அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி ஏழு

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

தமிழ்ப்பல்கலைக் கழகம் தஞ்சாவூர்

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

https://archive.org/details/scienceencyloped07unse

அறிவியல் களஞ்சியம்

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி ஏழு

(கக்குவான் இருமல் - கள்ளிமந்தாரை)

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர்

ISBN : 81-7090-187-1

தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக வெளியீடு : 63 - 7

திருவள்ளுவராண்டு 2022, மார்கழி - திசம்பர் 1991

நூல்	:	அறிவியல் களஞ்சியம் தொகுதி - 7
முதன்மைப் பதிப்பாசிரியர் (பொறுப்பு)	:	பேரா. கே.கே. அருணாசலம்
மொழி	:	தமிழ்
பொருள்	:	களஞ்சியம்
பதிப்பு	:	முதற்பதிப்பு 1991 மறுபதிப்பு 2007
பக்கம்	:	960
தாள்	:	எஸ்.பி.பி. சூப்பர்பைன் 60 ஜிஎஸ்எம் (16 கி)
அளவு	:	1/4 டெம்மி
நூற்கட்டுமானம்	:	முழு காலிகோ
விலை	:	**உரூ. 800.00**
படிகள்	:	500
ஓவியம்	:	தே. நெடுஞ்செழியன்
அச்சு	:	ஹேமமாலா சிண்டிகேட், சிவகாசி.

அறிவியல் களஞ்சியம்

வேந்தர்
மேதகு திரு. பீஷ்ம நாராயண் சிங்
ஆளுநர், தமிழ்நாடு

புரவலர்
மாண்புமிகு
டாக்டர் செல்வி ஜெ. ஜெயலலிதா
முதலமைச்சர், தமிழ்நாடு

இணைவேந்தர்
மாண்புமிகு திரு. இராம. வீரப்பன்
கல்வி அமைச்சர், தமிழ்நாடு

துணைவேந்தர்
பேரா. முனைவர். சி. பாலசுப்பிரமணியன்

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

பொறுப்பாசிரியர்கள்
பேரா. பங்கஜம் கணேசன்
திரு த. தெய்வீகன்

பதிப்புக்குழு

முதன்மைப்பதிப்பாசிரியர் (பொ)	:	பேரா. கே. கே. அருணாசலம் அறிவியல் களஞ்சியமையம் தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் தஞ்சாவூர்
பதிப்பாசிரியர்	:	பேரா. பங்கஜம் கணேசன் கணிதம், புள்ளியியல், வானியல்
செய்தி திரட்டுவோர்	:	திரு த. தெய்வீகன் வேதியியல் பொறிஞர் இரா. சரசவாணி பொதுப்பொறியியல், நிலவியல் பொறிஞர் வா. அனுசுயா எந்திரப் பொறியியல், மின்பொறியியல் திரு. அர. கமலதியாகராசன் முதன்மைப்பதிப்பாசிரியரின் துறை திரு. ஜா. சுதாகர் இயற்பியல்
மொழித்திருத்துநர்	:	திரு. வ. குமாரசாமி

வல்லுநர் குழு

இயற்பியல் துறை

பேரா. வி. கோவிந்தராசன்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613005

பேரா. வெ. ஜோசப்
இயற்பியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613005

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல் துறை

மேஜர். மு. அரவாண்டி
கணிதப்பேராசிரியர்
27, புதுக்காலனி
மன்னார்புரம்
திருச்சிராப்பள்ளி-620020

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

திரு. மு. ஜெயராம ஆறுமுகம்
முதல்வர்
அரசினர் கலைக்கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி

கால்நடைத் துறை

டாக்டர். எம். இராமன்
6, அண்ணாமலை நகர்
மருத்துவக் கல்லூரி சாலை
தஞ்சாவூர்-613007

டாக்டர். செல்வராஜ்
மண்டல இணை இயக்குநர்
கால்நடைத்துறை
தஞ்சாவூர்

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

டாக்டர். நாச்சி ஆதித்தன்
கால்நடை மருத்துவர்
எழம்பலூர் ரோடு
பெரம்பலூர்

டாக்டர். மரியதாஸ்
துணை இயக்குநர்
கால்நடைத்துறை
திருச்சிராப்பள்ளி

தாவரவியல், வேளாண் துறை

திரு. கோ. அர்ச்சுணன்
இணைப் பேராசிரியர்
தேசிய பயறுவகை ஆராய்சி மையம்
புதுக்கோட்டை-622001

திரு. நா. வெங்கடேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ம. இரா. அ. கலைக்கல்லூரி
மன்னார்குடி - 614001

திரு. இரா. வைத்யநாதன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
ஏ. வி. வி. எம். திரு புஷ்பம் கல்லூரி
பூண்டி

திரு. தி. ஸ்ரீகணேசன்
தாவரவியல் பேராசிரியர்
மதுரைக் கல்லூரி
மதுரை-625011

பொறியியல் துறை

எந்திரப் பொறியியல்

பொறிஞர் செ. வை. சாம்பசிவம்
பேராசிரியர்-எந்திரவியல் துறை
அரசினர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர்

பொதுப்பொறியியல், நிலவியல்

திரு. இல. வைத்திலிங்கம்
நிலப்பொறியியல் துணைப்பேராசிரியர்
அழகப்பா பொறியியற் கல்லூரி
காரைக்குடி-623 004

மின், மின்னணுப் பொறியியல்

பொறிஞர் வி. சி. பழனி
மின், மின்னணுப் பொறியியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர்

மருத்துவத் துறை
அறுவை மருத்துவம், பொது மருத்துவம்

டாக்டர். அவ்வை கலைக்கோவன்
C-87, 10 ஆம் குறுக்குச் சாலை
தில்லை நகர் மேற்கு
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 018

டாக்டர். இரா. கலைக்கோவன்
C-87, 10 ஆம் குறுக்குச் சாலை
தில்லை நகர் மேற்கு
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 018

விலங்கியல் துறை

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

முனைவர். எஸ். தங்கவேல்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
ஜமால் முகம்மது கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி-620 020

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

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

திரு. கோவி. ராமசாமி
துணைப் பேராசிரியர்-விலங்கியல் துறை
அ. வ. அ. கல்லூரி
மன்னம்பந்தல் 609 305

வேதியியல் துறை

திரு. இரா. இலக்குமணன்
வேதியியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

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

கட்டுரையாளர்கள்

இயற்பியல் துறை

திரு. அ. ஆசப் அலீ,
பேராசிரியர், இயற்பியல் துறை,
அரசினர் திருமகள் ஆலைக் கல்லூரி,
குடியேற்றம்.

திரு. கே. என். இராமச்சந்திரன்,
2024, அய்யன்குளம் கிழக்குக் கரை,
சகாநாயகன் தெரு,
தஞ்சாவூர் - 613009

திரு. ச. சம்பத்,
இயற்பியல் துணைப் பேராசிரியர்
மண்டலப் பொறியியற் கல்லூரி,
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 015

திரு. மூ. நா. சீனிவாசன்,
இயற்பியல் பேராசிரியர் & துறைத்தலைவர்,
சி. அப்துல் அக்கீம் கல்லூரி,
மேல் விஷாரம் - 632 509
வட ஆர்க்காடு மாவட்டம்.

திரு, ரா. சேகரன்,
1086, காக்கா வட்டாரம்,
தஞ்சாவூர்.

திரு. ரா. நாகராஜன்,
இயற்பியல் பேராசிரியர்,
ம.இரா. அரசு கலைக் கல்லூரி,
மன்னார்குடி.

திரு. மா. பூங்குன்றன்,
அறிவியல் களஞ்சியம்,
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்.

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

முனைவர். பா. வெங்கடரமணி,
13-ஏ, எவரெஸ்ட்
அணுசக்தி நகர்,
பம்பாய்.

திரு. வெ. ஜோசப்,
இயற்பியல் துணைப் பேராசிரியர்,
மன்னர் சரபோஜி அரசு கல்லூரி,
தஞ்சாவூர் - 613 005

கடலியல், கப்பல் கட்டுதல் துறை

திரு. கு. இராஜாராம்
சட்ட ஆலோசகர்,
லட்சுமி விலாஸ் வங்கி,
ராமகிருஷ்ணாபுரம்,
கரூர் - 639001.

திரு. ஜெ. இராஜாராமன்,
கடல் பொறியியல் மையம்,
ஐ.ஐ.டி.
சென்னை - 600 036

திரு. எம். உத்தமன்,
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அமெரிக்கன் கல்லூரி,
மதுரை - 625 002.

முனைவர் லெ. கண்ணன்,
உயர்நிலை விரிவுரையாளர்,
சி,ஏ. எஸ். கடல் உயிரியல்,
பரங்கிப்பேட்டை - 608 508.

முனைவர் சா. காசிநாதன்,
உயிரியல் பேராசிரியர்
ஜிப்மர் மருத்துவக் கல்லூரி,
பாண்டிச்சேரி - 605 006.

திரு. கோ. கிருஷ்ணமூர்த்தி,
பார்த்திபன் இல்லம்,
9, காந்திநகர் முதன்மைச் சாலை,
கரூர் - 639001.

திரு. ஆர். கிருஷ்ணன்,
21, 3ஆம் குறுக்குத் தெரு,
தமிழ்நாட்டு வீட்டுவசதி வாரியக் குடியிருப்பு,
வியாசர்பாடி,
சென்னை - 600 039.

திரு. ஓ என். குருமணி,
துணை இயக்குநர்,
ஏற்றுமதி ஆய்வு நிலையம்,
43, ஈ.வி.கே. சம்பத் ரோடு
சென்னை - 600 007

முனைவர் இரா. சந்தானம்,
மீன்வளக் கல்லூரி,
தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக்கழகம்,
தூத்துக்குடி - 628 008

முனைவர். பி. சந்திரமோகன்,
கடற்பொறியியல் துறை,
தேசிய கடலியல் ஆராய்ச்சி நிறுவனம்,
டோனா பாவ்லா,
கோவா - 403 004.

திரு. மு. சாகுல் ஹமீது,
விலங்கியல் பேராசிரியர்
சிக்கய்ய நாயக்கர் கல்லூரி,
ஈரோடு - 638 004

திரு. பா. சீதாராமன்,
விலங்கியல் பேராசிரியர்,
திரு கொளஞ்சியப்பர் கல்லூரி,
விருத்தாசலம் - 606 001.

முனைவர் எஸ்.பி. சுப்ரமணியம்,
கடல் பொறியியல் மையம்,
ஐ.ஐ.டி.
சென்னை - 600 036

திரு. செ. இரெ. செயச்சந்திரன்,
செயலாற்று ஆய்வு இணையாளர்,
பண்டைய கப்பல் செலுத்தும் வரலாறு
ஆய்வுதிட்டம், தமிழ்ப் பல்கலைக்கழக நீரகழாய்வு
மையம், மண்டபம் இராமேஸ்வரம்

முனைவர். மு. தங்கராஜா,
ஆராய்ச்சியாளர்,
கடல் வாழ் உயிரின ஆராய்ச்சி நிலையம்,
இந்திய விலங்கியல் ஆய்வு நிலையம்,
சாந்தோம்,
சென்னை - 600 004

திரு. பி. நடராசன்
பேராசிரியர்
தாகூர் கலைக்கல்லூரி,
பாண்டிச்சேரி.

முனைவர் ஆர். நடராசன்,
இயக்குநர்,
கடல் உயிரியல் துறை,
பரங்கிப்பேட்டை - 608 502

முனைவர் ப. நம்மாழ்வார்,
மத்திய கடல் மீன்வள ஆராய்ச்சி நிறுவனம்
29, கமாண்டர் இன் சீஃப் சாலை,
சென்னை - 600 105

முனைவர். அ. பசுபதி,
விலங்கியல் பேராசிரியர்
டாக்டர் எஸ். ஆர். கே. கலைக்கல்லூரி,
ஏனாம் - 533 464

டாக்டர் பரிமளா சம்பந்தம்,
11, கீரைக்காரத்தெரு,
பரங்கிப்பேட்டை - 608 502.

முனைவர். க. பாலசுப்ரமணியன்,
பேராசிரியர் & முதன்மை ஆய்வு அலுவலர்,
மேனிலைக் கடலியல் ஆய்வு நிலையம்
பரங்கிப்பேட்டை - 608 502

திருமதி. ஜெ. ஜா. மேகலா தேவதாஸ்,
மீன்துறை துணை இயக்குநர்,
மீனவ மகளிர் விரிவாக்கப்பணி,
மீன்துறை இயக்ககம்,
சென்னை - 600 006.

திரு. ம.அ. மோகன்,
அறிவியல் களஞ்சியமையம்,
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்.

திரு. நீ. சீ. மோகன்ராம்,
பொது மேலாளர்
முகந்த், இரும்பு & ஸ்டீல் வொர்க்ஸ் லிட்
லால் பகதூர் சாஸ்திரி மார்க்
குர்லா, பம்பாய் - 400 070

முனைவர். க. ரத்னம்,
தமிழ்ப் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கலைக் கல்லூரி,
தஞ்சாவூர் - 613005

முனைவர். ஆர். எஸ். லால்மோகன்,
மத்திய கடல் மீன்வள ஆய்வுமையம்,
மண்டபம்,
இராமேஸ்வரம்.

திரு. கு. வரதராசன்,
விலங்கியல் பேராசிரியர்
சிக்கய்ய நாயக்கர் கல்லூரி
ஈரோடு - 638 005.

திரு. ஜி. விக்டர் ராஜமாணிக்கம்,
தொல் தொழில்துறைத் தலைவர்
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்,
தஞ்சாவூர்.

முனைவர். க. சி. விஜயலட்சுமி,
பேராசிரியர்
ஸ்ரீ பராசக்தி மகளிர் கல்லூரி
குற்றாலம்.

முனைவர் க. வெங்கடேஸ்வரன்,
44, வளையல்காரத்தெரு
ஈரோடு - 638 001.

கணிதவியல், புள்ளியியல், வானியல் துறை

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

செல்வி. க. இந்திராணி,
கணிதத்துறை உதவிப் பேராசிரியர்
நிர்மலா கல்லூரி,
கோயம்புத்தூர்.

திரு. எல். இராஜகோபாலன்,
முதல்வர் (ஓய்வு)
12. பெசண்ட்ரோடு,
கும்பகோணம்

திரு. கி. இராஜேந்திரன்.
5எ, செல்வம் நகர்
தஞ்சாவூர் - 613007,

திரு. பி. எஸ். கிருஷ்ணன்,
கணிதப் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

பேரா. ஏ. எஸ். குமாரசாமி,
12, அம்மணி அம்மாள் தெரு (மாடி)
சோமு முதலிக் காலனி
சென்னை - 600028

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

திரு. ஜே. டி. சாமுவேல்,
முதல்வர்
பிஷப் தார்ஃப் கல்லூரி
தாராபுரம்.

திருமதி தனலெட்சுமி மெய்யப்பன்,
41, சர்ச் முதல் தெரு,
புது டவுன்
காரைக்குடி - 623001.

பேராசிரியர். மு. திரவியம்
1, நாராயணசாமி கோவில் தெரு,
ஆழ்வார்குறிச்சி

திரு. ஆர். ரஹீம் பாட்சா,
கணிதப் பேராசிரியர்
பெரியார் ஈ. வே. ரா. கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி - 620020

திரு. பெ. வடிவேல்,
அறிவியல் களஞ்சிய மையம்,
தமிழ்ப்பல்கலைக்கழகம்

திரு. தி. வீரராஜன்
கணித உதவிப் பேராசிரியர்
அ.செ. பொறியியற் கல்லூரி
காரைக்குடி - 623004.

திரு. சீனி. வெங்கடசுப்ரமணியன்
கணிதப் பேராசிரியர்
ஸ்ரீ பரமகல்யாணி கல்லூரி,
ஆழ்வார்குறிச்சி

தாவரவியல், வேளாண்மைத் துறை

திரு. பா. அண்ணாதுரை,
தாவரவியல் பேராசிரியர் & துறைத்தலைவர்
அப்துல் ஹக்கீம் கல்லூரி,
மேல்விஷாரம்-632 509
வட ஆர்க்காடு மாவட்டம்

திரு. கோ. அர்ச்சுனன்
இணைப் பேராசிரியர்
தேசியப் பயிறு வகை ஆராய்ச்சி மையம்,
புதுக்கோட்டை - 622001.

திரு. மு. இராசாங்கம்,
47, கணேச பவனம்
பழனி ஆண்டவர் நகர்
பழனி.

திரு. இராபின்சன் தாமஸ்,
அறிவியல் களஞ்சியம்,
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்,

திரு. க. ம. இராஜசேகரன்,
துணைப்பேராசிரியர்
மதுரைக் கல்லூரி,
மதுரை - 625011.

திரு. எம். எஸ். கிருஷ்ணமூர்த்தி,
தாவரவியல் பேராசிரியர்
தியாகராசர் கல்லூரி,
மதுரை - 625 009.

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

திரு. கா. சிவப்பிரகாசம்,
இணைப் பேராசிரியர்
பயிர் நோயியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகம்,
கோயம்புத்தூர்.

திரு கே. ஆர். திருவேங்கடசாமி,
ஆய்வாளர்
வருகைத்துறை
சென்னை.

திரு. இரா. துரை,
நூலகத்துறை,
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்,
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு. ச. பாலகதிரேசன்
கானியல் விரிவுரையாளர்
மாநில வனப்பணிக் கல்லூரி,
கோயம்புத்தூர் - 641002.

திரு. கொ. பாலகிருட்டிணன்,
உதவிப் பேராசிரியர்
பயிர் வினையியல் துறை
தமிழ்நாடு வேளாண் பல்கலைக்கழகம்,
கோயம்புத்தூர்.

திரு. கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்,
முதல்வர்,
அரசினர் கலைக்கல்லூரி,
அரியலூர்.

திரு. ம. மூசாசரீப்
இணைப்பேராசிரியர்,
பயிர் வினையியல் துறை
வேளாண் பல்கலைக்கழகம்,
கோயம்புத்தூர்.

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

திரு. தி. ஸ்ரீகணேசன்,
பேராசிரியர் & துறைத்தலைவர்,
தாவரவியல் பட்டமேற்படிப்புத்துறை
மதுரைக் கல்லூரி,
மதுரை - 625 011.

நிலவியல் துறை

திரு. இராம. இராமநாதன்,
விரிவுரையாளர் - நிலவியல் துறை,
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி,
திருநெல்வேலி - 7.

முனைவர். கோ. சி. இராஜசேகரன்,
துறைத் தலைவர்,
நிலவியல் துறை,
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்,
சென்னை - 600 005.

திரு. அ.வே. உடையன பிள்ளை,
உதவிப்பேராசிரியர்,
வ.உ.சி. கல்லூரி,
தூத்துக்குடி.

திரு. சு. சந்திரசேகர்,
அறிவியல் களஞ்சியமையம்,
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்.

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

திரு. பொ. சந்திரசேகரன்,
கடற் பொறியியல் துறை,
தேசிய கடலியல் நிறுவனம்,
டோனாபௌலா
கோவா - 403 004.

பேரா. இரா. செல்லச்சாமி,
புவியியல் துறை,
வ.உ. சிதம்பரம் கல்லூரி,
தூத்துக்குடி.

திரு. ஜெ. கு. தினகரன்,
வீட்டு எண். 10, பிளாட் எண். 16.
ஆண்டாள் தெரு,
ஐயப்பா நகர்,
திருச்சிராப்பள்ளி - 620 021.

திரு. ப. வெங்கட்ராமன்,
உதவிப் பேராசிரியர்,
நிலவியல் துறை,
வ.உ.சி. கல்லூரி,
தூத்துக்குடி.

திரு. இல. வைத்தியலிங்கம்,
நிலப்பொறியியல் துறைப் பேராசிரியர்,
அழகப்பா பொறியியல் கல்லூரி,
காரைக்குடி - 623 004

பொறியியல் துறை
எந்திரப் பொறியியல்

திரு. வயி. அண்ணாமலை,
எந்திரவியல் உதவிப்பேராசிரியர்
மூகாம்பிகை பொறியியல் கல்லூரி,
கீரனூர் - 622 502.

திரு. ஜி. இராமசாமி,
4, தாம்சன் மேன்சன்,
11, அக்பர் தெரு,
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை - 600 005

முனைவர். அ. இளங்கோ
எந்திரவியல் உதவிப் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம் - 11.

திரு. கே. ஆர். கோவிந்தன்,
எந்திரவியல் உதவிப் பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம் - 11.

முனைவர். செ. வை. சாம்பசிவம்,
எந்திரவியல் பேராசிரியர்,
அரசினர் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி,
கோயம்புத்தூர்.

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

திரு. பொ. கு. பழநி,
இணை விரிவுரையாளர்
அரசு பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம் - 11.

திரு. ஏ. ரஃபீக்,
எந்திரவியல் இணை விரிவுரையாளர்,
அரசு பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம் - 11.

திரு. க. வேதகிரி,
எந்திரவியல் விரிவுரையாளர்,
அரசு பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம் - 11.

திரு. வெ. ஸ்ரீதர்,
3, திருப்பக்குளத்தெரு, கோட்டை,
நாமக்கல் அஞ்சல்,
சேலம் மாவட்டம்.

பொதுப் பொறியியல்

திரு.அ.இளங்கோவன்
துணைப் பேராசிரியர்
அண்ணா பல்கலைக்கழகம்
சென்னை 600025

திரு. கு. உதய்பாலன்,
8, அமீர் மகால்
அண்ணாநகர் முதல்தெரு
தஞ்சாவூர்-613007

திரு.ம. சிவக்குமார்
சுரங்க இயக்குநர் அலுவலகம்
நெய்வேலி பழுப்பு நிலக்கரி நிறுவனம்
நெய்வேலி - 607801

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

திரு. ஆர். எம். பத்மனாபன்
துணைப் பேராசிரியர்
வேளாண்மை அறிவியல் நிலையம்
காட்டுப்பாக்கம்-603 203
செங்கல்பட்டு மாவட்டம்

திரு. ந பாலசுப்பிரமணியன்
தலைமைப் பொறியாளர்
பொதுப்பணித்துறை
சேப்பாக்கம்
சென்னை - 600 005

திரு. மு. புகழேந்தி
உதவிப் பொறியாளர்
குடிநீர் வடிகால் வாரியம்
மயிலாடுதுறை

திரு. அ. வீரப்பன்
15, பெரிய தெரு
திருவல்லிக்கேணி
சென்னை - 600 005

மின், மின்னணுப்பொறியியல்

புலவர் மு.சு. அரசன்
11, பாலகிருட்டின நாயக்கர் தெரு
விழுப்புரம் - 605 602

திரு.சு. ஆறுமுகம்
விரிவுரையாளர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 013

முனைவர் வெ. கிருஷ்ணமூர்த்தி
விரிவுரையாளர்
எம். ஐ. டி. வளாகம்
குரோம்பேட்டை
சென்னை - 600 044

திரு. எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்
செயற்பொறியாளர் (பொது)
சென்னை மின்பகிர்மான வட்டம் (தெற்கு)
802, அண்ணா சாலை,
சென்னை - 600 002

முனைவர் க. அர. பழனிச்சாமி
உதவிப்பேராசிரியர்
மின்னணுவியல் துறை
அரசுப் பொறியியல் கல்லூரி
சேலம் -11

வேதிப் பொறியியல்

முனைவர் நா. அய்யாசாமி
வேதியியல் உதவிப்பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியல் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 013

முனைவர் வே. சுப்ரமணியன்
நெசவியல் துறைத் தலைவர்
அழகப்பச் செட்டியார் தொழில்நுட்பக் கல்லூரி
சென்னை - 600 025

திரு உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை
உதவிச் செயற்பொறியாளர்
தமிழ்நாடு மின்சார வாரியம்
புவனகிரி
தென்னார்க்காடு மாவட்டம்

திரு.கி.மு. மோகன்
இணை விரிவுரையாளர் - வேதியியல் துறை
ஆதிபராசக்தி பொறியியல் கல்லூரி
மேல்மருவத்தூர் - 603 301

மருத்துவத்துறை

டாக்டர் பி. இராமநாதன்
B,11, அழகேசன் நகர்
செங்கல்பட்டு - 603 001

டாக்டர் சு. இராஜலட்சுமி
29-B, பசலுல்லா ரோடு
தியாகராய நகர்
சென்னை - 600 017

டாக்டர் வே. கண்ணன்
நாளமில்லாச்சுரப்பியியல் வல்லுநர்
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்
சென்னை - 600 113.

டாக்டர் ஆர்.பி. சண்முகம்
1140 ஏ.டி.எஸ். கிருஷ்ணா நகர்
மொகப்பர்
சென்னை - 600 050

டாக்டர் எம் கே. சிவக்கொழுந்து
மருத்துவக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613007

டாக்டர் சு. நரேந்திரன்
உதவிப் பேராசிரியர் - அறுவை மருத்துவம்
மருத்துவக் கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613007

டாக்டர் எம்.ஜே. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்
'பொன்னகம்'
பாம்பாட்டித்தெரு
தஞ்சாவூர்

டாக்டர் சே. பிரேமா
இணைப் பேராசிரியர்
சித்த மருத்துவத்துறை
தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம்
தஞ்சாவூர் - 613001

டாக்டர் கா. லோகமுத்துக்கிருஷ்ணன்
பேராசிரியர், நரம்பியல் அறுவை மருத்துவம்,
சென்னை மருத்துவக் கல்லூரி
சென்னை - 600 003.

டாக்டர் ஜோதி விஜயராணி
கே - 33 அண்ணா நகர் கிழக்கு
சென்னை - 600 102.

விலங்கியல் துறை

முனைவர் க. இரத்னம்
தமிழ்ப் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசு கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

முனைவர் எம். வி. இராசேந்திரன்
இயக்குநர்
நெல்லை பாம்புப் பண்ணை ஆராய்ச்சி நிலைய
பாளையங்கோட்டை

திரு. கோவி. இராமசுவாமி
விலங்கியல் துணைப்பேராசிரியர்
அ. வ. அ. கல்லூரி
மன்னம்பந்தல் - 609 305

முனைவர் என். இராமலிங்கம்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலை நகர்

திரு. சா. காசிநாதன்
உயிரியல் பேராசிரியர்
ஜிப்மர் மருத்துவக்கல்லூரி
பாண்டிச்சேரி - 605 006

முனைவர் அ.சங்கரன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

முனைவர் கு. சம்பத்
விலங்கியல் துணைப் பேராசிரியர்
வ, உ.. சி. கல்லூரி
தூத்துக்குடி

திரு. துரை. சுந்தரமூர்த்தி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
அருள்மிகு பழனியாண்டவர் கலை, பண்பாட்டுக் கல்லூரி
பழனி 624 602

திரு. கே. சுப்பிரமணியம்
நூலகர் (ஓய்வு)
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு. அ. மோ. செல்வராஜ்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
பயோனியர் குமாரசாமி கல்லூரி
நாகர்கோவில்

திரு. தமிழரசன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர் - 613 005

திரு. ச. தியாகராசன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
மன்னர் சரபோஜி அரசினர் கலைக்கல்லூரி
தஞ்சாவூர்-613 005

முனைவர் சோம. பேச்சிமுத்து
விலங்கியல் பேராசிரியர்
ஸ்ரீ பரம கல்யாணி கல்லூரி
ஆழ்வார்குறிச்சி

பேரா. சு. மாடசாமி
விலங்கியல் பேராசிரியர்
பயோனியர் குமாரசாமி கல்லூரி
நாகர்கோவில்

திரு. கி. வாசுதேவன்
விலங்கியல் துறை
அண்ணாமலைப் பல்கலைக்கழகம்
அண்ணாமலைநகர்

திரு. வீ. வீரராகவன்
விலங்கியல் பேராசிரியர்
ஜமால் முகம்மது கல்லூரி
திருச்சிராப்பள்ளி 620 020

வேதியியல் துறை

திரு. தி. இராமச்சந்திர மூர்த்தி
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
வி. இ. நா. செ நா. கல்லூரி
விருதுநகர்

திரு. எம். கணேசன்
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
சி. பி. எம். கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641042

திரு. அ. சண்முகசுந்தரம்
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியர்
வி. இ. நா. செ. நா. கல்லூரி
விருதுநகர்

திரு. பி சோமசுந்தரம்
வேதியியல் துணைப் பேராசிரியர்
மன்னர் கல்லூரி
புதுக்கோட்டை - 622 001

திரு ருத்ர துளசிதாஸ்
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
29-பி, முத்துசாமி நகர்
சிவகங்கை - 623 560

முனைவர் க. நடராஜன்
வேதியியல் உயர்நிலை விரிவுரையாளர்
பாரதியார் பல்கலைக்கழகம்
கோயம்புத்தூர் - 641 046

முனைவர் மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி
கோயம்புத்தூர் - 641 013

முனைவர் ஆர். விஸ்வநாதன்
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
52, என். ஜி. ஓ. காலனி
நாகமலை
மதுரை - 625 019

திரு. பா. குற்றாலிங்கம்
வேதியியல் துணைப்பேராசிரியர்
ஆதித்தனார் கல்லூரி
திருச்செந்தூர்

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

அறிவியல் களஞ்சியம்

தொகுதி-ஏழு

கக்குவான் இருமல்

நலமாக இருந்த குழந்தை நலம் குன்றிப் போவதற்கும், பின்னர் காசம் போன்ற நோய்கள் தொடர்வதற்கும் வழி வகுப்பது கக்குவான்இருமல் (whooping cough) என்ற நோய் ஆகும். தொத்துநோய்த் தடுப்பு முறைகள் மேற்கொள்ளப்பட்ட காரணத்தால் இந் நோய் தற்காலத்தில் அதிகம் இல்லை. தடுப்பு முறை பரவாத நாடுகளிலும், சிற்றூர்களிலும் இன்றும் இந் நோய் பல குழந்தைகளைத் தாக்குகிறது.

பரவும் விதம். பார்டெட்டெல்லா பெர்டுசிஸ் (Bordetella pertusis) என்னும் கிருமிகளால் இந்நோய் பரவும். தொடக்கத்தில் வரும் இருமல், தும்மல் மூலம் விரைவில் பரவ இந்நோயைத் தொடக்க நிலையில் அறிய முடிவதில்லை. எனவே பள்ளியில் ஒரு பிள்ளைக்கு இந்நோய் இருந்தால் பல குழந்தைகளுக்கும் விரைவில் பரவிட வாய்ப்புண்டு. பின்னர் வரும் தொடர் இருமல் அந்த அளவு பரவுவதில்லை. மழைக் காலத்தில் சளிக் காய்ச்சலோடு இந்நோயும் அதிகம் இருக்கும். ஐந்து வயதுக் குழந்தைகளுக்கே, குறிப்பாகப் பெண் குழந்தைகளுக்கே இந்நோய் அதிகம் உண்டாகிறது.

நோயின் தன்மை. தொற்றிய 7-8 நாள்களில் சளி, மூக்கு ஒழுகல், தும்மல், கண்களில் கண்ணீர் முதலியவற்றோடு சிறு காய்ச்சலும் தோன்றும். வறட்டு இருமல் வாட்டும். இதைச் சளி பிடித்த தொடக்க நிலை எனலாம்.

சுமார் ஒரு வாரம் சென்ற பின், தணிந்து போகும். சாதாரண காய்ச்சல் போலில்லாமல் இருமல் தொடரும். அது தொடர் இருமலாக இருக்கும்.

காரணமின்றியோ, அழுவதாலோ, அச்சத்தாலோ, எதையேனும் சாப்பிடுவதாலோ சிறுசிறு இருமலாகத் தொடங்கி, பின்னர் விடாத நீண்ட இருமலாகி, பல நிமிடங்களுக்குக் கூடத் தொடரக் கூடும். இந்நிலையில், திறந்த வாய், வெளி நீட்டிய நாக்கு, பிதுங்கிய கண்கள், அஞ்சிய முகம், வியர்த்த உடல் என அக்குழந்தையின் தோற்றமே அச்சுறுத்துவதாக அமையும்.

தொடர் இருமல் முடிவில் குறுகிய குரல் நாண் வழியாகக் (vocal chord) காற்று உட்புகும் நேரத்தில் கேவல் ஒலி கேட்கும். இது இவ்விருமலின் தனித் தன்மையாகும்.

இருமலின்போது மூச்சுப் பையிலுள்ள காற்று வெளியேற்றப்படுகிறது. எனவே குழந்தை தொடர்ந்து இருமும்போது, நெடுநேரத்திற்குக் காற்று உட்புகாத காரணத்தால் ஆக்சிஜன் குறைந்து, குழந்தை நீல நிறமாகி (cya-nosis) விடும். அதேநேரத்தில் மார்பின் அழுத்தமும் மிகுவதால் சிரை அழுத்தமும் மிகுந்து, சிரை நாளங்கள் புடைத்துவிடும். கண், மூக்கு, காது, தோலுக்கடி போன்ற இடங்களில் இரத்தம் தேங்குவது தெரியும்; வலிப்பும் தோன்றக்கூடும்.

மூச்சுப்பை அழுத்தம் மிகும்போது, அது எங்கேனும் வெடித்து, காற்று வெளிப்பட்டும் ஃப்ளூரா உறையில் (pneumothorax) தேங்கும். மூச்சுக் குழாய்களில் சளி அடைவதால், அப்பகுதி சுருங்கிப் பின்னர் விரிந்துமூச்சுக் குழல் விரிநிலை (bronchectasis)தோன்றலாம். நாக்கை நீட்டி இருமுவதால், அதன் அடிப் பகுதி, கீழ்ப்பற்களில் பட்டுக் காயம் உண்டாகலாம்.

தொடர் இருமலால், வயிற்று அழுத்தம் மிகுந்து குடல் பிதுக்கம் உண்டாகலாம். இருமலோடு, வாந்தி எழும். உண்ட சிறிதளவு உணவும், இவ்வாறு வெளிப்படுவதால் குழந்தை மெலிந்து போகும். தொடர் இருமல் நிலை 4-6 வாரங்களுக்குத் தொடர்வதோடு பிற கேடுகளும் உண்டாகும். இல்லையேல், மெல்ல இருமல் குறைந்து நலமடையும்.

பிற கேடுகள். மேலே குறித்தவற்றோடு குழந்தை காசம்போன்ற பிற நோய்களுக்கும் இலக்காகலாம். காதில் சீழ் பிடிக்கலாம்.

நோய் அறிதல். தொடக்கத்தில், வெறும் சளிக் காய்ச்சலாக உள்ளபோது இந்நோயை உறுதிப் படுத்துவது இயலாது. பள்ளி, பக்கத்து வீடு ஆகிய இடங்களில் பிற குழந்தைகளுக்குக் கக்குவான் இரு மல் இருந்தால் ஐயம் தோன்றலாம். அந்நிலையில், குழந்தை இருமும்போது நுண்ணுயிர்ப் பிரிவில் இதற் கெனத் தயாரித்த ஒரு தட்டை முகத்தின் எதிரில் பிடித்து, அதில் படியும் சளித் துளிகளில் இக்கிருமிகள் உள்ளனவா என்று கண்டறியலாம்.

பார்டெட் - கங்கு (Bordet - cengu) வளர்களம் உதவுகிறது. தொடர் இருமல் தொடங்கி, கேவுதல் எழும் நிலையில் ஐயம் தீரும். பிறகு விடா இருமல் உண்டாகும். மார்பில் நிணநீர் முண்டுகள் பெருத்துப் போவதும் மூச்சுக் கிளைக்குழல் விரிவடைவதும் குரல் வளை டிப்தீரியா நிலை அடைவதும் கவனத்தில் கொள்ளப்பட வேண்டிய பிற நிலைகளாகும்.

மருத்துவம். எரித்ரோமைசின், குளோரம்ஃபெனி கால், சல்ஃபா வகை மருந்துகள் சிறந்தவை. தொடக் கத்திலேயே கொடுத்தால் விரைவில் நலமளிக்கும். ஸ்டீராய்டு வகை மருந்தைத் தொடங்கி மெல்லக் குறைத்துக் கொள்வதால் பயன் கிடைக்கிறது என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது.

கேவுதல் தொடங்கிய பின் மருந்துகள் மிகுதி யாகப் பயனளிப்பதில்லை. அப்போது இருமல், வாந்தி ஆகியவற்றைத் தடுக்கவும் தூக்கம் ஏற்படுத் தவும் அவ்வவற்றிற்கு ஏற்ற மருந்துகளைத் தரலாம்.

இருமல் இல்லாதபோது நல்ல ஊட்டம் தரக் கூடிய குழந்தைக்குப் பிடித்த உணவாக, அவ்வப் போது தருவது குழந்தையின் உடல் தளராதவாறு பார்த்துக் கொள்ள உதவும்.

தடுப்புமுறை. நோய் வந்த குழந்தையை ஆரம்பம் முதலே பிற குழந்தைகளோடு பழகாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறந்த குழந்தை வளரும் நிலையில் டி.பி.டி. எனப்படும் முத்தடுப்பு ஊசி மாதம் ஒரு முறை என மூன்று மாதங்களுக்குக் கொடுத்தால், கக்குவானை மட்டுமன்றி, தொண்டை அடைப்பான், இசிவு நோய் ஆகியவற்றையும் தடை செய்யலாம்.

- கா. நடராசன்

ககனைட்

இது செஞ்சமச் சதுரப்படிகத் தொகுதியைச் (isometric system) சேர்ந்த ஒரு கனிமமாகும். ஸ்வீடன் நாட்டு வேதியியல் வல்லுநர் ககன் நினை வாக இப்பெயர் இக்கனிமத்துக்கு இடப்பட்டுள்ளது. இதன் படிகங்கள் எண்முகப்பட்டைக் கூம்பு வடிவி லும், பன்னிரண்டு பட்டைக் கூம்பு வடிவிலும் (dodecahedron) இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. இப்பக்கங்களில் நெடுக்கு வரிகளும், வேதியியல் அரிமானச் சிதைவுக் குழிகளும் காணப்படுகின்றன. இதன் வேதியியல் உட்கூறு, $Z_nAl_2O_4$, $Z_nOAl_2O_3$ ஆகும். இதில் துத்தநாக ஆக்சைடு 44.3%, அலுமினிய ஆச்சைடு 55.7% என்ற அளவிலும் உள்ளன. சில நேரங்களில் துத்தநாகத்திற்குப் பதி லாக மாங்கனிஸ் அல்லது இரும்பு மூலக்கூறுகள், உட்கூறில் இடம் பெயர்ந்து காணப்படுகின்றன. அலுமினியத்திற்குப் பதிலாக மூவிணைவய இரும்பு (Fe^{3+}) உட்கூறில் இடம் பெயர்ந்து காணப்படும். இதனுடைய பிளவு, பட்டைக்கூம்பு வடிவப் பக்கத் தில் (111) சிறிது தெளிவற்றுக் காணப்படும். இப் பக்கத்தை இது இரட்டுறல் தளமாகக் (twining plane) கொண்டுள்ளது.

ககனைட், சங்கு முறிவைக் கொண்டுள்ளது. இது எளிதில் நொறுங்கும் தன்மை உடையது. இதன் மிளிர்வு பளிங்கு போன்றது, சில நேரங் களில் மெழுகு போன்ற மிளிர்வில் காணப் படும். இதன் கடினத்தன்மை 7.5-8; அடர்த்தி 4-4.6, சாதாரண முறையில் இதை நோக்கும் போது கரும்பச்சை, சாம்பல் பச்சை, கருநீலப் பச்சையாகவும், கருநீலநிறமாகவும், மஞ்சள் செம் பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும். இதன் உராய்வுத் தூள் சாம்பல் நிறமாக உள்ளது. குறையொளி ஊடுருவு தன்மையில் இருந்து ஒளிகசியாத் தன்மை உடையது. ஸ்பீனல் கனிமத்தில் இது அதிகத் துத்த நாக ஊடுருவலால் தோன்றியதாகும். எனவே பெரும்பாலும் இதன் ஒளிப்பண்புகள் ஸ்பீனலின் ஒளிப்பண்புகளை ஒத்திருக்கும். இதன் ஒளிவிலகல் எண் 1.719 - 2.12 வரை மாறுபடுகிறது. இதன் வேதியியல் உட்கூறைப் பொறுத்து இவ்வெண் மாறு படும். மெருகூட்டப்பட்ட இதன் கனிமச்சீவல் பழுப்பு நிற வெள்ளையாகவும், பழுப்புநிறத் துகள் உருவம் (brownish tint) கொண்டும் காணப்படும். இதன் ஒளி எதிர் பலிப்பின் வீதம் சிவப்பு-ஆரஞ்சு நிறங்களுக்கு 12.5% ஆகவும், பச்சை நிறத்திற்கு 15% ஆகவும் காணப்படுகிறது,

இக்ககனைட்டின் மாற்றுக் கனிமங்கள் அட்டு மலைட் அல்லது துத்தநாகக் ககனைட், டைசலைட் அல்லது துத்தநாக மாங்கனீஸ் இரும்பு ககனைட் $(Z_n, Fe, M_n)O\ (Al,Fe)_2O_3$. கிரிட்னோனைட் அல்லது துத்தநாக இரும்பு ககனைட் $(Z_n,Fe,M_nO\ (Al,Fe)_2O_3)$ ஆகும். இவை படிகங்களாகவும் மணிகளாகவும் கிடைக்கின்றன. இதன் சிறப்பு அடர்த்தி 4.48-4.89 வரை காணப்படும். மேலும் இது ஒளி கசியாத் தன்மை உடையது. ஊதுகுழல் ஆய்வின்போது இக்ககனைட்டுக் கரிக் குழியில் போராக்ஸ் மற்றும் சோடா முதலியவற்றைக் கலந்து ஊது குழலினால் வெப்பமூட்டும்போது துத்தநாக ஆக்சைடு, கரிக்குழி ஓரங்களில் ஒரு படிவு போலப் படியும்.

பரவல். துத்தநாகப் படிவுகளிலும் படிக உருவான தாள்படலப் பாறைகளிலும் இவை காணப்படு

கின்றன. குறிப்பாக இது பாலோனாசட் (bleonaste) என்ற கனிமமாகத் தொடுகை வகைக் கனிமப் படிவுகளில் காணப்படுகிறது. உலகில் இது போடின் மாய்ஸ் பவேரியா ஆகிய இடங்களில் பெரும் படிவு களாகவும் காணப்படுகின்றது. ஸ்வீடன் நாட்டில், ஃபலுன் என்ற இடத்தில் தாள்படலப் பாறைகளில் மாக்கல் வகையும், கோப்பர்பெர்க் என்ற இடத்தில் அட்டுமலைட் வகைக் ககனைட்டும் கிடைக்கின்றன.

இந்தியாவில் குறிப்பிடத்தக்க அளவில் ககனைட் கிடைப்பதில்லை என்றாலும் ராஜஸ் தானில் உள்ள சாவார் என்ற காரீயத் துத்தநாகச் சுரங்கப் பகுதிகளிலும், பீகார் மாவட்டத்தில் சிங்பும் என்ற செம்புச் சுரங்கப் பகுதிகளிலும் மிகவும் குறைந்த அளவில் இது கிடைக்கிறது.

நூலோதி W.E., Ford, *Dana's Text Book of Mineralogy*, Fourth Edition, Wiley Eastern Ltd, New Delhi, 1985; W.A. Deer, R.A. Howie, and J.A. Zussman, *An Introduction to the Rock forming Minerals*, Third edition, ELBS,London, 1983.

கங்காரு

பாலூட்டி வகுப்பில் பைப்பாலூட்டி வகையைச் சேர்ந்த விலங்குகளில் கங்காரு மிகப்பெரியதாகும். இவ்விலங்கிற்கு அடிவயிற்றில் மதலைப்பை (marsupium) உண்டு. கங்காரு இதில் தன் குட்டிகளை வைத்துப் பேணி வளர்க்கும். இது மேக்ரோபோடிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. ஆஸ்திரேலியத் தேசியச் சின்னத்தில் கங்காரும் ஈமு பறவையும் இடம் பெற்றுள்ளன.

வரலாறு. காப்டன் ஜேம்ஸ்குக் 1770 இல் முதன் முறையாக ஆஸ்திரேலியாவை அடைந்தபோது, தாவிக் குதித்து ஓடிவரும் விலங்குகளைக் கண்டு கங்காரு எனப் பெயரிட்டார். குக்குடன் சென்ற அவர் நண்பர்கள் குதித்தோடித் தாக்க வரும் கங்காருக்களை வலிவுள்ள அரக்கர்கள் என அச்சங் கொண்டனர். கேப்டன் குக் அங்கு வாழ்ந்த ஆதிக் குடி மக்களிடம் இதன் பெயர் என்ன? என்று வின வினார். அவர்கள் தங்கள் மொழியில் காங்கரு என்றனர். காங்கரு என்றால் அவர்கள் மொழியில் தங்களுக்குத் தெரியாது என்று பொருள். குக் இந்தப் பெயரையே இதற்குச் சூட்டி விட்டார். கங் காருவைப்பற்றி அறிவதில் ஆங்கிலேயர் அதிக ஆர்வம் காட்டினர். 1790 ஆம் ஆண்டில் கங்காரு லண்டன் மாநகரில் பொதுமக்களின் பார்வைக்கு வைக்கப் பட்டுக் கட்டணம் வசூலிக்கப்பட்டது.

கங்காருகளில் பல வகைகள் உள்ளன. இவற்றில் மிகச் சிறிய வகைக்கு வால்லபிகள் என்று பெயர். இரண்டு அடி உயரமுள்ள வால்லபிகள் பார்ப்பதற்குச் சிறுமுயலைப் போலவிருக்கும். ஆனால் பெரிய கங் காருகள் ஏழு அடி உயரம் வரை வளரும். நல்ல உடற்கட்டும், வலிமையும் பெற்றுள்ள இவற்றின் உடல் எடை 90 கிலோ இருக்கும். இவை சாம்பல் பழுப்பு நிறமுள்ளவை. உடல் உருவத் துடன் ஒப்பிடும்போது இதன் தலை சிறியது. மானின் தலையைப் போன்ற அமைப்புடையது. ஆரஞ்சு, கறுப்புக் கலந்த நிறமுள்ள இவ் விலங்கின் விழிகள் அழகானவை; இவற்றின் பெரிய காதுகள் வட்டமானவை. அவற்றை முன்னும் பின்னும் ஆட்ட முடியும். சில கங்காருகள் மரம் ஏறும் ஆற்றலுடையவை. இதன் பின் கால்கள் இரண்டும் நீளமானவை; பலம் பொருந்தியவை. கால்கள் ஒவ்வொன்றிலும் நான்கு விரல்கள் உள்ளன. அவற்றுள் ஒரு விரலில் மட்டும் கூரிய நகமுண்டு. கங்காரு அஞ்சும் குணமுடைய விலங்கு. இது பொது வாக மற்ற விலங்குகளைத் தாக்குவதில்லை. சினம் கொள்ளும்போது பின்கால்களால் தரையை உதைத் துக் கொண்டு உறுமும். எதிரிகளால் தாக்கப்படும் போது தீவிரமாகப் போராடித் தன் பின் கால்களால் உதைத்துத் தாக்கும். எதிரிகள் வலி தாங்காமல் ஓடி விடுகின்றன. மெதுவாக நகரும்போதும் புல் மேயும்போதும் பின்கால்களையும், வாலையும் சேர்த்து முக்காலியில் உட்காருவதுபோல் அமர்ந்து கொள்ளும். இவை நடப்பதோ, ஓடுவதோ இல்லை. தாவித்தாவியே செல்கின்றன. ஒரே தாவலில் இருபது

அடி தூரத்தைக் கடந்து விடும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. உயரம் குறைவான வேலிகளை மிக எளிதாகத் தாவிக் கடக்கும் தன்மையுடையவை. மணிக்கு இருபது மைல்வேகத்தில் தாவித்தாவி ஓடக்கூடியவை. இவ்வாறு ஓடும்போது வால் தரையில் பட்டு ஒலி எழும் இவற்றை நன்கு பழக்கலாம். சர்க்கஸ்களில் இவற்றைப் பழக்கி மக்களை மகிழ்விக்கின்றனர்.

கங்காரு தன் குட்டிகளிடம் அதிக அன்பு காட்டுகிறது. ஐந்து வாரக் கருவளர் காலத்துக்குப் பிறகு குட்டி பிறக்கிறது. ஒரே அங்குலம் நீளமுள்ள இந்தக் குட்டி மயிரின்றி, கண் திறவா நிலையில் பாலருந்த இயலாத நிலையில் இருக்கும். பிறந்தவுடன் குட்டி தன் தாயின் அடிவயிற்றைப் பற்றிக் கொண்டு மதலைப்பையை அடைந்து அங்குள்ள தாயின் முலைக்காம்பை உறுதியாகக் கவ்விக் கொள்கிறது. அக்காம்புகளைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் தசைகள் சுருங்கி விரியும்போது குட்டியின் வாயில் பால் பீச்சப்படுகிறது. இக்குட்டிக்கு ஜோயி என்று பெயர். தாய் சில வேளைகளில் ஒன்று அல்லது இரண்டு குட்டிகள் ஈன்றாலும் பொதுவாக ஒரு குட்டியை மட்டுமே வளர்க்கும். குட்டி சில வாரங்கள் வரை தாயின் மதலைப்பையிலேயே வாழ்கிறது. சில வேளைகளில் குட்டி ஆறு மாத காலம் வரை மதலைப்பையிலே வளர்கிறது. தாய் புல்மேயும்போது குட்டி, பையிலிருந்த வண்ணம் தலையை மட்டும் வெளியே நீட்டிப்புல்லைத் தின்னும். தானாகவே வெளியில் குதித்துச் செல்லக்கூடிய ஆற்றல் வந்தவுடன் குட்டி வெளியில் வந்து விளையாடும். ஓராண்டுக் காலத்திற்குப் பிறகு தாயின் உதவியின்றித் தன் உணவைத் தானே தேடிக்கொள்ளும்.

நியூகினியில் காணப்படும் ஒருவகைக் கங்காருகளைத்தவிர மற்ற கங்காருகள் தாவரவுண்ணிகள். இவை புல், பூண்டு, மெல்லிய மரப்பட்டை, கீழே விழும் பழம் ஆகியவற்றைத் தின்று வாழ்கின்றன. இவற்றிற்குப் பசி அதிகம். இரண்டு ஆடுகள் தின்னக்கூடிய புல்லை ஒரு கங்காரு ஒரே வேளையில் தின்னும். கங்காருகளால் விவசாயிகள் பெரும் தொல்லைகளுக்கும், பேரிழப்புகளுக்கும் ஆளாகின்றனர். அதிகாலையிலும், மாலையிலும் புல் மேயும் கங்காருகள் ஒரே இடத்தில் மேயாமல் அடிக்கடி மேய்ச்சலிடத்தை மாற்றுகின்றன. சிறு கூட்டங்களாக இடம் பெயர்ந்து செல்லும் கங்காருக் கூட்டத்திற்கு ஓர் ஆண் கங்காரு தலைமை தாங்கும்.

கங்காருகள் பதினைந்து ஆண்டுகள் வரை உயிர் வாழ்கின்றன. நன்றாக நீந்தும் ஆற்றல் பெற்றுள்ள இவ்விலங்குகள் நீரோட்டத்தை எதிர்த்து வேகமாக 3கி.மீ வரை நீந்தக் கூடியவை. சிற்சில சமயங்களில் நாய்க்கூட்டத்தினால் துரத்தப்படும் போது குளம், ஏரி போன்ற நீர் நிலைகளை அடைந்து நீந்தித் தப்பித்துக் கொள்கின்றன. இவற்றைத் தாக்க நாய்கள் நீருக்குள் வந்தால், அவற்றை முன் கால்களினால் நீரில் அமுக்கிக் கொன்றுவிடுகின்றன. ஒன்றிரண்டு நாய்கள் தாக்கினால் நாய்களைப் பின் கால் நகங்களால் கிழித்துக் கொன்று விடும்.

இவற்றின் இறைச்சி உண்பதற்கு ஏற்றதாக இருந்தாலும், மக்கள் இதை அதிகமாக விரும்பி உண்பதில்லை. இவற்றின் தோல் பதனிடப்பட்டு வணிகப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கங்காருகளில் சிறிய வகையானவால்லபிகளின் தோலிலிருந்து செருப்பு, கையுறை, பை போன்றவை செய்யப்படுகின்றன. வால்லபிகளின் இறைச்சி விரும்பி உண்ணப்படுகிறது.

விளைபயிர்களுக்குத் தொல்லையாகக் கருதப்படும் கங்காருகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்க இவை வேட்டையாடப்படுகின்றன. சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் குறைந்திருந்த கங்காருகளின் எண்ணிக்கைதற்சமயம் மீண்டும் பெருகி விட்டது.

-கே. சுப்பிரமணியம்

கங்கிரினைட்

இது ஃபெல்ஸ்பதாய்டல் தொகுதியைச் சேர்ந்த டெக்டோசிலிகேட் கனிமம் ஆகும். கங்கிரினைட் (cancrinite) அறுகோண அமைப்புடையது. அரிதான படிகங்கள் படிக அமைப்புடனும், ஒழுங்கான படிகப் பிளவுடனும் இருக்கும். இக்கனிமம் பொதுவாக நெருக்கமாகவும் அல்லது சிதறியும் காணப்படும், இதன் கடினத்தன்மை 5-6; ஒப்படர்த்தி 2.45; எளிதில் உருகும் தன்மையுடையது. குறை சங்கு முறிவு கொண்டது. அமிலத்தில் கரைந்து பசை போன்ற ஊன் சிவப்பு வீழ்படிவைக் கொடுக்கும். இது ஓரச்சு எதிர் (–) ஒளி சுழற்றும் தன்மை கொண்டது.

பிளவுகள் முத்துப் போன்ற மிளிர்வைக் கொண்டுள்ளன. இதன் நிறம் மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறமாகவும், சிவப்பு, பச்சை, வெண்மையாகவும் நிறமற்றவையாகவும் காணப்படும். இதன் கனிம உட்கூறு $Na_3CaAl_3Si_3O_{12}CO_3(OH)_2$ ஆகும். கங்கிரினைட் நெஃப்பிலின் சயனைட்டில் முதன்மைக் கனிமமாகக் காணப்படுகிறது. ஆனால் அதிகமாக நெஃப்பிலினின் மாறுபாட்டால் உருவாகிறது. யூரல் மலைத்தொடர்களில் மியாஸ்க் என்ற இடத்திலும், பின்லாந்து, ஸ்வீடன், ஒன்டேரியோ, கனடா ஆகிய நாடுகளிலும் இது காணப்படுகிறது.

- இரா. சரசவாணி

கங்லாமரேட்

காண்க: உருள்திரளை

கச்சாப் பொருள் செறிவூட்டு முறைகள்

வேதிப் பொருள் தயாரிப்புத் தொழிலில் செறிவேற்றம் கொண்ட கச்சாப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல் பயன் மிக்கதாகும். இதன்மூலம் தரமிகு பொருள்களைக் குறைந்த முதலீட்டில் பெறலாம். கந்தகம், புகைமிகு நிலக்கரி போன்ற ஓரிரு பொருள்களைத் தவிர்த்தால், பெரும்பாலான கச்சாப் பொருள்கள் மாசுடனும், மண்ணுடனும் கலந்தே கிடைக்கின்றன. வெட்டி எடுக்கப்படும் மண்ணில் சில கச்சாப் பொருள்களின் செறிவு குறைந்த அளவிலேயே இருக்கும்.

குறிப்பிட்ட கச்சாப் பொருளைக் கனிமத்திலிருந்து அகற்றுகையில், பிற மாசுப் பொருள்களில் சிலவற்றையேனும் வேறு சில தயாரிப்புகளுக்குக் கச்சாப் பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். வெட்டி எடுக்கப்படும் இடங்களிலேயே கச்சாப் பொருளைச் செறிவேற்றம் செய்து விட்டால், தொழிற்சாலைக்குக் கொண்டு செல்லும் செலவு ஓரளவு குறையும். இவ்விரு பயனையும் செறிவேற்றத்தால் பெற முடியும்.

மேலும் ஒரு தொலை நோக்குக் காரணியும் கருத்தில் கொள்ளத்தக்கதாகும். போதிய செறிவில் உலோகங்களையோ, கனிமங்களையோ, உள்ளடக்கிய கச்சாப் பொருள்கள் புவியின் பரப்பிலிருந்து விரைவாக அகற்றப்படுகின்றன. எனவே, மிகக் குறைந்த செறிவில் கச்சாப் பொருள்களை உள்ளடக்கிய மண்ணிலிருந்து தேவைப்படும் கனிமத்தைப் பெருக்குதல் பெருமளவில் பயன்படக் கூடிய முறை ஆகும். பெருக்கும் முறையில் கனிமப் பொருள் தூளாக்கப்படுகிறது. செறிவேற்றத்தின் மூலம் பெறப்படும் பயன்மிக்க பொருள் செறிப்புடைய கலவை (concentrate) என்றும், எத்தொழிலுக்கும் கச்சாப் பொருளாகப் பயன்படுத்த முடியாதது எஞ்சிய பகுதி (tailings) என்றும் பிரிக்கப்படும். இச்செறிவூட்டு முறைகள் சிமெண்ட், கண்ணாடி, பீங்கான் முதலிய பல தொழில்களுக்கும் பொது என்றாலும், உலோகப் பிரிப்புத் துறையில் இவை முதன்மை இடம் பெறுகின்றன.

சலித்தல், வகையீடு செய்தல், காந்த முறைப் பிரிப்பு, அலைத்துப் பிரித்தல், மிதப்பு முறை ஆகிய செறிவூட்டு முறைகள் பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

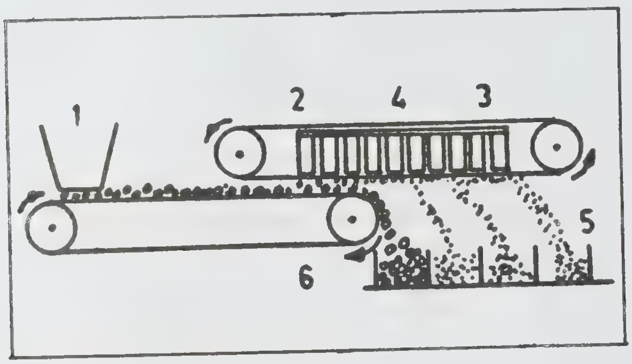
சலித்தல் (screening). வேதிப் பொறியியலில் முதன்மை பெறும் ஒருங்கு செயல் முறைகளில் (unit operations) சலித்தல் முறையும் ஒன்று. இது கனிமத்துகள்களை அவற்றின் குறுக்களவு அடிப்படையில் பிரித்தெடுக்கும் முறையாகும். சலிக்கும் போது சல்லடைத் துளைகளின் அளவைப் பொறுத்துத் துகள்கள் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. வலையின் துளையளவை 40 மைக்ரோ மீட்டருக்கும் குறைவாக அமைக்க இயலும். பிரிட்டிஷ் செந்தரச் சல்லடை (British Standard Sieves B. S. S.) வலையமைவுக்கு அலகுகளாக நிர்ணயிக்கப் பயன்படுகின்றன. உலோக இழைகளையும், கம்பிகளையும் பயன்படுத்திச் சல்லடைகள் நெய்யப்படுகின்றன. உருள் சல்லடைகள் செயல்திறன் கூடுதலானவை. இம்முறையினால் வலிமையான பாஸ்ஃபோரைட் எனும் கனிமத்தை வலிமை குறைந்த நொறுங்கக் கூடிய மண்வகைப் பொருள்களிலிருந்து பிரிக்கலாம். நிலக்கரியையும், கல் கரியையும் குறுக்களவு அடிப்படையில் பிரிப்பதற்கு இம்முறை சிறந்தது. வலையின் துளை வடிவைத் (shape of the mesh) தக்கவாறு அமைத்தால், மண் வகையிலிருந்து கல்நார் இழைகளைப் பிரிக்க இயலும்.

காந்தப் பிரிப்பு. காந்தப் புலத்தால் ஈர்க்கப்படும் தாது வகைகளிலிருந்து காந்தப் புலத்தால் ஈர்க்கப்படாத தாதுக்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறையில் மாக்னடைட் (Fe_3O_4) எனும் கனிமத்தைப் பிரித்தெடுப்பதே முதன்மைப் பயனெனினும், பிற இரும்புக் கனிமங்களை ஆக்சிஜனேற்றத்தால் மாக்னடைட்டாக மாற்றிக் காந்தப் பிரிப்புக்குட்படுத்துவதும் இயலும். காந்தப் பண்பேற்றத்திற்கு ஹேமடைட் போன்ற இரும்புக் கனிமங்களைக் கட்டுப்படுத்திய சூழ்நிலையில் சூடாக்க வேண்டும். மற்றொரு முறையில் இரும்பு கார்பனேட்டாகத் தோன்றும் சிடரைட் எனும் தாதுவைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடாக்கி, அதை 50°C வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து மாக்னடைட்டைப் பெறலாம். மாக்னடைட்டைத் தவிர, பைஹோடைட் எனும் நிக்கல் சல்பைடு தாது மட்டுமே காந்தப் புலத்தால் கவரத்தக்க ஆற்றல் கொண்டதாகும். போதிய அளவு பாராகாந்தப் பண்பு கொண்ட கார்னெட், குரோமைட், இல்மனைட், உல்ஃப்ரமைட் ஆகியனவும் இவ்வழிமுறைக்கு ஏற்றனவாகும்.

வெள்ளீய உலோகப் பிரிப்பில் மின்காந்தப் புலன் வழிப் பிரிப்பு மைய இடம் கொண்டுள்ளது. கசிட்டரைட் எனும் வெள்ளீயக் கனிமத்தில் உல்ஃப்ரமைட் எனும் காந்தப் பண்புடைய மாசுப்பொருள் இடம் பெற்றுள்ளது. இதை அகற்ற மின்காந்த முறை விரிவாகப் பயன்படுகிறது.

மின்காந்தப் பிரிப்பு முறையைக் குறைந்த காந்த அழுத்தத்திலோ (500-120 ஒயர் ஸ்ட்டஸ்) மீ காந்த அழுத்தத்திலோ (22,000 ஒயர் ஸ்ட்டஸ்) நிகழ்த்தலாம். குறைந்த காந்தப்புலம் மாக்னடைட்டுக்கும், உயர்காந்தப்புலம் பிற கனிமங்களுக்கும் பயன்படுகின்றன. ஈரமான நிலையிலோ, உலர் நிலையிலோ பிரிப்பை நிகழ்த்தலாம். எனினும், உலர் நிலைப் பிரிவு முறையில் பிரித்தல் முழுமை அடைகிறது. கனிமத்தைத் தூளாக்கும்போது நீர் சேர்க்கப்பட்டிருப்பின், அந்நீரை ஆவியாக்கி அகற்றுவது, செலவைக் கூட்டும். துகளின் அளவு 5 மி.மீக்கு மேற்படின் உலர்

நிலைப் பிரிப்பும், 150 மைக்ரோ மீட்டருக்குக் குறையும்போது ஈரநிலைப் பிரிப்பும் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்விரு பருமன் வரம்புகளுக்குட்பட்ட நிலையில் ஏனைய காரணிகள் முதன்மை பெறுகின்றன. நிலைத்த காந்தத்தையோ மின் காந்தத்தையோ பயன்படுத்திக் காந்தப் புலத்தை உருவாக்கலாம். மின் காந்தப் பிரிவு முறையை படம் 1 விளக்குகிறது.

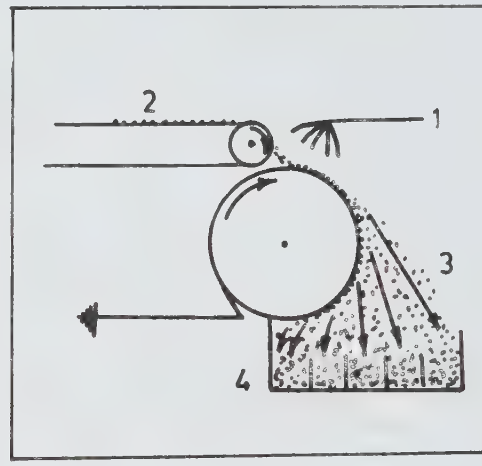


படம் 1.

1. ஊட்டம் (கனிமம்) 2. வலிமைமிக்க காந்தப் பகுதி 3. வலிமைகுறைந்த காந்தப் பகுதி 4. மின்காந்தங்கள் 5. காந்த வகைத் துகள்கள் 6. காந்த ஈர்ப்புக்குட்படாத் துகள்கள்

மின்காந்தப் பிரிப்பு முறையில், காந்த ஈர்ப்புக் குட்படாத துகள்கள் புவிஈர்ப்பைக் காட்டும் பாதையிலும், காந்தப் பண்பு கொண்ட துகள்கள் காந்தப் புலம் வகுக்கும் பாதையிலும் விளைகின்றன. தேவைப்படின், காந்தப்புலத்தில் செறிவைப் படிப் படியாகக் குறைத்துப் பல்வேறு காந்தப்பற்றுக் கொண்ட கனிமங்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். ஒரே வரிசையில் பல காந்தங்களை ஒழுங்கு படுத்தும் போது கனிமப் பாய்வை நோக்கி நிற்கும் காந்த முனைவு அடுத்தடுத்த காந்தங்களில் மாறுபடுகிறது. இதனால் காந்தத்தில் ஒட்டும் துகள்கள் புரள்கின்றன. இதன் விளைவாக, இடையில் சிக்கியுள்ள காந்தப் பண்பற்ற துகள்கள் எளிதில் விடுபடுகின்றன. காந்தப் புலத்திற்குள் செலுத்தப்படும் தாது ஒரு மெல்லிய படலமாக இருத்தல் வேண்டும். எனவே, உயர் அளவில் காந்தப் பிரிவு முறையை வடிவமைப்பது கடினமாகிறது.

நிலை மின்னேற்றப் பிரிப்பு (electro static separation). பரந்த வாய்ப்புக்குள் தாதுக்களின் மின் கடத்துதிறன் அமைந்துள்ளது. பல வகைப்பட்ட துகள்களுக்கு நிலை மின்னேற்றம் அளிக்கப்பட்டு, அவற்றை மின் கடத்தியின் அருகே கொண்டுவந்தால் மின் கடத்துமை கூடுதலாக உள்ள கனிமங்களிலிருந்து மின்னேற்றம் எளிதில் வெளியேறும். கடத்துமை குறைவாகவுள்ள கனிமத் துகள்கள் மின் கடத்தியின் பரப்பில் நீண்ட நேரம் தங்குகின்றன. இம்முறை படம் 2 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது. காந்தவகைப் பிரிப்பான்களைப் போன்றே, நிலைமின்வகைப்



படம் 2.

1. உயர் அழுத்த மின் விசை 2. ஊட்டம் 3. மின் கடத்தும் பொருள்கள் 4. மின் கடத்தும் பொருள்கள்

பிரிப்பான்கள் மெல்லிய படலத்தாலான கனிம ஓட்டத்திற்கு மட்டுமே ஏற்றவையாதலால் அவற்றைப் பெரிய அளவில் அமைப்பது எளிதன்று. மேலும் இம் முறையில் ஈரப்பதனைக் கட்டுக்குள் வைத்திருத்தல் வெற்றிக்கு அடிப்படைத் தேவையாகும். இல்லையெனில், நீர்ப்படலத்தால் நிகழ்ந்த கடத்துமை முழுதும் வெவ்வேறு கனிமப் பொருள்களுக்கு இடைப்பட்ட கடத்துமை வேறுபாட்டில் மறைந்து விடக்கூடும்.

வகைப்படுத்தும் முறைகள்

ஈர்ப்பு வழி முறைகள் துகள்களின் அடர்த்தி, அளவு, வடிவு ஆகியவற்றில் தோன்றும் பாகுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு வகுக்கப்படும் உத்தி ஆகும். ஒரு பாய்ம ஊடகத்தில் துகள்களின் விளைவை அளக்கும்போது, அடர்த்தியிலும், குறுக்களவிலும் வேறுபட்ட துகள்கள் வெவ்வேறு திசைவேகங்களுடன் நகர்வதைக் காணலாம். நீரையோ, காற்றையோ ஊடகமாகப் பயன்படுத்தி, புவி ஈர்ப்பு விசையால் துகள்கள் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிப் பாயும் விரைவை அளந்து பிரிக்கும் முறை ஈர்ப்பு வழி முறை எனப்படும். சிலிகேட் வகைப் பொருள்களையும், கனிம உப்புகளையும் தயாரிக்கும் தொழில்களில் இம்முறை பயன்படுகிறது. ஒரு நீர்ம ஊடகத்தில் ஒரு திண்மத்துகள் தன்னிச்சையாக விழும்போது

துகளின் திசை வேகம் பின்வரும் கோவையின்படிக் கணக்கிடப்படுகிறது.

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} dg \quad \frac{(\rho_s - \rho_e)}{\rho_e} R}$$

d_g : புவி ஈர்ப்பு விசை (ஊடகத்தால் திருத்தப்பட்டது)

ρ_e மற்றும் ρ_s : நீர்மம் மற்றும் திண்ம நிலைப் பொருள்களின் அடர்த்தி எண்கள்

R : பாய்மத் தடுப்புக் குணகம் (கனிம அடர்ப்பு நிகழ்வில் இதன் மதிப்பு ஏறக்குறைய 2.5 ஆகும்).

வகையீட்டு அமைப்புகள் (classifiers). அடர்த்தி அல்லது அளவை அடிப்படையாகக் கொண்ட வழி முறைகளில் நீர் பாய்ம ஊடகமாகப் பயன்படுகிறது. அலசிக் களையும் முறையில் குழிவான தட்டுகளில் கனிமப் பொருளை நீரிலிட்டுச் சுழற்றினால், அடர்வு மிகுதுகள்கள் அடியில் படிந்து விடுகின்றன. இலேசான துகள்கள் நீரில் தொங்கல் நிலையில் உள்ளன. மண்ணிலிருந்து தங்கத்தைப் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படும் இம்முறை தற்போது வழக்கில் இல்லை.

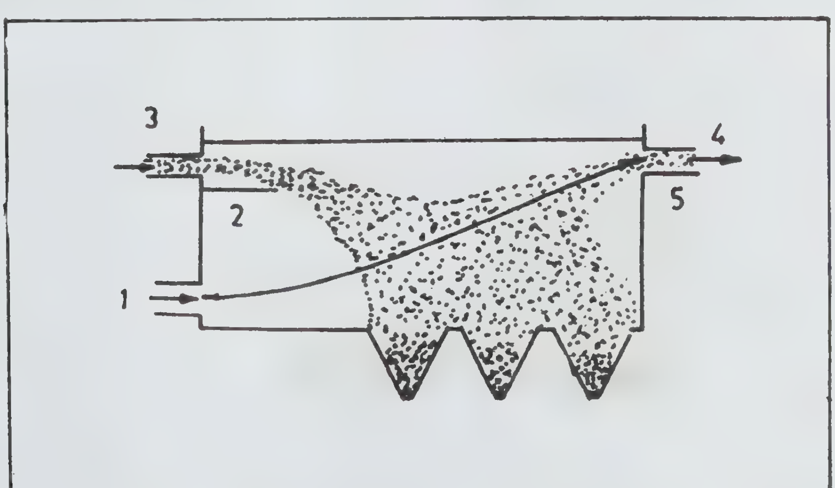
ஹம்ஃப்ரே சுருள் எனும் அமைப்பில் ஒரு சுருள் வடிவிலான மென் சரிவோடையைப் பயன்படுத்திக் குறுக்களவில் சிறிதே மாறுபடும் துகள்களை நீரினால் கழுவுவர். சுருள் குழாயில் இலேசான துகள்கள் நீரின் மேற்பரப்பிலும், கனமானவை குழாயின் அடிச் சுவரிலும் உருண்டு செல்கின்றன.

மதகுப்பெட்டி (sluice box) எனும் அமைப்பில் ஒரு தொட்டியில் நீர் நிரப்பி, கனிமப் பொருளைக் கீற்றுப் பாய்வாக அதிலிட்டால், துகள்கள் நீரோட்டத்தில் அடித்துச் செல்லப்படும்போது கனமான துகள்கள் தொட்டியின் தரையில் படிகின்றன. தரையில் படிந்த துகள்கள் மீண்டும் நீரோட்டத்தினால் மேல் எழாதவாறு சிறு தடுப்பு மேடைகள் (baffles) தடுக்கின்றன. தொட்டியின் விளிம்பில் வழிந்தோடும் நீரில் இலேசான துகள்கள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. சுரங்கப் பகுதிகளில் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி அங்கு ஓடும் சிற்றோடைகளைத் திசை திருப்பி மதகுகளை உருவாக்குதல் முன்பு வழக்கமாக இருந்தது. இம்முறையின் இயக்கம் படம் 3 இல் தெளிவாக்கப் பட்டுள்ளது.

சுழல்வான்கள் (cyclones) காற்றையோ, நீரையோ பயன்படுத்தித் துகள்களை வகையீடு செய்கின்றன. இலேசான துகள்கள் காற்றுச் சூழலில் சிக்கி மேலெழுந்து வெளியேற்றும் அமைப்பில் நுழைகின்றன. கனமான துகள்கள் புவி ஈர்ப்புக்கு உட்பட்டு அல்லது சுழல்வானின் சுவரில் எறியப்பட்டு வீழ்படிவாகின்றன.

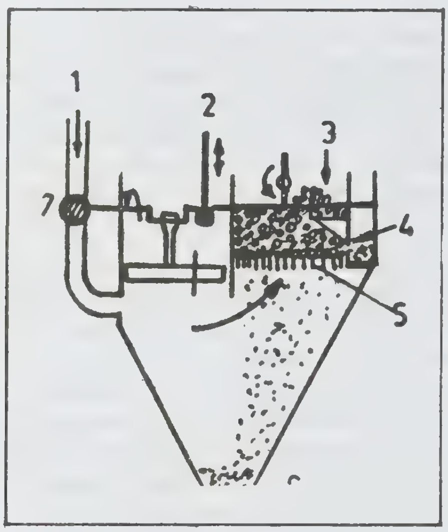
அடர் ஊடக வழிப் பிரிப்பு (dense medium separation) எனும் முறையில் சிலிக்கா போன்ற மண் வகைப் பொருளுக்கும், உலோக சல்ஃபைடு போன்ற கனிம வகைப் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட அடர்த்தி கொண்ட நீர்மத்தில் கச்சாப் பொருளைக் கலந்து கலக்கினால், சிலிக்கா மிதக்கும்; கனிமம் வீழ்படிவாகும். இம்முறையில் நிகழத்தக்க நீர்மத்தைத் தெரிந்தெடுப்பது கடினமேயாயினும், கலீனா, மாக்னடைட் போன்ற கனிமங்கள் இம்முறையால் செறிவூட்டப்படுகின்றன.

அலைத்துப் பிரித்தல் (jigging). ஊடுபுகவிடும் தன்மை மிகக் குறைவாக அமைந்துள்ள வலையின்



படம் 3. 1. நீரோட்டத்தின் நுழைவாயில் 2. தடுப்பு 3, ஊட்டம் 4, 5. நுண்துகள் கலந்த நீர் வழிந்தோடும் பாதை

மீது கனிமப் பொருள் கொண்ட குழம்பை ஊற்றி, வலையின் மறுபுறமிருந்து நீரைப் பாய்ச்சினால், துகள்கள் சற்றே வலையின் பரப்புக்கு மேலெழும். புவி ஈர்ப்பில் மீண்டும் வலை மீது அமர்கையில் சில துகள்கள் நீருடன் வலையினூடே பாய்ந்து செல்லும். மற்றவை அடர்த்திக்குத் தகுந்தவாறு அடுக்குகளாக அமைகின்றன. இலேசான துகள்கள் ஒரு கலங்கலின் வாயிலாக வெளியேற்றப்படுகின்றன. கனமான துகள்களை அகற்ற ஓர் உலோக வாயில் (gate) பயன்படுகிறது (படம் 4).

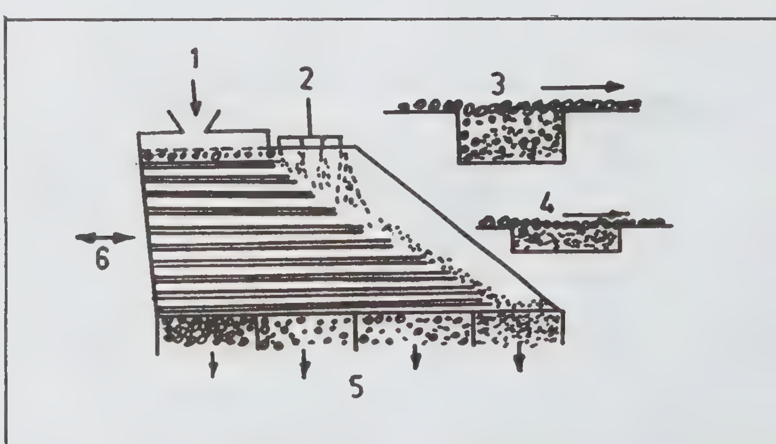


படம் 4. 1. நீர் உள்வழி 2. உந்து தண்டு 3. மண் (கசடு) சேகரிக்கும் பகுதி 4. செறிவேற்றப்பட்ட கனிமம் சேரும் பகுதி 5. வலையமைப்பு 6. நுண்துகள் சேர் பகுதி (hutch product)

ஆடு தளம் (tables). இவ்வமைப்பைப் பயன்படுத்திச் செறிவூட்டும் முறை, அடர்த்தியை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இம்முறையில் (படம் 5) ஒரு பரந்த, சற்றே சரிவாக அமைந்த தளத்தில் சிறு வாய்க்கால்கள் வெட்டப்பட்டுள்ளன. மேலிருந்து கீழாக நோக்குகையில் அவற்றின் ஆழம் படிப்படியாகக் குறைந்து, இறுதியில் தளத்துடன் சமதரையாகி விடுகிறது. நீர் ஒரு மூலையிலிருந்து செலுத்தப்படுகிறது. கனிமப் பொருள் மேல் மட்டத்திலிருந்து பாய்கிறது. தளம் பக்க வாட்டில் அதிர்வுக்குள்ளாக்கப்படுகிறது. இதன் விளைவாக, மிகப்பெரிய, மிக இலேசான துகள்கள் தளத்திற்கு இணையான திசையிலும், சிறிய, கனமான துகள்கள் மூலை விட்டத்தை நோக்கியும் நகர்கின்றன.

மிதப்பு முறை. பிரிப்பு முறைகளுள் இம்முறை தனித்தன்மையுடையது. இது ஒரு கனிமப்பொருளை மண்ணிலிருந்து பிரிப்பதற்கு மட்டுமன்றி மற்றொரு கனிமப் பொருளிலிருந்து பிரிப்பதற்கும் ஏற்ற முறையாகும். கூழ்மநிலையில் கொணரப்பட்ட தாதுப் பொருளைக் காற்றைச் செலுத்திக் கலக்கினால், சில தாதுப்பொருள்கள் காற்றுக் குமிழ்களுடன் ஒட்டுகின்றன. இவ்வாறு ஒட்டும் தாதுப்பொருள் நுரையுடன் மேலே எழும். இந்நுரையை அகற்றி, உலர்த்திச் செறிவுற்ற கனிமப் பொருளைப் பெறலாம்.

வேதி அல்லது படிகவியல் நோக்கில், குறிப்பிட்ட கரிம அயனிகளுடன் ஒட்டவல்ல பரப்புக் கவர்ச்சியே இம்முறையின் அடிப்படைக் கொள்கையாகும். ஓர் ஒற்றை மூலக்கூற்றுப் படிவ அமைப்புக் கொண்ட கரிம அயனிகள் கனிமப் பொருளின் பரப்பில் ஊன்றி, புறப்பரப்பு விசையை (surface tension) உயர்த்துகின்றன. பொது வழக்கில் இதை ஈரமுறும் இயல்பு (wettability) என்பர். காற்று-நீர் இடைப்



படம் 5.

பரப்பில் உருவாகும் தொடு கோணத்தைக் கொண்டு இந்நிகழ்ச்சியின் அளவை மதிப்பிடலாம். சமநிலையில் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைமைகளின் பொதுத் தொடு புள்ளியில் தோன்றும் விசைகள் இம்மூவகைப் பொருள்களின் புறப்பரப்பு விசை ஆகும். இவை

$$r_{s-g} - r_{s-l} = r_{l-g}\cos\theta$$

என்னும் சமன்பாட்டால் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. s: திண்ம நிலை; ϕ: தொடு கோணம் l: நீர்ம நிலை; g: வளிம நிலை நீர்மம் நீராக இருப்பின் $r_{l-g} = 0.072$ Nm^{-1} (அறை வெப்பநிலையில்). இந்நிலையில் தொடு கோணம் r_{s-g}, r_{s-l} ஆகியவற்றின் வேறுபாட்டைக் பொறுத்ததாகும்.

$$r_{s-g} = r_{s-l} \text{ என்றிருப்பின், } \theta = 90^\circ$$

$$r_{s-g} > r_{s-l} \text{ என்றிருப்பின் } \theta < 90^\circ$$

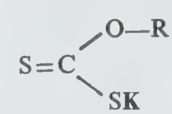
$r_{s-g} - r_{s-l} = r_{l-g}$ எனின், $\theta = 0^\circ$, இந்த எல்லையைக் களிமண்கள், பெரும்பாலான ஆக்சைடுகள், ஹைட்ரேட்டுகள் எய்துகின்றன. நீர்ம, திண்ம இடைப் பரப்பு ஆற்றல் உயர உயர, திண்மப் பொருளின் கரைதிறனும் கூடுதலாகும் வாய்ப்பு ஏற்படுவதால் தொடு கோணங்கள் மிகச் சிறு மதிப்புகளைப் பெறுவது கடினமாகும்.

$$r_{s-g} < r_{s-l} \text{ என்றால், } \theta > 90.$$

$(r_{s-l} - r_{s-g}) \rightarrow r_{l-g}$ எனின், $\theta \rightarrow 180^\circ$. இந்நிலையில் திண்மப் பொருள் (கனிமம்) நீருடன் ஒட்டும் இயல்பை அறவே இழந்துவிடுகிறது. உண்மையாக, பாரஃபீன் மெழுகு போன்ற பரப்புகளின் மீது பெறப்பட்ட பெரும தொடு கோண மதிப்பு 110° ஆகும்

கனிமப் பொருள்களும், மண்வகைப் பரப்பு இயல்புகளின் பொருள்களும், மிகக் குறுகிய வரம்பில் வேறுபடுவதால் பரப்பு விசைகளில் மாற்றங்களைப் புகுத்தாமல் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றைப் பிரித்தல் எளிதன்று. தாதுக்கும் மாசுப் பொருளுக்கும் பரப்பு விசையில் உள்ள வேறுபாட்டைக் கூடுதலாக்குவதற்குச் சில கரிமப்பொருள்களைப் புகுத்தித் தாதுப் பொருளின் மீது பரப்பலாம். இக்கரிமப் பொருள்கள் சேர்ப்பான் எனப்படும். இவற்றுள் கரிம அமிலங்களும் அவற்றின் உப்புகளும், கரிம வகைக் காரங்களும், எண்ணெய் வகையில் மண்ணெண்ணெய், கிரியோசோட் தார், டீசல் போன்ற எரி எண்ணெய்களும் அடங்கும். களிப்பாறையிலிருந்து (shale) நுண்ணிய நிலக்கரியைப் பிரித்தெடுக்கவும், விட்ரெயின் (vitrain), கிளரெயின் (clarain) ஆகிய வகைகளிலிருந்து கடினத் தன்மைமிக்க டியூரெயின் (durain) எனும் நிலக்கரியைப் பிரித்தெடுக்கவும் எண்ணெய் வகைகளைப் பயன்படுத்தி மிதப்புமுறையை நிகழ்த்தலாம். எனினும், இத்துறையில் தற்போது இவைபயன்படுத்தப்படுவதில்லை.

இங்கு பயனாகும் கரிம வகை அமிலங்களும் காரங்களும், நீண்ட சங்கிலி வடிவான மின்முனைவற்ற ஆல்கைல் தொகுதிகளையும் - COOH, - OH, - SH, - NH_2 போன்ற மின் முனைவுத் தொகுதிகளையும் கொண்ட மூலக்கூறுகளாகும். தாதுப் பொருளில் இடம் பெறும் அயனிகளுடன் இக்கரிம வகை அமில, காரங்களின் அயனிகள் வினையுற்று நீரில்கரையாத சேர்மங்களைத் தருகின்றன. இவ்வமில காரங்களில் மின் முனைவுத் தொகுதிகள் தாதுப் பரப்பில் அமைந்துள்ள எதிர் வகை அயனிகளுடன் இணைவதால், அல்க்கைல் தொகுதிகள் தாதுப்பரப்புக்குச் செங்குத்தாக நிற்கின்றன. இதன் விளைவாகப் பரப்பின் தன்மை ஹைட்ரோகார்பனின் தன்மையைப் பெறுகின்றது. தொடர் விளைவாக, நீருடன் தோன்றும் தொடு கோணம் உயர்கிறது. மரக்கூழ் தயாரிப்புத் தொழிலில் உடன் விளைவாகக் கிடைக்கும் ஓலியிக் அமிலத்தை ஆக்சைடு கனிமங்களுக்கும், சிலிகேட், அப்படைட், ஃபுளோர்ஸ்பார் ஆகியவற்றை மிதக்க வைப்பதற்கும் பயன்படுத்துவர். சாந்தேட்டுகள், (குறிப்பாக அமைல் அல்லது ஹெக்சைல் சாந்தேட்டுகள்) சிறந்த சேர்ப்பான்களாகும்.



$R = C_5H_{11}$ — அல்லது C_6H_{13} — ஆகும்.

தாதுப்பரப்பில் அமைந்துள்ள ஓர் உலோக அயனியைப் பொட்டாசியம் அயனி பதிலீடு செய்வதால் சாந்தேட்டுக்கும் தாதுப் பொருளுக்கும் தொடர்பு ஏற்படுகின்றது. இவ்வகைக் சேர்ப்பிகள் பெரும்பாலும் சல்ஃபைடு தாதுக்களுடன் மட்டுமே பயன்படுகின்றன. சாந்தேட்டுகளை அடுத்து வலிவான சேர்ப்பான்கள் டைதயோஃபாஸ்பேட்டுகளாகும். முதல் கட்டமாக, இவற்றைப் பயன்படுத்தி மிக எளிதில் மிதக்கக்கூடிய கனிமங்களைத் தனிப்படுத்தலாம். பின்பு சாந்தேட்டுகளைக் கொண்டு எளிதில் மிதக்கும் எண்ணெய்க் கனிமங்களைப் பிரிக்கலாம். முதல் கட்டத்தில் இரு வேறு கனிமப் பொருள்களும், இரண்டாம் கட்டத்தில் கனிமப்பொருளும் மண் வகைப் பொருளும் பிரிக்கப்படுகின்றன. கரிம அமிலங்களும் உப்புகளும் பயன்படும் அளவுக்குக் கரிமக் காரங்கள் பயன்படுவதில்லை. இவ்வகையில் முதன்மையானவை அமிலங்களும், நாற்கரிமத் தொகுதி மாற்றீடிட்ட அம்மோனியா உப்புகளும் (quarternary ammonium compounds) ஆகும். இவற்றுள் குறிப்பாகப் பயன்படும் பொருள் டொடெகைல் அமீன் ஆகும்.

அண்மையில் கொடுக்கிணைப்புச் சேர்மங்கள் (chelates) சேர்ப்பான்களாகப் பயன்பட்டுள்ளன. ஆக்சீன் (8-ஹைட்ராக்சி குவினோலின்) எனும் சேர்

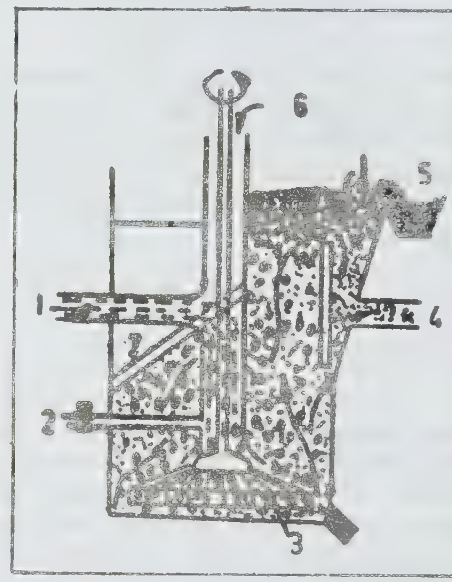
மம் இத்துறையில் காரீயம், துத்தநாகக் கனிமங் களைத் தூய்மையாக்கும் வழிமுறையில் பயன்படு கிறது. ஏனைய சேர்ப்பான்கள் தாதுப் பரப்பின் மீது ஊன்றும் படிவங்களாக இருக்கையில், பரப்புடன் கொடுக்கிணைப்புகள் வேதி வினை புரிகின்றன. ஆனால் இவை ஒரு குறிப்பிட்ட உலோகத் தாது டனோ, தாது வகையுடனோ தனித்து வினையுறும் இயல்பற்றவை. பொதுவாக, எல்லாத் தாதுக் களுடனும் வினையுறும்.

சேர்ப்பான்களுடன் திருத்திகள் (regulators) எனும் பொருள்கள் தாதுக் குழம்பின் அமில கார நிலையைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. கந்தக அமிலம் அல்லது சோடியம் சிலிகேட், சுண்ணாம்பு பைகார்பனேட்டுகள் ஆகியவற்றுள் ஏதேனும் ஒன்று இவ்வகையில் பயன்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட pH மதிப்புக்கு மேற்பட்ட நிலைகளில் சாந்தேட் சேர்ப் பான்கள் கனிமப்பொருளைச் செறிவேற்றம் செய்வ தில்லை. கலீனாவைப் பொட்டாசியம் ஈதைல் சாந் தேட்டைக்கொண்டு மதிப்பு முறையில் செறிவேற்றம் செய்வதற்குப் பெரும நிலை pH 9.5 ஆகும். இந்த மேல்பட்ட மதிப்புகளில் காரீய ஹைட்ராக்சைடு வீழ்படிவாகிறது. எனினும், சிறிதளவு காரத் தன்மை தேவைப்படுகிறது. இதனால் கனிமப் பரப்பு தூய் மையாகி, நீரின் பரப்பு விசையைக் கூடுதலாக்குகிறது.

செயலூக்கிகள் (activators) எனும் பொருள்கள் சேர்க்கும் பணியை எளிதாக்குகின்றன. ஸ்பெலரைட் (sphalerite) எனும் தாதுவின் மீது தாமிர அயனியைப் படிய வைத்தால் சாந்தேட் மீது உள்ள ஈர்ப்பு எளிதாகிறது. மாறாக, சில பொருள்கள் பரப்புக் கவர்ச்சியைக் குறைத்துவிடவல்லவை. இவை மட்டாக்கிகள் எனப்படும். டோடெகைல் அமின் எனும் சேர்ப்பானுடன் பேரியம் உப்புகளைக் கலந் தால் சிலிகா கனிமப் பொருள்கள் மிதப்பதில்லை. இதே பேரியம் உப்புகளை ஒலியிக் அமிலத்துடன் பயன் படுத்தினால், சிலிக்கா மிதப்பு முறைக்குள்ளாகிறது.

உருவாகும் நுரையை உறுதியாக்க நுரையூக்கிகள் (frothers) பயன்படுகின்றன. பைன் எண்ணெய், கிராசைலிக் அமிலம் ஆகியன இவ்வகையில் பயனா கின்றன.

பொட்டாசியம் ஈதைல் சாந்தேட்டால் முழுமை யாக மூடப்பட்ட கனிமப் பரப்பு நீர்-காற்று அமைப் பில் 60° தொடுகோணத்தைப் பெறுகிறது. எனினும் மூடப்படும் பரப்பு, மொத்தப் பரப்பில் ஒரு பகுதியே ஆதலின் தொடு கோணம் 20°-30° ஆகின்றது. சேர்ப்பான்களின் செறிவைக் கூடுதலாக்குவதால் தொடு கோணங்களை உயர்த்தலாம் என்றாலும், குறிப்பிட்ட செறிவுக்கு மேற்பட்ட நிலைகளில் அனைத்து வகைத் தாதுப் பொருள்களும் நுரையில் கலந்து வருவதோடு நுண்ணிய துகள்கள் இணைந்த பெரும் துகள்களாகி வீழ்படியக்கூடும். மதிப்பு முறைக்குட்படுத்தப்படும் கனிமங்கள் 300 மைக்ரோ மீட்டர் (மைக்ரான்) அளவுக்கு நுணுக்கப்பட வேண் டும். இக்குறுக்களவுக்கு மேற்பட்ட துகள்களைக் காற்றுக் குமிழிகள் மேல் நோக்கி எடுத்துச் செல்ல இயலா.



படம் 6.

1. முந்தைய கலத்திலிருந்து வெளி வந்த ஊட்டம் 2. இடையில் திருப்பிவிடப்பட்ட கனிமம் 3. இயக்கி (impeller) 4. வெளியேற்றும் பகுதி 5. செறிவூட்டப்பட்ட பொருள் 6. காற்று (உயர் அழுத்தத்தில்) 7. தடை

மிதப்புக் கலன்கள் (floatation cells). பெருவாரி யான உலோகப் பிரிப்பு முறைகளில் இரு வகை மிதப் புக் கலன்கள் பயன்படுகின்றன. அவற்றுள் ஒன்று படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. தாதுக் குழம்பு நன்கு கலக்கப்பட்டு அதனுள் அழுத்தத்தில் காற்று உட்செலுத்தப்படுகிறது. காற்றுக் குமிழி மேலெ ழும்போது தாதுத் துகள்களை எடுத்துச் செல்கிறது. நுரை வடிவில் குழம்பின் மீது மிதக்கும் இத்தாதுப் பொருளை ஆப்பைகளைக் கொண்டு அகற்றலாம். பத்துக் கலன்கள் ஒரே வரிசையில் பயன்படு கின்றன.

– மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி J.D. Gilchrit, *Extraction Merallurgy* Second Edition, Pergamon Press, Oxford, 1980.

கசகசா

இது பார்ப்பவெரேசி குடும்பத்தில், ஸ்பெர்மட்டோ வகுப்பில், தலாமிபுளோரே வரிசையில் வகைப்படுத்தப்

பட்டுள்ளது. கசகசா ஆசியா மைனர், இந்தியா, சீனா, மேற்காசிய நாடுகள், மத்திய தரைக்கடல் நாடுகள் போன்றவற்றில் வளர்க்கப்படுகிறது.

வளரியல்பு. ஒரு பருவச் செடியான கசகசா அழகுக் காக வளர்க்கப்படுகிறது. இது 2-4' உயரம் வளர் கிறது. இதன் வேர்கள் ஆணி வேர்த்தொகுதிகளாக உள்ளன.

தண்டு. சிறுதண்டு உருண்டை வடிவிலும், உள் வெற்றிடங் கொண்ட தண்டு (fistular) பிரிந்தும், மயிர்க்கால்களுடனும் உள்ளன.

இலைகள். இலையடிச் செதில்களற்றவை; மாற்றிலை அடுக்கமைப்பு உடையவை. காம்பற்றுக் கை போன்ற மடல்களைக் கொண்டவை. இலைகளில் வலைப்பின்னல் நரம்பமைப்புக் காணப்படுகிறது.

மஞ்சரி. தண்டு நுனியிலோ இலைக்கோணத் திலோ மஞ்சரி உள்ளது.

பூக்கள். மலரடிச் செதில்களற்றவை; தொங்கிய காம்புடையவை; முழுமையாகவும், ஒழுங்காகவும் உள்ளவை; இரு பாலினப்பூக்கள் ஆரச்சமச்சீர் கொண்டவை. பல நிறப் பூக்கள் நிமிர்ந்து காணப்படுவது அழகாக இருக்கும்.

புல்லிவட்டம். இணையாத இரு புல்லிகளை உடை யது. மலர் விரிவதற்கு முன்பே மூடி போல விழுந்து விடுகிறது.

அல்லி வட்டம். நான்கு அல்லிகள் இரண்டு வட்டங்களில் அமைந்துள்ளன; இவை இணையா தவை; மனங்கவரும் நிறமும் திருகிதழ் அமைப்பும் கொண்டவை.

மகரந்தத்தாள். மகரந்தத்தாள்கள் இரு வட்டங் களில் அமைந்துள்ளன. இரு அறைகளைக் கொண்ட மகரந்தப்பை நீளப்போக்கில் வெடிக்கிறது.

சூலகம். பல சூல்கள் கொண்ட சூலகத்தில் ஒரு சூல் அறை உள்ளது; சூலகச்சுவர் ஒட்டமைவில் அமைந்துள்ளது. சூல்முடி ஒட்டியும், [illegible] தொப்பி போன்றும் உள்ளது. சூல்பையைச் [illegible] பல கேசரங்கள் உள்ளன; சூல்பைய் [illegible] நிறைந்துள்ளன.

விதை. விதைகள் முளைசூழ் தசை கொண் டுள்ளன. இவை முதிர்ந்து காற்றால் அசைக்கப்படும் போது துளைகள் வழியாகப் பரவுகின்றன.

கனி. வெடிகனி; துளைகள் வழியாகப் பரவுகிறது.

பயன்கள். கசகசா மருத்துவத்துறையில் பெரிதும் பயன்படும். விதையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய் கெடுவதில்லை. சுவையும் மணமும் இல்லாமையால் மேனாட்டில் ஆலிவ் எண்ணெயுடன் இதைக் கலப் படம் செய்கின்றனர். ஜெர்மனி, பிரான்ஸ் ஆகிய

கசகசாச் செடி

நாடுகளில் கசகசா எண்ணெய் உணவுப் பொரு ளாகப் பயன்படுகிறது.

கசகசா எண்ணெயை ஓவியந்தீட்டும் வண்ணங் களைக் குழைக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர். மேலும் இந்த எண்ணெய் சோப்பு, மெருகெண்ணெய் செய்ய வும், விளக்கெரிக்கவும் பயனாகிறது.

இதன் வெடிகனியிலிருந்து ஓப்பியம் தயாரிக்கப் படுகிறது. இதிலிருந்து முப்பது அல்கலாய்டுகள் பிரித் தெடுக்கப்படுகின்றன. இவை மருத்துவத்துறையில் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுகின்றன. மார்ஃபீன் கோடின் நார்கோட்டின் பெப்பாவிரின் இவற்றுள் சில முக்கியமான ஆல்கலாய்டுகளாகும். இதில் மார்ஃ பீனும், கோடினும் மயக்கம் அளித்து வலியைப் போக்கித் தூக்கத்தைக் கொடுப்பவை. இவற்றை வாய் வழியாகவோ, ஊசி மூலமாகவோ செலுத்தலாம். மார்ஃபீன் இருமலைப் போக்கப் பயன்படுகிறது. ஓப்பி

யம் அஞ்சத்தக்க மயக்கம் கொடுக்கக்கூடிய மருந் தாகும். ஓப்பியம், மார்ஃபீன், கோடின் என்பனவை உடல் மற்றும் மனவளர்ச்சிக் குன்றுவதற்கும், இறப்ப தற்கும் காரணமாகின்றன.

- பா. அண்ணாதுரை

கசிட்டரைட்

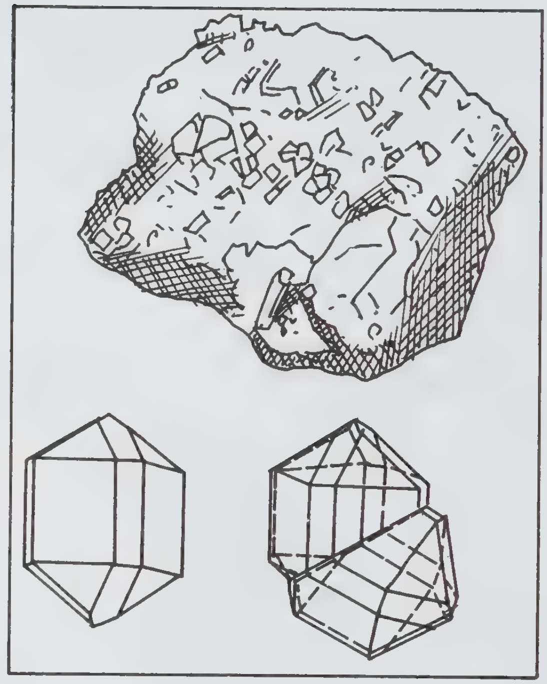
நாற்கோணத் தொகுதியில் (tetragonal system) இரு நாற்கோண இரு கூம்பு வடிவமாக உள்ள டின் ஆக்சைடு வேதியியல் உட்கூறைக் கொண்ட கனிமம் கசிட்டரைட் (cassiterite) எனப்படும். இது காரீயத்தின் முக்கியமான ஆக்சைடு படிகத் தாதுவாகும். இதன் வேதி உட்கூறு டிகாரீயன் ஆக்சைடு (SnO_2) ஆக இருந் தாலும் இதன் உட்கூறில் டான்டலும், நியோபியம், இரும்பு ஆக்சைடு, உல்பர ஆக்சைடு, மக்னீஸ் ஆக்சைடும் சுமார் 20% கலந்து காணப்படும். மேல் கூறப்பட்ட தனிம ஆக்சைடு அதிகரிக்க அதிகரிக்க இதன் அடர்த்தியும் மிகுந்து கொண்டே இருக்கும்.

இயற்பியல் பண்பு. பட்டகங்கள் குட்டையாக அல்லது கூம்பு வடிவக் குறைவான அளவில் பட்டகப் பக்கச் செவ்விணை வடிவமாகவும் (100), பட்டகக் கனிமப் பிளவாகவும், கூம்புப் பக்கத்தில் (111) பிரிவு கொண்டும் காணப்படும். படிகங்கள் பழுப்புச் சிவப்பு நிறமாகவும் கருமை நிறமாகவும் காணப்படும். கடினத் தன்மை 6-7 வரையும், அடர்த்தி 6.98-7.02 வரையும், சில இடங்களில் அடியிணை வடிவப் பக்கத் தில் (001) தெளிவற்ற கனிமப்பிளவு கொண்டும் காணப்படும். வைர மிளிர்வு கொண்டு, அமிலத்தால் மெதுவாகக் கரையும் தன்மையுடையது.

ஒளிப் பண்பு. இது ஓர் அச்சு, நேர் (+) ஒளி சுழற்றும் கனிமம் ஆகும். அதிக அளவு ஒளிவிலகல் எண் உடையது. கனிமச்சீவலைக் காணும்போது நிறமற்றதாகவும், அரிதாகச் சிவப்பு, மஞ்சள் நிற மாகவும், பலதிசை அதிர்நிறமாற்றப்பண்பு கொண்ட தாகவும் மஞ்சள் முதல் பழுப்பு, சிவப்பு வண்ணமாக வும் காணப்படுகிறது. இதன் ஒளியியல் அச்சுக் கோணம் 0° - 38° வரை இருக்கும்.

எதிர்பலிப்பு நுண்ணோக்கியின் கீழ் இதை மெருகு ஊட்டிக் காணும்போது வெளிர் சாம்பல் நிறம் மேலும் திண்மையாகவும், மாறாப் பண்பு கொண்ட கனிமமாகவும் இதன் எதிர்பலிப்பு அளவு சிவப் புக்கு 8.5 % ஆகவும், ஆரஞ்சு வண்ணத்திற்கு 10 ஆகவும், பச்சைக்கு 11 ஆகவும் இருக்கும்.

செயற்கை முறையில் உருவாக்கும்போது, அறு கோண, செஞ்சாய்சதுர வடிவங்களாக இது உருவா கிறது. ஆனால் இதன் நிலைப்புத் தன்மையைக் கண்டறிய முடிவதில்லை.



கசிட்டரைட் கனிமப் படிகத் தோற்றம்

இனம் சுட்டும் பண்பு. ரூட்டைலுடன் இதை ஒப்பிடும்போது வெளிர் நிறமும், குறைவான ஒளி விலகல் எண் இடைவெளியும், தெளிவான ஒளிப் பிரிகை நிறங்களும் கொண்டு வேறுபடுத்தலாம்.

பரவல். அமில அனற்பாறைகளில் நரம்பிழை களாகவும், பெக்மடைட்டுகள், கந்தகப் படிவுகளில் நரம்பிழைகளாகவும், உயர் வெப்ப நீர்மப் படிவு களில் நரம்பிழைகளாகவும், டூர்மலின், உல்ஃபரமைட் புஷ்பராகம், ஃபுளூரைட், லெபிடோலைட் முதலிய கனிமங்களில் உடனிணைந்த கனிமமாகவும், சில நேரங்களில் ஸ்டேனைட் டில்லைட் முதலிய கனிமங் களின் வேதிச்சிதைவாகவும் உண்டாகலாம். ஆற்றுப் படிவுகளில் இயல்பான அரிமானப் படிவுகளாகவும் காணப்படுவது உண்டு. டிகாரீயன் உலோகம்கொண்ட அமில அனற்பாறை சிதையும்போது இரண்டாம் தரக் கனிம ஊட்டியாகவும் கிடைக்கிறது. மலேசி யாவில் காணப்படும் முக்கிய கசிட்டரைட் படிவுகள் வண்டல் கூம்புப் படிவுத் தோற்றம் கொண்டவை யாகக் காணப்படும்.

- சு. சந்திரசேகர்

நூலோதி. W.E. Ford, *Dana's Text Book of Minerals*, Willey Eastern limited, New Delhi, 1985; A.N, Winchell and H: Winchell, *Elements of Optical Mineralogy*, Willey Eastern private Ltd, New Delhi, 1968.

கசிவு நீர்க்குட்டைகள்

மக்கள் ஆறுகளின் நீரை நீர்த்தேக்கங்கள், குளங்கள் மூலம்பாசனத்திற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். பெருகி வரும்மக்களின் தேவைகளை இவை நிறைவு செய்ய வில்லை. எனவே நிலத்தடி நீர் பயன்பட வேண்டிய தாயிற்று. நிலத்தடி நீரைப் பயன்படுத்தும் முயற்சியில் கிணறுகள் மிக அருகில் அடுத்தடுத்து அமைக்கப்பட்டு ஆற்றல் மிக்க இறைவைப் பொறிகள் மூலம் நீர் விரைவாக இறைக்கப்படுகிறது. இதனால் நீர்மட்டம் ஆண்டுதோறும் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. பருவமழை ஒரே சீராக இல்லாமல் காலந்தவறிப் பெய்வதும் அடுத்தடுத்து நிகழ்கிறது. மழை நீர், நிலத்தில் ஊறிப் பயிர்களின் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படு கிறது. நீர் பூரித்த நிலையில் ஓரளவு நிலத்தின் ஆழ் பகுதிக்குச் சென்று நிலநீருக்கு (ground water) ஆக்க மளிக்கிறது. இதில் ஒருபகுதி இடைநீராகவும், மறு பகுதி ஓடு நீராகவும் அமையும். மேலும் பெய்த மழை நீர் நிலத்தில் ஊறுதல் மிகவும் அவசியமாகும். அது பாசனத்திற்கும் பயன்படும். அதை அளவுடன் திட்ட மிட்டுப் பயன்படுத்துவதே சிறந்தது. மழைநீர் நிலத் தில் ஊறுவதற்கான முயற்சி எடுக்கத் தவறியதன் விளைவாகவே கிணறுகளில் நீர் ஊற்றுக் குறைகிறது. எனவே மழைநீர் நிலத்தில் ஊறுவதற்கு ஆவன செய்வது இன்றியமையாதது.

குட்டை அமைத்தல். சாகுபடி நிலச்சரிவின் குறுக்கே சமதள வாய்க்கால் படிமட்டம், வரப்புகள் முதலியன அமைத்து மழைநீர் சரிவின் ஊடே, விரைந்து ஓடாவண்ணம் ஆங்காங்கே தடுத்து நிலத் தில் இறங்கும் வாய்ப்பளிக்க வேண்டும். நீர் தரு நிலத் தின் தாழ்ந்த பகுதியில் ஓடும் நீரைக் குட்டைகள் அமைத்துத் தேக்குவது நல்ல பயனளிக்கும். இக் குட்டை நீரைத் தேக்கிப் பாசனத்திற்குப் பயன்படுத் தாமல் இருந்தாலும் இக்குட்டையில் தேங்கும் நீர் சீராக நிலத்தடி நீருக்கு ஆக்கமளிக்கும். குட்டையின் கீழ்ப்பகுதியில் உள்ள கிணறுகளில் பெருகிய ஊற்று நீரைப்பயன்படுத்தலாம்.

விரைந்தோடும் மழைநீர் தன்போக்கில் நிலத்தில் உள்ள வளமான மண்ணைக் கிளறி மண்ணரிப்பு ஏற்படுத்தும். நிலத்தில் தாழ்ந்த பகுதியில் அமைந்த குட்டையில் மண் படிந்துவிடும். இதனால் இக்குட்டை வண்டல் பாயும் தேக்கமாகவும் அமைகிறது. மண் துகள்களின் உருவமும் அவற்றின் கட்டமைப்பும் மண்ணுள் நீர் இயங்குவதற்கு ஆதாரமாகும். மண் கண்டத்தின் அடியில் உள்ள அடிமண்ணும் அதன் கீழ் உள்ள தாய்ப்பாறைகளும் நிலநீர் ஆக்கமுற உதவும். களிமண் மிகுந்த நிலத்தில் நிலத்தடி நீருக்கு நீர் சேறல் குறையும். ஆனால் மணல், மணல் பாங் கான வண்டல் பகுதிகளில் நிலநீர் பெரிதும் ஆக்க முறும். ஆகவே களிமண் நிறைந்த கரிசல் நிலத்தில் ஊற்றுக்குட்டை அமைப்பது நிலநீருக்கு ஆக்கம் அளிக்காது. எனவே அப்பகுதிகளில் குட்டைகளை அமைப்பதால் நீரைத் தேக்கலாமேயன்றி ஊற்றைப் பெருக்க முடியாது.

நீர் தேங்கும் பகுதியில் உவர்த்தன்மை இல்லாது இருக்க வேண்டும். குறைந்த செலவில் மிகுந்த அளவு நீரைத் தேக்குவதே நோக்கமாக இருக்க வேண்டும். எனவே இதற்கு வாய்ப்பான பகுதியைத் தேர்வு செய்வது குட்டைகள் அமைக்க ஓரளவு உதவும். இங்கு வரப்பு இடுவதற்குத் தேவையான மண்ணும் வழிமுகம் கூட்டுவதற்குக் கல்லும் கடைக்காலுக்கு ஏற்ற மண்ணும் வாய்ப்பாக அமையவேண்டும். இந்தியாவில் ஊற்றுக்குட்டை நெடுங்காலமாகவே இருந்து வருகிறது. இதனால் கிணறுகளில் ஊற்றுப் பெருகும் என்பதனை அறிந்தாலும் ஊற்றுப் பெருகும் அளவு பற்றித் திட்டமான முடிவு காணப் படவில்லை.

தர்மபுரி மாவட்டத்தில், புளிகுண்டா, செட்டி அள்ளி பகுதிகளில் ஊற்றுக் குட்டைகள் அமைத்து ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. பெய்த மழை அளவு, நிலத்தடி நீர் நிறைவு முதலியன கணக்கிடப் பட்டன. குட்டைகள் அமைத்தபின் ஆண்டுமழை, முந்தைய மழை, குட்டைகள் அமைக்குமுன்னும் பின்னும் உள்ள ஊற்று நிலை ஆகியவை ஒப்பு நோக்கப்பட்டன. ஊற்றுக்குட்டைகள் அமைத்த பின்பு பெய்த மழை 69% கிணற்றின் ஊற்று நீர்ப் பெருக்கம் 175% இருந்ததாகக் கணக்கிடப்பட்டது. குட்டையில்லாதபோது நட்ட பயிருக்குப் போதிய நீர் கிடைக்குமா என்ற நிலை மாறிப் பாசனத்திற்குத் தேவையான நீர் கிடைக்கும் என்ற உறுதி ஏற்பட்ட மையால் முன்பருவத்தில் கேழ்வரகும் தொடர்ந்து பருத்திப் பயிரும் செய்ய வாய்ப்பு ஏற்பட்டது. இதனால் பயிர் விளைவு கூடுதலாயிற்று. நாட்டின் நீர்வளம் மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தை ஒட்டி அமைவதில்லை. வானின்று பெய்யும் மழை நீரைக் குறிப்பாக நிலத்தில் தேக்க நீர்க்குட்டைகள் உறு துணையாகும். நீர்க்குட்டைகளின் கீழ்ப்பகுதிகளில் ஆயிரம் மீட்டர் தொலைவிற்கு அப்பாலும் கிணறு களில் ஊற்று நீர்ப் பெருக்கம் நிகழக்கூடும். இவ்வாறு ஊற்று நீர் பெருகுவது குட்டைகளின் அருகில் மிகுந்தும், தொலைவில் குறைந்தும் காணப்படும்.

பயன்கள். நீர்க்குட்டைகள் ஏற்படுத்துவதால் நிலமற்ற தொழிலாளர்களுக்கு வேலைவாய்ப்புக் கிடைக்கிறது. வெள்ளப்பெருக்கு நிகழ்வது அரி தாகும். நீர்ப்பாசனக் கால்வாய், பெரும் நீர்த் தேக்கம் இவற்றில் வண்டல் படிவது தடுக்கப்படு கிறது. கால்நடைகளுக்குத் தேவையான நீர் கிடைக் கிறது. சுற்றுச் சூழல் சீரடையும், குட்டைகளில் படியும் வண்டல்மண் விளைநிலங்களுக்கு வளம் பெருக்கும். நீர்க்குட்டைகளில் நீலப்பச்சைப்பாசி,

அஸ்ஸோலா போன்றவற்றை வளர்த்துக் குறைந்த செலவில் தழைச்சத்தும் பெருக்கலாம். விறகுக்கு உதவும் மரங்களை நீர்க்குட்டைகளில் நடலாம். நீர்க்குட்டைகளில் நீர் ஆறுமாதம் தேங்குமானால் மீன்களை வளர்த்து வருமானம் பெறலாம். குட்டைகளில் சுற்றுப்புறப் பகுதியில் மண் வெப்பம் குறைவதால் பயிர்களின் நீர்த்தேவை குறைகிறது. இப்பகுதிகளில் பறவையினங்கள் பெருகும்.

ஊற்று நீர்க் குட்டைகளை உழவுக்குப் பயன்படாத தரிசாகக் கிடக்கும் பகுதிகளில் அமைக்கலாம். இதனால் விளைநிலங்கள் பாதிக்கப்படா.

- இராபின்சன் தாமஸ்

கசையிழையுயிரிகள்

ஓரிரு நீளமான அல்லது குட்டையான கசைகளை (flagella) இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகத் தனது ஒரே செல்லினாலான உடலில் கொண்ட ஒரு-செல் உயிரிகளே கசையிழையுயிரிகள் (flagellates) ஆகும். சாட்டை போன்ற இவ்வுறுப்புக்கு ஃபிளஜெல்லம் (flagellum) என்று பெயர். ஆகவே, இவை தொகுதி-புரோட்டோசோவாவின் கீழ், ஃபிளஜெல்லேட்டா வகுப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பிளஜெல்லேட்டா என்ற பெயர் ஃபிளஜெல்லம் என்ற இலத்தீன் சொல்லிலிருந்து பெறப்பட்டது. அம்மொழியில் இது கசை அல்லது சாட்டை என்று பொருள்படும். மாஸ்டிகோஃபோரா என்று உயிரியல் அறிஞர்களால் இவ்வகுப்பு குறிப்பிடப்படுகிறது. இப்பெயர் மாஸ்டிக்ஸ் என்ற கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து உருவானது. மாஸ்டிக்ஸ் என்றால் கசை என்று பொருள். கசையிழையுரிகள் என்பதற்கு இதுவே காரணம் ஆகும்.

ஒரு செல் உயிரிகளின் தொகுதியிலேயே படிமலர்ச்சியில் இவை மிகவும் தொன்மை வாய்ந்தவை என்று உயிரியல் வல்லுநர்களால் கணிக்கப்பட்டுள்ளது. கசையிழையுயிரிகளில் பல பேரினங்கள் தாவரங்கள் போலவும், வேறு பல பேரினங்கள் விலங்குகள் போலவும் தகவமைப்பையும், பழக்க வழக்கங்களையும் கொண்டுள்ளன. ஆகவே, தாவரங்களையும் விலங்குகளையும் மிகவும் தாழ்மட்டத்தில் படிமலர்ச்சியின் அடிப்படையில் இணைக்கும் உயிரிகளாக இவற்றைக் கொள்ளலாம். படிமலர்ச்சியில் முன்னேறிய தாவரங்கள் இவ்வகையான அமைப்புடைய அடிப்படை உயிரிகளிலிருந்தே தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்பது தாவரவியல் வல்லுநர்களின் முடிவாகும்.

கசையிழையுயிரியின் உடல் ஒரு மெல்லிய உறையால் மூடப்பட்டிருக்கும். இவ்வுறைக்குப் பெனிக்கிள் என்று பெயர். உடலில் ஒன்று அல்லது பல கசைகள் போன்ற இழைகள் காணப்படும். இவை இடப்பெயர்ச்சியிலும், உணவு தேடும் போதும் உதவும் வகையில் உள்ளன. இதன் உடல் ஒரே செல்லால் ஆனது. ஆகையால் பிளாஸ்மா சவ்வுக்குள் சைட்டோபிளாசமும் அதன் நடுவில் நியூக்ளியசும் காணப்படும். நியூக்ளியசினுள் ஓர் உட்கருமணி (nucleolus) உண்டு. எண்டோசோம் எனப்படும் சைட்டோபிளாசம் வெளிப்பிளாசம், உட்பிளாசம் என்று பாகுபாடு இல்லாமல் ஒரே சீரான தன்மையதாக இருக்கும்.

சில வகைக் கசையிழையுயிரிகளில் பிளாஸ்மா சவ்வுக்கு வெளியே சில பாதுகாப்பு உறைகள் காணப்படுகின்றன. சில இனங்களில் இது சவ்வினாலான ஓடாகவும், சிலவற்றில் இப்பகுதி கைட்டின், சிலிக்கா அல்லது செல்லுலோஸ் போன்ற வேதிக் கலவைகளால் வலிவூட்டப்பெற்றதாகவும் இருக்கும்.

கலவா இனப்பெருக்கத்தில் இவை மிகவும் எளிய நீட்டுப்போக்கில் பிளத்தல் முறையையே கையாளுகின்றன. கலவி முறை இனப்பெருக்கம் இவற்றில் அரிது.

கசையிழையுயிரிகளில் சில வேறெந்த உயிரிகளையும் அண்டி வாழாமல் தன்னிச்சையாக வாழ்கின்றன. இவை தவிர இணையுயிரிகளாகப் பல ஒற்றை உயிரிகள் ஒருங்கிணைந்து தொகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. கசையிழையுயிரிகளில் விலங்குகளுக்கும் மனிதனுக்கும் தீங்கு விளைப்பவை பல உண்டு. ஆனால் அவை, தாம் ஒட்டுண்ணியாக வாழும் விலங்கின் உடலினுள்ள செல்களைத் துளைத்து தமது இருப்பிடமாக்கிக் கொள்வதில்லை.

உணவுப் பழக்க அடிப்படையில் கசையிழை உயிரிகளை இரு பெருங்கிளை வகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம். தாவரம் போல் உணவு தயாரிக்கும் தன்மையுடையவை தாவரக் கசையிழையுயிரி (phytomastigina) என்றும், விலங்குபோல் உணவு தேடும் தன்மையுடையவை விலங்குக் கசையிழையுயிரி (zoomastigina) என்றும் பெயரிடப்பட்டுள்ளன. கசையிழையுயிரிகளில் சுமார் இரண்டாயிரம் இனங்கள் அடங்கும். அவை மேற்குறிப்பிட்டுள்ள இரு துணை வகுப்புகளின் கீழ் ஒதுக்கப்பட்டுள்ள பல கணங்களுக்குள் அடங்கும்.

தாவரக் கசையிழையுயிரியில் பலவகை நிறமிகள், குறிப்பாகப் பசுங்கணிகங்கள் நிரம்பிய நிறமிகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிலுள்ள பச்சையத்தின் (chlorophyli) உதவியால் ஒளிச்சேர்க்கை முறையில் இவை தமது உணவைத் தயாரிக்கும். இவற்றில் பல சாறுண்ணிகளாகவும் செயலாற்றுகின்றன. கசையிழை ஒன்று அல்லது இரண்டு மட்டுமே உண்டு. ஒளிச்சேர்க்கையின்போது தயாரித்த, தேவை போக எஞ்சிய மாவுப்பொருளைச்சிறிது மாறுபட்ட பொருளாக மாற்றி அதைத் துணுக்கு வடிவத்தில் தனது சைட்டோபிளாசத்தில் பின்னர் பயன்படுத்து

வதற்காகத் தேக்கி வைக்கும். இத்துணுக்குகள் பாராமைலம் எனப்படும்.

தாவரக் கசையிழையுயிரிகளில் ஸ்டிக்மா (stigma) என்ற ஒளி உணர்வுப்புள்ளி உண்டு. ஹீமட்டோக்குரோம் என்ற செந்நிறத் துணுக்குகள் இதில் நிரம்பியிருக்கின்றன.

இனப்பெருக்கத்தின்போது சாதாரணமாகச் செல்லின் ஒரு பிளவினால் ஓர் உயிரி இரண்டாகிறது. சில வேளைகளில் இரண்டு சாதாரண உயிரிகள் ஒன்றோடொன்று இரண்டறக்கலந்து ஒரே செல்லாகின்றன. இதற்குக் கருவணு என்று பெயர். கருவணு பின்னர் பல சிறு துணுக்குகளாகப் பிரிகிறது. ஒவ்வொரு துணுக்கும் புதிய வலிவூட்டப்பெற்ற கசையிழையுயிரி ஆகிறது. இம்முறைக்கு இனப்பெருக்கச் செல்களின் சேர்க்கை (syngamy) என்று பெயர். தாவரக் கசையிழையுயிரியில் இவ்வகை இனப்பெருக்கம் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

விலங்குக் கசையிழையுயிரிகளில் நிறமிகள் இருப்பதில்லை. உணவாகும் துணுக்குகளையும், நுண்ணிய உயிரிகளையும் விலங்குகளைப் போல் தொகுத்துத் தமது உடலில் காணப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி வழியாக உட்கொள்ளுகின்றன. பல இனங்கள் ஒட்டுண்ணிகளாகவும், மட்குண்ணிகளாகவும் வாழ்கின்றன. இவை, இரண்டிற்கும் மேற்பட்ட கசையிழைகளை உடையனவாக இருக்கின்றன. உணவுப் பொருள்களைத் தமது சைட்டோபிளாசத்தில் சேர்த்து வைக்கும் பண்பு இருந்தபோதும் அவ்வாறு இவை சேர்த்த பொருள்கள் மாவுப்பொருளாகவோ அமைலாயிடுகளாகவோ இருப்பதில்லை. இவ்வினங்களில் சின்கமி முறையில் இனப்பெருக்கம் நடைபெறாது.

கிரிஸ் அமீபா, சைனுரா, அக்ரோமோனாஸ், யூரோகிளீனா, கைலோமோனாஸ், கிரிப்டோமோனாஸ், யூக்ளினா, பாரானீமா, கோப்ரோமோனாஸ், வால்வாக்ஸ், வேக்யோலேரியா, நாக்டிலூக்கா, செரேசியம் போன்ற பேரினங்கள் தாவரக் கசையிழையுயிரிகளுக்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும்.

மாஸ்டிக் அமீபா, ஆக்டினோமோனாஸ் புரோட்டிரோஸ்பான்ஜீயா, டிரிப்பனோசோமா, லீஷ்மேனியா, டிரைக்கோமோனாஸ் ஜியாந்திடியா, டிரைக்கோநிம்ஃபா போன்ற பேரினங்கள் விலங்கின் கசையிழையுயிரிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

கசையிழை. உடல் செல்லின் சைட்டோபிளாசத்திலிருந்து நீண்ட நூல்போல் புறத்தே நீண்டிருக்கிற, விரைவாக வளைந்து நெளியும் தன்மையுடைய, மிகவும் மெல்லியதான பகுதிக்குக் கசையிழை என்று பெயர். நீரில் நீந்தி ஓர் இடம் விட்டு மற்றோர் இடம்பெயரவும், தண்ணீரில் சுழற்சி ஏற்படுத்தி உணவுத் துகள்களைத் தன்னிடத்தே ஈர்க்கவும், பற்றுறுப்பாக்கித் தம்மை நிலைப்படுத்திக் கொள்ளவும், தான் வாழும் நீரின் சுற்றுப்புறச் சூழலை ஆராய ஓர் உணர்விழையாகவும் கசையிழை பயன்படுகிறது. இது உருளை போலவோ நீண்ட நாடா போலவோ இருக்கும். இதன் நடுவில் விறைப்பான, வளைந்து நிமிரக்கூடிய, நீட்டுப்போக்கில் அமைந்த ஓர் அச்சு இழை (axoneme) உண்டு. ஒருசைட்டோபிளாச உறை இதனைச் சூழ்ந்து காணப்படும். நீட்டுப் போக்கில் அமைந்த பதினொருசிற்றிழைகளின் தொகுதியே அச்சு இழையாகும். இவ்வாறு காணப்படும் சிற்றிழைகளில் இரண்டு இழைகள் மையப்பகுதியிலும், எஞ்சிய ஒன்பதும் அதனைச் சூழ்ந்து ஒரு வளையம் போல் ஒன்றுக்கொன்று சம இடைவெளியிலும் அமைந்திருக்கும். மேலும், கசையிழையில் காணப்படும் உறையிலும் நுண்ணிழைகள் உண்டு. இவ்விழைகள் மாஸ்டிகோநீம்ஸ் (mastigonemes) எனப்படும். ஒருகுறிப்பிட்ட இனக் கசையிழையுயிரியில் அதற்கே உரிய பாங்கில் மாஸ்டிகோநீம்கள் அடுக்கப்பட்டுள்ளமையால் இனவேறுபாடுகளைப் பகுத்தறியும் பண்பாக இதைக் கொள்ளலாம். சான்றாக யூக்ளினாவின் கசையிழையில் இவை ஒரேவரிசையில் நீட்டுப்போக்கில் அமைந்துள்ளன.

உயிரியின் முன்பகுதியுடன் கசையிழை இணைந்திருக்கும். இவ்விணைப்பு நேரடியாகவோ முன்புறத்தில் காணப்படும் செல்-தொண்டை (cytopharynx) என்னும் குழியுடனோ ஏற்பட்டிருக்கும். எவ்வாறு இருப்பினும் கசையிழையின் அச்சு இழை பிளெஃப்ரோபிளாஸ்ட் (blepharoplast) என்னும் துணுக்கிலிருந்தே புறப்படுகிறது. இத்துணுக்கு, உயிரியின் நியூக்ளியசோடு ரைசோபிளாஸ்ட் (rhizoplast) என்னும் நுண்ணிழையினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

தன்னிச்சையாக வாழும் கசையிழையுயிரியில் பெரும் அளவு இரண்டு கசையிழைகளே உண்டு. ஆனால் ஒட்டுண்ணியாக வாழும் ஜியார்டியா போன்றவற்றில் பல இழைகள் இருப்பதைச் சாதாரணமாகக் காணலாம். இழைகள் அமைந்திருக்கும் இடத்தைப் பொறுத்து இழைகளின் நீட்சி, தொழில் ஆகியவை பலவாறு வேறுபடுகின்றன. இருப்பவையில் ஒன்று முக்கியக் கசையிழையாகவும் மற்றவை சிறிய துணையிழைகளாகவும் செயலாற்றுகின்றன. டிரிப்பனோசோமாவில் நீண்ட இழை ஒன்று உடலின் பிளாஸ்மா சவ்வுக்குக் கிடையாகக் காணப்படுகிறது. இவ்விழை அலைபோல் அசையும் தன்மையுள்ள ஒரு மெல்லிய சவ்வினால் (undulating membrane) பிளாஸ்மா சவ்வோடு இணைந்திருக்கும். இவ்வமைப்பு உயிரி முன்னேறிச் செல்ல உதவுகிறது. யூக்ளீனாவின் கசையிழை சாட்டைபோல் நீரில் பக்கவாட்டில் மிகவும் வேகமாகவும் அதிக விசையுடனும் அடிக்கப்படுகிறது. இதனால் உயிரி முன்னால் நகருகிறது. அதைத் தொடர்ந்து கசையானது,

மிக மெதுவாக வளைந்து பழைய நிலைக்கு வருகிறது. இச்செயல் ஒரே சீராக மாறி மாறி நடைபெறுவதால் யூக்ளீனா நீரில் முன்னேறிச் செல் கிறது.

நன்மை தீமைகள். மிதப்பு நுண்ணுயிரிகளில் (plankton) அதிகமாகக் காணப்படுபவை டைனோஃ பிளாஜெல்லேட்டுகளே. இவைதாம் உலகிலேயே அதிக அளவில் கரிமப்பொருள் உணவைத் தாமாகத் தயாரிக்கவல்லவை. இவ்வகையில் கசையிழையுயிரிகள் பெரிய தாவரங்களையும் விஞ்சக்கூடியனவாக உள்ளன.

கறையான் போன்ற பூச்சிகளின் குடல் குருதியில் வாழும் டிரைக்கோநிம்ஃபா, கோலேநிம்ஃபா போன்ற கசையிழையுயிரிகள் செல்லுலோஸுடன் தமது நொதிகளால் செயல்புரிந்து, எளிதில் செரிக்கவல்ல கிளைக்கோஜனாக மாற்றுகின்றன. தாவரங்களின் செல்லுலோஸையே அதிகமாக உணவாகக் கொள்ளும் கறையான்களுக்கு இவ்வகைச் செல்லுலோஸ் சிதைவு இன்றியமையாதது ஆகும். ஏனென்றால் செல்லுலோஸை உடைக்கவல்ல நொதிகள் கறையான்களில் இல்லை. கசையிழையுயிரியும் இச்செயலால் தனக்கு வேண்டிய சக்தியைப் பெறுகிறது. இவ்வகை உறவுக்கு, இணைந்த வாழ்க்கை (symbiosis) என்று பெயர்.

நாக்டிலூக்கா, ஜிம்னோடினியம் போன்றவை கடலில் ஒரு குறிப்பிட்ட பருவத்தில் மிகவும் அதிகமாகப் பல்கிப் பெருகி பல ஏக்கர் பரப்புக்குக் கடல் நீரின் மேல் மட்டத்தைச் சிவப்புநிறமாக மாற்றும் வல்லமை உடையவை. இதனால் அலை சிவந்த நிறத்தில் எழுவதால் கடலின் இந்நிலை செவ்வலை எனப்படுகிறது. இப்பருவத்தில் கடல்நீர் நச்சுத்தன்மையும், நாற்றமும் மிக, மீன்கள், நீர் மட்டிகள் போன்ற பிற உயிரினங்கள் வாழத் தகுதியில்லாததாக மாறுகிறது.

மேலும், நாக்டிலூக்கா போன்றவை தாம் வாழும் நீரில் சிறிது அதிர்வு ஏற்பட்டால் பச்சை அல்லது நீலம் கலந்த வெள்ளை நிறத்தில் ஒளிரும் தன்மை வாய்ந்தவை. இவ்வாறு ஒளி விடும் தன்மைக்கு உயிரி ஒளிர்வு(bioluminescence) என்றுபெயர்.

மனிதனுக்கும், பிற உயிர்களுக்கும் நோய்களை ஏற்படுத்தும் கசையிழையுயிரிகளின் எண்ணிக்கை பலவாகும். டிரிப்பனோசோமா கேம்பியன்ஸி என்ற கசையிழையுயிரியால் ஆப்பிரிக்கத் (கேம்பியன்) தூக்க நோய் (sleeping sickness) ஏற்படுகின்றது. இவ்வுயிரி மனிதனை மட்டுமல்லாது பிற முதுகெலும்புடையவற்றையும் தாக்கும் தன்மையுடையது. ட்செ-ட்சீ (tse-tse) என்ற ஈயின் மூலம் தாக்கமுற்ற மனிதனிடமிருந்து மற்றவருக்குப் பரவுகிறது.

லீஷ் மேனியா டோனோவானி என்ற இனம் மனிதனுக்கு மலேரியா நோய் போன்ற காலா-ஆஸார் நோயை ஏற்படுத்துகிறது. இது நாய், பூனை போன்ற விலங்குகளையும் தாக்குகிறது.

படிமலர்ச்சியில் கசையிழையுயிரிகள் ஒரு முக்கியமான இடத்தைப் பெறுகின்றன. பல விலங்கினங்களில் காணப்படும் விந்தணுக்கள் அமைப்பிலும், செயல்படும் முறையிலும் ஒரு கசையிழையைக் கொண்ட, இயங்கும் தன்மையுடைய செல்கள் ஆகும்.

- சு. மாடசாமி

கஞ்சா

இது தாவரவியலில் கன்னாபிஸ் சட்டைவா எனப் பெயர்பெறும். பொருளாதாரச் சிறப்புப்பெற்ற கஞ்சா கன்னாபினேசி என்ற இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இது ஹெம்ப் (hemp) என்றும் குறிப்பிடப்படும். தண்டிலிருந்து நாரும், விதைகளிலிருந்து எண்ணெயும், இலை பூக்களிலிருந்து போதையூட்டும் ரெசினும் தயாரிக்கப்படும்.

பெண் செடி - ஆண் செடி

வளரியல்பு. நேரான, தடித்த தண்டுடன் கூடிய 1-5மீ வரை வளரக்கூடிய, பருவச்செடியே கன்னாபீஸ் சடைவா ஆகும். தாவரத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் பிசுபிசுப்போடு கூடிய சுரப்பித்தூவிகள் காணப்படுகின்றன. இது ஈரில்ல (dioecious) தாவரமாகும். இச்செடிகளில் புறத்தோற்றத்திலேயே பால் பாகுபாடு உண்டு. பெண் செடிகள் குட்டையாக, பெரிய இலைகளுடனும், ஆண் செடிகள் உயரமாக சிறிய இலைகளுடனும் இருக்கும். குறுகிய நாள் வேதிமுறைச் செயல்பாடு (short day treatment) ஓரில்லத் தாவரங்களை மிகு எண்ணிக்கையில் தோற்றுவிக்கும். நாருக்காக நெருக்கமாகப் பயிரிடும்போது செடிகள் கிளைப்பதில்லை.

இலைகள். கைவடிவக் கூட்டிலைத் தண்டின் கீழ்ப்பகுதி எதிரடுக்கு முறையிலும், மேலே மாற்றடுக்கு முறையிலும் அமைந்திருக்கும். இலையில் 3-11 சிற்றிலைகள் இருக்கும்.

மலர். இருபால், ஈரில்லவகை, ஆண்பூக்கள் கோணநுனி பேனிகிள் (panicle) மஞ்சரியிலும், பெண் பூக்கள் கோணநுனி ஸ்பைக் (spike) மஞ்சரியிலும் காணப்படும். ஆண்மலரில் 5, ஆழமாகப் பிளவுபட்ட, மஞ்சள் நிறப்புல்லிகளுண்டு; மகரந்தத்தாள்கள் 5, காற்றுமூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறத்தக்கவாறு அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு பெண் பூவும் சுரப்பித் தூவிகளோடு கூடிய சவ்வு போன்ற பூவடிச் செதிலால் சூழப்பட்டிருக்கும். புல்லிவட்டம் முழுமையானது. ஆண், பெண் பூக்களில் அல்லி வட்டம் இல்லை. சூலகம் காம்பற்றது. மேல் மட்டச் சூல்பை, ஓர் அறைகொண்டது. ஒரு சூல், தொங்கும் வகையில் அமைந்துள்ளது. சூலகத்தண்டு இரண்டாகப் பிளவுபட்டு, ஒன்று வெளிநோக்கியும், மற்றது கீழ்நோக்கியும் வளைந்திருக்கும்.

கனி. பளபளப்பான பழுப்புநிற அக்கின் (acene) கனியில் புல்லி நிலைத்திருக்கும். இது பூவடிச் செதில்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். மகரந்தச்சேர்க்கை நடந்த 20-40 நாள் வரை, பெண் செடிகள் உயிருடனிருந்து காய், விதைகள் முதிர்ச்சியடைந்தவுடன் மடிந்துவிடும்.

தோற்றம். மத்திய ஆசியாவைத் தாயகமாகக் கொண்ட கஞ்சா, ஆசியா ஐரோப்பிய நாடுகளில் தொன்றுதொட்டுப் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. இந்தியாவில் தரிசு நிலங்களிலும், சாலை ஓரம், தோட்ட வாய்க்கால் கரைகளிலும் தன்னிச்சையாக வளரும்.

சூழ்நிலை. வேறுபட்ட தட்பவெப்ப நிலைகளிலும் மண்வளத்திலும் வளரக்கூடியது. மித ஈரப்பசை, மித வெப்பத்தோடு கூடிய சூழ்நிலையில் வளரும்போது நார் கொடுக்க வல்லது. இச்செடியைப் போதைப் பொருள்களுக்காக வெப்பச் சூழ்நிலையில் பயிரிட வேண்டும்.

பொருளாதாரப் பயன். கஞ்சா முக்கியமான மூன்று பொருள்களை, அதாவது நார், எண்ணெய், போதை ரெசின் ஆகியவற்றைத் தரவல்லது.

நார். மிதவெப்ப நாடுகளில் பயிராகும் கஞ்சாச் செடித் தண்டின் உட்பட்டையிலிருந்து வணிக முறையிலான ஹெம்ப் என்னும் நார் எடுக்கப்படுகிறது. இந்நார்கள் மென்மையாகவும் 1-4 மீ. வரை நீளமாகவும் இருக்கும். வலிமையாக இருப்பதால் கயிறு, வலை, பாய்மரத்துணி, கான்வாஸ் தார்ப்பாலின் தயாரிக்கப்பயன்படுகின்றன. இந்தியாவில் நெசவுக்கும் பயன்படுத்துவர். பழைய ஹெம்ப் கயிற்றைப் பிரித்து கிடைக்கும் நார் தூள்களைக் கொண்டு கப்பல் பலகைகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளிகளை நீர் புகாவண்ணம் அடைக்கப் பயன்படுத்துவர்.

எண்ணெய். நாருக்காக ஆண்செடிகள் அகற்றப்பட்ட பிறகு எஞ்சியுள்ள பெண் செடிகளில் கிடைக்கும் விதைகளிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. விதைகளில் 30-35 விழுக்காடு உலர் எண்ணெய் கிடைக்கிறது. இது வண்ணப்பூச்சு (paint), வார்னிஷ், சோப் போன்றவற்றின் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. கோழி, பறவைகளுக்குத் தீவனமாகிறது.

போதை ரெசின். போதைப் பொருளைப் பொறுத்த வகையில் பங்க், கஞ்சா, சரஸ் என மூன்று வகையுண்டு.

பங்க் (bhang) அல்லது ஹசீஷ் (hashish). ஆண், பெண் செடிகளின் காய்ந்த இலை, பூக்கதிர்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுவதே பங்க் என்பதாகும். இத்தயாரிப்பில் ரெசின் அளவு மிகக் குறைவு. தன்னிச்சையாக வளரும் செடிகள் இதற்குப் பயன்படுகின்றன.

கஞ்சா (ganja). இந்தியாவில் வளர்க்கப்படும் தனிவகைக் கஞ்சாச் செடியின் காய்ந்த, கருதரிக்காத பெண் மஞ்சரியே கஞ்சா எனப்படும். இது ஆங்கில மருத்துவத்தால் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட மருந்தாகும். இதைத் தூக்கம் மற்றும் கவர் (வசிய) மருந்தாகப் பயன்படுத்துகின்றார்கள்.

சரஸ் (charas). இது தூய்மைப்படுத்தாத பிசினைக் குறிக்கும். கைகளாலோ, துணியாலோ கஞ்சாச் செடிகளின் நுனிப்பகுதிகளைத் தேய்ப்பதால் இப்பிசின் கிடைக்கிறது. மத்திய ஆசியாவில் யார்கண்ட் (Yar kand) பகுதியில் இது முக்கியமாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது.

தண்டு, இலை, பூக்களில் காணப்படும் சுரப்பித் தூவிகளால் சுரக்கப்படும் ரெசினே போதைக்குக் காரணமாகிறது. கஞ்சா, சரஸ் வகையைப் புகைக்கும் வகையாகவும், பங்க் வகையைப் பானமாகவும் பயன்படுத்துவர். வெளி நாடுகளில் சிகரெட்டுடன் புகைப்பார்கள். கஞ்சாவைச் சிறிதளவு புகைத்தால் மகிழ்ச்சி தூண்டப்பட்டாலும், அளவு அதிகமாகுப்

போது உணர்ச்சியற்ற தன்மையும், நினைவற்ற நிலையும் தோன்றக்கூடும். இங்கிலாந்து, அமெரிக்க நாடுகளில் இதை மரிஜ்வானா (marijuvana) என்ற பெயரால் குறிப்பர். போதை மருத்துவத்தில் பயன் படும் ரெசினில், கன்னபைனாலும் (cannabinal) அதைச் சார்ந்த வேதிப் பொருளும் உண்டு.

பயிரிடும் முறை. விதைகள் மூலம் கஞ்சா பரப்பப் படுகிறது. நாருக்காகப் பயிரிடப்படும்போது விதைகள் நெருக்கமாகத் தூவப்படுகின்றன. செடிகள் பூக்கத் தொடங்கியவுடன் அறுவடை செய்யப்படுகின்றன. தண்டுகள் நீரிலோ பனியிலோ அழுகவிடப்பட்டு நார்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. ஏக்கருக்கு 3/4 - 1 டன் வரை நார் கிடைக்கும்.

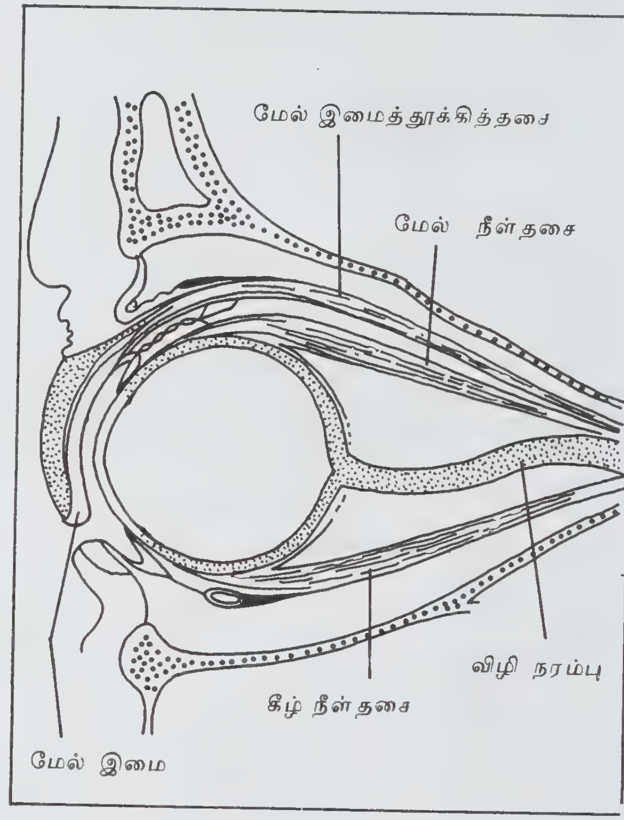
எண்ணெய், போதை ரெசினுக்காகப் பயிரிடப் படும்போது விதைகள் பரவலாக 4 அடி இடைவெளி களில் ஊன்றப்படுகின்றன. பிறகு ஆண் செடிகளை அடையாளம் கண்டு அவற்றைப் பூப்பதற்கு முன்பே நீக்கிவிடுவர். எஞ்சிய பெண் செடிகளின் சுரப்பிகள் ரெசினைச் சுரக்கும். நடப்பட்ட 5 மாதங்களில் பூக்காம்புகள் மஞ்சளாக மாறும். அப்போது அவை ஒன்றுசேர்க்கப்படும். இவ்விதம் ஏக்கரில் 100 கிலோ கிடைக்கும்.

கஞ்சாவை முக்கியமாக ஏற்றுமதி செய்யும் நாடு கள் இத்தாலி, யுகோஸ்லோவாகி ஆகியன. இறக்கு மதி செய்யும் நாடுகள் மே. ஜெர்மனியும் பிரான்ஸும் ஆகும் இந்தியாவில் உரிமம் பெற்ற விவசாயிகள் மூலம் மே. வங்காளம், கர்நாடகம், தமிழ்நாடு முதலியமாநிலங்களில் வருவாய்த்துறையினரின் மேற் பார்வையில் இது பயிரிடப்படுகின்றது. மேலும் நம் நாட்டில் கஞ்சா, சரஸ் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு வந்தாலும் பங்க் தயாரிப்பு மட்டும் சட்டப்புறம்பான முறையில் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. இதற்கு மாயத் தோற்ற இலைகள், மகிழ்ச்சி தூண்டுவான், இணைப் பான் என்ற பெயர்களுண்டு.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

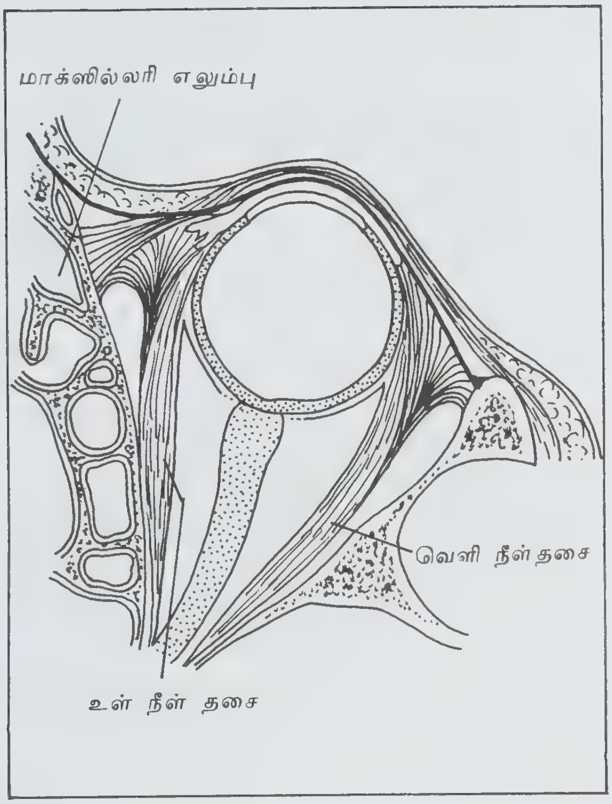
கட்குழி

மனித உடலின் முக்கிய உறுப்பாகிய கண் பாதுகாப் பாகத் தலையோட்டில் உள்ள கட்குழியில் (orbit) பொதிந்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கட்குழி பிரமி டின் வடிவை ஒத்து இருப்பதுடன் முன்புறம் விரிந்தும் பின்புறம் குறுகியும் காணப்படும். கட் குழியின் மேல்தளம் பிராண்டல் காற்றறை, முன் தலையோட்டு அறை மற்றும் மூளையின் பிராண்டல் பகுதி ஆகியவற்றைக் கண்ணிலிருந்து பிரிக்கிறது. உட்பக்கச் சுவரில் உள்ள குழியில் கண்ணீர்ப் பையும் வெளிப்பக்கச் சுவரின் மேற்புறம் கண்ணீர்ச் சுரப்பி யும் காணப்படும். உட்சுவர் லேக்ரிமல் எலும்பாலும் (lacrimal bone) மாக்சிலரி எலும்பின் ஃபிராண்டல் பகுதி (forntal process of maxilla) மற்றும் எத்மாய்டு எலும்பின் கட்குழி பகுதியாலும் ஆனவை.



கட்குழியின் நீள்வெட்டுத்தோற்றம்

எத்மாய்டு எலும்பில் உள்ள துளை வழியே நரம்பும் புன்கலன்களும் கட்குழிக்கு வரும். பின்புறம் உள்ள விழித்துளை வழியே பார்வை நரம்பும் விழித்தமனியும் கட்குழியினுள் வரும். கட்குழியின் தரைப்பகுதி மாக்சிலரி எலும்பினால் ஆனது. இது மாக்சிலரி காற்றறையைக் கட்குழியிலிருந்து பிரிக் கிறது. இதன் பின்புறம் கீழ் கட்குழிப்பிளவு (infra orbitral groove) காணப்படுவதுடன், இப்பிளவு முன் நோக்கிச் சென்று கீழ்க் கட்குழித் துளையில் முடிவடை யும். இத்துளை வழியே கீழ்க் கட்குழி நரம்பும் புன்கலன்களும் வெளிவரும். கட்குழியின் வெளிப்புறச் சுவரில் முக்கியமான பகுதிகள் எதுவுமில்லாமையால் விழிப்பிதுக்கத்தில் இவ்வெலும்பைச் செதுக்கிக் கட் குழியின் ஆழத்தை அதிகப்படுத்தலாம். வெளிச் சுவரைக் கட்குழி மேல்தளத்திலிருந்து மேற் கட் குழிப் பிளவு பிரிக்கிறது.



கட்குழியின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

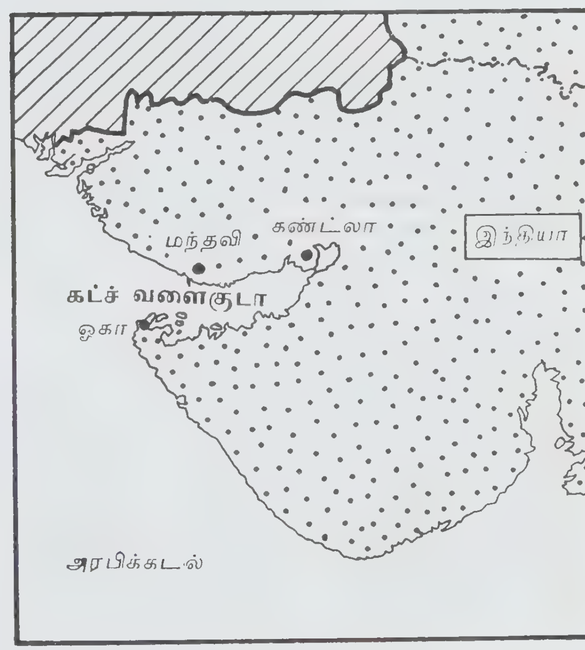
கட்குழியுள் விழியை இயக்க நீள்தசையும் (recti) சாய்வுத்தசையும் (oblique muscles) உள்ளன. இவை விழியை எத்திசையிலும் திருப்ப உதவுகின்றன. இத்துடன் மேல் இமையைத் தூக்க, மேல் இமை தூக்கும் தசையும் (elevator palpebrae superioris) உள்ளது. 3,4,5,6ஆம் தலை நரம்புகள் கட்குழியுள் உள்ள பல்வேறு தசைகளுக்கும் திசுக்களுக்கும் வந்து சேர்கின்றன.

-மா. ஜெ. ஃபிரெடெரிக் ஜோசப்

நூலோதி. Peter L. William and Roger Warwick, *Grays Anatomy*, Thirty Sixth Edition, Churchill Livingstone, New York, 1980.

கட்ச் வளைகுடா

அரபிக்கடலின் வடகிழக்குப் பகுதியில் இந்தியாவைச் சார்ந்த கட்சுப் பகுதிக்கும், தற்போது குஜராத் எனப்படும் கத்தியவார் தீபகற்பப் பகுதிக்கும் இடையில் உள்ள நீர்ப்பகுதி கட்ச் வளைகுடா (gulf of Kutch) எனப்படுகிறது. வளைகுடா மேற்கு கிழக்காக ஏறக்குறைய 180 கிலோமீட்டர் நீளத்தையும், 16 - 70 கிலோமீட்டர் வரை அகலத்தையுமுடையது. கட்சுப் பகுதிக் கடற்கரை உப்பளமாகவும், கத்திய வார்ப்பகுதிக் கடலோரம் தட்டையான மணற்பரப் பாகவும் உள்ளன. இவ்வளைகுடாவில் சிறு சிறு திட்டுகளும் தீவுகளும் நிறைந்துள்ளன. வளைகுடா வின் மேற்கு நுழைவாயிலில் ஓகா என்ற துறைமுகமும், மந்தவி, பேடி, கண்ட்லா என்ற சிறிய துறைமுகங் களும் உள்ளன. கட்சுப் பகுதியில் மந்தவியும் கத்திய வார்ப் பகுதியில் பவநகர் என்ற ஊரும் முக்கியமான கடற்கரை நகரங்களாகும்.



- பங்கஜம் கணேசன்

கட்டக ஆய்வியல்

கட்டகத்தின் பல்வேறு முக்கியப் பகுதிகளில் தகைவு (stress), உருமாற்றம் (deformation), தகைவு விளைவு கள் (stress resultants) ஆகிய இவற்றைக் காணும் துறை கட்டக ஆய்வியல் (structural analysis) எனப் படும். கட்டகங்கள் யாவுமே தம்மீது செலுத்தப்படும் பல் வேறு புறவிசைகளால் வீழ்ச்சியடையா வண்ணம் பாதுகாப்பாக வடிவமைக்கப்பட வேண்டும். வீழ்ச்சி என்பது கட்டகத்தின் முழு வீழ்ச்சியாகவோ, குறிப் பிட்ட ஒரு சில பகுதிகளின் வீழ்ச்சியாகவோ இருக்க

லாம். கட்டகத்தின் பாதுகாப்பை உறுதி செய்யும் ஒரு வழி, கட்டகத்தின் எப்பகுதியிலும் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகள் வலிமை வரம்புகளைத் தாண்டா வண்ணம் வடிவமைத்தலாகும். (வலிமை வரம்புகள் வடிவமைப்புச் செந்தர நூல்களில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன). ஆகவே, கட்டகங்களில் தகைவுகளை ஆய்தலே கட்டக ஆய்வியலின் அடிப்படைக் குறிக்கோள் ஆகும்.

ஆய்வின் மூன்று கூறுகள் நிலைப்புத்தன்மை ஆய்வு, வலிமை ஆய்வு, பயன்பாட்டுநிலை ஆய்வு எனப்படும். கட்டகம் உறுதியாக நின்று நிலவிப் பயன்படவேண்டுமெனில் அது முதலில் உறுதிச்சமநிலையில் இருக்க வேண்டும். இது நிலைப்பு அல்லது நிலைபேறு (stability) எனப்படும். புறநிலைப்பேறு, அகநிலைப்பேறு என இருவகை நிலைபேறுகளும் உறுதி செய்யப்பட்ட பின்னரே வலிமை ஆய்வு என்பது, கட்டகத்தின் உட்பகுதிகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகள், கட்டகப் பொருளின் பயன்பாட்டு வலிமை வரம்புக்கு (working stress) உட்பட்டனவாக இருப்பதை ஆய்ந்தறிதலேயாகும். (எ. கா. $50 N/mm^2$ தகைவினால் சிதைவுறக் கூடிய பொருள் ஒன்றுக்குப் பயன்பாட்டு வலிமை வரம்பு $20 N/mm^2$ என அறுதியிடப்பட்டிருப்பின், கட்டகத்தின் ஒவ்வொரு கூடும்வலிமை ஆய்வுப் பகுதியிலும் தகைவுகள் $20 N/mm^2$ என்ற வரம்புக்குட்பட்டிருப்பின் கட்டகம் போதிய வலிமையுடையதாகக் கருதப்படும்.)

ஆனால் தகைவுகளின் ஆய்வு, கட்டக ஆய்வியலின் ஒரு முக்கியக் கூறாக விளங்குவதில்லை. கட்டகம் பல உறுப்புகளைக் கொண்டு விளங்குவது. ஒவ்வொரு உறுப்பின் வடிவியல் கூறுகளைக் கொண்டு உறுப்பின் மீது செயல்படும் விசைகளால் உறுப்புகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகளையும், உறுப்பு ஆக்கப்பட்டுள்ள பொருளின் அடிப்படை வலிமை வரம்புகளிலிருந்து உறுப்பு ஏற்கக் கூடிய புறவிசைகளின் அளவுகளையும் ஆய்தல் பொருள் வலிமையியல் (strength of materials) என்ற தனித் துறையாக வளர்ந்துள்ளது. எனவே, கட்டகத்தின் மீது செயல்படும் பல்வேறு புறவிசைகளால் கட்டக உறுப்புகள் ஒவ்வொன்றிலும் தோற்றுவிக்கப்படும் அகவிசைகளை ஆய்தலே கட்டகத்தில் வலிமை ஆய்வாகும். இவ்வகவிசைகள், இறுக்கம் (thrust), திருப்புமை (moment), துணிப்புவிசை (shearforce) எனப் மூவகைப்படும். திருப்புமையில் வளைவுத்திருப்புமை (bending moment), முறுக்கத்திருப்புமை (twisting moment) என இருவகை உண்டு. இவ்வகை விசைக் கூறுகள் ஒவ்வோர் உறுப்பிலும் காணப்பட்டால், இவற்றால் உறுப்பில் தோற்றுவிக்கப்படும் தகைவுகளைக் காணப் பொருள் வலிமையியலும், இவற்றைத் தாங்கிப் பாதுகாப்பாக விளக்கும் வகையில் உறுப்புகளின் வடிவியல் பண்புகளை நிறுவக் கட்டக வடிவமைப்பியலும் (structural design) பயன்படுகின்றன. கட்டக வடிவமைப்பு, பொருள் வலிமையியல் எனும் துறைகளை இணைக்கும் பாலமாகக் கட்டக ஆய்வியல் விளங்குகிறது.

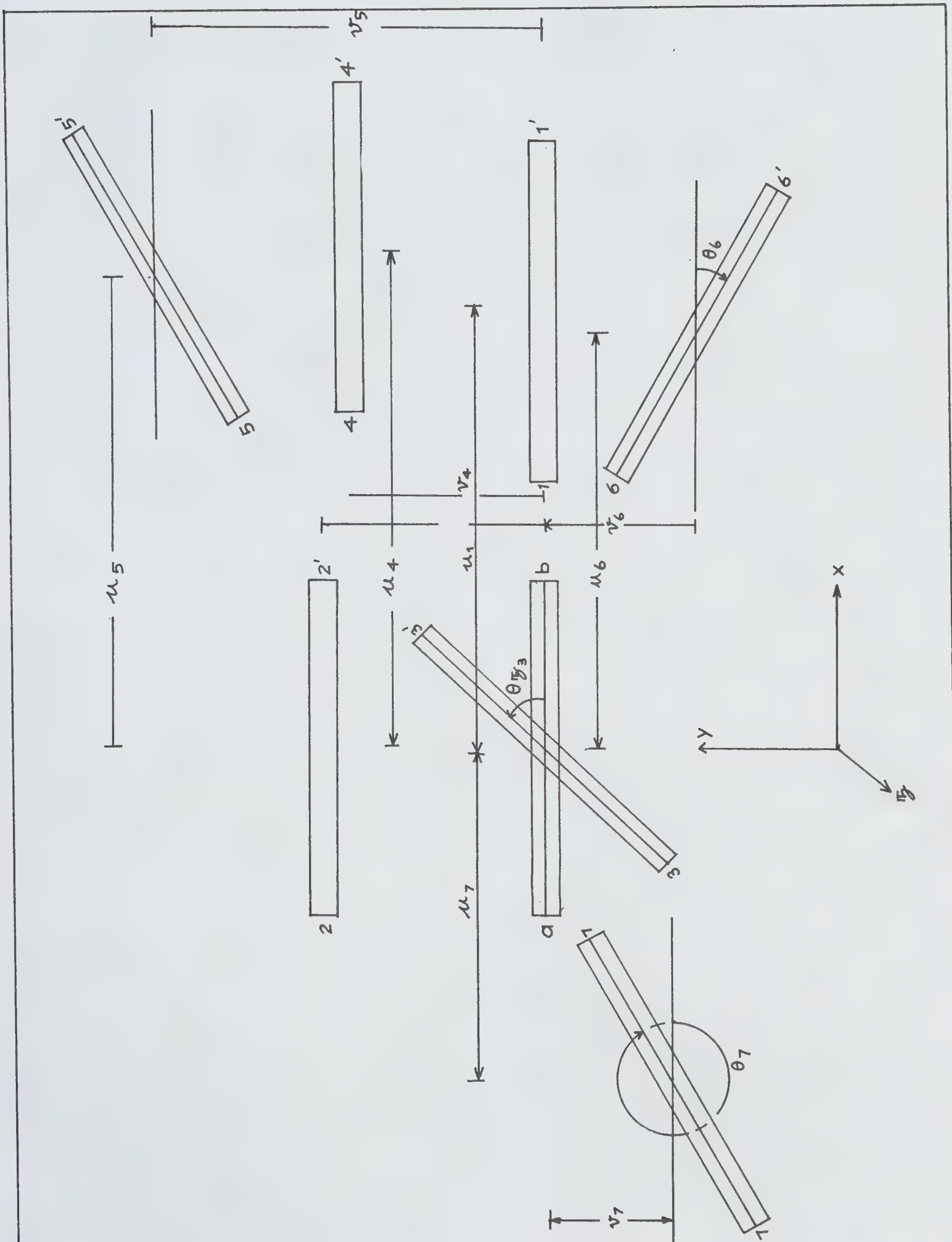
கட்டகம் உறுதிச் சமனிலையிலும், போதிய வலிமையுடனும் இருப்பதோடு கட்டகத்தின் உரு மாற்றங்களும் தக்க வரம்புகளுக்குள் இருத்தல் பயன்பாட்டு நோக்கில் அவசியம். இதை உறுதி செய்யக் கட்டகத்தில் பல்வேறு பகுதிகளிலும் விலக்கங்கள் (deflections), சரிவுகள் (slopes), முறுக்கங்கள் (twists) முதலான உருமாற்றங்கள் ஆயப்பட வேண்டும். இவ்வாய்வுகள் ஒரு வகையில் கட்டக வலிமை ஆய்வுக்கே பயன்படக் கூடியவை. கட்டக ஆய்வுகள் கட்டகத்தின் புறநிலைப்பேற்றை ஆய்வதில் தொடங்குகின்றன.

புறநிலைப்பேறு. சிறு அளவில் (வலிமையை விஞ்சாத) விசைகள் செலுத்தப்படின் தோற்றுவிக்கப்படும் இடப்பெயர்ச்சிகள், அளவில் சிறியனவாகவும், விசைகள் நீக்கப்பட்டதும் மீட்சியடையவல்லனவாயும் இருத்தலே உறுதிச் சமனிலையின் அடிப்படைக் கூறு. கட்டகங்களின் உறுதிச் சமநிலையை அறுதியிடும் தன்மையைப் படம் 1 இன் மூலம் விளக்கலாம்.

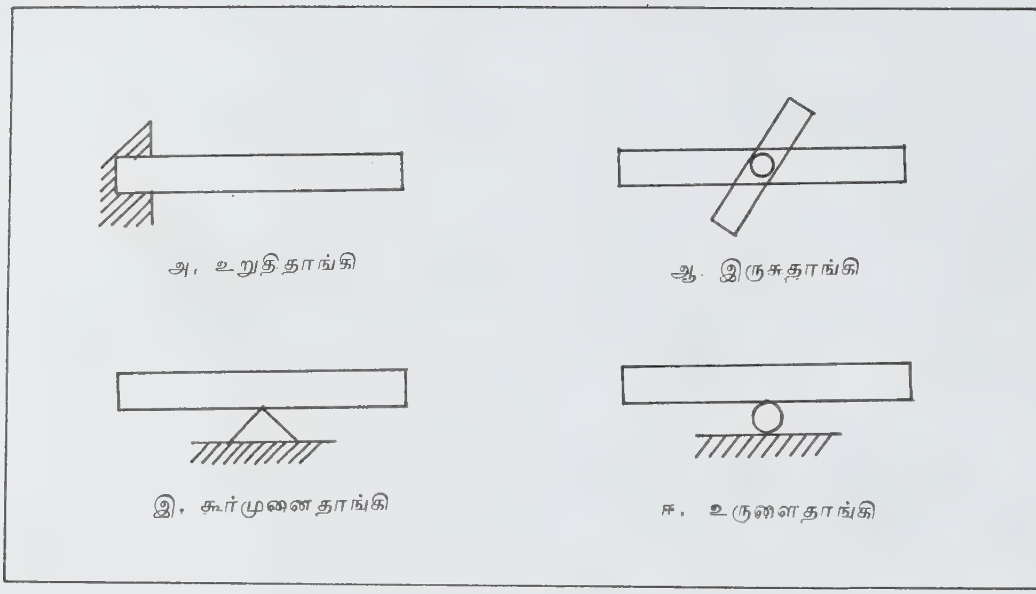
ஒரு கட்டக உறுப்பின் இடப் பெயர்ச்சிகளைப் படம் 1 காட்டுகிறது. (பெயர்ச்சிகள் ஒரு தளத்தில் மட்டுமே காட்டப்பட்டுள்ளன). x திசை இடப் பெயர்ச்சிக் கூறு, u, y திசை இடப்பெயர்ச்சிக் கூறு v, x y தளத்தில் சுழற்சி o_z என்ற மூன்று பெயர்ச்சிக் கூறுகளின் கூட்டாகவே எல்லா இடப்பெயர்ச்சிகளையும் காட்ட இயலும். எனவே, இம்மூன்று பெயர்ச்சிக் கூறுகளும் ஒரு வெட்டுமுகத்திலோ, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வெட்டுமுகங்களிலோ தடை செய்யப்பட்டால் உறுதிச் சமநிலையைத் தோற்றுவிக்க முடியும். இத் தடைகளைச் செலுத்தவே தாங்கிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 2 தாங்கி வகைகளைக் காட்டுகிறது.

இந்நால்வகைத் தாங்கிகளில் உறுதித் தாங்கி u, v, o_z ஆகிய மூன்று பெயர்ச்சிக் கூறுகளையும் தடை செய்கிறது. இருசு, கூர்முனைத் தாங்கிகள் u, v ஆகிய கூறுகளை மட்டும் தடை செய்கின்றன. உருளைத் தாங்கி உருளையின் தொடுதளத்திற்குச் செங்குத்தான திசையில் இடப்பெயர்ச்சியை மட்டும் (u அல்லது v) தடுக்கிறது. இவ்வகைத் தாங்கிகளின் கூட்டுச் செயல்பாட்டால் கட்டக அமைப்புகள் தாங்கப்படும் தன்மை படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

தாங்கிகள் மொத்தத்தில் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பெயர்ச்சித் தடைகளைச் செலுத்துவதன் மூலம் உறுதிச் சமநிலையை அளிக்கின்றன. தேவையான பெயர்ச்சித்தடைகளை மட்டுமே தாங்கிகள் செலுத்தினால் அமைப்புகளை உறுதிச் சமநிலையில்



படம் 1. தனி உறுப்பின் இடப் பெயர்ச்சிகள்



படம் 2. பல்வகைத் தாங்கிகள்

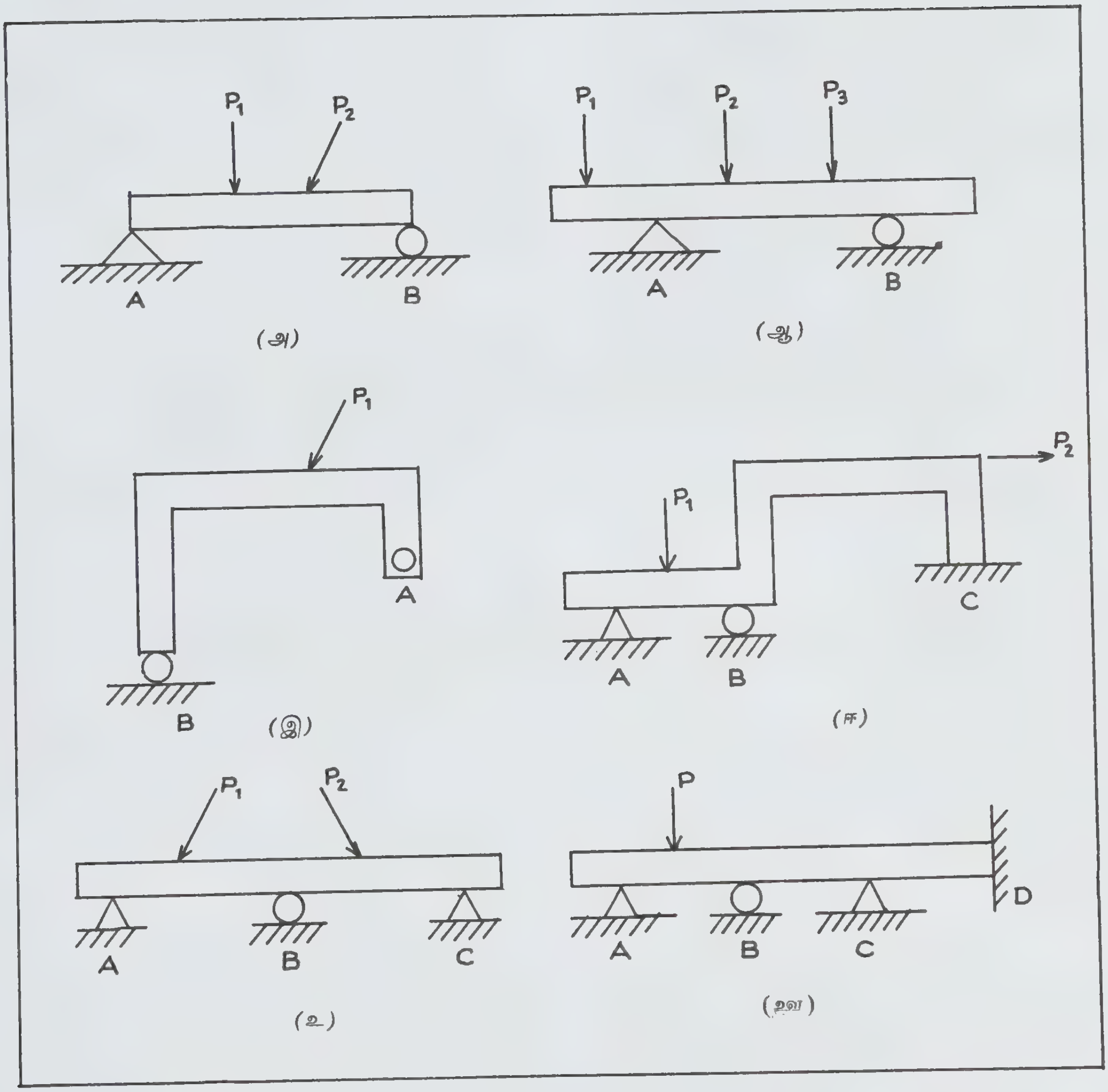
இறுத்த முடியும். இத்தகு அமைப்புகள் நிலையியல் சார் அமைப்புகள் (statically determinate structures) எனப்படும். தேவைக்கு மிகுதியான எண்ணிக்கையில் பெயர்ச்சித் தடைகளைக் கொண்டிருக்கும் அமைப்புகள் மிகைத்தடை அமைப்புகள் (redundant or indeterminate structures) எனப்படும்.

படம் 3 இல் a, b, c என்பன நிலையியல்சார் அமைப்புகள் என்பதையும், d, e, f என்பன மிகைத் தடை அமைப்புகள் என்பதையும் நோக்கலாம். கட்டக ஆய்வியலில் இப்பாகுபாடு முக்கிய இடம் பெறுகிறது. நிலையியல்சார் அமைப்புகளைச் சமநிலை விதிகளின் துணை கொண்டே ஆய்வு செய்ய இயலும். ஒவ்வொரு பெயர்ச்சிக் கூறும், விசைகள் செலுத்தப்படுவதன் மூலமே தடை செய்யப்பட இயலுமாதலின், தடை செய்யப்படும் பெயர்ச்சிகளின் எண்ணிக்கையில் ஆய்ந்தறிய வேண்டிய விசைக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் இருக்கும். நிலையியல்சார் அமைப்புகளில் சமநிலைச் சமன்பாடுகளின் எண்ணிக்கையும், தெரியா விசைக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையும் சமமாதலின் நேரடித் தீர்வு எளிது. மிகைத்தடை அமைப்புகளில் மிகையான பெயர்ச்சித் தடைகளின் எண்ணிக்கையின் அளவுக்குக் கூடுதலான தெரியா விசைக்கூறுகள் இருப்பதால் சமநிலைச் சமன்பாடுகள் மட்டுமே கொண்டு தீர்வுகாண இயலாது. தடை மிகையின் எண்ணிக்கையில், (அதாவது தெரியா விசைக் கூறுகளின் எண்ணிக்கை சமநிலைச் சமன்பாடுகளின் எண்ணிக்கை) கூடுதல் சமன்பாடுகள் தேவை. இச்சமன்பாடுகளை அமைத்துத் தீர்வு காணுவதன் மூலம் பல்வேறு ஆய்வு முறைகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன.

புற உறுதிச் சமநிலை காண்பதுடன் அமைப்பின் ஒட்டு மொத்த உறுதிச்சமநிலை, ஒட்டு மொத்தத் தடை மிகைமை இவற்றைக் காணலே ஆய்வு முறைகளில் பயன்படும் உத்தி. அமைப்பில் பல பிணைப்புகள் இருப்பின் ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் மூன்று சமநிலைச் சமன்பாடுகளை உருவாக்க முடியும். அவ்வாறே ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் பெயர்ச்சித் தடைகள் (பிணைப்பின் தன்மைக்கேற்ப) இருப்பதையும் அறியலாம். எனவே, மொத்தத் தடைகள் கூறுகள் - மொத்தச் சமநிலைச் சமன்பாடுகள் என்ற வேறுபாட்டு எண்ணிக்கையே கட்டகத்தின் தடை மிகைமை எனப்படும்.

தளப்பெயர்ச்சிகளேயல்லாமல் முப்பரிமாண அமைப்பாக ஒரு கட்டகத்தை நோக்கும்போது ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் 6 பெயர்ச்சிக் கூறுகள் (அதாவது 6 சமநிலைச் சமன்பாடுகள், 6 அல்லது அதற்கும் குறைவான தடைக் கூறுகள்) இருப்பதைக் காணலாம். அவ்வாறே ஒவ்வொரு தாங்கியும் செலுத்தவல்ல தடைப்பெயர்ச்சிகளின் உச்ச எண்ணிக்கை 6. அமைப்பின் மொத்தப் பெயர்ச்சித் தடைகளின் எண்ணிக்கை (பிணைப்புத் தடைகள் = தாங்கித் தடைகள்), மொத்தப் பெயர்ச்சிக் கூறுகளுக்குச் சமமாகவோ மிகையாகவோ இருத்தல் அவசியம்.

ஆய்வு முறைகள். கட்டகங்களின் ஆய்வு முறைகள் கட்டக வகைக்கேற்ப அமையும். நிலையில்சார் கட்ட

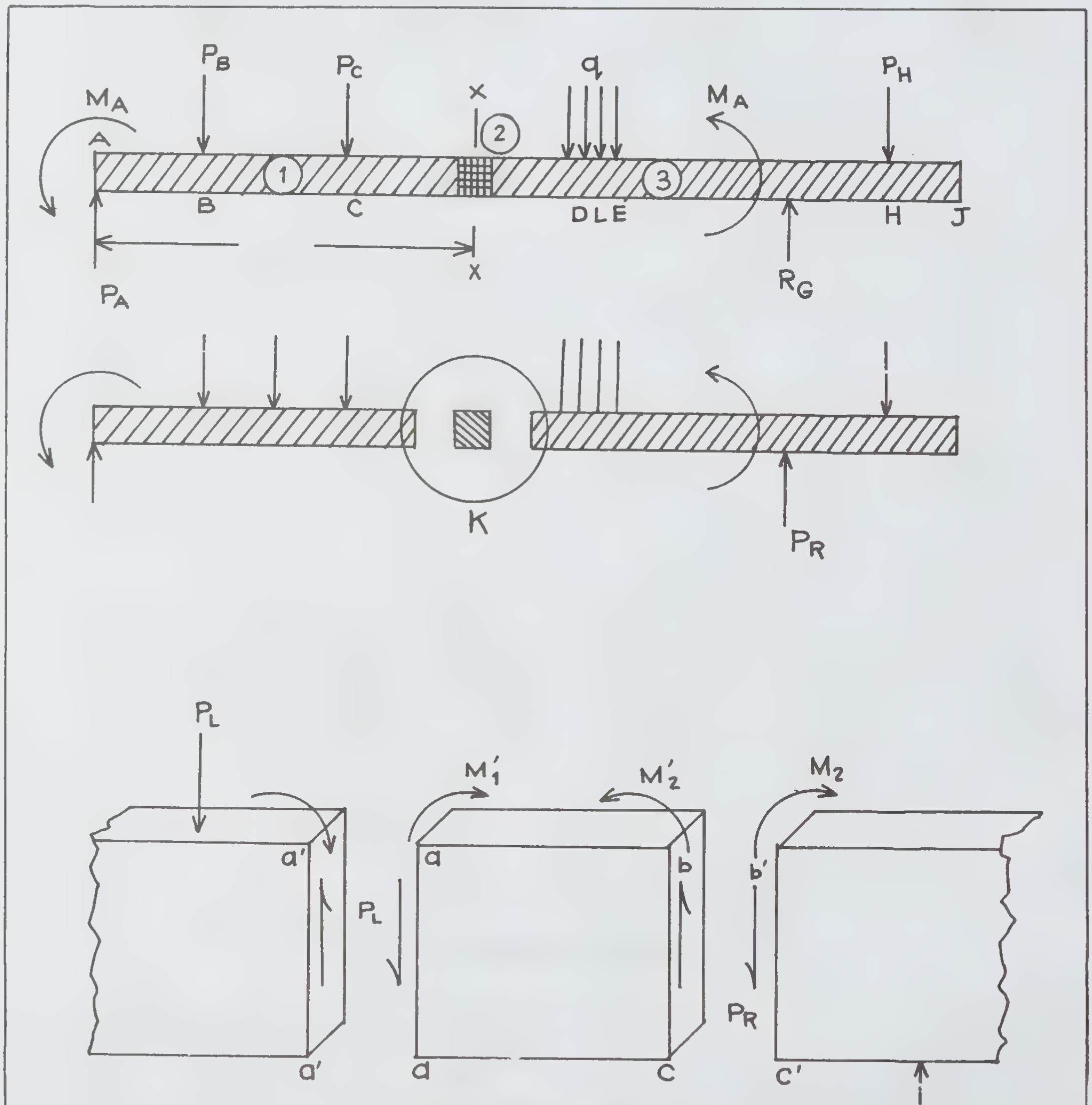


படம் 3. மிகைத்தடை நிலையியல் சார் கட்டகங்கள்

கங்களின் ஆய்வு முறைகள் எளிமை வாய்ந்தவை. மிகைத் தடைக் கட்டகங்களின் ஆய்வு சிக்கலானது. இவ்வமைப்புகளின் ஆய்வில் பல்வேறு முறைகளும், பல்வகை உத்திகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படும் முறைகளாவன:

நிலையியல்சார் கட்டகங்களின் ஆய்வுகள். இந்த ஆய்வின் முதல் படியானது தாங்கி வினைகளைக் (support reactions) காணல் ஆகும். இதற்குச் சம நிலைச் சமன்பாடுகள் பயன்படுகின்றன. தாங்கி வினைகள், புற விசைகள் கட்டகத்தின் மீது செயல்படும்போது, கட்டக உறுப்பின் ஒவ்வொரு வெட்டு முகத்திலும் செலுத்தப்படும் இறுக்கம், துணிப்பு விசை, வளைவுத் திருப்புமை, முறுக்கம் இவற்றின் அளவுகளைக் கணக்கிடுவது முழுமையான கட்டக ஆய்வாகும் (படம் 4).

பல்வேறு புறவிசைகள்(தாங்கிவினைகள் உட்பட) செயல்படும் கட்டகம் ஒன்று படம் 4 இல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இக்கட்டகத்தில் X-X என்று குறிக்கப் பட்டுள்ள வெட்டுமுகத்தின் சமநிலை கணிக்கப்பட வேண்டும். இவ்வெட்டு முகத்தின் அண்மையில் சிறிய தொரு துண்டம் (இதன் நீளம் dL எனக் குறிக்கப் பெறும் மிகச்சிறு நீளமே) சமநிலையில் இருக்கவேண்டு மாயின் அதன் வலப்புறக் கட்டகப் பகுதியின் மீது செயல்படும் விசைகளைத் தாங்கிக் கொண்டு, இடப் புறக் கட்டடப் பகுதியின் மீது அவற்றைச் செலுத்தி இரு பகுதிகளையும் சமநிலையில் அமைக்கிறது. அதாவது இரு பகுதிகளின் மீது செலுத்தப்படும் விசைக் கூறுகள் ஒன்றுக்கொன்று அளவில் சமமாகவும் திசையில் எதிராகவும் இருக்க வேண்டும். எனவே, வெட்டு முகத்தின் ஏதாவதொரு பக்கக் கட்டகப் பகுதியில் செயல்படும் புறவிசைகளின் கூட்டை வெட்டு முகத்தின் குத்துத் தளத்திசைகளில் விசைக் கூறுகளாகவும், திருப்புமைக் கூறுகளாகவும் பகுத்துக் காணவேண்டும். இவ்வாறே அனைத்து வெட்டுமுகங்களின் விசைக் கூறுகளும் கணிக்கப்படுவதோடு ஆய்வு நிறைவு



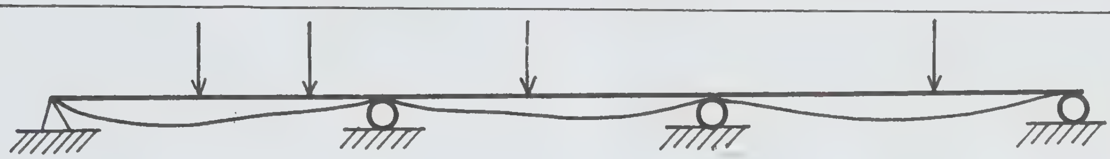
K என்னும் பகுதியின் வரைபடம்

படம் 4. உறுப்பு அகவிசைக் கூறுகள்

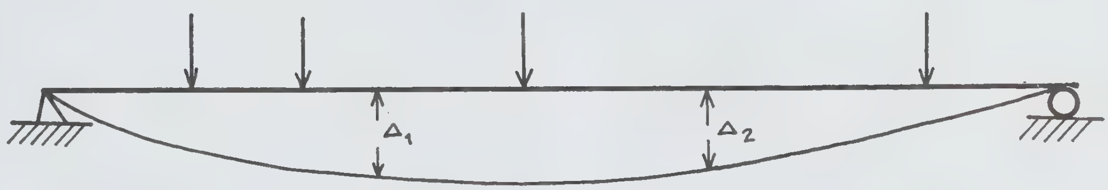
பெறும். (விசைக் கூறுகளில் இறுக்கமும், துணிப்பு விசையும், திருப்புமைக் கூறுகளில் வளை, முறுக்கக் கூறுகளும் அடங்கும்). தளக் கட்டகங்களில் மொத்தம் மூன்று கூறுகளும், முப்பரிமாணக் கட்டகங்களில் மொத்தம் ஆறு கூறுகளும் ஒவ்வொரு வெட்டு முகத்திலும் காணப்படும். இவ்வாய்வு முடிவுகள் பெரும்பாலும் வரைபடங்களாகக் குறிக்கப்படும்.

மிகைத்தடை அமைப்புகளின் ஆய்வு முறைகள். மிகைத்தடை அமைப்புகளின் ஆய்வுமுறைகள் பல இருப்பினும் அவை யாவும் அடிப்படையில் இரண்டு வகையாகப் பகுக்கப்படலாம். முதலில் நிற்பது விசை முறை (force method) அடுத்தது பெயர்ச்சி முறை (displacement method) ஆகும்.

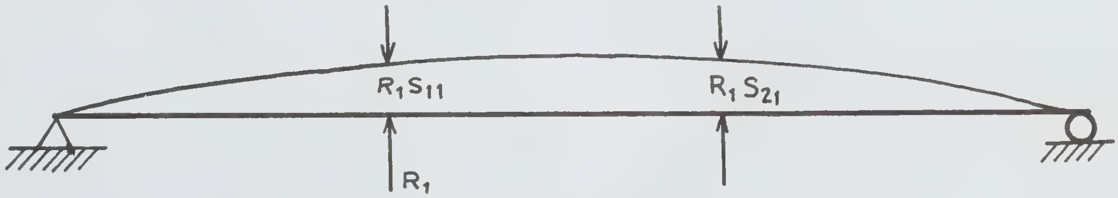
விசை முறை. ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட கட்டகத்தின் தடை மிகையைக் கணக்கிடல்; மிகையாக உள்ள பெயர்ச்சித் தடைகளை நீக்கி நிலையியல்சார் கட்டகமாக மாற்றப்பட்ட கட்டகம் அடிநிலைக் கட்டகம் (primary structure) எனப்படும். நீக்கப்பட்ட பெயர்ச்சித் தடைகளின் திசையில், தெரியா விசைக் கூறுகளைச் (குறியீடாக) செலுத்திக் கட்டகத்தின் பெயர்ச்சிகளைக் கணக்கிடல்; கருத்தளவில் நீக்கப்பட்ட தடைகளின் பகுதிகளில் கணக்கிடப்பட்ட பெயர்ச்சிகளை வரையறுக்கப்பட்ட பெயர்ச்சிகளுடன் சமன் செய்தல்; இவ்வாறு தடைமிகைகளுக்குச் சமமான எண்ணிக்கையில் கூடுதல் சமன்பாடுகள் கிடைக்கும். இவை இணக்கச் சமன்பாடுகள் (compatbility equations) எனப்படும். இணக்கச் சமன்பாடுகள் தீர்வின் வழியாக அறியா விசைக் கூறுகளைக் கண்டுபிடித்தல்; புறவிசைகள் யாவும் அறுதியிடப்பட்டமையால், (நிலையியல்சார் கட்டகங்களைப்



5.1 மிகைத்தடைக் கட்டகம்



5.2 அடிநிலைக்கட்டகப் பெயர்ச்சிகள்



5.3 தாங்கிவினை தோற்றுவிக்கும் பெயர்ச்சிகள்

5.4 தாங்கிவினை தோற்றுவிக்கும் பெயர்ச்சிகள்.

படம் 5. விசைமுறை

போன்றே) தொடர்ந்து கட்டக உறுப்புகளில் பல் வேறு வெட்டு முகங்களிலும் அகவிசைக் கூறுகளைக் கணக்கிடல் என இம்முறையைப் பல படிகளாகப் பிரிக்கலாம். இவ்வாய்வுப்படிகள் படம்-5 இன் உதவியால் விளக்கப்படுகின்றன.

படம்-5.1 இல் மிகைத் தடை அமைப்பொன்று காட்டப்பட்டு உள்ளது. இதன் மொத்தப் பெயர்ச்சித் தடைகள் 5. எனவே, தடை மிகைமை 5-3 = 2, எனவே இரு தடைக்கூறுகள் நீக்கப்பட்டால் இதை நிலையியல் சார் கட்டகமாக்கலாம் (படம் 5-2). நிலையியல்சார் கட்டகத்தின் மீது புறவிசைகள் தோற்றுவிக்கும் விலக்கங்களைக் கணக்கிடலாம். விலக்கப்பட்ட தடைகளின் திசைகளில் அவை முறையே $\triangle_1$, $\triangle_2$ எனக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. அடுத்து நீக்கப்பட்ட தடை B இன் திசையில், தாங்கி வினை R_1 செயல்படுவதால், வெட்டுமுகங் களில் தோற்றுவிக்கப்படும் விலக்கங்களை முறையே R_1, δ_{11}, R_1, δ_{21} எனக் கணக்கிடலாம் (படம் 5-3). R_1 இன் அளவு தெரியாமையால் அங்கு அலகு விசை செலுத்தப்பட்டு δ_{11}, δ_{21} ஆகிய விலக்கங்களே கணக் கிடப்பட்டு R_1 எனும் அறியாக் காரணியால் பெருக்கி, கணக்கிடப்படும். அவ்வாறே தாங்கிவினை R_2 தோற்றுவிக்கும் விலக்கங்கள் முறையே R_2 δ_{12}, R_2, δ_{21} எனக் கணக்கிடப்படுகின்றன.

வரையறுக்கப்பட்டவாறு B,C எனும் வெட்டு முகங்களின் மொத்த விலக்கம் பூஜ்யமாக இருக்க வேண்டும் என்ற கருத்தைச் சமன்பாடுகளாக வடித்தால்,

$$R_1\delta_{11} + R_2\delta_{12} + \triangle_1 = \triangle_0$$

$$R_1\delta_{21} + R_2\delta_{22} + \triangle_2 = \triangle_0 \qquad (1)$$

என்று பெறலாம். இச்சமன்பாடுகளுக்குத் தீர்வாக R_1 R_2 எனும் தெரியா விசைகள் கணக்கிடப்படுகின்றன.

இம்முறையில் பயன்படுத்தப்படும் சமன்பாடுகள் இணக்கச் சமன்பாடுகள் (compatibility equation) என்பதால் இம்முறை இணக்கமுறை எனவும் வழங்கப்படுகிறது.

இணக்கச் சமன்பாடுகளை அணி முறையில்

$$\begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \end{pmatrix} + \begin{Bmatrix} \triangle_1 \\ \triangle_2 \end{Bmatrix} = \begin{pmatrix} O \\ O \end{pmatrix} \qquad (2)$$

எனவும் கூறலாம்.

$$[F] = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} \\ \delta_{21} & \delta_{22} \end{bmatrix} \qquad (3)$$

எனும் அணி இங்கு பயன்படுகிறது.

கட்டகங்களின் பெயர்ச்சிகள். விசைமுறையில் இன்றியமையாத ஒரு படி, கட்டகங்களின் பெயர்ச்சிக் கூறுகளைக் கணக்கிடுவதாகும். அன்றிக் கட்டகங்களின் பெயர்ச்சிகளும் வரையறுக்கப்பட்ட வரம்புகளுக் குள்ளிருக்க வேண்டுமாதலின், பெயர்ச்சிகளைக் காண் பது கட்டக ஆய்வியலின் ஒரு முக்கியமான கூறாகும்.

விட்டங்களின் விலக்கங்கள், சரிவுகள் இவற்றைக் கணக்கிட வடிவியல் முறைகள் (geometric methods) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விட்டப்பகுதிகளின் மேல் செயல்படும் வளைவுத் திருப்புமை M, விட்டப் பொருளின் நீள்மைக்கெழுE, நிலைமத் திருப்புமை I இவற்றைக் கொண்டு, விட்டத்தின் வளைமை,

$\frac{1}{R}$ ஐ,

$$\frac{1}{R} = \frac{M}{EI}$$

என்று கூறலாம். விட்டத்தின் விலக்கம் y(x) என்ற சார்பலனாகக் கூறப்படும்போது $\frac{d^2y}{dx^2}$ ஐ வளைமையின் தோராயமாக எடுத்துக் கொண்டு, $\frac{M}{EI}$ கோவையை இருமுறை நுண்தொகுத்தல் மூலம், சரிவு, விலக்கம் எனும் பெயர்ச்சிக் கூறுகளைக் கணக்கிடலாம். இம்முறையை எளிமைப்படுத்தி மெக்காலே முறை, பரப்பு-திருப்புமை முறை (area moment method) இணைவிட்டமுறை (conjugate beam method) எனப் பல வடிவங்களில் பயன்படுத்தும் உத்திகளைப் பொருள் வலிமையியல் நூல்களில் காணலாம்.

பொதுவாகக் கட்டகங்களின் பெயர்ச்சிக் கூறு களைக் கணக்கிட வடிவியல் முறைகளைவிட ஆற்றல் கோட்பாடுகளே (energy principles) எளியவை. கட்ட கங்களின் மீதுசெயல்படும் விசைகள் கட்டகப்பெயர்ச்சி களால் தம் நிலையாற்றலை இழக்கின்றன. (ஒரு சில விசைகளின் நிலையாற்றல் மிகுதியானாலும் மொத் தத்தில் இழப்பே விளைவாகும்). கட்டகப் பொருள் முழுமையும் மீட்சி வரம்புக்குள்ளிருப் பின், இவ்வாற் றல் கட்டக உறுப்புகளில் திரிபு ஆற்றலாகத் (strain energy) தேக்கப்படுகிறது என்பது ஆற்றல் கோட்பாடு களின் அடிப்படை. ஆற்றல் கோட் பாடுகளில் பெயர்ச்சிகளைக் கண்டறிய காஸ்டிகிலியானோவின் இரண்டாம் தேற்றம் பயன்படுகிறது. திரிபு ஆற்றல் u, எனில், p எனும் புறவிசையொன்றின் திசையில் பெயர்ச்சிக் கூறு $\frac{\partial u}{\partial p}$ எனும் பகுதி வகைகெழு வுக்குச் சமம் என்பதே இத்தேற்றம். கட்டகத்தின் எந்தப் பெயர்ச்சிக்கூறு கணக்கிடப்பட வேண்டுமோ அத்திசையில் p எனும் விசையொன்றைச் (புற விசை களோடு) செலுத்தி மொத்தத் திரிபு ஆற்றல் u ஐக் கணக்கிட்டு, $\frac{\partial u}{\partial p}$ ஐயும் கணக்கிட்ட பின் அதில்

p இன் மதிப்பை $\frac{\partial u}{\partial p}$ இலிட்டு (இது பூஜ்யமாகவோ, புறவிசைகளுள் ஒன்றாகவோ இருக்கலாம்) பெயர்ச்சிக் கூறு கணக்கிடப்படும். இம்முறையின் மற்றொரு படிவமான அலகின் சுமை முறையையும் (unit load method) பிற உத்திகளையும் கட்டக ஆய்வியல் நூல்கள் விரிவாக விளக்குகின்றன.

பெயர்ச்சி முறை. இம்முறையில் அறியா இடப் பெயர்ச்சிகள் அடிப்படை அளவுகளாக விளங்கும். இம்முறையின் படிகள் பின்வருமாறு: ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டிய கட்டகத்தின் விறைப்பைக் (stiffness) கணக்கிடல், கட்டகத்தின் விறைப்பு என்பது ஒரு பரந்த கருத்து. அதைப் பின்வரும் படிநிலைகளாக உணரலாம். விறைப்பு என்பது அலகுப் பெயர்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையான விசை என்பது சுருக்க வரையறை. இது k எனக் குறிக்கப்படும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பெயர்ச்சிக் கூறுகள் கொண்ட அமைப்பில் பெயர்ச்சிக் கூறு i இன் திசையில் ஓர் அலகின் பெயர்ச்சியைத் தோற்றுவிக்கப் பெயர்ச்சிக் கூறு j இன் திசையில் செலுத்தப்பட வேண்டிய விசையின் அளவு விறைப்புக் கூறு k_{ij} என வரையறுக்கப்படுகிறது, விறைப்புக் கூறுகள் k_{ij} என்பன அணியாகத் தொகுக்கப்பட்டால் கட்டகத்தின் விறைப்பு அணி (stiffness maxtrix) கிடைக்கும். (விறைப்பு அணி கணக்கிடும் முறைகள் கட்டக ஆய்வியல் நூல்களில் விளக்கப்படுகின்றன).

$$\text{விறைப்பு அணி, } k = \begin{matrix} k_{11} & k_{12} & \ldots\ldots & k_{1j} \ldots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \ldots\ldots & k_{2j} \ldots & k_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ k_{i1} & k_{i2} & \ldots\ldots & k_{ij} \ldots & k_{in} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ k_{n1} & k_{n2} & \ldots\ldots & k_{nj} \ldots\ldots & k_{nr} \end{matrix} \quad 5$$

கட்டகத்தின் முழு விறைப்பு (global stiffness) அனைத்துப் பெயர்ச்சிக் கூறுகளையும் கொண்டு கணக்கிடப்பட்டுப் பின்னர், தடை செய்யப்படாத பெயர்ச்சிக் கூறுகள் அளவிற்குக் குறைக்கப்படும். கட்டகத்தின் தாங்கிகளால் தடை செய்யப்படும் பெயர்ச்சிகள் தெரிந்தவையே. (பெரும்பாலும் இவை பூஜ்யமாக இருக்கும். தெரியாத பெயர்ச்சிகளின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமான எண்ணிக்கையே விறைப்பு அணியின் அளவாக இருக்கும்). முதலில் எல்லாப் பெயர்ச்சிகளும் முழுமையாகத் தடை செய்யப்படுவதாகக் கருதி, உறுப்புகளின் முனைகளில் விசைக் கூறுகள் கணக்கிடப்படும். இவை நிலை முனை விசைகள் (fixed end forces) எனப்படும். உண்மையில் சில பெயர்ச்சிகள் தடுக்கப்படாமையால் இவை சரியான அறுதி விசைகள் அல்ல. இவ்விசைகள் சமநிலையில் இரா. எனவே, தெரியாப் பெயர்ச்சிகள் Δ_1, Δ_2, Δ_3 ...... முதலியன தோற்றுவிக்கப்படுவதாகக் கொண்டு இவற்றைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையான விசைக் கூறுகளை விறைப்புச் சமன்பாடு மூலம் காணலாம். பெயர்ச்சிக் கூறுகள் ஒவ்வொன்றின் திசையிலும் தொகுக்கப்பட்ட பற்றுமுறை விசைகள் முறையே P_1, P_2, P_3 எனில் கட்டகத்தின் சமநிலையை விளக்கும் சமன்பாடுகளை

$$[k] \begin{Bmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} O \\ O \\ 1 \end{Bmatrix} \qquad (6)$$

என்று கூறலாம். இச்சமன்பாடுகளின் தீர்வாக Δ_1, Δ_2 ..... முதலான பெயர்ச்சிக் கூறுகள் கிடைக்கப் பெறும்.

பெயர்ச்சிக் கூறுகள் Δ_1, Δ_2 ..... ஆகியவற்றை அறிந்தால், கட்டக உறுப்புகளின் விறைப்பு அணியைப் பயன்படுத்தி உறுப்புகளின் புற விசைகள் கணக்கிடப் படுகின்றன.

உறுப்புகளின் புறவிசைகள் தெரிந்த பின் ஒவ்வொரு வெட்டு முகத்திலும் அகவிசைக் கூறுகளைக் கணக்கிடல் எல்லா முறைகளுக்கும் பொதுவான வழியிலேயே செய்யப்படும்.

விசைமுறை, பெயர்ச்சி முறை இரண்டும் கருத்தளவில் எளியவை; எனினும் கணக்கீட்டில் கடினமானவை. பெரும்பாலும் கணிப்பொறி கொண்டு தீர்க்கப்படும் சூழ்நிலைகளில் இரண்டையும் பயன்படுத்தலாம். எனினும், பொதுமை (generality) காரணமாகப் பெரும்பாலும் கணிப்பொறித் தீர்வுகளில் பெயர்ச்சி முறையே கையாளப்படுகிறது. சில எளிய, தோராய முறைகள் பின்வருமாறு:

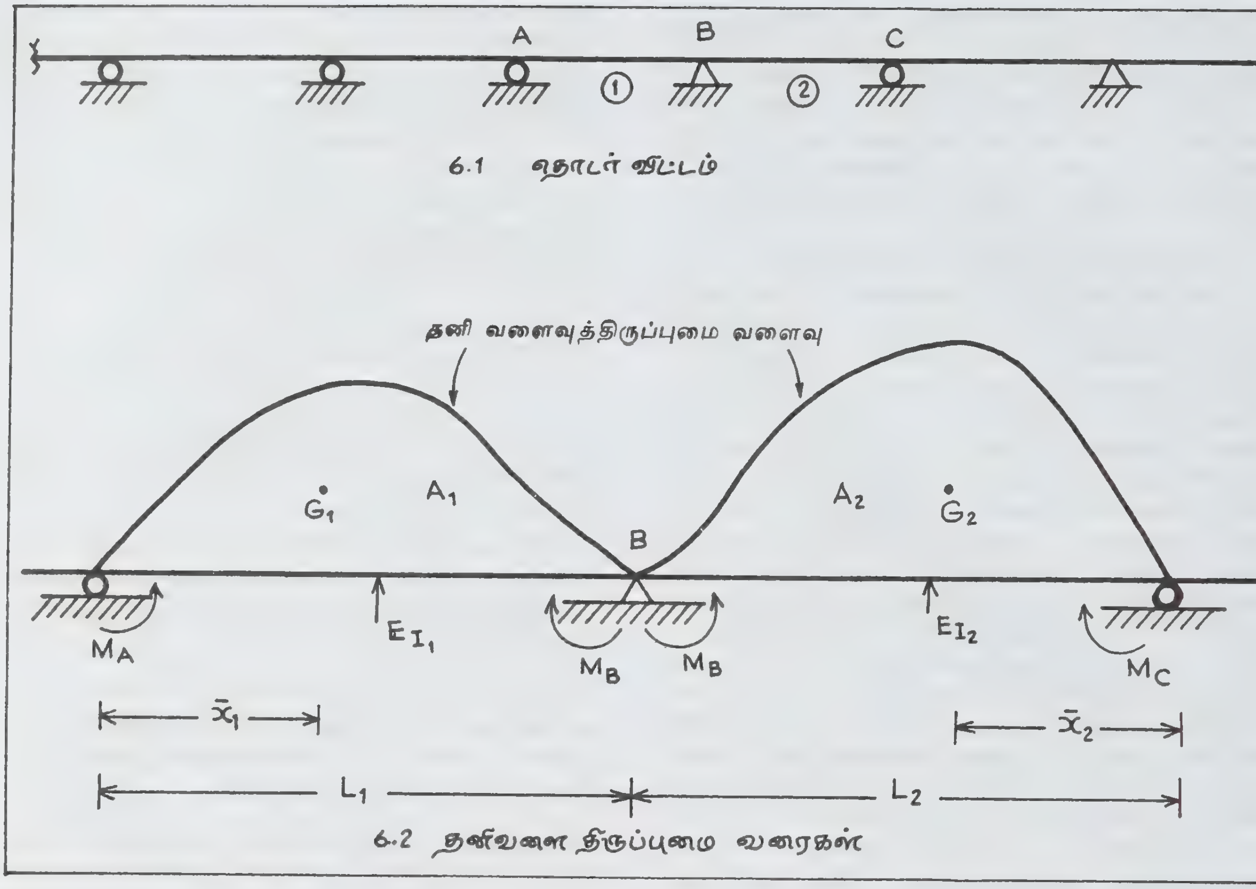
முத்திருப்புமைச் சமன்பாட்டு முறை (method of three moment equation). கிளெப்பரான் என்பார் வகுத்த இம்முறை விசை முறையின் ஒரு வகைத் தொடர் விட்டங்களை ஆய்வதில் பயன்படுகிறது. படம்-6.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ள தொடர் விட்டத்தில்அடுத்தடுத்த இரு நீட்டங்களையும் அவற்றின் மீது வளைவு (curvature) பரவலையும் படம்-6.2 காட்டுகிறது.

A_1, A_2 தனி வளைவுத்திருப்புமை வளைவுகளின் பரப்பு

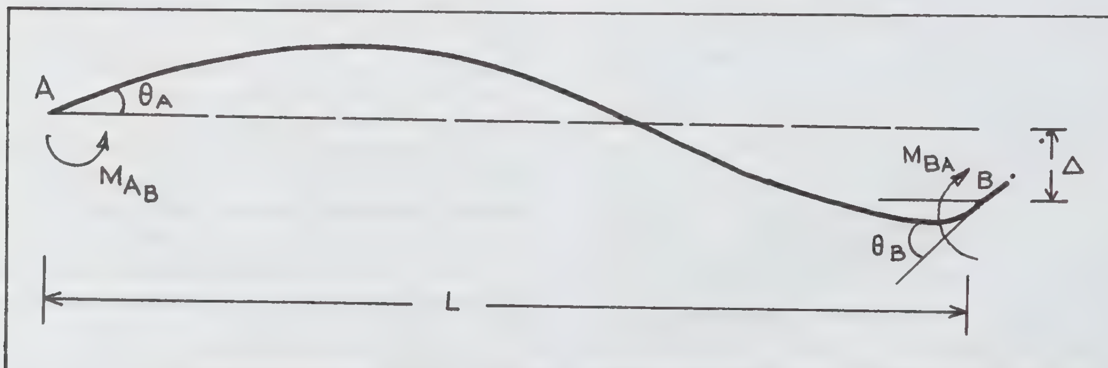
G_1, G_2 தனி வளைவுத்திருப்புமை வளைவுகளின் ஈர்ப்புமையம்

(அ) தொடர் விட்டம்

(ஆ) தனி வளைவுத்திருப்புமை வளைவு



படம் 6. முத்திருப்புமை அளவீடுகள்



படம் 7. உறுப்பு விசைகளும் பெயர்ச்சிகளும்

படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ள வளைவுப் பரவல் என்பது வளைவுத் திருப்புமை, விறைப்பு (rigidity) எனும் அளவீட்டால் வகுக்கக் கிடைப்பதாகும். விறைப்பு என்பது நீள்மைக் கெழு E, நிலைமத் திருப்புமை I, இவற்றின் பெருக்கற் பலன் EI ஆகும். பலவிட்டங்களில் இது சீராக இருப்பதுண்டு.

கிளெப்பரானின் சமன்பாடு என்பது, படம் 6.2 இன் மையத்தாங்கியின் விட்டத்தின் சரிவுகள் இரு புறமும் சமமாக இருக்கும் இணக்க நிலையைக் ($O_{BA} = O_{BC}$) கூறுகிறது. இங்கு O_{BA}, O_{BC} என்பவற்றுக்கானகோவைகள் பரப்புத்திறன் (area moment) தேற்றங்களில் குறிக்கப்பட்டுத் தெரியா விசைகளைக்

(M_A, M_B, M_C) கொண்ட கோவை தனியே பிரித்தெடுக்கப்படும்போது கிடைக்கும் சமன்பாடே முத்திருப்புமைச் சமன்பாடு. அது,

$$M_A \frac{L_1}{EI_1} + 2M_B \left(\frac{L_1}{EI_1} + \frac{L_2}{EI_2}\right) + M_C \frac{L_2}{EI_2} = -6\left(\frac{A_1x_1}{EI_1L_1} + \frac{A_2x_2}{EI_2L_2}\right) \qquad (7)$$

(இச்சமன்பாட்டிலுள்ள குறியீடுகள் படம் 6. 2 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன).

முத்திருப்புமைச் சமன்பாட்டில் தாங்கி வளைவுத் திருப்புமைகள் மூன்றும் அறியப்பட வேண்டியவை. இவ்வாறு மொத்தம் உள்ள தாங்கிகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு தெரியா வளைவுத் திருப்புமை உண்டு. ஒவ்வொரு தாங்கிக்கும் ஓர் இணக்க நிலைச் சமன்பாட்டை (முத்திருப்புமைச் சமன்பாடு) உருவாக்க முடியும். இச்சமன்பாடுகளின் தீர்வாக வளைவுத் திருப்புமைகள் M_A, M_B முதலியன கணக்கிடப்படுகின்றன.

சரிவு விலக்க முறை (*slope deflection method*). பெயர்ச்சி முறையின் ஒரே தோராய வடிவம் பெயர்ச்சிக் கூறுகளில் விலக்கம், சரிவு இரண்டையுமே கொண்டு, உறுப்புகள் நீட்சியோ சுருக்கமோ அடைவதில்லை என்ற கருதுகோளுடன் (தள்ளத்தக்க அளவில் அவை சிறியவையாயிருக்கக் கண்டால் விறைப்புச் சமன்பாடுகள் எளிமையாக்கப்படுகின்றன) படம் 7 இல் ஓர் உறுப்பின் விலக்கங்களும், அவை சார்ந்த விசைக் கூறுகளும் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்விரு வகை மாறிகளையும் தொடர்புறுத்தும் சமன்பாடுகள்,

$$M_{AB} = M_{f\,AB} + \frac{2EI}{L}\left(2\theta_A + \theta_B + \frac{3\Delta}{L}\right) \qquad (8)$$

$$M_{BA} = M_{f\,BA} + \frac{2EI}{L}\left(\theta_A + 2\theta_B + \frac{3\Delta}{L}\right)$$

உறுப்புகளின் இணைப்பில் திருப்புமைச் சமநிலைச் சமன்பாடுகளாக எழுதப்படுகின்றன.

(எ. கா.) படம் 8 இல் காணும் கட்டகத்தின் சமநிலைச் சமன்பாடுகள் இவை அறியாப்பெயர்ச்

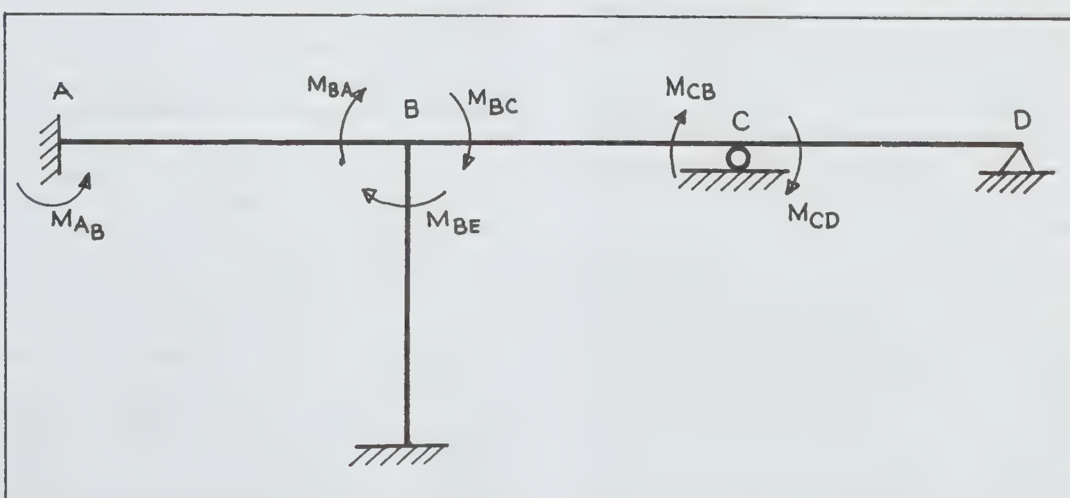
$$M_{BA} + M_{BC} + M_{BE} = 0$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0$$

$$M_{DC} = 0 \qquad (9)$$

சிகள் θ_B, θ_C, θ_D ஆகியவற்றின் கோவைகளாக உரைக்கப்படுவதால் இச்சமனியைச் சமன்பாடுகளின் தீர்வின் வழி θ_B, θ_C, θ_D முதலியவை காணப்பட்டுச் சமன்பாடுகள் (8) மூலம் உறுப்பு முனைப்புறவிசைகளும் கணக்கிடப்படுகின்றன. இது பரவலாகப் பயன்படும் முறைகளில் ஒன்று. இம்முறையின் பல சுருக்கமான உத்திகளைக் கட்டட ஆய்வியல் நூல்களில் காணலாம்.

சமன்பாடுகள் (9) இன் தீர்வைப் பல வழிகளில் அடையலாம். அவற்றுள் காஸ், சைடல் முறையை உள்ளடக்கியதொரு விரிவான முறையைக் காணி என்பார் வகுத்துள்ளார். இது காணி முறை என



படம் 8. மிகைத்தடைக் கட்டக மாதிரி

வழங்கி வருகிறது. இது பல எளிய உத்திகளைக் கொண்டது.

திருப்புமைப் பகிர்வு முறை (*moment distribution method*) தோராய முறைகளில் மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுவது பெயர்ச்சி முறையின் ஒரு வடிவமாகும். ஆனால் அப்பெயர்ச்சிக் கூறுகளின் கணக்கீடு தேவையின்றி விசைக் கூறுகளே நேரடியாகக் கணக்கிடப்படுகின்றன.

படம் 8 இல் காட்டப்பட்டுள்ள கட்டகத்தில் ஒவ்வோர் உறுப்பின் நிலைமுனை விசைகளும், பெயர்ச்சிகளும் முன்னரே கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் நிலைமுனை விசைகளின் கூட்டு (பூஜ்யமாக இல்லாவிடில்) சமநிலையின்மையைத் (inequilibrium) தோற்றுவிக்கும். இக்கூட்டுத் திருப்புமை, பிணைப்பில் பெயர்ச்சியைத் (சுழற்சியை) தோற்றுவிக்க முனைகிறது. அவ்வழி, பிணைப்பில் இணைந்திருக்கும் ஒவ்வோர் உறுப்பும் இத்திருப்புமையைத் தனது பெயர்ச்சிக்கு நேர் விகிதத்தில் பகிர்ந்து கொண்டு சுழற்சியடைகிறது. இப்பகிர்வுத்திருப்புமைகளை ஒவ்வொரு பிணைப்பிலும் கணக்கிடல் ஒரு தோராயமான கணக்கீடேயாகும். ஒவ்வொரு பிணைப்பும் சுழற்சியடையும் போது அதில் இணைந்திருக்கும் உறுப்புகள் பகிர்ந்து கொள்ளும் திருப்புமை சமநிலையை அளித்தாலும் அச்சுழற்சிகள் உறுப்புகளின் மறுமுனைகளிலும் திருப்புமையைச் செலுத்துகின்றன. இவ்வாறு பிற பிணைப்புகளின் சுழற்சியால் தோற்றுவிக்கப்படும் திருப்புமைகள் மீண்டும் சமநிலையின்மையைத் தோற்றுவிக்கின்றன. (ஆனால் இச்சமநிலையின்மை அளவில் மிகக் குறைவாக இருக்கும்). இச்சமநிலையின்மை மீண்டும் உறுப்புகளின் பெயர்ச்சிக்கேற்பப் பகிரப்பட்டு, இப்பகிர்வுத்திருப்புமைகளுடன் மறுமுனைகளில் தோற்றுவிக்கப்படும் உடன்விளை திருப்புமைகள் (carry over moments) கணக்கிடப்படும். இக்கணக்கீட்டுப் படியின் ஒவ்வொரு தொடரிலும் சமநிலையின்மை விரைவாகக் குறைந்து சில தொடர்களில் பூஜ்யத்தை நெருங்கும். பல்வேறு படிகளின் திருத்தங்களையும் தொகுக்க இறுதி விடைகள் கிடைக்கப் பெறுகின்றன. இம்முறையிலும் சுருக்க உத்திகள் பலவற்றைக் கட்டக ஆய்வியல் நூல்கள் குறிப்பிடுகின்றன.

தூண் ஒப்புமை முறை (*column anology method*). இது சிறு கட்டகங்கள், குறிப்பாகக் குறுக்குவெட்டுச் சீராகவின்றி மாறும் உறுப்புகள் கொண்ட கட்டகங்களின் ஆய்வில் பயன்படுத்தப்படும் முறையாகும். இது விசை முறையின் ஒரு வடிவமே. இம்முறையில் கட்டகத்தின் நடுக்கோட்டுப்படம் தூணின் வெட்டுமுகமாக ஒப்புமை செய்யப்படுகிறது. கட்டகத்தின் வளைவுறுதியின்(flexural rigidity EI) தலைகீழியைத் (அதாவது 1/EI) தூண் வெட்டுமுக நடுக்கோட்டின் அகலமாகக் கொண்டால், அவ்வொப்புமைத் தூணின் மீது புற வளை திருப்புமைகளைச் சுமையாகச் செலுத்தினால், தூணில் தோற்றுவிக்கப்படும் ஒப்புமைத் தகைவுகள் கட்டகத்தின் அகவிசைக் கூறுகளைத் தரும் என்பது இம்முறையின் அடிப்படையாகும்.

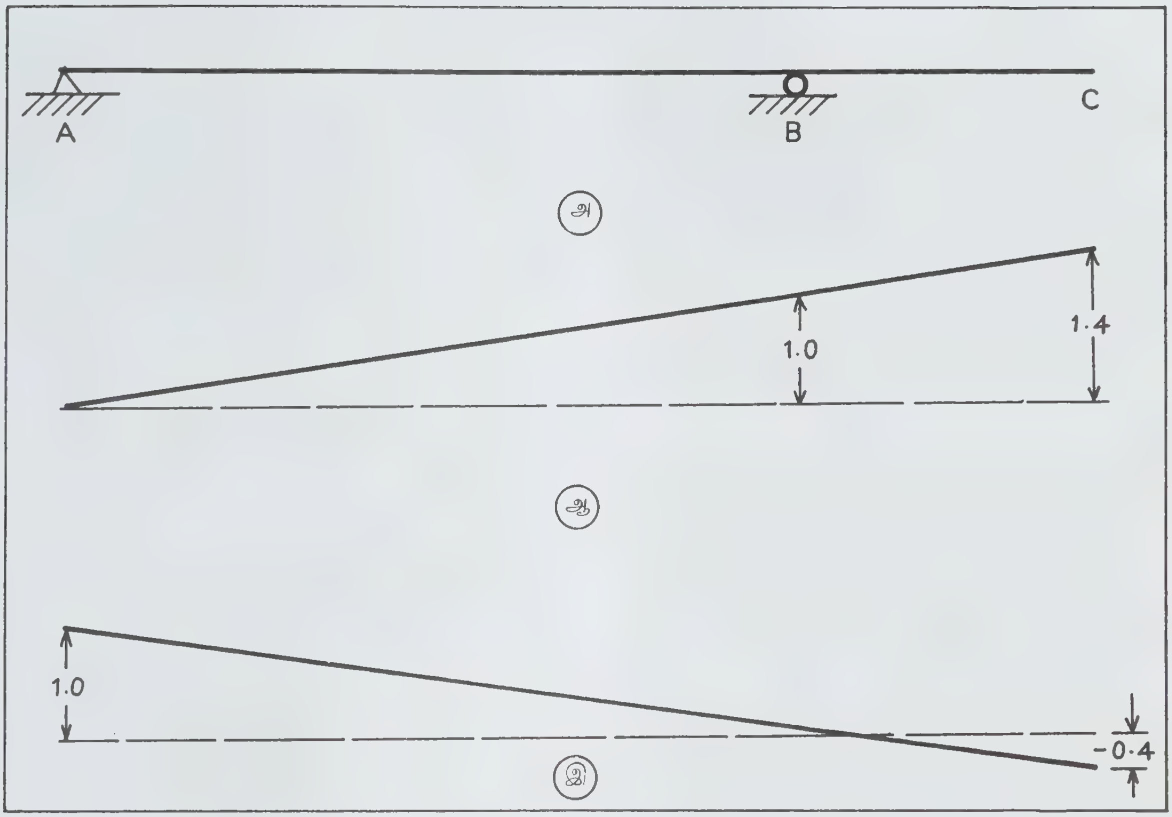
கீல் இணைப்புச் சட்டகங்களின் ஆய்வு (*analysis of pin jointed frames*). கீல் இணைப்புச் சட்டகங்களில் ஆய்வுகள் ஓரளவு எளியவையாகும். நிலையியல்சார் சட்டகங்களின் ஆய்வு சமனிலைச் சமன்பாடுகளின் தீர்வாகும். இத்தீர்வுகள் பிணைப்பு முறை (method of joint), நீள்மைக் கெழு முறை (method of tension coefficients), குறுக்கு வெட்டுமுறை (method of sections) எனச் சிறு சிறுவேறுபாடுகளுடன் கையாளப்படினும் அடிப்படை, சமநிலைச் சமன்பாடுகளின் தீர்வேயாகும்.

மிகைத்தடைச் சட்டகங்கள் பெயர்ச்சி முறை, அல்லது விசை முறை வழியில் தீர்வுகள் காணப்படுகின்றன. விசைமுறையைப் பயன்படுத்தும்போது பெயர்ச்சிகள் அலகு விசை முறை (unit force method) கொண்டே பெரும்பாலும் தீர்வு காணப்படுகின்றன.

நகரும் சுமைகளுக்கான ஆய்வுகள் (*analysis for moving loads*). பாலங்கள், தொழிலக உத்திரங்கள் போன்ற பல கட்டகங்களில் சுமைகள் செயல்படும் இடம் மாறக்கூடும். எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட அகவிசைக்கூறு எவ்வகைச் சுமையின் செலுத்தத்தில் பெரும மதிப்பு அடைகிறது என்பது ஆய்வின் ஓர் அடிப்படைத் தேவையாகும். கட்டகத்தின் பல்வேறு பகுதிகள் வழியே ஓர் அலகு விசை நகர்த்தப்படும் போது, ஒரு குறிப்பிட்ட அகவிசைக் கூறு பெறும் மதிப்புகளைக் காட்டும் விளைவுக்கோடுகள் (influence lines) இவ்வாய்வில் பயன்படுகின்றன. படம் 9 இல் ஒரு விட்டமும் அவ்விட்டத்தின் தாங்கியொன்றின் எதிர்வினைக்கான விளைவுக்கோடும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

படிம ஆய்வு (*model analysis*). கட்டகங்களின் ஆய்வுக்குப் பல்வேறு முறைகள் வகுக்கப்பட்டிருப்பினும் ஒரு சில எளிய கட்டகங்களுக்கே எளிதில் தீர்வு காண முடியும். பெரும்பாலான கட்டகங்களுக்குத் தோராயமான தீர்வுகளே காண இயலும். குறிப்பாக மீட்சி வரம்பைத் தாண்டும் கட்டகங்கள், மிகையான பெயர்ச்சிகள் தோன்றும் கட்டகங்கள் ஆகியவற்றில் தோராயத்திற்காக மேற்கொள்ளும் கருதுகோள்கள் (assumptions) ஆய்வு முடிவுகளில் பெரும் ஐயப்பாட்டைத் தரலாம். எனவே சிக்கலான, செலவு மிகுந்த கட்டகங்களின் ஆய்வைச் சோதனை மூலம் உறுதிப்படுத்திக் கொள்ளப் படிம ஆய்வு தேவைப்படுகிறது. நேர் படிம ஆய்வு (direct model analysis) மறைமுகப்படிம ஆய்வு (indirect model analysis) என இருவகை முறைகள் உண்டு.

நேர் படிம ஆய்வில் கட்டகங்கள், விசைகள் முதலியவற்றின் அளவு ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதங்களில்



படம் 9. தொங்குமுனை விட்டத்தின் விளைவுக்கோடு

அ. தொங்குமுனை விட்டம் ஆ. தாங்கிவினை R_B க்கானவிளைவுக்கோடு இ. தாங்கிவினை R_A க்கான விளைவுக்கோடு

குறுக்கப்பட்டு ஆய்வகங்களில் ஆய்வுகள் நடைபெறும். எல்லா அளவீடுகளையும் ஒரே அளவில் குறுக்க முடியாது. படிம ஆய்வின் நோக்கத்தையொட்டி பரிமாண ஆய்வு (dimensional analysis) மூலம் அளவீடுகள் மதிப்பிடப்படுவதுண்டு. இவை மேலும் கிடைக்கும் படிமப் பொருள், கருவிகள் இவற்றின் தன்மைக்கேற்பச் சிறிது மாற்றங்களுடன் மேற்கொள்ளப்படும்.

மறைமுகப்படிம ஆய்வுகள் பெரும்பாலும் மிகைத்தடை அமைப்புகளின் விளைவுக் கோடுகளை அறுதியிடப் பயன்படுகின்றன.

இவ்வாய்வுகளின் அடிப்படை முல்லர் பிரெஸ்லாங் கோட்பாடாகும். அது ஒரு கட்டகத்தின் பெயர்ச்சிக் கூறுகள் ஒன்றின் திசையில் அலகுப் பெயர்ச்சியை உண்டாக்குவதால் கட்டகத்தில் தோற்றுவிக்கப்படும் விலக்க வளைவு (deflection curve) அலகுப் பெயர்ச்சியின் திசையில் செயற்படும் விசைக் கூற்றின் விளைவுக் கோடாக ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வீதத்தில் விளங்கும் என்பதாம். இவ்வகை ஆய்வுக்கான படிமங்கள் பெர்ஸ்பெக்ஸ் போன்ற பொருள்களால் உருவாக்கப்படும். தேவையான வெட்டுமுகங்களில் அலகுப் பெயர்ச்சிகளைத் தோற்றுவிக்க உருமாற்ற அளவி (deformeter) எனும் கருவிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றுள் பல வகை உண்டு. ஃபெக் உருமாற்ற அளவியே பரவலானதாகும். மற்றும் உருமாற்ற அளவிகள் அலகுப் பெயர்ச்சிகளை ஊட்டும்போது, பிற வெட்டு முகங்களின் பெயர்ச்சிகளை அளக்க நகரும் நுண்ணோக்கிகளும் வேண்டிய எண்ணிக்கையில் பயன்படுத்தப்படும்.

கிளைத்துறைகள். கட்டக ஆய்வியலில் முக்கியமான கூறுகள் அகநிலைப்பேறு (internal stability) ஆய்வு, இயக்க நிலை ஆய்வு (dynamic analysis) ஆகும். இவை கட்டக ஆய்வியலின் அப்பாற்பட்டனவேயெனினும் வளர்ச்சி மிகுதியால், நிலைப்பேறியியல் (theory of stability), கட்டக இயக்கவியல் (structural dynamics) எனும் தனித்துறைகளாக வளர்ச்சியடைந்துள்ளன.

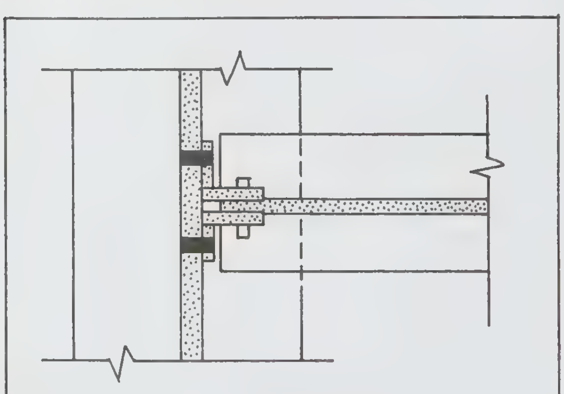
- அ. இளங்கோவன்

கட்டக இணைப்புகள்

ஒரு கட்டகத்தின் தனித்தனி உறுப்புகளை ஒருங்கிணைத்து முழுமையான அமைப்பாக்கும் முறையே கட்டக இணைப்பாகும் (structural connection). இவ்விணைப்புகள் தாங்கு விசைகளை (support reaction) ஏற்று, சுமைகளை ஓர் உறுப்பிலிருந்து மற்றோர் உறுப்பிற்குச் செலுத்துகின்றன. இணைப்பான்கள் மரையாணிகள், தரையாணிகள், பற்றவைப்பு போன்றவை மற்றோர் உறுப்பிற்குச் சுமைகளை மாற்றுகின்றன. இம்மாற்றம் தகடுகள், கோணங்கள், பிற கட்டக வடிவங்கள் போன்ற ஏற்ற அமைப்புகளால் நிகழ்கிறது. ஓர் உறுப்பின் முனை சுழலும்படி இருக்கவேண்டுமானால் ஊசி இணைப்புப் பயன்படுகிறது.

ஓர் இணைப்பின் பயன்பாடு, அதன் உருமாற்றப் பண்பு, வலிமை போன்றவற்றைப் பொறுத்தமைகிறது. சுமையேற்றப்பட்ட பின்பும் ஓர் இணைக்கப்பட்ட உறுப்புகளுக்கிடையேயுள்ள கோணங்களை நிலையாக இருக்கச் செய்கிறது. வளையும் தன்மையுள்ள இணைப்புகள், முனைகளில் சுழற்சியை ஏற்படுத்துகின்றன.

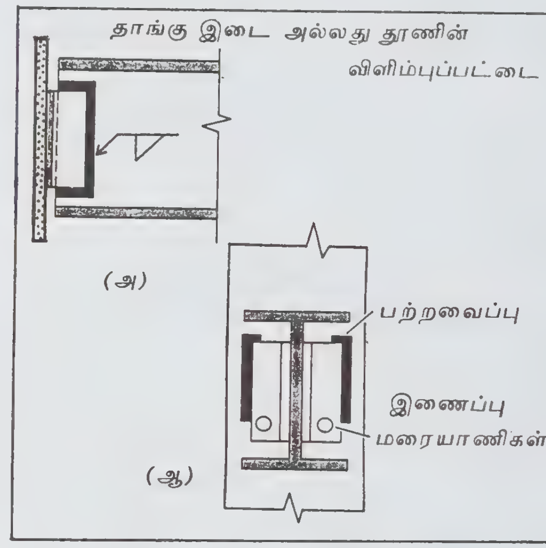
சட்டக இடையிணைப்புகள் (framed web connections). உருட்டப்பட்ட விட்டங்களில் (rolled beam) இடையிணைப்பு மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. இவ்விணைப்பில் இரு கோணங்கள் எதிரெதிராக ஓர் உறுப்புடன் இணைக்கப்படுகின்றன. இவ்வமைப்பு, தாங்கு விட்டம் (supporting beam), தூலம் (girder), தூண் (column) போன்றவற்றின் இடையுடன் (web) மேலும் இணைக்கப்படுகிறது,



படம் 1. சட்டக இடையிணைப்பு

தரையாணி அல்லது மரையாணி இடையிணைப்பு (riveted or bolted web) இவ்விணைப்பில் துணிப்பு விசையை வேறோர் உறுப்பிற்கு மாற்றுவதற்குக் கோணங்களும், தரையாணிகளும் வடிவமைக்கப்படுகின்றன. கோணங்கள் வளையும் தன்மை பெற்றிருந்தால் சுழற்சி ஏற்படுகிறது.

பற்றவைக்கப்பட்ட இடையிணைப்பு (welded web). தாங்கு விட்டத்துடன் இணைக்கப்பட்ட இடைச் சட்டக் கோணங்களில் பற்றவைப்பு இணைப்புச் செய்யப்படுகிறது. கோணங்களின் நீளமும், முனையும் நிரப்புத்தண்டால் (fillet weld) பற்ற வைக்கப்படுகின்றன. இப்பற்றவைப்பு வளைவுத் திருப்புமையையும், துணிப்புவிசையையும் (shear force) தடுக்கும். வளையும் தன்மையைத் தடுக்கச் சில இணைப்பு மரையாணிகள் (erection bolt) கோணங்களின் அடிப்பகுதியில் பொருத்தப்படுகின்றன.



படம் 2. பற்றவைக்கப்பட்ட இடையிணைப்பு

அ. விட்டத்தின் இடையுடன் பற்றவைக்கப்பட்ட கோணம் ஆ. தாங்கு இடை அல்லது தூணுடன் பற்றவைக்கப்பட்ட கோணம்.

தாங்கு சட்ட இணைப்பு. ஒருவிட்டத்தின் முனை தாங்கு சட்டத்துடன் (bracket) இணைக்கப்பட்டால் அது தாங்கு சட்ட இணைப்பு (seated connection) எனப்படும். இவ்விணைப்பு அவ்விட்டத்தில் முனை விசையை ஏற்படுத்துகிறது. பற்ற வைப்பு, மரையாணி முதலியவற்றால் தாங்கு சட்டம் விட்டத்துடன் இணைக்கப்படும்.

இவ்விணைப்பில் விறைப்புடைய தாங்கு சட்டம் (stiffened seat), விறைப்பற்ற தாங்கு சட்டம் (unstiffened seat) என இருவகையுண்டு. விறைப்புடைய தாங்கு சட்டம் குத்துத்தகடு, கோணம் முதலியவற்றால் தாங்கப்படுகிறது. விறைப்பற்ற தாங்கு சட்டம் துருத்துத் தகடு (projecting plate), கோணம் முதலியவற்றால் தாங்கப்படுகிறது.

திருப்புமையைத் தடுக்கும் இணைப்புகள் (moment resisting connection). தொடர் சட்டக அமைப்பில் பக்கவாட்டுச் சுமை, குத்துச் சுமை முதலியவற்றைத் தடுக்கும் விட்டங்களில் உறுதியும், திருப்புமைத் தடுப்பும் தேவையானவையாகும். காற்றழுத்தத்தால் கட்டடம் உருக்குலையும் வாய்ப்பு உள்ளது. இதனால் தூண்களும் விட்டங்களும் வளைகின்றன. இதைத் தடுக்க இவை தகுந்த இணைப்புகளுடன் இணைக்கப் பட வேண்டும். பலவிதகோண வடிவங்கள், T வடிவங்கள் முதலியவற்றுடன் இணைப்பதால் திருப்புமை தடுக்கப்படுகிறது.

விறைப்புத் தாங்கு சட்டம், நிரப்புத்தகடு பற்ற வைப்பு (plate fillet weld) முறைகளால் திருப்புமை தடுக்கும் இணைப்புகள் செய்யப்படுகின்றன. தூண் விளிம்புப்பட்டை (flange), வளையும் தன்மையைத் தடுப்பதற்கு விறைப்புத் தகடுகளால் பற்றவைக்கப் பட்டு வலிவூட்டப்படும்.

ஊசி இணைப்புகள். உறுப்புகளுக்கிடையே கோண மாற்றம் (angular change) தேவைப்பட்டாலும், திருப்புமைத் தடுப்பு,தேவையற்ற கீல் தாங்கியிலும் (hinge support) ஊசி இணைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பாலங்களில் உள்ள கோர்வு உத்திரத்திலும், பெரிய தூல இடைவெளிகளிலும் ஊசித்தாங்கிகள் உள்ளன. ஊசியின் அளவு அதன் வளைவுத்தடையைப் (bending resistance) பொறுத்து அமையும். போதுமான தாங்குமானத்தை அளிப்பதற்கு வலிவூட்டப்பட்ட ஊசித்தகடுகள் தேவைப்படுகின்றன.

உயர் வலிமை மரையாணிகள். இவை வெப்பப் பதனிட்ட எஃகிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. உயர் இழுவலிமையும், உயர் நெகிழ் வலிமையும் உடைய மரையாணிகள் தயாரிப்பதற்குத் தேவைப்படுகின்றன. பொருள்களை ஆய்வு செய்யும் அமெரிக்க நிறுவனம் A 325, A 490 ஆகிய இருதர (grade) எஃகை மரையாணிகளுக்காகப் பரிந்துரைத்துள்ளது. கட்டக உறுப்பு இணைப்புகளில் இவை பயன்படுகின்றன. இம்மரையாணிகள் திருக்கக் கைக்குறடால் (torque wrench) உறுப்புகளுடன் இறுக்கப்படுகின்றன. மரையாணி இணைப்பு உராய்வு மூலமாகச் சுமையைத் தகடுகளுக்குச் செலுத்துகிறது. இவ்வமைப்புள்ள இணைப்புகளின் வலிமை மரையாணிகளின் வகையைப் பொறுத்து மாறுபடும். உராய்வுவகை, தாங்கி வகை என இரு வகையுள்ளன.

ஒரே சுமை நிலையில், தரையாணிகளை விட உயர்வலிமை மரையாணிகளே மிகு அயர்வு வலிமை (fatigue strength) உடையன என ஆய்வுகள் மூலம் அறியப்படுகிறது. அதனால் இவை பாலக் கட்டுமானம், அதிர்வுசுமை உள்ள கட்டுமானம், கட்டடக் கட்டுமானம் இவற்றில் பயன்படுகின்றன.

- இரா. சரசவாணி

கட்டக எஃகு

பொறியியல் கட்டகங்களில் பயன்படும் எஃகு திறந்த உலைச் செயல்முறை (open hearth process), மின் உலைச் செயல்முறை (electric furnace process) ஆகிய முறைகளால் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. கரி - எஃகு தகடுகளும், 11 மி.மீ. அல்லது அதற்கும் குறைவான தடிமனுடைய தகடுகளும், நிலையான சுமைகளை மட்டும் ஏற்கும் தகடுகளும் அமில-பெசிமர் எஃகு முறையில் செய்யப்படுகின்றன. இயற்பியல் பண்புகளும், வேதியியல் உட்கூறுகளும் பொருள்களை ஆய்வு செய்யும் அமெரிக்க நிறுவனச் செந்தரப்படி முடிவு செய்யப்படுகின்றன.

ASTM - A36 குறிப்பீடு கொண்ட கரி எஃகு, கட்டகங்களில் பயன்படுகிறது. இதன் நெகிழ் நிலை 248 மெஃகா பாஸ்கலாகும்; இழுவலிமை 400-552 மெஃகா பாஸ்கலாகும். இவ்வகை எஃகு எளிதில் பற்ற வைக்கப்படும் தன்மையுடையது.

ASTM - A242 குறிப்பீடு கொண்ட உலோகக் கலவை எஃகு, அரிப்பைத் தடுக்கும் தன்மையுடையது. இதன் நெகிழ் நிலை 345 மெஃகா பாஸ்கலும் இழுவலிமை (434-483) மெஃகா பாஸ்கலும் ஆகும். இது எளிதில் பற்ற வைக்கப்படும் இயல்புடையது. மாங்கனீஸ், செம்பு போன்றவை இதில் காணப்படுகின்றன.

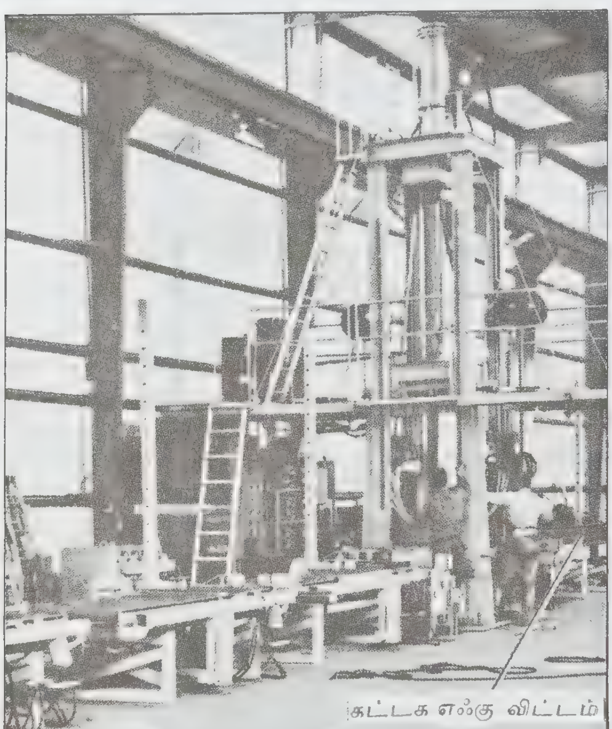
ASTM - A441 குறிப்பீடு கொண்ட எஃகில் மாங்கனீஸ், செம்பு, சிலிக்கான் ஆகியவற்றுடன் வெனேடியமும் இணைந்து காணப்படும். 19 மி.மீ. தடிமனுள்ள தகட்டின் நெகிழ் நிலை 345 மெஃகா பாஸ்கலும், 200 மி.மீ. தடிமனுள்ள தகட்டின் நெகிழ் நிலை 276 மெஃகா பாஸ்கலும் ஆகும். இது பற்ற வைக்கப்படும் தன்மையுடையது. தரையாணி, மரையாணி இவற்றைத் தயாரிப்பதற்கு இது பயன்படுகிறது. நெய்வணப்பூச்சுக் கொடுக்கப்படாவிட்டால் தட்பவெப்பத்தால் அடர் பழுப்பு நிறமாக மாறுகிறது. தட்பவெப்பத்தால் மாறும் மற்றொரு வகை எஃகு ASTM - A588 ஆகும்.

ASTM - A440 குறிப்பீடுள்ள எஃகு, அரிப்பைத் தடுக்கும் தன்மையுள்ள மாங்கனீஸ் மிகுந்த எஃகாகும். இது 10 செ.மீ. தடிமனுள்ள தகடுகள் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. குறிப்பாகத் தரையாணி, மரையாணி தயாரிப்பில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இதன் நெகிழ் நிலை 345 மெஃகா பாஸ்கலாகவும், இழு வலிமை 434 - 483 மெஃகா பாஸ்கலாகவும் உள்ளன.

வெனேடியம், நியோபியம் முதலியவற்றாலான ASTM - A572 குறிப்பீடு கொண்ட எஃகு குறைந்தளவு உலோகக்கலவையினால் ஆனது. இது 290-448 மெஃகா பாஸ்கல் நெகிழ்நிலையைக் கொண்டுள்ளது.

இது மரையாணி, தரையாணி தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. 379 மெகா பாஸ்கலுக்குக் குறைவாக நெகிழ் நிலை இருப்பின் இது பற்றவைக்க ஏற்றதன்று. ASTM-A514 குறிப்பீடுள்ள எஃகு வெப்ப பதனிடப்பட்ட எஃகாகும். இது மிகுதியான இழுவலிமையைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வெஃகில் குறைந்தளவில் கரி காணப்படுவதால் சிறப்பு முறையில் பற்ற வைக்கப்படுகிறது.

மென்மையான கரி-எஃகு தரையாணிகள், கரி எஃகு கட்டகங்களில் சிறப்பாகப் பயன்படுகின்றன. இவ்வெஃகு ASTM -A502 குறிப்பீடுள்ள முதல்தர எஃகாகும். ASTM - A502 குறிப்பீடுள்ள இரண்டாம் தர எஃகிலிருந்து உயர் வலிமை கரி-மாங்கனீஸ் தரையாணிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.



தானியங்கு விட்டப்-பற்றவைப்புப் பொறியால் கட்டக எ.்கு விட்டம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

பல கட்டக இணைப்புகள், உயர் வலிமை மரையாணிகளால் செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு ASTM - A325 குறிப்பீடுள்ள எஃகு பயன்படுகிறது. உயர் வலிமை எஃகாலான கட்டகங்களுக்கும், 10 செ.மீ. விட்டமுள்ள மரையாணிகளுக்கும் ASTM - A490 எஃகு பயன்படுகிறது.

- இரா. சரசவாணி

கட்டகங்கள்

தெளிவான ஏற்பாடுகளுடன் அமைந்த தொடர்புடைய பொருள்கள் அல்லது உறுப்புகள் ஒருங்கிணைந்து குறிப்பிட்ட இருப்புகளிலுள்ள சுமைகளைத் தாங்கக்கூடிய அமைப்புகளே கட்டகங்களாகும். பொதுப் பொறியியல் பொறிஞர்களால் வடிவமைக்கப்படும் முதன்மைக் கட்டகங்கள் அணைகள், பாலங்கள், கட்டடங்கள், துறைமுகங்கள், தடுப்புச் சுவர்கள், சேமிப்புத் தொட்டிகள், கலங்கள் (bins) செலுத்தக் கோபுரங்கள், வானொலி, தொலைக்காட்சிக் கோபுரங்கள், நெடுஞ்சாலைத்தளங்கள், வானூர்தி இறங்கும் சால்வரிகள் போன்றவையாகும். விண்வெளி மற்றும் கடலியலில் கண்டுபிடிப்புகள் விரிவடைந்து வருவதால், தற்போது பயன்படும் பொறியியல் கட்டகங்களின் வகை, பணி ஆகியவற்றிலிருந்து வேறுபடும் பிற கட்டகங்களின் தேவை பெருகியுள்ளது.

ஒரு கட்டகம் பயனுள்ளதாகவும் பாதுகாப்பாகவும் பொருளாதாரத்திற்கு ஏற்றதாகவும் அழகாகவும் இருக்கவேண்டும். பாதுகாப்பிற்குச் சிறப்பிடம் கொடுக்கப்படவேண்டும். பொருளாதாரத்திற்குச் சிறப்பிடம் கொடுத்தபின், கட்டுமானத் தோற்றத்திற்கும், அழகியலுக்கும் இரண்டாம் சிறப்பிடத்தை வடிவமைப்புக் கொடுக்கிறது. இத்தேவையை நிறைவு செய்வதற்கு, வடிவமைப்பு நான்கு கட்டங்களில் செயற்படுத்தப்படுகிறது.

பணித்தேவைகள் (functional requirements). வடிவமைப்பின் முதல் பகுதி, பொதுவான அமைவின் (general layout) வளர்ச்சியாகும். இவ்வளர்ச்சி பணித்தேவையை மட்டும் நிறைவு செய்யாது, தேர்வு செய்யப்பட்ட இடத்தில் அக்கட்டுமானம் அழகாகப் பொருந்துவதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். பொதுவாக, தேவைக்கேற்ப நிறைவளிக்கும் ஒரு தீர்வைத் தேர்ந்து எடுப்பதற்குப் பல தீர்வுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

கட்டுமானத் திட்டம். வடிவமைப்பு முறையில் இரண்டாம் நடவடிக்கை கட்டுமானத்திட்டத்தின் வளர்ச்சியாகும். அதாவது, செலுத்தப்படும் பளுவைத் தாங்கக்கூடியதாக உள்ளஉறுப்புகளின் அமைப்பாகும். கட்டுமானப் பொருள்கள், கண் இடைவெளி (span) நீளங்கள் ஆகியவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதால் பணித்திட்டம் பெருமளவில் பயன் பெறுகிறது. அதனால் பணிக்காலத்திலேயே, கட்டுமானத் திட்டம் வளர்ச்சி அடைகிறது. பல கட்டக அமைவின் தோராயச் செலவு மதிப்பீடு பொருளாதாரத் திட்டத்தைத் தெளிவுப்படுத்துகிறது. கட்டக இயல்புகள், தன்மைகள், கிடைக்குமிடங்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் பொருள்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் பொருள்களைப் பயன்படுத்திப் பணிபுரியும்

திறமைவாய்ந்த பணியாளர்களைப் பொறுத்துப் பொருள்கள் தேர்வு செய்யப்படுகின்றன. பொருள்களின் விலை, பணியாளர்களின் கூலி ஆகியவையும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. கட்டகத்தின் வகையும், அதன் சுற்றுச்சூழலும் பொருள்களைத் தேர்வு செய்வதற்கு உதவும். எஃகு, அலுமினியம், மரம், கற்காரை, செங்கல், வலிவூட்டப்பட்ட வலிவூட்டப்படாத ஞெகிழிகள் ஆகியவை தமக்கேயுரிய இயல்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஒவ்வொரு பொருளும் குறிப்பிட்ட கட்டுமானத்திற்கு ஏற்றதாகும்.

தகைவுப் பகுப்பாய்வு. வடிவமைப்பின் மூன்றாம் பகுதியில், செலுத்தப்படும் சுமைகளால் ஏற்படும் வளைவுத்திருப்புமை, துணிப்பு, அச்சு விசைகள் (axial forces) போன்றவற்றிற்குக் கட்டகத்திட்டப் பகுப்பாய்வு செய்யப்படுகிறது. இப்பகுப்பாய்வு கோட்பாட்டியல் பின்னணியில் நிலையியல் விதிகள் (laws of statics), விலக்கக் கோட்பாடு, மிகைத்தடை நிலையியல் அமைப்பின் தத்துவம், தெளிவான தீர்வுகள் ஆகியவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது.

அகவிசைகள். வடிவமைப்பின் இறுதிப்பகுதியில், கட்டகத்தின் தனி உறுப்புகளும், அவற்றின் இணைப்புகளும், கட்டக ஆய்வால் அறியப்பட்ட அகவிசைகளைப் பாதுகாப்புடன் தாங்குமாறு வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இணைந்த சுமைகளால் ஏற்படும் மீளாத்தன்மை அடுத்தடுத்த சுமைகளுக்கு வடிவமைத்தல் (load repetition), மீளா மையவிலக்கத் தூண்களுக்குக் குலைவுச் சுமைகளை முன்கணிப்பது ஆகியவற்றில் வடிவமைப்பவர் திறமைமிக்கவராக இருத்தல் வேண்டும். பொருள்களின் வலிமையை நன்கு அறிவதே இவ்வகைச் சிக்கலுக்குத் தீர்வாகும்.

கட்டக வடிவமைப்பில் மேற்கூறிய நான்கும் கருத்தியலான இலக்கை உணர்த்துகின்றன. இவ்விலக்கைப் பொறிஞர்கள் அடைய முற்பட்டாலும், சில சமயங்களில் மட்டும் அது நிறைவுறும். ஒப்புமைக் கணிப்பொறி (analog computer), இலக்கமுறைக் கணிப்பொறி (digital computer) முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தும் புதிய முறையால், முற்காலத்தில் இருந்த அமைவு (lay out), மாற்று வடிவமைப்பு (alternate design) ஆகியவை சிறந்த முறையில் செய்யப்படும்.

முன்பு தவிர்க்கப்பட்ட சிக்கலான கட்டகங்களின் பகுப்பாய்வைக் கணிப்புத் திட்டம் செயற்படுத்துகிறது. விரிவான வடிவமைப்புகள், விலை மதிப்பீடுகள், கட்டக வரைபடங்கள் போன்றவை மின்னணுக் கணிப்பால் விரைவாகக் கையாளப்படுகின்றன. இத்தகைய பயன்கள், தொழில்சார்ந்த வடிவமைப்புப் பணியின் நிலையை உயர்த்தவும், அழகியல் வேலை, கட்டக அமைவு ஆகியவற்றின் உருவாக்கத் திட்டத்தில் (creative planning) நீண்ட நேரம் செலவிடவும் உதவுகின்றன.

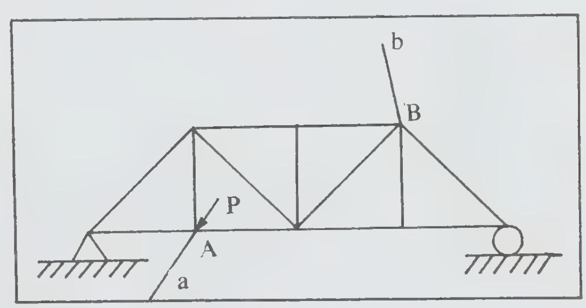
- இரா. சரசவாணி

கட்டகத்தொய்வுகள்

ஒரு கட்டகம் அதாவது விட்டம், கோர்வு உத்திரம் (truss) முன்பிருந்த நிலையிலிருந்து நகர்ந்தோ, உருமாற்றமடைந்தோ காணப்படுவது கட்டகத் தொய்வு (strutural deflection) எனப்படும். சுமையால் ஏற்படும் தகைவு, திரிபு, தொய்வு முதலியவற்றைக் கண்டறிவது வடிவமைப்பில் இன்றியமையாததாகும்.

தொய்வுகள் பல முறைகளில் கண்டறியப்படலாம். தகைவு, திரிபுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும் என்னும் பொது அடிப்படையில் இது கண்டறியப்படுகிறது. அதனால் பொருளின் விறைப்பைக் குறிக்கும் மீட்சிக் குணகம் (youngs modulus) சமன்பாடுகளில் காணப்படும்.

ஒரு கட்டகத்தின் பல பகுதிகளிலுள்ள தொய்வுத் தொடர்பு மாக்ஸ்வெல்லின் தலைகீழ்த் தொய்வு விதியில் காணப்படுகிறது. A என்னும் புள்ளியில், P என்னும் சுமை, a என்னும் திசையில் செலுத்தப்படும்போது, B என்னும் புள்ளியில் b என்னும் திசையில் சிறிது இடப்பெயர்ச்சி ஏற்படக்கூடும். அதே B என்னும் புள்ளியில் அதே சுமை b திசையில் செலுத்தப்படும்போது, ஒத்த இடப்பெயர்ச்சி A புள்ளியில் a திசையில் ஏற்படும். இதுவே மாக்ஸ்வெல்லின் தலைகீழ்த் தொய்வு விதியாகும்.



படம். மாக்ஸ்வெல்லின் தலைகீழ்த்தொய்வு விதியின்எடுத்துக்காட்டு

இவ்விதி, தொய்வுக் கணக்கீடுகளிலும் (deflection calculation), கணக்கிடுவதில் நுட்பத்தை ஆய்வு செய்வதிலும் பயன்படுகிறது.

கோர்வு உத்திரங்கள், விட்டங்கள் முதலியவற்றில் தொய்வுகள் இம்முறையிலேயே கணிக்கப்படுகின்றன. வளைவுத் திருப்புமை, நிலைமத் திருப்புமை முதலியவை விட்டங்களின் தொய்வுச் சமன்பாடுகளில் காணப்படுகின்றன. கோர்வு உத்திரங்களின் தொய்வுச் சமன்பாடுகள், நாண் (chord), இணைத்தண்டு போன்ற உறுப்புகளின் தகைவு,

குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு ஆகியவற்றை அடிப்படை யாகக் கொண்டமையும் விட்டங்களில்,

$$\delta = \int \frac{Mmdx}{EI}$$

என்னும் சமன் பாட்டில் தொய்வு, M-சுமையினால் ஏற்படும் வளைவுத்திருப்புமை, m-தொய்வு கண் டறியப்படும் புள்ளியில் ஓர் அலகு சுமையால் ஏற்படும் திருப்புமை; I-விட்டத்தின் நிலைமத்திருப்புமை; E-மீட்சிக் குணகம். கோர்வு உத்திரத்தில்,

$$\delta = \Sigma \frac{SUL}{AE}$$

என்ற சமன்பாட்டில் S-சுமையால் ஏற்படும் தகைவு, U-தொய்வு கண்டறியப்படும் புள்ளியில் ஓர் அலகு சுமையால் ஏற்படும் தகைவு, L-உறுப்பின் நீளம், A-உறுப்பின் பரப்பு, E-மீட்சிக் குணகம். இச்சமன் பாடுகளிலிருந்து விட்டத்திற்கும், கோர்வு உத்திரங் களுக்கும் உள்ள தொய்வைக் கண்டறியலாம்.

- இரா. சரசவாணி

கட்டக நில இயல்

நில இயல் என்பது நிலம் அல்லது புவியின் தன்மையை விளக்கும் ஓர் அறிவியலாகும். இதன் ஒரு பிரிவு கட்டக நிலஇயல் (structural geology) அல்லது நில அமைப்பியல் ஆகும். புவி பாறைகளாலும் கனிமங் களாலும் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. புவியில் உட்புறத்திலும் மேற்பகுதியிலும் அமைந்திருக்கும் பாறைகளின் வடி வங்கள் அமைப்புகளைப் பற்றிய கருத்துகளை விரி வாகக் கூறுவதே கட்டக நிலஇயலாகும். இவ்வியலை நில ஆக்கம் என்றும் நில ஆக்க இயல் என்றும் குறிப் பிடலாம்.

புவியில் உள்ள பாறைகள், அமுக்கு விசை, இழு விசை, திருகு விசைகளுக்கு உட்படும்போது அவற்றின் அமைப்புகளில் பற்பல மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இம்மாற்றங்களால் உருவான நில அமைப்புகளைப் பற்றியும் அவற்றின் தன்மை, பயன் பற்றியும் விரிவாக எடுத்துரைப்பது கட்டக நில இயலாகும்,

பாறைகளில் காணப்படும் அமைப்புகள் முதன்மை அமைப்புகள், துணை அமைப்புகள் என இருவகைப் படும். பிளவுகள், மடிப்புகள், படிவுகள் முதன்மை அமைப்புகளாம். இணைப்புகள், நழுவு தொகுதிகள், பாறைத் திசை அமைவு, சாய்கோணம் போன்றவை துணை அமைப்புகளாம். பாறைக்குழம்பு வெளிவரும் போது ஏற்படும் பாறை அமைப்புகளையும், படிவுப் பாறைகளில் ஏற்படும் படுகைகளையும், குறுக்குப் படுகைகள், சுவடுகள் போன்றவற்றையும் இவ்வியல் எடுத்துரைக்கும். மேலும் கோளின் மேற்பகுதியில் பிற கோள்களாலோ பிற பொருள்களாலோ உருவாகும் அமைப்புகளையும் இவ்வியல் எடுத்துக்காட்டும்.

கட்டக நில இயலின் குறிக்கோள். அமைப்பின் வகை, உருவான காலம், அமைப்பு உருவான சூழ் நிலை என்பன குறிக்கோளாகும். இம்மூன்று நோக்கங் களையும் முன் நிறுத்தியே இவ்வியல் தோன்றி யுள்ளது. அமைப்பின் வகை கண்டறிய உள்ளூர் நில இயல் அறிவு வேண்டும். மேலும் அமைப்பின் வடிவம், நீள அகலம், ஆழம் போன்ற செய்திகளைத் தொகுத் துக்கொண்டு எவ்வகைப் பாறைகளில் இந்த அமைப் புக் காணப்படுகிறது என்பதையும் கொண்டு அதன் அமைப்பைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இவ்வாறு கண்டு பிடிப்பதற்கு நிலஇயல் களப்பணி மிகவும் இன்றியமை யாதது. நில வரைபடங்கள், வான்புகைப் படங்கள், தொலை உணர்வுப் படிகள் ஆகியவற்றின் துணை கொண்டு பாறைகள் புவிக்கு வெளியே எங்கெங்கு காணப்படுகின்றனவோ அங்கெல்லாம் பாறைகளின் போக்கு, சாய்கோணம் ஆகியவற்றைக் கண்டறிந்து அங்கு காணப்படும் அமைப்பைக் காணலாம். அமைப்பு களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு, நில இயலாளருக்கு கூர்நோக்குத் தேவைப்படும்.

ஓர் அமைப்பை நோக்கும்போது அதன் இன்றி யமையாத் தடயங்களைத் தெரிந்து கொள்ளாவிடில் பிறகு அத்தடயத்தை எப்போதுமே காணமுடியாது. ஏனெனில் ஓர் இடத்தை நில இயலாளர் ஓரிரண்டு முறைகளுக்கு மேல் பார்ப்பதில்லை. மேலும் ஓரிடத்தைப் பார்க்கும்போதே அந்த நுட்பத்தை அறியும் திறனும் வேண்டும். காணும் செய்திகளைத் தொகுத்துக் கொண்டு, அனைத்துச் செய்திகளையும் முழுமையாக அறிந்த பிறகே ஆய்ந்து அறிய வேண்டும்.

ஓர் அமைப்பு எந்தக் காலத்தில் உருவானது என்று கண்டுபிடிக்க வேண்டும். புவி தோன்றிய காலம் முதல் இன்றுவரை உள்ள காலம் ஏறத்தாழ 450 கோடி ஆண்டாகும். இக்காலம் பற்பல தொகுதி களாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றில் ஒரு குறிப் பிட்ட அமைப்பு எந்தக் காலத்தில் உருவானது என்று கண்டறிய வேண்டும். தமிழ்நாட்டின் பெரியார் மாவட்டத்தில் உள்ள சங்ககிரி கிரானைட் டூம், ஆர்க்கேயன் காலத்தில் தோன்றியது. இமயமலைத் தொடர், டெர்சரி காலத்தில் தோன்றியது என்பவை போலக் காலத்தைக் கண்டறிதல் வேண்டும். சிற்சில இடங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அமைப்புகளைக் காணலாம். சான்றாக ஓரிடத்தில் மேல் மடிப்பும், பிளவும் டைக்கும் இருந்தால், இவற்றுள் காலத்தால் எது முந்தியது எது பிந்தியது எனக் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். ஓர் அமைப்பின் காலத்தையும் வயதையும்

தோன்று முறைமையையும் கண்டுபிடிப்பதற்குத் தொல்லுயிரியல், படிகஇயல் ஆகியவற்றின் பட்டறிவு மிகவும் தேவை. இவற்றின் துணை கொண்டு அமைப்புத் தோன்றிய காலத்தை அறியலாம்.

அடுத்து இந்த அமைப்புத்தோன்றிய விதம், தோன்றியதன் காரணம், அப்போதிருந்த வெப்ப அழுத்த நிலை, இயற்கைச் சூழல் போன்றவற்றைக் காணவேண்டும். இதற்குப் பெரிதும் உதவுவது செயல்முறை நிலஇயல் ஆகும். ஓர் அமைப்பின் சிற்றுரு ஒன்றைச் செய்து அதை ஆராய்வதன் மூலமும் அமைப்பைப் பல்வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் உருவாக்கிப் பார்ப்பதன் மூலமும் இந்த அமைப்பு உருவான சூழலைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

கட்டக நில இயலைக் கற்கும் முறை பிறபிரிவு களைக் கற்கும் முறைகளினின்றும் சிறிதுவேறுபட்டது. ஏனெனில் இந்த இயலைக் கற்பதற்குப் பிற இயல்களின் அடிப்படை அறிவு மிகவும் தேவை. முக்கியமாகக் கனிம இயல், பாறை இயல், தொல்லுயிரியல், படிகஇயல், படிவுஇயல், எரிமலைஇயல். நில உருவாக்குஇயல், நிலநடுக்கஇயல், நில இயற்பியல், நிலவேதியியல், கடலியல், நிலவு நிலஇயல் போன்ற பல்வேறு இயல்களின் துணைகொண்டு கற்றால்தான் பொருள் விளங்கும்.

கட்டக நில இயல் ஒரு பயன்படு நில இயலாகும். கனிமங்கள் கிடைக்கும் இடங்களைக் கண்டறியவும், பெட்ரோலிய எண்ணெய்க் கிணறுகள் தோண்டவும், நிலத்தடி நீரைப் பெறவும் இவ்வியல் பெரிதும் துணை புரிகின்றது.

- இராம. ராமநாதன்

கட்டகப் பசை

மிகு சுமை தாங்கக்கூடிய பசைக் கலவை கட்டகப் பசை (structural adhesive) எனப்படுகிறது. கட்டகப்பசை கொண்டு ஒட்டப்பட்ட பகுதிகளை அழுத்தத்திற்கு உள்ளாக்கும்போது அந்தப் பகுதிகளின் இளகுநிலைக்குப் பின்னரும் பசை செயலிழக்காமல் இருக்க வேண்டும். மேலும் வடிவமைக்கப்பட்ட பொருள் தனக்குரிய சூழலில் எதிர்நோக்கக்கூடிய வெப்பம், அழுத்தம் போன்றவற்றையும் கட்டகப்பசை தாங்கவல்லதாகவும் இருக்க வேண்டும்.

திருகு ஊர்தியின் (helicopter) அலகுகள் (blades) யாவும் கட்டகப்பசையால் உருவாக்கப்பட்டவை. தாரை உந்து விமானங்களின் கட்டுப்பாட்டுப் பகுதி கட்டகப் பசையால் ஒட்டப்பட்டதேயாகும். ஒலியை விட வேகமாகச் செல்லும் விமானத்தில் காற்றூர்தித் தன்மை கொண்ட பரப்பில் 80% கட்டகப்பசை கொண்டு உருவாக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு விமானத்திலும் ஏறக்குறைய 500 கி. கட்டகப்பசை பயன்படுகிறது.

நன்மைகள். வேறு முறைகளில் ஒட்டமுடியாத பொருள்களைக் கட்டகப்பசையின் உதவிகொண்டு இணைக்கலாம். கட்டகப்பசையால் ஒட்டப்பட்ட பரப்பு முழுதும் ஒரே மாதிரியான தன்மைகள் பராமரிக்கப்படுகின்றன. தொடர்ச்சியாகச் சுமையேற்கும் திறன் மேல் பரப்பிற்குக் கிடைக்கிறது. இதற்குத் தேவைப்படும் வெப்பம் மிகக் குறைவாகும் (150° - 350°F வரை). வெப்பவிரிவு, வெப்பச்சுருக்கம் இவற்றால் உண்டாகக்கூடிய வளைவு, உருக்குலைவு போன்றவை ஏற்படா.

குறைகள். கட்டகப் பசையை ஒன்றிணைப்புக்குப் பயன்படுத்தும்போது துணைக்கருவித் தொகுதிகள் முற்றிலும் மாறுபடுகின்றன. இவற்றிற்கான கவ்வி பொருத்தி ஆகியவை பதப்படுத்தப்படும்போது ஒட்டப்படும் இரு பரப்புகளும் நன்றாக ஒன்றன் மேலொன்று படியுமாறு அமைக்கப்படவேண்டும். மேலும் தற்காலத்தில் கட்டகப் பசையைச் சரியாகப் பயன்படுத்த திறன்மிக்க வல்லுநர்கள் மிகுதியாக இல்லை.

பயன். சிக்கலான அமைப்புகளைத் திட்டமிடக் கட்டகப்பசை உதவுகிறது. அனைத்துத் திட்டமிடலுக்கும் கட்டகம் நிறைவாகச் செயலாற்ற வேண்டும் என்பதே அடிப்படைக் கொள்கையாகும். எனவே எந்த நிலையில், எந்தெந்த வகைகளில் அழிவு வரக்கூடும் என்னும் தத்துவ அடிப்படையிலேயே திட்டமிடல் வேண்டும். ஒரு கட்டகம் மூன்று வழிகளில் அழியலாம். அவை தெறித்தல், இளகுதல், பெரு அளவான மீள் தன்மையுள்ள உருச்சிதைவு ஆகியவையாகும். இவற்றோடு செயல்பாட்டில் எதிர்ப்படக்கூடிய சுமை, சூழ்நிலை மாற்றங்கள் ஆகியவையும் அடங்கும். கட்டகம் அழியும் முறை அறுதியிடப்பட்டவுடன் இதைத் தாங்க வல்ல ஒட்டப்படும் பகுதியின் பரிமாணங்கள், வடிவம், பசையின் தன்மை ஆகியவையும் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன.

வடிவமைப்புத் தத்துவங்கள். எந்திரமுறை இணைப்புக்கும் கட்டகப்பசை இணைப்புக்கும் அடிப்படையில் வேறுபாடு உள்ளது. எந்திரவியல் முறையிலான மறை ஆணி, தரை ஆணி இவை மிக வலிமையான உலோகத்தைப் பயன்படுத்தினாலும் ஆணிகளுக்கு அடியில் வரும் சிறு பகுதியைத்தான் இணைப்பிற்குப் பயன்படுத்துகின்றன. ஆனால் கட்டகப்பசை மிகக் குறை வலிமையுள்ள உலோகத்தைப் பயன்படுத்தினாலும் தகட்டின் நீளம் முழுதையும் இணைப்புக்குப் பயன்படுத்துகிறது.

கட்டகப் பசை வடிவமைப்பில் விசை, பசையின் சமதளத்திலேயே செயல்பட்டால் உராய்வுப்பிரிவு

உருவாகிறது. பசையின் சமதளத்திற்குச் செங்குத்தாக விசை செயல்பட்டால் இழுவிசை அல்லது குறுக்குவிசை உருவாகலாம். ஏதேனும் ஒரு நுனியில் மட்டும் விசை செயல்பட்டால் பிளவு உருவாகலாம். பொதுவாக அனைத்துக் கட்டகப் பசைகளும் உராய்வுப்பிரிவை எதிர்க்கவல்லவையாகவும் பிளவு படுவதைத் தவிர்க்க முடியாதவையாகவும் உள்ளன. இதன் பயனாக உராய்வுப்பிரிவை உண்டாக்கும் மேல்படிவு முறை ஒட்டுதலே கட்டகப் பசையால் நிகழ்த்தப்படுகிறது. இவ்வாறு இணைக்கப்பட்ட பகுதிகளின் வலிமை, மேல்படிவின் அகலத்தைப் பொறுத்தே அமையும். இரண்டங்குல மேல்படிவுள்ள இணைப்பு ஓரங்குல மேல்படிவு இணைப்பைவிட இரு மடங்கு வலிமையுடையது. மேல்படிவின் நீளத்திற்கும் வலிமைக்கும் தொடர்பில்லை. ஒட்டி இணைக்கப்படும் பொருள்களின் விறைப்புத்தன்மைக்கேற்ப வலிமை நேர்விகிதத்தில் வேறுபடுகிறது.

கட்டகப் பசை - வகைகள். இறுதிப் பயன்பாட்டின் அடிப்படையில் பசையை உலோக இணைப்புப்பசை என்றும், இடைநிரப்புப் பசை என்றும் பிரிக்கலாம். தோற்ற அடிப்படையில், நீர்மநிலைப்பசை, திண்மநிலைப்பசை, தூள் பசை எனப் பிரிக்கலாம். கட்டகப் பசையின் இணைப்பு உருவாகும் வெப்பநிலை அடிப்படையில் குளிர் இறுகு பசை, வெப்ப இறுகு பசை, அறை வெப்பநிலை இறுகு பசை எனப் பிரிக்கலாம்.

பயன்படுத்தும் முறைகள். கட்டகப் பசை பயன்பாட்டில் ஒட்டப்படவேண்டிய பரப்புகளைத் தூய்மை செய்தல், பசை தடவும் முறைகள், இணைப்பு உருவாக்கும் முறைகள் என மூன்று பிரிவுகள் உண்டு.

சரியான இணைப்புக் கிடைக்க வேண்டுமானால் ஒட்டப்பட வேண்டிய பரப்பிலிருந்து அனைத்துத் தூசும் நீக்கப்பட வேண்டும். வண்ணம், துரு, ஆக்ஸைடு போன்றவை நீக்கப்பட வேண்டிய தூய்மையற்ற பொருள்களாகும்.

பசை திண்மநிலை, நீர்ம நிலை, துகள் என எந்த நிலையில் உள்ளதோ அதற்கேற்றவாறு பசை தடவும் முறைகள் கணிக்கப்படுகின்றன. நீர்ம நிலையிலிருந்தால் மட்டை கொண்டு தடவுதல் அல்லது விசைத்தெளித்தல் முறைபயன்படும். கட்டகப் பசை, கூழாக இருந்தால் கத்திமுனையால் தடவலாம்.

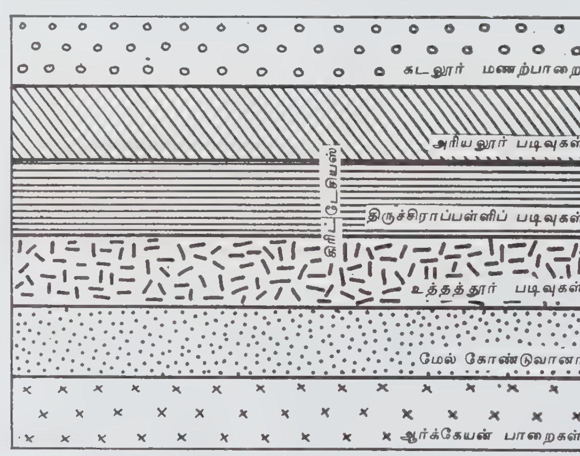
அறைவெப்பநிலை இறுகு பசை நீங்கலாகப் பிறவற்றிற்கு வெப்பமும் அழுத்தமும் இறுகுதற்குத் தேவைப்படும். வெப்பம், அழுத்தம் இவற்றின் அளவுகள் பசையின் தன்மைகளுக்கேற்ப மாறுபடும். பசைத் தயாரிப்பாளரே வெப்பநிலையைப் பரிந்துரைப்பதும் உண்டு. பொதுவாக 330° - 350°F வரை வெப்பம் தேவைப்படும். எவ்வளவு கால அளவுக்குள் இந்த வெப்பநிலையை எட்டலாம், எவ்வளவு கால அளவில் மீண்டும் வெப்பத்தைக் குறைக்கலாம் என்பதற்கேற்ப வலிமையில் மாற்றம் உண்டாகும். இவற்றில் மிகவும் இன்றியமையாதது போதுமான அழுத்தம் பரப்பு முழுதும் செலுத்தப்பட வேண்டியதேயாகும்.

- வயி. அண்ணாமலை

கட்டகப் பாறை இயல்

நில இயலின் பெரும் பிரிவுகளில் பாறை இயலும் ஒன்றாகும். பாறைகள் அனற்பாறை, படிவுப் பாறை, உருமாறிய பாறை என மூவகைப்படும். இப்பாறைகளில் காணப்படும் பெரிய நுண்ணிய அமைப்புகளை விளக்கிக்கூறும் பாறை இயலின் ஒரு பிரிவே கட்டகப் பாறையியல் (structural petrology) ஆகும். கட்டகப் பாறை இயலுக்கும் கட்டக நில இயலுக்கும் அடிப்படை வேறுபாடுகள் உள்ளன. கட்டக நில இயல் புவியின் ஆக்கம் பற்றியும் அதில் உள்ளும் புறமும் காணப்படும் பெரும் அமைப்புகள் பற்றியும் எடுத்துரைக்கும். ஆனால் கட்டகப் பாறையியல் பாறைகள் உருவாகும்போது தோன்றிய பாறை அமைப்புகளை மட்டுமே கூறும்.

அனற்பாறை அமைப்புகள். அனற்பாறை அமைப்புகள் இருவகைப்படும். குழம்புத் திட்டுகள், குழம்புக் கயிறுகள், தலையணைக் குழம்பு, ஒட்டுக்குழம்புப் பட்டைகள், பட்டக அமைப்புகள், அறுபட்டைத் தூண்கள், பாறை இணைப்புகள், வெடிப்புகள் ஆகியவை பெரிய பாறைக்குழம்பிலிருந்து உருவாகும் அமைப்புகளாகும். வாதாம்பருப்பு அமைப்பு, கோள அமைப்பு, ஆர அமைப்பு போன்றவை நுண்ணிய அனற்பாறை அமைப்புகளாகும். இவை தவிர வினை



படம் 1. திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டக் கிரிட்டேசியஸ் படிவுப்பாறைகள்

செயல் அமைப்புகளும், வேற்றுப்பாறை ஊடுருவல் அமைப்புகளும் உண்டு.

படிவுப்பாறை அமைப்புகள். படிவுப் பாறை அமைப்புகளில் படுகையே மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க தாகும். பள்ளமான பகுதிகளில் ஆற்றுப் பகுதியிலோ, கடலிலோ படிவுப்பாறைகள் உருவாகின்றன. ஒரே இடத்தில் பலவகையான வேறுபட்ட பாறைகள் படிந் திருந்தால் படுகை அமைப்பு உருவாகும். இப்படுகைகள் நில இயல் வரலாறு, படுகை இயல் ஆகிய துறைகளில் பெரிதும் பயன்படும். தமிழ்நாட்டில் திருச்சிராப்பள்ளி மாவட்டம் அரியலூர்ப் பகுதியில் கிரிட்டேசியஸ் (14 கோடிஆண்டு) காலத்துப் படிவுப் பாறைகள் கிடைக்கின்றன. இப்பாறைகளின் படுகைஅமைப்பைப் படத்தில் காணலாம்.

படிவுப் பாறைகளில் குறுக்குப் படுகை, மழைச் சுவடு, நீரலை அமைப்பு, காற்றலை அமைப்பு, களிமண் வெடிப்பு, விலங்கினக் கால் சுவடுகள் ஆகிய அமைப்பு கள் காணப்படும்.

உருமாறிய பாறைகளின் அமைப்புகள். இப்பாறை களில் நைசோஸ், சிஸ்டோஸ், கிரானாலோஸ், மாகு லோஸ், கேட்டகிலாஸ்டிக் அமைப்புகள் காணப்படும்.

இந்த அமைப்புகளில் ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு

படம் 2. உருமாறிய பாறைகளின் அமைப்புகள்

(அ) சிஸ்டோஸ் அமைப்பு (ஆ) கிராணுலோஸ் அமைப்பு (இ) நைசோஸ் அமைப்பு

வகை உருமாறிய பாறைகளின் அமைப்பாகவே அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

- இராம. ராமநாதன்

கட்டகப்பொருள்கள்

இவை புற விசைகளைத் தாங்கும் திறன் கொண்ட மையால் கட்டுமான வடிவமைப்புக்குப் பயன்படு கின்றன. கட்டடங்களில் பயன்படும் அழகுப் பொருள், காப்புப் பொருள் ஆகியவை இவற்றில் அடங்கா.

களிமண் பொருள்கள். இதில் பயன்படும் முதன் மைப் பொருள்கள் செங்கல், ஓடு, உருவாரங்கள் (terracota) ஆகும்.

செயற்கையான கட்டகப் பொருள்களில் செங் கல்லே மிகப் பழமை வாய்ந்தது. அதை முகப்புச் செங்கல், பொதுச் செங்கல், பளபளப்பான செங்கல் எனப் பிரிக்கலாம். முகப்புச் செங்கல் சுவரின் வெளிப் புறம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை பலவகை வண் ணங்களிலும், இழையாப்புகளிலும் (mechanical projection), இயக்கப் பண்புகளிலும் கிடைக்கின்றன. செங்கல் வேண்டிய அளவில் சுவர்த்தடிமனையும், கூடுதல் கட்டுமான ஆற்றலையும் தருகிறது. பளபளப் பான செங்கல்லை வீட்டின் உள்பகுதியில் அழகிற் காகவும், தூய்மை செய்வதற்கும், நலவாழ்வு இடத் தில் பயன்படுத்துவர். காண்க, செங்கல்.

கட்டுமானக் களிமண் ஓடுகள் சுட்ட களிமண் ணால் ஆனவை. அவை உள்ளீடற்ற வெற்றிடங்கள் கொண்டவை. மிகு ஆற்றல், குறைந்த எடை, காப் புத்தன்மை, தீ எதிர்ப்புப் போன்ற இயல்புகளைப் பெற்றிருப்பதால் இவை மிகுதியாகப் பயன்படுகின் றன. இவற்றின் அளவு அந்தந்த இயல்பிற்குத் தகுந்த வாறு கிடைக்கும்.

சுமை தாங்கும் ஓடு (load bearing tile), சுவர் களில் பயன்படுத்தப்படும். அது தன்னுடைய எடை யையும், தன் மீது ஏற்றப்படும் எடையையும் சேர்த் துத் தாங்குகின்றது. சான்றாக, தளம், கூரைத் தடுப்புச் சுவர், தீ எதிர்க்கும் எஃகு விட்டம், தூண் போன்றவற்றிற்குத் தயாரிக்கப்படும் ஓடு சுமை தாங்கா ஓடு எனப்படும். தளங்கள் கட்டுமானத்திற்கு ஓடுகள் தனி முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. கட்ட டக்கலையில் உருவாரங்கள் என்பவை எரிக்கப்பட்ட களிமண்ணால் ஆனவை. அவை கட்டடக் கலையிய லில் அழகுபடுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன. அவை எந்திரம் அல்லது பாரிஸ் சாந்து அச்சால் வடி வமைக்கப்படுகின்றன. இதற்குக் கடினமண் முறை பயன்படுகின்றது.

கட்டகக் கற்கள். சுண்ணாம்புக்கல், மணல் கல், கருங்கல், பளிங்குக்கல் எனப் பலவகைப்பட்ட கட்டகக் கற்கள் பயன்படுகின்றன. எஃகும், கற்காரையும் தோன்றுவதற்கு முன் கற்களே மிக முக்கியமான கட்டகப் பொருளாக இருந்தன. ஆனால் அவற்றின் அழகு, நீடிப்பு, தேவை போன்ற காரணங்களால் இப்போது அவை அழகுபடுத்துவதற்காகவே பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கற்காரை. கற்காரை என்பது ஒரு கலவையே. சிமெண்ட், சரளை, நீர் ஆகியவை குறித்த விழுக்காட்டில் அல்லது குறித்த அளவில் சேருவதால் தோன்றும் குழைவுத் தன்மை எந்த வடிவத்திலும் அமையலாம். நீரால் கற்காரை கெட்டிப்படும்.

மரம். கட்டகப் பொருள்களில் மரம் சிறப்பிடம் பெறுகின்றது. அடிப்படைக் காரணமாகிய புரை கட்டமைப்பு (cellular structure) கொண்டுள்ளதால் இது முக்கியத்துவம் பெறுகின்றது. மரத்தின் ஆற்றல் அதனுடைய புரைச் சுவரின் தடிமானத்தைப் பொறுத்தது. மரத்தின் இழுவிசை, அமுக்க விசையை விட மிகுதியாக உள்ளது. இதனுடைய வலிமைக்கும், கடினத்திற்கும் உள்ள விகிதம், எஃகு கற்காரையின் விகிதத்தை விட மிகுதியாகும். இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட அடுக்குகளை ஒட்டுவதால் ஒட்டுப்பலகை கிடைக்கலாம். இந்த ஒட்டுப்பலகைகள் இந்த நூற்றாண்டின் தொழில் நுட்பத்துறையில் மிகவும் பயனுள்ளவையாக அமைகின்றன. ஒட்டுப்பலகைகளால் செய்யும் பெரிய உறுப்புகள் ஆற்றல் வாய்ந்தனவாக அமைகின்றன. மரம், விட்டம், தூண், வளைவு போன்றவை தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

கட்டுமான உலோகங்கள். கட்டுமான எஃகு, எஃகுவார்ப்பு, அலுமினியம், மெக்னீஷிய த்தனிமங்கள், வார்ப்பு இரும்பு (wrought iron) தேனிரும்பு போன்றவை கட்டுமான உலோகங்களில் சிறப்பிடம் பெறுகின்றன. பெரும் பாலங்களுக்கடியில் எஃகு வார்ப்புகள் பயன்படுகின்றன. கார்பன் எஃகிலிருந்து சுமை தாங்கும் தகடுகளும், துருவேறா எஃகிலிருந்து (stainless steel) உருளைகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அலுமினிய உலோகம் வலிமை மிகுந்தும், எடை குறைந்தும், அரிப்புத் தன்மை எதிர்ப்பாற்றல் பெற்றும் விளங்குகிறது.

அலுமினிய உலோகத்தின் மீட்சி மட்டு (modulus of elasticity) எஃகிற்கு உள்ளதைவிட மூன்றில் ஒரு பங்காக உள்ளதால் அலுமினிய அமுக்க உறுப்புகளின் வடிவமைப்பில் நெளிவு என்னும் பண்பை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். பாலங்களில் ஆழத்திற்கும் இடைவெளிக்கும் (span) உள்ள விகிதத்தை, ஒதுக்கத்தைக் குறைப்பதற்காக மிகுதிப்படுத்த வேண்டும். இதனால் மேலும் பொருளாதார முறையில் பொருள் சிக்கனமாகப் பயன்படுகிறது. எஃகின் எடையில் உலோகத்தின் எடை 35% உள்ளதால் மிகு கண் இடைவெளி (span) வடிவமைப்பிலும், பாலங்களிலும் உலோகத்தின் எடையில் சேமிப்பு ஏற்படுகின்றது.

மக்னீசியம் உலோகக் கலவைத் தகடுகள் பிதுக்கல் (extrusion), உருட்டல் (rolling), அடித்து வடித்தல் (forgings) முதலிய முறைகளில் உருவாகின்றன. இவை விமானங்கள், இழுவைகள் (trucks) எடுத்துச் செல்லக் கூடிய சாரங்கள் (portable scaffolding) போன்றவற்றில் பயன்படுகின்றன.

தூண்கள், தூண் அடித்தளங்கள், சுமை தாங்கும் தகடுகள், மாடிப்படிகள், கம்பிவலை போன்றவற்றிற்கு வார்ப்பு இரும்பு பயன்படுகிறது. தகடாக்கக் கூடிய இரும்பு, கட்டுமானப் பணியில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. தூய இரும்பு அல்லது தேனிரும்பு அரிப்புத் தன்மையை எதிர்க்கும் ஆற்றல் பெற்றதால் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றது. பாலங்களைப் பாதுகாக்கும் வலிமை மிகு தகடு, சாலைகளில் உள்ள திண்மத் தளம், அணை போன்றவற்றிற்கும் இது பயன்படுகின்றது.

கலப்பினப் பொருள்கள். கலப்பினப் பொருள் என்பது தெளிந்த இயல்புடைய இரு பொருள்கள் இணைவதால் ஏற்படுகிறது. இந்தக் கூட்டமைந்த பொருள்களால் பொறியியல் துறையில் புதுவகைப் பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. முன்னரே கப்பல் துறை, விமானத்துறை, விண்வெளி போன்ற துறைகளுக்கு அவை பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

மிகப் பழமை வாய்ந்த கலப்பினப் பொருள்கள் நுண்ணிய இழைகளாலும், நூலிழைகளாலும் செய்யப்பட்டவை. இவை மிகுந்த வலிமையும், கடினத் தன்மையும் பெற்றுப் பிற பொருள்களிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. சுமை தாங்கும் இயல்பில் இவை மரத்தைப் போன்றுள்ளன. கிராஃபைட், போரான், டங்ஸ்டன் போன்றவற்றின் நுண்ணிய இழைகளிலிருந்து பிற கூட்டமைந்த பொருள்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வலிவூட்டப்பட்ட இழைக்கண்ணாடி ஞெகிழிகள் (fibreglass reinforced plastic) பாலங்கள் போன்ற அமைப்பில் குறைந்த விறைப்பைக் கொண்டிருக்கும். எடைக்கும் விறைப்பிற்கும் உள்ள விகிதம் கிராஃபைட், போரான் போன்ற நூலிழைகளிலிருந்து கிடைக்கும் கூட்டமைந்த பொருளைவிட மிகுதியாக இருக்கும். ஆனால் அனைத்துக் கூட்டுப்பொருள்களும் பொதுவாகச் சுமைதாங்கக் கூடியவையல்ல. உடையும் தன்மையுள்ள நூலிழைகளின் வலிமை அதன் மேல் சுமை ஏற்றுவதால் அறியப்படும். புது முறைகளால் இப்போது கூட்டுப் பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. புது முறையில், நியோபியம் கார்பைடை நியோபியம் நியூக்ளியசில் வளர்த்து, ஆய்வு செய்த

தில் அது 1400° C இல் மிகு வலிமையுடன் காணப் பட்டது.

- இரா. சரசவாணி

கட்டக வடிவமைப்பு

நீண்ட நாள் சுமைகளைப் பாதுகாக்கவும், தாங்கக்கூடியதாகவும் உள்ள கட்டகப் பொருள்கள் கட்டக உறுப்பின் வகை, அளவு, அமைப்பு முதலியவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதே கட்டக வடி வமைப்பு (structural design) ஆகும். பொதுவாகக் கட்டடங்கள், பாலங்கள் போன்ற நிலையான பொருள்கள், நகரும் பொருள்களான கப்பல், வானூர்திச் சட்டக அமைப்பு (aircraft frame) போன்ற அமைப்புடையவற்றையும் கட்டக வடிவமைப்புக் குறிக்கிறது.

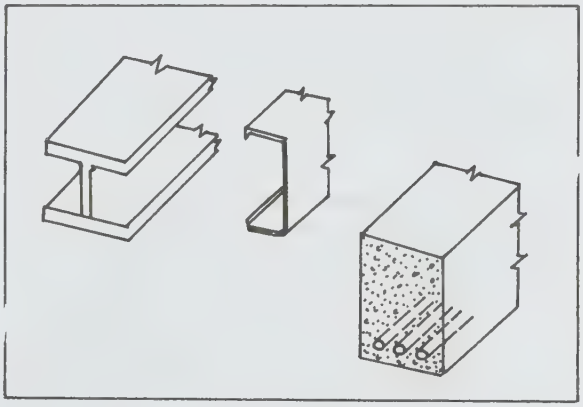
கட்டக வடிவமைப்பு திட்டத்தேவைகள், பொருள்கள், கட்டகத்திட்டம், கட்டக ஆய்வு, வடிவமைப்பு ஆகிய தெளிவான ஐந்து நிலைகளைக் கொண்டது. சிறப்பான கட்டகங்கள் அல்லது பொருள்களில் ஆறாம் நிலையாக ஆய்வு செய்யப் படுகிறது. பல வடிவமைப்புகள் செய்வதால், மதிப்பு, வலிமை, நீடித்து உழைக்கும் திறன் முதலியவை மிகுதியாக ஒன்றிக் காணப்படுகின்றன. இதிலிருந்து எந்த வடிவமைப்புச் சிறந்தது என்று கட்டகப் பொறிஞர், உரிமையாளர், பயன்படுத்துவோர் தேர்ந்தெடுக்க முடியும்.

திட்டத்தேவைகள். வடிவமைப்பைத் தொடங்கு முன்னர் கட்டகப்பொறிஞர் ஏற்றுக்கொள்ளக்கூடிய செயல்திறனுக்குரிய கோட்பாட்டை (criteria) உறுதிப் படுத்த வேண்டும். அவ்வடிவமைப்புக்குத் தாங்கக் கூடிய விசை அல்லது சுமை கொடுக்கப்பட வேண்டும். சிறப்புக் கட்டகங்களில் இச்சுமை நேரடியாகக் கொடுக்கப்படுகிறது. பொதுக் கட்டடங்களில் மாவட்டம், மாநிலம் முதலியவற்றில் பயன்படும் கட்டட வரைமுறைகள் (building code) இயங்கு சுமைகளுக்கான (live load) வடிவமைப்புத் தேவை களை அளிக்கின்றன. வடிவமைப்புத் திட்டத்தில் இறுதிச்சுமைகளும் (dead load) கணக்கில் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

ஒரு கட்டகம் நீண்ட நாள் உழைக்கும் தன்மை உடையதாக இருக்கவேண்டுமானால், அதன் தொய்வுகள் வரம்பிற்குள் வைக்கப்படவேண்டும். உறுப்பின் அளவு வரம்பு (number size limitation) கட்டக வடிவமைப்பில் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது. கட்டக வடிவமைப்பில், உட்கூரை உயரம், தளங் களுக்கு இடையே உள்ள உயரம், சுவரின் தடிமன், தூண் அளவு, அதன் இடைவெளி முதலியவை பல சட்டகத்திட்டங்களின் (frame-scheme) உழைக்கும் திறனைப் பாதிக்கலாம்.

பொருள்களைத் தேர்வு செய்தல். மிகு வலிமை, விறைப்புத்தன்மை, வலிமை- எடைத்தன்மை முதலியவை மிகுதியாக உள்ள கரி இழை, போரான் இழை, கட்டமைப்புப் பொருள்களில் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியை ஏற்படுத்தியுள்ளன. விலைமிகுதி, கடின கட்டமைப்புத் தொழில்நுட்பம் முதலியவை தேவைப் படுவதால் இப்பொருள்கள் சிறப்புப் பயன்பாடுகளி லும், குறிப்பிட்ட வரம்பிற்குள்ளும் பயன்படுகின்றன. வலிவூட்டப்பட்ட கண்ணாடிக் கட்டமைப்புப்பொருள் கள், சான்றாக இழைக்கண்ணாடி (fibre glass) மிகுதி யாகப் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இது குறைந்த சுமை பயன்பாடுகளுக்கே பயன்படுகிறது. எஃகு, அலுமினி யம், வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை, மரம், செங்கல் முதலியவை வடிவமைப்பில் பயன்படும் முக்கியப் பொருள்களாகும்.

எஃகு. இது இழு வலிமை, அமுக்கு விசை முதலியவற்றில் உயர் வலிமையும், வலிமைக்கும் எடைக்கும் உள்ள விகிதம் மிகுதியும், உயர் மீட்சிக் குணகமும், தீக்காப்பு, அரிப்புக் காப்பும் பெற்றுள்ளதால் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படு கிறது. பற்ற வைப்பு, உயர் வலிமை மரையாணித் தொழில்நுட்பம் முதலிய முறைகளால் எஃகை கட்டக வடிவமைப்பில் எளிதாக அமைக்க முடிகிறது [படம். 1].

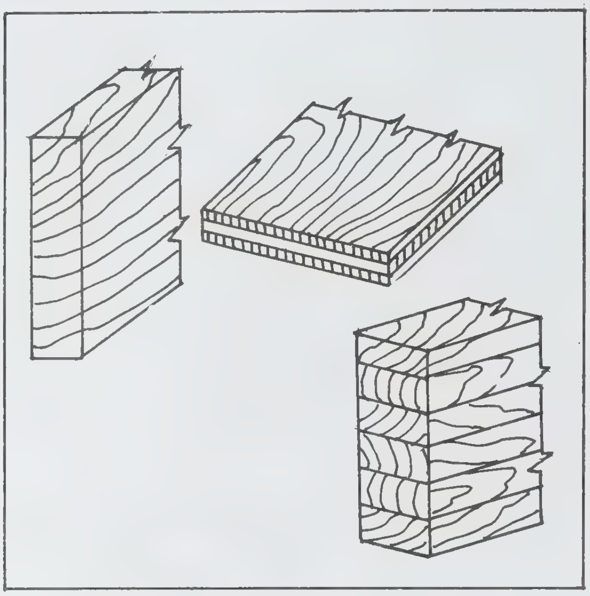


படம் 1

அலுமினியம். இது எஃகை விடக் குறைந்த விறைப்புத்தன்மையும், வலிமையும் கொண்டுள்ளது. மேலும் குறைந்த எடை, சிறந்த அரிப்புக் காப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளது. குறைந்த எடைத்தன்மை யால், கப்பல் கட்டுமானம், வானூர்தி, ஏவூர்தி முதலியவற்றில் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.

கற்காரை. பொதுவாக அமுக்கவிசை உறுப்பு களுக்கும், வளையும் உறுப்புகளுக்கும் எஃகு கம்பி

களால் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை சிறந்ததாகும். இது தீ மற்றும் அரிப்புக் காப்புத்தன்மையுடையது.



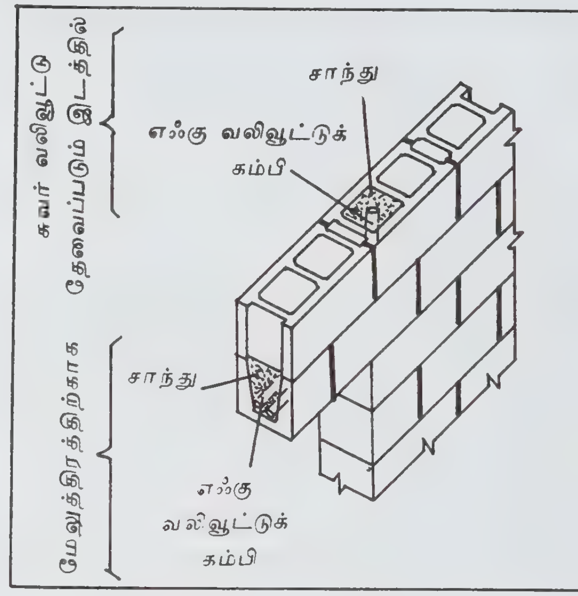
படம் 2. வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை

கற்காரை உயர் அமுக்க வலிமையும், குறைந்த இழு வலிமையும் கொண்டது; எஃகு கம்பிகள் தேவையான இழுவலிமையைக் கொடுக்கின்றன. குறைந்த வலிமையும், விறைப்புமுடையதால் கற்காரை பிற பொருள்களைவிட எடை மிகுந்துள்ளது. ஆனால் தற்போது கற்காரைக் கலவைகளில் சிறந்த முன்னேற்றம் ஏற்பட்டுள்ளதால் பிற்காலத்தில் கற்காரை உறுப்புகள் குறைந்த எடை உடையனவாகவும் அமையலாம்.

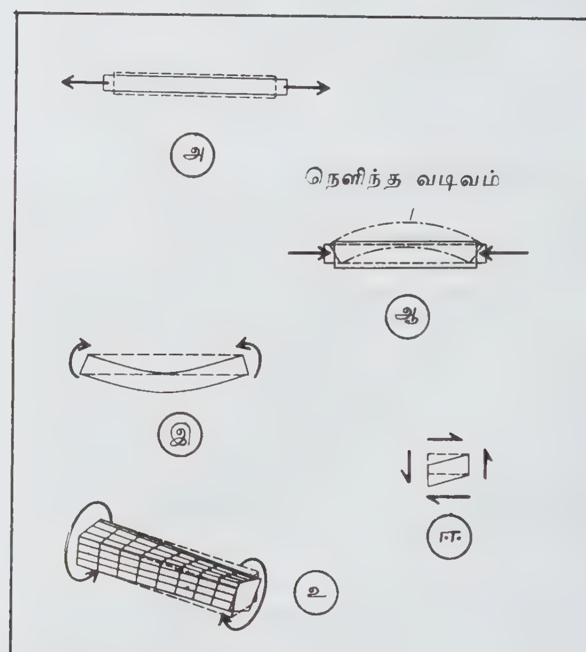
மரம். மரம் சிறந்த விறைப்புத்தன்மையும், வலிமையும் பெற்றுள்ளது. இயற்கை மாறுபாடுகள், வெடிப்பு, குறைகள் (blemishes) போன்றவை மரத்தின் வலிமையைப் பாதிக்கின்றன. எளிதாக வேலை செய்யும் தன்மை, நிறுவும் தன்மை, இணைப்புத் தன்மை முதலிய பண்புகளைப் பெற்றுள்ளதால் குறுகிய இடைவெளிகளுக்கும், சட்டங்களுக்கும் மரம் பயன்படுகிறது. மேலும் நீண்ட கண் இடைவெளிகளுள்ள கட்டடங்களிலும், பாலம், கூடம் (hall) கவிமாடம் (dome) முதலியவற்றிலும் பயன்படுகிறது.

தீத் தடுக்கும் வேதிப்பொருள்களை மரத்தின் மீது பூசுவதால் மரங்கள் தீப்பாதுகாப்புப் பெறுகின்றன. எடை மிகுந்த தேக்கு, க்ளுலம் உத்திரங்கள், (glulam beams) தீப்பாதுகாப்புப் பொருள்கள் பூசப்படாமலேயே மெதுவாக எரியும் தன்மை உடையவை.

கொத்துவேலை. சிக்கலான அமைப்புகளில் தனி மனிதர்களால் செங்கல், கற்காரை, அலகு வடிவங்கள் தீ, தட்பவெப்பநிலை முதலியவற்றைத் தடுக்கும் தன்மை பெற்றுள்ளன. தாங்கு சுவர்களில் கொத்து வேலை பயன்படுத்தப்பட்டால்,



படம் 3. கொத்துவேலை; வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை கொத்துவேலை



படம் 4. கட்டக உறுப்புகளிலுள்ள விசைகள்

(அ) இழுவிசை (ஆ) அமுக்கு விசை (இ) வளைவு (ஈ) துணிப்பு (உ) முறுக்கம்

உயரம்-தடிமன் விகிதத்தை முன்னிட்டு நிலைப்புத் தன்மையைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். மிகு துணிப்பு, இழுவிசை முதலியவை தோன்றக்கூடு மானால், சுவரின் வலிமையைப் பெருக்க எஃகு கம்பி கள் வைக்கப்பட்டுச் சாந்தூட்டப்படுகின்றன.

கட்டகத்திட்டம். ஒரு கட்டகத்தின் உறுப்புகளில் பல விசைகள் தோன்றுகின்றன. அவை இழுவிசை, அமுக்குவிசை, வளையும் தன்மை, துணிப்பு விசை (shear force), முறுக்கு விசை (torsion) முதலியவை யாகும். இவற்றில் எந்த விசை மிகுதியாகத்தோன்று கின்றதோ, அவ்விசையைப் பொறுத்துக் கட்டகத் திட்டம்தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. இதைப் பொறுத்துக் கட்டகப் பொருள்களும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின் றன.

கட்டக ஆய்வு. நிலைப்புத் தன்மையை உறுதிப் படுத்தவும், விலக்கங்களைக் (deflection) கண்டு பிடிக்கவும், உறுப்புகளிலுள்ள விசைகளை அறிந்து கொண்டு அவற்றைத் தடுக்கவும் கட்டக ஆய்வு (structural analysis) பயன்படுகிறது. கட்டக உறுப் பின் வடிவம், அளவு, கட்டக உறுப்புப்பொருள்களின் தன்மை முதலியவை இவ்வாய்விற்குத் தேவைப்படு கின்றன. கட்டக உறுப்புகளின் சமநிலை (equilibrium), தகைவு (stress), திரிபு (strain), மீட்சிக் குணகம் (elastic modulus), நேர்விகிதம் (linearity), நெகிழ்மை (plasticity), வெட்டுமுகச் சமதளம், வளைவு முதலிய பண்புகளை இவ்வாய்வு செயற் படுத்துகிறது.

இறுதியான வடிவமைப்பு. ஒரு கட்டகம் முழுமை யான ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்பட்டபின், இறுதி வடிவ மைப்பைத் தொடரலாம். விலக்கங்கள், ஒப்பிய தகைவு உயர் வலிமை (ultimate strength) முதலியவை செந்தரக் கோட்பாட்டுடன் சரிபார்க்கப்படவேண்டும். கட்டகத்தில் ஏற்றப்பட்டுள்ள சுமை பாதுகாப்பா னதா என்பதைக் கணக்கிட வேண்டும். இதற்குப் பல வழிமுறைகள் உள்ளன. ஆனால் பயன்படுத்தப் படும் பொருள்களைப் பொறுத்து அவை தேர்ந் தெடுக்கப்படுகின்றன.

நிறைவளிக்கும் ஒரு திட்டம், திட்டக்கோட்பாடு களுக்குள் ஆய்வு செய்யப்பட்டு வடிவமைக்கப்பட்ட பின், அது கட்டுமானத்திற்கு கொண்டு வரப்படு கிறது. இக்கட்டுமானம் முதலில் வரைபடங்கள் மூலம் செயற்படுத்தப்படுகிறது. அடிப்படை அளவு கள், பொருள்கள், உறுப்பின் அளவு, வடிவமைப்பில் பயன்படுத்தப்படும் சுமைகள், விசைகள் முதலியவை அவ்வரைபடத்தில் கொடுக்கப்படும். இவ்வாறு கட்டுமானம் தொடங்குகிறது.

- இரா. சரசவாணி

கட்டட ஒலியியல்

வகுப்பறை, இசையரங்கக் கட்டடம், வானொலி பரப்பு அறை, ஒலிப்பதிவறை போன்றவற்றை அமைக் கும்போது, அவற்றுள் ஒலி தேவைக்கேற்ற அளவு களில் இருக்கும்படிச் செய்தல் வேண்டும். ஒலி மூலத் திலிருந்து தோன்றும் ஒலி, அறைச் சுவர்களிலும், தரையிலும், கூரையிலும் பட்டு எதிரொலிக்கப்படு வதன் காரணமாகவும், அறையிலுள்ள ஒலி உட்கவர் பொருள்கள் (absorbing materials) ஒலி ஆற்றலைக் கவர்வதன் மூலமாகவும் ஒலியைக் கேட்பதில் குழப் பம் நேரலாம். இதைத் தவிர்க்க, சாபைன் என்பாரின் கணக்கீட்டின்படி, ஓர் அறையின் எதிர் முழக்கநேரம் T (reverberation time) குறிப்பிட்ட அளவு இருத்தல் வேண்டும். எதிர்முழக்க நேரம் என்பது, கேள்செறி வுக் கீழ் எல்லைக்குக் குறைய ஆகும் நேரம் ஆகும். அறையின் கொள்ளளவு V கனமீட்டர், அறையின் உட்பரப்பு s_i சதுரமீட்டர்; பரப்பின் ஆற்றல் உட் கவர் எண் a_i எனவும் அறையின் மொத்த உட்கவர் ஆற்றல் $a = \Sigma a_i s_i$ எனவும் கொள்ள

$$T = \frac{0.161\ V}{\Sigma a_i s_i}$$

($\Sigma a_i s_i = a_1 s_1 + a_2 s_2 + \dots$) அறையின் அனைத்துப் பரப்புகளுக்கும், அறையின் பயனுக்கும் தக்கவாறு T இருக்க வேண்டும். வகுப்பறைக்குப் பேச்சு அறை மதிப்பு T = 1 நொடி, இசையரங்கிற்கு T = 1.7 நொடி என இருத்தல் நல்லது. இம்மதிப்புகள் தோராய மானவையே எனினும் பெரிதும் ஏற்றுக் கொள்ளப் பட்டவை. அறைகளின் மதிப்பைக் கட்டுப்படுத்த, நுண்துளைப் பொருள்கள், திரைச் சீலைகள், தக்கை அல்லது வைக்கோலால் ஆகிய பாளங்கள், ஜன்னல் கள் போன்றவை பயன்படும். வானொலி பரப்பு அறைகளும், ஒலிப்பதிவு அறைகளும் பொதுவாக அனைத்து ஒலி அதிர்வெண்களுக்கும் ஒரே அளவி லான எதிர் முழக்க நேரமுடையனவாக அமைக்கப் பட வேண்டும்.

- அ. ஆசப் அலி

கட்டடக்கலைப் பொறியியல்

தொழில்நுட்பத்துறையில், கட்டடங்களுக்குப் பயன் படும் பொருள்களின் இயல்பு, தன்மை, கூறுகள், அடிமான வடிவமைப்பு, கட்டக ஆய்வு, வடிவ மைப்பு, சுற்றுச்சூழல் முறைப்பகுப்பாய்வு, கட்டுமான மேலாண்மை, கட்டுமான வேலை போன்றவற்றைப்

பற்றிப் பகுத்தறியும் ஒரு பிரிவு கட்டடக்கலைப் பொறியியல் (architectural engineering) ஆகும். கட்டடத்தின் மதிப்பில் 45-70% வரை சுற்றுச்சூழல் முறைகளுக்கு அதாவது, வெப்பப்படுத்தல், காற்றோட்டம், குளிர்வித்தல் ஒளியூட்டுதல் (illumination) மின்திறனை அமைத்தல், குழாய்கள் தொட்டிகளை அமைத்தல், வடிகால் திட்டம், கட்டுமானத் தொடர்புகள், ஒலியியல், செங்குத்து மற்றும் கிடைநிலைப் போக்குவரத்து, தீப்பாதுகாப்பு, ஆற்றல் வளங்கள் ஆகியவை தேவைப்படுகின்றன. மேலும், தேவையில்லாத ஆபத்திலிருந்து பொதுமக்களைக் காப்பதற்குக் கட்டடக்கலைப் பொறிஞர்கள்,குழாய்த் தொடர், தொட்டிகள் ஆகியவற்றைச் சரிபார்த்தல், மின்னியல் மற்றும் எந்திரவியல் செந்தரங்கள், வாழ்க்கைப் பாதுகாப்புச் செந்தரங்கள், பல கட்டடச் செந்தரங்கள் போன்றவற்றை நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். வாழ்க்கைப் பாதுகாப்புச் செந்தரம், கட்டடச் செந்தரத்தை ஒத்ததாகும். வசிப்பவர்களுக்குச் சிறந்த முறையில் பயன் படுமாறு செய்யக் கட்டடங்களுக்குத் தரைப்படம் வரைதல், திட்டமிடுதல், கட்டுமானத் தொழில்நுட்பம் போன்றவற்றை வடிவமைக்க இவை உதவுகின்றன.

