக்சி ஜன் 47.1% ஆகவும் உள்ளன. சில சமயங்களில் சிறி தளவு டைட்டேனியமும் கலந்திருக்கும். குருந்தத்தைக் நிறமாலை வரைவி கருவியில் ஆராய்ந்தபோது சில இம்மி அளவில் குரோமியம் இருந்தமை தெரிய வந்தது. குருந்தத்தின் படிகங்கள் அறுகோணத் தொகுதியின் தனி முக்கோணவடிவு வகுப்பைச் சேர்ந் தவை. இதன் அணுக்கோப்பு, சாய்சதுர மைய அமைப்புடையது. ஓர் அணுக்கோப்பில் ஆறு கனிமக் கூட்டணுக்கள் உள்ளன. அணு அமைப்பில் அணுக் களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு கிடைவாட்டத்தில் (a) 4.751 ஆகவும், குத்துவாட்டத்தில் (c) 12.97 ஆகவும் உள்ளன. படிக அச்சுக்களுக்கிடையேயான (நீள) விகிதம் $a:c = 1:1.364$ ஆகும்.

குருந்தம் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இப்படி கங்கள் பட்டைக் கூம்புகளாகவும் பட்டகங்களாகவும் உள்ளன. சில அடியிணைவடிவோடு வளர்ச்சிபெற்றுத் தட்டையாகவும் வேறு சில சாய்சதுர வடிவுகளாக வும் உள்ளன. மேலும் படிகங்கள் பொதுவாக

மத்தளங்களைப் போன்று இடையில் பருத்தும் முனைகளில் சிறுத்தும் குத்து (c) அச்சுக்கு இணையாக நீண்டும்காணப்படுகின்றன. சிலபடிகங்களின் பட்டகக் கூம்பு மற்றும் பட்டக முகங்களில் கிடைக்கீறல்கள் காணப்படுகின்றன. சிலவற்றில் $(11\bar{2}0)$ பக்கவாட்டத்தில் அமைந்துள்ள கோடுகள் காணப்படுகின்றன. இக்கோடுகள் அடியிணைவடிவினை ஆறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கக் காணலாம்.

குருந்தத்தின் படிகங்கள் பொதுவாக $(10\bar{1}1)$ மீது படல இரட்டுறல் அடைந்துள்ளன. சில அடியிணை வடிவின் (0001) மேல் ஊடுருவிய அல்லது அம்பு போன்ற உருவத்தில் படிக இரட்டுறல் பெற்றுள்ளன. குருந்தம் உருண்டையான துகள்களாகவும் கெட்டியான திண்மங்களாகவும், படலங்களாகவும் காணப்படும்.குருந்தத்தில் கனிமப்பிளவுகள் இல்லை. (0001) தளத்தில் கனிமப் பிரிவுகள் பெரிதும் காணப்படுகின்றன. இவை இடைவிட்டுக் காணப்படும். $(10\bar{1}1)$ தளத்தில்கனிமப்பிரிவுகளும் தெளிவாகக் காணப்படும். இக்கனிமங்கள் வளைமுறிவு (குழி முறிவு) அல்லது சீரற்ற முறிவை உடையன. படல-இரட்டுறல் பெற்றவை; எளிதில் நொறுங்கக்கூடியவை. பொதுவாக குருந்தம் மிகவும் வலிவானது; முறியாதது. இதன் கடினத்தன்மை 9 ஆகும். வைரத்திற்கு அடுத்தபடியாக கடினத்தன்மை மிக்க கனிமம் இதுவே. இதன் ஒப்படர்த்தி 4.0-4.1. இது வைர - மிளிர்வு அல்லது பளிங்கு மிளிர்வு உடையது. சில நேரங்களில் முத்து மிளிர்வையும் காட்டும். அடியிணைவடிவின் பக்கங்கள் சில சமயங்களில் முத்து-மிளிர்வு உடையவை.

குருந்தம் பல வண்ணங்களில் கிடைக்கிறது. பெரும்பாலும் சாம்பல் நிறமாயிருக்கும். நிறமற்றும் பலவகை நீலநிறத்திலும் மஞ்சள் மற்றும் பொன் நிறத்திலும், ஊதா நிறத்திலும் பச்சை, இளஞ்சிவப்பு, இரத்தச் சிவப்பு, பசுமை கலந்த சாம்பல் நிறத்திலும் நீல-சாம்பல் மற்றும் சருகு நிறத்திலும் காணப்படும். நீலம் அல்லது சிவப்பு நிறங்களிலுள்ள குருந்தம் அணிகலக் கற்களாக உள்ளது. இவை "நீலம்" அல்லது "கெம்பு" என்று வழங்கப்படுகின்றன. சில படிகங்களில் பல்வேறு பகுதிகளில் வெவ்வேறு நிறங்களைக் காணலாம்.

கெம்பு (ரூபி) எனப்படும் சிவப்புக் குருந்தம் சூடாக்கப்பட்டால் முதலில் பச்சையாகவும், பின்னர் நிறமற்றதாகவும் மாறுகிறது. குளிர வைத்தால் மீண்டும் பச்சை நிறமாகவும் பின் சிவப்பு நிறமாகவும் ஆகிறது. நீலநிறக் குருந்தம் 1300°C வெப்பத்தில் வெளிர் மஞ்சள் நிறத்தைப் பெறுகிறது. குளிர வைத்தால் பசுமையான நீலநிறத்தைப் பெறுகின்றது. அணிகலக் கல் தரமுடைய நீலம் மற்றும் கெம்பு எனப்படும் குருந்தம் நின்று-ஒளிர்வும், புற-ஊதா ஒளியில் கிளர்-ஒளிர்வும் பெறுகிறது. குருந்தத்தின் தூள் நிறமற்றது. அணிகலக்கல் தரமுடைய குருந்தம் ஒளி புகுந்தன்மை உடையது. சில குருந்தத்துணுக்குகளின் (0001) தளங்களில் குத்து (C) அச்சைச் சுற்றிலும் அறுகோண வடிவுடைய வண்ணத் தாரைகள் காணப்படுகின்றன.

இந்தியாவில் கிடைக்கும் சில சருகு நிறக் குருந்தத்தில் நுண்ணிய தட்டையான (ஹெமடைட்) கனிமங்கள் (0001) தளத்திற்கு இணையாக இருக்கும். தாய்லாந்து முதலிய இடங்களில் கிடைக்கும் கறுப்புக் குருந்தங்களில் (0001) தளத்தில் பிற கனிமங்கள் உள்நுழைவுகளாக உள்ளமையால், குருந்தத்தில் காணப்படும் கனிமப்பிரிவுக்கு அவை காரணமாகின்றன. இந்த உள்நுழைவுகளையுடைய கறுப்புக் குருந்தம் மெருகேற்றப்பட்டால் ஆறு அல்லது பன்னிரண்டு கதிர்களோடு கதிர்த் தோற்றம் பெற்று விளங்கும். இந்தக் கதிர்த்தோற்றமுடையவை அணிகலன்களில் இடம் பெறுகின்றன. குருந்தம் 2035°C வெப்பத்தில் உருகுகிறது. இது அமிலத்தில் கரைவதில்லை.

குருந்தத்தின் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\omega = 1.7653$-1.7760; $\varepsilon = 1.7573$—1.7677. இதன் ஒளிவிலகல் எண்களுக்கிடையேயான வேறுபாடு மிகவும் குறைவு. இருண்ட நிறமுடைய குருந்தங்களின் ஒளிவிலகல் எண் மதிப்பு மிகுவதைக் காணலாம். குருந்தம் ஓரொளி அச்சையும், எதிரொளி(—)சுழற்றும் பண்பையும் உடைய கனிமமாகும். பெரும்பாலும் இது இரு ஒளி அச்சுகளைக் கொண்டு காணப்படுகிறது. இவற்றின் ஒளி அச்சுக்கோணம் 10°-12° ஆகும். ஒரு குருந்தம் 58° ஒளி அச்சுக் கோணத்தில் இருந்ததாகக் கூறப்படுகிறது.

நுண்ணோக்கியில் காணும்போது குருந்தம் இருண்ட நிறமுடையது. அதிர் நிறமாற்றம் (dichroic) உடையது. இதில் அசாதாரண கதிர்த் திசையை விடச் சாதாரண கதிர்த் திசையில் ஒளி உட்கவர்வு மிகுதி. இலங்கையில் கிடைக்கும் குருந்தத்தின் அதிர்திசை நிறமாற்றம் அவுரிநீலத்திலிருந்து வெண்மை கலந்த நீலமாகவும் இருக்கும். ஆஸ்திரேலியாவில் கிடைக்கும் குருந்தம், நீல நிறத்திலிருந்து வெளிர்பச்சை அல்லது மஞ்சள் கலந்த பச்சையாகவும், இந்தியாவில் கிடைக்கும் கெம்பு வகைக் குருந்தம் இருண்ட ஊதாகருஞ்சிவப்பிலிருந்து வெளிறிய மஞ்சளாகவும் இருக்கக் காணலாம். மஞ்சள் குருந்தத்தில் அதிர்திசை நிறமாற்றம் காணப்படுவதில்லை.

வகைகள். குருந்தத்தில் முக்கியமாக இரு வகைகள் உண்டு. அவை நீலம் (sapphire), கெம்பு (ruby); இவை அணிகலக் கற்கள். இவை அழகிய வண்ணங்களில் ஒளிபுகும் அல்லது ஒளி கசியும் தன்மையுடன் கிடைக்கின்றன. வண்ணத்தின் அடிப்படையில் வெவ்வேறு பெயர்களுடையன. நீலம் என்பவை நீல நிறமானவை. சிவப்பு நிறமுடையவை

ரூபி அல்லது ஓரியண்டல் ரூபி எனப்படும். மஞ்சள் நிறமானவை ஓரியண்டல் டோபாஸ் எனவும், பச்சை நிறமுடையவை ஓரியண்டல் மரகதம் (emerald) எனவும் வழங்கப்படுகின்றன. விண்மீன்களைப்போல் கதிர்களையுடைய அழகிய குருந்தமும் உண்டு.

குருந்தம். இது இரண்டாம் வகைக் குருந்தம். இருண்ட பளபளப்பற்ற வெளிறிய நீலம், சாம்பல், சருகு அல்லது கறுப்பு நிறமுடன் இருக்கும். இந்தியாவில் கிடைக்கும் கருமை அல்லது சாம்பல் அல்லது புகை நிறத்திலுள்ள குருந்தம் "அடமன்ட்டைன்ஸ்பார்" எனப்படும்.

எமரி. இவ்வகை, கறுப்பு அல்லது சாம்பல் கலந்த கறுப்பு நிறத்தில் துகள்களாகக் கிடைக்கும். மேக்னடைட், ஹெமடைட் எனும் இரும்புக் கனிமங்கள் எமரியுடன் கலந்திருக்கும். சிலவற்றில் இரும்பு-ஸ்பினல், ஹெர்சினைட் ஆகியவையும் கலந்திருக்கும். இவை எப்போதும் துகள்களாகவே இருக்கும்.

குருந்தத்தில் மிகச் சிறிய அளவில் இரும்பு (Fe), டைட்டேனியம் (Ti), குரோமியம் (Cr) ஆகியவை கலந்திருக்கும். குருந்தத்தின் நிறத்திற்கு இவை காரணமாகின்றன. கெம்பு எனப்படும் குருந்தத்தின் சிவப்பு நிறத்திற்குக் குரோமியமே காரணமாகும். இரும்பு அல்லது டைட்டேனியத்தின் கலப்பால் சஃபயர் நீலநிறமுடையது. இரும்பு, கார்னட், ஸ்பினல், இல்மனைட், ரூட்டைல் ஆகியவற்றைக் கனிம நுழைவுகளாகக் கொண்ட குருந்தம் 'எமரி'யாகும்.

குருந்தம் மாற்றமடைவதால் சாய்சைட், மார்கரைட், அபிரகம் (வெள்ளை), ஸ்பினல், கயனைட் முதலிய கனிமங்கள் தோன்றுகின்றன. சில சமயங்களில் டையோஸ்பார், ஆண்டாலுசைட், டூர்மலின் ஆகியவையும் தோன்றுகின்றன.

குருந்தம் பலவகையான பாறைகளில் காணப்படுகிறது. மாற்றுருப் பாறைகள் மற்றும் பெக்மடைட்டுகளில் மிகுதியாகவும் நெஃபிலீன்-சயனைட்டுகளிலும், சில சமயம் பசால்ட்டுகளிலும் கிடைக்கிறது. படிகச் சுண்ணாம்புப் பாறை, டோலோமைட், நைஸ், குளோரைட் -படலப்பாறை (schist), அபிரக - படலப் பாறை கிரானைட் ஆகிய பாறைகளில் பெருவாரியாகக் கிடைக்கிறது. ஆற்றின் வண்டல் படிவுகளிலிருந்து அணிகலக்கல் வகையைச் சார்ந்த குருந்தம் கிடைக்கிறது.

குருந்தம் அமெரிக்காவிலுள்ள கலிஃபோர்னியா, யோகோ, குல்ச், மோன்டனா, கொலராடோ, பென்சில்வேனியா, நியூயார்க், நியூஜெர்சி முதலிய இடங்களிலும், கனடா, நார்வே, ஸ்வீடன், பிரான்ஸ், இத்தாலி, சுவிட்சர்லாந்து, பர்மா, தாய்லாந்து, ஆப்கானிஸ்தான், ஜப்பான், டிரான்ஸ்வால், தென்னாஃபிரிக்கா, மடகாஸ்கர், ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளிலும் கிடைக்கிறது.

சிறந்த தரமான கெம்பு பர்மாவிலுள்ள மோகக் மாவட்டத்திலும் ஐராவதி ஆற்றின் வண்டல் படிவுகளிலும் மலையடிவாரங்களிலும் காணப்படுகிறது. சில அப்பகுதியிலுள்ள படிகச் சுண்ணப்பாறைகளில் உள்ளன. பர்மாவில் கிடைத்த ஏறத்தாழ 700 கிராம் எடையுள்ள கெம்பு பிரிட்டனிலுள்ள கண்காட்சிச் சாலையில் இடம் பெற்றுள்ளது. இலங்கையில் ரத்னபுரி (காரணப்பெயர்) மற்றும் ரக்வானா மாவட்டங்களில் பல நிறங்களில் கூழாங்கற்களாக ஆற்றின் வண்டல் படிவுகளில் கிடைக்கிறது. நீலம், கெம்பு ஆகியவை கம்போடியா, தாய்லாந்து ஆகிய இடங்களில் கிடைக்கின்றன. ஆப்கானிஸ்தானிலுள்ள சுண்ணாம்புப் பாறைகளிலிருந்து கெம்பும், ஜப்பானிலிருந்து நீலம் மற்றும் சாம்பல் நிறப் படிகங்களும் கிடைக்கின்றன.

மடகாஸ்கரில் அபிரக - படலப்பாறைகளிலும் ஆற்றுப்படிவுகளிலும் குருந்தம் பெரிய படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. தென் ஆஃபிரிக்காவிலும், டிரான்ஸ்வாலிலும் பெக்மடைட்டுகளில் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. டிரான்ஸ்வாலில் 150 கிலோ எடையுள்ள மிகப்பெரிய படிகம் கிடைத்துள்ளது. ரஷ்யாவிலுள்ள யூரல் பகுதியில் சர்ப்பென்டைன், நைஸ் இரண்டிற்குமிடையேயுள்ள பகுதியில் பெரிய நுழைவுப்பாறைகளாகக் குருந்தமும், அனார்த்தைட்டும் கிடைக்கின்றன. ஸ்விட்சர்லாந்தில் படிகங்கள் நீலம் அல்லது சிவப்பு நிறத்தில் டோலோமைட்டிலிருந்து கிடைக்கின்றன. இத்தாலியில் ஃபெல்ஸ்பாரிலிருந்தும், பிரான்சில் பசால்ட்டிலிருந்தும் கிடைக்கின்றன. ஸ்வீடனில் பெருமளவு பட்டகப் படிகங்களாகவும், நார்வேயில் நெஃபிலின் - குருந்தம் பெக்மடைட்டாகவும் காணப்படுகின்றன. கனடாவில் குருந்தம் சயனைட் பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும்.

இந்தியாவில் பல இடங்களில் குருந்தம் காணப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் திருச்சிராப்பள்ளி, சேலம், கோயம்புத்தூர் ஆகிய பகுதிகளில் பெருமளவில் கிடைக்கிறது. தருமபுரி மாவட்டத்தில் 1.5 கி. மீ.-8 கி. மீ. அகலமும், 65 கி. மீ. நீளமுமுள்ள பகுதியில் குருந்தம் உள்ளது. நாமக்கல்லுக்கு அருகேயுள்ள சித்தம்பூண்டிப் பகுதியில் 1.5 கி. மீ. அகலமும் 16 கி. மீ. நீளமுமுள்ள பகுதியில் குருந்தம் கடந்த இருநூறு ஆண்டுகளாக வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. காங்கேயத்திற்கு அருகிலுள்ள சிவன்மலையில் சயனைட்டுப் பாறைகளில் குருந்தம், கிரைசோபெரில், ஸ்பீனல், சிர்க்கான், நெஃபிலின் ஆகிய கனிமங்களுடன் காணப்படுகிறது. கர்நாடகா மாநிலத்தில் சிருங்கேரி ஜாகிரில் தரமான சிவப்பு நிறக் குருந்தம் கிடைக்கிறது. இதன் தெற்கிலுள்ள மலைப்பகுதிகளில் பழுப்பு நிறத்தில் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது.

மேலும் ஹாஸ்ஸன், சித்ரதுர்க்கா, பாலகாடா, தும்கூர், கோலார் ஆகிய பகுதிகளிலும் கிடைக்கிறது.

ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் அனந்தபூர், கல்யாண துர்க்கம், தர்மாவரம் ஆகிய இடங்களிலும் நெல்லூர் மாவட்டத்திலுள்ள சங்கராச் (அபிரக) சுரங்கங்களிலும் குருந்தம் உள்ளது. மத்தியப் பிரதேசத்தில் மொரீனா மாவட்டத்திலுள்ள பனியாரி என்னுமிடத்தில் ஏறத்தாழ 1½ கி. மீ. பகுதியில் உள்ளது. சித்தி மாவட்டத்தில் பிப்ராவுக்குத் தென் கிழக்கில் சில்லிமனைட்டுப் பாறைகளில் உயர்ந்தவகைக் குருந்தம் உள்ளது. இங்குள்ள ஆற்றுப்படுகைகளிலும் பஸ்தார் மாவட்டத்திலும் குறைந்த அளவில் குருந்தம் காணப்படுகிறது. பீஹாரில் சிங்பூம், ரேவா ஆகிய இடங்களிலும், அஸ்ஸாமில் காசிக் குன்றுகளிலுள்ள சோனபஹாரில் சில்லிமனைட்டுடனும், ஆற்று வண்டலின் கீழும், காரோ காசிக் குன்றுகளின் இடையேயுள்ள ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்கிலும் குருந்தப் படிவுகள் உள்ளன. காஷ்மீரில் வெளிர் நீலநிறமுடைய குருந்தம் கிடைப்பதாகத் தெரிகிறது.

குருந்தம் மிகவும் பயனுள்ள கனிமம். மிகுந்த கடினத்தன்மையும், அழகிய நிறங்களும் இதைப் பயனுடையதாக்குகின்றன. நீலம், சிவப்பு நிறமுள்ளவை அணிகலக் கற்களாகப் பயன்படுகின்றன. பிற நிறங்களிலுள்ள ஒளிபுகுந்தன்மையுடன் கூடியவையும் அணிகலக் கற்களாகப் பயன்படுகின்றன. குருந்தம் உரசும், தேய்க்கும் (abrasive) பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. சாணை பிடிக்கும் சக்கரங்களின் மேல்பரப்பில் குருந்தப் பொடி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மிகுந்த வெப்பத்தைத் தாங்கக்கூடிய குடுவைகளைத் தயாரிப்பதற்கும் இது பயன்படுகிறது. கண்ணாடிகளில் எழுதவும் கண்ணாடிகளை வெட்டவும் பயன்படும் கருவிகளின் நுனியில் குருந்தம் இடம்பெற்றுள்ளது. வைரப் பென்சில் எனப்படும் இவை, உண்மையில் குருந்தத் துகளை உடையவையேயாம்.

சாணைக் கற்கள், சக்கரங்கள், பட்டைச்சீலைகளின் மேல் துகள்களாக உள்ள குருந்தம் தேய்ப்பதற்கும் மெருகு போடுவதற்கும் பயன்படுகிறது. படிகங்களாகக் கிடைக்கும் குருந்தம் மிகுதியான தேய்க்கும் திறம் உடையது. இந்தியாவில் கிடைக்கும் குருந்தத்தில் பெரும்பகுதி உள்நாட்டிலேயே பயன்படுகிறது. இக்காலத்தில் கார்போரண்டம் போன்ற சில செயற்கைப் பொருள்கள் குருந்தத்திற்குப் பதிலாகப் பயன்படுகின்றன.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. W.E. Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, John Wiley & Sons, New York, 1955.

குரூக்ஸ், சர் வில்லியம்

இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த சர் வில்லியம் குரூக்ஸ் சிறந்த இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் வல்லுநராவார். இவர் 1832இல் லண்டனில் ஜுன் 17ஆம் நாள் பிறந்தார். 1919 ஆம் ஆண்டில் லண்டனில் ஏப்ரல் 4ஆம் நாள் இயற்கை எய்தினார். குரூக்ஸ் தாலியம் தனிமத்தைக் கண்டுபிடித்ததாலும் எதிர்முனைக் கதிரை விரிவாக ஆராய்ந்ததாலும் புகழ் பெற்றார். அணுக்கரு இயற்பியல் வளர்ச்சிக்கு இவர்தம் ஆய்வுகள் அடிப்படையாக அமைந்துள்ளன.

லண்டனிலுள்ள ராயல் வேதியியல் கல்லூரியில் படித்துப் பட்டம் பெற்ற பின்னர், ஆக்ஸ்ஃபோர்டிலுள்ள ராட்கிளிஃப் வானியல் ஆராய்ச்சிக் கூடத்தில் 1854 இல் கண்காணிப்பாளராகச் சேர்ந்தார். இதற்கடுத்த ஆண்டு செஷயரிலுள்ள கல்லூரி ஒன்றில் விரிவுரையாளராகச் சேர்ந்தார். இதற்குப் பின்னர் 1856 இலிருந்து அவரது சொந்த ஆய்வுக் கூடத்தில் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளை நடத்தினார்.

கண்ணாடிக் குழாயில் உள்ள வளிமத்தை வெளியேற்றி அதனுள் மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்போது எதிர் முனைக்கருகே இருள்சூழ்ந்த இடைவெளி இருப்பதைக் கண்டறிந்தார். தற்போது இது குருக்ஸ் இருள் சூழ் இடைவெளி எனப்படுகிறது. எதிர்முனைக்கதிர்கள் நேராகச் செல்கின்றன என்றும், நின்றொளிர் தலை உண்டாக்குகின்றன என்றும், சிலபொருள்களின் மேல் படும்போது அவற்றை வெப்பப்படுத்துகின்றன என்றும் குருக்ஸ் மெய்ப்பித்தார். எதிர்முனைக் கதிர்களை ஆய்வு செய்யப் பலவிதக் கருவிகளைக் கண்டுபிடித்தார். ஆனால் ஒளிரும் பொருள்களைப் பற்றிய இவர்தம் கருத்துகள் பல வகைகளில் தவறானவையாகவே இருந்தன என்பது பின்னர்க் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த ராபர்ட் புன்சன் மற்றும் குஸ்டவ் கிரிச்சாவ் ஆகியோரால் நிரலியல் ஆய்வுகள் ஆராய்ச்சியில் புகுத்தப்பட்ட பின்னர் குருக்ஸ் செலினியம் சேர்மங்களை ஆராய அந்தப் புதிய உத்தியைப் பயன்படுத்தினார். 1861 இல் சில செலினியம் கொண்ட தாதுக்களில் தாலியம் என்ற புதிய தனிமம் இருப்பதை இவ்வாய்வுகளினால் கண்டுபிடித்தார் இந்தப் புதிய தனிமத்தைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளை அவர் தொடர்ந்தார். அதனைப் பிரித்தெடுத்து அதன் பண்புகளையும், பின்னர் 1873 இல் அதன் அணு எடையையும் கண்டுபிடித்தார். வெற்றிடத்தில் தாலியம் தனிமத்தை ஆராயும் போது குருக்ஸ் ரேடியோ மீட்டரைக் கண்டுபிடித்தார். இக்கருவி ஒளிப்பரவலைச் சுழற்சியாக மாற்றுகிறது. இக்கருவியின் தத்துவம் நுண் அளவுகளை மதிப்பிடும் கருவிகளில் பயன்படுகிறது.

குரூக்ஸ் அவர் வாழ்க்கை முழுதும் பல்வேறு துறைகளில் ஆர்வம் கொண்டிருந்தார். 1870 ஆம் ஆண்டுகளில் மதக்கோட்பாட்டைப் பற்றிய நீண்ட

ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டார். பல அறிவியலறிஞர்களால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படாவிட்டாலும் குருக்ஸ் 19 ஆம் நூற்றாண்டின் இறுதி ஆண்டுகளிலும், 20 ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்க காலத்திலும் மனோ தத்துவக்கொள்கையை ஆராய்ந்தார். 1900 ஆம் ஆண்டில் கதிர்வீச்சுப் பற்றி ஆராயும்போது ஸ்பின் தாரிஸ்கோப் என்னும் ஆல்ஃபாத்துகள் கண்டுபிடிப்பானை உருவாக்கினார்.

- த. தெய்வீகன்

குரூயிஃபார்மிஸ்

நெட்டைக் கொக்குகள், நீர்க் கோழிகள் ஆகிய பறவைகள் குருயிஃபார்மிஸ் (gruiformes) பிரிவில் அடங்கும். இவை பெரும்பாலும் நீர் நிலைகளிலும் அவற்றின் கரையோரங்களிலும் வசிக்கின்றன. இப்பறவைகள் பக்கவாட்டில் அழுத்தம் பெற்றுள்ள உடல்வாகுடையன. எனவே அடர்ந்த நீர்த் தாவரங்களிடையே எளிதில் நகர்ந்து செல்கின்றன. கால்களும், விரல்களும் நீண்டிருக்கும். கால் விரல்கள் சவ்வினால் இணைக்கப்பட்டு நீந்துவதற்கு ஏற்றவாறு உள்ளன. நன்கு ஓடவும், மூழ்கவும் செய்யும். இவற்றின் மார்பெலும்பின் கீல் (keel) வளர்ச்சி குன்றியுள்ளது. எனவே இப்பறவைகள் குறைந்த பறக்கும் ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. அலகுகள் பல்வேறு அமைப்புடையன. மீன், மெல்லுடலிகள், சிறிய நீர் வாழ் உயிரினங்கள் முதலியவற்றை இரையாகக் கொள்கின்றன. சில பறவைகள் தாவர உணவையும் உட்கொள்ளும். செரிமானத் தொகுப்பில் இரைப்பை இல்லை. இப்பறவைகள் நீர்வாழ் தாவரங்களைக் கொண்டு எளிய கூடுகளை அமைத்து அவற்றில் மிகுதியான முட்டைகளை இடுகின்றன.

நெட்டைக் கொக்கு (*Anthropoides Virgo*). இப்பறவைகள் சாம்பல் நிறமுடைய பருமனான பெரிய நாரை போன்றவை. இவை குளிர்காலத்தில் இந்தியாவிற்கு வலசை வருபவை. கர்நாடக மாநிலத்தின் வடபகுதியிலும், திருநெல்வேலியிலும் காணப்படுகின்றன. கூட்டமாக வாழும் வழக்கமுடையன. பெரும்பாலும் இப்பறவைகள் தங்கள் நீண்ட கழுத்தை வளைத்து, தலையை இறக்கைக்குள் செருகியபடி ஒற்றைக் காலில் கூட்டமாக நிற்கும். தானியங்கள், பருப்பு வகைகள் ஆகியவற்றை விரும்பி உண்ணும். இவை பயிர்களுக்குப் பேரழிவை விளைவிக்கின்றன. வடநாட்டில் ஆயிரக்கணக்கில் காணப்படுகின்றன. வடக்கு ஆசியாவிலும் ஐரோப்பாவிலும் இனப்பெருக்கம் செய்யும்.

நீலமார்புக் கானாங் கோழி (Indian blue breasted banded rail). இப்பறவைகள் நீர்வளம் மிகுந்த தென்னிந்தியப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் மிக நீண்ட கால் விரல்கள் குளங்களில் இலைகளின் மீது நடந்து செல்ல உதவுகின்றன. இவை தனித்தோ, இணையாகவோ காணப்படும். விதை,

நெட்டைக் கொக்கு

நாமக் கோழி

புழு, பூச்சி, நத்தை ஆகியன இவற்றின் உணவாகும். நீர் நிலையருகே புதர்களில் நீர்த்தாவரங்களாலான கூடொன்றை அமைத்து முட்டையிடும்.

கானாங் கோழி (white breasted water hen). இவை தென்னிந்தியாவில் நீர் நிலைகளிலும், அதைச் சார்ந்த பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. மலைப்பகுதிகளில் 1500 மீட்டர் உயரம் வரை பரவி உள்ளன. நன்கு நீரில் நீந்தும் ஆற்றலுடையன. புழு, பூச்சி, நத்தை, நீர்த் தாவரங்களின் விதைகள் ஆகியவை இவற்றின் உணவாகும். இப்பறவைகள் புதர்களிலோ, வயல் வரப்புகளிலோ தழைகளைக் கொண்டு கோப்பை வடிவக் கூடமைக்கும்.

நீர்க் கோழி (water cock). இப்பறவைகளின் தலையில் முக்கோண வடிவமான மஞ்சள் நிறக் கேடயம் ஒன்று உள்ளது. இவை தென்னிந்தியா முழுதும் நீர் வளம் மிக்க பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. நெற்பயிர்களுக்குப் பேரழிவை விளைவிக்கின்றன.

தாழைக் கோழி (Indian moorhen). இப்பறவைகளின் தலையில் செந்நிறமுடைய சிறிய கேடயம் உள்ளது. தென்னிந்தியா முழுதும் நீர்வளமிக்க பகுதிகளுக்கு வலசைபோகும் பழக்கமுடையன. நீர்ப் பரப்பின் மீது வாலை அசைத்து, தலையை ஆட்டி வாத்து போல் நீந்தக் கூடியன.

நாமக் கோழி (Coot). இப்பறவைகளின் நெற்றியில் வெள்ளை நாமம் போன்ற கேடயம் உள்ளது. வாத்துப் போன்ற தோற்றமுடையன. இவை குளிர்காலத்தில் ஆப்கானிஸ்தான் வழியாக வடக்கே இருந்து கூட்டமாக இந்தியாவிற்கு வலசை வருகின்றன. தென்னிந்தியாவில் நீர்வளம் நிறைந்த பகுதிகளில் குளிர்காலத்தில் காணப்படும் இவை கூட்டமாக வாழ்பவை. இந்தியாவில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இவை வாத்தைப் போன்று நீரில் நீந்தியும், மூழ்கியும் இருக்கும். நீர்ப் பரப்பின் சற்று உயரமான புதர்களில் கூடமைத்து முட்டையிடும்.

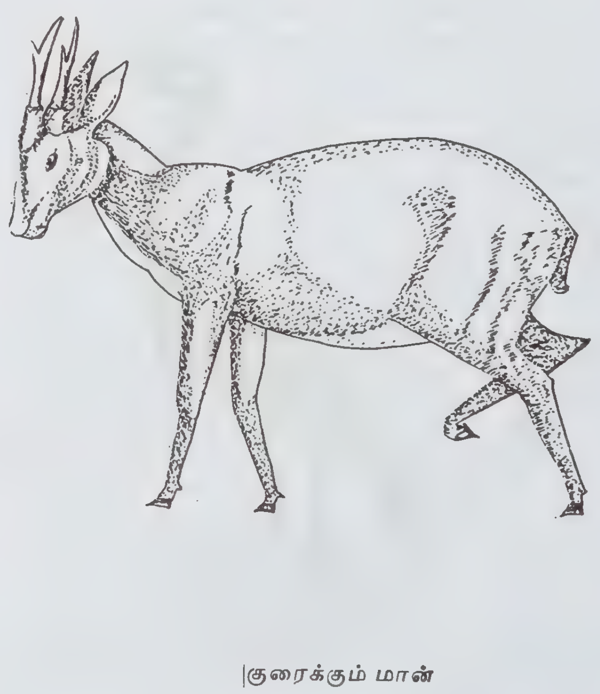
- கு. சம்பத்

குரைக்கும் மான்

இவை இந்தியாவிலும், மலாய் நாட்டிலும் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் இமயமலையிலும், தென்னிந்திய மலைகளிலும், 5000-6000 அடி உயரம் வரை உள்ள பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. சில சமயங்களில் மேலும் உயரமான பகுதிகளிலும் தென்படுகின்றன. இந்தியாவில் இரண்டு வகைக் குரைக்கும் மான்கள் உள்ளன. மண்டியாகஸ் ம. வெஜைனாலிஸ் (*Muntiacus. m. vaginalis*) வட இந்தியாவிலும், மண்டியாகஸ் ம. ஆரியஸ் (*Muntiacus. m. aureus*) சிறப்பினம் தென்னிந்தியாவிலும் பரவியுள்ளன. பர்மாவில் உள்ள மண்டியாகஸ் ம. கிராண்டிகார்னியஸ் (*Muntiacus. m. grandicornius*) பெரிய கொம்புகளையும் மிகப்பருத்த உடலையும் உடைய இனமாகும்.

ஆண் மான்கள் பழுப்பு நிறமுடையவை. வட இந்திய இனத்தில் மேல் மயிர் பளபளப்பான செந்தவிட்டு நிறத்தில் இருக்கும். ஆண்மானின் மேல் தாடைக்கோரைப் பற்கள் நன்கு வளர்ந்து தற்காப்பு ஆயுதமாகப் பயன்படுகின்றன. கொம்புகள் (antlers) சிறிய குட்டையான ஒரு நெற்றிக் கிளையையும் கிளையற்ற ஒரு நடுத்தண்டையும் (beam) கொண்டுள்ளன. இக்கொம்புகள் மயிர் சூழ்ந்த எலும்புக்காம்புகள் (pedicel) மீது அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள இவ்வெலும்புக் காம்புகள் கீழ்நோக்கித் தடிப்பாக வளர்ந்து மேடுகளாக உள்ளன. எனவே இம்மான் விலா முகத்தையுடைய மான் (rib-faced deers) என்றும் பெயர் பெற்றுள்ளது. பெண் மான்களில் கொம்புகள் இல்லை. அதற்குப் பதிலாகத் தடித்த மயிர்க்கற்றை உள்ளது. மே, ஜுன் மாதங்களில் கொம்புகள் விழுந்து புதுக் கொம்புகள் வளர்கின்றன. நன்கு வளர்ந்த ஆண் மான்கள் தோள் வரை 20-30 அங்குல உயரமும் 48-50 பவுண்டுகள் வரை எடையும் உடையன. கொம்பு 5 அங்குலத்திற்கும் குறைவாக இருக்கும்.

குரைக்கும் மான்கள் தனித்தோ இணையாகவோ சிறு குடும்பமாகவோ காணப்படுகின்றன. இவை



குரைக்கும் மான்

இரவு, பகல் ஆகிய இரு நேரங்களிலும் திரியும் பழக்கத்தைக் கொண்டுள்ளன. பல்வேறு இலைகளை யும் புற்களையும் காட்டுப்பழங்களையும் இம்மான்கள் உணவாகக் கொள்கின்றன. தொலைவிலிருந்து கூக்குரலிடும்போது நாய் குரைப்பதுபோல் இருப் பதால் இப்பெயர் இவற்றிற்கு ஏற்பட்டது. வழக்க மாகக் காலை, மாலை நேரங்களிலும் சிலசமயங்களில் இருட்டிய பின்னரும் விட்டுவிட்டுக் கத்தும். பொது வாக இவற்றின் கூச்சல் புலி அருகில் இருப்பதை உணர்த்துவதாகக் கூறப்படுகிறது.

இம்மான்கள் பொதுவாக எல்லாக் காலங்களிலும் இனப்பெருக்கம் செய்தாலும் முக்கியமாகக் குளிர் காலங்களில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. மழை நாளின் தொடக்கத்தில் வழக்கமாக ஒரு குட்டியையும் சிலசமயங்களில் இரண்டு குட்டிகளையும் ஈனு கின்றன. குட்டிகள் 6 மாதம் வரை வெள்ளை நிறப் புள்ளிகளுடன் காணப்படும்.

- கு. சம்பத்

குரோகாய்ட்

இது ஒரு குரோமேட் கனிமம். குரோமேட் கனிமங் களில் பெரும்பாலும் எளிதில் கிடைப்பது குரோ காய்ட் (crocoite). பிற குரோமேட் கனிமங்கள் அரிதாகக் காணப்படுகின்றன. குரோகாய்ட்டில் ஈயம், குரோமியம், ஆக்ஸிஜன் ($PbCrO_4$) ஆகியவை உள்ளன. இக்கனிமம் ஒற்றைச் சரிவுப் படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இதன் அணுக்கோப்பு இயல்பு அல்லது அடிப்படை வகையைச் சேர்ந்தது. இக்கனிமத்தின். ஓர் அணுக்கோப்பில் நான்கு (கனிம) கூட்டணுக்கள் உள்ளன. இதன் அணு- அமைப்பில் அணுக்களுக்கு இடையேயுள்ள தொலைவு முன்-பின் (a-படிக அச்சு) வாட்டத்தில் 7.10 ஆகவும், பக்க (b-படிக அச்சு) வாட்டத்தில் 7.40 ஆகவும், குத்து (c-படிக அச்சு) வாட்டத்தில் 6.80 ஆகவும் காணப்படும். இதன் படிக அச்சுகளின் நீளம் a:b: c = 0. 9603:1:0. 9159 என்னும் விகிதத்தில் உள்ளது. குரோகாய்ட் படிகத்தின் முன்பின் (a) அச்சுக்கும், குத்து (c) அச்சுக்கும் இடையேயுள்ள (β) கோணம் 102° 27′ ஆகும். இதைச் சிலர் 77° 33′ எனக் குறிப்பிடுவர்.

குரோகாய்ட்டின் படிகங்கள் பெரும்பாலும் மெல்லிய பட்டகங்களாக உள்ளன. பட்டகங்கள் குத்து (c) அச்சுக்கு இணையாக நீண்டுள்ளன. இப் பட்டகங்களின் குறுக்குத் தோற்றம் சதுரமான வடி வத்தில் இருக்கும். பெரும்பாலும் பொந்துகளுடன் (hollow) இப்படிகங்களைக் காணலாம். பட்டகப் படிகங்களின் முகங்களில் கீழ் மேலாகக் கீறல் கள் காணப்படும். குரோகாய்ட் எண்முக வடிவு மற்றும் சாய்சதுர வடிவுப் படிகங்களாகச் (அரிதாக) சில சமயங்களில் கிடைக்கிறது. இது திண்மங்களா கவும், துகள்களாகவும் காணப்படும். இக்கனிமத்தில் (110) கனிமப் பிளவு தெளிவாகக் காணப்படும். (001) மற்றும் (100) கனிமப்பிளவுகள் சற்றே தெளி வின்றிக் காணப்படுகின்றன. இது வைர-மிளிர்வு அல்லது கண்ணாடி-மிளிர்வு உடையது. இதில் வளை முறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு காணப்படும். இது குங்குமப்பூ அல்லது காவி போன்ற ஒருவிதச் சிவப்பு நிறத்தை உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 2.5-3.0; ஒப்படர்த்தி 5.9-6.1; இதன் தூள் நிறம் ஆரஞ்சு போன்ற மஞ்சள். குரோகாய்ட் எளிதில் நொறுங்கக் கூடியது. ஒளிகசியும் தன்மை உடையது.

குரோகாய்ட் இரண்டு ஒளி அச்சுகளை உடை யது. இதன் இரண்டு ஒளி அச்சுகளுக்கு இடையே யுள்ள கோணம் (2V) 57° இருக்கும். நேர் ஒளிக் குறி உடையது. இதன் ஒளி அச்சுத்தளம் (010) தளத்திற்கு இணையாக உள்ளது. இதில் Z-அதிர் திசைக்கும், C-படிக அச்சுக்கும் இடைப்பட்ட ($Z \wedge C$) மறை கோணம் -5° இருக்கும். இக் கனி மத்தின் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\alpha = 2.29$; $\beta = 2.36$; $\gamma = 2.66$. குரோகாய்ட் கனிமத்தை நுண்ணோக்கி யில் பார்த்தால் அதிர்திசை நிறமாற்றம் மிகவும் குறைவாகக் காணப்படுகிறது. பளபளப்புட னும், ஒளிபுகுந்தன்மையுடனும் விளங்கும் குரோ காய்ட்டுகள் அணிகலக் கற்களாகப் பயன்படுகின்றன.

குரோகாய்ட் ஆக்சைடு-சல்ஃபைடு தாதுப் படிவு களில், ஆக்சைடு தாரையில் (பகுதியில்) இரண்டாம்- கனிமமாகக் காணப்படுகிறது. வெப்பம் மிகுந்த நிலை யிலுள்ள குரோமிக் அமிலம் ஈயத்தாதுக்களுடன் சேர்ந்து அதனால் உண்டான கரைசல்களிலிருந்து குரோகாய்ட் தோன்றியதாகக் கருதுகின்றனர்.

குரோகாய்ட், கலிபோர்னியா, அரிசோனா, டாஸ்மேனியா, சோவியத்-ரஷ்யா , பிரேசில், ருமேனியா, ரொடீஷியா, பிலிப்பைன்ஸ் ஆகிய நாடு களில் கிடைக்கிறது. குங்குமப்பூ அல்லது காவி (saffron) போன்ற நிறத்தைக் கொண்டு குரோகாய்ட் என இது வழங்கப்படுகிறது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. C. Palache, H. Berman & C. Frondel, *Dana's system of Mineralogy*, John Wiley & Sons, New York, 1946.

குரோசாண்டிரா

காண்க: கனகாம்பரம்

குரோம் பதனிடுதல்

இம் முறை கடந்த நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. 1858 இல் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த ஃபிரடலிக் நாப், குரோம் கொண்டு தோல்களைப் பதனிடலாம் என்று கூறினார். அதே நாட்டைச் சேர்ந்த மார்ட்டின் டென்னிஸ் என்பார் அதை மேலும் செம்மைப்படுத்தி வணிக ரீதியாகச் செய் முறை செய்து காட்டினார். இவ்வாறு குரோம் பதனிடும் முறை வழக்கத்திற்கு வந்தது. முன்பு பெரும்பான்மையான தோல்களைத் தாவரப் பதனிடும் முறையில் பதனிட்டுப் பயன்படுத்தி வந்தனர். ஆனால் குரோம் பதனிடும் முறை வழக் கத்திற்கு வந்த பின்பு இன்று உலககெங்கும் குரோமை முதன்மையான பதனிடும் பொருளாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். இம்முறையில் சில குறைபாடுகள் (மெல்லிய தோல்கள் மற்றும் சுற்றுப் புறச் சூழலில் மிக்க மாசுபடும்) இருந்தும் தோல் பதனிடுவோரால் இது விரும்பப்படுகிறது.

சோடியம் டைகுரோமேட்டிலிருந்து குரோமிய நீர்மம் தயாரித்தல். பத்துப் பங்கு சோடியம் டைகுரோமேட் 9 பங்கு செறிந்த கந்தக அமிலம் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். சோடியம் டைகுரோமேட்டை ஒரு பங்கு நீரில் கரைக்க வேண்டும். இதில் கந்தக அமிலத்தைச் சிறிது சிறிதாகச் சேர்க்க வேண்டும். இதை ஈயத்தகடு வேய்ந்த மரத்தொட்டிகளில் செய்யலாம். வெல்லப் பாகை (molasses) 2½ -3 பங்கு சிறிது சிறிதாக மேலே கூறிய கலவையில் சேர்க்க வேண்டும். சுருக்கம் (reduction) முழுமை அடைந்ததும் நீர்மத்தைப் போதுமான நீர் சேர்த்து அதில் உள்ள குரோம்-ஆக்சைடுக்குத் (Cr_2O_3) தகுந்த கணக்கில் வைத்து முதிரவிட்டுப் பதனிடுவதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

மேலே கூறிய முறையைச் சாதாரணமாக அனைத்துத் தோல் பதனிடும் தொழிற்சாலைகளி லும் பயன்படுத்தலாம். மேலும் சல்ஃபர் டைஆக்சைடு (SO_2), சோடியம் பை சல்ஃபைட்டைக் கொண்டும் சோடியம் டைகுரோமேட்டைச் சுருக்கியும் பயன் படுத்தலாம்.

வெல்லப்பாகு கொண்டு சுருக்கப்பட்ட நிறமியத் தில் கரிம அமிலங்கள் (organic acid) உண்டாக்கப் படுகின்றன. இவை குரோமியக் கூட்டுக்குள் (chromium complex) புகுந்து அவற்றின் பதனிடு தன்மையை மாற்றும். இந்தக் குரோம் நீர்மத்தைக் கெட்டியாக்கித் தெளிக்கும் முறையில் உலர வைத்தால் பால் தூள் போல் கிடைக்கும். இக்குரோம் சாரம் வணிக முறை யில் தோல் பதனிடுவோருக்குக் கிடைக்கிறது. குரோம் நீர்மம் முழுமையும் சுருக்கப்பட்டுள்ளது என்பதைச் சில சொட்டு குரோமிய நீர்மத்தை ஓர் ஆய்வுக் குழாயில் போட்டு அதனுடன் போதிய அளவு நீர் சேர்த்து, அமோனியா ஆவியையும் சேர்த்து அந்தக் கூட்டு நீர்மத்தைக் கொதிக்க வைத்துப் பிறகு வடிகட்ட வேண்டும். சுருக்கம் முழுமையாகி இருந்தால் வடிகட்டிய நீர்மம் நிறமற்று இருக்கும்.

குரோம் நீர்மத்தில், உள்ள குரோமிய ஆக்சைடு (Cr_2O_3) pH அளவு, நீர் மத்தின் கார-உப்புத்தர (basicity) அளவு, சோடியம் சல்பேட் (Na_2 SO_4) அளவு இவற்றைக் கண்டறிந்து தோலுக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

மாற்றிகளின் (masking agent) செயல்கள். ஒரு தொட்டி நீர்மம் (one bath chrome tanning) தயாரிக் கும்போது, சுருக்கியாகப் பயன்படுத்தும் பொருளுக்கு ஏற்ப அந்த நீர்மத்தில் மாற்றிகளின் அளவு இருக்கும். குறிப்பாக வெல்லப்பாகு கொண்டு சுருக்கியாகப் பயன்படுத்தும் குரோம் நீர்மத்தைக் கூறலாம். சில நீர்மங்களில் மாற்றிகள் இரா. அப்போது தகுந்த மாற்றிகளைப் போதுமான அளவு நிறமிய நீர்மத் துடன் சேர்க்க வேண்டும்.

இந்த மாற்றிகளை நிறமிய நீர்மத்தில் சேர்த்து முதிர்வு அடைய விடுவதால், நிறமிய நீர்மத்தின் கூட்டுப்பொருள் மாறுபட்டிருக்கும். இதன் விளை வாகப் பதனிடும் தோலில் நிலைப்படுத்தப்படும் நிற மிய அளவு மிகுதியாகும். நீர்மத்தில் இருக்கும் நிலை யான சல்ஃபேட்டின் அளவு குறையும். தோலின் கார-உப்புத் தர அளவும் (basicity) மிகுதியாகும்.

குரோம் பதனிடும் முறை. இதில் பயன்படும் முக்கிய நிறமியப் பதனிடு பொருள் கார நிறமிய சல்ஃபேட்டாகும். இதற்குப் பச்சைத் தோல்களைச் சுண்ணாம்பு நீக்கி வேரி (pickling) ஊற வைத்துப் (pH 2.8 அதற்குக் கீழும்) பின்பு பதனிட வேண்டும். இதைப் பீப்பாய்களில் பதனிடுவது சிறந்ததாகும். பீப் பாயில்வேரி ஊற வைத்த தோல்களை மட்டும் நிறுத்தி வேரி நீரை இறைத்து விட வேண்டும். பின்பு குரோம் சாரத்தை (10%) நேராகப் பீப்பாய்களில் இட்டுப் பீப்பாயை ஒரு மணி நேரம் உருட்ட வேண்டும். அடுத்து, தோலில் குரோம் நன்றாக ஊடுருவிய பின்பு 100% நீரைச் சேர்த்து மேலும் ஒரு மணி 30 நிமிடம் பீப்பாயை உருட்டிப் பின்பு pH அளவைக் கணித்துக் காரமாக்குவதைச் (basification) செய்ய வேண்டும். காரமாக்குதலைச் சோடியம் பை கார்பனேட் கொண்டு செய்யலாம். pH அளவு 3.8க்கு கொண்டு வந்து குரோம் பதனிடும் முறையை முடிக்கலாம். நீண்ட நாள் பதனிட்ட தோல்களைப் பாதுகாக்கப் பயன்படும் பொருளைக் கொண்டு பாதுகாக்கலாம். அதற்கு அந்தப் பீப்பாயில் 0.05-01% குளோரின் ஏற்றப்பட்ட ஃபீனாலைப் பயன்படுத்தலாம். தோல் களைப் பீப்பாய்களிலிருந்து எடுத்துப் பட்டறையில் வைக்க வேண்டும். நீர் வற்றாமல் இருக்கப் பாலித்தீன் தாள்களைக் கொண்டு தோல்களைப் போர்த்தி வைக்க வேண்டும்.

கொதி நீர் ஆய்வு (boiling test). குரோம் பதனிட்ட தோல்களைக் கொதி நீரில் ஒரு நிமிட நேரம் அமுக்கி

வைத்து எடுத்துப் பார்த்தால் தோல் சுருங்கியோ அதன் இயற்கைத் தன்மையை இழந்தோ இருக்கக் கூடாது. இதைச் செய்முறையில் செய்யத் தோலில் ஒரு கனமான பகுதியைத் தேர்ந்தெடுத்து இரண்டு அங்குலப் பரப்பளவை வெட்டி எடுத்து அதன் பரப் பளவை ஒரு தாளில் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பின்பு ஒரு கண்ணாடிக் குவளையில் நீரைக் கொதிக்க வைத்து வெட்டி எடுத்த தோலை ஒரு நிமிட நேரம் அமுங்கி இருக்குமாறு கண்ணாடிக் குச்சியைக் கொண்டு துழாவிக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். பின்பு அந்த வெட்டுத் துண்டைக் கொதி நீரிலிருந்து எடுத்து ஆறப்போட்டு முன்பு குறித்த பரப்பளவின் மேல் வைத்து ஒத்துப் பார்க்க வேண்டும். தோல் சுருங்கி இருக்கக் கூடாது. மேலும் தோலைத் தொட்டால் மென்மையாக இருக்க வேண்டும். அவ்வாறு இருந்தால் குரோம் தோல் நன்றாகப் பதனடைந்துள்ளது என அறியலாம்.

குரோம் பதனிடுதலின் கொள்கை. கோலஜன் அமிலம் போலவும், காரம் போலவும் இரு வேறு பட்ட தன்மையுடையதாகச் செயல்படுகிறது. இதை அடிப்படையாக வைத்து வில்சன் எனும் அமெரிக்கர், காரம் போல் செயல்படும் குரோமியம் ஹைட்ராக் சைடோடு (chromium hydroxide) கோலஜன், அமிலம் போல் செயல்பட்டு, நிலையான குரோமியக் கோலஜனேட் (chromium-collagenate) என்னும் கூட்டுப் பொருளைத் தருகிறது என்றார்.

மேலும் ஆய்வாளர் ஒருவர், கோலஜனில் (collagen) இருக்கும் கார்பாக்சைல் பகுதிகள் (carboxyl groups) நீர்மத்தில் இருக்கும் குரோமிய அணுவில் நுழைந்து இணைந்து அங்கிருக்கும் பிற இணைந்த பகுதிகளை (coordination groups) வெளியேற்று கின்றன என்று கண்டறிந்தார். இப்புதிய கூட்டுப் பொருள் புரதப் பொருள்களின் சங்கிலியை (protein chain) இணைக்கும் பாலமாகப் பயன்பட்டு, பதனிட்ட தோல்களின் சுருங்கும் அனற்பதன நிலையை அதிகப் படுத்துவதாகக் கருதுவது மிகவும் பொருத்தமாக உள்ளது. சிறிதளவு குரோமியம் ஹைட்ரஜன் இணைப்பிகளோடு (hydrogen bond) அல்லது எஞ்சி இருக்கும் இணைதிறன் (valency) ஆற்றலோடு இணைவதாகத் தோன்றுகிறது.

- எம்.எஸ். ஒளிவண்ணன்

நூலோதி. J.M. Coulson and J.F. Richardson, *Chemical Engineering*, Third Edition, Volume 2, Pergame Press, Oxford, 1978.

குரோமியம்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் VI b தொகுதியில் முதல் தனிமம் குரோமியம் (chromium) ஆகும். இது வெள்ளி போன்ற பளபளப்பான கடினமான உலோகம். 1798 இல் எல். என். வாகுவாலின் (L. N. Vauquelin) என்பாரால் குரோமியம் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவ்வுலோகத்தைக் கம்பியாகவும் நீட்டலாம். குரோமிய மேற்பூச்சு, உலோகங்களின் அரிப்பைத் தடுக்கும் பொருட்டு முலாம் பூசுதலில் பெரும்பாலும் பயன்படுகிறது.

இயற்கையில் கிடைத்தல். இயற்கையில் குரோமியம் தனித்த நிலையில் கிடைப்பது இல்லை. இதன் முக்கிய தாது குரோமைட் ($FeO.Cr_2O_3$) ஆகும். இது இயற்கையில் தூய்மையாகக் கிடைப்பதில்லை. குரோமைட் என்பது அடர் பழுப்பு நிறத்திலிருந்து கறுப்பு நிறம் வரை கொண்ட, மக்னீசியம் சிலிக் கேட்டுகள் பெரும்பான்மையாகவும், ஏனைய சிலிக் கேட்டுகள் குறைவாகவும் கலந்துள்ள தாது. இதன் வேதியியல் வாய்பாட்டைப் பின்வருமாறு குறிப் பிடலாம். $(Mg, Fe)(Cr, Al, Fe)_2O_4$ அல்லது $MgO. FeO. Cr_2O_3. Al_2O_3. Fe_2O_3$. 65% வரையில் குரோமைட் மிக்க உயர்வகைக் குரோமைட் கனிமம் இயற்கையில் அரிதாகக் கிடைக்கிறது. சாதாரணமாக, இத்தாதுவில் குரோமியம், இரும்பு ஆகியவற்றின் விகிதம் 3:1 என்னும் அளவில் உள்ளது. புவிமேல் தோட்டில் மிகச் செறிவான கனிமங்களில் குரோமியம் கிடைப்பதால் பெருமளவில் புழக்கத்தில் உள்ளது. குரோமியம் பெருமளவில் கிடைக்கும் நாடு களில் அமெரிக்கா, கனடா, ரஷ்யா, துருக்கி, இந்தியா போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

உலோகவியல். குரோமியம் உலோகவியலில் முதற் படி, கனிமத்திலிருந்து தூய குரோமைட் தாதுவைப் பெறுவதாகும். பின்னர் அலுமினியம் அல்லது கார்ப னால் தெர்மைட் முறையால் (thermite process) குரோமியத் தாது ஒடுக்கப்படுகிறது.

குரோமியம் கனிமத்தை நன்கு பொடியாக்கிப் புவிஈர்ப்புத் தன்மையால் செறிவூட்ட வேண்டும். இதற்கு நன்கு தூளாக்கப்பட்ட கனிமத்தைப் பெரிய தொட்டி ஒன்றில் எடுத்துக் கொண்டு அதன் வழியே நீரைத் தொடர்ச்சியாகச் செலுத்த வேண்டும். இதனால் அதிக கனமுள்ள கனிமத் துகள்கள் அடியில் தங்கிவிடுகின்றன. தேவையற்ற மாசுகள் நீரால் கழுவப்படுகின்றன. இவ்வாறு செறிவூட்டப்பட்ட குரோமைட் கனிமத்தை மிகையளவு சோடியம் கார்ப னேட் மற்றும் சிறிதளவு சுண்ணாம்புக் கல் ஆகியவற் றுடன் காற்றில் வறுக்க வேண்டும். இரும்பு ஆக்சைடு நீரில் கரையாது. ஆதலால் சோடியம் குரோமேட் கரைசலை வடிகட்டி கந்தக அமிலம் சேர்க்கச் சல் ஃபேட் வீழ்படிவாகிறது. மூலக் கரைசலில் உள்ள சோடியம் குரோமேட்டுடன் சூடான அடர் பொட்டா சியம் குளோரைடு கரைசலைச் சேர்த்தால் சோடியம் குளோரைடு குறைந்தகரைதிறன்பெற்றுள்ளமையால், முதலில் வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. இதன் மூலக்

கரைசலை அடர்வித்துத் தூய பொட்டாசியம் டைகுரோமைட்டைப் பெறலாம். பின்னர் இதை நீருடன் வினைப்படுத்தினால், குரோமியம் ட்ரை ஆக்சைடு வீழ்படிவாகிறது. குரோமியம் ட்ரை ஆக்சைடு அலுமினியம் அல்லது கார்பனால் ஒடுக்கப் பட்டால் குரோமியம் உலோகம் கிடைக்கிறது.

இயல்புகள். குரோமியம் சிறிது நீல நிறச் சாயமுள்ள, வெண்மையான, பளபளப்பான, படிக உருவமுள்ள உலோகம். கண்ணுக்குப் புலப்படாத மிக மெல்லிய ஆக்சைடு படலம் மேற்பரப்பில் இருப்பதால் இதன் மெருகு நெடுநாள் நீடிக்கிறது. இதன் அடர்த்தி 7.14; உருகுநிலை 1830°C; கொதி நிலை 2200°C. இது மிகவும் கடினமான உலோகம். இரும்பைப்போல் அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் செய லற்ற நிலையை அடைகிறது.

வேதிப் பண்புகள். குரோமியம் நீர் மற்றும் காற்றில் சாதாரண வெப்பநிலையால் பாதிப்படைவதில்லை. காற்றுடன் வெப்பப்படுத்தினால் Cr_2O_3 ஆக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. இது நீராவியைப் பின்வருமாறு சிதைவடையச் செய்கிறது.

$$2Cr + 3H_2O \longrightarrow Cr_2O_3 + 3H_2$$

குரோமியம் நீர்த்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரைந்து குரோமஸ் மற்றும் குரோமிக் குளோரைடுகளைக் கொடுக்கிறது. அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து சல்ஃபர் டைஆக்சைடையும் குரோமிக் சல்ஃபேட்டையும் கொடுக்கிறது. அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் இது கரைவதில்லை. அடர் நைட்ரிக் அமிலத்தில் வைக்கப்பட்ட குரோமியத் துடன் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் ஆகியன வினைப்படுவதில்லை.