கட்டடக்கலைப் பொறியியல் பிற பொறியியல் பிரிவுகளிலிருந்து இரண்டு முக்கிய பகுதிகளில் வேறுபடுகிறது. பல பொறிஞர்கள் பிற துறைப் பொறிஞர்களுடன் பணி செய்வர். ஆனால் கட்டடக்கலையியல் பொறிஞர்களோ கட்டடக்கலையியல் வல்லுநர்களுடன் சேர்ந்து பணி செய்கின்றனர். மேலும், கட்டடக்கலையியல் பொறிஞர்கள் பொறியியலில் மட்டும் முழுத் தகுதி பெற்றாலும், கட்டடக்கலையியல் தொடர்பான வடிவமைப்பு, கட்டுமானம் ஆகியவற்றிலும் சிறப்பாகத் தேர்ச்சி பெற்றிருக்க வேண்டும். கட்டக அல்லது சுற்றுச் சூழல் அமைப்புகளை வடிவமைக்கும் கட்டடக்கலையியல் பொறிஞர், அந்த அமைப்பில் மட்டும் சிறந்து விளங்காமல், மிகுதியான கட்டடக்கலையியல் அமைப்புகளில் உள்ள வடிவமைப்பு வேலை, பணி, நிறுவுதல் ஆகியவற்றிலும் சிறந்து விளங்கவேண்டும்.

தற்காலத்தில் கட்டடங்கள் சிக்கல் நிறைந்தவையாகப் பெருகி வருகின்றன. 1890 ஆம் ஆண்டில் இல்லினாய்ப் பல்கலைக்கழகம், தொழில்நுட்பச் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்குத் தொழில் தொடர்பான பொறிஞர்களை நியமிப்பதை முதல் முதலில் கொண்டு வந்தது. அமெரிக்கா முழுதும் தற்போது 10 திட்டங்கள் நடத்தப்படுகின்றன, இத் திட்டங்கள் அனைத்தும் பிற பொறியியல் துறையின் தேவையைப் போலக் கணக்கியல், அடிப்படை அறிவியல், பொறியியல் அறிவியல், பொறியியல் வடிவமைப்பு, சமுதாயப் பிரிவு ஆகியவற்றின் தேவையை நிறைவு செய்கின்றன. பொறியியல் தொழில்நுட்ப வாரியம் (Accreditation Board for Engineering and Technology) இவற்றை அனுமதிக்கிறது. பல நிறுவனங்களால் கொடுக்கப்படும் கட்டடக்கலைப் பொறியியல் திட்டத்தில் பெருமளவில் வேறுபாடு உள்ளது. சில திட்டங்கள் பழமையான நான்கு ஆண்டுக் கால அளவைக் கொண்டவை. இத் திட்டங்கள், பொறியியல் தேவையைக் கட்டடக் கலையியலின் செலவில் மேற்கொள்கின்றன. பிற திட்டங்கள் 5 ஆண்டு வரை நீடிக்கும் காலம் உடையவை. இவை பொதுவாக, கட்டடக்கலையியல் தொடர்பான அறிவையும், சுற்றுச்சூழல் தொழில்நுட்ப அறிவையும் கொண்டுள்ளன.

கட்டடக்கலையியல் பட்டத்தைப் பெற்ற பொறிஞர்கள், பதிவு செய்துகொண்ட பொறிஞர்களாக மாறுகின்றனர். மேலும் பலர் தங்கள் படிப்பைத் தொடர்ந்து, பின்னர் பதிவுசெய்து கொண்ட கட்டடக்கலையியல் வல்லுநர்களாகவும் விளங்குகின்றனர். தொழிலில் வாய்ப்பு என்பது கட்டடகலையியல் வல்லுநர்களுடன் கூட்டுத் தொழில், தக்க கருத்துக் கேட்பது, கட்டுமானத்தை நிர்வகிப்பது ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும்; கருவிகளைத் தயாரிக்கும் தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களாகவும் வாய்ப்புகள் உள்ளன.

–இரா. சரசவாணி

கட்டடங்கள்

மண்ணாலோ, மரத்தாலோ, பிற கட்டுமானப் பொருளாலோ மனிதனின் வாழ்க்கையைப் பாதிக்கும் காற்று, நீர், நெருப்பு ஆகிய இயற்கையின் சூழலினின்றும் தன்னைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளக் கட்டப்படுவதே கட்டடம் (building) ஆகும். மேலும் விலங்குகள் வாழவும் தானியங்களைத் தொகுத்து வைக்கவும், பிற பொருள் எதுவானாலும் இயற்கையின் சூழலினின்று அதைக் காப்பாற்றி வைக்கவும் சூழலைக் கட்டுப்படுத்தி வேலை செய்யவும் கட்டடங்கள் தேவைப்படும்.

வரலாறு. மரங்களில் வாழ்ந்த மனிதன், குகைகளில் வாழ்ந்தான். ஆனால் வாழ்விற்கு இன்றியமையாத பொருள்களான காற்று, நீர் இவற்றில் காற்றை மட்டுமே குகைகளில் எளிதாகப் பெற முடிந்தது. ஆகவே, அவன் கற்குகைகளைப் போல நீர்நிலைகளுக்கருகில் மண்ணைக் குடைந்து மண் குகைகள் உண்டாக்கி அங்கு வாழத் தொடங்கினான். இக்குகைகள் இயற்கையின் மாறுபட்ட பருவநிலைகளைத் தாங்கி நிற்கும் ஆற்றல் இன்மையால் அழிந்தன.

பிறகு மண்ணைக் குடைவதற்குப் பதிலாக மண்ணால் மண்ணின் மேலே வீடுகள் அமைத்தான்.

இவையும் பருவ மாற்றம் தாங்கிக் கொள்ளும் ஆற்றல் இன்மையால் காலப்போக்கில் அழிந்தன. தேவை, அவனின் அறிவைத் தூண்டவே, சுட்ட மண்ணால் கட்டடங்களைக் கட்டினான். இது காலத்தின் படிமலர்ச்சியைத் தாங்கி நிற்கும் ஆற்றலைப் பெற்றது. ஆகவே, இதையே மேன் மேலும் பயன்படுத்தினான். அறிவுப் பெருக்கத்தின் காரணமாக, மண் பசைக்குப் பதிலாகச் சுண்ணாம்புப் பசையைக் கண்டறிந்தான். சுண்ணாம்பினால் கட்டப்பட்ட கட்டடங்கள் வியக்கத்தக்க அளவு பருவ கால மாற்றங்களுக்கு ஈடுகொடுத்தன.

நைல்நதி, டைகிரஸ், யூக்ரிப்டஸ் நதிகள், சிந்து நதி, மஞ்சள் நதிப் பள்ளத்தாக்குகளில் வளர்ந்த பண்பாடுகளில் சிந்து நதிப் பண்பாட்டிற்குத் தனிச் சிறப்பு உண்டு; ஆரியப் பண்பாடே இந்தியப் பண் பாடெனும் வழக்கு, 1922-23 ஆம் ஆண்டு பஞ்சா பில் இருப்புப் பாதைபோடுவதற்காக நிலத்தை வெட்டப்படும் வரை இருந்தது. அங்கு கண்டுபிடிக் கப்பட்ட பழைய பண்பாட்டின் சின்னங்களான மொகஞ் சதாரோ, ஹாரப்பா என்னும் நகரங்கள் ஆராய்ச்சியாளர்களை வியப்பில் ஆழ்த்தியதுடன் ஆரியப் பண்பாடே இந்தியப் பண்பாடெனும் கொள்கையும் அழிந்தது.

மேற்கண்ட நான்கு பண்பாடுகளில் மிகவும் உயர்வாகக் கருதப்பட்ட மெசபடோமியா பண்பாட் டில் இல்லாத மிகச் சிறந்த புதுமைகள் சிந்துநதிப் பண்பாட்டில் நிலவின என்று கணித்தனர். அவற்றில் ஒன்று திட்டமிடப்படாத நகர அமைப்பே மெசப டோமியாவில் சிறப்புற்றிருக்க, கட்டடக்கலை வல்லுநர்களேவியக்கும் அளவு மிகச் சிறந்த முறை யில் திட்டமிடப்பட்டுக் கட்டப்பட்ட நகர அமைப்பு சிந்துநதிப் பண்பாட்டில் சிறந்திருந்தது.

இவற்றைத் தவிர வல்லுநர்களை வியப்பில் ஆழ்த்தும் நுணுக்கமான சதுர வடிவ நகர் அமைப்பு கள், தெருப்புழுதியையும் தெருவில் செல்வோர் பார்வையையும் தடுக்கும் நோக்கில் வீதிகளை நோக்காத சன்னல்களைக் கொண்ட வீடுகள், இப்பண்பாடு நிலவிய பல நூற்றாண்டுகளுக்குப் பிறகு ரோமில் தோன்றிய கழிவுநீர் வடிகால்களைப் போன்ற பலதரப்பட்ட சிக்கலான கழிவுநீர் வடி கால்கள் நிலவின. இவை முதன்மைக் கால்வாய்ப் பாதையின் நடுவில் அமைக்கப்பட்டிருந்த முறை, ஒரே உயரமான கட்டடங்கள் ஆகியவை தொழில் வளத்தையும், பண்பாட்டையும் முதல்படியில் வைத்தன.

இதற்கு அடுத்த கட்டமாக ரோமானியப் பேரரசில் வளர்ந்த கட்டடக் கலையே உலகில் சிறந்ததாகும். இக்காலக் கட்டத்தில்பொஸ்ஸலோனா (possolana) என்னும் பசைப்பொருள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டதாலும், இது சுண்ணாம்பைவிடத் தரத்தில் உயர்ந்திருந்ததாலும் ரோமானியப் பேரரசில் கட்டடக்கலை உயர்நிலையை அடைந்தது. மிகப் பெரும் அரண்மனைகள், உயர்ந்த அகலமான கோயில்கள், எப்பக்கம் நோக்கினும் வளர்ந்த கட்டடங்கள் ஆகியன ரோமாபுரிப் பேரரசில் நிறைந் திருந்தன. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் பொறியியல் மற்றும் தொழில்நுட்பக் கலையில் பிரான்ஸ் மிக மேன்மையான இடத்தில் இருந்தது.

கட்டுமானப் பொருள்கள். பொஸ்ஸலோனாவிற்கு மாற்றாக அதனினும் பசைவலிமை மிகுந்த போர்ட் லாண்ட் சிமெண்ட் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதும் சிமெண்ட்டின் பலதரப்பட்ட தன்மையால் இதற்கு முன்பிருந்த மண், சுண்ணாம்பு, பொஸ்ஸலோனா இவற் றின் பெருமையும் பயனும் குன்றின. கற்காரைக் கட்டடங்கள் பெருகின. இவற்றைத் தொடர்ந்து வளர்ந்த தொழில் நுட்ப முறையால் வலிவூட்டப் பட்ட கற்காரை பயன்படுத்தப்பட்டு வானளாவும் கட்டடங்கள் உலகெங்கும் கட்டப்பட்டன. இவை ஒரு குறிப்பிட்ட வலிமையையே பெற்றிருந்தமையால் கற்காரையைவிட வலிமைமிக்க, முதலிலேயே வலி வூட்டப்பட்ட முறுக்குக் கம்பிகளைக் கொண்ட கற்காரை உலகெங்கும் பெருகியது. அறிவு வெளிப் பாட்டால் இவையும் மனிதனின் தேவைகளை நிறைவு செய்யவில்லை. ஆகவே மேற்கூறிய கற்காரையின் வலிமையைவிட ஐந்து, பத்து மடங்கு மிகு வலிமை யாகப் பாலிமெரி கற்காரை கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அழகான கட்டடங்கள் ஞெகிழியினாலும், வலிவூட்டப் பட்ட ஞெகிழியினாலும் கட்டப்பட்டு வருகின்றன. துபாயிலுள்ள வானவூர்திக் கட்டடம் இதற்குச் சான்றாகும்.

செங்கல். கற்காரையின் பயன்கள் மிகப்பெரும் அளவில் பெருகினாலும், செங்கற்களின் தேவை அழிந்துவிடவில்லை; ஒரு பக்கம் குறைந்தாலும் மறுபக்கம் வளர்ந்துகொண்டே வருகிறது. செங்கற் களின் தொழில் நுட்பம் வளர்ந்துவரும் கற்காரை போலல்லாமல் முடிவான தொழில் நுட்பமாகும். ஆகவே, அதன் பயன் இன்றியமையாததாகும்.

செங்கற்களின் உறுதியையும் வலிமையையும் பெருக்கப் பல வழிமுறைகள் வகுக்கப்பட்டுள்ளன. வெப்பத்தில் செங்கற்களை உலர்த்தாமல் நிழலிலேயே உலர்த்தியும், செய்யும்போது உயர் அழுத்தத்தில் மண்ணைச் செலுத்தியும் வலிமை மிகுந்த செங்கற்கள் செய்யப்படுகின்றன. இதே முறையில் மேலும் மிகு தொழில் நுட்ப முறையில் கம்பி செலுத்திய (wirecut) கற்கள் செய்யப்படுகின்றன. களிமண் பயன்படுத்தித் தீயால் அழியாத மிகுவெப்பத்தைத் தாங்கும் செங்கற்களும் செய்யப்படுகின்றன. செங்கற் களிலும் பல்லுறுப்பிகளைப் (polymer) பயன்படுத்திச் செய்யும் முறை விரைவில் வரலாம்.

மரம். வளர்ந்து வரும் சமுதாயத்தின் தேவைகளுக்கேற்ப மரங்களின் வளர்ச்சி ஈடுசெய்ய முடியாத நிலையில் இருப்பதால் பலப்பல முறைகள் கையாளப்பட்டு வருகின்றன. மரங்கள் நன்கு முதிர்ந்து வைரம் பாய்ந்த மரமாக மாற 30, 40 ஆண்டுகளும் அதற்கு மேலும் ஆகலாம். மருது போன்ற தரமான மரங்களும் மிகவும் குறைந்து விட்டன. ஆகவே, மரங்கள் 6-12 ஆண்டுகள் வளர்ந்ததும் தேவைகளுக்கேற்ப அவற்றை வெட்டிப் பக்குவப்படுத்தி அதே உருவிலோ அல்லது பார்டிகல் போர்ட் (particle port) என்னும் மறு உருவிலோ அழகும், உறுதியும் இருக்குமாறு செய்யப்பட்டுத் தேவைகள் நிறைவு செய்யப்படுகின்றன.

பிற பொருள்கள். கட்டுமான வேலைக்கு இவற்றைத் தவிரப் பீங்கான், கண்ணாடி, கடப்பைக் கற்கள், கருங்கற்கள், அலுமினியம். பிளாஸ்டிக், மொசைக்போன்ற கருப்பொருள்களால் ஆன பொருள்கள் பலவண்ணத்திலும் அழகிய உருவிலும் செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறே மின்சாரம் மற்றும் எந்திரப் பொருள்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் தரத்தை நன்கு ஆய்ந்தே பயன்படுத்த வேண்டும். நீர்க் கசிவைத்தடுக்கும் பொருள்களும், வலிமையைப் பெருக்கும் வேதிப்பொருள்களும், பசைகளும் நாள் தோறும் பெருகி வருகின்றன. வீடு கட்டுமான மூலப் பொருள்கள் விரைவில் மாறிப் புதுப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தி வடிவிலும், அழகிலும் வியக்கத் தக்க கட்டடங்கள் விரைவில் உலகில் தோன்றும்.

கட்டட வகைகள். கட்டும் கட்டடங்கள் குடியிருப்பு, பள்ளி, கோயில் அல்லது மசூதி அல்லது தேவாலயம், தொழிற்சாலை, தொழிற்பள்ளி, கல்லூரி மற்றும் தொழில் உற்பத்தி இடம் போன்றவையாக இருக்கலாம். ஒவ்வொரு வகையும் அதன் பயனுக்கேற்றவாறு பல அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையும், மக்களின் பொருளாதார நிலையும் கட்டடங்களை ஆளும் தன்மைபடைத்தன.

ஆலைகளின் அருகில் குடியிருப்புகளோ கல்லூரிகளோ இருக்கலாகா. குடியிருப்புகளும், பள்ளிகளும், கோயில்களும் அருகருகே அமைக்கப்படலாம். குடியிருப்புகள், அலுவலகங்கள், கல்லூரி, பள்ளிகள் இவற்றிற்குரிய நிலங்கள் விலைமதிப்பிற்கேற்றவாறு இருக்கும். நிலத்தின் விலை மிகுந்தால் மிக உயர்ந்த கட்டடங்களாகவும், நிலத்தின் விலை குறைவாக இருந்தால் உயரம் குறைந்த கட்டடங்களாகவும் அமையும். அதேபோல் செங்கல் அல்லது கருங்கல் அல்லது கற்காரைக் கட்டடங்களாகவும் அமையும். ஒவ்வொன்றையும் கட்டி முடிக்கத் தனித்தனி விதிகள் இருப்பினும் கட்டுமானத் தொழில் நுட்பம் ஒன்றேயாகும். தலத்திலே கட்டும் முறையைத் தவிர ஒவ்வோர் உறுப்பையும் தொழிற்சாலைகளில் செய்து அவற்றைக் கட்டடம் கட்டும் இடங்களுக்குக் கொணர்ந்து வரிசையாகக் கோத்துக் கட்டடங்கள் கட்டப்படுவது தற்காலத்தில் மிகவும் பெருகி வருகிறது.

கட்டுமான விதிகள். வளர்ந்து வரும் சமுதாய விழிப்புணர்ச்சியும், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளைப் பேணும் கடமை உணர்வும் கட்டடங்கள் கட்டப்படும் சூழ்நிலைக்கேற்றவாறு சட்டதிட்டங்களைத் தாமே உண்டாக்கிக் கொண்டு வளர்ச்சிப் பணிகளையும் நடத்தி வருகின்றன. மொகஞ்சதாரோ, ஹாரப்பா போன்ற தொன்மை நகரங்களில் இவை கடைப்பிடிக்கப்பட்டதற்கான சான்றுகள் தென்படினும் அண்மைக் காலங்களில் இவை ஆங்காங்கே புறக்கணிக்கப்பட்ட தன்மையால் விதிகள் பிறந்தன. ஒவ்வொரு கட்டட வகைக்கும் தனிப்பட்ட விதிகள் பிறந்தன. இவ்விதிகளைக் கடைப்பிடித்துச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைப் பாதுகாக்க வேண்டும்.

கட்டுமான வகைகள். இந்தியாவில் தற்காலத்தில் பின்வரும் கட்டுமான வகைகள் பழக்கத்தில் உள்ளன. கட்டட உரிமையாளர் தொகை மட்டுமே கொடுக்க, அதைப் பெற்றுக் கொண்டு கட்டடப்படம் வரைந்து அனைத்துப் பொருள்களையும் வாங்கிப் பலதரப்பட்ட வேலைகளைச் செய்து கட்டடத்தை முடித்துக் கொடுக்கத் தொழிற் பயிற்சியுள்ளவர் ஒப்புக் கொள்வது ஒரு முறையாகும்.

கட்டட உரிமையாளர் கட்டடக் கலைஞரிடம் கட்டடப்படம் பெற்றுக்கொண்டு அவர் உதவியாலோ வேறு கட்டுமானப் பொறியாளரின் உதவியாலோ தாமே அனைத்துப் பொருள்களையும் வாங்கி நாள் கூலிக்கு ஆள்களை வைத்துக் கட்டடத்தைக் கட்டி முடிப்பது வேறொரு முறையாகும்.

பொருள்களை மட்டும் வாங்கிக் கொடுத்து வேலைகளை ஒப்பந்த முறையில் செய்து முடிப்பது (labour contract) ஒரு முறையாகும். எம்முறையைக் கையாண்டாலும் கட்டட உரிமையாளர், கட்டடக் கலைஞர் அல்லது பொறியாளர், கட்டடம் கட்டுபவர் அல்லது ஒப்பந்தக்காரர் ஆகிய மூவரும் இல்லாமல், தனிப்பட்ட கட்டடமோ, அரசின் கட்டடமோ, மதத் தொடர்பான கட்டடமோ கட்டி முடிக்க முடியாது. இவற்றை மையமாக வைத்தே கட்டுமான வேலைகள் விளக்கப்படுகின்றன.

கட்டுமான முறை. எந்தக் கட்டடத்தையும் சிக்கலில்லாததாகவும், சிக்கனமுள்ளதாகவும், மாறுபாட்டிற்கு இடந்தரக்கூடியதாகவும் இருக்குமாறு கட்டி முடித்தலே சிறந்த முறையாகும். உரிமையாளர் விரும்பும் வசதிகள், தேவைகள், காலி மனையில் இந்த தேவைகளை நன்முறையில் கொண்டு வருவதற்கான வழிமுறைகள், வழிமுறைகளைச் செய்வதற்கு வேண்டிய பொருளாதார வசதிகள், இவற்றுடன் செய்து முடிக்கத் திறமையான தொழில்

நுட்ப வல்லுநர்களையும் சரியான முறையில் ஒன்று படுத்தினால் கட்டடம் விரைவில் முடிக்கப்படும். தொழில் நுட்பத்திறன் வீணாகாது. பொருளாதாரம் சீர் கெடாது; உரிய காலத்தில் கட்டடமும் கட்டி முடிக்கப்படும்.

செய்முறை. உரிமையாளர், வரைபடம் வரைந்து திட்டமிடுபவர், கட்டடம் கட்டுபவர் ஆகிய இம் மூவரும் இணைந்து உழைக்கும் கூட்டு உழைப்பும் செயல் திறனுமே கட்டடம் செவ்வையாகக் கட்டி முடிக்கத் தேவைப்படும். திட்டமிடுவோரையும், கட்டுவோரையும் இணைந்து செயல்பட வைக்கும் பொறுப்பு, இருவருக்கும் அவரவர்கள் வேலையின் தரத்திற்கேற்றவாறு ஊதியம் கொடுக்கும் உரிமை யாளரைச் சார்ந்திருக்கும்.

உரிமையாளர். எத்தரப்பட்ட வேலையும், செய்வோரின் செயல் திறத்திற்கேற்பச் சிறக்கு மாதலால் உரிமையாளர் திறமையாக வரைப - வரையும் கட்டுபவரையும் அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். உரிமையாளர் தம்மிடமுள்ள செல்வத்தின் அளவிற்கேற்றவாறு கட்டடத்தை அமைக்கும்படிக் கேட்டுக் கொள்வதுடன் கட்டடத்தில் தமக்கு வேண்டிய வசதிகள் அனைத்தையும் கூற வேண்டும்; செல்வத்தின் அளவே வேலையின் அளவும் அமையு மாதலால் கட்டுமான வரைபடத்தைத்தகுதிக் கேற்றாற்போல் வரைந்து கொள்ளாவிடின் கட்டு மானம் இடையில் நின்றுவிடும். எனவே, வரைபடம் வரையும் நிலையிலேயே செல்வத்தின் அளவு, அச் செல்வம் வெளிப்படும் முறையைச் சார்ந்தமையும். உரிமையாளர் தனிப்பட்டவராகவோ, குழுவாகவோ, வாரியமாகவோ, அரசாகவோ இருக்கலாம்.

வரைவோர் அல்லது கட்டடக் கலைஞர் அல்லது பொறியாளர். வரைவோர் உரிமையாளரின் செல்வ வளம், விருப்பம், கட்டடம் அமையவிருக்கும் தன்மை, அவ்விடத்தின் வரலாறு, பருவ காலங்கள், திசைகள், கழிவுநீர் வெளிப்பட, அவ்விடத்தில் நிலவும் வசதிகள், குடிநீர் வசதிகள் ஆகியவற்றைக் கணித்து மண்ணின் தன்மைக்கேற்ப வடிகால் அமைத்துச் சிக்கனமாகச் சிறந்த கட்டடம் அமைத்துக் கொடுக்க வேண்டும்; வளர்ந்து வரும் தொழில் நுட்பங்களை அறிந்தவராக இருந்தால், கட்டப்படும் கட்டடம், கல்லூரி, பல மாடிக் கட்டடம், கோயில், தொழிற்சாலை எதுவானாலும் அதற்குத் தகுந்த முறைகளையும் நிலவும் சட்ட திட்டங்களையும் தக்க முறையில் கையாண்டு வரை படங்களை வரைந்து கொடுத்து வேலையைச் செய் யும் ஆற்றலும் அறிவுமுடையவராக இருந்து அனைத்து வேலைக்கும் பொறுப்பு ஏற்க வேண்டும். சரியான முறையில் ஒப்பந்தப் புள்ளிகளை அமைக்க வேண்டும். கட்டடங்கள் கட்டப்படும்போது மாற்றங் கள் செய்ய வேண்டியிருப்பின் அவற்றை ஆங்காங் குள்ள நகராட்சி, மாநகராட்சி, தொழிற்சாலை விதிகள் இவற்றிற்குத் தக்கவாறு மாற்றிக் கொடுப்ப துடன் மாற்றிய படங்களுக்கு அனுமதி பெற்றுக் கொடுத்துக் கட்டுமான வேலைக்கான அனைத்தும் செய்து கொடுக்க வேண்டும்.

கட்டுவோர். சரியான முறையில் ஒப்பந்தப்புள்ளி களை அமைத்த பிறகே வேலையின் அளவையும் கொடுக்கப்பட்ட காலவரம்பையும் மனத்தில் கொண்டு அதற்குத் தகுந்தாற்போல் திறமைமிக்க வேலையாள்களைத் தன்னிடம் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். எந்த நிலையிலும் வேலையின் தரம் காக்க அனைத்து ஏற்பாடுகளையும் செய்து கொடுக் கும் ஆற்றல் படைத்தவராக இருக்க வேண் டும். வேலைக்கு வேண்டிய வேலைப் பொருள்கள் அனைத்தையும் வைத்திருப்பதுடன் வேலை நடந்து கொண்டிருக்கும் போதே ஏற்படும் சில எதிர்பாராத சிக்கலைத் தீர்க்கக் கைதேர்ந்த வேலையாள்களையும் கட்டுமானப் பொருள்களையும் சேர்த்து வைத்துக் கொண்ட பிறகே வேலை தடைப்படாமல் இருக்கு மாறு, பருவ காலங்களைக் கணித்து வேலையைத் தொடங்குபவராக இருக்க வேண்டும். இவருக்கும் வரைபடம் வரைந்த பொறியாளர் அல்லது கட்டடக் கலைஞருக்கும் ஏற்படும் பிணக்குகளை உரிமையாளர் தீர்த்து வைத்து நட்புமுறையில் வேலைகள் விரை வாக நடைபெற ஆவன செய்ய வேண்டும்.

- ந. பாலசுப்பிரமணியன்

கட்டடங்களின் பேணலும் ஆய்வுக்கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியலும்

அரசுத் துறைகளுக்கும் அரசைச் சார்ந்துள்ள பிற பொது நிறுவனங்களுக்கும் தேவையான கட்டடங் களைக் கட்டித் தருவதும், அவ்வாறு கட்டப்பட்ட கட்டடங்களை முறையாகப் பேணுதலும், அரசுப் பொறியாளர்களின் பணிகளுள் குறிப்பிடத் தக்கவை யாகும்.

பல்வேறு வகைக் கட்டடங்கள். கட்டப்பட்ட கட்டடங்கள் அவை எதற்காகக் கட்டப்பட்டனவோ அந்தப் பயனை முழுமையும் அளிக்கவும், அதைப் பயன்படுத்துவோர் குறை சொல்லாவண்ணம் அரசுத் துறையைக் காக்கவும் கட்டடங்களின் பயன்படும் காலத்தை அதிகரிக்கவும், கட்டடச் செலவைக் குறைக்கவும் கட்டடங்களை முறையாகப் பேண வேண்டும். கல்லூரிகள், பள்ளிகள், மாணவ மாணவி யர் விடுதிகள், பெரும் மருத்துவ மனைகள், வணிக மையங்கள், அரசு அலுவலர் குடியிருப்புகள், பேருந்து நிலையங்கள், புயல் பாதுகாப்புப் புகலிடங்கள், பய ணியர் மற்றும் திட்ட வாழிடங்கள், வளமனைகள்,

நினைவு மண்டபங்கள், புகழ் மிக்கார் சிலைகள் என அரசுத் துறையின் பராமரிப்பிலுள்ள பொதுக் கட்டடங்களைச் சுருக்கமாகக் குறிப்பிடலாம்.

பராமரிப்புப் பணியாளர் இன்மையும், பணக் குறைவும். அண்மைக் காலத்தில் இத்தகைய கட்டடங்களின் எண்ணிக்கையும் பயனும் பன்மடங்கு மிகுதியாகியுள்ளனவே தவிர இவற்றைப் பேணத் தேவையான கூடுதல் பணியாளர்களும், கூடுதல் தொகையும் போதிய அளவில் கொடுக்கப் படுவதில்லை; ஒப்புதலளிக்கப்படுவதில்லை. இத்தகைய கட்டடங்களில் ஒரு சிறு பழுதிருப்பினும் அல்லது ஏதாவது தற்காலிக வசதிக் குறைவு நேர்ந்தாலும் அரசுத் துறையும், அதன் பொறியாளர்களும், பிற ஊழியர்களும் குறை கூறப்படுகின்றனர். இத்தகைய பொது அரசுத் துறைக் கட்டடங்களைப் பேண வேண்டிய அளவுக்குப் பிற பயன்படுத்தும் துறையைச் சார்ந்தவர்களை நிறைவு படுத்தும் வகையில் வேலைகளைச் செய்யப் போதிய தொகை ஒதுக்கவேண்டும். மேலும் கூடுதல் கட்டடங்களின் எண்ணிக்கை, பரப்பு, அமைவிடம் இவற்றைப் பொறுத்துக் கூடுதல் பணியாளர்களையும் அமைக்க வேண்டும்.

கட்டடப் பராமரிப்பில் கவனிக்க வேண்டிய இன்றியமையாவழிமுறைகள். கட்டடத்தைச் சுற்றியுள்ள சுற்றுப்புறம் தூய்மையானதாக இருக்க வேண்டும். குறிப்பாக அடித்தளத்திற்கு 3மீதொலைவு வரைஎந்த மரமும் இருக்கக்கூடாது. ஏனெனில் மரங்களின் வேர்கள் பரவி அடித்தளச் சுவரைத் தாக்கக்கூடும். சுவரில் விரிசல்கள் ஏற்படவும் வாய்ப்புண்டு; இவ்வாறே கட்டடத்தின் சுவரிடுக்குகளிலும், மொட்டை மாடியிலும் எவ்விதச் செடி கொடிகளும் முளைக்காவண்ணம் கவனிக்க வேண்டும். இவ்வாறு முளைப்பனவற்றை வேரோடு பிடுங்கி எறிய வேண்டும்; மேற்கூரையிலோ, இடையிடுக்குகளிலோ மழைநீர் தேங்கா வண்ணம் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். வேண்டிய அளவும் எண்ணிக்கையும் உடைய மழை வடி குழாய்களைப் பொருத்தி அவை அடைத்துக் கொள்ளாமல் கவனிக்க வேண்டும்.

மேற்கூரையில், சுவர் ஓரங்களில் மழை நீர் தேங்கி நின்றால் சுவரில் ஓதம் (ஈரம்) பதிந்து வண்ணப்பூச்சும், சுவரின் அழகும் வலிமையும் குலையும்; சுவரின் காரைப் பூச்சுகள் பழுதுபடா வண்ணம் பார்க்க வேண்டும். பழுதுபட்ட பகுதிகளுக்குப் புதிதாகக் காரைப்பூச்சுப் பூச வேண்டும்; வலிவூட்டுங்கம்பிகள் - வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரைப் பலகம், விட்டம் போன்றவை கட்டடங்களிலிருந்து வெளியில் தெரியாமல் வேண்டிய அளவு பூச்சுப் பூச வேண்டும். காற்று, மழை, இவற்றின் மாற்றங்களில் இவ்வெஃகு வலிவூட்டிகள் துருபிடிக்காமலும் அரித்திடாமலும் பார்க்க வேண்டும். துருப்பிடித்தவற்றிற்கு உரிய காப்புப் பூச்சுப் பூசி அதற்கு மேல் சுண்ணக் கலவையால் போதிய கனத்திற்கு மூடவேண்டும்.

மேலும், மேற் சுவரின் அடித்தளங்களில் விரிசல்கள் தோன்றும்போது அவற்றிற்குரிய அடிப்படைக் காரணத்தைக் கண்டுபிடித்து அவற்றை நிறைவு செய்ய உரிய தொழில் நுட்பத்தையும் எளிதில் கிடைக்கும் செலவு குறைந்த பொருளையும் பயன்படுத்த வேண்டும். விரிசல்கள் அடித்தள மண்ணின் காரணமாக மிகவும் குறைந்த தாங்குதிறனும், படியும் தன்மையும் கொண்டிருந்தால் அடித்தள மண்ணை வலிமைப்படுத்த, புதிய முறைகளையும் பயன்படுத்திச் சீர் செய்ய வேண்டும்.

பொதுவாகவே கட்டடங்களின் பயன்படு காலத்தை மிகுதிப்படுத்த கட்டடத்தின் உட்பகுதிகளையும், மேற்பரப்பையும் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். அதற்காக ஆண்டுக்கு ஒருமுறை அல்லது இரண்டு மூன்று ஆண்டுகளுக்கு ஒரு முறை வெள்ளைப்பூச்சு, வண்ணப்பூச்சு, வண்ண எண்ணெய்ப் பூச்சு ஆகியவற்றைப் பூச வேண்டும்.

கட்டடத்தில் மரத்தால் எஃகால் ஞெகிழிப் பொருளால் வேறு உலோகத்தால் ஆன பொருள்கள் பழுதடைந்திருந்தால் உரிய காரணமறிந்து அவை மீண்டும் நேராவண்ணம் வழிமுறைகளையும் கண்டு புதிய பொருளைப் பயன்படுத்த வேண்டும் அல்லது பழைய பொருளைப் பழுது பார்த்துப் புதுப்பிக்க வேண்டும்.

கழிப்பறைகள், கழிப்பறைக் குழாய்கள், மின் பொருத்துகள், மின் கயிறுகள், குடிநீர் வழங்கு குழாய்கள் இவற்றின் இணைப்பு பழுதடையா வண்ணம் பாதுகாக்க வேண்டும். பழுதடைந்தவற்றை உடனுக்குடன் புதுப்பிக்கவும் வேண்டும்.

கூரைவிதானம், புழங்கு தளம், தண்ணீர்த் தொட்டி, தரைநீர்த் தொட்டிகள், பிற நீர் கொள்ளும் குழாய்கள், பொருத்திகள் இவற்றையும் பழுதடையாத வண்ணம் பார்க்க வேண்டும். கதவுகள், சன்னல், மேலதர்கள் (ventilators) முதலியவை விரிசல் விடாமலும், சுருங்காமலும், பழுதடையாமலும் இருக்க ஆவன செய்ய வேண்டும்.

வரைபடங்களும் தொகுபுள்ளி விவரங்களும். அரசு மற்றும் பொதுத் துறையின் பொறுப்பில் உள்ள கட்டடங்களை உள்ளடக்கிய ஒரு பதிவேடு (Register of Public Buildings) உள்ளது. ஒவ்வொரு பொதுக் கட்டடத்திற்கும் கீழ்க்காணும் புள்ளிவிவரங்களையும் தகவல்களையும் தொகுத்துக் கட்டடத்திற்கு ஒன்றாகத் தனித்தனிப் பதிவேடுகள் வைக்க வேண்டும்.

கட்டடத்தின் பெயர், கட்டடத்தைப் பயன்படுத்தும் துறையின் பெயர், கட்டடத் துறையினரின் காப்பாளர்/பொறுப்பாளர் பதவிப் பெயர்,

கட்டடம் பயனுக்கு வந்த ஆண்டு; மதிப்பீட்டுத் தொகை/செலவுத் தொகை, அரசு ஒப்புதல் எண்/தொழில் நுட்ப ஒப்பளிப்பு எண் மற்றும் தொகை, கட்டடம் அமைந்துள்ள இடம், முழு முகவரி, கட்டடப் பரப்பு (ஒவ்வொரு தளமாக), கூடுதலாகப் பின்னர் கட்டியவை/மாறியவை (மதிப்பீட்டுத் தொகை/கட்டப்பட்ட ஆண்டு விவரங்கள்) ஆகிய குறிப்புகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

கட்டடத்தின் அடித்தளம் எத்தனை தளங்களுக்காக அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதற்குரிய மிகவும் உயர் அளவு, இப்போது கட்டப்பட்டுள்ள அளவு, அடித்தளத்தின் வகை/அமைப்பு, மண்ணின் அமைப்பு, மண்ணின் காப்பு, தாங்கு திறன் முதலியவற்றையும், கட்டட வகைக்கான எளிய சுமை தாங்கு (load bearing) அமைப்பு, சட்டக அமைப்பு (framed structure), இரண்டும் கலந்த அமைப்பு ஆகியவற்றையும், தளவாரியாக உள்ள அமைப்பு/ அறை விவரங்களுக்குரிய குடிநீர் மேல்நிலைத் தொட்டி/ தரைத்தொட்டி/ கிணறு விவரங்கள், அழுகுத் தொட்டி/ஆய்வுக் குழியறைகள் (inspection pit chamber) பற்றிய விவரங்கள், மின் மாற்றி/மின் பொருத்தி/மின் விசிறியின் விளக்குகள் பற்றிய விவரங்கள் ஆகியவற்றையும் கொண்டிருக்கவேண்டும். மேலும் வரைபடம்/இட வரைபடம், ஒவ்வொரு தள வரைபடம் குறுக்கு வெட்டுப் படம்/ வரைபட எண் தொடர்பான விவரங்கள் அனைத்தையும் ஒவ்வொரு பொதுக் கட்டடத்திற்கும் தொகுத்து எப்போதும் நிலையான பதிவேடாக (permanent record) வைக்க வேண்டும்.

ஆய்வுக் கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியலின் பயன். கட்டடப் பராமரிப்புக்குப் பின்வரும் விவரங்கள் அடங்கிய ஆய்விற்குரிய பட்டியலைத் தயாரித்து அதை முறையாக ஒவ்வொரு முறையும் பராமரிப்பு ஆய்வின் போது பயன்படுத்த வேண்டும். இந்த ஆய்வுக் கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியல் ஒழுங்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டால் இன்று நிலவும் பெரும்பாலான குறைபாடுகளை நீக்கவும் ஒவ்வொன்றிற்கும் உடனடி நடவடிக்கை எடுக்கவும் இயலும். மேலும் கட்டடங்களைப் பராமரிக்கும் பொறியாளர், தொழில் நுட்ப உதவியாளர், வேலைத்தள உதவியாளர் ஆகிய அனைவருக்கும் இப்பட்டியல் பெரிதும் உதவியாக இருக்கும்.

ஆய்வுக் கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியல்-படிவம், கட்டடத்தின் பெயர், கட்டடத்தைப் பயன்படுத்தும் துறையின் பெயர், இவ்வாண்டில் இதற்கு முன் இக்கட்டடத்தைப் பார்வையிட்ட நாள், இவ்வாண்டு இக்கட்டடத்தில் செய்யப்பட்ட பராமரிப்பு வேலை பற்றிய முழு விவரங்கள், தற்போது பார்வையிட்ட நாள் இவை படிவத்தில் இடம்பெற்றிருக்க வேண்டும்.

இந்த ஆய்வில் பார்வையிட்ட இனங்கள் மட்டும் தனியாகக் குறிப்பிடப்பட்டு இவற்றின் இன்றைய நிலையும் குறிக்கப்பட வேண்டும். ஒவ்வொரு தளத்திலும், கீழ்த்தளம், சுவர், கூரை (ceiling), காரைப் பூச்சு, சுண்ணம்/வண்ணப்பூச்சு, கதவு, மேலதர், சன்னல், எஃகு எழிலமைப்பு, வண்ண எண்ணெய்ப் பூச்சு, கொக்கி, மூடு கட்டை இவற்றில் உள்ள விரிசல், நீர்க் கசிவுத் தன்மை ஆகிய அனைத்து விவரங்களும் தெளிவாகக் குறிப்பிடப்பட வேண்டும்.

அடித்தளம், அடித்தள மேல் கட்டுமானம்; தரைமட்ட விட்டம்/ஈரத் தடுப்பு அமைப்பு; தரைத் தளம்/புழங்கு தரைத்தளம்; சுவர்கள்/சன்னல் கீழ் மட்டப்பலகம்/மேல்மட்ட விட்டம்; தள/கூரைப் பலகம்; தட்பவெப்ப நிலைக் காப்பு வரிசை/மேலோடு: கைப்பிடிச்சுவர்/சுமை ஏற்காத நிரப்புச் சுவர்கள்; கழிவறைகள்/குளியலறைகள்; வெயில் மறைப்புகள்/முன் பின் விரிவுக் கூரைப்பலகம்; கதவுகள், சன்னல்கள், பிற எழிலமைப்புகள் முதலியவை கட்டடம் பற்றியவையாகும்.

கிணறு/நகராட்சி நீர்ப்பிடிப்புக் குழாய்கள்; நீர் வழங்கு குழாய்கள், இணைப்புகள்-துணை அமைப்புகள்; தண்ணீர்த் தொட்டி/மேல் நிலை-தரைநிலைத் தொட்டிகள்; நீரேற்று அறை/நீரேற்றுங் குழாய் அமைப்புகள்; குளியல் அறை/கழிவறைத் தொட்டிகள்-குழாய்கள்; கை கழுவும் தொட்டிகள் என்பவை நீர் வழங்கல் பற்றியவையாகும்.

கழிவறைக் குப்பிகள்-குழாய்கள்- இணைப்புகள்: வண்ணத் தொட்டிகள்-வெளியேற்று வழியமைப்புகள்; ஆய்வுக் குழியறைகள்; அங்கணங்கள்-கால்வாய்கள், காற்று வெளியேற்றிகள்-மூடு பலகங்கள் ஆகியவை பொதுவாகத் தூய்மைத் தளவாடம் பற்றியவையாகும்.

மின் மாற்றிகள்-மின் கம்பிகள் மின்னிணைப்புப் பெட்டிகள்-மின் துண்டிப்பு அமைப்புகள்; மின் விளக்குகள் (பலவகைப்பட்டவை); மின் விசிறிகள்; மின் தூக்கிகள், தட்ப வெப்ப நிலைப்படுத்திகள்; தொடர் அமைப்புகள்; தீத்தடுப்புக் கருவிகள் முதலியன மின்வழங்கும் தளவாடம் பற்றியவை.

சுற்றுப்புறச் சூழிடம்; அணுகு பாதைகள்-பிற பாதைகள்-பாதை ஓரந்தாங்கிகள்; ஈரத்தளங்கள்-கழிவு நீர் மழை நீர்க் கால்வாய்கள்; சுற்றுச்சுவர் வேலைக் கம்பியமைப்புகள்-நுழை வாயில்கள்; தளவாடப் பொருள் அறைகள்-தளங்கள்; மழைநீர் போக்கும் குழாய்கள்-வழிகள்; சிறு கொட்டகைகள் முதலியவை கட்டடச் சூழல் அமைப்புப் பற்றியவையாகும்.

அ. வீரப்பன்

நூலோதி. Thoman H, Mckcing-Field Inspection of Building construction, Mcgraw-Hill Book company Inc, Newyork, 1958, Jacok Field, *Construc-*

-*tion Failure*-John Wiley & sons Inc, Newyork, 1968, *Robt* Hammond, *Engineering Structural Failure*, Odhams Press Ltd, London, 1956.

கட்டடப் படிமானங்கள்

ஒரு கட்டடத்தின் அடிமானம் (foundation) தாக்க முற்றால், அக்கட்டடம் நிலைகுலைகிறது. இத் தாக்கம் கட்டடத்தில் ஏற்படும் சுமையாலோ, அடி மானப்பொருள்கள் சிதைவடைவதாலோ ஏற்படு கிறது. கடல் தறியில் (jetty) உள்ள தேக்குக் குத்துத் தூண்கள் (timber piles) மண், நீர் இவற்றில் உள்ள உயிரிகள், கறையான்கள், துளைப்பான்கள் ஆகியவற் றால் அரிக்கப்படலாம். கப்பல் உராய்தல் அல்லது இடித்தல், பனிக்கட்டி போன்ற மிதக்கும் பொருள்கள் மோதுதல் போன்றவற்றாலும் தேய்மானம் அடைய லாம். மேலும் இக்குத்துத் தூண்கள் கடற்கரையோரங் களில் அமைக்கப்படுவதால் அலைகளாலும் அவை பாதிக்கப்படுகின்றன. கற்காரை அடிமானங்கள் நிலத்திலுள்ள சல்ஃபேட்டுகளை எதிர்க்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். சில சூழ்நிலை களில் எஃகு குத்துத் தூண்களில் கூட அரிப்பு ஏற்படு கிறது. தாக்கத்தின் அளவு அழிவுப்பொருள்களின் செறிவு நிலநீர் மட்டம், தட்பவெப்பநிலை ஆகிய வற்றைப் பொறுத்தது.

ஆய்வுமுறைகள்: அடிமானங்களைக் காக்கும் முறையில், மண், நிலநீர் முதலியவற்றை விரிவாக ஆய்வு செய்வதே முதல் படியாகும். வேதியியல் ஆய்வுக்காக நிலநீர் மற்றும் மண்மாதிரி எடுக்க வேண்டும். நிலநீர் மட்டம் எந்த அளவிற்கு உயர் கிறது என்பதை ஆய்வது இன்றியமையாதது. மேலும் மண்ணில் எந்த விகிதத்தில் சல்ஃபேட் உள்ளது என்பதையும் ஆய்தல் வேண்டும். சல்ஃபேட்டுகளைக் குறைக்கும் பாக்டீரியாக்கள் மண்ணில் இருந்தால் அவை மிகுதியான அரிப்பை உண்டாக்குகின்றன.

ஒரு கட்டகப் படிமானம் இரு பகுதிகளைக் கொண்டது. அவை உடனடியான படிமானம் (immediate settlement), நேரம் கடந்த திடமான படிமானம் (consolidation settlement) ஆகும். உடனடியான படிமானம் சுமை ஏற்படும்போதே ஏற்படுகிறது. இது மண்ணின் நீர் அளவு மாறாமல் மண் உருக்குலைவதால் ஏற்படுகிறது. திடமானப் படிமானம் மண்ணிலுள்ள நீர் பிதிர்ந்து வெளிவந்து கன அளவு குறைவதால் ஏற்படுகிறது. மொத்தப் படிமானம் இவை இரண்டையும் சேர்ந்ததாகும்.

குறை அடர்த்தியிலிருந்து மிகு அடர்த்தியுடைய மண், சரளைக்கல்லில் உள்ள அடிமானங்களில், இரு படிமானங்களும் குறைந்தளவே உள்ளன. அவை இரண்டும் ஒரே சமயத்தில் ஏற்படும். சுமை அனைத்தும் ஏற்பட்ட நிலையில் மொத்தப்படிமானம் அடிமானத்தில் ஏற்படுகிறது. தளர்ந்த மண்ணில் (loose sand) சுமை ஏற்பட்டவுடன் பெருமளவு படிமானம் உண்டாகும். ஆனால் களிமண்ணில் நீண்ட நேரத்தில் குறைந்தளவே படிமானம் ஏற் படுகிறது.

மென்மையான வண்டல், களிமண் முதலிய வற்றில் குறைந்த சுமைகளிலேயே படிமானம் ஏற் படுகிறது. கடற்கரையோரங்களில் காணப்படும் தடுப்புச் சுவர்களில் மிகுந்த படிமானம் ஏற்பட்டால் அச்சுவர் சிதைவடையும் வாய்ப்புள்ளது. ஒரு கட்ட கத்தின் அடிமானம் ஒரே அளவிற்குப் படிவதால் அக்கட்டகத்திற்கு எவ்விதப் பாதிப்பும் ஏற்படுவ தில்லை. ஆனால் அடிமானத்திலுள்ள பகுதிகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் படிந்தால் கட்டகத்தில் ஆங்காங்கே தகைவுகள் (stress) தோன்றுகின்றன. அதனால் வெடிப்புகள், பிளவுகள் போன்றவை ஏற் படுகின்றன. படிமானம் மிகுந்தால் சில சமயம் கட்டகமே சிதைவடையும் வாய்ப்புள்ளது. கட்டடச் சூழ்நிலை, மண் அமைப்பு, அடிமானத்தில் ஏற்றப் படும் சுமை ஆகியவற்றில் உள்ள வேறுபாடுகள், அடிமானத்தில் மிகைச் சுமையேற்றல், கட்டகத்தி லுள்ள பகுதிகளை வெவ்வேறு கால இடைவெளி களில் கட்டுதல் போன்ற காரணங்களால் வேறுபட்ட படிமானம் (differential settlement) கட்டகங்களில் ஏற்படுகிறது. பல திசைகளில் உறுதியான மிதவை அடிமானங்களைக் (raft foundation) கட்டுதல், மிக ஆழமான அடித்தளம் அமைத்தல், தாங்கு சட்டங் களை அமைத்தல், குறைவான சுமைகளையுடைய பகுதிகளில் மிகு சுமையேற்றல் போன்றவற்றால் இதைத் தடுக்கலாம்.

- இரா. சரசவாணி

கட்டட மரங்கள்

அறிவியல் முன்னேற்றத்தால் கட்டடப் பொருள்கள் காலத்துக்குக் காலம் மாறுபட்டு வந்தாலும், இரும்பு வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை (reinforced concrete) போன்றவை நடைமுறையில் இருந்தாலும் மரத்தின் தேவை குறையவில்லை. ஏனெனில் மரங்கள் இயற்கை யில் எளிதில் கிடைப்பன; இவற்றை வடிவமைப்பதும் எளிது, வெப்பத்தையும் மின்சாரத்தையும் கடத்தாத் தன்மையுடையவை ஆதலின் கட்டடப் பாதுகாப்பும் அமைகிறது. மரங்களின் நாரோட்டங்களாலும் (grain structure), இழை நயத்தாலும் (texture) வடிவமைப்பும் வண்ணமும் கவர்ச்சியும்அமைகின்றன. பயனுக்கும் விலைக்கும் ஏற்றவாறு பலவகை மரங்கள் கிடைக்கின்றன. வேண்டும் வலிமையை மிகுவிப்பதற்

கும், கறையான், துளைப்பான் பூச்சிகள், காலநிலை மாறுபாடு ஆகியவற்றின் தாக்கத்தால் கேடுறா வண்ணம் தகுந்தவாறு உலர்த்தியோ, பாதுகாப்பி களைப் பூசியோ, உட்செலுத்தியோ மரங்களின் உழைப்புத்திறனைக் கூடுதலாக்கலாம்.

தென்னகத்தில் கட்டடங்களுக்குப் பயன்பெறும் மரங்கள். அந்தமான் வேங்கை, அயினிப்பலா, இருள், கருவாகை, கருவேல், கோங்கு, செவ்வகில், தடுசு, தேக்கு, தோதகத்தி, பலா, பாதிரி, பாலி, பூவரசு, மகாகனி, மஞ்சள்கடம்பு, மருது வகைகள், மலைப் புன்னை, மா, மூங்கில், வாகை, வெண்தேக்கு, வேங்கை, வேம்பு என்பனவாகும்.

கட்டடங்களில் மரங்களின் பயன்பாடு. மரங்களின் பயன்பாடு பலவகைப்படும். கூரை, தளம் ஆகிய வற்றின் சுமையைத் தாங்கி நிற்கும் உத்திரம், கைமரம் (rafters), நிலைத்தூண் (posts) என்பன ஒரு வகையாகும். கதவு, ஜன்னல், சுவர்ப்பேழை (cupboards) போன்றவற்றிற்குத் தேவைப்படும் சட்டங்கள், பலகைகள் என்பன மற்றொரு வகை யாகும். சில கட்டடங்களில் சுவராகவும், தளமாகவும் மரங்களைப் பயன்படுத்தும்போது உராய்வைத் (abrasion) தாங்கி நிற்கும் வலிவையுடைய மரங்கள் பிறிதொரு வகையாகும். ஆகவே பயனுக்கும் பயன் படும் இடத்திற்கும் தகுந்தவாறு மரவகைகள் வேறு படுகின்றன.

கட்டட மரங்களின் பண்புகள்

வலிமை. இது, மரப்பொருள்கள் கட்டடத்தில் பொருத்தப்படும் இடங்களைப் பொறுத்து, அவை மீது சுமத்தப்படும் சுமையைத் தாங்கி நிற்கும் திறனைக் குறிக்கும். கூரையில் பயன்படும் கைமரங் கள், சாரக்கட்டைகள், உத்திரங்கள் இருமுனை தாங்கும் வகையின. அவை போதிய அமுக்கமும், இழுவிசையும் ஏற்க வேண்டும். கம்பங்களாகப் பயன் படும் மரங்கள் சுமையால் உண்டாகும் நேர் அமுக்கத்தை ஏற்க வேண்டும்.

கடினத்தன்மை. மரக்கட்டைகளை ஒன்றோ டொன்று, நீளவாக்கிலோ, குறுக்கிலோ தேவையான அமைப்பிலோ பொருத்தும்போது, ஆணிகள், திருகு ஆணிகள், மரையாணிகள் இருப்புப்பிடிகள் போன்றவை அவற்றுள் செலுத்தப்படுகின்றன. அப் போது அவற்றைத் தாங்கி இறுகப் பிடித்துக் கொள்ளும் திறனே கடினத்தன்மை எனப்படும்.

மீள்திறன். நிலையான சுமையோடு தன் மேல் வரும் நிலையற்ற சுமை கூடும்போது முதலில் அதைத்தாங்க வளைந்து கொடுத்துப் பின் அச்சுமை நீங்கியபின் தன்னுடைய இயல்பு நிலைக்கு எவ்வித மாறுதலுமின்றித் திரும்பும் திறனே மீள்திறன் ஆகும். சாரக்கட்டைகள், குறுக்குக் கட்டைகள், தளங்களைத் தாங்கும் உத்திரங்கள் ஆகியவை இத்திறனைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

வளைதிறன். இது வலிமையுடன் குறைந்த மீள் திறனையுங்கொண்ட நிலையைக் குறிக்கும். சிற்சில பயன்பாடுகளுக்காக, வளைக்கப்பட்ட மரப்பொருள் கள் செய்ய, வளைதிறன் கொண்ட மரவகைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பர்.

கெட்டித் தன்மை. கட்டடங்களில் பொருத்தப் பட்ட மரப்பொருள்கள் சில சமயங்களில் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளால் நிலை குலையாது தாங்கி நிற்கும் திறனைக் கெட்டித்தன்மை குறிக்கும். குறிப்பாகத் தொழிற்சாலைக் கட்டடங்களில் பயனாகும் மர உறுப்புகள் இத்திறன் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

தீ எதிர்ப்புத் திறன். பொதுவாக, மரப் பொருள் கள் தீப்பிடிக்கக் கூடியவையே. இருப்பினும் சிலவகை மரங்கள் அடர்த்தி நிறைந்த நாரோட்டங்களுடன் எளிதில் தீப் பற்றாத்திறனும் கொண்டவை. பிற மரவகைகளில் சில வேதி முறைகளைக் கையாண்டு தீ எதிர்ப்புத்திறனைக் கூடுதலாக்கிப் பயன்படுத்த லாம்.

வடிவு மாறாத்திறன். பசுமையான மரங்களை அறுப்பதால் கிடைக்கும் கட்டைகள், சட்டங்கள், பலகைகள் ஆகியவற்றை உடனே பயன்படுத்தாமல் உலர்பதம் (seasoning) செய்து பயன்படுத்தினால் அவை தட்பவெப்ப நிலைமாற்றத்தால் அல்லது சுமை அதிர்ச்சி இவற்றின் தாக்கத்தால், வடிவு இழக்காமல் இருக்கும். இல்லையேல் அவை, திருக்கம் (torsion), வளைவு, வில் வளைவு, குழி வளைவு, பிளவு வெடிப்பு, வடிவிழப்பு முதலிய குறைபாடு களுடன் உரிய பயனைத் தர இயலாமல் போய்விடும். உலர்பதம் செய்து பயன்படுத்தப்படும் மரப்பொருள் கள் வடிவு மாறாத்திறன் கொண்டவையாக இருந்து கட்டடங்களுக்கு அழிவு உண்டு பண்ணா.

உராய்வுஎதிர்திறன். தளங்களில் பயன்படுத்தப்படும் மரப்பொருள்கள் அடிக்கடி உராய்வுகளால் தாக்கப் படும்போது காயம்படாமல் அவற்றைத் தாங்கி நிற்கும் திறனே உராய்வு எதிர்திறனாகும். தளங்கள் மரப் பலகைகளால் அமையும்போது இத்திறன் கொண்ட கடின மர வகைகளையே பயன்படுத்துவர்.

வேலைக்காகும் திறன். இது அறுத்த மரங்களை அமைப்புகளுக்குத் தக்கவாறு குறுக்கறுப்பதற்கும், இழைப்பதற்கும், மெருகேற்றுவதற்கும் இசைவான திறனாகும். தச்சர்கள் இத்திறனற்ற மரவகைகளை ஒதுக்கி விடுவர். வேலைக்காலமும் கூடுதலாகலாம். தேக்கு, தோதகத்தி, வாகை, மகாகனி போன்றவை எளிதில் வேலைக்காகும் திறன் கொண்டவை.

நீடித்த உழைப்புத் திறன். நெடுநாள்பயன்பாட்டிற்கு ஏற்ற மரங்களே பெரிதும் விரும்பப்படும். மாறும்

தட்பவெப்ப நிலைக்கு ஈடுகொடுத்து, துளைப்பான் பூச்சி, கறையான் ஆகியவற்றால் தாக்கப்படாமல் இருக்கும் மரவகைகளே நீடித்த உழைப்புத்திறன் கொண்டவை. அவ்வகை மரங்கள் வேண்டிய அளவில் கிடைப்பது அரிதாகையால், தற்போது குறிப்பிட்ட மரங்கள் அல்லாமல் காட்டில் வளரும் பிறவகை மரங்களையும் பயன்படுத்தும் தேவை ஏற்பட்டு விட்டது. எனவே உரிய முறைகளில் உலர் பதப் படுத்தியும், பொருத்தமான பாதுகாப்பிகளைப் பயன் படுத்தியும் நீடித்த உழைப்புத்திறன் கூடுதலாக்கப் படுகிறது.

பயன்பாட்டுக்குத் தகுந்த மரவகைகள். உத்திரம் முதல் பலகை, சட்டம் அனைத்திற்கும் அந்தமான் வேங்கை, அயின், இருள், கோங்கு, தடுசு, தேக்கு பாதிரி, மருது வகைகள், வெண்தேக்கு, வேம்பு முதலியன பயன்படுகின்றன. அயினி, இருள், கருவேல், கருமருது, பாலி, மலைப்புன்னை, வெண் மருது, வேங்கை ஆகியவை கம்பங்கள், கைமரங்கள், சாரக்கட்டைகள் செய்யப்படுகின்றன. கருவாகை, தேக்கு, தோதகத்தி, பலா, மஞ்சட்கடம்பு, மகாகனி, மா, வாகை, வெண்தேக்கு, வேங்கை, வேம்பு முதலியன பலகைகள், தள வரிசைக்கட்டைகள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

ஈரக்கசிவு மற்றும் மணற்பாங்கான இடங்களில் மண்ணிற்குள் செலுத்தப்படும் நிலத்தூண்களுக்கான மரங்களாகக் கருவேல், தேக்கு, நாங்கு, பூம்பாதிரி, முள்ளிலவு, வெண்தேக்கு போன்றவை காணப்படு கின்றன.

கட்டட மரப் பாதுகாப்பு முறைகள். இம்முறை உலர்பதனிடுதல், பாதுகாப்பிகளைப் (preservatives) பயன்படுத்தல் என இருவகைப்படும்.

உலர்பதனிடல்

மரங்களில் இயற்கையாக உள்ள ஈரப்பசையின் அளவைப் பயனாகும் இடங்களின் காற்று மண்டல ஈரப்பத அளவுக்குக் குறைத்தலே உலர்பதனிடல் ஆகும். இதனால் மரங்களை எளிதாக அறுக்க, இழைக்க இயலும். மேலும் வளைவு, திருக்கம், முறிவு, வெடிப்பு, வடிவிழப்பு போன்ற குறைபாடு களைத் தவிர்க்கவும் முடியும். மேலும் நீண்ட நாள் பயன்படும்.

உலர் பதனிடுமுறை மரங்களின் இயல்புக்குத் தக்கவாறு இருவகையில் செய்யப்படுகின்றது. அவை காற்றில் உலர்பதனிடல், வளிம உலர்த்தல் ஆகியவை யாகும்.

காற்றில் உலர்பதனிடல். மரக்கட்டைகளை அல்லது அறுத்த மரப்பொருள்களை (சட்டங்கள், பலகைகள்), ஒன்றின்மேல் ஒன்றுவைத்து, இடையில் காற்றுப் புகும்படி அடுக்கிச் சில நாள் வைக்க வேண்டும். இதைத் திறந்த வெளியிலோ உயர் கூடார நிழலிலோ செய்யலாம். இதனால் மரங்களில் உள்ள ஈரப்பசை, வெளிக்காற்றால் மெதுவாக உறிஞ்சப்படக் கட்டை கள் உலர்கின்றன.

வளிம உலர்த்தல். சில கடின வகை மரங்களை, வேண்டும் வடிவில் அறுத்த பின்னர், கொதிகலன் போன்ற மூடப்பட்ட உருளைகளில் வைத்து, சூடான வளிமத்தை உருளைக்குள் செலுத்திக் கட்டைகளில் உள்ள ஈரப்பசையை விரைவில் நீக்க வேண்டும்.

பாதுகாப்பிகளைப் பயன்படுத்தல்

இது மூவகைப்படும். மரப்பொருள்களைக் கட்ட டத்துள் பொருத்தும் முன்பு செய்வது, பொருத்திய பின்பு செய்வது இதில் அடங்கும். இவ்விருவகைகளும் கட்டடங்களில் பொருத்தப்படுமுன் செய்யப்படுவன. இறுதி வகை, பொருத்தப்பட்ட பின் செய்யப்படுவ தாகும்.

அமிழ்த்தல் முறை. மரப்பொருள்களை, பாது காப்பிகளான மர எண்ணெய், மரத்தார்க்குழம்பு உள்ள தொட்டிகளில் நன்கு மூழ்கும்படிச் சில நாள் அமிழ்த்தி வைத்திருந்து, பின்னர் எடுத்து உலர்த்திப் பயன்படுத்தல் வேண்டும். இம்முறை பல நுண்துளை கள் (pores) உள்ள மிகக்கடின மர வகைகளுக்குப் பொருந்தும்.

உட்செலுத்துதல் முறை (impregnation). அடர்த்தி யான செல்களுக்குள் அமிழ்த்தல் முறையால் கடின வகை மரங்களில் பாதுகாப்பிகளை உட்செலுத்த இயலாது. மூடப்பட்ட கொதிகலன் உருளைக்குள் மரப்பொருள்களை அடுக்கி வைத்து, காற்றழுத்தம் மூலம் பாதுகாப்பி மருந்துகளைக் குறிப்பிட்ட நேரத் துக்கு உட்செலுத்தி மரப்பொருள்களின் அடர்ந்த செல்களுக்குள் செலுத்தவேண்டும். பின்னர் அவற்றை வெளியில் எடுத்து உலர்த்திப் பயன்படுத்தலாம்.

பூச்சு முறை. மண்ணுக்குள் அல்லது சுவருக்குள் பொருத்தப்படும் மரப்பொருள்களின் முனைகளைத் தார், மர எண்ணெய் பூசிப் பயன்படுத்துவர். கட்டடங்களில் பொருத்தப்பட்டு வெளியில் தெரியும் மரப்பகுதிகளைத் தட்பவெப்பநிலை மாற்றம், கறையான், துளைப்பான் பூச்சி இவற்றின் தாக்கம் ஆகியவற்றிலிருந்து தடுத்துக் காக்கவும், மேலும் சில மரவகைகளின் நார்க்கோல அழகை வெளிப்படுத்தவும் பல்வகை மெருகெண்ணெய்கள் (varnishes), நெய்வணங்கள் (paints) பயன்படுகின்றன. இம்முறை ஆண்டுக்கு ஒரு முறையோ ஈராண்டிற்கு ஒருமுறையோ செய்யப்பட்டு வந்தால் மரப்பொருள் கள் நன்னிலையில் நீண்ட காலத்திற்குப் பயன்படும். நீர் படாமல் இருந்தால் மேலும் நிலைத்திருக்கும்.

கட்டட மரங்களில் புதுமைப் பொருள்கள். கட்டட மரப்பொருள்கள் செய்வதில் காலத்தின் தேவையால்

புதுமைகள் நிகழ்ந்து வருகின்றன. புதுப்புது முறைகளின் மூலம் அட்டைகள் (plywood boards), மரத்துகள் அட்டைகள் (dust boards), மரத்தூள் அட்டைகள் (particle board˙), கழிவுக் கட்டை அட்டைகள் (wastewood boards) முதலியவை கட்டடங்களில் சில உறுப்புகளாகப் பயன்படுகின்றன. பொதுவாக மக்களால் விரும்பப்பெறாத மரவகைகள் இப் புதுமுறைகளால், தற்போது பயன்படுகின்றன. தேக்கு,தோதகத்தி, மகாகனி போன்ற விலை உயர்ந்த மரங்களின் தேவை குறைக்கப்பட்டும் காடுகளின் முழுப் பயன்பாடு பெருகியுமுள்ளன.

-ச. பாலகதிரேசன்

கட்டப் படப்பதிவுக் கருவிகள்

பொதுவாகக் காலத்தைப் போல ஒரு மாறும் அளவையின் சார்பாக ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட அளவைகளைக் கட்டப் படத்தில் பதிவு செய்யக்கூடிய கருவிகள் கட்டப்படப் பதிவுக் கருவிகள் (graphic recording instruments) எனப்படும்.

அழுத்தம், எடை, மின் அழுத்தம் ஆகியவற்றை உணரும் வகையில் இக்கருவி வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இக்கருவிகளின் சிறப்பு, அளவிடப்படும் அளவையை இவை வரைபடத்தில் பதிவுசெய்து கொள்கின்றன.

பாரமானி, அலைவுமானி போன்ற கருவிகளில் இறுதிக் கட்டக் குறிகாட்டிகளுக்குப் பதிலாகப் பாரவரைவி, அலைவரைவி போன்ற வரைவிகள் இடம் பெற்றிருக்கும். இக்கருவிகளில் நேர் செயல்வகை, மறைமுகச் செயல் வகை என இரண்டு வகை உண்டு. நேர் செயல் வகைகளில் வரைவி முதல் காணியால் எந்திரவியல் முறையில் நேரடியாக இணைக்கப்பட்டு நேரடியாக இயக்கப்படும். மறைமுகச் செயல் வகைகளில் வரைவிகளை இயக்குவதற்கு இடைவழி முறைகளால் முதல் காணியின் ஆற்றல் அளவீடு அதிகரிக்கப்படுகிறது.

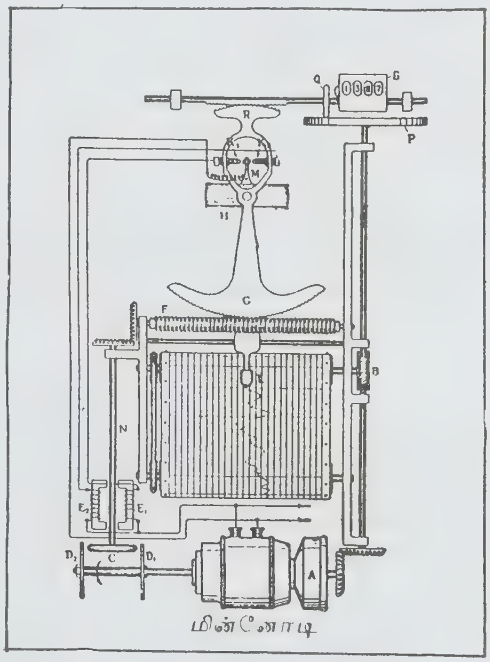
காலத்தால் மாறுபடும் மின்னியல் அளவைகளின் மதிப்புகளும் இக்கருவிகளால் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. பதிவு செய்வதன் நோக்கம், குறிகாட்டும் கருவிகளிடமிருந்து எந்த நேரத்திலும் பெற்ற விவரங்களைச் சேர்த்து வைத்துத் தேவைப்படும்போது தருதல்;குறிகாட்டும் கருவிகளிடமிருந்து நேரடியாகப் பெற முடியாத விவரங்களைத் தருதல்; ஒரு மின் சுற்றின் பகுதிகளில் தோன்றும் அலை வடிவங்கள், வெவ்வேறு கணமாறி நிகழ்வு, தறுவாய் உறவு ஆகியவற்றைக் கண்டறிதல் என்பவையாகும்.

வேறு இயற்பியல் அளவுகளான அழுத்தம், அழுத்த விளைவு போன்றவற்றை ஆய்வு செய்யக் குறிப்பிட்ட மின்னியல் அளவுகளைப் பதிவு செய்வதும் ஒரு வகையாகும். அப்போது பதிவுக் கருவியின் செயல் வேகம் முக்கியமாகும். குறிகாட்டும் கருவிக்கு மாற்றாக ஒரு பதிவுக் கருவியை வைத்தல் போதாது.

நேர் பதிவுக் கருவிகள். இவை குறிகாட்டும் கருவிகள் (மின் அழுத்தஅளவி, ஆற்றலளவி)போன்றே தோற்றமளிக்கும். குறிகாட்டிக்குப் பதில் முனையில் பேனா கொண்ட வரைவி இடம் பெற்றிருக்கும். பேனா ஒரு கட்டத்தாளின் மேல் மெதுவாக ஊர்ந்து செல்லும். பேனாவின் விலகல் திசைக்குச் செங்குத்தாக மெதுவான ஒருமித்த வேகத்தில் கட்டப் படம் நகரும். வரைவு முடிந்தவுடன் சுற்றியிருக்கும் உருளையிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டு மற்றோர் உருளையில் சுற்றப்படும். மை கொண்ட பேனாவால் வரையப்பட்ட படம் கருவியின் விலகல் மாறல்களின் தொடர் பதிவைக் காட்டும்.

படத்தில் பேனா உராய்வின் காரணமாகவும், நகர் தொகுதியின் மிகை எடையின் காரணமாகவும், பதிவு நோக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் குறிகாட்டும் கருவியின் வடிவமைப்பை மாறுதல் செய்ய வேண்டியிருக்கும்.

உராய்வால் ஏற்படும் தவறுகளைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு, இயக்கத் திருப்புவிசை, உராயும் திருப்பு விசையின் அதிகரிப்பிற்கேற்றவாறு பெருக்கப்படும். கட்டுப்படுத்தும் திருப்பு விசையையும் (திருக்கம்) அதிகரிக்க வேண்டும். நகர் தொகுதியின் அதிக சடத்



படம் 1. பதிவுக்கருவி

தன்மையால் ஒடுக்கலை அதிகரிப்பதும் அவசியமாகிறது. தாங்கிகளின் அளவுகளையும் அவற்றின் மேல்படும் அதிகப் பளுவின் காரணமாக அதிகரிக்க வேண்டியிருக்கும்.

படம் 1 இல் உணர்த்தியால் இயங்கும் பதிவுக் கருவியின் கட்டமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. அளக்கப்படும் அளவையின் மாறுபாட்டிற்கேற்ப M எனும் நாக்கு நகர்கிறது. இது E_1, E_2 எனும் மின் காந்தங்களில் ஒன்றின் சுற்றை மூடுவதால் N எனும் தண்டு விலகுகிறது. உராய்வுச் சக்கரம், C, D_1, D_2 எனும்தட்டுகளில் ஒன்றோடு இணைவதால் F எனும் சரிவுப்பல் சக்கரம் (bevel gear) சுழல்கிறது. இதனால் பல் கொண்ட கால் வட்டம் G மற்றும் பேனா L ஆகியவையும் நகர்கின்றன.

கட்டப் படத்தாள் சிறிய மின்னோடியால் இயக்கப்படுகிறது. மின்னோடியின் வேகம் A எனும் மைய ஈர்ப்புக் கட்டுப்படுத்தியால் நிலையாக வைக்கப்படுகிறது.

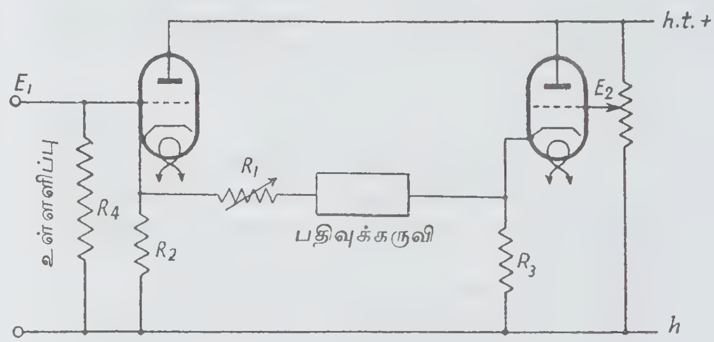
இவ்வகைப் பதிவுக் கருவிகள் இருவகைப்படும். அவை பேனாவைப் பிடித்திருக்கும் கருவி கிடைநிலையில் இருக்கும் வகை, செங்குத்தாக இருக்கும் வகை என்பன. கிடைநிலை வகையில், கட்டப் படத்தில் உள்ள காலக்கோடுகள் நேராக இருக்கும். ஆனால் பேனா மிகு எடை கொண்டிருக்கும். ஏனெனில் பிடியின் முனையில் பேனாவிற்கான மை முழுதும் வைக்கப்பட வேண்டும்.

செங்குத்து வகையில் காலக்கோடுகள் வட்டத்தின் பகுதிகளாக இருக்கும். பேனாவில் கை சுழலும் அச்சில் உள்ள தேக்கியில் மையை நிரப்ப அது எழுதுமுனைக்கு உறிஞ்சு விசையால் பாயும். இதன் துலங்கல் (response) நேரம் முழு வீச்சிற்குப் பல நொடிகள் வரை வேறுபடும்.

விரைவான துலங்கல் கொண்ட மில்லி அம்மீட்டர் பதிவுக் கருவிகள். நகர் சுருளின் அசைவு செங்குத்தான பேனாவை இயக்கும். பேனாப் பதிவுக் கருவியின் 0 என்னும் முழு எல்லை வரைக்கான துலங்கல் நேரம் 0.1 நொடி இருக்குமாறு கவனத்தோடு வடிவமைக்க இயலும்.

அசையும் பகுதிகள் மெல்லியதாக இருக்க வேண்டும். துலங்கல் நேரத்தைக் குறைக்க இயக்குந் திறனை அதிகரிக்க வேண்டும். இத்தகைய கருவியும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. 4 அங்குல அகலக் கட்டப் படம் சாதாரணமாக நொடிக்கு 1 அங்குலம் நகரும். இவை 4 அங்குலம் வரை நகர இயலும் திறன் கொண்டவை. துலங்கல் நேரம் .1 நொடி அளவுகோலில் முழுவீச்சிற்கு 1 வாட் திறன் தேவைப்படும். பேனாவின் எடையை மேலும் குறைப்பதன் மூலமும், அசைவைக் குறைப்பதன் மூலமும் அதன் துலங்கலை மேலும் மேம்படுத்த முடியும்.

மிகைப்பியால் இயக்கப்படும் மில்லி அம்மீட்டர் பதிவுக் கருவி. பதிவு செய்யப்பட வேண்டிய அளவைக் கொண்ட சுற்றிலிருந்து கிடைப்பதை விட விரைவான துலங்கலும் மில்லி அம்மீட்டர் அசைவும் கொண்ட வரைவியை இயக்குவதற்குத் திறன் மிகுதியாகத் தேவைப்படும். அத்தகைய நிலைமைகளில் ஒரு மின் அணுவியல் மிகைப்பியால் வரைவியை இயக்கலாம். அதற்குக் குறைந்த உள்ளளிப்புத் திறனே தேவைப்படும். படம் 2இல் இதற்கான மிகைப்பிச் சுற்றுக் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 2. மிகைப்பியால் இயங்கும் பதிவுக் கருவி

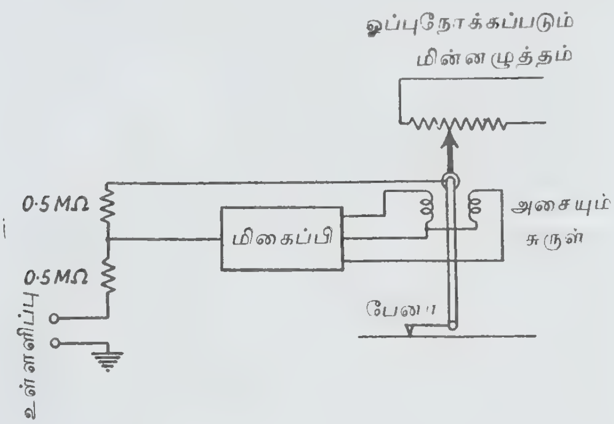
இச்சுற்றில் வேறுபாட்டு எதிர் முனைப் பின்பற்றி ஒன்று உள்ளது. வரைவியின் தடையும் தொடர் சுற்றுத் தடை R_1 உம், R-2 உம், R_3 உடன் ஒப்பிடும்போது சிறியனவே. இரண்டாம் குழு வரையில் ஊட்டப்படும் E - 2 உம் உள்ளளிப்பு அழுத்தம் E_1 உம் சமமாக இருந்தால், வரைவியின் மூலம் மின்னோட்டம் செல்லாது.

பின்னர் அதிகரிக்கப்பட்டால் முதல் குழல் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. எதிர் மின்முனையில் மின் அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது. இதனால் வரைவியின் மூலம் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. இரண்டாம் குழலின் வகை மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கிறது. அக்குழலின் மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கிறது. உள்ளளிப்பு அழுத்தம் E_1 ஐ அதிகரிப்பதால் முதல் குழலின் மின்னோட்டம் அதிகரிக்கிறது. இரண்டாம் குழலின் மின்னோட்டம் குறைகிறது. வரைவியின் மூலம் சம மின்னோட்டம் பாயச் செய்கிறது.

உள்ளளிப்பு அழுத்தத்தின் குறிப்பிட்ட மாற்றத்திற்கு வரைவியின் மூலம் செல்லும்மின்னோட்டம் முக்கியமாகச் சுற்றின் தடையத்தைப் பொறுத்தது. வேறு குழலின் பண்புகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. R_1 இன் மதிப்பை மாற்றுவதன் மூலம் அதை மாற்ற இயலும்

R - 4 இன் மதிப்பு 0.5 மெக் ஓம் வரை உயர்ந்து காணப்படுவதால் மிகைப்பியை இபக்கக் குறைந்த அளவு திறனே தேவைப்படும். இதில் மேம்பட்ட சுற்றுகளைப் பயன்படுத்தும் வகைகளும் காலப் போக்கில் வடிவமைக்கப்பட்டு உருவாக்கப்பட்டுள்ளன.

கட்டுப்பாட்டு இயக்கப் பேனா வரைவிகள். ஒரு பதிவுக் கருவி மிகைப்பியால் இயக்கப்பட வேண்டுமானால் கட்டுப்பாட்டு இயக்கத்திற்கு மிகைப்பியைப் பயன்படுத்துவது மிகுந்த துல்லியத்தைத் தரும். இத்தகைய கருவி படம் 3இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 3 தானியங்கு பேனாப் பதிவுக் கருவி

அசையும் சுருள் இரண்டு சமமாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அவை ஒரு சமப்படுத்தும் மிகைப்பியால் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் மின்னோட்டம் அளிக்கின்றன. கட்டுப்பாட்டுச் சுருள் எதுவும் இல்லை. இரண்டு பகுதிகளில் உள்ள மின்னோட்டங்களும் சமமாக இருக்கும்போது பேனா இயங்காது. ஒரு சிறிய மின் அழுத்த அளவியில் மெதுவாக அமர்ந்திருக்கும் தொடுவான் ஒன்று பேனாவின் கையோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உள்ளளிப்பு முனையத்திற்கும் தொடுவானுக்கும் இடையே இணைக்கப்பட்ட தடையத்தின் மையத்திலிருந்து மிகைப்பிக்கு உள்ளளிப்பு எடுக்கப்படுகிறது.

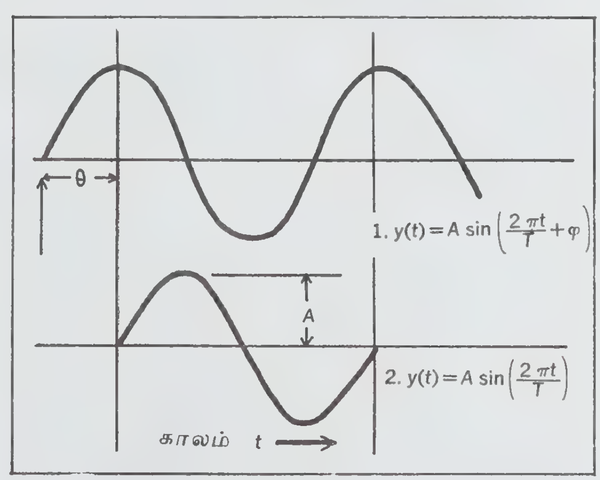
பேனாக் கைத்தொடுவானால் எடுக்கப்படும் மின்னழுத்தம் உள்ளளிப்பு மின்னழுத்தத்திற்குச் சமமாகவும் எதிராகவும் இருந்தால், அசைசுருளின் இரண்டு பகுதிகளிலும் பாயும் மின்னோட்டம் சமமாகவும் எதிராகவும் இருக்கும். பேனா நகராது; உள்ளளிப்பு அழுத்தத்தை அதிகரித்தால் அசை சுருளின் இரண்டு பகுதிகளிலும் பாயும் மின்னோட்டம் வேறுபடுவதால் ஒரு திருப்பு விசை உருவாகிறது. தொடுவானால் எடுக்கப்படும் எதிர் மின்னழுத்தத்தை அதிகரிக்கும் திசையில் பேனா தள்ளப்படுகிறது. அது உள்ளளிப்பு அழுத்தத்திற்குச் சமமாக இருப்பின் மிகைப்பிக்கு உள்ளளிப்பு எதுவும் இல்லை, பேனா நகராது. பதிவுக் கருவி முக்கியமாகத் தானாகச் சீர் செய்து கொள்ளும் மின் அழுத்த அளவியாகும். அதன் துல்லியம் மிகைப்பியின் பண்புகளால் மாறுபடுவதில்லை.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கட்டம்

ஒரு சீரிசை இயக்கத்திற்கான சமன்பாட்டை $y = A \sin (wt + \delta)$ என எழுதலாம். இதில் $(wt + \delta)$ என்பது அவ்வியக்கத்தின் கட்டம் (phase) எனப்படும். δ என்பது கட்ட மாறிலி அல்லது தொடக்கக் கட்டம் எனப்படும்.

நேரத்தைப் பொறுத்து சீரிசை மாற்றத்தில் இருக்கும் ஒரு அளவின் (எ. கா. மாறுதிசை மின்னழுத்தம்) கட்டம் என்பது, அவ்வளவு சம நிலைமதிப்பை (equilibrium value) நேர்முகமாகக் கடந்தபின் கழிந்திருக்கும் கால அளவாகும். இதை அலைவு நேரத்தின் பகுதியாகக் கூறுதல் மரபு. எடுத்துக்காட்டாக T - நொடி அலைவு நேரம் கொண்ட சீரிசை மாற்றத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தின் கட்டம் T/4 என்றால் அவ்வளவு சம நிலையை நேர்திசையில் கடந்து, T/4 நொடி கழிந்துள்ளது எனப் பொருள்படும்.



ஒரு சைன் அலையின் கட்டம் என்பதற்கு விளக்கம் அலைகள் 1, 2 ஆகியவற்றுக்கிடையில் உள்ள கட்ட மாறுபாடு θ. இது கட்டக் கோணம் எனப்படும். A-என்பது அலையின் வீச்சு, T - அதன் அலைவு நேரம்.

ஒரே அலைவு நேரங்கொண்ட, சீரிசைமாற்றத்தில் இருக்கும் இரு அளவுகளுக்கிடையில் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உள்ள கட்ட வேறுபாடு, ஒன்றன் சமநிலை மதிப்பு நேரத்தைச் சுழியாகக் கொண்டு, அடுத்த அளவு அம்மதிப்பை அடையத் தேவையான நேரத்தை, சீரிசை அலைவு நேரத்தின் பகுதியாகக் குறிப்பிடலாம். எடுத்துக்காட்டாக, இரு சீரிசை மாற்றங்களுக்கிடையில் கட்ட வேறுபாடு T/4 என்றால், ஒன்று சுழிநிலையை அடைந்து T/4 நொடிகளுக்குப்பின் அடுத்த இயக்கம் சுழிநிலை அடையும் எனப் பொருள்படும்.

அலைவு நேரத்தின் பகுதிகள் கோண அலகுகளிலும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஓர் அலைவு நேரக் காலம் T என்பது 360° அல்லது 2π ரேடியன் கோண அலகுக்குச் சமம். எடுத்துக்காட்டாக இரு சைன்வடிவ அலைகளுக்கு இடையில் கட்ட வேறுபாடு 90° அல்லது $\pi/2$ ரேடியன் என்றால் நேர அலகில் ஓர் அலை பிற அலையை விட்டு T/4 நொடிகள் விலகியிருக்கின்றது எனப் பொருள்படும்.

இரு அலைகளின் கட்ட வேறுபாடும், பாதை வேறுபாடும் தொடர்பு கொண்டவை. λ - அளவு பாதை வேறுபாடும், 2π ரேடியன் கட்ட வேறுபாட்டிற்குச் சமம் (λ – அலைநீளம்). எனவே x - பாதை வேறுபாடு $\frac{2\pi x}{\lambda}$ ரேடியன் கட்ட வேறுபாட்டிற்குச் சமம்.

- வெ. ஜோசப்

கட்டமைப்புக் கூறுபாடுகள்

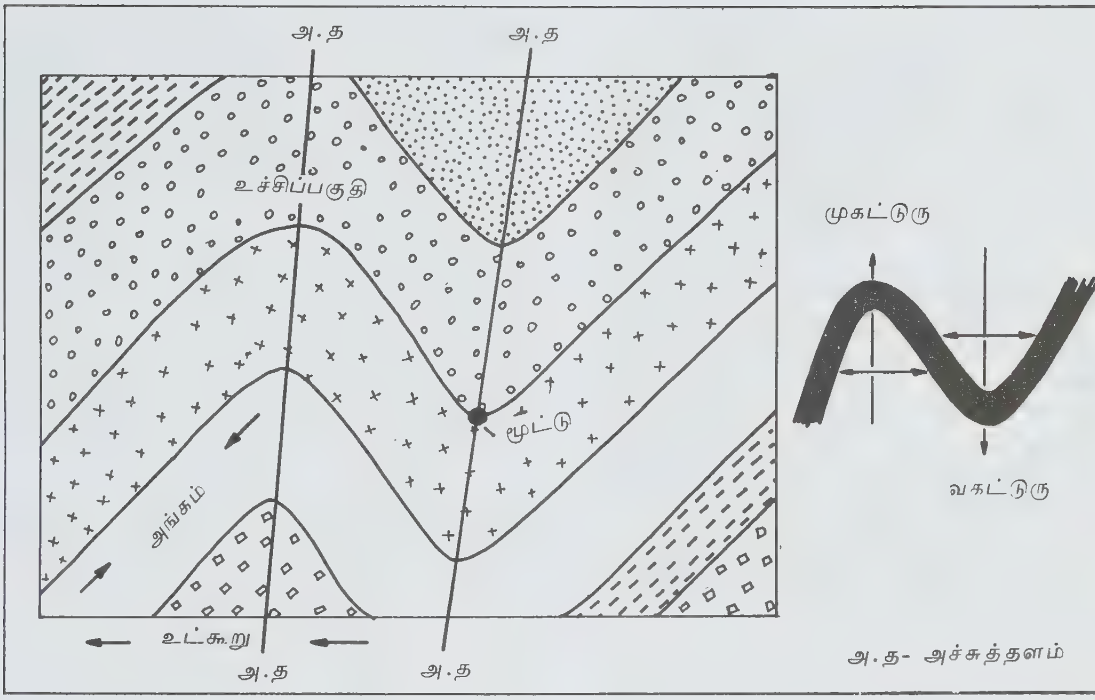
நிலவியலின் பல பிரிவுகளில் அந்தந்தப் பிரிவுக்கு ஏற்றவாறு கட்டமைப்பு (structure) என்பது தனித் தனிச் சிறப்புப் பொருளைத் தரவல்ல சொல்லாகும். பாறையியலில் (petrology) இச்சொல் தனிப்பட்டதொரு பாறையின் பல கனிம அமைப்புகளின் வடிவமைப்பைக் கொண்டு பெறப்படும் கூட்டு அமைப்பைக் குறிக்கும். பாறை எண்ணெய் (petroleum) இயலின் கட்டமைப்பில் துளையிடல் என்பது எண்ணெய் தங்கும் வாய்ப்பை உருவாக்கும் வடிவம் பெற்றுள்ள பாறைகளைக் குறிக்கும். நிலக் கட்டமைப்பு இயலில் (structural geology) இது பாறைகள் தனித்தோ, அடுக்குகளாகவோ, குழுமமாகவோ பல்வேறு ஆற்றலுக்குட்பட்டுத் தோற்றக் காலத்திலும் பின்பும் தாம் கொண்ட கனிம உருவ மாற்றங்களால் ஏற்படுத்திக் கொள்ளும் பெரிய மாற்றங்களால் உருவாகும் புதிய புதிய தோற்றங்களையும் அமைப்பு முறைகளையும் குறிக்கும். நில மடிப்புகள், பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (faults), படிவிலா இடைவெளிகள் (unconformities), படிவு குறைந்த இடைவெளிகள் (disconfirmities), பெயராப் பிளவுகள் (joints) போன்றவை சில குறிப்பிடத்தக்க கட்டமைப்புக் கூறுபாடுகள் (structural features) ஆகும்.

நில மடிப்புகள், பெயர்ச்சிப் பிளவுகள், பெயராப் பிளவுகள் போன்றவை, பாறைகளின் தோற்றக் காலத்திலும் தொடர்ந்தும் அவற்றிற்குள்ளும் புறமும் ஏற்படும் உயர் அழுத்தம், மிகு வெப்பம், பொதிச் சுமை ஏற்றம், கால நீட்டம் போன்ற காரணங்களால் அடையும் உருமாற்றங்களின் பல்வேறு வெளிப்பாடுகள் ஆகும். இரும்புத் தகடு ஒன்றைப் பக்கவாட்டு உள்ளாற்றலுக்கு ஆட்படுத்தினால் அது தரும் நெளிவு அலைகளைப் போன்றே பெரும் பாறைப் படிவங்களும் தகைவு (stress), திரிபு (strain), திருக்கம் (torque) முதலியவற்றிற்கு ஆட்படும்போது முதல்நிலையில் நெளிவுகளை உருவாக்கி, இறுதி நிலையில் முறிந்து சரிகின்றன.

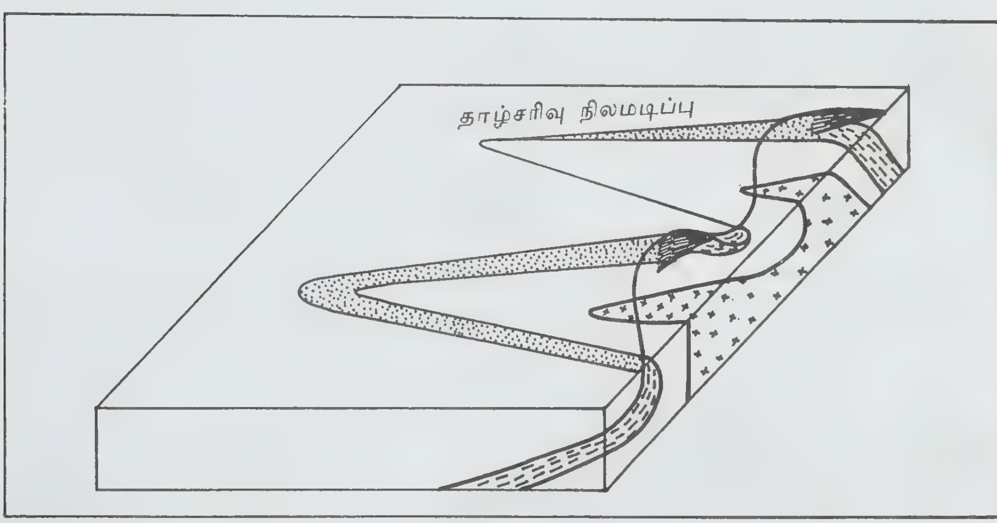
நிலமடிப்புகள். பெரும்பாலும் அடுக்குப் பாறைகளில் இது தெளிவாகக் காணப்படும். படிவுப் பாறைகள் எரிமலைப் பாறையடுக்குகள் இவற்றின் உருமாறிய பாறைகளில் எளிதில் இனம் கண்டு கொள்ளவல்ல இக்கட்டமைப்புக் கூறுபாடு கப்ரோ கிரேனைட் வரிப்பாறைகள் போன்ற அனற்பாறைகளிலும் தெளிவாகவே அமைந்திருக்கும். சில மீட்டர் முதல் பலநூறு கிலோமீட்டர் வரை அகலம் கொண்ட நிலமடிப்புகள் உள்ளன. பாறைப் படிவத்தின் அமிழ் கோண மாறுபாடுகள் கோணத்திலும், அதன் திசைகளிலும் ஏற்படுவதால் தோன்றும் புதிய உருவம் நில மடிப்புகள் எனப்படும். நில மடிப்புகளின் வளைவு உச்சி மேல் நோக்கிய முகட்டுடன் அமைவதை முகட்டு உரு (antiform) என்றும், வளைவின் கூர்மை கீழ்நோக்கிய கவட்டுடன் அமைவதைக் கவட்டு உரு (synform) எனவும் பகுக்கலாம்.

பாறைப் படிவத்தின் எந்தக் கோட்டில் இருந்து அமிழ்கோணத்திசையும் அளவும் மாற்றம் அடையத் தொடங்குகின்றனவோ அந்தக் கோட்டை மூட்டுக் கோடு (hinge line) என்பர். பெரும்பாலும் இந்த இடத்தில்தான் மிகுந்த வளைவு அமைப்பு இருக்கும். நிலமடிப்பு ஏற்பட்ட பாறையின் இரு பக்கங்களையும் அதன் இரண்டு உறுப்புகள் (limbs) எனவும், இவ்விரு உறுப்புகளும் இணைந்து கூடும் பகுதியை அச்சுக் கோடு எனவும், அச்சிலிருந்து இரு உறுப்புகளையும் சமபாதியாகப் பிரிக்கும் தளத்தை அச்சுத்தளம் எனவும், இரு உறுப்புகளும் இணையும் தளப்பகுதியை உச்சிப் பகுதி எனவும், இரண்டு உறுப்புகளின் மிக விலகிய எல்லையின் இடையே அமைந்த உட்பகுதியை உள்ளகம் (core) என்றும் குறிப்பிடலாம். (படம் 1).

நிலமடிப்பின் இரு உறுப்புகளும் இணைகின்ற திசை குவிபகுதி எனப்படும். பக்கவாட்டில் குவிபகுதி கொண்ட மடிப்புகள் மடியும் திசைகொண்டு தென்



படம் 1



படம் 2

மேற்கு,வடகிழக்கு என்று குறிக்கப்படும். மேல்பக்கம் குவிபகுதி அமைந்தால் முகட்டு உரு என்றும், கீழ் நோக்கிக் குவிபகுதி இருந்தால் கவட்டுரு என்றும் பகுக்கப்படும். நிலமடிப்பு அச்சுக்கோடு கிடை தளத்திற்கு இணையாக அமையாத நிலையில் மடிப்பு இணையாக இல்லாமல் ஒரு பக்கம் உயர்ந்தும் அதன் மறுபக்கம் தாழ்ந்தும் சரிவான தோற்றமுடன் அமையும். இது தாழ்சரிவு நிலமடிப்பு (plunging folds) எனப்படும்.

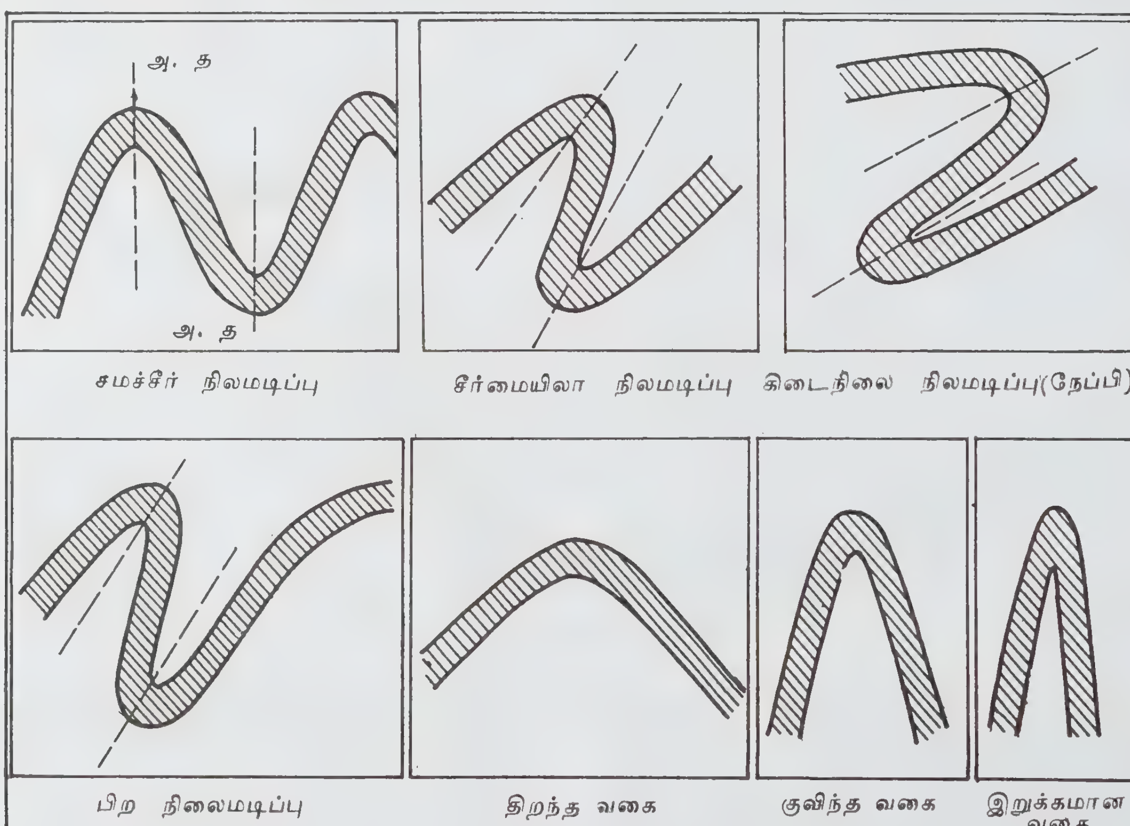
அச்சுத்தளம் நிலமடிப்பை இரு சம கூறாகப் பிரிக்கும்போது, அத்தகைய நிலமடிப்புகள் சமச்

சீர்மை நிலமடிப்புகள் என்றும், அச்சுத்தளம் அமிழ் கோணச் சாய்வுடன் அமைந்தால் அத்தகைய நில மடிப்புகள் சீர்மையிலா நிலமடிப்புகள் என்றும், அச்சுத்தளம் கிடைநிலையில் அல்லது ஏறத்தாழ அந்நிலையில் அமைந்தால் நேப்பி அல்லது சாய்நிலை நிலமடிப்புகள் என்றும் பகுக்கப்படும். சாய்நிலை மடிப்புகள் மிகப்பெரிய அளவினவாகவே அமைந்துள்ளன.

நிலமடிப்பின் இரு உறுப்புகளில் ஒன்று தலைகீழாகத் திரும்பி இரு உறுப்புகளுமே ஒரே அமிழ் கோணத் திசையும் வேறுபட்ட அமிழ்கோண அளவுகளும் கொண்டிருந்தால் அத்தகைய நிலமடிப்பு வகையைப் பிறழ் நிலமடிப்பு என்றும், நிலமடிப்பின் இரு உறுப்புகளுக்கும் உட்பட்ட இடைக்கோணம் 70° அளவிற்கும் மேல் அமைந்தால் அவற்றைத் திறந்த வகை நிலமடிப்புகள் என்றும், 30°-70° உள்ளதாக அங்க இடைக்கோணம் கொண்டவற்றைக் குவிவகையின என்றும், 30°க்கும் குறைவான உட்கோணமுடைய நிலமடிப்புகளை இறுக்கமான வகையின என்றும் குறிப்பிடலாம்.

நிலமடிப்பின் இரு உறுப்புகளும் ஒன்றுக்கு ஒன்று இணையாக அமைந்தவை சமகோண நிலமடிப்பு எனப்படும். இவை நிமிர்ந்தோ, சாய்ந்தோ, கிடைநிலையாகவோ அமைவதற்கு ஏற்ப, முறையே நிமிர் சமகோண, சாய்சமகோண, கிடைச்சமகோண நிலமடிப்புகள் எனப் பாகுபடும். பாறைப் படிவத்தின் ஓர் உறுப்பு மட்டும் மடிந்து கிடைநிலையில் இருக்க, அதுவே மேல் உயர்ந்து நிமிர்நிலை அடைந்து மீண்டும் முன்னமைந்த கிடைநிலைக்கு இணையாக மாறி விடுவதைக் கொண்டும், அதன் அமிழ்கோணத் திசையில் எந்தவித மாற்றமும் இல்லாமை கொண்டும் அதனை ஒருகோணநிலமடிப்பு (monoclinal fold) என்பர். நிலமடிப்பின் இரு உறுப்புகளும் மேல்நோக்கிக் குவிந்துள்ள நிலையில் அமைந்தவற்றை முகட்டு நிலமடிப்புகள் என்றும் இரு உறுப்புகளும் கீழ்நோக்கிக் குவிந்துள்ளவை கவட்டு நிலமடிப்புகள் (synclinal folds) என்றும் கூறலாம்.

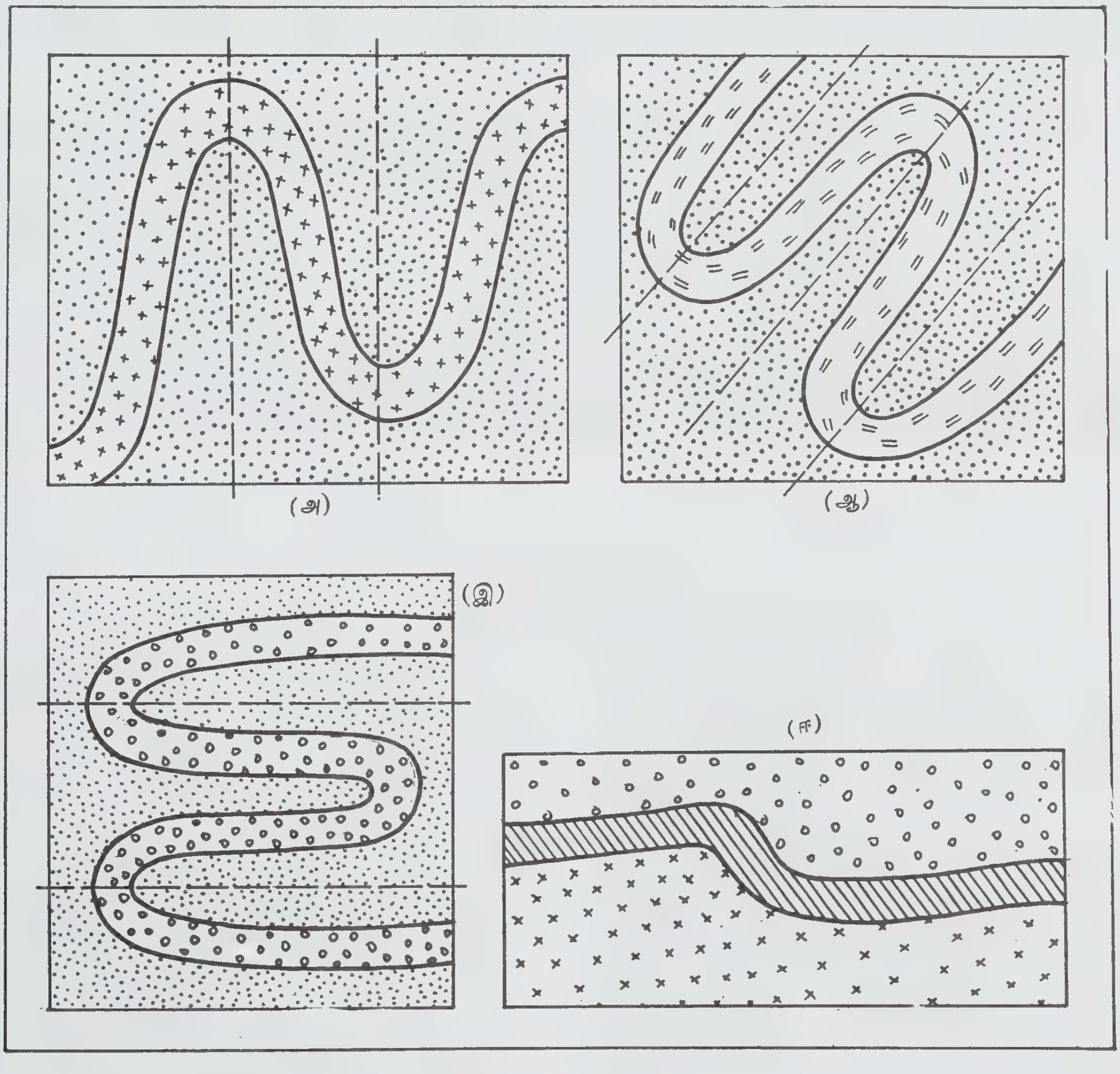
முகட்டுநிலமடிப்புகளின் இரு உறுப்புகளில் ஒவ்வொன்றும் பற்பல சிறுமுகட்டு நிலமடிப்புகளைக் கொண்டு அமைந்திருப்பின் முகட்டுக் குழுமம் (anticlinoria) எனவும், கவட்டு நிலமடிப்புகளின் இரு உறுப்புகளும் பற்பல சிறுசிறு கவட்டு நில மடிப்புகளுடன் கொண்ட கவட்டு நிலமடிப்புகள் கவட்டுக் குழுமம் (synclinoria) எனவும் குறிக்கப்படும்.



படம் 3

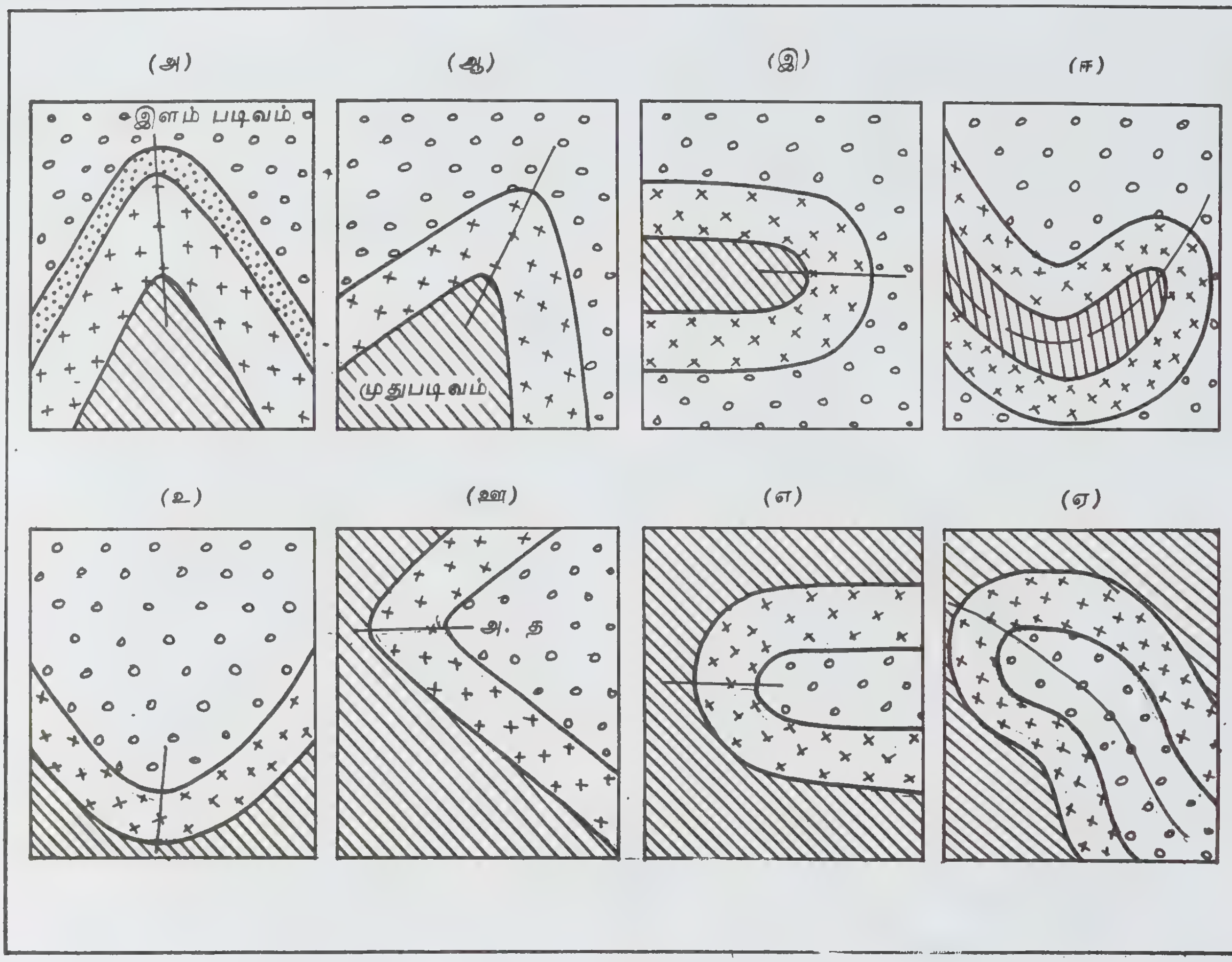
முகட்டுக் கட்டமைப்பில் அமிழ்கோணம் அனைத்துத் திசைகளிலும் சரிந்த அமைப்புடன் இருக்கும்போது மாடம் (dome) போன்ற கட்டமைப்புத் தோன்றுகின்றது. கவட்டுக் கட்டமைப்பில் அமிழ்கோணம் அனைத்துத் திசைகளிலும் சரிந்த அமைப்புடன் இருக்கும்போது பள்ளத்தாக்குப் போன்ற கட்டமைப்புத் தோன்றுகின்றது.

நிலமடிப்புகளின் குறுக்குத்தோற்றம் அரைவட்டமாகவும், அச்சுத்தளத்தில் தொடர்ந்து வரும் மடிப்புகளும், அதே அரைவட்ட உருவில் அமையும் போது உருளை நிலமடிப்புகளாகவும் (cylindrical folds) உருவாகின்றன. ஒரே வட்ட மையத்தைக் கொண்டு தொடர்ந்து வரும் மடிப்புகளின் ஆர நீட்டம் ஒரே அளவில் விரிவடைந்து கொண்டே செல்லும் நில மடிப்புகள் இணை நிலமடிப்புகள் எனப்படும். ஒரே ஆர அளவுடைய அரை வட்டங்கள் தம் வட்டமையப் புள்ளிகளை இடமாற்றம் செய்துவரும் வடிவுடையவை ஒத்தநிலமடிப்பு எனப்படும். நிலமடிப்புகளின் இரு உறுப்புகளும் தொடர்ந்து கூர்ங்கோணத்தில் குவியும் கட்டமைப்பு, கூர்ங்கோண நிலமடிப்பு (zig-zag or concerlina fold) எனப்படும். கூர்மூட்டுப் பகுதியும், கூர்மையான கோணமும் கொண்ட நில மடிப்புகள் சில்ரான் நில மடிப்புகள் எனப்படும். நில



படம் 4

(அ) நிமிர்ந்த சமகோண நிலமடிப்பு (ஆ) சாய் சமகோணநிலமடிப்பு (இ) கிடைச் சமகோண நிலமடிப்பு (ஈ) ஒரு பகோண நிலமடிப்பு



படம் 5

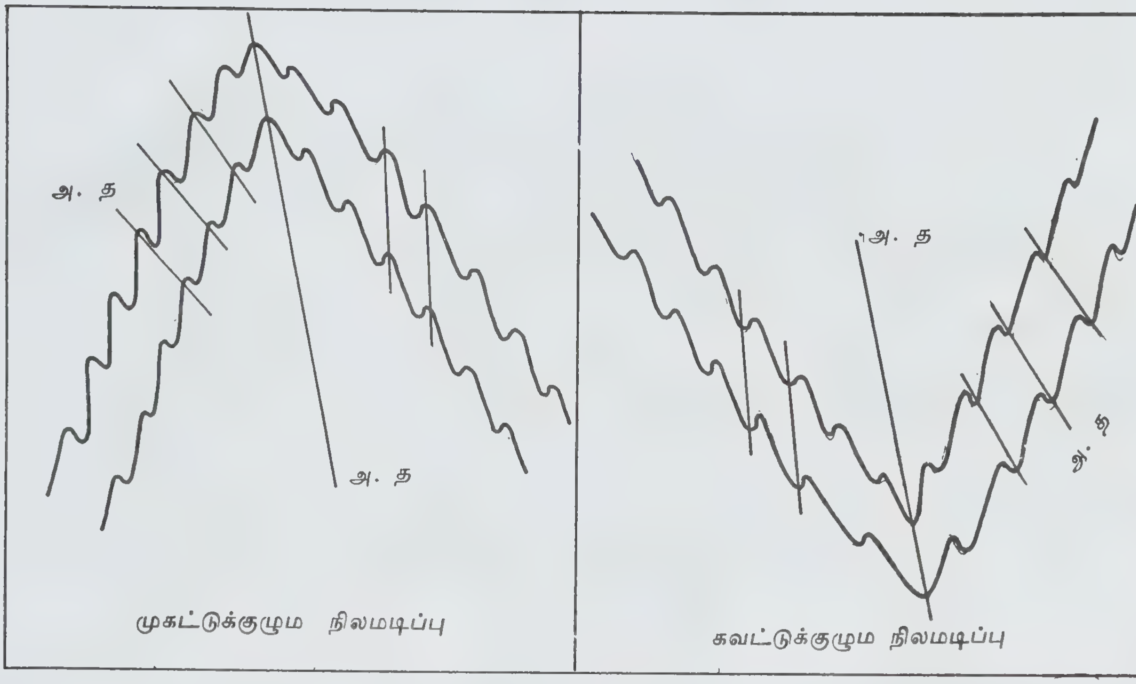
(அ), (ஆ). (இ). (ஈ), முகட்டு நிலமடிப்புகள் (உ), (ஊ), (எ), (ஏ) கவட்டு நிலமடிப்புகள்

மடிப்பின் உச்சி அகன்று தட்டையாக இருக்க அதன் இருபுறமும் இரு மூட்டுப்பகுதி கொண்டது பெட்டி நிலமடிப்பு (box type fold) எனப்படும். நிலமடிப்பின் உச்சி விரிந்து அகன்று இரு உறுப்புகளும் குவிந்து உள்ளது விசிறி நிலமடிப்பு எனப்படும் (படம் 8).

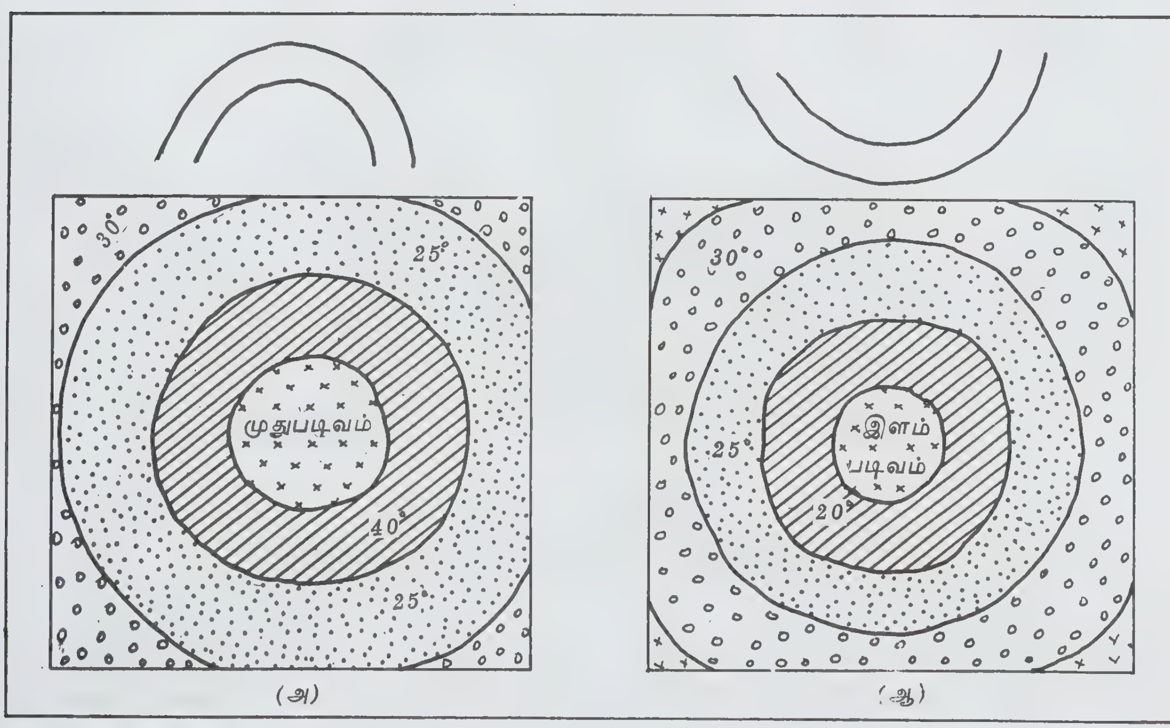
பெரும்பாலான நிலமடிப்புகள் மலைத்தொடர் உருவாக்கக் காலத்தில் வடிவம் பெறுகின்றன. பாறைகள் தோன்றும்போதும் வெப்ப அழுத்தத் தாக்கங்களாலும் மீண்டும் மீண்டும் மாற்றங்கள் பெறும் பாறைப் படிவங்கள் பல நிலமடிப்புகளைப் பெறக் கூடும். ஒருமுறை நிலமடிப்புப் பெற்ற பாறை மீண்டும் நிலமடிப்பைப் பெறும்போது குறுக்குநிலமடிப்பு அல்லது பன்முக நிலமடிப்பைப் பெற்றுத் தனித்தனி நிலமடிப்புகளை எளிதில் பிரித்துக்காண இயலா வண்ணம் சிக்கலுடையதாக மாறித் தோற்றம் அளிக்கும்.

பிளவுத் தளங்கள் மிக நெருங்கி அமைந்துள்ள களிப்பலகைப் பாறை, பில்லைட்டுப் பாறை முதலிய வற்றில் சறுக்கு நிலமடிப்புகள் (shear fold) உருவாகின்றன. உப்புப்பாறை, நுண்களிப் படிவம், ஜிப்சம் உப்புப்படிவம் முதலியவற்றால் கூழ்திண்மக் கரைசல் உருவாகும் நிலமடிப்புகள், பாயும் நிலமடிப்புகள் எனப்படும். மலைத்தொடர் உருவாக்கக் காலம் தவிர பிற காலங்களில் உருவாகும் சில நிலமடிப்பு வகைகளும் உள்ளன. வெவ்வேறு படிவுப் பாறைகள் செம்மையாகப் படிவுறா. மலைப்பகுதிகளில் இடையிட்ட படிவங்கள் எதிர்த் திசைகளில் நழுவும்போது உருவாகும் நிலமடிப்பு, சாய்சரிவு நிலமடிப்பு எனப்படும்.

பள்ளத்தாக்குப் பகுதிகளில் இருபக்க மலைப் பாறைகளின் அழுத்தம் காரணமாக அப்பாறைகள் பள்ளத்தாக்குப் பாறைகளை நிலமடிப்புறச் செய்கின்றன. குன்றுப் பகுதிகளின் பாறைப் படிவுகள்

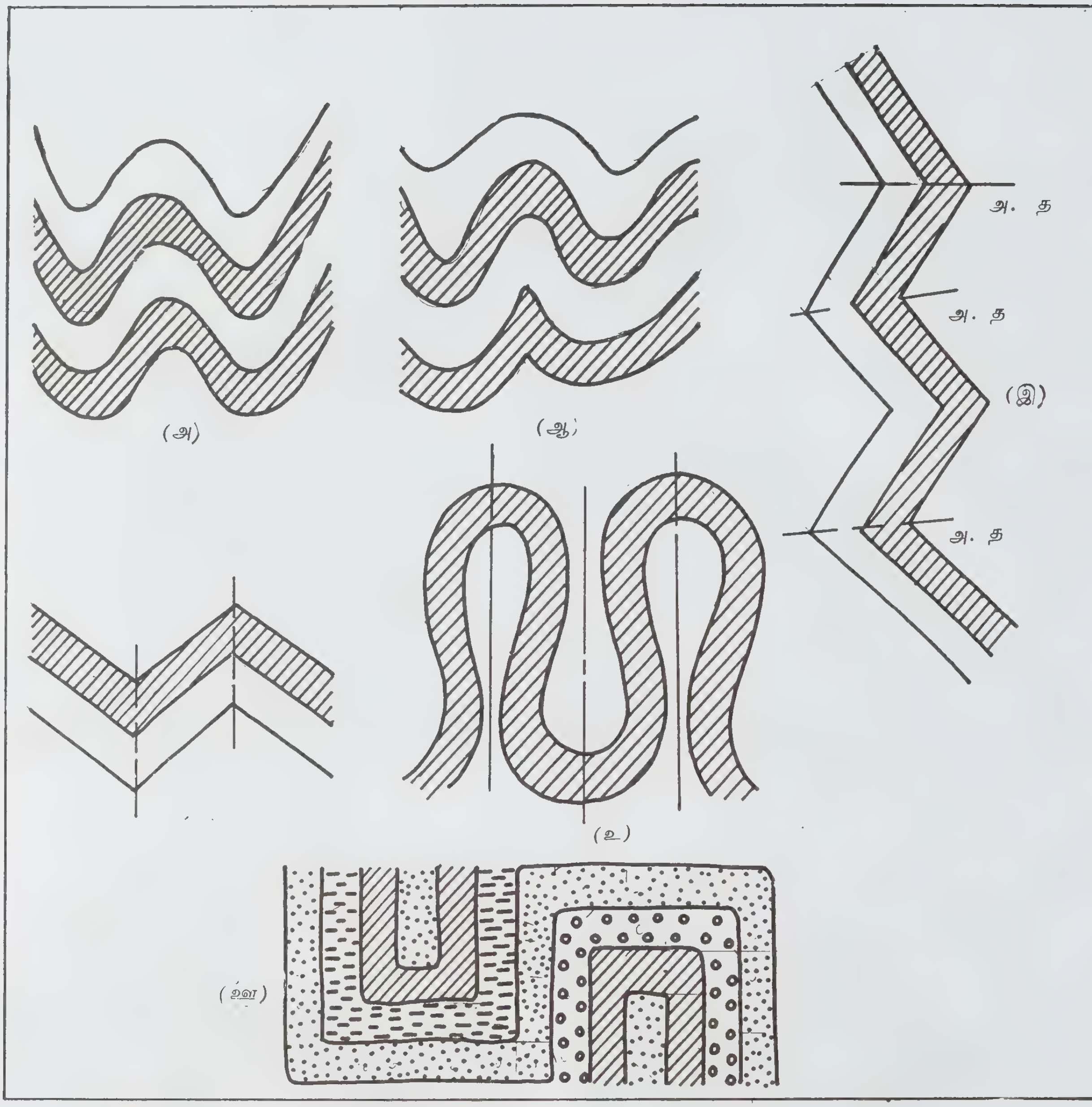


படம் 6.



படம் 7.

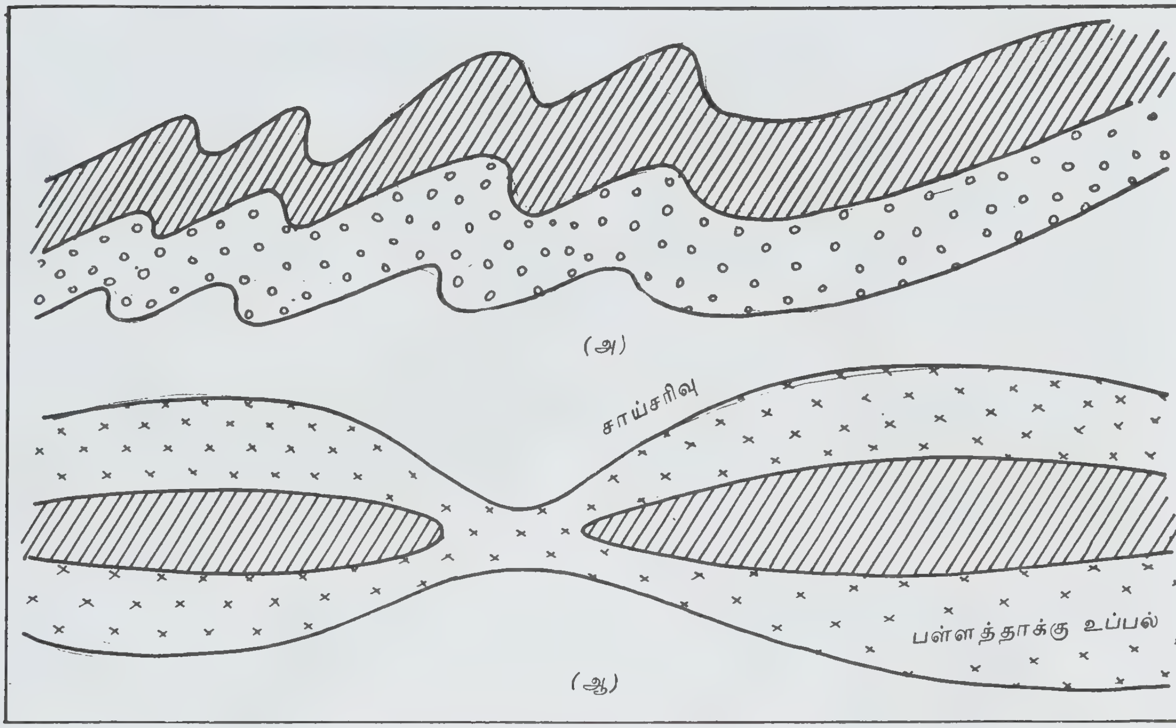
(அ) கூம்புக் கட்டமைப்பு (125 அமிழ்கோணத்திசையுடன்) (ஆ) கிண்ணிக் கட்டமைப்பு (அமிழ்கோணத்திசையுடன்)



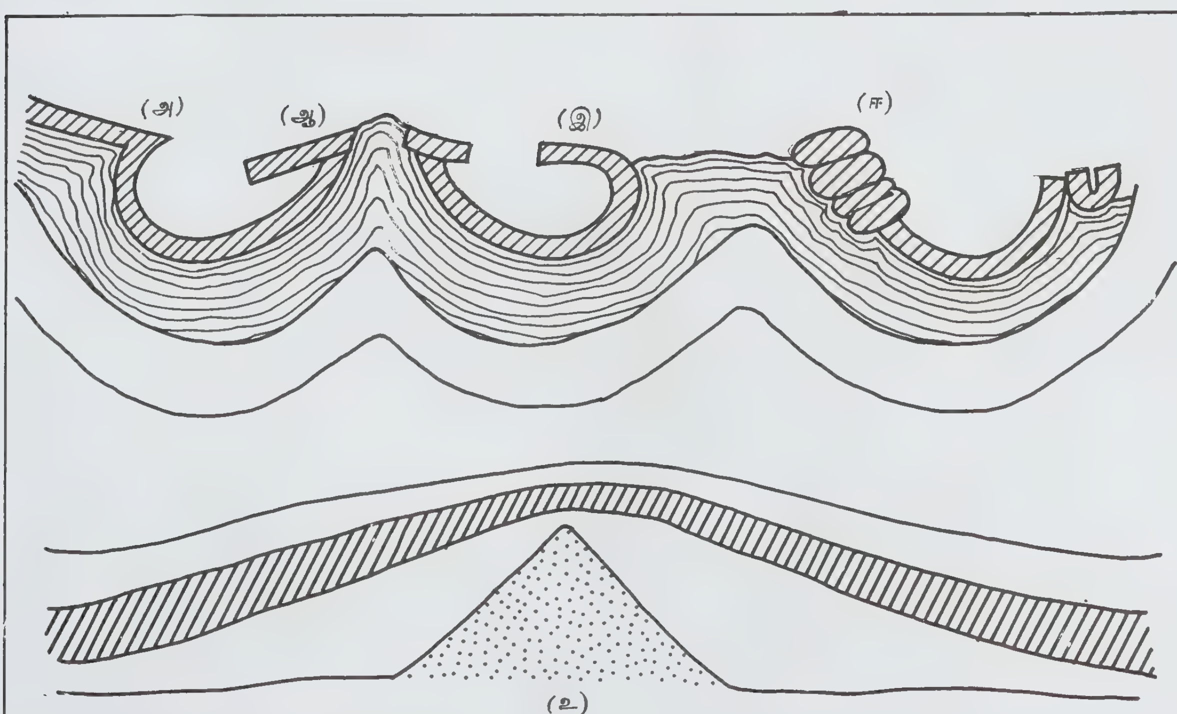
படம் 8.

(அ) ஒத்த நிலமடிப்பு (ஆ) இணை நிலமடிப்பு (இ) கூர்ங்கோண நிலமடிப்பு (ஈ) சிவ்ரான் நிலமடிப்பு (உ) விசிறி நிலமடிப்பு (ஊ) பெட்டி நிலமடிப்பு

நழுவியும், புவியீர்ப்புச் சமநிலை பிறழ்ந்தும் மேல் மண் படிவங்கள், பாறைகள் சரிவுற்றும் சில நில மடிப்புகள் தோன்றுகின்றன. கடினப்பாறை முகட்டின் மேல் துகள்படிவங்கள் படிவுற்றுப் பாறைகளாக அழுத்தம் பெறும்போது உள்ளிட்ட கடினப்பாறை முகட்டு வடிவிற்கு ஒப்ப இளைய படிவங்கள் நில மடிப்புப் பெறுகின்றன. முகட்டு இணை நிலமடிப்பு நிலத்துள் உள்ள அழுத்த ஆற்றல் வெளிப்படும்போது இடையில் வன்பாறைகள் இருப்பின் அவை அழுத்த ஆற்றலை மேலே தள்ள, இப்பாறைகளின் வடிவத்திற்கு ஏற்ப மேல் உள்ள பாறைகள் நிலமடிப்புகளை உந்தும்போது முகட்டு நிலமடிப்பைப் பெறுகின்றன (படம் 9-11).

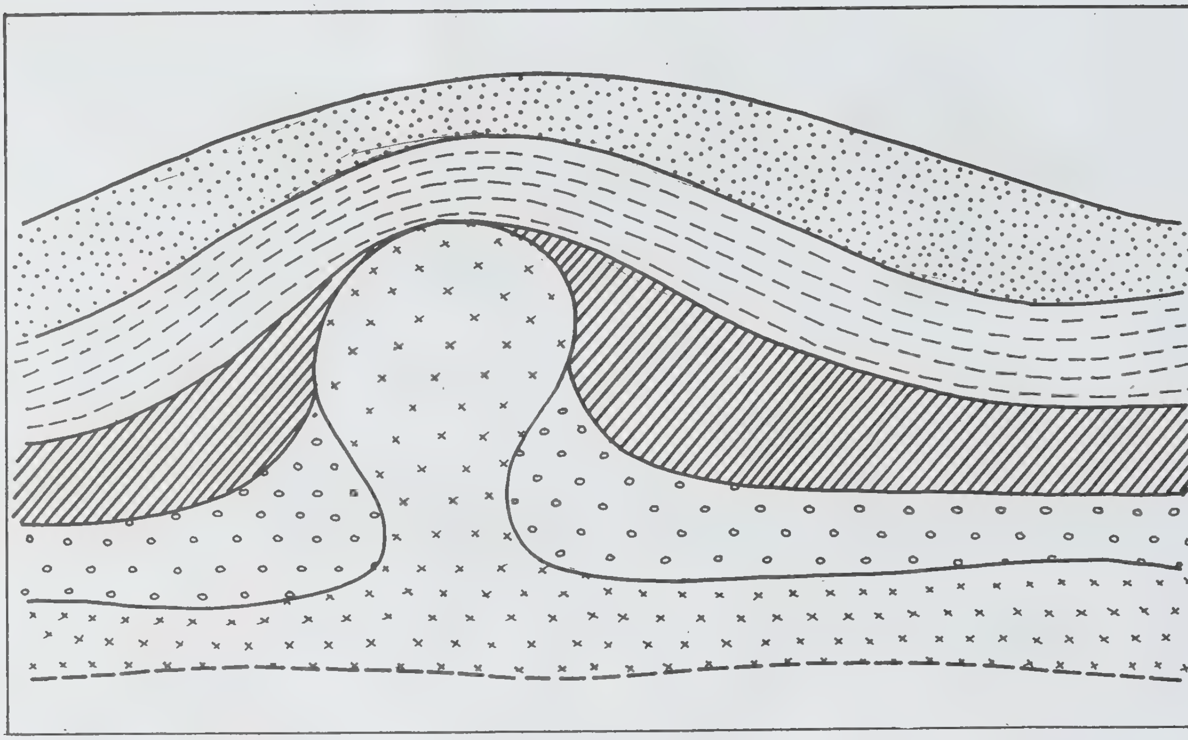


படம் 9.

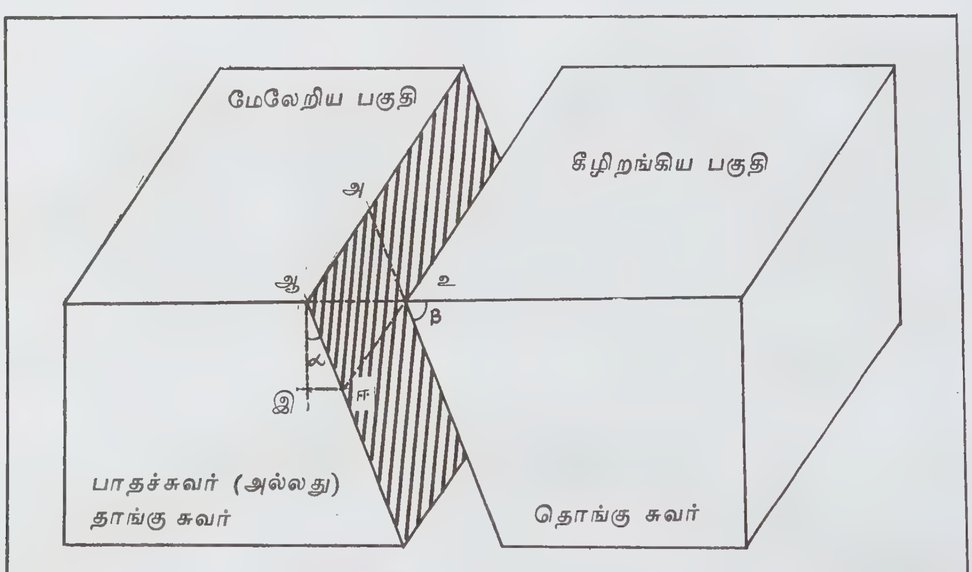


படம் 10.

(அ) முட்டி மடிப்பு, (ஆ) சறுக்கு மடிப்பு, (இ) மூடிமடிப்பு, (ஈ) பின்னிய மடிப்பு, (உ) மூகட்டு இணைநிலமடிப்பு.



படம் 11. உந்துமுகட்டு நிலமடிப்பு

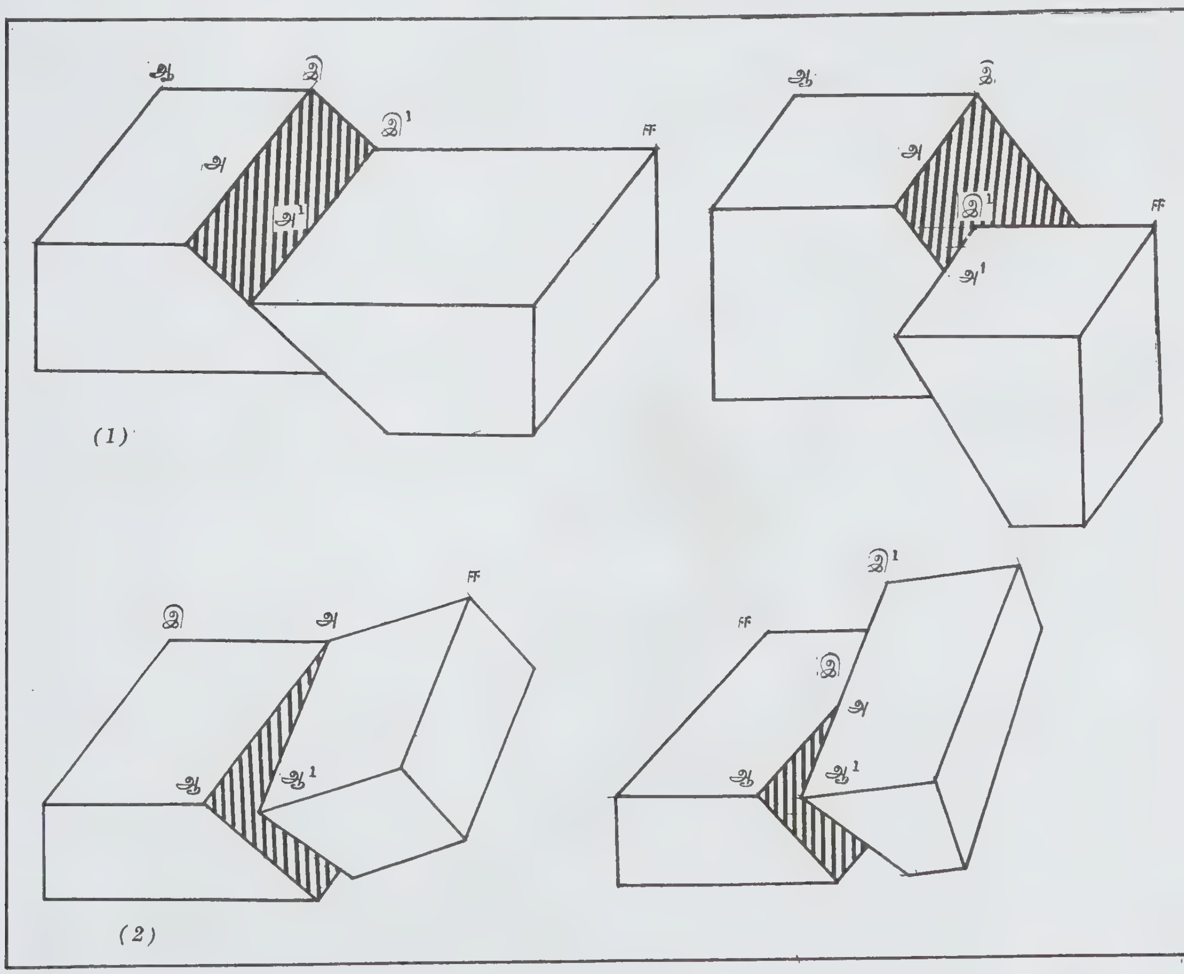


படம் 12.

அ.ஆ-செல்வமிழ்நிசை நழுவல்; ஆஉ -மொத்த நழுவல்; ஆ,ஈ அஉ - அமிழ்கோண இஈ - எறிவு; ஆஇ - தள்ளல்;-பெயர்ச்சிப்பிளவு அமிழ்கோணம். பெயர்ச்சிப்பிளவின் அமிழ்கோணம் - பெயர்ச்சிப்பிளவின் மறுதலை அமிழ்கோணம்

பெயர்ச்சிப் பிளவுகள். பாறைப் படிவம் வேறுபட்ட இயக்க ஆற்றலின் தாக்கத்தால் ஒரு தளத்தில் உடைந்து அத்தளச் சரிவின் திசையில் நழுவி இரு பகுதிகளாக இடம் பெயரும் உருவ அமைப்பைப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் எனலாம். சில பெயர்ச்சிப் பிளவுகளின் தளப்பெயர்ச்சி மிகக் குறைவாகவும் வேறுசில பலநூறு மீட்டர் மிகுதியாகவும் இருக்கலாம். நிலக்கட்டமைப்பு இயலில் படிவுகளின் அமிழ் கோணமும் செவ்வமிழ்திசையும் (strike) அளந்து கணக்கிடப்படுவது போன்று, பெயர்ச்சிப் பிளவுக் கட்டமைப்புகளிலும் கணக்கிடலாம். பெயர்ச்சிப் பிளவுத் தளத்திற்கும், கிடைத்தளத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோண அளவு அமிழ்கோணம் எனப்படும். பெயர்ச்சிப் பிளவுத் தளத்திற்கும், பெயர்ச்சிப் பிளவுக்கு இணையான செங்குத்துத் தளத்திற்கும் இடையேயுள்ள கோண அளவு மறுதலை அமிழ்கோணம் (hade) எனப்படும். பெயர்ச்சிப் பிளவின் இரு பகுதிகளில் பெயர்ச்சிப் பிளவுக்கு மேலுள்ள பகுதி தொங்கும் சுவர் என்றும், கீழுள்ள பகுதி தாங்கும் சுவர் என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

பெயர்ச்சிப் பிளவின் தளம் பலவிடங்களில் தனித்த ஒரு தளமாக அமைகின்றது. பிறவிடங்களில் பலநூறு மீட்டர் அகலத்திற்குப் பரவி நிற்கவும் செய்கின்றது. அவற்றைப் பெயர்ச்சிப் பிளவுப்பகுதி (fault zone) என்பர். இப்பகுதி நுண்ணிய பல பெயர்ச்சிப் பிளவுகளையோ, நொறுங்கிய கற்களையோ, மைலோனைட் படிவுகளையோ கொண்டிருக்கலாம். பெயர்ச்சிப் பிளவு தரைத் தளத்தைத் தொடும் கோட்டைப் பெயர்ச்சிப் பிளவுக்கோடு, பெயர்ச்சிப் பிளவுக் காட்சி, பெயர்ச்சிப்பிளவு வெளிப்பாடு (fault outcrop) என்பர். பெரும்பாலும் தரைத்



படம் 13

1. செந்தள நகர்வுடையன 2. அச்சுச்சுழற்சி நகர்வுடையன

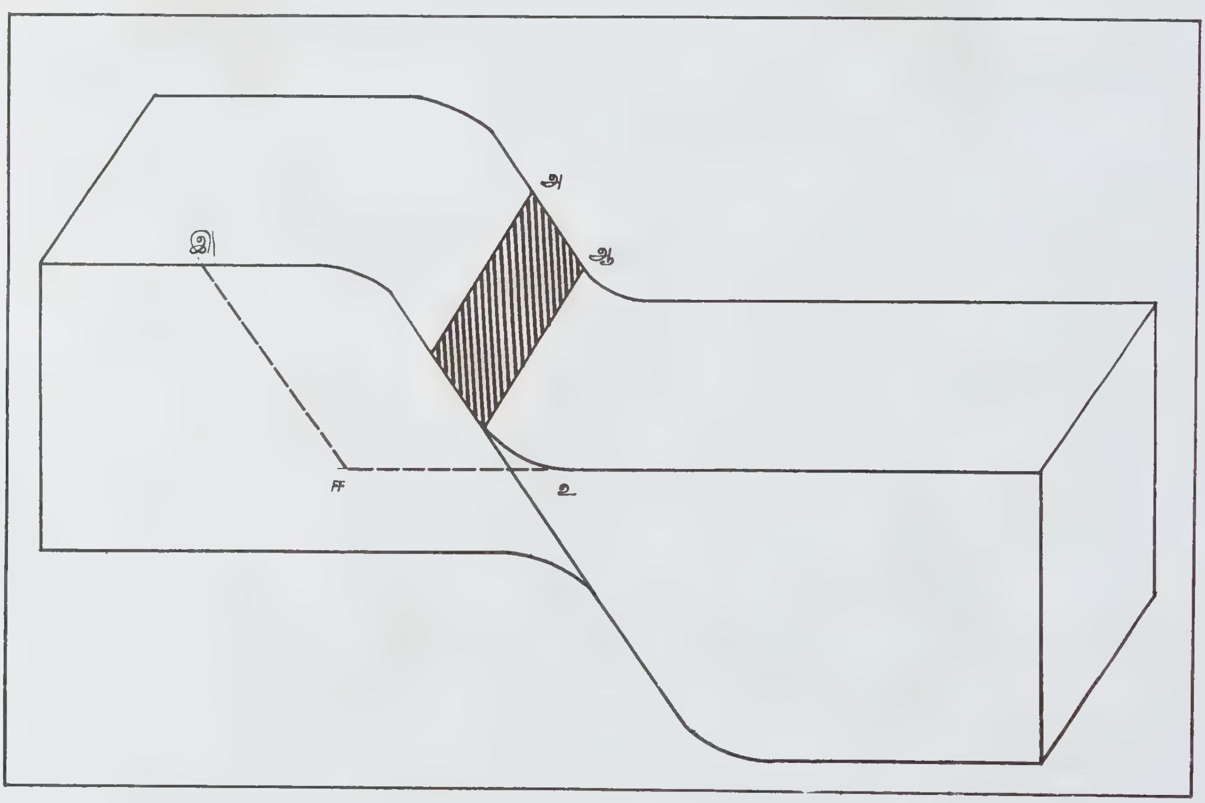
தளத்தைத் தொடும் பெயர்ச்சிப்பிளவின் அமிழ் கோணம் மிகக் குறைந்தும், மேடு பள்ளம் நிறைந்தும் உள்ள தரைகளில் இத்தகைய நெளிவுகள் பெருகக் காணலாம் (படம் 12).

பெயர்ச்சிப் பிளவுத்தள நகர்வு, செந்தள (translational) நகர்வாகவும், அச்சுச் சுழற்சி (rotational) அமையலாம். செந்தள நகர்வு உடைய பெயர்ச்சிப் பிளவுகளில் பாறைகளின் பகுதிகள் பெயர்ச்சிப் பிளவடையும் முன்பு இணைச்சீராகவே அமைந்திருப்பதால் பிளவிற்குப் பின்பும் இணைச்சீராகவே அமையும். மேல் கீழாகவோ பக்கவாட்டில் பிளவடைந்தோ நகர்ந்திருந்தாலும் இப்பகுதிகளின் இணைச்சீர் அமைதி கெடுவதில்லை. அச்சுச் சுழற்சி நகர்வுபெற்ற பெயர்ச்சிப் பிளவுப்பகுதிகள் ஒன்றையொன்று எங்கோ ஓரிடத்தில் அச்சாகிச் சுழல்வதால் பிளவுக்கு முன்பிருந்த இணைச்சீர்மை குலைவுற்று இருபகுதிகளும் வெவ்வேறு திசைக்கோண மாற்றங்கள் பெற்று விடுகின்றன (படம் 13).

பெயர்ச்சிப் பிளவுகளின் நகர்வுகளைக் குறித்துக் கணக்கிடப் பல வழக்குச் சொற்கள் உள்ளன. ஒன்றாக இருந்த இரு பகுதிகள் பெயர்ச்சிப் பிளவுக்குப் பின் பிளவுப் புறப்பரப்பில் எவ்வளவு தொலைவு நகர்ந்துள்ளன எனக் கணக்கிட இரு எதிர்த்திசைப் பகுதிகளின் இடைவெளித் தொலைவை அவற்றின் அணுக்கப்பகுதி இடமாற்றம் கொண்டு அறியமுடியும். இதை நழுவல் எனலாம். மொத்த நழுவல் (net slip) என்பது இறுதியான இடநகர்வுத் தொலைவும் கோணமும் ஆகும். முன்பு ஒன்றுக்கு ஒன்று அருகிலிருந்த பகுதிகள் பிளவால் பெயர்ச்சிப் பிளவுறும் புறப்பரப்பின் வழி எவ்வளவு நகர்ந்துள்ளன என்பது அமிழ்கோண நழுவல் செவ்வமிழ்திசை நழுவல் ஆகியவற்றின் நகர்வைச் சார்ந்து அமையும். பெயர்ச்சிப் பிளவுத்தளத்தில் ஏற்படும் நகர்வுகளை மட்டுமே நழுவல் என்னும் சொல் குறிக்கின்றது. பெயர்ச்சிப் பிளவுப் பகுதியைவிட்டே பக்கவாட்டுத் திசைகளில் பாறைப் படிவப்பகுதிகள் இரண்டும் நகர்ந்து இடம் மாறிவிட்டால் இடப்பெயர்ச்சி நகர்வு (shift) எனப்படும்.

பெயர்ச்சிப் பிளவுக்கு உட்பட்ட இரு பகுதிகள் செங்குத்து நகர்வு, எறிவு எனவும் கிடைநிலை நகர்வு, தள்ளல் எனவும் பெயர் பெறும் (படம் 14).

பெயர்ச்சிப் பிளவில் பல வகைகள் உள்ளன.

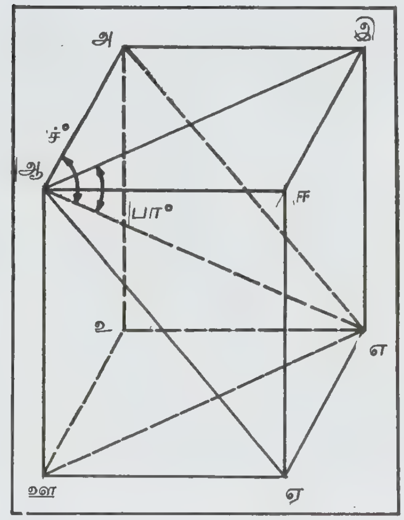


படம் 14

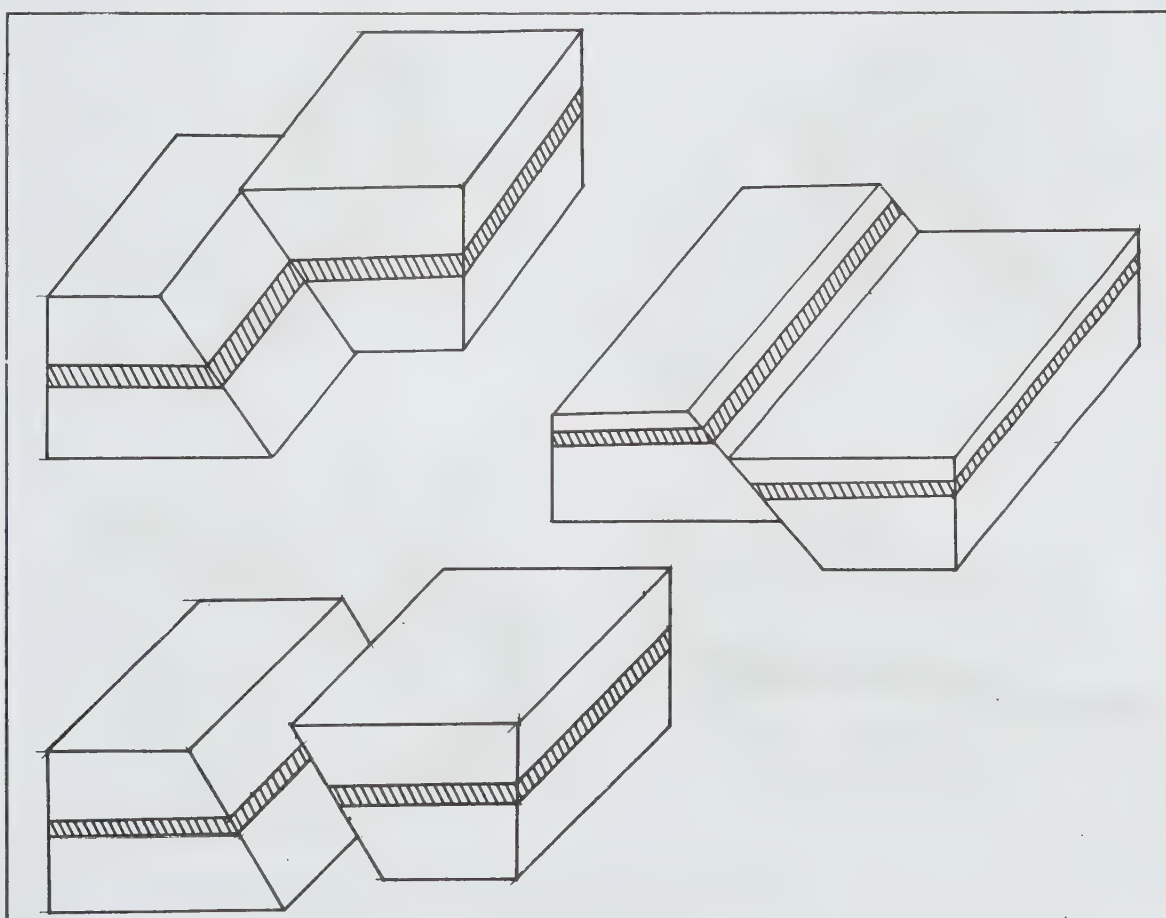
அ. ஆ - மொத்த நழுவல், அ, ஆ - அமிழ்கோண நழுவல் செந்திசை நழுவல் இல்லை இ, ஈ - மொத்த இடப்பெயர்ச்சி உ நகர்வும் அமிழ்கோண நகர்வும்

அவற்றை வடிவமைப்பு, தோற்றமூலம் என்னும் இரு பெரும் பிரிவாக வகைப்படுத்துவர். வடிவமைப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு வகுக்கப்படும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் ஐந்து வகைப்படும்.

ஒரு தளத்தின் கிடைக்கோடு அதே தளத்தின் மற்றொரு கோட்டோடு இணைந்து உருவாகும் கோணம் சரிவுக் கோணம் (rabe) எனப்படும். செங்குத்துத் தளம் அதே கோட்டை ஏற்கும் தளத்தில் அச்செந்தளக் கிடைக்கோடும் முன் குறிப்பிட்ட கோடும் சேரும் கோணம், பாய்வுக் கோணம் எனப் படும் (படம் 15). மொத்த நழுவல் பெயர்ச்சிப் பிளவின் செவ்வமிழ்திசைக்கு இணையாக அமையும் பெயர்ச்சி நழுவல் செவ்வமிழ்திசை நழுவற் பெயர்ச்சிப்பிளவு (strike slip fault) எனப்படும். இங்கு மொத்த நழுவலும் செவ்வமிழ்திசை நழுவலுக்குச் சமமாக அமையும்; அமிழ்கோண நழுவல் சிறிதும் இல்லை. எனவே மொத்த நழுவலின் சரிவுக் கோணம் பூஜ்யமாகும்.



படம் 15. ச்°– சரிவுக்கோணம் பா° – பாய்வுக்கோணம்



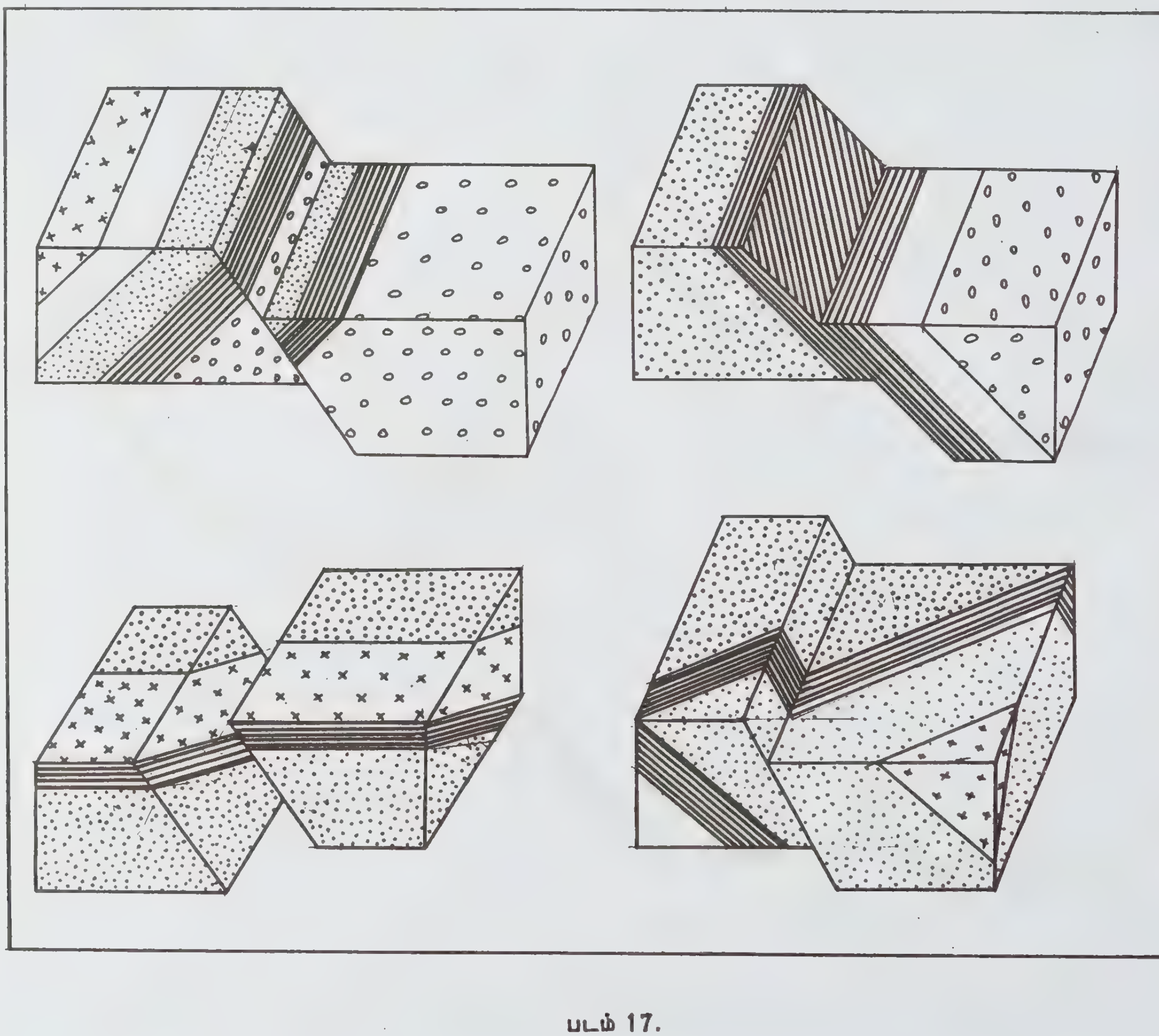
படம் 16

அமிழ்கோண நழுவற் பெயர்ச்சிப் பிளவு. இப் பிளவில் பெயர்ச்சிப் பிளவின் அமிழ்கோண அளவை விட மொத்த நழுவல் மேல் கீழாக இருக்கும். அதாவது அமிழ்கோண நழுவல் அளவும் மொத்த நழுவல் அளவும் சரியாகவும், செவ்வமிழ்திசை நழுவல் இல்லாமலும் இருக்கும். எனவே மொத்த நழுவலின் சரிவுக்கோணம் 90° ஆகும்.

குறுக்கு நழுவற் பெயர்ச்சிப்பிளவு (diagonal slip fault). இவ்வகையில் மொத்த நழுவல் பெயர்ச்சிப் பிளவு, தளத்தின் குறுக்காக மேல் அல்லது கீழாக இருக்கும். அமிழ்கோண நழுவல், செவ்வமிழ்திசை நழுவல் இரண்டும் இருக்கும். மொத்த நழுவலின் சரிவுக் கோணம் 0°-90° க்கும் இடையே அமையும். இம் மூன்றும் மொத்த நழுவலின் சரிவுக் கோணத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட பகுப்புகளாகும் (படம் 16).

பாறைப் படிவு, பெயர்ச்சிப்பிளவு ஏற்ற பின்பு அதன் சுற்றுப்புறப் பாறைப் படிவங்களோடு ஒப்பிட பெயர்ச்சிப் பிளவு ஏற்ற மாற்றங்களின் அடிப்படையில் பகுப்பதும் உண்டு. இதில் செவ்வமிழ் திசைப் பெயர்ச்சிப் பிளவு என்பது பெயர்ச்சிப் பிளவடைந்த பாறைப் படிவுகளும் சுற்றுப்புறப்பாறைப் படிவுகளும் இணையான செவ்வமிழ்திசை கொண்ட அமைப்பினவாகும். அடுக்குப்பெயர்ச்சிப் பிளவும் (bedding fault) இதைப் போன்றதே. இங்கு பாறை அடுக்குகளின் தளத்திற்கு இணையாகப் பெயர்ச்சிப் பிளவு அமையும்.

அமிழ்கோண பெயர்ச்சிப் பிளவு. இதன் அருகமைந்த பாறைப் படிவுகளுக்குரிய அமிழ்கோணத்திற்கு இணையாகப் பெயர்ச்சிப் பிளவு கொண்டமையும். எனவே செவ்வமிழ்திசை, பாறைப் படிவத்திற்கும் பெயர்ச்சிப் பிளவிற்கும் செங்கோணத்தில்



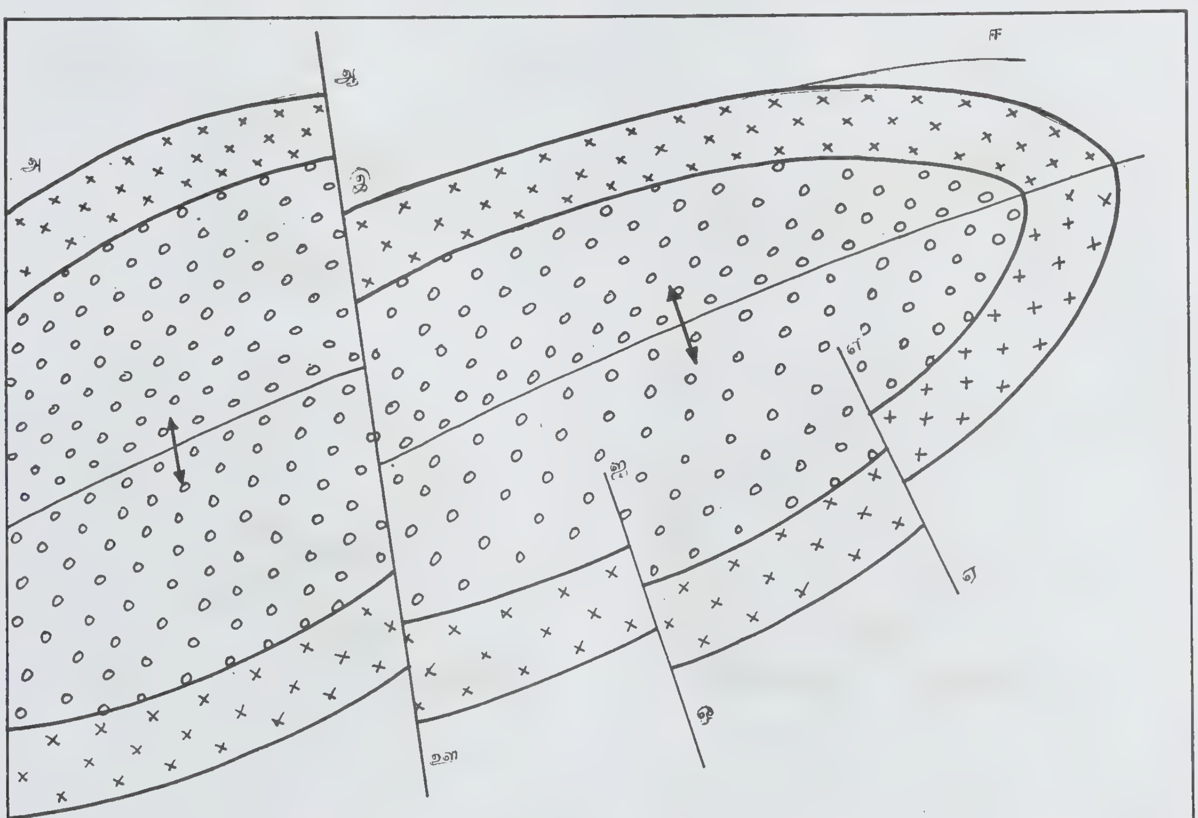
படம் 17.

அமையும். குறுக்குப் பெயர்ச்சிப் பிளவில் சுற்றியுள்ள பாறைகளுக்கும் பெயர்ச்சிப் பிளவுற்ற பாறைக்கும் உள்ள செவ்வமிழ்திசை குறுக்குவாட்டில் அமைந்திருக்கும். இவையன்றி மிகப் பேரளவு நிலப்பரப்பில் பரவியிருக்கும் கட்டமைப்புகளுடன் ஒப்புமைப் படுத்திப் பகுப்பதும் உண்டு. நீள்கிடைநிலை பெயர்ச்சிப்பிளவு என்பதன் செவ்வமிழ் திசை, சுற்றுப் பெறும் பரப்புக் கட்டமைப்புக் கொண்ட படிவங்களின் செவ்வமிழ் திசைக்கு இணையான அமைப்புடையதாகும். குறுக்குநிலை பெயர்ச்சிப்பிளவு கொண்ட பகுதி செவ்வமிழ்திசை சுற்றுப் பெறும் பரப்புப் படிவங்களின் செவ்வமிழ் திசையோடு ஒப்பிட ஒன்றுக்கொன்று செங்கோண அல்லது குறுங் கோண அமைப்பில் படிந்திருக்கும் (படம் 17,18).

பல பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் அமைந்த பகுதிகளை அவற்றின் தொகுதி தரும் உருவ அமைப்பைக் கொண்டு பகுக்கலாம். இவ்வமைப்புகள் வரை படத்தில் காணும் தோற்றங் கொண்டோ, குறுக்கு வெட்டுப் படத்தில் தரும் தோற்றங்கொண்டோ பகுபடலாம். இவ்வகைப் பாகுபாட்டில், பெயர்ச்சிப் பிளவுப் பகுதி மட்டுமே எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. சுற்றுப்புறப்பாறைப் படிவங்களோடு ஒப்பிடப்படுவதில்லை. எடுத்துக் கொண்ட பகுதியிலுள்ள அனைத்துப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளும் ஒரே செவ்வமிழ்திசையும் அமிழ்கோணமும் கொண்டிருந்தால் அவற்றை இணைப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் என்பர்.

சிறுசிறு பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் ஒன்றையொன்று அடுக்கினாற்போல் அருகருகே அமைந்தால் அவற்றை அடுக்குப் பெயர்ச்சிப்பிளவுகள் (enechelon faults) என்பர். பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் வட்ட வடிவிலோ துண்டுபட்ட வட்டத் தோற்றத்திலோ அமையும் போது அவை வளை பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (peripheral faults) எனப்படும். ஒரு மையத்தில் இருந்து வட்டத்தின் ஆரங்கள் போலப் பிரிந்து சிதறும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளை ஆரப்பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (radial faults) என்பர் (படம் 19).

அமிழ்கோண அளவைக் கொண்டு வகுக்கும் போது, 45° கோண அளவிற்கும் குறைவாக அமிழ் கோணம் அமைந்த பெயர்ச்சிப் பிளவுகளைக் குறை



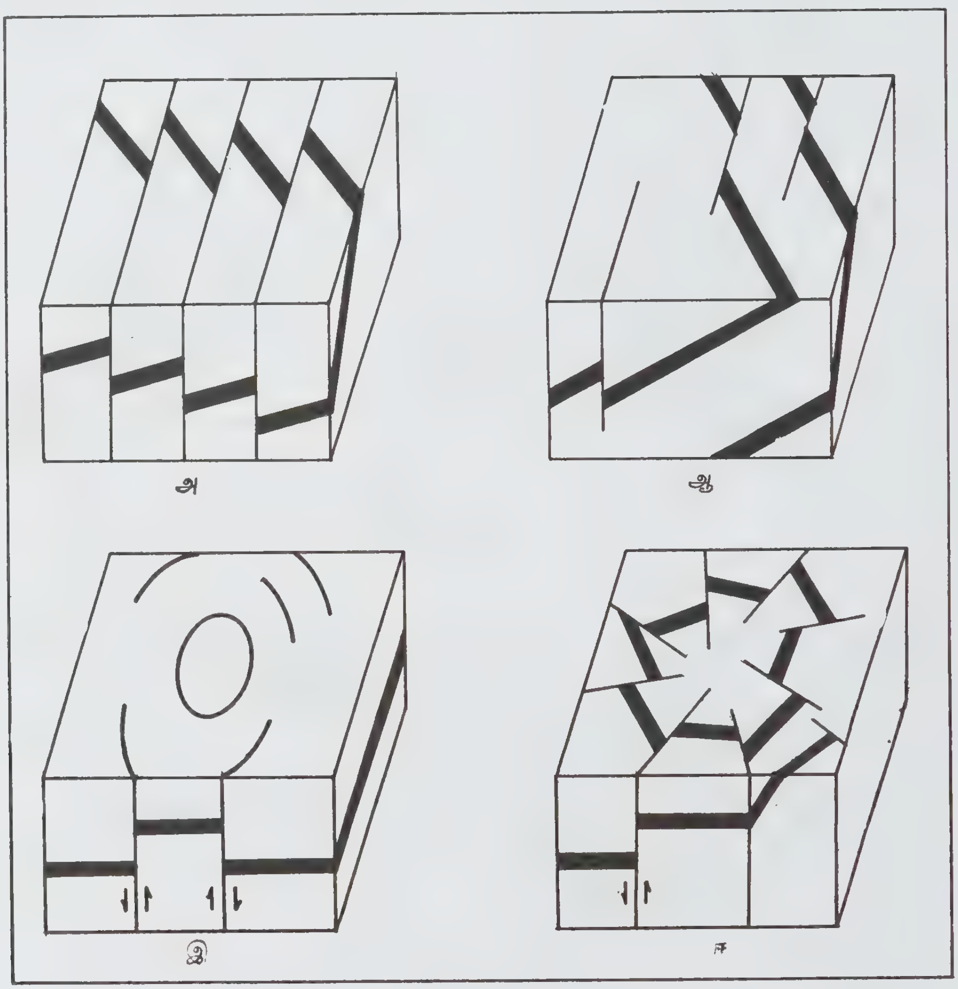
படம் 18.

(அஆ, இஈ) - நீள்கிடைநிலை பெயர்ச்சிப்பிளவு (எஏ, ஐஒ, உஊ) - குறுக்குநிலைப் பெயர்ச்சிப்பிளவு

கோண அல்லது குறுங்கோணப் பெயர்ச்சிப்பிளவுகள் (low angle faults) என்றும், 45° கோணத்திற்கும் மிகுதியான அமிழ்கோண அளவுற்ற பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் நெடுங்கோணப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (high angle faults) என்றும் கூறப்படும்.

பெயர்ச்சிப்பிளவுக்குச் செங்கோணத்தில்அமையும் செந்தளக் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தில் காணும் இடமாற்றத் தெரிவு அடிப்படையில் வகுக்கப்படும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளில் ஒன்று இயல்பு தெரிவு பெயர்ச்சிப்பிளவு (apparent normal fault) ஆகும். இதில் பெயர்ச்சிப்பிளவு செவ்வமிழ்திசைக்கு இணையாக இடமாற்றம் பெற்றுள்ளது. செந்தளக் குறுக்குவெட்டில் தெரியும் இடமாற்றம் உண்மையான இடமாற்றத்திற்கொப்பத் தெரியாமல் போகக்கூடிய வாய்ப்புகள் உள்ளதால் இதைத் தெரிவு இடமாற்றம் என்பர். பெயர்ச்சிப் பிளவின் தொங்குசுவர், தாங்குசுவர் நிலையைவிட உயர்ந்து மேல் வந்துள்ள தோற்றத்தைச் செங்கோணத்தில் அமைந்த செந்தளக் குறுக்கு வெட்டில் காட்டுமாயின் அத்தகைய பெயர்ச்சிப் பிளவைத் தள்ளுந்தெரிவுப் பெயர்ச்சிப்பிளவு (apparent- thrust fault) என்பர். இதைத் தலைகீழ்ப் பெயர்ச்சிப்பிளவு (reverse fault) என்றும், இயல்பு தெரியும் பெயர்ச்சிப் பிளவை இயல்பு பெயர்ச்சிப் பிளவு (normal fault) என்றும் குறிப்பிடுவர்.

வடிவமைப்பால் பகுக்கப்பட்ட ஐவகைப் பிரிவுகளைப் போன்ற தோற்றமூல அடிப்படையிலும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. பெயர்ச்சிப் பிளவின் தொங்குசுவர், தாங்குசுவரோடு

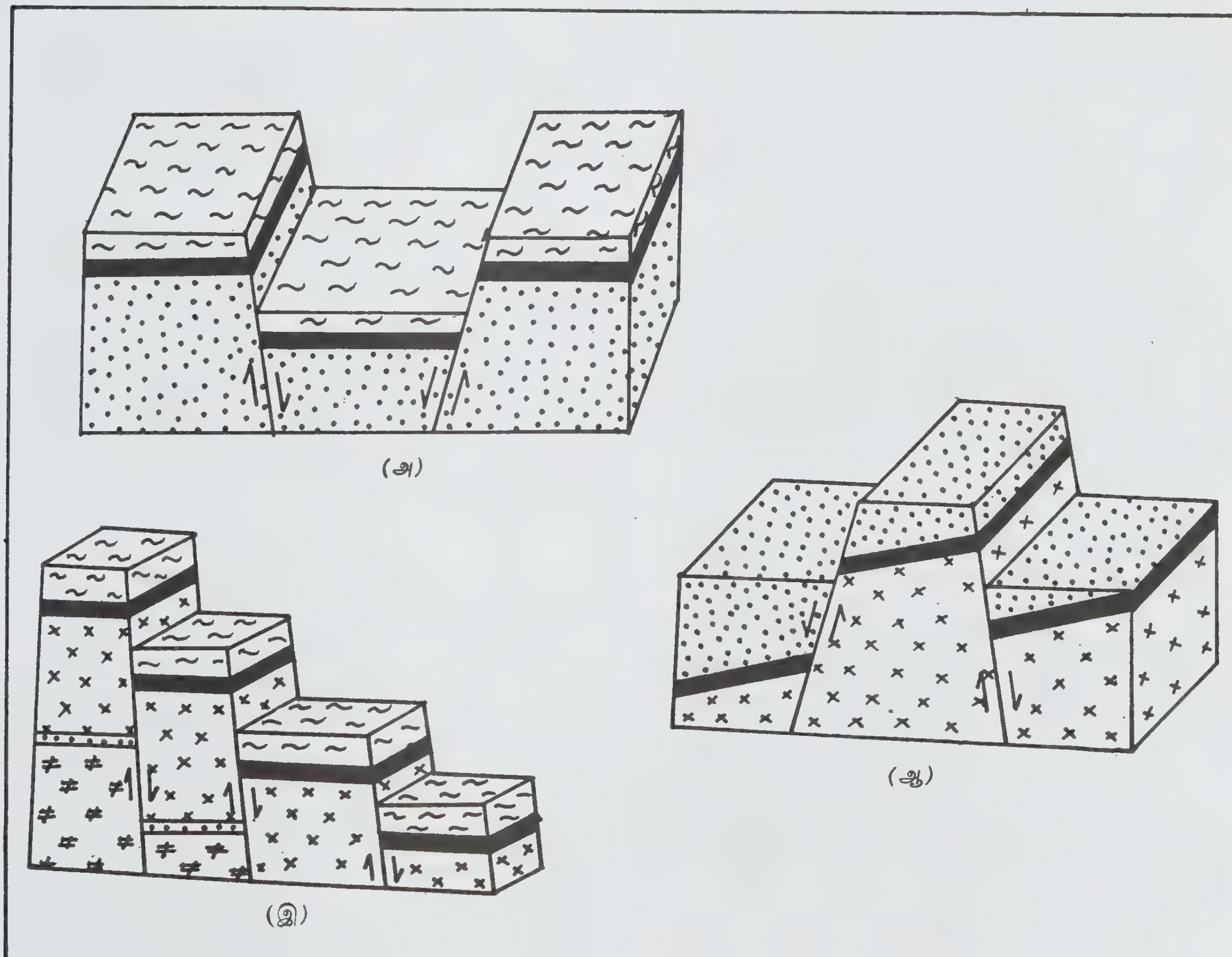


படம் 19.

அ) இணை பெயர்ச்சிப்பிளவு, ஆ) அடுக்குப் பெயர்ச்சிப்பிளவு, இ) வளை பெயர்ச்சிப்பிளவு, ஈ) ஆரப்பெயர்ச்சிப்பிளவு

ஒப்பிட மேல்புறம் எளிய அமைப்பில் இருக்குமாயின் அது தள்ளுபெயர்ச்சிப்பிளவு அல்லது தள்ளல் (thrust) எனப்படுகிறது. இவ்வகைப் பாகுபாட்டுள் அமிழ் கோண அளவு 45° க்கும் மேலாயின் அது தலைகீழ்ப் பெயர்ச்சிப்பிளவு எனப்படுகிறது. வடிவமைப்பு அடிப் படையில் வகுக்கப்பட்ட சில பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் தோற்ற மூல அடிப்படையில் வகுக்கப்படும் சில வற்றோடு ஒப்பிடும்போது வெவ்வேறு வகையின் ஒரே கலைச்சொல்லால் குறிக்கப்பட்டுள்ளமை ஓரளவு குழப்பத்தையே ஏற்படுத்தும். அந்தந்தக் கலைச் சொற்கள் அந்தக் குறிப்பிட்ட பிரிவின் பொருள் தர அடைப்பிற்குள் எவ்வகை இனப்பிரிவு என்பதைக் குறிப்பிடலாம். தள்ளல் வகையில் அமிழ்கோண அளவு 45°க்கும் குறையும். ஆனால் இது 10°க்கும் குறைவாக இருந்து, மிகுதியான மொத்த நழுவலை யும் கொண்டிருந்தால் அத்தகைய பெயர்ச்சிப் பிளவு களை மிகுதள்ளல் (over thrust) என்பர்.

பெயர்ச்சிப் பிளவின் தொங்குசுவர், தாங்கு சுவரைவிடக் கீழிறங்கியிருந்தால் அது இயல்பு பெயர்ச்சிப்பிளவு எனப்படும். இது ஈர்ப்புப் பெயர்ச் சிப் பிளவு (gravity fault) என்றும் குறிப்பிடப்படும். மலைச்சாரல்களில் மேலிருந்து சமதளம் நோக்கிப் பாறைகள் சரியும்போது மிகக்குறைந்த சாய்வுக் கோணமுள்ள இயல்பு பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் உண்டா னால் அது இயல்பு பெயர்ச்சிப் பிளவு (detachment fault) எனப்படும்.



படம் 20

(அ) தொட்டிப்பெயர்ச்சிப் பிளவு, (ஆ) மேடைப் பெயர்ச்சிப் பிளவு, (இ) படிக்கட்டுப் பெயர்ச்சிப் பிளவு

பெயர்ச்சிப்பிளவின் இடநகர்வு செவ்வமிழ் திசைக்கு இணையாக அமைந்தால் செவ்வமிழ்திசை நழுவல் அமிழ்கோண நழுவலைவிட மிகுதியாகும். அத்தகைய பெயர்ச்சிப்பிளவைச் செவ்வமிழ்திசை நழுவல் பெயர்ச்சிப் பிளவு என்பர். பெயர்ச்சிப்பிள வின் ஒரு பக்கத்தில் நின்று எதிர்ப் பக்கத்தை நோக் கும்போது எதிர்ப்பக்கத்தின் இடமாற்ற நழுவல் இடப் புறமா வலப்புறமா என்பதைக் கொண்டு வலம் நழுவு பெயர்ச்சிப் பிளவு என்றும், இடம் நழுவு பெயர்ச்சிப் பிளவு என்றும் பகுப்பர்.

நகர்வின் முழுமையை நிலையான ஒப்புநோக்கி யுடன் இணைத்துப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளை வகுப் பதும் உண்டு. சராசரிக் கடல்மட்ட அளவு போன்ற ஒப்பு நோக்கிகள் கொண்டு தொங்கு சுவர், தாங்கு சுவர்களின் இடப்பெயர்ச்சி கணிக்கப்படுகிறது. இயல்பு பெயர்ச்சிப் பிளவில் தாங்குசுவர், இடப் பெயர்ச்சி பெறாமல் தொங்கு சுவர் கீழே நகர்தல், தாங்குசுவர் மேல் உயர்ந்து தொங்கு சுவர் நிலையாக இருத்தல், தொங்கு சுவர் கீழிறங்கித் தாங்குசுவர் மேலேறல், இரு சுவர்களும் இயங்கினும் தொங்குசுவர் மிகுதியாக இறங்குதல், இரு சுவர்களும் மேலே உயரத் தொங்குசுவர் குறைவாக உயர்தல் என ஐவகையாகும். தள்ளுப் பெயர்ச்சிப்பிளவிலும் இணை யான ஐவகை உண்டு. மேலும் மிகு இடைக்கோணங் கொண்ட பெயர்ச்சிப் பிளவுகளின் மேலெழுந்த பகுதி இயக்கம் மிக்கதாக இருக்கும். இவை மேல்தள்ளுப் பெயர்ச்சிப்பிளவுகள் (up thrust fault) எனப்படும். தாங்குசுவர்ப் பகுதி இயக்கம் மிகுந்துள்ள மிகு இடைக்கோணத் தள்ளும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளைக் கீழ்தள்ளும் பெயர்ச்சிப் பிளவு (down thrust fault) என்பர்.

இரண்டு இணைப்பெயர்ச்சிப் பிளவுகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதிகீழ்நோக்கித் தள்ளப்பட்டு நடுவில் பள்ளப்பகுதி உருவாகும் பெயர்ச்சிப் பிளவு தொட்டிப் பெயர்ச்சிப் பிளவு (trough fault) எனப் படும். இதன் பரப்பளவு மிகப்பெரிய அளவு பள்ளத் தாக்குகளை உருவாக்கும் அளவில் அமையும்போது அவற்றைப் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள் என்பர். இரண்டு இணைப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதி மேல் எழுந்து உள்ளதை மேடைப் பெயர்ச்சிப் பிளவு (horst) என்பர். பல இணையான பெயர்ச்சிப் பிளவுகளால் ஒரே திசையில் படிவங்கள் கீழிறங்கிப் பல தளங்களாகத் தோற்றம் அளிப்பின் அவற்றைப் படிக்கட்டுப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (step faults) என்பர் (படம் 20).

கட்டமைப்புக் கூறுபாடுகளின் அடுத்த பெரும் பகுதி படிவிலா இடைவெளிகள், படிவு குறைந்த இடைவெளிகள் ஆகும். நிலக்கட்டமைப்பியலில் படி விலா இடைவெளிகளின் ஆய்வு பல்வேறு சூழ்நிலை களில் இன்றியமையாதது ஆகும். பாறைப்புடைப்பு வகை மாற்றங்களின் செயல்முறைகள் (tectonic processes) பாறைச் சிதைவுறல், பாறைப்பொருள் படி வுறல் (depositional) போன்றவற்றைத் தோற்றக் காரணங்களாகக் கொண்ட படிவிலா இடைவெளி அமைப்பு, சில சமயங்களில் பெயர்ச்சிப் பிளவு எனக் கருதவைக்கும் தன்மையுடையது. படிவுப்பாறை களோடு பிற இனப் பாறைகளின் சிதைவுறல், படி வுறல் நிகழ்ச்சிகளுக்குச் சான்றாக நிற்கவல்லது. பாறை அடுக்கியல், படிவுப் பாறை இயல், நிலவர லாற்றியல் துறைகளில் படிவிலா இடைவெளி பற்றிய அறிவு மிகவும் பயன்தரும். பாறைப் படிவங்கள் சிதைவுற்ற தளம், படிவங்கள் சில காலத்தில் படியாத தளம் ஆகிய இரண்டுமே படிவிலா இடைவெளி களைத் தோற்றுவிக்கும். படிவிலா இடைவெளியைக் கண்டறியப் பல படிவுகள் கொண்ட பாறையடுக்கை ஆய்வு செய்யலாம்.

பலவகைப் பாறைகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாகப் படியும் காலத்தில் படிவப் பாறை மேலும் படிவங் களைத் தன்னகத்தே ஏற்கவியலாமல் அப்படிவுச் சூழலில் இருந்து மேல் எழ, மேல் எழுந்த தளம் சிதைவுற்றுப் பாறைப் பொருள்கள் பிறவிடத்திற்குக் கடத்தப்பட்ட பின்பு, மீண்டும் வாய்ப்பான சூழலில் அதே தளத்தின் மேலே பிற இளைய பாறைப் படி வங்கள் படர்ந்துள்ள படிவப் பாறையில் படிவிலா இடைவெளியைக் காணலாம். பாறைகள் தொடர் பாகப் படிய வேண்டிய நிலையில், படியாத படிவம் ஒன்றோ பலவோ படிந்த படிவங்களில் சிலவோ ஒன்றோ சிதைவுற்றுத் தோன்றும் அமைப்பைப் படிவிலா இடைவெளி எனலாம். பாறைப் படிவச் சிதைவுறல் தோன்றும் முன்பும் பின்பும் படிவுப் பாறைகளே உண்டான ஒரு படிவப் பாறைக் கட்ட மைப்பால் சிதைவுற்ற புறப்பரப்புப் பகுதியைப் படி விலா இடைவெளி என்பர்.

எரிமலைப் பாறை தோன்றிச் சிலகாலம் அதன் புறப்பரப்புச் சிதைவுற்று, மீண்டும் அதன்மேல் படிவுப் பாறைகள் தோன்றினால் எரிமலைப் பாறையின் மேல்தளமும் படிவுப் பாறையின் கீழ்த்தளமும் இணையும் ஒழுங்கற்ற புறப்பரப்பைப் படிவிலா இடை வெளி எனலாம். எரிமலைப் பாறைகள், படிவுப் பாறைகள், அனற் பாறைகள் போன்றவை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாகவோ, பிற இனப்பாறைகளின் மீது ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகவோ படிவுறும்போது திசை வுற்ற பரப்பின் மேல் ஒன்றோ பல படிவங்கள் படியாத சூழ்நிலையிலோ, ஒரு படிவத்தின் சிதை வுற்ற பரப்பின் மேல் படிந்த படிவங்களின் தொகுப் பில் சிதைவற்ற பரப்பு அமையும் பாறையமைப்பைப் படிவிலா இடைவெளி கொண்டது என்று கூறலாம். படிவிலா இடைவெளி என்னும் பகுப்பின் உள்ளேயே சாய்வுப் படிவிலா இடைவெளி, படிவு குறை இடை வெளி, சிற்றிடப் படிவிலா இடைவெளி, இனமிலா இடைவெளி என்னும் பெரும் பிரிவுகளும் அடங்கும். எவ்வகையாயினும் படிவிலா இடைவெளித் தோற்றத்

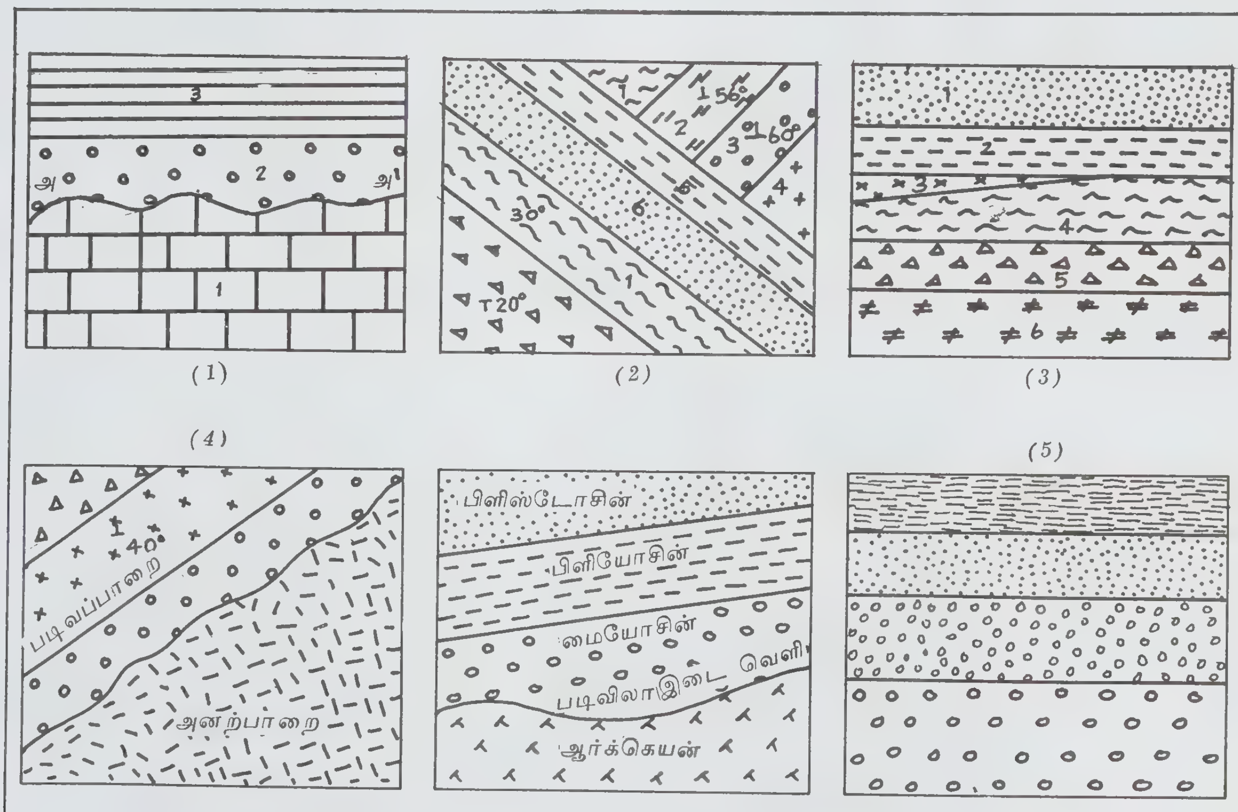
தில் காலம், படிவங்கள் படிவுறல், பாறைக் கட்ட மைப்பு முதலியவற்றின் இணைந்த செயல் வெளிப் பாடு உண்டு.

படிவிலா இடைவெளி, படிவங்கள் படியாத காலத்தில் உருவாகிறது. படிவங்கள் இணையாகப் படியாமல், பல்வேறு அழுத்தச் சூழல்நிலையால் சாய்வும், தலைகீழ்த் திரும்பலும் பெற்ற படிவத்தின் மேல் படியும்போது அந்தக் கட்டமைப்பே படிவிலாப் போக்கைக் காட்டவல்லது படிவிலா இடைவெளி கடல்கோள், நிலஎழுச்சிப் படியப்போக்கின் தொடர் பில் விட்டுப்போன சிறுபடிவ அமைப்புகள் ஆகிய வற்றை எளிதில் சுட்டிக்காட்டவல்லது. சாய்வுப் படிவிலா இடைவெளி கொண்ட பாறையடுக்கின் முதிய பாறைகள் மேல் அமர்ந்துள்ள இளம் பாறை களோடு ஒப்பிட வெவ்வேறு அமிழ்கோணங்கள் கொண்டிருக்கும். படிவிலா இடைவெளியின் ஒரு பக்கப் பாறைகள் நிலமடிப்புகள், பெயர்ச்சிப் பிளவு கள் கொண்டிருக்க, மறுபக்கப் பாறைகள் அவை இல்லாமலும் இருக்கலாம்.

படிவுகுறை இடைவெளி கொண்டிருக்கும் படிவுப் பாறையின் மேலும் கீழும் உள்ள படிவங்கள் ஒரே அமிழ்கோணமே கொண்டிருக்கும். எனினும் படிவு குறை இடைவெளி தோன்றுமுன் இருந்த முதிய பாறைகளுக்கும், பிந்தைய இளம்பாறைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு முறிந்து பலகாலப் படிவுகள் இல்லாத அமைப்பால் ஒன்றிற்கொன்று தொடர் பற்றிருக்கும். இந்தக் கால இடைவெளியும் படிவக் குறையும் மிகக் குறைவாகவும், மிகச் சிறிய எல்லைக் குட்பட்ட பாறைப் படிவங்களைப் பற்றியதாகவும் இருப்பின் அவை சிற்றிடப் படிவிலா இடைவெளி என வரையறுக்கப்படும்.

இனமிலா இடைவெளி என்பது பெரும்பாலும் அனற் பாறைகள் தோன்றி அதன் மேற்றளம் சிதை வுற்றபின் அதன்மேல் படியும் இனப்பாறைகள் உரு வாக்கும் படிவக்கட்டமைப்பில் தோன்றுவதாகும். இதை இனமிலாப் படிவ இடைவெளி எனவும் குறிப் பிடுவர் (படம் 21).

பெயராப்பிளவு. பாறை, அதன் கனிமத்தாலும்



படம் 21

1) படிவிலா இடைவெளி 2) சாய்வுப் படிவிலா இடைவெளி 3) படிவுகுறை இடைவெளி 4) இனமிலா இடைவெளி 5) இயல்பான படிவு

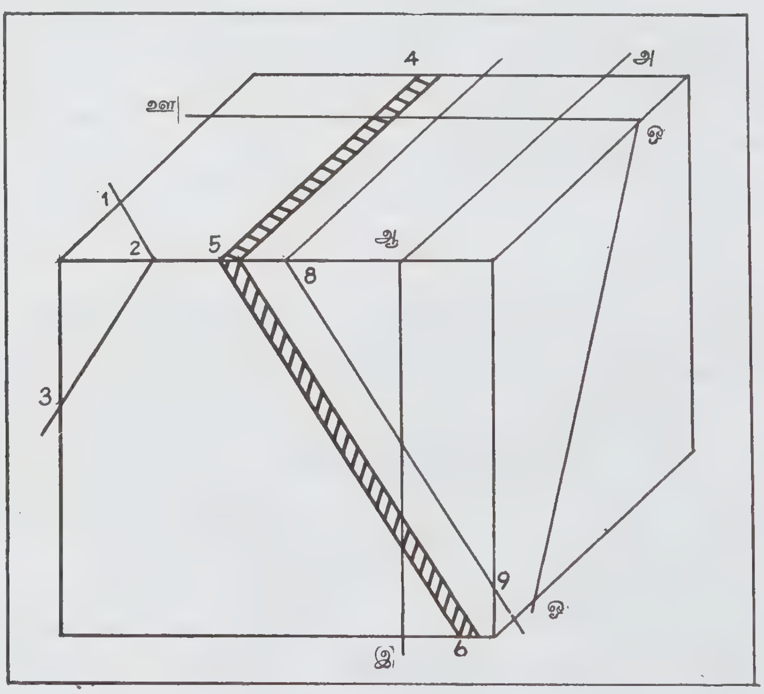
கட்டமைப்பாலும் குறிப்பிட்ட கோணத் திசைகளில் வழவழப்பான தளங்களோடு பெரும்பாலும் முறிவு பெற்று இடப்பெயர்ச்சியின்றி இறுக்கமாகவேஇருக்கும் அமைப்பாகும். பெரும்பாலான பெயராப் பிளவுகள் (joints) சமதளப்பகுதி உடையன. எனினும் வளை வுற்ற பிளவுத் தளங்களைக் கொண்ட பாறைகளும் உண்டு. இடம் பெயரா இறுக்கமான முறிவுடைய இப்பாறைகளின் இடைவெளி தட்பவெப்பத் தாக்கத் தால், வேதிமாற்றங்களால் விரிவுற்று அகன்று தோன்றலாம். பெயராப் பிளவுகள் செந்தளம், கிடைத்தளம், அனைத்துச் சாய்கோணத் தளம் இவற்றிலும் அமையலாம். அமிழ்கோணமும் செவ் வமிழ்திசையும் பாறைப் படிவங்களின் பிற தளங் களைக் கணக்கிடுவதைப் போன்றே கணக்கிடப்பட வேண்டும்.

பெயராப் பிளவுகள் அவற்றின் போக்குத் திசைகளைக் கொண்டு அமிழ்கோணப் பெயராப் பிளவு, செவ்வமிழ்திசைப் பெயராப்பிளவு, பாறைத் தளநெறிப் பெயராப் பிளவு என வகையிடப்படும். இப்பிளவுகள் பெரும்பாலும் ஒன்றிற்கு ஒன்று இணை யாகவே இருக்கும். பேரளவு இணையாகவிருக்கும் சில பெயராப் பிளவுகளைச் சிறுகுழு (set) என்றும், சில குழுக்கள் இணைந்த பெயராப் பிளவுகளைப் பெயராப்பிளவுக்குழுமம் (joint system) என்றும் தொகுப்பர் (படம். 22).

பெயராப் பிளவுகளைத் தோற்றமூல அடிப் படையிலும் வகுப்பது உண்டு. பாறைத் தோற்றத் தகைவு (tectonic stresses) பாறை முறிவுறுதற்குப் பலகாலம் முன்னரே இயங்கிய எச்சத்தகைவு (residual stress), வெப்ப ஆற்றல் வெளியேற்றத்தால் ஏற்படும் சுருக்கங்கள் புறநிகழ்ச்சிகளால் (மலைச்சரிவு போன்றன) ஏற்படும் அழுத்த ஆற்றலையும், இழுப்பு ஆற்றலையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு பல்வகைப் பெயராப்பிளவுகள் தோன்றுகின்றன. நிலமடிப்புகள் தோன்றியுள்ள பாறைப் படிவங்களில், நிலமடிப்புகள் தோன்றக் காரணமாயிருந்த உள்நோக்கு அழுத்தத் தால் ஒழுங்குடன் அமைந்த பெயராப் பிளவுகளும் தோன்றுகின்றன.

நிலமடிப்புகளின் அச்சுத் தளத்திற்குச் செந் தளத்திலும், இணைத் தளத்திலும் தோன்றும் பெயராப்பிளவுகளை முறையே தொடர்விரிவுப் பெயராப்பிளவுகள் என்றும், விடுபட்ட பெயராப் பிளவுகள் என்றும் குறிப்பிடுவர். நிலமடிப்புகள், இணை செந்தளப் பெயராப் பிளவுகளையும் (conjugate joint system) கொண்டிருக்கும். அவை செந்தரக் குறுக்குப் பெயராப் பிளவு இணைகளாகவோ (vertical diagonal joints) செவ்வமிழ்திசைப் பெயராப்பிளவு இணைகளாகவோ அமையும்

தூண் தோற்றமுடைய பெயராப்பிளவுகள் (columnar joints) அனற்பாறைகளில் மிகுதியாக

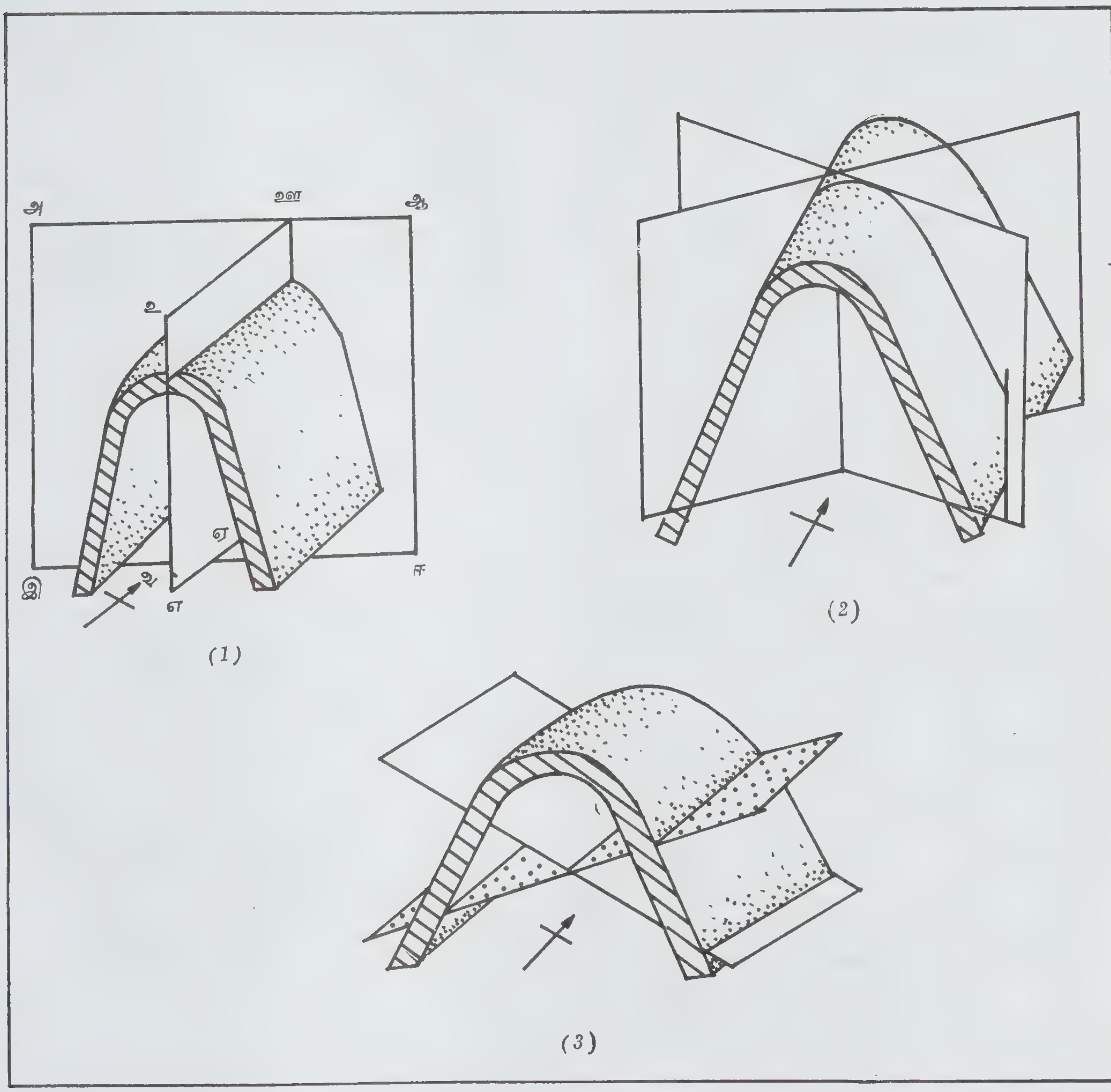


படம் 22.

123-குறுக்குப் பெயராப்பிளவு 789-படிவுப் பெயராப்பிளவு அஆஇ - செந்திசைப் பெயராப்பிளவு ஊஒஓ-அமிழ்கோணப் பெயராப்பிளவு,

உள்ளன. பசால்ட் பாய்வு (basaltic flow), செம்பாளப் பாறை (dyke), தகட்டுப்பாறை (sill) வகைகளில் இத்தகைய தோற்றத்தைக் காணலாம். இப்பாறைகளில் அமைந்து தூண் தோற்றப்பெயராப் பிளவுகளுக்குச் செங்கோணத்தில் குறுக்குப் பெயராப் பிளவுகள் தோன்றுகின்றன. தூண் தோற்றப் பெயராப் பிளவுகளின் ஒவ்வொரு தூண் அமைப்பும் அறுகோண, ஐங்கோண, நாற்கோணஅமைப்புகளைச் சூழ்நிலைக்கு ஏற்பப் பெறுகின்றன. எரிமலைக் குழம்பின் மேற்பரப்பில் அது குளிரும்போது தோன்றும் இவ்வமைப்புகள் பொதுவாக ஒழுங்கின்றியே அமைந்துள்ளன.

கட்டமைப்புக் கூறுபாடுகளில் பல, இந்தியத்



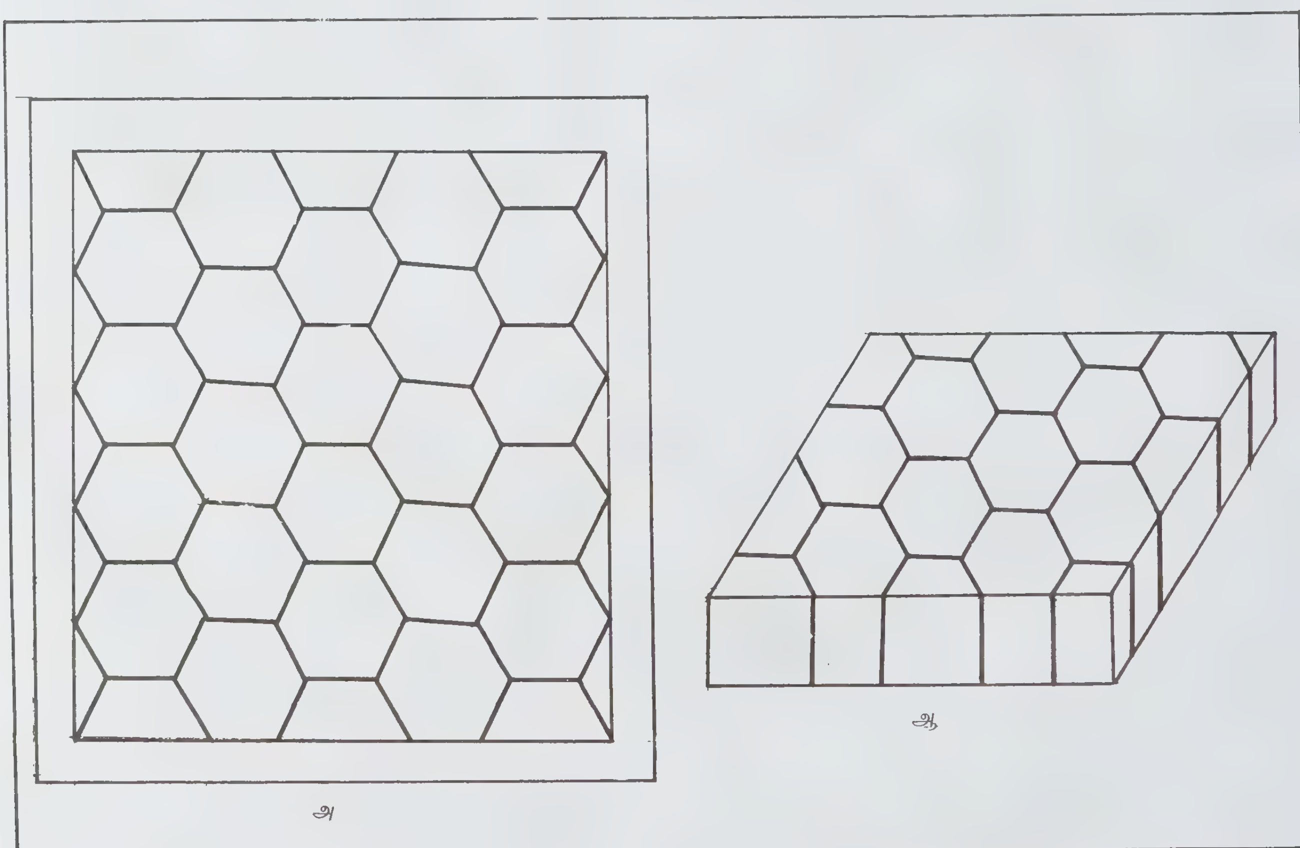
படம் 23.

(1) செங்குத்து அமிழ்கோணப் பெயராப்பிளவு செங்குத்துச் செந்திசைப் (செவ்வமிழ்திசை) பெயராப்பிளவு (2) செங்குத்துக் குறுக்குவெட்டுப் பெயராப்பிளவு (3) செவ்வமிழ்திசைப் பெயராப்பிளவு நிலமடிப்புடன்

துணைக்கண்டத்துப் பாறையடுக்குகளில் காணப்படுகின்றன. அசாம் பீடபூமி, டெர்சரிக் காலத்தில் பெயர்ச்சிப் பிளவை ஏற்றுள்ளது. அதன் மேற்கு, தெற்கு எல்லைப் பகுதிகளில் மிகைத் தள்ளல் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் (over thrust) வடக்கில் இருந்து காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் கிழக்கில் தொடர்ந்து சென்றால் ஒருகோண நிலமடிப்புக் கொண்டு (monoclinal fold) நிலமடிப்பின் தென் பகுதி கிழக்கு வங்கப் பகுதியை நோக்கி மிகுஅமிழ் கோணம் பெற்றுச் சமவெளியுள் சரிந்துவிடுகிறது. அசாம் பீடபூமியின் மேற்கு எல்லைக்கும் இராஜ் மகால் குன்றுக்கும் இடைப்பட்ட பகுதி கிரேபன் பெயர்ச்சிப் பிளவுற்று அவ்விடைவெளி ஜுராசிக் காலத்திற்குப் பிந்தைய படிவங்களால் நிரப்பப் பட்டுள்ளது.

மேற்கு வங்கத்தில் இட்ட துளைக்குழாய்க் கிணறுகளிலிருந்து அறிந்தவாறு 4000 மீட்டர் ஆழத்தில் பல இடங்களில் இராஜ்மகால் எரிமலைப் பாறைகள் உள்ளன. இவற்றின் படிவ ஆழம் கிழக்குத் திசையை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கின்றது. இது படிகட்டுப் பெயர்ச்சிப் பிளவு இருப்பதை உறுதிப்படுத்துகின்றது. அசாம் பீடபூமிக்கும் இமயமலைத் தொடருக்கும் இடையே அமைந்த தொட்டியமைப்பு, பிரம்ம புத்திரா நதியோட்டத்திற்கு வழிசெய்கிறது. இது இமயத்தின் அடிவாரப் பள்ளத்தின் கிழக்குத் திசைத் தொடர்ச்சியாகும். போட்வார் பீடபூமி கிழக்கு-வடகிழக்குக்கும், மேற்கு-தென்மேற்கிற்குமாக அச்சுக் கொண்ட கவட்டு நிலமடிப்புத் தொட்டியமைப்பைக் (synclinal trough) கொண்டதாகும். அதன் வடி வெல்லையில் அமைந்துள்ள கலாசித்ரா, மார்கலாக் குன்றுகள் நெருங்கியமைந்த சமகோண நிலமடிப்பு களைக் கொண்டுள்ளன.

வடஇந்தியப் பெருவிந்தியக் குழிவுச் சாரல் (great vindhyan basin) 60,000 ச.கி.மீ. அளவு டையது. இதன் வட எல்லைப் பகுதியிலுள்ள தலை



அ ஆ

படம் 24.

(அ) களிமண், வறட்சியால் சுருங்க, உண்டாகும் அறுகோண உடைவு (ஆ) தூண் தோற்றப் பெயராப்பிளவு

கீழ்ப்பெயர்ச்சிப் பிளவு, இராஜஸ்தானின் பெரும் எல்லைப் பெயர்ச்சிப்பிளவு எனப்படுகிறது. இதன் நீளம் 750 கிலோ மீட்டருக்கும் மேலாகும். கோண்டு வானாப் படிவங்களில் பஞ்சட் பெரு நதிப்பிரிவு களுக்கு இடையே சிலகாலம் படிவங்கள் உருவாவதில் தொடர்ச்சி விடுபட்டுப் படிவுகுறை இடைவெளி உள்ளது. கீழ்க்கோண்டுவானாப் படிவங்களே மிகுதி யான நிலக்கரிப் படிவங்களைக் கொண்டுள்ளன. மேல் டிரையேசிக் மற்றும் கீழ் ஜூராசிக் காலத்தில் தோன்றிய பெயர்ச்சிப் பிளவுகளின் அமைப்பாலேயே நிலக்கரிப் படிவங்கள் இன்றுவரை தாக்கமுற்று வருகின்றன.

காஷ்மீர், இமாலயப் பகுதியில் குறைந்தது மூன்று தள்ளுபெயர்ச்சிப் பிளவுப் பிரிவுகள் உள்ளன. சிவாலிக் மற்றும் கீழ்மட்ட இமயப் பாறைப் பிரிவு களில் இவை அமைந்துள்ளன. இதன் தென்கோடித் தள்ளும்பெயர்ச்சிப் பிளவு, தலைமை எல்லைப் பெயர்ச்சிப் பிளவு(main boundary fault) எனப்படு கிறது. இப்பிளவே சிலாலிக் பாறைகளை முந்தைய டெர்ஷரி மற்றும் பழம் பாறைகளில் இருந்து பிரிக் கின்றது. இமய எல்லை, கீழ்மட்ட இமயவளைவு lesser Himalayan belt), எவரெஸ்ட், கஞ்சன்ஜங்கா உள்ளிட்ட மத்திய இமயப்பகுதி, டெத்திஸ் இமயப் பிரிவு ஆகியவற்றிலும் தள்ளல் கட்டமைப்பு உள்ளது.

தென்குமரியில் இருந்து மேற்குக் கத்தியவார் வரை மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப்பகுதியை ஒட்டி யுள்ள கடற்கரையின் கண்டப்படுகை (continental shelf) ஒரே நேர்கோட்டு அமைப்பில் உள்ளதன் காரணமே இப்பகுதியில் ஏற்பட்ட பெயர்ச்சிப் பிளவினாலாகும். இது டெர்ஷரி காலத்தில் ஏற் பட்டிருக்கக் கூடும். கடற்கரையை ஒட்டி இரத்தின கிரி முதல் பம்பாய்க்கும், வடக்கு வரை உள்ள வெந் நீர் ஊற்றுக்கும் நேர்கோட்டு அமைப்பில் உள்ளது கடற்கரைக்கு இணையாகப் பல பெயர்ச்சிப் பிளவு கள் உள்ளமையைக் குறிக்கின்றது எனலாம். இவை கீழ் மையோசின் காலத்தனவாகலாம். முற்காலத்தில் ஆழம் குறைந்த அந்தமான் கிழக்குக் கடற்பகுதிகூடப் பெரும் பெயர்ச்சிப் பிளவுகளுக்கு ஆட்பட்ட பின்பே இப்போது உள்ள மிகுதியான ஆழமான 12,000 அடியைப் பெற்றிருக்கக்கூடும்.

- ம. சிவகுமாரன்

நூலோதி. M.P. Billings, *Structural Geology*, prentice Hall of India Pvt Ltd, New Delhi, 1984; E.S. Hills, *Outlines of structural Geology*, Me Thuem, London; M.S. Krishnan, *Geology of India and Burma*, Higginbothams Pvt. Ltd, Madras.

கட்டமைப்புகள், வேளாண்மை

வேளாண்மையில் பயன்படும் கட்டமைப்புகளை நான்கு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, குடியிருப்புக் கட்டமைப்புகள், பாசனக் கட்டமைப்பு கள், சேமிப்புக் கட்டமைப்புகள், பலவகைக் கட்டமைப்புகள் எனப்படும்.

குடியிருப்புக் கட்டமைப்புகள். நல வாழ்வுக்கும், மழை, வெயில் போன்றவற்றிலிருந்து விடுபட்டுச் சமநிலையான சூழலில் வாழ்வை நடத்தவும் இருப் பிடம் தேவையாகிறது. வேளாண்மைப் பார்வையில் இதைப் பண்ணை இல்லம் (farm house) என்று குறிப்பிடலாம். ஓர் இல்லத்தில் இருக்கவேண்டிய பகுதிகள் அனைத்தும் பண்ணை இல்லத்தில் இருந் தாலும், இதற்கெனத் தனித்த கூடுதல் வசதிகள் தேவைப்படுகின்றன. ஆகவேதான் இது பண்ணை இல்லம் எனப் பெயர் பெற்றது.

பண்ணை இல்லம். இந்த இல்லம் பண்ணையில், அதாவது வயல் வெளியில் அமைக்கப்படும் இல்ல மாகும். இதை அமைக்கும்போது சில முக்கியமான கருத்துகளை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். அவை, பண்ணை இல்லம் பண்ணையின் மையப் பகுதியில் இருக்க வேண்டும். அதன் மூலம் பண்ணையில் பல் வேறு பகுதிகளில் நடக்கும் வேலைகளைப் பார்வை யிடுவது எளிதாகும். பண்ணை இல்லம் சற்று மேட்டுப் பாங்கான இடத்தில் அமைய வேண்டும். மழை நீர் வழிந்தோடும் வசதியுடன் வேற்று நீரும் தேக்கமுறு வது.இதனால் தடுக்கப்படும். சற்றே ஊட்டம் குறைந்த நிலப்பரப்பையே இதற்கெனத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். அவ்வாறில்லையெனில் வேளாண்மைக்கு அடிப்படையான ஊட்டமிகு நிலம் வீணாகிவிடும்.

கிளைச்சாலை அல்லது பொதுச்சாலைகளுக்கு அருகில் இல்லம் இருந்தால் போக்குவரத்து நேரம் குறையும். அதாவது தானியம், காய்கறிகளைக் கடை களுக்குக் கொண்டு செல்லும் நேரம் குறைவாகும். மாட்டுத் தொழுவம், தூற்றுங்களம் போன்றவற்றிற் குச் சற்றுத் தள்ளி இல்லம் அமைக்கப்படுவதோடு, இங்கிருந்து வீசும் காற்றுக்கு எதிர்த்திசையில் இருப்ப தும் முக்கியம். இதன்மூலம் மாட்டுத் தொழுவத்தின் நாற்றமும், தூற்றும் களத்திலிருந்து எழும் தூசியும் தவிர்க்கப்படலாம்.

படுக்கை அறையைக் கிழக்கு நோக்கி அமைத்தல், அனைத்துப் பகுதிகளிலிருந்தும் கழிவறைக்குச் செல்ல வழிவைத்தல், சமையல் அறையும், பண்டங்களின் அறையும் அருகருகே இருத்தல் போன்ற பொது விதிமுறைகள் பண்ணை இல்லத்துக்கும் பொருந்தும்.

கால்நடைக் கட்டமைப்புகள். பண்ணை இல்லம் போன்றே கால்நடைகளின் இல்லத்திற்கும் சிறப்பளிக்க வேண்டும்.

பால்பண்ணைக் கட்டமைப்புகள் (diary buildings). பால்வளத்தைப் பெருக்கும் பல்வேறு திட்டங்களைத் தேவை கருதி அரசு உருவாக்கிவரும் இந்நாளில் பசுக்கள் நலமான சூழ்நிலையில் பாதுகாக்கப்படுவது இன்றியமையாததாகும். பசுக்களுக்கு மட்டுமன்றி உழவு மாடுகளுக்கும் இப்பாதுகாப்புத் தேவையாகும். இக்கண்ணோட்டத்தில் கால்நடைக் கட்டமைப்பு களுக்கு மூன்று பகுதிகள் இன்றியமையாதவையாகும்.

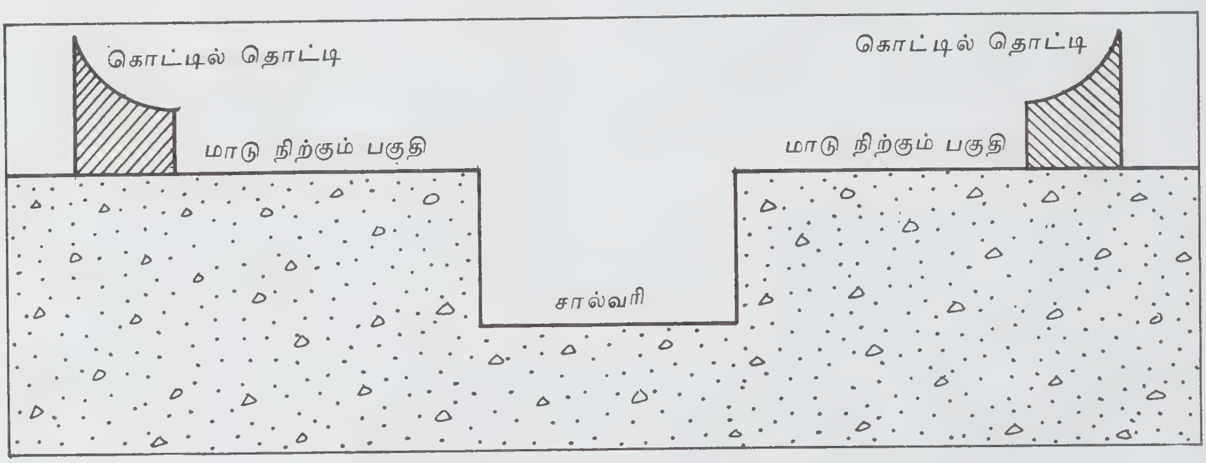
மாடு நிற்கும் பகுதி. மாடு நின்று அசைபோடுதல், ஓய்வெடுத்தல் போன்ற அனைத்துச் செயல்களும் இப்பகுதியிலேயே நடைபெறுகின்றன. இப்பகுதியின் அளவுகள் மாட்டின் அளவைப் பொறுத்து மாறுபடும். சாதாரணமாக, 2 . 8 மீட்டர் × 1 . 2 மீட்டர் அளவு போதும். கழிவுநீர் வழிந்தோடும் வண்ணம் இது சற்றே சாய்வுடன் அமைக்கப்பட வேண்டும்.

இரை போடும் பகுதி. சற்றே அகலமாகவும், மாடு நிற்கும் பகுதிக்கு முன்புறம் சிறு தடுப்பின் மூலம் பிரிக்கப்படுமாறும் இது அமைக்கப்பட வேண்டும். அப்போதுதான், மாடு புல்லை மிதித்து வீணாக்கு வதைத் தவிர்க்கலாம், 0.5 அகலமும், 0.3 உயரமும் இருந்தால் போதும்.

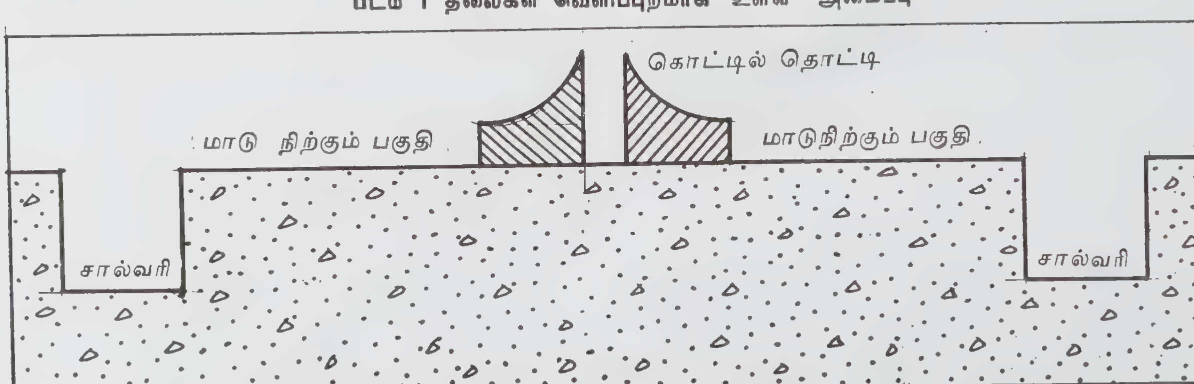
நீர்வழிப் பகுதி. மாட்டின் கழிவு நீர், தொழுவத் தைக் கழுவித் தூய்மை செய்யும்போது ஊற்றப்படும் நீர் ஆகியவை முறையாக வெளியேற்றப்பட, மாடு நிற்கும் பகுதியின் கீழ்ப்பகுதியில் சிறு பள்ளம் அமைக்கப்பட வேண்டும். இது வடிநீர்க்கால் அல்லது சால்வரி எனப்படுகிறது. இது இல்லாத நிலையில் நீர்த்தேக்கம் ஏற்பட்டு அதில் கொசு முதலியவை பெருகி நலவாழ்வைக் கெடுக்கும். 5 செ. ஆழமும், 10 - 15 செ.மீ அகலமும் உடைய வாய்க்கால் போன்ற அமைப்பு இதற்குப் போதும்.

முதல் வகையில் இரு வரிசைகளுக்கும் சால்வரிப் பகுதி பொதுவாயிருக்கும். இரண்டாம் வகை யில் கொட்டில் தொட்டிப் பகுதி பொதுவா யிருக்கும். சரியான பாதுகாப்புக்கு இம்மூன்று பகுதி களும் கற்காரைக் கலவை கொண்டு பூசப்படவேண் டும். மேலும் நீர்த் தொட்டியை இந்த அமைப்புக்கு அருகில் வைக்க வேண்டும். பிண்ணாக்குப் போன்ற தீவனங்களைச் சேர்த்து வைக்க ஒரு கிடங்கு தனியே இருக்க வேண்டும். நீர்த் தொட்டியின் உயரம் 0.5 மீட்டருக்குள் இருக்க வேண்டும்.

கன்றுகள் பெரும்பாலும் வளர்ந்த மாடுகளுட



படம் 1 தலைகள் வெளிப்புறமாக உள்ள அமைப்பு



படம் 2. தலைகள் உட்புறமாக உள்ள அமைப்பு

னேயே கட்டப்படுகின்றன. அவற்றுக்கென்று தொழுவத்தைத் தனியே அமைத்தல் சிறந்ததாகும். இதைக் கன்றுத் தொழுவம் என்பர். கூரையுடன் கூடிய சிறுபகுதியும், அதையொட்டி வேலியிட்ட திறந்த வெளி அமைப்பும் போதுமானவை. திறந்த வெளியிலேயே தண்ணீர்த் தொட்டியையும் அமைக்கலாம். கன்றுகள் மேய்வதற்குத் திறந்தவெளி மிகவும் தேவை. நோயுற்ற மாடுகளுக்கெனத் தனிப்பகுதி அமைக்க வேண்டும். முதன்மைக் கட்டடத்திற்குச் சற்றுத் தள்ளி இதை அமைத்தல் நலம். அதன்மூலம் நோய் பரவாமல் தடுக்க வழியேற்படும்.

கோழிப்பண்ணைக் கட்டமைப்புகள். இந்த அமைப்புகளில் பல்வேறு புதிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் அடுக்கு அமைப்பு குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இம்முறை பறவைகளுக்கு முறையான பாதுகாப்பு அளிப்பதோடு, தேவையான இடப்பரப்பில் பெரும் பகுதி எஞ்சுகிறது. இம்முறையில் ஒவ்வொரு பறவையும் தனித்தனியான கூண்டில் அடைக்கப்படும். கம்பி வலையாலான இக்கூண்டின் பின்புறம் இணைக்கப்பட்டுள்ள சிறு குழிபோன்ற வடிவத்தில் முட்டைகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. எச்சம் கீழே விழுந்து அங்குள்ள பள்ளத்தில் தேக்கப்படும்.

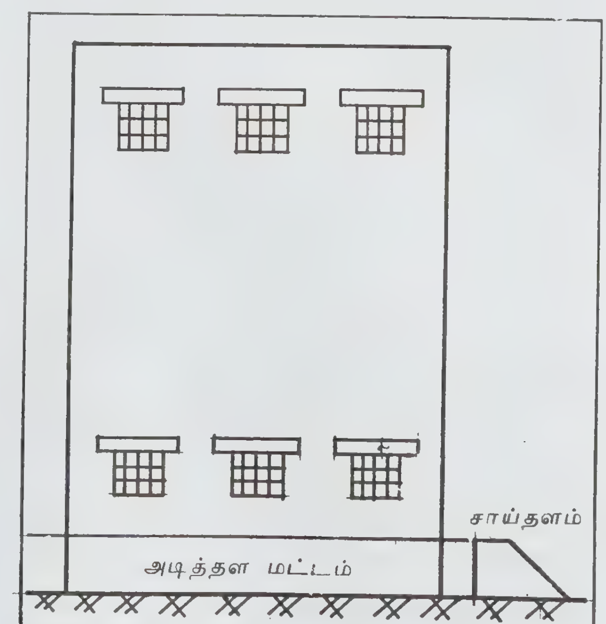
ஒவ்வொரு கூண்டுடனும், தீவனத்திற்கென ஒரு பகுதியும், நீருக்கென ஒரு பகுதியும் இணைக்கப்படுகின்றன. இம்முறையால் கோழிகள் கூண்டில் இருந்தபடியே எல்லாவற்றையும் பெறமுடியும். பறவைகள் தம் விருப்பம் போல் பறக்க, போதுமான உயரத்துடன் கட்டமைப்பு இருத்தல் வேண்டும். மேலும் அவை ஓய்வு கொள்ளச் சிறுசிறு கூம்புகளை நீளவாக்கில் அமைக்க வேண்டும். இங்கேயும் இளம் பறவைகளை வளர்ப்பதற்குத் தனியான பகுதி தேவையாகும். இதை அடைகாப்பகம் என்பர்.

பன்றிகளுக்கான கட்டமைப்புகள். இதில் வெள்ளைப் பன்றிகளே கணக்கில் கொள்ளப்படுகின்றன. சரியாகப் பாதுகாத்து விற்கும்போது இவற்றால் பெருமளவில் வருவாய் பெற வாய்ப்புள்ளது. பன்றிகளின் இல்லம் மிக எளிதாக அமைக்கப்படலாம். மாடுகளுக்கென உள்ள மூன்று பகுதிகளே போதுமானவை. ஆனால் அவற்றுடன் ஒவ்வொரு பகுதியும் பூட்டவல்ல தடுப்புடன் இருக்க வேண்டும். இதனால் பன்றிகள் தாவிக் குதித்து வெளியேறுவதைத் தடுக்கலாம்.

பாசனக் கட்டமைப்புகள். நீரின் பயனைப் பெருக்கவும், மிகுதியான நிலத்திற்கு அதைப் பாய்ச்சவும் கட்டமைப்புகள் தேவைப்படுகின்றன. நிலப்பரப்புக் கட்டமைப்புகள், நிலத்தடிக் கட்டமைப்புகள் என்று இருபெரும் பிரிவுகள் உள்ளன. வடிவமைக்கப்பட்ட வாய்க்கால், பிரிப்புப் பெட்டி, மடைதிருப்புக் கட்டமைப்பு, இறக்கக் கட்டமைப்புகள் ஆகியவை மேற்பரப்புப் பாசனத்திற்கு உரியவை. இவற்றைச் சரியான முறையில் மேலாண்மை செய்யும்போது 30% நீரைத் தேக்க முடியும்.

எக்கிக் கட்டமைப்பு, காற்றுப் போக்கி, அல்ஃபால்ஃபா கட்டுப்பாட்டிதழ் போன்றவை நிலத்தடிக் கட்டமைப்புகளாகும். இவற்றை அமைத்துக் கொள்வதன் மூலம் வாய்க்கால்களால் விளைநிலம் வீணாவதைத் தடுக்கலாம். ஆனால் இதை நிறுவ முதலில் கூடுதலான தொகை செலவாகும்.

சேமிப்புக் கட்டமைப்புகள். தானியங்களை முறையாகச் சேர்த்து வைக்கும்களிமண்ணால் ஆன மண் குதிர் சிற்றூர்களில் சிறப்பானதாகும். இருப்பினும் அடிக்கடிப் பழுதுபார்க்க வேண்டியிருத்தலும், நிரப்புதல், வெளியேற்றுதல் போன்ற தொல்லைகளும் இதில் உள்ளன. மரத்தாலான குதிர்களும், தார் டப்பாக்களால் ஆன குதிர்களும், பாலீதீன் குதிர்களும் தற்போது பயன்படுகின்றன. இவற்றைவிட நவீன கிடங்கு மேலானது. எலிகளின் தொல்லை சிறிதளவும் இல்லையென்ற காரணத்தால் இது எலித்தொல்லையற்ற கிடங்கு எனப்படுகிறது. தானியங்கள் பெரும்பாலும் சாக்கு மூட்டைகளில் வைக்கப்படுகின்றன. கட்டமைப்பின் அளவு, சேமிப்பின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து மாறுபடும். தரைமட்டத்திலிருந்து சற்று உயரே அடித்தளம் அமைக்கப்படுவதோடு மூட்டைகளை ஏற்றும் சாய்தளத்திற்கும் கட்டடத்திற்கும் சிறிது இடைவெளி இருக்க வேண்டும்.' தானியங்களின் முறையான உயிரோட்டத்திற்குப் போதுமான காற்றுக் கிடைக்கும் வகையில்



படம் 3. புதிய கிடங்கு

காற்றோட்ட ஜன்னல் இரு வரிசையில் அமைக்கப் படுகிறது.

பல்வகைக் கட்டமைப்புகள். வேளாண்மைத் தொழிலின் தேவைகளை அறுதியிட முடியாதவாறு புதிய வழிமுறைகளுக்கு ஏற்பப் புதுப்புது தேவை களும் உருவாவது இயல்பு. எவ்வகையிலும் குறிப் பிட்டுப் பிரிக்க இயலாத சில கட்டமைப்புகள் இவ் வகையில் சாரும். எ. கா. நீர் இறைக்கும் எக்கிக் கட்டடம், பண்ணைக் கருவிகளுக்கான கட்டடம், கதிரடிக்கும் உலர்த்தும் களம்.

பெரிய அளவில் உறுதியான கட்டமைப்புகள் இவற்றிற்குத் தேவையில்லை. கூரை வேய்ந்த சிறு குடிசையே போதும். செப்பனிடப்பட்டு நன்கு உறுதி செய்யப்பட்ட சமமான தரையையே கதிரடிக் கும் களமாகப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வாறு அவ்வப் போதைய தேவைக்கும், பொருத்தத்திற்கும் ஏற்ற வாறு கட்டமைப்புகளை அமைக்க வேண்டும்.

- ஆர். எம். பத்மநாபன்

கட்டர்மன் வினை

அரோமாட்டிக் சேர்மங்களில் ஃபார்மைல் ஏற்றம், ஹாலோஜன் ஏற்றம் செய்யக் கட்டர்மன் வினை (Gatterman reaction) பயன்படுகிறது. கட்டர்மன் ஃபார்மைல் ஏற்றம் வினை கட்டர்மன்-காச் வினையில் சிறிதளவு மாற்றம் செய்யப்பட்ட வினையேஆகும். கட்டர்மன் -காச் வினையில் கார்பன் மோனாக்சைடு, ஹைட்ரஜன் குளோரைடு சேர்ந்த கலவை ஈதரில் கரைந்த அரோமாட்டிக் சேர்மத்தின் ஊடே செலுத் தப்படுகிறது. இவ்வினையில் அலுமினியம் குளோரைடு வினையூக்கியாகப் பயன்படுகிறது.

$$C_6H_6 + CO + HCl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5CHO + HCl$$

கட்டர்மன் ஃபார்மைல் ஏற்றம் வினையில் அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள், சிங்க் சயனைடுடனும் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடனும் சேர்த்து அரோமாட்டிக் ஆல்டிஹைடாக மாற்றப்படுகின்றன. கட்டர்மன்-காச் வினை அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பனுக்கு மட்டுமே உரியதாகும். ஆனால் கட்டர் மன் வினை பதிலீடு செய்யப்பட்ட அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களான ஃபினால், அதன் ஈதர் ஆகியவற்றிலும் நடைபெறும்.

கட்டர்மன் ஹாலோஜன் ஏற்றம் வினை சாண்ட் மேயர் வினையில் சிறிது மாற்றம் செய்யப்பட்ட வினையாகும். சாண்ட்மேயர் வினையில் அரோ மாட்டிக் டைஅசோனியம் உப்புகள் குளோரின், புரோமின் ஆகியவற்றால் இடப்பெயர்ச்சி வினைக்கு உள்ளாகின்றன. காப்பர் குளோரைடு, காப்பர் புரோமைடு ஆகியன பொதுவாக ஹாலோஜனேற் றத்தில் பயன்படுகின்றன.

கட்டர்மன் ஹாலோஜன் ஏற்றம் வினையில் காப்பர் குளோரைடு, காப்பர் புரோமைடு ஆகியவற் றிற்குப் பதிலாகக் காப்பரும், ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமும் அல்லது காப்பர், ஹைட்ரோபுரோமிக் அமிலமும் சேர்க்கப்படுகின்றன. இம்மாற்றத்தால் வினைபொருளின் அளவு மிகுதியாகிறது.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. Jerry March, *Advanced Organic Chemistry*, Wiley Eastern Limited, New York, 1986; I. L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol. I, ELBS, London, 1973.

கட்ட விதி (நிலைமை விதி)

ஒரு பொருள் திண்மம், நீர்மம், வளிமம் போன்ற பல நிலைகளில் இருக்க இயலும். எடுத்துக்காட்டாகத் திண்ம, நீர்ம, வளிம நிலைகளில் நீர் முறையே பனிக்கட்டியாகவும், நீராகவும், நீராவியாகவும் உள் ளது. அவ்வாறே கந்தகம் வளிம, நீர்ம, திண்ம நிலைகளில் உள்ளது. மேலும் இது திண்ம நிலையில் பல்வேறு புறவேற்றுமை உருக்களாக, ஊசிக் கந்தகம், சாய்சதுரக் கந்தகம், களிக் கந்தகம் என அமைந் துள்ளது. பாரா-அசாக்சி அனிசோல் (para-azoxyani-sole) என்னும் கரிமச் சேர்மம் திண்ம, வளிம நிலை களிலும், நீர்மப் படிகங்களாகவும் உள்ளது. இவ் வாறு ஒரு பொருள் பல நிலைமைகளில் (phases) இருக்கலாம். ஆனால் அந்த நிலைமைகள் அனைத் தும் ஒன்றிணைந்து ஒரு நிலையான சமநிலையில் எந்தச் சூழ்நிலைகளில் இருக்க இயலும் என்பது பற்றி யும், எந்தெந்தச் சூழ்நிலைகளில் ஒரு நிலைமையி லிருந்து அப்பொருளை, மற்றொரு நிலைமைக்கு மாற்ற இயலும் என்பது பற்றியும் விளக்கமாக அறிய வில்லார்டு கிப்ஸ் என்பார் கட்ட அல்லது நிலைமை விதியை (phase rule) உருவாக்கினார்.

இவ்விதி, வெவ்வேறு நிலைகளில் பல படித்தான அமைப்புகளின் தன்மைகளை அறிய உதவுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, நீர் ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத் தில் (நீர்ம) நீர், (திண்ம) பனிக்கட்டியுடன் 0° C வெப்பநிலையில் சமநிலையிலுள்ளது. ஆனால் வெப்பநிலை 100°C ஆக இருக்கும்போது அதே ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் நீர்ம நீர், நீராவியுடன் சமநிலையிலுள்ளது. புறச்சூழ்நிலைகளான அழுத் தம், வெப்பநிலை ஆகியன மாறுதலடையும்போது

பொருள் ஒரு சமநிலை அமைப்பிலிருந்து மற்றோர் அமைப்புக்கு மாறுகிறது. இவ்வகை மாற்றங்களை நிலைமை விதியால் வரையறுத்துக் கூறலாம். இவ் விதியைப் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் குறிப் பிடலாம்.

$$F = C-P+2$$

இதில் F=கட்டின்மை எண் (degree of freedom); C=கூறு (component); P=அமைப்பின் நிலைமை.

நிலைமை (P). நிலைமை என்பது ஓர் அமைப் பின் ஒரு படித்தான, பிற பகுதிகளினின்றும், எல்லைப் பரப்பால் தெளிவாகப் பிரிக்கப்பட்ட பகுதியாகும். எடுத்துக்காட்டாகப் பனிக்கட்டி, நீர், நீராவி ஆகிய இம்மூன்றும் நீரின் மூன்று நிலைமைகளாகும்.

கூறு (C). கூறு என்பது, ஓர் அமைப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு நிலைமையின் அமைப்பையும், சமன் பாட்டில் கூறுவதற்குத் தேவையான குறைந்த, தனித்தனியே மாறக்கூடிய இயைபு உறுப்பாகும்.

$$CaCO_{3(\text{தி})} \rightleftharpoons CaO_{(\text{தி})} + CO_{2(\text{வ})}$$

மேற்காணும் சமன்பாட்டமைப்பில் மூன்று இயைபு உறுப்புகளும் (constituents) மூன்று நிலைமை களும் இருப்பினும், கூறுகளின் எண்ணிக்கை இரண்டே இருக்கும். ஏனெனில் ஏதாவது இரு இயைபு உறுப்புகளை மட்டுமே எடுத்துக்கொண்டு, எந்த ஒரு நிலைமையின் அமைப்பையும் விளக்க இயலும். சான்றாக, CaO, CO_2 ஆகிய இரு இயைபு உறுப்பு களைக் கொண்டே மூன்று நிலைமைகளையும் விளக்கலாம்.

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$$

$$CaO \rightleftharpoons CaO + oCO_2$$

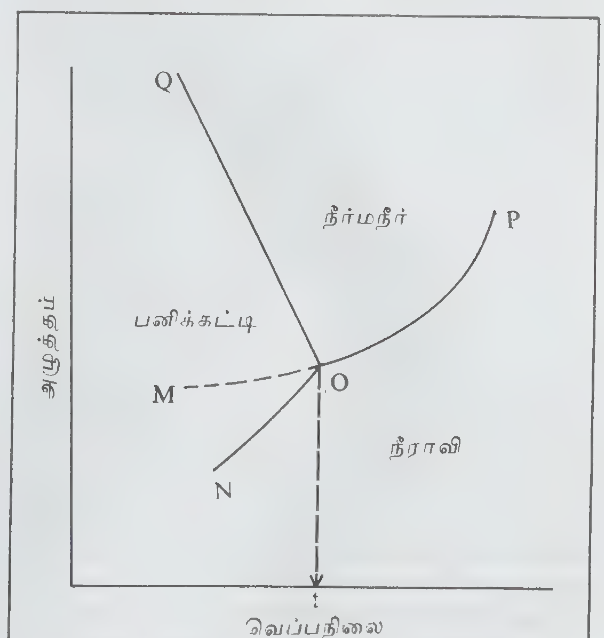
$$CO_2 \rightleftharpoons oCaO + CO_2$$

இதைப்போலவே $CaCO_3$, CaO என்னும் இரண்டைக் மட்டுமே கொண்டும், $CaCO_3$, CO_2 என்னும் இரண் டைக் கொண்டும் அமைப்பிலுள்ள மூன்று நிலைமை களையும் விளக்கலாம். எனவே இது ஓர் இரு கூறு அமைப்பு (bicomponent system) எனப்படும். பனிக் கட்டி, நீர், நீராவி என்னும் அமைப்பை H_2O என் னும் ஒரே இயைபு உறுப்பைக் கொண்டு விளக்க இயலுமாதலின், இது ஒரு கூறு அமைப்பு எனப்படும்.

கட்டின்மை எண் (F). ஓர் அமைப்பைத் தெளி வாக வரையறுக்கத் தேவையான, நிலையாக வைக்கப்பட வேண்டிய, வெப்பநிலை, அழுத்தம், நிலைமையின் செறிவு போன்ற மாறுபடக்கூடிய காரணிகளின் எண்ணிக்கையே அவ்வமைப்பின் கட்டின்மை எண் எனப்படும்.

சான்றாக, ஒரு வளிமத்தைக் கொண்டால், குறிப் பிட்ட வெப்பநிலையில் வளிமங்களுக்கு PV = மாறிலி எனப் பாயில் விதி குறிப்பிடுகிறது. ஆகவே அழுத்தமும், வெப்பமும் குறிப்பிட்ட நிலைகளில் இருந்தால் அவ்வளிமம் குறிப்பிட்ட கன அளவு உடையதாகத்தான் இருக்கும். எனவே வெப்பம், அழுத்தம் ஆகிய இரண்டையுமே கொண்டு அவ் வமைப்பு முழுமையாக வரையறுக்கப்படுவதால், இது ஓர் இரு மாற்ற அமைப்பு (bivariant) எனப்படு கிறது.

நிலைமை வரைபடம். ஓர் அமைப்பின் பல்வேறு நிலைமைகளுக்கிடையில், சமநிலைக்குத் தேவையான வரையறைகளைக் குறிப்பிடும் படம் நிலைமை வரை படம் (phase diagram) எனப்படும். இத்தகைய வரை படங்களிலிருந்து சமநிலைக்குத் தேவையான வரை யறைகளை அறியலாம். வரைபடத்தில் காணப்படும் பரப்பு (area) திண்மம், நீர்மம், வளிமநிலைகளில் ஏதாவது ஒன்றைக் குறிக்கும். இவற்றின் கட்டின்மை எண் 2 ஆகும். இதில் அழுத்தமும் வெப்பமும் தனித் தனியே மாற்றப்படலாம். வரைபடத்திலுள்ள கோடுகள் திண்ம-நீர்ம, நீர்ம-வளிம, திண்ம-வளிமச் சமநிலை களில் ஏதாவது ஒன்றைக் குறிப்பவையாகும். இதன் கட்டின்மை எண் 1 ஆகும். இதில் அழுத்தம் அல்லது வெப்பம் ஆகிய ஏதேனும் ஒன்றை மட்டும் வேறு



நீரின் நிலைமை வரைபடம்

படுத்தலாம். வரைபடத்திலுள்ள புள்ளிகள் திண்ம, நீர்ம, வளிம, நிலைமைகளும் ஒருங்கிணைந்த சம நிலையைக் குறிக்கும். இதன் கட்டின்மை எண் பூஜ்யம் ஆகும். இதில் வெப்பம், அழுத்தம் ஆகிய எதையும் மாற்ற இயலாது.

நீரின் நிலைமை வரைபடத்தின் மூலம் நீரின் பல்வேறு நிலைமைகளுக்கிடையில் நிலவும் சம நிலையை விளக்கலாம்.

நீரின் நிலைமை வரைபடம். நீர் என்பது திண்ம, நீர்ம, ஆவி நிலைகளில் பனிக்கட்டி, நீர், ஆவி ஆகிய மூன்று நிலைமைகளாக அமைகிறது. அனைத்து நிலைமைகளும் ஒரே இயைபுப் பொருளை மட்டும் கொண்டவை. ஆகவே இது ஒரு கூறு அமைப்பாகும்.

நீரின் மூன்று நிலைமைகளுக்கிடையில் கீழ்க் காணும் மூன்றுவிதச் சமநிலைகள் நிலவுகின்றன. அவை:

1. நீர் $\rightleftharpoons$ நீராவி (OP)
2. பனிக்கட்டி $\rightleftharpoons$ நீர் (OQ)
3. பனிக்கட்டி $\rightleftharpoons$ நீராவி (ON)

படத்தில் OP, OQ, ON என்னும் மூன்று வரை கோடுகளும் மேற்கூறிய மூன்று சமநிலை அமைப்பு களை விளக்குகின்றன. OP என்பது நீரின் ஆவி அழுத்தம், வெப்பநிலைக்கு ஏற்ப எவ்வாறு மாறுபடு கிறது என்பதையும், ON என்பது பனிக்கட்டியின் ஆவி அழுத்தம் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து எவ் வாறு மாறுபடுகிறது என்பதையும், OQ என்பது பனிக்கட்டி-நீர் சமநிலை எவ்வாறு வெப்பத்தால் பாதிக்கப்படுகிறது என்பதையும் குறிப்பிடுகின்றன. படத்தைக் கூர்ந்து நோக்கின், ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் பனிக்கட்டியும் நீரும் ஒரே ஆவி அழுத்தம் பெற்றுள்ளதைக் காணலாம்.

O என்னும் புள்ளியில் நீரின் ஆவி அழுத்தக் கோடும் (OP) பனிக்கட்டியின் ஆவி அழுத்தக் கோடும் (ON) ஒன்றையொன்று வெட்டிக் கொள் வதைக் காணலாம். வெட்டிக் கொள்ளும் அந்தப் புள்ளியில் பனிக்கட்டி-நீர்–ஆவிஆகிய மூன்று நிலைமை களும் ஒருங்கிணைந்திருப்பதைக் காண முடிகிறது. ஆகவே இப்புள்ளி மும்மைப்புள்ளி (triple point) எனப்படுகிறது. O என்னும் புள்ளி பனிக்கட்டி தன் னுடைய ஆவி அழுத்த நிலையில், அதன் உருகு நிலையைக் குறிக்கிறது. (பனிக்கட்டியின் சாதாரண உருகுநிலை என்பது ஒரு வளி அழுத்தத்தில் குறிப் பிடப்படும் வெப்பநிலையாகும்). மும்மைப் புள்ளியின் தன்மை எது வென்பதை நிலைமை விதியின் மூலம் அறியலாம். நிலைமை விதி $F = C - P + 2$ என்பதி லிருந்து, இந்த மும்மைப்புள்ளியின் கட்டின்மை எண் (F) $F = 1 - 3 + 2 = 0$ (பூஜ்ஜியம்) எனப் பெறப் படும். ஆகவே இது ஒரு மாறா அமைப்பு (invariant system) ஆகும். அதாவது அனைத்து நிலைமைகளும் சமநிலையில் உள்ளபோது வெப்பம், அழுத்தம் போன்ற காரணிகள் எவற்றையும் மாற்ற இயலாது. மாறாக ஏதாவது ஒரு காரணியை மாற்றும்போது ஏதாவது ஒரு நிலைமை மறைந்து விடும்.

பனிக்கட்டி-நீர் அல்லது நீர்-ஆவி போன்ற ஏதே னும் இரு நிலைமைகள் மட்டும் இருந்தால் அவ்வ மைப்பின் கட்டின்மை எண் 1 ஆகும். $F = 1 - 2 + 2 = 1$. இதில் நிலைமைகளின் எண்ணிக்கையை மாற் றாமல், வெப்பத்தையோ அழுத்தத்தையோ மாற்ற இயலும். வரைபடத்தில் OP, OQ, ON ஆகிய கோடு களுக்கு இம்முடிவுகள் ஏற்புடையன.

படத்தில் QOP என்னும் பரப்பில் நீரும், QON என்னும் பரப்பில் பனிக்கட்டியும், NOPக்கு கீழுள்ள பரப்பில் ஆவியும் உள்ளன. இப்பரப்பில் ஒவ் வொரு புள்ளியையும் விளக்க இரு காரணிகள் தேவைப்படுகின்றன. இப்பரப்புகளை OP, OQ, ON என்னும் கோடுகள் பிரிக்கின்றன. O M என்னும் புள்ளிக்கோடு பனிக்கட்டியுள்ள பரப்பினுள் சென் றுள்ளது. இது சிலசமயங்களில் நீர்மங்களைத் திண்ம நிலைக்கு மாற்றாமலேயே அவற்றின் உறைநிலைக்குக் கீழ் குளிரச் செய்யலாம் என்பதைக் குறிக்கிறது. இது மிகு குளிர்வு (super cooling) எனப்படுகிறது. OM இல் நீரும், நீராவியும் சிற்றுறுதிச் சமநிலையில் (metastable equlibirium) உள்ளன. ஏனெனில் நிலையான ஒரு நிலைமையை இதனுடன் சேர்க்கும் போது உடனே இச்சமநிலை மாறுகிறது. இவ்வாறு நிலைமை வரைபடத்தின் மூலம் பல நிலைகளுக் கிடையில் நிலவும் சமநிலைகளையும் அவை எந்தச் சூழ்நிலைகளில் எவ்வாறு மாறுதலடைகின்றன என்பதையும் நன்கு அறியலாம்.

நிலைமை விதி, நிலைமை வரைபடம் ஆகியவற்றால் தனிமங்களின் புறவேற்றுமைப் பொருள்கள் எவ்வாறு, எந்தச் சூழ்நிலைகளில் மாறு படுகின்றன் என்பதை அறியலாம். உலோகங்கள் ஒன்றோடு ஒன்று இணைந்து உலோகக் கலவையைத் தரும்போது எவ்வித மாறுதலடைகின்றன என்பது பற்றியும் தெரிந்து கொள்ளலாம். உறை கலவை களில் உறைநிலைத் தாழ்வு எவ்வாறு நிகழ்கிறது என்பதையும் அறியலாம். படிகங்களில் நீர்த்தல் (deliquescence), நீறுபூத்தல் (efflorescence) ஏன், எவ்வாறு நிகழ்கின்றன என்பது பற்றியும் தெரிந்து கொள்ளலாம். திண்மக் கலவைகளைத் தூய்மை யாக்கும் முறை பற்றியும், நீர்மக் கலவைகளை எவ் வாறு வாலை வடித்துப் பிரித்தெடுக்கலாம் என்பது பற்றியும் அறியலாம்.

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி. S. Glasston and D. Lewis , Elements of Physical Chemistry, Macmillan & Co, London, 1963; S.H. Maron and C.F. Prutton, *Principles of*

Physical Chemistry, Macmillan & Co. Newyork, 1965.

கட்டற்ற வீழ்ச்சி

அமைதி நிலையில் இருந்து புவியீர்ப்பு விசையால், மாறா முடுக்கத்துடன் (g) புவிமையத்தை நோக்கி விழும் ஒரு பொருளின் இயக்கம் கட்டற்ற வீழ்ச்சி (free fall) எனப்படும். இவ்வியக்கத்தில் காற்றால் ஏற்படும் தடை, உயரத்தைப் பொறுத்துப் புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் ஆகியவை கணக்கில் கொள்ளப்படுவதில்லை. புவியீர்ப்பு முடுக்கத்தின் மதிப்பு ஏறத்தாழ 9.8 மீ/நொடி.புவியீர்ப்பு விசைக்கு எதிராக மேல் நோக்கி எறியப்படும் ஒரு பொருளின் இயக்கமும் கட்டற்ற வீழ்ச்சி என்றே குறிப்பிடப்படும்.

அமைதி நிலையில் இருந்து ஒரு பொருள் விழுமாயின் t - நொடிகளுக்குப்பின் அதன் திசைவேகம்,

$$v_t = g.t \qquad (1)$$

என இருக்கும்.

தொடக்க நிலையில் பொருளின் திசைவேகம் கீழ்நோக்கி v_o என இருந்தால், t - நொடிகளுக்குப் பின் அதன் கீழ்நோக்கிய திசைவேகம்

$$v_t\ (\text{கீழ்}) = v_o + gt \qquad (2)$$

என இருக்கும்.

தொடக்கத் திசைவேகம் v_o மேல்நோக்கி இருந்தால் t - நொடிகளுக்குப் பின் அதன் மேல்நோக்கிய திசைவேகம்,

$$v_t\ (\text{மேல்}) = v_o - gt \qquad (3)$$

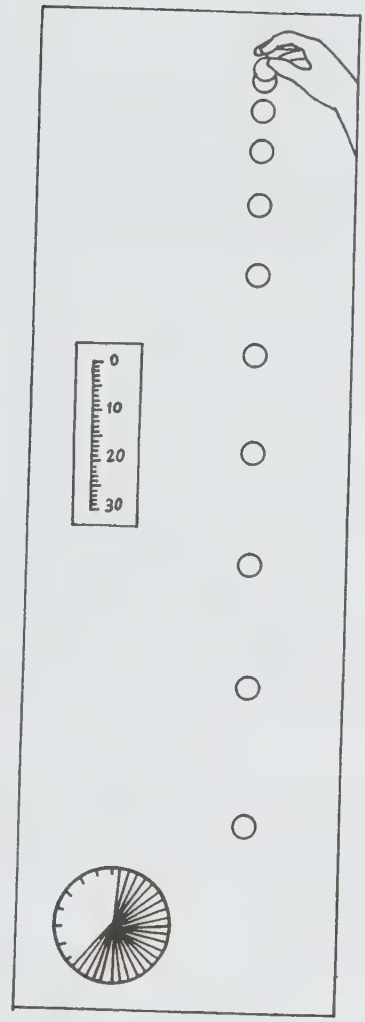
என இருக்கும். இவ்வியக்கத்தில் மேல்நோக்கிய திசைவேகம் சீராகக் குறைந்து, பூஜ்யமாகும்போது பொருள் பெரும உயரத்தை அடைந்திருக்கும். பின்னர் அது சீராகக் கீழே விழும்.

கட்டற்ற வீழ்ச்சியில் இருக்கும் ஒரு பந்தின் நேரத்தைப் பொறுத்த, பல இட நிலைகள் படம் 1-இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இப்புகைப்படம் ஒரே நிழற்படப் படலத்தில், குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் எடுக்கப்பட்டது.

புவிக்கு மேல், மிக உயரத்தில் இருந்து விழும் பொருளின் முடுக்கம் மாறாதிருக்கும் எனக் கருத முடியாது. நியூட்டனின் விதிப்படி, பொருளுக்கும் புவிக்கும் இடையில் உள்ள ஈர்ப்பு விசை அவற்றுக் கிடையே உள்ள தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கும். இதனால் தொலைவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க விசை வேகமாகக் குறைகிறது. மிக உயரத்தில் இருந்து (h) விழும் ஒரு பொருள் புவியை அடையும்போது அதன் திசைவேகத்திற்கான சமன்பாட்டைப் பெறத் தொலைவைச் சார்ந்த விசைச் சமன்பாட்டைத் தொகையிடல் தேவைப்படும். இவ்வாறு கணக்கிட்டால் இத்திசை வேகம்

$$V_f = \sqrt{\frac{2gh\ R^2}{R^2 + Rh}} \qquad (4)$$

எனக் கிடைக்கும். இங்கு R - என்பது புவி ஆரம்.



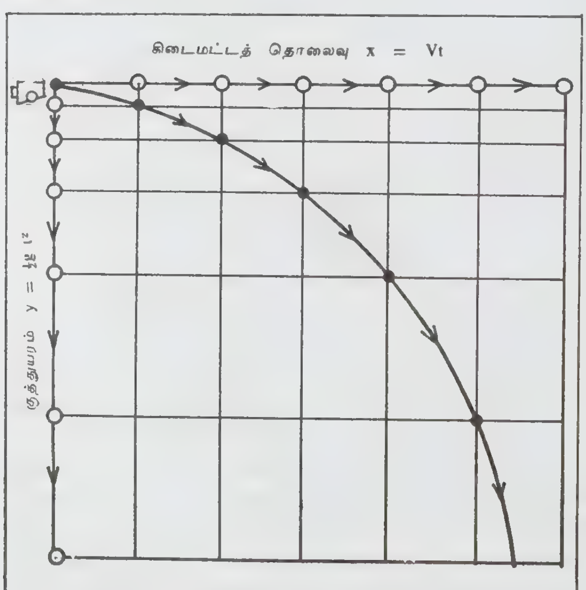
படம் 1. கட்டற்று வீழும் ஒரு பந்தின் பல நிலைகள்

ஈரிலாத் தொலைவில் இருந்து பொருள் விழுமாயின் ($h = \infty$) இத்திசை வேகம்,

$$V_f = \sqrt{2gR} \qquad (5)$$

எனக் கிடைக்கும். இதன் மதிப்பு 11. 3 கி. மீ/நொடி ஆகும். இத்திசைவேகத்தோடு ஒரு பொருள் புவியில் இருந்து மேல்நோக்கி எறியப்பட்டால் அது புவியீர்ப்பைத் தாண்டி ஈரிலாத் தொலைவுக்குச் செல்லும். அதாவது அது மீண்டும் புவிக்குத் திரும்பாது. எனவே இத்திசைவேகம் தப்புதல் திசைவேகம் (escape velocity) எனப்படுகின்றது.

இந்தக் கட்டற்ற வீழ்ச்சி, பொருள்களின் பிற இயக்கங்களைச் சார்ந்ததன்று. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பந்து h - எனும் உயரத்தில் இருந்து V - எனும் கிடைத் திசைவேகத்தில் வீசப்பட்டால், அதன் கீழ் நோக்கிய முடுக்கம் g - என்றே இருக்கும். இதனால் பொருள் பரவளையப் பாதையில் சென்று தரையில் விழும். தரையில் விழுவதற்கான நேரம், பொருள் நேராக h - எனும் உயரத்தில் இருந்து கீழே விழுவதற்கான நேரத்திற்குச் சமமாக இருக்கும். வீசப்பட்ட பொருளின் கிடைத்திசைவேகத்தில், பொருளோடு கிடையாகச் செல்லும் ஒருவருக்கு, பொருள் செங்குத்தாகக் கட்டற்று வீழ்வதாகவே தோன்றும் (படம் 2).



படம் 2. கிடையாக வீசப்பட்ட ஒரு பொருளின் இயக்கம்.

போதுமான அளவு மிகு திசைவேகத்தில் (V_h) ஒரு பொருள் h - எனும் உயரத்தில் இருந்து கிடையாக வீசப்படுமாயின், அது கிடைமட்டத்தில் இருந்து விழும் அளவு, புவியின் பரப்பு அதைவிட்டு நீங்கும் அளவுக்குச் சமமாக இருக்கும் (படம் 3). இந்நிலையில் வீசப்பட்ட பொருள் புவியில் இருந்து ஒரே உயரத்தில் சென்று கொண்டிருக்கும். அதாவது பொருள் புவிக்கு ஒரு கோளாக இயங்கும். இவ்வாறு வட்டப்பாதையில் செல்லும் பொருளின் மையநீக்கு முடுக்கம், புவியீர்ப்பு முடுக்கத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

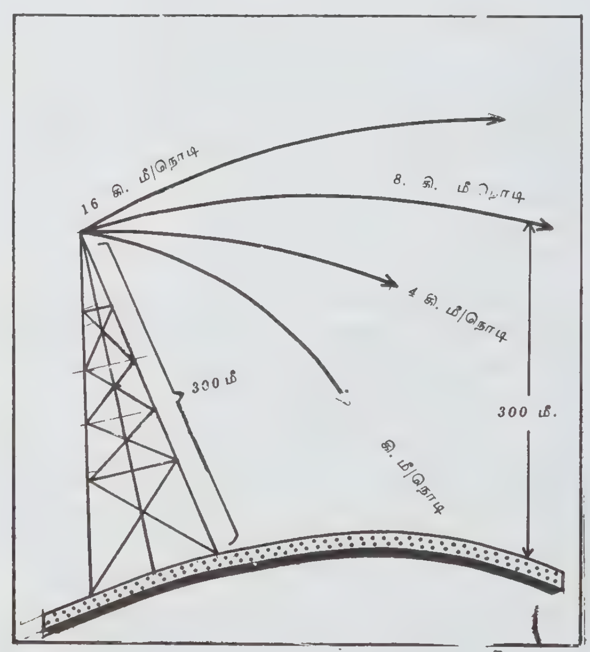
$$\text{அதாவது} \quad \frac{V_h^2}{R+h} = g$$

$$V_h = \sqrt{g\,(R + h)} \qquad (6)$$

இவ்வியக்கம் புவிக்கு அருகில் இருந்தால் $R >> h$ என இருக்கும். எனவே

$$V_h = \sqrt{gR} \qquad (7)$$

என இருக்கும். V_h - இன் மதிப்பு மிகும்போது. கோள் சுற்றும் உயரம் மிகுதியாகும். V_h இன் இந்த மதிப்பு, கோளின் சுழற்சித் திசைவேகம் (orbital velocity) எனப்படும்.



படம் 3.

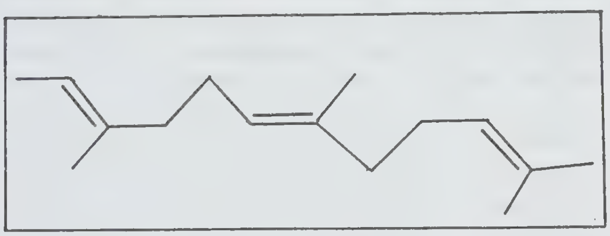
சந்திரன் புவிக்குக் கோளாக இயங்குவதால் அதுவும் புவியை நோக்கிக் கட்டற்ற வீழ்ச்சியில் உள்ளது எனக் கொண்டு நியூட்டன் தன் பொதுப் புவியீர்ப்பு விதியை (universal law of gravitation) அமைத்தார்.

- வெ. ஜோசப்

கட்டா பர்ச்சா

இது ரப்பரைப் போன்ற ஓர் இறுகிய திண்மப் பொருள் ஆகும். கட்டா பர்ச்சா (gutta percha) மலேஷியா, இந்தோனேஷியா ஆகியநாடுகளில் உள்ள ஒரு வகை மரத்தின் (pala quium gutta) பாலிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. ரப்பர் இறக்குவதுபோல் இம் மரத்தின் பட்டையில் சுற்றமைப்பாக வெட்டி விட்டு அதில் வடியும் பாலைச் சேகரித்துக் காய்ச்சி அதன் பின்னர் குளிர்வித்து இதைப் பெறுகின்றனர்.

ரப்பர், கட்டா பர்ச்சா ஆகிய இரண்டும் பல ஐசோப்ரின் பகுதிகள் கொண்ட சேர்மங்களாகும். ரப்பர் ஒரு நேர்-1, 4- பாலிஐசோபிரீன் (cis-1, 4-polyisprene) ஆகும். ஆனால் கட்டா பர்ச்சா எதிர்-1, 4-பாலிஐசோபிரீன் (trans-1, 4- polyiso prene) ஆகும். கட்டா பர்ச்சாவின் அமைப்பு வாய்பாடு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.



கட்டா பர்ச்சா α,β என்னும் இருவகைப் படிக வடிவம் கொண்டது. மரத்திலிருந்து இறக்கிய கட்டா பர்ச்சா α-வடிவம் கொண்டது. இதன் உருகுநிலை 65°C. α வடிவம் ஒரே தள (planar) அமைப்புக் கொண்டது. 65°C க்கு மேல் உருகிய நிலையில் உள்ளகட்டா பர்ச்சாவை உடனடியாகக் குளிர்விக்கும்போது β வடிவம் கிடைக்கிறது. இதன் உருகு நிலை 56°C. இது வெவ்வேறு தள (non-planar) அமைப்புக் கொண்டது. β வடிவம் காலப்போக்கில் சிறிது சிறிதாக α-வடிவத்திற்கு மாறும் தன்மை கொண்டது.

கட்டா பர்ச்சாவின் வேதிப் பண்புகள் ரப்பரின் வேதிப் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. ரப்பருடன் ஒப்பிடுகையில் கட்டா பர்ச்சாவிற்கு நீரை உறிஞ்சும் தன்மை மிகக் குறைவு. ஆகவே கட்டா பர்ச்சா கடல் தந்திக் கம்பிகளுக்குக் காப்புறையாகப் பயன்பட்டு வந்தது. கால்ஃப் (golf) விளையாட்டுப் பந்தின் மேல் உறை செய்யவும், அமிலங்களின் கொள்கலங்கள் தயாரிக்கவும், பல் மருத்துவத்திலும் இது பயன்படுகிறது.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

நூலோதி. K.J. Saunders, *Organic Polymer Chemistry*, Chapman and Hall, London, 1973.

கட்டி மிகு நுண்ணுயிர்கள்

மனித உடலில் நோய்கள் ஏற்படுவதற்கு நுண்ணுயிர்க் கிருமிகள் முக்கியமான காரணமாகும். ஆனால் கட்டிகள் உடலில் பல காரணங்களால் உண்டாகின்றன. இக்கட்டிகள் புற்றுநோய்க் கட்டிகளாகவோ புற்றுநோய் அல்லாத வெறும் கட்டிகளாகவோ இருக்கலாம். கதிர் வீச்சுத் தீமைகள், கதிரியக்க அழிவுகள், உணவுக்குப் பயன்படும் சில வேதிப் பொருள்கள், சில மருந்துகள், மிகு நுண்ணுயிர்கள் என்பவை கட்டிகள் உண்டாவதற்குக் காரணமாகலாம். மேலும் பல காரணங்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டு வருகின்றன. இவற்றில் கட்டி மிகு நுண்ணுயிர்களைக் குறித்து மிக அண்மைக் காலத்து ஆய்வுச் செய்திகள் வெளிவருகின்றன.

கட்டி மிகு நுண்ணுயிர்கள் தவளை இனத்திலிருந்து மனித இனம் வரை பல இனங்களைப் பாதிக்கின்றன. மிகு நுண்ணுயிர்கள் அவற்றுள் இருக்கும் பொருளுக்கேற்ப ஆர்.என்.ஏ. பொருளுடைய நுண்ணுயிர்கள் என்றும், டி.என்.ஏ பொருளுடைய நுண்ணுயிர்கள் என்றும் இரண்டு வகைப் படும். இவை இரண்டும் பல்வேறுவகைப் புற்றுநோய்க் கட்டிகளைப் பல்வேறு உயிரினங்களில் ஏற்படுத்துகின்றன. புற்று நோயல்லாத கட்டிகளையும் ஏற்படுத்துகின்றன.

ஆர்.என்.ஏ. மிகுநுண்ணுயிர்கள்
(R.N.A. Viruses)

ஏற்படுத்தும் புற்று நோய்கள்	**நோய் காணப்படும் உயிரினங்கள்**
நிணநீர்ச் சுரப்பிப் புற்று நோய் (lymphoma)	கோழிக்குஞ்சு, எலி
இரத்த வெள்ளணுக்குள் புற்றுநோய் (leukemia)	மூஞ்சூறு, பூனை, மாடு
தசைப் புற்று (sarcoma) }	மனிதர்
மார்பகப் புற்றுநோய் (breast cancar) }	மனிதர்

ஆர்.என்.ஏ. மிகு நுண்ணுயிர்களுக்கு ரீட்ரோ வைரஸ் என்றொரு பெயரும் உண்டு. இந்த மிகு நுண்ணுயிர்கள், உயிரினங்களுக்குள் நுழையும் முறை அந்தந்த உயிரினங்களுக்கு ஏற்றவாறு மாறுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, கோழிக் குஞ்சுகளில் இரத்த வெள்ளணுப் புற்றுநோயை ஏற்படுத்தும் ஏவியன் லுகோஸிஸ் வைரஸ் என்னும் மிகு நுண்ணுயிர்(provirus)தன் முன்னோடியைத் தாய்ப்பறவையின் திசுக்களில் செலுத்தி விடுகிறது. இந்த மிகுநுண்ணுயிரின் முன்னோடி

தாய்ப் பறவையிடமிருந்து கருவிலேயே கோழிக் குஞ்சுக்குப் பிறவிக் குறையாகச் செலுத்தப்படுகிறது. ஆனால் ஃபெலைன் லுகிமியா வைரஸ் என்னும் மிகு நுண்ணுயிர் (feline leukemia-virus) பாதிக்கப்படும் பூனையின் உமிழ் நீரின் மூலம் மற்றோர் உயிரினத்துள் புகுகிறது. MMTU என்னும் மிகு நுண்ணுயிர் தாய் கொடுக்கும் மார்பகப் பாலின் மூலம் குட்டிக்குப் பரவுகிறது. இதை ஆராய்ந்து விளக்கியவர் பிட்னர் (Bittner) ஆவார். புற்றுநோய்த் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகும் தன்மை குறைவாகவுள்ள எலிகளிடம், புற்றுநோய்த் தாக்குதலுக்குப் பெரிதும் ஆளாகக் கூடிய வாய்ப்புடைய எலிகள் பால் குடித்தால், நாளடைவில் இந்த எலிக் குஞ்சுகள் மார்பகப் புற்று நோய்த் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகின்றன. இவ் வாய்வைப் பிட்னர் செய்து வெற்றி கண்டதால், தாய்ப் பாலில் கலந்துள்ள புற்றுநோயைத் தோற்று விக்கும் பொருளுக்குப் பிட்னரின் பால்பொருள் (Bittner's milk factor) என்னும் பெயர்ஏற்பட்டது.

அண்மைக் காலத்தில் HTLV என்னும் ரீட்ரோ நுண்ணுயிர், மனிதரிடம் நிணநீர்ச் சுரப்பிப் புற்று நோயையும், இரத்த வெள்ளணுப் புற்றுநோயையும் ஏற்படுத்துவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தென் மேற்கு ஜப்பானிலும், மேற்கு இந்தியர் வாழும் இடத்திலும் இந்நோய்கள் மிகுதியாக உள்ளன.

இரத்தப் புற்று நோயால் தாக்கமுற்றவரின் உடலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புற்று இரத்த வெள்ள ணுக்களை வெளியே ஆய்வுச் சாலையில் வளர்த்தால், இச்செல்களிலிருந்து HTLV என்னும் மிகு நுண்ணு யிர்கள் வெளிவருகின்றன. எய்ட்ஸ் எனப்படும் நோயினால் தாக்கப்பட்டவர்களின் உடலில் ஏற்படும் அனைத்துப் புற்று நோய்க்கும் இந்த HTLV என்னும் மிகு நுண்ணுயிர்தான் காரணம் என்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது.

டி.என்.ஏ. மிகு நுண்ணுயிர்கள் (D.N.A. Viruses). உயிரினங்களில் புற்று நோய்க்கட்டிகளை ஏற்படுத்தக் கூடிய மிகு நுண்ணுயிர்கள் நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஒரு வகை மனிதனை யும் தாக்குகிறது. மேலும் மனிதனுக்கு இரத்த மஞ்சள் காமாலை (serum jaundice) நோயை ஹெப்பட்டைடிஸ் என்னும் மிகு நுண்ணுயிர் (hepatitis B.Virus) உண்டாக்குகிறது என்பதையும், இந்த ஈரல் நோய் பின்னாளில் ஈரல் புற்றுநோய்க் கட்டி யாக மாறும் என்பதையும் அனைவரும் அறிவர்.

பாபோ மிகு நுண்ணுயிர் (paopovirus), பாபில் லோமோ வைரஸ் (papillomo -virus), பாலியோமா வைரஸ் (polyoma virus) வாகுயோலேடிங் வைரஸ் , (vacuolating virus) (பழைய பெயர் SV 40) என மூன்றுவகைப்படும். இந்நுண்ணுயிர்கள் புற்றுநோயல் லாத கட்டி, புற்றுநோய்க் கட்டி என்னும் இரண்டு வகைகளையும் ஏற்படுத்துகின்றன. முதலில் புற்று நோயல்லாத கட்டி ஏற்படுகிறது. சில ஆண்டுகளில் இது புற்றுநோய்க் கட்டியாக மாறி விடுகிறது.

பாபில்லோமா வைரஸ். இது மேற்கூறியவாறு முதலில் புற்றல்லாத கட்டியை ஏற்படுத்துகிறது. பாபில்லோமா என்பது இதன் பெயர். நாளடைவில் இது புற்றுநோய்க் கட்டியாக மாறி விடுகிறது. சான்றாக முயல்களில் இது காணப்படுகிறது. இதே மிகு நுண்ணுயிர் மனித இனத்தில் பிறப்புறுப்புக் கட்டி, குரல்வளைக் கட்டி, வார்ட் (wart) கட்டி போன்றவற்றை ஏற்படுத்தும். மேற்கூறியவை புற்று நோய் அல்லாத கட்டிகள் ஆகும். இவை நாளடை வில் ஸ்குவேமஸ்செல் கார்சினோமா என்னும் (squamous cell carcinoma) புற்றுநோய்க் கட்டிகளாக மாறக்கூடும். தாக்கப்பட்ட விலங்குகளாலும், சுற்றுப் புறத்தாலும் இந்நுண்ணுயிர்கள் பரப்பப்படுகின்றன. இதனால் மற்றோர் உயிரினம் தாக்கமடையக்கூடும். ஒரு மனிதனிடமிருந்து மற்றொரு மனிதனுக்கு உடல் உறவு மூலமும் இவை பரவுகின்றன. பாலியோமா வைரஸ் என்னும் வகை மிகு நுண்ணுயிர் பல வகை யான உயிரினங்களில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்துவ தாலேயே அப்பெயரைப் பெற்றது. (poly = பல). ஆனால் இது மனிதனை மிகுதியாகத் தாக்குவதில்லை எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

SV 40 என்னும் மிகு நுண்ணுயிர் இயற்கை யிலேயே குரங்குகளின் உடல் திசுக்களில் இருக்கும். இந்த வகைக் குரங்குகளிலிருந்துதான் இளம்பிள்ளை வாதத் தடுப்பு மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. குழந்தை களுக்கு இந்தத் தடுப்பு மருந்து கொடுக்கப்பட்டால், பிற்காலத்தில் இந்த மிகு நுண்ணுயிரியால் குழந்தை கள் தாக்கமுறுவதே இல்லை. ஆய்வுக்கூடத் திசு வளர்ச்சி ஆய்வில் குரங்கினுள் உள்ள மிகு நுண்ணு யிர் மனிதத் திசுக்களைப் பலவாகப் பெருக்கச் செய் தாலும், மனித உடலில் இவை எந்தப் பாதிப்பையும் உண்டாக்குவதில்லை. அண்மையில், SV 40 மிகு நுண்ணுயிருடன் தொடர்புடைய BK என்னும் நுண்ணுயிரும், JC என்னும் மிகு நுண்ணுயிரும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவையும் விலங்கினங் களை மட்டுமே தாக்குகின்றன.

அடினோவைரஸ் வகை-12, வகை-18, வகை-31. இம்மூன்று மிகு நுண்ணுயிரிகளும் புதிதாகப் பிறந்த எலிகளிடம் புற்றுக் கட்டிகளை முனைப்புடன் ஏற் படுத்துகின்றன. ஆனால் மனித இனத்தில் இவை இப் பண்பைக் காட்டுவதே இல்லை. ஹெர்பீஸ் வைரஸ் எனப்படும் (herpes virus) மிகு நுண்ணுயிர்கள் பல வகைப் புற்றுநோய்க் கட்டிகளை முதுகெலும்புள்ள வற்றிடம் ஏற்படுத்துகின்றன. இவை மனித இனத்தி லும் அத்தகைய கட்டிகளை ஏற்படுத்துகின்றன என்பதற்கு மறைமுகமான சான்றுகளே மிகுதியாகும்.

எப்ஸ்டீன்பார் வைரஸ் (Epsteen Barr ın virus -EBV) என்னும் மிகு நுண்ணுயிர், ஆப்பிரிக்கா பர்க்கிட் நிணநீர்க் கட்டி புற்றுநோயை ஏற்படுத்துகிறது எனச் சான்றுவழி அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. இப்புற்றுக் கட்டியை டெனிஸ் பார்சன்ஸ் பர்கிட் என்னும் ஆங்கிலேயர் 1958 இல் விவரித்ததால் இப்பெயரிடப் பட்டது. மேலும் மூக்கு, தொண்டை வழிப்பாதையில் தோன்றக்கூடிய புற்றுக் கட்டிகளுக்கும் இவை காரணம் என்று மறைமுகமாகவே தெரிவிக்கப் பட்டுள்ளது.அண்மைக் காலமாக நாட்பட்ட எப்ஸ்டீன் பார் மிகு நுண்ணுயிரால் உண்டாகும் நாட்பட்ட அயர்வுக் கூட்டியம் (chronic fatigue syndrome) விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

பர்க்கிட்ஸ் லிம்ஃபோமா என்பது B லிம்ஃபோசைட் என்னும் இரத்த வெள்ளணுக்களினின்று தொடங்கிப் புற்றுநோயை உண்டாக்குகிறது. இது மத்திய ஆப்பிரிக்காவிலும், நியூகினியாவிலும் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. இந்த இடங்களில் இந்நுண்ணுயிர் பலவாகக் காணப்படுவதுதான் ஓரளவு காரணமாயிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

மேலும் இந்த நுண்ணுயிர் புற்றுநோயல்லாத இரத்த வெள்ளணுக்களில் நோயை உண்டாக்குகிறது. ஆனால் இது புற்றுநோயாக மாறுவதில்லை. எனவே இந்த மிகு நுண்ணுயிர்கள் புற்றுநோய்க் கட்டிகளை ஏற்படுத்த வேண்டுமென்றால் மற்றோர் ஊக்குப் பொருள் உடலில் இருந்து கொண்டு இந்த நுண்ணுயிர்களின் பணிக்குத் துணையாகலாம் என்று கருதலாம்.

சைடோ மெகலோ வைரஸ். இவை சார்கோமா என்னும் புற்றுநோய்க் கட்டிகள் ஏற்படக் காரணமாகின்றன. ஹெர்பீஸ் என்னும் மிகு நுண்ணுயிர் கருப்பையின் வாயில் வரும் புற்றுநோய்க்குக் காரணமாகின்றது. இந்தப் புற்றுநோயைக் கொடுப்பவை குறிப்பாக ஹெர்பீஸ் ஸிம்ப்ளெக்ஸ் வகை 2 (HSv2 = Herpes simple × type 2) என்பவையாகும். இந்த ஹெர்ப்பீஸ் வகை மிகுநுண்ணுயிர் பிறப்புறுப்பிலும், கருப்பையின் வாய்ப்புறத்திலும் முதலில் சிறு கட்டிகளை உண்டாக்கி, பின்னர் இவற்றைப் புற்றுநோய்க் கட்டிகளாக மாற்றும்.

கருப்பை வாய்ப் புறத்தினுள் புற்றுநோயின் முன் அறிகுறியாக விளங்கும் சில மாறுதல்கள் (dysplasia) உடைய திசுக்களில் இந்த மிகு நுண்ணுயிர்கள் உள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டு உள்ளது. HPv வகை 16 என்பது, கருப்பை வாய்ப் புற்றுநோயை உண்டாக்குகிறது. HPv வகை 6 உம் HPy வகை 11உம் புற்று அல்லாத கட்டிகளை உண்டாக்குகின்றன. புற்றுநோய்க் கட்டிகளை ஏற்படுத்தவல்ல மிகு நுண்ணுயிர்கள் அடிப்படைத்திசுக்களில் புகுந்து, அவற்றில் அடிப்படை மாற்றங்கள் செய்த பின்னரே புற்றுநோய்க் கட்டியை ஏற்படுத்துகின்றன.

- சு. ராஜலட்சுமி

கட்டிலா ஆற்றல்

முதன் முதலாக வேதி வினைகள் எவ்வாறு நிகழ்கின்றன என்பதை விளக்க வேதி நாட்டம் (chemical affinity) என்னும் கொள்கையைப் பின்பற்றி வந்தனர். அதன் வாயிலாக ஒன்றிற்கொன்று மிகு நாட்டமுள்ள பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று வினைபுரிகின்றன என்னும் கருத்தை வெளியிட்டனர். எடுத்துக்காட்டாக,

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

என்னும் வினை நிகழ்வதற்குக் காரணம், இவ்வினையில் இரும்பிற்கும், ஆக்சிஜனுக்குமிடையில் நாட்டம் மிகுதியாக இருப்பதே ஆகும். இந்த நாட்டம் ஆக்சிஜனுக்கும், ஹைட்ரஜனுக்குமிடையிலுள்ள (நீரில்) நாட்டத்தை விட மிகுதியாகும். எனவே ஆக்சிஜன், நீர் மூலக்கூறிலுள்ள ஹைட்ரஜனை விட்டுப் பிரிந்து இரும்புடன் சேர்ந்து இரும்பு ஆக்சைடாக மாறுகிறது என்று விளக்கப்படும் இக் கொள்கை காலப்போக்கில் வலிவிழந்தது.

பின்னர் குல்ட்பெர்க், வேஜ் என்னும் அறிஞர்கள் வேதிவினை, வினைபடு பொருள்களின் செறிவைப் பொறுத்து மாறுபடும் தன்மையுடையதென்றும், ஒரு வினையை முன்னோக்குப் பின்னோக்குத் திசைகளில் நிகழச்செய்ய முடியும் எனவும் கண்டறிந்து, அதன் அடிப்படையில் பொருண்மைத் தாக்க விதி அல்லது நிறைதாக்க விதியை (law of mass action) வெளியிட்டனர். மாறாக 1853இல் தாம்சனும், 1867இல் பெர்த்தலாட் என்பாரும் ஒரு வேதி வினையின் போது வெளிப்படும் வெப்ப ஆற்றல் அளவே, வினைபடு பொருள்களுக்கிடையிலுள்ள நாட்டத்தை குறிக்கும் காரணி எனவும், ஒரு வெப்ப உமிழ் வினைதான் (exothermic reaction) இயல்பாக நிகழக் கூடிய (spontaneous reaction) வினை எனவும் கூறினர். ஒரு வினை மீள் வினையாக (reversible reaction) இருக்கும்போது, ஒரு வினை வெப்ப உமிழ் வினையாக இருப்பின், அதற்கு எதிர்த்திசையில் நிகழும் வினை உறுதியாக வெப்பம் கொள் வினையாகவே (endothermic reaction) இருத்தல் வேண்டும். இதன் அடிப்படையில் வெப்ப உமிழ் வினை மட்டுமே இயல்பாக நிகழக் கூடியது.

வெப்பக் கொள்வினை அவ்வாறு நிகழாது என்று அவர்கள் கூறிய கருத்து வலிவிழக்கத்

தொடங்கியது. இதே சமயத்தில் 1876ஆம் ஆண்டு வில்லார்டு கிப்ஸ் என்பாரும் 1882இல் ஃவான் ஹெல்ம்கோல்ட்ஸ் என்பாரும், வேதி வினைகள் நிகழும்போது வினைபடு பொருள்களிடையிலுள்ள நாட்டத்தைக் கட்டிலா ஆற்றல் (free energy) என்னும் புதிய கொள்கையின் அடிப்படையில் விவரித்தனர். இவர்களின் கருத்துப்படி ஓர் அமைப்பில் (system) கட்டிலா ஆற்றல் எத்திசையில் குறைகிறதோ அத்திசையிலேயே ஒரு வினை இயல்பாக நிகழும். கிப்ஸின் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ΔG எனக் குறிக்கப்படுகிறது. கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றக் குறைவு $-\Delta G$ எனக் குறிக்கப்படுகிறது. எதிர்க்குறியீடு (nagative sign) வேதிவினை இயல்பாக நிகழ முற்படுகிறது என்பதைக் குறிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, $A+B=C+D$ என்னும் வினையில் G எதிர்க் குறியீட்டு எண்ணாக இருப்பின் வினை இயல்பாக நிகழும் வினை எனவும், $A+B \rightarrow C+D$ எனும் வினையில் ΔG நேர் குறியீட்டு எண்ணாக (positive) இருப்பின் வினை இயல்பற்றவினை (non spontaneous) எனவும், $A+B \rightarrow C+D$ என்னும் வினையில் $\Delta G=O$ ஆக இருப்பின் வினை சமநிலையிலுள்ள வினை எனவும் பொருள் ஆகும்.

ΔG எதிர்க் குறியீட்டு எண்ணாக இருப்பது வினை நிகழக்கூடியது என்பதைக் குறிக்குமேயல்லாது வினை நிகழ்ந்தே தீரும் என்பதைக் குறிக்காது. எடுத்துக்காட்டாக, 25°C இல்,

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$$

என்னும் வினையில் $\Delta G = -56,700$ கலோரி. இம்மதிப்பிலிருந்து, மேற்கூறிய வினை நிகழும் என அறியலாம். ஆனால் செயல் முறையில் பார்க்கும் போது இவ்விரு வளிமங்களும், ஒன்றோடொன்று இணையாமல் நீண்ட நாள்கள் ஒன்றாக இருக்கும். ஆகவே வெப்ப இயக்கவியலில் வினை இயல்பாக நிகழக்கூடியது என்று கூறும் கருத்தைத் தவறுதலாக வினை உடனடியாக நிகழ்ந்து விடும் எனக் கருதக் கூடாது. ΔGஇன் மதிப்பைக் கொண்டு ஒரு வினை எந்த அளவிற்குத் தானாகவே அல்லது இயல்பாகவே நிகழும் தன்மை கொண்டது என்பதை அறியலாம்.

கட்டிலா ஆற்றல் இரு வகைப்படும். அவை ஹெல்ம்கோல்ட்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல்; கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் (G அல்லது F). இவை கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகள் மூலம் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

$$A = E - TS$$

A = ஹெல்ம்கோல்ட்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல்; E = அக ஆற்றல்; S = இயல்பாற்றல்; T = வெப்பநிலை

$$G = H - TS$$

T = வெப்பநிலை ; G = கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல்;

H = வெப்ப உள்ளுறை; S = இயல்பாற்றல் T = வெப்பநிலை. பிற வெப்ப வேதிச் சார்புகளைப் (thermo dynamic functions) போன்றே, கட்டிலா ஆற்றலும் ஒரு புற இயல்பாகும் (extensive property). இதன் தனி மதிப்பைக் (absolute value) காண முடியாது. ஆனால் ஆற்றல் மாற்றத்தையே அறிந்து கொள்ள முடியும். கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ஓர் அமைப்பின் தொடக்க இறுதி நிலைகளைப் பொறுத்ததேயன்றி, வழிமுறைகளைப் பொறுத்து மாறுபடுவதில்லை.

கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றம் ΔA, ΔG எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

$\Delta A = \Delta E - T\Delta S$ எனவும் (1)

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ எனவும் எழுதலாம். (2)

இவ்விரு கட்டிலா ஆற்றல்களிலும் ΔG என்னும் கிப்ஸின் கட்டிலா ஆற்றல் மாற்றமே வேதி வினைகளில் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது எனக் கருதப்படுகிறது. மேற்கூறிய சமன்பாடு 2இல் ΔG இன் மதிப்பு எதிர்க்குறியீடு உடையதாக இருப்பின் வினை இயல்பாக நிகழும் என முன்னர்க் கூறப்பட்டது. ΔG இன் மதிப்பு எப்போது எதிர்க் குறியீட்டு எண்ணாக இருக்குமெனில்,

ΔHஇன் மதிப்பு எதிர்க் குறியீட்டு எண்ணாக இருக்கும்போது, அதாவது வினை ஒரு வெப்ப உமிழ் வினையாக இருக்கும்போது அல்லது

ΔHஇன் மதிப்பு நேர் குறியீட்டு எண்ணாக இருக்கும்போது வெப்பங் கொள் வினைகள் இயல்பாக நிகழ வேண்டுமானால், $T\Delta S$இன் மதிப்பு மிகுதியாக இருக்க வேண்டும்.

மேற்கூறிய இரு கருத்துகளின் அடிப்படையில் தாம்சன், பெர்த்தலாட் என்போர் கூறியபடி வெப்ப உமிழ்வினைகள் மட்டுமே இயல்பாக நிகழும் வினைகள் என்னும் கருத்தை மாற்றி, வெப்ப உமிழ் வினைகளும், வெப்பங் கொள்வினைகளும் சூழ்நிலைகளுக்குத் தக்கவாறு இயல்பாக நிகழும் வினைகளாகச் செயல்பட முடியும் என்னும் கருத்தை வலியுறுத்திக் கூறலாம்.

ஓர் அமைப்பு ஒரு நிலையான சமநிலையை எவ்வாறு எய்த முடியும் என்று நோக்கும்போது பின்வரும் இரு கருத்துகள் மிகவும் குறிப்பிடத் தக்கவையாகும். ஓர் அமைப்பு, ஓர் ஆற்றல் மிகு நிலையிலிருந்து ஆற்றல் குறைநிலையை அடையமுயற்சித்தல். (எ.கா) ஒரு சாய்தளத்தின் மேலிருந்து கீழாக உருண்டு வரும் ஒரு பந்தின் நிலை; ஓர் அமைப்பு கட்டுப்பாடு மிகுந்த நிலையிலிருந்து அதாவது

கட்டின்மை குறைவான நிலையிலிருந்து மிகுதியான கட்டின்மை நிலையை (maximum freedom) அடைய முயற்சித்தல். (எ.கா) இரு வளிமங்கள் ஒன்றோடொன்று கலக்கும்நிகழ்ச்சி. இரு வளிமங்களும் கலந்த பின்னர் வளிம மூலக்கூறுகளின் கட்டின்மை அதிகரிக்கிறது. இவ்வாறு கலந்த வளிமத்தை மீண்டும் தனித்தனியே, வேலை செய்யாமல் பிரிக்க இயலாது.

மேற்கூறியதில் முதல் கருத்து $\triangle H$ என்பதையும் இரண்டாம் கருத்து $\triangle S$ என்பதையும் குறிப்பனவாகும். இவ்விரு கருத்துகளையும் இணைத்துப் பெறப்படும் நிகர விளைவே கட்டிலா ஆற்றல் எனக் கூறப்படும் $\triangle G$ ஆகும். அதாவது $\triangle G = \triangle H - T\triangle S$ கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் – ஹெம்கோல்ட்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் இவற்றிற்குள்ள தொடர்பு:

ஹெம்கோல்ட்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் $A = E - TS$ அல்லது மாறா வெப்பநிலையில் இவ்வாற்றல்

மாற்றம் $\triangle A = \triangle E - T\Delta S$ என எழுதலாம்.

$$\triangle S = \frac{Q_{rev}}{T}$$ எனவே $T\triangle S = Q_{rev}$

$$\therefore \triangle A = \triangle E - Q_{rev}$$

வெப்ப இயக்கவியல் முதலாம் விதிப்படி $q = \triangle E + W$

$$\therefore \triangle E - Q_{rev} = - W_{rev}$$

அல்லது $\triangle A = - W_{rev}$ எனவும்

$-\triangle = W_{rev}$ எனவும் எழுதலாம்.

ஆகவே ஓர் அமைப்பின் செயல்சார் பலனின் குறைவு (decrease in work function) மாறா வெப்ப நிலையில் கிடைக்கக்கூடிய மீள்வழி மீப்பெரும் செயலை (maximum work) அளப்பதாகும். கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் $G = H - TS$ மாறா வெப்பநிலையில் இவ்வாற்றல் மாற்றம் $\triangle G = \triangle H - T\triangle S$

$\triangle H = \triangle E + P\triangle V$, எனவே $\triangle G = \triangle E + P\triangle V - T\triangle S$

அல்லது $\triangle G = \triangle E - T\triangle S + P\triangle V$

அல்லது $\triangle G = \triangle A + P\triangle V$ எனவும்,

$- \triangle G = -\triangle A - P\triangle V$ எனவும்,

$- \triangle G = W_{rev} - P\triangle V$ எனவும் எழுதலாம்.

எனவே $-\triangle G$ என்பது P-V வேலையல்லாத பிற நிகர வேலைகளைக் (மின்வேலை, வேதிவேலை போன்றவை) குறிக்கிறது.

- பா. குற்றாலிங்கம்

நூலோதி G.W. Castellan, *Physical Chemistry* Addison-Wesley Publishing Co., Inc., London. 1973; F.W. Sears, *Thermodynamics*, Addison-Wesley Publishing Co., Inc, London. 1973.

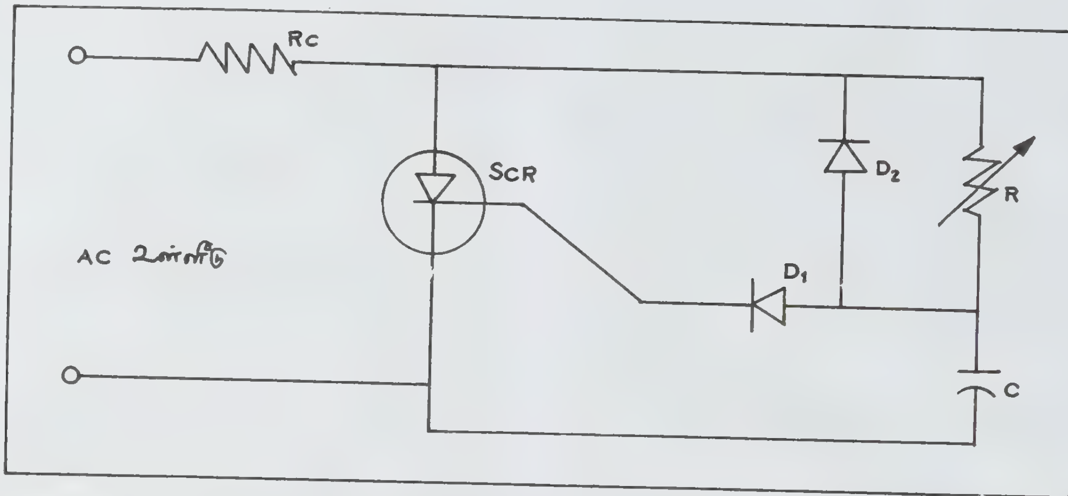
கட்டுப்படுத்திய திருத்தி

மின்மாற்றியின் மூல மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதாலோ பளுத்தடையத்தோடு தொடர் இணைப்புச் செய்யப்பட்ட ஒரு தடயத்தை மாற்றுவதாலோ ஒரு திருத்தி (rectifier) வெளியிடும் மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். முதல் முறை மிகச் செலவு பிடிக்கக் கூடியது.

இரண்டாம் முறை திறன் குறைந்தது. திருத்தி மின்சாரத்தை கடத்தத் தொடங்கும் கோணத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதே மிக வசதியான செலவு குறைந்த முறை ஆகும். வளிமக் குழாய்கள் வளிம முனையம் (thyratron), தீமூட்டி (ignition) ஆகியவை இத்தகைய கட்டுப்பாட்டிற்குதவும். சிலிகான் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்திகளையும் இந்நோக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

வளிம முனையம், பெரிய கம்பி வலை அமைப்புக் கொண்ட சூடான எதிர் மின்வாய் வளிமக் குழாய்கள் ஆகும். கம்பி வலையில் சரியான மின்னழுத்தம் அளிக்கப்படும் வரை அடர்வில் எரியத் தொடங்குவதை அக்கம்பிவலை தவிர்க்கிறது. தீமூட்டி என்பது குளிர் எதிர் மின்வாய்க் குழாயாகும். அதில் எரி தொடக்கு வலை மின் துடிப்பால் இயக்கப்படுகிறது. எரி தொடக்குத் தேவைப்படும் குறிப்பிட்ட அளவு திறனைக் கட்டுப்படுத்தும் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தி (controlled rectifier) ஒரு சிலிகான் அரைக்கடத்திக் கருவியாகும். தொடக்கிக் கதவு மின்முனையம் (trigger gate electrode) தொடக்கியின் மின்னழுத்த நிலைக்கு உயர்த்தப்படும்போது அது கடத்தத் தொடங்குகிறது.

படம்-1 இல் ஒரு பகுதிக் கடத்தித் திருத்தியின் மின்சுற்றுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. 180 மின்பாகை கொண்ட ஒரு முழு அரைச்சுற்று வரை அதன் தொடக்கிப் புள்ளியைக் கட்டுப்படுத்த இயலும். மாறு மின்னோட்ட உள்ளளிப்பின் மேல் முனை நேர்முனையாக (+) இருக்கும்போது தேக்கி (capacitor) திருத்தியின் தொடக்கு மின் அழுத்தத்திற்கு ஏற்பு (susceptibility) செய்யும். அந்தக் காலநிலை எண்ணாலும், கடத்தியின் குறுக்கே உள்ள மின்னழுத்தத்தாலும் நிர்ணயிக்கப்படும்.



படம் 1. கோணக்கட்டுப்பாட்டுத் தொடக்கிச் சுற்றுக் கொண்ட சிலிகான் கட்டுப்பாட்டுத் திருத்தியின் சுற்றமைப்பு.

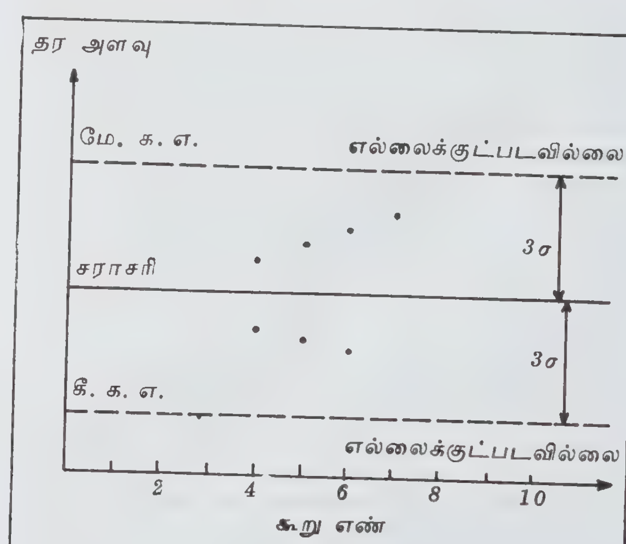
மாறுதிசை மின்உள்ளளிப்பின் கீழ் முனை நேர் முனையாக இருக்கும் போது தேக்கி C இருமுனையம் D_2 வின் மூலம் எதிர்த்திசையில் மின்ஏற்புச்செய்கிறது. கடத்தும் சுற்று மீண்டும் நிகழ்கிறது. D_1 எனும் இரு முனையம் பகுதிக்கடத்தித் திருத்து மின் முனையில் மாறு உயர் அழுத்தம் தோன்றுவதைத் தடுக்கிறது. தடையம் R ஐ மாற்றுவதன் மூலம் தொடக்கிப் புள்ளி கடத்தி மிகுதியும் கடத்தும் 0° இலிருந்து மின்னோட்டம் கடத்தாத 180° வரை மாறுபடக்கூடும். இவ்வாறாக உயர்ந்த அளவு வெளியீடுவரை தொடர் கட்டுப்பாடு கிடைக்கும்.

- எஸ் .சுந்தரசீனிவாசன்

கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை (புள்ளியியல்)

பொருள்களின் தரத்தைக் குறிக்கும் ஒரு மையக் கோடு, வரையறுக்கப்பட்ட பொருள்கள் தரத்தினின்று எந்த அளவு மாறுபட்டுள்ளன என்பதைக் காட்டக் கூடிய இரு தர எல்லைக் கோடுகளை இரு புறமும் கொண்ட ஒரு வரைபடமே கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை (control chart) ஆகும். மையக் கோட்டின் மேல் புறமுள்ள எல்லைக் கோட்டிற்கு மேல் கட்டுப்பாட்டு எல்லை (upper control limit) என்றும், கீழேயுள்ள கோட்டிற்குக் கீழ்க் கட்டுப்பாட்டு எல்லை (lower control limit) என்றும் பெயர். சாதாரணமாக மையக் கோடு தடித்தும், மற்ற இரு கோடுகள் புள்ளி பெற்றும் போடப்பட்டிருக்கும். இது ஒரு கிடை அச்சையும் (horizontal axis), ஒரு குத்து அச்சையும் (vertical axis) கொண்டதாயிருக்கும். தெரிவு செய்யப்பட்ட கூறுகளின் தரங்களை ஏற்றுக் கொள்ளவும், ஒதுக்கித்தள்ளவும் இவ்வட்டவணை பயன்படுகின்றது.

பொறுத்துக் கொள்ளக்கூடிய எல்லைகளாக அமைந்திருக்கும் இக்கோடுகளைத் தாங்கும் எல்லைகள் (tolerence limits) என்றும் கூறுவதுண்டு. ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்க தரமுடைய கூறு ஏற்புடைக் கூறு (acceptance sample) எனப்படுகிறது. எல்லைக் கோடுகளுக்கு வெளியே உள்ள புள்ளிகளுக்குரிய கூறுகளின் தரங்கள், வரையறுக்கப்பட்ட தரங்களினின்று மாறுபட்டவையாகக் கருதப்பட்டு, அக்கூறுகள் ஏற்றுக்கொள்ளத் தகாதவையாகின்றன. கட்டுப்பாட்டு அட்டவணையைக் கண்டவுடன் உற்பத்தி கட்டுப்பாட்டுக்குள் இருக்கிறதா, இல்லையா என்பதை ஒரு தொழிற்சாலையின் மேலாண்மை கணிக்க இயலும். பொதுவாக 3σ எல்லைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை வகை

1. ($\bar{x}, \sigma$), ($\bar{x}$,R) கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை; 2. $\bar{x}$ க்கு மட்டும் கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை; 3. σ அல்லது R கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை; 4. C கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை; 5. P அல்லது P_n கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை.

$\bar{x}$ அட்டவணையைக் கொண்டு கூறுகளின் தன்மையை அறியலாம். ஒவ்வொரு கூறின் சராசரி $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$, ..., இவற்றின் சராசரி $\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots}{n}$ எனக் கிடைக்கிறது (n என்பது கூறுகளின் எண்ணிக்கை). கட்டுப்பாட்டு எல்லைகள் மேல் கட்டுப்பாட்டு எல்லை $\bar{\bar{x}} + 3\sigma_{\bar{x}}$ எனவும், கீழ்க் கட்டுப்பாட்டு எல்லை $\bar{\bar{x}} - 3\sigma_{\bar{x}}$, எனவும் கொண்டு, x அட்டவணை வரையப்படும். கட்டுப்பாட்டு எல்லைகளைக் கணக்கிடுவதற்குப் பயன்படும் வகையில் பொருள்களை ஆயும் அமெரிக்கக் கழகம் A, A_1, A_2, C_2, B_1, B_2, B_3, B_4, d_2, D_1, D_2, D_3, D_4 என்னும் காரணிகளைக் கணக்கிட்டுப் பட்டியலாக வெளியிட்டுள்ளது. இதற்கு ASTM (American society of testing materials) எனப்பெயர்.

R அட்டவணையைக் கொண்டு தயாரிக்கப் பட்ட ஒரு பொருளின் தரப்பரவலை அறிய முடிகிறது. இதில் ஒவ்வொரு கூறுக்கான வீச்சு (R) கணக்கிடப்படுகிறது. எல்லா வீச்சுகளின் சராசரியைக் ($\bar{R}$) கண்டு, $\bar{R} + 3\sigma_R$, $\bar{R} - 3\sigma_R$ என்பவற்றை மேல், கீழ் எல்லைகளாக அமைப்பதால் தேவைப் படும் முடிவு கிடைக்கிறது.

C அட்டவணையைக் கொண்டு, தயாரிக்கப்படும் பொருள்களிலுள்ள குறைகளின் எண்ணிக்கையை அளவிட இயலும். 3σ கட்டுப்பாட்டு எல்லைகள் $\bar{C} + 3\sqrt{C}$, $\bar{C} - 3\sqrt{C}$ ஆக எடுத்துக் கொள்ளப் பட்டு, முடிவு பெறப்படுகிறது. p அட்டணை, கூறுகளிலுள்ள பின்னக் குறைபாடுகளைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இங்கு மேல், கீழ் எல்லைகள் $\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$, $\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ என எடுத்துக் கொள்ளப்படும். எந்தப் புள்ளியேனும் கட்டுப்பாட்டு எல்லைகளைத் தாண்டி வெளியே விழுந்தால், அப் புள்ளிக்குரிய கூறு வரையறுக்கப்பட்ட தரத்தினின்றும் விலகியதாகவும், உற்பத்தித் தரக்கட்டுப்பாட்டிற்குள் இல்லை என்பதாகவும் கொள்ளலாம்.

தெரிவு செய்யப்பட்ட கூறுகள் சம எண்ணிக்கையாக இல்லாவிட்டால், அவற்றைச் சம எண்ணிக்கைப் பொருள்களைக் கொண்ட கூறுகளின் தொகுப்புகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு தொகுப்புக்கும் ஒரு கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை வரைய வேண்டும். அதன் பிறகு தேவைக்கேற்ப முடிவுகளை மேற்கூறிய முறையில் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

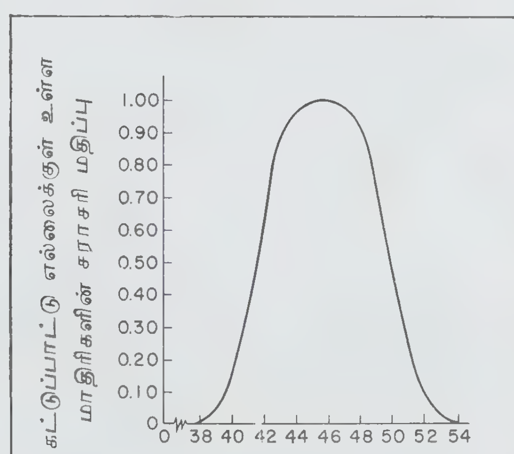
- மு. அரவாண்டி

நூலோதி. ஆர். இராமகிருட்டிணன், புள்ளியியல் முறைகள், தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973;

கட்டுப்பாட்டு வரைபடம் (எந்திரப்பொறியியல்)

உற்பத்தியாகும் பொருள்களின் தரம் காரணம் எதுவும் இன்றி ஒன்றிற்கொன்று இயல்பாகவே மாறு பட்டிருக்கும். இத்தகைய இயல்பான மாறுபாட்டு அமைப்பு, எந்த உற்பத்தி முறையிலும் இணைந்து இருப்பதைக் காணலாம். இந்த மாறுபாடு தவிர்க்க முடியாதது என்றாலும் இயல்பான அமைப்பையும் கடந்து மாறுபாடுகள் ஏற்படுமானால் அவற்றிற்குரிய காரணங்களைக் கண்டுபிடித்து உடனுக்குடன் ஆவன செய்ய வேண்டும். அவ்வாறு சரி செய்யாவிடில் பொருள்களின் தரத்தை உறுதி செய்தல் இயலாது. இக்கட்டுப்பாட்டைச் செயல்படுத்தக் கட்டுப்பாட்டு வரைபடம் (control chart) பெரிதும் பயன்படுகிறது.

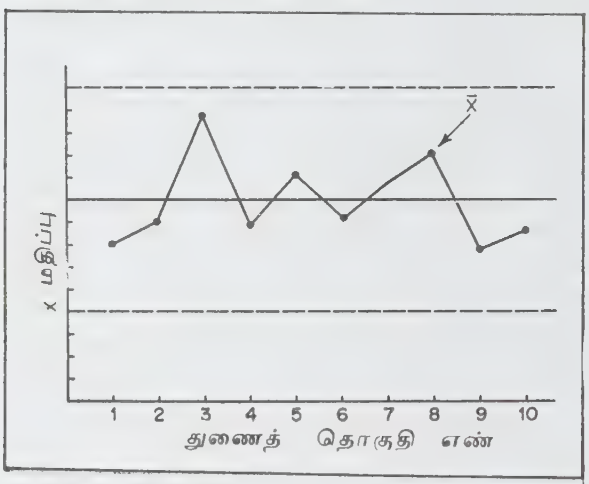
ஒரு கட்டுப்பாட்டு வரைபடத்தின் பயன், பொருளின் தர மாறுபாட்டிற்குரிய சிறப்புக் காரணங்களை வகைப்படுத்திக் காட்டுவதாகும். அவ்வாறு வகைப்படுத்தும்போதுதான் உருவாக்க முறையில் ஏற்படும் குறைகளைக்கண்டுபிடித்து அவற்றை நீக்கி, தரமற்ற பொருள்களின் உற்பத்தியைத் தடுத்து அதன் மூலம் பொருள் வீணாவதையும் தடுக்க முடியும். மேலும், கட்டுப்பாட்டு வரைபடம் மூலம் பொருள்களுக்கு இயல்பாக ஏற்படும் தரவேறுபாட்டையும் உணரும்படிச் செய்யலாம். இதன் மூலம் தேவையில்லாமல் உருவாக்க முறையைச் சீர்



படம் 1. கட்டுப்பாட்டு வரைபடத்திற்கான செயல்முறைப் பண்பு வளைவு

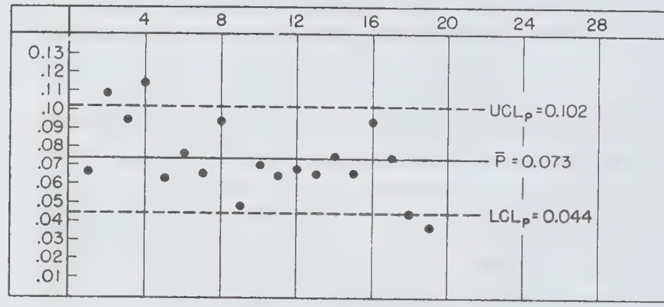
செய்யும் வேலையைத் தவிர்க்கலாம். அடுத்து, கட்டுப் பாட்டு வரைபட நுட்பம் ஓர் உருவாக்க முறையின் இயற்கையான திறமையை வெளிக்காட்டிப் பொறுதி களை (tolerance) வரையறுக்கவும், பலவித வடிவ மைப்புகளை (designs) ஒப்பு நோக்கி, அவற்றுள் சிறந்ததைத் தேர்ந்தெடுக்கவும் உதவுகிறது. மொத் தத்தில் கட்டுப்பாட்டு வரைபடம் குறைந்த ஒப்பு நோக்குச் செலவில் நிறைந்த தர உறுதிப்பாட்டை அளிக்கிறது.

இவ்வரைபடங்கள் மூன்று வகைப்படும். சராசரி மற்றும் வீச்சு வரைபடம் ($\bar{x}$ and R chart) என்பவை $\bar{x}$, R வரைபடங்கள் எனப்படும். இவ்வரைபடங்கள் அளவிடக்கூடிய பண்புகளைக் கண்காணிக்கப் பயன் படுகின்றன. காட்டாக நீளம், அகலம், பருமன் போன்றவற்றை நுட்பமான அளவு கருவிகளைப் பயன் படுத்தி அளந்து அவற்றின் அளவுகளை வடிவமைப்புத் திட்டத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ள அளவுகளுடன் ஒப்பு நோக்குதல் ஆகும். இவை மாறுபண்புகள் (variable characteristics) என அறியப்படும்.



படம் 2. நியம $\bar{x}$ கட்டுப்பாட்டு வரைபடம்

குறைபாடு விகித வரைபடம் *(fraction defective chart)*. இவை சுருக்கமாக p-வரைபடம் எனப்படும். இவை தரக்குறைவால் ஒதுக்கப்பட்ட பொருள்களின் விகிதத்தைக் கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன. உற்பத்தியின்போது, ஒரு பண்பின் உண்மையான அளவை அளக்காமல், அப்பண்பு, வடிவமைப்புத் திட்டத்தில் குறிக்கப்பட்டுள்ள பொறுதிக்குள் உள்ளதா இல்லையா என்பதை மட்டும், உரிய கருவி களின் மூலம் அறிந்து பொருள் தரத்தின் அடிப்படை யில் ஒப்புக் கொள்ளத்தக்கதா அன்றித் தள்ளத் தக்கதா என்று தீர்மானிக்கப்படும். சான்றாக ஒரு பொருளின் நீளம் 120 ± .02 என்னும் எல்லைக்குள் உள்ளதா என்று மட்டும் ஆய்வு செய்யப்படும். அதன் சரியான அளவு 120.03 என்று அளக்கத் தேவை யில்லை. இத்தகைய பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்த, குறைபாடு விகித வரைபடங்கள் ஏற்றவை.



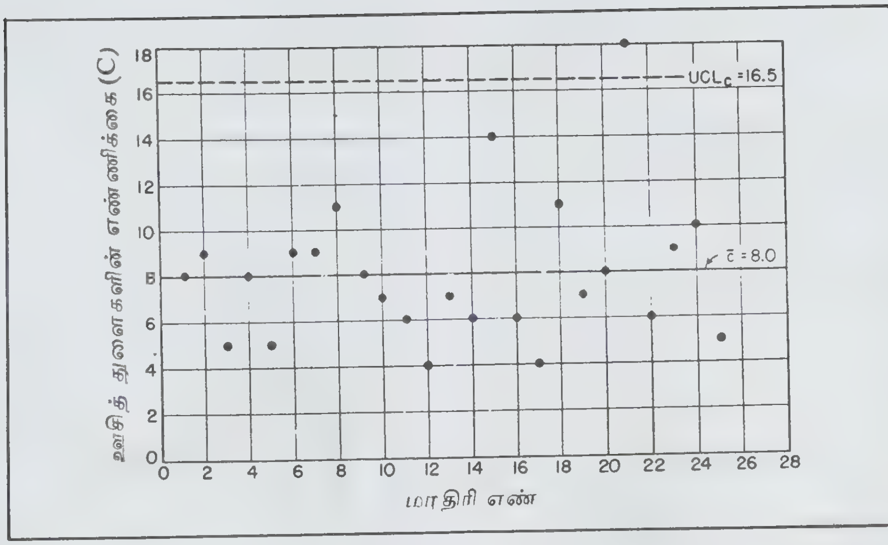
படம் 3. நிலைகாந்தங்களுக்கான p வரைபடம்

குறைகளின் எண்ணிக்கை வரைபடம் *(number of defects chart)*. தொழில் நுட்ப முறையில் இது C வரைபடம் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றது. ஒரு பொருளில் எத்தனைக் குறைகள் உள்ளன என்பதை அறுதியிட்டுக் குறைகளின் எண்ணிக்கையை ஏற்றுக் கொள்ளக்கூடிய அளவிற்குள் கட்டுப்படுத்த இவ்வரை படம் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக வண்ணம் பூசப்பட்ட ஒரு பரப்பில் எத்தனை மாசுகள் உள்ளன என்பதை ஆய்ந்து அறிந்து ஒரு சதுர மீட்டரில் இரண்டு குறைகளை ஏற்கலாம் என்னும் முறையில் வரையறை செய்ய வேண்டிய பண்புகளுக்கு இவ்வரை படமுறை பயன்படும்.

மேலே விளக்கப்பட்ட வரைபடங்களின் நன்மை கள், அவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டிய சூழல்கள் பின்வருமாறு:

சராசரி வரைபடம். இது உருவாகிக் கொண்டிருக் கும் பொருள்களின் தன்மைகள் கட்டுப்பாட்டிற்குள் உள்ளனவா என்பதை எடுத்துக் காட்டும். உருவாகும் பொருள்களில் தரக்குறைவு ஏற்படுவதை முன்னரே அறிவிக்கவும் இது பயன்படும். உருவாக்க முறைகளில் வெட்டுளித் தேய்மானம், அமைப்புத் தொய்வு போன்ற குறைகளைச் சுட்டிக்காட்டும்.

வீச்சு வரைபடம். இது உருவாகும் பொருள்களின் அளவுகளின் மாறுபாட்டுச் சிதறல் (dispersion) நிலை யைக் காட்டும்; உருவாக்க முறைகளின் ஒழுங்கற்ற நிலையைக் காட்டும். மூலப்பொருள்களின் குறை பாடுகள், அளவுக் கருவிகளின் குறைபாடுகள் போன்ற வற்றைக் காட்டும்; உருவாக்க முறைகளில் ஏற்படும் மாறுதல்களை அறியவும் உடனடியாகத் தகுந்த



படம் 4. ஒருதாளில் உள்ள ஊசித்துளைகளுக்கான C வரைபடம்.

சீரமைப்பு நடவடிக்கைகள் எடுக்க வேண்டிய நேரத்தை உணரவும் மேற்காணும் இரு படங்களையும் கலந்து ஆராய்வது சிறந்தது.

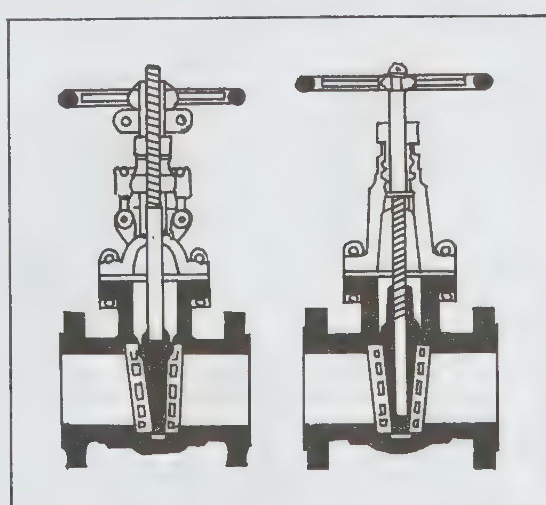
குறைபாடு விகித வரைபடம். பொதுவாக இம்முறை பொருளின் அளவுகள் அனைத்தையும் தனித் தனியாக ஒப்பு நோக்கத் தேவை இல்லாத அல்லது இயலாத நிலை நிலவும் போதும், போக்கு போக்கியலாக் கருவிகளின் (go-nogo gauge) துணைகொண்டு கொள்ளத்தக்க அல்லது தள்ளத்தக்க பண்டங்களைக் கண்டறிந்து அவற்றின் எண்ணிக்கைகளை அறியும் போதும், தானியங்கு பொறிகளின் மூலம் விரைவாகப் பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்படும் நிலையிலும் தரக்கட்டுப்பாடு செய்யப் பயன்படும்.

குறை எண்ணிக்கை வரைபடம். ஒரு பொருளைத் தொடர்ச்சியாக உருவாக்கும் போதும் (எ.கா. துணி வகைகள்) குறிப்பிட்ட பொருள் பரப்பில் உள்ள குறைகள் (எ.கா. கண்ணாடிகள்) போன்றவற்றை எண்ணிக் கணக்கிட்டு அந்த எண்ணிக்கைகளின் மூலமாகத் தரக்கட்டுப்பாடு செய்யும் இம்முறை பயன்படுகிறது. மேற்கூறிய வரைபடங்களின் கட்டுப்பாட்டு எல்லைகள் புள்ளியியல் கணக்குப்படிக் கணிக்கப்பட்டு, அந்த எல்லைகளைக் குறிப்பதற்குக் கட்ட வரைபடத்தாளில் (graph sheet) கோடுகள் போடப்படும். எல்லைக் கோடுகளின் சரிபாதி அளவில் நடுக்கோடு வரையப்படும். உருவாக்கப்படும் பொருள்களின் பண்பை அளந்து அவற்றிற்கு ஏற்றவாறு படத்தில் குறிகள் இடப்படும். அவை எல்லைக் கோட்டிற்குள், நடுக்கோட்டின் இரு மருங்கிலும் சமமாகப் பரவி வந்தால், தரம் கட்டுப்பாட்டிற்குள் உள்ளதெனவும் மாறாக அமையுமானால் தரம் குறைவதால் உடனடி நிவாரண நடவடிக்கை தேவை எனவும் அறியலாம்.

- எ. இளங்கோ

கட்டுப்பாட்டிதழ்

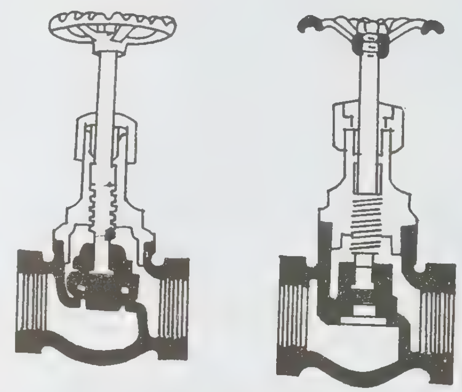
இவை பாய்மங்களைக் கட்டுப்படுத்தக்கூடிய அமைப்புகள் ஆகும். நீர்ம, வளிம, நீராவி நிலைப் பாய்மங்களுக்குத் தேவையான கட்டுப்பாட்டிதழ்களே (valve)



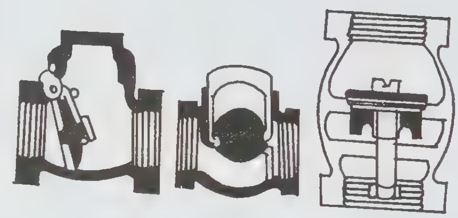
படம் 1. திரைக் கட்டுப்பாட்டிதழ்

சிறப்பு வாய்ந்தவை. கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் குழாய் வழிகளிலும், எந்திரங்களிலும் செல்லும் பாய்மப் பொருள்களின் ஓட்டத்தைச் சீர் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

குழாய்க் கட்டுப்பாட்டிதழ் குழாய் வழிகளில் பெரும்பாலும் திரைக்கட்டுப்பாட்டிதழ்களையே (gate valve) பயன்படுத்துவர். குழாய் வழிகளை முழுதும் திறப்பதற்கும், மூடுவதற்கும், சில சமயங்களில் தேவைகளின் அளவிற்கேற்றவாறு பகுதியாகத் திறந்து மூடுவதற்கும் இவை பயன்படுகின்றன. கோளகக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் தேவைக்கேற்பப் பாய்மப் பொருள்களைச் செலுத்திப் புதுப்பிக்கப்படக்கூடிய தகட்டுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

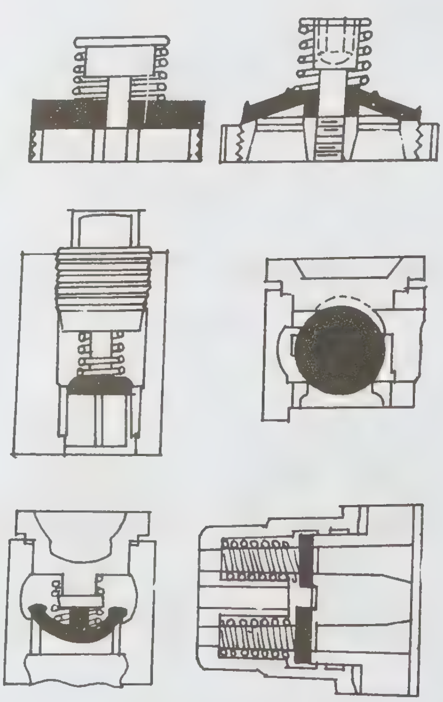


கோளக அடைப்பிதழ்

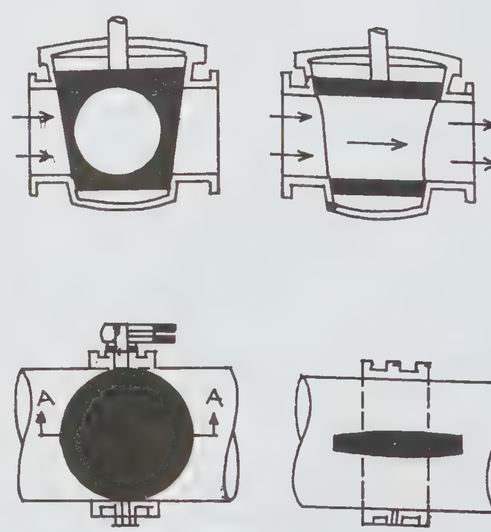


தாரை அடைப்பிதழ்

படம் 2, 3



எக்கிப் பொறி வகை



பட்டாம் பூச்சி அமைப்புக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள்

படம். 4,5

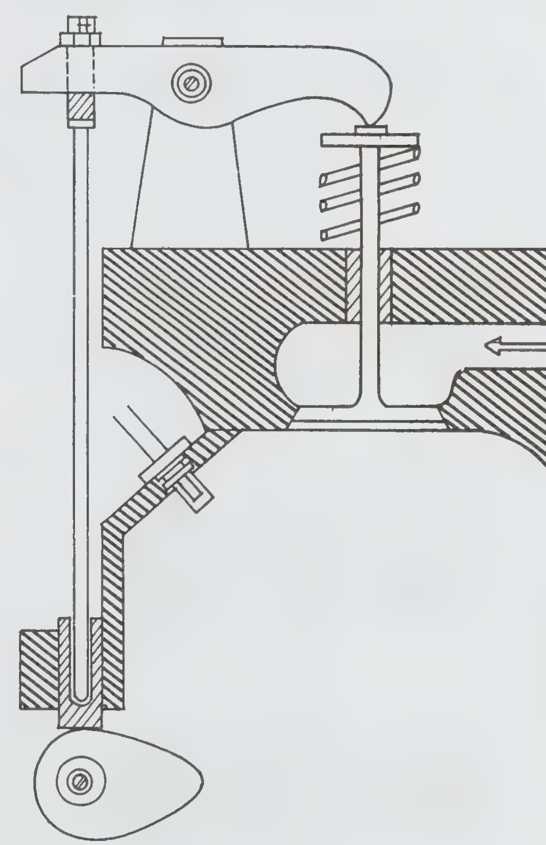
தாரைக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் தாமாக இயங்கிப்பாய்மப் பொருள்களை ஒரு திசையில் மட்டுமோ, இரு திசைகளிலுமோ ஏற்கக்கூடிய குழாய் வழிகளில் செலுத்துகின்றன.

கட்டுப்பாட்டிதழ்களின் கட்டுமான அமைப்புகளில் வெளிப்புறத்தண்டும், கவைகளும் (yoke), பாய்மப் பொருள்களின் நேரடிப் பாய்ச்சலைத் தடுக்கக்கூடிய தடுப்புகளும், மனித ஆற்றலுக்கு மாற்றாகப் பிற ஆற்றல்களைப் பயன்படுத்தும் அமைப்புகளும் கூட்டாக உள்ள ஒருபுற அடைப்பிதழ் அமைப்புகளும் இருக்கும். பொதுவாகக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் பித்தளையிலும், வெண்கலத்திலும் செய்யப்பட்டிருக்கும். வார்ப்பிரும்பினால் செய்த கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் குறைந்த நீராவி அழுத்தமும் குறைந்த வெப்பநிலையும் உள்ள இடங்களில் பயன்படுகின்றன. (113கிலோ, சதுர அங்குலத்திற்கும் குறைவான அழுத்தம்).

எஃகினாலும், எஃகு கலவையினாலும் செய்யப்பட்ட கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் மிக உயர்ந்த வெப்பத்தையும் உயர் அழுத்தத்தையும் தாங்கக் கூடியவையாகும். (எ.கா. 2250 கிலோ/சதுர அங்குலம், 1200°F) வேதியியல் தன்மை மற்றும் செய் தொழிலின் தன்மைக்கேற்பத்தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சில உலோகங்களால் அடைப்பிதழ்கள் செய்யப்படுகின்றன. காப்பு மற்றும் வெளியேற்றக்கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் (safety and exhaust valve) தானியங்கி முறையிலேயே இயங்கித் தற்காப்பிற்காகச் சில உயர் அழுத்தம் உள்ள இடங்களில் பயன்படுகின்றன. அவை குறிப்பிட்ட அழுத்தத்திற்காகத் திட்ட அமைப்பீடு செய்யப்பட்டுப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அழுத்தம் குறிப்பிட்ட அளவைத்தாண்டும்போது இவை தாமாகவே இயங்கி விபத்துகளைத் தவிர்க்க உதவுகின்றன.

நீரியல் சுழலிக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் (hydraulic turbine valve). நீரியல் சுழலிகளிலும் நீர்மின் அமைப்புகளிலும் உள்ள பெரிய அளவிலான (ஏறத்தாழ 6 அடிவிட்டம்) கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் மனித ஆற்றலாலோ பிறவிசையாலோ இயங்கக்கூடியவை. நீர் வீணாவதைத் தடுக்கவும், மிகக் குறைந்த நீரில் சிறந்த செயல்திறனைப் பெற நீரின் போக்கைச் சீர்படுத்தவும், பாய்மப் பொருள்களில் பாய்மத்தின்போது ஏற்படும் விசையிழப்பைக் குறைக்கவும் இவை பயன்படுகின்றன. திரைக் கட்டுப் பாட்டிதழ், பட்டுப் பூச்சிப் போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழ், ஊசி முனைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் முதலியவையும் நீரியல் சுழலிகளின் செயல் திறனை மேம்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

நீராவிப் பொறிக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள். நீராவிப் பொறியில் வழக்கமாக நழுவு முறைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் (sliding valves), உந்து தண்டுக்கட்டுப்பாட்டிதழ் (piston type valves) ஆகியன பயன்படுகின்றன. நழுவும் முறைக் கட்டுப்பாட்டிதழ் ஓர் இணைப்புத் தண்டுடன் பொருத்தப்பட்டு நீராவி உருளையுள் (steam cylinder) உள்ள வாயில்களைத் திறந்தும், மூடியும் செயல்படுகின்றன. பல வாயில்களைக் கொண்ட உந்து தண்டுக் கட்டுப்பாட்டிதழ்களில் பொதுவாகத் தட்டுக்கட்டுப்பாட்டிதழ்களே (disc type valve) பயன்படுகின்றன. இரு பக்க விசை உருளையுள் (double acting cylinder) நான்கு நாய்க்குடை போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழ் (mushroom type valves) முறையே உள்ளனுப்பும், வெளியேற்றும் வேலைகளுக்காக இருபுறமும் பொருத்தப்பட்டு உந்து தண்டின் இயக்கத்துடன் இணைக்கப்பட்டுச் செயல்படுகின்றன. இவை மிகு வெப்பத்தையும், உயர் அழுத்தத்தையும் ஏற்றுத் திறம்படச் செயல்பட உதவுகின்றன. 90 கிலோ/சதுர அங்குலம் அழுத்தம், 100°F மிகு உயர் வெப்பம் இருப்பினும் பொதுவாக நழுவுமுறைக் கட்டுப்பாட்டிதழ்களே பெரும்பாலும் நீராவிப் பொறிகளில் பயன்படுகின்றன. கப்பல் பொறிகளிலும்

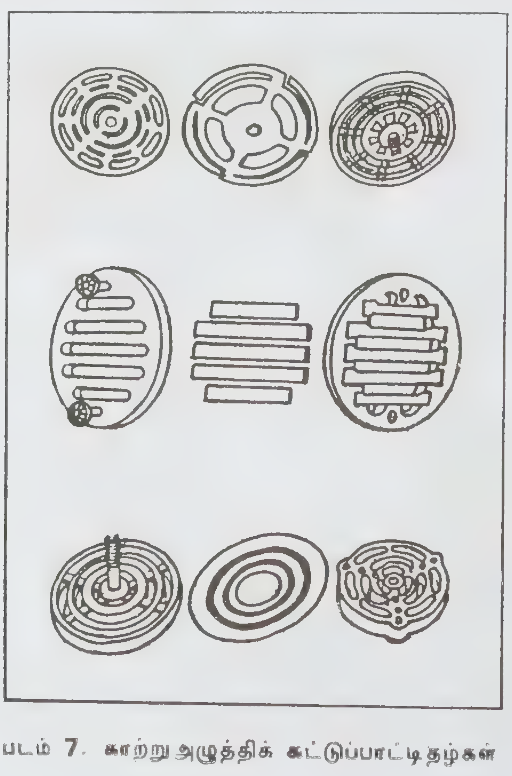

கட்டுப்பாட்டிதழ்த் தொடர்

படம் 6.

போக்குவரத்துப் பொறிகளிலும் இந்த அமைப்பு முறைகளே பயன்படுகின்றன.

உட்கனற் பொறியின் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள். இவ்வகைப் பொறிகளில் பெரும்பாலும் நாய்க்குடை போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழ்களையே பயன்படுத்துகின்றனர். இதன் முகவிட்டம் (face diameter) ஏறத்தாழ 1-2½ அங்குலம் வரை இருக்கும். இவ்வகை நாய்க்குடை போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் உயர் வெப்பத்தையும் அழுத்தத்தையும் தாங்கக் கூடியவையாகவும் கசிவுத் தன்மையற்றவையாகவும் இருக்கும். இவை தானியங்கி ஊர்திகளில் பயன்படுகின்றன. இவை சுருள் வில்லால் தாங்கப்பட்டுக் கட்டுப்பாட்டிதழ் தள்ளும் அமைவுடன் (tapper) இணைக்கப்பட்டு ஒரு நெம்புருளால் (cam) உந்தப்பட்டு இயக்கப்படுகின்றன. இவை நான்கு வீச்சுப் பொறிகளுக்கு மட்டும் பயன்படுகின்றன. இரு வீச்சுப் பொறிகளில் குழல் வாயில்கள் மட்டும் உண்டு. அவை உந்து தண்டின் கீழ் அசைவாலேயே இயங்கும். நாய்க்குடை போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் குளிரூட்டும் முறையில் பேணப்படுகின்றன. இவை உலோகக் கலவைகளால் செய்யப்படுகின்றன.

காற்றழுத்தப் பொறிகளின் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள். காற்றழுத்தப் பொறிகளில் பயன்படக்கூடிய கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் சாதாரணமாகத் தானியங்கி முறை அழுத்த வேறுபாடுகளுக்கு இணங்க இயங்கக்கூடிய தட்டுமுறைக்கட்டுப்பாட்டிதழ்களாகும். இவை முன் பின் நகரக்கூடிய சுருள் வில்லால் ஒரு புறமாகத் தாங்கப்பட்டு வெவ்வேறு அழுத்தங்களைப் பிரிக்கக் கூடிய இடங்களில் வேறு நேரடி எந்திரப் பின்பற்றிகளும் இல்லாமல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். காற்றின் வேகம் சாதாரணமாக நிமிடத்திற்கு 5000 அடி என்னும் நிலையில் இருப்பதால் அந்த அழுத்தத்திற்கு ஈடு செய்து இயங்கக்கூடிய வகையில் இதன் பகுதிகள் வடிவமைக்கப்பட்டு எளிய முறையிலும் குறைந்த செலவில் பேணும் வகையிலும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். உயர்அழுத்தத்தை உற்பத்தி செய்யும் பொறிகளில் நாய்க்குடை போன்ற அடைப்பிதழ்களும் 450 கிலோவுக்கும் குறைவான அழுத்தத்திலும் பயன்படுவதுண்டு.



படம் 7. காற்று அழுத்திக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள்

எக்கிப் பொறிக்கட்டுப்பாட்டிதழ்கள். எக்கிப் பொறிகளுக்கான கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் மேற்கூறப்பட்ட வகையிலிருந்து கட்டமைப்பில் சற்றே வேறுபடும். இதன் கட்டமைப்பு, பொறியின் உட்செல்லக்கூடிய நீர்மத்தின் பாகுத்தன்மை (viscosity), அமில காரத் தன்மைகள், அவற்றின் ஆவியாகும் கூறுகள், பொறியின் உள்ளே வரும் தூசுகள், நார்கள் மற்றும் நீர்மங்களின் வெப்பம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் வேறுபடும். இவற்றின் அமைப்புகள் படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

- வெ. ஸ்ரீதர்

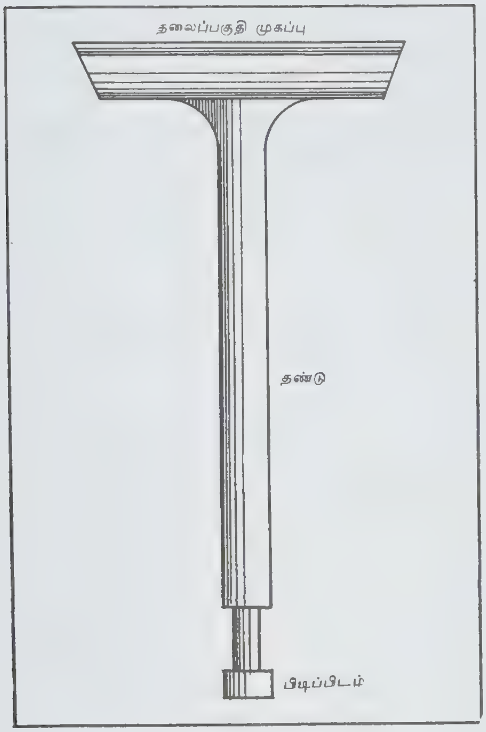
கட்டுப்பாட்டிதழ் இயக்கத்தொடர்

உட்கனற் பொறியில் (internal combustion engine) உள்ள கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் நாய்க்குடை (mushroom) போன்றவை.

கட்டுப்பாட்டிதழ்களின் தோற்றம். நாய்க்குடை போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழின் தோற்றத்தைப் படம் 1 இல் காணலாம்.

கட்டுப்பாட்டிதழ்ப் பிடிப்பிடம் (valve groove). பொதுவாகக் கட்டுப்பாட்டிதழ் உட்கனற் பொறியில் நான்கு விதமாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். L வடிவம் - உருளையின் வெளிப்புறத்தில் நேர் கோடுகளிலும், I வடிவம் - உருளையின் மேல்புறத்தில் உருளையின் மேலேயும், F வடிவம் - உருளையின் மேல் ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்றாகவும், T வடிவம் - உருளையின் இடப்புறத்திலும் வலப் புறத்திலும் அமைந்திருக்கும். பல வடிவங்களில் அமைத்தாலும் பெரும்பாலும் I வடிவ முறையே பயன்படுகின்றது.

உட்கனற் பொறி என்பது காற்றை உள்ளிழுத்து வெளியேற்றும் காற்றழுத்தப் பொறியேயாகும். ஏனெனில் அதனுள் கலக்கப்படுகின்ற எரிபொருளின்

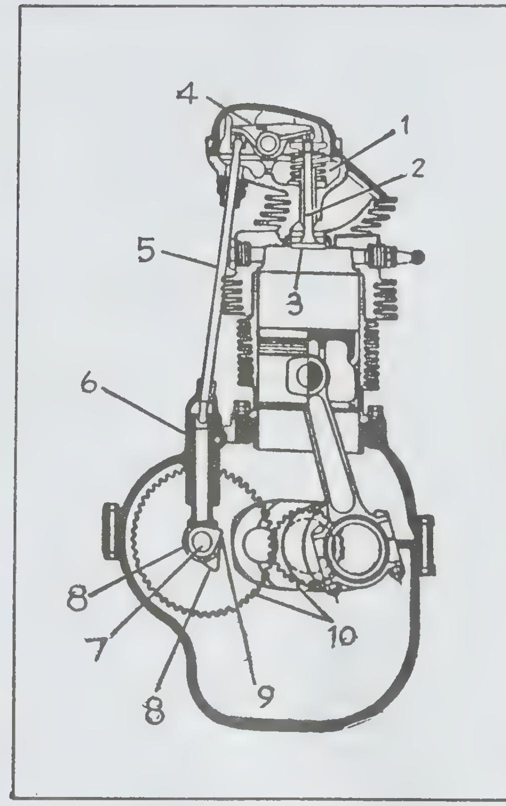


படம் 1. கட்டுப்பாட்டிதழ்

அளவு மிகவும் குறைவாகும். அதனால் உருளையில் ஒரு நிமிடத்திற்குச் செலுத்தப்படும் காற்றின் அளவு மிகுதியாகும். அதைப் பொறுத்துப் பொறியின் திறனும் ஆற்றலும் அமையும். அதனால் உட்செல்லும் காற்றின் அளவைக் கட்டுப்படுத்துவது ஓர் இன்றியமையாத பணியாகும். இப்பணிக்கெனப் பொருத்தப்பட்டிருப்பவையே நாய்க்குடை போன்ற கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் ஆகும்.

இயக்கம். பெரும்பாலான நான்கு வீச்சுப் பொறிகளில் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் I வடிவ முறையில் பொருத்தப்பட்டு உள் நோக்கிக் கவிழ்ந்து, அவை திறக்கப் பட்டதும் வெளியே உள்ள காற்று அல்லது காற்றுக்கலவை அல்லது எரிபொருள் கலவை நேரடியாக உந்தின் மீதே படுமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கட்டுப் பாட்டிதழ்கள் சரியாகப் பொருந்துவதற்காக அவற்றின் முகப்பிற்குத் தகுந்தவாறு உருளையில் கூம்பு வடிவத்தில் கடைந்து எடுக்கப்பட்டு இடைவெளியின்றிச் சரியாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

கட்டுப்பாட்டிதழ் எப்போதும் மூடப்பட்ட நிலையில் ஓர் அழுத்தப்பட்ட நீள் சுருள் வில்லால் தாங்கப்பட்டிருக்கும். கட்டுப்பாட்டிதழ் ஒரு முறை அழுந்தித் திறந்தபின் அதை அதன் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வர அந்த வில் தகுந்த விசையோடு இருக்கும். ஒவ்வொரு முறையும் கட்டுப்பாட்டிதழ் திறக்

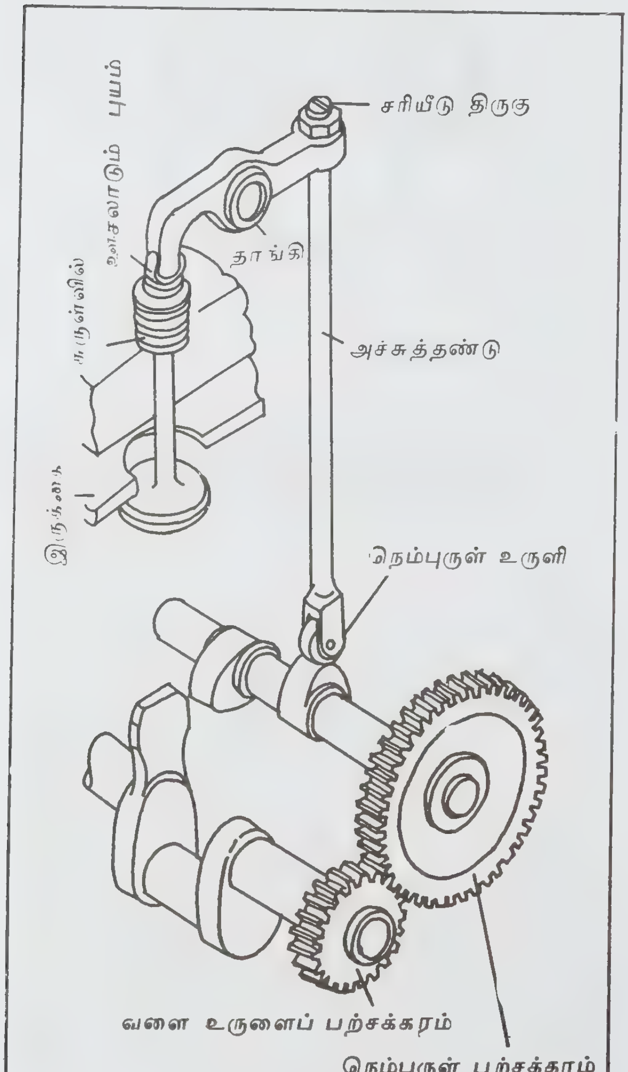


படம் 2. உட்கனற்பொறி கட்டுப்பாட்டிதழ் இயக்கம்

1. அடைப்புச்சுருள்வில் 2. கட்டுப்பாட்டிதழ் 3. தண்டு 4. தள்ளு தண்டு 5. நெம்புருள் உருளை 6. ஊசலாடுபுயம் 7. பின்பற்றி 8. நெம்புருள்கள் 9. நேரங்கணிப்புப் பல்லிணை

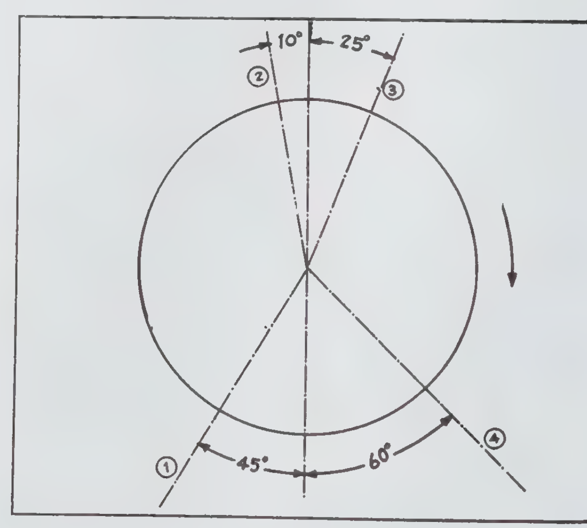
கும்போதும் சுருள்வில் அழுத்தப்பட்டு உருளைப் பாளத்தில் உள்ள கட்டுப்பாட்டிதழ் இருக்கையிலிருந்து (valve seat) விடுபட்டுக் கீழ் நோக்கித் திறக்கும். அவ்வாறு திறக்கப்பட்டதும் அவ்விடத்தில் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு மிகுதியாக இருப்பதால் அதன் வழியே உள்வரும் காற்றும் வெளியேறும் புகையும் பெருமளவில் மிகக் குறைந்த நேரத்தில் செல்ல முடியும். இந்தக் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் கலவை உலோகங்களால் ஒரே பகுதியாகச் செய்யப்பட்டவையாகும். எனினும் வெளியேற்றுங் கட்டுப்பாட்டிதழ்களில் மிகுந்த வெப்பம் வெளிப்படுவதால் ஒரு சில பொறிகளில் மட்டும் அதன் கட்டுப்பாட்டிதழ்த் தண்டின் உட்பகுதியில் குறிப்பிட்ட அளவு சோடியம் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். சோடியத்தின் உருகுநிலை மிகுதியாகும். அதனால் ஒவ்வொரு முறையும் கட்டுப்பாட்டிதழ் அழுந்தி எழும்போது மேலுள்ள சோடியம் கீழ்ப்பகுதிக்கு வந்து கட்டுப்பாட்டிதழைக் குளிரச் செய்து வெப்பத்தால் கட்டுப்பாட்டிதழ் சீர்கெடாதவாறு கவனித்துக் கொள்கிறது.

நெம்புருள் இயங்கமைப்பு (cam mechanism). பொறியின் கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் பொதுவாக நெம்புருள்களால் இயக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நெம்புருளின் பின்பற்றியிலும் ஒரு கட்டுப்பாட்டிதழ்த் தள்ளமைப்பு இருக்கும். இக் கட்டுப்பாட்டிதழ்த் தள்ளமைவு, அதன் தண்டுடன் (valve stem) நேரடியாகவோ, பிற தண்டுகளுடனோ தொடர்பில் இருக்கும். வடிவக் கட்டுப்பாட்டிதழ்களின் சில பொறிகளில் இந்த நெம்புருள்தண்டு, உருளைப் பாளத்திற்கு மேற்புறத்தில் இருக்கும். பெரும்பாலானவற்றில் நெம்புருள் தண்டு உருளைப் பாளத்தின் கீழ்ப் பகுதியில் உள்ளேயே இருக்கும். அவ்வாறு உள்ளே இருக்கும் நெம்புருள் தண்டுகளில் கட்டுப்பாட்டிதழ்த் தள்ளமைவு, தள்ளுந்தண்டுடன் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். தள்ளுத்தண்டின் மேற்பகுதியில் அமுக்கும் தண்டு (push rod) அகலமாக இருக்கும். நெம்புருளின் கூம்புப் பகுதி கட்டுப்பாட்டிதழின் தள்ளமைவினைத் தள்ளுவதால் அதில் உள்ள தள்ளுத் தண்டு மேல் நோக்கி எழும். அவ்வாறு எழுகையில் அதனுள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் அழுத்தக் கட்டுப்பாட்டிதழின் தண்டு, கீழ்நோக்கிச் சுருள் வில்லின் விசையை மீறி அழுத்தும்போது கட்டுப்பாட்டிதழ் திறக்கும். இந்த நெம்புருள் தண்டு எந்திரப் பொறியின் வணரித்தண்டால் (crank shaft) இயக்கப்பட்டு அதன் வேகத்தில் பாதி குறைக்கப்பட்டுச் சுழன்று கொண்டிருக்கும். அவை இரண்டுப் பற்சக்கரங்களால் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். சில பொறிகளில் சங்கிலிகளாலும் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 3. நெம்புருள் இயங்கமைப்பு

நேரங்கணித்தல் (valve timing). கோட்பாட்டின்படி (theoretically), ஒவ்வொரு வீச்சின் தொடக்கத்திலோ இறுதியிலோ கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் திறந்து மூடினாலும் செயல்முறையில் வரும்போது, பொறியின் திறனை முழு அளவு பெறவும், எரிபொருள் வீணாகாமல் இருக்கவும், எரிந்த வளிமத்தை விரைவாக வெளியேற்றவும், கட்டுப்பாட்டிதழ்கள் முன் பின்னாகத் திறக்கவும் மூடவும் நேரமுறைப்படிச் செயல்படுகின்றன. நெம்புருள் தண்டில் உள்ள நெம்புருள்கள் அந்தந்த நேரத்தில் திறப்பதற்கேற்ற வாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சரியான நேரத்தில் இயங்குவதைக் கண்காணிப்பதற்கேற்ப வளை உருளையின் பற்சக்கரத்திலும் நெம்புருள் பற்சக்கரத்திலும் அடையாளக் குறிகள் இடப்பட்டிருக்கும். பொருத்தும் போது, சரியாகப் பொருத்தப்பட்டால் நேரங்கணித்தல் பணி இயல்பாகவே சரிவர நடைபெறும்.



படம் 4. நேரங்கணித்தல் வரைபடம்

1. உள்வழிமூடல் 2. உள்வழித் திறப்பு 3. வெளிவழிமூடல் 4. வெளிவழித் திறப்பு

அடைப்பிதழ்கள் முன்பின் திறப்பதை வளை உருளை யின் கோணங்களில் குறிக்கலாம். நேரங்கணித்தலை ஒரு வரைபடம் மூலமும் விளக்கலாம்.

- வெ. ஸ்ரீதர்

கட்டுமானக் கருவிகள்

குறிப்பிட்ட கட்டுமான வேலைகளையும், தகர்ப்பு வேலைகளையும் செய்யும் ஆற்றலால் இயங்கும் பெரும் எந்திரங்கள் பல வகைகளில் உள்ளன. ஆற்றல் நிலையம் ஓர் எந்திரத்தில் தனிப்பகுதியாகவே உள்ளது. ஆனால், சிலவற்றில் ஆற்றல் நிலையம் தலைமை ஊர்திகளில் (prime movers) அமைக்கப் படுகிறது. அவை உருளைகளிலும் (roller) அமைக்கப் பட்டுள்ளன. கட்டுமான எந்திரங்களை ஏற்றுதல், அகழ்தல், எடுத்துச் செல்லல், தர வரிசைப் படுத்தல் (grading), பதித்தல் (paving), துளையிடல், குத்துத் தூண் இறக்கல் (pile driving) போன்ற பணிகளுக் கேற்ப வகைப்படுத்துவது வழக்கம்.

நெடுங்காலமாகக் கிடைக்கக்கூடிய எந்திரங்களில் சிலவற்றில்தான் ஒழுங்கமைவு வழி முறைகள் மாற்றம் செய்யப்பட்டுள்ளன. வேகம், திறன், நுட்பம் இவற்றைப் பெருக்கும் வகையில், இயக்குபவரின் வசதியையும், பாதுகாப்பையும் பெருக்கக்கூடியதும், இரைச்சலைக் குறைப்பதன் மூலம் பொதுநலனைப் பேணக்கூடியதுமான புதிய எந்திர வடிவமைப்புகளை உருவாக்குவதற்கு ஊக்கம் அளிக் கப்பட்டு வருகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வேலைக்கு ஓர் எந்திரத்தைத் தேர்வு செய்வது குறிப்பாகப் பொருளாதாரத்தைக் கருத்தில் கொண்டே அமை கிறது. முதலாவதாக வேலைத் திறனைப் பொறுத்தும், அடுத்து அப்பொறி கிடைக்கூடிய வாய்ப்பைப் பொறுத்தும் பொறி தேர்வு செய்யப்படுகிறது.

ஏற்றும் கருவிகள். இவ்வகைக் கருவிகள் மூலப் பொருள்களை ஒரு மேட்டில் (elevation) இருந்து பிறிதொரு மேட்டிற்கு ஏற்றவோ இறக்கவோ பயன் படுகின்றன. பிறிதோரிடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும் போது இடையே தடைகளிலிருந்தாலும் இவை பயன் படுத்தப்படும். ஏற்றி அமர்த்தும் கருவிகளில் சுமை தூக்கு அமைப்பு (derrick), கம்பிக்கயிறு வழி (cable way), ஒந்தித்தூக்கி (crane), உயர்த்தி (elevator), செலுத்தமைப்பு (conveyor) ஆகியன குறிப்பிடத் தக்கவையாகும்.

சுமைதூக்கு அமைப்பு. இது நிலைநிறுத்தும் கயிறு (guy), விறைப்பான கால் (stiff leg) முதலியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. நிலை நிறுத்தும் கயிற்றால் செங் குத்தாக நிறுத்தப்பட்ட பெருந்தூணும் (mast), தூணைச் சுற்றி 360° சுழலக்கூடிய நெடுங்கையும் (boom) உள்ளன. விறைப்பான கால்களில் பெருந் தூண் வேறு இரு உறுதியான சட்டங்களுடன் இணைத்துக் கட்டப்படுகிறது. இக்கட்டடங்களின் அமைவிடத்தைப் பொறுத்து நெடுங்கையின் சுழற்சி அமையும். எஃகு நாட்டல், அச்சுத்தண்டு (shaft) ஏற்றல் போன்ற புறப்பெயர்ச்சி பெரிதும் தேவைப் படாத பணிகளுக்கே சுமை தூக்கு அமைப்புகள் வழக்கமாகப் பயன்படுகின்றன.

கம்பிக் கயிறுவழி. இது ஏற்றியும், எடுத்துச் செல்லும் வாளியும் இணைந்த அமைப்பாகும். கம்பிக்கயிறுவழி (cable way) இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கோபுரங்களுக்கிடையே கட்டப் பட்ட வடங்களின் மேல் நகரக் கூடிய வாளியைக் கொண்டது. கோபுரங்கள் நிலையானவையாகவோ பக்கங்களில் சாயக்கக்கூடியவையாகவோ அமைக்கப் படும். அவ்வாறு பக்கங்களில் சாய்த்தாலும் கம்பிக் கயிறு ஏறக்குறைய முழுமையான நேர்போக்குகளுக்கே இடமளிக்கிறது. எனவே, கட்டுமானப் பணியில் இதன் பயன்பாடு அணைகள், தூர்வாருதல், இழுவை வேலைகள், சிறப்புப் பாலங்கள் ஆகியவற்றுக்கே ஏற்புடையது.

உயர்த்தி. கட்டுமான உயர்த்தி (elevator), பயணி கள் பயன்படுத்தும் உயர்த்தியைப் போன்றதேயாகும். இது ஒரு கட்டகச் சட்டகத்திற்குள் (structural frame work) இயங்கும் மேடை அல்லது ஊர்தியை உடையது. இம்மேடையை உயர்த்தவோ தாழ்த்த வோ வடங்கள் பயன்படுகின்றன. உயர்த்தி, மூலப்

படம் 1. நீரியல் ஒந்தித்தூக்கி

பொருள்களைச் செங்குத்துத்திசையில் மட்டுமே எடுத்துச் செல்வதால் அவற்றைப் பக்கங்களுக்கு எடுத்துச் செல்ல வேறு கருவிகள் தேவைப்படுகின்றன. எனவே, கனமற்ற பொருள்களைச் சிறு பணிகளுக்கு எடுத்துச் செல்ல மட்டுமே உயர்த்திகள் பயன்படுகின்றன.

ஒந்தித்தூக்கி. இதில் ஓர் இயங்கும் நெடுங்கை, ஒரு சட்டகத்தின் மீது பொருத்தப்பட்டு உள்ளது. சட்டகத்தில் ஆற்றல் வழங்கும் அமைப்பும், பளு வேற்கும் வடங்களை ஏற்றி இறக்க நெடுங்கையை இயக்குவதற்கான எந்திர அமைப்பும் உள்ளன. நெடுங்கையின் உச்சியிலுள்ள கப்பியின் வழியாக வடங்கள் செல்கின்றன. முன்பு அனைத்து ஒந்தித் தூக்கிகளுமே நகரக்கூடியவையாக இருந்தன. அதாவது காற்றடைக்கப்பட்ட சக்கரங்கள் (tyres), விளிம்பு (flange) அமைப்புக் கொண்ட சக்கரங்களின் மீது ஏற்றப்பட்ட அடிச்சட்டத்துடன் (chassis) பொருத்தப்பட்டிருந்தன. மேலும் இவ்வகை எந்திரங்கள் நகர்ந்து நகரவேண்டிய இடத்தில் அனைத்து இயக்கங்களுக்கும், வேலைகளுக்கும் பயன்படுகின்றன.

படம் 2. இருப்புப்பாதை முற்றத்தில் பாறையைத் தூக்கிச் செல்லும் செலுத்தமைப்பு

எனினும், ஐரோப்பிய மற்றும் ஆஸ்திரேலியக் கோபுர ஒந்திகளும், ஏறு ஒந்திகளும் பரவலாகி வருகின்றன. இவை புறப்போக்குகள் தேவையற்ற மிக உயர்ந்த கட்டட வேலைகளுக்கு மிகவும் பயன்படுகின்றன. கிடைமட்டத்திலோ குறுக்காகவோ அமைந்த நெடுங்கைகள் கொண்ட இந்த எந்திரங்கள் கட்டுமானம் உயர உயரஉயர்கின்றன. மேலும், சில பகுதிகளைத் தங்கள் கோபுரத்துடன் இணைத்துக் கொள்வதன் மூலம் இவை உயர்கின்றன. நகரும் ஒந்திகளைப் போன்று விரைந்து இயங்கும் நெடுங்கைகளும் நேர்பாதையிலான செயல்பாடு கொண்டனவாக இருப்பினும் நெடுங்கையின் போக்கு வரையறுக்கப்பட வில்லை.

செலுத்தமைப்பு. தாழ்வான கட்டடங்களின் கட்டுமானத்திற்குத் தேவையான மூலப்பொருள்களை ஏற்றுவதற்குச் செலுத்தமைப்புகள் (conveyor) அரிதாகப் பயன்படுகின்றன. ஒரு சட்டகத்தின் மேல் ஏற்றப்பட்டு நகரும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ள முடிவற்ற வாரின் (endless belt) மேல் குறைந்த பளுவுடைய செங்கல் சிமெண்ட் மூட்டைகள் ஆகியவற்றைச் சுமந்து செல்லும் இந்த எந்திரத்தை ஒன்று அல்லது இரண்டு மாடிகளுக்கு மேற்பட்ட கட்டடங்களுக்குப் பயன்படுத்த இயலாது. இருப்புப்பாதை முற்றம் (yard) ஒன்றின் மேல், கற்களை ஏற்றிச் செல்லும் ஒரு செலுத்தமைப்பு படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அகழ் கருவிகள். இவ்வகைக் கருவிகள் செந்தர நில அகழ்வி (standard land excavator), தூர்வாரி (dredger) என்று வகைப்படுத்தப்படும். இவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் பல்வேறுபட்ட இனங்களை உள்ளடக்கியிருக்கும்.

நிலஅகழ்வி. இக்கருவி வகையில் மண்ணையும், கல்லையும் தோண்டி எடுத்துச் செல்லும் தனிக்கருவிகள், கொட்டும் வேலையை மட்டும் செய்யும் கருவிகள், எந்திரங்களையும், பொருள்களையும் தூக்கி வேற்றிடத்திற்குக் கொண்டு செல்லும் கருவிகள் ஆகியன அடங்கும்.

மண்கோதி (shovel), அனைத்து இழுப்பி (drag-line), அனைத்து வெட்டி (back hoe), பல்வகை வாளிகள் கொண்ட ஒந்திகள் முன்முனைச் சுமையேற்றி (front end loader), தோண்டும் வார் சுமையேற்றி (excavating belt loader), அகழிதோண்டி (trencher), தொடர் வாளி அகழ்வி (continuos bucket excavator) ஆகியன முன்னர்க் கூறிய வகையில் அடங்கும். இரண்டாம் வகை, பெரு மண் தள்ளி (bull dozer), பல்வகைச் சுரண்டி (scraper) ஆகியவற்றைக் கொண்டது.

மண்கோதி. செங்குத்தான கரைகளுக்கிடையே தோண்டுவதற்கும் பாறைகளை அகழ்ந்தெடுப்பதற்கும் இது மிகவும் ஏற்ற எந்திரமாகும். மண் கோதியில் ஒரு சிறிய கட்டையும் (short boom), அதன்மீது இயக்கப்படக்கூடிய காம்பும் (dupper stick) காம்பின் முனையில் ஒரு திறந்த வாளியும் உள்ளன. வாளி, எந்திரத்திலிருந்து வெளித்திசையில் மேல்நோக்கித் தோண்டுகிறது. தோண்டிய மண், வாளியில் முன் முகப்பைத் தாழ்த்துவதன் மூலம் கொட்டுகிறது. முகப்பைத் தாழ்த்துவதற்கு வாளியின் அடிப்பகுதியில் ஒரு கீல் அமைந்துள்ளது. சரக்கு வண்டியொன்றில் மண்ணேற்றும் மண்கோதியைப் படம் 3 காட்டுகிறது.

முன்முனைச் சுமையேற்றி. இது மண்கோதியின் இடத்தைப் பெரிதும் ஆக்கிரமிப்புச் செய்து கொண்டுள்ளது. சிறிது காலத்திற்குள் மிகப்பெரும் வேலைகளைத் தவிர்த்து அனைத்துப் பணிகளிலும் இச்சுமையேற்றியே முதன்மை பெறுகின்றது. பத்தாண்டுகளுக்கு முன்னர் 9-18 மீட்டர் கொள்ளளவு கொண்ட வாளிகள் மண்கோதிகளுக்கே பெரியனவாகத் தோன்றின. ஆனால், தற்போது 18 மீட்டர் கொள்ளளவுள்ள வாளிகளை இயக்கக்கூடிய சுமையேற்றிகள் (loader) கட்டப்படுகின்றன. ஊர்ந்து செல்லும் வண்டி (crawler) அல்லது ரப்பர் சக்கரங்களை உடைய ஒரு வண்டியின் முன்முகப்பில் பல இயங்கு கைகள் அமைந்துள்ளன. இவற்றில் ஒரு வாளி தனியாக ஏற்றி வைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுமையேற்றி இயக்கம், பணியாற்றும் வேகம், குறைந்த செலவு, இயக்குவதில் எளிமை, எந்திரத்தின் குறைந்த பளு ஆகிய இயல்புகளைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட திறனுடைய சுமையேற்றியின் விலை அதே திறனுடைய மண்கோதியின் விலையில் பாதியாகவே உள்ளது. சில சமயங்களில் மூன்றிலொரு பங்காகவே உள்ளது. மண்கோதியை இயக்குவதற்குப் பொதுவாக இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மனிதர்கள் தேவைப்படுவர். ஆனால் சுமையேற்றியை இயக்க ஒருவரே போதும். நிலத்தில் இயங்கும் ஒரு சுமையேற்றி படம் 4 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அனைத்து வெட்டி. இது ஒரு தலைகீழான மண்கோதியாகும். இதன் வாளி இணைக்கப்பட்ட நெடுங்கையுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. எந்திரம் இருக்கும் திசையில் மேல்நோக்காக வெட்டுகிறது. கொட்டுமிடத்தில் வாளி தலைகீழாகத் திருப்பப்பட்டு மண் கொட்டப்படுகிறது. அனைத்து வெட்டிகள் (back hoe) தனி எந்திரங்களாகத் தயாரிக்கப்பட்டாலும் ஊர்ந்து செல்லும் சுமைதூக்கி, ரப்பர் சக்கர வண்டியிலுள்ள சுமை தூக்கிகளின் மீது அமைக்கப்பட்ட இணைப்புகளாகவும் அமைக்கப்படுகிறது. அனைத்துத்தோண்டி குறிப்பாக ஆழமான அகழிகள் தோண்டுவதற்கும் பயன்படுகிறது.

அனைத்து இழுப்பி. இது நான்கு பக்கங்கள் கொண்ட வாளியாகும். ஓர் அகழும் எந்திரத்தைத் தாங்க இயலாத மிகவும் ஈரமான மண்ணாயின் இந்த எந்திரம் பயன்படும். வழக்கமாக, இது ஒரு சுமைதாங்கியின் நெடுங்கை தாங்கிய ஊர்தியொன்றில் எடுத்துச் செல்லப்படும். ஆனால் தோண்ட வேண்டிய தொலைவு மிகுதியானால் கம்பி கயிறுவழியாகவும் இதை இயங்கச் செய்யலாம் வெட்ட வேண்டிய இடத்திற்கு வடங்களின் வழியாக வாளி எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.(படம் 4) நிலத்தின் வழியாக இழுக்கும்போது மண்ணை அகழ்ந்து வாளியைத் தானே நிரப்பிக் கொள்ளும் விதத்தில் அனைத்து இழுப்பி வடிவமைக்கப்படுகிறது. முன்முனை தாழ்த்தப்படும்போது வாளி காலியாகிறது.

சிப்பி வடிவ வாளி. செங்குத்தாக மட்டுமே வெட்டக்கூடிய இருபக்கமும் உடைய வாளியே சிப்பி வடிவவாளி (clamshell bucket) எனப்படுகிறது.

படம் 3. சரக்கு வண்டிகளில் சுமையேற்றும் மண்கோதி

அலகுகள் (leaves) திறந்திருக்கும்போது வாளி இறக்கப்படுகிறது. வெட்டும்போது மூடப்படுகிறது. முன்னாளில் சிப்பிகள் ஒந்திகளிலிருந்தோ தாங்கு சட்டங்களிலிருந்தோ (gantries) வரும் வடங்களில் தொங்கவிடப்பட்டன. இவை தம் எடையால் இயக்கப்பட்டமையால், தோண்டுவதில் நுட்பம் இல்லை. இதனால் இவை மென்மையான மண்ணுக்கும், இறுக்கமில்லாப் பாறைகளுக்குமே பயன்பட்டன. தற்காலத்தில் பல சிப்பி வடிவ வாளிகள் விசையால் இயங்கும் நெடுங்கைகளில் நேராகப் பொருத்தப்பட்டு நீர்விசையால் இயக்கப்படுகின்றன. இவை இறுக்கமான தரையிலும் பொருத்தப்பட்டு நீர்விசையால் இயக்கப் படுவதோடு மிகவும் நுட்பமாகச் செயலாற்றவும் வல்லவை.

ஆரஞ்சுத்தோல் வடிவ வாளி. இது பல அலகுடைய வாளியாகும். பொதுவாக வடிவத்தில் வட்டமாக அமைந்தவை. இதுவும் சிப்பி வாளி போலவே வடத்தின் வழியாகத்தன் எடை மூலம் இயங்குகிறது. எனினும், சிப்பி வாளியைப் போலவே இதுவும் கையுடன் பொருத்தப்பட்டு நீரியல் விசையால் இயக்கப்படுகிறது. சிறு அச்சுத்தண்டுகள் வடிகால்கள், கழிவுநீர், குழாய்கள் ஆகியவற்றைத் தூய்மைப் படுத்துவது ஆரஞ்சு தோல் வாளியின் பயன் களில் ஒன்றாகும். பெரும் எந்திரங்கள் வழக்கமாக உடைந்த பாறைகளை அகழ்ந்தெடுப்பதற்குப் பயன் படுகின்றன.

பிடிப்பான்கள் (grapple). இவ்வகையில் சிப்பிவடிவ வாளி, ஆரஞ்சுத்தோல் வடிவவாளி ஆகியவை இயங்கும் அடிப்படையில் பல இயங்கும் முனைகள் உடைய கரண்டிகளின் (tined grabs) இனங்கள் அடங்கும். இவை சில குறிப்பிட்ட நோக்கங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும். குறிப்பாகப் பெரும் மரத்தடிகள், குழாய்கள், பாறைகள் இவற்றைத் தூக்குவதற்குப் பயன்படுகின்றன.

தோண்டும் வார் சுமையேற்றி (excavating belt loader). இவ்வகை எந்திரங்கள் சேமிப்புக் கிடங்கில் இருந்து (stock pit) மூலப்பொருள்களை ஏற்றுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. மேலும் வார்கள் செங்குத் தாகவோ, சாய்வாகவோ அமைக்கப்பட்டு அவற்றின் மீது சிறு வாளிகள் ஏற்றி அனுப்பப்படுகின்றன. சில வார் சுமையேற்றிகள் நகரக் கூடியனவாக உள்ளன. சில நிலையானவையாகும்; இவற்றின் வார்களில் பெருமண்தள்ளிகளால் மண் ஏற்றப்படுகிறது. இவை தொடர்ந்து இயங்குவதால் பிற தோண்டிகளைவிடச் சிறப்பு வாய்ந்தவையாக உள்ளன.

அகழ்வு எந்திரம் (trenching machine). அகழிகள் வெட்டுவதற்கான இக்கருவியில் தெருவிலிருந்து வீட்டிற்கு எடுத்துச் செல்லும் சிறு குழாய்களுக்கான கையால் தள்ளிச் செல்லும் சிறு எந்திரங்கள் முதல் 3500 கி. மீ. நீளத்திற்கு மேற்பட்ட கண்டங்களுக்கு இடையேயான குழாய்த்தொடர்களுக்கான (pipe line) நான்கு அடி அகன்ற அகழியை வெட்டக்கூடிய பல டன் நிறையுடைய எந்திரங்கள் வரை பல வகை களில் உள்ளன. எனினும், இவை அனைத்தும் அடிப் படையில் ஒரே தத்துவத்தில் இயங்குகின்றன. வாளி கள் ஒரு நாற்காலி அல்லது ஒரு சக்கரத்தின் மீது வரிசையாக ஏற்றப்பட்டுள்ளன. இவை தரையிலிருந்து மண்ணைச் சுமந்து வெட்டிய அகழியின் இருமருங்கி லும் கொட்டுகின்றன.

படம் 4

தொடர் வாளி தோண்டி (continuos bucket excavator). இந்தத் தோண்டி அகழி வெட்டும் எந்திரத்தைப்போலவே இயங்குகிறது. ஆனால், அகன்ற பரப்பில் குறைந்த ஆழத்திலிருந்து மண்ணையும் கலகலப்பான பாறைகளையும் அகற்றும் விதத்தில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த எந்திரங்கள் தாமாகவே இயங்கக் கூடியவை. இவை தொடர்ந்து வண்டிகளில் சுமை ஏற்ற வல்லன; நிரப்பப்பட்ட வண்டியிலிருந்து வெற்று வண்டிக்கு இரண்டு நொடிகளுக்குள் தாவும் ஆற்றல் கொண்டவை. மேலும், மண்கோதி மற்றும் சுமையேற்றி இயக்கங்களுக்குத் தேவையான வேறுசெயல்கள் தொடர் வாளி தோண்டியில் தேவையில்லை. எனவே, தொடர்வாளி தோண்டி விரைவாக இயங்க முடிகிறது. இந்த எந்திரம் பெரிய அகழும் பணிகளைச் சிக்கனமான முறையில் நிறைவேற்ற உதவுகிறது.

தோண்டியும் இழுப்பியும் இணைந்த எந்திரங்கள். கட்டுமானக் கருவிகளின் வகைப்பாட்டின் கீழ் பெருமண்தள்ளி, சுமைகொண்டு செல்லும் சுரண்டிகள், தாமே சுமையேற்றிக் கொள்கின்ற அல்லது மேல்நிலைக்குக் கொண்டு செல்கின்ற சுரண்டிகள், முன்முனைச் சுமையேற்றிகள் ஆகியன உள்ளன.

பெருமண்தள்ளி. ஊர்ந்து செல்லும் வண்டிகள் அல்லது ரப்பர் சக்கர இழுப்பியின் முன்முகப்பில் ஒரு வளைந்த அலகு (blade) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அலகு, மண்ணையும் உடைந்த பாறைகளையும் வெட்டி ஓரிடத்திலிருந்து பிறிதோரிடத்திற்குத் தள்ளிச்செல்கிறது. இது ஒரு கிளரியுடன் (ripper) பயன்படுகிறது. இக்கிளரி, ஓர் இழுப்பியின் பின்பக்கத்தில் பொருத்தப்பட்ட கனத்த பற்களைக் கொண்ட அமைப்பாகும். கிளரி பாறைகளைப் பெயர்த்து வைக்க மண்தள்ளி அவற்றைத் தள்ளிச் செல்கிறது. மண்தள்ளி ஒருமுறை எடுத்துச் செல்லும் மண்ணின் அளவு அகழ்வின் புற அளவுகளைப் பொறுத்தது. ஆகவே மண்ணை சில நூறு அடித் தொலைவிற்கு அப்பால் எடுத்துச் செல்லப் பெருமண்தள்ளியைப் பயன்படுத்துவது நன்றன்று.

சுரண்டிகள். சில நூறு அடிகளுக்கு மேற்பட்ட தொலைவுகளுக்கு எடுத்துச்செல்லும் தோண்டியும், இழுப்பியும் இணைந்த எந்திரங்களுள் சுரண்டிகள் மிகவும் சிக்கனமானவை. சக்கரங்களில் ஏற்றப்பட்ட மேல்பக்கம் ஒரு திறந்த பெட்டி அல்லது கலம், கீல் பொருத்தப்பட்ட அடிப்பகுதியுடன் உள்ளது. எந்திரம் முன்னோக்கி நகரும்போது அடிப்பகுதி தாழ்த்தப்பட்டு மண் அள்ளப்படுகிறது. கலம் (bowl) நிரம்பியதும் அடிப்பகுதி மூடிக் கொள்கிறது. பின்னர் மண்ணைக் கொட்ட வேண்டிய பகுதிக்கு எந்திரம் ஓட்டிச் செல்லப்பட்டு அடித்தட்டு, கலத்தின் பின்னால் தாழ்த்தப்படுகிறது. நீரியல் விசையால்

படம் 5

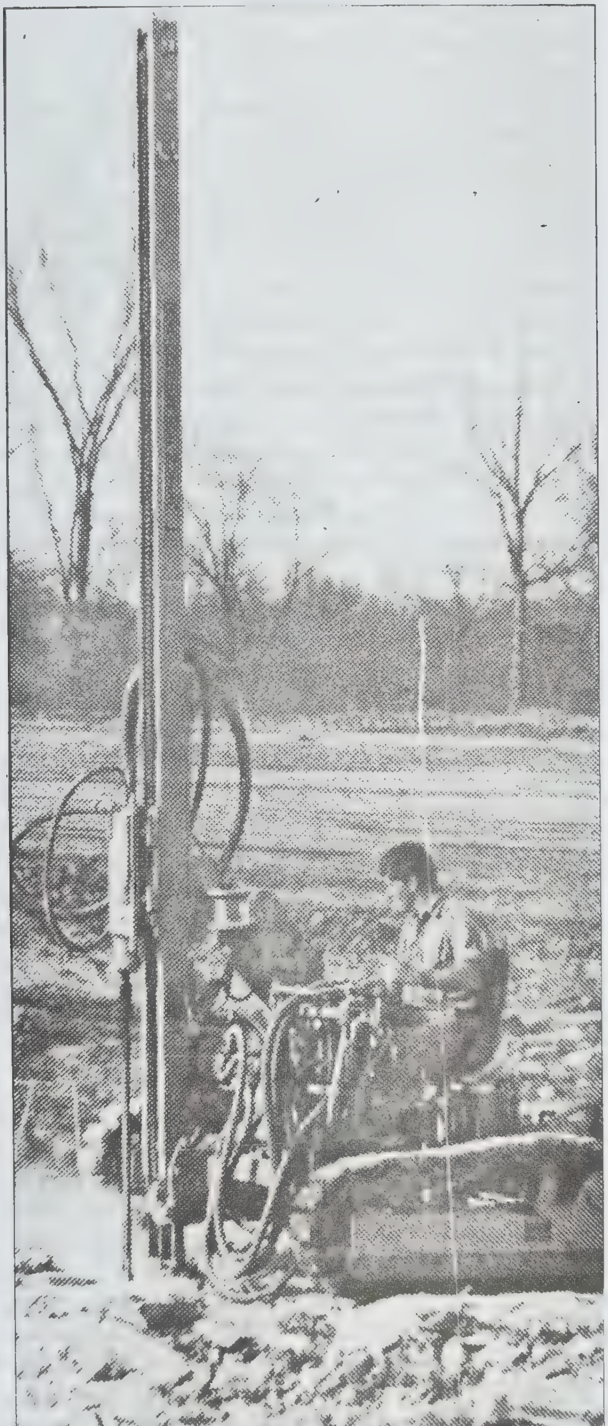
இயங்கும் ஒரு கை உள்ளது. அடியிலுள்ள திறப்பின் வழியாக இந்தக் கை மண்ணை வெளியில் தள்ளிப் பரப்புகிறது. சுரண்டிகள் இழுப்பிகளால் இழுக்கப் படுகின்றன. இழுப்பிகள் பெரும்பாலும் எந்திரத்துடன் இணைந்தே உள்ளன.

தானே சுமையேற்றுகின்ற அல்லது உயர்த்துகின்ற சுரண்டிகள். இவ்வகை எந்திரங்கள் பிற சுரண்டிகள் செய்யும் வேலைகளையே செய்கின்றன. ஆனால், கொள்கலத்தின் முன் நகரும் சங்கிலிகளின் மேல் கிடைமட்டமாகத் தட்டுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. சங்கிலிகள் நகரும்போது வாளி சுமையேற்றிச் செயல்படுவதைப் போலவே தட்டுகள் மண்ணை வாரி வாளிகளில் நிரப்புகின்றன. சுமை ஏற்றும் போது இழுப்பிக்குக் குறைந்த ஆற்றலே போதுமான தாக உள்ளது.

கடல் மண் அகழ்வி. *(marine excavator)*. இது ஒரு படகில் பொருத்தப்பட்டுள்ள அகழ்வு எந்திர மாகும். நிலத்தோண்டிகளான சிப்பி வடிவ வாளி, ஆரஞ்சுத் தோல் வடிவவாளி ஆகியவற்றைப் போன்ற அகழ்விகள் இதில் உள்ளன. உறிஞ்சு மண்வாரியோ மாறுபட்டது. இது நகரக்கூடிய உறிஞ்சு குழலைக் கொண்டுள்ளது. உறிஞ்சு குழல் விரைவாக நகரக்கூடிய ஒரு வெட்டுந்தலையுடன் கடலின் அடித்தளத்திற்கு இறக்கப்படுகிறது. வெட்டுந் தலை கடலடியைக் கலக்குகிறது. படகிலுள்ள இறைப்பான்கள் கலங்கிய நீரை அழுக்குகளுடன் உறிஞ்சி இறைக்கின்றன. இறைக்கப்பட்ட நீரும், மணலும் குழாய்கள் வழியாகக் கரைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. மணல் படிந்த பின்னர் நீர்கடலுக்குச் செல்கிறது. கரை மிகத் தொலைவில் இருக்குமானா லும், இறைத்தவற்றைக் கொட்டுவதற்குக் காலி நிலம் இல்லையாயினும், இறைத்தவற்றைத் தோணி களில் தேக்கிப் படியச் செய்கின்றனர். படிந்த பொருள்கள் தொலைவிலுள்ள கொட்டும் இடத்திற் குக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன.

எடுத்துச் செல்லும் எந்திரங்கள். தோண்டிய பொருள்கள் பலவகை ஊர்திகளில் நீண்ட தொலை விற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. பொதுவாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய தானியங்கும் இரப்பர் சக்கரப் பின் கொட்டு வண்டிகளில், சாலையில் இயங்கக் கூடியதும், எங்கும் இயங்க வல்லதுமான இரு வகை கள் உள்ளன. மிகுதியாக எடுத்துச் செல்லும் திறனே இவ்விருவகைகளுக்கிடையே உள்ள குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு ஆகும். பல நாடுகளில் நெடுஞ்சாலைகளில் ஓடும் வண்டிகளில் மொத்த எடை முப்பது டன்னாக வரம்பு கொண்டுள்ளது. அணைகட்டும் பணியிடத்திலும், நெடுஞ்சாலை இடும் பகுதியிலும் இயங்கும் வண்டிகள் 50 டன் ஏற்கும் திறனுள்ளவை. சில வண்டிகள் 100 டன் திறனுடையவை. ரப்பர் சக்கர இழுப்பி

படம் 6 இயக்கத்தில் இருக்கும் சுரண்டி



படம் 7 துளையிடும் கருவி

களால் இழுக்கப்படும் கொள்கலங்களும் மண்ணை எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுகின்றன. இவை கீழ்ப் பகுதியில் கொட்டும் அமைப்பைக் கொண்டவை. வண்டி நகரும்போது மண்ணை விரித்துப் பரப்ப இந்த அமைப்புப் பயன்படுகிறது. சில குறிப்பிட்ட வேலைகளுக்குப் பக்கப் பகுதிகளில் கொட்டும் வண்டிகளும் பயன்படுகின்றன.

சாய்வுச் சீராக்கி. இவை உயர்ந்த உடலுடைய சக்கர ஊர்திகளாகும். முன்பின் சக்கரங்களுக்கு இடையே ஒரு மட்டப்படுத்தும் அலகு (blade) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. தளர்வாகவும் (loose), ஓரளவுக்கு மட்டமாகவும் உள்ள நிலத்தை நன்கு சீராக்குவதற்கு இது பெரிதும் பயன்படுகிறது. சாய்வுச் சீராக்கி (grader) ஒரு பராமரிப்புக் கருவியாகப் பொதுவாகக் கருதப்பட்டாலும் நெடுஞ்சாலை அமைப்பதில் ஓர் இன்றியமையா எந்திரமாகவே உள்ளது. சாய்வுச் சீராக்கியின் ஒழுங்கமைவு வழிமுறைகள் (configuration) நீண்ட காலமாக மாறவில்லை. எனினும், குறைந்த ஆரங்களில் விரைந்த திருப்பத்தை அனுமதிப்பதற்கும் செங்குத்தான சரிவுகளின் (steep slope) முனைகளில் பாதுகாப்பாக இயங்கும் நோக்குடனும் இவை துண்டிக்கப்பட்ட சட்டகங்களுடன் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

தளமிடும் எந்திரங்கள். இவற்றை ரப்பர் சூழற் பட்டைகளின் மீதோ விளிம்பு சக்கரங்களின் மீதோ பொருத்தலாம். நிலக்கீல் தளமிடும் எந்திரங்கள் (asphalt pavers) தளப் பொருள்களைக் கெட்டியாக்கும் திண்டுகளைக் (tamping pad) கொண்டவை. கற்காரைத் தளமிடும் எந்திரங்கள் இந்நோக்கத்திற்காக அதிர்விகளைப் (vibrator) பயன்படுத்துகின்றன. நழுவு (slip form) தளமிடும் எந்திரங்கள் பயன்பாட்டிற்கு வரும்வரை பொருள்களை ஏந்தும் உருளைகளைக் கற்காரைத் தளமிடும் கருவிகளில் பயன்படுத்த வேண்டியிருந்தது. தற்போது நழுவு தளமிடு எந்திரங்கள் தமக்குப் பின்னால் கட்டையான உருளைகளை இழுத்துக் கற்காரையைக் கெட்டியாக்குகின்றன. எனவே, உருளைகள் அகற்றப்பட்ட பின்னர் கற்காரை குலையாமல் நிலைத்து நிற்கிறது. மிகப் புதிய தானியங்கி கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளைக் கொண்ட மிகு வேகத் தளமிடு கருவி உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. இது நுட்பமானதும் சீரானதுமான பரப்புகளைக்கொடுக்கவல்லது,

துளையிடும் கருவிகள். கிணறுகளுக்காகவும், பாறை உடைத்தல், புரை அடைத்தல் (grouting) ஆய்வுப்பணிகள் ஆகியவற்றுக்காகவும் பாறைகளில் துளைகள் இடப்படுகின்றன. துளைப்பான்கள், அடித்து அறைதல் (percussion), திருகி அறைதல் (rotary percussion), திருகல் (rotary) ஆகிய மூன்று முறைகளில் இயங்குவதால் மூன்று வகைகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. ½ அடி விட்டமும் 40 அடி

ஆழமும் கொண்ட துளைகளுக்குப் பொதுவாக முதல் இரு வகைகளும் பயன்படுகின்றன. சிறு துளைகளுக்கு இத்துளைப்பான்கள் கையாலேயே பெருந்தூண்களில் ஏற்றப்பட்டுத் தண்டவாளங்களில் (track) தாங்கப் படுகின்றன. சுரங்க (tunnel) வேலைகளில் துளைப் பான்கள் மேடையில் வைக்கப்பட்ட ஒரு கையுடன் பொருத்தப்படும். இந்தக் கை நீரியல் விசையாலோ அழுத்தக் காற்றினாலோ இயக்கப்படுகிறது. இத் துளைப்பானை இயக்குபவர் எளிதாக இயக்கி, தான் விரும்பிய திசையில் துளையிடலாம். விட்டம் மிகுந்த துளைகளைத் துளைப்பதற்குப் பொதுவாகத் திருகு துளைப்பான்கள் பயன்படுகின்றன. ஆனால் 8 செ.மீ. விட்டமுள்ள சிறிய துளைப்பான்கள் பாறைகளின் மையத்திலிருந்து மண் அல்லது கல் மாதிரிகளைப் பெறுவதற்குப் பயன்படுகின்றன.

சிறப்புக் கருவிகள். புழக்கத்திலுள்ள, கட்டுமானப் பணிக்கான சிறப்புக் கருவிகளுள் துரப்பணங்கள் (auger), கெட்டிப்பான்கள் (compactor), குத்துத் தூண் சம்மட்டிகள் (pile hammer) ஆகியன குறிப் பிடத்தக்கவை.

துரப்பணம். இது துளைக்கிணறுகள் போடுவதற் கும், குறிப்பிட்ட பகுதியில் நீரை வெளியேற்றத் துளைகள் போடவும், கட்டட அடித்தாங்கலுக்காகத் துளையிட்டுக் கற்காரை நிரப்ப வகை செய்யவும் ஏற்றதாகும்.

கெட்டிப்பான். கெட்டிப்படுத்தாத நிலையில் தாங்கும் சுமையைவிட மிகு சுமையை ஏற்கும் படி மண்ணையும், தளப்பொருள்களையும் கெட்டிப் படுத்தும் நோக்குடன் கெட்டிப்பான்கள் வடி வமைக்கப்படுகின்றன. கையில் தாங்கிப் பிடிக்கக் கூடிய காற்றியக்கச் சம்மட்டிகளிலிருந்து (pneumatic tamper) 60 டன் நிறைக்கு மேலுள்ள பல சக்கர எந்திரங்கள் வரை பல தரங்களில் உள்ளன. பெருஞ் சுமை உள்ள ரப்பர் சக்கரத்தாலோ எஃகு உருளை களாலோ கெட்டிப்புச் (compaction) செய்யப்படும். சருக்கு எடையால் (sheer weight) இல்லாமல் மோது விசையால் கெட்டிப்பு நடப்பதற்கு ஏற்றவாறு பல எந்திரங்கள் அதிர்வைத் தூண்டுகின்றன.

குத்துத்தூண் சம்மட்டிகள். இந்த எந்திரங்கள் அடித் தளங்களில் குத்துத்தூண் ஊன்றுவதற்கும், காப்புச் சுவர்கள் (retaining walls), காப்பணைகள் (cofferdam) ஆகியவற்றிற்குப் பட்டைக் குத்துத்தூண்கள் ஊன்று வதற்கும் பயன்படுகின்றன. வரலாற்றுக்கு முற்பட்ட காலத்தில் குத்துத்தூண் சம்மட்டி ஒரு கயிற்றால் தூக்கப்பட்டு குத்துத்தூணின் மேல் பகுதியில் விழ வைக்கப்பட்டது. இது அடிப்படை மாற்றம் எதுவு மின்றி இன்றும் பழக்கத்திலுள்ளது. எந்திரலாபம் மிகுந்த புது வகைச் சம்மட்டிகளாகிய உண்மையான எந்திரங்கள் நீராவி, காற்று எண்ணெய், நீர்மம், மின்சாரம் ஆகியவற்றால் இயக்கப்படுகின்றன. வழக்க மான அனைத்துச் சம்மட்டிகளிலும் மேற்கூறியவற் றில் ஏதேனும் ஒன்றால் இயங்கும் விசைத்தண்டு (piston) உள்ளது. ஓரியக்கச் சம்மட்டியில் (single acting hammer) சம்மட்டி தூக்கப்பட்டுத் தானாகப் புவியீர்ப்பு விசையால் விழ வைக்கப்படுகிறது. ஈரியக் கச் சம்மட்டியாயின் (double acting hammer) குத்துத் தூண் தலையில் மோதும்படி கீழ்நோக்கி இயக்கப் படுகிறது. மின்சாரத்தால் இயக்கப்படும் அதிர்வுச் சம்மட்டிகளும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இவை விலகு மைய (eccentric) நெம்புருள்களை (cam) உடையவை. இவை அதிர்வின் மூலமாகவே குத்துத்தூண்களைக் குறித்தபடி நடுகின்றன. குத்துத்தூண்களை நடுவதற் கான நீரியல் விசைச் சம்மட்டிகள் அரிதாக உள்ளன.

சாலைத் தளமாக்கி (road planer). இந்த எந்திரம் வழக்கமான மின்னோடிச் சாய்வுச் சீராக்கியைப் போன்ற தோற்றமுடையது. ஆனால், மையத்திலுள்ள அலகுக்குப் பதிலாக உறுதியாக்கப்பட்ட எஃகு பற்களைப் புறத்தில் கொண்ட ஓர் உருளி (drum) உள்ளது. உருளி சுற்றும்போது அதிலுள்ள பற்கள் வெடித்த நிலத்தை அல்லது குலைந்த கற்காரைத் தளத்தை (pavement) 10 செ.மீ. ஆழத்திற்குச் சிதைத்துப் பொடியாக்கி விடும். இதனால், வலிமை யான அடித்தளத்தின் மேல் புதுப்பரப்பு அமைக்க வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. சாலைப்பரப்பின் உயரத்தைக் கூட்டாமலேயே இதைச் செய்ய முடிகிறது. சாலைப் பரப்பை உயர்த்துவது ஆள்துளைகளின் (man hole) மூடியையும் உயர்த்த வேண்டியதோடு மேலும் பல சிக்கல்களும் தோன்ற வாய்ப்பளித்துவிடும்.

துரப்பணச் சுரங்கப்பொறி (bore tunnelling machine). இது கீழே மிகவும் தொலைவிற்கு நுட்ப மாகப் பொருத்தவல்ல ஓர் எந்திரமாகும். ஒரு குழாய்ப்பகுதியை நகர்த்தும்போது இங்குள்ள நீரியல் விசையால் பொருந்தும் வளையங்கள் (hydraulic jacking rings) விரிந்து சுருங்கி முன் பின்னாக உள்ள குழாய்ப்பகுதியை மட்டும் நகர்த்த வழி கிடைப்ப தால் தேவையான ஆற்றலும் குறைந்துவிடுகிறது.

மின் நிலையங்கள். கடலிலும் சில குத்துத்தூண் பணிகளுக்குமன்றி ஏனையவற்றிற்கு இந்நாளில் நீராவி அரிதாகப் பயன்படுகிறது. கட்டுமான எந்திரங்களுக் குப் பெரும்பாலும் விசைத்தண்டுள்ள பெட்ரோல் மற்றும் டீசல் இயங்கிகளிலிருந்து ஆற்றல் பெறப் படுகிறது. இரு முக்கிய காரணங்களால் டீசலின் இன்றியமையாமை பெருகி வருகிறது. முதலாவதாக முற்காலத்தில் புழக்கத்தில் இல்லாத அளவுடைய (size) கட்டுமான எந்திரங்கள் தற்காலத்தில் மிகுதி யாகப் பயன்படுகின்றன. தரம் உயர்த்தப்பட்டதால் டீசல் செலவும் அதனுடைய தொடக்க விலையை விட மிகமிகக் குறைந்து விட்டது. இரண்டாவதாக மிகச்சிறிய அளவுகளில் குறைந்த எடையுள்ள சிக்கன மான டீசல் பொறிகளைத் தயாரிக்க முடிவதால் இவை மிகவும் பரவலாகியுள்ளன.

சில கட்டுமான எந்திரங்களுக்குச் சிலவேளைகளில் மின்சாரம் ஓர் ஆற்றல் மூலமாக உள்ளது. ஆனால், பெரும் அணை கட்டும் இடங்களிலும், இடம் விட்டு இடம் நகரத் தேவையற்ற குறுகிய சுரங்க வெட்டு வேலைகளுக்குமே வழக்கமாகப் பயன்படுகிறது. நகரும் கட்டுமானக் கருவிகளுக்கு மின்சாரம் இரண்டாம் ஆற்றல் நிலையமாகவே உள்ளது. இவை மின்னாக்கிக் கருவியைச் (generator) சுற்றும் பொருட்டு டீசல் பொறிகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. இக்கருவிகள் மின்சாரச் சக்கரங்களுக்கு ஆற்றல் வழங்குகின்றன.

மேலும் பரவலான துணையாற்றலாக (secondary power), நீரியல் மின்னோடி (hydraulic motor) விளங்குகிறது. சில தயாரிப்பாளர்கள் சுழலி (turbine) எந்திரங்களைக் கட்டுமான வேலைகளுக்கும் பயன்படுத்த இயலுமா என ஆய்வு செய்து வருகின்றனர்.

- கு. உதயபாலன்

கட்டுமானப் பொறியியல்

கட்டடங்கள், நெடுஞ்சாலைகள், அணைகள், பிற பயன்படுத்தப்படும் அமைப்புகள் ஆகியவற்றை உருவாக்கும் திட்டங்களுக்கான கட்டுமானப் பணிகளைத் திட்டமிடல், செயலாக்கம், பணிகளின் மீதான கட்டுப்பாடு ஆகியவற்றைப்பற்றிய ஒரு தனிப் பிரிவே கட்டுமானப் பொறியியல் (construction engineering) ஆகும்.

செய்யவேண்டிய வேலைகளைப் பட்டியலிடுதலும் மிகப்பொருத்தமான கட்டுமான முறை கருவிகளைத் தெரிந்தெடுத்தலும் திட்டமிடுதலில் அடங்கும். செயலாக்கத்தின்போது மூலப்பொருள்களை ஒருங்குசேர்ப்பதும், வரைபடங்கள் புறவரிப் படங்கள் இவற்றைப் பதியவைத்துக் கொள்ளுவதும் முன்னரே செய்யவேண்டியவை. திட்டத்தைத் திட்டமிட்டப்படிச் செயலாக்குதல், மதிப்பீடு செய்யப்பட்ட தொகைக்குள் செலவு அமையப் பணி வளர்ச்சியைப் பகுப்பாய்வு செய்தல் என்பன கட்டுப்பாட்டில் அடங்கும்.

திட்டமிடல். கட்டுமானத்திற்கான வரைபடங்களையும் வரைமுறைகளையும் (plans and specifications) ஆழ்ந்து கற்பதே திட்டமிடும் கட்டத்தின் முதல் நிலையாகும். இதன்மூலம் வேலையினங்களின் பட்டியல் தயார் செய்யப்படுகிறது. பெரிய அட்டவணையில் வகைப்படுத்துவதற்காகத் தொடர்புடைய இனங்களை ஒன்று சேர்க்க வேண்டும். கட்டுமானப் பணிகள் வரிசைப்படுத்தப்பட்டு ஒவ்வோர் இனத்திற்கும் உரிய காலம் குறிப்பிடப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட வேலைக்குப் பயன்படும் கருவிகளும், செயல்முறையும் (method of operation) அட்டவணைக்கு ஏற்றவாறு மிகக் குறைந்த செலவில் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

ஒரு வேலைக்கு ஒதுக்கப்படும் கால இடைவெளியும், செயல்முறைகள் கருவிகள் இவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்தலும் ஒப்பந்தக்காரருக்கு எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய கருவியால் முடிவு செய்யப்படுகின்றன. பொதுவான கட்டுமான அட்டவணை வரைந்த பின்னர் மேலும் சில விளக்க அட்டவணைகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. மூலப்பொருள்கள், கருவிகள், வேலையாள் முதலியன பெறத் தனித்தனி அட்டவணையும் செலவினங்களும் வருவாய் முன்னறிவிப்புகளும் இந்தத் துணை அட்டவணைகளில் அடங்கும்.

செயலாக்கம். திட்டத்தை விரைந்து செயலாக்குவதற்கு மூலப்பொருள், கருவி, உழைப்பு ஆகியவற்றை வழங்க வேண்டும். பெரும்பாலான கட்டுமான மூலப்பொருள்களை வாங்குவதற்குத் தூண்டுவதும் அவை திட்டப்பணியில் சேர்வதை விரைவுபடுத்துவதும் கட்டுமானப் பொறியாளரின் கடமையாகும். அமைப்பியல் எஃகைப் போன்ற சில மூலப் பொருள்களும் சில எந்திரக் கருவிகளும் வழங்குபவராலேயே உருவாக்கப்பட வேண்டியிருக்கும். இப்பொருள்களின் வரைபடங்களைப் பொறிஞர் சரி பார்த்து நுட்பமாக அமைக்கவேண்டும். உறுப்புகளை ஒன்று சேர்ப்பதை இது எளிமையாக்கும். இதற்காகப் பொறிஞர் வழங்குபவரின் உருவாக்கத்தை அடிக்கடி கண்காணிக்கவேண்டும்.

அளவை முறைகளால் கட்டுமானத்தின் அமைவுப் படத்தைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் சரியாக வரைவதும், கட்டுமானம் செய்வோரைத் தெளிவாக்க விளக்க வரைபடங்களைத் தயார் செய்வதும், செய்கின்ற வேலை, வரைபடங்கள், வரைமுறைகள் என்பன மாறுபடாமல் இருக்க வேலையை அவ்வப்போது மேற்பார்வையிடுவதும் கட்டுமானப் பொறிஞரின் பணிகளாகும்.

பெரும்பாலான பெரிய திட்டங்களில் வடிகால் அமைப்புகள், இணைப்புச் சாலைகள், அலுவலகச் சேமிப்புக் கட்டடங்கள், மாதிரிச்சட்டங்கள் (form works), காப்பணைகள் (cofferdam) போன்ற நிலையற்ற வசதிகள் தேவைப்படும். தேவையான கட்டுமானங்களை வடிவமைப்பதும் அவற்றிற்கான கட்டுமான வரைபடங்களைத் தயாரிப்பதும் இன்றியமையாதவையாகும். மின்சாரம், எந்திரக் கருவிகள் இவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பதும், கற்காரையைக் கலவை செய்யும் ஆலைகளின் அமைப்பியல் கூறுகளை வடிவமைப்பதும், உயரழுத்தக் காற்று, நீர், மின்சாரப்பரவீட்டு அமைப்புகளை வடிவமைப்பதும் சிக்கல் மிகுந்தவையாகும்.

கட்டுப்பாடு. பணி முன்னேற்றக் கட்டுப்பாட்டு (progress control) நிகழ்நிலைச் செயல்பாடுகளை,

விளக்க அட்டவணைகளில் அறுதியிட்ட இலக்குகளுடன் ஒப்பிடுவதால் பெறலாம். திட்டத்தின் ஒரு பகுதியில் ஏற்படும் காலநீட்டிப்பு அனைத்துப் பணிகளையும் எளிதில் தாக்கக்கூடும். அத்தகைய நிலையில் பணியை விரைவுபடுத்துவதற்காகப் பணியாளர்களையோ கருவிகளையோ மிகுதியாக்க வேண்டும்.

ஒவ்வொரு வேலை இனத்திற்கும் நடப்பிலான அலகு விலையையும் (unit cost), வேலைத் தொடக்கத்தில் மதிப்பீடு செய்யப்பட்ட அலகு விலையையும் ஒப்பிடுவதன் மூலம் செலவினக்கட்டுப்பாட்டைப் பெறலாம். கற்காரை வேலைகளுக்கும் அகழ்வுப் பணிகளுக்கும் கனமீட்டர் அலகாகக் கொள்ளப்படுகிறது. கட்டக எஃகிற்கு (structural steel) டன் என்பது அலகாகும். எந்தக் குறிப்பிட்ட நேரத்திலும் ஓர் இனத்திற்குக் கொடுத்த அலகு விலை அவ்வினத்தைச் சார்ந்த செலவுகளைச் சேர்த்துக்கூட்டி, செய்து முடிக்கப்பட்ட வேலையின் அலகுகளால் வகுத்துப் பெறப்படும்.

வெவ்வேறு வேலையினங்களுக்காகத் தனித்தனி கணக்குகளில் அவ்வப்போது சரக்குப் பட்டியல் மற்றும் ஊதியப்பட்டியல்களின் உதவியுடன் வேலை விலைகளை வரிசைப்படுத்தி எழுதிக் கட்டுவதன் மூலம் ஒவ்வொரு வேலையினத்தின் விலையையும் பெறலாம். ஊதிய விகிதங்களும் கருவி வாடகைக் கட்டணங்களும் காலக்கணிப்பு அலுவலரால் தயார் செய்யப்பட்ட கால அட்டைகளின் உதவியால் வேலையினங்களுக்குப் பகிர்ந்து அளிக்கப்படுகின்றன. இந்த அட்டைகள், பணியாள்களும் கருவியும் பல்வேறு வேலைக்கூறுகளில் (elments of work) செலவிட்ட நேரத்தைக் குறிப்பிடுகின்றன. மூலப்பொருள்களின் விலை ஒதுக்கீடு என்பது குறிப்பிட்ட இனத்தில் பயன்படுத்தப்படும் மூலப்பொருளின் அளவை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

நடப்பு ஓர் அலகு விலையையும் (unit cost) மதிப்பீடு செய்யப்பட்ட ஓர் அலகு விலையையும் ஒப்பிடுகையில், நடப்பு ஓர் அலகுவிலை மிகையாக இருந்தால் உரிய காரணத்தைத் தெளிவாகக் கண்டுபிடிப்பதற்கு ஓர் ஆய்வு மேற்கொள்ளப்படும். கருவியின் விலை மிகையானால், கருவி திறன் குறைந்திருக்கலாம். மேலும் கருவி முறையாக இயங்காமல் இருப்பதும் காரணமாகலாம். பணி விலையில் மிகையேற்படுமாயின் பணியாளர்கள் தேவைக்கு மேலாக இருப்பதும், முறையாக மேற்பார்வையில்லாமல் இருப்பதும், மூலப்பொருள் தேவையால் தாமதம் ஏற்படுவதும் காரணங்களாகும். அத்தகைய நிலைகளில் உற்பத்தித்திறனைப் பகுப்பாய்வு செய்வதற்குக் காலக் கணிப்புகள் (time studies) மிக மதிப்புடையவையாக இருக்கும்.

- கு. உதயபாலன்

கட்டுமான முறைகள்

கட்டுமானத்தில் பயன்படும் தொழில் நுட்பங்களும், வேலை செய்யும் ஒழுங்கும் கட்டுமான முறைகள் எனப்படும். கட்டுமானப் பணிகள் பொதுவாகச் சிறப்புப்பணித் துறைகளைப் (specialized fields) பொறுத்து வகைப்படுத்தப்படும். இவை, திட்டத்திற்குக் கட்டடம் தேர்வு செய்தல், மண் அள்ளுதல், அடிமானத்தைப் பதனிடுதல் (foundation treatment), எஃகு தூக்கி நிறுத்தல் (steel erection), கற்காரை வார்த்தல், நிலக்கீல் பாவல், எந்திரக் கருவிகளை நிறுவல் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கி உள்ளன. கட்டடங்கள், அணைகள், விமான நிலையங்கள் போன்ற பல்வேறு திட்டங்களுக்காக இருந்தாலும் பணித்துறைகளுக்கு ஒரே மாதிரியான செயலொழுங்குகளே பின்பற்றப்படுகின்றன. ஆனால், அனைத்துத் திட்டங்களிலும் ஒரு துறையின் சிறப்பு ஒரே அளவாக இருக்காது.

கட்டடத்தை ஆயத்தம் செய்தல் (preparation of site). கட்டடத்தைக் கட்டும் இடத்தில் முன்னரே உள்ள கட்டகங்களும் (structures) தாவரங்களும் அவ்விடத்தை விட்டு அகற்றப்படும். சிறு கட்டகங்களை இடிப்பதற்கும், மரங்களை வெட்டுவதற்கும் பெருமண் தள்ளிகள் (bulldozers) பயன்படுகின்றன. பெரும் கட்டகங்களாயின் சிறிது சிறிதாக இடித்து எடுக்கப்படும்.

நிலச்சீர்திருத்தம் (land levelling). நிலச்சீர்திருத்தத்தில் மண் தோண்டுதலும், தோண்டிய மண்ணை வேண்டிய இடத்தில் நிரப்புதலும் அடங்கும். கட்டடத்தை ஆயத்தம் செய்த பின்னர் அகழ்வுப் பணி தொடங்கும். கட்டடத்தில் அமைந்த சரிவு புது மட்டத்திற்கு வர, தோண்டும் வேலை நடைபெறும். அகழ்வுப் பணி தொடங்கும்போது கரிமப்பொருள் நிறைந்த மேல்மண் மட்டும் தனியாக வெட்டப்படும். இவ்வாறு வெட்டப்பட்ட மேல்மண் புதுக்கட்டகத்தைச் சுற்றித் தோட்டம் அமைக்கப் பயன்படும். மேலும், மேல் மண்ணுக்குக் கீழ் உள்ள கனிமப் பொருள்களை மாசடைவதிலிருந்து பாதுகாக்கவும் முடியும். ஏனெனில் இந்தக் கனிம மண், தளம் நிரப்புவதற்குத் தேவைப்படலாம். அகழ்வுப் பணிகள் செய்ய மண் கோதி (shovel), ஓந்தி (crane), சுரண்டி (scraper) போன்ற பல தோண்டிகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

நிலத்தில் அகழ்வுப்பணியைச் செய்ய, வெட்ட வேண்டிய பரப்பு உலர்ந்து இருக்கவேண்டும். ஈரமாக இருக்கும்போது பல மண்கள், நிலையற்றனவாக, எடுத்துச் செல்லும் கருவிகளையும் தோண்டிகளையும் தாங்குவதற்கு ஆற்றலற்றனவாக மாறி விடுகின்றன. இயற்கையான நீர்மட்டத்திற்குக் கீழே தோண்ட வேண்டியிருந்தாலும் நில நீர் ஓட்டத்தில் குறுக்கிடும்

படியாக வெட்ட வேண்டி இருந்தாலும் நீரை அகற்றுவது (dewatering) பெருஞ்செயலாகும். இந்நிலை ஏற்படும்போது வடிகால்களை வெட்டி நீரை இறைத்து மண்ணை நிலைப்படுத்த வேண்டும். வடிகால்கள் வழியாகக் கசிந்த நீர் ஒரு குழிக்குச் செல்லும். குழியிலிருந்து இறைப்பியால் நீர் இறைத்து வெளியேற்றப்படும். கிணறுகள் மூலமாகவும், மின்னியக்க ஊடு பரவல் (electro osmosis) மூலமாகவும் நீரை அகற்றி மண்ணை நிலைப்படுத்த முடியும்.

பாறைகள், இறுகிய சரளைக்கற்கள் (cemented gravels), வலிவான களிமண் போன்றவற்றை நொறுக்க அவற்றில் துளையிட்டு வெடிமருந்து வைத்துத் தகர்க்க வேண்டும். வெடிமருந்தின் அளவும், வெடித் துளைகளின் இடை ஆழமும், பாறையின் அமைப்பும் வகையும், சுரங்கத்துறையின் ஆழம், திட்டம் ஆகிய வற்றைப் பொறுத்தமையும்.

இவ்வாறு அடுத்தடுத்து மண்ணைக் கொட்டி நிரப்புவதால் அம்மண் இறுகிக்கெட்டியாவதற்கு ஆட்டுக்கால் அமைப்பு உருளிகள் (sheep foot rollers), காற்றடைத்த சக்கரங்கள், அதிர்வு வகை உருளிகள் பயன்படுகின்றன. கொட்டப்பட்ட மண் மீது இவ்வுருளிகள் இழுக்கப்படுகின்றன. உருளிகள் இயங்குவதற்கு இடமில்லாத கட்டடங்களின் மருங்குகளைக் கெட்டியாக்கப் பெட்ரோலில் இயங்கும் திமிசு (rammers) பயன்படுகிறது.

அடிமானம் பதனிடுதல். ஒரு கட்டகம் எழுப்ப வேண்டிய நிலத்தில் கட்டமைப்புக் குறைபாடு இருப்பதாகக் கீழ்நில ஆய்வுகளிலிருந்து (subsurface investigation) தெரியவந்தால் அடிமானத்தை வலிமையாக்க வேண்டும். நீர்ப்போக்குவழிகள், குழிவுகள், வெடிப்புகள், பெயர்ச்சிப் பிளவுகள் போன்ற குறைபாடுகளுள்ள பகுதிகள் சாந்தூட்டி நிரப்பப்பட்டு வலிமையாக்கப்படும். கூழ்மக் கலவைகளை விசையுடன் ஊட்டுவதால் அப்பகுதியிலுள்ள புரைகளில் கலவை நிரம்பி உறைந்து விடுகிறது பெரும்பாலும் உயர்கலவைச் சிமெண்டும் (rich cement mortar) நீரும் கலந்த கலவையாலேயே சாந்தூட்டப்படுகிறது.

எஃகைத் தூக்கி நிறுத்தல். ஓர் எஃகு கட்டகத்தை அமைக்கும்போது முதலில் பட்டறையில் உருவாக்கப்பட்ட எஃகு வெட்டுமுகங்கள் பணியிடத்தில் ஒன்று சேர்க்கப்படுகின்றன. எஃகு வெட்டு முகங்கள் தூலங்களாகவோ, தூண்களாகவோ கோர்வு உத்திரங்களாகவோ (trusses) இருக்கலாம். இவை மரையாணிகளாலோ, தரையாணிகளாலோ, பற்றவைப்பினாலோ இணைக்கப்படலாம். கட்டகத்தின் வெட்டுமுகங்களை ஓர் உருவாக்கும் பட்டறையில் வைத்துக் கோப்பது, பணியிடத்தில் வைத்துக் கோப்பதைவிட எளிது. ஆனால், முன்னர் கோக்கப்பட்ட பகுதிகளின் அமைப்பளவை எடுத்துச் செல்லும் கருவி, தூக்கி நிறுத்தும் கருவி இவற்றின் திறத்தால் வரம்புக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. வழக்கிலுள்ள தூக்கி நிறுத்தும் கருவிகளில் ஒந்தியும் ஒன்று. ஆனால், கட்டகம் மிகவும் உயரமாகவோ, விரிவாகவோ அமைந்திருந்தால் எஃகைத் தூக்கி நிறுத்தச் சுமை தூக்கு அமைப்புத் (derrick) தேவைப்படலாம்.

மிக உயர்ந்த கட்டகங்களாயின் அடுத்தடுத்த நிலைகளுக்குக் கட்டகத்தை உயர்த்தச் சுமையேந்திகளையும் பிரித்துக் கட்ட வேண்டும். ஆற்றுப்பாலங்களுக்குப் படகுகளில் ஏற்றப்பட்ட ஒந்திகள் மூலம் எஃகை எடுத்துச் செல்லலாம். பாலம் மிக உயரமாயின் கட்டப்பட்ட பகுதி வழியாக நகரக்கூடிய சுமையேந்தியால் எடுத்துச் செல்லலாம். நீண்ட தொங்கு பாலத்திற்கான வடங்கள் ஒரு சிறப்புக் கருவியால் பணியிடத்திலேயே சேர்க்கப்படுகின்றன. இக்கருவி ஒரு முனையில் (anchorage) மாட்டப்பட்ட சுருளிலிருந்து கம்பியை எதிர்க்கரையிலுள்ள முனைக்கு இழுத்துச் செல்கிறது. இவ்வாறு அடுத்தடுத்துக் கம்பிகள் இழுக்கப்பட்டுத் தேவையான அமைப்பளவில் வடம் சேர்க்கப்படும்.

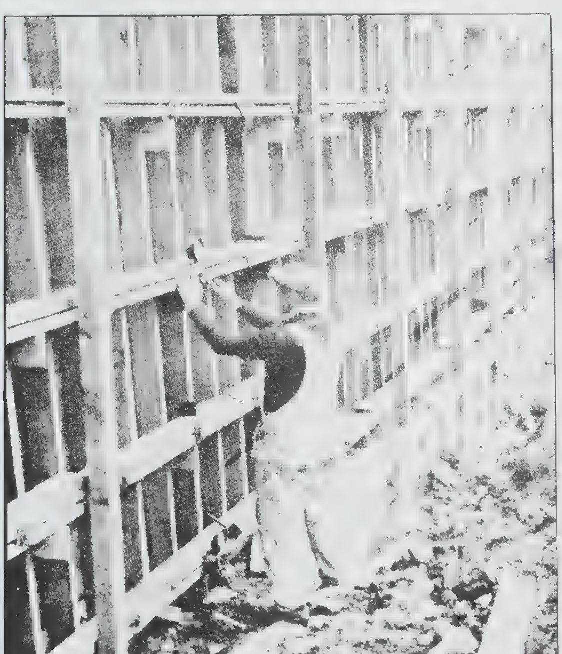
கற்காரைக் கட்டுமானம். கற்காரைக் கட்டுமானத்தில் மாதிரிச்சட்டங்கள் அமைத்தல் (form work), கற்காரைக் கலவை தயாரித்தல், கற்காரை வார்த்தல் (placement), ஆற்றுதல் (curing) ஆகிய செயல்கள் அடங்கியுள்ளன. கற்காரைக் கூழை வேண்டிய புறவரிக்குள் அடக்குவதற்கும் கெட்டியாக உறைந்து தன்னைத்தானே தாங்கிக் கொள்ளும் வரை ஆயங்கொடுப்பதற்கும், மாதிரிச்சட்டங்கள் அமைக்க வேண்டும். இம்மாதிரிச்சட்டங்கள் மரப்பலகைகளாலோ எஃகு சட்டங்களாலோ அமைக்கப்படுகின்றன. இவை குறுக்குச்சட்டங்களாலும் (bracing) உட்பக்க நாண்களாலும் (ties) தாக்கப்படுகின்றன. மாதிரிச்சட்டங்களும், நாண்களும் கற்காரையின் கூழ்ம அழுத்தத்தைத் தற்காலிகமாகத் தாக்கும் வகையில் அமைக்கப்படும்.

கற்காரை உறைந்து கெட்டியான பின் மாதிரிச் சட்டங்கள் அகற்றப்படும். மாதிரிச்சட்டங்களை இரு வாரங்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். கட்டுமான முன்னேற்றத்திற்கு ஏற்ப மாதிரிச்சட்டம் நகர்ந்துகொண்டிருக்கும் படி அமைக்கும் ஒருமுறை உள்ளது. இம்முறைக்கு நழுவு மாதிரிச் சட்டம் (sliping form) அமைத்தல் எனப்பெயர். இங்கு புதுக் கற்காரைச்குச் சற்றுமுன்னர் மாதிரிச் சட்டங்கள் நகரும். கற்காரைக் கட்டகத்தின் புறச்சுற்றில் பதிக்கப்பட்ட செங்குத்தான சாரங்களில் தூக்கிகளால் (jack) மாதிரிச் சட்டங்கள் பொருத்தப்படும். இந்த மாதிரிச்சட்டங்கள் மேல்நோக்கித் தூக்கபபடுகின்றன. உயர்நிலைப் பத்தாயங்கள் (silos), தொட்டிகள் (tanks), புகைபோக்கிகள் போன்ற உயர்ந்த கட்டகங்களுக்கு நழுவு மாதிரிச்சட்டங்கள் பயன்படுகின்றன.

படம் 1. உயரமான கட்டடத்தில் எஃகைத் தூக்கி நிறுத்தும் சுமை தூக்கு அமைப்பு

வணிகக் கலவை நிலையங்களின் அருகில் பணியிடம் இருந்தால் அங்கிருந்து கற்காரையைப் பெற முடியும். கலவை நிலையங்கள் கற்காரையைத் தனி வண்டிகளில் அனுப்புகின்றன. பணியிடத்திலேயே கற்காரையைத் தயார் செய்ய முடியும். பணியிடத்தில் கற்காரை தயாரிக்க கலவை நிலையமும் சிமெண்ட், ஜல்லி ஆகியவற்றைக் கையாளும் நிலையமும் தேவைப்படும். ஜல்லி சிலசமயம் பணியிடத்திலோ அருகிலோ தயார் செய்யப்படும். அத்தகு சூழ்நிலையில் ஒரு கற்சுரங்கத்தை (quarry) ஏற்படுத்துவதோடு நொறுக்கிகள் (crushers), சலிப்புகள் போன்ற கருவிகள் அமைக்கவும் வேண்டும். இயன்றவரை கலவை வண்டியிலிருந்து நேராகக் கொட்டுவதன் மூலம் கற்காரை வார்க்கப்படுகிறது. இல்லையெனில், ஒந்தி முதலியவற்றின் வாளிகளாலும் வார்க்கலாம். சிறப்பான கற்காரை இறைப்பிகளால் இறைத்தும் அனுப்பலாம்.

கற்காரை வார்க்கும்போது, காரை சீராக அமையக் கம்பிகளால் குத்தியோ, அதிர்விகளால் (vibrators) இடித்தோ காரை வார்ப்புகளைச் சமன் செய்ய வேண்டும். கற்காரை தன் முழு வலிமையும் பெறப் பல நாள் ஆகும். கற்காரை நீரால் கெட்டிப்பட்டு முழு வலிமை பெறும். எனவே கற்காரை வார்க்கப்பட்ட பின் அதன் புறப்பரப்பைக் குறைந்தது 28 நாளாவது ஈரமாக வைத்திருக்க வேண்டும். எனவே குழாய்களின் மூலம் நீரை வீசியோ, ஒன்றிரண்டு செண்டிமீட்டர் நீரைப் புறப்பரப்பில் தேக்கியோ



படம் 2. கற்காரை மாதிரிச் சட்டம்

கற்காரையை ஆற்ற வேண்டும். மேலும் நீருக்கும் சிமெண்ட்டிற்கும் இடையேயுள்ள விகிதத்தைச் சரியாக வைத்திருக்க வேண்டும்.

விமான ஓடுதளம், நெடுஞ்சாலை ஆகியவற்றிற்குக் கற்காரை பதிப்பது முழுமையாக எந்திரமயமாக்கப்பட்டுள்ளது. கலப்பியும் (mixer) பாவியும் (paver) இணைந்த நகரும் பாவியால் சாலை மடிப்புகளுக்கிடையில் கற்காரை வார்ப்பதும் உண்டு. கற்காரை வார்த்த பின்னர் கூழ்மத்தின் மீது சிறுசிறு கருவிகள் நகர்த்தப்படுகின்றன. அவை தொடர்ச்சியாகக் கற்காரையை அதிரச் செய்து பரப்புதல், மேற்பரப்பை வழவழப்பாக்கல், கூட்டுப் பொருள் ஒன்றை ஊட்டல் ஆகிய பணிகளைச் செய்கின்றன.

பிட்டுமின் பாவுதல். நொறுக்கப்பட்ட ஜல்லியும், பிட்டுமின் இணைப்பியும் (binder) சேர்ந்த கலவை சாலைப்படுகை மீது தனித்தனிச் செயல்கள் மூலம் பரப்பப்படுகிறது அல்லது கலவை நிலையத்தில் கலந்து ஒரே நேரத்தில் சாலைப்படுகையில் பரப்பப்படுகிறது. பின்னர் உருளிகளால் பாவுதளம் கெட்டிப்படுத்தப்படுகிறது.

- கு. உதயபாலன்

கட்டு விரியன்

இது ஊர்வன வகுப்பில் எலாப்பிடே என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்குடும்பத்தில் நல்ல பாம்பு பவளப் பாம்பு (bungarus caeruleus) முதலியவையும் அடங்கும். முழு வளர்ச்சியடைந்த கட்டுவிரியன் 1-1.5மீ நீளம் இருக்கும். அடர்ந்த புதர்களிலும், வீடுகளின் அருகிலும் காணப்படும். தாகம் அதிகரித்தால் அது வீட்டில் நீர்க் குடங்களைத் தேடி வரும். அதனால் சிலசமயம் குளிக்கும் அறையிலும் இது காணப்படுவதுண்டு. சாதாரணமாக இது பகலில் காணப்படுவதில்லை. நன்றாக இருண்ட பின்னரே வெளியே உலர்வும். மனிதப் புழக்கமுள்ள வீடுகளிலேயே இருந்தும் வீட்டார் கண்களுக்குப் படாமலேயே மறைந்து வாழும் குணமுடையது. பெரும்பாலான பாம்புகளைப்போலவே இது முட்டையிடும்.

கட்டுவிரியனின் முதுகுப்புறம் கருநிறமாகவும் வயிற்றுப் பக்கம் சற்று வெண்மையாகவும் இருக்கும். முதுகில் நடுவரிசையிலுள்ள செதில்கள் அறுகோணமுள்ள பெருஞ்செதில்களாயுமிருக்கும். தலையிலிருந்து வால் வரை கருநிற முதுகில் இடையிடையே மின்னல் வெட்டியதுபோல் வெள்ளைக்கட்டுகள் அல்லது வளையங்கள் உண்டு. இதனால் கட்டுவிரியன் என்ற பெயர் வந்தது என்றாலும் இது உண்மையான

விரியனில்லை. மக்கள் நினைப்பது போல் கொடியது மன்று. நச்சுப்பாம்புகளுக்குள்ளேயே மிக அமைதியான பண்புடையது கட்டு விரியனே. விரியனுக்கு இருக்க வேண்டிய பண்புகளான அகன்ற தலை, நெருங்கிய கழுத்து, துளையுடைய நீண்ட நச்சுப் பற்கள் முதலியன இல்லை. தலையில் சிறு செதில்களுமில்லை. பட்டைச் செதில்களே உண்டு. வெளிர்நிறமுள்ள அடிப்பகுதியில் பட்டைச் செதில்கள் வயிற்றின் அகலவாட்டத்தில் இருக்கும். வாலடிப்பட்டைச் செதில்கள் ஒரு வரிசையாக (subcandals) முழு அகலத்தையும் மறைத்து நிற்கும். தலை உடலுக் கேற்ற பருமன் உடையது.

வட இந்தியாவில் காணப்படும் பட்டைக்கட்டு விரியன் (banded krait) பார்ப்பதற்கே அஞ்சத்தக்க தாக இருக்கும். ஆனால் அதன் நிறம் மிகவும் கவர்ச்சியாக இருக்கும். தலை முதல் வால் வரை முதுகில் இரண்டு செண்டி மீட்டருக்குக் கருநீலப் பட்டை இருக்கும். இடைவெளி தங்கநிறமாக ஒளிரும். வால் கூர்மையாக முடியாமல் சிறிது உருண்டு இருக்கும்.

பிற பாம்புகளைப்போலவே, கட்டுவிரியனும் ஓராண்டில் பல தடவை தோலுரிக்கும். தோலுரிக்கும் சமயத்தில் பாம்பு மந்தமாக இருக்கும். தோலுரித்த வுடன் மிகவும் பளப்பளப்பாகவும், சுறுசுறுப்புட னும் இருக்கும். குட்டிப்பாம்புகள் எப்போதும் சுறுசுறுப் பாக இருக்கும்.

கட்டு விரியனும் ஊனுண்ணியே. கணுக்காலி களையும், நத்தையையும், தரையில் ஊர்ந்து செல் லும் மெல்லுடலி அட்டை முதலிய வேறு சில பூச்சி, விலங்கினங்களையும் பிடித்து விழுங்கும். சிறு விலங்கு களாகிய தவளை, சொறித்தவளை, பல்லி, எலி முதலியனவற்றையும் விரும்பி விழுங்கும். சில சமயங் களில் நஞ்சுடைய அல்லது நஞ்சற்ற பிற பாம்பு களையும் பிடித்து விழுங்கும்.

கட்டு விரியனுக்குச் சிறிய நச்சுப்பற்கள் மேலண் ணத்தில் பக்கத்துக்கு ஒன்றாக இருக்கும். பக்கத்தில் குழி அல்லது பள்ளம் விழுந்திருக்குமேயன்றி விரிய னின் பற்கள்போல் துளையுடையவை அல்ல மேல் உதட்டையடுத்த சில சுரப்பிகள் நச்சுச் சுரப்பி களாக மாறுகின்றன. நச்சுச்சுரப்பியிலிருந்து வரும் நச்சு நாளம் நச்சுப்பல்லின் உறையினுள்ளே திறக் கும். பாம்பு கடிக்கும் போது நஞ்சு பல்லின் கூர் முனையின் வழியாகக் கூரான பல் ஆழமாகப் பதிந்து உண்டாக்கிய காயத்துள் பாயும். கட்டு விரியனின் நஞ்சு, நல்ல பாம்பின் நஞ்சைப் போன்று நரம்பைத் தாக்கும் தன்மையுடையதால் இது நரம்பு நஞ்சு (neuro toxin). எனப்படும் நல்ல பாம்பின் நஞ்சைவிடக் கட்டு விரியனின் நஞ்சுமூன்று மடங்கு வீரியமுடைய தாகும். இது முக்கியமாக மூளையையும் தண்டுவடத் தையும் தாக்கும். மூளையிலுள்ள மூச்சு மையத்தை (respiratory centre) வேலை செய்யாதவாறு செய லிழக்கச் செய்து மரணம் உண்டாக்கும்.

கடித்த பத்து நிமிடத்திலிருந்து இரண்டு மணி நேரத்தில் நச்சுக்குறிகள் தோன்றும். கடித்த இடத் தில் எரிச்சலும் குத்தலும் உண்டாகும். பின்னர் அந்த இடம் மரத்துப் பிறகு வீங்கும். நச்சுப்பற்கள் தைத்த துளைகளிலிருந்து செந்நிற நீர் வடியும். உடம்பில் சோர்வும் வலிவின்மையும் தோன்றும். கால் கள் தள்ளாடும்; நரம்புத் தளர்ச்சியேற்பட்டு நிற்கமுடி யாமல் கீழே விழுந்து, படுத்து, கைகால் அசைக்க முடியாமற்போகும். பேசவும், விழுங்கவும் இயலாமல் வயிற்றுப்புரட்டல் தோன்றும்; வலியும் வயிற்றில் உண்டாகும். நேரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க வலி வின்மை மிகும். உடம்பில் இழுப்பு அல்லது வலிப்பு உண்டாகும். மூச்சு விடுதல் சிறிதுசிறிதாகக் குறைந்து இறுதியில் மரணம் ஏற்படும். 5-12 மணி நேரத்தில் மரணம் நேரும். கடிபட்ட இரண்டொரு மணி நேரத்திற்குள் நஞ்சு முறிப்பு (antivenm) மருந்தை உடலில் செலுத்தினால் மரணம் ஏற்படாமல் தடுக்க லாம்.

கட்டுவிரியன் போன்றிருப்பவை சிறியவையாக உள்ளன. கருவழலைப் பாம்பு (bridal snake), வெள் ளிக்கோல் வரையன் (lycodon travancorius), சுவர்ப் பாம்பு (wall snake), ஓலைப்பாம்பு (oligodon arnen sis) இவையெல்லாம் நஞ்சற்ற பாம்புப் போலிகள். இப்போலிப் பாம்புகளின் கழுத்திலோ தலையிலோ வரைகள் இருக்கும். தலையிலிருந்து வால் வரை இவ்வரைகள் மங்கும் அல்லது நெருங்கித் தேய்ந்து மறையும். கட்டுவிரியனோ நன்றாக ஒளிரும் கறுப்பு நிறமுடையது. தலையிலிருந்து சில செண்டிமீட்டருக் கப்பால்தான் முதல் வெள்ளி வளையம் தோன்றும். வாலை நோக்கிப் போகப்போக அவ்வரைகள் தெளி வாக இருக்கும். நன்றாக வளர்ச்சியடைந்த பாம்பில் முன் பகுதியில் வரையே இல்லாமலுமிருக்கலாம். அடிவால் பட்டைகள் முழுப்பட்டைகள் ஆகும். போலிகளுக்கோ இரட்டைப் பட்டைகள் இருக்கும்.

- கே. கே. அருணாசலம்

கட்டேகாட் நீர்ச்சந்தி

இது டென்மார்க்கைச் சேர்ந்த சிலாண்டு தீவுக்கும் ஜட்லாண்ட் முந்நீரகத்திற்கும் இடையில் செல்லக் கூடிய நீர்ச்சந்தியாகும். இந்த நீர்ச்சந்தி வடக்கில் உள்ள ஸ்காஜெராக் வழியாக வடகடலுடனும், நீள் திட்டுகள் வழியாகப் பால்டிக் கடலுடனும் இணைக் கப்பட்டுள்ளது. 57.00 வடக்கு அகலாங்கு, 11.00 கிழக்கு நெட்டாங்கில் இது அமைந்துள்ளது. பரப்பு 25,486 சதுர கி.மீ. ஆகும். 220 கி.மீ. நீளத்தை

யும், 37-88 மீட்டர் வரை பல்வேறு அளவு அகலத்தையும் இது கொண்டுள்ளது. கட்டேகாட் நீர்ச்சந்தியின் (kattegat strait) தோராய ஆழம் 26 மீட்டராகும். பால்டிக் கடலிலிருந்து வரும் மேற்பரப்பு நன்னீர்ப் பாய்வால் உப்புத்தன்மை அளவு 23% வரை குறைந்து காணப்படுகிறது. டென்மார்க் நாட்டுத் தீவுகளான லேசோ அன்ஹோல்ட், சம்சோ ஆகியவை இதில் அமைந்துள்ளன. ஸ்வீடன் நாட்டைச் சேர்ந்த கோதென்பர்க் ஹாம்ஸ்டம் டென்மார்க்கைச் சார்ந்த ஆர்கஸ் போன்றவை இங்கு அமைந்துள்ள முக்கியத் துறைமுகங்களாகும். கட்டேகாட் நீர்ச்சந்தி ஒரு முக்கியமான கடற்பயண வழியாகவும், சிறந்த கோடைக்கால உல்லாச இடமாகவும் திகழ்கிறது.

- அ. மோகன்

கட்புலன் நிறமாலையும் புற ஊதா நிறமாலையும்

மின் காந்த அலைமாலையில் ஏறத்தாழ 760-380 நானோமீட்டர் வரையான பகுதி கட்புலனொளியாகும்; 380 நானோ மீட்டருக்கும் கீழ் 40 நானோ மீட்டர் வரையான பகுதி புற ஊதாப் பகுதியாகும்.

பொதுவாக ஒளி என்பது ஒரு வகை ஆற்றலாகும். இந்த ஆற்றல் அலை வடிவில் பரவுகிறது எனவும் அத்தகைய அலை பரவும்போது அதன் பாதையில் மாறுமின்புலத்தையும் காந்தப்புலத்தையும் விளைவிக்கிறது எனவும் அறியப்பட்டுள்ளது. எனவே, ஒளியானது ஒரு மின்காந்த அலை என நிறுவப்பட்டுள்ளது. காமா மற்றும் எக்ஸ் கதிர்களும் ரேடியோ அலைகளும் மின்காந்த அலைகளேயாகும். இவ்வாறாக, காமாக் கதிர்கள் முதல் ரேடியோ அலைகள் வரை எல்லா வகைக் கதிர்வீச்சுகளையும் உள்ளடக்கிய மின்காந்த அலைமாலையில் கட்புலனொளி மிகச்சிறு பகுதியேயாகும்.

நிறமாலைகளை இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை, உமிழ் நிறமாலை (emission spectrum), உட்கவர் நிறமாலை (absorption spectrum) எனப்படும். அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் கிளர்ச்சியுற்ற நிலையிலிருந்து இயல் நிலைக்குத் திரும்பும்போது ஆற்றலை மின்காந்த அலையாக வெளிவிடுகின்றன. பொருள்களைச் சூடேற்றுவதன் மூலமோ (மின் விளக்குகளில் மின்னிழைகள் சூடேற்றப்படுகின்றன) வளிமங்களின் வழியே மின்போக்கு (discharge) ஒன்றை விளைவிப்பதன் மூலமோ (குழாய் விளக்குகள்) அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளைக் கிளர்ச்சியூட்டலாம். அத்தகைய மின்காந்த அலைகள் உமிழ் நிறமாலையை அளிக்கின்றன.

எல்லா அலைநீளங்களையும் கொண்ட வெள்ளொளிக் கற்றை ஒன்றைச் சில வளிமங்கள் அல்லது ஆவிகள் வழியே செலுத்தும்போது அவற்றினின்றும் வெளியேறும் ஒளிக்கற்றையின் தொடர் நிறமாலையில் ஆங்காங்கே இருள் வரிகள் காணப்படும். அத்தகைய நிறமாலை உட்கவர் நிறமாலை எனப்படும். அத்தகைய இருள் வரிகளுக்குரிய அலைநீளங்களை அவ்வளிமங்கள் உட்கவர்வதாலேயே அவை நிறமாலையில் தோன்றாமல் அவற்றின் நிலைகளில் இருள் வரிகள் காணப்படுகின்றன. பொருள் ஒன்றின் உட்கவர் நிறமாலையில் காணப்படும் இருள் வரி அலைநீளங்கள் அதே பொருளின் வெளிவிடு நிறமாலையில் சில வரி அலைநீளங்களுடன் ஒத்திருப்பதைக் காணலாம்.

நிறமாலைகளை இவற்றின் தோற்றத்தைப் பொறுத்து வரி நிறமாலை (line spectrum), தொடர் நிறமாலை (continuous spectrum), பட்டை நிறமாலை (band spectrum) என மூவகையாகப் பிரிக்கலாம். வரிநிறமாலை ஒன்றில் இருண்ட பின்னணியில் பல மெல்லிய வண்ண ஒளி வரிகள் காணப்படும். அணுக்கள் இவற்றிடையே ஏற்படும் மோதல்களால் பெருமளவில் தாக்கமுறாத நிலையில் இத்தகைய மெல்லிய வரிகளைக் கொண்ட நிறமாலைகளை வெளிவிடுகின்றன. மேலும், குறைந்த அழுத்தங்களில் அமைந்த வளிமங்களின் வழியே மின்போக்கு விளையும்போதும் வரி நிறமாலைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. நிறமாலையை வெளிவிடும் பொருளுக்கேற்ப வரிகளின் எண்ணிக்கை மாறுபடும். காட்டாக, சோடியம் மஞ்சள் நிறப்பகுதியில் அருகருகே அமைந்த இருவரிகளை வெளிவிடுகிறது.

கேட்மியம் செறிவு மிகுந்த சிவப்பு வரி ஒன்றையும் பச்சை வரி ஒன்றையும் வெளிவிடுவதோடு செறிவு குன்றிய மேலும் பல வரிகளை வெளிவிடுகிறது. பாதரச ஆவியோ குறைந்த அழுத்தத்தில் செறிவு மிகுந்த பல வரிகளை வெளிவிடுகிறது. அழுத்தம் மிகுவிக்கப்படும்போது வரிகள் அகன்று ஒரு சில வளி அழுத்தங்களில் அவை ஒன்றோடொன்று இணைந்து தொடர் நிறமாலை ஒன்று தோன்றுகிறது. சூடேற்றப் பெற்ற திண்பொருள்களும் தொடர் நிறமாலைகளை வெளிவிடுகின்றன. மூலக்கூறு நிலையிலமைந்த பொருள்களுக்குரிய நிறமாலைகளில் சில குறிப்பிட்ட அலை நீளப்பகுதிகளில் முகப்புகளை (head) அமைக்கும் வகையில் நெருக்கமான மிகு எண்ணிக்கையுடைய வரிகளைக் கொண்ட பல பட்டைகள் காணப்படும். அத்தகைய நிறமாலைகள் பட்டை நிறமாலைகள் எனப்படுகின்றன.

அணுக்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் வரையறுக்கப்பட்ட ஆற்றல்களைக் கொண்டு அவற்றிற்குரிய பாதைகளில் அணுக்கருவைச் சுற்றி இயங்கி வருகின்றன. இப்பாதைகள் குவாண்ட்டப்படுத்தப்

பட்ட ஆற்றல் நிலைகள் (quantised energy states) எனப்படுகின்றன. ஓவ்வோர் அணுவிலும் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆற்றல் நிலைகள் உண்டு. பொருள்களைச் சூடேற்றும்போது எலெக்ட்ரான்கள் புறத்தேயிருந்து ஆற்றலை ஏற்று அவற்றின் இயல் ஆற்றல் நிலைகளிலிருந்து உயர் ஆற்றல் நிலைகளுக்குச் செல்லுகின்றன. இவ்வாறு எலெக்ட்ரான்கள் உயர் ஆற்றல் நிலைகளுக்குச் செல்வதையே அணுக்கள் கிளர்ச்சியுறுவதாகக் கூறுவர். உயர் ஆற்றல் நிலைகளுக்குச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் மீண்டும் அவற்றின் இயல்நிலைக்கு மீளும்போது அந்த இரு ஆற்றல் நிலைகளுக்கும் இடையே உள்ள ஆற்றல் வேறுபாட்டுக்குச் சமமான ஆற்றலை மின்காந்த வீச்சு வடிவில் வெளியிடுகின்றன. மின்காந்த அலைகளின் அலை நீளங்களும்(λ) அவற்றிற்குரிய ஆற்றலும் (E), $E=hc/\lambda$(h என்பது ப்ளாங்க் மாறிலி, c என்பது ஒளியின்திசைவேகம்) என்னும் சமன்பாட்டின் மூலம் தொடர்பு கொண்டிருப்பதால், அணுக்களைக் கிளர்ச்சியூட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் ஆற்றலின் அளவுக்கேற்ப, அதாவது அணுக்களின் கிளர்ச்சிஆற்றலுக்கு (excitation energy) ஏற்ப மின்காந்த அலைமாலையின் பல்வேறு பகுதிகளில் கதிர்வீச்சு வெளியிடப்படும். ஆற்றல் நிலைகள் தனிமத்திற்குத் தனிமம் வேறுபட்டமைவதால் ஒவ்வொரு தனிமமும் தனக்கேயுரிய சிறப்பியல்பு நிறமாலையைக் கொண்டு அமைகிறது.

மூலக்கூறு நிலையிலுள்ள பொருள்களின் நிறமாலைகள் சிக்கல் வாய்ந்தவையாக அமைந்தாலும் அணுவியல் நிறமாலைகளைப்போன்று வரிகளைக் கொண்டுள்ளன எனக் கூறலாம். மூலக்கூறுகளிலும் ஆற்றல் நிலைகளுக்கிடையே நிகழும் பெருமளவு மாற்றங்கள் அணுக்களில் உள்ளது போல் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகளுக்கிடையே நிகழ்வதாகும். அத்தகைய மாற்றங்களில் பங்கு பெறும் ஆற்றல்கள் பெருமளவில் இருப்பதால் அவை புற ஊதாப் பகுதியில் வரிகளைத் தோற்றுவிக்கும். ஆயினும், மூலக்கூறுகள் வேறு வகைகளிலும் ஆற்றலை உமிழவோ உட்கவரவோ செய்கின்றன. மூலக்கூறு ஒன்றிலுள்ள அணுக்கள் மூலக்கூறினுள்ளேயே ஒன்றைப் பொறுத்து ஒன்று அலைவுறும். இத்தகைய அலைவு ஆற்றல்களும் வரையறுக்கப்பட்ட மதிப்புகளையே பெற்றிருக்கும். அதாவது, மூலக்கூறுகள் வரையறுக்கப்பட்ட அல்லது குவாண்ட்டப்படுத்தப்பட்ட எலெக்ட்ரான் நிலைகளைப் போன்ற குவாண்ட்டப்படுத்தப்பட்ட அலைவாற்றல் நிலைகளையும் (vibration energy states) கொண்டுள்ளன. இந்த அலைவாற்றல் நிலைகள் எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலைகளை விட நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன.

பொதுவாக ஒவ்வோர் எலெக்ட்ரான் நிலையிலும் பல அலைவாற்றல் நிலைகள் அமையக்கூடும். மேலும் மூலக்கூறுகள் சுழற்சி இயக்கமும் கொண்டுள்ளன. அத்தகைய சுழற்சி இயக்கங்களும் குவாண்ட்டப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. எனவே மூலக்கூறுகளில் குவாண்ட்டப்படுத்தப்பட்ட சுழற்சியாற்றல் நிலைகளும் (rotational energy states) அமைந்துள்ளன. இந்த சுழற்சியாற்றல் நிலைகள் அலைவாற்றல் நிலைகளையும் விட நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வோர் அலைவாற்றல் நிலையும் பல சுழற்சியாற்றல் நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது. இந்நிலையில் மூலக்கூறுகள் கிளர்ச்சியுறும்போது அவை ஒரு குறிப்பிட்ட எலெக்ட்ரான் நிலையில் உள்ள குறிப்பிட்ட அலைவாற்றல், சுழற்சியாற்றல் நிலைகளிலிருந்து மற்றுமோர் எலெக்ட்ரான் நிலையிலுள்ள பல்வேறு அலைவாற்றல், சுழற்சியாற்றல் நிலைகளுக்கு மீளக் கூடும். அத்தகைய ஆற்றல் மாற்றத்தின்போது வெளிவிடப்படும் ஆற்றல்கள், வரிகளின் அலைநீளங்கள், மிகச்சிறிய இடைவெளிகளில் கூடலாம் அல்லது குறையலாம். அத்தகைய வரிகள் நெருக்கமாக அமைவதோடு ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில் ஒருங்கே இணைந்து ஒரு பட்டையை அமைக்கின்றன. எனவே, மூலக்கூறியல் நிறமாலையில் தனித்தனி ஒற்றை வரிகளுக்கு மாறாக இத்தகைய பட்டைகள் காணப்படும். இப்பட்டைகளைப் பற்றிய ஆய்வு மூலக்கூறுகளின் கட்டமைப்பு (structure) பற்றியும் அக இயக்கமைவு (internal mechanism) பற்றியும் வியத்தகு உண்மைகளை அளிக்கிறது. வரி நிறமாலைகளைப் போன்றே ஒவ்வொரு வகை மூலக்கூறும் தனக்கே உரிய சிறப்பியல்புப் பட்டை நிறமாலைகளைக் கொண்டுள்ளது.

தொடர் நிறமாலையொன்றை அளிக்கும் வெள்ளொளிக் கற்றை ஒன்று வளிம அல்லது ஆவி நிலையில் அமைந்த பொருள்களின் வழியே செல்லும் போது சில குறிப்பிட்ட அலைநீளங்கள் உட்கவரப்படுவதால் உட்கவர் நிறமாலைகள் தோன்றுகின்றன எனக் கூறப்பட்டது. அவ்வாறு உட்கவரப்படும் அலைநீளங்களுக்குரிய ஆற்றல்கள் அவற்றை உட்கவரும் வளிம அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளை அவற்றின் உமிழ் நிறமாலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் சில ஆற்றல் நிலைகளுக்குக் கிளர்ச்சியூட்ட வல்லவையாக அமைகின்றன. எனவே உமிழ் நிறமாலைகளைப் போன்றே உட்கவர் நிறமாலைகளும் அவற்றை அளிக்கும் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகளுக்கே உரிய சிறப்பியல்புகளைக் கொண்டமையும்.

நிறமாலைகளின் சிறப்பியல்புப் பண்பின் காரணமாகக் கட்புலனொளி மற்றும் புறஊதா நிறமாலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆய்வுப் பொருளில் அடங்கிய தனிமங்களையோ சேர்மங்களையோ இனமறிவதற்குரிய மிகச் சிறந்த கருவிகளாக அமைகின்றன. நிறமாலைகளில் காணப்படும் செறிவுமிக்க வரிகள் பட்டை முகப்புகளின் அலை நீளங்களை அளவிட்டு

அவற்றை உரிய அலைநீள அட்டவணைகளோடு ஒப்பிடுவதால் நிறமாலைக்குரிய பொருளில் அடங்கிய மூலப்பொருள்களை இனமறிய முடியும். வரிகளின் செறிவு, மூலப்பொருள்களின் அளவைப் பொறுத்து அமைவதால் அத்தகைய செறிவு அளவீட்டிலிருந்து அவற்றின் அளவையும் மதிப்பிட முடியும். இம்முறைகள் மில்லியனில் ஒரு பங்கு அளவான மிகக் குறைந்த அளவில் உள்ள பொருள்களைக் கூட இனமறியும் அளவுக்கு உணர்வு நுட்பம் வாய்ந்தவையாக அமைகின்றன.

பொருள்கள் சூடேற்றப்படும்போது அவை கிளர்ச்சியுறுகின்றன. தீப்பிழம்பு ஒன்றையோ மின்வில் ஒன்றையோ இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். தீப்பிழம்பு முறையில் தக்கதொரு பிழம்பில் உலோக உப்புகள் வைக்கப்படும்போது அவை ஆவியாக்கப்பட்டுக் கிளர்ச்சியூட்டப் பெற்றுச் சிறப்பியல்பு நிறமாலைகளை வெளிவிடுகின்றன. இம்முறையில் தீப்பிழம்பின் வெப்பநிலை குறைந்த அளவிலேயே அமைவதால் எளிதில் பிரிகையுறக் கூடிய சேர்மங்களே இம்முறையில் ஆராயப்படுவதற்கேற்றவையாக அமைகின்றன. ஆயினும், இம்முறையில் நாற்பத்தைந்துக்கும் மேற்பட்ட தனிமங்கள் இனமறியப்படுகின்றன. மின்வில் முறையில் ஆய்வுக்குரிய பொருள்கள் மின்வில்லை உருவாக்கும் மின்வாய்களுக்கிடையில் வைக்கப்படுகின்றன அல்லது மின்வாய்களின் மீது பூச்சாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மின்வில்லில் நிலவும் மிக உயர்ந்த வெப்பநிலையின் காரணமாகப் பெரும்பாலான சேர்மங்கள் அணுக்களாகப் பிரிவடைவதால் உருவாகும் நிறமாலைகள் அணுவியல் நிறமாலைகளாக அமைகின்றன. மேலும் மின்வில் ஒன்றை உருவாக்குவதற்குக் குறைந்த மின்னழுத்த வேறுபாடுகளே தேவைப்படுவதால் இம்முறையில் கிடைக்கப்பெறும் நிறமாலைகள் நடுநிலை அணுக்களுக்குரியவையாக அமைகின்றன. எனவே, சேர்மங்களைப் பற்றிய வேதிப் பகுப்பாய்வில் இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

உட்கவர் நிறமாலைகளும் பொருள்களைப் பற்றிய வேதிப் பகுப்பாய்வுக்குப் பயன்படுகின்றன. இம்முறையில் ஆய்வுக்குரிய பொருள் ஆவியாக்கப்பட்டு அதில் அடங்கிய மூலப்பொருள்களுக்குரிய சிறப்பியல்பு அலைநீளங்களில் ஆவியின் உட்கவர்ச்சி (absorbance) அளவிடப்படுகிறது. இந்த உட்கவர்ச்சியின் அளவு உட்கவர் பொருளின் செறிவைப் பொறுத்தமையும். எனவே, அதை அதே ஆய்வு நிலைகளில் அளவிடப்பட்ட, தெரிந்த செறிவுடைய அப்பொருளின் உட்கவர்ச்சியுடன் ஒப்புநோக்குவதன் மூலம் ஆய்வுக்குரிய பொருளில் அமைந்த உட்கவர் பொருளின் அளவை நுட்பமாக மதிப்பிடலாம்.

புற ஊதாக் கதிர்வீச்சு. கார்பன் வில் விளக்கு ஒன்றிலிருந்து தோன்றும், ஒளிக்கற்றை குவார்ட்ஸ் முப்பட்டகம் வழியே செலுத்தப்பட்டு, வெண்திரை ஒன்றில் ஏற்கப்படுமாயின் சிவப்பு முதல் ஊதா வரையான தொடர் நிறமாலை ஒன்றைக் காணலாம். வெண்திரைக்குப் பதிலாக ஒளிர்திரை ஒன்று பயன்படுத்தப்படுமாயின் ஊதா நிறத்துக்கு அப்பாலும் நிறமாலை அமைவதைக் காணலாம். நிறமாலையின் அப்பகுதியே புறஊதாப் பகுதியாகும்; அது கட்புலனொளிப் பகுதியின் கீழெல்லையான ஏறத்தாழ 480 நானோ மீட்டர் முதல் எக்ஸ்கதிர் பகுதியின் தொடக்கமான ஏறத்தாழ 40 நானோ மீட்டர் அலைநீளம் வரை பரவியுள்ளது. இப்பகுதியை, 480 நானோ மீட்டர்முதல் 200 நானோ மீட்டர் வரை அணுக்கப் புற ஊதாப்பகுதி (near ultraviolet region) எனவும் அதற்குக் கீழ் 40 நானோ மீட்டர் வரை மிகுபுற ஊதாப் பகுதி (far ultraviolet region) எனவும் மேலும் இரு பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கூறுவதும் உண்டு,

புறஊதாக் கதிர்கள் ஒளிப்படத் தகடுகளைத் தாக்குந்திறனும் அயனியாக்கத் திறனும் பெற்று அமைவதால் இவ்விரு முறைகளாலும் அவற்றை எளிதில் கண்டுணரலாம். ஆய்வகங்களில் ஹைட்ரஜன் வில் விளக்கு, செனான் விளக்கு, டங்ஸ்டன் விளக்கு, பாதரச வில் விளக்கு ஆகியவை புறஊதாக் கதிர் மூலங்களாகச் செயற்படுகின்றன. புறஊதாக் கதிர்கள் கண்ணாடியால் உட்கவரப்படுவதால் இவ்விளக்குகளில் கண்ணாடிக்குப் பதில் குவார்ட்ஸ் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், இப்பகுதியில் ஆய்வுக்குரிய கருவிகளில் புறஊதாக் கதிர்கள் எளிதில் ஊடுருவக் கூடிய குவார்ட்ஸ், ஃப்ளூரைட் போன்ற பொருள்களான வில்லைகள் மேலும் முப்பட்டகங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெரும்பாலான ஈரணு மூலக்கூறுகள் புறஊதாப் பகுதியில் மிகுந்த உட்கவர் திறனைப் பெற்றிருப்பதால் அப்பகுதியிலமைந்த அவற்றின் உட்கவர் நிறமாலைகள் மூலக்கூறமைப்பைப் பற்றிய ஆய்விற்குப் பெரிதும் துணை புரிகின்றன.

புறஊதா உட்கவர் நிறமாலைகள் அரோமாடிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள், வைட்டமின்கள், ஸ்டீராய்டுகள் மற்றும் சிலவகை அலிஃபாட்டிக் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றை இனமறிவதிலும் உயிரியல் வேதியியலிலும் சிதைவு விளைவுப் பொருள்களை இனமறிவதிலும், மருந்தியல் ஆய்விலும் மருந்துப் பொருள்களின் தூய்மையை ஆய்வதிலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

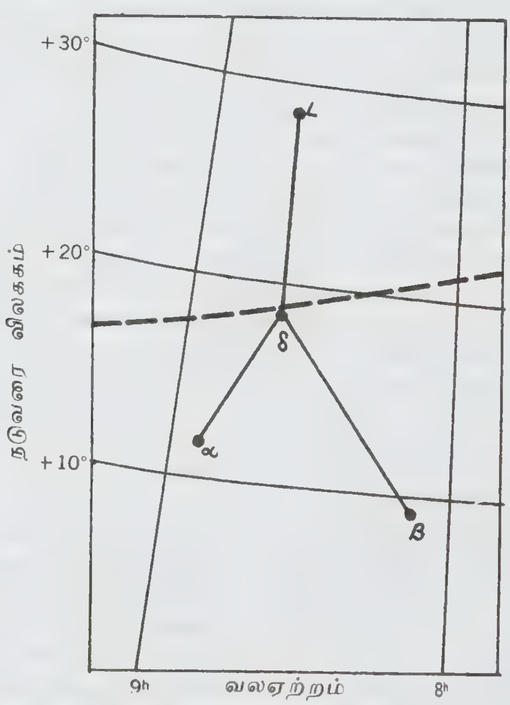
- ரா. நாகராஜன்

கடகம்

வான வட கோளத்தில் பெருங்கரடி விண்மீன் குழுவிற்கு அருகில் அமைந்துள்ள மங்கலான இளவேனிற்

கால விண்மீன்குழு கடகம் (cancer constellation) ஆகும். இது இராசிச் சக்கரத்தில் மடங்கலுக்கும் (சிம்மம்), ஆடவைக்கும் (மிதுனம்) இடையே அமைந் துள்ளது. இதன் வலஏற்றம் (right ascension) 8 மணி 25 நிமிடம்; நடுவரை விலக்கம் (declination) 20° வடக்கு ஆகும். இலத்தீன் மொழியில் இதை நண்டு என்னும் பொருளில் குறிப்பிடுகின்றனர். இவ்விண் மீன்குழுவில் உள்ள மிகு ஒளியுடைய விண்மீன் ஒளித் தரம் 4 ஆகும்.

இவ்விண்மீன்குழு இரண்டு விண்மீன் முடிச்சு களை (star clusters) உள்ளடக்கியிருக்கின்றது. அவை மெஸ்ஸியர்-44, மெஸ்ஸியர்-67 என்பன. மெஸ்ஸியர்-44 என்னும் முடிச்சு α,δ என்னும் இரு விண்மீன் களை இணைக்கும் நேர்கோட்டிற்கு மேற்குப் பகுதி யில் அமைந்துள்ளது. இவ்விண்மீன்முடிச்சு 572 ஒளி யாண்டுகள் தொலைவில் அமைந்துள்ளது. மெஸ்ஸி யர்-67 என்னும் விண்மீன்முடிச்சு α-விண்மீனுக்கு மேற்கே 2° கோணத் தொலைவில் அமைந்துள்ளது. இவ்விண்மீன்முடிச்சு புவியிலிருந்து 2600 ஒளியாண்டு கள் தொலைவில் அமைந்துள்ளது. இம்முடிச்சில் ஒளித் தரம் 10-க்கும் 15-க்கும் இடையில் 500 விண்மீன்கள் உள்ளன.

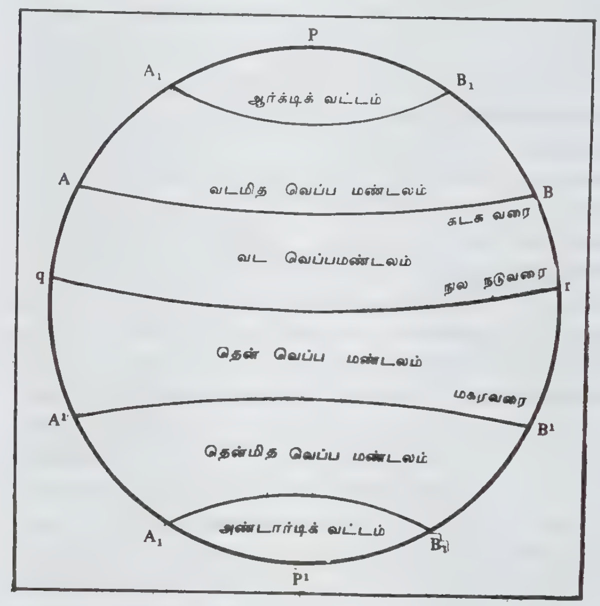


கடக ராசியில் உள்ள α-விண்மீன் கவ்வை எனப் படுகிறது. இது 4.27 ஒளித்தரமுடையதாகும். இந்த விண்மீன்குழுவில் கண்களால் பார்க்கக்கூடிய அள விற்கு 102 விண்மீன்கள் உள்ளன. இவ்விண்மீன்குழு வானக்கோளத்தில் 505.9° பரப்பை அடைத்துக் கொண்டுள்ளது.

- பெ. வடிவேல்

கடகவரை

புவி கோளவடிவத்தில் உள்ளது. வடக்குத் தெற்காக உள்ள விட்டத்தை அச்சாகக் கொண்டு புவி நாளும் ஒரு முறை தன்னைத்தானே மேற்கிலிருந்து கிழக் காகச் சுற்றிவருகிறது. இவ்விட்டத்தின் முனைகள் வடதுருவம், தென்துருவமென்றும், விட்டம் துருவ அச்சு (polar axis) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. துருவ அச்சுக்குச் செங்குத்தாக உள்ள விட்டம் நில நடுவரை (earth's equator) அல்லது உலக நடுவரை (terrestrial equator) எனப்படும்.



படம்

சூரியனின் இயக்கத்தில் இடத்தைப் பொறுத் துப் பல சிறப்புகள் இருப்பதால், புவி, நடுவரைக்கு இணையான சிறுவட்டங்களால் பல மண்டலங்க ளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. நடுவரையின் அக லாங்கு 0° ஆகும். நடுவரைக்கு வடக்கே W° (23°.5) கோண ஏற்றத்தில் வரையப்படும் சிறுவட்டம் கடக வரை (tropic of cancer) எனப்படும். வடதுருவத்தி லிருந்து W° தொலைவில் தெற்கே வரையப்படும் வட்டம் ஆர்க்டிக் வட்டமாகும். நடுவரைக்கும் கடக வரைக்கும் இடையேயுள்ள பகுதி வடவெப்ப மண்ட லம் (north torrid zone) என்றும், கடக வரைக்கும் ஆர்க்டிக் வட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள பகுதி வட மிதவெப்ப மண்டலம் (north temperate zone) என் றும் கூறப்படும்

கடகவரையில் உள்ள இடங்களில் மார்ச்சுத் திங்கள் 21 ஆம் நாளும் செப்டம்பர்த் திங்கள் 23 ஆம் நாளும் பகல், இரவுக் காலங்கள் சமமாக இருக்கும். வடக்கே சூரியன் தன் நடுவரை விலக்கத்தின் மீப்பெருமதிப்பை ஜூன் திங்கள் 22 ஆம் நாள் அடைவதால், அன்று அவ்விடங்களுக்கு மிக நீண்ட பகலும் மிகக் குறைந்த இரவுமாக இருக்கும். அதே போல் தெற்கில் சூரியன் தன்நடுவரை விலக்கத்தின் மீப்பெரு மதிப்பை அடையும், டிசம்பர்த் திங்கள் 22 ஆம் நாள் மிக நீண்ட இரவும் மார்ச் 21ஆம் தேதி முதல் செப்டம்பர் 23ஆம் தேதி வரை கடக வரையிலுள்ள மக்களுக்குப் பகல்பொழுது மிகுந்து, இரவு குறைந்தும், செப்டம்பர் 23ஆம் தேதி முதல் மார்ச்சு 21ஆம் தேதி பகல்பொழுது குறைந்து இரவு நேரம் மிகுந்துமிருக்கும். ஜூன் 22 ஆம் நாள் மட்டும் சூரியன் தோற்ற நண் பகலில் நேர் உச்சிப்புள்ளியிலிருக்கும்.

-பங்கஜம் கணேசன்

கடத்துகை

மின்சாரவியலில் மின் சுற்றமைப்பு ஒன்றின் வழியே மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவதற்கான திறமை கடத்துகை (conductance) எனப்படுகிறது. ஒலியியலிலும் எந்திரவியலிலும் கூட இதனையொத்த கடத்துகை என்னும் கருத்து உள்ளது.

மின்னியலில் நேர் மின்னோட்டச் சுற்று ஒன்றில் மின்தடையின் தலைகீழ் மதிப்பு, கடத்துகை ஆகும். மாறுதிசை மின்னோட்டச் சுற்றிலோ அது மின் ஏற்பு (admittance) Y - இன் மெய்ப் பகுதியாகும். அதாவது, சுற்றிலமைந்த மின்தடைக்கும் மின்னெதிர்ப்பின் (impedance) இருமடிக்கும் உள்ள விகிதமாகும்.

சமன்பாடு (1) இல்,

$$Y = G \pm jB \qquad (1)$$

G என்பது கடத்துகை, B என்பது கற்பனைப் பகுதி ஆகும். இது ஏற்புடைமை (susceptance) எனப்படும். மேலும்

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{(R + jX)}$$

R என்பது மின்தடையையும் (resistance), X என்பது மொத்த மின் மறுப்பு (reactance) $X_L - X_C$ ஐயும் குறிக்கின்றன.

சமன்பாடு (2) மின் ஏற்பைக் கணக்கிடப் பயன்படுகிறது. கடத்துகையைச் (G) சமன்பாடு (3) இலிருந்து கணக்கிடலாம்.

$$Y = \frac{R}{R^2 + X^2} - j\frac{X}{R^2 + X^2} \qquad (2)$$

$$G = \frac{R}{R^2 + X^2} \qquad (3)$$

இது கடத்துகைக்கான பொதுவான சமன்பாடாகும். இச்சமன்பாடு கடத்துகையின் சார்பு (function) மின்தடை, மின்மறுப்பு ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது என்பதைத் தெளிவுறுத்துகிறது.

மின் மறுப்பு புறக்கணிக்கத்தக்க அளவில் மிகச் சிறிய மதிப்பைப் பெற்றிருந்தால்,

$$G = \frac{R}{R^2} = \frac{1}{R}$$

அதாவது, கடத்துகை மின்தடையின் தலைகீழியாகும். இது எளிய கடத்துகை (simple conductance) எனப்படும். இது மின்மறுப்பு இல்லாத மின் எதிர்ப்புடைய (impedancc) சுற்றுகளுக்கே பொருந்தும். எனவே நேர்திசை மின்னோட்டச் சுற்றில் மின்கடத்துகை மின் தடையின் தலைகீழியாகும். பக்க இணைப்புச் சுற்றுகளின் கடத்துகையைக் கணக்கிட இத்தகைய தலைகீழ்ச் சார்புகள் பயன்படுகின்றன. அது பொதுவாக மின்தடையின் அலகுக்குரிய ஓம் என்னும் ஆங்கிலச் சொல்லின் (ohm) இடவல மாற்றச் சொல்லான மோ (mho) என்னும் அலகால் குறிக்கப்படுகிறது. இந்த அலகு சீமென்ஸ் என்னும் பெயரால் கூறப்படுவதும் உண்டு. மின் சுற்றமைப்பு ஒன்றின் இரு முனைகளுக்கிடையே ஒரு வோல்ட் மின்னழுத்த வேறுபாடு நிலவும்போது இதன் வழியே ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டம் விளையுமாயின் அவ்வமைப்பின் கடத்துகை ஒரு மோ அல்லது ஒரு சீமென்ஸ் ஆகும்.

மின்பகு பொருள் ஒன்றைப் பொறுத்தவரை சமானக் கடத்துகை (equivalent conductance), மூலக்கூறியல் கடத்துகை (molar conductance) என்னும் சொற்களும் வழங்கப்படுகின்றன. சமானக் கடத்துகை என்பது மின்பகு பொருளின் கடத்துதிறன் (conductivity) மற்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவில் ஒரு கிராம் சமான எடை (gram equivalent) கரை பொருளைக் கொண்ட கரைசலின் பருமன் ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலனாகும். (ஒரு பொருளின் கடத்துதிறன் என்பது ஒரு மீட்டர் பக்கங்கொண்ட கனசதுர வடிவிலமைந்த அப்பொருளின் கடத்துகை ஆகும்). மூலக்கூறியல் கடத்துகை என்பது மின்பகு பொருளின் கடத்துதிறன் மற்றும் ஒரு கிராம் மூலக்

கூறு எடை, கரைபொருளைக் கொண்ட கரைசலின் பருமன் ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலனாகும். அயனிக் கடத்துகை என்பது மின்பகு கரைசலின் முடிவிலா நீர்த்தலில் (infinite dilution) அதன் மொத்தச் சமானக் கடத்துகையை அளிக்கும் தனித் தனி வகை அயனிகளின் கடத்துகை ஆகும்.

அதாவது,
மொத்தச்சமானக் கடத்துகை = எதிர்மின் அயனிகளின் கடத்துகை + நேர் மின் அயனிகளின் கடத்துகை

- ரா. நாகராஜன்

கடத்துதல் (மின்)

மின்னூட்டம் பெயர்ச்சி அடைதல் மின்கடத்துதல் (electric conduction) எனப்படும். இம்மின்கடத்துதல் பல்வேறு முறைகளில் நடைபெறுகின்றது. உலோகங்களில் மின்னூட்டம் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்களால் சுமந்து செல்லப்படுகின்றது. இவ்வெலெக்ட்ரான்கள் எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட அணுக்களிலும் கட்டுண்டு காணப்படுவதில்லை. மேலும் இவை உலோகத்தில் அங்குமிங்கும் நிலையாக இல்லாமல் அலைந்து கொண்டிருக்கின்றன. பொதுவான மின்கடத்துதிறன் (electric conductivity) பிற தனிமங்களைவிட உலோகங்களில் பெருமதிப்புடையதாக இருக்கிறது. மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் சில உலோகங்கள் மீ கடத்திகளாக (super conductors) மாற்றமடைகின்றன. மீ கடத்திகளில் கடத்துதிறன் ஈறிலா மதிப்புடையதாக இருக்கும். மீ கடத்திகளில் கட்டற்ற எலெக்ட்ரான்கள் எவ்விதத் தடையுமின்றிப் படிக அணிக்கோவை ஊடே செல்கின்றன. எனவே அதன் கடத்துதிறன் ஈறிலா மதிப்புடையதாகிறது.

ஜெர்மேனியம், சிலிக்கான் போன்ற குறைகடத்திகளில் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் அமைந்த எலெக்ட்ரான்களும், நேர் மின்னூட்டம் போன்று செயல்படும் துளைகளுமே மின்னூட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்கின்றன. குறைகடத்திகளின் கடத்துதிறன், உலோகங்களின் கடத்துதிறனை விட மிகச் சிறிய மதிப்பையே பெற்றுள்ளது. ஆனால் உலோகங்களைப் போல் அல்லாது குறைகடத்திகளின் வெப்பநிலையை உயர்த்தினால் கடத்துதிறனும் உயர்கிறது.

அயனிப்படிகத்தின் நீரியல் கரைசல்கள் (aqueous solution) மின்சாரத்தைக் கடத்தும் திறன் வாய்ந்தவை. கரைசலில் உள்ள நேர், எதிர் அயனிகள் மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு கரைசலில் சோடியம் (Na^+) குளோரின் அயனிகள் (Cl^-) காணப்படுகின்றன. இவ்வயனிகளே சோடியம் குளோரைடு கரைசல் வழியாக மின்சாரம் பாயக் காரணமாகின்றன. திண்ம அயனிப் படிகங்களும் நல்ல மின்கடத்திகளாகும். இவ்வகைப் படிகங்கள் குறிப்பிடத்தக்க அளவு அணிக்கோவை வெற்றிடங்களைக் கொண்டுள்ளன. எனவே படிகத்திற்கு மின்புலம் கொடுக்கப்படும்போது சில அயனிகள் மின்னூட்டத்தைக் கடத்துகின்றன.

வலிமையான மின்புலம் வளிம மூலக்கூறுகளை அயனிகளாக்குகின்றன. எனவே வளிமத்தின் வழி மின்னோட்டம் பாய்கிறது. வளிமத்திலுள்ள அயனிகள் மின்னூட்டங்களைத் தாங்கிச் செல்கின்றன. அயனிகளின் செறிவு குறிப்பிட்ட பெருமதிப்பை அடைந்தவுடன் மின்பொறி ஏற்படலாம்.

மின்னோட்டம் வெற்றிடத்தின் வழியாகவும் பாயும் தன்மையுடையது. சான்றாக வெற்றிடக் குழாயைக் கொள்ளலாம். இதில் மின்னூட்டத் தாங்கிகளாக மின்னிழையில் இருந்து உமிழப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் செயல்படுகின்றன. சாதாரண வெப்பநிலையில் மின்னிழையினால் உமிழப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை குறைவாக இருப்பதால் மின்னோட்டத்தின் அடர்த்தியும் குறைவாக இருக்கிறது. எனவே மின்கடத்து திறனும் சிறுமமாகவே உள்ளது.

மின்கடத்து திறன் உலோகங்கள் முதலிய கடத்திகளின் இயல்புகளையும், பண்புகளையும் கண்டறியப் பயன்படுகிறது. மின்கடத்துதிறன் மின்தடை எண்ணின் (electrical resistivity) நேர்மாறு மதிப்பிற்குச் சமமாகும்.

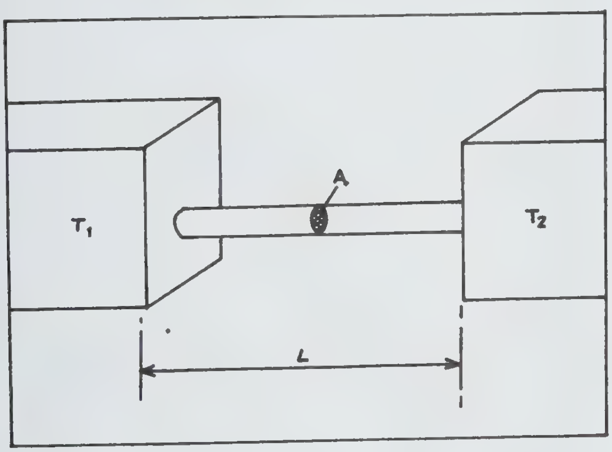
- ஜா. சுதாகர்

கடத்துதல் (வெப்பம்)

ஒரு தனிமத்தின் வெப்ப ஆற்றலைப் பெருமமாக்கும் போது அத்தனிமத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளின் இயக்க ஆற்றலும் பெருமமடைகின்றது. வெப்ப ஆற்றலானது ஒரு பொருளின் வெப்பமிகு பகுதியிலிருந்து வெப்பநிலை குறைவான பகுதிக்குக் கடத்தப்படுகிறது. வெப்பமிகு பகுதியிலுள்ள மூலக்கூறுகள் பெரும ஆற்றலுடன் அதிர்வடைகின்றன. இம்மூலக்கூறுகள் வெப்பநிலை குறைவான பகுதியிலுள்ள மூலக்கூறுகளுடன் மோதுவதால் குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலை, வெப்பநிலை குறைவான மூலக்கூறுகளுக்கு அளிக்கின்றன. இம் மூலக்கூறுகள் ஆற்றலைப் பெற்றுக் கொண்டமையால் அப்பகுதியில் வெப்பநிலை சற்று உயர்கிறது. இம்மூலக்கூறுகள் வெப்பநிலை குறைவான மூலக்கூறுகளுடன் மோதுவதால்

ஆற்றல் மீண்டும் மற்ற மூலக்கூறுகளுக்கு அளிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மூலக்கூறுகளின் தொடர்ச்சியான மோதலால் வெப்ப ஆற்றல் வெப்பமிகு முனையிலிருந்து வெப்பக்குறை முனைக்குக் கடத்தப்படுகின்றது. வெப்ப ஆற்றல் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்குக் கடத்தப்படுவதற்குக் கடத்துதல் (conduction) என்று பெயர்.

வெப்ப ஆற்றல் கடத்துதல் தனிமத்தைப் பொறுத்தது. கண்ணாடி, மரம் போன்றவற்றைவிட உலோகங்கள் உயர் கடத்தும் திறன் வாய்ந்தவை. பொதுவாக அனைத்து மின்கடத்திகளும் வெப்பக் கடத்திகளாகும். உலோகங்களில் இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் குறிப்பிட்ட அளவு இயக்க ஆற்றலுடன் (வெப்ப) இயல்பாக இடப்பெயர்ச்சி அடைவதால், இவை நற்கடத்திகளாகும். வெப்ப ஓட்டத்தைக் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு A உம், நீளம் L- உம் உடையதொரு சட்டத்தால் (bar) விளக்கலாம்.



படத்தில் காட்டியவாறு சட்டத்தின் இருமுனைகளும் T_1 மற்றும் T_2 என்னும் வெப்பநிலையில் உள்ளன. $T_1 > T_2$ வெப்ப ஆற்றல் T_1 வெப்பநிலையிலுள்ள முனையிலிருந்து T_2 வெப்பநிலையிலுள்ள முனைக்குக் கடத்தப்படுகின்றது. t நொடியில் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்குக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு $\triangle Q$ எனில்,

$$\triangle Q = \frac{\lambda(T_1 - T_2)At}{L}$$

λ என்பது விகிதமுறு மாறிலியாகும். இவ்விகிதமுறு மாறிலி வெப்பக் கடத்துதிறன் (heat conductivity) என்று கூறப்படும்.

λ-இன் மதிப்பு நற்கடத்திகளுக்கு மிகையாகவும், அரிதிற் கடத்திகளுக்குக் (poor conductor) குறைவாகவும் இருக்கும். கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு சட்டத்தின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பிற்கு நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது. $\triangle Q \propto A$. ஆனால் $T_1 = T_2$ என்று இருக்கும்போது வெப்பம் கடத்தப்படுவதில்லை. எனவே $\triangle Q \propto T_1 - T_2$ என்று கூறலாம். சட்டத்தின் நீளம் மிகுதியாக இருக்கும்போது ஒரு முனையிலிருந்து மறு முனைக்குக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு குறைகின்றது. எனவே $\Delta Q \propto \frac{1}{L}$ ஆகும். நேரம் மிக மிக ஒருமுனையிலிருந்து மறுமுனைக்குக் கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவும் மிகுகின்றது.

வெப்பக் கடத்துதிறன். வெப்பக் கடத்தும் திறன் (λ) பொருள்களின் முக்கியமான பண்பாகும்; இது குறிப்பிட்டதொரு தனிமத்தை மட்டுமன்று, அத் தனிமம் இருக்கும் நிலையையும் பொறுத்தது. நீர்மங்களில் வெப்பக் கடத்தல் ஒலி பரப்புகை போன்று நிகழ்கிறது. மின்கடத்தாப் பொருள்களில் வெப்ப ஆற்றல் அலைகள் போன்று அணுக்களின் அணிக்கோவையில் செல்கிறது. உலோகங்களில் எலெக்ட்ரான்கள் கட்டற்ற நிலையில் இருப்பதால் மின்கடத்தலைப் போன்று வெப்பத்தையும் கடத்துகின்றன. இதுவே வைட்மேன்-ஃப்ரான்ஸ் விதியின் அடிப்படையாகும். இவ்விதிப்படி,

$$\frac{\lambda}{\sigma T} = \text{மாறிலி}$$

σ என்பது மின்கடததும் திறன்; T என்பது தனி வெப்பநிலை.

சில தனிமங்களின் வெப்பக் கடத்துகை அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

வெப்பக் கடத்துகை	கலோரி/செ.மீ வினாடி (°C)
தனிமம்	λ
வெள்ளி	1.0
தாமிரம்	1.0
அலுமினியம்	0.50
பித்தளை	0.20
கண்ணாடி	$\sim 20 \times 10^{-4}$
செங்கல்	20×10^{-4}
காங்கிரீட்	16×10^{-4}
ரப்பர்	$\sim 5 \times 10^{-4}$
மரம்	$\sim 3 \times 10^{-4}$

— ஜா. சுந்தரி

நூலோதி. F. Bueche, *Principles of Physics*. Fourth Edition, McGraw-Hill International Book Company, Singapore, 1984.

கடத்து திறன்

ஒரு தனிமத்தின் மின் கடத்தும் திறமையைக் கடத்து திறன் (conductivity) எனும் சொல் குறிக்கின்றது. இது மின்தடைத்திறனின் (resistivity) தலைகீழ் மதிப்பிற்குச் சமமாகும். கடத்துதிறன் உலோகம் மற்றும் பிற கடத்திகளின் பண்புகளை அறியப் பயன் படுகிறது. கடத்துதிறனின் அலகு மோ/மீட்டர். ஏனெனில் மின்தடைத் திறனின் அலகு ஓம்-மீட்டர் ஆகும்.

உலோகத் தனிமங்களின் கடத்துதிறன் பொது வான குறிப்பிட்ட பகுதி வெப்பநிலைக்கு (normal range of temperature) மேல் உள்ள தனி வெப்ப நிலைக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் மாற்றமடைகிறது. ஆனால் வெப்பநிலை தனிச்சுழியை (absolute zero) அடையும்போது தனிமங்களின் அணிக்கோவை அமைப்பில் காணப்படும் குறைபாடுகளும் (imperfections), மாசுகளும் மிகச்சிக்கலான தொடர்பைப் பெறுகின்றன.

குறை கடத்திகளில் எலெக்ட்ரான்களால் மின்னூட்டம் கடத்தப்பட்டால், அக்குறை கடத்திகளின் கடத்துதிறன் n வகைக் கடத்துதிறன் எனப்படும். அதேபோன்று துளைகளால் மின்னூட்டம் கடத்தப் பட்டால் அக்கடத்துதிறன் p வகைக்கடத்துதிறன் எனப்படும். காண்க, கடத்துதல் (வெப்பம்).

- ஜா. சுதாகர்

கடத்துப் பட்டை

இது எலெக்ட்ரான்களால் ஓரளவு நிரப்பப்பட்ட படிகத் திண்மங்களின் மின்னணு ஆற்றல் பட்டை ஆகும். இப்படிகங்களின் வெப்பநிலையை உயர்த்தும் போதும், இவற்றின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்போதும், எலெக்ட்ரான்கள், ஆற்றல் பட்டைக்குள் உள்ள உயர் ஆற்றல் மட்டங்களுக்குச் செல்கின்றன. இதனால் ஆற்றல் பட்டைக்குள் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாகின்றது. இவ்வெலெக்ட்ரான்கள் கடத்து எலெக்ட்ரான்கள் (conduction electrons) எனப்படுகின்றன. இவை ஆற்றல் பட்டைகளில் (energy band) நிரம்பியிருக்கும் எலெக்ட்ரான்களிலிருந்து வேறுபட்டவை. ஏனெனில் ஆற்றல் பட்டைகளில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களால், மின், வெப்பக் கடத்தல் ஏற்படுவது இல்லை.

உலோகக் கடத்திகளில், மூல அணுக்களின் இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்களை ஒத்த எலெக்ட்ரான்களால் கடத்தல் நடைபெறுகிறது. குறை கடத்திகளிலும் (semi conductors), மின் காப்பிகளிலும் மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் இவற்றின் கடத்துப்பட்டை எலெக்ட்ரான்கள் ஏதுமின்றிக் காலியாக இருக்கும். குறைந்த ஆற்றல் பட்டையில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள், படிகங்களின் மாசு அணுக்கள் ஆகியவற்றின் வெப்பக் கிளர்ச்சியின் மூலம் கடத்து எலெக்ட்ரான்கள் (conduction electron) பெறப்படுகின்றன.

- வா. அனுசுயா

கடத்துமிழையம்

உயர் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு வேரின் மூலம் உறிஞ்சப்படும் நீரும் ஊட்டப் பொருள்களும், பயிரின் பல பகுதிகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்பட வேண்டும். இதே போன்று, இலைகளில் தயாரிக்கப்படும் கரிமப் பொருள்கள் பயிரின் பல பகுதிகளுக்கும் கொண்டு செல்லப்பட வேண்டும். இவ்விரு பணிகளில் ஏதாவது ஒன்று சரிவரச் செயல்படாவிடில் பயிரின் வளர்ச்சி குன்றிவிடும். இவ்விரண்டு பணிகளையும் சைலம் (xylum), ஃப்ளோயம் (phloem) என்னும் கூட்டு நிலைத் திசுக்கள் (complex permanent tissue) நிகழ்த்து கின்றன. இச்செயல்கள் எப்போதும் தனித்து நடைபெறாமல் சேர்ந்தே நடைபெறும். இவ்வாறு சைலமும் ப்ளோயமும் சேர்ந்து செயல்படும் கூட்டு அமைப்பிற்குச் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் அல்லது கடத்து மிழையம் (conducting tissue) என்று பெயர்.

திசுக்கள். ஒரே அமைபபு, வேலை, தோற்று வாய் கொண்ட செல்களின் தொகுதியே திசு எனப் படும். திசுக்கள் பல செல்களால் ஆனவை. திசுக்களின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்து அவற்றை ஆக்கத் திசுக்கள் (meristematic tissue) நிலைத்திசுக்கள் என (permanent tissue) இரண்டு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஆக்கத்திசுக்கள் செல்பிரிதல் (cell division) ஆற்றலைக் கொண்டவை. பொதுவாக நிலைத்திசுக்கள் என்பன செல்பிரிதல் ஆற்றலை இழந்து சில நிலையான பணிகளைச் செய்து கொண்டிருப்பவை. சைலமும், ஃப்ளோயமும் நிலைத்திசுக்கள் வகையைச் சார்ந்தவை. இவற்றில் பலவகைத் திசுக்கள் கூட்டாகச் சேர்ந்து ஒரே மாதிரியான பணிகளைச் செய்வதால் இவை கூட்டு நிலைத்திசுக்கள் எனப்படுகின்றன.

சைலமும் ஃப்ளோயமும் ஒரே இடத்தில் அமைந்திருந்தாலும், இவற்றின் அமைப்பைக் கொண்டுள்ள சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளின் அமைப்பு, பயிரின் பல பகுதிகளில் மாறுபடுகிறது. கடத்துமிழையத்தைப் பொறுத்து வேரின் அமைப்பு, தண்டின் அமைப்போடு முற்றிலும் மாறுபடுகிறது. மேலும், ஒருவிதை இலைத்தாவரத்தின் அமைப்பு, இருவிதை இலைத் தாவரத்தின் அமைப்புகளோடு ஒப்பிடும்போது இது முற்றிலும் மாறுபடுகிறது.

சைலம். இத்திசு வேர் உறிஞ்சும் நீர், உரங்கள், பூச்சி பூஞ்சணக் கொல்லி மருந்துகளைச் செடியின் மேல் பகுதிகளான தண்டு, இலை, புதுத்தளிர் போன்ற இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. இப்பணியைப் பலவகை நிலைத்த கூட்டுத் திசுக்கள் ஒன்றாக இணைந்து செய்கின்றன. முதன் முதலில் கி. பி. 1858 ஆம் ஆண்டு நாகேலி என்பார் இவ்வகைத் திசுக்களுச்குச் சைலம் எனப் பெயரிட்டார். இப்பிரிவில் டிரக்கீடுகள் (tracheids), டிரக்கியா (trachea) அல்லது சைலம் வெஸ்ஸல் (xylem vessel), சைலம்நார் (xyleum fibre), சைலம் பாரன்கைமா (xylum parenchyms) போன்ற கூட்டுத் திசுக்கள் அடங்கியுள்ளன. இவை யாவும் காம்பியம் (cambium) என்னும் ஆக்கத் திசுக்களிலிருந்து தோன்றுகின்றன. சைலம் திசுக்களில் பாரன்கைமா திசுக்கள் மட்டுமே உயிருடையவை.

சைலம் திசுக்கள் வேர்நுனி முதல் புதுத்தளிர் (newflush) வரை நீண்ட செங்குத்தான குழாய்களாகவும், இவற்றின் முனைகள் ஒன்றொடொன்று இணைந்து ஒரே தொகுதியாகவும் அமைந்துள்ளன. இத்திசுக்கள் உண்டாக்கப்படும்போது குறுக்குச் சுவர்கள் கரைந்து விடுவதால் நீர் கொண்டு செல்வதற்கு ஏற்றவாறு ஒரு நீண்ட தொடர்ச்சியான வழி ஏற்படுகிறது. இவற்றில் சைலம் வெஸ்ஸல் திசுக்களே பெரும் பங்கு கொள்கின்றன. சைலம் பாரன்கைமா திசுக்கள் சைலம் வெஸ்ஸல் திசுக்களைச் சுற்றி அமைந்துள்ளன. இது உணவு சேமிக்கவும் நீரைப் பக்கவாட்டில் கடத்தவும் பயன்படுகின்றது. சைலம் நார்கள் ஸ்கிளிரன்கைமா (scleren chyma) என்னும் கடினமான செல்களால் ஆனவை. இச்செல்களின் செல்சுவர் தடித்த, கடினமான லிக்னின் (lignin) என்னும் பொருள்களால் ஆனது. சைலம் நார்கள் பயிரின் உறுதியான அமைப்புக்கு உறுதுணையாகின்றன. டிரக்கீடுகள் பொதுவாக டெரிடோஃபைட் மற்றும் ஜிம்னோஸ்பர்ம் தாவரங்களில் பெரும் பங்கேற்கின்றன. டிரக்கியா அல்லது சைலம் வெஸ்ஸல் திசுக்களுக்குத் துணையாக நீரைக் கடத்தும் பணியில் உதவி செய்கிறது. இவ்வகைத் திசுக்கள் ஆஞ்சியோபர்ம்களில் காணப்படும். பொதுவாகக் கட்டை (wood) என்பது சைலம் பகுதியைச் குறிப்பதாகும். பெரிய மரங்களில் சைலம் முழுதும் செயல்படுவதில்லை. நடுவிலுள்ள சைலம் செயல் இழந்து, தேவையற்ற பொருள்களைக் கொண்டிருக்கும். இது வைரப்பகுதி (heart wood) என்றும் கடத்தும் செயலை நடத்தும் புறச் சைலம் மென் கட்டை (sapwood) என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

ஃப்ளோயம். இப்பிரிவுத் திசுக்கள் இலைகளில் தயாரிக்கப்படும் உணவு, இலைகளில் தெளிக்கப்படும் உரங்கள். பூச்சி மருந்துகள் இவற்றைச் செடியின் பல பகுதிகளுக்கும் குறிப்பாக வேர் வளர்ச்சிக்குக் கொண்டு செல்கின்றன. இப்பிரிவில் சல்லடைச் செல் (sieve cells), சல்லடைக்குழாய் (sieve tube), துணைச் செல்கள் (companion) cells), ஃப்ளோயம் நார் (phloem fibre), ஃப்ளோயம் பாரன்கைமா (phloem parenchyma) போன்ற நிலைத் திசுக்கள் அடங்கியுள்ளன. நகேலி என்பார் முதன் முதலாக கி. பி. 1858 ஆம் ஆண்டு இத்திசுக்களுக்கு ப்ளோயம் எனப் பெயரிட்டார். வேளாண்மைப் பயிர்த் தாவரங்களில் சல்லடைக் குழாய்கள் உணவைக் கடத்தும் வேலைகளில் பெரும் பங்கு பெறுகின்றன. சல்லடைத் தட்டுகள் (sieve plates) குழாய்களின் குறுக்கே அமைந்துள்ளன. இத்தட்டுகள் உணவைக் கடத்துவதற்குப் பெரிதும் உதவிபுரிகின்றன. இவற்றைச் சுற்றித் துணைச் செல்களும், பாரன்கைமா செல்களும் அமைந்துள்ளன. ப்ளோயம் நார்கள் இவற்றிற்கு உறுதி அளிக்கின்றன. சணல், புளிச்சை நார், என்பன கற்றாழை நார் ஃப்ளோயம் நார்களைக் குறிப்பன. இவை பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தவை. ஃப்ளோயம் கடத்தும் உணவிற்குப் ஃப்ளோயம் சாறு (phloem sap) என்று பெயர். இதில் அமினோ அமிலங்கள், சர்க்கரை, புரோட்டீன், கரிம அமிலங்கள் ஆகியவை அடங்கியிருக்கின்றன. பனை, தென்னை மரங்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் பதனீர், ஃப்ளோயம் சாற்றிற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

வகைகள். ஃப்ளோயமும், சைலமும் அவற்றின் வளர்ச்சியைப் பொறுத்து முதன்மையான ஃப்ளோயம் (primary phloem), இரண்டாம் நிலை ஃப்ளோயம் (secondary phloem), முதன்மையான சைலம் (primary xylum) இரண்டாம் நிலைச் சைலம் (secondary xylum) எனப்பகுக்கப்படும். இதே போல் இதன் அமைப்பையும் புரோட்டோசைலம் (proto xylum) மெட்டாசைலம் (meta xylum) என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஆக்கத்திசுக்களிலிருந்து முதன் முதலில் தோன்றும் புரோட்டோசைலமும்,ஃப்ளோயமும் செடிகளின் பகுதிகள் வளர்ச்சியடைவதற்கு முன்பே முதிர்ச்சி அடைந்து விடுகின்றன. ஆனால் மெட்டா ஃப்ளோயமும் மெட்டா சைலமும் செடிகளின்பகுதிகள் வளர்ச்சி அடைந்த பின்பே முதிர்ச்சி அடைகின்றன. சைலமும் ஃப்ளோயமும் பொதுவாக இணைந்தே காணப்படும். சைலம் திசுக்கள் ஃப்ளோயம் திசுக்கள் இடையே கேம்பியம் இருந்தால் இவற்றிற்குத் திறந்த சாற்றுக் குழாய்த் திரள்கள் (open vascular bundles)

என்று பெயர். இவ்வமைப்பு இருவித்திலைத் தாவரங்களில் காணப்படும். காம்பியமற்ற சாற்றுக் குழாய்த் திரள்கள் மூடிய சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகள் (closed vascular bundles) எனப்படும்.

சைலமும் ஃப்ளோயமும் கொண்ட திசுக்கள் சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகளை உருவாக்குகின்றன. சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகள் அல்லது கடத்துமிழையம் இல்லையெனில் நீரும் பிற உணவுப் பொருள்களும் செடிகளின் வளர்ச்சிக்குக் கிட்டா.

— கொ. பாலகிருட்டிணன்

கடந்து செல்கை

வானியலில் கடந்து செல்கை (transit)என்னும் சொல்லுக்கு மூன்று வரையறைகள் உள்ளன. வான கோளங்கள், புவியுடன் ஏறக்குறைய ஒரே நேர்கோட்டில் அமையும்போது, புவிக்கருகில் உள்ள சிறிய கோளம், தொலைவிலுள்ள பெரிய கோளத்தைக் கடந்து செல்வதைக் கடந்து செல்கை எனக் கூறலாம். கதிரவனைக் கடந்து செல்வது கதிர் கடப்பு (solar transit) எனப்படும். அதேசமயத்தில் சிறிய கோளத்தைப் பெரிய கோளம் கடக்கும்போது அதைக் கோள் மறைப்பு (occultation) என்றும், கதிரவன், புவிக்கிடையே சந்திரனும், கதிரவன், சந்திரனுக்கிடையே புவியும் வரும்போது சிலசமயங்களில் ஏற்படுவதைக் கிரகணம் அல்லது ஒளி மறைப்பு (eclipse) என்றும் கூறலாம். கதிரவனின் ஒளி சந்திரன் மேல் படாமல், புவி மறைப்பதைச் சந்திர கிரகணம் அல்லது சந்திரன் மறைப்பு (lunar eclipse) என்றும், புவியிலிருந்து கதிரவனைப் பார்க்க முடியாமல் நடுவில் சந்திரன் மறைப்பதைச் சூரிய கிரகணம் அல்லது கதிரவன் மறைப்பு (solar eclipse) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

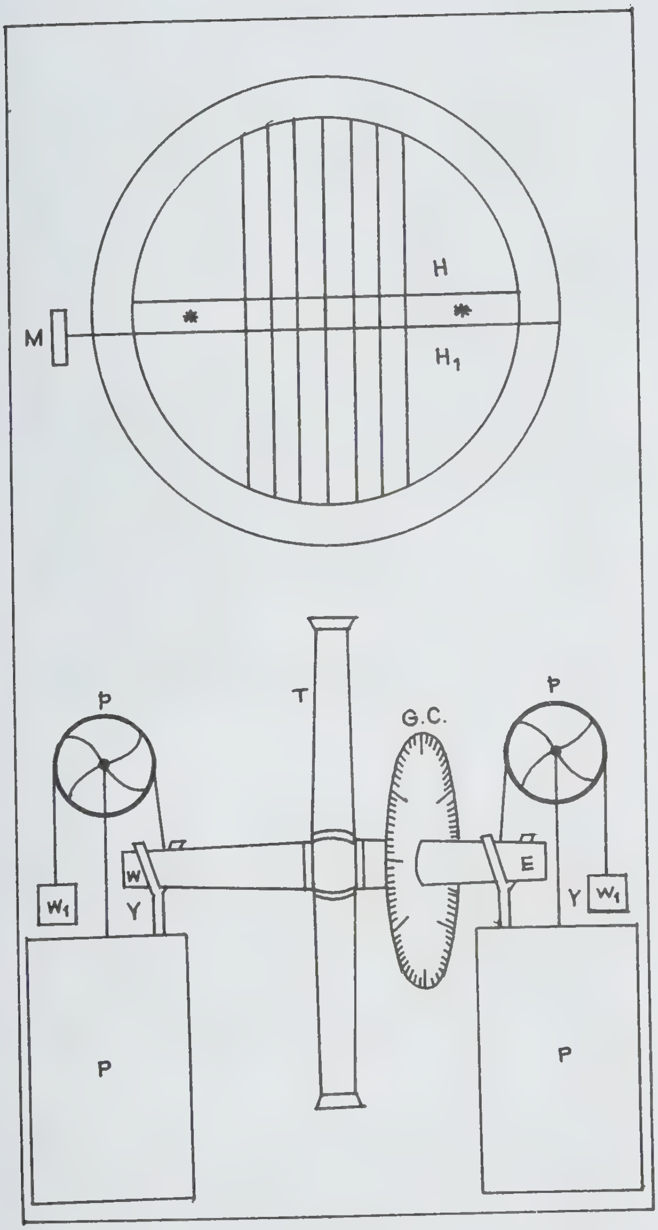
கதிரவனுக்கும், புவிக்குமிடையே உள்ள கோள்கள் உட்கோள்கள் (inferior planets) என்றும், மற்றைய கோள்கள் புறக்கோள்கள் (superior planets) என்றும் கூறப்படும். புதன், வெள்ளி இரண்டும் உட்கோள்கள் ஆகும். இவை, ஒவ்வொன்றும் தங்கள் சுற்றுப்பாதையில் இயங்கும்போது கதிரவனுக்கும், புவிக்குமிடையில் ஏதேனும் ஒரு நிலையில் ஒரே நேர் கோட்டில் அமையக்கூடும். அந்நிலை அண்மை ஒரு திசைநிலை அல்லது அண்மை இணை நிலை (inferior conjunction) எனப்படும். புதனின் பாதையும், வெள்ளியின் பாதையும், புவியின் பாதைக்கு முறையே 7° சாய்விலும், 3.4° இருப்பதால் இவை அண்மைத் திசை நிலையில் வரும்போது கதிரவனின் வட்டிற்குச் (disc) சற்று மேலோ கீழோ புதனும் வெள்ளியும் கடந்து செல்லும். ஆனால், சில சமயங்களில் இவை கதிரவனைக் கடக்கும்போது, அவற்றின் வட்டின் மீது ஒரு கரும்புள்ளி நகர்வதுபோல் தோற்றமளிக்கும். இது உட்கோளின் கடந்து செல்கை (transit of an inferior planet) எனப்படும். இந்நிலை ஏற்படும்போது கோள், கதிரவன் விளிம்பின் இடப் (அல்லது கிழக்கு) பகுதியில் சென்று, வலப் (அல்லது மேற்கு) பகுதியில் மறையும் உட்கோள்களின் கடந்து செல்கை, குறுகிய, நீண்ட கால இடைவெளிகளில் ஏற்படும். அவை கதிரவனைக் கடக்கும் நேரம் சில சமயங்களில் நொடிகளாகவும் இருக்கும்; சிலசமயங்களில் பல மணி நேரமும் ஆகும்.

வெள்ளியின் கடந்து செல்கை ஜுன் அல்லது டிசம்பர் மாதங்களில் எட்டு ஆண்டுகள் இடைவெளியில் இரண்டிரண்டாக, பின்னர் நூறு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஆண்டுக்கொருமுறை ஏற்படும். 1874, 1882 ஆம் ஆண்டுகளில் ஏற்பட்ட இவை மீண்டும் 2004, 2012 ஆம் ஆண்டுகளில் தெரியும். புதனின் கடந்து செல்கை மே மாதத்தில் 7 அல்லது 46 ஆண்டுக்கொரு முறையும் நவம்பர் மாதத்தில் 13 ஆண்டுக்கொருமுறையும் ஏற்படும். 1986 ஆம் ஆண்டு நவம்பர் மாதம் புதன் கதிரவனை ஏறக்குறைய ஐந்து மணி நேரத்தில் கடந்ததைத் தொலைநோக்கி மூலம் கண்டனர்.

கோள் கடந்து செல்கை போலவே வால் விண்மீன்கள், சிறு துணைக் கோள்கள் (satellites) கதிரவனையும், வியாழனின் நான்கு துணைக்கோள்கள் வியாழன் வட்டினையும் கடப்பதைத் தொலைநோக்கிகள் மூலம் காணலாம். கடந்து செல்கையினால், விண்பொருள்களின் தொலைவுகளை அளக்கவும், கோள்களின் பாதைகளைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடவும் முடியும்.

ஒவ்வொரு விண்பொருளும் ஒவ்வொரு நாளும் நடுவரைக்கு இணையாகத் தங்கள் பாதைகளில் இயங்கும் போது உச்சி வட்டத்தை (meridian) இருமுறை கடப்பது உச்சிக்கடத்தல் (transit or culmination) எனப்படும். தொடுவானத்திற்கு (horizon) மேலே இயங்கும்போது உச்சி வட்டத்தைக் கடப்பது மேல் உச்சிக்கடத்தல் (upper transit) என்றும், தொடுவானத்திற்குக் கீழே வட்டத்தைக் கடப்பது கீழ் உச்சிக்கடத்தல் (lower transit) என்றும் குறிக்கப்படும்.

விண்பொருள்கள் உச்சியைக் கடக்கும் நேரத்தைப் பதிவு செய்வதற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளில் ஒன்று உச்சிக்கடத்தல் காண் தொலைநோக்கி (transit instrument) ஆகும். இதனை உச்சிக்கடத்தல் எனவும் குறிப்பிடுவதுண்டு. வானாய்வுக் கூடத்தில், கிழக்கு மேற்காகப் பொருத்தப்பட்ட உட்புழை உருளையின் (hollow cylinder) அச்சுக்குச் செங்குத்தாக ஓர் ஒளிக் கோட்டத் தொலைநோக்கி (refractor telescope) அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.



இதில், பொருளருகு வில்லையின் குவிமையத் தளத்தில் (focal plane of the objective glass) ஒரு வட்டப்பின்னல் வரி (reticle)) உள்ளது. ஆய்வுகளை இரவு நேரங்களில் நடத்துவதற்கேற்பத் தொலை நோக்கியினுள் ஒளி வாய்ப்பும் உண்டு விண்பொருள் கள் உச்சியைக் கடக்கும் நிலையைப் பதிவு செய்யக் கால வரைபடமும் (chronograph) தாள் சுற்றப்பட்ட உருளை ஒன்றும் மின்னியல் கருவியோடு பொருத்தப் பட்டிருக்கும். விண்பொருள் வட்டப்பின்னல் வரி வழியாகச் செல்லும்போதும் ஒவ்வொரு கம்பியைக் கடக்கும்போதும் மின்கருவித் தாளில் ஒரு குறியைக் குறிக்கும். இக்குறிப்புகளைக் கொண்டும், கம்பிகளைக் கடக்கும் நேரங்களைக் கொண்டும் கணக்கிட்டு, உச்சி வட்டத்தைக் கடக்கும் நேரத்தை நுட்பமாகக் கண்டு பிடிக்க முடியும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கடம்ப மரம்

இது கடம்பு, வெண்கடம்பு, தீபம் என்று வேறு பெயர்களாலும் குறிப்பிடப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் ஆந்தோசெஃபாலஸ் கடம்பா (*Anthocephalus cadamba*) ஆகும். இதன் மறுபெயர் ஆந்தோசெஃ பாலஸ் இன்டிகஸ் (*Anthocephalus indicus*) ஆகும். இம்மரம் ரூபியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது.

வளரிடம், வளரியல்பு. மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை யின் தாழ்வான ஈரமுள்ள பகுதிகளில் 450 மீட்டர் உயரத்தில் வளர்கின்ற பெரிய மரமாகும். இலை யுதிர் மர வகையைச் சேர்ந்த இது பல இடங்களில் எழில் தாவரமாக வளர்க்கப்படுகிறது. மரங்களின் சிறு கிளைகள் உருட்டாயிருக்கும். இலைகள் எதி ரடுக்கில் காம்புடனிருக்கும். முட்டை வடிவ மானவை. இலையடிச் சிதல்கள் ஈட்டி வடிவானவை. இலைகள் முதிருமுன்னே உதிரக்கூடியவை. மஞ்சரி

ஒற்றைத் தலை மஞ்சரிகள். மலர்கள் மணமுள்ளவை, உச்சியில் கொத்தாயிருக்கும், உருண்டை வடிவமானவை. பூவடிச்செதில்கள் இலையடிச் சிதல்கள் போலிருக்கும். அவை மஞ்சரித் தண்டினடியில் இருக்கும். பூக்காம்புச் செதில்கள் இல்லை. புல்லிக்குழல் நெருக்கமாக ஒட்டியிருக்கும்; ஆனால் இணைந்திராது மடல்கள் 5. அல்லிகள் இணைந்தவை. குழல் நீளம் புனல் வடிவாக இருக்கும். தொண்டை மயிரற்றவை. திருகு இதழமைவில் காணப்படும். மகரந்தத் தாள்கள் 5. தொண்டையில் அமைந்தது. மகரந்தக் கம்பிகள் குறுகியவை. மகரந்தப் பைகள் முட்டை அல்லது அம்பு முனை வடிவாயிருக்கும்; கூர்மையானவை.

சூலகப் பை மேல்புறம் 4 அறைகளையும், கீழ்ப்புறம் 2 அறைகளையும் கொண்டு காணப்படும். கீழ்மட்டச் சூலகப்பைகள்; பல சூல்கள் கிடைமட்டத்தில் அமைந்திருக்கும். சூலகத்தண்டு நூல் போன்றது. கனி-கூட்டுக்கனி (multiple fruit), உருண்டைக் கனியின் பூத்தளத்தின் மீது கேப்ஸ்யூல்கள் அடங்கியிருக்கும். கேப்ஸ்யூல்கள் 4 தொப்பிகளாக மேலே அமைந்திருக்கும்; நொறுங்கக்கூடியவை. விதைகள் பல மூலைகளுடன் காணப்படும். புற உறை சிறு திட்டுகளுடன் காணப்படும். முளைசூழ்தசை சதைப்பற்றானது. கரு நுணுக்கமாகவும் வட்டமான வித்திலைகளாகவும் இருக்கும். முளைவேர் மேல் மட்டமான உருளை போன்றது. கனிகள் மஞ்சள் நிறமான சதைக்கனி. இந்தியாவில் கடப்ப மரங்களை அஸ்ஸாம், மேற்கு வங்காளம் போன்ற மாநிலங்களில் காணலாம். இம்மரம் 6-8 ஆண்டுகளில் முழு வளர்ச்சி அடைந்து பயன் தரும். இது நேராகவும் உருளை போன்ற தண்டுடனும் 9 மீட்டர் உயரமும் ஏறத்தாழ 2 மீட்டர் கனமும் கொண்ட மரமாக வளரும். நல் வடிகால் வசதியுள்ள மணல் பாங்கான நிலம் இம்மரத்தின் வளர்ச்சிக்கு மிகவும் ஏற்றது.

மரக்கட்டை. கடம்பமரத்தின் மரக்கட்டை மஞ்சள் கலந்த வெள்ளை அல்லது வெளிர் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். வழவழப்பாகவும், கனமில்லாமலும் இருக்கும். ஒரு கன அடிக்கட்டையின் எடை 15 கிலோதான் இருக்கும். இம்மரம் தேக்குமரத்தைப்போல் கடினத் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும். மரத்தை வாளால் அறுத்து மரப்பலகைகள் பெறலாம். மரத்தை வெட்டி அறுத்தவுடன் நன்றாக உலர்த்த வேண்டும். இல்லையேல் பூஞ்சணம் கறையான் முதலியவற்றால் கேடு விளையும்.

பயன்கள். இம்மரத்தைக் கொண்டு உத்திரங்கள் இறைவாரக்கை (rafters) முதலியன செய்யலாம். மேலும் அறுத்த பலகைகளில் கள்ளிப் பெட்டிகள், கரும்பலகைகள், விலை குறைந்த பலகைகள் செய்யலாம். பர்மாவில் கடப்பமரத்தை வளர்த்து அதில் தீக்குச்சிகள் மற்றும் மரக்கூழினால் காகிதம் தயாரிப்பதுண்டு.

மருத்துவப் பண்புகள். கடப்ப மரத்தின் இலைகள், பழம், விதை, பட்டை முதலியன மருந்துக்குதவும். கடப்பமரத்தின் இலைகளைக் கஷாயம் செய்து வாய் கொப்பளித்தால் வாய்ப்புண், தொண்டைப்புண் முதலியன நீங்கும். வயிற்று நோய்களுக்கும் நீர் வேட்கையுடன் கூடிய சுரங்களுக்கும் பழச்சாற்றுடன் தேவையான அளவு சர்க்கரை சேர்த்துக் கொடுக்க இந்நோய்கள் நீங்கும்.

கடப்பமரத்தின் விதைக்குக் கடிநஞ்சு, நீரேற்றம், மாந்தம், வளிநோய் ஆகியவற்றை நீக்குந் தன்மை உண்டு. இதன் பட்டையை இடித்துக் கஷாயம் செய்து எலும்புக்காய்ச்சல், குளிர்காய்ச்சல் முதலிய நோய்கள் நீங்கத் தரலாம். பட்டையை இடித்து ஒற்றடமிடப் பிடிப்பு முதலியன குணமாகும். கண் நோய்களுக்குப் பட்டை பயனாகிறது. சீனாவில் பட்டையைச் சிறுநீரக வலிக்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். சில கோயில்களில் கடப்பமரம் தலமரமாகக் கருதப்படுகிறது.

- இராபின்சன் தாமஸ்

கடமான்

நுகரும் திறன், பார்வைத் தெளிவு, நீண்ட செவிகளால் உற்றுக் கேட்கும் திறன், விரைந்தோடும் வேகம் கொண்ட கடமான்கள் (*cervus unicolar*) மான் இனத்திலேயே பெரிய உருவம் கொண்டவை (5 அடி உயரம், 320 கிலோ உடல் எடை). கடமான்கள் அடர்ந்த காடுகளிலும், காடுகளை ஒட்டிய புல்வெளிகளிலும் தாவரங்களை உண்டு வாழ்கின்றன. இவை இந்தியா, பர்மா, இலங்கை போன்ற நாடுகளில் காணப்படுகின்றன.

ஆண் கடமான்களுக்கு எடுப்பான கொம்புகளும் (26 அங்குல நீளம்), கற்றையாகப் பிடரி மயிரும் உள்ளன. பெண் மான்களுக்குக் கொம்புகள் இல்லை. முகச்சுரப்பிகள் கண்களுக்குக் கீழே மணச்சுரப்பிகளாக நன்கு வளர்ந்துள்ளன. நீண்ட காதுகளும், மஞ்சள் அல்லது சாம்பல் கலந்த பழுப்பு நிறத் தோலும், பக்க நகங்கள் கொண்ட குளம்புகளும் கொண்டுள்ளன.

மேய்ச்சல் காட்டின் எல்லையைப் பாதுகாக்கவும், எதிரிகளைத் துரத்தவும், பெண் மான்களைக் கவரவும் ஆண் கடமான்களின் எடுப்பான கொம்புகள் பயன்படுகின்றன. மென்மையான வெல்வெட் தோலால் மூடப்பட்ட கொம்பு மொக்குகளாகத் தோன்றி, மூன்றாம் ஆண்டில் பக்கத்துக்கு மூன்று கிளைகளைக்

படம்

கொண்டு உயரமாக வளர்கிறது. முதல் கிளை தனித்துத் தாழ்வாகவும், இரண்டாம் கிளை உயர்ந்து இரண்டாகப் பிரிந்தும் காணப்படும். முதலில் இரத்தப் பசைமிக்க தோலால் மூடப்பட்டிருக்கும் கொம்புகள், வளர்ந்தபின் தோல் பகுதியை உதிர்த்து விட்டுக் கடினமான ஓட்டுத் தன்மையைப் பெறு கின்றன. கொம்புகள் கபாலத்துடன் சேரும் இடத்தில் கொம்பு வளையங்கள் தோன்றுகின்றன.

மென்மையான பட்டையுள்ள மரங்களைத் தேர்ந் தெடுத்து, அவற்றில் கொம்புகளை உராய்ந்து கொள் ளும் தன்மை குறிப்பிடத்தக்கது. ஒவ்வோர் ஆண் கடமானுக்கும் ஒரு கொம்புராய்வு மரமுண்டு. கொம்புகளை உராய்ந்து கொள்ளும் செயல் இணை விழைச்சுக் காலத்தில் மிகுதியாக உள்ளது. இணை விழைச்சு முற்றுப் பெற்றதும் கொம்புகள் உதிர்ந்து புதிய கொம்புகள் முளைக்கின்றன.

அடர்ந்த காடுகளில் தெளிவாகப் பார்க்க முடி யாத நிலையில், நீண்டிருக்கும் காதுகளால் ஒலிகளை நுட்பமாகக் கேட்டு விரைந்து செயல்படுகின்றன. தட்ப வெப்பநிலைக்கு ஏற்பத் தோலின் நிறம் மாறு கிறது. கோடைக்காலத்தில் மயிர் உதிர்ந்து வெண்மை நிறத்திலும், குளிர் காலத்தில் மயிர் செழித்துக் கறுப்பு நிறத்திலும் சுற்றுப்புறச் சூழலுக்கேற்ப அமை வதால் இவை எதிரிகளால் எளிதில் அடையாளம் காண முடியாத தகவமைப்பைப் பெறுகின்றன.

கடமான்களின் குளிர்காலப் பழக்கம் ஒரு நல்ல தகவமைப்பு என டன்பார் பிராண்டர் என்னும் வனவிலங்கியலறிஞர் கருதுகிறார். இவை ஓடை களில் உடலை மூழ்க வைத்துப் படுத்திருப்பது சுற் றுப்புறத்தைவிட நீர் வெம்மையாக இருப்பதாலே யே என்று அவர் குறிப்பிடுகிறார்.

உயரமான மலைகளில் தம் மேய்ச்சல் எல்லையை அமைத்து வாழ்கின்ற ஆண் கடமான்கள் இணை விழைச்சுக் காலத்தில் மட்டும் பள்ளத்தாக்கில் வாழ் கின்ற பெண் கடமான்களைத் தேடி வருகின்றன. பல ஆண்மான்கள் ஒன்று சேரும்போது சண்டை ஏற் படுகிறது. தலையைத் தாழ்த்தியவாறு உடலின் அழுத்தத்தால் முன்னோக்கித் தள்ளப்பட்டுக் கொம்பு களால் முட்டிச் சண்டையிடுகின்றன, வெற்றி, தோல்வி அறியும்வரை களைப்பையும், காயங்களை யும் பொருட்படுத்தாமல் சண்டையிட்டுக் கொம்பு களைப் பிரித்தெடுக்க முடியாமல் சில மான்கள் இறப்பதுமுண்டு. பம்பாய் இயற்கை வரலாற்றுக் கழகத்தின் அருங்காட்சியகத்தில் கொம்புகள் பிணைக் கப்பட்ட நிலையில் இரு கடமான்களின் கபாலங்கள் உள்ளன.

பிற மான்களுக்கு அபாய எச்சரிக்கைகளை உணர்த்துவதற்காக அவை அலறுவதும், சீழ்க்கை யடிப்பதும் உண்டு. காமம், கோபம், பொறாமை ஆகிய உணர்ச்சிகளைத் தெரிவிப்பதற்காகக் கத்து கின்றன. தாய் மான்கள் தம் குட்டிகளை முனகல் குரலில் அழைப்பதும், கால்களால் தரையில் உதைப் பதுமுண்டு. பெரும்பாலும் ஆண்மான்கள் தனித்தே வாழ்வதால் பெண் மான்களே கூட்டமாகத் தம் குட்டிகளுடன் வாழ்கின்றன.

- எஸ். ஆர். டி. சுந்தரமூர்த்தி

நூலோதி. S.H Prater, *The Book of Indian Animals*, Bombay Natural History Society, Bombay, 1980.

கடல் அகழாய்வின் தோற்றம்

ஆழ்கடல் அகழாய்வு என்பது புதிதாக வளர்ந்து வரும் துறையாகும். மேலைநாடுகள் சிலவற்றில்

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் எந்திர நுட்பம் சார்ந்த கருவிகளைப் பயன்படுத்தி, அறிவியல் அடிப்படையில் அகழாய்வு செய்யும் முயற்சியில் பலர் ஈடுபட்டனர். ஏறத்தாழ 5700 கி. மீ. நீளம் கடற்கரையைக் கொண்ட இந்தியாவில் அகழாய்வு சரியாக வளர்ச்சியடையவில்லை. தஞ்சையிலுள்ள தமிழ்ப் பல்கலைக்கழகம் இதற்கென மையம் ஒன்றை இராமநாதபுரம் மாவட்டத்திலுள்ள மண்டபம் முகாம் என்னுமிடத்தில் நிறுவி அகழாய்வுப்பணிகளைச் சிறிய அளவில் செய்யத் தொடங்கியுள்ளது.

1844 ஆம் ஆண்டு ஹென்றி மில்னே எட்வர்ட்ஸ் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டு விலங்கியல் பேராசிரியர் எந்திர நுட்பமுள்ள கருவிகளைப் பயன்படுத்தி, முதன் முதலில் அறிவியல் அடிப்படையில் கடலில் மூழ்கி ஆய்வு செய்தார். இந்த முதல் முயற்சி, சைபீ ஜெர்மன் தலைக் கவசத்துடன் கூடிய மூழ்கும் கருவியைப் பயன்படுத்தி, கடலில் மூழ்கிப்போன பொருள்களை மீட்கும் வேலையில் வெற்றி கண்ட இரண்டாண்டுகள் சென்றபின்தான் செய்யப்பட்டது, அதன் பின் ஏறத்தாழ நூறு ஆண்டுகள் கழித்து ஜேக்குவல் ஈல்ஸ் கௌஸ்டேயூ என்னும் மற்றொரு பிரெஞ்சுக்காரர் நீருக்குள் மூச்சுவிடும் கருவியைப் பயன்படுத்தி முதன்முதலில் மூழ்கி ஆய்வு செய்தார். அந்தக் கருவிதான் உலகம் முழுதுமுள்ள ஆழங் குறைவான கடற்பகுதிகள் அனைத்திலும் மனிதன் அகழ்வாய்வு செய்ய வழி வகுத்தது.

கடலில் ஆய்வுக்காக மூழ்கத் தொடங்கிய முதல் நூறு ஆண்டுகளில் கையில் கிடைத்தவற்றை எடுத்துக் கொண்டு மேல் மட்டத்திற்கு மிக விரைவாக வரும் நிலையிலேயே மனிதன் இருந்தான். கடலில் மூழ்குபவர் ஒரு பெரும் வீரச்செயலைச் செய்பவராகக் கருதப்பட்டார். தற்போது ஆழ்கடல் அடியில் நீண்ட நேரம் தங்கியிருத்தல், கடலின் அடிப்பகுதியில் வாழ்தற்குரிய வசதிகளைச் செய்தல் ஆகிய புதிய சாதனைகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. இந்த வளர்ச்சியை அடுத்து நிலப்பகுதியில் செய்யப்படுகிற சிக்கலான தொழில்நுட்பம் செறிந்த செயல்கள் அனைத்தையும் ஆழ்கடலின் அடியிலும் செய்யும் ஆற்றலும் பெறப்பட்டுவிட்டது.

இங்கிலாந்து நாட்டுத் தொல்பொருள் ஆய்வாளர்களில் ஒருவரான ஓ. ஜி, எஸ். கிராஃபோர்டு என்பார், ஒரு பொருள் தனித்திருப்பது பழமையான செய்திகளைத் தருவதில்லை; அப்பொருள் தொடக்க முதலுள்ள சூழலோடு பொருந்தியிருக்கும் நிலையில் தான் பழமையான செய்திகளை வெளிப்படுத்தும் எனக் குறிப்பிட்டுள்ளார். இக்கருத்தை, பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் வாழ்ந்த தொல்பொருள் ஆய்வாளர்கள் உணரத் தொடங்கிய பின்னர்தான் நில அகழாய்வு ஓர் அறிவியல் துறையாகக் கருதப்பட்டது.

முதலில் நடத்தப்பெற்ற நில அகழாய்வுகளைப் போலவே நீரகழாய்வுகளும் குறிப்பிட்ட சில விலையுயர்ந்த பொருள்களைத் தோண்டி எடுப்பதற்காகவே செய்யப்பட்டன. இன்று தொல்பொருள் துறையில் பயன்படுத்தப்படுகிற அகழாய்வு என்னும் சொல்லால் அவற்றைக் குறிப்பிட முடியாது. ஏனெனில் அவை சில பொருள்களைத் தேடி எடுப்பதற்காகச் செய்யப்பட்ட மீட்புப் பணிகளே ஆகும். இரண்டாம் உலகப்போர் முடிந்தபின், கடலில் மூழ்கி ஆய்வு செய்தல், பலரும் விரும்பும் ஒரு விளையாட்டாக ஆயிற்று. கடலில் மூழ்குவோர் பலவிடங்களில் பெரும்பான்மையான கப்பற் சிதைவுகளைக் கண்டுபிடிக்கத் தொடங்கினர். பிரான்ஸின் தென் கிழக்குக் கரையிலுள்ள ரிவீரா, இத்தாலியின் வடமேற்குப் பகுதியிலுள்ள ரிவீரா, ஃபிளாரிடாவையொட்டிய கடற்பகுதி ஆகியவை அவற்றில் குறிப்பிடத்தக்க இடங்களாகும். 1950 - ஆம் ஆண்டில் நினோலம்போக்லியா என்பார் முதல் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த, மூழ்கிப்போன ரோமானியச் சரக்குக் கப்பலைக் கண்டுபிடிக்கும் பணியில் ஈடுபட்டிருந்தார். அந்த மூழ்கிப்போன கப்பல் இத்தாலிய ரீவீராவில் அல்பேங்காவுக்கு அப்பால், ஓர் ஆற்று முகத்தில் நீருக்குக் கீழே நூற்று நாற்பது அடி ஆழத்தில் கிடந்தது.

ஆற்றின் வண்டல் மண் படிந்து மூடிக் கிடந்ததால் கப்பல் கட்டுமானத்தின் பெரும்பகுதி சிதைந்து போகாமல் இருந்தது. பல தலைமுறைகளாக உள்ளூர் மீனவர்களுக்கு அது தெரிந்திருந்தது. அவர்கள் அக்கப்பலைப் பற்றிப் பல செய்திகளைப் பேசிக்கொண்டிருந்தனர், லம்போக்லியோ, அந்தச் சிதைந்த கப்பலை வெளியே எடுக்க ஒரு சிப்பியோட்டு வாளியைக் கொண்டு தோண்டத் தொடங்கினார். சிதைந்த கப்பலின் மரப்பகுதி தெரியத் தொடங்கியவுடன், மிகவும் கவனமாகத் தோண்டுவதற்குரிய வழிகளைக் கடைபிடிக்க வேண்டுமென்பதை உணர்ந்தார். 1958 ஆம் ஆண்டில் நிழற்படக்கருவி பொருத்தப்பட்ட எஃகு கூண்டு ஒன்றை உருவாக்கி, அதன் மூலம் வெளியே எடுக்கு முன் எவ்வெப்பொருள்கள் எந்தெந்த இடங்களில் இருந்தன என்பதைக் கடலில் மூழ்குவோர் மூலமாக அப்படியே படம் எடுக்குமாறு செய்தார்.

1952 ஆம் ஆண்டில், மார்சேல்சுக்கு அருகில் லேகிராண்ட் காங்லோயே என்னும் பெயர்கொண்ட பாறைகள் நிறைந்த சிறு தீவுக்கு அப்பால் மற்றொரு சிதைந்த ரோமானியச் சரக்குக் கப்பலை அகழ்ந்தெடுக்க, கேப்டன் கௌஸ்டேறு என்பவர் முயற்சி செய்தார். அவர் அக்கப்பலின் முக்கிய சரக்கு அறையிலிருந்து நூற்றுக்கணக்கான ஆம்பரேக்களை எடுத்தார். பிறகு அக்கப்பலின் சில பகுதிகளையும் வெளியே எடுத்தார். அதன்பின்னர், பிரஞ்சுக் கடற்படையில் ஆழ்கடல் அகழாய்வுக் குழுவில் ஆணை

அலுவலராகக் கௌஸ்டேயூ என்பவருக்கு அடுத்துப் பதவி ஏற்ற கமாண்டர் பிலிப்பே தைலேஸ் என்பார் தலைமையில் 1958 ஆம் ஆண்டில் மார்சேல்சுக்கு அப்பால் டிட்டான் கடல் நீரடிப் பாறைப் பகுதியில் மற்றோர் அகழாய்வு நடத்தப்பட்டது. அந்தச் சிதைவுற்ற பகுதியிலிருந்து கி.பி. முதலாம் நூற்றாண்டைச் சேர்ந்த நான்கு சிறு ரோமானியக் கலங்கள் மீட்கப்பட்டன.

கௌஸ்டேயூவின் கிராண்ட் காங்லோயே அகழாய்வு நடந்த காலத்தில், தைலேஸ், தொல்பொருள் துறையாளர் ஃபெர்னாண்டு, பீநாய்ட் ஆகிய இருவரும் மூழ்கிப்போன கப்பல் ஒன்றைக் கடலிலிருந்து வெளியே எடுக்கும்போது அக்கப்பலை மீண்டும் உருவாக்குவதே நோக்கமாக இருக்கவேண்டுமென்றும், அகழாய்வு மேலும் சிறந்த முறையில் செய்யப்பட வேண்டும் என்றும் முடிவு செய்தனர். அக்காலத்தில் நீரகழாய்வுகள் தொழில்நுட்ப அடிப்படையில் செய்யப்படவில்லை. ஒரு பொருள், அதன் சுற்றுச் சூழலோடு கொண்டுள்ள தொடர்புதான் பழங் காலத்தைப்பற்றி அறிய உதவும் சிறந்த கருவி என்ற உண்மை இந்த அகழாய்வுகளில் வெளிப்பட்டது. மீட்கப்படும் பொருள்களில் மிக மதிப்புள்ள பொருள் கப்பல்தான் என்பது விரைவிலேயே தெளிவாகியது. அதே போல ஒரு கப்பலை அப்படியே முழுமையாக வெளிக்கொணர முடியாது என்பதும் தெளிவாகியது.

நீரகழாய்வுப்பணிகளில் அமெரிக்கர்களின் தொடர்பு 1960 ஆம் ஆண்டில்தான் தொடங்கியது. அப்போது பென்சில்வேனியா பல்கலைக்கழக அருங் காட்சியகம், கடலில் மூழ்கிக் கிடந்த, கி.மு. 1200 ஆம் ஆண்டின் கப்பலொன்றை வெளிக்கொணர, அகழாய்வுக்குழு ஒன்றைத் துருக்கி நாட்டிற்கு அனுப்பியது. ஜார்ஜ்பாஸ் அக்குழுவின் இயக்குநராக வும் பீட்டர் கிராக்மார்ட்டன் அதன் தொழில்நுட்ப ஆலோசகராகவும் இருந்தனர். சைப்ரசில் தொல் பொருள் இயக்குநராக இருந்தவரும் பின்னர் இங்கிலாந்தில் கப்பல் துறை சார்ந்த தொல்பொருள் நிறுவனத்தைத் தோற்றுவித்தவருமான ஜோண்டுப் ளாட் டெய்லர் என்பார் அக்குழுவின் அகழாய்வாளர் பொறுப்பை ஏற்றார்.

தென்துருக்கியிலுள்ள கெலிடோனியா முனைக்கு அருகிலுள்ள தீவுத் தொகுதிக்கு அப்பால்தொண்ணூறு அடி ஆழத்தில் அந்தக் கப்பற் சிதைவு கிடந்தது. கப்பல் சரக்கு அறையின் செம்பினாலான பாளங்களின் சில துண்டுகளைத் தவிர பெரும்பாலும் எதுவுமே கண்ணுக்குத் தோன்றவில்லை. காகிதத்தில் அக் கப்பலை மீண்டும் வரையக்கூடிய வகையில், மூவாயிரம் ஆண்டுக்கு முற்பட்ட அந்தக் கப்பற் சிதைவில் எவையெவை உள்ளன என்பதை விவரமாகக் குறித்துக் கொண்டபின், கப்பற்பகுதிகளை எடுப்பதுடன் கிடைக்கக்கூடிய சரக்குகளையும் எடுப்பதெனத் திட்டமிட்டனர். இந்த அகழாய்வுப்பணிக்கு வரை படம் எழுதுவோர், நிழற்படம் எடுப்போர், அகழாய் வாளர் ஆகிய தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களே அவர்க ளுடைய தகுதி அடிப்படையில் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்டனர். அவர்களில் ஏறத்தாழ பாதிப்பேருக்குக் கடலில் மூழ்கி ஆய்வு செய்வது புதிதாக இருந்தது. ஆயினும் கடலில் மூழ்குவோரைத் தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களாக ஆக்குவதைவிட, தேர்ந்தெடுக்கப் பட்ட தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களுக்குக் கடலில் மூழ்குவதற்குப் பயிற்சியளிப்பது எளிதாக இருந்தது. இவர்களில் ஃபிரெடெரிக் டுமாஸ் என்ற ஒரே ஒருவர் தான் நீரகழாய்வில் முன்னனுபவம் பெற்றிருந்தார். அவர் பிரஞ்சுக் கப்பற்படையின் ஆழ்கடல் ஆய்வுக் குழுவில் தலைமை மூழ்குபவரான கௌஸ்டேயூவுடன் சேர்ந்து பணியாற்றியவர். இன்று பயன்படுத்தப் படுகின்ற அகழாய்வுக் கருவிகளின் உற்பத்தியிலும் அவர் நேரடித் தொடர்பு கொண்டிருந்தார். அடிப் படையான அகழாய்வுக்குழுவினர் பதினெட்டுப்பேர் இருந்தனர். அவர்களில் ஒன்பது பேர் அகழாய்வுத் துறையினர்; ஒன்பது பேர் துருக்கி நாட்டுப் படகோட்டிகள் அப்படகோட்டிகளில் நான்கு பேர் தலைக்கவசமணிந்து கடலில் மூழ்குவதில் நிறைந்த அனுபவம் உடையவர்கள்.

இந்த அகழாய்வு வேலையைச் செய்வதற்கு, நிழற்படம் கழுவக்கூடிய இருட்டறை ஒன்று; இரண்டு வரைபடம் எழுதுவோர் உட்கார்ந்து எழுதக் கூடிய அளவில் வரைபட அறை ஒன்று; மீட்கப்பட்ட பொருள்களைத் தூய்மை செய்து, பாதுகாப்பாக வைக்கும் ஆய்வுக்கூடத்திற்கான இடம், உயர்ந்த, குறைந்த அளவுடைய காற்றமுத்தக் கருவிகள் வைப்பதற்கான இடம், எந்திரங்களைப் பழுது பார்ப் பதற்காவும் பாதுகாப்பாக வைப்பதற்காகவுமான இடம். செம்பு, வெண்கலப் பொருள்களைக் கழுவி எடுக்க மிகுதியான நல்ல நீர்வசதி ஆகியவை தேவைப் பட்டன. இவை எல்லாவற்றுக்கும் இடம் கொடுக்கக் கூடிய அளவில் எந்தக் கப்பலும் அவர்களுடைய நிதி ஒதுக்கீட்டில கிடைக்கவில்லை. எனவே அருகிலுள்ள கடற்கரையில் மிகுதியான நன்னீர் கிடைக்கக்கூடிய இடத்தில் முகாம் அமைத்துக்கொண்டு, துருக்கிய மீன் பிடிக்கும் படகுகளைப் பயன்படுத்தி வேலை செய்தனர்.

முதலில் வரைவு நிழற்படச் சட்டம் ஒன்றை வைத்துச் சிதைவின் விளக்கக் காட்சிப்படம் ஒன்றை வரையலாமெனத் தீர்மானித்தனர். அடிப்பகுதி பாறைகள் நிறைந்தும், ஒழுங்கில்லாமலும் இருந்த தால் இதைச் செய்வது கடினமாயிற்று. பிறகு நாடாவைக் கொண்டு முக்கோண வழி அளவீட்டு முறையால் செய்யத் தீர்மானித்தனர். வரிசையாக நிலையான புள்ளிகளைக் குறித்துப் பாறையில் நீண்ட ஆணிகள் அடித்து ஒவ்வொரு பொருளையும்

அளந்தனர். இந்த முக்கோண அளவீட்டு முறையால் கண்ட அளவுகளைக் கொண்டு வரையப்பட்ட அடிப் பகுதி பற்றிய படங்களைச் சரி பார்க்க, ஒரு நிழற் படமெடுப்பவர் குறிப்பிட்ட தொலைவில் அடிப் பகுதியில் நீந்திச்சென்று வரிசையாகப் பல நிலைகளில் படங்களை எடுத்தார். ஒவ்வொரு சட்டத்திலும் மீட்டர் அளவுகோல் ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருந்தது. எனவே வரைபடங்கள் நிழற்படங்களிலிருந்து ஒரு போதும் நேரடியாக வரையப்படவில்லை.

அந்த அகழாய்வில் மிகப் பழைய வெள்ளீய உயிரகை வெண்கலக் கருவிகள், கூராகத் தீட்டிய கருங்கற்கள், கப்பலின் பட்டடைக்கல், ஒரு கருங்கற் பாளம் ஆகியவை எடுக்கப்பட்டன. சரக்கின் பெரும் பகுதியில் கடலில் உள்ள சுண்ணாம்புக் கரியகை கொண்ட தாவரங்கள் படர்ந்து மூடியிருந்தன, பெரிய சரக்கு மூட்டைகளைக் கடல் தாவரத்தோடு சேர்த்து நீராற்றலால் இயக்கப்படுகிற பாரந்தூக்கிப் பொறியால் அப்படியே தூக்க முடிந்தது. அந்தக் கட்டிகள் கடற்கரைக்குக் கொண்டு போகப்பட்டு அங்கு அவை கவனமாகத் தோண்டப்பட்டன. அவற்றைத் தூய்மை செய்து பார்த்தபோது செம்புப் பாளங்கள் பெரும்பான்மையாகக் காணப்பட்டன. கப்பலின் கட்டுமானப் பகுதி அரிக்கப்பட்டுவிட்டதால் இப்பாளங்கள் வெளியே தெரிந்தன.

தெலிடோனியா முனையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வற்றில் மிகவும் சிறந்த காட்சிப் பொருளாக இருந்தது சிதைந்த கப்பலின் ஒரு பகுதி தான். அதை வைத்துப் படம் வரைந்து பார்த்தபோது, ஒடிசே என்னும் கிரேக்கக் காவியத்தில் குறிப்பிடப்படும் உலிசசால் கட்டப்பட்ட கப்பலுக்கும் இதற்கும் ஒற்றுமை இருந்தது. கப்பல் கட்டுவதில் இறுதியாகச் செய்யப்படும் வேலை, புதர்ச் செடிகளின் சிறு தூறு களைக் கொண்டு அடிப்பகுதியை நிரப்புவதுதான். இது செய்யப்படுவதன் காரணத்தை அறியாது அறிஞர்கள் பல தலைமுறைகளாகக் குழம்பிப் போயி ருந்தனர். இந்தச் சிதைவிலிருந்து அதற்கான காரணம் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மேலிருந்து கனமான சரக்குகளைக் கப்பலின் உள்ளே போடும்போது கப்பல் கட்டுமானத்தில் உள்ள மெல்லிய பலகைகள் பாதிக்கப்படாமலிருப்பதற்காகவே புதர்ச்செடிகளின் தூறுகள் போடப்படுகின்றன என்பது தெரிய வந்தது.

இந்த அகழாய்வின் மூலம் தொல்பொருளாய்வு பற்றிப் பல செய்திகள் பல்வேறு வகைகளில் அறியப் பட்டன. அவற்றைத் தொகுத்துப் பார்த்தபோது அந்தச் சிதைவு ஒரே கப்பலின் சிதைவு என்பதும், சரக்குகள் எங்கிருந்து வந்தன எந்தத் துறைமுகத் தில் கப்பலில் ஏற்றப்பட்டன என்பதும் தெளிவாகத் தெரிந்தன. ஐரோப்பிய வரலாற்றின் தொடக்கத்தில் ஏஜியன் கடற்கரை மக்களின் இடப்பெயர்ச்சிபற்றி அறிந்துகொள்ள இந்த ஆய்வின் கண்டுபிடிப்புகள் பெரிதும் உதவின. இந்த அகழாய்வில் கண் டெடுக்கப்பட்ட பொருள்களில் விலையுயர்ந்தது எதுவும் இல்லை. ஆனால் இவ்வாய்வின் பயன், கி.மு. 1200-இல் கடல் வணிகத்தில் ஈடுபட்டிருந்த ஒரு கப்பலைப் பெருமளவுக்குக் காகிதத்தில் வரைந்து காட்ட முடிந்ததுடன், அதன் இறுதிப் பயணம் பற்றியும் கூற முடிந்தது ஆகும்.

ஆழ்கடல் அடியில் அகழாய்வு செய்வது என்பது முடியாத செயல் எனச் சிலர் வாதிட்டனர். ஆழ்கடல் அடியில் எதுவும் நல்ல நிலையில் இருக்க முடியாது, நீருக்கடியில் இருந்துகொண்டு சரியான முறையில் திட்டமிட முடியாது. கிடைக்கும் செய்திகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது இந்தப்பணி மிக இடர்ப் பாடானதும் அதிகச் செலவுபிடிக்கக் கூடியதும் ஆகும் என அவர்கள் பற்பல காரணம் காட்டினர். ஆனால் இக்கருத்து தவறு எனத் தற்காலத்தில் நிறுவப்பட்டுவிட்டது. அகழாய்வு செய்து பார்த்த போது ஒரு கப்பலின் சரக்குகள் பெருமளவுக்கு நல்ல நிலையில் காணப்பட்டன. கெலிடோனியா முனை அகழாய்வு வேலை சரியாகத் திட்டமிடப்பட்டுச் செய்யப்பட்டது. கடற்படையின் விதிகளைப் பின் பற்றி, நாளொன்றுக்கு இரண்டு முழுக்குகளுக்குப் பதிலாக நான்கு முதல் ஆறு முறை வரை முழ்குபவர் பணியாற்றினர்.

தொண்ணூறு அடி ஆழத்தில் தலைக்கவசமணிந்து மூழ்குவோர் கூட விபத்து இல்லாமல் முழுகி எழ முடியாது என்ற ஆபத்தான, நீரின் வேகம் மிகுந்த இடங்களில் கூட நாளொன்றுக்கு மொத்தம் எழுபது நிமிடங்கள் மூழ்கினர். இந்த ஆய்வுக்கான மொத்தச் செலவு இருபத்தையாயிரம் டாலருக்குக் குறை வாகவே ஆயிற்று.

கெலிடோனியா முனை அகழாய்வு பல காரணங் களால் வெற்றியடைந்தது; முதலாவது அங்கு வேலை செய்ய அனுமதி பெறுவதற்குத் துருக்கியின் அரசியல் சூழ்நிலை ஏற்றதாக இருந்தது. இரண்டாவது அந்தக் கப்பற்சிதைவு மிகச்சிறப்புடையதாக இருந்த தால் அதன் அகழாய்வுக்கு நிதி திரட்ட முடிந்தது. முக்கியமான மூன்றாவது காரணம், தொழில் நுட்ப அடிப்படையில் என்ன செய்யவேண்டும் என்பதும் எப்படிச் செய்ய வேண்டு மென்பதும் தெளிவாகத் திட்டமிடப்பட்டன. இதில் பெருமளவுக்குச் செல வைக் குறைக்கக் கையாண்ட புதியமுயற்சி, ஒரு பெரிய கப்பல் இல்லாமல் செய்யப் பட்டதுதான். முன்னால் செய்யப்பட்ட பெரிய அகழாய்வுகளில் முக்காற்பங்கு நிதி கப்பலுக்கே ஒதுக்கப்பட்டது.

ஓர் அகழாய்வு வெற்றியடைய, ஒருவர் தேடும் விலை மதிப்புடைய பொருளையோ வேறு வகையில் சிறப்புடைய பொருளையோ கொண்ட கப்பற் சிதைவு தெரிந்ததாக இருக்க வேண்டும். அகழாய்வு

செய்ய முறையான அனுமதி பெற்றிருக்கவேண்டும். அதைச்செய்வதற்குரிய தொழில்நுட்பத்திறன் இருக்க வேண்டும். நிதி வசதி இருக்க வேண்டும். இவை அனைத்தும் இருந்தாலும் அந்தக் கப்பற் சிதைவு உள்ள இடத்தைச் சரியாகக் கண்டுபிடிக்கத் தவறி விட்டால் அகழாய்வாளர் ஏமாற்றமே அடைவார்.

- செ. இரெ. ஜெயச்சந்திரன்

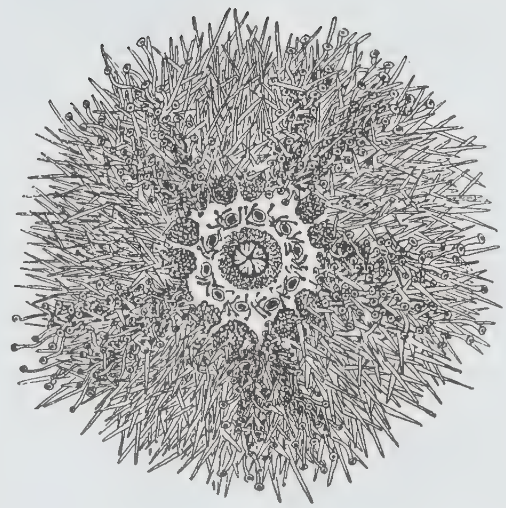
கடல் அட்டை

இது கடலினடியில் பாறைகள் நிறைந்த பகுதியில் வாழும், முள்தோலி (echinodermata) தொகுதியை சேர்ந்த விலங்காகும். இதன் உருண்டையான உடல் முழுதும் முள்களால் மூடப்பட்டுள்ளதால், தோற்றத் தில் முள்ளெலியை ஒத்துள்ளது. ஆயினும் இதன் தோல் கடினமான ஓடு போன்றது.

கடல் அட்டையின் (sea urchin) உடல் பந்து போன்றிருப்பினும் அடிப்பகுதி சிறிது தட்டையாக உள்ளது. இதன் நடுவில் வாயும் மேல் பகுதியின் நடுவில் மலத்துளையும் உள்ளன. அட்டையின் ஓடு (உடல்) கறுப்பு, சிவப்பு பச்சை, வெண்மை, காக்கி ஊதா நிறத்தில் இருக்கும். சிலவகைக் கடல் அட்டை கள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வண்ணங்களையும் கொண் டுள்ளன. உடலின் குறுக்களவு (விட்டம்) 6 - 12 செ.மீ. வரையும் சிலவகைகளில் 36 செ மீ. வரையும் இருக்கும்.

கடல் அட்டையின் உடல் மற்ற முள்தோலி களைப் போலவே ஆரச்சமச்சீர் (radial symmetry) கொண்டுள்ளது. உடலை வாயிலிருந்து மலத்துளை வரை 10 ஆரப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். இவற்றுள் 5 பகுதிகள் குழற்கால்களைக் கொண்டுள்ளன. ஏனைய பகுதிகள் குழற்கால்களற்றவை. இவ்விரு பகுதிகளும் மாறிமாறி அமைந்துள்ளன.

கடல் அட்டைகளின் உடலை மூடியுள்ள முள்கள் அசையக்கூடியவை. இவை ஒழுங்காகப் பரவியுள்ளன. உடலின் மையப்பகுதியில் அமைந்த முள்கள் மிக நீளமானவை. துருவப் பகுதிகளில் உள்ளவற்றில் குட்டையாயுள்ளன. முள்களின் அடிப்பகுதி குழிவாக உடலின் மேற்புறத்தில் பந்து போன்ற அமைப்பில் பொருந்தியுள்ளது. முள்களை அசைக்க இருவகைத் தசைகள் உதவுகின்றன. சிலவகை அட்டைகளின் முள்கள் நுனியில் நச்சுப்பையைக் கொண்டு எதிரி களை நிலையிழக்கச் செய்யும். கடல் அட்டைகள் கடலினடியில் உள்ள பாறைகளின் மேற்பரப்பில் வாழ்கின்றன. சிலவகை அட்டைகள் பாறைகளில் உள்ள குழிகளிலும், பாறைகளைத் துளைத்தும் வளை பறித்தும் வாழ்வதுண்டு.



கடல் அட்டைகள் பாசிகள், மட்கிய அங்ககப் பொருள்கள், ஒட்டி வாழும் விலங்குகள் ஆகிய வற்றை உண்ணுகின்றன. கடல் அட்டைகள் வேற்றுப் பாலின. ஆணுக்கும் பெண்ணுக்குமிடையே புற வேற்றுமைகள் இல்லை. முட்டைகளும் விந்தணுக் களும் கடல் நீரில் இடப்படுவதால் கருவுறுதல் நீரில் நடக்கிறது. முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரி கள் இருபுறச்சமச்சீரும் உருமாற்றமும் கொண்டு கடல் அட்டைகளாக வளர்கின்றன. கடல் அட்டைகளின் முள்கள் எழுதுகோல்களாகப் பயன்படுகின்றன.

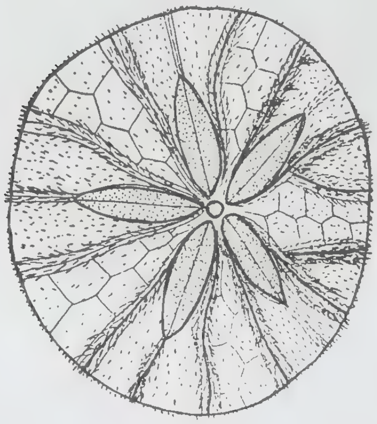
- எம். உத்தமன்

கடல் அப்பம்

இது கடலினடி மணலில் புதைந்து வாழ்கின்ற, முள்தோலித் தொகுதியைச் சார்ந்த விலங்காகும். இவை மிகவும் தட்டையான ஓடு போன்ற வட்ட வடிவிலான உடலமைப்பைக் கொண்டவை. சில வகைக் கடல் அப்பங்களின்(cake urchins) உடலில் 2 முதல் பல நீள்வட்டத் துளைகளுண்டு. உடல் முழுதும் சிறிய முள்கள் மூடியுள்ளன. இவை கடல் அட்டைகளின் முள்களைவிட மிகவும் சிறியவை, ஆயினும் எண்ணிக்கையில் மிகுதியாக உள்ளன.

பெரும்பாலான கடல் அப்பங்கள் மணலில் புதைந்து வாழ்கின்றன. சிலவகையில் உடலின் பின்

பகுதி மணலுக்கு வெளியே நீண்டிருக்கும். இவற்றின் தட்டையான உடல் மணலில் புதைவதற்கு ஏற்ற வாறும் ஆழகடலின் அழுத்தத்தைத் தாங்குவதற்கு ஏற்றவாறும் உள்ளது. உடலின் மேல் உள்ள முள் கள் ஊர்வதற்கும், மண்ணில் புதைவதற்கும் உதவு கின்றன,



தகடு போன்ற உடலின் நடுவே ஒரு பக்கத்தில் வாயும், எதிர்ப்பக்கத்தில் மலத்துளையும் உள்ளன. கடல் அப்பங்கள் பிற முள்தோலிகளைப் போல், ஆரச்சமச்சீர் கொண்டவையல்லவாயினும், இவ் வகுப் பின் சிறப்புப் பண்புகளாகிய குழாய்க்கால்களும் நீர்க்குழாய் மண்டலமும் குறிப்பிடத்தக்கவை. கடல் அப்பங்கள் மண்ணில் புதைந்துள்ள கரிமப் பொருள் களை உண்ணுகின்றன. இவை ஒளிவிலக்கிகளாகும். இவற்றின் ஆண், பெண் இனங்கள் தனித்தனியே இருந்தாலும் இவற்றுக்கிடையே புறவேற்றுமைகள் இல்லை. இவற்றுள் கலவி இல்லாமையால் கருவுறு தல் நீரில் நடக்கிறது. தானியங்கும் இளம் பருவமும் உருமாற்றமும் உண்டு. மனிதருக்குக் கடல் அப்பங் களால் பயன் குறைவு.

- எம். உத்தமன்

கடல் அல்லி

இது எக்கைனோடேர்மேட்டா (Echinodermata) எனும் முள் தோலித் தொகுதியில் கிரைனாய்டியா Crinoidea) எனும் வகுப்பைச் சார்ந்தது. இவற்றின் வாயின் திறப்பு மேல் நோக்கித் திரும்பியிருக்கும். அதைச் சூழ்ந்துள்ள கைகள் பற்பல கிளைகளுடைய வையாகும். இவை பெரும்பாலும் கடலின் அடியிலும் பாறைத்துறைமுகத் தூண் முதலியவற்றைப் பற்றிக் கொண்டும் வாழும் உயிரிகளாகும். கடல் நட்சத் திரம் (sea stars) ஒடி நட்சத்திரம் (brittle stars) போன்றே இவற்றிற்கும் கைகள் (arms) உண்டு. ஒவ்வொரு கையும் அழகிய இறகு போன்று அல்லது பெரணியிலைப் போன்று தோன்றுவதால் இவை இறகு நட்சத்திரம் (feather star) என்றும் கூறப்படு கின்றன. இக்கைகளால் நுண்ணிய ஒட்டு மீன்களை யும் செடிகளையும் பிடித்து மேற்புறத்திலுள்ள வாயில் இடும்.

இயற்கையாக இருக்கும் நிலையில் இவற்றின் மேற்புறம் ஏனைய கடல் நட்சத்திரம் போன்ற முள் தோலிகளின் அடிப்புறத்திற்குச் சமமாகும். ஆகவே இவற்றின் அடியிலுள்ள வாய்ப்புறம் கடல் அல்லி களின் மேற்புறமாக அமைந்திருப்பது இங்கு குறிப் பிடத்தக்கது. இதன் முதுகுப்புறமாகிய அடிப்பக்கத் தில் வேர் போன்ற சில உறுப்புகள் உண்டு. இவற் றால் கடல் அல்லிகள் பாறை முதலியவற்றைப் பற்றிக் கொண்டிருக்கும். சிற்சில சமயங்களில் பற்றிக் கொண்டிருப்பதை விட்டுக் கைகளை மேலே அசைப்ப தால் கடலில் நீந்தியும் செல்ல முடியும். சில வகை அல்லிகளுக்கு நீண்ட காம்பு இருக்கும். இவை காம் புடை அல்லிகள் (stalked lilies) எனப்படும். இதனால் இவ்வுயிர்கள் கடலடியிலிருந்து சிறிதுதொலைவு மேல் நோக்கி எழுந்துவிடும். கடல் அல்லியின் புதைபடிவங் கள் (fossils) பழைய புவியியல் காலப் பாறை இடுக்குகளில் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. மிகப்

பழங்காலத்தில் மிகுதியாக வளர்ச்சி பெற்றிருந்த முள் தோலிகள் இவையேயாகும். முன்னிருந்த வற்றில் சிலவே இக்காலத்தில் எஞ்சியுள்ளன. இவை உயிரிகளாயினும் மலர் போன்றே தோன்றுவதால் கடல் அல்லி எனப்பட்டன. இடையூழிக் காலச் சுண் ணாம்புக் கற்கள் பெரும்பாலும் இவ்வுயிரிகளால் தோன்றியவையே.

- ஜி.எஸ். விஜயலஷ்மி

கடல் ஆமை

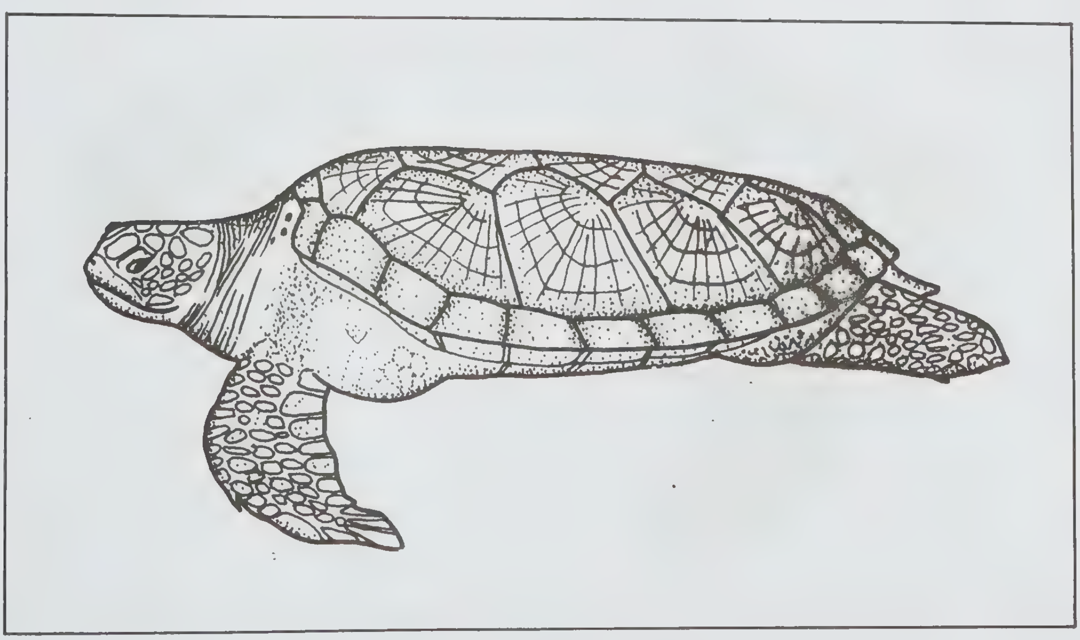
நீண்ட காலம் உயிர்வாழும் விலங்கினங்களுள் ஆமை யும் ஒன்றாகும். இவை சராசரியாக 150 ஆண்டுகள் வாழ்கின்றன. இந்தியக் கடல்களில் ஐந்து இன ஆமை கள் காணப்படுகின்றன.

கெலோனியா மைதாஸ் (*Chelonia mydas*). பச்சை நிறங்கொண்ட ஆமைகள் பச்சை ஆமைகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன (படம் 1). இவற்றின் மேலோடு முட்டை வடிவத்தையும் இதன் மேல் பகுதி கரும்பழுப்பு அல்லது கருமை நிறத்தையும், கீழ்ப்பகுதி சாம்பல் அல்லது வெள்ளை நிறத்தையும் கொண்டிருக்கும்.

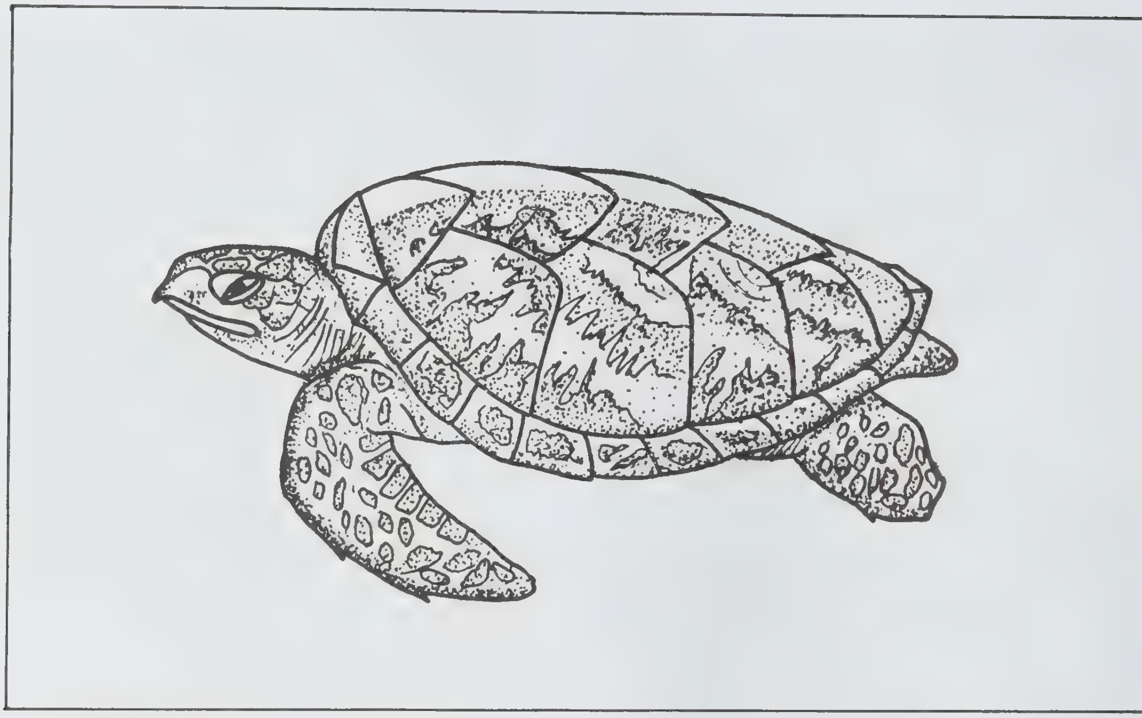
ஏறத்தாழ 75-140 கிலோகிராம் எடையையும், 80-120 செ.மீ. நீளத்தையும் கொண்டுள்ள இவை இந்திய, பசிபிக் பெருங்கடல்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. கடல் தாவரங்களை மட்டுமே உண்டு வாழ்வதால், கடல் களைகள் நிறைந்த பகுதி களில் இவை மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவற் றின் இறைச்சியில், 8-20% புரதம் உள்ளதால், மீன், ஆட்டிறைச்சிகளுக்கு இணையாகக் கருதப்பட்டு உண்ணப்படுகின்றது. இதன் முட்டைகளையும் உண வாகப் பயன்படுத்தலாம். ஜெர்மானியர்கள் இதன் இறைச்சியிலிருந்து ஒரு வகையான சாறு செய்து விரும்பிப் பருகுகிறார்கள். சதையின் மேலாகக் காணப்படும் கொழுப்பிலிருந்து தோணியின் மேல் பூச்சிற்குப் பயன்படும் ஓர் எண்ணெய் எடுக்கப்படு கிறது. இவ்வின ஆமைகளின் இரத்தம், இளைப்பு, மூலம் போன்ற நோய்களுக்கு மருந்தாகப் பயன்படு கின்றது. இதன் தோலும் அழகுப் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றது.

எரட்மோகெலிஸ் இம்பிரிகேட்டா (*Eretmochelys imbricata*). இவ்வினத்தைச் சார்ந்த ஆமைகள் அழுங்கு ஆமைகள் எனப்படுகின்றன. பச்சை நிறத்தையும், பறவைகளின் அலகு போன்ற அமைப்பையும் தலை யில் கொண்டுள்ள இவற்றின் மேலோடு முட்டை வடிவத்தைக் கொண்டிருக்கும்.

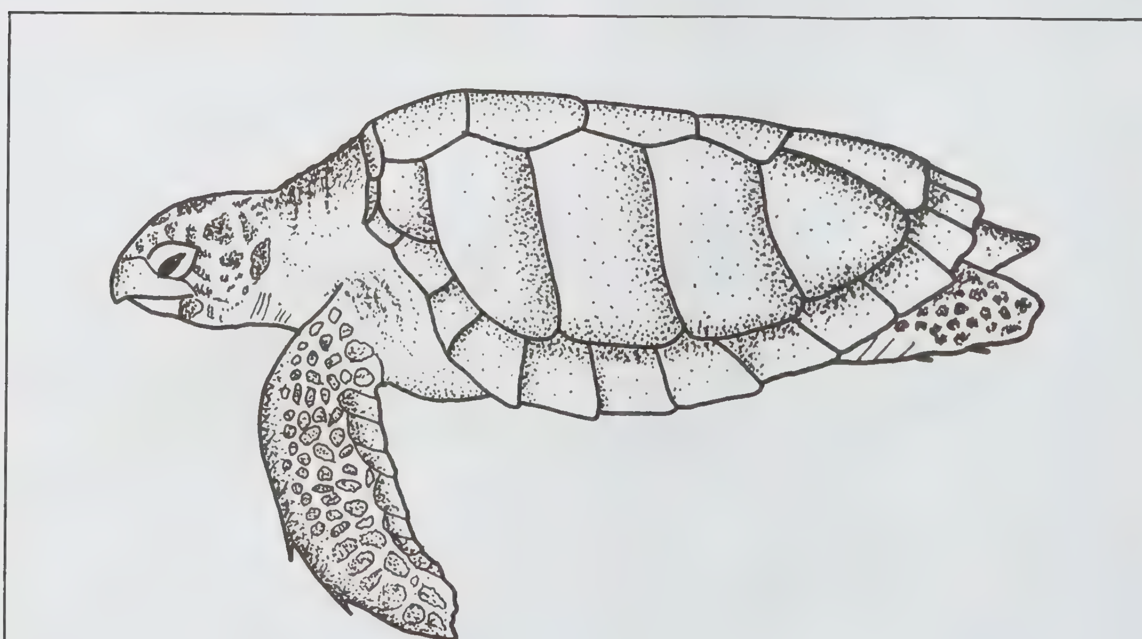
மேற்பகுதி கரும் பழுப்பு நிறத்தையும், மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு நிறம் கலந்த கோடுகளையும், கீழ்ப் பகுதி வெளிறிய மஞ்சள் நிறத்தையும் கொண்டி ருக்கும். ஏறத்தாழ 60-100 கிலோகிராம் எடையை யும், 80 முதல் 100 செ.மீ. நீளத்தையும் கொண் டுள்ள இவ்வின ஆமைகள் அனைத்து உயிரினங்



படம் 1. கெலோனியா மைதாஸ்



படம் 2. எரெட்மோ கெலிஸ் இம்பிரிகேட்டா



படம் 3. கேரட்டா கேரட்டா ஜைகாஸ்

களையும் உண்ணக் கூடியவை. வெப்ப, மிதவெப்ப ஆழக் கடல்களில் மிகக் குறைந்த அளவிலும், ஆழம் குறைந்த கடற்கரைப் பகுதிகளில் மிகுதியாகவும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் முட்டைகள் மட்டுமே பெரும்பாலும் உணவுக்குப் பயன்படுகின்றன. ஓடுகள் அழகுப் பொருள்கள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

கேரட்டா கேரட்டா ஜைகாஸ் (*Caretta Caretta gigas*). இவ்வினத்தைச் சார்ந்த ஆமைகள் பெருந் தலை ஆமை அல்லது நாய் ஆமை எனப்படுகின்றன. இவற்றின் ஓடுகள் இதய வடிவத்தைக் கொண்டவை. மேல்பகுதி பழுப்பு நிறம் கலந்த சிவப்பு நிறத்தையும், கீழ்ப்பகுதி வெளிறிய மஞ்சள் நிறத்தையும், ஆரஞ்சு நிறப் புள்ளிகளையும் கொண்டுள்ளன.

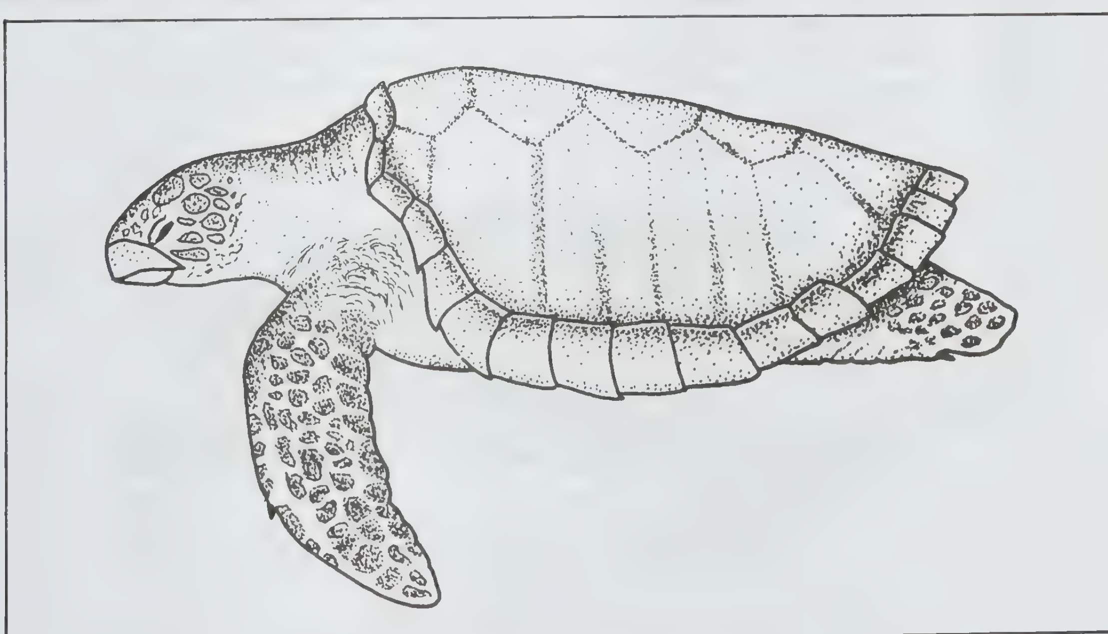
பசிபிக் மற்றும் இந்தியப் பெருங்கடல்களில் காணப்படுகின்ற இவை 100-150 கிலோகிராம் எடையையும், 110-120 செ.மீ. நீளத்தையும் பெற்றுள்ளன. இவ்வின ஆமைகள் மெல்லுடலிகள், மீன்கள் போன்றவற்றை மிகுதியாக உண்ணும் ஊனுண்ணிகளாகும். அந்தமான், நிக்கோபார், இலங்கைக் கடல்களில் இவை மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவை நெடுந்தொலைவு பயணம் செய்வதோடல்லாமல், கழிமுகப் பரப்புகளையும் அவ்வப்போது வந்தடைகின்றன. இவற்றின் இறைச்சியும், முட்டையும் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. ஓடுகள் அழகுப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

லெபிடோ கேலிஸ் ஓலிவேசியா(*Lepidochelys olivacea*). சிறிய உருவத்தைப் பெற்றுள்ளதால், இவ்வினத்திற்குச் சிற்றாமை என்றும் பெயருண்டு. மேலோடு அரைவட்ட வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளது. சிறிய தலையில் ஓரமுள்கள் அடங்கிய அலகு போன்ற நுனியும் காணப்படுகிறது.

மேற்பகுதி பழுப்பு நிறத்தையும், கீழ்ப்பகுதி மஞ்சள் கலந்த வெள்ளை நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். ஏறத்தாழ 40-50 கிலோகிராம் எடையையும், 70-75 செ.மீ. நீளத்தையும் இவ்வின ஆமைகள் கொண்டுள்ளன. இந்திய, பசிபிக் பெருங்கடல்களிலும், அவற்றை ஒட்டிய அண்மைக்கடல்களிலும் இவை மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. முட்டைகள் மட்டுமே பெரிதும் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் தோல் அழகுப் பொருள்கள் உருவாக்கப் பயன்படுவதால் மிகுதியாக ஏற்றுமதியாகிறது.

டெர்மோகெலிஸ் கோரிகேசியா (*Dermochelys coricacea*). பல்வேறு ஆமை இனங்களைக் கருத்தில் கொள்ளும்போது, இவ்வினம் பெரும் பருமனுடையதாகும். (படம் 5) ஏறத்தாழ 200-750 கிலோகிராம் எடையையும், 140-180 செ. மீ. நீளத்தையும் கொண்டுள்ள இவ்வினம் ஏழுவரி ஆமை அல்லது தோணி ஆமை எனப்படும். உடல் ஓரளவு தட்டையாகவும், மென்மையான தோலால் மூடப்பட்டதாகவும் தலை சிறியதாகவும், நுனியில் அலகு போன்ற அமைப்புடையதாகவும் காணப்படும்.

உடலின் மேல் பகுதி கரும்பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறத்தையும், கழுத்து வெள்ளைப் புள்ளிகளையும், உடலின் கீழ்ப்பகுதி சிவப்பு வெள்ளை நிறங்க



படம் 4. லெபிடோ கேலிஸ் ஓலிவேசியா

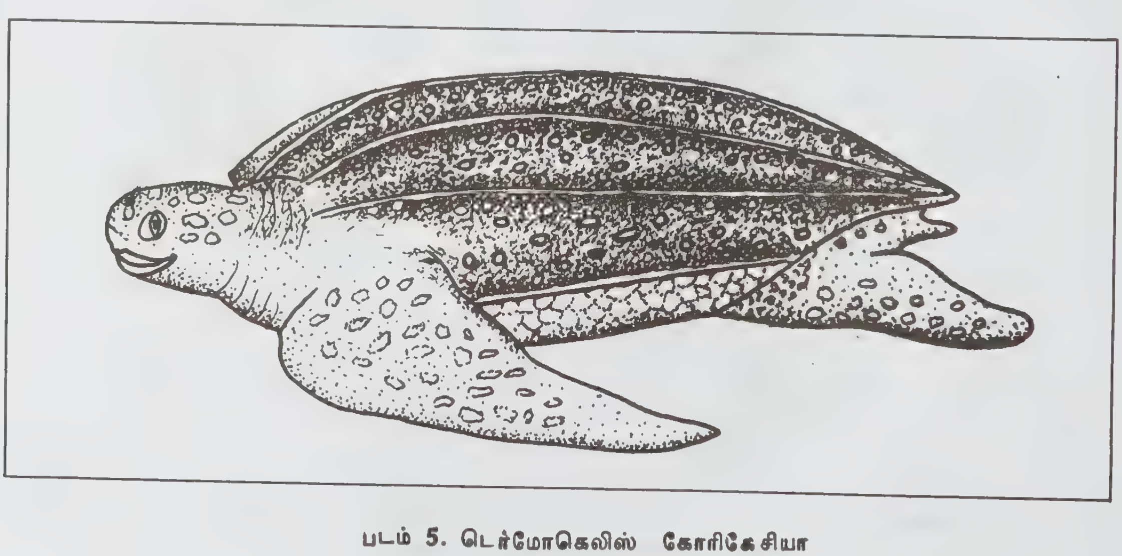
ளையும் கொண்டுள்ளன. இலங்கைக் கடலில் இவ்வினம் பெருமளவில் வாழ்வதாக அறியப்பட்டுள்ளது. ஆழ்கடல்களில் பெரும்பாலும் மிகுதியாகக் காணப்படுவதோடு, இவை நீண்ட தொலைவும் செல்லக்கூடியவை. அவ்வப்போது கடற்கரைப் பகுதிகளையும் அடைகின்றன. இவற்றின் முட்டைகள் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. உடலின் கொழுப்பிலிருந்து தயாரிக்கப்படும் ஒருவித எண்ணெய் தோணிகளுக்கு மேல்பூச்சாகப் பயன்படுகின்றது. இதன் இறைச்சி; மீன் தூண்டிலுக்கேற்ற ஓர் உணவாகவும், தோல் விலைமதிப்புள்ள பொருளாகவும் கருதப்படுகின்றன.

கடல் ஆமைகளின் வியத்தகு உணவுப் பழக்கம். வாரம் ஒருமுறையோ மாதம் ஒரு முறையோ உணவு உட்கொள்ளும் பழக்கத்தைச் சில இனக் கடல் ஆமைகள் கொண்டுள்ளன. நீரை மிகுதியாகக் குடித்துத் தேக்கி வைக்கும் தன்மையை ஆமைகள் கடைப்பிடிக்கின்றன. வறண்ட காலங்களில் தேக்கிய நீரைப் பயன்படுத்துகின்றன.

இனப்பெருக்க முறை. கடல் ஆமைகள் ஏறத்தாழப் பத்து ஆண்டுக்காலத்தில் இன முதிர்ச்சி அடைகின்றன. ஆண், பெண் ஆமைகள் ஒரு முறை இனச்சேர்க்கையில் ஈடுபட்ட பின்பு, பெண் ஆமைகள் பல ஆண்டுகளுக்குத் தொடர்ச்சியாக முட்டையிடுகின்ற வியத்தகு பழக்கத்தைக் கொண்டுள்ளன. முட்டையிடுவதற்குக் கடல் ஆமைகளும் தரைப் பகுதிக்கே வருகின்றன. பெண் ஆமைகள் முட்டையிடுவதற்கு முன் சூரிய ஒளிபடுகின்ற மணற்பாங்கான கடற்கரையைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கால்களின் உதவியால் குழிதோண்டி முட்டைகளை இடுகின்றன. ஒவ்வொரு குழியிலும் ஏறத்தாழ 100 முட்டைகள் இருக்கக்கூடும். பச்சை ஆமைகள் 15 நாளுக்கொரு முறை 200 முட்டைகள் வீதமாக நான்கு முறைகளில் முட்டையிடும். ஒவ்வொரு முட்டையும் 5 செ. மீ பருமன் உடையது. முட்டைகளை எதிரிகளிடமிருந்து பாதுகாக்கும் பொருட்டுப் பெண் ஆமை இரவிலேயே முட்டைகளை இடும். சூரிய ஒளியின் துணையால் 6-13 வார இடைவெளியில் குட்டிகள் வெளிவரும். குட்டி ஆமைகள் கடலை நோக்கிச் செல்லும்போது இடையூறு ஏற்பட்டால் மண்ணுக்குள் பதுங்கிப் பாதுகாத்துக் கொள்ளும். கடலுக்குள் சென்றவுடன் தம்மைப் பாதுகாத்துக்கொள்வதற்காக ஓராண்டு வரை கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் இயல்புடையன, பின்பு பவளப்பாறை, கடல் தாவரங்கள் போன்ற இடங்களில் மேல்மட்டத்திற்கு வருகின்றன.

கடல் ஆமைகளின் மூச்சு. மூச்சுவிடுவதற்காக, நுரையீரல் மட்டுமன்றி இரத்தம் பெறுகின்ற சிறப்பான தோலுடன் கூடிய கழிவுப்பகுதியையும், தொண்டைப் பகுதியையும் கடல் ஆமைகள் பெற்றுள்ளன. இதன் காரணமாக இவை நாட்கணக்கில் வெளிக்காற்றைச் சுவாசிக்காமல் கடலின் அடிமட்டத்தில் வாழும் திறனைப் பெற்றுள்ளன. மிகு வெப்பக் காலங்களில் கண்களில் நீரை வெளியேற்றுவதோடு, மிகுந்த உமிழ்நீரை, கழுத்து முன்கால் பகுதிகளில் தெளித்து உடல் வெப்பத்தைக் குறைத்துக் கொள்ளும் ஆற்றலையும் கடல் ஆமைகள் பெற்றுள்ளன. சில இன ஆமைகள் உடல் வெப்பத்தைக் குறைத்துக் கொள்ளத் தம் சிறுநீரைப் பின்கால்களில் அவ்வப்போது தெளித்துக்கொள்வதும் உண்டு.

மீன்வளத்தில் கடல் ஆமைகளின் பங்கு. இந்தியக் கடற்கரைப் பகுதிகளில், பச்சை ஆமைகள் மட்டுமே தூத்துக்குடி, இராமேஸ்வரம் போன்ற பகுதிகளில் மிகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. கடல் ஆமை



படம் 5. டெர்மோகெலிஸ் கோரிகேசியா

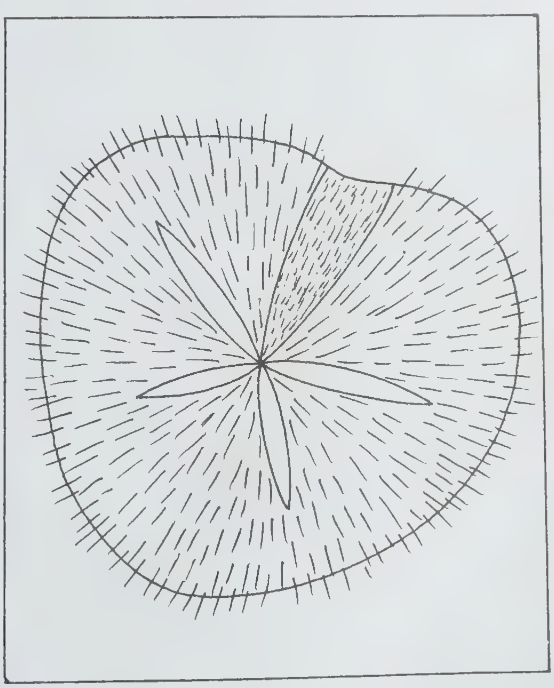
களின் முட்டைகளையும், குட்டிகளையும் கடற் கரைப்பகுதிகளில் வாழ்வோர் தொகுத்து உண்பதால் இவற்றின் எண்ணிக்கை விரைவாகக் குறைந்து வருவதைக் கருத்தில் கொண்டு தமிழ்நாடு அரசு 1977 ஆம் ஆண்டில் இயற்றிய வனவிலங்குப் பாது காப்புச் சட்டத்தின்படி கடல் ஆமை முட்டைகளைத் தொகுப்பதோ, விற்பதோ குற்றமாகக் கருதப்படு கின்றது. கடல் ஆமைகளின் எண்ணிக்கையைப் பெருக்கும் நோக்கத்தோடு தற்போது ஆமைப் பண்ணைகள் கடற்கரை ஓரங்களில் நிறுவப்பட்டு வருகின்றன. அமெரிக்கா, பிரிட்டன் போன்ற நாடு கள் கோடிக்கணக்கான ரூபாய்களைச் செலவிட்டுக் கடல் ஆமை வளர்ப்பை ஒரு முக்கிய தொழிலாகக் கொண்டுள்ளன என்பதும் குறிப்பிடத்தக்கது.

- இரா. சந்தானம்

நூலோதி. M. Harless and H. Morlock, *Turtles*, John Wiley & Sons, NewYork, 1979.

கடல் இதயம்

இது கடலின் அடித்தரையில் மண்ணில் புதைந்து வாழும் உயிரியாகும். இதன் உடல் மனித இதயத்தை ஒத்திருப்பதால் இது கடல் இதயம் (heart urchin) எனப்படுகிறது. இதன் உடல் சிறிய முள்களால்



மூடப்பட்டுள்ளதாலும், நீர்க்குழாய் மண்டலம் (water vascular system), குழாய்க்கால்கள் (tube feet) முதலிய பல பண்புகளாலும் இது முள்தோலிகள் தொகுதியில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளது.

கடல் இதயம் முட்டை வடிவான உடல மைப்பைக் கொண்டது. முன்பகுதி சற்றுத் தட்டை யானது. இதில் வாய் உள்ள பின்பகுதி குவிந்து காணப்படுகிறது. இப்பகுதியில் மலத்துளை காணப் படுகிறது. ஏனைய முள்தோலிகளில் உள்ள ஆரச் சமச்சீரமைப்பு இக்கடல் இதயத்தில் இல்லை.

இது மண்ணில் புதைந்துள்ள சிறு கரிமப்பொருள் களை உணவாகக் கொள்ளும். அமைப்பில் இதன் உள்ளுறுப்புகள் பிற முள்தோலிகளின் உள்ளுறுப்பு களை ஒத்திருக்கும். வாழுமிடங்களில் ஒளியை விலக்கி இருளையே நாடுகிறது. ஆண், பெண் புற வேறு பாடுகள் இதில் இல்லை. முட்டையிட்டு இனப் பெருக்கம் செய்யும் இவ்வகை விலங்கில் கருவுறுதல் கடல் நீரில் நடப்பதால் கலவி நடைபெறுவதில்லை.

- எம். உத்தமன்

கடல் உயிரியல்

புவியின் பரப்பு 71% வரை கடல் நீரால் சூழப்பட் டுள்ளது. கடலின் ஆழம் உயர்ந்த அளவாக 10 கி.மீ வரை உள்ளது. கடலில்தான் முதன் முதலாக உயிர்கள் தோன்றிப் படிமலர்ச்சி பெற்று நிலம் போன்ற இடங்களுக்குச் சூழ்நிலை காரணமாகப் பரவியிருக்க வேண்டுமென்று கருதப்படுகிறது. பரப் பளவு மிகுந்த கடலில் பலவகையான கணக்கிலடங்கா உயிரினங்கள் முன்பு வாழ்ந்தன; தற்போதும் வாழ்ந்து வருகின்றன.

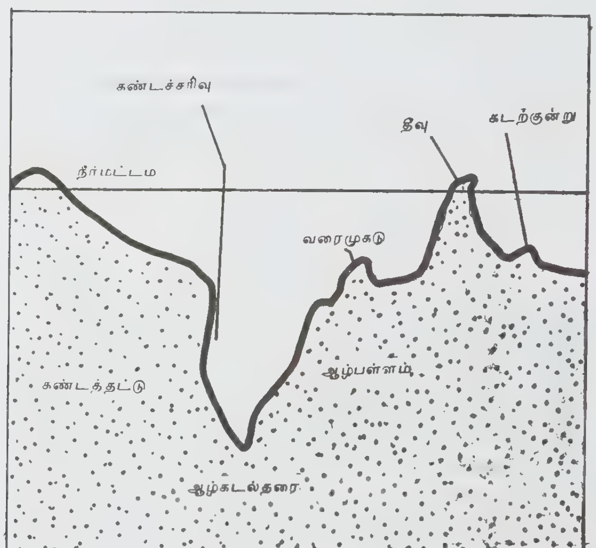
கடலின் சூழ்நிலையில் மாற்றங்கள் ஏற்படும் போது அங்கு வாழும் விலங்குகள் பெரிதும் பாதிக்கப் படுகின்றன. சில சமயங்களில் அவை இறந்தும் விடு கின்றன அல்லது ஏற்ற சூழ்நிலை உள்ள இடங் களுக்கு நகர்ந்து செல்கின்றன. சான்றாக அலை களால் சில விலங்குகள் அடித்துச் செல்லப்பட்டு உயிரிழக்கின்றன. மற்றவை அலைகளுடன் போரா டும் தகவமைப்புகளைப் பெற்று உயிர் வாழ்கின்றன. நிலத்தின் குறைந்த அளவு வெப்பம் 22°C ஆகவும், உயர்ந்த அளவாக 40°Cக்கு மேலாகவும் உள்ளது. மாறாகக் கடலின் வெப்பநிலை ஏறத்தாழ ஒரேசீராக வே இருக்கிறது. தவிர்க்க முடியாத காரணங்களால் கடல் வெப்பநிலையில் பெரிதும் மாற்றம் ஏற்பட்டால் கடல் வாழ் உயிரிகளால் தாங்க முடியாது. சில இடங்களில் நீர் உறைந்து விடுவதும் உண்டு.

கடல் நீர் உப்பின் அளவு அங்கு வாழும் விலங் குகளின் இரத்தத்தில் உள்ள உப்பின் அளவைவிட

மிகுதியாக இருப்பதால் அவை தங்கள் உடலிலிருந்து சிறிது நீரை இழக்கின்றன. சில உயிரினங்கள் சிறு நீரகத்தின் மூலமாகவும், வேறு சில உப்புச் சுரப்பிகளின் மூலமாகவும் இரத்தத்தின் உப்பின் அளவைக் கடல் நீருக்கு ஏற்றாற் போன்று சீர் செய்து கொள்கின்றன. சால்மன் போன்ற கடல்மீன்கள் நன்னீருக்கு வலசை போகும்போது நன்னீருக்கு ஒப்ப உடலில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தி உயிர் வாழ்கின்றன.

பெரிய அலைகள் கடலோரங்களில் வாழும் விலங்குகளைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. சந்திரனும், சூரியனும் உள்ள நிலையைப் பொறுத்து பெரிய அலைகள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு நாளைக்கு இருமுறை பெரிய அலைகள் ஏற்படுகின்றன. கடலின் நீரோட்டம் (currents) மிகவும் இன்றியமையாதது. இந்த நீரோட்டத்தின் காரணமாக உணவு, சத்துப் பொருள்கள், ஆக்சிஜன் போன்ற இன்றியமையா பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட இடத்திலிருந்து வேற்று இடங்களுக்குக் கடத்தப்படுகின்றன.

கடல் மட்டத்திற்குக் கீழாக 12,500 அடி ஆழம் வரை கடல் இருப்பதால் அதன் தரையின் தன்மையைப் பற்றி அறிய முடியாமல் இருந்தது. புதிய அறிவியல் கருவிகள் மூலமாகப் பல ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி முடிவுகள் அறியப்பட்டுள்ளன.



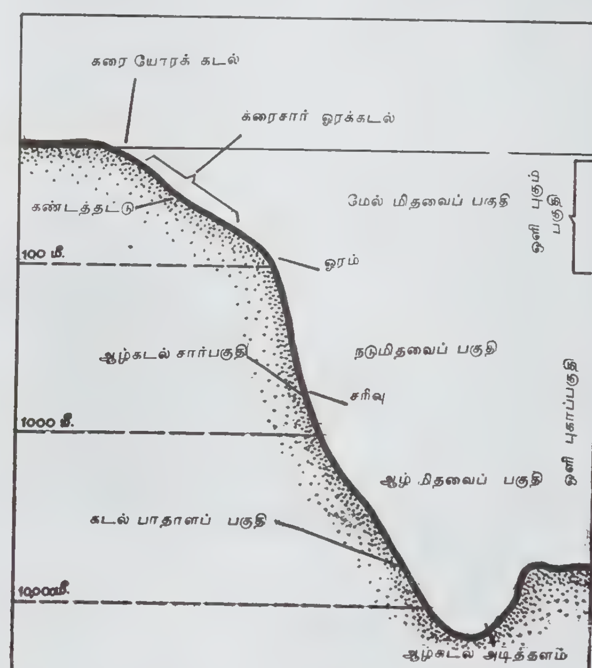
படம். கடல்தரையின் அமைப்பு

கடலுக்கும், மனிதனுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. கப்பல் போக்குவரத்து மூலமாக எண்ணெய், நிலக்கரி, சிமெண்ட் போன்றவை ஒரு நாட்டிலிருந்து இன்னொரு நாட்டிற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. கடல் மீன்கள் மக்களுக்கு உணவாகின்றன. கடலில் பல விளையாட்டுப் போட்டிகளும் நடைபெறுகின்றன.

மக்களின் கழிவுகள், தொழிற்சாலைகளின் கழிவு நீர் இறுதியில் கடலுக்குள் தள்ளப்படுவது இடையூறு தரும் செயலாகும். கடல்நீர் கெட்டுவிட்டால் மக்களின் வாழ்வு பெரிதும் பாதிக்கப்படும். ஆகவே பல நாடுகள் கழிவு நீர் கடல்நீருடன் கலக்காமல் இருக்க, தக்க நடவடிக்கைகளை எடுத்து வருகின்றன.

உலக மக்களுக்குத் தேவையான புரதத்தில் 12% கடல்வாழ் உயிரினங்கள் மூலமாகக் கிடைக்கும். 1940 இல் 20 மில்லியன் டன் மீன்களும், இதர முதுகெலும்பில்லா விலங்குகளும் பிடிக்கப்பட்டன. இது 1970 இல் மூன்று மடங்காக உயர்ந்தது. கடல் நீரில் பல தாதுப் பொருள்கள் இருப்பதைக் கண்டறிந்துள்ளனர். வைரமும் கடலில் இருப்பதாகக் கூறப்படுகிறது. கடலில் எண்ணெய் வளங்கள் இருப்பதை அறிந்து அதை எடுப்பதற்காகப் பல புதிய கருவிகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசும் பிரான்சும் மின் ஆற்றலையும் கடல் நீரிலிருந்து உற்பத்தி செய்கின்றன.

கடலில் புரோட்டாசோவா முதல் பாலூட்டிகள் வரை அனைத்து உயிரினங்களும் வாழ்கின்றன. புரோட்டாசோவா தொகுதியைச் சார்ந்த பல ஒரு செல் உயிரினங்கள் கடலில் வாழ்கின்றன. அவை



கடலின் சூழ்நிலை மேற்குறிப்பிட்ட பரப்பளவின் அடிப் படையில் பொதுவாகப் பகுக்கப்படுகிறது.

பெரும்பாலும் ஸ்போராசோவா, சக்டோரியா, சிலியேட்டா,ரைஸோபோடா, ப்ளேஜல்லேட்டா போன்ற வகுப்புகளைச் சார்ந்தவையாக உள்ளன. கடல் வாழும் புரோட்டாசோவாக்களில் குறிப்பிடத்தக்கவை புரோரோ சென்ட்ரம் மைகான்ஸ் (prorocentrum micans) செரேசியம் ஃபர்க்கா (ceratium furca), செரேசியம் ட்டிரைபோஸ் (ceratiuw tripos) ரேடியோலேரியா (radiolaria), டைனோ ஃப்ளஜில்லேட் (dino flagellate) ஆகியன.

புரையுடலி தொகுதியைச் சார்ந்த பல உயிர்கள் கடல் நீரில் காணப்படுகின்றன. இத்தொகுதியில் வரும் உயிரிகளின் உடல் பரப்பில் மிகுதியான துளைகள் காணப்படுகின்றன. ஆகையால் அவை புழை உடலிகள் எனப்படுகின்றன. இவை வேறு பொருள்களின் மீது நிலையாக ஒட்டிக்கொண்டு வாழ்கின்றன. ஸ்பாஞ்சுகள் விலங்குகளே என்பதை அரிஸ்டாடில் கண்டறிந்தார். அதற்கு முன்னால் ஸ்பாஞ்சுகளைச் செடிகளாகக் கருதி வந்தனர். ஸ்பாஞ்சுகளில் சிறு கால்வாய்கள் உள்ளன. அவற்றில் எப்போதும் நீர் ஓடிக் கொண்டிருக்கும்.

லூகோசொலினியா கடற்பஞ்சு, கடலோர நீர் மட்டத்திற்கு அடியில் வாழும். கிளாத்ரினாவும் கடல் ஓரத்தில் காணப்படுகின்றது. யூபிலெக்டெல்லா ஸ்டாரோகாலிப்டஸ், ஹையலோனிமா முதலிய ஸ்பாஞ்சுகள் ஆழ்கடலில் 0.03 கி.மீ. - 5 கி.மீ. ஆழம் வரை உள்ள பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. ஸ்பாஞ்சுகளில் மூன்று முக்கிய கால்வாய் அமைப்புகள் உள்ளன. அவை ஆஸ்கான், சைக்கான், லூக்கான் என்பனவாம். ஸ்பாஞ்சுகளில் பாலிலி முறையிலும் பால் முறையிலும் இனப்பெருக்கம் நிகழ்கிறது. ஸ்பாஞ்சுகளின் லார்வா ஆம்ஃபி பிளாஸ்டுலா லார்வா எனப்படுகிறது.

குழியுடலிகளில் மூன்று முக்கிய வகுப்புகள் உள்ளன.அவை ஆந்தோசோவா, ஸ்கைஃபோசோவா, ஹைட்ரோ சோவா ஆகியனவாகும். ஹைட்ரோ சோவாவைத் தவிர அனைத்துக் குழியுடலிகளும் கடலில் வாழ்கின்றன. பல கூட்டு வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. குழியுடலிகளின் உணர்நீட்சிகளில் கொட்டும் செல்கள் இருப்பது இத்தொகுதிக்கே உரித்தான சிறப்பாகும். இவை உணவைப் பிடிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. கடலில் வாழும் ஃபைசாலியாவைப் போர்ச்சுகீசிய போர் வீரன் என்று குறிப்பிடுவதும் உண்டு. இது மனிதனைக் கொட்டினால் நச்சு நீர் உடலுக்குள் சென்று கேடு விளைவிக்கும். கடலில் நீந்திச் செல்வோரை ஜெல்லி மீன் என்னும் குழியுடலி கொட்டி விட்டால் சில மணி நேரம் வேதனை உண்டாகும்.

ஆந்தோசோவாவைச் சார்ந்த பவளப்படிப் பாறைகளும் (corals), கடல் பூக்களும் (sea anemones) கடல் நீரில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உணவு மண்டலத்தில் வாய், வயிற்றறை இரு பகுதிகள் மட்டுமே உள்ளன. உணர் நீட்சிகள் மூலமாக உணவை உட்கொள்கின்றன. இவை கலவா, கலவி இனப் பெருக்கங்கள் மூலமாகத் தங்கள் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன.

பவளப் படிப்பாறைகள் கடலின் வெப்பம், ஆழமில்லாப் பகுதிகளில் உள்ளன. பொதுவாகப் பவளப் படிப் பாறைகள் கரிபியன் கடல், மாலத்தீவுகள், மலேயாத்தீவுகள், பசுபிக் பெருங்கடல் முதலிய பகுதிகளில் பெரிதும் காணப்படுகின்றன. இவை 22°C க்கு மேலே உள்ள வெப்பநிலையிலும் 450 மீட்டர் ஆழத்திற்குள்ளேயும் நன்கு செழித்து வாழ்கின்றன. ஜெல்லி மீன்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுவது அரிலியா ஆகும். வளை தசைப் புழுக்களில் (anne!ida) குறிப்பிடத்தக்கவை காலிஸோனா, கிரிஃபியா, பெலாகோபியா, டோமோப்ட்டீரிஸ் ஆகியவையாகும்.

கடலில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுபவை மெல்லுடலிகளாகும். இவ்விலங்குகளின் ஓடுகள் மூலமாக ஆபரணங்கள், விளக்குகள், பூ ஜாடிகள், சிகரெட் சாம்பல் தட்டுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன: சுண்ணாம்பும், மெல்லுடலிகளின் ஓடுகளிலிருந்தே கிடைக்கின்றது. கடலில் வாழும் மெல்லுடலிகளில் மிக முக்கியமானவை ஆம்பிநியூராவைச் சார்ந்த கைட்டான்கள், கேஸ்ட்ரோபோடாவைச் சார்ந்த நத்தைகள், பெலிசிபோடாவில் வரும் மட்டிகள், செஃபலோபோடாவில் உள்ள ஸ்குவிட் ஆக்டோபஸ்களாகும்.

மெல்லுடலிகள் மிகவும் தாழ்ந்த நிலையில் உள்ளவையாகக் கருதப்படுபவை கைட்டான்களாகும், இவற்றின் முதுகுப்புறத்தில் எட்டு தட்டுகள் போன்ற எட்டு அமைப்புள்ளது. இவை இரவில் மட்டும் இரை தேடுவதற்காக ஊர்ந்து செல்கின்றன. சில கைட்டான்கள் 23 × 12 செ. மீ, என்னும் நீள அகலங்களைப் பெற்றுள்ளன.

வயிற்றுக்காலி வரிசையில் மிகுதியாகக் கடலில் காணப்படுபவை கடல் நத்தைகள்; லிம்பெட்ஸ், அபலோன்ஸ், சங்குகள். வெல்க்ஸ். இவற்றின் ஓடுகள் விலங்குகளைப் பாதுகாக்கப் பயன்படுகின்றன, லிம்பெட்டுகளும், அபலோன்களும் பாறைகளின் இடுக்குகளில் காணப்படுகின்றன. ஓடுகளின் துளை, மூடியால் (operculam) சூழப்பட்டுள்ளது. இம்மூடி காலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஓடுகளிலும், அவற்றின் மூடிகளிலும் வளர்ச்சிக் கோடுகள் தென்படுகின்றன. இவற்றின் மூலமாக அவற்றின் வயதை அறியலாம்.

கோனஸ் எனப்படும் வயிற்றுக்காலியில் 600 க்கும் மேலான இனங்கள் உள்ளன. கோனஸின் ரேடுலா கூர்மையான பற்களாக மாற்றப்பட்டு நச்சுச் சுரப்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்விலங்குகள் பெரும்பாலும் பசுபிக் பெருங்கடலிலும், இந்தியப் பெருங்கடலிலும் காணப்படுகின்றன. இவை கொட்டி

யதால் பலர் இறந்துள்ளனர். பசிபிக் கடலோரங்களில் அபலோன்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் ஓடுகள் பார்ப்பதற்கு மிக அழகாக இருக்கும். அபலோன்களை மக்கள் உணவாகக் கொள்கின்றனர். அவற்றின் ஓடுகளிலிருந்து பல ஆபரணப் பொருள்கள் செய்யப்படுகின்றன.

பெலிஸிபோடாவைச் சார்ந்த மட்டிகள் (clams), முத்துச்சிப்பி (oysters), ஸ்கேலப்ஸ் (scallops) போன்ற விலங்குகளில் பக்கத்திற்கு ஒன்று வீதம் இரு ஓடுகள் காணப்படுகின்றன. ஓடுகளை வால்வுகள் (valves) என்பர். ஆகவே இவ்வரிசையைச் சார்ந்த விலங்குகளை இரு வால்விகள் எனலாம். அனைத்து விலங்குகளுமே கடலில் வாழ்பவை. இரு வால்வுகளில் வயிற்றுக்காலியிலுள்ள ரேடுலா இல்லை. அவை உணவுப் பொருள்களை வடிகட்டிப் பெறுகின்றன. இதற்கென்று அவ்விலங்குகளில் ஒரு சைபன் (siphon) அமைப்பு உள்ளது. ஓடுகள் 3 அடுக்கால் ஆனவை, வெளி அடுக்கு மிக மெல்லியதாக இருக்கும். இதைப் பெரியாஸ்ட்ரேகம் என்பர். மைய அடுக்கு கால்சியம் கார்போனேட்டால் ஆனது. உள்ளடுக்கில் முத்துகள் உள்ளன.

ஓடுகள் கடினமடைவதற்கும், வளர்வதற்கும் இம்மூன்று அடுக்குகளே முக்கிய காரணமாக விளங்குகின்றன. இவ்வரிசையைச் சார்ந்த விலங்குகளை அனைத்து நாட்டு மக்களும் உணவாகக் கொள்கின்றனர். அமெரிக்க நாட்டுக் கிழக்கு, மேற்குக் கரை ஓரங்களில் எண்ணற்ற முத்துச்சிப்பிகள் காணப்படுகின்றன. ஜப்பானியர்கள் முத்துச்சிப்பிகளில் முத்துகளை வளர்க்கும் பணியில் சிறந்தவர்கள்.

மெல்லுடலிகளில் தலைக்காலிகள்தான் வளர்ச்சியின் உச்சநிலையை அடைந்துள்ளன. அவை கூரிய பார்வை பெற்றவை. மிக வேகமாக நீந்தும். உணர்ச்சிகளை வெளிப்படுத்துபவை. தம் உடல் நிறத்தையும் மாற்றும் தன்மை பெற்றவை. இவற்றால் கடலின் அடியில் ஊர்ந்து அல்லது நீந்திச் செல்ல முடியும். இந்த வரிசையைச் சார்ந்த விலங்குகளாக ஆக்டோபஸ், ஸ்குவிட், அர்குனாட்டா, நாட்டிலஸ் ஆகியவை கருதப்படுகின்றன.

தலைக்காலிகளின் உடல் மிகவும் மென்மையாக உள்ளது. செபோலாபோடாக்களில் 400 இனங்கள் உள்ளன. அவை அனைத்தும் கடலில் வாழ்பவை. தலைக்காலிகளில் மிகவும் விசித்திரமானது ஆக்டோபஸ் ஆகும். இவை சிறு மீன்களையும், பிற விலங்குகளையும் உண்டு வாழ்கின்றன. இவை கூட்டம் கூட்டமாக நீந்திச் செல்வதை ஆராய்ச்சி வல்லுநர்கள் கண்டுள்ளனர். நியூஃபவுண்ட் லேண்ட் என்னும் இடத்தில் ஒரு முத்துச்சிப்பி பிடிக்கப்பட்டது. இதன் உடல் விட்டம் ஒரு மீட்டர், தலையிலிருந்து வால்வரை நீளம் 6 மீட்டர்; இதன் உணர்நீட்சிகளின் நீளம் 10 மீட்டர். ஆகவே மொத்த நீளம் 17 மீட்டர் ஆகும். இதன் மொத்த எடை 2700 கிலோ கிராம். கடலில் பிடிபட்ட முத்துச்சிப்பிகளிலேயே இதுவே மிகவும் பெரியது. இதைவிடப் பெரிய ஆக்டோபஸீம் இருக்கலாமெனப் பல ஆய்வாளர்கள் கருதுகின்றனர். இது திமிங்கலத்திற்கு உணவாகிறது.

ஸ்குவிட், ஆக்டோபஸ் ஆகியவை தாக்குதலுக்கு உட்படும்போது தம் உடலிலிருந்து மை போன்ற பொருளைப் பீச்சுகின்றன. இந்தமையின் நாற்றம் எதிரிகளை விரட்டுகின்றது. இந்த மை இருக்கும் போது எதிரிகளால் அடையாளம் கண்டு கொள்ள இயலாது. ஒரு பெண் ஆக்டோபஸ் ஒரு நல்ல தாயாகச் செயல்படுகிறது. முட்டைகளிலிருந்து குஞ்சு பொரிக்கும் வரை அவற்றை மிகவும் கவனத்துடன் பாதுகாக்கிறது. தாயின் கண்காணிப்புத் தொடர்ந்து இருப்பதன் காரணமாக ஏறத்தாழ அனைத்து முட்டைகளையும் பொரித்து விடுகிறது. பிற எதிரி விலங்குகளைத் தொலைவில் வைத்து முட்டைகளைப் பாதுகாக்கும். சில இனங்கள் நீரைப் பீச்சி அடித்து முட்டைகளைக் கழுவித் தூய்மையாக வைக்கின்றன. வேறு சில தங்களின் ஒட்டுறிஞ்சிகள் மூலமாக முட்டையைச் சுற்றியுள்ள பல வெளிப்பொருள்களை அகற்றி விடுகின்றன.லாலிகோ தென் கலிபோர்னியாக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் ஜனவரி அல்லது பிப்ரவரி மாதங்களில் முட்டைகள் இடுகின்றன.

முதுகெலும்பில்லாத விலங்குகளிலேயே மிகவும் அறிவுக் கூர்மை வாய்ந்தவை தலைக்காலிகள்தாம். மெல்லுடலிகளில் ஸ்கேஃபோபோடா வரிசையைச் சார்ந்த விலங்குகள் மிகவும் குறைவு. இவை பெரும்பாலும் மணலில் புதையுண்டு வாழ்கின்றன. மற்ற மெல்லுடலிகளுக்கு உண்டான அனைத்து அமைப்புகளும் இவற்றிற்கும் உண்டு.

மொத்த விலங்குகளில் மிகு எண்ணிக்கையில் இருப்பவை ஆர்த்ரோபோடா அல்லது கணுக்காலிகள் ஆகும். கால்கள் பல கணுக்களாக இணைக்கப்பட்டிருப்பதன் காரணமாக இவற்றைக் கணுக்காலிகள் என்று குறிப்பிடுகின்றனர். கடலில் காணப்படும் கணுக்காலிகளில் க்ரஸ்டேஸியா, பிக்னோகோனிடா அரக்னிடா ஆகியவை முக்கியமானவை. பொதுவாக அனைத்துக் கணுக்காலிகளின் உடலும் ஒரு கடினமான புற உறையால் மூடப்பட்டிருக்கும். புற உறை கைட்டின் என்னும் மாவுப் பொருளால் ஆனது. அரக்னிடா வகுப்பில் சிபோசூரா வரிசையிலுள்ள கணுக்காலிகள் முற்றிலும் கடலில் வாழ்பவை. இதற்குச் சான்றாக அரச நண்டைக் குறிப்பிடலாம். இதை லிமுலஸ் என்றும் குறிப்பிடுவர். அமெரிக்கா மெக்சிகோ நாடுகளின் கிழக்குக் கரை ஓரங்களில் இவை காணப்படுகின்றன. இவை45 செ.மீ. வரை வளரும். இவ்விலங்கால் நீந்தவும், நடக்கவும் முடியும்.

தன் தட்டையான தலையைக் கொண்டு மணலைத் தோண்டி உணவு தேடுகிறது. பொதுவாக இரவில் தான் இரை தேடும். இது பல ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் வாழ்ந்த விலங்காக இருந்தாலும் இது வரை மாறாமல் அதே உருவ அமைப்பைக் கொண்டிருப்பது வியக்கத்தக்கது.

தலையையும், மார்பையும் கொண்ட கிரேட்டேசியன்கள் பெரும்பாலும் கடலில் வாழ்கின்றன. பார்னகிள்ஸ் தங்கள் முட்டைகளைத் தாமாகவே கருவுறச் செய்வதில்லை. ஒரு பார்னகிள் தன்னிடத்திலுள்ள விந்துவை ஆண் குறியின் மூலமாக இன்னொரு பார்னகிளுக்குச்செலுத்துகிறது. முட்டைகள் கருவுற்ற பின்னர் நாப்ளியஸ் லார்வாவாக மிதவை உயிரிகளுக்கு நடுவில் நீந்துகிறது. பிறகு பல முறை தோல் உரித்து சைபிரிஸ் இளவுயிரியாக மாறுகிறது. இந்த இளவுயிரியில் ஓர் ஓடு உள்ளது: இது மிதவை உயிரிகளுக்கு நடுவில் மிதந்து கொண்டிருக்கும். ஒன்றிலிருந்து 12 வாரங்களுக்குப் பின்னர் (இனத்திற்கேற்றாற்போன்று) கடலின் அடிப் பகுதிக்குச் சென்று அங்குள்ள ஏதாவது ஒரு பொருளின் மீது சிமெண்ட் சுரப்பியால் ஒட்டிக் கொள்கிறது. பிறகு உருமாற்றமடைந்து ஒரு முழு முதிர்ச்சி பெற்ற உயிரியாக மாறுகிறது.

கடலில் மிதவை உயிரிகள் எங்கெல்லாம் தென்படுகின்றனவோ அங்கெல்லாம் பார்னகிள்ஸ் இருக்கும். அக்கோர்ன் பார்னகிளைத்தான் பலானஸ் என்று குறிப்பிடுவர். இவை 3மி.மீ-12 செ.மீ. வரை விட்டத்தையும் 15 செ.மீ. வரை உயரத்தையும் கொண்டவை. பலானஸ்கள் கப்பலின் அடிப்புறத்தில் ஒட்டிக்கொண்டு மிகவும் தொல்லை கொடுக்கின்றன. கப்பலிலிருந்து பலானஸைத் தூய்மை செய்வது மிகவும் கடினம். கோபிபோடாக்கள் கண்களுக்குத் தெரியும் மிகச் சிறிய விலங்குகள் ஆகும்.

உணவுச் சங்கிலியின் பெரும்பகுதியைக் கோபிபோடாக்கள் ஆக்கிரமித்துக் கொள்கின்றன. சில கோபிபோடாக்கள் மீன்களின் மீது ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. அவற்றைக் கடல் பேன் என்பர். மிதவை உயிரிகளில் மிக மிக அதிகமாகக் காணப்படுவது கலானஸ் ஆகும். இவை ஆற்றல் சுழற்சியில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. கலானஸ் வட அட்லாண்டிக் கடலில் மிகுந்து காணப்படுகின்றது. இவை பல மீன்களுக்கு உணவாக அமைகின்றன.

துணை வகுப்பு ஆஸ்ட்ரோ போடாவில் வரும் விலங்குகள் சில சமயங்களில் 2500 மீட்டருக்கடியிலும் காணப்படுகின்றன. துணை வகுப்பு பிராங்கியோ போடாவைச் சார்ந்த அர்ட்டீமியா, உப்பின் அளவு எவ்வளவு மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், அதற்கேற்றாற்போல் தன்னைச் சீர்செய்து கொள்ளப் பல தகவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளது.

இனப்பெருக்கக் காலங்களில் மட்டும் மிகுதியான உப்பு நீர் தேவைப்படுகிறது. இவை மீன்களுக்கு உணவாக உதவுகின்றன. ஐஸோபோடா வரிசையைச் சார்ந்த விலங்குகள் படகு மற்றும் மரத்தால் ஆன பல பொருள்களைத் துளைக்கும் தன்மை வாய்ந்தவை. ஐஸோபோடா வரிசையில் உள்ள விலங்குகளில் உலகெங்கும் காணப்படுபவை லிஜியாவும், லிகிடாவும் ஆகும்.

கணுக்காலிகளில் லாப்ஸ்டர் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. இது அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை ஓரங்களில் காணப்படும் லாப்ஸ்டர் ஹேமரஸ் என்னும் இனத்தைச் சார்ந்தது. இவற்றிற்கு நீண்ட நகங்கள் உண்டு. மேற்குக் கடற்கரை ஓரங்களில் காணப்படும் பேனுலிரஸ் என்னும் இனத்திற்கு நகம் இல்லை. லாப்ஸ்டரின் பெரும்பாலான பகுதி நகத்தாலானது. லாப்ஸ்டரின் பெரும்பகுதியைச் சாப்பிட முடியும். முட்டைகள் ஜூலை, ஆகஸ்ட் மாதங்களில் இடப்படுகின்றன. சில சமயம் 30,000 முட்டைகள் இடப்படுகின்றன. முட்டைகளிலிருந்து வெளி வரும் இளம் உயிரிகள் 6 அல்லது 8 வாரங்கள் நீரில் நீந்துகின்றன. பிறகு அடியிலுள்ள ஏதாவதொரு பொருளில் ஒட்டிக் கொண்டு உருமாற்றம் அடைந்து முதிர்ச்சி அடைகின்றன.

நண்டு கடலில் வாழும் மற்றொரு கணுக்காலியாகும். ஆண் நண்டு, பெண் நண்டு ஆகியவற்றை எளிதில் இனங்காணலாம். ஆண் நண்டின் வயிற்று நடுப்பகுதி குறுகலாகவும், பெண் நண்டின் வயிறு அகலமாகவும் இருக்கும். அவை பக்கங்களில் நடக்கின்றன. நீரில் எளிதாக நீந்துகின்றன. நிலத்தில் நடக்கும்போதே எடையால் துன்பப்படுகின்றன. இவற்றின் கண்கள் நீண்ட காம்பின் மீது வைக்கப்பட்டிருப்பதன் காரணமாக அனைத்துத் திசைகளையும் எளிதில் காணமுடியும். பொதுவாக நண்டுகளை மக்கள் விரும்பிச் சாப்பிடுகின்றனர். நண்டு வகைகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை சிலந்தி நண்டு, நீந்தும் நண்டு, புற்று நண்டு, பட்டாணி நண்டு, கடற்கரை நண்டு, மணல் நண்டு, துறவி நண்டு ஆகியவை ஆகும்.

கடலில் பல முள்தோலிகள் (echinoderms) காணப்படுகின்றன. இவை ஆரச் சமச்சீர் கொண்டவை. நீரோட்ட மண்டலம் இருப்பது முள்தோலிகளுக்கே உண்டான சிறப்புக் கூறாகும். கடலில் காணப்படுகின்ற முள்தோலிகளில் மிக முக்கியமானவை நட்சத்திர மீன், கடல் லில்லி, கடல் அட்டை, கடல் இதயம், கடல் வெள்ளரி ஆகியவை ஆகும். இவ்விலங்குகள் உலகக் கடற்பரப்பின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

கடலில் டீனாஃபோர்கள் எனப்படும் சீப்புஜெல்லிகள் உள்ளன. இவை பார்ப்பதற்குக் குழியுடலிகள் போன்று தென்பட்டாலும் அவற்றிற்கு முற்றிலும்

மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டவை. அமெரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரையோரங்களில் புளூரோபிரேகியா பெரோ முதலிய உயிரினங்கள் பொதுவாகக் காணப்படுகின்றன. கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் நெமியாப்சிஸ் வாழ்கின்றன. இவை ஒரு பாலிகள். தங்கள் முட்டைகளையும், விந்தையும் வாய் வழியாகவே வெளியிடுகின்றன. கடலில் வாழும் தட்டைப் புழுக்களில் பல ஒட்டுண்ணிகளாகவும், டர்பெல்லேரியா வகுப்பைச் சார்ந்த தட்டைப் புழுக்கள் மட்டும் தனித்து வாழும் தன்மை பெற்றவையாகவும் உள்ளன.

நுண்ணோக்கியின் உதவியால் மட்டுமே காணக்கூடிய பல உருளைப் புழுக்கள் ஒட்டுண்ணிகளாக உள்ளன. நன்கு வளர்ச்சி பெற்ற உணவு மண்டலத்தில் வாயும், மலப்புழையும் நீண்ட குடலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மோலா மோலா எனப்படும் கடல்வாழ் உருளைப் புழு 6 அடிவரை வளர்ச்சியுறுகிறது. நெமெர்ட்டியாவைச் சார்ந்த ரிப்பன் புழுக்கள் 3 மீட்டர் நீண்டுள்ளன. சைபன் குலாய்டியாவைச் சார்ந்த ஏறத்தாழ 250 இனங்களும் கடல் வாழ்விகளே. இவற்றின் நீளம் 25 செ.மீ. முதல் 50 செ.மீ. மேலாக இருக்கும்; இவை புதைந்து வாழ்கின்றன.

கீட்டோநேத்தா. ஃபொரோனிடா, பிரேக்கியோபோடா, பிரியோசோவா, ரோடிஃபெரா ஆகிய தொகுதிகளைச் சார்ந்த உயிரினங்களும் கடலில் அங்குமிங்குமாகக் காணப்படுகின்றன.

இவற்றைத் தவிர எண்ணற்ற முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளும் கடலில் காணப்படுகின்றன. வட அமெரிக்காவின் கிழக்கு, மேற்குக் கரை ஓரங்களில் பலனோகிளாசஸ், சாக்காகிளாசஸ் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. இவை அரை முதுகு நாண் உள்ள தொகுதியைச் சார்ந்தவை. இவ்விலங்குகள் பெரும்பாலும் மணலில் புதையுண்டு வாழ்கின்றன. வால் நாண் உள்ள தொகுதியில் வரும் அசீடியாக்கள் கடலில் தனித்தோ கூட்டமாகவோ ஏதாவது ஒரு பொருளின் மீதோ விலங்குகளின் ஓடுகள் மீதோ ஒட்டிக் கொண்டு வாழ்பவை. இவை கலவி, கலவா இனப்பெருக்க முறைகளில் தங்கள் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன.

ஆம்ஃபியாக்சஸ் தலைநாண் உள்ள தொகுதியைச் சார்ந்த விலங்கு ஆகும். கடலோரப் பகுதிகளில் மணலில் உள்ள உடலின் பெரும்பகுதி புதையுண்டு தலை மட்டும் வெளியே தெரியும்படி வாழ்கின்றன. இரை தேடும்போது மட்டும் மணலை விட்டு வெளியே வந்து நீந்திப் பிறகு மீண்டும் புதைந்து விடுகின்றன. முதுகெலும்புள்ள உயிரினங்களில் கடலுயிரியலில் முதன்மை பெற்றவை மீன்களே. சைக்லோஸ்டொமோ வகுப்பைச் சார்ந்த மீன்களுக்குத் தாடை இல்லை. இவை 100 மீட்டருக்கு அடியில் இறந்து போன உயிர்களை உண்டு வாழ்கின்றன.