குரோமிய முலாம் பூசுதல். இரும்புப் பொருளில் இவ்வுலோகத்தைப் பூச வேண்டுமானால் முதலில் மின்பகுப்பு முறையில் அதன் மேல் தாமிரத்தையோ நிக்கலையோ பாய்ச்ச வேண்டும். பின்னர் தூய குரோமிய உலோகத் தகட்டை எதிர்மின் முனை யாகவும், கிராஃப்பைட் தகட்டை நேர்மின் முனை யாகவும் கொண்டு மின்முலாம் பூசப்படுகிறது. இதில் CrO_3 மற்றும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் மின்பகுளியாகச் செயல்படுகிறது. குரோமியம் முலாம், நிக்கல் முலாம் பூச்சைவிட மிகவும் உறுதியானது. மேலும் பள பளக்கக் கூடியது. கதவுப் பிடிகள், முட்டுத்தாங்கிகள் (bumpers) போன்றவை குரோமிய முலாம் பூசப் பட்டவையாகும்.

பயன்கள். 1%வரை குரோமியம் கலந்த குரோமிய எஃகுகள் கடினத்தன்மையும், வலிமையும் பெற்றவை. புகைவண்டிப் பெட்டிகள், டாங்குகள் (tanks) முதலியவற்றில் இவை பயன்படும். 30% வரையுள்ள குரோமிய எஃகுகள் அரிமானத்தைத் தாங்குபவை. துரு ஏறாத எஃகும் இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும். நைக்ரோம் (nichrome) என்னும் உலோகக் கலவை நிக்கல், குரோமியம், இரும்பு ஆகியவற்றைக் கொண்டது. நைக்ரோம் கம்பிகள் மின் உலை மற்றும் சலவைப் பெட்டிகளில் மின் கடத்தியாகப் பயன்படுகின்றன.

குரோம் எஃகுகள். எஃகு தயாரிப்பில் குரோமியம் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. குரோமிய எஃகு (chromium steel) மிகவும் கடினத்தன்மை வாய்ந்தது. இது வெட்டப் பயன்படும் கருவிகளும், கவசக் கருவிகளும் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. துரு ஏறா எஃகில் (stainless steel) 12% வரை குரோமியம் உள்ளது. இது வீடுகள் மற்றும் தொழிலகங்களில் பயன்படும் பல்வேறு கலன்களைச் செய்யப் பயனாகிறது. குரோமியம் - வெனேடியம் எஃகு புகைவண்டிச் சக்கரங்களைச் செய்வதிலும், குரோமியம்-டங்ஸ்ட் டன் எஃகு மிகுவேகக் கருவித் தயாரிப்பிலும் பயனா கின்றன.

குரோமியம் சேர்மங்கள்

6+, 3+ 2+ என ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைப் பெற்ற குரோமியச் சேர்மங்களே நிலைப்புத் தன்மை மிக்கவையாகவும், முக்கியமானவையாகவும் விளங்கு கின்றன. 3+ ஆக்சிஜனேற்றத்தைப் பெற்ற சேர்மங் கள் அதிக நிலைப்புத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன. எனவே Cr (2+) ஆக்சிஜனேற்றச் சேர்மங்கள் வலிமை யான ஒடுக்கிகளாகவும், Cr (6+) ஆக்சிஜனேற்றச் சேர்மங்கள் வலிமையான ஆக்சிஜனேற்றிகளாகவும் உள்ளன. ஆக்சிஜனேற்ற எண் அதிகரிப்பினால் குரோமிய ஆக்சைடுகளின் அமிலத்தன்மை அதிகரிக் கிறது. மேலும் சக பிணைப்புப் பண்பும் அதிகரிக் கிறது.

6+ சேர்மங்கள். குரோமியம் ட்ரை ஆக்சைடு அல்லது குரோமிக் நீரிலி (CrO_3) டை குரோமிக் அமிலத்தின் ($H_2Cr_2O_7$) நீரிலியாகும். இது ஒரு சிறந்த ஆக்சிஜனேற்றி; இது நீரில் கரைவதால் சிவப்பு நிற வலிமிகு குரோமிக் அமிலம் (H_2CrO_4) உண்டாகிறது. இவ்வமிலத்தைவிட இதன் உப்புகள் ($M_2^1CrO_4$) பெரிதும் அறியப்பட்டுள்ளன. இவை குரோமேட்டுகள் என வழங்கப்படுகின்றன. இது சல்ஃப்யூரிக் அமி லத்தை ஒத்தது. ஆனால் இது M^1HCrO_4 போன்ற உப்பைத் தருவதில்லை. டைகுரோமிக் அமிலம் ($H_2Cr_2O_7$) ட்ரைகுரோமிக் அமிலம் ($H_3Cr_3O_{10}$) போன்ற பாலிகுரோமிக் அமிலங்கள் H_2CrO_4 மூலக்கூறுகள் நீர்வெளியேற்றத்துடன் குறுக்கமடைவதால் உண்டா கின்றன. இவற்றின் உப்புகள் டைகுரோமேட்டுகள், ட்ரை குரோமேட்டுகள் எனப்படுகின்றன.

குரோமேட்டுகள். ஆக்சிஜனேற்றி உடனிருக்க Cr_2O_3 அல்லது $Cr(OH)_3$ மிகையளவு காரத்தில் கரைக்கப்பட்டால் குரோமேட்டுகள் உண்டாகின்றன.

குரோமேட்டுகள் நீரில் கரைகின்றன. இதனால் மஞ்சள் நிறக் கரைசல் உண்டாகிறது. இக்கரைசலில் அமிலத்தைச் சேர்த்தால் அது ஆரஞ்சு வண்ணமாக மாறுகிறது. குரோமேட்டுகள் நிறமிகளாகவும், வண்ணப்பூச்சுகளாகவும் பயன்படுகின்றன. இவை நிலைத்த வண்ணங்களைத் தருகின்றன.

பொட்டாசியம் குரோமேட். இது எலுமிச்சை மஞ்சள் நிறமுள்ள படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் நீர்க் கரைசலில் பொட்டாசியம் கார்பனேட் அல்லது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடைச் சேர்ப்பதால் இது கிடைக்கிறது. பொட்டாசியம் குரோமேட் கரைசலுடன் வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலைச் சேர்ப்பதால் செங்கல் சிவப்பு சில்வர் குரோமேட் (Ag_2CrO_4) உண்டாகிறது.

பேரியம் மற்றும் காரீய உப்புகளுடன் அந்தந்தக் குரோமேட்டுகள் உண்டாகின்றன. இவை வண்ணப் பூச்சுகளில் நிறமிகளாகப் பயன்படுகின்றன. பேரியம் குரோமேட் லெமன் குரோம் (lemon chrome) என்றும் காரீய குரோமேட் குரோம் மஞ்சள் (chrome yellow) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. பொட்டாசியம் குரோமேட் ஆய்வுக்கூடத்தில் வினைப்பொருளாகவும், மோர் (mohr) முறையில் வெள்ளியைக் கணக்கிடும் போது காட்டியாகவும், அரிமானத் தடுப்பியாகவும் பயன்படுகிறது.

பொட்டாசியம் டைகுரோமேட். இது குரோமைட் தாதுவிலிருந்து பெறப்படுகிறது. சூடான அடர் சோடியம் டைகுரோமேட் கரைசலுடன் கணக்கிடப் பட்ட பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலைச் சேர்ப்பதனால் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் உண்டாகிறது. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் மாணிக்கச் சிவப்பு நிறமுள்ள படிகமாகும். காரங்களுடன் வினைப்படும்போது பொட்டாசியம் குரோமேட் உண்டாகிறது. இது நீரில் குறைவாகவும், அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் மிகுதியாகவும் கரைகிறது.

குளிர்ந்த பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் கரைசலுடன் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்க்கும் போது சிவப்பு நிறமுள்ள குரோமிக் நீரிலி பிரிகை யடைகிறது. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் வலி மிகு ஆக்சிஜனேற்றியாகும். பொட்டாசியம் டை குரோமேட்டுடன் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடேற்றினால் குரோமைல் குளோரைடு என்னும் சிவப்பு நிற நீர்மம் உண்டாகிறது. இந்நீர்மம் நீரில் சிதைவடைந்து குரோமிக் அமிலத் தையும், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தையும் தரு கிறது. இவ்வாய்வு குரோமேட் அல்லது குளோரைடு அணியைக் கண்டறியப் பண்பறி பகுப்பாய்வில் பயன்படுகிறது. இது சாயமேற்றுதல், காலிக்கோ அச்சு, குரோம் பதனிடுதல் (chrome tanning) ஆகிய தொழில்களில் மிகவும் பயனுள்ளதாக உள்ளது. மேலும் ஒளிப்படவியலிலும், ஃபிரெஸ் உப்புகளைப் பருமனறி பகுப்பில் கண்டறியும் ஆய்விலும் பயன் படுகிறது.

அம்மோனியம் டைகுரோமேட். குரோமியம் ட்ரை ஆக்சைடைத் தகுந்த அளவு அம்மோனியாவில் கரைத்தால் அம்மோனியம் டைகுரோமேட் ஆரஞ்சு நிறப் படிகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இதனை வெப்பப் படுத்தினால் நைட்ரஜன் வெளிப்பட்டு ஒளியும் குரோமியம் செஸ்க்வி ஆக்சைடும் உண்டாகும்.

குரோமைல் குளோரைடு. இது குரோமியத்தின் ஆக்சிகுளோரைடு ஆகும். பொட்டாசியம் டைகுரோ மேட்டுடன் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் மற்றும் குளோரினை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் குரோ மைல் குளோரைடு உண்டாகிறது. இது தொடக்கத் தில் அடர் சிவப்பு நிறமான ஆவியாகவும் குளிர்ந்த பின் புரோமின் போன்ற நீர்மமாகவும் மாறுகிறது. இதன் கொதிநிலை 116°C.

நீலபெர்குரோமிக் அமிலம். ஹைட்ரஜன் பெராக் சைடைக் குரோமிக் அமிலக் கரைசலில் கரைத்தால் அடர் நீர்மம் உண்டாகிறது. இதை ஈதருடன் சேர்த்துக் கலக்கும்போது நீல நிறக் கரைசல் உண்டாகிறது. ஈதர் மிகுந்த பகுதி வெளியேற்றப்படு கிறது. எஞ்சியிருக்கும் கரைசல் நீல பெர்குரோமிக் அமிலம் (blue perchromic acid) எனப்படுகிறது. இது நிலையற்றது. அனலீன், பிரிடின் போன்ற காரங் களுடன் சேர்ந்து உப்புகளை உண்டாக்குகிறது.

3 +சேர்மங்கள்

இவை குரோமிக் சேர்மங்கள் எனப்படுகின்றன. இவை குரோமிக் ஆக்சைடிலிருந்து பெறப்படுபவை எனக் கருதப்படுகிறது. குரோமேட்டுகள் அல்லது டைகுரோமேட்டுகள் ஆகியவற்றை ஒடுக்கி இச்சேர் மங்களைப் பெறலாம்.

குரோமிக் ஹாலைடு. குரோமியம் உலோகத்துடன் குளோரினைச் சேர்த்து அல்லது குரோமிக் ஆக்சை டுடன் கார்பனைச் சேர்த்து உலர் குளோரினில் வெப்பப்படுத்தும்போது, குரோமியம் ஹாலைடு உண் டாகிறது. தூய குரோமிக் குளோரைடு நீரில் கரைவ தில்லை. ஆனால் சிறிதளவு குரோமஸ் குளோரைடு கலந்திருக்கும்போது எளிதில் கரைகிறது. இது நீருடன்சேர்ந்து நீரேறிகளைக் (hydrates) கொடுக் கிறது. நீர் மூலக் கூறுகளின் எண்ணிக்கைக்கேற்ப அதன் நிறம் மாறுபடுகிறது.

குரோமிக் சல்ஃபேட். $Cr_2(SO_4)_3.8H_2O$ என்னும் வாய்பாடுடைய சேர்மம் செந்நீல நிறமாகவும் $Cr_2(SO_4)_3.6H_2O$ பச்சை நிறப் படிகங்களாகவும் கிடைக்கும். செந்நீல நிறச் சல்ஃபேட் உப்பை 90°C வெப்பநிலைக்குச் சூடுபடுத்தினால் ரெக்கோரா உப்பு ($Cr_2(SO_4)_3.6H_2O$) உண்டாகிறது.

குரோம் அலும். சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் முன்னிலையில் பொட்டாசியம் டைகுரோமேட்டைச் சல்ஃபர் டைஆக்சைடால் ஒடுக்குவதால் பொட்டாசியம் குரோமியம் சல்ஃபேட் (குரோம் அலும்) உண்டாகிறது. இதன் வேதி வாய்பாடு K_2SO_4. $Cr_2(SO_4)_3$. 24 H_2O இதன் படிகங்கள் செந்நீல நிறமுடையவை. ஏனைய அலும்களுடன் ஒத்த அமைப்புடையவை. குளிர்ந்த நீரில் செந்நீல நிறமாகவும், 70°C வெப்பப் படுத்திய பின் பச்சை நிறமாகவும் மாற்றமடைகின்றன. இது நிறம் நிறுத்தியாகச் (mordant) சாயத் தொழிலிலும், காலிக்கோ அச்சுத் தொழிலிலும், பதனிடுதலிலும் பயன்படுகிறது.

குரோமியம் ஆக்சைடு. இது குரோமியம் செஸ்க்வி ஆக்சைடு என்றும் (Cr_2O_3) குறிப்பிடப்படுகிறது. பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் மற்றும் கார்பனைச் சேர்த்து வெப்பப்படுத்திப் பின்னர் அதை நீருடன் சேர்த்தால் இது கிடைக்கும். மேலும் அம்மோனியம் டைகுரோமேட்டை வெப்பப்படுத்தியும் இதைப் பெறலாம். இது பச்சை நிறமுடைய படிக உருவமில்லாத அதிக உருகு நிலையுடைய பொடி. இது உருகிய போராக்ஸ் அல்லது கண்ணாடியில் கரைந்து பச்சை நிறத்தைக் கொடுக்கிறது. எனவே இது கண்ணாடி, பீங்கான் தயாரிப்புகளில் பயன்படுகிறது. இது வெப்பத்தால் சிதைவடைவதில்லை. ஹைட்ரஜனாலும் ஒடுக்கமடைவதில்லை.கார்பனுடன் சேர்த்து ஒடுக்கும்போது இது குரோமியம் உலோகமாக ஒடுக்கமடைகிறது. இது ஓர் ஈரியல்பு ஆக்சைடு.

குரோமியம் ஹைட்ராக்ஸைடு. தகுந்த அளவு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு கரைசலை ஏதாவது ஒரு குரோமிக் உப்புக் கரைசலுடன் சேர்ப்பதால் குரோமியம் ஹைட்ராக்சைடு ($Cr(OH)_3$) உண்டாகிறது. இது வலிமை குன்றிய காரம். வெப்பப்படுத்தும்போது நீரை இழந்து கிடைக்கிறது.

+2 சேர்மங்கள்

இவை குரோமஸ் உப்புகள் (chromous salts) என வழங்கப்படுகின்றன. +2 ஆக்சிஜனேற்ற குரோமியச் சேர்மங்கள் சிறந்த ஒடுக்கிகளாக விளங்குகின்றன.

குரோமியம் உலோகத்தை அமிலங்களால் கரைத்தோ Cr^{3+} அல்லது $Cr_2O_7^{2-}$ அயனிகளைத் துத்தநாகம் கரைந்த அமிலங்களில் ஒடுக்கியோ இவ்வகைச் சேர்மங்கள் பெறப்படுகின்றன. மிக எளிதாக இதன் நீர்க் கரைசல்கள் காற்றால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகின்றன. சோடியம் ஹைட்ராக்சைடை Cr^{2+} கரைசல்களில் சேர்த்தால் குரோமஸ் ஹைட்ராக்சைடு ($Cr(OH)_2$) வீழ்படிவாகக் கிடைக்கிறது. பின்னர் அது ஆக்சிஜனால் $Cr(OH)_3$ ஆக ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. Cr^{2+} அயனி நீரில் அழகிய செந்நீல நிறமுடையது. Cr^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+} அயனிகள் பண்புகளில் ஒத்துள்ளன. Cr^{2+} சேர்மங்கள் நீரில் கரையாத உப்புகளாகவே நிலைத்து இருக்கும்.

குரோமியம் (II) சல்ஃபேட், ஃபெரஸ் சல்ஃபேட்டை ஒத்த படிக வடிவுடையது. குரோமியத்தை நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் கரைத்து இது தயாரிக்கப்படுகிறது. இதன் நீர்க்கரைசல், ஆக்சிஜன், நைட்ரிக் ஆக்சைடு ஆகியவற்றை உறிஞ்சுகிறது. அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடு கலந்த கரைசல் எத்திலீன் வளிமத்தை உறிஞ்சுகிறது. மோர் உப்புகளைப் போன்று இதுவும் இரட்டை உப்புகளைத் தருகிறது.

குரோமியம் (II) அசெட்டேட் நீரில் கரையாத செங்கல் சிவப்பு நிறச் சேர்மம். இதைத் தயாரிக்கும்போதும் பயன்படுத்தும்போதும் நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் உள்ள சூழ்நிலை இருக்க வேண்டும். குரோமியத்தை ஹைட்ரஜன் ஹாலைடு அமிலங்களுடன் சேர்த்துச் சூடுபடுத்தினால் குரோமஸ் ஹாலைடுகள் உண்டாகின்றன. குரோமஸ் குளோரைடு வெண்பட்டு நிறமுடையது. நீரில் கரைவதால் நீல நிறக் கரைசல் உண்டாகிறது.

- த. தெய்வீகன்

குரோமேட்

CrO_4^{2-} எனும் வாய்பாடு கொண்ட நேர்மின் அயனி குரோமேட் ஆகும். இது $HCrO_4$ எனும் வாய்பாடு கொண்ட, ஆனால் நிலையற்ற அமிலமான குரோமிக் அமிலத்தின் தொடர்பு அயனியாகும். குரோமிக் ஆக்சைடை (CrO_3) நீரில் கரைத்தால் எதிர்பார்க்கப் படும் குரோமிக் அமிலத்திற்குப் பதிலாக $H_2Cr_2O_7$, $H_2Cr_3O_{10}$ எனும் பாலி அமிலங்கள் விளைகின்றன. எனினும், திண்மநிலையில் குரோமேட்டுகள் நிலைத் தன்மைமிக்கவை.

குரோமேட்டுகள் அமிலம் சேர்க்கப்படும்போது டைகுரோமேட்டுகளாக (dichromates) மாறுகின்றன.

$$2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$$

மஞ்சள் வண்ணம்   ஆரஞ்சு வண்ணம்

பெரும்பான்மையான குரோமேட் உப்புகள் மஞ்சள் நிறமுடையவை.வெள்ளி குரோமேட் மட்டும் சிவப்புநிறம் கொண்டதாகவும், அமிலம், காரம்இரண்டிலுமே கரையக்கூடியதாகவும் உள்ளது. கால்சியம், பேரியம், ஸ்ட்ரான்சியம், பாதரசம் (I), காரீயம் ஆகியவற்றின் குரோமேட்டுகள் நீரில் கரையா. குரோமேட் அயனியைக் கண்டறிவதற்குண்டான முறையில் இவ்வீழ்படிவுகள் பயன்படுகின்றன. இவ்வுப்புகள் அமிலத்தில் கரைந்து டைகுரோமேட்டுகளாக மாற்றம் அடைகின்றன. இவ்வினை குரோமிய

உலோகத் தயாரிப்பில் ஒரு முதன்மையான கட்டமாகும். குரோமேட்டுகள் சிறந்த ஆக்சிஜனேற்றிகள். பூச்சுப் பொருள்களில் நிறமிகளாகவும் (pigments), தோல் பதனிடுவதிலும் பயன்படுகின்றன. குரோமேட்டுகள் அரிமானத் தடுப்புப் பொருள்களாம்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

குரோமைட்

இக்கனிமம் தாதுக்களில் முக்கியமானதாகும். குரோமைட் (chromite) கனசதுரப் படிக இனத்தைச் சார்ந்தது. இது நுண்ணிய மணிகளாகவும் திண்ணிய வடிவாகவும் காணப்படும். இது ஒழுங்கற்ற முறிவு உடையது. கடினத்தன்மை 5.5; அடர்த்தி 4.1-4.9. உலோக மிளிர்வு கொண்டது. இது இரும்புக்கறுப்பு நிறமாகவும், பழுப்புக் கலந்த கறுப்பு நிறமாகவும் காணப்படும். எளிதில் நொறுங்கக் கூடியது. இதன் வேதி இயைபு $Fe Cr_2O_4$. இது குரோமியத்தின் முக்கிய தாதுவாகும். குரோமைட்டுக் கனிமம் பொதுவாகப் பெரிடோடைட், செர்பன்டினைட்டுப் பாறைகளில் காணப்படும். குரோமைட், துருக்கி, தென் ஆஃப்ரிக்கா, சோவியத் நாடுகள், ஃபிலிப்பைன்ஸ், ருடேசியா, இந்தியா ஆகிய இடங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

- ந. சந்திரசேகர்

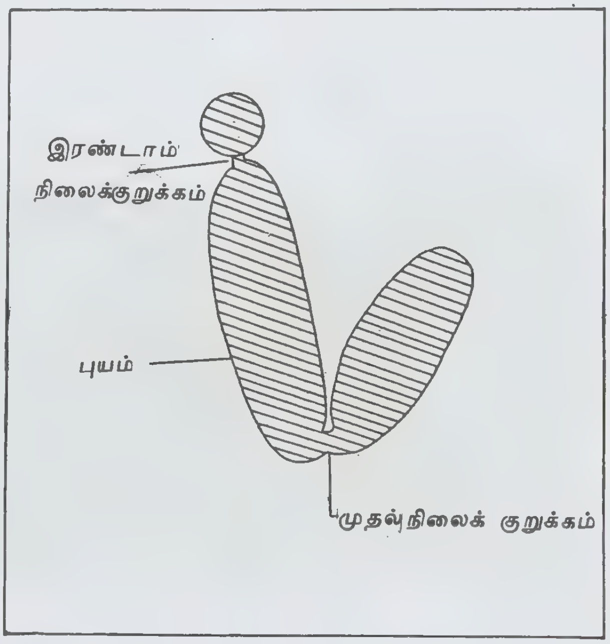
நூலோதி. A. N. Winchell and H. Winchell, *Elements of Optical Mineralogy*, Part II, Wiley Eastern Private Ltd, New Delhi, 1968.

குரோமோசோம்

தாவரங்கள் மற்றும் விலங்கினங்களின் செல்களில் நியூக்ளியஸ் (nucleus) அமைந்திருப்பதை அறியலாம். நியூக்ளியசினுள் மிக நீண்ட இழைகளாலான, மெல்லிய நியூக்ளியவலை உள்ளது. மேற்சொன்ன இழைகளைக் குரோமோநீமா (chromonema) என்றும், குரோமேட்டின் இழை (chromatin thread) என்றும் சொல்வர். வளர்ந்து பெரிதான, ஒவ்வொரு செல்லும், செல்பகுப்பு (cell division) மூலம் இரண்டிரண்டாகும். அப்போது நியூக்ளியசின் உள்ளேயுள்ள இழைகளான குரோமோநீமாக்கள் மாற்றமடைந்து குச்சிகள் போலச் சற்றுத் தடித்த, முன்பிருந்ததைவிடக் குட்டையான, ஆனால் நூல் போல் வளையும் தன்மையுள்ளனவாக ஆகின்றன; இவற்றைக் குரோமோசோம்கள் (chromosomes) என்பர்.

ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரியின் செல்லில் அதற்கென்றே தனித்தன்மை வாய்ந்த வடிவமும் எண்ணிக்கையும், அமைப்பும் கொண்ட குரோமோசோம்கள் காணப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, தவளையின் உடலில் உள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் செல் பகுப்பின் போது 26 குரோமோசோம்களைக் கொண்டிருக்கும். இவை ஒவ்வொன்றும் 'V' வடிவத்தில் பெரிதும் சிறிதுமாக இருக்கும். ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த அனைத்துத் தவளைகளிலும் அதே வடிவத்துடனும், எண்ணிக்கையுடனும் குரோமோசோம்கள் அமைந்திருக்கும். இவ்வாறே, மனித உடலில் 46 குரோமோசோம்கள் வெவ்வேறு வடிவில் உள்ளன. குரோமோசோம் ஆய்வு அறிஞர்களுக்கு ஒரு செல்லில் உள்ள குரோமோசோம்களைக் கவனித்தவுடன் இவை எந்த விலங்கு அல்லது தாவரத்தின் குரோமோசோம்கள் எனக் கூறிவிட இயலும்.

குரோமோசோம்களின் அமைப்பும், தன்மையும். குரோமோசோம்கள் சிலவகைச் சாயப் பொருள்களை விரைந்து ஏற்றுக்கொள்வன; இப்பொருள்களை வண்ணங்கள் அல்லது வண்ணப் பொருள்கள் (stains) என்பர். குரோமோசோம் என்னும் இலத்தீன் சொல்லுக்கு வண்ணத்தை ஏற்கும் வடிவம் என்று பொருள்.

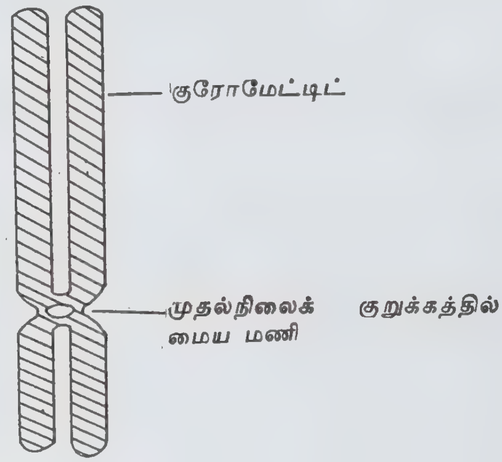


படம் 1. குரோமோசோம்

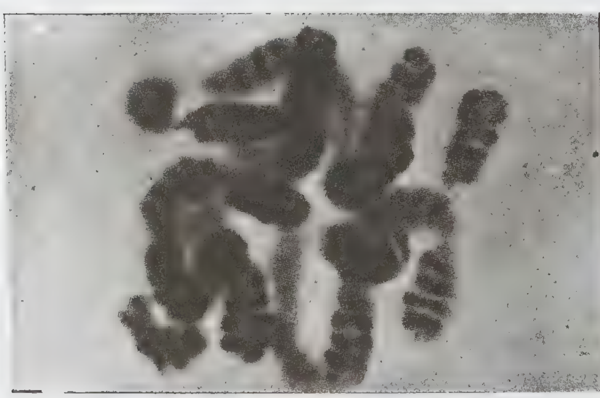
குரோமோசோம்களைத் தெளிவாகக் காண்பதற்கும், ஆராய்வதற்கும் மறைமுகப் பகுப்பு

(mitosis) எனப்படும் சம எண்ணிக்கைப் பகுப்பு அல்லது குன்றல் பகுப்பு (meiosis) ஆகியவற்றின் வெவ்வேறு நிலைகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றுள், மறைமுகப்பகுப்பின் இடைநிலையின்போது ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் பெருமளவில் குறுகித் தடித்துக் காணப்படும். தவிர, அதற்கு அடுத்த நிலையில் ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் நீள்வாக்கில் இரண்டாகப் பிரிந்து செல்லத் தொடங்கும்போதும் இவற்றை மிகத் தெளிவாகக் காணலாம். குரோமோசோம்கள் விறைப்பாக இல்லாமல் வளையும் தன்மையுடையவை. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் எழுதுகோல் போல உருளை வடிவானது. படம் 1 இல் காணப்படும் குரோமோசோம் இரண்டு புயங்களைக் (arms) கொண்டது. இரண்டுக்கும் இடையே ஒரு குறுகிய பகுதி உள்ளது. அதை முதல்நிலைக் குறுக்கம் என்பர். இக்குறுக்கத்தில் மையமணி (centromere) எனப்படும் ஓர் அமைப்பு உள்ளது.

மையமணி. குரோமோசோமின் பிற பகுதிகள் வண்ணப் பொருளை ஏற்று நிறமேற்றிக்கொண்டபோதும் மையமணியில் நிறம் ஏறுவதில்லை. இது பெரும்பாலான குரோமோசோம்களின் தன்மையாகும். முதல்நிலைக் குறுக்கத்துக்குள் மையமணி அமைந்திருக்கும். செல்பகுப்பின்போது உண்டாகும் இழைகள் (spindle fibres) இந்த அமைப்பில்தான் இணைப்பு ஏற்படுத்திக் கொண்டு, குரோமோசோம்கள் இரு துருவங்களையும் நோக்கி நகரக் காரணமாகின்றன.



படம் 2. குரோமோசோமும் குரோமேட்டிட்களும்.



(அ) சுருளால் ஆன சுருள் வடிவில் குரோமோசோமின் உள் அமைப்பு. (ஆ) மனிதனின் முதல் மூன்று குரோமோசோம்கள்.

படம் 3

சில குரோமோசோம்களில், மேலும் ஒரு குறுக்கம் இருப்பதுண்டு; இதை இரண்டாம் நிலைக் குறுக்கம் என்பர். பெரும்பாலும் இக்குறுக்கத்தில் நியூக்ளியோலஸ் ஒட்டி இருக்கும். நியூக்ளியோலஸ் தோன்றுவதும் மறைவதும் இத்தகையை இரண்டாம் நிலைக் குறுக்கத்தோடு தொடர்பு கொண்டவை.

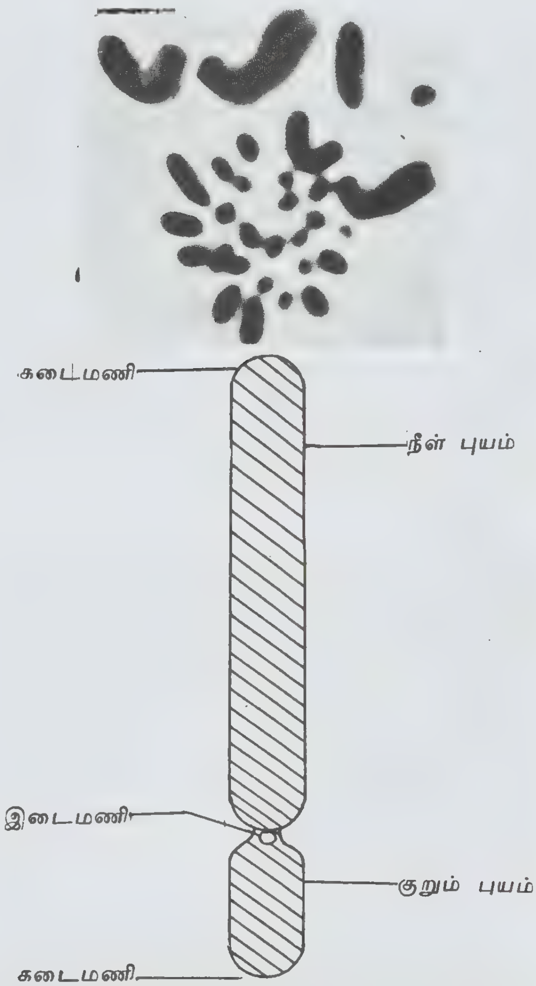
ஒவ்வொரு குரோமோசோமின் இரு இறுதிப் பகுதிகளிலும் கடைமணி (telomere) எனும் ஓர் அமைப்பு உள்ளது. அதாவது ஒருகுரோமோசோமுக்கு இரண்டு நுனிப் பகுதிகளிலும் பக்கத்திற்கொன்றாக இரண்டு கடைமணிகள் உண்டு. இவை இருப்பதாலேயே குரோமோசோம்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொண்டு இணைந்துவிடாமல் உள்ளன.

குரோமோசோம்கள் ஒவ்வொன்றும் குன்றல் பகுப்பின் இடைநிலையின் போது நீளவாக்கில் இரண்டாகப் பிளந்தது போன்ற தோற்றம் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். இதைக் குரோமேட்டிட் என்பர். ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் இடைநிலையின்போது ஒரே அமைப்புடைய இரண்டு குரோமேட்டிட்களால் ஆனதாகக் காணப்படும். இரண்டு குரோமேட்டிட்களும் மைய மணியினால் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும் (படம்-2).

மிக நீளமான குரோமோநீமா இழை சுருள்வில் போல் சுருட்டிக் கொள்வதாலேயே குரோமோசோம்கள் தடித்தும், குறுகியும் காணப்படுகின்றன. குரோமோநீமாவில் நூற்றுக்கணக்கான ஜீன்கள் அடங்கியுள்ளன. எனவே, குரோமோசோம்கள் ஜீன்களால் ஆனவை.

குரோமோசோமின் அடிப்படை இழையான 3 நா.மீ. (nanometer $=10^{-6}$ மில்லிமீட்டர்) கனமுடைய டி.என்.ஏ (DNA) இழையை முன்னும் பின்னும் மாறி மாறி மடித்த அமைப்பே குரோமோசோம் என்று டூப்ரா (Dupraw) என்பார் தெரிவித்தார், குரோமோசோம் செல்லியலின் தந்தை எனப் போற்றப்படும் எம்.ஜே.டி.ஒயிட் (M.J.D.White) என்னும் அறிஞர் 1973 இல் இது ஒப்புக்கொள்ளத் தக்கதன்று என்பதைத் தம் ஆணித்தரமான வாதத்தால் மெய்ப்பித்துள்ளார். மேற்கூறிய 3 நா.மீ. இழைச் சுருள் சுருளாகவே குரோமோசோமில் அடக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளதென ஒயிட் கருதினார்.

குரோமோசோம்களின் வகைகள். சில குரோமோசோம்கள் நீண்ட குச்சிகளாக இல்லாமல் புள்ளி போல மிகவும் குட்டையாக இருப்பதுண்டு; இவற்றில் மைய மணி எங்கு உள்ளது என அறிவது எளிதன்று. எண்ணிக்கை மிகுந்துள்ள குரோமோசோம்கள் இவ்விதம் புள்ளிபோல் இருப்பதுண்டு. தவிர சில வகை உயிரினங்களில் (ஹெமிப்டீரா என்னும் பூச்சியினம் போன்றவற்றில்) எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம்கள் குறைவாக இருப்பினும் அவை புள்ளி வடிவமுடையவையாக இருக்கும்.



படம் 4. (அ) ஒரு நீள் கொம்புள்ள வெட்டுக்கிளியின் குரோமோசோம்கள். (ஆ) அக்ரோசென்ட்ரிக் குரோமோசோம்

M : மெட்டா சென்ட்ரிக், S: சப் மெட்டா சென்ட்ரிக், A: அக்ரோ சென்ட்ரிக், D:புள்ளி வடிவக் குரோமோசோம்.

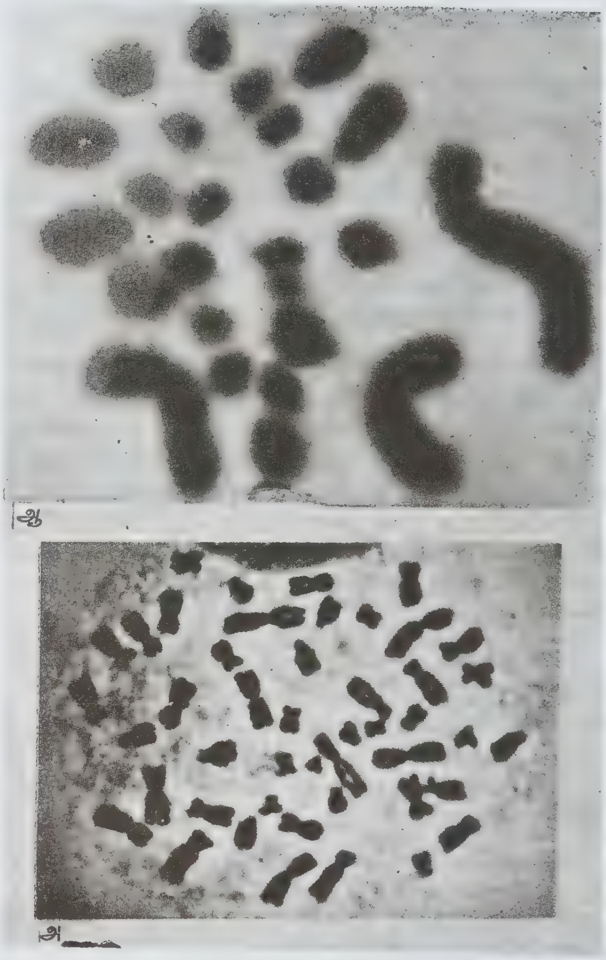
நீளமான குரோமோசோம்களில் பல வடிவங்கள் உண்டு. அவை 1. V- வடிவில் உள்ள மெட்டா சென்ட்ரிக் குரோமோசோம்: இவ்வகைக் குரோமோசோமில் இரு புயங்களும் ஏறக்குறைய ஒரே நீளம் உடையவை. 2. J - வடிவம் உள்ள ஸப்மெட்டா சென்ட்ரிக் குரோமோசோம்: இதில் ஒரு புயம் நீளமாகவும் மற்றொன்று குட்டையாகவும் இருக்கும். 3. மூன்றாம் வகை அக்ரோசென்ட்ரிக் குரோமோசோம்: இதில் ஒரே ஒரு புயம் உள்ளது போலத் தோன்றினாலும் உண்மையில் இதற்கு மிகச் சிறிய குறும்புயம் ஒன்று உண்டு. 4. நான்காம்

வகை டீலோ சென்ட்ரிக் குரோமோசோம்: இதில் குறும் புயம் இல்லை எனவும், மைய மணி ஒரு குரோமோசோமின் நுனியில் அமைந்திருப்பதாகவும் சில செல்லியலார் கருதுகின்றனர். ஆனால் கடை மணி இல்லாத இறுதிப் பகுதியில் மையமணி உள்ள குரோமோசோம்கள் இல்லை என்பது ஒயிட்டின் கருத்தாகும். பெரும்பாலான குரோமோசோம்களில், ஒரு குரோமோசோமுக்கு ஒரேயொரு மையமணியே இருக்கும். ஆனால் லூஸுலா (luzula) போன்ற தாவரங்களிலும், வீடுகளில் காணப்படும் தேள் களிலும் காணப்படும் காக்ஸிடீ இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரிகளிலும் குரோமோசோம் முழுதும் பல மையமணிகள் உள்ளன. இவற்றைத் தவிர அஸ் காரிஸ் யூனிவாலன்ஸ் போன்ற உருண்டைப் புழுக் களின் கரு வளர்ச்சியின்போது பல மையமணிகள் கொண்ட, மிகப் பெரிய குரோமோசோம்கள் தோன்றும். பின்னர், இவை பிரிந்து சிறு சிறு துண்டுகளாகி, ஒவ்வொரு துண்டும் ஒரு மைய மணி யுடைய குரோமோசோமாக மாறும்.

கேரியோடைப். ஒரு செல்லில் அமைந்துள்ள குரோமோசோம்களின் தொகுதியைக் கேரியோ டைப் என்பர். குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையும், குறிப் பிட்ட (ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வகை களால் ஆன) குரோமோசோம்களும் ஒரு கேரியோ டைப்பில் இருக்கும். ஒவ்வோர் இனத்திற்கும் ஒரு கேரியோடைப் உண்டு. படம்-4 இல் பார்ப்பது எலிமியாசெகூரிஜெரா (Elimaea securigera) என்னும் நீள் உணர்கொம்பு உடைய வெட்டுக்கிளியின் (longhorned grasshopper) கேரியோடைப் ஆகும். இதில் மெட்டா சென்ட்ரிக், ஸப்மெட்டா சென்ட்ரிக், அக்ரோ சென்ட்ரிக், புள்ளி போன்றவை ஆகிய குரோமோசோம்களைக் காணலாம்.

பொதுவாக, ஒரு கேரியோடைப்பில் ஒத்த வடிவுடைய (identical) குரோமோசோம்கள் இரண் டிரண்டாக இருக்கும். இவை இணை குரோமோ சோம்கள் (homologous pair of chromosomes) ஆகும். இவற்றில் ஒன்று தாயிடமிருந்தும், ஏனையது தந்தையிடமிருந்தும் பெறப்படும்.

ஆணாக அல்லது பெண்ணாக இருப்பதற்குக் காரணமான பால்குரோமோசோம்கள் (sex chromosomes) மட்டும் சிலவகை உயிரினங்களில் வெவ்வேறு வடிவில் இருக்கும் அல்லது இணையாக இல்லாமல் ஒன்றே ஒன்று மட்டும் இருக்கும். படம்-5 இல் உள்ள J வடிவமுள்ளதே எலிமியாவின் பால்-குரோமோசோம். இது ஓர் ஆணின் செல். இதில் ஒரே ஒரு பால் குரோமோசோம்; பெண்ணில் இரண்டு J-வடிவக் குரோமோசோம்கள் (sex chromo-somes) இருக்கும். 5 b இல் மனிதனின் குரோமோ சோம்கள் 46 ஐயும் கொண்ட கேரியோடைப்பைக் காணலாம்.



ஆ

அ

படம் 5.

(அ) எலிமியா செக்கூரிஜெரா என்னும் வெட்டுக்கிளியின் குரோமோசோம்களாலான கேரியோடைப்.

(ஆ) 46 மனிதக் குரோமோசோம்களும் சேர்ந்த கேரியோடைப்

பால் குரோமோசோம்கள். ஓர் உயிரியின் உட லமைப்பு அதன் செல்கள் ஆகிய அனைத்துப் பண்பு களுக்கும் காரணமான ஜீன்கள் அதன் குரோமோ சோம்களில் அமைந்துள்ளன. ஆணாகவோ பெண் ணாகவோ இருப்பதற்குக் காரணமான ஜீன்கள் குறிப்பிட்ட ஓர் இணைக் குரோமோசோம்களிலோ ஒரே ஒரு குரோமோசோமிலோ இடம் பெற்றுள் ளன. இக் குரோமோசோம்களைப் பால் குரோமோ சோம்கள் என்பர். பிற எல்லாக் குரோமோசோம் களும் ஒருங்கே உடல் குரோமோசோம்கள் என வழங்கப்படுகின்றன.

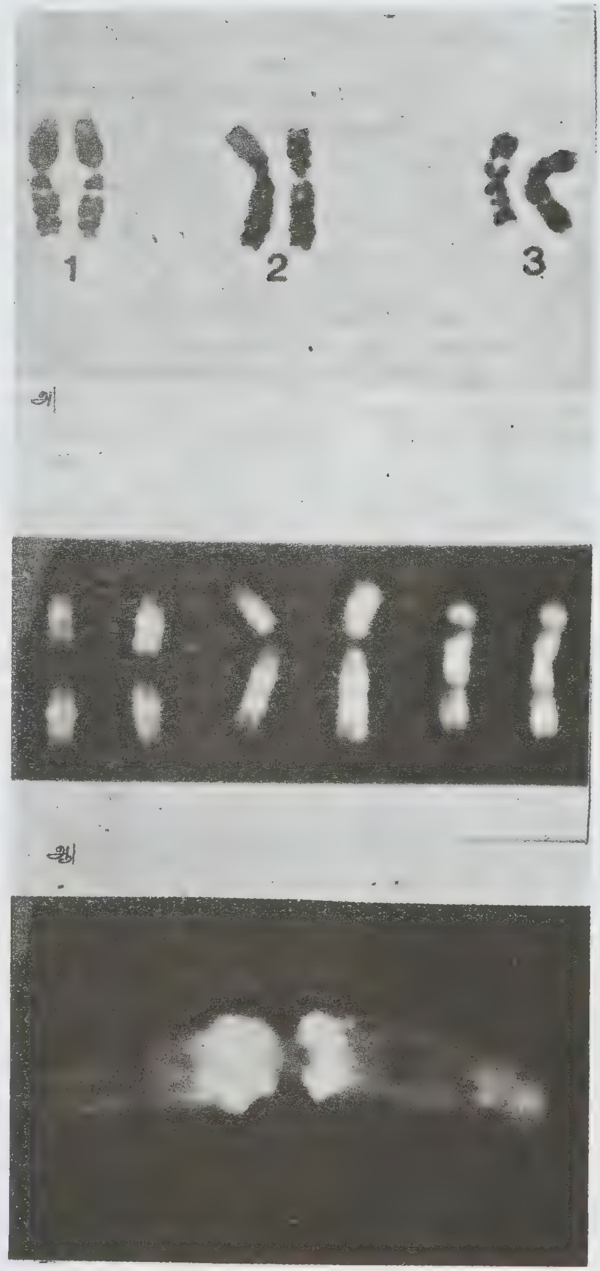
பால் நிர்ணயம் என்னும் தலைப்பின் கீழ் வெவ் வேறு வகையான பால் குரோமோசோம்களும், அவை எவ்விதம் செயல்பட்டு ஆண் அல்லது பெண்ணை உருவாக்குகின்றன என்பதையும் காண லாம். மிக எளிமையான ஒரு பால் நிர்ணய அடிப் படை இங்கு விளக்கப் பெறுகிறது. மனித இன ஆணின் உடலில் ஒவ்வொரு செல்லிலும் இரண்டு பால் குரோமோசோம்கள் உண்டு; இவை வடிவிலும் அமைப்பிலும் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபட்டவை. இவற்றை X,Y குரோமோசோம்கள் எனலாம். பெண்ணின் செல்களில் ஒரே மாதிரியான வடிவுள்ள இரண்டு X குரோமோசோம்கள் இருக்கும். 46 குரோ மோசோம்கள் உள்ள மனிதக் கேரியோடைப்பில், 44 உடல் குரோமோசோம்களும், 2 பால் குரோமோ சோம்களும் உள்ளன.

குரோமோசோம்களின் வேதி அமைப்பு. பாக்டீ ரியா, வைரஸ், நீலப் பச்சைப் பாசி இனம் ஆகியவை நியூக்ளியஸ் தோன்றுவதற்கு முந்தைய இனம் என்றும், இவற்றுக்கு மேலினமாக அமைந்த தாவரங் களும் விலங்கினங்களும் உண்மையான நியூக்ளியஸ் உடையவை என்றும் வழங்கப்படும்.

இவற்றில், முன்னர்க் கூறப்பட்ட குரோமோ சோம்கள் D.N.A.-ஆல் மட்டுமே ஆனவை. நியூக்ளியஸ் உடையவற்றின் குரோமோசோம்கள் D.N.A.உம் புரதங்களும் சேர்ந்த அமைப்புடை யவை. புரதங்களில், ஹிஸ்ட்டோன் என்னும் காரப் புரதமும் ஹிஸ்ட்டோன் அல்லாத புரதமும் அடங் கும். மீன்களின் விந்துச் செல்லில் உள்ள குரோமோ சோமில் ஹிஸ்ட்டோனுக்குப் பதில் புரோட்டமின் என்னும் காரப்புரதம் உள்ளது.

குரோமோசோமில் பட்டைகள் தெரியச் செய்தல். ஒரு கேரியோடைப்பில் உள்ள பல குரோமோசோம்களும் ஒரே அளவும், வடிவும் உடையனவாக அமைந்து விடலாம். அப்போது அவற்றை வேறுபடுத்தி இனங் காண்பது எளிய செயலன்று. குரோமோசோம்களை நிறமேற்றுவதில் சில புதிய முறைகளை 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து கண்டுபிடித்துள்ளனர். இதன் மூலம், ஒவ்வொரு குரோமோசோமின் குறுக்கே தனித்தனி யான பல பட்டைகள் வெளிப்படுகின்றன. இப் பட்டைகள் ஆழ்ந்த நிறமுடையவையாகவும் நிற மேற்காத இடைவெளிகளாகவும் காணப்படும். இப் பட்டைகளின் அடிப்படையில் ஒரு கேரியோடைப்பில் உள்ள குரோமோசோம்களைத் தனித்தனியாக வேறு படுத்த முடியும். இரண்டிரண்டு குரோமோசோம் களின் பட்டைகள் ஒரே வகையாக இருப்பதைக் காணலாம். இவை இணை குரோமோசோம்கள் (homologous chromosomes) ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டாக 10 குரோமோசோம்கள் இருப்பின் அவற்றை ஐந்து வகையான பட்டை யமைப்பு உடையனவாக, ஐந்து இணைகளாக



படம் 6

(a) G-பட்டையிடப்பட்ட மனிதக் குரோமோசோம்கள்-3 மட்டும் (b) Q-பட்டையிடப்பட்ட ஒளிரும் மனிதக் குரோமோசோம் கள்- 3 மட்டும் (c) Q-பட்டையிடப்பட்ட அகல அவரையின் ஒரு குரோமோசோம்

வகைப்படுத்த முடியும். ஜீம்ஸா - பட்டையிடல் (Giemsa banding or G. banding),மைய மணிப்பட்டையிடல் (centromeric banding or C. banding), குவினாக்ரின் பட்டையிடல் (Quinacrine banding or Q-banding) , எதிர்மாறான பட்டையிடல் (reverse banding or R-banding) என நான்கு வகையில் பட்டைகள் ஏற்படுத்திக் காணமுடியும். Q-பட்டையிட்ட குரோமோசோம்களை ஃப்ளூரசன்ட் நுண்ணோக்கி மூலமே காணமுடியும். G-பட்டைகளும், Q-பட்டைகளும் ஒரே மாதிரியானவை. R-பட்டைகள் இதற்கு நேர்மாறானவை; இடைவெளிகள் நிறமேற்கும். ஆழ்ந்து நிறமேற்க வேண்டியவை இடைவெளியாகத் தோன்றும். C-பட்டையிடும் போது, மைய மணிக்கு இருபுறமும் உள்ள குரோமோசோம் பகுதிகள் சிறு பட்டைகளாக, நிறமேற்றுத் தெரியும். இம்முறைகளைப் பயன்படுத்திக் குரோமோசோம்களை அடையாளம் காண்பதில் மிகுந்த முன்னேற்றம் ஏற்பட்டு வருகிறது. G-பட்டையிடப் பட்ட மனிதக் குரோமோசோம்கள் சிலவற்றைப் படம் 6இல் காணலாம். 6 a இல் G பட்டையிடப் பட்ட மனிதக் குரோமோசோம்கள் 1,2,3 இன் தோற்றமும், 6 b இல் Q பட்டையிடப்பட்ட அம் மூன்றின் தோற்றமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. 6 c என்பது ஒரு தாவரத்தின் (vicia faba) Q பட்டையிடப்பட்ட குரோமோசோமின் பெரிதாக்கப்பட்ட தோற்றமாகும்.

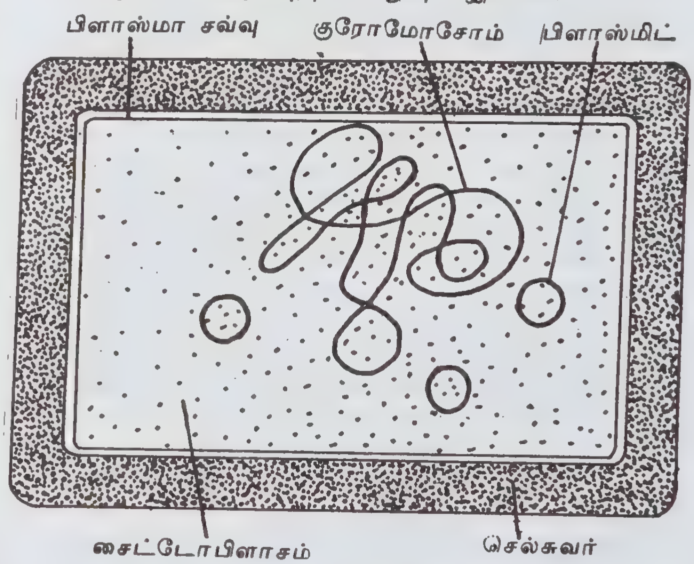
ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த அனைத்து விலங்குகளும், தாவரங்களும் பெரும்பாலும் ஒரே எண்ணிக்கையுள்ள குரோமோசோம்கள் உடையவை. சில சமயங்களில் கூடுதல் எண்ணிக்கையாகச் சிறு குரோமோசோம்கள் சிலவும் இருப்பதுண்டு. இவற்றை B-குரோமோசோம்கள் அல்லது கூடுதல் எண்ணிக்கைக் குரோமோசோம்கள் (supernumerary chromosomes) என்பர். இத்தகைய குரோமோசோம்கள், செல்லில் உள்ள ஏனைய குரோமோசோம்களினின்றும் வேறுபட்டவை. பெரும்பாலும் இவற்றில் பாரம்பரியத்துக்குக் காரணமாக ஜீன்கள் எதுவும் இருப்பதில்லை. கூடுதல் எண்ணிக்கைக் குரோமோசோம்கள் சாதாரணமாக ஒன்று அல்லது இரண்டு இருக்கும். ஆனால் சோளத்தில் இவற்றின் எண்ணிக்கை 30 வரை இருப்பதைக் கண்டுள்ளனர். மிக அதிகமான எண்ணிக்கையில் இருந்தால் இவை தீமை செய்கின்றன.

பெரிய அளவுள்ள **குரோமோசோம்கள்** (giant chromosomes). பொதுவாக, குரோமோசோம்கள் உருவில் சிறியவை; குறைந்தது ஆயிரம் மடங்காவது நுண்ணோக்கியில் உருப்பெருக்கினால்தான் இவற்றைத் தெளிவாகக் காணமுடியும். ஆனால், சிலவகைச் செல்களில் மிகப்பெரிய அளவுடைய குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. இவை இரு வகைப்படும். அவை:

பல இழைகளால் ஆன (polytene) குரோமோசோம்கள்; இவற்றைப் பல்லிழைக் குரோமோசோம்கள் எனலாம். இவை ட்ரோஸோஃபிலா (drosophila), கைரோனோமஸ் (chironomus) போன்ற ஈக்கள் இனப் பூச்சிகளின் இளவுயிரிகளில் உள்ள சில வகையான திசுக்களில் தெரிகின்றன. குறிப்பாக, உமிழ்நீர்ச் சுரப்பியின் செல்களில் மிக நன்றாகத் தெரியும். பல்லிழைக் குரோமோசோம்கள் வேறு பல உயிரிகளிலும் உள்ளன என்பதை ஆராய்ந்து வெளியிட்டுள்ளனர். இவை நாடா போன்ற அமைப்புடன் மிக நீளமாகவும், அகலமாகவும் இருக்கும். குரோமோசோமின் குறுக்கே நிறமேற்கும் பட்டைகளுடனும் நிறமேற்காத இடைவெளிப் பட்டைகளுடனும் இவை அமைந்திருக்கும்.

லாம்ப்-பிரஷ் குரோமோசோம்கள் (lamp brush chromosomes) குப்பிகள் ஆய்வுக் குழாய்கள் போன்றவற்றைக் கழுவுவதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் தூரிகை போன்ற வடிவம் உடையவை. மிக மிக நீண்ட இழைகள், ஆனால் மெல்லிய குறுக்களவு உள்ளவை. மீன்கள், நிலநீர்வாழ்வன, ஊர்வன போன்ற சில விலங்குகளின் முட்டை உண்டாகும் போது இவை காணப்படும்.

கீழினங்களின் குரோமோசோம்கள். வைரஸ்களில் பெரும்பாலானவை R.N.A யால் ஆன குரோமோசோம்களை உடையவை. சில வைரஸ்கள் மட்டுமே D.N.A யால் ஆன குரோமோசோம்களைப் பெற்றுள்ளன. பாக்டீரியா விழுங்கிகள் (bacteriophage) பின்னர்க் கூறப்பட்ட வகையைச் சேர்ந்தவை. வைரஸ்களிலும், பாக்டீரியா, நீலப்பச்சைப்பாசி ஆகியவற்றிலும் குரோமோசோமில் நியூக்ளிக் அமிலம் மட்டுமே உண்டு. புரதம் எதுவும் இல்லை.



படம் 7. பாக்டீரியத்தின் அமைப்பு

ஒவ்வொரு பாக்டீரியத்திலும் ஒன்றிரண்டு குரோமோசோம்கள் இருக்கும். இக்குரோமோசோம் வட்ட வடிவுடையது, D.N.A. யினால் ஆனது. குரோமோசோம் நூலிழை போல இருப்பதால் தாறு மாறாக மடிந்து காணப்படும். அதன் ஏதாவ தொரு பகுதி பிளாஸ்மா சவ்வில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். பிற பகுதிகள் அனைத்தும் சைட்டோபிளாசத்தில் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். நியூக்ளியச் சவ்வு (nuclear membrane) இல்லை. எனவே நியூக்ளியஸ் என்னும் அமைப்பே இல்லை; நியூக்ளியோலஸ் இல்லை.

பாக்டீரியாவில் குரோமோசோம் தவிர பிளாஸ் மிட் எனப்படும் சில சிறு வளையங்கள் உண்டு. பிளாஸ்மிடில் சில ஜீன்கள் உண்டு. இதுவும் D.N.A. யால் ஆனது. குரோமோசோம்களும், பிளாஸ்மிட் களும் சேர்ந்தே தத்தம் ஜீன்களின் உதவியால் பாரம் பரியத்திலும், வளர்சிதை மாற்றத்திலும் பங்கு கொள்கின்றன.

- சோம. பேச்சிமுத்து

குரோமோசோம் பிணைவு

ஒரே குரோமோசோமில் அருகருகே காணப்படும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஜீன்கள் (genes) இனச்செல் தோற்றத்தின்போது (gametogenesis) தனித்தனியே பிரியாமல், ஒன்றாகப் பிணைக்கப்பட்டு ஒரே தொகுதியாக மரபு வழியில் அடுத்த தலைமுறைக்குச் செலுத்தப்படுவது ஜீன்களின் பிணைவு (linkage) எனப்படும். இந்நிகழ்வு 1903 ஆம் ஆண்டில் சட்டன் (sutton), 1905 ஆம் ஆண்டில் பேட்சன், சான்டெர்ஸ், பன்னெட் (Bateson, Saunders, Punnet) என்னும் மரபியலறிஞர்களால் கண்டறியப்பட்டாலும், 1911 ஆம் ஆண்டு டி.எச். மார்கன் (T.H. Morgan) என்னும் மரபியலறிஞரால்தான் இதன் அடிப்படைக் கொள்கைகளும், விளக்கங்களும் வெளியிடப்பட்டன. இக்கூற்றுக்காகவும், ஏனைய மரபியல் கொள்கை களுக்காகவும் அவருக்கு 1933 ஆம் ஆண்டு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.

மெண்டல் (Mendel) என்னும் மரபியலறிஞரின் தனித்தொதுங்கும் கொள்கைக்கு (independent assortment) மாறாக இந்நிகழ்வு உள்ளது என்றார். மெண்டலின் கூற்றுப்படி இணை குரோமோசோம் களில் (homologous chromosomes) உள்ள உயிரி களின் பல்வேறு பண்புகளுக்குக் (characters) காரண மான ஜீன்கள் இனச்செல் தோற்றத்தின்போது தனித் தனியே பிரிந்து ஒதுங்கி இனச்செல்களுக்குள் செல் கின்றன. இதற்கு மாறாகச் சில ஜீன்கள் தனித் தனியே பிரியாமல் ஒன்றாகப் பிணைக்கப்பட்டு ஒரே தொகுதியாக ஒரு தலைமுறையினின்று அடுத்த தலை முறைக்கு மரபுவழிச் செலுத்தப்படுகின்றன.