குருத்தெலும்புமீன்கள் வகுப்பைச் சார்ந்த சுறா மீன்கள், திருக்கை மீன்கள், கைமேரா மீன்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்ட அமைப்புகளைக் கொண்டவை. இவற்றிற்கு எலும்பு இல்லை. மாறாகச் சட்டகம் முழுதும் குருத்தெலும்பாலானது. உறுதியான தாடைகளைக் கொண்ட வாய் உடலின் அடிப்புறம் உள்ளது. கண்கள் உடலின் மேற்புறமாக உள்ளன. வாய்க்குள் நுழையும் எதையும் இம்மீன்களால் காண முடியாது. இவற்றிற்குத் தடித்த தோலுண்டு. ஆண் மீன்களுக்கு மட்டும் இடுப்புத் துடுப்புகளுக்கிடையே இரண்டு கிளாஸ்பர்கள் உள்ளன. பெண்மீன்களுக்கு இவை இல்லை. விந்தைப் பெண் உடலில் புணர்ச்சிப் புழையில் தள்ள இவை பயன்படுகின்றன. முட்டையிட்டு அவற்றைக் கவனமுடன் பாதுகாக்கின்றன. பாலூட்டிகளில் காணப்படுவது போல் சுறாமீன்களிலும் தாய் சேய் இணைப்புச் சவ்வு (placenta) உள்ளது. இம் மீன்களின் மற்றொரு சிறப்புக் கூறு செவுள்கள் வெளியே இருப்பதாகும். மொத்தம் 5 இணைச் செவுள்கள் உள்ளன. சில சுறாக்களில் 6 அல்லது 7 இணைகளும் கைமேரா மீன்களில் மட்டும் 3 இணைச் செவுள்களும் உள்ளன.

நூற்றுக்கும் மேலான சுறா இனங்களில் ஒரு சில மட்டும் மனிதன் நீரில் நீந்தும்போது தாக்கப்படுகின்றன. சுறா மீன்கள் தங்களின் உடல் வெப்ப நிலையை வெளிப்புறச் சூழ்நிலைக்குச் சற்று மேலாகவே வைத்துக் கொள்கின்றன. ஆஸ்திரேலிய, இந்தியக் கடல்களில் மட்டும் மிகவும் அரிதாகப் பெண் சுறாக்களைக் காணலாம். சுறா மீன்கள் எப்போதும் நீந்திக்கொண்டேயிருக்கும். சில சுறாக்கள் கடலின் மேற்புறத்திலும் வேறு சில ஆழ்கடலிலும் வாழ்கின்றன.

திருக்கை மீன்களின் உடல் முதுகுப் புறத்திலிருந்து வயிற்றுப் புறமாகத் தட்டையாக்கப்பட்ட அமைப்பைக் கொண்டது. இந்த அமைப்பைக் கடலின் அடியில் எளிதில் ஒளிந்து கொள்ளப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. சுறா, திருக்கை மீன்களின் குடல் அகன்றும் தட்டையாகவும் உள்ளது. இவற்றின் கல்லீரல் மிகப் பெரிது. இதன் சுரப்பு நீர் உணவுப் பொருள்களைச் சேர்க்கப் பயன்படுகிறது, திருக்கை மீன்களுக்குத் தங்களைப் பாதுகாக்கும் பொருட்டு வால் பகுதியில் நீண்ட கொட்டும் பல் போன்ற அமைப்பு உண்டு. வேறு சில மீன்களைத் தேடும்போது தம் உடலிலிருந்து போதுமான அளவு மின் அதிர்ச்சியை ஏற்படுத்துகின்றன.

கடல் மேற்பரப்பில் வாழும் சுறாமீன்கள் தங்கள் உடலின் பக்கக் கோடுகளில் உள்ள புலனுறுப்புகள் மூலமாக இருட்டிலும் இரை தேடுகின்றன. சட்டகம்

எலும்பாலானதால் ஆஸ்ட்டெய்கதிஸ் வகுப்பைச் சார்ந்த மீன்களை எலும்பு மீன்கள் என்பர். இவற்றில் வஞ்ஜிரம் (seer), காரப்பொடி (aranx) கெளுத்தி (cat fish), வாளை (trichurus), சங்கரா (synagris), தும்லி (sarida thumbil), பறக்கும் மீன் (exocoetus), வெளவால் (pomfrot), பாஸ் (bass), காட் (cod), பெர்ச் (perch), டுனா (tuna), ஹேலிபட் (halibut), சார்டின் (sardine) ஆகியன முக்கிய மானவை. இவற்றில் வாய் உடலின் முன் முனையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் குடல் நீண்டு, சுருண்டு மனிதருக்கு இருப்பதுபோல் உள்ளது. இம்மீன்களின் கருவுறுதல் உடலுக்கு வெளியே நிகழ் கிறது. இனப்பெருக்கத்திற்காகப் பல முறைகளைக் கையாளுகின்றன. ப்ளேயிஸ் என்னும் மீன் ஒரே சமயத்தில் 2,50,000-5,00,000 முட்டைகளை இடும். சால்மன் என்னும் கடல்மீன் முட்டையிடும் காலங்களில் மட்டும் நன்னீருக்கு வலசை போகும். தட்டை மீன்களில் இரு கண்களும் ஒரே பக்கத்தில் உள்ளன.

கடல்குதிரை, குழல்மீன் (pipe fish) இவற்றில் ஆண் இனத்தில் ஒரு பை (brood pouch) உள்ளது. பெண் மீன்கள் இப்பையில் முட்டையிடுகின்றன. ஆண் மீன்கள் குஞ்சு பொரிக்கும் வரை முட்டைகளைத் தாங்கி வாழ்கின்றன. மோலா மோலா என்னும் கடற்சூரிய மீன் மிகமிக மெதுவாக நீந்தும். இதன் எடை 900 கி. கி. ஆகும். இம்மீனை எவரும் உணவாகக் கொள்வதில்லை. வட கலிபோர்னியாவின் கடற்கரையோரங்களில் குருணியான் என்னும் மீன் பெருமளவில் உள்ளது. இவை ஏப்ரல், ஆகஸ்ட் மாதங்களில் கரையோரங்களில் உள்ள மணலைத் தோண்டி அக்குழியில் முட்டைகளை இடுகின்றன. ஆண்மீன், பெண் மீனின் உடலில் ஒட்டிக் கொண்டு விந்தைக் கொட்டுகின்றது. பிறகு இம் மீன்கள் கடல் நீருக்குள் சென்று விடுகின்றன. குழியில் வளர்கின்ற கரு முட்டையிலிருந்து வெளிவந்தவுடன் நீரால் கடலுக்குள் இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றது.

ஒளியில்லா ஆழ்கடல்களில் மீன்கள் வாழ்கின்றன. ஆழ்கடல் மீன்கள், பாக்டீரியாக்களின் மூலமாகவோ நொதிப் பொருளைப் பயன்படுத்தியோ ஒருவித மான குளிர்ச்சியான ஒளியை ஏற்படுத்துகின்றன. மீன்களின் உடலின் மீது பல முதுகெலும்பற்ற விலங்குகள் உயிர் வாழ்கின்றன.

ஊர்வன வகுப்பைச் சார்ந்த கடல் ஆமைகளும் உள்ளன. பச்சை ஆமை ஏறத்தாழ 90 கி.கி எடை வரை வளர்ச்சியுறுகிறது. ஆமைகளின் எண்ணிக்கை மிகவும் குறைந்து வருவதால் அவற்றைக் காப்பாற்று வதற்காகப் பல நாடுகள் பல புதிய முயற்சிகளை எடுத்து வருகின்றன. ஆமைகள் குறிப்பாகக் கரீபியன் கடல், மெக்சிகோ கடல், இந்து பசிபிக் கடல், கலிபோர்னியக் கடலோரங்கள் முதலிய பல கடற்பரப்புகளில் காணப்படுகின்றன. மிகவும் அஞ்சத் தக்க, நஞ்சைக் கக்கும் பாம்புகள் கலிபோர்னியா, பசிபிக் கடல் போன்ற பல இடங்களில் உள்ளன.

கடல் வாழும் பறவைகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை பெங்குவின்பறவைகளாகும். இவற்றின் இறக்கைகள் துடுப்பு போல் அமைந்து நீந்துவதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. அண்டார்டிக் கடலில் இவை மிகுதி யாகக் காணப்படுகின்றன. கடல்புறா மற்றொரு கடல் வாழ் பறவையாகும். இது கடற்கரை ஓரங்களில் உள்ள இறந்த மீன்கள் அடிபட்ட மீன்கள் போன்ற வற்றை உண்டு கடற்கரை ஓரங்களைத் தூய்மைசெய் கின்றது. பெலிகான் மற்றொரு பெரிய கடல் வாழ் பறவையாகும். இதன் நீண்ட பெரிய அலகிலிருந்து இதை எளிதில் கண்டறியலாம். கடலில் காணப் படும் மிகச் சிறிய பறவைகள் பெட்ரல் ஆகும்.

படிமலர்ச்சியின் உச்சநிலையை அடைந்த பாலூட் டிகள் கூடக் கடலில் காணப்படுகின்றன. அவை திமிங்கலம், டால்பின், சீல், கடல் பசு, டூகாங் ஆகியவை ஆகும். பாலூட்டிகள் மிக ஆழத்திலும் மூழ்கிச் செல்வது அறிவியலாருக்குப் பெரும் வியப் பை அளிக்கிறது.

- கிருஷ்ணன்

கடல் உயிரியல் நிலையம்

நிலத்தைவிட நீரில் மிகுதியான உயிரினங்கள் வாழ் கின்றன. மனித சமுதாயத்தின் அடிப்படைத் தேவைகளை நிறைவுசெய்யக் கடல் பெரிதும் உதவு கிறது. கடலின் அடியிலிருந்து நிலக்கரி, எரிவளி, மண்ணெண்ணெய் போன்ற பொருள்கள் எடுக்கப்படு கின்றன. கடல் நீரிலிருந்து மின் உற்பத்தி செய்தல், கடல்நீரை நன்னீராக மாற்றல், கடல் உயிரிகளி லிருந்து மருந்துப்பொருள்கள் தயாரித்தல், கடற் கரைகளில் பொழுதுபோக்கு விடுதிகள் அமைத்தல், கடலின் அடியிலுள்ள கனிமங்களைத் தொகுத்து எடுத்தல், கடல்வாழ் உயிரினங்களின் பண்ணை அமைத்தல் போன்ற பல தொழில் முன்னேற்றங் களைக் கண்டுள்ளனர். இவை யாவும் கடலியல், கடல் உயிரியல் போன்ற ஆய்வுகளின் பயனால் விளைந்துள்ள நன்மைகளாகும்.

தொடக்ககாலக் கடலியல் ஆய்வுகள் உயிரினங் களைப் பற்றியவையாக இருந்தன. மீன்பிடி தொழிலும், கடல் வணிகமும் தொன்றுதொட்டு நடைபெற்று வந்திருப்பினும் பத்தொன்பதாம் நூற் றாண்டில்தான் கடலியல் ஆய்வுகள் சிறப்பாக மேற் கொள்ளப்பட்டன. மனிதனின் உணவாகப் பயன் படும் மீன், இறால், நண்டு, ஆளி, பாசி போன்ற கடல்வாழ் உயிரினங்களைப் பற்றியும், கடலில்

வாழும் பிற உயிரினங்களைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்ள வேண்டும் என்னும் ஆர்வத்தால் மேலைநாடுகளில் கடல் உயிரியல் நிலையங்கள் பலவற்றைத் தோற்றுவித்துள்ளனர். சுற்றுப்புறச் சூழலுக்குத் தக்கவாறு கடலில் வாழும் உயிரினங்கள் எவ்வாறு வாழ்கின்றன என அறிந்து கொள்வதற்காக வேதியியல், இயற்பியல், புவியியல், பொறியியல் ஆகிய துறைகளைச் சார்ந்த ஆய்வுகளையும் மேற்கொண்டுள்ளனர். இவ்வாறான பல ஆய்வுகளால் கடலின் தன்மையைப் பற்றியும், கடலில் வாழும் உயிரினங்களைப் பற்றியும் ஓரளவு அறிந்து கொள்ள முடியும்; அவற்றின் மூலம் பல முன்னேற்றங்களையும் அடையக் கூடும்.

பெரிய தொழில் நிறுவனங்களின் பொருளுதவியாலும், அரசு அளிக்கும் உதவித்தொகையாலும் தற்போது பல கடலியல் ஆய்வுக் கூடங்களும், கடல் உயிரியல் நிலையங்களும்(marine biological station) உலகெங்கும் இயங்கிவருகின்றன. உலகில் 2500 ஆய்வு நிலையங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அந்நிலையங்கள் அவ்வப்பகுதிகளில் நிலவும் கடலின் தன்மையைப் பற்றியும் அங்கு பெருமளவு காணப்படும் உயிரினங்களைப் பற்றியும் மனித சமுதாயத்திற்குப் பயன்படும் வகையில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டுள்ளன. உலகெங்கும் பல நிலையங்கள் இருந்தும் அவற்றுள் முன்னோடிகளாகத் திகழும் ஒரு சில நிலையங்கள் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

1872இல் இத்தாலி நாட்டில் நேபிள்ஸ் நகரில் ஜெர்மானிய விலங்கியல் வல்லுநர் ஆண்ட்டன் டார்ன் என்பாரால் நிறுவப்பட்ட விலங்கியல் நிலையம் உலகிலேயே பழமையானதும் புகழ் வாய்ந்ததும் ஆகும். பலவகையான கருவிகளையும், வசதிகளையும் கொண்டு நேபிள்ஸ் வளைகுடாவில் அமைந்துள்ள இந்நிலையத்தில் பலநாட்டு நிறுவனங்கள் உதவித் தொகையளித்து, ஆய்வுக்காக இட ஒதுக்கீடும் பெற்று அங்கு ஆய்வாளர்களை அனுப்பிச் சிறப்பான ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு வருகின்றன. உலகில் முதன்முதலாக நிறுவப்பட்டு, மிகச்சீரிய முறையில் இயங்கிவரும் கடல்வாழ் மீன்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்றின் காட்சி நிலையம் ஒன்றும் (aquarium) இத்துடன் இணைந்துள்ளது.

இங்கிலாந்தில் 1884 இல்தொடங்கப்பட்ட பிளைமவுத் ஆய்வுக்கூடமே உலகத்தில் இரண்டாவதாகக் கருதப்படுவதாகும். இந்நிறுவனத்தில் நிலையாகப் பலர் பணியில் அமர்த்தப்பட்டு அவ்வப்போது பல வகையான ஆய்வுகளை நடத்தி வருகின்றனர். மேலும் உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்தும் வந்து தங்கள் ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள ஆய்வாளர்கள் இங்கு அனுமதிக்கப்படுகின்றனர். அவர்களின் ஆய்வுகளை நூலாக்கி ஆண்டு தோறும் இந்நிறுவனம் வெளியிடுகிறது.

இவ்வாறே ஸ்காட்லண்டில் மில்போர்ட்டில் 1885 இல் ஒரு நிலையம் தொடங்கப்பட்டது. பின்னர் அது டன்ஸ்டாஃப்னேஜ் என்னுமிடத்திற்கு மாற்றப்பட்டது. மேலும் எடின்பர்க், போர்ட் எரின், குல்லர் கோட்ஸ் மினாய் பிரிட்ஜ் முதலான இடங்களில் பல் கலைக்கழகங்களைச் சார்ந்த கடல் உயிரியல் நிலையங்கள் உள்ளன. இங்கிலாந்தில் மேலும் பல கடல் மீன் ஆய்வு நிலையங்களை அரசு நடத்தி வருகிறது.

ஃபிரான்சில் 1859இல் கன்கார்னோ என்னுமிடத்திலும், 1863இல் ஆர்க்கேக்கன் என்னும் இடத்திலும் கடல் உயிரியல் நிலையங்கள் தோன்றின. பிரான்ஸ்நாட்டில் புகழ்வாய்ந்த நிலையம் ராஸ்காஃப் என்னுமிடத்தில் உள்ளது. சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசு, ஜெர்மனி, ஸ்வீடன், நார்வே, டென்மார்க் போன்ற பல ஐரோப்பிய நாடுகளிலும் கடலியல் ஆய்வுக் கூடங்களும், கடல் உயிரியல் நிலையங்களும் உள்ளன. சிறிய தீவான மொனாகோவில் கூட ஒரு பெரிய ஆய்வு நிலையமும், உயிர் மீன் காட்சி நிலையமும் உள்ளன.

அமெரிக்காவில் கடற்கரையோரமாகப் பல இடங்களில் அரசும், கடற்படையும், பல்கலைக் கழகங்களும் கடலியல் ஆய்வுக்கூடங்களையும், கடலியல் உயிரியல் நிலையங்களையும் அமைத்து ஆழ்கடல் ஆய்வு போன்ற பல சிறந்த ஆய்வுகளை நடத்தி வருகின்றன. உலகிலேயே மிகப்பெரிய நிலையமாகக் கருதப்படுவது வுட்ஸ்ஹோல் என்னுமிடத்தில் உள்ள கடல் உயிரியல் ஆய்வுக்கூடம் ஆகும். பல ஆய்வுக் கலன்களைக் கொண்ட இந்நிறுவனம் பெரிய அளவில் பயிற்சியையும் ஆய்வுகளையும் நடத்தி வருகிறது. லா ஜோலாவில் கலிஃபோர்னியா பல்கலைக் கழகம் நடத்தும் ஸ்கிரிப்ஸ் கடலியல் ஆய்வுக்கூடம் குறிப்பிடத்தக்கது. கனடா, தென் அமெரிக்க நாடுகள் பலவற்றில் கடலியல் ஆய்வுக்கூடங்களும், கடல் உயிரியல் நிலையங்களும் இயங்கி வருகின்றன. கடலிலிருந்து பெருமளவு உயிர்ப் பொருள்களை எடுத்துப் பயன்படுத்தும் வகையில் ஜப்பானில் பல இடங்களில் கடல் உயிரியல் நிலையங்கள் அமைந்துள்ளன.

இந்தியாவில் மீன்வளத்துறையினரால் முதன்முதலாகத் தமிழ்நாட்டில் பாம்பன் நகரை அடுத்துள்ள குருசேடைத்தீவில் கடல் உயிரியல் நிலையம் தொடங்கப்பட்டது. அன்னிய ஆதிக்கத்திலிருந்து இந்தியா விடுதலை அடைந்த பிறகு மத்திய கடல்மீன் ஆராய்ச்சிநிறுவனம் தொடங்கப்பட்டது. இந்தியாவில் பல இடங்களில் அதன் கிளைகள் ஏற்படுத்தப்பட்டு அவற்றின் மூலம் கடலில் மீன்வளம், பிற கடல் வாழ்உயிரினங்கள் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. இந்நிறுவனத்தின் தலைமையகம் முதலில் மண்டபம் முகாமில் இருந்தது. இப்பொழுது அது கேரளத்தின் எர்ணாகுளத்திலுள்ளது. சென்னை பம்பாய், கல்கத்தா, கொச்சி, கேரளா, ஆந்திரா,

அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகங்களில் கடல் உயிரினங்களைப் பற்றிய ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. தற்போது மேலும் பல பல்கலைக்கழகங்களில் கடலியல், கடல் உயிரியல் ஆய்வுகள் நடக்கின்றன.

ஆனால் கடலியல், கடல் உயிரியல் ஆய்வுகள் முதன்முதலாக ஆந்திரப் பல்கலைக்கழகத்தில் அமெரிக்க வல்லுநர் லாஃபாண்ட் துணையுடன் 1952-53இல் மேற்கொள்ளப்பட்டது. இந்தியாவின் முதல் கடல் உயிரியல் நிலையம் அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழகத்தில் பரங்கிப்பேட்டையில் தொடங்கப்பட்டது. அது மேலும் விரிவடைந்து நாட்டின் முக்கிய நிலையமாகவும் உலகில் ஒரு சிறந்த ஆய்வு நிலையமாகவும் கருதப்படுமளவுக்கு மதிப்படைந்துள்ளது. மத்திய அரசின் தேசிய கடலியல் நிறுவனம் கோவாவில் உள்ள பனாஜியில் அமைந்துள்ளது. இது ஒரு பெரிய ஆய்வு நிறுவனமாகும். இந்நிறுவனம் அமெரிக்கா, ரஷ்யா, இங்கிலாந்து ஆகிய பெரிய வல்லரசுகளைப் போன்று அன்டார்க்டிக்காவில் தட்சிணகங்கோத்ரி என்னும் ஆய்வுக்கூடத்தை அமைத்துப் பல ஆய்வுகளை நடத்தி இந்தியாவைப் பெருமைப்படுத்தியுள்ளது.

- க. பாலசுப்ரமண்யன்

கடல் உயிரினப் பூங்கா

ஆழ்கடலின் நீர்ப்பரப்புக்குள் நுண்கிருமிகள் முதல் விலங்கினங்களிலேயே மிகப்பெரியதான திமிங்கலம் வரை எண்ணற்ற வகை உயிரினங்கள் வாழ்ந்து வருகின்றன. கண்ணைக் கவரும் பல வண்ண மீன் இனங்கள், பல அடுக்குப் பற்களுடன் அச்சுறுத்தும் சுறா இனங்கள், வியத்தகு கடற்குதிரை இனங்கள், கடல் அரக்கன் எனப்படும் எட்டுக்கை கொண்ட ஆக்டோபஸ் இனங்கள், அறிவுக் கூர்மையான டால்ஃபின்கள் போன்ற எண்ணற்ற வியப்பூட்டும் உயிரினங்கள் ஆழ்கடலில் உண்டு. குறிப்பிட்ட கடலோரப் பகுதிகளில் அவற்றின் இயற்கைச் சூழலில் உயிரினங்களை வாழ வழி செய்து கொடுப்பதே கடல் உயிரினப் பூங்கா ஆகும்.

கடல் உயிரினப் பூங்காவின் நோக்கம்

கடல் உயிரினப் புகலிடம். முறையற்ற மீன் பிடி முறையாலும் பிற காரணங்களாலும் எண்ணற்ற கடல் வாழ் உயிரினங்கள் அழிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாகக் கடல் ஆமைகள் முட்டையிடக் கடற்கரை மணலுக்கு வரும்போது அறியாமையால் அவை சிலரால்கொல்லப் படுகின்றன. மேலும், அந்த ஆமைகள் மண்ணில் போட்டு மூடி வைத்துள்ள முட்டைகளை எண்ணற்ற கடற்பறவைகள் கவர்ந்து விடுகின்றன. நாளடைவில் கடல் ஆமை இனமே அழிந்துவிடும் என்னும் அஞ்சத்தக்க நிலை ஏற்பட்டுள்ளது.

விளையாட்டுத் தன்மையும் அறிவுக் கூர்மையும் கொண்ட டால்ஃபின்கள் பெரும்பாலான கடலோரப் பகுதிகளில் வலைகளால் பிடிக்கப்பட்டு இறைச்சிக்காகக் கொல்லப்படுகின்றன. முன்பு இராமேஸ்வரம் பகுதிகளில், பாக் நீர்ச்சந்தியில் மிகுதியாகக் காணப்பட்ட கடற்பசுக்கள் இன்று மிக அரிதாகக் காணப்படுகின்றன. அவை எளிதில் பிடிபடக் கூடிய கடல் வாழ் பாலூட்டிகளாகையால், அவற்றின் இறைச்சிக்காக அவை பெருமளவில் வேட்டையாடப்பட்டன. மேலும் வியத்தகு உருவத்தையும், அழகு வண்ணங்களையும் கொண்டுள்ள சிங்கிறால் (lobster) இனங்களின் இறைச்சி அதிகவருவாயை ஈட்டிக் கொடுப்பதால் (1 கிலோ இறைச்சி ரூ. 120/-க்கு மேல்) அவை பெருமளவில் பிடிக்கப்பட்டு வெளிநாட்டுக்கு ஏற்றுமதியும் செய்யப்படுகின்றன,

எதிர்காலத்தினரும் காணத்தக்க வகையில் ஆழ் கடலில் இத்தகைய அரிய உயிரினங்கள் வாழ்வதற்காகவே கடல் உயிரினப் பூங்கா போன்ற இடங்கள் பாதுகாக்கப்பட வேண்டும்.

கல்வி விளக்க மையம். வெளிநாடுகளில், குறிப்பாக அமெரிக்காவில், தொடக்கப்பள்ளி மாணவர்கள் முதற்கொண்டு தொட்டுப்பார்த்து அறிந்துகொள்ளல் (touch and study) என்ற முறையில் பயிற்றுவிக்கப்படுகின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக, கடலில் உள்ள நட்சத்திர மீன், இறால் மீன் முதலியவை பற்றிப் பள்ளி மாணவருக்குக் கற்றுத்தர வேண்டியிருந்தால், மீன்காட்சியகத்துக்கோ (acquarium) கடல் உயிரினப் பூங்காக்களுக்கோ அவர்களை அழைத்துச் சென்று நட்சத்திர மீன்களையும், இறால் மீன்களையும், கடல் ஆமைகளையும், பிறவற்றையும் நேரில் காட்டி, அவற்றின் உடல் அமைப்பையும், வாழ்க்கை முறைகளையும் பற்றி விளக்கிக் கூறுகின்றனர். ஆனால் இந்தியாவில் தொடக்கப்பள்ளி மாணவர் மட்டுமல்லர் கல்லூரிகளில் பயிலும் மேற்பட்டப்படிப்பு மாணவர் கூட, கடல்வாழ் உயிரினங்கள்பற்றி நூல்களில் உள்ள பாடங்களில் படிக்கும் வாய்ப்பை மட்டுமே பெற்றுள்ளனர். ஆனால், கடல் உயிரினப் பூங்காக்கள் அமைத்துப் பேணிக் காப்பதன் மூலம், வியத்தகு கடல் உயிரினங்கள் பலவற்றையும் பள்ளி மற்றும் கல்லூரி மாணவ மாணவியர் நேரில் அறிந்து கொள்ளக்கூடிய அரிய வாய்ப்புக் கிட்டும். அன்றியும், கடல் உயிரினங்கள் பற்றிய உயர் ஆய்வுகளையும் எளிதில் மேற்கொள்ள முடியும்.

சுற்றுலா மையம். முறையாக அமைக்கப்பட்டுச் சிறப்பாகப் பேணிக்காக்கப்படும் கடல் உயிரினப் பூங்கா மிகச்சிறந்த சுற்றுலா மையமாகத் திகழும். அமெரிக்கா, ஜப்பான், இஸ்ரேல் போன்ற நாடுகள் கடல் உயிரினப் பூங்கா மூலம் ஆயிரக்கணக்கான

சுற்றுலாப் பயணிகளைக் கவர்கின்றன. அமெரிக்க நாட்டின் கிழக்குக் கடற்கரையில், ஃப்ளாரிடா மாநிலத்தில் உள்ள ஆர்லண்டோ என்னும் கடலோர நகரில் அமைக்கப்பட்டுள்ள கடல் உலகம் பெருமளவு அந்நியச் செலாவணியை வெளிநாட்டுப் பயணிகள் மூலம் அந்நாட்டுக்கு ஈட்டித் தருகிறது. அந்தக் கடல் உயிரினப் பூங்காவில், நீந்தத் தெரியாதவர்களும் கடலுக்குள் செல்லத்தக்க வகையில் மிகப்பெரிய கண்ணாடிக் குழாய்ப் பாதையைக் கடலினூடேயே அமைத்துள்ளனர். அதன் ஊடே நடந்து செல்லும் போது, கடல் நீரில் நீந்திச் செல்லும் மிகப்பெரிய சுறாமீன்களையும், வியத்தகு கடல் உயிரினங்களையும் கண்ணாடி மூலம் நேரில் பார்க்கலாம். ஜப்பான், இஸ்ரேல் போன்ற சிறு நாடுகளும் கடல் உயிரினப் பூங்கா அமைத்துப் பெரும் பயனீட்டும் சமயத்தில் மொத்தத்தில் 5,650 கி மீ. நீளமுள்ள கடலோரப் பகுதிகளையும் அழகுமிகு சதுப்புநிலக்காடுகளாகிய சுந்தரவனக்காடுகளையும், பிச்சாவரம் காடுகளையும் இராமேஸ்வரம் கடற்பகுயில் பவளப் பாறைகளையும் பற்பல வளமிக்க ஆற்றுக் கழிமுகப் பகுதிகளையும் தன்னகத்தே கொண்டுள்ள இந்தியா இதுவரை கடல் உயிரினப் பூங்காஅமைப்பதில் நாட்டம் செலுத்தாதது பெருங்குறை ஆகும்.

சீரமைக்கும் சட்ட திட்டம். கடல்வாழ் உயிரியல் துறை வல்லுநர், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையியல் வல்லுநர், கடலியல் ஆராய்ச்சியாளர் அடங்கிய ஆய்வுக்குழுவின் பரிந்துரைப்படி சிறப்பான கடலோரப்பகுதியைத் தேர்ந்தெடுத்து,கடல்உயிரினப் பூங்காவை அமைப்பதுடன் நில்லாமல், அதைச் செவ்வனே பேணவும், அதில் வாழும் பலவகையான உயிரினங்களைப் பாதுகாக்கவும் முறையான சட்ட திட்டங்களைக் கையாள வேண்டும். முதலில், கடல் உயிரினப் பூங்காவைச் சார்ந்த கடலோரப் பகுதியின் இயற்கைச்சூழலைப் பேணிக் காக்க வேண்டும். சுற்றுப் புறச்சூழ்நிலையைக் கெடுத்து, கடற்பூங்காவை அழகு படுத்தும் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்குக் கேடுவிளை விக்கக் கூடியவற்றை (குறிப்பாகத் தொழிற்சாலை கள் வெளியிடும் நச்சுப் புகை, வேதிப்பொருள் கலந்த கழிவு நீர்) உடனே தடுக்க வேண்டும். அனு மதியின்றி முறையற்ற வகையில் எவரும் மீன்பிடிக்க வோ, பிற உயிரினங்களுக்கு ஊறு விளைவிக்கவோ கடல் உயிரினப் பூங்காவில் அனுமதித்தலாகாது.

கடல் உயிரினப் பூங்காவைப் பேணிக் காப்பதில் அப்பகுதி மீனவ மக்களின் ஒத்துழைப்பும் உதவியும் மிகவும் தேவைப்படுவதால் அவற்றை முறையாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். குறிப்பிட்ட கடல்வாழ் உயிரினங்கள், சில பகுதிகளில்தான், குறிப்பாக, சதுப்புநில நீரிலும், கழிமுகப் பகுதி களிலும், முட்டையிட்டு, பாதுகாக்கும் தன்மையுடை யனவாதலால், அவற்றின் இனம் வளர அந்தக் குறிப் பிட்ட கடலோரப் பகுதியில் அனுமதியின்றி நுழைய வோ, மீன் குஞ்சுகளைப் பிடிக்கவோ அனுமதிக்கலா காது. மேலும், கடல் உயிரினப் பூங்கா சிறந்து விளங்க, கடல்வாழ் உயிரியல் துறை ஆய்வு வல்லுநர் களின் பணி இன்றியமையாததாகும். வெவ்வேறு கடல்வாழ் உயிரினங்களின் வாழ்க்கை முறை, உணவுப் பழக்கமுறை, இனப்பெருக்கமுறை முதலிய வற்றை நன்கு அறிந்துள்ள இவ்வல்லுநர்களால் மட்டுமே, கடல் உயிரினப் பூங்காவின் உயிரினங்க ளைப் பேணிக் காக்க இயலும்.

உயிரினப் பூங்கா அதன் சிறப்பியல்புகள், அங்கு கண்டுகளிக்கத்தக்க கடல்வாழ் உயிரினங்கள் ஆகிய வற்றை எளிய மக்களும் அறிந்து கொள்ளும் வகை யிலும் சுற்றுலாப் பயணிகளைக் கவரும்படியாகவும் விளம்பரம் செய்ய வேண்டும். மேற்கூறியவற்றைச் சீரிய முறையில் செய்யும்போது, கடல் உயிரினப் பூங்காவின் புகழ்பரவும்; வருவாயும் மிகும்.

- ஆர். நடராஜன்

கடல் எந்திரங்கள்

நீரில் செல்லும் அனைத்து எந்திரங்களுக்கும் கடல் எந்திரங்கள் என்னும் பொதுப் பெயர் உண்டு. அளவில் பெரியவையாகவோ, சிறியவையாகவோ இருக்கும் அனைத்து வகைக் கடல் எந்திரங்களும் நம்பகத்தன்மை, குறைந்த எடை, கட்டுறுதி, எரி பொருள் சிக்கனம், நீடித்த உழைப்பு, குறைந்த பராமரிப்பு, இயக்குவதற்கு எளிமை, பின்னோக்கிச் செல்லும் வசதி, சீராக நீரில் செல்லும் திறன் ஆகிய முக்கிய வசதிகளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இவ் வெந்திரங்களை நீராவி எந்திரங்கள், வளிமச்சுழலி (gas turbine),உட்கனற் பொறிகள் (internal combustion engines), அணு ஆற்றல் எந்திரங்கள் (nuclear engines) என நான்கு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

நீராவி எந்திரங்கள். தொடக்க காலத்திலிருந்தே நீராவி எந்திரங்கள் கடல் எந்திரங்களை இயக்கப் பயன்பட்டு வருகின்றன. டீசல் எந்திரங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின்பும் நீராவி எந்திரங்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. நீராவி எந்திரங்களை முன்பின் இயக்க வகை (reciprocating type) சுழலி வகை (turbine type) என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். முன்பின் இயக்கவகை எந்திரங்களில் உந்து தண்டும் (piston), இயங்கும் உருளைகள் (cylinders) நான்கும் உள்ளன. இவை நான்கிலும் உந்துதண்டு வீச்சு(piston stroke) ஒரே அளவாயிருப்பினும் அடுத்தடுத்த உருளைகளின் விட்டம் மிகுந்து கொண்டே போகும். அடுத்தடுத்த உருளையில் செல்லும்போது நீராவியின் அழுத்தம் படிப்படியாகக் குறைகிறது. அழுத்தம் குறைவதால் நீராவியின் கனஅளவு கூடுகிறது. எனவே

தான் அடுத்தடுத்த உருளைகள் படிப்படியாக அதிக விட்டத்துடன் அமைக்கப்படுகின்றன.

அண்மைக்காலப் பல உருளை (multi cylinder) நீராவி எந்திரங்களில், ஒவ்வோர் உருளையிலும் நீராவி முழு அளவு விரிவடைவதால் அனைத்து உருளைகளும் ஒரே விட்ட அளவாக அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இதனால் செயல்திறன் மேம்பட்டு இருக்கும். மேலும் இவற்றை உற்பத்தி செய்வதும் எளிது. இவ்வெந்திரங்களில் நீராவி உந்து தண்டின் இருபக்கமும் சென்று வேலை செய்கிறது. 5000 குதிரை ஆற்றல் கொண்ட எந்திரங்களை இவ்வாறு வடிவமைக்கலாம். மிகுவெப்ப நீராவி பயன்படுவதால் உந்துதண்டு, உருளை இவற்றிடையே உராய்வைக் குறைக்க மசகு இடவேண்டியுள்ளது. இம்மசகு நீராவி யுடன் கலக்க வாய்ப்புள்ளதால் வெளிவரும் நீராவி யைக் குளிர்வித்து, நீராக்கி, வடிகட்டிய பின்னரே மீண்டும் கொதிகலனுக்கு அனுப்ப வேண்டும்.

முன்பின் இயங்கும் உந்துதண்டு எந்திரங்களில் முன்பின் இயக்கம் இணைப்புத்தண்டால் சுழல் இயக்க மாக மாற்றப்படுகிறது. ஆனால் நீராவிச் சுழலியில் சுழல இயக்கம் நேரடியாகக் கிடைக்கிறது. இதனால் உராய்வு மிகமிகக் குறைவு. மிகு வெப்ப நீராவியை யும் குறை அழுதத நீராவியையும் பயன்படுத்தலாம். நல்ல செயல் திறமைக்காக இவ்விசையாழி நிமிடத் திற்கு 800-10,000 முறை வேகமாகச் சுற்றும்படி வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனால் கப்பலின் செலுத்தி (propeller) நிமிடத்திற்கு 80-400 முறை சுற்றினால் போதும். எனவே இரண்டிற்குமிடையே வேகக் குறைப்பிற்கான பற்சக்கரங்கள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும்.

குறைந்த ஆற்றலுடைய நீராவிச் சுழலியில் நீராவி ஒரு சுற்றகத்திற்கும் (rotor) மேலுறைக்கும் (casing) இடையே முழுதும் விரிவடைந்து விடும். இவ்வகைச்சுழலி கூடுதலாக 6000 குதிரை ஆற்றல் கொண்டிருக்கும். சில சமயம் நீராவி தொடர்ச்சியாக இரண்டு அல்லது மூன்று மேலுறை வழியாகச் செல்லுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். புதிய சுழலி களைத் தூண்டுகை (impulse) வகை, எதிர்வினை (reaction) வகை என இரண்டாகப் பிரிக்கலாம். இரண்டும் பலபடிச் (multistage) சுழலிகளாகும். ஒரு வரிசை நிலை அலகு (fixed blade) அடுத்த வரிசை சுழலும் அலகு (moving blade) கொண்ட ஒரு படி ஆகும். ஒரு சுழலியில் 6-20 வரை படிகள் உண்டு. தூண்டுகைச் சுழலியில் (impulse turbine) உள்ள நிலை அலகுகளின் வழியாக நீராவி செல்லும்போது அழுத்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது, இதனால் நீராவி மிகு வேகத்துடன் வெளியே வந்து சுழலும் அலகுகளின் மீது மோத, உந்து விசையால் சுழலியும் அலகுகளும் வேகமாகச் சுற்றும். இவ்வாறு நீராவி அடுத்தடுத்த படியில் செல்லும்போது படிப்படியாக அழுத்தம் குறைய ஆற்றல் மாற்றம் (energy transfer) ஏற்படு கிறது. எதிர்வினை நீராவிச் சுழலியில் (reacting steam turbine) குறைந்த அழுத்த நீராவியே பயன் படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை எந்திரங்களில் நீராவி யின் அழுத்த வீழ்ச்சி பாதி அளவு நிலை அலகு களிலும், எஞ்சிய பாதி சுழலும் அலகுகளிலும் ஏற்படும். எனவே எதிர்விசைத் தத்துவத்தால் விசை யாழி வேலை செய்கிறது.

சாதாரணமாக நீராவிச் சுழலிகள் ஒரே பக்க மாகச் சுழலும் தன்மையுடையவை. மறுபக்கமாகச் சுழலும் தன்மை இவற்றிற்கு இல்லை. ஆனால் சில சமயம் கப்பலைப் பின்னோக்கிச் செலுத்த வேண்டி வரும். இதற்காக மேலும் ஒரு சுழலி, கப்பலின் குறைந்த அழுத்தச் சுழலியோடு இணைக்கப்பட் டிருக்கும். கப்பலைப் பின்னோக்கிச் செலுத்த வேண்டு மானால் குறைந்த அழுத்த நீராவியைப் பின்னோக்கிச் சுழலும் சுழலியில் மட்டும் செலுத்த வேண்டும். இவ் வாறு பின்னோக்கிச் சுழலும் சுழலியில் 2 அல்லது 3 படிகள் உண்டு. 40% வரை இதில் ஆற்றல் உற்பத்தி செய்ய முடியும். கப்பலின் செலுத்தி இதனோடு சேர்ந்து பின்னோக்கிச் சுற்றக் கப்பலும் பின்னோக்கிச் செல்லும்.

வளிமச்சுழலி. இப்பெயர் சுழலியை மட்டும் குறிக்காமல் முழு எந்திர அமைப்பையும் குறிக்கும். சுழலியுடன் இணைந்த பிற எந்திரங்கள், காற்று அழுத்தி (air compressor), எரிகலன் (combustion chamber) எரிபொருள் பாதை (fuel line) என்பன கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளாகும். மேலும் ஒன்றிரண்டு வெப்பக் கடத்திகளும் இவ்வரிசையில் சேரும். வளிமச் சுழலி இயக்கத்திற்கு மிகுதியாகக் காற்றுத் தேவைப் படும். அதேபோல் இது வெளிவிடும் புகையும் மிகுதி. மிகுதியான காற்றுத் தேவைப்படுவதால் கடல் காற்றுடன் கலந்த உப்பு, காற்றழுத்தி, சுழலி இவற்றின் அலகுகளில் படிய வாய்ப்புண்டு. வளிமச் சுழலி எதிர்விசைத் தத்துவத்தில் வேலை செய்கிறது. ஆனால் நீராவிச் சுழலியைவிடக் குறைந்த அழுத்தத் திலேயே வேலை செய்கிறது. இதில் இரண்டு அல்லது மூன்று படிகள் உண்டு. காற்று அழுத்தி, எரிகலன், கட்டுப்பாட்டுக்கருவி முதலியன தனித்தனியாகவோ விமானங்களில் உள்ளது போல் சுழலியுடன் இணைந் தோ இருக்கலாம். சிறிய வளிமச்சுழலிகள் நீர்மூழ்கிக் குண்டு தாக்கும் படகுகளுக்கும், கண்காணிப்புப் படகுகளுக்கும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

உட்கனற் பொறி எந்திரங்கள். டீசல், பெட்ரோல் போன்ற எரிபொருளால் இயங்கும் உட்கனற் பொறி எந்திரங்கள் கடல் எந்திரங்களாகப் பயன்படுகின்றன. உல்லாசப்படகுகளுக்குப் பெரும்பாலும் பெட்ரோல் எந்திரங்களே பயன்படுகின்றன. பெட்ரோல் எந்திரங் கள் விலை குறைவானவை, பேணுவதும் எளிது. பெட்ரோல், டீசலை விட விலை அதிகம் என்றாலும்,

மேற்கூறிய காரணங்களால் பெட்ரோல் எந்திரங்களே சிறிய படகுகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால் பெட்ரோல் எளிதில் தீப்பிடித்துக் கொள்ளும் வாய்ப்பு உண்டு.

டீசல் எந்திரங்களை அவற்றின் சுழற்சி வேகத்தைப் பொறுத்து மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை நிமிடத்திற்கு 120 முறை சுற்றுபவை; 120 - 500 முறை சுற்றுபவை; 600 க்கும் மேல் சுற்றுபவையாகும். நிமிடத்திற்கு 120 முறை சுற்றும் டீசல் எந்திரங்களை, கப்பலின் இயக்கியோடு நேரே இணைத்துவிடலாம். 100-200 மீட்டர் வரை நீளமுள்ள வணிகக் கப்பல்களை இவ்வாறுதான் இயக்குகின்றனர். இவ்வகை எந்திரங்கள் பெரியவையாகவும், கனமாகவும் இருக்கும். ஆனால் குறைந்த எரிபொருளே செலவாகும். ஐரோப்பியக் கப்பல்கட்டுவோர் இத்தகைய டீசல் எந்திரங்களைப் பெரிதும் விரும்புகின்றனர். 25000 குதிரை ஆற்றல் உடைய எந்திரங்களும் தற்பொழுது உள்ளன. இவற்றில் 1 மீட்டர் விட்டமுடைய 10 அல்லது 12 உருளைகள் உள்ளன.

நடுத்தரச் சுழல் வேகம் கொண்ட டீசல் எந்திரங்கள் நேரடியாகவோ, பற்சக்கரங்கள் மூலமாகவோ கப்பலின் இயக்கியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மிகு வேக டீசல் எந்திரங்கள் (நிமிடத்திற்கு 600 முறைக்கு மேல் சுற்றக்கூடியவை) V வடிவத்தில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவற்றின் எடை குறைவாக இருந்தாலும், எரிபொருள், மசகு எண்ணெய் ஆகியவற்றின் செலவு மிகுதியாகும். எதிர்எதிர் உந்துதண்டு எந்திரங்களும் இவ்வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். டீசல் எந்திரங்களின் சுழல் வேகத்தைக் குறைக்கப் பற்சக்கரங்கள் அல்லது டீசல்-மின் இயக்கம் (diesel - electric drive) பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

பொதுவாக டீசல் எந்திரங்களில் உருளை-உந்துதண்டின் (cylinder piston) உராய்வைக் குறைக்க மசகு எண்ணெய் மிகுதியாகச் செலவாகும். கப்பல் போன்றவற்றில் பயன்படும் டீசல் எந்திரங்களை இயக்கி வைக்க 17 கிலோ கிராம்/ச.செ.மீ. அழுத்தமுள்ள காற்று பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதற்கென அமுக்கக்காற்று, கொள்கலன்களில் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அணு ஆற்றல் எந்திரங்கள். அணு ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களும் சாதாரணக் கப்பல்களும் இயக்கப்பட்டன. முதன்முதலாகக் கட்டப்பட்ட சாவன்னா என்னும் அணு ஆற்றலால் இயங்கும் கப்பல், தொழில் நுட்ப நோக்கில் வெற்றியடைந்தது என்றாலும் வணிக நோக்கில் தோல்வி அடைந்தது என்றே கருதவேண்டும். இக்கப்பலை இயக்குவோருக்குச் சிறப்புப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டி வந்தது. மேலும் பயன்படுத்தப்படும் ஒரே எந்திரத்துக்கு மாற்று எந்திரம் இல்லாத நிலையும் இருந்தது.

வேகம் குறைக்கும் பற்சக்கரம். டீசல் அல்லது பெட்ரோல் எந்திரங்களின் சுழல் வேகத்தைக் கப்பல் செலுத்தியின் வேகத்திற்குக் குறைக்கப் பற்சக்கரங்கள் பயன்பட்டன. எந்திரங்களுக்கும், செலுத்திகளுக்கும் இடையே வேகக் குறைப்பு விகிதம் 1.8:1 முதல் 4:1 வரை மாறுபடும். திருகு சுழல் பற்சக்கரங்கள் (helical gears) இதற்கென்றே பயன்பட்டன. பொதுவாக அச்சுவிசையை (axial thrust) நீக்க இருபக்கத்திருகுச் சுழல் (double helical) பற்சக்கரங்கள் பரிந்துரைக்கப்படுகின்றன. திருகுசுழல் பற்சக்கரங்கள் இயங்கும்போது ஒலியின்றியும் சீரான தேய்வுடனும் இயங்கும். இப்பற்சக்கரங்களில் பற்கள் உட்சுருள் (involute) வடிவத்தில் மிக நுட்பமாகச் செய்யப்பட்டிருக்கும். இருப்பினும் பற்களிடையே ஏற்படும் உராய்வைக் குறைக்க மசகு எண்ணெய் சிறு திவலைகளாகவே தெளிக்கப்படுகிறது. மேலும் கப்பல் பின்னோக்கிச் செல்ல வசதியாகத் திசைமாற்றிச் சுற்றும் பற்சக்கரங்களும் இதில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கப்பலை இயக்க ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எந்திரங்கள் பயன்பட்டால் ஒவ்வொன்றிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ள சிறிய பற்சக்கரங்கள் பொதுவாக உள்ள பெரிய பற்சக்கரத்துடன் இணைந்து வேலை செய்யும். இவ்வமைப்பில் எந்திரங்களையும், பற்சக்கரங்களையும் இணைக்கவோ, பிரிக்கவோ, உராய்வு, மின்காந்தம், காற்றழுத்தம், நீர்மம் ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றாய் இயங்கும் இணைவமைவு (coupling) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒன்று அல்லது இரண்டு எந்திரங்களைப் பின்னோக்கிச் சுழலச் செய்து, இணையமைவு மூலமாகப் பற்சக்கரங்களையும் பின்னோக்கிச் சுழலச் செய்கிறது. கப்பலைப் பின்னோக்கிச் செலுத்தவும் இதில் வாய்ப்பு உண்டு

புதிய நீராவி விசையாழி நிமிடத்திற்கு 300-9000 முறை சுற்றும். ஆனால் கப்பலின் இயக்கியோ நிமிடத்திற்கு 80 முறை தான் சுற்ற வேண்டும். வேகக் குறைப்பு விகிதம் மிகுதியாவதால் இரண்டு படிப்பற்சக்கர அமைப்பு தேவைப்படுகிறது.

சுழலி மின் இயக்கம் *(turbo electric drive)*. சுழலி, அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட மின்னாக்கி (generator), மின்னாக்கியால் இயக்கப்படும் மின்னோடி ஆகியவை இதில் அடங்கும். இரண்டாம் உலகப்போரின் போது அமெரிக்கப் போர்க்கப்பல்கள் இவ்வகை அமைப்பால் இயக்கப்பட்டன. விசைப்பொறியை இயக்கி வைக்கவும், திசைமாற்றிச் சுற்றச் செய்யவும் அதில் பொருத்தப்பட்டுள்ள மின்தூண்டுக் கம்பிச் சுருள் (induction coil) பயன்படுகிறது. சுழலி மின்னாக்கி வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தி, கப்பல் செலுத்தியின் வேகத்தை, பற்சக்கரங்கள் இல்லாமலேயே வேண்டிய அளவுக்குக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

விசைப்பொறி, மின்னாக்கி, மின்தூண்டு (exciter), குளிர்விக்கும் கருவிகள் ஆகியவற்றில் ஏற்படும்

இழப்பு இவ்வமைப்பின் செயல்திறனை மிகவும் தாக்குகிறது. இவ்வமைப்பின் எடை, விலை முதலியன சுழலி-பற்சக்கர அமைப்பை ஒப்பிடும்போது, 20-30% வரை மிகுதியாக இருக்கும். ஆயினும் இவ்வமைப்பை எளிதில் இயக்கிக் கட்டுப்படுத்தலாம். சுழலி மின்னாக்கி ஓரிடத்தில் அமைய மின்னோடியை மட்டும் கப்பல் இயக்கியோடு இணைந்திருக்குமாறு அமைக்கலாம்.

டீசல்-மின் இயக்கம். இதில் ஒன்று அல்லது இரண்டு டீசல் எந்திரங்கள் மின்னாக்கியோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். பின்னர் மின்னாக்கியிலிருந்து விசைப்பொறி மூலமாகக் கப்பலை இயக்கலாம். இவ்வகை இயக்கத் தூர்வாரி (dredger) இழுவைக் கப்பல், கடற்கரை கண்காணிப்புப் பட்கு, பணி வெட்டும் கப்பல் போன்றவற்றில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மெதுவாகச் செல்ல வேண்டுமானால் எந்திரச் சுழல் வேகத்தைக் குறைத்தும், மின்னாக்கி மின்காந்தத் தூண்டு விசையைக் குறைத்தும், விசைப் பொறியின் வேகத்தையும் அதன் இயங்கு ஆற்றலையும் கட்டுப்படுத்தலாம்.

கட்டுப்பாடு ஏற்பாடுகள். கடல் எந்திரங்களின் இயக்கத்தைக் கண்காணிக்க, குறிப்பாக எந்திரங்களின் சுழல்வேகம், நீராவியின் வெப்பநிலை போன்றவற்றைக் கண்காணிக்கவும், கட்டுப்படுத்தவும் தனியே கப்பலோட்டிக் கட்டுப்பாட்டு அறை (pilot house control) உண்டு. இதனால் எந்திரங்களின் பக்கத்தில் செல்லாமலேயே அவற்றின் இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். இவ்வாறான கட்டுப்பாட்டால் எந்திர அறையில் வேலை செய்வோரை 50 இலிருந்து 25 ஆகக் குறைக்கலாம். மேலும் வேலையை எளிதாக்க எந்திர அறையில் தந்திப் பொறி அமைப்பும் உண்டு. கப்பலின் வகை, அதன் பயன் ஆகியவற்றைப் பொறுத்துக் கட்டுப்பாட்டு ஏற்பாடுகளும் மாறுபடும்.

வேகங்காக்கும் விசை. கடல் எந்திரங்களின் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்த வேகங்காக்கும் விசை பயன்படுகிறது. கப்பலின் செலுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் இயங்க வேண்டும். எனவே அதனுடன் இணைந்துள்ள எந்திரமும் அதே வேகத்தில் இயங்க வேண்டும். கப்பல் நீரில் அசைந்தாடும்போது, கப்பலின் செலுத்தி ஓரளவு நீருக்கு மேலே வருவதாலும், செலுத்தித் தண்டு (propeller shaft) சில சமயம் உடைந்து போவதாலும் கடல் எந்திரத்தின் சுழல் வேகம் மிகுதியாக வாய்ப்புண்டு. அச்சமயத்தில் எந்திரங்களின் சுழல் வேகம் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு (15%க்கு) மேல் போகாமல் வேகங்காக்கும் விசை கட்டுப்படுத்துகிறது.

நேரடி இயக்க எந்திரங்களில் உள்ள வேகங்காக்கும் விசை, எந்திரத்தோடு இணைக்கப்பட்ட ஏற்றி அல்லது விசைக்குழாயில் ஏற்படும் மசகு எண்ணெய் அழுத்த வேறுபாட்டால் வேலை செய்கிறது. டீசல்-மின், சுழலி மின் எந்திரங்களில் விசைப் பொறி தனியே அமைக்கப்பட்டுள்ளதால், மின்னாக்கியின் வேகத்தை மட்டும் கட்டுப்படுத்தினால் போதும். அதற்காக, வேகங்காக்கும் விசை, செலவாகும் எரிபொருள் மற்றும் நீராவியின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தும்.

– செ. வை. சாம்பசிவம்

கடல் கழுகு

இது அசிபிட்ரிடே எனும் குடும்பத்தையும் ஹலியட்டஸ் எனும் பேரினத்தையும் சேர்ந்ததாகும். இவற்றில் எட்டு இனங்கள் உள்ளன; கடல் கழுகின் (sea eagle) உடல்பகுதி காவி நிறமாகவும் வால் பகுதி வெண்மையாகவும் உள்ளன. அலகும் காலும் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். விரிந்த நிலையில் காணப்படும் இறக்கைகளின் இரு முனைகளுக்கும் இடைப்பட்ட அளவு, ஆண் கழுகில் 7 அடியும், பெண் கழுகில் 8 அடியுமாக இருக்கும். இவற்றின் குரல் ஒலி ஓரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. கடல் கழுகுகள் பல வகையான உணவுப் பொருள்களை உட்கொள்கின்றன. கடல் கழுகின் உணவாக 50-60% பறவைகளும், 25-30% மீன்களும் அமைகின்றன. ஒரு கழுகு ஒரு நாளைக்கு உண்ணும் உணவு ஏறக்குறைய ஒரு கிலோவாகும். ஆண் கழுகு ஏறக்குறைய 9 கிலோ எடையும் பெண் கழுகு 11 கிலோ எடையும் இருக்கும்.

இவை இயல்பாக வலசை போவதில்லை. ஆண் பெண் ஆகிய இரு கழுகுகளும் அவற்றின் வாழிட எல்லைக்குட்பட்ட 20-100 சதுர கிலோமீட்டர்களுக்குள்ளேயே ஆண்டு முழுதும் தங்குகின்றன. காதலாட்டம் கூட்டிற்கு அருகிலேயே நடைபெறுகிறது. பாறையின் மீதோ மரத்தின் மீதோ அமர்ந்து உடலுறவு கொள்கிறன. பெரிய மரக்கிளைகளிலோ குன்றின் மீதோ கூடுகட்டுகின்றன. ஒரு முறை வேயப்பட்ட இக்கூடு பல ஆண்டுகளுக்குப் பயன்படுகின்றது. நார்வே நாட்டுப் பகுதியில் 500 பவுண்ட் எடையுள்ள ஒரு கூடு கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆண் கழுகு கூட்டிற்குத் தேவையான பொருள்களைத் தேடிக் கொண்டுவர பெண் கழுகு கூட்டை அமைக்கிறது. ஒரு சமயத்தில் இது ஏறத்தாழ 5 அவுன்ஸ் எடையுள்ள இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டைகளை இடுகின்றது. பொதுவாகப் பெண் கழுகே அடைகாக்கும் பணியில் ஈடுபடுகிறது. சில வேளைகளில் ஆண் கழுகும் இப்பணியில் பங்கு கொள்கிறது.

முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள் 3 அல்லது 4 அவுன்ஸ் எடையுடையவை. இக்குஞ்சு

களால் பத்து வாரக் காலத்திற்குப் பிறகே பறக்க இயலும். இவை ஐந்து அல்லது ஆறு ஆண்டு களுக்குப் பின்னரே முதிர்ச்சியடைவதால் இவற்றின் பிறப்பு விகிதம் குறைவாக உள்ளது.

இந்தியப்பகுதியில் ஹாலியேசிட்டல் அல்பிசில்லா (*Haliaceltns albicilla*) ஹலியீட்டஸ் லூகோகாஸ்டர் (*H. leucocoster*) ஆகிய இனங்கள் காணப்படு கின்றன. இவற்றின் இரண்டாம் இனம், வெள்ளை வயிற்றுக் கடற்கழுகு எனப்படும். இவற்றைத் தென்னிந்தியக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் காணலாம். இவை கடற்பாம்பு, மீன், நண்டு முதலியவற்றை உணவாகக் கொள்கின்றன. இவை கடற்கரையை அடுத்து மரங்களில் குச்சிகளால் கூடமைத்துக் கொள்ளும்.

- ம. அ. மோகன்

கடல் காகங்கள்

லாரிடே (Laridae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கடல் காகங்கள் (galls) லாரஸ் (Larus) இனத்தவையாகப் பாகுபடுத்தப்பட்டுள்ளன. இவை இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த ஆலாக்களிலிருந்து தோற்றத்திலும் வழக்கங் களிலும் வேறுபட்டவை. ஆலாக்களைப் போல இவை நீரில் பாய்ந்து மூழ்கி இரை தேடுவதில்லை. மீனவர்கள் வீசிய கழிவு மீன்களையும் பிற பண்டங் களையும் இவை நீரின் மேல் மிதந்தபடியே உணவாகக் கொள்கின்றன. பறக்கும்போது இவை உடலோடு ஒட்டியவாறு அலகை முன்னோக்கியும் நேராகவும் வைத்துக் கொள்கின்றன. ஆலாக்கள் அலகைக் கீழ்நோக்கி வைத்தவாறு பறக்கும். கடற்கரையை விட்டு உள்நாட்டிலும் பறந்துவந்து காகங்களைப் போலவே கழிவுப் பொருள்களையும் புழு பூச்சிகளை யும் இவை இரையாகக் கொள்ளும்.

பெருங்கூட்டமாக வந்து பயிர்களை அழித்த வெட்டுக்கிளிகளைக் கொன்று தின்று உதவிய இவற் றிற்கு அப்பகுதி உழவர்கள் நன்றி பாராட்ட இரண்டு கடல் காகங்களின் வெண்கலச் சிலையைப் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் கலிஃபோர்னியா என்னும் இடத்தில் அமைத் தனர். தென்னிந்தியாவிற்குக் குளிர்காலத்தில் வலசை வரும் இவை பெரும்பாலும் கடற்கரையையும் கடலையும் சார்ந்தே திரிகின்றன. கடல் காகங்களுள் கருமுதுகன், பெருந்தலையன், பழுப்புத் தலையன், கருந்தலையன் ஆகிய நான்கு உள்ளினங்களே தென் னிந்தியாவில் வலசை வருகின்றன.

கருமுதுகன் கடல் காகம் Larus fuscus). வீட்டு வாத்தின் அளவுள்ள இதன் தலை, கழுத்து, வயிறு, மார்பு ஆகியன வெண்மையாகவும் முதுகு கறுப்பாக வும் இருக்கும். கால்கள் வெளிர் மஞ்சள் நிறத்தன. பறக்கும்போது இறக்கைகளின் வெள்ளை விளிம்பை யும் கறுத்த முதுகையும் கொண்டு பிற கடல்காகங் களிலிருந்து இதைப் பிரித்து அறியலாம். குளிர் காலத்தில் தென்னிந்தியக் கடற்கரை சார்ந்த பகுதி களுக்கு வலசை வரும் இதன் தலையில் பழுப்பு நிறக் கோடுகளைக் காணலாம். எப்போதும் ஆகாயத்தில் வட்டமிடும் இது கருடன்களோடும் காகங்களோடும் சேர்ந்து பறந்து திரிந்து; நீரில் மிதக்கும் கழிவுப் பொருளைத் தேடித் தின்பதோடு கடற்கரை ஓரத்தில் நடந்து நண்டு, நத்தை, கரையில் ஒதுங்கிய மீன் ஆகியவற்றையும் இரையாகக் கொள்ளும். பிற ஆலாக்கள் கடற்காகங்கள் ஆகியவற்றோடு குழுவாக இனப்பெருக்கம் செய்யும். இது அந்தப் பறவைகளின் முட்டைகளைத் திருட்டுத்தனமாகத் தின்பதும் உண்டு.

பெருந்தலையன் கடல்காக்கை (*L. ichthyactas*). தென்னிந்தியாவிற்கு வலசை வரும் கடல் காகங் களுள் இதுவே உருவில் பெரியது. முந்தைய கடல் காகத்தைவிடச் சற்றுப் பெரியதான இதன் வெண்மையான தலை பிப்ரவரி மாதத்தின்போது கறுப்பாக மாறும். இதன் கால்கள் நல்ல மஞ்சள் நிறமானவை. கூட்டமாகத் திரியும் இது மீன்பிடி படகுகளிலிருந்து வீசப்படும் இறந்த மீன்களுக்காக அப்படகுகளைத் தொடர்ந்து செல்லும். துறைகளில் கழிவுப் பொருள்களை இரையாகக் கொள்வதில்லை. ஓய்வு கொள்ளக் கரையில் அமராது நீரில் மிதந்து நீந்தியவாறே இருக்கும். காகத்தைப் போலவே உரக்க 'க்ராஅ' எனக் குரல் கொடுக்கும். மீனும் நத்தையுமே இதன் முக்கிய உணவு. மத்திய

பழுப்புத் தலை கடல் காகம்

ஆசியாவில் உள்ள பெரிய ஏரிகளைச் சார்ந்து இனப் பெருக்கம் செய்யும் இது குளிர்காலத்தில் தெற்கு ஆசிய நாடுகளுக்கு வலசை வரும்.

பழுப்புத் தலைக் கடல்காக்கை (*L. brunnicaphalus*). உருவில் அண்டங்காக்கை அளவுடைய இதன் கால் களும் அலகும் நல்ல சிவப்பாக இருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி சாம்பல் நிறம். கருந்தலைக் காக்கையை விட உருவில் சற்றுப் பெரியதான இதை அதனுடன் கலந்து கூட்டமாகத் திரியக் காணலாம். இங்கு குளிர் காலத்தில் வலசை வரும் இவை இரண்டும் மங்கிய நிறங்கொண்ட வெண்ணிறத் தலையையுடையன வாக இருப்பதால், பறக்கும்போது இறக்கை களில் கண்ணாடி பதித்ததுபோலக் காணப்படும் வெண்ணிறப் பட்டைகளே இவற்றை வேறுபடுத்திக் காட்டுகின்றன. மார்ச் மாதத்தின்போது இதன் தலை காஃபிப் பொடி நிறமாக மாறத் தொடங்கும் போது அடுத்த கருந்தலைக் காக்கையின் தலை நல்ல கறுப்பு நிறமாக மாறத் தொடங்கும். கடற் கரை சார்ந்த பகுதிகளில் செம்பருந்து, பரப்பருந்து, கருந்தலைக் கடல் காகம் ஆகியவற்றோடு பறக்கும் இது கழிவுப் பொருள்களையும் கப்பலிலிருந்து எறியப்படும் எஞ்சிய உணவுப் பொருள்களையும் உணவாகக் கொள்கிறது. லடாக் பகுதியில் இனப் பெருக்கம் செய்யும் இது ஏரி நீரில் மிதக்கும் புல், தழை முதலியவற்றைத் திரட்டிக் கூடு அமைத்து அதில் கறுப்புப் புள்ளிகளோடு கூடிய பசுமை தோய்ந்த நீல நிற மூன்று முட்டைகளை இடும்.

கருந்தலைக் கடல்காகம்(*Larus ridibrundus*). உருவிலும் பழக்கவழக்கத்திலும் முந்தைய கடல் காகத்தைப் பெரிதும் ஒத்தது. பறக்கும்போது இதன் இறக்கைகளில் கண்ணாடி பதித்தது போன்ற வெள் ளைப் பட்டைகள் இல்லாமல் இருப்பதைக் கொண் டும் இறக்கைகளின் விளிம்பு வெள்ளையாக இருப் பதைக் கொண்டும் இதை வேறுபடுத்தி அறியலாம். எண்ணிக்கையில் முந்தைய கடல்காகத்தைவிட மிகுதி யாகத் தென்னிந்தியாவின் மேற்குக் கடற்கரை சார்ந்த இடங்களில் காணப்படும்.

- க. ரத்னம்

கடல்கிளி

பஃபின் (puffin) என்னும் கடற்கிளி (sea parrot), சீசா மூக்குப் பறவை (bottle nose), போப் என வேறு பெயர்களாலும் குறிப்பிடப்படும் நீர் மூழ்கிக் கடற் பறவையாகும். இவை புவியின் துருவப்பகுதி ஆர்க்டிக் நீர்ப் பகுதியில் வாழ்பவை. கடற்கிளிகளும், ஆக் (auk) என்பவையும் அல்சிடே குடும்பத்தில் இடம் பெறுபவை. இவை சராடிரிபார்ம்ஸ் வரிசையில் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் அட்லாண்டிக் பஃபின், கொம்பு பஃபின், குஞ்சப் பஃபின் எனும் வகைகள் உள்ளன. கடற்கிளிகள் கூட்டம் கூட்ட மாகக் கடற்கரைப் பகுதித் தீவுகளில் உள்ள பாறை களின் முகடுகளில் காணப்படும். இதன் உடல் வலிமை யானது. தலை பெரியது, அலகு உயர்ந்து தட்டை யானது. மேலும் முக்கோண வடிவமும், ஒளிர் வண்ணமும் கொண்டது.

இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆண் கடற்கிளியில் அலகு பல நிறங்கொண்டதாகக் காணப்படுகிறது. நன்கு நீந்தி நீரில் மூழ்கி இரையைப் பிடிக்கும் இவை இனப்பெருக்கக் காலத்தில் (ஜுன், ஜுலை) நிலப்பகுதியை நோக்கி வருகின்றன. பாறைகளில் உள்ள பள்ளங்களிலும் பொந்துகளிலும் பெண் பறவை ஒரு வெண்மை நிற முட்டையை இடும். முட்டை இடும் பள்ளம் ஏறத்தாழ 3-6 அடி ஆழமிருக்கும். ஏறத்தாழ 6 வாரங்களில் முட்டை பொரிந்து குஞ்சாகும். தாய்ப் பறவை ஏறத்தாழ 10 சிறிய மீன்களை ஒரே தடவையில் வாயால் பிடித்து அலகில் அடுக்கி வைத்துக்கொண்டு குஞ்சு இருக்கும் இடம் நோக்கிப் பறந்துவரும். மீன் ஊட்டப்பட்டு உடல் நன்கு வளர்ந்த ஆறு வாரங்களில் தாய் குஞ்சுகளை விட்டுச் சென்றுவிடும். குஞ்சுகள் உடல் மெலிந்து, பறப்பதற்கான இறகுகள் வளரும் வரை காத்திருந்து பின்பு கடலை நோக்கிப் பறக்கத் தொடங்கும். கடல் வாழ் உயிரிகளில் மீன்களை உணவாக உட்கொள்கின்றன.

அட்லாண்டிக் பகுதியில் வாழும் கடற்கிளிகளின் இறக்கைகள், வால்பகுதி, கழுத்தின் முன்பகுதி

ஆகியவை கருமையாகவும், தலையின் பக்கப்பகுதி, கழுத்து, மார்பு, கீழ்ப்பகுதி ஆகியவை வெண்மையாகவும் காணப்படும். குஞ்சமுடைய கடற்கிளிகளின் வயிற்றடிப்பகுதி கருமையாக இருக்கும். தலையின் பக்க வாட்டில் வெண்மைக்கோடு போன்ற இறகுகளும் காணப்படும்.

அட்லாண்டிக் கடற்கிளிகள், அப்பகுதியின் வடக்கே (துருவத்தில்இருந்து) ஆர்க்டிக்கிலிருந்து தெற்கே இங்கிலாந்து - மெய்னிவரை காணப்படுகின்றன. இவை ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. (12") நீளமுடையவை. கருமையான முதுகு, வெண்மையான வயிறு, சாம்பல் நிற இறக்கை, சிவந்த ஆரஞ்சு நிறக்கால்கள், நீலம், சாம்பல், மஞ்சள், சிவப்பு ஆகிய நிறம் கலந்த பல தகடுகளாலான அலகு இவற்றிற்கு அழகு தருகின்றன.

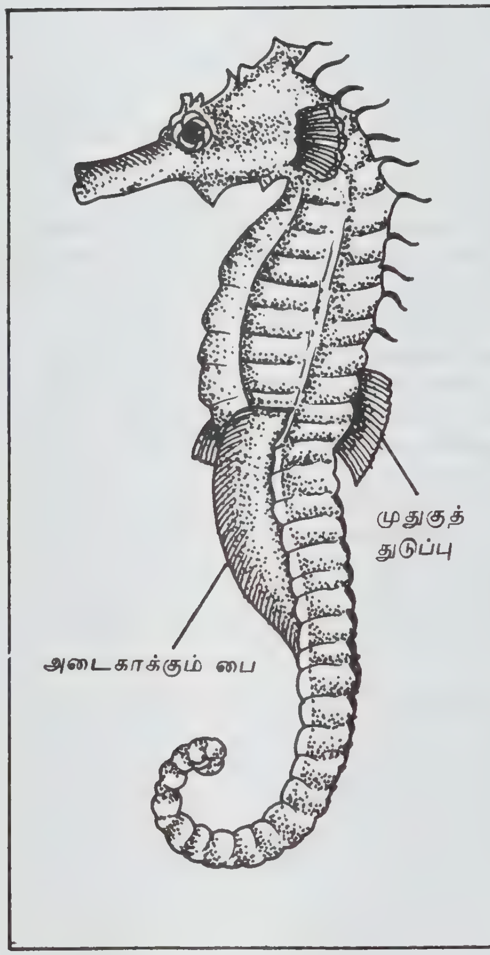
கொம்பு உடைய கடற்கிளி பசிபிக் கடற் பகுதியில் காணப்படும். மேலும் குஞ்சம் உடைய கடற்கிளி பசிபிக் கடலின் தென் பகுதியில் காணப்படும். கருமை நிறமுடைய இவற்றின் முகம் வெண்மையாகவும், கால்கள் அலகு இவை சிவப்பாகவும் இறுகுகள் வெளிர் மஞ்சள் நிறமாகவும் காணப்படும். கடற்கிளிகளின் தட்டையான, முக்கோணவடிவமுடைய, பல நிறத் தகடுகளாலான அலகை எழுதும் கருப்பொருளாகப் பயன்படுத்தலாம். இதன் முக அமைப்பு, அலகின் நிறம், சர்க்கஸ் கோமாளியை நினைவூட்டுவதாகக் கூறப்படுகிறது.

- அ. சங்கரன்

கடல் குதிரை

கடல் நடுவே காணப்படும் விந்தை மிகு மீன் இனங்களில் குதிரையின் தோற்றத்தை ஒத்திருக்கும் கடல் குதிரையும் (sea horse) ஒரு வகை மீன் இனமேயாகும். உறிப்போகேம்பிடே என்னும் குடும்பத்தைச் சார்ந்த இம்மீன் குழல் மீன்களுக்கு (pipe fishes) நெருங்கிய தொடர்புடைய இனமாகும். பிற மீன்களினின்று வேறுபட்டுத் தட்டையாக நீண்டிருக்கும் இதன் உடலும் உடலுக்கு நேர்கோணத்தில் அமைந்திருக்கும் தலைப்பகுதியும், குறுகிய வளைந்த கழுத்தும், நீண்டு சுருண்டு எதையும் பற்றிக் கொள்ளும் வண்ணம் அமைந்திருக்கும் வாலும் இம்மீன்களுக்குத் தனிச் சிறப்பு அளிக்கின்றன.

வெப்பக்கடல்களிலும், மிதவெப்பக் கடல்களிலும் பல்வேறு இனங்களாகப் பரந்து காணப்படும் இக் கடல் குதிரை மீனின் உடல் எலும்பு வளையங்களால் போர்வை போல் போர்த்தப்பட்டுள்ளது. அசையாத மார்புப் பகுதியில் சிலுவை வடிவ எலும்புத் தகடு பின்னிப் பிணைக்கப்பட்ட கூடும், வால் பகுதியில் அசைவுக்குத் தக்கவாறு அமைந்திருக்கும் எலும்பு வளையங்களும், செதில்களின் மாறுபாட்டால் விளைந்தனவேயாகும். சில வகை மீன்களில் இவ் வளையங்களிலிருந்து நீண்ட முள்களும், நீட்சிகளும் விரவியிருப்பதுண்டு.



கடல் தாவரங்களின் இடையே ஊர்ந்து, அதை விலக்கி உட்புகுந்து செல்ல இவ்வமைப்புகள் உதவுவதால், இவை தம்மை உணவாக்கிக் கொள்வதற்காகத் தேடிவரும் கறுப்பு வால் மீன்களின் பார்வையினின்று மறைந்து வாழ ஏதுவாகும். ஆஸ்திரேலியக் கடலில் வாழும் பில்லோப்டெரிக்ஸ் எனும் கடல் வேதாள மீன் (sea dragon) மிகவும் விந்தையான உடல் அமைப்பைப் பெற்றிருக்கிறது. இக்கடல் குதிரைமீன் தன் உடலினின்று பலவாக நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் முள்கள், இலைகள் போன்ற நீட்சிகளால், நீரில் மிதந்து வரும் ஒரு துண்டு கடற்பாசி போல் தோன்றுமாறு செய்து தன் எதிரிகளை எளிதில் ஏமாற்றித் தப்பித்துக் கொள்கிறது. மந்தமான நீந்தும் திறன் குறைந்த இக்கடல் குதிரை மீன்கள்

பெரும்பாலும் மறைவிடத்தில் தம் வாலைக் கொண்டு கிளைகளை இறுகப்பற்றிக் கொண்டு வாழ்கின்றன. நீந்த முனையும் போது, வாலை மெல்ல விலக்கி முதுகுத்துடுப்பு (dorsal fin) தோள் துடுப்புகளின் (pectoral fins) உதவியால் ஒரு தோணி நீரை அகழ்ந்து செல்வதுபோல் மேல்நோக்கி நீந்தத் தொடங்குகின்றன. மற்ற மீன்கள் கிடைமட்டமாக நீந்தும்; இவை செங்குத்தாக நீந்தும். கடல் குதிரைக்கு வால்துடுப்பும், இடுப்புத் துடுப்பும் இல்லை.

பெரும்பாலும் உணவைத் தேடி இம்மீன்கள் அலைவதில்லை. தம்மருகே அல்லது பக்கவாட்டில் மிதந்து வரும் மிதவை உயிரிகளைக் (planktons) கவனமாக உற்று நோக்கியபடிக் காத்திருக்கும் இம் மீன்கள் அவை நெருங்கியவுடன் தம் குழல் போன்ற வாயால் உறிஞ்சி உட்கொண்டு விடுகின்றன. இதற்குத் தக்கவாறு நன்கு வடிவமைக்கப்பட்ட கண் களைப் பெற்றுள்ள இவை, ஒரே சமயத்தில் ஒரு கண்ணால் முன்னோக்கியும் மறு கண்ணால் பின் னோக்கியும் பார்க்கும் வண்ணம் நாற்புறமும் சுழலும் கண் அமைப்பைக் கொண்டிருப்பதும் தனிச்சிறப் பாகும்.

இம்மீன்களின் செவுள் மிகவும் வளர்ச்சியற்று இருப்பதுடன், செவுள் இழைகளும், அளவில் குறுகி ஒரு பூவின் தோற்றத்தை ஒத்திருக்கும். செவுள் துளைகள் சிறியனவாகவும் வட்ட வடிவமாகவும், செவுள் மூடியின் பின்னால் அமைந்திருக்கும். இவை எல்லாவற்றையும்விட விந்தையான நிகழ்ச்சி இதன் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் நிகழ்கிறது. இப்பருவத்தில் பெண் மீனைக் காட்டிலும் ஆண் மீனுக்குத் தான் சிறப்பும், உழைப்பும் மிகுதியாகும். ஆண் மீனும் பெண் மீனும் இணையும் போது, ஒன்றின் வாலை, மற்றொன்று பற்றிக் கொண்டு எதிரெதிர் நிற்கும். பெண் மீனின், முட்டையின் வரவை எதிர்பார்த்துத் தன் உடலடியில் உள்ள அடைகாக்கும் பையை (brood pouch) உருவாக்கிக் கொண்டு காத்திருக்கும் ஆண் மீன், ஒரு தாயின் பணியை மேற்கொள்கிறது.

பெண் மீனின் இனப்பெருக்கக் குழாய் நீண்டு, பையினுள் முட்டைகளைச் செலுத்தும் வரை ஆண் மீன் அசையாமல் நின்று பின் விலகுகிறது. இரத்தக் குழாய்கள் விரவி ஊட்டம் பெற்றுத் தடித்துக் காணப்படும். இந்த அடைகாக்கும் பையி லுள்ள ஊட்டச் சத்தை அளித்து முட்டையினின்று வளர் கருக்களை (developing embryos) ஏறத்தாழ 6-7 வார கால அளவிற்கு இந்த ஆண் மீன்கள் நன்கு பேணிக் காக்கின்றன.

மீன்கள் நன்கு வளர்ந்து வெளிவரும் தக்க தருணத்தில் ஆண் மீன் தன் வாலால் ஒரு கிளையை இறுகப்பற்றிக் கொண்டு முன்னும் பின்னும், குனிந்தும் நிமிர்ந்தும், வளைந்தும், பையின் சுவரைச் சுருக்கிப் பாலூட்டிகளைப் போலவே பேறுகால வேதனையை அடைகிறது. மிகுந்த துன்பத்திற்குப் பின்னர் ஒரே சமயத்தில் ஏறத்தாழ 4-5 இளம் உயிரிகளை நீரினுள் தள்ளிய பின்னர் மீண்டும் குவிந்து வளைந்து நிமிர்ந்து இளம் உயிரிகளாக ஏறத்தாழ இருபதுக்கும் மேற்பட்ட இளங்குஞ்சுகளை ஈனுகின்றது. புதிதாகப் பிறந்த கடல் குதிரை மீன்கள் மேல் நோக்கி நீந்திச் சென்று கடல் மட்டத்தை அடைந்து, காற்றை மிகுதியாக விழுங்கி, காற்றுப்பையை நன்கு நிரப்பிக்கொள் கின்றன. பின்னர் காற்றுப்பை நன்கு வளர்ந்தவுடன் தம் நிலையை நீருக்குத் தக்கவாறு தகவமைத்துக் கொள்கின்றன.

குழல் மீன்களிலும் இவ்வகையான பெற்றோர் ஆதரவு உண்டெனினும், தம் குஞ்சுகளுக்கு இடர் நேரும்போது தம் அடைகாக்கும் பையில் அவற்றிற்குப் புகலிடம் அளிக்கின்றன. ஆனால் அடைகாக்கும் பையைக் கிழித்துக்கொண்டு வெளிவாராமல், அதன் வாய்த் திறப்பின் வழியே வெளிவரும். தன் குஞ்சு களுக்கு இடையூறு நேரும்போது கடற்குதிரை மீன் தக்க பாதுகாப்போ புகலிடமோ அளிக்க முன் வருவதில்லை. எனவே பாதுகாப்பற்றுக் கடலில் திரியும் இம்மீன்கள் கடற்றழைகளின் நடுவே புகுந்து, அவற்றின் நிறமும், தோற்றமும், அமைப் பும் பெற்று, அவற்றிடையே தங்கி எதிரிகளிட மிருந்து தங்களைப் பாதுகாத்துக் கொள்கின்றன. பெரும்பாலும் மறைந்து வாழ்ந்தாலும் அவ்வப்போது வெளிவந்து மேலும் கீழுமாக அழகாக நகர்ந்து செல்வதும் உண்டு. ஓய்வுக்காகக் கிளைகளைப் பற்றிக் கொண்டு நிற்கும் தோற்றமும் பாங்கும் மிகவும் விந்தையாக இருக்கும்.

ஏறத்தாழ 30 செ.மீ. உயரம் வரை வளரும் இக்கடல் குதிரை மீனில் பல இனங்கள் இருந்தா லும் சிறிய மூக்குக் கடல் குதிரை மீன் (shortnosed sea horse) உயிர் மீன் காட்சியகங்களில் (aquaria) மிகச் சிறப்பாக வளர்க்கப்படுகிறது.

–பரிமளா சம்பந்தம்

நூலோதி. ராணி கந்தசாமி, தென்னிந்திய மீன் கள் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1973; இரா. சந்திரன், கஸ்தூரி சந்திரன், மீன்கள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1974.

கடல் குளிரூட்டல்

கடற்பயணத்தின்போது பொருள்கள் அழுகிக் கெட்டுப் போகாமலும், இயற்கைத் தன்மை மாறா மலும், பாதுகாத்து எடுத்துச் செல்வதற்குக் கடல்

குளிரூட்டல் (marine refrigeration) தேவையாகும். மேலும் கப்பலில் பயணம் செய்யக்கூடிய மாலுமி களுக்கும், கப்பற் பயணிகளுக்கும் தேவையான உணவு வகைகளைக் கெட்டுப் போகாமல், சுவை குன்றாமல் பாதுகாக்கவும் இது மிகத் தேவையானது. ஒருசில நீர்மச் சரக்குப் பொருள்கள், சாதாரண சுற்றுப்புறத் தட்பவெப்ப நிலைக்கே ஆவியாகும் தன்மையுடையவை. அவற்றை நீர்ம நிலையிலேயே கடற்பயணத்தில் பாதுகாக்கக் கடல் குளிரூட்டல் உதவுகிறது. மேலும் இது தட்ப வெப்ப நிலையில் கடற் பயணிகளும், கப்பல் மாலுமிகளும் தங்கி இருக்கும் அறைகளில் பயன்படுகிறது.

கடல் குளிரூட்டல் கருவியில் சாதாரணமாக F 11, F 12, F 22 குளிரூட்டியாகப் (refrigerant) பயன்படுத்தப்படும். சில சமயங்களில் கப்பலில் எடுத்துச் செல்லப்படும் பொருள்களே குளிரூட்டி யாகப் பயன்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு அம்மோ னியா, பெட்ரோலியப் பொருள்கள், புரோப்பேன், பியூட்டேன்.

விரைவில் அழுகிக் கெட்டுப்போகும் பொருள்கள் நீண்ட நாள் கெட்டுப் போகாமல் எந்தத் தட்ப வெப்ப நிலையில் இருக்க வேண்டுமோ அதே நிலை யில் அவை கடல் குளிரூட்டல் மூலமாகப் பாதுகாக் காப்படுகின்றன. இந்த அறைகள் முழுதும் நன்கு வெப்பக் காப்பிடப்பட்டு (insulated) இருக்க வேண்டும். இல்லையெனில் வெளிப்புறம் நிலவக்கூடிய கடலின் தட்பவெப்பம் அறைக்குள் புகுந்து அறை யின் தட்பவெப்ப நிலையை மாற்றுவதோடு பொருள் களையும் அழுகச் செய்துவிடும்.

பாதுகாப்பு அறைகளில் தேவையான தட்ப வெப்ப நிலையை ஏற்படுத்த நேரிடையாக ஆவியா கக்கூடிய முறையே பரவலாக அனைத்துக் கடல் குளிரூட்டல்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. இந்த முறையில் நீர்மக் குளிரூட்டி, குளிர் சுருளுக்குள் (cooling coil) செலுத்தப்படுகிறது. குளிரூட்டச் சுருள், சரக்குகள் வைக்கப்பட்டுள்ள அறைகளில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அந்த குளிர் சுருளுக்குள் உள்ள நீர்மக் குளிரூட்டி அந்த அறையில் நிலவக் கூடிய வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு அந்தச் சுருளுக்குள் ஆவியாகின்றது. இவ்விதம் ஆவியான குளிரூட்டி, காற்றமுக்கியை (aircompressor) அடை கிறது. அங்கு ஆவிநிலையில் உள்ள குளிரூட்டி மிகு அழுத்தத்திற்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. உடன் இந்த மிகு அழுத்தம் கொண்ட ஆவிநிலையில் உள்ள குளிரூட்டி குளிர் நீர்மமாக்கியை (condenser) அடைந்து, அங்கு நீர்ம நிலை அடைகிறது.

நீர்ம நிலையில் மிகுந்த அழுத்தம் கொண்ட குளிரூட்டி ஓர் அழுத்தக் கலனில் (pressure vessel) தொகுக்கப்படுகிறது. இங்கிருந்து இந்த மிகு அழுத்த நீர்மக்குளிரூட்டி அடைப்பிதழில் (throttle valve) மிகு அழுத்தத்திலிருந்து குறை அழுத்தத்திற்கு நெருக்கம் (throttle) செய்யப்படுகிறது. இக்குறை அழுத்தக் குளிரூட்டி, அந்தக் குளிர் சுருளை மீண்டும் அடைந்து அந்த அறையில் நிலவும் வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு, ஆவியாகிக் காற்றமுத்தியை அடைகிறது. இவ்வாறு தொடர்ச்சியாக அந்த அறையில் உள்ள வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டு மீண்டும், மீண்டும் ஆவியாவதால், அந்த அறையில் தேவையான, ஏற்ற தட்ப வெப்பநிலை ஏற்படுத்தப்படுவதால் அங்குள்ள பொருள்களும் அவற்றின் தன்மையும் மாறாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

நீர்மச் சரக்குகள் பாதுகாக்கும் முறை. நீர்ம நிலை யில் உள்ள வளிமங்களை நீர்ம நிலையிலேயே கடற் பயணத்தின்போது கொண்டு செல்லக் கடல் குளிரூட் டல் மிகவும் தேவைப்படுகிறது. நீர்ம நிலையில் உள்ள வளிமங்கள் அம்மோனியா, குறைந்த அழுத்த நிலையில் உள்ள பெட்ரோலிய வளிமங்கள், புரோப் பேன், பியூட்டேன்ஆகியவை சாதாரண தட்பவெப்ப நிலைக்கே ஆவியாகும் தன்மையுடையவை. ஆகவே, இந்த நீர்மநிலையில் உள்ள வளிமங்கள் நிரப்பப்பட்ட கலன்களை மிகக்குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே கடற் பயணத்தின்போது பாதுகாக்க வேண்டும்.

எந்த வளிமமும் அதன் நீர்ம நிலையில் இருந்து, ஆவி நிலைக்கு மாறும்போது சிறிது உள்ளுறை வெப்பத்தை (latent heat) அதன் நீர்மத்தில் இருந்து கவர்ந்து கொள்ளும். ஆதலால் அந்த நீர்மத்தின் வெப்பநிலை சிறிது குறையும். இவ்வாறு தொடர்ச்சி யாக ஆவியாகும் போது அந்த நீர்மத்தின் வெப்பநிலை மிகமிகக் குறைந்துவிடும். இந்த அடிப் படையே கடல் குளிரூட்டலில் நீர்ம நிலையில் உள்ள வளிமங்களை நீர்ம நிலையில் நிலைத்திருக்கச் செய் கிறது.

முழுமையாகக் காப்பிடப்பட்ட கலன்களில் நிரப்பப்பட்டுள்ள நீர்ம வளிமங்களில் ஏற்படக்கூடிய வளிமங்களை அகற்றி, அந்த வளிமங்களை மிகு அழுத்தத்திற்கு அழுத்தி மீண்டும் குளிர் நீர்மமாக்கி அந்தக்கலத்திற்கே அனுப்ப வேண்டும். இவ்விதம் அந்தக் கலனில் உருவாகக்கூடிய வளிமங்கள் தொடர்ச்சியாக வெளியேறி நீர்மமாகி அந்தக் கலத் திற்கே மீண்டும் அனுப்பி வைக்கப்படும். தொடர்ச்சி யாக அந்த வளிமங்கள் அதன் கலனிலிருந்து வெளி யேறுவதால் அந்தக் கலனில் வளிமங்கள் மீண்டும் மீண்டும் உருவாக இயலும். ஆதலால் அந்த நீர்ம நிலை வளிமங்களின் வெப்பநிலையை, எந்த வெப்ப நிலையில் அவை நீர்மமாக நிலைத்திருக்குமோ அதே வெப்பநிலையில் கடற் பயணத்தின் போது பாது காக்கவும் முடியும். மேலும் இயற்கை வளிமங்களை நீர்ம நிலையில் கொண்டு செல்லும்போது, அந்த நீர்மத்தில் உருவாகக்கூடிய வளிமங்கள் கடல் கொதி கலனை இயக்கவும் பயன்படுகின்றன. இவ்விதமாக

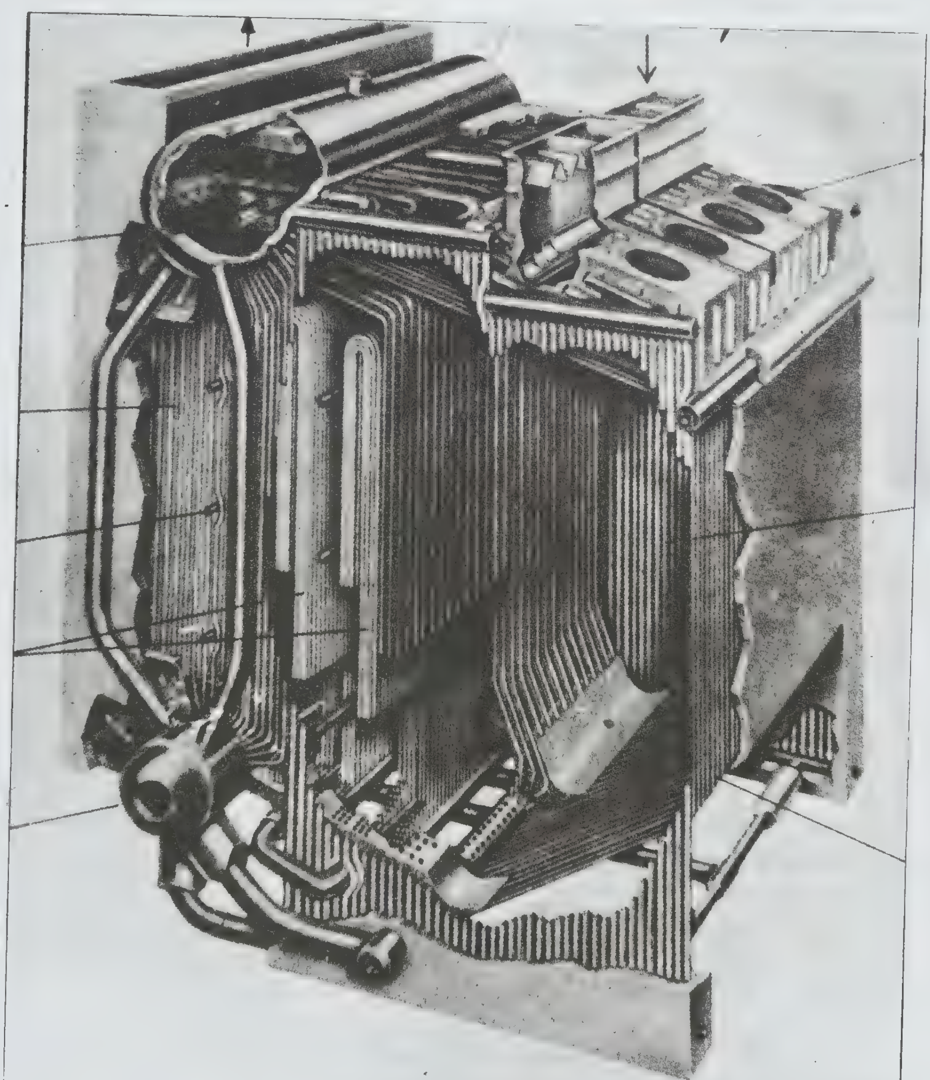
அந்தச் சரக்குகள் குளிரூட்டியாகக் கடல் குளிரூட்டலில் பயன்படுத்தப்படும்.

- டி. ரபீக்

கடல் கொதிகலன்

கடல் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப இயங்குமாறு வடிவமைக்கப்பட்டுள்ள நீராவிக் கொதிகலனுக்குக் கடல் கொதிகலன் (marine boiler) என்று பெயர். இது கப்பலுக்கும், கப்பலை இயக்கும் கருவிகளுக்கும், மின் உற்பத்தி செய்யும் ஊட்டுநீர் (feed pump) எக்கிக்கும், வேறுசில துணைக்கருவிகளுக்கும் தேவையான நீராவியை உற்பத்தி செய்யும்.

வகைப்பாடு. பொதுவாக நீராற் குளிர்விக்கப்படும் இரட்டைக் கூடுகளைக் கொண்டதாகக் கடல் கொதிகலன் காணப்படும். இதனுடன் மிகு சூடாக்கி (super heater), மறு சூடாக்கி (reheater), வெப்பம் உள்உறிஞ்சும் அமைப்பு, சிக்கனப்படுத்தி (economiser), காற்று முன்சூடாக்கி (air preheater) முதலியனவும் உண்டு. பழைய வகைத் தீக்குழல் கொதிகலன்கள் (fire tube boiler) இன்று பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. பெரும்பாலான கப்பல்களில் இரண்டு

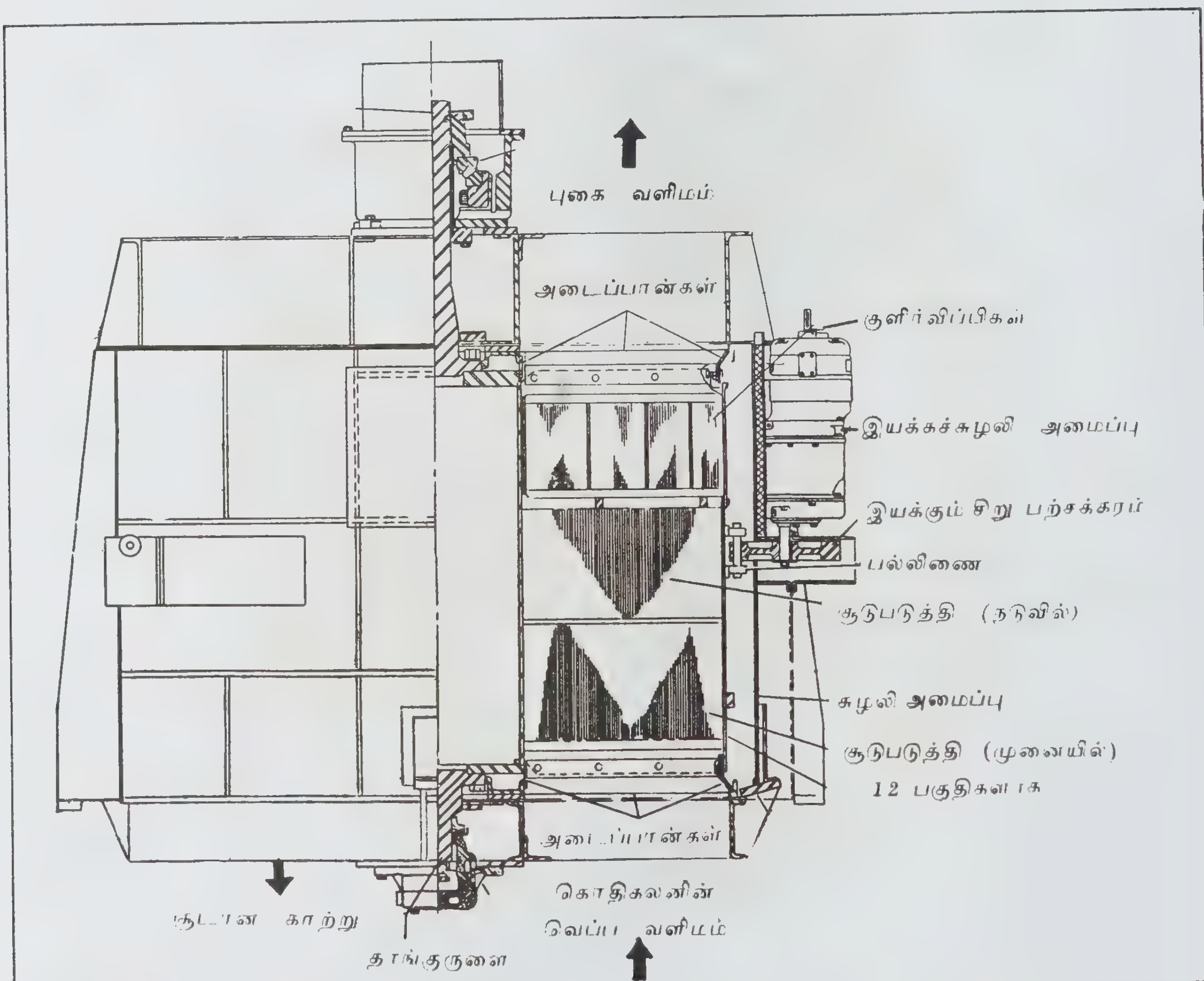


படம் 1

கொதிகலன்களும் சில பயணக் கப்பல்களில் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கொதிகலன்களும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

திட்ட அமைப்புக் கோட்பாடுகள். கடல் கொதிகலனில் உற்பத்தியாகக் கூடிய நீராவியின் அழுத்தமும், வெப்பமும் அந்தக் கொதிகலன்களில் பயன்படுத்தப்படும் நீராவிச் சுழற்சியைப் பொறுத்தமையும். மேலும் எரி பொருள்களின் விலை, எரிபொருள் செலுத்தியின் அமைப்புச் செலவு, மின் உற்பத்திநிலை அமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும். கொதிகலனில் மிகுதிறனைப் பெறப் புகைக்கூண்டு வழியே வெளியேறி வீணாகக்கூடிய வெப்பத்தைக் குறைக்க வேண்டும். இதற்குச் சிக்கனப் படுத்தி, காற்று முன்சூடாக்கி முதலியவை பயன்படும். இன்று நடைமுறையில் உள்ள புதிய கப்பல்கள் நீராவியை 5.86 மெகா பாஸ்கல் (mega pascal) அழுத்தத்திலும் 513°C வெப்பநிலையிலும் உற்பத்தி செய்கின்றன.

படம் 1 ஓர் இரட்டைக் கூடுவகைக் கடற் கொதிகலனின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றமாகும். இக்கலன் உலைக்கும் (furnace), மிகு சூடாக்கிக்கும் நடுவில் ஒரு பற்ற வைப்புச் செய்யப்பட்ட சுவரைக் (welded wall) கொண்டுள்ளது. அச்சுவர் அருகருகே குழாய்களை வைத்துப் பற்ற வைத்து உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. இது உலையின் பரப்பைத் தனியே பிரிப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. மேலே உள்ள கூட்டில் மூழ்கிய நிலையில் மிகு சூடாக்கி (submerged super heater) உள்ளது. மீள் சூடாக்கி (desuper heater) ஒரு பகுதியிலுள்ள நீராவியின் வெப்பநிலையைக் குறைத்து, பிற துணைக் கருவிகளுக்குத் தேவையான நீராவியைக் கொடுக்கிறது.



படம் 2. வளிமச் சூடுபடுத்தி (சுழலும் மறுசூடாக்கிவகை)

படம் 2இல் உள்ள காற்று முன்சூடாக்கி ஒரு சுழல் வகை மறு சூடாக்கியே (rotary regenerator) ஆகும். இதன் தட்டில் ஒரு தட்டுவகை வெப்பப்பரிமாற்றி (plate type heat exchanger) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தப் பரப்புக் கொதிகலனிலிருந்து வரும் புகைவளிமம் (flue gas) வழியில் சுழற்றப்படுகிறது. இதன்மூலம் அந்த வளிமத்தின் வெப்பத்தை இந்தப் பரப்பு ஏற்றுச் சூடாகி விடுகிறது. வெளியேறும் வளிமத்தின் வெப்பநிலை குறைந்து விடுகிறது. இவ்வாறு வெளியேறும் வளிமங்களின் வெப்பநிலையைப் பரப்பி ஏற்று மீண்டும் சூடாகி விடுகிறது.

அடுத்து இவ்வகையில் சூடான தட்டுப்பரப்பு கொதிகலனுக்கு வரும் காற்றின் வழியில் சுழற்றப்படுகின்றது. இதனால் கொதிகலனுக்கு வரும் காற்றின் வெப்பநிலை மிகுதியாகும். மேலும் பரப்பி குளிர்ந்து விடுவதால் வெளியேறும் வளிமங்களின் வெப்பத்தைப் பரப்பி உட்கவர்ந்து மீண்டும் கொதிகலனுக்கு வரும் காற்றை வெப்பமாக்கப் பயன்படுவதால் வளிமங்களின் வெப்பம் வீணாவது குறைக்கப்படுகிறது.

தனிப்பட்ட திட்ட அமைப்பு. வடிவமைக்கும்போது கடற்கொதிகலன் நெருக்கமாகவும் சிக்கனமாகவும், எடை குறைந்ததாகவும், எடை குறைந்த கனஅளவு உடையதாகவும் இருக்குமாறு வடிவமைப்பது மிகவும் முக்கியமாகும். மேலும் கப்பல பயணத்தில் ஏற்படும் உருளுதலைத் தாங்குமாறும் கடற் கொந்தளிப்பைத் தாங்கக்கூடிய வகையில் உறுதியாக இருக்குமாறும் அமைக்கவேண்டும்.

எரிபொருள். கடல் கொதிகலன்கள் பொதுவாக எண்ணெயைக் கொண்டு இயங்கும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஏனெனில் எண்ணெயைக் கையாளுவதும், பாதுகாப்பதும் மிக எளிது. எச்சமான எரிபொருள் எண். 6 எண்ணெயையே (residual fuel no: 6) மிகுதியாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

இந்த எரிபொருள் ஒரு நாளைக்குத் தேவையான அளவிற்கு மட்டும் முதன்மைக் கப்பலின் சிறு தொட்டிக்கு ஏற்றப்பட்டு மாற்றப்படுகிறது. இங்குதான் எரிபொருள் சூடுபடுத்தப்பட்டு, அதில் உள்ள நீர், மண், மட்கு பொருள், தூசி முதலியவை வடிகட்டப்படுகின்றன. பிறகு தூய எரிபொருள் எண்ணெய்ச் சூடுபடுத்தி (oil heater) வழியாக மிகு அழுத்தத்தில் எரிப்பிற்கு ஏற்றப்படுகிறது. இந்த எண்ணெய்ச் சூடுபடுத்தி மூலமாகச் செல்வதால்தான் அதன் பாகுநிலை (viscosity) குறைந்து எரிப்பியில் நுண்துகள்களாக்கப்பட எளிதாகிறது.

அனைத்து எரிபொருள்களையும் நுண்துகள்களாகச் செய்வதற்கு, மிகு அழுத்தத்தில் உள்ள நீராவியைப் பயன்படுத்தி எண்ணெய்த் துகள்களை மேலும் சிதறச் செய்து அவற்றின் எரியும் திறனை மிகுதியாக்குகின்றனர். இவ்விதம் எரிப்பியிலிருந்து நுண்துகள்களாக்கப்படுகின்ற எண்ணெய் வெப்பக் காற்றுடன் சேர்ந்து சூடாகிறது. பின்னர் எரிதல் உலையினுள் நடைபெறுகிறது.

தன்னியக்கக் கட்டுப்படுத்திக் (automatic control) கொதிகலனுக்கு ஊட்டுநீர்ப் பாய்வை முறைப்படுத்தவும், மிகச் சிக்கனமாக வெளியே முறைப்படுத்தவும் வெளியேறக்கூடிய நீராவியின் அழுத்தம், வெப்பம் இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தவும், எரி எண்ணெய் (fuel oil) கனற்சியுறு காற்றின் அளவுகளை முறைப்படிச் செலுத்தவும் கடல் கொதிகலன்களில் தானியங்கு முறையில் இயங்கக்கூடிய கருவிகள் பயன்படுகின்றன.

பேணுதல். கப்பலின் செலுத்தத்திற்கு நம்பகமான திறன் மிகுந்த இயக்கத்திற்கு ஏற்ற கொதிகலன் தேவைப்படுகிறது. தோராயமாகக் கப்பலில் பயன்படும் காலம் 25 ஆண்டுகள் எனக் கணிக்கப்படுகின்றது. துறைமுகத்திலேயே கப்பல் நங்கூரம் பாய்ச்சப்பட்டு இருக்கும்போது தேவையான பேணல் முறை நாள்தோறும் செய்யப்படுகிறது. கப்பல் துறைமுகத்தில் இருக்கும்போது ஆண்டு ஆய்வின் போது சீர் செய்யப்படுகின்றது. கொதிகலனில் புகையும், சாம்பலும் படியாமல் முழுதும் நன்கு தூய்மை செய்யப்பட வேண்டும். அப்போதுதான் கொதிகலன் திறன் பாட்டையும் மிகு சூடாக்கப்பட்ட நீராவியின் வெப்பத்தையும் அடைய முடியும். இதற்காக நீராவியைப் பயன்படுத்தித் தூய்மை செய்யும் புகைக்கரி வெளியேற்றி (soot blowers) உள்ளது. மிகு சூடாக்கி, நீராவியை உற்பத்தி செய்யும் இடம் (steam generating section), உள் உறிஞ்சு அமைப்பு ஆகியவற்றுடன் புகைக்கரி வெளியேற்றியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும் அவ்வப்போது நீரால் இதன் பரப்பு தூய்மை செய்யப்பட வேண்டும். தூசுப் படிவுகள் (scale deposits), அரிப்பை உண்டாக்கும் பொருள்கள் கொதிகலனில் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

கொதிகலனுக்குள் பயன்படுத்தப்படும் ஊட்டு நீரும், சமன் செய்ய அளிக்கப்படும் நீரும், வடிகட்டப்பட்ட நீராக இருக்க வேண்டும். எக்காரணம் கொண்டும் கடல்நீர் இந்நீருடன் கலந்துவிடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும். அவ்வப்போது வேதியல் பண்புகளுக்கான ஆய்வுகள் ஊட்டுநீரில் செய்யப்பட வேண்டும்.

- ஏ. ரஃபீக்

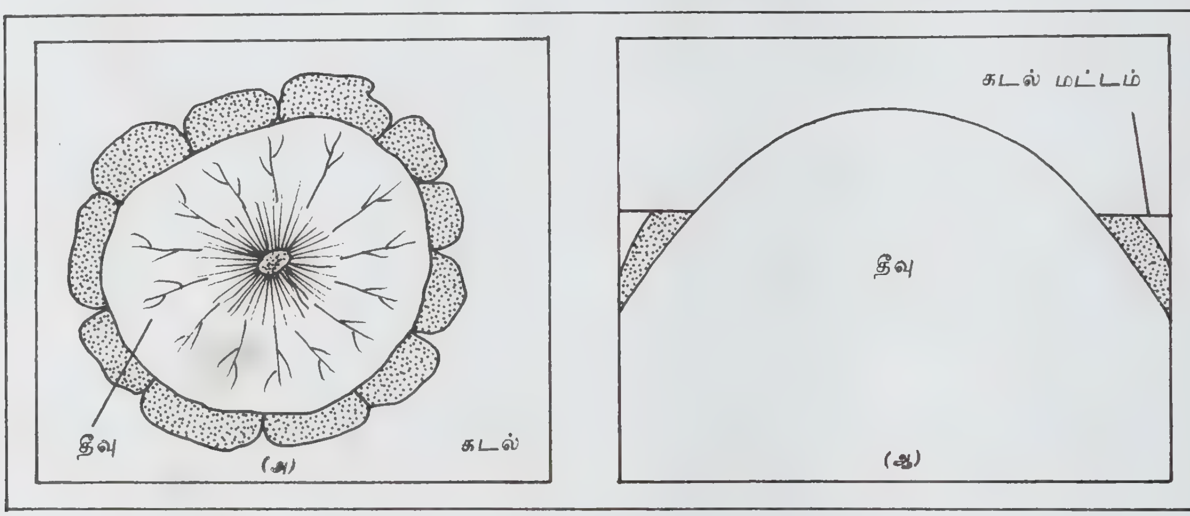
கடல்கோளும், மீள்வும்

உலகில் இன்று காணப்படும் கடற்கரை அமைப்புகள் நிலையானவையாகவும் நிலையற்றும் உள்ளன. கடற்

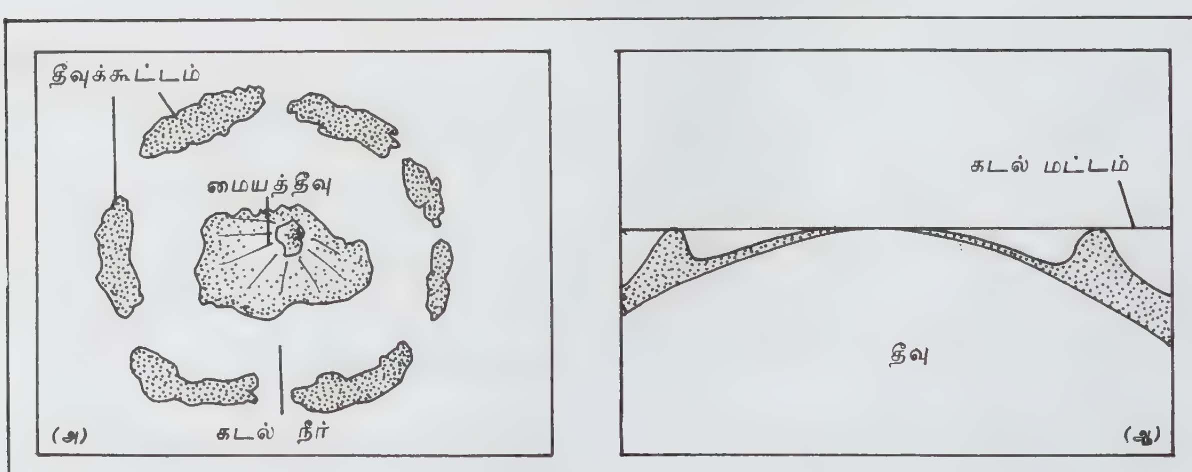
கரைப் பகுதிகளில் சில புதிதாக உருப்பெற்றவையாகும். கடற்கரைகளும், தீவுகளும், கடலை ஒட்டிய நிலப்பகுதிகளும் கடலால் மூழ்கடிக்கப் படலாம் அல்லது உருவாக்கவும் படலாம். இவை கடல் கோளும், மீள்வும் (coastal transgression and regression) எனப்படுகின்றன. கடல்மட்டம் உயரும்போது பல தீவுகளும், கடற்கரை நிலப்பகுதிகளும் கடலுள் மூழ்கும் நிலையே கடல்கோள் எனப்படும். கடல் மட்டம் தாழும்போது அல்லது அலைகளின் பெரும் வேகத்தால் எழும்போது புதிதாக மணல்திட்டுகளும் உருப்பெறும் நிலையே கடல்மீள்வு எனப்படும்.

கடல் கோள். கடலை ஒட்டிய பகுதிகளில் காணப்படும் சமவெளிகள், கடல்மட்டம் சற்று உயரும்போது ஏற்படும் வெள்ளத்தால் மூழ்கடிக்கப் படுகின்றன. கடலுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள ஆழமற்ற ஏரியாகக் கொள்ளப்படும் இது லகூன் எனப்படுகிறது. சில கடற்கரைப் பகுதிகள் திடீரென உயரும் கடல் மட்டத்தால் எதிர்பாராத வகையில் அரிக்கப்பட்டு; உயர்ந்த செங்குத்தான மணல் சரிவை உருவாக்கும். திடீரென உயரும் கடல் மட்டத்தால், மிகப்பெரும் கண்டப்பகுதிகளின் சில பகுதிகள் நீரில் மூழ்குகின்றன. இதனால் முந்நீரகம் (peninsula) வளைகுடா போன்ற அமைப்புகள் உருவாகின்றன.

கடல் மீள்வு. நிலப்பகுதிகளில் ஏற்படும் எரிமலைகளைப்போல் கடல் பகுதிகளிலும் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. புவியின் உள் ஒட்டில் ஏற்படும் மாறுதல்களால், எரிமலைகள் கடலின் அடிப்பரப்பைத் தாக்கும்போது அப்பகுதி திடீரெனக் கடல்மட்டத்



படம் 1. (அ) மேற்புறத்தோற்றம் (ஆ) பக்கவாட்டுத் தோற்றம்



படம் 2. (அ) மேற்புறத்தோற்றம் (ஆ) பக்கத்தோற்றம்

திற்கு மேல் உயர்த்தப்படுகிறது. இது நிலப்பகுதியில் காணப்படும் மலைகளைப்போல் உயரமாகக் காணப் படும். இத்தகைய அமைப்பு, கடல்மலை எனப்படும். சில சமயம் கடல்மலைகள் பவளப் பாறைகளால் உருவாகக்கூடும். இப்பவளப் பாறைகள் நிலப்பகுதி யுடன் இணையாமல் தனித்து இருக்கும். பவளப் பாறைகள் பவள உயிரிகளுடனும் பலவகையான மொலஸ்கஸ் (molluscus) மெல்லுடலிகள், பூஞ்சை போன்றவை சுண்ணாம்புப் பாறைகளுடனும் இணைந்த நிலையில் கடினத் தன்மையுடன் காணப் படும். இவ்வகைப் பவள உயிரிகள் கடல் மட்டத் தில் வாழும் தன்மையுடையவை. இவை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

விளிம்புப் பாறைகள். கடற்கரைப் பகுதியிலிருந்து விலகித் தனித்து உயர்ந்த மலைகளைப் போல் கடலுள் காணப்படும் இவை செங்குத்தான சரிவைக் கொண்டுள்ளன. பெரும் விளிம்புப் பாறையின் ஓரங்களின் சரிவு, சாய்தளச் சரிவைக் கொண்டி ருக்கும்.

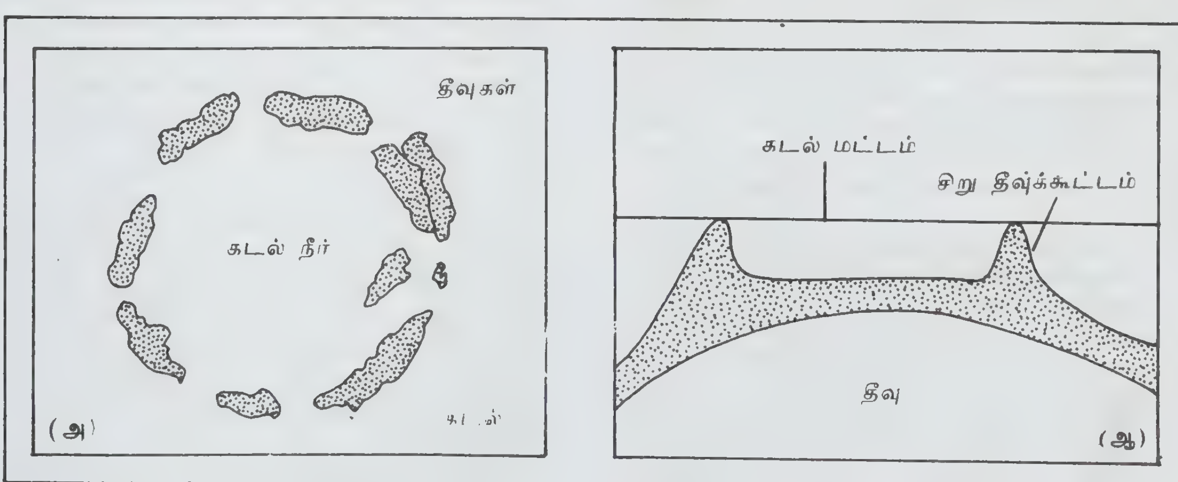
கடற்கரைக்கருகிலுள்ள பவளத்திட்டு (barrier reef). கடற்கரையிலிருந்து தனித்துக் கடலினுள் இருக்கும் இதன் மையப்பகுதி, புவியின் உள்மைய இழுப்பால், புவியீர்ப்பு ஆற்றலால் உள்ளிழுக்கப் பட்டுச் சிறிது சிறிதாக மூழ்கடிக்கப்படுகிறது. இதன் ஓரப்பகுதிக்கும் மையப்பகுதிக்கும் இடையே கடல் நீர் சூழும். ஓரப்பகுதிகள் சிறு சிறு தீவுகளாகத் தனித்து வட்ட வடிவில் காணப்படும். இச்சிறு தீவுக் கூட்டங்கள் கடல் மட்டத்தைவிடச் சற்றே உயரமான நிலையில் தோன்றும்.

பவளத் தீவு. கடற்கரைக்கருகிலுள்ள பவளத் திட்டின் மையப் பகுதி தொடர்ந்து புவியின் உள் மைய இருப்பால் உள்ளிழுக்கப்படுவதால், இது கடலுள் அமிழ்ந்து விடும். இதன் ஓரப்பகுதிகள் கடல் மட்டத்தில் தொடர்பு அற்று, விட்டுவிட்டுச் சிறுசிறு தீவுகளாகக் காணப்படும். இது சக்கர வடிவில் இருக்கும்.

இப்பவளப் பாறைகளின் வளர்ச்சி, தேவையான தகவமைப்புகளைப் பொறுத்து அமையும். மேலும், பவள உயிர் அணிகள் 68° - 78°C வெப்ப நிலையில் வளரும். கடலின் 50 - 60மீ ஆழம் வரை கடல்நீர் மிக உப்பான சூழ்நிலையில் இவை நன்கு வளரும். கடல்கோளும், மீள்வும் பற்றிய மதிப்பீடுகளிலிருந்து, கடல்கோள் - கடல் மட்டம் உயர்வதால் மூழ்கும் பகுதி, கடல்மீள்வு-கடல்மட்டம் தாழ்வதாலோ, புவியின் உள் ஓடு அல்லது உட்பகுதி மேல்நோக்கி உயர்வதாலோ நிகழலாம் என அறியலாம். சார்பற்ற கரைப்பகுதிகள் என்பவை கடற்கரைப் பகுதியில் இயல்புமீறி நடைபெறும் எரிமலை வாய் மற்றும் கழிமுகத்தால் ஏற்படும் தாக்கங்கள் ஆகும்.

இந்தியாவில் காணப்படும் நீண்ட கடற்கரைப் பகுதிகள், ஒரே தன்மை உடையனவாக உள்ளன. கரைகளின் பெரும்பாலான பகுதிகள் மண் வண்டல் மண் படிவுகளுடன் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவின் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதிகள் தென்மேற்குப் பருவ கால மழையால் வேகமாக அரிக்கப்பட்டு, அந்த இடங்கள் லகூன்ஸ் மற்றும் சதுப்பு நிலங்கள் போல் தோற்றமளிக்கின்றன.

கடற்புயல், சூறாவளி போன்றவற்றால் உரு வாகும் உயர்ந்த அலைகளின் வேகத்தாலும் தாக்க முறாவண்ணம் கடற்கரைப் பகுதிகள் மிக உயரமாக அமைந்துள்ளன. இத்தகைய அமைப்பு இந்தியாவில் பல இடங்களில் காணப்படுகிறது. ஆரகான் கடற் கரைப் பகுதியில் காணப்படும் பீட், பழுப்பு நிலக்கரிக் கனிமங்களின் படிவுகள் கங்கா நதிக் கழிமுகத்தில்



படம் 3. (அ) மேற்புறத்தோற்றம்; (ஆ) பக்கத்தோற்றம்

புதைந்து காணப்படுவதும் கடல்கோளுக்குச் சான்றாகும். பவளப் பாறைகளின் வெளிப்பாடு, உயர்ந்த மட்டங்களை உடைய கடற்கரைப் பகுதிகள் கடல் மட்டத்தை விட மிகு உயரத்தில் படிந்துள்ள கடற்கரை மண் படிவுகள் ஆகியவை கடல்மீள்வுக்குச் சான்றுகளாகும். மேலும், இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரைகள் குறிப்பாகத் தமிழ்நாட்டின் கிழக்குக் கரையோரங்கள், தஞ்சாவூர், திருச்சிராப்பள்ளி, அரியலூர் போன்ற பகுதிகள் ஆகியவற்றைக் கடல் மீள்வுக்குச் சான்றாகக் கொள்ளலாம்.

- எஸ். சுதர்சன்

கடல் சட்டம்

கடல்களை மனிதர் பயன்படுத்துவதைப் பொறுத்து உலகத்தாரால் ஏற்படுத்தப்பட்ட கட்டுப்பாட்டு விதிகளும், ஒழுங்கு முறை விதிகளும் கடல் சட்டம் (law of the sea) என்று பெயர் பெறுகின்றன. கடல் சட்டம் எந்தப் பாராளுமன்றத்திலும் இயற்றப்பட்ட சட்டம் அன்று. காலம் காலமாக இருந்துவரும் வழக்கங்களின் அடிப்படையிலும், உலக மக்கள் அவ்வப்போது மாநாடாகக் கூடி ஒருமித்து வகுத்த விதிகள், உடன்பாடுகள், உடன்படிக்கைகள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையிலும், அனைத்துலக நீதிமன்றத்துத் தீர்ப்புகள் சிலவற்றின் அடிப்படையிலும் உருவானதே கடல் சட்டம் ஆகும்.

கடல் சட்டம் உலக மக்களின் பொது நலனைப் பாதுகாக்கிறது. அனைத்துலக ஒழுங்குக்கு எதிராகச் செயல்படும் நாடுகளின் மீறல்களைக் கட்டுப்படுத்துகிறது. சில நாடுகளின் உயிர் நாடியாக விளங்கும் குறிப்பிட்ட சில நலன்களைப் பிற நாடுகள் அழித்துவிடாவண்ணமும் கண்காணிக்கிறது. அனைத்துலகத்துக்கும் பொதுவான கடல் சட்டம் தனி நாடுகளின் எல்லைகளுக்கு அப்பாலும் இயங்க அது அனைத்து உலக நாடுகளாலும் மதிக்கப்படுகிறது. அந்தச் சட்டம் மாறாமல் எப்போதும் ஒன்றுபோல் இருப்பதில்லை. காலத்திற்கேற்ப மாற்றம் பெறுகிறது.

தொடக்கத்தில் மீன்பிடிப்பதற்கும், மரக்கலங்களில் பயணம் செய்வதற்குமே மக்கள் கடலைப் பயன்படுத்தினர். இன்று, கடலினடியில் தரையில் துளைபோட்டுப் பெட்ரோலிய எண்ணெய் பெறுவதற்கும், விசைப் படகுகளிலும், பெரிய கப்பல்களிலும் நீண்ட தொலைவு சென்று மீன்பிடிப்பதற்கும், கடல் தரையில் கிடக்கும் மாங்கனீஸ் கட்டிகளை எடுப்பதற்கும், பலவகைக் கடல் செல்வங்களைப் பெறுவதற்கும் மனிதனின் திறமையும், அறிவும் வளர்ந்துள்ளன. கடலைப் பயன்படுத்தும் அளவுகளும், வகைகளும் பெருகிவிட்டதால், பொதுவாக விளங்கும் கடலில் ஒருசிலர் மட்டும் பெரும்பயன் பெறுவதும், பிறர் பயன்பெறாமற் போவதும் கடல் சட்டத்தால் தடுக்கப்படும். எனவே, கடல் பற்றிய அறிவியல் அறிவும், கடலைப் பயன்படுத்துவதில் திறமையும் பெருகுவதற்கேற்ப அவ்வப்போது கட்டுப்பாடுகளை ஏற்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

உலக சமுதாயம் முழுதும் கடலில் போய் வரும் உரிமையும், கடலில் கிடைக்கும் வளமூலங்களை எடுத்துப் பயனடையும் உரிமையும் இருத்தல் வேண்டும் என்பதையும், கடற்கரை கொண்ட நாடுகளும், சுற்றிலும் நிலத்தால் சூழப்பட்டுக் கடற்கரையே இல்லாதிருக்கும் நாடுகளும் கடலைப் பயன்படுத்தும் உரிமை கொண்டிருத்தல் வேண்டும் என்பதையும் அனைத்துலகக் கடல் சட்டம் ஒப்புக் கொள்கிறது. கடற்கரையுள்ள நாடுகள் தம் கரையை ஒட்டிய கடலில் தனி ஆதிக்கம் செலுத்துவதைக் கடல் சட்டம் நீண்ட காலமாக அனுமதித்து வந்துள்ளது.

ஒரு நாட்டின் கரையோடு ஒட்டியுள்ள அகக் கடல் (internal waters) என்னும் கடல் பகுதியில் அந்த நாடு முழுமையான அதிகாரம் கொண்டிருக்கும். கடற்கரை நாடு அகக்கடலை அடுத்துள்ள குறிப்பிட்ட ஒரு பகுதி வரை ஆட்சி செலுத்த முடியும். அப்பகுதிக்கு ஆட்சிமண்டலக் கடல் அல்லது ஆட்சி அதிகாரக் கடல் (territorial waters) என்று பெயர். அப்பகுதியினுள் வேற்றுநாட்டுக் கப்பல்கள் முறையான செயல்களுக்காக வந்து செல்லும் உரிமை உடையவை. கடற்கரையிலிருந்து பீரங்கிக் குண்டு செல்லக்கூடிய தொலைவு (5 கி.மீ) வரை ஆட்சி மண்டலக் கடல் பரந்திருக்கலாம் என்னும் கருத்து 18 ஆம் நூற்றாண்டு முதல் இருந்து வந்தது. அக்காலத்திய பீரங்கிக் குண்டு எட்டக்கூடிய தொலைவு அது. பின்னர் வெவ்வேறு கடற்கரை நாடுகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் ஆட்சிமண்டலக் கடல்களைப் பெற்றன. 1950 இல் சுதந்திரம் கொண்டிருந்த 61 நாடுகளில் 40 நாடுகள் 5 கி. மீ தொலைவும், 3 நாடுகள் 20 கி. மீ. தொலைவும், மற்றவை 5 முதல் 20 கி. மீ. தொலைவும் தம்முடைய ஆட்சிமண்டலக் கடல் பரவியிருப்பதாகக் கூறின.

11,650 கடல் மைல் (nautical mile), (ஒரு கடல் மைல் 6080 அடி அல்லது 1824 மீட்டர்) நீளமுள்ள கடற்கரையையுடைய ஐக்கிய அமெரிக்கா 5 கி. மீ. ஆட்சி மண்டலக் கடல் போதுமென்றது. 23,098 கடல் மைல் நீளக் கடற்கரையைக் கொண்ட சோவியத் யூனியன் தொடக்கம் முதல் 20 கி. மீ. ஆட்சிமண்டலக் கடல் வேண்டுமென்று கூறி வந்தது. தம்நாடு தொடர்பான தனித்த பொருளாதார, இராணுவ, அரசியல் காரணங்களுக்காகச் சில நாடுகள் கடலில் நீண்ட தொலைவுக்கு அதிகாரம் வேண்டுமெனக் கூறின. சிறிய கடற்கரையுடைய சில்லி (chille) 50 கி. மீ. வரையும், 190 கடல் மைல்

நீளக் கடற்கரையுடைய கினியா 211 கி.மீ. வரையும், 164 கடல் மைல் நீளக் கடற்கரை நாடான எல்சால்வடார் 333 கி.மீ. வரையும் ஆட்சிமண்டலக் கடல் வேண்டுமென்றன.

ஆட்சி மண்டலக் கடலின் எல்லைக்கு அப்பால் உள்ள கடல் ஆழ்கடல் (high seas) எனக் குறிப்பிடப் பட்டு அதில் அனைத்துலகமும் உரிமை பாராட்டியது. கடற்கரை நாடுகள் தாம் மீன் பிடிப்பதற்காகச் செல்லக்கூடிய தொலைவு இவ்வளவு என்றும், அந்த எல்லைக்குள் பிற நாடுகள் மீன் பிடிக்கக்கூடாது என்றும் கூறிவந்தன. எடுத்துக்காட்டாக நியூசிலாந்தின் ஆட்சிக் கடல் எல்லைக்குள் ஜப்பான் மீன் பிடிக்க வந்ததை நியூசிலாந்து எதிர்க்கவே ஜப்பான் பின்வாங்கியது. பின்னர் நியூசிலாந்து தன் ஆட்சிக் கடலுக்கு அப்பால் 15 கி.மீ வரை தன் மீன்பிடி மண்டலம் உள்ளது எனச் சட்டமியற்றியது. அதை எதிர்த்து ஜப்பான் அனைத்துலக நீதிமன்றத்துக்கு மனுச் செய்தது. வழக்கு இருந்தபோதும் இரண்டு நாடுகளும் ஒன்றையொன்று மதித்து நடந்துகொண்டன. இறுதியில் இரு நாடுகளும் சமாதானமாகவே சிச்கலைத் தீர்த்துக் கொண்டன.

ஆழ்கடலில் அனைத்து நாடுகளும் மீன் பிடிக்கலாம் என்னும் கடல் சட்டம் இருந்தபோதிலும் வசதி மிக்க சில நாடுகளே நீண்ட தொலைவு சென்று மீன் பிடித்தன. 1950 ஆம் ஆண்டு வரை உலக மீன் உற்பத்தியில் நூற்றுக்கு 2% தான் பிடிக்கப் பட்டு வந்தது. 1950 க்குப் பின் மீன்பிடி துறையில் மிகுந்த முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. ஜப்பானியர்கள் தம் நாட்டிலிருந்து 1666 கி.மீ. அப்பாலும் சென்று மீன் பிடித்து வரலாயினர். சோவியத் ஒன்றியக்குடியரசும் மீன் பிடிப்பதில் பெருமளவு முன்னேறியது.

ஸீல் எனும் கடல்வாழ் விலங்கை வேட்டையாடுவதில் பெரும் போட்டியும், சில பகுதிகளில் ஸீல் இனம் அழிந்து போகக்கூடிய அழிநிலையும் ஏற்பட்டதால் ஸீல் பிடிப்பதில் பங்கு கொண்ட நாடுகளுக்கிடையே ஒரு மாநாடு நடந்து அதில் ஒப்பந்தங்கள் ஏற்பட்டன. பின்பு 1940 ஐ அடுத்த ஹாலிபுட், சால்மன் என்னும் வகை மீன்கள் பிடிப்பது பொறுத்து ஒரு சில நாடுகளிடையே ஒப்பந்தங்கள் ஏற்பட்டன. அதே போல் வடமேற்கு அட்லாண்டிக் ஒப்பந்தம், வடபசிபிக் ஒப்பந்தம் போன்றவை ஏற்பட்டன. இத்தகைய ஒப்பந்தங்களைப் பின்பற்றி அனைத்துலகச் சட்ட ஆணையம் (international law commission) விதிகளை வகுத்தது. 1930 இல் நிலவிய பழைய சூழ்நிலைகளைக் கருத்தில் கொண்டே அவ்விதிகள் அமைக்கப்பட்டதால் 1950 க்குப் பின் விளைந்த தொழில் நுட்ப வளர்ச்சியை அந்த ஆணையம் நோக்கத் தவறியதாக ஐக்கிய நாட்டு நிறுவனம் (U. N. O.) சுட்டிக் காட்டியது.

உலகநாடுகள் ஆழ்கடல் வளங்களைப் பயன் படுத்துவதை நெறிப்படுத்தத் தொழில் நுட்ப வல்லுநர், சட்ட வல்லுநர் ஒருங்கிணைந்து மாநாட்டைக் கூட்ட வேண்டும் என்று 1954 இல் ஐக்கிய நாட்டு நிறுவனம் முடிவெடுத்தது. ஆனால், ஐக்கிய நாட்டு நிறுவனத்தின் சட்ட வல்லுநர்கள் தொழில் நுட்பவியலாரின் தலையீடு தேவையற்றது எனக் கருதினர். பல முயற்சிகளுக்குப் பின்னர் கடல் உயிர்ப் பொருள் வளம் பற்றிய தொழில்நுட்ப மாநாட்டைக் (International Technical conference on living resources of the sea) கூட்டுவதற்கு ஐ.நா. நிறுவனம் இசைந்தது.

அம்மாநாடு 1955 ஏப்ரல் 18 இல் ரோம் நகரில் கூடியது. 45 நாடுகள் தம் பிரதிநிதிகளையும் ஆறு நாடுகள் பார்வையாளர்களையும் அனுப்பின. கடற்கரையில்லாத நாடுகள் சிலவற்றின் பிரதிநிதிகளும் அம்மாநாட்டில் பங்கேற்றனர். மூன்று வாரங்கள் நடைபெற்ற இம்மாநாட்டில் தொழில் நுட்ப அடிப்படையில் கொள்கைகள் வகுக்கப்பட்டன. அம் மாநாட்டின் முடிவுகள் ஜெனிவாவிலிருந்த அனைத்துலகச் சட்ட ஆணையத்துக்கு அனுப்பி வைக்கப் பட்டன. அதற்கு முன் ஏழு ஆண்டுகளாக அந்த ஆணையம் தயாரித்து வந்த விதிகள் கைவிடப்பட்டு, தொழில் நுட்பக் கருத்துகளின் அடிப்படையில் மீன் பிடித்தல் தொடர்பான புதிய விதிகள் உருவாக்கப் பட்டன. அவ்விதிகள் 1955 இல் பல நாடுகளின் பார்வைக்கு அனுப்பப்பட்டன. சில நாடுகள் அவ் விதிகளில் செய்யவேண்டிய மாறுதல்கள் பற்றிப் பயன்படும் கருத்துகளைக் கூறின. 1956 இல் அனைத்துலகச் சட்ட ஆணையம் அவ்விதிகளை மீள் ஆய்வு செய்து ஒரு புதிய அறிக்கையைத் தயாரித்து உலக நாடுகளின் பார்வைக்கு அனுப்பியது.

மீன் பிடிப்பதற்கான திட்டவட்டமான முடிவுகளைத் தீர்மானம் செய்திட ஒரு கடல் சட்ட மாநாடு கூட்டப்பட வேண்டுமென்னும் கருத்து ஐ.நா. அவையில் எழுந்தது. சில நாடுகள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து தம் கருத்தை வலியுறுத்தின. அப்போது எழுந்த கருத்து வேறுபாட்டை இந்தியா தீர்த்து வைத்து, பயனுள்ள ஒரு முடிவை நிலைநிறுத்தியது. அதன் பின்னர் ஐ.நா. நிறுவனம் கடல்சட்ட மாநாடு ஒன்றை 1958 இல் ஜெனிவாவில் கூட்டியது. அதில் 85 நாடுகள் பங்குபெற்றன. நான்கு குழுக்கள் அமைக்கப்பட்டன. முதலாம் குழு ஆட்சிமண்டலக் கடல், அதை அடுத்து ஒட்டிய மண்டலம் (continuous zone) ஆகிய இரண்டையும் பற்றி விவாதித்தது. இரண்டாம் குழு ஆழ்கடல் கட்டுப்பாட்டு மேலாண்மை பற்றியும், மூன்றாம் குழு ஆழ்கடல் மீன்பிடிப்பு, ஆழ்கடலில் உயிர்ப் பொருள்கள் அழிந்து விடாவண்ணம் நிலை காக்கும் பணி (conservation) பற்றியும் நான்காம் குழு கடற்படுகை (continental stelf) பற்றியும் விவாதித்தன.

மீனினங்கள் முற்றிலுமாக அழிந்துபோய் விடாமல் பாதுகாப்பது பற்றி அம்மாநாட்டில்தான் ஆய்வு செய்யப்பட்டது. மாநாட்டில் பெரும்பான்மை யான நாடுகள் 10 கி.மீ. வரை ஆட்சி மண்டலக் கடல் இருப்பது நலமென்றும், கரையோர நாடுகள் அதற்குமேல் 20 கி.மீ. மீன் பிடிக்கும் உரிமை கொண்டிருத்தல் வேண்டுமென்றும், தனித்த காரண மிருப்பின் அதற்கப்பாலும் மீன்பிடிக்க உரிமை வழங்கலாமென்றும், காலம் காலமாக ஒரு நாடு கொண்டிருந்த உரிமை மதிக்கப்பட வேண்டும் என்றும் முடிவெடுக்கப்பட்டது. எனினும் மாநாட்டில் ஆட்சிமண்டல எல்லை பற்றிச் சரியான முடிவு ஏற் படவில்லை. ஆட்சிமண்டலக் கடலில் மீன்பிடிப்பதற் கான எல்லையளவும் அறுதியிடப்படவில்லை.

கடல் நீருக்குள் நீண்டிருக்கும் படுகையில் காணப் படும் வளங்களைக் கடற்கரை நாடு எடுத்துக்கொள்ள உரிமை உண்டு என ஜெனிவா கடல்படுகை ஒப்பந்தத் தின் 2(1) பிரிவு கூறுகிறது. படுகை என்பது 200 மீட்டர் ஆழம் வரை சரிந்து செல்லும் பகுதி என்று ஜெனிவா மாநாடு முடிவு செய்தது.

அறிவியல் ஆராய்ச்சிக்காக வேற்று நாட்டவர் ஒரு கரையோர நாட்டின் ஆட்சி மண்டலக் கடல் பகுதியுள் வர விரும்பினால் அக்கரை நாட்டின் அனுமதி பெறவேண்டும் என்று ஜெனிவா மாநாட்டு ஆட்சிமண்டலக் கடல் ஒப்பந்தத்தின் 1(1) பிரிவு கூறுகிறது. கரையோர நாட்டின் தனித்த உரிமை களை ஒப்பந்தத்தின் 6, 7 ஆம் பிரிவுகள் விவரிக் கின்றன.

ஜெனிவா மாநாட்டில் முடிவான ஒப்பந்தங்களை அந்தந்த நாடுகள் ஏற்புறுதி (ratification) செய்த பின் ஒப்பந்தங்கள் அனைத்துலக ஒப்பந்தங்கள் ஆயின. அடுத்து 1960 இல் அதே ஜெனிவாவில் இரண்டாம் கடல் சட்ட மாநாடு நடைபெற்றது. அதிலும் ஆட்சிமண்டலக் கடல், அடுத்து ஒட்டிய மண்டலம் ஆகியவற்றின் எல்லையளவு முடிவு செய்யப்படவில்லை.

1970 இல் ஆட்சிமண்டலக் கடலின் எல்லை யளவை 21 நாடுகள் 5.கி.மீ என்றும், 67 நாடுகள் 20 கி.மீ. என்றும், 14 நாடுகள் 333 கி மீ. என்றும் வைத்துக் கொண்டிருந்தன. 27 நாடுகள் 20 கி.மீ.க்கு மேலாகவும், 11 நாடுகள் 5-12 கி.மீக்கு இடைப் பட்ட அளவிலும் எல்லையைக் கொண்டிருந்தன. அடுத்து ஒட்டிய மண்டலம் 20 கி.மீ. வரை உள்ளது என்று ஐக்கிய அமெரிக்காவும் வேறு சில நாடுகளும் கூறின. அந்த மண்டலத்தில் மீன் பிடிக்கும் உரிமை கரையோர நாட்டைச் சேர்ந்தது என்று கூறப் பட்டது.

ஆட்சிமண்டலக் கடலுக்கு அப்பாலுள்ள வளங் கள் யாவும் உலகப் பொது என்றும் அந்த வளங் களை எடுப்பதற்கு உரிமங்கள் வழங்குவதன் மூலம் கிடைக்கும் வருவாயை வளர்ச்சி குன்றிய நாடுகளுக் குக் கொடுத்து உதவ வேண்டுமென்றும் ஐ.நா. அவை கூறிய கருத்து நீண்ட காலம் விவாதத்தில் இருந்தது. இறுதியாக 1973 ஆம் ஆண்டில் நியூயார்க்கில் மூன் றாம் கடல் சட்ட மாநாடு கூட்டப்பட்டது. அதில் 150 நாடுகள் பங்குபெற்றன. முந்தைய மாநாடுகளில் வளர்ச்சி மிக்க நாடுகளின் கை ஓங்கியிருந்தது. புதி தாக உரிமை பெற்ற நாடுகளின் எண்ணிக்கை இப் போது மிகுதியாகஇருந்ததால் அந்நாடுகளின் பொரு ளியல் முன்னேற்றம் முக்கியமாகக் கருதப்பட்டது. ஆதலால் முந்தைய மாநாடுகளின் முடிவுகள் பெரும் மாற்றமடைந்தன.

மூன்றாம் மாநாட்டில் ஆட்சிமண்டலக் கடலின் எல்லை 20 கி.மீ. என்று முடிவாயிற்று. ஆட்சி மண் டலக் கடலை அடுத்து 333 கி.மீ. வரை கரையோர நாட்டிற்குத் தனித்த உரிமை இருக்கவேண்டும் என்று முடிவு செய்யப்பட்டது. அந்த மண்டலத்துக் குத் தனித்த பொருளியல் மண்டலம் (exclusive economic zone) என்று பெயரிடப்பட்டது. அப்பொரு ளியல் மண்டலத்தில் கரையோர நாடு முழு உரிமை யுடன் மீன் பிடிப்பது மட்டுமன்றி அங்கு கிடைக்கும் அனைத்து வளங்களையும் நுகரும் உரிமையும் கொண்டிருக்குமென்று கூறப்பட்டது. அந்த மண்ட லத்தில் மாசடைவு நிகழாமல் பாதுகாக்கும் பொறுப்பு கரையோர நாட்டைச் சேர்ந்தது. அறிவி யல் ஆராய்ச்சிக்காக வெளிநாட்டுக் கப்பல்கள் ஆட்சிமண்டலக் கடலுக்கோ பொருளியல் மண்ட லத்துக்கோ வர விரும்பினால் கரையோர நாட்டின் இசைவு பெறுதல் வேண்டும். மூன்றாம் மாநாட்டில் எடுக்கப்பட்ட மற்றொரு முடிவு அனைத்துலக நீர்ச் சந்திகளின் வழியாகப் பிறநாட்டுக் கப்பல்கள் போய் வருவதை நீர்ச்சந்தியின் கரையோர நாடுகள் தடுக்கக் கூடாது என்பதாகும். கடல் தொடர்புடைய சிக்கல் கள் எழுந்தால் அவற்றைத் தீர்ப்பதற்கான வழி முறைகளையும் மூன்றாம் மாநாடு வகுத்தது.

ஆழ்கடலின் தரையில் கிடக்கும் உலோகக் கட்டிகளை எடுத்துப் பயன் பெறுவதில் உலக நாடு கள் கடைப்பிடிக்க வேண்டிய முறைகள் பற்றி மா நாடு முடிவு எதுவும் செய்யவில்லை. ஆழ்கடல் தரை வளங்களான செம்பு, கோபால்ட், நிக்கல், மாங்க னீஸ் ஆகியவற்றை எடுப்பது தொடர்பான கட்டுப் பாட்டையும் ஆணையையும் ஓர் அதிகாரக் குழுவிடம் ஒப்படைக்க வேண்டுமெனவும், வளங்களை எடுப்போர் செலுத்தவேண்டிய தொகையை அனைத்துலக நிதி யொன்றில் சேர்க்க வேண்டுமென்றும், அந்த நிதியை வளரும் நாடுகளுக்குக் கொடுத்து உதவ வேண்டு மென்றும் வளர்ச்சிபெற்ற நாடுகள் கூறுகின்றன. ஆனால் ஆழ்கடல் வளங்களைக் குறித்து ஓர் ஒரு மித்த கருத்து இதுவரை உருவாகவில்லை.

- கு. இராஜாராம்

கடல் சாமந்திகள்

இவை வண்ணப்பூக்கள் போல அமைந்துள்ள குழியுடல் உயிரிகளாகும். இவை பெரும்பாலும் பவளத் திட்டுகளிலேயே மிகுந்து காணப்படுவதால் இவற்றின் மூலம் விலையுயர்ந்த பவளங்கள் உற்பத்தியாகும் திட்டுகளைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். கடல் சாமந்திகளில் (sea anemones) ஆயிரக்கணக்கான இனங்கள் இருப்பினும், மெட்ரிடியம் (metridium) என்னும் இனம், உயிரியல் அடிப்படையில் முக்கியமானதாகும். கடற்கரையோரங்களிலிருந்து 10,000 மீட்டருக்கும் மேல் ஆழமுள்ள உலகக் கடல் பகுதிகள் அனைத்திலும் சாமந்திகள் காணப்படினும், மெட்ரிடியம் பசிபிக் பெருங்கடலிலிருந்து வட அட்லாண்டிக் கடற்கரை வரையுள்ள பகுதிகளில், குறிப்பாக 200 மீட்டர் வரை ஆழமுள்ள பகுதிகளிலேயே காணப்படும்.

பழுப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறத்தைக் கொண்டு தனித்து வாழ்கின்ற மெட்ரிடியம், உருளை வடிவமான மேலோடில்லாத (exoskeleton) உடலைப் பெற்றுள்ளது. பெரும்பாலும் பாறை, கடற்பாசி போன்றவற்றில் உறுதியாக ஒட்டி வாழ்கின்ற இவ்வினம் இருளில் விரிந்தும் பகலில் சுருங்கியும் காட்சியளிக்கும். பாதத்தட்டு (pedal disc), வாய்த்தட்டு (oral disc) இவ்விரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட தூண் (column) ஆகியவை மெட்ரிடியத்தின் முக்கிய பகுதிகளாகும். தூணின் முன்பகுதி தலைப்பு எனவும். பின்பகுதி தோள்பட்டை (scapus) எனவும் வழங்கப்படும். தூணின் இவ்விரண்டு பகுதிகளுக்கும் இடைப்பட்ட பகுதி கழுத்துப்பட்டை (collar) எனப்படும் மடிப்புப் பகுதியாகும். கழுத்துப் பட்டையில் ஒரு பள்ளமும், தோள்பட்டையில் பல நுண்ணிய துளைகளும் காணப்படுகின்றன. வாய்த்தட்டின் நடுவே, நீண்ட ஒரு வாய்த் துளையும், அதைச் சுற்றிப் பல வட்ட வரிசைகளில், ஆறாறு உணர்ச்சியிழைகள் (tentacles) கொண்ட பல தொகுதிகளும் காணப்படுகின்றன. உணர்ச்சியிழைகள் உள்ளீடற்று இருப்பினும் மிகுதியான கொட்டுசெல்களைக் (nematocysts) கொண்டுள்ளன.

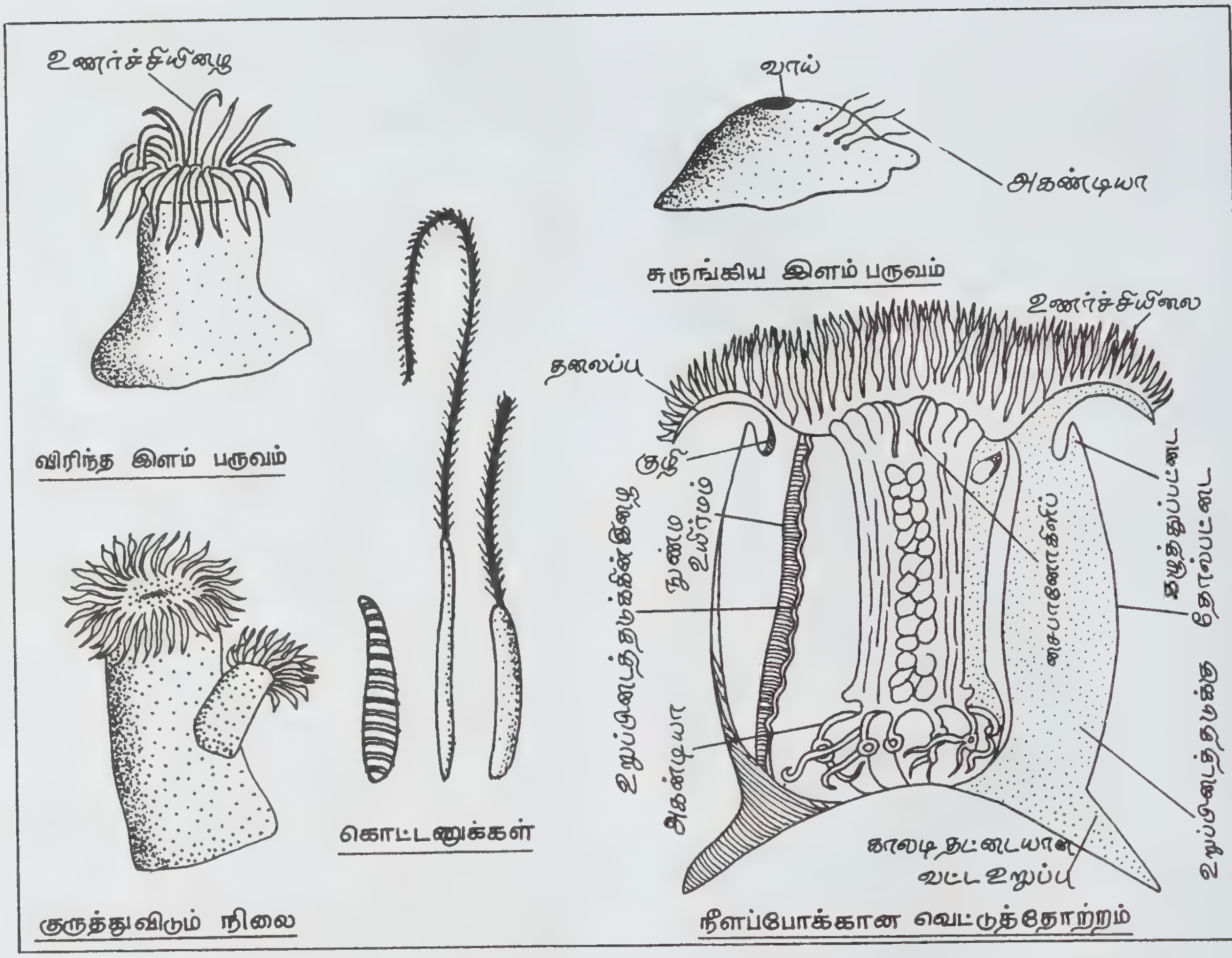
உள்ளமைப்பு. மெட்ரிடியத்தின் உடல்சுவர் வெளியடுக்குத் தசையாலும் (epidermis), உள்சீரண அடுக்குத்தசையாலும் (endodermis) இவ்விரண்டுக்கும் இடைப்பட்ட தாங்கு சவ்வுப்படலத்தாலும் (mesogba) ஆக்கப்பட்டுள்ளது. உள்ளுறுப்புகள், மையத்திலிருந்து அனைத்துத் திசைகளிலும் சமமாகப் பரவிச் செல்வதால் இது உடலமைப்பில் ஆரச் சமச்சீரமைப்பைக் (radial symmetry) கொண்டுள்ளது. வாய், ஸ்டோமோடியம் (stomaedium) என்னும் குழாய் வழியாகச் செரிமானக் குழியை அடைகிறது. ஸ்டோமோடியத்தின் உட்பக்கத்தில் பக்கத்திற்கொன்றாக, சைபனோகிளிஃப்புகள் (siphono glyphs) என்னும் நீள் பள்ளக் கோடுகள் உள்ளன. இவற்றில் உள்ள குற்றிழைகளின் (cilia) தொடர் துடிப்பால், உயிர்வளி உள்ள சுற்றுப்புறக் கடல்நீர் செரிமானக் குழிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் உள்ளுறுப்புகள் பயனடைகின்றன.

செரிமானக்குழி இணை இணையாக அமைந்துள்ள உறுப்பிடைத்தடுக்குகளால் (mesenteries) ஆரை அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இத் தடுக்குகள் உடலின் உட்சுவரிலிருந்து ஸ்டோமோடியம் வரை நீண்டு முழுமையான முதல் நிலைத் தடுக்குகளாகவோ ஸ்டோமோடியத்தைத் தொடாத இரண்டாம் குறை நிலை அல்லது மூன்றாம் குறை நிலைத் தடுக்குகளாகவோ இருக்கலாம். பின்னவை, மெட்ரிடியத்தில் 6 இணை முதல் நிலைத்தடுக்குகளுக்கு இடையிடையே மாறி மாறி அமைந்துள்ளன. ஒவ்வோர் உறுப்பிடைத்தடுக்கிலும் ஓரிரு மூச்சுத் துளைகள் (ostia) இருப்பதால், செரிமானக் குழியுள் நுழையும் கடல் நீர் பல ஆரை அறைகளுக்கும் சுற்றிச் செல்ல ஏதுவாகிறது. ஒவ்வொரு தடுக்கும் அகாண்டியா (acontia) என்னும் கீழ் இழையோடு முடிகிற தடுக்கிழையைக் (mesenterial filament) கொண்டுள்ளது. அகாண்டியா, வாய் வழியாகவோ, உடல் மேலுள்ள துளைகள் வழியாகவோ அவ்வப்போது வெளியே நீண்டு எதிரிகளைத் தாக்கப்பயன்படுகிறது.

உணவு உட்கொள்ளல். ஊனுண்ணிகளான மெட்ரிடியம், புழுக்கள், கணுக்காலிகள், மெல்லுடலிகள் போன்றவற்றை உணர் இழைகளால் பற்றி, வளைத்துக்கொட்டணுக்களின் நச்சால் அவற்றை அசைவுறச் செய்கின்றன. பின்னர் இவை, வாய், ஸ்டோமொடியம் மூலமாகச் செரிமானக் குழிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இங்குள்ள உறுப்பிடைத் தடுக்குகளால், உணவினங்கள், துண்டுகளாக்கப்பட்டு உறுப்பிடைத் தடுக்கிழைகளில் உற்பத்தியாகும் புரதச் சிதைவு நொதி நீரால் (proteolytic enzyme) செரிக்கப்பட்டு, செரிமான அடுக்குத் தசை அணுக்களில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. செரிக்காத உணவுத் துகள்கள் வாய் வழியாகவே வெளியேற்றப்படுகின்றன. மாவுப் பொருள்களை மெட்ரிடியம் செரிக்கச் செய்ய முடியாதென்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

புலனுறுப்புகள். மெட்ரிடியத்தில் புலனுறுப்புகள் இல்லாவிடினும், ஒரு வலைப்பின்னல் நரம்பு மண்டலம் உடலெங்கும் பரவிக் காணப்படுகின்றது. மைய நரம்பு மண்டலம் (CSN) இல்லாததால் மறிவினை (reflex action) அவ்வளவாக இவ்வுயிரியில் இல்லை.

இனப்பெருக்கம். ஆண்-பெண் மெட்ரிடியங்கள் தனித்தனியே காணப்படுகின்றன. இனப்பெருக்கச் செல்கள் (gonads) குறைநிலை உறுப்பிடைத் தடுக்கு



களிலேயே காணப்படுகின்றன. விந்தணுக்களும் அண்டசெல்களும் வாய்வழியே வெளியேறி இணைந்து கருமுட்டையாக மாறி, பிளானுலா என்னும் இளவுயிரிகளாக மாறுகின்றன. பின்னது உரிய உறைவிடத்தை அடைந்தவுடன் ஊன்றி, உணர் இழைகளையும், உறுப்பிடைத் தடுக்குகளையும் தோற்றுவித்து, முழு மெட்ரியடியமாக உருமாற்றம் (metamorphosis) அடைகின்றது. மெட்ரிடியத்தில் உள்ள கலவியிலா இனப்பெருக்கம் (asexual reproduction) விந்தையானதாகும். இதில் பாதத்தட்டுத் தசை கிழிந்து 12 துண்டுகளாக மாறுகின்றது. இத்துண்டுகள் 2 நாள்களில் மெட்ரிடியங்களாக உருமாற்றமடைகின்றன. அன்றியும் தூண் பகுதியிலிருந்து, குருத்து (bud) தோன்றி, மெட்ரிடியமாக வெளியேறுவதும் நீளப்போக்காகப் பிளவுபட்டு ஒரு மெட்ரிடியம் இரண்டாக மாறுவதும் தூண் குறுக்காகப் பிளவுபட்டுப் பிரியும்போது, கீழ்ப்பகுதி மீண்டும் மேல்பகுதியை வளர்ப்பதும் (regeneration) குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

ஆயுட்காலம். ஒருசில சாமந்திகளின் ஆயுட்காலம் 300 ஆண்டுகளாக இருப்பினும் மெட்ரிடியத்தின் ஆயுட்காலம் பொதுவாக ஓரிரு ஆண்டுகளே ஆகும்.

இணைவாழ்வுத் திறன். கோமாளி மீன், துப்பாக்கி இறால், துறவி நண்டு போன்றவற்றோடு இணைந்து வாழும் திறனை (symbiosis) மெட்ரிடியம் பெற்றுள்ளது. கோமாளி மீன் உணர் இழைகளிலுள்ள ஒட்டுண்ணிகளையும், மெட்ரிடியம் வீணாக்கும் உணவுப் பொருள்களையும் உண்கிறது. கோமாளி மீனால் கவரப்பட்ட பெரிய மீன்கள் மெட்ரியத்திற்கு உணவாக அமைகின்றன. உள்ளீடில்லாத சங்கு போன்ற ஓடுகளில் ஒட்டி வாழ்கின்ற துறவி நண்டுகள், மெட்ரிடியத்தைப் பாதுகாப்புடன் சுமந்துசெல்வதும், துறவி நண்டு வீணாக்கும் உணவைமெட்ரிடியம் உண்டு வாழ்வதும் விந்தையானவையாம்.

உணவுப்பயன். தெற்கு ஜப்பான், பிரான்ஸ் போன்ற நாடுகளில் சாமந்திகள் எண்ணெயில்

பொரிக்கப்பட்டு உணவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டாலும் இதன் பயன் இதுவரை முழுமையாக அறியப்படவில்லை.

- இரா. சந்தானம்

கடல்சார் கனிமங்கள்

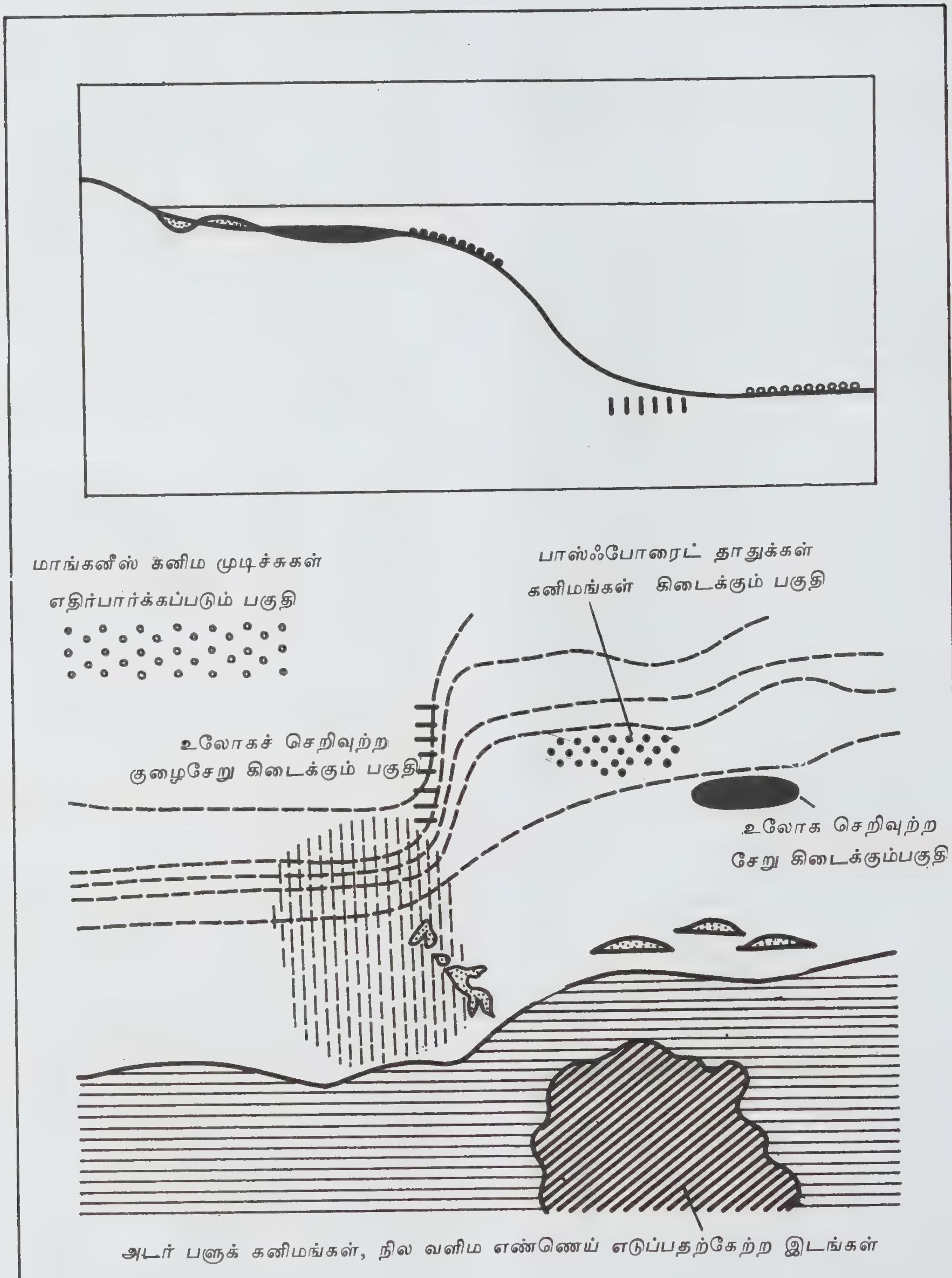
நிலப்பகுதியில் கிடைக்கும் கனிமங்களைவிட நீர்ப் பகுதியில் கிடைக்கும் கனிம அளவு மூன்று மடங்கு மிகுதியாகும். கடல் சார்ந்த இக்கனிமங்கள் மூன்று முக்கியான வழிகளில் தோன்றக்கூடும். அவை, நிலப்பகுதியிலிருந்து நேரடியாக ஆறு, காற்று, பனி ஆறு ஆகியவற்றின் மூலமாகக் கொண்டு வரப்படும் டெரிஜெனஸ் (terrigenous), கடல்வாழ் உயிரினங்கள் உற்பத்தி செய்து விட்டுச்சென்ற பொருள்களின் மூலமாகக் கிடைக்கும் பையோஜெனஸ் (biogenous) கடல்நீரில் கரைந்து காலப்போக்கில் கடலில் படிகின்ற கெமோஜெனஸ் (chemogenous) ஆகியன. இம்மூன்றுடன் கடலின் அடிப்பகுதியுள் அவ்வப்போது எரிமலைகள் கக்கும் பொருள்களிலிருந்தும் விண்வெளியினின்று கடல் பரப்பில் விழுந்துகொண்டிருக்கும் கோடிக்கணக்கான நுண்பொருள்களிலிருந்தும் கடல்சார் கனிமங்களுக்குத் தேவையான மூலப்பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இவற்றுடன் நிலப்பரப்பிலிருந்து கடலுக்கு நேரடியாகக் கடத்தப்பட்ட நிலை, கடல் நீரிலேயே படிந்து பின்னர் படிவங்களாக உருவாகிய நிலை ஆகிய இருநிலைகளிலும் கடல் கனிமங்கள் தோன்றக்கூடும். இவை யாவும் கடற்கரையிலிருந்து ஆழ்கடல் பகுதி வரை உள்ள அனைத்துப் பகுதியிலும் பரவிக் காணப்பட்டாலும் கடலின் நிலக்கூற்று அமைப்புக்கு ஏற்றவாறு வெவ்வேறு கனிமங்களாகவும் கிடைக்கக்கூடும். இவ்வாறு கிடைக்கும் கனிமங்களைப் பின்வருவாறு வகைப் படுத்தலாம். அவை பெருமளவில் கிடைக்கும் கனிமம், அடர் பளுக் கனிமம், இரத்தினக்கல், ஆழ் கடல் உலோகம், கடல் தளத்திற்குக் கீழே காணப்படும் கனிமம், கடல் நீரில் காணப்படும் கனிமம், நிலவளிமமும் எண்ணெயும் என்பனவாகும்.

மணலும் சரளைக்கல்லும். இன்றைய கடலோரப் பகுதியிலும், பனியூழிக் காலத்தில் ஏற்பட்ட பனி உறைவால் வெளிக் கொணரப்பட்டு ஆழ்கடலின் தொல் - கரையோரப் பகுதியிலும் இவை இன்று மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. ஆறு, காற்று, பனியாறு முதலியவற்றால் நிலப்பகுதியினின்று அடித்துக்கொண்டு வரப்பட்ட இவை கடல் நீரோட்டத்தால் பகுத்துப் பிரிக்கப்பட்டு நிலையான, நிலையற்ற, விலைமதிப்பற்ற மணல், சரளைக்கல், பாறைத் துணுக்கு என்னும் கனிமப் பொருள்களின் கலவையாகக் கிடைக்கின்றன. பெரும்பாலும் 30 மீ. ஆழத்திற்குள் இருந்தால் இவற்றை வாரி எடுப்பது எளிதாகும். இருப்பினும், கடலினின்று எடுக்கப்படும் கடினக் கனிமப் பொருள்களின் மொத்த மதிப்பீட்டில் இவையே பாதிக்கு மேல் அமையும். இவற்றைக் கட்டட அமைப்பிற்காக இங்கிலாந்து நாட்டில் ஆண்டுக்கு 13 மில்லியன் மெட்ரிக் டன்னுக்கும் குறைவில்லாமல் எடுக்கின்றனர். ஐரோப்பிய நாடுகளிலும், அமெரிக்காவின் வட பகுதியிலும், ஜப்பானிலும், தாய்லாந்திலும், ஹாங்காங்கிலும் முக்கிய சுரங்கப் பொருளாகின்றன. அமெரிக்கக் கரையோரப் பகுதிகளில் மட்டும் 1400 மில்லியன் மெட்ரிக் டன் மூல இருப்பு உள்ளதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

இம்மணலிலிருந்து சிலிக்கா குவார்ட்ஸ் படிகமாகக்கிடைக்கின்றன. மேலும் ஆழ்கடலிலுள்ள ரேடியோலேரியன், டையாட்டம் போன்ற உயிரினங்களால், 380 மில்லியன் ச. கி. மீ பரப்பில் உருவாக்கப் படும் குழைசேற்றிலிருந்தும் (ooze) 1015 டன் வரை சிலிக்கா எடுக்கலாம்.

கால்சியம் கார்பனேட். சுண்ணாம்பு, சிமெண்ட் செய்வதற்கு அடிப்படையான இவை கடலில் வாழும் உயிரினங்கள் இறந்த பின் கிடைக்கும் ஓடுகளாலும் பவளப் பாறைகளாலும் ஃபொராமினிஃபெரா, நான்னோ பிளாங்க்டான் போன்ற நுண்ணுயிர்களால் ஆக்கப்பட்ட குழைசேறுகளாலும் தோன்றியவை. இவை ஒரே கால்சியம் கார்பனேட் என்னும் கூட்டுப்பொருளாயினும் கால்சைட், அரோகோனைட் எனும் இரு கனிமங்களாகவே காணப் படும். உலகின், உயிரினங்களின் உற்பத்தி மிகுதியான கார்பனேட் கரையக்கூடிய கடல் ஆழத்தை விடக் குறைவான ஆழத்தைப் பெற்றுள்ள அனைத்துக் கடற்பகுதியிலும் இவற்றைக் காணலாம்.

இன்றும் ஹவாய், ஃபிஜி போன்ற தீவுகளில் பவளப் பாறைகளை எரித்துச் சுண்ணாம்புக்கல் தயாரிக்கும் பழங்காலத் தொழில் நடைமுறையில் காணப்படுகிறது. சான்பிரான்ஸிஸ்கோவிலும் ஐஸ்லாந்திலும் சுண்ண ஓடுகள் கொண்ட மூல இருப்பு மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. பஹாமா பீடத்தில் அரகோனைட் 100 மி.மெ. டன்னுக்கும் மேலான மூல இருப்புள்ளது. அதிலிருந்து ஆண்டுதோறும் 1 மி.மெ. டன் அளவு எடுக்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் கேரளா கட்ச் கடலோரப்பகுதிகளிலிருந்து 10,000 மெ.டன் சுண்ண ஓடுகள் எடுக்கப்படுகின்றன. பவளப் பாறைகளினின்று உடைக்கப்பட்ட மணற்படிவங்கள் 712 மி.மெ.டன் அளவிற்கு லட்சத் தீவுகளில் மூல இருப்பு உள்ளதாகக் கண்டுள்ளனர். மேலும் மணல் மூல இருப்பு, அந்தமான் தீவுகளைச் சுற்றிலும், பாக் ஜலசந்தி, மன்னார் வளைகுடா ஓரப்பகுதிகளிலும் இருப்பதாக அறிந்துள்ளனர். ஆழ்கடலில் 128 மி.ச. கி.மீ. அளவிற்குப் பரவிக் கிடக்கும் சுண்ணாம்புக் குழைசேற்றினின்று (calcarous ooze), 95% தூய



படம் 1. கடலில் நிலக்கூற்று அமைப்பிற்கு ஏற்பக்கிடைக்கும் கனிமங்கள்

10^{16} டன்கால்சியம் கார்பனேட் எடுக்கலாம் என்றும் கணித்துள்ளனர்.

சல்ஃபர். நில உரத்திற்கும், பல வேதித்தொழிற் சாலைகளுக்கும் பயன்படக்கூடிய சல்ஃபர் கண்டத் திட்டுப் பகுதிகளில் கடல்தளத்திற்கு அடியில் காணப் படும் உப்புக்குன்றுகளோடு (salt domes) தொடர் புற்று மெக்சிகோ வளைகுடா மத்திய தரைக் கடல் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. 87 மி. டன் சல்ஃபர் தாது இருப்பு, கடல் சார்ந்த பகுதிகளில் இருப்பதாக வரையறுத்துள்ளனர். மெக்ஸிகோ வளைகுடாவி லுள்ள வட்டச் செங்குத்தான உப்பு நுழைவுப் பாறையுடன் (salt plug intrusion) தொடர்புற்ற நிலவளிமத்திலிருந்து ஆண்டுதோறும் இது உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது.

பாஸ்ஃபோரைட். 1876 இல் ஆழ்கடலில் முதன் முதலாகக் கண்டெடுக்கப்பட்ட பாஸ்ஃபோரைட், 1937 இல் கலிபோர்னியா கடற்கரையிலும் எடுக்கப் பட்டது. பாஸ்ஃபரஸ் குவானோ பள்ளெச்சப் படிவு களின் மூலமாகத் தீவுகளில் கிடைத்து வந்தது. வேளாண் நிலப்பரப்பு இச்சுரங்கத் தொழிலால் பெரி தும் தாக்கம் அடையத் தீவே அழிந்துவிடும் நிலை ஏற்பட்டதால், அதை நிறுத்திவிட்டு வேறு பல குறை செறிவு கொண்ட தாதுப் பொருள்களிலிருந்து இப் பாஸ்ஃபரஸை எடுக்கும் தொழில் நுணுக்கம் முன் னேற்றம் அடைந்ததால் கடலினின்று பாஸ்ஃபரஸ் எடுக்கும் தேவை இன்னும் ஏற்படவில்லை.

பாஸ்ஃபரஸ் கடற்பகுதியில் கனிம முடிச்சுக ளாகவும் (nodules), மணலாகவும், சேறாகவும், இறுகிய படிவப் பாறையாகவும் காணப்படுகின்றது. உலகில் எங்கெங்கு ஆழ்கடல் குளிர் நீர்க் கரையேற் றம் (upwelled water) காணப்படுகிறதோ அங்கெல் லாம் இக்கனிமச்செறிவு தோன்றுகின்றது (படம் 2). ஆழம் குறைவான கடல் பகுதிகளில் எங்கெங்கு கடல்நீரோட்ட அரிப்பு மிகுதியாகக் காணப் படுகிறதோ (எ. கா: பிளாக் பீடபூமி, சாத்தம் திட்டு) அங்கெல்லாம் பாஸ்ஃபரஸ் செறிவு கிடைக்கிறது.

படம் 2. உலகில் பாஸ்ஃபோரைட் கனிமங்கள் காணப்படும் இடங்கள்

● - கண்டத்திட்டுப் பகுதிகளில் பாஸ்போரைட் கிடைக்கும் இடங்கள் U - ஆழ்கடல் குளிர் நீரைக் கரையேற்றும் நீரோட்டம் கொண்ட பகுதிகள் CR - சேத்தம் திட்டு BP - பிளாக் பீடபூமி △ - கடலினுள் மூழ்கியுள்ள, பாஸ்ஃபோரைட்டைக் கொண்டுள்ள மலைப் பகுதிகள்

பசிபிக் கடல் பகுதியில் மட்டும் 1000 மி.மெ.டன் மூல இருப்பு இருப்பதாகவும், அதிலிருந்து குறைந்தது 10 மி. மெ. டன் எடுக்க முடியும் என்றும் கருதப் படுகிறது. இக்கனிமச்செறிவு உலகின் பல பகுதியில் கிடைத்தாலும் (படம் 2) நிலப்பரப்பில் போதுமான அளவு பாஸ்ஃபரஸ் தாது இல்லை. கடற்கரைப் பகுதிகளில் செறிவு கொண்டுள்ள இந்தியா, சிலி, மெக்சிகோ போன்ற நாடுகளுக்கு இதையெடுப்பது சிக்கனமாகலாம். அண்மைக் காலத்தில் இப்பாஸ்ஃ பரஸ் தாதுக்களில் யுரேனியச் செறிவு இருப்பதாகவும் அறியப்பட்டுள்ளமையால் சில முன்னேற்ற நாடுகள் இவற்றைப் பயன்படுத்தக் கூடும்.

பேரைட். வண்ணப்பொருள் உற்பத்திச் சாலைகளுக்கும், எண்ணெய்க்கிணறு தோண்டுவதற்குப் மிகுதியாகப் பயன்படும் இப்பளுவான படிகம் பேரியம் சல்ஃபேட்டாலான ($BaSO_4$) கனிமமாகக் கடல் உயிரினங்களாலும், கடலினடித் தளத்தைப் பிளந்து ஊற்றிக் கொண்டிருக்கும் எரிமலைகளாலும் தோற்றுவிக்கப்பட்டுக் கனிம முடிச்சுகளாகவும், முழு உருப்படிகங்களாகவும் நுண்படிகக் கலவைகளாகவும்

அட்டவணை 1. கடல் சார்ந்த அடர்பளுக் கனிமங்கள்

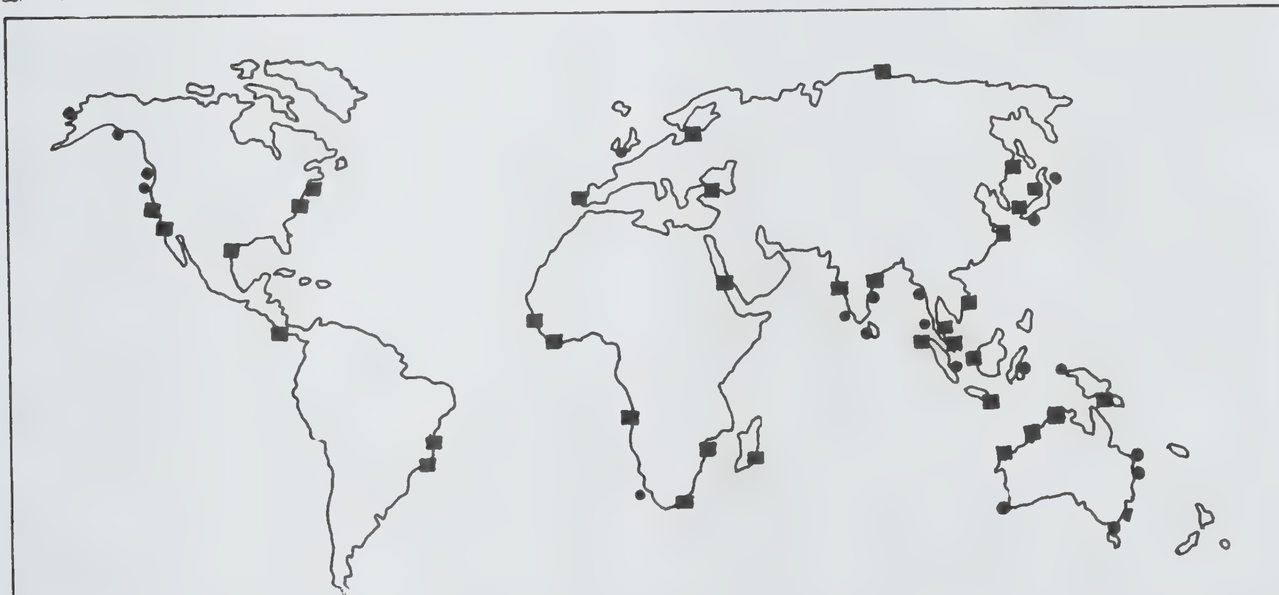
வரிசை எண்	கனிமம்	கூட்டமைப்பு	அடர்பளு எண்	கடினத் தன்மை
1.	காசிட்டரைட்	S_nO_2	6.8-7.1	6-7
2.	குரோமைட்	$(Mg, Fe) (Cr_2O_4)$	4.1-4.7	5.5-6.5
3.	வைரம்	C	3.5	10
4.	வெர்குசனைட்	$(Y,Ce,Fe) (Nu,Ta,Tc,)O_3$	5.4	5.5-6.5
5.	தங்கம்	Au	19.3	2.5-3.0
6.	இல்மனைட்	$FeTiO_3$	4.5-5.5	5.0-6.0
7.	மெக்னட்டைட்	Fe_3O_4	5.2	5.5-3.5
8.	மானொசைட்	$(Ce,La,Y,Th)Po_4$	4.6-5.4	5.0-5.5
9.	பிளாட்டினம்	Pt	14-19	5.0-5.5
10.	ரூட்டைல்	TiO_2	4.25	6.0-6.5
11.	வுல்வ்ரோமைட்	$(Fe,Mn)WO_4$	7.1-7.5	4.0-4.5
12.	செனோடைம்	YPO_4	4.4-5.1	4.5
13.	சிர்கான்	$ZrSiO_4$	4.6-4.7	7.5
14.	கொலம்பைட்	$(Fe,Mn)(Nu,Ta)_2O_6$	5.3-7.3	6
15.	டான்டலைட்	$(Fe,Mn)(Nu,Ta)_2O_6$	5.3-7.3	6
16.	சில்லிமனைட்		3.23-3.24	6-7
17.	கையனைட்	Al_2SiO_5	3.56-3.67	5-7.25
18.	கார்னெட்	$(Ca,Mg,Fe,Mn)_3(Al,Fe Cr,Lr,Ti)_2(SiO_4)_3$	3.15-4.3	6.5-7.5
19.	டோபாஸ்	$Al_2SiO_4 (F.OH)_2$	3.4-3.6	
20.	சின்னபார்	HgS	8.10	2-2.5
21.	பெரில்	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$	2.63-2.80	7.5-8

காணப்படுகின்றன. இலங்கை, இந்தோனேசியா, கலிஃபோர்னியா கடற்கண்டத் திட்டுப் பகுதிகளில் 75% பேரியம் சல்ஃபேட் செறிவு கொண்ட பேரைட் கணுத்திரள்கள் (concretions) கிடைக்கின்றன. அலாஸ்கா கடற்கரையில் தோண்டி எடுக்கப்பட்ட பேரைட் சுரங்கம் தொடர்ந்து கடல் நோக்கித் தோண்டப்பட்டுத் தற்போது கடலில் 20 அடி ஆழம் அடைந்தும், தோண்டுவதை நிறுத்தாமல் ஆண்டிற்கு 0.33மி.மெ.டன்அளவு வீதம் எடுக்கின்றனர்.

சியோலைட். 7.5% பொட்டாசியம் ஆக்சைடு அடர்வு கொண்டு, பெரும்பாலும் ஃபிலிப்ஸைட் என்னும் கனிமமாகவே காணப்படும் சியோலைட் கனிமக்குழு அனைத்து வகைக் கடல் தள வண்டல் படிவப் பாறைகளிலும் காணப்படுகின்றது. இது கடல்தள எரிமலையாலான காரப்பாறைகளின் சிதைவால் உருவாவதாகும். பொட்டாசியம் எடுப்பதற்கு இதை எதிர்கால மூல இருப்பாகக் கொள்ளலாம்.

பழுப்பு-சிவப்புக் களிமண். ஆழ்கடலில் காணப்படும் இக்களிமண் செறிவுடைய அலுமினியம், இரும்பு, செம்பு, நிக்கல், கோபால்ட், டைட்டானியம் போன்ற உலோகங்களைக் கொண்டுள்ளது. நிலத்தில் தற்போது இவ்வுலோகங்களின் தாதுவாகப் பயன்படும் கனிமத் தாதுக்களின் செறிவை விட இதன் செறிவு மிகுதியாகும். இதைத் தோண்டி எடுக்க நினைத்தால், 10^{15} டன் பெறலாம். உலகக் கடற்பரப்பில் ஆண்டிற்கு 5×10^{8} டன் என்னும் அளவில் இது மீண்டும் படியும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

அடர்பளுக் கனிமங்கள். விலைமதிப்புடைய, அரிய வணிக நோக்குடைய மிகுகன அடர்த்தியோடு உருவாகிய பாறைகளிலிருந்து இயற்பியல் வானிலைக் காரணிகளால் சிதைவுற்று, வேதிப் பண்புகளில் மாறுபாடு இல்லாமல் நிலப்பரப்பினின்று கடத்தப்பட்டு, ஆற்றுப்படுகையிலும், கடற்கரையோரப் பகுதிகளிலும் மணலோடு கலந்து, படிவுற்றுப் பின்னர் அலையாலும், நீரோட்டத்தாலும், காற்றினாலும் அடர் பளுவுக் கேற்றவாறு பகுக்கப்பட்டு ஒரே இடத்தில் காணப்படும் கனிமங்களை அடர்பளுக் கனிமங்கள் (placers) எனலாம். இவற்றின் அடர்த்திக்கும், பளுவிற்கும் ஏற்றவாறு, கடத்திச் செல்லும் கடத்திகளின் (transporting agents) வேகத்தையும், முறையையும் பொறுத்து, இவை காணப்படும் தொலைவை அறுதியிடமுடியும். இவை ஏறத்தாழ உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலுமுள்ள ஆற்றுக் கழிமுகத்திலும், கடற்கரையோரப் பகுதிகளிலும், இன்று கண்டத்திட்டுப்



உலகில் அடர்பளுக் கனிமங்கள் கிடைக்கும் இடங்கள், தற்பொழுது இக்கனிமங்களால் பலனடைந்து வரும் பகுதிகள்

● பளுக்குறைவான அடர்பளுக் கனிமங்கள் அதாவது அடர்பளு எண் 4.2 இலிருந்து 5.3க்குள் கொண்ட சிலிகான், இல்மனைட்,மேக்னடைட், மானொசைட் போன்ற கனிமங்கள்

■ அடர்பளுக் கனிமங்கள் கிடைப்பதற்குரிய வாய்ப்புக்கான முயற்சிகள் எடுக்கப்படும் பகுதிகள்

படம் 3

பகுதியிலிருக்கும் பனியூழிக் காலத்திய தொல் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் (படம் 3). கனிமங்கள் செறிந்துள்ள மூல இருப்புப் பாறைகளும் அவற்றை இயற்பியல் முறையில் பிரித்துக் கொண்டு வருவதற்கேற்ற நிலத்தோற்றமைப்பும், காரணிகளும், அடர்த்திக்கேற்றவாறு பிரிக்கும் நீரோட்ட அமைப்பும் இன்றியமையாதவையாகும்.

தங்கம். சோவியத் ஒன்றியக்குடியரசு, அமெரிக்க ஐக்கியநாடு, தென் ஆப்பிரிக்கா, கனடா போன்ற நாடுகளின் கடற்கரைப் பகுதிகளில் உள்ள ஹோலோசின், பிளைஸ்டோசீன், பிளையோசீன் மணற்பாறைகள் தங்கச்செறிவு உடையவை என அறிந்துள்ளனர். லாப்டேவ் கடலிலிருந்தும், அலாஸ்கா கடலிலிருந்தும் பெரும் மணற்பாங்கான படிவங்களுடன் அண்மையில் கலந்துள்ள தங்கத்தைப் பிரித்தெடுக்கின்றனர். ஆனால் நோவாஸ்கோஷியாவிலுள்ள ஹூனன்பர்க் வளைகுடாவில் பனியூழிக் காலத்தில் தோன்றிய கண்டத் திட்டில் இன்று 40 மீ. ஆழத்தில் காணப்படும் மணற் படிவங்களிலிருந்து தங்கம் பிரித்து எடுக்கப்படுகிறது. டாஸ்மேனியாவில் கடல் பின் வாங்குவதால் (regression) இன்று உயர்ந்து காணப்படும் கடற்கரைப் பகுதியின் கனிமக்குலைவிலிருந்து (lodes) தங்கம் எடுக்கப்படுகிறது. ஆஸ்திரேலியா, இந்தியா போன்ற நாடுகளின் கடற்கரைப் பகுதியில் தங்கம் கலந்த படிவங்கள் தேடும் முயற்சி பயனளிக்கும் என்று கருதப்படுகிறது.

பிளாட்டினம். சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசில் யூரல் மலைப்பகுதிகளின் சரிவில் அடர்பளுக் கனிமங்களுடன் கலந்து காணப்படும் பிளாட்டினம் வணிகத்தில் பயன்படுகிறது. அமெரிக்காவில் நற்செய்தி வளைகுடாவில் (good news bay) 300 அடி ஆழத்திலிருக்கும் மணற்படிவங்களிலிருந்தும் இது எடுக்கப்படுகிறது. குறைந்த அளவில் எத்தியோப்பியா, ஜப்பான், பனாமா, பப்புவா தென்னாப்பிரிக்கா சியரே லியோனே போன்ற நாடுகளிலும் கிடைப்பதாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. உலகில் உற்பத்தியாகும் மொத்தப் பிளாட்டினத்தில் 1/3 பங்கு அடர்பளுக்கனிமப் படிவ முறையில் காணப்படுகிறது. அண்மையில் மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகளின் உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறைகளில் துணைப்பொருளாகக (by-products) தங்கம், பிளாட்டினம் இவற்றைப் பிரித்தெடுக்க முடியும் என்று கண்டுள்ளனர்.

தோரியம். இது மோனசைட் என்னும் கனிமத்தில் 15% உள்ளதாகக் கண்டுள்ளனர். அணுமின் திறன் எடுப்பதற்கு யுரேனியத்திற்குப் பதிலாக இதைப் பயன்படுத்தலாமென்பதால் பல நாடுகள் இக்கனிம வளத்தைக் காண முற்பட்டுள்ளன. இந்தியாவில் கன்னியாகுமரிக் கடற்கரைப் பகுதியில் மோனசைட் எடுக்கின்றனர். மொசாம்பிக், இலங்கை, தாய்லாந்து செனீகல் டான்சானியா, இந்தோனேசியா, உராகுவே சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசு ஆகிய நாடுகளில் இக்கனிமம் கிடைக்கும் வாய்ப்புகள் தெரியவந்துள்ளன. 1895 ஆம் ஆண்டிலிருந்தே பிரேஸில் நாட்டில் இது கடற்கரை அடர்பளுக்கனிமமாக எடுக்கப்பட்டு வந்தாலும், இன்று இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா, அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளுடன் சேர்த்து ஆண்டிற்கு 37,000 மெ.டன் மட்டுமே எடுக்கப்படுவதாகத் தெரிகிறது.

யுரேனியம். இது யுரேனியம் ஆக்சைடு கனிமமாகக் கிடைக்கிறது. சில ஆண்டுகளுக்கு முன் தென் மேற்கு ஆப்பிரிக்காவின் கண்டத்திட்டுப் பகுதியில் மேற்கு ஜெர்மனியின் ஆய்வுக்கப்பலான வல்டிவியா நடத்திய ஆய்வில் இக்கனிமம் டயாட்டம் குழை சேறாக 70 ppm (ஒரு மில்லியனில் 70 பங்கு) அளவில் செறிந்துள்ளதாகக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். கறுப்புக் கடலின் கண்டத்திட்டில் அமைந்துள்ள திணிவற்ற மிகச்சிறிய வண்டல் பாங்கான படிவ அமைப்புகளில் பரவிக் கிடப்பதாகவும் அறிந்துள்ளனர். அன்றியும் கடல் பாஸ்பரஸ் தாதுக்களில் இது செறிந்திருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

டைட்டானியம். இது இல்மனைட் ரூட்டல் என்னும் டைட்டானிய ஆக்ஸைடு கனிமங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா, பிரேஸில், கனடா ஆகிய நாடுகளில் மிகுந்த அளவு இது எடுக்கப்படுகிறது. 0.22% ரூட்டைல் செறிவு, கண்டத்திட்டில் காணப்பட்டாலே சிக்கனமாகப் பிரித்தெடுக்க முடியும் எனக் கருதப்படுகிறது. ரூட்டைல் உலகில் பெரும்பாலும் இல்மனைட்டிலிருந்து பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. கன்னியாகுமரியிலிருந்து கொல்லம் வரையுள்ள கடற்கரைப் பகுதியில் மட்டும் 17 மி.மெ.டன் இல்மனைட்டும், 1 மி.மெ.டன் ரூட்டைலும் கொண்ட கனிம இருப்பு உள்ளதாகக் கணித்துள்ளனர். மேலும் தமிழ்நாடு, ஆந்திரா, ஒரிசா கடற்கரைகளிலும் கிடைப்பதாகக் கூறப்படுகிறது. மஹாராஷ்ட்ிரக் கடற்கரையில் மட்டும் 4 மி.மெ.ட.களும் அதே பகுதியிலமைந்துள்ள கல்பாதேவி பிரியா ரத்னகிரி வளைகுடாக்களிலும் ஜெய்காடு, அம்புவா, வரவாடா வளைகுடாக்களிலும் கிடைக்கக்கூடும் என்று கணிக்கப்பட்டுள்ளது. மொசாம்பிக் நாட்டின் கண்டத்திட்டில் 30-60 மீக்குள்ளான வண்டல் படிவுகளில் இல்மனைட்டும், ரூட்டைலும் மூல இருப்பாக உள்ளன என்று கூறப்படுகிறது. இலங்கையில் புல்லுமோடை உள்கண்டத்திட்டிலும் செனீகல் கண்டப்பீடப் பகுதியிலும் (continental terrace) கிரீன்லாந்து பால்டிக்கடல் பகுதியிலும், தென்அமெரிக்கா, தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளிலுள்ள கடற்கரைப்பகுதிகளிலும் இக்கனிமங்களின் செறிவு கொண்ட மூல இருப்பு உள்ளதாகக் கண்டுள்ளனர்.

சிர்கோனியம். சிர்கான் (zircon) என்னும் கனிமத்திலிருந்து கிடைக்கும் இது பெரும்பாலும் இல்மனைட், ரூட்டைல், கார்னெட், மோனசைட் போன்ற கனிமங்களுடன் கலந்தே காணப்படுகிறது. உலகில் இதன் மூல இருப்பு 42.13 மி.மெ.ட. எனக் கண்டுள்ளனர். இந்தியாவின் கேரளக் கடற்கரையில் மட்டும் 1.2 மி.மெ.ட. கனிம இருப்புள்ளது. இல்மனைட், மோனசைட் கனிமங்களை எடுக்கும்போது, அவற்றினின்று துணைப்பொருளாக இதை எடுக்கின்றனர். தமிழ்நாடு, ஒரிசா கடற்கரைகளிலும் இக்கனிம மூலஇருப்புக் கிடைக்கிறது. அடர்பளுக்கனிம வடிவில் பிரித்தெடுக்கப்படும் சிர்கானில், பெரும் பகுதியை ஆஸ்திரேலியாவும், இலங்கையுமே கொடுக்கின்றன. கறுப்புக் கடல், பால்டிக் கடல், மொசாம்பிக், ஆஸ்திரேலியா ஆகிய கண்டத்திட்டுகளில் இக்கனிமச்செறிவு கொண்டுள்ள படிவப் பாறைகள் கிடைப்பதற்கு மிகுவாய்ப்புகள் உள்ளன எனக் கருதுகின்றனர்.

குரோமியம். இது குரோமைட் என்னும் கனிமத்திலிருந்து கிடைக்கிறது. இரண்டாம் உலகப் போரின் போது அமெரிக்கா 10,000 மெ.ட. குரோமைட்டை ஆர்கான் கடற்கரையிலிருந்து எடுத்துப் பயன்படுத்தியுள்ளது. ஆஸ்திரேலியக் கடற்கரையிலிருந்து குரோமைட் துணைப் பொருளாக எடுக்கப்படுகிறது. கிரீன்லாந்து, தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளின் கடற்கரைகளில் இவை கிடைப்பதற்குரிய வாய்ப்புகள் உள்ளதாக கருதப்படுகிறது. கண்டத்திட்டில் காணப்படும் திணிவுற்ற படிவப் பாறைகளிலும் ஏனைய மணற்பாங்கான பகுதிகளிலுமிருந்தும் உலகில் குரோமியம் 21 மி.மெ.ட. அளவு கிடைக்கும் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது.

இரும்பு. தென்கிழக்கு ஜப்பானில் 20-30 மீ. கடலாழப் பகுதியில் 3-5% செறிவு கொண்டுள்ள டைட்டனோ மேக்னட்டைட் 16 மி.மெ.ட. இருப்பு உள்ளது. அதிலிருந்து ஆண்டிற்கு 30,000 மெ.ட. மேக்னட்டைட் எடுக்கப்படுகிறது. பிலிப்பைன்ஸில் உள்ள லிங்காயன் வளைகுடாவில் 7 மி ட. இரும்பு இருப்புக் கண்டுள்ளனர். அமெரிக்கா தமிழ்நாடு, ஆந்திரா, தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகள், நியூசிலாந்து முதலியவற்றின் கடற்கரைகளில் மேக்னட்டைட் கனிம மணல் அடர்வு கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஏனைய கண்டத்திட்டுகளில் குறைந்தது 12 மி.மெ.ட. மேக்னட்டைட் கிடைக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

தகரம். உலகின் கடல்களிலிருந்து கிடைக்கும் அடர்பளுக் கனிமங்களில் இதுவே மிகுதியாகக் கிடைப்பதாகும். இது ஸ்டேன்னஸ் ஆக்சைடால் (S_nO_2) அமையப்பெற்ற காசிட்டரைட் என்னும் கனிமத்திலிருந்து கிடைக்கிறது. தென்கிழக்கு ஆசியாவின் தாய்லாந்திலிருந்து மலேசியா வழியாக இந்தோனேசியா வரையுள்ள 2900 கி.மீ. நீளக்கடற்கரை மணல்களில் இவ்வடர்வு காணப்படுகிறது. எனவே இப்பகுதியைத் தகர மண்டலம் என்பர். உலகில் 1980-இல் 250,000 மெ.ட. தகரத்தை இக்கனிமத்திலிருந்து உற்பத்தி செய்துள்ளனர். இந்தோனேசியாவில் அதன் தகரத்தீவுகளான பாங்கா, பெலிட்டூங், சிங்கெப் பாங்கியாங் முதலிய இடங்களே இக்கனிம உற்பத்திக்குக் காரணமாகும். இப்பகுதி, இரு கண்டத்திட்டுகள் ஒன்றோடொன்று மோதி அதன் விளைவாக ஒன்றின் பக்கவரை விளிம்பு மற்றொன்றின் மீது ஏறிவிடுவதாலமையும் நீண்ட ஆழ் பள்ளப்பகுதியிலிருப்பதே (trench) காரணம் எனக் கருதப்படுகிறது. இங்கிலாந்தில் கார்ன்வால் கரையிலிருந்தும் சிறிதளவு தகரம் எடுக்கப்படுகிறது.

டான்ட்டலம்-நியோபியம். தாய்லாந்தைச் சேர்ந்த புக்கட் தீவு, மலேசியா கடற்கரைகளிலிருந்தெடுக்கும் காசிட்டரைட்டைத் தகரமாகப் பிரித்தெடுக்கும் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளிவரும் சுழிவுக் குழம்பில் 17.5% டான்டல் ஆக்சைடும் (Ta_2O_5), 0.5% நியோபிய ஆக்சைடும் (Nb_2O_5) எடுக்கப்படுகின்றன. இந்த ஆக்சைடுகளிலிருந்து அருமண் கதிரியக்கக் கனிமங்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன.

மேலும் கயனைட், சில்லிமனைட், கார்னெட் உல்ஃபரமைட், கோமேதகம், டூர்மலின், ஸ்பீன், குருந்தக்கல், பெரில், சின்னபார் போன்ற அடர்பளுக்கனிமங்கள் இத்தகைய கடற்கரை மணல்களில் செறிவற்றுப் பல இடங்களில் காணப்படுகின்றன. உலகில் சில்லிமனைட்-கயனைட் கனிமங்களைக் கடலிலிருந்து எடுக்கக்கூடிய மூல இருப்பு உள்ளதென்றும், தற்போது 300,000 மெ.ட. உற்பத்தி செய்யப்படுகிறதென்றும் குறித்துள்ளனர். இந்தியாவில் மட்டும் 3.4 மி.மெ.ட. மூல இருப்பு உள்ளது. இதிலிருந்து தமிழ்நாடு, கேரளக் கடற்கரைகளில் ஆண்டுக்கு 60,000 மெ.ட. கிடைக்கிறது. இதே போல் உலகில் 37.4 மி.மெ.ட. மூல இருப்பாக உள்ள கார்னெட்டிலிருந்து, 26,000 மெ.ட.ஐப் பல பகுதிகளும் அதில் 0.9 மி.மெ.ட. மூல இருப்பைக் இந்தியாவும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இதற்கப்பால், தென்கிழக்கு ஆசிய நாடுகளின் கடற்கரைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் இல்மனைட், மோனசைட் போன்ற அடர்பளுக்கனிமங்களுடன் காணப்படும் கார்னட் துணைப் பொருளாகப் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது.

இரத்தினக் கற்கள்

வைரம். தென்மேற்கு ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள ஆரஞ்சு நதியின் கழிமுகத்தில் படிந்துள்ள திணிவற்ற, பிளைஸ்டோசீன் காலத்தைச் சேர்ந்த வண்டல் படிவுகளிலிருந்து வைரம் எடுக்கின்றனர். ஒரு பங்கு வைரம் எடுக்க 50 மில்லியன் பங்கு வண்டல் படிவுகளை வெளிக்கொணர வேண்டும். இங்கு கிடைக்கும்

வைரங்கள் கிம்பர்லைட் பாறைகளில் கிடைப்பன போலவே உள்ளதால், அவையே இவற்றின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாயிருக்கக்கூடும் என நம்பப்படுகிறது. ஆண்டிற்கு 6 மி. டாலர் அளவிற்கு இங்கு வைரம் எடுக்கப்பட்டு வந்தது. ஆனால் வண்டலை எடுக்கும் கப்பலின் கண்காணிப்புச் செலவு மிகுதியாவதால் 1972இல் இத்தொழிலை நிறுத்தி விட்டனர். ஆனால் மீண்டும் 1980 இலிருந்து தொடங்கப்பட்டுள்ளது. அங்கோலா, காங்கோ, காபன், சியார்ரேலியோன, தென்அமெரிக்கா போன்ற கண்டத்திட்டுகளில் வைரம் கிடைப்பதற்குரிய வாய்ப்புகளுண்டு. இந்தியாவில் மஹாநதி, கோதாவரி ஆற்றுக் கழிமுகத்திலும் அவற்றின் கண்டத்திட்டுப் பகுதியிலும் வைரச் செறிவு கொண்டுள்ள பாறை களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான முயற்சிகள் செய்யப் பட்டுள்ளன.

முத்து. கடலிலிருந்து கிடைக்கும் இரத்தினங் களில் கடல்வாழ் முத்துச்சிப்பி உற்பத்தி செய்யும் கால்சியம் கார்பனேட்டால் ஆன ஒருவகை அர கோனைட் படிகக் கனிமமே முத்தாகும். முத்துச் சிப்பியின் உடலில் மணலோ, பூச்சிகளோ புகுந்து உறுத்தலை ஏற்படுத்தும்போது, அதைச் சுற்றிக் கால்சியம் கார்பனேட்டை ஈர்த்துப் படியச் செய்வதே முத்தாக உருவெடுக்கிறது. இவை கோளம் போன்ற வடிவையும், நீல மின்மினுப்பையும் கொடுக்கும். தமிழகத்திலும், ஜப்பானிலும் நீர் மூழ்கு திறன் பெற்றவர்கள் மூலமாக எடுத்துவரப்படுகிறது. 10,000 சிப்பிகள் எடுத்தால் 12 முத்துகள் இருக்கும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. முத்துச் சிப்பிகளைத் தற்காலத்தில் செயற்கை முறையில் வளர்த்து முத்து களைத் திரட்டும் முறை, குறிப்பாக ஜப்பானிலும், இந்தியாவிலும் நடைமுறையில் உள்ளது. ஜப்பான் 16,000 ஹெக்டேர் நீர்ப்பரப்பில் 6 மில்லியன் முத்துச்சிப்பிகளை வளர்த்து வருகிறது.

பவளம். கால்சியம் கார்பனேட்டைக் கொண்டு கடற்கரையோரங்களில் வாழ்ந்து வரும் பவளப்பூச்சி களின் கூட்டமைப்பின் பகுதியே பவளமாகும். இப் பூச்சிகள் கூட்டமாக வாழ்ந்து பவளப்பாறைகளை உருவாக்குகின்றன. இப்பவளப் பாறைகள் சிதையும் போது இவற்றிலுள்ள கால்சியம் கார்பனேட்டுச் சேர்மங்கள் மணல் துகள்களாக ஒட்டிய பகுதியில் சிதறுகின்றன. இவை சிமெண்ட் தயாரிக்க உதவுகின் றன. இவற்றில் சில, விலை மதிப்புடைய பவளங்க ளாகக் காணப்படும். இவை பல வண்ணங்களில் கிடைப்பினும், மத்தியதரைக் கடற்பகுதியில் கிடைக் கும் சிவப்புப் பவளமும், இந்தியப் பெருங்கடல் பகுதியி லுள்ள ஒளிர் கறுப்பு நிறப் பவளமும், ஜப்பானின் மக்காப்பூ தீவில் கிடைக்கும் இளஞ்சிவப்புப் பவள மும் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். இக்கற்கள் 20-1000 அடி ஆழமுள்ள அனைத்து நீர்ப்பகுதியிலும் கிடைக் கலாம். பவளப்பூச்சிக்கு ஒரு பவளத்தை உருவாக்க 10 ஆண்டுகள் ஆகும் எனக் கருதுகின்றனர். ஹவாய் தீவிலிருந்து மட்டும் ஆண்டிற்கு 7.5 மில்லியன் டாலர் மதிப்புடைய பவளங்கள் கிடைக்கின்றன.

அம்பர். இது ஒரு கனிமமாக இல்லாவிடினும் ஓர் இரத்தினமாகக் கருதப்படுகிறது. இது கோர்னிஃ பரஸ் மரங்களிலிருந்து உற்பத்தியாகும் ஒருவகை மஞ்சள் நிறப் பிசினாகும். இது நிலத்தில் விழும் போது சிதைவுற்று வீணாகின்றது. ஆனால் நீரிலடித் துச் செல்லப்பட்டுக் கடலில் சேர்ந்த பின், சிதை வுறாமல் காணப்படுகிறது. இப்பிசின், சக்சினைட் என்னும் பொருளாலானதாகும், 3000 ஆண்டு களுக்கு முன்னால் புருஷ்யா நாட்டில் பல பணியா ளர்களைக் கொண்டு இதை எடுத்து வந்ததாகத் தெரிகிறது. இன்றும் பால்டிக் கடலில் கலக்கும் ஆற் றுக் கழிமுகங்களின் வண்டல் படுகைகளிலும், 7-11மீ. ஆழமுள்ள கடலோர நீர்ப்பகுதிகளிலும் மிகுதியாக எடுக்கப்படுகிறது.

ஆழ்கடல் உலோகங்கள்

மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகள். 1987ஆம் ஆண்டு சேலஞ்சர் ஆராய்ச்சிக் கப்பல் முதன்முதலாக ஆழ் கடலிலிருந்து இம்முடிச்சுகளைக் கண்டெடுத்தது. அது முதற்கொண்டு பல ஆராய்ச்சிக் குழுக்களின் முயற்சியால் உலகின் அனைத்துப் பெருங்கடல் பகுதி களிலும் இவற்றைக் கண்டெடுத்துள்ளனர். இக்கனிம முடிச்சுகள் மாங்கனீஸ், இரும்பு ஆக்சைடுகளாக மட்டுமன்றிச் செம்பு, கோபால்ட், மாலிப்டினம், நுத்தநாகம், தங்கம், பிளாட்டினம் போன்ற பல உலோகங்களாகக் குறைந்த அளவில் ஆனால் சிக்கன மாக எடுக்கக்கூடிய செறிவு அளவில் உள்ளன. இவை 3500-6000 மீ ஆழத்திற்குள்ளான ஆழ்கடல் பகுதியிலும், பெருங்கடல் மத்திய நீள்குன்றுப் பகுதி யிலும் கனிம முடிச்சுகளாகவோ, மெல்லிய படிவுப் பாறைகளாகவோ, தகடு போன்ற மெல்லிய ஒரு கருஸ்வச் சுற்றிப் போர்த்தப்பட்ட படிவங்களா கவோ, செம்பழுப்பிலிருந்து கறுப்பு நிறம் வரை கிடைக்கக்கூடிய எல்லாவித இடைப்பட்ட நிறங்களி லும், கூழாங்கல் போன்று பல வடிவிலும் கடல் தளத்தின் மேற்பகுதியில் பரவலாகப் பரவிக் கிடக் கின்றன. இவை 2.1-3.1 வரை அடர்வு எண் கொண்டு எளிதில் நொறுங்கும் மென்மையான அமைப்பைப் பெற்றவையாகும்.

நிலத்திலிருந்து வரும் வண்டல்கள் கலக்காத இடங்களிலும், கரையினின்று தொலைவிலுள்ள ஆழ்வடிப் பள்ளப் பகுதிகளிலும், நல்ல நீரோட்டத் தையும், மிகுதியான ஆக்சிஜனையும், ஆழ்கடல் தளத்தில் மண்ணைத் துளைத்து வாழும் உயிரினங் களை மிகுதியாகக் கொண்ட பகுதிகளிலும், ஆழ் கடல் எரிமலைகளுக்கு அருகிலும், மாங்கனீஸ் ஆக் சைடு ஒட்டி வளர்வதற்கான நியூக்ளியஸ்கள் (பிலிப் ஸைட் கனிமம், சுறாப்பல், பஸால்ட் பாறையின்

துகள்கள் போன்றவை) பெருமளவில் கிடைக்கக் கூடிய பகுதியிலும் இக்கனிம முடிச்சுகள் காணப்படு கின்றன. இவற்றில் பிர்னஸைட் டோட்டோரோக் கைட் என்னும் மாங்கனீஸ் கனிமங்களும், கோயித் தைட் என்னும் இரும்புக்கனிமமும் குறிப்பிடத் தக் கவை. இவற்றின் உரு, வடிவு, கனிமச்சேர்க்கை, வேதி இயைபு கிடைக்குமிடம், ஆழம், காலம் போன்ற பல காரணிகளுக்கேற்ப இவற்றில் அடங்கியுள்ள உலோ கச் செறிவு மாறுபடும். இவற்றில் காணப்படும் சில முக்கிய உலோகங்களின் செறிவு விகிதத்தை அட்ட வணை 2 இல் காணலாம்.

பசிபிக் பெருங்கடலில் க்ளாரியோன்கிளிப் பர்ட்டோன் என்னும் மாநிலப் பிளவுகளின் இடையிலும் பெரு, சிலி, நீண்ட பெரும்பள்ளத்திற்கும் டோங்காபெரும் பள்ளத்திற்கும் இடைப்பட்ட பகுதி

அட்டவணை 2

பெருங்கடலில் கிடைக்கும் இரும்பு-மாங்கனீஸ் கனிம ஆக்சைடுகளில் காணப்படும் சில முக்கிய உலோகங்களின் செறிவு எடை விகிதமும் புவியின் மேற்பகுதியில் காணப்படும் அவ்வுலோகங்களின் சாரசரி அளவும், அவ்வளவிற்கு இந்த ஆக்சைடுகளில் அவை காணப்படும் செறிவு மடங்கும்.

எண்	உலோகம்	பெருங்கடல்களில்சராசரி எடை விகிதம்	புவியின் மேற் பகுதியில் அவை கிடைக்கும் சராசரி அளவு	இரும்பு மாங்கனீஸ் ஆக்சைடுகளில் இவற்றின்செறிவு மடங்கு
1.	மாங்கனீஸ் (Mn)	16.02	0.095	168.6
2.	நிக்கல் (Ni)	0.48	0.0075	64.0
3.	செம்பு (Cu)	0.259	0.0055	47.01
4.	கோபால்ட் (Co)	0.284	0.0025	113.60
5.	துத்தநாகம் (Zn)	0.078	0.007	11.15
6.	மாலிப்டினம் (Mo)	0.0412	0.00015	274.66
7.	காட்மியம் (Cd)	0.00079	0.00002	39.50
8.	டைட்டானியம் (Ti)	0.647	0.570	41.1
9.	வனேடியம் (V)	0.0558	0.0135	1.13
10.	குரோமியம் (Cr)	0.0035	0.001	0.35
11.	தங்கம் (Au)	0.000000248	0.0000004	0.62
12.	பிளாட்டினம் (Pt)	0.0000005	0.000000002	2500
13.	வெள்ளி (Ag)	0.00006	0.000007	85.71
14.	காரீயம் (Pb)	0.090	0.00125	72.72
15.	பாஸ்ஃபரஸ் (P)	0.2244	0.105	2.13
16.	அலுமினியம் (Al)	2.82	8.23	0.342
17.	இரும்பு (Fe)	15.55	5.63	2.76
18.	சிர்கோனியம் (Zr)	0.0648	0.0165	3.92
19.	பாதரசம் (Hg)	0.00005	0.000008	6.25

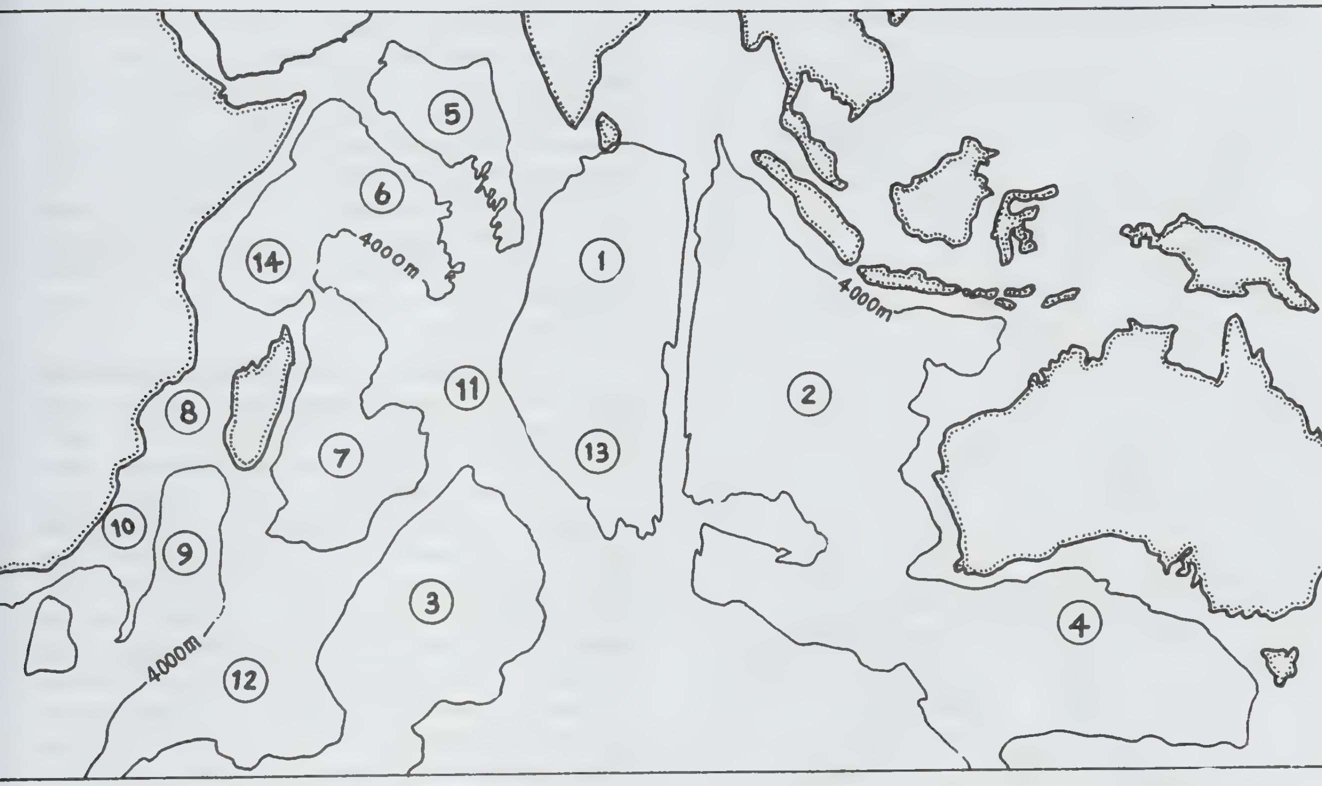
படம் 4. உலகப் பெருங்கடல்களில் மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகள் பரவிக் கிடக்கும் பகுதிகள்

மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகள் பரவலாகக் காணப்படும் பகுதி — மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகள் அடர்த்தியாகக் காணப்படும் பகுதி

யிலும் எளிதாக சிக்கனமாகப் பயன்படுத்தக் கூடிய அளவிற்குப் பரவிக்கிடக்கிறது (படம் 4, 5). பெருங்கடல்களில் மூன்று ட்ரில்லியன் மெ. ட. கனிம முடிச்சுகளின் இருப்பு இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. இவற்றை அதன் முக்கிய உலோகப் பகுதிகளாகப் பிரித்தால் பசிபிக் பெருங்கடலில் மட்டும் மாங்க னீஸும், கோபால்ட்டும், நிக்கலும், செம்பும் பெரு மளவில் கிடைக்கும் என்று கணித்துள்ளனர். இக் கனிம முடிச்சுகளைப் பெருங்கடல்களிலிருந்து எளிய முறையில் தோண்டி எடுக்க ஏறக்குறைய 140 இடங்கள் உள்ளன என்று கணக்கிட்டுள்ளனர். கி. பி. 2000க்கு முன்பு இக்கனிம முடிச்சுகளைச் சிக்கன மாக வாரி எடுத்து உலக வணிகப்பரிமாற்றத்தில் கொண்டு வர முடியும் என்றாலும் இவற்றில் அடங்கி யுள்ள உலோகங்களின் விலை மதிப்பு, தேவை, நிலப் பரப்பிலிருந்து அவ்வுலோகங்கள் கிடைக்கும் அளவு, வெளிக்கொணர ஆகும் செலவு முதலியவற்றையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இருப்பினும் விரைவில் உலக நாடுகளின் சட்ட ஒழுக்கு உடன்படிக்கை (United Nations committee on law of the sea) நிறைவேறிவிட்டால் இக்கனிம முடிச்சுகளைத் தோண்டி எடுக்கலாம் என்னும் நம்பிக்கை வளர்ந்து வருகிறது.

1981 ஆம் ஆண்டு இந்திய ஆய்வுக் கப்பல் கவேசனியைப் பயன்படுத்தி தேசியக் கடல் ஆய்வுக் கழகத்தின் குழு (National institute of occeanography) முதன் முதலாக இக்கனிம முடிச்சுகளை எடுத்தது. இந்தியா மத்திய இந்தியப் பெருங்கடலில் மூன்று ஆய்வுக் கப்பல்களைக் கொண்டு தொடர்ந்து நடத்திய ஆய்வின் பயனாக இக்கனிம முடிச்சுகளை வழித்து எடுப்பதற்கு ஏற்ற இடங்களைக் கண்டு பிடித்துள்ளது. இதனால் இந்தியா இத்துறையில் மூலதனமிட்ட முன்னோடி (pioneer investor) என்னும் தகுதியை, உலகில் ஏழாம் நாடாகப் பெற்றுள்ளது. அதன்பொருட்டு, உலக நாடுகளின் கடல் சட்ட உடன்படிக்கை நிறைவேறியவுடன் இந்தியா இச் சுரங்கத் தொழிலில் ஈடுபடவும் அதற்குரிய உரிமம் பெறவும் தகுதி பெற்றுள்ளது.

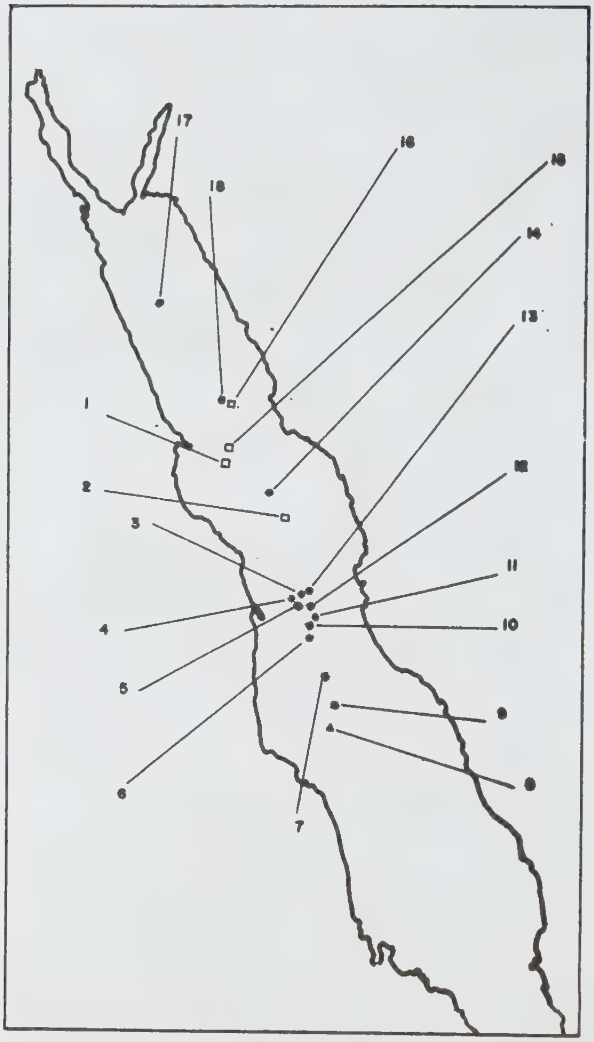
உலோகச் செறிவுற்ற வண்டல் படிவுகள். இப்படிவு கள்,கண்டத்தட்டுப் பெயர்ச்சியுற்று ஒன்றையொன்று பிரிந்து அப்பால் செல்லக்கூடிய பகுதிகளில் காணப் படும். பிளவுகளின் வழியிலுண்டான ஆழ்குழிகளி லிருந்து எதிர்பார்க்க முடியாத, முறைக்கு மாறான உப்பு நிறைந்த (25.7%) கொதிநீர் (60°C) தொடர்ந்து கடலினடியில் கொட்டிக் கொண்டுள்ளது



படம் 5. இந்தியப்பெருங்கடலில் கனிம முடிச்சுகள் பரவலாகக் காணப்படும் பகுதிகளும், அவற்றின் செறிவும்.

1. நடு இந்தியப் பெருங்கடலின் பெரும் வடிகுழிவு - மாங்கனீஸ், நிக்கல், செம்பு, துத்தநாகம் போன்ற உலோகங்களின் செறிவு நிறைந்த கனிம முடிச்சுகள் 2) வார்ட்டன் பெரும் வடிகுழிவு குறைவான இரும்பும், சற்று அதிகமாக நிக்கல், செம்புச் செறிவு கொண்ட கனிம முடிச்சுகளும் 3. குரோசட் பெரும வடி குழிவுவடபகுதி: இரும்புச் செறிவு கொண்ட கனிம முடிச்சுகள் தென் பகுதி: நடுத்தர உலோகச் செறிவு கொண்ட கனிம முடிச்சுகள் 4. தெற்கு ஆஸ்திரேலியா பெரும் வடிகுழிவு 5. அராபியன் பெரும் வடிகுழிவு சிற்சில இடங்களில் நிக்கல் செறிவு கொண்டுள்ள கனிம முடிச்சுகள் 6. வடசோமாலி பெரும் வடிகுழி கடல் மலைகளின் மேற்பகுதியில் கோபால்ட், ஈயம் நிறைந்து காணப்படும் மெல்லிய உலோகப் படிவுப் பாறைகள் 7. மடகாஸ்கர் பெரும் வடிகுழி முறை கோபால்ட் செறிவு கொண்டுள்ள கனிமமுடிச்சுகள் 8. சிற்சில இடங்களில் மாங்கனீஸ் செறிவு மிகுதியாகக் காணப்படும் கனிம முடிச்சுகள் 9. மொசாம்பிக் பெரும் வடிகுழி மாங்கனீஸ் மற்றும் மிகக் குறை அளவு கிடைக்கும் உலோகங்களின் செறிவு குறைவான கனிய முடிச்சுகள் 10. மொசாம்பிக் நீள்குன்று கோபால்ட்டும், ஈயமும் குறை செறிவாகக் கொண்டுள்ள மெல்லிய படிவுப் பாறைகள் 11. கார்ல்ஸ்பெர்க் மத்தியபெருங்கடல் நீள்குன்று இரும்புச் செறிவு மிகுதியாகக் கொண்டுள்ள கனிம முடிச்சுகளும், போர்த்தப்பட்ட மெல்லிய படிவப் பாறைகளும் 12. இரும்புச் செறிவு கொண்டு போர்த்தப்பட்ட மெல்லிய படிவுப் பாறைகள் 13. மாங்கனீஸ், நிக்கல், செம்பு போன்ற உலோகங்களின் செறிவு சற்று அதிகமாகக் காட்டும் கனிம முடிச்சுகள் 14. தெற்கு சோமாலி பெரும் வடிகுழி நடுத்தரமான உலோகச் செறிவு கொண்டுள்ள கனிம முடிச்சுகள்

என அண்மைக்கால ஆழ்கடலாய்வின் பயனாகத் தெரிய வந்துள்ளது. பெருங்கடல் பகுதிகளில் உள்ள குழிகளில் குறிப்பாகக் கிழக்குப் பசிபிக்பீடம், மேற்கு இந்தியப் பெருங்கடல், டாக் (tag) கலிஃபோர்னியா வளைகுடா, செங்கடல் பகுதிகளைக் கூறலாம். செங்கடலில் உள்ள பல ஆழ்குழிகளில் (படம் 6) அட்லாண்டீஸ் II-ஐப் பற்றி மிகுதியான ஆராய்ச்சி முடிவுகள் வெளி வந்துள்ளன. இக்குழி 1900-2200மீ ஆழத்தைக் கொண்டு 12×5 ச. கி. மீ. செவ்வக வடிவில் காணப்படுகிறது. இக்குழியிலிருந்து வெளி வரும் வெப்பநீர் கடல் நீரின் உப்பைவிட 10 மடங்கு மிகுதியாகவும், இரும்பு, மாங்கனீஸ், துத்தநாகம், ஈயம், செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் போன்ற உலோகங்களை ஆயிரத்திலிருந்து 50,000 மடங்குகள் வரையும் உள்ளடக்கியுள்ளது. இவ்வியல்பு மீறிய செறிவு கொண்ட வெப்பக் கொதிநீர் தொடர்ந்து வெளி வருவதால் அதைச் சுற்றிப்பல மீட்டர் உயரம் வரை உள்ள நீரும் இவ்வுலோகங்களின் செறிவை மிகுதியாகப் பெற்றுள்ளது. அடிக்கடியில் காணப்படும் வண்டல் படிவுகள் இவ்வுலோகங்களை ஈர்த்துச் செறிவுடன் காணப்படுகின்றன. அட்லாண்டீஸ் ஆழ் குழியில் கிடைக்கும் இவ்வுலோகச் செறிவைப் பயன் படுத்தும் வழிமுறைகளை வகுத்தளிக்க சௌதி அரேபியா-சூடான் அரசுகள் மேற்கு ஜெர்மனியில்



படம் 6. சிவப்புக் கடலில் மிகுதியான உப்பும், உலோகமும் கொண்டுள்ள கொதிநீர் ஆழ் பள்ளங்களின் தொடர்பால் உருவான உலோகச் செறிவுற்ற வண்டல் படிவுகளின் இடத்தைக் காட்டும் படம்

✱ உப்பும் உலோகமும் நிறைந்த கொதிநீரைக் கொண்டுள்ள ஆழ்பள்ளம் ◻ வெப்பநீரினின்று உருவான வண்டல் படிவுகள் கொண்ட ஆழ்பள்ளங்கள் △ வெப்பநீரின் தன்மையால் சர்க்கப்பட்டு மாறுதலடைந்த வண்டல் படிவுகள்

1) வல்டிவியா துளைப்புடிவு 2) தெட்டீஸ் 3) வாண்டோ ஆழ்பள்ளம் 4) வல்டிவியா ஆழ்பள்ளம் 5) டிஸ்கவரி ஆழ்பள்ளம் 6) எர்பா ஆழ்பள்ளம் 7) சூடான் துறைமுக ஆழ்பள்ளம் 8) முதல் கமிஷன் சமவெளி 9) சூயாகின் ஆழ்பள்ளம் 10) சாகரா ஆழ்பள்ளம் 11) ஆல்பட்ராஸ் ஆழ்பள்ளம் 12) செயின் ஆழ்பள்ளங்கள் 13) இரண்டாம் அட்லாண்டீஸ் ஆழ்பள்ளம் 14) நெராயஸ் ஆழ்பள்ளம் 15) வேமா ஆழ்பள்ளம் 16) ஜிப்சக்கனிம ஆழ்பள்ளம் 17) ஓசனோகிராவ்வர் ஆழ்பள்ளம் 18) கெப்ரிட் ஆழ்பள்ளம் என்பவை அப்பகுதியில் ஆராய்ச்சி நடத்திய கப்பலின் பெயர்களாகும்.

உள்ள ப்ராயுசாக் நிறுவனத்திடம் கேட்டுக்கொண்டுள்ளன. இவை இப்பகுதியிலிருந்து 15,000 டன் குழை சேற்றை வாரி எடுத்து இன்றியமையா உலோகங்களாகிய துத்தநாகம், செம்பு, ஈயம், வெள்ளி போன்றவற்றைப் பிரித்துப் பார்த்ததில் இவ்வுலோகச் செறிவிலிருந்து 2500 மி. டாலர் பெறுமான உலோகங்களைப் பெறமுடியும் என்று தெரிய வந்ததுள்ளது. இவற்றினின்று கிடைக்கக் கூடிய துணைப் பொருள்களான பிற உலோகங்கள் குறிப்பாக இரும்பு, மாங்கனீஸ், தங்கம், பாதரசம் போன்றவை சேரா.

கடல் தளத்திற்கும் கீழே கிடைக்கும் தாதுப்படிவுகள். இவற்றில் 350 ஆண்டுகளுக்கு முன் கடலுக்கடியில் செல்லும் துளையிட்ட சுரங்கத்தின் (shaft) மூலம் ஸ்காட்லாந்தில் எடுத்து வரும் நிலக்கரியைக் குறிப்பிடலாம். 1972இல் ஜப்பான் இம்முறையில் நிலக்கரியைத் தோண்டி எடுத்துள்ளது. இங்கிலாந்தில் 550 மி. டன்னுக்கு மேல் இந்நிலக்கரியின் மூல இருப்பு, கடலுக்கடியில் இருப்பதாகக் கண்டுள்ளனர். பின்லாந்தின் எல்பத் தீவிலும், ஆஸ்திரேலியாவின் குக்காட்டுத் தீவிலும், நியூபவுண்ட்லாந்தின் பெல் தீவிலும் மேக்னட்டைட் படிவுகளையும் மணலையும் கடலுக்கடியில் சுரங்கமிட்டு எடுக்கின்றனர். பின்லாந்து இவ்வகையான பல பில்லியன் டன் படிவு இருப்பு இரும்பைக் கொண்டிருந்தாலும் கடலுக்கடியில் இருந்து ஆண்டிற்கு 3000,000 மி. மெ. ட. தான் வெளிக் கொணர்கிறது. மெக்ஸிகோ வளைகுடாவிலும் வட கடலிலும் 1000 மீ. கனமுள்ள பொட்டாசியம் உப்புப்படிவு, கடலுக்கடியிலுள்ள உப்பு மலைகளைச் சார்ந்து காணப்படுகிறது.

கிராண்ட் தீவிற்கு அருகில் கடலினுள் கிடைக்கும் உப்புப்படிவைத் தோண்டியெடுக்கின்றனர். டாஸ்மேனியாவிலுள்ள கிங் தீவில் சுரங்கமிட்டு 25,500 டன் ஷீலைட் கனிமத்தைக் கரைக்குக் கொண்டு வருகின்றனர். மேலும் கண்டத்தட்டுப் பிளவுப் பெயர்ச்சி எல்லையில் காணப்படும் ஆழ்குழி அல்லது பிளவுகளின் வழியே ஊற்றிக் கொண்டிருக்கும் எரிகுழம்புகள் பாறைகளையும், வண்டல் படிவுகளையும் கரைப்பதால் மிகு அளவான சல்பைடு தாதுப் படிவுகள் உண்டாகின்றன. தொடர்ந்து ஏற்படும் கண்டப் பெயர்ச்சியின் (continental drift) காரணமாக அவை நாளடைவில் தொடர்ந்து படிந்து வண்டல் படிவுகளால் புதையுண்டு காணப்படுகின்றன. இத்தாதுப் படிவுகள் உலகின் பெருங்கடல் பகுதிகளில் பிளவு அச்சிற்கு இணையாக 500 இடங்களில் கிடைக்கும் என்று கருதுகின்றனர். இப்பாறைகள் வண்டல் படிவுகளுக்கு அடியில் இருப்பதாலும், செம்பு, வெள்ளி, நிக்கல் போன்ற உலோகங்களின் செறிவு மிகுந்து (25%) இருப்பதாலும், இவற்றைத் தோண்டி எடுப்பதற்கான முயற்சிகளை அனைத்து முன்னேற்ற நாடுகளும் எடுத்து வருகின்றன.

அட்டவணை III. கடல் நீரில் கரைந்திருக்கும் தனிம, சேர்மங்களின் விகிதமும், மொத்த எடை அளவும்

வரிசை எண்	தனிமங்கள், சேர்மங்கள்		கரைந்து காணப்படும் அளவு லிட்டரில் மில்லிகிராம்	கடல்நீரில் மொத்தம் கிடைக்கும் அளவு (டன்களில்)	
1.	சோடியம் குளோரைடு	(NaCl)	29500	45.6	10^{15}
2.	மக்னீசியம்	(Mg)	1350	2.1	10^{15}
3.	கந்தகம்	(S)	885	1.4	10^{15}
4.	பொட்டாசியம் குளோரைடு	(KCl)	760	1.2	10^{15}
5.	புரோமின்	(Br)	65	100	10^{12}
6.	போராக்ஸ்	$(Na_2B_4O_7OH_2O)$	50	70	10^{12}
7.	மாலிப்டினம் ஆக்சைடு	(MoO_3)	0.1	25	10^{9}
8.	யுரேனைட்	(U_3O_8)	0.006	10	10^{9}
9.	வெள்ளி, இட்டிரியம், லாந்தனம், கிரிப்டான்	(Ag, Y La, Kr)	0.0003	5	10^{8}
10.	தங்கம்	Au	0.000004	6	10^{6}
11.	தகரம், செம்பு, ஆர்கான், யுரேனியம்	Sn, Cu, Ar, U	0.003	5	10^{9}
12.	நிக்கல், வனேடியம், மாங்கனீஸ்	Ni, V, Mn	0.002	3	10^{9}
13.	ஆண்டிமனி, கோபால்ட், சீசியம்	Sb, CO Cs	0.0005	0.8	10^{9}
14.	டைட்டானியம்	(Ti)	0.001	5	19^{9}
15.	கால்சியம்	(Ca)	400	0.6	10^{15}
16.	கரி (கார்பன்)	(C)	28	0.04	10^{15}
17.	ஸ்ட்ரான்சியம்	(Sr)	8.0	12000	10^{9}
18.	போரான்	(B)	4.6	7100	10^{9}
19.	சிலிக்கா	(Si)	3.0	4700	10^{9}
20.	துத்தநாகம், இரும்பு, அலுமினியம், மாலிப்டினம்	Zn, Fe Al, MO	0.01	16	10^{9}
21.	லித்தியம்	Li	1.3	260	10^{9}
22.	பாஸ்ஃபரஸ்	P	0.07	110	10^{9}

(1)	(2)		(3)	(4)	
23.	பேரியம்	Ba	0.03	47	10^9
24.	நியான், காட்மியம், டங்ஸ்டன், செனான்	N,Cd W,Xe	0.0001	150	10^6
25.	குரோமியம், தோரியம்	(Cr,Th)	0.00005	78	10^6
26.	காரீயம், பாதரசம், கேலியம்	(Pb,Hg,Ga)	0.00003	46	10^6
27.	ஸ்கேன்டியம்	(Sc)	0.00004	62	10^6
28.	பிஸ்மத்	(Bi)	0.0002	31	10^6
29.	நியோபியம், தாலியம்	(Nb, Tl)	0.00001	15	10^6

கடல்நீரிலிருந்து கிடைக்கும் கனிமங்கள். கடல் நீரில் அனைத்துக் கனிமங்களும் கரைந்து இருப்பதாகத் (அட்டவணை III) தெரியவந்தாலும் ஒரு சில கனிமங் களையே சிக்கனமாகவும், லாபகரமாகவும் பிரித் தெடுக்க முடியும். அதிக பற்றாக்குறையாகக் காணப் படக்கூடிய குடிநீருக்காகக் கடல்நீர் சௌதி அரேபியா, குவாய்த், இஸ்ரேல்,அபுதாபி, மெக்ஸிகோ, ஹாலந்து, தென் சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசு (USSR) போன்ற நாடுகளில் மிகவும் பயன்படுகிறது. 1975ஆம் ஆண்டிலிருந்து ஆண்டிற்கு 300 மி.

படம் 7. உலகில் பரவிக் கிடக்கும் உப்பு எடுக்கும் தொழிலகங்களின் இருப்பிடம்

லிட்டருக்கு மேல் குடிநீர், கடல்நீரிலிருந்து உப்பு நீக்கி (desalinator) மூலமாகக் காய்ச்சி வடிக்கப் படுகிறது. இதுபோல் 700க்கும் மேல் நாளொன்றுக்கு 25000 காலன் குடிநீர் கொடுக்கும் உப்பு நீக்கும் தொழிலமைப்புகள் உலகிலுள்ளன. கிரீஸிலுள்ள அர்கோலிஸ் குடாக்கடலில் உள்ள ஓர் ஊற்று நாளொன்றுக்கு 228 மி: காலன் நீரைக் கொட்டுகிறது. இதிலிருந்து இம்மாதிரி கடலிலுள்ள ஊற்றுகளின் திறனை அறிந்து கொண்டு, குடிநீர்ப் பற்றாக்குறையைக் கடலோரப் பகுதிகளில் இத்தகைய ஊற்றுகளின் மூலமாகக் குறைக்க முயற்சி எடுத்து வருகிறார்கள். அணு ஆற்றல் எடுப்பதற்கு ஒரு மூலப்பொருளான கனநீர் (deutrium oxide) கனடா, இந்தியா, நார்வே போன்ற நாடுகளில் கடல் நீரிலிருந்து எடுக்கப் படுகிறது. 25 ட்ரில்லியன் டன் கனநீர் கடல்நீரிலிருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

4000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே கடல் நீரினின்று ஒவ்வொருவருக்கும் தேவைப்படும் உப்பைப் பிரித்தெடுத்து வந்துள்ளனர். இது சூரிய வெப்பத்தில் ஆவியாக்கும் முறைகளின் மூலமாகவே பெரும்பாலும் பல இடங்களில் எடுக்கப்பட்டு வருகிறது (படம் 7). கடல் நீரில் வாழும் சில உயிரினங்கள் அதிலுள்ள உலோகங்களை ஈர்த்துச்சேர்த்து வைக்கக் கூடிய திறனைப் பெற்றுள்ளன. லேமினேரியா 33% பொட்டாசியம் கார்பனேட்டைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் கடல்பாசி பொட்டாசியம், புரோமின், அயோடின் போன்றவற்றைச் சேர்க்கின்றது. இவற்றிலிருந்து 1811 ஆம் ஆண்டிலேயே புரோமின் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. இருப்பினும், இன்று கடல் நீரிலிருந்து நேரடியாகவே புரோமின் எடுக்கப்படுகிறது (படம் 8).

65 ppm செறிவு விகிதத்தில் காணப்படும் புரோமின், கடல்நீரில் 10^{14} டன் வரையிருக்கும் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. தற்போது அமெரிக்காவின் நிலப்பரப்பில் காணப்படும் கொதிநீர் ஊற்றுகளில் (brines) புரோமின் மிகுதியாக இருப்பதை உணர்ந்து, அதையே இதற்கு மூலத்தாதுவாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். ஆனால் ஜப்பான், இங்கிலாந்து மற்றும் சில நாடுகள் கடல்நீரையே பயன்படுத்தி வருகின்றன. ஸ்காட்லாந்தில் கடல்பாசியிலிருந்து அயோடினைப் பிரித்தெடுத்து வந்தனர். ஆனால் அது சிலி நாட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் அயோடினைப் போன்று சிக்கனமாக இல்லாமையால் நிறுத்தப்பட்டுவிட்டது.

படம் 8. கடல் நீரிலிருந்து உலகில் புரோமின், மக்னீஷியம் பிரித்தெடுக்கும் தொழிலகங்கள் அமைந்துள்ள இடங்கள்

B■ - புரோமின் M▲ - மக்னீசியம்

மக்னீஷியம் டோலமைட் என்னும் மாற்றுருப் பாறையினின்று (metamorphic rock) எடுக்கப்பட்டு வந்தாலும், கடல் நீரிலிருந்து மிகவும் தூய்மையாகக் கிடைக்கிறது. எனவே பல இடங்களில் கடல்நீரே மூலப்பொருளாகப் பயன்படுகிறது. அமெரிக்கா 1979 இலிருந்தே 500 மி. டாலர் பெறுமான மக்னீஷிய உலோகக் கூட்டுப் பொருள்களைக் கடல்நீரிலிருந்து உற்பத்தி செய்கிறது. இப்புவியல் கடல்நீர் 1370 கன கி. மீ. அளவு உடையதாகவும் அது 40 மி. மெ. டன் திண்மப் பொருள்களைக் கரைத்து உள்ளடக்கி உள்ளதாகவும் கணித்துள்ளனர்.

தங்கம் போன்ற விலையுயர்ந்த உலோகங்கள் நீரில் கரைந்திருந்தாலும் சிக்கனமாக எடுக்கும் அளவிற்கு இல்லை என்று ஹேபர் என்னும் ஜெர்மன் அறிஞர் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் செய்த முயற்சிக்குப் பின் அறுதியிட்டுக் கூறி உள்ளார். இங்கிலாந்து பாதுகாப்புத் துறையினர், கடல்நீரிலிருந்து டைட்டானியம் கூட்டுப் பொருள்களின் வழியாக யுரேனியத்தை ஈர்த்துச் சேகரிக்க முயற்சித்து வெற்றிகரமாகச் செய்ய முடிந்தாலும் இலாபகரமாக இல்லை என்று கண்டனர். நீரில் வாழும் உயிரினங்களில் டுனிகாட்ஸ் போன்றவை ஈயம், பாதரசம் ஆகிய உலோகங்களையும், சில மீன்கள் வனேடியம் போன்ற உலோகத்தையும் சேர்த்து வைக்கின்றன. இங்ஙனம் கடலில் வாழும், உலோகங்களைச் சேகரிக்கும் உயிரினங்கள் மூலமாக உலோகங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் நிலை விரைவில் வரலாமெனக் கருதப்படுகிறது.

நிலவளிமமும், எண்ணெயும்

வெனிசுலா நாட்டில் 1923ஆம் ஆண்டிலேயே மரக்காய்போ ஏரியிலிருந்து எண்ணெய் எடுத்தாலும், 1947 இல் தான் லூதியானாவில் முதன் முதலாகக் கடலிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்க முடிந்தது. அப்போதிருந்தே இம் முயற்சி சிறிது சிறிதாகப் பயனளித்து வரும்போது, 1974 ஆம் ஆண்டு திடீரெனக் கச்சா எண்ணெயின் விலையை எண்ணெய் உற்பத்தி செய்யும் நாடுகள் ஒருங்கே உயர்த்தவே, இம்முயற்சி விரைவுபடுத்தப்பட்டு, அண்டார்க்டிக்காவைத் தவிர பிற கடல் பகுதிகளில் எண்ணெய் இருப்புக் கண்டு பிடிப்பு முயற்சிகள் தற்போது ஏறத்தாழ 30 நாடுகளிலிருந்து வருகிறது.

கடலினின்று 1985 இல் ஒரு நாளைக்கு 31 மில்லியன் பீப்பாய் எண்ணெயும், 52 மில்லியன் கனஅடி நிலவளிமமும் எடுக்க முடியும் என்று கருதப்படுகிறது. கடல் வளிமமும் எண்ணெயும் பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் புதையுண்ட தாவரம் விலங்குகளின் கனிமப் பொருள்களிலிருந்து உருவானவையேயாகும். இவை உருவாக முதலில் கரிமப்பொருள்கள் நிறைந்த மூலப் பொருள்கள் கடலினுள் மிகுதியாக ஒரே படிவுவடி பள்ளத்தில் படிய வேண்டும். அப்பொருள்களின் மேல் தொடர்ந்து படிந்துவரும் வண்டல் படிவுகளின் அழுத்தத்தாலும், புவியினடியில் உண்டாகும் இயற்கையான வெப்பத் தன்மையாலும், வளிமமாகவும், எண்ணெயாகவும் உருவெடுத்து அங்குள்ள நுண்ணிய இடைவெளிகளில் தங்கி மென்மேலும் உற்பத்தியாகும் எண்ணெயின் அழுத்தம் உயரவே முதலில் உருவானவை இடைவெளி கிடைக்கும் இடங்களை நோக்கிச் செல்கின்றன.

இவை அவ்வாறு செல்லும்போது பெரும் மணற் படிவுப் பாறைகள் அல்லது சுண்ணாம்புப் பாறைகள் கிட்டினால் அங்கே தங்கி விடுகின்றன. தொடர்ந்து உற்பத்தியாகி வரும் இப்பொருள்கள் பரவி வரும்போது அவற்றை மேற்கொண்டு செல்ல விடாது கடினப்பாறையோ, இடைவெளி அற்ற தினவுற்ற படிவுப்பாறையோ தடுக்கவே, தொடர்ந்து அதே இடத்தில் மிகு அழுத்தத்துடன் சேகரிக்கப் படுகின்றன. எனவே இவற்றை அழுத்திக்கொண்டிருக்கும் கடினப்பாறையைத் துளையிடவே, அழுத்தப்பட்டு அடைபட்டுக் கிடக்கும் ஹைட்ரோகார்பன் பொருள்கள் தாமாகவே மிகுந்த அழுத்தத்துடன் வெளிவருகின்றன. இப்பொருள்கள் கடலில் கிடைப்பதற்குக் குறிப்பாக மிகு தடிமனான படிவு வண்டல் பாறைகள் உள்ள இடங்கள் தேவை. கண்டத்தட்டுப் பெயர்ச்சி அடிப்படையில் மூன்று வகை இடங்களில் இவ்வகைப் பாறைகள் கிடைக்க வாய்ப்புண்டு.

அட்லாண்டிக் கண்டத்திட்டு வரைமுறை. இவை இரண்டு கண்டத் தட்டுகள் ஒன்றிற்கொன்று அப்பால் சென்று கொண்டிருக்கும் எல்லைப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதி கடற்கரைச் சமவெளி, அகலமான கண்டத்திட்டு, குறைந்த சாய்வைக் கொண்ட கண்டச்சரிவு, நன்றாகப் புலப்படும் கண்ட உயர்வு போன்றவற்றைப் பெற்றுள்ளமையால் ஹைட்ரோகார்பன்கள் கிடைப்பதற்கு மிகுதியான வாய்ப்புகளுண்டு.

பசிபிக் கண்டத்திட்டு வரைமுறை. இது பசிபிக் பெருங்கடலைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. எரிமலைகளும், நில அதிர்ச்சிகளும், தீக்குழம்பு நுழைவுகளும் மிகுதியாக உள்ளமையால் கரிமப் பொருள்கள் விரைவில் ஹைட்ரோகார்பன்களாக மாறுவதற்குத் தேவையான வெப்பமும், ஹைட்ரோகார்பன்களின் ஓட்டத்தை நிறுத்திவைக்கக்கூடிய கண்ணிப் பாறைகளும் (trap rocks) கிடைப்பதற்குரிய வாய்ப்புண்டு.

குறுக்கீட்டுப் பெயர்ச்சிப் பிளவுகள். இப்பகுதிகளில் ஆழம் நிறைந்த வடிகுழிகளும், தீவுகளும், கடல் மலைகளும் காணப்படுவதால் இவற்றைச் சுற்றி ஹைட்ரோகார்பன்களின் கரிம மூலப் பொருள்கள் மிகுதியாகக் கிடைக்கும் முன்பு கடலண்மைப் பகுதியில் மட்டுமே எண்ணெய் கிடைப்பதற்கு வாய்ப்புண்டு என்று எண்ணினர். ஆனால் ஆழ்கடல் ஆழ்

துளையிடும் திட்டத்தின் கீழ் 370 மீ. ஆழத்திலுள்ள சிக்பி மலைக்குன்றின் மீது துளையிட்டபோது எண்ணெய் கிடைப்பதற்கு ஏற்ற உப்பு நுழைவுப் பாறை கிடைத்துள்ளது. அதேபோன்று அண்டார்க்டிக்கிலுள்ள ரோஸ் கடலில் தோண்டியபோது அழிவு உண்டாக்கும் அளவிற்கு நில வளிமம் ஆழ்கடற் பகுதியில் திடீரென வெளிவந்தது. இக்காரணங்களால் ஆழ்கடலில் ஹைட்ரோகார்பன்கள் கிடைக்கும் என்னும் நம்பிக்கை ஏற்பட்டுள்ளது. மேலும் சில ஆண்டுகளில் தற்போது கொண்டுள்ள 1800 மீ. நீரில் துளையிடும் திறனை, அறிவியல் வளர்ச்சி விரைவில் உயர்த்திவிடும் என்று கருதப்படுகிறது.

இத்துறையில் இந்தியா நல்ல முன்னேற்றத்தைக் காட்டியுள்ளது. 1962 ஆம் ஆண்டில் எண்ணெய்-நிலவளிமக் குழு (ONGC) அமைக்கப்பட்டது. இக்குழு கடலில் எண்ணெய் எடுக்கும் முயற்சியின்கீழ் துளையிட வேண்டி 1973 இல் சாகர்சாம்ராட் என்னும் கப்பலை வாங்கி முயற்சி செய்ததில் 1974 இல் பாம்பே மிகு தடிமப் படிவுப் பாறை அமைப்புக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அங்கு துளையிட்டதின் பயனாக 1976இல் அன்றாடம் 40,000 பீப்பாய் எண்ணெய் எடுக்கும் திறனைப் பெற முடிந்தது.

இக்குழு தற்போது இந்தியக் கண்டத்திட்டு (380,000 ச.கி.மீ), கண்டச்சரிவு முழுமையும் (4000,000 ச.கி.மீ) ஹைட்ரோகார்பன் செறிவு கொண்ட படிவுப் பாறைகளைக் கொண்டுள்ளனவா எனக் காணும் முயற்சியை மேற்கொண்டுள்ளது. 1980 ஆம் ஆண்டு வரை கடல்சார்ந்த பகுதிகளில் 270 மில்லியன் கனமீட்டர் வளிமமும், 250 மில்லியன் டன் எண்ணெயும் உள்ளதாகக் கண்டுள்ளனர். கடலிலிருந்து தற்போது அன்றாடம் 240,000 பீப்பாய் எண்ணெய் ஆண்டிற்கு 12 மி.டன் எடுக்கும் திறனை இந்தியா பெற்றுள்ளது. இத்திறனை விரைவில் பெருக்கி, நாட்டிற்குத் தேவையான 42 மி.மெ. டன்னில் பெரும்பகுதியைக் கடலிலிருந்து பெற முயற்சித்து வருகின்றனர்.

கடலிலிருந்து கனிமமெடுக்க மிகுதியான வாய்ப்புகளும், முயச்சிகளுமிருந்தாலும் ஐக்கிய நாடுகளின் கடல் ஒழுங்குச் சட்டம் (UNOLOS) நிறைவேறாததால் இத்துறையில், குறிப்பாக ஆழ்கடல் கனிமவள ஆய்விலும், உற்பத்தியிலும் தேக்கம் ஏற்படலாம். ஏனெனில், ஆழ்கடலில் காணப்படும் மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகள், உலோகச் செறிவற்ற உப்புக் கொதிநீர், வண்டல் சல்ஃபைடு படிவுகள் போன்ற கனிம வளங்கள் கடலோர நாடுகளின் தனிப்பட்ட பொருளாதார உரிமை எல்லையைத் (exclusive economic zone) தாண்டியே காணப்படுகின்றன. இக்கனிம வளங்கள் பலநாட்டு எல்லைகளின் வரையரைக்குள் பரவிக் கிடப்பின், அந்த நாடுகள் ஒன்றுகூடி ஒத்துழைக்குமாயின், ஒருங்கே பயன் பெற வாய்ப்புண்டு. அதையொட்டியே சௌதி அரேபியா, சூடான் ஆகிய நாடுகள் உலோகச் செறிவு பெற்ற சல்ஃபைடு வண்டல் படிவுகளைத் தேட்டமிட உடன் படிக்கை செய்து கொண்டன. மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சுகளைப் பற்றி ஆராயவும் அதை எடுப்பதற்கான முயற்சிகள் செய்யவும் மிகுதியான செலவு ஆகும்.

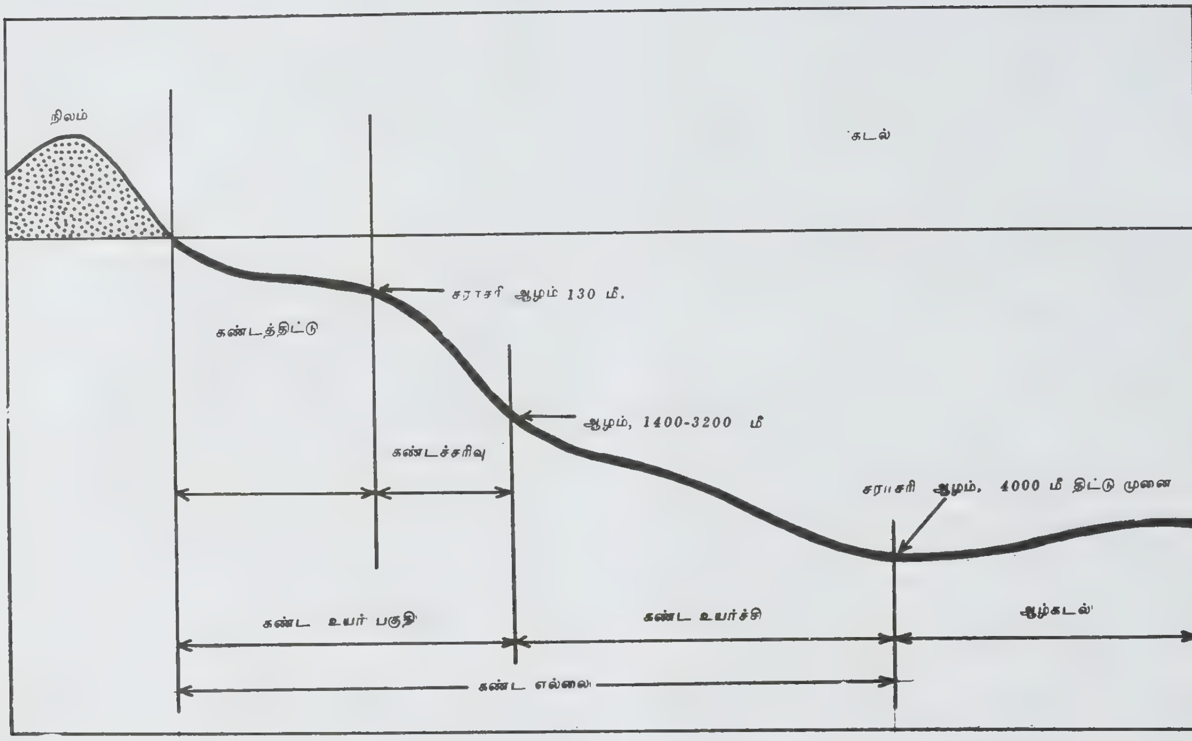
- ஞா. விக்டர் இராஜமாணிக்கம்

நூலோதி. D.A. Ross, *Opportunities and Uses of the Ocean*, Springer-Verlag, New York, 1980; M.L. Jenson and A.M. Bale man, *Economic Mineral Deposits*, Third Edition, John Wiley and Sons, NewYork, 1981; R.G. Burns, *Marine Materials*, Mineralogical Society of America Publication, Michigan, 1979; D.S. Cronan, *Under Water Minerals*, Academic Press, London, 1980.

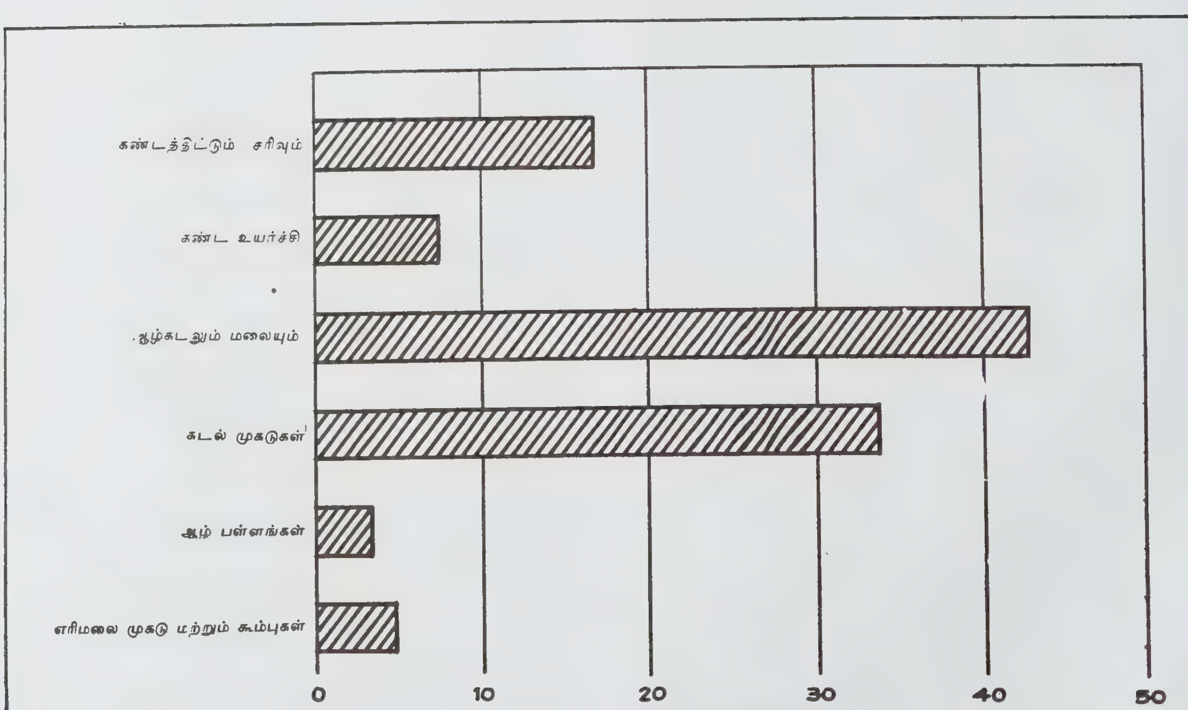
கடல்சார் நில இயல்

இது நில இயலில் ஒரு புதிய துறையாகும். அண்மைக்காலத்தில் உருவாக்கப்பட்ட இத்துறை பெரிதும் வளர்ச்சி அடைந்து வருகிறது. வளர்ந்து வரும் மனித சமுதாயத்தின் பெருகிவரும் தேவைகளை நிறைவு செய்ய, நிலப்பகுதியில் கிடைக்கும் கனிமங்கள் மட்டும் போதா என்னும் நிலையில் கடலில் கிடைக்கும் கனிம வசதிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டியநிலை ஏற்படுகிறது. கடல்சார் நில இயல் (marine geology) கடலில் கிடைக்கும் கனிமங்கள், அவற்றைக் கண்டுபிடித்து எடுக்கும் முறை ஆகிய அடிப்படை அறிவியலை அளிக்கிறது.

கடல்சார் நில இயல், புவியில் உள்ள கடல், கடலைச் சார்ந்த நில அமைப்புகள், படிவுகள், உயிரினங்கள், கனிமங்கள் பற்றிய செய்திகளைத் தரவல்லது. இயற்கையாக அமைந்துள்ள கடல், அலைகளின் துணையால் கரையோரப் பகுதிகளை அரிக்கும் ஆற்றலுடையது. ஆறுகள் மற்றும் காற்று மூலம் நிலப் பகுதியிலிருந்து அடித்துச் செல்லப்பட்ட பொருள்கள் கடலின் உட்பகுதியில் படிவுகளாகப் படிகின்றன. மேலும் அலைகளால் அரிக்கப்பட்ட நிலப்பொருள்களும் கடலடிப் படிவுகளாகின்றன. நிலப்பொருள்கள் ஆற்றின் செயலால் கடலடியில் படிவது ஓர் அன்றாட நிகழ்ச்சியாகும். கடலின் செயலால் உருவாகும் பல அமைப்புகளைக் கடல அமைப்புகள் என்பர். முக்கியமான கடல் அமைப்புகள் தீவு, வளைகுடா, கடல்கரை, கண்டத்திட்டு, கண்டச்சரிவு, கடற்குகை, கடற்தூண், முந்நீரகம் ஆகியனவாகும். இவை தவிரக் கடலில் மலைகள்,



படம் 1. கடலின் அமைப்பு



படம் 2. கடல் அமைப்புகள் பரப்பளவு சதவிகிதத்தில்.

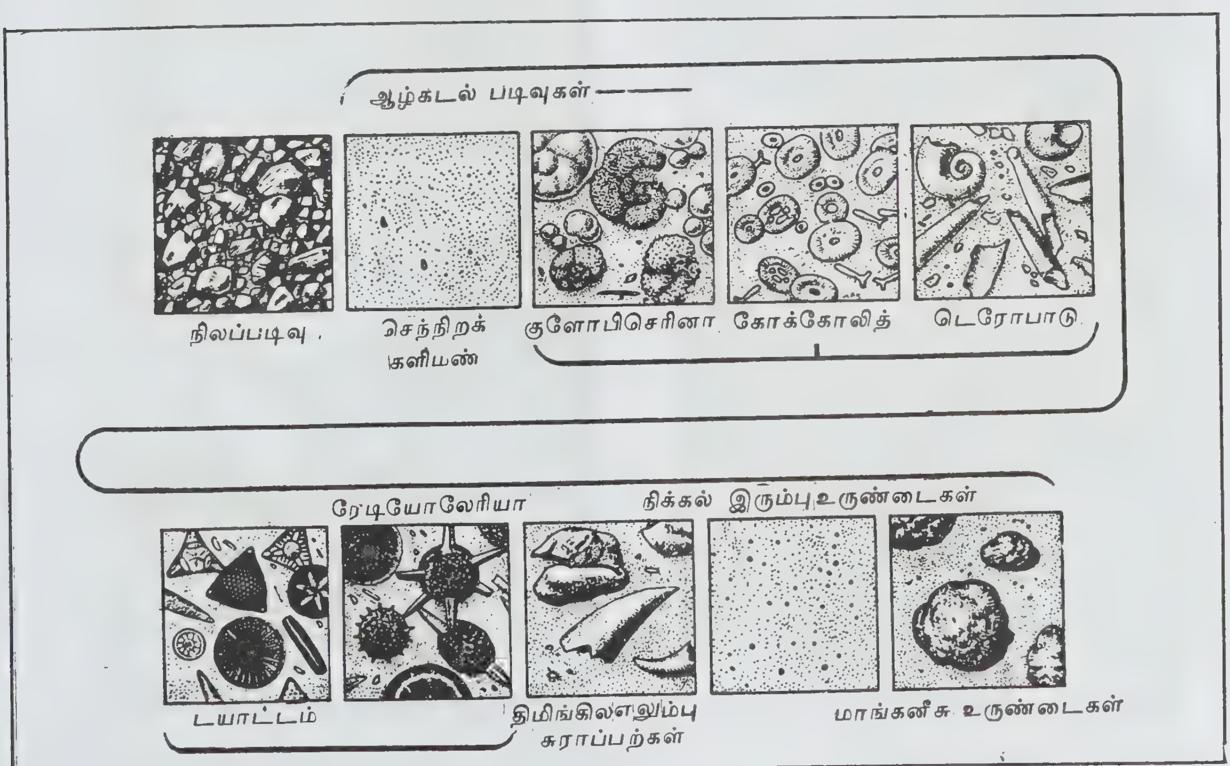
எரிமலைகள், முகடுகள், ஆழ் பள்ளங்கள் ஆகியனவும் உண்டு.

இந்தியாவின் தென்பகுதி, கடலால் முப்புறமும் சூழப்பட்ட ஒரு முந்நீரகமாகும். இராமேஸ்வரம் முற்றிலும் கடலால் சூழப்பட்ட ஒரு தீவாகும். வங்காள விரிகுடாவும், மன்னார் வளைகுடாவும் இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் உள்ளன. மெரினா கடற்கரை உலகிலேயே இரண்டாம் அழகிய நீண்ட கடற்கரையாகும். அரபிக் கடலில் திருவனந்தபுரம் அருகே உள்ள கோவளம் கடற்கரையும், கோவாவிலுள்ள அஞ்சமா கடற்கரையும் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதியாகும்.

புவியின் மேற்பரப்பை நிலப்பகுதி, கடற்பகுதி என இரு பெரும் பிரிவாகப் பிரிக்கலாம். இவ்விரு பகுதிகளுக்கும், அவற்றின் தன்மைகளில் மிகுதியான வேறுபாடு உண்டு. நிலப்பகுதி அடர்த்தி மிகுதியாகவும், கடற்பகுதி அடர்த்தி குறைவாகவும் உள்ளன. மேலும் நிலப்பகுதியின் கீழே கிரானைட்டும், கடற்பகுதியின் கீழே பசால்ட்டும் அமைந்துள்ளன.

கடலின் முக்கிய அமைப்புகள் கண்டத்திட்டு, கண்டச்சரிவு, கண்ட உயர்ச்சி, ஆழ்கடல் பகுதிகளாகும். கடற்கரையை ஒட்டிய பகுதி கண்டத்திட்டு எனப்படும். இப்பகுதி நிலப்பகுதியின் ஒரு தொடர்ச்சியாகும். இந்தியாவில் அரபிக்கடலில், கண்டத்திட்டு 300 கி. மீ. அகலமுடையது. ஆனால் வங்கக் கடலில், சென்னைக்கு அருகே ஒரு சில கிலோ மீட்டர் அகலமேயுடையது. கண்டத்திட்டுகளை அடுத்து அமைந்திருப்பது கண்டச்சரிவாகும். இப்பகுதி 1.5-2. 5 கி. மீ. ஆழமுடையது. ஆனால் இதன் அகலம் மிகவும் குறைவு. 15-80 கி. மீ. அகலமும், 4^{0}. சரிவும் உடையது. கண்டச்சரிவை அடுத்துக் காணப்படுவது கண்ட உயர்ச்சியாகும். இது 1.5-4 கி. மீ. ஆழமுடையது. சமதளம், நீரோட்டத்தால் ஏற்படும் படிவுகளால் ஆக்கப்பட்டது., எரிமலைக் குன்றுகளும் ஆங்காங்கே காணப்படும். இவை தவிர கடலில் காணப்படும் பிற அமைப்புகள் மலை முகடுகளும், ஆழ்கடல் பள்ளங்களுமாகும்.

கடல் படிவுகள் நிலப்படிவுகள், ஆழ்கடல் படிவுகள் என இருவகைப்படும். நிலப்படிவுகள் ஆறுகளாலும், கரையோரம் அலைமோதும் அலைகளாலும் அடித்து வரப்பட்டு அலைகளாலும், நீரோட்டத்தாலும், காற்றாலும் கடலடியில் பரப்பப்படுகின்றன. காற்று, எரிமலை, பனிக்கட்டி ஆகியவையும் கடற்படிவுகள் உருவாக உதவுகின்றன. ஆழ்கடல் படிவுகள் இருவகைப்படும். முதல் வகை களிமண், நுண்ணிய உயிரினங்களின் கூடுபடிவுகள்; இரண்டாம் வகை நுண்துகள் பரவு நீரோட்டப் படிவுகளாகும்.

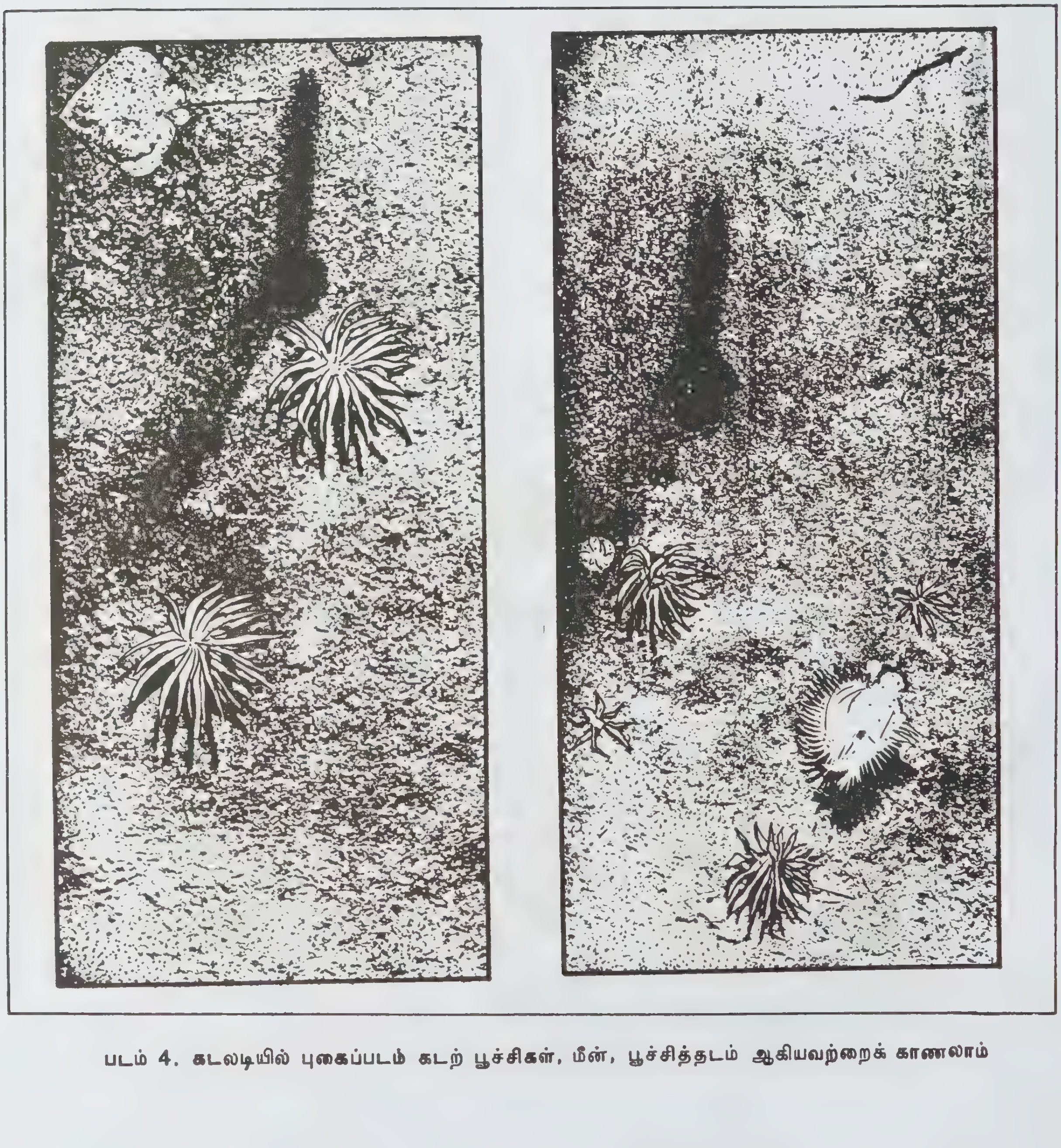


படம் 3. கடல்சார் படிவுகள்

முக்கியமான கடற் படிவுகள், பெருமணல்,சிறுமணல், உருளை மணல், களி, செந்நிறக்களி, உமிழிகள், உயிரினக் கூடுகள், திமிங்கில எலும்புகள், நிக்கல், இரும்புக் கற்கள், மாங்கனீஸ் உருண்டைகளாகும்.

கடலில் செடிகளும், பாசிகளும், புற்களும், பூண்டு களும், விலங்கினங்களும் உள்ளன. கடலில் வாழும் மிகப்பெரிய உயிரினம் திமிங்கிலம். இவற்றோடு பல வகையான மீன், ஆமை, நத்தை, பவளப் பூச்சி ஆகி யவையும் வாழ்கின்றன (படம் 4). பாசிகளும் புற் களும் சூரிய ஒளி கிடைக்கும் கடல் நீரின் மேற் பகுதியில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன. ஆனால் விலங்கினங்களோ மேற்புறத்திலிருந்து ஆழ்கடல் வரை காணப்படுகின்றன,

கடற்கனிமங்கள் இரு வகைப்படும். அவை கடல் நீரிலிருந்து பெறப்படும் கனிமங்கள் மற்றும் கடலடி யிலிருந்து கிடைக்கும் கனிமங்கள் என்பன. கடல் நீரில் உப்பு எடுப்பதும், கடலடியில் முத்துக் குளிப் பதும் தொன்றுதொட்டு நடைபெற்று வரும் கடல் தொழிலாகும். உப்போடு கடல் நீரில் இருந்து



படம் 4. கடலடியில் புகைப்படம் கடற் பூச்சிகள், மீன், பூச்சித்தடம் ஆகியவற்றைக் காணலாம்

கிடைக்கும் பிற கனிமங்கள் மக்னீசிய உலோகம் புரோமின், பொட்டாசியம், கால்சியம், சோடியம் சல்ஃபேட் ஆகியன. ஈரான், ஈராக், சௌதி அரேபியா போன்ற பாலை நாடுகளில் கடலிலிருந்து நன்னீரும் எடுக்கப்படுகிறது.

கடலடிக் கனிமங்கள் பெரும்பாலும் கண்டத் திட்டுப் பகுதிகளிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றை எடுக்கும் செலவு மிகவும் குறைவு. முக்கிய மான கனிமங்கள் மணல், சரளை, வைரக்கல், மானோசைட் மணல, கார்னெட் மணல், ஈயத்தாது, பாஸ்ஃபரைட் முதலியன. இங்கிலாந்துக் கால் வாயில் கட்டடக் கற்கள் கடலடியிலிருந்து எடுக்கப் படுகின்றன. கடலடியிலிருந்து கிடைக்கும் இரு முக் கியப் பொருள்கள் மாங்கனீஸ் உருண்டைகள் மற்றும் இயற்கை வளிமம், பெட்ரோலிய எண்ணெய் ஆகும்,

மாங்கனீஸ் உருண்டைகள் மாங்கனீஸ், செம்பு, நிக்கல் மற்றும் கோபால்ட் உலோகங்களை உள்ள டக்கிய உருண்டைகளாகும். இந்த உருண்டைகள் பசிபிக் அட்லாண்டிக் மற்றும் இந்தியப் பெருங்கடல் பகுதியில் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன. 5 செ.மீ. விட்டமுள்ள இவை சில இடங்களில் சதுர கிலோ மீட்டருக்கு 10,000 டன் கிடைக்கின்றன. அண்மைக் கால அறிக்கையின்படி புவியில் கிடைக்கும் நிக்கல் படிவுகள் 110 ஆண்டுகளுக்கே வரும். ஆனால் மாங் கனீஸ் உருண்டைகளிலிருந்து கிடைக்கும் நிக்கல் ஒன்றரை லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு வரும். இதிலிருந்து மாங்கனீஸ் உருண்டைகளின் எதிர்காலப் பயன்பாடு நன்கு தெரிகிறது. மேலும் மாங்கனீஸ் உருண்டை கள் ஆண்டு ஒன்றுக்குப் பத்து மில்லியன் டன் அள வில் பசிபிக் கடல் பகுதியில் உருவாகின்றன.

கடலடியிலிருந்து கிடைக்கும் முக்கிய கனிமம் எண்ணெயும், நில வளிமமும் ஆகும். உலகின் பல நாடுகளில் கடல் பகுதியிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது. இந்தியாவின் பம்பாய்க் கடற் பகுதியிலும், பேசின் பகுதியிலும், தமிழ்நாட்டின் நாகப்பட்டினக் கடலோரப் பகுதியிலும் எண்ணெய் வளம் நிறைய உண்டு. இந்தியாவில் உற்பத்தியாகும் 32 மில்லியன் டன்னில் 20 மில்லியன் டன் கடலோ ரப் பகுதிகளிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது.

- இராம. இராமநாதன்

கடல்சார் படிவுகள்

காற்று, ஆறு, எரிமலை போன்ற இயற்கைச் செயல் களாலும் விலங்கு பயிரினம் இவற்றின் தோற்றம், ஆக்கம், அழிவு காரணமாகவும் பல படிவுகள் கடல் களில் உருவாகின்றன. இப்படிவுகளே கடல்சார் படிவுகள் (marine sediments) ஆகும். பகுப்புக் காரணிகள், கிடைக்குமிடம், படிவின் தோற்றம், தோன்றும் முறை என இப்படிவுகள் பலவகை களாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. கிடைக்குமிடங்களைப் பொறுத்து 0-20 மீட்டர் ஆழம் வரையுள்ள அலை கடல் படிவு, 20-200 மீட்டர் வரையான குறை ஆழப் படிவு, 200-2000 மீட்டர் வரையான ஆழப்படிவு, 2000 மீட்டருக்குக் கீழேயுள்ள மிக ஆழப்படிவு எனப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும் தோன்றும் முறையில் ஆவியாதல், வண்டல், நீரோட்டப் படிவுகள் என்றும், படிவின் தோற்றத்தால் நிலப்படிவுகள், வேதிப் படிவுகள், உயிரினப் படிவுகள் என்றும் பகுக்கப் பட்டுள்ளன.

கடலோரப் பகுதிகளில் நிலப்பகுதியை ஒட்டியே நிலப்படிவுகள் காணப்படுகின்றன. ஆற்றின் கழிமுகப் பகுதிகளில் இவை மிகுதியாக உள்ளன. எடுத்துக் காட்டாக, கல்கத்தா ஹுக்ளி துறைமுகப் பகுதியில் கங்கை ஆறு கலக்குமிடத்தில் நிலப்படிவுகளைக் காணலாம். சரளை, பெருமணல், குறுமணல், களி ஆகியவற்றால் ஆன இப்படிவுகள் கண்டத்திட்டு, ஆழ் கடல் பள்ளங்களில் காணப்படுகின்றன. ஆப்பிரிக்கக் கண்டத்தின் நமீபியா பகுதியில் வைரக் கற்களும், ஜாவா, போர்னியோ பகுதிகளில் கேசிட்டைரைட் கனிமமும் இக்கடற் படிவுகளில் கிடைக்கின்றன. இவை பொருளாதாரக் கனிமங்கள் ஆகும்.

வேதிப்படிவுகள், கடல் நீரிலிருந்து வீழ்படிவு களாகவோ ஆவியாதல் படிவுகளாகவோ கிடைக்

படம் 1. கிளிஞ்சல்கள் படிந்து சுண்ணாம்புப் பாறைகளாகின்றன

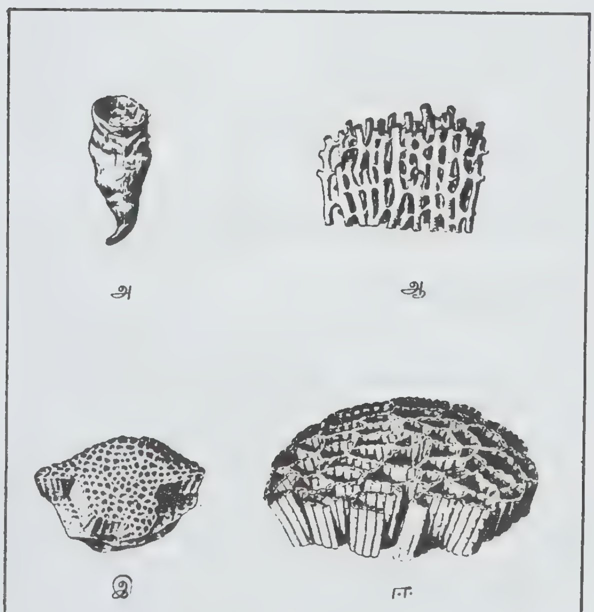
	நிலப்பொருள் படிவுகள்	வேதி, மற்றும் உயிரின வீழ் படிவுகள்	கரிமப் படிவுகள்	
			பெந்தாஸ் உறைவன	பிளாங்டான் திரிவன
அலை கடல் பகுதி	கூழாங்கல் சரளை	குறு உருளை மணல் சுண்ணாம்புக்களி	கிளிஞ்சல் சரளை கிளிஞ்சல் மணல்	———
		ஆவியாதல் படிவு		
குறை ஆழப் பகுதி	மணல் களி	ஒருங்கிணைக்கும் சிமெண்ட் பொருள்கள்	பவளப்பாறை பவள மணல்	———
ஆழ்நிலைப் படிவுகள்	களி மணல் கறுப்பு, பச்சை நீல நிறக் களி எரிமலைக்களி	கிளாக்கோனைட் பைரட் ஒருங்கிணைக்கும்	பவளக் களி	
				ஆழ்கடல் உமிழ்
		சிமெண்ட் பொருள்கள்		
	நுண்துகள் நீரோட்டப் படிவுகள்			டெரோபாடு உமிழி கிளாபிசெரினா உமிழி
மிகுஆழப் படிவுகள்				டயாட்டம் உமிழி ரேடியோ ளேரியன் உமிழி
		செந்நிறக்களி		
	நிலப்படிவுகள்	மாங்கனீஸ் உருண்டைகள்	———	———

கின்றன. உருளை மணல், சுண்ணாம்புக்கல், ஜிப்சம் கிளாக்கோனைட், பைரைட் மற்றும் மாங்கனீஸ் உருண்டைகள் வேதிப்படிவுகளாகும். பெட்ரோலிய எண்ணெய், இயற்கை வளிமம் ஆகியன கடலிலிருந்து கிடைக்கும் உயிர் வேதிப் படிவுப் பொருள்களாகும். கடலில் வாழும் உயிரினங்களால் உருவாகும் படிவுகள் கரிமப் படிவுகள் எனப்படும். கடல் பூச்சிகள் இரு வகைப்படும். அவை பெந்தாஸ் எனப்படும் தரையில் உறைந்து வாழும் பூச்சிகள் மற்றும் பிளாங்டான் எனப்படும் சுற்றித் திரியும் பூச்சிகள் ஆகும். இப்பூச்சிகள் இறந்தவுடன், இவற்றின் கூடுகள் கடல் நீரில் கரைசலாகவும், தரைப்பகுதியில் படிவுகளா கவும் உருவாகின்றன. இவை சுண்ணாம்புப் படிவுகள், சிலிகா படிவுகள் என இருவகைப்படும்.

உயிரினப் படிவுகள். கடல்பாசி, மொலஸ்கா கடற் பூச்சிகள், பவளப் பூச்சிகள் கடலின் தரைப் பகுதியில் வாழும் பெந்தாஸ் எனப்படும். இப்பூச்சிகளின் கூடுகள் அலைகடலில் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளின் படிவு களில் படிவுகளாகின்றன. சிற்சில இடங்களில்

பூச்சிகளின் கூடுகள் தொல்லுயிர்ப் படிவுகளாக மாறிப் பின்னர் பாறைகளாகின்றன. தமிழ்நாட்டில் தூத்துக்குடி, மண்டபம் ஆகிய பகுதிகளில் பவளப் பாறைகளையும், சுண்ணாம்புப் பாறைகளையும் காணலாம். அரியலூர்ப் பகுதியில் தொல்லுயிர்ப் படிவுச் சுண்ணாம்புப் பாறைகள் மிகுதியாகக் கிடைக்கின்றன.

உயிரின உமிழிகள், செந்நிறக் களி ஆகியவை ஆழ்கடல் பகுதியில் காணப்படும் படிவுகளாகும். இவை திறந்தவெளிக் கடல் படிவுகள் அல்லது பெலாசிக் படிவுகள் எனப்படும். உமிழிகள் பெரும்பாலும் சுற்றித்திரியும் உயிரினங்களின் பொருள்களைக் கொண்டே அமைகின்றன. டயாட்டம் என்னும் கடல்பாசி, பொராமினி பெரா, ரேடியோலேரியா என்னும் நுண்ணிய உயிரினங்கள், டெரோபிடுகள் எனப்படும் கடல் வண்ணத்துப் பூச்சிகள், கடல் வாழ் உயிரினங்களின் முட்டைகள், லார்வா ஆகியவை சேர்ந்து உமிழிகளாகின்றன. டயாட்டம் என்னும் கடல்பாசி சூரிய ஒளிப்பகுதியில் மட்டுமே வளரக் கூடியது. மிக நுண்ணிய இப்பாசி கண்ணுக்குப் புலனாகாத அளவு சிறியதாக இருந்தாலும் ஒன்று சேர்ந்து கடலில் ஒரு பாசிப் படலத்தையே உருவாக்கக்கூடும். பவளப்பாறைகளும் மிக முக்கியமான உயிரினப் படிவுகளாகும்.



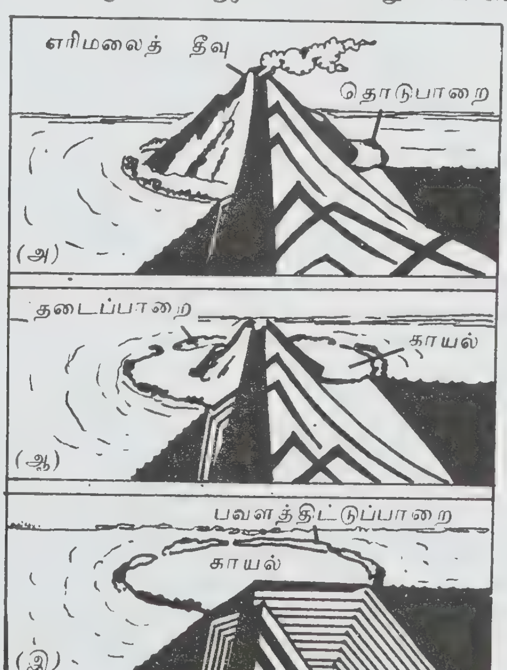
படம் 2. சீலியண்ட்டரேட்டா பவளப்பூச்சி வகைகள்

அ. கொம்புப் பவளம் ஆ. குழாய்ப் பவளம்
இ. தேனடைப் பவளம் ஈ. சங்கிலிப் பவளம்

செந்நிறக் களி. ஏறத்தாழப் பத்துக் கோடி சதுரக் கிலோ மீட்டர் பரப்பளவில் செந்நிறக்களி கடலில் பரவியுள்ளது. இக்களி பசிபிக் கடலின் வட தென்பகுதிகளிலும், நடுப்பக்கமும், இந்தியப் பெருங் கடலின் கீழ்ப்புறமும், அட்லாண்டிக்கின் ஆழ்பள்ளங் களிலும் காணப்படுகிறது.

செந்நிறக்களி காற்றடி வண்டலால் ஆக்கப்படும். இக்களியில் எரிமலைச் சாம்பல் கடலடி எரிமலைப் பொருள்களும் உண்டு. மிகு தொலைவில் உள்ள சில பாறைப்பகுதிகள் பனிக் கட்டிகளால் கொண்டு வரப் பட்ட செந்நிறக் களியில் காணப்படும். சுறாமீன் பற்கள், திமிங்கல எலும்பு, எரிகற்களின் உடைந்த பகுதிகள், எரிகல் தூசி என்பவை இவற்றில் காணப் படும் பிற பொருள்கள் ஆகும். இவற்றுடன் மாங்கனீஸ் உருண்டைகளையும் காணலாம். செந்நிறக்களி என்ற பெயர் பெற்றிருந்தாலும், இவை பழுப்பு நிறத்திலேயே காணப்படும். இரும்புச் சத்து எரிமலைப் பொருள்களால் இந்நிறம் வருகிறது.

பவளப் பாறைகள். கடலில் வாழும் உயிரினங் களுள் பவளப் பூச்சிகள் சீலியண்ட்டரேட்டா என்னும் வகுப்பில் கோரல் என்னும் இனத்தைச் சேர்ந்தவை. இப்பூச்சிகள் கோடிக்கணக்கில் ஒன்று சேர்ந்து வாழும் தன்மையுடையவை. வெப்பமான கடற்பகுதியில் மிகுதியாக வாழக்கூடியவை. இப் பூச்சிகள் மாறுபட்ட ஆழங்களில் வேறுபட்ட வெப்ப

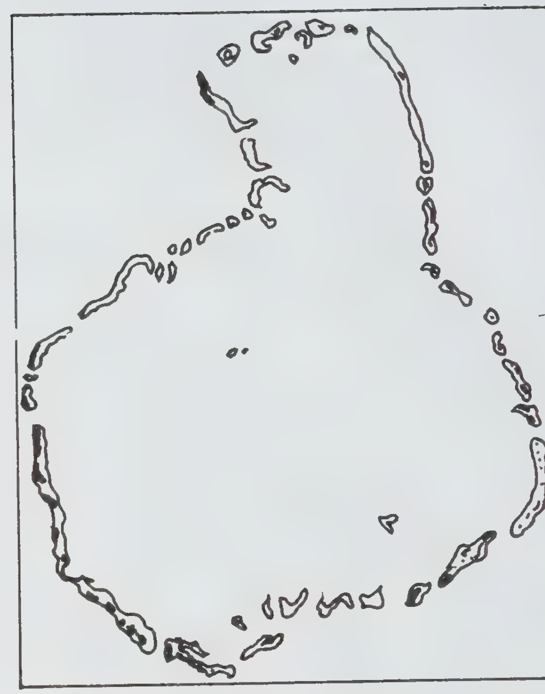


படம் 3. பவளப்பாறைகளின் வளர்ச்சி

அ. எரிமலைத்தீவும் தொடுபாறையும் ஆ. தடைப்பாறைகள்
இ. பவளத்திட்டுப்பாறை.

படம் 4. எரிமலைத்தீவும், தொடுபாறையும், தடைப் பாறையும்.

நிலைகளில் கடலின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் காணப் படுகின்றன. ஆனால் 50-70 வரை மீட்டர் ஆழத் திலும், மாசு இல்லாத தூய கடல் நீரிலும், 65°-70°F வெப்ப நிலையிலும் நன்றாக வளர்கின்றன. மழை நாள்களில் கடல் நீரின் உப்பு நிலை குறையும்போது வளர்ச்சி குறைந்து மீண்டும் பழைய நிலையை அடையும்போது நன்கு வளரத் தொடங்கும். மேலும், நல்ல உணவும் ஆக்சிஜனும் கிடைக்கும் பகுதியான காற்றடிக்கும் திசையில் நல்ல வளர்ச்சியைப் பெறு கின்றன. இப்பூச்சிகள் வளர்ந்து மேலே வரும்போது முன்னர் பூச்சிகள் வாழ்ந்த கூட்டுப் பகுதிகள் சுண்ணாம்புப் பாறைகளாகின்றன. இவையே பவளப் பாறைப் படிவுகள் ஆகும். தொடுபாறைகள், தடைப் பாறைகள், பவழத்திட்டுப் பாறைகள் எனப் பவளப் பாறைகள் மூவகைப்படும். தீவுப் பகுதியை ஒட்டி வளர்ந்திருக்கும் பாறைகள் தொடு பாறைகள் என்றும், தீவுக்கும் பவளப் பாறைகளுக்கும் இடையே நீர் இடைவெளி ஏற்படும் பகுதி தடைப் பாறைகள் என்றும், நீர் இடைவெளி மிகுதியாக நடுவில் எந்த விதமான நிலப்பகுதியுமின்றி ஒரு வளையம்போல் தோன்றுபவை பவளத்திட்டுப் பாறைகள் என்றும் கூறப்படும்.



படம் 5. இந்தியப் பெருங்கடலிலுள்ள பவளத்திட்டுப் பாறையின் நிலப்படம்

பவளப் பாறைகளில் சுண்ணாம்புச்சத்தின் விகிதம் மிகுதியாக இருப்பதால் சிமெண்ட் தயாரிப்பு, கால்சியம் கார்பைடு ஆகிய தொழில்களில் பயன்படு கின்றன. இந்தியாவில் மண்டபம், இராமேஸ்வரம் தூத்துக்குடி, இலட்சத் தீவுப்பகுதிகளில் பவளப் பாறைகளைக் காணலாம்.

- இராம. இராமநாதன்

கடல் சிங்கம்

இது ஊனுண்ணிகள் வகுப்பிலுள்ள பின்னிபீடியா துணை வகுப்பிலிருக்கும் ஓட்டாரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நீர்வாழ் பாலூட்டியாகும். ஓட்டாரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த அனைத்து உயிரிகளுக்கும் இது பொதுவான பெயர். இப்பெயர் பெரிய வடிவ முள்ள ஸ்டெல்லரின் கடல் சிங்கத்தையும் (*steller's sea lion-Eumetopias jubata*) கலிஃபோர்னியா கடல் சிங்கத்தையும் குறிக்கும்.

கடல் சிங்கங்களில் ஏறத்தாழப் பதினைந்து சிற்றி னங்கள் உள்ளன. அவை வட அட்லாண்டிக் பெருங் கடலில் அறவே தென்படுவதில்லை. பசிபிக் பெருங் கடலிலும், தென் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலும், தெற்குக் கடல்களிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின் றன. தென் அமெரிக்காவின் மேற்குக் கரை வரை

உள்ள பகுதிகளிலும், கலபாகஸ் தீவுகள் முடியும் பகுதி வரையிலும் கடல் சிங்கத்தின் ஓரினம் காணப் படுகிறது. சில இனங்கள் ஆண்டுக்கொரு முறை சீரான நீண்ட வலசை போகும் தன்மை கொண்டுள் ளன. வட பசிபிக் பெருங்கடலில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் சில இனங்கள் ஒவ்வோர் ஆண்டும் கலிஃபோர்னியா வரையிலும் வலசை போகின்றன.

கலிஃபோர்னியா கடல்சிங்கங்கள் பொதுவாகச் சிறைப்பட்ட நிலையிலேயே உள்ளன. இவற்றில் சில சர்க்கஸ்களில் பழக்கப்படுத்தப்பட்டு வேடிக்கை விளை யாட்டுக் காட்ட உதவுகின்றன. அனைத்துக் கடல் சிங்கங்களிலும் மயிர்த்தோலுக்கடியில் ஒரு தடித்த ப்ளப்பர் (blubber) என்னும் கொழுப்பு அடுக்கு உண்டு. எனவே இவை தோலுக்காகவும் கொழுப்பு நெய் எடுப்பதற்காகவும் வேட்டையாடப்படுகின்றன.

கடல் சிங்கத்தின் உடல் நீண்டது தலை, கழுத்து, உடல், வால் ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டது. தலை யில் சிறிய புறச்செவிமடல் காணப்படும். முகத்தின் நுனியில் ஓரிணை நாசித்துளைகள் உண்டு. கழுத்து, தெளிவாகத் தெரியும். உடலில் ஈரிணையான கால்கள் இருக்கும்; கால்விரல்களில் நகம் காணப்படும். பின் கால்களில் விரலிடைச் சவ்வும் இருக்கும்.

புறச்செவி மடல், நீண்ட தெளிவான கழுத்து, கால்கள் அமைந்திருக்கும் முறை ஆகியவற்றில் கடல் சிங்கங்கள் உண்மையான சீல்களிலிருந்து வேறு படுகின்றன. உண்மையான சீல்களைப் போலவே இவற்றின் ஒவ்வொரு காலின் விரல்களும் இணைக்கப் பட்டுத் துடுப்பாக உள்ளன. ஆனால் பின் கால் விரல்கள் தனித்தனியாகத் தோல்பட்டை போன்று வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. கடல்சிங்கங் களின் இடப்பெயர்ச்சி உண்மையான சீல்களின் இடப் பெயர்ச்சியினின்றும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது. உண்மையான சீல்களைவிட இவற்றின் முன்கால் நீண்டவை. பின்கால்களும், கடல் சிங்கம் தரையி லிருக்கும்போது உடலுக்கடியில் அவற்றை நீட்டிச் சுழற்றுவதற்குப் போதுமான அளவு நீண்டவை. கடல் சிங்கங்கள் குறைவான தொலைவை நாலுகால் பாய்ச்சலில் துள்ளலுடன் ஓடிக் கடக்கும். நீரில் முன்கால் துடுப்புகளின் உதவியால் நீந்தும். பின் கால்கள் நீந்துவதற்குப் பயன்படுவதில்லை.

வயது வந்த ஆணும் பெண்ணும் உருவத்தில் வேறுபடுகின்றன. சில இனங்களில் ஆண் கடல் சிங்கங்கள் பெண் கடல்சிங்கங்களைவிட இருமடங்கு பெரியவையாக இருக்கும். அவை மிகுதியான கழுத் துத் தசைகளுடனும், கழுத்திலும் தலையிலும் பிடரி மயிருடனும் காணப்படும். கடல்சிங்கங்கள், அவற்றின் சொரசொரப்பான வெளிமுடிகளுக்கு அடியில் தடித்த மென்மையான முடிகளைக் கொண்டிருக்கும். இளம் கடல் சிங்கங்கள் மற்றும் பெண் கடல் சிங்கங்களின் பதப்படுத்தப்பட்ட தோல்கள் விலை மிகுந்தவை.

கடல் சிங்கங்கள் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இடங் களில் அவற்றின் மந்தைகள் அறிவியல் முறையில் நன்கு பேணப்பட்டு, அந்த இனம் அழிந்து போகாத அளவுக்குப் பாதுகாக்கப்பட்டு, ஆண்டுதோறும் அவற் றின் தோல்கள் உரிக்கப்படுகின்றன. வடதுருவம் மற்றும் தட்பப் பகுதிகளில் உள்ள தெற்கு, வடக்குப் பெருங்கடல்களில் பலவகையான மென்மயிர்த்தோல் சீல்கள் (fur seals) காணப்படுகின்றன. வடக்கு மென் மயிர்தோல் சீல்கள் (northern fur seal – *callorhinns ursinus*) வட அமெரிக்கக் கடற்கரை நீரில் அலாஸ் காவிலிருந்து மெக்ஸிகோ வரை காணப்படுகின்றன. அவை பிரைபைலோப் தீவுகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. தெற்கு மென்மயிர்த்தோல் சீல்கள் (southern fur seal – *arctocephalus arctaphoca*) தென் துருவம் முதல் தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, நியூஜிலாந்து வரை பரவியுள்ளன.

கடல் சிங்கத்தின் குரல் உண்மையான சீலின் குரலைவிடக் கரகரப்பானது. அக்குரல் குரைத்தல் போன்றோ, காட்டுவாத்தின் கூச்சல் போன்றோ, உறுமுகின்ற முழக்கம் போன்றோ இருக்கும். இனப் பெருக்கக் காலங்களில் கடல் சிங்கங்கள் அனைத்துப் பெருங்கூட்டமாக வாழும். தொலைவில் உள்ள தீவுகளில் சில சிற்றினங்களில், லட்சக்கணக்கில் மந்தைகளாகக் கூடும். அவற்றில் நன்கு வரையறுக் கப்பட்ட அந்தப்புர அமைப்பு காணப்படும். அந்தப் புரங்களை முதிர்ந்த ஆண்கள் விழிப்பாக இருந்து தங்களுடைய எல்லைகளைப் பாதுகாக்கும். இளம் ஆண்கள் தனித்தனி மந்தைகளாகக் கூடும்.

கடல் சிங்கங்கள் கணவாய் மீன்களையும், மீன் களையும் உண்ணும். கரையில் இருக்கும்போது ஆண் கள் பல மாதங்கள்வரை பட்டினி கிடக்கும். ஆனால்

குட்டிகளை ஈன்றெடுத்த பின்பு பெண் கடல்சிங்கங்கள் கடற்கரையிலிருந்து பெரும்பாலும் உணவுண்ணுவதற்காக இடையிடையே கடலுக்குள் செல்லும். இவற்றின் பேறு காலம் 10-11 மாதங்கள் ஆகும்.

- கு. வரதராசன்

கடல் சிலந்தி

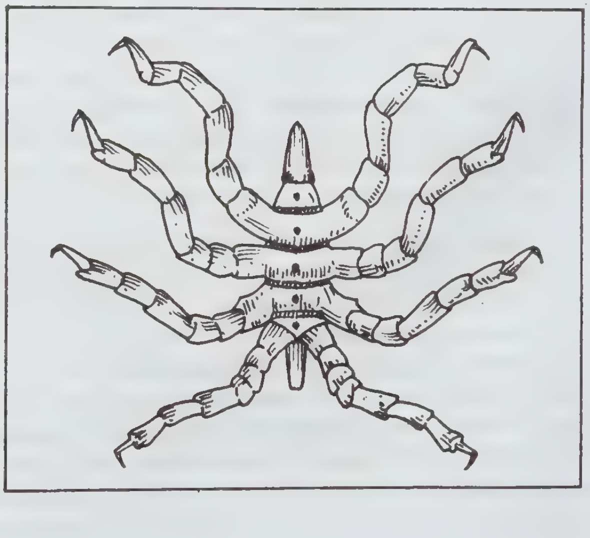
இது அலையிடைப்பகுதியிலிருந்து ஆழ்கடல் பகுதி வரை காணப்படும் சிலந்தி போன்ற தோற்றமுடைய விலங்காகும். கணுக்காலித் தொகுதியில் பிக்னோகோனிடா வகுப்பைச் சேர்ந்த இக்கடல் சிலந்திகளில் ஏறத்தாழ 600 இனங்கள் உள்ளன. இவை உலகில் அனைத்துக் கடற்பகுதிகளிலும் காணப்பட்டபோதும் குளிர்ந்த கடற்பகுதிகளிலேயே மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. 12 பேரினங்களையும் 6 குடும்பங்களையும் சேர்ந்த 23 இனக் கடல் சிலந்திகள் இந்துமாக் கடலில் உள்ளன. கடல்வாழ் செடிகள் அல்லது இடம் பெயரா உயிரிகளின்மேல் ஊர்ந்தும் கடலடிப் பரப்பிலும் இவை வாழ்கின்றன. சில சமயங்களில் இவை தம் கால்களின் சிறகடிப்பது போன்ற இயக்கத்தால் நீந்துகின்றன. அவ்வாறு நீந்தும்போது மிதவையுயிரிகளுடன் இவை தொகுக்கப்படுவதுண்டு.

பெரும்பாலும் கடல் சிலந்திகள் 1-10 மி.மீ. நீளமுடையவை. ஏறத்தாழ 2 அடி நீளம் வரை வளரும் கொலாசெர்டீஸ் ஜைகாஸ் எனப்படும் ஆழ்கடல் இனமே அனைத்துக்கடல் வாழ் சிலந்திகளிலும் பெரியது. நிறம் கவர்ச்சியற்றதாக இருந்தபோதும் இவற்றில் சில, பச்சை அல்லது சிவப்பு நிறமுடையவை. உடல் தலை மார்புப் பகுதி, கண்டங்களுள்ள இடைப்பகுதி, குறைவுபட்ட வயிற்றுப் பகுதி என மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வாயைச் சூழ்ந்து நீள் உருளை வடிவான உறிஞ்சுகுழல் (proboscis) உள்ளது. தலைமார்புப் பகுதியுடன் இடுக்கிக் கால்கள், பேரிடுக்கி (pedipalps), சினை தாங்கிகள், நடக்கும் கால்கள் எனும் நாலு இணையுறுப்புகள் இணைந்துள்ளன. சினைதாங்கிக் கால்கள் ஆண் பெண் இருபால் வகைகளிலும் காணப்பட்டாலும், பிக்னோகோணம் ஃபோக்சிகிலஸ் போன்ற பேரினங்களில் உள்ள பெண் உயிரிகளில் சினை தாங்கிக் கால்கள் இல்லை. தலைமார்புப் பகுதியில் சிறு கண் மேடுகளின்மேல் நான்கு கண்கள் உள்ளன. ஆழ்கடல் இனங்களில் கண்கள் இல்லை.

கால்கள் மார்புக் கண்டங்களின் மருங்கு நீட்சிகளுடன் இணைந்துள்ளன. கால்கள் எட்டுக் கரணைகளால் ஆனவை. ஒவ்வொரு காலின் நுனியிலும் ஒரு கூர் நகம் உள்ளது. சிறியதாகவும் குறைவுபட்டும் காணப்படும் வயிற்றுப் பகுதியில் இணையுறுப்புகளில்லை.

பெண் கடல் சிலந்தியில் ஓர் இணை சினையகங்களும் பல சினையணு நாளங்களும் உள்ளன. சினையணு நாளங்கள் கால்களின் அடிப்பகுதிக்கு அருகில் திறக்கின்றன. ஆண் கடல் சிலந்திகள் முட்டைகளைச் சினைப்படுத்திச் சாந்துச் சுரப்பிகளால் ஒன்றோடு ஒன்று ஒட்ட வைத்து அச்சினையணுக் குவியலைத் தம் சினை தாங்கிக் கால்களில் சுமக்கின்றன. சில சினையணுக் குவியலில் 1000 முட்டைகள் வரை இருக்கும். ஆண் கடல்சிலந்திகள் பலமுறைக் கலவியால் ஒரே சமயத்தில் பல சினையணுக்குவியலைத் தம் சினைக் கால்களில் தாங்கிக் கொண்டிருக்கும்.

ஆண் கடல் சிலந்திகளால் அடைகாக்கப்படும் இம்முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரி, நாப்ளியஸ் இளவுயிரி போலுள்ளது. இளவுயிரியின் குட்டையான உடல் பல கண்டங்களாகப் பிரிக்கப் படவில்லை. மூன்று இணையுறுப்புகளும் ஓர் ஒற்றைக் கண்ணும் உள்ளன. முதல் இணைக்கால்கள் கிடுக்கி அமைப்புடையவை. இரண்டு, மூன்றாம் இணையுறுப்புகள் ஒற்றைக் கிளையுடையவை. இந்த இளவுயிரியில் ஒரு சிறு உறிஞ்சு குழல் உண்டு. இது சில காலத்திற்கு ஹைட்ராய்டுகள் (hydroids) பவளங்கள் ஆகியவற்றில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்ந்து பின் உருமாற்றமடைகிறது. கடல்சிலந்திகளிடம் தேள் இனப் (அராக்னிடா) பண்புகள் காணப்பட்டாலும் அவை தேளினங்கள் அல்ல. அரக்னிடாப் படிமலர்ச்சி நிலையில் உடற்கண்டங்களும் அவற்றுடன் இணைந்துள்ள இணையுறுப்புகளும் நிலையான தன்மை பெறாத ஒரு நிலையிலிருந்து சில மாற்றங்கள் பெற்று இவ்வுயிரிகள் தோன்றியிருக்கலாமென நம்பப்படுகிறது. பிக்னோகோனிடா வகுப்பு நிம்

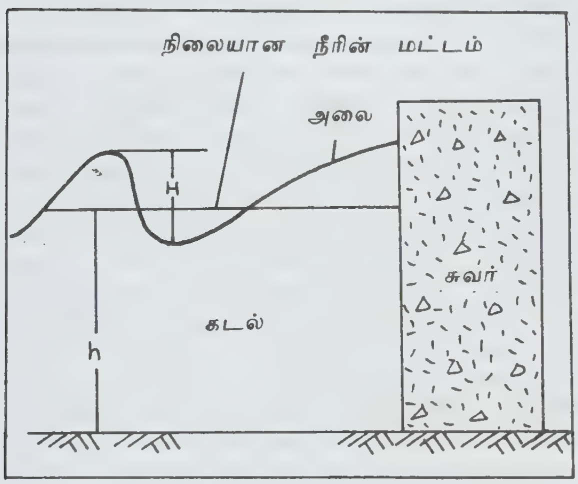


ஃபோறிடே, ஃபோக்சிசிலிடே, பேல்லேனிடே, கோலோஸ்செண்டிடே, யுரிசிடே, பிக்னோகோனிடே என ஆறு குடும்பங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

- ந. முத்துக்குமாரசாமி

கடல் சுவர்

இது கடல் நீரின் ஓரத்தில் அமைந்த கட்டகமாகும். கடல், கரையை நோக்கி ஊடுருவாமல் கடல்சுவர் தடுக்கிறது. இயற்கை மண்ணோ நிரப்பப்பட்ட மண்ணோ அரிக்கப்படாமல் பாதுகாக்கிறது. கடல் பக்கத்தில் இதன் சரிவு காணப்படும். இச்சரிவு அலை விசைகளின் ஆற்றலைச் சீரழிக்கவும் திசைமாற்றவும்



கடல் சுவர்

உதவும். சில நேரங்களில் அலை தாங்கி போலவும் காணப்படும். இது மரத்தாலோ, எஃகாலோ, கற்காரையாலோ கட்டப்படலாம். அளவுக்கு மீறிய உயரமான ஓத அலைகளால் கவிழ்க்கப்பட்டோ அடிப்பகுதியில் உள்ள மண்ணால் அரிக்கப்பட்டோ இது இடிந்து போக வாய்ப்புண்டு. காண்க, கடற்கரைப் பொறியியல்.

- மு. புகழேந்தி

கடல் தரைப்பரவல்

உலகில் உள்ள உயிரிகள், உயிரிலிகள் அனைத்தும் நிலம், நீர், காற்று, நெருப்பு, ஆகாயம் ஆகியவற்றால் தோன்றித் தோற்றம், வளர்ச்சி, அழிவு, மறைவு ஆகியவற்றை அடைகின்றன. புவிக்கும் அதில் வாழும் பலகோடி உயிரினங்களுக்கும் இவ்விதி முற்றிலும் பொருந்தும். உலகில் நிலம், நீர், காற்று, நெருப்பு, ஆகாயம் ஆகிய ஐந்து மூலப் பொருள்களிடையே சில வேறுபாடுகள் உள்ளன. காற்று, நெருப்பு, ஆகாயம் ஆகிய மூன்றுக்கும் உருவம் இல்லை. நிலத்திற்கு உருவமுண்டு. நீர் எதில், எங்கு இருக்கிறதோ அதில் அந்த உருவமைப்பைப் பெறுகிறது. மாறும் பொருள்களான நிலம், நீர் இரண்டையும் கொண்டே மாறுதல்களை எண்ணவோ, அளக்கவோ முடியும். மாற்றங்களை மனிதன் கண்டுகொள்ள வேண்டுமானால் அம்மாற்றங்கள் விரைவில் ஏற்படாமல் மெதுவாகவே நடைபெற வேண்டும். இவ்வாறு நடந்தால்தான் கால வேறுபாட்டில் உருவமைப்பு வேறுபாடு கண்கள் நம்பும் வகையில் புலனாகும். கண் என்னும் பொறி தொலைக்காட்சி முதலிய படங்களைக் காணும்போது அவை ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்திற்கு மேலாகவோ குறைவாகவோ விழும்போது அவற்றின் பொய்யான தன்மையும் தோற்றமும் அமைப்பும் வெளிப்பட்டு விடும். புவியியல் கண்ணால் காலத்தைக் குறுக்கி உலகை நோக்கினால், இப்போதுள்ள உலகப் படத்திலுள்ள கண்டங்களின் அமைப்புகள் பொய் என அறியலாம்.

நிலம், நீர், இரண்டும் உருவத்திற்குக் கட்டுப்பட்டவை. உலகில் இவையுள்ள இடங்களின் கால மாற்றங்களை அறிவியல் வல்லுநர்கள் நடத்தும் ஆய்வுகளாலும் கணிப்புகளாலும் அறியலாம். இதனால் காற்று, நெருப்பு, ஆகாயம் என்பவை பயனற்றவை எனக் கருத இயலாது. நில, நீர் மாற்றங்கள் ஆகாயம் எனும் இடத்திலேயே ஏற்படுகின்றன. காற்றும் நெருப்பும் நில-நீர் அமைப்புகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அதாவது பல ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன் புவியமைப்பு எப்படி இருந்தது? வேறுவிதமாக இருந்திருப்பின் அதை எவ்வாறு அறிவது? சான்றுகள் எவ்வாறு கிடைக்கும்? கிடைத்த சான்றுகளும் உண்மையானவையா? போன்ற சிலஐயங்கள் தோன்றலாம். நில, நீர் அமைப்பின் மாற்றங்களை கொண்டே இவற்றின் அமைப்பை அறியமுடியும். ஏனெனில் எவை மாறும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளனவோ அவற்றைக் கொண்டே மாற்றங்களைக் அறியவோ அளக்கவோ இயலும். காற்று, நெருப்பு, ஆகாயம் ஆகியவற்றிற்கு உருவமைப்பு இல்லாமையால் காலத்தால் ஏற்பட்ட மாற்றங்களை அமைப்பின் மூலம் அறிய முடியாது. இக்காரணங்களால் நிலம், நீர் ஆகிய இரண்டையும் ஆய்வதே போதும். இவற்றைக் கொண்டு பிற மூலப்பொருள் பற்றிய உண்மைகளை அறிய வேண்டும்.

உலகம் தோன்றியபோது இந்த நிலத்திற்குப் பாஞ்ஜியா (pangaea) என்றும், நீருக்கு டிதைஸ் (tethys) என்றும் பெயர். இந்த உலகமைப்பு வெப்பத்தாலும், காற்றாலும் மாறுபட்டது. இவ்வாறு படிப்படியாக

மாறி இன்றைய நிலை ஏற்பட்டது. இம்மாறுதல்கள் பல மில்லியன் ஆண்டுகளில் சிறிது சிறிதாக நிகழ்ந்துள்ளன. ஒன்றாக இருந்த நிலம் காலப்போக்கில் கோண்டுவானா (gondwana), லௌரன்சியா (Laurentia), சைனா (china), சைபீரியா (siberia), பால்டிகா (baltica), கஷக்ஸ்டானியா (kazakstania) என ஆறு துண்டுகளாக மாறியது. புவி தோன்றியபோதுவெப்பத்துடன் கூடிய பிழம்பாக இருந்திருக்கவேண்டும். படிப்படியாகக் குளிர்ந்து மேற்பரப்பு உயிரினங்கள் வாழத் தகுதி பெற்றது. தற்போதுள்ள புவி இத் தகுதியுடன் இருந்தாலும் உட்பகுதி பல காரணங்களால் மிகவும் வெப்பமாகவே உள்ளது. ஆழம் அதிகரிக்க வெப்பமும் அதிகமாகிறது. எரிமலைகளால் உமிழப்பட்ட பொருள்கள் மிகவும் சூடாக இருப்பதும், பின்பு குளிர்ந்து கெட்டியாவதும் இந்நிலைகளுக்குச் சான்றாக உள்ளன.

இக்கருத்தை நன்கு ஆராய்ந்தால் சில உண்மைகள் புலனாகும். அவற்றில் ஒன்றே தட்டு உள் நிகழ்ச்சி (plate tectonics) என்பதாகும். 1915 இல் வஜினர் என்பார் கண்டங்கள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகிச் செல்கின்றன என்று உறுதியாகத் தெரிவித்தார். ஆனால் இக்கருத்தை அறிவியல் உலகு ஏற்கவில்லை. தட்டு உள் நிகழ்ச்சிக் கருத்து ஏற்கப்பட்டபோது கண்டங்கள் விலகுகின்றன என்னும் கருத்தை ஏற்க வேண்டிய நிலையும், சூழ்நிலையும் அறிவியல் உலகிற்கு ஏற்பட்டன. வஜினர்தான் தட்டு உள் நிகழ்ச்சிக் கருத்து நிலவ முன்னோடியாவார் என அறிவியல் வல்லுநர்கள் இன்று நம்புகின்றனர். தட்டு உள்நிகழ்ச்சி எதுவென்பதையும், கடல்தரைப் பரவலுக்கும் தட்டு உள் நிகழ்ச்சிக்குமுள்ள தொடர்பையும் அறியவேண்டும்.

தட்டு உள்நிகழ்ச்சி. புவியின் மேற்பரப்பைப் பற்றிய உண்மைகளை அறிய வாய்ப்புகள் உள்ளன. கணிப்புகளும் அளவைகளும் இதில் அடங்கும். புவியின் மூலம், வரலாறு இவை அடங்கிய விளக்கத்தை அறிஞர்கள் அண்மைக்காலத்தில் கொடுத்து, கடல் தரைப்பரவல் என்னும் எண்ணத்தை உருவாக்கினர். அதாவது புவியின் மேற்பரப்பு, புவியின் கீழ்ப்பரப்பின் மேல் நகர்ந்து செல்கிறது என்று நம்பப்படுகிறது. புவியின் மேற்பரப்பு ஆறு கடினத் தட்டாக மிதந்து பக்கவாட்டில் அசைவது தட்டு உள் நிகழ்ச்சியாகும். இந்நிகழ்ச்சி கடல்தரைப்பரவலுக்கும், கடல் தோற்றத்திற்கும், கடற்பகுதி நிலையாக இருப்பதற்கும் இன்றியமையாத காரணமாகும்.

இத்தட்டுகள் உள்ள புவி மேற்பரப்பு பாறைக் கோளகம் அல்லது லிதோஸ்ஃபியர் (lithosphere) என்றும், அதற்குக் கீழ் உள்ள பகுதி அஸ்தினோஸ்ஃபியர் (asthinosphere) என்றும் குறிப்பிடப்படும். லிதோஸ்ஃபியர் வலிவாகவும் திண்மையாகவும் அமைந்துள்ளது. இதனால் புவி, காலங்களால் அலைக்கப்பட்டாலும், சீர்குலையாமல் தன் தனித் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. தனிப்பட்ட வகையில் குறிப்பாக நிலப்பகுதிகளால் (continental mass) உண்டான கண்டத்தட்டு (continental plate) இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. அஸ்தினோஸ்பியர் புவிப்போர்வைப் (mantle) பொருள்களால் ஏற்பட்டதாலும் உருகும் நிலையையொட்டி இருப்பதாலும் பாயும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. லிதோஸ்ஃபியர் தட்டின் எல்லைக்குள் மலை, பள்ளம், சரிவு என்பன அடங்கும். அஸ்தினோஸ்ஃபியரிலிருந்து வெளித்தள்ளப்பட்ட பொருள்கள் கடல் தரையில் திண்மையாவதாலும் கடல்தரைப்பரவலால் தள்ளப்பட்ட பொருள்கள் குவிவதாலும் தட்டுகள் தோன்றுகின்றன.

கடல்தரைப்பரவல் செயல்படும் விதம். புவியில் தட்டுச் சலனம் ஏற்பட்ட புவியின் சுழற்சிக்குச் சந்திர ஈர்ப்புப் போன்ற காரணங்கள் கூறப்பட்டன. அண்மைக்கால ஆராய்ச்சியில் அஸ்தினோஸ்ஃபியரில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனம்தான் காரணம் என்று தற்போது அறியப்பட்டுள்ளது. இந்த வெப்பச் சலன மையங்கள் 50 கிலோ மீட்டர் ஆழம் வரையே பரவ முடியும் என்று நம்பப்படுகிறது. இந்த ஆழம் நில அதிர்ச்சியின் குவிய (focus) ஆழத்திற்குச் சமமாக உள்ளது. இந்த ஆழத்திற்கு மேல் வெப்பச் சலன முறைப்படி வெப்பத்தைக் கடத்த இயலாது. இந்த வெப்பம் கதிர் இயக்க அழிவால் உண்டாகிறது. புவிப்போர்வை மேற்பரப்பிற்கும் புவியின் மேற்பரப்பிற்கும் இடையே ஏற்படும் வெப்ப வேறுபாடுகளால் வெப்பச் சலனம், புவிப்போர்வை மேல்பரப்பில் ஏற்படுகிறது. புவிப்போர்வையிலிருந்து வரும் வெப்பப் பரவல் ஆண்டிற்கு 0. 5-1 செ. மீ வரை இருக்கும். வெப்பச் சலனத்தின் மேல் நோக்கு ஓட்டத்தால் வெப்பக்கடத்தல், புவி அதிர்ச்சி, பிளவு ஆகியவை ஏற்படுகின்றன. இவற்றால் கடல்தரைப்பரவல் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்று முடிவு செய்வது கடினம். மிகவும் சூடான நிலையில் அஸ்தினோஸ்ஃபியரிலிருந்து மேல் நோக்கி வரும் பொருள்கள் தட்டுச் சலனத்திற்குக் காரணம் என்று நம்பப்படுகிறது.

தொடக்கப்பள்ளி மாணவர்கள் உலகப் படத்திலுள்ள கண்டங்களின் ஓரங்களை இணைத்துப் புதிர் விளையாட்டில் ஈடுபடுவர். இந்த விளையாட்டையே மிகவும் கருத்துடன் நோக்கியதன் விளைவே கண்டச் சலனம் என்று பெயர் பெற்றது. இதைக் கண்டு பிடித்தவர் வஜினர் ஆவார். வட, தென் அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை அமைப்புகள் முறையே ஆப்பிரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரை ஓரத்துடனும் ஐரோப்பாவின் மேற்குக் கடற்கரை ஓரத்துடனும் பொருந்துவதை வஜினர் சுட்டிக்காட்டினார். மேலும் ஆராய்ந்ததில் அண்மைக்காலத்தில் ஏற்பட்ட படிவங்களும் குன்றுகளும் நன்றாகப் பொருந்துவதைவிட, கிரிடேசியக் காலத்தில் ஏற்பட்ட மலைத்தொடர்கள்

நன்றாகப் பொருந்தக்கூடியன என்பது புலனாயிற்று. இதனால் கண்டப்பிரிவுகள் ஏறத்தாழ 150மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் ஏதோ ஒரு வகையில் ஏற்படத் தொடங்கிவிட்டன என்று நம்பலாம். ஊடுருவிகள் கடல்தரை பரவலுக்குக் காரணம் அல்ல. எரிமலை வாயிலிருந்து வெளிப்பட்ட பாறைகளின் ஆய்வி லிருந்து உருகிய நிலையிலுள்ள பாறை கடல்தரை மட்டத்திற்கு இரண்டு கிலோ மீட்டர் ஆழத்தில் தான் உள்ளது என்று தெரிய வந்தது. மலையின் மூலக்கோட்டிற்கு அருகே உள்ள கசிவுகள் மிகவும் குறுகியனவாகக் காணப்படுகின்றன.

மூலக்கோட்டிற்குத் தொலைவில் உள்ள முறிவு களின் அகலம் முடிவாக 30 மீட்டர் வரை அதிக மாகிறது. இந்த அடையாளம் மலை சிறிது சிறி தாகத் தொடர்ந்து இழுக்கப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. கடல் தரையின் பழம்பாறை எரி மலைப் பொருள்களால் புதியதாக மாற்றி அமைக்கப் படுகிறது என்னும் உண்மையை இதனால் நன்றாக உணர முடிகிறது.

கடற்கரை ஒரு பெரிய தொடர் இறுக்கி (belt) போல் இயங்கிப் புதிய கடல் மேற்பரப்பை நகர்த்துகிறது. அதாவது பள்ளத்தாக்கு, கடல்மலை, கடல் தீவுகள், பீடபூமிகள், கண்டங்கள் இவற்றை நோக்கி நகர்த்துகிறது. இதனால் தட்டுகள் ஒன்றை ஒன்று மோத வழி பிறக்கிறது. தட்டுகள் ஒன்றை யொன்று மோதும்போது ஒரு தட்டு மற்றதன் அடி யில் மூழ்கி அழியும். இவ்வாறு நிகழும்போது ஓர் ஆழ்கடல் பள்ளத்தாக்கு உருவாகிறது.

கடல்தரை அழிந்து, அழிந்து நிலப்பொருளாகி உருமாறும் இடங்கள் தட்டு எல்லைகளாக வளர் கின்றன. மலைத்தொடர்கள் இவ்வாறு ஏற்பட்ட வளர்ச்சியின், பின் வளர்ச்சியாகவே கருதப்படு கின்றன. இவ்வாறு வளர்ச்சி ஏற்படும் காலங்களில் உந்துவிசைகளாலும் மாறுபாடுகளாலும் மலைத் தொடர்கள் தாக்கம் அடைகின்றன. நில எல்லைக் கோட்டில் ஒரு தட்டு, பல மில்லியன் ஆண்டுகளாகத் தொடர்ந்து சிறிதுசிறிதாக மூழ்கிக் கொண்டு இருக்க முடியும். எவ்வாறிருந்தாலும் மூழ்கும் தட்டு ஒரு கண்டத்தின் கட்டியைத் தாங்கிக் கொண்டிருந்தால் தடைகள் மிகுதியாகிக் கண்டங்களுக்கிடையே மோதல் ஏற்படும். இவ்வாறு ஏற்படின் மூழ்குவது நிற்க வேண்டும் அல்லது திசை மாறி மூழ்க வேண்டும். ஏனெனில் அடர்த்தி, குறிப்பிட்ட அளவிற்கு மிகுந் துள்ள இடங்களில் கண்டக் கட்டி தொடர்ந்து மூழ்க இயலாது.

புவியின் மேல், நில, கடல் வெளிகள் பல முறை பிளவுபட்டும், மோதிக்கொண்டும் மீண்டும் இணைந் தும் விலகிச் சென்றும் உள்ளன. இந்தக் காலத்தை அளக்கப் புவியியல் கால அளவை ஒன்றால்தான் இயலும். இந்த நிகழ்ச்சிகளால் மலைத்தொடர்கள் இருக்கும் நிலைகளையும், இடங்களையும் அவை ஏற்பட்ட விதங்களையும் பற்றி விளக்க முடியும். நில நீர்க்கண்டங்களுடன் உலகத்தின் தோற்றமும், மறு தோற்றங்களும் பல முறை கடந்த காலத்தில் நடந்தமையால் இந்த நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டிருக்க லாம்.

கடல்தரைப்பரவல், தட்டு உள் நிகழ்ச்சி ஆகிய இரண்டு கொள்கைகளும் அறிவியல் வல்லுநர்களால் விளக்கம் தரத்தக்க நிலையில் உள்ளன. பிற கொள்கைகளை விட இவை மிகவும் சிறந்தவையா கும். இவை புவியியல் உண்மைகளைத் தொடர்பு படுத்துவதோடு உலகக் கடற்கரைத் துளைத்தல் மூலம் கிடைத்த முடிவுகளுடன் ஒத்துப்போக கூடியன வாகவும் உள்ளன.

புவிக்காந்தவியல் சான்று. (paleomagnetic) தட்டு உள்நிகழ்ச்சிக் கருத்திற்குக் தொல் காந்தவியல் ஆராய்ச்சி தக்க சான்றாக விளங்குகிறது. தொல் பாறைகளின் மூலம் பண்டைக் காலத்துப் புவிக்காந்த வியல், திசை இவற்றைப் பற்றி அறிய முடியும். அதாவது கற்கள் உருவாகும்போது கியூரி வெப்பத் திற்கு அப்பால் குளிரும்போது புவிக்காந்தவியல், காந்த ஆற்றலாக கற்களில் மாறும். கற்கள் எடுக்கப் பட்ட பகுதியின் அகலாங்கு நெட்டாங்குக் கோடு களைக் கொண்டு பண்டைக் காலத்தில் புவிக்காந்த ஆற்றலைப் பற்றிய உண்மைகளை அறியலாம். இவ்வாறு நடத்திய ஆய்வுகளின் மூலம் புவிக்காந்த ஆற்றல் பலமுறை திசைமாறி மாறி இயங்கி வந்திருக் கிறது என அறியலாம். கடலடியிலிருந்து எடுக்கப் பட்ட கற்களிலும் மேற்கூறிய உண்மைகள் புலனா கின்றன.

வெப்ப ஓட்டம். புவிப்போர்வையில் உள்ள உருகிய பாறைகள் மலைகள் ஏற்படுத்தும் சலனத்தால் கடல் தரைக்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. இதனால் பாறைகள் அழியும் இடங்களில் (subduction) குளிர்ந்த கடற்பாறைகள் உள் இழுக்கின்றன. வெப்ப மேல் நோக்கு ஓட்டம் இதன் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்படு கிறது. மலைகளுக்கும் பள்ளத்தாக்குகளுக்கும் இடையே வெப்பம், கடத்தல் மூலமே பரவுகிறது. கடற்கரைப் பகுதிகளிலும், கடல்தரைப் பகுதிகளிலும் நடத்திய ஆய்வுகள் இந்த உண்மையைத் தெளிவாக்கு கின்றன. படிவுகளின் வெப்பநிலையும், அவற்றின் வெப்பக் கடத்து திறனும் கடலியல் வல்லுநருக்குப் பல கணக்குகளைக் கடல் தொடர்பான வகையில் முடிவு செய்ய உதவுகின்றன.

பள்ளத்தாக்குகளில் வெப்பம் சராசரி அளவை விடக் குறைவாகவும் மலைகளில் சராசரி அளவை விட மிகுதியாகவும் உள்ளது. வெப்பப் பரவலுக்கும் கடல்தரை அமைப்பிற்கும் தொடர்பு உள்ளதாக அறியலாம். வெப்பம் என்னும் உருவில்லாத பொருள், நிலம், நீர் அமைப்புகளை மாற்றி அமைக்க உதவு

கிறது. இவ்வெப்பம் அனைத்துக் கடல்தரைப் பரவலை ஒட்டிய நிகழ்ச்சிகளிலும் பெரும் பங்கு வகித்தாலும், இந்த வெப்பத்தில் கடந்த கால அமைப்பைப் பற்றி அறிய முடியவில்லை. இதற்குக் காரணம் வெப்பத்திற்கு உருவம் இன்மையே ஆகும்.

தட்டு நகரும் அளவு. லிதோஸ்ஃபியர் தட்டுகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் நகர்கின்றன. இது கடல் தரைப் பரவலால் ஏற்படுகிறது. புவியின் வரலாற்றை அறிய வேண்டுமென்றால் காலத்துடன் தொடர்புடைய தட்டு நகரும் அளவும் தெரிந்தாக வேண்டும். எரிமலைப் பாறைகள், கடற்குன்றுகள் இவற்றின் வயதை அறுதியிடுவதன் மூலம் கடல்தரைப் பரவலைக் கணக்கிட இயலும்; இவை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவையாகும்.

எரிமலைத் தீவுத்தொடர். ஹாவாய்த் தீவுகள் என்பவை எரிமலைத் தீவுகளாகும். ஹாவாய்த் தீவுகளின் வயது வடமேற்குத் திசையில் அதிகரிக்கிறது. இந்தப் போக்கு மூவாமேடு தீவுகளுக்கும் ஆஸ்டிரல் தீவுகளுக்கும் பொருந்தும். ஒரு தீவுக் கூட்டத்திற்கும் அவற்றின் வயதிற்கும் உள்ள தொடர்பு ஒவ்வொரு திசையிலும் ஆண்டிற்கு ஏறத்தாழ 8 செ.மீ வரை நகர்வதாகத் தெரிகிறது. இது அரைக்கால அளவாகும். அதாவது ஒன்றுக்கொன்று எதிராக நகரும் புள்ளிகள் இரண்டின் நடுவில் ஓராண்டு அளவிற்குப்பின் ஏறத்தாழ 16 செ. மீ. இடைவெளி வரும் வரை நகர்தல் நடைபெறும். இவ்விரண்டும் அரைக்கால அளவிற்குச் சமமாகும். நடு அட்லாண்டிக் மலைகள் அருகில் இருக்கும் தீவுகளின் வயது கால ஒப்பு அடிப்படையில் மிகவும் குறைவாகும். மலைகளுக்கு மிகவும் தொலைவிலுள்ள தீவுகளுக்கு வயது மிகுதியாவும் அருகே உள்ளவற்றிற்குக் குறைவாகவும் இருப்பது தக்க சான்றாகும். கடல் வீழ்படிவுகளாலும் வயது பற்றிய உண்மைகளை நிறுவ முடியும்.

நீர்வெளிகளின் புவியியல் வரலாறு. இவையனைத்தும் வேறுபாடின்மை (uniformitarianism) என்னும் கொள்கையை அடிப்படையாகக் கொண்டு சொல்லப்பட்டவை. அதாவது புவியியல் தத்துவங்களும், நிகழ்சிகளும், கடந்த காலத்திலும் தற்காலத்திலும் ஒரே முறையில் நடைபெறுகின்றன என்னும் நம்பிக்கையில் ஏற்பட்டவையாகும். இந்த உண்மையும் எண்ணங்களில் ஏற்பட்ட உண்மைகளும் தவறானவையாகும். அதாவது இயற்கை ஒரே வகையில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கிறது என்பது தவறானால் இதனுடன் தொடர்புடையவற்றை விளக்கும் அனைத்துமே தவறாகலாம். இயற்கை மாறுவதில்லை என்னும் அடிப்படையில் தொகுக்கப்பட்டவையே மேற்கூறிய கொள்கைகளும் சான்றுகளும் ஆகும்.

உலகக்கடல் வெளிகளின் எதிர்காலம். 50 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப்பின் அட்லாண்டிக் கடல் வெளியும் இந்துமாக் கடல் வெளியும் விரிவடையும். ஆனால் பசிபிக் கடல் குறுகும். வட தென் அமெரிக்கக் கண்டங்களில் ஜப்பான், ஃபிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளுடன் மோதும். கிழக்கு ஆப்பிரிக்கா தன் இருப்பிடத்தில் இருந்து பிரியும். வடக்கு நோக்கி நகரும் ஆப்பிரிக்கா மத்திய தரைக்கடலை அகற்றும். பிஸ்கே விரிகுடா மூடிக்கொள்ளும். அண்டார்டிகா தட்டு பெரும் மாற்றம் அடையாமல் சிறிது மேற்கு நோக்கிச் சுழலக் கூடும். கரிபியன் கடலில் புதிய நிலப்பரப்புத் தோன்றும். தற்போது சான்பிரான்சிஸ்கோ உள்ள இடத்தில் லாஸ் ஏன்ஜல்ஸ் கொண்டு வரப்படும். பின்பு லாஸ் ஏன்ஜல்ஸ் நகர்ந்து அலுசியன் பள்ளத்தாக்கு அடியில் சிறுகச்சிறுக மறையும். இவ்வாறு பற்பல மாற்றங்கள் நிகழக்கூடும். இவையனைத்தும் 50 மில்லியன் ஆண்டிற்குள் நிகழும்.

- எஸ். பி. சுப்ரமணியன்
- டி. ராஜாராமன்

கடல் தறி

ஆற்றின் கடல் வாயிலிலோ, துறைமுக நுழைவிடத்திலோ கடற்கரையிலிருந்து உட்புறம் நோக்கி நீண்டவாறு கட்டப்படும் கட்டகம், கடல் தறி (jetty) ஆகும். இது கப்பல் போக்குவரத்துக் கால்வாயின் ஒரு புறத்துடனோ இரு பக்கங்களுடனோ இணையாக அமையலாம்: குறிப்பாக, கடல் நீரின் பெயர்ச்சியால் கால்வாய்களுக்குக் குறுக்காகத் திட்டுகள் தோன்றாவண்ணம் இது கட்டப்படுகிறது. இது கடல் நீரின் பெயர்ச்சியைத் தடுத்துக் கால்வாயுள் பாயும் நீரின் விரைவைக் கூட்டி, கடல் நீர்ப் பெயர்ச்சியால் திட்டுகள் தோன்றாதவாறு தடுக்கிறது. இது அலை மறிக்கட்டுமானத்தை (break-water) ஒத்தோ தனிப் பலகைத் தொடராகவோ அமைக்கப்படலாம். இப் பலகை மரத்தாலோ, கற்காரையாலோ எஃகாலோ செய்யப்பட்டிருக்கலாம். கடல் தறிகள் நேர்கோட்டிலோ வளைகோட்டிலோ அமையலாம். கொலம்பியா ஆற்றுக் கடல்வாயில் ஓர்கான் அருகில் கட்டப்பட்ட 7 கி. மீ. கடல் தறி தக்க எடுத்துக்காட்டாகும்.

- மு. புகழேந்தி

கடல் தீவுகள்

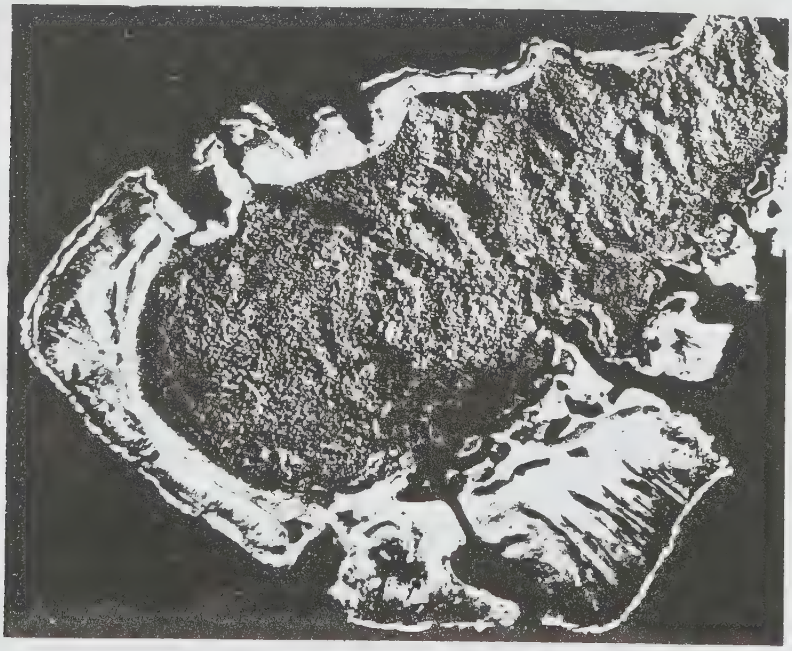
நாற்புறமும் நீரால் சூழப்பட்ட நிலப்பகுதி தீவு எனப்படும். கடல் நீரால் சூழப்பட்டிருந்தால் அது கடல்தீவு (oceanic island) ஆகும். இந்தியாவுக்கு மிக அருகில் உள்ள இலங்கைத் தீவு, அந்தமான், நிக்கோபர், இலட்சத் தீவுகள், ஆப்பிரிக்கா கண்டத்

திற்கு அருகில் உள்ள மடகாஸ்கரும்,மொரிசியஸும், ஆஸ்திரேலியக் கண்டமும் கடல் தீவுகளே. புவியில் 16 பெரிய தீவுகளும் ஆயிரக்கணக்கான சிறிய தீவு களும் உள்ளன.

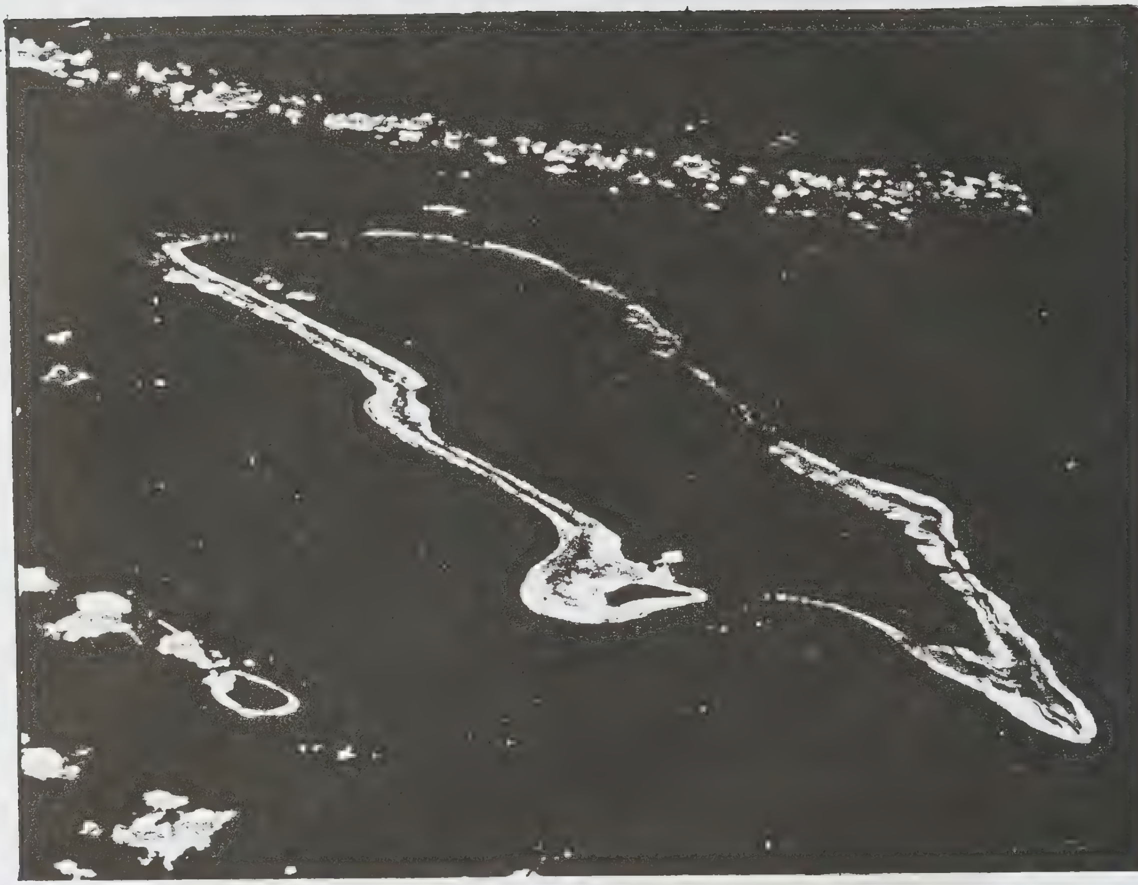
கடல் தீவுகள் பலவகைப்படும். அவை நில அண்மைத் தீவுகள், எரிமலைத் தீவுகள், பவளப் பாறைத் தீவுகள், மலை முகட்டுத் தீவுகள், வண்டல் மண் தீவுகள் எனப்படும். நிலப்பகுதிக்கு மிக அருகில் உள்ள கடல்தீவுகள் நில அமைப்புத் தீவுகள் எனப் படும். இங்கிலாந்து, இலங்கைத் தீவுகள் இவ் வகுப்பைச் சார்ந்தவை. இவ்வகைத் தீவுகளின் நில அமைப்பும் படிவுகளும் அண்மையில் உள்ள நிலப் பகுதியை ஒத்திருக்கும். இலங்கையின் நில இயல் தென்னிந்தியாவின் நில இயலோடு ஒத்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அந்தமான், நிக்கோபர், இராமேஸ்வரம் தீவுகளும் இவ்வகையைச் சேர்ந் தனவே.

கடலுள் பல்வேறு மலைத்தொடர் முகடுகள் மறைந்துள்ளன. இந்தியக் கடல் முகடு, அட்லாண்டிக் கடல் முகடு போன்ற முகடுகள் உள்ளன. இந்த முகடுகளின் மேற்பகுதி சில இடங்களில் கடல் நீருக்கு வெளியே தோன்றித் தீவுகளாக அமைந்துள்ளன. மத்திய அட்லாண்டிக் கடல் முகட்டில் உள்ள அசென்சியான் தீவும், அர்ஜென்டினாவுக்கு அருகில் உள்ள பாக்லாந்து தீவுகளும் மலைத்தொடர் முகட்டுத் தீவுகளாகும். இவ்வகைத் தீவின் நிலஇயல், அருகே உள்ள நில இயலிருந்து முற்றிலும் வேறு பட்டிருக்கும்.

கடலுக்கு அடியில் பல எரிமலைகள் உள்ளன. இவை அவ்வப்போது வெடித்துச் சிதறுவதுண்டு. அவ்வாறு சிதறும்போது அதிலிருந்து வெளிப்படும் பாறைப் பொருள்களும், பாறைக் குழம்பு உறையும் போது உருவாகும் பாறைகளும் படிந்து தீவாக வளர்வதுண்டு. ஜப்பான், ஐஸ்லாந்து நாடுகள் எரி மலைத் தீவு நாடுகளாகும். ஐஸ்லாந்து நாட்டில் வெந்நீர் ஊற்றுகளும், நீராவி ஊற்றுகளும் மிகுதியாக உள்ளன. இத்தீவைச் சுற்றி ஏறத்தாழ 200 எரி மலைகள் உள்ளன. எரிமலைகளின் இயக்கத்தால் புதிய தீவுகள் தோன்றுவதும் பழைய தீவுகள் திடீரென மறைவதும் உண்டு. 1963 ஆம் ஆண்டு சுர்ட்செய் என்னும் புதிய தீவு தோன்றியது. 1972 இல் கைபர் பக்கிலாஸ்கர் என்னும் தீவு திடீரென மறைந்து போயிற்று. ஜப்பான் நாட்டில் உள்ள வெந்நீர் ஊற்றுகளிலிருந்தும், எரிமலை வெப்பத் திலிருந்தும் கிடைக்கும் வெப்ப ஆற்றலைப் பயன் படுத்தி மின் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இந்நாட்டில்



படம் 1. தொடுபாறைத்தீவு: இங்கிலாந்து சாலமன் தீவு



படம் 2. பவளத்திட்டுத் தீவு

கிடைக்கும் கந்தகப் படிவுகள் எரிமலைப் படிவு களாகும்.

கடல் வாழ் உயிரினங்களுள் பவளப்பூச்சிகள் கோடிக்கணக்கில் கூடி வாழும் தன்மையுடையவை. கடலில் இப்பூச்சிகள் பெருகி வாழ்ந்து மடியும்போது இவற்றின் கூடுகள் சுண்ணாம்புக்கல் பாறைகளாகிப் பின்னர் தீவுகளாகின்றன. இத்தீவுகள் நிலத்தை ஒட்டி வளர்ந்திருக்கும் தொடு பாறைத்தீவுகள், தடைப்பாறைத் தீவுகள், பவளத்திட்டுப் பாறைத் தீவுகள் என மூவகைப்படும். ஆஸ்திரேலியக் கண்டத் தில் உள்ள பெரும் தடைப் பவளப் பாறை சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இத்தீவு ஏறத்தாழ 1500 கி.மீ. சுற்றளவுடையது. இந்தியப் பெருங்கடலில் உள்ள மாலத் தீவு 12 பவளத்திட்டுப் பாறைத் தீவுகளையும், 2000 சிறிய தீவுகளையும் கொண்டது. அரபிக் கடலில் உள்ள லட்சத் தீவு 27 பவளப் பாறைத் தீவுகளைக் கொண்டது.

மேலும் ஆற்றால் அடித்து வரப்படும் வண்டல் கடல்-படிவுகளால் மண்மேடாகி உருவாகும் தீவு களும் உண்டு. இவ்வகைத் தீவுகள் மேற்கு வங்கக் கடற் பகுதியில் காணப்படும்.

- இராம. இராமநாதன்

கடல் தெங்கு

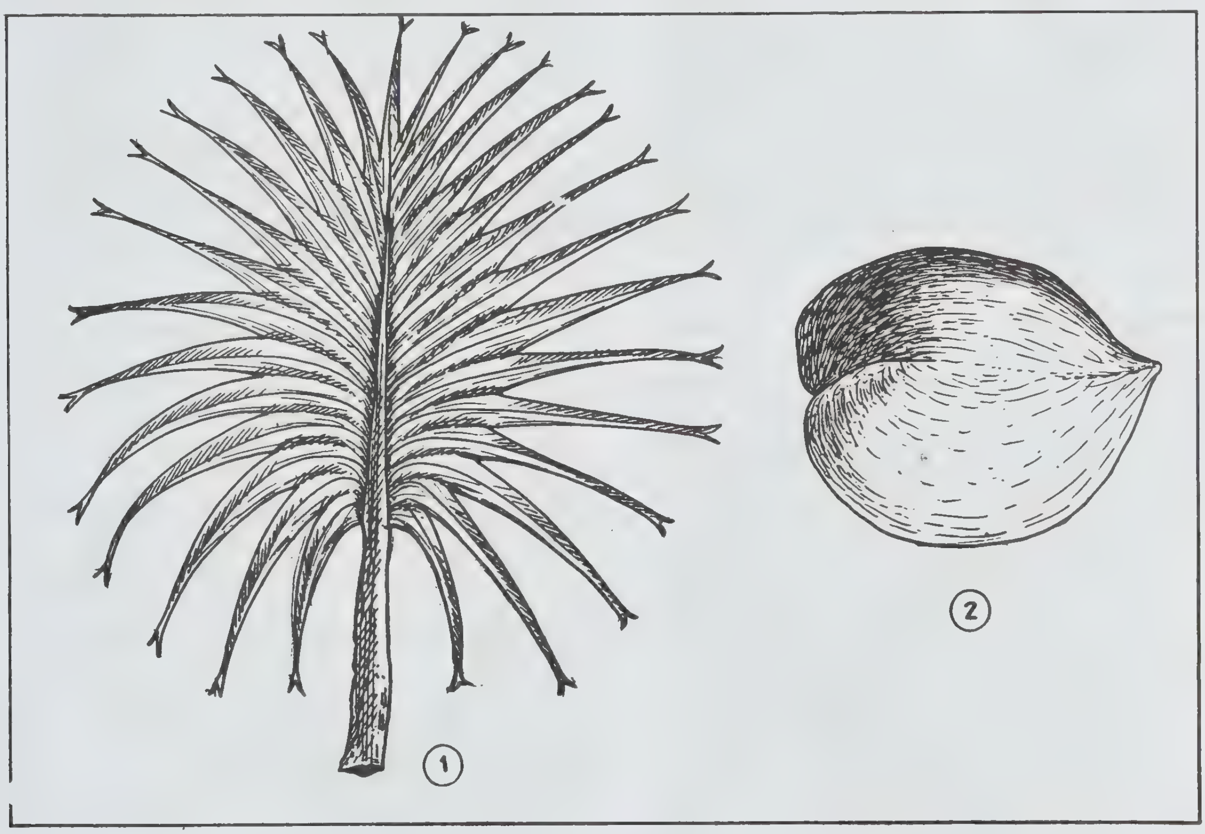
இது ஒருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாகும். இதன் குடும்பம் அரிகேஸ்; தாவரவியல் பெயர் லொடாய்சியா மால்டிவிகா (lodoicea malde vica). இதற்கு இரட்டைத் தெங்கு, மால்டைவ் கொட்டை, பெரும் தேங்காய் எனப் பல பெயர்கள் உண்டு.

தோற்றம். இந்தியப் பெருங்கடலில் மடகாஸ்கர்

தீவுக்கு வடக்கேயுள்ள 92 சிறு தீவுகளைக் கொண்ட கூட்டத்திற்குச் செஷிலிஸ் தீவுகளில் ஒன்றான ப்ரஸ்லின் (Preslin) என்னும் தீவிலும், அதை அடுத்த மற்றொரு தீவிலுமே தன்னிச்சையாகக் கடல் தெங்கு (sea island coconut) வளர்கிறது. இத்தீவையும் அங்குள்ள கடல்தெங்கு மரங்களையும் பார்ப்பதற்கு முன்பே மாலுமிகள் இந்தியப் பெருங்கடலில் கடல் தெங்கு நெற்றுகள் மிதப்பதைக் கண்டு இதற்கு இந்தப் பொதுப் பெயரைச் சூட்டினர். தாவரவியலில் இதுவரை அறியப்பட்டுள்ள கனிகளில் இதுவே மிகப்பெரியதாகும்.

வளரியல்பு. தாவர இனங்களிலேயே விநோதமான தாவரம் இதுவேயாகும். தென்னைக் குடும்பத்தில் மிகப்பெரியது என இதை கூறலாம். கூடக்குறைய 30-35 மீட்டர் உயரம் வளரக்கூடியது. நீண்ட காலம் வாழக்கூடியது. கடல் தெங்கு, தூண்போன்ற கிளைகளற்ற நேராக வளரக்கூடிய அடிமரத்தை உடையது. இது ஒருபால் இனமானதால் ஆண் மரமும் பெண்மரமும் தனித்தனியாக இருக்கும். உயரம் மட்டுமன்றி அனைத்து அமைப்பும் பெரிய அளவிலேயே அமைந்திருக்கும். கணு இடை வெளிகள் நீண்டிருப்பதால் இலைத்தழும்புகள் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன.

இலை. பனை மட்டையைப் போல் விசிறி வகையைச் சேர்ந்த கூட்டிலையாகும். இலைக்காம்பு 2-3 மீ. நீளமிருக்கும்; முள்களற்றது. இலைப்பரப்பு ஏறத்தாழ 2-3 மீ. குறுக்களவு கொண்டிருக்கும். உள்ளங்கை வடிவக் கூட்டிலையுடையது. ஆழமற்ற பிளவுடன் காணப்படும் சிற்றிலையின் நுனி இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும். நரம்புகளில் தூவிகள் காணப்படும். இவ்விலையின் நரம்புமைப்பு காஸ்டாபாமேட் (costapalmate) எனப்படும். இலைக்காம்பு நடுநரம்பாக இலைப்பரப்பின் பாதி அளவு வரைதான் காணப்படும். அதிலிருந்து பல நரம்புகள் வடிவில் பிரிந்து செல்லும். இலைகளில் ஸ்கிளீரென்கைமா எனப்படும் வலிமை கொடுக்கும் திசுக்கள் காணப்படும். சாதாரணமாக இவ்வகைத் திசுக்களை விசிறி வகை மரங்களில் காண முடியாது. மேலும் செல்களில் சிலிகான் படிகங்கள் காணப்படும். அச்செல்கள் ஸ்டிக்மேட்டா எனப்படும். இந்தத் தகவமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளதால் இலைகள் கடற்காற்றின் வேகத்திற்கு ஈடு கொடுக்க முடியும்.



கடல் தெங்கு

1. மட்டை 2. விதை

மஞ்சரி. அரிகேசி குடும்பத்தின் சிறப்பு, மடல் மஞ்சரியாகும். மஞ்சரி இலைக்கோணத்தில் காணப் படும். ஒவ்வொரு மஞ்சரியின் அடியிலும் பல குழல் போன்ற பூவடிச்செதில்கள் காணப்படுகின்றன. ஆண் மஞ்சரிக் காம்பில் காணப்படும் பள்ளங்களில் ஆண் பூக்கள் கொத்துக் கொத்தாக அமைந்திருக்கும். ஆண் மஞ்சரி 2மீ. நீளமிருக்கும். பெண் மஞ்சரியில் பூக்கள் குறைந்த அளவே காணப்படும். பொதுவாக மரம் தோன்றிய 30 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரே பூக்கத் தொடங்கும். பூவடிச் செதில்கள் இரண்டு இணைந்து உண்டாக்கும் கிண்ணம் போன்ற பகுதி யில் பெண்பூ அமைந்திருக்கும். பூவிதழ்கள் (perianth) 6, இருசுற்றில் அமைந்துள்ளன. 1 செ.மீ. நீளமிருக் கும்; பூவிதழ்கள் நிலைத்தவை. ஆண்மலர்களில் மகரந்தத்தாள்கள் 30-40 உண்டு; தனித்தவை. ஆண்மலரில் ஒரு மலட்டுச் சூலகம் காணப்படும். பெண் மலரின் சூலகம், 3 சூலிலைகளால் ஆனது. பெண்மலரில் மலட்டு மகரந்தத்தாள்கள் காணப் படும்.

கனி. இதன் காய் நாரோடு கூடிய உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி (drupe) ஆகும். காய் கூடக்குறைய 10-15 கிலோ கிராம் எடையிருக்கும். அது ஒரே விதை கொண்டது. காயின் சுவர் சதைப்பற்றாகவும் அதே சமயத்தில் நாருடனும் காணப்படும். உள் ஓடு கெட்டியாக இருக்கும். அதனுள் முளைசூழ்தசை ஓட்டுடன் இணைந்திருக்கும். இத்தகைய பெரும் விதையையும் காயையும் உண்டாக்க அந்தத் தாவரம் 10 ஆண்டு எடுத்துக் கொள்கிறது. பூவிலி ருந்து நெற்றுவரை விதை இரண்டாகப் பாதியளவு பிளந்து உள்ளது. இது இரு தேங்காய்களை ஒட்ட வைத்தது போன்றிருக்கும்.

விதை முளைத்தல். கனமான ஓடு கொண்ட இந்த மிகப்பெரிய காய் எளிதில் முளைப்பதில்லை. நெற்று முளைப்பதற்குச் சாதாரணமாக 3 ஆண்டு களாகின்றன. முளைக்கும்போது சிலகாலம் வரை கொட்டை தரைமட்டத்திலேயே காணப்படும். விதை யிலைகளின் பெரும்பகுதி விதைக்கு உள்ளேயே இருந்துவிடும். விதையிலை, விதையிலைக்காம்பு, பட்டை ஆகியவை உறையைப் போல் விதைக்குருத் தைப் பாதுகாக்கும். இப்பகுதிக்கு அபகோல் (apocole) என்று பெயர். அபகோல் ஏறத்தாழ 4மீ. வரை நீளும். வேர்க்குருத்து தடித்தும், வலிமையாகவும் இருப்பதால் 1மீ. ஆழம் வரை செல்லக்கூடியது. இளங்கன்றுகள் நன்கு வளர ஈரவெப்பச் சூழ்நிலை யும், மிகு வெளிச்சமும், வேர் பரவுவதற்கு வேண்டிய இடமும், குப்பையோடு கூடிய மண்ணும் தேவைப் படுகின்றன. சாதாரணமாகத் தென்னைக் குடும்பத் தில் விதை முளைக்கும்போது தோன்றும் தொடக்க இலைகள் தனித்தும் பிறகு படிப்படியாகக் கூட்டிலை களின் நிலையையும் அடையும். ஆனால் கடல் தெங்கின் முதல் இலையே கூட்டிலையாகும். விதை முளைத்தபிறகு வெறுமையாக உள்ள ஓடு கடல் நீரால் அடித்துச் செல்லப்படும்.

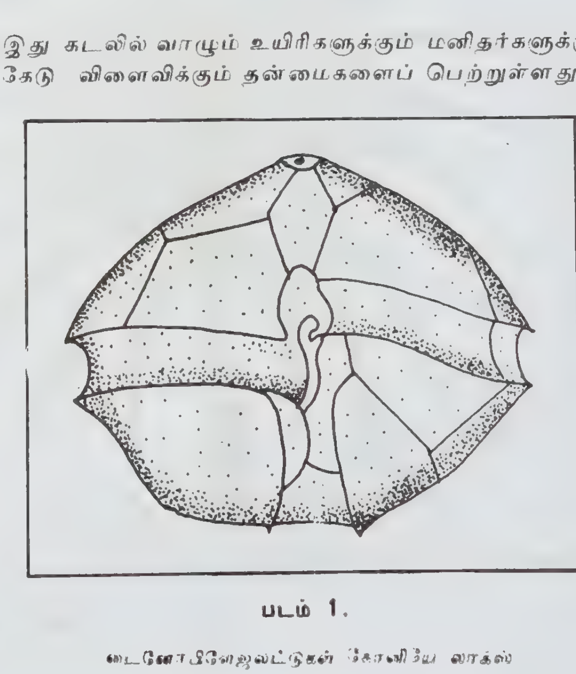
பயன்கள். காயின் அளவு, அமைப்புப் பற்றி பல கதைகளிலிருந்தாலும் இதற்குப் பொருளாதாரச் சிறப்பு மிகுதியாக இல்லை. அத்தீவு மக்கள் இக் காயைப் பற்றி மாந்தீரிக, மூடக்கொள்கைகள் பல வற்றைச் சொல்லி வருகின்றனர். இவற்றைக் கொண்டு கூரை வேயவும், பாய் பின்னவும் இலைக் காம்பை வேலிக்கால்களாகவும், ஓட்டை, குடிக்கும் பாத்திரமாகவும் பயன்படுத்துவர். குருத்து இலை களிலிருந்து எடுக்கப்படும் தூவிகளைத் துணிப்பையில் அடைத்துத் தலையணை தயாரிப்பர். விதையி லுள்ள கதுப்பு உண்ணத்தக்கது. அதுவே நன்கு முற்றிய கொப்புறை நிலையில் தாவரத் தந்தமாகப் (vegetable ivory) பயன்படுகிறது. செடியின் நுனிக் குருத்தையும் உண்பது உண்டு. துறவிகள் கமண்டலம் என்னும் பாத்திரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

இச்செடி சிங்கப்பூரிலும், பல வெப்பமண்டலத் தாவரவியல் தோட்டங்களிலும் வளர்க்கப்படுகிறது. முன்பு இக்காய்களுக்குத் தேவையிருந்தது. அத்தீவில் நாகரிகத்தின் விளைவாக கட்டடங்கள் எழுப்பப் படுவதால் தெங்கும் கடல் தெங்கு வளரும் இடங் கள் குறைந்துவருகின்றன.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

கடல் நச்சுயிரிகள்

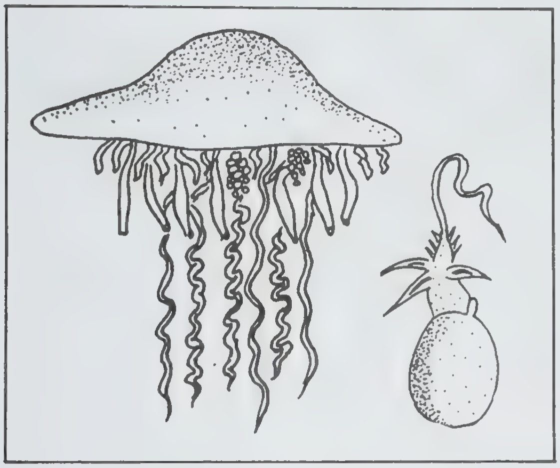
இது கடலில் வாழும் உயிரிகளுக்கும் மனிதர்களுக்கும் கேடு விளைவிக்கும் தன்மைகளைப் பெற்றுள்ளது.



படம் 1.

டைனோபிளேஜலட்டுகள் கோனியே லாக்ஸ்

ஒரு செல் உயிரினங்கள், கோனியேலாக்ஸ் பைரோடினியம் போன்ற ஒரு செல் டைனோபிளேஜலட்டுகள் (படம் 1) நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்கும் நச்சைக் கொண்டுள்ளன. இவை மிகுந்துள்ள கடல் நீரை ஆளி (oyster) வடித்துண்ணும். அம்மெல்லுடலிகளை உண்ணும் மனிதர்கள் வாதம் போன்ற நோய்களுக்கு உள்ளாகின்றனர்.



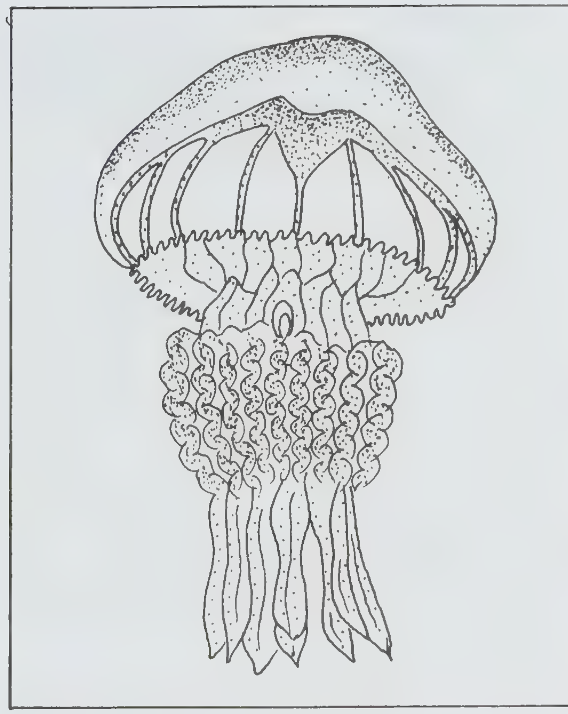
படம் 2, 3

பைசாலியா, கொட்டும்செல்

குழி உடலிகள்(coelenterates). லிரியோப், சார்சியா மில்லிபோரா, பைசாலியா (படம் 2) போன்றவற்றின் நீள்புலன் உறுப்புகளில் (tentacles) காணப்படும் நிமடோசிஸ்ட் (nematocyst) (படம் 3) என்னும் கொட்டும் செல்கள், மனிதனின் உடல் மேல் படும் போது நஞ்சுடைய பூச்சிக்கடி போல் தோல் சிவந்து வீங்கும். வயிற்று வலி, காய்ச்சல், வயிற்றுப்போக்கு போன்றவையும் தோன்றும். ஒருவேளை இறக்கவும் நேரிடலாம்.

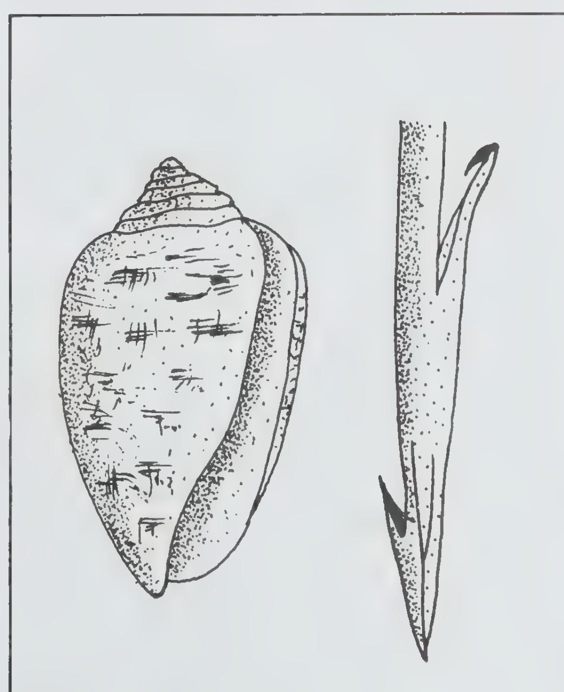
ஆரிலியா, கேரிப்டியா கிரைசாரோ, சையானியா பெலாஜியா, ரைசாஷ்டேமோ (படம் 4) போன்ற ஜெல்லி மீன்கள் (சொரி) மனிதனைத் தாக்கும்போது சவுக்கடி ஏற்பட்டாற் போல் தோல் தடிப்புகளும், மூச்சுத் திணறலும், இறப்பும் ஏற்படக்கூடும்.

முள்தோலிகள் (echinoderms). ஆஸ்டிரியாஸ், ஆஸ்டிரினா, ஆஸ்ட்ரோபெக்டன் எக்கினாஸ்டர், சொலாஸ்டர் போன்றவற்றின் தசைப்பகுதியை உண்ணும் மனிதர்கள் இறந்து போயிருக்கின்றனர். இவ்வுயிரினங்களின் மேல்தோல் பகுதியில் காணப்படும் சுரப்பிச் செல்கள், நச்சைக் கொண்டுள்ளமையால் இவற்றைத் தொடும்போது தோல் சிவந்து தடிப்பாக மாறுகின்றது. சில இன முள்தோலிகளின் இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் ஒருவித நச்சுத்தன்மையுள்ளது. இவற்றை உண்பதால் உயிருக்குக் கேடு ஏற்படலாம்.



படம் 4

ரைசாஷ்டேமா



படம் 5. படம் 6. கோனஸ் கோனஸின் நச்சுப்பல்

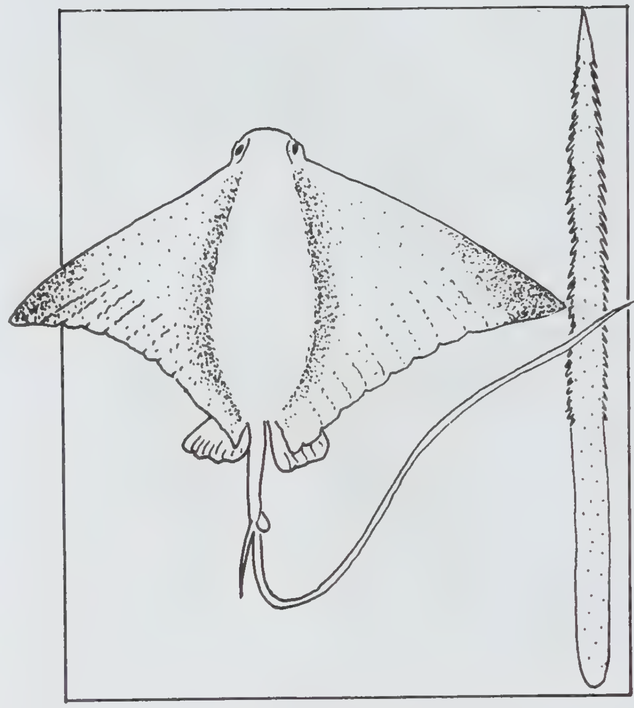
ஒரு முள்தோலிகளைச் சார்ந்த கடல் வெள்ளரிக் காய்களின் (sea cucumbers) சில இனங்களில் ஹாலோதுரின் என்னும் நஞ்சுண்டு. அவற்றை உண்பவர்களின் உடல் நலம் பாதிக்கக்கூடும். கொகெய்ன் என்னும் நச்சை ஒத்துள்ள இந்த நச்சு, நரம்புப்பாதையைத் தடை செய்துவிடும்.

மெல்லுடலிகள் (molluscs). கோனஸ் (படம் 5) என்னும் இனத்தைச் சார்ந்த மெல்லுடலிகள் கேடு தரத்தக்கவை. இவை அரைவைப் பற்களால் (படம் 6) மனிதனின் உடலில் நஞ்சைச் செலுத்திப் பாதிப்பை ஏற்படுத்தும். காயம்பட்ட இடம் உணர்வற்றுத் தீப்புண் போன்று எரிச்சலை உண்டாக்கும். குளவி கொட்டுவது போன்ற வலி பாதிக்கப்பட்டுள்ள இடங்களில் இருக்கும் என அறியப்பட்டுள்ளது. கொப்புளங்களும், வாத நோய்களும், மங்கலான பார்வையும், குமட்டலும் ஏற்படக்கூடும். மியூரெக்ஸ் என்னும் மெல்லுடலிகளில், மனிதர்களைப் பாதிக் கின்ற மியூராக்சின் என்னும் நச்சு உள்ளது. தலைக் காலுடலிகளைச் (cephalopods) சார்ந்த ஒரு சில நச்சுள்ள ஆக்டோபஸ் இனங்களை ஜப்பானியர் உண்டு இறந்துள்ளனர்.

குமட்டல், வாந்தி, வயிற்று வலி, வயிற்றுப் போக்கு, காய்ச்சல், தலைவலி, வாதம் போன்ற நோய்களும் இவ்விலங்கினங்களை உண்பதால் ஏற்படு கின்றன. சில தலைக்காலுடலிகள் செஃபாலோடாக் சின் என்னும் நச்சை உமிழ்நீரில் கொண்டுள்ளன. இவை தம் தாடைகளால் கூரிய காயங்களை உண்டாக்கும். இவை கடித்த இடம் தேனீ கொட்டி யதுபோல் கடுப்பதோடு, காயத்திலிருந்து வெளிப் படும் இரத்தம் உறையாமல் தொடர்ந்து வெளிப் படும். காயம் சிவந்து, எரிச்சலைத் தோற்றுவிக்கும். வாயும், நாக்கும் உணர்வற்றுப்போகும். மங்கலான பார்வை, வாதம் இவற்றையும் தோற்றுவிப்பதோடு இறப்பையும் ஏற்படுத்தக்கூடும்.

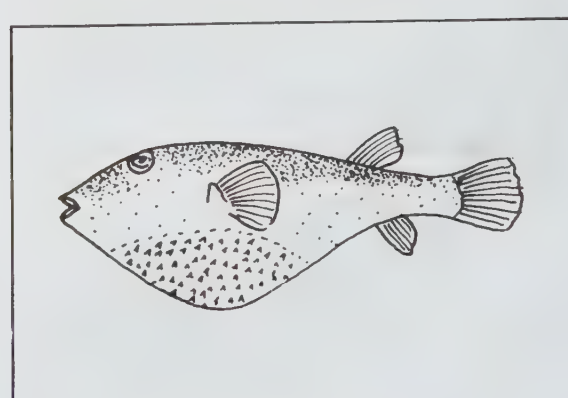
மீன்கள். தாடையற்ற சில மீன்களின் தசைப் பகுதியை உண்பதால், குமட்டல், வாந்தி, வயிற்றுப் போக்குப் போன்ற நோய்கள் ஏற்படுகின்றன. சில திருக்கை இனங்கள் (படம் 7) கூரிய முள்களையும் (படம் 8) நச்சுப் பைகளையும் வால் பகுதியில் கொண்டு மனிதனைத் தாக்கும்போது, நச்சு உடலில் கலக்கிறது. இதன் நச்சு, புரதத்தால் ஆனதால், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், சுவாச மண்டலம், மைய நரம்பு மண்டலம் போன்றவற்றைத் தாக்கி மனிதனுக்கு மரணத்தைத் தரும்.

பஃபர் மீன் (படம் 9) மனிதனின் சுவாச உறுப்பு களைப் பாதிக்கக்கூடிய டெட்ரோடோட்டாக்சின் என்னும் நச்சைக் கொண்டுள்ளது. இம்மீனை உண்ட 10-45 நிமிடங்களில் தலைச்சுற்றலும், வெளிறிய தோற்றமும், நாக்கு, கை, உதடு, விரல்கள் போன்றவை உணர்வற்றுப்போதலும் ஏற்படுகின்றன.



படம் 7. திருக்கைமீன்
படம் 8. திருக்கைமீனின் வால்முள்

பாதிக்கப்பட்டோர் உமிழ்நீரையும், வேர்வையையும் மிகுதியாக வெளியிடுவர். தலைவலி, குறைந்த இரத்த அழுத்தம், வாந்தி, வயிற்றுப்போக்கு போன்ற நோய்கள் தோன்றக்கூடும். தேள் மீனின் துடுப்பி லுள்ள முள்கள் மனிதன் உடலில் காயப்படுத்து கின்றன. ஆமைகளில் கேரட்டா எரிட்மோகேலிஸ் டெர்மோகேலிஸ் போன்றவற்றைச் சார்ந்த சில இனங்களின் இறைச்சியை உண்பதால் குமட்டல் வாந்தி, வயிற்றுப்போக்கு, வெளிறிய உடல், தலை வலி, வீக்கம் போன்ற நோய்க்குறிகள் ஏற்படுகின்றன.



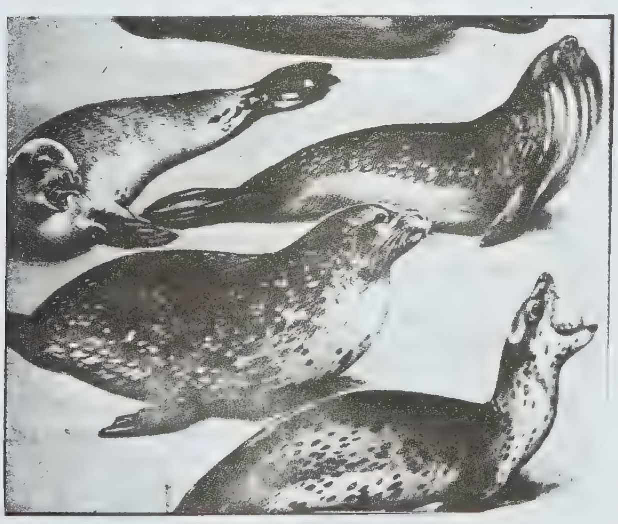
படம் 9. பஃபர்மீன்

கடல்பாம்புகள். என்ஹைடிரினா, ஹைடிரோபிஸ், லெபோமிஸ், பெலாமிஸ் போன்ற கடல் பாம்புகள் மனிதனின் நரம்பு மண்டலத்தைத் தாக்கி இறப்பை ஏற்படுத்தக்கூடிய கொடிய நஞ்சைக் கொண்டுள்ளன. ஒரு கடல் பாம்பிலிருந்து 0. 2-20 மி. கி. அளவில் தூய்மை செய்யப்படாத நஞ்சைப் பெறமுடியும் என்று அறியப்பட்டுள்ளது. கடல் பாம்புகளின் நஞ்சு, நாகப் பாம்பின் நஞ்சைவிடத் தீமையானது என ஆய்வின் வழி அறியப்பட்டுள்ளது. கடல் பாம்பின் நச்சுப் பல் சிறியதாக இருப்பினும், நாகப்பாம்பின் பல்லை ஒத்துள்ளதால் இது மனிதனைக் கடித்து காயத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. பாதிக்கப்பட்டவர்களின் முதல் அறிகுறி மங்கலான பார்வையாகும். பின் சுவாசமண்டலம் பாதிக்கப்பட்டுக் கடிபட்ட சில மணி நேரங்களில் இறப்பு ஏற்படுகின்றது.

- இரா. சந்தானம்

கடல் நாய்

இது ஊன் உண்ணிகள் வகுப்பில் பின்னிப்பீடியா துணை வகுப்பில் ஒட்டாரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நீர்வாழ் பாலூட்டியாகும். ஒட்டாரிடே குடும்பத்திலுள்ள மென்மயிர்த்தோல் சீல்களையே (fur seal) கடல் நாய் என்பர். இது நீண்ட உடல், தலை, கழுத்து, முண்டம், வால் ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும். தலையில் சிறிய புறச் செவிமடல் காணப்படும். முகத்தின் நுனியில் ஓரிணை மூக்குத்



கடல் நாய்

துளை உண்டு. கழுத்து தெளிவாகத் தெரியும். உடலில் நான்கு சிறிய கால்கள் இருக்கும். கால் விரல்களில் நகம் (claw) காணப்படும். பின் கால்களில் விரல்களுக்கு இடையே விரலிடைச் சவ்வு இருக்கும். கால்கள் துடுப்புகள் போன்று அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கடல் நாய்கள் என்னும் மென்மயிர்த்தோல் சீல்கள் வடதுருவம் மற்றும் தட்பப் பகுதிகளில் உள்ள தெற்கு, வடக்குப் பெருங்கடல்களில் வாழ்கின்றன. வடக்குக் கடல்நாய் மென்மயிர்த்தோல் சீல்கள், வட அமெரிக்கக் கடற்கரை நீரில் அலாஸ்காவிலிருந்து மெக்சிகோ வரை காணப்படுகின்றன. இவை பிரைபைலோஃப் தீவுகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. தெற்கு மென்மயிர்த்தோல் சீல்கள் தென் துருவம் முதல் தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, நியூஸிலாந்து வரை பரவியுள்ளன.

இவற்றின் குரல் நாயின் குரைப்பொலி போன்றே இருக்கும். இனப்பெருக்கக் காலங்களில் இவை பெரும் மந்தைகளாகக் கூடும். ஒவ்வொரு பெண் விலங்கும் ஒரு குட்டியே ஈனும். கடல்சிங்கங்களைவிடக் கடல் நாய்களின் தோலில் மென்மையான முடி அடர்ந்து இருக்கும். எனவே இவை தோலுக்காகவே வேட்டையாடப்படுகின்றன. பதப்படுத்தப்பட்ட இவற்றின் தோல் விலை மதிப்புடையதாகும். கடல் நாய்கள் பெரும்பாலும் மீன்களை உணவாகக் கொள்ளும்.

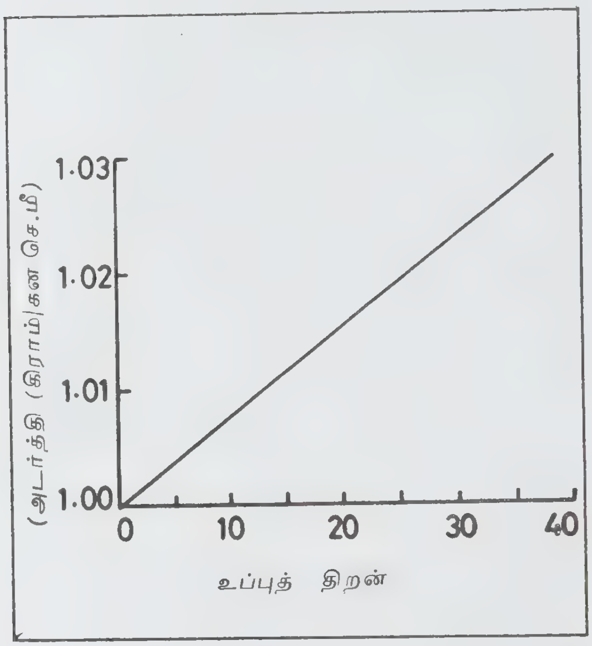
- கு. வரதராசன்

கடல் நீர் இயல்புகள்

மீன்வளமிக்க கடல் பகுதிகளைக் கண்டறிந்து மீன்பிடிப்பை மேற்கொண்டால்தான் மீன்பிடி தொழில் வருவாய் மிகுந்திருக்கும். இவ்வாறான பகுதிகளை முடிவு செய்வது, கடல் நீரின் பலவித இயல்புகளைப் பொறுத்தமையும். அவற்றில் குறிப்பாக, குழைம நிலை (viscosity), அடர்த்தி, வெப்பநிலை, அழுத்தம், ஒளி ஊடுருவும் நிலை, நீரோட்டங்கள் போன்ற புற இயல்புகளும் உப்புத்திறன் (salinity), ஆக்சிஜன், கார்பன் டைஆக்சைடு, நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் போன்ற வேதி இயல்புகளும் அடங்கும். இவ்வியல்புகள் கடல் மீனின் உணவுகளான தாவர மற்றும் மிதக்கும் உயிரினங்களின் உற்பத்திக்கு வழி வகுத்து முடிவில் கடல் பகுதிகளை மீன்வளமிக்க பகுதிகளாக மாற்றுகின்றன.

அடர்த்தி. கடல் நீரின் அடர்த்தி 1.02 - 1.03 க்கும் இடைப்பட்ட நிலையில் உள்ளது. இந்த அடர்த்தி, வெப்பம், உப்புத்திறன், அழுத்தம் போன்றவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. கடலின் மேற்பரப்பு சூரிய ஒளி ஊடுருவதற்கும், ஆவியாதலுக்கும், மழைக்கும் உள்ளாவதால், இப்பரப்பில் வெப்ப

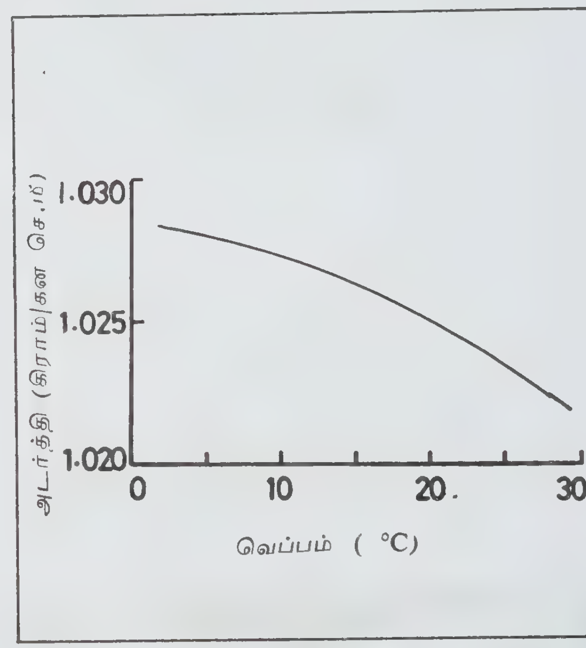
நிலையும், உப்புத்திறனும் மாறுபடும். தொடர்ந்து அடர்த்தியும் மாறுபடுகிறது. மேலும் அழுத்தம் மிகும் போதும், அடர்த்தி மிகையாக வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. பெருங்கடல்களிலும், ஆழம் உள்ள ஏனைய கடல் பகுதிகளிலும் அழுத்தம் அளவிடக்கூடிய நிலையில் இருப்பினும், இப்பகுதிகளில் இதனால் ஏற்படும் அடர்த்தியின் ஏற்ற இறக்கம் குறைவேயாகும். உப்புத் திறன் உயரும்போது ஏற்படக்கூடிய அடர்த்தியின் அதிகரிப்பைப் படம் 1 இல் காணலாம்.



படம் 1.

வெப்ப மாறுதல்களுக்கேற்பத் தோன்றக்கூடிய அடர்த்தி மாறுதல்களும் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். சான்றாக, வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது 2.5%க் கும் மேலாக உள்ள உப்புத் திறன் உள்ள கடல் பகுதிகளின் அடர்த்தி குறைந்து கொண்டே இருக் கும். ஒரே அளவு உப்புத்திறனுள்ள மித வெப்பக் கடலையும்,குளிர்ந்த கடலையும் எடுத்துக்காட்டாகக் கொண்டால், பின்னது முன்னதைவிட மிகு அடர்த்தி யைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் 2.5%க்குக் குறை வான உப்புத்திறனைக் கொண்ட உவர் நீர் (brackish water) போன்றவை பொதுவாகவே குறைந்த அடர்த்தியைக் கொண்டிருக்கும்.

மிக அதிக அடர்த்திக்கும் உறைநிலைக்கும் காரணமாக உள்ள வெப்பநிலையையும் உப்புத் திறனையும் ஆராய்ந்தால் பின்னதன் சிறப்புநிலை தெளிவாகும். காட்டாக, தூய நன்னீர் 4°C இல் உச்ச அடர்த்தியைப் பெறுகின்றது. ஆனால் உப்புத் திறன் கொண்ட கடல் நீர் 4°Cக்கும் குறைந்த வெப்பநிலையிலேயே உச்ச அடர்த்தியை அடை கிறது. மேலும் 2.5%க்கும் குறைவாக உப்புத்திற னுள்ள கடலில் உச்ச அடர்த்தியே இல்லை. ஏனெனில் உச்ச அடர்த்தியை அடையுமுன்பே இது உறை நிலையை அடைந்து விடுகிறது. கடல் நீரின் அடர்த்தி, வெப்பம் குறையக்குறைய அதாவது உறை நிலையை அடையும் வரை அதிகரித்துக் கொண்டே இருக்கும் (படம் 2). பல்வேறு எல்லைப் பரப்புகளில் உள்ள கடல் பகுதிகளின் அடர்த்தி நிலை படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

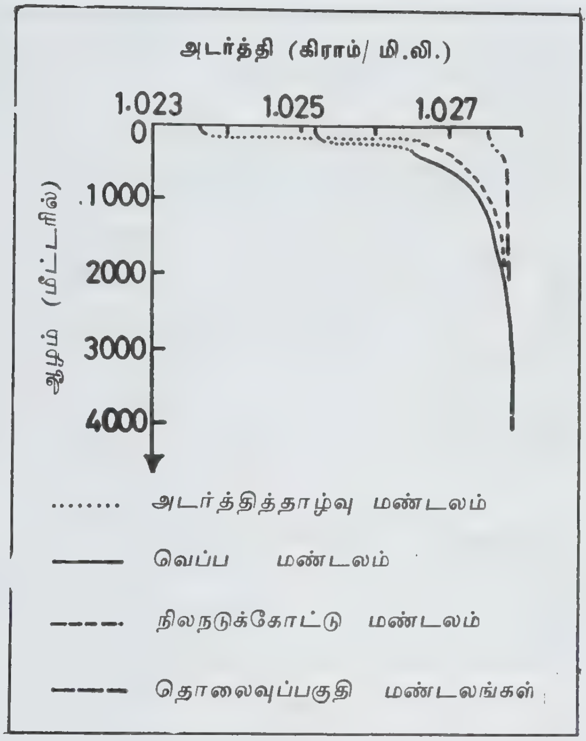


படம் 2

அழுத்தம். கடலின் மேற்பரப்பிலிருந்து வெளிப் படும் நீராற்றல் அழுத்தம் (hydrostatic pressure) ஏனைய ஆழப்பகுதிகளைப் பாதிக்கிறது. அழுத்தத் தைக் கீழ்க்காணும் விதி முறை மூலம் விவரிக்கலாம்.

அழுத்தம் = கடல் நீரின் அடர்த்தி (1.03 கிராம்/கன செ.மீ) × 980 செ.மீ (நொடி)^2 × கடலின் மேற்பரப் புக்குக் கீழே உள்ள ஆழப்பகுதி (செ.மீட்டரில்)

பொதுவாக ஒவ்வொரு 10 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் அழுத்தம் 1 வளிமண்டல அழுத்தம் என்னும் அளவில் உயர்கிறது. இதன்மூலம் கடலின் மிக அதிக ஆழப் பகுதியான 10,000 மீட்டர் பகுதியில், அழுத்தம்



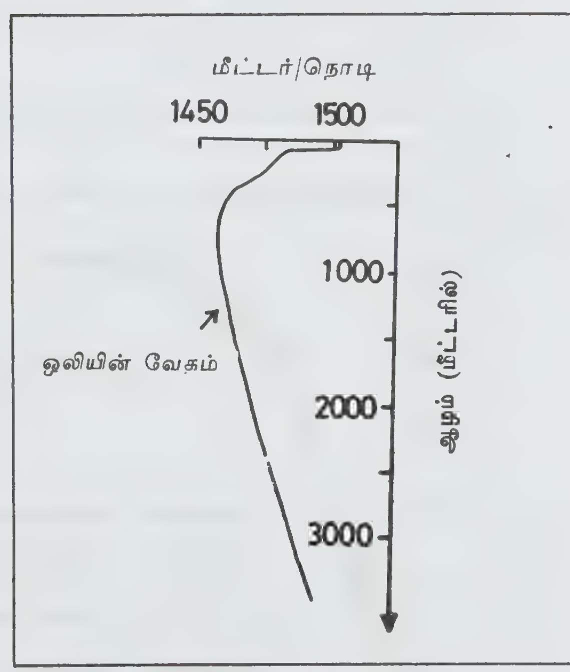
படம் 3.

1000 வளிமண்டல அழுத்தம் இருக்கும். எனவே ஆழமான பகுதிகளுக்குச் சென்று ஆய்வு நடத்துவோர், அழுத்தத்தைக் கவனத்தில் கொண்டு போதிய வழி முறைகளைக் கையாள வேண்டும். ஏனெனில் இரத்தத்தில் கரைந்துள்ள வளிமங்களை அழுத்தம் தாக்குவதால் அவர்களின் உயிருக்கும் கேடு விளையலாம்.

குழைம நிலை. கடலில் தோன்றும் நீரோட்டங்களும், நீந்தியும், மிதந்தும் வாழ்கின்ற எண்ணற்ற உயிரினங்களும் கடல் நீரின் குழைம நிலையைப் பொறுத்தே உள்ளன. ஒரே வெப்பநிலையில் கடல் நீரின் குழைம நிலையும், நன்னீரின் குழைம நிலையும் ஒரே அளவில் உள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. எனினும் வெப்பமாறுதல்களுக்கேற்ப, குழைம நிலை மாறுபடக்கூடும். காட்டாக 20 °C வெப்பம் குறைந்தால் குழைம நிலை இருமடங்காக உயரும்.

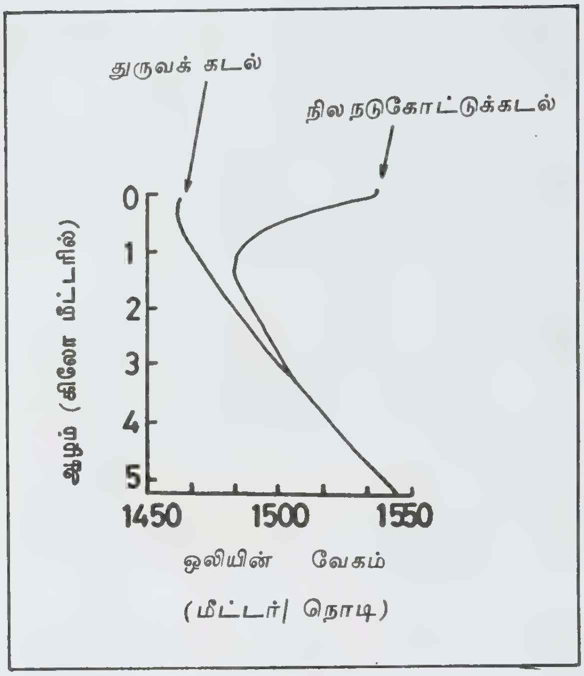
கடலில் ஒலி. நீரில் ஒலி ஊடுருவிச் செல்லும் வேகம் நொடிக்கு 1400 - 1500 மீட்டர் வரை இருக்கக்கூடும். கடல் நீரின் அடர்த்தி, நன்னீரின் அடர்த்தியைவிடச் சற்று அதிகமாதலால், முன்னதில் ஒலியின் வேகம் சற்று அதிகமாகும். கடல் நீரில் கரைந்துள்ள தனிமங்களில் குறிப்பாக மக்னீசியம் சல்ஃபேட் ஒலியின் வேகத்தைப் பாதிக்கிறது.

கடல் நீரின் ஒலி வேகம் உப்புத்திறன், வெப்பம், அழுத்தம் இவற்றைப் பொறுத்து அமைகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக 3.485% உப்புத்திறன் அளவும் 0 °C வெப்பமும் உள்ள நீரில் ஒலி ஊடுருவிச் செல்லும் வேகம் நொடிக்கு 1445 மீட்டராகும். ஆனால் உப்புத்திறன் 1% அதிகமானாலும் அதன் வழியாக அதிகமாகும் ஒலியின் வேகம், நொடிக்கு 1.5 மீட்டராகும். இவ்வாறே 1 °C வெப்பம் அதிகமாகும்போது, அதிகமாகும் ஒலியின் வேகம், நொடிக்கு 4 மீட்டராகும். மேலும் அதிகமாகின்ற ஒவ்வொரு 1000 மீட்டர் ஆழத்திற்கும் அதிகமாகும் ஒலியின் வேகம், நொடிக்கு 18 மீட்டராகும். நிலத்தின் அகலாங்குகளைப் (latitudes) பொறுத்து வெப்பமும் உப்புத்திறனும் மாறுபடுவதால் அவற்றிற்கேற்ப ஒலியின் வேகமும் மாறுபடுகின்றது. பலவித ஆழப் பகுதிகளில் உள் ஒலியின் வேகமும் நில நடுக்கோட்டுப் பகுதிக்கு அருகிலும், துருவப்பகுதிகளுக்கு அருகிலும் உள்ள கடல் பகுதிகளின் ஒலியின் வேகமும் படம் 4,5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளள.

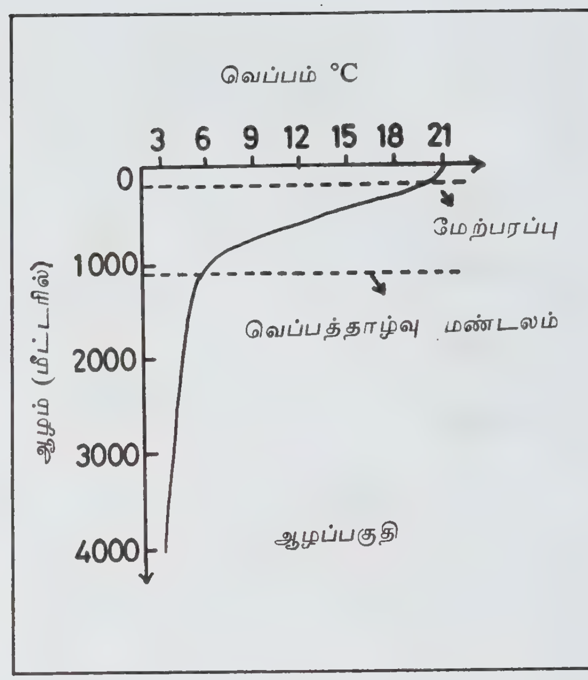


படம் 4.

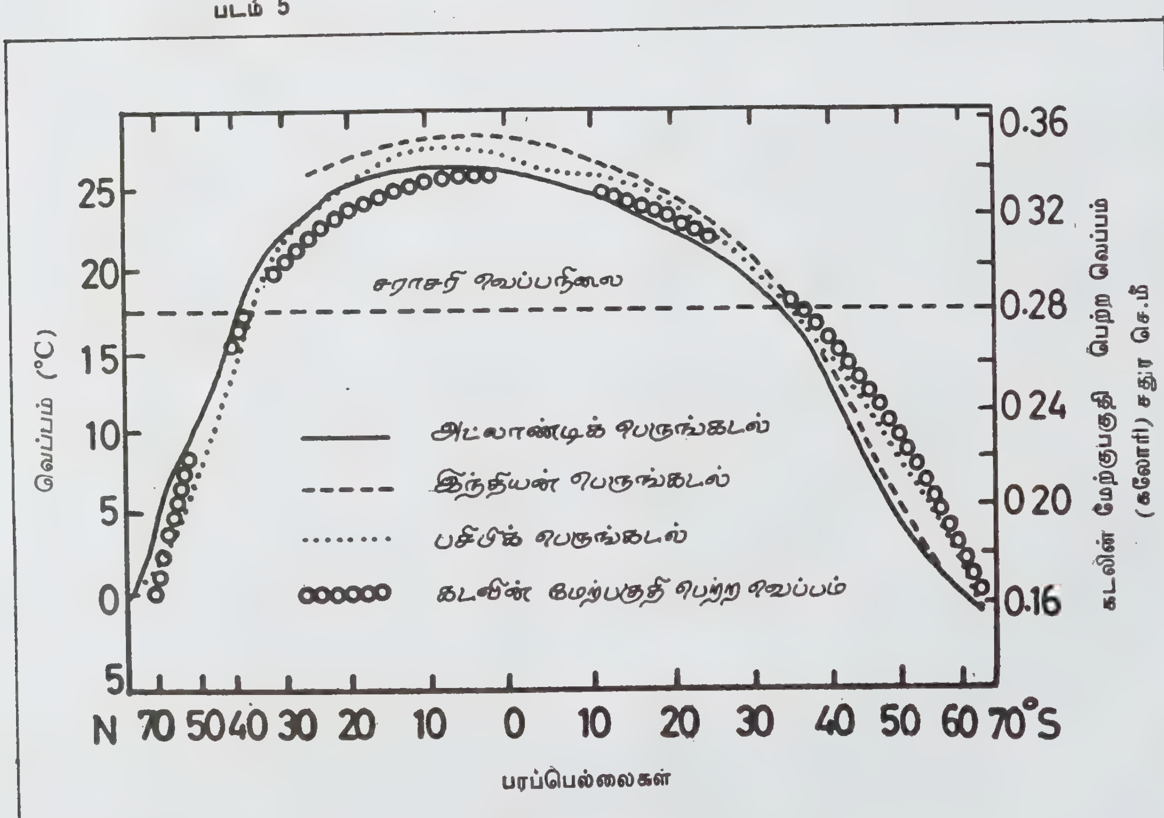
கடலின் வெப்பத்திறன். பொதுவாக, கடல் மிக அதிகமான வெப்பத்தை உள்ளடக்கக்கூடிய திறனைக் கொண்டுள்ளதால் சூரியன் மூலம் பெறுகின்ற வெப்பம் சார்ந்த ஆற்றலைத் தேக்கி வைக்கிறது. எனினும் இவ்வாறு சூரிய ஆற்றலைத் தேக்கி வைக்கின்ற போதும் கடல் நீரின் வெப்பநிலையில் மிகப் பெரிய மாற்றங்கள் ஏற்படுவதில்லை என்பது



படம் 5



படம் 6



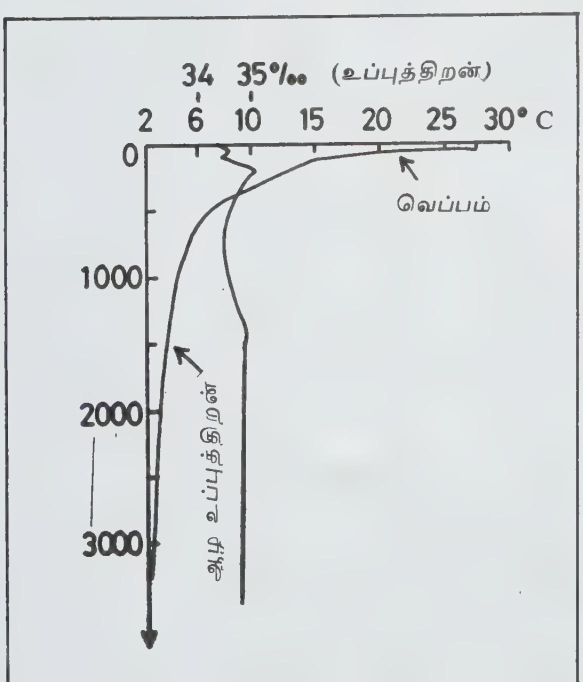
படம். 7

குறிப்பிடத்தக்கது. ஆனால், வெளி உலகு குறைந்த அளவு வெப்பத்தையே உள்ளடக்கும் திறனைப் பெற்றுள்ளதால் வெளி உலகின் காற்றிலுள்ள வெப்பம் இரவு, பகல் மற்றும் பருவக்காலங்களில் மிகுதியும் மாறுபடுவது குறிப்பிடத்தக்கது. இதன் காரணமாகக் கடல் தன்னோடுள்ள வெப்ப ஆற்றலை வெளி உலகோடு பரிமாற்றம் செய்துகொள்கிறது.

கடலிலிருந்து நீர் ஆவியாகும்போது, கடலில் மறைந்த நிலையில் உள்ள வெப்ப ஆற்றலும் ஆவியாவதால், முடிவில் இவ்வாற்றல் வெளி உலகுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இவ்வாறான ஆற்றல் பின்னர் நிலத்தின் அனைத்து மேற்பரப்புகளிலும் விரைவாகப் பரவுகிறது. குளிரான நிலப்பகுதிகளில் நீராவி ஒன்றுகூடும்போது மழையாகப் பொழிவதோடு மேற்கூறிய ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது.

கடலின் பல்வேறு ஆழப்பகுதிகளில் உள்ள வெப்ப நிலைகளையும், நிலத்தின் பல்வேறு பரப்பெல்லைகளிலுள்ள பெருங்கடல் பகுதிகளின் வெப்ப நிலையையும் கடலின் மேற்பகுதி பெறக்கூடிய வெப்பநிலையையும், உப்புத்திறனுக்கும் வெப்ப நிலைக்கும் உள்ள தொடர்புகளையும் படம் 6-8 விளக்குகின்றன.

கடலின் ஒளி ஊடுருவல். கடலில் ஒளி ஊடுருவும் அளவைப் பொறுத்து நன்கு ஒளியுள்ள மண்டலம் (euphotic zone), மங்கலான ஒளியுள்ள மண்டலம்



படம் 8.

(disphotic zone) மற்றும் ஒளியற்ற மண்டலம் (aphotic zone) என 3 மண்டலங்களாகப் பிரிக்கலாம். முதல் மண்டலம் கடலின் மேற்பரப்பிலிருந்து 80 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும், இரண்டாவது 80 முதல் - 200 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும், மூன்றாவது 200 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழேயும் பரவியுள்ளன. மேற்பரப்பில் 100% ஒளியளவு இருப்பினும், நன்கு ஒளியுள்ள மண்டலத்தின் அடிப்பகுதியில் 1% ஒளியளவுதான் உள்ளது. பொதுவாக நன்கு ஒளியுள்ள மண்டலம், பரப்பெல்லைகளையும் பருவங்களையும் பொறுத்து மாறுபடக்கூடும். இம்மண்டலத்தில் நன்கு சூரிய ஒளி ஊடுருவுவதுடன் சத்துப் பொருள்களும் மிகுந்த அளவில் கழிமுகங்கள் வழியாக வந்து சேருவதால், அனைத்து மண்டலங்களிலும் இதுவே மீன்வளமிக்க, செழிப்பான பகுதியாகக் கருதப்படுகின்றது.

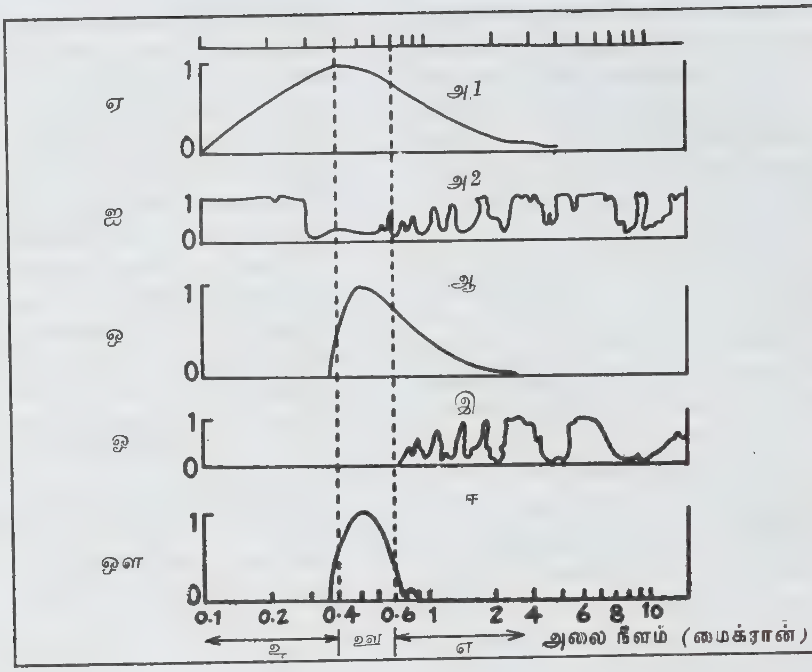
தெளிவான பெருங்கடல் பகுதிகளிலும், தெளிவற்ற அண்மைக்கடல் பகுதிகளிலும், பல்வேறு ஆழப் பகுதிகளில் ஒளி ஊடுருவும் அளவு அட்டவணை 1-இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1

ஒளி ஊடுருவும் அளவு %

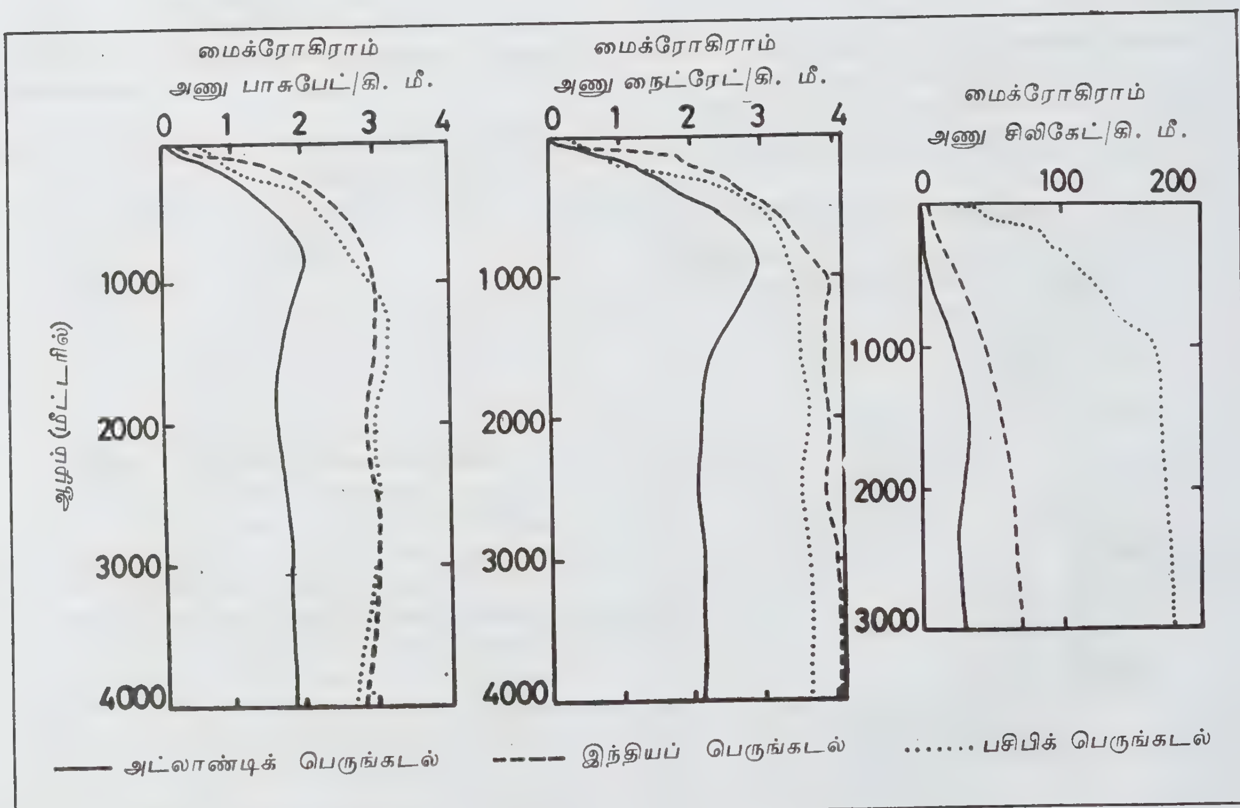
ஆழம்	தெளிவான பெருங்கடல் பகுதி	தெளிவற்ற அண்மைக்கடல் பகுதி
0	100%	100%
1	45%	18%
2	39%	8%
10	22%	0%
50	5%	0%
100	0.5%	0%

சூரிய ஒளிக்கதிர்களின் வெப்ப ஆற்றல். சூரியனிலிருந்து வெளியாகும் ஒளி நிழற்பட்டை 50%க்கு அகச்சிவப்பு நிறக்கதிர்களையும் (IR) 41 % கட்புலன் ஒளிப்பகுதியையும் 9 % க்கு அப்பால் ஊதா நிறக் கதிர்களையும் (UV) எக்ஸ் கதிர்களையும் காமா கதிர்களையும் கொண்டுள்ளது. சூரிய ஒளி முதலில் வெளி உலகிலும், பின் கடலிலும் ஊடுருவும்போது காற்றிலும் நீரிலும் தொகுதிகளாக உறிஞ்சப்படும். அகச்சிவப்பு ஒளி அணுக்கள் காற்றைவிட நீரில் மிகுதியாக உறிஞ்சப்படும். ஆனால் ஊதா நிற ஒளி அணுக்கள் காற்றணுக்களாலேயே நன்கு உறிஞ்சப்படுகின்றன. நீலம் மற்றும் பச்சை ஒளி அணுக்கள் காற்றிலும் நீரிலும் சிறிதளவில் உறிஞ்சப்படுகின்றன. எனவே அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் வெளி உலகு வழியாக எளிதாக நுழைந்து நீரில் உறிஞ்சப்படுவதற்கு வாய்ப்பாகிறது.



ஏ
ஐ
ஒ
ஓ
ஔ
அ.1
அ2
ஆ
இ
ஈ
1
0
0·1
0.2
0·4
0·6
1
2
4
6
8
10
உ
உவ
எ
அலை நீளம் (மைக்ரான்)

படம் 9.



மைக்ரோகிராம்
அணு பாசுபேட்/கி. மீ.
மைக்ரோகிராம்
அணு நைட்ரேட்/கி. மீ.
மைக்ரோகிராம்
அணு சிலிகேட்/கி. மீ.
0 1 2 3 4
0 100 200
1000
2000
3000
4000
ஆழம் (மீட்டரில்)
அட்லாண்டிக் பெருங்கடல்
இந்தியப் பெருங்கடல்
பசிபிக் பெருங்கடல்

படம் 10.

இதன் காரணமாக அகச் சிவப்பு ஒளி அணுக்கள் நீரின் வெப்ப ஆற்றலை அதிகரிக்கின்றன. இவ் வணுக்கள் கடலின் மேற்பரப்பில் நன்கு ஊடுருவுகின்ற போதும் ஒரு மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழ் ஊடுருவுவதில்லை (படம் 9). இதன் காரணமாகப் பெருங் கடல்களில் சூரிய ஒளி மூலம் தோன்றும் வெப்பம், கடலின் மேற்பரப்பில் மட்டுமே இருப்பதால், இவ் வாற்றல் நீரோட்டங்களின் கடத்தும் திறன் காரணமாக ஆழமான பகுதிகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. பல்வேறு பெருங்கடல்களில் வெப்பம் எவ்வாறு பரவியுள்ளது என்பதைப் படம் 10 காட்டுகிறது.

ஒளிப்பட்டையில் உள்ள பலவித நிறப் பகுதிகளில் குறிப்பாக அகச்சிவப்புப்பகுதி மட்டும் முதன் முதலாகக் கடலின் மேற்பரப்பிலேயே உள் ஏற்கப்படுகிறது. மேலும் இறுதியாக நீரில் உள் ஏற்கப்படுவது ஊதா மற்றும் பச்சை ஒளிக்கதிர்களாகும். இக்கதிர்கள் நீரில் வெப்பத்தைக் கொடுக்க ஏற்றவையல்ல. ஆனால் இவை கடல் தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைக்குப் (photosynthesis) பெரிதும் உதவுகின்றன. இக்கதிர்கள் ஆழம் உள்ள பெருங்கடல்களில் 300 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும், ஆழம் குறைந்த துறைமுகம் மற்றும் அண்மைக்கடல்களில் 10 மீட்டர் ஆழம் வரையிலும் ஊடுருவுகின்றன. இக்கதிர்கள் மிகக் குறைவான அளவில் உறிஞ்சப்படுவதும், உறிஞ்சப் பட்டவை மீண்டும் நீருக்கு மேல் உமிழப்படுதலுமே கடல் ஊதா மற்றும் பச்சை நிறமாகக் காணப்படுவதற்கான முக்கிய காரணங்களாகும். கடல் பொதுவாக ஊதா-பச்சை நிறங்களைக் கொண்டுள்ள போதும், சிலவகை உயிரினங்களின் மிகை உற்பத்தியின் காரணமாகக் கடல் பகுதிகள் சில வேளைகளில் மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறத்தையோ சிவப்பு நிறத்தையோ வெள்ளைநிறத்தையோ கொண்டிருக்கக் கூடும்.

கடலில் பனிக்கட்டி தோன்றல். கடலில் தோன்றுகின்ற பனிக்கட்டிகள் ஓரளவு உப்புத்திறனைக் கொண்டுள்ளமையால் இவற்றின் அடர்த்தியும் மாறுபடுகிறது. எனினும், கடல் பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி கடல் நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவு என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஆழமற்ற கடல் பகுதிகளில் ஆழமுடைய பகுதிகளைவிடப் பனிக்கட்டி வேகமாகத் தோன்றும்.

கடல் பனிக்கட்டியின் உப்புத்திறனும் பெரிதும் மாறுபடக்கூடும். உப்புத்திறன் மிகுந்துள்ள பகுதிகளில் பனிக்கட்டி வேகமாகத் தோன்றக்கூடும். மேலும் பனிக்கட்டியின் உப்புத்திறனும் அடர்த்தியும் அது தோன்றிய கால அளவைப் பொறுத்து மாறுபடும். சான்றாக ஓர் ஆண்டிற்கு முன்பு தோன்றிய பனிக்கட்டி குறைந்த உப்பைக் கொண்டுள்ளபோதும், அண்மையில் தோன்றிய பனிக்கட்டியைவிடக் கட்டியாக உள்ளது. புதியதும் அண்மையில் தோன்றியதுமான பனிக்கட்டியின் உப்புத்திறன் 5.5-10.2% (அதாவது 1000 கிராம் எடையுள்ள கடல் நீரின் உப்புத்திறன் 5.5-10.2 கிராம் இருக்கும்) இருக்கக் கூடும். ஆனால் 5 ஆண்டிற்கும் முந்திய பனிக்கட்டியின் உப்புத்திறன் 2% குறைவே. இதன் காரணமாகவே பழைய பனிக் கட்டியையே கடல் ஆய்வுக்குச் செல்லுவோர் குடிநீராகப் பயன்படுத்துவர்.

வேதி இயல்புகள்

உலகக் கடல்களின் மொத்தக் கன அளவு 1.37×10^9 கன கிலோமீட்டர் எனவும், உப்பளவு 5×10^6 மெட்ரிக் டன் எனவும் சராசரி உப்புத்திறன் 3.5% எனவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. நிலத்தில் காணப்படும் அனைத்துத் தனிமங்களும் கடல் நீரிலும் கரைந்துள்ளன. எனினும் பெருமளவிலும் முக்கியமானதும் ஆக 11 தனிமங்களே உள்ளன. கடல் நீரின் மொத்த எடையில் 96.5% நீரின் எடையும் எஞ்சியவை இதில் கரைந்துள்ள கூடுதல் தனிமங்களின் எடையுமாகும். மேற்கூறிய 11 தனிமங்களும் கடல் நீரில் கரைந்துள்ள தனிமங்களின் மொத்த எடையில் 99.9% உடையன. எஞ்சிய 0.1% எடைக்குக் காரணமாக உள்ளவை 61 துணைத் தனிமங்களாகும். முக்கியமில்லாத துணைத் தனிமங்களின் பெயர்களும் அவை நீரில் கரைந்துள்ள அளவுகளும் அட்டவணை 2, 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 2

35% உப்புத்திறனுடைய கடல்நீரில் கரைந்துள்ள முக்கிய தனிமங்களின் அளவுகள்

தனிமங்கள்	கிராம்/கிலோ கிராம் நீர்	%
நேர் மின்னாற்றல் பெற்ற தனிமங்கள்		
சோடியம்	10.752	30.61
பொட்டாசியம்	0.395	1.10
மக்னீசியம்	1.295	3.69
கால்சியம்	0.416	1 16
ஸ்ட்ரான்சியம்	0.008	0.04
எதிர் மின்னாற்றலுள்ள தனிமங்கள்		
குளோரைடு	19.345	55.04
புரோமைடு	0.066	0.19
ஃபுளோரைடு	0.013	0
சல்ஃபேட்	2.701	7.68
பைகார்பனேட்	0.145	0.41
போரேட்	0.027	0.70

அட்டவணை 3. 35 % உப்புத்திறனுடைய கடல் நீரில் கரைந்துள்ள துணைத்தனிமங்களின் அளவுகள்.

எண்	தனிமங்கள்	குறியீடு	மில்லி கிராம்/ லிட்டர்
1.	சிலிகான்	Si	3.0
2.	ஆர்கான்	A	0.6
3.	நைட்ரஜன்	N	0.5
4.	லித்தியம்	Li	0.17
5.	ருபிடியம்	Rb	0.12
6.	பாஸ்ஃபரஸ்	P	0.07
7.	அயோடின்	I	0.06
8.	பேரியம்	Ba	0.03
9.	இண்டியம்	In	0.02
10.	இரும்பு	Fe	0.01
11.	அலுமினியம்	Al	0.01
12.	துத்தநாகம்	Zn	0.01
13.	மாலிப்டினம்	Mo	0.01
14.	ஆர்செனிக்	As	0.003
15.	செம்பு	Cu	0.003
16.	யுரேனியம்	U	0.003
17.	மாங்கனீஸ்	Mn	0.002
18.	நிக்கல்	Ni	0.002
19.	வெனேடியம்	V	0.002
20.	ட்டானியம்	Ti	0.001
21.	ஈயம்	Sn	0.0008
22.	ஆன்ட்டிமனி	Sb	0.0005
23.	சீசியம்	Cs	0.0005
24.	செலினியம்	Se	0.0004
25.	இட்ரியம்	Y	0.0003
26.	கிரிப்டான்	Kr	0.0003
27.	கேட்மியம்	Cd	0.00011
28.	செனான்	Xe	0.0001
29.	டங்ஸ்டன்	W	0.0001
30.	கோபால்ட்	Co	0.0001
(1)	(2)	(3)	(4)
31.	நியான்	Ne	0.0001
32.	ஜெர்மேனியம்	Ge	0.00006
33.	குரோமியம்	Cr	0.00005
34.	தோரியம்	Th	0.00005
35.	வெள்ளி	Ag	0.00004
36.	ஸ்கேண்டியம்	Sc	0.00004
37.	கேலியம்	Ga	0.00003
38.	பாதரசம்	Hg	0.00003
39.	காரீயம்	Pb	0.00003
40.	பிஸ்மத்	Bi	0.00002
41.	நியோபியம்	Nb	0.00001
42.	தாலியம்	Tl	0.00001
43.	லாந்தனம்	La	0.000012
44.	நியோடைமியம்	Nd	0.0000092
45.	சீரியம்	Ce	0.0000052
46.	ஹீலியம்	He	0.000005
47.	தங்கம்	Au	0.000004
48.	டிஸ்புரோசியம்	Dy	0.0000029
49.	பிரசியோடைமியம்	Pr	0.0000026
50.	கேடோலினியம்	Gd	0.0000024
51.	எர்பியம்	Er	0.0000024
52.	இட்டர்பியம்	Yb	0.0000020
53.	சமாரியம்	Sm	0.0000017
54.	ஹோல்மியம்	Ho	0.0000088
55.	பெரிலியம்	Be	0.0000006
56.	தூலியம்	Tm	0.00000052
57.	லூட்டிசியம்	Lu	0.00000048
58.	யுரோப்பியம்	Eu	0.00000049
59.	புரட்டாக்ட்டீனியம்	Pa	2×10^{-9}
60.	ரேடியம்	Ra	1.0×10^{-10}
61.	ரேடான்	Rn	0.6×10^{-15}

கடல் நீரில் கரைந்துள்ள சில முக்கிய தனிமங்கள்

குளோரின். இத்தனிமம் குளோரைடு என்னும் மின்தூளாகக் காணப்படுவதோடு, நீரின் மொத்தக் கரைபொருள் எடையில் 55% உள்ளது.

சோடியம். கடல் நீரில் கரைந்துள்ள நேர் மின்னாற்றல் உள்ள மின்துகள்களில் இது மிக அதிகமான அளவைக் கொண்டுள்ளது.

கந்தகம். இது சல்ஃபேட் என்னும் எதிர் மின்துகளாகக் காணப்படுகிறது. ஆக்சிஜன் மிகவும் குறைவான பகுதிகளில் சல்ஃபேட்டின் ஒரு பகுதி சல்ஃபைடு என்னும் நச்சுவளியாக மாறுகிறது.

கால்சியம். சுண்ணாம்புப் பொருள் கடலில் மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. ஏனெனில் ஓடுகளைப் பெற்றுள்ள கடலுயிரிகள் அவ்வோடுகளை உண்டாக்க இப்பொருளைச் சுற்றுப்புறச் சூழலிலிருந்து மிகுந்த அளவில் பெறுகின்றன. நதியிலிருந்து போதிய அளவில் சுண்ணாம்புச்சத்து எப்போதும் கடலில் சேர்வதே இதற்குக் காரணமாகும். நீரில் உள்ள கால்சியத்தின் அளவைப் பொறுத்துக் கால்சியம் கார்பனேட் என்னும் உப்பு கார்பன்டைஆக்சைடுடன் சேர்ந்து தோன்றுவதாலும் நீரில் இதன் அளவை நிர்ணயிப்பதாலும் இதன் சிறப்பு நன்கு விளங்கும்.

பொட்டாசியம். இது நேர் மின்னாற்றலைப் பெற்ற நான்காம் முக்கிய தனிமமாகும். ஒரு சில பாசி இனங்கள் சுற்றுப்புறச் சூழலிலிருந்து பொட்டாசியத்தை ஈர்த்துத் தம்முள் தேக்கி வைப்பதால் கடல் நீரில் இவற்றின் அளவு பெரும்பாலும் உயிரினங்களைப் பொறுத்து மாறுபடும். கடல் நீரில் மட்டுமன்றிக் கடலின் அடிமட்டத்தில் காணப்படுகின்ற ஒரு சில கனிவள ஆற்றலிலும் இது காணப்படும்.

கார்பன். இத்தனிமம் கார்பன்டைஆக்சைடு, கார்பானிக் அமிலம், பைகார்பனேட், கார்பனேட் மற்றும் உயிருள்ள, உயிரற்ற கரிமப் பொருள்களில் முக்கிய பகுதியாக விளங்குகின்றது.

ஸ்ட்ரான்சியம். ஒரு சில உயிரினங்களின் சுண்ணாம்பு நீற்றலான ஓடுகளில் இத்தனிமம் பெரும் பங்கு வகிக்கிறது.

போரான். இது சிதைக்க முடியாத போரிக் அமிலத்தின் ஒரு பகுதியாக உள்ளது. இது ஒரு சில உயிரினங்களிலும் தேக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளது.

சிலிகான். மிதக்கும் ஓர் அணுத் தாவரமான டையாடம்களிலும் மற்றும் சில உயிரினங்களின் ஓடுகளில் முக்கியமானதாகலும் விளங்குகின்றது. மேற்கூறிய உயிரினங்கள் கடலின் மேற்பரப்பில் மிகுந்த அளவில் உள்ளமையால் இத்தனிமம் இங்கு குறைவான அளவிலும் ஆழப் பகுதிகளில் மிகுந்தும் காணப்படுகிறது (படம்-10). கடல் நீரைவிட நதி போன்ற நன்னீர் நிலைகளில் இத்தனிமம் மிகவும் அதிகமான அளவில் உள்ளதென்பது குறிப்பிடத்தக்கது. பல்வேறு பெருங்கடல்பகுதிகளில் பரவியுள்ள சிலிகேட் அளவுகளைப் படம்10 இல் காணலாம்.

ஃபுளூரின். இது பெரும்பாலும் பெருங்கடல் பகுதிகளிலும் குறிப்பாக 1.மி.கி./லிட்டர் என்னும் அளவிலேயே காணப்படுகின்றது. குளோரின், புரோமின் போன்ற தனிமங்கள் குளோரைடு, புரோமைடு என்னும் நிலையில் உள்ளது போல் இதுவும் ஃபுளோரைடு என்னும் தனிமமாகவே காணப்படுகிறது. இத்தனிமத்தின் இன்றியமையாமை இதுவரை அறியப்படவில்லை.

அலுமினியம், கடல் நீரில் மிகவும் குறைந்த அளவில் (0.16-0.18 மி.கி/லிட்டர்) காணப்படும் இத்தனிமம் நதியிலிருந்து வெளியாகும் கார்பன்டைஆக்சைடில் மிகவும் அதிகமான அளவில் இருப்பதால், பெரும்பாலும் அண்மைக்கடல் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

பாஸ்ஃபரஸ். உயிரினங்களுக்குக் குறிப்பாக மிதக்கும் ஓர் அணுத் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு இது மிகவும் தேவைப்படுவதால் கடலில் இத்தனிமத்தின் அளவு பெரும்பாலும் இதைப் பயன்படுத்துகின்ற உயிரினங்களின் அடர்த்தியைப் பொறுத்தே அமைகின்றது. கனிம பாஸ்ஃபரஸ் கடலின் மேற்பரப்பில் 0.009 மி.கி/லிட்டர் என்னும் அளவில் காணப்படுகிறது. பாஸ்ஃபரஸ் கடலுக்குப் பெரும்பாலும் நதிகள் மூலமே எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. பல்வேறு பெருங்கடல் பகுதிகளில் பரவியுள்ள பாஸ்ஃபேட் அளவுகளைப் படம் 10 இல் காணலாம்.

பேரியம். இது பெரும்பாலும், கடலின் தரைப் பகுதிகளிலும் உயிரினங்களிலும் காணப்படுகிறது. இதன் அளவு மிகக் குறைவாக (0.05 மி.கி./லிட்டர்) இருந்த போதும் ஒருசில கடல் பகுதிகளில் சல்ஃபேட் என்னும் தனிமத்தோடு சேர்ந்து பேரியம் சல்ஃபேட் என்னும் முண்டுகளாகக் காணப்படுகிறது.

அயோடின். மனிதனுக்குத் தேவையான முக்கியத் தன்மங்களில் ஒன்றான இது பெரும்பாலும் கடல் உணவுகளிலிருந்தே கிடைக்கின்றது. இது ஆக்சிஜனோடு இணைந்து அயோடைடு, அயோடேட் போன்றவையாக மாறுகிறது. கடலுயிரினங்களில் குறிப்பாகக் கடல் பாசிகள் அயோடினைப் பெரிதும் ஈர்த்துத் தேக்குவதால் இவை அயோடினைப் பெறுவதற்கேற்ற முக்கிய மூலப் பொருள்களாகக் கருதப்படுகின்றன.

ஆர்செனிக். உயிரினங்கள் பாஸ்ஃபசிற்கு மாற்றாக இதை உண்டு வளர்வது குறிப்பிடத்தக்கது. பெரும்பாலான உயிரினங்களின் திசுக்களில் இது பெரும் பங்கு பெறுகிறது.

இரும்பு. கடலில் மிதக்கும் ஒரு செல் தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் இது பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. இத்தனிமம் இரும்பு உப்பாக லிட்டர் நீருக்கு 2 மைக்ரோகிராம் என்னும் அளவில் காணப்படுகிறது. உயிரினங்களில் இரும்புச்சத்தின் அளவு அவற்றின் மொத்த எடையில் 16% ஆக உள்ளது. இத்தனிமமும், கடலுக்கு நதியிலிருந்து கனிவள ஆற்றல் மூலமாகவே பெறப்படுவதால் அண்மைக்கடலிலும் கடலின் அடி மட்டத்திலும் இது மிகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றது.

மாங்கனீஸ். இத்தனிமமும் கடலுயிரினங்களால் ஈர்த்துத் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. கடலில் அடி மட்டத்தில் காணப்படும் மாங்கனீஸ் முண்டு மாங்கனீஸ், செம்பு, பித்தளை, துத்தநாகம் போன்றவை கலந்த ஒருசேர்மமே ஆகும். இம்முண்டு தற்போது ஒரு முக்கிய வணிகப் பொருளாகக் கருதப்படுவதால் உலக நாடுகள் இதைப் பெருமளவில் பெறுவதற்கு முயற்சிகளை மேற்கொண்டுள்ளன,

செம்பு. பெரும்பாலான உயிரினங்களின் வளர்ச்சியில் இது பெரும்பங்கேற்கிறது. குறிப்பாக ஆளிகளில் (oysters) இளம் பருவ வளர்ச்சியில் இன்றியமையா இடம் வகிக்கிறது.

கதிரியக்கத் தனிமங்கள். இவற்றில் ரேடியம் மிக முக்கியமானது. கடலின் படிகங்களில் எரிபாறைகளை விட (igneous rocks) இது பெருமளவில் உள்ளதால், இப்படிகங்களுக்கு நீரில் கரைந்துள்ள சோடியமே மூலப் பொருளாக இருக்க வேண்டும் எனக் கருதப்படுகிறது. கடலின் மேற்பரப்பிலுள்ள உயிரினங்கள் நூறு மடங்கு ரேடியத்தை உறிஞ்சித் திசுக்களில் தேக்கி வைப்பதால் இதன் அளவு மேற்பரப்பில் குறைவாகவே உள்ளது. 3.5% உப்புத்திறனுள்ள கடல் நீரில் உள்ள ரேடியத்தின் அளவு $0.2\text{-}0,3 \times 10^{-13}$ %. பொதுவாகச் சுண்ணாம்புச் சத்துள்ள ஓடுகளையுடைய உயிரிகளில் இத்தனிமம் மிகுந்த அளவில் உள்ளதாக ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன. ரேடியத்திற்கு முன்னோடியாக உள்ள கதிரியக்கத் தனிமங்களில் முக்கியத்துவம் பெற்றது யுரேனியம் ஆகும். கடலில் இவற்றின் சராசரி அளவு 1.5×10^{-6}% ரேடியத்தைப் போன்று இத்தனிமங்களும் கடலின் மேற்பரப்பைவிட ஆழப்பகுதிகளில் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. தோரியம் என்னும் கதிரியக்கத் தனிமமும் தற்போது கடல் நீரில் கரைந்துள்ள முக்கியமான தனிமமாகக் கருதப்படுகிறது.

கடலில் கரைந்துள்ள வளிமங்கள். ஆக்சிஜன், கார்பன்டை ஆக்சைடு மற்றும் நைட்ரஜன் போன்றவையே கடலில் கரைந்துள்ள முக்கிய வளிமங்களாகும். இவை நீரில் கரைந்துள்ளனவேயன்றி ஏனைய கடல் நீர், கரைபொருள்களோடு இணைந்திருப்பனவல்ல. மேலும் ஹைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் சேர்ந்து நீர் மூலக்கூறுகளாக உண்டாவதால், நீர் நீராகவே செயல்படுகின்றதேயன்றி அவற்றின் இணைந்த வளிகள் தனித்தனியாகச் செயல்படுவதில்லை. காட்டாக, கடலில் வாழ்கின்ற மீன் போன்ற உயிரினங்கள் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனை மட்டுமே தன்னுடைய மூச்சு விடலுக்கு எடுத்துக்கொள்ள முடியுமேயன்றி நீரின் மூலக்கூறுகளில் உள்ள ஆக்சிஜனைப் பிரித்தெடுத்து மூச்சுவிடுவதற்குப் பயன்படுத்த முடியாது.

பலவித வளிகள் வெளி உலகிலிருந்து கடலின் மேற்பரப்பில் பரிமாற்றம் ஆவதால், கடல்நீர் இவ்வளிமங்களைப் பெறுகிறது. வெளிக்காற்று 78 % நைட்ரஜனையும் 21% ஆக்ஸிஜனையும் 0.9% ஆர்கானையும் 0.03% கார்பன் டைஆக்சைடையும் நீராவி மற்றும் மந்த வளிமங்களான நியான், கிரிப்டான், ஹீலியம், ரேடான், செனான் கலந்த கலவைகளையும் உள்ளடக்கியதாகும். இத்தகைய வளிமங்கள் கடலின் மேற்பரப்பில் கரைந்த பின், ஏனைய ஆழப்பகுதிகளுக்கு நீரோட்டங்கள், உள் அலைகள் போன்றவற்றால் கலப்புறுவதன் மூலம் பரவுகின்றன. இத்தகைய வளிகளின் கரைதிறன், தாவரங்கள் மற்றும் சில நுண்ணுயிரிகளாக மாறுகிறது. பொதுவாகத் தகுந்த சூழ்நிலைகளில் வளிமங்கள் நீரில் கரைந்து கொண்டே இருப்பினும் ஒவ்வொரு வளிமமும் குறிப்பிட்ட அளவு நீரில் வெப்பம், அழுத்தம், உப்புத்திறன் இவற்றைப் பொறுத்து நிறை செறிவு நிலையை அடைகிறது. இந்நிலைக்குப்பின் குறிப்பிட்ட அளவுநீரில் இவ்வளிமம் மேலும் கரைவது இல்லை.

பொதுவாக, அழுத்தம் அதிகமாகும்போதோ உப்புத் திறன் குறையும்போதோ வெப்பம் குறையும் போதோ வளிமத்தின் கரைதிறன் அதிகமாகின்றது. நீரில் கரைந்துள்ள வளிமங்கள் பெருமளவு வெளி உலகிலிருந்து பெறப்படினும், சிறிதளவு ஏனைய வழிகள் மூலமாகவும் பெறப்படுகின்றன. சான்றாக, கடலடி மட்டத்தில் உள்ள நைட்ரேட் என்னும் தனிமம் நுண்ணுயிரிகளால் சிதைக்கப்பட்டு ஓரளவு நைட்ரஜன் வெளியேறி நீரில் கலக்கிறது.

கடல்நீரின் முக்கிய வளிமங்கள்

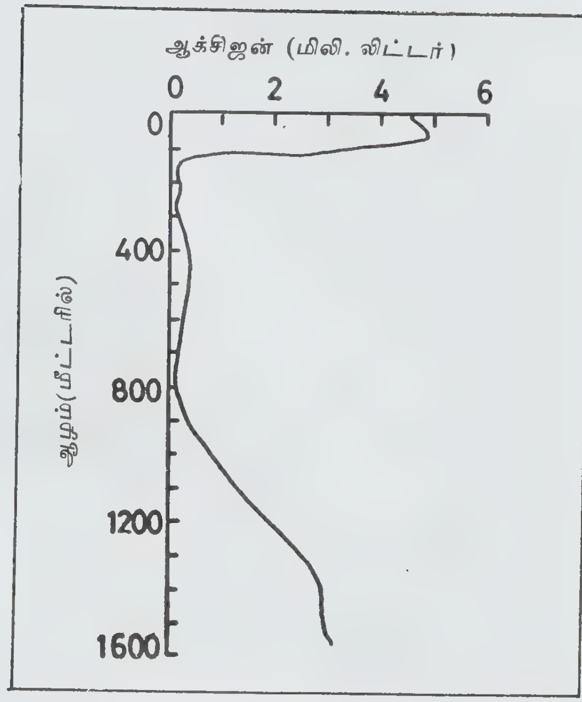
ஆக்சிஜன். கடலில் கரைந்துள்ள அனைத்து வளிமங்களிலும் இதுவே முக்கியமானது. ஏனெனில் அனைத்து உயிரினங்களும் மூச்சுவிட இது பெரிதும் பயன்படுவதால், ஓர் அணுத் தாவரங்கள் ஒளிச் சேர்க்கை செய்யும்போது இவ்வளிமம் துணைப் பொருளாக வெளியேறிக் கடல் நீரில் கரைகிறது. கடலில் உயிரினங்கள் மடிவதால் தோன்றக்கூடிய கரிமப் பொருள்கள் நுண்ணுயிர்கள் வழியே சிதைந்து நைட்ரேட், பாஸ்ஃபேட் போன்ற பயனுள்ள உரச் சத்துகளை நீரில் வெளியேற்றவும் ஆக்சிஜன் மிகவும் தேவை. கடலில் கரைந்துள்ள இதன் அளவு பெரும்

பாலும் உயிரினங்களின் அடர்த்தியைப் பொறுத்தே அமைகிறது.

கடல் நீரில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவு லிட்டருக்கு 0.9 மி.லி. ஆகும். வெளிக்காற்றிலிருந்தும், மிதக்கும் ஓர் அணுத் தாவரங்களின் (phtoplankton-diatoms) மிகு மிகை உற்பத்தியின் காரணமாகவும், ஆக்சிஜன் கடலின் மேற்பரப்பில் நிறைசெறிவு நிலையை அடைகிறது, மேலும் ஒளிச்சேர்க்கை உச்ச நிலையில் இருக்கும்போது கடலில் இவ்வளிமம் மீச்செறிவு நிலையை (super saturation) அடைகிறது. கடலின் ஆழப் பகுதிகளில் கரைந்துள்ள ஆக்சிஜனின் அளவிற்கும் அவ்வப்போது இப்பகுதிகளில் உள்ள அழுத்தம், வெப்பம், உப்புத்திறன் போன்றவற்றைக் கண்டுபிடித்து, இவற்றின் அளவுகளுக்கேற்ப இருக்கவேண்டிய இதன் அளவிற்கும் உள்ள வேறுபாடே இப்பகுதிகளிலுள்ள உயிரினங்களால் உட்கொள்ளப்பட்ட ஆக்சிஜனின் அளவாகும். இது தோற்ற ஆக்சிஜன் உட்கொள்ளல் (apparent oxygen utilization-AOU) எனப்படும்.

கடலின் பல்வேறு ஆழப்பகுதிகளில் இருக்கக்கூடிய ஆக்சிஜனின் அளவுபடம் 11 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆழம் அதிகமாக, அதிகமாக 700-1000 மீட்டர் அளவுள்ள ஆழப்பகுதிகளில் ஆக்சிஜனின் அளவு மிகக் குறைவதைக் காணலாம். இத்தகைய ஆக்சிஜன் குறைவு நீரோட்டங்கள் உள் பகுதிகளில் தோன்றுவதில்லை. நீர்க்கலப்பு இல்லாத உயிரினங்களின் மூச்சுவிடல் மூலமும், கரிமப் பொருள்களின் சிதைவின் மூலமும், ஆக்சிஜன் மிகவும் குறைவதால் இப்பகுதிகளில் சல்ஃபேட்டைக் குறைக்கும் நுண்ணுயிரிகள் மட்டுமே உயிர் வாழ்கின்றன. இந் நுண்ணுயிரிகள் சல்ஃபேட் எதிர்மின் துகள்களை ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு என்னும் நச்சுவளிமமாக மாற்றுவதால், இவ்வளிமமிக்க பகுதிகளில் ஏனைய உயிரினங்கள் வாழமுடிவதில்லை.

நைட்ரஜன். இது செயலாற்றலற்ற வளிமமாகும். லிட்டர் நீருக்கு 8-15 மி.லி. என்னும் அளவில் இவ்வளி கரைந்துள்ளது. ஏனைய வளிகள் போல் இதன் கரைதிறனும் வெப்பம், உப்புத்திறன் மற்றும் நீரோட்டங்கள் போன்றவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். வெப்பமண்டலம் மற்றும் வெப்பமண்டல அண்மையிடக் கடல் பகுதிகளில் (sub tropical seas) உள்ள ஒருவித மிதக்கும் நீலப்பச்சைப்பாசிகள் வெளிக்காற்றிலிருந்து நைட்ரஜனை உட்கவர்ந்து ஊன்மமாக (protoplasm) மாற்றுவது குறிப்பிடத்தக்கது. ஆக்சிஜன் மிகக் குறைந்த பகுதிகளில் (0.15 மி.லி/லிட்டர்) நுண்ணுயிரிகள் நைட்ரேட் எதிர்மின் துகள்களை நைட்ரஜன் மூலக்கூறுகளாக மாற்றுவதே நைட்ரஜன் கூறு நீக்கம் (denitrification) ஆகும். பல்வேறு பெருங்கடல் பகுதிகளில் பரவியுள்ள நைட்ரேட் அளவுகள் படம் 10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம். 11

கார்பன் டைஆக்சைடு, கடல் நீரில் கரைந்துள்ள இது உயிரினங்களின் வாழ்க்கையில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. தாவரங்களும், விலங்கினகளும் இதை மூச்சுவிடல் மூலம் வெளியேற்றுகின்றன.

தாவரங்கள் ஒளி இயைபாக்கத்திற்குக் கார்பன் டைஆக்சைடை நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடு ஹைட்ரஜன் கார்பனேட் மற்றும் பைகார்பனேட் போன்ற மின்துகள்களுக்கும், அடிமட்டத்தில் கட்டியாக உள்ள கால்சியம் கார்பனேட்டுக்கும் இடையே ஒரு சமநிலை ஏற்படுத்துவது குறிப்பிடத்தக்கது. உயிரினங்களின் செயல்முறைகளால் நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன்டைஆக்சைடின் அளவில் பெருமாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. இது மிக அதிகமாகத் தோன்றுமானால் கால்சியம் கார்பனேட் கரைகின்றது. மிகக் குறை நிலையை அடைந்தாலோ கால்சியம் கார்பனேட் வீழ்படிவாகிறது. இவ்வாறான எதிர்விளைவுகளால் நீரில் கரைந்துள்ள இதன் அளவு எப்போதும் ஒரே நிலையில் உள்ளது.

நீரில் கரைந்துள்ள CO_2இன் அளவு லிட்டருக்கு 45 — 54 மி.லி. ஆகும். ஏனைய வளிகளைப் போல் இது நீரில் கரையும் திறன் நீரின் வெப்பத்தையும் உப்புத் திறனையும் பொறுத்தே அமையும். கடலில் கார்பன் டைஆக்சைடு, கார்பனேட் மின்துகள் மற்றும் கட்டியான கார்பனேட்டுகள் போன்றவை மிகுதியான அளவில் உள்ளமையால் வெளிக்காற்றில்

உள்ள கார்பன் டைஆக்சைடின் அளவைக் கடல் கட்டுப்பாட்டுக்கு உட்படுத்துகிறது. இதற்கு ஈடாக வெளி உலகில் உள்ள கார்பன்டைஆக்சைடு கடலின் வெப்பத்தைக் கட்டுப்பாட்டுக்கு உட்படுத்துவதற்குத் துணை புரிகிறது. வெளி உலகில் உள்ள இது சூரிய வெப்பத்தைச் செலுத்துகிற போதும், நிலத்திலிருந்து வெளிப்படுகின்ற பெரும்பாலான வெப்பத்தை உறிஞ்சுவதால்தான், இத்தகைய வெளி உலகில் உள்ள கார்பன் டைஆக்சைடில் நிலைநிறுத்தப்பட்ட வெப்பமான பின் கடலில் தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறாகக் கடலுக்கும் வெளி உலகுக்கும் இடையில் இதைப் பொறுத்தமட்டில் ஒரு சமநிலை ஏற்படுகிறது. இத்தகைய நடுநிலை வெளி உலகில் உள்ள நீராவி அளவையும் கட்டுப்படுத்துவதால், முடிவில் மழையின் அளவையும் வெளி உலகு நீராவியின் அளவையும் கட்டுப்படுத்துகின்றது.

ஏனைய கரைபொருள்களைப்போல் கார்பன் டைஆக்சைடும் நீர்க்கலப்புறுவதன் மூலமும் ஊடுருவுவதன் மூலமும் கடலின் அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் பரவுகிறது. இத்தகைய பரவுதல் கடலின் மேற்பரப்பிலும் அடிமட்டத்திலும் நிகழும் பரிமாற்றம் மூலமும் ஏனைய உயிர் வேதி எதிர்விளைவுகளாலும் பாதிக்கப்படக்கூடும்.

- ஆர். சந்தானம்

கடல்நீர் ஊடுருவல்

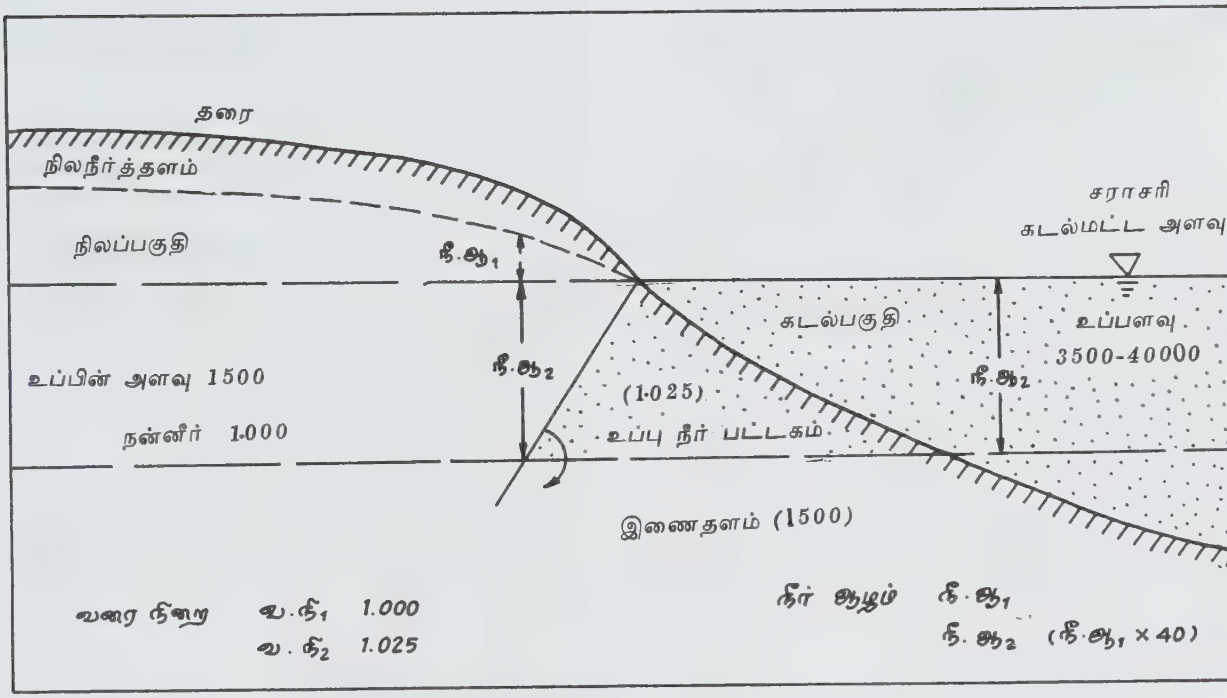
தீவுகளில் அமைந்துள்ள நீர்கொள் படிவங்களில், உப்புநீரின் மேல் மிதக்கும் வகையில் படிந்துள்ள நன்னீரின் அமைப்புகளைப் பேடன் ஐபென், ஹெர்ஸ் பர்க் என்னும் இருவேறு அறிவியலாளர்கள் ஏறத்தாழ ஒரே காலத்தில் ஆய்ந்து வெளியிட்டனர். ஒரு நீர்மத்தின் மேல் மிதக்கும் எப்பொருளும் அதன் நிறைக்கு இணையாக, தான் மிதக்கும் நீர்மத்தை வெளியேற்றும். மிதக்கும் பொருளின் கொள்ளளவுக்கும், வெளியேற்றப்பட்ட நீர்மத்தின் கொள்ளளவுக்கும் இடைப்பட்ட மிகு நிறையளவு பொருள், நீர்மத்தின் மேலேயே மிதக்கும் என்னும் அடிப்படையில் இவர்கள் தங்கள் கொள்கையை உருவாக்கினர். இன்று தீவுப்பகுதிகளுக்கும், நீள் கடற்கரைப் பகுதிகளுக்கும் இக்கொள்கை விரிவாக்கப்பட்டுக் கடல்நீர், நிலநீர் இவற்றின் இணைதளங்கள் ஆராயப்படுகின்றன. மேலும் நிலநீர், கடல்நீரின் நுழைவால் (sea water intrusion) உப்பு ஏற்றப்படும் அளவுகள், ஊடுருவலின் தொலைவு நீர், இணைதளங்களின் கடல் மற்றும் நிலம் நோக்கி நகரும் இடமாற்றங்களும் அவற்றின் விளைவுகளும் அளவிடப்படுகின்றன.

நீர்கொள் படிவங்கள் நிலத்திலிருந்து நீண்டு சென்று கடலுள் துருத்திக்கொண்டு அமைந்திருக்கும் போது, அப்படிவத்தின் நிலம் நோக்கிய நீர்மச் சரிவு (landward hydraulic gradient) கொண்ட நீரோட்டம் கடற்கரைப்பகுதிகளின் அருகில் கடல்நீர் ஊடுருவலை அனுமதிக்கும். இக்கடற்கரைப் பகுதிகளில் நன்னீர்ப் படிவங்களில் அமைந்த நீரின் ஒரு பகுதி கடலை நோக்கிச் செல்ல, கடல் நீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தின் எல்லைப் படிவங்களில் நுழைய நன்னீர்ப் படிவங்களின் எல்லைப் பகுதி கடல் நீர்ப்பகுதியின் மேல் மிதக்கும் அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். நன்னீர் கடல்நீரோடு ஒட்டி அமையும் வெட்டுத்தளம் நன்னீர்க் கடல்நீரின் இணைதளம் (fresh water sea water interface) எனப்படும். இந்த இணைதளம் நன்னீர்ப் படிவத்தில் நன்னீர் அளவு பெருகும்போது கடல் திசையை நோக்கி நகரும்.

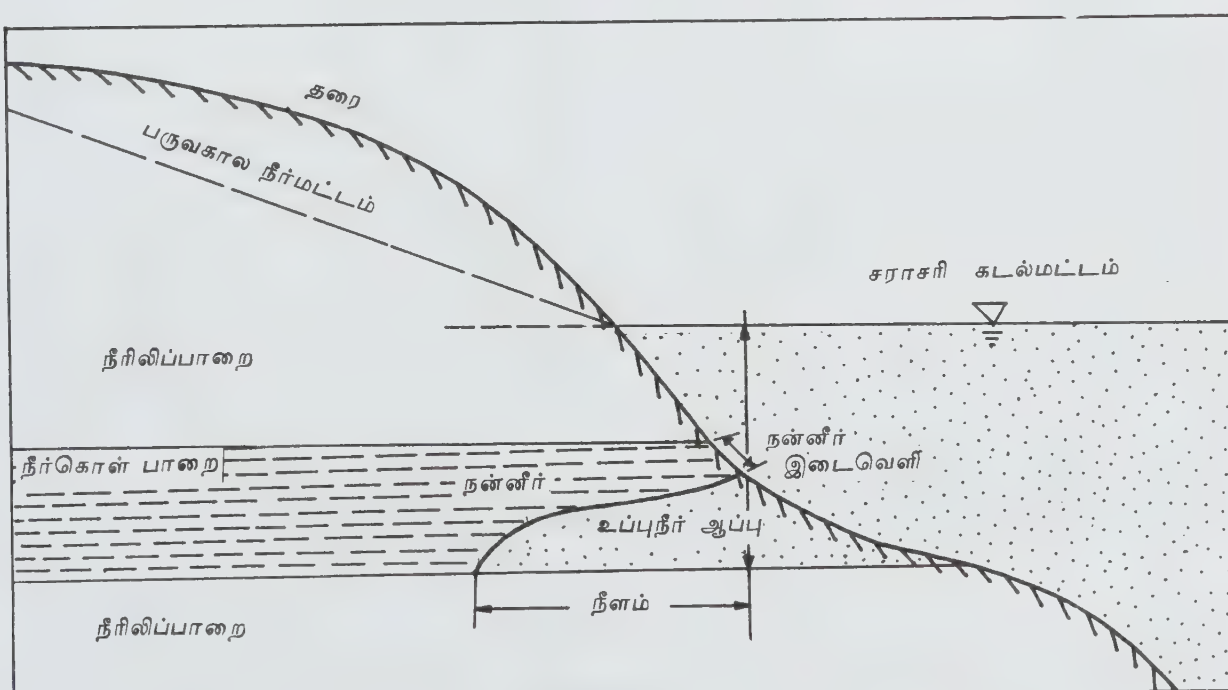
நன்னீர் அளவு வறட்சியாலோ, நீர் மிகுதியாக இறைக்கப்படுவதாலோ குறையும்போது இணைதளம் நிலத்தை நோக்கி நகரும். இத்தளம் கொள்கை அளவில் இருபரிமாண அளவினதாகக் கொள்ளப்பட்டாலும், பௌர்ணமி அமாவாசை காலங்களில் கடல்நீர் கொந்தளித்தும் பின்னடைந்தும் மாற்றங்கள் பெறுவதாலும், மழைக் காலங்களில் நன்னீர், நீர்கொள் படிவங்களுள் சென்றடைவதில் ஏற்படும் மாற்றங்களாலும் இது ஒரு முப்பரிமாணம் பெற்ற தனிப்பகுதியாகவே அமைந்து விடுகின்றது. பொதுவாகப் பத்து இலட்சம் கூறுகளில் 1500 - 2000 வேதிக் கூறு உப்புப் பொருள்கள் (1500 - 2000 ppm) கொண்டுள்ள நீர்த்தளம் நன்னீர்ப் பகுதியையும், கடல் நீர்ப்பகுதியையும் பிரிக்கும் இணைதளம் எனலாம். கடலில் உள்ள உப்பு நீர் 35000 - 40000 ppm உப்பளவு உடையது (படம் 1,2).

ஐபன் - ஹெர்ஸ்பர்க் கொள்கைப்படி, சராசரிக் கடல்மட்ட அளவு தளத்தை நிலப்பகுதிக்குள் கற்பித்து நீட்டினால் அக்கடல்மட்ட அளவிற்கும் மேல் உள்ள நன்னீர் அளவு உயரத்தைப்போல நாற்பது மடங்கு அளவின் ஆழத்தில் கடல்மட்ட அளவிற்கும் கீழே நன்னீர் கடல்நீர் சேரும் இணைதளம் அமையும். எனவே கடல்மட்ட அளவிற்கு மேல் உள்ள நன்னீர் தன் அளவில் ஒரு மீட்டர் கூடவோ, குறையவோ செய்தால் நன்னீர்-கடல்நீர் இணைதளப் புள்ளி அவ்விடத்திலிருந்து நேர் கீழே 40 மீட்டர் அளவிற்கு உயரவோ தாழவோ செய்யும். ஹுபெர்ட் இவ்வகை அளவு மாற்றங்களில் செப்பம் செய்து சரிவு மிகுந்த நீர்த்தளங்களில் ஏற்படும் அளவு மாற்றங்களை வெளிப்படுத்தினர்.

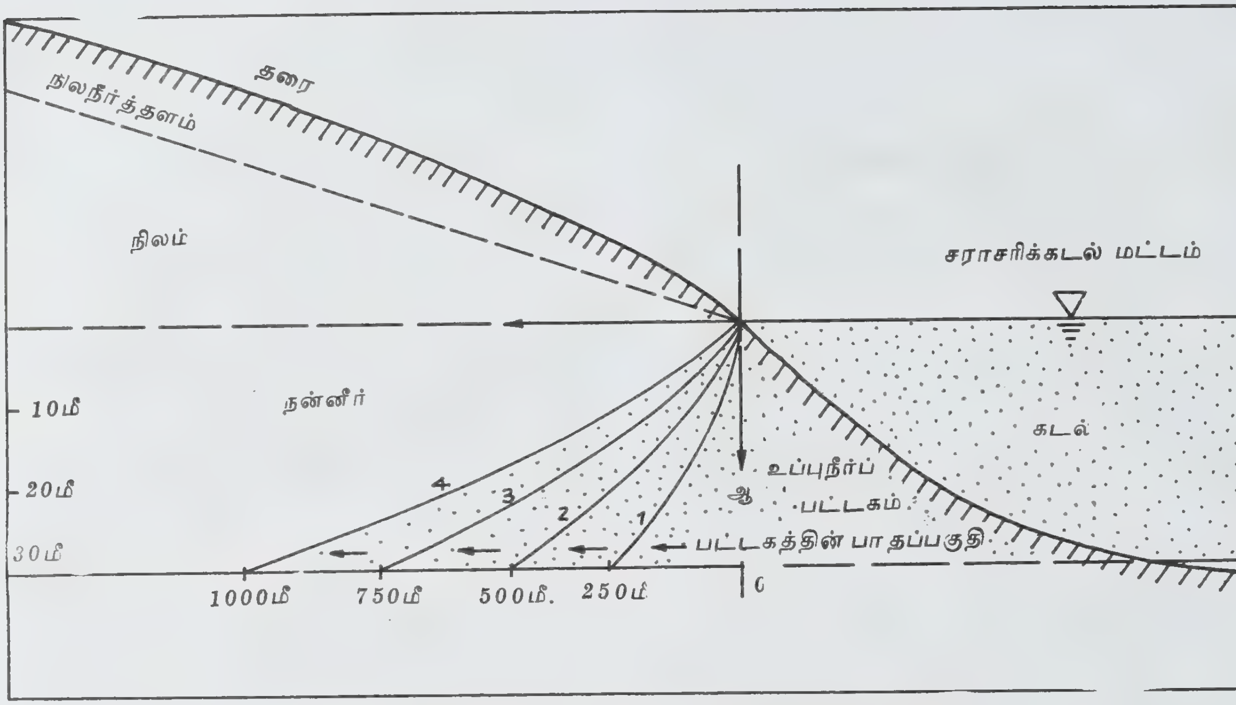
இணைதளம், நிலநீர்த் தளம் ஆகிய இரண்டுமே கடலின் திசையை நோக்கிக் குவிந்திருப்பதால், தொலைவு அதிகரிக்க அதிகரிக்க நீர்த்தள நீரோட்டத்தின் வேகமும் குவிந்திருப்பதால் சரிவின் பருமை அளவும் மிகும்.



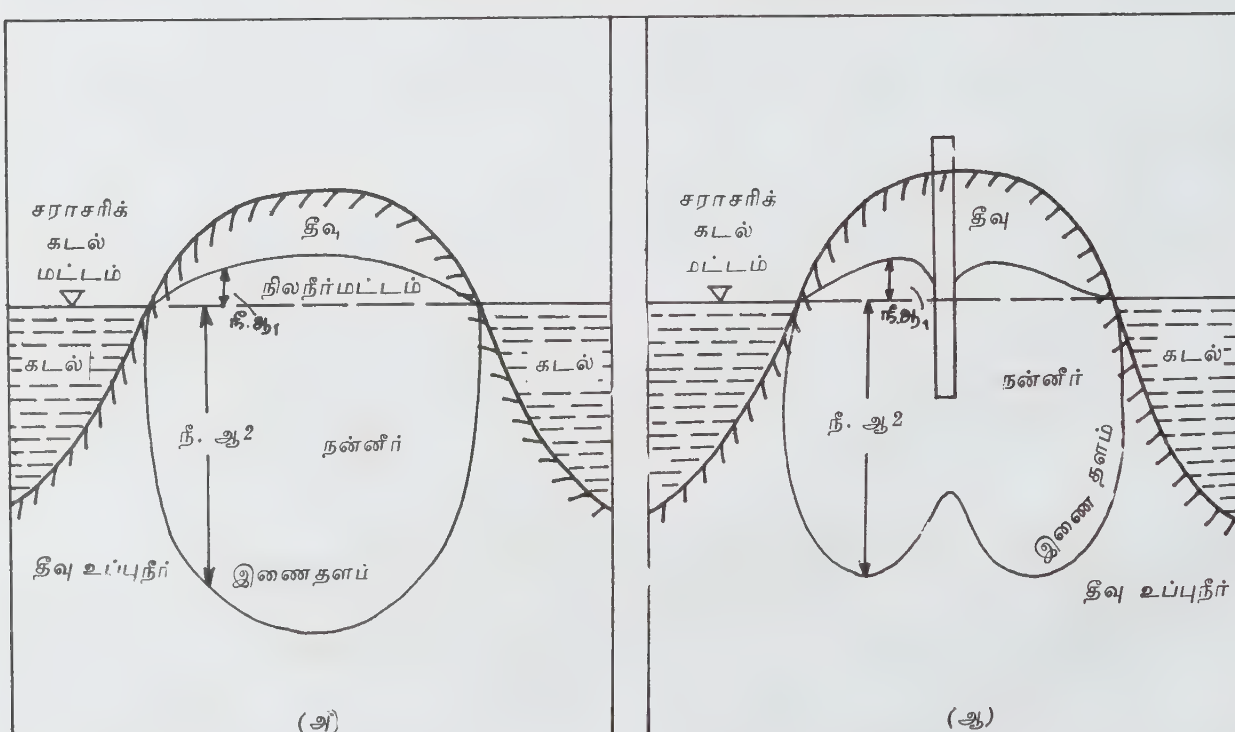
படம் 1.



படம் 2. இணைதள விரிவலைய அமைப்பு



படம் 3. கடல்நீர் (நன்னீர் அளவு தாழ) நிலத்தின் ஊடுருவல்



படம் 4.

(அ) மழைப்பொழிவு ஊட்டத்தால் அமையும் நன்னீர். (ஆ) நன்னீர் இறைப்பதால் உருவாகும் இருவகைக்கூம்பு அமைப்புகள்

இதன் காரணமாகவே இணைதளச் சரிவின் அமைப்புத் தோற்றம் பரவளையமாக (parabola) அமையும்.

நன்னீரின் தன் எடை (specific weight) 1.00 அளவும், கடல்நீரின் சராசரித் தன் எடை 1.025 அளவும் உள்ளமையால் இணைதளப் பகுதிகளில் கடல் நீரின்மேல் நன்னீர் மிதந்து கொண்டிருக்கும். நன்னீர்ப் பகுதியின் அளவு குறையும்போது, இணைதளத்தில் நன்னீரை முட்டிக்கொண்டிருக்கும் கடல் நீர் நிலத்தை நோக்கி ஊடுருவத் தொடங்கும். இம் முயற்சியில் நிலத்தை நோக்கிய நீரோட்டத் திசை உருவாக, பரவளைய இணைதளத்தின் அடிப்பகுதியில் கடல்நீர்ப் பட்டகம் நுழைந்து கடல்நீர் ஆப்பை (salt water wedge) உருவாக்கி நிலத்தை நோக்கிக் கடல் நீர் ஊடுருவும். கடல்மட்ட அளவிற்கும் கீழுள்ள நன்னீர்த்தளத்தின் அளவு குறையக் குறைய உப்புநீர் ஆப்பு நிலத்தினுள் நீண்டு ஊடுருவும். நீர் மட்ட அளவு நன்னீர்ப் பகுதியில் பாதியாகக் குறைந்துவிட்டால், கடல்நீர் கடற்கரையில் இருந்து நிலத்துள் எந்த அளவு முன்பு இருந்ததோ அதைப் போல ஏறத்தாழ இருமடங்கு உள்ளே நுழையும்.

நீர்கொள்படிவம் நிலப்பகுதியில் குறிப்பிட்ட நிலமட்டப் பகுதியில் மட்டுமே அமைந்து, மேலும் கீழும் நீரிலிப் பாறைகள் (aquicludes) படிந்துள்ள சூழ்நிலையில் நன்னீர்த் தளத்தின் எல்லைப் பகுதி கடலுள் பாயும் அமைப்பில் இருக்கும். இத்தளத்தின் கீழே உப்புநீர் ஆப்பு அமைந்திருக்கும். நீர்கொள்படிவத்தின் மேல் மட்டத்திலிருந்து நன்னீர்ப் பகுதியின் அடித்தளம் வரையுள்ள நன்னீர் எல்லைப் பகுதி இடைவெளி அகலம் எனப்படும். இதன் கீழிருந்து நீர்கொள்படிவத்தின் அடிமட்டம் வரை உள்ள பகுதியின் வழியாகவே கடல்நீர் நிலத்துள் நுழைகிறது. இத்தகைய அமைப்பில் பருவக்கால நீர்த்தளம் (piezometric surface) தரைப்பகுதிக்கு இணையாக அமைந்து கடற்கரையிலோ அருகிலோ கடலோடு இணைகிறது. நீர்கொள்படிவத்தில் உள்ள நன்னீருக்கும் மேல்மட்டத்தின் பருவக்கால நீர்த்தள நன்னீருக்கும் தொடர்பு இல்லை. இச்சூழலில் நீர்கொள்படிவ நன்னீரின் மேல்மட்ட அளவு சராசரிக் கடல் மட்ட அளவிற்குக் கீழேயும் அமையலாம். இந்த அமைப்பில் உள்ள நன்னீர் ஓட்ட அளவும், உப்புநீர் ஊடுருவலுடைய உப்புநீர் ஆப்பின் கிடை நீளமும் தலைகீழ் விகிதத்தில் அமைந்திருக்கும்.

சிறுதீவுகளின் பாறைகளும் நீர்கொள் படிவுகளும் சூழ்ந்துள்ள கடல்நீரைத் தம்மகத்தே ஏற்றுக் கடல்நீர் பொதி பாறைப் படிவுகளாக அமையும். தீவில் பொழியும் மழை நீரில் தரைக்குள் செல்லும் நன்னீரில் கடல்வழி சென்றவை போக எஞ்சியன வில்லை (lens) அமைப்பில் நன்னீர் கொள் படிவுகளாக உருப்பெறும். கடற்கரையில் எல்லைகளைத் தொட்டு நிலத்துள் மிக ஆழம்வரை சென்று தீவின் கடல்நீர்மேல் இணைதளம் அமைத்துக்கொண்டு மிதக்கும். தீவு கடல்மட்ட அளவிற்கு மேல் மிக உயர்ந்து அமைந்தால், நிலநீர் மேல்மட்டம் கடல்மட்ட அளவிற்கும் மேல் மிக்குயர வாய்ப்புண்டு. இச்சூழலில், இந்த அளவிற்கும் அதிகமாக 40 மடங்களவு நிலத்துள் நன்னீர் உறையும். இத்தகைய நன்னீர்ப் படிவுகளில் இருந்து நீர் இறைக்கப்பட்டால், குழாய்க் கிணற்றுப் பகுதியின் நீர் இறைக்கும் தளத்திலும், நன்னீர்க் கடல்நீர் இணைதளத்தின் பகுதிகளிலும் நன்னீர்க் குழிவுகள் கூம்பு அமைப்பில் உருவாகின்றன. இணைதளக் கூம்பின் நீர் அளவு, குழாய்க் கிணற்றின் அளவுக்கு உயருமாறு மிக்களவில் இறைவை அமைந்தால் குழாய்க் கிணற்றுள் கடல்நீர் நுழைந்து நன்னீரைப் பாழ்படுத்திவிடும் (படம்-4). பெரும் தீவுகளின் கடற்கரைப் பகுதி நீண்டு பரந்து கிடந்தால் அங்கு கடற்கரை அமைப்பின் நிகழ்வே அமையக் கூடும்.

கடற்கரைப் பகுதியாயினும், தீவுப்பகுதியாயினும், உப்புநீர் ஊடுருவலால் நன்னீர் பாழ்படுவதைத் தவிர்க்க நன்னீர், கடல்நீர் இணைதள நகர்வைக் குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள்ளே நிலைநிறுத்த வேண்டும். இந்த நன்னீரைக் குழாய்க் கிணறுகளில் பாய்ச்சி நீர்கொள்படிவத்துள் நன்னீரளவைக் கூட்டிக் கடல்நீரைக் கடல்திசைக்குப் புறந்தள்ளுவதால் பெறலாம் அல்லது நிலத்துள் அமைந்த கடல்நீர்ப் பட்டகத்தின் உப்புநீர் ஆப்பைக் குழாய்க்கிணறுகளில் உவர் நீர் இறைத்து வெளியேற்றிப் பின்னடையச் செய்வதால் தற்காலிகமாகப் பெறலாம். உப்புநீர் ஆப்பு நிலத்துள் நுழைவது மிகமிக மெதுவாகவே நிகழ்கின்றது. உப்புநீர் நுழைய வாய்ப்புடைய நீர் கொள் படிவங்களின் கரையோரப் பகுதிகளில் பல்வேறு வகைத் தடைகள் அமைத்து அவற்றைக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் நீரிலிப் பாறைகளாக மாற்றுவதால் கடல்நீர் ஊடுருவலைத் தடுக்கலாம். இதற்குக் களிமண் படிவச் சுவர்களும், செயற்கைத் தடைப் பொருள்களும் பயன்படுகின்றன.

- ம. சிவகுமாரன்

நூலோதி. H. M. Raghunath, *Ground Water*, Wiley Eastern Ltd , New Delhi, 1982.

கடல் நுரை

நடுக்கடலில் பெருங்காற்று வீசும்போது நுரை உண்டாகிறது. இவ்வாறான பெருங்காற்றின்போது, அலைகளின் சிகரம் (wave crest) உடைந்து காற்றை உள்ளடக்கும்போது, வெண்ணிற நுரை உண்டாக வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. ஆழம் குறைந்த கடற்

கரைப்பகுதிகளில், கரைகளை வந்தடையும் அலைகள், விரைவாக ஆழம் குறைந்த மணல் பகுதியையோ பாறைகளையோ அடையும்போது, அவற்றின் சிகரங்கள் உடைவதால் நுரை உண்டாகிறது. கடற்கரையைத் தொடர்ச்சியாக வந்தடையும் நுரைகள் வெள்ளைக் குதிரைகள் எனப்படும். கடல்நீரில் உண்டாகும் நுரை, சோப்புநீர், எண்ணெய் போன்ற பொருள்களால் ஏற்படும் நுரைகளைப் போன்று நீண்டநேரம் நிலைத்திருப்பதில்லை. அபி, மயாகே என்னும் ஆய்வாளர்கள் நன்கு வடிகட்டிய, தூய கடல்நீரைக் குப்பியில் அடைத்துக் குலுக்கி, நுரையுண்டாக்கி ஆய்வு நடத்தியபோது,இவற்றின் நிலைப்புத்திறன் வெப்பநிலை, உப்புத்தன்மை போன்றவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடுவதாகக் கண்டறிந்தனர். இவ்வாறான நீரைக் குலுக்கும்போது, முதலில் தோன்றும் சிறு குமிழ்கள் 0.2 மி. மீ. குறுக்கு விட்டமாகவும், 6 நொடிக்குப்பிறகு சற்றுப் பெரிய 0. 4 மி.மீ. குமிழ்களாகவும் 30 நொடிக்குப் பிறகு இவை 0.5 மி.மீ ஆகவும் மாறுவதைக் கண்டறிந்தனர்.

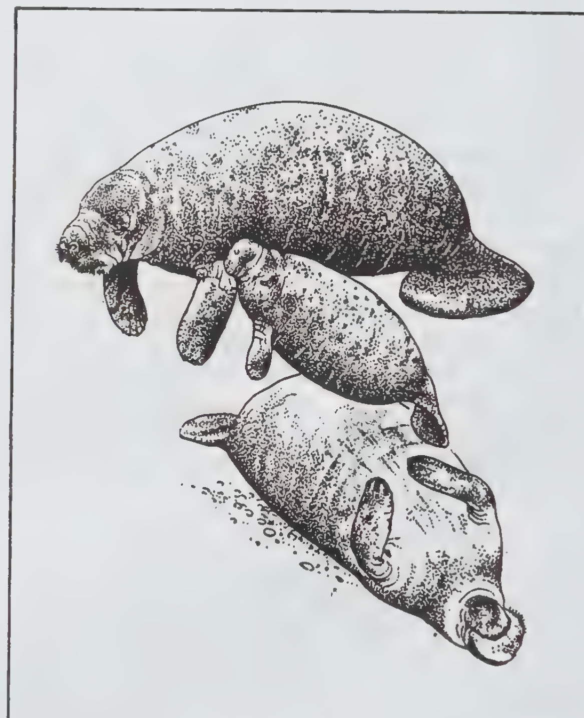
காற்றின் வேகம் 4-5 நொடிகளில் தோன்றுகின்ற நுரை 3-10 நொடி நிலைத்து நிற்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. கடற்கரைப் பகுதிகளில் தோன்றும் நுரைத்திட்டுகள் காற்று, சூரிய ஒளி போன்றவற்றால் அவற்றினுள்ள குமிழ்கள் நீக்கப்பட்டு இரண்டு மணி நேரத்தில் கடற்கரை மணல்மேல் பழுப்புநிறத் திட்டாகப் படிவதைக் காணலாம். எனினும், காற்றின் வேகம் குறைவான நேரத்தில் தோன்றும் நுரைத் திட்டுகள், பல நிமிடம் வரை நிலைக்கக்கூடும். நுரைத் திட்டுகளின் நிலைப்புத்திறன் அவற்றின் உள்ளடங்கிய உப்புச்சத்து (nutrient) கரிமப்பொருள் மணல் துகள்கள் மிதக்கும் நுண்ணுயிர்களின் (plankton) அடர்த்தி போன்றவற்றின் அளவுகளாலும் மாறுபடலாம். சான்றாக, காற்றின் வேகம் 4 ஆக இருக்கும்போது, ஆழ்கடல்நீர் மேல்மட்டத்திற்கு எழும் பகுதிகளில் (upwelling) தோன்றும் நுரைகள் 20 நொடியும் ஏனைய பகுதிகளில் 10 நிமிடமும் நிலைத்துள்ளன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. நுரையின் குமிழிகளில் மிதக்கும் நுண்ணுயிர்கள், கரிமப் பொருள்கள் போன்றவை இணைந்து இக்குமிழிகளை நிலைக்கச் செய்வதே இதற்குக்காரணம் ஆகும்.

கடற்கரையில் தொகுக்கப்பட்ட நுரையை ஆய்வுக்கு உட்படுத்த, முதலில் ஒரு மெல்லிய சல்லடைத்துணியின் மூலம் வடிகட்டி, பெரும்பாசி முதலியவற்றை நீக்க வேண்டும். பின் இரண்டுமணி நேரம் சென்றபின் இந்நுரையை மீண்டும் மெல்லிய சல்லடைத்துணியில் வடிகட்டும்போது நுரை நீர்ம நுரையாக மாறுவதுடன் அதில் உள்ள குமிழ்களும் நீக்கப்படும். 1 லிட்டர் நுரை நீர்மத்தைப் பெற 50 லிட்டர் நுரை தேவை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இந்நீர்ம நுரையின் அளவையும் எடையையும் கண்டபின், இது 70° இல் ஒரு மின்னடுப்பில் உலர்த்தப்படும். மீண்டும் எடை கண்டு, ஓர் ஆய்வு உரலில் இட்டு இது தூளாக்கப்படுகின்றது. இத்தூளில் 65-75% சாம்பலும், பல்வேறு பொருள்களும் உள்ளமை ஆய்வின்வழி அறியப்பட்டுள்ளது. ஒரு கிராம் உலர்ந்த நுரைத்தூளில் இரும்பு 20-40 மி.கி. தாமிரம் 4-14 மி.கி. மாங்கனீஸ் 0.4 மி.கி. பாஸ்ஃபேட் 0.6-0.7 மி.கி. சிலிகேட் 0.1-0.3 மி.கி. நைட்ரேட் 0.1-0.15 மி.கி. போன்றவை இருப்பதாக அறியப்பட்டுள்ளது. நுரையிலுள்ள இப்பொருள்கள் கடல் நீரிலுள்ளதைவிடப் பலமடங்கு மிகுதி என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. காட்டாக, நுரையின் இரும்புச்சத்து கடல்நீரிலுள்ளதைவிட 75,000 மடங்கு மிகுதியாகும்.

- இரா. சந்தானம்

கடல் பசு

இது பாலூட்டி என்னும் பெரும் வகுப்பில், செப்பன் குலேட்டா என்னும் யானை, ஹைராக்ஸ் குழுவின் சிறு பிரிவான சைரீனியா வகையைச் சேர்ந்தது. இப்பிரிவில் டியூகாங் (dugong), மானட்டீ ஆகிய இரு இனங்கள் கடல் பசு என்று வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.



தொன்மையான படிவச் சான்றுகள், சைரீனியா வகை உயிரினங்களை இயோசீன் காலத்தவையான 50,000,000 ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டவையாகக் கணித்துள்ளன. இவற்றில் 20 இனங்கள் பிரிக்கப் பட்டன. இவை உலகின் வெப்பக்கடல்கள் அனைத் திலும் பரவியிருந்தன. கடல் பசு என்ற உயிரினம் பெரிய, கடல் வாழ் பாலூட்டி எனலாம். வீட்டுப் பசுவிலிருந்து கடல் பசு மிகவும் வேறுபட்டதாகும். இதன் சதுர அகன்ற வடிவமுள்ள முகவாய்ப்பகுதி பசுமாட்டை ஒத்துள்ளது.

டியூகாங் இனத்தில் டியூகாங் டியூகான் (Dugong-dugon) என்னும் ஒரே விதக் கடல்பசுவே உண்டு. ஆனால் மானட்டீ இனத்தில் ஃபிளாரிடா முதல் கரீபியன் கடல் வகை டிரைசெச்சஸ் மானெடஸ் (*Trichechus manatus*) அமேசான் பகுதியில் டிரை இனென்கியுஸ் (Triinunguis) ஆப்பிரிக்காவில் மேற்குக் கடற்கரையில் டிரை செனகேலன்சிஸ் (Tri senegalensis) ஆகிய மூன்று வகைக் கடற்பசுக்கள் உள்ளன.

மற்றுமொரு கடல் பசு பெருங்கடலில் 1741 ஆம் ஆண்டு கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. தற்போது ஸ்டெல் லார் பசு எனப்படும் ஹைடிரோடாமாலிஸ் ஜைகாஸ் (*Hydrodamalis zigas*) என்னும் பெரிய டியூகாங் போன்ற உயிரி 7.5 மீட்டர் நீளத்தை எட்டியது. ஆனால் அவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கையான 500 உயிரிகளுமே சீல் என்னும் கடல் நாயையும், திமிங் கலங்களையும் வேட்டையாடி ரஷ்யர்களால் பிடிக்கப் பட்டு முப்பதே ஆண்டுகளுக்குள் அழிக்கப்பட்டன.

டியூகாங் என்னும் கடல் பசு, மத்திய தரைக் கடல் பகுதியான செங்கடல், கிழக்கு ஆப்பிரிக்கா முதல் பிலிப்பைன் தீவுகள்வரை நியூகினியா, வட ஆஸ்திரேலியா ஆகிய இந்தியப்பெருங்கடல் பகுதி வரையுள்ள கரையோரக் கடல்களில் காணப்படு கிறது. கடல் பசு குட்டையான கழுத்தும், துடுப்புப் போன்ற முன்கால்களும் வாலும் கொண்ட தாவர உண்ணியாகும். கடல் பசு 2.2-3.4 மீட்டர் நீளம் வளர்கிறது. மானட்டீ 1.8-2.4 மீட்டர் நீளம் உடையது. 900 கிலோ கிராமுக்கும் மேல் எடை கொண்டது.

நீர்வாழ் இனமாயினும் கடல் மணலில் சூரிய ஒளி யில் இளைப்பாறும் பழக்கம் கொண்ட கடல் பசு, சிறு ஒலி கேட்பினும் நீருக்குள் புகுந்து கொள்ளும் தன்மை யுடையது. கரையில் விடப்படும் மானட்டீ வேக மாக உடம்பை வளைத்து, நெளிந்து உருண்டு நீரை நாடிச்செல்கிறது. நீரில் மூழ்கி இரை உண்ணும் போது சில நிமிடங்களுக்கு ஒருமுறை மேலே வந்து மூச்சுவிடுகிறது. இரண்டு மூச்சுக்கிடையுள்ள பெரும நேரம் 16.5 நிமிடம் என அறியப்பட்டுள்ளது. அதாவது, 16.5 நிமிடத்துக்கு மேல் கடல் பசுவால் நீருக்குள் ஆழ்ந்து இருக்க முடியாது. அமைதி யாக முகவாயை மட்டும் நீர் மட்டத்துக்குமேல் தூக்கி மூக்குத்துளைகளில் தசையாலான வால்வு களை விரித்து ஓசையின்றி மூச்சுவாங்கும். பின் கால்கள் இல்லாமை, பக்க இறகுகள் கொண்ட அகன்ற வாலின் அமைப்புப் போன்றவற்றில் கடல் பசு, திமிங்கலத்தை ஒத்துள்ளது. யானைகளுக் குள்ள பற்களமைப்பு, பால்மடிகள் இவற்றால் யானை இனத்தின் மூதாதையும், கடல் பசுவின் மூதாதையும் ஒரே இனமாயிருக்கலாம் எனக் கருதலாம்.

கடல் பசு, கடற்கரை அடுத்துள்ள ஆழமற்ற பகுதிகளிலேயே வாழ்கிறது, ஆனால் மானட்டீ வகை, கடல் நீர் உட்புகும் காயல் பகுதிகளிலும், கழிமுக ஆற்றுப் பகுதிகளிலும் சுற்றித் திரிகிறது. இது உருண்டையான, வால்பக்கமாகக் குறுகி இரட்டை யாகக் கூம்பிய, பக்கக்கிளைகளுடன் தட்டையாக வாயில் முடியக்கூடிய உடலமைப்பைக் கொண்டது. முன்கால்கள் உருளையான துடுப்புகளாகச் சீல் என்னும் கடல்நாயின் கால்களை ஒத்திருந்தாலும் விரல்பகுதிகள் நீளமாக உள்ளன. இவை சிறியவை யாயிருந்தாலும் திரும்புவதற்கும் புழங்குவதற்கும் உதவுகின்றன; வால் தட்டையாக அகன்று நீந்து வதற்கு உந்து கருவியாகப் பயன்படுகிறது. மேலும் இளைப்பாறும் நேரங்களில், கடல் பசுக்கள் தக்க ஆழத்தில் வாலையூன்றித் தலையை நீருக்கு வெளியே வைத்து நிற்கின்றன. இந்நிலையில் முன்கால் களால் குட்டியை அணைத்தவாறு பால் கொடுக்கும். கடற்கன்னி, கடல் தேவதை எனக் கடற்பயணிகள் குறிப்பிடும் விலங்கு இதுவாகத்தான் இருக்கும்.

கடல் பசுவுக்கு மயிரற்ற தடிப்பான தோல் உண்டு. டியூகாங் உடலில் ஆங்காங்கு ஒற்றை முடி 6 மி.மீ. இடைவெளியில் இருக்கக்கூடும். மேலும் வாயைச் சுற்றித் தடிப்பான மயிர் உண்டு. இத் தகைய மயிரற்ற நிலையால் கடல் பசுவின் உடற் பரப்பு வழவழப்பாக இருக்கும். அத்துடன் தோலின் அடியில் கொழுப்பு மிகுதியாக உள்ளது. அவற்றின் கண்கள் இமையற்றனவாக வட்ட வடிவத்தில் மிகச் சிறியனவாக உள்ளன. காதுகளும் மிகச் சிறிய துளை களாகவே இருக்கும்.

கடல் பசுவின் தலை, கழுத்துப் பகுதிகள் பிரித் துணர முடியாத அளவிற்கு உடலுடன் இணைந்து அகன்று, சதுரவடிவமாக, இரும்புக்குத் துளைகளு டைய மோவாயுடன் அமைந்திருக்கும். இதன் மேலு தடு வலிவான தசையினாலானது. கடல்பசு இம் மேலுதட்டின் ஓரங்களால் தாவரங்களைப் பற்றித் தின்னும். இதற்கு இரண்டு முன்பற்கள் உள்ளன. அவற்றில் இரண்டாம் பல், பசுவின் வளர்ச்சியுடன் வளர்ந்து, சிறு தந்தம் போல் நீண்டு காணப்படும். பெண் பசுவுக்கு இது வெளியே தெரிவதில்லை.

தாடையிலுள்ள எலும்புத் தகட்டுடன் (bony pads) இதுவும் உணவை அரைக்கப் பயன்படுகிறது. மானட்டீயின் தாடையில் 20-30 அரைக்கும் கடைவாய்ப் பற்கள் (molars) உள்ளன. இவை வாழ்நாளில் முன் பக்கம் நோக்கி நகர்ந்து வளருகின்றன.

கடல்பசுவின் எலும்புகள் நீர்வாழ் உயிரிகளில் ஓர் இயல்பு மீறிய அமைப்பாகும். கழுத்துப் பகுதியில் 6 கோவை எலும்புகளே உள்ளன. பாலூட்டிகளுக்கு, கழுத்தில் பொதுவாக 7 கோவை எலும்புகள் உண்டு. இவற்றைத் தவிர இவ்வுயிரினத்தின் உடல் கூறு இயல்பு பற்றி எதுவும் தெரியவில்லை. கடல் பசு இணையாகவோ, ஆறு எண்ணிக்கையுள்ள சிறு மந்தையாகவோ கூடும். ஆனால் கடந்த நூற்றாண்டில் ஆஸ்திரேலியாவின் பிரிஸ்பேன் கடற்கரையருகில் 5° கி.மீட்டருக்கு 2°கி.மீட்டர் என்னும் பரப்பளவில் ஒரு மாபெரும் கடல் பசு மந்தை காணப்பட்ட செய்தி உள்ளது.

கடல் பசுவின் இனப்பெருக்கம் பற்றியும் அறிய முடியவில்லை. டியூகாங் பற்றி மிகக் குறைவான தகவல்களே உள்ளன. இவை நீண்ட வாழ்நாள் உடையன என்று அறியப்பட்டாலும் அவற்றின் வயது, வளர்ச்சி, இனச்சேர்க்கை, குட்டிகளின் எண்ணிக்கை ஆகியவை அறியப்படவில்லை. மானட்டீ ஆழமற்ற கரைநீரில் பக்கவாட்டில் படுத்தபடி உறவுகொள்வதைக் கண்டதாகத் தகவல் உண்டு. இவற்றின் பேறுகாலம் 152 நாள் என்றும், சாதாரணமாக ஒரு கன்றே ஈனுகிறது என்றும், குட்டியைப் பேணும் பழக்கம் தாய்க்கும், தந்தைக்கும் பொது என்றும் அறியலாம். டியூகாங் அரிதாக இரு கன்று போடுவதுமுண்டு. ஆண், பெண் உயிரிகளில் குறிப்பிடத்தக்க பால் வேறுபாடுகள் எதுவும் இல்லை.

கடல் பசு டியூகாங் தாவரங்களையும், கடல் கோரைகளையும் சோஸ்டிரா என்னும் டியூகாங் புல்லையும் விரும்பி உண்கிறது. ஆனால் மானட்டீ கடற்பாசிகளையும், மிதக்கும் தாவர இனங்களையும், ஆற்றுப்படுகைகளில் வளரும் புல் பூண்டுகளையும் கூட உணவாக ஏற்கிறது. இதனால்தான் கயானாவில் நீர்ப் பாசனப் போக்குவரத்துக் கால்வாய்களிலும், கரையோரக் கரும்புக் கொல்லைகளிலும் புல் பூண்டுகளை அழிக்க மானட்டீ வகைக் கடல் பசு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கடல் பசு இறைச்சிக்காகவும், விலையுயர்ந்த தோலுக்காகவும், எண்ணெய்க்காகவும் மனிதரால் மிகுதியாக வேட்டையாடப்படுகிறது. இதனால் இந்த இனம் அரிதாகி வருகிறது. தற்போது வணிக முறையில் இவற்றைப் பிடிப்பது இல்லை என்றாலும் ஆங்காங்கே உணவுக்காக வலைகளாலும் எறிவேல்களாலும் இவை மலேசியர்களால் வேட்டையாடப் படுகின்றன.

மிகுந்துள்ள கடல் பசுக்களைப் பாதுகாத்தால் அவற்றின் இனம் பெருகி, பொருளாதாரச் சிறப்புப் பெற வாய்ப்புண்டு. ஏனெனில் கடல் பசுதான் உலகின் ஒரே ஒரு நீர்வாழ் தாவர உண்ணியாகும். கடலில் மனிதனால் பயன்படுத்தப்படாமல் கிடக்கும் மிகுதியான நீர்த் தாவரங்களை அழிக்கவும், அவற்றின் வழியாக மீன் உற்பத்திக்கு உதவவும் அதனால் ஆமைகளைப் போல் உணவுக்காகவும் கடல் பசு பயன்படுகிறது.

வட ஆஸ்திரேலியக் கடல்களில் இன்றும் போதுமான எண்ணிக்கையில் டியூகாங் எனும் கடல் பசுக்கள் வாழ்கின்றன.

- ஜெ. ஞா. மேகலா தேவதாஸ்

கடல்பஞ்சுகள்

இவை ஒரு தாழ்நிலை முதுகெலும்பற்ற விலங்குவகையாகும். இவற்றில் பெரும்பாலானவை கடலிலும், சில நன்னீரிலும் வாழ்வன; பெரும்பாலும் ஒட்டி வாழும் விலங்குகளாக இருத்தலால், இவற்றின் உயிர்ச்செயல்கள் அனைத்தும் இவற்றின் உடலில் நடைபெறும் நீர்ச்சுழற்சியைப் பொறுத்து அமைகின்றன. பண்டைய இயற்கை அறிவியலாளர்கள் இவற்றைத் தாவரங்கள் எனக் கருதினர். கிரேக்கத் தத்துவ அறிஞர் அரிஸ்டாட்டில் இவற்றை விலங்குகள் என்றே குறிப்பிட்டார். ஜான் எல்லிஸ் முதன் முதலில் இவற்றில் நீர், சுழற்சியடைவதைக் கண்டறிந்தார். ராபர்ட் கிராண்ட் என்பார் இவற்றை விலங்குகளே என்று நிறுவியதோடு இவற்றைப் புரையுடலிகள் அல்லது துளையுடலிகள் (porifera) என்றும் வகைப் படுத்தினார். ஸ்கூல்ட்ஸ், ஹேக்கல், மாஸ் ஆகியோரின் கருவியல் ஆய்வுகளும், இவை பல செல் உயிரிகள் (metazoa) என்று காட்டின. ஹக்ஸ்லி, புட்ஸ்ச்லி, ஸோல்லாஸ் ஆகியோரின் ஆய்வுகளால் இவை பாராசுவா (parazoa) என்னும் ஒரு தனித் தொகுதியாகக் கருதப்பட்டன. இவை மனிதனுக்குப் பல வழியிலும் பயன்படும் பொருளாதாரச் சிறப்புடையவை.

பொதுப்பண்புகள். பெரும்பாலானவை ஒட்டி வாழ்பவையாக இருந்தாலும் ஸ்பாஞ்ஜில்லிடே என்னும் தொகுதி நன்னீரிலும், ஏனையவை கடலிலும் வாழ்வன. இவை தனித்தோ கூட்டமாகவோ வாழும் இயல்புடையன. பல கடல்பஞ்சுகள் வெண்மை, சாம்பல், பளபளப்பான மஞ்சள் செம்மஞ்சள், சிவப்பு, பச்சை ஆகிய நிறங்களைக் கொண்டுள்ளன. கடல் பஞ்சுகள் உட்குழிவுடைய கிண்ணம், கோப்பை, தட்டு, குழல், தண்டு, இலை, ஊது கொம்பு, விசிறி, காளான் போன்ற பல வடிவங்களைக் கொண்டன

வாகக் காணப்பட்டாலும் இவற்றில் பல ஒழுங்கற்ற வடிவம் கொண்டவையாகும். உருவ அளவில் இவை ஒரு குண்டூசித்தலை முதலாக, மிகப்பெரிய குளியல் தொட்டி வரை பலவிதமான அளவுகளில் உள்ளன. திசுக்கள் இல்லாமல், செல் அமைப்பு நிலையிலேயே உள்ள இவை பல செல் அமைப்புடன் வாழ்கின்றன.

கடல்பஞ்சுகளில் திசுக்கள், உறுப்புகள், மண்டலங்கள் இல்லாமையால், உணவூட்டம், கழிவுநீக்கம், உடலினுள்ளே தேவையான பொருள்களைக் கடத்துதல், இனப்பெருக்கப் பொருள்களை வெளியேற்றுதல் ஆகிய செயல்களைச் செய்ய இவற்றில் கால்வாய் மண்டலம் (canal system) என்னும் அமைப்பு உண்டு. உடலின் உள்ளே பல இடங்களில் உள்ள காலர் செல்கள் அல்லது கொயனோசைட்டுகள் தமது நீள் இழைகளால் இப்பணிகளைச் செய்கின்றன. மேலும் இவற்றில் வாய், செரிமான மண்டலம் ஆகியவை இல்லை. கொயனோசைட்டுகள் நுண்ணிய உயிர்களை உட்கொண்டு சீரணிப்பதால் இதைச் செல்உள் சீரணம் (intracellular diagestion) எனலாம். மீசைன்கைமிலிருந்து உண்டாக்கப்படும் நுண்முள்கள் (spicules), ஸ்பாஞ்சின் இழைகள் (spongian fibres) ஆகியன பலவித வேற்றுப் பொருள்களோடு சேர்ந்து உடல் சட்டகமாகப் பயன்படுகின்றன. நரம்புச்செல்கள், உணர் செல்கள் ஆகிய தனித்தன்மையான செல்கள் இல்லை என்றாலும் உடலில் உள்ள அனைத்துச் செல்களும் தூண்டப்பட்டால் சுருங்கும் தன்மை உடையவையாம். மொட்டுவிடுதல், இழப்பு உறுப்பு ஆக்கம் (reduction body formation), ஜெம்மியூல் ஆக்கம் (gemmulation) ஆகிய பாலிலி இனப்பெருக்க (asexual reproduction) முறைகள் இவற்றில் உண்டு.

சில இருபாலிகள் (hermaphrodite), சில ஒரு பாலிகள் (unisexual) ஆகும். தனிப்பட்ட இன உறுப்புகள் இவற்றில் இல்லை. உட்கருவுறுதலுக்குப் பின் வளர்ச்சி மறைமுகமானது. பெற்றோரிடம் இருந்து வேறுபடும் இளவுயிரிகள் வளர் உருமாற்றம் (metamorphosis) மூலம் படிப்படியாக முதிர் உயிரி ஆகும். இழக்கப்பட்ட அல்லது அழிவுற்ற உடற் பகுதிகளை மீண்டும் வளர்த்துக்கொள்ளும் இழப்பு மீட்டல் (regeneration) இவ்வினத்தில் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. தம் உடலில் உள்ள துளைகள், பள்ளங்கள் ஆகியவற்றில் பல்வேறு கூட்டங்களைச் சேர்ந்த விலங்குகளைக் கடல்பஞ்சுகள் சார்புயிரிகளாகப் பெற்றுள்ளன. கடல் பஞ்சுகள் மூன்று வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

வகுப்பு-1. கால்கேரியா. இவை கடலின் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் வசிக்கும் எளிய கடல்பஞ்சுகள். இவற்றின் சட்டகம் கால்சியம் கார்பனேட்டினாலான தனித்தனியான நுண்ணிய முள்களைக் கொண்டது. எடுத்துக்காட்டு: லியூகோசொலினியா, களாத்ரினா, கரான்ஷியா, சைபா, சைக்கான் என்பன.

வகுப்பு-2. ஹெக்ஸாக்டினெல்லிடா. இவை பெரும்பாலும் ஆழ்கடலில் வாழும் இனங்கள். இவற்றின் சட்டகம் தனித்தனியாகவோ இணைந்தோ உள்ள மணலாலான 6 கதிர்களையுடையது அல்லது மூவச்சு நுண்முள்களைக் (triaxon spicules) கொண்டதாகும். எடுக்காட்டு: கண்ணாடிக் கடல்பஞ்சுகளான யூப்ளக்டெல்லா, ஹயலோனீமா ஆகியவை.

வகுப்பு-3. டிமோஸ்பாஞ்சியா. இவை பெரும்பாலும் கடலிலும், ஒரு சில நன்னீரிலும் வாழ்வன. இவற்றின் சட்டகத்தில் மணலாலான நுண்முள்களும், ஸ்பாஞ்சின் இழைகளும் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: களையோனா, ஸ்பாஞ்ஜில்லா ஆகியவை.

கடல்பஞ்சுகளின் சட்டகம். கடல் பஞ்சுகளின் சட்டகம் ஸ்பாஞ்ஜின் இழைகள், பல்வகை நுண்முள்கள் ஆகியவற்றால் ஆனாலும், அவற்றுடன் மணல் துகள்கள் கால்சியப்பொருள்கள் ஆகிய வேற்றுப் பொருள்கள் சேர்ந்து இறுகி உறுதியூட்டுகின்றன.

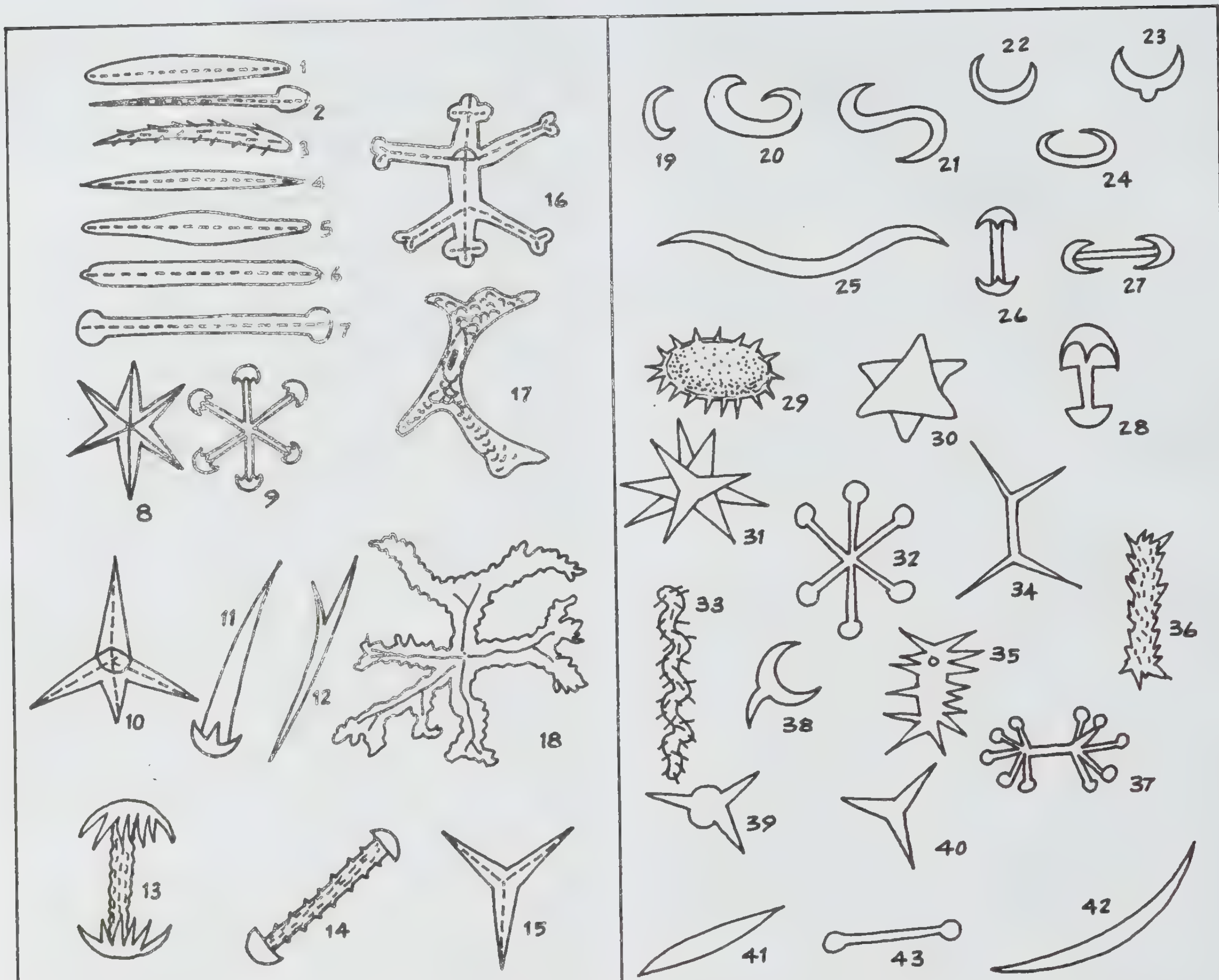
ஸ்பாஞ்சின். இது கரிமப் பொருளாலான, கடினத் தன்மையுள்ள, நீள் திறனுள்ள பட்டுப்போன்ற இழை ஆகும். இது ஒரு புரதச் சட்டகம் (scleroprotein) ஆகும். இது கொல்லாஜன் என்னும் புரதத்தைப் போன்ற வேதி அமைப்புடையது; நீரில் கரையாதது; கந்தகம் உடையது; இதில் 8 - 14% அயோடின் உள்ளது. இப்பொருளைச் சுரக்கும் செல்கள் குடுவை வடிவமான (flask shaped) ஸ்பாஞ்சியோ ஃபிளாஸ்குகள் எனப்படும்.

நுண்முள்கள். சிறிய ஊசி போன்ற கூரிய முனையுடைய படிகத்தன்மையுடைய உடல்கள் ஆகும். இவற்றை உண்டாக்கும் செல்கள் ஸ்கிளிரோ பிளாஸ்குகள் (scleroflasks) எனப்படும். பெரும்பாலான நுண்முள்களில் மிகுந்த அளவில் கால்சியம் கார்பனேட்டும் சிறிதளவு சோடியம், மக்னீசியம் சல்ஃபேட் ஆகியவையும் உள்ளன. நுண்முள்ளைச் சூழ்ந்து ஒரு கரிம உறை உள்ளது. நுண் முள்களை, பெரிய முள் (mega scleres), சிறிய முள் (microscleres) என இரு பெரும் வகைகளாகப் பகுத்துள்ளனர். இவை மேலும் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

பெரிய முள்கள். இவை கடற்பஞ்சின் முதன்மையான சட்டகம் ஆகும், இவற்றில் 5 வகைகள் உள்ளன.

i) **ஓரச்சு நுண்முள்கள்** (monaxons). இவை எளிய தண்டு போன்ற அல்லது ஊசி போன்ற நுண் முள்கள் ஆகும். இவை ஒரு மைய அச்சின் ஒரு புறமோ இரு புறமோ வளர்ந்து தோன்றும். இவற்றிலும் இரண்டு வகைகள் உண்டு.

தண்டுகள். இவ்வகை ஓரச்சு நுண்முள்களில் வளர்ச்சி ஒருபுறமாகவே நடைபெறுவதால் இதன் இரு முனைகளும் சமமற்றவையாக இருக்கும். இவற்றின் அகன்ற முனை ஒரு குண்டூசியின் தலை



அ) பெரிய நுண்முள்கள்: 1. தண்டு 2. தலையுடைய தண்டு 3. முள்ளுடைய தண்டு 4. ஆக்ஸியா 5. டோர்னோட் 6. ஸ்ட்ராஞ்ஜில் 7. டைலோட் 8, 9. மூவச்சு நுண்முள்கள் 10. நான்கச்சு நுண்முள் 11. ட்ரையீன் 12. டையீன் 13,14. இரட்டைத்தட்டு நுண்முள்கள் 15. முக்கதிர் நுண்முள் 16, 17, 18. டெஸ்மாக்கள்.

ஆ) சிறிய நுண்முள்கள்:- 19, 20, 21. ஸிக்மா சுருள்கள் 22, 23, 24. ஸிக்மாக்கள் 25. டோக்ஸா 26, 27, 28. இடுக்கிகள் 29, 30, 31, 32. நட்சத்திரங்கள் (யூ ஆஸ்டர்கள்) 33, 34, 35, 36, 37. ஸ்ட்ரெப்டாஸ்டர்கள் 38, 39, 40. நுண்ட்ரையோடுகள் 41. நுண் ஆக்சியா 42. நுண்ஸ்ட்ராஞ்ஜில் 43. நுண்டைலோட்

படம். 1. கடல்பஞ்சுகளின் நுண்முள்கள்

போல் இருந்தால் அவ்வகைத் தண்டுகள், தலையுடைய தண்டுகள் அல்லது டைலோஸ்டைல்கள் (tylostyles) என்றும், அத்தண்டுகளின் மேல் முள்கள் போன்ற நீட்சிகள் இருந்தால் அவை முள்ளுடைய தண்டுகள் (acanthostyles) என்றும் பெயர் பெறும்.

ஆ) ரேப்டுகள். இவை இருபுற வளர்ச்சியுற்ற ஓரச்சு நுண்முள்கள் (diactinal monaxous) ஆகும். இரு முனைகளிலும் உள்ள கூர்மையான ரேப்டுகள் ஆக்சியாக்கள் (oxeas) எனப்படும். இரு முனைகளிலும் ஈட்டிபோன்றுள்ள ரேப்டுகள் டோர்னோட்டு

கள் (tornotes) எனப்படும். இரு முனைகளிலும் உருண்டையாக உள்ள ரேப்டுகள் ஸ்ட்ரான்ஜில்கள் (strongyles) எனப்படும். இரு முனைகளிலும் பருத்து இருந்தால் அவை டைலோட்டுகள் (tylotes) எனப் படும்.

ii) **நான்கச்சு நுண்முள்கள்.** இவற்றில் 4 அச்சு கள் வெவ்வேறு மட்டங்களில் (planes) ஒரு பொது வான பரப்பில் இருந்து புறப்படுகின்றன. இந்த 4 அச்சுகளும் ஏறத்தாழச் சம அளவு உடையனவாக இருந்தால் அந்த நுண்முள் கேல்த்ராப்ஸ் (calthrops) எனப்படும். ஒரே அச்சு மட்டும் மிக நீண்டிருந்தால், அவை ட்ரையீன்கள் (triaenes) என்றும், அவற்றுள் ஒரு சிறு அச்சு இழக்கப்பட்டால், அவை டையீன்கள் என்றும் பெயர் பெறும். நீண்ட அச்சு அதன் இரு முனைகளிலும் ஒரு தட்டைப் பெற்றிருந்தால் அது இரட்டைத் தட்டு நுண்முள் (amphidisc spicules) எனப்படும். சிலவற்றில் நீளமான அச்சு இழக்கப் பட்டு அதனால் ஒரு முக்கதிர் நுண்முள் (triod) தோன்றுவதுமுண்டு.

iii) **மூவச்சு நுண்முள்கள்** (triaxons). இவற்றில் 3 சம அச்சுகள் ஒன்றை ஒன்று நேர்கோணத்தில் தாண்டிச்செல்வதால் 6 கதிர்கள் உண்டாகும்.

vi) **பல அச்சு நுண்முள்கள்** (polyaxons). இவற்றில் ஒரு மையப் பகுதியிலிருந்து பல அச்சுகள் புறப்படு மானால் அவை நட்சத்திரங்கள் (asters) எனப் படும். சிறிய மையத்தையும் பெரிய கதிர்களையும் கொண்டவை ஆக்சிஆஸ்ட்டர்கள் (oxyasters) என்றும், பெரிய மையத்தையும் சிறிய கதிர்களையும் கொண்டவை ஸ்பீராஸ்ட்டர்கள் (sphaerasters) என்றும் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

v) **கோளங்கள்.** இவை உருண்டையான நுண்முள் கள் ஆகும். இவற்றில் ஒரு மையப் புள்ளியைச் சுற்றிலும் ஒன்றை ஒன்று சூழ்ந்து முடியுள்ள வளை யங்கள் போன்ற வளர்ச்சி நிகழ்கிறது.

vi) **டெஸ்மாக்கள்.** ஓரச்சு, மூவச்சு, நான்கச்சு நுண் முள்களின் மேல் ஒழுங்கற்ற அடுக்குகளாக மணல் படிவதால் தோன்றும் ஒழுங்கற்ற நுண்முள்கள் டெஸ் மாக்கள் எனப்படும். இவை பொதுவாக இணைந்து லிதிஸ்டிட் என்னும் வலைபோல் இருப்பதால் இது வலைச் சட்டகம் (reticulate skeleton) எனப்படும்.

2. **சிறிய நுண்முள்கள்.** மீசன்கைமிலும், கால்வாய் களிலும் காணப்படும் இச்சிறு முள்கள் முழுமை யான அடிப்படைச் சட்டகமாகப் பயன்படாமையால் இவற்றைத் துணை நுண்முள்கள் (auxillary spicules) என்றும் தசை நுண்முள்கள் (fleshy spicules) என்றும் குறிப்பிடலாம். இவற்றில் 2 முக்கிய வகைகள் உண்டு.

i) **சுருள் நுண்முள்கள்** (spires). இவை ஒரு மட்டத் தில் வளைந்து கொண்டோ சுருண்டோ காணப்படும். இதனால் C-வடிவமான சிக்மாக்கள் (sigmas), S-வடிவ மான சிக்மாச் சுருள்கள், வில் போன்ற டோக்சாக் கள், கொக்கிகள், தட்டுகள் அல்லது இடுக்கி நுண் முள்கள் ஆகிய பல நுண்முள்கள் உண்டாகும். இடுக்கி நுண்முள்களின் இரு முனைகளும் ஒரே அளவாக இருந்தால் அவை சம இடுக்கிகள் (isochelas) என்றும், சமமற்ற அளவுகளில் இருப்பின் அவை சமமற்ற இடுக்கிகள் (anisochelas) என்றும் பெயர் பெறும்.

ii) **நட்சத்திரங்கள்.** பல அச்சு நுண்முள்களில் அச்சுகள் ஒரே மையப் பகுதியிலிருந்து புறப்பட்டால் அவையூ ஆஸ்ட்டர்கள் என்றும், ஓரச்சு நுண்முள்களில் கதிர்கள் ஒரு சுருண்ட அச்சில் புறப்பட்டால் அவை ஸ்ட்ரெப்டாஸ்ட்டர்கள் என்றும் பெயர் பெறும். இவற்றுள் திருகு சுருள் போல் சுருண்டுள்ளவை ஸ்பைராஸ்ட்டர்கள் என்றும் குறிப்பிடப்படும். ஒரு குட்டையான அச்சிலிருந்து சில முள்கள் நீண்டிருந் தால் அவை ப்ளீசியாஸ்ட்டர்கள் என்றும், இருமுனை களிலும் முள் இருப்பின் அவை இரட்டை நட்சத்திரங் கள் (amphiasters) என்றும் பெயர் பெறும்.

கால்வாய் மண்டலம். உணவூட்டம், சுவாசம், கழிவு நீக்கம், உடலினுள்ளே பொருள்களைக் கடத் துதல், இனப்பெருக்கப் பொருள்களை வெளியேற்றல் ஆகிய முக்கிய உயிர்ச் செயல்களுக்காகக் கடல் பஞ்சு களில் தனித்தனி உறுப்புகள் இல்லாமையால் அப் பணிகளை நடத்தக் கால்வாய் மண்டலம் என்னும் அமைப்புக் காணப்படுகிறது. இம்மண்டலத்தின் எளிய அமைப்பு ஆஸ்கான் வகை எனப்படும். இதில் உட லின்மேல் உள்ள உட்செல்துளைகள் (ostia) மூல மாகப் புகும் நீர் உட்புறம் உள்ள புறஉடற்குழியில் (spongocoel) சுழற்சியுற்று, பின்னர் ஒட்டாத முனை யில் உள்ள வடிகால்புழை (osculum) மூலம் வெளி யேறுகிறது. இதை லியூகோசொலினியா போன்ற எளிய கடல்பஞ்சுகளில் காணலாம்.

சைக்கான் வகைக் கால்வாய் மண்டலம் என்பது ஆஸ்கானைவிடச் சிறிது சிக்கலானது. இதில் உடற் சுவர் சில மடிப்புகளை அடைவதால் ஆரக்கால் வாய்கள் (redial canals) அல்லது நீள் இழை யுடைய அறைகள் (flagellated chambers, உட் செல்லும் (incurrent canals), வெளிச்செல்லும் (excurrent canals) கால்வாய்களாகத் தோன்று கின்றன. இவற்றில் உட்செல் கால்வாய்கள், அருகி லுள்ள ஆரக்கால்வாய்களோடு தொடர்பு கொள்ளப் பயன்படும் துளை ப்ரோஸோபைல் எனப்படும். ஆரக் கால்வாய்கள் வெளிச் செல் கால்வாய்களோடு தொடர்பு கொள்ள உதவும் துளை எப்போபைல் எனப்படும். இவற்றைச் சைக்கான் என்னும் பேரினத் தில் காணலாம்.

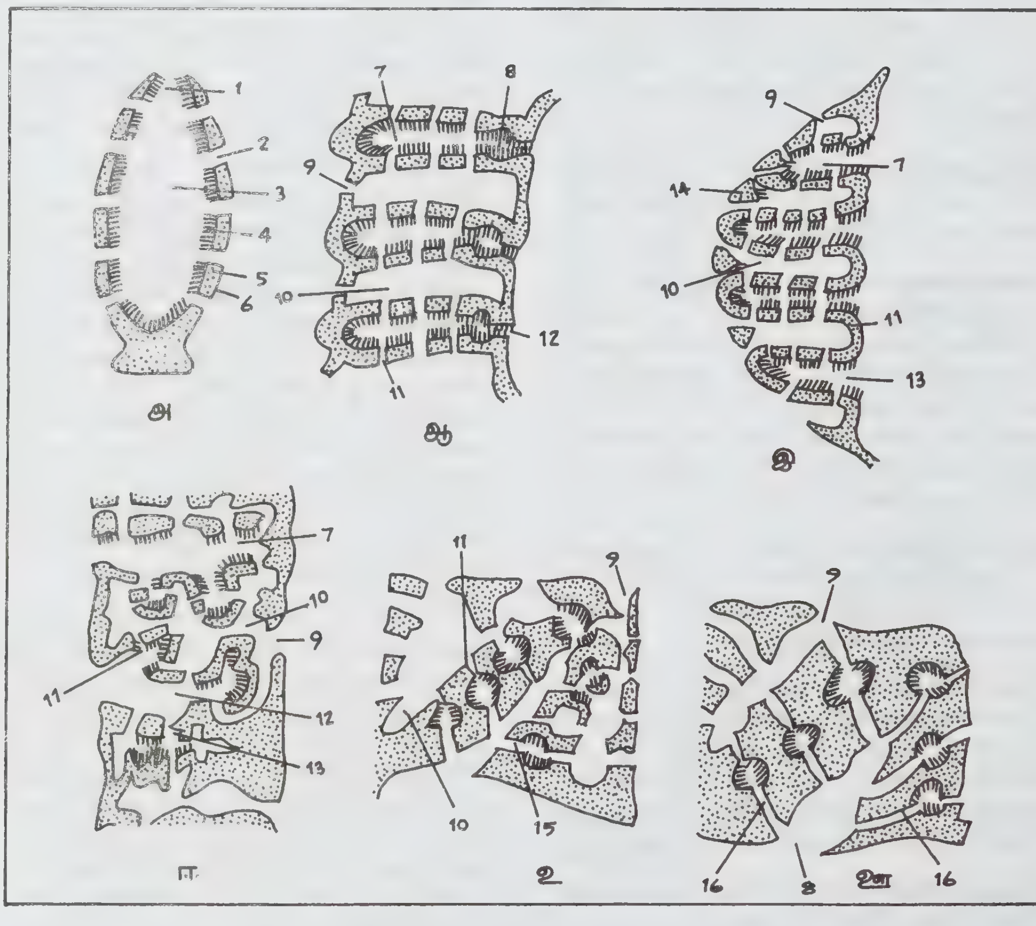
சைக்கான் வகை மண்டலத்தில் மேலும் சிக்க லான அமைப்பு க்ரான்ஷியா, யூட், கிரான்ஷி யாப்ஸிஸ், ஆம்போரிஸ்கஸ் ஆகியவற்றில் காணப்

படுகிறது. இதில் கடற்பஞ்சின் மேற்பரப்பு முழுதும் மீசன்கைம் பரவ அதனால் அகத்தோல் படலப் புறணி என்னும் ஒரு புடைப்பு உண்டாகிறது. இத னால் உட்செல் கால்வாய்கள் ஒழுங்கற்ற முறையில் பிரிந்து பல கிளைகளாக மாறுவ்தால் பெரிய தோலடிவெளிகள் (subdermal spaces)என்னும் பரப்பு கள் உண்டாகிச் சிக்கலான நிலை ஏற்படுகிறது.

லியூகான் வகைக் கால்வாய் மண்டலம் என்பது மேலும் சிக்கலானது. அதில் கொயனோசைட் அடுக்கு மேலும் மடிப்புற்று ஆரக்கால்வாய்கள் பல கிளை களாகப் பிரிந்துவிடும். புரையுடலிக்குழியின் சுவர் மேலும் மடிப்புறுகிறது. கால்கேரியா வகைக் கடற் பஞ்சுகளில் லியூகான் என்னும் சிக்கலான அமைப்பு ஆக்சான், சைகான் ஆகிய நிலைகளின் வழியே உண்டாகிறது. ஆனால் டீமோஸ் பாஞ்ஜியாக்களின் லியூகான் வகை மண்டலம் ரேகான் என்னும் ஒரு வகை இளவுயிரியிலிருந்து தோன்றுகிறது. எடுத்துக் காட்டு: லியூசில்லா, லியூகேன்ட்ரா. ரேகான் ஒரு தட்டையான பட்டைக் கூம்பு போன்ற உயிரியாகும். லியூகான் வகையின் படிமலர்ச்சியில் பின்வரும் மூன்று நிலைகள் உண்டு.

யூரிபைலஸ் வகை. இதில் புரோஸோபைல், ஏபோ பைல் ஆகிய துளைகள் சைகான் வகையில் இருப்பது போன்றே உள்ளன. எடுத்துக்காட்டு: பளகாக்டிஸ் டெட்டில்லா, கொயனோசோம் என்பன.

ஏ:.போடல் வகை. இதில் ஏஃபோபைல் துளை ஒரு



படம் 2. கடல் பஞ்சுகளின் கால்வாய் மண்டலம

அ) ஆஸ்கான் வகை ஆ) ஸைககான் (எளிய அமைப்பு) இ) சிக்கலான சைக்கான் யூரிபைலஸ் உ) ஏபோட்டல் லியூக்கான் ஊ. டிப்ளோடல்லியூக்கான் 1). வடிகால் பிழை 2) உட்செல் துளை3. புழையுடலிக்குழி 4.. கொயனேசைட் 5. மீசன்மைகம் 6. புறத் தோல்படலம் 7. ஆரக்கால்வாய் 8. வெளிச்செல் கால்வாய் 9. அகத்தோல் படலத்துளை 10. உட்செல் கால்வாய் 11. ப்ரோ ஸோபைல் 12. உட்புறத்துளை 13. ஏபோபைல் 14. அகத்தோல் படலக் கார்டெக்ஸ் 15. ஏபோடஸ் 16. ப்ரோஸோடஸ்

குறுகிய கால்வாய்போல் நீண்டுள்ளது. இக்கால்வாய்க்கு ஏஃபோடஸ் என்று பெயர். எடுத்துக்காட்டு: ஸ்டெல்லேட்டா, ஜியோடியா என்பன.

டிப்ளோடல் வகை. இதில் ஏஃபோடல் என்னும் சிறு கால்வாயைத் தவிர, புரோசோபைலின் மாறுபாட்டால் புரோசோடஸ் என்னும் மற்றொரு கால்வாயும் உண்டாகிவிடுகிறது. எடுத்துக்காட்டு: கோன்ட்ரோசியா, சார்டிசியம், காண்டிலாப்ரம், ஆஸ்காரெல்லா, ஸ்பாஞ்ஜில்லா ஆகியவை.

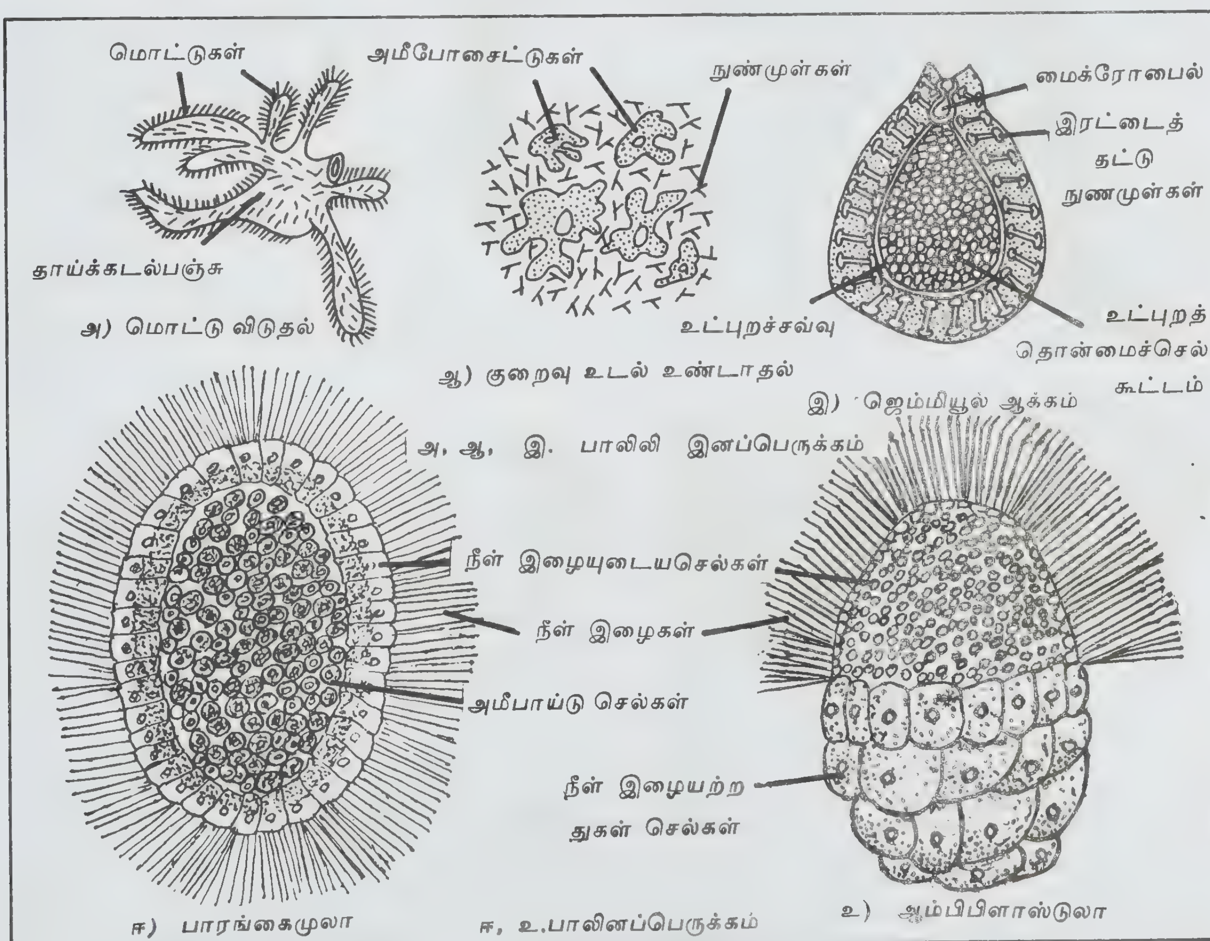
இனப்பெருக்கமும் வளர்ச்சியும்

கடல்பஞ்சில் பாலிலி இனப்பெருக்கமும், பாலினப் பெருக்கமும் உண்டு. பாலிலி இனப்பெருக்கம் பின்வரும் மூன்று முறைகளில் நடைபெறுகிறது.

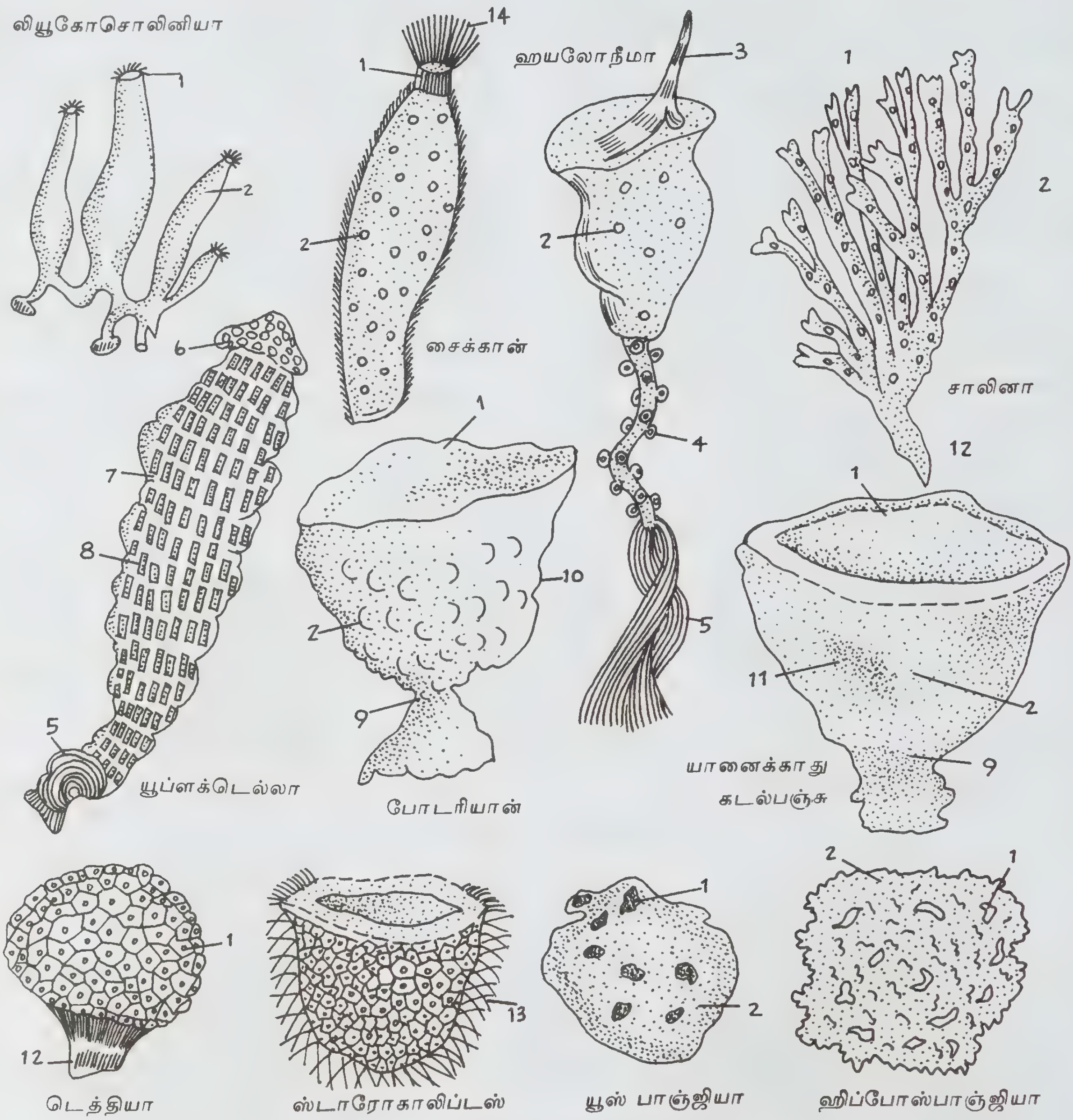
மொட்டுவிடுதல். கடல்பஞ்சின் உடலின்மேல் வெளிப்பிதுக்கம் தோன்றும். அதற்கு மொட்டு (bud) எனப்பெயர். அம்மொட்டு முற்றிலும் வளர்ந்ததும் தாய் விலங்கிலிருந்து பிரிந்து தனித்து வாழும். அது பிரியாவிட்டால் குழுவாகவே வாழும். எடுத்துக்காட்டு: லியுகோசொலினியா, டொனேஷியா, டெத்தியா, ஆஸ்காரெல்லா என்பன.

குறை உடல் உண்டாதல் (reduction body formation). தமக்கு ஒவ்வாத பருவங்களில், கடல்பஞ்சுகள் சிதைந்து (collapse) குறை உடல்கள் என்னும் சிறு பந்துகளைப் போன்று தோன்றும். அவற்றின் உட்புறம் அமீபாசைட்டுகள் என்னும் செல்களும், வெளிப்புறம் புறத்தோல் படலமும் இருக்கும். இவை பின்பு தமக்கு ஒத்த சூழ்நிலை அமையும்போது வளர்ந்து புதிய கடல்பஞ்சுகளாகும்.

ஜெம்மியூல் ஆக்கம் (gemmulation). அனைத்து நன்னீர்ப்பஞ்சுகளும், டெத்தியா, சுபெரிடஸ் போன்ற கடல்பஞ்சுகளும் தமக்கு ஒவ்வாச் சூழ்நிலையான



படம் 3. கடல்பஞ்சுகளின் இனப்பெருக்கம்



1. வடிகால் புழை 2. உட்செல் துளை 3. வடிகால் புழைக்கூம்பு 4. இணை வாழ்வுத்திறனுடைய சூவான் திடுகள் 5. வேர் நுண் முள்கள் 6. வடிகால் புழைச்சல்லடை 7. கண்ணாடிக் கூடைபோன்ற சட்டகம் 8. சட்டக இடை வெளி கள் 9. மெலிந்த தண்டு 10. கோப்பை போன்ற உடல் 11. யானைக்காது போன்ற அகன்ற உடல் 12. அடித்தண்டு 13. உடற்சுவர் நீள்முள்கள் 14. வடிகால்புழை நுண்முள்குஞ்சம்.

படம் 4. கடல்பஞ்சுகள்-சில எடுத்துக்காட்டுகள்

வறட்சிக் காலத்தில் உட்புற மொட்டுகளைப் போன்று (endogenous budding) வளரும் ஜெம்மியூல்கள் என்னும் உடல்களை உண்டாக்குகின்றன. ஜெம்மியூலின் உட்புறம் கொத்தான அமீபோசைட்டுகளும், வெளிப்புற ஓரங்களில் இரட்டைத்தட்டு நுண்முள்களும் (amphidisc spicules) அவற்றின் ஒரு முனையில் மைக்ரோபைல் (micropyle) என்னும் துளையும் உள்ளன. தமக்கு ஒத்த சூழ்நிலை அமையும்போது, மைக்ரோஃபைல் வழியே உட்புறச் செல்கள் வெளியேறிப் புதிய கடற்பஞ்சுகளாகின்றன.

பாலினப் பெருக்கம். பெரும்பாலான கடல்பஞ்சுகள் இருபாலிகள்; சிலவே ஒரு பாலிகள். இருபாலிகளிலும், இருபால் இனச்செல்கள் முதிரும் காலங்கள் வேறுபடுவதால் அயற்கலப்பே நடக்கிறது. கடல்பஞ்சுகளில் இன உறுப்புகள் இல்லை. இனச்செல்கள், அவற்றின் கொயனோசைம் அடுக்கின் அடியில் உள்ள தொன்மைச் செல்களிலிருந்து (archaeocytes) தோன்றுகின்றன. பெண்ணில் முதிர்ந்த அண்டம் அதன் மீசன்கைமிலேயே இருக்கும். ஆனால் ஆணின் விந்து முதிர்ந்தால் நீரில் கலந்து நீந்திச் சென்று பெண்ணின் உடலில் அண்டம் உள்ள இடத்தை அடைந்து அதைக் கருவுறச் செய்யும். எனவே, கருவுறுதல் உட்கருவுறுதல் (internal fertilisation) மூலமே நிகழ்கிறதெனலாம். அதனால் உண்டான கரு முட்டைகளிலிருந்து (zygotes) பெற்றோரிமிடருந்து வேறுபட்ட தோற்றமுடைய தனித்து நீந்தி வாழும் இளவுயிரி உண்டாகிறது. கிளாத்ரினோ, லியூகோசொலினியா ஆகியவற்றின் இளவுயிரி பாரங்கைமுலா என்றும், சைக்கான், கிரான்ஷியா ஆகியவற்றின் இளவுயிரி ஆம்பிபிளாஸ்டுலா என்றும் பெயர் பெறும். இந்த இளவுயிரிகள் படிப்படியாக வளர் உருமாற்றம் அடைந்து முதிர் கடல்பஞ்சுகளாக வளரும்.

சில சாதாரணமான கடல்பஞ்சுகள். எளிய ஆஸ்கான் வகையைச் சேர்ந்த லியூகோசொலினியா என்பது அனைத்துக் கடல்பஞ்சுகளையும்விட மிகச் சிறியதாக 11 அங்குலத்தில் இருக்கும். சைஃபா, சைக்கான், க்ரான்ஷியா என்பவை கூட்டுவாழ் உயிரிகளாம். யூப்ளக்டெல்லா அல்லது தேவதையின் மலர்க்கூடை (venus flower basket), ஹயலோனீமா அல்லது கண்ணாடிக்கயிற்றுக் கடல்பஞ்சு (glass rope sponge), ஃபெரோநீமா, ஸிடாரோகா லிப்டஸ் ஆகியவை ஆழ்கடல் கடல்பஞ்சுகள். போட்டரியான் அல்லது நெப்டியூனின் கோப்பை (neptunes goblet) என்பது மிக உயரமான (4அடி) கடல்பஞ்சு. பானைக் காது கடல்பஞ்சு என்பது மிக அகன்றது. ஹாலிக்கொன்டிரியா (அ) ரொட்டிக் கடல்பஞ்சு ஆகியவை சிறந்த இழப்பு மீட்டும் திறன் (regenerating power) உடையவை. சாலினா என்பதன் மிகுதியான கிளைகளும் அவற்றின் தோற்றமும் இறந்தவனின் விரல்கள் அல்லது கடற்கன்னியின் கையுறை (mermaids glove) என்று பெயர் வரக் காரணமாயின. ஸ்பாஞ்ஜில்லா என்பது நன்னீர் வாழ் பஞ்சு ஆகும். ஸ்பாஞ்ஜியா, குதிரை ஹிர்சீனியா, பெருந்தலைக் கடல் பஞ்சு (logger head sponge) ஆகியவை குறிப்பிடத் தக்கவை.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. பழங்காலத்தில் கரையோரப்பகுதிகளில் வாழ்ந்த ஆதிவாசிகள் இவற்றைப் பண்டமாற்றுக்குப் பயன்படுத்தினர். பண்டைய கிரேக்கர்கள் இவற்றைக் குளியலுக்கும், தரை மற்றும் மனைத்துணைப் பொருள்களைத் (furniture) தேய்த்துக் கழுவுவதற்கும் பயன்படுத்தினர். மேலும் போர்க் கருவிகளின் பிடிகளுக்கு மென்மையான புறப்பரப்பை அளிக்கப் பயன்படுத்தினர். ரோமானியர்கள் இவற்றைத் தூரிகைகளாகவும் (brushes) கம்பங்களின் முனைகளில் கட்டும் குஞ்சமாகவும் (mops), நீர்மப் பொருள்களை உறிஞ்சி எடுக்கவும், பின்னர் அவற்றைப் பிழிந்து நீர் எடுக்கவும் பயன்படுத்தினர். தற்காலத்தில் கார்கள், தரைகள், சுவர்கள், கூரைகள், மனைத்துணைப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைத் தேய்த்துக் கழுவவும், துடைத்து மெருகேற்றவும் காலணிகளின் மெருகுப் பசையைத் தேய்க்கவும் அறுவை மருத்துவத்தின் போது இரத்தம் போன்றவற்றைத் துடைத்தெடுக்கவும் பயன்படுத்துகின்றனர். கடல்பஞ்சுத் துண்டுகளை, தரம் குறைந்த கடல்பஞ்சுகளை வீட்டிற்குக் கூரை போடவும், கித்தான்கள் (linolium) தயாரிக்கவும், ஒலி வாங்கும் சுவர் அட்டைகளைத் தயாரிக்கவும், இருக்கை, படுக்கை ஆகியவற்றின் மெத்தையைத் தயாரிக்கவும், உடைகளை மென்மையாக்கவும், பொருள்களை அடைத்துக் கட்டவும் பயன்படுத்துகின்றனர். கண்ணாடித் தொழிலில் சூடான கண்ணாடியைத் துடைத்துத் தூய்மையாக்கவும் கடல் பஞ்சு பயன்படுகிறது.

தேவதையின் மலர்க்கூடை எனப்படும் யூப்ளக்டெல்லாவின் கண்ணாடிக் கயிற்றுவலை போன்ற சட்டகம், அதன் உட்புறம் சார்பு உயிர்களான (common sals) இரண்டு கூனிறால்களைப் (shrimps) பெற்றுள்ள நிலையில், மிகவும் விலை மதிப்புடையது. இதைத் திருமணத் தம்பதியருக்கு அவர்கள் என்றும் இணைபிரியாமல் வாழவேண்டும் என்பதற்கு அடையாள அன்பளிப்பாகத் தருகின்றனர். ஹயலோனீமா எனப்படும் கண்ணாடிக் கயிற்றுக் கடல்பஞ்சும், யூப்ளக்டெல்லாவும் அழகுள்ள கலைப்பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. மேலும் இவை விலங்கு இணைவுகளை (animal associations) விளக்கவும் ஆய்வகங்களில் பயன்படுகின்றன. ஏ. எஸ். பியர்ஸ் என்பார் ஒரு குளியல் தொட்டியின் அளவுடைய பெருந்தலைக் கடல்பஞ்சில் 19 இனங்களைச் சேர்ந்த 17,128 சார்பு உயிர்கள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்து அதை ஓர் உயிருள்ள விடுதி என்று குறிப்பிட்டுள்ளார். சுபரிடஸ் என்னும் கடல்பஞ்சு துறவி நண்டுகளால் ஆக்கிரமிக்கப்பட்டுள்ள மெல்லுடலி ஓட்டின்மேல் வளர்ந்து மூடியவாறு பாதுகாப்பளிக்கிறது. இது

போன்றே ட்ரோமியா, இனாக்கஸ், ஹயாஸ் ஆகிய நண்டுகளும் தம் தலைமார்புத்தகட்டின் (carapace) மேற்புறம் கடல்பஞ்சுகளை வைத்து வளர்ப்பதால் அவை வளர்ந்து மூடியவாறு நண்டுகளைப் பாதுகாக்கின்றன. இவ்விலங்கு இணைவுகள் அறிவியல் சிறப்புப் பெற்றுள்ளமையால் ஆராயப்படுகின்றன.

சில தீங்கு விளைவிக்கும் கடல்பஞ்சுகளும் உண்டு. கிளையோனா போன்ற துளைக்கும் கடல் பஞ்சுகள் மனிதனால் வளர்க்கப்படும் முத்துச்சிப்பி, உண்ணும் சிப்பி (edible oyster) ஆகியவற்றின் ஓடுகளைத் துளைத்துச் சிதைத்து விடுவதால் சிப்பிகள் அழியும். இதனால் மனிதனுக்கு முத்தும், சிப்பி உணவும் கிடைக்காமற் போய்விடுகிறது. சில இனக் கடல்பஞ்சுகளின் உடலில் நச்சுச் சுரப்புகள் உண்டாவதால் அவற்றைத் தொடுவது தீங்கு விளைவிக்கும்.

கடல்பஞ்சுத் தொழில் (sponge industry). இயற்கைச் செல்வங்களாகக் கடல்பஞ்சுகள் ஆண்டுதோறும் பல மில்லியன் டாலர் வருமானம் அளிக்கின்றன. சிறந்த வணிகக் கடல்பஞ்சுகள் மத்திய தரைக்கடல், மேற்கிந்தியத் தீவுகள், மெக்சிகோ, ஃப்ளோரிடா, ஆஸ்திரேலியாக் கடற் கரைகளில் கிடைக்கின்றன. பெரும்பாலான வணிகக் கடல்பஞ்சுகள் ஸ்பாஞ்ஜியா, யூஸ்பாஞ்ஜியா, ஹிப்போஸ்பாஞ்ஜியா ஆகிய பேரினங்களைச் சேர்ந்தவை. 1947க்கு முன்பு ஆண்டுதோறும் 9,00,000 கி. கிராமுக்கும் மேலாகக் கடல்பஞ்சுகள் கிடைத்தன. ஆனால் 1947இல் ஒருவகைக் காளான்களின் தாக்குதலால் உற்பத்தி குறைந்து 3,87,000 கி. கிராம் மட்டுமே கிடைத்தன.

கடல்பஞ்சு வளர்ப்பு. ஃப்ளோரிடா, இத்தாலி ஆகிய கடற்கரைகளில் கடல்பஞ்சை வளர்த்து உற்பத்தியைப் பெருக்கி வருகின்றனர். அவற்றின் சிறப்பான இழப்பு மீட்கும் திறனைப் பயன்படுத்தி, அவற்றை 8 கன அங்குலத் துண்டுகளாக்கி, சிமெண்ட் அல்லது கான்கிரீட் பலகைகளின் மேல் ஒட்டிவைத்து, கடலில் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளின் அடித்தளத்தில் அப்பலகைகளை வைத்து ஆக்சிஜனும் உணவும் கிடைக்கும் நீர்ச்சுழல்களைக் (water currents) கொண்ட இடத்தில் வளர்க்கின்றனர். வணிகத்திற்கு ஏற்ற உருவ அளவுக்கு வளரப் பல ஆண்டுகள் ஆகும். ஆனால் ஒருமுறை இதுபோல் வளர்க்கத் தொடங்கினால் இவற்றை 50 ஆண்டுகள் வரை அப்படியே வளர்த்துக் கொண்டிருக்கலாம். இதில் ஆழம் குறைவான பரப்பில் ஓரே இடத்தில் பலவகைக் கடல் பஞ்சுகளை வளர்ப்பதால், அவை கள்வாடப்படாமல் கண்காணிக்கத் திறமையான காவலர்கள் தேவைப் படுவர். இவ்வாறு கண்காணித்து வளர்த்தால் உற்பத்திப் பெருக்கம் மிகுதியாகும்.

- பா. சீத்தாராமன்

கடல் படிவுகள்

ஆழ்கடல் தரையின் சிறப்பியல்புகளுள் ஒன்று அங்கு காணப்படும் படிவுகள் (sediments) ஆகும். இப்படிவுகள் பல கோடி ஆண்டுகளாக வெறும் பாறைகளின் மீது தொடர்ந்து பெய்த பனி மழையின் விளைவாகச் சிதறிய நுண் துகள்கள் திரட்டப்பட்டு அடுக்கடுக்காகக் கடலுக்கடியே படிந்தவையாகும். தொடர்ந்து பெய்த பனி மழையின் காரணமாகக் கடல்நீர்ப் பரப்பில் சிறிது சிறிதாக உயிரினங்கள் தோன்றி மிகு விரைவில் வளரத் தொடங்கின. இவ்வுயிரினங்கள் அழியும்போது இவற்றின் சுண்ணாம்பு, சிலிக்கா இவற்றாலான மேல் ஓடுகள் கடலின் ஆழ் பகுதியை வந்தடையவே இப்படிவுகள் முடிவிலா அடுக்குகளாகப் படிவுற்றன. பல ஆண்டுகளுக்கு முன் தொடங்கப்பட்ட இச்செயல் இன்றும் தொடர்ந்து நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கிறது. வேறு பல பொருள்களும் கடல் படிவுகளுக்குக் காரணமாகின்றன.

நிலத்திலிருந்து வண்டல், மணல், சேறு ஆகிய வற்றை ஆறுகள் கடலில் தள்ளுகின்றன. இவை கடலின் அடித்தளத்தில் படிகின்றன. எரிமலைகளும் படிவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. எரிமலைகள் சீறி உமிழும் சாம்பலைக் காற்று கடலுக்குள் ஊதித் தள்ளும். நிலச் சிதைவுப் பொருள்களும் (terrigenous detritus) கடலையே அடைகின்றன. இச்சிதைவுப் பொருள்கள் மெல்லக் கடல்நீரில் இறங்கி முன்னரே காற்றால் ஒதுக்கப்பட்ட எரிமலைச் சாம்பல், தூசு, எரிமலைத்தூள் இவற்றோடு கலந்து கடலடியில் அமிழ்ந்து படிவுகளாக நிரம்புகின்றன. மேலும் நிலக் காற்று நுண்மணலை வாரிப் பொழிகிறது. காற்றால் தள்ளப்பட்ட மணல் கடல்நீரை ஊடுருவிச் சென்று கடலின் அடிமட்டத்தில் தகடு போன்ற மெல்லடுக்காகப் படியும். கூழாங்கற்கள், சிறு கற்கள், சிப்பிகள் போன்ற பொருள்கள் பனிக் கட்டி மலைகளாலும், நகரும் பனிக்கட்டியாலும் கடலில் வீழ்த்தப்படுகின்றன. விண்ணெரி கற்களால் இரும்பு, நிக்கல் இவற்றின் துகள்கள் கடல் பரப்பில் சிதறி விழுகின்றன,

கடல் படிவங்களின் வகைப்பாடு

கடல் படிவுகளை நீர்ப்பரப்புக் கசிவு (pelagic sediments) நிலக்கசிவு (terrigenous sediments) என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். வெளிறிய நிறத்திலோ, செஞ்சிவப்பு நிறத்திலோ அமைந்துள்ள கடல் மேற் பரப்புக் கசிவு, முன்னரே குறிப்பிட்ட கடல் மேல் மட்டத்தில் காணப்படும். நுண்ணுயிர்களால் ஒதுக்கப்பட்ட நுண் துகள்கள் கடல் மேற்பரப்பிலிருந்து குவியும். மேற்பரப்புக் கசிவை கனிமப் படிவுகள் கரிமப்படிவுகள் என இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கனிமப் படிவுகள். 30%க்கு உட்பட்ட எஞ்சிய கரிம அல்லது கனிமப் பொருள்களைக் கொண்ட

சிவப்பு நிறமுள்ள செங்களி போர்த்தப்பட்டுள்ள கடல்மட்டத் தளம் அழகான காட்சியாக அமைகிறது.

கரிமப் படிவுகள். இவற்றின் கரிமப் பொருள்கள் 30%க்கு மேற்பட்டிருக்கும். நுண் கசிவுத் துகள்கள் (oozes) எனப்படும் மென்மையான இப்படிவுகளைச் சுண்ணாம்புத் துகள்கள் சிலிக்காத் துகள்கள் என இருவகைப்படுத்துவர்.

சுண்ணாம்புத் துகள்கள். கூட்டமைப்பில் 30%க்கு மேல் சுண்ணாம்புச் சத்து அடங்கியிருப்பதால் இப்படிவு இப்பெயர் பெற்றது. இவை பெரும்பாலும் கடல் மேற்பரப்பு நுண்ணுயிர்த் தாவர விலங்கினக் கூடுகளான படிவுகளாகும். இவற்றுள் ஃபோராமினிபெரா எனும் இனத்தைச் சார்ந்த ஒரு செல் உயிரியான களோபிஜெரினா நுண்துகள்கள் டிரோபாட் எனும் மெல்லுடலிகளின் நுண்துகள்கள் காக்கோலித் எனும் மிதவையுயிரி நுண்துகள்கள் எனும் மூன்று பிரிவுகள் அடங்கும். நிலப்படிவைக்கடல்மேற்பரப்புக் கசிவு போன்று திட்டவட்டமாகப் பாகுபடுத்திப் பிரித்துக் கூற முடியாவிடினும் இப்படிவுத் துகள்களின் மென்மைத்தன்மைக்கேற்ப மணல், சகதி, வண்டல், களிமண் படிவு எனப் பிரிக்கலாம்.

உலகப் பெருங்கடல் படிவுகளின் அமைப்பும் செயலும். கடந்த பல ஆண்டுகளாகப் படிவுகளின் பொது அமைப்பு ஆராயப்பட்டதன் விளைவாகக் கடல் படிவுகளைப் பற்றிய பல வியத்தகு உண்மைகள் தெரிய வந்துள்ளன. நிலப்படிவு பெரும்பாலும் சேறு, வண்டல் ஆகியவற்றாலானது. இவை கரையோரப் பகுதிகளில் கண்டங்களைச் சுற்றியுள்ள விளிம்புகளில் விசிறிபோல் பரந்து விரிந்து படியும்; நீலம், பச்சை, சிவப்பு, வெள்ளை, கறுப்பு எனப் பற்பல வண்ணங்களுடன் காணப்படும். காலநிலைக்கும், கண்டத்திலுள்ள மண், பாறைகளின் நிறத்தைப் பொறுத்தும் நிலப்படிவுகளின் நிறம் அமைகிறது.

பசிபிக் கடலின் மிக ஆழமான பகுதியில் காணப்படுகின்ற கடல் மேற்பரப்புக் கசிவின் முதல் பிரிவாகிய செங்களி என்னும் கனிமப்படிவு செந்நிறமாகும். கடல் மேற்பரப்புக் கசிவாகிய கரிமப்படிவு மிக நுண்ணிய ஒற்றைச்செல் கடல் உயிரிகளின் கூடுகளால் ஆனது. இச்சிறு விலங்குகளுள் ஃபோராமினிஃபெரா எனும் வேர்க்காலிகள் இனத்தைச் சேர்ந்த ஒரு செல் உயிரியான கிளோபிஜெரினா எனும் நுண் துகளே மிகுதியாகும். இவ்வகைக் கசிவுகள் மிதவெப்பப் பெருங் கடல்களின் ஆழமற்ற பகுதிகளிலேயே பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. கார்பன் டைஆக்சைடு குறைவாக இருக்கும் ஆழமற்ற பகுதிகளில் இச்சுண்ணாம்புப் படிவுகள் படிந்து கடல்வாழ் உயிர்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. எண்ணிலடங்காச் சுண்ணாம்பு ஓடுகளின் சுண்ணாம்புச்சத்து, பெருங்கடலின் மேல் பரப்பில் பல்லாயிரக்கணக்கான கன அடி உயரத்திற்குப் பரவிக் கிடக்கின்றது. மற்றுமொரு சுண்ணாம்புக்கசிவு அட்லாண்டிக் கடலின் ஆழமற்ற பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இப்படிவுகளும் கிளோபிஜெரினா போன்றே சுண்ணாம்புத்துகளாலானவையே. இவையும் ஆழமற்ற பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

கரிமப் படிவின் இரண்டாம் வகை உயிரினத்தின் சிதை பொருள்களால் ஏற்படும் சிலிக்காத் துகள் எனும் துணை வகுப்பில் பல படிவுகள் உள்ளன. அவை டயாட்டம் கசிவு (diatom oozes), ரேடியோலேரியன் கசிவு (rediolarian oozes) எனப்படும். டயாட்டம் குளிர்ந்த நீரில் வரம்பின்றி வளரும் ஒரு செல் தாவர மிதவையுயிரிகள் ஆகும். அவை சிலிக்காவினாலான சிப்பிகளுள் பாதுகாப்புடன் மூடப்பட்டுள்ளன. சிலிக்கா சிப்பிகளே டயாட்டம் கசிவை உண்டாக்குகின்றன. அண்டார்டிக் பெருங் கடல் தரையின் மேற்பரப்பில் ஓர் அகன்ற டயாட்டம் கசிவுப்படிவு வலயம் உள்ளது. வட பசிபிக்கின் குறுக்கே ஜப்பானிலிருந்து அலாஸ்காவுக்குச் செல்லும் ஆழ்கடல் பகுதியில் மற்றுமொரு டயாட்டம் வலயம் உண்டு.

கிளோபிஜெரினா துகள்கள் நிறைந்த பெருங் கடலின் ஆழ்பகுதிகளில் அமுக்கம் மிகுதியாக இருக்கும். இப்பகுதியில் கார்பன் டைஆக்சைடு விகிதமும் மிகுதி. ஆகவே எளிதில் கரையாத சிலிக்காவினாலான ரேடியோலேரியா துகள் இத்தகைய ஆழ்கடல் பகுதிகளில் பரவலாகக் காணப்படும். கரையாத சிலிக்கா கூடுகளையுடைய ரேடியோலேரியன் ஒரு செல் உயிர்கள் மிக நுண்ணிய அமைப்பை உடையவை. வேறுபட்ட அமைப்பு, லேசான தன்மை, நுண்ணிய அமைப்புப் போன்றவற்றில் ரேடியோலேரியன் கசிவுகள் பனிச் சிதல்களை ஒத்துள்ளன.

பயன்கள். நீரிலும் நிலத்திலும் நிகழ்ந்தவை அனைத்தும் அடுக்கடுக்காகப் படிவது, ஒவ்வோர் அடுக்கிலும் பல்வகைப்பட்ட சிதைவுகள் காணப்படுவது, எரிமலைகள் உமிழும் பொருள், பனிக்கட்டிகள் முன்னேறுவது, பின் நகர்வது செழிப்பான நிலங்கள் பாலையாக மாறுவது, வெள்ளத்தால் உண்டாகும் அழிவு ஆகியவை படிவுகளில் சுவடுகளாக உள்ளன.

படிவுகள் பற்றி அறியும் அறிவாற்றல் அண்மையில்தான் தொடங்கியுள்ளது. 1935 முதல் இவ்வாராய்ச்சியின் பயனாகக் கடல் படிவுகளின் மாதிரிகளைச் சேர்ப்பதிலும், ஆராய்ந்து அறிவதிலும் வியத்தகு முன்னேற்றம் கண்டுள்ளனர். 1935இல் டாக்டர் பிக்கட் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட துப்பாக்கி எந்திரம் படிவின் பரப்புக்குள் ஊடுருவிச் சென்று அட்லாண்டிக் கடலின் ஆழப்பகுதியிலிருந்து பல உள்ளகப் பகுதிகளை வெளிக்கொணரும். பல ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு வளமான வேறு எந்திரம் ஒன்று இதன் புத்தமைப்பாகத் தோன்றியது. இதன்மூலம் பல மில்லியன் ஆண்டு வரலாற்றைத் தன்னகத்தே

அடக்கியுள்ள 70 அடி நீளமுள்ள உள்ளகப் பகுதி களைப் பெற முடிகிறது.

கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த மாரிஸ்யூயிங் என்பாராலும் உட்ஸ் ஹோல் கடல் நிறுவனத்தாராலும் திறமையான புதிய முறை ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இம்முறைப்படி, கடல் ஆழத்தில் வெடிகுண்டு வீசுவதால் தோன்றும் எதி ரொலியை வைத்துப் படிவு அடுக்கின் கனத்தைக் கணக்கிடமுடியும். முதல் எதிரொலி படிவு அடுக்கின் மேல் பகுதியிலிருந்தும் அடுத்தது பாறைப்பகுதியான தரைப்பரப்பிலிருந்தும் மேல்நோக்கி எழும். அடுக்கின் கனத்தை இப்புதிய முறையில் கணக்கிடலாம். பசிபிக் பெருங்கடலிலும் இந்தியப் பெருங்கடலிலும் படிவு அடுக்குகள் 1000 அடிக்கு மேற்பட்டவையாக இருக்கவில்லை என்று அண்மைக் காலத்தில் கடலியல் வல்லுநர்கள் கண்டுள்ளனர். பொதுவாகப் படிவு களில் கடல் தாவரங்கள், உயிர்கள் இவற்றின் புதை வடிவங்களே பரவலாக உள்ளன. அடுக்குகளின் வயதை இவற்றின் மூலம் அறியலாம். கடந்து சென்ற கால நிலைகளைக் குறித்தும் அறிய இப் படிவுகள் உதவுகின்றன.

பிக்கட் என்பார் அட்லாண்டிக் கடலின் ஆழத் திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட உள்ளகப் படிவுகளைப் பகுத்தறிந்ததில் ஏறக்குறைய 10,000 ஆண்டுக் காலத்தைப் பின்னோக்கிப் பார்க்க முடிந்தது. உள்ளகப் படிவுகளில் குளிர்நீர் உயிர்களான கிளோபி ஜெரினா அடுக்குகளும், வெப்பத்தை விரும்பும் உயிர் களின் அடுக்குகளும் மாறி மாறி இருப்பதால் பனியாறு உருகிய காலம் மிதமான வெப்பநிலைக் காலம் இவற்றை ஒருவாறு உய்த்துணர முடியும். கடல் குளிர்ந்த காலப் பகுதிகளையும் காண முடியும். அப்போது மேகங்கள் திரண்டன. பெய்பனி விழுந்தது. வட அமெரிக்கக் கண்டப் பகுதியில் பனித்தகடு வளர்ந் தது. பனி மலைகள் கரையை நோக்கி ஓர் அகன்ற முனைப் பகுதியாகக் கடலை அடைந்தன. அங்கு பனியாறுகள் ஆயிரக்கணக்கில் பனிக்கட்டி மலைகளை உண்டாக்கின. மெதுவாக நகரும் பனிக்கட்டி மலை களின் வரிசை கடலுக்குச் சென்றது. நிலப் பகுதியும் மிகக் குளிர்ந்து இருந்தது. எனவே, தனியே பிரிந்து திரியும் பனிக்கட்டி மலைகள் அக்காலத்தில் தெற்கே மிதந்து வந்தன. இறுதியில் அவை உருகின. அப் போது அவை நிலத்தைத் தேய்த்து வரும்போது தம் அடிப்பகுதியில் உறைந்து ஒன்றிய தூறு, மணல், பரல், பாறைத்துகள்கள் போன்ற சுமைகளை உதறி விட்டன. ஆதலால், கிளோபிஜெரினா கசிவின் மேல் பனியாற்றுப் படிவின் ஓர் அடுக்கு அமைந்தது. மித வெப்பநிலை பற்றிய பனியுகத்தின் குறிப்பு படிவுகளில் எழுதப்பட்டது.

பிறகு கடல் மீண்டும் வெப்பம் அடைந்தது. பனியாறுகள் உருகிப் பின்னடைந்தன. மீண்டும் வெப்ப வகைக் கிளோபிஜெரினா கடலில் வாழத் தொடங் கியது; வாழ்ந்து, அழிந்து மற்றோர் அடுக்குக் கசிவைக் களி, பனி, ஆற்றுப்பரல்கள் ஆகியவற்றின் மேலே அமைத்தது.

- க.சி. விஜயலஷ்மி

கடல் படுகை

கடலில் காணப்படும் நிலப்பகுதியைக் கண்டத்திட்டு, கண்டச் சரிவு, கடல் தரை அல்லது கடல் படுகை (ocean floor) என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். கடலுக்குள் ஏறத்தாழ நூற்றிருபது மீட்டர் ஆழம் சென்று சரிவு குறைவாகக் காணப்படும் நிலப் பரப்பைக் கண்டத்திட்டு எனவும், கண்டத்திட்டின் விளிம்பிலிருந்து 1370-3200 மீட்டர் வரையிலும் மிகச் சரிவாக உள்ள சாய்நிலப்பகுதியைக் கண்டச் சரிவு எனவும், அதற்கும் அப்பால் கடலுக்கடியில் பரவிக்கிடக்கும் நிலப்பரப்பைக் கடல் படுகை எனவும் கூறலாம். நாலாயிரம் மீட்டர் ஆழத்திற்குமேல் பரவிக்கிடக்கும் கடல் படுகை கடலின் மொத்த நிலப்பரப்பில் 57.5% உள்ளது. எனவே கடல் படுகை மிகுதியான நிலப்பரப்பைக் கொண்டுள்ளது.

கடலில் எழுச்சி (rise), கடல் குன்றுகள் (sea mounts), தட்டைக் குன்றுகள் (guyots), தொடர் குன்றுகள் (ridges), ஆழ்கடல் சமவெளிகள் (abyssal plains), பெரும் பள்ளங்கள் (basins), நீண்ட பள்ளங் கள் (troughs), அகழிகள் (trenches), மடுக்கள் (deeps) எனப் பல்வேறு அமைப்புகள் உண்டு.

எழுச்சி. கடல் படுகையிலிருந்து குறைந்த சரிவுடன் உயர்ந்து எழுந்த நிலப்பரப்பே எழுச்சி ஆகும். இது ஏறத்தாழ ஆயிரம் மீட்டர் உயரம் உள்ளது. வட அட்லாண்டிக்கில் பெர்முடா தீவை அடுத்துள்ள பெர்முடா எழுச்சியை இதற்குச் சான்றாகக் குறிப்பிடலாம்.

கடல் குன்றுகள் அல்லது கடல் மேடுகள். உலகின் அனைத்துக் கடல்களிலும் காணப்படும் இவை கடல் படுகையிலிருந்து மேலெழும் குன்றைப் போன்ற குவிந்த உச்சியைக் கொண்ட அமைப்புகளாகும். இவை 1200-1000 மீட்டர் உயரமுடையவை.

தட்டைக் குன்றுகள். இவை கடல் குன்றுகளைப் போன்றவை. ஆனால் இவற்றின் மேற்பரப்பு கடல் அரிப்பால் தட்டையாகவோ சமதளமாகவோ காணப் படும். கடல் படுகையிலிருந்து நீரின் மேற்பரப்பில் 1000 மீட்டர் ஆழம் உயரம் கொண்டவை. வடக்கு மத்திய பசிபிக் பெருங்கடலில் 500க்கும் மேற்பட்ட கடற்குன்றுகளும், தட்டைக் குன்றுகளும் உள்ளன. ஆனால் இவை அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் மிகக் குறைவாகவே காணப்படும்.

தொடர் குன்றுகள். இமயமலை, ஆல்ப்ஸ் மலை போன்ற தொடர் குன்றுகள் கடலுக்குள்ளும் காணப் படும். மத்திய அட்லாண்டிக், மத்திய இந்தியக் கடல் போன்ற இடங்களில் தொடர் குன்றுகள் அமைந் துள்ளன. இவற்றின் அகலம் 1500 கி.மீ. இவற்றின் உயரம் 1000-3000 மீட்டர் இருக்கும். சில குன்றுகள் நீர்ப்பரப்பின் மேல் தீவுகளாகவும் காணப்படுகின்றன.

ஆழ்கடல் சமவெளிகள். இவை மிகக்குறைவான சரிவு கொண்டு ஏறக்குறைய சமதளமாகவே தோன்றும். இவை கண்டச்சரிவை அடுத்த எழுச்சி களின் தொடராக அமைந்துள்ளன. அட்லாண்டிக், இந்தியப் பெருங்கடல்களில் சமவெளிகள் நன்றாக அமைந்துள்ளன. பசிபிக் பெருங்கடலில் சமவெளிப் பகுதி குறைவாகக் காணப்படுகிறது. ஆழ்கடல் சம வெளிகளில் பலவகையான பிரிவுகளைக் காணலாம்.

பெரும் பள்ளங்கள். இவை கடல் படுகையில் வட்ட வடிவிலோ முட்டை வடிவிலோ காணப்படு கின்றன. 4000 மீட்டர் ஆழம் கொண்ட இவற்றின் பக்கங்கள் குறைந்த சரிவைக் கொண்டவை. தொடர் குன்றுகளை எல்லைகளாகக் கொண்ட சில பெரும் பள்ளங்கள் உள்ளன. வட அமெரிக்கப் பெரும் பள்ளம், பிரேசில் பெரும் பள்ளம், கனடா பெரும் பள்ளம் எனப் பல இடங்களில் காணப்படுகின்றன.

நீண்ட பள்ளங்கள். இவை மிக நீளமாகவும், அகலமாகவும் சரிவு குறைந்தும் காணப்படும், பெரும்பள்ளங்கள், நீண்ட பள்ளங்கள் இவற்றின் அமைப்பைத் திட்டவட்டமாக வரையறுக்க முடிய வில்லை. மேலும் இவை அகழிகளின் சார்புடைய அமைப்புகளாகவும் கருதப்படுகின்றன.

அகழிகள். சரிவு மிகுந்த பக்கங்களுடன் மிக நீளமாகவும், அகலமாகவும் .அமைந்துள்ள இந்தப் பள்ளங்கள், கடலின் பல பகுதிகளிலும் காணப்படும். அகழிகள் 6000 மீட்டர் ஆழத்திற்கு மேல் பசிபிக் பெருங்கடலில் பதினைந்து அகழிகளும், அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் இரண்டு அகழிகளும், இந்தியப் பெருங்கடலில் ஓர் அகழியும் உள்ளன.

மடுக்கள். அகழிகளில் மிகு ஆழம் உள்ள இடங்களை மடுக்கள் எனலாம். பசிபிக் கடலிலுள்ள மரியானா அகழியில் காணப்படும் சாலஞ்சர் மடு உலகிலேயே மிகவும் ஆழமானது. இதன் ஆழம் 10915 மீட்டராகும். டிரிஸ்டி என்னும் ஆழ்கடல் ஆய்வுக் கலத்தில் (bathy scaph) ஜேக்ஸ் பிக்கார்டு (Jacques Piccard), டான் வால்ஷ் (Don Walsh) ஆகியோர் 1960இல் சாலஞ்சர் மடுவின் அடிவரை சென்று ஆய்வுகள் நடத்திச் சாதனை புரிந்தனர்.

கடல் படுகையில் உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கு ஏற்ற சூழ்நிலைகளில்லை. கடல் படுகை இருண்டு கிடப்பதால் தாவரங்கள் வளரா. எனவே இங்குள்ள விலங்கினங்களைப் பிடித்து உண்ணும். இங்கு வாழும் மீன்கள் நீண்ட கோரைப் பற்களையும், அகன்ற வாயையும், விரியும் வயிற்றையும், செயற்கை ஒளி வீசும் உறுப்புகளையும் பெற்றுள்ளன. வேறு சில விலங்கினங்கள் கடல் படுகையில் பரவிக் கிடக்கும் மட்கிய உயிர்ச்சத்துகளை (organic detritus) உண்டு வாழ்பவை. கடல் படுகையில் வெப்பம் 1-5°C வரை இருக்கும். ஆறாயிரம் மீட்டர் ஆழத்தில் 6.5 சதுர செண்டி மீட்டர் பரப்பில் அழுத்தம் மூன்று டன்னாக உள்ளது. இங்கு வேகமாகச் செல்லக்கூடிய நீரோட்டங் கள் இல்லை. நாலாயிரம் மீட்டர் ஆழத்திற்கு மேல் கடல் படுகையில் சிவப்புக் களிமண்ணும், சிலிகா சேறும் (siliceous ooze) காணப்படுகின்றன. குறைவான உணவு அகப்படுவதால் இங்கு வாழும் உயிரினங்களின் வகையும் எண்ணிக்கையும் குறை வாகவே இருக்கும்.

சில விலங்கினங்களின் மேல் கூடுகள் சுண்ணாம்புச் சத்துக் குறைந்து மெலிந்து இருக்கும். கடல் படுகை யில் சிவப்புக் களிமண்ணும், சிலிகா சேறும் பரவி யிருப்பதால் இங்கு வாழும் பல விலங்கினங்கள், சேற்றுக்கு மேல் வாழவும், புதைந்து போகாமல் இருக்கவும் மிக நீண்ட கால்களையும் வேர்களுடன் கூடிய நீளமான தண்டையும் கொண்டிருக்கும். விலங் கினங்கள் வெண்மை, பழுப்பு, கறுப்பு, சிவப்பு நிற முடையவை. பச்சை, நீல நிறங்களில் விலங்கினங்கள் இங்கு இரா. சில விலங்குகள் தொடக்ககாலத்தில் வாழ்ந்த விலங்கினங்களைப் போன்ற உடலமைப் புடையவை. நியோபிலைனா (neopilina) என்னும் மெல்லுடலி (mollusca) தொல் ஊழியில் (plaeozoicera) வாழ்ந்தவை போன்ற அமைப்பைப் பெற்றுள்ளது. கடல் புழு, கடல் நட்சத்திரம், கடல் வெள்ளரி, கடல் அல்லி எனப் பல விலங்கினங்கள் கடல் படுகையில் காணப்படுகின்றன, அவை யாவும் அங்கு கிடைக்கும் மட்கிய உயிர்ச்சத்துகளை உண்டு வாழும் வியத்தகு விலங்கினங்களாகும்.

– க. பாலசுப்ரமணியன்

கடல் பன்றி

மூக்குப் பகுதி, அலகு போன்று தலையினின்று வெளிப் படாமல் உள்ளடங்கிய தலையையும் ஒரே ஒரு மைய மூக்குத்துளையையும், ஒத்த அமைப்புக் கொண்ட ஏறத்தாழ எனாமலற்ற (enamel) சிறிய கூம்பு வடிவப் பற்களையும் கொண்டவை திமிங்கில வகைப்பாலூட்டிகளான கடல் பன்றிகளா கும். இவை கடல்நீரில் வாழ்கின்றன. கடல்பன்றிகள் அனைத்து வகைக் கடல்களிலும் ஆழம் குறைவான கடலோரப்பகுதியிலும் வாழ்கின்றன. கழிமுகங் களுக்கும் ஆற்றின் உட்பகுதிகளுக்கும் அவ்வப்போது

செல்லும் தன்மையன. பிளடனிஸ்டர் போன்ற ஒருசில கடல்பன்றிகள் கங்கை, அமேசான் போன்ற ஆறுகளில் வாழ்கின்றன.

இவை ஏறத்தாழ 6 - 7 அடி நீளமுடையவை. ஏனைய நீர்வாழ் முதுகெலும்பிகளில் மேற்புறம் கருமையாகவும், கீழ்ப்புறம் வெளுப்பாகவும் காணப்படும் உடல்நிற அமைப்பு இந்நீர்வாழ் பாலூட்டிகளிலும் காணப்படுகின்றது. எனினும், நியோமெசிஸ் கடல் பன்றிகளில் உடல் முழுதும் கருமை படர்ந்துள்ளது. இவை, இடை பருத்து முனைகள் கூம்பிய மயிரற்ற உடல், தலை, நடு உடல், வால் ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன. நீண்டு உருண்டையான தலை, மைய மூக்குத்துளை, சிறிய கண்கள், குறுகிய காதுத் துளை, அகன்ற வாய் ஆகிய பகுதிகளையும் கொண்டுள்ளன. காதுத்துளையின் அடியில் அமைந்துள்ள செவிப்பறை மிகவும் தடிப்பானது. கழுத்துப் பகுதி இல்லை. எனவே, தலை நேரடியாக நடு உடலுடன் இணைந்துள்ளது.

நடு உடலின் முன்பகுதியின் மேற்புறத்தில் ஒரு சிறிய முன்நடுத்துடுப்பும் பக்கங்களில் துடுப்புகளாக உருமாறிய முன்கால்களும் உள்ளன. இம்முன்கால் துடுப்புகள் குட்டையாகவும், தடிப்பாகவும், எலும்புத் துண்டுகளை மிகுதியாகக் கொண்ட நகங்களற்ற விரல்களை உள்ளடக்கியும் உள்ளன. பின்கால்கள் இல்லை. நடு உடலின் குறுகிய இறுதிப்பகுதி வாலுடன் இணைந்துள்ளது. வாலின் நுனியில் பிளவுபட்ட இரு வால் அலகுகள் (flukes) படுக்கைவாக்கில் அமைந்துள்ளன. வாலின் இத்தன்மை, தலையில் செவுள்களின்மை ஆகியவற்றைக் கொண்டு இவற்றை மீன்கள் அல்ல என எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாம். நடுமுன் துடுப்பும், வால் அலகுகளும் மீனின் துடுப்புகளை ஒத்திருப்பினும் உள்ளமைப்பில் முற்றிலும் வேறுபட்டவையாகும். எனவே, விலங்கியலார் இவ்வுறுப்புகளைப் புது வடிவங்கள்(neomorphs) எனக் குறிப்பர்.

கடல்பன்றியின் தோலுக்கடியில் பிளப்பர் (blubber) எனப்படும் கொழுப்பு உறை உள்ளது. இது உடல் வெப்பம் வெளியேறுவதைத் தடுப்பதுடன் உணவுச் சேமிப்புக் கருவியாகவும், தேவைப்படும் நீரை அவ்வப்போது அளிக்கும் கருவியாகவும் பயன்படுகின்றது. பற்கள் மிகச்சிறியவை. எனவே, உணவுப் பொருளை அரைத்து உண்ண முடியாது. இரைப்பை இரண்டு அல்லது மூன்று அறைகளுடன் சிக்கலான அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. தலையின் கபாலம் சிறுத்துள்ளதால் மூளைப் பெட்டியும் (cranial carrity) சிறியதாகவே உள்ளது. உள் மூக்குக் துளைகள் மூச்சுக் குழாயுடன் மெல்லிய குழாய் வடிவத்தினுள்ள மூச்சுக் குழாய் மூடியால் (epiglottis) நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. இதனால் இரையுடன் செல்லும் நீர் நுரையீரல்களுக்குச் செல்வதில்லை. ஆண் கடல்பன்றியின் விந்துப்பைகள் நடுஉடலினுள் அமைந்துள்ளன. டால்ஃபின்கள், அலகு போன்ற மூக்குப் பகுதியைக் கொண்டு இவற்றினின்று மாறுபடுகின்றன.

தகவமைப்புகள். நிலவாழ்விகளிலிருந்து படி மலர்ச்சியுற்ற இந்நீர்வாழ் பாலூட்டிகள் பல தகவமைப்புகளால் (adaptations) நீரில் செம்மையாக வாழ்கின்றன. நீரைக் கிழித்து எளிதில் நீந்துவதற்கு ஏற்ற உடலமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. நீரில் நீண்ட நேரம் (ஏறத்தாழ ½-1 மணி வரை) மூச்சு விடாமல் இருப்பதற்கேற்றவாறு சுவாச மூச்சு உறுப்புகளையும், உடலின் பல பகுதிகளின் இரத்தக் குழாய் வலைத்திட்டுகளையும் (rete mirabilis) பெற்றுள்ளன. நீரில் நீந்தக் காரணமான நடு உடல், வால் ஆகியவற்றின் அசைவுகளுக்காக அவற்றில் சிறப்பான தசைகள் உள்ளன. பிளப்பர் எடை வீதத்தைக் குறைத்து, நீராழத்திற்கு ஏற்ப உடல் வடிவை மாற்றி நீந்துதலை எளிமையாக்குகிறது. நீரில் மூழ்கியுள்ளபோது சுவாச உறுப்புகளுள் நீர் செல்வதை மூக்குத்துளை வால்வு தடுக்கிறது.

வாழ்க்கை முறை. ஆழமற்ற கடலோரப் பகுதிகளில் வாழும் இவை அவ்வப்போது கழிமுகங்களுக்குச் செல்கின்றன. தேவைப்படின், இரைகளைத் தேடி ஆறுகளுக்குச் செல்கின்றன. பொகெனா போன்ற ஒரு சிலவே கூட்டுணவிகளாகும். ஏனையன மீன், கூனிறால் (shrimp) போன்றவற்றை விரும்பியுண்ணும் விலங்குண்ணிகளேயாகும். இவை கூட்டமாக வாழும் தன்மைகொண்ட மீன்களை உண்ணும் பழக்கத்தால் மீன் பண்ணைகளுக்குத் தீங்கு பயக்கின்றன. எதிரொலி பொருளறி (echo location) திறனை, நீரில் இடம் பெயர்வதற்கும் உணவரன இரை விலங்குகளைக் கண்டறியவும் இவை பயன்படுத்துகின்றன. மூச்சுவிட அவ்வப்போது நீர்ப்பரப்பிற்கு வந்து மூக்குத் துளையுள்ள தலைப் பகுதியை வெளியே காட்டும். அப்போது மூக்குத் துளையிலிருந்து வெளிப்படும் காற்று நீர்ப்பரப்பின் மேலுள்ள ஈரப்பதமான காற்றுடன் கலந்து நீர்த் துளிகளாக மாறி, ஒரு சிறிய நீர்த்தாரையை உண்டாக்கும். இவற்றின் கருக்காலம் (gestation period) ஓராண்டாகும். குட்டிகள் தாயிடம் பால் குடித்து வளர்கின்றன.

இவை மனிதனுக்குப் பெருங்கேடுகள் விளைவிப்பதில்லை. இறைச்சிக்காகவும், வளர்ப்பதற்காகவும் இவற்றை மனிதர்கள் வேட்டையாடிக் கொல்கின்றனர். தக்க நடவடிக்கைகளை உடனடியாக மேற்கொள்ளாவிடின் இவ்வரிய விலங்குகள் விரைவில் அழிந்து விடும்.

- பி. நடராஜன்

கடல்பாசி

கடல் வாழ் தாவரங்களில் பெரும்பகுதி பாசிகளே (algae) ஆகும். கடல்பாசி வகைகளில் கண்ணுக்குப் புலனாகாத, மிக நுண்ணிய மிதக்கும் உயிரிகள் தாவர மிதவை உயிரிகள் (phytoplankton) எனப்படும். பிறவகை உயிரிகள் கண்ணுக்குப் புலனாகும். வளர் தளத்தைப் பற்றி வாழும் இவை பெரும்பாலும் கடற் களைகள் (sea weeds) எனப்படுகின்றன. அலை ஏறி இறங்கும் இடைவெளியிலும் (inter tidal regions) அதற்குக்கீழுள்ள இடங்களிலும் இவை வளர்கின்றன. சேப்மேன் என்னும் பாசியில் வல்லுநரின் கருத்துப்படி ஆல்காக்கள் என்னும் சொல் ஏறத்தாழ 1800 பேரி னங்கள், 21,000 சிற்றினங்கள் அடங்கிய ஒரு பெரும் தொகுதியைக் குறிப்பதாகும்.

கடற்சூழலில் வாழும் கண்ணுக்குப் புலனாகும் பெரும் பாசி வகைகளில் (கடற்களைகள்) பெருமளவு குளோரோஃபைட்டா, பியோஃபைட்டா, ரோடோஃ பைட்டா ஆகிய பிரிவுகளையே சாரும். இத்தகைய வகைப்பாடு பாசிகளில் காணப்படும் நிறமிகளின் அடிப் படையிலேயே ஏற்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் கசை யிழை (flagellum) போன்ற நுண்தரிமப் பண்புகள் உயிர் வேதியியற் பண்புகள் ஆகியவை வகைப் பாட்டியலில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சயனோஃபைட்டாவைத் தவிர, பிற பிரிவுகள் யூகேரியாட்டா வகையில் அடங்கும். புரோகரியோட் டாவில் சயனேஃபைட்டா பிரிவு மட்டும் வைக்கப் பட்டுள்ளது. ஏனெனில் பாக்டீரியாக்களைப் போலவே, சயனேஃபைட்டா என்னும் நீலப்பச்சைப்பாசி வகை களும் குறைந்த அளவே உள்ளமைப்பு வேறுபாடுகளை உடையவை. இவற்றில் உண்மையான மைட்டோ காண்டிரிய உறையும், நியூக்ளியஸ் உறையும் காணப் படுவதில்லை.

பாசிகளின் சூழலும் அவற்றின் பரவலும்

குளோரை:.பைட்டா. 7000 பசும்பாசி இனங்களில் 13% கடல் வாழ்பவை; வெப்ப மண்டல, மிதவெப்ப மண்டல நீர் நிலைகளில் இவ்வகைப் பாசிகள் அலை கீழ்ப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. கிளாடோ போரெல்ஸ் சைபனோகிளாடேல்ஸ் பேசிகிளாடேல்ஸ், காலர்பேல்ஸ், அல்வா, எண்ட்ரோமார்பா போன்ற சிலவகைகள் ஆர்டிக் பகுதிகளில் இருந்து வெப்ப மண்டல நீர்நிலைகள் வரை பரவியுள்ளன.

:.பியோ:.பைட்டா. வட அட்லாண்டிக்கின் கரை யோரக் கெல்ப் படுகைகளில் லேமினேரியா, அலேரியா போன்ற மிதவெப்ப வகைகள் காணப்படுகின்றன. மேக்ரோசிஸ்டிஸ், நீரியோசிஸ்டிஸ் போன்றவை வட பசிபிக் கடலில் பரவியுள்ளன. பனி உறைந்துள்ள தென் துருவப் பகுதிகளான தென் ஆஸ்திரேலியா, டாஸ்மேனியா, நியூசிலாந்து, ஆப்பிரிக்கப் பகுதிகளில் ஃபியூக்கேல்ஸ் துறைப் பாசிகள் பெருமளவு பரவி உள்ளன. மேலும் பலவகைப்பட்ட டிக்டியோட்டா, பெபைனா, சர்காஸம், சிஸ்டோசிரா போன்ற பாசிகள் வெப்ப மிதவெப்ப நீர் மண்டலங்களில் நன்கு பரவி யுள்ளன.

ரோடோ:.பைட்டா. ஆழ் கடல்பாசிகளில் பெரும் பாலானவை உலகில் கடற்சூழல்களில் அலையிடைப் பகுதியிலும் அதற்குக் கீழ் உள்ள பகுதிகளிலும் பரவி உள்ளன. இவற்றின் செல் சுவர்கள் கால்சியத்தால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. கடற்பாறைகளை உருவாக்கு வதில் இவை பெரும்பங்கு கொள்கின்றன.

பொருளாதாரச் சிறப்பு. கடலினின்றும் பெறப்படும் பயன்களில் பெரும்பகுதி கடற்பாசிகளின் மூலம் கிடைக்கிறது. கோவாவில் உள்ள தேசியக் கடலியல் கழகத்தின் 1983 ஆம் ஆண்டு அளவீட்டின்படி உலகக் கடல்களின் பாசி உற்பத்தி ஆண்டொன்றுக்கு 1,72,10,000 டன் என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த இவ்வுற்பத்தியில் ஜப்பான், கொரியா, மெக்சிகோ, கனடா போன்ற நாடுகளே பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. இந்தியாவின் பரந்த கடற்பரப்பும் அதன் தீவுத் தொகுதிகளும் பல்வேறு வகைப்பட்ட கடல்பாசி இனங்களின் புகலிட மாக விளங்குகின்றன. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டி லிருந்தே பல கடல்பாசியியல் வல்லுநர்கள் இந்தியக் கடல்பாசியைப் பற்றி ஆய்வு செய்து வந்துள்ளனர். இதுவரையில் 624 கடல்பாசி இனங்கள் அறியப் பட்டுள்ளன. மேலும் இந்தியக் கடல்பாசி இனங்களின் உற்பத்தி ஆண்டிற்கு 70, 000 டன் எனவும் கணக் கிடப்பட்டுள்ளது.

பாறைகள் உள்ள கடற்கரைப் பகுதிகளில் கடல் பாசி இனங்கள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன, இவை மிகுந்த உற்பத்தித்திறன் உடையவை. இந்த வகைகளின் உற்பத்தித்திறன் அலையிடைப்பகுதியில் ஆண்டொன்றுக்கு 500-1000 gmc/m^2 எனவும் அதன் கீழுள்ள பகுதிகளில் 1000-2000 gm c/m^2 எனவும் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இவை முதல் நிலை உற்பத் திப் பெருக்கத்திற்கு அடிப்படையாக அமைகின்றன. எனவே பிற உயிரிகளின் உணவுத் தொடரில் முதல் இடத்தைப் பெறுகின்றன.

கண்ணுக்குப் புலனாகும் பெரியவகைப் பாசிகள் மனிதர்களுக்குப் பல வழிகளிலும் பயன்படுகின்றன. அவற்றில் பல நேரடி உணவுப் பொருளாகவும் மருந்துப் பொருளாகவும் கால்நடைத் தீவனங்களா கவும் உரங்களாகவும் பயன்படுகின்றன. தாள் உற் பத்தி, கூழ்மங்கள் (colloids), உப்பு உற்பத்தி ஆகிய வற்றிற்கான மூலப்பொருள்களாகவும் பயன்படுகின் றன. எரிபொருள் பற்றாக்குறை பரவிவரும் இந் நாளில் கடற்பாசிகளில் இருந்து மீத்தேன் போன்ற எரிவளி மங்களை எடுப்பது குறித்த ஆய்வு மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளது.

கடல்பாசிகளிலிருந்து பெறப்படும் முக்கியப்பொருள்களும் பயன்களும். ஜெலிடியல்லா, ஜெலிடியம், கிராசிலேரியா போன்ற கடல்பாசிகளிலிருந்து அகார் அகார் எனும் பொருள் பெறப்படுகின்றது. இது சிவப்புக் கடல்பாசிகளின் செல்சுவர்களில் இருந்து பெறப்படுகிறது.

சர்காஸம், டர்பினேரியா, சிஸ்டோபில்லம், ஹார்மோஃபைஸா போன்ற பழுப்பு நிறப் பாசிகளில் இருந்து ஆல்ஜின் என்னும் மற்றொரு வகைக் கொலாய்டு பெறப்படுகின்றது. ஆல்ஜின் நிலை நிறுத்தியாகவும் (stabiliser) பால்மமாக்கியாகவும் (emulsifier), பருமன் உண்டாக்கியாகவும் (thickner) பயன்படுகின்றது.

ஜப்பானில் போர்ஃபைரா (porphyra) போன்ற பாசிகளில் இருந்து உணவு தயாரிக்கும் தொழிற்சாலைகள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன.

அல்வா, எண்டிரோமார்பா, கீடோமார்பா, காலர்பா, கோடியம், டிக்டியோட்டா, பெடைனா, கொல்போமீனியா, சர்காஸம், டர்பினேரியா, போர்பைரா, கிராஸிலேரியா, ஹிப்னியா ஹைட்ரோகிளாத்ரஸ், ரோசன், வின்ஜியா, கிரேட்டிலூரப்பியா, கோனேஸ்போரா ஆகியவற்றில் சிலவகைக் கடல் பாசிச் சிற்றினங்கள் உண்ணத் தகுந்தனவாக உள்ளன.

தமிழகத்துக் கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் கிரேஸிலேரியா லைக்கனாய்டஸ் என்னும் பாசிச் சிற்றினத்திலிருந்து போரிட்ஜ் (porridge) எனப்படும் ஒருவகைக் கஞ்சி தயாரிக்கப்படுகிறது. சிலவகைக் கடல்பாசிகளில் தாது உப்புகளும் நுண் ஊட்டச் சத்துகளும் அடங்கி உள்ளமையால் இவற்றைக் கால் நடை, கோழிப்பண்ணை, விலங்கு ஆகியவற்றுக்கு நாள்தோறும் உணவுப் பொருளுடன் சேர்த்து அளிக்கின்றனர்.

வெண்டை, உருளைக்கிழங்கு, குச்சிக் கிழங்கு, கத்தரி போன்ற தாவரங்களுக்குக் கடல் பாசிகள் கம்போஸ்ட் உரங்களாகப் பயன்படுகின்றன. தமிழகத்துக் கரையோரங்களின் வளரும் தென்னை மரங்களில் அலைகளால் அடித்து ஒதுக்கப்படும் கடல் பாசிகள் உரப்பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. ஆஸ்பராகாப்ஸிஸ், டேக்ஸிபார்மிஸ் போன்ற கடல் பாசிகள் பெருமளவில் அயோடின் கொண்டுள்ளமையால் கழலைக்கட்டிகளைப் போக்கும் மருந்துப் பொருள்களாகவும் பயன்படுகின்றன.

- லெ. கண்ணன்

கடல்பாசியும் அதன் இன்றியமையாமையும்

உயிரிகளின் அடிப்படைத் தேவையான நுண்ணளவுத் தனிமங்களைப் (trace elements) பெறக் கடல்பாசி பயன்படுகிறது. கடல்பாசி நுண்ணளவுத் தனிமங்களின் பிறப்பிடம் என்று அறியப்பட்டாலும், உணவுகளின் மூலமாகத் தாவரங்கள் மற்றும் விலங்குகளின் பற்றாக்குறையை எவ்வாறு தீர்ப்பது என்பதே சிக்கலாகும். ஏனெனில் நுண்ணளவுத் தனிமங்களின் மிகு அளவும் குறை அளவும் பொதுவாகப் பெரும் விளைவை உண்டாக்குகின்றன.

வெனேடியம், கோபால்ட், அயோடின், மாலிப்டினம், தாமிரம், போரான், இரும்புத்தாது, துத்தநாகம், மாங்கனீஸ் போன்ற பல நுண்ணளவுத் தனிமங்கள் தாவரங்களுக்கும், விலங்குகளுக்கும் இன்றியமையாதவை. இவற்றின் பற்றாக்குறையை நேரடி உப்புகளாக உட்கொண்டால், 95% கழிவுப் பொருள்களாக வெளியேறக் கூடிய வாய்ப்புண்டு. இந்த நுண்ணளவுத் தனிமங்கள் தாவரங்கள் வளரும் மண்ணில் மிகுதியாகக் காணப்பட்டாலும், தாவரங்கள் எளிதில் அடையக்கூடிய வடிவில் இருப்பதில்லை. செயற்கை உரங்களில் நுண்ணளவுத் தனிமங்களைப் போதுமான அளவில் சேர்ப்பதும் இல்லை.

கடல்பாசியை உணவாக உட்கொள்வதால் விலங்குகளுக்கு ஏற்படும் நன்மைகளையும், எருவாகப் பயன்படுத்துவதால் தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் ஏற்படும் மாறுதலையும் எளிதாக அறியலாம். தாமிரத்தின் பற்றாக்குறை காரணமாகச் செம்மறி ஆடுகளுக்கு முதுகுவலியும், கம்பளி மயிர் வளர்ச்சியும் தடைப்படுகின்றன. தாமிரப் பற்றாக்குறை காரணமாக ஏற்படும் விலங்குகளின் அழிவுபற்றி உலகில் பரவலாகப் பேசப்பட்டது. உடனே அமெரிக்கா போன்ற நாடுகள் விலங்குகளின் உணவுத் தீவனங்களில் அக்கறை கொண்டு சட்டத்தின் வாயிலாக முயற்சிகள் மேற்கொண்டன. மிகு தாமிர அளவு, விலங்குகளின் கல்லீரலில் சேர்வதால் பல்வேறு இடர்கள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. குட்டி ஈனும் நிலையிலுள்ள 150 செம்மறி ஆடுகள், பதனிடப்பட்ட புல்லில் உள்ள மிகு அளவு தாமிரத்தால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன. தாதுப்பொருள்களின் கலவையிலுள்ள தாமிரத்தை உட்கொண்ட செம்மறி ஆடுகள், அக்கலவையை உட்கொள்வதை நிறுத்திய ஆறு மாதங்களில் இறந்துபோனதும் உண்டு. தாமிரம் அதிக அளவு (25%-53%; 1%) இரத்தத்தில் கலந்ததால் இறந்துபோன செம்மறி ஆடுகளும் உண்டு எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே தாமிரம் அதிக அளவில் சேர்ப்பது தவறு எனும் நிலை ஏற்படுகிறது.

டன்லப் என்னும் அறிவியலார் கறவை மாட்டுத் தீவனத்தில் கடல்பாசியை மிகுதியாகவும், தாமிரத் தாதுஉப்பை நேரிடையாகவும் கலந்தார். ஆனால் சிறிதளவே பயன்படுத்திய கடல்பாசியின் மூலமாக வெண்ணெய்ச்சத்து நிறைந்த பாலை அதிகமாகக் கறந்தார். தாது உப்புகளை மிகுதியான அளவில் கலந்து ஒரு மாற்றமும் ஏற்படாத நிலையைக்

கண்டு வியந்தார். எனவே விலங்கு தாவரங்களுக்குத் தேவையான தாமிரத்தைக் கடல் பாசிகளே கொடுக்க வல்லவை என்று கண்டார்.

கோபால்ட் எனும் தனிமம் இரத்த அணுக்களை அழிப்பதோடு இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் அளவையும் அதிகப்படுத்தும் காரணத்தால் அமெரிக்காவில் கால்நடைத் தீவனங்களில் இதைப் பெருமளவில் சேர்ப்பதைத் தவிர்க்கின்றனர். இத்தனிமம் மிகச் சிறிய அளவில் இருக்க வேண்டும். கடல்பாசியில் இயல்பான புல்லைவிடப் பத்து மடங்கு மிகுதியான கோபால்ட் சத்து உள்ளது. கோபால்ட் குண்டுகள் எனப்படும் பொருள்கள் ஆஸ்திரேலியாவில் புகழ் பெற்றாலும் அவை யாவும் விலங்குகளின் உடல்களில் தங்கக் கூடியவையாகவும் இருக்கலாம் என ஐயப்படுவதால் கடல்பாசியைப் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். 0.006 பி பி.எம் (ppm) அளவு கோபால்ட், 'தாவரங்களின் வேர்களில் நைட்ஜன் தங்கச்செய்வதை ஊக்குவிக்கிறது. மேலும் இதனளவு சிறிது கூடினாலும் (0.6பி.பி.எம்), பயிர்கள் அழியும் வாய்ப்புண்டு.

இரும்புச் சத்துக் குறைவால் இரத்தச் சோகை எனும் நோய் ஏற்படுவதைக் காணலாம். இச்சத்து உடலில் உள்ள சிவப்பு இரத்த அணுக்களை (ஆர். பி.டி) உற்பத்தி செய்யத் தேவைப்படுகிறது. இயல்பாக 5 கிராம் இரும்புச் சத்து விலங்கின் உடலில் இருக்கவேண்டும். இது அவற்றின் உடலில் சேர 15 ஆண்டாகும். இதன் அளவில் ஒரு கிராம் குறைந்தாலும் மேற்கூறிய நோய் வரும். எனவே 20 கிராம் அளவான நேரடி இரும்புத் தாதுவைப் பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனெனில் இதில் 95% கழிவுப் பொருளாக வெளியேறிவிடும். உடல் கூறுகளின் மாற்றங்களால் நேரடித் தாதுப்பொருள் விலங்குகளுக்குப் பயன்படாமல் போகும்போது ஊசிமருந்தின் மூலம் செலுத்த வேண்டியுள்ளது. இத்தனிமத்தின் மாற்றுப் பொருளாக இயற்கையில் மிகவும் மலிந்து கிடக்கும் கடல்பாசியைப் பயன்படுத்தி பலவழிகளில் முன்னேற்றமடைந்துள்ளனர்.

அயோடின், மூலிகைகளில் உள்ள அளவைவிடக் கடல்பாசியில் ஆயிரம் மடங்கு மிகுந்துள்ளது. நேரடி அயோடின் தாது உப்பால் பெரும் அழிவு எதுவும் ஏற்படாவிடினும், இது தைராய்டு சுரப்பிகள் சுரக்கும் ஹார்மோனைக் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை கொண்டுள்ளது என அறியப்பட்டுள்ளது.

பால் மிகுதியாகக் கறக்கும் ஆடு, மாடுகளுக்கு அயோடின் பெரிதும் உதவுகிறது. இதனால் கறக்கும் பாலில் உள்ள வெண்ணெய்க் கொழுப்புச்சத்துக்கும் அயோடினுக்கும் தொடர்பு உள்ளது எனலாம். கடல் பாசியைக் கால்நடைத் தீவனங்களில் சேர்த்துப் பெருமளவு பால் உற்பத்தி செய்து பயனடைகின்றனர்.

ஒரு கறவை மாடு ஆண்டிற்கு 2 கிராம் அளவிலான அயோடினைத் தீவனத்தில் கொண்டிருக்க வேண்டும். இது மிகவும் குறைந்த அளவேயானாலும், 4.5கிலோ ஆஸ்கோஃபைல்லம் கடல் பாசி மூலம் இதைப் பெறலாம்.

இயல்பாக மனித உடலில் அயோடின் அளவு 4-8 மை.கி/100 மில்லி ஆகும். பெருமளவில் அயோடின் (10-20g) சேர்ந்தால், மிகு அளவு தைராய்டு சுரப்பும், அயோடின் Jug அளவு குறைந்தால் ஹார்மோன் அளவுக் குறைவும் ஏற்படும். இதனால் இதன் பிட்யூட்ரி சுரப்பியின் வேலையும் தடைப்படும். எனவே அயோடின், இரும்புத்தாது ஆகிய தனிமங்கள் மிகக் குறைந்த அளவே உடலில் காணப்பட்டாலும், இயல்பான அளவைவிடக் குறைந்து இருந்தால் விலங்குகளுக்குப் பெருங்கேடு விளையும் எனத் தெளிவாகிறது. கடல் பாசியைப் பயன்படுத்தினால் இக்கேடுகள் குறையும் என்று ஆர்ராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

துத்தநாகத்தின் அளவுக் குறைவால் ஏற்படும் நன்மைகளை விடத் தீமையே மிகுதியாகும். துத்தநாகப் பற்றாக்குறைவால் பன்றிகளில் தோல் நோய்கள் வரலாம். இந்நோய் கால்சியத்தின் சேர்க்கையால் மிகவும் அதிகமாகப் பரவுகிறது. 1961ல் இந்நோய் செடிமூலிகைகளைச் சார்ந்துள்ள கால்நடைகளில் காணப்பட்டதாக அறிந்து மேலை நாடுகள் இதற்காகக் கால்நடைத் தீவனத்தில் துத்தநாகத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தின. ஸ்வீடனில் இதன் அளவு 50 பி.பி.எம்; அமெரிக்காவில் 80-100 பி.பி.எம்; ஆஸ்திரேலியாவில் 200 பி.டிபி.எம் ஆகவும் பரிந்துரை செய்யப்பட்டு நடைமுறையில் கடைபிடிக்கப்பட்டு வருகிறது. துத்தநாகத்தின் அளவு மட்டும் தீவனப்பொருள்களில் சரியாக இருந்தாலும் வேறுசில சிறுமூலகங்களின் பெருமளவு சேர்க்கையாலும் பன்றிகளுக்குத் தோல் நோய் வருவது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. எடுத்துக்காட்டாக 1.75% தாமிரச் சத்து மிகுதியானதால் மேற்கூறப்பட்ட நோய் பன்றிகளிடம் காணப்பட்டதை அறிவுறுத்தியுள்ளனர். இது போன்ற தொல்லைகளால் தீவனங்களில் தனிமங்களின் அளவும் தேவையான அளவில் கிடைப்பதால் இதைத் தீவனமாகப் பயன்படுத்துவதைச் செயல் வடிவில் மேற்கொண்டுள்ளனர்.

மக்னீசியம் நுண்ணளவுத் தனிமமாகக் கருதப்படுவது இல்லையென்றும், ஆஸ்கோஃபைல்லம் கடற்பாசி 1.56% மக்னீசியம் ஆக்சைடு (3.6%) கொண்டுள்ளதால் (19) இதை மக்னீசியம் பற்றாக்குறைக்கு பொதுவாக மாட்டுத்தீவனங்களில் பயன்படுத்தும் தாதுஉப்புகளுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தி நன்மை அடையலாம். கடல்பாசி மாவைத் தீவனங்களுடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்தினால் அதிகப்படியான பால் கறக்கலாம். இதைச் சேர்ப்பதால் பின் விளைவுகள்

ஏற்படா. இதனால் இது நம்பகமான நுண்ணளவுத் தனிமங்களின் மூலப்பொருளாகக் கருதப்படுகிறது.

போரான் மிகவும் குறைந்த அளவிலேயே மண்ணில் காணப்படுகிறது. மேலும் தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் 2 பி.பி.எம். எனப்படும் அளவில் இது தேவைப்படுகிறது. போரானை நேரடித் தாது உப்புகளாக உரம் மூலம் கரும்புப் பயிர்களுக்குச் சேர்த்துப் பார்த்ததில் கேடுறு வேதிமாற்றங்கள் ஏற்பட்டுப் பயிர்கள் அழிந்து போயின. இத்தனிமம் ஓட்ஸ் எனப்படும் தானிய வகைகளுக்குப் பேரழிவைத் தரும். இத்தனிமம் 3 பி.பி.எம் கரைதிறனுள்ள அளவாக மண்ணில் இருப்பதே இப்பேரழிவுக்குக் காரணம் என அறிவியலார் கருதுகின்றனர். தற்போது இந்த அளவு (3 பி.பி.எம்) போரான் அனைத்து வகை வேளாண் பயிர்களுக்கும் கெடுதல் விளைவிக்கும் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனாலும் சில குரூசிஃபெரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பயிர்களும், புகையிலை, இலவங்கம் வகைகளும், 15 பி.பி.எம். போரானைத் தாக்குப்பிடிக்கும் ஆற்றல் கொண்டவை என அறிவுறுத்தியுள்ளனர். கடல்பாசியை வணிக நோக்கில் உரப்பொருளாகப் பயன்படுத்துவதை விடத் தீவனப்பொருளாகப் பயன்படுத்துவதே நன்மை பயக்கக்கூடியது எனக் கருதப்படுகிறது.

தாவரங்களுக்கு இது போன்ற நுண்ணளவுத் தனிமங்கள் நேரடியாகக் கிடைப்பதில்லை. மேலும் செயற்கை உரப்பொருள்களில் இந்நுண்ணளவுத் தனிமங்களில் போரானைத் தவிர மற்றவை தாவரங்களுக்குக் கிடைப்பது இல்லை. மக்னீசியம், கோபால்ட், மாங்கனீஸ் ஆகியவை உரப்பொருள்களில் காணப்பட்டாலும் தாவரங்களைச் சென்றடைவது இல்லை. ஆதலால் உழவர்கள் இத்தனிமங்களை விலங்குகளின் சாண எரு மூலம் ஆண்டுக்கு மூன்று முறை மண்ணில் இடும் பழக்கத்தைக் கொண்டுள்ளனர். இச்சாண எருக்களில் உள்ள நுண்ணளவுத் தனிமங்களின் அளவு அதைச் சார்ந்த விலங்குகளுக்குச் சேர்கிறது. மேலும் ஆய்வின்படி நல்ல சாண எருவில் உள்ள தனிமங்களின் அளவைப்போலவே கடல்பாசிமாவிலும் உள்ளது எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். சாண எருப் பற்றாக் குறையும், அதில் உள்ள நுண்ணளவுத் தனிமங்களின் அளவுக் குறைவும் காணப்பட்டாலும் கடல்பாசியைப் பயன்படுத்தலாம்.

மண்ணின் ஹைட்ரஜன் அணுத்திறன் அதில் அமைந்துள்ள இரும்பு, துத்தநாகம், மாங்கனீஸ் போன்ற தனிமங்களைச் சார்ந்துள்ளது. இக்கடல்பாசி நுண்ணளவுத் தனிமங்களின் சேர்க்கையைப் பிரித்து மண்ணின் ஹைட்ரஜன் அணுத்திறனைச் சீர்ப்படுத்தி, தனிமங்கள் கிடைப்பதற்கு வழிவகுக்கிறது. கடல்பாசிமாவைவிடக் கடல்பாசிச் சாரத்தின் அளவு மிகவும் பயனுடையதென்று மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. மேலும், இச்சாரத்தை நீர்ம உரப்பொருள்களுடன் சேர்த்துத் தெளிப்பதோ, காளான் கொல்லியுடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்துவதோ சிக்கனமாகும். நேரடித் தாது உப்புகளின் சேர்க்கையால் ஏற்படும் தீமைகளை விவசாயிகளுக்கு எடுத்துரைத்து, இக்கடல்பாசி நீர்மங்களை நல்ல முறையில் வணிக நோக்கில் செயல்படுத்துவதும் இதன் பயனால் ஏற்படும் சிக்கனத்தில் விவசாயிகளுக்குப் பொருளாதார நோக்கில் ஏற்படும் நன்மையை அறிவுறுத்துவதும் இன்றியமையாதவையாகின்றன.

பால் பண்ணையில் கடல்பாசி. சோன்ட்ரஸ் கிரிஸ்பஸிலிருந்து கெராஜுனேட்ஸ் எனும் பொருள் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இது பால் வடிகட்டவும் கோக்கோ விதைகளினின்று பால் தயாரிக்கும்போது கோகோ விதைகளைச் சமநிலைப்படுத்தவும் உதவுகிறது. அனைத்துவகைக் கெராஜுனேட்களையும் பயன்படுத்துவது இல்லை எனினும் இதன் வடிவமான கெராஜுனேட் உப்புகளும் அதைச் சார்ந்த உப்புகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கோக்கோ விதைகளினின்று அதன் சாரத்தை எடுக்கும்போது ஏற்படும் எதிர்ப்பு ஆற்றலைத் தடுக்க மேற்கு ஜெர்மனியில், கெராஜனேட்டுகளைப் பால்பண்ணையில் புதிய கோக்கோ பானம், பதப்படுத்தப்பட்ட பானம் ஆகிய தயாரிப்புகளில் முக்கியமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கடல்பாசி உணவு. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே மனிதன் கடல் பாசியை உணவாக உட்கொண்டு வந்துள்ளான். கி.பி. 961இல் ஐஸ்லாந்தில் சால் எனப்படும் ரோடிம்னியா பால்ம்மேட்டா சிவப்புக் கடல் பாசியைப் பலவிதமாகச் சமைத்துப் பயன்படுத்தினர். இதைப் பற்றிய குறிப்பு ஐஸ்லாந்தின் 12 ஆம் நூற்றாண்டுச் சட்டநூலில் காணப்படுகிறது. இக்கடல் பாசியைச் சேகரிப்பதற்கு அனுமதித்ததற்கான ஆணையை இன்றும் ஐஸ்லாந்து கிறித்துவக் கோயில்களில் காணலாம். இதைப் பண்ட மாற்று முறையில் வணிகர்கள் மாட்டிறைச்சி, கம்பளி இவற்றிற்கு விற்று வந்த குறிப்பும் தெரியவருகிறது. இதை இயல்பாக உலர்ந்த மீனுடனோ வெண்ணெய் ரொட்டி பாலுடனோ சேர்த்து உண்ணும் வழக்கம் இன்றும் உள்ளது. இதில் வைட்டமின் மிகுதியாக உள்ளன. இது வாய் குமட்டல், செரியாமை, கடல் நோய் (sea sickness) ஆகியுவற்றுக்கு மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. எனினும் தற்போது இக்கடல்பாசியை மிகுதியாகப் பயன்படுத்துவது இல்லை.

மேலும அலேரியா எஸ்க்லெண்டா எனும் கடல் பாசி மனிதனின் உணவாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதைப் பெருமளவில் குளிர்ந்த நீரில் இரண்டு நாள் ஊறவைத்து, சிறு துண்டுகளாக வெட்டிப் பிறகு பாலில் வேகவைத்துத் தேவையான மாவுச் சத்துகளையும் சேர்த்துக் கலவையாக உண்டு வந்தனர். இதனுடன் சேர்ந்த அலேரியா பைலேய்யி எனும்

கடல்பாசியும் நடைமுறையில் இருந்து வந்துள்ளது. பிற வேளாண்பயிர்கள் விளையாதபோது சோன்ட்ரஸ் கிரிஸ்பஸ் மற்றும் ஜிகார்ட்டினா மேம்மில்லோசா எனும் சிவப்புக் கடல்பாசியையும், அலேரியாவைப் போலவே சமைத்து உண்டு வந்தனர்.

கடல்பாசி-கால்நடைத் தீவனம். பழுப்பு மற்றும் சிவப்புக் கடல்பாசியையே பெரும்பாலும் கால்நடைகளுக்கும், சிலவேளைகளில் குதிரைகளுக்கும் உணவாகப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். ஐஸ்லாந்தில் குளிர் காலத்தில் ஆடு, மாடுகள் பனி படர்ந்த பசும்புல் மைதானத்தில் தீவனம் கிடைக்காமல் நேரடியாகக் கடற்கரைக்கு மேய்ச்சலுக்குச் செல்வதை இன்றும் காணலாம். இக்கால்நடைகள் ரோ.பால்ம்மேட்டா மற்றும் ஆலேரியாவையே பெரிதும் விரும்பிச் சுவைக்கின்றன. மேலும் குதிரைகள் லேமினேரியா சாக்கரைனா எனும் கடல்பாசியின் தளிர்ப் பகுதியைப் பிரித்தெடுத்து உண்கின்றன. இதனால் கால்நடைகள் மிகுதியாகப் பால் சுறக்கின்றன என்று அறிவியலார் கருதுகின்றனர். அலேரியாவை உலர வைத்தும், வைக்கோலுடன் சேர்த்தும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

கடல் பாசி எரிபொருள். சூழ்நிலை காரணமாக ஏழை மக்கள் உலர்ந்த கடல்பாசியை எரிபொருளாக இந்நூற்றாண்டு வரை பயன்படுத்தி வந்தனர். முக்கியமாக ஆலேரியா நோடோஸம், லேமினேரியா டிஜிட்டேட்டா லே. க்னஸ்டோனி ஆகியவை பெரிதும் உதவின. மேலும் இதிலிருந்து கரிப்பொருளை உற்பத்தி செய்து எரிபொருளாகப் பயன்படுத்தினர். நோடோஸத்தில் தயாரித்த பொருளைச் சாயத் தொழிலுக்கும் பயன்படுத்தி வந்தனர். மேலும் இதைச் சிறந்த மூலிகை மருந்தாகவும் பயன்படுத்தினர்.

கடல்பாசியும் சர்க்கரைப் பொருளும். கடல்பாசியும், நிலத்தில் வளரும் தாவரங்கள் சேர்க்கும் கரிம உணவின் (ஓராண்டிற்கு 1011 சி டன்) அளவை உற்பத்தி செய்கிறது. இது கடலில் வாழும் அனைத்து உயிரினங்களுக்கும் ஏதாவது ஒரு வகையில் பயன்படுகின்றது. செல்லுலோஸ் எனும் சர்க்கரைப்பொருள் கடல் பாசியில் இருப்பது அறியப்பட்ட செய்தியாகும்.

லே. டிஜிட்டேட்டா, லே. ஹைபர்போரியா ஆ. நோடோஸம், மேக்ரோ கிஸ்டிஸ் பெரிக்பெரா எனும் கடல்பாசிகளில் இருந்து அல்ஜினேட்களும் அதைச் சார்ந்த பொருள்களும் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இதன் சோடியம் உப்புத்தொழிற்சாலைகளுக்குப் பல வகையிலும் பயன்படுகிறது. கடல்பாசியிலிருந்து எடுக்கப்படும் அல்ஜினேட்டுகள் பலவகைச் சர்க்கரைப் பொருள்களுடன் சேர்ந்தே காணப்படுகின்றன என்று ஆய்வாளர் கருதுகின்றனர்

இன்றைய புள்ளிவிவரக் கணக்குப்படி, கடல்பாசியைப் பயன்படுத்தும் தொழிலகங்கள் உலகெங்கும் பெருகி வருவதால் கடல்பாசியை அதன் இயற்கைச் சூழலில் பாதுகாக்க வேண்டியுள்ளது. இதற்காக வல்லுநர்கள் கடற்பாசியைப் பயன்படுத்துவதிலும் குறைந்த மூலப்பொருளால் மிகு உற்பத்திப் பெருக்கத்தை அடைவதிலும் நாட்டம் செலுத்தி வருகின்றனர். எடுத்துக்காட்டாக இங்கிலாந்தில் நடைபெற்ற ஆய்வின்படி 1975இல் உற்பத்தி செய்யப்பட்ட அகார் (Agar) எனப்படும் மாவுப்பொருள் (ஏறத்தாழ 20,000 டன்) இதற்கு முந்தைய ஆண்டுகளில் தயாரிக்கப்பட்ட பொருள்களின் அளவைவிட இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு மிகுதி என அறியலாம். ஆனால் கடலில் இருந்து அறுவடை செய்யப்பட்ட கடல்பாசி அனைத்து ஆண்டுகளிலும் ஒரே அளவேயாகும்.

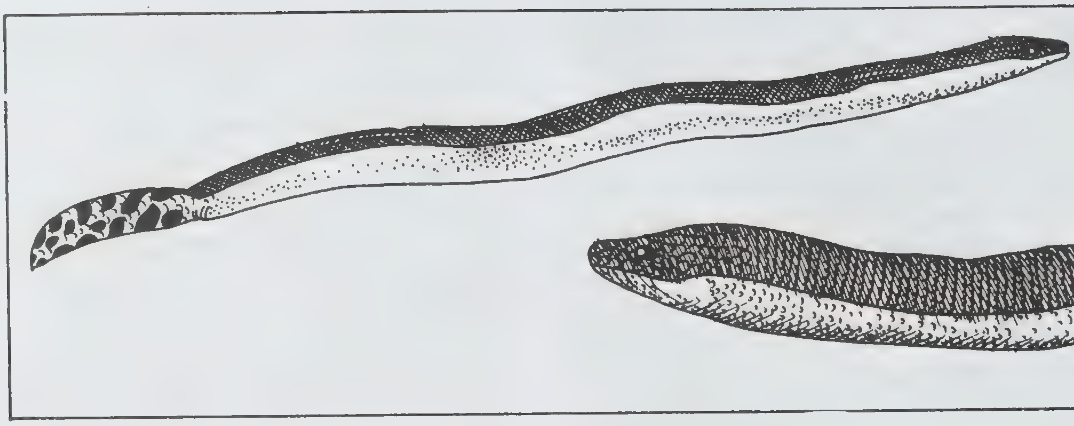
- க. வெங்கடேஸ்வரன்

கடல் பாம்பு

இது ஆசியக் கடல்களிலும், மலேயாத் தீவுக் கூட்டத்திற்கருகிலுள்ள கடல்களிலும், பசிபிக் கடலிலும், பாரசீக விரிகுடாவிலிருந்து மத்திய அமெரிக்கா வரையிலுள்ள கடற்பகுதிகளிலும் காணப்படுகிறது. இது கடலோரப்பகுதியிலிருந்து மிகவும் தொலைவில் உள்ள கடற்பகுதியில் இருந்தாலும் நடுக்கடலில் மிகுதியாகக் காணப்படுவதில்லை. கடல் பாம்புகள் கொடியநச்சுப் பாம்புகளாகும். கடலோரப் பகுதியில் வாழ்பவருக்கும், கடலில் செல்பவருக்கும், மற்ற உயிரிகளுக்கும் இவை கேடு விளைவிக்கின்றன. இவை மீன்களையும் கடல் வாழ் உயிரிகளையும் உண்கின்றன.

கடல் பாம்பின் வால், துடுப்புப் போலத் தட்டையாகக் கடலில் வாழ்வதற்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளது. செதில்கள் சிறியவை; கண்பாவை வட்ட வடிவமானது. நீருக்கு வெளியிலிருக்கும்போது, கண்களைத் திறக்கும் தன்மையற்ற காரணத்தால் கண்கள் மூடியிருக்கும். அப்போது தன் சிறிய நாக்கின் நுனியால்தான் உணர்ச்சிகளை அறிகிறது. இவற்றில் ஏறத்தாழ 50 வகைகள் உள்ளன.