சாம்பல் வண்ண உடல் நிறத்தையும் (grey body) நீண்ட சிறகுகளையும் (long wings) தோற்றுவிக்கும் ஜீன்களும், கருமையான உடலையும் (black body) மிகச்சிறிய சிறகையும் (vestigial wings) தோற்று விக்கும் ஜீன்களும், குரோசோஃபிலா மெலனோகா காஸ்டர் (Drosophila melanogaster) என்னும் பழ ஈ வகையில் ஒரு தலைமுறையினின்று அடுத்த தலை முறைக்கு இணைந்தே செல்கின்றன எனக் கண்டறியப் பட்டது. இவற்றில் சாம்பல் வண்ண உடல், நீண்ட சிறகுகள் தரும் ஜீன்கள் ஓங்குநிலை (dominant) ஜீன்களாகும். ஏனைய இரண்டும் ஒடுங்கு நிலை (recessive) ஜீன்களாகும் (படம் 1).

பெற்றோரிடம் காணப்பெறும் சில பிணைக்கப் பட்டுள்ள பண்புகள், அப்படியே இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தலைமுறைகளுக்குச் செலுத்தப் படும்போது அவற்றை முழுமையான ஜீன் பிணைவு (complete linkage) எனலாம். இவ்வகையில் அப்பண்பு களுக்குரிய ஜீன்கள் மிக அருகருகே அமைந்துள்ளமை யால் மரபு வழியில் இணையாகவே செலுத்தப்பட இயலும். இது அரிதாக நடைபெறுவதாகும். இனச் செல்கள் தோன்றும்போது குரோமோசோம்கள் முறிவுறாமல் குறுக்கேற்றம் (crossing over) இருக் கும்போது மட்டுமே இது நிகழும்.

இணை குரோமோசோம்களில் ஏற்படும் குறுக் கேற்றம் காரணமாகப் பிணைந்துள்ள ஜீன்கள் பிரிந்துவிடக்கூடும். இவ்வாறு பிரியும் ஜீன்கள் முழுமையாகப் பிணைக்கப்படாத ஜீன்கள் (incompletely linked genes) எனப்படும். எனவே இத்தகைய முழுமையற்ற ஜீன் பிணைவில் (incomplete linkage) பிணைவுற்ற ஜீன்கள் எப்போதும் ஒன்றாகவே ஒரு தலைமுறையினின்று அடுத்த தலைமுறைக்குச் செல்ல இயலா.

இரு ஓங்குநிலை அல்லீல்கள் (Alleles) அல்லது ஒடுங்குநிலை அல்லீல்கள் பெற்றோர் ஒருவரிடமிருந்து அல்லது ஒரே குரோமோசோமிலிருந்து வரும்போது அவையிரண்டும் ஒரே இனச்செல்லில் இணைந்து பிணைவுற்ற ஜீன்களாக மரபுவழிச் செலுத்தப்படும். இது இணைப்புநிலை (coupling) எனப்படும். அவ் வாறின்றி ஜீன்களின் இரு ஓங்குநிலை அல்லது ஒடுங்குநிலை அல்லீல்கள், இருவேறு பெற்றோரிட மிருந்து வரும்போது இனச்செல் தோற்றத்தின்போது தனித்தனியே பிரியும். இது எதிர்ப்பு ஒதுக்க நிலை அல்லது தவிர்ப்பு ஒதுக்க நிலை (repulsion) எனப்படும். இக்கருத்துகள் பேட்சன், பன்னெட் என்னும் மரபியல் அறிஞர்களால் தெரிவிக்கப்பட்டன.

பிணைவுக்குள்ளான ஜீன்கள் ஒரே குரோமோ சோமில் இருக்கும் எனவும், அருகருகேயுள்ள

ஜீன்களே வலிமையான பிணைவுக்குட்பட்டு அடுத்த தலைமுறைக்கு ஒன்றாகச் செலுத்தப்படும் எனவும், ஜீன்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு மிகும்போது பிணைவின் வலிமை குறையும் எனவும், ஜீன்கள் குரோமோசோம்களில் ஒன்றையடுத்து ஒன்று வரிசையில் அமைந்திருக்கும் எனவும் மார்கன், கேசில் (Castle) என்னும் மரபியலறிஞர்கள் கண்டறிந்தனர்.

ஒரே குரோமோசோமில் உள்ள பிணைவுக்குட்பட்ட அனைத்து ஜீன்களும் ஒருசேர ஜீன் பிணைவுத் தொகுதி (linkage groups) எனப்படும். இணை குரோமோசோம்கள் இரண்டிலும் ஒரே மாதிரியான ஜீன்கள் (identical allelomorphs) இருப்பதால், ஓர் இணை குரோமோசோமில் உள்ள ஜீன் பிணைவுத் தொகுதி அனைத்தும் ஒரே தொகுதியாகக் கணக்கிடப்படும். இவ்வாறு எத்தனை ஒற்றைத்தொகுதிக் குரோமோசோம்கள் (haploid chromosomes) ஒரு விலங்கினத்தின் செல்லில் உள்ளனவோ அத்தனை ஜீன் பிணைவுத் தொகுதிகளும் அவ்விலங்கில் இருக்கும் என்னும் கருத்தைச் சட்டன் முதன்முதலில் வெளியிட்டார். அதை மார்கனும் அவரின் ஆய்வாளர்களும் ஆய்வு வழி மெய்ப்பித்தனர். எடுத்துக்காட்டாக பழ ஈயிலும், சோளத்திலும், பட்டாணியிலும் அவற்றின் செல்களில் முறையே 4,10,7 ஒற்றைத் தொகுதிக் குரோமோசோம்கள் காணப்படுகின்றன. அதே எண்ணிக்கையில் அமைந்த ஜீன் பிணைவுத் தொகுதிகளும் அவற்றில் காணப்படுவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

ஜீன் பிணைவு காரணமாகப் பெற்றோரின் பண்புத் தொகுதிகள் அதே அளவில் சேய்களிடம் தோன்றுகின்றன. இதனால் பண்பு அல்லது இயல்பு மாற்றங்கள் (variability) ஓர் இனத்தில் குறையும். குறுக்கேற்றம் ஏற்பட்டால்தான், ஜீன் பிணைவுகளால் அவ்வினத்திற்குள் இயல்பு மாற்றங்கள் ஏற்படும். எனவே இது படிமலர்ச்சியின் வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையானது.

- எம். இராமலிங்கம்

குரோமோசோம் பிரியாநிலை

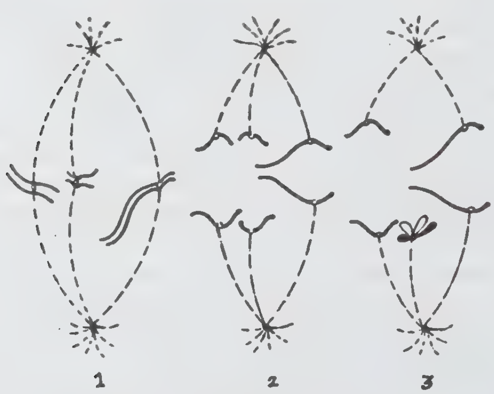
மறைமுகச் செல்பிரிவின் போது ஒரு குரோமோசோமின் இரண்டு குரோமேட்டிட்களும் தனித்தனியாகப் பிரிந்து சேய்க் குரோமோசோம்கள் ஆகிச் செல்லின் இரு துருவங்களையும் நோக்கி நகர்கின்றன. இதுதான் இயல்பாக நிகழும் நிகழ்ச்சி. ஆனால், ஏதேனுமொரு காரணத்தால் இரு குரோமேட்டிட்களும் பிரியாமல் ஒருங்கிணைந்து ஒரே துருவத்தை அடைய நேரிடலாம்; இதைக் குரோமாசோம் பிரியாநிலை என்பர். மறைமுகச் செல்பிரிவில் குரோமோசோம் பிரியாநிலை ஏற்படுவதைவிட மிக அதிகமாகக் குன்றல் பிரிவின் போதுதான் இப் பிரியாநிலை ஏற்படுகிறது.

குன்றல் பகுப்பின் முதல் பிரிதலின்போது (first meiotic division) இணைந்துள்ள இரு குரோமோசோம்கள் பிரிந்து செல்லின் இரண்டு துருவங்களையும் சென்றடையும். ஆனால், சில செல்களில் இவை பிரியாமல் ஒன்றாக ஒரே துருவத்தை அடைகின்றன. இதை மையோடிக் பிரியாநிலை என்பர். இவ்விருவகையான பிரியாநிலைகளையும் படங்களினின்றும் தெளிவாக அறியலாம்.

குரோமோசோம் பிரியாநிலையின் விளைவுகள். ஒவ்வோர் இனத்திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள குரோமோசோம்கள் உள்ளன. மறைமுகச் செல்பிரிவில் பிரியாநிலை உண்டாகும்போது அப்பிரிதலினின்றும் பெறப்பட்ட இரண்டு செல்களிலும் வெவ்வேறான எண்ணிக்கையுள்ள குரோமோசோம்கள் இருக்கும்; ஒன்றில் ஒரு குரோமோசோம் குறைவாகவும், மற்றதில் ஒரு குரோமோசோம் கூடுதலாகவும் இருக்கும்.

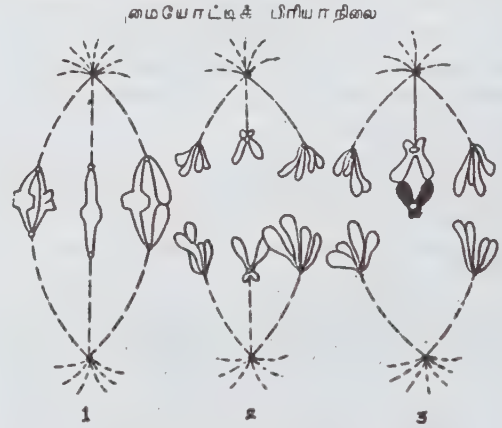
குன்றல் பகுப்பு நிகழும்போது குரோமோசோம் பிரியாநிலை ஏற்படின் அத்தகைய செல்களினின்றும் உண்டாகும் விந்துச் செல் அல்லது முட்டையில் ஒரு

மைட்டோடிக் குரோமோசோம்கள்



1. மைட்டோஸிஸ் இடைநிலை
2. குரோமேட்டிட்கள் பிரிதல்
3. குரோமேட்டிட்கள் பிரியாநிலை

மையோட்டிக் பிரியாநிலை



1. மையோஸிஸ் முதல் பிரிதலின் இடைநிலை
2. குரோமோசோம்கள் பிரிதல்
3. குரோமோசோம்கள் பிரியாநிலை

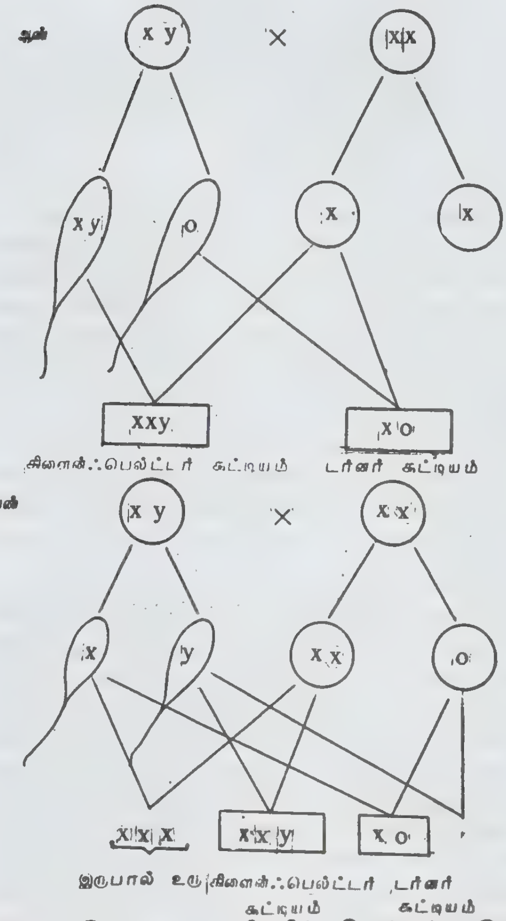
குரோமோசோம் மிகுதியாகவோ, குறைவாகவோ அமையும். இவ்விதம், கூடுதலாக ஒரு குரோமோ சோம் உள்ள ஒரு விந்துச் செல், ஒரு சாதாரண முட்டையுடன் சேர்ந்தால் உண்டாகும் கருவினின்றும் வரும் உயிரியில் ஒரு குறிப்பிட்ட குரோமோசோம் மட்டும் மூன்றாக (trisomic) இருக்கும். அதேபோல, ஒரு குரோமோசோம் குறைவாகவுள்ள விந்துச் செல்லின் சேர்க்கையால் உண்டான உயிரியில் ஒரு குறிப்பிட்ட குரோமோசோம் மட்டுமே இருக்கும். இவற்றால் மிகுகேடு ஏற்படும். 47 குரோமோசோம் கள் உடைய இத்தகைய மனிதர்களில் 21ஆம் குரோ மோசோமில் மூன்று இருக்கும்; இவர்கள் அறிவிலி களாக இருப்பர். இவர்களை மங்கோலியம் எனப் படும் டவுன் கூட்டியம் உடையோர் என்று கூறலாம்.

இவ்வாறே, குரோமோசோம் பிரியாநிலைக்குப் பால்-குரோமோசோம்களில் வேறு சில விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. குரோமோசோம் மட்டும் பிரியா நிலைக்கு உட்பட்டு, உண்டான முட்டையில் குரோ மோசோம் இல்லை எனலாம். இந்த முட்டை, குரோ மோசோம் உள்ள ஒரு விந்துச் செல்லால் கருவுற்றபின் அதிலிருந்து பிறந்தவர் 45 குரோமோசாம் உடையவராக (வழக்கமான இரு குரோமோசோம் களுக்குப் பதிலாக ஒரே ஒரு குரோமோசோம் உள்ள வராக) இருக்க நேரிடும். அவர், பெண் உறுப்புகள் சரிவர வளர்ச்சியடையாத பெண்ணாகத்தான் இருக்க முடியும்.

விந்துச் செல் உற்பத்தியின்போது X,Y குரோமோ சோம்கள் பிரியாநிலை ஏற்பட்டு ஒன்றாகச் சென்றால் ஒருவிந்துச் செல்லில் X-ம்,Y ம் இருக்கும்; இந்த விந்துச் சேர்க்கையால் கருவுற்ற சாதாரண முட்டையிலிருந்து, xxy குரோமோசோம்கள் உள்ளவர் தோன்றுவார். அவர், பெண்தன்மைகள் நிறைந்த ஆணாக இருப் பார். விந்தகங்கள் வளர்ச்சியுறாமலும் விந்தணுக் களை உண்டாக்காமலும் இருப்பதுடன், பெண்ணைப் போன்று மார்பகம் உடையவனாக இருப்பார். இதைக் கிளைன்ஃபெல்டர் கூட்டியம் (Klinefelter syndrome) என்பர்.

கருவளர்ச்சியின்போது மறைமுகப் பகுப்புப் பிரியா நிலை ஏற்படுமானால், அத்தகையவரின் உடலில் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையுள்ள குரோமோ சோம்களை உடைய செல்கள் இருக்கும். செல்கள் சிலவற்றில் சாதாரணமாக 46 குரோமோசோம்கள் (இரண்டு X குரோமோசோம்களையும் சேர்த்து) இருக்கும். இத்தகையவர் இயல்பாக ஒரு பெண்ணாக இருக்கவேண்டும். தவிர, சில செல்களில் ஒரே ஒரு X குரோமோசோம் மட்டும் உள்ளமையால் 45 குரோமோசோம்கள் இருக்கும். மேலும் சிலவற்றில் மூன்று X குரோமோசோம்களுடன் மொத்தம் 47 குரோமோசோம்கள் இருக்கும். இத்தகைய சிக்கலான பால்- குரோமோசோம் அமைப்பு களுடன் கூடிய அவர் ஆண்பால், பெண்பால் கலந்த நிலையில் இருப்பார். உடலில் ஆண் செல்களும்,

பால் குரோமோசோம் பிரியா நிலை



பெண் செல்களும் விரவிக் கிடக்கும். இவ்வாறு இருபாலும் சேர்ந்த கலவையான அமைப்பை ஆண் பெண்கலந்தநிலை (Gynandromorphism) என்பர். குரோமோசோம் பிரியாநிலை சாதாரணமாக நிகழ்வ தில்லை. அரிதாகச் சில செல்களில் இவ்விதம் நிகழ்கிறது.

- சோம. பேச்சிமுத்து

குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி

குரோமோசோம்கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் குறிப்பிட்ட அமைப்பு உண்டு. வெவ்வேறு வகையான ஜீன்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையில் அவற்றில் அமைந்துள் ளன. சாதாரணமாக, குரோமோசோம்கள் செல் பிரிதல்களின்போது தம் ஜீன்களின் வரிசை அமைப்பில் எம்மாற்றமும் இல்லாமல் இரட்டிப்பாகிப் பிரி கின்றன. ஆனால் சிலசமயங்களில் இயற்கையாகவோ, செயற்கையாக ஆய்வாளரின் குறுக்கீட்டாலோ, குரோமோசோம்களில் உள்ள ஜீன்கள் இடமாற்றம் அடையவோ சில ஜீன்களே இல்லாமல் போய்விடவோ

நேரிடும். இத்தகைய குரோமோசோம் மாற்றங்களைக் குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி அல்லது குரோமோசோம் திடீர் மாற்றம் (chromosome mutation) என்பர். உயிரிகள் புற அமைப்பை இத்தகைய மாற்றங்கள் வெவ்வேறு அளவுகளில் குறையாகவோ, மிகுதியாகவோ பாதிக்கின்றன.

குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி என்பது ஒத்த அமைப்புடைய குரோமோசோம்கள் இரண்டிலுமோ அவற்றில் ஒன்றில் மட்டுமோ நிகழலாம். இந்த அடிப்படையில் குரோமோசோம் பிறழ்ச்சியை ஒரு குரோமோசோமின் உள்ளே ஏற்படும் பிறழ்ச்சி, இரு குரோமோசோம்களுக்கிடையே ஏற்படும் பிறழ்ச்சி என இரு பெரும் வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

ஒரு குரோமோசோமுக்கு உள்ளே மட்டும் ஏற்படும் பிறழ்ச்சி, ஒத்தமைப்புடைய குரோமோசோம் இரண்டில் ஒன்றில் மட்டும் மாற்றத்தை உண்டாக்குகிறது. இவ்வகைப் பிறழ்ச்சிகளைக் கீழ்க்காணும் முறையில் பிரிக்கலாம்.

நீக்கம் அல்லது குறைபாடு. ஒரு குரோமோசோமின் இடைப்பட்ட பகுதிகள் எங்கேனும் அல்லது அதன் இரண்டு முனைப் பகுதிகளில் ஒரு சிறு துண்டு இல்லாமல் போய்விடுதலை நீக்கம் அல்லது குறைபாடு என்பர். குரோமோசோமின் நுனிப்பகுதியில் நீக்கம் ஏற்பட ஏதேனும் ஓரிடத்தில் குரோமோசோம் உடைந்து அந்தத் துண்டு இழக்கப்படுகிறது. இடைப்பட்ட பகுதியில் நீக்கம் ஏற்பட இரண்டு இடங்களில் குரோமோசோம் உடைய வேண்டும். இவ்விதம் உடைந்த குரோமோசோம் துண்டில் இடைமணி (centromere) இல்லையெனில் அது செல்பிரிதலின் முன் கடைநிலையின் (anaphase) போது ஏனைய குரோமோசோம்களுடன் சேராது பின்தங்கி இறுதியில் புதிதாக உண்டாகும் நியூக்ளியசில் சேராது தொலைந்துபோகும்.

ABCDEFGHI ⟶ ABFGHI என்று ஜீன்கள் மாற்றம் அடையும்.

CDE என்னும் ஜீன்களை உடைய துண்டு இல்லாமல் நீக்கம் ஏற்பட்டுள்ளது.

இரட்டித்தல். ஒரு குரோமோசோம் உள்ள ஜீன்களில் இரு முறை காணப்படுமாயின் அதை இரட்டித்தல் எனலாம். இவ்விதம் இரட்டித்த ஜீன்கள் உள்ள பகுதிகள் அடுத்தடுத்து இருக்கலாம்; அவை இருவகையாக இருக்கும்.

AB CDE CDE FGH : ஒரே வரிசையில் உள்ள இரட்டித்த ஜீன்கள்

AB CDE EDC FGH : நேர்மாறான வரிசையில் ஜீன்கள் இரட்டித்த பகுதிகள் உள்ளன.

அல்லது இரட்டித்த துண்டுகளுக்கு இடையே வேறு ஜீன்கள் இருக்கலாம்.

சில சமயங்களில், இரட்டித்த பகுதி ஒரு தனி குரோமோசோம் துண்டாகக்கூட இருக்கலாம்.

AB CDE FGHI (ஒரு குரோமோசோம்)

CDE (இரட்டித்த துண்டுக் குரோமோசோம்)

தலைகீழ் மாற்றம். ஒரு குரோமோசோம் இரண்டு இடங்களில் உடைந்து அவற்றிற்கு இடையில் உள்ள துண்டு 180° சுழன்று மீண்டும் அதே குரோமோசோமில் இணைந்து கொண்டால் உண்டாகும் குரோமோசோம் கீழ்க்காணுமாறு இருக்கும்.

ABCD JIHGFE KLMNOP

தலைகீழ்மாற்றம் இருவகைப்படும். தலைகீழ்மாற்றம் அடைந்த துண்டில் இடைமணி இருப்பின் அதை இடைமணியைச் சூழ்ந்த தலைகீழ் மாற்றம் என்பர்.

எ.கா.

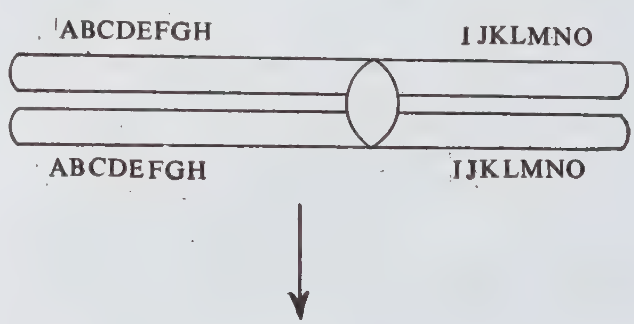
ABCD JIH•GFE KLMNOP (அம்புக்குறி இடைமணியைக் குறிக்கிறது)

மாறாக, இடைமணி இத்துண்டுக்கு வெளியே இருப்பின், இடைமணிக்கு ஒரு புறம் அமைந்த தலைகீழ் மாற்றம் என்பர்.

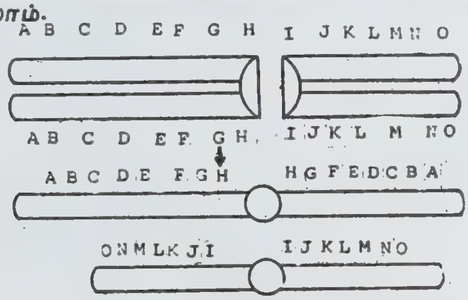
(எ.கா) ABCD JIHGFEK • LMNOP (அம்புக்குறி இடைமணியைக் குறிக்கிறது)

ஐசோகுரோமோசோம்கள். இரு குரோமேட்டிட்கள் உள்ள ஒரு குரோமோசோமின் இடைமணி குறுக்கே உடைந்து இரு துண்டுகளாக ஆனால், அதன் பயனாக இரு குரோமோசோம்கள் உண்டாகும்.

இரண்டு ஐசோகுரோமோசோம்கள் உண்டாகியுள்ளன. இக்குரோமோசோம்களின் இரு புயங்களும்



ஒரே சமச்சீர் உடையனவாக, ஆனால் தலைகீழ் வரிசையில் ஜீன்கள் இருப்பனவாக அமைவதைக் காணலாம்.



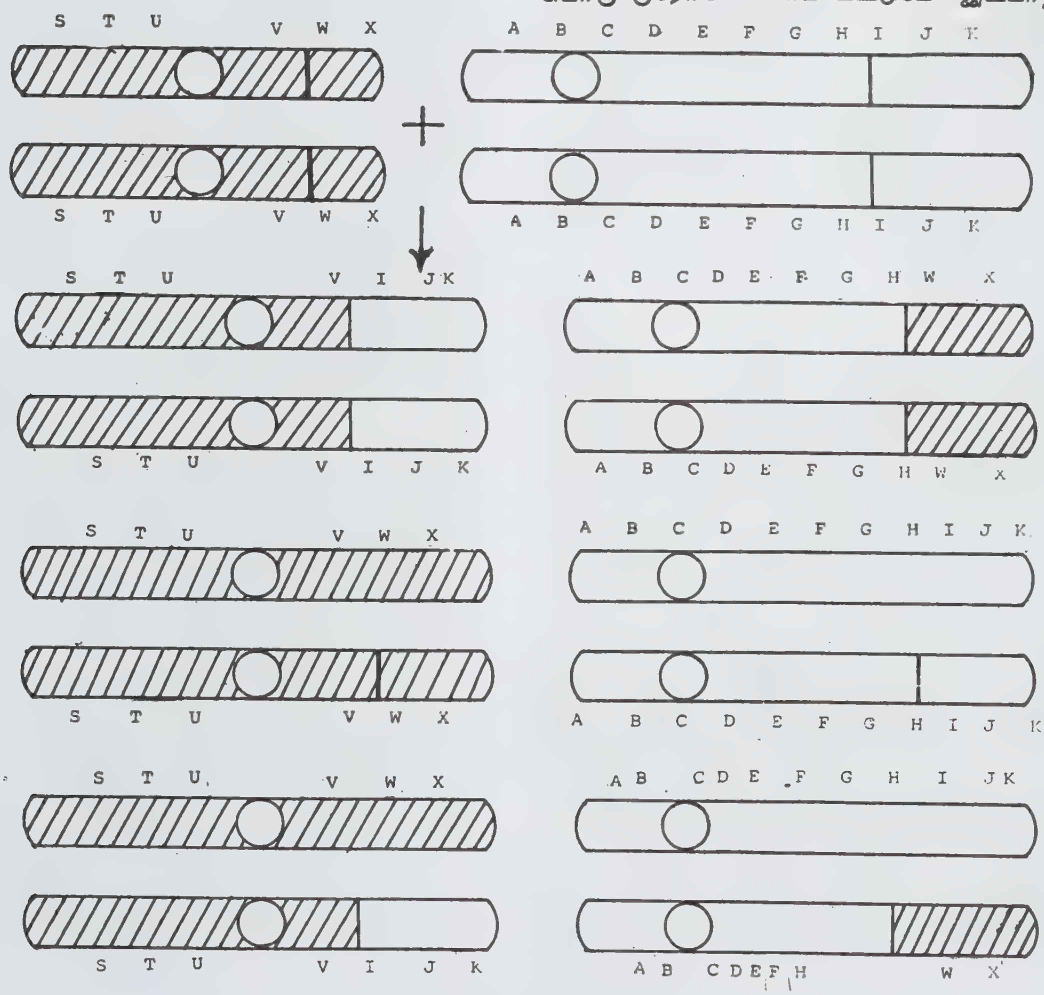
ஒரு குரோமோசோமில் ஒரு துண்டு உடைந்து அது அந்தக் குரோமோசோமுடன் ஒத்த அமைப்பில்லாத குரோமோசோம் ஒன்றுடன் இணைய நேர்ந்தால், அம்மாற்றத்தை இடமாற்றம் ஏற்படல் என்பர்.

மேற்கூறிய ஒத்த அமைப்பில்லாத குரோமோசோம்கள் இரண்டிலும் உடைதல் ஏற்பட்டு அவை தமக்கு இடையே துண்டுகளைப் பரிமாற்றம் செய்து கொண்டால், அதை ஒன்றுக்கொன்று இடமாற்றம் செய்தல் என்பர்.

ஒன்றுக்கொன்று இடமாற்றம் இருவகைப்படும். முதலாவதில், இரண்டு இணை குரோமோசோம்களும் ஒன்றுக்கொன்று இடமாற்றம் செய்து கொள்வதால் புதிதாக உண்டானவையில் உள்ள ஒவ்வோர் இணையும் ஒரே வகையில் இருக்கும், இரண்டு இணை குரோமோசோம்களிலும் இடமாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளதைக் காணலாம்.

இரண்டாவதில், ஒவ்வோர் இணையிலும் ஒரேயொரு குரோமோசோம் மட்டுமே இடமாற்றத்தில்

கீழ்வருவனவற்றில் இடமாற்றம் ஏற்பட்டுள்ளது.

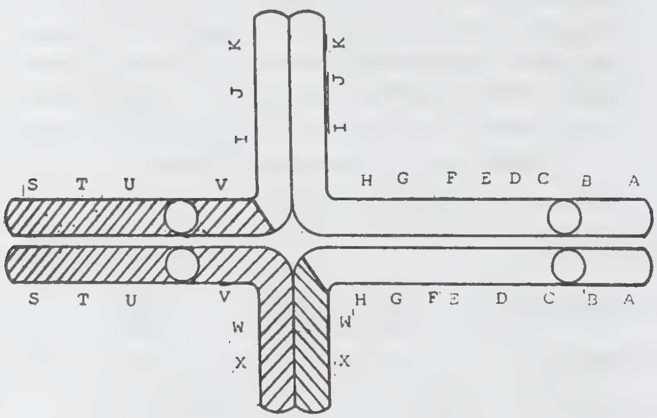


ஈடுபடும். இதனால், புதிதாக ஏற்பட்டுள்ள இணைகள் ஒன்றுக்கொன்று ஜீன்களில் வேறுபடும்.

(2), (4) மட்டுமே துண்டுகளை ஒன்றுக்கொன்று இடமாற்றம் செய்து கொள்ளும்.

(1) உம் (2) உம், அவ்வாறே (3) உம் (4) உம் ஒன்றுக்கொன்று வேறுபடுவதைக் காணலாம்.

இந்நான்கு குரோமோசோம்களும் குன்றல் பகுப்பின் போது ஒரு சிலுவை போன்ற இணைதலுக்கு உள்ளாகும். இதை இடமாற்ற வேற்றுமையால் இணைதலில் உண்டான வடிவம் எனக் கூறுவர்.



பாக்கிட்டின் இணைதல்

நீக்கத்தால் ஏற்படும் விளைவுகள். இறப்பை உண்டாக்குதல்: நீக்கம் அல்லது குறைபாடு என்பது பெரும்பாலும் தீமையே விளைவிக்கவல்லது. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஜீன்கள் இல்லாமையே இதற்குக் காரணம். ஒத்த அமைப்புடைய குரோமோசோம்கள் இரண்டினுள் ஒன்றிலுமே குறிப்பிட்ட குறைபாடு அல்லது நீக்கம் ஏற்பட்ட பகுதி இல்லையெனில் உறுதியாக அந்த உயிரி உண்டாவதில்லை; கரு வளர்ச்சியின்போதே இறந்துவிடும். இரண்டு குரோமோசோம்களில் ஒன்றிலாவது அக்குறிப்பிட்ட பகுதி (ஜீன்கள்) இருந்தால் அவ்வுயிரி கருவிலேயே இறப்பதில்லை. பால்-குரோமோசோம்களுள் ஒரு X குரோமோசோம் மட்டும் உள்ள ஆணில் இவ்வகை நீக்கம் ஏற்பட்டால் அது இறப்புக்குக் காரணமாகிறது; ஆனால், பெண்ணில் அதன் இரண்டு X குரோமோசோம்களிலும் நீக்கம் ஏற்பட்டால் மட்டுமே இறப்பு ஏற்படும்.

ஒடுங்கிய ஜீன் ஓங்குதல். A என்னும் ஓங்கிய ஜீன் ஒரு குரோமோசோமிலும், அதற்கு ஒப்பான a என்னும் ஒடுங்கிய ஜீன் அதே வகைக் குரோமோசோமிலும் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். முதல் குரோமோசோமில் A உள்ள பகுதி நீக்கத்திற்கு உள்ளாக நேர்ந்தால், அப்போது a என்னும் ஒடுங்கிய ஜீன் தன்னை வெளிப்படுத்திப் பண்பை உண்டாக்கும்,

இரட்டித்தலால் உண்டாகும் விளைவுகள். இரட்டித்தலால் பெரும்பாலும் கெடுதல் விளைவதில்லை. சில சமயங்களில் அதனால் படி மலர்ச்சிக்குப் பயனுள்ள புதிய ஜீன் கிடைக்கலாம். ஓர் உயிரியில் இரட்டித்தல் ஏற்பட்டால், அதன் பழைய ஜீன்கள் அதனுடைய இப்போதைய தேவைகளைக் கவனித்துக்கொள்ளும்; கூடுதலான (இரட்டித்த) ஜீன்கள் திடீர் மாற்றம் அடைந்து படிமலர்ச்சிக்கு உதவும். ஆனால், இரட்டித்தல் என்பது குரோமோசோமில் பெரிய அளவு நிகழும்போது குன்றல்பகுப்பில் சிக்கலை உண்டாக்கி விடுவதன் காரணமாக இனப்பெருக்கத் திறனைக் குறைக்க நேரிடும். மேலும் சில உயிரினங்களில் இரட்டித்தல் ஏற்படும்போது இட விளைவுகளை உண்டாக்குவதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, ட்ரோஸோஃபிலாவின் குரோமோசோமில் 16 என்னும் பகுதியில் இரட்டித்தல் ஏற்படும்போது அந்தப் பிறழ்ச்சியை உடைய பூச்சியின் கண்கள் ஒரு கோடு போலக் குறுகி இருக்கும். ஒரு குரோமோசோமில் இப்பகுதி 3 முறை மீண்டும் மீண்டும் காணப்பட்டால் அப்பூச்சியின் கண்கள் மிகக்குறுகிய கோடாக அமையும்.

தலைகீழ் மாற்றம் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள். எளிமையான தலைகீழ் மாற்றங்கள் குரோமோசோமின் வடிவத்தைத் தவிர வேறு எந்தப் புற அமைப்பு மாற்றங்களையும் உண்டாக்குவதில்லை. தலைகீழ் மாற்றத்தால் ஒரு வகையான இட விளைவுகள் ஏற்படும். ஜீன்களின் ஒழுங்கான வரிசையினின்றும் வேறோர் இடத்திற்கு மாற்றப்பட்ட ஜீன் அதன் தன்மையை வெளிப்படுத்த இயலாமல் போய்விடுவதுண்டு. இயல்பான நீளவாட்டு இணைதல் நிகழ்வு, தலைகீழ் மாற்றம் அடைந்து குரோமோசோமில் நடைபெற இயலாது. தலைகீழ் மாற்றம் அடைந்த பகுதியைச் சுற்றிக் குறுக்கேற்றமும் குரோமோசோம் பரிமாற்றமும் குறைவாக நடைபெறும்.

இடமாற்றம் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள். இரண்டு இணை குரோமோசோம்கள் ஒவ்வொன்றிற்கு மிடையே நிகழ்ந்த பரஸ்பர பரிமாற்றம் மிகுந்த விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். இத்தகைய உயிரிகள் உற்பத்தி செய்யும் இனச்செல்களில் பாதி அல்லது மூன்றில் இரண்டு பங்கு எண்ணிக்கை பயனற்றவையாக இருப்பதால் மலட்டுத்தன்மையை ஏற்படுத்த வாய்ப்பு உண்டு. ஏனெனில், இயல்பான ஆண் அல்லது பெண் தன்மையை உண்டாக்குவதற்குத் தேவையான ஜீன்கள் முழுதும் அந்த இனச்செல்களில் இருப்பதில்லை.

முன்பு (வெவ்வேறு குரோமோசோம்களில் இருந்தமையால்) தாமாகவே பிரிய முடிந்த சில ஜீன்கள், அவற்றின் இடமாற்றத்தால் (ஒரே குரோமோசோமில்) இணைக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இடவிளைவுகள் இடமாற்றத்தாலும் ஏற்படுவதுண்டு.

- சோம. பேச்சிமுத்து

குரோமோசோம் வரைபடம்

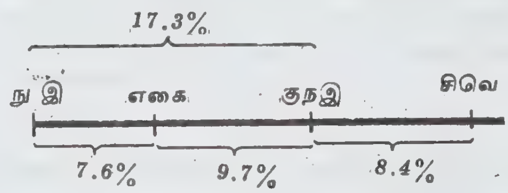
குரோமோசோம்களில் ஜீன்கள் அமைந்துள்ள இடத்தைச் செய்முறை ஆய்வுகளின் வழியாக அமைத்துக் காட்டுதலைக் குரோமோசோமின் வரைபடம் (mapping of chromosomes) பொறித்தல் எனக் கூறலாம்.

யூகேரியோட் (eucaryote) விலங்குகளின் குரோமோசோம் ஜீன்களின் குறுக்கேற்ற வீதத்தைக் கொண்டோ, குறிப்பிட்ட குரோமோசோம் பகுதிகளில் காணப்படும் ஜீன்களின் இயல்பான (normal) அல்லது நிலை பிறழும் (aberration) தன்மை ஆகியவற்றால் உண்டாகும் உரு அமைப்புத்தன்மை (phenotype) மாற்றங்களைக் கொண்டோ வரைபடம் அமைக்கலாம். புரோகேரியோட்டுகளில் (procaryotes) பல்வேறு முறைகளால் குரோமோசோம் வரைபடம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பாக்டீரியாவில் இரு செல் கலவியின்போது (mating) அக்கலவியின் தொடக்கத்திலிருந்து பல்வேறு கால அளவில் அவற்றைத் திடீரெனப் பிரித்து, அவற்றின் குரோமோசோம்களின் இடமாற்றம் எந்த அளவில் நடைபெறுகிறதென்பதையும் அதன் விளைவாக ஏற்படும் பண்பு மாற்றங்களையும் கணக்கிட்டு, குரோமோசோம் வரைபடம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஒரு விலங்கினத்தின் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை முதலில் தீர்மானிக்கப்படுகிறது. பிறகு அவ்வினத்தின் நிலை பிறழ்ந்த உயிரிகளுக்கும், இயல்பான உயிரிகளுக்கும் இடையே கலப்புறுதல் முறையில் (hybridization) அவ்வினத்தில் காணப்பெறும் ஜீன்களின் எண்ணிக்கை கணக்கிடப்படும். அதே நேரத்தில் அவற்றின் உருவமைப்பில் காணப்படும் பிணைவுற்ற பண்புகளைக் (linked characters) கொண்டு, பிணைவுற்ற ஜீன் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கை கணக்கிடப்படுகிறது. பின்பு ஒவ்வொரு பிணைவுற்ற ஜீன்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு கணிக்கப்படும். குறுக்கேற்ற வீதம் (frequency of crossing over) ஜீன்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவிற்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளமையால், இது மிகத் துல்லியமாகக் கணிக்கப்பட்டு ஜீன் தொகுதிகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு அறியப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, பிரிட்ஜஸ் (Bridges), ஆல்பிரைட் (olbrycht) என்னும் மரபியல் அறிஞர்கள் ஈயில் பல்வேறு ஜீன்களின் குறுக்கேற்ற வீதத்தைக் கணித்ததில், வழவழப்பற்ற கண்களை (rough eyes) உடைய எகைனஸ் எகை (echinus) ஜீனும், நுண் இழைகள் (bristles) அற்ற உடற்பரப்பை ஸ்கூட் (நு இ) (scute) ஜீனும், சிறகுகளில் குறுக்கு நரம்பு இழையின்மையை (கு இ) (crossveinless) ஒரு ஜீனும், சிறகு ஓர வெட்டுத்தடங்களை (சி வெ) (notched wing margin) ஒரு ஜீனும் இயக்குவதைக் கண்டனர். இவற்றுள் நடைபெற்ற குறுக்கேற்றத்தின் விளைவாகப் புது முறை மாறி இணையும் நிலை (recombination) கீழ்க் காணும் சதவீதத்தில் இருந்தது.

நு இ	— எகை	= 7.6%
எகை	— குநஇ	= 9.7%
நு இ	— குநஇ	= 17.3%
குநஇ	— சிவெ	= 8.4%



குரோமோசோம் வரைபடம்

எகை = எகைகள்

நஇ = நுண்இழை இல்லாமை

குநஇ = குறுக்கு நரம்பிழை இன்மை

சிவெ = சிறகு ஓர வெட்டுத் தடங்கள்

இதைக் கொண்டு படத்தில் உள்ளது போன்ற குரோமோசோம் வரைபடம் தயாரிக்கலாம். இரு ஜீன்களுக்கிடையே உள்ள தொலைவு, மார்கன் (Morgan) அல்லது வரைபட அலகு (map unit) எனப்படும்.

சோளம், பழ ஈ ஆகியவற்றில் இருக்கும் குரோமோசோம்களின் அத்துணை ஜீன்களையும் இவ்வாறு கணக்கிட்டுக் குரோமோசோம் வரைபடம் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. மனிதனின் குரோமோசோம்களிலும் சில ஜீன்களின் குறிப்பிட்ட இடங்களைத் தீர்மானித்துள்ளனர்.

குரோமோசோமின் ஓர் இடத்தில் குறுக்கிணைவு (chiasma) ஏற்பட்டால், அது அதன் அருகே மற்றொரு குறுக்கிணைவு ஏற்படுவதைத் தடுக்கும். இதைக் குறுக்கீடு (interference) எனக் கூறுவர். 1916 ஆம் ஆண்டு முல்லர் (Muller) இதைக் கண்டறிந்தார். இது குரோமோசோம்களுக்கிடையேயும், ஒரே குரோமோசோமின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் வேறுபடும். குறுக்கீட்டின் நேர்மாற்று அளவு (inverse measure), தற்செயல் நிகழ்வு (coincidence) எனப்படும். குறுக்கீடு முழுமையாக (1.0) இருக்கும்போது, தற்செயல் நிகழ்வின் அளவு குறைவாகவும் (0), குறுக்கீடு குறையும்போது தற்செயல் நிகழ்வு மிகுதியாகவும் இருக்கும். தற்செயல் நிகழ்வின் அளவு பொதுவாக 0-க்கும் 1-க்கும் இடையில் இருக்கும். எக்ஸ் கதிர்கள் வெப்ப அளவு ஜீன்களின் திடீர்மாற்றம் (gene mutation) போன்றவை ஜீன்களின் செயல்களில் மாறுதலைக் கொண்டு வருவதால் குரோமோசோமின் துல்லியமான வரைபடத்தைத் தயாரிப்பதற்குத் தடை ஏற்படுகிறது.

குரோமோசோம் வரைபடங்களின் உதவியால் ஜீன்களின் குறிப்பான இடங்கள் தெரிவதால் கலப்புயிரிகளின் (hybrids) பண்புகளைச் செயல் முறை ஆய்வுக்கு முன்னரே மதிப்பீடு செய்யஇயலும்.

- எம். இராமலிங்கம்

குரோன் நோய்

இது பெருங்குடல் அழற்சி நோய்களில் ஒன்றாகும். குரோன் நோய் (Crohn's disease) உணவுக் குழலின் எந்தப் பகுதியையும் தாக்கலாம். முக்கியமாகச் சிறுகுடலின் இறுதிப் பகுதி, பெருங்குடலின் வலப்பகுதி, பெருங்குடல் சிறுகுடலின் நடுப்பகுதி (jejunum), கடைப் பகுதி (ileum) ஆகியவற்றைத் தாக்கலாம்.

நிகழ்நிலை (incidence). எந்த வயதினருக்கும் இந்நோய் ஏற்படலாம். பெரும்பாலும் 20-40 வயது உள்ளவர்களிடமும், இரு பாலாரிடையேயும் காணப்படுகிறது.

நோய்க்காரணம். காரணம் அறுதியிட்டு மெய்ப்பிக்கப்படவில்லை. இது ஒவ்வாமை நோயால் ஏற்படுகிறதுஎன்றும், மரபு நுட்ப அணுக்(gene)கோளாறால் ஏற்படுகிறது என்றும் சிலர் கருதுகின்றனர். மேலும் நோயுற்ற இடத்தில், கிளாஸ்டிரிடியம் டெஃபிசில் (Clostridium difficile)போன்றவை காணப்படுவதன் காரணம் தெரியவில்லை.

நோய்க் குறி இயல் (pathology). நேரில் பார்த்தால் குடல் வீங்கிப் பெரிதாகக் காணப்படும்; குடலின் உள் விட்டம் குறைந்துவிடும்; குடலைச் சார்ந்த நிணநீர்க் கட்டிகள் (lymph nodes) வீங்கியும் குடல் தாங்கிச் சவ்வு தடித்தும் காணப்படலாம். குடலின் சளிப்படலம் கூழாங்கற்கள் போன்று காட்சியளிக்கும்.

நுண்ணோக்கியின் வழியே குடலின் அனைத்து உறைகளிலும் அழற்சியின் மாற்றங்கள் தெரிவதோடு திசுக்கள் அடர்ந்த கட்டிகளும் (epitheloid granulomas) காணப்படும். பாதிக்கப்பட்ட குடல்களுக்கிடையிலோ, குடல், சிறுநீர்ப்பை, கருப்பை, யோனி ஆகியவற்றுக்கும் இடையிலோ புரையோடிய புண்கள் காணப்படும்.

அறிகுறிகள். வயிற்றுப் போக்கு அடிக்கடி ஏற்படும். மீண்டும் மீண்டும் வயிற்று வலியும், குடல் அடைப்பு அறிகுறிகளும் ஏற்படும். சோகை காணப்படும். உணவுப் பொருள்கள் சரியாக உறிஞ்சப்படாத நிலை ஏற்படும்.

நோய் நிர்ணயம். மல ஆய்வின்போது இரத்தத்தில் வெள்ளை, சிவப்பு அணுக்கள் காணப்படும். பேரியம் மாவு கொடுத்து எடுத்த ஊடுகதிர் நிழற்படத்தில் குடலின் உள்விட்டம் குறைந்துவிடுவதால் நூலிழை போன்ற தோற்றம் தெரியும். குடலில் புரையோடிய புண்கள் (fistulae) காணப்படலாம். பிணிக்கூற்றாய்வில் கிரானுலமேட்டஸ் அழற்சி (granulomatous inflammation) காணப்படும்.

மருத்துவம். குறிப்பிட்ட மருத்துவம் எதுவும் இல்லை. கொழுப்புச்சத்தும், நார்ப் பொருள்களும் குறைவாக உள்ள உணவை உட்கொள்ள வேண்டும். சல்பாசலசின் (sulfasalazine), கார்டிகோஸ்டீராய்டு (corticosteroid) ஆகியவை பயனளிக்கலாம். குடல்

படம் 1. குடலின் உள்விட்டம் குறைந்து நூலிழை போன்ற தோற்றம் காணலாம்

அடைப்பு அறிகுறிகள் அடிக்கடி ஏற்படினும், குடலில் புரையோடிய புண்கள் ஏற்படினும் அறுவை மேற் கொள்ள வேண்டும். சிலசமயம் குதத்தையும் பெருங் குடலின் பெரும்பகுதியையும் அகற்ற அறுவை தேவைப்படலாம்.

படம் 2. சிறுகுடலின் இறுதிப் பகுதியையும், சிறுநீர்ப் பையையும் இணைக்கும் புரையோடிய புண்

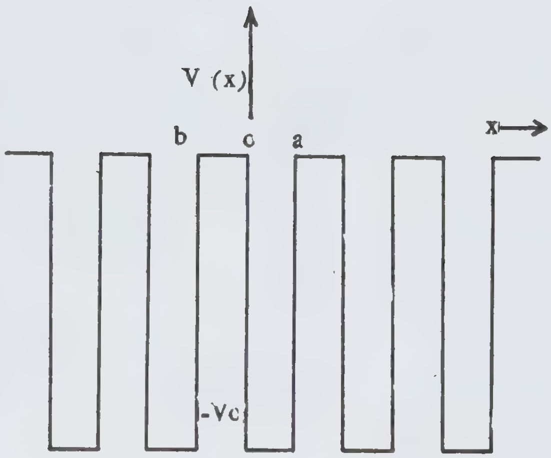
- சுவயம் ஜோதி

குரோனிக் - பென்னி மாதிரி

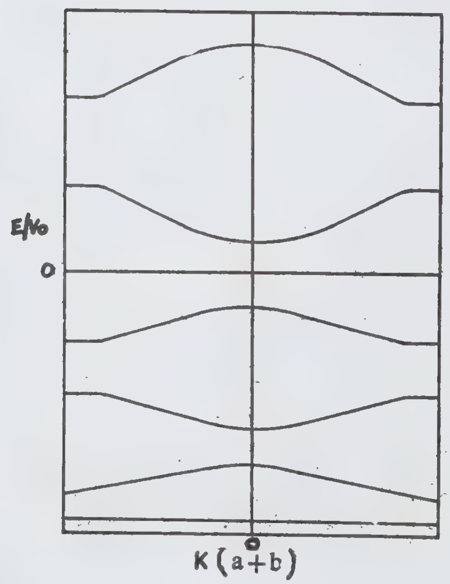
இது படிகங்களின் ஒரு லட்சியத் தன்மையுள்ள, ஒற்றைப் பரிமாண மாதிரியமைப்பு ஆகும். இது உண்மைப் படிகங்களின் எலெக்ட்ரான் கட்டமைப்பின் பல அடிப்படைக் கூறுகளை வெளிக்காட்டுகிறது. படிகத்தில் உள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானின் நிலை யாற்றலுக்கும் (potential energy) தொலைவுக்கு மிடையே ஒரு வரைபடம் வரைந்தால் அது நிலை யாற்றல் கிணறுகள் (potentialwell) என்னும் அமைப்புடன் அமைகிறது. இந்தக் கிணறுகள் முடி வின்றி வரிசையாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொன்றும் V_0 ஆழமுள்ளதாயும் a அகலமுள்ளதாயுமிருக்கும் (படம் 1).

அவற்றுக்கிடையிலான தொலைவு b. இத்தகைய ஓர் அமைப்புக்கான சுரோடிஞ்சர் அலைச்சமன் பாட்டை எளிதாகத் தீர்வு செய்து, எலெக்ட்ரானின் ஆற்றலை அலை எண்ணின் (wave number) ஒரு சார்பு எண்ணாகக் கணக்கிட முடியும்.

இவ்வாறு கணக்கிடப்பட்ட ஆற்றல் பட்டை களைக் கொண்டு E/V என்னும் தகவிற்கும் K(a+b)



படம். 1



படம். 2

என்னும் அளவிற்கும் இடையில் உள்ள வரைபடம் படம்-2இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு E என்பது எலெக்ட்ரான் ஆற்றல். V_0 என்பது நிலையாற்றல்-கிணற்றின் ஆழம். K என்பது அலை எண். (a+b). என்பது அணிக்கோவை மாறிலி (lattice constant). இந்த வரைபடத்தில் அனுமதிக்கப்பட்ட பட்டை களின் அகலமும், வளைவும் ஆற்றலுடன் சேர்ந்து மிகுதியாவதைக் காணலாம்.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

பொருளடைவு

அச்சு உலோகக் கலவை 450
அசெட்டிலைடுகள் 397
அடர்வு 15
அண்மைநிலை ஆண்டு 497
அணுக்கட்டமைப்பு 415
அணுக்கரு ஒய்வு 250
அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு 242
அணுக்கருக் காந்த நீக்கம் 305
அணுக்கரு வேதியியலும், ஆற்றலும் 143
அணு பாரா காந்தத் தன்மை 315
அணுவின் டயா காந்தத்தன்மை 314
அணைவு வேதியியல் 141
அதிர்ச்சி அலைகள் 284
அதிர்ச்சி அலைகள் உருவாகும் முறை 547
அம்மை நோய் 470
அம்மோனியம் டைகுரோமேட் 889
அமராந்தஸ் டிரிஸ்டிஸ் 769
அமராந்தஸ் பாலிகோனாய்டி 769
அமராந்தஸ் விரிடிஸ் 769
அமராந்தஸ் ஸ்பைனோஸஸ் 770
அமைப்பு
  கன்று ஈன முடியாமை 62
  குடல் தாங்கிகள் 822
அயக்காந்த ஒத்ததிர்வு 244
அயக்காந்த ஓய்வு 251
அயர்ச்சி 572
அயனிக் கார்பைடுகள் 397
அயனிகளின் அடர்வு 16
அயனியாக்கல் வீதம் 53
அயனியாதல் 382
அர்ரீனியசிஸ் வினை விரைவு கொள்கை 710
அர்ஜன்டாபின் செல்கள் 820
அரியுருவம் 109
அரைகுறையானவை 823
அல்டிசால் 216
அல்பிசால் 216
அல்மண்டைன் 416
அல்லி வட்டம்
  கனகுப் பூண்டு 80
  குகர்பிடேசி 799
அலகு காந்த ஏற்புத்திறனை அளத்தல் 239
அலகு காற்றுவேக அளவி 605
அலகுநிலைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் 542
அலிலைடுகள் 398
அலை இழுவையின் தன்மைகளும் விளைவுகளும் 548
அலை இழுவையைக் குறைக்கும் முறைகள் 548
அலைக் குறுக்கீட்டு அளவி முறைகள் 774
அலைநீளம் பகுத்தறியும் தன்மை 187
அலோகங்களுடன் வினை 429
அழுத்த விகிதம் 93
அளவீடுகள் 188
அளவு கருவியியலும் உத்திகளும் 772
அளவுகல் 848
அறிகுறிகள்
  கருச்சிதைவு நோய் 464
  கருப்பை முறுக்கேறுதல் 463
  கார்பல் டன்னல் இணைப்போக்கு 363
  கீற்றுத் தேமல் 792
  குடல் அடைப்பு 814
  குடல் அழற்சி 816
  குடல் அழற்சி நோய்கள் 817
  குடல் துளை 826
  குடல்வால் வேற்றுப் பொருள் 831
  குதப்பிளவு 837
  குரோன் நோய் 904
  தீவிர கருப்பை அழற்சி 462
அறுகோணப் படிகத்தொகுதி 105
அறுநான்முக வடிவு 81
அறுவை மருத்துவம்
  கிட்டப்பார்வை 645
  குடல் அலைவின்மை 815
  குடல் அழற்சி நோய்கள் 818
  குதக் குடல் அழற்சி 837
அறைவழி வெடி கனி 152
அனுமதிக்கப்பட்ட பாய்வு விரைவு தேர்ந்தெடுத்தல் 487
ஆக்கச் சிதை மாற்றக் காரமிகைப்பு 442
ஆக்சைடுகள், ஹைட்ராக்சைடுகள் 455
ஆக்டினோபாஸிலோஸிஸ் 478
ஆக்டேன் எண் 93
ஆடுகள் 476
ஆம்ஃபிசார்கா 98
ஆம்பியர் விதி 706
ஆய்வுகள்
  காம்ப்டன் விளைவு 339
  கார்சக்காஃப் கூட்டியம் 357
  கார்டினர் கூட்டியம் 360
  கிள்ளு விளைவு 707
ஆழ்கடல் கனிமங்கள் 132
ஆற்றல் 261
ஆன்ராடைட் 417
இஞ்சி 704
இடைநிலைக் கொள்கை 712

இடையூட்டி அல்லது இடைமாற்றிக் கட்டுப் பாட்டிதழ் 608
இணை வடிப்புப் பகுப்பாய்வி 742
இந்தியக் காண்டாமிருகம் 224
இந்தியாவில் கிடைக்கும் கனிமங்கள் 133
இயக்க ஆற்றல் 714
இயங்கு காந்தக் கால்வனோ அளவி 484
இயங்கு சுருள் கால்வனோ அளவி 485
இயங்கும் முறை
  கார்பெனிசிலின் 397
  கீட்டோபுருஃபென் 766
  குயுரேரி 859
இயல்புகள்
  கார உலோகங்கள் 427
  குரோமியம் 888
இயல்பு காந்தமாக்கல் 296
இயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 74
இயற்கை முறைக் காற்றோட்டம் 610
இயற்கையில் கிடைத்தல்
  காரங்கள் 431
  குரோமியம் 887
இயற்கை வடிவமைப்பு 573
இயற்பண்புகள்
  கனநீர் 86
  கனிம இயல்புகள் 105
  கார்பன் 364
  கார்னியரைட் 421
  கால்சியம் 454
இரட்டைச் சிதைவு முறை 15
இரட்டைப் படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 75
இரண்டாம் கட்டச் செயல் 419
இரண்டாம் நிலை இளவினை எலும்பு 480
இரண்டாம் விதி 675
இரண்டு வேறுபட்ட முனைகளுக்கு இடையிலான விசை 621
இர்த்த ஓட்ட மண்டலம் 465
இரத்தக் கசிவு 829
இரத்தக்கட்டு 473
இரத்த நிணநாளங்கள் 820
இரத்தப் பிரிவு 649
இரு கட்டக் காந்த நீக்கம் 305
இருப்பிடம் 469
இருபுற வெடிகனி 151
இலைகள்
  கனகுப் பூண்டு 79
  காரட் குடும்பம் 433
  குகர்பிடேசி 797
இழுபடுந்தன்மை 110
இழைமை மற்றும் உட்கூறுகள் 483
இழை வரி வடிவம் 545
இன்செப்டிசால் 216
இன உறவுச் சாயல் 524
இனப்பெருக்க உறுப்பு நோய் 466
இனப்பெருக்கம் 160
  காகம் 160
  காடை 220
  குரவை மீன்கள் 870
இறக்கைக் கட்டமைப்பு 570
இறைச்சி 221
ஈ ஒட்டுண்ணிகள் 66
ஈஷல் கீற்றணி 789
உக்ராண்டைட் தொகுதியில் அடங்குவன 416
உகலியக்கம் 136
உச்ச மழை பெறும் இடங்கள் 503
உட்செவி 233
உட்புகுந்த காயம் 473
உடல் அமைப்பு
  காங்கேயம் மாடு 171
  கிளி 723
  குரவை மீன்கள் 870
  குராமி மீன்கள் 871
உடல் வெப்பம் 349
உடைக்கப்பட்ட கல் 849
உடைந்த எலும்புகளுக்குத் தையல் போடுதல் 480
உடைந்த எலும்புகளை மென் தகடுகள் மூலம் ஒன்று சேர்த்தல் 480
உண்ணி, பேன் தாக்குதல் 65
உண்மைக் கனிகள் 97
உணவு
  காகம் 158
  காரல் 446
  கிப்பன் 649
  குரவை மீன்கள் 870
  குராமி மீன்கள் 871
உணவுப் பாதை நோய் 467
உத்திரத்தின் வடிவமைப்பு 41
உப்புகள் 16
உயர்திறன் துடிப்பு அமைப்புகள் 708
உயர் தேவை காட்டிகள் இயங்கும் விதம் 695
உயர எல்லை 549
உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் 558
உயிர் ஆய்வு 478
உயிர் கனிம வேதியியல் 144
உயிர்வழிக் கட்டுப்பாட்டில் சில காரணிகள் 21
உயிர்வழிக் கட்டுப்பாட்டு முறை 23
உரசல் ஒலி 480
உருக்கிப் பிரித்தெடுத்தல் 450
உருகுநிலை 112
உருமாற்றத் திரிநிலை 136
உருவாரம் 14
உருவெளித் தோற்றநிலை 826
உருளைக் கிழங்கு 704
உருளையும் உந்து தண்டும் 418