என்ஹைட்ரினா வளக்கடியன் வகைக் கடல் பாம்பு பழுப்பு நிறமுடையது. முதுகில் கறுப்பு நிறக் குறுக்குக் கோடுகள் காணப்படும். பாம்பின் அடிப் பகுதி வெண்மை நிறமாயிருக்கும். பர்ஸியாவிலிருந்து மலாய்த் தீவு வரையுள்ள கடல்களில் இதைக் காணலாம். இந்தியாவிலுள்ள பாம்புகளில் இதுவே மிகு நச்சுத்தன்மையைக் கொண்டது. இப்பாம்பு கடித்தால் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பு மிகுந்து வலிப்பு ஏற்பட்டு, செயலிழப்பும் ஏற்படும்; மேலும் ரத்த அழுத்தம் ஏறும்; உதரவிதானம் தாக்கமுறும்; இயக்கு



கடல் பாம்பு

நரம்புச் செல்களின் முனைகளைத் தாக்கிச் செய லிழக்கச் செய்துவிடும். முக்கியமான நரம்புச்செல் முனைகளையும் மூச்சுவிடுதலையும் தாக்கி உயிரை மாய்த்துவிடுவதால் மூளையைத் தாக்கும் நச்சு என இதை வகைப்படுத்தியுள்ளனர். இதன் நச்சுப் பற்கள் குட்டையானவை. இது மனிதனைத் துரத்தித் துன்புறுத்துவதில்லை.

ஹைட்ரேயிஸ் வகைக் கடல் பாம்பு மூன்று அடி நீளமுடையது. இதன் தலை, கழுத்து மெலிந்தும், உடல் பருத்தும் காணப்படும். இதன் நச்சுப்பற்களுக் குப் பின்னால் அமைந்துள்ள பற்களில் பள்ளம் இல்லை. கறுப்பு,ஆலிவ் பச்சை நிறமுள்ள இப்பாம் பின் உடலைச் சுற்றி மஞ்சள் நிறமுள்ள குறுக்குப் பட்டை காணப்படும். இது வங்காள விரிகுடாவிலி ருந்து மலேயாத் தீவுக்கூட்டம் வரையிலுள்ள கடல் நீரில் காணப்படும். இப்பாம்பு ஆமையைக் கடித்தால், ஆமை 28-46 நிமிடத்தில் இறந்துவிடும் என்று கணக்கிட்டுள்ளனர்.

கப்பலில் சென்று கொண்டிருந்த ஒரு மாலு மியைக் இது கடித்ததால் 4 மணி நேரத்தில் அவர் இறந்துவிட்டார் என்றும், ஆனால் கடிபட்ட அவ நடைய நாய் மட்டும் இறக்கவில்லை என்றும் அதற் குக் காரணம் நாயின் தோல் தடிப்பாகவும் பாம்பின் பல் சிறியதாகவும் இருப்பதால் பாம்பின் நச்சு நாயைத் தாக்கியிருக்கமுடியாது என்றும் அறியப்பட்டுள்ளது.

கருவுற்ற கடல்பாம்புகள் கரைக்கு வந்து அங்குள்ள பாறைகளின் நடுவே முட்டையிடும். சில குட்டிகளையே ஈனுகின்றன. பிறகு அக்குட்டிகளுடன் சில காலம் தங்கிவிடும். செம்பர் என்னும் அறிவிய லார் பிளடுயூரல் பேஸியேடஸ் என்னும் ஒரு வகைக் கடல் பாம்பு ஒரு பாறையைச் சுற்றிக் கொண்டிருந்தது என்றும், அதன் மடிப்பில் ஏறத்தாழ 2' நீளமுள்ள 20 குட்டிகளிருந்தனவென்றும் தெரிவித் துள்ளார். ஹைட்ரஸ் பிளடியூர்ஸ் என்னும் கடல் பாம்பின் நச்சு விரைவாகச் செயல்படுவதோடல்லா மல் நரம்புத்திரள், திசுக்களை மட்டும் தாக்கக்கூடும்.

- சா. காசிநாதன்

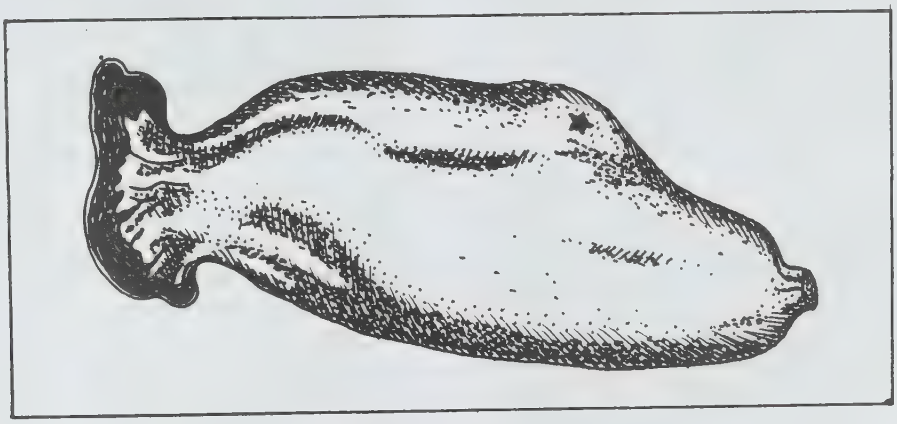
கடல் பீச்சு

முதுகு நாணுள்ளவை (chordara) எனும் தொகுதியை யும் வால் நாணுடையவை (urochordara) எனும் துணைத்தொகுதியையும் சார்ந்த அஸ்சிடியேசி(ascidia ceae) வகுப்பு உயிரியே கடல்பீச்சு (sea squirts) எனப் படும். பாறைகள் கொண்ட கடற்கரையில் வளர்தளத் துடன் ஒட்டிக்கொண்டு இது பெருங்கூட்டமாக வாழ்க்கை நடத்தும். இது தொல்லைக்கு உட்படும் போது ஏட்ரியத்துளை (atriopore) வழியாக நீரைப் பீச்சிவிடுகின்ற காரணத்தால் இதைக் கடல் பீச்சு என்பர். இதற்குக் கடல் உருளைக் கிழங்கு என்னும் பெயரும் உண்டு.

வளர்ச்சியுற்ற கடல்பீச்சு மூன்று அல்லது நான்கு அங்குல நீளத்தில் சுருக்கங்கள் நிறைந்த தோல் பை போன்ற அமைப்பைக் கொண்டிருக்கும். இது 1/100 அங்குலம் 1 அடிவிட்டம் வரை இருக்கும். உடலின் முன்பகுதி சுருங்கியும் அடிப்பகுதி அகன்றும் காணப் படும். அடிப்பகுதி வளர்தளத்துடன் ஒட்டிக் கொண் டிருக்கும். உடலின் முன்பகுதியில் ஒரு பெரிய வாய் உண்டு. இதை உள்ளூறிஞ்சுத் துளை (inhalent aperture) அல்லது செவுளறைத் துளை (branchial aperture) என்று கூறுவர். சற்றுப் பின்புறம் ஒரு பக்கமாக வெளிச் செல்லும் (exhalent) ஏட்ரியத் துளை அமைந்திருக்கும்.

கடல் பீச்சின் உடல் டியூனிக் என்னும் உறையால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும். இது செல்லுலோஸை ஒத்த டியூனிசின் என்னும் பொருளால் ஆக்கப்பட்டது. இவ்வுறை உடலின் வாய்ப்பகுதி, ஏட்ரியத்துளை

இரத்தக்குழாய் உடலுடன் இணையும் இடங்கள் போன்ற பகுதிகளில் மட்டுமே உடற்சுவருடன் இணைந்திருக்கும். பிற பகுதிகளில் இது உடற் சுவருடன் இணையாமல் தளர்ந்த போர்வையாக அமைந்து காணப்படும்.



கடல் பீச்சு

கடல்பீச்சின் தொண்டை (pharynx) அல்லது செவுள் அறை (branchial chamber) தனித்தன்மை வாய்ந்த அகன்ற அறை போன்று காணப்படும். இவ் வறை உடலின் பெரும்பகுதியைக் கவர்ந்து கொண்டி ருக்கும். இதன் மெல்லிய சுவர் பல நீண்ட செவுள் பிளவுகளால் (gill slits) அல்லது மூச்சுத் துளைகளால் (stigmata) துளைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தொண்டை, உணவு சேகரிக்கும் உறுப்பாகவும் மூச்சு உறுப்பாக வும் செயல்படும். இதன் இதயம் தசையாலான பை போன்ற அமைப்புடையது. இதயத்தின் செயல்பாடு வியக்கத்தக்க முறையில் அமைந்துள்ளது. இதயம் சுருங்கும்போது இரத்தம் சில சமயங்களில் முன் னோக்கிப் பாயும்; சில சமயங்களில் இரத்தம் பாயும் திசைமாறும்.

கடல் பீச்சு இருபாலி (hermaphrodite) ஆகும். எனவே அண்டப்பையும் விந்தகமும் அருகருகில் உடலின் இடப்பக்கத்தில் குடல் வளையுள் இடம் பெற்றுள்ளன. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் வெவ்வேறு காலங்களில் முதிர்ச்சியடைவதால் அயல் கருவுறுதல் உடலின் வெளியே நடைபெறும். கருவுற்ற முட்டை யுள் வளர்கரு (embryo) வளரும். இது போதிய வளர்ச்சி பெற்றவுடன் முட்டை பொரிந்து இளம் உயிரி வெளியேறும். இளம் உயிரி உருவமைப்பில் தவளையின் தலைப்பிரட்டையை ஒத்திருப்பதால் இது அஸ்சிடியன் தலைப்பிரட்டை (ascidian tadpole) எனப்படும். இது 3 மி. மீட்டர் நீளமுடையது. இதன் உணவுப்பாதை போதிய வளர்ச்சி பெறாமை யால் உணவு உட்கொள்வதில்லை. சில காலம் நீரில் நீந்தியபின் உடலின் முன்முனையில் உள்ள ஒட்டும் அரும்புகளிலிருந்து (adhesive papillae) சுரக் கும் நீர்மத்தால் வளர்தளத்துடன் தலைப்பிரட்டை ஒட்டிக்கொண்டு உருமாற்றம் (metamorphosis) அடையத் தொடங்குகிறது.

உருமாற்றத்தின்போது இத்தலைப்பிரட்டையின் வெளி வாழ்க்கைக்குத் துணையாயிருந்த வால், முதுகுநாண், நரம்புவடம் போன்ற உறுப்புகளும் பிற உணர்வு உறுப்புகளும் மறைந்து விடுவதால் இவ் வுருமாற்றம் பிற்போக்கு உருமாற்றம் (retrogressive metamorphosis) எனப்படும். உருமாற்றத்தின்போது ஒட்டும் அரும்புகளுக்கும் வாய்க்கும் இடையேயுள்ள குறுகலான வயிற்றுப்புறப் பகுதி மிகவும் பெரியதாக வளர்ச்சி பெற முதுகுப்புறப்பகுதி சிதைவுறுகின்றது. எனவே உடல் 180° சுழற்சியடைந்து வாய் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் பகுதிக்கு நேர் எதிர்த் திசைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இதனால் உடலின் நீள் அச்சு, தரை மட்டத்தில் அமைந்திருப்பதற்கு மாறாகச் செங்குத்தாக மாறுகிறது. இவ்வளர்ச்சி மாற்றங்கள் யாவும் ஒன்று அல்லது இரண்டு நாளே நீடிக்கும்.

கடல் பீச்சுக்கும் ஆம்பியாக்சஸுக்கும் (amphi-oxces) உள்ள தொண்டையின் அமைப்பு வளர்ச்சி முறைகளில் காணப்படும் உறவைக் கொண்டு விலங்கியல் வல்லுநர்கள் இவை இரண்டிற்கும் ஒரு பொதுவான முன்னோடி இருந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதுகின்றனர்.

- மு. சாகுல்அமீது

நூலோதி. H.H. Newman, *Phylum Chordata*, The Macmillan Company, New York, 1981.

கடல் புற்கள்

கடலில் வாழும் பூக்கும் தாவரங்களைக் கடல்புற்கள் என்று பொதுவாகக் குறிப்பிடுவது வழக்கம். உண்மை

யில் இவை புற்கள் அல்ல என்றாலும் சூழ்நிலை அடிப்படையில் பாகுபடுத்தப்பட்ட ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களாகும். இத்தாவரங்கள் உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் உள்ள கடலிலும், கழி முகங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இத்தாவரங்கள் யாவும் ஹைட்ரோகேரிட்டேசி, பொட்டாமோ ஜிட்டனேசி என்னும் இரண்டு குடும்பங்களைச் சார்ந்தவை. கடல்புற்களில் ஏறத்தாழ 12 பேரினங் கள் உள்ளன. ஹேலோபில்லா, தலாசியா, என் ஹாலஸ், ஜோஸ்டிரா, பில்லோபேடிக்ஸ், பொஸிட் டோனியா, ஹேலாடியூல், ஆம்ஃபியோலஸ், ஹெட் டிரோஜோஸ்டிரா, தலாஸோ டென்ரான், ருப்பியா, டிப்ளான்தீரா என்பவை பேரினங்களாகும். இந்தியா வில் ஏறத்தாழ 6 பேரினங்களும் 9 சிற்றினங்களும் அறியப்பட்டுள்ளன. இந்தியத் தென்கிழக்குக் கடற்பகுதியான பரங்கிப்பேட்டையிலுள்ள கழிமுகத் தில் ஹேலோபில்லா ஓவாலிஸ், ஹேலோபில்லா பெக்காரியை, ஹேலோடியூல் பைனிபோலியா ஆகிய கடல்புற்கள் காணப்படுகின்றன.

கடல்புற்களும் ஒரு வகை நீர்த்தாவரங்களே (hydrophytes) ஆகும். இத்தாவரங்கள் கடல் நீரில் வாழ்வதற்கான அனைத்துத் தகவமைவுகளையும் பெற்றுள்ளன. இவற்றில் உப்புநீரில் வாழும் தன்மை, நீரில் முழுதும் மூழ்கியிருத்தல், அலைகளின் செய லுக்கும் நீரின் அழுத்தத்திற்கும் ஈடு கொடுத்து நிலைத்து நிற்றல், நீரின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை, விதை பரவுதல் ஆகிய பண்புகள் முக்கியமானவை என்று ஆர்பர் (1920), டென்ஹார்ட்டோக் (1970) ஆகியோர் குறிப்பிட்டுள்ளனர். நன்னீர் வாழ் தாவரங்களுக்கான பொதுத் தகவமைவுகளும் உள்ளன.

கடற்புற்கள் கிடைமட்டத் தண்டு (rhizome), வேர், இலை ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளன. தண்டுப் பகுதி குறுகியது; தெளிவற்றது; வேர்கள் கிடைமட்டத் தண்டின் கணுப்பகுதிகளில் இருந்து சல்லி வேர்களாகத் தோன்றுகின்றன. இவை கிளை யோடோ, கிளையற்றோ இருக்கும். கிடைமட்டத் தண்டின் கணுக்களில் இருந்து இலைகளும் தோன்று கின்றன. ஆனால் இவை தரையை நோக்கி இல்லாமல் மேல்நோக்கி வளர்கின்றன. இலைகளில் செதில் இலை (scale leaf), இலைக்காம்பு (petiole), இலைப் பரப்பு (leaf blade) ஆகிய பகுதிகள் உள்ளன. இலை கள் அகன்ற இலைப்பரப்பையோ (ஹேலோபில்லா) தட்டையான இலைப்பரப்பையோ (ஹேலோடியூல், சிரிங்கோடியம்) கொண்டவை. இத்தாவரங்களில் பூக்கள் தோன்றுகின்றனவெனினும் அவை அளவில் குறைந்தும், குறிப்பிட்ட காலங்களில் மட்டும் வெளிப் படையாகவும் தோன்றுகின்றன. மகரந்தச் சேர்க்கை நீரின் உதவியால் நிகழ்கிறது. அதற்கேற்ப ஆண் மலர் களும், பெண் மலர்களும் அமைந்துள்ளன.

கடல்புற்களின் வளர்ச்சியில் பல்வேறு காரணி கள் பங்கு கொள்கின்றன. இவை உட்காரணிகளா கவோ வெளிக்காரணிகளாகவோ இருக்கலாம். எனவே கடல்புற்களின் வளர்ச்சி எப்போதும் கட்டுக்குள் அடங்கியே காணப்படுகின்றது. மகரந்தச் சேர்க்கை நடப்பதற்கும் அதன் தொடர்ச்சியாகக் கனிகள் தோற்றுவிக்கப்பட்டு, விதைகள் உண்டாகி அவற்றினின்று புதிய தாவரம் தோற்றுவிக்கப்படு வதற்கும் அலைகளின் வேகம், நீரின் அழுத்தம், உப்புத் தன்மை, வெப்பம் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அயனி அளவு (pH) ஆகியவையும் ஏற்றவாறு அமைய வேண்டும். இல்லையேல் தொடர் நிகழ்ச்சிகள் முற்றுப் பெறாத னவாக முடிந்து விடும் நிலை ஏற்படும். பெரும்பாலும் இத்தகைய தாவரங்களில் பாலிலா இனப்பெருக்கம் (vegetative reproduction) காணப்படுகிறது. இவற்றின் வளர் தளம் வளமுடன் மண்ணரிப்பின்றி இருந்தால் தான் கடல்புற்கள் தொடர்ந்து தம் இனத்தைப் பெருக்க முடியும்.

சூழ்நிலை அடிப்படையில் கடல்புற்கள் முக்கிய மாகச் செயலாற்றுகின்றன. எளிய உடலமைப்புக் கொண்ட தாவரங்கள் (ஹேலோடியூல்) ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் முன்னோடியாகத் தோன்றி நிலப்பரப்பைத் தோற்றுவிக்கின்றன. விரிந்த உடல மைப்புக் கொண்ட தாவரங்கள் (தலாசியா ஜோஸ் டிரா) பின், தொடர்ந்து வளர்ந்து நிலப்பரப்பின் பருமனை அதிகரிக்கின்றன. அத்துடன் அவற்றின் அகன்ற இலைப்பரப்பு தொற்றுத் தாவரங்கள் (epiphytes) வளர்வதற்கு ஏற்றதாகவும் உள்ளது. நாளடைவில் இத்தாவரங்களின் முதிர்ந்த பகுதிகள் அழுகுவதாலும் இவற்றிடையே நீரால் எடுத்துவரப் படும் உயிருள்ள, உயிரற்ற சிறு பொருள்கள் செருகு- சேர்வதாலும் மண்ணின் பருமன் அதிகரிக்கும். கடற் புற்கள் மண்பரப்பை உண்டாக்குகின்றன என்னும் தத்துவத்தின் அடிப்படையில் செயல்முறை ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய ஆய்வுகள் சாண்டியாகோ விரிகுடாப் பகுதியில் தாவர உடல் பகுதியைக் (vegetative part) கொண்டு மேற்கொள்ளப் பட்டன. விதைகளின் மூலம் இத்தாவரங்களைத் தோற்றுவிக்கும் வழிமுறையையும் அண்மையில் ஆய்ந்து வருகின்றனர்.

கடல்புற்கள் நீரில் வரும் பொருள்களின் சிறு கூறுகளைப் பிடித்து நிறுத்துகின்றன; நிலையான மண்பகுதியை உண்டாக்குகின்றன; நீரைத் தூய் மைப்படுத்துகின்றன; கரிமப் பொருள்களைத் தோற்று விக்கின்றன; பல கடல்வாழ் விலங்குகளுக்கு நேரடி உணவாகவும் அமைகின்றன; சிறிய, பெரிய மீன்கள் கடல்புற்களையும் அவற்றுடன் சார்ந்து வாழும் கடல்பாசிகளையும் உணவாக உட்கொள்கின்றன. கடல்வாழ் விலங்குகள் பலவற்றிற்கு இவை முக்கியமான வளரிடத்தையும் மற்ற உறைவிடத்தை யும் அளிக்கின்றன. இவை குறைந்த அளவு மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட நீரிலும் மூழ்கி வாழ்

கின்றன. இலையிலிருந்து ஆக்சிஜன் கடத்தப்பட்டுத் தண்டு, வேர் வழியாக மண்ணுக்கு எடுத்துச் செல்ல இத்தகைய தாவரங்கள் உதவுகின்றன. கடல்புற்களில் இருந்து வெளியேற்றப்படும் ஆக்சிஜன், இப்புற்கள் வாழும் பகுதியைச் சார்ந்து வாழும் பிற உயிர்களுக்கும் பிற செயல்களுக்கும் பயன்படுகிறது. அதுபோலவே மூச்சுவிடுவதால் வெளியேற்றப்படும் கார்பன் டைஆக்சைடு தாவரங்களில் நடைபெறும் ஒளிச்சேர்க்கைச் செயலுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படுவதுடன், சுற்றுப்புறச்சூழலில் ஒரு சமநிலையையும் ஏற்படுத்துகிறது.

கடல்புற்களால் வேறு சில பொருளாதார நன்மைகளும் கிடைக்கின்றன. கடலுடன் கலக்கும் கழிவு நீரில் உள்ள தூய்மைக்குக் கேடு விளைவிக்கும் பொருள்களைக் கடல்புற்கள் வடிகட்டிச் சுற்றுப்புறச் சூழலின் தூய்மை காக்கப் பயன்படுகின்றன. இவற்றின் இலைகளிலும் குறைந்த லிக்னினும், நிறைந்த செல்லுலோஸும் இருப்பதால் காகிதம் தயாரிப்பதில் இவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சோஸ்டிராவின் (zostera) இளம் மட்டநிலைத் தண்டுகள் பச்சையாகவும், சமைத்தும் உண்ணப்படுகின்றன. இவற்றின் கனிகளும் உண்ணப்படுகின்றன. உலர்ந்த கடல்புற்கள், நிலத்தாவரப் பொருள்களுடன் சேர்க்கப்பட்டுச் சிறந்ததொரு மாட்டுத் தீவனமாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மேலும் கடற்புற்கள் சிறந்த உரமாகவும் அமைகின்றன.

-லெ. கண்ணன்

கடல் புறா

இது துறைமுகம், கடற்கரை, உப்பங்கழி ஆகியவற்றைச் சார்ந்து (sea gulls) வாழ்கிறது. இவை கூட்டமாகச் செம்பருந்து, பழுப்புத் தலைக் கடல் காகம் முதலியவற்றோடு சேர்ந்து துறைமுகப்பகுதிகளில் வட்டமிட்டுக் கொண்டிருக்கும். மீன்கள் புழுபூச்சிகள், கப்பலினின்றும் எறியப்படும் அழுகல் பண்டங்கள் முதலியவற்றை உண்கின்றன. பிற பறவைகளை அச்சுறுத்தி அவை தேடிய உணவையும் கவர்ந்து விடுகின்றன.

இவை கடலருகிலும் கடலைச் சார்ந்தும் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ள லாரிடே (laridae) எனும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த, பறவைகளாகும். பெரும்பாலும் சாம்பல் அல்லது வெண்மை நிறமாகவும், தலை, இறக்கை முனைகள் முதலியன கருமையாகவும் காணப்படும். 'கடல் புறாக்கள் நீண்ட கூர்மையான சிறகுகளும், குட்டையான கழுத்தும், காலும், சவ்வினால் இணைந்த கால்விரல்களும், பிளவுபட்ட வாலும் உடையவை. சிலவற்றின் அலகு ஆப்பு வடிவில் இருக்கும்.

இவை தம் கூடுகளைப் புல் அல்லது கடல் தாவரங்களால் அமைக்கின்றன. இவற்றின் கூடுகளை மணல் மேட்டிலோ, சதுப்பு நிலத்திலோ, சிறு குன்றின் மீதோ, நீரின் மேற்பரப்பிலோ இனத்திற்கேற்றவாறு அமைக்கின்றன. ஒருசில தம் கூட்டை மரத்தின் மேலும் அமைக்கின்றன. சூழ்நிலையில் உள்ள நிறத்தை எதிரொளிப்பது போல, நிறமுடைய இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டைகளை ஒரு சமயத்தில் இடுகின்றன. ஆண், பெண் இரு பாலினமும் அடைகாக்கும் பணியில் ஈடுபடுகின்றன. உப்புக் கொத்திப் பறவையின் முட்டைகள் என இம் முட்டைகளை விற்பர்.

கடல் புறா

குறைந்த வெப்பமுள்ள ஐரோப்பாவிலும், நடு ஆசியாவிலும், மேல் ஆசியாவிலும் வாழும் இப்பறவைகள் கோடையில் கருமை நிறமாக மாறுகின்றன. நீண்ட நேரம் பறக்கக்கூடியவை. இப்பறவைகளில் சில வலசை போவதுண்டு. இவை நீரின் மேல் சிலசமயங்களில் மிதந்தாலும் இவற்றுக்கு வேகமாக நீந்துவதற்குச் சீரான உடலமைப்பு இல்லாததால் இவற்றின் நீந்தும் திறன் குறைவாகவே உள்ளது. இவை இனப்பெருக்கம் செய்யும் காலங்களில் பெருங்கூட்டமாகக் கூடுகின்றன.

- ம. அ. மோகன்

கடல் பேனா

குழிக்குடலிகளில் பென்னட்டுலேசி வரிசையைச் சேர்ந்த உயிரினங்களைக் கடல் பேனா (sea pen), கடல் இறகு அல்லது கடல் பான்சி (sea pansies) என்பர். சாதாரணமாக வெப்பக் கடற்பகுதிகளில் காணப்பட்டாலும் வட அட்லாண்டிக் போன்ற குளிர்ந்த பகுதிகளிலும் இவை வாழ்கின்றன. இதன் உடலின் நடுவிலுள்ள நீண்ட தண்டுப்பகுதியில் மேற் பகுதி சிறகுத்தண்டு அல்லது ரேக்கிஸ் (rachis) எனவும் கீழ்ப்பகுதி காம்பு அல்லது பிடங்கள் (peduncle) எனவும் குறிக்கப்படுகின்றன. காம்பின் அடிப்பகுதி அகன்று மண் அல்லது சேற்றில் பதிந்திருக்கும். இக் காம்புப் பகுதிகளில் மொட்டுகள் இல்லை. சிறகுத் தண்டில் அகன்ற சதைப்பற்றுள்ள பக்கக் கிளைகள் உள்ளன. இவை இலைகள் அல்லது பென்னுலே எனப்படுகின்றன.

கடல் பேனா

இவை இரு உருவத்தன்மை (dimorphic) உடையவை. இவற்றில் ஆட்டோ சுவாய்டுகள் அல்லது ஆன்தோகோடியா, ஸைபனோசுவாய்டுகள் எனப்படும் இருவகைப் பாலிப்புகள் காணப்படுகின் றன. ஆட்டோசுவாய்டு குடல் தாங்கிகளையும் இனப் பெருக்க உறுப்புகளையும் கொண்டிருக்கும். ஆனால் ஸைஃபனோசுவாய்டுகளில் குறைக்கப்பட்ட குடல் தாங்கிகளும் அகன்ற சைப்பனோகிளிஃப்புகளுமே (siphonoglyph) உள்ளன. தண்டுப்பகுதியிலுள்ள நான்கு வெற்றிடங்களை நீரால் நிரப்பும்போது உறுதிப்பட்டு மண்ணைத் தோண்டி புதைந்து கொள்ள முடியும்.

பென்னாட்டுலா எனும் இனம், சிவப்பு அல்லது மஞ்சள் நிறத்தையும், இலைகள் போன்ற பாலிப்பு களையும் கொண்டது. ஆழ்கடலில் காணப்படும் அம்பெலுலா எனும் இனம் அட்லாண்டிக், பசிபிக், இந்தியக் கடல்களில் காணப்படுவது மட்டுமன்றி, அண்டார்க்டிக் கடலிலும் காணப்படுகிறது. இவற் றின் முதல் பாலிப்புகள் இலையைப் போலும், இரண் டாம் பாலிப்புகள் மேற்பகுதியிலும் காணப்படுகின் றன. கடல் பேனாக்களின் பெரும்பாலான இனங்கள் ஒளியுமிழக் கூடியவை.

- ம. அ. மோகன்

கடல் மாசடைதல்

மனிதனின் நடவடிக்கைகள் காரணமாகப் பலவகைப் பட்ட மாசு சேர்ந்த கடலும் கடல் சார்ந்த இடமும் கேடுறுவதே கடல் மாசடைதல் என்று குறிப்பிடப் படுகிறது.

கடலில் எவ்வளவு மாசு சேர்ந்தாலும் கடலின் தூய்மை கெடாது எனவும், அளவில் பெரிய கடல் அனைத்து மாசையும் செரித்துவிடும் எனவும், எதை யும் தாங்கும் ஆற்றல் கொண்டது எனவும் பல காலமாக எண்ணிவந்தனர். ஆனால் இப்போது கடலின் இயற்கைச் சூழலைக் கெடுப்பதால் விளையும் தீமைகளை ஆராய்ந்து கடல் மாசடைவதைக் குறைக்கவும், தடுக்கவும் தக்க நடவடிக்கைகள் எடுக்கப்படுகின்றன.

கடலிலும் கடல் சார்ந்த இடங்களிலும் சேரும் கழிவுப் பொருள்களை நீர்ம வகைக் கழிவுகள், திண்ம வகைக் கழிவுகள், காற்றில் கலக்கும் மாசுகள் எனப்பிரிக்கலாம். கடல் அலை இரைச்சலையும் ஒரு மாசாகக்குறிப்பிட வேண்டும். கப்பல் கழிவுகள் துறை முகக்கழிவுகள் இரண்டும் மாசு மூலங்களாக உள்ளன.

கப்பல் கழிவுகள். நீர்ம வகை எரிபொருள் எண் ணெய்க் கசிவுகள், சரக்கு எண்ணெய்க் கசிவுகள், கப்பற் பொறியிலிருந்து கசிந்திறங்கும் எண்ணெய் இவை கப்பலின் அடிமட்டத்தில் கழிவாகச் சேர் கின்றன. கழுவி விடும் நீரும், பல எந்திரக் கருவிகளிலிருந்து வெளிவரும் தூய்மையற்ற நீரும் கப்பலின் அடிமட்டத்துக்குப் போய்ச் சேருகின்றன. எண்ணெயும் நீரும் கலந்த கலவை மாசாக அமைந்து, கடலில் சேரும்போது கடல் மாசடைகிறது.

கப்பலின் சரக்கு இறக்கப்பட்டபின் கப்பலின் எடை குறையும்போது, கப்பலைச் சமநிலையில் வைத்திருப்பதற்காகச் சரக்குக்குரிய தொட்டிகளில் அல்லது எரிபொருள் எண்ணெய்த் தொட்டிகளில் கடல் நீரை நிரப்ப வேண்டி வேரும். அந்த நீர் மிகவும் தூய்மை கெட்டு எண்ணெய் கலந்து கழிவாக மாறும். மீண்டும் சரக்கு ஏற்ற நேரிடும்போது அந்த அழுக்கு நீரைக் கடலில் விடுவதாலும் கடல் மாசடையக் கூடும்.

திண்மக் கழிவுகள். கப்பலின் சமையலறை, உண்ணும் அறை முதலியவற்றிலிருந்து வரும் உணவுக் கழிவுகளும் ஈரக் குப்பைகளும் நீரில் கலக்கின்றன. பணியாட்களின் அறைகளிலிருந்தும், அலுவலக அறைகளிலிருந்தும் சேரும் குப்பை, காகிதக் கிழிசல்கள், அட்டைப் பெட்டிகள், துடைப்பதற்கான கந்தைகள் போன்றவையும் கடல் நீரை மாசுப்படுத்தும்.

காற்றில் சேரும் மாசுகள். நிலக்கரியை எரித்து நீராவி உண்டாக்கி இயக்கப்படும் கப்பல்களின் புகை, மற்றவகைக் கப்பல்களின் புகை, கொதிகலன்களிலிருந்து வரும் புகை ஆகியவற்றில் உள்ள கார்பன் மோனாக்சைடு, சல்பர் டைஆக்சைடு, நைட்ரஜன் ஆக்சைடு போன்றவை காற்றில் கலப்பதால் மாசடைகிறது.

இரைச்சல். கப்பல் பொறி அலை இரைச்சல், கப்பலின் சங்கொலி இரைச்சல் போன்றவையும் காரணமாகின்றன.

துறைமுகக் கழிவுகள். கடற்கரையில் எண்ணெய் போன்ற பொருள்கள் பெருந்தொட்டிகளில் வைக்கப் பட்டிருக்கும். கப்பலில் ஏற்றுவதற்காகவோ கப்பலிலிருந்து இறக்கிய பின்னோ அத்தொட்டிகளில் எண்ணெய் தேக்கி வைக்கப்படும். அத்தொட்டிகளிலிருந்து வரும் கசிவு, ஏற்றும்போதும் இறக்கும்போதும் பணி புரிவோர் செய்யும் தவறுகளால் சிந்தும் நீர்மம், அத்தொட்டிகளைக் கழுவி விடும்போது வரும் கசிவு போன்றவை தரையில் ஊறி அடிநிலை நீர் கெட நேரிடும். மழை நீருடன் கலந்தும் மாசு ஏற்படும்.

திண்மக் கழிவுகள். பெருமளவிலான சரக்குகளை ஏற்றும்போதும் இறக்கும்போதும் கழிவுப் பொருள்கள் மிகையாகச் சேரும். சரக்கு ஈரமாகாமலிருக்க அடியில் பரப்பப்படும் வைக்கோல், பாய் போன்ற பொருள்கள், காகிதப் பொருள்கள், முட்டுக் கொடுக்க உதவும் பொருள்கள் முதலியவற்றையும் கூறலாம். சிந்திய சரக்குகள், எஞ்சிய பொருள்கள் இவற்றில் சில நச்சுத்தன்மையுடையனவாகவும், தீமை தருவனவாகவும் இருக்கலாம்.

காற்றில் சேர்பவை. பெருமளவில் நிலக்கரி, பாஸ்ஃபேட், தானியம், உப்பு வகை, பெட்ரோலியப் பொருள் முதலியவை கப்பலில் ஏற்றப்படும்போதும் இறக்கப்படும்போதும் மிகுந்த தூசி பரவிக் காற்றில் சேரும். தரையில் படியும் தூசி, மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்பட்டுச் சுற்றுப்புற நீரில் கலக்க இடமுண்டு. சிதறும் கரிமப் பொருள்கள் கடல் நீரில் கலந்து நீரிலுள்ள ஆக்சிஜனின் அளவைக் குறைத்து விடுகின்றன. நச்சுத் தன்மையும் பரவக்கூடும். பெருமளவில் நீர்மச் சரக்குகள் ஏற்றப்படும்போதும் இறக்கப் படும்போதும் ஹைட்ரோகார்பன் பொருள்கள் வெளி வந்து சூரியனிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்களின் ஒளி வேதியியல் நடவடிக்கை காரணமாகப் புகை மண்டலமாகப் பரவக்கூடும்.

எண்ணெய் சிந்துதல். கடலிலும் கலம் செல்லக் கூடிய கால்வாய் போன்ற நீர்ப் பாதைகளிலும் பண்படா எண்ணெய், (crude oil) பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய் டீசல் எண்ணெய் சிந்துவதால் நீரின் தூய்மை கெடக்கூடிய வாய்ப்பு பல ஆண்டுகளாக இருந்து வருகிறது. எண்ணெய் சிந்திக் கடல்நீர் மாசு படுவதால் மீன்களும் கரையோர விலங்குகளும் பாதிக்கப்படுவதும், மக்கள் உடல்நலம் கெடுவதும் கண்டு 1924 ஆம் ஆண்டில் அமெரிக்கா எண்ணெய் சிந்துவதைத் தடுக்கும் எண்ணத்துடன் ஒரு சட்டம் இயற்றியது. ஆனால் உலகில் எண்ணெய் எடுப்பதும், பல இடங்களுக்கு அதைக் கப்பலில் ஏற்றிச் செல்வதும் பெரிதும் அதிகரித்து வந்திருப்பதால், எண்ணெய் சிந்திக் கடல்நீர் மாசுபடும் வாய்ப்புகள் பெருகி உள்ளன.

பத்து லட்சம் பீப்பாய் எண்ணெய்க்குக் குறைந்தது ஒரு பீப்பாய் எண்ணெய் வீணாகிறது. கப்பல்களிலுள்ள மாபெரும் தொட்டிகளில் எண்ணெய் நிரப்பும் போது தவறுதலாக வழிய விடுவதால் எண்ணெய் சிந்துவதைக் காணலாம். கப்பல்கள் மோதியோ, தரைதட்டியோ, தீப்பிடித்தோ விபத்துகள் ஏற்படுவதால் எண்ணெய் சிந்துவதுமுண்டு.

கப்பலின் பொறி உள்ள அறை, குழாய் இவற்றில் ஏற்படும் கசிவாலும் வரும் எண்ணெய், சிந்திய மசகு எண்ணெய் சிந்திய எரிபொருள் எண்ணெய் முதலியவை கழிவு நீருடன் கலந்து கப்பலின் அடித்தளத்தின் வழியே கடலில் சேரும்போது கடல் நீர் மாசுபடுகிறது. அவ்வாறு சேரும் கழிவு அளவில் சிறிதாக இருந்தாலும், கடலில் செல்லும் ஆயிரக் கணக்கான கப்பல்கள் வெளிவிடும் மொத்த அளவைக் கணக்கிட்டால் மாசின் அளவு மிகவும் அதிகமாக இருப்பதை அறியலாம்.

ஆழ்கடலில் பெட்ரோலியம் இருப்பது தெரிய வந்ததால் அங்கு எண்ணெய்க் கிணறுகள் அமைக்கப் படுகின்றன. கிணறுகளில் விபத்து ஏற்படும்போது மிகுந்த அளவு எண்ணெய் கடலில் கலக்க நேரும். எண்ணெய் தூய்மை செய்யும் ஆலைகள், பெட்ரோலிய வேதியியற் பொருள் தயாரிப்பு ஆலைகள்

போன்றவையும் எண்ணெய் சிந்திக் கடலில் கலப்பதற்குக் காரணமாக உள்ளன.

எண்ணெய் இருப்பதால் சில கடற்பாசிகள் நன்கு வளர்கின்றன. அப்பாசிகள் அளவுக்கு மீறிப் பெருகினால் பிற உயிர்ப் பொருள்கள் வாழ இயலாத நிலை உண்டாகும். எண்ணெய் மிகுதியாகச் சிந்தப்படும் செங்கடலில் சில பாசி இனம் பெருகிப் பவளப் பூச்சிகளை அழித்து விட்டன.

பொதுவாகக் கடலில் சிந்தும் எண்ணெய் வட்டமாகப் பரவி, மெல்லிய படலமாக நீரின் மேல் மிதக்கும். ஆனால் காற்று நன்கு வீசும் பகுதியில் காற்றின் வேகத்தில் (3 அல்லது 4% வேகத்தில்) அக்காற்று செல்லும் திசையில் எண்ணெய் பரவும். புவியின் வட பாதியில் ஒரு சிறிது வலப்புறமாகச் சாய்ந்து பரவும். கடல் நீரில் மேற்புறத்து நீரோட்டமிருப்பின், அந்நீரோட்டத்தின் வேகம், அது செல்லும் திசை, காற்றின் வேகம், அது செல்லும் திசை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமையும் நேரியப் பாதையில் எண்ணெய் பரவிச் செல்லும்.

ஓதம் (tide) எழும்போது எண்ணெய் நீருடன் நன்கு கலக்கும். கடற்கரை வரை எண்ணெய் கலந்த நீரைப் பொங்கு அலை பரவச் செய்துவிடும். நீர் மீது பரவியுள்ள எண்ணெய் ஆவியாகப் போகும். எடை குறைந்த பெட்ரோல் எண்ணெய் விரைவாக ஆவியாகும். காற்று 2 கடல் மைல் வேகத்தில் (ஒரு கடல் மைல் 6080 அடி அல்லது ஏறத்தாழ 1850 மீட்டர்) வீசும்போது எட்டே நிமிடங்களில் பெட்ரோல் 20% எடையை இழக்கும். ஆனால் பண்படா எண்ணெய் அந்த அளவு எடை இழப்பதற்கு ஒரு மணி நேரம் ஆகும். ஆவி போக எஞ்சிய பண்படா எண்ணெய் பிசுபிசுப்புடன் காணப்படும். அது நீருடன் கலந்துவிடும். சிந்திய எண்ணெய் தட்பவெப்பநிலை காரணமாக நிறை மிகையாகி நீருள் மூழ்குவதுண்டு. சில காலத் திற்குப்பின் அந்த எண்ணெய் மேலே வரக்கூடும்.

கடலில் ஓரிடத்தில் எண்ணெய் பரவியிருக்கும் பரப்பை முன்பெல்லாம் கண்ணால் பார்த்து மதிப்பிட்டு வந்தனர். பின்னர் லேசர், அகச்சிவப்புக் கதிர் ஆகியவை கொண்டு விமானத்தில் பறந்தவாறே ஆயும் முறை வந்தது. எண்ணெய் பரவியுள்ள இடத்திலிருந்து வரும் அகச்சிவப்புக் கதிருக்கும் நீர் மட்டும் உள்ள இடத்திலிருந்து வரும் அகச்சிவப்புக் கதிருக்குமிடையே உள்ள வேறுபாட்டை வைத்து எண்ணெய் சிந்திய பரப்பு தெளிவாக அறியப்படுகிறது. சிந்திய பொருளின் தன்மை பற்றி ஆய்ந்தறிவதற்கு அணு உட்வேர், நிறமாலைப் படப்பிடிப்புப் போன்ற பல்வேறு முறைகள் பயன்படுகின்றன.

ஓரிடத்தில் பரவிய எண்ணெயை மேற்கொண்டு பரவிச் செல்லாமல் தடுத்து நிறுத்துவதற்காகத் திரையும் வேலியும் போடும் முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. நீரின் மேற்பரப்பில் மிதவை போன்ற அமைப்பைப் போட்டு அதனடியில் திரை போன்ற அமைப்பைத் தொங்கவிட்டு நீரிலுள்ள ஓட்டம் எண்ணெயைத் தள்ளிக்கொண்டு செல்லாதவாறு தடுப்பதே திரை அமைப்பு முறையாகும். வேலி முறையில் மிதவையொன்றின் உதவியால் செங்குத்தான பலகை நீர்மட்டத்துக்கு மேலும் கீழும் நிற்குமாறு வேலி அமைப்புப் போடப்படும். சிறிய பரப்பில் பரவியுள்ள எண்ணெயைக் கட்டுப்படுத்த வேலி முறை உதவும். எண்ணெய்க் கப்பலிலிருந்து எண்ணெய் எடுக்கும்போது கப்பலைச் சுற்றி வேலி அமைப்புப் போட்டால், சிந்தும் எண்ணெய் பரவுவதைத் தடுக்கவும் சிந்திய எண்ணெயை அகற்றவும் இயலும்.

சிந்திய எண்ணெயை அகற்றுவதற்குப் பல வழிகள் உள்ளன. பல துளைகள் கொண்ட குழாயை நீரினடியில் போட்டு அதன் மூலம் காற்றைச் செலுத்திக் காற்றுக் குமிழ்களை உண்டாக்கி எண்ணெயை உயரக் கொண்டுவந்து திவலைகள் உருவில் எண்ணெயைச் சேகரிக்கலாம். மிகுதியான அலை இல்லாதபோதும் எண்ணெய் கெட்டியாக உள்ளபோதும், வேலித் தடுப்பு அமைத்து, அதன் மீது எண்ணெய் மட்டும் தாண்டிச் செல்லுமாறு வைத்து எண்ணெயைத் தேக்கிக்கொள்வதும் ஒரு முறை. நீர் ஒட்டாத ஆனால் எண்ணெய் மட்டும் ஒட்டக்கூடிய பொருளை மேற்பரப்பில் நகர்த்திக் கொண்டே சென்று, அதன்மீது ஒட்டிக்கொள்ளும் எண்ணெயை வழித்துக்கொள்வது வேறு ஒரு முறை. அகப்பை போன்ற அமைப்பைக் கப்பலோடு இணைத்து நீரின் மேலுள்ள எண்ணெயை வழித்து எடுப்பதும் உண்டு. நுரை ரப்பர், பாலியூரத்தேன் நுரை விரிப்புப் போன்றவற்றை மிதக்கவிட்டு, அதில் சேரும் எண்ணெயைப் பிழிந்தெடுக்கலாம். வைக்கோலை நீர்மேல் வைத்து அது எண்ணெயை உறிஞ்சியபின் வைக்கோலை அகற்றிவிடுவது சிக்கன முறையாகும். ஆனால் இடப்பட்ட வைக்கோல் முழுவதையும் எடுக்க முடியாமல் அவற்றுள் சில நீருள் அமிழ்ந்துவிடும் குறையும் இதில் உண்டு.

கப்பலிலிருந்து எண்ணெய் சிந்திக் கடல் மாசடைவதை முன்னேற்பாடாகத் தடுப்பது அல்லது சிந்தும் அளவைப் பெரும்பான்மையாகக் குறைப்பது சிறந்த முறையாகும். எண்ணெய்த் தொட்டிகளைக் கழுவ உதவும் நீர், சமநிலை எடை உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்பட்ட நீர் ஆகியவற்றை அப்படியே கடலில் விடாமல், கப்பலிலேயே தனியொரு தொட்டியில் தேக்கிவைத்து, போதுமான காலம் சென்றபின் எண்ணெய் முழுதும் மேலே மிதக்கும்போது, கீழேயுள்ள நீரை மட்டும் கவனமாக வெளியில் விடுவது ஒரு முன்னேற்பாட்டு முறையாகும். இதற்கு, மேலே தேக்கி வைக்கும் முறை என்று பெயர். இம்முறை

யால் கடல் நீரில் எண்ணெய் சேருவது பெரும்பான்மையாகக் குறைக்கப்படுகிறது. உலகிலுள்ள எண்ணெய்க் கப்பல்களில் முக்கால் பங்கு இம்முறையைக் கையாளுகின்றன. ஆனால் இந்த முறையில் சில குறைகள் உண்டு. குளிர் நாள்களில் எண்ணெயும் நீரும் விரைவாகப் பிரிய மாட்டா. குறுந்தொலைவு செல்லும் கப்பல்களில் பிரிவதற்கான நேரம் போதாமல் போகலாம். எண்ணெய் நிற்கும் மட்டத்தை நுட்பமாக அறிய முடியாமல் எண்ணெயும் சேர்ந்து வீணாக நேரிடலாம்.

சமநிலை எடை உண்டாக்குவதற்காகக் கப்பலில் தனித் தொட்டிகள் அமைத்துக் கொள்வதால் எண்ணெய்க் கலப்பைத் தவிர்க்கலாம். அனைத்துலகக் கடல்துறை ஆலோசனை நிறுவனம் (International maritime consultative organisation-IMCO) 1973 ஆம் ஆண்டில் 70,000 டன் நிலை எடை கொண்ட எண்ணெய்க் கப்பல்கள் தனிச் சமநிலை எடைத் தொட்டிகள் கொண்டிருக்க வேண்டும் என்னும் விதிமுறையைக் கொண்டு வந்தது. 400 டன்னுக்கு மேற்பட்ட எடையுள்ள கப்பல்களில் எண்ணெயையும் நீரையும் பிரிக்கும் அமைப்பு இருத்தல் வேண்டும் எனவும் அந்த நிறுவனம் விதித்தது. ஐக்கிய நாடுகள் நிறுவனம் (UNO) மாசு எண்ணெயை அகற்றுவதற்கும் எண்ணெய் மாசு சேராமல் முன்னேற்பாடு செய்வதற்கும் பெருமுயற்சி செய்கிறது.

சாக்கடைக் கழிவு. சாக்கடைக்கழிவு என்பது மனித உடல் கழிவுகள், கழிப்பறைக் கழிவுகள், விலங்குகள் உள்ள இடத்திலிருந்து வரும் கழிவுகள் போன்றவற்றைக் குறிக்கும். சாக்கடைக் கழிவைக் கடலில் கலக்கவிட்டால், அந்த இடத்தில் நீரிலுள்ள ஆக்சிஜன் குறைந்துபோகும். கடல் படிவுகளிலுள்ள ஆக்சிஜனும் குறைந்துவிடும். உணவாகக்கூடிய சத்துப் பொருள்களும் நோய்க் கிருமிகளும் நீரில் சேரும்.

கடல் நீரில் ஆக்சிஜன் குறையுமானால் அங்கு வாழும் உயிரினம் அழிய அல்லது இடம் மாற நேரிடும். கரைந்த நிலையில் நைட்ரஜனும் பாஸ்பேட்டுகளும் சத்துப் பொருள்களாக நீரில் சேர்வதால் பாசிகள் மிகுந்த அளவில் பெருகி, இயற்கையின் சமநிலை கெடும். அளவுக்கு மீறிப் பாசிகள் ஓரிடத்தில் பெருகினால் (eutrophication) ஆக்சிஜன் குறைவதுடன் அப்பாசிகளும் அவற்றை உண்டு வாழும் உயிரிகளும் இறக்க நேரிடும். கரையோரக் கடலில் சேரும் சாக்கடைக் கழிவிலிருந்து உற்பத்தியாகி வரும் பாக்டீரியா, வைரஸ், ஒட்டுயிர் போன்றவை நோயுண்டாக்கக் கூடியவை. மனிதருக்கு அவற்றால் நோயுண்டாகும் வாய்ப்பு உண்டு.

கரையோரக் கடலானாலும் நடுக்கடலானாலும் எந்த அளவு வேண்டுமானாலும் கழிவைக் கொட்டலாம் என்னும் தவறான எண்ணத்தில் கரையோர நகரங்களும் தொழிற்சாலைகளும் சாக்கடைக் கழிவுகளையும், நச்சுத்தன்மையுடைய வேதியியற் கழிவுகளையும், நுண்ணுயிர்களால் சிதைக்க இயலாத திண்மக் கழிவுகளையும் கொட்டி வருகின்றன.

நடுக்கடலில் மேடைகள் அமைத்துப் பெட்ரோலியம் எடுத்தல், அணு ஆற்றல் மூலம் மின்சாரம் தயாரித்தல், விமான தளமாகப் பயன்படுத்தல், இராணுவத்தினர் தங்குதல் போன்ற செயல்கள் இப்போது மிகுதியாக நடைபெறுகின்றன. அவ்விடங்களில் சேரும் மனித உடல்கழிவை அப்புறப்படுத்தும் பணி எளிதானதன்று. கடலில் விடுவது எளிதாகத் தோன்றலாம். மிகக் குறைந்த அளவிலுள்ள கழிவாக இருந்தால் கடல் நீர் ஓரளவு பாக்டீரியாவைக் கொல்வதால் சில நோய்க்கிருமிகள் அழியும். ஆனால் தொடர்ந்தும் பெருமளவிலும் கழிவு வந்து சேருமாயின் மாசடைவு ஏற்படவே செய்யும்.

கப்பல்களில் சேரும் சிறிய அளவிலான உடல் கழிவைக் கடலில் விடுவது குறித்து அனைத்துலகக் கடல் துறை ஆலோசனை நிறுவனம் சில விதிகள் ஏற்படுத்தியுள்ளது. கரையிலிருந்து 12 கடல் மைலுக்கு அப்பால் சிறிய அளவிலான கழிவை அப்படியே கடலில் விடலாம். 4-12 கடல் மைலுக்குள் கழிவைக் கடலுக்குள் விடுமுன் பூச்சிக் கொல்லி மூலம் தூய்மை செய்ய வேண்டும். 4 கடல் மைலுக்குள் விடுவது பொறுத்து அடுத்துள்ள நாட்டின் விதிமுறைகள் நடைமுறையாகும்.

சாக்கடைக் கழிவை அப்புறப்படுத்துவதில் கப்பல்கள் வெவ்வேறு முறைகளைக் கையாளுகின்றன. கழிவில் குளோரின் சேர்த்துத் தூய்மை செய்து வெளியேற்றும் முறைக்கு முதல் நிலைத் தூய்மை முறை என்று பெயர். இரண்டாம் நிலை நுண்ணுயிர் நீக்க முறை என்பதில் ஹைப்போகுளோரைட்டுகளைச் சேர்த்துத் தூய்மை நடைபெறும். கழிவிலுள்ள கரையக் கூடிய - கரிமப் பொருள்களையும் திண்மப் பொருள்களையும் அகற்றித் தூய்மை செய்யும் முறைக்கு நுண்ணுயிரல்லாதவை நீக்கமுறை என்று பெயர். வேதியியற் பொருள்களான சோடியம் ஹைப்போகுளோரைடு, கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைடு, ஓசோன், பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் முதலியவை கொண்டு ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து தூய்மை செய்வதும் உண்டு. சிறு அளவிலான கழிவைப் பொறுத்து வேதியியற் பொருள் பயன்படுத்தலாம். முன்னதாகத் திண்மப் பொருள் அகற்றப்பட்ட கழிவுநீரை ஓசோன் நன்கு தூய்மை செய்யவல்லது. ஆனால் ஓசோன் உற்பத்தி செய்வதும் அதைக் கையாளுவதும் கடினமானவையாகும். திண்மப்பொருள் பகுதியை அகற்றியபின் பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட் கொண்டு தூய்மை செய்வது பயனுள்ளது. ஆனால் அதன் விலை மிகுதி. சாக்கடைக்கழிவிலுள்ள திண்மப் பொருளைப் பிரித்துத்

தொகுத்துக் கரையை அடைந்தபின் அப்புறப்படுத்துவதும், கப்பலிலேயே பொசிக்கி அழித்துவிடுவதும் திண்மப்பொருள் பகுதி பொறுத்துக் கையாளப்படும் வெவ்வேறு முறைகளாகும். நீர்ப் பகுதியைத் தனியே தூய்மை செய்து அகற்றுவதோ, அதே நீரை மீண்டும் கழிவைத் தள்ளிக்கொண்டு வர விசை ஓட்டம் கொடுத்துப் பயன்படுத்துவதோ கழிவை எவ்வகையிலும் கடலில் விடாமல் நீர்ப்பகுதியை ஆவியாக்கிவிட்டுத் திண்ம பகுதியை எரித்து விடுவதோ உண்டு. இவ்வாறு சாக்கடைக்கழிவு கடலை மாசுபடுத்தாதிருக்க ஏற்ற ஏற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன.

கடற்கரைக் கழிவுகள். கடலில் குப்பையைக் கொட்டும் பழக்கம் சில கடலோர நகரங்களில் உண்டு. உடைந்த நெகிழிப் (plastic) பொருள்களை அழிக்க, கடல்தான் பயன்படுகிறது. எனவே, 1973 இல் நடைபெற்ற அனைத்துலகக்கடல்துறை ஆலோசனை நிறுவனத்தின் மாநாடு சில விதிமுறைகளை வகுத்தது. திண்மக் கழிவுகளைப் பொறுத்த வரை சில விதிமுறைகளாவன:

கடலில் நெகிழிப் பொருள்களைப் போடக் கூடாது. கரையிலிருந்து தொலைவில் நடுக்கடலில் போடுவதும் கூடாது. கரையிலிருந்து 5கி.மீ தொலைவுக்குள் கடலில் எவ்விதக் குப்பையையும் கொட்டக் கூடாது.

5. கி. மீட்டருக்கு அப்பால், நன்கு அரைத்துக் கூழாக்கி, தூய்மை செய்து கேடுகளை நீக்கிக் குப்பையைப் போடவேண்டும். 20 கி. மீட்டருக்கு அப்பால் உணவுக் கழிவுகள், குப்பைகள் இவற்றைப் போட வேண்டும். மிதக்கக்கூடிய குப்பை எதையும் 42 கி.மீட்டருக்கு அப்பால்தான் போட வேண்டும்.

கடலை ஒட்டிக் கப்பல் கட்டும் தொழிற்சாலைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. அத்தொழிற்சாலைகளிலிருந்து அமிலக் கழிவு, காரப் பொருள் கழிவு, சயனைட் நச்சுப்பொருட்கழிவு, குரோமியம், நிக்கல், தாமிரம், துத்தநாகம் போன்ற உலோகக் கழிவு, பாஸ்ஃபரஸ் கலந்த கழிவு, கரிமப் பொருட்கழிவு, எண்ணெய்க்கழிவு எனப் பலவகைக்கழிவுகள் வரக் கூடும். கழிப்பறைக் கழிவுகளும் உண்டு. மழைநீர் விழுந்து நச்சுக் கழிவுப் பொருள்களுடன் கலந்து சென்றால் கடல் மாசுறும். தொழிற்சாலைக் கழிவுநீர் செல்வதற்குத் தனியாவும், மழைநீர் செல்வதற்குத் தனியாகவும் வடிகால் இருக்க வேண்டும். தீங்கான பொருள்கள் கலந்த கழிவுநீரைத் தனியே தொட்டிகளில் தேக்கித் தூய்மை செய்த பின்னரே வெளியில் விடவேண்டும். கழிப்பறைக்கழிவுநீர், கரிமப் பொருள்களுடன் கூடிய கழிவுநீர் ஆகியவற்றுக்குத் தனி வடிகால் இருப்பதும், அவற்றைத் தேக்கி மாசகற்றி வெளியில் விடுவதும் வேண்டும்.

அணு ஆற்றல் கொண்டியங்கும் கப்பல் கட்டும் போது கதிரியக்கக் கழிவுப்பொருள் உண்டாகும். அதை அப்புறப்படுத்துவதற்கு அறிவியல் திறன் தேவையாகும். கதிரியக்கக் கழிவு, கடலில் கலக்குமானால் விளையும் தீங்குகள் அச்சந்தரத்தக்கவை. கதிரியக்கத்தால் தாக்கமுற்ற மீன்கள் பெருந்தீங்கிற்குள்ளாகின்றன. அம்மீன்களை உண்ண நேரிடும் மனிதருக்கு இரத்தப்புற்று நோய் உண்டாகிறது. கதிரியக்கம் சூழலின் தன்மையையே கெடுத்துவிடும். கதிரியக்கக் கழிவு பொறுத்து மிகுந்த விழிப்பும் பொறுப்பும் தேவை. அணு உலைகளிலிருந்து பெறப்பட்ட கதிரியக்கக் கழிவுப் பொருள்களைச் சில வல்லரசுகள் கடலின் ஆழத்தில் தக்க பாதுகாப்புடன் போட்டுள்ளன எனச் செய்திகள் வந்தன. கதிரியக்கம் நெடுநாள் நீடிக்கக்கூடியது, கடுமையான விளைவுகளை உண்டாக்கக்கூடியது என்பதால் கதிரியக்கக் கழிவு நீக்கம் தொடர்பாகப் பல ஆய்வுகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. தாக்கம் விளைவதைத் தடுக்கும் பாதுகாப்பு ஏற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. கடல் எந்த அழிவையும் தாங்கவல்லது என்பதாலோ, கடலே கழிவைப் போடப் பாதுகாப்பான இடம் என்பதாலோ, முன்பு செய்யப்பட்ட குற்றங்கள் தற்போது இல்லை. சூழல் பாதுகாப்புணர்வு வளர்ந்திருப்பதால் பொறுப்புணர்ச்சியும் வளர்ந்துள்ளது.

எரியக்கூடிய திண்மக் கழிவுகளையும், நீர்மக் கழிவுகளையும் எரித்து அழிப்பதற்காகப் பல கருவிகள் உள்ளன. தார், நெகிழி போன்ற கழிவுகளுக்கும், அழுக்கு நீருக்கும் சுழலும் காளவாய் (rotary kiln incinerator) பயனுள்ளது. பெரிய அளவிலுள்ள கழிவுகளுக்கு இது நன்கு பயன்படும். திண்ம, நீர்ம மாசுப் பொருள்களை எரித்து அழிக்கும்போது சுற்றுப்புறக் காற்று மாசடையா வண்ணம் பாதுகாப்பு ஏற்பாடு செய்யவேண்டும்.

கடற்கரையில் சேரக்கூடிய திண்மப் பொருட் கழிவுகளைப் பொறுத்து முன் ஆய்வு செய்து சூழல் பாதுகாப்பு ஏற்பாடு அமைத்தல் வேண்டும். கழிவின் அளவு, தன்மை, அது சுற்றுப்புறத்தைத் தாக்கக் கூடிய விவரம், கழிவை அகற்றுவதற்கும் அதிலுள்ள தீமைகளை நீக்குவதற்கும் தக்க ஏற்பாடு, செலவு குறைந்த அதே சமயம் பயன்மிகுந்த மாற்று ஏற்பாடுகள், தொழில் நுட்பத் தேவை போன்றவற்றை நன்கு ஆராய்ந்து செயல்படுதல் வேண்டும்.

கடற்கரைக் காற்று மாசடைதல். கப்பல் கட்டும் தளத்து நடவடிக்கைகள், மொத்தச் சரக்கு ஏற்றுதல் இறக்குதல், கப்பல் வெளிவிடும் புகை ஆகியவை காரணமாகத் துறைமுகக் காற்று மாசடைகிறது.

கப்பல் கட்டும் தளத்தில் பல வகை வேலைகள் நடைபெறும்போது தூசி எழும். துறைமுகத்தில் நிற்கும் கப்பலில் எரிபொருள் எரிந்து புகை வரும். நிலக்கரி, கோதுமை, இரும்புத் தாது, பாஸ்ஃபரஸ்

கட்டிகள் போன்ற சரக்குகளை ஏற்றும்போதும் இறக்கும்போதும் தூசி மிகும். கந்தகம், போராக்ஸ் போன்றவை துன்பம் விளைவிக்கக் கூடியவை. நகரும் பட்டை வழிச் செல்லும் சரக்கை மேலிருந்து கொட்டும்போது தூசி காற்றில் சேரும்.

இவ்வாறு காற்றில் மாசு சேர்வதைத் தடுப்பதற்காகப் பல ஏற்பாடுகள் உள்ளன. சரக்குக் கொட்டப் படும் இடத்தைச் சுற்றிலும் அடைப்பு ஏற்படுத்தி, அதிகக் காற்று வீசித் தூசி பரவ வழியின்றிச் செய்வது ஒரு முறை. அடைப்புக்கு மாறாகச் சுற்றிலும் நீரை விசிறித் தெளித்தபடி, நீர்த் திரை அமைத்துத் தூசு பரவாமல் தடுப்பது மற்றொரு முறை. கந்தகம், நிலக்கரி போன்றவற்றைக் கையாளும்போது தெளிப்பு முறை பயனுள்ளதாயிருக்கும்.

சரக்கைக் கொட்டும்போது வரும் தூசியைச் சேர்த்து, காற்றில் பரவ விடாமல் செய்யும் முறையும் கையாளப்படுவதுண்டு. தூசியை வடிகட்டும்முறையில் பையொன்றில் தூசியைச் சேர்க்கலாம். தூசியின் தன்மை, பரிமாணம், ஒட்டும் குணம், எரியக்கூடிய தன்மை, அரிப்புத் தன்மை, ஈரச்சத்து, வெப்பநிலை முதலியவற்றைப் பொறுத்து வடிகட்டிச் சேர்க்கும் முறை அமையும். 10 மைக்ரான் விட்டத்திற்கும் குறைவான அளவு கொண்ட தூசுப் பொருள் காற்றின் விசையால் பை வழிச் செல்லும்போது தூசு பைக்குள் தங்கிவிடும்.

காற்றின் விசைகொண்டு சரக்குப் பொருளைக் குழாய்வழிக் கொண்டு செல்வதும், நீர் கலந்து தூசியை அடக்கிக் குழாய் வழியாகக் கொண்டு செல்வதும் சூழல் மாசாகாதவாறு காக்கும் வேறு முறைகளாகும். கோதுமை, அரிசி, சிமெண்ட், மணல் போன்றவற்றை மொத்தக் காற்று விசையால் குழாய் வழியாக ஏற்றுவதும் இறக்குவதும் பயனுள்ளவை. கப்பலின் புகைக்கூண்டு வழியாக வரும் புகையில் சல்பர் டைஆக்சைடு வந்து காற்றில் கலக்க வாய்ப்புண்டு. உயர் வெப்பத்தில் எரிபொருள் எண்ணெய் எரியும்போது நைட்ரஜனும் ஆக்சிஜனும் கலந்து பல மாசு வளிமங்கள் உண்டாகக்கூடும். காற்றில் கார்பன் டைஆக்சைடு மிகுதியாகச் சேரும். அப்புகை கலப்பதால் சாதாரணமாகக் காற்றில் இருக்க வேண்டிய 20% ஆக்சிஜன், 5% ஆகக்குறையும். துறைமுகக் காற்று மாசடைவதும் சிக்கலாகும்.

கடல் மாசடைவதைத் தடுப்பதற்கான சட்டங்கள். கடற்கரையை உடைய நாடு, கரையிலிருந்து 12 கடல் மைல் (ஏறத்தாழ 22 கி.மீ) தொலைவு வரை கடற்பகுதியில் உரிமை கொண்டிருக்கும். பன்னிரண்டு கடல் மைலுக்கு அப்பால் அனைத்துலகச் சட்டம் பொருந்தும். பன்னிரண்டு கடல்மைல் தொலைவு வரை அந்தந்த நாடு, சட்டதிட்டங்கள் விதிக்க இயலும். இந்தியாவைப் பொறுத்த வரை காற்று மாசடைவதைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கும், நீர் மாசடைவதைத் தடுப்பதற்கும் சட்டங்கள் இயற்றப் பட்டுள்ளன.

1973 ஆம் ஆண்டு அனைத்துலகக் கடல்துறை ஆலோசனை நிறுவனம் ஏற்படுத்திய ஒப்பந்தமுறை விதிப்படி எண்ணெய் அல்லது வேறு ஏதேனும் கேடு தரும் பொருளால் தன் நாட்டுக் கடலை மாசுபடுத்தி விட்டால் அந்த நாடு மாசு உண்டாக்கியவர் மீது குறைகூற உரிமை உண்டு. மாசை அகற்றுவதற்கு ஏற்பட்ட செலவைப் பெறவும், இழப்பீடு பெறவும் உரிமை உண்டு. 1969 ஆம் ஆண்டில் கடல் மாசுறச் செய்ததற்காகக் கொடுக்கவேண்டிய இழப்பீடு குறித்து அனைத்துலக ஒப்பந்தமொன்று ஏற்பட்டது. அதன்படி, மாசுவிளைவித்த கப்பலின் எடை எத்தனை டன்னோ அத்தனை டன்னுக்கும், டன் ஒன்றுக்கு 160 டாலர் வீதம் இழப்பீடு கொடுக்க வேண்டும். கொடுக்கக்கூடிய தொகையின் பெருமத்தொகை 168 லட்சம் என்று வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

சில நாடுகள் தமக்கு உரிமையுள்ள கடலில் மாசடைவு ஏற்படுவதைத் தடுக்கச் சட்டங்கள் இயற்றியுள்ளன.

ஐக்கிய நாடுகள் நிறுவனம் சுற்றுப்புறச் சூழல் பாதுகாப்புப் பற்றி மிகுந்த கவனம் செலுத்துகிறது. அது அவ்வப்போது மாநாடுகள் கூட்டி அனைத்துலக உடன்படிக்கைகள் ஏற்பட வழி செய்கிறது. கழிவுப் பொருள்களையும் பிறவற்றையும் போட்டுக் கடலை மாசுபடுத்துவதைத் தடுப்பதற்கான ஒப்பந்த விதிகளை லண்டன் நகரில் ஐ.நா. நிறுவனம் கூட்டிய அனைத்துலக மாநாடு ஒன்று உருவாக்கியது. அந்த உடன்படிக்கையின் முதல் பின்னிணைப்பில் கடலில் சேரக் கூடாத பொருள்களின் பட்டியலைக் கொடுத்துள்ளது. பாதரசம், கேட்மியம், வலிமிக்க கதிரியக்கக் கழிவுகள் ஆகியவை அப்பட்டியலில் இடம் பெற்றுள்ளவற்றுள் ஒரு சிலவாகும். ஏற்பளிப்புப் பெற்றுக் கடலில் கொட்டக்கூடிய கழிவுகளின் விவரம் இரண்டாம் பின்னிணைப்பில் தரப்பட்டுள்ளது.

- கு. இராஜாராம்

கடல் மீன் முட்டை

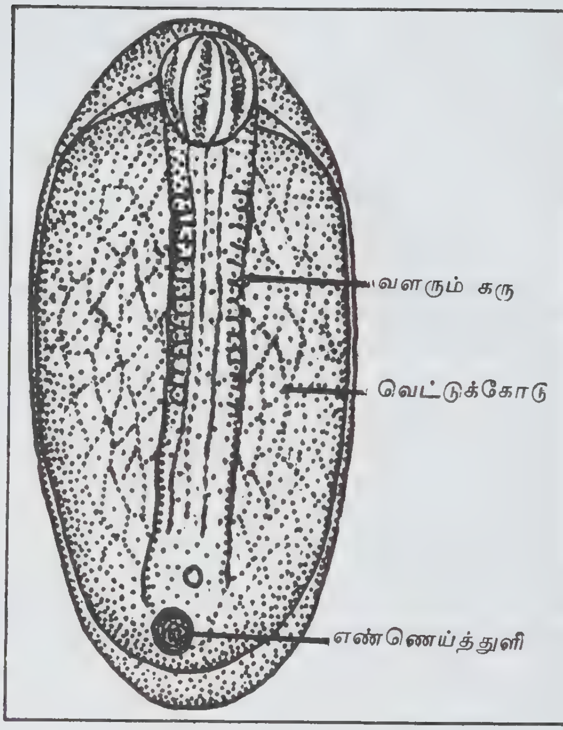
மீனினங்களை நன்னீர் மீனினங்கள், கடல் மீன்கள் (உவர் நீர் மீன்கள்) எனப் பிரிக்கலாம். இவ்விரண்டு வகை மீன்களிலும் பல்லாயிரக்கணக்கான வேறுபட்ட இனவகையும் உண்டு. இதுவரை ஏறக்குறைய 21 ஆயிரம் மீனினங்கள் உள்ளன என அறிவியலாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் பலவகை மீன்கள் மனிதன் உண்பதற்கு ஏற்றவை. வளர்ந்து வரும் மக்கள் தொகைக்கு ஏற்ப மீன்பிடிக்கும் தொழிலும்

முன்னேற்றம் அடைந்து வருகிறது. பல நாட்ட வர்கள் மீன்களை வளர்த்து மீன் உற்பத்தி யைப் பெருக்குகின்றனர். முட்டையிடும் திறன், காலம், இடம் இவற்றுடன் மீன் குஞ்சுகளின் வளர் பருவம், உணவு வகை, அறுவடைக்கு ஏற்ற பருவம் முதலியவற்றையும் அறிந்து கொள்வது மீன்வள அறிவுக்கு இன்றியமையாததாகும்.

மீன்கள் மிகுதொலைவு பயணம் செய்து முட்டை களுக்கும், குஞ்சுகளுக்கும் பாதுகாப்பாக அமையும் இடங்களையே இனப்பெருக்கப் பருவகாலங்களில் தேர்ந்தெடுக்கின்றன. பெரும்பாலான இனங்கள், ஆழமற்ற கடலோரப் பகுதிகளில் தங்கள் முட்டை களை இடுகின்றன. முட்டைக் கருவின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான தட்பவெப்ப நிலையும், உப்புத் தன்மை யும் குஞ்சுகளுக்கு ஏற்ற உணவுப் பொருள்களும் இப் பகுதியிலேயே கிடைக்கின்றன. இம்மீன்களின் முட்டைகளை மிதக்கும் தன்மையுள்ள முட்டைகள் மிதக்கும் தன்மையற்ற முட்டைகள் என்று இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

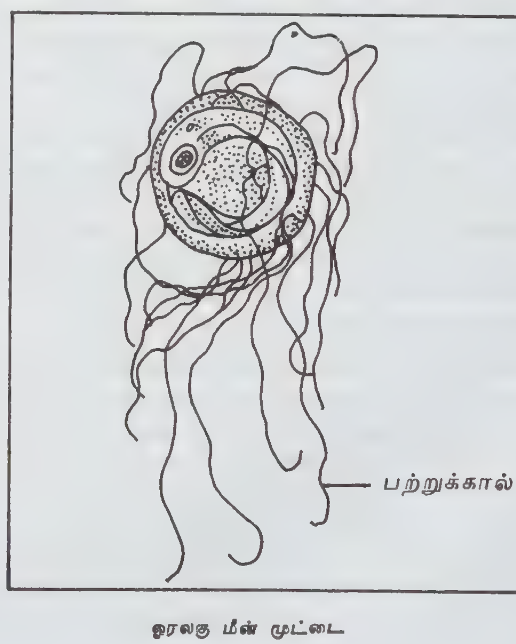
மிதக்கும் தன்மையுள்ள முட்டைகள். உவர் நீரில் வாழும் மீனினங்களின் முட்டைகள் மிதக்கும் தன்மை உடையவை. இவ்வினங்களில் சில, ஒவ்வொரு சினைத்தூவல் பருவத்தின் போதும் (spawning) லட்சக்கணக்கான முட்டைகளை இடுகின்றன. காட் (cod) இன மீன் ஏறத்தாழ 90 லட்சம் முட்டைகளை இடுகிறது. இவ்வகை மீன் முட்டைகள் நீரின் மேற் பரப்பில் மிதந்துகொண்டு, காற்று நீரோட்டம் அலை களின் உதவியால் இடம் பெயர்ந்து செல்கின்றன. இம்முட்டைகள் அளவில் மிகச் சிறியனவாக (0.5 மி.மீ-2.5 மி. மீ) நிறமற்ற உருண்டையாகவும், நீள்வட்ட வடிவத்திலும் இருக்கும். முட்டைக்குள் இருக்கும் கருவின் உணவு (yolk) பல கண்டங்களாக வகுக்கப்பட்டும் வகுக்கப்படாமலும் இருக்கும். இக்கரு உணவில் சில எண்ணெய்த் திவலைகள் (oil globules) இருக்கும் அல்லது இல்லாமலும் இருக்கலாம். நெத்திலி இனத்தைச் சேர்ந்த மீன்களின் முட்டைகளே நீள் வட்ட வடிவில் இருக்கும் (படம் 1). ஏனைய மீன் களின் முட்டைகள் உருண்டையாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, பொறுவா மீன்களின் முட்டை களிலிருந்து (படம் 2) குஞ்சுகள் பொதுவாக இருபத்து நான்கு மணி நேரத்தில் பொரிந்து வெளிவருகின்றன. குஞ்சுகள் முட்டைக்குள் இருக்கும் காலம் மிகவும் குறைவாகும்.

மிதக்கும் தன்மையற்ற முட்டைகள். மிதக்கும் தன்மை கொண்ட முட்டைகளை இடும் மீன் இனங் களோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது, மிதக்கும் தன்மையற்ற முட்டைகளை இடும் மீன் இனங்களின் முட்டையிடும் திறன் குறைவாகவே இருக்கும். இவ் வகை மீன்களில் சில, பல முட்டைகளை இடுகின்றன.



படம் 1. நெத்திலி மீன் முட்டை

மேலும் தங்கள் முட்டைகளுக்குப் பாதுகாப்பான இடத்தையும் தேர்ந்தெடுக்கின்றன. சில மீன் இனங் கள் முட்டைகளைப் பேணுகின்றன. இவ்வகை முட்டைகள் அளவில் பெரியவையாகக் காணப்படும்.



ஊரலகு மீன் முட்டை

உழுவை (gobrid) இனத்தைச் சேர்ந்த மீன்களின் முட்டைகள் நீள் வட்டமானவை. மிதக்கும் தன்மையற்ற முட்டைகளை, கடல்தாழைகளில் ஒட்டக்கூடியவை; சிப்பிகள், கற்கள் குழிகள் ஆகியவற்றில் ஒட்டக்கூடியவை; பெற்றோர்களால் பேணப்படுபவை என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கடல்தாழைகளில் ஒட்டக்கூடியவை. இவ்வகை மீன் முட்டைகளின் மேற்பரப்பில் பற்பல பற்கள் பற்றிழைகள் (filaments) உள்ளன. இவற்றின் உதவியால் இவ்வகை முட்டைகள் தழைகளை உறுதியாகப் பற்றிக் கொள்கின்றன. சான்றாக, பறக்கும் மீன்கள் (கோலா) ஓரலகு மீன் (ஹைபோரம்பஸ் (படம் 3)) முதலியன இவ்வகை முட்டைகளை இடுகின்றன.

கோலா மீன்கள் நாகப்பட்டினம் கடற்பகுதியில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவை தூரக்கடல் பகுதியின் (off shore) மேல் பரப்பில் மிதக்கும் தழை மிதவைகளில் முட்டைகளை இடுகின்றன. மீனவர்கள் இம்மீன்களைப் பிடிப்பதற்காகக் கட்டு மரங்களில் சிறு சிறு செடிகளைக் கொண்டு சென்று, ஆழ் கடலில் மிதக்க விடுகின்றனர். இத்தழைகளில் முட்டை இடுவதற்காக இம்மீன்கள் கூட்டம் கூட்டமாக வருகின்றன.

சிப்பி, கல், குழி போன்றவற்றில் ஒட்டியிருக்கும் முட்டைகள். உழுவை போன்ற மீனினங்கள் கடற்கரையோரங்களில், நீரில் காணப்படும் சிப்பி, சங்கு வகைகள், கல் போன்ற அடித்தளப் பொருள்களில் முட்டைகளை இடுகின்றன. இம்முட்டைகளுக்கு ஒட்டிக்கொள்ளும் தன்மை இருப்பதால் இவற்றின் மீது ஒட்டிக் கொள்கின்றன. பொரிந்து வெளிவரச் சில நாள் ஆகும். இந்தக் கோபிட் வகை மீனினத்தைச் சேர்ந்த பெரியாஃப்தால்மஸ் போலியோதால்மஸ் என்பவை கடற்கரையோரங்களில் உள்ள சேற்றுக் குட்டைகளில் காணப்படும். இவை சேறுகளில் தவளைகளைப் போன்று தரையில் படுத்திருக்கும். இம்மீன்கள் சேற்றுப் பகுதியில் வளைகளைத் தோண்டி அவற்றுள் முட்டைகளை இடுகின்றன.

பெற்றோர்களால் பேணப்படுபவை. பெரும்பாலான மீனினங்கள் முட்டையிட்ட பின்பு, அவற்றை அப்படியே விட்டு விடுகின்றன. ஆனால் சில இனங்கள் தங்கள் முட்டைகளைக் காக்கின்றன. நன்னீரிலும், உவர் நீரிலும் வாழக்கூடிய கெளுத்தி (catfish), திலேப்பியா (tilapia) போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை. கெளுத்தி மீனினங்களில், பெண் மீன் இட்ட முட்டைகளை ஆண் மீன் ஒவ்வொன்றாகப் பொறுக்கி, அவை பொரியும் வரை தன் வாயின் உட்பகுதியில் வைத்துப் பாதுகாக்கிறது. இவை பொரிந்து வெளி வருவதற்கு 40-50 நாள் ஆகலாம். இந்நாள்களில் ஆண் மீன் எந்த உணவையும் உட்கொள்வதில்லை. ஆனால் சில நேரங்களில் தன்னையறியாது சில முட்டைகளை விழுங்கி விடுவதும் உண்டு. இவ்வகை மீன் முட்டைகள் பெரியவையாகவும், மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும்.

திலேப்பியா இனத்தில் இனப்பெருக்கக் காலத்தில் ஆண் மீன்கள் தங்கள் வயிற்றுப் பகுதியைச் சேற்றில் அழுத்திச் சிறு பள்ளத்தை உண்டாக்கும். ஒரு பெண்மீன் அப்பள்ளத்தில் முட்டையிடும். இம் முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சுகள், தாமாகவே நீந்திச் சென்று இரை தேடிக் கொள்ளும் பருவம் வரை ஆண்மீன்களே அவற்றைப் பாதுகாக்கின்றன. பெரும்பாலும் குஞ்சுகளும் ஆண்மீனின் அருகில் சுற்றிக் கொண்டிருக்கும். பகையுயிரிகளால் இடையூறு ஏற்படும் என்று தோன்றினால் இது தன் வாயைத் திறக்க, மீன் குஞ்சுகள் வேகமாக இதன் வாயினுள் சென்று அடைக்கலம் தேடிக் கொள்ளும். கடல் குதிரை (hippocampus) போன்ற மீனினங்களில் ஆண்மீன்கள் அடைகாக்கும் உறை ஒன்றைப் (brood pouch) பெற்றுள்ளன (படம்-4). பெண் மீன் தன் முட்டைகளை ஆண்மீனின் அடைகாக்கும் உறைக்குள் இடுகிறது. ஆண்மீன்கள் இம்முட்டைகள் பொரியும் வரை பாதுகாக்கின்றன. இம்மீன்களின் குஞ்சுகள் தாமாகவே இரை தேடிக்கொள்ளும் பருவம் அடையும் வரை இவ்வுறைக்குள் இருக்கின்றன. பருவம் அடைந்ததும் வெளிவருகின்றன.

படம்-4. கடல் குதிரை

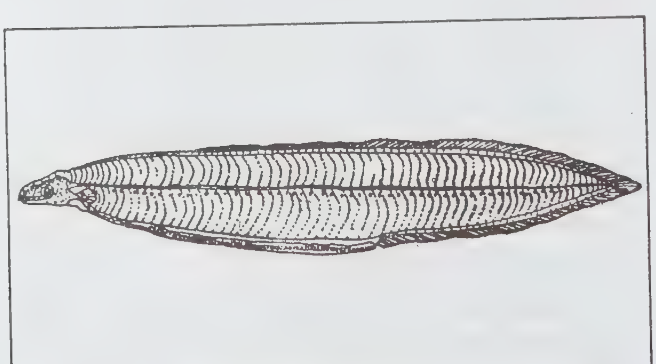
மீன்குஞ்சுகள். மீன் குஞ்சுப் பருவத்தை முன் இளவுயிரி (prolarva) முட்டையிலிருந்து வெளிவந்த குஞ்சுப்பருவம் பின்இளவுயிரி இளங்குஞ்சுப்பருவம் முதிர்ச்சிஅடைந்த குஞ்சுப்பருவம் என மூன்றுபருவங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

முன் இளவுயிரி. (prolarva) இப்பருவத்தில் மீன் குஞ்சுகள் உணவுப் பையோடு (yolk sac) காணப் படும். மிதவை வகை முட்டைகளிலிருந்து வெளிவந்த குஞ்சுகள் ஏறக்குறைய இரண்டு நாள் வரை இந்த உணவுப்பையிலுள்ள உணவையே உட்கொள் கின்றன.

பின் இளவுயிரி (post larva). இப்பருவத்தைஅடையும் நேரத்தில் உணவுப்பையிலுள்ள உணவுப் பொருள்கள் தீர்ந்து விடுவதால் முதலில் வாய் திறக்கும். பின்பு ஒன்றன் பின் ஒன்றாகத் துடுப்புகள் தோன்றும். இந்தப் பருவத்தில் அவை கட்டாயமாக இரையைத் தேடிப்பிடிக்க வேண்டியிருப்பதால் இவ்வுறுப்புகள் தேவையாகின்றன.

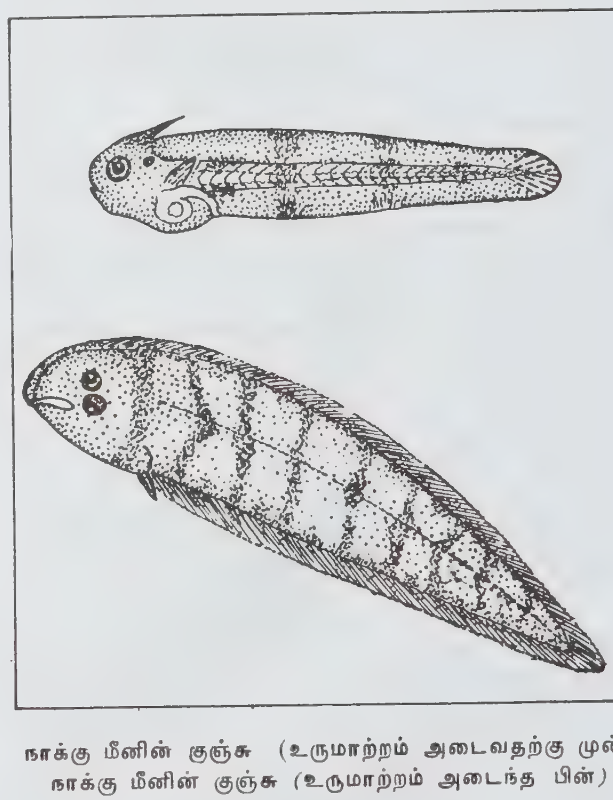
முதிர்ச்சியடைந்த குஞ்சுப்பருவம். இப்பருவத்தில் இவைவடிவத்தில் பெற்றோரை ஒத்துக் காணப்படும். இவற்றின்செதில்கள், எலும்புகள், துடுப்புகள் யாவும் நன்றாக வளர்ச்சி அடைந்திருக்கும். இனப்பெருக்க உறுப்புகளே வளர்ச்சியடைந்திருக்கா. பொதுவாக மீனினங்களின் முன்இளவுயிரி பின்இளவுயிரி பருவங் கள் மிதவையுயிரிகள் போன்று (planktonic larvae) நீரின் சலனங்களுக்குட்பட்டே நகர்கின்றன. முதிர்ச்சி அடைந்த குஞ்சுப்பருவத்தில் எண்ணியவாறு நீந்த முடிவதால் தேவையான உணவுப் பொருள்கள், பாது காப்பு மிக்க இடங்கள் இவற்றைத் தேடிச் சென்று விடுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, விலாங்கு மீன்கள் ஆழ்கடலில் முட்டையிடுகின்றன. இம்முட்டைகளிலிருந்து வெளி வந்த குஞ்சுகள் (leptocephalus) அலைகளின் உதவி யால் ஆற்றின்கழிமுகங்களுக்கு அடித்துச் செல்லப்படு கின்றன. ஆற்றுக்குள் செல்லும்போது இவை உரு மாற்றம் அடைந்து எல்வர் என்னும் பருவத்தை அடை கின்றன. இப்பருவத்தில் இவை உருண்டையாகச் சிறுகயிறு போன்று காணப்படும். இம்மீன் குஞ்சுகள் ஆற்றுநீரின் வழியாக அணைக்கட்டுப் பக்கங்களுக்குச் சென்று, அங்கு தமக்குத் தேவையான உணவுப் பொருள்களைத் தேடிக் கொள்கின்றன. இவை முதிர்ச்சியடைந்தபின் இனப்பெருக்கக் காலங்களில் மீண்டும் கடலுக்குச் செல்கின்றன. கடலில் உள்ள மீன்கள் நன்னீரில் வந்ததும் இறந்து விடுகின்றன. ஆனால் இந்த மீனின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியின் ஒரு பகுதி நன்னீரிலும், ஒருபகுதி உவர் நீரிலும் முடிவடை கிறது. ஆராய்ச்சியாளர்கள் இம்மீன் குஞ்சுகளை ஆற்றோரங்களிலும் அணைக்கட்டுகளிலுமிருந்தும் திரட்டி நன்னீரில் வளர்த்துப் பயன் கண்டுள்ளனர்.



விலாங்கு மீனின் லெப்டோ செபாலஸ் குஞ்சுப்பருவம்

நாக்கு மீன்களின் (flat fishes) குஞ்சுகளும் கடலின மேற்பரப்பில் காணப்படும். வளர்ந்து உரு மாற்றம் அடையும் வரை அவற்றின் இரு கண்களும் பக்கவாட்டில் இருக்கும் (படம்-6). அதன்பின்பு ஒரு கண் மறுபக்கத்திற்குச் சிறிது சிறிதாக நகர்ந்து, இரண்டு கண்களும் ஒரேபக்கத்திலிருக்கும். முதிர்ச்சிப் யடைந்த பருவம் வந்ததும் (படம் 7) இக்குஞ்சுகள் அடித்தளத்துக்குச் சென்று விடுகின்றன.



நாக்கு மீனின் குஞ்சு (உருமாற்றம் அடைவதற்கு முன்)
நாக்கு மீனின் குஞ்சு (உருமாற்றம் அடைந்த பின்)

இம்மீன்களின் ஒரு பக்கம் சேற்றோடு பதிவதால் இப்பக்கத்தில் கண்ணின் தேவை இல்லாமல் இருப் பதே இந்த உருமாற்றத்தின் முக்கிய காரணம் ஆகும். ஆனால் இளங்குஞ்சுகள் நீரின் மேல் பரப்பில் இருப்ப தால் இரு பக்கங்களிலும் கண்கள் இருப்பது இன்றி யமையாததாகிறது. இவ்வகை மீன்களின் வளர்

பருவங்களில் கண்களின் இடமாற்றம், அவற்றின் சிறப்பான தகவமைப்பாகும்.

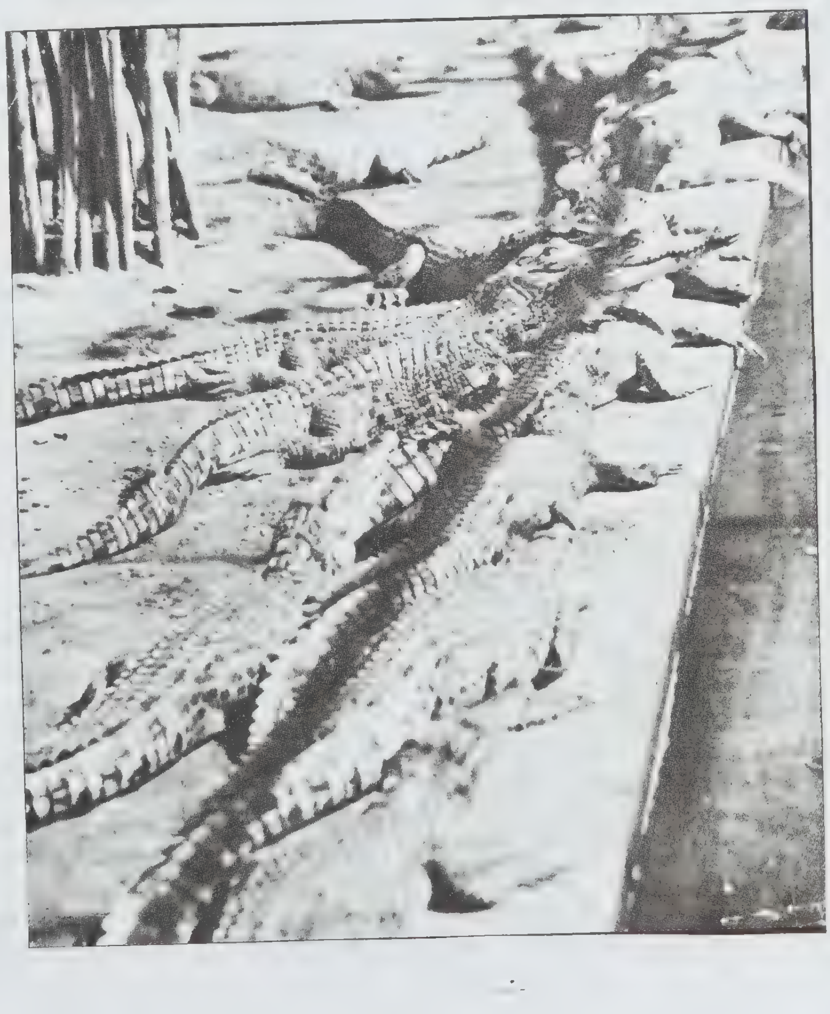
மீன் குஞ்சுகள் பெரும்பாலும் கழிமுகங்களிலும் சதுப்பு நிலக்காட்டுப் (mangroove) பகுதியிலும் காணப்படும். இவ்விடங்களில் மீன் குஞ்சுகளுக்குப் பெரும் அலைகளிலிருந்தும் பெரிய மீன்களிலிருந்தும் தகுந்த பாதுகாப்பும் தேவையான உணவும் கிடைக்கின்றன. கடல் மீன்களில் வளர்க்கத் தகுந்தவை என்று கருதப்படுவனவற்றுள் மடவை மீன்கள் (mullets), பால்மீன் (chanos), எட்ரோப்ளஸ் (etroplus suratensis), லேட்டஸ் கால் காரிஃபர் (latus calcarifer) போன்றவை சிறப்பு வாய்ந்தவை.

- மு. தங்கராஜா

கடல் முதலை

ஊர்வன வகுப்பைச் சார்ந்த முதலைகள் நன்னீரிலும் கடல் நீரிலும் வாழ்பவை. பொதுவாக முதலைகள் சினமுடைய கொடிய பண்புடையனவாக இருப்பதால் அவை நீரில் இருக்கும்போது மனிதர்களுக்கு அச்ச மூட்டுவனவாக உள்ளன. தரையில் இருக்கும்போது அவ்வாறு இருப்பதில்லை. ஆனால் ஆபத்து நிலையில் நேராக நீருக்குள் சென்றுவிடுகின்றன. அழியக்கூடிய தறுவாயில் இருந்த முதலை இனங்களில் மிகப் பெரிய இந்திய முதலைகள் ஏழு மீட்டருக்கும் மேலாக வளரக்கூடியவையாகும். அவை கடந்த கால மிகப் பெரிய உருவமான டைனோசார் (dinosaur) என்னும் ஊர்வனவற்றைப் போல் காட்சியளிக்கின்றன. இயற்கையாக முதலைகள் மிகப் பெரிய விலங்குகளை உண்ணும் ஆற்றலுடையவை. நன்னீர், சதுப்பு நில நீர், கடல் இவற்றில் உயிர் வாழும் முதலைகளை 21 இனங்களாகப் பிரித்துள்ளனர்.

கடல் முதலைகளில் குரொக்கொடைலஸ் போரோசஸ் என்னும் இனவகை இவ்வுலகில் மிகப் பெரிய ஊர்வன வகையைச் சேர்ந்தது. அவை எட்டு மீட்டருக்கு மேற்பட்ட நீளமும் ஒரு டன் எடையும் கொண்டவை. இவை சதுப்பு நில நீர்ச்



சூழ்நிலையில் வாழக் கூடிய பிற விலங்குகளைக் கொன்று தின்பவையாம். இந்தியா, இலங்கை, தாய்லாந்து, ஹாங்காங், பிலிப்பைன்ஸ், ஆஸ்திரேலியா போன்ற நாடுகளில் இவை காணப்படுகின்றன. கடல் முதலை சிறிய செதில்களையுடைய விலை மதிக்க முடியாத தோலைக் கொண்டுள்ளது. கடல் முதலைகள் சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இந்தியக் கடற்கரை ஓரங்களில் மிகுதியாகக் காணப்பட்டன. ஆனால் தற்போது ஓரிசா மாநிலத்திலுள்ள பிட்டர் கன்னிகா, மேற்கு வங்காளத்திலுள்ள சுந்தர்வனப்பகுதி, அந்தமான் நிகோபார் தீவுகள் ஆகிய இடங்களில் மட்டும் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன.

அந்தமான் தீவுகளில் 1972 ஆம் ஆண்டு வரை கடல் முதலைகள் கொல்லப்பட்டு அவற்றின் தோல் பதப்படுத்தப்பட்டு வணிகப் பொருளாகப் பயன் படுத்தப்பட்டு வந்தது. அந்தமான் தீவுகளின் வடக்குக் கடற்கரைப்பகுதிகளிலுள்ள காலிகேட் பரங்கரா ஆகிய இடங்களில் இன்றும் கடல் முதலைகள் முட்டையிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்து உயிர் வாழ்கின்றன. அந்தமான், நிகோபார் தீவுகளில் கடல் முதலைகளின் மொத்த எண்ணிக்கை 330 என 1983 ஆம் ஆண்டு விட்டாக்கர் என்னும் அறிவியலார் கண்டுள்ளார். சிறிய அந்தமான் வனப்பகுதியினராலும் பல ஆயிரக் கணக்கான வங்காளக் குடியிருப்பினராலும் கவர்ந்தழிக்கப்பட்டாலும் இனப்பெருக்கம் செய்யக்கூடிய கடல் முதலைக் கூட்டங்கள் ஜாக்சன் நீரோடை என்னுமிடத்தில் நெருக்கமாக உள்ளன என்று அறியப் பட்டுள்ளது.

கடல் முதலைகளின் பெருக்கத்திட்டம். இந்திய அரசின் உதவியால் மேற்குவங்காளம், ஓரிசா, ஆந்திரா, தமிழ்நாடு போன்ற பல மாநில அரசுகள் 1975 ஆம் ஆண்டிலிருந்து கடல் முதலைகளின் மறுமலர்ச்சிக்காக முதலைகளின் முட்டைகளைத் தொகுக்கவும், முதலைக் குட்டிகளை வளர்க்கவும், இயற்கையாக உள்ள பாதுகாப்பான பகுதிகளில் அவற்றைப் பேணவும் பல திட்டங்களை மேற்கொண்டு வருகின்றன. இதற்கிடையில் உலக உணவு, வேளாண் கழக வல்லுநர் பஸ்ட்டார்டு என்னும் அறிவியலாரால் உருவாக்கப்பட்ட வழிமுறையைப் பின்பற்றி இன்று ஓரிசா மாநிலத்தில் 1500 நன்னீர் முதலைகளும், 1500 சதுப்பு நில நீர் முதலைகளும், 200 கடல் முதலைகளும் பாதுகாப்பான இயற்கைச் சூழ்நிலையில் பேணப்பட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன. மேற்காணும் திட்டத்தை அந்தமான் நிகோபார் தீவுகளில் மிக எளிதாக நடைமுறைப்படுத்தலாம். ஏனெனில் அங்கே கடல் முதலைகளைப் பேண இயற்கையிலேயே கிடைக்கக்கூடிய மரங்களாலான தட்டிகளும் உடனடியாகக் கிடைக்கக்கூடிய இறால், நண்டு, பூச்சி, மீன் முதலிய உணவு வகைகளும் இவற்றிற்குக் கிடைக்கக்கூடும். பல விவரங்களைப் பற்றிய கூர்ந்த ஆய்வுக் கண்ணோட்டம் செய்தால் கடல் முதலைகள் முட்டையிடும் இடங்களையும் எந்தெந்தத் தீவுகளில் மக்கள் நடமாட்டம் இல்லையோ அந்தந்த இடங்களில் முதலைகளுக்கான பாதுகாப்பு இடங்களையும் அமைத்துத் திட்டமிடவும் வாய்ப்பு இருக்கும்.

கடல் முதலை வளர்ப்பும் பண்ணை வளர்ச்சியும். கடல் முதலை வளர்ப்புக்கும் உற்பத்தி வளர்ச்சிக்கும் அந்தமான் தீவுகளில் உள்ள ஏற்புடைய வாய்ப்பு, முதலைகள் அழிந்து விடாமல் பாதுகாக்க உதவியாக இருக்கும். அந்தமான் தீவுகளின் தட்பவெப்ப நிலையும் முதலை வகைகளின் உற்பத்திக்கு ஏற்றவாறு இயற்கையாக அமைந்துள்ளது. மேலும் முதலைகளுக்குத் தேவையான உணவுப்பொருள்களும் அவற்றைப் பேணுவதற்கான கூண்டு முதலிய மரப்பொருள்களும், எளிதாகவும் விலை குறைவாகவும் கிடைக்கின்றன. மேலும் இப்பண்ணை வளர்ப்பால் பழங்குடி மக்களும் விரும்பிக் குடியிருப்பவர்களும் பயனடையலாம். பொதுவாக முதலைகளின் இறைச்சி எல்லோராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட புரதச் சத்து மிகுந்த, கிடைப்பதற்கு அரிய பொருளாகும். முதலைகளின் முட்டைகளும் குட்டிகளும் இயற்கையாக அவை முட்டையிடும் கூண்டுகளிலிருந்து எடுத்து வரப்பட்டுக் குறையளவில் கடலில் விடப்படுகின்றன. எஞ்சியவை முதலைப் பண்ணை வளர்ச்சிக்காக வைக்கப்படுகின்றன.

பெரிய, சுற்றி வளைக்கப்பட்ட பாதுகாப்பான கூண்டுகளில் ஆயிரக்கணக்கான முதலைக் குட்டிகளை வளர்க்கலாம். இளம் முதலைகள் குடிசைத்தொழில் போல மற்றவரால் வளர்க்கப்பட்டு இரண்டு ஆண்டு வளர்ச்சிக்குப் பின்னர் பண்ணை வளர்ச்சிக்கென வனத் துறையினருக்கு விற்கப்படலாம். ஒரு முதலை சாதாரண கண்காணிப்பில் ஒரு நாளில் ஏறத்தாழ ஐந்து கிலோ உணவைத் தின்று நலமாக உள்ளது. உண்மையான முதலைப் பண்ணையை நடைமுறையில் தற்போது நடத்த வாய்ப்பு இல்லை. இதற்கு உணவு கொடுப்பதிலும் பெரிய முதலைகளை வளர்ப்பதிலும் ஏற்படும் இன்னல் அந்தந்த இடத்திற்குரிய கொடிய பண்பு உடைய ஆண், பெண் முதலைகளைப் பேணுவதில் உள்ள துன்பம் ஆகியவை காரணங்களாகும்.

சாதாரணமாக, கடல் நீரில் வசிக்கும் பெண் முதலை ஒரு மீட்டர் உயரமான கூட்டைச் சதுப்பு நிலப் பகுதிகளில் ஏப்ரல்-சூலை மாதங்களில் தயார் செய்கிறது. அது 40-90 முட்டைகளை இட்டபின் 70 நாளில் குட்டிகள் தோன்றுகின்றன. முதலை முட்டை, குட்டிகளைப் பல உயிரிகள் கொன்று தின்பதாலும் கடல் நீர் வெள்ளத்தாலும் அவை அழிவடைகின்றன. பொதுவாக முதலை வளர்ப்புத் திட்டத்தில் ஓர் ஆண்டிற்கு ஏறத்தாழ 40 உயிருள்ள முதலைக் குட்டிகள் ஒவ்வொரு கூட்டிலிருந்தும் ஒவ்வொரு குட்டியாக வளர்ந்து வெளிவரும் எனக் கருதப்படுகிறது.

இரண்டரை ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு ரூ 800 மதிப்பு உடையதாகிறது (அதன் தோல் ஊன், கொழுப்பு, உட்பட). ஒவ்வொரு பெண் முதலையும் ஓராண்டில் சிறும அளவாக ரூ. 16,000 வருமானம் ஈட்டித் தருவதால் முதலைகள் பேணப்பட வேண்டும்.

கடல்முதலைப் பாதுகாப்பும் மேலாண்மையும். கடல் முதலைகளைப் பேணுவதற்கான திட்டம் தொடங்கும் முன்னர் முதலைகளைப் பற்றிய எந்த விவரமும் தெரியாது என்றே கூறலாம். கடல் முதலைகளைப் பற்றிய இன்றைய ஆய்வுகளில் சில பிரிவுகளை முக்கியமான நோக்கத்துடன் அணுக வேண்டும். முதலைகளின் பாதுகாப்பில் அவை மிகுதியாகக் கிடைக்கும் சமயங்களில் எதிர்காலப் பெருக்கத்தையும் உற்பத்தியையும் கருதவேண்டும். மேலும் கடல் முதலைகளுக்கு ஏற்புடைய இடங்களை அமைப்பதால் பொழுதுபோக்கும் கல்வி வளர்ச்சியும் பெருக வாய்ப்பு அமையும். இப்போது இந்திய அரசும் உலக நாட்டு மேம்பாட்டுத் திட்ட நிறுவனமும் உலக உணவு வேளாண்மைக் கழகமும் பல மாநில அரசுகளின் வனத் துறைகளும் முதலைகளின் பாதுகாப்புக்காகத் திட்டங்களைத் தொடங்கும்போது பல உதவிகளைச் செய்கின்றன.

-ப. நம்மாழ்வார்

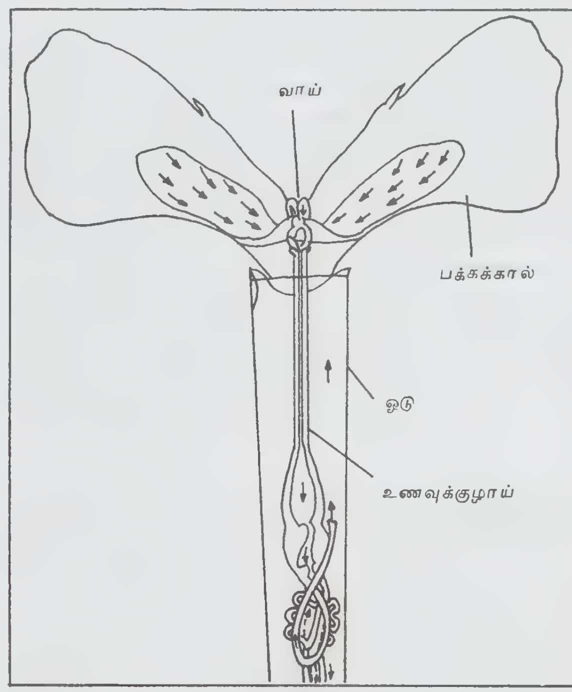
கடல் வண்ணத்துப்பூச்சி

கடலின் மேற்பரப்பில் நீந்தி வாழும் பின் செவுள் வயிற்றுக்கால் மெல்லுடலிகளில் (ophisthobranchiate gastropod mollusc) சிறப்பிடம் பெறுபவை சிறகுக் காலிகள் (pteropods) எனப்படும் கடல் வண்ணத்துப் பூச்சிகள் (sea butterflies) ஆகும். குவியர் (Cuvier) என்பார், 1804 இல் இவை மெல்லுடலிகள் என்று கண்டறிந்து டீரோபோடா (சிறகுக் காலிகள்) எனப் பெயருமிட்டார்.

இச்சிறகுக்காலிகளில் பக்கக்கால்கள் (parapodia) சிறகுகளாக வளர்ச்சியுற்று வலிய தசைகளுடன் நீந்துவதற்கு உதவுகின்றன. வண்ணத்துப்பூச்சிக்கு இறக்கைகள் அமைந்திருப்பது போல் இவ்விலங்குகளுக்குப் பக்கக்கால் தோற்றமளிப்பதால் இவற்றைக் கடல் வண்ணத்துப்பூச்சிகள் என்பர். பக்கக்கால்களின் துணை கொண்டு நீந்துவதோடு அல்லாமல் கடலின் மேற்பரப்பில் நீண்ட நேரம் மிதக்கின்றன என்று மீசன்ஹைமர் (Meisenhaimer) என்பார் குறிப்பிடுகின்றார். இரு பாலிகளான (hermaphrodites) இக்கடல் வண்ணத்துப்பூச்சிகள் பிற மிதவை உயிர்களைப் (plankton) போலவே சில பருவங்களில் மிகுதியாகவும் பிற நாள்களில் குறைவாகவும் கடற் பரப்பில் காணப்படுகின்றன.

சிறகுக்காலிகளைத் தீகோசொமேட்டா (thecosomata), ஜிம்னோசொமேட்டா (gymnosomata) என இரு வரிசைகளாகப் பிரிக்கலாம். தீகோசொமேட்டா வரிசை ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகளையும் (shelled ptero pods), ஜிம்னோசொமேட்டா வரிசை ஓடில்லாச் சிறகுக்காலிகளையும் கொண்டுள்ளன.

ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகள். இவை பெரும்பாலும் 1 செ மீ. நீளத்திற்கும் குறைவானவை. ஓடு மென்மையாகவும், ஒளி ஊடுருவக்கூடியதாகவும், வடிவத்தில் மிக்க வேறுபாடுடனும் விளங்குகிறது. நீளமான கூம்பு போன்றோ, அகலமான பை போன்றோ, சுருள் போல வளைந்தோ இந்த ஓடு அமைந்துள்ளது.



ஓட்டுச்சிறகுக்காலி கிரெசெய்ஸிவின் முன்புற உடற்கூறு

பெரும்பாலானவற்றில் சுண்ணாம்புப் பொருளால் ஆன ஓடு காணப்பட்டாலும், சிலவற்றின் ஓடு குருத்தெலும்பால் (cartilage) ஆனது. இத்தகைய ஓட்டைப் போலி ஓடு (pseudoconch) எனக் குறிப்பிடுகின்றனர். முனையில் நன்கு வளர்ச்சியுறாத கண்களைக் கொண்ட ஓர் இணையான உணர் கொம்புகளையும் (tentacles), மாண்டில் குழியையும் (mantle cavity) இவ்விலங்குகள் பெற்றுள்ளன. பெரும்பாலும் வல உணர் கொம்புகள் அருகே இனப்பெருக்கத்துளை அமைந்துள்ளது.

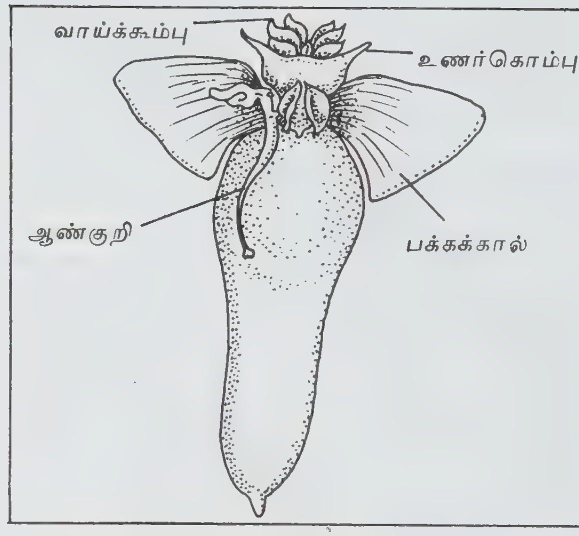
ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகள் குற்றிழைகளின் உதவியால் உணவைத் தேடுகின்றன. நுண்ணிழைகளின்

துணை கொண்டு கடல் நீர் நோக்கி வாயைச் செலுத்தும்போது அந்த நீரிலுள்ள நுண்ணுயிர்களைச் சளிப் பொருளில் (mucus) சேர்த்து உட்கொள்கிறது. கொரோலா (*Corolla sp*) போன்ற ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகள் கனிப்பொருளை 2 மீ. விட்டம் கொண்ட ஒரு வலை போல் கடல் நீரில் பரப்பி நுண்ணுயிர்களைத் திரட்டி உண்கின்றன. வாய்ப்பகுதிகளில் இரண்டு தாடைகளும், சிறு உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளும் (small salivary gland) அமைந்துள்ளன. சிலவற்றில் வாய்ப்பகுதியில் வாய்க்கூம்புகளும் (buccal cone) மேலும் சிலவற்றில் உறிஞ்சிகளைக் (suckers) கொண்ட கைகளும் காணப்படுகின்றன. வயிற்றுக்குள் கைட்டினப்பொருளால் (chitinous) ஆன தகடுகள் உள்ளன.

ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகள் பெரும்பாலும் கரைக்கு அப்பால் மிகத் தொலைவான நடுக்கடற்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை மாலையில் நீரின் மேற்பரப்பிற்கு வந்து நடு இரவில் கீழ்நோக்கி ஆழத்திற்கு இறங்குகின்றன. எனவே, இவை கடலின் மேற்பரப்பில் பகல் வேளைகளில் காணப்படமாட்டா. சில நேரங்களில் சிறகுக்காலிகள் கூட்டமாகக் கடற்கரையில் ஒதுங்குகின்றன. ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகள் இறந்த பின் இவற்றின் ஓடுகள் கடலின் அடித்தளத்தின் மேல் போர்வை போல் படிகின்றன. அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் அடித்தளத்தில் உள்ள விலங்கின் ஓட்டுப் படிவில் (ooze) 1,5% சிறகுக்காலிகளின் ஓடுகளால் ஆனது என அறிவியலார் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

ஓடில்லாச் சிறகுக்காலிகள். ஓடில்லாச் சிறகுக்காலிகளில் இரண்டு இணை உணர் கொம்புகள் அமைந்துள்ளன. பின் இணை உணர் கொம்புகளின் நுனியில் கண்கள் உள்ளன. இவ்விலங்குகளில் மாண்ட்டில் (mantle) குழி இல்லை. வாய், உணர் கொம்புகளுக்கு இடையில் அமைந்துள்ளது. வாய்ப்பகுதியில் தாடைக்கும் ராடுலா (radula) எனப்படும் பல்வரிசைகள் கொண்ட பட்டை உண்டு. மேலும் கொம்புப் பொருளால் ஆன கொக்கிகளும் (hooks) காணப்படுகின்றன. வயிற்றுத்தகடுகள் இல்லை. ஓடில்லாச் சிறகுக்காலிகள் ஊனுண்ணிகள் (carnivorous), மிதவை உயிர்களைப் பிடித்துத் தின்னும் பழக்கம் உடையவை. ஓட்டுச்சிறகுக்காலிகளையும் பிடித்துத் தின்னுகின்றன. ஓடில்லாச் சிறகுக்காலிகள் பகலில் நீரின் மேற்பரப்பில் நீந்தி வாழ்ந்து இரவில்தான் சற்றே கீழ் நோக்கி இறங்குகின்றன. இவை கடலின் மேற்பரப்பில் பல்லாயிரக்கணக்கில் குழுமி நீந்தும் போது கடல் நீர் பல கி.மீ. வரை நிறம் மாறுபட்டுக் காணப்படும்.

கிளியோன் லைமாசினா ஆர்க்டிக் மற்றும் அண்டார்க்டிக் கடற்பகுதிகளில் பரவியுள்ளது. இது குறிப்பாக லைமாசினா என்னும் ஓட்டுச்சிறகுக்காலியைப் பிடித்து உண்பதால் இப்பெயர் பெற்றது. இந்தோ-பசிபிக் கடற்பகுதிகளில் காணப்படும் மற்றோர் ஓடில்லாச் சிறகுக்காலி ஹைய்டுரோமைலஸ் குளோபோசாவாகும். பொதுவாக 10 மி.மீ. நீளத்திற்கும் குறைவாகவே உள்ள இவ்விலங்கு நீல நிறத்துடன் காணப்படுகிறது. இவற்றின் இளவுயிரிகள் (larvae) தாயின் உடலுக்குள்ளேயே தங்கி வளர்ச்சியுற்றுத் தாயின் உடலைப் பிளந்து வெளிவருகின்றன. இதனால் தாய் இறக்கிறது. பீடோகிளியோன் டோலிஃபார்மிஸ் எனும் மிகச்சிறிய ஓடில்லாச் சிறகுக்காலியை முன்னர் ஓர் இளவுயிரி எனக் கருதினர். பின்னர் முழு வளர்ச்சியுற்ற சிறகுக்காலிதான் என்றும் 1.5 மி.மீ. அளவிலேயே அது பருவ முதிர்ச்சி பெற்று இனப்பெருக்கம் செய்கிறது என்றும் கண்டறிந்தனர்.



கிளியோன் லைமாசினா - முழுத்தோற்றம்

-ஏ. பசுபதி

கடல் வளங்கள்

கண்ணுக்குப் புலப்படாத நுண்ணுயிர்களிலிருந்து, மிகப் பெரிய உயிரினமான திமிங்கலம் வரை வாழும் பெருங்கடல், புவிப்பரப்பில் ஏறத்தாழ 70.8% அளவைக் கொண்டுள்ளது. கடலில் முத்துக் குளிப்பது, தொன்றுதொட்டு ஒரு பெருந்தொழிலாக நடந்து வருகிறது. மீன் பிடிதொழில், உலகெங்கும் கோடிக்கணக்கான மக்களின் வாழ்க்கைக்கு ஓர் ஊன்றுகோலாக அமைந்துள்ளது. புதிய கடலியல் மற்றும் கடல்வாழ் உயிரியல் ஆய்வுகளின் மூலம், கடல் வளங்களைப் பற்றியும் (marine resources)

அவற்றால் மனித குலத்துக்கு ஏற்படும் பயன்கள் பற்றியும் மிகுதியாகத் தெரிந்து கொள்ள வாய்ப்புக் கிட்டியுள்ளது.

உயிர் வளம். பெருங்கடலின் உயிர்வளங்களுள் மிக முக்கியமானவை மீன்களாகும். மிகு அளவு (ஏறத்தாழ 60%) புரதச்சத்து கொண்ட ஊன் உணவை அளிக்க வல்லவை. இவற்றுள் வஞ்சரம் Scomberomonus), சூரை (tuna), கொடுவா (lates), வவ்வால் மீன் (pomfrets), பாறை மீன் (carangids), கத்தாழை மீன் (sciaenids), சுறாமீன் (sharks) போன்ற இனங்கள் சிறப்பு மிக்க உணவு மீன்களாகும். உலகின் பெருங்கடல்களில் பிடிக்கப்படும் மொத்த மீன் அளவு ஆண்டுக்கு 70 மில்லியன் டன்னாகும். இதில் இந்தியாவின் பங்கு 1.35 மில்லியன் டன்னேயாகும்.

இறால் அல்லது செம்மீன் இனம் (prawns) மிகவும் விலை மதிப்புடையதாகும். இறால்கள் இந்தியாவிலிருந்து அமெரிக்கா, ஜப்பான் முதலிய நாடுகளுக்குப் பெருமளவில் ஏற்றுமதி செய்யப்படுகின்றன. மொத்த மீன்வளம் மூலம் இந்தியாவிற்குக் கிடைக்கும் ஆண்டு வருமானமான ரூ. 253 கோடியில், 90% இறால் மீன்கள் மூலம் கிடைக்கின்றது.

மீன்களை அடுத்துச் சிப்பி-சங்கு இனம் (Molluscs) பெரும் பொருள் ஈட்டித்தருகிறது. முத்துச்சிப்பிகள் (Pinctada fucata) விலைமதிப்புடைய முத்துகளை உற்பத்தி செய்து நல்ல வருவாயைத் தருகின்றன. சிப்பிகள் (bivalves), சங்குகள் (gastropods) ஆகிய மெல்லுடலிகளின் புலாலும், மீனின் ஊன் போன்றே புரதச்சத்துக் கொண்டதாகும். கடல்சிப்பிகளில், மைடிலஸ் (Mytilus), கிராசோஸ்டிரியா (Crassostroa) மெரிட்ரிகஸ் (Meretrix) போன்றவற்றின் ஊன் உணவாகப் பயன்படும். சிப்பிகள் (ஓடுகள்) சுண்ணாம்புத் தொழிலில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. மகளிர் அணியும் கைவளையல், காதணி போன்றவற்றைச் செய்யப் பால்சங்கு (Xancus pyrum) போன்ற சங்கு வகைகள் பயன்படுகின்றன.

கடல்வாழ் தாவரங்களான கடல்பாசிகள் மனிதருக்கு உணவாகவும், பயிர்களுக்கு உரமாகவும் பயன்படுகின்றன. மேலும் பெரும்பான்மையான மருந்துப்பொருள்களும், வேதிப் பொருள்களும் தயாரிக்க இக்கடல் பாசிகள் பயன்படுகின்றன. மீன்வளம் மட்டும் பெற்று வந்ததுபோலவே, இன்று, கடலறிவியல் வளர்ச்சியினால் நிலத்தைப் பயிரிடுவது போல் கடல்நீரைப் பயன்படுத்திக் கடலில் பண்ணைத் தொழில் (coastal aquaculture) செய்வது, மிகுதியான மீன் வளத்தையும், சிப்பி-சங்கு இன வளத்தையும், இறால் இனத்தையும், கடல்பாசி வளத்தையும் பெருக்குவது ஆகியவற்றையும் செய்ய முடியும்.

கனிமவளம். கடல்நீரில் கரைந்துள்ள சில முக்கிய கனிமப்பொருள்களின் அளவு வருமாறு: குளோரைடு 53.6% சோடியம் 29.4% சல்ஃபேட் 5 5% கார்பனேட் 3.3 புரோமைடு 3.2 மக்னீஷியம் 2.7 கால்சியம் 1.2 பொட்டாசியம் 1.1 மொத்தத்தில், 328,740,000 கன மைல் நீரையுடைய பெருங்கடல்களில் கரைந்து இருக்கும் கனிமப்பொருள்களின் அளவு அளவிடற்கரியதாகும். இதை நன்குணர்ந்த உலகநாடுகள் பலவும் இன்று தம் கனிமவளத் தேவையை ஆழ்கடலிருந்து பெறப் பெருமுயற்சி செய்து வருகின்றன. வணிக மற்றும் தற்காப்புச் சிறப்பு வாய்ந்த மாங்கனீஸ், கோபால்ட், நிக்கல், தாமிரம் போன்ற உலோகங்களின் கூட்டுப்பொருளான திரள்கள் (nodules) ஆழ்கடலின் அடித்தளத்தில் கட்டிகளாக ஏறத்தாழ 46 மில்லியன் சதுர மைல் பரப்புக்குப் பரவிக் கிடக்கின்றன. பசிபிக் பெருங்கடலிலும், இந்தியப் பெருங்கடலிலும், அட்லாண்டிக் பெருங்கடலிலும் முறையே 23, 1528 மில்லியன் சதுரமைல் பரப்புக்கு இத்திரள்கள் படிந்துள்ளன. பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த இந்த உலோகக்கட்டிகள் ஆழ்கடலின் அடியில் ஆண்டுக்கு 10 மில்லியன் டன் வீதம் உற்பத்தியாகி வருகின்றன.

அண்மையில் ஐக்கிய நாட்டுப் பொதுச்சபை அளித்த புள்ளி விவரக் கணக்கின்படி, ஆழ்கடலின் அடியில் மிகுதியாகப் படிந்து கிடக்கும் உலோகக் கட்டிகள் கீழ்க்காணும் உலோகங்களைக் கொண்டு உள்ளன.

358 பில்லியன் டன் மாங்கனீஸ் (இது 40,000 ஆண்டுகளுக்குத் தேவையான மாங்கனீஸ் அளவாகும். நிலத்தில் படிந்துள்ள மாங்கனீஸ் 100 ஆண்டுக்கே போதுமானதாகும்).

43 பில்லியன் டன் அலுமினியம் நிறைவு (உலகில் 20,000 ஆண்டுகளுக்குப் போதுமான அலுமினிய அளவை நிறைவு செய்ய வல்லதாகும்; நிலத்தில் உள்ள அலுமினியம் ஏறத்தாழ 100 ஆண்டுக்கே போதுமானதாகும்).

14.7 பில்லியன் டன் நிக்கல் (இது 150,000 ஆண்டுக்கு உலகில் போதுமான நிக்கல் அளவாகும்; நிலத்திலிருந்து கிடைக்கும் நிக்கல் மேலும் 100 ஆண்டுக்கே போதுமானதாகும்).

7.9 பில்லியன் டன் தாமிரம் (இது 6000 ஆண்டுக்கு உலகில் போதுமான தாமிர அளவாகும்; நிலத்தில் உள்ள தாமிரம் 40 ஆண்டுக்கே போதுமானதாகும்).

5.2 பில்லியன் டன் கோபால்ட் (இது 200,000 ஆண்டு உலகத் தேவையை நிறைவு செய்ய வல்லதாகும்; நிலத்தில் உள்ள கோபால்ட் 40 ஆண்டுக்கே போதுமானதாகும்).

நன்னீர் வளம். உலகெங்கும், நிலத்தினின்று கிடைக்கும் குடிநீர் உற்பத்தி அளவு குறைந்து வருகின்ற தற்காலத்தில் உலகின் கவனம் நன்னீரை நாடி, கடல் நீருக்குச் சென்றுள்ளது. காரணம், கடல் நீரில் ஏறத்தாழ 96.5% நன்னீராகும். உலகின் பல நாடுகளிலும், குறிப்பாக, குவைத், ஈரான், சவூதி அரோபியா போன்ற அரபு நாடுகளிலும், மொத்தம் நூற்றுக்கும் மேலான கடல்நீரை நன்னீராக்கும் தொழிற்சாலைகள் (desalination plants) இயங்கி வருகின்றன. இவை நாள் ஒன்றுக்கு, மொத்தத்தில் 500 மில்லியன் காலனுக்கும் மேலான நன்னீரை உற்பத்திச் செய்ய வல்லவையாகும். இவற்றுள் மிகப்பெரிய தொழிற்சாலை ஹாங்காங்க் நாட்டில் உள்ளது. இது நாள் ஒன்றுக்கு ஏறத்தாழ 50 கோடி காலன் நன்னீரை உற்பத்தி செய்யக்கூடியதாகும்.

கடல்நீரை நன்னீராக்க மிகுதியான முறைகள் உள்ளன. அவற்றில் மிகப் பழமையான முறை, சூரிய வெப்பக் காய்ச்சி வடித்தல் முறை (solardi stillation) ஆகும். இம்முறையில், சூரிய வெப்ப ஆற்றல் மூலம் கடல்நீர் ஆவியாக்கப்படுகிறது. பின்னர், அந்த நீராவி குளிர்ச்சியாக்கப்பட்டு, நன்னீர் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இப்போது பல புதிய முறைகள் தோன்றியுள்ளன. இவை மின்சாரமுறை, வேதிமுறை போன்றவையாகும்.

கடல் நீரிலிருந்து இவ்வாறு நன்னீரைப் பிரித்தெடுக்கும் தொழில் பெருமளவில் நடைபெறுமானால் இதைச் சுற்றியுள்ள கடல் நீரின் உப்புச்சத்து பெருமளவில் அதிகரித்து, அதன் மூலம் கடலின் சுற்றுச் சூழ்நிலையும், வேதித் தன்மையும் மாறுபட்டு, கடல்வாழ் உயிரினங்கள் பெரிதும் தாக்கமடையும் வாய்ப்புண்டு. இத்தகு தீயவிளைவுகளைத் தவிர்ப்பதற்காக, நன்னீர் பிரித்து எடுக்கப்பட்ட பின்னர் மிகுதியான அளவு உப்படர்த்தியுள்ள கடல் நீரைக் (brine) கடலில் கலக்கும் கழிவு நீரோடு சேர்த்து, ஒரு கலவையாக மாற்றி, ஆழ்கடலின் மிக ஆழத்துக்கு அமிழ்ந்து போகச் செய்யக் கடலியல் வல்லுநர்கள் திட்டமிடுகின்றனர். கடல் நீரிலிருந்து நன்னீரைப் பிரித்தெடுக்கும் முறை மூலம் மட்டுமன்றி, வேறு சில வழிகள் மூலமும் கடலிலிருந்து நன்னீரைப் பெறக்கூடிய வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவற்றில் ஒன்று, அண்டார்டிக்கா போன்ற துருவப் பகுதிகளில் மிதந்து கொண்டிருக்கும் மிகப்பெரும் பனிப்பாறைகளைக் கடல்வழியே இழுத்து வந்து, பின்னர் அப்பனிப்பாறைகளை உருகச்செய்து நன்னீர் எடுக்கும் முறையாகும். இம்முயற்சியில், கடலியல் வல்லுநர்கள் வெற்றியும் கண்டுள்ளனர்.

இருநூற்றைம்பது மில்லியன் கனமீட்டர் நன்னீரைக் கொண்டுள்ள ஒரு மிகப்பெரும் பனிப்பாறையை (1000 × 1000 × 250 மீட்டர்) அண்டார்டிகாவிலிருந்து தென் அமெரிக்காவுக்கு இழுத்துக் கொண்டுவர 300 நாள் ஆயிற்று. அப்பாறை இழுக்கப்பட்டு வந்தபோது, கடலிலேயே மொத்தத்தில் 85% கரைந்துவிட்ட போதும், ரூ.270 லட்சம் மதிப்புள்ள 35 மில்லியன் கனமீட்டர் நன்னீர் கரைக்கு வந்து சேர்ந்துள்ளது. பனிப்பாறையை இழுத்து வருவதற்கு ஆன செலவு ரூ. 130 லட்சம் மட்டுமே. மொத்தத்தில், இம்முயற்சி இலாபமானதாகவே அமைந்துள்ளது. இது போன்ற மிகப்பெரிய பனிப்பாறைகள் துருவப்பகுதிக் கடல்களில் மிகுந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. மொத்தப் பனிப்பாறைகளும் உருகினால் உலகில் உள்ள பெருங்கடல்களின் நீர்மட்டம் ஏறத்தாழ 260 மீட்டர் உயர்ந்துவிடும் என்பதன் மூலம் துருவப் பகுதிகளில் கடலில் உறைந்து மிதக்கும் பனிப்பாறைகளின் அளவைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஆயினும், இவ்வாறு, பனிப்பாறைகளை இழுத்து வரும்போது, அவை வரும் இடமெங்கும் கடலின் சுற்றுச்சூழ்நிலையும், கடல் நீரின் தட்பவெப்பநிலையும் பெரும் மாற்றம் அடைவதால், கடல்வாழ் உயிரினங்கள் பெரிதும் தாக்கமுறும். ஆகவே, இம்முறையில் நன்னீர் பெறும் முயற்சி குறித்துக் கடலியல் வல்லுநர்கள் முனைப்பான மறு ஆய்வும் செய்து வருகின்றனர்.

கடலின் சுற்றுச் சூழ்நிலைக்கோ, கடல்வாழ் உயிரினங்களுக்கோ எவ்விதத் தீங்கும் விளைவிக்காமல், கடல் மூலம் நன்னீரைப் பெற வேறு ஒரு வழியும் உள்ளது. அது, வளி மண்டலத்திலிருந்து நன்னீர் எடுக்கும் முறையாகும். இதற்கென, வெப்ப நிலை மிகுந்துள்ள தீவுகளில் பெரும் அளவில் குளிரூட்டும் கோபுரங்கள் (cooling towers) நிறுவப்பட்டு, ஆழ்கடலினடியிலிருந்து, மிகக்குளிர்ந்த நிலையிலிருக்கும் கடல் நீரை ஏற்றி, அதன் மூலம் வளி மண்டலத்தைக் குளிரூட்டி, வளி மண்டலத்தில் ஈரப்பதத்தை உண்டாக்கி, பின்னர் மழை பெய்யச் செய்யலாம் என்று கடலியல் வல்லுநர்கள் கண்டறிந்துள்ளனர். இதன் மூலம், கடலின் சுற்றுச் சூழ்நிலைக்கோ, வேதியியல் தன்மைக்கோ கடல்வாழ் உயிரினங்களுக்கோ எவ்விதத் தீங்கும் ஏற்படாது.

எண்ணெய் வளம். எண்ணெயும் எரிவளிமமும் உலகின் இன்றியமையாத் தேவைகளாகும். உலகின் மொத்த எண்ணெய் உற்பத்தி நாள் ஒன்றுக்கு ஏறத்தாழ 55.5 மில்லியன் டன்னாக இருக்கும் போது பெருங்கடலிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெய் உற்பத்தி நாள் ஒன்றுக்கு 10 மில்லியன் டன்னாகும். அதாவது மொத்த எண்ணெய் உற்பத்தியில் 18% கடலிலிருந்து கிடைக்கிறது. இந்தியாவில், பம்பாய்க் கருகே கடலிலிருந்து பெட்ரோலியம் எடுக்கப்படுகிறது.

ஆற்றல் வளம். கடலின் உயிர்வளங்களையும், கனிவளங்களையும், நன்னீர் மற்றும் எண்ணெய் வளங்களையும் துய்க்கும் நிலையில் கடல் தன்னிடத்தே தக்க வைத்துள்ள எண்ணற்ற ஆற்றல் வளங்

களைப் பயன்படுத்தித் துய்ப்பதற்கு முயற்சி செய்யலாம். கடல்தரும் ஆற்றல்வளங்களுள் குறிப்பிடத்தக்கவை ஓதம் (tide) வழங்கும் ஆற்றல், சூரியனின் கதிரியக்க ஆற்றல், அலை ஆற்றல், வெப்ப ஆற்றல் களாகும்.

ஓதம் வழங்கும் ஆற்றல். சூரிய, சந்திரனின் ஈர்ப்பு ஆற்றலால், கடலில் ஓதங்கள் உண்டாக, கடலின் நீர் உயரம் அடிக்கடி மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். அனைத்து இடங்களிலும் ஓதங்களின் ஆற்றல் ஒன்று போல் இருப்பதில்லை. சில இடங்களில் ஓதங்களின் ஆற்றல் குறைவாக இருக்கும். வேறு சில இடங்களிலோ, அது கடலின் நீர்மட்டத்தை 60-70 அடி வரைகூட உயர்த்தித் தாழ்த்தும். பெருங்கடல்களில் ஓதம் வழங்கும் ஆற்றல் 3×10^{12} வாட்ஸ் அளவு உள்ளது என்றும் அதில் 350twh அளவு ஆற்றலை ஆக்க வழியில் பயன்படுத்த இயலும் என்றும் கடலறிவியலாளர் கண்டறிந்துள்ளனர். ஆண்டுக்கு ஆண்டு வேறுபடாமல், ஒரே அளவு ஆற்றலைத் தொடர்ந்து தருவது ஓதத்தின் தனிச்சிறப்பாகும்.

சூரியக் கதிரியக்க ஆற்றல் (solar radiation). புவிப் பரப்பை நோக்கி வரும் கதிரவனின் கதிரியக்க ஆற்றலில் பெரும்பகுதியைப் பெருங்கடல் பெற்றுக் கொள்கிறது. நாளொன்றுக்கு ஏறத்தாழ 80 மில்லியன் மெகாவாட் அளவு ஆற்றலைப் (மனிதன் பயன்படுத்துவதைப்போல் 50,000 மடங்கு மிகு ஆற்றல்) பெருங்கடல், சூரிய ஒளிக்கதிர்களிலிருந்து பெறுகிறது. கடலின் மேல்மட்டத்திலிருந்து இந்தச் சூரியக்கதிர் ஆற்றலைப் பிரித்தெடுத்து ஆக்க வழியான வேலைகளில் பயன்படுத்தும் முயற்சியிலும் கடலறிவியலாளர் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

அலை ஆற்றல் (wave energy). கடல் அலைகள் ஆழமற்ற நீரில் நுழையும்போது, ஆழமான நீர் அடுக்கின் வழியே கொண்டு செல்லப்பட்ட ஆற்றல் மெல்ல மெல்ல ஆழம் குறைந்துவரும் நீரில் ஒருமுனைப்படுத்தப்படுகிறது. அலை ஒழுங்கு மாறும்போது ஒவ்வொரு கிலோகிராம் நீரும் மேலும் மேலும் ஆற்றலைத் தன்னுள் தேக்கிக் கொள்ளும் அலை ஆற்றலை நேரடியாகவோ உடையும் அலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றலாகவோ பயன்படுத்த முடியுமென்று கடலறிவியலாளர்கள் மெய்ப்பித்துள்ளனர். ஆயினும் அலையின் உயரத்தில் காணப்படும் நிலையற்ற மாறுதல் அலை ஆற்றலை ஆக்கவழியில் பயன்படுத்தத் தடையாக உள்ளது. இந்தியாவின் கடற்கரையில், அலை ஆற்றலை ஆக்க ஆற்றலாகப் பயன்படுத்தும் முன்னோடி ஆய்வு தற்போது நடைபெற்று வருகிறது.

வெப்ப ஆற்றல் (thermal energy). இப்புவியின் வெப்பச் சமநிலையைப் பாதுகாக்கப் பெரிதும் பெருங்கடல் பயன்படுகிறது. மிகுதியாக உள்ள வெப்பம் கடல் மூலம் வடக்கும், தெற்கும் கொண்டு செல்லப்பட்டு. ஆழி நீரோட்டங்கள், காற்று, புயல்கள் மூலமும் பரப்பப்படும். கடலின் ஆழங்களில்,வெவ்வேறு நீர்ப்பகுதிகளுக்கு ஏற்ப வெப்பநிலை மாறுபடுகிறது. இந்த வெப்ப வேறுபாட்டிலிருந்து உற்பத்தியாகும் ஆற்றலை ஆக்கவழியில் பயன்படுத்த இன்றைய கடலியல் வழிகாட்டுகிறது. அடுத்த பத்தாண்டுக் காலத்தில், கடலின் வெப்ப ஆற்றல் மூலம், 400, 000 கி.வா. மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்ய இயலுமெனக் கடலறிவியலார் கணக்கிட்டுள்ளனர். இந்தியாவில் அந்தமான் - நிக்கோபார் தீவுகளிலும், கடலின் வெப்ப ஆற்றலிலிருந்து மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்யக் கடல்வளர்ச்சித்துறை முயன்று வருகிறது.

அலைகடல் அளிக்கும் மருந்துகள் (medicines from the sea). கடல்வாழ் நுண்ணுயிர், கடல்பாசி, கடல் காளான் முதலிய கடல் தாவர இன உயிரிகள் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றுள், ஏறத்தாழ 5,00,000 வகைக் கடல்வாழ் உயிரினங்கள் மருத்துவச் சிறப்பு வாய்ந்தவையாம். இவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் மருந்துப்பொருள், நரம்பு மற்றும் இதய இரத்த ஓட்டத்தொடர்பான நோய்களைக் குணமாக்க வல்லதாகும். பாக்டீரியா எனும் கடல்வாழ் நுண்ணுயிர்களிலிருந்தும், கடற்காளான்களிலிருந்தும் கிடைக்கும் எல்- ஆஸ்பராஜினேஸ் (L-asparaginase) எனும் பொருள் இரத்தப் புற்றுநோய்க்கு மருந்தாகும். பெனிசிலியம், ஸ்ட்ரெப்டோமைசிஸ் முதலிய கடற் காளான்களிலிருந்து பெனிசிலின், ஸ்ட்ரெப்டோமைசின் முதலிய நோய் எதிர்ப்பு மருந்துகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

வளர்ந்துவரும் கடலியல் மற்றும் கடல்வாழ் உயிரியல் ஆய்வுகளின் விளைவாகத் தோன்றிய எதிரொலி ஆழமறி கருவி (echo-sounder), மின் மீன் பிடிப்பு முறை (electrical fishing) மூலம் மீன்பிடி தொழிலைப் புதுமைப்படுத்தி மேனாட்டார் பெரும் பயன் அடைந்து வருகின்றனர். ஆயினும், பெருமளவில் கடற்கரைப் பகுதியைக் (6000கி.மீ.) கொண்டுள்ள இந்தியா உலகின் மொத்த மீன் உற்பத்தியில் ஏறத்தாழ 2% அளவே உற்பத்தி செய்கிறது. அண்மையில் இந்திய ஆழ்கடல் கனிமவள ஆராய்ச்சியில் தீவிரமாக ஈடுபடத் தொடங்கியுள்ளது.

- இரா. நடராசன்

கடல் வளர்ச்சித் துறை

இந்தியாவில் ஒரு வளரும் அறிவியலாகக் கடலறிவியல் விளங்குகிறது. கடலறிவியலின் இன்றியமையாமையை நன்குணர்ந்த இந்தியா, பல்வித வளங்களையும் பெற 1981 இல் இந்தியக் கடலறிவியல்

வல்லுநர் எஸ். இஷி, காசிம் என்பார் தலைமையில் இந்திய அரசின் கடல்வளர்ச்சித் துறையைப் (Department of ocean development) புதுடில்லியில் நிறுவியது. இது கடலறிவியலின் பல துறைகளான கடல்வாழ் உயிரியல், கடல் வேதியியல், இயற்பியல், புவியியல், பொறியியல், தொழில்நுட்பஇயல் முதலியவற்றில் ஆய்வுகளை மேற்கொண்டு, கடலறிவியல் வளர்ச்சி எல்லோருக்கும் பயன்படும் வகையில் திட்டமிட்டுச் செயல்பட்டு வருகிறது.

கடல் வளர்ச்சித்துறையின் ஆய்வும், வளர்ச்சியும்

அண்டார்க்டிக்கா ஆய்வுப் பயணம். அண்டார்க்டிகா பனிக்கடல், இந்தியப் பெருங்கடலின் தட்ப வெப்பநிலையை மட்டுமன்றி, அதன் கடல்வாழ் உயிரினங்களையும் தாக்குகிறது. ஆகவே, இந்தியா அண்டார்க்டிகா ஆராய்ச்சியில் தனி ஆர்வம் காட்டி, 1982 ஆம் ஆண்டு கடல்வளர்ச்சித்துறையின் மூலம் முதல் அண்டார்க்டிக் ஆய்வுப்பயணத்தைத் தொடங்கியது. இதுவரை ஆறு அண்டார்க்டிக் ஆய்வுப்பயணங்களை இந்தியா வெற்றிகரமாக நடத்தியுள்ளது. மூன்றாம் ஆய்வுப் பயணத்தின் போது, அண்டார்க்டிகாவில் தக்ஷின் கங்கோத்ரி எனும் நிலையான் ஆய்வகம் ஒன்றை நிறுவி, கடலறிவியலின் வெவ்வேறு பிரிவுகளிலும் முனைப்புடன் ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து நடத்தி வருகிறது.

கனிமப்பொருள் ஆய்வு. ஆழ்கடலில் அடர்த்தியாகப் படிந்து கிடக்கும் கனிப்பொருள்களில் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கவை உலோகத் தாதுக்கள் ஆகும். இந்தியப் பெருங்கடலின் அடித்தளத்தில் மட்டுமே ஏறத்தாழ 15 மில்லியன் சதுர கிலோ மீட்டர் அளவுக்கு இந்தக் கட்டிகள் பரந்து கிடக்கின்றன. இவற்றில் மாங்கனீஸ் மட்டுமல்லாமல் இரும்பு, நிக்கல், தாமிரம், கோபால்ட், ஈயம், மாலிப்டினம், கேட்மியம், வெனேடியம், டைட்டேனியம் போன்ற பற்பல விலை மதிப்புடைய உலோகத்தாதுக்கள் உள்ளன. ஆகவே R.V. கவேஷனி O. O R.V. சாகர்கன்யா என்னும் ஆய்வுக்கப்பல்கள் மூலம் இக்கனிமப்பொருள் ஆய்வைத் தொடங்கிய கடல்வளர்ச்சித் துறை, இன்று தன் முனைப்பான ஆய்வுகளின் விளைவாக, இந்தியப் பெருங்கடலில் இரண்டு கனிமச்சுரங்கங்களைக் கண்டு, அவற்றிலிருந்து உலோகக் கட்டிகளை வெளிக் கொணரும் சுரங்க வேலைகளை மேற்கொள்ள உலகக் கடல்கனிகள் பிரிவு (International Seabed Authority) மூலம் அனுமதி பெற்றுள்ளது.

ஆழ்கடல் தொழில்நுட்ப ஆய்வு. இந்தியக் கடல்களின் அடித்தளங்களையும், ஆழ்கடல் நீர்மட்டங்களையும் ஆராயப் புதிய தானியங்கி நீர்மூழ்கிக் கருவிகளையும், ஆய்வுக்கருவிகளையும், கடலடியில் தானே இயங்கும் புகைப்படக் கருவிகளையும் கடல் வளர்ச்சித் துறை இப்போது பயன்படுத்தி வருகிறது. மேலும் இத்தகு புதிய தொழில்நுட்பக் கருவிகளைத் தானே உருவாக்கவும் மிகு முயற்சி எடுத்துள்ளது.

ஆய்வுக் கப்பல்களும், அவற்றின் பராமரிப்பும். மீன் வளக் கடலியல் ஆய்வுக்கென ஆர். வி. கவேஷனி, O.R.V சாகர்கன்யா F.O.R.V சாகர்சம்பதா ஆகிய மூன்று ஆய்வுக்கப்பல்களை வாங்கியுள்ள கடல் வளர்ச்சித்துறை இந்திய அறிவியலார்களைக் கொண்டு அவற்றின் மூலம், குறுகிய - நீண்டகாலக் கடல் ஆய்வுப்பயணங்களை மேற்கொண்டு இந்தியக் கடல்களை ஆராய்ந்து வருகிறது. புதிய கடலியல் ஆய்வுக்கான கருவிகள் யாவும் பெற்றுள்ள இக்கப்பல்களுள் புதியதான சாகர்சம்பதா பனிப்பாறைகள் நிறைந்த அண்டார்க்டிக் கடலுக்கும் சென்று மீன்வள ஆய்வையும் கடலியல் ஆய்வையும் நடத்தி வருகிறது.

கடலில் மாசு படிதல் பற்றிய ஆய்வு. ஏறத்தாழ 6500 கி. மீ. நீளமுள்ள கடற்கரையைக் கொண்டுள்ள இந்தியா மீன் முதலிய புரதச்சத்துமிக்க கடல் வாழ் உயிரினங்களையும் கனிமப்பொருள்களையும் அரபிக் கடல், வங்காள விரிகுடாக்கடல்களில் கொண்டுள்ளது. இந்த அரிய இயற்கை வளங்கள் அழிந்து போகாதிருக்க அவை இருக்கும் கடல் நீரில் மாசு படியா வண்ணம் காக்க வேண்டும். பெருநகரங்களிலிருந்து வெளியாகும் கழிவுநீர் மூலமும், வேளாண் பூச்சிக் கொல்லிகள் நீரில் கரைந்து பின் ஆற்றோடு சேர்ந்து கடலில் கலப்பதன் மூலமும், கடல் நீரில் மாசுபடிவது மிகுந்து கொண்டே வருகிறது. இவை தவிர எண்ணெய்க் கப்பல்கள், துறைமுகங்களிலிருந்து வெளியாகும் எண்ணெய், கடல்வாழ் உயிரினங்களைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. இவ்வாறு கடலில் படியும் மாசுகளின் அளவைக் குறித்தும், இவற்றால் கடலின் சுற்றுச்சூழலில் ஏற்படும் மாற்றங்களால் கடல்வாழ் உயிரினங்களில் காணப்படும் தாக்கம் குறித்தும் கடல் வளர்ச்சித்துறை முனைப்புடன் ஆய்வு செய்து வருகிறது.

செயற்கைக்கோள் தொழில்நுட்ப ஆய்வு. நெடுந்தொலைவு கப்பல் பயணத்துக்கும், ஆழ்கடல் எண்ணெய் எடுக்கும் தொழில், ஆழ்கடல் கனிமச்சுரங்கத் தொழில் போன்றவற்றிற்கும், ஏனைய கடல் தொடர்பான தொழில்கள் பலவற்றிற்கும் குறுகிய நீண்ட கால நிலை வேறுபாடு பற்றிய விவரம் மிக மிகத் தேவைப்படுகிறது. ஆகவே, செயற்கைக் கோள்களின் மூலம் காலநிலை வேறுபாடுகளை நுட்பமாகக் கணக்கிடும் முறையைக் கடல்வளர்ச்சித்துறை கையாண்டு வருகிறது.

கடலின் உயிர்வளங்கள் பற்றிய ஆய்வு. புரதச்சத்து மிக்க மீன்கள், இறால்கள், கடல்பாசிகள் முதலியன மக்களுக்கு உணவாகவும், அந்நியச் செலவாணி மூலம் வருவாய் ஈட்டவும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. கடல்வளர்ச்சித்துறை, சாகர்கன்யா சாகர்சம்பதா முதலிய ஆய்வுக்கப்பல்கள் மூலம், ஆழ்கடலில் மீன்

வளம் மிகுந்துள்ள பகுதிகளைக் குறித்து ஆராய்ந்து வருவதோடு இந்த இயற்கை உயிர்வளங்களைப் பன் மடங்கு பெருக்கவும் மிகுமுயற்சி எடுத்து வருகிறது.

கடலறிவியலாளர்களைப் பயிற்சி மூலம் உருவாக்கும் திட்டம். கடல் வளர்ச்சித்துறை, தன் தீவிரக் கடல் வளர்ச்சித் திட்டங்களைச் செயல்படுத்த அடுத்த ஐந்து முதல் ஏழு ஆண்டுக் காலத்துக்குள் ஏறத்தாழ 1000 அறிவியலாளர்களையும் பொறியியலாளர்களை யும், தொழில்நுட்ப வல்லுநர்களையும் தேர்ந்தெடுக் கத் திட்டமிட்டுள்ளது. வெவ்வேறு பல்கலைக் கழகங் களிலும், இந்தியத் தொழில்நுட்பக் கல்லூரிகளிலும், ஆய்வு நிறுவனங்களிலும், கடலியல், கடல்வாழ் உயிரி யல் குறித்த பாடங்களைப் பயிற்றுவிப்பதன் மூலமும், ஆராய்ச்சித் திட்டங்களை நடைமுறைப்படுத்துவதன் மூலமும் இளம் கடலறிவியலாளர்களை இப்போதி ருந்தே உருவாக்க கடல்வளர்ச்சித்துறை திட்ட மிட்டுச் செயலாற்றி வருகிறது.

கடலியல் புள்ளி விவரங்களைத் தொகுத்தலும், பயன் படுத்தலும். இந்தியப் பெருங்கடல் பற்றிய பழைய புள்ளிவிவரங்கள் அனைத்தையும், மீன்வளத்துறை போன்ற தொடர்புடைய துறைகளிடமிருந்தும், வெளி நாட்டு நிறுவனங்களிடமிருந்தும் தொகுக்கும் பணி யில் கடல்வளர்ச்சித்துறை முனைப்புடன் ஈடுபட் டுள்ளது. இப்பணிக்கென, கோவாவில் அமைந்துள்ள தேசியக்கடலியல் நிறுவனத்தில் இந்தியத் தேசியக் கடலியியல் புள்ளி விவர மையம் அமைக்கப்பட் டுள்ளது.

கடலிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறுதல். கடலில் மிகுதி யான ஆற்றல் வளங்கள் உள்ளன. அவை நிலை யானவையும் ஆகும். கடல் வளர்ச்சித்துறை, மூன்று வித ஆற்றல்களைக் கடலிலிருந்து பெற முயன்று வருகிறது. அவை ஓதங்களின் மூலம் கிடைக்கும் ஆற்றல் (tidal energy), கடலின் வெப்ப ஆற்றலை மாற்றுவதன் மூலம் கிடைக்கும் ஆற்றல் கடலலைகள் மூலம் கிடைக்கும் ஆற்றல் ஆகியவையாகும். அந்தமான், நிக்கோபார் தீவுகளிலிருந்தும், இலட்சத் தீவுகளிலிருந்தும் சில இடங்களைத் தெரிந்தெடுத்து, கடலின் வெப்ப ஆற்றலிலிருந்து மின்னாற்றலை உற்பத்தி செய்யும் பெருமுயற்சியில் கடல் வளர்ச்சித் துறை ஈடுபட்டுள்ளது.

கடல் நீரிலிருந்து நன்னீர். உலகெங்கும் நிலத்தி னடியிலிருந்து கிடைக்கும் நன்னீரின் அளவு நாளுக்கு நாள் குறைந்து கொண்டே வருவதால், நன்னீருக் காகக் கடலை எதிர்பார்க்கவேண்டிய நிலை நெருங்கி விட்டது; கடலின் உப்பு நீரிலிருந்து உப்பைப் பிரித் தெடுத்து, நன்னீர் உற்பத்தி செய்யும் பணியில் கடல் வளர்ச்சித்துறை ஆய்வு செய்து வருகிறது. இதற்கென, சூரிய வெப்பத்தால் கடல்நீரை ஆவியாக்கும் முறை மின் சவ்வூடு பரவல் முறை முதலியவை தற்சமயம் பயன்படுகின்றன.

கடல் தொடர்பான சட்டவல்லுநர் குழாம் அமைத்தல். இந்தியக் கடல் எல்லைகளை வரையறுப்பதன் மூலமே கடல் வளங்களையும், கடல் ஆய்வுகளையும் பெருக்கவும், மேம்படுத்தவும் இயலும். ஆகவே, அனைத்துலக அளவில் கடல் தொடர்பான சட்ட நுணுக்கங்களைப் பற்றியும், அண்டார்க்டிகா குறித்த விவரங்களைப் பற்றியும் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள வழிசெய்யும் வகையில் கடல் வளர்ச்சித்துறை திறமை மிக்க சட்டக்குழு ஒன்றை அமைத்து வருகிறது.

கடலறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சி நிதி. கடலறிவியல் தொடர்புடைய அனைத்துத் துறை களிலும் ஆராய்ச்சித் திட்டங்களைத் தீட்டவும், அவற்றைத் திறம்படச் செயல்படுத்தவும் மட்டுமல்லா மல் அவை குறித்த ஆராய்ச்சி மாநாடுகள் நடத்தவும், கருத்தரங்குகளைக் கூட்டவும், பொதுமக்களுக்குக் கடலறிவியல் நுணுக்கங்களை வெளிப்படுத்தக்கூடிய கடலறிவியல் கண்காட்சிகளை அமைக்கவும் கடலறிவி யல் ஆராய்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சி நிதி ஒன்றைத் தோற்றுவித்து, பல்கலைக் கழகங்களிலும், ஆராய்ச்சி நிறுவனங்களிலும் கடலறிவியலை வளர்க்கும் பணியில் கடல்வளர்ச்சிக் கழகம் தன்னை முழுதுமாக ஈடு படுத்திக் கொண்டுள்ளது.

- இரா. நடராசன்

கடல் வாழ் உயிர்ப் பொருள் தரக் கட்டுப்பாடு

கடல் வாழ் உயிரினப் பொருள்கள், எளிதில் அழுகும் தன்மை உடையவை. இவை ஏற்றுமதிக்காகத் தயாரிக்கப்படும்போது, வெளி நாட்டினரின் தேவை களுக்குக்கேற்ப அவற்றிற்குத் தரம் வகுக்கப்பட வேண்டும். அவை பிடிக்கப்பட்டவுடன், அவற்றின் தசைகள், நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்புகளற்றனவா என அறியப்படும். அவற்றின் செதில்களிலோ வெளித் தோல் ஓடு போன்றவற்றிலோ ஓரளவு நுண்ணுயிரி களின் எண்ணிக்கை இருக்கலாம். மீனினங்கள் நீரில் வாழும் போது, ஓரளவு தடுப்பு ஆற்றலைப் பெற்று, நுண்ணுயிரிகள் படராவண்ணம் பாதுகாத்துக் கொள் கின்றன. அவற்றின் உள்ளும், புறமும் பரவி நிற்கும் நொதிகள், அன்றாட வளர்சிதை மாற்றங்களில் பங்கு கொள்வதோடு ஏனைய நுண்ணுயிரிகள் படராமல் தடுக்கும் வேதிப் பொருள்களாகவும் ஓரளவு இயங்கு கின்றன. அவை நீருக்கு வெளியே எடுக்கப்பட்டவுடன், நொதிகளின் செயல்பாடு மங்கி, நுண்ணுயிரிகள் மிகுதியாகப் பெருக வாய்ப்பு உண்டாகிறது.

ஓர் உயிரினம் இறந்தவுடன் அதனுடலில் ஏற் படும் பல்வேறு மாற்றங்களால் தன்னழிவு (autolyists) வேலைகளும், வெளிப்புறத்திலிருந்து படர்ந்து எண்ணிக்கையில் பெருகும் நுண்ணுயிரிகளும், அவற்

றில் அழுகும் தன்மையை உண்டாக்குகின்றன. தற்கால அறிவியல், தொழில் நுட்ப வளர்ச்சி முறைகளால் இறந்த உயிரினத்தின் தரத்தை மேலும் சிதைவடையாவண்ணம் ஓரளவுதான் பாதுகாக்க முடியும். அவற்றின் முந்தைய தன்மையைச் சீரான நிலைக்கு உயர்த்த உள்ளடக்குதல், புட்டிகளில் அடைத்தல், உலர வைத்தல் போன்ற முறைகளில், மேலும் அந்த உயிரினங்கள் அழிவுறாமல் பாதுகாக்க முடியும். அழிவுறும் அல்லது அழிவுற்ற தன்மையில் பதனிடப்பட்டவை தரம் குறைந்தவையாகக் காணப்படும். ஆகவே தர ஆய்வு செய்யும்போது, நல்ல நிலையில் உள்ளவற்றையே தேர்வு செய்யவேண்டும்.

இந்தியாவில், இறால் வகைகளை ஏற்றுமதிக்காகத் தயாரிக்கும் தொழிற்கூடங்கள் அடிப்படைத் தூய்மையற்ற சூழ்நிலையிலேயே இயங்கி வந்தன. மேலும் மீன், இறால் முதலியன பிடிக்கப்பட்டுச் சேகரிக்கப்படும் நிலைகளிலும், ஏற்ற நலவாழ்வு முறைகள் பின்பற்றப்படவில்லை. இவற்றை முறையாகச் செம்மைப்படுத்த வேண்டியதை உணர்ந்து ஒவ்வொரு கட்டமாகப் பல நிலைகளில் தரநியமங்களும் புகுத்தப்பட்டன. வெளிப்புறத் தோற்றக் கூறுகள் தொடக்க நிலைகளிலேயே கடைப்பிடிக்கப்பட்டாலும், நுண்ணுயிரிகளின் நியமங்கள் படிப்படியாகவே கொண்டு வரப்பட்டன. 1968 இல் ஓடுரித்து வேகவைத்துத் தயாரிக்கப்பட்ட இறால்களுக்கு நுண்ணுயிரி அளவு நியமம் வரையறுக்கப்பட்டது. தவளைக் கால்களுக்கு, மொத்த நுண்ணுயிரி அளவும், கேடு தரும் நுண்ணுயிரிகளின் அளவும் 1969 இல் வகுத்துக் கூறப்பட்டன. பொதுவாக இறால் வகைகளுக்கு, நுண்ணுயிரி நியமங்கள் தன்னிச்சை ஆய்வுக்கு 1970 இல் கொடுக்கப்பட்டனவேயன்றி, தர நியமமாக அவை நிர்ணயிக்கப்படவில்லை. அவ்வப்போது பகுத்தாராயப்பட்ட நுண்ணுயிரி எண்ணிக்கை உற்பத்தியாளர்களுக்கு அளிக்கப்பட்டு, அவர்கள் அதற்கேற்ப உற்பத்தியில் கண்காணிப்பை அதிகரிக்க வசதி செய்து கொடுக்கப்பட்டது. இதன் காரணமாகத் தயாரிப்பாளர்கள், தக்கதொரு அடிப்படை நலவாழ்வுச் சூழ்நிலையை உருவாக்க முன் வந்தனர். மேலும் இத்தகைய உணர்வை உறுதிப்படுத்த, இறால் போன்றவற்றிற்கு, மொத்த எண்ணிக்கை நுண்ணுயிரி எஸ்ச்செரிச்சியா கோலை, ஸ்டெஃபைலோகாக்கஸ், சால்மோனெல்லா போன்ற பாதிப்புத் தரும் நுண்ணுயிரிகளுக்கும் அடிப்படை நியமங்களை 1973 இல் வகுத்தனர். இதன் பிறகு, வெளிநாட்டினரின் தேவைகளுக்குகேற்பக் காலரா விப்ரியோ பாராஹேமலிகடிகஸ் போன்ற நுண்ணுயிரிகள் தொடர்பான ஆய்வும் மேற்கொள்ளப்பட்டது.

நீர் வாழ் உயிரினங்கள் எளிதில் தாக்குதலுக்குள்ளாகி அழிவுறும் தன்மை பெற்றவையாதலின் அவை பிடிக்கப்பட்டுச் சேகரிக்கப்படும் நிலைகளிலேயே, தகுந்த பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகளும் வற்புறுத்தப்பட்டன. மீனவரின் கைகள், உடற்பகுதிகள், உடை, படகின் தளம், கூடை அல்லது தொட்டிகள், மீன் வந்திறங்கும் தளம் போன்றவற்றில் தூய்மைக் குறைவு இருக்கும்போதுதான் நுண்ணுயிர்ப் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. மேலும், இவ்வுயிரினங்களைக் கழுவப் பயன்படும் நீரும் தூய்மையுடையதாக இருக்க வேண்டும். இவ்வுயிரினங்கள் பிடிக்கப்பட்டவுடனேயே பனிக்கட்டித் துண்டுகள் அல்லது தூள்களால் நன்றாகக் கழுவப்படவேண்டும். இதனால் ஏற்படும் குளிர்ந்த சூழ்நிலையில் நுண்ணுயிரிகளின் பெருக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். மேலும் நொதிகள் குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப வரையறைக்குள்தான் இயங்கும் எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். உயர் வெப்ப நிலையில் நொதிகளின் வேதி அமைப்பும் பிளவுபடும்; குளிர்ந்த நிலையில் அவற்றின் இயக்கம் குறைந்து விடும். ஆதலால் மிகக் குளிர்ந்த சூழ்நிலையில் உயிரினத்தின் தன்னழிவு வேலைகளும் கட்டுப்படும்; இவ்வாறே நுண்ணுயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றமும் குறைந்து அவற்றின் இயக்கமும், பெருக்கமும் நிறுத்தப்படும்.

குளிர்பதனக் கூடங்களில் இறால்கள் தரநியமக் கோட்பாடுகளின்படிப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. பிடிக்கப்பட்ட இறால் வகைகள் தொழிற்கூடத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்டவுடன் மூலப்பொருள் சேமிப்பறையில், நல்ல குளிர்ந்த சூழ்நிலையில் வைக்கப்படும். இவை சிறிது சிறிதாக வெளியே எடுக்கப்பட்டு, நல்ல குடிநீரால் கழுவப்பட்டு நிறுக்கப்படும். பிறகு ஓட்டோடு கூடிய வகைகள் இனவாரியாகப் பிரிக்கப்படும். இவ்விறால்கள் பின்னர் பெரிய, சிறிய வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, தனித் தனிக்கலன்களில் சேகரிக்கப்படும். இறால்களின் வெளி ஓட்டிலும், வெளியே தெரியும் தசைப்பகுதியிலும் படிந்துள்ள நுண்ணுயிரிகள் எளிதில் வளரக்கூடிய வாய்ப்பு உள்ளமையால் முதலில் அவை நீக்கப்பட வேண்டும். நீரில் கழுவிய பிறகு 5-20 பி பி.எம் குளோரின் கலந்த நீரில் இரண்டு, மூன்று முறை கழுவப்பட வேண்டும். இறால்களைக் கழுவித் தூய்மை செய்யும் பணியில்தான் மிகு கவனம் செலுத்த வேண்டும். உற்பத்தி நிலையில் நடத்த வேண்டிய கட்டுப்பாட்டில் இது மிக இன்றியமையாதது.

பாகுபடுத்தப்பட்ட இறால்கள் 2 கிலோ எடை அளவில் நிறுக்கப்பட்டு, மெழுகுப்பூச்சுடைய உள் அட்டைப் பெட்டியில் (duplex cartoon) அடுக்கப்படும். பெட்டியின் உட்புறத்தில் பாலிதீன் காகிதம் விரிக்கப்பட்டிருக்கும். இந்தக் காகிதம், அடுக்கப்பட்ட இறால்களுக்குச் சுவராக அமைகிறது. இப்பெட்டிகள் பெரிய தட்டுகளில் வைக்கப்பட்டு, உறைய வைக்கும் எந்திரத்தில் உள்ள தட்டுகளில் ஒன்றன் மேல் ஒன்றாக அடுக்கப்படும். இம்முறை பெட்டியுடன் உறையவைத்தல் எனப்படும்.

தடுப்புகள் உள்ள பெரிய தட்டுகளில் பாலீத்தீன் காகிதத்தை விரித்து, அதன்மேல் இறால்களை அடுக்கி, உறையவைக்கும் எந்திரத்திற்குள் வைக்கும் முறையும் உண்டு. பனிப்பாறையாக உறைந்தவுடன், அவற்றை அகற்றி உள் அட்டைப் பெட்டிக்குள் வைப்பர். இது கட்டி உறைதல் (slab freezing) எனப்படும். இறால்கள் அடுக்கப்படும்போது அன்றாடம் உறைய வைக்கப்படும் கட்டிகளைப் பற்றிய குறிப்புகளை, ஒரு துண்டுக் காகிதத்தில் எழுதி வைக்க வேண்டும்.

- ஓ.என். குருமணி

கடல்வாழ் நுண்ணுயிர்த் தாவரங்கள்

கடல்வாழ் பாக்டீரியாக்களும், பூஞ்சைகளும் ஆற்றுக் கழிமுகப் பகுதிகளிலும், கடலிலும் காணப்படுகின்றன. பெரும்பான்மையான பாக்டீரியாக்களும், பூஞ்சைகளும் பிற ஊட்ட உயிரிகள் ((heterotrophs) ஆகும். சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையில் கரிமப் பொருள்களைச் சிதைத்துக் கனிமப் பொருள்களை விடுவிப்பதே இவற்றின் முக்கிய பணியாகும். ஏறத்தாழ 300 சிற்றினத்தைச் சேர்ந்த கடற் பூஞ்சைகள் உள்ளன. இவை அலையிடைப் பகுதியில் இருந்து கரையோரப் பகுதிகள் வரை காணப்படுகின்றன. அவற்றில் பொதுவாகக் காணப்படுபவை லிக்னிகோலஸ், ஆஸ்கோமைசீட்ஸ் பூஞ்சைகளாகும். சில பருவங்களில் பைக்கோமைசீட்டஸ் பூஞ்சைகள் கடல் பாசிகளின் மீது மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. சில மைக்கோமைசீட்டஸ் பூஞ்சைகள் மிதவைப்பாசிகளில் ஒட்டுண்ணியாக அமைந்து அந்நுண்ணுயிர் மிதவைகளின் பெருக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. பூஞ்சைகளின் பெருக்கம் நீரின் உப்புத் தன்மையைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. 5% அல்லது அதற்குக் குறைவான உவர்த்தன்மையுள்ள . பகுதியில் மிகுதியான பூஞ்சைகள் காணப்படுகின்றன. கடற்பூஞ்சைகள் 200 மீட்டர் ஆழம் வரை பரவியுள்ளன. மேலும் 3,425 மீட்டர் ஆழத்தில் உள்ள படிவுகளில் இருந்தும், 4,610 மீட்டர் ஆழ நீரிலிருந்தும் பூஞ்சைகள் பெறப்பட்டு வளர்க்கப்படுகின்றன.

கடற்சூழலில் பூஞ்சைகளின் பங்கு. உப்புத்தன்மை குறையும்போது நீர்ப்பூஞ்சைகளின் (water moulds) எண்ணிக்கை மிகுதியாகக் காணப்படும். குளிர், மித வெப்ப நீர்நிலைகளைவிட வெப்ப மண்டல நீரில் மிகுதியான பூஞ்சைகள் காணப்படுகின்றன. நீரின் சராசரி வெப்பம் மிகும்போது லிக்னிகோலஸ் பூஞ்சையின் உப்புத்தன்மை தாங்கும் ஆற்றல் குறைகிறது.

கடல் அல்லது கழிமுகப்பகுதிகளில் மட்டும் நிலை மாறாக் கடற்பூஞ்சைகள் (obligate marine fungi) நன்கு வளர்ந்து தம் இனப்பெருக்கத்திற்குத் துகள்களை (spores) உற்பத்தி செய்கின்றன. சில சமயங்களில் நிலத்திலும், நன்னீரிலும் வளரும் பூஞ்சைகள் கடலில் வாழக்கூடும். இவை நிலைமாறும் கடற் பூஞ்சைகள் (facultative marine fungi) எனப்படும்.

கடற் பூஞ்சைகளின் சிதைக்கும் தன்மை. கடற் பூஞ்சைகள் நிலையான கனிமக் கூட்டுப் பொருள்களின் மாற்றத்திலும், உணவுத் தொடரிலும் பெரும் பங்கு கொள்கின்றன. ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், ஆஸ்பர் ஜில்லஸ் நிடுலன்ஸ், ஆ. டெரியஸ், சிரியாப்சிஸ் ஹெலினா, பெனிசிலியம் பியூனிகுளோசம் போன்ற சில பூஞ்சைகள் செல்லுலோஸ் எனும் பொருளை அழிக்கும் தன்மை உடையவை.

உவர்ச் சதுப்பு நிலங்களிலும், கடற்கரைக்கு அப்பாற்பட்ட நீர்ப்பகுதிகளிலும் ஹைட்ரோகார்பன்கள் நிறைந்து காணப்படுகின்றன. இந்த ஹைட்ரோ கார்பன்களை அழிக்கும் பூஞ்சைகளில் பிச்சியா ஸ்பார்டினா, பி. சாய்டோய், குளுகுரோமைசிஸ் டரோசோ பைலாரம் ரோடோடொருலா சிற்றினம், கிரிப்டோகாக்கஸ் ஆல்பிடஸ் போன்ற ஈஸ்ட்டுகள் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

டாபார்யோமைசிஸ், சக்காராமைசிஸ், கேன்டிடா, குளோக்கீரா, டிரைக்கோஸ்போரான் புல்லுலேரியா போன்றவை டீசல் எண்ணெயைச் சிதைக்கும் பூஞ்சைகளாகும். எனவே இப்பூஞ்சைகள் எண்ணெயால் மாசடைவதைக் குறைப்பதற்குப் பெரிதும் உதவியாக உள்ளன. கார்பனை மூலப் பொருளாகக் கொண்டுள்ள தூய்மைப்படுத்தப்படாத எளிய, கன எண்ணெய்களைக் கேன்டிடஸ் ஆல்பஸ், ரோடோடொருலா குளுட்டினஸ், டிரைக்கோஸ்போரான் போன்ற பூஞ்சைகள் பயன்படுத்தும் தன்மை கொண்டுள்ளன. பெனிசிலியம் பியூனிகுளோசம், வெர்ட்டிசில்லியம், சிற்றினம் டிரைக்கோடெர்மா கொனிஞ்சி ஆஸ்பர்ஜில்லஸ், டெர்ரியஸ் போன்ற பூஞ்சைகள் கடல் நீரிலுள்ள பாஸ்ஃபரஸைக் கரைக்கும் தன்மை கொண்டவை. மேலும் அல்ஜினேட்டை, டென்ரோபியல்லா சலைனா என்னும் நுண்ணுயிர் சிதைக்கிறது. பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிர்கள் இல்லாத போதும் கடற்பூஞ்சைகள் மரச்செல்களில் ஊடுருவி வளர்ந்து அழியும்தன்மை மிக்க செல் சிதைத்தல் செயலையும் செய்யும் காரணத்தால் இவை கடலில் உள்ள கட்டுமரம், சிறிய படகு போன்ற மரக்கலங்களை அழித்து விடுகின்றன.

கடல்பாசிகளும் பூஞ்சைகளும். இறந்து சிதைவடையும் கடல்பாசிகளின் உடலத்துடன் சேர்ந்து பல பைக்கோமைசீட் பூஞ்சைகள் செயல் திறன் மிக்க நோய்க் கிருமிகளாக வளர்கின்றன. எக்ட்டோகார்ப்பஸ் ஸ்டைரியா, செராமியம் போன்றவை பூஞ்சைத் தாக்குதலுக்கு உள்ளாகும் கடல்பாசிகளாகும். வட அட்லாண்டிக் பகுதிகளில் கடல் பாசி

களின் முழு அழிவுக்கு இப்பூஞ்சை ஒட்டுண்ணிகளே காரணமாகும். ஜப்பானில் பெருமளவில் வளர்க்கப் பட்டு வரும் போர்பைரா டெனியா என்னும் கடல் பாசியின் அழிவுக்குப் பித்தியம் எனும் ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சையே காரணமாகிறது.

ஆஸ்கோமைசீட் பூஞ்சை போன்றே வகைப்படுத் தப்படாத சில பூஞ்சைகளும் கடல்பாசிகளில் உள் ளன. இவை ஒட்டுண்ணிகளாகவும் சிலவற்றில் காணப்படுகின்றன. குவிக்னார்டியா குளாய்யோ-பெல்டிடிஸ் என்னும் பூஞ்சை குளாய்யோ பெல்டிஸ் என்னும் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த கடல் பாசியில் கறுப்புப்புள்ளி நோயை உண்டாக்குகிறது. பூஞ்சைகளும் ஆல்காக்களும் இணைந்து காம்போ சைட்டுகளை உருவாக்கும். இது அல்வா, பிரேசி யோலா, கிளாடோஃபோரா போன்ற கடல்பாசி களில் காணப்படுகிறது.

பாசி மற்றும் பூஞ்சையை உள்ளடக்கி வாழும் லைக்கன்கள் கடற்சூழலில் மிகக்குறைந்த அளவில் காணப்படுகின்றன. வெருசுகேரியா, லைக்சினா, கேலோபிளக்கா போன்ற லைக்கன் வகைகள் பரந்த அளவில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படுகிறது. சாக்ஸி கோலஸ் எனும் வகையைச் சார்ந்த லைக்கன்களில் பெரும்பாலானவை கடலோர உயர் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. ஏனைய லைக்கன்கள் கடலோர நடுப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

விலங்குகளில் கடற்பூஞ்சைகள். இத்தியோஸ் போரீடியம் என்னும் கடற்பூஞ்சை சூடை, கானாங் கெழுத்தி ஃப்ளவுண்டர் போன்ற பல மீன் இனங் களில் சிஸ்ட்டுகளை உண்டாக்கி இரத்தத்திலும் நிண நீரிலும் ஸ்போர்களை உள்ளேற்றுகிறது. இந்தத் தாக்கத்தால் 75% மீன்களில் மரணம் நிகழ்கிறது. இவ்வாறே சிப்பிகளின் அனைத்துத் திசுக்களுமே டெர்மோசிஸ்டிடியம் மெரைனம் எனும் பூஞ்சையின் ஊடுருவலுக்கு உள்ளாகிவிடுகின்றன. இந்நோய் முற்றிய நிலையில் சிப்பிகளின் அடக்டார் தசைகள் ஓட்டினை மூடித் திறக்கும் தன்மையை இழந்து விடு வதால் எண்ணற்ற சிப்பிகள் இறக்கின்றன. அன்றி யும் கடற்பஞ்சுகளின் வாஸ்டிங் நோய்க்கு ஸ்பான் ஜியோபேகா என்னும் பூஞ்சையே காரணமாகிறது. நீலநிற நண்டுகளின் கருவில் லேஜினீடியம் எனும் பூஞ்சை வீரியம் வாய்ந்த நோய் உருவாக்கும் பூஞ்சை யாக உள்ளது. எமரிட்டா என்னும் மணல் நண்டின் சிறுகுடல் பகுதியிலும், கடல் கணுக்காலிகளின் குடல் இறுதிப் பகுதிகளிலும் பூஞ்சைகள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன.

கடல்வாழ் பாக்டீரியாக்கள். கடல் பாக்டீரியாக் களில் ஒளிச்சேர்க்கைப் பாக்டீரியாக்களும் வேதிச் சேர்க்கைப் பாக்டீரியாக்களும் மேலும் காற்றுள்ள (aerobic), காற்றில்லாத (anaerobic) சுவாசமுடைய பிற ஊட்ட உயிரிகளும் காணப்படுகின்றன. பாக்டீரி யாக்களின் உற்பத்தித் திறன், தாவர நுண்ணுயிர் மிதவைகளின் உற்பத்தியைவிட மிகுதியாக உள்ளது.

கடல் உப்பிலிருந்து முதன் முறையாகப் பேக்டீ ரியம் ஹேலோபியம் எனும் பாக்டீரியம் பிரித்தெடுக் கப்பட்டுள்ளது. டெரிடோ நவாலிஸ் என்னும் கடல் விலங்கிலிருந்து செல்லுலோஸைச் சிதைக்கும் பாக்டீ ரியா பிரித்தெடுக்கப்பட்டுள்ளது. சூடோமோனஸ் ஜெலாட்டிகா எனும் பேக்டீரியா அகாரைச் செரிக் கச் செய்கிறது. பாக்டீரியம் அல்ஜினம் என்னும் பாக்டீரியா கடல் பாசிகளுடன் சேர்ந்து அல்ஜி னிக் அமிலத்தை அழிக்கிறது. சில கடற்பாக் டீரியாக்கள் செல்லுலோஸைச் சிதைக்கின்றன. கடல்சுற்றுப்புறத்தில், பாக்டீரியாக்களின் அரித்தல் மிக இன்றியமையாததாகிறது. பாக்டீரியாக்கள் பல தொழில் நுட்பக் கருவிகளைத் தம் வளர்சிதைச் செயல்களாலும், ஒழுங்கற்ற படிவுகளாலும் தாக்கு கின்றன. இவ்வாறு தாக்கமுற்ற ஏனைய நுண் ணுயிர்களின் அடுத்தடுத்த வளர்ச்சிக்கும் வழி செய் கின்றன.

கடல்வாழ் உயிர்களுக்கு ஏற்படும் அழிவும் நோய்த் தாக்கமும் கடல்வாழ் பாக்டீரியாக்களில் ஏற்படும் இழப்பிற்கு நேரடிக் காரணங்களாகும். இப் பாக்டீரியாக்கள் கடல்வாழ் மிதவை நுண்ணுயிர்களின் உணவு வகையில் மறைமுகமாக உதவுகின்றன. மேலும் தாவர நுண்ணுயிர் மிதவைகள் வளர்ச்சிக்கும் உணவுத் தொடர்ச்சிக்கும் உதவியாக உள்ளன. மேலும் கடலில் செலுத்தப்படும் கசிந்து வாழும் பெட்ரோலிய உற்பத்திப் பொருள்களைச் சிதைப்பதில் பாக்டீரியாக்கள் நேரடிப் பங்கு பெறுகின்றன.

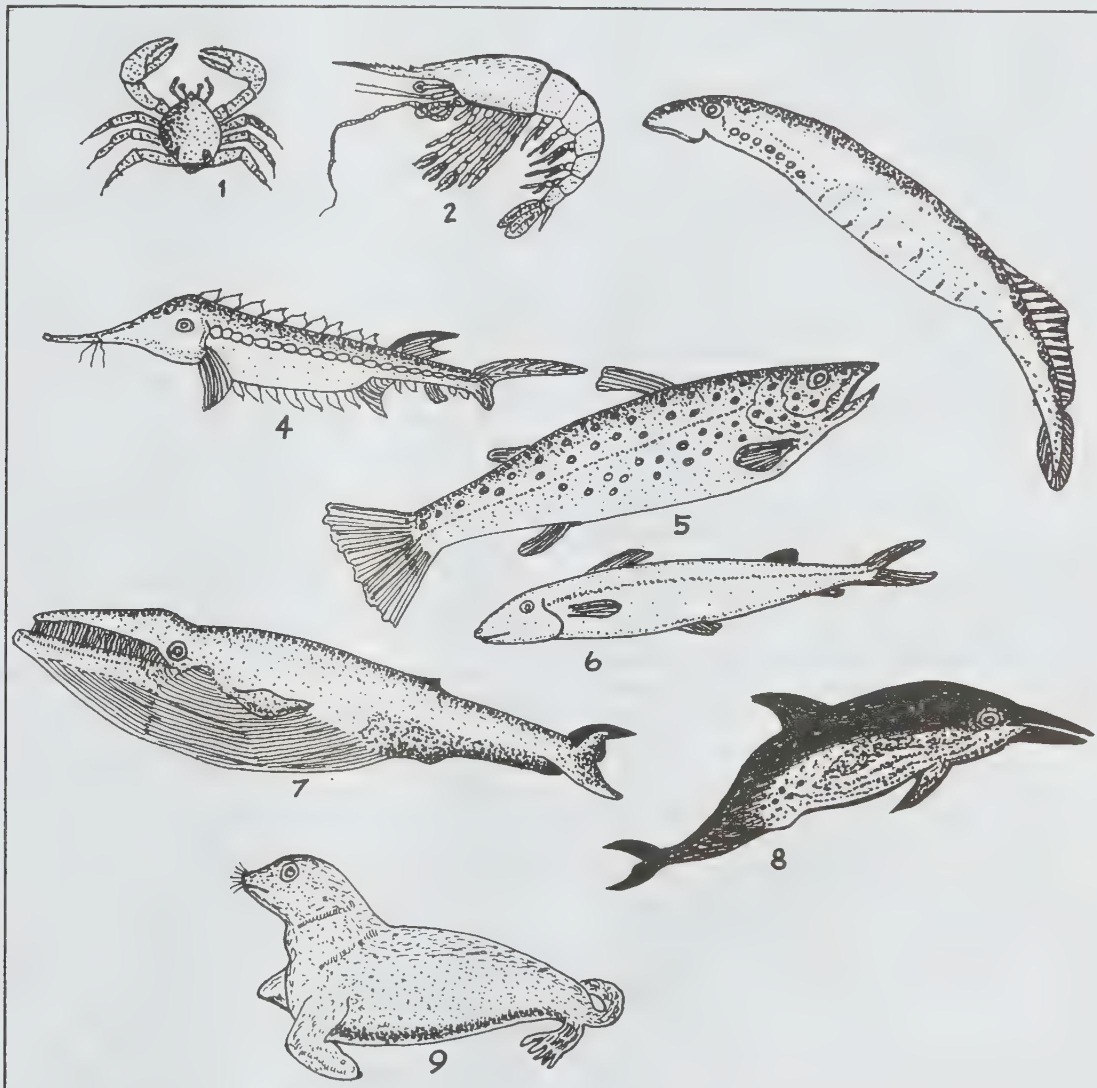
கடல்வாழ் பாக்டீரியாக்களின் பண்புகள். பெரும் பாலான கடல்வாழ் பாக்டீரியாக்கள் ஒரு செல் லுடையனவாகவும், குச்சி போன்றும், கடலில் வாழ் வன அல்லாத சிற்றினங்களைவிடச் சிறியனவாகவும் உள்ளன. பாக்டீரியாக்கள், பரந்த அளவில் கரை அருகே 50 செ.மீ.க்கும் குறைவான ஆழத்தில் காணப்படுகின்றன. தாவர நுண்ணுயிர் மிதவை களுக்கு இணையாக இவற்றின் பரவல் அமைந் துள்ளது. 95% கடல் பாக்டீரியாக்கள் கிராம் நெகட்டிவ் தன்மையுடையவை நிறமிகள் உள்ள பாக்டீரியாக்கள் 70% ஆகும். இவற்றில் பல புற ஊதாக்கதிர்களில் ஒளிரும் தன்மையுடையவை. 70% கடற்பாக்டீரியாக்கள் சேற்றில் வாழ்பவை; இவை கடல் மேற்புறத்தில் காணப்படும். பல பாக்டீரியாக் கள் காற்றிலோ காற்றில்லாமலோ வளர்சிதை மாற்றத்தைச் செய்யும் தன்மை பெற்றுள்ளன. நிலைமாறாக் காற்றில் வாழ்பவையும் நிலைமாறாக் காற்றில் வாழ்பவையும் மிகக் குறைந்த அளவில் உள்ளமை தெரிய வந்துள்ளது. குறைந்த அளவு

வெப்பநிலையில் கடற்பாக்டீரியாக்களின் வளர்ச்சி மிகுந்த அளவில் உள்ளது.

- லெ. கண்ணன்

கடல்வாழ் விலங்குகளின் வலசை

விலங்குகளில் உள்ள வியப்பூட்டும் பண்புகளில் ஒன்று வலசை ஆகும். குறிப்பிட்ட பருவங்களில், சில விலங்குகள், தம் நிலையான இருப்பிடங்களை விட்டு, வேற்றிடங்களுக்குச் சென்று சிலகாலம் தங்கியபின் மீண்டும் தம் இடத்திற்கே வரும். இச்செயல் உணவு தேடுவதற்காகவோ, குறிப்பிட்ட பருவங்களில் அவை வாழும் சூழ்நிலை ஒவ்வாமை காரணமாகத் தமக்கு ஏற்ற சூழலில் வசிக்கவோ, இனப்பெருக்கத்திற்காகவோ நிகழ்கிறது. வலசை செல்லும் தொலைவு பல்லாயிரம் கிலோமீட்டர் வரை இருக்கலாம். வலசை தொடர்பான வல்லுநர்கள் இச்செயல் பரம்பரையாக வரும் ஓர் உள்ளுணர்வு இயல்பூக்கம்



வலசை செல்லும் கடல்வாழ் விலங்குகள்

1. சின்தண்டு. 2. இறால். 3. பெட்ரோமைசான் (அ) லேம்ப்ரே. 4. ஸ்டர்ஜியன் மீன். 5. சால்மன் மீன். 6. குருனியன் 7. நீலத்திமிங்கலம், பெலனாப்டீரா 8. நீள்மூக்குத் திமிங்கலம், (அ) டால்ஃபின் 9. சீல்

(instinet) எனக் கருதுகின்றனர். நாளமில்லாச் சுரப்பிகளில் தோன்றும் ஹார்மோன்களும் பிற வேதிப் பொருள்களும் வலசையைத் தூண்டவோ விரைவு படுத்தவோ துணைபுரிகின்றன என்று ஆய்வு மூலம் கணித்துள்ளனர்.

கடல் வாழ்விலங்குகளுள் இறால் வகை, நண்டு, மீன், திமிங்கலம், சீல், கடல்சிங்கம் ஆகியவை வலசை போகின்றன. கடலிலிருந்து நன்னீர் நதிகளுக்கு வலசை செல்வனவும் (anadromous), கடலிலேயே ஒரு பகுதியிலிருந்து தொலைவிலுள்ள வேறு பகுதிக்கு வலசை செல்வனவும் ஆழ்கடலிலிருந்து மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தாக வலசை வருவனவும் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழ்கடலுக்கு வலசை செல்வனவும் உண்டு. காற்றின் செயலாலும், நீர்ச்சுழல்களாலும், மிதவை உயிரிகள் (planktons) கூட இடம் பெயர்ந்து விடுவதுண்டு.

இறால்கள், நண்டுகள் ஆகியவற்றின் வலசை. கடின ஓட்டுக்கணுக்காலிகள் (crustacea) வகையைச் சேர்ந்த இறால், நண்டு ஆகியவற்றின் வலசை குறிப்பிட்ட பருவ காலங்களில் அமைவதாகக் குறிப்பிடுகின்றனர். சில இறால்கள் கடலிலேயே நூற்றுக்கணக்கான கிலோ மீட்டர் தொலைவு வரை, குறிப்பிட்ட பருவங்களில் இடம்பெயர்ந்து, அடுத்த பருவத்தில் பழைய இருப்பிடத்திற்குத் திரும்புவதைக் கண்டறிந்துள்ளனர். சீனக்கடலில் வாழும் சீன நண்டு எனப்படும் போர் செல்லானா வசந்தகாலத்தில் வடக்குக் கடல்மூலம் வலசை மேற்கொண்டு ஜெர்மனி நாட்டின் எல்பா, வீசர் ஆகிய ஆறுகளை அடைந்து பின்பு அங்கிருந்து ஹாம்பூர்க், பெர்மன் ஆறுகளில் குளிர் காலத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இந்நண்டின் கால்களில் மயிர் போன்ற நீட்சிகள் இருப்பதால் இது மயிர்க் கால் நண்டு எனப்படுகிறது. இது ஆறுகளில் செல்லும் போது, அணை, மதகு, கால்வாய், குளம் ஆகிய அனைத்தையும் தாண்டிச் செல்கிறது. அங்கு இனப் பெருக்கம் செய்தபின் கடலுக்குத் திரும்பும்போது பெரும்பாலும் இறந்துவிடும். ஒரு சில மட்டும் மீண்டும் வலசை மேற்கொள்ளும். மேற்கிந்தியத் தீவுகளைச் சேர்ந்த நீலநண்டுகள் தம் முதியநிலையில் கடற்கரையிலிருந்து ஒரு சில கிலோமீட்டர் தொலைவில் உள்ள மலைகளின் மேல் வாழ்கின்றன. ஆனால் முட்டையிடுவதற்காகக் கடற்கரைக்கு வருகின்றன. நிலத்தின் மேல் அவை இயங்கும் அளவுக்கு வளர்ந்ததும் கடலை விட்டு வெளியேறி மலைகளில் ஏறி விடுகின்றன.

லேம்ப்ரேக்களின் வலசை. வட்டவாய் (cyclostomes) மீன்களில் பெட்ரோமைசான் மரைனஸ், பெட்ரோமைசான் ஃப்ளூவியாடிலிஸ் ஆகியவை ஐரோப்பா, வடஅமெரிக்கா ஆகிய நாட்டுக் கடல் மீன்களின் உடலில் புற ஒட்டுண்ணிகளாக (ectoparasite) வாழ்கின்றன. அவை மே அல்லது ஜூன் மாதத் தொடக்கத்தில் இன முதிர்ச்சியடைந்து ஆறுகளில் வலசை மேற்கொண்டு நூற்றுக்கணக்கான கிலோமீட்டர் தொலைவுக்குச் செல்லும். இவ்வாறு வலசை செல்கையில் அவற்றுள் சில பளபளப்பான செம்மஞ்சள், கறுப்பு ஆகிய நிறங்களைப் பெறும். ஆண், பெண் ஆகிய இரண்டுமே சேர்ந்து நீந்துகின்றன. வலசையால் ஆறுகளை அடைந்ததும் அவற்றில் எதுவும் உண்ணுவதில்லை. தம் தோலிலும் தசைகளிலும் சேர்த்து வைத்துள்ள கொழுப்பையே ஆற்றலுக்குப் பயன்படுத்துகின்றன. குளிர்காலத்தில் பால் முதிர்ச்சி அடைந்த பிறகு, நீரின் அடித்தளத்தில் கற்களால் கூடுகட்டி அக்கூட்டில் முதலில் பெண் தன் ஒட்டுறிஞ்சியால் ஒட்டிக்கொண்டிருக்க ஆண், பெண்ணின் மேல் ஒட்டிக் கொள்ளும். இவ்வாறு ஒட்டுவதற்கு அவற்றின் ஒட்டுறிஞ்சிகள் (suckers) பயன்படுகின்றன.

பிறகு இவை இரண்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று சுற்றிய வாறு உடல்களை இறுக்கிக் கொள்வதால் இனச் செல்கள் நீரில் விடப்படும். இதுபோன்ற கலவி பல முறை நடைபெறுவதால், அவை சோர்ந்து இறந்து விடுவதுமுண்டு. இதனால் உண்டாகும் இளம் உயிரி (larva) அம்மோசீட்டே மஞ்சள் பழுப்பு நிறத்தைக் கொண்டிருக்கும். இவ்விளம் உயிரி V வடிவமான சுரங்கப்பாதையை ஆற்றின் அடித்தளத்தில் மணல், சேறு ஆகியவற்றால் அமைத்துக்கொண்டு, அதன் உள்ளே பாதுகாப்பாக வாழ்கிறது. 3-7 ஆண்டுகள் வரை ஆற்றில் வாழ்ந்து படிப்படியாக வளர்ந்து 170 மி.மீ நீளம் ஆகும்போது, மேற்புறம் கறுப்பும், கீழ்ப்புறம் வெள்ளிநிறமும் கொண்ட நிறையுயிரியான பின்னர் கடலில் நீந்திச்சென்று அங்கு பெரிய மீன்களின் உடலில் ஒட்டித் தன் ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையைத் தொடர்கிறது.

மீன்களின் வலசை. மீன்களில் கடலிலிருந்து நன்னீருக்கு வலசை செல்வதும், கடலிலேயே ஓரிடத்திலிருந்து தொலைவிலுள்ள வேற்றிடத்துக்கு வலசை செல்வதும், செங்குத்து வலசை மூலம் ஆழ் கடலிலிருந்து ஆழம் குறைந்த மேற்பரப்புக்கும் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழமான பகுதிகளுக்கும் வலசை செல்வதும் சிறப்பாக ஆராய்ந்தறியப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் சில கூட்டமாகக் கூடி கடலில் ஒரே இடத்தில் இருத்தல் மிகவும் பயனுடையதாகும். ஐரோப்பாவில் வாழும் ட்ன்னி மீன் எனப்படும் ஆர்சினஸ்தின்னஸ் கோடைக்காலத்தில் அட்லாண்டிக் கடலிலிருந்து புறப்பட்டு ஆப்பிரிக்காவின் வடக்குக் கடற்கரை, எகிப்து, பாலஸ்தீனம் வழியாகக் கருங்கடலில் புகுந்து அங்கிருந்து அசோவ் கடலுக்குச் சென்று இனப்பெருக்கம் செய்து பின்னர் மத்தியதரைக் கடலின் வடக்குக் கரை மூலமாக மீண்டும் அட்லாண்டிக் கடலை அடைகிறது. இம்மீன் ஓர் ஆண்டின் பெரும்பகுதியை ஆழ்கடலில் கழித்த பிறகு, இனப்பெருக்கக் காலம் நெருங்கும்போது,

ஆழ்கடலிலிருந்து செங்குத்து வலசை மூலம் கடலின் மேற்பரப்புக்கு வந்து மீண்டும் வலசை செல்கிறது.

கானாங்கெளுத்திகள் (mackerals), கிளுபிடு, சூடை (herring), மென்ஹேடன், பில்சார்டு, நெத்திலி (anchories) ஆகியவை ஆழ்கடலினின்றும் செங்குத்து வலசை மூலம் மேற்பரப்புக்கு வந்து இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. சால்மோனிடே என்னும் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஆர்ஜென்டினா மீன், ஆழம் குறைந்த பகுதியை விட்டு ஆழ்கடலை நோக்கி வலசை சென்று இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. மல்லோட்டஸ் அல்லது காலபான் மீன் ஆழ்கடலிலிருந்து கரையோரப் பகுதிக்கு வலசை வந்து இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. ஸ்மெல்ட் மீன் கழிமுகங்களுக்கும் நன்னீர் ஆறுகளுக்கும் வலசை செல்கிறது.

கருனியன் என்னும் வெள்ளி நிற மீன் பசிபிக் கடலில் கலிஃபோர்னியா, மெக்சிகோ ஆகிய கடற் கரைகளில் வாழ்கிறது. ஒவ்வோர் ஆண்டும் மார்ச் முதல் ஜுலை வரை அமாவாசை, பௌர்ணமி ஆகிய நாள்களில் கடல் அலைகள் மிகுதியாக உள்ளபோது, இவை பெருங்கூட்டமாகக் கரையில் வந்து மணலில் குழிதோண்டி முட்டையிடும். அம்முட்டைகளின் மேல் ஆண்கள் விந்தை இறைக்கும். கருவுற்ற முட்டைகளைக் கொண்ட குழிகளை மணலால் மூடி வைத்துவிட்டுக் கடலுக்குள் ஊர்ந்து செல்லும். பின்னர் அடுத்த 15 நாள்களில் மீண்டும் அலைகள் மிகுதியாக வரும்போது அவ்வலைகள் கருமுட்டை களைக் கடலுக்கு இழுத்துச் செல்லும்.

சால்மனின் வலசை. அட்லாண்டிக் சால்மன்களான செம்கா, சால்மன், ட்ரவுட் என்பனவும், பசிபிக் சால்மன்களான வெள்ளிச்சால்மன் அல்லது கோஹோ சால்மன், சும் சால்மன், சிவப்புச் சால்மன், திமில் முதுகுச்சால்மன், சினூக் சால்மன் போன்றவை ஆண்டுதோறும் கடலைவிட்டு நதிகளில் வலசை மேற் கொள்கின்றன. ஆகவே இவை கடலிலிருந்து நன்னீருக்கு வலசை செல்வன ஆகும். சால்மன் மீன் கள் நீண்ட வலசையைத் தொடங்கு முன்னர், ஆற்றின் கழிமுகங்களில் தங்கிப் பழகிய பின்னர் திடீரென்று மொத்தமாக மிக நெருக்கமாக அமைந்து நதிகளில் ஏறி நீந்தும் தன்மை கொண்டவை என்று கருதப்படுகிறது. சில தாவிக்குதித்தே செல்லும் பழக்கம் கொண்டவை.

திமில் முதுகுச் சால்மன்கள் சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசில் பொல்ஷாயா நதியின் நடுவிலிருந்து சூரிய வெப்பம் மிக்க அமைதியான நேரத்தில் திடீரென ஒலியெழுப்பிக் கொண்டே கரையருகில் வந்து லட்சக்கணக்கில் 1.5 கிலாமீட்டர் தொலைவுக்கு ஒரே நேர் கோடுபோல் பரவின என்றும், பின்னர் ஆற்றில் நீந்தும்போது அணைக்கட்டு நீர்வீழ்ச்சி ஆகியவற்றைக் கூடத்தாண்டிச் சென்றுவிடும் என்றும், அவ்வாறு துள்ளித்தாண்டும்போது 3 மீட்டர் மேல் நோக்கியும், 5 மீட்டர் முன்னோக்கியும் குதிக்கும் என்றும் கருத்துத் தெரிவித்துள்ளார். இலையுதிர் காலத்தில் கழிமுகங்களில் தங்கி ஓய்வெடுக்கும் செம் காக்களுள், மிகுந்த முட்டைகளைச் சுமந்துள்ளவை இளவேனிற் காலத்தில் ஆறுகளின் மேல் மூடியுள்ள பனிக்கட்டிகள் உடையும்போது ஆற்றில் சென்று நீந்துகின்றன. பிற சால்மன்கள் இனப்பெருக்கம் செய்யும் உந்துதல் இன்றி இரண்டு மூன்று ஆண்டுகள் கடலிலேயே வாழ்கின்றன. கோடைக் காலச் செம்காக்கள் ஆகஸ்ட் மாதத்தின் பின்பகுதியிலிருந்து முன்பனிக்காலத்தொடக்கம் வரை பயணம் மேற் கொண்டு குளிர்காலத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்யும். இலையுதிர்காலச் செம்காக்கள் குளிர்காலத்தில் வலசையைத் தொடங்கி அடுத்த ஆண்டின் குளிர் காலத்தில்தான் இனப்பெருக்கம் செய்யும். குளிர் காலச் செம்காக்கள் ஆண்டு முழுதும் ஆற்று நீரின் அடியில் உள்ள ஆழமான குட்டையில் எதுவும் சாப்பிடாமலேயே செயலற்றுக் கிடக்கும். எல் பெர்க் என்பார், அவை மிகக் குறைவான வெப்ப அளவான 0° C இல் ஓய்வெடுப்பதாகக் கருத்துத் தெரிவித்துள் ளார். மேலும் விந்துகளைக் கொண்ட ஆண்களின் தாடைகள் குறடுகளைப் போல் வளைந்து விடுவதால், அத்தாடைகள் உண்ணுவதற்குப் பயன்படா. ஆனால் தன் பெண் துணையைக் கவர வரும் வேறு ஆணை எதிர்த்துப் போரிடப் பயன்படும். செம்காவின் நிறம் கடலிலிருக்கும்போது வெள்ளி போன்றும், ஆற்றில் வந்ததும் கறுப்பு நிறமாக உடலின் பக்கங்களில் சிவப்புப் புள்ளிகளைக் கொண்டும் இருக்கும். முதுகுப் புறம் உள்ள திமில் மிகப் பெரிதாக வளர்ந்துள்ளது. ஒவ்வொரு மீனும், தான் சில ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் எந்த ஊரின், எந்த ஆற்றின் அல்லது ஓடையின் எந்தப் பகுதியில் பிறந்ததோ, அதே இடத் துக்கே தான் வளர்ந்தபிறகு வலசை வருகிறது. இந்த வியப்பூட்டும் செயல் ஓர் உள்ளுணர்வு அல்லது இயல்பூக்கத்தை அம்மீன் பெற்றிருப்பதாலும் அது பரம்பரையாக வருவதாலும் நடப்பதாகக் கருது கின்றனர்.

பெண் மீன்கள் குழிகளைத் தோண்டி அதில் பல்லாயிரக்கணக்கான முட்டைகளை இட்டு, மண் ணையும் கூழாங்கற்களையும் தள்ளி அம்முட்டை களை மூடி மறைத்துக் கூடு போலாக்கி, அக்கூட்டைப் பாதுகாத்துக் கொண்டே வாழ்நாளைக் கழிக்கின்றன. அவற்றில் பல சோர்வுற்றுக் கூடுகளின் அருகிலேயே இறந்துவிடும். ஆண்கள் தம் பெண் துணைகளை விட்டு விலகிச் சென்றாலும் அவையும் சோர்ந்துபோய் ஆற்றிலேயே இறக்கும்.

ஆனால் ஐரோப்பியச் சால்மன்கள் கவனமாகக் கடலுக்குத் திரும்பி அங்கு சூடை, மணல்மீன் ஆகிய வற்றை உண்டு தம் உடலின் கொழுப்பு அளவை உயர்த்திக் கொண்டு மீண்டும் வலசை செல்கின்றன. சிவப்புச் சால்மன்களின் குஞ்சுகள் மட்டும் ஆறுகளில்

2 அல்லது 3 ஆண்டுகள் வரையிலும் சில குஞ்சுகள் 5 ஆண்டுகள் வரையிலும் இருக்கும். அவை அனைத்துமே பின்னர் மொத்தமாக ஓரே நாளில் கடலை நோக்கிச் செல்லும். ஐரோப்பிய ஆண் சால்மன்களில் சில கடலுக்குத் திரும்பாமல் ஆற்றிலேயே தங்கி விடுதலை உயிரியல் சிறப்பு வாய்ந்த செயல் என்பர். ஏனெனில் இந்த ஆண்கள் மெதுவாக முதிர்ந்து இனப் பெருக்கம் செய்யத் தயாராகும் போது மறுமுறை புதிதாக வலசை வந்து சேரும் பெண்களுடன் இனப்பெருக்கம் செய்ய இயலும். அந்த நேரத்தில் வலசை வரும் ஆண்களின் எண்ணிக்கை குறைந்தால், இந்த ஆண்கள் ஈடு செய்கின்றன.

நார்வே நாட்டு வெண் கடலின் மேற்குக் கடற்கரையில் குறியிட்டு விடப்பட்ட செம்கா மீன், ஆறு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் 2500 கி. மீக்கு அப்பால் சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசின் விக் ஆற்றில் (அதாவது தான் பிறந்த இடத்துக்கு) வந்து சேர்ந்தது. பக்லாண்ட், யங் ஆகியோர் இப்பண்பைப் பிறப்பிட இயல்பூக்க உணர்வு (homing instinct) எனக் குறித்தனர். கடலில் சால்மனின் வளர்ச்சி ஆற்றில் உள்ளதை விட ஆறுமடங்கு விரைவானது. அப்போது ஆற்றில் வாழ்ந்தபோது இழக்கப்பட்ட தேக்கக் கொழுப்பை (fat storage) ஈடு செய்யும் வேகம் மிகவும் வியப்புக்குரியதாகும்.

சில சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசு ஸ்டர்ஜியன்கள் வட அமெரிக்கா, ஜப்பான், சகாலின்தீவு ஆகிய இடங்களில் ஆறுகளுக்கு வலசை செல்கின்றன. இந்திய சாடு எனப்படும் ஹில்சா இலிஷா (*Hilsa ilesha*) கடலிலிருந்து நன்னீருக்கு வலசை வந்து, ஆறுகளில் குஞ்சு பொரித்து, பின்னர் கழிமுகங்களில் நீண்ட நாள் தங்கிக் கடலுக்குச் சென்று நிறை நிலையடைகிறது. கடலிலும் கரையோரப் பகுதிகளிலுமே தங்கி மிதவையுயிரிகளை உண்டு மீண்டும் ஆற்றுக்கு வலசை செல்லும்.

வலசைத் தடங்கள். ஸ்காட்லாந்தின் கிழக்குக் கடலில் உள்ள தட்டை மீன் வடக்குக் கடலை நோக்கிச் செல்கையில் ஷெட்லண்டு தீவில் பிடிப்பட்டுக் குறியிடப்பட்ட பின் வடக்கு நோக்கித் தொடர்ந்து செல்லாமல், தெற்கு நோக்கிச் சென்றது. நீர்ச்சுழலின் திசை தெற்காக இருந்ததால் வலசைப் பாதைக்கு நீர்ச்சுழலின் திசையும் ஒரு காரணம் எனக் கருதப்படுகிறது.

மீனியல் வல்லுநர்கள் வலசை செல்லும் மீன்களின் துடுப்புகளில் குறியிடப்பட்ட உலோகத்தகடுகளைப் பொருத்தி அவற்றை நீந்த விடுவர். பின்னர் அச்செய்தியைத் தொலைபேசி மூலம் உலகின் பல நாட்டு மீனியல் ஆய்வு நிறுவனங்களுக்கும் தெரிவிப்பர். அச்செய்தியைப் பெற்ற பிற நாட்டு மீனியல் வல்லுநர்கள் தம் நாட்டில் அவை வரும் போது பிடித்து அவற்றில் உள்ள குறிப்பிடப்பட்ட தகட்டின் மூலம் அம்மீன்களின் வலசைவழி, தொலைவு, காலம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுவர். புதிதாகப் பொரிக்கப்பட்ட சால்மன் குஞ்சுகளை, அவை பொரிக்கப்பட்ட ஆற்றை விட்டு எடுத்துச் சென்று தனியான மீன் வளர்ப்பகத்தில் வைத்து வளர்த்தனர். அவை வளர்ந்ததும், அவற்றைக் குறியிட்டு வேறு ஓர் ஆற்றில் விட்டனர். இதனால் தாம் பிறந்த இடத்துக்குச் செல்லாமல், தம் வளர்ப்பிடமான ஆற்றுக்கே சென்றன. இதிலிருந்து பிறப்பிடம் பற்றிய நினைவு அவை வாழும் பழக்கத்தால் வருவதாகவும், அவை உள்ளுணர்வுடையவையல்ல என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர். மேலும் மீன்கள் தாம் வாழும் நீரின் சுவை மணம் இவற்றின் வேதி உணர்வால்தான் வலசை வழியை அறிகின்றன என ஆய்வுகள் காட்டுகின்றன. சூரியனின் நிலைக்கேற்றவாறும், பகல், இரவு நேர அளவுகளின் மாற்றங்களின் மூலமும் வலசைத் தடங்கள் அமைவதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

திமிங்கிலங்களின் வலசை. வடஅமெரிக்காவிலும், அட்லாண்டிக்கின் இருபுறமும் ஆண்டுக்கு இருமுறை திமிங்கிலங்களும் டால்ஃபின்களும் வலசை மேற்கொள்கின்றன. இலையுதிர் காலத்தில் எலும்புத் திமிங்கிலங்கள் தெற்கு நோக்கிச் சென்று வெப்பமான நீரில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. புதிதாகப் பிறந்த திமிங்கிலக் குட்டிகளின் தோலின் அடியில் மிக மெல்லிய கொழுப்பு அடுக்கு இருப்பதால் அது குளிர்காலத்தில் துருவக் கடல்களில் இருந்தால் தன் கொழுப்பை இழந்து இறக்க நேரிடும். இதனால் வெப்பக் கடல்களுக்கு வலசை செல்வதாக அறியலாம். சோவியத் நாட்டுத் திமிங்கில வல்லுநர் குளூமோவ் முதிய திமிங்கிலங்கள் கோடையில் மிகுதியாகக் கொழுப்பை உடலில் தேக்கிக் கொண்டு விடுவதால், அவை குளிர்காலத்தில் 5°C க்கும் குறைவான வெப்பத்தில் வாழும்போது 5 மடங்கு வெப்ப இழப்பு ஏற்படுவதை ஈடுசெய்கின்றன என்று குறிப்பிட்டுள்ளார். குளிர் காலத்தில் கடலின் ஆழப்பகுதிக்குச் சென்று விடுவதால் தமக்கு உணவு கிடைக்காத திமிங்கிலங்கள் தம் உடலில் சேர்த்து வைத்துள்ள தோலடிக் கொழுப்பையே உணவாகக் கொள்கின்றன. இதனால் ஏற்படும் கொழுப்பு இழப்பை, அவை இலையுதிர் காலத்தில் 25° - 27°C வெப்ப அளவுடைய தென்கடலுக்கு வலசை சென்று தம் உடலை வெப்பமாக வைத்துக்கொள்ளச் சிறிதளவு கொழுப்பே தேவைப்படுவதால் ஈடுசெய்து கொள்கின்றன.

பொதுவாகத் திமிங்கிலங்களுக்கு, கடலில் ஆறு மாதங்களுக்கு மட்டுமே மிகுதியான உணவு கிடைக்கும். குளூமோவின் கோட்பாட்டின்படி திமிங்கிலங்களின் இலையுதிர்காலப் பயணம் ஒரு குறிப்பிட்ட பெரும அளவுடைய வலசையாகும். உணவு கிடைப்பது குறைவாக இருப்பதால், அவை அரையாண்டுக்கு ஏதும் உண்ணாமல் இருந்து, அடுத்த அரையாண்டில்

உணவு மிகுதியாகக் கிடைக்கும்போது உண்டு, கொழுப்பை உடலில் தேக்கிவைத்துக் கொள்கின்றன. இதைக் குளிர்கால உறக்கம் (hibernation) என்றும், இதனால் உணவின் அளவு பாதுகாக்கப்படுகிறதென் றும் கூறுகின்றனர். தென் அட்லாண்டிக்கில் திமில் முதுகுத் திமிங்கிலங்கள், துடுப்பு முதுகுத் திமிங்கிலங் கள், நீலத் திமிங்கிலங்கள் ஆகியவை வெப்பக்காலத் தில், உறைபனிபோல் குளிர்ந்த நீர்ப்பகுதியில் மிகுதி யாக உள்ளன. குளிர்காலத்தில் அவை வடக்கு நோக்கி நகர்ந்து தென் அமெரிக்கா வட அமெரிக்கா ஆப்பிரிக்கா ஆகிய நாட்டுக் கடல்களில் காணப்படும்.

பலீனா மிஸ்டிசீட்டஸ் அடிக்கடி ஆர்க்டிக் கடலுக்குச் செல்கிறது. குள்ளத்திமிங்கிலம் நியோ பலீனாமார்ஜினேட்டா ஆஸ்திரேலியா, நியூஜிலாந்து, தென் ஆப்பிரிக்கா ஆகிய நாடுகளின் கடற்பரப்புகளில் மட்டும் வாழ்கிறது. அந்த நாடுகளின் சிறு கடற் பரப்புகளில் தேவையான உணவு கிடைப்பதால், அது நெடுந்தொலைவு செல்வதில்லை. திமிங்கிலங்களின் வலசைக்கான முதன்மைக் காரணம் உணவு தேடு தலும், உணவுப்பாதுகாப்புமே ஆகும்.

சீல்களின் வலசை. அட்லாண்டிக் கடலில் வாழும் பின்னிபீட் வகை விலங்குண்ணிப் பாலூட்டிகளாகிய கம்பளச் சீல்கள் (fur seals) சிறந்த வலசைப் பண் புடையவை. அவை கூட்டமாகக் கடலோரப் பாறை களின் மேல் அமர்ந்திருக்கும். மீன்களை வேட்டை யாடும். மே மாதத்தில் அவை கொமாண்டார்ஸ்கி தீவு, சீல்தீவு, பிரீபிளாஃப் தீவுகள், கலிஃபோர்னியா ஆகிய இடங்களின் கரையோரமாக நீந்திச்சென்று அங்கு தமக்கு இடர்ப்பாடு உள்ளதா எனக் கண்டறி யும். அது இடையூறில்லாத இடம் எனத் தெரிந்து கொண்ட பின்னர் ஒவ்வொன்றும் கரையில் 25 சதுர மீட்டர்பரப்பைத் தனதாக்கிக் கொள்ளும். இடத் தைப் பிடிப்பதில் ஆண்களுக்குள் போட்டியும் ஏற்படலாம்.

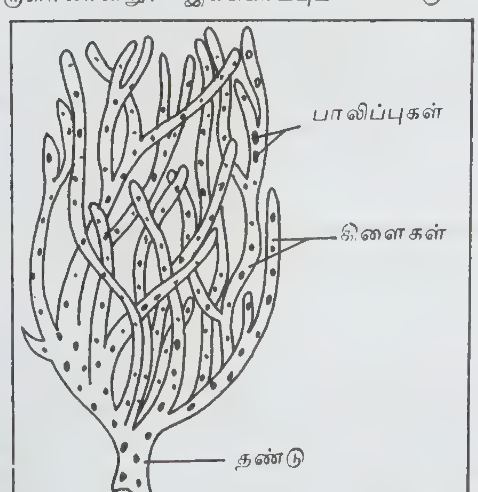
ஒவ்வோர் ஆண் மீனும் முந்தைய ஆண்டுகளில் தங்கிய அதே பாறையைத் தேர்ந்தெடுக்கும். ஆண் சீல்கள், பெண் சீல்களின் வருகைக்கான ஜூன் மாதத் தின் நடுப்பகுதி வரை ஆவலுடன் எதிர்நோக்கி இருக்கும். ஜூன் மாத இடையில் பெண் சீல்கள் பெருங்கூட்டமாக வந்து கரையேறியதும், பாறை களின் மீதேறிக் குரலெழுப்பி, ஆண் சீல்களை அழைக்கின்றன. ஆண் சீல்கள் பதில் ஒலி கொடுக்கா விட்டால் சீல்கள் வேறு இடத்துக்குச் சென்று ஒலி எழுப்பி ஆண் சீல்களைத் தேடும். ஆண் சீலைச் சுற்றி 15 பெண் சீல்கள் நெருக்கமாக இருக்கும். இதில் ஒவ்வொரு பெண் சீலும் ஒரு குட்டியை ஈனும். ஒவ்வொரு ஆண் சீலும் தனக்குரிய பெண் சீல்களைப் பிற ஆண் சீல்கள் கவராமல் காத்து இனப்பெருக்கம் செய்வதையே கடமையாகக் கொண்டிருக்கும் என்று பிராம் என்பார் குறிப்பிடுகிறார். ஆகஸ்ட் மாதம் முதல் சீல்கள் மீண்டும் கடலுக்கு நீந்திச் செல்லும். குளிர் காலத்தில் ஆயிரக்கணக்கான கிலோமீட்ட ரைத் தாண்டிப் பசிபிக் கடலின் வறண்ட பகுதி களை அடையும்.

கடல் சிங்கங்களின் வலசை. சீல்களின் உறவு விலங்கான கடல் சிங்கங்கள் தம் விருப்பிற்கிணங்கும் பெண் சிங்கங்களுடன் கூட்டமாக நீந்திச்சென்று தனித்தனித் தீவுகளின் கரைகளில் சேர்ந்து இனப் பெருக்கம் செய்து, அடுத்த பருவத்தில் கடலை நோக்கி மீளும்.

- பா. சீதாராமன்

கடல் விசிறி

சீலென்டரேட்டா எனும் குழியுடலித் தொகுதியில் ஆக்டினோசோவா எனும் கடற் சாமந்தி வகுப்பில் கார்கோனேசியா எனும் வரிசையைச் சார்ந்த உயிரி கடல் விசிறி (gorgonia) ஆகும். இத்தொகுப்பினம் இறகின் அமைப்பைப்போல் ஒரே தளத்தில் கிளைத்து இறகு போன்ற மெல்லிய கிளைகள் மீண்டும் குறுக்குக் கிளைகளாக இணைக்கப்பட்டிருப்பதாலும், விரிந்து பரந்து காணப்படுவதாலும் இவை கடல் விசிறிகள் எனப்பட்டன. இவை பலவகை நிறங்களைக் கொண் டுள்ளன. ஆகவே வண்ணம் மிகுந்த கடல்விசிறிகள் வாழும் பகுதியான கடலடிப் பூந்தோட்டங்கள் (submarine gardens) கண் கவர் முறையில் அமைந் துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் வெப்பப் பகுதிக் கடல்களில் காணப்படுகின்றன. பல கிளைகளைக் கொண்ட இத்தொகுப்புயிர்களின் சட்டகம் சுண் ணாம்பு அல்லது கைட்டின் (chitin) எனும் கொம்புப் பொருளாலானது. இக்கொம்புப் பொருள் கார்



கார்கோனியம் கடல்விசிறி

கோனின் எனப்படும். இத்தொகுப்புயிர் அடித்தட்டிலிருந்து எழுந்து பிறகு பல மெல்லிய கிளைகளாகக் கிளைத்திருக்கும்.

கார்கோனியத்தின் தண்டில் ஒரு மைய அச்சுக் கம்பி உள்ளது. இந்த அச்சைச் சூழ்ந்து மெல்லிய சீனைன்கைம் அடுக்குள்ளது. இதில் சிறு பாலிப்புகள் சிறிய இரைப்பை இரத்தக் குழாய்களுடன் அரும்பியுள்ளன. மேலும் இதில் மிகுதியான சொலீனியங்கள் மைய அச்சுக் கம்பியைச் சுற்றிக் காணப்படுகின்றன. இந்தச் சீனன்கைமில் தனித்த சுண்ண நுண் முள்கள் உள்ளன. இவை முட்டை, கிண்ணம், செதில், கம்பி, ஊசி போன்ற பல வடிவங்களைக் கொண்டவை. இம்முள்கள் இவ்வடிவங்களுடன் மடல்கள் (lobes) அல்லது கிளைகளைக் கொண்டுள்ளன. தண்டின் மைய அச்சுக் கம்பி ஓர் உள் பகுதியைப் (core) பெற்றுள்ளது. இது அகணி எனப்படும். இந்த அகணி, புறணி எனும் உருளையால் சூழப்பட்டுள்ளது.

கார்கோனியங்கள், அனைத்துக் கடல்களிலும் வாழும் தன்மையன. இவை அலை குறைவான எல்லையிலிருந்து நானூறு மீட்டர் ஆழம் வரை வாழ்கின்றன. பல கார்கோனியங்கள் கரையோரப் பகுதி அல்லது ஆயிரம் மீட்டர் ஆழமுடைய ஆழ்கடலில் வாழ்பவை. இவை பெரும்பாலும் மத்திய தரைக் கடலில் விரும்பி வாழ்கின்றன. மேலும் இந்தோ பசிபிக்கடலிலும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. பிற பொருள்களுடன் அகன்ற அடித்தட்டினால் ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இவற்றின் மெல்லிய அடிப்பகுதிகள் தண்டுடன் இணைந்துள்ளன. கரையோரப் பகுதியில் வாழ்வன வளையக்கூடிய தண்டைப் பெற்றுள்ளன. ஆழ்கடல் வாழும் கார்கோனியங்கள் சுருங்கும் தன்மையற்ற கணக்கற்ற நுண் முளைகளைக் கொண்டவை.

கார்கோனேசியா எனும் வரிசை ஹோலாக்ஸோனியா, ஸ்கிலிரோக்ஸோனியா எனும் இரு துணை வரிசைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. முதல் துணை வரிசை அச்சு நுண் முள்களைப் பெறாமலும் இரண்டாம் துணை வரிசை அச்சு நுண் முள்களைப் பெற்றும் உள்ளன.

- கே. எஸ். விஜயலட்சுமி

கடல் விமானம்

கடல் நீரின் மேற்பரப்பில் இறங்கி, அங்கிருந்து புறப்பட்டு மேல் எழுந்து செல்லும் விமானத்திற்குக் கடல் விமானம் என்று பெயர். இவ்விமானங்கள் புறப்படும்போது படகு போல் நீரைக் கிழித்துக் கொண்டு செல்லும்; தகுந்த வேகம் அடைந்தவுடன் மெல்ல மேலெழுந்து வானில் பறக்கும். வடிவமைப்பிற்குத் தக்கவாறு பறக்கும் படகு, நீர் விமானம், மிதக்கும் விமானம் என்னும் வேறு பெயர்களும் இதற்கு உண்டு.

கடல் விமானத்தின் தோற்றம் நில விமானங்களைப் போலிருக்கும். ஆனால் தரையில் ஓடும் சக்கரங்களுக்குப் பதிலாக, நீரில் மிதப்பதற்கு ஏற்றவாறு மிதப்புகள் (buoyant floats) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சில கடல் விமானங்களின் அடியில் இரண்டு மிதப்புகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இன்னும் சிலவற்றில் ஒரு மிதப்பு மட்டுமே பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய விமானங்கள் நீரில் நிலையாக மிதப்பதற்காக உடலின் பக்கவாட்டிலோ இறக்கையின் முனையிலோ மிதப்புகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சில கடல் விமானங்களில் மிதப்புகளும் உள்ளிழுத்துக் கொள்ளக்கூடிய சக்கரங்களும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அதனால் இத்தகைய விமானங்கள் நீரின் மேலும், நிலத்திலும், பனித்தரை, சகதி, புல்தரை ஆகியவற்றின் மேலும் இறங்கும் தன்மையுடையவை.

தரையில் ஓடும் சக்கரங்களுக்குப் பதிலாக மிதப்புகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளமையால் கடல் விமானங்களின் எடை கூடுகிறது. விமானத்தின் செலுத்தி (propeller), இறக்கைகள், வால்பகுதி முதலியன நீரில் படாமல் இருக்க, கடல் விமானத்தின் உடல் பகுதி நில விமானத்தைவிடப் பெரிதாக வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். கடல் விமானம் நீரின் மேற்பரப்பில் இறங்கும்போது ஏற்படும் அதிர்ச்சியைத் தாங்கக்கூடியதாகவும் வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். புறப்படும்போது இவ்விமானம் நீரைக் கிழித்துக் கொண்டும் செல்ல வேண்டியுள்ளது. மேற்கூறிய காரணங்களால் கடல் விமானத்திற்கு ஆற்றல் மிகுதியாகத் தேவைப்படுவதுடன், இதன் பறக்கும் செயல்திறனும் பாதிக்கப்படுகிறது. குறிப்பாகக் கடல் விமானம் சிறியதாயிருப்பின் இப்பாதிப்பு மிக அதிகமாகக் காணப்படும். விமானம் பெரியதாக வடிவமைக்கப்பட்டால் இதற்கும் நில விமானங்களுக்கும் செயல் திறனில்பெரும் வேறுபாடு இருக்காது. தாரை செலுத்து விசையால் (jet propulsion) இயங்கும் கடல் விமானங்களில் மேற்கூறிய இடர்ப்பாடுகள் மிகுதியாக இல்லை.

நீர் சறுக்கி (hydro skies) என்னும் மற்றொரு கடல் விமானத்தில் சக்கரங்களுக்குப் பதிலாக சறுக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய சறுக்கு, சாதாரணமாக விமானத்தின் உடலில் உள்ளடங்கியும் வேண்டும்போது வெளியே வருமாறும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். தாரை செலுத்து விசையால் இயங்கும் இவ்விமானங்கள் ஒலி வேகத்தைவிட வேகமாகச் செல்லும் ஆற்றல் படைத்தவை. கடற்கரையில் பயன்படும் சில சிறிய நில விமானங்கள் நீர் சறுக்கி விமானத்தின்தத்துவத்தால் இயங்குகின்றன. இவ் விமா

னங்கள் புறப்படும்போது சிறிது தொலைவு கரையில் நகர்ந்து சென்று பின்னர் நீர்ப்பரப்பில் சறுக்கி, தக்க வேகமடைந்தவுடன் மேலெழுந்து பறக்கின்றன. இறங்கும்போது நீர் வழியாக நிலத்தைச் சென்றடையும். சாதாரண நில விமானங்களுக்கு மிக நீண்ட ஓடுபாதை தேவைப்படுகிறது. ஆனால் இவற்றிற்குச் சில நூறு மீட்டர் நீளமுள்ள ஓடு பாதை போதுமானது; மிதப்பும் தேவையில்லை.

தரையில் இறங்கும் ஹெலிகாப்டர் விமானங்கள் நீர்ப்பரப்பில் இறங்க வசதியாகக் காற்று நிரப்பிய ரப்பர் மிதப்புகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஹெலிகாப்டர் கடல் விமானங்கள் நீர்ப்பரப்பில் நேரே இறங்கி ஏறும் தன்மையன. பறக்கும் படகுபோன்ற அமைப்புடைய சில ஹெலிகாப்டர் விமானங்கள் நீர்ப்பரப்பில் மிதந்தோடும் வசதி படைத்தவை.

தோற்றமும் வளர்ச்சியும் பயன்களும். முதல் கடல் விமானம் கர்டிஸ் என்னும் அமெரிக்கரால் 1911 இல் கட்டப்பட்டு வெற்றிகரமாகப் பறக்கவிடப்பட்டது. முதல் உலகப்போரின்போது இங்கிலாந்து நாட்டவரால் கட்டப்பட்ட F-படகு, கர்டிஸ் கண்டுபிடிப்பை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இப்படகுகள் எதிரிப் படைகளை வேவு பார்க்கவும், கண்காணிக்கவும், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களைப் பாதுகாக்கவும், கடலில் கண்ணி வெடி வைக்கவும், வான-நீர்மீட்புப் பணிகளிலும் பயன்பட்டன.

உலகப்போருக்குப்பின் இவ்விமானங்கள் பல நாடுகளுக்கிடையே வணிக நோக்குடன் பயன்படுத்தப்பட்டன. அமெரிக்காவிலிருந்து கியூபா, கனடா ஆகிய நாடுகளுக்கு முதல் பன்னாட்டுப் பயணம் தொடங்கியது. 1930இல் உலகிலேயே மிகப் பெரியதும் வேகமாகச் செல்லக்கூடியதுமான விமானம் கடல் விமானமேயாகும். இவ்விமானங்கள் மாஸ்கோவிலிருந்து சைபீரியா வழியாக நியூயார்க்கிற்கும், ரோம் நகரிலிருந்து ரியோடிஜெனிரோவுக்கும் செல்லப் பயன்பட்டதுமல்லாமல் சிகாகோவிலிருந்து பசிபிக் கடலைக் கடக்கவும் பயன்பட்டன. அட்மிரல் ரிச்சர்டு இபைர்டு என்பவர் தென் துருவத்தின் வரைபடம் தயாரிக்கக் கடல் விமானத்தைப் பயன்படுத்தினார்.

ஜெர்மானிய விமான நிறுவனங்கள் விமான அஞ்சல் போக்குவரத்துக்கு இவ்விமானங்களைப் பயன்படுத்தின. பான்-அமெரிக்கன் விமான நிறுவனம் கடல் விமானப்போக்குவரத்தைப் பசிபிக் கடல் வழியாகவும், அட்லாண்டிக் கடல் வழியாகவும் நடத்தி வந்தது. 1931-1939 வரை பந்தயத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்பட்ட கடல் விமானங்கள் வேகமாகச் செல்வதில் புதிய வரலாறு படைத்தன. இரண்டாம் உலகப்போர் மூண்டவுடன் போர்க் காலத்திலும் பிற நேரங்களிலும் கடல் விமானங்களின் பயன்பாடு மெல்ல மெல்லக்குறைந்துவிட்டது. அப்போது விமானம் தாங்கிக்கப்பல் கட்டப்பட்டதும், நில விமானங்கள் இறங்க விமான தளங்கள் கட்டப்பட்டதும் இதற்கான இரண்டு முக்கிய காரணங்கள் ஆகும்.

குறிப்பிடத்தக்க கடல் விமானங்கள். இரண்டாம் உலகப்போரின் முடிவில் கட்டப்பட்ட ஹீயூக்ஸ் ஹெர்குலிஸ் என்னும் சரக்கு ஏற்றிச் செல்லும் பறக்கும் படகு, அலுமினிய உலோகத் தட்டுப்பாடு காரணமாக முழுதும் ஒட்டுப்பலகையால் கட்டப்பட்டு மூவாயிரம் குதிரைத் திறன் கொண்ட எந்திரத்தால் இயக்கப்பட்டது. இதன் எடை 180,000 கிலோ கிராம். இறக்கைகளின் இடைத் தொலைவு 95 மீட்டர். மார்ஸ் என்னும் பறக்கும் படகு 1949 இல் கலிஃபோர்னியாவிலிருந்து ஹவாய்த் தீவுக்கு நிலையான போக்குவரத்துக்குப் பயன்பட்டது. இதில் முந்நூறு பேர் பயணம் செய்ய முடியும்.

ஆங்கிலேயரால் கட்டப்பட்ட பிரின்சஸ் என்னும் பறக்கும் படகு லண்டனிலிருந்து நியூயார்க்குக்கு மக்களை ஏற்றிச் செல்லப் பயன்பட்டது. மூவாயிரம் குதிரைத்திறன் கொண்ட 10 எந்திரங்களால் இயக்கப்பட்ட இதன் மொத்த எடை 133,000 கிலோ கிராம். இது 22,000 கிலோ கிராம் எடையைத் தாங்கிக் கொண்டு ஒன்பது கிலோ மீட்டர் உயரத்தில் பறக்கும். டிரேட்விண்ட் என்னும் கடல் விமானமும், சீ டார்ட் என்னும் நீர்ச்சறுக்கியும் அமெரிக்காவில் பயன்படுத்தப்பட்டன.

கடல் விமானங்களால் பலவகை நன்மை உண்டு. இதற்கென்று தனி விமானதளம் தேவையில்லை. சிக்கனம், பாதுகாப்புப் போன்ற நன்மையுண்டு. விமான தளம் கட்டும் செலவு, இட நெருக்கடி, இரைச்சல் போன்ற இடர்ப்பாடுகள் இல்லை. மின் அணு ஆற்றலால் இயங்கும் விமானம் கட்டலாம். அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, கனடா, ஜெர்மனி போன்ற நாடுகளில் கடல் விமானம் பற்றிய ஆய்வு தொடர்ந்து நடந்து வந்தது. ஆயினும் நில விமானங்களின் முன்னேற்றத்தால் கடல் விமானம் கட்டும் துறை மெல்ல மெல்லப் புறக்கணிக்கப்பட்டு விட்டது.

- செ. வை. சாம்பசிவம்

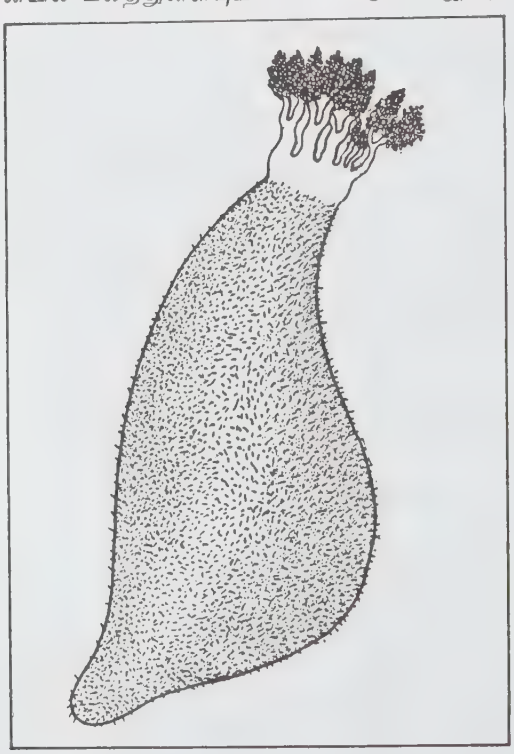
கடல் வெள்ளரி

இந்த உயிரினங்கள் தொல்லுயிர் ஊழியான ஆர்டோவிசியன் காலத்தில் முதல் முதலாகத் தோன்றின. கடல் வெள்ளரி, முள்தோலிகள் (echinodermata) தொகுதியைச் சார்ந்த ஹாலோதுராய்டியா வகுப்பைச் சார்ந்தவையாகும். இன்றுள்ள ஏறத்தாழ 1100 கடல் வெள்ளரி இனங்கள் பேரினங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு டென்ட்ரோகைரோட்டைடா, டாக்டிலோகைரோட்டைடா, ஆஸ்பிடோகைரோட்டைடா,

எலாசி போட்டைடா, மோல்படைடா, அபோடைடா என்னும் ஆறு வரிசைகளில் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

கடல் வெள்ளரிகள் பொதுவாக அயன மண்டலங்களின் ஆழங்குறைந்த கடல் பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்பட்டாலும் இவற்றில் சில பெருங் கடல்களின் ஆழப்பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. கடல் தரையில் பெரிதும் இவை காணப்படினும் எலோசிபோடைடா அமைப்பைச் சேர்ந்த கடல் வெள்ளரிகள் மிதக்கும் தன்மையுடையவை. கடல் வெள்ளரிகள் அனைத்துப் பெருங்கடல்களிலும், ஆழிகளிலும் காணப்படுகின்றன. 1957ஆம் ஆண்டில் டோங்கா ஆழியில் விதியாஸ் சிறப்புப் பயணக் குழுவினர் 10,415 மீட்டர் ஆழத்திலிருந்து கடல் வெள்ளரி ஒன்றை வெளிக்கொணர்ந்தனர். 8800 மீட்டர் ஆழத்திற்குக் கீழே பெருங்கடல்களில் உள்ள உயிரினங்களில் 90% எடையளவிற்குக் கடல் வெள்ளரிகளாகவும் எஞ்சியவை பெரும்பாலும் ஒளிர் மீன்களாகவும் உள்ளன.

கடல் வெள்ளரிகள் பெரும்பாலும், மங்கலான நிறங்களில் சாம்பல், பழுப்பு, கறுப்பு வண்ணங்களில் காணப்பட்டாலும் சில கடல் வெள்ளரிகள் ஆழ்ந்த நிறங்களையும் கொண்டுள்ளன. கடல் வெள்ளரிகளுக்கு ஒரு முனையில் வாயும் அதற்கு நேரெதிர் முனையில் மலத்துளையும் காணப்படும். இவற்றின் நீண்ட உணவுக் குழல் மூன்று மடிப்புகளாக முறுக்கடைந்துள்ளது. சுண்ணாம்பாலான மேலோட்டை இவை பெற்றிராமையால் பாறை விரிசல்களுக்குள் தம்மை ஒடுக்கி நுழைத்துக் கொள்ளும் ஆற்றலும், மணலுக்குள் புதைத்துக் கொள்ளும் தன்மையும் கொண்டனவாக உள்ளன. கடல் வெள்ளரிகளின் உடல் 3 செ.மீ இலிருந்து 1.5 மீட்டர் நீளம் வரை இருக்கும்.

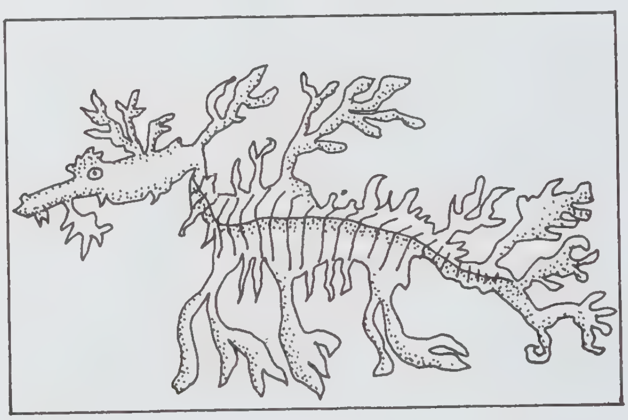


கடல் வெள்ளரிகளின் ஆணினங்களும், பெண்ணினங்களும் விந்தையும் முட்டைகளையும் நீரில் வெளியிட அவை இணைந்து கருவாக உருவாவதால் இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. சில கடல் வெள்ளரிகள் மனிதனுக்கு உணவாகவும் பயன்படுவதால் இவை சிறப்பாக இந்தியப் பெருங்கடலிலும் பசிபிக் பெருங்கடலிலும் பிடிக்கப்படுகின்றன.

- கோ. கிருஷ்ணமூர்த்தி

கடல் வேதாளம்

இது மீன் உருவமில்லாத மீன் இனமாகும். உருவமிழந்த கடல் வேதாளத்தில் (dragon fish) உடல் முழுதும் கொப்பும் கிளையுமாக இருக்கும்.



கடல்வேதாளம் (அ) பறக்கும்மீன்

வாய், வயிறு இவற்றைக் கண்டறிய முடியாத அளவில் இலை, கிளை போன்ற அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளமையாலேயே இவை வேதாளம்போல் தோன்றுகின்றன. இவ்வியத்தகு அமைப்பு எதிரிகளிடமிருந்து காத்துக் கொள்ளப் பெரிதும் உதவுகிறது. எலும்புமீன் (teleost) வகையைச் சார்ந்த இது ஆஸ்திரேலியாவில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

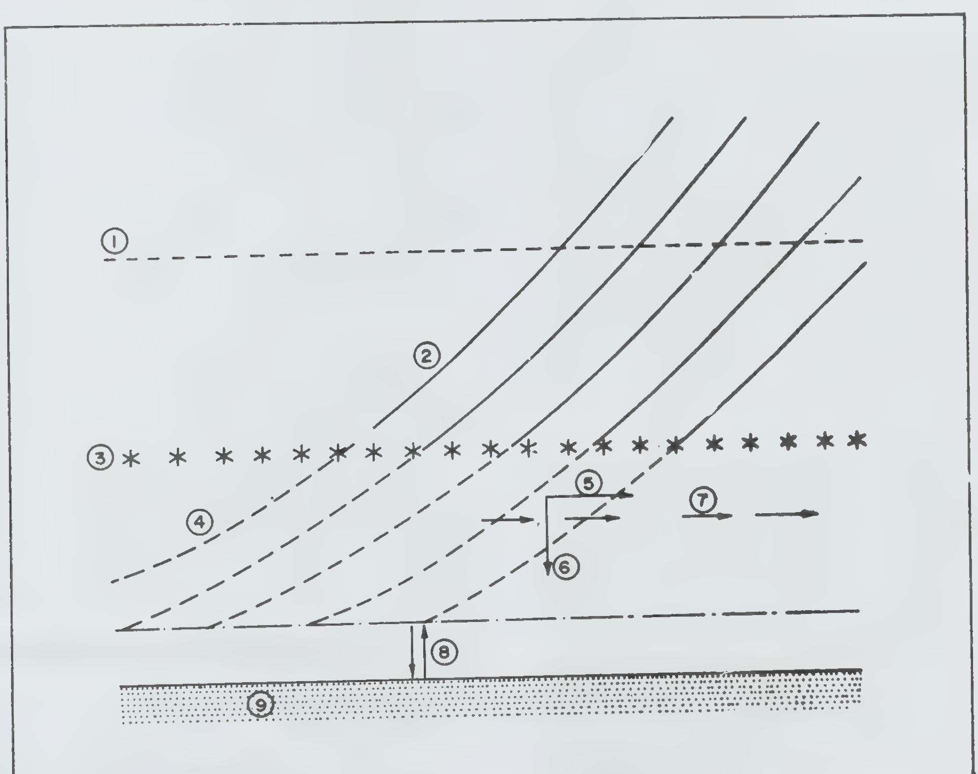
- க.சி. விஜயலட்சுமி

கடலரிப்பு

கடல் அலையால் கரை தாக்கப்படும்போது அங்குள்ள மணல் துகள்கள் அடித்துச் செல்லப்பட்டுக் கரையின் அகலம் குறைந்து கொண்டே வருவதைக் கடலரிப்பு (sea erosion) அல்லது கடற்கரை அரிப்பு (beacherosion) என்பர். கடற்கரையோரம் மலைகளையும், பாறைகளையும் மட்டுமே கொண்டுள்ள நார்வே போன்ற சில நாடுகள் தவிர, அனைத்து நாடுகளுக்கும் கடலரிப்பு ஒரு சிக்கலாக இருந்து வருகிறது. இந்தியக் கிழக்கு, மேற்குக் கடற்கரைகளில் ஆங்காங்கும், முக்கால் பகுதிக்கேரளக் கடற்கரையோரத்திலும் கடலரிப்பு ஏற்படுகிறது.

கடற்கரைகள் நீண்ட மணற்பாங்கான பகுதியாக மட்டுமல்லாமல், ஆங்காங்கே மலைகள், மலை முகடுகள், பாறைகள், சிறிய வளைகுடாக்கள், ஆற்றுக்கழிமுகங்கள், ஓத உள்வழிகள் (tidal inlets), கழிமுகங்கள் (back waters), கழியங்கள் (creeks) போன்ற அமைப்புகளுடன் கலந்து காணப்படுகின்றன. இந்தியாவின் கிழக்குக் கடற்கரை மிகுதியான மணற் பகுதிகளையும், மேற்குக் கடற்கரை பெரும்பாலும் மலை முகடுகளையும், கழிமுகங்களையும் கொண்டுள்ளன.

கடல்நீர் மட்டத்தின் மீது காற்றடிக்கும்போது ஏற்படும் உராய்வாலும், அழுத்தத்தாலும் அலை எழுப்பப்பட்டு நாற்றிசையும் பரவுகிறது. இவ்வாறு பரவிவரும் அலைகள், எப்போதும் கரைக்கு இணையாகவே வாராமல் சிறிது கோணத்துடன் வருவதைக் காணலாம். இந்த அலைகள் ஆழம் குறைவான கரையை அடைந்ததும், கடல்தரை உராய்வால் மேற் கொண்டு வர இயலாமல் சமநிலையிழந்து உடையும். இந்த அலைகளின் திறன், நீரின் ஒரு பகுதியைக் கரை நோக்கியும், மற்றொரு பகுதியைக் கரைக்கு இணையாகவும் தள்ளி இருவகை நீரோட்டத்தை ஏற்படுத்துகிறது (படம் 1). முதல்பகுதி கரைமேல் ஓடி வலிவிழந்து வழிந்து செல்வதை மணற் கடற்கரையோரம் காணலாம். இந்த நீரோட்டத்தை மேல் ஓட்டம் (run up) அல்லது பிற்கழுவல் (back wash) அல்லது அலம்புதல் (swash) என்பர். கரைக்கு



படம் 1.

1. கடல் 2. கோணத்துடன் வரும் அலை 3. உடையும் அலை 4. உடைந்த அலை 5, கரைக்கு இணையாகத் தள்ளப்படும் நீர் 6. கரைக்கு மேல் தள்ளப்படும் நீர் 7. கரை இணைநீரோட்டம் 8. மேலோட்டம், பிற்கழுவல் அல்லது அலம்புதல் 9. கரை

இணையாகத் தள்ளப்பட்ட மற்றொரு நீரோட்டத்தைக் கரை இணை நீரோட்டம் (long shore current) என்பர். அடுத்தடுத்து அலைகள் உண்டாவதால், இந்தக் கரை இணை நீரோட்டம் எப்போதும் கரையோரத்தில் இருக்கும். இத்தகைய நீரோட்டத்தால் கடலினுள் எறியப்படும் பந்து, கரைக்கு இணையாக மிதந்து செல்கிறது.

மணற்கடற்கரையில் பலத்துடன் மோதி உடைந்த அலைகளால் அங்குள்ள மணல் கலக்கி எழுப்பப்படுகிறது. இவ்விதம் நீரில் கலக்கப்பட்ட மணல், கரை இணை நீரோட்டத்துடன் சேர்ந்து கரைக்கு இணையாக நீரால் மணல் எடுத்துச் செல்லப்படுவதைக் கரை இணை மணற்கடத்தல் (long shore sediment transport) என்பர். ஓரிடத்தில் கடத்தப்படும் மணலின் கொள்ளளவு, அங்குள்ள மணல் துகளின் அளவு, உடையும் அலைகளின் உயரம், அலை நேரம் (wave period), ஓர் அலைக்கும், அடுத்த அலைக்கும் இடைப்பட்ட நேரம், அலை கரையுடன் கொண்டுள்ள கோணம் போன்றவற்றைப் பொறுத்து வேறுபடும்.

தமிழ்நாட்டுக் கடற்கரைகளில் நவம்பர் - பிப்ரவரி வரை (வடகிழக்குப் பருவ மழைக்காலம்) அலைகள் வடகிழக்கிற்கும், கிழக்கிற்கும் இடைப்பட்ட திசைகளிலிருந்து வந்து உடைந்து கரை இணை மணற்கடத்தலைத் தெற்கு நோக்கியும், மார்ச் முதல் அக்டோபர் வரை (தென்மேற்குப் பருவமழைக் காலம்) தெற்கிற்கும், தென்கிழக்கிற்கும் இடைப்பட்ட திசைகளிலிருந்து வந்து உடைந்து மணற்கடத்தலை வடக்கு நோக்கியும் உண்டாக்கும். சென்னைக் கடலோரத்தில் ஆண்டில், வடக்கு நோக்கி 1.4×10^6 கனமீட்டர் மணலும், தெற்கு நோக்கி 0.4×10^6 கனமீட்டர் மணலும் கடத்திச் செல்லப்படுவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

பருவமழைக் காலத்தில் பலத்த காற்றால் உருவாகும் அலைகள் மிக உயரமானவையாகவும் குறைந்த அலைநேரம் கொண்டவையாகவும் இருக்கும். விரைவாகவும் அடுத்தடுத்தும் அலைகள் உடைந்து தாக்கும் போது, கரை கரைக்கப்பட்டு அலையடையும் இடத்திற்குச் சிறிது பின்னே மணல் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால் கரைக்கு இணையாகச் சிறு மணல்மேடு (sand bar) கடலுள் படியும். பருவமழைக்காலம் முடிந்து, அலை உயரம் குறைந்து, அலைநேரம் மிகுதியானவுடன் இந்த மேட்டிலிருந்து மணல், அலைகளாலேயே மீண்டும் கரைக்குச் சேர்க்கப்படும். இந்தப் பருவ மழைக்கால அரிப்பு ஒரு நிலையில்லாத கடலரிப்பாகும். இவ்வகையான அரிப்பு, இந்தியக் கடற்கரைகளில் மே—செப்டம்பர் வரை தென்மேற்குப் பருவமழைக் காலங்களில் ஏற்படுவதைக் காணலாம்.

கடலில் புயல் தோன்றிப் பெருங்காற்று வீசும் போது மிக உயரமான அலைகள் தோன்றிக்கரையைத் தாக்கும். மேலும் காற்றழுத்தத்தால் கரையோரம் புயல் பிதுக்கம் (storm surge) உருவாகி, கடல் நீர்மட்டம் உயர்ந்து கரை கரையடுத்த நிலம் இவற்றை மூழ்கடிக்கும். ஓரிரு நாள்களே இத்தாக்குதல் இருந்தாலும், இதனால் ஏற்படும் கடலரிப்பில் கடுமையான உயிர் அழிவும் பொருள் அழிவும் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. இவ்வகையான கடலரிப்பைக் கட்டுப்படுத்த இடைக்காலத் தடுப்பு முறையைக் கையாள வேண்டும்.

துறைமுகத்திற்காகவும் வேறு சில காரணத்திற்காகவும் கரையிலிருந்து கடல் உள்நோக்கிக் கட்டப்படும் நீர்த்தடைகள் (break waters) கடல் இணை மணற்கடத்தலை முழுதுமாகத் தடுக்கும். இதனால் நீர்த் தடையின் ஒருபுறம் (மணற் கடத்தலின் மேற்புறம்) மணற்சேர்ப்பும், நீர்த் தடையின் மறுபுறம் (மணற் கடத்தலின் கீழ்ப்புறம்) அரிப்பும் ஏற்படும். எடுத்துக்காட்டாகச் சென்னைத் துறைமுக நீர்த் தடை கட்டப்பட்ட பின் துறைமுகத்தின் தெற்கில் மெரினா கடற்கரை என்னும் பெரிய மணற் கடற்கரை உருவாகி, வடக்கில் கடலரிப்பு ஏற்பட்டுள்ளதைக் காணலாம்.

துருவப் பனிக்கட்டிகள் (polar ice) உருகுவதால், கடல் மட்டம் ஆண்டிற்கு ஏறக்குறைய இரண்டு மில்லி மீட்டர் உயர்ந்து கரை அரிக்கப்படுகிறது. காற்று கரைகளில் பலமாக வீசினாலும் மணல் துகள்கள் அடித்துச் செல்லப்பட்டு ஓரளவு மணல் அரிப்பு ஏற்படும். மணல், ஆறுகளால் கடலுக்குக் கொண்டு வரப்பட்டு, பின் அலைகளால் கரைக்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஆற்றின் குறுக்கே அணைகள் கட்டப்படும்போது, நீர்த் தேக்கத்தில் மணல் படிந்து, கடலுக்கு வரும் மணலின் அளவும் குறையும்.

இந்தியாவின் கடலோரப் பகுதிகள் அனைத்திலும் ஆங்காங்கே கடலரிப்பு ஏற்படுகிறது. குறிப்பாக முக்கால் பங்கு கேரளக் கடற்கரையோரம் கடலரிப்பால் மிகுதியாகத் தாக்கமுற்று வருகிறது. தமிழ்நாட்டில் கன்னியாகுமரி, ராமேஸ்வரம். கடலூர், மகாபலிபுரம், கோவளம், எண்ணூர் போன்ற இடங்களில் கடலரிப்பு ஏற்பட்டு வருகிறது.

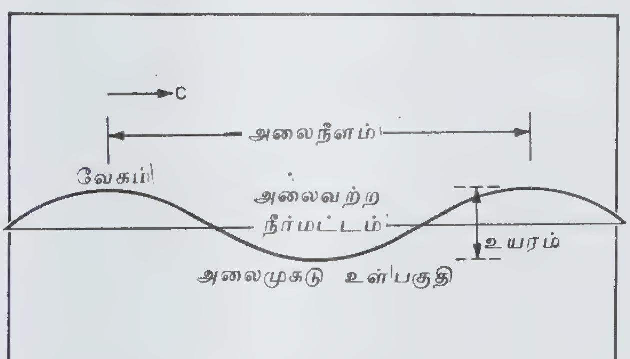
-பொ. சந்திரமோகன்

கடலலைகள்

காற்று, கடலலைகளை உண்டாக்குவதில் பெரும் பங்கேற்கிறது. கடல் பரப்பின் மேல் காற்று வீசும் போது கடல் நீரில் ஏற்படும் அசைவுகள் அலைகள் (waves) எனப்படும். கடலில் எண்ணற்ற பலவகை அலைத்தொடர்கள் உண்டாகின்றன. காற்றால் உண்டாகும் காற்றலைகள் (wind waves), இயல்

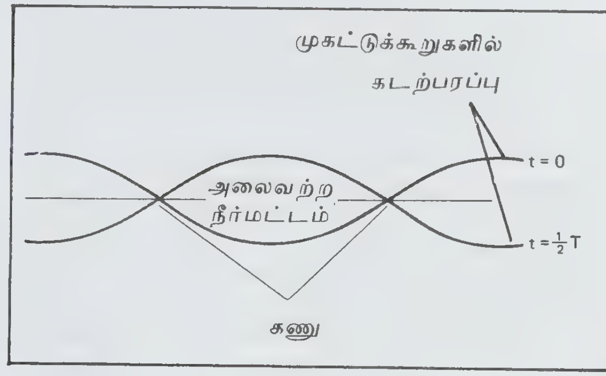
பான பெருங்காற்றால் அல்லது புயலால் தோன்றும் புயல்கள் (storm surges), கடலடியில் உண்டாகும் புவியதிர்ச்சியால் உருவாக்கப்படும் புவியதிர்ச்சி அலைகள் (tsumanis), புவியீர்ப்பு விசையால் கடல் நீரின் மட்டம் காலவரையறைக்குட்பட்டு உயர்ந்து தாழும்போது எழும் ஓத அலைகள் (tidal waves) ஆழ்கடலின் அடியில் தோன்றும் அக அலைகள் (internal waves) என இவை தோன்றிய வகையால் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன. எனவே அலைகள் பிறந்த இடம், தோன்றிய வகை, அவற்றின் வேகம், திசை, காற்றடிக்கும் வேகம், அதன் கால அளவு இவற்றைப் பொறுத்தே ஓர் அலைக்கூட்டம் மற்றொன்றிலிருந்து மாறுபடுகிறது.

சில அலைகள் கரையில் மோதும்; சில அலைகள் கரையை எட்டுவதில்லை. இந்த அலைகள் வாழும் காலமும், அவை செல்லும் தொலைவும், அலை வழியில் சந்திக்கும் நிலைமைகளைப் பொறுத்தே அமையும். மேலும் திறந்த கடல் பரப்பில் அலைகளை வேறு ஆற்றல்கள்கூடப் பாதிக்கக்கூடும். அலையை உண்டாக்கும் ஆற்றலே அதை அழிக்கவும் முடியும். நீரின் அடியில் உள்ள மணல், பாறைகள், மேடுகள், விரிகுடா வாயிலில் அமைந்திருக்கும் (கரையை ஒட்டியிருக்கும்) தீவுகள் போன்றவை கரையை நோக்கி வரும் அலைகளை உறுதிப்படுத்துகின்றன. ஓர் அலைத்தொடர், தலைக்காற்றைச் சந்தித்தால் அதன் வேகம் தணிக்கப்படலாம். எனவே கடலிலே யே இருக்கும் ஆற்றல் அலைகளைப் பெரும்பான்மை யாகப் பாதிக்கும்.



அலையின் உட்கூறுகள்

பொதுவாக அலையின் நீளம், உயரம், அலைக் காலம் இவற்றைப் பொறுத்தே அவை விளக்கப்படு கின்றன. அலை முடியின் உயர்ந்த புள்ளிக்கும் தாழ்ந்த புள்ளிக்கும் முறையே முகடு, அகடு எனப் பெயர். (hump and hollow) அலை நீளம் என்பது அலையின் இரு முகடுகளுக்கும் இரு அகடுகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவாகும். அலைக்காலம் அதாவது ஒரு கால அளவு எனப்படுவது, அலை களின் முகடுகளோ, அகடுகளோ ஒரு புள்ளியைக் கடக்க ஆகும் நேரம். அலை உயரம், அகடு, முகடுகளுக்கு இடையேயுள்ள செங்குத்து உயர மாகும்.



இயங்கா அலையின் உருவமைப்பு

காற்றலைகள். ஒரு குறிப்பிட்ட ஒழுங்கு முறை யில் ஓயாமல் ஓடிவரும் இவ்வலைகளின் உயரம் காற்றடிக்கும் வேகத்திற்கேற்ப உருவாகும். கடலில் காற்று சற்று மிகுதியாக வீசினால் பெரிய அலைகள் தோன்றுவதை அதாவது ஒரே நேரத்தில் அலைகள் பல திசைகளில் உருவாகி ஒன்றாக இணைந்து பெரிய அலையாகத் தோன்றுவதைக் காணலாம். இவ்வாறு குறிப்பிட்ட பண்பு கொண்டஅலை களின் வேகம் தனித்தன்மை வாய்ந்தது. எந்த வேகத்துடன் அலைகள் நீரின் மேல் மட்டத்தில் உருண்டோடினாலும் அடியில் உள்ள நீர் அசை யாமல் அப்படியே இருக்கும். ஒரு தக்கையைக் கடலில் மிதக்க விட்டால் அது உடனடியாக அலை யின் வேகத்தில் அடித்துச் செல்லப்படாமல் அப் படியே மேலும் கீழும் அசைந்து கொண்டிருப்பதைக் காண முடியும். பொதுவாக அலை வேகம் அலை நீளத்தையும், கால அளவையும் கொண்டு கணக்கிடப் படுகிறது. மிக ஆழமான நீர்நிலைகளில் அலையின் வேகம், அதன் நீளத்திற்கு நேரான தொடர்பு கொண்டது. அலையின் நீளம் அதிகரிக்க அதன் வேகமும் அதிகரிக்கும். எனவே அலைகளின் வேகம், ஆழம் குறைவான இடங்களில் தோன்றும் அலை களுக்கும் மிக ஆழம் கொண்டிருக்கும் அலைகளுக்கும் இடையே மிகுந்த வேறுபாடுகளைக் கொண்டு மாறு பட்டிருக்கும்.

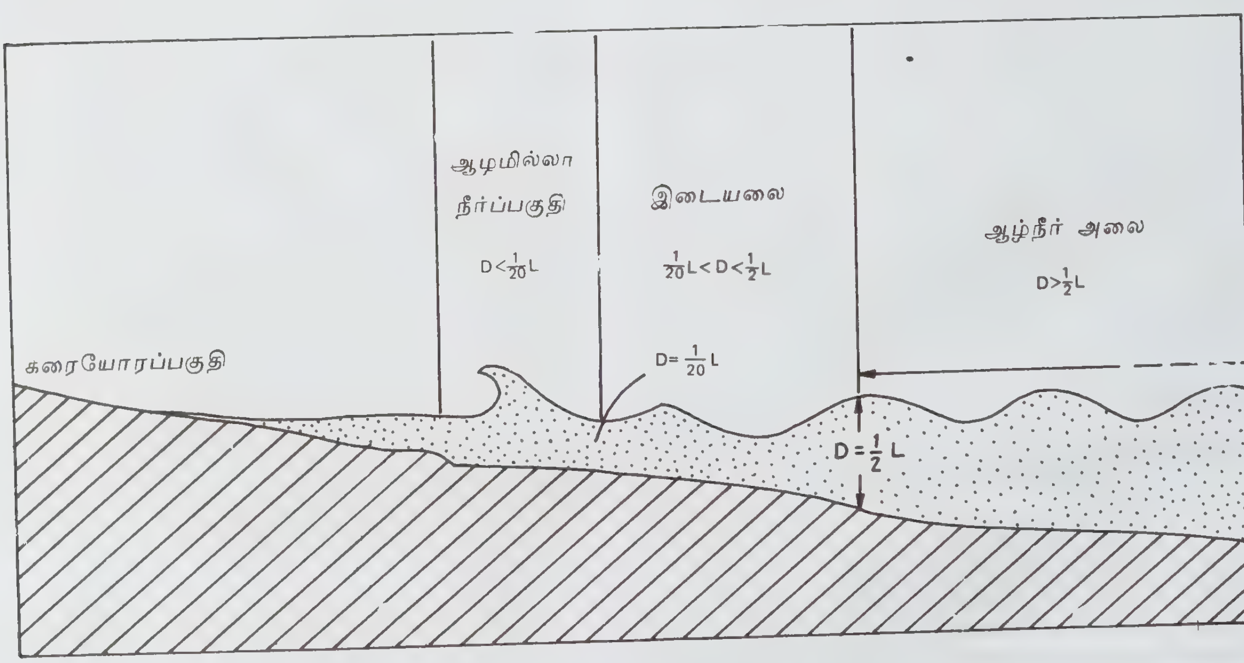
அலைகளின் இயக்கம். காற்றால் தோன்றும் கடலலைகள் கடல்களை ஆழமாகக் கலக்குவதில்லை. எனவேதான் கடலடியில் பயணம் செய்யும் நீர்மூழ் கிக் கப்பல்கள் எவ்விதத் தடையுமின்றிச் செல்ல முடிகிறது. முதலில் காற்றிலிருந்து பெறப்பட்ட

ஆற்றலால் உருவான அலை ஓர் ஒழுங்குடன் பயணம் செய்கிறது. இவ்வலைகள் ஆழங்குறைந்த கடலோர நீர்ப் பரப்பில் நுழையும்போது, ஆழமான நீர் அடுக்கின் வழியேகொண்டு செலுத்தும் ஆற்றல், மெல்ல மெல்ல ஆழங்குறைந்து வரும் நீரில் ஒரு முனைப்படுத்தப்படுகிறது. அலை ஒழுங்கு மேலும் மேலும் ஆற்றலைத் தன்னுள் சேமிப்பதால் அலை முடியின் உயரத்தை வளையச் செய்கிறது. எனவே வேகம் சற்றுக் குறைகிறது. ஆனால் தனி நீர்த் துளிகளின் வேகத்தை ஆற்றல் அதிகமாக்குகிறது.

அலை முடியின் மீதுள்ள நீர்த் துளிகளின் வேகம் அலையின் வேகத்தைவிட அதிகரிக்கும்போது அலை உண்டாவதாகக் கூறுவர். ஆழமான நீரில் அலை உயரம் அலை நீளத்தில் ஏறத்தாழ ஏழில் ஒரு பங்கு உயரும்போது இது ஏற்படுவதுண்டு. பொதுவாக அலை உயரத்திற்கும் ஆழத்திற்குமுள்ள விகிதம் ஏறக்குறைய 3:4 என்றிருக்கும்போது அலை மோதிச் சிதறுகிறது. இவ்வாறு வெண்நுரை பொங்கும் காற்றுக்கடலலைகளை அனைத்துக் கடலோரங்களிலும் காணலாம். நீரிலுள்ள தனிமங்கள் இணைந்து நீர்க்குமிழிகள் காற்றால் உருவாகி ஒன்று சேர்ந்து சிறுசிறு நுரைக்கும்பலாக இருக்கும். இவையே கடல் நுரைகளாகக் கரையில் ஒதுங்கி எட்டு மணி நேரத்திற்கும் மேலாக உடையாமல் திண்மையுடன் இருக்கும். இவ்வகைக் கடல் நுரைகளை ஆக்கப் பணியில் பயன்படுத்த அறிவியலார் பல முயற்சிகள் மேற்கொண்டுள்ளனர்.

கடல். சில வேளைகளில் மெல்லிய காற்று வீசும்போது, பல திசைகளில் பயணம் செய்யும் அலை ஒழுங்குகள் ஒன்றோடு ஒன்று சேர்ந்து ஒரு குழப்பமான அமைப்பை உருவாக்குகின்றன. ஒன்றின் முகடு, மற்றொன்றின் மீது கூடும்போது இரண்டும் இணைந்து மிகப்பெரும் உயரத்தை எட்டும். அவ்வாறே அகடுகளும், முகடுகளும் ஒன்றையொன்று நகர்த்துகின்றன. இதை அலைத்தலையீடு எனலாம். மீண்டும் காற்றின் வேகம் அதிகரிக்கும்போது இத் தலையீட்டின் ஆக்கமும் அதிகரிக்கிறது. புதிய அலைகள் மீண்டும் உருவாகும்போது அவற்றின் அமைப்புகளும் அதிகமாகின்றன. எனவே பல அளவுகளும் உருவங்களும் பெற்றிருக்கும் அலை வகைகளின் மீது காற்று வீசிக் கொண்டிருந்தால் அது கடல் அலை எனப்படுகிறது. அலைகளால் உருவாகும் நீர்ப்பரப்பை ஓதம் (tide) என்பர். ஓதம் சிறு சிறு அலைகளாக உருவாகும்போது சிற்றலைகள் (ripples) என்றும், நீண்ட தொலைவு பெருகி ஓடும்போது பெருக்கலைகள் (swell) என்றும், அவ்வலைகளே கடலோரம் சென்று ஓசையுடன் மோதி உடையும் போது நுரையலைகள் (surf) என்றும் பெயர் பெறும்.

சிற்றலைகள். காற்றால் தோற்றுவிக்கப்படும் அலைகளிலேயே ஒரு சென்ட்டி மீட்டர் உயரம் கொண்ட சிற்றலைகளும், 30 மீட்டர் உயரத்திற்கும் மேலான பேரலைகளும் வலிமையான புயல் காற்றுகளால் உருவாகும். அமைதியான நீர்ப் பரப்பின் மீது காற்று வீசும்போது, முதலில் சிறு சிறு வளை

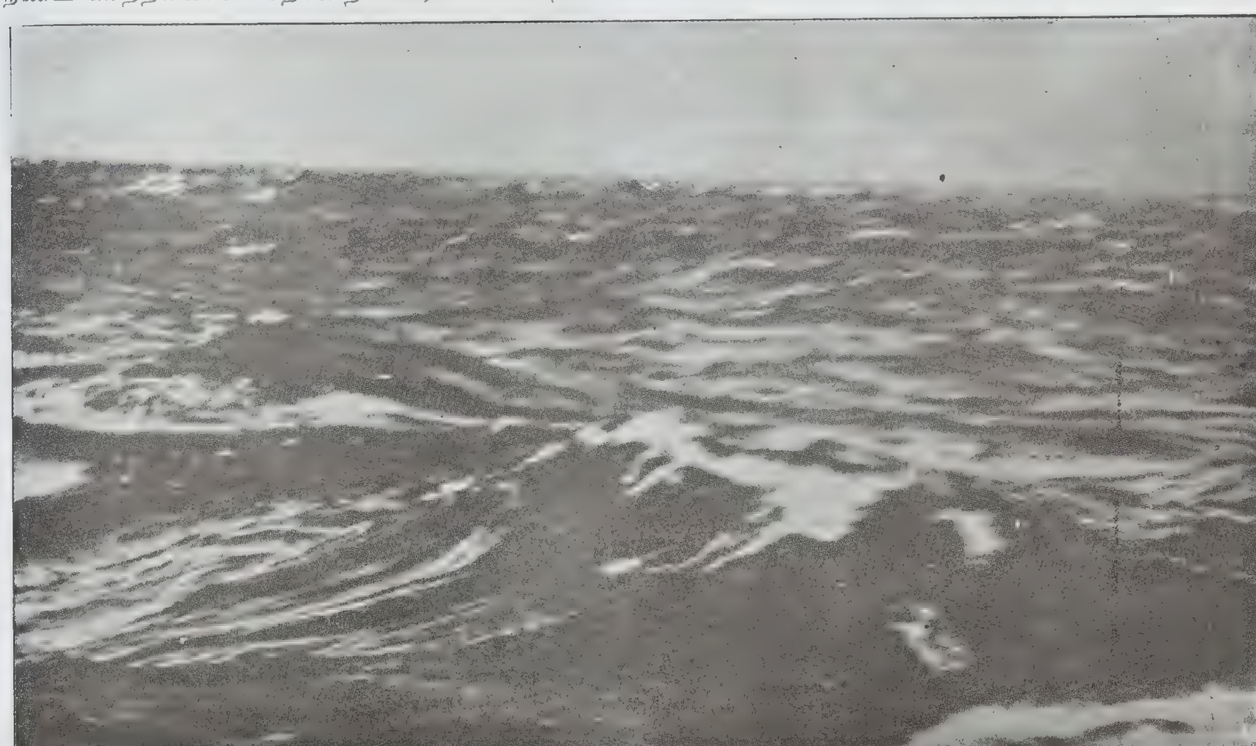


ஆழமில்லா நீர்ப்பகுதியில் ஆழத்திற்கேற்ப அலைமாற்றமுறுதல்

யங்களாகச் சிற்றலைகள் நீர்ப்பரப்பில் எழுகின்றன. ஏறத்தாழ ஒரு சென்ட்டி மீட்டருக்கும் குறைவான உயரம் கொண்டிருக்கும் இவ்வலைகள் சிற்றலைகள் எனப்படும். மிகக் குறைந்த காலத்திற்கே இருக்கும் இவ்வலைகளுக்கு நுண்குழல் அலைகள் (capillary waves) என்றும் வேறு பெயர் உண்டு. காற்றின் வேகம் அதிகரிக்கும்போது, அலையின் போக்கும் வீரியம் கொள்கிறது. எனவே திறந்த கடல் பரப்பின் மீது காற்று தன் ஆற்றலை நீருக்குள் பாய்ச்சுவதால், கடல் மீது உண்டாகும் அலைகள், காற்றடிக்கும் வேகத்திற்கும் காற்றடிக்கும் காலத்திற்கும் நீர்ப் பரப்பின் அமைப்பிற்கும் காற்றடிக்கத் தொடங்கும் முன் கடல் மீது இருக்கும் அலைகளுக்கும் ஏற்ப மாறுவதால் அவை பல சிறப்புப் பெயர்களைப் பெறுகின்றன. காற்றின் வேகம் அதிகரிக்கும்போது மிக நீண்ட அலைகள் அல்லது பெருக்கலைகள் உருவாகின்றன. எனவே, சிற்றலைகளே காற்றுக்கும் நீர்ப்பரப்பிற்கும் ஓர் இணைப்பை உருவாக்கிக் கடலின் ஒழுங்கற்ற மேற்பரப்பை ஒழுங்குற அமைத்து நீண்ட காற்றலைகள் தோன்றக் காரணமாகின்றன.

தன் உயரத்தில் குறைந்தாலும், நீளத்தில் சிறிதும் குறையாமல் ஏறத்தாழ 1600 கி.மீ தொலைவு சென்றபின் உயரத்தில் பாதியாகக் குறைந்து மெலிவடைகிறது. எனவேதான் தென் பசிபிக் கடலில் ஏறக்குறைய 11200 கி.மீ. தொலைவில் உருவாகும் நீள் அலைகளைக் கலிபோர்னியக் கடற்கரையில் காண முடிகிறதென அறிவியலார் கூறுகின்றனர்.

மூழ்கும் உடையலைகள் (plunging waves). பேரலைகள் கடலில் பல சிற்றலைகளை உருவாக்கும். அவ்வாறு உருவாகும் அலைகள் கடற்கரைப் பகுதியிலிருந்து பல்லாயிரக்கணக்கான கி.மீ. தொலைவு சென்று உடைகின்றன. காற்றின் வேகம் தணியும் போதும், அலைகளின் நீண்ட பயணத்தின்போதும் அவை உயரத்தில் குறைந்து நீளத்தில் அதிகமாகின்றன. எனவே அவை நிலப்பெருக்கு என்னும் அலைகளாக மாற்றம் பெற்றுக் கடலின் குறுக்கே பல்லாயிரம் கிலோமீட்டர் பயணம் செய்கின்றன. இப்பெருக்கம் ஒழுங்காகவும், மிகத் தாழ்வாகவும் அமைந்திருக்கும். ஒரு பெருக்கலை, கரையை



பலத்த காற்றினால் கடற்பரப்பு தாறுமாறாக அலைகளில் ஏற்படும் பலவுரு மாற்றங்கள்

பெருக்கலைகள். மிக உயர்ந்த நீண்ட அலைகள், தாம் பெற்றிருக்கும் அளப்பரிய ஆற்றலின் காரணமாக, தாம் தோன்றிய இடத்திலிருந்து மிக நீண்ட தொலைவுக்குப் பயணம் செய்கின்றன. நீள் அலை பரந்த கடலில் தன் ஆற்றலைச் செலுத்தி மிக நீண்ட தொலைவு பயணம் செல்லும்போது சிறிது சிறிதாகத்

நெருங்கும்போது அதன் அடிப்பகுதி ஆழமற்ற கடல் தரையை உராய்ந்து செல்கிறது. எனவே ஆழமான நீரை விட்டுப் பிரிந்ததும் ஓர் அலை அடித்தளத்தைத் தொட்டுணரத் தொடங்கியதும் பெரும் மாற்றங்களுக்குள்ளாகிறது. இங்கு அலையின் வேகமும், நீளமும் குறையத் தொடங்கும். உயரம்

கூடும்; ஆனால் காலம் மட்டும் மாறாமல் இருக்கும். மிகச் செங்குத்தாகவும் உயரமாகவும் எழத்தொடங்கிய அலை. உடையலை வலையத்திற்குள் வந்ததும் தன் திறன் அனைத்தையும் திரட்டிப் பின்புறம் உயர்ந்து, முன்னேறும் முன்பகுதியில் முகடு அமைத்து, முன்நோக்கிச் சுருண்டு, பெரும் முழக்கத்துடன் நீர்ப்பகுதியில் கீழ் நோக்கி அமிழ்கிறது. அலைகளின் போக்கு இவ்விதம் இருந்தால் தொலைவிலுள்ள பெருங்கடலின் பகுதியிலிருந்து பிறந்த அலைகளே அங்கு வந்துள்ளன எனக் கூறலாம்.

உடையலைகளில் இருவித அலைகள் உள்ளன. கடல் தரையின் சரிவு சீராகக் காணப்படின் அளவில் குறைந்த சிதறும் உடையலைகள் உருவாகின்றன. திறந்த பெரிய கடலின் அடிவானத்திலிருந்து வெண் நுரையைத் தள்ளிக் கொண்டு வந்து மணலில் சிந்திச் சிதையும் உடையலைகள் (spilling breakers) பிறக்கின்றன. கரையை நோக்கி வரும் அலையின் முடி சமச்சீராக வளைந்த தன்மையுடன் காணப்படும். அது பின்னர் உயர்ந்து தலைப்பகுதி வெண்ணுரையுடன் கூடி முன்னேறும் அலை முகத்தினின்று சிந்தும். மணற்பகுதியை எட்டியதும் சிதறுதலும் அதிகமாகிறது. எனவே முன்னேறும் நீர்ப்பகுதி வெண்ணிறமாகக் கரையில் மோதி உடைகிறது. எனவேதான் கரையை நோக்கி வரும் அலைகள் உடையத் தொடங்குகின்றன. கரை அங்கு இல்லையெனில், மிகுந்திருக்கும் ஆற்றல் மிக்க அலை பல புதிய அலைகளாக மீண்டும் அமைய நேரலாம். ஏதாவது ஒரு கரையை எட்டும் வரை இது நிகழக் கூடும். மேலும் பாறை மிகுந்த கரையில் மோதித் திரும்பும் அலை (கடலை நோக்கித் திரும்பும்போது) மற்றோர் அலையைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் பெற்றதாயும் அமையலாம். அவ்வாறு தோன்றும் அலை பிரதிபலிக்கப்பட்ட அலை எனப்படும். இது கடலை நோக்கி விரைந்தோடுவது போல் தோன்றும்.

இரண்டாம் வகை மூழ்கும் உடையலை கரையை நோக்கி அடித்தளம் செங்குத்தாக உயர்ந்திருக்கும் கடற்கரைகளில் மட்டுமே நிகழும். அலை அடித்தளத்தைத் தொட்டதும் முன்னேறி வரும் அதன் முகம் செங்குத்தாக மாறுகிறது. ஒரு வினாடியில் செங்குத்தான முகத்தின் தலை ஒரு 'ஜெட்' போல் முன்னோக்கிப் பாய்கிறது. ஓர் அழகிய வட்ட வில்லை அமைத்துக் கொண்டு அது கீழே விழுகிறது. முடியின் பிற பகுதி அதைத் தொடர்ந்து உருண்டு விழுகிறது. அவ்வாறு சுருண்டு விழும்போது ஒரு காற்றுப் பகுதியைத் தன்னுள்ளே அமைத்துக்கொள்கிறது. பெரும் முழக்கத்துடனும் மிகுந்த ஆற்றல் சிதறுதலுடன் அலையின் முடியும், காற்றுப் பரப்பும் நீரில் மூழ்குகின்றன.

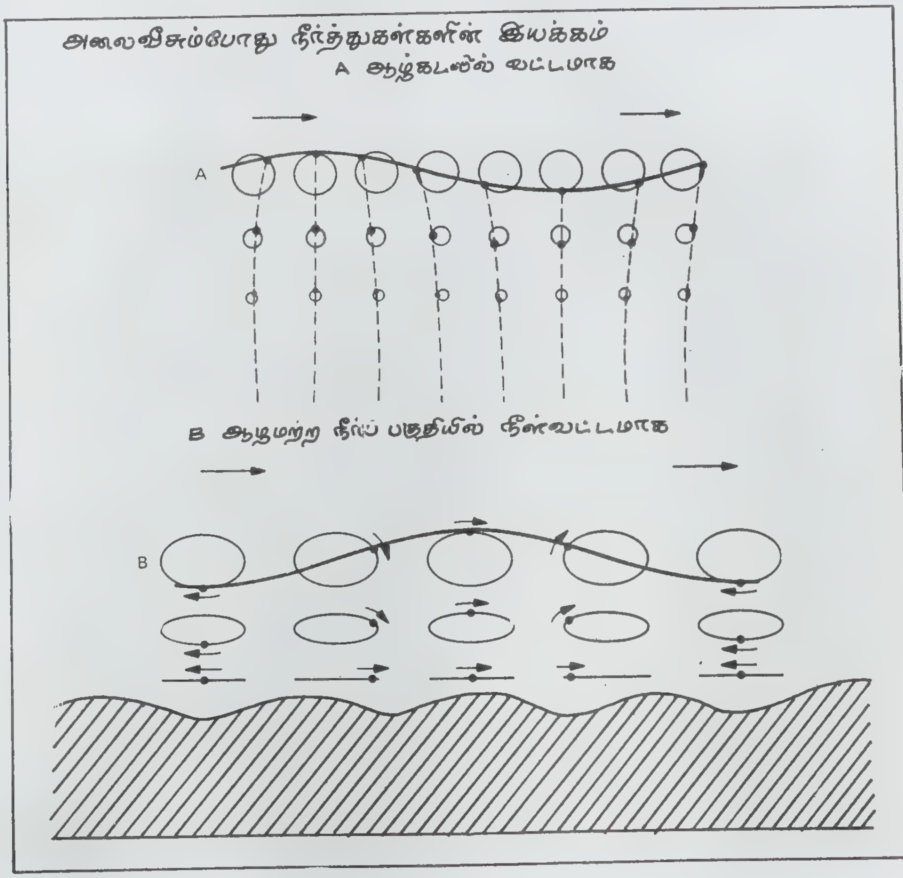
பொதுவாக அடித்தளப்பரப்பு கரடு முரடாக இருக்குமானால், உராய்தல் காரணமாக மிகுதியான அலை ஆற்றல் சிதறடிக்கப்படுகிறது. எனவே இது நீரில் ஆற்றல் ஒரு முனைப்படுத்துவதைக் குறைக்கிறது. ஆகையால் அலையின் உயரம் குறைய நீர்த்திவலைகளின் வேகமும் குறைகிறது. அப்போது தன் உயரத்திற்கு ஏற்ற ஆழத்தில் அலை உண்டாகிறது. ஆனால் நீரினடியில் மணற்பகுதி மிகுந்திருப்பின் அலைகள் மிகவும் உயர்கின்றன. ஆழமான பள்ளத்தாக்குப் பகுதியெனில் அலைகள் மிக மெதுவாகவே நகர்கின்றன.

பெருக்கலைகள் தோற்றம் (மேலிருந்து பார்த்தல் அலைநீளம் - 250 மீட்டர்

இரு வகையான உடையலைகளில் சிதறும் உடையலைகள் பரந்த நீர்ப்பரப்பின் அடித்தளத்தைக் கலக்கி விடுகின்றன. தாம் உடையும் இடத்திலேயே மூழ்கி விடும் உடையலைகளோ கடல் படுகையைப் பெருமளவில் அரித்து விடுகின்றன. எனவே கரைகளை அழிப்பதும், ஆக்குவதும், படிவுகளை இடமாற்றுவதும், அரிப்பதுமான இவ்வலைகளின் போக்கு, கடற்கரையை எப்போதும் உருமாற்றிக் கொண்டே இருக்கிறது. எனவே ஒரு கரைப்பகுதியை நோக்கி ஓடிவரும் அலைகளின் வெவ்வேறு வகையான உயரங்கள் கரையை அடுத்த அடித்தளத்தின் தன்மையைப் பிரதிபலிக்கும் வண்ணமே அமைகின்றன. ஆற்றுக் குடைவைக் கடந்த பகுதிகளில் தாழ்ந்த உயரம் கொண்டும், மணல் தொடர்கள் இருக்கும் இடங்களில் மிக உயர்ந்தும் அலைகள் எழுகின்றன.

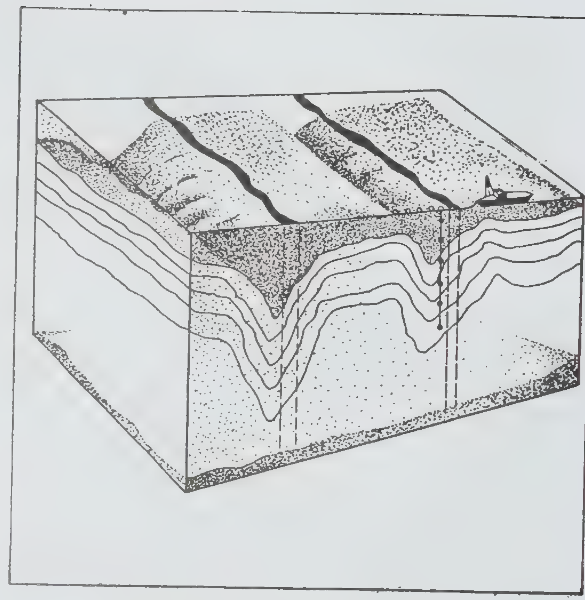
நிற்கும் அலைகள். மிக ஆழமான கடல் நீரில், சற்றேறக்குறைய செங்குத்தான சுவர்போலக் கடற்கரைச்சரிவு அமைந்திருக்கும்போது லேசான அலைத் தாக்குதல் நிகழ்கிறது. கரையை நோக்கி வரும் பிரதிபலிக்கப்பட்ட அலைகள் பிரதிபலிக்கப்பட்ட இலப்போடிஸ் எனப்படும் அமைப்பை உருவாக்கி விடுகின்றன. எனவே பிரதிபலிக்கப்பட்ட அலைகளின் முகடுகளும் அகடுகளும் ஒரே இடத்தில் சந்திக்கின்றன. அதனால் ஒரு நிலையான அலை அமைப்பு உருவாகிறது. ஒரு சுவர் போல் நின்று அவை சரிவதால் நிற்கும் அலை உண்டாகிறது.தனி அலைகள் கரையை நோக்கி வருவதும், பிரதிபலிக்கப்பட்டுத் திரும்ப நகர்வதும் தொடர்ந்து நடைபெற்றுக் கொண்டேயிருக்கும்.

புயல் பேரலைகள் அல்லது புயல் நுரைகள். மிகப் பெரும் புயல் காற்றால் கடல் பரப்பிலுள்ள நீர் தன் இயல்பான அலை மட்டத்திற்கும் மேல் மிக உயரமாக எழுவதால் புயல் பேரலைகள் தோன்றுகின்றன. காற்று மண்டலத்தில் தோன்றும் காற்றழுத்த வேறுபாடுகள் கடல் நீரைத் தாக்குவதால் ஏற்படும் புயல் அலைகளும் காற்று அலைவகையையே சார்ந்தவையாகும். புயலின் விளைவாக எழும் அலைகள் இயல்பான உயரத்தை விட இரு மடங்கு உயரம் கொண்டிருக்கும். அவை புயலுக்குட்பட்ட கரைகளின் தாழ்ந்த பகுதிகளைத் தாக்கி அழிக்கும். நீர்மட்டம் மிக வேகமாக உயர்ந்து வருமாதலால், இப்புவி மண்டலத்தில் புயலால் அழியும் உயிர்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாகிறது. பொதுவாக மணிக்கு 960 - 1280 கி.மீ. வேகம் கொண்ட கடுங்காற்று ஒரே திசையிலிருந்து வீசும்போது மிகப் பெரும் பேரலைகள் ஏறத்தாழ 15-18 மீட்டர் உயரமாகத் தோன்றலாம். டுமாண்ட் டே உர்வில் எனும் பிரெஞ்சுப் பயணி 30 மீட்டர் உயரப் புயல் அலையைக் கண்டதாகக் குறிப்பிட்டுள்ளார். நன்னம்பிக்கை முனையில் 33.6 மீட்டர் உயரம் மிக்க அலைகள் தோன்றியுள்ளன. உலகில் உள்ள ஒவ்வொரு கடற்கரைப் பகுதியும் கடும் புயலலைகளால் தாக்கப்பட்ட போதும், வங்காள விரிகுடாக் கடலும் ஐஸ்லாந்திற்கும், ஸ்காட்லாந்திற்கும் இடைப்பட்ட வடகடலுமே எப்போதும் புயல்தாக்கக்கூடிய இடங்களெனக் கடல் ஆய்வாளர்களின் அறிக்கை தெரிவிக்கிறது.



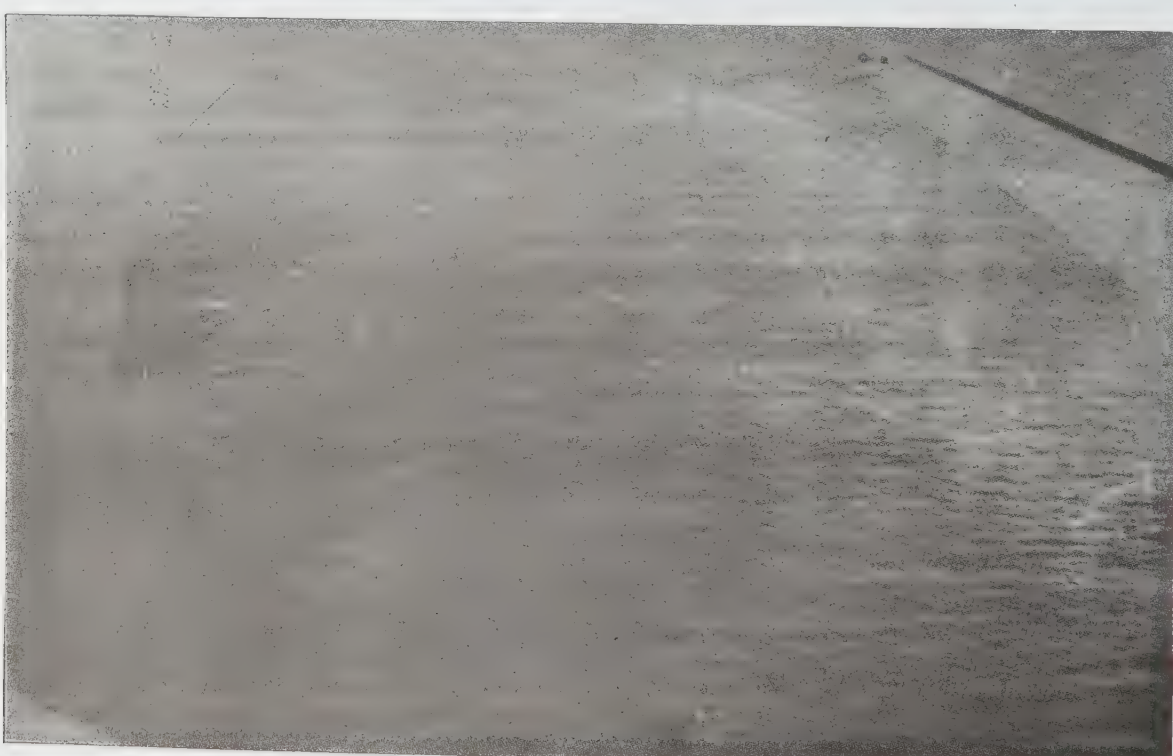
புயல் காற்றால் உருவாகும் அலைகளும், நீண்ட அலைகள் அல்லது பெருக்கலைகள் போன்றே தோற்றமளிக்கும். பசிபிக் தீவுகளில் வசிக்கும் மக்கள் சூறாவளி வருவதை ஒரு வகையான நீண்ட அலைப் பெருக்கின் மூலம் கண்டறிவர். அதுபோலவே அயர் லாந்து கரையிலுள்ள மக்களும் நீண்ட அலைப்பெருக்கு களைக் கண்டபோது சாவு அலைகள் வந்து விட்டன என்றும், அவ்வலைகள் கரையை நோக்கி சூறாவளிக் காற்றாக வீசுமென்றும் அறிந்திருந்தனர். புயல் காற் றால அழிவுகள் மிகுதியாக ஏற்பட்டாலும், அக்காற்று வெப்பத்தைக் கடத்திப் புவியை வாழ்வதற்கு உரிய இடமாக மாற்றுகிறது.

ஓத அலைகள். புவியீர்ப்பு விசையால் உருவாகும் அலைகளை (ஓத அலைகளை) புவியின் நாடி எனக் கூறுவர். ஓதங்கள் தோன்றச் சூரியன், சந்திரனின் ஈர்ப்பு விசைகளால் மாற்றம் பெறும் பெருங்கடலின் மேற்பரப்பே காரணமாகும். காற்றால் உருவாகும் புயல் அலைகளும், பிற அலைகளும், இந்த ஓத அலைகளுடன் மிகுந்த வேறுபாடு கொண்டுள்ளன. பௌர்ணமி, அமாவாசை நாள்களில் கடல் நீர்ப் பரப்பு, பெருமளவில் உயர்ந்து காணப்படும், பின்னர் நீர் வற்றி நாள்தோறும் இரண்டு முறை இவ்வாறு அலை அமைப்பு நிகழ்ந்து கடலைத் தாக்குவதையே ஓத அலைகள்என்பர்.



உள்அலை கரைநோக்கி வருதல்

புவியதிர்ச்சி அலைகள் (seismic waves of Tsunamis) அழிக்கும் ஆற்றலை மிகுதியாகப் பெற்ற அலை களுள் முதன்மை பெறுபவை புவியதிர்ச்சிக் கடலலை



உள்அலைகள் தோற்றம்-மேலிருந்து நோக்குதல்

கள் ஆகும். கடலடியில் நிகழும் பூகம்பங்களாலும், எரிமலை வெடிப்புகளாலும், மிக ஆழமான அகழிகளில் தோன்றும் சரிவுகளாலும் இவ்வலைகள் உண்டாகின்றன. இவை வலிமையான புயற்காற்றால் உருவாகும் பேரலை போலவே பல மடங்கு ஆற்றல் பெற்றுக் கடலோரப் பகுதிகளைத் தாக்கி அழிக்கின்றன. எரிமலைகள் நிறைந்திருக்கும் ஜப்பான் நாட்டில் எழுந்த புவியதிர்ச்சி அலைகள் 1896இல் ஜப்பானியக் கடலோரப்பகுதியில் வசித்த ஏறத்தாழ 27,000 மக்களைக் கொன்றன. எதிர்பாராமல் சூழ்ந்துவிடும் இவ்வலைகளை ஜப்பானிய மொழியில் சுனாமிஸ் (Tsunamis) அதாவது துறைமுகத்தில் எழும் மிகப்பெரும் அலைகள் என்று பொருள்படும்படி வழங்குகின்றனர்.

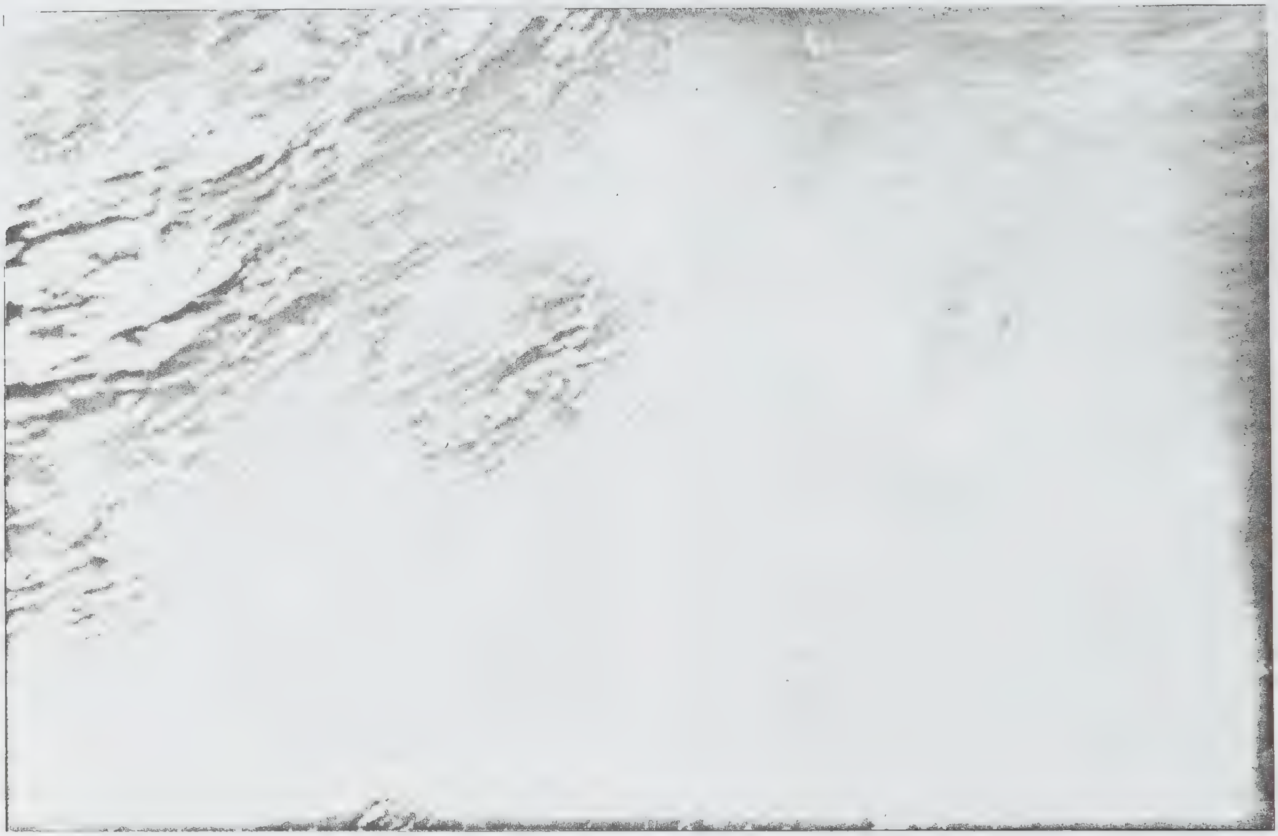
புவியதிர்ச்சியின் விளைவாகக் கடல் அடித்தரைப் பரப்பின் ஒரு பகுதி விழும்போது, கடல் நீர் அனைத்துப் பக்கங்களிலிருந்தும் பாய்ந்து ஒன்று சேர்ந்து, உயரத்துடன் சீறி எழுகிறது. அலைகளும் அதன் காரணமாக நாலாபுறமும் நகர்ந்து ஓடுகின்றன. அவ்வாறே கடலின் அடித்தளம் அதிர்ந்து உயரும் போதும் நீர்ப்பரப்புப் புடைத்து மிக மிக நீண்ட அலைகள் உருவாகி உட்புறம் நகர்கின்றன. நிலச் சரிவுகளும் இவ்வித அலைகளை உருவாக்குகின்றன. இவ்வலைகள் குறிப்பிடத்தக்க நீளம் கொண்டவை. ஒரு நீண்ட அலையின் அடுத்தடுத்த முகடுகளின் இடைப்பட்ட தொலைவு நூற்றுக் கணக்கான கி.மீ. வரை நீண்டிருக்கும். அது தன் ஆற்றலில் மிகுதியான இழப்பை அடையாமல் ஏறக்குறைய 720 கி.மீ, வேகத்தில் பல்லாயிரக்கணக்கான கி. மீ. தொலைவை விரைவில் எட்டிவிடும் தன்மை கொண்டது.

பெருங்கடலின் பரப்பில் மிக மிக ஆழமாக அமைந்துள்ள அகழிகளிலும் இவ்வித அலைகள் தோன்றுவதுண்டு. ஜப்பான், பெரு அலூஷியன் தீவுகளை அடுத்த கடற்பரப்பின் அகழிகளில் தோன்றும் புவி அதிர்ச்சி அலைகள் மிகக்கொடுமையாகத் தாக்கும் தன்மை கொண்டவை எனக்குறிப்பிடப்படுகின்றன. 1955இல் லிஸ்பனில் ஏற்பட்ட புவியதிர்ச்சி, 15 மீட்டருக்கும் உயரமான அலைகளைத் தோற்றுவித்துக்கேடிஸ் (Cadiz) நகரையே மூழ்கடித்தது. புவியதிர்ச்சி ஏற்பட்ட ஒரு மணி நேரத்திற்குப் பின்னரும் அலைகள் பொங்கி எழுந்த வண்ணமிருந்தன.

கரையிலிருந்து கடல் நீர் எதிர்பாராது பின் வாங்கிச் செல்வதே புவியதிர்ச்சி அலை வருவதற்கான முதல் அறிகுறியாகும். ஹவாய்க் கடற்கரையில் கடல் நீர் ஏறக்குறைய 150 மீட்டருக்குப் பின் வாங்கி, பின்னர் மிகு ஓசையுடன் அலைகள் பொங்கியெழுந்தபோது, ஹவாய்த் தீவிலிருந்து ஏறத்தாழ 3200 கி. மீ. தொலைவிலுள்ள அலூஷியன் தீவில் புவியதிர்ச்சி ஏற்பட்டது. இயல்பான ஓத ஏற்றத்தை விட 7.5 மீ உயரமாகப் பெருங்கடல் நீர் கொந்தளித்தது. இந்த அலைகள் மிகநீளம் கொண்டவையாக, அலையின் ஒரு முடிக்கும் அடுத்த முடிக்கும் இடையே ஏறக்குறைய 144 கி. மீ. இடைவெளியுடன் இருந்துள்ளன. ஏறத்தாழ 3680 கி. மீ. தொலைவிலுள்ள ஹவாய்த்தீவின் ஒரு பகுதியை அடைவதற்கு அந்த அலைகளுக்கு ஐந்து மணிநேரம் கூடப் பிடிக்கவில்லை. கிழக்குப் பசிபிக் கரையில் எழுந்த புவியதிர்ச்சி அலைகள் சிலியிலுள்ள வால் பரைஸோ நகரம் ஏறக்குறைய 13536 கி. மீ. தொலைவில் இருந்தும் கூட அங்கும் உணரப்பட்டன. மணிக்கு சுமார் 750 கி. மீ. வேகத்தில் பயணம் செய்த இப்பேரலைகள் 18 மணி நேரத்தில் அக் கரையைத் தாக்கின. இவ்வாறே தென் சிலி நாட்டில் கொந்தளித்து எழுந்த புவியதிர்ச்சியலைகள் பசிபிக் கடலைக்கடந்து ஜப்பான், நியூகினியா, சிட்னி போன்ற நாடுகளின் கடற்கரையோரங்களை மோதித் தாக்குவதையும் கடலாய்வாளர்கள் குறிப்பிடுகின்றனர். மிகவும் ஆற்றலுடன் நீண்ட புவியதிர்ச்சி அலைகள் நீர்மட்டத்தை மிகப்பெரும் அளவிற்கு உயர்த்துவதுடன், ஏறத்தாழ முப்பத்திரண்டரை மணி நேரத்தில், இவ்வுலகத்தின் பாதிப்பகுதியை வலம் வந்ததற்குச் சமமான தொலைவைக் கடந்து வந்ததற்குச் சான்றுகள் உள்ளன.

அழிக்கும் அலைகள் இவ்வாறு எதிர்பாராமல் கடலோரங்களைத் தாக்குவதால், அலைகளைக்கணக்கிட்டு அறிய உதவும் பலவிதச் சிறப்புக் கருவிகளைக் (wave recorder) ஓத நிலையங்கள் (tidal centres) பசிபிக் கடலோர நாடுகளில் நிறுவியுள்ளன. பெருங்கடலின் கீழ் உண்டாகும் புவியதிர்ச்சிகளையும், அவற்றால் கொந்தளித்து உருவாகக்கூடிய பேரலைகள் எந்தெந்த இடங்களுக்கு அழிவை உண்டாக்கக் கூடும் என்பதையும், எந்த நேரத்தில் எந்த முறையில் அவ்வலைகள் கரைகளைத் தாக்கும் என்பதையும் காட்டும் எச்சரிக்கைகளை அளிக்கும் அளவிற்கு இன்று புதுமையான கருவிகளையும் பாதுகாப்புக் கருவிககளையும் கடலாராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந்து நிறுவியுள்ளனர்

அக அலைகள். கடல் மட்டத்தில் காணும் அலைகள் நீருக்கும் காற்றுக்கும் இடையே அமைந்த எல்லையில் தோன்றுகின்றன. ஆனால் மிகப்பெரிய வியப்பூட்டும் அக அலைகள் கடலாழத்தில் கண்ணுக்குப் புலப்படாமல் தம் மறைமுகமான பாதைகளில் உருண்டோடிக் கொண்டுள்ளன. இவ்வகை அக அலைகள் மாறுபட்ட நீர் அடுக்குகள் (மாறுபட்ட அடர்த்தி) கொண்ட எல்லைகள் இருக்கும் இடங்களில் தோன்றுகின்றன. கடலில் செல்லும் கப்பல்களைக் கடலலைகள் அலைக்கழிப்பதைப் போல ஆழ்கடலில் அகஅலைகள் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களை அலைக்கழிக்கின்றன. ஆர்டிக் பெருங்கடலைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக்குச் செல்லும் கப்பல்கள் இறந்த நீர் (dead water) எனப்படும் கடல் பகுதியில் அகப்



காற்றினால் உண்டாகும் 1 செ.மீ. அலைநீளமுள்ள நுண் அலைகள்

பட்டுக் கொண்டு முன்னேற முடியாமல் தடுமாறுவதும் இவ்வகை அலைகளாலேயே நிகழ்கிறது. இவ்வகை இறந்த நீர் அலைகளும் அக அலைகள் என்றே கூறப்படுகின்றன. மேலிருக்கும் ஒரு மெல்லிய நன்னீர் அடுக்கிற்கும் அதன் கீழ் அமைந்திருக்கும் உவர்நீர்ப் பரப்பிற்கும் இடையேயுள்ள எல்லையில் தான் இவ்வக அலைகள் பாய்கின்றன. கல்ஃப் நீரோடை (gulf stream) போன்ற வலிமை வாய்ந்த நீரோட்டங்களுடன் சில வேளைகளில் அகஅலைகள் மோதி மறைகின்றன. மேல்மட்ட அலைகளின் வேகத்தைவிட அகஅலைகள் வேகம் குறைந்திருப்பினும் அவற்றின் ஆற்றல் மிகுதியாகும். சில நூறு மீட்டர் வீச்சுக் (amplitude) கொண்ட அகஅலைகள் கடலாழத்தில் இருக்கும் போதும் கடல் மட்டம் எவ்விதச் சலனமும் இன்றிக் காணப்படும். அக அலைகள் தோன்றுவதற்குரிய சில காரணங்களை அறிவியலார் தெரிவித்துள்ளனர். ஓத அசைவுகளால் கால ஒழுங்கிற்கு ஏற்றவாறு நிலையான அக அலைகள் தோன்றுவதுண்டு. கடலடியில் மாறுபடும் வெப்ப நிலைகளாலும்; உவர் நீர்ப் பரப்பில் நன்னீர் பாய்வதாலும். பெரும் காற்று இரு மாறுபட்ட நீர்ப்பரப்புகளில் வீசுவதாலும், மாறுபட்ட பண்புகள் கொண்ட இரு நீர்ப்பரப்பு அடுத்தடுத்து இணைவதாலும் அக அலைகள் தோன்றுவதுண்டு. சில அக அலைகள் 300 மீட்டர் உயரத்திற்கு எழுவதையும் கண்டுள்ளனர். இவ்வகை அக அலைகள் ஆழ்கடலில் வாழும் உயிரினங்களை எவ்வாறு தாக்குகின்றன என்று இப்போது ஆய்வாளர்கள் ஆய்ந்து கொண்டுள்ளனர்.

அலை அளக்கும் கருவி (wave dyanometer). ராபர்ட் லூயி ஸ்டிவன்சனின் தந்தையான டாமல் ஸ்டிவன்சன்தான் பெருங்கடல் அலையின் ஆற்றலை அளக்க முதன் முதலாக அலை அளக்குங்கருவியைக் கண்டறிந்தார். இன்று ஆற்றல் மிக்க புதிய அலைக் கருவிகள் தோன்றிவிட்டன. கடல் நீரின் மீது காற்று அலைகளைத் தோற்றுவிக்கும் இடம், அவ்வலைகளை உருவாக்கிய காற்றின் விசை, சூறாவளிக்காற்றுச் சுழலும் வேகம், அது எவ்விதமான அலைகளை, எங்கு, எப்படிக் கொண்டு வரும்? போன்றவை இன்று அலைக்குறிப்பு எந்திரங்களின் உதவி கொண்டு முன் கூட்டியே கணிக்கப்படுகின்றன. இன்று ஒவ்வொரு நாட்டின் கடற்கரையின் தன்மைகளும், அலைகளின் இயல்புகளும் அட்டவணைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தேவையானபோது அலை அறிக்கைகள் தயாரிக்க

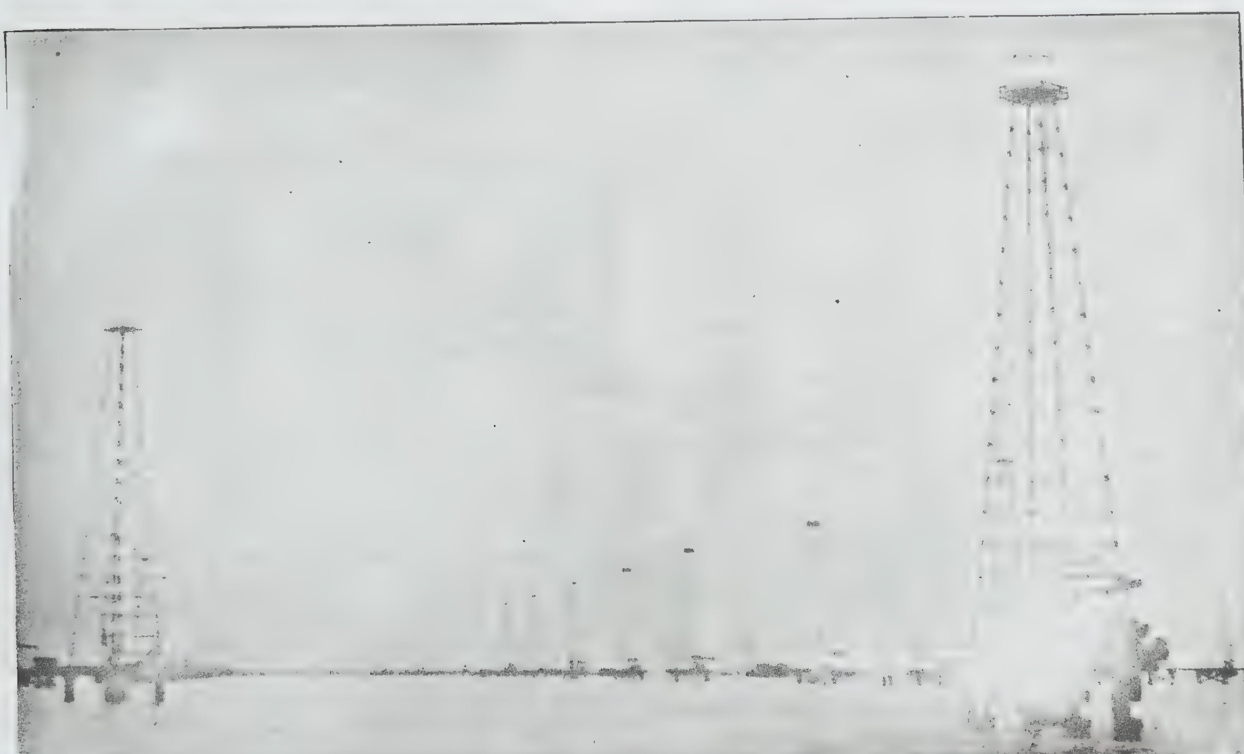
பட்டு வெளியிடப்படுகின்றன. கடலில் பல்வேறு பொருள்கள் உள்ளமையை உணர்ந்து கரையை அடுத்துள்ள நீர்ப்பரப்பில் மேடைகளை அமைத்துக் கடலாழத்தில் எண்ணெய், தாதுப்படிவு இவற்றை எடுக்கவும், ரேடார் கோபுரங்கள் அமைக்கவும், அலைகளின் மேல் கடல் மீது பாலங்கள் உருவாக்கவும், கடல் நடுவே, அதன் அடியில், புதிய நகரங்களைக் கட்டவும் அலை அறிக்கைகள் பேருதவி புரிகின்றன.

அலை ஆற்றல். அலைகளின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்த முடியுமா என்றும் ஆராய்ந்து வருகின்றனர். கடல் அலையில் பெருமளவு மின் ஆற்றல் இருப்பது கண்டறியப்பட்ட பின்னர் இங்கிலாந்து பொறியியல் அறிஞர்கள் ஒரு மின்னாக்கியை (generator) உருவாக்கியுள்ளனர். மூன்று இலட்சம் மக்கள் வசிக்கக் கூடிய ஒரு பெரிய நகரத்திற்குத் தேவையான மின் சாரத்தைக் கடல் அலைகளிலிருந்து இந்தக் கருவி உற்பத்தி செய்யும் என்று மெய்ப்பித்துள்ளனர். இதைத் தொடர்ந்து பல்வேறு நாடுகளில் மின்சாரத்தைக் கடலலையிலிருந்து தயாரிக்க உதவும் கருவிகள் பெருகத் தொடங்கியுள்ளன. அலைகளின் உயரத்தில் காணப்படும் நிலையற்ற மாறுதல்கள் அலை ஆற்றலை ஆக்கவழியில் பயன்படுத்துவதற்குத் தடையாக இருப்பினும் அலை ஆற்றலை நேரிடையாகவோ உடையும் அலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றலாகவோ பயன்படுத்த முடியும். கடலில் ஏற்படும் ஓத அலைகளின் மூலமாக 100 கோடி கிலோவாட் மின் சாரத்தைத்தயாரிக்க முடியுமெனச் சோவியத் நாட்டு வல்லுநர்கள் மதிப்பிட்டுள்ளனர்.