உல்ஃப் - கிஷ்னர் ஒடுக்கம் 763
உலர் கனிகள் 98
உலர்ந்த நார்த் தீவனங்கள் 474
உலோகக் கலவைகள்
கார உலோகங்கள் 429
காரீய உலோகவியல் 452
உலோகக் காப்புறையின் பண்புகள் 328
உலோகக் கார்பைடுகள் 398
உலோகவியல் 887
உள் உறிஞ்சல் மற்றும் வெளியேற்றம் 766
உள் ஒட்டுண்ணி நோய் ஏற்படுத்தும் புழுக்களின் வகைகள் 467
உள் ஒட்டுச் சதைக் கனி 98
உள்வகுப்பு அல்சியோநேரியா 823
உள்வகுப்பு சூவாந்தேரியா 823
உள்ளக எலெக்ட்ரான்கள் 402
உள்ளேற்பும் வெளியேற்றமும் 397
உறிஞ்சி ஒளி வீசுதல் 111
ஊசியிலைக் காடுகள் 200
ஊடக மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு 30
எங்ளரின் கொள்கை 798
எச்சரிப்பான் 608
எட்வர்ட்சியா 823
எண் அல்லது எழுத்துப் பதித்தல் 481
எண்ணெய் வித்துகள் 475
எண்முக வடிவு 81
எதிர் அயக்காந்த ஒத்ததிர்வு 245
எதிர்ப்பாற்றலால் உண்டாகும் விளைவு 817
எந்திரக் கலக்குதல் 16
எந்திரக் காற்றோட்டம் 611
எஃபிமெரீஸ் நேரம் 512
எமரி 880
எரிகலன் வடிவமைப்பு 93
எரிபொருள் கலவையைக் குளிர வைத்தல் 93
எரிபொருளின் தன்மை 93
எரியூட்டும் நேரம் 93
எலும்புக் கட்டிகள் 784
எலும்புக் கூட்டு மண்டல நோய் 470
எலும்புகளைத் தாக்கும் சில நோய்கள் 478
எலும்பு முறிதல் 472
எலும்பு முறிவால் ஏற்படும் பின் விளைவுகள் 480
எலும்பு முறிவு 478
எலும்பு முறிவைச் சீராக்கல் 480
எலும்பு முறிவை நிலைப்படுத்துதல் 480
எலும்பு மென்மை 784
எலெக்ட்ரான்-அணுக்கரு இரட்டை ஒத்ததிர்வு 243
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு
கார்பன் 366
கார்பீன்கள் 393
எலெக்ட்ரான் மின்துளைத் துளிகள் 715
எஸ்ட்டரை நீராற்பகுத்துத் தயாரித்தல் 386
ஐசோகுரோமோசோம்கள் 900
ஐசோடோப்புகள் 364
ஐசோநிகொடினிக் ஹைட்ரசைடு 173
ஐரோப்பியக் காளான் 532
ஐன்ஸ்டீன் அடிப்படைத் தத்துவம் 439
ஒத்த இரு அமைப்பு 113
ஒத்த வடிவுடைமை 113
ஒப்படர்த்தி 110
ஒரிக்டஸ் ரைனாசிராஸ் 227
ஒரு பக்கக் களைதல் வினைகள் 32
ஒருபாதக் கிளைத்தல் 739
ஒருபுற வெடிகனி 151
ஒலிகோ சாக்கரைடுகள் 414
ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள் 502
ஒழுங்கற்ற முறிவு 109
ஒளிமின் கடத்தல் 319
ஒளியியல் நிறமாலை 52, 714
ஒளியியல் பண்புகள் 16
ஒற்றைச் சரிவுப்படிகத் தொகுதி 105
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் 413
முப்பரிமாண வேதியியல் 413
ஒற்றைப் படிகங்கள் 297
ஒற்றைப்படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 74
ஓசை 566
ஓம் விதி 280
கஞ்சியிடல் 165
கட்டற்ற நீர்க் கசிவு 489
கட்டுமானச் சட்டம் 570
கட்டுள்ள நீர்க்கசிவு 489
கடல் நீரில் கனிம நீக்கம் 129
கடிபட்ட காயம் 473
கடினத் தன்மை 110
கடைச்சிறு குடலின் கீழ்ப் பகுதி 825
கண் சார்ந்த நிலைமை 644
கண்ணாடித் துணி 127
கண்ணாடி நார் 127
கண்ணின் செறிவு பகுத்தறியும் தன்மை 187
கண் பார்வையில் கல்லீரல் தோற்றம் 469
கணைய நோய் 819
கணையம் 412
கதிரியக்கம் 112
கம்பிகளின் இரு முனைகளைச் சேர்த்தல் 42
கம்பிகளின் நீளத்தைக் குறைத்தல் 42
கம்போஸ்ட் 118
கயோலினைட் 6
கரிச்சான் குயில் 795
கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் 142
கரிம வேதியியலின் பயன்கள் 144
கருச்சிதைவு நோய்
அறிகுறிகள் 464
நோய் எதிர்ப்பாற்றல் 464
நோய்த் தடுப்பு முறைகள் 464
நோயறி முறைகள் 464

கருஞ்சாம்பல் 117
கருணைக் கிழங்கு 705
கருப்பை அழற்சி 462
கருப்பைக் கட்டிகள் 463
கருப்பை நெகிழ்ச்சி
  நோய் அறிகுறிகள் 463
  நோய்க் காரணங்கள் 463
  மருத்துவம் 463
கருப்பை நோய் 462
கருப்பை முறுக்கேறுதல்
  அறிகுறிகள் 463
  காரணங்கள் 463
  மருத்துவம் 463
கருப்பையில் நீர்க்கோப்பு 463
கருவிகளின் ஆற்றல் 569
கருவியல் 839
கருவுறுதல் 73
கரைப்பான்களால் பரிமாற்ற முறை 15
கல்நார் அட்டை 127
கல்லீரல் அழற்சி
  கண் பார்வையில் கல்லீரல் தோற்றம் 469
  நாரடைவால் ஏற்படும் விளைவுகள் 469
  நாரடைவின் காரணம் 469
  நாரடைவின் வகைகள் 469
  நுண்ணோக்கியில் தோற்றம் 469
கலப்பினம் 460
களம் 1
  குலம் 1
களம் பதிக்கும் செங்கற்கள் 13
களா 2
களிக் கனிமங்கள் 4
  கயோலினைட் 6
களிப்பாறை 7
  பலகைப் பாறை 7
களிமண் 11
  தோற்றமும், இருப்பிடமும் 11
  பண்புகளும் பயன்களும் 12
களிமண் பொருள்கள், கட்டடக் கலையில் 13
  உருவாரம் 14
  களம் பதிக்கும் செங்கற்கள் 13
  குழாய்கள்-கழிவு நீர்க் குழாய் 14
  கூரை ஓடுகள் 14
  தீச்செங்கல் 13
களிமண் முறிவு 110
களிமம் 14
  அடர்வு 15
  அயனிகளின் அடர்வு 16
  இரட்டைச் சிதைவு முறை 15
  உப்புகள் 16
  எந்திரக் கலக்குதல் 16
  கரைப்பான்களால் பரிமாற்ற முறை 15
  களிமங்களின் பண்புகள் 16
    ஒளியியல் பண்புகள் 16
    களிமங்கள் உப்புதல் 16
    சால்-களிம மீள் தன்மை 16
    நீர்த் துளி கக்குதல் 16
    மின் பண்புகள் 16
    விரவுதல் பண்பு 17
  களிமங்களின் வேதி வினைகள் 17
  கூழ்மங்கள் உண்டாவதைப் பாதிக்கும் காரணிகள் 15
  திரட்சியடையச் செய்தல் 15
  துகள் அளவு அடிப்படை 14
  பண்பு அடிப்படை 14
  பயன்படுத்தப்படும் திண்மத்தின் தன்மை 15
  பிரிகை ஊடக அடிப்படை 14
  மீள் களிமங்கள் 14
  மீளாக் களிமங்கள் 15
  லீசிகாங்க் வளையம் 17
  வீழ்படிவர்க்கும் வேகம் 15
  வெப்பம் 15
  வேதி இயைபு அடிப்படை 14
  வேதி வினைகள் 15
களை எடுப்புக் கருவிகள் 17
  களைக் கொட்டு 17
  சக்கரம் பொருத்திய களைக் கருவி 18
  மண் வெட்டி 18
  முள் உருளை, நட்சத்திர உருளைக் களைக் கருவிகள் 19
  மூன்று முனைக் களைக் கருவி 18
  V-வடிவக் களைக் கருவி 17
களைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் 23
  உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டு முறை 23
  மரபு வழி முறை 23
  வேதி வழிக் கட்டுப்பாடு 24
களைகள் 20
  உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டில் சில காரணிகள் 21
  கட்டுப்படுத்துதல் 22
  களைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள் 23
    உயிர் வழிக் கட்டுப்பாட்டு முறை 23
    மரபு வழி முறை 23
    வேதி வழிக் கட்டுப்பாடு 24
  களைக் கொல்லிகள் 26
  களைக் கொல்லிகளும் பயிர்களும் 27
  களைக் கொல்லிகளைத் தெளிக்கும் முறைகள் 26
  களைகளின் உயிர் வழிக் கட்டுப்பாடு 20
  களைகளின் வகைப்பாடு 21
  களைச் செடிகள் தோன்றிய பின் கட்டுப்படுத்தல் 23
  களை முளைக்கு முன், பின் தெளித்தல் 26

களை விதைகள் 26
பரவுதல் 24
முளைப்பு 25
வளர்வுடக்கம் 25
களைதல் வினைகள் 27
ஊடக மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு 30
களைதல் வினைகளில் இரட்டைப் பிணைப்பு நெறிப்படுத்தும் துறை 30
சேட்ஃஜெப் விதி 30
தாக்கும் காரத்தின் மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு 30
பதிலீட்டு வினையும், களைதல் வினையும் 31
ஒரு பக்கக் களைதல் வினைகள் 32
பிரட்டின் விதி 33
வெளியேறும் தொகுதி மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு 30
ஹாஃப்மன் விதி 31
α-களைதல் வினை 27
β-களைதல் வினை 27
வழி முறை 28
சான்றுகள் 29
கற்கடகச் சிங்கி 33
கற்காரை 33
பண்புகள் 38
கற்காரை உத்திரம் 38
உத்திரத்தின் வடிவமைப்பு 41
ஓரத்திண்ணம் 42
கம்பிகளின் இருமுனைகளைச் சேர்த்தல் 42
கம்பிகளின் நீளத்தைக் குறைத்தல் 42
சுமை 41
துணிப்புத் தகைவு 40
நிகர இடைவெளி 42
நிகர உயரம் 42
பிணைப்புத் தகைவு 41
விலக்கக் கட்டுப்பாடு 41
கற்காரைத் தனம் 44
இதர வடிவ வகைகள் 46
துணிப்புத் தகைவு 45
கற்பூரம் 47
கற்பூரவல்லிச் செடி 48
செடி 48
பொருளாதாரப் பயன்கள் 49
கற்றாழை (சித்த மருத்துவம்) 50
கற்றாழை (தாவரவியல்) 50
சோற்றுக் கற்றாழை 50
நார் எடுத்தல் 52
நார்க் கற்றாழை 51
பயன் 52
பயிர் செய்யும் முறை 51
பூச்சிகளும் நோய்களும் 52
கற்றைப் படல நிறமாலையியல் 52
அயனியாக்கல் வீதம் 53
ஒளியியல் நிறமாலை 52
சராசரி ஆயுள் 53
சார்பு கொள்கை விளைவுகள் 53
லாம்ப் நகர்வு 54
கறி உப்பு 54
கறிப்பலா 55
கறிவேப்பிலை (சித்த மருத்துவம்) 56
கறிவேப்பிலை (தாவரவியல்) 57
சத்துகள் 57
மரம் 57
மருத்துவப் பண்புகள் 58
கறை நீக்கி 58
நேரயனிக் கறை நீக்கிகள்
கறை படிந்த கண்ணாடி 59
கறையான் 59
கட்டுப்பாடு 61
கன்று ஈன முடியாமை 61
அடிப்படைக் காரணங்கள் 62
கன்று ஈன முடியாமையில் உடனடி நடவடிக்கைகள் 63
கன்றை வெளியே எடுக்கும் முறைகள் 63
மரபியல் காரணங்கள் 62
மருத்துவம் 63
காக்கிடியோசிஸ் 67
கன்று நோய்கள் 63
கன்று இரத்தக் கழிச்சல் நோய் 64
கன்று வெள்ளைக் கழிச்சல் நோய் 64
கால் மற்றும் வால் நோய் 65
இளங்கன்றுகளைத் தாக்கும் நோய்கள் 64
உண்ணி, பேன் தாக்குதல் 65
சத்துக் குறைவால் ஏற்படும் வலிப்பு நோய் 65
தோல் நோய்கள் 65
வளரும் கன்றுகளைப் பாதிக்கும் நோய்கள் 65
குடற்புழுக்கள் 64
கொப்பூழ்க் கட்டி 64
சிரங்கு 64
நிமோனியா 64
மாலைக் கண் நோய் 64
கன்றுப் பராமரிப்பு 65
ஈ, ஒட்டுண்ணிகள் 66
கன்றுக் கழிச்சல் 66
காஃப்டிப்திரியா 67
காக்கிடியோசிஸ் 67
குடற்புழு 66
படைச் சொறி 66

கன்றுகளுக்கு வரும் சில நோய்கள் 66
கன்றுகளைப் பிரித்து வளர்த்தல் 66
கன்றுத் தீவனம் 66
கன்று பிறந்தவுடன் கவனிக்க வேண்டியவை 65
கொம்புக் குருத்தை நீக்குதல் 66
சீம்பாலின் தேவை 65
பிற பராமரிப்பு முறைகள் 66
வளர்ப்பு முறை 66

கன்று வளர்ப்பு 67
கன்றுகள் வளர்க்கும் முறை 68
கன்றுகளுக்கான கொட்டில் 67
கன்றுகளை அடையாளம் காணுதல் 67
கன்றுகளைத் தாக்கும் நோய்கள் 68
கன்றுகளைத் தாயிடமிருந்து பிரித்தல் 67
கொம்பு நீக்கம் செய்தல் 67
நோய்த் தடுப்பு முறைகள் 68

கன்று வீச்சு நோய் 68
கால்நடைகளில் நோயின் அறிகுறிகள் 70
கால்நடைகளின் நோய்த் தடுப்பு முறைகள் 71
தடுப்பு ஊசி முறை 71
தடுப்பு முறைகளும் இந்நோயை அகற்றும் முறைகளும் 71
நுண்ணுயிர்த் தடுப்பு மருந்துகள் கொண்டு இந்நோயினைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் 71
கால்நடைகளுக்குள் இந்நோய் பரவும் விதங்கள் 69
நுண்ணுயிரியின் தன்மை 69
நோய் உண்டாகும் விதம் 69
நோயால் ஏற்படும் பொருளாதார இழப்புகள் 70
மனிதர்களுக்கு இந்நோய் பரவும் விதங்கள் 70
புருசல்லா அபார்ட்டஸ் 70
புருசல்லா மெலிட்டன்சிஸ் 70
நோயினைக் கண்டறியும் முறைகள் 70

கன்னம் 71

கன்னி 72

கன்னி இனப்பெருக்கம் (தாவரவியல்) 72

கன்னி இனப்பெருக்கம் (விலங்கியல்) 73
இயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 74
இரட்டைப் படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 75
ஒற்றை படைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 74
கருவுறல் 73
கன்னி இனப்பெருக்கத்தின் தனித்தன்மைகள் 76
கன்னி இனப்பெருக்கம் 73
செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 75

கன்னிக் கனியாதல் 76
பயன்கள் 77

கன்னிக்கிளி 78

கன்னித் தன்மை 78

கனகாம்பரம் 78

கனகுப் பூண்டு 79
அல்லி வட்டம் 80
இலைகள் 79
கனி 80
சூலக வட்டம் 80
புல்லி வட்டம் 80
மகரந்தத்தாள் வட்டம் 80
மஞ்சரி 79
மலர்கள் 80

கனசதுரத் தொகுதி 80
அறு நான்முக வடிவு 81
இயல் வகுப்பு 81
எண்-ஆறுமுக வடிவு 83
எண்முக வடிவு 81
கன சதுரம் 81
கோடகை 82
டிப்ளாய்டு S4
டெட்டார்தோ ஹெட்ரல் வகுப்பு 34
நான்முகச் சமபக்க முக்கோண வகுப்பு 84
பன்னிரு முகவடிவு 81
பிளாஜியோ ஹெட்ரல் வகுப்பு 84
பைரிட்டோஹெட்ரன் 83
மூவெண்முக வடிவு 82

கன சதுரப் படிக இனம் 104

கன சதுரமல்லாத படிகப் பொருள்கள் 315

கனநீர் 85
இயற்பண்புகள் 86
கிடைக்குமிடம் 86
பகுப்பாய்வு 87
பயன்கள் 87
வேதிப் பண்புகள் 86

கனல் குழாய்க் கொதிகலன் 87
குறைபாடுகள் 87
சிறப்புகள் 87

கனற்சி 88
தன்னக கனற்சி 89
திண்ம எரிபொருள்கள் 83
திரவ எரிபொருள்கள் 89
நிரலியல் 90
வளிம எரிபொருள்கள் 89

கனற்சி அலை அளவை 91

கனற்சி உதைப்பு 92
அழுத்த விகிதம் 93
ஆக்டேன் எண் 93
உதைப்பைக் குறைக்கும் முறைகள் 93
எதிர்க் கனற்சி உதைப்பு வேதியல் பொருள்களினால் குறைத்தல் 93
எரிபொருள் கலவையைக் குளிர வைத்தல் 93
கால அளவைக் குறைத்தல் 93
எரிகலன் வடிவமைப்பு 93
எரிபொருளின் தன்மை 93

எரியூட்டும் நேரம் 93
கலவையின் தன்மை 93
காரணிகள் 93
சீட்டேன் எண் 94
முக்கிய விளைவுகள் 93
கனற்சி நிறமாலையியல் 94
கன ஹைட்ரஜன் 94
ட்ரைட்டியம் 95
டியூட்டெரியம் 95
பண்புகள் 96
பயன்கள் 96
கனி
கனகுப்பூண்டு 80
காசித்தும்பை 176
காஃபிச்செடி 329
காரட் குடும்பம் 434
காலிப் பூச்செடி 527
குகர்பிடேசி 800
கனிகள் 96
ஆம்ஃபிசார்கா 98
உண்மைக் கனிகள் 97
உலர் கனிகள் 98
உள் ஓட்டுச் சதைக் கனி 98
கூட்டுக் கனிகள் 100
சதைக் கனிகள் 97
சைகோனியம் 102
தனிக் கனிகள் 97
திரள் கனிகள் 99
பெப்போ 98
பொய்க் கனிகள் 96
போம் 98
ஹெஸ்பெரிடியம் 98
ஸோரோஸிஸ் 102
கனிசாரோ வினை 102
கனிசாரோ, ஸ்டானிஸ்லோ 103
கனிம இயல்புகள் 103
அரியுருவம் 109
அறுகோணப் படிகத் தொகுதி 105
இயற்பியல் பண்பு 105
இயற்பியல் பண்பு வேறுபாடு 112
உருகுநிலை 111
ஒத்த இரு அமைப்பு 113
ஒத்த வடிவுடைமை 113
கதிரியக்கம் 112
கனிமங்களின் ஒளியியல் பண்பு 113
காந்தம் 112
சுவை, மணம் 113
பல்லுருவமாதல் 113
புறப்பரப்பு இழுவிசை 112
பொய்யுரு அமைப்புடையவை 113
மின்னியல் பண்பு 112
இழுபடுந்தன்மை 110
உடனொளிர்வு 111
உறிஞ்சி ஒளி வீசுதல் 111
நின்றொளிர்தல் 111
ஒப்படர்த்தி 110
ஒழுங்கற்ற முறிவு 109
மிளிர்வு 111
ஒழுங்கான அல்லது சீரான முறிவு 109
ஒற்றைச் சரிவு படிகத் தொகுதி 105
கடினத்தன்மை 110
களிமண் முறிவு 110
கன சதுரப் படிக இனம் 104
கனிம இயல்புகளை ஒளியைக் கொண்டு அறிதல் 110
கீற்று வண்ணம் 111
நிறம் 110
மிளிர்வு 111
கனிமங்களின் ஒப்புவமை உருவங்கள் 106
கனிமப் பிளவு 107
சீரற்ற பிளவு 108
சீரான கனிமப் பிளவு 108
சுள்ளி முறிவு 109
செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதி 105
தட்டுருவம் 109
நடுத்தரக் கனிமப் பிளவு 108
நாற்கோணப் படிக இனம் 104
பகுதிச் சங்கு முறிவு 109
பிரிவு தளம் 109
மிகச் சீரற்ற கனிமப் பிளவு 108
முச்சரிவு படிகத் தொகுதி 105
முள் உடைவு 110
முறிவு தன்மை 109
கனிம இயல்புகள் 767
கனிம உப்புத் தயாரிப்பு முறைகள் 115
முதன்மை வாய்ந்த சில உப்புத் தயாரிப்பு முறைகள் 116
கருஞ்சாம்பல் 117
கிளாபர் உப்பு 116
சோடியம் அமைடு 117
சோடியம் குளோரைடு 116
சோடியம் சிலிகேடு 117
சோடியம் நைட்ரேட் 117
சோடியம் பை சல்ஃபைட் 117
சோடியம் ஹைட்ரோ சல்ஃபைட் 117
பொட்டாசியம் குளோரைடு 117
பொட்டாசியம் நைட்ரேட் 117
ஹைப்போ 117
கனிம உரங்கள் 118
கம்போஸ்ட் 118
கனிம உரங்கள் இடுவதால் நிலத்திற்கு ஏற்படும் நன்மைகள் 119
தழையுரத்தால் மண்ணிற்கு ஏற்படும் நன்மைகள் 118

தழையுரம் 118
தொழு உரம் 118
கனிம உர வகைகள் 119
கனிமக் கட்டமைப்பு 120
கனிம நார்ப் பொருள்கள் 127
கண்ணாடித் துணி 127
கண்ணாடி நார் 127
கண்ணாடி நார் உறை 127
கல்நார் அட்டை 127
கல்நார்த் தாள் 127
கல்நார் நாடா 127
கனிம நீக்கம் 128
கடல் நீரில் கனிம நீக்கம் 129
சிறப்புகள் 129
வரம்புகள் 129
கனிமப் பூச்சு (கண்ணாடி வகையல்லாதது) 130
கனிமம் 130
ஆழ்கடல் கனிமங்கள் 132
இந்தியாவில் கிடைக்கும் கனிமங்கள் 133
உகலியக்கம் 136
உருமாற்றத் திரிநிலை 136
உலோக, அலோகப் பிரிப்புத் தவிர்த்த பயன்கள் 132
தொடுகை உருமாற்றம் 135
தோற்றம் 134
நிலவில் இடம் பெறும் கனிமங்கள் 132
நீர்மக் கரைசல் 134
பதங்கமாதல் 134
பாறைக் குழம்பினின்றும் படிகமாதல் 134
மாற்றமடைதல் 135
வகைப்படுத்தல் 133
வளாக உருமாற்றம் 135
கனிமவியல் 137
படிக வேதியியல் 137
கனிம வேதியியல் 139
அணுக்கரு வேதியியலும், ஆற்றலும் 143
அணைவு வேதியியல் 141
உயிர்க்கனிம வேதியியல் 144
கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் 142
கரிம வேதியியலின் பயன்கள் 144
கனிம வேதித் தொழில் நுட்பம் 144
தனிமங்களின் தொகுப்பு 139
திண்ம நிலை வேதியியல் 142
தொகுப்புக் கனிம வேதியியல் 140
புவி வேதியியல் சார்ந்த சேர்மங்கள் 143
வினை வேகமும், வினை வழி முறைகளும் 144
d - தொகுதித் தனிமங்கள் 140
f - தொகுதித் தனிமங்கள் 140
p - தொகுதித் தனிமங்கள் 140
s - தொகுதித் தனிமங்கள் 139
கனியியல் 145
பிரிவுகள் 145
வெப்ப, மிதவெப்ப மண்டலப் பழப் பயிர்கள் 145
கனி விதைப் பரவுதல் 145
இயக்கஞ்சார்ந்த பரவுதல் 150
காசித்தும்பை ஆக்சாலிஸ் 150
காற்றின் மூலம் பரவுதல் 146
சென்சார் இயங்கு முறை 147
பலூன்கள் 146
சிறகுகளின் மூலம் பரவுதல் 147
நீரின் மூலம் பரவுதல் 148
மனிதன், விலங்கு, பறவைகளால் பரவுதல் 148
போலித் தோற்றம் 150
மார்ட்டீனியா 148
ஸ்கார்பியல் சப்வில்லோசா 150
கனி வெடித்தல் 151
மேல் மட்டச் சூலகம் 151
அறைவழி வெடிகனி 152
கிரிமோகார்ப் 153
சிலிகுலா 151
சிலிகுவா 151
தடுப்புப் பிரி வெடிகனி 152
தடுப்பு வெடிகனி 152
துளை வெடிகனி 153
பிக்சிடியம் 153
லொமெண்டம் 153
வெடி கனிகள் 151
ஹைஸோகார்ப் 153
கனை (பூரம்) 153
கஸ்தூரி மான் 154
காக்கணம் 155
காக்கத்துவான் 155
கோனோ காக்கஸ் 157
சிறுத்த அலகுக் காக்கத்துவான் 156
நியூமோ காக்கஸ் 157
மெனிங்கோ காக்கஸ் நோய்கள் 157
ரோஜாக் காக்கத்துவான் 155
லீட்பீட்டர் காக்கத்துவான் 155
ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸ் 156
ஸ்டைஃபைலோ காக்கஸ் 156
காக்சிடியோசிஸ் 67
காக்கை வலிப்பு (கால், கை வலிப்பு) 157
காக் பட்டை 158
காகம் 158
இனப்பெருக்கம் 160
உணவு 159
பழக்கங்கள் 159
காகிதப்பூ 160

வகைகள் 160
வளர்ப்பு முறை 160
காகிதம் 161
கஞ்சியிடல் 165
காகிதத் தகடு தயாரித்தல் 166
காகிதத் தயாரிப்பு 164
காகிதப் பொருள்கள் 169
பகுதி வேதிக் கூழ் 163
மூலப்பொருள்கள் 162
வரலாறு 161
வேதிக்கூழ் 163
காங்கேயம் மாடு 170
உடல் அமைப்பு 171
பொதுப் பண்புகள் 170
காசநோய் 171, 476
காசநோய் எதிர்ப்பிகள் 173
ஐசோநிகொடினிக் ஆசிட் ஹைட்ரசைடு 173
பக்க விளைவு 173
பாரா அமினோ சலிசிலிக் அமிலம் 174
பைராசினமைடு 174
ரிஃபாமைசீன் 174
ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் 173
காசித்தும்பை 174
கனி 176
வகை 176
காசினியின் நீள்வட்டம் 176
காசுக்கட்டியும்-கத்தக் காம்பும் 177
உட்பொருள்கள்-காசுக்கட்டி 177
காசுக்கட்டி தயாரிக்கும் முறை 177
கால்நடை மருத்துவம் 178
சிவப்புக் காசுக்கட்டி 177
பயன் 177, 178
பயன்படும் பகுதி 177
காசோவரி 178
காட்சி நிலை வரைபடம் 178
காட்சிப் பதிவு 242
காட்சியலை மிகைப்பி 181
காட்சிக் குறிப்பலையை மிகைப்படுத்துதல் 182
காட்சியலை மிகைப்பிகள் 183
குறைந்த அதிர்வு எண் ஈடுசெய்தல் 184
காட்சியும் வண்ணமும் 185
அலைநீளம் பகுத்தறியும் தன்மை 187
கண்ணின் செறிவு பகுத்தறியும் தன்மை 187
கிராஸ்மான் விதி 1, 185
சிறு புல பேதம் 187
தெவிட்டிய நிலைப்பகுத்தறியும் தன்மை 187
நிறங்களைப் பகுத்தறிதல் 186
நிறம் உணர்தலின் சில முக்கிய விந்தைகள் 185
மனித வண்ணப் பார்வையின் மூவண்ணக் கொள்கை 185
வெளி-போவியல் நிறப்பார்வை 188
காட்டன் - மௌட்டன் விளைவு 248
காட்டன் விளைவு 188
அளவீடுகள் 188
மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு 189
காட்டாமணக்கு (சித்த மருத்துவம்) 190
காட்டாமணக்கு (தாவரவியல்) 190
பயன்கள் 192
காட்டா வெப்ப அளவி 594
காட்டிகள் 192, 869
காட்டுக் கடுகு 194
பொருளாதாரப் பயன்கள் 195
காட்டுக்கழுதை 195
வகை 195
காட்டுக் கிராம்பு 196
செடி 196
பொருளாதாரப் பயன்கள் 196
காட்டுச் சூழ்நிலையியல் 197
காட்டுச் சூழ்தொகுப்பு 199
காட்டு நீரியல் சுழற்சி 199
காடுகளின் வழிமுறை வளர்ச்சி 199
வாழிடங்களில் காட்டின் பாதிப்பு 198
வாழிடத்தின் தாக்கம் 198
வாழிட மதிப்பீடு 197
காட்டுச் சூழல் அமைப்பு 199
காடுகளின் வகைகள் 200
ஊசியிலைக் காடுகள் 200
குறைவெப்ப மழைக் காடுகள் 201
நிலநடுக்கோட்டு மிகு வெப்பக் காடுகள் 200
மிகுவெப்ப இலையுதிர் காடுகள் 200
மிகுவெப்பப் பருவக் காடுகள் 201
மிதவெப்பப் பசுமை மாறாக் காடுகள் 200
மிதவெப்ப மழைக்காடுகள் 200
காட்டுத் தாவரவியல் 201
பயன்கள் 201
காட்டுப் பன்றி 204
காட்டுப்பூனை 205
காட்டு மாமரம் 206
மரம் 206
காட்டு முயல் 207
காட்டு வள்ளி 208
இதழ்கள் 209
செடி 208
டயாஸ் கோரியா அகுலியாடா 209
டயாஸ்கோரியா அலாடா 209
டயாஸ்கோரியா ஆப்போசிடா 210

டயாஸ்கோரியா பல்பிஃபெரா 209
டயாஸ்கோரியா பென்டாஃபில்லா 209
பயிரிடும் முறை 209
பூக்கள் 209
நோய்கள், பூச்சிகள் 209
காட்டு வள்ளிக்கிழங்கு 700, 704
காட்டு வாத்து 210
காட்டெருது 212
காட்டெருமை 210
காட்டெருது 212
காட்டெருமை 211
வகை 211
காட்மீன் 213
காடிகள் 214
காடுகளின் மண் வகைகள் 215
அல்டிசால் 216
அல்பிசால் 216
இன்செப்டிசால் 216
என்டிசால் 216
காட்டு மண் வகை அமைப்பு 215
மண் வகை 215
மர வளர்ச்சிக்குக் கேடு விளைவிக்கும் மண்ணின் பகுதிப் பொருள்கள் 217
மோல்லிசால் 216
வன மண் வகை 216
வன மண் வகைகளின் அடுக்கமைப்பு விவரம் 216
வன மண் வகைகளின் வளம் 217
வன மரங்களின் ஊட்டச்சத்துத் தேவை 216
காடை 218
இறைச்சி 221
இனவிருத்தி 220
குறுங்காடை 219
செங்காட்டுக் காடை 219
தீவனம் 221
நோய் 221
புதர்க்காடை 218
பெரிய சாம்பல் காடை 219
மஞ்சள் கால் குறுங்காடை 220
மழைக்காடை 219
முட்டைகள் 221
முட்டையிடும் தன்மை 221
வண்ணக் காடை 219
வளர்ப்பு முறை 220
காண்டரோமா 867
காண்டர், ஜார்ஜ் 221
காண்டா மிருகம் 222
இந்தியக் காண்டாமிருகம் 224
சதுர வாய்க் காண்டாமிருகம் 226
சுமத்ரா காண்டாமிருகம் 223
ஜாவா காண்டாமிருகம் 224
காண்டாமிருக வண்டு 227
ஓரிக்டஸ் ரைனாசிராஸ் 227
கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் 228
வாழ்க்கைச் சுழற்சி 227
காண்டால் 228
டீ காண்டால் வகைப்பாடு 229
காணி 230
காணல் நேர்மை 230
வகை 230
காது 230
உட்செவி 233
நடுச்செவிக் குழிவு 232
வெளிச்செவி 230
காதுகேள் பொறி 234
காது வலி 236
காந்த இயக்கு விசை 236
காந்த உட்புகுதிறன் 237
காந்த எதிர்த் தன்மை 314
காந்த ஏற்புத்திறன் 238, 295
அலகு காந்த ஏற்புத்திறனை அளத்தல் 239
காந்த ஒத்ததிர்வு 240
அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு 242
அயக்காந்த ஒத்ததிர்வு 244
எதிர் அயக்காந்த ஒத்ததிர்வு 245
எலெக்ட்ரான் அணுக்கரு இரட்டை ஒத்ததிர்வு 243
ஃபெர்ரி காந்த ஒத்ததிர்வு 245
காட்சிப்பதிவு 242
தோற்றம் 240
பயன் 243
பாரா காந்த ஒத்ததிர்வு 244
நான்முனைத் திருப்புத்திறன்களைக் கொண்ட அணுக்கருக்கள் 242
காந்த ஒலியியல் விளைவு 245
காந்த ஒளியியல் 247
ஃபாரடே விளைவு 247
காட்டன்-மௌட்டன் விளைவு 248
காந்த ஒளியியல் கெர் விளைவு 248
சீமென் விளைவு 247
மஜோரான விளைவு 248
வாய்ஜ் விளைவு 247
காந்த ஓய்வு 248
ஓய்வு வகை 250
அணுக்கரு ஓய்வு 250
அயக்காந்த ஓய்வு 251
பாரா காந்த ஓய்பாடு 250

காந்தக்கம்பி 251
காந்தக் கலோரி விளைவு 252
காந்தக்குடுவை 252
  காந்தத்தள்ளல் 253
காந்தக்குமிழ் 311
காந்தக்கோள் இடைவினைகள் 629
காந்தக்கோளம் 254
  காந்தப் புயல்கள் 257
  காந்தப்புலம் இணைதலும் காந்தக் கோளச் சலனமும் 255
  காலத்தால் மாறும் சலனமும் காந்தக் கோளக் குட்டிப் புயல்களும் 256
  பிற காந்தக் கோளங்கள் 257
காந்தச் சுற்று 257
காந்தத் தடை 258
காந்தத் தயக்கப் பண்புகள் 306
காந்தத் தயக்கம் 260
  ஆற்றல் 261
  தயக்கக் கண்ணி 261
காந்தத் தன்மை தலைகீழாதல் 306
காந்தத் தனிமுனை 261
  பண்புகள் 262
காந்தத் திருப்புத்திறன் 263
காந்தத் துகள்கள் ஆய்வு முறை 302
காந்த நீக்கப் புலங்கள் 298
காந்த நீக்கம் 264
காந்த நீக்கு விசை 265
காந்தப் பதிவு 266
காந்தப் பரிமாண மாற்றம் 267
காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி 268
  இடர்ப்பாடுகள் 276
  இன்றியமையாமை 268
  காந்தப் புலம் 271
  செயல்படும் பாய்மங்கள் 271
  தத்துவம் 268
  பிளாஸ்மா 270
  வகை 272
  வளர்ச்சி 275
காந்தப் பாய்ம இயக்கவியல் 276
  அடிப்படை வசதிகள் 277
  அதிர்ச்சி அலைகள் 284
  ஓம் விதி 280
  காந்தப்பாய்ம இயக்கவியல் நிகழ்வுகள் 281
  சிறுவீச்சு அலைகள் 284
  சீரான பாய்வு 282
  பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் 279
  பாய்வு நிலையாமை 286
  நிலைத் தன்மை 282
  நிலையற்ற பாய்வு 285
  மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் 278
காந்தப் பாயம் 286
காந்தப் பிரிப்பு முறைகள் 287
காந்தப் புயல்கள் 257
காந்தப் புலம் 271
காந்தப்புலம் இணைதலும் காந்தக் கோளச் சலனமும் 255
காந்தப்புலம், உயர் 288
  காந்த மீ கடத்திகள் 288
காந்தப் பொருள்கள் 289
  பதிவு செய்யப் பயன்படும் காந்தப்பொருள்கள் 294
  மென் காந்தப் பொருள்கள் 290
  வன் காந்தப் பொருள்கள் 294
காந்தம் (எந்திரப் பொறியியல்) 294, 112
காந்தம் (சித்த மருத்துவம்) 295
காந்தமாக்கல் 295
  இயல்பு காந்தமாக்கல் 296
  ஒற்றைப் படிகங்கள் 297
  காந்த ஏற்புத்திறன் 295
  காந்தத் தயக்கம் 297
  காந்த நீக்கப்புலங்கள் 298
  காந்தமாக்கல் வரைபடங்கள் 296
காந்த மிகைப்பி 298
காந்த மின்னாக்கி 299
காந்த மீ கடத்திகள் 288
காந்தமீட்சி நிகழ்வு 300
காந்த முறை உலோக ஆய்வு முறை 302
  காந்தத் துகள்கள் ஆய்வு முறை 302
  சுழிப்பு மின்னோட்ட ஆய்வு முறை 302
  மின்காந்தத் தூண்டுதல் முறை 302
காந்த முறைக் குளிராக்கம் 303
  அணுக்கருக் காந்த நீக்கம் 305
  இரு கட்டக் காந்த நீக்கம் 305
  வெப்பம் மாறாக் காந்த நீக்க முறை 304
காந்த மென் படலங்கள் 306
  அமைத்தல் 307
  காந்தத் தயக்கப் பண்புகள் 306
  காந்தத் தன்மை தலைகீழாதல் 306
காந்த வட்ட இரு நிறமை 307
  சீமென் விளைவு 308
காந்த வட்டாரங்களும் குமிழ்களும் 308
  காந்தக்குமிழ் 311
  காந்த வட்டாரக் கட்டமைப்புகளுக்கான ஆய்வுச் சான்றுகள் 310
  காந்த வட்டாரங்களின் தோற்றம் 310
  தன்னியல் காந்தமாக்கம் 309
காந்த வில்லை 312

காந்த வேதியியல் 313
அணு பாரா காந்தத் தன்மை 315
அணுவின் டயா காந்தத் தன்மை 314
ஃபெர்ரோ மற்றும் ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மை 316
கன சதுரமல்லாத படிகப் பொருள்கள் 315
காந்த எதிர்த் தன்மை 314
மூலக்கூற்றுப் பாரா காந்தத் தன்மை 315
மூலக்கூற்று டயா காந்தத் தன்மை 314
காஃப்டிப்திரியா 67
காப்பணை 361
பயன்கள் 317
வகை 316
காப்பி 317
ஒளி மின் கடத்தல் 319
திசைமாறு மின்னோட்டக் கடத்தல் 320
பட்டைக் கட்டமைப்பு 318
மின் கடவாப் பொருள்கள் 322
மின் முறிவு 320
காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 322, 608
காப்புக் கண்ணாடி 323
காப்புத்தளம் 323
காப்புத் திரைக்கு ஏற்ற மரங்கள் 586
காப்பு நடவடிக்கை, அறுவைக்குப்பின் 326
காப்பு விளக்கு 327
காப்புறை உலோகம் 327
உலோகக் காப்புறையின் பண்புகள் 328
காப்புறை உலோகங்களை உருவாக்கும் முறைகள் 328
பொதுவாகப் பயன்படும் சில காப்புறை உலோகங்கள் 328
காப்ரியேல் தொகுப்பு முறை 328
கா:.பிச்செடி 329
கனி 331
காஃபிச் சாகுபடி 332
நாற்றங்கால் 332
நாற்று நடுதல் 332
நிலப் பராமரிப்பு 333
நிலமண் - தட்ப வெப்பநிலை 332
நிழல் அமைத்தல் 332
பயன் தரும் செடிப் பராமரிப்பு 333
மட்டம் போடுதல் 332
காஃபியின் சிற்றினங்கள் 330
கா. எக்ஸெல்சா 330
கா. கான்ஜென்சிஸ் 330
கா. கேனிஃபோரா 330
கா. சைபீரிகா 330
கா. பெங்காலன்ஸில் 330
தோற்றம் 329
பதப்படுத்துதல் 331
ஈரவகை 331
உலர்முறை 331
பயன்கள் 332
மலர்கள் 331
வகைப்பாடு 329
வளரியல்பு 330
காம்ப்ட்டன் அலைநீளம் 333
காம்ப்ட்டன், ஆர்தர் ஹோலி 334
ஆய்வுகள் 339
கருதுகோள் பிழைகள் 338
சிதறல் குணகம் 337
செறிவுப் பரவிடு 337
பின்னிடு எலெக்ட்ரான் 337
காம்ப்ட்டன் விளைவு 335
ஆய்வுகள் 393
கருதுகோள் பிழைகள் 338
சிதறல் குணகம் 337
செறிவுப் பரவீடு 337
பின்னிடு எலெக்ட்ரான் 337
காமமூட்டி 340
காம உணர்வின் அடிப்படை 340
காமன் சிறுகோள் 341
காம உணர்வின் அடிப்படை 340
காமாக் கதிர்கள் 341
உள்ளிடமாற்ற எலெக்ட்ரான் முறை 341
ஒளி எலெக்ட்ரான் முறை 342
காம்ப்ட்டன் எலெக்ட்ரான் முறை 342
பொருளின் வழியே காமாக் கதிர்களின் போக்கு 342
காமாக் கதிர்க்காட்டிகள் 343
காமாக் கதிர் நிரலியல் அளவி 344
இரட்டை நிரலியல் அளவி 346
ஒளிமின் மாற்றம் 346
காந்த நிரலியல் வரைவி முறை 345
காம்ப்ட்டன் நிரலியல் அளவி 346
நேரிடை முறைகள் 344
படிக நிரலியல் அளவி முறை 345
மறைமுக முறைகள் 346
காமாக்குயின் 346
காமாச் சார்பு 347
காமாச் சிதைவு 348
காய்கறிகள் 348
பச்சைக் காய்கறிகள் 349
பிற காய்கறிகள் 349
வேர்க்கிழங்கு 349
காய்ச்சல் 349
உடல் வெப்பம் 349

காய்ச்சலின் காரணமறிதல் 349
மருத்துவம் 351
காய்ச்சல் ஊக்கிகள் 351
மருந்துக் காய்ச்சல் 352
காய்ச்சி வடித்தல் 352
நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல் 353
பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் 352
வெற்றிட காய்ச்சி வடித்தல் 353
காய அரந்தி நரம்பு அழற்சி 354
ஃபிரோமென்ட் 355
காயம் ஆறுதல் 355
நோய்க்குறிகள் 355
மணிக்கட்டில் ஏற்படும் காயத்தால் 355
மருத்துவம் 355
காயங்கள் 354, 473
காயல் 356
கார்க் தீவு 356
கார்க்கா:ப் கூட்டியம் 356
கார்ட்டிசோன் 357
கார்டியரைட் 358
கார்டிலேரியன் தொடர் 359
கார்டினர் கூட்டியம் 359
ஆய்வு 360
மருத்துவம் 360
கார்டீஷியன் ஆயங்கள் 360
கார்த்திகை (விண்மீன்) 361
கார்பசோல் 361
பண்புகள் 362
பயன்கள் 362
கார்மசோபின் 362
கார்பல் டன்னல் இணைபோக்கு 367
அறிகுறிகள் 363
கார்பன் 364
இயற்பியல் பண்புகள் 364
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு 366
ஐசோடோப்புகள் 364
கார்பன் சப்ஆக்சைடு 368
கார்பன் டைஆக்சைடு 368
கார்பன் - நைட்ரஜன் சேர்மங்கள் 371
கார்பன் மோனாக்சைடு 368
கார்பன் ஹாலோஜன் சேர்மங்கள் 370
கார்பனேட்டுகள் 369
கார்பைடுகள் 370
கார்போனைல்கள் 371
கிராஃபைட் 365
கிராஃபைட்டின் வினைகள் 370
செயற்கை வைரங்கள் 365
படிக உருவற்ற கார்பன் வகைகள் 365
பயன்கள் 369
வேதி வினைகள் 368
வைரம் 364
கார்பன் எதிர் அயனி 371
கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு 373
கார்பன் டைஆக்சைடு 374, 368
இயக்கங்கள் 374
கண்டறியும் ஆய்வுகள் 374
மருத்துவம் 374
நச்சுத் தடுப்பு 374
நச்சு விளைவுகள் 374
பயன்கள் 374
கார்பன் நேர் அயனி (கார்போனியம் அயனி) 374
உள் சிக்மா காரத்துடன் வினை 377
உள் பை காரத்துடன் வினை 377
உள் n காரத்துடன் வினை 377
தயாரிப்பு மற்றும் நிலைப்பு 375
வகைகள் 375
வினைகள் 376
வெளிக் காரத்துடன் வினை 377
வெளிச்சிக்மா காரத்துடன் வினை 377
வெளி n-காரத்துடன் வினை 376
கார்பன் நைட்ரஜன் விகிதம் 378
கார்பன்-நைட்ரஜன் விகித உறுதித் தன்மை 378
நைட்ரேட் குறைவு ஏற்படும் காலம் 378
கார்பன் மோனாக்சைடு 378,368
குங்களின் ஆய்வு 379
தடுத்தல் 379
நச்சுக் குறிகள் 379
பயன் 380
மருத்துவம் 379
கார்பன் விண்மீன்கள் 380
கார்பன் ஹாலோஜன் சேர்மங்கள் 370
கார்பனேட்டுகள் 369,455
கார்பனோடைட் 380
பாறைத் தோற்றக் குறிப்புகள் 381
கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் 381
அமைப்புகளும் பண்புகளும் 382
அயனியாதல் 382
தயாரிப்பு முறைகள் 386
எஸ்ட்டரை நீராற்பகுத்துத் தயாரித்தல் 386
கிரிக்னார்டு வினைப்பொருளிலிருந்து தயாரித்தல் 386
பண்புகள் 382
பயன்கள் 387
பெயரிடுதல் 382
வினைகள் 386
கார்பானி:பெரஸ் காலம் 387

தொல்லுயிரித் தாவரமும் விலங்கும் 391
கார்பினோட்ரான் 392
கார்பினோவட்டு 393
கார்பீன்கள் 393
உருவாதல் 394
எலெக்ட்ரான் அமைப்பு 393
தொடக்க ஆய்வுகள் 393
பகுப்பாய்வு 396
மூலக்கூறு அமைப்பு 393
வினைகள் 395
கார்பென்டேரியா வளைகுடா 396
கார்பெனிசிலின் 397
இயங்கும் விதம் 397
உள்ளேற்பும் வெளியேற்றமும் 397
கார்பெனிசிலின் இண்டனைல் 397
பயன்படும் நோய்நிலைகள் 397
மருந்தளவு 397
வேண்டாத விளைவுகள் 397
கார்பைடுகள் 397
அசெட்டிலைடுகள் 397
அயனிக் கார்பைடுகள் 397
அலிலைடுகள் 398
உலோகக கார்பைடுகள் 398
சகபிணைப்பு கார்பைடுகள் 398
மெதனைடுக்கள் 397
ஹைட்ரோகார்பைடுகள் 398
கார்போக அரிசி (சித்த மருத்துவம்) 398
கார்போக அரிசி 398
செடி 399
மருத்துவப் பண்புகள் 400
கார்போரண்டம் 400
பயன்கள் 400
கார்போரேன் 401
உள்ளக எலெக்ட்ரான்கள் 402
தயாரிப்பு 403
வடிவமைப்பு 401
வேதிப் பண்புகள் 403
கார்போனேட்டுகள் 404
கார்போனேட் கனிமங்கள் 405
கார்போனைல்கள் 371
கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றம் 407
கணையம் 412
கார்போஹைட்ரேட் ஆக்கச் சிதைமாற்றம் 411
கார்போஹைட்ரேட் சிதைமாற்றம் 407
கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதைமாற்றம் சீராக்கல் 412
கார்போஹைட்ரேட் வளர்மாற்றம் 407
கிரெப்ஸ் சுழற்சி 411
கிளைகோஜென் சிதைவு 408
சர்க்கரைச் சிதைவு 408
லாக்ட்டிக் அமிலத்தின் முடிவு 410
கார்போஹைட்ரேட்டுகள் 412
ஒலிகோ சாக்கரைடுகள் 414
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகள் 413
ஒற்றைச் சாக்கரைடுகளின் முப்பரிமாண வேதியியல் 413
செல்லுலோஸ் 415
ட்ரையோஸ்கள் 415
பாலி சாக்கரைடுகள் 414
வகை 413
ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைக்கோஜென் 415
கார்னட் வகுப்புக் கனிமங்கள் 415
அணுக்கட்டமைப்பு 415
அல்மண்டைன் 416
ஆன்ராடைட் 417
உக்ராண்டைட் தொகுதி 416
கிராசுலரைட் 417
பைரோப் 416
பொதுப் பண்புகளும் பயனும் 416
யுவரவைட் 417
ஸ்பெசர்டைட் 417
கார்னாட், அன்டைன் அகஸ்டின் 417
கார்னாட் சுற்று 418
இரண்டாம் கட்டச் செயல் 419
உருளையும் உந்து தண்டும் 418
ஒரு சுற்றில் எந்திரம் செய்த வேலை 420
கடத்தா மேடை 419
கார்னாட் சுற்று 419
நான்காம் கட்டச் செயல் 420
பயனுறு திறன் 420
முதல் கட்டச் செயல் 419
மூன்றாம் கட்டச் செயல் 420
வெப்பக் கழிவுத் தொட்டி 419
வெப்ப மூலம் 418
கார்னியரைட் 421
இயற்பியல் பண்புகள் 421
கார்னு சுருளி 421
கார்னேஷன் மலர்ச் செடி 422
கார்னோடைட் 423
கார்ஸ்ட் இட அமைப்பு 424
குகைகள் 425
டோலின்கள் 425
நீரில்லாப் பள்ளத்தாக்குகள் 426
கார்ஸ்ட் சுண்ணாம்புக் கரடு 803
கார உலோகங்கள் 426
அலோகங்களுடன் வினை 429
ஆக்சிஜனுடன் வினை 417
இயல்புகள் 427

உலோகக் கலவைகள் 429
கார உலோகங்கள் 426
நீருடன் வினை 429
வரலாறு 427
வேதியியல் பண்புகள் 427
காரங்கள் 429
இயற்கையில் கிடைத்தல் 431
எரிசோடா 432
கார உலோகங்கள் 431
காரங்கள் 431
சால்வே முறை 432
சுண்ணாம்பு - சோடா முறை 432
பயன்கள் 432
பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு 433
பொட்டாஷ் 432
மின்பகுப்பு முறைகள் 432
லெப்லாஸ் முறை 431
லை 432
காரட் 433
காரட் குடும்பம் 433
அழகுக்காக வளர்க்கப்படும் தாவரங்கள் 435
இலைகள் 434
கனி 434
டாக்கஸ் கரோத்தா 434
நச்சுத்தாவரம் 435
கோனியம் நச்சுப்பூண்டு 435
பாஸ்டினாகா சடைவா 435
பொருளாதாரச் சிறப்பு 434
மஞ்சரி 434
மலர்கள் 434
விதை 434
காரணமுடைமை 436
காரணவியல் 437
காரணி 438
ஐன்ஸ்டீன் அடிப்படைத் தத்துவம் 439
ஃபெர்மாட் தேற்றம் 438
வில்சன் தேற்றம் 438
காரணியப் பெருக்கம் 439
காலியின் வாய்பாடு 439
கார மண் உலோகங்கள் 440
பண்புகள் 442
வரலாறு 440
கார மிகைப்பு 442
ஆக்கச் சிதை மாற்றக் காரமிகைப்பு 442
நோய்க் குறிகள் 443
மூச்சோட்டக் கார மிகைப்பு 442
காரல் 443
உணவுப் பழக்கங்கள் 446
சலுவட்டக்காரல் 445
திவெட்டிக்காரல் 446
மண்டைக்காரல் 446
வரிக்காரல் 446
கார வலிவளவு 447
கணக்கீடு 447
செய்முறை 447
காராக் கடல் 448
காரின் பாக்ட்டீரியம் டி ஃப்தீரியா 448
காரீய உலோகக் கலவை 449
அச்சு உலோகக் கலவை 450
சூட்டிணைப்பிகள் 450
தாங்கி உலோகங்கள் 450
மின்கலம்-கம்பிவலை ஆகியவற்றில் பயன்படும் உலோகக் கலவைகள் 449
வடங்களுக்கு உறையிடும் உலோகக்கலவைகள் 449
வேதிவினை-எதிர்ப்பு உலோகக் கலவைகள் 449
காரீய உலோகவியல் 450
உருக்கிப் பிரித்தெடுத்தல் 450
உலோகக் கலவைகள் 452
செறிவூட்டல் 450
தூய்மையாக்கல் 451
கால் 452
கால் விரல்கள் 453
கால்சியம் 453
இயற்பண்புகள் 454
சலவைத் தூள் 456
பகுப்பாய்வு 456
பிரித்தெடுத்தல் 454
முக்கிய சேர்மங்கள் 455
ஆக்சைடுகள், ஹைட்ராக்சைடுகள் 455
ஃபாஸ்ஃபேட்டுகள் 456
கார்பனேட் 455
சல்ஃபேட் 455
சிலிசைடு, கார்பைடு 456
பிற சேர்மங்கள் 456
ஹாலைடுகள் 455
கால்சியம் ஆக்சலேட் கல் 457
கால்சிலைட் 457
கால்சைட் 459
பயன்கள் 460
கால்டன் ஃபிரான்சிஸ் 460
கால்நடை 460
அம்மைநோய் 470
அறிகுறிகள் 480
ஆக்டினோபாஸிலோஸிஸ் 478
ஆடுகள் 476
இரண்டாம்நிலை இளவினை எலும்பு 480
இரத்த ஓட்ட மண்டல நோய் 465

இரத்தக்கட்டு 473
இனப்பெருக்க உறுப்புநோய் 486
உணவுப்பாதை நோய் 467
உயிர் ஆய்வு 478
உரசல் ஒலி 480
உள் ஒட்டுண்ணி நோய் 469
இருப்பிடம் 469
உள் ஒட்டுண்ணி நோய் ஏற்படுத்தும் புழுக்களின் வகைகள் 469
நோய் அறிகுறிகள் 469
நோய்த் தடுப்பு முறைகள் 470
மருத்துவம் 470
எலும்புக் கூட்டு மண்டல நோய் 470
எலும்புகளைத் தாக்கும் சில நோய்கள் 478
எலும்பு முறிதல் 472
எலும்பு முறிவால் ஏற்படும் பின் விளைவுகள் 480
எலும்பு முறிவு 478
கருச்சிதைவு நோய் 464
அறிகுறிகள் 464
நோய் எதிர்ப்பாற்றல் 464
நோய்த் தடுப்பு முறைகள் 464
நோயறி முறைகள் 464
கருப்பை அழற்சி 462
கருப்பைக் கட்டிகள் 463
கருப்பை நெகிழ்ச்சி 463
கருப்பை நோய் 462
கருப்பை முறுக்கேறுதல் 463
அறிகுறிகள் 463
காரணங்கள் 463
மருத்துவம் 463
கருப்பையில் நீர்க்கோப்பு 463
மருத்துவம் 463
கல்லீரல் அழற்சி 468
கண்பார்வையில் கல்லீரல் தோற்றம் 469
நாரடைவால் ஏற்படும் விளைவுகள் 469
நாரடைவின் காரணம் 469
நாரடைவின் வகைகள் 469
நுண்ணோக்கியில் தோற்றம் 469
கலப்பினம் 460
காசநோய் 476
காயம் 473
கால்நடைக் காட்சிகள் 475
கால்நடைக் குறியிடுதல் 480
காலந்தாழ்த்த முறிவு 479
கிடேரிப் பராமரிப்பு 462
குடலழற்சி 468
குதிரை அம்மை 471
குறியிடும் முறைகள் 481
எண் அல்லது எழுத்துப் பதித்தல் 481
குத்துமுறைக் குறியிடுதல் 481
குளிர்ச்சியான குறியீடுகள் 481
வேதிக் கலவைக் குறி 481
கோரினியம் பாக்டீரியம் நோய் 478
சாணம் 482
சிக்கல் அல்லது திறந்த முறிவு 479
சிக்கலான முறிவு 479
சிக்கலான முறிவுக்கு மருத்துவம் 480
உடைந்த எலும்புகளுக்குத் தையல் போடுதல் 480
உடைந்த எலும்புகளை மென் தகடுகள் மூலம் ஒன்று சேர்த்தல் 480
ஊசி கொண்டு இணைத்தல் 480
சிராய்ப்பு 473
சிறுநீர் மண்டல நோய் 467
சுக்கிலச் சுரப்பி அழற்சி 467
செம்மறி ஆட்டு அம்மை 471
தடுப்பு முறைகள் 478
திறந்த காயங்கள் 473
உட்புகுந்த காயம் 473
கடிபட்ட காயம் 473
குத்தப்பட்ட காயம் 473
கொம்பு, குளம்பு கழன்று விடுதல் 473
சிதைந்த புண் 473
துளை ஏற்படுத்திய காயம் 473
புழு வைத்த புண்கள் 474
மருத்துவ முறை 473
வெட்டுப்பட்ட காயம் 473
தீவனங்கள் 474
அடர் தீவனங்கள் பிண்ணாக்கு 474
உலர்ந்த நார்த் தீவனங்கள் 474
எண்ணெய் வித்துகள் 475
தானியங்கள் 475
பச்சைத் தீவனங்கள் 474
பாதுகாக்கப்பட்ட பச்சை நார்த் தீவனங்கள் 474
புரதம் 475
தீவிர கருப்பை அழற்சி 462
தோல் நோய்கள் 470
தோலுக்கடியில் உள்ள இரத்தக்கட்டு 473
நச்சுக்கடி 474
நெருப்புச் சுட்ட புண்கள் 474
பாம்புக் கடி காயம் 474
மருத்துவம் 474
நரம்பழற்சி 466
நரம்பு மண்டல நோய் 466
நாடுளர் நெத்ரோஸிஸ் 478
நிமோனியா 465
நீண்டநாள் அழற்சி 463
நுண்ணுயிர்க் கருவி ஆய்வு 477
நுரையீரல் பிரிவு நிமோனியா 465
நுரையீரலில் சீழ்க் கட்டிகள் 478
பச்சைக் குச்சி முறிவு 479
பசு இனங்களில் எலும்பு முறிவு 479
பறவை அம்மை 471
பன்றி அம்மை 471