- பரிமளா சம்பந்தம்

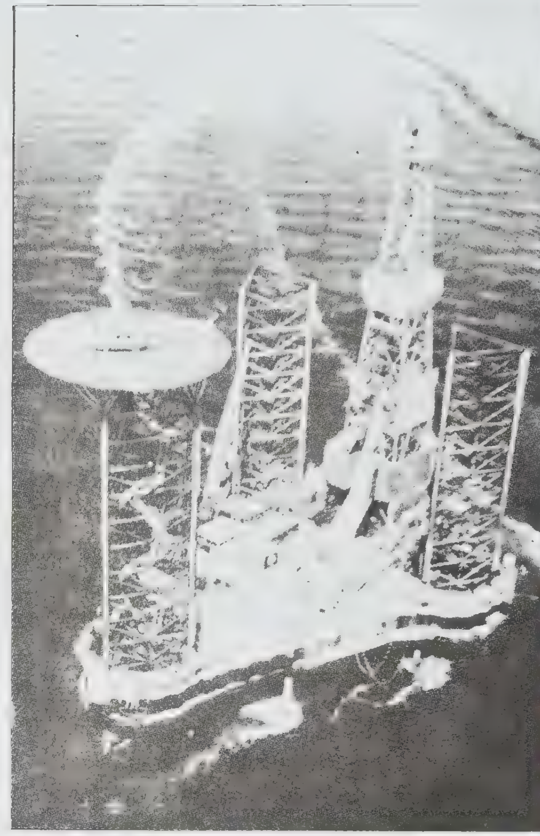
கடலியல் நிலை மேடைகள்

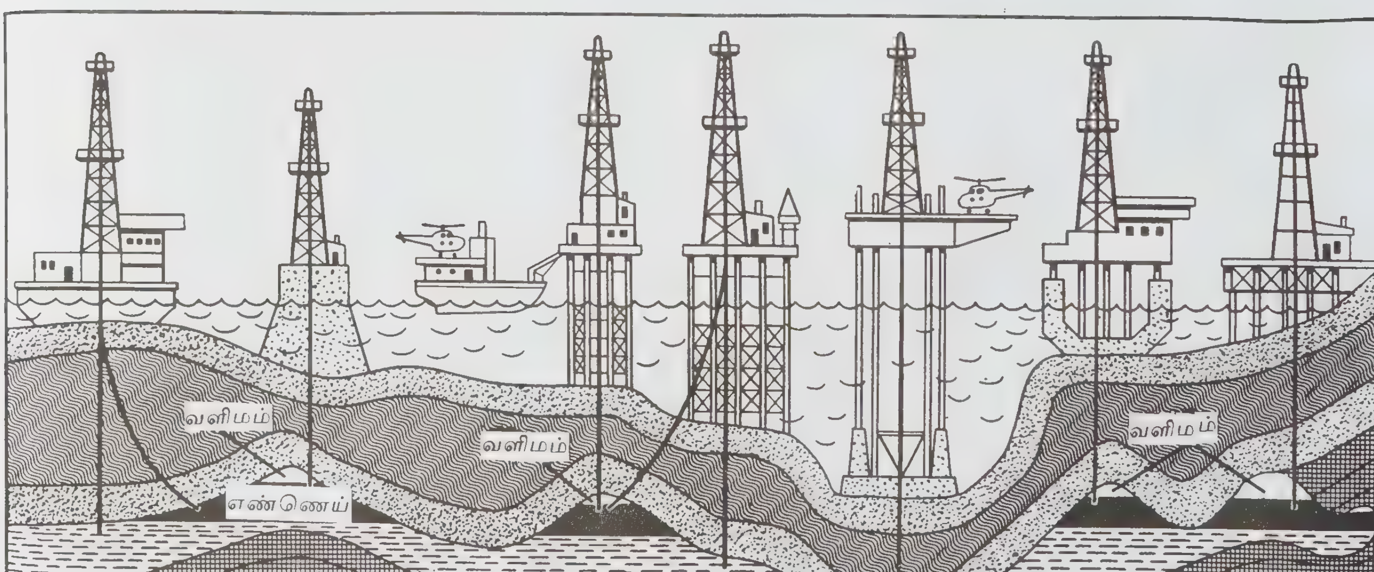
1890 இல் கடலை ஒட்டிய பகுதியில் எண்ணெய் வளம் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கடலில் எண்ணெய் எடுப்பது நிலத்தில் எண்ணெய் எடுப்பதைவிடக் கடினமானது. மெக்சிகோ வளைகுடாவில் லூசியானா கடற்பகுதியில் 1939 இல் கிரியோல் எண்ணெய்க் கிணறு முதலில் இயங்கலாயிற்று. இப்போது உலகின் பல கடல்களிலும் நூற்றுக்கணக்கான எண்ணெய்க் கிணறுகள் உள்ளன. முதலில் ஆய்வு எண்ணெய்க் கிணறுகள் தோண்டப்பட்டு எண்ணெய் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின் எண்ணெய் உற்பத்தி தொடங்குகிறது. ஆய்வு எண்ணெய்க் கிணறு



கள் மூன்று வகையில் தோண்டப்படும். சிறிய துரப் பண மேடை (jack-up rig): இது காற்றும், கடல் அலைகளும் குறைவாக உள்ள கடற்பகுதியில் 100 மீட்டர் ஆழத்திற்கு இயங்கும்; பாதி மூழ்கியிருக்கும் துரப்பண மேடை (semi-sub-mersible rig): இது கடல் கொந்தளிப்பும், உயர் கடல் அலைகளும் உள்ள கடற்பகுதியில் 300 மீட்டர் ஆழம் வரை செயல் படக் கூடியது; துரப்பணக் கப்பல் (drilling ship): இது கடல் கொந்தளிப்பும், பெரும் அலைகளும் காணப்படும் கடலில் 1800 மீட்டர் ஆழம்வரை இயங்கும் திறன் உடையது.

கடலியல் நிலை மேடைகள் (oceanographic platforms) என்பவை கடலிலிருந்து எண்ணெய், எரி வளிமம் இவற்றை எடுக்க அமைக்கப்படும் நிலை யான தளங்களைக் குறிப்பிடுவனவாகும். ஆய்வுக் கிணறுகளிலிருந்து எண்ணெய் உற்பத்தி செய்ய நிலை யான மேடைகள் அமைக்கப்படுகின்றன. வலிமை மிகுந்த மூன்று அல்லது நான்கு இரும்புத் தூண்கள் அல்லது முட்டுக்கால்கள் (stilts or legs) கடல் நீரின் அடிதளத்தில் பொருந்தியிருக்க, இவை நீரின் மேல் நீண்டு 10 மீட்டர் உயரத்தில் வலிமையான மேடை யுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய மேடை கள் புயல், சூறாவளிக்காற்று, மிதக்கும் பனிப்பாறை இவற்றை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தவை யாக அமையும். கோபுரச்சட்டம் (derrick), சுமை தூக்கும் கருவி, பொருள்கள், எந்திரங்கள் கருவிகள் வைக்கும் அறைகள், பணியாள்கள் தங்குமிடம்,





ஹெலிகாப்டர் இறங்கும் தளம் (helipad) என்ற பல அமைப்புகளுடன் இந்த மேடையின் பரப்பு ஒரு பெரிய விளையாட்டுக் களத்தின் அளவு இருக்கும். இது கடல் நீருக்கு மேல் எழுந்து இருப்பினும், கடல் நீரில் மிதக்கக்கூடிய தன்மையும், உருவமைப்பும் உடையதாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

எண்ணெய்க் கிணறு தோண்டும் பணி முடிந்த வுடன், துளைபோடும் துரப்பணக் கருவிகள் அகற்றப் பட்டுப் பண்படா எண்ணெயை மேல்நோக்கிக் கொண்டு வரக் குழாய்கள் இடைவெளியில்லாமல் கிணற்றிலிருந்து மேடைவரை பொருத்தப்படும். மேடை மேல் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் எந்திரங்களால் மேலே வெளிவரும் எண்ணெய், எரிவளிமம், நீர் என பிரிக்கப்பட்டபின் நீர் கடலுக்குள் விடப்படுகிறது. எரிவளிமமும், எண்ணெயும் கப்பல் அல்லது குழாய் வழியாகக் கரையிலுள்ள தேக்குந் தொட்டிகளுக்கு அல்லது தூய்மைப்படுத்தும் ஆலைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படும்.

மிதக்கும் தளவாட மேடைகள் *(mobile jach up large).* இவை அமைப்பில் நிலையான மேடை களைப் போன்றவை. ஆனால் இவற்றின் நீண்ட முட்டுக்கால்கள் விசையால் நீளவும், குறையவும் கூடியவை. நீண்ட இரும்பு முட்டுக்கால்கள் விசை யால் குறைவதால் முட்டுக்கால் மேல் அமைந்துள்ள மேடை மிதக்கும் தன்மையுடையதாகும். எனவே ஓர் இடத்தில் வேலை முடிந்தவுடன் இக்கால்கள் மடக்கப்பட்டு மிதக்கும் மேடையாக மற்றோர் இடத் திற்கு இழுத்துச் செல்லப்படும்.

ஃபிலிப் எனப்படும் மிதக்கும் மேடை *(FLIP-floating instrument platform.* 1962 இல் ஸ்கிரிப்ஸ் கடலியல் கழகம் ஃபிலிப் என்னும் புதிய ஆய்வுக் கலத்தைப் பயன்படுத்தியது. இதை உயரமான மிதவை எனக் கூறலாம். கிடையாக இழுத்துச் சென்று ஆய்வு நடத்த வேண்டிய இடத்தில், இதன் அறைகளில் நீரைச் செலுத்திக் கனமாக்கி நீரில் மூழ்க வைத்துச் செங்குத்தாக மிதக்கும் நிலையில் அமைத்த பின் ஆய்வுகளை நடத்தலாம். இதன் நீளம் ஏறக் குறைய 110 மீட்டர் ஆகும். ஆனால் இது கடலில் ஆய்வு நடத்துகையில் நீருக்கு 100 மீட்டர் ஆழ்ந் தும், நீருக்கு மேல் 10 மீட்டர் நீண்டும் மிதக்கும். நீர்மட்டத்தில் அதன் அகலம் 4 மீட்டர் ஆகும். நீரின் மேல் உள்ள பகுதி நான்கு தளங்களாக அமைந்தது. முதல் தளத்தில் மின்விசை எந்திரங் களும், இரண்டாம் தளத்தில் இரண்டு வாரத்திற்கு வசதியுடன் ஆறுபேர் தங்கக்கூடிய இருப்பிடமும் கொண்டது. மூன்றாம் தளத்தில் மின்னணுக் கருவிகள் கொண்ட முக்கிய ஆய்வுக்கூடமும் அத னுடன் வெளிப்பக்கத்தில் வேலியிடப்பட்டு இணைந்த பகுதியில் ஃபிலிப்பைச் செங்குத்தாகவும், கிடையாக வும் மாற்றத்தக்க கருவிகளும் உள்ளன. நான்காம் தளம் மூன்றாம் தளத்தைப் போன்று வேலியிடப் பட்ட வெளிப்பகுதியாகவும் அழுத்தக்காற்றை வெளி யிடும் எந்திரங்களைக் கொண்டதாகவும் அமைந் தது. இது கடல் நீருக்குள் ஒலிக்கும் ஒலிகளைப் பற்றிய ஆய்வுகளை நடத்தப்பயன்படும்.

க. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. J. T. E. Gilbert, *Environmental Planning Guidelines For Offisher Oil and gas Development,* East-west Centre, Honolulu, 1982.

கடலோரத் தடுப்புச் சுவர்

கடற்கரையின் ஓரங்களில் நிரப்பிய மண் நிலையாக இருக்கவும், செய்கரைகளைப் (embankments) பாது காக்கவும் பயன்படும் கட்டகம் கடலோரத் தடுப்புச் சுவர் (bulk head) எனப்படும். இந்தச் சுவர் சில சமயங்களில் துறைமுகத் தளங்களாகவும் (wharves) பயன்படுகிறது. பாதுகாப்பு மிக்க அமைப்புகள் உள்ள இடங்களில் மட்டுமே இவை பயன்படுவதால் கடற் சுவர்களைப் போன்று வலிமையான கட்ட கங்களால் அமைய வேண்டியதில்லை. மரம், எஃகு, கற்காரை ஆகியவற்றில் ஏதாவது ஒன்றாலான பலகைகளால் செய்யப்பட்ட குத்துத்தூண்களால் (piles) இச்சுவர் அமைக்கப்படும்.

இக்குத்துத்தூண்களை இணைக்கும் சட்டங்கள் மண்ணுள் புதைந்திருக்கும். இவற்றின் மேல் அமைக்கப்பட்ட நிலை மேடைகள் மண் அழுத்தத் தைத் தாங்குகின்றன. நீரின் புறம் அமைந்த நிலை மேடைகள் தாங்கப்படாத உயரப்பலகையைத் தாங்குகின்றன. செங்கல் சுவரராலோ, கற்காரைச் சுவரராலோ, கல் சுவரராலோ இது கட்டப்படும்.

- மு. புகழேந்தி

கடற்கரைகள்

தொடக்க காலத்திலிருந்தே கடற்கரைகள் மக்க ளிடையே மிகவும் இன்றியமையாதவையாக உள்ளன. மக்கள் போக்குவரத்து, பொருட்போக்குவரத்து போன்றவை கடல் மூலம் பல ஆண்டுகளாக நடை பெற்று வருகின்றன. அழகிய கடற்கரைகள் உல்லாசப் பயணிகளைக் கவர்வதன் மூலம் அந்நியச் செலா வணியை ஈட்டித்தருகிறது. உலகக் கடற்கரைகளில் சென்னைக் கடற்கரை சிறப்பு வாய்ந்ததாகும். இதே போன்று கோவாக் கடற்கரையும், கேரளத்தைச் சேர்ந்த கோவளக் கடற்கரையும் சிறந்தவை ஆகும்.

மணற்பரப்பைக் கொண்ட கடற்கரைகள் மட்டு மன்றிப் பெரும் கற்களைக் கொண்ட கடற்கரை களும் சேற்றாலான கடற்கரைகளும் உண்டு. உலகப் புகழ்மிக்க மகாபலிபுரக் கடற்கரை பெரும் கற்களைக் கொண்ட கடற்கரைக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். சேற்றாலான கடற்கரையைக் கேரள மாநிலத்தில் காணலாம். இந்தக் கடற்கரை பொழுதுபோக்கிற்கு ஏற்ற இடமாக இல்லாவிடினும் ஊட்டச்சத்துள்ள மணலைக் கொண்டிருப்பதன் மூலம் சிறந்த மீன் வளர்ப்பு இடமாகத் திகழ்கிறது. இம்மண் இறால் வளர்ப்புக்குப் பெரிதும் துணை புரிகின்றது.

கடற்கரைகளை மணற்பாங்கானவை, சேற்றா லானவை, கற்களாலனாவை என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

மணற்பாங்கான கடற்கரை. மணற்பாங்கான கடற் கரையில் பலவிதமான கனிமப்பொருள்கள் காணப் படுகின்றன. இரும்பு, தங்கம், வெள்ளி, டின், தோரியம், சோடியம், நிக்கல் போன்ற பலவிதமான உலோகங்கள் பெரும்பான்மையாகக் கிடைக்கின்றன. இந்தியாவில் தோரியம் குமரிக் கடற்கரையோரங்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுவதால் தமிழ்நாட்டில் மணவாளக்குறிச்சி என்னும் இடத்தில் தோரியத்தை மணலிலிருந்து பிரித்தெடுக்கும் ஓர் ஆலை நிறுவப் பட்டுள்ளது, இங்கிருந்து தோரியம் பல நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப்படுகிறது.

உயிரினங்கள் மணற்பாங்கான கடற்கரையில் வறண்டு போன இடங்களில் இருப்பதில்லை. சில உயிரினங்கள் வாழ்வதற்குச் சிறிதளவாவது ஈரத் தன்மை வாய்ந்த இடம் தேவைப்படுவதால், அவை பெரும்பாலும் ஓதயிடைப் பகுதியிலேயே (intertidal zone) காணப்படும். ஓதயிடைப்பகுதியில் எண்ணற்ற உயிரிகளும், கடற்பாசிகளும் காணப்படுகின்றன. இங்கு பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும் உயிரினங்க ளாக முதலுயிரிகள் (proto zoans), டர்பல்லேரியன்ஸ் உருளைப் புழுக்கள் (nematodes), கோப்பிபோடுகள் ஆகியவை உள்ளன.

அரினிகோலா, பலனோகிளாசஸ் ஹாலோத் தூரியன் இனத்தைச் சேர்ந்த சைனாப்டா போன்ற உயிரிகள் மண்புழுக்களைப் போன்று மணலில் புதைந்து வாழ்கின்றன. இல்லிப்பூச்சி எனப்படும் உயிரி மணலுக்குள் புதைந்து காணப்படும். ஆனால் இதன் உணர்வுறுப்புகள் (antennae) மணலின் மேற் பரப்பில் தூக்கியவாறு காணப்படும். இதன்வழியாக வெளியில் இருக்கும் நீரை உள்ளே இழுப்பதன் மூலம் இது சுவாசிக்கிறது. அரினிக்கோலா என்னும் உயிரி, செவுள்கள் (gills) மூலம் சுவாசிக்கிறது.

மணற்பாங்கான கடற்கரை பல உயிரிகளுக்குப் பாதுகாப்பான இடமாகவும், உணவு கிடைக்கக்கூடிய இடமாகவும் காணப்படுகிறது. இங்கு டர்பல்லேரி யன்ஸ் பாலிகார்டியஸ், பலனோகிளாசஸ், சிப்பி வகைகளான டோனக்ஸ், கேட்டலீசியா, சோலன் போன்றவை மணலில் புதைந்து வாழ்கின்றன. எண்ணற்ற நண்டினங்களும் வளைகள் தோண்டி அதில் வாழ்கின்றன.

தகவமைப்புகள். இப்பகுதியில் வாழும் உயிரினங் கள் உயர் வெப்பத்திலிருந்து தங்களைக் காத்துக் கொள்வதற்கும், எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள் வதற்கும் ஏற்ற வகையில் வாழ்கின்றன. புதைந்து வாழும் வாழ்க்கையை இந்த உயிரினங்கள் கொண் டுள்ளமையால், இவற்றிற்குள்ள உறுப்புகள் பிற உயி ரின உறுப்புகளிலிருந்து சற்று மாறுபட்டுக் காணப்படு கின்றன. உறுப்புகள் மண்ணைத் தோண்டுவதற்கு ஏற்ற தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. அல்பூனியா போன்ற உயிரிகள் உணர்வுறுப்பைப் பெற்றிருப்பதன் மூலம் மணலில் புதைந்து கொண்டே வாழ்க்கை நடத்துகின்றன. சோலன், டோனுக்ஸ், கேட்ட லீசியா போன்ற சிப்பி இன உயிரிகளில் மணலில் ஏற்றவாறு துளைத்துச் செல்ல ஓடு தட்டையாகக் காணப்படுகிறது. நாசா போன்ற உயிரினங்களின் பாதம் மணலை துளைத்துச் செல்வதற்கும், மணல் மேல் நகர்ந்து செல்வதற்கும் ஏற்றதாக விரிந்து பரந்து காணப்படுகிறது. பொதுவாக மணலில் புதைந்து வாழும் சிப்பி இனங்களில் நீரை உட்கொள்ள, வெளி யேற்ற நீண்ட குழாய்கள் (siphons) காணப்படு கின்றன. நீரை உள்ளிழுக்கும் குழாய், நீரை வெளி யேற்றும் குழாயைவிட நீண்டு காணப்படுகிறது.

சேற்றாலான கடற்கரை. இவ்வகைக் கடற்கரை நுண்ணிய மண்ணாலும், இறந்து மட்கிய விலங்கினங் களின் உறுப்புகளாலும் ஆனதாகும். ஓடிந்துபோன தாவரங்களும் இறந்துபோன விலங்கினங்களும் ஆற்று நீரால் இழுத்து வரப்பட்டுக் கடலில் சேர்க்கப் படும். இவை நீரில் மூழ்கி அதன் அடிப்பகுதியில் தங்கிவிடுகின்றன. பொதுவாக, சேற்றாலான கடற் கரைகள் வளைகுடாப் பகுதிகளிலும், கழிமுகப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இங்கு காணப் படும் மண்-துகள்கள் மிகச் சிறியனவாகக் காணப் படுவதால் அவை தரையில் ஆழப்புதைந்து, இங்கு ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தை உண்டாக்கும். அதனால் நாற்றம் உண்டாகிறது. இப்பகுதியில் காணப்படும் சேறு கரு நிறமாக இருக்கும். இதில் காணப்படும் ஃபெரஸ் சல்ஃபைட் என்னும் தாதுப் பொருளே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.

சேற்றுப் பகுதியின் மேற்பரப்பில் பாக்டீரியாக்கள் மிகுதியாகக் காணப்படும். இவை இறந்துபோன உயிரின உறுப்புகளை அழுகச் செய்து அவற்றிலுள்ள நுண்ணிய பொருள்களைப் பிரிக்க உதவுகின்றன. இங்கு இறந்த உயிர் இனங்களின் மட்கிய உறுப்புகள் மிகுதியாக இருப்பதால் இங்கு வாழும் நுண்ணிய உயிர் இனங்களின் தேவைக்கு ஏற்ப உணவுப்

பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இங்கு பொதுவாக மட்குண்ணிகள் (detritus feeders) மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. மேலும் நண்டுகள் (eel grabs), அல்வா (ulva) என்னும் தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன. இந்தத் தாவரங்கள் நுண்ணிய உயிரிகளுக்கு ஏற்ற வாழிடங்களாக உள்ளன. அன்றியும் கடல் முயல் எனப்படும் அப்லைசியா, டெல்லினா, போன்ற நத்தை இனங்களையும் இங்கு காணலாம்.

தகவமைப்புகள். இங்கு வாழும் உயிரினங்கள் மென்மையான உடல் அமைப்பைக் கொண்டவை. இவற்றிற்கு மேல்ஓடு இருந்தும் அவை மிக மென்மையாகவே காணப்படுகின்றன. உடல் தசைகள் கடினமாகக் காணப்படுவதில்லை. சிப்பி, நத்தை வகை விலங்குகளுக்கு உறிஞ்சு குழாய் நீளமாகக்காணப்படும். கண்கள் அல்லது நரம்பு மண்டலங்கள் சரியான வளர்ச்சி அடைந்த நிலையில் காணப்படுவதில்லை. இங்கு வாழும் அபிலிசியா விலங்கினத்திற்குப் பரந்து விரிந்த பாதம் காணப்படுவதால் சேற்றின் மேல்பகுதியில் மிக அழகான முறையில் ஊர்ந்து செல்ல முடிகிறது. மேலும் பல விலங்கினங்கள் சேற்றில் புதைந்து வாழக்கூடிய வகையில் உரிய தகவமைப்புடன் பல உறுப்புகள் உள்ளன.

கற்களாலான கடற்கரைகள். தமிழ்நாட்டில் மகாபலிபுரம், கன்னியாகுமரி, முட்டம், குளச்சல் போன்ற இடங்களில் கற்களாலான கடற்கரைகளைக் காணலாம். பலவிதமான உயிரினங்கள் காணப்பட்ட போதும் பொதுவாக ஓர் இடத்தில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கக்கூடிய உயிரினங்கள் (Sessile) மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இங்கு கைட்டான், பட்டல்லா, பலானஸ், லிட்டோரைனா, மீயுரக்ஸ், நெரிட்டா, ட்ரோக்ஸ் போன்றவை பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகின்றன. இப்பகுதியில் வாழும் பட்டல்லா, தான் சுரக்கும் சுரப்பு நீரால் பாறைகளை அரித்து அவற்றின் வழவழப்பை மாற்றி அங்கு ஒட்டிக்கொண்டு உயிர் வாழ்கிறது. இங்கு பாறைகளின் மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் உயிர்களைத் தவிர, பாறைகளைத் துளைத்துக்கொண்டு உட்பகுதிகளில் வாழக்கூடிய உயிரினங்களாகிய போலாஸ், டெரிடோ லித்தோடாமஸ் போன்றவையும் வாழ்கின்றன இப்பகுதிகளில் நட்சத்திர மீன், கடல் அட்டை போன்ற உயிரிகளும் காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள பாறைகளில் வளரும் கடல் பாசிகளில் கடற்பஞ்சுகள் பாலிக்கீட்டுகள், அசிடியன்கள், நண்டு வகைகள், சிப்பிகள் போன்றவை மிகுதியாக உள்ளன.

தகவமைப்புகள். இங்கு வாழும் பெரும்பாலான உயிரிகள் பாறைகளில் ஒட்டிக் கொண்டு வாழ்வதற்கு ஏற்ற தகவமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. சில உயிரிகளில் கால்கள் இருப்பதில்லை. அசிடியன்களில் வாய்த்துளையும், மலத்துளையும் பக்கவாட்டில் காணப்படுகின்றன. பலான்ஸ், சூவான்தஸ் போன்ற உயிரிகள் எதிரிகளைக் காணும்போது சுருக்கிக் கொள்ளும் தன்மை கொண்டுள்ளன. இங்கு வாழும் விலங்கினங்களின் ஓடுகள் மிகவும் கடினமாகக் காணப்படுகின்றன.

- தங்கராஜா

கடற்கரைச் சமவெளி

இது கடலோர அமைப்புகளில் ஒன்றாகும். கடலை அடுத்து அமைந்திருக்கும கடற்கரைச் சமவெளிகள் (coastal plain) உயரம் குறைந்திருக்கும். ஒரு பக்கம் கடலும் மறுபக்கம் உயரமான மலைப்பகுதியும் இருக்கும். சமவெளியின் நிலஇயலோடு கடற்கரையை அடுத்துக் காணப்படும் கண்டத்திட்டுப் பகுதியின் நில இயல் ஒத்திருக்கும். ஏனெனில் சமவெளியின் மூழ்கிய ஒரு பகுதியே கண்டத்திட்டாகிறது. இச்சமவெளிகள், கண்டங்கள் உருவாகும் போது தோன்றியவை. இவை நிலையான பகுதிகளானவையால் அடிக்கடி நில மாற்றங்கள் ஏற்படுவதில்லை,

உலகில் உள்ள பல கடற்கரைச் சமவெளிகள் மீசோசோயிக் காலத்தில் (24 கோடி ஆண்டுகள்) தோன்றியவையாகும். இச்சமவெளியில் காணப்படும் படிவுகள் பெரும்பாலும் நன்னீர்ப்படிவுகள், கடல் மேற்பரப்புப் படிவுகள், கண்டத்திட்டுப் படிவுகள் ஆகியவையாகும். கடல் பக்கத்தில் புதிய படிவுகள் மிகுதியாகக் காணப்படுவதோடு, பிளவுகளும் உப்புக் கோளங்களும் முக்கிய அமைப்புகளாக இருக்கும். மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளைப் பின்னணியாகக் கொண்டு வங்கக் கடலோரம் இருக்கும் தமிழ்நாடு, கடற்கரைச் சமவெளியாகும்.

-இராம. இராமநாதன்

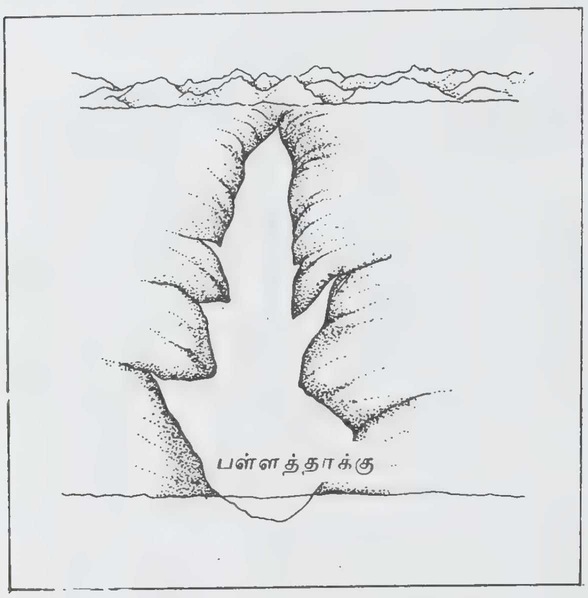
கடற்கரை நில வடிவங்கள்

உலகில் இன்று இயற்கையாகக் காணப்படும் அமைப்புகளிலேயே கடற்கரையின் நில வடிவங்களே (coastal land forms) மிகவும் சிறப்பானவை. இவ்வடிவங்கள் இயற்கையான கடல் சீற்றத்தாலோ, நதி கடலுடன் இணைவதாலோ பெருமழை, எரிமலை, நில நடுக்கம் போன்றவற்றாலோ ஏற்படலாம்.

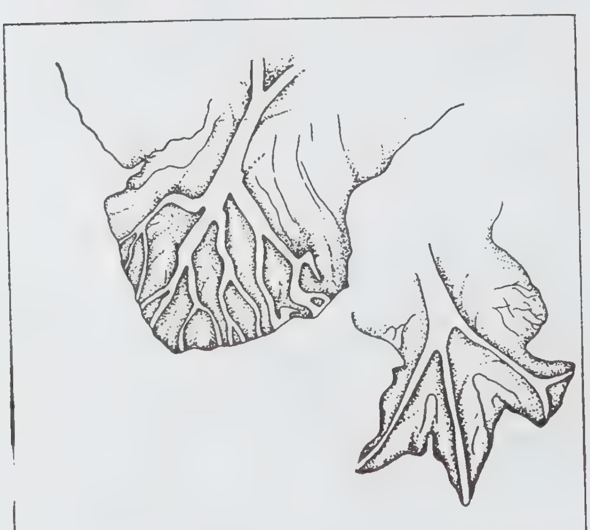
கடல்விளிம்பகம் (shore line) என்பது நிலப்பகுதியும், கடல்நீரும் சந்திக்கும் கோடு போன்ற குறைவான அலைகளையுடைய பகுதியாகும். கடற்கரை, மிகப்பெரிய நீண்ட நிலப்பகுதி கடலுடன் இணைந்திருக்கும் பரப்பாகும். இப்பகுதியில் கடற்கரையி

ளுள்ள செங்குத்தான பாறைகளும் (sea cliff) அடங்கும்.

மூழ்கிய நீண்ட நதிப்பள்ளத்தாக்கு. நதி கடலுடன் இணையும் இடத்திற்கு முன்பே நீண்ட பெரும் பள்ளத்தாக்கைக் கொண்டிருக்கும். இதற்குச் சான்றாக, ரியா கடற்கரையைக் கூறலாம். இப்பள்ளத்தாக்கு V வடிவத்தில் காணப்படுவதோடு நதிநீரின் வேகமும் மிகுதியாக இருக்கும்.

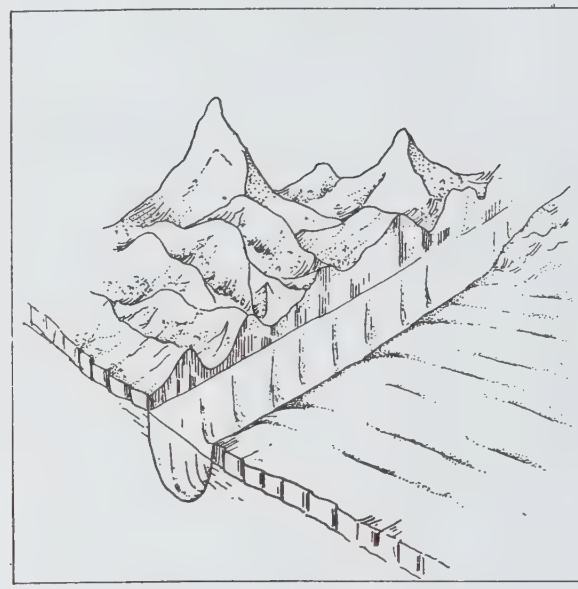


படம் 1. மூழ்கிய நீண்ட நதிப்பள்ளத்தாக்கு

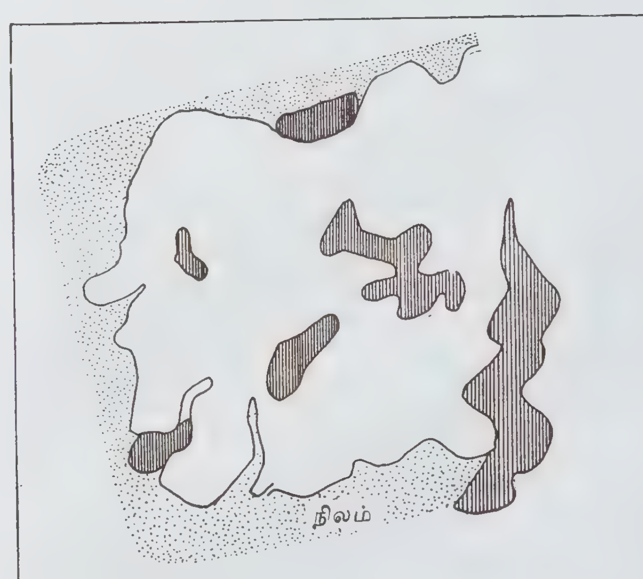


படம் 2. கழிமுகத்தின் அமைப்பு (அ) ஆர்குவேட் கழிமுகம் (ஆ) பறவைக்கால் வடிவக் கழிமுகம்.

கழிமுகம். நதி கடலுடன் கலக்கும் இடத்தில் △ வடிவ அமைப்புடன் காணப்படும் இந்நிலப்பகுதி, நிறைந்த கரைசல்களையும், களிமண் துகள்களையும் கொண்டது. இவ்வகைக் கழிமுகத்திற்கு மிசிசிபி, நைகர், கங்கை, பிரம்மபுத்திரா, ஓரினாகோ, யுகோன்போ, கொலரடோ, வட அலாஸ்கா போன்றவற்றைச் சான்றாகக் குறிப்பிடலாம்.



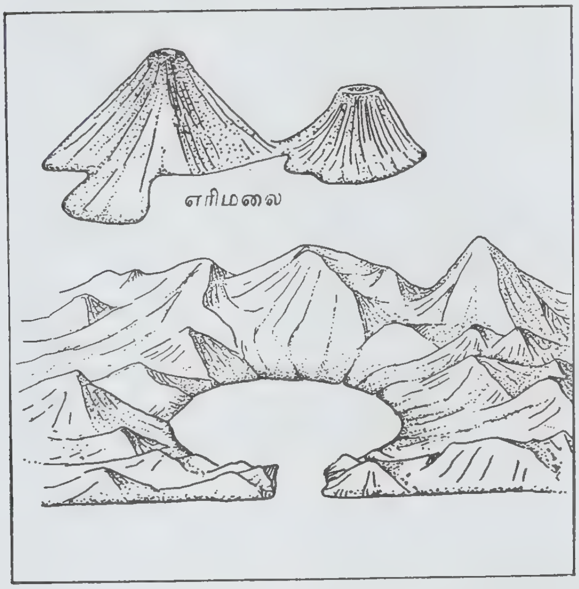
படம் 3. குறுகிய மலைப்பள்ளத்தாக்கு



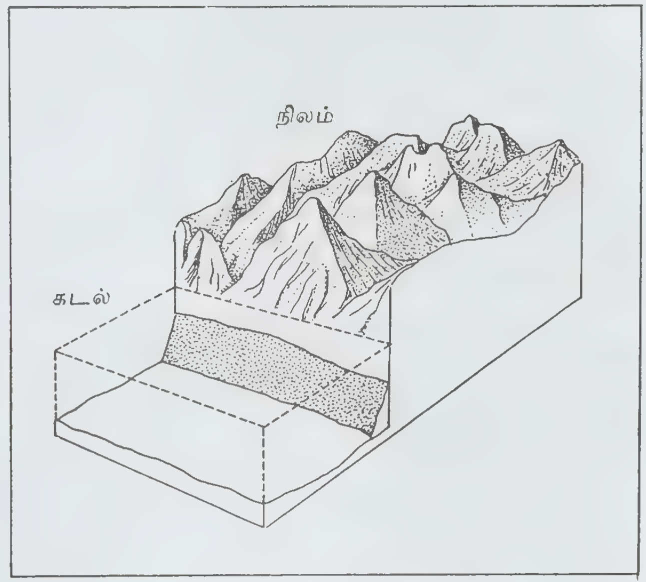
படம் 4. குறுகிய நீள்மலைப்பாறை

குறுகிய மலைப் பள்ளத்தாக்கு (fiord). இரு பெரும் மலைகளுக்கிடையே ஓடும் நதிநீர், வெள்ளமாகப் பெருகும்போது மிகுதியான கரைசல்களுடன் ஆழமான பெரும் பள்ளத்தாக்கையும் ஏற்படுத்தும். V வடிவத்தில் காணப்படும் இந்நதி கடலுடன் இணையும்போது மிகக் குறுகிக் காணப்படும்.

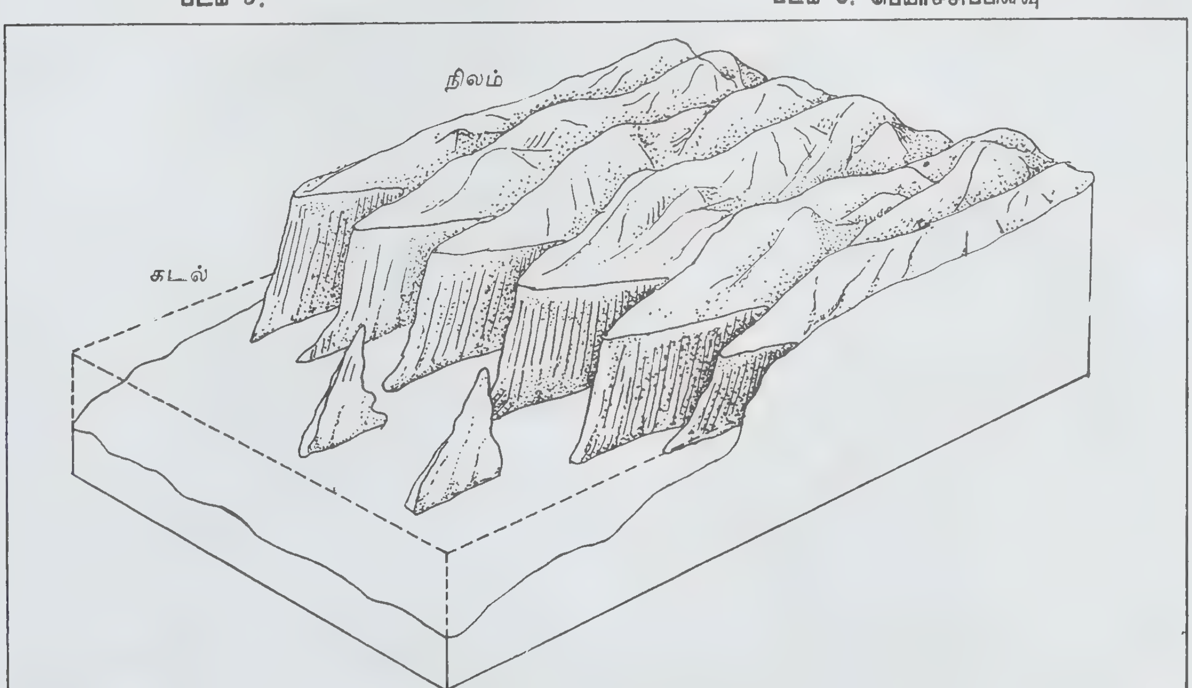
குறுகிய நீள்மலைப்பாறை (drumlins). பெரும் மலைகளின் மீது உள்ள பனி, மிகு அடர்த்தியுடன் காணப்படும். பனியின் அரிக்கும் தன்மை மிகவும் அதிகமாவதால், மலைகளில் அரிப்பு ஏற்பட்டு, மிக மென்மையாகத் தோற்றமளிக்கும். பெரும் கற்களையும் பனி எளிதில் அரிக்கும் திறன் வாய்ந்தது. பாஸ்ட்டன் துறைமுகப் பகுதி, மேற்கு அயர்லாந்துப் பகுதிகளில் இத்தன்மையைக் காணலாம்.



படம் 5.



படம் 6. பெயர்ச்சிப்பிளவு



படம் 7. சீரற்ற கடலலை அரிப்பு

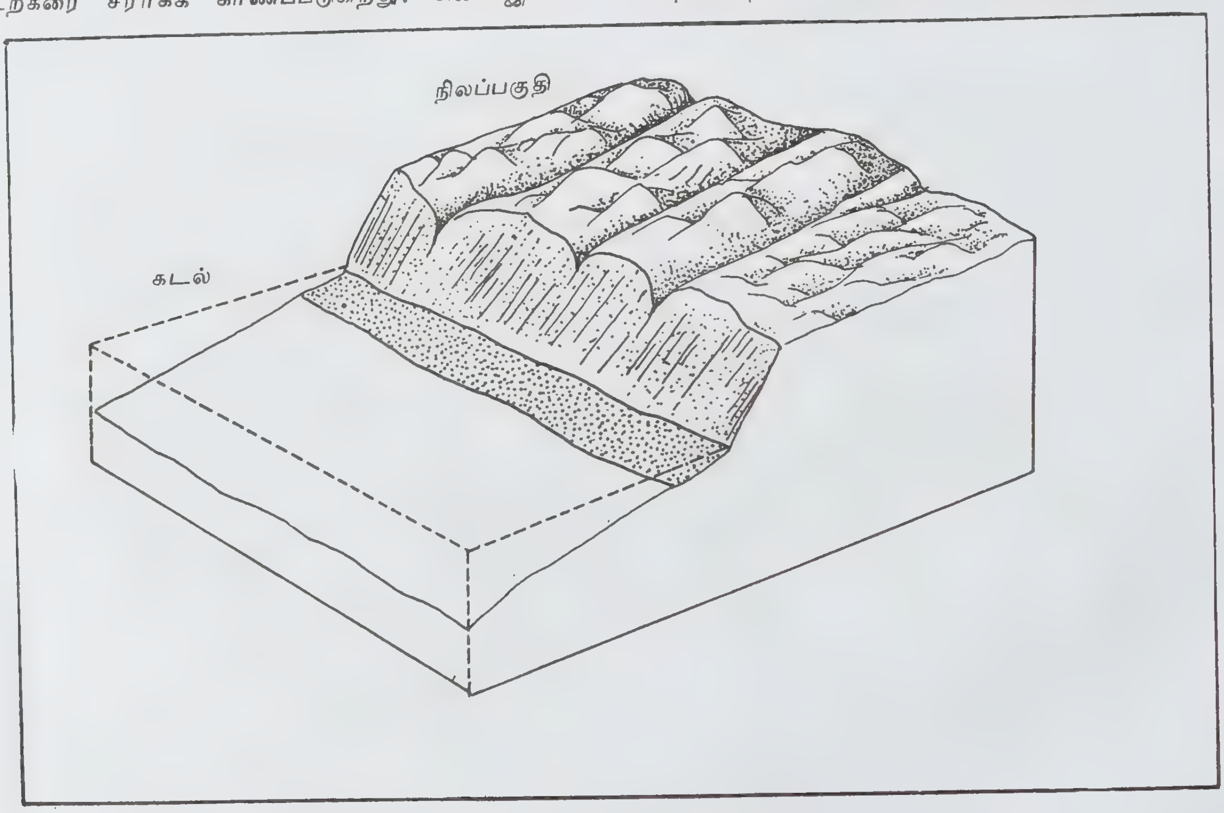
எரிமலையால் உருவாதல் கண்டத்திட்டில் ஏற்படும் எரிமலையால் சில சமயம் நிலப்பகுதி தாக்கமுறும். எரிமலையின் வாய் குளிர்ந்த பின்னர், அதன் வாய்ப்பகுதி மிகப்பெரும் நீர்த் தேக்கமாகவும் குளமாகவும் பயன்படுகிறது (படம் 5). இதுபோல் கடற்கரைப் பகுதியில் நிகழும் திடீர் எரிமலையினால், அப்பகுதி தாக்கமுற்றாலும், அது கடலுடன் இணைந்த சிறு குளம்போல் தோன்றும்.

பெயர்ச்சிப்பிளவு (fault). புவியின் உள்ஓட்டில் ஏற்படும் மாறுதல்களால் சில இடங்களில் மேற்பரப்பு உள் அழுந்தும். இந்நேரங்களில் பெயர்ச்சிப்பிளவு ஏற்படும். கடற்கரைப் பகுதிகளில் ஏற்படும் இப்பெயர்ச்சிப்பிளவால் செங்குத்தான பாறை உண்டாகும். கலிஃபோர்னியாவில் உள்ள சான் கிளிமாண்டித் தீவிலும், கலிஃபோர்னியா வளைகுடா, செங்கடல் பகுதிகளிலும் இத்தகைய பெயர்ச்சிப் பிளவு காணப்படுகிறது.

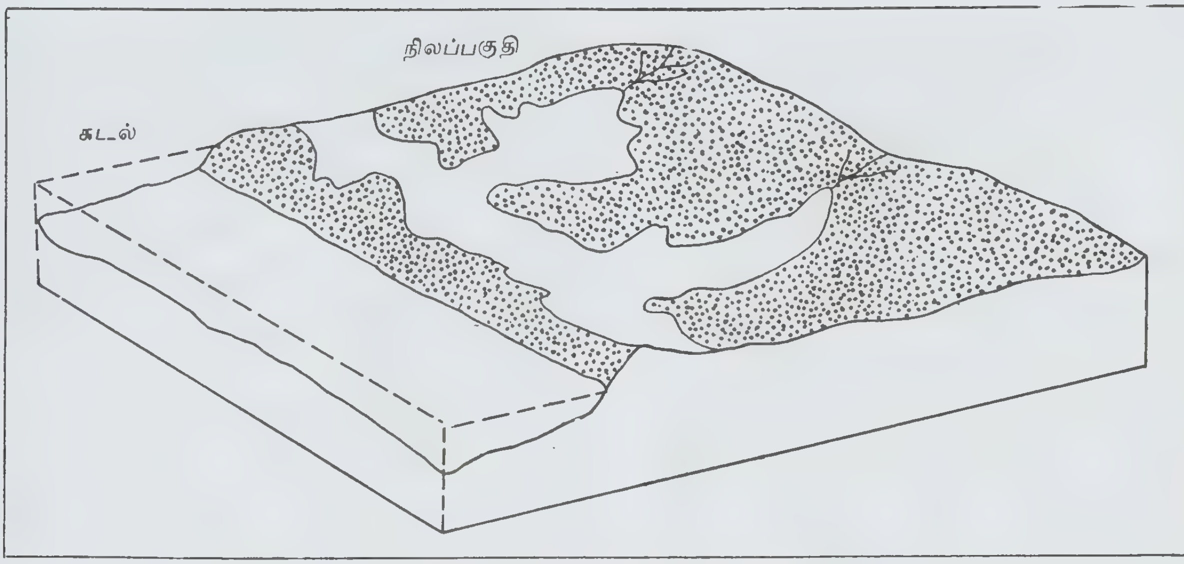
கடலலை அரிப்பு (wave erosion). கடல் அலைகளின் மாறுபட்ட வேகத்தால் அதையொட்டிய கடற்கரைப் பகுதி மிகவும் தாக்கத்திற்குள்ளாகிறது. மென்மையான மண்வளம் வாய்ந்த கடற்கரையில், அலையின் வேகத்தால் சீரான அரிப்பு ஏற்படுவதால் கடற்கரை சீராகக் காணப்படுகிறது. சில இடங்களில், கடலின் கரைப்பகுதி மாறுபட்ட பாறை அமைப்பு உடையதாக இருப்பின், அதாவது மென் பாறையும், கடினப்பாறையும் கலந்து காணப்படின் அரிப்பின் காரணமாக, மென்பாறை எளிதில் கரைந்தும், கடினப்பாறை கரையாமல் கடினமாகவும் நிலைத்திருக்கும். இதனால், சீரற்ற கரைப்பகுதி உருவாகும்.

நீண்ட தடைக் கடல் திட்டு (barrier island). இக் கடல் திட்டு உள் கடலுள் அமையாமலும், கரைப் பகுதியுடன் இணையாமலும் அமைந்திருக்கும். கீழ்ப் படுகைக் கடற்கரையில் ஏற்படும் அலை மாற்றத்தால், இத்தகைய நீண்ட மண்திட்டுப் படிந்து உருவாகிறது. இது சில சமயம் அலைகளின் வேக மாறுபாட்டால் கரைந்து, மீண்டும் அலைகளாலேயே உருவாக்கப்படும். பெரும்பாலும் வண்டல்மண் அமைப்புடைய கடல்திட்டு, கரையுடன் இணையாமல் தனித்தே காணப்படும்.

கூர்வட்ட முன் நிலப்பகுதி (cuspate foreland). கடற்கரைப் பகுதி சாதாரணமாகக் காணப்படுவதை விடச் சில இடங்களில் அரைவட்டப் பிறைச்சந்திர வடிவில் காணப்படும். இது அலைகளின் உள்வட்ட வேகத்தால் ஏற்படும். சான்றாக, நைகர் கழிமுகத்தைக் கூறலாம். இதன் கரைப்பகுதிகள் அரைவட்ட



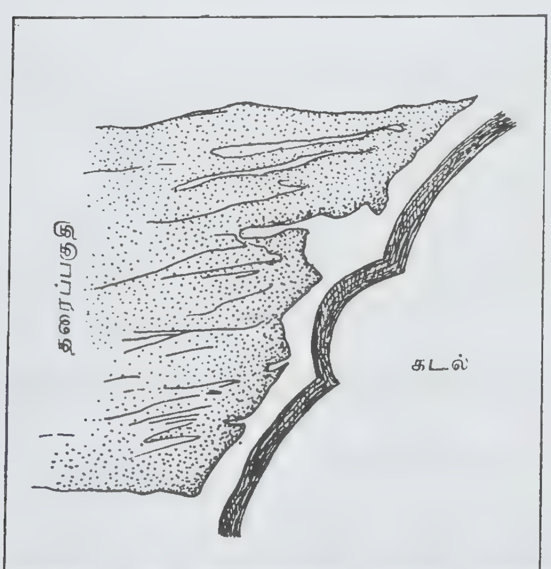
படம் 8. சீரான கடலலை அரிப்பு.



படம் 9. நீண்ட தடைக் கடல்திட்டு

வடிவில் உள்ளன. அதாவது, இரு அரைவட்டப் பகுதி இணையும் இடம் கூராக இணைந்து காணப் படும்.

மாங்குரோவ் கடற்கரைப் பகுதி. சில கடற்கரைப் பகுதிகளில் மாங்குரோவ் (mangroove)என்னும் வெப் பத் தாவர வகை மிகுதியாகக் காணப்படும். கடற் கரைச் சதுப்புவெளியில் இது ஊடுருவி வளர்ந்து மிகுதியாகப் பரவும். இதன் வேர்கள் மண்ணில் ஆழ மாக ஊடுருவி நிலத்தைக் கெட்டிப்படுத்துகின்றன.

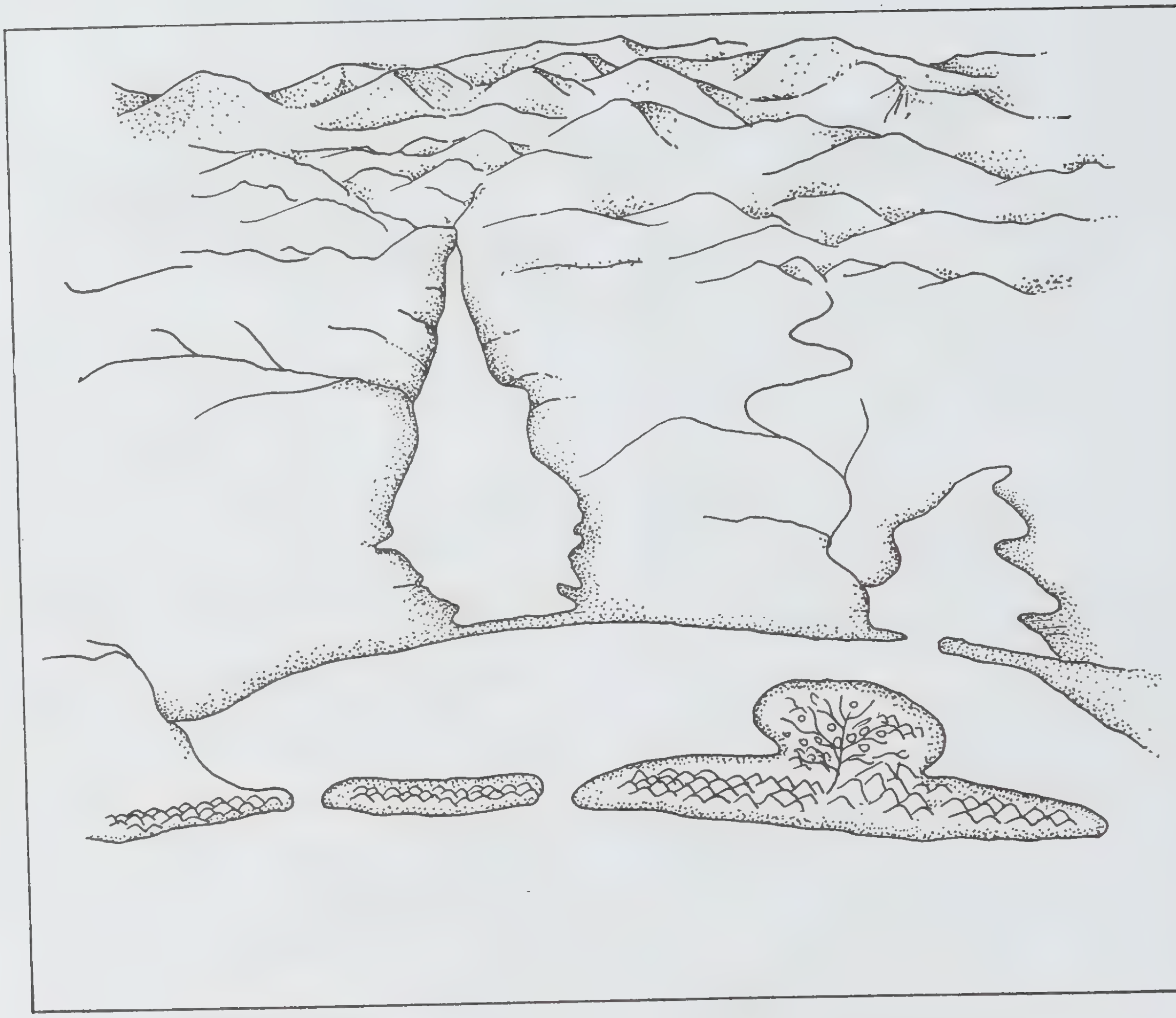


படம் 10. கூர்வட்ட முன்நிலப்பகுதி

இவ்வகைத் தாவரங்கள் தட்பவெப்பப்பகுதிகளிலேயே காணப்படுகின்றன.

பவளப்பாறை. கடற்கரைக்கு அருகில் காணப் படும் பவளப்பாறைக் கூட்டம் கரைப்பகுதியோடு இணையாமல் தனித்திருக்கும். இது வட்டவடிவில், சிறு சிறு தொடர் தீவுகளாக இணைந்திருக்கும். சுற்றிலும் நீரால் சூழப்பட்டு, மையப் பகுதியும் நீரால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும். கடலுள் இருக்கும் மலை எதிர் பாராமல் நீரில் மூழ்குவதால் இது உண்டாகின்றது. இது பவள உயிரிகளால் உருவான பாறைகள் நிறைந்த பகுதியாகும்.

படம் 11. பவளப் பாறைத்தீவு



படம் 12. தடைப்பாறை வகைகளும் பகுதிகளும்

கடற்கரையை ஒட்டிய பகுதிகளில் தடைப்பாறை எனப்படும் கடல்மண் திட்டுகளும் காயல் (lagoon) போன்ற ஏரிகளும் மிகுதியாகக் காணப்படும். கடல் மட்டம் எதிர்பாராமல் குறையும்போதோ, அலை வேகம் எதிர்பாராமல் வேக மட்டத்திலிருந்து குறைவதாலோ தடைப்பாறை உண்டாகலாம். பாலைவனப் பகுதியில் காணப்படும் மணல் திட்டுகளைப்போல் விட்டுவிட்டுக் காணப்படும் இது மணல்மேடு எனப்படும். தடைப்பாறை நிலத்துடன் இணையாமல், கரையிலிருந்து சற்றுத் தள்ளி அமைவதால், கடலின் அலை வேகத்தைத் தடுப்பதற்கு இயற்கையாகவே உதவுகிறது. காயல் எனப்படும் பகுதி, கடலுடன் தொடர்புள்ள ஆழமில்லாத ஏரியாகும். தடைப் பாறை அமைப்பில் கரைப்பகுதி, சமதளப் பகுதி போன்றே காணப்படும்.

- எஸ். சுதர்சன்

கடற்கரைப் பாதுகாப்பு

கடலில் காற்றால் உருவான அலைகள் மணற்கடற் கரையைத் தாக்கி உடையும் போது மண் துகள்கள் கலக்கப்பட்டு அங்கிருந்து கடத்தப்படுகின்றன. எனவே

சில இடங்களில் கடலரிப்பு ஏற்படுகிறது. அலைகளின் அரிப்பிலிருந்து நிலப்பரப்பைப் பாதுகாத்துக்கொள்ள ஆழம் குறைந்து கொண்டே வரும் கடற்கரைகளும் அதையொட்டியுள்ள மணற்பாங்கான கடற்கரை களும் பயன்படுகின்றன.

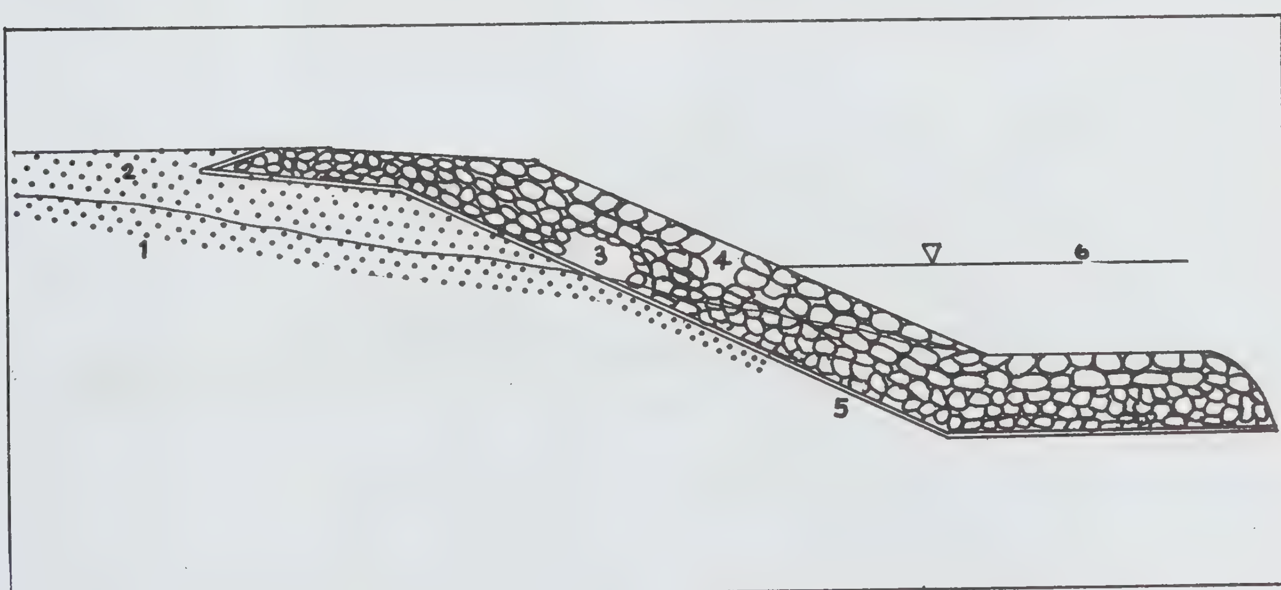
பல இடங்களில் மணற்கடற்கரையின் பின், மணல் குன்றுகள் (sand dunes) தொடர் அடுக்கு களாக இருப்பதைக் காணலாம். கரையில் அரிப்பு ஏற்படும்போது, இக்குன்றிலிருந்து மணல் சரிந்து அரிப்பேற்பட்ட கரையை ஈடுசெய்கிறது. இம்மணற் குன்றுகளின் மேல் தாவரங்கள் அல்லது மர வேலி களை நட்டுக் காற்றால் மணல்துகள்கள் அடித்துச் சென்று விடாதவாறு பாதுகாக்க வேண்டும்.

பெருமளவில் கடலரிப்பு ஏற்பட்டு, கரையில் அமைந்துள்ள பொருள்களுக்கு மிகுந்த அழிவு உண் டாகும் சமயத்தில் செயற்கை அரிப்புத்தடுப்புச் செய்யப்படுகிறது.

கடல் சுவர், கரை விலகி நீர்த்தடைகள் (off shore break waters), கடல்தறி, கிராயின் (jetty and groynes), செயற்கை மணல் ஊட்டம் (artificial sand nourishment) போன்ற தனித்த அல்லது கூட்டுக் கட்டுமானங்களைப் பின்பற்றிக் கடலரிப்பைச் செயற்கை முறையில் தடுத்து நிறுத்தலாம்.

அரிப்புத் தடுப்புச் செய்யுமுன், அரிப்பிற்கான காரணத்தை அறிய வேண்டும். காற்றலைகள், ஓதம் (tide), கடற்கரை மணல் இயல்புகள், கரை இணை மணற்கடத்தலின் திசை, கொள்ளளவு, பருவ மழைக் காலத்தாலும் புயலாலும் எதிர்பார்க்கப்படும் பெரும அளவு அழிவு போன்றவற்றை நுட்பமாகக் கவனிக்க வேண்டும்.. ஒரு தடுப்பு நடவடிக்கை மேற்கொண்ட பின், அதன் பொருட்டு வேறு கடத்தல் அரிப்போ பக்கப் பாதிப்போ ஏற்படாத வண்ணம் சரியான பாதுகாப்பு முறையைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

கடல்சுவர். உடைந்த அலைகளின் மேல் ஓட்டத் தினின்று கரை அரிக்கப்படாமல் இருக்க, இச்சுவர்கள் கரையோரமாகக் கட்டுப்படும். கட்டப்படும் வடிவத் தைப்பொறுத்து இவற்றைச் சாய்வுச்சுவர், நிலைக்குத் துச் சுவர், கால்இறங்கு சுவர் (piled wall) என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். பருவமழைக் கால அலை கள், உயர்ஓதம் (high tides) போன்ற சமயங்களில் நீர்மட்ட உயர்வால் ஏற்படும் நிலையற்ற அரிப்பி லிருந்து விலைமதிப்பான கட்டடம், தொழிற்சாலை, கேர்யில் போன்றவை பாதுகாக்கப்பட இவ்வகைக் கடல்சுவர் கட்டப்படுகிறது. கேரளக் கடற்கரை யோரம், மகாபலிபுரம் ஆகிய இடங்களில் இக்கடல் சுவரைக் காணலாம். மாதிரிச் சாய்வுச்சுவர் படம் 1-இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. கரையின் மீது தென்னை, பனை அல்லது ஞெகிழி நார்களால் ஆன பாய் விரிக்கப்படுகிறது. இந்தப் பாயின் மீது ஏறத் தாழ 30 சென்டிமீட்டர் கற்களும், அவற்றின் மேல்



படம் 1. கடற் சாய்வுச்சுவர்

அரிப்பு ஏற்பட்ட கரை 2. மணற் குவிப்பு (sand fill) 3. கற்கள் 4. பாறைகள் 5. பாய் (mattress) 6. உயர்ஓத நீர்மட்டம்

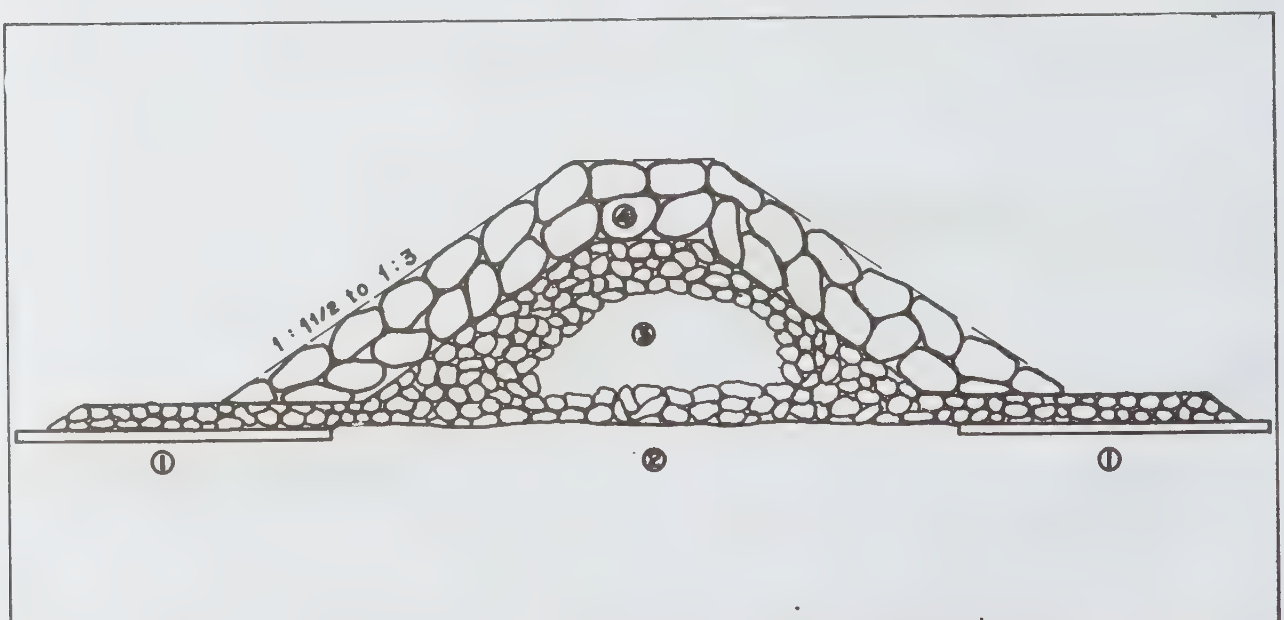
கனமான பாறைகளும் குறிப்பிட்ட உயரத்திற்குப் பரப்பப்படும். சுவரின் அடிப்பகுதி சரியாமல் இருக்க கனமான பாறைகளால் பாதுகாப்புக் கொடுக்கப்படு கிறது.

கரைவிலகு நீர்த்தடைகள். இவை கற்பாறை அல்லது கற்காரை அமைப்புகளால் குவித்துக் கட்டப் படுகின்றன. இதன் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம் படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முனைப்பான மிகுதியான கடலரிப்புகளில் இருந்து காப்பதற்கும், ஒரு புதிய மணற் கடற்கரையை உருவாக்குவதற்கும் இவ்வகை நீர்த்தடைகள் கரைக்கு அப்பால் கடலினுள் கட்டப்படும். இவ்வகைக் கட்டுமானங்களால் அங்குள்ள கரைக்குப் பாதுகாப்பு ஏற்படுவதுடன், அருகிலுள்ள கரைக்கு அரிப்பு ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. ஆதலால் இம்முறையை முற்றும் ஆய்ந்த பிறகே மேற்கொள்ள வேண்டும்.

கடல்தறி, கிராயின். இவை உருவமைப்பில் கரை விலகு நீர்த்தடைகள் போன்றும் சிறிது அளவு குறைந்தும் காணப்படும். இவை கரையிலிருந்து கடலுள் செங்குத்தாகவோ, சாய்வாகவோ கட்டப் படும். அரிப்பு ஏற்படும் கரையின் நீளத்தைப் பொறுத்து ஒன்றோ அடுத்தடுத்து மிகுந்தோ கட்டப் படுகின்றன. இவை மணற்கடத்தலைத் தடுத்து, மணலைப் படியச் செய்து கரையைப் பாதுகாக் கின்றன. ஆனால் இந்தக் கட்டுமானங்களில் ஒரு பக்கம் மணல் தொகுப்பும், மறுபக்கம் அரிப்பும் ஏற்படும். கரையை வலிமைப்படுத்தவும், கரையின் அகலத்தைப் பெருக்கவும் இவ்வகை நீர்த்தடைகள் பயன்படுகின்றன.

செயற்கை மணல் ஊட்டம். மணல் மிகுந்த பகுதி யிலிருந்தோ, கடலினுள்ளிருந்தோ மணலை அள்ளி, அரிப்பு ஏற்படும் இடத்தில் கொட்டி வைப்பதைச் செயற்கை மணல் ஊட்டம் என்பர். பக்கப் பாதிப்பு இல்லாமல், அரிப்பு ஏற்படும் கரையை வலிமையாக்க இம்முறை மிகவும் சிறந்தது. ஆனால் தொடர்ந்து மணலை அள்ளி வருவதும், கொட்டுவதும் கடினத்தை யும், செலவு மிகுதியையும் தரும். பொதுவாகத் துறைமுகத்தின் அருகிலுள்ள கரையில் அரிப்பு ஏற்படும்போது இம்முறையைப் பின்பற்றுவர்.

எதிர்பாராமல் ஏற்படும் புயலின்போது உண்டா கும் அரிப்பிற்குச் சுவர் கட்ட நேரம் கிடைக்காது. அச்சமயங்களில் மணல் மூட்டைகளையும் கற்பாறை களையும் கரையோரத்தில் அடுக்கலாம். இது இந்தி யாவில் தற்காலிகமாகக் கையாளப்படுகிறது. மேலும் மிதக்கும் பழைய கார் டயர்களையோ, தேங்காய் மட்டைகளையோ பல வகையில் பின்னிக் கடலில், அலை உடையும் இடத்திற்குப் பின் மிதக்கும் பாயாக விரிக்கலாம். இவை அலை ஆற்றலைக் குறைத்து



படம் 2. நீர்த்தடைகள்

1. பாய் 2. கடல்தரை (sea bed) 3. சிறிய பாறைகள் 4. பெரிய பாறைகள்

கரையை அரிப்பிலிருந்து பாதுகாக்கும். இயற்கையைத் தடுத்துச் செயற்கையாகக் கட்டப்பட்ட சென்னைத் துறைமுகம் வடக்குப் பகுதியில் மிகு அரிப்பை ஏற்படுத்தியது மட்டுமில்லாமல், தென்பக்கமுள்ள கூவம் ஆற்றுக்கழிமுகம் மணலால் அடைபட்டு நீரைக் கடலுடன் கலக்க விடாமல் தடுத்துச் சென்னையின் நலவாழ்வையே தடை செய்து விட்டது.

- பொ. சந்திரமோகன்

நூலோதி. Berkeley Thorw and A.G. Roberts, *Sea Defence and Coast Protection Works*, Thomas Telford Ltd., London, 1981; P. Brunn; and B.V., Nayalk, *Manual on Protection and Control of Coastal Erosion in India*, National Institute of Oceanography, Goa, 1980.

கடற்கரைப் பொறியியல்

இது பொதுப் பொறியியலில் ஒரு பிரிவாகும். கடற்கரையில் கடலின் வேலை பற்றியும், கடற்கரைப்பாதுகாப்பிற்குக் கட்டப்படும் கட்டகங்கள் பற்றியும் அறிந்து கொள்வதற்குக் கடற்பொறியியல் (coastal engineering) உதவுகிறது. அலைகளால் ஏற்படும் அழிவு அவற்றின் ஆற்றலால் கடற்கரையிலுள்ள பொருள்களை வேறோர் இடத்திற்குக் கொண்டு செல்வது ஆகியவை அடிப்படைச் சிக்கல்களாகும். கொம்பணை (groin), கடலோரத் தடுப்புச்சுவர் (bulk heads), கடற்சுவர் (sea wall) போன்ற பாதுகாப்புக் கட்டகங்கள் கடற்கரையைப் பாதுகாக்கின்றன.

கடற்கரை அரிப்பு. (beach erosion). கடலலைகளால் கடற்கரை தொடர்ந்து சீரற்றுக் காணப்படுகிறது. மண் அரிப்பால், வேறு இடத்தில் மண்குவியல் தோன்றுகிறது., கடற்கரையிலுள்ள பொருள்கள் மண் அரிப்பால் இடம் மாறி வேறு இடத்திற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுக் குவியலாகவோபடிந்தோ காணப்படும். இது கரை உகல் ஓட்டம் (littoral drift) எனப்படும். இது அலை, நீர் ஓட்டம் (currents) ஆகியவற்றால் ஏற்பட்டால் கரை உகல் நகர்த்தல் (littoral transport) எனப்படும். மண் அரிப்பையும் பெருக்கத்தையும் (accretion) தடுத்தால் கடற்கரை நிலையாக இருக்கும். கொம்பணைகளால் கடற்கரையை நிலைப்படுத்திப் பாதுகாக்கலாம்.

அலைகள். ஆழமான நீர் உள்ள இடத்தில் ஏற்படும் அலைகள் அசையும் தன்மையுடன் (oscillatory type) வட்டமாகச் சுழன்று கொண்டிருக்கும் நீருள்ள இடத்தில் காற்று அடிக்கும்போது அலைகள் உண்டாகின்றன. அந்த அலைகளின் வளர்ச்சி மூன்று காரணிகளைப் பொறுத்து அமையும். அவை அந்த இடத்தின் நீளம், காற்றின் வேகம், காற்று அடிக்கும் நேரம் என்பவையாகும். மேலும் குறைந்த ஆழமுள்ள பகுதியின் ஆழம், அலைகளின் வளர்ச்சியைப் பாதிக்கிறது. அலைகளின் விரைவு, அந்த இடத்தின் ஆழத்தைப் பொறுத்து மாறுகிறது. ஆழம் குறைந்தால் விரைவும் குறைகிறது. கடற்கரையை நோக்கிச் செல்லும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில், நிலையற்று உயர்ந்து அலை அடிக்கிறது. இதனால், நீர் வட்டமான சுழற்சியிலிருந்து (circular orbit) விடுபட்டுக் கொந்தளித்துவெண்மையாகக் காணப்படுகிறது. நிலையற்று உயர்ந்து செல்லும் அந்தக் குறிப்பிட்ட இடத்தையும், அலைகளின் உயரத்தையும் கணக்கிடுவது கடற்கரையைப் பாதுகாக்கும் கட்டகங்களின் வடிவமைப்புக்கு மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

ஓதங்கள். நீர் மட்டத்தில் ஏற்படும் ஓதங்களால் (tides) தொடர்ந்து அலைகள் தாக்கமடைகின்றன. அமெரிக்காவில் அட்லாண்டிக் கடற்கரையில் ஒவ்வொரு நாளும் ஏற்படும் இரண்டு ஓதங்களின் உயரம் ஏறத்தாழ ஒரே உயரமாக இருக்கும். வளைகுடாக் கடற்கரையில் ஏற்படும் இரண்டு ஓதங்கள் ஒரே அளவில் குட்டையாக இருப்பினும், சில சமயங்களில் இரண்டிற்கும் உயரத்தில் வேறுபாடு தோன்றும். பசிபிக் கடற்கரையிலும், அட்லாண்டிக் கடற்கரையிலும் ஏற்படும் ஓதங்களின் உயரம் வேறுபடுகிறது. ஓதங்களுடன், காற்று அழுத்தம் மாறுபடுவதால் கடலின் நீர் மட்டம் நாளுக்கு நாள் வேறுபடும். பருவகாலம் மாறுவதாலும் கடல் மட்டம் வேறுபடுகிறது.

நீர் ஓட்டம். சில கடற்கரையோரங்களில், காற்று அடிக்கும் திசையில் இக்காற்றால் மேற்பரப்பில் நீர் ஓட்டம்(surface current) ஏற்படுகிறது. இதனால் நீர் மட்டம் குறைந்தோ, அதிகரித்தோ காணப்படும். இது காற்றுக்கும், நீருக்கும் இடையே உள்ள தொடு கோட்டுத் தகைவால் (tangential stress) ஏற்படுகிறது. காற்றால் ஏற்படும் மேற்பரப்பு நீர் ஓட்டத்தால், கரைப் பக்கம் நீர் மிகுதியாகவும், காற்றுப் பக்கம் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. அசையாது நிலையாக இருக்கும் நீர் மட்டத்தில் (still water level) காற்றால் ஏற்படும் நீர் ஓட்டத்தால் உண்டாகும் மாற்றம் காற்று ஓதம் (wind tide), புயல் ஓதம் (storm tide) என்று கூறப்படும். கடற்கரைப் பகுதியில் சாதாரணமாக ஏற்படும் ஓதங்களின் அளவைவிடக் காற்றால் ஏற்படும் ஓதங்களின் அளவு பெரியதாக இருக்கிறது. சான்றாக, ஃபோர்ட் மேயர் என்னுமிடத்தில், சாதாரணமாக ஏற்படும் ஓதத்தின் உயரம் மூன்று அடியாகும். ஆனால் 1960 இல் டோனா என்னும் கடும் புயற்காற்றால் ஓதத்தின் உயரம் 11 அடியாக உயர்ந்தது. கடற்கரையைப் பாதுகாக்கும் கட்டகங்கள் நாள்தோறும் உள்ள நீர்மட்டம், பருவ காலத்தில் வேறுபடும் நீர் மட்டம், பெரும நீர்மட்டம், அலைகளின் ஆற்றல்

ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

கரை உகல் முறை. கடற்கரையிலுள்ள பொருள்கள் எவ்வளவு அதிகரிக்கின்றனவோ அந்த அளவுக்குப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்பட்டால் அது நிலையான கடற்கரையாகும். வெளியேற்றப்படும் பொருள்களை விடக் கரையில் சேரும் பொருள்கள் மிகுதியானால் அது பெருக்கமுள்ள கடற்கரை (accreting shore line) எனப்படும். இதற்கு மாறாக, கரையில் சேரும் பொருள்கள் குறைந்து, வெளியேற்றப்படும் பொருள் அதிகரித்தால் அது அரிப்பு மிகுந்த கடற்கரையாகும் (eroding shore line). பாதுகாப்புக் கட்டகங்களின் தேவையும், வகையும் கடற்கரையிலுள்ள பொருள்களின் அதிகரிப்பு, வெளியேற்றம் இவற்றைப் பொறுத்தே அமையும். கரை உகல் ஓட்டத்தால் ஒரு கடற்கரையிலிருந்து மற்றொரு கடற்கரைக்குக் கொண்டு செல்லப்படும் பொருள்கள் கடற்கரையின் இன்றியமையா இயற்கைப் பொருள்களாகும்.

கரை உகல் பொருள்களை (littoral materials). நகர்த்துவதற்கு அலைகளும், நீர் ஓட்டமும் தேவையான விசையைத் தருகின்றன. கரை உகல் ஓட்டத்தின் இயக்க இயல் இதுவரை தெளிவாகவில்லை. ஆனால் பொதுவாகக் கரை உகல் பொருள்கள் மூன்று அடிப்படை முறைகளால் நகர்த்தப்படுகின்றன. சீரற்ற அலைகள் (oblique waves) கரையை நோக்கி வருதல், கடலை நோக்கிச் செல்லுதல் ஆகியவற்றால் கடற்கரை அலைவுப் பொருள்கள் (beach drift) முன் பக்கக் கடற்கரைக்கு (fore shore) நகர்த்தப்படுகின்றன. விரவலாகக் காணப்படும் பொருள்கள் கரை உகல் நீர் ஓட்டத்தாலும் அலைகளின் கொந்தளிப்பாலும் நகர்த்தப்படும். கடலுக்கடியில் உள்ள பொருள்கள் சறுக்கல் (sliding), உருளல் (rolling), படிதல் (saltation) ஆகியவற்றால் இடம் மாறுகின்றன. இவை அலைகளால் உண்டாகும் அலைவு நீர் ஓட்டத்தால் ஏற்படுகின்றன. சில கடற்கரையில் 100 அடி ஆழத்திற்குக் கீழேயும் பொருள்கள் இடம் மாறுகின்றன. கரை உகல் ஓட்டத்தின் அளவு வீதமும், திசையும், கரையை நோக்கி வரும் அலைகளின் ஆற்றலையும், திசையையும் பொறுத்தமையும். கடற்கரையில் கட்டுப்பட்டுள்ள கட்டுமானங்கள் கரை உகல் ஓட்டத்தின் இயல்பைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்கு மிகவும் இன்றியமையாதவையாக உள்ளன.

கரையைப் பாதுகாக்கும் கட்டுமானங்கள்

பாதுகாக்கும் கட்டுமானங்களின் அளவு, வகை, கட்டப்படும் இடம் ஆகியவை பொறியியல் வடிவமைப்பைப் பொறுத்து அமைய வேண்டும்.

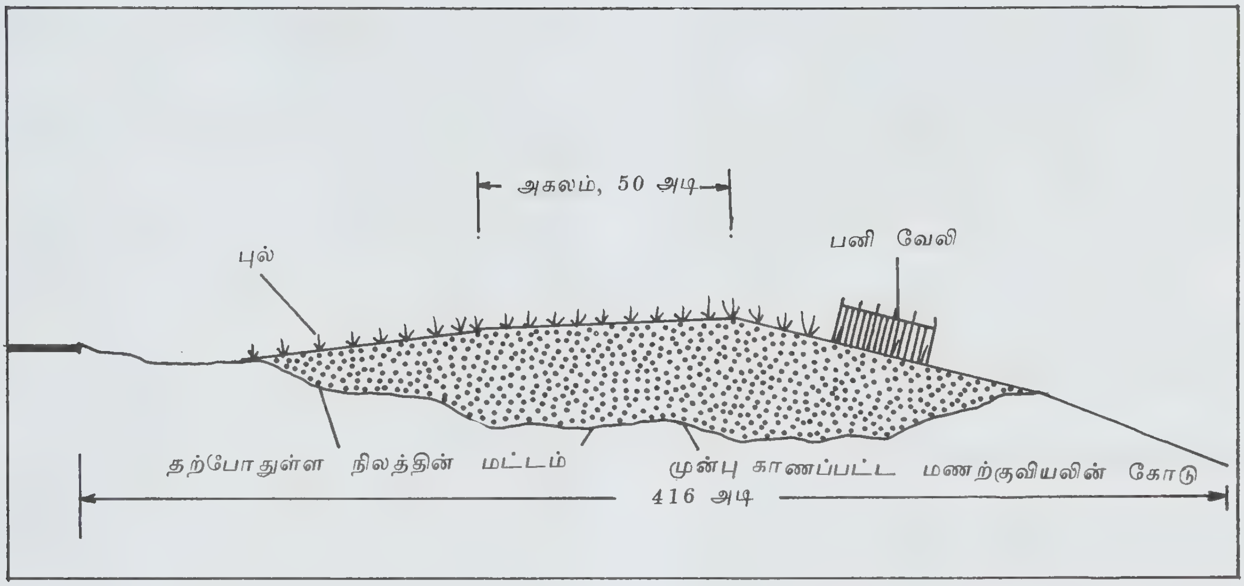
கடலோரத் தடுப்புச்சுவர், கடற்சுவர், காப்புத்தளம். இந்தக் கட்டுமானங்கள் கரைக்கு இணையாகக் கட்டப்படுகின்றன. இவை மணற்பரப்பையும், நீர்ப் பரப்பையும், பிரிப்பதற்குக் கட்டப்படுகின்றன. மண் சரிவு ஏற்படுவதைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு இவை பெரும்பாலும் பயன்படுகின்றன. அலைகளின் செயலால் மணற்குவியலுக்குப் பாதிப்பு ஏற்படாதவாறும் இவை தடுக்கின்றன.

கடற்சுவர் அல்லது காப்புத்தளம் (revetment) அலை விசையால் மணற்பரப்பிற்கும், மணல் மேட்டுக்கும் பாதிப்பு ஏற்படாதவாறு தடுக்கிறது. கடற்சுவர், கடலோரத் தடுப்புச்சுவர் இவை இரண்டிற்கும் மிகுந்த வேறுபாடு இல்லை. அவை கட்டப்படும் இடத்தைப் பொறுத்துப் பெயர் வேறுபடும். ஆனால் கட்டப்படும் நோக்கம் ஒன்றேயாகும். நீர்ப்பரப்பையும் மணற்பரப்பையும் பிரிப்பதற்கு இவை கட்டப்படுகின்றன. மேலும் அருகிலுள்ள கடற்கரையைப் போல, பிற இடத்தை உயர்தரமாகப் பேணுதற்கும் மிகுதியாகச் சேரும் கரை உகல் பொருள்களைப் பாதுகாப்பதற்கும் கட்டகங்கள் இல்லாத இடத்திற்கும் கப்பல் துறைக்கு வேண்டிய கடற்கரையை ஆழப்படுத்திப் பராமரிப்பதற்கும் இவை பயன்படுகின்றன.

கட்டுமானங்களுக்குப் பின் உள்ள மணற்குவியலை மட்டும் கடற்சுவர் காக்கிறது. பிற ஏற்றத்தாழ்வுகளில் உள்ள மணற்பரப்பை இவை காப்பதில்லை. பின்னேற்றக் கடற்கரையில் (receding shore line) இந்தக் கட்டுமானங்கள் கட்டப்பட்டால் பின்னேற்றம் தாழ்வான ஓட்டத்தில் (down drift) செல்லும். அதனால் இந்தக் கட்டுமானங்களுக்கு முன் உள்ள கடலோரப் பொருள்கள் நாளடைவில் குறைந்து விடும்.

செயற்கைக் கடற்கரைகள். அலைகளின் ஆற்றலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குக் கடற்கரை சிறந்த இடமாக இருப்பதால், அக்கடற்கரையை நன்கு பாதுகாக்க வேண்டும். கொம்பணை போன்ற பாதுகாப்புக் கட்டகங்கள் இருப்பினும், மண் அரிப்புள்ள கடற்கரையில் செயற்கை மணற்குவியலைப் (sand fill) பயன்படுத்திப் பராமரிக்கலாம். இதனால் மண் அரிப்புக் குறைந்து கடற்கரை பாதிப்பின்றிக் காக்கப்படுகிறது. கொம்பணை போன்ற கட்டகங்கள் இல்லாத இடத்தில், மணற்குவியல் தற்காலிகமாகக் கடற்கரையைப் பாதுகாக்கிறது.

செயற்கை மணற்குவியல். மணற்குவியல் அலைகளைக் கரைக்குவாராதவாறு தடுக்கிறது. தொடர்ச்சியாக உள்ள மணற்குவியல், கரையில் உள்ள மணல் கடலுக்குள் செல்லாதவாறும் பாதுகாக்கிறது. அலைகளின் உயரம் மணற்குவியலின் உயரத்தை விடக் குறைவாக இருக்கும் வரை பாதுகாக்கும். தொடர்ந்து காணப்படும் மணற்குவியல், சில இடங்களில் ஓதங்களால் ஏற்படும் வெள்ளத்தைத் தடுத்துப் பாதுகாக்கிறது. கடலோரத் தடுப்புச்சுவர், கடற்சுவர்



மணற்குவியல் கடற்கரைப் பாதுகாப்பு

போன்ற கட்டுமானங்களின் செலவைவிடக் குறைந்தே காணப்படுகிறது. இந்த மணற்குவியல் காற்றால் சரிந்து விழாமல் இருப்பதற்கு அதன் மேற்பரப்பில் செடிகளையும், புற்களையும் பயிரிடலாம். பனி வேலி (snow fence) ஏற்படுத்துவதால், மண் சரிவு ஏற்படாமல் பனிச்சரிவு மட்டும் ஏற்படுகிறது.

புல்லால் அமெரிக்கக் கடற்கரையின் மணல் அரிப்புக் குறைக்கப்படுகிறது. மேலும் நெளிவளை முறையில் (zigzag pattern) வைக்கப்படும் பனி அடைப்பும் மணல் அரிப்பைக் குறைக்கிறது. இம்முறையுடன் கொம்பணையும் சேர்ந்து கடற்கரைக்கு நல்ல பாதுகாப்பை அளிக்கிறது.

கொம்பணை. கொம்பணைகள் கரை உகல் ஓட்டத்தைத் தடைப்படுத்திக் கடற்கரையை அகலப்படுத்துவதற்கும், மணல் அரிப்பின் மூலம் பொருள்களின் வெளியேற்றத்தைத் தடுப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. இவை ஏறக்குறைய கடற்கரைக்குச் செங்குத்தாகக் காணப்படுகின்றன. அடுத்தடுத்துக் காணப்படும் கொம்பணைகள் ஒன்றாக இயங்கி நீண்ட கடற்கரையைப் பாதுகாக்கின்றன. தொடர்ந்து காணப்படும் கொம்பணைகள், கொம்பணை முறை அல்லது கொம்பணைப்புலம் (groin field) எனப்படும். கொம்பணை, கரை உகல் ஓட்டப் பொருள்களின் ஒரு பகுதியைத் தடுப்புச்சுவர் மூலம் தடுக்கிறது. அதனால் மணல் மேல் பக்கக் கடற்கரையில் மிகுதியாகப் படிந்தும் கீழ்ப்பக்கக் கரையில் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. இதனால் கீழ்க்கரை பின்னேற்றமடைகிறது.

மேற்பக்கக் கரையில் பொருள்கள் பெருகுவதால் அக்கரையின் அமைப்பு மாறுபடுகிறது. இந்த அமைப்பு அலைகளின் தாக்குதலுக்கு ஏற்றதாக, நிலையுள்ளதாக அமைகிறது. இயற்கையாகக் கிடைக்கும் கரை உகல் பொருள்களால் கடற்கரையை அகலப்படுத்தினால், அக்கரையின் நெருங்கிய இடங்களில் இப்பொருள்கள் குறைவாகக் காணப்படும். அதனால் அப்பகுதியை அகலப்படுத்த முடிவதில்லை. எனவே கொம்பணைகளை மிகுந்த எச்சரிக்கையுடன் பயன்படுத்த வேண்டும். செயற்கையான மணல்மேடு, கடற்கரை ஊட்டப்படுத்துதல் (beach nourishment) ஆகியவற்றிற்குக் கொம்பணைகள் பயன்படுகின்றன. கடல்தறி (jetties) கொம்பணைகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. ஆறு, வாய்க்கால் இவற்றின் நுழைவாயில்களில் கடல்தறி பயன்படுகின்றது. இது ஆறு, வாய்க்கால் போன்றவற்றைச் செலுத்தவும், வாய்க்காலில் திட்டுகள் உண்டாவதைத் (shoaling) தடுக்கவும் பயன்படுகின்றது. சில இடங்களில் கொம்பணை, கடல்தறி எனக் கூறப்படுகிறது.

அலைமறிகள் (break waters). அலைமறிகள் அமைதியான ஊற்றுத் தளைகளைத் துறைமுகத்தில் அல்லது கடற்கரையில் ஏற்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகின்றன. கடற்கரையிலிருந்து சற்றுத் தொலைவில் உள்ள அலைமறிகள், பொதுவாகக் கடற்கரைக்கு இணையாக, ஆனால் கடற்கரைக்குத் தொடர்பின்றி உள்ளன. இவை கரை உகல் ஓட்டத்தின் அளவை நேரடியாக நிர்ணயிக்கின்றன. இந்த அலைமறிகள் அலைகளின் ஆற்றலைத் தடுப்பதால், அவற்றின்

வேகம் குறைய, கரைப்பக்கம் மணல் படிகிறது. இந்த மணல் பெருக்கத்தால் அருகில் உள்ள அலை மறிகளுக்கிடையே உள்ள கடற்கரை அகன்று விடுகிறது அல்லது விரிவடைந்து விடுகிறது. கரை உகல் ஓட்டதடையாக இருக்கும் அலைமறிகள் கரையிலிருந்து சற்றுத் தொலைவில் இருந்தால் அந்த அலைமறிகள் வரை கடற்கரை விரிவடைந்து விடு கிறது. வெனிஸில் இத்தகைய அலைமறிகள் உள்ளன.

- இரா. சரசவாணி

நூலோதி. L.S. Blake, *Civil Engineer's Reference Book*, Third Edition, Butterworths, London, 1975.

கடற்கரையண்மை நிகழ்வுகள்

கடலலைகள் நிலப்பகுதியைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் இடத்தில் காணப்படும் நுண்படிவுகளும் மண்ணுடன் அமைந்த மென்மையான பகுதியுமே கடற்கரையாகும்.

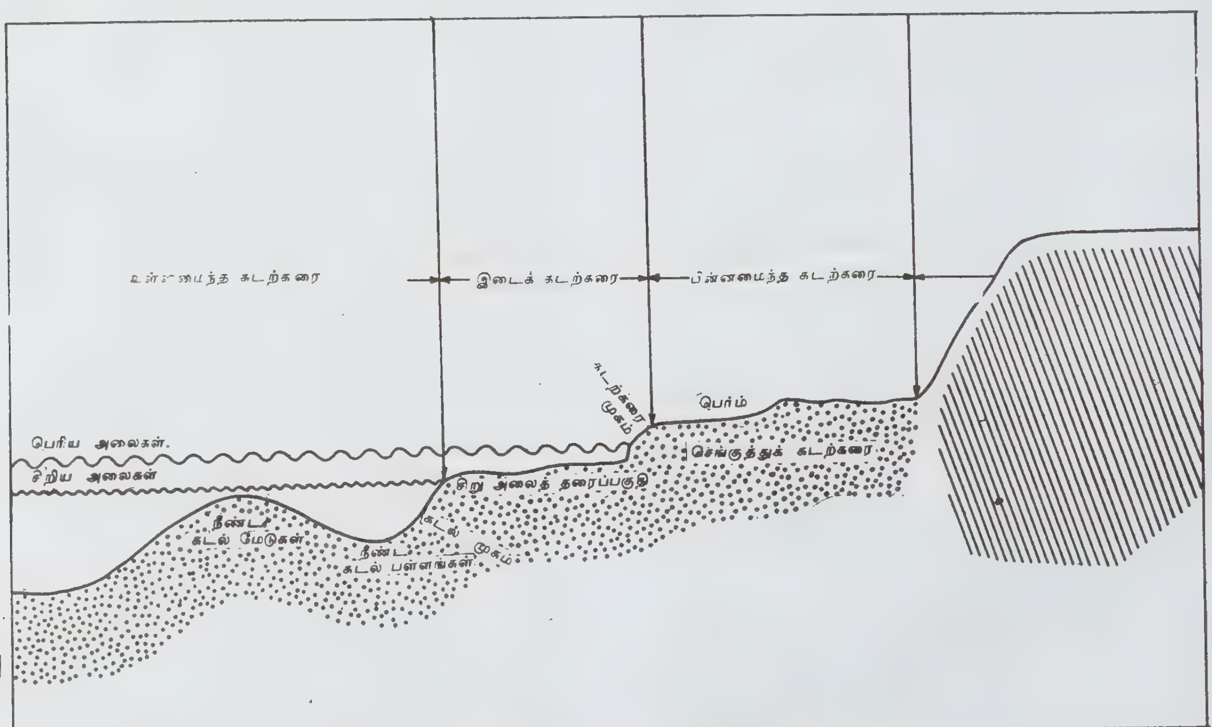
கடற்கரையின் அமைப்பு. கடற்கரையின் நில மட்டம் ஏறத்தாழச் சம தரையாக இருக்குமாயின், அது பெர்ம் (berm) எனப்படும். உள் அமைந்த கடற் கரை (off shore), இடைக் (backshore) கடற்கரை (fore shore), பின்னமைந்த கடற்கரை எனக் கடற் கரையின் பகுதிகள் மூன்று வகைப்படும்:

உள் அமைந்த கடற்கரை. இப்பகுதி கடலலைக ளால் மிகுதியாகத் தாக்கம் அடையக் கூடியதாகும். குறைந்த வலிமையுடைய அலைகளால் இப்பகுதி உண்டாக்கப்படுகிறது.

இடைக் கடற்கரை. இப்பகுதி குறைந்த, மிகுதி யான வலிமையுடைய அலைகளால் உண்டாக்கப்படுவ தாகும். பெரும்பாலும், இவ்விரு வகை அலைகளின் மாற்றத்தைப் பொறுத்தே இப்பகுதி உண்டாக்கப் படும்.

பின்னமைந்த கடற்கரை. சில காலங்களில் மட்டும் ஏற்படும் வலிமையுடைய அலைகளால் நிலப்பகுதி திடீரென அரிக்கப்படுவதால் இவ்வகைக் கடற்கரை உருவாகும். இது செங்குத்துச் சரிவுடன் கடலை நோக்கியவாறு அமைந்திருக்கும். இது செங்குத்துக் கடற்கரை என்றும் (beach scarp) பெயர் பெறும்.

மணல் துகள்கள் மிகுந்த, வலிமை குறைந்த அலைகளால் உருவாக்கப்பட்ட உள்ளமைந்த கரை யில், கடல் மட்டத்திற்குச் சற்றே கீழாக நீண்ட கடல் மேடுகள் (long shore bar) அமைந்திருக்கும். வலிமை குறைந்த அலைகளின் எல்லை முடியும் இடத்தில் அவ்வலைகளின் சுழல் நீரோட்டத்தால்.



கடற்கரை அமைப்பு

கடற்கரையில் நீண்ட தொடர் பள்ளங்கள் (long shore trough) உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை உள்ளமைந்த கடற்கரையிலேயே அமைந்திருக்கும்.

கடல் முகம் (shore face) என்பது குறுகிய சாய் தளத்தை உடைய பகுதியாகும். இது வலிமை குறைந்த அலைகளால், மணலும் நுண்கற்களும் மேலும் கீழும் புரட்டப்படும் பகுதியாகும். கடற் கரையில் காணப்படும் கனிமங்களில் பெரும்பா லானவை நீரால் அரித்து அடித்து வரப்பட்டவையே யாகும். அவை அனற்பாறைகளிலிருந்து உடைந்து சிதைந்து போன துகள்களாகும். கடற்கரையில் மிகுதியாகக் காணப்படுபவை சிலிகாவினால் ஆன குவார்ட்ஸ் கனிமங்களாகும்.

சில தட்பவெப்ப நாடுகளின் கடற்கரைக் கனி மங்கள் சுண்ணாம்புக்கல் நிறைந்தவையாகக் காணப் படும். சில தீவுக் கடற்கரைப் படிவுகள், எரிகற் களின் துகள்களால் ஆனவை. சில கடற்கரைகளில் காணப்படும் பச்சை நிறத்துகள்கள், ஆலிவின் எனப் படும் கனிமங்களிலிருந்து சிதைந்து உதிர்ந்தவை யாகும். ஆலிவின் கனிமம் எரிமலைக் கற்குழம்பி லிருந்து உருப்பெறும் ஓர் இன்றியமையாத பொரு ளாகும். கடற்கரையில் மணல் படிவுகளின் கீழே, சில இடங்களில் மாங்னடைட், இல்மனைட் போன்ற கனிமங்கள் படுகைகளாக, அடுக்கடுக்காக அமைந் திருப்பதைக் காணலாம். இவ்வகைக் கனிமங்கள் அவற் றின் அடர்த்தியைப் பொறுத்து முதலில் படிந்து விடு கின்றன. அடுத்து, அடர்த்தி குறைவான கனிமங்க ளும், மண் துகள்களும் படிகின்றன. அபிரகம் போன்றவை பொதுவாக, அனைத்துக் கடற்கரை மணலிலும் காணப்படும்.

கடலின் கடற்கரை வடிவங்கள் கால மாற்றத் தால் உருவானவை. வெப்பக்காலங்களில் கடலின் அலைமாற்றத்தில் பெரும் வேறுபாடு காணப்படும். மேலும் புயல், சூறாவளி போன்ற இயற்கை மாற்றத் தாலும், கடலலையில் ஏற்படும் வேக மாற்றத்தா லும் கடற்கரை முற்றிலும் அரித்துச் செல்லப்பட லாம். இவ்வகைக் கடற்கரை பின்னர் ஏற்படும் அமைதியான அலை மாற்றத்தால் மீண்டும் உருவாக்கப்படலாம். இது காலமாற்றத்தால், கடற் கரையில் ஏற்படும் இயல்பான நிகழ்ச்சியாகும். கட லலைகளால், அங்குமிங்குமாக அலைக்கழிக்கப்படும் மண்துகள்களும், மண் படிவுகளும் இறுதியில் படி கின்றன. ஆனால் அலையின் வேகம் மாறும்போது மண்படிவுகள் மட்டும் மீண்டும் அலைகளோடு கடல் நோக்கி ஆழமாகக் கொண்டு செல்லப்படு கின்றன.

கடற்கரையின் நில அமைப்பு. இப்பகுதியில் காணப் படும் நில அமைப்பை அறிவதற்கு அப்பகுதியில் சில அடி ஆழத்தில் வரிகளாக, அடுக்குகளாக அமைந்த மண்படிவுகள் உதவுகின்றன. இவை கரிய, வெண்மை யான துகள்களால் ஆனவை. இவ்வகையான மாறு பட்ட மண்படிவுகளை இடைக் கடற்கரையில் (fore shore) காணலாம். இவை அலைகளின் வேக நீரோட்ட அலைகளால் உருவாக்கப்பட்டவையாகும். கருமையான அடுக்குகளில் இரும்பும் மக்னீசியமும் கலந்த கனிமங்கள் பெரிதும் காணப்படுகின்றன. இவை அடர்த்தியானவை; எளிதில் படியக் கூடியவை; கருமையான மண் துகள்களில் உயர் உல்ஃப்ரமைட் கனிமத்துகள்கள் கலந்துள்ளன.

சிற்றலைக் குறிகள். கடற்கரை மணல் பகுதி யில் பல்வேறு குறிகள், கோடுகள் காணப்படுகின்றன. அலைகள் கரையைத் தொட்டுத் திரும்பும்போது, மிக மென்மையான நுண் மணலில் பல்வேறு கீற்றுகளை உண்டாக்கும். அலைநீர் கீழ்நோக்கி வடியும்போது கடற்கரை மணலில் வரிகள், கீற்றுகள் உண்டா கின்றன. அலைநீர் வடியும்போது பெரும் துகள்களை உடைய மண்ணில் சிற்றலைக் குறிகள் (ripple marks) காணப்படா.

நீண்ட கடல் பள்ள அலைகளாலும், சிறு அலை களாலும் மற்றொரு வகையான சிற்றலைக் கீற்று உருவாகிறது. சிற்றலைக் குறிகள் அலைகளின் சிறும வேகத்தால் கடற்கரைத் தளத்திற்கு இணையாக உருவாகின்றன. மற்றுமொரு வகையான கீற்று அதற்குச் செங்குத்தான நிலையில் இருக்கும். இது அலைநீர் வடியும்போது உருவாகிறது. இத் தகைய கீற்றுகளும், சிற்றலைக் குறிகளும் நுண் மண்பரப்புடைய கரையில் மிக அதிகமாக நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். அலைநீர் திரும்பும் போது வடிவதால் பல பள்ள வரிகளை (ridges) உண்டாக்குகின்றன. கரைமுகடு (beach cusps) எனப் படும் இப்பள்ள வரிகள் இடைக்கடற்கரைவரை காணப்படும்.

கடலலைகள் கரையைத் தொட்டுத் திரும்பும் போது, கரைசல்கள் கரையில் ஒதுக்கப்படுகின்றன. நீர் வடிந்தபின் இக்கரைசலின் மென் படிவுகள் தோன்றுகின்றன. இப்படிவுகள் கடலலையால் அலைக்கழிக்கப்பட்டு, மெல்லிய கோடுகளாகப் படி கின்றன. இம்மென் கோடுகளுக்கு ஸ்வாஷ் குறிகள் (swash marks) என்று பெயர். இக்குறிகள் பெரிய அலை வேகத்தால் அழிக்கப்படும்போது, புதிய ஸ்வாஷ் குறிகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. பழைய ஸ்வாஷ் குறிகளைவிட இவை மிகு உயரத்தில் அமையும். குறைந்த அலை வேகத்தால் கரையின் மண்பரப்பு சிறிது சிறிதாகக் கடலுள் அடித்துச் செல்லப்படுகிறது. அப்போது மண்துகள்கள் நீருடன் கடலின் அடி மட்டத்தை நோக்கிச் செல்லும்போது மிகமிகச் சிறு பள்ளத்தாக்குகளை உண்டாக்கும். இதுவே ரில் குறி (rill mark) எனப்படும்.

— எஸ். சுதர்சன்

கடற்படைக் கிடங்குப் பொருள்கள்

முன்பு கடற்படைப் பொருள்கள் என்பவை நிலக்கல் (pitch), கரி எண்ணெய் (tar), ரெசின், சணல் (flax), கயிறு (cordage), பாய்மரம் (mast), வெட்டுமரம் முதலியவற்றைக் குறித்தன. ஆனால் தற்போது பைன் மரத்தில் இருந்து பெறப்படும் ரோசின், டர்பன்டைன் முதலியவற்றைக் குறிக்கின்றன. கடற்படைக் கிடங்குப் பொருள்கள் இரண்டு வகைகளாக உள்ளன. முதல் வகையில் பசைப்பொருள்கள் அடங்கும். இப் பொருள்கள், உயிருள்ள மரத்தின் ரெசினிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. இப்பொருள்களுக்குப் பண்படா டர்பன்டைன் என்று பெயர். இரண்டாம் வகையில் மரப்பொருள்கள் உள்ளன. இவை உயிரற்ற பைன் மரத்திலிருந்து பெறப்படுகின்றன.

உலகத்தில் கடற்படைக் கிடங்குப் பொருள் உற்பத்தியில் முதலிடம் வகிப்பது அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளாகும். ஃபிரான்ஸ் இரண்டாம் இடம் வகிக்கின்றது. பசைப் பொருள்கள் தொழிலின் பண்படா ரெசின் ஒரு குறை நீர்மமாகும். இது டர்பன்டைன் எண்ணெயில், ரெசின் கரைந்துள்ள கரைசலாகும். இந்த ரெசின் மரத்தின் உட்பகுதியின் மேல் ஏற்படும் வெட்டு மூலமாகக் கருமரத்தில் (heart wood) இருந்து சாறாகச் சேமிக்கப்படுகின்றது. ஒவ்வொரு முறையும் புதிதாக வெட்டப்படுவதால் மரத்தின் மேல் பல வெட்டுகள் ஏற்படுகின்றன. வெட்டின் மேல் கந்தக அமிலம் ஊற்றுவதன் மூலம் மிகுதியான ரெசினைப் பெற முடியும். இந்த ரெசினிலிருந்து காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் டர்பன்டைன் எண்ணெய் பெறப்படுகிறது. எஞ்சிய பொருள்கள் கடினமாகி ரோசின் என்னும் பொருளைக் கொடுக்கின்றன. இவ்வகை ரெசினைப் பதப்படுத்த பண்ணை வாலை (farm still) பயன்படுத்தப்பட்டது. இம்முறையில் பசை, செப்புப் பாத்திரங்களில் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. டர்பன்டைன் எண்ணெயும், நீரும் ஆவியாகிச் செம்புச் சுருள்களில் குளிர்ந்து கிடைக்கின்றன. இவை ஒரு பாத்திரத்தில் சேர்க்கப்படும்போது இரண்டு அடுக்குகளாகப் பிரிந்து மேல் அடுக்கில் டர்பன்டைன் எண்ணெய் கிடைக்கிறது.

வாலையில் எஞ்சியுள்ள பொருள்களான உருகிய ரெசின், பட்டை, பைன் ஊசிகள், அழுக்கு, மணல் முதலியவை வாலையிலிருந்து வடித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இறுதியாக இருக்கும் கறுப்பு நிறப்பொருளே ரோசின் எனப்படும். தூய ரெசினிலிருந்து நீராவிக் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் டர்பன்டைன் எண்ணெய் எடுத்த பிறகு கிடைக்கும் ரோசின் ஒளி கசியக் கூடியது. வெளிறிய நிறமுடையது. இதற்கு அம்பர் ரோசின் என்று பெயர். மரக் கிடங்குப் பொருள்கள் உயிரற்ற பைன் மரக்கட்டையிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. பைன் மரங்கள் அழிந்து பின்னர், சிதைந்து அவற்றிலிருந்து பட்டையும், சாற்றுப் பகுதியும் நீங்கிவிடுவதால் கிடைக்கும் அடி மரத்துண்டுகள், மென் மரங்கள் (light wood) போன்றவற்றிலிருந்து மரக்கடற்படைக் கிடங்குப் பொருள்கள் பெறப்படுகின்றன.

மரத்துண்டுகளிலிருந்து கடற்படைக் கிடங்குப் பொருள்கள் பல முறைகளில் தயாரிக்கப்பட்டபோதும் பொதுவாக, மரங்கள் மிகச் சிறிய துண்டுகளாக்கப்பட்டு அவை ஒரு செரிப்பானில் (digestor) இடப்பட்டு வெப்பத்திற்கும் அழுத்தத்திற்கும் உட்படுத்தப்படுகின்றன. இவை மேலும் பின்னக் காய்ச்சி வடித்தல் மூலம் தூய்மையாக்கப்படுவதால் மர டர்பன்டைன் எண்ணெயும், பைன் எண்ணெயும் கிடைக்கின்றன. இவற்றில் பைன் எண்ணெய், உயிருள்ள மரங்களில் இருந்து கிடைக்கும் ரெசினிலிருந்து கிடைப்பதில்லை. கனிம எண்ணெய்க் கரைப்பான்களை மரத்துண்டுகளுடன் இருக்கும் எஞ்சிய ரெசினுடன் சேர்த்துக் கிடைக்கும் கரைசலைத் தூய்மைப்படுத்தும்போது கரைப்பான் தனியே பிரிகிறது. எஞ்சிய பொருளுக்கு மர ரெசின் என்று பெயர்.

சல்ஃபேட் முறை என்னும் முறையில், சல்ஃபேட் மர டர்பன்டைன் என்னும் துணைபொருள் கிடைக்கின்றது. செரிப்பானில் இருந்து வரும் ஆவியைக் குளிர வைப்பதன் மூலம் இப்பொருள் கிடைக்கிறது. இந்த டர்பன்டைன் எண்ணெயில் சல்ஃபேட் சேர்மங்கள் உள்ளன. இவை வேதி முறையில் தூய்மை செய்யப்படுகின்றன. இம்முறையில் ரோசின் இறுதியாகக் கிடைப்பதில்லை. ஆனால் இம்முறையில் பயன்படும் நீர்மம் சிதைந்து வேதி முறையில் வினைக்குட்பட்டுப் பயனுள்ள ரெசினும், கொழுப்பு எண்ணெயும் கலந்த கொழுப்பு மெழுகெண்ணெயைக் (tallow oil) கொடுக்கின்றன.

— கி.மு. மோகன்

கடற் பொறிகள்

மீன்பிடி படகுகள், வணிகக் கப்பல்கள், பயணக் கப்பல்கள் முதலியவற்றைச் செலுத்தக்கூடிய எந்திரங்களைக் கடற் பொறிகள் (marine engines) எனலாம். இவை உறுதியானவையாகவும், எடைகுறைவானவையாகவும், சிறியனவாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும் எரிபொருள் சிக்கனம், நீடித்த உழைப்பு, எளிதில் இயங்கும் தன்மை பின்னோக்கிச் செல்லும் வசதி, குறைந்த வேகத்திலும் சீராக இயங்கும் தன்மை ஆகியன இவற்றின் இன்றியமையா இயல்புகளாகும்.

கடற்பொறிகளை அவற்றில் பயன்படுத்தக்கூடிய எரிபொருள்களுக்குத் தகுந்தவாறு கீழ்க்காணும் பிரிவு

களாகப் பிரிக்கலாம். அவை நீராவிப் பொறிகள் (steam engine), வளிமச் சுழலிகள் (gas turbines), உட்கனற் பொறிகள், அணு ஆற்றல் பொறிகள் என்பனவாகும்.

நீராவிப் பொறிகள். கொதிகலனில் உண்டாகும் நீராவியைக் கொண்டு இப்பொறிகள் இயக்கப்படுகின்றன. முன்பு இவை மட்டுமே நீர் ஊர்திகளில் பயன்பட்டன. தற்போதும் இவை பெரிய கப்பல்களில் பயன்படுகின்றன. இயங்கும் தன்மைக்குத் தகுந்தவாறு நீராவிப்பொறிகளை முன்பின்னசைவுப்பொறி, நீராவிச் சுழலி என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

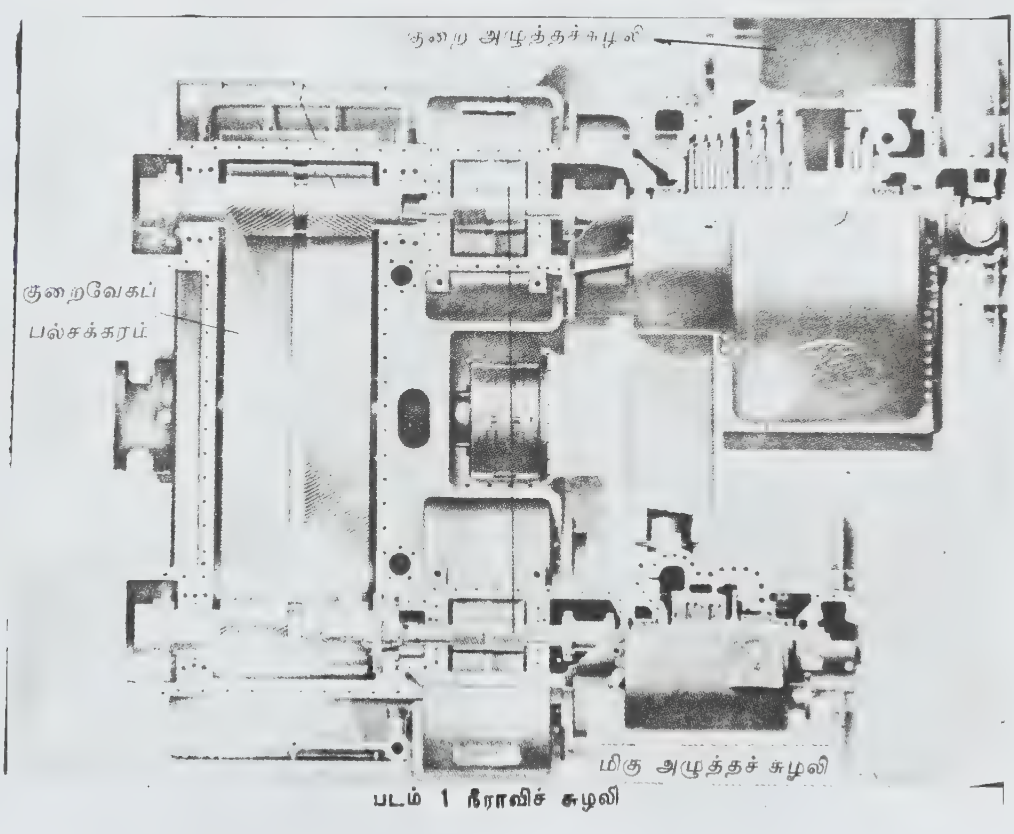
முன் பின்னசைவுப் பொறி. இவ்வகைப் பொறிகளில் நீராவியை உருளைகளில் செலுத்தி உந்து கோல்களை முன்னும் பின்னும் அசைப்பதன் மூலம் நீராவி ஊர்திகளைச் செலுத்தத் தேவையான ஆற்றல் பெறப்படுகிறது. சாதாரணமாக இரண்டிலிருந்து ஆறு உருளைகள் வரையுள்ள பொறிகள் பயன்படுகின்றன. அனைத்து உருளைகளிலும் சமமான ஆற்றல் பெறப்படுகிறது. முன் பின்னசைவுப் பொறிகளில் உராய்வு மிகுந்திருப்பதால் உயவிடுதல் இன்றியமையாததாகிறது. இதனால் உயவு எண்ணெய் (lubricant oil) நீராவியுடன் கலந்து விடுகிறது. எனவே, குளிர்விக்கப்பட்ட நீராவியை, நீராக மீண்டும் கொதிகலனுக்குள் செலுத்தும் முன் வடிகட்ட வேண்டும். அதற்கு வடிகட்டிகள் பயன்படுகின்றன.

நீராவிச்சுழலிகள். இவ்வகைப் பொறிகளில் சுழலும் கருவியை இயக்கத் தேவையான சுழற்சி நேரிடையாகவே பெறப்படுகிறது. முன்பின்னசைவுப்பொறிகளில், உந்தின் அசைவுகளைச் சுழற்சியாக மாற்ற ஒரு வணரித்தண்டு (crank) அல்லது வளை உருளை (cylinder) தேவை. சுழலிகளில் அத்தகைய தண்டு தேவையில்லை.

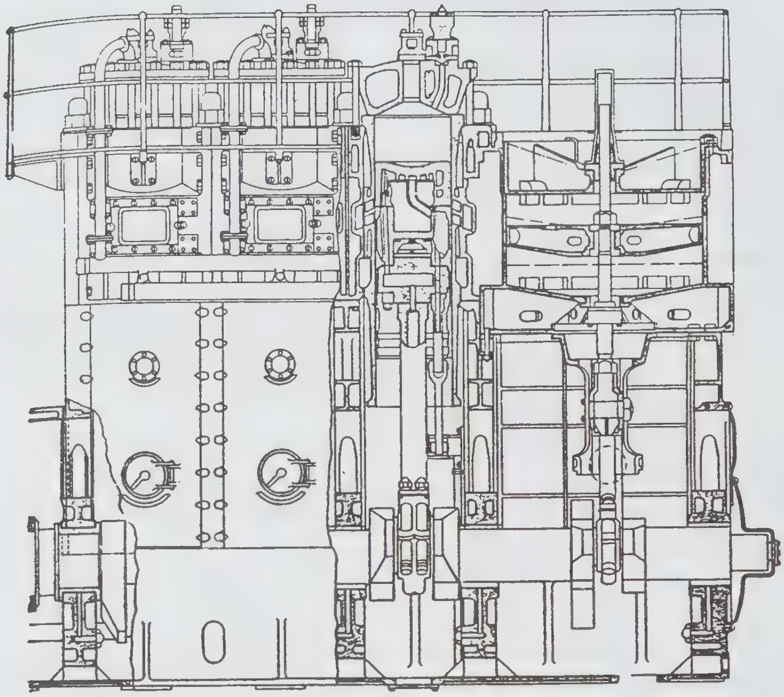
சுழலிகள் வேகமாகச் சுழலும்போது அவற்றின் வினைத்திறன் மிகுதியாக இருக்கும். ஆனால் நீர் ஊர்திகளைச் செலுத்தும் சுழலும் கருவியின் வேகம் குறைவாக இருக்க வேண்டும். எனவே, சுழலும் கருவியின் வேகம் தேவையான அளவில் இருக்க, பற்சக்கரத் தொடர்கள் பயன்படுகின்றன.

சுழலிகள் ஒரே திசையில் மட்டுமே இயங்கக் கூடியவை. எனவே பின்னோக்கிச் செல்ல மற்றொரு சுழலி பொருத்தப்பட வேண்டும். இரண்டாம் சுழலியின் திறன், முதலாவதைப் போல் ஐந்தில் இரண்டு பங்கு இருக்க வேண்டும். இரண்டாம் சுழலியைப் பொருத்துவதால் இப்பொறி முழுமை பெறுகிறது.

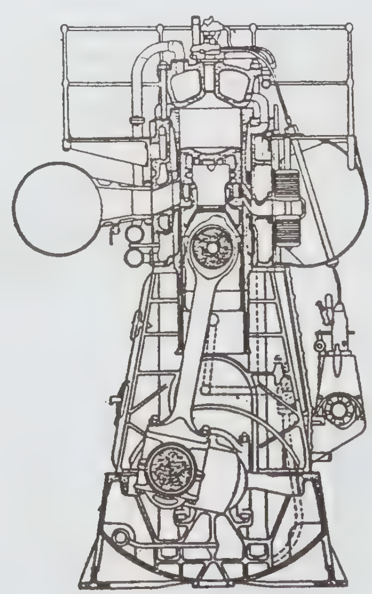
வளிமச் சுழலி. இப்பொறிகளின் இயக்கம் அடிப்படையில் நீராவிச் சுழலிகளைப் போன்றதேயாகும்.



படம் 1 நீராவிச் சுழலி



நீள்வெட்டுத்தோற்றம்



குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

படம் 2. ஆறு உருளை மித வேக டீசல் பொறி

நீராவிச் சுழலிகளில் கொதிகலனில் உண்டாக்கப்பட்ட நீராவி, சுழலியில் செலுத்தப்படுவதன் மூலம் தேவையான சுழற்சி பெறப்படுகிறது. வளிமச் சுழலியில் எரிபொருள்கள் கனற்சி அறையில் எரிக்கப்படுவதால் அழுத்தம் மிகுந்த வளிமப் பொருள்கள் உருவாகின்றன. வளிமங்கள் சுழலியில் செலுத்தப்பட்டுத் தேவையான சுழற்சி பெறப்படுகிறது. பின்னர் வளிமங்கள் விரிவடைந்து கழிவாக வெளியே தள்ளப்படுகின்றன.

வளிமச் சுழலிகள் இயங்க ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வெப்பமாற்றிகள் தேவைப்படும். மேலும் இவற்றில் பெருமளவில் காற்று கையாளப்படுவதால் சுழலிகளின் அலகுகளில், காற்றிலுள்ள உப்புகள் படிய நேரிடலாம். நீராவிச் சுழலிகளுடன் ஒப்பிடும் போது பெரிய வளிமச் சுழலிகளின் எரிபொருள் செலவு சமமாகவே உள்ளது. ஆனால் சிறு சுழலிகளில் எரிபொருள் செலவு மிகுதியாகிறது. வளிமச் சுழலிகள் சிறு போர்க்கப்பல்களிலும், ரோந்துப் படகுகளிலும் பயன்படுகின்றன.

உட்கனற் பொறி. இவையும் முன்பின்னசைவுப் பொறிகளே ஆகும். சாதாரணமாக நில ஊர்திகளில் பயன்படக்கூடிய பொறிகளில் சிற்சில மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டு நீர்ப்பொறிகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உட்கனற் பொறிகள் பல இடங்களில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எனவே, இவற்றின் விலை பிற பொறிகளைக் காட்டிலும் சிறிது குறைவாகவே உள்ளது. மேலும் இவற்றின் துணைப் பகுதிகளும் (spare parts) எளிதில் கிடைப்பதால், இவற்றின் பராமரிப்புச் செலவும் குறைவாகவே உள்ளது. உட்கனற் பொறிகளை எரிபொருளுக்கேற்பப் பெட்ரோல் பொறிகள், டீசல் பொறிகள் என இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பெட்ரோல் பொறிகள். இவற்றின் விலை டீசல் பொறிகளை விடக் குறைவு. மேலும் இவற்றின் பராமரிப்புச் செலவும் குறைவே. இவற்றின் பெருங்குறை, இவை டீசல் பொறிகளைவிட எளிதில் தீ விபத்துகளுக்குட்படக் கூடும் என்பதேயாகும். இவை பெரும்பாலும் உல்லாசப் படகுகளில் பயன்படுகின்றன.

டீசல் பொறி. இவற்றை இயங்கும் வேகத்திற்கேற்ப குறைந்த வேகப் பொறி, மித வேகப்பொறி, மிகுவேகப் பொறி என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இவ்வகைப் பொறிகள், நீராவிச் சுழலிகளைவிட எடை மிகுந்தவை. மேலும் இவற்றில் உயவு எண்ணையும் மிகுதியாகச் செலவாகும். பெரும்பாலும் டீசல் பொறிகள் மீன்பிடி படகுகளிலும், சரக்குகளை ஏற்றிச் செல்லும் சிறு படகுகளிலும் பயன்படுகின்றன.

அணு ஆற்றல் பொறிகள். இவ்வகைப் பொறிகள் நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களில் சிறப்பாக அமைந்துள்ளன. ஒரு சில கப்பல்களிலும் இவை பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றை இயக்க, சில சிறப்புப் பயிற்சிகள் தேவைப்படுவதால் இவை பெரும்பாலும் நடைமுறையில் இல்லை.

இயக்கும் முறை

பல்வேறு வகை எந்திரங்களைக் கொண்டு சுழலும் கருவியை நேரடியாகவோ கீழே குறிப்பிட்ட முறைகளின்படியோ இயக்கலாம்.

பற்சக்கரத் தொடர் முறை. பற்சக்கரத் தொடரைக் கொண்டு சுழலும் கருவியைத் தேவையான வேகத்தில் இயக்கலாம். இவற்றைப் பயன்படுத்தி நீர்ப் பொறியின் வேகத்திற்குச் சுழலும் கருவியின் வேகம் *1.8:1* விகிதத்திலிருந்து *4:1* விகிதம் வரை பெறப்படுகிறது.

மின்னாக்கி முறை. இம்முறையில் தேவையான சுழற்சி நீராவிச் சுழலி மின்னாக்கி அல்லது டீசல் மின்னாக்கிகளைப் பயன்படுத்தும் மின்னோடியின் மூலம் பெறப்படுகிறது. இம்முறையின் வினைத்திறன் பற்சக்கரத் தொடர் முறையைவிடக் குறைவேயாகும். இதைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம், எந்தவொரு வேகத்திலும் சுழலும் கருவியை இயக்க முடியும். இம்முறையில் இயங்கும் பொறிகள் மணல் வாரி நீர் ஊர்திகளிலும், குளிர்மிகுந்த நாடுகளில் பணிப்பாளங்களை உடைத்து வழி ஏற்படுத்தும் ஊர்திகளிலும் பயன்படுகின்றன. தற்காலத்தில் வெவ்வேறு வகையான நீர் ஊர்திகள் உள்ளன. அண்மைக்காலத்தில் நீரிலும், நிலத்திலும் இயங்கக் கூடிய ஊர்திகளும் நீரில் செல்லக்கூடிய வான ஊர்திகளும் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன.

- எஸ். நாகேஸ்வரன்

கடற் பொறியியல்

கப்பல் வடிவமைப்பு முறையுடன் தொடர்புடைய பொறியியற் பிரிவு கடற்பொறியியல் (marine engineering) எனப்படும். இப்பிரிவு எந்திரப் பொறியியலைப் பெரிதும் ஒத்துள்ளது. ஆனால் கடற்பொறியியல், முக்கியமாகக் கடல்துறை பற்றிய விரிவான பிரிவாக உள்ளது. புதிய கப்பல் வடிவமைப்பு வளர்ச்சியில், கடற்பொறியாளர் உந்து விசைத் திட்டத்திற்கும் (propulsion plant), அதற்குத் துணையான வற்றிற்கும் முழுப் பொறுப்பாவார். உந்து விசைத் திட்டத்திற்குத் துணையானவற்றில் நீராவிச் சுழலிகள் (steam turbines), கொதிகலன், டீசல் பொறி, வளிமச் சுழலி (gas turbines), கப்பலின் இயக்க

உறுப்பைச் (propeller) செலுத்தக்கூடியபிற அமைப்பு ஆகியவை அடங்கும். கப்பலின் மின்திட்டம், உணவகப் பணிகளுக்கும், எக்கிகளுக்கும் தேவைப் படுவதால், இத் திட்டமும் கடற்பொறியாளரின் பொறுப்பில் உள்ளது. குழாய், எக்கி, குளிர் பதனம், காற்றுப் பதனம் ஆகியவற்றுடன் தொடர்புடைய எரிபொருள் திட்டமும் கடற்பொறியாளரின் பொறுப்பிலேயே உள்ளது.

எந்திரங்களின் அமைப்புத் திட்டத்தை (machinnery layout) முடிவு செய்தல், வெப்பச் சமநிலைக் கணக்கீடு (heat balance calculation) செய்தல், தேவையானபோது உந்து விசைத் திட்டம் முழுமையும் வடிவமைத்தல் ஆகியவை கடற்பொறியியலின் பணிகளாகும். இப்பணிகளுக்குக் கணிப்பொறி தற்போது பயன்படுகிறது. பொதுவாக இத்திட்டத்திற்குத் தேவையான சுழலி, கொதிகலன், எக்கி, டீசல் பொறி போன்ற இக்கருவிகள் வடிவமைப்பிலும், உற்பத்தியிலும் திறமை வாய்ந்த உற்பத்தியாளர்களிடமிருந்து தனித்தனியாகப் பெறப்படுகின்றன. இக்கருவிகளை உற்பத்தியாளரிடமிருந்து வாங்குவதற்காக, கடற்பொறியாளர் முழுப்பணித் திட்ட விவரத்தைத் தயாரிக்க வேண்டியுள்ளது.

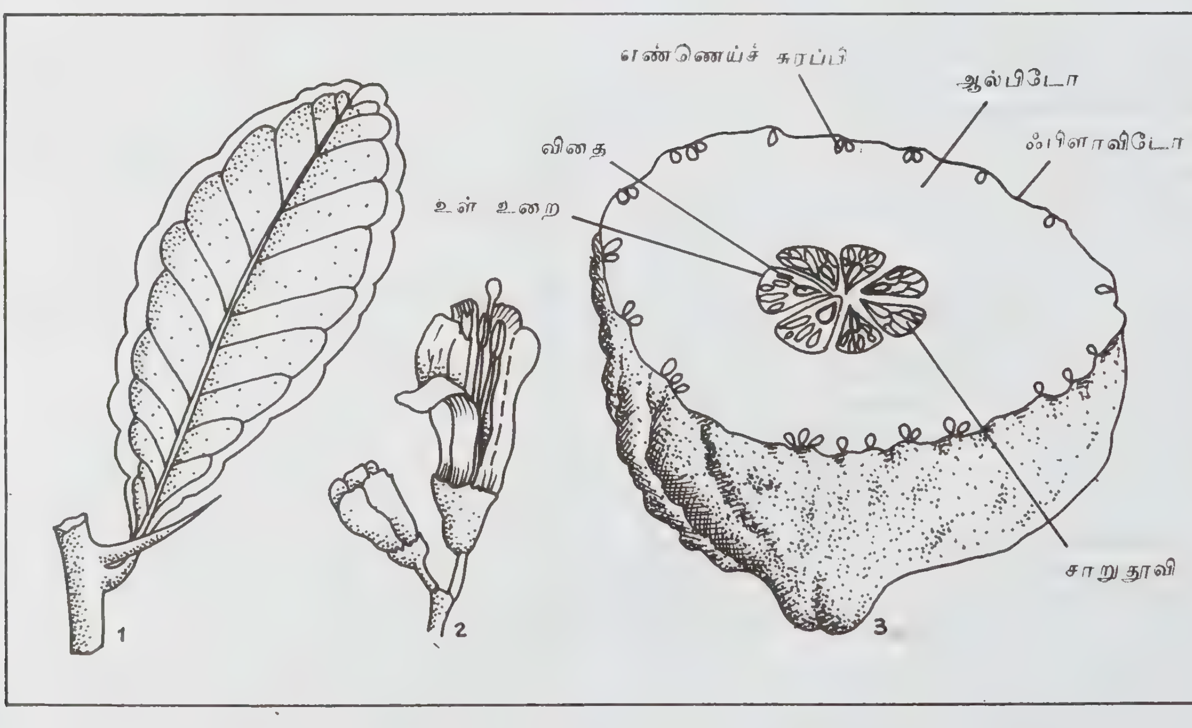
கப்பலின் இயக்க உறுப்பின் வடிவமைப்பு, கப்பலுக்குரிய கட்டடக் கலைஞரிடமோ கடற்பொறியாளரிடமோ ஒப்படைக்கப்படும். பெரிய கப்பலின் இயக்க உறுப்புகள், திறமை வாய்ந்த வல்லுநர்களால் வடிவமைக்கப்படுகின்றன.

- வா. அனுசுயா

கடாரங்காய்

இது காட்டுநாரத்தை, கடார நாரத்தையென்று வேறு பெயர்களாலும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதன் தாவரவியல் பெயர் சிட்ரஸ் மெடிகா (*citrus medica*) என்பதாகும். இது ரூட்டேசி எனப்படும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. ஐரோப்பாவிற்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்ட சிட்ரஸ் இனங்களிலேயே இதுதான் முதலிடம் பெறுகிறது. இதை முன்பு ரோமானியர்கள் மருந்தாகவும், மணமூட்டியாகவும் பயன்படுத்தினர்.

தோற்றம். கடாரங்காய், இந்தியாவைத் தாயகமாகக் கொண்டது என்று பொதுவாகக் கருதி வந்தனர். ஆனால் தென்மேற்கு ஆசியாவே இதன் பிறப்பிடம் என்று பர்ஸ்க்ளவ் கருதுகிறார். ஏனெனில் இங்கு தான் கடாரங்காய் தொன்றுதொட்டு



கடாரங்காய்

1. இலையும் முள்ளும் 2. மலர்கள் 3. காயின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

வளர்க்கப்பட்டு வந்துள்ளது. மேலும் கடாரங்காய் என்னும் தமிழ்ப்பெயர் வருவதற்குக் காரணமே இது கடாரம் எனப்படும் பர்மாவிலிருந்து வந்ததாக இருக்கக்கூடும் என்பது அண்மைக்காலக் கண்டுபிடிப்பு. அரிஸ்டாட்டிலின் மாணவரான தியாஃப்ரெஸ்டஸ் இச்செடியைப் பற்றிய, பிழை இல்லாத, முழுவிவரங் களையும் தம் தாவரவியல் நூலில் விவரித்துள்ளார். இது ஐரோப்பாவிற்கு அலெக்சாண்டர் படையெடுப் பின் மூலமாக இந்தியாவிலிருந்து எடுத்துச் செல்லப் பட்டிருக்கலாம் என வரலாற்றறிஞர்கள் கருது கின்றனர்.

சிட்ரஸ் என்னும் இனப்பெயர் முதன் முதலில் பிளினியால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டு, அதே பெயர் லின்னயஸ்ஸால் நிலைநிறுத்தப்பட்டது. தியாஃப் ரெஸ்டஸ் இதைப் பாரசீக அல்லது மீடியா ஆப்பிள் என்று குறிப்பிட்டுள்ளார். இந்தச் சிற்றின அடை மொழியான சி. மெடீகா என்பது மீடியா என்னும் நகரத்தைக் குறிக்கும். அங்கிருந்துதான் இச்செடி ரோமானியர் மூலம் கிரேக்கர்களுக்கு முதன் முதலில் அறிமுகமாயிற்று.

வளரியல்பு. கடாரங்காய் பல ஆண்டுகள் உயிரோடிருக்கக்கூடியதும், பசுமைத்தன்மை கொண்ட தும் ஆகும். இது 3 மீ உயரமுள்ளசெடி அல்லது சிறுமரமாகும். அடிமரம் என்று குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முடியாத அளவு குட்டையான, தடித்த கோணலான, முள்களோடு கூடிய கிளைகள் பல, தரை மட்டத்தை அடுத்து உள்ளன. செடியின் பட்டை வெளுத்த பழுப்புநிறமாகவும், முள் குட்டையாகத் தடித்துக் கூர்மையாகவும் இருக்கும்.

இலைகள். தனித்தவை மாற்றிலையடுக்கு அமைப் புடையவை. காம்பும் இலைப்பரப்பும் சேர்ந்து காணப்படும். காம்பு இறக்கைகள் அற்றது. இலை முட்டை அல்லது நீள்வட்ட வடிவம் கொண்டது. 8-15 செ. மீ நீளமும், விளிம்பில் பற்கள் அல்லது வளைவுகள் போன்ற அமைப்பும் கொண்டது. இலை யின் மேற்பரப்பு பச்சையாகவும், கீழ்ப்பரப்பு வெளிர் பச்சையாகவும் காணப்படும்.

மஞ்சரி. இலைக்கோண அல்லது நுனி ரெசீம் மஞ்சரியாகும்; இதில் 3-10 சிறிய மலர்கள் நெருக்க மாக அமைந்திருக்கும். பொதுவாக ஒருபால் ஆண் பூக்கள் மிகுதியாகவும், இருபால் பூக்கள் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் காணப்படும்.

புல்லிவட்டம். மிகவும் சிறியது; கிண்ணம் போன்றது; புல்லிகள் இணைந்தவை.

அல்லிவட்டம். இதழ்கள் 5, தனித்தவை, உட் புறம் வெண்மையாகவும், வெளிப்புறம் வெளிர் ஊதா நிறமாகவும் இருக்கும். நுனி உள்நோக்கி வளைந்திருக்கும்.

மகரந்தத்தாள்கள். 40-45 தனித்தோ, இணைந்தோ காணப்படும். அவை வேறுபட்ட உயரம் கொண் டவை.

சூலகம். பெரியது, 9-12 அறைகள் கொண்டது. சூலகத்தண்டு தடித்திருக்கும். சூலகமுடி தலை போன்று பருத்திருக்கும்.

கனி. 10-12 செ. மீ. நீளமிருக்கும். நீண்ட கோளவடிவும் மழுங்கிய நுனியும் கொண்டது. தோல் கெட்டியாகக் கரடு முரடாகக் காணப்படும். கனி சதைப்பற்றுள்ள சிறப்பு வகைச் சதைக்கனி (berry) ஆகும். இதை ஹெஸ்பிரிடியம் என்பர். பழத்தோல் வெளித்தோல், நடுத்தோல், உள்தோல் என மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டது. வெளித்தோல் ஃப்ளா விடோ (flavido) எனப்படும். இதில் பச்சையச் செல்களும், எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும் கலந்து காணப்படும். காய் பழுக்கும்போது இந்தப் பகுதி மஞ்சளாக மாறும். நடுத்தோல் கனமாகவும் பஞ்சு போலவும் காணப்படும். இதை அல்பிடோ (albedo) என்பர். இப்பகுதி மிகுதியான சர்க்கரை, பெக்டின், செல்லுலோஸ், வைட்டமின் C ஆகியவற்றைப் பெற்றிருக்கும். இதற்கு உள்ளே காணப்படும் உள் தோல், இது மெல்லியதாகச் சவ்வு போலிருக்கும்.

சூல் இலைகளே சுளையாக அமைகின்றன. சுளை சிறியதாக இருக்கும். சுளை ஒவ்வொன்றின் உள்ளும் சாறு நிரம்பிய தூவிகளைக் காணலாம். இக்கனியின் சுளைத்தூவிகளில் சாற்றின் அளவு குறைவு. இச்சாறு புளிப்புடன் சற்று விறுவிறுப்பாக இருக்கும். விதைகள் குறைந்த எண்ணிக்கையில் இருக்கும். ஒரு விதையில் பல கருக்களைக் (polyembryony) காணலாம்.

பயன்கள். கடாரங்காயைச் சிறு துண்டுகளாக நறுக்கி உப்பு நீரில் புளிக்க வைத்துப் பிறகு சர்க் கரையில் தோய்த்து வைப்பர். வெளிநாடுகளில் இந்த இனிப்பு வகையைப் பெரிதும் விரும்புவர். மேலும் சர்க்கரையில் தோய்த்த கடாரங்காய்த் தோல்களைக் கேக் போன்ற தின்பண்டங்களுக்கு மணமூட்டப் பயன்படுத்துவதுண்டு. பழத்தோலிலுள்ள எண்ணெய் எடுப்பதைத் துணைத் தொழிலாகக் கொள்பவர்களும் உண்டு. இந்தியாவில் காயை நறுக்கி மிளகாய்ப்பொடி, உப்புச் சேர்த்து ஊறுகாய் போடுவது வழக்கம். கடாரங்காய் மருந்தாகவும் பயன்படுகிறது. இச்செடியின் வேர் மலச்சிக்கல், சிறுநீர் தொடர்பான நோய்கள், வாந்தி முதலிய வற்றிற்கு மருந்தாகிறது. களைப்பை நீக்கக்கூடிய சத்து நீர்மமாகச் செயல்படுகிறது. இனிப்புச் சுளை களைக் கொண்ட வகைகள் பானங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இக்காயின் மணத்திற்குக் காரண மானவை எண்ணெய் லிமோனின், டைபென்டீன் போன்றவை ஆகும்.

-தி. ஸ்ரீகணேசன்

கடிகாரப்புதிர்

ஒரு கடிகாரம் நிலைமச் சுட்டமைப்பில் (inertial frame of reference) ஓய்விலமைந்த மற்றொரு கடிகாரத்துடன் சமன் செய்யப்பட்ட (synchronised) பின் தொலைவிலுள்ள ஓர் இடத்திற்குச் சென்று மீளுமாயின், பயண முடிவில் அது நிலையாக அமைந்த கடிகாரத்தைவிடக் குறைந்த காலத்தையே காட்டும். அதாவது, நகரும் கடிகாரம் ஒன்று நிலையான கடிகாரத்தை விட மெதுவாகச் செல்லும். இது சார்புக் கொள்கையின் (theory of relativity) விளைவாகும்.

மிகத் தொலைவில் அமைந்த A,B என்னும் இரு நிலையங்களில் சமன்படுத்தப்பட்ட இரு கடிகாரங்கள் அமைவதாகக் கொள்ளலாம். ஆய்வாளர் ஒருவர் Aஇல் அமைந்த கடிகாரத்துடன் சமன்படுத்தப்பட்ட கடிகாரம் ஒன்றுடன் மிகுந்த வேகத்துடன் (v) B ஐ நோக்கிப் பயணம் செய்வதாகக் கொண்டால், அவர் B ஐச் சென்றடையும்போது அவர் கடிகாரம் B இல் அமைந்த கடிகாரத்தைவிடப் பின்தங்கியிருப்பதைக் காண்பார். நிலையக் கடிகாரங்கள் அப்பயணத்திற்கான நேரத்தை t நொடியாக அளவிடுமாயின், சார்புக் கொள்கையின் படி பயணியின் கடிகாரம் அதை $t\sqrt{(1-v^2/c^2)}$ நொடியாகவே அளவிடும். இங்கு c என்பது ஒளியின் திசைவேகமாகும்; அது நொடிக்கு 3,00,000 கி.மீ. ஆகும்.

காட்டாக, Aக்கும் Bக்கும் உள்ள தொலைவு 24,00,000 கி.மீ எனவும், பயணியின் திசைவேகம் நொடிக்கு 2,40,000 கி.மீ. எனவும் கொண்டால் நிலையக் கடிகாரங்களின் படி A இலிருந்து B க்கான பயண நேரம் 10 நொடிகளாகும். ஆனால் பயணியின் கடிகாரப்படி அது 6 நொடிகளேயாகும். அதாவது, நிலையக் கடிகாரங்கள் அளவிடும் ஒவ்வொரு 10 நொடியையும் பயணிக் கடிகாரம் 6 நொடியாகவே அளவிடும்.

மாறாக, பயணி செல்லும் ஊர்தி மிக நீளமாக அமைந்து, அதன் தொடக்கத்திலும் இறுதியிலும் சமன்செய்யப்பட்ட இரு கடிகாரங்கள் அமைவதாகக் கொள்ளலாம். இப்போது நிலையத்தில் அமைந்த ஆய்வாளர் ஒருவர் தம் கடிகாரத்தை ஊர்தியில் அமைந்த கடிகாரங்களுடன் ஒப்பு நோக்குவாராயின் அவர் கடிகாரம் மெதுவாகச் செல்வதை உணர்வார். ஊர்தி சீரான திசைவேகத்துடன் ஒரு நேர் கோட்டில் இயங்குவதாகக் கொண்டால், ஊர்தியும் ஊர்தியிலுள்ள கடிகாரங்களும் ஓய்விலிருப்பதாகவும் ஆய்வாளர் ஊர்தியின் வேகத்துடன் எதிர்த்திசையில் இயங்குவதாகவும் கருத முடியுமாதலால் இவ்வாறு நிகழ்கிறது. இது சார்புக் கொள்கையின் முதலாம் கோளுக்கு (postulate) ஏற்புடையதாகவும் அமைகிறது. ஒன்றுக்கொன்று சீரான சார்புத் திசைவேகத்துடன் இயங்கும் இரு நிலைமச் சுட்டமைப்புகளில் இயற்பியல் விதிகள் யாவும் ஒரே மாதிரியாயமையும் என்பதே அந்த எடுகோளாகும். இங்கு, நிலையமும் ஊர்தியும் இரு நிலைமச் சுட்டமைப்புகளாகும். எனவே, நிலையான கடிகாரம் ஒன்றைப் பொறுத்துச் சீரான திசைவேகத்துடன் நகரும் கடிகாரம் மெதுவாகச் செல்லும் என்னும் முடிவு பெறப்படுகிறது. இதுவே கடிகாரப் புதிர் (clock paradox) ஆகும். இதையே ஓய்விலிருக்கும் கடிகாரம் ஒன்று அதைப் பொறுத்து நகரும் கடிகாரத்தைவிட வேகமாகச் செல்லும் எனவும் கூறலாம். இக்கருத்து, கால நீட்டிப்பு (time dilatation) எனவும் வழங்கப் பெறுகிறது.

கடிகாரங்களுக்கிடையேயான சார்புத் திசைவேகம் மிகும்போது அவை அளவிடும் காலங்களுக்கிடையேயான வேறுபாடும் மிகுதியாகும். காட்டாக, ஊர்தி ஒளியின் வேகத்திற்கு மிக நெருக்கமாக, நொடிக்கு 2,99,000 கி. மீ. வேகத்துடன் இயங்குமாயின் நிலையக் கடிகாரங்கள் அளவிடும் ஒவ்வொரு 10 நொடியையும் பயணி ஏறக்குறைய ஒரு நொடியாகவே அளவிடுவார்.

இங்கு, ஊர்தி ஓர் இயங்கும் சுட்டமைப்பாக அமைந்து அந்தச் சுட்டமைப்பைப் பொறுத்தவரை பயணியும் அவர் கடிகாரமும் ஓய்வில் உள்ளதாகக் கருதலாம். அத்தகைய இயங்கும் சுட்டமைப்பு ஒன்றில் அதைப் பொறுத்து ஓய்வில் அமைந்த கடிகாரம் அளவிடும் கால அளவு அவ்வமைப்பின் இயல்காலம் (proper time) எனப்படுகிறது. எனவே, இயங்கும் சுட்டமைப்பு ஒன்றில் ஒரு நிகழ்ச்சிக்குரிய இயல் காலம் ஓய்வில் உள்ள சுட்டமைப்பு ஒன்றிலிருந்து அளவிடப்படும் அக்கால அளவைவிடக் குறைவாகவே இருக்கும்.

மேற்கூறியவற்றிலிருந்து வேகமாக இயங்கும் சுட்டமைப்பு ஒன்றில் காலம் மட்டுமன்றி அதனுடன் இணைந்த நாடித்துடிப்பு, இதயத் துடிப்பு போன்ற நிகழ்ச்சிகளும் அதன் பயனால் முதுமையுறுதலும் மெதுவாகவே நடைபெறும் என முடிவு செய்யலாம். அத்தகைய கருத்து இரட்டையர் புதிர் (twin paradox) என்னும் மற்றுமொரு சிக்கலுக்கு வழி வகுத்துள்ளது.

இரட்டையரில் ஒருவர் அண்டவெளியில் மிகத் தொலைவில் உள்ள விண்மீன் ஒன்றுக்கு மிகுந்த வேகத்துடன் பயணம் செய்து திரும்புவாரேயானால் புவியிலுள்ள அவர் சகோதரர் அவரைவிட மிகவும் வயது முதிர்ந்தவராக இருப்பதைக் காண்பார். காட்டாக, இரட்டையருள் ஒருவர் 20 ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் அமைந்த விண்மீன் ஒன்றுக்கு நொடிக்கு 240 000 கி.மீ வேகத்தில் செல்லக்கூடிய விண்வெளிக் கப்பல் ஒன்றில் சென்று திரும்புவதாகக் கொண்டால், புவியிலுள்ள அவர் சகோதரரைப் பொறுத்தவரை அப்பயணத்திற்கான கால அளவு 50 ஆண்டுகளாகும். ஆனால் பயணியைப் பொறுத்தவரை அது 30 ஆண்டுகளாகவே தோன்றும். எனவே, பயணி தம்

சகோதரர் தம்மைவிட 20 ஆண்டுகள் வயதுமுதிர்ந்த வராக இருப்பதைக் காண்பார்.

விண்வெளிப் பயணம் மனிதனின் ஆயுட்காலத் தைக் கூட்டும் வழிபோல் தோற்றமளித்தாலும் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மிகப் பெரு வேகங்களை எட்டுவதி லும் அத்தகைய வேகங்களுக்கு முடுக்குவிக்கப்படும் போது மனித உடலில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளை ஏற்பதிலும் தோன்றக்கூடிய சிக்கல்களைக் கருதும் போது அது நடைமுறையில் இயல்வதாகத் தோன்ற வில்லை.

- ரா. நாகராஜன்.

நூலோதி H. S. Hans, S. P. Puri, Mechanics, Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi, 1984.

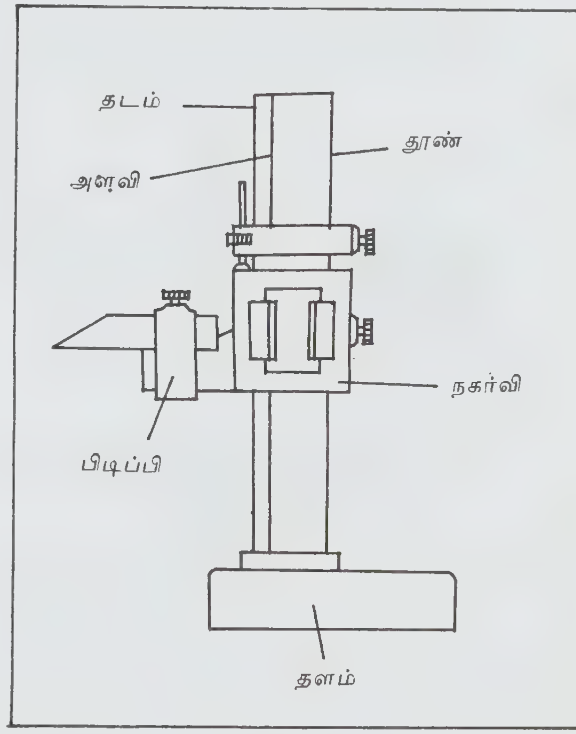
கடிகைகள், அளவிகள்

தொழிற்சாலைகளில் மிகு உற்பத்தியில் உருவாகும் பொருள்கள் தரத்திற்காகவும் நுண்ணிய அளவுகளுக் காகவும் அவ்வப்போது தகுந்த அளவில் ஆய்வு செய் யப்படுகின்றன. இச்செயல் முறை மிக எளிதாகவும், முறையாகவும், விரைவாகவும் நடைபெறவேண்டும். கன பரிமாணங்களையும் அளவுகளையும் கண்டறிய ஒவ்வோர் அளவீட்டிற்கும் அல்லது கோணத்திற்கும் வெவ்வேறு அளவுகோல்களைப் பயன்படுத்த வேண்டி யிருக்கும். ஆனால் மிகுஉற்பத்தியில் இந்த அள வீட்டு முறையால் மிகுதியான நேரமும், மனித ஆற்றலும் தேவைப்படும். எனவே ஆய்வுக்கூடத்தில் சாதாரண அளவு கோல்களும் கோணமானிகளும் பயன்பட்டாலும் தொழிற்கூடங்களுக்கு இவை ஏற்றவையல்ல. எனவே தனிப்பட்ட வெவ்வேறு வகையான கடிகைகள் (gauges) நுட்பமான அள வீட்டிற்கும் தர நிர்ணயத்திற்கும் பயன்படுகின்றன. சரியாக உருவாக்கப்படாத பொருள்களை இக்கடி கைகள் விரைவாகவும் எளிதாகவும் கண்டுபிடித்து, அத்தகைய குறைபாடுகள் உடைய பொருள்களை விலக்கிவிட உதவுகின்றன. மேலும், நுட்பமாக உரு வாக்கப்பட வேண்டிய பரப்புகளை நிலைப்படுத்து வதற்கும், உளிகளை நிறுத்தித் தகுந்தவாறு சரியீடு செய்வதற்கும், எந்திரங்களில் நகர்வுகளைக் குறிப் பிடத்தக்க வகையில் இயக்குவதற்கும் பயன்படு கின்றன.

கடிகைகளுக்கும் அளவிகளுக்கும் உள்ள வேறு பாட்டைத் தெளிவாக அறிய வேண்டும். அளவி என்பது பொருள்களின் அளவீடுகளை அளப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. ஆனால் கடிகைகள், மிகு உற் பத்தியில் உடனடியாகவும் எளிதாகவும் பொருள் களை அளவீடு செய்து அவை சரியான அளவீட்டில், ஒரு குறிப்பிட்ட வரம்பிற்கு உட்பட்டுள்ளனவா என்பதை அறியப் பயன்படுகின்றன.

அளவிகள்

உயரங் கணிக்கும் கடிகை. படம் 1 இல் இதன் அமைப்பு விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் 0.02 மி.மீ. வரை நுட்பமாகத் தெரிவு செய்யலாம். இதைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன் இருக்கக்கூடிய பிழை அல்லது குறை அளவீட்டைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்.

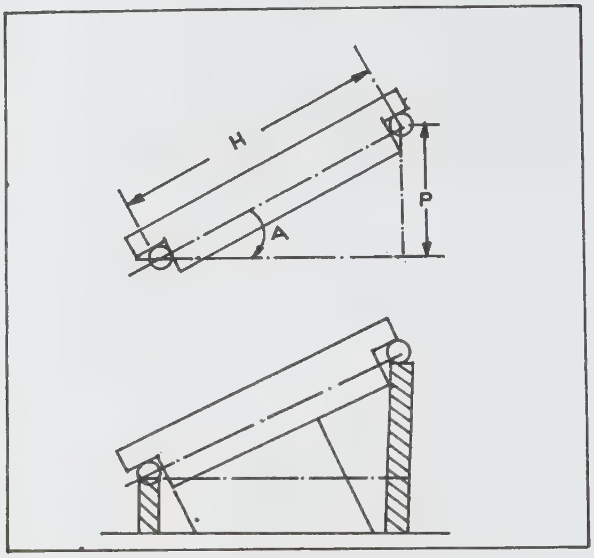


படம் 1. உயரங்கணிக்கும் கடிகை

சைன் தகடுகள் (sine bar). நுட்பமாகக் கோணங் களை அளப்பதற்கும் கூம்பு வடிவான பரப்புகளைக் கணிப்பதற்கும் இத்தகைய தகடுகள் அல்லது விளிம் புத் தகடுகள் பெரிதும் நடைமுறையில்உள்ளன. சைன் தகடுகளில் இரு முனைகளிலும் உள்ள சிறு உருளி களின் (roller) மீதுபடியுமாறு அடுக்காக, ஒன்றன்மீது ஒன்றாக வைக்கப்பட்டுள்ள தகடுகளின் மீது பலகை போன்ற ஒரு நீள் தண்டு இருக்கும். இதன் அமைப்பு படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பொதுவாக மேற்கூறப்பட்டுள்ள இரு உருளிகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியைக் கருத்திற்கொண்டு சைன் கோணத்தண்டுகள் குறிப்பீடு செய்யப்படும். எடுத்துக் காட்டாக உருளிகளுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளி

100 மி. மீ. ஆக இருந்தால் 100 மி. மீ. சைன் தகடுகள் எனக்குறிப்பிடப்படும்.

$$\text{Sin A} = \frac{P}{H}$$



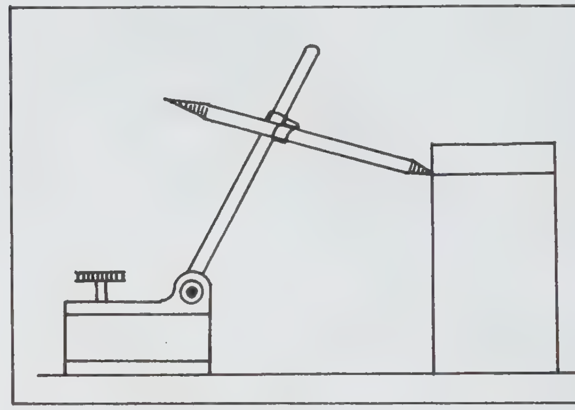
படம் 2. சைன் பலகை

பாதரசக் கிடைமட்ட அளவி(sprit level). இது ஒரு தளப் பரப்பின் கிடைமட்டம் சரியாக உள்ளதா என்று கண்டறிய உதவும். பாதரசக் குமிழ் மட்ட அளவியும் ஒருவகைக் கடிகையேயாகும்.

நேர் நீள் முனைக்கடிகை (straight edge). பொருள்களின் முனைப்பரப்புகள் தெளிவாகவும், சமமாகவும், நேர் நிலையாகவும் உள்ளனவா என்பதை விரைவாகவும் எளிதாகவும் உடனுக்குடன் கண்டறிய இத்தகைய நுட்ப நேர் நீள் முனைக்கடிகைகள் பயன் படுகின்றன. இவை பொதுவாக நேர்நீள் சதுரமான பலகைகளாகக் காணப்படும். இருப்பினும் நுட்ப அளவீட்டிற்கு இவை சாய்தள முனைகளாகக் (bevelled) கத்தி போன்ற முனைகளைக் கொண்டிருக்கும்.

பரப்புக் கடிகை (surface gauge). இது சில சமயம் பரப்பு மைய வரைவுப் பாளம் (scribing block) என்றும் கூறப்படும். பொருள்களில் ஏதேனும் கோடுகளை வரையவோ மட்டங்களைக் கண்டறியவோ மையப் புள்ளியைத் தெரிவு செய்யவோ இவை பயன்படுகின்றன. படத்தில் இதன் பொது அமைப்புக்காட்டப் பட்டுள்ளது.

கடிகைகள் பொதுவாக அளவீடுகள், வடிவங்கள், இதரப் பகுதிகளுடன் இருக்கக்கூடிய சார்பு அல்லது ஒப்பு நிலைகள் (relative position) ஆகியவற்றைச் சரிபார்க்கப் பயன்படும் உளிகளே ஆகும். எனவே இக்கடிகைகளை நிலைத்த வகை ஒற்றை அளவிகள் அல்லது உளிகள் என்றும் கூறலாம்.



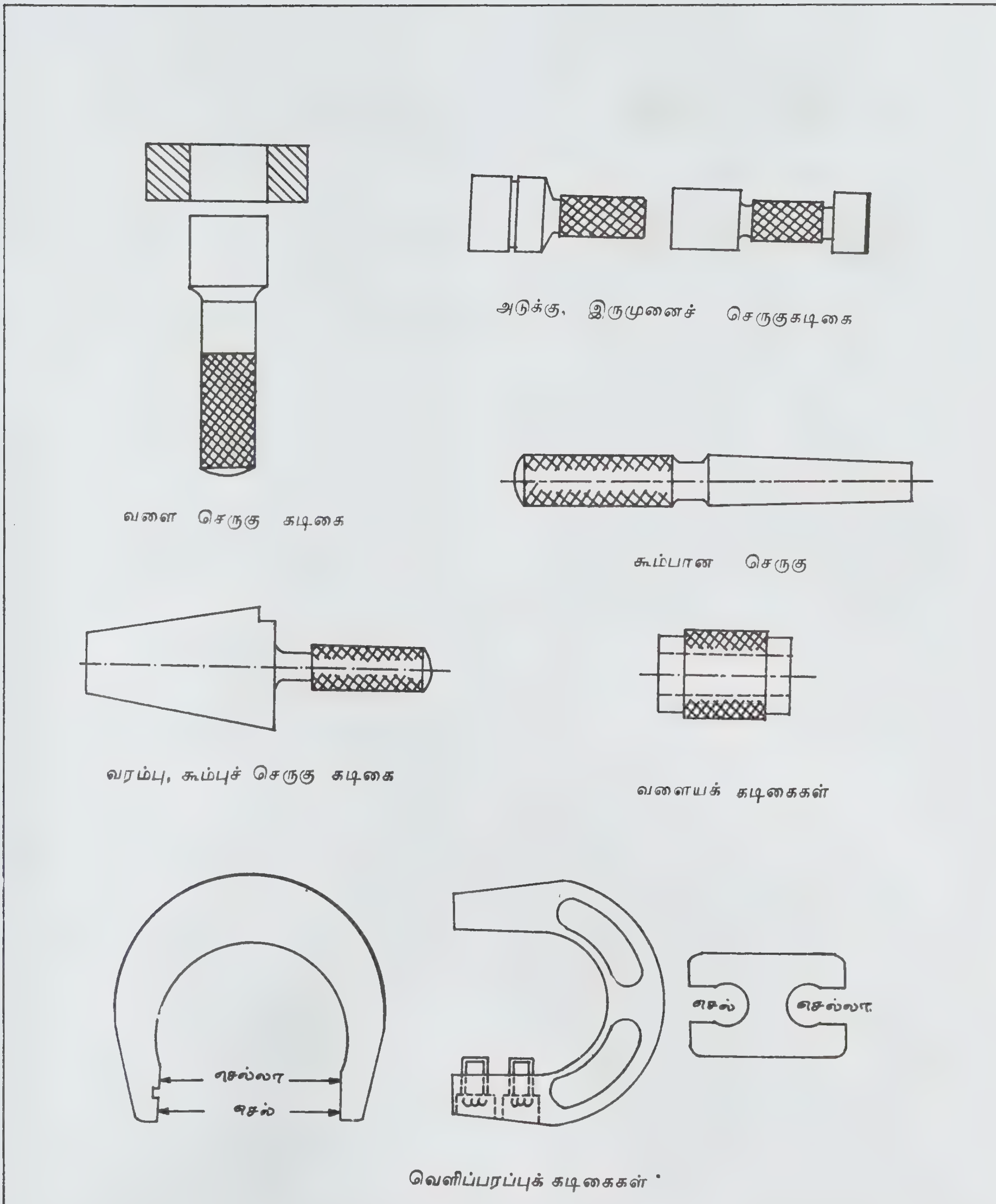
படம் 3. பரப்பு கடிகை

சார்புக் கடிகை (standard gauges). எந்தப் பொருளின் அளவைச் சரிபார்க்க வேண்டுமோ அதே அளவீடுகளுடனே இத்தகைய கடிகைகள் இருக்கும்.

வரம்புக் கடிகை *(limit gauges)* **அல்லது செல் மற்றும் செல்லாக்** *(go and no go)* **கடிகை.** இது பொருள்களின் அளவுகள் வரம்பிற்கு உட்பட்டு உள்ளனவா என்பதை விரைவாகக் கண்டறியும். ஒரு தண்டு போன்ற சிறு உருளையின் முனைப்பகுதிகளும் நுட்பமாகக் கடையப்பட்டிருக்கும். இரு முனைகளின் அளவோ விட்டமோ ஒன்று வரம்பிற்குட்பட்ட பெரும அளவாகவும் மற்றொன்று குறைந்த அளவாகவும் இருக்கும். இத்தகைய வரம்புக் கடிகைகளின் முக்கிய நோக்கம் பொருளின் அளவுகள் ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்க அளவுகளுக்குள் உள்ளனவா என்பதைக் கண்டறிவதே ஆகும். செல் என்னும் முனைப் பொருளின் அளவைக் கொண்டு இருந்தால் அப்பொருள் தேர்ந்தெடுக்கப்படலாம்; ஆனால் செல்லா முனை ஏற்பாக இருக்கலாகாது. மேலும் துளைகள் அல்லது துளைகளுக்கான அளவிகள், உருளைகளுக்கான அளவிகள், சாய்தள அளவிகள், மரைகளுக்கான அளவிகள் (thread gauge), வடிவமைப்புக்கான அளவிகள் எனவும் கடிகைகள் வகைப்படுத்தப்படும்.

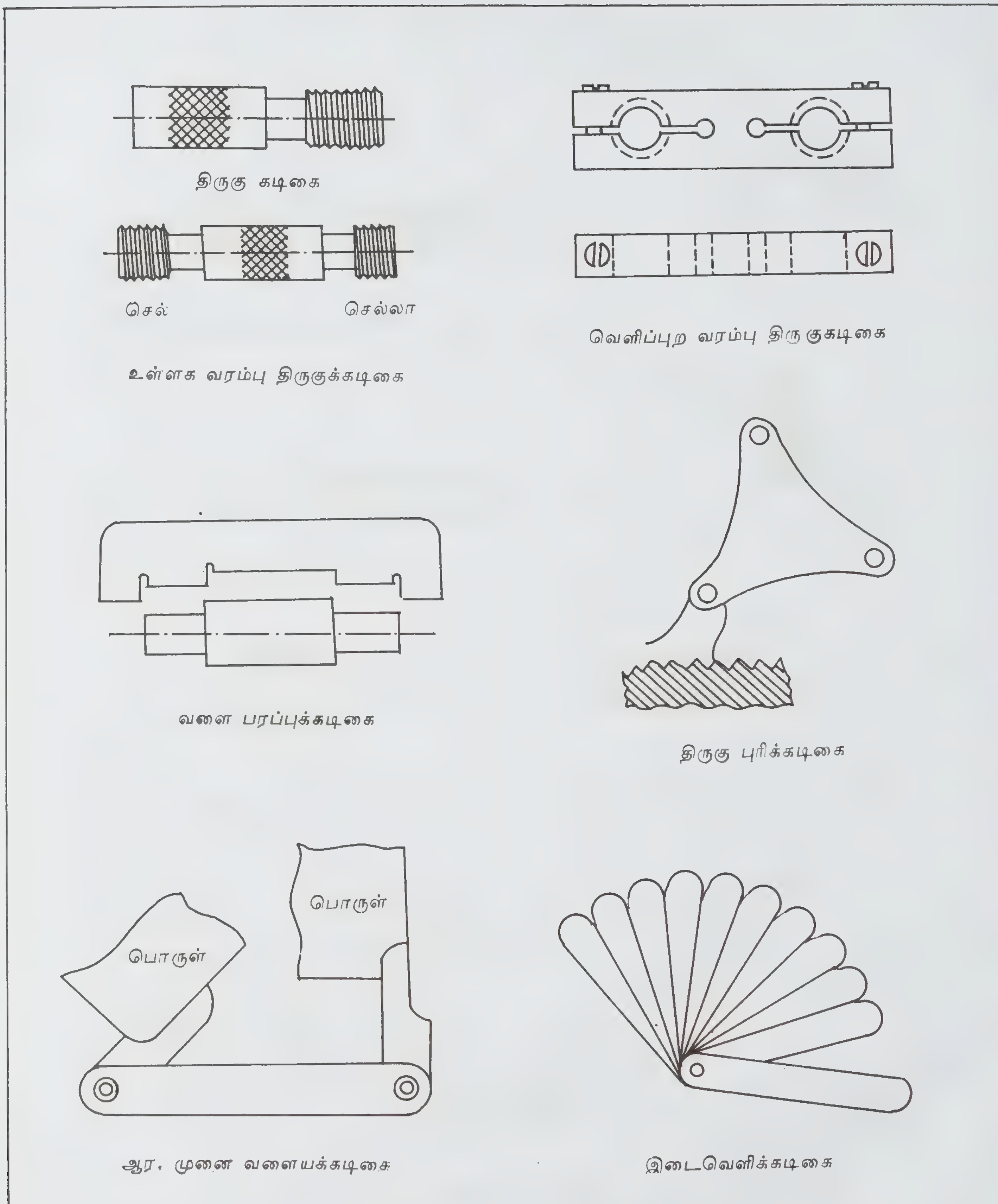
பிறிதொரு வகைப்பாடு கடிகைகளின் வடிவம் அல்லது பயன் பொறுத்து வேறுபடும். அவை செருகிகள் (plugs), வளையங்கள் (rings), மரைகள் (threads), வடிவங்கள் (forms), வளைவுகள் (fillets), ஆரங்கள் (radius), வெளிப்பரப்புக் கடிகைகள்(snap), தகடுகள், கம்பிகள் போன்றவையாகும். படங்களில் இதன் அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

செருகு கடிகை. துளைகளின் விட்டங்களைச் சரிபார்ப்பதற்குப் பயன்படும் இது முன்னர்க் கூறப்



அடுக்கு, இருமுனைச் செருகுகடிகை
வளை செருகு கடிகை
கூம்பான செருகு
வரம்பு, கூம்புச் செருகு கடிகை
வளையக் கடிகைகள்
செல்லா
செல்
செல்
செல்லா
வெளிப்பரப்புக் கடிகைகள்

படம் 4


திருகு கடிகை
செல்
செல்லா
உள்ளக வரம்பு திருகுக்கடிகை
வெளிப்புற வரம்பு திருகுகடிகை
வளை பரப்புக்கடிகை
திருகு புரிக்கடிகை
பொருள்
பொருள்
ஆர. முனை வளையக்கடிகை
இடைவெளிக்கடிகை

படம் 5

பட்ட செல் மற்றும் செல்லா வரம்புக் கடிகையே யாகும். சில சமயம் இவ்விரு முனைப்பகுதிகளும் ஒரே முனையில் அடுத்தடுத்து இருக்கக்கூடும்.

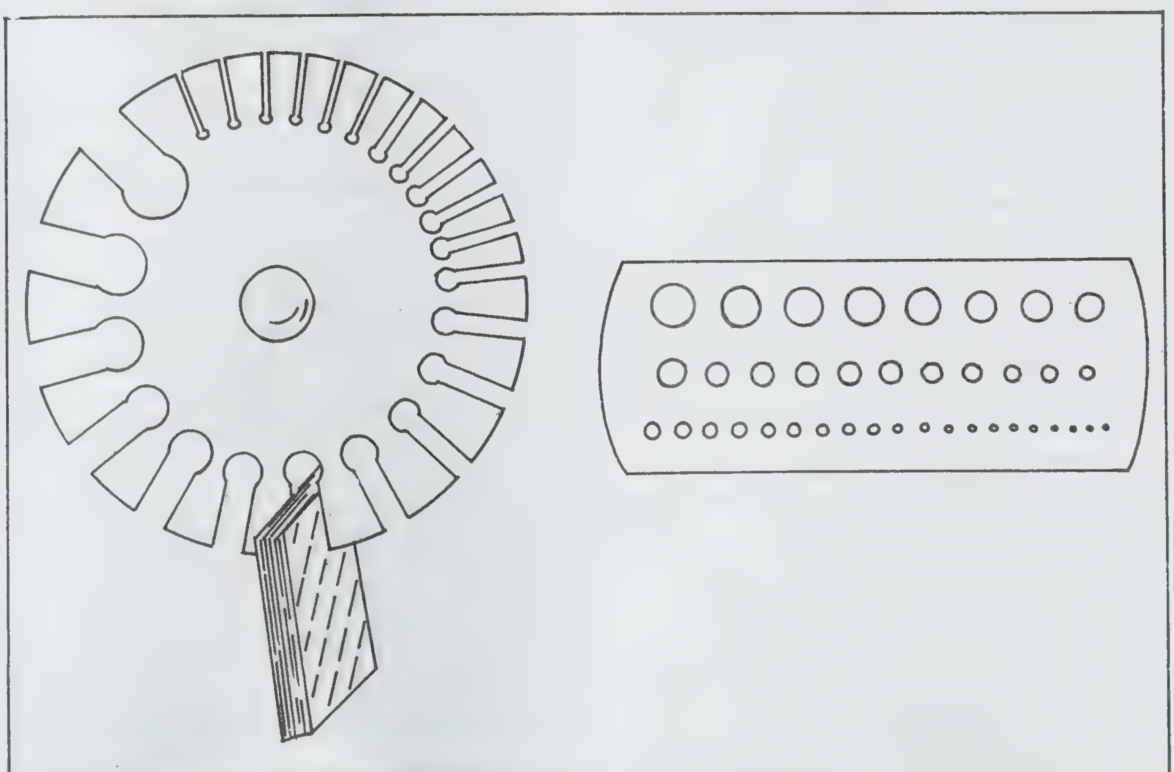
வளையக் கடிகை. இது வெளிவிட்டத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படும். ஆனால் இதன் தயாரிப்புச் செலவு மிகுதியாக உள்ளமையால் சில குறிப்பிட்ட அளவுகளில்தான் பயன்படுகின்றது.

கூம்பு வடிவக் கடிகை (taper gauges). படத்தில் இதன் அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. செருகிகளாகப் பயன்படும்போது இவை ஆய்வு செய்யப்பட வேண்டிய துளைகளில் செருகப்படுகின்றன. பிறகு சற்று அழுத்தம் கொடுக்கப்படும். அப்போது அவை துளையினுள் இருக்கையில் அதிர்வு அல்லது மாறுபடு நகர்வை ஏற்படுத்தாமல் இருந்தால் அந்தக் கூம்பு வடிவத்துளை அளவுகள் சரியானவையேயாகும். கூம்பு வடிவ விட்டத்தை அளக்கையில் எவ்வளவு ஆழத்திற்குச் செருகிகள் உள்ளே செல்கின்றன என்பதைப் பொறுத்தும், அதனால் செருகிகளின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் கோடுகளைக் கொண்டும் கூம்பு விட்டத்தை அளவிடலாம்.

வெளிவிட்டக் கடிகை. படத்தில் இதன் அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. செல் மற்றும் செல்லா வரம்புகள் அடுத்தடுத்து இருக்கும். சில சமயம் இக் கடிகைகளின் அடைகல் (anvil) போன்ற சிறு அமைப்புகள் படத்தில் காட்டியபடி அமைந்திருக்கும். ஒரு பகுதியில் நிலைப்படுத்தப்பட்டும் மற்றொரு பகுதியில் சரிசெய்யக் கூடியதுமான வகையில் இருக்கும். இணைகளாக இருக்கும் இவற்றில் ஒன்று செல் முனையாகவும், பிறிதொன்று செல்லா முனையாகவும் இருக்கும்.

ஆர மற்றும் முனை வளையக் கடிகை. பொருள்களின் முனைகளில் உள்ள வளை பரப்புகள், குவி அல்லது குழி ஆரங்களைச் சரிபார்க்க இக்கடிகை பயன்படுகிறது. இதில் 1-25 மி.மீ. வரை உள்ள ஆரங்களை அறியலாம். இதன் அமைப்பில் 16 வகையான குவி, குழி ஆரத் தகடுகள் இருக்கும். படம் 5 இல் இதன் பொது அமைப்பு விளக்கப்பட்டுள்ளது.

கடிகைப் பாளங்கள் (large blocks). இவை அடுக்குப் பாளங்கள் (slip gauges) என்றும் கூறப்படும். இவை நீள் சதுரமான சிறு சிறு பாளங்களாக நுண்ணிய அளவீடுகளுடன் மிகக் கவனத்துடன் தயாரிக்கப் பட்டிருக்கும். இவற்றை முதல்தரமாகக் கொண்டு, இதர நுண்ணளவிகளின் தரத்தை ஆய்வு செய்யலாம். எஃகு கலவையில் தயாரிக்கப்பட்டு, கடினப்படுத்தப் பட்டு நுண்ணிய பரப்பிற்குக் கடையப்பட்டிருக்கும். இவை தூசு, வெப்பநிலை போன்றவற்றால் தாக்கப்



படம் 6. பலகை மற்றும் கம்பிக் கடிகைகள்

படாவண்ணம் கவனத்துடன் பேணப்பட்டு வரும். கன பரிமாணங்கள், அவற்றின் மீதே அச்சிடப் பட்டிருக்கும். அவை பொதுவாக 80, 50, 17, 9 பாளங்கள் கொண்டவை. அவற்றில் 50 பாளங்கள் கொண்ட கட்டு கீழ்க்காணுமாறு இருக்கும்.

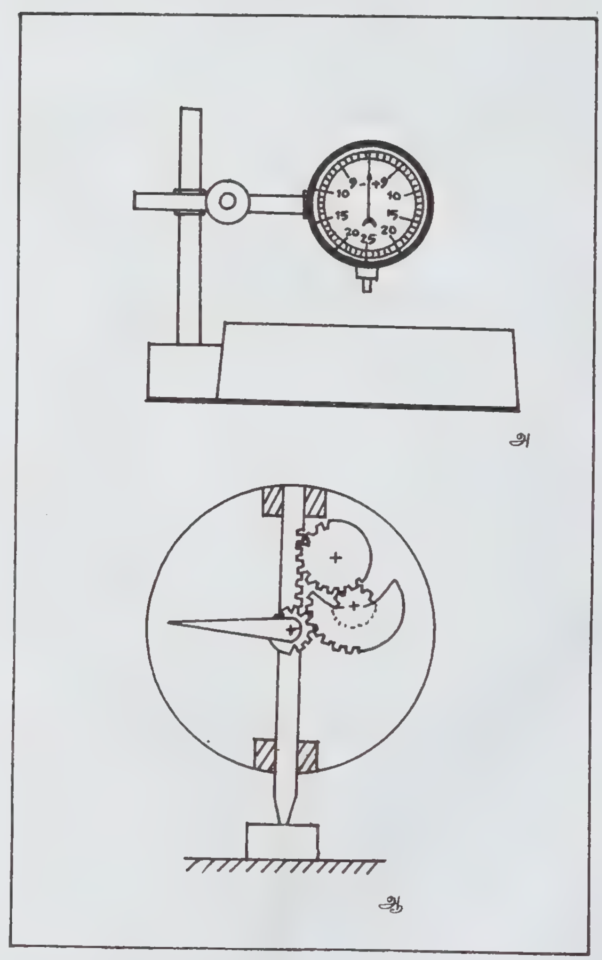
வரிசை	அடுக்கு	எண்ணிக்கை
1.0025 - 1.0075 மி.மீ.	0.025 மி.மீ.	3
1.01 - 1.08 ,,	0.01 ,,	9
1.10 - 1.9 ,,	0.1 ,,	9
1.00 - 25 ,,	1.00 ,	25
0 50 மி.மீ	-	1
50,75,100 மி.மீ.	-	3
		50

மரைக்கடிகை. இவை மரை மற்றும் மரைகளின் புரிவிட்டம் (pitch diameter) ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்யப் பயன்படுகின்றன. வெளிப்பரப்பில் இருக்கும் மரைகளை, (எடுத்துக்காட்டு: மரையாணிகள்) ஆய்வு செய்ய வளைய மரைக்கடிகையும்(ring thread gauge), உள்ளீடான மரைகளை (எடுத்துக்காட்டு: திருகு மரை) ஆய்வுசெய்ய செருகு வகை மரைக் கடிகையும் (plug thread gauge) பயன்படுகின்றன. இதன் வடிவம் படம் 5இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

வடிவக் கடிகைகள். பொருளின் தனிப்பட்ட அல்லது வேறுபாடான வடிவப்பரப்பை ஆய்வுசெய்ய, அதற்கென உருவமைக்கப்பட்ட வடிவக் கடிகைகள் பயன்படுகின்றன. பொருள்களின் எல்லைப்பரப்பு, உருவரை (contour) போன்றவற்றை உடனடியாகச் சரிபார்க்க இத்தகைய தனிப்பட்ட வடிவக் கடிகைகள் பயன்படுகின்றன. படத்தில் ஒரு வகைக் கடிகை காட்டப்பட்டுள்ளது.

திருகு புரிக் கடிகை (screw pitch gauge). இக் கடிகை பொருத்துநர் மற்றும் கடைசல் வேலை செய்வோர் நாள்தோறும் பயன்படுத்தும் இன்றி யமையா அளவியாகும். பேனாக் கத்தி போன்ற கூட்டமைப்பில் இதழ் இதழ்களாக வெவ்வேறான புரி யிடைத் தொலைவைக் கொண்ட மெல்லிய தகடுகள் அடுக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு தகட்டிலும் அதன் புரியிடைத் தொலைவு அல்லது ஓர் அங்குலத்திற் குள்ளான மரைகளின் எண்ணிக்கை எழுதப்பட்டிருக் கும். மெட்ரிக் அளவுகளுக்கு 0.4-6 மி.மீ. வரை உள்ள புரியிடைத்தொலைவை அளக்கத்தக்க வகை யில் 20 தகடுகள் இருக்கும். தகடுகளில் உள்ள பற்கள், நெருக்கம் ஆகியவை குறிப்பிட்ட மரை களின் அமைப்பிற்கேற்ப இருக்கும்.

இடைவெளிக் கடிகை. ஒன்றாக இணையும் பரப்பு களின் இடைவெளியைக் கணிப்பதற்கு இக்கடிகைகள் பயன்படுகின்றன. இவை ஒரு பேனாக்கத்திக் கூட்டி னுள், இயக்கமையமிடப்பட்டு (pivot) அமைந்திருக்கும். இதில் 0.03-1.00 மி.மீ. வரையிலான 100மி.மீ. நீளத்துடன் மெல்லிய கத்தி போன்ற தகடுகள் இருக்கும். அவற்றின் எடை பரப்பில் அச்சிடப்பட் டிருக்கும். படத்தில் இதன் அமைப்பு விளக்கப்பட் டுள்ளது. பொருள்களில் உள்ள இடைவெளித் தொலைவை நுட்பமாக அறிய இரண்டு மூன்று தகடுகள் ஒன்றன் மீது ஒன்றாக இடைவெளியில் செருகப்படும். தகடுகளின் கூட்டு அளவு, இடைவெளி யின் அளவைக் குறிக்கும். இக்கடிகைகள், உட்கனற் பொறியில் பயன்படும் மின்பொறிச் செருகில் உள்ள காற்று இடைவெளியையும் அறியப்பயன்படும்.



படம் 7. (அ) முகப்புடைக் கடிகை (ஆ) முகப் புடைக்கடிகை எந்திர அமைப்பு

பலகை மற்றும் கம்பிக் கடிகை. (plate and wire gauge) பெரிய அளவு பலகைகளின் தடிமன் மற்றும் கம்பிகளின் விட்டம் ஆகியவற்றை விரைவாகச் சரி பார்க்க இக்கடிகைகள் பயன்படுகின்றன. படம் 6இல் இதன் விவரம் காட்டப்பட்டுள்ளது. 0.25மி.மீ. இலிருந்து 5 மிமீ. வரை தடிமனை அறியவும், 0.1மி.மீ இலிருந்து 10மி மீ வரை விட்டம் அறியவும் கூடும்.

முகப்புடைக் கடிகை (dial gauge). இது எந்திரங் களில் தளங்களை ஆய்வு செய்யவும், பொருத்து மற்றும் கப்பிகளை நிலைப்படுத்தவும், முடிவுற்ற ஒரு பொருளின் பரப்பை நுட்பமாகச் சரிபார்க்கவும் பயன்படும். இது அளவிகளில் முதன்மையும், தரமு முள்ள கடிகையாகும். இது கடிகார முகப்பைக் கொண்டு முள் குறிப்பீடு பயனைத் தருகிறது. இதன் மூலம் 0.01 மி.மீ. வரை நுட்பத்தைப் பெறலாம். பரப்பு ஒரே தன்மையானதாக உள்ளதா என்று அறிய ஓர் இடத்தில் இதன் தண்டின் கூர் முனையைத் தொடச் செய்து, முகப்பில் உள்ள முள் அமைப்பு பூஜ்ய அளவைச் சுட்டிக்காட்டும் வண்ணம் சரிசெய்துவிட்டு, பிறகு வேறு பரப்பிற்கு நகர்த்தும் போது, முள் வேறுபட்டால், பரப்பு நுட்பமாக இல்லை எனலாம். எவ்வளவு அளவு கூடவோ குறை யவோ செய்கிறது என்பதை மிக நுட்பமாக அறியும் இதன் அமைப்பு படம் 7இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

கடி திருப்பக் கொள்கை

சீரான, தொடர்ச்சியான உள்ளீடுகள், தொடர்ச்சி யற்ற மறுவிளைவுகளை உண்டாக்கும் ஒரு கணிதக் கட்டமைப்பைப் பற்றிய கொள்கை கடி திருப்பக் கொள்கை (catastrophe theory) எனப்படுகிறது. நீரில் மெல்ல மெல்லச் சீராக வெப்பத்தைப் புகுத்திக் கொண்டிருக்கும்போது எதிர்பாராது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் அது கொப்புளித்துக் கொதிக்கத் தொடங்குகிறது. அதேபோல பனிக்கட்டி எதிர்பாரா மல் உருகத் தொடங்குகிறது. காரணிகள் மெல்ல மெல்ல ஒரு கட்டடத்தை வலிவற்றதாக ஆக்கும்போது அது எதிர்பாராது தகர்ந்து நொறுங்குகிறது. எதிர் பாராத வகையில் புவி நெளிந்து நில நடுக்கம் தோன்றுகிறது. இவை கடி திருப்ப நிகழ்வுகளேயாகும்.

பிரெஞ்சு கணிதவியல் வல்லுநரான ரினி தாம் என்பார் பல்வேறு கருத்துகளை உள்ளடக்கிய ஒரு சிறப்புத் தன்மையான தொகுப்பைக் கற்பனை செய்து, விரிவாக்கிக் கடிதிருப்புக் கொள்கையை உருவாக்கி னார். உயிரியல் நிகழ்வுகளைக் கணிதவியல் கண் ணோட்டத்தில் அணுகுவதற்கான ஒரு புதிய அடிப் படையை நிறுவ அவர் விரும்பினார். கடிதிருப்பக் கொள்கை என்னும் சொல்லில் பெருங்கேடுகள் பற்றி விளக்குவது என்னும் பொருள் அடங்கியிருக்க வில்லை. எதிர்பாராமல் ஏற்படும், விரைந்த மாற்றங் களைப் பற்றி விளக்குவதே ரினி தாமின் குறிக்கோள் ஆகும்.

கடி திருப்பக் கொள்கையை உருவாக்குவதில் புதுமைக் கணிதவியலின் முன்னேறிய கூறுகளான இயல்வடிவக் கணிதம் (algebraic geometry), இயக்க அமைப்புக் கொள்கை (dynamic system theory), வகைப்பாட்டு இடத்தியல் (differential topology) போன்றவை பெரும் பங்கேற்றுள்ளன. எளிய அடிப் படைக் கடி திருப்பங்களுக்கு ஒரு முழுமையான கணிதக் கோட்பாடு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. அதை ஓர் ஆற்றல் வகைச் சார்பெண்ணின் மாற்ற வீதமாக (gradient) எழுதிக் காட்ட முடியும். இயற்பியல், வேதியியல், பொறியியல் கணக்குகளையும் சிக்கல் களையும் தீர்க்க இக்கொள்கையைப் பயன்படுத்தும் முறைகள் செம்மையாக்கப்படவில்லை. ஆயினும் ஒளியியலில் கடி திருப்பக் கொள்கைக்குப் பல பயன் பாடுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

லேசர் கொள்கைகள், வெப்ப இயக்கவியல், மீள் திறனியல், வேதி வினைக் கொள்கை ஆகிய வற்றிலும் கடி திருப்பக் கொள்கை பயன்படுகிறது. தாமின் வகைப்பாட்டுத் தேற்றம் ஏழு அடிப்படைக் கடி திருப்பங்களை மட்டுமே தருகிறது. பொது வாக்கப்பட்ட கடிதிருப்பங்களைப் பற்றியும் ஒரு கொள்கை உள்ளது. அது கடிதிருப்பக் கொள்கையை மாற்ற வீத அமைப்புகளுக்கு அப்பாலும் விரிவாக்கு கிறது. ஆனால் அடிப்படைக் கடி திருப்பங்களைப் போல அது கணிதத் தன்மையிலோ இயற்பியல் தன்மையிலோ நன் முறையில் வளர்ச்சி பெற்றிருக்க வில்லை. தாமின் வகைப்பாட்டுத் தேற்றம், நேர் போக்கற்ற தீர்மானிப்பு முறைச் (deterministic) சமன்பாடுகளின் தீர்வுகளில் சில குறிப்பிடத்தக்க குழப்பங்கள் அல்லது படிப்படி மாற்ற நிகழ்வுகள் (stochastic behaviour) ஆகியவற்றைச் சேர்ந்த சில எடுத்துக்காட்டுகளை உள்ளடக்கியுள்ளது. விந்தைக் கவர்ச்சிகள் (strange attraction), ஓமேகா எழுச்சிகள் (omega explosions) போன்ற அடிப்படைத் தன்மை இல்லாத சில கடி திருப்பங்களையும் இந்தத் தீர்வு களில் சேர்க்கலாம்.

கடி திருப்பக் கொள்கையின் இரண்டு சிறப்புக் கூறுகள் பல வேளைகளில் புறக்கணிக்கப்படுகின்றன அல்லது தவறாகப் பொருள் கொள்ளப்படுகின்றன. முனைப்பான ஒரு கணிதக் கொள்கையாகத் தன்னியல் பான கடி திருப்பச் சிறப்புக் கூறுகளை மெய்ப்பிக்க முடியும் என்பது அவற்றில் ஒன்று. இத்தகைய சிறப்புக் கூறுகளில் சில பின் வருமாறு:

மறு விளைவுகளில் திடீர் உயர்வுகள் ஏற்படுவது, மறுவிளைவுகளின் தயக்கம், சில மாற்றப் பாதை

களில் ஆற்றல் தேக்கி வைக்கப்படுவதைக் குறிக்கும் பாதைச் சார்புத் தன்மை, ஓர் ஆற்றல் மூலம் அல்லது ஆற்றல் கழிப்பிடத்தைக் கடந்து செல்வதைப் போன்ற ஒரு சிறிய பாதை மாற்றம் ஏற்பட்டாலும், மறு விளைவில் ஒரு பெரும் மாற்றம் ஏற்படுகிற பாதைத் திருப்பம் (divergence) ஒரு விளைவுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட பாதையில் சீரான மறு விளைவு ஏற்படும்போது, அதே விளைவுக்கு அண்மையில் உள்ள மற்றொரு பாதையில் தொடர்ச்சியற்ற மறு விளைவுகள் ஏற்பட மறு விளைவு வகை மாற்றங்கள் ஆகியவற்றை இந்தச் சிறப்புக் கூறுகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் குறிப்பிடலாம்.

இந்த எல்லாப்பகுதிகளும் இடத்தியலானவை. வாய்ப்புச் சார்பெண்ணை (potential) விவரிக்கப் பயன்படுகின்ற ஆயங்களை அவை சார்ந்திருக்கவில்லை. எனவே அவற்றைத் தீர்வுகளின் பண்பியலான சிறப்புக் கூறுகளாகக் கருதலாம். இந்தக் கூறுகள் பண்பியலானவையாக இருப்பதால் அவை அளவறுதியானவையாக இருக்க முடியா எனச் சில மதிப்பீட்டாளர்கள் கருதுகின்றனர். ஆனால் கடி திருப்பக் கொள்கையில் செய்யப்பட்டிருக்கும் உறுதியான அளவறுதி ஆய்வுகள் இந்தக் கருத்தைப் பொய்ப்பிக்கின்றன. குவாண்ட்டம் ஒளியியல், வெப்ப இயக்கவியல், சிதறல் கொள்கை ஆகியவற்றில் உள்ள கணக்குகளைக் கடி திருப்பக் கொள்கையின் உதவியால் விளக்கமுடிகிறது.

வரையறைகள். V என்னும் ஒரு பொருளின் நிறைவேறு நடத்தையை வகைப்படுத்த வேண்டும் எனக் கொள்ளலாம். அது ஒரு சீரான, மெய்ச்சார்பெண். அதன் பொது வடிவம் பின்வருமாறு இருக்கலாம்.

$$V: R^r \times R^n \rightarrow R \qquad (1)$$

இதில் R என்பது மெய் எண்களின் கணத்தைக் குறிப்பிடுகிறது. அவை பின்வருமாறு:

$$V_{a_1,\, a_2,\, a_3 \dots ar}\,(x_1,\, x_2 \dots x_n) = Va_1, \dots a_r\,(x_1 \dots x_n) \qquad (2)$$

$a_1, a_2 \dots a_r$ ஆகிய மெய்மாறிகள் கட்டுப்பாட்டு அளபுருக்கள் (parameters) எனப்படும். V என்பது மறு விளைவு சார்பெண். எந்திரவியலில் V என்பது ஒரு நிலை ஆற்றல் பரப்பைக் குறிப்பிடும். கட்டுப்பாட்டு அளபுருக்கள் இணைப்பு மாறிலிகள் ஆகும். அவை நிலை ஆற்றலுக்கான கோவையிலுள்ள பல்வேறு பதங்களின் வலுக்கள் ஆகும். $V_{abc}\,(x_1, x_2)$ என்னும் ஓர் இரு பரிமாண நிலை ஆற்றல்சார்பு எண்ணுக்கு, மறு விளைவு என்பது. செங்குத்தான x_3 திசையில் அமைந்த முகடுகள், அகடுகள் ஆகியவற்றின் உயரங்கள். புறக்கணிக்கத்தக்க அளவில் குறைந்த சடத்துவம் உள்ள ஒரு பந்தை இந்தப் பரப்பில் உருட்டி விட்டால், அது மிகத் தாழ்ந்த நிலையில் போய் நிற்கும். இதனால் அதன் நிலை ஆற்றல் ஒரு தல அளவிலான சிறும மதிப்புக்குக் குறைகிறது. மாறுநிலைப் புள்ளிக்கு இது ஓர் எளிய எடுத்துக் காட்டு ஆகும்.

பொதுவாக $V_{a_1 \dots ar}\,(x_1 \dots x_n)$ - இன் மாறு நிலைப் புள்ளிகள், $P_i = (x_i, x_{2i}, \dots x_{ni})$ என்னும் அனைத்துப் புள்ளிகளினுடைய கணம் ஆகும். இந்தப் புள்ளிகள் பின்வரும் சமன்பாட்டை நிறைவு செய்யும்.

$$\left.\frac{\partial V_{a_1 \dots ar}}{\partial x_j}\right|_{P_i} = O \qquad (3)$$

அவை பெருமப் புள்ளிகளாகவோ, சிறுமப் புள்ளிகளாகவோ, திரும்பு புள்ளிகளாகவோ இருக்கலாம். $V_{a_2} \dots {}_{ar}$ என்னும் சார்பெண்ணின் ஹெசியன் அணிக்கோவை (hessian matrix) ஒரு $n \times n$ அணிக்கோவை ஆகும். அதன் ij-ஆம் உறுப்பு பின்வருமாறு:

$$h_{ij} = \frac{\partial^2 V_{a_1 \dots ar}}{\partial x_i \; \partial x_j} \qquad (4)$$

$(H)_{x_0} \neq O$ என்னும் சமனிலியை (inequality) நிறைவு செய்யும் x_0 என்னும் புள்ளி மாறு நிலைப் புள்ளியாக இருக்குமானால் அது நிலையான கட்டுமானம் கொண்டதாகச் சொல்லப்படும்.

S என்பது ∂S என்னும் எல்லையைக் கொண்ட புள்ளி இட வெளி எனில் அதன் சக பரிமாணம், பரிமாணம், (S)— பரிமாணம் (∂S) ஆகும். S-இன் V_1 V_2 என்னும் துணை இட வெளிகளை எடுத்துக் கொண்டால் பரிமாணம் (V_1) + பரிமாணம் (V_2) = பரிமாணம் (S) எனில், அந்தத் துணை இட வெளிகள் குறுக்குத் தன்மையானவை (transverse); மோர்ஸ் கருது கோளும் (morse lemma), பிளவுறுத்தும் கருது கோளும் (splitting lemma), கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டிய மாறிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைக்க ஏற்பளிக்கின்றன. ஆய்வு செய்ய வேண்டிய மாறிகளின் எண்ணிக்கை சக பரிமாணம் (codimension) எனப்படும்.

தாம் வகைப்பாட்டுத் தேற்றம் (Thom classification theorem). r அளபுருக்கள் உள்ள $V: R^r \times R^n \rightarrow R$ என்னும் சீரான மெய். சார்பெண்களின் ஒரு குடும்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளலாம். அதில் n என்பது அனைத்து வகை மதிப்புகளும் கொண்டது. r என்பது 5 அல்லது அதற்குக் குறைவான மதிப்புகள் கொண்டது. இந்தக் குடும்பம் நிலையான கட்டுமானம் கொண்டதாகவும் எந்த ஒரு புள்ளியைச் சுற்றியும் மாறு நிலை அற்ற அல்லது சிதைவுத் தன்மையில்லாத மாறுநிலைப் புள்ளிக்குச் சமானமானதாகவும் இருக்கும் அல்லது நிலையற்ற கட்டுமானம் கொண்டதாகவும் ஏழு ஆதாரக் கடி திருப்பங்களுக்குச் சமானமானதாகவும்

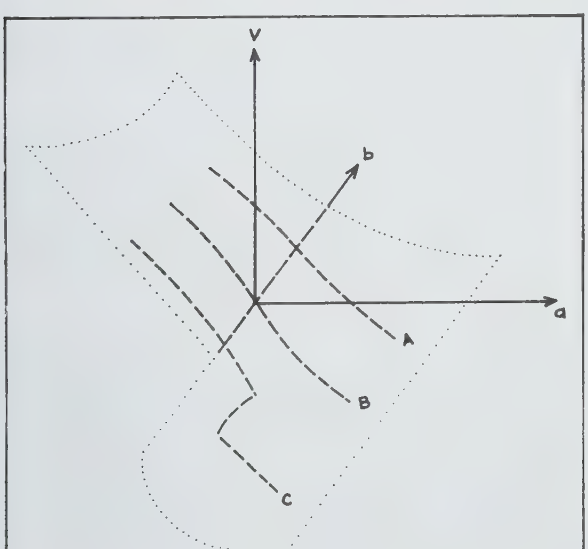
இருக்கும் எனத் தாமின் வகைப்பாட்டுத் தேற்றம் கூறுகின்றது. மடிப்பு (fold), முகடு (cusp), குருவி வால் (swallow tail), வண்ணத்துப் பூச்சி, நீள்வட்ட அம்பிசைல் (elliptic umbecile), அதி வளைய அம்பி சைல் (hyperbolic umbecile), பரவளைய அம்பிசைல் (parabolic umbecile) என்பன அந்த ஏழு ஆதாரக்கடி திருப்பங்களாகும்.

அளபுருக்களின் எண்ணிக்கை வரையறுக்கப் பட்டதாகவும் ஐந்தைவிடப் பெரியதாகவும் இருந் தால் இந்த ஏழு கடி திருப்பங்கள் பல வகையான, சிக்கல் நிறைந்த கூட்டமைப்புகளாக அமையும். r-இன் மதிப்பு பெருமமாக இருந்து விட்டால் கடி திருப்பங் களின் ஆதார வகை முற்றுப் பெறாது. n-இன் மதிப் பும், நிறைவேறு கடி திருப்பங்களின் எண்ணிக்கையும் மேலும் மேலும் மிகும்போது, கடி திருப்ப வடிவிய லின் சிக்கல் தன்மையும் கூடிக் கொண்டே போகும்.

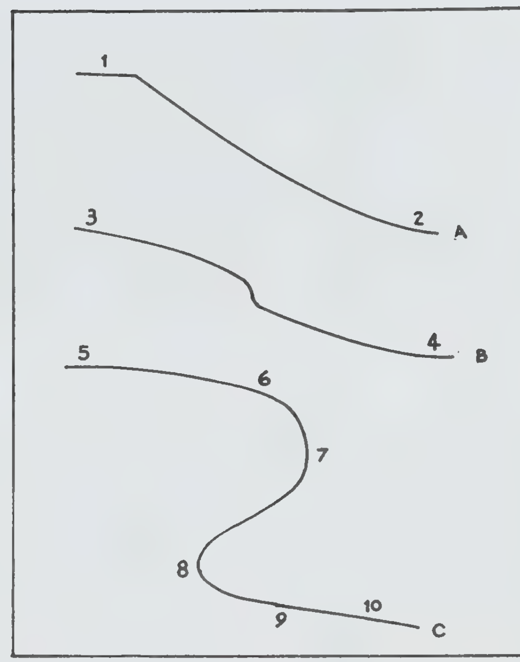
ஒற்றை மாறி முகடு கடி திருப்பம். இது கடி திருப் பத்திற்கான ஓர் எளிய எடுத்துக்காட்டு. இதன் மறு விளைவுச் சார்பெண்,

$$V_{ab}(x) = \frac{1}{4} x^4 + \frac{1}{2} ax^2 + bx \qquad (5)$$

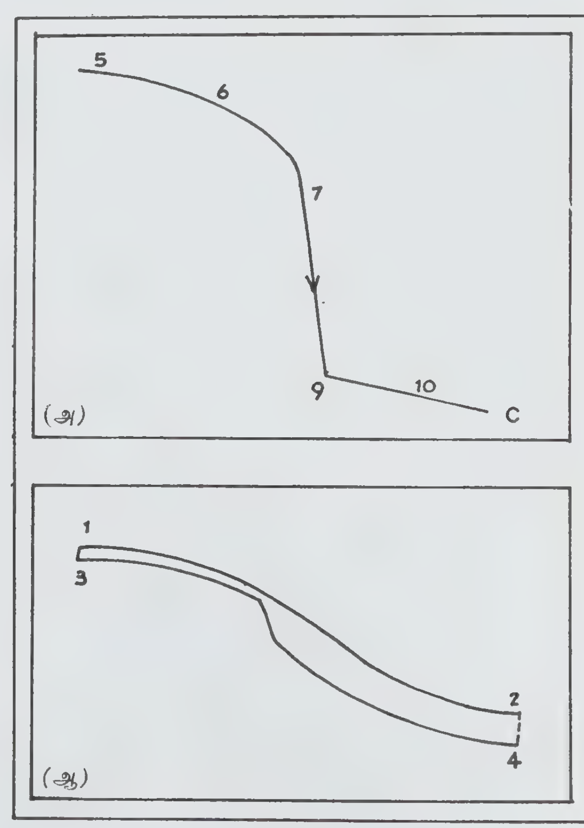
என அமையும். முதல் படத்தில் $x = x_0$ என்னும் மாறுநிலைப் புள்ளிக்கான வரை கோடு காட்டப் பட்டுள்ளது. x_0 என்னும் மாறுநிலைப்புள்ளியின் மதிப்பு a, b ஆகிய கட்டுப்பாட்டு அளபுருக்களை ஒரு சிக்கலான தன்மையில் சார்ந்துள்ளதால் $x = x_0$ என்னும்புள்ளியில் V_{ab}-இன்மதிப்பு a,b ஆகிய வற்றின் ஒருசிக்கலான, நேர்போக்கற்ற சார்பெண் ணாக இருக்கும். இது படம் 1இல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.



படம் 2.



படம் 3.

V_{ab}-யை ஒரு நிலை ஆற்றல் பரப்பாகக் கற்பனை செய்து கொண்டு, அதில் ஒரு பந்தை வைத்தால் அது வலப்புறமாக உருண்டு கீழே இறங்கும். A,B,C ஆகிய கோடுகள் நிறைவேறும் மூன்று பாதைகளைக் குறிப்பிடுகின்றன. படம் 2இல் இந்தக் கோடுகளின் மேல் 1-10 வரை புள்ளிகள் இடப்பட்டுள்ளன. (1,3,5) ஆகிய புள்ளிகளும், (2,4,10) ஆகிய புள்ளிகளும் ஒரே நிலை ஆற்றல் உள்ளவை என வைத்துக் கொள்ளலாம். இந்த எடுத்துக்காட்டின் உதவியால் ஆதாரமான கடி திருப்பத்தின் ஒவ்வொரு தன்னியல்புக் கூறையும் விளக்கலாம். இங்கு மறு விளைவு, கட்டுப்பாட்டு அளபுருக்களைச் சார்ந்திருப்பது ஆராயப்படுகிறது.

படம் 1இல் A, B, C ஆகிய கோடுகள் இரண்டாம் படத்தில் மிகைப்படுத்திக் காட்டப்பட்டுள்ளன. மறு விளைவில் எதிர்பாரா உயர்வுகள் ஏற்படுவதைக் காண, ஒரு பந்து C வரைகோட்டிலுள்ள 5 என்னும் புள்ளியிலிருந்து உருட்டி விடப்படுவதாக வைத்துக் கொண்டால், அது 6 என்னும் புள்ளியைக் கடந்து ஓடி 7 என்னும் புள்ளியிலிருந்து 9 என்னும் புள்ளியில் விழும். இதைப் படம் 3(அ) காட்டுகிறது. அத்துடன் C என்னும் பாதையில் 10 என்னும் புள்ளியிலிருந்து 5 என்னும் புள்ளிக்குப் பந்து உருண்டு செல்ல முடியாது.

தயக்க விளைவைக் காண ஒரு பந்தை A என்னும் கோட்டில் 2 என்னும் புள்ளியிலிருந்து 1 என்னும் புள்ளிக்கு முதலில் உருட்டிச் செலுத்தவேண்டும். அங்கிருந்து கோட்டிலுள்ள 3 என்னும் புள்ளிக்கு உருட்டவேண்டும். பின்னர் அது அங்கிருந்து 4 என்னும் புள்ளிக்கு வந்து அங்கிருந்து 2 என்னும் தொடக்கப் புள்ளிக்குத் திரும்பிச் செல்லலாம். இவ்விரு பாதைகளுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பு தயக்க விளைவு ஆகும். காந்தவியலிலுள்ள தயக் விளைவை இது பெரிதும் ஒத்துள்ளது.

பாதைத் திருப்பலைப் (divergence), புரிந்து கொள்ள (a, b) என்னும் முதற் புள்ளியைச் சுற்றி இடவலமான ஒரு சிறிய வட்டப் பாதையை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இந்தப் பாதையில் உருளும் ஒரு பந்துக்கு எதிரின b புள்ளியிலுள்ள முகடு ஓர் ஆற்றல் மூலமாகத் தோன்றும். பந்து ஒவ்வொரு பயணத்தின் போதும் தனக்கு நிலை ஆற்றல் திருப்பி விடப்பட்டதைப் போல நடந்து கொள்ளும். அவ்வாறு திருப்பி விடப்பட்ட நிலை ஆற்றல் என்பது ஒரு மாறாத் தன்மை இல்லாத விசை ஆகும்.

பாதை வகைகளில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் காண A, C ஆகிய பாதைகளுக்கு இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளைக் காணலாம். b என்னும் கட்டுப்பாட்டு அளபுருவின் பரிமாணம், இந்த இரு பாதைகளும் ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருக்கமாக இருக்குமாறு அமைந்தால், bx என்னும் பதத்தில் ஏற்படுகிற ஒரு சிறிய மாற்றம்கூடப் பந்தின் பாதையைச் சீரான, தொடர்ச்சியான A இலிருந்து தொடர்ச்சியற்ற C க்கு மாற்றி விட முடியும்.

பயன். பல இயற்பியல் கணக்குகளில் மேற்கூறிய நான்கு நேர்போக்கற்ற விளைவுகளில் சிலவோ, அனைத்துமோ பங்கு கொள்கின்றன. கட்ட மாற்றங்களில் (phase transitions) பல கூறுகள் இந்த நான்கு விளைவுகளை வியப்பூட்டும் வகையில் ஒத்துள்ளன. நீர்மக் கட்டத்திலிருந்து பொருள் வளிமக் கட்டத்திற்கு மாறும்போது உள்ளுறை வெப்பத்தில் ஏற்படும் எதிர்பாரா உயர்வு 3-(அ) படத்தில்காட்டியுள்ள எதிர்பாரா உயர்வைப் பெரிதும் ஒத்துள்ளது. இருப்பினும் ஐந்தாம் சமன்பாட்டில் உள்ள முகடு கடி திருப்பம் உறுதிப்பட்டது. பொது வடிவத்தை உண்டாக்கும் போது ஆய மாற்றங்களால் இத்தகைய விளைவுகள் மாற்றப்பட்டு விடுவதால் அந்தச் சமன்பாட்டில் Cx^3 என்ற பதம் இராது. போகூழ் விளைவாகக் கவனமாகச் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து, நீர்ம - ஆவிக் கட்ட மாற்றம் அடிப்படைக் கடி திருப்ப நிகழ்வு அன்று என்பது தெரிய வருகிறது. ஆனால் அயக் காந்தப் பொருள்களின் (ferroelectrics) காந்தத் தயக்கத்தை வண்ணத்துப் பூச்சி வகைக் கடி திருப்ப விளைவின் மூலம் நுட்பமாக விளக்க முடிகிறது. எனவே அனைத்து இயற்பியல் நிகழ்வுகளையும் கடி திருப்பக் கொள்கையால் விளக்க முடியாவிட்டாலும், அது கட்ட மாற்ற இயற்பியல் விளைவுகளில் பெரும் பங்கு பெறுகிறது என்றே முடிவு செய்யலாம்.

சுற்றுச் சூழல் இயலில் (ecology), தெளிவான எல்லைகள் பெரும்பாலும் இன்றியமையாதவையாக விளங்குகின்றன. ஒரு விலங்கு இனம் குறிப்பிட்ட பகுதியிலிருந்து தனக்குப் போட்டியாக வரும் ஏதாவது வேறு ஒரு விலங்கு இனத்தைக் கொன்று விடலாம். ஓர் ஒட்டுண்ணி, வேறு ஒட்டுண்ணியின் உணவுத் தேவைகளை அழித்து விடலாம். இத்தகைய நிகழ்வுகளுக்கு 2 ஆம் படத்திலுள்ள C என்னும் கோட்டின் மூலம் விளக்கத்தை அளிக்க முடியும். 5-6 என்னும் பகுதியில் காணப்படும் சூழ்நிலைகள் ஓர் உயிரினத்தின் மேலாதிக்கத்தை உறுதி செய்கின்றன. 7 என்பது ஒரு கடி திருப்ப நிலைப் புள்ளி. 8-9-10 என்னும் பகுதி பிற உயிரினம் மேலாதிக்கம் செலுத்தும் பகுதி. இந்த எளிய சான்று தனிப்பட்டது அன்று. இதே போன்ற பல்லுறுப்புக் கோவையாக (polynomial) உள்ள தீர்வை அளிக்கக்கூடிய வேறு ஒரு மாதிரி (model) இத்தகைய நிகழ்வுகளை நன்முறையில் விளக்கும். இவ்வாறு ஒரு சரியான மறு விளைவுச் சார்பெண்ணைக் கண்டுபிடிக்கச் சுற்றுச் சூழலிலிருந்து ஓரளவு ஒத்துழைப்புத் தேவைப்படுமெனினும் மாதிரிச்சித்திரங்களும் அதைக் கண்டுபிடிப்பதில் உதவக் கூடும். பல முறை வெற்றிகரமாக மீண்டும் மீண்டும் கணக்கிடு முறையின் இறுதியில் எஞ்சியிருக்கும் உறுதியான சான்றுடன் இருக்கும்.

சில அறிவியலார் கடி திருப்பக் கொள்கை கணிதவியல் தன்மை உள்ளது அன்று என்று குறை கூறுகின்றனர்; அது அறிவியல் பொருள் படைத்தது அன்று எனவும் கூறப்படுகிறது. அதன் சில பயன் பாடுகள் பொருந்தாதவை எனக் கூறுவோரும் உண்டு. முதல் இரண்டு குற்றச்சாட்டுகளும் சான்று களற்றவை. ஆயினும் கடி திருப்பக் கொள்கையைக் குடிப்பழக்கம், சிறைகளிலுள்ள கைதிகளின் நடத்தை, சமுதாயச் சிக்கல் போன்றவற்றை விளக்கப் பயன் படுத்திய முறைகள் ஐயத்திற்கு இடமானவை என்பதால் மூன்றாம் குற்றச் சாட்டிற்கு ஓரளவு சான்று உள்ளது. ஆனால் அம்முறையில் பயன் படுத்தப்பட்ட கணிதத் தத்துவங்களை குறை கூற வியலாது. கடி திருப்பக் கொள்கை இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் ஆய்வுகளில் மிகு பயன் தரக் கூடிய ஒரு கருவி. உயிரியலையும் சமூகவியலையும் ஆராய்வதில் கூட அதன் பங்கு மிக விரைவிலேயே முக்கியமானதாக ஆகும் எனலாம்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

கடிப்படை

இது உடலில் ஏற்படும் ஒரு வகைத்தோல் நோயாகும். கடிப்படையை (lichen simplex chronicus) நரம்புத்தோல் அழற்சி (neuro dermatitis circums scripta) என்றும் கூறலாம். இது உடலின் எந்தப் பகுதியிலும் வரக்கூடும். இந்நோய் ஆண்களைவிடப் பெண்களுக்கே பெரும்பாலும் ஏற்படுகிறது. இந்நோய் கழுத்தின் பின்புறமும், கை, கால், மணிக்கட்டு, கணுக்கால் ஆகிய பகுதிகளில் பெரும்பாலும் காணப் படுகிறது.

நோய்க்குறிகள். நோய்வாய்ப்பட்ட தோல் பகுதி, நிறம் மாறி அரிக்கும். 'சிலருக்குக் கொப்புளங்கள் தோன்றலாம். தோல் உரியும். தாக்கமுற்ற இடத்தி லிருந்து நீர் கசியும். சில வேளைகளில் முடிச்சுகள் (nodules) உண்டாகும். சில நாள் முதல் பல ஆண்டு கள் வரைகூட இது உடலில் தொற்றி இருக்கும்.

வகை

அரிக்கும் பிடரிப்படை. நடுத்தர வயதுடைய பெண்களின் கழுத்துப் பின்புற மையப்பகுதியில் ஏற் படுவது அரிக்கும்படையாகும். அரிப்புக்காரணமாக மிகுதியாகச் சொறிவதால் தோல் உரிந்து சில வேளைகளில் இரத்தமும் கசியலாம். கவலைகள் மிகும்போது இப்பகுதிகளில் அரிப்பும் மிகும்.

தலைப் பகுதியில் ஏற்படும் அரிக்கும் முடிச்சுப்படை. தலைப் பகுதியில் பல முடிச்சுகளுடன் அரிப்பும் ஏற் பட்டுச் சில வேளைகளில் கொப்புளமாக மாறித் தோல் உரிவதால் இதைக் கடிக் கொப்புளம் என்று கூறுவர். இந்த முடிச்சுகள் அல்லது கொப்புளங்களிலிருந்து நீர் வடியலாம். பக்குகள் (crusts) ஏற்படலாம்; செதில்கள் (scales) தோன்றலாம்.

இந்நோயால் குதப்பகுதி, விந்துப்பை, அல்குல் (vulva) ஆகிய பகுதிகள் பெரும்பாலும் பெரும் அரிப் போடு பாதிக்கப்படலாம். கண்ணில் மேல் இமை, காதுகளின் துளைகள், உள்ளங்கை, உள்ளங்கால், கணுக்கால் மடிப்பு ஆகிய பகுதிகளும் இந்நோயால் தாக்கமடையலாம்.

அரிக்கும் பெரும்படை. அரிக்கும் பெரும்படை (giant lichenification), வயது முதிர்ந்தோரின் தோல் களில் ஏற்படும் நோயாகும். வழக்கமாக இது அடிக் கடிச்சொறிந்து கொண்டிருக்கும் பகுதியான புட்டம், அக்குள், தொடையிடுக்குகள் ஆகிய பகுதிகளில் முடிச்சுகள் போல் தோன்றும்.

நோய்க்காரணம். காயங்களால் நரம்பு முனைகள் நறுக்கப்பட்டு ஆறாமல் இருப்பதால் நோய் ஏற்படு கிறது என்று கருதப்படுகிறது. சிறு அரிப்பு ஏற்பட்டுப் பரவிக் கொண்டே வந்து ஒரு நிலை அடையும்போது மருத்துவம் அளிக்காவிட்டால் இது தொடர்ந்து உடலில் இருந்து கொண்டே இருக்கும். உணர்ச்சிக்கு அடிமையாதல், உளப் போராட்டம் ஆகியவை இந் நோயைத் தூண்டுகின்றன என்றும் கருதப்படுகிறது. இது அமெரிக்கா, சீனா ஆகிய நாடுகளில் பரவலாகக் காணப்படுகிறது.

தடுப்பு மருத்துவம். தொடக்கத்தில் இந்நோயால் தாக்கமுற்றோரின் பாதிக்கப்பட்ட பகுதி அரித்தா லும் சொறியாமல் இருப்பதும், காயங்கள் ஏற்பட் டால் உடன் காயத்தை ஆற்றுவதும் இந்நோயைக் கட்டுப்படுத்த உதவும். மேலும் தாக்கமுற்ற பகுதி யில் ஒரு மில்லி மீட்டருக்கு 5 அல்லது 6 மில்லி கிராம் மருந்தும் ஏற்றலாம். இவ்வாறு ஏற்றப்பட்ட மருந்து ஒரு மாதத்திற்கு மேல் அப்பகுதியில் இருக்கும். நோயுள்ள பகுதியின் மேல் கார்ட்டிக்கோஸ்டிராய்டு களிம்பு தடவலாம்.

-ஆ. எழில்விழி

கடியும் கொட்டும்

உலகிலுள்ள ஆயிரக்கணக்கான விலங்கினங்களில் பல கடிக்கும், கொட்டும் தன்மையுடையவை. இவற் றில் பல மனிதனுக்கு நச்சு நிலையை ஏற்படுத்தி மரணத்தை உண்டாக்கலாம். இந்தியாவில் நாய்க் கடி, பாம்புக்கடி, தேள் கொட்டுதல், வண்டு கொட்டுதல், சிலந்திப்பூச்சிக்கடி, பல்லிக்கடி ஆகியவை பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் மட்

டும், பாம்புக்கடியால் 40,000 மக்கள் ஆண்டு தோறும் மரணமடைகின்றனர். மெக்சிகோ நாட்டில் 20,000 க்கும் மேற்பட்ட குழந்தைகள் தேள் கடியால் 12 ஆண்டுகளில் இறந்துள்ளனர்.

பாம்புக்கடி. நச்சுப் பாம்புகள் ஐந்து வகைப் படும். அவை வைப்பரிடே (விரியன் பாம்பு வகை, ரஸ்ஸல் விரியன் பாம்பு), ஈலாப்பிடே (நல்ல பாம்பு வகை, கட்டுவிரியன்கள்), குரோடாலிடே, (ரேட்டில் பாம்பு வகை), ஹைட்ரோபைடே (கடல் பாம்புகள்), கொலுபிரிடே (பூம்சிலாங் வகை) எனப்படும்.

பாம்பு நச்சில் நொதிகள், புரதங்கள், பாலிபெப்டைடுகள் காணப்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 26 நொதிகள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் பாஸ்ஃபோலைப்பேஸ், ஹைலுரோனிடேஸ், எக்சோநுக்ளியேஸ், எல். அமைனோ ஆக்சிடேஸ் ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவையாகும்.

பாஸ்ஃபோலைஃபேஸ். நரம்புத் திசுவிலுள்ள பாஸ்ஃபோலிப்பிடுகளைச் சிதைப்பதால், தசைச் சிதைவும், குருதி அழிவும், இதயப் பாதிப்பும், இரத்தப் பெருக்கும் உண்டாகின்றன.

ஹைலுரோனிடேஸ். இந்நொதி பாம்பு கடித்த இடத்தில் வீக்கத்தை உண்டாக்குகிறது.

புரோடியேஸ். இது இரத்த உறைவைத் தடுக்கிறது. விரியன் பாம்புகளில் காணப்படும் இரத்தப் பெருக்கி, நொதி இரத்த நாளங்களைப் பாதித்துக் இரத்தப் பெருக்கை உண்டாக்குகின்றது. நல்ல பாம்பில் காணப்படும் பாலிபெப்டைடு இதயத் தசையைப் பாதிப்பதுடன், தசைச் செயலிழப்பு, மூச்சுத் தளர்ச்சி, இதயத் தளர்வு ஆகியவற்றையும் உண்டாக்கும்.

நோய் அறிகுறிகள். பாம்புகளின் வகையைப் பொறுத்து அறிகுறிகள் உண்டாகின்றன. கடிபட்ட இடத்தில் வீக்கமும், வலியும் முதலில் உண்டாகின்றன. இரத்தப் பெருக்கமும், நிணக்கணு வீக்கமும், தசைச் சிதைவும் உண்டாகின்றன. சிறுநீரில் இரத்தமும், இரைப்பை, குடல் இரத்தப் பெருக்கும் உயிருக்கு ஊறு விளைவிக்கும். சிறுநீரகத் தளர்வும் ஏற்படலாம். சில பாம்புக்கடிகளில், நரம்புப் பாதிப்பு அறிகுறிகள் தோன்றுகின்றன. வாந்தி, குமட்டல், தசைச் செயலிழப்பு, கண்ணிமை தொங்கல், கண் பாவைச் சுருக்கம், மங்கலான பார்வை, மிகை உமிழ் நீர்ச் சுரப்பு, கம்மிய குரல், விழுங்க இயலாமை போன்றவற்றுடன் இறுதியில் மூச்சுவிடலில்தளர்வு ஏற்பட்டு மரணம் உண்டாகிறது.

மருத்துவம். கடிபட்ட இடத்திற்கு மேலே இறுகக் கட்டுப் போடல், கீறி விடல், உறிஞ்சுதல் போன்ற முதலுதவிகளைத் தவிர உடனடியாக அருகேயுள்ள மருத்துவமனைக்குச் செல்ல வேண்டும். பாம்புக்கடி எதிர் மருந்தை, சிரை மூலம் செலுத்த வேண்டும். பாம்பு நச்சில் பல வளிவிரும்பி, விரும்பா நுண்ணுயிர்கள் உள்ளமையால் விரிதிறன் எதிர் உயிர் மருந்துகள் அளிக்கப்பட வேண்டும். டெட்டனஸ் டாக்சாய்டும் அளிக்கப்பட வேண்டும். ஆக்சிஜன் உட் செலுத்துதல் மிகவும் நன்மை தரும்.

தேள் நச்சு. இது நரம்பைப் பாதிக்கும் தன்மை கொண்டது. இதயத்தையும் பாதித்து மிகையான நாடித்துடிப்பு, இரத்தமிகை அழுத்தம், இதயத் தசைப் பாதிப்பு போன்றவற்றையும் தோற்றுவிக்கலாம். தேள் கடித்தவுடன் எரிச்சலுடன் கூடிய வலி, வீக்கம், அழற்சி ஆகியவை தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலான அறிகுறிகள் தாமாகவே சீரடைந்தாலும் 8-12 மணி நேரம் நீடிக்கிறது. மருத்துவமுறையாகக் கடிபட்ட இடத்தில் சைலோகைன் அல்லது எமெட்டின், ஊசி மூலம் செலுத்தப்படுகிறது. ஸ்டீராய்டுகள், பார்பிச்சுரேட்டுகள், வலிப்பு எதிர் மருந்துகள், ஹிஸ்ட்டமின் எதிர் மருந்துகள் பயனளிக்கின்றன.

சிலந்திப் பூச்சியில் பல வகைகள் உள்ளன. இக் கடியின்போது, அசதி, குமட்டல், வாந்தி, தோல் பொரிவு, குருதிச் சிதைவு இவை உண்டாகின்றன. சிலந்திக்கடிக்கு எதிர் மருந்து இந்தியாவில் இல்லை. அதனால் நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள் கொடுக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நிலைகளில் கடித்தது அல்லது கொட்டியது எது என்று தெரிவதில்லை. அப்போது ஸ்டீராய்டுகள், ஹிஸ்ட்டமின் எதிர் மருந்துகள், அட்ரினலின் போன்றவை பயனளிக்கும்,

- மு.கி. பழனியப்பன்

நூலோதி. Jay H. Stein, *Internal Medicine*, First Edition, Little Brown & Co., Boston 1983.

கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகள்

கணுக்காலிகள் பல இணைப்புக் கணுக்களை அல்லது இணைப்புறுப்புகளை உடையவையாகும். உலகில் உள்ள உயிரினங்களில் 80% இணைக்காலிகளே யாகும். இத்தொகுதியில் பலவகைச் சூழ்நிலைகளிலும் வாழும் உயிரிகள் உண்டு. இவற்றின் உடலில் கண்டப் பகுப்புள்ளது. பெரும்பாலான உடற்கண்டங்கள் (body segments) பக்க இணையுறுப்புகளைக் கொண்டவை (paired appendages). உடல் பெருங் கண்டங்கள், இணையுறுப்புகள் ஆகியவற்றின் அமைப்பு, வேறுபாடு முதலிய பண்புகளை வைத்துக் கணுக்காலிகள் தொகுதி ஆறு வகுப்புகளாகப்பிரிக்கப் பட்டுள்ளது. இவற்றில் கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகள் (crustacea) வகுப்பு முதலிடத்தைப் பெறுகிறது.

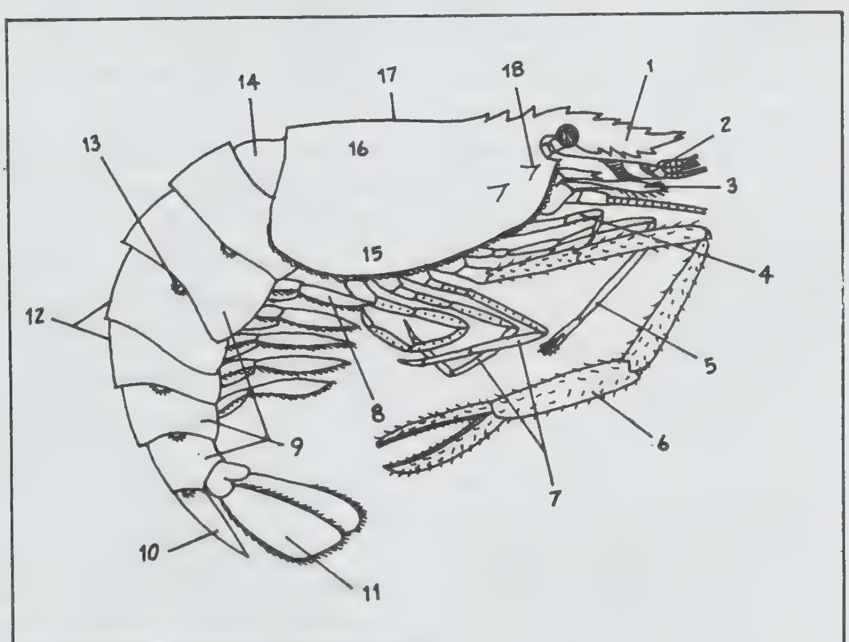
கடின ஓட்டுக்கணுக்காலிகள் ஓட்டினால் ஆன புறச்சட்டகம் உடையவை. கிரஸ்ட்டா என்னும்

சொல் கடின ஓடு எனப் பொருள்படும். இவை எண்ணிறந்த இனங்களைக் கொண்ட பெரிய வகுப்பாகும். இவற்றின் மேலுறை அல்லது ஓடு கைட்டின் (chitin), சுண்ணாம்பும் கைட்டினும் சேர்ந்த பொருள் (calcareo chitin), முற்றிலும் சுண்ணாம்புப் பொருள் முதலியவற்றில் ஏதேனும் ஒருவகைப் பொருளால் ஆனதாகும். இவை மிகவும் உறுதியான புறச்சட்டகமாக அமைகின்றன.

பெரும்பாலும் இவை நீர் வாழ், செவுள்களால் (gills) சுவாசிக்கும் தாவர உண்ணிகளாகும். இவற்றின் உடல் தலையும் மார்புப் பகுதியும் இணைந்த தலை மார்புப்பகுதி (cephalothorax) என்றும், அடுத்துள்ளது வயிற்றுப்பகுதி (abdomen) என்றும் குறிப்பிடப்படும். உடற் கண்டங்களின் இணை உறுப்புகள், உணவு உட்கொள்ளுதல், சுவாசித்தல், இடப்பெயர்ச்சி, இனப்பெருக்கம் முதலிய பல செயல்களுக்கு ஏற்றவாறு அமைந்துள்ளன. இந்த இணை உறுப்புகள் எண்ணிக்கையிலும், அமைப்பிலும் கணுக்காலிகளின் பல இனங்களில் அவற்றின் வாழ்க்கை முறைக்கும், தேவைக்கும் ஏற்ப மாறியுள்ளன.

பொதுவாக ஓவ்வோர் இணை உறுப்பும் இரண்டு கால் கண்டங்களால் ஆன கால் அடிக்கணு (protopodite), அதன்மீது இணைந்த கால்வெளிக்கணு (exopodite), கால் உட்கணு (endopodite) ஆகியவற்றால் ஆனது. அடிப்பகுதியின் மீது இரு கிளைகள் போன்ற வெளிப்பகுதியும் உட்பகுதியும் அமைந்திருப்பதால் இவ்வகை இரு கிளை உறுப்பு (biramous appendage) என்று பெயர் பெறும், இணைப்புறுப்புகள், உணர்கொம்புகள் (antennae), அரைவைத் தாடைகள் (mandibles), துருவுதாடைகள் (maxillae), தாடைக்கால்கள் (max:lli pedes), நடக்கும் கால்கள் (walking legs or pereopods), நீந்தும் கால்கள் (pleopodsor swimmerets) எனப் பலவகைகளாக உள்ளன.

இவற்றின் தலைமார்புப் பகுதியின் மேற்புறத்தில் ஒரு மூடி (dorsal shield)' உள்ளது. சிலவற்றில் இந்த மேல் மூடி மார்புக் கண்டங்களின் மேல் தகடுகளுடன் நன்றாக இணைந்து ஒரே மூடியாக இருக்கும். இதற்குத் தலைமூடி (carapace) என்று பெயர். தலையின் முன்புறம் வரை இது நீண்டிருக்கும். இதற்குத் தலைமுன் நீட்சி (rostrum) என்று பெயர். இவற்றில் உண்மை உடற்குழி (true coelous) வளர்வதில்லை. உடற்குழி இரத்தப் பெருவெளிகளின் விரிவால் தோன்றி இரத்தத்தைப் பெற்று இரத்த உடற்குழி (haemocoel) எனப்படுகிறது.



1. தலைமுன் கூர் நீட்சி 2. நுண்ணுணர் கொம்பு 3. உணர்கொம்பு 4. துருவுதாடைக்கால் 5. இடுக்கியுடையகால் 6. இடுக்கியுடையகால் 7. இடுக்கியிலாக்கால்கள் 8. நீந்து கால்கள் 9. வயிற்றுப் பக்கத்தகடு 10. வால்கொண்டி 11. வால்கால் 12. வயிற்றுக்கண்டங்கள் 13. கீல் இணைப்புகள் 14. இணைப்பு மென்தகடு 15. செவுள்மூடி 16. தலைமுடி 17. தலை மார்பு 18. உணர்கொம்பு நுண்முள்

நரம்பு மண்டலம் நன்கு வளர்ச்சி அடைந்துள்ளது. இவற்றில் மறைமுக வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. ஒன்று அல்லது பல இளவுயிரிகள் வளர்ச்சியின்போது தோன்றுகின்றன. வளர்ச்சியின் போது இவை தம் மேல்தோலைக் கழற்றி விடுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சிக்குத் தோலுரித்தல் (moulting) என்று பெயர். நாப்ளியஸ் சோயியா (zoea), மைசிஸ் மெகலோப்பா போன்ற இளவுயிரிகள் வளர்ச்சியின்போது காணப்படுகின்றன.

வகைப்பாடு. இணை உறுப்புகள், பெருங்கண்ட அமைப்பு, இளவுயிரியின் அமைப்பு முதலியவற்றை வைத்துக் கடின ஓட்டுக்கணுக்காலிகள் என்டமாஸ்ட்ரேகா, மாலகாஸ்ட்ரேகா, ஹோமோபோடா, செனோ போடா, ஆர்க்கி ஆஸ்ட்ரக்கா என ஐந்து மேல் வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஹோமோபோடா, செனோபோடா, ஆர்க்கிஆஸ்ட்ரகா ஆகிய மூன்று மேல் வகுப்புகளும் முற்றிலும் அழிவுற்றன.

மேல்வகுப்பு என்டமாஸ்ட்ரேகா. இதில் அடங்கும் உயிரிகள் அளவில் மிகச்சிறியவை. இவற்றுள் பல மிதவை உயிரிகளாக உள்ளன. இவை ஒளி ஊடுருவத்தக்க உடலை உடையவை. உடலில் 60-70 வரை கண்டங்கள் கொண்டவை. மார்பு, வயிற்றுப்பகுதிகளின் இணையுறுப்புகள் ஒரே வகையானவை. இவற்றில் உள்ள கழிவு நீக்க உறுப்புகள் துருவுதாடையின் அடியில் திறப்பதால் அவற்றைத் துருவுதாடைக்கீழ்ச் சுரப்பிகள் (maxillary glands) எனலாம். இவற்றில் வால்கூர் நீட்சி (caudal style) உண்டு. என்டமாஸ்ட்ரேகாவில் ஐந்து துணை உள் வகுப்புகள் உள்ளன.

பிராங்கியோபோடா. இவ்வுயிரிகளின் கால்களே சுவாசச் செவுள்களாகப் பயன்படுவதால் இவற்றுக்குச் செவுள்காலிகள் என்று பெயர். (எ.கா.) பிராங்கிபஸ், ஏப்பஸ், டாஃப்னியா.

ஆஸ்ட்ரகோடா. இவ்வுயிரிகள், சிறு உயிரினங்களை உண்டு நீரின் அடிப்பகுதியைத் தூய்மைப்படுத்துவதால் தோட்டிகள் எனப்படுகின்றன. (எ.கா) ஸைப்ரிஸ் சைத்ரிஸ்.

கோப்பிபோடா. இவை பொதுவாக மீன்கொல்லிகள் (fish killers) எனப்படும். மீன்களில் புற ஒட்டுண்ணிகளாக இருந்து கொண்டு அவற்றின் இரத்தம், உடற்சாறு முதலியவற்றை உறிஞ்சுகின்றன, (எ,கா) சைக்ளாப்ஸ், எர்காசிலஸ் லெர்னியா.

பிராங்கியூரா. இவை மீன்-பேன்கள் (fish lice) எனப்படுகின்றன, இவையும் மீன்களில் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. (எ.கா.) ஆர்குலஸ் (argulus)

சிர்ரிப்பீடியா. இவ்வுயிரிகள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு நகர இயலாதவையாகும். சில ஒட்டுண்ணிகளாகவும், சில தனித்தும் வாழ்கின்றன. (எ.கா.) பலானஸ், ஆல்சிப்பி, டென்டிரோகேஸ்டர், சாக்குலைனா.

மேல்வகுப்பு மாலகாஸ்ட்ரேகா. இவ்வகுப்பில் உள்ள உயிரிகள் உயர்ந்த அமைப்புடைய கடல்வாழ் கடின ஒட்டுக்கணுக்காலிகளைக் கொண்டவை. தலைமேல் மூடி இரு தகட்டு அமைப்புடன் மார்பையும் மூடியுள்ளது. இவ்வகை உயிரிகளில் தலையில் ஐந்தும், மார்பில் எட்டும், வயிற்றில் ஆறுமாகக் கண்டங்கள் உள்ளன. மார்பு இணை உறுப்புகள் ஒரே வகையாகக் கால்போன்று மெலிந்து உள்ளன. போலி வயிற்றுக் கண்டமான வால்கொண்டி (telson) இரண்டு வால் கூர்நீட்சிகளைப் பெற்றுள்ளது. இதில் கூட்டுக்கண்கள் (compound eyes) அமைந்துள்ளன. கண்கள் காம்புகளைப் (eye stalks) பெற்றுள்ளன. கழிவு நீக்க உறுப்பு, தலை இணைப்படை நீட்சிச் சுரப்பிகள், துருவுதாடைச் சுரப்பிகள் இரண்டையும் பெற்றுள்ளது. இவற்றில் இரண்டு வரிசைகள் உள்ளன.

வரிசை 1. லெப்டோஸ்ட்ரேகா. இவை மிகச்சிறிய கடல்வாழ் உயிரிகளாகும். இவ்வுயிரி என்டமாஸ்ட்ரேகன் பண்புகள், மாலகாஸ்ட்ரேகன் பண்புகள் இரண்டையும் பெற்றிருப்பதால் இரண்டையும் பிணைக்கும் இனமாகக் கருதப்படுகிறது. (எ.கா.) நெபேலியா.

வரிசை 2. யூமாலகாஸ்ட்ரேகா. இவற்றில் மூன்று பிரிவுகள் அடங்கியுள்ளன.

பிரிவு (அ) **சின்கேரிடா.** எ.கா. அனாஸ்பிட்ஸ்

பிரிவு (ஆ) **பாராகாரிடா.** தலை முன்கூர் நீட்சி நன்றாக வளர்ந்திருக்கும். இவற்றில் ஐந்து குடும்பங்கள் உண்டு.

1. **மைசிடேசியா** (எ.கா.) மைசிஸ் (mysis)
2. **கியுமேசியா** (எ.கா.) டையாஸ்டைலிஸ் (diastylis)
3. **டினாய்டேசியா** (எ.கா.) டென்னைஸ் (tanais)
4. **ஐசோபோடா** (எ.கா.) லிகியா (ligia) போர்சிலியா
5. **ஆம்ஃபிபோடா** (எ.கா.) கேப்ரல்லா ஆவி இறால்

யூகாரிடா. இவற்றில் கண்கள் அசையும் காம்புகளின் மீது அமைந்துள்ளன. செவுள்கள் மார்பில் உள்ளன. இதயம் சிறிதாகப் பை போன்றிருக்கும். யுகாரிடா இரு கணங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

யூஃபாசியேசியே. இவற்றிலுள்ளவை யாவும் நீரோட்டத்துடன் நீந்துபவை (pelagic). எ.கா. யூபாசியே (euphausia)

டெகாபோடா. இவற்றின் மார்பு, வயிற்று உறுப்புகள் பத்து இணையாக இருப்பதால் இவற்

றுக்குப் பத்துக்காலிகள் (decapoda) எனப் பெயர். எ.கா: லூசிஃபெர், பாலிநியூரஸ், இறால், நண்டுகள். பொதுவாகப் பெரும்பாலான கிரஸ்டேசியன்கள் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்தவை. இவை பெரும் பான்மையாக மக்களால் உட்கொள்ளப்படுகின்றன.

- ஜி. லட்சுமணன்

நூலோதி. M. Ekambaranatha Ayyar, *A manual of Zoology*, Part I Invertebrata, S. Viswanathan Pvt. Ltd., 1977.

கடுக்கன் பூ

இது கொடி ரோஸ் என்று குறிப்பிடப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் ஆன்டிகோனான் லெப்டோபஸ் (*Antigonon leptopus*) ஆகும். கடுக்கன் பூ பாலிகோனேசி எனப்படும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. ஆன்ட்டிகோனான் என்னும் சொல் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து வந்தது. கொடியின் தண்டு முழங்கால்கள் போல் கோணலாக வளைந் திருப்பதால் இப்பெயர் வந்திருக்கக்கூடும். மலை

கடுக்கன் பூ

1. கொடி 2. கிழங்கு 3. மலர்க்கொத்து 4. மலர் 5. சூலகம்

ரோஜா, கோரலீட்டா, காதலின் மாலை, பவளக் கொடி போன்ற வேறு பல வட்டாரப் பெயர் களுமுண்டு.

இது பொதுவாக வெப்ப நாடுகளில் வீட்டுத் தோட்டங்கள், பூங்கா போன்ற இடங்களில் அழகிற்காக வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் தாயகம் தென் அமெரிக்காவாகும். இந்த இனத்தில் 3,4 சிற்றினங்களுண்டு. இவற்றில் கடுக்கன்பூ எனப்படும் ஆ. லெப்டோபஸ் எங்கும் இயல்பாகக் காணப்படும் வண்ணக்கொடியாகும். இன்று வெப்ப நாடுகளில் இக்கொடி தோட்டங்களிலிருந்து விலகி, ஊர்ப் புறங்களிலும், பாதையோரங்களிலும் தன்னிச்சை யாக வளர்வதைக் காணலாம். பொதுவாக, இக் கொடி முழுதும் பூத்துக் குலுங்கும். ஆதலால் சில வகைகளைத் தோட்டக்காரர்கள் வெட்க மலரிகள் (shy bloomers) என்பர். ஏனெனில் அக்கொடிகளின் நுனியில் மட்டுமே மலர்கள் காணப்படும்.

வளரியல்பு. கடுக்கன்பூ ஒரு பற்றுக்கொடியாகும். இதன் ஆணிவேர் ஆழமாகத் தடித்து, கெட்டியான கிழங்காக உருமாறிக் காணப்படும். தண்டு நீண்ட கணு இடைகளைக் கொண்டது. நீள் போக்கில் வரியிட்டுக் காணப்படும். இலைகள் தனித்தவை; முழுமையானவை; நீண்டகாம்புடையவை; மாற்றிலை யடுக்கமைப்புடையவை; இலையடிச் செதில் களற்றவை; இலைப்பரப்பு இதய வடிவம் அல்லது முக்கோண வடிவம் கொண்டது. நுனி கூர்மையான வால் போன்றது. விளிம்பு அலைபோலிருக்கும். இலை நரம்பு சிறகு வடிவ வலைப்பின்னலமைப்புடையது.

மஞ்சரி. இலைக்கோண மஞ்சரி. மலர்கள் கணுக் களில் கொத்தாக அமைந்திருக்கும். மஞ்சரியின் நுனியில் 3 அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கொக்கிகள் காணப்படும். அவை மலர்களின் உருமாற்றமேயாகும். அவற்றின் உதவியால் கொடி தழுவி வளரமுடியும்.

மலர்கள். வெண்மை அல்லது இளஞ்சிவப்பாகக் காணப்படும். இருபால் மலர்கள் ஒழுங்கான, முழு மையற்ற, ஆரச்சமச்சீர் உடையவை. பூவடிச்செதில் கள் சிறியவை. மலர்கள் அல்லிகளற்றவை (apetalous).

பூவிதழ். (perianth), 5, புல்லிகள் தனித்தவை; அல்லிபோல் வண்ணம் கொண்டவை. ஒழுங்கற்றவை, வெளி அடுக்கிலுள்ள 3 புல்லிகள் பெருத்தும் உள் அடுக்கிலுள்ள 2 புல்லிகள் சிறுத்தும் உள்ளன. இம்பிரிகேட் (imbricate) என்னும் கவியும் அடுக் கிதழ் அமைப்புடையவை.

மகரந்தத்தாள்கள். 8, ஒரே வட்டத்தில் அமைந்து அடியில் இணைந்து குழல்போல் காணப்படும். மகரந்தக் காம்புகளுக்கிடையே பற்கள் போன்ற நீட்சிகள் காணப்படும்.

சூலகம். சூலிலைகள் 3, இணைந்தவை, சூலறை ஒன்று. சூலகத்தண்டு 3 கிளைத்து நீண்டுள்ளன. சூலகமுடி பிறைவடிவமுடையது.

கனி. உலர்வகைக் கொட்டையாகும். 3 பட்டை கொண்டது. கடுக்கன் பூங்கொடி அழகிற்காக வளர்க்கப்படுகிறது. பந்தல்கள், நுழைவாயில் வளைவு களில் வளர்க்க இது ஏற்ற கொடியாகும். ஆண்டில் இருமுறை பூத்துக்குலுங்கும். பொதுவாகச் சிவப்பு வகைகளைத் தோட்டங்களில் காணலாம். வெண்மை வகைகளை ஆ. லெ. வகை ஆல்பஸ் (*A. L. var albus*) என்பர். பூக்கள் சிறுத்துக் கொத்தாக இருப் பதாலும் வண்ணத்தோடு காணப்படுவதாலும், இது இகபானா (Ikabana) எனப்படும் ஜப்பானிய முறை மலர் அமைப்பிற்கு மிகவும் ஏற்ற தாவரமாகும். மேலும் இவற்றை மலர்க்கோலங்கள், மலர் வளை யங்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுத்துவர்.

மலர்களுக்கு மணம் இல்லாமையால் பெண்கள் தலையில் சூடிக்கொள்வதில்லை. கொடியில் மலர்கள் மிகுந்திருப்பதால், தேனீ வளர்ப்பவர்களுக்கு இது ஏற்ற தோட்டச் செடியாகும். கடுக்கன்பூங்கொடி, பூக்கும் நாளில் இவற்றிற்கு நீர் மிகுதியாக விட்டால் பூப்பது தொடர்ந்து நடைபெறும். பிற நாளில் நீர் மிகுதியாக விடத் தேவையில்லை. இத்தாவரத் தைப் பொதுவாக விதைகளைக் கொண்டு பரப்புவ துண்டு. கிழங்கு தண்டு போத்துகள் மூலமும் இனப் பெருக்கம் செய்யலாம். இக்கொடி அடர்த்தியாகத் தோட்டம் முழுதும் பரவக்கூடியது. அதனால் இதை நீக்க நேரிடும்போது வேரோடு பிடுங்க வேண்டும். வேர்க்கிழங்கிலிருந்து குருத்துகள் வளர்ந்து புதுத் தளிர்கள் உண்டாகும்.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

கடுக்காய் (சித்தமருத்துவம்)

இந்த மரத்தின் காயில் பலவகையுண்டு. காபூலிக் கடுக்காய், மஞ்சள் கடுக்காய், பிஞ்சு அல்லது கறுப்புக் கடுக்காய், சீனக் கடுக்காய், சீரக்கடுக்காய் என்னும் வகைகளும் மேலும் சில வகைகளும் உள்ளன. இவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் தம்மில் ஒத்திருக்கும் வெவ்வேறுவகை மரங்களில் உண்டாவதாகச் சிலர் கருதுவர். ஆனால் மேற்காணும் வகைகள் ஒரு மரத்தின் காய்களென்பதே உண்மையாகும். ஆயினும், பூ சாரத்தின் தன்மையால் நிறத்திலும், பரிமாணத் திலும் வேறுபடும்.

பூப்பிஞ்சிலிருந்து நன்றாக முற்றிப் பழுக்கும் வரை அதன் ஒவ்வொரு பருவத்திற்கும் வெவ்வேறு பெயர் உண்டு. பூப்பிஞ்சில் உலர்ந்து போவது சீரகக் கடுக்காய் என்றும், சிறிது பெருத்துலர்வதற்குச்

சவ்வுக்கடுக்காய் என்றும், மேலும் சிறிது பெருத்துத் திராட்சையைப் போலிருப்பதற்கு ஜங்கிக் கடுக்காய், இந்துக் கடுக்காய், கறுப்புக் கடுக்காய் என்றும் பெயர். இவ்வகைகளில் விதைகள் இல்லை. இவற்றிலும் பெரியதாக நன்றாக முதிர்ந்து மஞ்சள் கலந்த பச்சை வண்ணமாயிருப்பது சீனக் கடுக்காய் என்றும், மேலும் முதிர்ந்து அரைப்பகுதி பழுத்து மஞ்சள் வண்ணமாயிருப்பது மஞ்சட் கடுக்காய் என்றும் பெயர் பெறும். முழுதும் நன்றாகப் பழுத்துச் சிவந்த வண்ணமாயிருப்பது காபூலி அல்லது சீமைக் கடுக்காய் எனப்படும். இவ்வகைக் கடுக்காயே சிறந்தது.

காபுலிக் கடுக்காய், சீமைக் கடுக்காய், சீனக் கடுக்காய் என்பவை அந்தந்த நாடுகளில் விளைந்தவை அல்ல. இவை இந்திய நாட்டில் விளைகின்றன. முன்கூறிய வகைகள் ஒரு காலத்தில் காபூல் நாட்டின் மூலமாக வெளிநாடுகளுக்கு அனுப்பப்பட்டமையால் காபூலிக் கடுக்காய் என்றும், கப்பல் மூலமாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டமையால் சீனக் கடுக்காய், சீமைக் கடுக்காயென்றும் பெயர் பெற்றன. அக்காலத்தில் கப்பல் மூலமாகக்கொண்டு போகப்படுபவை அனைத்தும் சீனா அல்லது சீமைச் சரக்கெனவே பெயர் பெறும். அவ்வாறே இதற்கும் சீனா அல்லது சீமைக் கடுக்காய் என்று பெயர் வந்திருக்கலாம். கடுக்காயில் பல இனங்களிருந்தபோதும், பண்புகளில் பெருத்த வேறுபாடில்லை.

இரண்டு கடுக்காயைக் கொட்டை நீக்கித் தூள் செய்து 200 மில்லி நீரில் கொதிக்கக் காய்ச்சி வடிகட்டி, இருவேளை கொடுக்க அளவுக்கு மீறிய நீர் போவதும், கண் நோய்களும் குறையும். கடுக்காய்த் தூளையும், காசுக்கட்டித் தூளையும் சமமாகச் சேர்த்து வெண்ணெயில் கலந்து நாக்கில் தடவிவரப் புண் நலமாகும்.

கடுக்காய்த் தூளை வெளிமூலம் தள்ளும்போது அதன் மேலே தடவி வந்தால் அது சுருங்கி உள்ளே போகும். மூலத்தில் இரத்தம் வரும்போது கடுக்காயை நீரில் கொதிக்க வைத்து, கழிவாயில் கழுவி வர இரத்த மூலம் நிற்கும். கடுக்காயைக் கொட்டை நீக்கித் தேவையான அளவு எடுத்து, அத்துடன் இஞ்சி, கொத்துமல்லி, கறிவேப்பிலை, உளுத்தம் பருப்பு, புளி, உப்பு இவற்றை அளவாகச் சேர்த்து நெய்யில் வதக்கித்துவையல் செய்து சாப்பிட்டு வந்தால் நன்கு பசி எடுத்து, குமட்டலைப் போக்கி மலத்தைத் தள்ளி உடலுக்கு வலிமை தரும்.

கடுக்காய்த் தூள், சுக்கு, திப்பிலி, தேன், வெல்லம் இவற்றைச் சம பகுதியாகச் சேர்த்து இலேகிய பதமாகக் கிளறி வைத்துக் கொண்டு காலை, மாலை, சுண்டைக்காயளவு சாப்பிட்டு வர, வாத, பித்த, கப மிகுதியால் வரும் எந்த நோயும் தொடக்கத்திலேயே நலமாகிவிடும். கடுக்காயை நன்கு உலர்த்தி இடித்துக் கொட்டை நீக்கித் தூள் செய்து துணியில் வடிகட்டி வைத்துக் கொண்டு மூக்கில் இரத்தம் கொட்டும்போது ஒரு சிட்டிகை எடுத்துப் போட்டு வர இரத்தம் வருவது நிற்கும். பச்சைக் கடுக்காயை உரலில் இடித்து ஒரு நெல்லிக்காய் அளவு வாயிலிட்டுப் பால் குடிக்கக் கபத்தால் வரும் ஈளை இருமல், சீதக்கடுப்பு, புகையிருமல் ஆகியன நீங்கும்.

கடுக்காய்த்தோல், கிராம்பு வகைக்கு 15 கிராம் எடுத்து இடித்துச் சிதைத்து 200 மில்லி நீர் விட்டு மண்சட்டியில் 10 நிமிடம் காய்ச்சி வடிகட்டிக் காலையில் 1 குவளை குடித்துவிட வாந்தி, குமட்டல், வயிற்றுக் கடுப்பு ஆகியவை இல்லாமல் 4 முறை நன்றாகப் பேதி ஆகி உடல் வலிமை பெறும். சிறுவர்களுக்குப் பாதிக்குவளையும், குழந்தைகளுக்கு வயதிற்கு ஏற்றவாறு 1 முதல் 2 சங்கு அளவிலும் கொடுக்கலாம்.

கடுக்காய் இலை, வேர், காய், பூ, பிஞ்சு, மரப்பட்டை, வேர்ப்பட்டை ஆகியவற்றைச் சேர்த்து வெயிலில் உலர்த்தி, இடித்து, மெல்லிய துணியில் சலித்து வைத்துக்கொண்டு ஒரு தேக்கரண்டி, வீதம் காலை, மாலை பசும்பாலில் கலந்து குடிக்க கருமேகப்படை, செம்மேகம், குஷ்டம், வெண்குஷ்டம், கிரந்தி, சில்விடம், வண்டுகடி ஆகியவை நீங்கும். நோய்க்கு ஏற்றவாறு 1 மண்டலம், 2 மண்டலம் உட்கொண்டு புகை, பொடி, காரம், புளி, போகம் இவற்றை நீக்கி,சாந்தமான உணவுகளை உட்கொள்வதால் மேற்கூறிய நோய் அனைத்தும் நீங்கும்.

கடுக்காயைக் கொட்டை நீக்கி நாளும் காலை மட்டும் ஓராண்டு சாப்பிட்டு வர நரை மாறும். கடுக்காய், எருக்கம் வேர், நேர்வாளக்கொட்டை நாபிக்கிழங்கு, சுக்கு, மூசாம்பரம் இவற்றை வகைக்குச் சமபகுதி எடுத்து, பழுப்பு உருக்கிலைச் சாற்றில் அரைத்து வைத்துக்கொண்டு ஆறாத காயங்கள், ராஜபிளவை, புற்றுக் காயங்கள், கட்டிகள், அரையாப்பு முதலியவற்றின் மேல் தடவிவர அவை எளிதில் ஆறிவிடும்.

நல்ல தேர்ந்த கடுக்காய்களைக் கற்கண்டு பாகில் ஊறவைத்து நன்றாக ஊறிய பிறகு அதில் ஒன்று எடுத்து மாலையில் வாயிலிட்டுச் சுவைத்துச் சாப்பிட்டுக் கொட்டையை வெளியே துப்பிவிடவேண்டும். இவ்வாறு 20, 40, 60, 120 நாள் தொடர்ந்து சாப்பிட்டால் குமட்டல், பசியின்மை, இரைப்பைப் பித்தம், வயிற்றுப்புண், சுவாசகாசம், வயிற்று வலி, சூலை, இருமல், மூலம், வாதநோய், பேதி, பாண்டு சோகை ஆகியவை முற்றும் நீங்கும். கடுக்காயைத் தேவையான அளவு தட்டி, ஒன்றிரண்டாக இடித்து, மெல்லிய துணியில் முடிந்து, ஒரு மண் ஜாடியில் போட்டு அதில் ஆமணக்கெண்ணெயை விட்டு வெயிலில் 10 நாள் வைத்து, எடுத்து வடிகட்டி வைத்துக் கொண்டு கண் அமரம் வந்த குழந்தைகளுக்குக் கண்களில் விட்டு வர 10 நாளில் அந்நோய் நீங்கும்.

கடுக்காய், சுக்கு, கரியபோளம், நாபிக்கிழங்கு, அபின், கொடிவேலி வேர், எருக்கம் வேர் வாளம் ஆகியவற்றை எருக்கம்பாலில் அரைத்து அல்லது எருக்கம் பழுப்புச் சாற்றிலரைத்துப் பிளவை, கட்டி, பரு, அரையாப்புகளில் தடவ அவை உடையும். கடுக் காய்ப்பூ, சுக்கு, மிளகு, திப்பிலி, சிறுதேக்கு, தான்றிக் காய், கோட்டம், இந்துப்பு இவற்றைச் சமமாக எடுத்து வெதுப்பிப் பொடித்துச் சிட்டிகை அளவு தேனிலாவது தாய்ப்பாலிலாவது கலந்து உட்கொண்டு வர நாவறட்சி, காய்ச்சல் தீரும். அரோசகத்தைப் போக்கும்; மலத்தைக் கட்டும். பொடி செய்து பல் துலக்க ஈறுவலி, ஈறிலிருந்து வடியும் இரத்தம் நிற்கும். பல்லிறுகும்.

கடுக்காய் 3.500 கிராம் இடித்து 5.2 லிட்டர் நீரில் போட்டு எட்டில் ஒரு பங்காக வற்ற வைத்து வடித்த குடிநீரில் 350 கிராம் சர்க்கரையைக் கரைத் துப் பாகுசெய்து, அதில் சிவதை, இஞ்சி, மிளகு, ஓமம், வாய்விளங்கம், திப்பிலி வகைக்கு 35 கிராம் எடுத்து அரைத்துப்போட்டு பசு நெய் ஒருபடி விட்டுக் கிண்டி லேகியம் செய்து, வேளை ஒன்றுக்குப் புன்னைக்காயளவு உட்கொள்ள அக்கினி மந்தம், சூலை, மலசலக்கட்டு, வாயு மூலம் தீரும். கடுக்காய் வடகம் ஒன்றிரண்டு உட்கொண்டு வர வாந்தி, குன்மம், சுவாசகாசம், மூலம், கிராணி, அரோசகம், பாண்டு, வீக்கம், வயிற்றுவலி, சூலை, வயிற்றுளைவு, சோகை முதலியன நீங்கும்.

பருமனான மஞ்சள் கடுக்காயைப் பிளந்து கொட்டையை எடுத்துவிட்டு, ஒரு பெரிய வாயகன்ற சாடியிலிட்டு நீர்விட்டு ஊறவைத்து எடுக்க அந்நீர் கடுக்காயின் நிறம் பெற்றிருக்கும். பிறகு நீரை வடி கட்டி எடுத்து, வெயிலில் நாள்தோறும் வைத்துச் சுண்டவைக்க, குழம்பாகிக் கரிய போளத்தை ஒத்து இருக்கும். 71.7 கிராம் உடல் வலிமைக்கு ஏற்றவாறு கொடுத்துவரப் பேதியாகிப் பழையமலமும் வெளிப் படும். இரைப்பையும் வலிமைப்படும். பாண்டு ரோகம் தீரும். இத்துடன் காந்தச் செந்தூரத்தைச் சேர்த்துக் கொடுத்து வரலாம். இதை ஒருநாள் விட்டு ஒரு நாள்கொடுத்து வருவது நல்லது.

செங்கடுக்காயைக் கொண்டையைப் போக்கி, பத்து முறை நீரில் ஊறவைத்துப் பிசைந்தெடுத்து, வெயிலில் உலர்த்தி எடுத்துக்கொண்டு பிறகு பழங் காடியில் முன்போலப் பிசைந்தெடுத்து நீர் வற்றக் காயப்போட்டு பின்பு எலுமிச்சம் பழச்சாற் றில் பிசைந்துருட்டி, வெயிலில் காயப்போட்டுப் பொடித்து, பீங்கானிலிட்டுப் பழச்சாறுவிட்டு, நிதான மாக உப்புச் சேர்த்து, உலர்த்தி இடித்து, மேலும் பழச்சாறு விட்டுப் பதப்படுத்தி, நிழலிலுலர்த்தி 488 மி. கிராம் வீதம் 48 நாள் கொடுக்கச் சீதம் போகும். மலம் தங்காது; வாதநீர், பித்தநீர், கபநீர் நீங்கும்; நரை மாறும்; காயசித்தி உண்டாகும்.

- சே. பிரேமா

நூலோதி. சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகை மர்மம், புராகரிசிவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை, 1930; பா. முகம்மது அப்துல்லா சாயபு, கடுக்காய், வல்லாரையின் தனி மாண்பு, பழனி தண்டாயுதபாணி திருக்கோயில் வெளியீடு, சென்னை, 1975.

கடுக்காய் (தாவரம்)

நாட்டு மருத்துவத்திலும் ஆயுர்வேத மருத்துவத்தி லும் கூறப்படும் திரிபலா எனப்படும் மூன்று காய்களில் கடுக்காயும் (*Blach myrobalon*) ஒன்றாகும். குழந்தை களுள்ள அனைத்து வீடுகளிலும் கடுக்காய் எப்போதும் இருக்கும். கடுக்காயைத் தாவரவியலில் டெர்மி னேலியே செபுலா (*Terminalia chebula*) என்பர். இது காம்ப்ரடேசி (combretacea) எனப்படும் இருவித் திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. டெர்மினேலியா என்னும் இனப்பெயர் இலத்தீன் சொல்லின் தழுவ லாகும். இது இலைகள், கிளைகளின் நுனியில் கொத்தாக அமைந்திருப்பதைக் குறிக்கிறது. ஆனால் கடுக்காய் மரத்தில் இவ்வித அமைப்பைக் காண முடியாது. பொதுவாக டெர்மினேலியா என்னும் இனம் இலையுதிர் காடுகளின் சிறப்பு மரமாகும்.

கடுக்காயைக் கறுப்பு மைரோபோலான் என்பர். இதுவே மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது. இந்தியாவில் இம்மரம் கட்டைகளுக்காகவும் காய்களுக்காகவும் பல நூற்றாண்டுகளாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. இம் மரம் வடக்கே இமயமலைச் சரிவிலிருந்து தெற்கே தக்காண பீடபூமி வரை அனைத்துக் காடுகளிலும் காணப்படுகிறது. மேலும், மலைகளில் 1 000 மீ. உயரம் உள்ள பகுதிகளில் இம்மரங்களைக்காணலாம். கேரளா, கர்நாடக மாநிலங்களின் மலைக் காடுகளில் 2 000 மீ வரை உயரமான பகுதிகளில் இம்மரங்கள் காணப்படுகின்றன.

வளரியல்பு. கடுக்காய் நடுத்தர உயரம் கொண்ட மரமாகும். 20- 25 மீ வளரக்கூடியது. அடிமரம் 12-18 மீ வரை நேராக வளரும். இலைகளோடு கூடிய கிளைகள் வட்டமாக அமைந்திருக்கும். இலை கள் தனித்தவை, முழுமையானவை, மாற்றிலை யடுக்கமைப்பு அல்லது எதிரிலையடுக்கு (sub-opposite) ஒத்தஅமைப்பு உடையவை. இலைகள் கிளை முழுதும் காணப்படும். இலைக்காம்பு 0.50 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். இலைப்பரப்பு முட்டை அல்லது நீள்வட்ட வடிவம் உடையது, நுனி கூரானது. இலைப்பரப்பின் அடியில் காம்புக்கு அடுத்து இருபெரிய சுரப்பிகள் காணப்படும். இலையின் அடிப்பரப்பு கம்பளித் தூவி கொண்டது.

மஞ்சரி. ஸ்பைக்குகள் அமைந்த ஃபேசிக்கிள் (fasicle) ஆகும். மலர்கள் சிறியவை. கெடுநாற்ற

முடையவை. இருபால் மலர்கள், முழுமையற்றவை, ஒழுங்கான அல்லிகளற்றவை. புல்லிகள் இணைந்தவை, மணிபோன்ற அமைப்பு உடையவை. சூலகத்தின் மேல் அமைந்திருக்கும் புல்லி இதழ்கள் முக்கோண வடிவம் உடையவை, வெண்மை நிறமானவை, உதிரக் கூடியவை. மகரந்தத்தாள்கள் 10; இரண்டு சுற்றில் வரிசைக்கு ஐந்தாக அமைந்தவை. சூலகம் கீழ் மட்டத்தில் அமைந்தது. சூலகத்தின் மேல் காணப் படும் சுரப்பிகள் தூவிகளால் சூழப்பட்டிருக்கும்.

சூல்கள். 2 அல்லது 3 தொங்கிக்கொண்டிருக்கும்.

கனி. கெட்டித்தோல் கொண்ட வெடிகனி வகை யாகும். முட்டை, கோள அல்லது நீள்கோள வடிவம் கொண்டது. காய்ந்தவுடன் காய்கள் 4 அல்லது 5 பட்டையுடனும், சுருங்கிய தோலுடனும் காணப்படும்.

வகைப்பாடு. ஹூக்கர் என்பார் கடுக்காயில் 6 வகைகள் உண்டு என்று கூறியுள்ளார். இந்தியாவின் பழமையான கட்டுரையாளர்கள் கடுக்காயில் 7 வகை களைக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். ஆனால் அவற்றில் தற் சமயம் 2 வகைகளை மட்டுமே இனம் கண்டுகொள்ள முடிகிறது. பெரிய பழுத்த கடுக்காயை ஹரிதகி என்பர். இது ஆயுர்வேத மருத்துவத்தில் பயன்படு கிறது. பிஞ்சுக் கடுக்காயைக் குறிக்கும் பெயர் ஜங்கி ஹரிதகி என்பதாகும். இது வீட்டு மருத்துவத்தில் பயன்படுகிறது. கடுக்காயை அதன் உருவம், வண்ணம் ஆகிவற்றின் அடிப்படையில் 7 வகைகளாகப் பிரித் துள்ளனர். அவை விஜயா-சங்கு போன்ற அமைப்பு உடையது. ரோஹினி - நான்கு பட்டைகள் கொண்டது. இ. ஜீவநதி - சிவப்புத் தோலுடையது. திருவிருதா - ஐந்து பட்டைகளுடையது. அபயா - கறுப்புத் தோலுடையது. அப்ருதா - வெண்மையான தோலுடையது. பிரதுகா என்பனவாகும். இந்த ஏழு வகைகளும் தனித்தனியாகக் குறிப்பிட்ட நோய்களுக்கு மருந்தாகத் தரப்படுகின்றன.

பயன். கடுக்காய் மரம் தச்சு வேலைக்கு ஏற்றது. கைப்பிடிகள், வண்டிச் சக்கரங்கள், உத்திரக் கட்டை கள் ஆகியவை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இம்மரத் தின் பொருளாதாரச் சிறப்புக்குக் காரணம் இதன் காய்களே ஆகும். இந்திய மலை இனத்தாரின் தொழில், கடுக்காயையும் பல வனப்பொருள்களையும் தொகுத்துக் கூட்டுறவுச் சங்கங்கள் மூலம் விற்பனை செய்வதாகும். காய்களைப் பச்சையாகப் பறித்துக் கிடங்குகளில் காய வைப்பர். காயின் தோலில் டானின் (tannin) எனப்படும் வேதிப்பொருள் 30-40 சதவீதம் வரையுள்ளது. தோல் பதனிட இது மிக இன்றியமையாத பொருளாகும். பைரோ கேலிக் டானின், கேட்டகால் டானின் எனக் கடுக்காயில் இவ்விரு பொருள்களும் உண்டு. ஆடு, மாடு, செம்மறியாடு முதலியவற்றின் தோல்களைப் பதனிடக் கடுக்காய், ஆவாரை, கொன்றை, கருவேல் முதலியவற்றில் டானின் சேர்க்கையைப் பயன்படுத் துவர். கடுக்காயை மட்டும் பயன்படுத்தினால் தோல் வெளிர் மஞ்சள் நிறத்துடன் கடற்பஞ்சு போன்ற நயத்துடன் பதப்படும். மேலும் கடுக்காயின் தோலைக் கொண்டு பஞ்சு, தோல் கம்பளி ஆகிய வற்றுக்குச் சாயம் ஏற்றுவர். எழுதும் மை தயாரிக்கக் கடுக்காய் பயன்படுவதுண்டு. டானின் இருப்ப தாலேயே கடுக்காய் வெளிநாடுகளுக்கு ஏற்றுமதியா கிறது.

கடுக்காய்ப்பூ, கடுக்காய்ப்பிஞ்சு, அதன் தோல் ஆகியவை மருந்தாகப் பயன்படுகின்றன. கடுக்காயைப் பயன்படுத்தி விக்கல், அதிசாரம், செரியாமையால் உண்டாகும் வயிற்றுப்போக்கு, வாந்தி போன்ற பல நோய்களை நீக்கலாம். கடுக்காய்க் காயிலுள்ள டானினில் செபுலிக் அமிலம் (chebulic acid) என்னும் வேதிப்பொருள் உள்ளது. இதற்குத் திசுக்களைச் சுருங்கச் செய்யும் தன்மையுண்டு, ஆகையால் இதை மருந்தாகப் பயன்படுத்துவர். இது மலச்சிக்கலை

நீக்க, வாய் கொப்பளிக்க, கட்டி, புண்களுக்கு மேலே போடப் பயன்படுகிறது. சொத்தைப் பற்கள், ஈறு வீங்குதல், இரத்தம் கசிதல் போன்றவற்றிற்குக் கடுக்காயைப் பொடி செய்து பயன்படுத்துவர். மேலும் டானினில் கேலிக் அமிலம், பிசின், மலச்சிக் கலை நீக்கும் ஆந்த்ரோகியூனோன் இவை உள்ளன. கடுக்காயைக்கொண்டு கஷாயம், முரப்பா, இலேகியம், சூரணம் ஆகியவை தயாரிப்பர். காசநோயாளிகள் கடுக்காய்ப் பிஞ்சை வாயில் அடக்கிக் கொள்வர். ஆயுர்வேதத்தின் முக்கிய மருந்தான திரிபலா என்பது கடுக்காய், தான்றிக்காய், நெல்லிக்காய்களைக் குறிக் கும். திரிபலா பெருவாரியான ஆயுர்வேத மருந்து களுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இவற்றில் கடுக்காய் பெரும் பங்கு பெறுகிறது. கடுக்காய் வடித்த நீர் எந்திரங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும். நீருடன் கலந்து பயன்படுத்துவதுண்டு. இது எண்ணெய் தோண்டும் எந்திரங்களில் பயன்படுகிறது. இதன் மரத்திலிருந்து கோந்து எடுக்கப்படுகிறது.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

கடுகு

இதன் தாவரவியல் பெயர் பிராசிகா ஜன்சியா (*Brassica juncea*). பிராசிகா என்னும் பொருளா தாரச் சிறப்புப்பெற்ற தாவர இனம் பிராசிகேசி அல்லது குரூசிஃபெரே என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இவ்வினத்தைச் சார்ந்த பல சிற்றினங்கள் எண்ணெய் வித்துகளாகவும், கறி காய்களாகவும் பயன்படுகின்றன. இந்தியாவில் பி. ஜன்சியா வகை ரூகோஸா (*B. juncea var rugosa*) பி. ஜன்சியா வகை க்யூனிஃபோலியா (*B. juncea var cunifoeia*), பி. நாபஸ் (*B. napus*) என்னும் இரு எண்ணெய் கொடுக்கும் சிற்றினங்கள் உள்ளன. இவ் விரு சிற்றினங்களிலிருந்து கடுகு எண்ணெய் எடுக்கப் படுகிறது. பி. ஆல்பா (*B. alba*) எனப்படும் வெள்ளைக் கடுகு தென் ஐரோப்பாவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இது இந்தியாவில் போதிய சிறப்பிடம் பெறவில்லை.

தோற்றம். பிராசிகா இனம் வட மித வெப்பப் பகுதிகளைத் தாயகமாகக் கொண்டது. அங்கிருந்து வெப்பநாடுகளில் குளிர்காலப் பயிராகப் புகுத்தப் பட்டது. இந்த இனத்திற்கு ஐரோப்பா, மத்திய ஆசியா, தென் ஆசியா, சீனா, ரஷ்யா ஆகிய மூன்று பெரும் தாயகங்கள் இருக்க வேண்டுமெனத் தாவர வியலாளர் கருதுகின்றனர். பயிர்ப்பெருக்க ஆய்வாளர் வாவிலோவ் கருத்துப்படி பிராசிகாஜன்சியா எனப் படும் இந்தியக்கடுகு சீனாவிலிருந்து இடம் பெயர்வதற்கு முன்பே இந்தியாவுக்கு வந்திருக்க வேண்டும். சிலர் கடுகின் தாயகம் ஆஃப்ரிக்கா என்றும் அங்கிருந்து வரலாற்றுக் காலத்திற்கு முன்பே பிற இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது என்றும் கருதுகின்றனர்.

வளரியல்பு. கடுகுச் செடி, உயரமான, தடித்த அடித்தண்டுடன், மிகுந்த கிளைகளுடன் கூடிய ஒரு பருவச் செடியாகும். இது 1 மீட்டர் வரை வளரக் கூடியது. கீழே உள்ள இலைகள் காம்போடு கூடியவை. 20 செ.மீ. நீளம் உள்ளவை. இலைகளின் ஓரம் பலவாறாகப் பிளவுபட்டிருக்கும். நுனிப்பகுதி பெரிதாக வட்டவடிவமாக இருக்கும். இந்தச் சிறகு வடிவ, ஒழுங்கற்ற பிளவுபட்ட தன்மையை, லைரேட் (lyrate) என்பர். இலை விளிம்பு ஒழுங்கற்ற பற்கள் அல்லது இமைத்தூவிகள் போலிருக்கும். தண்டின்மேல் பகுதியில் காணப்படும் இலைகள் முழுமையானவை.

மஞ்சரி. நுனி ரெசீம் (receme) 20 செ.மீ. நீள மிருக்கும்.

மலர்கள். மலர்க்காம்பு 1-2 செ.மீ. நீள முடையது. பூவடிச்செதில், பூக்காம்புச் செதில்கள் இல்லை. வெளிர் மஞ்சள் வண்ணமுடையவை; முழுமையானவை; இருபால் தன்மை கொண்டவை; ஒழுங்கானவை. ஆரச் சமச்சீருடைய 4 அங்க மலர்கள்.

புல்லிகள். 4, தனித்தவை, ஒழுங்கற்றவை; புல்லி களின் பக்கவாட்டில் வளரிகள் காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றின் அடியிலும் சிறு பை காணப் படும்.

அல்லிகள். 4, தனித்தவை, சிலுவை வடிவம் கொண்டவை. அல்லிகளின் அடியில் சுரப்பிகள் உள்ளன.

மகரந்தத்தாள்கள். 6, அவற்றில் 2 குட்டை யானவை, 4 நீண்டவை.

சூல்கம். காம்பு கொண்டது. சூலக இலைகள் 2, சூலக அறை 1, சூல்கள் பல, உட்சுவர் ஒட்டு முறையில் அமைந்துள்ளன. சூலகத்தண்டு சிறியது. சூல்கமுடி தலை போன்று பருத்துக் காணப்படுகிறது.

காய். சிலிகுவா (siliqua) என்னும், உலர் வெடி கனி வகையைச் சேர்ந்தது ஆகும். 2-5 செ.மீ. நீளம் உள்ளது. உருண்டையானது. காயிலுள்ள உள்தடுப்புச் சுவர் வெண்மையாகச் சவ்வு போலிருக்கும். பல விதைகள் ஒரு வரிசையிலிருக்கும்.

வகைப்பாடு. பிராசிகா ஜன்சியா என்பது இந்தியக் கடுகாகும். இச்சிற்றினத்திற்குச் சில சிறப்புப் பண்புகள் உள்ளன. அவை, இலையடி, தண்டை அணைந்திருப்பதில்லை. தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. விதைகள் சிறியவையாகச் சிவந்த பழுப்பு நிறத்துடன் சொர சொரப்பாக இருக்கும்.

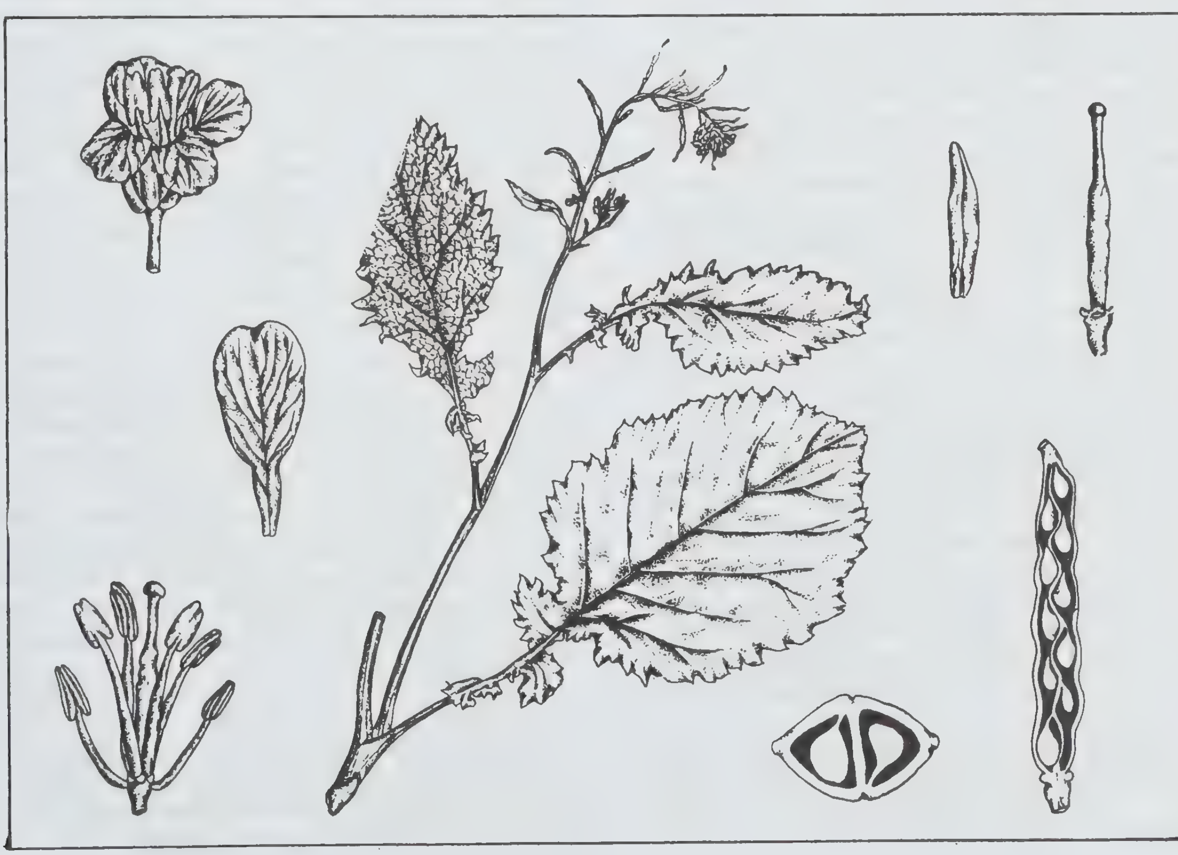
கடுகில் உயரமான பின்பருவ வகை, குட்டையான முன்பருவ வகை என இரண்டு வகைகள் உள்ளன. இரண்டாம் வகை மேலும் இரண்டாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை சொரசொரப்பான இலையைக் கொண்டவை, வழுவழுப்பான இலையைக் கொண்டவை எனப்படும். இந்தியக் கடுகில் இருவகைகள் உள்ளன. பி. ஜான்சியா வகை க்யுனிஃபோலியா இளம் செடிகள், கறுத்த-நீலநிற, ஆப்பு வடிவ இலைகளைத் தரைமட்டத்திலேயே பெற்றிருக்கும். இலைகள் இலைக்கோஸ் (cabbage) இலைகள் போல் இருக்கும். குருத்து இலைகளையும் இளந்தண்டுகளையும் உணவாகக் கொள்வதுண்டு.

பி. ஜான்சியா வகை ரூகோஸா. சிறிய தண்டைக் கொண்டது. பூக்கும் சமயத்தில் தண்டு நீண்டு உயரமான செடியாக வளரும். மேற்கு, மத்திய, கிழக்கு இமயமலைப் பகுதிகளில் குளிர்காலப் பயிராகக் குறைந்த அளவில் பயிரிடப்படுகிறது. நேபாளத்தில் இதைக் கறிகாய்ச் செடியாகவே காயவைத்து ஊறுகாய் போடுவதுண்டு.

சாகுபடி. பீகார் மாநிலத்தில் பெருமளவில் கடுகு வயல்கள் உள்ளன. மேலும் உத்தரப்பிரதேசத்திலும் வங்காளத்திலும் பயிரிடப்படுகிறது. இவ்வினத்தின் சாகுபடி எகிப்து, ஐரோப்பா முதல் சீனா வரை பரவியுள்ளது. கடுகு விதைகளைத் தனியாகவோ பட்டாணி, பார்லியுடன் சேர்த்தோ தெளிப்பதுண்டு. பட்டாணிக் கொடி கடுகுச் செடியைக் கொழு கொம்பாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும். இம்முறையில் சாகுபடி செய்தால், கிடைக்கும் பட்டாணிக் காய்களின் அளவு, தனியாகப் பயிரிடுவதைவிட மிகுதியாக இருக்கும்.

கடுகுச்செடி மானாவாரிப் பயிராகும். ஓர் ஏக்கருக்கு 500 கிலோ கொடுக்க வல்லது. பிற இந்திய எண்ணெய்க் கடுகுகளைவிட, இக்கடுகு மிகு வீரியத்துடனிருப்பதால் பூச்சி, பூஞ்சைநோய்களால் தாக்கப்படுவதில்லை. தனி வழித் தேர்வு மூலம் பஞ்சாப் மாநிலத்தில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட ஆர். டி. 11 என்னும் வகை அசுவனிப்பூச்சித் தாக்குதலுக்கு ஈடு கொடுக்கக்கூடியது. மேலும் இது ஏக்கருக்கு 540-720 கிலோ வரை விளையும்.

கடுகு விதையில் காணப்படும் பொருள்கள். ஈரப்பசை 6.2%, கொழுப்பு 35.5%; நைட்ரஜன் பொருள்கள் 24.6%, நைட்ரஜனற்ற பகுதி 20.4%; நார் 8%, சாம்பல் 5.3% கடுகு எண்ணெய் அளவு 30-38% ஆகும். உத்தரப் பிரதேசத்தில் பயிரிடப்படும் வகை



களான, லாஹி லஹதா முதலியவை எண்ணெய் மிகுந்தவை. கடுகிலுள்ள குளுகோசைடு சினிக்ரின் எனப்படும். இது சிதைவதால் கந்தகம் சேர்ந்த ஆவியாகக் கூடிய எண்ணெய் கிடைக்கும். கடுகின் காரத்திற்கும், மணத்திற்கும் இந்த எண்ணெயே காரணமாகும். எண்ணெயைத் தவிர விதைகளில் 20% புரோட்டின் சத்து உண்டு. மேலும் கடுகு எண்ணெயில் எருசிக், ஒலியிக், லினோலியிக் ஆகிய கொழுப்பு அமிலங்கள் உள்ளன. குளுகோசைடு சினிக்ரினிக்குச் செயல்திறன் இல்லை: ஆனால் மைரோசின் எனும் நொதிச் செயலால் டெக்ஸ்ட்ரோஸ் சர்க்கரையும், கடுகு எண்ணெயும் கிடைக்கின்றன,

பயன்கள். உலகிலேயே கடுகு சாகுபடியில் இந்தியா நில அளவிலும் உற்பத்தியிலும் முதலிடம் வகிக்கிறது. உத்திரப்பிரதேசத்தில் மட்டும் 60% விளைச்சல் காணப்படுகிறது, கடுகிலிருந்து கிடைக்கும் எண்ணெயின் அளவு, அது வளரும் இடத்தின் தட்பவெப்ப நிலையைப் பொறுத்துள்ளது. ஐரோப்பாவில் ஆலிவ் எண்ணெய் பயன்படுவது போன்று, வட இந்தியாவில் கடுகு எண்ணெய் பயன்படுகிறது, இதன் இலைகளைக் கீரைபோல் உணவாகக் கொள்ளலாம். ஆனால் அவற்றை இருமுறை வேகவைத்துப் பயன்படுத்த வேண்டும்,

கடுகு, உணவுக்குச் சுவையும் மணமும் ஊட்டும் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. மசகு எண்ணெய், மென்மையான சோப், செயற்கை ரப்பர் தயாரிப்பில் கடுகு எண்ணெய் பயன்படுகிறது. தரம் குறைந்த எண்ணெயைக் கொண்டு விளக்கெரிக்கலாம். தோலுக்கு மென் தன்மை கொடுக்கவும். உடலைப் பிடித்து விடவும் (massage) இந்த எண்ணெயைத் தடவுவதுண்டு. இந்தக் கார எண்ணெயின் வீரியத்தால் தோலில் கொப்புளங்கள் தோன்றக்கூடும். ஆகையால் இதன் அடர்த்தியைக் குறைத்துப் பயன்படுத்துவர். இந்த நிலையில் இது அரிப்பு எதிர்ப்பானாகச் செயற்படும்.

இந்தியாவில் கடுகுப் பிண்ணாக்கு கால்நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுகிறது. பிண்ணாக்கில் நைட்ரஜன் மிகுதியாக இருப்பதால் ஜப்பான், ஐரோப்பா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளில் உரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். கடுகு எண்ணெயில் ஐசோதயோசயனேட் இருப்பதால் அதைப் புரோட்டீன் நிறைவுபடுத்தும் உணவாகக் கால்நடைகளுக்குப் பயன்படுத்த முடிவதில்லை. தற்சமயம் இந்த வேதிப்பொருள் குறைவாகவுள்ள கடுகு வகைகள் பயிரிடப்படுகின்றன.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

நூலோதி. S.L. Kochhar, *Economic Botany in Tropics*, LCVC, Macmillan, London, 1981; K.M, Mathew, *The Flora of the Tamil Nadu carnatic*. The Rapinat herbarium, Trichy, 1983.

கடுகு ரோகணி

இதன் வேரை முறைப்படிக் குடிநீரிலிட்டு, நாளொன்றுக்கு 3 அல்லது 4 வேளையாக 3 4 நாள் கொடுக்க வீக்கம் நீங்கும். ஏறக்குறைய 7.1 கிராம் தூளை, நீரில் கலந்து சர்க்கரை சேர்த்துக் கொடுத்து வந்தால் கழியச் செய்யும். கடுகுரோகணி வேரை, பஞ்சு போல இடித்து 600 கிராம் கொதிக்கும் நீரில் போட்டு, நான்கு மணி நேரம் சென்றபின் வடிகட்டி, வேளைக்கு 30 கிராம் வீதம் நான்கு மணி நேரத்திற்கு ஒருமுறை மலம் போகும்வரை கொடுக்கலாம். இதனால் வாதபித்தச் சுரங்கள் குணமாகும்.

இதன் சூரணத்தை 0.40 கிராம் அல்லது 13 கிராம் எடை நாளொன்றுக்கு இருவேளை கொடுத்தால் உதிரச் சிக்கல், வயிற்றில் மரித்துப்போன பிண்டம், குண்டிக்காய், சிறுநீர்ப்பை இவற்றில் உண்டாகும் கற்கள் வெளியாகும். மேலும் இது இரைப்பையைத் தூய்மைப்படுத்தும். இவற்றில் 6.50 கிராம் அல்லது 9.10 கிராம் எடையில் நாளொன்றுக்கு 3 வேளை தேனில் கொடுக்க அதிக சீதளத்தால் உண்டான ஜன்னி காய்ச்சலையும் பக்க வாதத்தையும் குணமாக்கி, நல்ல பசியை உண்டாக்கும். இதை நன்றாகப் பொடிசெய்து கண்களிலிடக் கெடு நீரை வெளியேற்றும். இதைக் காடியிலுரைத்துப் படைக்களுக்குப் பூசப் படை ஆறும். இதைப் பொடித்து நசியமிடத் தும்மல் உண்டாகும். இதை மிகுதியாக உட் கொள்ளக்கூடாது. உட்கொண்டால் தொண்டை வீங்கும். நரம்புகளில் இசிவு ஏற்படும். இது பைத்தியநோய், கால்கைவலி, சிரங்கு, வயிற்றிலுண்டாகும் கிருமிகளின் தாக்கம் முதலிய வற்றிற்கு நல்லது. தற்காலத்தில் இதை மிகுதியாகப் பயன்படுத்துவதில்லை. குறிப்பாக, சுரரோகம், நீர்க்கோவை, சூதக்கட்டு அல்லது ருதுசூலை இவற்றிற்கே பயன்படுத்துகின்றனர்.

கடுகுரோகணி, வெள்ளைச்சாட்டரைகணை, சமூலம், வேப்பம்பட்டை, பேய்ப்புடல், சுக்கு, சீந்தில் கொடி, மரமஞ்சள், கடுக்காய்த்தோல் வகைக்கு 7 கிராம் வீதம் எடுத்து, இவற்றை ஒன்றிரண்டாக இடித்து ஒரு மண்குடுவையில் போட்டு 2.6 லிட்டர் நீர் விட்டு அடுப்பில் வைத்துச் சிறு தீயாக எரித்து 650 மில்லி ஆகச் சுண்டக் காய்ச்சிப் பிசைந்து வடிகட்டி, நாளொன்றுக்கு ஒருவேளை காலை நேரத்தில் கொடுக்கலாம். இதனால் மலச்சிக்கல் நீங்கும். இரத்தக் குறைவால் ஏற்பட்ட நீர்க்கோவையாகிய வீக்கத்தைப் போக்கும்.

கடுகுரோகணி, நிலவேம்பு, சுக்கு, கோரைக் கிழங்கு, வெட்பாலையரிசி, கடுக்காய்த்தூள், சீந்தில் கொடி, நெல்லிவற்றல், தேவதாரு இவற்றை வகைக்கு 6 கிராம் வீதம் எடுத்து, பொடித்து ஒரு சட்டியில் போட்டு, இரண்டு குவளை நீர் விட்டு,

கொதிக்க வைத்து இறக்கி வேளைக்கு ½ குவளை வீதம் ஒரு நாளைக்குமூன்று வேளை சாப்பிடக் காய்ச்சல் நீங்கும். கடுகுரோகணியை எலுமிச்சம் பழச் சாறு விட்டு மை போல அரைத்து, படை உள்ள இடத்தைக் கிருமி கொல்லிச் சோப்பைக் கொண்டு தூய்மை செய்துவிட்டு மருந்தைப் போட வேண்டும். ஒவ்வொரு நாளும் இரவில் போட்டுக் காலையில் தூய்மை செய்து மருந்தைப் போட்டு, மாலையில் காற்றாட விட்டு மீண்டும் இரவில் மருந்தைப் போட வேண்டும். இந்த மருந்து மூன்றே நாளில் படையைப் போக்கும்.

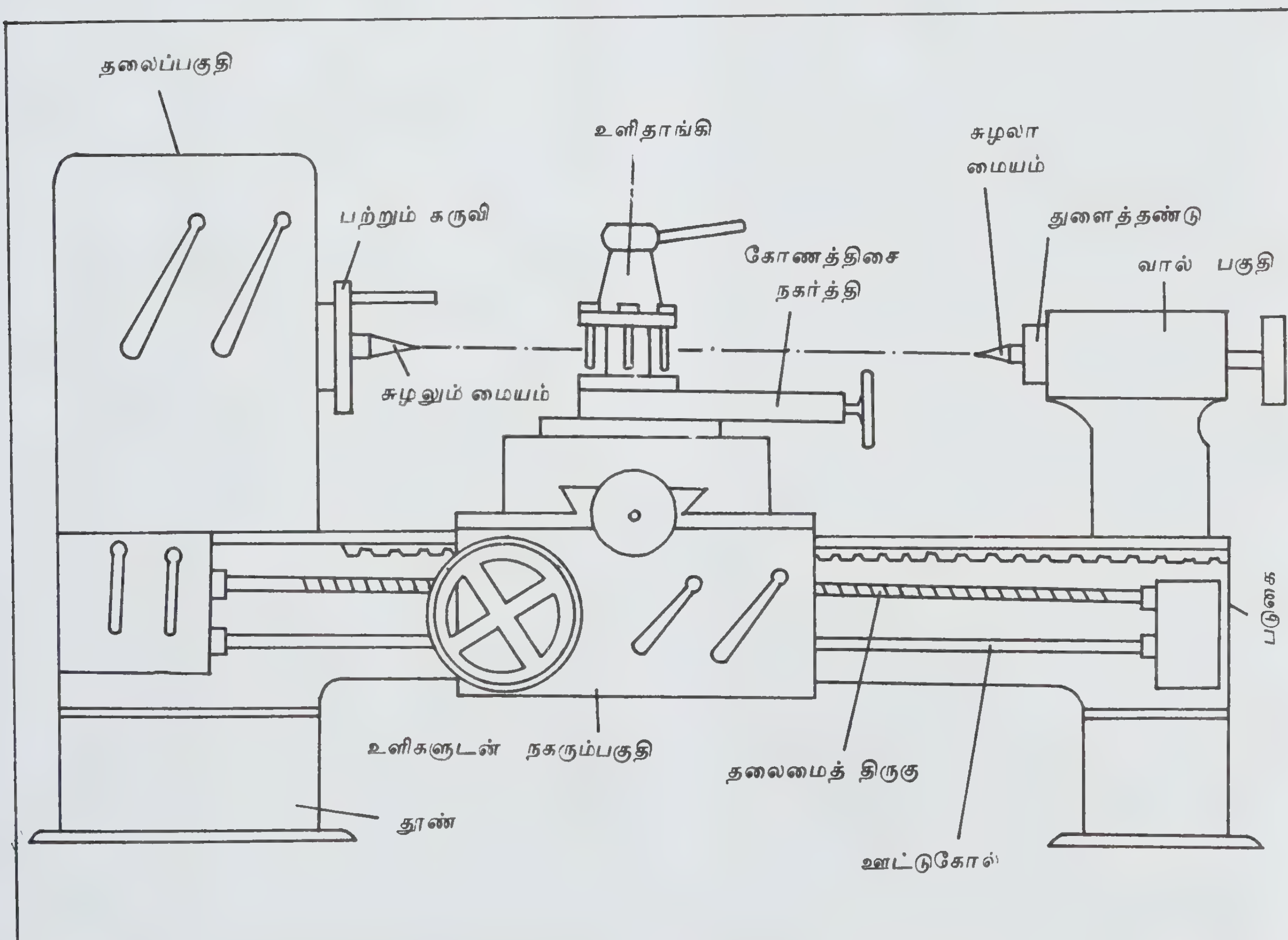
- சே. பிரேமா

நூலோதி. எஸ். ஏ. சூசைராஜா, கடைச்சரக்கு முறைவைத்தியம் வீரபத்திரர் அச்சகம், சென்னை, 1981.

கடைசல்பொறி

ஓர் உலோகத் தண்டை விரும்பிய உருவத்திற்கும், அளவிற்கும் கொண்டு வரும் பொருட்டு, தேவையற்ற உலோகப் பகுதிகளைக் கடைந்து நீக்குவதே கடைசல் பொறியின் (lathe) பயனாகும். உலோகத் தண்டைக் கடைசல்பொறியில் இறுகப் பற்றிச் சுழலச் செய்து வெட்டும் கருவியால் தேவையற்ற உலோகப் பகுதிகளைச் சீவல்களாக (chips) நீக்கலாம். இவ்வேலை சீராக நிகழ வெட்டும் கருவி உலோகத் தண்டை விடக் கடினமானதாகவும், வலிமை மிகுந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும்.

அடிப்பகுதி (pedastal), படுகை (bed), தலைப் பகுதி (headstock), வால்பகுதி (tail stock), உளிகளுடன் நகரும் பகுதி (carriage), ஊட்டும் அமைப்பு,



படம் 1. கடைசல் பொறி

மறையிடும் அமைப்பு ஆகியவை கடைசல்பொறியின் இன்றியமையா உறுப்புகளாகும். இவை படம் 1இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

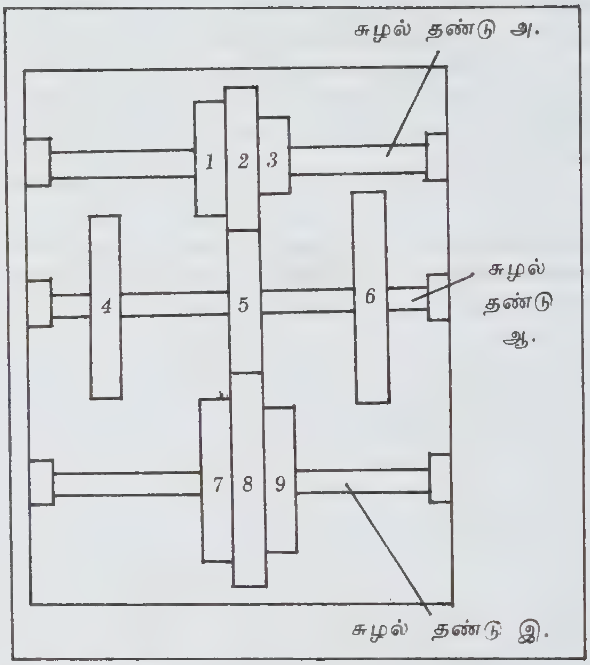
அடிப்பகுதி. இதுவே கடைசல்பொறியின் அனைத்து உறுப்புகளையும் தாங்குகிறது. இதன் ஒரு முனையில் தலைப்பகுதியும் மறுமுனையில் வால் பகுதியும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இதன்மேல் உளிகளுடன் நகரும் பகுதி கவிழ்ந்த 'ப' வடிவில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

வெட்டும் கருவி செயல்படும்போது அதை வெட்டும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் தள்ள முயலும் விசை, கீழ்நோக்கிச் செயல்படும் வெட்டு விசை ஆகிய இரு விசைகளால் உருவாகும் திருகுவிசையைப் (twisting force) படுகை தாங்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். இதற்காகப் படுகையின் உட்புறம் குறுக்குச் சட்டங்களால் (diagonal ribs) வலிவூட்டப்படுகிறது. வெட்டும் செயல் நடைபெறும் போது உருவாகும் அதிர்வுகளைத் தாங்கும் அளவிற்கு அடிப்பகுதி கனமாகவும், தகுந்த அகலத்துடனும் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

படுகையின் மேற்பரப்பில் உள்ளே ஒன்றும் வெளியே ஒன்றுமாக இரு வழித்தடங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் வெளி வழித்தடங்கள் உளிகளுடன் நகரும் பகுதியைத் தாங்குவதற்கும் வழி நடத்திச் செல்வதற்கும் பயன்படும். இதே போல் உள் வழித் தடங்கள் கடைசல்பொறியின் வால் பகுதியைத் தாங்குவதற்கும் வழி நடத்துவதற்கும் பயன்படும். இவ்விரு வழித்தடங்களும் கடைசல்பொறியின் அச்சுக்கு இணையாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. வழித் தடங்கள் தட்டையாகவோ கவிழ்ந்த V வடிவிலோ அமைக்கப்படுகின்றன. வார்ப்பு இரும்புடன் நிக்கல் அல்லது குரோமியம் சேர்ந்த உலோகக் கலவையிலிருந்து படுகை தயாரிக்கப்படுகிறது.

தலைப்பகுதி. இப்பகுதி கடைசல்பொறியின் படுகையின் மேல் இடப்புறத்தில் நிலையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. உலோகத்தண்டைப் பிடிப்பதற்கும், பல்வேறு வேகங்களில் சுழலச் செய்வதற்கும் இது பயன்படுகிறது. உலோகத் தண்டைச் சுழற்றுவதற்கும் சுழல் வேகத்தை மாற்றுவதற்கும் ஏற்ற அமைப்புகள் வார்க்கப்பட்ட தலைப்பகுதியின் உள் இருக்கின்றன. இவற்றோடு, கடைசல்பொறியின் அச்சோடு ஒன்றிச் சுழலக்கூடிய குழாய் போன்ற வடிவுடைய ஒரு முதன்மைச் சுழல்தண்டும் (spindle) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுழல் தண்டின் வெளிப்புறத்தில் பற்றும் கருவிகளை (work holding device) இணைப்பதற்காக மறை உள்ளது.

வெட்டப்படும் உலோகத்தின் தன்மை, உலோகத்தண்டின் விட்டம், வெட்டும் முறை, பொறியின் தன்மை போன்ற பல காரணங்களைப் பொறுத்து வெட்டும் வேகம் மாற்றப்பட வேண்டியுள்ளது. முழுமையான பற்சக்கர ஓட்டம், வேகம் மாற்றக் கூடிய மின்னோடி, தலைப்பகுதியில் இணைக்கப் கப்பட்ட கூம்புக் கப்பி வார் ஓட்டம் (cone pulley belt drive) ஆகிய ஏதேனும் ஒரு முறையில் வேகம் மாற்றப்படுகிறது.

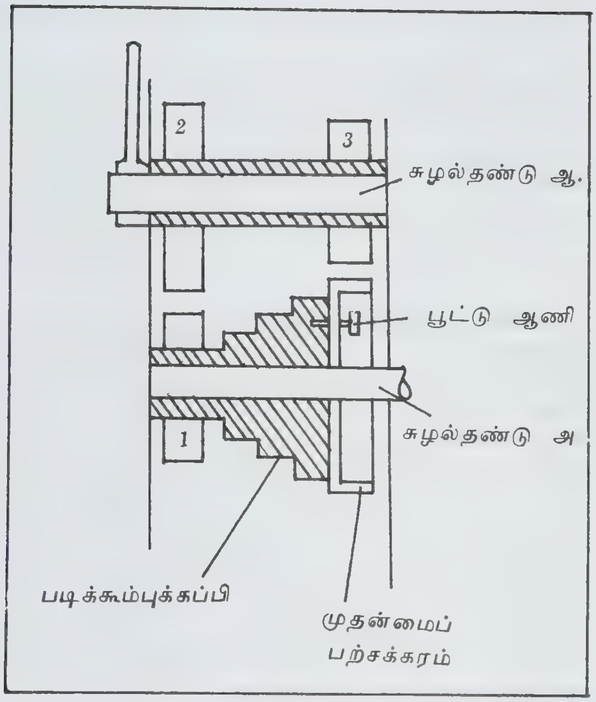


படம் 2. முழுமையான பற்சக்கர ஓட்டம்.

முழுமையான பற்சக்கர ஓட்டம். இவ்வகைக் கடைசல் பொறிகளில் நிலைவேக மின்னோடி அமைக்கப்படுகிறது. இரண்டு அல்லது மூன்று நெம்புகோல்களை இயக்குவதன் மூலம் பல்வேறு அளவுள்ள பற்சக்கரங்கள் மாற்றி மாற்றி இணைக்கப்பட்டு வேகம் மாற்றப்படுகிறது.

படம் 2 இல் சுழல்தண்டு அ. நிலைவேக மின்னோடியால் வார் மூலம் சுழற்றப்படுகிறது. இதில் 1,2,3 என மூன்று வெவ்வேறு விட்டமுள்ள பற்சக்கரங்கள் சுழல்தண்டின் அச்சுத்திசையில் நகர்த்தக் கூடியனவாக உள்ளன. சுழல்தண்டு ஆ. இடைச் சுழல்தண்டு ஆகும். இதில் 4,5,6 என மூன்று பற்சக்கரங்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை அச்சுத்திசையில் நகரா. சுழல்தண்டு இ. சுழல்தண்டு அ-வைப்போலவே அச்சுத்திசையில் நகர்த்தக்கூடிய 7, 8,6 என மூன்று பற்சக்கரங்களைக் கொண்டுள்ளது.

1) 1,4-4,7	2) 1,4-5,8	3) 1,4-6,9
4) 2,5-4,7	5) 2,5-5,8	6) 2,5-6,9
7) 3,6-4,7	8) 3,6-5,8	9) 3,6-6,9



படம் 3. கூம்புக்கப்பி வார் ஓட்டம்

என்னும் விதத்தில் பற்சக்கரங்கள் இணைப்பதன் மூலம் ஒன்பது வெவ்வேறு வேகங்கள் கிடைக்கின்றன.

வார்பட்டை ஓட்டம். இவ்வகையில் நேரடி அல்லது பின்சக்கரம் அற்ற முறை (direct drive), மறைமுக அல்லது பின்சக்கர இணைப்பு முறை (back-gear drive) என்னும் இரு வகைகளில் வேகம் மாற்றப்படுகிறது. இதன் அமைப்பைப் படம் 3இல் காணலாம். சுழலி 'ஆ' இல் ஒரு முதன்மைப் பற்சக்கரம் (bull gear) நிலையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதே சுழலியின் மேல் ஒரு படிக்கூம்புக் கப்பி (step cone pulley) உள்ளது. இக்கப்பி சுழல் தண்டுடன் இணைக்கப் படாமல் அதன்மேல் சுதந்திரமாகச் சுழலக்கூடியதாக உள்ளது. முதன்மைப் பற்சக்கரத்தின் பரப்பில் உள்ள ஓர் இணைப்பு ஆணியின் மூலம் (locking pin) கூம்புக் கப்பியை முதன்மைச் சக்கரத்துடன் இணைக்கவோ பிரிக்கவோ முடியும்.

நேரடி முறையில் முதன்மைச்சக்கரம் கூம்புக் கப்பியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. மின்னோடியி லிருந்து வார்மூலம் கூம்புக் கப்பி சுழற்றப்படுகிறது. இணைப்பு ஆணியின் மூலம் முதன்மைப் பற்சக்கர மும் அத்துடன் இணைக்கப்பட்ட சுழல்தண்டும் சுழற்றப்படுகின்றன. இம்முறையில் கூம்புக் கப்பியின் படிநிலைகளுக்குத் தகுந்தவாறு வேகங்கள் கிடைக் கும். இச்சுழல் தண்டிற்கு இணையாகப் பின்புறத்தில் ஒரு சுழல்தண்டு 'ஆ' உள்ளது. இதில் 2,3 என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள இரு பற்சக்கரங்கள் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. கூம்புக்கப்பியுடன் இடப்புறத்தில் ஒரு சிறிய பற்சக்கரம் 1 உள்ளது. சக்கரம் 2, 1க்கு இணையாகவும், சக்கரம் 3 முதன்மைச் சக்கரத் திற்கு இணையாகவும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒரு நெம்புகோலை இயக்குவதன் மூலம் பின் புறச் சுழல்தண்டு முதன்மைச் சுழல் தண்டுடன் இணைக்கப்படுகிறது. முதன்மைச் சக்கரத்தைக் கூம்புக் கப்பியுடன் இணைக்கும் இணைப்புஆணி விலக்கப்படுகிறது. மின்னோடி வாரின் மூலம் கூம்புக் கப்பியும், பற்சக்கரம் 1 உம் சுழற்றப்படுகின்றன. சக்கரம் 1, சக்கரம் 2 இன் மூலம் பின்புறச் சுழல் தண்டைச் சுழற்றுகிறது. சக்கரம் 3 முதன்மைச் சக்கரத்தைச் சுழற்ற முதன்மைச் சுழல்தண்டும் சுழற் றப்படுகிறது.

வால் பகுதி. படுகையின் மேற்பரப்பில் உள் வழித்தடங்களின் வல முனையில் வால்பகுதி உள்ளது. மையங்களுக்கு இடையே கடையப்படும் பொருளின் மறுமுனையைத் தாங்குவதற்கும், துளையிடுதல் (drilling), துளை திருத்தல் (reaming), உள்மரை பதித்தல் (tapping) ஆகியவற்றிற்கான கருவிகளைத் தாங்குவதற்கும் இப்பகுதி பயன்படுகிறது.