பன்றிகளின் புருஸல்லா நோய் 478
பால் 482
புப்புசப்பை நோய் 465
பெருமூளை இரத்தப்பெருக்கு 466
மகோதரம் 468
பஞ்சட்காமாலை 468
மயிர் 482
மாட்டம்மை 470
மாடுகள் 475
முறியக்கூடிய எலும்பு முறிவு 479
மூச்சு மண்டல நோய் 465
மூளை அதிர்ச்சி 466
மென் மயிர் 482
வயிற்று வலி 468
வெள்ளாட்டு அம்மை 471
கால் நடைக் காட்சிகள் 475
கால்நடைக் குறியிடுதல் 480
கால்நடைகளில் நோயின் அறிகுறிகள் 70
கால்நடைகளின் நோய்த் தடுப்பு முறைகள் 71
தடுப்பு ஊசி முறை 71
தடுப்பு முறைகளும் இந்நோயை அகற்றும் முறைகளும் 71
நுண்ணுயிர்த் தடுப்பு மருந்துகள் கொண்டு நோயினைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் 71
கால்நடைகளுக்குள் நோய் பரவும் விதங்கள் 69
கால்நடை மருத்துவம் 178
கால் மற்றும் வால் நோய் 65
கால் வட்ட நிலை 482
கால்வண்டல் 483
இழைமை மற்றும் உட்கூறுகள் 483
தோன்றுமிடம் 484
கால்வனோ அளவி 484
இயங்கு காந்தக் கால்வனோ அளவி 484
இயங்கு சுருள் கால்வனோ அளவி 485
கால்வாய் 486
அனுமதிக்கப்பட்ட பாய்வு விரைவு தேர்ந்தெடுத்தல் 487
கலம் செலுத்தும் கால்வாய்கள் மற்றும் கால்வாயாக்கப்பட்ட ஆறுகள் 492
கால்வாய்களிலிருந்து ஏற்படும் நீர்க்கசிவு வகைகள் 489
கால்வாய்களின் மேற்பூச்சு 490
கால்வாயில் நீரிழப்பும் தடுப்பும் 489
கால்வாயிலிருந்து நீர்க்கசிவு ஏற்படும் கட்டங்கள் 489
கட்டற்ற நீர்க்கசிவு 489
கட்டுள்ள நீர்க்கசிவு 489
நீர்ப்பாசனக் கால்வாய்கள் 490
மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழிகள் 492
மேற்பூச்சுச் செய்வதால் ஏற்படும் பயன்கள் 490
கால்வாய்க் கதிர்கள் 493
கால்வாயில் நீரிழப்பும் தடுப்பும் 489
கால்வாயிலிருந்து நீர்க்கசிவு ஏற்படும் கட்டங்கள் 489
கால அடிப்படைகள் 508
கால அளவி 495
கால அளவியல் 496
கால அளவைக் குறைத்தல் 93
காலக்சைட் 496
காலங்காட்டி 497
அண்மைநிலை ஆண்டு 497
கிரிகோரியன் காலங்காட்டி 498
செலியன் ஆண்டு 497
நிர்வாக ஆண்டு 497
பருவ ஆண்டு 497
விண்மீன் ஆண்டு 497
ஜூலியன் காலங்காட்டி 498
ஜூலியன் தேதி 498
காலச் சமன்பாடு 498
காலச் சமன்பாடு 499
சராசரி சூரிய வழி நேரம் 499
தோற்றச் சூரிய வழி நேரம் 499
மீன் வழி நேரம் 499
காலத்தால் மாறும் சலனமும் காந்தக் கோளக் குட்டிப் புயல்களும் 256
காலந்தாழ் முறிவு 479
காலத்தொடர் 500
ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள் 502
சூழல் மாறுபாடுகள் 502
நீண்ட காலப்போக்கு 500
பருவ கால மாறுபாடுகள் 501
கால நிலையிணக்கம் 502
பயிர் வளர்ச்சி 503
பருவச் சூழ்நிலை 502
பருவ நிலை 503
உச்ச மழை பெறும் இடங்கள் 503
கால நிலையியல் 503
கால நிலை வரைபடம் 506
காலம் (இயற்பியல்) 508
இயங்கு காலம் 509
கால அடிப்படைகள் 508
கால அளவை 508
கோண அளவைக் காலம் 508
சூரியக் காலம் 508
தலநேரமும் செந்தர நேரமும் 509
பொதுக் காலம் 508
காலம் (கணிதம்) 511
எஃபிமெரீஸ் நேரம் 512
சராசரி சூரிய நேரம் 512
தோற்றச் சூரிய நேரம் 511

மீன்வழி நேரம் 511
கால மாறிலி 513
காலமீன் 515
கால முறைச் சார்பு 516
கால வரைப்படிவு இயல் 517
தொல்லுயிர்ப் படிவுகள் 518
கால வரைபடம் 520
காலவெளித் தொடர்பம் 520
நியூட்டனின் கால வெளி பற்றிய கருத்துகள் 521
மின்கோவஸ்கியின் தத்துவம் 521
காலற்ற இருவாழ்விகள் 523
இன உறவுச் சாயல் 524
காலாமீன் 525
தனிப்பண்புகள் 525
காலிச் 525
காலிப்பூச்செடி 526
கனி 527
காலிப்பூச்செடி இனங்கள் 527
சூலகம் 527
மகரந்தத் தாள்கள் 527
காலியோ::பிலைட் 527
காவலூர் வான் ஆய்வு நிலையம் 527
காவிக்கல் 530
காளான் 530
ஐரோப்பியக் காளான் 532
காளான் பூசணங்கள் 532
காளான் வித்து 530
சிப்பிக் காளான் வளர்ப்பு 531
வரலாறு 530
வளர்க்கப்படும் காளான்கள் 530
வைக்கோல் காளான் வளர்ப்பு 530
காற்றடைப்பு 534
காற்றழுத்தப் பொறி 608
காற்றழுத்தி 535
காற்றழுத்தியின் குறைகளும் நிறைகளும் 536
கொள்ளவு திறன் 537
சுழல் அழுத்தி 537
பயன்கள் 538
முன் பின்னியக்கக் காற்றழுத்தி 535
மைய விலக்குக் காற்றழுத்திகள் 538
வகைப்பாடு 535
காற்றறை அழற்சி 538
நாட்பட்ட காற்றறை அழற்சி 539
பறவை எலும்பு 539
முனைப்பான முன் தலை சைனஸ் அழற்சி 539
ஸ்பினாய்டு அழற்சி 539
காற்றாலை 539
காற்றாலைகள் நிறுவ உகந்த இடங்கள் 540
பயன்கள் 541
கிடை அச்சு வகைக் காற்றாலைகள் 540
பயன்கள் 540
வகை 540
காற்றிடைச் செலுத்தி 542
அலகு நிலைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள் 542
செலுத்தி வகைகள் 542
வடிவமைப்பு 542
காற்றியக்கவியல் 543
காற்றியங்கியல் 544
இழை வரி வடிவம் 545
காற்றியங்கு அலை இழுவை 547
அதிர்ச்சி அலைகள் உருவாகும் முறை 547
அலை இழுவையின் தன்மைகளும், விளைவுகளும் 548
இம்முறையால் விளையும் பயன்கள் 549
உயர எல்லை 549
காற்றை உட்செலுத்தும் முறை 549
சமநிலை மீட்சி 550
செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு இழுவை விகிதத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் 549
காற்றியங்கு பண்புகள் 554
காற்றியங்கு விசை 554
காற்றிலா மூச்சு விடுதல் 550
காற்றிலியுயிரி 551
காற்றிலை வடிவம் 553
காற்றியங்கு பண்புகள் 554
காற்றிலை வடிவத்தின் வகைகள் 555
காற்றின் இயைபை அளவறியும் முறைகள் 562
டூமாஸ் முறை 562
பைரோகலால் முறை 562
காற்றின் கூறுகளைக் கண்டறியும் முறைகள் 560
காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வுகள் 560
நீர் ஆவியைக் கண்டறிதல் 560
காற்றின் மூலம் பரவுதல் 146
சென்சார் இயங்கு முறை 147
பலூன்கள் 146
வகைகள் 555
காற்று (இயற்பியல்) 556
உயரத்தைப் பொறுத்துக் காற்றமைப்பில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் 558
உள்நாட்டுக் காற்று 558
குவியும் அல்லது விரியும் காற்று வடிவங்கள் 557
சிறிய தரைக் காற்று 558
சுழற்காற்று, எதிர்ச் சுழற்காற்றுச் சுழற்சி 556
மண்டலத் தரைக் காற்று அமைப்பு 557
மேல் மட்டக் காற்றுச் சுழற்சி 558

காற்று (வேதியியல்) 559
காற்றின் இயைபை அளவறியும் முறைகள் 562
டூமாஸ் முறை 562
பைரோகலால் முறை 562
காற்றின் கூறுகளைக் கண்டறியும் முறைகள் 560
காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனைக் கண்டறிய உதவும் ஆய்வுகள் 560
நீர் ஆவியைக் கண்டறிதல் 560
காற்றுப் பதனிடல் 563
தூய காற்றும் தூசிக் காற்றும் 563
காற்று இயக்க மையம் 564
காற்று உயிரியல் 564
காற்றுக் குளிர்பதனம் 566
ஓசை 566
காற்று மாற்றம் 566
காற்றோட்டம் 567
குளிர்பதனக் கருவிகள் 567
கருவிகள் இயங்கும் முறை ஆவி அழுத்த முறை 568
கருவிகளின் ஆற்றல் 567
கருவிகளின் பணி 567
குளிர்பதனக் கருவிகளின் வெவ்வேறு அமைப்புகள் 569
சூழ்நிலையின் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டிய தன்மை 566
திறமையான குளிர்பதனத்திற்கான வெப்பநிலை, ஈரப்பதம் 567
தூசு 566
வெப்பநிலை, ஈரப்பதம், காற்றோட்டம் ஆகியவை அளவிடப்படும் முறை 566
காற்றுச் சட்டகம் 570
அயர்ச்சி 572
இறக்கைக் கட்டமைப்பு 570
கட்டுமானச் சட்டம் 570
காற்றுச் சட்டகத்தில் டைட்டேனியம் 571
காற்றுச் சட்டகத்தின் பிற பகுதிகள் 571
பெரிய வானூர்திகள் 571
மிகை ஒலிவேக வானூர்திகளின் காற்றுச் சட்டங்கள் 572
காற்றுச் சுரங்கம் 573
இயற்கை வடிவமைப்பு 573
மூடிய சுற்றுச் சுரங்கங்கள் 574
வானூர்தியில் காற்று ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் 573
காற்றுச் சுவாசம் 575
தோல் சுவாசம் 576
காற்றுச் சூடேற்றிகள் 576
காறறு நாட்டப்பூ 578
சிறப்புப் பண்புகள் 579
காற்று நிலையியல் 582
காற்றுப் பதிப்பி 582
காற்றுப்பை (எந்திரப் பொறியியல்) 583
காற்றுப்பை (கடலியல்) 583
காற்று மண் காப்புத் திரை 586
காப்புத் திரைக்கு ஏற்ற மரங்கள் 586
நுண்கால நிலை 586
காற்று மண்டல அமைப்பு 587
காற்று மிதப்பு ஊர்தி 588
காற்று மூளை வரைபடம் 589
காற்று மெத்தை ஊர்தி 590
காற்று வடிகட்டி 592
காற்று விரைவு அளத்தல் 593
காட்டா வெப்ப அளவி 59.
குறுவழிக் குழாய் 594
தடைப்படுத்தப்பட்ட அழுத்தப் பலகை 594
பாதுகாக்கப்பட்ட வெப்ப இரட்டை 594
பிட்டாட் குழாய் 593
காற்று வெளிக் கப்பல் 595
பயன்கள் 597
காற்றுவெளி, நுழைவு 599
காற்று வெளிப் பயண இயல் 599
குவிபிறை வானவெளியியல் முறை 601
கேடுகளைத் தவிர்த்தல் 601
பறப்பை உறுதி செய்தல் 600
வழியைத் தீர்மானித்தல் 599
வான் வெளிப்பதிவுக் குறியீடு 601
வானொலி முறைகள் 601
விமானியின் பதிவுக் குறியீடு 600
காற்று வெளி மிதவை 602
காற்று வேக அளவி 604
அலகு காற்று வேக அளவி 605
கிண்ணக் காற்று வேக அளவி 604
சூடு-கம்பிக் காற்று வேக அளவி 605
காற்று வேகங்காட்டி 606
காற்று வேகத்தடை 607
காற்றழுத்த வேகத்தடையின் பகுதிகள் 608
இடையூட்டி அல்லது இடைமாற்றிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 608
எச்சரிப்பான் 608
காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 608
காற்றழுத்தப் பொறி 608
காற்றுத் தேக்கி 608
காற்று வேகத்தடை பயன்படும் இடங்கள் 608
விரைவு வெளியேற்றுங் கட்டுப்பாட்டிதழ் 608
வேகத் தடைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 608
காற்று வேட்கை 608
காற்றூடும் போர்ட்லாண்ட் சிமெண்ட் 609
காற்றோட்டம் 609, 567
இயற்கை முறைக் காற்றோட்டம் 610

எந்திரக் காற்றோட்டம் 611
காற்றோட்ட வெளியேற்றி அமைப்புகள் 611
கான் ஆய்வு 612
கான் ஆய்வுக் கழகம் 613
கூட்டமைப்பு 613
நோக்கங்கள் 613
கானரிப்பறவை 614
கானல் நீர் 614
கானாங்கீரை 615
கானாங்கோழி 616, 884
கானியா வளைகுடா 616
காஸ் அதிவ்டிவச் சமன்பாடுகள் 616
காஸ், கார்ல் ஃபிரெடிரிக் 617
காஸ்ட்ரின் 620
காஸ்ட்ரினின் முக்கிய இயக்கங்கள் 621
நோய் நிலையில் காஸ்ட்ரினின் பங்கு 621
காஸ் தேற்றம் 621
இரண்டு வேறுபட்ட முனைகளுக்கு இடையிலான விசை 625
பயன்கள் 622
காஸ் தேற்றம் (கணிதம்) 626
காஸ் தொகையீட்டுக் கணிமுறை 623
காஸ்பியன் கடல் 626
காஸ்பே முந்நீரகம் 627
காஸ்மிக் கதிர்களின் சூரிய மண்டல விளைவுகள் 627
காந்தக் கோள இடை வினைகள் 629
சூரியக் காற்று இடை வினைகள் 630
சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் 628
வளி மண்டல இடை வினைகள் 629
விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் 628
காஸ்மிக் கதிர்களின் வானியற்பியல் விளைவுகள் 630
காஸலின் 635
ஆக்சிஜனேற்ற நிலைத்தன்மை 636
காஸலினின் கூட்டுப் பொருள்கள் 637
தானியங்கிகளில் காஸலின் 635
வான் ஊர்திக் காஸலின் 636
கிங்கோ 639
கிச்சிலிக்கரணை 640
தடித்துப் படரும் செடிகள் 641
நேர் தண்டு உடைய செடி 641
படரும் மெல்லிய கொடி 641
கிச்சிலிக் கிழங்கு 641
கிட்டப் பார்வை 642
அறுவை மருத்துவம் 645
கண் சார்ந்த நிலைமை 644
குறிகள் 644
பார்வை நலம் 645
பார்வையைச் சீராக்கல் 645
பிரிவுகள் 643
பின் விளைவுகள் 644
பொது நல வாழ்வு மருத்துவம் 645
மிகு அளவு அண்மைப் பார்வை 645
கிடேரிப் பராமரிப்பு 462
கிடை அச்சு வகைக் காற்றாலைகள் 540
கிண்ணக் காற்று வேக அளவி 604
கிணறு மூலம் சுரங்கத்தில் நீரிறைக்கும் முறை 646
கிப்சைட் 647
கிப்பன் 648
இரத்தப் பிரிவு 649
உணவு 649
புற அமைப்பும் இயக்கமும் 648
வாழ்க்கை 648
வாழிடம் 648
கிப்ஸ் சமன்பாடு 650
கிப்ஸ் சார்பெண் 651
கியுமின் 651
கியு அளவி 651
கியூரி 652
பியாரி கியூரி 653
மேரி ஸ்கோலேடோவ்ஸ்கா கியூரி 652
கியூரியம் 653
கியூரி-வீயஸ் விதி 654
கிரவுண்ட், ஜான் 655
கிரஹாம் விதி 656
கிராசுலடைட் 417
கிராபென் 657
கிராஃபைட் 656, 365
கிராம் அணிக்கோவை 659
கிராம் சம எடை 659
கிராம் நிறமூட்டல் 660
கிராம்பு 661
கிராம்புத் தைலம் 665
சாகுபடி 662
பூச்சி நோய்கள் 663
பொருளாதாரப் பயன்கள் 664
மரம் 662
வரலாறு 661
கிராம் மூலக்கூறு எடை 666
கிராமர் விதி 666
கிராவிட்டான் 666
கிரானுலைட் 667
கிரானைட் 668
கிரானோடயாரைட் 670
கிரிக், ஃபிரான்சிஸ் காம்ப்டன் 670

கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் 671
கிரிகரி வாய்பாடு 673
கிரிகரி ஜேம்ஸ் 673
கிரிகோரியன் காலங்காட்டி *498*
கிரிச்சாவ் விதியும் மின்சுற்றுகளும் 674
இரண்டாம் விதி *675*
மாறுதிசை மின்னோட்டங்களுக்கான கிரிச்சாவ் விதிகள் *675*
கிரிசியோஃபுல்வின் 675
கிரிப்ட்டான் 675
கிரியோட்ரான் 676
கிரீசன் 677
கிரீன் சார்புகள் 677
கிரீன் தேற்றம் 679
கிரீன்லாந்துக் கடல் 680
கிரீனோகைட் 681
கிரெப்ஸ் சுழற்சி 681, *411*
கிரேஃபி முறை 685
கிரேட்டேசியக்காலம் 685
கிரேட்டேசியக்கால விலங்குகள் *686*
கிரேமர்- ராவ் சமனிலி 687
கிரேவேக் 688
கிரைசோகொல்லா 688
கிரைசோபெரில் 689
படிக இரட்டுறல் *690*
படிக நிலை மற்றும் வகுப்பு *690*
கிரையோலைட் 690
கிலுகிலுப்பை 691
கிலுகிலுப்பைச் செடி 691
கிலோவோல்ட் ஆம்பியரும் அளக்கும் முறைகளும் 693
உயர் தேவை காட்டிகள் இயங்கும் விதம் *695*
கிலோ வோல்ட் ஆம்பியர் மணி அளவி செயல்படும் விதம் *694*
சிம்கோ மீட்டர் *696*
இக்கருவியின் முக்கிய பண்புகள் *697*
சீமன்ஸ் உயர் தேவை காட்டி *698*
பயன்கள் *696*
மெர்ஸ் - பிரைஸ் பெரும தேவை காட்டி *695*
லேண்டிஸ் கிரி மூவெக்டார் அளவி *694*
வெளிப்படை மின்திறனை அளவிடுதல் *694*
கிழங்கான் 699
கிழங்குகள் 699
இஞ்சி *704*
உருளைக் கிழங்கு *704*
கருணைக் கிழங்கு *705*
காட்டு வள்ளிக்கிழங்கு *700, 704*
சர்க்கரை வள்ளிக்கிழங்கு *703*
சிறுவள்ளிக்கிழங்கு, பெருவள்ளிக்கிழங்கு *706*
சேப்பங்கிழங்கு *705*
சேனைக்கிழங்கு *705*
டர்னிப் கிழங்கு *703*
தண்டுக் கிழங்குகளின் வகைப்பாடு *701*
தண்டு வேர்க்கிழங்கு *701*
தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு *703*
பீட்ரூட் *703*
பூண்டு *706*
மஞ்சள் கிழங்கு *704*
முள்ளங்கி *701*
வகைகள் *701*
வெங்காயம் *706*
வேர்க்கிழங்கு *701*
கிள்ளு வினைவு 706
ஆம்பியர் விதி *706*
ஆய்வுகள் *707*
உயர் திறன் துடிப்பு அமைப்புகள் *708*
டோகாமாக் *708*
நிலையற்ற தன்மை *707*
வெப்ப அணுக்கரு வினைகள் *707*
கிளமென்சன் ஒடுக்கவினை 708, *763*
கிளர்த்தல் 709
அர்ரீனியசிஸ் வினைவிரைவுக் கொள்கை *710*
இடைநிலைக் கொள்கை *712*
கிளர்த்தலுக்கு மோதல் கொள்கை-வழி விளக்கம் *712*
கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகளின் தன்மை *711*
கிளர்துகள்கள் 713
இயக்க ஆற்றல் *714*
எலெக்ட்ரான் - மின்துளைத் துளிகள் *715*
ஒளியியல் நிறமாலை *714*
கிளர் துகள் சிதைவு *714*
கிளர்வு 715
கிளர்வு நிலை 716
கிளர்வு மின்னழுத்தம் 716
கிளர்வூட்டிய கார்பன் 717
கிளாக்கோமா 718
கிளாசியஸ் - கிளேப்ரான் சமன்பாடு 719
கிளாபர் உப்பு *116*
கிளாஸ்ட்ரிடியம் 721
கிளாஸ்ட்ரிடியம் டெட்டனி *721*
கிளாஸ்ட்ரிடியம் பொட்டுலினம் *722*
கிளாஸ்ட்ரிடியா *722*
கிளி 722
உடலமைப்பு *723*
வகை *722*
வளர்ச்சி *723*

கிளிசரால் 724
தயாரிப்பு 724
நைட்ரோகிளிசரின் 725
பயன்கள் 725
கிளிஞ்சல் கொத்தி 725
கிளி மீன்கள் 726
உருவ அமைப்பு 726
கிளிஸ்ட்ரான் 727
கிளிஸ்ட்ரான் பெருக்கி 727
திருப்பு அதிர்வி 732
கிளுவை 733
பொருளாதாரப் பயன்கள் 734
வளரியல்பு 734
கிளுவைப் பறவை 734
கிளெய்சன் எஸ்ட்டர் குறுக்கவினை 735
கிளேவிக்கிள் 736
கிளைக்கால் 737
ஏனைய கிளைக்கால்கள் 738
பெயரிடும் முறை 737
வினைகள் 737
1, 2 டை ஆல்கள் 737
கிளைக்கோஜென் சிதைவு 408
கிளைச் சுற்றுகள் (மின்) 738
கிளைத்தல் 738
ஒரு பாதக் கிளைத்தல் 739
பலபாதக் கிளைத்தல் 739
கிளைத்தேற்றம் 740
கிளையலை அலையாக்கி 740
கிளையலைப் பகுப்பாய்வி 741
இணை வடிப்புப் பகுப்பாய்வி 742
பயன்பாடுகள் 743
விரைவு ஃபூரியர் மாற்றப் பகுப்பாய்வி 742
கிளையலை வேகமாற்றி 743
கிளையிணைப்பு 745
கிளைன்ஃபெல்ட்டர் கூட்டியம் 745
நோய்க் குறிகள் 745
மருத்துவம் 746
கிளைனோஹ்யூமைட் 746
கிளோமிஃபின் 747
மருந்தின் அளவு 747
வேதி மருந்தின் பயன்கள் 747
கிறுகிறுப்பு 747
கினியாக்கோழி 748
கினியா வளைகுடா 749
கினின் 749
கினோலின் 749
தயாரிப்பு முறைகள் 752
ஃபிட்சிஞ்சர் வினை 753
ஃபிட்லேன்டரின் தொகுப்பு 752
டப்னர்-மில்லர் தொகுப்பு 753
ஸ்கொருப் தொகுப்பு 752
பண்புகள் 750
முக்கிய பெறுதிகள் 753
வேதிப் பண்புகள் 750
கினோன்கள் 754
தயாரித்தல் 755
வினைகள் 755
கீச்சாங்குருவி 759
கீட்டன் 760
கீட்டோன்கள் 760
அம்மோனியா பெறுதிகளுடன் வினை 763
உல்ஃப்-கிஷ்னர் ஒடுக்கம் 763
கிளமன்சென் ஒடுக்கம் 763
மீர்வின்-பான்ட்ராஃப் வெர்லே ஒடுக்கம் 763
ஹிமிட் வினை 763
ஆல்டிஹைடுக்கும் கீட்டோனுக்கும் உள்ள பொது வினைகள் 763
தயாரிப்பு முறைகள் 762
வேதி வினைகள் 760
கீட்டோனேத்தா 764
வகைப்பாட்டியல் 766
கீட்டோபுருஃபென் 766
இயங்கும் விதம் 766
உள் உறிஞ்சல் மற்றும் வெளியேற்றம் 766
பயன்கள் 766
வேண்டா விளைவுகள் 766
கீதைட் 767
உட்செறிவு 767
கனிம இயல்புகள் 767
தோன்றுமிடம் 767
பயன் 767
கீரி 768
கீரிபுரண்டான் 768
செடி 768
பொருளாதாரப் பயன்கள் 768
கீரைகள் 769
அமராந்தஸ் சிற்றினங்களும் பயன்களும் 769
அமராந்தஸ் டிரிஸ்டிஸ் 769
அமராந்தஸ் பாலிகோனாய்டி 769
அமராந்தஸ் விரிடிஸ் 769
அமராந்தஸ் ஸ்பைனோஸஸ் 770
கீரைச் சத்துக்கள் 770
கீல் மூட்டு 770
கீல் வாதம் 771

கீழ்ச் சிவப்பு நிரலியல் 772
அலைக் குறுக்கீட்டு அளவி முறைகள் 774
அளவு கருவியியலும் உத்திகளும் 772
அளவை அமைப்பின் முதன்மை மற்றும் துணைத் தேவைகள் 781
ஒரு கலவையிலுள்ள கூறுகளைக் கண்டறிதல் 776
பயன்கள் 775
கீழ்ப் பெருஞ்சிரை 781
கீழ் முதுகு வலி 782
எலும்புக் கட்டிகள் 784
எலும்பு மென்மை 784
மருத்துவம் 783
முதுகு இறக்க நோய் 783
முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கத்தைத் தடுக்கும் முறைகள் 783
முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கம் 782
முள்ளெலும்பு நழுவல் 784
கீழ் முன்னிலைபசைவு 785
கீழாநெல்லி 786
செடி 786
பயன்கள் 786
கிழினங்களின் குரோமோசோம்கள் 896
கீற்றணி, விளிம்பு விளைவு 787
ஈஷல் கீற்றணி 789
ஈஷலட் கீற்றணி 789
கீற்றணித் தயாரிப்பு 787
கீற்றணி நிலைப்பாடுகள் 790
கீற்றணி நிறமாலைக் காட்டிகள் 788
கீற்றணியின் பண்புகள் 788
குழிவு கீற்றணி 789
கீற்றுத் தேமல் 792
அறிகுறிகள் 792
கட்டுப்பாடு 792
கீற்று வண்ணம் 111
கீறல் 792
குக்குலிஃபார்மிஸ் 793
கரிச்சான் குயில் 795
கோகிலம் 794
குக்குறுவான் 795
சிவப்பு மார்புக் குக்குறுவான் 796
சின்னப் பச்சைக் குக்குறுவான் 795
செந்தொண்டைக் குக்குறுவான் 796
பச்சைக் குக்குறுவான் 795
குக் நீர்ச்சந்தி 796
குக், ஜேம்ஸ் 796
குகர்பிடேசி 797
அல்லி வட்டம் 799
இலை 798
எங்ளரின் கொள்கை 798
கனி 800
சூலகம் 800
பற்றுக் கம்பிகளைப் பற்றிய கொள்கைகள் 798
பிரான் கொள்கை 798
புல்லி வட்டம் 799
மகரந்தச்சேர்க்கை 800
மகரந்தத்தாள்கள் 799
ஃபெவிலியா வகை 799
குகர்பிடா வகை 800
சைக்கிளாத்திரா வகை 800
சைசிடியம் வகை 799
திலாடியாந்தா வகை 799
பிரையோனியா வகை 800
மஞ்சரி 798
முல்லரின் கொள்கை 798
வகைப்பாடு 800
குகர்பிடாய்டி 800
பொருளாதாரச் சிறப்பினங்கள் 800
ஸேனோனியாய்டி 800
வளரியல்பு 798
குகை 800
கார்ஸ்ட் சுண்ணாம்புக் கரடு 803
ஸ்டாலக்டைட், ஸ்டாலக்மைட் 802
குகைச் சூழலமைப்பு 805
குங்களின் ஆய்வு 379
குங்குலியம் 806
பயன்கள் 807
வளரியல்பு 807
குங்குமப்பூ 809
குங்கும மரம் 810
குசில் 811
குசும்பா 812
குட்டனகோரைட் 813
குடசப்பாலை (சித்த மருத்துவம்) 813
குடல் அடைப்பு 814
அறிகுறிகள் 814
காரணங்கள் 814
மருத்துவம் 814
குடல் அலைவின்மை 814
காரணங்கள் 815
நோய் அறிகுறி 815
மருத்துவம் 815
அறுவை மருத்துவம் 815
பொது மருத்துவம் 815
குடல் அழற்சி 815
அறிகுறிகள் 816
மருத்துவம் 816

குடல் அழற்சி நோய்கள் 816
அறிகுறி 817
அறுவை மருத்துவம் 818
காரணங்கள் 816
எதிர்ப்பாற்றலால் உண்டாகும் விளைவு 817
நுண்ணுயிரியால் உண்டாதல் 816
மனநிலை மாற்றங்கள் 816
நோயைக் கண்டறிதல் 817
பெருங்குடல் புண் அழற்சி 816
பெருங்குடல் புண் அழற்சியால் உண்டாகும் நோய்கள் 817
மருத்துவம் 818
குடல் இரைப்பைக் குருதிப் பெருக்கில் தமனி வரைபடம் 818
தமனி வரைபடக் குறைகள் 818
குடல் இறக்கம் 819
குடல் உறிஞ்சாக் கூட்டியம் 819
இரத்த நிணநாளங்கள் 820
கணைய நோய் 819
பித்த உப்புக் குறைபாடுகள் 820
பிற காரணங்கள் 820
மருந்துகள் 820
குடல் கழுவல் 820
குடல் கழுவல் முறை 820
குடல் கழுவலின் விளக்கம் 820
குடல் சுரப்பிகள் 820
அர்ஜன்டாபின் செல்கள் 820
சைமோஜெனிக் செல்கள் 820
தரம் பிரிக்கப்படாத செல்கள் 820
குடல் செருகல் 821
காரணங்கள் 821
நோய்க் குறிகள் 821
மருத்துவம் 821
குடல் தாங்கிகள் 821
அமைப்பு 822
உள் வகுப்பு அல்சியோநேரியா 823
உள் வகுப்பு சூவாந்தேரியா 823
எட்வர்ட்சியா 823
குறுக்குத் தசைகள் 823
திசுக்கட்டமைப்பு 822
வகை 823
அரைகுறையானவை 823
முழுமையானவை 823
வரிசை ஆக்டிநேரியா 823
வரிசை ஆண்ட்டிபெத்தேரியா 824
வரிசை சூவாந்திடியா 324
வரிசை செரியாந்தேரியா 824
வரிசை மாட்ரிபொரெரியா 824
குடல் திருகல் 825
குடல் திருகல் வகை 825
கடைச்சிறு குடலின் கீழ்ப்பகுதி 825
கூபகப் பெருங்குடல் திருகல் 825
பிறவிக்குடல் திருகல் 825
முட்டுக் குடல் திருகல் 825
குடல் துளை 825
அறிகுறி 826
சிக்கல்கள் 826
நோய்க் கண்டுபிடிப்பு 826
நோயின் நடைமுறையும் அறிகுறிகளும் 826
உருவெளித் தோற்ற நிலை 826
பரவலான அழற்சி நிலை 826
பெரிடோனிய அழற்சிக் கட்டம் 826
மருத்துவம் 826
குடல் நடுக்கம் 826
குடல் பிதுக்கம் 828
குடல்புண் காய்ச்சல் 828
ஆய்வுக்குறிகள் 829
இரத்தக் கசிவு 829
நோய்க்குறிகள் 828
நோய்த்தடுப்பு 830
மருத்துவம் 829
குடல்பால் மார்பு 827
காரணங்கள் 827
விளைவுகள் 828
குடல்பால் 828
குடல் மிகு நுண்ணுயிர் 830
குடல் மீநுண்ணுயிர் 830
குடல்வால் அழற்சி 830
குடல்வாழ் நுண்ணுயிர் 832
குடல்வால் வேற்றுப் பொருள் 831
அறிகுறிகள் 831
மருத்துவம் 831
குடல்வால் வேறுபாடுகள் 831
குடலழற்சி 468
குடற்புழு 64, 66
குடியிருப்புக் கட்டடங்கள் 832
குடியோட்டிப் பூண்டு 833
குத்தப்பட்ட காயம் 473
குத்துமுறை எழுதலும் இறங்கலும் 833
குத்துமுறைக் குறியிடுதல் 481
குத்துயரம் (வானியல்) 835
குத அகநோக்கி 835
குதக்குடல் அழற்சி 836
நோய் நாடல் 836
அறுவை மருத்துவம் 837
சோகை 836

பேதியைக் கட்டுப்படுத்துதல் 837
குதப்பிளவு 837
அறிகுறி 837
ஆய்வும் நோயும் 837
குதப்பிளவை ஒத்த பிற நிலைகள் 837
மருத்துவம் 837
குதம் 837
குத மலக்குடல் வளையம் 838
குதிகால் எலும்பு 838
உட்பக்கம் 839
கருவியல் 839
கீழ்ப்பகுதி 839
பின்பக்கம் 838
முன்பக்கம் 838
மேற்பக்கம் 838
குதிநாண் தைப்பு 839
குதிரை அம்மை 471
குதிரைகளின் படிமலர்ச்சி 839
குதிரை (சித்த மருத்துவம்) 843
குதிரை மசால் 843
சாகுபடி முறை 844
செடி 843
நோய்களும் பூச்சிகளும் 844
பயன்கள் 845
விதை உற்பத்தி 844
குதிரை லாடச் சிறுநீரகம் 845
பேறுகாலங்களில் சிறுநீரக வளர்ச்சி 845
பேறு காலத்தில் சிறுநீரக வளர்ச்சியும் மாறுபட்ட நிலையும் 845
குதிரைவாலி 846
உட்சுட்டுப்பொருள் 847
ஏற்றச் சூழ்நிலை 846
சாகுபடி முறை 846
செடி 846
பூச்சி, நோய்கள் 847
பொருளாதாரப் பயன் 847
வகைகள் 847
குதிரை விண்மீன் குழு 847
குதைத்தல், கல் 848
அளவுக்கல் 848
உடைக்கப்பட்ட கல் 849
குந்து குளியல் 850
குப்பைக் கீரை 851
சத்துகள் 851
செடி 851
மருத்துவப் பண்புகள் 851
குப்பைத்தாவரம் 851
குப்பைமேனி 852
குப்ரைட் 855
கும்பம் 855
குமட்டலும் வாந்தியும் 856
குமட்டி 857
குமிழ்க்கலம் 857
குயில் 858
குயிலலகு எலும்பு 859
குயுரேரி 859
இயங்கும் முறை 859
பயன்கள் 860
மருந்து இடைவினைகள் 860
விளைவுகள் 860
குரங்கினங்கள் 860
குரல் அடைப்பு 861
குரல் நடுக்கம் 862
குரல் நாண் 862
குரல் முறைத் தொடுப்பி 863
குறியீட்டுச் செய்தி முறை 864
குரல் வளை 866
குரல் வளை இசிவு 866
குரல் வளைக் கழலைகள் 866
காண்ட்ரோமா 867
குரல் நாண் நார்த்தசை 866
பல பேப்பிலோமா-செதில் தசைகள் 866
புற்று அல்லாத கழலைகள் 866
மருத்துவம் 866
குரல் வளைத் திறப்பு 867
குரல் வளைப் பிதுக்கம் 867
மருத்துவம் 867
குரல் வளைப்புற்று நோய் 868
மருத்துவம் 868
குரல் வளை மூச்சுக் குழாய் நசிவும் 898

குரல் வளையில் குழாய் செலுத்துதல் 868
குரலின்மை 869
கட்டிகள் 869
நோயால் ஏற்படுபவை 869
பழக்க வழக்கத்தால் ஏற்படுபவை 869
குரவை மீன்கள் 869
இனப்பெருக்கம் 870
உடல் அமைப்பு 870
உணவு முறைகள் 870
ஓபியோ செபாலஸ் ஸ்ட்ரையேட்டஸ் 870
சிறப்புப் பண்புகள் 870
துணை வகுப்பு 870
பொருளாதார முக்கியத்துவம் 870

குராமி மீன்கள் 870
  இனப்பெருக்கம் 871
  உணவு முறைகள் 871
  சிறப்புப் பண்புகள் 871
  பொருளாதார முக்கியத்துவம் 871
குரானா ஹெர்கோபிந்து 871
குரியா முரியா தீவுகள் 872
குரில் அகழி 872
குரில் தீவுகள் 873
குருசி:.பர் 873
  தளர்ந்த குரல்வளை 867
குருத்து மருக்கள் 875
குருத்து வளராமை 875
  நேர்நிலை 875
குருத்தெலும்பு 876
  தெளிவான குருத்தெலும்பு 876
  நாருடன் கூடிய குருத்தெலும்பு 876
  நெகிழ் தன்மையுள்ள குருத்தெலும்பு 876
குருத்தெலும்பு மீன்கள் 876
  குருத்தெலும்பு மீன்களின் பொருளாதார முக்கியத்துவம் 878
  கைமரோ 878
  சைலியோரைனஸ் கேனிகுலஸ் 877
  டார்பிடோ 878
  டிரைகான் 878
  பிரிஸ்ட்டிஸ் 878
  மைலியோபேட்டிஸ் 878
  ரைனோபேட்டஸ் 878
  ஹெப்டிராங்கியாஸ் 877
  ஸ்பைர்னாபிளாக்கி 877
குருதிக்குடா வால்சால்வா சைனஸ் 878
குருந்தக்கல் 879
குருந்தம் 879
  எமரி 880
  வகை 880
குருக்ஸ், சர் வில்லியம் 882
குருயி:.பார்மிஸ் 883
  கானாங்கோழி 884
  தாழைக் கோழி 884
  நாமக்கோழி 884
  நீர்க் கோழி 884
  நீலமார்புக் கானாங்கோழி 883
  நெட்டைக் கொக்கு 883
குரைக்கும் மான் 884
குரோகாய்ட் 885
குரோம் பதனிடல் 886
  குரோம் பதனிடுதலின் கொள்கை 887
  குரோம் பதனிடும் முறை 886
  கொதி நீர் ஆய்வு 886
  சோடியம் டைகுரோமேட்டிலிருந்து குரோமிய நீர்மம் தயாரித்தல் 886
  மாற்றிகளின் செயல்கள் 886
குரோமிக் சல்ஃபேட் 889
குரோமிக் ஹாலைடு 889
குரோமியம் 887
  இயல்புகள் 888
  இயற்கையில் கிடைத்தல் 887
  உலோகவியல் 887
  குரோம் எஃகுகள் 888
  குரோமியம் சேர்மங்கள் 888
    அம்மோனியம் டைகுரோமேட் 889
    குரோம் அலும் 890
    குரோமிக் சல்ஃபேட் 889
    குரோமிக் ஹாலைடு 889
    குரோமியம் ஆக்சைடு 890
    குரோமியம் ஹைட்ராக்சைடு 890
    குரோமேட்டுகள் 888
    குரோமைல் குளோரைடு 889
    நீலப் பெர்குரோமிக் அமிலம் 889
    பொட்டாசியம் குரோமேட் 889
    பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் 889
  குரோமிய முலாம் பூசுதல் 888
  பயன்கள் 888
  வேதிப்பண்புகள் 888
குரோமிய முலாம் பூசுதல் 888
குரோமேட் 888, 990
குரோமைட் 891
குரோமைல் குளோரைடு 889
குரோமோசோம் 891
  அமைப்பும், தன்மையும் 891
  கீழினங்களின் குரோமோசோம்கள் 896
  கேரியோடைப் 894
  பால் குரோமோசோம்கள் 894
  பெரிய அளவுள்ள குரோமோசோம்கள் 896
  வகைகள் 893
  வேதி அமைப்பு 895
குரோமோசோம் பிணைவு 897
குரோமோசோம் பிரியாநிலை 898
  குரோமோசோம் பிரியாநிலையின் விளைவுகள் 898
  குன்றல் பகுப்பு 898
குரோமோசோம் பிறழ்ச்சி 899
  இடமாற்றம் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் 902
  இரட்டித்தல் 900
  இரட்டித்தலால் உண்டாகும் விளைவுகள் 902
  ஐசோகுரோமோசோம்கள் 900

தலைகீழ் மாற்றம் 900
தலைகீழ் மாற்றம் ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் 902
நீக்கத்தால் ஏற்படும் விளைவுகள் 902
நீக்கம் அல்லது குறைபாடு 900
குரோமோசோம் வரைபடம் 903
குரோன் நோய் 904
அறிகுறிகள் 904
மருததுவம் 904
குரோனிக் - பென்னீ மாதிரி 905
குலம் 1
குவிபிறை வான வெளியியல் முறை 607
குவியும் அல்லது விரியும் காற்று வடிவங்கள் 557
குழிவு கீற்றணி 789
குழாய்கள் - கழிவு நீர்க் குழாய் 14
குளிர்ச்சியான குறியீடுகள் 481
குளிர்பதனக் கருவிகள் 567
குறியிடும் முறைகள் 481
எண் அல்லது எழுத்துப் பதித்தல் 481
குத்துமுறைக் குறியிடுதல் 481
குளிர்ச்சியான குறியீடுகள் 481
வேதிக் கலவைக் குறி 481
குறியீட்டுச் செய்திமுறை 864
குறுக்காகச் சுற்றுதல் 63
குறுக்குத் தசைகள் 823
குறுங்காடை 219
குறுவழிக் குழாய் 594
குறைந்த அதிர்வு எண் ஈடு செய்தல் 184
குறை வெப்ப மழைக்காடுகள் 201
குன்றல் பகுப்பு 898
கூட்டுக் கனிகள் 100
கூபகப் பெருங்குடல் திருகல் 825
கூரை ஓடுகள் 14
கூழ்மக் கரைசல்களைக் குளிர்வித்தல் 15
கூழ்மங்கள் உண்டாவதைப் பாதிக்கும் காரணிகள் 15
கேடுகளைத் தவிர்த்தல் 601
கைமேரோ 878
கொதி நீர் ஆய்வு 886
கொப்பூழ்க் கட்டி 64
கொம்புக் குருத்தை நீக்குதல் 66
கொம்பு நீக்கம் செய்தல் 67
கொள்ளவு திறன் 537
கோகிலம் 794
கோடகை 82
கோண அளவைக் காலம் 508
கோரினியம் பாக்டீரியம் நோய் 478
கோனியம் நச்சுப் பூண்டு 435
கோனோ காக்கஸ் 157
சக்கரம் பொருத்திய களைக்கருவி 18
சகபிணைப்புக் கார்பைடுகள் 398
சங்கு முறிவு 109
சத்துக் குறைவால் ஏற்படும் வலிப்பு நோய் 65
சத்துகள்
கறிவேப்பிலை 57
குப்பைக்கீரை 851
சதுர வாய்க் காண்டாமிருகம் 226
சதைக் கனிகள் 97
சமநிலை மீட்சி 550
சர்க்கரைச் சிதைவு 408
சர்க்கரை வள்ளிக் கிழங்கு 703
சராசரி ஆயுள் 53
சராசரி சூரிய நேரம் 512
சராசரி சூரிய வழி நேரம் 499
சலவைத் தூள் 456
சாகுபடி
கிராம்பு 662
குதிரை மசால் 844
குதிரை வாலி 846
சார்புக் கொள்கை விளைவுகள் 53
சால்வே முறை 432
சிக்கல் அல்லது திறந்த முறிவு 479
சிக்கலான முறிவு 479
சிக்கலான முறிவுக்கு மருத்துவம் 480
உடைந்த எலும்புகளுக்குத் தையல் போடுதல் 480
உடைந்த எலும்புகளை மென்தகடுகள் மூலம் ஒன்றுசேர்த்தல் 480
ஊசி கொண்டு இணைத்தல் 480
சிதறல் குணகம் 337
சிதைந்த புண் 473
சிப்பிக் காளான் வளர்ப்பு 531
சிம்கோ மீட்டர் 690
முக்கிய பண்புகள் 698
சிரங்கு 64
சிராய்ப்பு 473
சிலிகுவா 151
சிலிசைடு, கார்பைடு 456
சிவப்புக் காசுக்கட்டி 177
சிவப்பு மார்புக் குக்குறுவான் 796
சிறகுகளின் மூலம் பரவுதல் 147
சிறப்புகள்
கனல் குழாய்க் கொதிகலன் 87
கனிம நீக்கம் 129
காற்று நாட்டப்பூ 579
குரவை மீன்கள் 870
குராமி மீன்கள் 871
சிறிய தரைக் காற்று 558
சிறுத்த அலகு காக்கத்துவான் 156
சிறுநீர் மண்டல நோய் 467
சிறுபுல பேதம் 187
சிறு வீச்சு அலைகள் 284
சின்னப் பச்சைக் குக்குறுவான் 795
சீட்டேன் எண் 94
சீமன்ஸ் உயர் தேவைகாட்டி 698
சீமென் விளைவு 247, 308

சீரற்ற பிளவு 108
சீரான கனிமப் பிளவு 108
சீரான பாய்வு 282
சுக்கிலச் சுரப்பி அழற்சி 467
சுமத்ரா காண்டாமிருகம் 223
சுழல் அழுத்தி 537
சுழற்காற்று, எதிர்ச் சுழற்காற்றுச் சுழற்சி 556
சுழிப்பு மின்னோட்ட ஆய்வு முறை 302
சுள்ளி முறிவு 109
சூட்டிணைப்பிகள் 450
சூடு கம்பிக் காற்று வேக அளவி 605
சூரியக் காலம் 508
சூரியக் காற்று இடை வினைகள் 630
சூரிய மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் 628
சூலகம்
  காலிப் பூச்செடி 527
  குகர்பிடேசி 800
சூலக வட்டம் 80
சூழ்நிலையின் கட்டுப்படுத்தப்பட வேண்டிய தன்மை 566
சூழல் மாறுபாடுகள் 502
செங்காட்டுக் காடை 219
செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதி 105
செடி
  கற்பூரவல்லிச் செடி 48
  காட்டுக் கிராம்பு 196
  காட்டு வள்ளி 208
  கார்போக அரிசி 399
  கீரி புரண்டான் 768
  கீழாநெல்லி 786
  குதிரை மசால் 843
  குதிரை வாலி 846
  குப்பைக் கீரை 851
செந்தொண்டைக் குக்குறுவான் 796
செம்மறி ஆட்டு அம்மை 471
செயல்படும் பாய்மங்கள் 271
செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் 75
செயற்கை வைரங்கள் 365
செல்லுலோஸ் 415
செலியன் ஆண்டு 497
செறிவுப் பரவீடு 337
செறிவூட்டல் 450
சென்சார் இயங்கு முறை 147
சேட்ஃஜெப் விதி 30
சேப்பங்கிழங்கு 705
சேனைக் கிழங்கு 705
சைக்கிளாத்தீரா வகை 800
சைகோனியம் 102
சைசீடியம் வகை 799
சைமோஜெனிக் செல்கள் 820
சைலியோரைனஸ் கேனிகுலஸ் 877
சோகை 836
சோடியம் அமைடு 117
சோடியம் குளோரைடு 116
சோடியம் சிலிகேட் 117
சோடியம் நைட்ரைட் 117
சோடியம் பைசல்ஃபைட் 117
சோடியம் ஹைட்ரோசல்ஃபைட் 117
சோற்றுக் காற்றழை 50
ட்ரைட்டியம் 95
ட்ரையோஸ்கள் 415
டப்னர் மில்லர் தொகுப்பு 753
டயாஸ்கோரியா அகுலியாடா 209
டயாஸ்கோரியா அலாடா 209
டயாஸ்கோரியா ஆப்போசிடா 210
டயாஸ்கோரியா குளோபோசா 210
டயாஸ்கோரியா பல்பிஃபெரா 209
டயாஸ்கோரியா பென்டாஃபில்லா 209
டர்னிப் கிழங்கு 703
டாக்கஸ் கரோத்தா 434
டார்பிடோ 878
டிப்ளாய்டு 84
டியுட்டெரியம் 95
டிரைகான் 878
டீ காண்டால் வகைப்பாடு 229
டுமாஸ் முறை 562
டெட்டார்தோஹெட்ரல் வகுப்பு 84
டோகாமாக் 708
டோலின்கள் 425
தடித்துப் படரும் செடிகள் 641
தடுப்புப் பிரி வெடிகனி 152
தடுப்பு வெடிகனி 152
தடைப்படுத்தப்பட்ட அழுத்தப்பலகை 594
தண்டு வேர்க் கிழங்கு 701
தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு 703
தமனி வரைபடக் குறைகள் 818
தயக்கக் கண்ணி 261
தயாரிப்பு
  கார்பன் நேர் அயனி 375
  கார்போரேன் 403
  கிளர்வூட்டிய கார்பன் 717
  கிளிசரால் 724
  கினோன்கள் 755
  கீட்டோன்கள் 762
தரம் பிரிக்கப்படாத செல்கள் 820
தல நேரமும் செந்தர நேரமும் 509
தழையுரம் 118
தளர்ந்த குரல்வளை 869
தன்னியல் காந்தமாக்கம் 309
தனிக் கனிகள் 97
தனிமங்களின் தொகுப்பு 139
தாங்கி உலோகங்கள் 450
தாய் மூலம் ஏற்படும் கன்று ஈனமுடியாமை 62
தாவர நோய்க் காரணிகள் 21

தாழைக் கோழி 884
தானியங்கள் 475
தானியங்கிகளில் காஸலின் 635
திசுக் கட்டமைப்பு 822
திசைமாறு மின்னோட்டக் கடத்தல் 320
திண்ம எரிபொருள்கள் 88
திண்மநிலை வேதியியல் 142
திரவ எரிபொருள்கள் 89
திரவக் காற்று 562
திருப்பு அதிர்வி 732
திறந்த காயங்கள் 473
உட்புகுந்த காயம் 473
கடிபட்ட காயம் 473
குத்தப்பட்ட காயம் 473
கொம்பு, குளம்பு கழன்று விடுதல் 473
சிதைந்த புண் 473
துளை ஏற்படுத்திய காயம் 473
புழு வைத்த புண்கள் 494
மருத்துவ முறை 473
வெட்டுப்பட்ட காயம் 473
திச்செங்கல் 13
தீலாடியாந்தா வகை 799
தீவனங்கள் 474, 221
அடர் தீவனங்கள் - பிண்ணாக்கு 474
உலர்ந்த நார்த் தீவனங்கள் 474
எண்ணெய் வித்துகள் 475
தானியங்கள் 475
பச்சைத் தீவனங்கள் 474
பாதுகாக்கப்பட்ட பச்சை நார்த் தீவனங்கள் 474
புரதம் 475
தீவிரக் கருப்பை அழற்சி 462
தீவெட்டிக் காரல் 446
துகள் அளவு அடிப்படை 14
துணிப்புத் தகைவு 40, 45
துளை ஏற்படுத்திய காயம் 473
துளை வெடிகனி 153
தூய காற்றும் தூசிக்காற்றும் 563
தெளிவான குருத்தெலும்பு 876
தொகுப்புக் கனிம வேதியியல் 140
தொடுகை உருமாற்றம் 135
தொல்லுயிர்ப் படிவுகள் 518
தொல்லுயிரித் தாவரமும் விலங்கும் 391
தொழு உரம் 118
தோல் சுவாசம் 576
தோல் நோய்கள் 65, 470
தோலுக்கடியில் உள்ள இரத்தக் கட்டு 473
தோற்றச் சூரிய வழி நேரம் 499
தோற்றச் சூரியன் நேரம் 511
தோற்றம்
களிமண் 11
கனிமம் 130
காந்த ஒத்ததிர்வு 240
காஃபிச்செடி 329
தோன்றுமிடம்
அல்மண்டைன் 416
ஆன்ராடைட் 417
கால் வண்டல் 484
கிராசுலரைட் 417
கீதைட் 767
பைரோப் 416
யுவரவைட் 417
ஸ்பெசர்டைட் 417
நச்சுத் தாவரம் 435
நடுச் செவிக் குழிவு 232
நடுத்தரக் கனிமப் பிளவு 108
நரம்பழற்சி 466
நரம்பு மண்டல நோய் 466
நாட்பட்ட காற்றறை அழற்சி 539
நாமக் கோழி 884
நார் எடுத்தல் 52
நார்க் கற்றாழை 51
நாரடைவால் ஏற்படும் விளைவுகள் 469
நாருடன் கூடிய குருத்தெலும்பு 876
நாற்கோணப் படிக இனம் 104
நாற்றங்கால் 332
நான்முகச் சமபக்க முக்கோண வகுப்பு 84
நான்முனைத் திருப்புத் திறன்களைக் கொண்ட அணுக்கருக்கள் 242
நிமோனியா 64,465
நியூட்டனின் காலவெளி பற்றிய கருத்துகள் 521
நியூமோகாக்கஸ் 157
நிரலியல் 90
நில நடுக்கோட்டு மிகு வெப்பக் காடுகள் 200
நிலம் பராமரிப்பு 333
நிலமண்-தட்ப வெப்பநிலை 332
நிலவில் இடம் பெறும் கனிமங்கள் 132
நிறங்களைப் பகுத்தறிதல் 186
நிறம் 110
நிறம் உணர்தலின் சில முக்கிய விந்தைகள் 185
நின்றொளிர்தல் 111
நீர் ஆவியைக் கண்டறிதல் 560
நீர்க் கோழி 884
நீராவியால் காய்ச்சி வடித்தல் 353
நீரில்லாப் பளளத்தாக்குகள 426
நீல பெர்குரோமிக் அமிலம் 889
நீல மார்புக் கானாங் கோழி 883
நுண்ணுயிர்க் கருவி ஆய்வு 477
நுரையீரல் பிரிவு நிமோனியா 465
நுரையீரலில் சீழ்க் கட்டிகள் 478
நெகிழ் தன்மையுள்ள குருத்தெலும்பு 876
நெட்டைக் கொக்கு 883
நெருப்புச் சுட்ட புண்கள் 474
நேர் தண்டு உடைய செடி 641

நேரயனிக் கறைநீக்கிகள் 58
நைட்ரேட் குறைவு ஏற்படும் காலம் 378
நைட்ரோகிளிசரின் 725
நோய் அறிகுறி
  உள் ஒட்டுண்ணி நோய் 469
  கருப்பை நெகிழ்ச்சி 463
  கால் அரந்தி நரம்பு அழற்சி 355
  கார மிகைப்பு 443
  கிளைன் ஃபெல்ட்டர் கூட்டியம் 745
  குடல் அலைவின்மை 815
  குடல் பெருகல் 821
  குடல் புண் காய்ச்சல் 828
நோய்கள், பூச்சிகள் 209, 844

நோய்த் தடுப்பு
  உள் ஒட்டுண்ணி நோய் 470
  கருச் சிதைவு நோய் 464
  கன்று வளர்ப்பு 68
  கால்நடை 462
  குடல் புண் காய்ச்சல் 830
நோய் நிலையில் காஸ்ட்ரினின் பங்கு 621
நோயைக் கண்டறிதல்
  கன்று வீச்சுநோய் 70
  குடல் அழற்சி நோய்கள் 817
பகுதிச் சங்கு முறிவு 109
பகுதி வேதிக்கூழ் 163
பகுப்பாய்வு
  கனநீர் 87
  கார்பீன்கள் 396
  கால்சியம் 456
பச்சைக் காய்கறிகள் 349
பச்சைக் குக்குறுவான் 795
பச்சைக் குச்சி முறிவு 479
பச்சைத் தீவனங்கள் 474
பசு இனங்களில் எலும்பு முறிவு 479
பட்டைக் கட்டமைப்பு 318
படரும் மெல்லியகொடி 641
படிக இரட்டுறல் 690
படிக உருவமற்ற கார்பன் வகைகள் 365
படிகநிலை மற்றும் வகுப்பு 690
படிக வேதியியல் 137
பண்புகள்
  கற்காரை 38
  கன ஹைட்ரஜன் 95
  காந்தத் தனிமுனை 262
  கார்பசோல் 362
  கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் 382
  காரமண் உலோகங்கள் 442
  கினோலின் 750
பதங்கமாதல் 134
பதப்படுத்துதல் 331
  சுரவகை 331
  உலர் முறை 331
பதிலீட்டு வினையும், களைதல் வினையும் 31
பயன்கள்
  களிமம் 14
  கற்றாழை 52
  கனநீர் 87
  கன ஹைட்ரஜன் 96
  காசுக்கட்டியும் கத்தக் காம்பும் 177, 178
  காட்டாமணக்கு 192
  காட்டுத் தாவரவியல் 201
  காந்த ஒத்ததிர்வு 243
  காப்பாணை 317
  காஃபிச் செடி 332
  கார்பசோல் 362
  கார்பன் டைஆக்சைடு 374
  கார்பன் மோனாக்சைடு 378
  கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் 381
  கார்போரண்டம் 400
  காரங்கள் 432
  கால்சைட் 459
  கால்நடை 482
  காற்றழுத்தி 538
  காற்று வெளிக் கப்பல் 597
  கிலோ வோல்ட் ஆம்பியரும் அளக்கும் முறைகளும் 696
  கிளிசரால் 725
  கீட்டோபுருஃபென் 766
  கீதைட் 767
  கீழ்ச் சிவப்பு நிரலியல் 775
  கீழாநெல்லி 786
  குங்கிலியம் 807
  குதிரை மசால் 845
  குயுரேரி 860
  குரோமியம் 888
பயிர்களும், பயிரிடும் முறைகளும் 21, 51, 209
பரவலான அழற்சி நிலை 826
பருவ ஆண்டு 497
பருவகால மாறுபாடுகள் 501
பருவச்சூழ்நிலை 502
பருவ நிலை 503
  உச்ச மழை பெறும் இடங்கள் 503
  காவிரி டெல்டா 503
  தென் பகுதி 503
  மலைப் பகுதி 503
  மேற்குப் பகுதி 503
  வடகிழக்குப் பகுதி 503
  வடமேற்குப் பகுதி 503
பல்லுருவமாதல் 113
பலகைப் பாறை 7
பலபாதக் கிளைத்தல் 739
பலபேப்பிலோமா - செதில் தசைகள் 866
பற்றுக் கம்பிகளைப் பற்றிய கொள்கைகள் 798

பறவை அம்மை 471
பறவை எலும்பு 539
பன்றி அம்மை 471
பன்னிரு முகவடிவு 81
பாதுகாக்கப்பட்ட பச்சைநார்த் திவனங்கள் 474
பாதுகாக்கப்பட்ட வெப்ப இரட்டை 594
பாம்புக்கடிக்காயங்கள் 474
பாய்ம இயக்கவியல் சமன்பாடுகள் 279
பாய்வு நிலையாமை 286
ஃபாரடே விளைவு 247
பார்வைநலம் 645
பார்வையைச் சீராக்கல் 645
பாரா அமினோசலிசிலிக் அமிலம் 174
பாராகாந்த ஒத்ததிர்வு
பாரா காந்த வாய்பாடு 250
பால் 482
பால் குரோமோசோம்கள் 894
பாலி சாக்கரைடுகள் 414
பாஸ்ஃபேட்டுகள் 456
பாஸ்டினாகா சடைவா 435
பாறைத் தோற்றக் குறிப்புகள் 381
ஃபிட்சிஞ்சர் வினை 753
ஃபிட்லேன்டரின் தொகுப்பு 752
ஃபிரோமென்ட் 355
பிட்டாட்குழாய் 593
பிட்யூட்டரி முன்பகுதி மடல் 412
பிணைப்புத் தகைவு 41
பித்த உப்புக் குறைபாடுகள் 820
பியாரிகியூரி 653
பிரடின் விதி 33
பிரான் கொள்கை 798
பிரிகை ஊடக அடிப்படை 14
பிரிவுகள்
  கனிமம் 136
  கனியியல் 145
  கிட்டப் பார்வை 643
பிரையோனியா வகை 800
பிளவு முறிவு 479
பிளாஜியோ ஹெட்ரல் வகுப்பு 84
பிளாஸ்மா 270
பிறவிக்குடல் திருகல் 825
பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் 352
பின்னிடு எலெக்ட்ரான் 337
பீட்ரூட் 703
புதர்க் காடை 218
புப்புசப்பை நோய் 465
புரதம் 475
புருசல்லா அபார்ட்டஸ் 70
புருசல்லா மெலிட்டன்சிஸ் 70
புல்லி வட்டம்
  கனகுப் பூண்டு 80
  குகர்பிடேசி 797
புவி வேதியியல் சார்ந்த சேர்மங்கள் 143
புழுவைத்த புண்கள் 474
புற்று அல்லாத கழலைகள் 866
புற அமைப்பும் இயக்கமும் 648
புறப்பரப்பு இழுவிசை 112
பூக்கள் 209
பூச்சிகளும் நோய்களும் 52
பூச்சிகளும் மீன்களும் 21
பூச்சிநோய்கள்
கிராம்பு 663
குதிரைவாலி 847
பூண்டு 706
ஃபெர்மாட் தேற்றம் 438
ஃபெர்ரி காந்த ஒத்ததிர்வு 245
ஃபெர்ரோ மற்றும் ஃபெர்ரோ காந்த எதிர்த் தன்மை 316
ஃபெவிலியா வகை 799
பெர்போ 98
பெரிட்டோனிய அழற்சிக் கட்டம் 826
பெரிய அளவுள்ள குரோமோசோம்கள் 896
பெரிய சாம்பல் காடை 219
பெரிய வானூர்திகள் 571
பெருங்குடல் புண் அழற்சி 816
பெருங்குடல் புண் அழற்சியால் உண்டாகும் நோய்கள் 817
பெருமூளை இரத்தப்பெருக்கு 466
பேதியைக் கட்டுப்படுத்துதல் 837
பேறு காலங்களில் சிறுநீரக வளர்ச்சி 845
பேறுகாலத்தில் சிறுநீரக வளர்ச்சியும் மாறுபட்ட நிலையும் 845
பைரசினமைடு 174
பைரிட்டோ ஹைட்ரன் 83
பைரோகலால் முறை 562
பைரோப் 416
பொட்டாசியம் குரோமேட் 889
பொட்டாசியம் குளோரைடு 117
பொட்டாசியம் டைகுரோமேட் 889
பொட்டாசியம் நைட்ரேட் 117
பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு 433
பொட்டாஷ் 432
பொதுநலவாழ்வு மருத்துவம் 645
பொதுவாகப் பயன்படும் சில காப்புறை உலோகங்கள் 328
போம் 98
பொய்க்கனிகள் 69
பொய்யுரு அமைப்புடையவை 113
பொருளாதாரச் சிறப்பினங்கள் 800
பொருளாதாரப் பயன்கள்
  கற்பூரவல்லிச் செடி 49
  காட்டுக் கடுகு 195
  காட்டுக் கிராம்பு 196
  கிராம்பு 664
  கிளுவை 734

கிரி புரண்டான் 768
குதிரைவாலி 847
பொருளாதார முக்கியத்துவம்
குரவை மீன்கள் 870
குராமி மீன்கள் 871
போலித் தோற்றம் 150
மகரந்தச் சேர்க்கை 800
மகரந்தத் தாள்கள் 799, 527
ஃபெவிலியா வகை 799
குகர்பிடா வகை 800
சைக்கிளாத்திரா வகை 800
சைசிடியம் வகை 799
திலாடியாந்தா வகை 799
பிரையோனியா வகை 800
மகரந்தத் தாள் வட்டம் 80
மகோதரம் 468
மஞ்சட்காமாலை 468
மஞ்சரி
கனகுப் பூண்டு 79
காரட் குடும்பம் 433
குகர்பிடேசி 797
மஞ்சள் கால் குறுங்காடை 220
மஞ்சள் கிழங்கு 704
மட்ட இணைப்புக் கால்வாய் வழிகள் 492
மட்டம் போடுதல் 332
மண்டலத் தரைக் காற்று அமைப்பு 557
மண்டைக் காரல் 446
மண் வகை 215
மண் வெட்டி 18
மயிர் 482
மரபியல் காரணங்கள் 62
மரபு வழி முறை 23
மரம்
கறிவேப்பிலை 57
காட்டு மாமரம் 206
கிராம்பு 662
மருத்துவப் பண்புகள்
கறிவேப்பிலை 58
கார்போக அரிசி 400
குப்பைக் கீரை 851
மருத்துவம்
இரத்தக் கட்டு 473
உள் ஒட்டுண்ணி நோய் 470
கருப்பை நெகிழ்ச்சி 463
கருப்பை முறுக்கேறுதல் 463
கருப்பையில் நீர்க் கோப்பு 463
கன்று ஈனமுடியாமை 63
காய்ச்சல் 351
காய அரந்தி நரம்பு அழற்சி 355
கார்சக்காஃப் கூட்டியம் 357
கார்டினர் கூட்டியம் 360
கார்பன் மோனாக்சைடு 379
கிளைன்ஃபெல்ட்டர் கூட்டியம் 746
கீழ் முதுகு வலி 783
குடல் அடைப்பு 814
குடல் அழற்சி 816
குடல் அழற்சி நோய்கள் 818
குடல் துளை 826
குடல் பிதுக்கம் 828
குடல் புண் காய்ச்சல் 829
குடல் வால் வேற்றுப் பொருள் 831
குதப் பிளவு 837
குரல்வளைக் கழலைகள் 866
குரல்வளைப் பிதுக்கம் 867
குரல்வளைப் புற்று நோய் 868
குரோன் நோய் 904
மருந்து இடைவினைகள் 860
மலர்கள்
கனகுப் பூண்டு 80
காஃபிச் செடி 331
காரட் குடும்பம் 434
மழைக்காடை 219
மனநிலை மாற்றங்கள் 816
மனித வண்ணப் பார்வையின் மூவண்ணக் கொள்கை 185
மஜோரான விளைவு 248
மாக்ஸ்வெல் சமன்பாடுகள் 278
மாட்டம்மை 470
மாடுகள் 475
மார்ட்டீனியா 148
மாலைக்கண் நோய் 64
மாற்றமடைதல் 135
மாற்றிகளின் செயல்கள் 886
மாறுதிசை மின்னோட்டங்களுக்கான கிரிச்சாவ் விதிகள் 675
மிகு சீரற்ற கனிமப் பிளவு 108
மிகு அளவு அண்மைப்பார்வை 645
மிகு வெப்பப் பருவக் காடுகள் 201
மிகை ஒலி வேகக் காற்றிலை வடிவங்கள் 556
மிகை ஒலிவேக வானூர்திகளின் காற்றுச் சட்டங்கள் 572
மித வெப்ப இலையுதிர் காடுகள் 200
மித வெப்பப் பசுமை மாறாக் காடுகள் 200
மித வெப்ப மழைக்காடுகள் 200
மின் கடவாப் பொருள்கள் 322
மின்கலம்-கம்பி வலை உலோகக் கலவைகள் 449
மின் காந்தத் தூண்டுதல் முறை 302
மின் கோவஸ்கியின் தத்துவம் 521
மின் பகுப்பு முறைகள் 432
மீர்வின்-பான்ட்ராஃப் வெர்லே ஒடுக்கம் 763
மீள் களிமங்கள் 14
மீளாக் களிமங்கள் 15
முக்கிய சேர்மங்கள்
ஆக்சைடுகள், ஹைட்ராக்சைடுகள் 455

ஃபாஸ்ஃபேட்டுகள் 456
கார்பனேட் 455
சல்ஃபேட் 455
சிலிசைடு, கார்பைடு 456
பிற சேர்மங்கள் 456
ஹாலைடுகள் 455
முச்சரிவுப் படிகத் தொகுதி 105
முட்டுக் குடல் திருகல் 825
முட்டைகள் 221
முதல் கட்டச் செயல் 419
முதன்மை வாய்ந்த சில உப்புத் தயாரிப்பு முறைகள் 116
கருஞ்சாம்பல் 117
கிளாபர் உப்பு 116
சோடியம் அமைடு 117
சோடியம் குளோரைடு 116
சோடியம் சிலிகேடு 117
சோடியம் நைட்ரைட் 117
சோடியம் பை சல்ஃபைட் 117
பொட்டாசியம் குளோரைடு 117
பொட்டாசியம் நைட்ரேட் 117
முதுகு இறக்க நோய் 783
முல்லரின் கொள்கை 798
முழுமையற்ற எலும்பு முறிவு 479
முள் உருளை, நட்சத்திர உருளைக் களைக் கருவிகள் 19
முள்ளங்கி 701
முள்ளெலும்பு இடைத்தட்டுப் பிதுக்கம் 782
முள்ளெலும்பு நழுவல் 784
முறியக் கூடிய எலும்பு முறிவு 479
முறிவு தன்மை 109
முன் தடுப்பு முறைகள் 23
முன் பின்னியக்கக் காற்றழுத்தி 535
முனைப்பான கனிமப் பிளவு 107
முனைப்பான முன்தலை சைனஸ் அழற்சி 539
மூச்சு மண்டல நோய் 465
மூச்சோட்டக் கார மிகைப்பு 442
மூடிய சுற்றுச் சுரங்கங்கள் 574
மூலக்கூற்று டயா காந்தத் தன்மை 314
மூலக்கூற்றுப் பாரா காந்தத் தன்மை 315
மூளை அழற்சி 466
மூன்றாம் கட்டச் செயல் 420
மூன்று முனைக் களைக்கருவி 18
மெர்ஸ் பிரைஸ் பெரும தேவை காட்டி 695
மென் காந்தப் பொருள்கள் 290
மெனிங்கோ காக்கஸ் நோய்கள் 157
மேரி ஸ்கோலேடோவ்ஸ்கா கியூரி 652
மேல் மட்டக் காற்றுச் சுழற்சி 558
மேல் மட்டச் சூலகம் இரண்டு இணைந்த சூலக இலைகளாலான சூலகத்திலிருந்து தோன்றிய கனிகள் 151
அறைவழி வெடிகனி 152
கிரிமோகார்ப் 153
சிலிகுலா 151
தடுப்பு வெடிகனி 152
தடுப்பு பிரிவெடிகனி 152
துளை வெடிக்கனி 153
பிக்சிடியம் 153
லொமென்டம் 153
வெடிகனிகள் 151
சைஸோகார்ப் 153
மேற்பூச்சுச் செய்வதால் ஏற்படும் பயன்கள் 490
மைய விலக்குக் காற்றழுத்திகள் 538
மைலியோபேட்டிஸ் 878
மோல்லிசால் 216
யுவரவைட் 417
ரிஃபாமைசின் 174
ரைனோபேட்டஸ் 878
ரோஜாக் காக்கத்துவான் 155
லாக்ட்டிக் அமிலத்தின் முடிவு 410
லாம்ப் நகர்வு 54
லீசிகாங்க் வளையம் 17
லீட்பீட்டர் காக்கத்துவான் 155
லெப்லாஸ் முறை 431
லேண்டிஸ் கிரி மூவெக்டார் அளவி 694
லொமெண்டம் 153
வகைகள்
கனிமம் 133
காகிதப் பூ 160
காசித்தும்பை 176
காட்டுக் கழுதை 195
காட்டெருமை 211
காணி 230
கரந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி 272
காப்பணை 316
காஃபிச் செடி 329
காஃபன் நேர் அயனி 375
கார்போஹைட்ரேட்டுகள் 413
கால்நடை 479
காற்றழுத்தி 535
கிழங்குகள் 701
கிளி 722
கீட்டோனேத்தா 764
குடல் தாங்கிகள் 821
குதிரைவாலி 847
வடிகட்டி 592
வடிவமைப்பு
கார்போரேன் 401
காற்றிடைச் செலுத்தி 542
காற்றிலை வடிவம் 553
வண்ணக்காடை 219
வயிற்றுவலி 468
வரம்புகள் 129

வரலாறு
காகிதம் 161
கார உலோகங்கள் 427
கார மண் உலோகங்கள் 440
காளான் 530
கிராம்பு 661
வரிக்காரல் 446
வரிசை ஆக்டிநேரியா 823
வரிசை ஆண்ட்டிபெத்தேரியா 824
வரிசை சூவாந்திடியா 824
வரிசை செரியாந்தேரியா 824
வரிசை மாட்ரிபொரேரியா 824
வலி 480
வளர்க்கப்படும் காளான்கள் 530
வளர்ப்பு ஆய்வு 477
வளர்ப்பு முறை
கன்று பராமரிப்பு 66
காகிதப் பூ 160
காடை 218
காஃபிச் செடி 330
கிளுவை 734
குகர்பிடேசி 798
குங்கிலியம் 807
வளரும் கன்றுகளைப் பாதிக்கும் நோய்கள் 65
வளாக உருமாற்றம் 135
வளிம எரிபொருள்கள் 89
வளிமண்டல இடைவினைகள் 629
வன் காந்தப் பொருள்கள் 294
வ்ன மண்வகை 216
வனமண்வகைகளின் அடுக்கமைப்பு விவரம் 216
வன மண் வகைகளின் வளம் 217
வாய்ஜ் விளைவு 247
வாலியின் வாய்பாடு 439
வாழிடம் 648
வான் ஊர்திக் காஸலின் 636
வான்வெளிப் பதிவுக் குறியீடு 601
வானூர்தியில் காற்று ஏற்படுத்தும் விளைவுகள் 573
வானொலி முறைகள் 601
விண்மீன் ஆண்டு 487
விண்மீன் மண்டலக் காஸ்மிக் கதிர்கள் 628
விதை 434
விதை உற்பத்தி 844
விமானியின் பதிவுக் குறியீடு 600
விரைவு ஃபூரியர் மாற்றப் பகுப்பாய்வி 742
விரைவு வெளியேற்றுக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 608
வில்சன் தேற்றம் 438
விலக்கக் கட்டுப்பாடு 41
விளைவுகள்
குடல் பால் மார்பு 828
குயுரேரி 860
வினைகள்
கார்பன் நேர்அயனி 376
கார்பாக்சிலிக் அமிலங்கள் 386
கார்பீன்கள் 395
கிளைக்கால் 737
கினோன்கள் 755
வினைவேகமும், வினைவழி முறைகளும் 144
வீக்கம் 472
வீழ்படிவாகும் வேகம் 15
வெங்காயம் 706
வெட்டுப்பட்ட காயம் 473
வெடி கனிகள் 151
வெப்ப அணுக்கரு வினைகள் 707
வெப்ப உள்ளுறையின் வரையறை 719
வெப்பக் கழிவுத் தொட்டி 419
வெப்பநிலை, ஈரப்பதம், காற்றோட்டம் ஆகியவை அளவிடப்படும் முறை 566
வெப்பம் 15
வெப்ப மாறாக் காந்த நீக்க முறை 304
வெப்ப மித வெப்ப மண்டலப் பழப் பயிர்கள் 145
வெப்பமூலம் 418
வெள்ளாட்டு அம்மை 471
வெளிச் செவி 230
வெளிச்சிக்மா காரத்துடன் வினை 377
வெளிப்படை மின் திறனை அளவிடுதல் 694
வெளி-போவியல் நிறப்பார்வை 188
வெளியேறும் தொகுதி மாற்றத்தால் ஏற்படும் விளைவு 30
வேகத்தடை அறை 608
வேண்டாத விளைவுகள்
கார்பெனிசிலின் 397
கீட்டோபுரூஃபென் 766
வேதி இயைபு அடிப்படை 14
வேதிக்கூழ் 163
வேதிப்பண்புகள்
கனநீர் 86
கார்போரேன் 403
கார உலோகங்கள் 427
கினோலின் 750
வேதி மருந்தின் பயன்கள் 747
வேதி வழிக் கட்டுப்பாடு 24
வேதிவினை எதிர்ப்பு உலோகக் கலவைகள் 449
வேதி வினைகள்
களிமம் 15
கார்பன் 368
கீட்டோன்கள் 760
வேர்க்கிழங்கு 701, 349
இஞ்சி 704
உருளைக்கிழங்கு 704
கருணைக்கிழங்கு 705
காட்டு வள்ளிக்கிழங்கு 704
சர்க்கரை வள்ளிக் கிழங்கு 703
சிறுவள்ளிக் கிழங்கு, பெருவள்ளிக் கிழங்கு 706
சேப்பங்கிழங்கு 705
சேனைக்கிழங்கு 705

டர்னிப் கிழங்கு 703
தண்ணீர் விட்டான் கிழங்கு 704
பீட்ருட் 703
பூண்டு 706
மஞ்சள் கிழங்கு 704
முள்ளங்கி 701
வெங்காயம் 706
வேலை செய்யும் முறை
இயங்கு காந்தக் கால்வனோ அளவி 484
இயங்கு சுருள் கால்வனோ அளவி 485
வைக்கோல் காளான் வளர்ப்பு 530
வைரம் 364
ஜாவா காண்டாமிருகம் 224
ஜூலியன் காலங்காட்டி 498
ஜூலியன் தேதி 498
ஷிமிட் வினை 763
ஸ்கார்பியல் சப்வில்லோசா 150
ஸ்கொருப் தொகுப்பு 752
ஸ்ட்ரெப்ட்டோ காக்கஸ் 156
ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் 173
ஸ்டார்ச் மற்றும் கிளைக்கோஜென் 415
ஸ்டாலக்டைட் 802
ஸ்டெஃபைலோ காக்கஸ் 156
ஸ்பினாய்டு அழற்சி 539
ஸ்பெசர்டைட் 417
ஸ்பைர்னாபிளாக்கி 877
ஸேனோனியாய்டி 800
ஸோரோஸிஸ் 100
ஹாஃப்மன் விதி 31
ஹாலைடுகள் 455
ஹெப்டிராங்கியாஸ் 877
ஹெஸ்பெரிடியம் 98
ஹைப்போ 117
ஹைஸோகார்ப் 153
d-தொகுதித் தனிமங்கள் 140
f-தொகுதித் தனிமங்கள் 140
p-தொகுதித் தனிமங்கள் 140
s-தொகுதித் தனிமங்கள் 139

கலைச் சொற்கள்

அக ஆற்றல் - internal energy
அக ஒட்டுண்ணி - endoparasite
அகக்கருவுறுதல் - internal fertilization
அகச்சான்று - internal evidence
அச்சுச் சூல் ஒட்டு - axile placentation
அச்சுவழி - axial
அசையாச்சுமை - dead load
அசையும் சுமை - moving load
அசைவில்லாத புள்ளி – quiescent point
அஞ்சல் – relay
அடர்த்தி - density
அடிக்கோள் - axiom
அடித்தோல் - dermis
அடிநிலை ஆற்றல் மட்டம் - ground state energy level
அடிப்படைக் காலவட்டம் - fundamental phase
அடிப்படைத் தத்துவம் - criterion
அடுக்கு - rack, layer, strata
அடுக்குக் கணம் - power set
அடைத்தல் - sealing
அடைப்பான் - anthrax, seal
அடைப்பு - choke
அடைப்பு விதி - closure law
அடையாளமிடுதல் - labelling
அண்ணம் - palatine
அண்ணீரகச் சுரப்பிகள் - adrenal glands
அண்மை நிலை ஆண்டு - anomalistic year
அண்மைப்பார்வை வளைவு - myopic crescent
அணிக்கோவை - determinant, lattice
அணிக்கோவை சமதளம் - lattice plane
அணிக்கோவை மாறிலி - lattice constant
அணு உலை - atomic reactor
அணு எண் - atomic number
அணுக்கரு உலை - nuclear reactor
அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு - nuclear magnetic resonance
அணுக்கருப் பிணைவு - nuclear fusion
அணுக்கரு விரும்பும் - nucleophilic
அணுக்கரு வெறுக்கும் - nucleophobic
அணுப்படிமம் - picture of the atom
அணைவு - co-ordination, complex
அணைவு உரம் . complex fertiliser
அணைவு எண் - coordination number
அணைவுச் சேர்மம் - coordination compound
அதிர்திசை நிறமாற்றம் - pleochrosim
அதிர்வு - vibration
அதிர்வெண் - frequency
அதிர்வெண் துலங்கள் - frequency response
அதிவடிவத் தொடர் - hypergeometric series
அதிவெப்பநிலை அயனிக் குழு - hot plasma
அபிரகம் - mica
அமிலத்தன்மை - acidity
அமிலத் தீச்செங்கல் - acid fire brick
அமில வலிவளவு - acidimetry
அமுக்கத்தகைவு - compressive stress
அமுக்கமுறைச் சிகிச்சை - collapse therapy
அமுக்க வலிமை compressive strength
அமைதி தரும் மருந்து - sedative
அமைப்பு - position
அமைப்புசார் பண்பு - constitutive property
அமைப்பு மாற்றம் - rearrangement
அமைப்பு வசம் - conformation
அமைப்பு விளைவு - structural effect
அயர்ச்சி - fatigue
அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை - cross pollination
அயனிக்கோளம் - ionosphere
அயனிப் பரிமாற்றம் - ion exchange
அயனியாக்கல் வீதம் - degree of ionisation
அயனியாதல் ionisation
அரிப்பு - corrosion, etching
அரிமானத் தடுப்பான் - corrosion inhibitor
அரிய வளிமம் - rare gas
அருமண் – rare earth
அருமண் பொருள் - rare earth material
அருவிக்கோட்டமைப்பு - streamline
அரை உருவ வகுப்பு - hemimorphic
அரை ஒளி ஊடுருவும் தன்மை – transluscent
அரைவைப்பை - gizzard
அல்லி அற்ற - apetalous
அல்லிவட்டம் - corolla
அலகின் இருப்புத்தன்மை - existence of identity
அலகு - unit, blade
அலகு ஏற்புத்திறன் – specific susceptibility
அலகுதிருக்கை – rhinobatus
அலை எண் - wave number
அலைக்குறுக்கீட்டு அளவி - interferometer
அலைக்குறுக்கீட்டு அளவி முறை - interferometric
அலைக்கழிக்கப்படுதல் - buffetted
அலைகாட்டி - osciloscope
அலைச்சமன்பாடு - wave equation
அலைநீளம் - wave length
அலைநெளிவாக்கல் - corrugating
அலை முகடு - wave crest
அலை வடிவம் - wave form
அலை விசையியல் - wave mechanics

அலைவி வலிமை - oscillation strength
அலைவு - oscillation
அலைவுகள் - perturbations
அலைவுகாட்டுஅளவி - oscilloscope
அலைவு மின்னோட்டம் - alternating current
அழிப்பான் - erase head
அழுத்த அலை - compression wave
அழுத்த அளவி - manometer
அழுத்த உருளி - pressure roller
அழுத்தத்தகடு - laminate
அழுத்தமின் கனிமம் - piezo electric mineral
அழுத்தமின்சாரம் - piezoelectric
அழுத்த வேறுபாடு - potential difference
அழுத்தி - compressor
அழுத்திப்பதித்தல் - embossing
அளவறி தொடர்பு குறுக்கீட்டு வரைபடம் - interferogram
அளவிடப்பட்ட - calibrated
அளவு - magnitude
அளவுக்கல் - dimension stone
அளவுக்குடுவை - measuring flask
அளவெண்பெருக்கல் - scalar product
அறுகோணப்படிகத்தொகுதி - hexagonal system
அறுமுகப் படிக அச்சு - hexagonal crystal axis
அறை - chamber
அறையாணி - rivet
அனல் மின்நிலையம் - thermal power station
அனற்புகை வளிமம் - flue gas
அனைத்துண்ணி - omnivore
அனைத்துலக அணுக்காலம் - international atomic time
அனைத்துலகத் தேதி கோடு - international date line
ஆற்றல் பட்டை - energy band
ஆக்கக்கூறு - component
ஆக்ஜிஜன் ஒடுக்கம், ஒடுக்கம் - reduction
ஆக்சிஜனேற்றம் - oxidation
ஆடி - mirror
ஆண் உறுப்பு - penis
ஆண்பன்றி - boar
ஆண்பிறப்புக்கன்னி இனப்பெருக்கம் - arrhenotoky
ஆணிவேர்க் கிழங்குகள் - tap root tubers
ஆப்பு வடிவம் - wedge
ஆம்பியர் சுற்று - ampere turn
ஆய்வுகள் - probes
ஆயம் - coordinate
ஆயிலர் சுருளி - Euler's spiral
ஆர்பிட்டால், எலெக்ட்ரான்மண்டலம் - orbital
ஆரஅமைப்பு - radiated
ஆர அலகு - radial blade, radial vane
ஆரைத்துடுப்பு மீன்கள் - ray finned fishes
ஆல்ஃபாச்சிதைவு - alpha decay
ஆவியாக்கக்கலன் - evaporator
ஆவியாகும் பொருள் - volatile
ஆவியாதல் - vapourisation
ஆவியாதல் வெப்பம் - heat of vapourisation
ஆழ்நிலைச்சரிவு - geosyncline
ஆளி - flax
ஆற்றல் - energy
ஆற்றல் அழிவின்மைக்கோட்பாடு - principle of conservation of energy
ஆற்றல் பெருக்கி - amplifier
ஆற்றல் மாற்றி - transducer
ஆற்றுதல் - curing
இசிவு நோய் - tetanus
இசைவு மின்சுற்று - tuned circuit
இடத்தியல் - topology
இடப்பெயர்ச்சி - displacement
இடமாற்றம் - translocation
இடவிளைவு - position effect
இடிப்பு எதிர்ப்பு - antiknock
இடுக்கி இணைப்பி - chelating agent
இடுக்கி இணைப்பு - chelation
இடுப்பு வளையம் - pelvic girdle
இடைச் சூழலமைப்பு - ecotone
இடைச்செருகல் - interstitial
இடைச்செருகல் சேர்மம் - interchelation compound
இடைத்திரை - diaphragm
இடைநிலை உலோகம் - transition metal
இடைநிலைத் தனிமங்கள் - transition elements
இடைநிலைப் பொருள் - intermediate
இடைப்பட்ட கனஅளவு - clearance volume
இடையுயிரூழிக் காலம் - mesozoic era

இணை - conjugate
இணை உருவாக்கம் - pair production
இணைகாந்தம் - para magnetic
இணை காலம் - congugate base
இணைதிறன் - valency
இணைப்புத்திசு - connective tissue
இணைப்புத்திசுத் தகடு - lamella
இணைப்பு மாற்றி - switch
இணைப்பு மாற்றுக்கருவி - switching device
இணை மின்தேக்கி - coupling capacitor
இணையா, பங்கிடப்படா - unpaired
இணையாக்கி - collimator
இணைவிழைச்சு - rut
இணை விழைச்சுப் பொருள் - aphrodiasiac
இதயத் துடிப்புச் சீராக்கி - pace maker
இதழ் - perianth
இந்திய நியம நேரம் - Indian standard time
இந்திய வான் இயற்பியல் கழகம் - Indian Institute fo Astro Physics
இயக்கவிடைச் சூரியன் - dynamical mean sun
இயக்கவியல் - kinetics

இயக்கவியல் தொழில் ஆலை - mechanical workshop
இயக்கி - impeller
இயங்கு உறுப்பு, தனி உறுப்பு - free radical
இயங்கு சுருள் - moving coil
இயல் எண் - cardinal number
இயல்பாற்றல் - entropy
இயல்முறைக் கணித எண்கள் - algebraic numbers
இயற்கணிதச் சமன்பாடு - algebraic equation
இயற்கணிதத்தின் அடிப்படைத் தேற்றம் - fundamental theorem of algebra
இயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் - natural parthenogeneis
இரட்டை ஒளிவிலகல் - double refraction
இரட்டைக் குளம்பிகள் - artiodactyla
இரட்டைச் சிதைவு - double decomposition
இரட்டைத் துகளாக்கம் - pair production
இரட்டைப்படை - diploid
இரட்டைப் பிறவி - twinning
இரட்டைப் பிணைப்பு - double bond
இரண்டாம் நிலை - secondary
இரண்டாம் நிலைக்கதிர் - secondary radiation
இரண்டு தொகை - double integral
இரத்தச் சிதைவுக் காய்ச்சல் - hemolytic fever
இரத்தச்சோகை - anaemia
இராசிச் சக்கரம் - zodiac
இராயல் ஆய்வுக்கூடம் - royal observatory
இருக்கை - posture
இருநிலை வேதிவினை - disproportionation
இருநிறமை - dichorism
இருப்புப்பாதைச்சைகை - railway signal
இருப்பு விசை - potential
இருபக்கக் குழிவுள்ள - amphicoelous
இருபக்கச் சமச்சீர் - zygomorphic
இருபடி - dimer
இருபடி எதிரீட்டு முறையின் விதி - law of quadratic reciprocity
இருபடியாதல் - dimerisation
இருபரிமாணம் - two dimension
இரு பருவக் களைகள் - biennials
இரும்பியல் காந்தம் - ferromagnet
இருமவிண்மீன் - binary star
இருமுனை - dipole
இருமுனைகளைச் சேர்த்தல் - splicing
இருமூலக்கூறு - bimolecular
இரு வழித் தளம் - two way slab
இரு வளைய - bicyclic
இருவுருவ - dimorphic
இரைதங்கும் பை - crop
இலக்குப் பாங்கம் - target pattern
இலைக்காம்பு - petiole
இலைத்தளிர் வடிவம் - dentritic
இலை மைய நரம்பு - mid rib
இலையடிச் செதில் - stipule
இலையடுக்கம் - phyllotaxy
இலையடுக்கு - lamellar
இலையுதிர் காடுகள் - deciduous forests
இலையுதிர் மரம் - deciduous tree
இழப்பு - dissipation
இழுதகைவு - tensional stress
இழுபடுந்தன்மை - tenacity
இழுவலிமை - stretch
இழுவிசை - drag force, tout, tension
இழைவரி வடிவம் - streamlined shape
இளக்கி - flux
இளமுதுக்குறுதல் - neoteny
இளவேனிற் பருவம் - spring season
இறுக்கம் - compression
இறுக்கு விசை - compressional force
இன உறவுச்சாயல் - affinity
இனக்கலப்பு - hybridisation
இனக்கீழ்த்தகடு - subgenital plate
இனப்பெருக்க அறை - nuptial chamber
இனப்பெருக்கத்திறன் - fertility
ஈர்ப்புப் புலம் - gravitational field
ஈரச்சு - biaxial
ஈரடுக்கு விதி - square law
ஈரத்தன்மை - moisture
ஈரப்பதம் - humidity
ஈரிணை திறனுடைய - divalent
ஈரிணைய - secondary
ஈருருவ - dimorphic
ஈருறுப்புச் செயலி - binary composition
ஈவுகளம் - quotient field
ஈனி, ஈந்தணைவி - ligand
உச்சநிலைக் குழுமம் - climax community
உச்சநிலைத் தாவரக்கூட்டம் - climax vegetation
உச்சி - parietal
உட்கவர் குணகம் - absorption coefficient
உட்கவர்தல் - absorption
உட்கவர் திறன் - absorbance
உட்கவர் வரி - absorption line
உட்படிக எல்லை - grain boundary
உட்புகும் திறன் அல்லது புரைமை - permeability
உட்புழை - cavity
உடற்சூழிச் சவ்வு - peritoneum
உடற்பகுதி - trunk
உடன் இணைப்பு - self adjoint
உடனிசைவு - resonance
உடனொளிர்வு - fluorescence
உடுக்கணம் - galaxy
உடைப்பி - crusher
உண்மைப் போலி - paradox
உணர் கருவி - detector
உணர்நீட்சி - tentacle

உணர்விழப்பு மருந்து - anaesthetic
உத்திரம் - girder, beam
உந்து - piston
உப்பங்கழி நீர் - back water
உப்பியல் - halurgy
உப்புதல் - swelling
உமிழ்நீர் - saliva
உயர்ந்த பல்நுனியுடைய - hypsodont
உயரம் - altitude, height
உயர அளவி - altimeter
உயவுப்பொருள் - lubricant
உயிரற்ற காரணி - abiotic factor
உயிரிக்காரணி - biotic factor
உயிரினக்குழுமம் - biological community
உரப்பு - loudness
உரப்புக் கட்டுப்பாடு - volume control
உரிமம் - licence
உரிமைக் கோவை - lattice
உரிமைப்படி - degrees of freedom
உருக்காட்டமைவுத் தொலைநோக்கி - reflector telescope
உருக்கிப் பிரித்தெடுத்தல் - smelting
உருகாத பொருள் - refractory
உருகுதல் - fusion
உருட்டல் - rolling
உருத்தோற்றம் - image
உருமாற்றக்களிமண் - transformed clay
உருவப்பண்பு - morphological character
உருவரை - contour
உருளை - cylinder
உருளைச்சுருள் - solenoid
உருளை முறை - calendering
உலகளாவிய நேரம் - universal time-UT
உலர் மின்கலம் - dry cell
உலோகக் கலவை - alloy
உலோகக் கழிவு - dross
உலோகக் காப்புறை - metal cladding
உலோகவியல் - metallurgy
உள்இடச்செறிவு - local concentration
உள்தோல் - endocarp
உள்நுழைத்தல் - insertion
உள்நுழைவு - intrusive
உள் மரக்கட்டையழுகல் நோய் - sap rot disease
உள் வழி - inlet
உள் வளர் காலம் - incubation period
உள்ளகப் பொருள் - core material
உள்ளகம் - armature, core
உள்ளடக்கு கணம் - super set
உள்ளார்ந்த மேற்பரப்புக் கொள்கை - intrinsic surface theory
உள்ளிசைவு உடைய - internally consistent
உள்ளிட ஆற்றல், அக ஆற்றல் - internal energy
உள்ளிழுக்கக் கூடிய - retractable
உள்ளீட்டுக் குறிப்பலை - input signal
உற்பத்திக்கரு - generative nucleus
உறிஞ்சி - absorbent
உறிஞ்சு ஏற்று - suction lift
உறிஞ்சு குழி - sink hole
உறிஞ்சு பெட்டி - suction box
உறுப்பு இறக்கம் - hernia
உறுதித்தன்மை அல்லது விறைப்புத்தன்மை - stiffness
உறுதியான இடப்பெயர்ச்சி - positive displacement
ஊட்ட நிலை மட்டம் - trophic level
ஊடகத்தின் அனுமதித்திறன் - permittivity of a medium
ஊடகம் - medium
ஊடுருவல் - transmittance
ஊசல் - pendulum
ஊசலாடுதல், சிறகடித்தல் - flap
ஊசி அமைப்பு - acicular
ஊசியிலைக் காடுகள் - coniferous forests
ஊதுலை - blast furnace
ஊர்தி அலை - carrier wave
ஊர்கை - creep
எஃகு - steel
எக்கி - pump
எச்சரிக்கைக்குரல் - alarm call
எண் அரங்கம் - integral domain
எண் கணிதம் - arithmetic
எண்கொள்கை - number theory
எண்ணி - counter
எண்ணிக்கை தலைகீழாதல் - population inversion
எண்ணெய் மிளிர்வு - greasy lustre
எண் மதிப்பு - magnitude
எண்வட்டு - dial
எதிர் - trans
எதிர் அனல் உலை - reverberatory furnace
எதிர் இரும்பியல் காந்த ஒத்ததிர்வு - antiferro magnetic resonance
எதிர் இரும்பியல் காந்தம் - antiferro magnet
எதிர் ஒளித்தொலைநோக்கி - reflecting telescope
எதிர்காந்தம் - diamagnetic
எதிர் கொள்ளுதல் - facing
எதிர்த் தோற்றம் - visual contrast
எதிர்மின்வாய் - cathode
எதிர் வினைப்பு - reactance
எதிரயனி - anion
எந்திரமிகை இயக்கவிசை - ponderomotive force
எபிலியன் குலம் - abelian group
எரிகல் - meteorite
எரிகலப்பி - carburetor
எரிதல் - combustion
எல்லைக்கணிப்பு - limiting case

எல்லைவரை - relief
எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்தன்மை - electronegativity
எலெக்ட்ரான் காந்த உடனிசைவு நிரலியல் - electron magnetic resonance spectroscopy
எலெக்ட்ரான் கூடு (பாதை) - electron shell
எலெக்ட்ரான் விரும்பும் - electrophilic
எளிதில் உருகி - cutectic
ஏட்மைப்பு - foliated
ஏவுகணை - ballistic
ஏற்பி - receiver
ஏற்றுக்கொள்ளும் சிட்டம் - take-up reel
ஏறி இறங்கும் காய்ச்சல் - undulent fever
ஒட்டிக் கொள்ளுதல் - adhere
ஒட்டிப்புக் களிப்பாறை - cementation shale
ஒட்டுண்ணி - parasite
ஒட்டுப்பொருள் - adhesive
ஒடுக்கம் - damping
ஒடுங்கு நிலை - recessive
ஒத்த இரு அமைப்பு - isodimorphism
ஒத்த இறக்கைப் பூச்சிகள் - homoptera
ஒத்த உருவமாதல் தன்மை - isomorphism
ஒத்த சுழற்சி - isorotation
ஒத்ததிர்வு - resonance
ஒத்தவடிவுடைமை - isomorphism
ஒப்பு அடர்த்தி - specific gravity
ஒப்புமைக் கொள்கை - relativity theory
ஒருங்கமை சமன்பாடுகள் - simultaneous equations
ஒருங்கிசைவு எண்கள் - congruent numbers
ஒரு நிறக்கதிர் புகவிடு கருவி - monochromater
ஒரு பக்கக் களைதல் - cis elimination
ஒருபடித்தான - coherent, homogenous
ஒரு பருவக் களைகள் - annual weeds
ஒருபால் மலர் - unisexual flower
ஒருமச்செயல்முறை - unit operation
ஒரு முனை தாங்கப்பட்ட உத்திரம் - cantilever beam
ஒரு மூலக்கூறு - unimolecular
ஒருமையுடையவை - associated
ஒரு வழித்தளம் - one way slab
ஒரே அளவு துகள்கள் - equigranular
ஒலிச் சுருள் - voice coil
ஒலிப்புலம் - acoustic field
ஒலிபெருக்கி - loudspeaker
ஒலி மிஞ்சும் - supersonic
ஒலி வாங்கி - microphone
ஒழுங்கற்ற - anhedral
ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள் - random fluctuations
ஒழுங்கு நிலை - steady state
ஒழுங்கு பலகோணம் - regular polygon
ஒளி அச்சுக்கோணம் - optical axial angle
ஒளி ஊடுருவும் தன்மை - transparent
ஒளி எலெக்ட்ரான் - photoelectron
ஒளிக்கருவி - optical instrument

ஒளி கடத்தும் கீற்றணி - transmission grating
ஒளிச்சுடர் - flame
ஒளிச்சேர்க்கை - photosynthesis
ஒளிப்படப் பூச்சு - photographic emulsion
ஒளிப் பண்பு - optical character
ஒளி பெருக்கி - photomultiplier
ஒளி புகாத்தன்மை - opacity
ஒளி மறைப்பு - eclipse
ஒளி மாறிலி - optical constant
ஒளி மின்கடத்தல் - photoconductivity
ஒளிமின் விளைவு - photo electric effect
ஒளியாற் பகுப்பு - photolysis
ஒளியியல் - optics
ஒளிர் குழல் விளக்கு - fluorescent lamp
ஒளிர் பொருள் - phosphor
ஒளிர்வான் - illuminant
ஒளிர்வு - illumination, luminosity
ஒளி விலகல் - refraction
ஒற்றை அணு அயனி - monoatomic ions
ஒற்றை அலைநீள, ஒற்றை நிற - monochromatic
ஒற்றைச் சரிவு - monoclinic
ஒற்றைச்சரிவுப் படிகத்தொகுதி - monoclinic system
ஒற்றைச் சுருதியான - monotonic
ஒற்றைச் சூல் - solitary ovule
ஒற்றை நிலை - singlet
ஒற்றைப்படை - haploid
ஒற்றைப் பரிமாணம் - single dimension
ஒற்றைப் பிணைப்பு - single bond
ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபு - one-one correspondence
ஓங்கு நிலை - dominance
ஓடு திறன் - mobility
ஓதம் - tide
ஓய்பாட்டு நேரம் - relaxation time
ஓரச்சான - coaxial
ஓரச்சு - uniaxial
ஓரிணைய - primary
ஓரியல் சிதறல் - coherent scattering
ஓரிறகுக் கூட்டிலை - imparipinnate
கக்குதல் - syneresis
கச்சாக் கல்நார் - raw asbestos
கட்டம் - phase, stage
கட்ட மாற்றம் - phase transition
கட்ட வரைபடம் - block diagram
கட்டற்ற எலெக்ட்ரான் - free electron
கட்டி - bullion
கட்டுண்ட எலெக்ட்ரான் - bound electron
கட்டுமானச் சட்டம் - fuselage
கட்டுறா ஆற்றல் - free energy
கடத்தல் - conduction
கடத்தல் எலெக்ட்ரான் - conduction electron
கடந்த முற்று இயல் எண்கள் - transfinite numbers

கடப்பாட்டுக் கன்னி இனப்பெருக்கம் - obligatory parthenogenesis
கடப்பாட்டுக் காற்றிலியுயிரிகள் - obligatory anaerobes
கடல் ஆய்வுக் கூடம் - naval observatory
கடற்படை வேவுப் பணி - reconnaissance
கடின இறக்கைப் பூச்சிகள் - coleoptera
கடினத் தன்மை - hardness
கடின மண் - stiff mud
கண்ணாடி மிளிர்வு - vitreous lustre
கண்ணி - loop
கண் வரை - orbit
கணக்கொள்கை - set theory
கணப் பரிமாணத் தொகை - volume integral
கணித தர்க்கவியல் - mathematical logic
கணிப்பொறி - computer
கணு அமைப்பு அல்லது உருண்டை அமைப்பு - nodular
கணு இடைவெளி - internode
கதிர் மலர்கள் - ray florets
கதிர் வீச்சு - radiation
கதிர் வீசி - radiator
கதிரியக்கத் தடுப்பாற்றலியல் திறன் மதிப்பீடு - radioimmuno assay
கதிரியக்கம் - radioactivity
கந்தழி - infinity
கப்பலின் அடிக்கட்டை - keel
கப்பி - pulley
கம்பி அறுவை - wire saw
கம்பியாகும் தன்மை - ductile
கம்பி வலை - wire mesh
கம்பி வலை மின்னழுத்தம் - grid voltage
கயிறு - rip-cord
கரிப்படிவு - carboniferous
கரிம - organic
கரிம எதிரயனி - carbanion
கரிம நேரயனி - carbonium ion
கரிம மாசு - organic impurity
கரு - embryo
கருக்காலம் - gestation period
கருத்தியல் இயற்கணிதம் - abstract algebra
கருந்துளை - black hole
கருமுட்டை - zygote
கருவிழி - pupil
கருவுணவு - yolk
கருவுறுதல் - fertilization
கரைசல், கரைப்பான் - solvent
கரைத்துப் பிரித்தல் - leaching
கரைதிறன் - solubility
கரைப்பானேற்ற வீதம் - degree of solvation
கரைபொருள் - solute
கல்கரி - coke
கல்நார் - asbestos
கல்லீரல் - liver
கலப்பு எண் அல்லது சிக்கல் எண் - complex number
கலம் - craft
கலன் - cell, container, kettle
கவசப்பரப்பு அல்லாத பகுதி - craton
கவராயம் - compass
கழிமுகம் - estuary, delta
கழுகுத் திருக்கை - eagle ray
கழுத்து - cervix
களி, களிமம் - gel
களிக்கல் - clay stone
களிப்பாறை - shale
களிமமாதல் - gelation
களைக் கருவி - weeder
களைக் கொல்லிகள் - herbicides
களைதல் - elimination
கற்காரை - concrete
கற்சணல் - hemp
கற்பாளம் - boulder
கற்றைப் படல நிறமாலையியல் - beam foil spectrometry
கற்றைப் பிரிப்பி - beam separator
கறை நீக்கி - detergent
கன்று ஈன முடியாமை - dystocia
கன்று ஈனும் நிலை - parturition
கன்று வீச்சு நோய் - brucellosis
கன்னி - virgo
கன்னி இனப்பெருக்கம் - parthenogenesis
கன்னிக் கனியாக்கல் - parthenocarpy
கன்னிக்கிளி - lorikeet
கன்னித் தன்மை - virginity
கனநீர் - heavy water
கனநீராற்பகுப்பு - deuterolysis
கனற்குழாய் கொதிகலன் - firetube boiler
கனற்சி - combustion
கனற்சி உதைப்பு - combustion knock
கனித்தோல் - pericarp
கனிம - inorganic
கனிம நீக்கம் - demineralisation
கனிம நுண் இழைமை - graphic texture
கனிமப்பூச்சு - enamel
கனிமம் - mineral
கனிமவியல் - mineralogy
கனியியல் - pomology
கஸ்தூரி மணச் சுரப்பி - musk gland
காசநோய் - tuberculosis
காசினியின் நீள்வட்டம் அல்லது வளைவு - Cassinian ellipse
காட்டி - indicator
காட்டுச் சூழலமைப்பு - forest ecosystem

காட்சிக் குறிப்பலை - video signal
காட்சி நிலை வரைபடம் - pictorial drawing
காட்சியலை மிகைப்பி - video amplifier
காடிகள் - splines
காது கேள் பொறி - hearing aid
காந்த அழுத்தம் - magnetic potentials
காந்த இயக்கு விசை - magnetomotive force
காந்த இருமுனை - magnetic dipole
காந்த ஈர்ப்புத் தன்மையான - paramagnetic
காந்த ஊசி - magnetic needle
காந்த ஏற்புத் திறன் - magnetic susceptibility
காந்த ஒத்ததிர்வு - magnetic resonance
காந்த ஒலியியல் விளைவு - magneto acoustic effect
காந்த ஒளியியல் - magneto optics
காந்த ஓய்பாடு - magnetic relaxation
காந்தக் கம்பி - magnetic wire
காந்தக் குடுவை - magnetic bottle
காந்தக் குமிழ் - magnetic bubble
காந்தக் கோள எல்லை - magnetopause
காந்தக் கோளம் - magnetosphere
காந்தச் சலனம் - magnetic convection
காந்தச் சுற்று - magnetic circuit
காந்தத் தடை - magnetic reluctance
காந்தத் தயக்கம் - magnetic hysterisis
காந்தத் தள்ளல் - magnetic pumping
காந்தத் தனிமுனை - magnetic monopole
காந்தத் திருப்புமை - magnetic moment
காந்தத் தூண்டல் - magnetic induction
காந்தத் தூள் பாங்கம் - magnetic powder pattern
காந்தத் தேக்கம் - remanence
காந்த நீக்கம் - demagnetization
காந்த நீக்குவிசை - coercivity
காந்தப் பதிவு - magnetic recording
காந்தப் பரிமாண மாற்றம் - magnetostriction
காந்தப் பலதிசைப் பண்பு - magnetic anisotropy
காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி - magneto hydro-dynamic generator
காந்தப் பாய அடர்த்தி - flux density
காந்தப் பாயம் - magnetic flux
காந்தப் பிரிப்பான் - magnetic separator
காந்தப் புயல் - magnetic storm
காந்தப் புலச் செறிவு - field intensity
காந்தப் புலம் - magnetic field
காந்தப் பொருள்கள் - magnetic materials
காந்த மண்டலம் - domain
காந்தமாக்கல் சுழல் - magnetizing cycle
காந்தமாக்கும் புலம் - magnetising field
காந்த மிகைப்பி - magnetic amplifier
காந்த மீட்சி நிகழ்வு - magneto elastic phenomenon
காந்த முனை - magnetic pole
காந்த வட்ட இரு நிறமை - magnetic circular dichroism
காந்த வளிம இயக்கவியல் - magneto gas dynamics
காந்த விசைக் கோடுகள் - magnetic lines of force
காந்த வில்லை - magnetic lens
காந்த விலக்க - diamagnetic
காந்த வேதியியல் - magnetochemistry
காப்பணை - cofferdam
காப்பு உரிமை - patent
காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ் - safety valve
காப்புக் கண்ணாடி - safety glass
காப்புக் கவசம் - harness
காப்புக் காரணி - safety factor
காப்பு விளக்கு - safety lamp
காம்ப்டன் விளைவு - compton effect
காமன் சிறு கோள் - eros
காமாக் கதிர் காட்டி - gamma ray detector
காமாச் சார்பு - γ function
காமாச் சிதைவு - gamma decay
காய்ச்சி அடித்துருக்கல் - forging
காய்ச்சி (வாலை) வடித்தல் - distillation
கார்டீஷியன் ஆயங்கள் - cartesian coordinates
கார்த்திகை - pliedes
கார்பாக்சில் நீக்கம் - decarboxylation
கார உலோகம் - alkali metal
காரணமுடைமை - causality
காரணவியல் - aetiology
காரணி - factor
காரணியப் பெருக்கம் - factorial
காரணியப் பெருக்கக் குறி - factorial rotation
காரணியப் பெருக்கச் சார்பு - factorial function
காரத் தன்மை - basicity, alkalinity
காரத் தீச்செங்கல் - basic fire brick
காரப் பாறைக் குழம்பு - alkaline magma
காரம் - alkali
கார மண் - alkaline earth
கார மிகைப்பு - alkalosis
கார வலிவளவு - alkalimetry
கார வினையாக்கம் - mercerisation
கால் அழுத்துங் கட்டை - foot pedal
கால் கை வலிப்பு - epilepsy
கால்வட்டம் - quadrature
கால்வண்டல் - loess
கால்வாய்க் கதிர்கள் - canal rays
கால அடிப்படை - time base
கால அலகு - time unit
கால அளவி - chronometer
கால அளவியல் - horology
காலக் கட்டம் - epoch
காலங்காட்டி - calendar
காலச் சமன்பாடு - equation of time
காலத் தொடர் - time series
காலதர் - window
காலநிலையியல் - meteorology

காலநிலை வரைபடம் - weather map
காலமுறைச் சார்பு - periodic function
காலவரைப்படிவு இயல் - chronostratigraphy
கால வரைபடம் - chronograph
காலற்ற இருவாழ்வி - apoda
காவலூர் வான் ஆய்வு நிலையம் - Kavalur observatory
காளான் - mushroom
காளான் நோய் - mycosis
காற்றடைப்பு - air lock
காற்றலை - gusty
காற்றழுத்த அளவி - barometer
காற்றழுத்தி - air compressor
காற்றறைப்பை - ballonet
காற்றாலை - wind mill
காற்றிடைச் செலுத்தி - air propeller
காற்றியக்கவியல் - aeromechanics
காற்றியங்கியல் - aerodynamics
காற்றியங்கு அலை இழுவை - aerodynamic wave drag
காற்றியங்கு விசை - aerodynamic force
காற்றிலி உயிர்பு - anaerobic respiration
காற்றிலியுயிரி - anaerobe
காற்றிலி வளர் சிதைமம் - anaerobic metabolism
காற்றிலை - air foil
காற்று உயிரியல் - aerobiology
காற்றுக் குவியல் - air mass
காற்றுக் குழாய் - pneumatic duct
காற்றுக் குளிர்பதனம் - air conditioning
காற்றுச் சுரங்கம் - wind tunnel
காற்றுச் சுழல் - vortice
காற்றுச் சுழலி - wind turbine
காற்றுச் சூடேற்றி - ait heater
காற்று நிலையியல் - aerostatics
காற்றுப் பதனாக்கல் - air conditioning
காற்றுப் பதிப்பி - air register
காற்றுப் பை - air bladder, air pocket
காற்றுப் போக்குக் கோணம் - drift angle
காற்று மிதப்பு ஊர்தி - aerostat
காற்று மிதவை - air float
காற்று முன் சூடாக்கி - air preheater
காற்றுயிரி - aerobe
காற்று வடிகட்டி - air filter
காற்று விசை - wind force
காற்று வெளிக் கப்பல் - airship
காற்று வெளி மிதவை - parachute
காற்று வேக அளவி - anemometer
காற்று வேகத் தடை - air brake
காற்றூடும் போர்ட்லாந்து சிமெண்ட் - air entraining portland cement
காற்றெடுக்கும் முறை - deairing process
காற்றோட்டம் - ventilation

காற்றோடைக் கோடு - stream line
கானல் நீர் - mirage
காஸ் தொகையீட்டுக் கணிமுறை - gauss method for quaratures
காஸியன் முழு எண் வளையம் - ring of Gaussian integers
கிடை ஆயம் - abscissa
கிடைநிலை - horizontal
கிடைநீட்டம், திசை - strike
கிராம் நேர் - gram positive
கிராம் எதிர் - gram negative
கிராம் சம எடை - gram equivalent weight
கிராம் மூலக்கூறு எடை - gram molecular weight
கிராமர் விதி - Crammer's rule
கிரீன்விச் சராசரி நேரம் - greenwich mean time
கிரீன்விச் சராசரி வானியல் நேரம் - greenwich mean astronomical time
கிருமி வளர்ச்சித் தடை மருந்து - bacteriostatics
கிள்ளு விளைவு - pinch effect
கிளர்த்தல் - activation
கிளர் துகள் - exciton
கிளர்வு நிலை - excited state
கிளர்வு மின்னழுத்தம் - excitation potential
கிளர்வுற்ற இடைநிலை - activated complex
கிளர்வூட்டல் - excitation
கிளைச் சுற்று - branch circuit
கிளைத் தேற்றம் - corollary
கிளைத் தொடர் வினை - branched chain reaction
கிளையலை அலையாக்கி - harmonic oscillator
கிளையிணைப்பு - shunting
கீழ் எல்லை - lower bound
கீழ்த் தாவரங்கள் - cryptogams
கீழ்த் துருவம் - sub polar
கீழ்ப் பெருந்தமனி - ventral aorta

கீழ் முன்னிலை அசைவு - hyponasty
கீற்றணி - grating
கீற்றணி நிலைப்பாடுகள் - grating mountings
கீற்றணி, விளிம்பு விளைவு - grating, diffraction
கீற்று - streak
கீற்றுத் தேமல் - streak mosaic
கீறிய காயம் - incised wound
குட்டிப் போடுபவை - viviparous
குட்டைக் கலப்பு - dwarf mixed
குடம் - hub
குடற்புண் - peptic ulcer
குடியிருப்புக் கட்டடம் - residential building
குணகம் - coefficient, modulus
குத்தாயம் - ordinate
குத்துத்தூண் தடுப்பணை - pile dike
குத்துமுறை எழுதலும், இறங்கலும் - vertical take off and landing, VTOL

குத்துயரம் - altitude
குதக் குச்சி - style
குதக்கொம்பு - anal cercus
குதிரை விண்மீன் குழு - pegasus
கும்பம் - aquarius
குமிழ்க் கலம் - bubble chamber
குமிழ்க் கூடு - bubble nest
குமிழ் வடிவம் - mammillary
குமிழம் - bulb
குரல் முறைத் தொடுப்பி - vocoder
குரல் வழி - vocal tract
குருந்தம் - corundum
குரோம் பதனிடுதல் - chrometanning
குலைவு - distortion
குவிதல் - converge
குவிமையக் கோள் நிலை அமைதி - focal configuration
குழாய் - duct
குழாய்க் கரு - tube nucleus

குழித்தள மீட்சிக் கீற்றணி - concave reflection grating
குழிவு பகுதி - antral portion
குழு முறை - batch process
குழைவனம் - plastic
குளம்பு - hoof
குளிர்கட்டி - cold abscess
குளிர்கலம், குளிர்விப்பி - condenser
குளிர்காற்று வீச்சு - cold advection
குளிர் சுடர் - cool flame
குளிர் பதனப் பொருள் - refrigerant
குளிர்விப்பான் - coolant
குளுக்கோஸ் பகுப்பு - glycolysis
குறட்டுக் கல் - curb
குறி காட்டி - pointer
குறிதாள் பதிவியல் - chart record
குறிமுள் - pointer
குறியீட்டுச் செய்தி முறை - coding
குறுக்குக் கனிசாரோ வினை - crossed cannizaro reaction
குறுக்குக் காந்தப் புலம் - transverse magnetic field
குறுக்குக் கை - rib
குறுக்குக்கோட்டு விளைவு - latitude effect
குறுக்குச் சட்டம் - cross bracing
குறுக்கு மின்பாய்வு - short circuit
குறுக்கு விட்டங்கள் - stringers
குறுக்கையளவு - latitude
குறுவழி அடைப்பிதழ் - throttle
குறை கடத்தி - semiconductor
குறைந்த ஒன்றுவிட்ட இணைப்பு - hyperconjugation
குறைபட்ட நிறை - reduced mass
குறை முழு எண் - negative integer
குன்றல் பகுப்பு - meiosis
கூட்டமைப்பு - colony
கூட்டு ஊசல் - compound pendulum
கூட்டுக்கண் - compound eye
கூட்டுக்கனி - syncarp, multiple fruit
கூட்டுத் தொகைகள் பண்பு - additive property
கூட்டுப்புழு - pupa
கூட்டுப்பூந்திரள் - panicle
கூடுவகைக் காப்பணை - cellular cofferdam
கூம்புக் குடுவை - conical flask
கூம்புக் குழல் - nozzle
கூம்புத் தமனி - conus arteriosus
கூம்புத் திருகு - fusee
கூரை முடிவு - cornice
கூழாங்கல் - gravel
கெட்டிப்புக் களிப்பாறை - compaction shale
கெம்பு - ruby
கெழு - coefficient
கேளலை - audiowave
கேளலை மிகைப்பி - audio amplifier
கொட்டுந்திருக்கை - sting ray
கொட்புஅளவி - gyroscope
கொத்துவேர்க் கிழங்கு - fasciculated root tuber
கொதிகலன் – boiler
கொந்தளிப்பு - turbulence
கொந்துளி - broacher
கொப்பு - twig
கொப்பூழ்க் கட்டி - umbilical abscess
கொப்பூழ்க் கொடி - umbilical cord
கொம்பு - antler
கொம்புப் பொருள் - keratin
கொம்பு நீக்கி – dehorner
கொழுப்பு அமிலம் - fatty acid
கொள்ளளவுத் திறன் - volumetric efficiency
கொன்றுண்ணி - predator
கோட்டுத் தொகையீடு - line integral
கோட்பாடு - hypothesis
கோண அளவைக் காலம் - sidereal time
கோண உந்தம் - angular momentum
கோணத் திருப்புத் திறன் - angular moment
கோணஅளவி - sextant
கோண மொட்டு - auxillary bud
கோந்து - glue
கோமாரி – rinderpest
கோர்வு உத்திரம் - truss
கோரைப் பற்கள், கிழிக்கும் பற்கள் - canine teeth
கோவை மாறிலி - lattice constant
கோழைச் சுரப்பி - mucus gland
கோள் ஒண்முகிற்படலம் - planetary nebulas
கோள அமைப்பு - geode
கோளக விண்மீன் முடிச்சு - globular cluster
சக பிணைப்பு - covalent bond

சங்கு முறிவு - conchoidal fracture
சடத்துவம் - inertia
சந்தி - junction
சந்திப் புள்ளி விதி - nodal law
சப்பை நோய் - black quarter
சம இறக்கைப் பூச்சி - isoptera
சமச்சீர் இருபடிக் கோணம் - symmetric linear expression
சமச்சீர்மை - symmetry
சமச்சீர்மையின்மை - asymmetry
சமச்சீரற்ற - unsymmetrical
சமதள மஞ்சரி - corymbose cyme
சமதள மீட்சிக் கீற்றணி - plane reflection grating
சமன்செய் சக்கரம் - balance wheel
சமன்செய் சுருள் - balance spring
சமுதாயம் - colony
சரக்கு - cargo
சரவிளக்கு, கொத்துவிளக்கு - chandelier
சராசரி சூரியநாள் - mean solar day
சராசரி சூரிய நேரம் - mean solar time

சராசரி நண்பகல் - mean noon
சராசரி நள்ளிரவு - mean midnight
சலவைக்கல் - marble, flag stone
சவ்விறக்கைப் பூச்சிகள் - hymenoptera
சாதாரண சீரிசை இயக்கம் - simple harmonic motion
சாய் சதுரம் - rhombohedron
சாய் பரப்பு - ramp
சாய்வு - oblique, slope
சார்பு - function
சார்பு உட்புகுதிறன் - relative permeability
சார்புக் கொள்கை - relativity theory
சார்பு நிலை, மாதிரி - reference
சால்-களிம மீள் தன்மை - thixotrophy
சாரளத்தளம் - sill
சாறுண்ணி - saprophyte
சிக்கல் பகுப்பாய்வு - complex analysis
சிக்கல் மின்னியக்கு விசை - complex emf
சிக்கல் மின்னெதிர்ப்பு - complex impedance
சிக்கல் மின்னோட்டம் - complex current
சிக்கனப்படுத்தி - economiser
சிட்டங் கட்டுதல் - sintering
சிட்டம் - reel
சிதரோட்டம் - turbulence
சிதல்கள் - spores
சிதற வைக்கும் பொருள் - scatterer
சிதறு கதிர் - scattered ray
சிதைக்குமுயிரி - decomposer
சிதைந்த காயங்கள் - lacerated wounds
சிதைவு - decomposition
சிப்பம் - pack

சிலேட்டுமப்படலம் - mucous membrane
சிற்றிலைகள் - leaflets
சிறப்பினம் - species
சிறப்புக் குடியுரிமை - honorary citizenship
சிறு உருண்டைகள் - pellets
சிறும ஆற்றல் நிலை - ground state
சிறும தொலைவுக் கோடு - geodesic, geodesic line
சினை தூவுதல் - spawning
சீம்பால் - colustrum
சீர்நிலை விதிகள் - equilibrium laws
சீர்மை - symmetry
சீர்மையற்ற தொகுப்பு - asymmetric synthesis
சீராகவுள்ள - euhedral
சுட்ட சுண்ணாம்பு - quick lime
சுட்டுறுப்பு - parameter
சுடர் நிரல்கள் - flame spectra
சுண்ணப்பாறை - limestone, dolomitic stone
சுத்திகரிப்பு - refining
சுத்தித்தலைச் சுறாமீன் - hammerheaded shark
சுமைகோடு - load line
சுமை தூக்கு - derrick
சுரப்பு - secretion
சுருக்குத் தசை - sphincter muscle
சுருங்குதல் - shrinkage
சுருணை - winding
சுருள் - coil
சுருல்வில் - spring
சுவடறிவான் - tracer
சுவர் ஒட்டிய சூல் அமைப்பு - parietal placentation
சுவர் முகப்பு - coping
சுவற்றின் மேற்பகுதி - ceiling
சுவாசக் குழாய் - trachea
சுவாசமையம் - respiratory centre
சுழல் - turbulance, rotary
சுழல் அமுக்தி - rotary compressor
சுழல் தாங்கி - journal bearing
சுழல் மாறுபாடுகள் - cyclical variations
சுழல் மின்னோட்டம் - eddy current
சுழல் முனை - pivot

சுழலி - turbine
சுழற்சிக் கன்னி இனப்பெருக்கம் - cyclic parthenogenesis
சுழற்சி விசை - torque
சுற்றக ஆலை – rotor mill
சுறா மீன் - shark
சூட்டிணைப்பி - solder
சூடாக்கி - heater
சூரியக் கொழுந்து - solar flame
சூரியக் காலம் - solar time
சூரியத் தட்டு - sun dial

சூரியன் தோற்றப்பாதை - ecliptic
சூரியனின் சேய்மைநிலை - apogee
சூரியனின் அண்மைநிலை - perigee
சூல் - ovule
சூல் ஒட்டுக்கொடி - placenta
சூலக இலை - carpel
சூலகக்கரு - ovule, nucleus
சூலகப் பை - ovary
சூலகம் - gynoecium
சூலகமுடி - stigma
சூலுறை - integument
சூழல் கட்டுப்பாடு - boundary condition
செஞ்சாய்சதுரப் படிகத்தொகுதி - orthorhombic system
செஞ்சுரப்பி - red gland
செந்தூக்கு ஆற்றல் கூறு - lift
செந்தூய்மையாக்கல் - sterilization
செம்பாளம் - dyke
செயல்படு பாய்மம் - working fluid
செயலி - operator
செயற்கை - synthetic
செயற்கைக்கோள் - satellite
செயற்கைக் கன்னி இனப்பெருக்கம் - artificial parthenogenesis
செயற்கைப் பனிப்படலம் - smag
செருகு - plug
செல்நிறமி - cytochrome
செல்பகுப்பு - cell division
செலுத்தும் சிட்டம் - supply reel
செல்வமிழ் திசை - strike
செவுள்கள் - gills
செவுள் பிளவுகள் - gill slits
செவுள் வளைவு - branchial arch
செறிவு, அடர்வு - intensity
செறிவூட்டல் - concentrating
சேமிப்பு வகைச் சூடேற்றி - recuperative air heater
சேர்க்கை - composition
சேர்க்கைப்பொருள் - additive
சேர்ப்பு விதி - associative law
சேறு - slurry
சேறுநீக்கல் - dredging
சோகை - anaemia
சோப்பாதல் - saponification
சோற்றுக்கட்டை - sap wood
டைஅசோ ஆக்கம் - diazotisation
தக அமைவு - adaptation
தகட்டு மின்னோட்டம் - plate current
தகட்டு வடிவக் காப்பணை - sheeted cofferdam
தகடாக்கக் கூடியது - malleable
தகடாக்கல் - lamination
தகடு - sclerite, laminate
தகடு குத்துத்தூண் - sheet pile
தகவமையாநிலை - unconformity
தகவியக்கக் காற்றிலியுயிரி - facultative anaerobe
தகாத் தொகை - improper integral
தகைவு - stress
தட்டிப்பார்த்தல் - percussion
தட்டு - disk, pallet
தட்டு அமைப்பு - platy
தட்டைச்செவுளி - lamellibranches
தட்டைத்தளம் - flat slab
தட்ப வெப்ப நிலையியல் - climatology
தடிமன் - thickness
தடுப்பான் - baffle
தடுப்பு அமைப்பு - check structure
தடுப்புத் தொடுகை - blacking contact
தடுப்புப் பூச்சு - barrier coating
தடைப்பட்ட - bridled
தடைவிளக்கு - break light
தண்டடிக் கிழங்கு - corm
தண்டுக் கிழங்கு - stem tuber
தண்டு - shaft
தமனித் தடிப்புநோய் - arteriosclerosis
தயக்கக் கண்ணி - hysteresis loop
தரவு - data
தரை எழும்பல் - take off
தரை (தாழ்) ஆற்றல் மட்டம் - ground state
தல நேரம் - civil time
தலைக்காலி - cephalopoda
தலைகீழ்மாற்றம் - inversion
தலைத்தமனி - carotid artery
தலைமுன்கூர் நீட்சி - frontal rostrum
தழை உறுப்புகள் - vegetative organs
தள முனைவாக்கப்பட்ட - plane polarised
தள்வேறுபாட்டுத் தொகையீடு - contour integration
தற்சுழற்சி - spin
தற்சுழற்சி உரிமைப்படிக் கோவை ஒய்பாடு - spin-lattice relaxation
தறுவாய் - phase
தன் இயக்கப் படிகள் - degrees of freedom
தன்மையாக்கு - temper
தன் வெப்பம் - spectific heat
தன் ஆற்றல் - self energy
தனி இலைகள் - simple leaves
தனி உறுப்பு, இயங்கு உறுப்பு - free radical
தனி ஊசல் - simple pendulum
தனிக்கணிதம் - pure mathematics
தனிக்கனி - simple fruit
தனிச்சுழி - absolute zero
தனிம மாற்றம் - transmutation
தனிம வரிசை அட்டவணை - periodic table
தனி வெப்பநிலை - absolute temperature
தாக்கும் வினைப்பொருள் - attacking reagent

தாங்கி - stand, substrate
தாடை - jaw
தாது - ore
தாரை - jet
தாரை முறை ஊடுருவல் - jet piercing
தாரை விழ் முனை - jetting tip
தாவர எச்சம் - strawy residue
தாவரவுண்ணி - herbivore
தாவும் தொடர்விடுப்பு - jump discontinuity
தாழ் வெப்பமண்டலப் பகுதி - sub tropical latitude
தானியங்களின் பதர் நீக்குதல் - winnowing
தானியங்கி - automobile
திசுச்சுவாசம் - tissue respiration
திசையறிந்து திருப்பும் கருவி - steering equipment
திசையோடு மாறும் தன்மை - unisotropy
திசையொத்த - isotropic
திசையொவ்வா - anisotropic
திசைவழி நடத்தப்படுதல் - dirigible
திசைவில் - azimuth
திசைவேகம் - velocity
திடீர் மாற்றம் - mutation
திண்ணிய - massive
திண்மக் கோணம் - solid angle
திரட்சி - agglomeration
திரவமாக்கும் அல்லது நீராக்கும் கலன் - condenser
திரள் கனி - aggregate fruit
திரள்தல் - coagulation
திராட்சைக் குலை அமைப்பு - botryoidal
திரிபு - strain
திரிபு வாட்டம் - strain gradient
திருக்கம், சுழற்சி - torsion
திருக்க விசை - torque
திருசல் - skew
திருகு ஊர்தித் தளம் - helipad
திருகு சுருள் வால்வு - spiral valve
திருகு பல்வெட்டி - hober
திருத்தும் காரணி - modification factor
திருப்புத் திறன் - moment
திரும்பப் பெறும் தலைப்பகுதி - playback head
திரும்பப் பெறும் காற்றுச் சூடேற்றி - regenerative air heater
திறச்செறிவு - intensity
திறன் பெருக்கி - power amplifier
தீச்செங்கல் - fire brick
தீர்க்க ரேகை - meridian
துடுப்பு - fin
துணிப்பு - shear
துணிப்பு விசை - shear force
துணை உரிமைப் படிக்கோவை - sublattice
துணைச் சுவாச உறுப்பு - accessory respiratory organ
துணைமொட்டு - accessory bud
துருப்பிடிக்காத எஃகு - stainless steel
துருவல் - milling
துலங்கல் - response
துளை - slit, pore, hole
தூக்கு விசை - lift
தூசிச் சாம்பல் - fly ash
தூண்டம் - inductor
தூண்டல் - induction
தூண்டல் கோடுகள் - lines of induction
தூண்டல் விளைவு - inductive effect
தூவுதல் - sprinkle
தூள் வடிவ - amorphous
தெவிட்டிய நிலைத் தூண்டல் - saturation induction
தெவிட்டு நிலை - saturation
தெவிட்டு நிலை வினைக்கலன் - saturable reactor
தேக்கி - reservoir, capacitor
தேக்குந்திறன் - retentivity
தேடு சுருள் - search coil
தேய்வுப்பொருள் - abrasive
தேர்திறன் - selectivity
தொகு உயரம் - effective height
தொகுதி - block
தொகுதிப் பெருந்தமனி வளைவு - systemic aortic arch
தொகுப்பு - synthesis
தொங்கல் கரைசல் - suspension
தொங்கு ஒட்டுமுறை - pendulous placentation
தொங்கு பாறை - dripstone
தொட்டுப்பார்த்தல் - palpation
தொடக்க நிலைமை - initial phase
தொடர் அலை இயக்கம் - peristalsis
தொடர்ச்சியற்ற - discrete
தொடர்தளம் - continuous slab
தொடர் நிரல் - continuous spectrum
தொடர்பம் - continuum
தொடர் பொழிவுச் செயல்முறை - coscade process
தொடர்வண்டி - locomotive
தொடர்வினை - chain reaction
தொடரகக் கோட்பாடு - continuum hypothesis
தொடு இதழ் அமைவு - imbricate
தொடுகோணம் - glancing angle
தொடு நஞ்சு - contact poison
தொடு வார்ப்படம் - contact moulding
தொடுவியல் விதி - tangent law
தொண்டை அடைப்பான் - haemorrhagic septicaemia
தொண்டைச் சட்டகம் - pharyngeal skeleton
தொல் புதைப்படிவங்கள் - fossils
தொல்லுயிர்க் காலம் - palaeozoic era
தொல்லுயிர்த் தாவர இயலார் - palaeobotanist
தொலை கீழ்ச்சிவப்பு - far infrared
தொற்று நோய்த் தடுப்பான் - disinfectant
தோள் துடுப்பு - pectoral fin
தோள் வளையம் - pectoral girdle

தோற்றச் சூரிய நாள் - apparent solar day
தோற்றச் சூரிய வழி நாள் - apparent solar dav
தோற்றப் பாதை - ecliptic
நகத்திண்டு - empodium
நகர்வு - tectonics
நச்சியம் - toxin
நச்சியல்பு - toxicity
நச்சுயிர்க்கொல்லி - disinfectant
நச்சு விளைவுகள் - toxic effects
நசுங்கிய காயங்கள் - crushed wounds
நடுத்தகடு, இடை - web
நடுத்தோல் - mesocarp
நடுநிலை - neutral
நடுநிலையற்ற - biased
நடுப்படை - mesoderm
நடுவரை விலக்கம் - declination
நரம்புச் செல் - neuron
நல்லியல்பு வளிமம், புனைவியல் வளிமம் - ideal gas
நல்லுருகு கலவை - eutectic mixture
நாசி இடை எலும்பு - ethmoid bone
நாசித்துளைகள் - nostrils
நாடா - tape, strip
நாண் - chord
நார் அமைப்பு - fibrous
நாவடிக் குருத்தெலும்பு - hyoid cartilage
நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் - endocrine glands
நாற்கோட்டச் சுற்றுகள் - quadrupole loops
நாற்கோணப்படிகத்தொகுதி - tetragonal system
நிகர இடைவெளி - effective span
நிகர உயரம் - effective height
நிணநீர்ச்சுரப்பி - lymph gland
நியம, செந்தர - standard
நிரப்பி - filler
நிரல் - spectrum, column
நிரலியல் - spectroscopy
நிரலியல் வரைபடம் - spectrograph
நிரை - row
நிலக்கீல் - asphalt
நிலத்தடி நீர் - underground water
நிலநடுக்கோட்டுக் காடுகள் - equatorial forests
நிலப்பரப்பு - topography
நிலைக்கிள்ளல் - static pinch
நிலைக்குத்து வட்டம் - verticle circle
நிலைத்தன்மை - stability
நிலைமத் திருப்புத் திறன் - moment of inertia
நிலை மாற்றம் - tacking
நிலைமாறு மாறிலி - critical constant
நிலைமை - phase
நிலையற்ற - unstable
நிலையாற்றல் - potential energy
நிறச்சாரல் பிரிகை - chromatography
நிறநிரல் காட்டி - spectrometer
நிறப்பிரிகை - dispersion
நிறம் நிறுத்தி - mordant
நிறமாலை, நிரல் - spectrum
நிறமாலை அளவி, நிரலியல் அளவி - spectrometer
நிறமி - pigment
நிறமூட்டல் - staining
நிறுத்தி - brake
நிறுத்தும் கட்டுப்பாட்டிதழ் - stop valve
நிறையீர்ப்பு - gravitation
நிறையீர்ப்புப் புலம் - gravitational field
நிறையுயிரி - adult
நிறைவுற்ற, தெவிட்டிய - saturated
நிறைவுறா, தெவிட்டா - unsaturated
நின்றொளிர்தல் - phosphorescence
நினைவுக்கல் - monument stone
நீண்டகாலப் போக்கு - secular trend
நீந்தும்பை - swim bladder

நீர்க்கசிவு - percolation
நீர்த்த சுண்ணாம்பு - hydrated lime, slaked lime
நீர்த் தடுப்புச் சுவர் - weir
நீர்ம ஆரம் - hydraulic radius
நீர் வளிமம் - water gas
நீர் விரும்பு கூழ்மம் - hydrophilic colloid
நீர் வெறுக்கும் கூழ்மம் - hydrophobic colloid
நீராற் பகுப்பு - hydrolysis
நீரிழப்பு - dehydration
நீரேறி - hydrate
நீலம் - sapphire
நீள்மை - linear
நீள்வட்டத் திண்மம் - ellipsoid
நீள்வட்டம் - ecllipse
நீள்வாட்டான விட்டங்கள் - longerons
நீளத்தைக் குறைத்தல் - curtailment
நீற்றுதல் - calcination
நுண்களிக்கல் - silt stone
நுண்கால நிலையியல் - micro meteorology
நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து - antibiotic
நுண்ணோக்கி - microscope
நுண்துளைச் செயல் - capillary action
நுரை - froth
நுரையீரல் - lung
நுரையீரல் தமனி - pulmonary artery
நெகிழி - plastic
நெட்டாங்கு, நெடுங்கோட்டு நிலை - longitude
நெடுக்கம் - range
நெடுக்கு - longitudinal
நெம்புருள் - cam
நெய்வணம் - paint
நெற்றி - frontal
நேர்குத்து - perpendicular
நேர்கோட்டியல்பு - rectilinear

நேர்கோட்டுத் தொகை - line integral
நேர்த்தி - elegance
நேர்மின்வாய் - anode
நேர்மை - fidelity
நேர்வரிப்பாடு - collimation
நேர்வழிப்பிறப்பு - orthogenesis
நேரயனி - cation
நேரான கரு அமைப்பு - embryo straight
நேரியல் சார்பு - linear dependence
நொதி - enzyme
நொறுங்கிய பாறை - disintegrated rock
நொறுங்கும் தன்மை - brittleness
நோய் ஆய்வு - diagnosis
நோய்க்கிருமிக் கொல்லிகள் - bactericides
நோய்த் தடுப்பான் - disinfectant
நோய் நுண்ணுயிரிகள் - microbes
நோய் நுண்மம் கடத்தி - vector
பக்கக் கிளை - axillary branch
பக்கச் சரிவு - side slope
பக்கவசம் - equatorial
பக்கவாட்டில் - lateral
பக்க விளைவுகள் - side effects
பகலில் திரியும் - diurnal
பகா எண் - prime number
பகுக்கும் களம் - sptilling field
பகுத்துணர்வான் - discriminator
பகுதி வேதிக்கூழ் - semi chemical pulp
பகுப்பாய்வு - analysis
பகுப்பான் - analyser
பங்கீட்டு விதி - distributive law
பசுமை மாறாக் காடு - ever green forest
பட்டகம் - prism
பட்டாணி அமைப்பு - pisolitic
பட்டை - belt
பட்டை அமைப்பு - bladed
பட்டைக் கட்டமைப்பு - band structure
பட்டைக் கடத்து வடிப்பான் - band pass filter
பட்டை நிரல் - band spectrum
பட்டை நிறமாலை - band spectra
படக் கருவி - projector
படர்தல் - creep
படர் தாமரை - ring worm
படலம் - film, layer
படிக அச்சு - crystal axis
படிக அழுத்த மின்சாரம் - piezoelectricity
படிக உருவற்ற, படிக உருவிலா - amorphous
படிக உருவுள்ள - crystalline
படிகத் தளம் - lattice plane
படிகப் புலக் கொள்கை - crystal field theory
படிகம் - crystal
படிகமிலா உலோகக் கலவை - amorphous alloy
படிகவியல் - crystallography
படிகாரம் - alum
படிமம் - deposit
படிமலர்ச்சி - evolution
படிமானத் தொட்டிகள் - settling tank
படுகதிர் - incident ray
படுகைச் சுமை - bed load
பண்பிறக்கி - demodulator
பண்பேற்றம் - modulation
பதங்கமாதல் - sublimation
பதங்கமாதல் வெப்பம் - heat of sublimation
பதிப்பி - recorder
பதிலி - substituent
பதிவு செய்யும் தலைப்பகுதி - recording head
பந்துக் கட்டுப்பாட்டிதழ் - ball valve
பயணக் கட்டம் - hop
பயன்பாடு - application
பயனுடைமைக் கருத்து - concept of utility
பயிர்க்கொல்லி - crop pest
பயிர்ச் சுழற்சி - crop rotation
பரப்பு இழுவிசை - surface tension
பரப்புக் கருவி - flow spreader
பரவல் - dispersion
பரவளைவு - parabola
பரிமாணம் - dimension
பரிமாணவெளி - dimensional space
பரிமாற்று ஆற்றல் - exchange energy
பரிமாற்று விதி - commutative law
பரும வளைய - macrocyclic
பருமனாதல், உப்புதல் - swell
பருவ ஆண்டு - tropical year
பருவகால மாறுபாடுகள் - seasonal variations
பல் பிணைப்பு - multiple bond
பல்முகி - polyhedra
பல்லுருவமாதல் - polymorphism
பல்லுறுப்பாக்கல் - polymerisation
பல்லுறுப்பி - polymer
பல்லுறுப்புக்கோவை - polynomial
பலகாலுடையவை - myriapoda
பலகை அமைப்பு - tabular
பலகைப் பாறை - slate
பல தமனிக் கணு அழற்சி - plyarthritis
பலபடித்தான - heterogeneous
பல பருவக் களைகள் - perennial weeds
பவளம் - coral
பள்ளத்தாக்கு - valley
பளுச் சுற்று - load circuit
பற்சக்கரம் - gear
பற்ற வைத்தல் - welding
பறக்கும் தன்மை - fliability
பனி வீழ்படிவு - fog subsidence
பாகுத் தன்மை - viscosity
பாதுகாப்பு வளையம் - guard ring

பாதைகள் - trajectories
பாய்மக் காந்தவியல் - hydromagnetics
பாய்மம் - fluid
பாய்மரக் கயிறு - shroud
பாய்வு - flow
பாய அடர்த்தி - flux density
பாயத்தடை - reluctance
பாயம் - flux
பாயமானி - fluxmeter
பாரீஸ் சாந்து - plaster of paris
பால் பதிலி - milk replacer
பால்மடி நோய் - mastitis
பால்மிளிர்வு - opalescence
பாலிலா இனப்பெருக்கம் - asexual reproduction
பாலினப் பெருக்கம் - sexual reproduction
பாலைவனக் கழிவுப்படிவு - desert debris
பாளம் - cake
பாறை உப்பு - rock salt
பாறைக் குழம்பாக்கம் - magmatic
பாறைக்குழம்பு - magma
பாறையாக்கச் சூழ்நிலை - petrogenic environment
பிணிக்கூற்றாய்வு - biopsy
பிணைத்தண்டு - tie rod
பிணைப்பி - binder
பிணைப்பு - bond
பிணைப்புத்தகைவு - bond stress
பிணை பொருள் - bonding material
பித்தப்பை - gall bladder
பிரிகை - dissociation, dispersion
பிரிகை நிலைமைப் பொருள் - dispersed phase
பிரிகை மாறிலி - dissociation constant
பிரிகையடைதல் - dispersion
பிரிகை வரம்பு - resolving limit
பிரிதிறன் - resolving power
பிரிப்புத் திறன் - resolution
பிரிபுனல் - separatory funnel
பிழை வளைவரை - error curve
பிளவு - cleavage, crack, slit
பிளவுப் பள்ளத்தாக்கு - rift valley
பிறழ்ச்சி - aberration
பின் உருத்தோற்றம் - after image
பின் கண்ணீர் - vitreous humour
பின் கண்வரை - post orbital
பின் நெற்றி - post frontal
பின் மின்னியக்கு விசை - back electromotive force
பின் விளிம்பு - trailing edge
பின்னடிப்பு - backlash
பின்னிடுதல் - recoil
பின்னிய செயல் விளைவு - interaction
பின்னிழுப்பு மிதவை - drag chute
பின்னிழுப்பு விசை - drag
பீச்சு நாளம் - ejaculatory duct
புகைப்படக் குழாய் - camera tube
புதுமை எண்கணித எண்கொள்கை - modern arithmetical theory of numbers
புதுமை மின் அழுத்தக் கொள்கை - modern theory of potential
புயல், வன்காற்றலை - gust
புரதமிலா - prosthetic
புரியிடைத் தொலைவு - pitch
புரைமை - porosity
புரையேறு நிமோனியா - aspiration pneumonia
புரோட்டான் ஏற்றம் - protonation
புல்லி வட்டம் - calyx
புலச்சரிவு - field gradient
புலச் சுருள் - field coil
புலம் - field
புலனாகும் தன்மை - phaneric
புவி உருவ இயல் - geodesy
புவிக்காந்தவியல் - terrestrial magnetism
புவியடுக்கமைப்பியல் - stratigraphy
புழுப்பல்சக்கரம் - worm gear
புழையிடுதல் - tunnelling
புள்ளிக் குறைபாடு - point imperfection
புள்ளியியல் - statistics
புள்ளி விசை - point force
புளிப்பாக்கம் - fermentation
புற அமைப்பு - phenotype
புறச் செவுள்கள் - external gills
புறணி - cortex
புறநாசித் துளைகள் - external nares
புறவரிச் சட்டம் - skeleton
புற வேற்றுமை - allotropy
புஷ்பராகம் - topaz
பூ இதழ் - perianth
பூக்கும் தாவரங்கள் - angiosperms
பூஞ்சை அல்லது பூசணம் - fungus
பூத்தேன் குழல் - spur
பூவடிச் செதில் - bracteole
பூஜ்ய வகுப்பான்கள் - zero divisors
பெசிலியன் ஆண்டு - besselian year
பெண் பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம் - thelytoky
பெயர்ச்சிப் பிளவு - fault
பெருக்கச் சிறு குமிழங்கள் - bulbils
பெருக்கு - flux
பெருவலிப்பு - grandmal
பேச்சு வரைவி - phonograph
பேரினம் - genus
பொட்டு மடல் - temporal lobe
பொதியுறை - catridge
பொய்க்கனி - pseudocarp
பொய்யுரு அமைப்புடையவை - pseudomorphism
பொருக்கு - drusy

பொருளருகு வில்லை - objective lens
போக்கு விகித முறை - ratio to trend method
மக்கள் தொகையியல் - demography
மகரந்தக் குழாய் - pollen tube
மகரந்தம் - stamen
மகரந்தச் சேர்க்கை - pollination
மகரந்தத்தாள் வட்டம் - androecium
மகரந்தப் பை - anther, microsporangia
மங்கலான - tinted
மங்கிய மிளிர்வு - dull lustre
மசகு - grease
மஞ்சரி - inflorescence
மஞ்சரித்தண்டு - peduncle
மட்டக்குதிரை - pony
மட்டநிலைத்தண்டு - rhizome
மட்டு - head
மட்டுப்படுத்தி - moderator
மடல் - lobe
மணகல் - sandstone
மண்டலங்கள் - galaxis
மண்டலம் - domain, zone
மண்டலமுடிச்சுகள் - cluster of galaxy
மண் துகள், வண்டல் - silt
மண்வாரி - shovel
மணித்துகள் - grain
மணிதாங்கி - ball bearing
மரக்கட்டை - timber
மரக்கரி - wood charcoal
மரு - wart
மருங்குகோட்டு உணர் உறுப்பு - lateral line sense organ
மலட்டுத்தன்மை - sterility, infertility
மலட்டு மகரந்தத்தாள் - staminode
மலட்டு வகை - sterile caste
மலப்புழை, குதம் - anus
மழுங்கிய - blunt
மறுதலை - converse
மறைமுகப்பகுப்பு - mitosis
மனநோய் - psychosis
மாசு - impurity
மார்பெலும்பு - sternum
மாலுமி அட்டவணை - nautical almanae
மாற்றியம் - isomer
மாற்றியமாதல் - isomerisation
மாற்றுவழி - bypass
மாறாத - unmodified
மாறி - variable
மாறியல் சிதறல் - incoherent scattering
மாறிலி - constant
மாறுநிலை - transition state
மாறும் ஒலிவேகம் - transonic speed
மிகு ஒலி - supersonic
மிகு நுண் - hyperfine
மிகு நுண்வரி முரண்பாடு - hyperfine anomaly
மிகை ஆக்சைடு - superoxide
மிகை கடத்தி - super conductor
மிகைப்பி - amplifier
மிகைமுழு எண் - positive integer
மிதக்கும் ஊர்திகள் - hover craft
மிதப்பு விசை - buoyan force
மிதவெப்பக்காடு - temperate forest
மிருதுமண் - soft mud
மிளிர்வு - irridescence, lustre
மின்கடவா இழப்பு - dielectric loss
மின்கடவாப்பொருள் - dielectric material
மின்கடவா மாறிலி - dielectric constant
மின்கடவா வலிமை - dielectric strength
மின்காந்த அலகு - electromagnetic unit
மின்காந்தவியல் - electromagnetism
மின்கூழ்மப் பிரிகை - electrodialysis
மின்கொம்பு நீக்கி - electric dehorner
மின்திருக்கை - electric ray
மின்திருத்தி - rectifier
மின்துடிப்பு - electric pulse
மின் தொடுவான் - electric contact
மின்புல வீழ்படிவாக்கி - electrostatics separator
மின்மறிப்பு - impedance
மின்மாற்றி - transformer
மின்முறிவு - electrical breakdown
மின்வாய் - electrode
மின்னகம் - armature
மின்னணு ஏற்பி - electron acceptor
மின்னணு கடத்தல் - electron transport
மின்னழுத்தம் - voltage
மின்னழுத்த அளவி - voltmeter
மின்னாக்கி - generator
மின்னாற்பகுப்பு - electrolysis
மின்னியல் தந்திமுறை - electric telegraphy
மின்னோட்டம் - current
மீ கடத்திக் காந்தம் - superconductive magnet
மீச்சிறு இருபடி - least square
மீச்சிறு வர்க்கமுறை - method of least squares
மீச்சூடேற்றம் - super heating
மீட்சித்தன்மை - elasticity
மீப்பெரு சிறுகோள் - asteroid
மீள் களி - elastic gel
மீள்சக்திச் சுருள் - spring
மீள்திறன் குணகம் - elastic modulus
மீள்திறன் திரிபு - elastic strain
மீள்வெண் - frequency
மீள்வழி - sidereal
மீன் வளர்ப்பகம் - aquarium
மீனம் - Pisces
முக்கோணத் தள இரு கோபுரம் - trigonal bipyramid

முகச்சுரப்பி - facial gland
முகடு - crest
முகப்பு - dial
முகவை - beaker
முகிற்கலம் - cloud chamber
முச்சரிவுப்படிகத்தொகுதி – triclinic system
முசுக்கட்டை - mulberry
முட்டு - lobe, strut
முட்டையிடும் உறுப்பு - ovipositor
முட்டைவடிவமைப்பு - olitic
முடக்குவாதக்காய்ச்சல் - rheumatic fever
முடக்குவாத மூட்டழற்சி - rheumatoid arthritis
முடிவற்ற களம் -infinite field
முடிவான களம் -finite field
முடிவுறாக் கணங்கள் - infinite sets
முடிவுறா வரிசை - infinite order
முடிவுறு கணம் - finite set
முடுக்கக் குறைவு - deceleration
முடுக்கம் - acceleration
முத்தறுவாய் - three phase
முதலுயிரிகள் - protozoa
முதன்மைச் சுற்று - primary winding
முதன்மை வலிவூட்டி - main reinforcement
முதனிலை வகை - typical
முதிர் கரு - foetus
முதிரி - adult
முதுகுத் தண்டு, முதுகுநாண் - notochord
முதுகுத்துடுப்பு - dorsalfin
முதுகெலும்பு - vetebral column
முந்திரி வடிவம் - reniform
முந்நீரகம் - peninsula
முப்பரிமாணத் தனித்தன்மை - stereospecific
முப்பரிமாண வேதியியல் - stereochemistry
முப்பிணைப்பு - triple bond
மும்மை நிலை - triplet state
முழு அழிவாக்கக் கொள்கை - annihilation theory
முழு எண் - integer
முழுதுறழ் கணிப்பியல் முடிவு - dead reckoning
முள் முறிவு - hackly fracture

முள்ளெலும்பு - vertebra
முளைசூழ்தசை - endosperm
முளைப்புத்திறன் - germinaility
முளை மொட்டு - apical bud
முற்கோள் - lemma
முறிவு - fracture
முறிவெண் - modulus of rupture
முறுக்கம் - twist
முறுக்கு விசை - torque
முறையான உட்கணம் - proper subset
முன்கண்நீர் - aqueous humour
முன்கணிப்பு - prognosis, forecasting
முன்சுரப்பி - frontal gland
முன்பின்னியக்க - reciprocating
முன்மாதிரிவகை - prototype
முன்வார்ப்புக் கட்டமைப்பு - precast structure
முன் விளிம்பு - leading edge
முன்னோடி - precursor
முனையில் மயிர்க்கற்றையுள்ள வால் - tufted tail
முனைவலிமை - pole strength
முனைவாக்கம் - polarized
முனைவுடைமை - polarity
மூக்குக்கண்ணாடி - goggle
மூச்சிரைப்பு நோய் - asthma
மூச்சுக்குழல் திறப்பு அறுவை - tracheostomy
மூசை - crucible
மூட்டம், தையல் - suture
மூட்டுக்கட்டி - hygroma
மூலக்கரைசல் - mother liquor
மூலக்கூற்றுப் புலம் - molecular field
மூலக்கூறிடை - intermolecular
மூலக்கூறுள் - intramolecular
மூலப்பாறைக்குழம்பு - primary magma
மூலப்பொருள் - roving
மூவிணை திறனுடைய - trivalent
மூளை இரத்தம் உறைதல் - cerebral thrombosis
மூளைக்காய்ச்சல் - encephalitis
மூளைத்தண்டுவட நீர் - cerebrospinal fluid
மூளையிலிருந்து இரத்தம் கசிதல் - cerebral haemorrhage
மூளையுறையழற்சி - meningitis
மூன்று தொகை – triple integral
மெய் எண்கணம் – set of real numbers
மெய்ப்பகுப்பாய்வு - real analysis
மெருகுவணம் - varnish
மெழுகு மிளிர்வு – waxy lustre
மெழுகேற்றல் - waxing
மென்கட்டை - soft wood
மென்திசை - easy direction
மென்மையழுகல் நோய் - soft rot disease
மேடமுதற்புள்ளி - first point of Aries
மேடு - ridge
மேம்படுத்து சுருள் - booster coil
மேற்கவி இருப்பு - overlapping
மேற்கு நேரக்கோணம் - western hour angle
மேல்கண்வரை - supra orbital
மேல்தாடை - maxilla
மேல்தோல் - exocarp, epidermis
மேல்நாக்கு - super linguae
மேல் முன்னிலை அசைவு - epinasty
மைய இழப்பு - coreloss
மைய உட்கரு - polar nucleus
மைய உரு - kernel
மையவிலக்கு - centrifugal

மோதல் - collision
மோதலிடைத் தூரம் - mean free path
யுகம் - era
ரம்பப் பல் விளிம்பு - serrated
லட்சியத் தன்மை - ideal
வகுத்தல் வளையம் - division ring
வட்டத்தட்டுச் சிறு மலர்கள் - disc florets
வட்ட நாண் - chord
வடம் - cable
வடிகட்டி - filter
வடிகால் - drain
வடிகால் ஓடு - drain tile
வடிப்பி மின்சுற்று - filter circuit
வடிவக் கூறு ஒப்பீட்டு விகிதம் - aspect ratio
வடிவமைப்புத் தகைவு - design stress
வண்டல் - silt
வண்டல் நீக்கித்தொட்டி - desilting tank
வண்டல் மண் - alluvial soil
வணரி - crank
வர்க்கப்படுத்தப்பட்ட வேறுபாடுகள் - squared differences
வரப்பு - ridge
வரிசை - order
வரிப்பள்ளம் - slot
வரியோட்டம் - scan
வரைகோல் - ruler
வரையறுத்த தொகையீடு - definite integral
வல ஏற்றம் - right ascension
வலிவூட்டி - reinforcement
வலை - grid
வலை நரம்பு அமைப்பு - reticulate venation
வழிவிடும் பட்டை - band pass
வளர் உருமாற்றம் - metamorphosis
வளர் கரு - foetus
வளர்ச்சி ஊக்கி - growth regulator
வளர்சிதையம், ஆக்கச் சிதை மாற்றம் - metabolism
வளர்வடக்கம் - dormancy
வளிமண்டலம் - atmosphere
வளிம நீக்கி - getter
வளிமம், வாயு - gas
வளிமமாக்கி - gasifier
வளிவகை - pneumatic
வளை கொண்டி - gusset
வளைகோட்டியல்பு - curvilinear
வளை பரப்பு - curved surface
வளைபரப்புத் தொகை - surface integral
வளையக் குழல் - torus
வளையச் சுருள் - toroid
வளைவு - camber
வளைவுத் திருப்புமை - bending moment
வன்கட்டை - hard wood
வன்காற்றலை - gust
வன்னீர் - hard water
வாத்து விண்மீன்குழு - cygnus
வார்ப்பு - mould
வார்ப்புரு - castings
வால்துடுப்பு - caudal fin, tail fin
வாலை வடிநீர் - distilled water
வாழிடம் - habitat
வானக்கூறுகள் - celestial coordinates
வான சராசரி சூரியன் - astronomical mean sun
வான நடுவரை - celestial equator
வானியல் அட்டவணை - astronomical ephemeris
வானிலையியல் - meteorology
வானூர்தி - air craft, space craft
விகிதமுறா எண் - irrational number
விசை மீன் - trigger fish
விடுபடு (வெளியேறும்) தொகுதி - leaving group
விடுபற்சக்கரம் - escapement wheel
விண்மீன் ஆண்டு - sidereal year
விண்மீன்குழு - constellation
விதானம் - canopy
விதைப்பை, விந்துப்பை, - testicle
விதை மேலுறை - seed coat
விதையிலை - cotyledon
விதையுறை - testa
விந்து சேமிப்புப்பை - seminal vesicle
விந்துப்பை - testicle
விமானக் கட்டம் - fuselage
விரலூன்றி நடக்கிற - digitigrade
விரவி - diffuser
விரவுதல், பரவுதல் - diffusion
விரிப்புப் பலகை - base board
விரிவாக்கக் கட்டுப்பாட்டிதழ் - expansion valve
விரிவாக்கப்பட்ட களம் - extension field
வில்லை - lens
வில்லை வடிவம் - lenticular
விலக்கம் - deflection
விழி அகநோக்கி - ophthalmoscope
விழி ஏற்பமைவு - accommodation
விழி ஒளித்திரைப் படலம் - retina
விழி வெண்படலம் - conjunctiva
விழி வெண்படலம் - cornea
விழி வெளித்திரை - sclera
விழுங்கு துளை - swallow hole
விளிம்புச் சூல் ஒட்டு -marginal plcaentation
விளிம்பு விலகல், விளிம்பு விளைவு - diffraction
விறைப்பு - edge effect, rigid
வினைக்கலவை, வினைப்பொருள் - reactant
வினைபுரியும் திறன் - reactivity
வினையுறு தொகுதி - functional group
வினையுறு ஹைட்ரஜன் - active hydrogen
வினை வழிமுறை - mechanism
வினைவேகம் - kinetics

வீக்கம் - oedema
வீழ்ச்சி - projection
வீச்சு - amplitude
வீழ்த்தல் - project
வீழ்படிவு - precipitate
வெக்கைநோய் - rinderpest
வெக்டர் இயற்கணிதம் - vector algebra
வெக்டர் நுண்கணிதம் - vector calculus
வெக்டர் பகுப்பாய்வு - vector analysis
வெட்டுத்தேற்றம் - intersection theorem
வெட்டுப் பகுப்பாய்வு - cross section analysis
வெட்டுப்பல் - incisor
வெடிகனி - capsule
வெடித்தல் - blast
வெடிப்பு, சிறுபிளவு - crack
வெடிப்பு - detonation, explosion
வெப்ப அணுக்கருவினை - thermonuclear reaction
வெப்ப அளவி - thermometer
வெப்ப இரட்டை - thermocouple
வெப்ப உமிழ் - exothermic
வெப்ப உள்ளுறை - enthalpy
வெப்ப எண் - specific heat
வெப்ப ஏற்புத் திறன் - heat capacity
வெப்பக் காடுகள் - tropical forests
வெப்பத் கொண்மை - thermal capacity
வெப்பங்கொள் - endothermic
வெப்பச் சமநிலை - thermal equilibrium
வெப்பச் சலனம் - convection
வெப்பத்தாற் பகுப்பு (சிதைவு) - pyrolysis
வெப்பநிலை நிறுத்தி - thermostat
வெப்பப் பதனிடுதல் - heat treatment
வெப்பப் பரிமாற்றி, வெப்ப மாற்றி - heat exchanger
வெப்பமாக்கல் - thermalization
வெப்ப மாறா - adiabatic
வெப்பமிளகு குழைமம் - thermoplastic
வெப்பமின் கனிமம் - pyroelectric mineral
வெப்ப முன்னிலை அசைவு - thermonasty
வெல்லப்பாகு - molasses
வெளி - space
வெளி இறுதி மையம் - outer dead centre
வெளி உணர்வுறுப்பு - exteroceptor
வெளி உமிழ் பாய்வு - extrusive flow
வெளியேற்றம் - discharge
வெளியேற்றி அமைப்பு - exhaust system
வெளிவாய், வெளிவழி - outlet
வெற்றற்ற கணம் - nonempty set
வெற்றிடம் - vacuum
வெற்றுக்கணம் - empty set
வெறிநிலை - mania
வேதி மருத்துவம் - chemotherapy
வேதியியல் இடமாற்றம் - chemical shift
வேதி வினை வேக இயல் - chemical kinetics
வேர்க்கிழங்கு - root tuber
வேற்றிட வேர்க்கிழங்கு - adventitious root tuber
வைரக்கட்டை - heart wood
வைர மிளிர்வு - adamantine lustre
ஹைட்ரஜன் நீக்கம் - dehydrogenation
ஹைட்ரோபோரோ ஏற்றம் - hydroboration

ஆங்கிலம் - தமிழ்

abelian group - எபிலியன் குலம்
aberration - பிறழ்ச்சி
abiotic factors - உயிரற்ற காரணிகள்
abrasive - தேய்பொருள்
abscissa - கிடை ஆயம்
absolute temperature - தனி வெப்பநிலை
absolute zero - தனிச்சுழி
absorbance - உறிஞ்சல்
absorbent - உறிஞ்சி
absorption - உட்கவர்தல்
absorption coefficient - உட்கவர் குணகம்
abstract algebra - கருத்தியல் இயற்கணிதம்
acceleration - முடுக்கம்
accessory bud - துணை மொட்டு
accommodation - விழி ஏற்பமைவு
acicular - ஊசி அமைப்பு
acid fire brick - அமிலத் தீச்செங்கல்
acidimetry - அமில வலிவளவு
acidity - அமிலத்தன்மை
acoustic field - ஒலிப்புலம்
activated complex - கிளர்வுற்ற இடைநிலை
activation - கிளர்த்தல்
active hydrogen - வினையுறு ஹைட்ரஜன்
adamantine lustre - வைர மிளிர்வு
adaptation - தக அமைவு
additive - சேர்க்கைப்பொருள்
additive property - கூட்டுத்தொகைசார் பண்பு
adhesive - ஒட்டுப்பொருள்
adiabatic - வெப்பமாறா
adrenal gland - அண்ணீரகச் சுரப்பி
adult - நிறையுயிரி, முதிரி
adventitious root tubers - வேற்றிட வேர்க்கிழங்குகள்
aerobe - காற்றுயிரி
aerobiology - காற்று உயிரியல்
aerodynamic force - காற்றியங்கு விசை
aerodynamics - காற்றியங்கியல்
aerodynamic wave drag - காற்றியங்கு அலை இழுவை
aeromechanics- காற்றியக்கவியல்
aerostat - காற்று மிதப்பு ஊர்தி
aerostatics - காற்று நிலையியல்
aeriology - காரணவியல்
affinity - இன உறவுச் சாயல்
after image - பின் உருத்தோற்றம்
agglomeration - திரட்சி
aggregate fruit - திரள் கனி
air bladder - காற்றுப்பை
air brake - காற்று வேகத்தடை
air compressor - காற்றமுத்தி
air conditioning - காற்றுக் குளிர்பதனம்
air entraining portland cement - காற்றூடும் போர்ட்லாந்து சிமெண்ட்
air filter - காற்று வடிகட்டி
air float - காற்றுமிதவை
air heater - காற்றுச் சூடேற்றி
air lock - காற்றடைப்பு
air mass - காற்றுக் குவியல்
air pocket - காற்றுப்பை
air preheater - காற்று முன்சூடாக்கி
air propeller - காற்றிடைச் செலுத்தி
air register - காற்றுப்பதிப்பி
airship - காற்று வெளிக்கப்பல்
algebraic equation - இயற்கணிதச் சமன்பாடு
alkali - காரம்
alkali metal - கார உலோகம்
alkalimetry - காரவலிவளவு
alkaline earth - கார மண்
alkaline magma - காரப் பாறைக்குழம்பு
alkalinity - காரத்தன்மை
alkalosis - காரமிகைப்பு
allotropy - புறவேற்றுமை
alloy - உலோகக் கலவை
alluvial soil - வண்டல் மண்
alpha decay - ஆல்பாச்சிதைவு
alternating current - அலைவு மின்னோட்டம்
altimeter - உயர அளவி
altitude - குத்துயரம்
alum - படிகாரம்
amorphous - படிக உருவிலா
amorphous alloy - படிகமிலா உலோகக் கலவை
amphicoelous - இருபக்கக்குழிவுள்ள
amplifier - மிகைப்பி
amplitude - வீச்சு
anaemia - இரத்தச் சோகை
anaerobe - காற்றிலியுயிரி
anaerobic metabolism - காற்றிலி வளர்சிதைமம்
anaerobic respiration - காற்றிலி உயிர்ப்பு
anaesthetics - உணர்விழப்பு மருந்து
anal cercus - குதக்கொம்பு, குதக்குச்சி
analyser - பகுப்பான்
analysis - பகுப்பாய்வு
androecium - மகரந்தத்தாள் வட்டம்
anemometer - காற்று வேக அளவி
angiosperm - பூக்கும் தாவரம்

angular momentum - கோணத்திருப்புத்திறன்
anhedral - ஒழுங்கற்ற
anion - எதிரயனி
annihilation theory - முழு அழிவாக்கக் கொள்கை
annual - ஒரு பருவ
anode - நேர்மின் முனை
anomalistic year - அண்மைநிலை ஆண்டு
anther - மகரந்தப்பை
anthrax - அடைப்பான்
antibiotic - நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்து
antiferromagnet - எதிர் இரும்பியல் காந்தம்
antiknock - இடிப்பு எதிர்ப்பு
antler - கொம்பு
antral portion - குழிவுபகுதி
anus - மலப்புழை, குதம்
apetalous - அல்லி அற்ற
aphrodiasiac - இணைவிழைச்சுப்பொருள்
apical bud - முளை மொட்டு
apoda - காலற்ற இருவாழ்வி
apogee - சூரியனின் சேய்மைநிலை
apparent solar day - தோற்றச் சூரியன் வழிநாள்
apparent solar time - தோற்றச் சூரியன் வழிநேரம்
application - பயன்பாடு
aquarium - மீன் வளர்ப்பகம்
aquarius - கும்பம்
aqueous humour - முன்கண்நீர்
arithmetic - எண்கணிதம்
armature - மின்னகம்
arrhenoloky - ஆண்பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம்
arteriosclerosis - தமனித்தடிப்பு நோய்
artifical parthenogensis - செயற்கைக் கன்னி இனப் பெருக்கம்
artiodactyla - இரட்டைக் குளம்பிகள்
asbestos - கல்நார்
asexual reproduction - பாலிலா இனப்பெருக்கம்
aspect ratio - வடிவக் கூறு ஒப்பீட்டு விகிதம்
asphalt - நிலக்கீல்
aspiration pneumonia - புரையேறி நிமோனியா
associative law - சேர்ப்பு விதி
asteroid - மீப்பெருசிறுகோள்
asthma - மூச்சிரைப்பு நோய்
astronomical ephemeris - வானியல் அட்டவணை
astronomical mean sun - வானியல் சராசரி சூரியன்
asymmetric synthesis - சீர்மையற்ற தொகுப்பு
asymmetry - சமச்சீர்மையின்மை
atmosphere - வளிமண்டலம்
atomic number - அணு எண்
atomic reactor - அணு உலை
attacking reagent - தாக்கும் வினைப்பொருள்
audio amplifier - கேளலை மிகைப்பி
automobile - தானியங்கி
axial - அச்சு வழி
axile placentation - அச்சுச் சூல் ஒட்டு
axillary branch - பக்கக் கிளை
axillary bud - கோண மொட்டு
axiom - அடிக்கோள்
azimuth - திசைவில்
back electromotive force - பின் மின்னியக்கு விசை
back lash - பின்னடிப்பு
back water - உப்பங்கழி நீர்
baffle - தடுப்பான்
balance spring - சமன்செய் சுருள்
balance wheel - சமன்செய் சக்கரம்
ball bearing - மணி தாங்கி
ballistic - ஏவுகணை
ballonet - காற்றறைப் பை
ball valve - பந்துக் கட்டுப்பாட்டிதழ்
band pass - வழிவிடும் பட்டை
band pass filter - பட்டைக் கடத்து வடிப்பான்
band spectra - பட்டை நிறமாலை
band spectrum - பட்டை நிரல்
band structure - பட்டைக் கட்டமைப்பு
barking deer - குரைக்கும் மான்
barometer - காற்றழுத்த அளவி
barrier coating - தடுப்புப்பூச்சு
base board - விரிப்புப் பலகை
basic fire brick - காரத் தீச்செங்கல்
basicity - காரத்தன்மை
batch process - குழு முறை
beaker - முகவை
beam foil spectrometry - கற்றைப்படல நிறமாலை இயல்
beam separator - கற்றைப்பிரிப்பி
bed load - படுகைச் சுமை
belt - பட்டை
bending moment - வளைதிருப்புமை
biaxial - ஈரச்சு
bicyclic - இரு வளைய
bienniel - இரு பருவக் களை
bimolecular - இருமூலக்கூறு
binary composition - ஈருறுப்புச்செயலி
binary star - இருமவிண்மீன்
binder - பிணைப்பி
biological community - உயிரினக்குழுமம்
biopsy - பிணிக்கூற்றாய்வு
biotic factor - உயிரிக்காரணி
black ash - கருஞ்சாம்பல்
black hole - கருந்துளை
black quarter - சப்பை நோய்
blade - அலகு
blast - வெடித்தல்
blast furnace - ஊதுலை
block - தொகுதி
block diagram - கட்ட வரைபடம்

blocking contact - தடுப்புத் தொடுகை
bond - பிணைப்பு
bond stress - பிணைப்புத்தகைவு
booster coil - மேம்படுத்துஞ் சுருள்
botryoidal - திராட்சைக் குலை அமைப்பு
boulder - கற்பாளம்
boundary condition - சூழல் கட்டுப்பாடு
bound electron - கட்டுண்ட எலெக்ட்ரான்
bracteole - பூவடிச்செதில்
brake - நிறுத்தி
branch circuit - கிளைச் சுற்று
branched chain reaction - கிளைத் தொடர்வினை
branchial arch - செவுள் வளைவு
bread fruit - கறிப்பலா
break light - தடை விளக்கு
broacher - தொந்துளி
brucellosis - கன்று வீச்சுநோய்
bubble chamber - குமிழ்க் கலம்
bubble nest - குமிழ்க் கூடு
buffetted - அலைக்கழிக்கப்படுதல்
bulb - குமிழம்
bulbils - பெருக்கச் சிறு குமிழங்கள்
bullion - கட்டி
buoyant force - மிதப்பு விசை
bypass - மாற்றுவழி
cable - வடம்
caenozoic - உயிரூழிக்காலம்
cake - பாளம்
calcination - நீற்றுதல்
calendar - காலங்காட்டி
calendering - உருளை முறை
calibrated - அளவிடப்பட்ட
calyx - புல்லி வட்டம்
cam - நெம்புருள்
camber - வளைவு
camera tube - புகைப்படக் குழாய்
canal rays - கால்வாய்க் கதிர்கள்
canine teeth - கோரைப்பற்கள், கிழிக்கும் பற்கள்
canopy - விதானம்
cantilever beam - ஒரு முனை தாங்கப்பட்ட உத்திரம்
capacitor - தேக்கி
capillary action - நுண்துளைச் செயல்
capsule - வெடிகனி
carbanion - கார்பன் எதிரயனி
carboniferous - கரிப்படிவு
carbonium ion - கார்பன் நேரயனி
carburettor - எரிகலப்பி
cardinal number - இயல் எண்
carnivore - ஊனுண்ணி
carotid artery - தலைத்தமனி
carpel - சூலக இலை
carrier wave - ஊர்தி அலை
Cartesian coordinate - கார்டீஷியன் ஆயம்
cascade process - தொடர் பொழிவுச் செயல்முறை
Cassinian ellipse (curve or oval) - காசினியின் நீள் வட்டம் அல்லது வளைவு
casting - வார்ப்பு
cathode - எதிர்மின்வாய்
cation - நேரயனி
catridge - பொதியுறை
caudal fin - வால்துடுப்பு
caudal gland - வால்பகுதிச் சுரப்பி
cavity - உட்புழை
celestial coordinates - வானக்கூறுகள்
celestial equator - வான நடுவரை
cell - கலன்
cellular cofferdam - கூடுவகைக் காப்பணை
cementaion shale - ஒட்டிப்புக் களிப்பாறை
centrifugal - மையவிலக்கு
centrifugal compressor - மைய விலக்குக் காற்றமுத்தி
cephalopoda - தலைக்காலி
cerebral haemorrhage - மூளையிலிருந்து இரத்தம் கசிதல்
cerebral thrombosis - மூளை இரத்தம் உறைதல்
cerebrospinal fluid - மூளைத் தண்டுவட நீர்
cervix - கழுத்து
chain reaction - தொடர்வினை
chandelier - சரவிளக்கு, கொத்துவிளக்கு
chart record - குறிதாள் பதிவியல்
check structure - தடுப்பு அமைப்பு
chiller - உறைவிப்பி
chelating agent - இடுக்கி இணைப்பி
chemical kinetics - வேதிவினை வேகஇயல்
chemical shift - வேதியியல் இடமாற்றம்
chemotherapy - வேதியிய மருத்துவம்
choke - அடைப்பு
chord - வட்ட நாண்
chromatography - நிறச்சாரல் பிரிகை
chrometanning - குரோம் பதனிடுதல்
chronograph - காலவரைபடம்
chronomotes - கால அளவி
chronostratigraphy - காலவரைப்படிவு இயல்
cis elimination - ஒரு பக்கக் களைதல்
civil time - தல நேரம்
clay - களிமண்
clearance volume - இடைப்பட்ட கனஅளவு
cleavage - பிளவு
climatology - தட்பவெப்ப நிலையியல்
climax community - உச்சநிலைக் குழுமம்
climax vegetation - உச்சநிலைத் தாவரக்கூட்டம்
closure law - அடைப்பு விதி
cloud chamber - முகிற்கலம்
cluster of galaxy - மண்டலமுடிச்சுகள்

coagulation - திரள்தல்
coaxial - ஓரச்சான
coding – குறியீட்டுச் செய்திமுறை
coefficient - குணகம், கெழு
coercivity - காந்த நீக்கு விசை
cofferdam - காப்பணை
coherent, homogenous - ஒருபடித்தான
coherent scattering - ஓரியல் சிதறல்
coil - சுருள்
coke - கல்கரி
cold abscess -குளிர்கட்டி
cold advection - குளிர்காற்று வீச்சு
coleoptera - கடின இறக்கைப் பூச்சிகள்
collimation - நேர் வரிப்பாடு
colony - சமுதாயம், கூட்டமைப்பு
colour and vision - காட்சியும் வண்ணமும்
colustrum - சீம்பால்
collapse therapy - அமுக்கமுறை மருத்துவம்
collimator - இணையாக்கி
collision - மோதல்
combustion - கனற்சி, எரிதல்
combustion knock - கனற்சி உதைப்பு
commutative law - பரிமாற்று விதி
compaction shale - கெட்டிப்புக் களிப்பாறை
compass - கவராயம்
complex - அணைவு
complex analysis - சிக்கல் பகுப்பாய்வு
complex current - சிக்கல் மின்னோட்டம்
complex emf - சிக்கல் மின்னியக்கு விசை
complex fertiliser - அணைவு உரம்
complex impedance - சிக்கல் மின்னெதிர்ப்பு
complex number - கலப்பு எண் அல்லது சிக்கல் எண்
component - ஆக்கக்கூறு, சேர்க்கை
compound - சேர்மம்
compound eye - கூட்டுக்கண்
compound pendulum - கூட்டு ஊசல்
compression - இறுக்கம், அமுக்கம்
compression wave - அழுத்த அலை
compressional force - அமுக்கு விசை
compressive strength - அமுக்க வலிமை
compressive stress - அமுக்கத்தகைவு
compressor - காற்றழுத்தி, அழுத்தி
computer - கணிப்பொறி
concave reflection grating - குழித்தள மீட்சிக்கீற்றணி
concentration - செறிவூட்டல்
concept of utility - பயனுடைமைக் கருத்து
conchoidal fracture - சங்கு முறிவு
concrete - கற்காரை
concrete mattress - கற்காரை மெத்தை
concrete slab - கற்காரைத்தளம்
condenser -குளிர்கலம், குளிர்விப்பி, நீர்மமாக்கும் அல்லது நீராக்கும் கலன்

conduction - கடத்தல்
conformation - அமைப்பு வசம்
congruent number - ஒருங்கிசைவு எண்
conical flask - கூம்புக் குடுவை
coniferous forest - ஊசியிலைக் காடு
conjugate - இணை
conjunctiva - விழிவெண்படலம்
connective tissue - இணைப்புத்திசு
constant - மாறிலி
constellation - விண்மீன்குழு
constitutive property - அமைப்புசார் பண்பு
container - கலன்
continous slab - தொடர் தளம்
continuous spectrum - தொடர் நிரல்
continuum - தொடர்பம்
continuum hyothesis - தொடரகக் கோட்பாடு
contour - உருவரை
contour integration - தளவேறுபாட்டுத் தொகையீடு
contraction - சுருக்கம்
contact moulding - தொடு வார்ப்படம்
contact poison - தொடு நஞ்சு
contrast - வேறுபாடு
conus arteriosus - கூம்புத்தமனி
convection - வெப்பச்சலனம்
converge - குவிதல்
converse - மறுதலை
coolant - குளிர்விப்பான்
cool flame - குளிர்சுடர்
coordinate - ஆயம்
co-ordination - அணைவு
coordination compound - அணைவுச் சேர்மம்
coordination number - அணைவு எண்
coping - சுவர்முகப்பு
coral - பவளம்
core loss - மைய இழப்பு
core materials - உள்ளகப் பொருள்கள்
corm - தண்டடிக்கிழங்கு
cornea - விழிவெண்படலம்
corolla - அல்லிவட்டம்
corollary - கிளைத்தேற்றம்
cornice - கூரைமுடிவு
cornu's spiral - கார்னுசுருளி
corrosion - அரிப்பு
corrosion inhibitor - அரிமானத் தடுப்பான்
corrugating - அலைநெளிவாக்கல்
cortex - புறணி
corundum - குருந்தம்
corymbose cyme - சமதள மஞ்சரி
cotyledon - விதையிலை
counter - எண்ணி
coupling capacitor - இணை மின்தேக்கி
covalent bond - சக பிணைப்பு

cover - ஓரத்திண்ணம்
crack - வெடிப்பு, சிறுபிளவு
craft - கலம்
crank - வணரி
craton - கவசப்பரப்பு அல்லாத பகுதி
crest - முகடு
criterion - அடிப்படை
critical constant - நிலைமாறு மாறிலி
crop pest - பயிர்க்கொல்லி
crop rotation - பயிர்ச் சுழற்சி
cross bracing - குறுக்குக் கட்டம்
cross pollination - அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை
cross section analysis - வெட்டுப் பகுப்பாய்வு
crucible - மூசை
cruise - பறத்தல்
crushed wounds - நசுங்கிய காயங்கள்
crusher - உடைப்பி
cryptogams - கீழ்த்தாவரங்கள்
crystal - படிகம்
crystal axis - படிக அச்சு
crystal field theory - படிகப் புலக் கொள்கை
crystallography - படிகவியல்
curb - குறட்டுக்கல்
curing - ஆற்றுதல்
curtailment - நீளத்தைக் குறைத்தல்
curved surfaces - வளைபரப்புகள்
curvilinear - வளைகோட்டியல்பு
cyclical variation - சுழல் மாறுபாடு
cyclic parthenogenesis - சுழற்சிக் கன்னி இனப்பெருக்கம்
cygnus - வாத்து விண்மீன்குழு
cylinder - உருளை
cytochrome - செல் நிறமி
cytochrome system - செல்நிறமித் தொகுதி
damping - ஒடுக்கம்
data - தரவு
dead load - அசையாச்சுமை
dead reckoning - முழுதுறழ் கணிப்பியல் முடிவு
deairing process - காற்றெடுக்கும் முறை
decarboxylation - கார்பாக்சில் நீக்கம்
deceleration - முடுக்கக் குறைவு
deciduous forests - இலையுதிர் காடுகள்
declination - நடுவரை விலக்கம்
decomposers - சிதைக்குமுயிரிகள்
decomposition - சிதைவு
definite integral - வரையறுத்த தொகையீடு
deflection - விலக்கம்
degree of freedom - உரிமைப்படி, தன் இயக்கப் படிகள்
degree of ionisation - அயனியாக்கல் வீதம்
degree of solvation - கரைப்பானேற்ற வீதம்
dehorner - கொம்புநீக்கி
dehydration - நீரிழப்பு
dehydrogenation - ஹைட்ரஜன் நீக்கம்
demagnetization - காந்த நீக்கம்
demineralisation - கனிம நீக்கம்
demodulator - பண்பிறக்கி
demography - மக்கள் தொகையியல்
density - அடர்வு
dentritic - இலைத்தளிர் வடிவம்
deposit - படிவு
dermal armour - தோல் கவசம்
dermis - அடித்தோல்
derrick - சுமைதூக்கு
design - வடிவமைப்பு
design stress - வடிவமைப்புத் தகைவு
desilting tank - வண்டல் நீக்குந்தொட்டி
detector - உணர்கருவி
detergent - கறைநீக்கி
determinant - அணிக்கோவை
detonation, explosion - வெடிப்பு
deuterolysis - கனநீராற்பகுப்பு
diagnosis - நோய் ஆய்வு
dial - எண்வட்டு
diamagnetic - எதிர்க்காந்தம்
diaphragm - இடைத்திரை
diazotisation - டைஅசோ ஆக்கம்
dichorism - இருநிறமை
dielectric - மின்கடவா
diffraction - விளிம்பு விலகல்
diffuser - விரவி
digitigrade - விரலூன்றி நடக்கும்
dimension - பரிமாணம்
dimerisation - இருபடியாதல்
dimorphic - இருவுருவ
dip - அமிழ்கோணம்
diploid - இரட்டைப்படை
dipole - இருமுனை
disc florets - வட்டத்தட்டுச் சிறு மலர்கள்
discrete - தொடர்ச்சியற்ற
discriminator - பகுத்துணர்வான்
disinfectant - தொற்றுநோய்க்கத்தடுப்பான்
disintegrated rock - நொறுங்கிய பாறை
disk - தட்டு
dispersed phase - பிரிகை நிலைமைப் பொருள்
dispersion - பரவல்
displacement - இடப்பெயர்ச்சி
disproportionation - இருநிலை வேதி வினை
dissipation - இழப்பு
dissociation - பிரிகை
distillation - காய்ச்சி (வாலை) வடித்தல்
distilled water - வாலை வடிநீர்
distortion - குலைவு
distributive law - பங்கீட்டுவிதி

divalent - ஈரிணைத்திறனுடைய
division ring - வகுத்தல் வளையம்
dolomitic stone - சுண்ணப்பாறை
dominance - ஓங்கு நிலை
dormancy - வளர்வடக்கம்
dorsal fin - முதுகுத்துடுப்பு
double bond - இரட்டைப் பிணைப்பு
double decomposition - இரட்டைச்சிதைவு
double integral - இரண்டுதொகை
double retraction - இரட்டை ஒளிவிலகல்
drag - பின்னிழு விசை
drag chute - பின்னிழுப்பு மிதவை
drain - வடிகால்
dredging - சேறுநீக்கல்
drift angle - காற்றுப்போக்குக் கோணம்
dross - உலோகக்கழிவு
dry cell - உலர் மின்கலம்
ductile - கம்பியாகும் தன்மை
dull lustre - மங்கிய மிளர்வு
dwarf mixed - குட்டைக் கலப்பு
dyke - செம்பாளம்
dynamical mean sun - இயக்கவிடைச் சூரியன் அல்லது மறைவு வட்டச் சராசரி சூரியன்
dyanmical time - இயங்கு காலம்
dynamic pressure - இயக்கவியல் அழுத்தம்
dystocia - கன்று ஈன முடியாமை
eagle ray - கழுகுத்திருக்கை
easy direction - மென் திசை
eclipse - ஒளி மறைப்பு
ecliptic - சூரியன் தோற்றப்பாதை
economiser - சிக்கனப்படுத்தி
ecosystem - சூழலமைப்பு
ecotone - இடைச்சூழலமைப்பு
eddy current - சுழல் மின்னோட்டம்
edge effect - விளிம்பு விளைவு
effective height - தொகு உயரம்
effective span - நிகர இடைவெளி
ejaculatory duct - பீச்சு நாளம்
elastic gel - மீள் களி
elasticity - மீட்சித்தன்மை
elastic modulus - மீள்திறன் குணகம்
elastic strain - மீள்திறன் திரிபு
electrical breakdown - மின் முறிவு
electric contact - மின் தொடுவான்
electric dehorner - மின் கொம்பு நீக்கி
electric pulse - மின்துடிப்பு
electric ray - மின்திருக்கை
electric telegraphy - மின்னியல் தந்தி முறை
electrode - மின்முனை
electrodialysis - மின்கூழ்மப்பிரிகை
electrolysis - மின்னாற்பகுப்பு
electromagnetic unit - மின்காந்த அலகு
electromagnetism - மின்காந்தவியல்
electron acceptor - மின்னணு ஏற்பி
electronegativity - எலெக்ட்ரான் ஈர்ப்புத்தன்மை
electron magnetic resonance spectroscopy - எலெக்ட்ரான் காந்த உடனிசைவு நிரலியல்
electron transport - மின்னணுக் கடத்தல்
electrophilic - எலெக்ட்ரான் விரும்பும்
eletrostatics separator - மின்புல வீழ்படிவாக்கி
elimination - களைதல்
ellipse - நீள்வட்டம்
ellipsoid - நீள்வட்டத்திண்மம்
embossing - அழுத்திப்பதித்தல்
embryo - கரு
embryo straight - நேரான கரு அமைப்பு
empodium - நகத்திண்டு
empty set - வெற்றுக்கணம்
enamel - கனிமப்பூச்சு
encephalitis - மூளைக்காய்ச்சல்
endocarp - உள்தோல்
endocrine glands - நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்
endoparasite - அக ஒட்டுண்ணி
endosperm - முளை சூழ்தசை
endothermic - வெப்பங்கொள்
energy - ஆற்றல்
enthalpy - வெப்ப உள்ளுறை
entropy - இயல்பாற்றல்
enzyme - நொதி
epidermis - மேல்தோல்
epilepsy - கால்கை வலிப்பு
epinasty - மேல் முன்னிலை அசைவு
epoch - காலக் கட்டம்
equation of time - காலச்சமன்பாடு
equatorial - பக்கவசம்
equatorial forests - நில நடுக்கோட்டுக் காடுகள்
equigranular - ஒரே அளவு துகள்கள்
equilibrium law - சீர்நிலை விதி
eros - காமன்சிறுகோள்
error curve - பிழை வளைவரை
escapement wheel - விடுபற்சக்கரம்
etching - உரு செதுக்கல்
ethmoid bone - நாசி இடை எலும்பு
Euler's spiral - ஆயிலர் சுருளி
eutectic - எளிதில் உருகி
eutectic mixture - நல்லுருகு கலவை
evaporator - ஆவியாக்கக் கலன்
ever green forest - பசுமை மாறாக்காடு
evolution - படிமலர்ச்சி
exchange energy - பரிமாற்று ஆற்றல்
excitation - கிளர்வூட்டல்
excitation potential - கிளர்வு மின்னழுத்தம்
excited state - கிளர்வு நிலை
exciton - கிளர் துகள்

exhaust system - வெளியேற்றி அமைப்பு
existence of identity - அலகின் இருப்புத்தன்மை
existence of inverse - எதிர்மறை இருப்புத்தன்மை
exocarp - மேல்தோல்
exothermic - வெப்ப உமிழ்
expansion valve - விரிவாக்கக் கட்டுபாட்டிதழ்
extension field - விரிவாக்கப்பட்ட களம்
external gill - புறச்செவுள்
external nare - புற நாசித்துளை
exteroceptor - வெளி உணர்வுறுப்பு
extrusive flow - வெளி உமிழ் பாய்வு
facial gland - முகச் சுரப்பி
factor - காரணி
factorial - காரணியப் பெருக்கம்
factorial function - காரணியப் பெருக்கச் சார்பு
factorial notation - காரணியப் பெருக்கக்குறி
facultative anaerobe - தகவிய காற்றிலியுயிரி
far infrared - தொலைக் கீழ்ச் சிவப்பு
fasciculated root tubers - கொத்து வேர்க்கிழங்குகள்
fatigue - அயர்ச்சி
fault - பெயர்ச்சிப்பிளவு
fermentation - புளிப்பாக்கம்
ferromagnet - இரும்பியல் காந்தம்
fertility - இனப்பெருக்கத்திறன்
fertilization - கருவுறுதல்
fibrous - நார் அமைப்பு
fidelity - நேர்மை
field - புலம்
filler - நிரப்பி
film - படலம்
fin - துடுப்பு
filter - வடிகட்டி
filter circuit - வடிப்பி மின்சுற்று
finite field - முடிவான களம்
finite set - முடிவுறு கணம்
fire brick - தீச்செங்கல்
firetube boiler - கனற்குழாய்க் கொதிகலன்
first difference - முதல் நிலை வேறுபாடு
first order - முதல் வரிசை (வகை)
first point of aries - மேடமுதற்புள்ளி
flag stone - சலவைக் கல்
flame spectra - சுடர் நிரல்கள்
flap - ஊசலாடுதல், சிறகடித்தல்
flat slab - தட்டைத்தளம்
flaw - குறை
flax - ஆளி
flexibility - வளையும் தன்மை
fliability - பறக்கும் தன்மை
flow - பாய்வு
flow spreader - பரப்புக் கருவி
flue gas - அனற்புகை வளிமம்
fluid - பாய்மம்
fluorescence - உடனொளிர்வு
flux - இளக்கி, பெருக்கு, பாயம்
fly ash - தூசிச் சாம்பல்
focal cofiguration - குவிமையக் கோள் நிலை அமைதி
foetus - முதிர்ந்த கரு, வளர்கரு
fog subsidence - பனி வீழ் படிவு
foliated - ஏடமைப்பு
foot pedal - கால் அழுத்துங் கட்டை
forging - காய்ச்சி அடித்துருக்கல்
fossil - தொல் புதை படிவம்
fracture - முறிவு
free electron - கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்
free radical - இயங்கு உறுப்பு, தனி உறுப்பு
frequency - அதிர்வெண், அலைவெண்
frequency response - அலைவெண் துலங்கல்
frontal - நெற்றி
frontal gland - முன்சுரப்பி
frontal rostrum - தலைகூர் நீட்சி, தலைமுன்கூர்நீட்சி
froth - நுரை
function - சார்பு
functional group - வினையுறு தொகுதி
fundamental phase - அடிப்படைக் காலவட்டம்
fundamental theorem of algebra - இயற்கணிதத்தின் அடிப்படைத்தேற்றம்
fungus - பூஞ்சை அல்லது பூசணம்
funnel - புனல்
fusee - கூம்புத் திருகு
fuselage - கட்டுமானச் சட்டம், விமானக் கூட்டகம்
fusion - உருகுதல்
galaxis - மண்டலங்கள்
galaxy - உடுக்கணம்
gall bladder - பித்தப்பை
gamma decay - காமாச் சிதைவு
gamma ray detector - காமாக்கதிர்க்காட்டி
gas - வளிமம், வாயு
gas bladder - வாயுப்பை
gasifier - வளிமமாக்கி
Gauss method for quaratures - காஸ் தொகையீட்டுக் கணிமுறை
gear - பற்சக்கரம்
gel - களி
generative nucleus - உற்பத்திக்கரு
generator - மின்னாக்கி
genus - பேரினம்
geode - கோள அமைப்பு
geodesic, geodetic - சிறும தொலைவு
geodesy - புவி உருவ இயல்
geosyncline - ஆழ்நிலைச்சரிவு
germinability - முளைப்புத்திறன்
gestation period - கருக்காலம்
getter - வளிமநீக்கி
gill - செவுள்

girder, beam - உத்திரம்
gizzard - அரைவைப்பை
glancing angle - தொடுகோணம்
globular cluster - கோளக விண்மீன்முடிச்சு
glycolysis - குளுக்கோஸ் பகுப்பு
grain - மணி, துகள்
grain boundary - உட்படிக எல்லை
grandmal - பெருவலிப்பு
graphic texture - கனிம நுண் இழைமை
grating - கீற்றணி
grating diffraction - கீற்றணி, விளிம்பு விளைவு
grating mounting - கீற்றணி நிலைப்பாடு
gravel - கூழாங்கல்
gravitation - நிறையீர்ப்பு
grease - மசகு
greenwich mean astronomical time - கிரீன்விச் சராசரி வானியல் நேரம்
gregarious - கூட்டமாக
grid voltage - கம்பிவலை மின்னழுத்தம்
ground state - சிறும ஆற்றல் நிலை
growth regulator - வளர்ச்சி ஊக்கி
guard ring - பாதுகாப்பு வளையம்
guinea pig - சீமைப்பெருச்சாளி
gusset - வளை கொண்டி
gust - வன்காற்றலை
gynoecium - சூலகம்
gyroscope - கொட்பு அளவி
habitat - வாழிடம்
hackly fracture - முள் முறிவு

haemorrhagic septicaemia - தொண்டை அடைப்பான்
halurgy - உப்பியல்
haploid - ஒற்றைப்படை
hard direction - வன் திசை
hard water - வன்னீர்
hard wood - வன்கட்டை
harmonic oscillator - கிளையலை அலையாக்கி
harness - காப்புக் கவசம்
hatch - கீழ்ப் பகுதியில் உள்ள கதவு
head - மட்டு
hearing aid - காதுகேள் பொறி
heart wood - வைரக்கட்டை
heat capacity - வெப்ப ஏற்புத்திறன்
heater - சூடாக்கி
heat exchanger - வெப்பப் பரிமாற்றி
heat of sublimation - பதங்கமாதல் வெப்பம்
heat of vapourisation - ஆவியாதல்
heat treatment - வெப்பப் பதனிடுதல்
heavy water - கனநீர்
helipad - திருகு ஊர்தித்தளம்
hemimorphic - அரை உருவ வகுப்பு
hemolytic fever - இரத்தச் சிதைவுக் காய்ச்சல்
hemp - சணல் நார்
herbicide - களைக்கொல்லி
herbivore - தாவரவுண்ணி
hernia - உறுப்பு இறக்கம்
heterogeneous - பலபடித்தான
hexagonal crystal axis - அறுமுகப்படிக அச்சு
hober - திருகு பல்வெட்டி
homoptera - ஒத்த இறக்கைப்பூச்சிகள்
hoof - குளம்பு
hop - பயணக் கட்டம்
horizontal - கிடைநிலை
horology - கால அளவியல்
horse power - குதிரைத்திறன்
hot plasma - அதி வெப்பநிலை அயனிக் குழு
hover craft - மிதக்கும் ஊர்திகள்
hub - குடம்
humidity - ஈரப்பதம்
hybridisation - இனக்கலப்பு
hydrate - நீரேறி
hydraulic radius - நீர்ம ஆரம்
hydroboration - ஹைட்ரோபோரோ ஏற்றம்
hydrodynamics, hydromagnetics - பாய்மக் காந்தவியல்
hydrolysis - நீராற் பகுப்பு
hydrophilia colloid - நீர் விரும்பு கூழ்மம்
hydrophobic colloid - நீர் வெறுக்கும் கூழ்மம்
hygroma - மூட்டுக்கட்டி
hymenoptera - சவ்விறக்கைப்பூச்சிகள்
hyoid cartilage - நாவடிக் குருத்தெலும்பு
hyperconjugation - குறைந்த ஒன்றுவிட்ட இணைப்பு
hyperfine - மிகுநுண்
hypergeometric series - அதிவடிவத் தொடர்
hyponasty - கீழ்முன்னிலை அசைவு
hypothesis - கோட்பாடு
hypsodont - உயர்ந்த பல்நுனியுடைய
hysteresis loop - தயக்கக் கண்ணி
ideal - லட்சியத்தன்மை
ideal gas - நல்லியல்பு வளிமம், புனைவியல் வளிமம்
illuminant - ஒளிர்வான்
illumination - ஒளிர்வு
image - உருத்தோற்றம்
imaginary number - கற்பனை எண்
imbricate - தொடு இதழ் அமைவு
imparipinnate - ஓரிறகுக் கூட்டிலை
impedance - மின் மறிப்பு
impeller - இயக்கி
improper integral - தகாத் தொகை
impurity - மாசு
incident ray - படுகதிர்
incoherent scattering - மாறியல் சிதறல்
incubation period - உள் வளர் காலம்
indicator - காட்டி

induction - தூண்டல்
inertia - சடத்துவம்
infertility - மலட்டுத்தன்மை
infinite field - முடிவற்ற களம்
infinite order - முடிவுறா வரிசை
infinite sets - முடிவுறாக் கணங்கள்
infinity – கந்தழி
inflorescence - மஞ்சரி
inlet - உள் வழி
inorganic - கனிம
input signal - உள்ளீட்டுக் குறிப்பலை
insertion - உள் நுழைத்தல்
intake - நீர் உள்வாங்கும் அமைப்பு
integer - முழு எண்
integral domain - எண் அரங்கம்
integument - சூலுறை
intensity - செறிவு, அடர்வு
interaction - பின்னியம் செயல் விளைவு
interchelation compound - இடைச்செருகல் சேர்மம்
interferogram - அளவறி தொடர்புக்குறுக்கீட்டு வரைபடம்
interferometer - அலைக்குறிக்கீட்டு அளவி
intermediate - இடைநிலைப் பொருள்
intermolecular - மூலக்கூறிடை
intramolecular - மூலக்கூறுள்
internal conversion - உள்ளிடமாற்ற எலெக்ட்ரான்
internal energy - உள்ளிட ஆற்றல், அக ஆற்றல்
internal fertilization - அகக்கருவுறுதல்
internally consistent - உள்ளிசைவு உடைய
international atomic time - அனைத்துலக அணுக் காலம்
international date line - அனைத்துலகத் தேதி கோடு
internode - கணு இடைவெளி
interposing tank - குறுக்கீட்டுத் தொட்டிகள்
intersection theorem - வெட்டுத்தோற்றம்
interstitial - இடைச்செருகல்
intrinsic surface theory - உள்ளார்ந்த மேற்பரப்புக் கொள்கை
intrusive - உள் நுழைவு
inversion - தலைகீழ் மாற்றம்
ion exchange - அயனிப் பரிமாற்றம்
ionisation - அயனியாக்கம்
iononsphere - அயனிக்கோளம்
irrational number - விகிதமுறா எண்
irreversibe - நேர்மாறாக்கவியலாத
irridescence, lustre - மிளிர்வு
isodimorphism - ஒத்த இரு அமைப்பு
isomer - மாற்றியம்
isomerisation - மாற்றியமாதல்
isomorphism - ஒத்தவடிவுடைமை
isoptera - சம இறக்கைப்பூச்சி
isorotation - ஒத்த சுழற்சி
isotopic - ஒத்தபண்புடைய
isotropic - திசையொத்த பண்புள்ள
jaw - தாடை
jet - தாரை
jetting tip - தாரை வீழ் முனை
jounral bearing - சுழல் தாங்கி
jump discontinuity - தாவும் தொடர்விடுப்பு
junction - சந்தி
Kavalur observatory - காவலூர் வான் ஆய்வு நிலையம்
keel - கப்பலின் அடிக்கட்டை
keratin - கொம்புப்பொருள்
kernel - மைய உரு
kidney - சிறுநீரகம்
kinetic - வினைவேகம்
kinetic theory - இயக்கக்கோட்பாடு
labelling - அடையாளமிடுதல்
lacerated wounds - சிதைந்த காயங்கள்
lamella - இணைப்புத்திசுத்தகடு
lamellar - இலையடுக்கு
lamelli branchs - தட்டைச்செவுள்
laminate - தகடு
lateral - பக்கவாட்டில்
lateral line sense organ - மருங்குகோட்டு உணர் உறுப்பு
latitude - குறுக்கையளவு
latitude effect - குறுக்குக்கோட்டு விளைவு
lattice - அணிக்கோவை
law of quadratic reciprocity - இருபடி எதிரீட்டு முறையின் விதி
layer - அடுக்கு, படலம்
leaching - கரைத்துப்பிரித்தல்
leading edge - முன் விளிம்பு
least square - மீச்சிறு இருபடி
leaving group - விடுபடு (வெளியேறும்) தொகுதி
lemma - முற்கோள்
lens - வில்லை, விழி ஆடி
lenticular - வில்லை வடிவம்
life cycle - வாழ்க்கைச் சுழற்சி
lift - தூக்கு விசை
ligand - ஈனி, ஈந்தணைவி
limestone - சுண்ணப்பாறை
limiting case - எல்லைக்கணிப்பு
linear - நீள்மை
linear dependence - நேரியல் சார்பு
line integral - கோட்டுத் தொகையீடு
liver - கல்லீரல், ஈரல்
load circuit - பளுச்சுற்று
load line – சுமை கோடு
lobe - முட்டு, மடல்
local concentration - உள்இடச்செறிவு
locomotive - தொடர்வண்டி

loess - வண்டல்
longerons - நீள் வாட்ட விட்டங்கள்
longitude - நெடுங்கோட்டு நிலை, நெட்டாங்கு
loop - கண்ணி
loudness - உரப்பு
loudspeaker - ஒலிபெருக்கி
lubricant - உயவுப்பொருள்
lymph gland - நிணநீர்ச்சுரப்பி
macrocyclic - பரும வளைய
magma - பாறைக்குழம்பு
magmatic - பாறைக்குழம்பாக்கம்
magneto elastic phenomenon - காந்த மீட்சி நிகழ்வு
magnetic amplifier - காந்த மிகைப்பி
magnetic anisotropy - காந்தப் பலதிசைப் பண்பு
magnetic circuit - காந்தச்சுற்று
magnetic circular dichroism - காந்த வட்ட இரு நிறமை
magnetic convection - காந்தச் சலனம்
magnetic dipole - காந்த இருமுனை
magnetic domain - காந்த வட்டாரம்
magnetic flux - காந்தப் பாயம்
magnetic hysteresis - காந்தத் தயக்கம்
magnetic induction - காந்தத் தூண்டல்
magnetic moment - காந்தத் திருப்புமை
magnetic monopole - காந்தத் தனிமுனை
magnetic potential - காந்த அழுத்தம்
magnetic powder pattern - காந்தத்தூள் பாங்கம்
magnetic pumping - காந்தத் தள்ளல்
magnetic relaxation - காந்த ஓய்பாடு
magnetic reluctance - காந்தத் தடை
magnetic resonance - காந்த ஒத்ததிர்வு
magnetic separator - காந்தப்பிரிப்பான்
magnetic susceptibility - காந்த ஏற்புத்திறன்
magnetizing cycle - காந்தமாக்கல் சுழல்
magneto acoustic effect - காந்த ஒலியியல் விளைவு
magnetomotive force - காந்த இயக்குவிசை
magneto optics - காந்த ஒளியியல்
magnitude - ஒளித்தரம், எண் மதிப்பு, பருமை அளவு
magneto gas dynamics - காந்த வளிம இயக்கவியல்
magneto hydrodynamic generator - காந்தப் பாய்ம இயக்க மின்னாக்கி
magnetopause - காந்தக்கோள எல்லை
magnetostriction - காந்தப்பரிமாண மாற்றம்
main reinforcement - முதன்மை வலிவூட்டி
mammillary - குமிழ் வடிவம்
mane - பிடரி
mania - வெறிநிலை
manometer - அழுத்த அளவி
marginal placentation - விளிம்புச் சூல் ஒட்டு
massive - திண்ணிய
mastitis - பால்மடி நோய்
mathematical logic - கணித தர்க்கவியல்
maxilla - மேல்தாடை
mean free path - மோதலிடைத் தொலைவு
mean midnight - சராசரி நள்ளிரவு
mean noon - சராசரி நண்பகல்
mean solar day - சராசரி சூரிய நாள்
mean solar time - சராசரி சூரிய நேரம்
mechanism - வினை வழி முறை, இயங்கு முறை
medium - ஊடகம்
meiosis - குன்றல் பகுப்பு
meningitis - மூளையுறையழற்சி
mercerisation - கார வினையாக்கம்
meridian - தீர்க்கரேகை
mesocarp - நடுத்தோல்
mesoderm - நடுப்படை
mesozoic era - இடையுயிரூழிக்காலம்
metabolism - வளர்சிதைமாற்றம், ஆக்கச்சிதை மாற்றம்
metal cladding - உலோகக் காப்புறை
metallurgy - உலோகவியல்
metamorphosim - வளர் உருமாற்றம்
metasomatic - மடிப்புப்பாறை
meteorites - விண்கல்
meteorology - காலநிலையியல், வானிலையியல்
method of least squares - மீச்சிறு வர்க்கமுறை
mica - அபிரகம்
microbe - நோய் நுண்ணுயிரி
micra meteorology - நுண்கால நிலையியல்
microphone - ஒலி வாங்கி
microscope - நுண்ணோக்கி
microsporangia - மகரந்தப்பை
mid rib - இலைமைய நரம்பு
milk replacer - பால் பதிலி
milling - துருவல்
mineral - கனிமம்
mirage - கானல்நீர்
mitosis - மறைமுகப் பகுப்பு
moderator - மட்டுப்படுத்தி
modification factor - திருத்தும் காரணி
modulation - பண்பேற்றம்
modulus - குணகம்
modulus of rupture - முறிவெண்
moisture - ஈரத்தன்மை
molasses - வெல்லப்பாகு
molecular field - மூலக்கூற்றுப் புலம்
moment - திருப்புத்திறன்
moment of inertia - நிலைமத் திருப்புத்திறன்
moniliform - மணிச்சரவுருவ
monoatomic ion - ஒற்றை அணு அயனி
monochromatic - ஒற்றை அலை நீள, ஒற்றை நிற
monochromator - ஒரு நிறக்கதிர் புக விடுங் கருவி
monoclinic system - ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதி

monotonic - ஒற்றைச் சுருதியான
monsoon forest - பருவக் காடு
mordant - நிறம் நிறுத்தி
morphological character - உருவப் பண்பு
mother liquor - மூலக் கரைசல்
mould - வார்ப்பு
moving average - நகரும் சராசரி
moving coil - இயங்கு சுருள்
mucous gland - கோழைச் சுரப்பி
mucous membrane - சிலேட்டுமப்படலம்
multiple bond - பல் பிணைப்பு
multiple fruit - கூட்டுக்கனி
mushroom - காளான்
musk gland - கஸ்தூரி மணச் சுரப்பி
mutation - திடீர் மாற்றம்
mycosis - காளான் நோய்
myopic crescent - அண்மைப் பார்வை வளைவு
myriapoda - பல காலுடையவை
natural parthenogenesis - இயற்கைக் கன்னி இனப் பெருக்கம்
nature's balance - இயற்கைச் சமன்பாடு
nautical almanae - மாலுமி அட்டவணை
naval observatory - கடல் ஆய்வுக் கூடம்
negative integer - குறை முழு எண்
neoteny - இளமுதுக்குறுதல்
neuron - நரம்புச் செல்
nodal law - சந்திப் புள்ளி விதி
nodular - கணு அமைப்பு அல்லது உருண்டை அமைப்பு
non empty set - வெற்றற்ற கணம்
non-stoichiometry - இயைபிலா
nostrill - மூக்குத்துளைகள்
notochord - முதுகுத்தண்டு
nozzle - கூம்புக்குழல்
nuclear fusion - அணுக்கருப் பிணைவு
nuclear magnetic resonance - அணுக்கருக் காந்த ஒத்ததிர்வு
nuclear reactor - அணுக்கரு உலை
nucleophilic - அணுக்கரு விரும்பும்
nucleophobic - அணுக்கரு வெறுக்கும்
neutral - நடுநிலை
number theory - எண் கொள்கை
nuptial chamber - இனப்பெருக்க அறை
objective lens - பொருளருகு வில்லை
obligatory anaerobe - கடப்பாட்டுக் காற்றிலியுயிரி
obligatory parthenogenesis - கடப்பாட்டுக் கன்னி இனப்பெருக்கம்
oblique - சாய்வு
observatory - வானாய்வு நிலையம்
oedema - வீக்கம்
omnivore - அனைத்துண்ணி
one-one correspondence - ஒன்றுக்கொன்றான ஒத்தியைபு
one way slab - ஒருவழித் தளம்
oolitic - முட்டை வடிவமைப்பு
opacity - ஒளிபுகாத் தன்மை
opalescence - பால் மிளிர்வு
operator - செயலி
opthalmoscope - விழி அகநோக்கி
optical axial angle - ஒளி அச்சுக்கோணம்
optics - ஒளியியல்.
orbit - கண் வரை, ஓடு பாதை, சுற்றுப்பாதை
orbital - ஆர்பிட்டால், எலெக்ட்ரான் மண்டலம்
order - வரிசை
ordinate - குத்தாயம்
ore - தாது
organic - கரிம
origin - மூலம்
orthogenesis - நேர் வழிப் பிறப்பு
orthorhombic system - செஞ்சாய் சதுரப் படிகத் தொகுதி
oscillation - அலைவு
oscillator strength - அலைவு வலிமை
oscilloscope -அலைவு காட்டி
outer dead centre - வெளி இறுதி மையம்
outlet - வெளிவாய், வெளி வழி
ovary - சூலகப்பை
overlapping - மேற்கவி இருப்பு
ovipositor - முட்டையிடுங்கருவி அல்லது உறுப்பு
ovule - சூல்
oxidation - ஆக்சிஜனேற்றம்
pace maker - இதயத்துடிப்புச் சீராக்கி
pack - சிப்பம்
paint - நெய்வணம்
pair production - இரட்டைத் துகளாக்கம், இணை உருவாக்கம்
palaeo botanist - தொல்லுயிர்த் தாவரவியலார்
palaeozoic era - தொல்லுயிர்க் காலம்
palatine - அண்ணம்
pallet - தட்டு
palpation - தொட்டுப்பார்த்தல்
panicle - கூட்டுப்பூத்திரள்
parabola - பரவளைவு
parachute - காற்று வெளி மிதவை
paradox - உண்மைப்போலி
paramagnetic - இணைக்காந்த, காந்த ஈர்ப்புத் தன்மையான
parameter - சுட்டுறுப்பு
parasite - ஒட்டுண்ணி
parietal - உச்சி
parietal placentation - சுவர் ஒட்டிய சூல் அமைப்பு
parthenocarpy - கன்னிக்கனியாக்கல்
parthenogenesis - கன்னி இனப்பெருக்கம்
parturition - கன்று ஈனும் நிலை
patent - காப்பு உரிமை
pectoral fin - தோல் துடுப்பு

pectoral girdle - தோள் வளையம்
peduncle - மஞ்சரித் தண்டு
pegasus - குதிரை விண்மீன்குழு
pellet - சிறு உருண்டை
pelvic girdle - இடுப்பு வளையம்
pendulous placentation - தொங்கு ஒட்டுமுறை
pendulum - ஊசல்
peninsula - முந்நீரகம்
penis - ஆண் உறுப்பு
peptic ulcer - குடற்புண்
percolation - உட்புகும்தன்மை
percussion - தட்டிப்பார்த்தல்
perenniel weed - பல பருவக் களை
performance - செயல்திறன்
perianth - பூ இதழ்
pericarp - கனித்தோல்
perigee - சூரியனின் அண்மைநிலை
periodic function - காலமுறைச்சார்பு
periodic table - தனிம மீள் வரிசை அட்டவணை
peristalsis - தொடர் அலை இயக்கம்
peritoneum - உதவுறை
permeability - உட்புகும் திறன்
perpendicular - நேர்குத்து
perturbation - உலைவு
petiole - இலைக்காம்பு
petitmal - இயல்புக்கு மாறாக
petrogenic environment - பாறையாக்குஞ் சூழ்நிலை
phaneric - புலனாகுந் தன்மை
pharyngeal skeleton - தொண்டைச்சட்டகம்
phase - தறுவாய் நிலைமை, கட்டம்
phase transition - கட்ட மாற்றம்
phenotype - புற அமைப்பு
phonograph - பேச்சு வரைவி
phosphor - ஒளிர் பொருள்
phosphorescence - நின்றொளிர்தல்
photoconductivity - ஒளிமின் கடத்தல்
photo electric effect - ஒளிமின் விளைவு
photographic emulsion - ஒளிப்படக் கூழ்மப் பூச்சு
photolysis - ஒளியாற்பகுப்பு
photomultiplier - ஒளிபெருக்கி
photosynthesis - ஒளிச்சேர்க்கை
phyllotaxy - இலையடுக்கம்
pictorial drawing - காட்சிநிலை வரைபடம்
picture of atom - அணுப்படிமம்
piezoelectricity - படிகமின் அழுத்தம்
pigment - நிறமி
pile dike - குத்துத்தூண் தடுப்பணை
pinch effect - கிள்ளு விளைவு
pisces - மீனம்
pisolitic - பட்டாணி அமைப்பு
piston - உந்து
pitch - புரியிடைத் தொலைவு
pivot - சுழல் அச்சு
placenta - சூல் ஒட்டுக்கொடி
plane polarised - தள முனைவாக்கப்பட்ட
plane reflection grating - சமதள மீட்சிக்கீற்றணி
planetary nebula - கோள் ஒண்முகிற்படலம்
plaster of paris - பாரீஸ் சாந்து
plastic - ஞெகிழி, நெகிழி, குழைவனம்
plate current - தகட்டு மின்னோட்டம்
play back head - திரும்பப்பெறும் தலைப்பகுதி
pleiades - கார்த்திகை
pleochroism - அதிர்வுத் திசைமாற்றம்
plug - செருகு
pneumatic - வளிவகை
pneumatic duct - காற்றுக்குழாய்
pointer - குறிமுள், குறிகாட்டி
point force - புள்ளிவிசை
point imperfection - புள்ளிக்குறைபாடு
polar - முனைவுடை
polarized - முனைவாக்கம்
polar nucleus - மைய உட்கரு
pole strength - முனைவலிமை
pollentube - மகரந்தக் குழாய்
pollination - மகரந்தச்சேர்க்கை
poly arthritis - பல தமனிக்கணு அழற்சி
polyhedra - பல்முகி
polymer - பல்லுருப்பி, பலபடி
polymerisation - பல்லுறுப்பாக்கல்
polymorphic - பல்லுரு அமைப்புள்ள
polymorphism - பல்லுருவமாதல்
polynomial - பல்லுறுப்புக்கோவை
pomology - கனியியல்
ponderomotive force - எந்திரமிகை இயக்கவிசை
population inversion - எண்ணிக்கை தலைகீழாதல்
pore - துளை
porosity - புரைமை
position effect - இட விளைவு
positive displacement - உறுதியான இடப்பெயர்ச்சி
positive integer - மிகை முழு எண்
posture - இருக்கை
potential - அழுத்தவிசை
potential energy - நிலையாற்றல்
power - ஆற்றல்
power set - அடுக்குக்கணம்
precast structure - முன்வார்ப்புக் கட்டமைப்பு
precipitate - வீழ்படிவு
precursor - முன்னோடி
predator - கொன்றுண்ணி
pressure roller - அழுத்த உருளி
primary - முதன்மை, முதல்நிலை, ஓரிணைய
primary winding - முதன்மைச் சுருணை
prime number - பகா எண்

principle of conservation of energy - ஆற்றல் அழி வின்மைக் கோட்பாடு
prism - பட்டகம்
process - செயல்முறை
prognosis - முன்கணிப்பு
projection - வீழ்ச்சி
prosthetic - புரதமிலா
protonation - புரோட்டான் ஏற்றம்
prototype - முன் மாதிரி வகை
protozoa - முதலுயிரி
pseudo - போலி
pseudo carp - பொய்க்கனி
pseudomorphism - பொய்யுரு அமைப்புடையவை
psychosis - மனநோய்
pulley - கப்பி
pulmonary artery - நுரையீரல் தமனி
pump - எக்கி
pupa - கூட்டுப்புழு
pupil - கருவிழி
pure mathematics - தனிக்கணிதம்
pyro electric mineral - வெப்பமின் கனிமம்
pyrolysis - வெப்பத்தாற் பகுப்பு (சிதைவு)
quadraple loop - நாற்கோட்டச் சுற்று
quadrafure - கால்வட்டம்
quarry - கற்சுரங்கம்
quick lime - சுட்ட சுண்ணாம்பு
quiescent point - அசைவில்லாத புள்ளி
quotient field - ஈவுகளம்
rack - அடுக்கு
radial blade - ஆர அலகு
radial vane - ஆரவடிவ அலகு
radiation - கதிர்வீச்சு
radiator - கதிர்வீசி
radio activity - கதிரியக்கம்
radio immuno assay - கதிரியக்கத் தடுப்பாற்றலியல் திறன் மதிப்பீடு
ramp - காய் பரப்பு
random fluctuations - ஒழுங்கற்ற ஏற்ற இறக்கங்கள்
range - நெடுக்கம்
rare earth - அருமண்
rare gas - அரிய வளிமம்
ratio - விகிதம்
ratio to trend method - போக்குவிகித முறை
raw asbestos - கச்சாக் கல்நார்
ray finned fishes - ஆரைத்துடுப்பு மீன்கள்
ray florets - கதிர் மலர்கள்
reactance - எதிர் வினைப்பு
reactant - வினைக்கலவை, வினைப்பொருள்
reactivity - வினைபுரியும் திறன்
reagent - வினைப்பொருள்
real analysis - மெய்ப் பகுப்பாய்வு
rearrangement - அமைப்பு மாற்றம்
receiver - ஏற்பி
recessive - ஒடுங்கு நிலை
reciprocating - முன்பின்னியக்க
recoil - பின்னிடுதல்
recorder - பதிப்பி
recording head - பதிவு செய்யும் தலைப்பகுதி
rectifier - மின் திருத்தி
rectilinear - நேர்கோட்டியல்பு
recuperative air heater - சேமிப்பு வகைச் சூடேற்றி
reduction - ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம்
reel - சிட்டம்
reference - சார்பு நிலை, மாதிரி
refining - தூய்மைப்படுத்தல்
reflecting telescope - எதிர் ஒளித் தொலைநோக்கி
reflector telescope - உருக்காட்டமைவு தொலை நோக்கி
refraction - ஒளிவிலகல்
refractory - உருகாத பொருள்
refrigerant - குளிர்பதனப் பொருள்
regenerative air heater - மீண்டும் பெறும் வகைச் சூடேற்றி
regular polygon - ஒழுங்கு பலகோணம்
reinforcement - வலிவூட்டி
relative permeability - சார்பு உட்புகுந் திறன்
relativity theory - ஒப்புமைக்கொள்கை, சார்புக் கொள்கை
relaxation time - ஓய்பாட்டு நேரம்
relay - அஞ்சல்
relief - எல்லைவரை
reluctance - காந்தத் தடை
remanence - காந்தத் தேக்கம்
reniform - முந்திரி வடிவம்
reservoir - தேக்கி
resinous lustre - ரெசின் மிளிர்வு
resistant - எதிர்ப்பாற்றல்
resolution - பிரிப்புத்திறன்
resolving limit - பிரிகை வரம்பு
resolving power - பிரிதிறன்
resonance - ஒத்ததிர்வு, ஒத்திசைவு, உடனிசைவு
respiratory centre - சுவாச மையம்
response - துலங்கல்
retentivity - தேக்குந் திறன்
reticulate venation - வலை நரம்பு அமைப்பு
retina - விழி ஒளித்திரைப்படலம்
retractable - உள்ளிழுக்கக்கூடிய
reverberatory furnace - எதிர் அனல் உலை
reversible - மீள், பின்மாற்றம், நேர்மாறாக்கத் தக்க
rheumatic fever - முடக்கு வாதக் காய்ச்சல்
rheumatoid arthritis - முடக்குவாத மூட்டழற்சி
rhinobatus - அலகு திருக்கை
rhizome - மட்டநிலைத்தண்டு
rhombohedron - சாய்சதுரம்

rib - குறுக்குக்கை
ridge - வரப்பு, மேடு
rift valley - பிளவு பள்ளத்தாக்கு
right ascension - வல ஏற்றம்
rinderpest - வெக்கைநோய், கோமாரி
ring of Gaussian integers - காஸியன் முழு எண் வளையம
ring worm - படர் தாமரை
rip-cord - கயிறு
rivet - அறையாணி
root tuber - வேர்க்கிழங்கு
rotary - சுழல்
rotor mill - சுற்றக ஆலை
ruby - கெம்பு
ruler - வரைகோல்
rut - இணைவிழைச்சு
safety factor - காப்புக்காரணி
safety glass - காப்புக்கண்ணாடி
safety lamp - காப்பு விளக்கு
safety valve - காப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ்
saponification - சோப்பாதல்
sapphire - நீலம்
saprophyte - சாறுண்ணி
sap rot disease - உள் மரக்கட்டையழுகல் நோய்
sap wood - சோற்றுக்கட்டை
satellite - செயற்கைக்கோள்
saturated - நிறைவுற்ற, தெவிட்டிய
scalar product - அளவெண் பெருக்கல்
scan - வரியோட்டம், அலகிடுதல்
scattered ray - சிதறு கதிர்
sclera - விழி வெளித்திரை
sclerite - தகடு
scal - அடைப்பான்
sea urchin - கடல்பரட்டை
secondary - இரண்டாம்நிலை, ஈரிணைய
secretion - சுரப்பு
secular trend - நீண்டகாலப்போக்கு
sedative - அமைதி தரும் மருந்து
seed coat - விதை மேலுறை
selectivity - தேர்திறன்
self adjoint - உடன் இணைப்பு
semi chemical pulp - பகுதி வேதிக்கூழ்
semiconductor - குறைகடத்தி
seminal vesicle - விந்துச் சேமிப்புப்பை
sensitivity - நுட்பம்
separatory funnel - பிரிபுனல்
serrated - ரம்பப் பல் விளிம்பு
set of all integer - முழு எண் கணம்
set of real number - மெய் எண் கணம்
set theory - கணக்கொள்கை
settling basiss - படிமானத்தொட்டிகள்
sextant - கோண அளவி
sexual reproduction - பாலினப்பெருக்கம்
shaft method - தண்டு முறை
shale - களிப்பாறை
shear - துணிப்பு
sheath - உறை
sheave - குழி
sheeted cofferdam - தகட்டு வடிவக் காப்பணை
sheet pile - தகட்டுக் குத்துத்தூண்
shock wave - அதிர்ச்சி அலை
short circuit - குறுக்கு மின்பாய்வு
shovel - மண்வாரி
shrinkage - சுருங்குதல்
shroud - பாய்மரக் கயிறு
shunting - கிளையிணைப்பு
side real time - கோண அளவைக் காலம்
side real year - விண்மீன் ஆண்டு
sideslope - பக்கச் சரிவு
sill - சாளரத்தளம்
silt - மண்துகள், வண்டல்
silt stone - நுண்களிக்கல்
simple fruit - தனிக்கனி
simple harmonic motion - சாதாரண சீரிசை இயக்கம்
simple leaves - தனி இலைகள்
simple pendulum - தனி ஊசல்
simultaneous equations - ஒருங்கமை சமன்பாடுகள்
single bond - ஒற்றைப் பிணைப்பு
single dimension - ஒற்றைப் பரிமாணம்
singlet - ஒற்றைநிலை
sink hole - உறிஞ்சு குழி
sinter - கிட்டங்கட்டுதல்
skeleton - புறவரிச்சட்டம்
skew - திருகல்
skin respiration - தோல் சுவாசம்
slate - பலகைப்பாறை
slit - ஒளிபுகும் பிளப்பு, துளை
slope - சாய்வு
slot - வரிப்பள்ளம்
slurry - சேறு
smelting - உருக்கிப் பிரித்தெடுத்தல்
smog - செயற்கைப் பனிப்படலம்
soft rot disease - மென்மையழுகல் நோய்
soft wood - மென்கட்டை
solar flare - சூரியக் கொழுந்து
solar time - சூரியக் காலம்
solder - சூட்டிணைப்பி
solenoid - உருளைச் சுருள்
solid - திண்மம்
solitary ovule - ஒற்றைச் சூல்
solubility - கரைதிறன்
solute - கரை பொருள்
solution - தீர்வு, கரைசல்
solvent - கரைப்பான்

space - வெளி
space craft - விண்ணூர்தி
spade - மண்வெட்டி
spawning - சினைதூவுதல்
species - சிறப்பினம்
specific gravity - ஒப்பு அடர்த்தி
specific heat - வெப்ப எண், தன் வெப்பம்
specific susceptibility - அலகு ஏற்புத்திறன்
spectral line - நிறமாலைவரி
spectrograph - நிரலியல் வரைபடம்
spectrometer - நிறநிரல்காட்டி, நிறமாலை அளவி
spectroscopy - நிரலியல்
spectrum - நிரல், நிறமாலை
sphincter muscle - சுருக்குத்தசை
spin - தற்சுழற்சி
spin-lattice relaxation - தற்சுழற்சி - உரிமைப்படிக் கோவை ஒய்பாடு
spiral value - திருகு சுருள் வால்வு
splicing - இருமுனைகளைச் சேர்த்தல்
spline - காடி
splitting field - பகுக்கும் களம்
spore - சிதல்
spring - மீள், ஊற்று, சுருள் வில்,
spring season - இளவேனிற்பருவம்
spure - பூத்தேன் குழல்
squared difference - வர்க்கப்படுத்தப்பட்ட வேறுபாடு
square law - ஈரடுக்கு விதி
stage - கட்டம்
staining - நிறமூட்டல்
stainless - துருப்பிடிக்கா
stamens - மகரந்தங்கள்
staminode - மலட்டு மகரந்தத்தாள்
stand - தாங்கி
standard - நியமம், செந்தரம்
standard time - நியம நேரம்
static pinch - நிலைக் கிள்ளல்
steady state - ஒழுங்கு நிலை
steel - எஃகு
steering equipment - திசையறிந்து திருப்பும் கருவி
stem tuber - தண்டுக்கிழங்கு
stereo - முப்பரிமாண
stereo specific - முப்பரிமாணத் தனித்தன்மை
sterile - மலட்டு
sterilization - செந்தூய்மையாக்கல்
sternum - மார்பெலும்பு
stiff mud - கடின மண்
stiffness - உறுதித்தன்மை அல்லது விறைப்புத்தன்மை
stigma - சூலகமுடி
sting ray - கொட்டுந்திருக்கை
stipule - இலையடிச் செதில்
stop valve - நிறுத்தும் கட்டுப்பாட்டிதழ்
strain - திரிபு
strap - வார்
strata - அடுக்கு
stratigraphy - புவியடுக்கமைப்பியல்
strawy residue - தாவர எச்சம்
streak - கீற்று
streak mosaic - கீற்றுத் தேமல்
stream line - காற்றோடைக்கோடு, அருவிக்கோட்டமைப்பு
streamlined shape - இழைவரி வடிவம்
stress - தகைவு
stretch - இழுவலிமை
strike - கிடைநீட்டம், செவ்வமிழ் திசை
stringer - குறுக்கு விட்டம்
strut - முட்டு
style - குதக்கோல்
subgenital plate - இனக்கீழ்த்தண்டு
sublattice - துணை உரிமைப் படிக்கோவை
sublimation - பதங்கமாதல்
sub polar - கீழ் துருவம்
substituent - பதிலி
substitution - பதிலீடு
substrate - தாங்கி
sub tropical latitude - தாழ் வெப்ப மண்டலப்பகுதி
sub tropical rain forest - குறை வெப்ப மழைக்காடு
suction box - உறிஞ்சு பெட்டி
suction lift - உறிஞ்சு ஏற்று
sun dial - சூரியத் தட்டு
super conductive magnet - மீ கடத்திக் காந்தம்
super conductor - மிகைக் கடத்தி
super heating - மீச்சூடேற்றம்
super lingua - மேல்நாக்கு
super oxide - மிகை ஆக்சைடு
super set - உள்ளடக்குங் கணம்
supersonic - ஒலியை விஞ்சும், மிகை ஒலி
supply, demand - தரவு, தேவை
supply reel - செலுத்தும் சிட்டம்
supra orbital - மேல் கண்வரை
surface integral - வளைபரப்புத்தொகை
surface tension - பரப்பு இழுவிசை
suspension - தொங்கல்
suture - தையல்
swallow hole - விழுங்கு துளை
swimbladder - நீந்தும்பை
switch - இணைப்பு மாற்றி
switching device - இணைப்பு மாற்றுக்கருவி
switch off - செயல் முடிப்பு
switch on - செயல் தொடங்கி
swivelled - சுழலக்கூடிய
symmetric linear expression - சமச்சீர் இருபடிக் கோணம்
symmetry - சீர்மை
syncarp - கூட்டுக்கனி

syneresis - கக்குதல்
synthesis - தொகுப்பு
synthetic - செயற்கை
systemic aortic arch - தொகுதிப்பெருந்தமனி வளைவு
tacking - நிலை மாற்றம்
tail fin - வால் துடுப்பு
take-up real - ஏற்றுக்கொள்ளும் சிட்டம்
tangent law - தொடுவியல் விதி
tap root tuber - ஆணிவேர்க்கிழங்கு
target pattern - இலக்குப் பாங்கம்
tectonics - நகர்வு
temper - தன்மையாக்குதல்
temperate forest - மித வெப்பக்காடு
temporal lobe - பொட்டுமடல்
tenacity - இழுபடுந்தன்மை
tension - இழுவிசை
tensional stress - இழுதகைவு
tenatcle - உணர்நீட்சி
terrestrial magnetism - புவிக்காந்தவியல்
tertiary - மூவிணைய
testa - விதையுறை
testicle - விதைப்பை, விந்துப்பை
tetanus - இசிவுநோய்
tetragonal system - நாற்கோணப் படிகத்தொகுதி
thelytoky - பெண்பிறப்புக் கன்னி இனப்பெருக்கம்
thermal capacity - வெப்பக் கொண்மை
thermalisation - வெப்பமாக்கல்
thermocouple - வெப்ப இரட்டை
thermometer - வெப்ப அளவி
thermonasty - வெப்ப முன்னிலை அசைவு
thermonuclear reaction - வெப்ப அணுக்கருவிசை
thermoplastic - வெப்பம் இளகு குழைமம்
thermostat - வெப்பநிலைநிறுத்தி
thixotrophy - சால் - களிம மீள் தன்மை
three phase - முத்தறுவாய்
throttle - குறுவழி அடைப்பிதழ்
tide - ஓதம்
tie rod - பிணைத் தண்டு
time bases - கால அடிப்படை
time series - காலத்தொடர்
topaz – புஷ்பராகம்
topography - நிலப்பரப்பு
topology - இடத்தியல்
toroid - வளையச்சுருள்
torque - சுழற்சி விசை
torsion - திருக்கம், சுழற்சி
torus - வளையக்குழல்
tout - இழுவிசை
toxic effects - நச்சுவிளைவுகள்
toxicity – நச்சியல்பு
toxin - நச்சியம்
tracer - சுவடறிவான்
trachea - சுவாசக்குழாய்
tracheostomy - மூச்சுக்குழல் திறப்பு அறுவை
trailing edge - பின் விளிம்பு
trajectory - பாதை
trans - எதிர்
transducer - ஆற்றல் மாற்றி
transfinite numbers - கடந்த முற்று இயல் எண்கள்
transformed clay - உருமாற்றக்களிமண்
transformer - மின்மாற்றி
transition element - இடைநிலைத் தனிமம்
transition metal - இடைநிலை உலோகம்
transition state - மாறுநிலை
translocation - இடமாற்றம்
transluscent - அரை ஒளி ஊடுருவும் தன்மை
transmission grating - ஒளிகடத்தும் கீற்றணி
transmittance - ஊடுருவல்
transmutation - தனிம மாற்றம்
transonic speed - மாறும் ஒலிவேகம்
transparent - ஒளி ஊடுருவும் தன்மை
transverse - குறுக்கு
trichromat - மூவண்ண
triclinic system - முச்சரிவுப் படிகத்தொகுதி
trigger fish - விசைமீன்
trigonal bipyramid - முக்கோணத் தள இரு கோபுரம்
triple bond - முப்பிணைப்பு
triple integral - மூன்று தொகை
triplet state - மும்மை நிலை
trivalent - மூவிணைதிறனுடைய
trophic level - ஊட்டநிலை, மட்டம்
trough - பள்ளம்
trunk - உடற்பகுதி
truss - கோர்வு உத்திரம்
tube nucleus - குழாய்க் கரு
tuber - கிழங்கு
tuberculosis - காசநோய்
tubule - நுண்குழல்
tufted tail - முனையில் மயிர்க்கற்றையுள்ள வால்
tuned circuit - இசைவு மின்சுற்று
tunnelling - புழையிடுதல்
turbine - சுழலி
turbulance - கொந்தளிப்பு
twig - கொப்பு
twinning – இரட்டைப்பிறவி
twist -- முறுக்கம்
two dimension - இருபரிமாணம்
two way slab - இருவழித்தளம்
typical - முதனிலை வகை
umbilical abscess - கொப்பூழ்க் கட்டி
umbilical cord - கொப்பூழ்க் கொடி
unconformity - தகவமையாநிலை
undulent fever - ஏறி இறங்கும் காய்ச்சல்
uniaxial - ஓரச்சு

unimolecular - ஒரு மூலக்கூறு
unisexual flower - ஒருபால் மலர்
unisotropy - திசையொரு மாறும் தன்மை
unit, blade, vane - அலகு
unit operation - ஒருமச்செயல்முறை
unpaired - இணையா, பங்கிடப்படா
unsaturated - நிறைவுறா, தெவிட்டா
unsymmetrical - சமச்சீரற்ற
vacuum - வெற்றிடம்
valency - இணைதிறன்
vane - அலகு
vapourisation - ஆவியாதல்
variable - மாறி
varnish - மெருகுவணம்
vector - நோய் நுண்மம் கடத்தி
vector calculus - வெக்டர் நுண்கணிதம்
vegetative organ - தழை உறுப்பு
velocity - திசைவேகம்
vent - இடைவெளி
ventilation - காற்றோட்டம்
ventral - வயிற்றுப்புற, கீழ்ப்புற
ventral aorta - கீழ்ப்பெருந்தமனி
vertebra - முள்ளெலும்பு
vertebral column - முதுகெலும்பு
vertical circle - நிலைக்குத்துவட்டம்
vibration - அதிர்வு
video amplifier - காட்சியலை மிகைப்பி
video signal - காட்சிக் குறிப்பலை
virginity - கன்னித்தன்மை
virgo - கன்னி
viscosity - பாகுத்தன்மை
visual contrast - எதிர்த் தோற்றம்
vitreous humour - பின் கண்நீர்
vitreous lustre - கண்ணாடி மிளிர்வு
viviparous - குட்டிபோடும்
vocal tract - குரல் வழி
vocoder - குரல் முறைத் தொடுப்பி
voice coil - ஒலிச் சுருள்
void free - இடைவெளியில்லா
volatile - ஆவியாகும் பொருள்
voltage - மின்னழுத்தம்
voltmeter - மின்னழுத்த அளவி
volume control - உரப்புக் கட்டுப்பாடு
volume integral - கன பரிமாணத்தொகை
volumetric efficiency - கொள்ளளவுத்திறன்
vortice - காற்றுச்சுழல்
wart - மரு
water gas - நீர் வளிமம்
wave crest - அலை முகடு
wave mechanics - அலை விசையியல்
waxy lustre - மெழுகு மிளிர்வு
weather - வளி வானிலை
weather map - காலநிலை வரைபடம்
web - நடுத்தகடு, இடை
wedge - ஆப்பு வடிவம்
weed - களைச்செடி
weeder - களைக் கருவி
weir - நீர்த் தடுப்புச் சுவர்
welding - பற்ற வைத்தல்
winding - சுருணை
wind mill - காற்றாலை
window - காலதர்
wind tunnel - காற்றுச் சுரங்கம்
wind turbine - காற்றுச் சுழலி
winnowing - பதர் நீக்குதல்
wire mesh - கம்பிவலை
wire saw - கம்பி அறுவை
wood charcoal - மரக்கரி
working fluid - செயல்படு பாய்மம்
worm gear - புழுப் பல்சக்கரம்
yolk - கருவுணவு
zero divisor - பூஜ்ய வகுப்பான்
zodiac - இராசிச் சக்கரம்
zone - மண்டலம்
zygomorphic - இருபக்கச் சமச்சீர்
zygote - கருமுட்டை

hemamala - akaram