உலோகத் தண்டின் வெவ்வேறு நீளங்களுக்கு ஏற்ப வால்பகுதியை வழித்தடங்களில் கடைசல் பொறியின் அச்சுத் திசையில் முன்னும் பின்னும் நகர்த்த இயலும். எந்த இடத்திலும் அசையா வண்ணம் அடிப்பகுதியுடன் இறுக்கமான மரை ஆணிகளின் மூலம் இணைக்கலாம். வால் பகுதியின் உடற்பரப்பில், கைச் சக்கரத்தால் முன்னும் பின்னும் நகர்த்தக்கூடிய தண்டு உள்ளது. இத்தண்டின் முன் புறமுள்ள துளையில் சுழலாத்தாங்கி (dead centre) அல்லது வேறு கருவிகள் இணைக்கப்படலாம்.

உளிகளுடன் நகரும் பகுதி. இது சேணம் (saddle), குறுக்கே நகர்த்தும் அமைப்பு, (cross-slide) கோணத் தில் நகர்த்தும் அமைப்பு (compound slide), உளி தாங்கி (tool post) ஆகிய உறுப்புகளைக் கொண்டது. சேணம் வழித்தடங்களின் மேல் கவிழ்ந்த 'ப' வடி வில் அடிப்பகுதியின் இருபுறமும் பொருந்தி அச்சுத் திசையில் முன்னும் பின்னும் நகர்த்தக்கூடியதாக உள்ளது.

சேணத்தின் மேற்பரப்பில் குறுக்கே நகர்த்தும் அமைப்பு உள்ளது. கைச்சக்கரத்தால் சுழற்றக்கூடிய ஒரு மரை ஆணியும் அத்துடன் இணைந்து முன்னும் பின்னும் நகரக்கூடிய மரையும் (nut) இதன் அமைப் பாகும். இதன் மரை அச்சுத்திசைக்குக் குறுக்காகச் செங்கோணத்தில் நகரக்கூடும். குறுக்கே நகர்த்தும் அமைப்பின் மேல் கோணத்தில் நகர்த்தும் அமைப்புப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் மேல் உளி தாங்கி அமைந்துள்ளது. மேற்கண்ட அமைப்புகளின் மூலம் வெட்டுளியைத் தாங்கவும். அதை அச்சுத்திசை,

குறுக்குத்திசை, கோணத்திசை ஆகிய திசைகளில் செலுத்தவும் முடிகிறது.

ஊட்டும் அமைப்பு. உலோகத்தண்டின் சார்பாக வெட்டுளி நகர்த்தப்படுவதே ஊட்டுதல் எனப்படுகிறது. ஊட்டுங்கோல் (feed rod), தலைமைத் திருகு (lead screw) போன்றவற்றால் ஊட்டுதல் நிகழ்த்தப்படுகிறது.

ஊட்டுங்கோல். இது வழித்தடங்களுக்குச் சற்றுக் கீழே நீள்வாக்கில் உள்ளது. தலைப்பகுதியுடன் பற்சக்கரங்களால் இணைக்கப்பட்டுச் சுழற்றப்படும் ஊட்டுங்கோல் நீண்ட காடி உடையதாகும். இக்காடியில் ஒரு நகரும் பற்சக்கரம் (sliding gear) உள்ளது. இப்பற்சக்கரம் உளிகளுடன் நகரும் பகுதியின் பல்வேறு உறுப்புகளையும் இயக்கவல்லதாகும்.

தலைமைத்திருகு. வழித்தடங்களின் கீழே ஊட்டுங்கோலுக்கு இணையாக உள்ள மரையிடப்பட்ட நீண்ட தண்டு, தலைமைத்திருகு எனப்படுகிறது. மரை உருவாக்கப்படும்போது மட்டுமே தலைமைத்திருகு பயன்படுகிறது.

- வயி. அண்ணாமலை

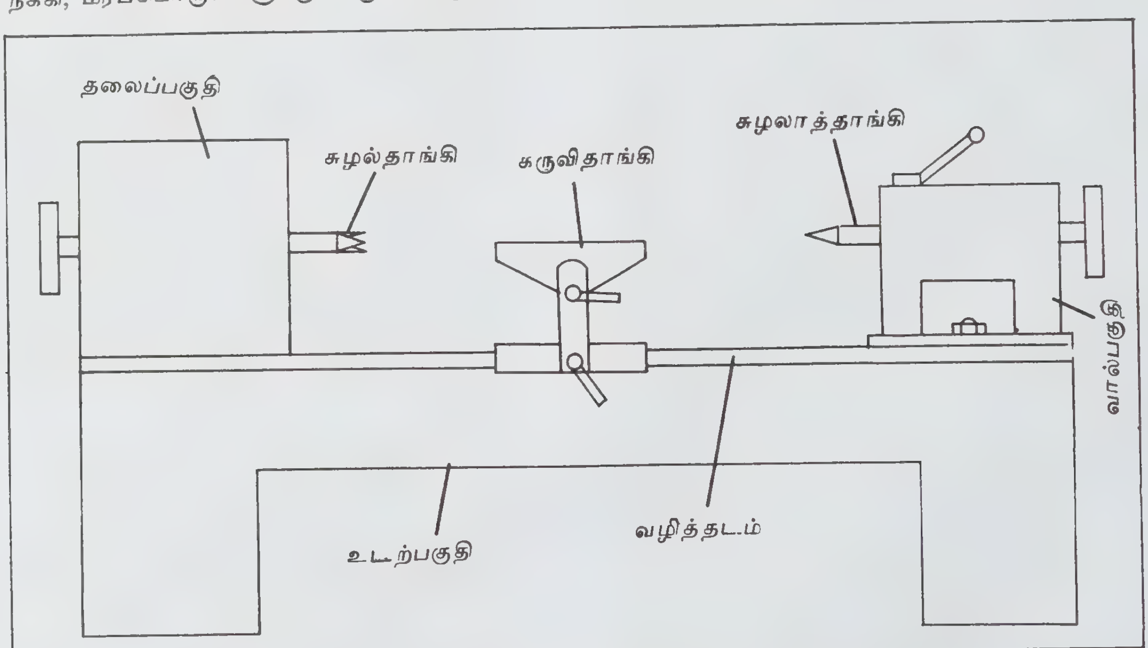
கடைதல், மரவேலை

கடைசல் பொறியில் சுழற்றி, வெட்டுக்கருவியால் துகள் நீக்கி, மரப்பொருள்களுக்கு உருக்கொடுப்பதே கடைதல் மரவேலை (turning, wood working) எனப்படுகிறது.

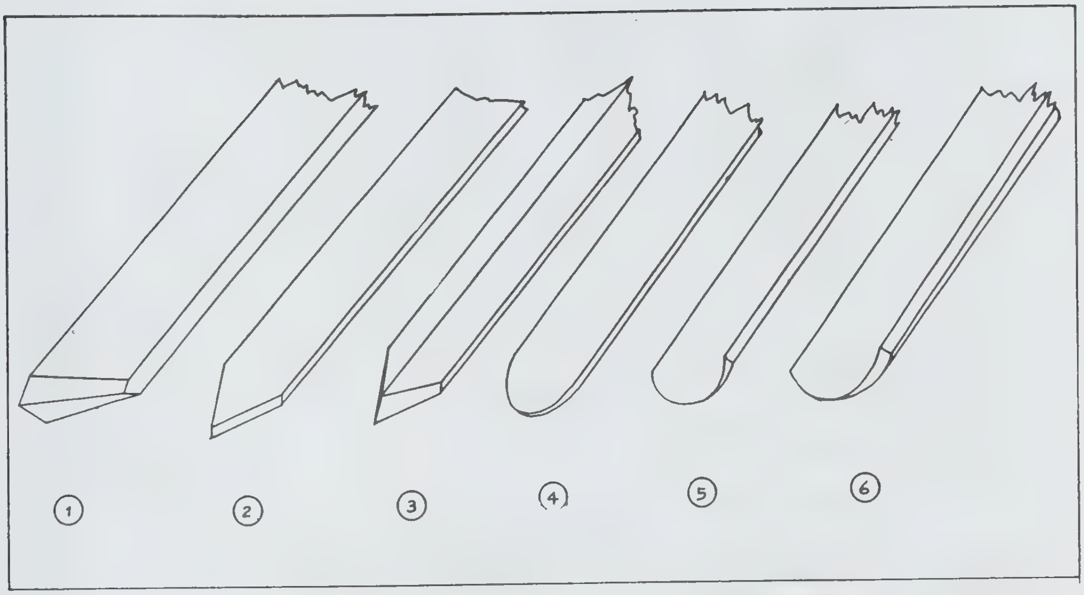
மரவேலைக்கான கடைசல்பொறி. வார்க்கப்பட்ட இரு வழித்தடங்கள் கொண்ட உடற்பகுதி ஏனைய பகுதிகளைத் தாங்குகிறது. இதன் ஒரு முனையில் தலைப்பகுதியும் மறுமுனையில் வால்பகுதியும் உள்ளன. இவை இரண்டிற்குமிடையே நகரக்கூடிய ஒரு கருவிதாங்கியும் உள்ளது. இதன் அமைப்பைப் படம் 1இல் காணலாம்.

தலைப்பகுதியில் ஒரு மின்னோடியும், மூன்றுவேக நிலைகளுக்கான படிக்கூம்புக் கப்பியும் (stepped cone pulley) உள்ளன. இவற்றின் மூலமாக ஒரு சுழல் தண்டைச் சுழற்ற முடியும். இச்சுழல்தண்டின் முனையில் பல்வேறு வகையான தாங்கிகளைப் பொருத்தலாம். தாங்கிகள், செய்பொருளாகிய மரக்கட்டையை ஒரு புறத்தில் தாங்குகின்றன. மறுபுறத்தில் வால் பகுதியிலுள்ள தாங்கி மரக்கட்டையைத் தாங்குகிறது. கடைசல் பொறியின் வழித்தடங்களின் மேல் வால் பகுதியை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தவும் எந்த ஒரு நிலையில் பொருத்தவும் முடியும். உடற்பகுதியின் மேற்பரப்பில் இரு இணை கோடுகளைப்போல் வழித்தடங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இதே வழித்தடத்தின் மீது முன்னும் பின்னும் நகர்த்தக்கூடிய கருவிதாங்கி உள்ளது. கருவிதாங்கியை எந்த உயரத்திலும் பொருத்தலாம். உலோகக் கடைசல் பொறிகளிலிருப்பதுபோல் இதில் வெட்டுக்



படம் 1. கடைசல்பொறி (மரவேலை)



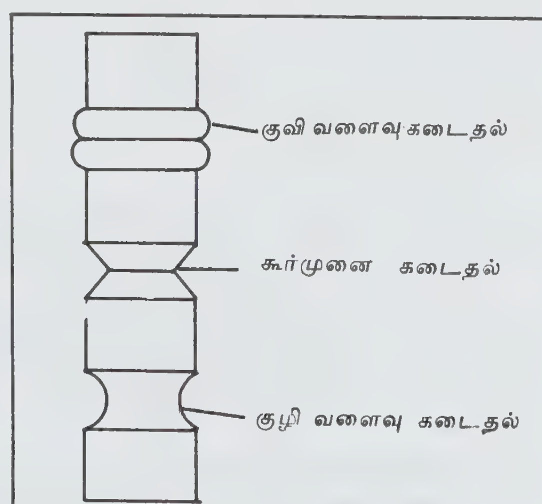
படம் 2. வெட்டுக்கருவிகள் (மரம் கடைதல்)

1. சாய்வுமுனை உளி 2. கூர்முனை உளி 3. வெட்டிப்பிரிக்கும் உளி 4. வட்டமூக்கு உளி 5, 6, வளை கருவிகள்

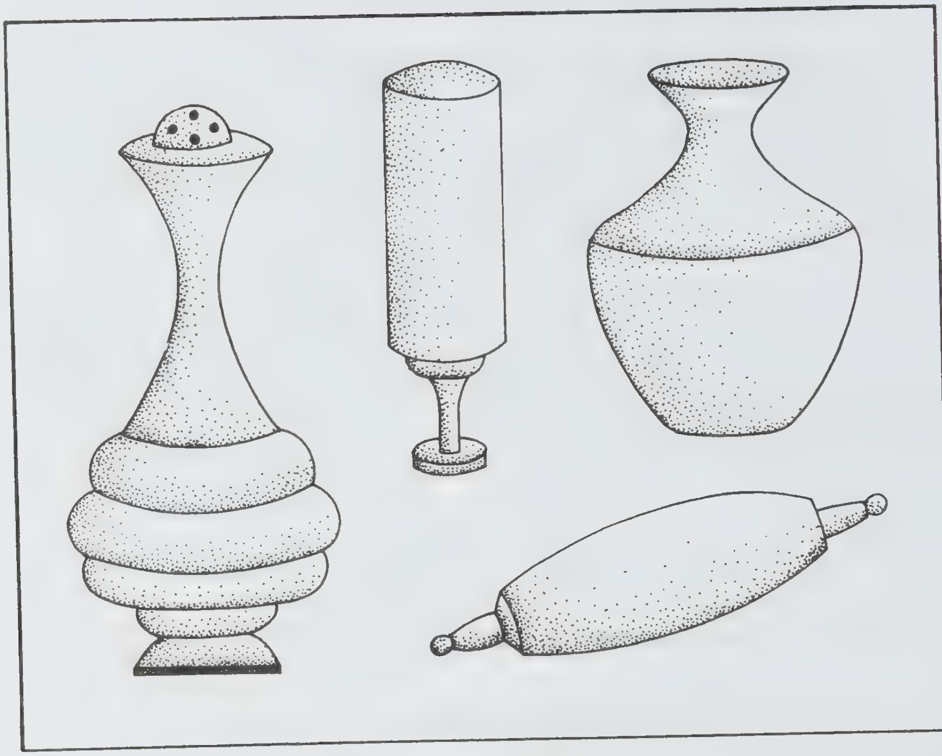
கருவியைப் பொருத்த இயலாது. வெட்டுக் கருவிகள் கையால் பிடிக்கப்படும் நிலையிலேயே வெட்டுகின்றன. வெட்டும்போது கருவிதாங்கியின் மேல் சாய்த்துக்கொள்ள மட்டுமேதாங்கிகள் பற்றுக் கோடாகப் பயன்படுகின்றன.

மரக்கட்டை இடப்புறம் உள்ள சுழல்தாங்கிக்கும் வலப்புறமுள்ள சுழலாத்தாங்கிக்கும் இடையே பொருத்தப்படுகிறது. தலைப்பகுதியில் உள்ள சுழல் தாங்கிகளில் முள்தாங்கி, மரைதாங்கி, கோப்பை வடிவத்தாங்கி எனப்பலவகை உண்டு. முள்தாங்கியின் முனையில் தாங்கியைச் சுற்றி மூன்று அல்லது நான்கு முள் போன்ற அமைப்பு இருக்கும். இதன் மையப் பகுதியை மரக்கட்டையின் மையத்துளையில் நுழைத்துப் பிறகு மரச்சுத்தியால் கட்டையின் மறுமுனையில் தட்டி முள்ளின்மேல் ஏற்ற வேண்டும். கட்டையின் மறுமுனையை வால்பகுதியின் சுழலாத் தாங்கி தாங்குகிறது. உராய்வால் வெப்பமேற்பட்டுக்கட்டை எரிந்து விடாதிருக்கும் பொருட்டுச் சுழலாத்தாங்கிக்கும் மரக் கட்டைக்கும் இடையே எண்ணெய் இட வேண்டும்.

கட்டையை ஒரு முனையில் மட்டும் தாங்கிப் பிடித்துக் குறுக்குவாக்கில் வெட்ட, மரைதாங்கி பயன்படுகிறது. சுழல்தாங்கியின் நுனியில் மரை வெட்டப்பட்டிருக்கும். கட்டையை அதில் திருகி ஏற்றினால் போதும். இதற்குச் சுழலாத் தாங்கி தேவையில்லை. கடைசல்பொறியை இயக்கும் முன்பு பிடிப்புகள் இறுக்கமாக உள்ளனவா என்று பார்க்க வேண்டும். மரக்கட்டை கருவிதாங்கியில் இடிக்காமல் உள்ளதா என்று கட்டையைக் கையால் சுழற்றிப் பார்க்க வேண்டும். பொதுவாக, மெதுவான வேகத்தில் தொடங்கி முதல் வெட்டு இயக்கம் முடிந்தபின்



படம் 3. கடைதல் வகை



படம் 4. கடைந்த மரப்பொருள்கள்

தேவையானால் வேகத்தை அதிகரித்துக் கொள்வதே சிறந்த பாதுகாப்பான முறை ஆகும்.

கருவிகள். மரம் கடைதலுக்கான கருவிகள் உளி, வளைகருவி, வெட்டிப்பிரிக்கும் கருவி என மூன்று வகையில் அடங்கும். வளைகருவிகள் வெளிப்புறமாக, குவிந்த புறத்தில் தீட்டப்படுகின்றன. சாய்முனை உளி இருபுறமும் தீட்டப்படுகிறது. வெட்டிப்பிரிக்கும் கருவியின் நுனிப்பகுதி பின்பகுதிகளைவிட அகலமாக இருக்கும். இதனால் இக்கருவி பயன்படும்போது பின் பகுதிகள் உராயாமல் தவிர்க்கப்படும். இவற்றைப் படம் 2 இல் காணலாம்.

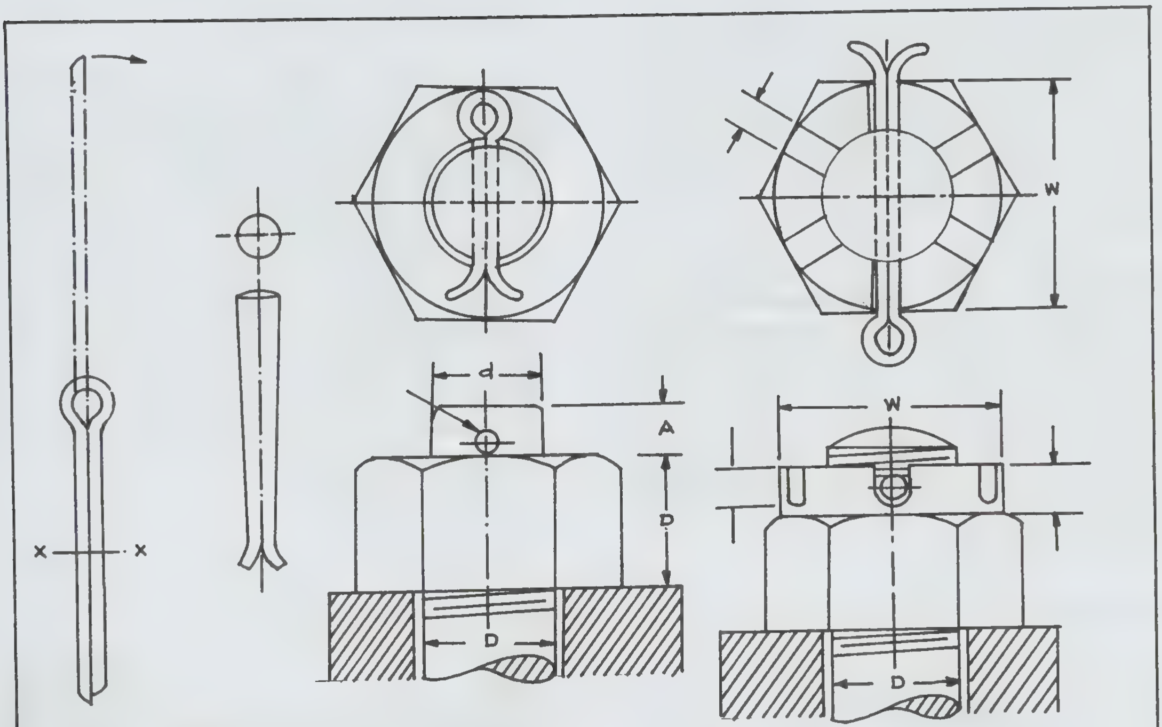
மரக்கடைசல் வகை. மரக்கடைசலின் அனைத்துப் பிரிவுகளையும் கூர்முனை கடைதல், குவிவளைவு கடைதல், குழி வளைவு கடைதல் என மூன்று வகைக்குள் அடக்கலாம். (படம் 3) சிறிய சாய் முனை உளியின் மூலம் கூர்முனை கடைதலையும் குவிவளைவு கடைதலையும் உருவாக்கலாம். குழி வளைவு கடைதலுக்குச் சிறிய வளைகருவிகள் பயன் படுகின்றன.

உப்புத்தாளிடல் மெருகு ஏற்றல். கடைசல் பொறி யில் கருவிகள் மூலம் கடைதல் முடிந்தபின் உப்புத் தாளால் மரக்கட்டையின் பரப்புத் தேய்க்கப்படும். வெட்டப் பயன்படுத்திய வேகத்தைவிட மிகுந்த சுழல்வேகத்தில் கடைசல் பொறியைச் சுழலச் செய்ய வேண்டும். உப்புத்தாளைக் குறைந்த அழுத்தத்துடன் சுழலும் மரக்கட்டையில் படுமாறு பிடித்து மேலும் கீழும் நகர்த்த வேண்டும். இம்முறையால் மரக் கட்டையின் பரப்பு வழுவழுப்பாகிறது. இதன்பின் கட்டையின்மேல் போதுமான அளவு மெழுகு தடவிய கட்டை, கடைசல்பொறியில் சுழற்றப்படும் போது கட்டையின்மேல் தூய துணியால் அழுத்திப் பிடித்தால் மெழுகு நன்றாகப் பரவிக் கட்டையில் மெருகேற்றும்.

- வயி. அண்ணாமலை

கடையாணி

மரையாணியில் செருகும் மரைகள் அதிர்வில் சுழலா மல் இருக்கவும், சிறு சக்கரம் தன் பிடிப்பிலிருந்து கழன்று அகன்றுவிடாமல் இருக்கவும், கடையாணி யைப் (cotter pin) பயன்படுத்துவர். இது அரைவட்ட எஃகு தண்டை வளைத்து அமைக்கப்படுகிறது. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு வளைந்து இதன் நீள்



பிரிபடு ஆணி கடையாணி பயன்படும் விதம்

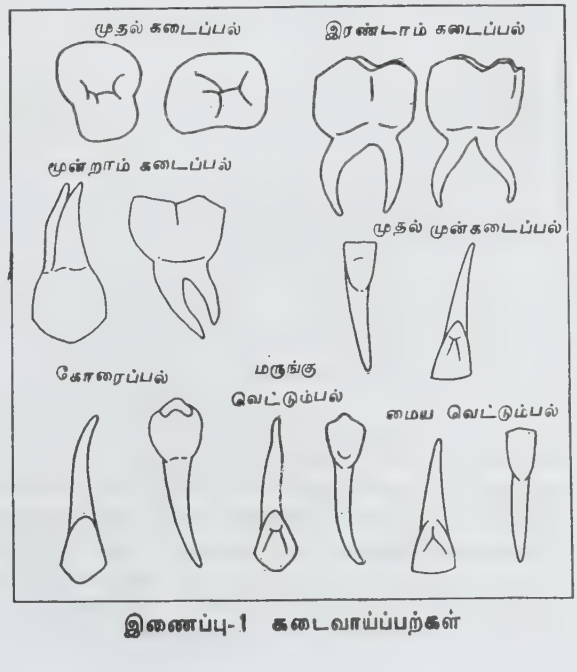
சதுரப் பரப்புகளில் நன்கு பொருந்துமாறு படிந் திருக்கும்.

இந்த ஆணிகள், மரை திருகப்பட்டதும், மரை யாணியில் துளை வழியாகச் செருகப்பட்டு, வெளி முனை பிரிக்கப்பட்டு வளைத்து விடப்படும். படத்தில் இதன் விவரம் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதைப் பிரிபடு ஆணி (split pin) என்றும் கூறலாம். சில சமயம் சிறு வட்டவடிவில் நீள் தண்டாகவும் மடித்துச் செருகப் படும். இவ்வமைப்பில் வட்டம் அளவில் நுனிநோக்கி யும் கூம்புவடிவில் நுனி குறுகியும் (tapered pin) இருக்கும். இதன் பொதுப் பயன்படும்விதம் படத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

கடைவாய்ப் பற்கள்

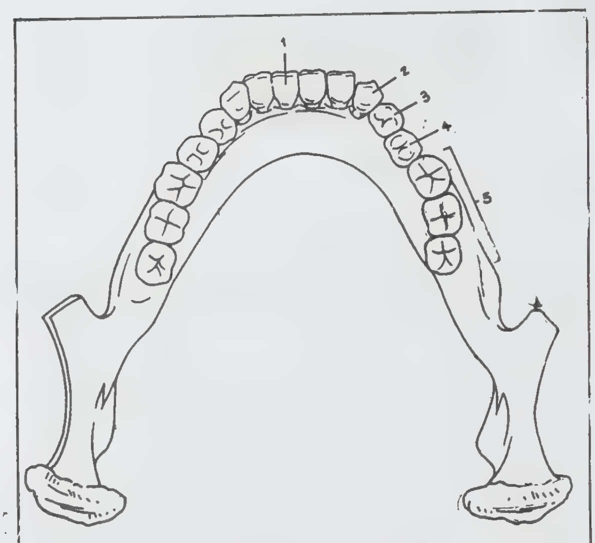
மனிதனின் இருபது பால்பற்களில் தாடைக்கு நான்கு பற்கள் வீதம் மொத்தம் எட்டுக் கடைவாய்ப்பற்கள் உள்ளன. நிலைப்பற்கள் முப்பத்திரெண்டில் தாடைக் குப் பத்துவீதம் மொத்தம் இருபது கடைவாய்ப்பற்கள் உள்ளன. ஒரு பக்கத் தாடையில் உள்ள பால் கடை வாய்ப் பற்கள் இரண்டில் ஒன்று முதல் கடைவாய்ப் பல் என்றும் மற்றொன்று இரண்டாம் கடைவாய்ப்பல் என்றும் குறிப்பிடப்படும்.



இணைப்பு-1 கடைவாய்ப்பற்கள்

ஒருபக்கத் தாடையிலுள்ள நிலைக்கடைவாய்ப் பற்கள் ஐந்தில் முதலிரண்டு பற்கள் முன்கடைவாய்ப் பற்கள் எனவும் பின்னிருக்கும் மூன்று பற்கள் கடைவாய்ப் பற்கள் எனவும் கூறப்படும். கடைவாய்ப்பற்களின் சிகரம் கன்னப்பக்கம், அண்ணப்பக்கம் அல்லது நாக்குப் பக்கம் ஆகிய பக்கங்களைக் கொண்டது. அரைக்கும் பக்கத்தில் மேடுபள்ளங்கள் காணப்படுகின்றன.

பால்பற்களில் மேல்தாடைக் கடைவாய்ப்பற்களின் வேர்கள் மூன்று எண்ணிக்கையிலும் கீழ்த் தாடைக் கடைவாய்ப்பற்களின் வேர்கள் இரண்டு எண்ணிக்கையிலும் உள்ளன. நிலைப்பற்களில் மேல் தாடை முதல் முன்கடைவாய்ப் பல்லில் இரண்டு வேர்களும் மற்ற முன்கடைவாய்ப் பற்களில் ஒவ்வொரு வேரும் காணப்படுகின்றன. நிலைப்பற்களில் மேல்தாடைக் கடைவாய்ப் பற்களில் மூன்று வேர்களும் கீழ்த்தாடைக் கடைவாய்ப்பற்களில் இரண்டு வேர்களும் காணப்படுகின்றன.



இணைப்பு-2

1. மையவெட்டும்பல் 2. மருங்கு கடைப்பல் 3. முதல் முன் கடைப்பல் 4. இரண்டாம் முன் கடைப்பல் 5. முதல் கடைப்பல் இரண்டாம் கடைப்பல் மூன்றாம் கடைப்பல்

உணவை நன்கு அரைத்து உண்பதற்கு ஏற்ற வண்ணம் கடைவாய்ப்பற்கள் பயன்படுகின்றன. முகவடிவத்திற்கும் உதவி செய்கின்றன. அரைத்து உண்ணும் பகுதி மிகுதியாக இருப்பதாலும் மேடு பள்ளங்களைக் கொண்டிருப்பதாலும் சொத்தை உண்டாகிறது. முறையாகத் துலக்காமையால் ஒட்டுப் பொருள்கள் சொத்தையை உண்டாக்குகின்றன.

-ஜெ. ஜி. கண்ணப்பன்

கடோலினியம்

இது அருமண் தனிமங்களில் ஒன்றாகும். இதன் அணு எண் 64; அணு எடை எண் 157. 26. இதன் வேதிக் குறியீடு Gd. இயற்கையில் கிடைக்கும் கடோலினியத்தில் (gadolinium) அணு நிறை எண் 152, 154, 155, 156, 157, 158, 160 கொண்ட பல ஐசோடோப்புகள் உள்ளன. இவை முறையே 0. 20, 2. 15, 14. 73, 20. 47, 15. 68, 24. 87, 21. 90 என்னும் வீத அளவில் உள்ளன. மாரிக்நக் என்னும் வேதியியல் அறிஞர் 1880 இல் இத்தனிமத்தை முதன்முதல் சமார்ஸ்கைட் என்னும் தாதுவிலிருந்து பிரித்தெடுத்துக் கண்டறிந்தார். ஸ்வீடன் நாட்டு அறிவியலார் கடோலின் என்பாரை நினைவு கூரும் வகையில் இத்தனிமம் கடோலினியம் எனப் பெயரிடப்பட்டது.

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

கடோலினியம் உலோகத் தன்மை கொண்டது. சாதாரணமாக, பாராகாந்தத் தன்மை கொண்ட இத்தனிமம் குறைந்த வெப்பநிலைகளில் ஃபெரோ காந்தத்தன்மையைப் பெறுகிறது. கடோலினியம் கொண்ட உப்புகள் காந்த முறையில் குளிர்விக்கப் படும்போது ஒரு டிகிரி கெல்வின் வெப்பநிலை வரை அடைகின்றன. 155, 157 அணு நிறை எண் கொண்ட கடோலினியம் ஐசோடோப்புகள் நியூட்ரான்களை உறிஞ்சும் தன்மை வாய்ந்தவை. ஆகவே இந்த ஐசோடோப்புகள் அணுக்கரு உலையில் நியூட்ரான்களால் நடைபெறும் அணுக்கருத் தொடர்வினையைக் கட்டுப்படுத்தும் தணிப்பான்களாகப் பயன்படுகின்றன. இதன் இணைதிறன் மூன்று. இத்தனிமத்தின் கரைசல்கள் நிறமற்றவை.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

கடோலினைட்

கதிரியக்கத் தனிமங்களான சிரியம், லாந்தனம், இட்ரியம் (Y) முதலியவற்றையும், அருகிய அளவுத் தனிமங்களாகிய பெரிலியம், ஸ்காண்டியம், எர்பியம், இட்டர்பியம் முதலியவற்றையும் கொண்ட சிலிகேட்டுகளாக இயற்கையில் கிடைப்பதைக் கடோலினைட் எனலாம். கடோலினைட்டின் வேதியியல் உட்கூறு $Be_2Fe_2y_2Si_2O_{10}$ அல்லது $Be_2Fe\ (YO)_2\ (SiO_4)_2$ ஆகும். மேற்கூறிய சிரியம், இலாந்தனம் மூவிணைவய, இரும்பு முதலியவை இட்ரியம், பெரிலியம் முதலிய வற்றின் உட்கூறுகளில் இடப்பெயர்ச்சி அடைந்து காணப்படும். இவை அனைத்தையும் உள்ளடக்கிய மண் வகைகளைக் கடோலினைட் மண் என்பர்.

இது ஒற்றைச்சரிவுப் படிகத் (monoclinic) தொகுதியைச் சேர்ந்தது. படிகங்கள் பட்டக வடிவமாகவும், சொரசொரப்பான திண்ணிய நிலையில் பொதுவாகவும் காணப்படுகின்றன. கனிமப் பிளவு அற்றுச் சங்குமுறிவு அல்லது ஸ்பிலன்டரி (splintry) முறிவு வரை காணப்படும். நொறுங்கும் தன்மை உடையது. இதன் கடினத்தன்மை 6.5-7 வரையிலும், அடர்த்தி 4-4.5 வரையிலும் காணப்படும். இதன் மிளிர்வு, பளிங்கு மிளிர்வு முதல் மெழுகு மிளிர்வு வரை இருக்கும். இது கருமை, கரும்பச்சை மற்றும் பழுப்பு நிறமாகவும் உள்ளது. இதன் அடர்த்தி வேதிச் சிதைவு மாற்றங்களைப் பொறுத்து மாறுபடும். ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் ஊன் பசை போன்ற வீழ்படிவை உண்டாக்கும்.

இது நேரொளி (+) சுழற்றும் தன்மை உடையது. இதன் ஒளியியல் அச்சுக் கோணம் (optical axis angle) $2V = 85°$ ஆகும். இதன் ஒளியியல் அச்சுத்தளம் குறுஇணை வடிவப்பக்கமாக (010), இருக்கும். கடோலினைட்டின் ஒளிவிலகல் எண் விரைவொளி அச்சுக்கு (Z) 1. 824 ஆகவும், மெதுவொளி அச்சுக்கு (X) 1.801 ஆகவும், இடையொளிஅச்சுக்கு (Y) 1.812 ஆகவும் காணப்படுகிறது. இதில் பல திசை அதிர்நிற மாற்றம் (pleochoric) தெளிவாகக் காணப்படுவதில்லை. இருப்பினும் ஒளியச்சுத் திசையில் ஆலிவ் நிறப் பச்சையாகவும் இடையொளி அச்சுத் திசையில் புல்நிறப் பச்சையாகவும் காணப்படுகிறது.

மாற்றங்கள். கடோலினைட் வானிலை வேதிச் சிதைவுக்கு உட்பட்டுத் துகள் போன்ற நிலையில்லாக் கட்டமைப்பு உடைய (metamict) துகளாக மாறுகிறது.

இனம் சுட்டு பண்பு. இக்கனிமம் மிகு ஒளி எல்லை வரையறையில், பிளவற்றும், குறை பலஅதிர் திசை நிறமாற்றம், மிகு ஒளியியல் அச்சுக்கோணம், மாற்றமிகு ஒளிவிலகல் எண் முதலியவற்றைக் கொண்டும் காணப்படுகிறது.

பரவல். இயல்பாகப் பெக்மடைட் வகை அனற்பாறைகளிலும், நரம்பிழைப் பாறைகளிலும் அல்லனைட் என்னும் கனிமத்துடன் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகிறது. பொதுவாகக் கதிரியக்கக் கனிமம், ஃபுளூரின் உட்கூறு கொண்ட கனிமம் முதலியவற்றுடன் காணப்படுகிறது. ஸ்வீடன், பலீனா, இட்டர்பி, இத்தாலி, டெக்காஸ், அவிசோனா, நார்வேயில் உள்ள ஹிட்டரோ என்னும் தீவு ஆகிய இடங்களில் கடோலினைட் பரவலாகக் கிடைக்கிறது.

பயன்பாடு. இதன் உட்கூறில் கதிரியக்கக் கனிமங்கள் மிகுந்து காணப்படுவதால் அணுமின் உற்பத்திக்காகவும், மருத்துவத் துறையில் புற்றுநோயை அழிக்கும் கதிர் வீச்சுக் கனிமப் பொருளாகவும், கதிர்வீச்சு அணுகுண்டுகள் செய்யவும் பயன்படுகிறது.

- ஜெ.கு. தினகரன்

கண்

இது உடலுறுப்புகள் யாவற்றிலும் மிகச் சிறந்தது ஆகும். எலும்புகளாலான ஒரு குழியில் கண்கள் மிகவும் பாதுகாப்பாக அமைந்துள்ளன. மூக்கும், கன்ன எலும்புகளும் கண்ணிற்கு மேலும் பாதுகாப்பளிக்கின்றன. கண்ணையும், குழியின் சுவரையும் இணைக்கும் சிறு தசைகள் கண் எத்திசையிலும் சுழலக்கூடிய வகையிலும், இரு கண்களும் இணையாகவே இயங்கும் வகையிலும் அமைந்துள்ளன. ஆனால் ஒரு கண்ணின் தசைகள், மற்றொன்றின் தசைகளைவிட வலிமை குறைந்து இருப்பின் இரு கண்களும் ஒன்றுபோல் இயங்கா.

கண்குழி கன்னத்துடன் சேரும் இடத்திற்குச் சற்று மேலே உள்ள கண்ணீர்ச் சுரப்பிகளிலிருந்து கண்ணீர் கசிந்து சிறு துளைகளின் வழியாகக் கண் முழுமையும் பரவி, கண்களைப் பளப்பளப்பாக வைத்துக் கொள்வதுடன், கண்களில் விழும் கிருமிகளையும் கொல்லும் தன்மையுடையது. கண்களை மிகு ஒளியிலிருந்து பாதுகாக்கவும், தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ளவும் மேல் இமை, கீழ் இமை என இரண்டு இமைகள் உள்ளன. தூங்கும்போது கண்ணை மூடி வைக்கவும் இமைகள் பயன்படுகின்றன. இமைகளின் ஓரங்களில் இமைமுடிகள் (eyelashes) உள்ளன.

விழிப்புறப்படலம் (sclera), விழியடிக் கரும் படலம் (choroid), பார்வைப்படலம் அல்லது ஒளித்திரை (retina) என மூன்று சவ்வுகள் ஒன்றன்மேல் ஒன்றாகக் கண் விழியை மூடிக் கொண்டுள்ளன.

விழிப்புறப்படலம். மிகவும் கடினமாகவும், வெண்ணிறமாகவுமுள்ள இதில் கருவிழிப்படலம் (cornea)

என்னும் இடத்தின் வழியாக மட்டுமே ஒளி உட்புக முடியும். கண்ணின் முன் பகுதியில், புடைத்துக் குமிழ் வடிவத்தில் உள்ள கருவிழிப்படலம் வழியாகத் தான் கருவிழி வெளியே தெரியும். பார்க்கும் பொருள்களிலிருந்து எதிர்பலித்து வரும் ஒளிக் கதிர்கள் முதன் முதலாகக்கருவிழிப் படலத்தில் கோட்டமுறுகின்றன.

விழியடிக்கரும்படலம். கண்ணின் பல பகுதிகளுக்கும் ஊட்டமளிக்கும் இரத்தக் குழாய்களால், ஒரு வலையைப்போல பின்னப்பட்டிருக்கும் விழியடிக் கரும்படலம் மிகவும் தடித்தும். கறுப்பு நிறமாகவும் உள்ளது. இதன் மையத்தில் பார்வை (pupil) என்னும் சிறிய துளையும், பாவையைச் சுற்றிலும் விழித்திரை (iris) என்னும் வட்டத்திரையும் உள்ளன. இதில் இரு வகைத் தசை இழைகள் உள்ளன. ஒருவகைத் தசையிழைகள் சுருங்கும்போது பாவையும் சுருங்கும். மற்றவகைத் தசை இழைகள் சுருங்கினால் பாவை விரியும். விழித்திரை பொதுவாகக் கறுப்பாக இருக்கும். சிலருக்கு நீலமாகவோ, புகை நிறமாகவோ இருக்கலாம். மையத்துளை வழியாக மட்டும் ஒளி உட்புகும். பாவை மிகு ஒளியில் சுருங்கும் தன்மையும், குறை ஒளியில் விரியும் தன்மையுமுடையது.

பார்வைப்படலம். மிக்க நுண்மையும் வெண்மையுமுடைய இது ஒளித்திரை எனப்படும். இது கண்ணில் மிகு ஆழத்தில் உள்ளது. கண் குழியின் இறுதியில் இருக்கும் துளையின் வழியாகக் கண்ணில் புகுந்து, சிறுசிறு நார்களாகப் பிரிந்து பரவியுள்ள பார்வை நரம்பால் (optic nerve) இது ஆக்கப்பட்டுள்ளது.

கருவிழிப்படலத்தின் பின்புறமாக முன் கணீர் (aqueous humour) என்னும் உவர்நீர் உள்ளது. கண்குழியின் இறுதியில் முட்டையின் வெள்ளைக் கருவை ஒத்த நிறமும் தடிப்பும் வாய்ந்த கூழ்நீர் நிறைந்துள்ளது. இது பின் கணீர் (vitreous humor) எனப்படும். கண்ணின் சவ்வுகள் உலராமலிருப்பதற்கு இக்கூழ்நீர் பயன்படுகிறது. முன் கணீருக்கும் பின் கணீருக்கும் இடையே விழித்திரைக்குப் பின்னால் தெளிவான நீர்நிறமும், தடிப்பும், குவிந்த வடிவமும் உடைய படிகவிழிஆடி (crystalline lens) உள்ளது. இது கண்ணின் கண்ணாடி எனப்படும்.

உருவங்கள் இருக்கும் தொலைவிற்கேற்ப விழியாடியின் வடிவத்தை மாற்றுவது குற்றிழைத்தசை (ciliary muscle) என்னும் சிறுதசையாகும். தொலைவிலுள்ள பொருளைப் பார்க்கும்போது குற்றிழைத் தசை தளர்வு நிலையை அடைந்து, வில்லையைச் சுற்றியுள்ள பந்தக உறைவில்லையைத் தட்டையாக்கி, பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்களை மிகு கோட்டமடையாமல் உள்ளே செலுத்துகிறது. அண்மைப் பொருளைப் பார்க்கும்போது குற்றிழைத் தசை சுருங்குவதால் பந்தக உறை தளரும். இதனால் வில்லை, தன் குவி வடிவை மீண்டும் அடைவதால் ஒளிக்கதிர்கள் நன்கு கோட்டமடைகின்றன.

கருவிழிப்படலம், படிகவில்லை, முன் கணீர், பின் கணீர் ஆகியவற்றின் வழியாக ஊடுருவி வரும் ஒளிக்கதிகள் ஒளித்திரையில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒன்றுகூடி விழுகின்றன.

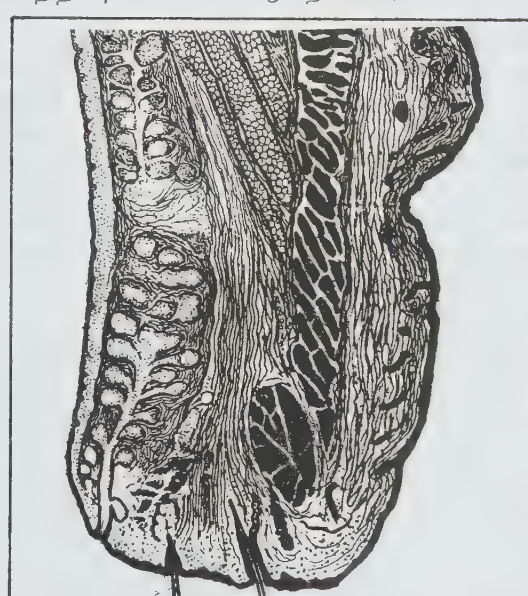
கண்ணில் உருத்தோற்றம் உண்டாகும்முறை. இரண்டு கண்களில்ஒளித்திரையில் மாக்குலா (macula) என்னும் இடத்தில் பொருளின் நிழல் தலைகீழாக விழும். மாக்குலாவிலிருந்து ஒளிக்கதிர்கள் மின்னாற்றலாக மாறிக் கண்ணுக்குப் பின்னிருக்கும் நரம்பு வழியாக மூளையை அடைகின்றன. மாக்குலாவில் தலைகீழாகத் தெரியும் பொருள் மூளையை அடையும்போது நேராக நிமிர்த்தப்படுவதால் காணப்படும் பொருளின் வடிவம் அதன் இயல்பான நிலையிலேயே தோன்றும்.

கண் இமைகள்

கண்களின் மேல் அவற்றைப் பாதுகாக்கும் மூடி போன்று இமைகள் அமைந்துள்ளன. அவை மேலிமை, கீழிமை எனப்படும்.

அமைப்பு முறை. இமைகள் தோல் மடிப்புகளிலிருந்து தோன்றியவையாகும். இவற்றில் மேலிருந்து கீழாகத் தோல்; தசை, இமைத்தட்டு, விழி வெளி இழைமம் ஆகியவை உள்ளன. தசைகள், சுரப்பிகள், இரத்தக் குழாய்கள், நிணநீர்க் குழாய்கள், நரம்புகள் ஆகியவை தளர்வான இணைப்பு இழைமத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

இமைத்தோல். உடலின் பிற பகுதிகளைவிட இமைத்தோல் மிகவும் மெல்லியதாகவும் மென்மையாகவும் உள்ளது. மேலிமைத் தோல் கீழிமைத் தோலைவிட மென்மையானது. இது அடியில் இருக்கும் தசைகளுடன் தளர்வான இழைமத்தின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பெரியவர்களுக்கு இதில் கொழுப்புத்திசு இல்லை. அதனால்தான் கண்ணில் அடிபடும்போதும், முனைப்பான அழற்சி நோய்களிலும் முதலில் இமைகளில் வீக்கம் ஏற்படுகிறது. இமைத்தோலின் மேற்புறம் நுண்ணிய முடிகள் (fine downy hairs) காணப்படுகின்றன. இமைஓரத்தில் இமை முடிகள் (cilia or eyelashes) உள்ளன. இவை உறுதியான, குட்டையான, வளைந்த இரண்டு அல்லது மூன்று வரிசையாக அமைந்தவையாகும். சீஸ் சுரப்பிகள் (zei s glands) எனப்படும் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும், மால் வியர்வைச் சுரப்பிகளும் (molls sweat glands) இவற்றுடன் காணப்படுகின்றன. இமை முடிகளின் பின்புறம் அமைந்துள்ள மால் வியர்வைச் சுரப்பிகளின் நாளங்கள், சீஸ் சுரப்பிகளின் நாளங்களுக்குள் அல்லது இமை முடியின் தண்டுப் பகுதிக்குள் திறக்கின்றன. உடலின் பிற பகுதிகளில் காணப்படுவனபோல் இமைத்தோலின் மேற்புறத்தில் இவற்றின் திறப்புகள் காணப்படுவதில்லை.



இமைத்தோல்.

இமை விளிம்பு (intermarginal strip). இமை விளிம்பு தோலுக்கும், விழிவெளி இழைமத்துக்கும் இடைப்பட்ட பகுதியாகும். இது வெளி நோக்கிய விளிம்பு (anterior border) கண் சார்ந்த விளிம்பு (posterior border) என இரு பிரிவுகளாகப் பகுக்கப் பட்டுள்ளது. கண் சார்ந்த விளிம்பு மேடு போலவும், வெளிநோக்கியவிளிம்பு உருண்டையாகவும் உள்ளன. கண் சார்ந்த விளிம்பிற்கு முன்னால் மெய்போமியன் சுரப்பிகளின் நாளங்கள் நுண்ணிய திறப்புகளாக வரிசையாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கும், வெளி நோக்கிய விளிம்பிற்கும் இடையில் மெல்லிய சாம்பல் கோடு அமைந்துள்ளது. இது கண் வளையத் தசைக்கும், இமைத்தட்டுக்கும் இடையில் அமைந் துள்ள தளர்வான நார்த்திசுவை அடையாளம் காட்டு வதால் அறுவை மருத்துவத்தில் பெரும் பங்கை வகிக்கிறது.

இமைத்தட்டு (tarsal plate). அடர்ந்த நார்த்திசு வால் அமைந்த இமைத்தட்டில் குருத்தெலும்பு இல்லை. இது இரண்டு இமைகளுக்கும் உறுதியை அளிக்கின்றது. நன்கு வளர்ச்சியடைந்த மெய்போமி யன் எண்ணெய்ச் சுரப்பிகள் ஒவ்வோர் இமையிலும் இருபதிலிருந்து முப்பது வரை காணப்படுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றும் நீளவாக்கில் அமைந்த நாளங் கள் மூலம் இமை விளிம்பில் திறக்கின்றன.

தசைகள்

கண் வளையத் தசை (orbicularis palpebrarum). விழிகளை மூடவும், பாதுகாக்கவும் உதவும் கண் வளையத்தசையின் இமை சார்ந்த பகுதி இமைத் தட்டுக்கும், தோலுக்கும் இடையில் உள்ளது.

இமை தூக்கித் தசை (levator palpelrae superiois). இத்தசையின் மையப் பகுதி மேலிமைத் தட்டின் மேல் விளிம்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முன்புறப் பகுதி கண் வளையத் தசையின் அடியில் சென்று இமைத் தோலின் மையத்தில் இணைகிறது. பின்புறப் பகுதி கண் வளைவில் (fornix) விழிவெளி இழைமத்துடன் இணைகிறது. கீழ் ரெக்ட்டஸ் (inferior rectus muscle) மற்றும் கோளத்தசைகளிலிருந்து (oblique muscles) வரும் நார்த்திசு, கீழிமையிலுள்ள இமைத் தட்டிலும், இமை நாணிலும் இணையும்.

முல்லர் தசை (muller's muscle). ஒவ்வோர் இமையிலும் வரியற்ற தசைகளான முல்லரின் மேல், கீழ் இமைத்தட்டுத் தசைகள் அமைந்துள்ளன. மேலிமை முல்லர் தசை, இமை தூக்கித் தசை நாரி லிருந்து தொடங்கி அவற்றிற்கு அடியில் சென்று இமைத்தட்டின் மேல் விளிம்பில் முடிகிறது: கீழிமை முல்லர் தசை கீழ் ரெக்ட்டஸ் தசையின் கீழ் அமைந்து கீழிமைத் தட்டில் முடிகிறது.

விழிவெளி இழைமம் (conjunctiva). இமைகளை மூடும் விழிவெளி இழைமம் இரத்தக் குழாய்கள் நிறைந்து மெல்லியதாக, இமைத்தட்டுடன் மிகவும் நெருக்கமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

கண் முனை நாண்கள்

மூக்குச் சார்ந்த கண் முனை நாண் (medial canthal tendon). உறுதியான நார்த்திசுவால் ஆன இந்த நாண், கண்ணீர்ப்பை எலும்பு முன் உச்சியின் (anterior lacrimal crest) அருகிலிருக்கும் எலும்பு உறையையும் periostenum) மேல், கீழிமைத் தட்டு களையும் இணைக்கிறது.

பொட்டுச் சார்ந்த கண் முனை நாண் (lateral canthal tendon). இது கண்குழி முனையையும் (orbital tubercle) மேல், கீழிமைத் தட்டுகளையும் இணைக் கிறது.

கண்குமிழ்த் தடுப்பிழைமம் (orbital septum). இது நார்த்திசுவால் ஆன மெல்லிய திரை போன்றது. கண் குழி எலும்பின் விளிம்புகளில் தொடங்கி மேலி மைத் தட்டின் விளிம்பின் மேல், இமை தூக்கித் தசையின் தாள் போன்ற நாண் விரிவுடன் (levator aponeurosis) இணைகிறது. இது கண் குழிக்கும் இமைக்கும் நடுவில் தடுப்புப் போல் உள்ளதால் கண் குழியிலுள்ள கொழுப்புத் திசு, அதில் ஏற்படும் அழற்சி, இரத்தக் கசிவு ஆகியவை இமைக்குள் நுழை வதைத் தடுக்கிறது.

இரத்தக் குழாய்கள். கண் தமனி (ophthalmic artery) முகத்தமனி (facial artery), மேல் மட்டப் பொட்டுப் பகுதித் தமனி superficial temporal artery), கீழ்க் கண்குமிழ்த் தமனி (infra orbital artery) ஆகிய வற்றிலிருந்து இமைகள் இரத்தம் பெறுகின்றன. மேலிமைக்குச் செல்லும் தமனிகள் இரு வளைவு களாக அமைந்துள்ளன. மேல் வளைவு இமைத் தட்டின் மேல் விளிம்பிற்கும், கண் வளையத் தசைக் கும் இடையிலும், கீழ் வளைவு அவ்வாறே இமை முடிகளுக்குச் சற்று மேலும் அமைந்துள்ளன. கீழிமை விளிம்பில் ஒரேயொரு வளைவு உள்ளது.

ஒவ்வோர் இமையிலும் இரண்டு சிரை முடிச்சுகள் (vencus plexuses) உள்ளன. இமைத்தட்டின் முன் புறம் அமைந்துள்ள முடிச்சு தோலின் கீழுள்ள சிரை களுக்குள்ளும், இமைத்தட்டின் பின்புறம் அமைந் துள்ளவை கண் சிரையினுள்ளும் (ophthalmic vein) கலக்கின்றன.

நிணநீர் நாளங்கள் (lymphatics). இவை காதுக்கு முன்னுள்ள நிணநீர்ச் சுரப்பிகளுக்கு நிணநீரை எடுத்துச் செல்கின்றன.

நரம்புகள். உணர்வு நரம்பு (sensory nerve) முத் தலை நரம்பிலிருந்து (trigeminal nerve) பெறப்படு கிறது. இமை தூக்கித் தசை மூன்றாம் மூளை நரம் பாலும் (third cranial nerve) கண் வளையத்

தசை முக நரம்பாலும், முல்லர் தசைகள் பரிவு நரம்புகளாலும் (sympathetic nerves) தூண்டுதல் களைப் பெறுகின்றன.

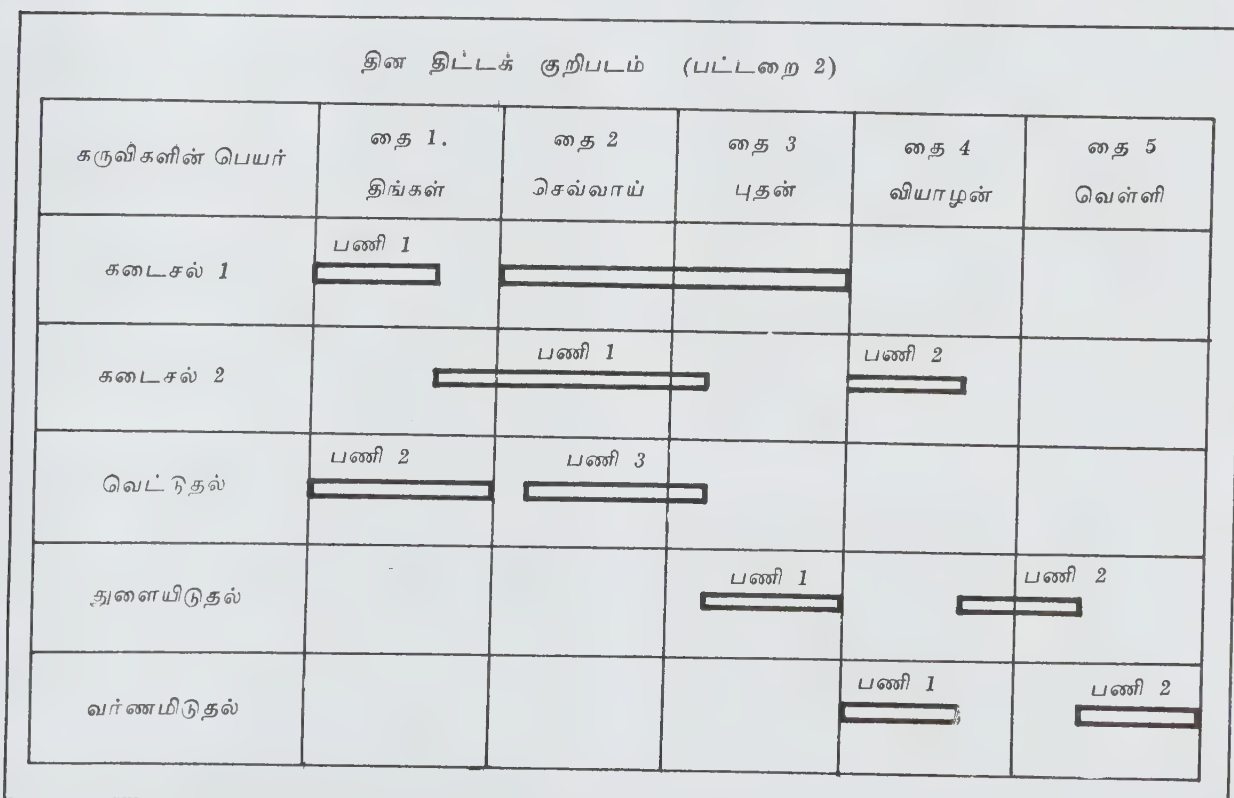
-அவ்வை கலைக்கோவன்

நூலோதி. Stephen J.H. Miller, *Parson's diseases of the eye*, Seventh Edition, Churchill Livingstone, Edinburg, 1984.

கண்ட் குறிபடம்

உற்பத்திக்குத் திட்டமிடலும் கட்டுப்படுத்தலும் (production planning and control) என்பது, அனைத்து உற்பத்தி வசதிகளையும் ஒருங்கிணைத்துச் செயல்படுத்திச் சிறந்த உற்பத்திக்கு வழிவகுக்கும் செயலாகும். அதை மனித உடலின் நரம்பு மண்டலத்திற்கு ஒப்பிடலாம். நரம்பு மண்டலம் மூலமாகவே உடலின் இயக்கங்களுக்கு ஆணைகள் பிறப்பிக்கப் படுகின்றன; மேலும் உடலின் பல பகுதிகளும் செயலாற்றும் விதம் பற்றிய செய்திகள் அதன் வழியாகவே அனுப்பப்பட்டுக் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. அதுபோன்றே திட்டமிடப்பட்ட செயல்களைச் செய்வதற்கான ஆணைகள் முறையாக அனுப்பப் பட்டுச் செயல்களின் முன்னேற்றங்கள் பற்றிய விவரங்கள் பெறப்பட்டு அவை கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்விதச் செயல்பாட்டில் உற்பத்தி கால அட்டவணை தயாரித்தல் (scheduling) ஒரு முக்கிய கூறாகும். இதுவே எந்த வேலை, எப்போது எந்தக் கருவியில், யார் மூலம் செய்ய வேண்டும் என்பதைத் தீர்மானித்தலாகும். இந்த அட்டவணை பல நிபந்தனைகளில் தயாரிக்கப்பட வேண்டியிருக்கும்.

தொழிலகத்தின் மொத்தச் செயல்பாட்டிற்குத் தலைமைக்கால அட்டவணை (master schedule), பல்வேறு பிரிவுகளுக்கு வார கால அட்டவணை (weekly schedule), ஒவ்வொரு கருவிக்கும் கருவிகள் கால அட்டவணை (machines schedule) எனப் பல நிலைகளில் அவை தயாரிக்கப்படும். இத்தகைய அட்டவணைகளின்படிச் செயல்கள் நடைபெறுகின்றனவா எனக் கண்காணிப்பதும் தேவையான நடவடிக்கையாகும். அவ்வப்போது முடிவுறும் வேலைகளின் விவரங்கள் உற்பத்தித்திட்டம் மற்றும் கட்டுப்



கண்ட் குறிபடம்

பாட்டுப் பிரிவிற்கு அனுப்பி வைக்கப்படும். அவற்றை முன்பே தயாரிக்கப்பட்ட அட்டவணைகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து, திட்டமும் அதன் செயல்பாடும் வேறுபடின் அதைச் சீர்படுத்த விளைந்த நடவடிக்கை எடுக்க வேண்டும். இவ்விரு முக்கியப் பொறுப்புகளையும் திட்டமிட்டபடி அட்டவணை தயாரித்தல், செயல்பாட்டை ஒப்பிட்டுத் தக்க மேல் நடவடிக்கை எடுத்தல் போன்றவற்றைச் சிறப்பாகச் செய்வதற்குத் துணை புரியும் கருவி கண்ட் குறிபடம் (Gantt Chart) எனப்படுகிறது.

ஏறத்தாழ எண்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஹென்றி கண்ட் (Henry Gantt) என்னும் அமெரிக்கப் பொறியியல் வல்லுநர் இத்தகைய குறிபடத்தை அறிமுகப்படுத்தினார். மாறுபட்ட முன்னேற்றமடைந்துள்ள தற்காலத் தொழில்வளச் சூழ்நிலையில், கண்ட் குறிபடம் பலவித மாற்றங்கள் அடைந்தாலும் அவர் அறிமுகப்படுத்திய நுட்பமே தற்போதும் அடிப்படையாக விளங்குகிறது.

கண்ட் குறிபடத்தின் மாதிரி ஒன்று படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அது கருவிகளைப் பயன்படுத்த திட்டமிடுதலைக் குறிக்கிறது. எவ்வாறு கருவிகளின் நேரம் வீணாகாமல் அவற்றில் செய்ய வேண்டிய பணிகளை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக, எந்த நேரத்தில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும் என்பனவற்றைத் திட்டவட்டமாக அது குறிப்பிடுகிறது. குறிபடத்தின் மேல் நாள் அல்லது நேரம் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும். இடப்புறமாகக் கருவிகளின் பெயர்கள் குறிக்கப் பட்டுள்ளன. பணிகளின் பெயர், பணியாளர்களின் பெயர் ஆகியவற்றையும் குறிபடத்தின் தேவைக் கேற்பக் குறிப்பிடலாம். உட்பகுதியில் கருவிகளைப் பயன்படுத்தும் திட்டம் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. கண்ட் குறிபடங்களில் உற்பத்தியைக் குறிக்கவும், எடுத்துக் கொள்ள வேண்டிய வேலைகளைக் குறிப்பிடவும், கருவிகள் நிறுத்தப்பட வேண்டிய காலக்கட்டத்தைக் குறிக்கவும் பலவகைக் குறியீடுகளைப் (symbols) பயன்படுத்தலாம் அல்லது பலவகை வண்ணங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

கண்ட் குறிபடங்கள், திட்டமிட்டவற்றை நேரத்தோடு இணைத்துக் காட்டுவதற்கு மட்டுமன்றி, திட்டமிட்ட பணிகள் திட்டமிட்டபடி நடைபெறுகின்றனவா என்பதைக் காட்டுவதற்கும் பயன்படும். ஒவ்வொரு காலக்கட்டத்திலும் (நாளின் முடிவில் அல்லது வார முடிவில்) பணிகள் எந்த அளவிற்கு முடிக்கப்பட்டுள்ளன என அறிந்து அதைத் திட்ட அட்டவணை குறிக்கப்பட்டுள்ள குறிபடத்திலேயே பிறிதொரு வண்ணத்தில் குறிக்கலாம். இதன்மூலம் குறிபடத்தைப் பார்த்த உடனேயே திட்டமிட்டவாறு பணிகள் நடைபெற்று வருகின்றனவா தாமதப்படுகின்றனவா என்பதைத் தெளிவாக அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. இதனால், தாமதப்படும் பணிகளை விரைவாக்கத் தக்க நடவடிக்கைகளை உரிய காலத்தில் எடுத்துத் தாமதத்தைச் சீர்படுத்தித் திட்டமிட்டபடியே பணிகளை நிறைவேற்ற முடிகிறது.

கண்ட் குறிபடங்கள் மாறும் சூழ்நிலைகளுக் கேற்ப அடிக்கடி மாற்றம் செய்யப்பட வேண்டியவை. ஏனெனில், தொழிலகத்தில் பணிகளின் திட்டமும் அவ்வப்போது ஏற்படும் சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப மாறிக் கொண்டேயிருக்கும். இந்த நிலையில் கண்ட் குறிபடம் கண்ட் என்பவரால் அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட படிவத்திலேயே இருப்பது பயன்தாராது. எனவே தற்போது கண்ட் குறிபடத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட, ஆனால் பெரும் மாற்றங்கள் செய்யப்பட்ட உற்பத்திக் கட்டுப்பாட்டுப் பலகை (production control board) கால அட்டவணை வரைபடம் (scheduled graph) ஆகியவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவை வரைபடத்தில் மாற்றங்கள் செய்ய எளிமையாகவும், கவர்ச்சியாகவும், தெளிவாகவும் உள்ளன.

- ஏ. இளங்கோ

கண்டக் கழலை

இது முன் கழுத்துக் கழலை (goitre) அல்லது தைராய்டு சுரப்பியின் வீக்கம் போன்றவற்றால் ஏற்படும் நோயாகும். பொதுவாக இந்நோயை அழற்சி, புற்றுநோய் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் கட்டிகளுடன் ஒப்பிட முடியாது. மிகை இயக்கத்தால் தைராய்டு சுரப்பிகள் வீங்குவதை மட்டுமே இது குறிக்கும். குழந்தைகளின் பருவ வளர்ச்சிக்கேற்பத் தைராய்டு சுரப்பியும் சிறிதுசிறிதாக வளரத்தொடங்குகிறது. இது வளர்ச்சிப் பருவ காலத்தில் குறிப்பாகப் பெண் குழந்தைகளிடத்தில்தான் மிகையாக உள்ளது. இதுபோல இயற்கைத் தேவைக்காக வீங்கும் கண்டக் கழலை தீமை தாராது. அது ஒரு சில நாள்களிலேயே சீராகிவிடும் இயல்பை உடையது.

இரத்தத்திலிருந்து அயோடின் என்னும் மூலப் பொருளை எடுத்து அதைத் தைராக்சின், அயடோதைரோனின் போன்ற ஹார்மோன்களாக மாற்றிச் சேமித்து வைத்துத் தேவையானபோது சுரப்பதே இரத்தத்தில் தைராய்டு சுரப்பியின் முக்கியபணியாகும். அயோடின் நீரிலிருந்தும், தாவரங்களிலிருந்தும், கடல் உப்பிலிருந்தும் கிடைக்கிறது. மலைப் பகுதி நீரிலும், தாவரங்களிலும் இது மிகுதியாக இருப்பதில்லை. மலைவாழ் மக்களுக்குக் கடல் உப்பும் எளிதில் கிடைப்பதில்லை.

இந்நிலையில் இருக்கும் சிறிதளவு அயோடினைச் செம்மையாகப் பயன்படுத்த, தைராய்டு சுரப்பி பெரிதாக இயங்கத் தொடங்குகிறது. ஆகவே மலைவாழ் மக்களிடத்தே பெரும்பான்மையானோருக்குக் கண்டக்

கழலை காணப்படுகிறது; வயதாக ஆக, மேலும் இக்கழலை பெரிதாகிறது. தொடக்கத்தில் ஒரே சீராக வீங்கும் இச்சுரப்பி, நாளடைவில் கட்டிகள் மிகுந்த கழலையாக மாறுகிறது. இந்நோய் கடுமை யாக இருப்போருக்குச் சுரப்பியின் இயக்கம் குறைந்து காணப்படும். மற்றவர்களுக்கு இந்நிலை ஏற்படுவது இல்லை. இது ஒருசில இடங்களில் மட்டுமே மிகுந்து காணப்படுவதால், இது இடம் சார்ந்து தோன்றும் கண்டக் கழலை என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

சிலருக்குப் பிறவியிலேயே அயோடினை இரத்தத் திலிருந்து எடுத்து ஹார்மோன்களாக மாற்றும் நொதிகள் குறைந்து இருக்கும். இவர்களின் தைராய்டு சுரப்பிகள், மிகவும் வளர்ந்து விரைவாக இயங்கியே அந்தக் குறையைச் சீர் செய்ய வேண்டியுள்ளது. இவர்களுக்குச் சில சமயங்களில் இச்சுரப்பி மிகவும் பெரிதாக வளர்ந்து காணப்படும். கண்டக் கழலை ஏற்படுவதன் காரணத்தை விரிவான ஆய்வு மூலம் அறியலாம். கண்டக் கழலை தோன்ற அடிப்படைக் காரணம், தைராய்டு சுரப்பிகள் மிகையாக இயங்கும் படித் தூண்டப்படுவதேயாகும். எனவே கண்டக் கழலைகளுக்கு மருத்துவம் செய்யும்போது தைராய்டு சுரப்பியின் பணியைக் குறைத்தால் போதுமானது.

அயோடின் சத்துக் குறைந்த உணவை உண்டு வாழ்பவர்களுக்குக் கண்டக்கழலை வாராமல் தடுக்க அயோடின் கலந்த உப்பைப் பயன்படுத்த வேண்டும். கண்டக் கழலை ஏற்பட்டோருக்கு அயோடின் மட்டும் தரப்பட்டால் கழலை விரைவில் சுருங்குவ தில்லை. ஏனெனில் அயோடினைப் பயன்படுத்தி ஹார்மோன்களைச் சுரக்க மீண்டும் தைராய்டு சுரப்பி இயங்க வேண்டியுள்ளது. எனவே அது முழு ஓய்வு எடுக்கத்தக்க மருந்துகளையே பயன்படுத்த வேண்டும். இவ்வகையான நோயாளிகளுக்கு, நேரடி யாகத் தைராக்சின் போன்ற ஹார்மோன்களைப் போதிய அளவு தந்தால், இச்சுரப்பி முழு ஓய்வு பெற்றுச் சுருங்க முடிகிறது. இவ்வாறு ஹார்மோன் களைப் போதிய அளவு தந்தாலும் இச்சுரப்பி சுருங்கிப் பழைய நிலையை அடைய நீண்ட நாள் ஆகக்கூடும்.

- கண்ணன்

கண்டங்கத்தரி (சித்த மருத்துவம்)

இதன் சமூலத்தை நீரிட்டு எண்ணெய் கலந்து காய்ச்சிய விழுதைப் பூசிவர, தலைவலி, கீல்வாதம், அக்குள் கெடுநெடி முதலியவை நீங்கும். இலைச் சாற்றோடு ஆளிவிதை நெய் சேர்த்துக் காய்ச்சி, வெடிப்புகளில் பூச அவை மிக விரைவில் ஆறும். கண்டங்கத்தரி இலையைச் சிறிது நெருப்பில் வாட்டி இடித்துப் பிழிந்த சாற்றை வேளைககு 7.5 கிராம் அல்லது 15 கிராம் தேன் சேர்த்துக் கொடுக்க இருமல், காய்ச்சல், சுவாசகாசம் நீங்கும். கபத்தை எளிதில் கரைக்கும். இதன் பூவை வாதுமை நெய் சேர்த்துக் காய்ச்சிப்பூச, எருவாய் முளையைப் போக் கும். இதன் காயைக் குழம்பிலிட்டு உண்பதுண்டு. இது பசியை மிகுதியாக்குவதுடன், கபநோயாளிக்கு மிகுந்த நன்மையைத் தரும்.

கண்டங்கத்தரிப் பழத்தைப் பழகிய ஒரு மண் பாண்டத்திலிட்டு மூழ்கும்படி நீர் விட்டு, நன்றாக வேகவைத்துக் கடைந்து குழம்பாக இருக்கும்போது, நாலில் ஒரு பங்கு நல்லெண்ணெய் கூட்டி, மெழுகு போல் வரும்வரை காய்ச்சி வடித்துத் தடவிவரச் சில நாளில் வெண்குட்டம் மாறும். காது நோய்க்கு இரண்டொரு துளிவிட்டு வர நலமாகும். கண்டங் கத்தரிப் பழத்தை உமிக்காந்தலில் சுட்டுக் கல்வத்தி லாவது, தட்டை அம்மியிலாவது வைத்து, பாகல் இலைச் சாறுவிட்டு, வெண்ணெய்போல் அரைத்து வழித்து, ஒரு கோப்பையில் போட்டு நல்லெண்ணெய் விட்டுக் குழைத்துச் சூரியபுடத்தில் சில நாள் வைத்துப் பல்லில் தடவிவரப் பற்பூச்சி போகும்.

கண்டங்கத்தரிப்பழம், துளசி, வெற்றிலைச் சாறு கஞ்சா ஆகியவற்றின் கியாழத்துடன் நல்லெண்ணெய் கலந்து காய்ச்சி வடித்துத் தலையில் தேய்த்து வர இரத்தப் பீனிசம், சிராய்ப்பீனிசம் ஆகியவை தீரும். கண்டங்கத்தரி விதை, அமுக்குரா சமூலம், திப்பிலி ஆகியவற்றைச் சமஎடை எடுத்துக் கியாழம் தயாரித்து அதனுடன் தேன்கலந்து, தாய்ப்பாலில் விட்டுக் கொடுக்க விக்கல், வாந்தி, காய்ச்சல் தீரும்.

இதன் வேரை முறைப்படிக் கஷாயமிட்டு அதில் திப்பிலிச் சூரணமும், தேனும் சேர்த்துக் கொடுக்க இருமல், நீர்த்தோஷம் நீங்கும். கண்டங்கத்தரி வேர் கண்டு பாரங்கி முத்தக்காசு, சுக்கு, வழுதுணைவேர் முதலியவற்றை ஒரே அளவில் எடுத்து 2.6 லிட்டர் நீர்விட்டு எட்டில் ஒன்றாக வற்றக் காய்ச்சி அருந்த வாத சுரம் தீரும். கண்டங்கத்தரி வேர், ஆடா தொடாப் பாளை வேர், திப்பி, சுக்கு, சிற்றரத்தை, ஓமம் இவற்றை வகைக்கு 35 கிராம் எடுத்து இடித்து, இதனுடன் 2.6 லிட்டர் நீர்விட்டு எட்டில் ஒன்றாகக் காய்ச்சி வடித்து, காலை, மாலை கொடுக்கக் கபம் தீரும். கண்டங்கத்தரி சமூலத்தைச் சுட்டுக் கரியாக்கிப் பொடித்து வைத்துக் கொண்டு காலையும், மாலையும் பல் துலக்கி வந்தால் பல்வலி நீங்கும்.

கண்டங்கத்தரி, சீநதில் தண்டு, தாமரை வளையம் இம்மூன்றையும் கியாழம் வைத்து இதனு டன் சுக்கு,கோரைக்கிழங்குப்பொடி சேர்த்து இரண்டு மூன்று வேளை கொடுக்கச் சீதஜுரம் நீங்கும். கண்டங்கத்தரிச்சாறு 43.7 கிராம், கருந்துளசிச்சாறு 87.5 கிராம், ஆடாதொடை சாறு 131.1 கிராம் தேன் 264.5 கிராம் இவற்றை ஒன்றாகக் கலந்து, ஒரு பழகிய வாயகன்ற மண்கலத்தில் விட்டு அடுப்பில்

ஏற்றி இளந்தீயில் எரிக்கவேண்டும். இதனுடன் சுக்கு, மிளகு, திப்பிலி, கடுக்காய், நெல்லிவற்றல், தான்றிக் காய், கிராம்பு, இலவங்கப்பட்டை, ஏலம், ஜாதி பத்திரி, சிற்றரத்தை, பேரரத்தை, அதிமதுரம், தாளிசபத்தரி, ஜாதிக்காய் இவற்றை வகைக்கு 3.5 கிராம் எடுத்துப் பொன்போல் வறுத்துப் பொடி செய்து போட்டு, விரலால் அழுந்தும்படியான இளகிய பதத்திற்கு வரும்வரை கிளறி வைத்துக்கொண்டு, காலை, மாலை, மதியம் மூன்று வேளையும் விழுதைக் குழந்தைகளின் நாவில் தடவிவர 10-15 நாளில் கக்குவான் இருமல் நலமடையும். கபம் தொடர்பான இருமல், ஈளை, கடினமூச்சு இவற்றிற்குக் கொடுத்து வரக் கபம் எளிதில் நீங்கும்.

- சே. பிரேமா

நூலோதி. சி. கண்ணுசாமி பிள்ளை பதார்த்த குணவிளக்கம்(மூலவர்க்கம்).பி.என். பிரஸ், சென்னை 1939; சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகை மர்மம்.பிராகரிசீவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை, 1930; க.ச. முருகேச முதலியார், குணபாடகம் (மூலிகை, வகுப்பு), அரசினர் அச்சகம், சென்னை, 1951.

கண்டங்கத்தரி (தாவரம்)

இதன் தாவரவியல் பெயர் சொலானம் சுரடென்ஸ் (*solanum surattenes*) என்பதாகும். இந்தச் செடியின் பழைய பெயர் சொ. ஸேன்தோகார்பம் (*solanum xanthocarpum*). இப்பெயர் இன்றும் சில இந்தியத் தாவரவள (flora) நூல்களில் காணப்படுகிறது. கண் டங்கத்திரி சொலனேசி என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். கண்டங்கத்திரி கரிசல் மண் நிலங்களில் சிறப்பாக வளர்கிறது. இது இந்தியா முழுதும் தரிசு நிலங்களிலும், பாதை யோரங்களிலும் தன்னிச்சையாக வளரக்கூடியது. கிளைகள் தரை மீது பரவலாகப் படர்ந்திருக்கும். செடி முழுதும் காணப்படும் நேரான, கூரான மஞ்சள் நிற முள்களால் இச்செடியை எளிதில் இனங்காண லாம். சுண்டங்கத்தரி பொருளாதாரச் சிறப்பும் மருத்துவச் சிறப்பும் வாய்ந்தது.

வளரியல்பு. இச்செடியின் தண்டு உருண்டை யாகப் பரவலாகக் காணப்படும். விண்மீன் வடிவத் தூவிகளைக் கொண்டிருக்கும். ஆணிவேர் ஆழமாக

கண்டங்கத்தரி

1. செடி 2. மலர் 3. கனி

1மீ வரை செல்லக்கூடியது. இது கெட்டியாகக் கட்டை போலிருக்கும். மேலும் வேற்றிட வேர்களை ஓடு தண்டில் காணலாம். இலைகள் தனித்தவை, மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பில் இருக்கும். இலைப் பரப்பு, சிறகு வடிவில் பிளவுபட்டிருக்கும். இலைக் காம்பு 2-3 செ,மீ. நீளமிருக்கும். குறைந்த அளவு மலர்களைக் கொண்ட பக்க ஸைம் (cyme) மஞ்சரி வகை ஆகும். மஞ்சரி, கோணத்திற்கு அப்பாற்பட்ட (extra axillary) நிலையில் இருக்கும். மலர்கள் ஊதா நிறத்தோடு கவர்ச்சியாகக் காணப்படும். முழுமை யான, ஒழுங்கான, ஆரச்சமச்சீர் கொண்ட இருபால் மலர்கள். மலர்க்காம்பு குட்டையானது, முள் கொண்டது.

புல்லிகள். இணைந்தவை, 5 பகுதிகளாகப் பிரிந்திருக்கும். முள்ளோடு கூடியது, நிலைத்தவை காயில் சற்றுப் பெரிதாக வளர்ந்து காணப்படும்.

அல்லிகள். இணைந்தவை, 5 இதழ்கள் கொண்ட சக்கர வடிவம் பெற்றவை. அல்லிக்குழல் மிகவும் சிறியது.

மகரந்தத் தாள்கள். 5, அல்லி ஒட்டியவை, மக ரந்தக் காம்புகள் குட்டையானவை. மகரந்தப் பைகள் நீளமானவை, வெளியே நீண்டிருக்கும். மஞ்சள் நிறம் கொண்டது. ஒவ்வொன்றின் நுனி யிலும் இரு துளைகள் காணப்படுகின்றன.

சூலகம். பல அச்சொட்டு முறையிலமைந்தவை. சூலிலைகள் - 2, சூலறை - 2. சூல் தசை தடித்துக் காணப்படும். சூல் தண்டு-சிறியது, சூலகமுடி இரண் டாகப் பிளவுபட்டிருக்கும்.

கனி. சதைக்கனி (berry) வகையைச் சேர்ந்தது. வழவழப்பாக 1-2 செ மீ. குறுக்களவுள்ளது. பச்சை நிறத் திட்டுகள் அல்லது கோடுகளோடு கூடிய மஞ் சள் அல்லது வெண்மையான நிறம் கொண்டவை, விதைகள் எண்ணற்றவை, மிகச்சிறியவை, தட்டை யானவை.

இச்செடி மே முதல் ஆகஸ்ட் வரை பூக்கவும் காய்க்கவும் செய்கிறது. பெரும்பாலும் விதைகள் மூலமாகப் பரவக் கூடியது. முள்களோடு கூடியதால் இச்செடியை அகற்ற வேண்டுமெனில், தரை மேற் பகுதியை வெட்டியபின், வேரையும் தோண்டி யெடுக்க வேண்டும். இல்லாவிடில் வேர்க்குருத்துகள் துளிர்த்துவிடும்.

உட்கூட்டுப் பொருள்கள். இச்செடியில் பொட்டா சியம் நைட்ரேட், கார்பனேட், சல்ஃபேட் இவை முக்கியமாகக் காணப்படுகின்றன. குளுகோஸ் போன்ற சர்க்கரைப் பொருள்களும் உள்ளன. சொலனோ சைன் என்னும் ஆல்கலாய்டு இச்செடியிலுள்ளது. ஜம்மு, காஷ்மீர் பள்ளத்தாக்குகளில் பயிராகும் செடி யிலிருந்து இந்த அல்கலாய்டு பெருமளவில் எடுக்கப் படுகிறது.

விதைகளிலிருந்து குறிப்பிட்ட மணம் கொண்ட பாதி உலர் எண்ணெய் (semidrying oil) எடுக் கப்படுகிறது. இந்த எண்ணெயில் ஒலியிக், லினோலிக், பால்மெடிக், ஸ்டியேரிக், அராகிடிக் ஆகிய கொழுப்பு அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன.

பொருளாதாரப் பயன்கள். ஆயுர்வேத, நாட்டு மருத்துவத்தில் இச்செடியின் வேர் இன்றியமை யாதது. தசமூலம் எனப்படும் பத்து வேர்களில் இதுவும் ஒன்று. இதற்குச் சுவாச மண்டலத்திலுள்ள நீரை வெளியேற்றும் தன்மையிருப்பதால் இருமல், ஆஸ்த்துமா, நெஞ்சுவலி போன்ற நோய்களுக்கு இதைப் பயன்படுத்துவதுண்டு. இதை லேகியமாகவோ கஷாயமாகவோ உட்கொள்வர். மருந்து தயாரிப் பதற்கு, தன்னிச்சையாக வளரும் காட்டுச்செடிகளே பயன்படுகின்றன. இச்செடிகளைத் தோட்டங்கள் அல்லது வயல்களில் திட்டமிட்டுப் பயிரிடுவது கடினம். மேலும் சிக்கனமும் அன்று. வணிகத்தில் இதன் வேருக்குத் தேவை மிகுதியாகும்.

கசப்பு மிகுந்த தண்டு, மலர், காய் இவை வாயுவை நீக்க வல்லவை. காலில் நீர்கோத்த கொப்புளங்களை உடைத்து ஆற்றப் பயன்படு கின்றன. உடலுறுப்புகளில் ஏற்படும் வலிகளுக்கு இலையை வதக்கிப் போடுவதுண்டு. தொண்டை உலர்ந்து வலி ஏற்பட்டால் காயின் சாறு நலம் அளிக்கும். வேரைப் போலவே விதைகளும் ஆஸ்த்துமா, இருமல், மூச்சுத் தொடர்புடைய நோய் களை நீக்கக் கூடியவை. சிறுநீர் வெளியேற்றத்திற்கும் தோலின் அடியில் நீர்கோத்துக் கொப்புளமுண்டா வதைத் தடுக்கவும் பயன்படும். இச்செடியின் சாறு, முறிந்த பால் நீர் (whey) இஞ்சி, ஸ்வர்ஷியா சிரெட்டா (*swertia chirata*) என்னும் செடியையும் சேர்த்துக் காய்ச்சல் வரும்போது கொங்கணியர்கள் கை மருத்துவமாகக் கொடுப்பர். இலையின் சாற்றை மிளகுடன் சேர்த்துக் கொடுப்பதாலும் நீங்கும். இது டிங்கு காய்ச்சல், மூச்சுக்குழல் நோய்களுக்கு மருந் தாகும். ஆயுர்வேத மருந்தான அர்க்காதியில் இச் செடியும் சேர்க்கப்படுகிறது.

கண்டங்கத்தரி முழுச்செடியை (சமூலம்) உலர்த்திப் பொடி செய்து மண் பாத்திரத்தில் நீருடன் சேர்த்துக் காய்ச்சிக் கண்டங்கத்தரிக் கிருதம் (நெய்) என்னும் நாட்டு மருந்தைத் தயாரிப்பர். இது காச நோய்க்கு நல்ல மருந்து. கண்டங்கத்தரிக் காயை வேக வைத்துப் பாகல் இலைச்சாறு சேர்த்து அரைத்துத் தைலம் தயாரிப்பர். இதைச் சொத்தைப் பல்லில் தடவினால் நலமாகும். முத்துப் பஸ்மம் என்னும் நாட்டு மருந்து, முத்தும் சில பொருள்களும், கண்டங்கத்தரிப் பழச்சாறுடன் சேர்த்துத் தயாரிக்கப் படுகிறது. ஆயுர்வேத மருத்துவத்தில் பஞ்சமூலம் எனப்படும் ஐந்து வேர்களில் இதுவும் ஒன்றாகும். இச்செடியின் மருத்துவத் தன்மைக்குக் காரணம்

மூச்சு மண்டலத் திசுக்களிலிருந்து ஹிஸ்டமைன் என்னும் புரோட்டீனைக் குறைப்பது தான் என்று மருத்துவர்கள் கருதுகின்றனர்.

காய்களைக் கறியாக உண்பதுண்டு, விதைகளையும் உண்பதுண்டு. ஆடுகள் இச்செடியைப் பெரிதும் விரும்பி உண்ணும். ஆய்வுகள் மூலம் இச்செடியின் நுண்ணுயிர்க் கொல்லித்தன்மை (antibiotics) அறியப் பட்டுள்ளது. இச்செடியின் சாறு, ரானிகட் நோய் நச்சுயிரி, சார்கோமா 180 நச்சுயிரி ஆகியவற்றின் செயல் திறன்களைக் கட்டுப்படுத்தும். தண்டு, காய்களின் சாற்றைக் கொண்டு ஸ்டஃபைலோகாக்கஸ் ஆரியஸ் எஸ்ச்சரிச்சியா கோலை என்னும் பாக்டீரியாவின் வளர்ச்சியைத் தடைப்படுத்தலாம். காயிலிருந்து கிடைக்கும் கிளைகோ அல்கலாய்டைக் கொண்டு கார்ட்டிசோனும் பாலின ஹார்மோன்களும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்.

கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சி

கி.பி. 1858 ஆம் ஆண்டில் அண்டோனியா ஸ்னைடர் என்னும் புவியியலறிஞர் கண்டங்கள் இடம் பெயர்ந்துள்ளன என்னும் கருத்தை முதன் முதலில் வெளியிட்டார். அப்போது இவர் கருத்தை யாரும் ஏற்றுக் கொள்ளவில்லை. அதன் பிறகு அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த எப். பி. டெய்லர் என்பாரும், ஆஸ்த்ரியாவைச் சேர்ந்த ஆல்ஃபிரட் வெகினர் என்பாரும் கண்டங்கள் இடம் பெயர்ந்துள்ளன என்னும் கருத்தை வெளியிட்டனர். இவர்களின் கருத்தும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படவில்லை. கி.பி. 1915இல் ஆல்ஃபிரட் வெகினர் கண்டங்களும் கடல்களின் தோற்றமும் என்னும் நூலை வெளியிட்டார். இதற்குப் பின்னரே புவியியலறிஞர்கள் கண்டங்களில் இடப் பெயர்ச்சியைப் பற்றிச் சிந்திக்கத் தொடங்கினர்.

ஆல்ஃபிரட் வெகினர் உலகில் உள்ள தாவரங்களின் பரவலை ஆராய முற்பட்டபோது தற்போதைய காலநிலைக்குப் பொருந்தாத தொல்லுயிர்த் தாவரச் சின்னங்கள் சில இடங்களில் இருப்பதை உணர்ந்தார். எனவே அந்த நிலப்பகுதிகள் வேறு கால நிலையின் கீழ் இருந்து இடம் பெயர்ந்து வந்திருக்க வேண்டும் என்று கருதினார். பொருந்தாத கால நிலையில் தற்போது இவை காணப்படுவதற்கு மூன்று காரணங்களை இவர் கூறினார்.

கண்டங்களின் மத்தியில் இணை நிலம் அல்லது நிலப்பாலம் (land bridge) இருந்திருக்க வேண்டும். அவற்றின் வழியாகத் தாவரங்களும் உயிர் இனங்களும் இடம் பெயர்ந்திருக்கலாம். கண்டங்களின் காலநிலை கடந்த காலத்தில் வேறாக இருந்திருக்கக் கூடும். சான்றாக முன்பு துருவமண்டலமாக இருந்த பகுதி நில நடுக்கோடு மண்டலமாக மாறி இருக்கலாம்.

கடந்த காலத்தில் வேறு காலநிலைப் பகுதிகளில் இருந்து கண்டங்கள் இடம் பெயர்ந்து வந்திருக்கக் கூடும். கண்டங்களின் நடுவில் இணை நிலங்கள் இருந்தமைக்கான சான்றுகள் இல்லை. காலநிலை பெரிய அளவில் மாறுபடுவதற்குச் சூரியனில் மாற்றம் ஏற்பட வேண்டும். ஆனால் சூரியனில் பெரிய மாற்றங்கள் நிகழ்ந்ததற்கான சான்றுகள் இல்லை. எனவே கடந்த காலத்தில் கண்டங்கள் யாவும் ஒரே நிலப் பகுதியாக இருந்து பின்பு பிரிந்து இன்றைய நிலைக்கு வந்திருக்கக்கூடும் என்று கருதினார். இதற்கு வெகினர் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலின் இரண்டு கரைகளையும் சான்றுகளாக எடுத்துக் கூறினார்.

வெகினர் கொள்கை. இவர்தம் கருத்துப்படி தொல்லுயிர் காலத் தொடக்கத்தில் அனைத்துக் கண்டங்களும் இணைந்து ஒரே நிலப்பகுதியாயின. அதற்குப் பான்ஜியா என்றும் அப்போது இருந்த ஒரே கடலுக்குப் பான்தலசா என்றும் வெகினர் பெயரிட்டார். பின்பு பான்ஜியா என்னும் ஒரே நிலப்பகுதி, லாரேசியா, கோண்டுவானா என்னும் இரு பகுதிகளாகப் பிரிந்தது. இவ்விரு பகுதிகளையும் டெத்திஸ் கடல் பிரிக்கிறது. வட பகுதியில் அமைந்துள்ள லாரேசியாவில் வட அமெரிக்கா, ஐரோப்பா, ஆசியா ஆகிய கண்டங்களும் தென் பகுதியில் அமைந்துள்ள கோண்டு வானாவில் தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய கண்டங்களும் அடங்கியுள்ளன.

இவ்விரு நிலப்பகுதிகளும் மாறுபட்ட புவிஈர்ப்பு விசையால் பல துண்டுகளாகப் பிரிந்து, நிலநடுக் கோட்டை நோக்கியும், மேற்கு நோக்கியும் நகர்ந்து சென்றன. நில நடுக்கோட்டை நோக்கி ஆப்பிரிக்காவும், ஐரோப்பாவும் நேருக்கு நேராக நகர்ந்துள்ளன. பான்ஜியாவில் தென்கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவுடன் இணைந்திருந்த ஆஸ்திரேலியா வடகிழக்குத் திசையை நோக்கியும், முந்நீரக (peninsula) இந்தியா வடக்கு நோக்கியும் நகர்ந்துள்ளன. வெகினருடைய கோட்பாட்டின்படி கோண்டுவானா நிலம் தென் துருவத்திற்கு மிக அருகில் அமைந்திருந்தது.

பிரிந்த கண்டங்கள் தென் துருவத்தில் இருந்து நிலநடுகோட்டுப் பகுதியை நோக்கி இடம் பெயர்ந்தன. அண்டார்டிக்கா கண்டம் மட்டும் தென் துருவத்திலேயே நின்று விட்டது. வெகினர் தம் கொள்கையில் கண்டங்கள் தென் துருவத்தில் இருந்து துருவத்தை நோக்கிப் பயணம் செய்ததைத் துருவத்திலிருந்து பயணம் என்று விவரித்தார். வெகினரின் கருத்துப்படி தென்துருவம் கடந்த காலத்தில் தென் ஆப்பிரிக்கக் கடற்கரைக்கு மிக அருகில் அமைந்துள்ளது. துருவங்கள் இடம் பெயர்ந்து செல்கின்றன என்பது சிலரின் கருத்தாகும்.

வெகினரின் இடப்பெயர்ச்சிக் கொள்கைக்குச் சான்றுகள். அட்லாண்டிக் கடலின் இருபுறத்திலும் உள்ள கண்டங்களின் வடிவத்தைப் பார்க்கும்போது அவை ஒரே நிலப்பகுதியில் இருந்து உடைந்து பிரிந்தவை என்று தெரிகிறது. அட்லாண்டிக் கடலின் மேற்குக் கடற்கரையையும் கிழக்குக் கடற்கரையையும் இணைத்தால் அவை ஒன்றோடொன்று பொருந்தி அமைகின்றன. அமெரிக்க, ஆஃப்ரிக்கக் கடற்கரைகளின் பாறை அமைப்பு பல வழிகளில் ஒரே வகையாக உள்ளது. கடற்கரைக்குச் செங்குத்துத் திசையில் அமைந்த மடிப்பு மலைகள், இவ்விரு கண்டங்களின் கரைகளிலும் வியக்கும் வகையில் பொருந்துகின்றன. அதுமட்டுமன்றிப் பாறை அமைப்பும், பாறை வகையும் இவ்விரு கண்டங்களிலும் ஒரே வகையாக உள்ளன.

உயிரினங்களின் பரவலில் கண்டங்களுக்கிடையே சில ஒற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. சில குறிப்பிட்ட தாவரங்கள், விலங்குகள் கடந்த காலத்தில் தென்கண்டங்களில் பரவி இருந்தன. தற்போதைய தென்கண்டங்களில் அதே வகையான தாவரங்கள் விலங்குகள் ஆகியவற்றின் புதைபடிவச் சின்னங்கள் (fossils) காணப்படுவதால் முன்பு தென்கண்டங்கள் ஒரே நிலமாக இருந்திருக்கவேண்டும் எனக் கருதப்படுகிறது. சான்றாகத் தென் அமெரிக்கா, ஆஃப்ரிக்கா, இந்தியா, ஆசியப் பகுதிகளில் பெர்மோ கார்பானிபெரஸ் காலத்தில் தோன்றிய பாறைகளில் காணப்படும் புதைபடிவச் சின்னங்கள் ஒரே வகையான அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. கிளாசோப்டெரிஸ் என்னும் தாவரவகை, மார்சுபியல்ஸ் எனும் கடல் வாழ் விலங்கினம் ஆகியவற்றின் பரவலைப் பார்க்கும் போது முற்காலத்தில் கண்டங்கள் இணைந்திருக்க வேண்டும் என்பது புலனாகிறது.

கண்டங்கள் மேற்குநோக்கி நகர்ந்ததால் இடைப் பகுதியில் இருந்த ஆழ்நிலச்சரிவு (geosyncline) நசுக்கப்பட்டு ராக்கீ (rocky mountains) மலைகளும், ஆண்டிஸ் மலைகளும் தோன்றியுள்ளன. நிலநடுக் கோட்டை நோக்கிக் கண்டங்கள் நகர்ந்ததால் ஆல்ப்ஸ் மலைகளும், இமயமலைகளும் தோன்றியுள்ளன.

எதிர்ப்புகள். வெகினருடைய கொள்கையை அப்படியே ஏற்றுக் கொள்வதற்கில்லை. ஏனெனில் வெகினர் தம்முடைய கொள்கையை நிலைநாட்ட வேண்டும் என்னும் எண்ணத்தில் தமக்குத் தேவையான கருத்துகளை மட்டுமே எடுத்துக்கொண்டு மற்றவற்றைப் புறக்கணித்துவிட்டார். வெகினருடைய கொள்கையில் கண்டங்கள் நகர்வதற்குக் காரணமான விசை சரியாக விளக்கப்படவில்லை. வெகினருடைய கருத்துப்படி தொல்லுயிர்க்காலத்தின் இறுதியில்தான் பான்ஜியாவில் இருந்து கண்டங்கள் பிளவுபட்டு இடம் பெயர்ந்துள்ளன. இதற்கு முன்பாக அந்தப் பிளவு ஏற்படாததற்கு வெகினர்காரணம் காட்டவில்லை.

வெகினருடைய கொள்கையில் பல குறைபாடுகள் இருப்பினும் பிற புவியியலறிஞர்கள் கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சி பற்றி ஆராய்வதற்கு அக்கொள்கை அடிப்படையாக இருந்து வருகிறது. கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சி பற்றித் தற்போது புதிய சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன. அவை பழங்காலக் காந்தத்தன்மை, புவி விரிவடையும் கொள்கை என்பன.

பழங்காலக் காந்தத் தன்மை. பழங்காலக் காந்தத் தன்மை ஆராய்ச்சியில் பாறைகள் ஏற்பட்ட காலத்தில் அவற்றின் காந்த மண்டலம் எந்தத் திசையில் அமைந்திருந்தது என்பது இன்றியமையாததாகிறது. பாறைகள் முதன் முதலில் ஏற்படும்போது அவற்றில் உள்ள காந்தப்பொருள்கள், அப்போதுள்ள காந்த மண்டலம் எந்தத் திசையில் அமைந்திருந்ததோ அதே திசையிலும், அதே சாய்மானத்திலும் அமைந்து இறுகி விடுகின்றன. புவியின் காந்தத்தன்மையும்காந்தத்துருவமும் கடந்த காலத்தில் மாறி வந்துள்ளன. அவை எவ்வாறு மாறியுள்ளன என்பதைப் பழங்காலப் பாறைகளில் உள்ள காந்தப் பொருள்களின் திசை, அமைப்பு ஆகியவற்றால் அறியலாம். பாறைகளில் உள்ள காந்தத்தன்மையை அண்மைக்காலத்தில் ஆராய்ந்து பார்த்ததில் பாறைகளின் காந்தமண்டலத் திசை ஒவ்வொரு புவி அமைப்பியல் காலத்திலும் மாறி வந்திருப்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஒரேகாலத்தில் ஏற்பட்ட பாறைகளிலுள்ள காந்தத் திசை எங்கும் ஒரே வகையாக இருக்க வேண்டுமாதலால், அந்த நிலையை அடைவதற்குக் கண்டங்கள் நகர்ந்து இடம் பெயர்ந்தன. எனவே கண்டங்கள் இடம் பெயர்ந்துள்ளன என்பதற்குப் பழங்காலக் காந்தத் தன்மை சான்றாக அமைகிறது.

புவி விரிவடையும் கொள்கை. 1935 ஆம் ஆண்டு ஹாம் என்பார் புவியின் கனபரிமாணம் விரிவடைந்து வருவதாகத் தெரிவித்தார். இவர் கொள்கையை ஹீஸென் என்பார் விரிவுபடுத்தி வெளியிட்டார். தொடக்கக் காலத்தில் புவியின் பரப்பு முழுதும் கருங்கல் (granite) பாறையால் மூடப்பட்டிருந்தது. அப்போது புவி தற்போது இருப்பதைவிடச் சிறியதாக இருந்தது.

புவி விரிவடைந்ததால் அதன் பரப்பில் விரிசல் ஏற்பட்டுப் புவி ஏடு பல துண்டுகளாக உடைந்தது. புவி மேலும் விரிவடைந்தால் கண்டங்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி பெருகத் தொடங்கியது. இந்த இடைவெளியில்தான் கடல்கள் தோன்றின. கடலடியில் இருந்து விரிசல் வழியே பசால்ட் பாறைக் குழம்பு மேல் நோக்கி வந்ததால், விரிவடைந்த பகுதிகளில் அது நிரம்பிக் கடலடித் தளமாக மாறியது. பசால்ட் பாறை நிரம்பிக் கடலின் பரப்பு அதிகரிக்க, அதிகரிக்க, கண்டங்கள் மேலும் விலகி இடம்

பெயர்ந்தன என்ற இக்கொள்கையாகும். இது கடலடித்தளங்களின் தோற்றத்தையும், கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சியையும் விளக்கியபோதும் புவி விரிவடைந்ததற்குக் காரணமான விசை எது என்பது விளக்கப்படவில்லை.

கி. பி. 1960 ஆம் ஆண்டுக்குப் பின்பு பிளேட்டெக்டானிக் கொள்கை வெளியிடப்பட்டது. இது கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சியையும் மடிப்பு மலைகளின் தோற்றத்தையும் விவரிக்கிறது. புவி விரிவடையும் கருத்தை இது புறக்கணிக்கிறது. புவி மேலோட்டில் ஆறு பெரிய உறுதியான தட்டுகள் இருந்தன. இவை புவியோட்டில் உள்ள வெப்பச்சலன ஓட்டங்களால் (convection current) உந்தப்பட்டு நகர்ந்து கொண்டிருந்தன. நகர்ந்த தட்டுகள் ஒன்றுக்கொன்று மோதி மடிப்பு மலைகளை உண்டாக்கின. கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சிக்கான காரணமும், நில அதிர்ச்சி, எரிமலை வெடித்தல் ஆகியவை சில இடங்களில் மட்டுமே ஏற்படுவதற்கான காரணமும், ஆழ்கடல் அகழிகளும், அவற்றின் தோரணம் போன்ற அமைப்பும் ஏற்படுவதற்கான காரணமும் இக்கொள்கையில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவே தற்போது புவியியலறிஞர்கள் கண்டங்கள் இடம் பெயர்கின்றன என்னும் கருத்தை ஐயம் இல்லாமல் ஏற்றுக்கொள்கின்றனர். கண்டங்கள் பெரும்பாலும் கடந்த 200 மில்லியன் ஆண்டுகளாகத்தான் இடம் பெயர்ந்து வருகின்றன. அதற்கு முன்பு அவை எந்நிலையில் இருந்தன என்பது மேலும் ஆராயப்பட வேண்டும்.

- இரா. செல்லச்சாமி

கண்டங்களின் தோற்றம்

புவியின் மொத்தப் பரப்பில் 71% நீராகவும், 29% நிலமாகவும் உள்ளன. எனவே கண்டங்களும் கடலடித்தளங்களும் புவியின் நிலத்தோற்றத்தில் இன்றியமையாதவையாகக் கருதப்படுகின்றன. புவியில் இவற்றின் பரவலில் சில குறிப்பிடத்தக்க கூறுகள் காணப்படுகின்றன. வட துருவத்தில் நீர்ப்பரப்பும், தென் துருவத்தில் நிலப்பரப்பும் மிகுதியாக உள்ளன. நில நடுக்கோட்டின் வடபகுதியில் நிலப்பரப்பும் தென் பகுதியில் நீர்ப்பரப்பும் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. ஆஃப்ரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, இந்தியா ஆகியவற்றின் முக்கோண வடிவம் ஓர் இன்றியமையாக் கூறாகக் கருதப்படுகிறது. கண்டங்களில் மிக உயர்ந்த நிலங்கள் இருப்பதுபோலக் கடலடித்தளங்களில் மிகத் தாழ்ந்த நிலங்கள் உள்ளன. கடல் மட்டத்தில் இருந்து மிக உயர்ந்த நிலமாகிய எவரெஸ்ட் சிகரத்தின் உயரம் 8840 மீட்டராகும். கடல் மட்டத்தில் இருந்து மிகத் தாழ்ந்த நிலமாகிய மரியானா அகழியின் ஆழம் 114.55 மீட்டராகும். பழங்காலத்தில் புவியியல் அறிஞர்கள் கண்டங்களும், கடலடித் தளங்களும் அரிப்பால் ஏற்பட்டன என்று கருதினர். மேலும் கடலடித்தளங்களை அவர்கள் ஆழம் குறைந்த மணல், களிமண் படிந்த நீண்ட பள்ளங்களாகவே கருதினர். எனவே கண்டங்களும், கடலடித் தளங்களும் அவற்றின் அமைப்பில் மாறிவருவதாகக் கருதினர். ஆனால் பிற்காலத்தில் கிடைத்த செய்திகளின் படி இவை பாறைகளின் அசைவினால் ஏற்பட்டவை எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. புவியின் அடிப்படை நிலத்தோற்றங்கள், கண்டங்கள், கடலடித் தளங்கள் எனப்படும். புவியின் தோற்றத்தை விளக்கும் கொள்கைகள் சிலவற்றில் கண்டங்கள், கடலடித் தளங்கள் ஆகியவற்றின் தோற்றம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

கெல்வின் என்பார் புவி வளிமநிலையில் இருந்த போது சில இடங்களில் பொருள்கள் அடர்த்தியுடன் இருந்ததாகவும், குளிர்ச்சி அடைந்த பின்னர் அவை மேலோடுகளாக மாறின என்றும் அவையே தற்போதைய கண்டங்களாகக் காட்சி தருகின்றன என்றும் கருதினார். கோள் அணுக்கொள்கை, கண்டங்கள் கோள்களின் படிதலினால் தோன்றியவை என்று விளக்குகிறது. கோள் அணுக்கள் மிகுதியாக விழுந்து படிந்த இடங்களில் இன்று கண்டங்களும், கடலடித்தளங்களும் தோன்றுவதற்கு வளிமண்டல அழுத்தம் முக்கியக் காரணமாக இருந்தது என்று ஸோலாஸ் விளக்கியுள்ளார். புவி நீர்ம நிலையில் இருந்தபோது எந்த இடத்தில் வளிமண்டல அழுத்தம் மிகுதியாக இருந்ததோ அந்த இடத்தில் நீர்மம் அழுந்தியதால் குளிர்ச்சியடைந்து கடலடித்தளங்களாக மாறின. அது போலவே வளிமண்டல அழுத்தம் குறைவாக இருந்த இடத்தில் நீர்மம் மேலெழுந்து உறைந்து கண்டங்களாயின.

நான்முகக் கோட்பாடு (tetrahedral hypothesis). கண்டங்கள், கடல்கள் ஆகியவற்றின் தோற்றம், அமைப்பு, பரவல் ஆகியவை பற்றி 1875 இல் லோதியன்கிரீன் என்பார் ஒரு புதுமையான கருத்தை வெளியிட்டார். புவி முதலில் கோள வடிவத்தில் இருந்தது. கோளத்தின் கன அளவைவிட அதன் பரப்பளவு குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஆனால் புவி குளிர்ச்சியடைந்து சுருங்கியபின் அதன் கன அளவு குறைந்து பரப்பளவு மிகுதியாகி விட்டது. மிகுதியான பரப்பளவைத் தாங்குவதற்காகக் கோளவடிவில் இருந்த புவி நான்முக வடிவங்கொண்டதாத மாறியது.

அண்மைக் காலத்தில் திரிகரி என்பார் நான்முகக் கோட்பாட்டைப் புதிய சான்றுகளுடன் மீண்டும் வெளியிட்டார். புவியில் தற்போது நிலநடுக் கோட்டிற்கு வடபகுதியில்தான் நிலப்பரப்பு மிகுதியாக

உள்ளது. நான்முக வடிவத்தில் வடக்குப் பகுதியில் தான் நிலத்தைக் குறிக்கும் கிடை விளிம்புகள் காணப் படுகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

கண்டங்கள் முக்கோண வடிவத்தில் அமைந் துள்ளன. அவற்றின் வடபகுதி அகன்றும், தென்பகுதி நீண்டு குறுகியும் உள்ளன. நான்முக வடிவத்தில் முக்கோணப் பக்கங்கள் தெற்கில் குறுகி அமைந்துள்ளன. கண்டங்கள் தெற்கு நோக்கிக் குறுகிக் குறுகிச் சென்றதால், கடல்கள் வடக்கு நோக்கிக் குறுகிச் செல்கின்றன; தென் துருவத்தில் இருந்து நிலப்பகுதி மூன்று திசைகளில் பரவிச் செல் கிறது. நான்முக வடிவத்தில் தென்முனையில் இருந்து மூன்று விளிம்புகள் செங்குத்தாகப் பிரிந்து செல் கின்றன.

புவிப்பரப்பில் நிலப்பகுதிக்கு நேர் எதிரே மறு புறத்தில் கடல் இருப்பது (antipodal position) நான் முகக் கோட்பாட்டை வலியுறுத்தும் மற்றொரு சான்றாகும். நான்முக வடிவத்தில் விளிம்பிற்கு (நிலம்) நேர் எதிரே மறுபக்கத்தில் முக்கோணப்பக்கம் (கடல்) இருப்பதை இங்கு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம்.

நான்முகக் கோட்பாட்டில் குறிப்பிடப்பட்டிருக் கும் கருத்துகள் புவியின் நிலத்தோற்ற அமைப்பிற்கு விளக்கம் தந்தாலும் சில காரணங்களால் அக்கருத்து களை ஏற்பதற்கில்லை. அவை, நான்முக வடிவம் சமநிலை கொண்டனவாக இல்லை; புவி சுழன்று கொண்டிருப்பதால் நான்முக வடிவம் மீண்டும் கோள வடிவத்தைப் பெற்றுவிடுகிறது; புவிக்கோளம் சுருங்கு வதால் நான்முக வடிவம் ஏற்படும் என்று கூற முடியாது என்பனவாகும்.

பிற கொள்கைகள். புவி ஓடு மேல்கண்டங்களும், கடலடித்தளங்களும் மேல்நோக்கியும் கீழ்நோக்கியும் மடிந்ததால் ஏற்பட்டன என்று லாப்வொர்த் என்பார் கருதினார். இவர் கொள்கையின்படி வட அமெரிக்கக் கண்டம் புவி ஓடு மேல்நோக்கி வளைந்த தால் ஏற்பட்ட பகுதியாகும். இக்கண்டத்தின் விளிம்புகளில் சிறிய மடிப்புகள் இருப்பதை இவர் சான்றாக எடுத்துக் கொண்டார். இந்த மடிப்பு களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி தாழ்ந்துள்ளதால் அது மையச் சமவெளியாக மாறியிருக்க வேண்டும் என்று கருதினார். மேலும் அட்லாண்டிக் கடல் புவி ஓடு கீழ்நோக்கி வளைந்ததால் ஏற்பட்டதாகவும், அதி லுள்ள குன்றுகள் புவியோட்டின் மடிப்பால் ஏற் பட்டதாகவும் இவர் கருதினார்.

லவ் என்பார் லாப்வொர்த்தின் கொள்கையைக் கணித முறையில் ஆராய்ந்து தம் கருத்தைக் கி.பி. 1907 இல் வெளியிட்டார். அவர் கருத்தின்படி புவியின் ஈர்ப்புவிசை மையமும், புவியின் மையமும் ஒன்று சேராமல் இருப்பதால் அவற்றின் தோற்றத்தில் சிதைவு ஏற்பட்டுப் புவி ஓடு மேல்நோக்கியும், கீழ் நோக்கியும் வளைந்து பல்வேறு நிலத்தோற்றங்களை ஏற்படுத்தியுள்ளன. கண்டங்களும், கடலடித்தளங் களும் மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகியுள்ளன என்பதை இக்கொள்கை விளக்கி இருந்தாலும் அதற்குரிய காரணத்தை ஏற்றுக் கொள்வதற்கில்லை.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஜீன்ஸ் என்பார் கண்டங்கள், கடல்கள் தோற்றம் பற்றிக் கருத்து வெளியிட்டார். புவியில் இருந்து சந்திரன் ஒரு துணைக்கோளாகப் பிரிந்தபின் உறைந்து சுருங்கியது. அவ்வாறு உறைவதற்கு முன்னால் இரண்டாம் துணைக்கோள் தோன்று வதற்குப் பொருத்தமாகப் புவியின் வடிவம் ஈட்டி முனைபோல் இருந்தது. அதன் குறுகிய பகுதி தெற்கு நோக்கி இருந்தது. அத்தகைய வடிவத்தில் மேல் பகுதி நிலப்பகுதியாகவும் கீழ்ப்பகுதி நீர்ப்பகுதி யாகவும் இருந்தன. அந்த நீர்ப்பகுதியில் ஒரு சிறிய தீவு இருந்தது. புவி குளிர்ச்சியடைந்து சுருங்கும் போது இவ்விரு நிலப்பகுதிகளுக்கும் இடையே ஏற் பட்ட ஈர்ப்பு விசையால் அவை இரண்டும் நொறுக்கப் பட்டதால் நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதியில் இருந்த நிலம் உந்தப்பட்டு வெளிப்பக்கம் வளைந்தது. இவ்வாறு கண்டங்களும் கடலடித் தளங்களும் தோன்றின. இக்கொள்கைக்கு வலிவூட்ட புவியில் காணப்படும் கண்டங்கள், கடல்கள் ஆகியவற்றின் பரவலைச் சோலாஸ் சுட்டிக் காட்டினார். சான்றாக ஆஃப்ரிக்கக் கண்டம் நில நடுக்கோட்டிற்கு (equator) மையமாக அமைந்துள்ளது. பசிபிக் கடல் அதற்கு நேர் எதிரில் அமைந்துள்ளது.

பசிபிக் கடலில் முன்பு குறிப்பிட்ட தீவு தற்போது இல்லை என்றாலும் தொடக்கத்தில் அது இருந்ததற் கான அடையாளங்கள் இருப்பதாகச் சோலாஸ் கருதினார். பசிபிக்கடல், அட்லாண்டிக் கடல், இந்தியப் பெருங்கடல் ஆகிய நீர்ப் பகுதிகளைப் பிரிக்கும் நிலப்பகுதிகள் ஜீன்ஸ் குறிப்பிட்ட உந்தப் பட்டு வெளிப்பக்கம் வந்த நிலங்களேயாகும் என்னும் கருத்தை சோலாஸ் ஆதரித்தார்.

ஆஸ்மாண்டுஃபிஷர் என்பார் பசிபிக் கடலின் தோற்றத்தைப் பொறுத்தவரை ஜீன்ஸ், சோலாஸ் கொள்கையை ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. இவருடைய கருத்து புவியில் இருந்து சந்திரன் பிரிந்து சென்ற போது ஏற்பட்ட பள்ளமே தற்போது பசிபிக் கடலாக உள்ளது என்பதாகும். ஃபிஷருடைய கொள்கை புவியின் சமச்சீரற்ற அமைப்பிற்கும் பசிபிக் கடலின் மாறுபட்ட அமைப்பிற்கும் ஓரளவு விளக்கம் தருவதாக அமைந்துள்ளது.

- இரா. செல்லச்சாமி

நூலோதி. Arthur Holmes, *Principles of Physical Geology*, Second Edition, Thomas Nelson and sons Ltd., London, 1975; Potter and Robinson, *Geology*, Second Edition, Macdonald and Evants Ltd, Estover, Plymouth, 1975.

கண்டசசரிவு

கடலடி நிலப்பகுதி கண்டத்திட்டின் விளிம்பிலிருந்து கடல்தரை நோக்கி, திட்டின் சராசரிச் சரிவை (0°07′) விட மிகுந்த சரிவுடன் சரிந்து செல்கிறது. கடல் தரைக்கும் கண்டத்திட்டிற்கும் இடைப்பட்ட சரிவு மிக்க இச்சாய்நிலப் பகுதி கண்டச்சரிவு (continental slope) எனப்படுகிறது. கண்டத்திட்டை நிலத்தின் முடிவுப்பகுதி என்று கருதி, கண்டச்சரிவை நில அமைப்பின் விளிம்பு என்று பலர் குறிப்பிடுகின்றனர். கண்டத்திட்டின் தொடர்ச்சியே கண்டச்சரிவு என்று கருதி அவையிரண்டையும் சேர்த்துக் கண்டத்திடல் (continental terrace) என்னும் ஒரே சொல்லால் வழங்கினர்.

கண்டத்திட்டு எந்த இடத்தில் தன் சராசரிச் சரிவைவிட மிகுந்து சரிந்து செல்லத் தொடங்கு கின்றதோ அந்த இடத்தில் கண்டச்சரிவு தொடங்கு கிறது. அதனால் கண்டச்சரிவின் தொடக்கப் பகுதியை எளிதில் கண்டு கொள்ளலாம். ஆனால் அது முடியும் இடத்தை அறிந்து கொள்வது எளி தன்று. இதற்குக் காரணம் சரிவில் ஆங்காங்கே காணப்படும் பீடபூமிகள், பள்ளங்கள், குன்றுகள், எழுச்சிகள் போன்ற பல கிளை நிலத்தோற்றங்கள் உள்ளமையே ஆகும் சரிவில் அமைந்திருக்கும் இத்த கைய இடையீடுகளோடு கண்டச்சரிவு முடிந்து விட லாம் அல்லது அவற்றை அடுத்தும் தொடரலாம். இந்த இடையீடுகளை, கண்ட எல்லை நிலம் (continental borderland) என்பர்.

இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் ஹெர்மன் வெகனர் என்பார் கண்டச்சரிவு என்னும் சொல்லை இச்சாய்நிலத்திற்குப் பெயராக இட்டார். 1955 இல் ஹிஸென் என்பார் கண்டச்சரிவைக் கண்டத்திட்டின் முடிவெல்லையிலிருந்து கடல்நோக்கி 3° 6′ வரை கோணத்தில் சரிந்து செல்லும் கடல்தரையோடு தொடர்புடைய ஓரளவான வன்சரிவு கொண்ட நிலப் பகுதியே கண்டச்சரிவு என்று வரையறுத்தார்.

கண்டச்சரிவின் அமைப்பு. கண்டச்சரிவு பொது வாக 100-200 மீ. ஆழத்தில் தொடங்கி 1500-3000 மீ. ஆழத்தில் முடிகிறது. சரிவின் முடிவுப்பகுதி யில் பேரகழிகள் (trenches) அமையுமானால் சரிவு முடியும் ஆழம் மேலும் உயரும். சரிவின் அகலம்15-35 கி. மீ. வரை உள்ளது.

கண்டச்சரிவு எக்கோண அளவில் சரிந்து செல் கிறது என்பது இன்றியமையாததாகும். கண்டச்சரிவு தொடக்கத்திலிருந்து முடியும் வரை ஒரே கோண அளவில் சரிந்து செல்வதில்லை. பொதுவாகச் சரிவின் மேற்பகுதியில் வன்சரிவும் பின் ஆழம் நோக்கி மென்சரிவும் காணப்படும். இப்பொதுவான நிலைமை அட்லாண்டிக் பேராழியிலும், இந்தியப் பேரகழியிலும் உள்ளது. ஆனால் பசிஃபிக்கின் ஆழப்பகுதியில் வன் சரிவே உள்ளது.

உலகம் முழுதுமுள்ள கண்டச்சரிவுகளை ஆய்ந்து சரிவின் முதல் 2000மீ ஆழம் வரைக்கும் சராசரிச் சரிவு4° 17′ என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இச்சராசரி, இடத்திற்கு இடம் வேறுபடும். சான் றாக, மலைகள் உள்ள கடற்கரையை அடுத்த கண்டச்சரிவு 3°30′ கோணத்திலும், சமவெளியை அடுத்த சரிவு 2° கோணத்திலும், பெயர்ச்சிப்பிளவு கடற்கரையை (fault coast) அடுத்த கண்டச்சரிவு 5°40′ கோணத்திலும், பெரும் ஆறுகளுக்கு முன்னால் உள்ள சரிவு 1° 20′ கோணத்திலும், நிலையான கடற்கரையை (stable coast) அடுத்துள்ள சரிவு 3° கோணத்திலும் சரிந்து செல்லும்.

சில இடங்களில் சரிவு இயக்கும் வண்ணம் மிகுந்து காணப்படுகிறது. சான்றாக, கலிஃபோர்னி யாக் கடற்கரையில் சாண்டியாகோவை அடுத்துச் சரிதல் 45° கோண அளவிலும். ஸ்பெயினில் டொரி னானா முனையை அடுத்து 35° கோண அளவிலும், கியூபாவின் தெற்குக் கடற்கரையை அடுத்து 45°க்கும் மிகுந்த கோண அளவிலும் சரிந்து செல்லும். உலகி லேயே மிகு சரிதல் கொண்ட கண்டச்சரிவு அட்லாண் டிக் பேரகழியில் கியூபாவிற்குத் தெற்கே அமைந் துள்ளது. இலங்கையை அடுத்துள்ள கண்டச்சரிவு இதைவிட மிகுந்த சரிவு கொண்டுள்ளதாக நம்பப் படுகிறது.

சரிவுகளில் காணப்படும் படிவில் பெரும்பாலும் மண் படிவே காணப்படுகிறது. கடற்கரையிலிருந்து தொலைவில் உள்ளதால் மண்படிவே இன்றியமை யாதது. மணலும் ஓரளவு காணப்படுகிறது. பரல் கற்கள், சேறு முதலியன மிகவும் குறைந்த அளவில் பரவியுள்ளன. சரிவின் படிவில் மண் 60%, மணல் 25% பரல்கற்கள் (gravel) 10% சேறும் (ooze), கூடுகளும் (shells) 2% உள்ளன. நிலத்திலிருந்து பல கடத்திகளால் கண்டச் சரிவிற்குக் கொண்டு வரப்படும் பொருள்கள் நீரடி நீரோட்டங்கள், கலங் கல் நீரோட்டங்கள முதலியவற்றால் எடுத்து செல்லப் படாவிட்டால் அப்பொருள்கள் சரிவில் படிந்து படிவுகளாகின்றன.

கண்டச்சரிவின் வகை. டீட்ஸ் என்பார் உலகின் கண்டச்சரிவுகளை இளமை, முதிர்வு, முதுமைச் சரிவு கள் என்று சரிவுகளின் அமைப்புகள், அவற்றில் காணப்படும் தோற்றங்கள் போன்றவற்றால் வகைப் படுத்தினார். கல்ஃப் கண்டச்சரிவைப் புத்துயிர் (rejuvenation) பெற்றது என்றார்.

உலகில் பலவகைக் கண்டச்சரிவுகள் காணப்படு கின்றன. சரிவில் காணப்படும் நிலத்தோற்றங் களுக்கும் அவற்றை ஒட்டியுள்ள கடற்கரைகளுக்கும் தக்கவாறு கண்டச் சரிவுகள் காணப்படுவதால் கடற்

கரைகளைக் கொண்டு கீழ்க்காணுமாறு சரிவுகளைப் பிரிக்கலாம்:

பெரும் கழிமுகத்திற்கு (*delta*) முன் அமைந்துள்ள கண்டச்சரிவுகள். இவ்வகைச் சரிவுகள் நைல், கங்கை, மிசிசிபி, மிசௌரி போன்ற ஆறுகளின் கழிமுகங்களுக்கு முன்னால் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன. பெரும் ஆறுகளின் கழிமுகங்களின் முன்னால் உள்ள கண்டச் சரிவுகள் மென்சரிவு கொண்டு சரிந்து செல்கின்றன. முதல் 2000மீ. ஆழம் வரை சரிதல் 1° 21′ என்னும் கோண அளவில் உள்ளது. பெரும்பாலும் அனைத்து ஆறுகளின் முன்னால் அமைந்துள்ள சரிவுகளும் மென் சரிவையே கொண்டுள்ளன. இவ்வாறான சரிவுகளில் பள்ளங்களும், குன்றுகளும் காணப்படுகின்றன. ஆறுகள் கொண்டுவரும் பொருள்கள் இச்சரிவுகளில் படிந்துள்ளன.

பெயர்ச்சிப்பிளவு கடற்கரையை அடுத்த கண்டச் சரிவுகள். நியூசிலாந்தின் தெற்குத் தீவின் தென் மேற்கே உள்ள கண்டச்சரிவு, ஆண்டீஸ் மலையை ஒட்டிய கடற்கரையை அடுத்துள்ள கண்டச்சரிவு முதலியன இவ்வகைச் சரிவுகளேயாகும். பிளவின் வழியாகத் தோன்றிய கடற்கரையை ஒட்டி, திட்டு குறுகியோ, இல்லாமலோ அமையலாம். ஆனால் கண்டச்சரிவு, வன்சரிவோடு செம்மையாக அமைந் துள்ளது. இங்கு, சரிவின் சராசரிச் சரிதல் 5° 40′ ஆகும். சில இடங்களில் இச்சரிதல் 25° க்கும் மேல் காணப்படுகிறது. சில இடங்களில் ஆழம் நோக்கிச் செல்லச் செல்லச் சரிதல் மிகுகிறது.

பெயர்ச்சிப் பிளவின் சரிவு, மேடுபள்ளங்கள் அற்றுப் பெரிதும் சமதளமாகவே உள்ளது. குடைவுப் பள்ளத்தாக்குகள் இவற்றில் பொதுவாக அமைவ தில்லை. ஆனால் சிறு கால்வாய்கள் காணப்படலாம். சரிவின் தளம் பாறைத்தளமாகவே அமைந்துள்ளது. ஆங்காங்கே ஓரளவு காணப்படும் படிவுகளில் (deposit) குறிப்பிடத்தக்க அளவு படிந்துள்ளது, இவ்வகைச் சரிவுகள் பெரும்பாலும் பேரகழிகளில் முடிகின்றன. இந்த அகழிகளைப் பசிஃபிக்கில் காணலாம்.

இளம் மலைகளை அடுத்த கடற்கரையை ஒட்டிய கண்டச்சரிவு இவ்வகைச் சரிவுகள், பெயர்ச்சிப்பிளவுச் சரிவுகளின் சரிவைவிடக் குறைந்த அளவில் சரிந்து செல்கின்றன. முதல் 2000மீ. ஆழம் வரை சரிந்து செல்லும் சராசரிக் கோண அளவு 4° 40′ ஆகும். இவ்வகைச் சரிவில் குடைவுப் பள்ளத்தாக்குகள் காணப்படலாம்.

பெரும் ஆறுகள் இல்லாத நிலையான கடற்கரை களை அடுத்த கண்டச்சரிவுகள். பிரேசில் உயர் நிலத்தை அடுத்துள்ள கண்டச்சரிவு, மேற்கு ஃபிளா ரிடாவை அடுத்த கண்டச்சரிவு, இலங்கையின் கிழக்கில் அமைந்துள்ள கண்டச்சரிவு முதலியன இவ் வகைக் கண்டச்சரிவுகளாகும். நிலையான கடற்கரை என்பது சில காலமாக எவ்விதப் பெரும் நில மாற்றங் களுக்கும் உட்படாத பகுதியாகும். பொதுவாக அகலக் கண்டத்திட்டைக் கொண்ட இவ்வாறான கடற்கரையை அடுத்து அமைந்துள்ள சரிவுகள் பிற வகையிலிருந்து வேறுபட்டு அமைந்துள்ளன. இவ் வகைச் சரிவின் சராசரிச் சரிவு கண்டச்சரிவுகளின் சராசரிச் சரிவை விடக் குறைவாகும். அதாவது சரா சரிச் சரிவு 3° ஆகும். இது சராசரிச் சரிவானாலும் மேற்கூறிய இடங்களில் பெயர்ச்சிப் பிளவின் வழிக் கடற்கரைகளை அடுத்த சரிவுகளின் சராசரிச் சரிவை விட மிகு சரிவு காணப்படுகிறது. இவ்வகைச்சரிவு கரடு முரடாகவே உள்ளது. இதில் படிவுகள் குறிப் பிடத்தக்க அளவில் இல்லை.

- ந. சந்திரசேகர்

கண்டத்திட்டு (கடலியல்)

கரையிலிருந்து ஏறத்தாழ நூற்று இருபது மீட்டர் ஆழம் உள்ள கடலின் அடித்தளத்தைக் கண்டத்திட்டு (continental shelf) என்பர். கடலின் மொத்த அடித் தளத்தில் கண்டத்திட்டு 7.6% உள்ளது. கரையி லிருந்து கடலுக்குள் பரவியிருக்கும் சரிவு குறைவான நிலப்பரப்பே கண்டத்திட்டாகக் கருதப்படுகிறது. கண்டத்திட்டின் அகலம் அனைத்து இடங்களிலும் ஒரே அளவாக அமையவில்லை. புவியின் மேலுள்ள சமவெளிப் பகுதியை அடுத்துக் காணும் கண்டத்திட்டு அகலம் குறைந்தும் காணப்படும். ஐரோப்பாவிலுள்ள வடகடல், வடசைபீரியா கடல், நியூஃபவுண்ட் லாண்டை அடுத்த கிராண்ட் பாங்க்ஸ் முதலான இடங்களில் கண்டத்திட்டு நூற்று ஐம்பது கிலோ மீட்டருக்கு மேல் அகலமாக உள்ளது. ஆனால் ஸ்பெயின், சிலி நாடுகளை ஒட்டியுள்ள கண்டத்திட்டு இரண்டிலிருந்து ஐந்து கிலோ மீட்டர் அகலமே யுள்ளது. கண்டத்திட்டின் சராசரி அகலம் ஏறத்தாழ நாற்பத்து ஐந்து கிலோ மீட்டர் எனக் கூறப்படுகிறது. அகலம் மிகுந்துள்ள இடங்களில் கண்டத்திட்டின் சரிவு 1:500 என்னும் விகிதத்திலும், அகலம் குறை வான இடங்களில் சரிவு கூடுதலாகவும் இருக்கும். செயின்ட் ஹெலினா தீவைச் சுற்றியுள்ள கண்டத் திட்டில் 1:15 விகிதத்தில் சரிவு அமைந்துள்ளது.

கடற்கரையை ஒட்டிய நிலப்பரப்புகள் நீரினுள் மூழ்கி விடுவதால் கண்டத்திட்டு உண்டாகிறது எனக் கருதப்படுகிறது. எனவே கண்டத்திட்டுகளின் அமைப்பு அதை அடுத்துள்ள நிலப்பரப்பைப் போன் றுள்ளதாகும். அவற்றின் அரிப்பால் ஏற்படும் படிவு கள் கண்டத்திட்டின் ஆழம் குறைந்த இடங்களில் பரவிக் கிடக்கும். இயற்கையில் ஏற்படும் சீற்றங் களாலும், நில நடுக்கங்களாலும், எழுச்சி போன்ற மாறுபாடுகளாலும் கண்டத்திட்டுகள் சமமான திடல் களையும், குன்றுகளையும், பள்ளங்களையும், தொடர்

குன்றுகளையும் கொண்டுள்ளன. கண்டத்திட்டுகள், பலவகை அமைப்புகளோடு காணப்படுவதால் அவை வெவ்வேறான முறையில் தோன்றியவையாகும். அவற்றின் தோற்றம் பற்றிய கருத்து வேறுபாடு வல்லுநர்களிடையே உள்ளது.

லாப்ரடார், நார்வே, பிரிட்டிஷ்கொலம்பியா போன்ற பகுதிகளில் காணப்படும் ஃபியர்டுகள் (fijords) பனியுகத்தில் பனியாற்றின் அரிப்பாலும் பின்னர் ஏற்பட்ட படிவாலும் ஏற்பட்டவையாகும். அடுத்ததாக டெல்டாப் பகுதிகளின் அருகில் ஆறுகளால் கொண்டு வரப்படும் படிவுகளால் கண்டத் திட்டு ஏற்பட்டது எனக் கருதப்படுகிறது. மிசிசிபி ஆற்றின் டெல்டாப் பகுதி கடலுக்குள் பரந்து காணப்படுகிறது. இதனால் கடலின் அடியில் பல கிளைகளாகக் கண்டத்திட்டு அமைந்து காணப்படுகிறது. ஆறுகள் கொண்டு வரும் படிவுகள் கண்டத் திட்டில் படிகின்றன. பொதுவாக டெல்டாக்களை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டில் பெருமளவு களிமண் காணப்படுகிறது. மேலும் மட்கிய தாவரப் பொருள்களும் இருக்கும். சில இடங்களில் மணல் காணப்படுகிறது. சீனாவின் கிழக்குக் கரையோரமாக உள்ள ஆறுகளின் கழிமுகங்களை அடுத்துள்ள கண்டத் திட்டில் மணல் காணப்படுகிறது.

மற்றொரு வகையான கண்டத்திட்டு நீரோட்டங்களால் ஏற்படக்கூடியதாகும். ஃபிளாரிடாவின் கிழக்குக் கடற்கரையை ஒட்டிய கண்டத்திட்டின் அகலம் குறைந்திருப்பதற்கு வளைகுடா நீரோட்டம் காரணமாகிறது. ஆற்றிலிருந்து கொண்டு வரப்படும் படிவுகள் வடக்கு நோக்கிப் பாயும் கல்ஃப் நீரோட்டத்தால் கடத்தப்படுவதால் இங்குள்ள கண்டத்தில் அகலமும்குறைந்து காணப்படுகிறது. மேலும் பலவகை அமைப்புகளைக் கொண்ட கண்டத்திட்டுகள் உலகின் பலபகுதியில் காணப்படுகின்றன. அவை வெவ்வேறான சூழ்நிலையில் பல காலங்களில் ஏற்பட்டவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

இந்தியாவில் கேரளக் கடற்கரையை ஒட்டிய கண்டத்திட்டுப் பகுதியில் ஆண்டுதோறும் தோன்றி மறையும் தனித்தன்மை வாய்ந்த மணற்கரைகளைக் காணலாம். கேரளத்தில் மேற்கு நோக்கிப் பாயும் ஆறுகளால் அரபிக்கடலில் கொண்டு சேர்க்கப்படும் படிவுகள் நீரோட்டத்தால் பல இடங்களில் திரண்டு இயற்கை அமைப்புகளாகக் கடற்கரையிலிருந்து ஐந்து கிலோ மீட்டருக்குள் இரண்டிலிருந்து ஐந்து கிலோ மீட்டர் நீளமுள்ள மணற்கரைகளாகத் தோன்றிப் பின்னர் தாமாகவே மறைந்து விடுகின்றன. அவற்றின் தோற்றம், காலம், அமைப்பு, இடம் ஆகியவை ஆண்டுதோறும் மாறுபடுகின்றன. இவ்வாறான தற்காலிக மணற்கரைகள் ஜூலையிலிருந்து செப்டம்பர் வரையிலும் கேரளக் கடற்கரையை ஒட்டிக் கொல்லத்திலிருந்து கோழிக்கோடு வரை பல இடங்களில் ஏற்படுகின்றன. இப்பகுதிகளில் அவை தோன்றும் காலங்களில் மீன்வளம் மிகுதியாக உள்ளமையால், இவற்றின் தோற்றம் சிறப்பிடம் பெறுகிறது. கண்டத்திட்டுப் பகுதிகளுக்கு மேலுள்ள நீரில் தாவர, விலங்கு நுண்ணுயிரிகள் மிக அதிகமாகக் காணப்படுவதால் பொதுவாகக் கண்டத்திட்டுப் பகுதிகளில் மீன்வளமும் பிற உயிரினங்களும் பிற பகுதிகளைவிட மிகுதியாக உள்ளன.

- க. பாலசுப்பிரமணியன்

கண்டத்திட்டு (நிலவியல்)

இது பெரும்பாலும் கண்டத்தின் முடிவுப் பகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. உயரத்தை விளக்கும் வளைவு (hypsographic curve) இதையே உணர்த்துகிறது. இது நிலத்திலிருந்து மிகக் குறைந்த சரிவுடன் கடல் நோக்கிச் செல்லும் குறையாழப் பகுதியே யாகும். இது திட்டுவிளிம்பில் (shelf edge) முடிகிறது.

1953 இல் ஓர் அனைத்துலகக் குழு, கீழ்நீர்க் கோட்டிலிருந்து கடலடி நிலச்சரிவு குறிப்பிடத்தக்க அளவு மாறுமிடம் வரை உள்ள கண்டத்தைச் சுற்றிய வளையமே கண்டத்திட்டு என்று வரையறுத்தது. கண்டத்திட்டு எண்ணெய் வளமும் மீன் வளமும் நிறைந்த பகுதியாகும். ஷெப்பர்டின் கணக்குப்படி உலகில் அமைந்துள்ள கண்டத்திட்டின் சராசரி அகலம் 73.5 கி.மீ. ஆகும். திட்டு விளிம்பு சராசரியாக 130 மீ. ஆழத்தில் அமைகிறது. இவ்வாறான சராசரி அளவுகள் எவ்வாறாயினும் திட்டுகளின் அகலமும் ஆழமும், அமைப்பும், சரிவும் கடற்கரையின் அமைப்பை ஒத்தே உள்ளன.

பனியாற்று அரிப்பிற்கு உட்பட்ட கடற்கரையை ஒட்டிய கண்டத்திட்டு அகலமாகவும் ஆழமாகவும் கரடு முரடாகவும் அமைந்துள்ளது. சான்றாக, நார்வே நியூஃபவுண்ட்லேண்ட் முதலிய பகுதிகளை அடுத்த திட்டுகள், பெரும் ஆறுகளுக்கு முன்னால் அகலமாகவும் குறைந்த ஆழத்தோடும் அமைந்துள்ளன. கண்டத்திட்டுகள், பவளப்பாறைகள் (coral reef) சிறப்பாக அமைந்துள்ள பகுதிகளில் குறையாழப் பகுதியாக விளங்குகின்றன. உலகின் கண்டத்திட்டுகளின் சராசரிச் சரிவு 0°07′ ஆகும். பெயர்ச்சிப் பிளவு கடற்கரையை (fault coast) அடுத்த திட்டின் சராசரிச்சரிவு 5°40′. ஆனால் கழிமுகத்தை அடுத்த திட்டின் சராசரிச்சரிவு 1°20′. பசிபிக் திட்டுகளின் சரிவு உலகச் சாராசரியை விட மிகுதியாகும். கண்டத்திட்டில் மணல், மண், கல் போன்ற பல பொருள்கள் படிந்துள்ளன. இப்பொருள்களில் சில நிலத்திலிருந்து ஈர்க்கப்பட்டவை. சில விலங்குகளின் கூடுகளால் ஆனவை. சில நீரிலிருந்து பிரிந்து படிந்தவை.

கண்டத்திட்டுகளின் வகைகள். உலகில் கண்டத் திட்டுகள் பலவாறாகஅமைந்துள்ளமையால் அவற்றை வகைகளாகப் பிரிப்பது எளிதன்று. கடற்கரையின் தாழ்தலும், உயர்தலும் பனியுகத்து நீர்மட்ட உயர்வு தாழ்வுகளும், திட்டுகளின் அமைப்பும் அவற்றின் மீதுள்ள படிவுகளும் படிவுப் பொருள்களும் தெளிவாகத் தெரிந்திருப்பது கண்டத்திட்டுகளின் சிறப்பான வகைப்பாட்டிற்கு உதவும். இவ் வகைப்பாடு கண்டத் திட்டுகள் பற்றிய தெளிவான ஆய்விற்கு வழி வகுக்கும்.

மிகு வெப்ப மண்டலத் திட்டுகள். வெப்ப மண்டலத்தில் வெப்பநிலை மிகுதி; நீர் கலங்கலின்றி இருக்கும்போது பவளங்கள் பல்கிப் பெருகுவதால் இம்மிகு வெப்ப மண்டலத் திட்டுகள் பெரும்பாலும் பவளங்கள் அமைந்த திட்டுகளாகவே உள்ளன. இத் திட்டுகளின் திட்டு விளிம்பு குறையாழத்திலேயே அமைந்துள்ளது. ஆஸ்திரேலியாவிற்குக் கிழக்கே அமைந்துள்ள கண்டத்திட்டு, இராமேஸ்வரக் கண்டத் திட்டு முதலியன இவ்வகையைச் சார்ந்தவையே.

உயர்குறுங்கோடுகளின் திட்டுகள். புவியின் உயர் குறுங்கோடுகளின் கண்டத் திட்டுகள் சீரான சரிவுடன் அமைந்துள்ளன. உலகிலேயே சீரான சரிவுகொண்ட திட்டு வடக்கு உயர் குறுங்கோடுகளில் அமைந்துள்ளது. இவ்வடக்குத்திட்டின் ஆழம் திட்டுகளின் சராசரி ஆழத்தைவிடக் குறைவானதாகும்.

கடற்கரையின் மலையை ஒட்டிய திட்டுகள். இணையான மலைத்தொடர் உடைய கடற்கரையை அடுத்த திட்டுகள் குறுகி உள்ளன. இவ்வகைத் திட்டுகளால் பாறைகள் ஆங்காங்கு காணப்படுகின்றன. பல காலப் பாறைகள் தென்பட்டாலும் டெர்சரி (tertiary) காலத்திய பாறைகளே பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன.

கழிமுகத்தை அடுத்துள்ள திட்டுகள். ஆறுகளின் கழிமுகத்தை அடுத்து அமையும் கண்டத்திட்டுகள் அகலமானவை. இத்திட்டுகளின் மீது படிகள் போன்ற அமைப்புகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைத்திட்டுகள் ஆறுகள் கொணரும் படிவுகளால் பெருமளவில் பாதிக்கப்பட்டு விரிந்துள்ளன. ஆறுகளின் கழிமுக (delta) அமைப்பை ஓரளவு இவ்வகைத் திட்டுகள் பெற்றுள்ளன. இத்திட்டுகளின் கடற்கரையை ஒட்டி மண்ணும், திட்டின் முடிவுப்பகுதியில் மணலும் படிந்துள்ளன. மிசிசிபி, சிந்து, கங்கை, நைகர் முதலிய ஆறுகளின் கழிமுகங்களை அடுத்து இவ் வகைத் திட்டுகள் சிறப்பாக அமைந்துள்ளன.

பனியாறுகள் பாதித்த நிலம் ஒட்டிய திட்டுகள். பனியாறுகள் பாதித்த நிலத்தை ஒட்டிய திட்டுகள் அகலமானவையாகும். இத்திட்டுகளில் ஆழமான பள்ளங்களும் குழிகளும் காணப்படுகின்றன. இப் பள்ளங்களில் சராசரி ஆழம் 180 மீட்டருக்கும் மேல் செல்கிறது. இவ்வகைத்திட்டுகளில் அமைந்துள்ள நீள் பள்ளங்கள் கடற்கரைக்கு இணையாகவோ குறுக்காகவோ அமையலாம். குறுக்காக அமைந்துள்ள நீள்பள்ளங்கள் பெரும்பாலும் செங்குத்தான மலைப் பாதைகளுக்கிடையேயுள்ள இறுக்கமான கடற்கால்களுடன் இணைகின்றன. திட்டின் முடிவில் திட்டுக் கரைகள் (banks) காணப்படுகின்றன. பள்ளங்களிலும் குழிகளிலும் மண்ணும் மணலும் கல்லும் படிந்துள்ளன. திட்டுக்கரைகளில் மணலும் ஓரளவு கற்களும் படிந்துள்ளன. நார்வே, இங்கிலாந்து முதலிய பகுதிகளை அடுத்த திட்டுகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவையே. ஜார்ஜ் திட்டுக் கரைகள் கிராண்ட் திட்டுக்கரைகள் முதலியன, இவ்வகைத் திட்டுகளுள் சிலவற்றின் முடிவில் அமைந்துள்ள புகழ் பெற்ற கரைகளாகும்.

வலிமையான நீரோட்டங்களுடன் தொடர்புடைய திட்டுகள். வலிமை மிக்க நீரோட்டங்கள் குவிந்தோடும் இடங்களில் திட்டுக் குறுகியோ திட்டு இன்றியோ அமைகிறது, ஃபிளாரிடோ மூந்நீரகத்திற்கு மேற்கே அகன்ற திட்டு உள்ளது. ஆனால் கிழக்கேயும் தென் கிழக்கேயும் திட்டே இல்லாதிருப்பதற்குக் காரணம் வளைகுடா வகை நீரோட்டம்தான். யூகேடன் கால்வாயின் கிழக்குப்புறத்தில் திட்டு இல்லாதிருப்பதற்குக் காரணம் கானரீஸ் வகை நீரோட்டம், அக்கால்வாய் வழியாக வேகமாக மெக்சிகோ வளைகுடாவில் பாய்வதே ஆகும்.

குறையாழப் பள்ளத்தாக்குகள் உள்ள திட்டுகள். சில கண்டத்திட்டுகளில் ஆழம் குறைந்த பள்ளத் தாக்குகள் உள்ளன. ஜாவா, சுமத்ரா, மலேயா ஆகிய பகுதிகளுக்கும் போர்னியோவிற்கும் இடையே அமைந்துள்ள சுந்தா; திட்டு இவ்வகையைச் சார்ந்ததே. இவ்வகைத் திட்டுகளில் அமைந்துள்ள பள்ளத் தாக்குகள் ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்குகள் என்றும், மின் நீர்மட்டம் உயர்ந்ததால் இவை நீரினுள் அமிழ்ந்தன என்றும் குவீனன் என்பார் கருதுகிறார். ஆங்கிலக் கால்வாய்த் திட்டிலும் இவ்வகைப் பள்ளத்தாக்குகள் உள்ளன. ஆங்கிலக் கால்வாய்ப் பள்ளத்தாக்குகள் ஓதப்பெருக்கின் விளைவு என்று கருதப்படுகிறது.

கண்டத்திட்டின் பரவல். சிற்சில இடங்களைத் தவிரப் பொதுவாக உலகின் அனைத்துக் கடற்கரைகளைச் சுற்றியும் கண்டத்திட்டு அமைந்துள்ளது. கோசின்னா என்பாரின் கருத்துப்படி உலகக் கண்டத் திட்டுகளின் மொத்தப் பரப்பு 27.49 மில்லியன் ச.கி.மீ. ஆகும். வெகினர் கணக்கின்படித் திட்டுகளின் மொத்தப்பரப்பு 30.6 மில்லியன் ச.கி.மீ. ஆகும். உலகின் கடல் பரப்பில், திட்டின் பரப்பு 7.6% ஆகும். அட்லாண்டிக் பேரகழியின் பரப்பில் 13.3% உம், பசிபிக்கின் பரப்பில் 5.7% உம், இந்தியப் பேரகழியின் பரப்பில் 4.2% உம் கண்டத்திட்டுப் பரவியுள்ளது. உலகத் திட்டுகளின் பெரும்பகுதி 50-85°வ குறுங்

கோடுகளுக்கு இடையே அமைந்துள்ளது. 40° வ-45 தெ. (வ-வடக்கு தெ-தெற்கு) குறுங்கோடுகளுக்கு இடையே திட்டு குறைந்த அளவிலேயே பரவியுள்ளது.

உலகில் அட்லாண்டிக் பேரகழியில்தான் திட்டின் பரவல் பகுதி உள்ளது. உலகின் மிகப் பெரிய திட்டு ஆர்க்டிக் பேரகழியில் சோவியத் ஒன்றியக் குடிய ரசை அடுத்து அமைந்துள்ளது. இதன் அகலம் ஏறக் குறைய 1300 கி.மீ. ஆகும். ஆழம் மிக்க கண்டத் திட்டு அண்டார்க்டிக்காவை ஒட்டி உள்ளது. பிரான் சின் பிராவென்ஸல் பகுதியை அடுத்துக் கண்டத் திட்டே அமையவில்லை.

- ந. சந்திரசேகர்

கண்டம்

புவியின் மேலோட்டில் புடைப்பாக உள்ள பெரும் பகுதி பல மில்லியன் சதுர கிலோமீட்டரைக் கொண்டும், பக்கவாட்டுத் தாழ் பள்ளப்பகுதிகளுடன் கடல் மட்டத்தையும்விடச் சற்று உயர்ந்தும் காணப்படுகிறது. இது ஆறு கண்டங்களாகப் (continents) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவை, யுரேனியா (இது ஐரோப்பா, சீனா, இந்தியா ஆகிய நாடுகளை உள்ளடக்கியது), ஆஃப்ரிக்கா, வட அமெரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, அண்டார்ட்டிகா எனப் படும்.

கடற்பகுதி நீங்கலாக எங்கும் பரவியிருக்கும் புவியின் நிலப்பகுதியே கண்டம் என்று வரையறுக்கப் படும். நில வரைபடங்களில், கண்டப்பகுதியின் எல்லையும், கடற்கரைப்பகுதியும் வரையறுக்கப்படு கின்றன. புவியமைப்பியலுக்கேற்பக் கண்டப்பகுதியின் எல்லைகள் கடற்கரைப் பகுதியிலேயே முடிகின்றன. இக்கடற்கரைப் பகுதி சில இடங்களில் மிக மென்மை யான சாய்தளப் பகுதியாகவும், சில இடங்களில் செங்குத்தாகவும் காணப்படும்.

அனைத்துக் கண்டங்களும் ஒரே நிலத் தோற்றத்தைப் பெற்றிருந்தாலும், அவற்றிலுள்ள மண்ணும், பாறை அமைப்பும் வேறுபடுகின்றன. அனைத்துக் கண்டங்களிலுமே அடிமட்டப் பாறைப் பகுதி நிலையான நிலப்பகுதியுடன் கூடிய உருமாறிய பாறையாகவே காணப்படுகிறது. இப்பாறை படிவுப் பாறைகளிலிருந்தோ, நெருப்புப் பாறைகளிலிருந்தோ உருமாறியதாகும். இது முன்-கேம்பிரியன் (pre-cambrian) கால அளவைக் கொண்டதாகும். தொடக்கத்தில் கண்டப்பகுதியுடன் தோன்றிய தரைப் பரப்பு, பல அடி உயரம் வரை குறைவாகவே இருந்தது. பின்னர் ஏற்பட்ட நில அரிப்பாலும், படிவுப்பாறைகளாலும், தொல்லுயிர் (paleozoic), மீசோசோயிக், செனோசோயிக் காலங்களில் உண்டான படிவுப் பாறைகளாலும், இக்கண்டப் பரப்பின் உயரம் ஓரளவு உயர்ந்தது. இப்படிவுப் பாறைகளில் பெரும்பாலானவை கடல் சுண்ணாம்புப் பாறை, கடல் களிமண், கடல் வண்டல்மண், பாறை ஆகியவற்றால் ஆனவை.

சிற்சில சமயங்களில் கண்டங்களின் அடிமட்டத் தோன்றல் பாறைகள் அரிப்புகளால் வெளிப்படக் கூடும். சான்றாக, வட அமெரிக்காவில் காணப்படும் கனடா நிலப்பகுதியைக் குறிப்பிடலாம். சில கண்டங் களில் முதலில் தோன்றிய பாறை அமைப்பின்மேல் படிவுப் பாறைகளால் ஆன அமைப்புகள் அமைந்து மிகப்பெரும் தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். சான்றாக, வட அமெரிக்காவில் பாயும் மிசிசிபி நதியால், அப் பெரும் பகுதி அரிக்கப்பட்டுக் கீழே உள்ள உருமாறிய பாறைகள் தோற்றமளிக்கின்றன. ஒவ்வொரு கண்டத் திலும், படிவுப் பாறைகளால் ஆன பெரும் மலைத் தொடர்கள் காணப்படுகின்றன. படிவுப் பாறை களால் ஆன அடுக்குகள் பக்கத்தின் அழுத்தத்தால் தாக்கமுறுவதால் அவை மேல்நோக்கிய, உயர்ந்த மலைகளாகத் தோன்றுகின்றன.

கண்டப்பகுதிகள் கடினப்பாறைகளால் அமைந் தவை. மிகப்பெரும் நிலப்பரப்புடன் அமைந்த கண்டத் திட்டுகள் புவியின் மேற்பரப்புப் பாறைக் கோளக (lithosphere) ஓட்டில் அமைந்துள்ளன. இக்கண்டத்திட்டுகள் சிறுசிறு தட்டுகளாகப் புவியில் பரவியுள்ளன. இந்நிலப்பரப்பு, புவி மேற்பரப்புப் பாறைக் கோளகக் கீழ்ப்பகுதி (asthenosphere) ஓட்டில் நெகிழும், மிதக்கும் தன்மைகளுடன் காணப்படுகிறது. மிதக்கும் தன்மையுடன் அமைந் திருக்கும் நிலப்பரப்பு அல்லது கண்டம் புவியின் உள் ஓட்டில் நிகழும் மாறுதல்களால், சிறிது சிறிதாக நகர்ந்து வேறு வேறாக விலகிச் செல்லலாம் அல்லது ஒன்றோடு ஒன்று மோதி மிகப்பெரும் அழிவையோ, புதிய நிலத்தோற்றத்தையோ உருவாக்கலாம். இந் நிகழ்ச்சி 2×10^8 ஆண்டிற்கு முன்பிருந்தே நிகழ்ந்து வருகிறது. இன்றைய கண்டங்கள், ஒரு காலத்தில் ஒன்றாக இணைந்த நிலையிலேயே இருந்திருக்க வேண்டும். பின்னர், இவை சிறிது சிறிதாக விலகி இன்றுள்ள நிலையில் காணப்படுகின்றன. இந்நில அமைப்பும் பிற தோற்றங்களும் 4.6×10^9 ஆண்டு களுக்கு முன்னர்த் தோன்றியவையாகக் கருதப் படுகிறது.

ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் அமைந்துள்ள பாறை வகைகளையும், தோற்றத்தையும் ஆராய்ந்தால் ஒவ்வொரு கண்டமும் வெவ்வேறு காலக்கட்டத்தில் தோன்றியுள்ளதை அறிய முடியும். மின்னசோட்டா, தென்மேற்குக் கிரீன்லாந்து, தெற்கு ரொடீசியா போன்ற பகுதிகளில் காணப்படும் பாறை வகைகள் மிகப் பழமையானவை என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இக் கண்டப் பகுதிகளில் காணப்படும் கிரானைட்

பாறை வகைகள், உருமாறிய படிவுப் பாறைகள், பழங்காலக் கடலிலிருந்து தோன்றியவை. இவை ஏறத்தாழ 4×10^9 ஆண்டுகள் பழமையானவை. இத்தகைய பழங்காலப் பாறை வகைகள் சந்திரனில் காணப்படும் பாறை வகைகளைவிடப் பழமை யானவை.

கண்டங்களைச் சுற்றிப் பரவியுள்ள கடலின் மையப்பகுதியில் கடல் திட்டுகள் நீண்ட வரிகளாகக் காணப்படுகின்றன. கண்டங்கள் வேறு வேறாக விலகித் தனித்தனியே பிரியும்போது, கடலின் அடிப் பரப்பு அதன் நீட்சிக்கு ஏற்ப இசைந்து கொடுக் கிறது. அச்சமயங்களில், கடலின் அடிப்பரப்பில் பெரும் பள்ளங்கள் உருவாகின்றன. இப்பள்ளங்கள் மிகு ஆழத்தோடும், புவியின் உள்மையத்தை நோக்கி நீண்டும் காணப்படும். இதனால், உள்மைய அழுத் தத்தால் கற்குழம்பு இப்பிளவுகளின் வழியே கடல் மட்டத்திற்கு வெளியே தள்ளப்படும். இச்சமயத்தில் மிகுதியான பாறைக் குழம்புகள் வெளிப்படும். இவை இறுகிப் புதிய நிலப்பரப்பை உருவாக்கும். மிகப்பெரிய அளவில் இந்நிகழ்ச்சி நடக்குமாயின், புதிய கடல் தீவுகளும், கடல்மலைகளும் உருவாகக் கூடும்.

கண்டப்பிரிவால், புதிய எரிமலைகளும், நில நடுக்கங்களும் உண்டாகின்றன. மேலும் கண்டங்கள் ஒன்றோடு ஒன்று மோதுவதாலோ, ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகும்போது ஏற்படும் நீட்சியாலோ, அழுத் தம் மிகுவதால் புவியின் உள்ளிருக்கும் எரிமலைக் கற்குழம்பு வெளிப்படும். புவியின் மேலோட்டில் எங்கேனும் மிகவும் வலிமையற்ற பாறைப்பகுதி இருக்குமாயின், அதன் வழியாகப் பாறைக்குழம்பு வெளிப்படும். கண்டப்பிரிவின்போது, புதிய மலைத் தொடர்களும், புதிய பள்ளங்களும் உருவாகும். கண்டங்கள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று நகரும்போது பக்க வாட்டில் ஏற்படும் உராய்வின் மூலமாக, நீண்ட மலைத்தொடர்களும் புதிய வரிப்பாறைகளும் உரு வாகும். சான்றாகக் கண்டப்பிரிதல் நிகழ்ச்சியின் விளைவாக உருவானவையே அட்லாண்டிக், இந்தியப் பெருங்கடல் போன்றவை ஆகும்.

- எஸ். சுதர்சன்

கண்டமாலை

காசநோய்க்கிருமிகள் நிணநீர் நாளம் வழியாகக் கழுத்தில் உள்ள புற அக நிணநீர்க் கணுக்களை (Ecto and Endoblymphatic nodes) அடைகின்றன. தாக்கமுற்ற நிணநீர்க்கணுக்கள் கழுத்தின் மேற்புறம், ஸ்டெர்னோமாஸ்டாய்டு தசையின் கீழ் மிகுதியாகக் காணப்படும். இதில் மூன்று நிலைகள் உள்ளன. முதல்நிலையில் கணுக்கள் வீர்த்து ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாமல் காணப்படும். இதற்குக் கணுவிடை அழற்சி காணப்படாததே காரணமாகும். இந்நிலை நீண்டநாள் காணப்படுவதால் கூர்த்த தொற்றுப் பாதிப்பிலிருந்து இதைப் பிரித்தறிவது கடினம். இரண்டாம் நிலையில் இக்கணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று பின்னிப் பிணைந்து காணப்படுவதற்குக் கணு விடை அழற்சியே காரணம் ஆகும். இதுவே இந் நோயின் முக்கிய அறிகுறியாகும்.

நிணநீர்க் கணுவில் காசநோய்க் கிருமிகள் தாக்கிய நிலை

நாட்பட்ட கணுக்கள் சேசியேஷன் (caseation) எனப்படும். இது கணுநசிவு ஏற்பட்டுக் குளிர் சீழ்க் கட்டிகளை (abscess) உண்டாக்கும் மூன்றாம் நிலை யாகும். அழற்சியில் காணப்படும் சூடு, வலி, சிவந்த நிற மாற்றம் முதலியன இக்கட்டியில் காணப்படுவ தில்லை. அடுத்துச் சிறு சிறு கணுக்கள் ஒட்டிக் கொண்டு இருக்கும் நான்காம் நிலையில் இக்கட்டிகள் உடைவதால் தோல் நசிந்து காசநோய்ப் புண்கள் (tuberculous ulcer) உண்டாகின்றன. அக்கணு உடை யும்போது குடாக்களும் (sinus) தோலடியில் உள்ள கணுக்களும் காசப்புண்களை உண்டாக்குகின்றன. இப்புண்களில் விளிம்பின் அடிப்புறம் ஆழ்ந்தும் குழிந்தும் சீழுடன் கூடிய தளம் நலிந்த புதுவளர் சிறு மணிகளுடனும் (unhealthy granulation) காணப் படும். புண் ஆறுவதற்கு நீண்ட நாள் ஆகும். இந் நோய் கழுத்தைச் சுற்றி மாலை போல் படர்ந்து புண்களை உண்டாக்கும். ஆறிய தழும்புகள் கழுத் தில் அருவெறுக்கத்தக்க மாலையின் தோற்றத்தைக் கொடுப்பதால் இது கண்டமாலை (tuberculous eymph glands of the nek) எனக் குறிப்பிடப்படு கிறது. நோயை உறுதிப்படுத்திய பின் காசநோய் மருந்துகளை நீண்ட நாள் கொடுக்கப் புண்கள் ஆறத்தொடங்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் மட்

டும் இருந்தால் அறுவை மருத்துவம் மூலம் இதைக் களையலாம்.

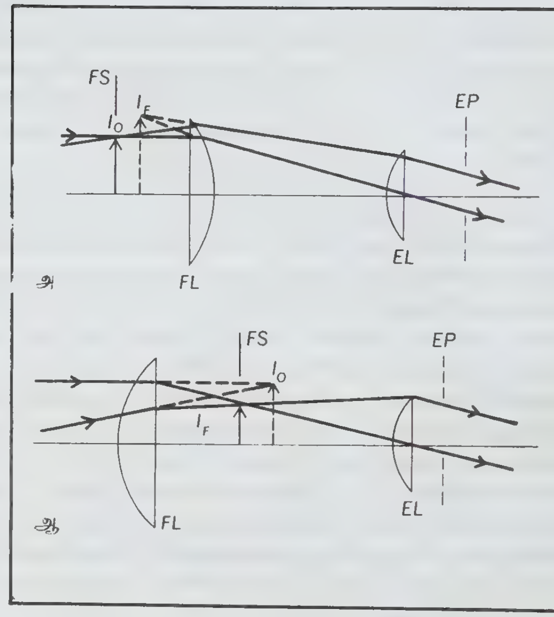
–மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கண்ணருகு வில்லை

குறிப்பிட்ட தொலைவில் உள்ள பொருளின் உருத் தோற்றத்தைக் காணும் வகையில் அமைக்கப்பட்ட கருவியில் கண்ணருகுவில்லை (eye lens) பொருளருகு வில்லை (field lens) என்ற பகுதிகள் உள்ளன. காண வேண்டிய பொருளுக்கு அருகேயுள்ள வில்லை பொருளருகு வில்லை என்றும், அதற்கு மறுபுறம் அமைந்துள்ள வில்லை கண்ணருகு வில்லை என்றும் கூறப்படும். இவ்வில்லையின் வழியே பார்ப்பதால் இது கண்ணருகு வில்லை அல்லது கண்ணருகு ஒளியியல் அமைப்பு எனப்படும். இவ்வில்லையால் கிடைக்கும் உருத்தோற்றம் மாய உருத்தோற்றமாகும்.

ஒளியியல் கருவிகளில் அமைந்துள்ள கண்ணருகு வில்லைகளில் பல பிழைகள் காணப்படும். பல புதிய கருவிகளின் கண்ணருகு வில்லைகளில் அனைத்துக் கருவிகளின் கண்ணருகு வில்லைகளில் பிழைகளும் சீரமைக்கப்பட்டிருக்கா. சீர் செய்யப்படாத பிறழ்ச்சிகள் (aberrations) கண்ணருகு வில்லையின் திட்ட அமைப்புச் சரியாக அமைக்கப்படும் பொருட்டு நீக்கப்படும். ஒரு பொருளையோ, பொருள்களின் தொகுப்பையோ நுண்ணோக்கி கொண்டு நோக்கும்போது, உருப்பெருக்கத்தால் தோன்றும் பொருளின் வண்ண மாறுபாடுகள் (chromatic difference) கண்ணருகு வில்லையை ஏற்றவாறு அமைப்பதன் மூலம் சீர் செய்யப்படுகின்றன.

ராம்ஸ்டென் கண்ணருகு அமைப்பு ஒரு பக்கம் சமதளமாகவும், மறுபக்கம் குவிந்தும் காணப்படும் இரு சமதளக் குவிவில்லைகளைக் (plano convex lens) கொண்டது. இவை புலவில்லை (field lens), கண்ணருகு வில்லை (eye lens) எனப்படும். இவ்விரு வில்லைகளும் ஒரே குவியத் தொலைவையும், திறனையும் உடையவை. இவற்றின் சமதளப்பரப்பு வெளிப் பக்கமாகவும், இவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொலைவு அவற்றின் பொதுவான குவியத் தொலைவுக்குச் சமமாகவும் இருக்குமாறு வில்லைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. புல வில்லை பொருளருகு வில்லையால் ஏற்படுத்தப்படும் உருத்தோற்றத்திற்கு அருகே அமைக்கப்படும். கெல்னர் கண்ணருகு அமைப்பும் ராம்ஸ்டன் அமைப்புப் போன்றதே. ஆனால் இதில் நிறநீக்கு கண்ணருகு வில்லை (achromatsc eye lens) பயன் படுகிறது.



கண்ணருகு அமைப்புகள்.

(அ) ராம்ஸ்டன் (ஆ) ஹைஜன்ஸ். பு.வி. = புலவில்லை; க.வி = கண்ணருகு வில்லை; I_o = உருத்தோற்றம் முன் உள்ள அமைப்பால் ஏற்படுத்தப்பட்டது. I_F = உருத்தோற்றம் முன் உள்ள அமைப்பு மற்றும் புல வில்லையால் ஏற்படுத்தப்பட்டது.

ஹைஜன்ஸ் கண்ணருகு அமைப்பு (Huygens eye piece) இரு சமதளக் குவிவில்லைகளைக் கொண்டது. இவ்விரு வில்லைகளின் சமதளப்பரப்பும் ஒரே பக்கமாக கண்ணை நோக்கி இருக்குமாறு அமைக்கப்படும். புல வில்லையின் குவியத் தொலைவு கண்ணருகு வில்லையின் குவியத் தொலைவைப் போல் மூன்று மடங்கு மிகுதியானது. இவ்விரு வில்லைகளுக்கிடையே யுள்ள தொலைவு கண்ணருகு வில்லையின் குவியத் தொலைவைப் போன்று இரு மடங்கு மதிப்புடையது.

ஹைஜன்ஸ் கண்ணருகு அமைப்பில் உருட்சிப் பிழை (astimatism), உருக்குலைவு (distortion) போன்றவை சீர் செய்யப்பட்டிருக்கும். சில வகை ஹைஜன்ஸ் கண்ணருகு அமைப்பில் கண்ணருகு வில்லையாக நிறநீக்கு வில்லை பயன்படுத்தப்படும். இவ்வில்லை வண்ணத்தில் தோன்றும் மாறுபாட்டைச் சமன் செய்கிறது. இதில் புலவில்லையும் நிறநீக்கு வில்லையாகும்.

ராம்ஸ்டன், ஹைஜன்ஸ் கண்ணருகு அமைப்புகள் குறைந்த அளவே உருப்பெருக்கத்திறன் உடையவை. மிகு உருப்பெருக்கத்திறன் உடைய கண்ணரு அமைப்புகள் உருட்சிப்பிழை, காட்சி வளைவு (field curvature), உருக்குலைவுகள் போன்றவற்றை நீக்கும் பொருட்டுச் சிக்கலான அமைப்புகளைக் கொண்டிருக்கும். சிக்கலான அமைப்புடைய கண்ணருகு அமைப்பு

கள் காட்சிக்கோணம் (field angle) 70° வரை பிழை கள் இல்லாமல் உருத்தோற்றம் பெற வகை செய் கின்றன. இவ்வமைப்புகள் இராணுவக் கருவிகளில் பெருமளவில் பயன்படும்.

- ஜா. சுதாகர்

கண்ணாடி

வெளித்தோற்றத்திற்கு ஒரு திண்மம் போல் காட்சி யளிக்கும் கண்ணாடி வேதி அடிப்படையில், மிகு குளிர்வூட்டப்பட்ட பாகுத்தன்மையான நீர்மம் ஆகும். சிலிக்கா, போரிக் ஆக்சைடு, பாஸ்ஃபாரிக் ஆக்சைடு போன்ற அமில ஆக்சைடுகளுடன் கார, காரமண் உலோகங்களின் ஆக்சைடுகளைச் சேர்த்து உருக்கி மிக விரைவாகக் குளிர்விக்கும்போது கண்ணாடி உண்டாகிறது. சிலிக்கனின் ஒரு வகை யான படிகக்கல் (quartz) என்னும் சேர்மத்தில் சிலிக்கன் அணு நான்கு ஆக்சிஜன் அணுக்களுடன் நான்முகியாகப் (tetrahedral) பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வோர் ஆக்சிஜன் அணுவும் இரண்டு சிலிக்கன் அணுவுடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்பு படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் நீள் தொடராகச்

கணணாடித்தயாரிப்பு

செல்கிறது. சிலிக்காவை உருக்கும்போது அவற்றில் உள்ள பிணைப்புகள் முறிவுற்று நீர்மமாகும். இதைக் குளிர்வித்து முன்போல் பழைய திண்மத்தைப் பெறுவது கடினம். எனவே கண்ணாடி, நீர்மங்களைப் போல் தாறுமாறான அமைப்பைக் கொண்ட போலித் திண்மம் (pseudosolid) ஆகும். இப்பண்பால்தான் கண்ணாடி உடையும்போது தாறுமாறாகச் சிதறுகிறது.

அமில, கார ஆக்சைடுகளைத் தவிர தேவையான இயல்பு கொண்ட கண்ணாடியை உருவாக்கவும், விரும்பத்தக்க பண்புகளைப் பெறவும் பின்வரும் வேறுசில பொருள்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன.

நிறமூட்டும் பொருள்கள்.

தாமிர (I) ஆக்சைடு	- சிவப்பு, பச்சை, நீலம்
வெள்ளீய (IV) ஆக்சைடு	- ஒளி ஊடுருவாத கண்ணாடி தயாரிக்க
கால்சியம் ஃபுளுரைடு	- பால்போன்ற கண்ணாடி தயாரிக்க
மாங்கனீஸ் (N) ஆக்சைடு	- செந்நீலம்
கோபால்ட் (II) ஆக்சைடு	- நீலம்
நன்கு தூளாக்கப்பட்ட தங்கம்	- சிவப்பு, நீலம், கருஞ் சிவப்பு
யுரேனியம் சேர்மங்கள்	- மஞ்சள், பச்சை
இரும்புச் (II) சேர்மங்கள்	- பச்சை
இரும்பு (III)	- மஞ்சள்
நிறம் நீக்கிகள்	- MnO_2, As_2O_3, Sb_2O_3
ஆக்சிஜனேற்றிகள்	- $NaNO_3$, KNO_3, MnO_2, Pb_3O_4
ஒடுக்கிகள்	- C, Al, SnO
இளக்கிகள்	- $(NH_4)_2SO_4$, $NaNO_3$, KNO_3, B_2O_3, $Na_2B_4O_7$
ஒளித் தடுப்புப் பொருள்கள்	- SnO_2, As_2O_3, $Ca_3(PO_4)_2$

தயாரிப்பு. அமில, கார ஆக்சைடுகளையும் எவ்வகைக் கண்ணாடி தயாரிக்க வேண்டுமோ அதற்குரிய துணைப் பொருள்களையும் தனித்தனியே நன்கு பொடி செய்து, அவற்றைத் தகுந்த விகிதத்தில் கலந்து, பின் தீக்களிமண்ணால் செய்யப்பட்ட உலைகளில் அவற்றையிட்டு, 1400°C வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடேற்ற வேண்டும். உலையில் உள்ள பொருள்கள் காற்றுக் குமிழ்கள் ஏதும் இல்லாமல் உருகியபின் சூடுபடுத்துவது நிறுத்தப்பட்டு குளிர்விக்கப்படும். பானை உலை (pot furnace), தொட்டி உலை (tank furnace) ஆகிய இருவகை உலைகள் வெப்பப்படுத்தப் பயன்படுகின்றன.

பானை உலை. இதில் வெப்பம் தாங்கவல்ல பானைகளில் கண்ணாடி தயாரிக்கத் தேவையான பொருள்கள் நிரப்பப்படுகின்றன. ஓர் உலையில் இருபதுக்கும் மேற்பட்ட பானைகள் வட்டமாக அடுக்கி வைக்கப்பட்டு இடைவெளி வழியே எரிவளிமங்கள் உட்செலுத்தப்படுகின்றன.

தொட்டி உலை. இதுவும் பானை உலை போன்றே செயல்படுகிறது. ஆனால் இதில் பானைகளுக்கு மாற்றாகப் பெரிய தொட்டி உள்ளது. இதில் மூலப் பொருள்களுடன் உடைந்த கண்ணாடித் துண்டுகளும் சேர்த்து உருக்கப்படுகின்றன. இதனால் உருகுநிலை குறைகிறது; வெப்பத்தின் தேவையும் குறைகிறது.

பண்படுத்தல். கண்ணாடித் தயாரிப்பின்போது நிகழும் வினைகளால் வளிமங்கள் உண்டாகின்றன. அவை முழுவதையும் வெளியேற்ற வேண்டும். இல்லாவிட்டால் தயாரிக்கும் கண்ணாடிக்குள் காற்றுக் குமிழ்கள் ஆங்காங்கே நிலைபெற்று எளிதில் உடைந்துவிடும். தேவையான வடிவமைப்புகள் செய்ய முடியாமலும் போய்விடும். எனவே, இவ்வளிமங்களை நீக்கப் போராக்ஸ், அம்மோனியம் உப்புகள், ஆர்செனியஸ் ஆக்சைடு போன்ற பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இப்பொருள்கள் ஆவியாகித் தாம் வெளியேறும்போது, வினையின்போது உண்டான வளிமங்களையும் சேர்த்து வெளியேற்றுகின்றன.

உலையில் நிகழும் வினைகள். கண்ணாடி ஒரு திண்மக் கரைசலாகும். இதற்குச் சரியான வாய்பாடு இல்லை. சாதாரணக் கண்ணாடியின் இயைபை

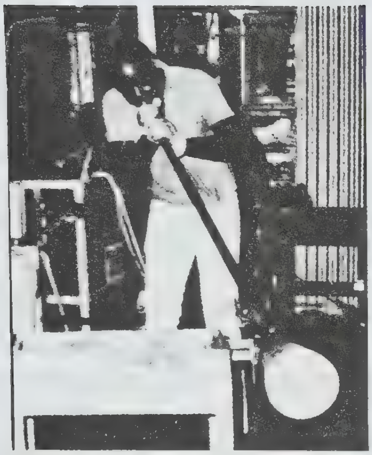
$$Na_2O.CaO.6SiO_2$$

என எழுதலாம். சிலிக்காவுடன் சோடியம் கார்பனேட்டைச் சேர்த்து உருக்கும்போது நீர்க்கண்ணாடி (water glass) என்னும் பாகு உண்டாகிறது. இது நீரில் கரையக்கூடியது.

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2$$

இதேபோல் சுண்ணாம்புக்கல் வினைபுரிந்து கால்சியம் சிலிக்கேட் உண்டாகிறது. இது நீரிலும், அமிலங்களிலும் கரைவதில்லை. ஆனால் சிலிக்காவுடன் சோடியம் கார்பனேட்டையும், கால்சியம் கார்பனேட்டையும் சேர்த்து உருக்கும்போது சோடியம் கால்சியம் சிலிக்கேட் உண்டாகிறது. இது நீரிலும், அமிலங்களிலும் கரைவதில்லை.

உருக்கொடுத்தல். மேற்காணும் முறையில் கண்ணாடியை அச்சுகளில் வார்த்தோ ஊதியோ தேவையான கண்ணாடிப் பொருள்கள் தயாரிக்கப்



வாய் ஊதல் மூலம் கண்ணாடிச் சாமான் உருவாக்குதல்

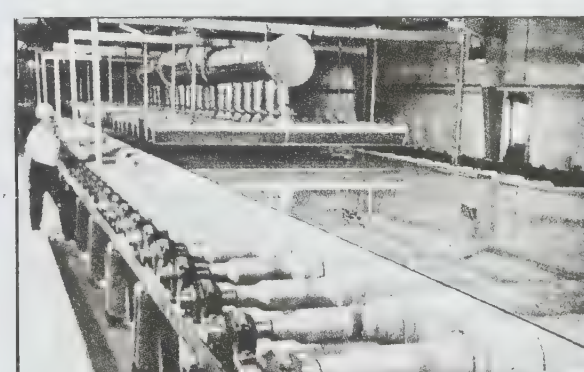
இதில் பல நிலைகள் உள்ளன. உருகிய கண்ணாடியில்செலுத்தப்பட்டு வெளியே எடுக்கப்பட்ட இரும்புக் குழாயை முதலில் மெதுவாக வாய் மூலம் ஊதல் (இடம்). தேவையான உருவத்திற்கிடையில் (mould) ஊதப்பட்ட கண்ணாடி வைக்கப்பட்டு மேலும் ஊதப்படுகிறது (மையம்) தேவையான உருவரும்வரைக்கும் ஊதப்பட்டு, பின்னர் கண்ணாடிப் பொருள் வெளியேஎடுக்கப்படுகிறது (வலம்).

படுகின்றன. ஓர் ஊதுகுழாயில் இளகிய கண்ணாடியைப் போதிய அளவு எடுத்துக்கொண்டு, அச்சில் வைத்துக் குழாய் வழியாக ஊதினால் கண்ணாடி விரிவடைந்து அச்சின் உருவம் கிடைக்கிறது.

மெல்ல ஆறவிடல். உருக்கொடுத்த நிலையில் கண்ணாடி மிகு வெப்பநிலையிலுள்ளது. இதைச் சாதாரணமாகக் குளிர்வித்தால் கண்ணாடியின் வெளிப்புறத்தில் ஏற்படும் இறுக்கத்தால் உட்புறத்தில் ஒருவித இழுவிசை உண்டாகிறது. இதனால் கண்ணாடி உடைந்துவிடும் நிலை உள்ளது. எனவே கண்ணாடி மிகமிக மெதுவாகக் குளிர்வூட்டப்படுகிறது. இதனால் கண்ணாடியின் உட்புறமும் வெளிப்புறமும் சீராகக் குளிர்வடைகின்றன. இதற்கு மெல்ல ஆறவிடல் (annealing) என்று பெயர். இதற்குப் பின்வரும் முறை பயன்படுகிறது; ஒரு கட்டடத்தினுள் இடமிருந்து வலமாகச் சிறிய சுமை வண்டிகள் எந்திரத்தின் உதவியால் மிகமிக மெதுவாக இழுக்கப்படுகின்றன. இடப்புறம் மிகு வெப்பநிலையும், வலப்புறம் குறை வெப்பநிலையும் காணப்படும். உருக்கொடுக்கப்பட்ட கண்ணாடிப் பொருள்கள் சுமை வண்டியில் நிரப்பப்பட்டு இடமிருந்து வலமாக இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இதனால் வெப்பம் படிப்படியாகக் குறைக்கப்படுகிறது.

வகை

சோடா-சுண்ணாம்புக் கண்ணாடி. இது பெருமளவில் தயாரிக்கப்படும் கண்ணாடியாகும். தட்டு, ஜன்னல், குவளை, புட்டி போன்றவை தயாரிப்பதற்கு இது உதவுகிறது. இதன் இயையு: சிலிக்கா (மணல்) 72%; சோடியம் ஆக்சைடு 15%; கால்சியம் ஆக்சைடு (சுட்ட சுண்ணாம்பு) 9%: பிற பொருள்கள் 4%



மெல்ல ஆறவிடல்

சோடா-காரீயக் கண்ணாடி. இது பொதுவாகக் காரீயக் கண்ணாடி எனப்படுகிறது. இதில் கால்சியம் ஆக்சைடிற்குப் பதில் காரீய ஆக்சைடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது உயர் கண்ணாடிப் பொருள்கள், மின் விளக்குகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. இதில்

80% க்கு மேல் காரீய ஆக்சைடுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

போரோ-சிலிக்கேட் கண்ணாடி. இது வெப்பம் தாங்கவல்ல கண்ணாடி ஆகும். இது வணிகத்தில் பைரக்ஸ், கிமக்ஸ் என விற்பனை செய்யப்படுகிறது. இதன் இயைபு; சிலிக்கா 80%, காரம் 4%, அலுமினா 2%, போரிக் ஆக்சைடு 13%. இதில் பயன்படும் சிலிக்காவும், போரிக் ஆக்சைடும் தூய்மையானவையாகவும் இருக்க வேண்டும். பிற கண்ணாடிகளைவிட இவை அதிர்ச்சியைத் தாங்கவல்லனவாக உள்ளன. வெப்பத்தால் பெரிதும் விரிவடைவதில்லை. வேதிப்பொருள்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவை மின்தடைக் கருவிப் பொருள்கள், ஆய்வகத்தில் பயன்படும் கண்ணாடிப் பொருள்கள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

உருகிய சிலிக்கா கண்ணாடி. இது மிகு வெப்பத்தையும் அதிர்ச்சியையும் தாங்குகிறது. இவற்றில் ஏறத்தாழச் சிலிக்காவின் பங்கே மிகுதியாக உள்ளது. இவ்வகைக் கண்ணாடிகளை உயர் வெப்பத்திற்குச் சூடுபடுத்தி ஐஸ்கட்டி உள்ள நீரில் திடீரெனக் குளிர்விக்கலாம். இதனால் இவை உடைவதில்லை. இவை விலை மிகுந்தவை.

நிறமேற்றப்பட்ட கண்ணாடி. இது காண்பதற்கு அழகாக இருப்பதோடு பல்வேறு ஆய்வுக்கூடங்களில் ஆய்வுக்காகவும் பயன்படுகிறது. சில சமயங்களில் கண்ணாடி தயாரிக்கும்போது மூலப்பொருள்களிலுள்ள சிலமாசுகள் காரணமாக இவை நிறமுடையனவாகத் தோற்றமளிக்கின்றன. ஆனால் தற்காலத்தில் கண்ணாடியில் தேவையான வண்ணங்களையேற்ற நூற்றுக்கும் மேலான பொருள்கள் பயன்படுகின்றன. காட்டாக, 50,000 பகுதியில் ஒரு நிக்கல் ஆக்சைடைச் சேர்த்தால் ஆரஞ்சு முதல் கருஞ்சிவப்பு வரையான நிறங்களும், 10,000 பகுதியில் ஒரு பகுதி கோபால்ட் ஆக்சைடைச் சேர்த்தால் அடர் பச்சை நிறமும் தங்கம், தாமிரம், செலீனியம் ஆக்சைடுகளைச் சேர்த்தால் சிவப்பு நிறமும் கிடைக்கின்றன. வெள்ளீய (டின்) ஆக்சைடு, கால்சியம் பாஸ்ஃபேட் போன்ற பொருள்களைச் சேர்த்தால் பால்-வெண்மை கண்ணாடி கிடைக்கிறது. தகட்டுக் கண்ணாடிகளைத் தட்டையாக ஒன்றின் மீது ஒன்றாக அடுக்கி, இடைவெளியில் ஒளிபுகக் கூடிய ரெசினால் அவற்றை ஒட்டிக் கொள்ள வைத்துக் கிடைக்கும் கண்ணாடி, பாதுகாப்புக் கண்ணாடி (safety glass) எனப்படும். இவ்வகைக் கண்ணாடிகள் பிற கண்ணாடிகள் போல் உடைந்து சிதறுவதில்லை.

உருச்செதுக்கல். கண்ணாடி, ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு அதன் சேர்மங்கள் இவற்றால் மட்டுமே பாதிப்படைகிறது. எனவே இது கண்ணாடியில் தேவையான உருவங்கள் செதுக்குவதற்குப் பயன்படுகிறது. கண்ணாடிகள்மேல் பின்வருமாறு உருச்செதுக்கப்படுகிறது. உருச்செதுக்கப்பட வேண்டிய கண்ணாடியின் மேல் மெழுகு தடவப்பட்டு அதன் மேல் வேண்டிய உருக்கள் (படம்) வரையப்படுகின்றன. அவ்வாறு வரையப்பட்ட பகுதியின் மேல் ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு வளிமத்தை அல்லது அமிலத்தைச் செலுத்தும்போது கண்ணாடியில் உருகொடுக்கப்பட்ட பகுதி ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடால் தாக்கமுற்று வரையப்பட்ட உரு (படம்) உண்டாகிறது. கண்ணாடியின் பகுதிகள் பாதிக்கப்படுவதினின்றும் மெழுகுப்பூச்சு தடுத்துவிடுகிறது.

- த. தெய்வீகன்

கண்ணாடியும் கண்ணாடிப் பொருள்களும்

ஒரு குறிப்பிட்ட வகை உருகிய பொருள்களைக் குறிப்பிட்ட முறையில் குளிர்விப்பதால், அப்பொருள்கள் படிகமாகாமல் படிகமற்ற நிலையிலேயே இருக்கும். இவை கண்ணாடிப் பொருள்கள் எனப்படும். குளிர்விக்கப்படும்போது, இவற்றின் பாகுநிலை அதிகரித்துக் கொண்டே செல்கிறது. அனைத்து நடைமுறைத் தேவைகளுக்கும் கண்ணாடிகள் திண்மங்களாகவே உள்ளன. குளிர்ச்சியடையும் போது படிகமாகாமல் ஒரே நிலையில் இருக்கும் பொருள்கள் மிகவும் குறைவு. சிலிக்கா, சிலிக்கன் டைஆக்சைடு முதலிய பொருள்கள் பொதுவானவை. சிலிக்கா இல்லாமலேயே கண்ணாடி செய்ய முடிந்தாலும், பெரும்பாலான வணிகச்சிறப்பு வாய்ந்த கண்ணாடிகள் சிலிக்காவை உள்ளடக்கியே உள்ளன.

கண்ணாடிப் பொருள்கள் பலவகைப்படும். இவற்றால் ஜன்னல், புட்டி, முகம் பார்க்கும் கண்ணாடி, ஒளியியல் கருவி, வேதியியல் கருவி, கட்டடத் துண்டு (block), குழாய், கதவு, துணி, வெப்பம் மற்றும் மின் கடத்தாப் பொருள், மின் மற்றும் ஆகாய விமானப் பகுதி, வடிகட்டி, ஒளிப்பட உருவத்தைப் பொறிக்க வல்ல கண்ணாடி போன்றவை செய்யப்படுகின்றன.

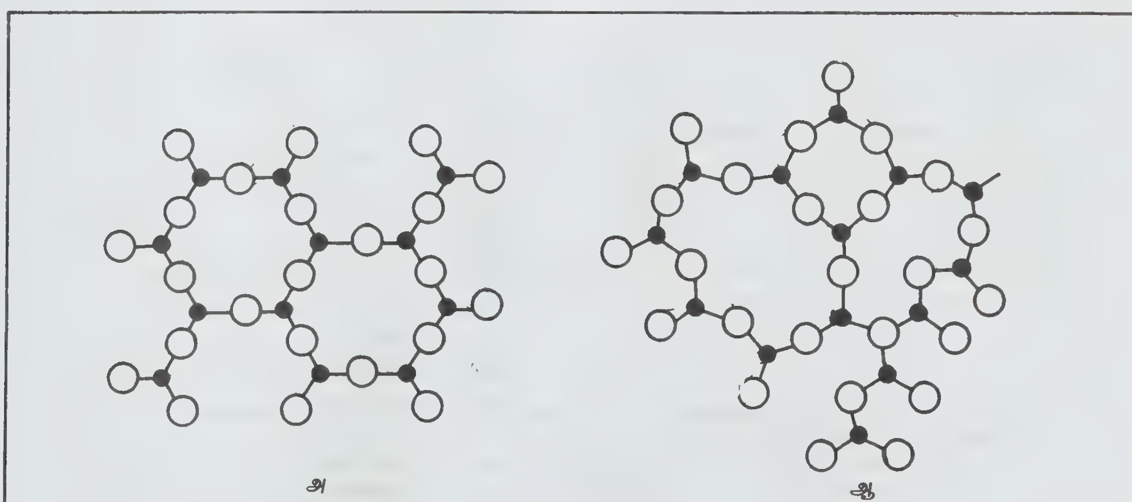
வேதிப்பண்புகள். பெரும்பாலான கண்ணாடிகள் சிலிக்கேட்டுகளாகும். சான்றாகச் சிலிக்காவே ஒரு நல்ல கண்ணாடியைக் கொடுக்கிறது. ஆனால் நீர்ம நிலையில் அதன் உருகுநிலை மிகுதியாக உள்ளதால் அதை உருக்கி வேலை செய்வது கடினம். சிலிக்கா கண்ணாடியிலுள்ள காற்றுக் குமிழ்களை நீக்குவது கடினமான செயலாகும். ஏனெனில் அதிகம் உருகிய சிலிக்காவால் செய்யப்பட்ட பொருள்கள் மிகவும் விலை உயர்ந்தவை. எனவே அவற்றைப் பயன்படுத்தும்போது, குறைந்த வெப்ப விரிவடைவு, அதிக உருகுநிலை, ஒளி ஊடுருவல், அரிமான எதிர்ப்பு ஆகிய பண்புகளின் தேவைக்கேற்ப இப்பொருள்கள் தெரிந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

சிலிக்கா கண்ணாடிகளின் உருகுநிலையைத் தேவையான அளவு குறைப்பதற்கு, சோடியம் கார்பனேட் சேர்க்கப்படுகிறது. இவ்வாறு சேர்ப்பதால் தேவையான விளைவை ஏற்படுத்தலாம். ஆனால் இம்முறையில் உண்டாகும் கண்ணாடிகள் வேதிப் பொருள்களால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவை நீரிலேயே கரைந்து விடுகின்றன. இவற்றிற்கு நீர்க் கண்ணாடிகள் (water glass) என்று பெயர். இத் தன்மையை மாற்றுவதற்கு, கால்சியம் ஆக்சைடு சேர்க்கப்பட்டுச் சோடா சுண்ணாம்பு சிலிக்கா கண்ணாடி செய்யப்படுகிறது. இக்கண்ணாடியின் மூலம் பெரும்பாலான கண்ணாடிப்பொருள்கள் செய்யப்படுகின்றன. இம் மூன்று பொருள்களும் முதன்மையாக இருந்தாலும், வணிகக் கண்ணாடிகள் செய்வதற்குப் பல ஆக்சைடுகள், அலுமினியம், மக்னீசியம் ஆக்சிஜனேற்றமடைவதற்கும், மென்மையாவதற்கும், வண்ணம் நீக்குவதற்கும் தேவையான பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

தனிவகைக் கண்ணாடிகள், மேற்கூறியவற்றைத் தவிரப் பிற ஆக்சைடுகள் சேர்க்கப்பட்டுத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, போரான் ஆக்சைடைச் சிலிக்கேட் கண்ணாடிகளுடன் சேர்க்கும்போது அவற்றின் வெப்ப விரிவுத் தன்மை குறைகிறது. இவ்வகைக் கண்ணாடிகள் மூலம் ஆய்வகக் கண்ணாடிப் பொருள்கள் செய்யலாம். இக்கண்ணாடிகள் அடிக்கடி மாறும் வெப்பநிலைகளைத் தாங்கவல்லவை. பைரெக்ஸ் கண்ணாடிகள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. அடுத்து, காரீய ஆக்ஸைசடச் சேர்ப்பதன் மூலம் கண்ணாடியின் ஒளி விலகல் எண் மிகுதியாகிறது. கண்ணாடிகள் மூலம் ஒளியியல் பொருள்களைச் செய்யலாம். இதைப் போலவே மேலும் பல வகைக் கண்ணாடிகள் குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டிற்காகக் குறிப்பிட்ட ஆக்சைடுகளைச் சேர்த்துத் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

அமைப்பு. கண்ணாடிகளில் உள்ள அணுக்கள் நீர்மங்களில் உள்ள அணு அமைப்பை ஒத்துள்ளன. படிக அமைப்பில் அணுக்கள் சீரான முறையில், மீண்டும் வரும் அமைப்புகளில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் கண்ணாடியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அணுவைச் சுற்றியுள்ள அமைப்புகள் சீராக இருந்தாலும், மொத்த அமைப்பைப் பார்க்கும்போது அணுக்கள் மீண்டும் நிகழும் முறையில் அமைந்திருப்பதில்லை.

கண்ணாடிப் பொருள்கள். பெரும்பாலான கண்ணாடிகள் தட்டைப் பொருள்களான ஜன்னல் கண்ணாடிகள், தட்டுக் கண்ணாடிகள் செய்வதற்கும் குடுவைப் பொருள்களான புட்டிகள், ஜாடிகள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன. முன் உலையில் உள்ள உருகிய கண்ணாடியைப் பெரிய தகட்டின் மீது இழுப்பதன்மூலம் ஜன்னல் கண்ணாடிகள் செய்யப்படுகின்றன. இழுக்கப்பட்ட கண்ணாடிகள் நீள் அடுப்புகளில் குளிர்விக்கப்படுகின்றன. இவை தொடர்ச்சியாகத் தகடுகள் வெட்டும் எந்திரத்திற்குச் சென்று குறிப்பிட்ட நீளங்களில் (1.2 மீ.) வெட்டப்படுகின்றன. இவற்றின் வெட்டு முனைகள் மழுக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கண்ணாடிகள் குறைகள் இல்லாத சிறு சிறு துண்டுகளாக மீண்டும் வெட்டி எடுக்கப்



படம் 1.

அ. படிகத்தில் அமைந்திருக்கும் சீரான அணு அமைப்பு. வெள்ளை வட்டங்கள் ஆக்சிஜன் அணுக்களையும், கறுப்பு வட்டங்கள் சிலிக்கான் அணுக்களையும் குறிக்கின்றன ஆ. கண்ணாடியில் அமைந்திருக்கும் சீரற்ற அணு அமைப்பு ஒவ்வொரு சிலிக்கான் அணுவைச் சுற்றி (கறுப்பு வட்டம்) அதே அளவு ஆக்சிஜன் அணுவைச்சுற்றி (வெள்ளை வட்டம்) காணப்படும்.

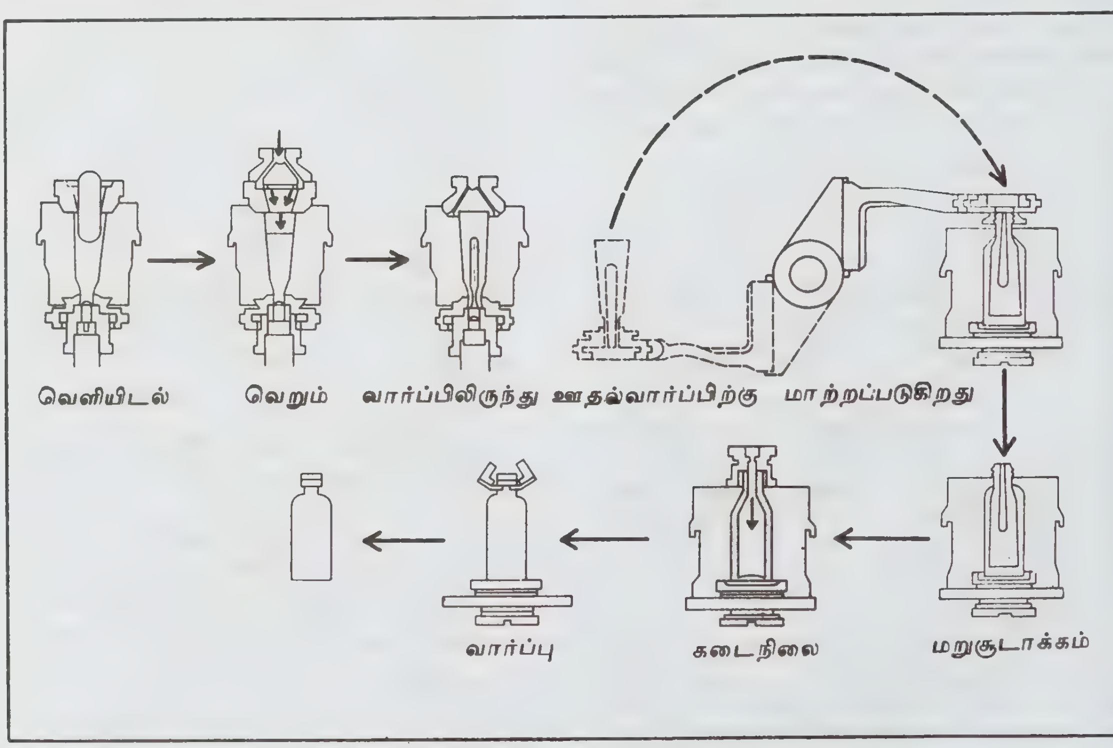
படுகின்றன. இதற்கு மாறாக உருகிய கண்ணாடியைச் செங்குத்தாக இழுத்துப் படுக்கை நிலையில் பரப்பிக் கண்ணாடிகள் செய்யப்படுகின்றன.

இரண்டு உருளைகளுக்கிடையில் உருகிய கண்ணாடியைப் படுக்கை நிலையில் செலுத்தித் தட்டுக் கண்ணாடிகள் செய்யப்படுகின்றன. பழங் கால முறையில் நீர் அடுப்புகளில் இருந்து வெளிவரும் கண்ணாடிகள் 3.6 மீ நீளமுள்ள தட்டுகளாக வெட்டப் படுகின்றன. பின்பு இவை பெரிய தட்டை வண்டி களின் மேல் பாரீஸ் சாந்தால் பதிக்கப்பட்டு, பொடியாக்கும் முனைகளுக்குக் கீழும், மெருகூட்டும் எந்திரங்களுக்குக் கீழும்கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. கண்ணாடியின் வெட்டு முனைகளை மழுக்க மணல் அல்லது இரும்பு ஆக்சைடு பயன்படுகிறது. கண்ணாடித் தகட்டின் ஒருபுறம் மெருகேற்றப்பட்டவுடன், அடுத்த பக்கம் திருப்பப்பட்டு மெருகேற்றப்படுகின்றது. புதிய முறையில் கண்ணாடித் தகடுகள் நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டு இருபுறமும் ஒரே சமயத்தில் தேய்க்கப்படுகின்றன. பிறகு வெட்டப்பட்டு மெரு கேற்றப்படுகின்றன. இரு முறைகளிலும் இறுதியாகத் தட்டுக் கண்ணாடிகள் ஆய்வு செய்யப்பட்டுக் குறை இல்லாதவாறு தேவையான அளவுகளில் வெட்டப் படுகின்றன.

புதிய முறையில் உருக்கிய கண்ணாடிகள் உருகிய உலோகங்களின் மேல் ஊற்றப்படுகின்றன. இவ்வாறு செய்யும்போது உலோகங்களுடன் கண்ணாடி தொட்டு கொண்டிருப்பதால் மெருகேற்றும் தேவை ஏற்படாது. 31 மி.மீ. பருமன் உள்ள இரு கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையில் ஒரு கரிமப் பொருளை வைத்து ஒட்டி, பாதுகாப்புக் கண்ணாடிகள் (safety glasses) செய்யப்படுகின்றன. வெப்பத்தையும் அழுத்தத்தை யும் பயன்படுத்தி இம்முறை செய்யப்படுகிறது.

குடுவைப் பொருள்கள் பெரும்பாலும் தானியங் கும் எந்திரங்களால் செய்யப்படுகின்றன. ஆனால் சில தனிவகைப் பொருள்கள் வார்ப்புகளில் கையால் ஊதப்படுகின்றன. தானியங்கி முறையிலிருந்து இழுக்கப்பட்டுத் தனியே பிரிக்கப்பட்டு வார்ப்புகளில் இடப்படுகின்றன. இப்போது கண்ணாடி உருக்கு வார்ப்பில் சீரற்ற படிவமாக மாறுகிறது. இம் மாற்றத்தை அழுத்தமுள்ள காற்றுச் செய்கிறது. இப் போது புட்டிகளின் திறப்பு முழு வடிவம் பெறுகிறது. பிறகு வெறும் வார்ப்புத் திறந்து புட்டியின் திறப்பால் தாங்கப்பட்டுள்ள சீரற்ற வடிவம் பின்னர் இறுதி வார்ப்புக்கு மாற்றப்படுகிறது.

இங்கு புட்டிகள் முழு வடிவம் பெறுகின்றன. முழுவடிவம் பெற்ற புட்டிகள் நகரும் நாடாக்களில் (conveyor belt) நீள் அடுப்புக்குக் கொண்டு செல்லப் படுகின்றன. அங்கிருந்து ஆய்வு செய்யும் இடங்



படம் 2 தன்னியக்கப் புட்டி உற்பத்தி நிலைகள்

களுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டுப் பிறகு விற்பனைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இம்முறையில் பல மாற்றங்கள்கொண்டு வரப்பட்டுள்ளன. அவ்வாறான மாற்றங்களில் ஒன்று கண்ணாடி உருக்கும் தொட்டிகளில் கண்ணாடி வெற்றிடத்தால் வார்ப்புக்கு இழுக்கப்படுவதாகும். மின் விளக்கு உறைகள் தனி வகை எந்திரங்களால் செய்யப்படுகின்றன. வேகமாக நகரும் கண்ணாடி நாடாவை நிமிடத்திற்கு 10,000 மின் விளக்குகள் வரை செய்ய இந்த எந்திரங்கள் பயன்படுகின்றன.

கண்ணாடியில் இழைகளும் செய்யப்படுகின்றன. இவை கண்ணாடித் துணிகள் நெய்யவும், குழைமங்களை வலிவூட்டவும், வெப்பங்கடத்தாப் பொருள்கள் செய்யவும் பயன்படும். தொடர்ச்சியான இழை உற்பத்தியில் முதலில் கண்ணாடிகள் உருக்கப்பட்டுப் பளிங்குக்கல் அளவுள்ள கண்ணாடிக் குண்டுகளாகச் செய்யப்படுகின்றன. பின் இவை உள்புறமாகப் பிளாட்டினம் பூசப்பட்ட கொள்கலன்களில் உருக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கொள்கலன்களின் அடியில் உள்ள சிறு துளைகள் வழியாக உருகிய கண்ணாடிகள் சிறு இழைகளாக இழுக்கப்படுகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவு கண்ணாடியில் இழையின் புறப்பரப்பு மிகுதியாக இருப்பதால் இவை அரிமானத்தால் மிகுதியாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே கண்ணாடியில் உள்ள கார ஆக்சைடுகளான சோடியம் ஆக்சைடு, பொட்டாசியம் ஆக்சைடு போன்றவை முழுதும் நீக்கப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட அளவுள்ள கண்ணாடியைக் காற்றால் அழுத்துவதன் மூலம் தொடர்ச்சியற்ற இழைகளைப் பெற முடியும். இவ்விழைகள் தூய்மையற்ற கண்ணாடிகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படும்போது, பாறைக் கம்பளி அல்லது கனிமக் கம்பளி எனப்படுகின்றன.

கண்ணாடிகளுக்குள் மிகுதியான சிறு குமிழிகளை உண்டாக்கித் தானாகத் தாங்கிக் கொள்ளும் மின் கடத்தாப் பொருள்கள் செய்ய உதவும் நுரைக் கண்ணாடிகளைச் செய்யலாம். கண்ணாடி மூலம் பொருள்களைப் பிளாட்டினம் உள்ளுறையிட்ட கண்ணாடித் தொட்டிகளில் அல்லது பானைகளில் உருக்கி வெறும் வார்ப்புகளிலிட்டுத் தேய்ப்பதன் மூலம் ஒளியியல் கண்ணாடிகள் செய்யப்படுகின்றன. இதற்கு மாறாகக் கண்ணாடித் தொட்டிகளில் உருக்கிய கண்ணாடியைக் குளிர வைத்துப் பிறகு அவற்றைத் தனித்தனியாக உடைத்து அவற்றிலிருந்து குறைகளற்ற கண்ணாடித் துண்டுகளைப் பயன்பாட்டிற்கு எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒளியியல் கண்ணாடிகளுக்குத் தெளிவுத்தன்மை (clarity) முக்கியமானதால் மூலப்பொருள்கள் தூய்மையாக இருக்க வேண்டும். மேலே குறிப்பிட்ட பலவகைக் கண்ணாடிகளைத் தவிர நூற்றுக்கணக்கான தனிப்பட்ட கண்ணாடிகளும் உள்ளன. சான்றாக உணவுப் பொருள்கட் புட்டிகள் செய்ய உதவும் பால்வெண்மை கொண்ட கண்ணாடிகள் பார்ப்பதற்குச் சிறுசிறு படிகங்கள் சேர்ந்து ஒன்றாக வளர்ந்ததுபோல் தோற்றமளிக்கும்.

தனிவகைக் கண்ணாடிகள். பொதுவாகக் கண்ணாடிகள் படிகமாதல் முறையில் பெறப்படுவதில்லை என்றாலும் பைரேசிராம் என்னும் கண்ணாடி சாதாரண செய்முறையில் சூட்டின் உதவியால் பதப்படுத்தி, முழுதும் படிகமுள்ள ஒரு பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. வேறொரு வகைக் கண்ணாடிகள் ஒளி உணர்வுள்ளவை. இவை தம்முள் நிலையான உருவத்தை உண்டாக்கிக் கொள்ளக் கூடியவை. இந்த உருவங்கள் குறியீடுகள் செய்வதிலும், வானொலிப் பெட்டிகள், கடிகார முகங்கள் செய்வதிலும் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு கண்ணாடிகளுக்குள் உருவம் உருவாவதற்குக் காரணம் ஒளிபடும் பக்கம் உள்ள கண்ணாடி மிகுதியாகக் கரைவதும், ஒளிபடாத பகுதி கரையாமல் இருப்பதும் ஆகும். இவ்வகைக் கண்ணாடிகள் ஒளிப்படவியலில் பயன்படும் நுட்பமான பொருள்களான, வலை அல்லது வடிகட்டிகள் செய்யப் பயன்படுகின்றன.

குறைவான உருகுநிலை கொண்டுள்ள சூட்டிணைப்புக் கண்ணாடிகள் (solder glass) உருகுநிலை மிகுந்த இரு கண்ணாடிகளை மென்மையாகாமலும், உருவம் மாறாமலும் சேர்ப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. சூட்டிணைப்புக் கண்ணாடிகள், சேர்க்க வேண்டிய இணைப்பின் மீது தூளாக வைத்து உருக்கப்படுகின்றன.

கண்ணாடிப் பொருள்களின் சில இடங்களில் சிலிகா உருகிய நிலையில் இருக்கும். இக்குறைகள் இல்லாத தூய சிலிகாக் கண்ணாடிகளுக்கு, வைகார் கண்ணாடிகள் என்று பெயர். வைகார் (vycor) கண்ணாடி தயாரிக்க, சோடா (Na_2CO_3), போரான் ஆக்சைடு ஆகிய மூலப் பொருள்கள் தேவை. இவற்றிலிருந்து, முதலில் உண்டாகும் சோடியம் போரோ சிலிக்கேட்டை வெப்பத்தைப் பயன்படுத்தி ஒரு நிலையை நீக்கித் தூய சிலிகா உள்ள கண்ணாடியைப் பிரிக்க முடியும். தூய சிலிகா கண்ணாடிகளை உற்பத்தி செய்யப் பயன்படும் வேறொரு புதிய முறையில், சிலிகான் குளோரைடுகள் ஆவியாக்கப்பட்டு ஆவி நிலையில் நீராற்பகுக்கப்பட்டுச் சிலிகா பெறப்படுகிறது.

பல நூற்றாண்டுகளாகக் கலைக் கண்ணாடிகள் செய்யப்பட்டு வந்தாலும் இவற்றின் தயாரிப்பு முறையில் சிறிது மாற்றமே நடந்துள்ளது. குறிப்பிட்ட வகைக் கண்ணாடிகள், அழகு கண்ணாடிகள் ஆகியவற்றின் இயைபு, உற்பத்தியாளர்களுக்கு மட்டுமே தெரிந்திருந்தது. தரம் மிகுந்த பொருள்கள், வாய் ஊதல் (mouth blowing) முறையிலும், கை-வடிவமைத்தல் (hand shaping) முறையிலும் உருகிய கண்ணாடிகளிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகின்றன. கண்ணாடிகளுக்குப் பல வண்ணம் வருவதற்குப் பலவகை

உலோக ஆக்சைடுகள் பயன்படுகின்றன. படிக அமைப்புள்ள கண்ணாடிகளின் நிறம், நீரைப் போல் தெளிவானது. கண்ணாடிகளுடன் காரீய ஆக்சைடைக் சேர்த்துச் செய்தால் கண்ணாடிகளுக்கு மிகுந்த பளபளப்புக் கொடுக்க முடியும்.இவை மேலும் மிகுதியான ஒளி விலகல் தன்மை கொண்டவை.

பண்புகள்: கண்ணாடிகளின் பண்புகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை பாகுநிலை, உறுதி, ஒளி விலகல் எண், ஒளி பரவல் எண், ஒளி ஊடுருவும் தன்மை, அரிமான எதிர்ப்புத்திறன், மின்னியல் என்பனவாகும்.

கண்ணாடிகளின் பாகுத்தன்மை அதன் உற்பத்தியில் பெரும் பங்கேற்கிறது. வெப்பநிலை குறையும் போது பாகுத்தன்மை மிகுதியாகிறது. பாகுத்தன்மை வெப்பநிலைப் படங்கள் பல வகைகளில் பயன்படுகின்றன. இப்படங்களிலிருந்து வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் கண்ணாடியின் பாகுத் தன்மையைத் அறிந்து கொள்ளலாம்.

கண்ணாடியின் வலிமை மதிப்புகள் (strength values)முக்கியமானவை.பொதுவாக ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறியப்பட்ட இம்மதிப்புகள் கொள்கையளவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மதிப்புகளை விட மிகவும் குறைவாக உள்ளன. உறுதி மிகுந்த கண்ணாடிகள் குறைந்த அளவே குறைகள் கொண்டவையாகவும், கீறல்கள் உள்ளனவாகவும் உள்ளன.

கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண்ணும், ஒளி பரவல் எண்ணும் கண்ணாடியின் இயைபைப் பொறுத்து அமைகின்றன. பொதுவாக ஒளி விலகல் எண் மிகுதியாக இருக்கும்போது, ஒளிபரவல் தன்மையும் மிகுதியாக இருக்கும். புதுவகைக் கண்ணாடிகள் வந்த பிறகு ஒளியியல் கண்ணாடிகள் செய்யக் கருத்தில் கொள்ளப்படும் பண்புகளின் எண்ணிக்கை(range) பெருகியுள்ளது. வண்ணக் கண்ணாடிகள், வடிகட்டிகள் முதலிய கண்ணாடிகளில் ஒளி ஊடுருவும் தன்மை முக்கிய பண்பாகக் கருதப்படுகிறது.

சாதாரணக் கண்ணாடிகளிலும் வண்ணம, ஒளி ஊடுருவும் தன்மையைப் பொறுத்து அமையும். முக்கியமாகக் கண்ணாடிகள் வண்ணம் கொள்வதற்கு ஃபெரஸ் ஆக்சைடு பயன்படுகிறது. இதனால், வெளிறிய பச்சை நிறம் கிடைக்கிறது. இந்நிறம் இல்லாமல் தெளிவான கண்ணாடிகள் பெறுவதற்கும், இவற்றின் முழு ஊடுருவும் தன்மை முக்கியமில்லாதபோதும் ஒரு நிறம் நீக்கியின் மூலம் இதை அடையலாம். ஒளி ஊடுருவல் மிகுதியாகத் தேவைப்படும் ஒளியியல் கண்ணாடிகள் செய்ய வேண்டுமெனில் இரும்பை முழுதும் நீக்கியாக வேண்டும். வெப்பம் மிகும்போது கண்ணாடிகளின் மின் கடத்தும் தன்மையும் மிகும்.

- கி. மு. மோகன்

கண்ணாடி விரியன்

இது ஊர்வனவற்றில் வைப்பரிடே எனும் விரியன் பாம்புக் குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. முதுகிலும் விலாப் பக்கத்திலும் மூன்று நீள் வரிசையில் நாற்கோண வடிவமான, வெள்ளை ஓரமுடைய அடையாளங்கள் நீண்ட வட்டவடிவமாகத் தனித்தனியாக இருக்கும். கண்ணாடி பதித்தவைபோல் தோற்றமளிப்பதால் இவற்றிற்குக் கண்ணாடி விரியன் என்னும் பெயர் வந்திருக்கலாம். உடல் கயிறு போல் நீளமானது. முதுகில் கண்ணாடி வட்டங்கள் காணப்படும். முழு வளர்ச்சியடைந்த பாம்பு ஏறத்தாழ 1 – 1.25 மீட்டர் நீளம் இருக்கும். சில பெரிய விரியன்கள் 1.75 மீட்டர் நீளம் வரை இருக்கும். வால் குட்டையாகவும் கூர்மையாகவும் இருக்கும்.

உடல் செம்பழுப்பு நிறத்திலிருக்கும். புதர்களும் சருகுகளும் நிறைந்த திறந்தவெளியிலும், வளைகளிலும் காணப்படும். சருகுகளிடையே மறைந்திருக்கும்போது எளிதில் புலப்படுவதில்லை. முதுகிலுள்ள கண்ணாடி வட்டங்களும், தலையை ஒத்த உடல் நிறமும் அதற்குத் தற்காப்பளிக்கின்றன. தலை முன்பக்கம் குறுகியும் பின்பக்கம் அகன்றும் இருக்கும். கழுத்து ஒடுங்கியிருப்பதால் தலை நன்கு தெரியும். உடல் முழுதும் உலர் மேல் தோல் மூடியிருக்கும். தோலில் தடிப்பான செதில்கள் வளர்ந்திருக்கும். இச்செதில்கள் உடம்பு முழுதும் சிறியவையாக, நெருக்கமாக ஒன்றையொன்று தழுவியிருக்கும். முன் செதிலின் பின்பக்கம் பின் செதிலின் முன் பகுதியின் மேல் சிறிது படிந்திருக்கும். தலையிலுள்ள செதில்கள் மிகவும் சிறியவையாக இருக்கும். இவை ஒன்றையொன்று தழுவாமல் விளிம்புகளால் ஒன்றையொன்று தொடும். இவற்றிற்குத் தலைக் கேடயங்கள் (head shields) எனப்பெயர். வயிற்றுப் பக்கம் அல்லது அடிப்பகுதி முழுதும் அகலமான செதில்கள் ஒரே வரிசையாக அமைந்திருக்கும். இவ் வயிற்றுச் செதில்கள் குறுக்குச் செதில்கள் அல்லது அடிக்கேடயங்கள் (ventral shields) எனப்படும். வாலின் அடிப்படைச் செதில்கள் இரட்டை வரிசையில் இருக்கும்.

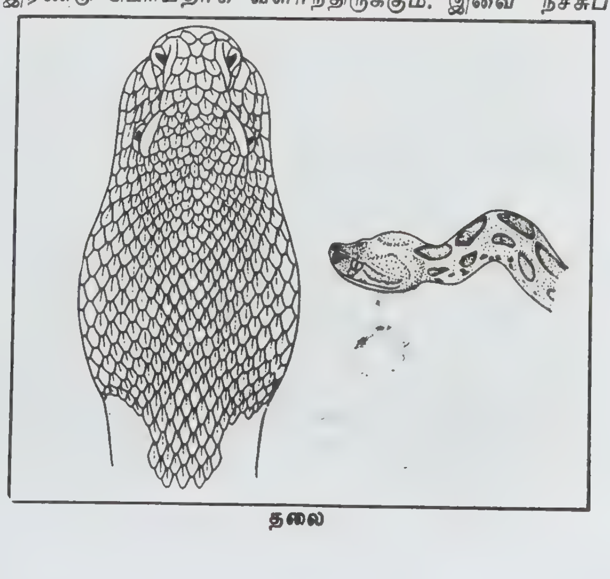
அடிப்பக்கம் சிறிது வெண்மையாகத் தோன்றினாலும், மேல்நிறம் அது வாழும் தரையின் நிறத்தை ஒத்திருக்கும். கரிசல் காட்டில் வாழும் கண்ணாடி விரியன் கரிசல் மண்நிறத்தையும், செம்மண் நிலத்தில் வாழும் கண்ணாடி விரியன் செந்நிறத்தையும் பெற்றிருக்கும். கண்ணாடி விரியன் குறைந்த வேகத்துடன் ஊர்ந்து செல்லும். பிற பாம்புகளைப் போலவே கண்ணாடி விரியனும் ஓராண்டில் பல முறை தோலுரிக்கும். மேல்தோல் முழுதும் சட்டையுரித்தாற் போல உரிந்துவிடும். இதற்குத் தோலுரித்தல் அல்லது சட்டையுரித்தல் என்று பெயர்.

சட்டை உரிக்கும் சமயத்தில் பாம்பு மந்தமாக இருக்கும். தோலுரித்தவுடன் புதியதாகவும் சுறு சுறுப்பாகவும் விளங்கும்.

இவை இமைகள் இல்லாத மிகப்பெரிய கண் களை உடையவை. செவிப்பறைகளும், புறச் செவி களுமில்லை. புறச்செவியில்லாவிடினும் பாம்பு செவிடு இல்லை. காது வெளியே தெரியாமையாலும், கண் எப்போதும் விழிப்புடனும் விளக்கமாகத் தெரிவ தாலும், சிறிய அதிர்வையும், அசைவையும் உணர்ந்து பாம்பு எச்சரிக்கையுறுவதாலும் அது கண்ணால் கேட்கும் தன்மையது என்று கருதி அதற்குக் கட் செவி எனப் பெயரிட்டுள்ளனர்.

பிற பாம்புகளைப்போலவே கண்ணாடி விரியனும் ஊனுண்ணியேயாகும். கனுக்காலிகளையும், நத்தை யையும், ஈரப்புல்லில் ஊர்ந்து செல்லும் மெல்லுடலி அட்டை முதலிய வேறு சில உயிரிகளையும் பிடித்து விழுங்கும். எலி, தேரை, அணில், சிறு பறவை போன்றவையே கண்ணாடிவிரியன் விரும்பியுண்ணும் உணவுப் பொருள்கள். பேருந்தின் சக்கரத்தில் காற்றைத் திறந்துவிட்டால் எழும் 'உஸ்ஸ்' என்ற ஒலியைவிடக் கண்ணாடி விரியன் தாக்கும் போது செய்யும் ஒலி மிகுதியாக இருக்கும். நுனி நாக்கு இரண்டாகப் பிளந்திருக்கும். அதை அடிக்கடி வெளியே நீட்டும். இரண்டு பிளவுகளும் விரைவாகத் துடித்து அசையும்.

விரியனின் பற்கள் கூம்பு வடிவமான கூரியமுள் போன்றவை. அவை பின்னோக்கி வளைந்திருக்கும். மேல்தாடை அல்லது மேலண்ணத்தின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் முன் பகுதியிலுள்ள பற்களில் ஒன்று இரண்டு பெரியதாக வளர்ந்திருக்கும். இவை நச்சுப்



தலை

பற்கள் எனப்படும். ஒரு பல் முறிந்துவிட்டால் வேறு புதிய பல் ஈறுகளின் மடிப்பில் வளர்ந்திருப்பனவற்றுள் ஒன்று அவ்விடத்தில் அமைந்துவிடும்.

இதன் நச்சுப்பற்கள் மிகப்பெரியவை. ஆஃப்ரிக்க விரியனின் பல் 1.5 செ. மீ. நீளமிருக்கும். இந்திய விரியனின் பல் 1.0 செ. மீ. நீளமிருக்கும். அது மேல் தாடை அல்லது அண்ணத்தின் முன் பகுதியில் இருக்கும். பல் பொருந்தியுள்ள அண்ணத்தின் எலும்பு அசையும் தன்மையது. இதனால் விரியன் வாயை மூடும்போதும் பேனாக்கத்தியின் அலகு மடங்குவது போல மேலண்ணத்தின் எலும்பையொட்டி நச்சுப்பல் மடக்கிக் கொள்ளும்.வாயைத் திறக்கும்போது மேல் அண்ண எலும்பு முன்னுக்குத் தள்ளப்படுவதால் அதனுடன் கெட்டியாகப் பொருந்தியுள்ள பல் கத்தியின் அலகு பாதி திறப்பது போலச் செங்குத்தாக நிற்கும்.

கண்ணாடி விரியனில் மேலுதட்டையடுத்த சில சுரப்பிகள் நச்சுப் பல்லின் சுரப்பிகளாக மாறுகின்றன. நச்சுச் சுரப்பியிலிருந்து வரும் நஞ்சுநாளம் நச்சுப்பல்லின் உறையினுள்ளே திறக்கும். பாம்பு கடிக்கும்போது பல்லின் கூர் முனை வழியாக நஞ்சு ஓடி வந்து கூரான பல் ஆழமாகப் பதிந்து உண்டாக்கிய காயத்துள்ளே, ஊசி குத்தும்போது மருந்து இறங்குவது போலப் பாயும். வாயைத் திறக்கும்போது மேலண்ணத்தைச் சேர்ந்த தசையொன்று நச்சுச் சுரப்பியை அழுத்தும். அதனால் சுரப்பியிலுள்ள நச்சு அழுத்தப்பட, அது நாளத்தின் வழியாக வெளி வந்து, நச்சுப் பல்லின் வழியே விரைவாகப் பாயும். கொடிய நச்சுப் பாம்புகளில் கண்ணாடி விரியன் ஒன்றாக இருந்தாலும் எவரையும் அது தானாகக் கடிப்பதில்லை. தான் துன்புறுத்தப்பட்டாலோ, மிதிபட்டாலோ, தற்காப்புக் காகக் கடிக்கும். கடிபட்ட இடத்தில் வீக்கமும் வலியும் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும்.

கடிவாயிலிருந்து வீக்கம் பரவிக் கொண்டே வரும். விரியனின் நச்சு இதயத்தையும் இரத்தத்தையும் பாதித்து, இரத்தக் குழாய்களை இயக்குகின்ற,குழாய் இயக்குமையத்தைச் (vasomotor centre) செயலிழக்கச் செய்யும். இதனால் கடிவாயின் மூலம் இரத்தம் நிற்காமல் மிகுதியாகவும் இடைவிடாமலும் சிந்துவதால் களைப்புண்டாகும். வயிற்றுப்புரட்டலும் வாந்தியெடுத்தலும் மிகுதியாக இருக்கும். உடல் குளிர்ந்து வியர்வை மிகுதியாக வெளியேறும். அதிக நச்சேறியிருந்தால், இதயம் துடிப்பது விரைவில் நின்று மரணம் ஏற்படும் அல்லது பாம்பு கடித்ததனால் உண்டான புண் அழுகி இரத்தம் கெட்டும் மரணம் உண்டாகலாம். கடிபட்ட இரண்டொரு மணி நேரத்திற்குள் நச்சுமுறிப்பு மருந்தை உடலில் செலுத்தினால் மரணம் விளையாமல் தடுத்து விடலாம்.

பாம்புகளில் பெரும்பாலானவை முட்டையிட்டாலும், விரியன் குடும்பத்தைச் சார்ந்த இனங்களில் கருவுற்ற முட்டை அண்ட நாளத்திலேயே தங்கி விடும். கரு முதிர்ந்து பாம்புக் குட்டியாக வெளி வரும். கண்ணாடி விரியனைப் போன்று தோற்றமளிக்கும் போலிப் பாம்புகளும் உள்ளன. உழவன் பாம்பு எனப்படும் மண் பாம்பு அல்லது மண்ணுளிப் பாம்பும், மலைப்பாம்பும், உருவத்திலும் நிறத்திலும் கண்ணாடி விரியனை ஒத்திருக்கும்.

- கே.கே. அருணாசலம்

கண்ணாடி வீடுகள்

குறிப்பிட்ட தட்பவெப்பச் சூழலில் தாவரங்களை வளர்க்கப் பயன்படும் அமைப்பே கண்ணாடி வீடுகள் (green house) எனப்படும். இவை தேவைக்கு ஏற்ப அளவிலும் அமைப்பிலும் மாறுபடும். இவற்றைப் பசுமை வீடுகள் என்றும் கூறலாம். கண்ணாடிவீடு என்பது உயர் வெப்பம், குளிர் ஆகியவை பாதிக்காத வகையில் தாவரங்களை வளர்ப்பதற்கு ஏற்பட்ட அமைப்பு ஆகும். குறிப்பிட்ட பருவத்தில் பூக்கும் மலர்களை உண்டாக்குவதற்கும், அனைத்துச் செடிகளையும் ஒரே சமயத்தில் பூக்க வைப்பதற்கும், குறிப்பிட்ட காலத்தில் கனிகள், காய்கறிகளை உற்பத்தி செய்வதற்கும் சில சிறப்பு அமைப்புகளோடு கூடிய கண்ணாடிவீடுகள் அமைக்கப்படுகின்றன. பெரிய பூங்காக்களிலும், மலைத் தோட்டத்திலும் காணப்படும் கண்ணாடி வீடுகள் அவற்றில் வளர்க்கப்படும் அழகு தாவரங்களைப் பாதுகாக்கவே உண்டாக்கப்படுகின்றன.

அமைவிடமும் அமைப்பும். கண்ணாடி வீடுகளை அமைப்பதற்கு முதலில் தகுந்த இடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். நிலம் சரிவின்றி ஒரே மட்டத்தில் இருக்க வேண்டும். காலை-மாலை இரு வேளையும் நிழல் விழாதவாறு சூரிய ஒளி நன்கு கிடைக்க வேண்டும். கண்ணாடி வீடுகளுக்கருகில் அவற்றை மறைப்பதற்குரிய பெரிய மரங்களோ, கட்டிடங்களோ இருக்கக் கூடா. ஆண்டு முழுதும் தடையின்றி நீர் கிடைக்க வேண்டும். இந்த நீர், மிகு அமில-காரத் தன்மையின்றித் தாவரங்கள் தடையின்றி ஏற்றுக் கொள்ளும் வகையில் இருக்க வேண்டும்.

கண்ணாடி வீடுகள் சாதாரணக் கூரைவீடுகளைப் போல மேடுபள்ளங்களுடன் அமைந்திருக்கும். இவற்றின் பக்கச்சுவர்கள் 8 அடி உயரமும் மையத்தில் அறையின் உயரம் 15-20 அடி வரையும் இருக்கலாம். மேடு பள்ளக் கண்ணாடி வீடு என்பது மேற்கூறிய இரு கண்ணாடி வீடுகள் இணைந்து உண்டாகிய தாகும். இவ்வகையில் குறைந்த செலவில் மிகு எண்ணிக்கையில் தாவரங்களை வளர்க்கலாம்.

கண்ணாடி வீடுகளுக்கு மரச்சட்டங்களைப் பயன்படுத்தலாம். அதிக ஈரம், ஈரப்பசை ஆகியவற்றைத் தாங்கக்கூடிய தேவதாரு, பைன், செடார் போன்ற மரங்களைப் பயன்படுத்துவது நலம். ஆணி, மரை குழாய் போன்றவை ஈரத்தால் துருப்பிடிக்கா வண்ணம் துத்தநாகப் பூச்சுடனோ அலுமினியத்தால் செய்யப்பட்டோ இருக்க வேண்டும். சூறைக்காற்று, பனிப்புயல் ஆகியவற்றைத் தாங்கக்கூடிய அளவில் இரு மடங்கு கனமுடைய கண்ணாடிகள், நார்க் கண்ணாடிகள், நெகிழி (plastic) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

கண்ணாடி வீடுகளிலும் மரப்படிகள் அல்லது சிமெண்ட் படிகள் அமைத்துச் செடிகளை வளர்க்கலாம். இவற்றால் நீர் வடிகால் வசதி பெற முடியும். கூரையில் சிறு செடிகளை வரிசையாகத் தொங்க விடலாம். கண்ணாடி வீடுகளைப் பராமரிப்போர் பார்வையாளர் போன்றோர் உள்ளே சென்றுவர இடைவெளி குறைவாக இருக்கவேண்டும்.

குளிர் மண்டலங்களில் உள்ள கண்ணாடி வீடுகளுக்குக் குறிப்பிட்ட அளவில் தேவையான வெப்பத்தை உண்டாக்க வேண்டும். கண்ணாடி வீட்டிற்குள் வெப்பம் ஒரே சீராக இருக்கும்படி வெப்பநீர் அல்லது வெப்ப ஆவி அடங்கிய குழாய்களைப் பதிக்க வேண்டும், இதனுள் இருக்கும் காற்று ஈரப்பசை இவற்றைத் தேவையான அளவில் அமைத்துக் கொள்ளலாம். கண்ணாடி வீடுகளுக்கு வேண்டிய காற்றோட்டத்தை அவற்றின் உச்சியில் அமைந்த திறந்து மூடும் வசதிபெற்ற ஜன்னல்கள் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம்.

கண்ணாடி வீடுகளின் வகை. இவற்றைக் குளிர்ச்சி, மிதவெப்பம், வெப்பம் போன்ற மூவகையான கண்ணாடி வீடுகளாக வகைப்படுத்தலாம். குளிர் கண்ணாடி வீடுகள் 7° - 10°C வெப்பமுடையவை குறைந்த ஈரப்பசையுடையவை. இவற்றில் ஃபூசியா, டியூலிப் போன்றவற்றை வளர்க்கலாம். மிதவெப்பக் கண்ணாடி வீடுகள் 0 - 13°C வெப்பமுடையவை. மிதமான ஈரப்பசையுடையவை. இவற்றில் பிகோனியா, ரோஜா, செவந்தி, பெரணி, கள்ளி போன்ற சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களை வளர்க்கலாம். வெப்பக்கண்ணாடி வீடுகள் 16° - 21°C. வெப்பமுடையவை; அதிக ஈரப்பசையுடையவை. இவற்றில் குரோட்டன்ஸ், பனை வகை, காகிதப்பூ போன்றவற்றை வளர்க்கலாம். இங்கிலாந்தில் உள்ள கியூ என்னும் இடத்தில் அமைந்துள்ள தாவரவியல் பூங்காவில் இத்தகைய வெப்பக் கண்ணாடி வீடுகள் உள்ளன.

- கே. ஆர். பாலசந்திரகணேசன்

கண் நோய்கள்

உடலின் முக்கிய உறுப்புகளிலொன்றான கண்ணில் ஏற்படும் சில நோய்களால் மிகு துன்பம் இல்லை யென்றாலும் சில நோய்களால் கண்பார்வையில் முழுதுமோ பகுதியோ இழக்கக்கூடிய நிலை ஏற்படலாம். கண்கள் மூக்கையொட்டியமைந்துள்ளமையால் கண்நோய்களும் மூக்கு நோய்களும் ஒன்றையொன்று சார்ந்து இருக்கும். வேறு உறுப்புகளில் ஏற்படும் சில நோய்கள் கண்களையும் தாக்கக்கூடும். கருவிழிப்படல நுண்ணோக்கி (cornea microscope), கண் உள் நோக்கி (ophthalmoscope) கீற்றுத்துளை விளக்கு ஆகிய கருவிகளைக் கொண்டு கண் நோய்க்கூறுகளை எளிதில் கண்டறியலாம். கண்நோய்களுக்குத் தகுந்த மருத்துவரின் ஆலோசனையின்றி மருந்து இடக் கூடாது.

கண் இமைப்படல நோய்கள்

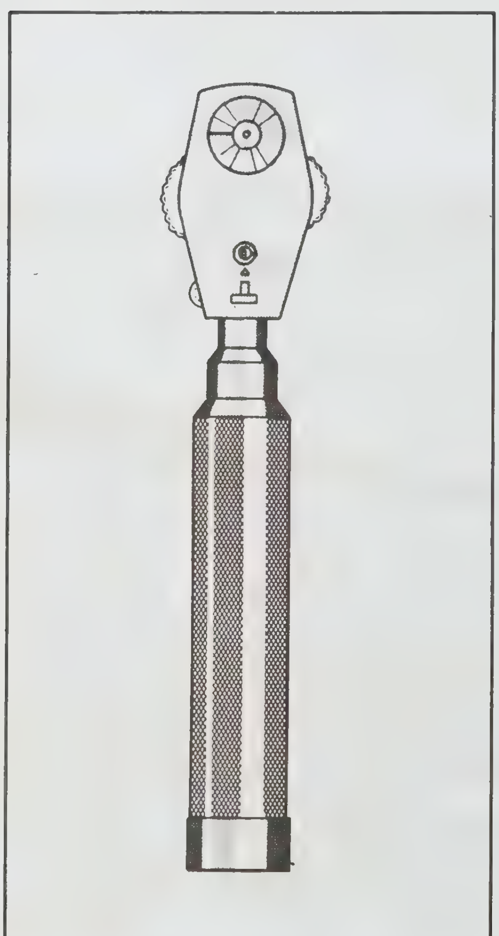
இமைகளின் உட்புறத்தையும் வெண் விழியையும் மூடியுள்ள கோழைப்படலத்தில் உண்டாகும் அழற்சிகளில் முக்கியமானவை:

கடும் சளி அழற்சி. இது கோக் (*koch*) என்னும் பாக்டீரியாவால் ஏற்படும் தொற்றுநோயாகும். இதனால் கண்கள் சிவந்து மஞ்சள் நீர் வடியும். காலையில் எழுந்தவுடன் இமைகள் ஒட்டிக் கொள்ளும். தகுந்த மருத்துவரை நாடி மருந்திட்டுக் கொண்டால் சில நாளில் நோய் நீங்கும். வீட்டிலோ அலுவலகத்திலோ இந்நோயுள்ளோர் இயன்ற வரை தனித்திருந்தால் நோய் தொற்றாமல் தடுக்கலாம். கண்களிலிருந்து வழியும் நீரை ஒற்றியெடுக்கும் துணிகளைப் பிறர் நடமாட்டமில்லாத இடத்தில் போட்டு எரித்துவிட வேண்டும். வீட்டைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்வதுடன், நோயாளியின் துணி, படுக்கை, தலையணை முதலியவற்றையும் தனியாக வைப்பதே நல்லது.

கோனோகாக்கஸ் என்னும் பாக்டீரியா அழற்சி கடுமையானால் இமையிணைப்படலத்திலிருந்து சீழ் வரும். இமைகளிலும் இமையிணைப் படலங்களிலும் வீக்கம் உண்டாகும். கருவிழிப்படலத்திலும் புண் உண்டாகும். புண் உண்டாவதற்கு முன் தகுந்த மருத்துவம் செய்யாவிடில் பார்வையை இழக்க நேரிடும்.

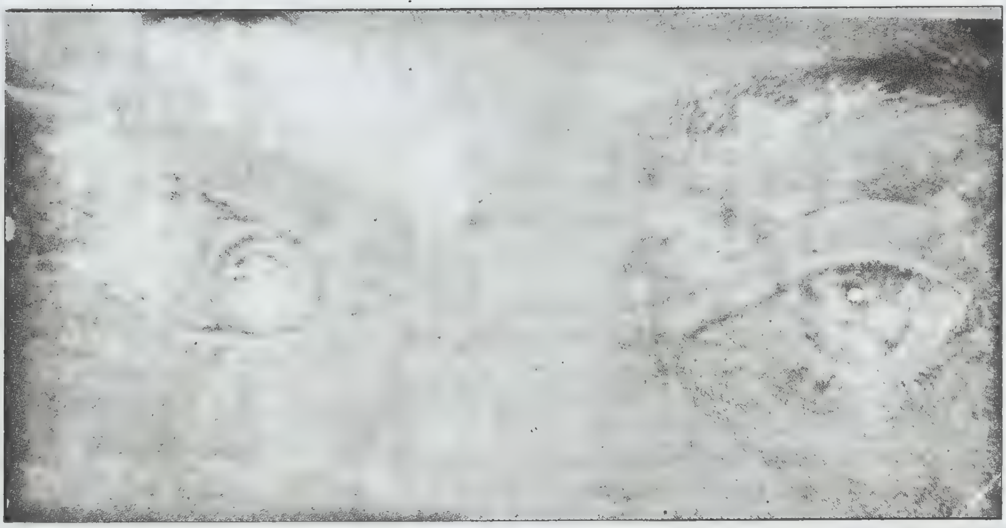
வெட்டை (gonorrhea) நோயால் பீடிக்கப்பெற்ற பெரும்பான்மையான வயது முதிர்ந்த ஆண்களிடம் இந்நோய் காணப்படும். சிறுநீர் கழிக்கும்போது சிறுநீர்க் (தாரை) குழாயில் கையை வைத்து விட்டுக் கண்ணில் வைப்பதாலும் நோய் உண்டாகும்.

கண்ணிமை நோய்கள். இமை விளிம்பில் ஏற்படும் அழற்சிக்குக் கண்ணிமை அழற்சி (blepharitis) எனப் பெயர். இமை விளிம்பிலுள்ள எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளில் சீழ் உண்டானால் அதற்குக் கண்கட்டி எனப்



கண் உள் நோக்கி

கண் கட்டி



இமையிணைப்படல நோய்கள் - இரத்தப்போக்கு

பெயர். இதனால் இமை வீங்கி மிகுந்த வலி கொடுக்கும். இமைக்குருத்தெலும்பிலுள்ள மெய்போமியன் (meibomian) சுரப்பிகளில் நாட்பட்ட அழற்சி உண்டாகும். இமை வீக்கத்தால் கண்களை மூட இயலாத நிலையில் காற்றும், ஒளியும் பட்டுக் கரு விழிப்படலம் புண்ணாகலாம்.

கண்ணீர் பாயும் நாளங்கள் அடைபட்டால் கண்ணிலிருந்து நீர்வழிந்து கண்ணீர்ப் பையில் அழற்சி உண்டாகும். இதனால் இமைகளின் உள் மூலையில் கட்டி உண்டாகும். இதிலிருந்து வரும் சீழ் கண்ணின் சளிப்படலப்பையுள் சென்று கேடு விளைவிக்கும். எனவே இவ்வழற்சி தோன்றியதும் மருத்துவம் செய்யவேண்டும்.

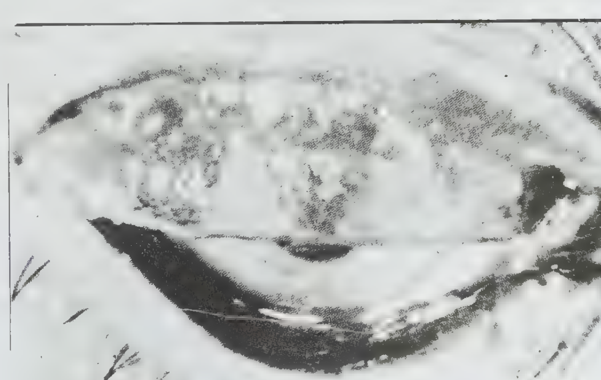
கண்குழியிலுள்ள திசுக்களில் அழற்சியுண்டானால் காய்ச்சல், வலி, இமை வீக்கம், விழிகளை அசைக்க முடியாமை போன்ற நிலைகள் ஏற்படலாம். உடனடி மருத்துவம் செய்யாவிடில் பார்வை கெடுவதோடு மரணமும் நேரிடலாம்.

கண்குழிக்கட்டிகள், கடுமையானவை, கடுமையற்றவை என இரு வகைப்படும். கண்ணில் அடிபட்டோ, வேதிப் பொருள்பட்டோ காயங்கள் ஏற்படலாம். அடிபட்டால் ஊமைக்காயமும் சில வேளைகளில் இரத்தப்பெருக்கும் உண்டாகலாம். தூசி விழுந்து கண்ணில் உறுத்தல் ஏற்படலாம். இரும்புத்தூள் போன்ற பொருள்கள் கண்ணில் விழுந்து, தங்கிப் பல கேடுகளை விளைவிக்கலாம். கண்ணில் எரிச்சல் உண்டாக விழித்திரை அழற்சியால் பார்வை கெடும். எனவே கண்ணில் அடி மெதுவாகப்பட்டாலும், சிறு தூசி விழுந்தாலும் உடனடி மருத்துவம் செய்ய வேண்டும்.

இமையிணைப்படல நோய்கள். இந்நோய் புனிற்றிளங் குழந்தைகளிடம் காணப்படும். தாயின் பிறப்புறுப்பு வழியாகக் குழந்தைக்குத் தொற்றியிருக்கக் கூடும். எனவே சூலடைந்த பெண்கள் வெட்டை நோயால் தாக்கப்பட்டவர்களாயிருந்தால் குழந்தை பிறக்குமுன்பே தக்க மருத்துவம் செய்து கொள்ள வேண்டும். மேலும் குழந்தை பிறந்தவுடன் அதற்குத் தொற்று நேராதவாறும் தடை மருந்திட வேண்டும். இது மிக முக்கியம்.

கடும் சளிஅழற்சி நோய் என்று தெரிந்ததும் உடனே தகுந்த மருத்துவம் மேற்கொள்வதுடன் பிறருடன் நெருங்கிப் பழகாமல் தனித்திருப்பதால் தொற்று ஏற்படுவதைத் தடுக்கலாம். அழற்சியுடன் தொண்டையடைப்பானும் (diphtheria) ஏற்பட்டால் கண்ணுக்கும், உயிருக்கும் ஆபத்து. இமை அழற்சியில் பச்சை நிறப் படலம் உண்டானால் அறுவைமருத்துவம் செய்து குணப்படுத்தலாம்.

டிப்ளோபாசில்லஸ் எனும் பாக்ட்டீரியாவால் உண்டாகும் நொதிகளால் இமைகளின் கோணங்களில்



டிராக்கோமா

அழற்சி உண்டாகுமென்று மோராக்ஸ் ஆக்சென் ஃபெல்டு என்பார் கண்டறிந்துள்ளார்.

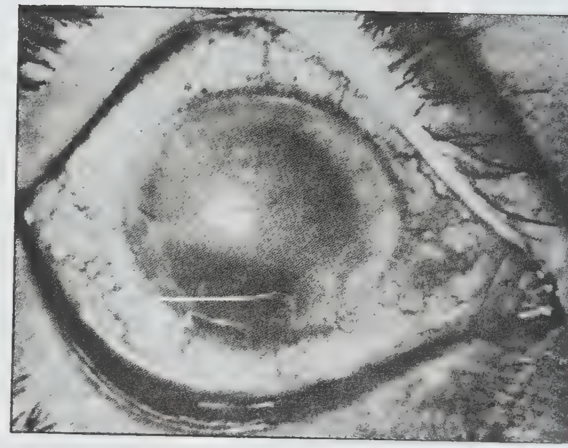
டிராக்கோமா (trachoma). அழற்சி நோய்களில் மிகக் கொடியதாகும். பொதுவாகக் குழந்தைகள் கணை நோயால் பாதிக்கப்படுவதால் உண்டாகும். நோய் தோன்றியவுடன் மருத்துவம் செய்யாவிடில் பார்வை மங்கிக் கண்குருடாகி விடும். மேலிமை யிணையடிப்படலத்தில் ஒளிகசியும் குமிழ்கள் (follicles) சிவந்த புடைப்புகள், நரம்புகள் போன்றவை தோன்றுவதால் இமை மயிர்களும், இமை விளிம்பும் கண்ணுக்குள் மடியும். கருவிழிப்படலம் ஒளிபுகாத் தன்மையடையும். புண் உண்டாகிப் பார்வையை அழிக்கும். இறுதியில் இமையிணைப்படலம் முழுதும் உலர்ந்து விடும். ஆரியோமைசின் மருந்து குணப் படுத்தினாலும் அறுவை மருத்துவமே சிறந்தது.

இளவேனிற்சளி. கண் மேலிமையின், கடினமான நுனியில் தட்டையான வெண்மைப் புடைப்புகள் தோன்றும். ஒருசிலருக்குக் கருவிழிப்படலத்தைச் சுற்றிப் பழுப்பு நிறப்பு புடைப்புகள் உண்டாகும். கோடைக் காலத்தில் பொறுக்க முடியாத நமைச்சல் ஏற்படும். இது பொதுவாகச் சிறியோர், இளைஞர் ஆகியோரிடமே காணப்படும். இதனால் கண்ணுக்குக் கெடுதல் இல்லை. தகுந்த மருத்துவம் செய்வதால் விரைவில் நலமுண்டாகும்.

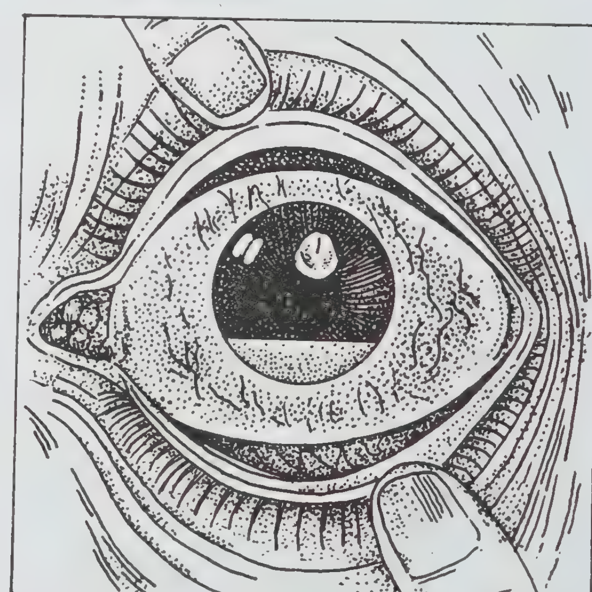
சிலருக்குக் கருவிழிப்படலத்தில் இமையிணை யடிப் படலத்தில் மடிப்புப் போன்ற தசை வளர்ச்சி ஏற்படும். அறுவை மூலம் இதை நீக்கிக் குணப்படுத்த லாம். நோய் முற்றிய நிலையில் கருவிழிப்படலத்தின் விளிம்பில் கருமையான வளர்ச்சியுண்டாகிப் படலம் முழுதும் பரவிப் பார்வையைக் கெடுத்து இறுதியில் மரணத்தையும் உண்டு பண்ணும்.

இமையிணைப்படல உலர் நோய் (xerophthalmia). வைட்டமின் A குறைவால் மாலைக்கண்நோய் உண் டாக, இமையிணைப்படலம் உலர்ந்து போகும். கருவிழிப்படலத்தின் இருபுறங்களிலும் சாம்பல் நிறப் புள்ளிகளும், வெண்புள்ளிகளும் தோன்றும். நோய் கடுமையாக இருந்தால் உடல் மெலிந்து தோல், மயிர், குரல் தாக்கமுறும். கருவிழிப்படலத்தில் புண் ஏற்பட்டுக் கண்பார்வை மங்கும். மூச்சுக்குழல் அழற்சி, வயிற்றுப்போக்கு, நிமோனியா ஆகியவற்றால் குழந் தைகளுக்கு மரணம் நேரும். கண்பார்வை இழப்பிற்கு வைட்டமின் A பற்றாக்குறையே முக்கிய காரணம். வறுமையால் தாக்கமுற்ற பல குழந்தைகளுக்கே இந் நோய் உண்டாகிறது. ஏழைக்குழந்தைகளுக்குப் பால், சத்துணவு, மீன் எண்ணெய் போன்றவற்றைக் கொடுத்தால் இந்நோய் உண்டாவதைத் தடுக்கலாம்.

கருவிழிப்படல நோய்கள். பிறவியிலேயே ஏற்பட்ட கிரந்தி, சிலவேளைகளில் பின்னர் உண்டான கிரந்தி, காசம், உயிரி நஞ்சு பிடித்தல் (sepsis) முதலான நோய்கள் வந்தால் கருவிழிப்படலத்தின் உள் அடுக்கு களில் அழற்சி (interstitial keratritis) ஏற்படலாம். கருவிழிப்படலம் தேய்த்த கண்ணாடிபோல எளிதில் ஒளி ஊடுருவ முடியாதவாறு மாறிப் பார்வைக்



கருவிழிப்படல உள் அடுக்கழற்சி



கண்ணில் பூ விழுதல் (ஹைப்போபையான் புண்) மருத்துவத்தால் கருவிழியில் படரும் பூ கரையக்கூடும் என்பதை விளக்கும் படம்

குறைவு, வலி, கூசுதல், கண்ணீர் ஒழுக்கு, முதலானவை உண்டாகலாம். கடுமையான அழற்சியானால் குணப்படுத்துவதும் கடினம்.

கண் நோய் காயம், தோல் நோய், நரம்பு நோய் ஆகியவற்றால் கருவிழிப்படலத்தில் புண்கள் உண்டாகலாம். இவற்றில் ஹைப்போபையான் புண் (hypopyon ulcer) என்பது மிகக்கடுமையானதாகும். இது பெரும்பாலும் நியுமோகாக்கஸ் கிருமியால் ஏற்படும் தொற்றுநோயாகும். கருவிழிப்படலத்தின் வழியாக இக்கிருமியின் நஞ்சு செல்வதால் முன்னறையில் கருவிழிப் படலப் புண்ணும் சீழும் உண்டாகும். இத்துடன் இரண்டாம்நிலைக் கிளாக்கோமாவும் சேர்ந்தால் பெருந்துன்பம் உண்டாகும். தக்க மருத்துவம் செய்யாவிடில் கருவிழிப் படலத்தைத் துளைக்க, கண் முழுதும் சீழ்பிடித்துப் பார்வையை இழக்க நேரிடலாம். பெனிசிலின் சிறந்த மருந்தாகும்.

சென்னைக்கண் (Madras eye) என்னும் நோய் வந்தால் கண்ணில் எரிச்சல் உண்டாகிக் கருவிழிப் படலத்தில் நுண்புள்ளிகள் தோன்றும். தக்க மருத்துவத்தால் புள்ளிகள் மறைந்து விரைவில் குணமாகலாம். ஆனால் கெர்க்பாட்ரிக் (kirkpatrick) என்னும் நோயால் எரிச்சல் குறைந்திருந்தாலும் புள்ளிகள் பெரிதாகத் தோன்றிப் பார்வையை மறைக்கும். குணமாவதற்கும் பல நாள் ஆகலாம். இந்நோய் ஒரு வகை வைரஸால் உண்டாகிறதெனக் கருதப்படுகிறது.

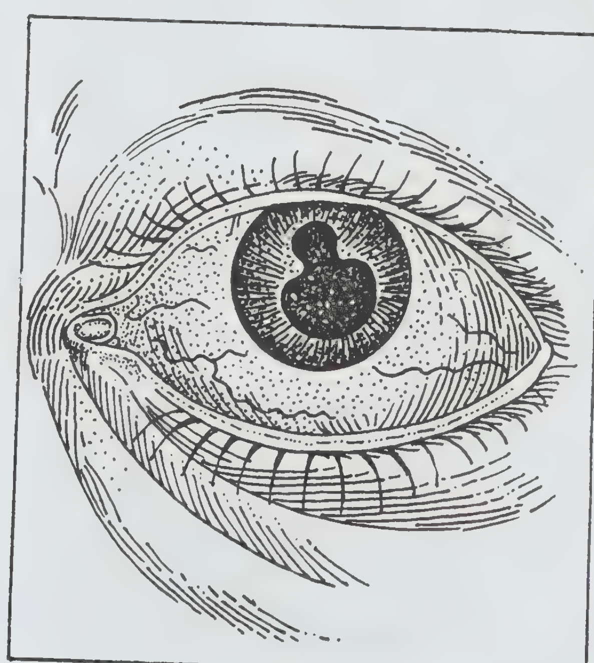
ஹெர்ப்பீஸ் சிம்ப்ளெக்ஸ் (வலக் கண்ணில்)

ஹெர்ப்பீஸ் சிம்ப்ளெக்ஸ். (herpes simplex). இது ஒரு வகை வைரஸ் கிருமிகளால் உண்டாகிறது. இதனால் சளி, காய்ச்சல் ஆகிய நோய்க்குறிகள் தோன்றிக் கருவிழிப்படலத்தில் புள்ளிகளும் கொப்புளங்களும் (vesicles) உண்டாகும். கண்சிவந்து நீர் வடியும். நோய் கடுமையானால் கருவிழிப்படலத்தில் புண் உண்டாகிக் கிளைவிடும். சின்னம்மைக்குத் தொடர்புடைய ஹெர்ப்பீஸ் ஸாஸ்ட்டெர் ஆப்தால்மிக்கஸ் (herpes zoster ophthalmicus) என்னும் நோயும் வைரசால் ஏற்படும். இந்நோய் தோன்றிய சில நாள்களில் தலைமுன் பகுதியில் கடுமையான வலி தோன்றி, பின்னர் ஒரு கண் இமைகளிலும் நெற்றியிலும் கொப்புளங்கள் உண்டாகும். நாளாக ஆகக் கண்ணில் வேறுபல கோளாறுகளும் ஏற்படலாம். தலையில் காயம் ஏற்பட்டுத் தக்க மருத்துவம் செய்யத் தவறினாலும் காஸேரியன் நரம்புச் செல்திரளில் (Gasserian ganglion) அழற்சி ஏற்பட்டாலும் இது போன்ற நோய் உண்டாகும்.

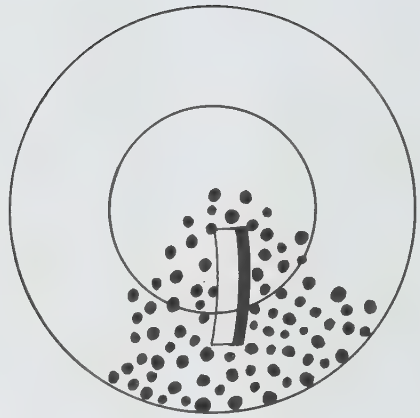
நரம்புப் பக்கவாதக் கருவிழிப்படல அழற்சி (neuroparalytic keratitis) நோயால் கருவிழிப் படலத்தின் புறப்படலம் கிழிந்து விரைவில் உலர்ந்து விடுவதால் ஒளிபுகாவண்ணம் பார்வையற்று விடுகிறது.

விழித்திரை (iris) நோய்கள். நீர்வடிதல், ஒளியில் கண் கூசுதல், பார்வை மங்குதல் முதலியவை நோய்க் குறிகளாகும். கருவிழிப்படலத்தைச் சுற்றிச் சிவந்திருக்கும். விழித்திரை, பின்புறமுள்ள விழியாடியுடன் (lens) ஒட்டிக் கொள்வதால் கண் பாவை சுருங்கும். குற்றிழைத் தசையிலும் விழித்திரையிலும் ஒருசேர அழற்சி ஏற்படின் நோய் மிகவும் கடுமையாகும்.

கிரந்தி, தொழுநோய், காசம், வெட்டை, நீரிழிவு ஆகியவற்றால் பார்வைப் படலத்தில் (retina)



விழித்திரை நோயினால் கண் பாவை ஒழுங்கற்ற நிலை அடைதல்



கிளாக்கோமா கருவிழிப்படலத்தில் படிவுகள்

கட்டி போன்ற கடும்நோய் ஏற்படலாம். நோய் கண்டவுடன் மருத்துவம் செய்து கொண்டால் நலம் பெறலாம். சில வேளைகளில் கருவிழிப்படலத்தின் பின்புறம் படிவுகள் (keratic precipitate) ஏற்பட்டு, கெடு நீரால் பாவை மறைக்கப்படும். விழி ஆடியில் கண்படல நோய் உண்டாகி, பார்வை மங்கி, காலப் போக்கில் குருடாகும் நிலை தோன்றக்கூடும். வலி அதிகமானால் கண்ணையே எடுக்க நேரிடும்.

கிளாக்கோமா (glaucoma). கண்ணிலுள்ள பாய் மங்கள் சுரக்கும் நிலையும் அழுத்தமும் சரியான நிலையில் இருந்தால்தான் பார்வை தெளிவாக இருக்கும். கண்ணின் உறைகள் இடைவிடாமல் நீட்டி வைக்கப்பட வேண்டும். இதனால் முன்கணீர் (aqueous humour) மூலமாக அழுத்தம் சரியான நிலையில் வைக்கப்படும். பாய்மங்கள் சுரப்பது குறைவாகவோ மிகையாகவோ இருந்தால் அழுத்தம் மிகும். இவ் வழுத்தம் மிகும் நோய்க்குக் கிளாக்கோமா என்று பெயர். மிகை அழுத்தத்தின் காரணம் புலப்படா திருந்தால் முதல்நிலைக் கிளாக்கோமா என்றும், காரணம் தெரிந்தால் இரண்டாம்நிலைக் கிளாக் கோமா என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

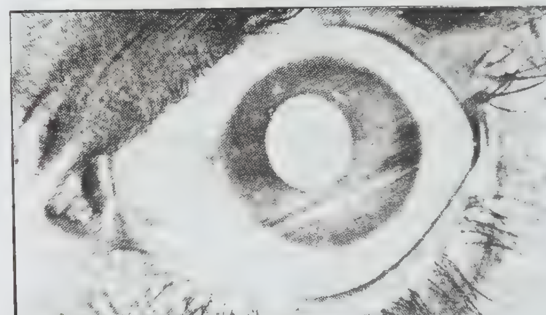
பொதுவாக நாற்பது வயதுக்கு மேற்பட்டவர் களுக்கே முதல்நிலைக் கிளாக்கோமா தோன்றும். இது இரத்தம் நிறை (congestive) கிளாக்கோமா, இரத்தம் குறை கிளாக்கோமா என இருவகைப்படும்.

இரத்தம் நிறை-தொடக்கநிலைக் கிளாக்கோமா உள்ள நோயாளி விளக்குச் சுடரைப் பார்த்தால் சுடரைச் சுற்றி வானவில் போல் பல நிறங்கள் தோன்றும். கண்ணில் வலி, கடும் தலைவலி, வாந்தி, பார்வை மங்கல் முதலியன ஏற்படும். இதைத் தொடர்ந்து கண்பார்வையும் குறைந்து நாட்பட்ட கிளாக்கோமா நோய் ஏற்படும். பார்வைப்புலம் குறுகி, பாவை விரியும். கண் திசுக்கள் நலிவடைந்து இறுதியாகப் பார்வை குன்றும்.

இரத்தம் குறை கிளாக்கோமாவினால் மிகு துன்பம் இல்லாவிடினும், தகுந்த மருத்துவம் செய்யா விடில் நோய் முதிர்நிலையடைந்து கண்ணாடியை அடிக்கடி மாற்ற வேண்டிய நிலையேற்படும். பார்வைப்புலம் குறுகிப் பார்வையிழக்க நேரிடும். இந்நோய் தொடக்கத்திலேயே கண் பாவையைச் சுருங்கச் செய்து அழுத்தத்தைக் குறைக்க வேண்டும். இது நலம் தாராவிடில் அறுவை மருத்துவம் மூலம் குணப்படுத்தலாம்.

கண்படலம் (cataract), கட்டிகள், இரத்தம் கட்டுதல் போன்றவை இரண்டாம் நிலைக் கிளாக் கோமாவின் நோய்க் குறிகளாகும்.

கண்படலம் என்பது விழிஆடி ஒளிபுகாத நிலையைப் பெறுவதாகும். பொதுவாக முதி யோர்க்கே இது நேர்ந்தாலும், வயது குறைந்த சிலருக்கும் ஏற்படலாம். குழந்தைகளில் சிலர் பிறக்கும் போதே கருவில் தோன்றும் (congenital) இந்நோ யுடன் பிறப்பதுண்டு. தாய் கருவுற்ற 5-4 மாதங்



கண்படல நோய்

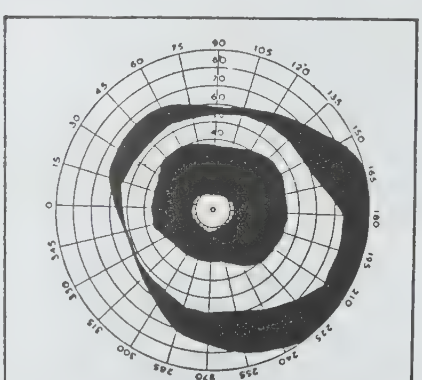
களில் தட்டம்மை நோயால் பீடிக்கப்பட்டால் பிறக்கும் குழந்தைக்கும் இந்நோய் வரக்கூடும்.

கண் படலத் தொடக்கத்தில் முதியோர்க்கு ஒரு பொருள் பலவாகத் தோன்றுவதும், சுடரைச் சுற்றிப் பல நிறங்கள் தெரிவதும், கரும்புள்ளிகள் தோன்று வதும் இயல்பு. மேலும் மிக அருகிலுள்ள பொருள் களே புலனாகும். முதிராத கண்படலம் வீக்கமுற்றுக் கிளாக்கோமா நோயுண்டாகும். படிப்படியாகக் கண் பார்வை குறைந்து பார்வையே அற்றுவிடும். விழி யாடி ஒளிபுகும் திறனற்றுப் பாவை வெண்மையாகத் தோன்றியவுடனே அறுவை மூலம் விழிஆடி உறை யைக் கிழித்து உறையிலுள்ள பொருள்களை வெளி யேற்றிக் குணப்படுத்தலாம். இதற்கு வெளிப்புற உறை அறுவை (extra capsular operation) மருத்துவம் என்று பெயர். உட்புற உறை அறுவை மூலமும் கண் படலத்தை நீக்கலாம்.

நிலைக்கண்படலநோய் (stationary cataract) ஏற்பட்டால் விழியாடியில் ஒளிபுகும் பகுதிக்கு நேராக ஒரு செயற்கைப் பாவையைப் பொருத்திப் பார்வைப்புலத்தைப் பெருக்கலாம். கண்படல நோய் முற்றினால் ஊசி குத்துதல் (needling) முறை மூலம், உறையைக் கிழித்து விழிஆடியைக் கரைத்து விட லாம். முதியோருடைய விழிஆடி கெட்டியாகவும், வயது குறைந்தவருடைய விழிஆடி மிருதுவாகவும் இருக்கும். வயது குறைந்தவருக்கு விழிஆடி எளிதில் கரைந்து விடும். கண்படல நோய்க்காக அறுவை மருத்துவம் செய்தவுடன் விழிஆடிக்குப் பதிலாக ஒரு மூக்குக் கண்ணாடி போட வேண்டும். அதில் தூரப்பார்வைக்காகத் தடித்த குவி வில்லையும், அண்மைப் பார்வைக்காக மேலும் தடித்த குவி வில்லையும் பொருத்த வேண்டும். தற்காலத்தில் விழியோடு ஒட்டிக்கொள்ளும் ஒட்டு வில்லைகளைப் (contact lenses) பொருத்துவதும் நடைமுறையில் உள்ளது.

விழியடிக் கரும்படல அழற்சி (choroiditis). காசம், குஷ்டம், கிரந்தி முதலியவற்றால் உண்டாகும் இந் நோய் காயம் படுவதாலோ, தொற்றாலோ ஏற்படுவ தால் கண்ணில் சீழ் உண்டாகும். தொடக்க நிலை யில் பார்வைப்படல இரத்தக்குழாய்களில் மஞ்சள் நிறத் திட்டுகள் தோன்றும். பின்னர் வெண் தழும்பு களும், தட்டுகளும் பார்வை வட்டுக்குப் பக்கத்திலும் மஞ்சள் புள்ளி (macula lutea) இடத்திலும் பரவ லாகத் தோன்றும். இதனால் தொடக்கத்திலேயே பார்வை குறையும். கண்முன் கரும்புள்ளிகள் மிதப்பது போல் தோன்றுதல், ஒளி பளிச்சென்று தோன்றிப் பொருள் சிதிலமாகத் தோன்றுதல், பொருள்கள் சிறியனவாகவோ (micropsia) பெரியனவாகவோ (macropsia) தோன்றுதல் ஆகியவை இந்நோயின் அறிகுறிகள். பார்வைப்புலம் மங்கி, மாலைக்கண் (night blindness) ஏற்படலாம். இந்நோயால் கண் படல நோய், பார்வைப் படலப்பிரிவு, பார்வை நரம்புச் சிதைவு ஆகிய சிக்கல்களும் கண்ணில் தோன்ற வாய்ப்புண்டு. தக்க மருத்துவம் மேற் கொண்டு, கண்களுககு முழு ஓய்வு அளிப்பது மிகவும் தேவை.

பார்வைப்படல அழற்சி (retinitis pigmentosa). இது பரம்பரை வழி நோய்களில் ஒன்றாகும். குழந்தைப் பருவத்திலிருந்தே மாலைக்கண் நோய் தோன்றித் துன்பம் கொடுக்கும். பார்வை வட்டு வெண்மையாக வும், மெழுகு போன்றும் இருப்பதுடன் கண் இரத்தக் குழாய்கள் சுருங்கியுமிருக்கும். நாளடைவில் சிரை களில் சிவந்த நிறப் பொருள் தோன்றிச் சிக்கலுள்ள



பார்வைப்படல அழற்சி **பார்வைப் படல இரத்தப் பெருக்கு**

கண்படல நோய் உண்டாகும். பிட்யூட்டரி நாளமில்லாச் சுரப்பி சீராக வேலை செய்யாவிடினும் இந்நோய் உண்டாகலாம். அறுவைதான் இதற்குச் சிறந்த மருத்துவம்.

பார்வைப்படல இரத்தப் பெருக்கு (retinal haemorrhage). கடுமையான நோய்களிலொன்றான இதனால் இரத்த நுண்குழாய்களிலிருந்தும் சிரைகளிலிருந்தும் சில வேளை தமனிகளிலிருந்தும் இரத்தப் பெருக்கு ஏற்படும். இரத்தம் கசிந்து பார்வைப் படலத்தில் பெருகினால் பெரும் ஆபத்தில்லை. விழியடிக் கரும்படலத்துள் சென்றால் நார்த்திசு, சாயப் பொருள் முதலியன உண்டாகிப் பார்வைப் படலம் நலிவுறும். இந்நோய் கக்குவான், உடல் முறுக்குதல், நீண்டநோய், பேறுகால வேதனை, பார்வை நரம்பின் நுனி வீங்குதல், பார்வைப்படலச் சிரைகளில் இரத்தம் கட்டுதல், பார்வைப்படலத் தமனி நோய், மிகை இரத்த அழுத்தம், சிறுநீரக நோய் முதலியவற்றால் உண்டாகும்.

பார்வைப்படல மையத்தமனி அடைப்பு (occlusion of central retinal artery). இரத்தக்குழாய்ச் சுவர் தடித்தல், இரத்தக்கட்டி உண்டாதல் ஆகியவற்றால் உண்டாகும் இந்நோயில் திடீரென்று ஒரு கண்பார்வை போய்விடும். கண்ணின் அடித்தளம் வெளுத்துக் கண் தமனிகள் சுருங்கி, மஞ்சள் புள்ளியில் சிவப்புப்புள்ளியும் தோன்றும். இரத்தக் குழாய்களில் இரத்தம் அடைபட்டு இடைவெளி விட்டுவிட்டு இருக்கும். பார்வைப் படலத் தமனிகள் மற்ற தமனிகளுடன் தொடர்பற்றுத் தனித் தமனிகளாகிவிடும். இதனால் பார்வை வட்டு வெளிறியும் பார்வை குறைந்தும் போகலாம்.

நடுப்பார்வைச் சிரையில் இரத்தக்கட்டு (thrombosis of the central retinal vein). இந்நோய் தமனிகள் கட்டிப்படுவதால் (arteriosclerosis) உண்டாகும். கண் குழிச்செல் அழற்சி அல்லது நஞ்சாதல் டைஃபாய்டு காய்ச்சலால் உண்டாகும். இந்நோயால் சிரைகளில் அதிகமாக இரத்தம் தேங்கிச் சிரைகள் கறுப்பாக மாறிவிடும். நாட்பட்ட நோய் கிளாக்கோமாவில் முடியும்.

இரத்தக் குழாய்கள் கட்டியாதலும் பார்வைப் படல இரத்தப் பெருக்கும் (arteriosclerosis retinopathy). இந்நோய் கடுமையான நிலையில் பார்வைப் படலத்தில் இரத்தப் பெருக்கும் பொருட்கசிவும் (exudate) உண்டாகும். இதனால் பெருமூளைத் தமனிகளிலோ அனைத்துத் தமனிகளிலுமோ நோய் ஏற்பட்டு உயர் ரத்த அழுத்தம் ஏற்பட்டிருப்பதாகக் கொள்ளலாம். சிறுநீரகப் பாதிப்பாலும் இது ஏற்படலாம்.

அல்புமின் பார்வைப்படல அழற்சி (albuminuric retinitis). சிறுநீரக அழற்சியால் பார்வை வட்டிலும், அதைச் சுற்றியுள்ள பார்வைப்படலத்திலும் வீக்கம் ஏற்பட்டு, இரத்தப்பெருக்கு, பஞ்சு போன்ற பொருட்கசிவு, மஞ்சள் புள்ளியில் நட்சத்திரம் போல் தோன்றுதல் முதலிய சிக்கல்களுண்டாகும். இந்நோய் முற்றினால் விரைவில் மரணம் நேரிடும். பேறுகால நஞ்சு நிலை ஏற்படும்போது உண்டாகும் பார்வைப்படல இரத்தப்போக்கு (retinopathy of toxaemia of pregnancy) நஞ்சுநிலை ஏற்பட்ட சூலைத் தொடக்கத்திலேயே அழித்துவிட்டால் தாயின் பார்வையையும் உயிரையும் பாதுகாக்கலாம். கடுமையற்ற இரத்தக் குழாய் மிகு அழுத்தம் (benign hypertension) உண்டானால் நோயாளி பல ஆண்டுகள் கூட வாழ முடியும். ஆனால் கடுமையான மிகு அழுத்தம் (malignant hypertension) ஏற்பட்டால் நோயாளி ஆறு மாதங்கள் கூட உயிர் வாழ்தல் அரிது.

நீரிழிவு பார்வைப்படல நோய் (diabetic retinitis). நீண்டநாள் நீரிழிவு நோயுள்ள முதியவர்களிடம் காணப்படும் இந்நோயால் கண்ணிலிருந்து சோப்புப் போன்ற கசிவும், வட்டமான புள்ளியுடைய இரத்தப் பெருக்கும் உண்டாகும். இந்நோய் ஆபத்தானதன்று என்றாலும் உடனடியாகத் தக்க மருத்துவம் செய்து கொள்வது நல்லது.

பார்வைப்படலம் பிரிதல் நோய் (detachment of retina). இது கொடிய நோய்களில் ஒன்று. இதனால் பார்வைப் படலத்தின் ஒரு பகுதியோ முழுதுமோ முன்னால் பிதுங்கும். பார்வைப்படலம் அல்லது விழியடிக் கரும்படலத்தில் கட்டி ஏற்படுதல், அழற்சி, ஒட்டுண்ணி, இரத்தப்பெருக்கு, ஊனீர் சுரத்தல், கிட்டப்பார்வை ஆகியவற்றால் இந்நோய் உண்டாகும். நோய்த் தொடக்கத்தில் பளிச்சென்று ஒளிவீசும் பொருள்கள் திரைவழியாகப் பார்ப்பது போல் மங்கலாகத் தெரியும். பிரிந்த பார்வைப்படலம் சாம்பல் நிறத்தில், மடிப்புகளுடன் கண் அசையும்போது அசையும். பார்வைப்படலத்தில் துளை இருந்தால் அறுவை மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். தகுந்த நேரத்தில் மருத்துவம் செய்யத் தவறினால் பார்வை இழப்பு ஏற்படும்.

குமிழ் ஊனீர்ச்சுரப்பு (papilloedema). பார்வை நரம்பின் தலைப்பில் ஊனீர் சுரப்பதால் உண்டாகும் இந்நோயில் பார்வை வட்டுச் சிவந்தும், சிரைகள் விரிந்தும் தோன்றும். ஊனீர்ச் சுரப்பினால் பார்வைப் படலம் சாம்பல் நிறமாகிவிடும். பார்வை வட்டின் மீது இரத்தப் பெருக்கு உண்டாகும். மஞ்சள் புள்ளியில் நட்சத்திரம் போல் தோன்றும். பார்வை நரம்பு நசித்துப் (optic atrophy) போகும். பார்வை நரம்பு மெலிவடைய இறுதியில் கண் குருடாகி விடும். மண்டையோட்டில் அழற்சி, இரத்தப்பெருக்கு, மூளைக்கட்டி முதலியவற்றாலும் இந்நோய் உண்டாகும்.

தொற்றுப் பார்வைக்குறைவு. (toxic amblyopia). கண்ணின் அடித்தளத்தில் ஏற்படும் இந்நோயின்

தொடக்கத்தில் வெளியில் தெரியக்கூடிய மாறுதல்கள் ஏற்படாமலேயே கண்பார்வை குறையும். புகையிலைப் பார்வைக் குறைவு (tobacco amblyopia) என்னும் நோயில் பச்சையும் சிவப்பும் தெரியாத நடுப்புலன் குறைவு (scotoma) முதலில் தோன்றும். கொய்னா பார்வைக்குறைவு (quinine amblyopia) நோயில் பார்வைப்புலம் சுருங்கிப்பார்வை மிகுதியாகக் குறையும். பார்வைப் படலத்தமனிகள் மெலிந்து, வட்டு வெளிறும்.

பார்வை நரம்பழற்சி (optic neuritis). பார்வை நரம்பில் அழற்சி ஏற்பட்டால் குமிழ்களிலோ (papilla), கண் உருண்டையின் பின்புற நரம்பிலோ அழற்சி உண்டாகலாம். பொதுவாக வைரஸ் நோய், கிரந்தி, காசம், நீரிழிவு போன்ற சில நோய்களாலும் இது உண்டாகலாம். சூலடைந்த போது ஏற்படும் சில சிக்கல்களும் காரணமாயிருக்கலாம்.

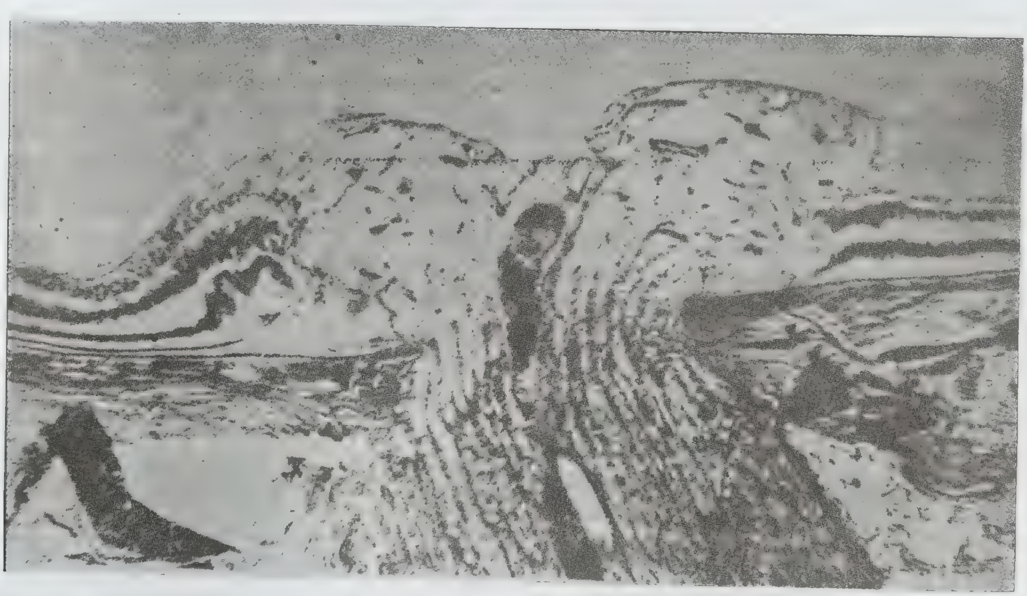
குமிழ் அழற்சியில் பார்வை வட்டின் விளிம்பு தெளிவாகத் தெரியாது. சிரைகள் விரிந்து வட்டிலும் அதைச் சுற்றியும் பொருட்கசிவும் இரத்தப்பெருக்கும் உண்டாகும். பார்வை மங்கிவிடும். நலிவு குறைவாயிருந்தால் மருத்துவம் மூலம் மீண்டும் பார்வையைச் சரி செய்யலாம்.

கண் உருண்டைப் பின்புற அழற்சியில் ஒரு கண் பார்வை விரைவில் குறையும். கண் அசையும்போது வலியிருக்கும். நாட்பட வட்டு வெளிறிவிடும். தக்க மருத்துவத்துடன் நாள்தோறும் வைட்டமின் B வைட்டமின் B காம்ப்ளெக்ஸ், கல்லீரல் சாறு (liver extract) முதலியன கொடுத்து வரவேண்டும்.

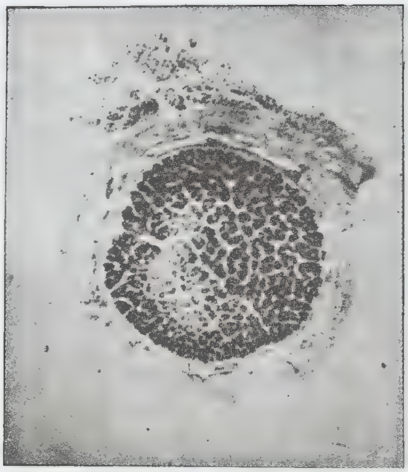
பார்வை நரம்பு நலிதல். குமிழ் அழற்சி, குமிழ் நீர்ச்சுரப்பு, கிளாக்கோமா, இரத்த ஓட்டக்குறைவு, இரத்தக் கட்டியால் ஏற்படும் அழுத்தம், காயம், நஞ்சுகள் போன்றவற்றால் ஏற்படும் இந்நோயில் பார்வை வட்டு வெளிறி, பார்வை போய்விடும். நோய் முதிர்ந்துவிட்டால் மீண்டும் பார்வையைப் பெறுவது கடினம்.

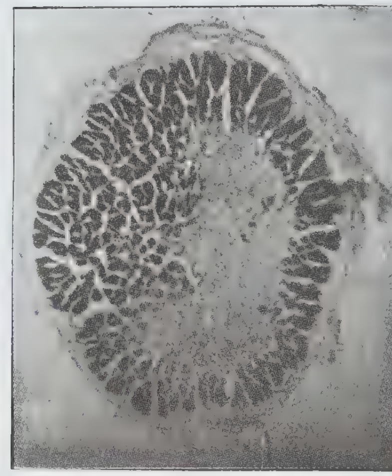
ஒளிக்கோட்டம். குற்றிழைத்தசை அசையாதிருக்கும்போது தொலைவிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் பார்வைப் படலத்தில் குவிக்கப்படுகின்றன. கண் அசைந்து குவியத்தைமாற்றி, அண்மையிலுள்ள பொருள்களைத் தெரியச் செய்கிறது. குவிதலில் (focussing) ஏதேனும் சீர்கேடு நேர்ந்தால் பார்வையில் தெளிவிருக்காது. இவற்றைக் கண்டறிந்து, மதிப்பிட்டு, தெளிவான பார்வை கொடுப்பதற்கேற்ற மூக்குக்கண்ணாடிகளை உறுதி செய்வதே ஒளிக்கோட்டம் (refraction) எனப்படும். கண் உருண்டையின் நீளத்திலும், கருவிழிப் படலத்தின் வளைவிலும் ஏற்படும் மாறுபாடுகளால் ஒளிக்கோட்டக் கோளாறு உண்டாகிறது. இதனால் பார்வைக் குறைவு, நாட்பட்ட விழியடிப்படல அழற்சி, தலைவலி, மயக்கம், வாந்தி, செரியாமை, உறக்கமின்மை முதலிய நோய்கள் மாறி மாறி வரலாம். கண் ஆய்வு செய்து பொருத்தமான மூக்குக்கண்ணாடிகள் அணிந்தால் குணம் ஏற்படும்.

தூரப்பார்வை (hyperopia or long sight). கண் உருண்டை குட்டையாயிருந்தால் ஏற்படும் நோய்க்குக் குவி ஆடிகளைப் பயன்படுத்தி இதைச் சீர் செய்யலாம்.



குமிழ் ஊனீர்ச் சுரப்பு.





பார்வை நரம்பழற்சி புகையிலைப் பார்வைக் குறைவு

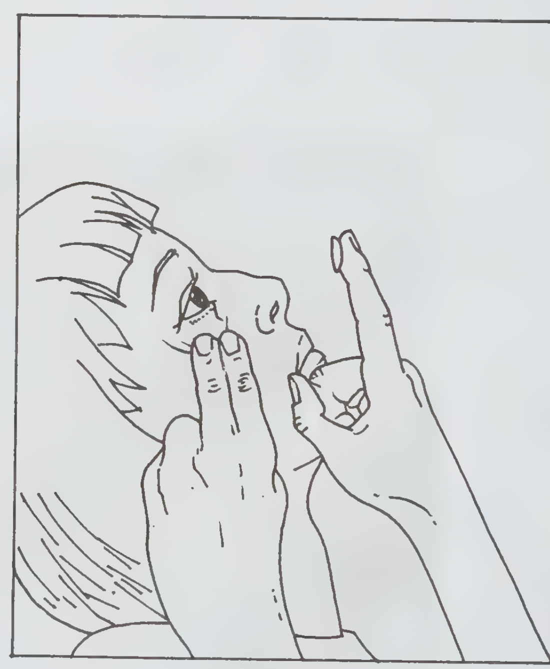
அண்மைப் பார்வை (myopia or short sight). இது கண் உருண்டை நீள்வதால் ஏற்படுகிறது. இத்துடன் பார்வைப்படலம் பிரிந்தால் கண்குருடாகி விடும். குழி ஆடிகளைப் பயன்படுத்தி இதைச் சீர் செய்யலாம். குழந்தைகளுக்கு அடிக்கடி கண் ஆய்வு செய்து தேவைப்படின் தகுந்த மூக்குக் கண்ணாடி அணியச் செய்தால் நாளடைவில் பார்வை சீராகி விடும். கண்ணாடிகளை எப்போதும் அணிந்திருப்ப துடன், வெளிச்சம் குறைந்த இடத்தில் படிப்பதோ எழுதுவதோ கூடாது. பஸ்-இரயில் பயணங்களின் போது படிப்பதைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

ஒளி முனைப்படாமை (astigmatism). இது ஒழுங் கானது, ஒழுங்கற்றது என இரு வகைப்படும். ஒழுங் கான ஒளி முனைப்படாமைக்கு உருளை வடிவ ஆடிகளைப் பயன்படுத்தி மூக்குக் கண்ணாடி அணிந்து சரி செய்யலாம். ஒழுங்கற்ற ஒளி முனைப் படாமைக்கு கண் விழியை ஒட்டியிருக்கும் விழி ஆடிகளைப் பயன் படுத்த வேண்டும்.

அஃபாக்கியா (aphakia). விழி ஆடி இல்லாதிருந் தால் தூரப்பார்வைக் குறை மிகுதியாக ஏற்படும். கண் படல நோய்க்குரிய அறுவை செய்த பின் சில கோளாறுகளால் இது உண்டாகும்.

வெள்ளெழுத்து (presbyopia). பொதுவாக நாற்பது வயதுக்கு மேல் முதியோரிடம் பரவலாகக் காணும் இந்நோயால் எழுத்துகள் வெளிறித் தோன்றும். தெளிவாய்ப் படிப்பதற்குப் புத்தகத்தைத்தொலைவில் வைத்தோ மிகுந்த வெளிச்சமுள்ள இடத்தில் வைத்தோ படிக்க வேண்டியிருக்கும். முதுமைப் பார்வையைச் சீர் செய்யக் குவி ஆடிகளைப் பயன் படுத்த வேண்டும்.

ஒட்டு விழிஆடிகள் (contact lenses). இவை விழிப் புறப்படலத்தை ஒட்டியிருந்து இமைகளினடியே கருவிழிப்படலத்தை மூடியிருக்கும். கூம்பும் கருவிழிப் படல நோய்க்கு மூக்குக் கண்ணாடிகள் பயன்படாத போது இவை மிகுந்த பயனளிக்கும். ஒளிக்கோட்டத் தன்மையில் இரண்டு கண்களிலும் வேறுபாடுகள் மிகுந்திருந்தால் இத்தகைய கண்ணாடிகள் இரண்டு கண் பார்வையும் சரியாகக் கிடைக்கச் செய்யும். இவை கண்களையும் பாதுகாக்கின்றன.



ஒட்டு விழி ஆடி பொருத்தும் முறை

கண் பாதுகாப்பு வழிகள். உடலின்மிக நுட்பமான உறுப்புகளிலொன்றான கண் பழுதுபட்டால் வாழ்வு முழுமையாகாது. எனவே நோய் வந்தவுடன் மருத்துவம் செய்வதை விட வருமுன் காப்பதே அறிவுடைமையாகும். எளிய முறையில் கீழ்க் காணும் விதிகளைப் பின்பற்றினால் கண்ணைப் பாதுகாத்து நோயற்ற வாழ்வு வாழமுடியும்.

முகத்தைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்; அழுக்குக் கைகளுடன் முகத்தைத் துடைக்கக் கூடாது; அழுக்கு நீரில் முகம் கழுவக் கூடாது; பிறர் பயன்படுத்திய பாய், தலையணை, துண்டு, கண்மைதீட்டுங்கோல் முதலியவற்றைத் தவிர்க்க வேண்டும். விலை குறைவான மைகளைக் கண்ணுக்கிடக்கூடாது; கண் நோய் உள்ளவர்களை அணுகாமல் இருக்க வேண்டும்.

ஒளி மிகுந்த இடத்தில் நெடு நேரம் இருப்பதும் ஒளிமிகக் குறைந்த இடத்தில் படிப்பதும் எழுது வதும் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்; கண்ணில் ஈ, தூசி முதலியவை விழாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்; சூரியனையும் சூரிய மறைப்பையும் கறுப்புக் கண்ணாடி யின்றி நேரில் பார்க்கக் கூடாது; தொழிலகங்களில் ஆபத்து நேரும் இடங்களில் பணியாற்றுவோர் காப் புக் கண்ணாடிகளை அணிந்து கொள்ள வேண்டும்; பால், பச்சைக் காய்கறிகள், சிறப்பாகச் காரட், கீரை போன்றவற்றை நாள்தோறும் உணவில் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். வளரும் குழந்தைகளுக்குப் பாலுடன் வைட்டமின் Aயும், பழச்சாறும் கொடுக்க வேண்டும்,

குழந்தைகளுக்கு வயிற்றுப்போக்கு, சீதபேதி குடல் பூச்சிகள் முதலியன இருந்தால் உடனடி மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். மாலைக்கண் நோய் வந்தால் உடனே கண் மருத்துவரிடம் காட்டித் தக்க மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். குழந்தைகளைப் பள்ளிக்கு அனுப்பு முன் கண் ஆய்வு செய்தல் நல்லது. கண்ணில் எண்ணெய் விடுதல், சாறு விடுதல் முதலி யன ஆபத்தானவை. கண் நோய் வந்தால் போலி மருத்துவரை அணுகுதலும், தாங்களே மருந்து போட்டுக் கொள்ளுதலும் கூடா. கண் மருத்துவரிடம் காட்டித் தக்க ஆலோசனையும் மருத்துவமும் பெற வேண்டும்.

மேக நோய், வெட்டை நோயுள்ளவர்கள் அவற் றில் பட்ட விரல்களைக் கண்களில் வைக்கக் கூடாது, கருவுற்ற பெண்களுக்கு வெட்டை நோயிருந்தால் பேறு காலத்திற்கு முன்பு மருத்துவம் செய்து கொள்ள வேண்டும். தவறினால் பிறக்கும் குழந்தைக்கு நோய் தொற்றும் ஆபத்து உள்ளது. குழந்தை பிறந்தவுடன் செவிலியர், குழந்தையின் கண் இமைகளை நன்கு கழுவி வீட்டுப் பெனிசிலின் துளிகள் இட வேண்டும். பிறக்கும் குழந்தைகளின் கண்ணில் கட்டி உண்டாகி இறந்து விட்டால் அக்குடும்பங்களுடன் திருமணத் தொடர்பைத் தவிர்க்க வேண்டும். இறுதியாக எல்லா உறுப்புகளையும் போலவே கண்களுக்கும் ஓய்வு தேவை. அடிக்கடி திரைப்படங்கள் வீடியோ பார்ப்ப தையும் இரவில் வெகு நேரம் விழித்திருப்பதையும் ஓயாமல் படிப்பதையும் சிறப்பாகப் பேருந்துகளில் பயணம் செய்யும் போது படிப்பதையும் தவிர்த்தல் நலம்.

கணக்கோட்பாடு

உறுப்புகள் எனப்படும் பொருள்களின் தொகுப்பே கணம் (set) எனப்படுகிறது. கணம் X இன் உறுப்பு x எனில் $x \in X$ எனக் குறிப்பிடப்படும். இயல் எண்களின் கணத்திற்குப் பத்து ஓர் உறுப்பாகும்.

கணங்களைக் குறிப்பிடும்போது அதன் உறுப்பு களின் பொதுத்தன்மையைக் குறித்து நிறைவு செய் வர். உறுப்புகளைப் பட்டியலிட்டுக் குறித்தலும் உண்டு. நினைவு கூர்வன யாவற்றையும் உறுப்பாகக் கொண்ட பொதுக்கணம் ஒன்று உள்ளதாகக் கொண்டு மற்ற கணங்கள் யாவும் அதனினின்று பெறப்பெற்றதாகக் கொள்ளப்படுவதும் வழக்கம்.

ஒரு கணம் அதன் உறுப்பாக அமையுமானால் அதைத் தகாக் கணம் (improper set) எனவும், அவ் வாறில்லையானால் தகுகணம் (proper set) எனவும் கொள்ளலாம். எல்லாத் தகுகணங்களையும் உறுப் பாகப் பெற்ற கணம் X எனலாம். அது ஒரு தகுகணம் என்றால், X அதன் உறுப்பாக அமைவதால் தகாக் கணம் என்றாகிறது. X தகாக்கணம் என்றால், X அதன் உறுப்பாக வேண்டும் என்பதால் X தகு கணமாகிறது. இவ்வாறு மாறுபடும் கருத்தைத் தரும் இந்த எடுத்துக்காட்டை முதன் முதலில் சுட்டிக் காட்டிய ரஸ்ஸல் என்பார் பெயரால் இது ரஸ்ஸலின் எதிர்மாறு தத்துவம் (Russel's paradox) எனக் குறிப் பிடப்படுகிறது.

உரிவெண். A, B எனும் இரு கணங்களுக்கிடையே இருவழிச் சார்பு அமைந்திருக்குமானால் அவ்விரு கணங்களும் சமமான உரிவெண்களை (cardinal numbers) உடையன.

குறியீட்டில் $C(A) = C(B)$ எனப்படும்.

ஒரு கணத்தில் உறுப்புக்களின் எண்ணிக்கை முடிவுறு இயல் எண்ணாக (finite natural number) இருக்குமானால் அதுவே அக்கணத்தின் உரிவெண் ணாகும். அக்கணத்தை முடிவுறு கணம் (finite set) எனலாம்.

ஒரு கணத்தின் உரிவெண் முடிவுறு இயல் எண்ணாக இல்லாதிருப்பின் அக்கணம் முடிவுறாக் கணம் (infinite set) எனப்படும். மேலும் இவ்வகைக் கணமொன்றை அதன் ஒரு பகுதிக்கே ஒன்றிற் கொன்றான சார்புகளின் மூலமாக இணைத்து இரண்டுமே ஒரே உரிவெண்ணை உடையன என நிறுவலாம். சான்றாக, முழு எண் கணத்தில் (Z), 2 Z இரட்டை முழு எண் பகுதி ஆகட்டும்.

$$f(n) = 2n$$

என்று, சார்பு f: Z → 2 Z ஐ வரையறுக்க, f ஓர் ஒன்றிற்கொன்றான சார்பு (one-one map) ஆகும். மேலும் $\phi : 2Z \rightarrow Z$ எனும் சார்பை $\phi(2n) = 2n$ எனக் கணித்தால், ϕ யும் ஓர் ஒன்றிற்கொன்றான சார்பு ஆகும். எனவே இரண்டு கணங்களும் ஒரே உரிவெண்களைக் கொண்டுள்ளன.

உட்கணம். A, B எனும் இரு கணங்களில் A இன் உறுப்புகள் யாவும் B இன் உறுப்புகளாகவும் அமையு மானால், B இன் உட்கணம் (subset) ஆக A ஐக் கொள்வர். குறியீட்டில் $A \subset B$ என எழுதுவர். கணித மொழியில்

$$A \subset B \iff x \in A \Rightarrow x \in B$$

A இன் உட்கணமாக A இருக்கும். இதேபோல, வெற்றுக்கணம் (null set) ϕ, எவ்விதமான உறுப்பும் இல்லாதிருப்பதால், அதன் உறுப்புகள் யாவும் A இன் உறுப்புகளாக அமையும்; எனவே ϕ உம் A இன் உட்கணமே. இவ்விரு உட்கணங்களும் தகா உட் கணங்கள் எனப்படும். இவை தவிர்த்த மற்ற உட் கணங்கள் தகு உட்கணங்கள் எனப்படும்.

A இன் உரிவெண் n எனில் அதற்கு 2^n உட் கணங்கள் இருக்கும். இந்த 2^n உட்கணங்களின் தொகுப்பு A இன் அடுக்குக் கணம் (powerset) P(A) ஆகும். இக்கணத்தின் உரிவெண் 2^n ஆகும். A ஒரு முடிவுருக்கணமாயின் P(A) யும் முடிவுருக் கணம் ஆகும். இக்கணத்தின் உறுப்புகளை நிலைநிறுத்த இயலாது. இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைந்த கணித இயலே பூலே இயற்கணிதம் ஆகும்.

கணக் கணிப்பொறிகள்

கணச்சேர்க்கை. A, B எனும் இரண்டு கணங் களின் சேர்க்கை (union) $A \cup B$, அவ்விரு கணங்களிலு முள்ள மொத்த உறுப்புகளின் கணமாம்.
அதாவது,

$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ அல்லது } x \in B\}$$

$A \cup B$ இன் ஓர் உறுப்பு x ஆனது A இன் அல்லது B இன் அல்லது இரண்டிற்கும் உறுப்பாக அமையும். வெண்படத்தினால் (Venn diagram) பின் வருவன வற்றை நிறுவலாம்:

(i) $A \cup B = B \cup A$ (பரிமாற்று விதி = commutative law)

(ii) $A \cup A = A$ (தனித்தகைவுறு விதி = idempotent law)

(iii) $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$ (கூட்டுச் சேர்ப்பு விதி associative law)

(iv) $A \cup \phi = A$.

வெட்டுக் கணம். A, B எனும் இரண்டு கணங்களின் வெட்டுக்கணம் (intersection), $A \cap B$ அவ்விரு கணங் களுக்கும் பொதுவான உறுப்புகளின் கணமாகும். அதாவது,

$$A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ and } x \in B\}$$

கணிப்பொறி '$\cap$' கீழ்க்காணும் விதிகளை நிறைவு செய்யும்:

(i) $A \cap B = B \cap A$

(ii) $A \cap A = A$

(iii) $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$

(iv) $A \cap \phi = \phi$

மேலும் சேர்க்கையும் வெட்டும் பிரித்துப் பெருக்கும் விதியினை நிறைவு செய்வன.
அதாவது,

$$(A \cup B) \cap C = (A \cap C) \cup (B \cap C)$$

$$(A \cap B) \cup C = (A \cup C) \cap (B \cup C)$$

நிரல் கணம் A, B எனும் இரு கணங்களில், B ஐப் பொருத்த A இன் நிரல் (complement) கணம், B/A, Bஇன் A இலிருக்கும் உறுப்புகளைத் தவிர்த்த மற்ற உறுப்புகளின் கணமாகும்.

$$B/A = \{ x \mid x \in B \;\&\; x \notin A \}$$

B ஐப் பொதுக்கணம், X எனக் கொண்டால், A இன் நிரல் கணம், A′ A இன் உறுப்பு இல்லாத மற்ற பொருள்களின் கணமாம்.

$$A' = \{ x \mid x \notin A \}$$

கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளை வெண்படம் மூலமாக நிறுவலாம்.

(i) $(A')' = A$

(ii) $(A \cup B)' = A' \cap B'$

(iii) $(A \cap B)' = A' \cup B'$

(iv) $B/A = B \cap A'$

(v) $X' = \phi$

(vi) $\phi' = X$

(vii) $A/\phi = A, \ \phi/A = \phi$

(viii) $A/X = \phi, \ X/A = A'$

(ix)* டீ மார்கன் விதிகள்

$A/(B \cup C) = (A \backslash B) \cap (A \backslash C)$

$A/(B \cap C) = (A \backslash B) \cup (A \backslash C)$

சமச் சீர் மாறல். A,B எனும் இரண்டு கணங்களின் சமச்சீர் மாறல் கணம், $A \triangle B$ என்பது

$$A \triangle B = (A \backslash B) \cup (B \backslash A)$$

கீழ்க்காணும் சமன்பாடுகளை எளிதில் நிறுவலாம்.

(i) $A \triangle B = B \triangle A$

(ii) $A \triangle (B \triangle C) = (A \triangle B) \triangle C$

(iii) $A \triangle B = (A \cup B) \backslash (A \cap B)$

பூலே இயற்கணிதம். கணம் X இன் அடுக்குக் கணத்தை எடுத்துக்கொள்ளலாம். கணிப்பொறிகளாகிய $\cup, \cap, /$ஆகியவற்றால் கிடைப்பன.

$$\left.\begin{array}{l} A \cup A = A; \ A \cup B = B \cup A; \\ (A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C) \end{array}\right\} \quad (1)$$

$$\begin{array}{l} A \cap A = A; \ A \cap B = B \cap A; \\ (A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C) \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{l} A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C) \\ A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C) \end{array} \quad (3)$$

$$\left.\begin{array}{l} A \cap \phi = \phi; \ x \cap A = A; \\ A \cup \phi = A; \ x \cup A = X \\ A \cap A' = \ ; A \cup A' = X \end{array}\right\} \quad (4)$$

மேற்குறித்த விதிகள் யாவும் அடிப்படையானவை. இவற்றால் இயற்கணிதத்தில் மற்ற வாய்பாடுகள் யாவற்றையும் அறுதி செய்ய முடியும். இவற்றிற்கும் சாதாரண இயற்கணிதத்துக்கும் உள்ள தொடர்பை பூலே வலியுறுத்தியுள்ளார்.

$$A \cap B \rightarrow ab$$

$$\phi \rightarrow o$$

$$X \rightarrow 1$$

$$A' \rightarrow 1\text{-}a$$

$$A \cup B \rightarrow a+b - ab.$$

எனக் கொண்டால், மார்ஷல் ஸ்டோன் என்பார் பூலேயின் இயற்கணிதம் சாதாரண இயற்கணிதத்துக்குப் பொருந்தும் என நிறுவியுள்ளார். இவையே பூலேயின் வளையங்களுக்கும் பொருந்தும்.

1941 இல் நியூமான் என்பார் பூலேயின் இயற்கணிதம், வளையம் ஆகியவற்றிற்குப் பொருந்துமாறு கீழ்க்காணும் விதிகளை உண்டாக்கினார்.

$$\begin{array}{l} a(b+c) = ab+ac \\ (a+b)c = ac+bc \end{array} \quad (5)$$

$$\begin{array}{l} a.1 = a; \ a + o = o + a = a \\ a a' = o; \ a + a' = 1 \end{array} \quad (6)$$

இவ்விதிகளால் மற்ற விதிகள் யாவற்றையும் நிறுவிட இயலும். முடிவுறு பூலேயின் இயற்கணிதத்தில் 2^n உறுப்புகள் மட்டுமே உள்ளன. இவை {1,2,......n} என்னும் கணத்தின் அடுக்குக் கணத்திற்குச் சமமானவை. இதை n ஆக்கிகளையுடைய பூலேயின் இயற்கணிதம் (Boolean algebra) என்பர். முடிவுறாப் பூலேயின் இயற் கணிதம் ஆழ்ந்த கருத்துகளை உடையது. மிக முக்கியமான முடிவு ஸ்டோனின் பதிலியுறுத்தும் தேற்றம் (representation theorem), S எனும் கணக்களத்தை (field of sets) ஒரு கணம் Iஇன் உட்கணங்களால் அமைத்திடலாம். A,B என்பன S இன் உறுப்புகளாக, வெட்டு $A \cap B$, சேர்க்கை $A \cup B$, நிரலி A′ ஆகியவற்றைப் புனைவுச் செயலாகக் கொள்ளலாம், அவ்வாறாயின் எந்த ஒரு பூலேயின் இயற்கணிதமும் ஒரு கணக்களத்திற்குச் சமனி (equivalent) ஆகும். இதை வளையத்தின் ஒளிரகம் (ideal), பகாஒளிரகம் (prime ideal) உதவியால் நிறுவிடலாம். பூலே வளையத்தில் எல்லாப் பகா ஒளிரகங்களும் மீப்பெரு ஒளிரகங்கள் (maximal ideals) ஆகும்.

முடிவுறாப் பூலேயின் இயற்கணிதத்தில் முடிவுருப் பிரித்துச் சேர்க்கும் விதிகளைக் காணவேண்டும். இவ்விதிகளை ஒரு களம் கொண்டிருக்குமானால் அதனை σ- களம் என்பர். ஆல்ஃப்ரடு டார்ஸ்க் என்பார் σ - களத்திற்கும் σ - வினால் நிறைவுறு

பூலேயின் இயல்பியல் சமனியாகும் என நிறுவியுள்ளார். இங்கு σ- களம் என்பது எண்ணுறு (countable) வெட்டு, எண்ணுறு சேர்க்கை, நிரலிகளால் ஆனவை என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. இவ்வகையை நிறைவுற்ற அணுவுறு இயற்கணிதங்களாகக் கொள்ளலாம். நிறைவுறாத அல்லது அணுவுறாத பூலேயின் இயற்கணிதத்தைப் பற்றி ஆய்வுகள் நடந்து வருகின்றன. இதற்கு அடிப்படையாகப் போரல்கணங்களின் களத்தை எடுத்துள்ளனர். மேலும், அடைவுறு விசுவ இயல் முறைகளையும் பயன்படுத்துகின்றனர்.

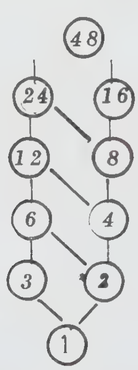
ஒழுங்கமைவு (ordering). A,B எனும் இரு கணங்களின் பெருக்கல் கணம், A×B என்பது

$$A\times B = \{(a,b \mid a\in A,\ b\in B\}$$

A×Aஇல் உள்ள ஓர் உட்கணம், R, எனில் R ஆனது Aஇலுள்ள ஓர் உறவுமுறை (relation). $(x,y)\in R$ எனில் xRy என எழுதுவர்.

எல்லா $x\in A$களுக்கும் xRx உண்மை எனில் R பிரதிபலிப்பு உறவுமுறை (reflexive relations). xRy⇒yRx என அமையும்போது R சமச்சீர் (symmetric) உறவு முறை, xRy, yRz எனில் xRz எனப்பெறப்படுமாயின், உயர்த்திடு (transitive) உறவு முறை, இம்மூன்று விதி உறவு முறைகளையும் R கொண்டிருக்குமானால், R சமனிய (equivalence) உறவு முறை. xRy, yRx எனும் போது x=y எனில் R எதிர்ச்சீர் (antisymmetric) உறவுமுறை.

ஓர் உறவுமுறை R பிரதிபலிப்பு, எதிர்ச்சீர் மற்றும் உயர்த்திரு உறவு முறையானால் அதை ஒரு பகுதி பெறு (partial) ஒழுங்கமைவு என்பர். எடுத்துக்காட்டாக, 48 ஐ வகுக்கும் இயல் எண்களின் கணத்தை எடுத்துக்கொண்டு, aRb என்பதை a ஆனது bஇனை வகுக்கும் என வரையறுக்க, முன்கூறிய அமைவு பெற்ற கணம் கிடைக்கும். இக்கணத்தை வரைபட வழியில் கீழ்க்காணுமாறு விளக்கலாம்.



இவ்வாறு அமைவுறும் கணம் சட்டகம் (lattice) எனப்படும்.

சட்டகத்திற்கு மற்றுமோர் எடுத்துக்காட்டு கணம் Aஇன் அடுக்குக் கணமாகும். இங்கு உட்கணத்து வறையறைதான் பகுதிபெறு ஒழுங்கமைவு சட்டகத்தினுள் கிடைக்கும் முற்றொருமைகள் (identities) ஆவன:

$$L\,(i)\quad x\cap x = x\cup x = x$$

$$L\,(ii)\quad x\cap y = y\cap x;\ x\cup y = y\cup x$$

$$L\,(iii)\quad x\cap(y\cap z) = (x\cap y)\cap z \qquad x\cup(y\cup z) = (x\cup y)\cup z$$

$$L\,(iv)\quad x\cap(x\cup y) = x\cup(x\cap y) = x$$

மேற்கூறிய நான்கு முற்றொருமைகளையும் புனைவுச் செயலாகக் (abstraction) கொண்டால் அவை அக்கணத்தில் ஒரு பகுதி ஒழுங்கமைவைக் கொடுக்குமெனப் பியர்ஸ் என்பார் 1980 இல் நிறுவியுள்ளார்.

எல்லாக் கணங்களின் வளையங்களும் சட்டகங்கள். அவை பிரித்துப் பெருக்கும் பண்பு பெற்றவை. பூலேயின் எல்லாப் பிரிவுகளும் இவ்வகைச் சட்டகங்களே. இவையிரண்டும் ஒன்றிற்கொன்று தொடர்பு உடையன.

ஒரு குலமும், அதன் உட்குலங்களும் சட்டகமாக அமையும். பொதுவான ஓர் இயற்கணிதத்தை எடுத்துக் கொண்டு பெறப்படும் முடிவுகள் யாவும் சட்டகங்களுக்குப் பொருந்தும். எந்த ஓர் இயற்கணித முறையும் ஏதேனும் ஒரு சட்டகத்தின் பகுதியாக அமைந்துவிடும். ஒருமித்த பகுப்பிடு தேற்றம் சட்டகங்களுக்கும் அதன் வழியில் பொருந்தும்.

அடைத்த (closed) கணங்கள், திறந்த (open) கணங்கள், அளவுறு (measurable) கணங்கள், போரல் கணங்கள் ஆகியவற்றில் சில பூலேயின் இயற்கணிதமாக அமைகின்றன. ஆயினும் X எனும் இடத்தியலில் அடைந்த கணங்கள் நிரல் இல்லா, பிரித்துப் பெருக்கும் சட்டகம் L (X) ஆக அமைந்துள்ளன. நிரல் உறுப்புகள் X ஐப் பிரித்திடும் கணங்களாம்.

டெடிக்கைன்ட் வெட்டுகளை விரிவுபடுத்தி எந்த ஒரு சட்டகம் A உம் முழுமை பெறும் சட்டகமாக மாற்றப்படலாம். இதில் Aஇன் எந்த ஓர் உட்கணத்தை எடுத்துக் கொண்டாலும், அது ஒரு மீச்சிறு உறுபீபும் மீப்பெரு உறுப்பும் உடையதாக அமைந்திருக்கும். இதன் உதவியால் இடத்தியலில் ஒருங்கமைவு அல்லது குவியும் பண்பினைப் பற்றிய தேற்றங்களை எளிதில் நிறுவிடலாம். முக்கியமான இத்தகைய நிறுவலுக்கு எண்ணுறு மூலக்கூறுகளின் உதவி தேவையில்லை.

சார்புவெளிகளில் தூரக் கணக்கீட்டு முறையினை விடுத்து, திசையீ சட்டகத்தின் உதவியால் பல முக்கிய தேற்றங்களை நிறுவிடலாம்.

சார்புகள். $A \times B$ இன் உட்கணமாகிய R எனும் உறவுமுறை பின்வரும் கட்டுப்பாடுகளை நிறைவு செய்யுமானால் R ஒரு சார்பு ஆகும்.

(i) $(x,y) \in R \quad x \in A \quad \forall$

(ii) $x \in A$ எனில் R இல் (x,y) என ஒரே ஓர் உறுப்பு மட்டும் இருக்கும்.

இதை $f: A \rightarrow B$ என எழுதுவர். மேலும் $(x,y) \in R$ எனில் $f(x) = y$ என்பர்.

y = x இன் பிம்பம் (image)

x = y இன் பிரதிபிம்பம் (pre image)

f = சார்பு

A = f இன் மதிப்பகம் (domain)

B = f இன் துணை மதிப்பகம் (codomain)

எனக் குறிப்பிடுவர். x மட்டுமே y இன் பிரதி பிம்பமாக இருக்க வேண்டுமென்பதில்லை. A இன் வேறு உறுப்புகளும் இருக்கலாம். எனவே y இன் பிரதிபிம்பம் $f^{-1}(y)$ ஆனது A இன் ஓர் உட்கணமாம்.

Bயின் உட்கணம் X இன் பிரதிபிம்பம் $f^{-1}(x)$ ஆனது.

$$f^{-1}(x) = \{x \mid f(x) \in X\} \subset A$$

மேலும் $f(A) = \{y \in B \mid y = f(x),\ x \in A\}$

எனும் B இன் உட்கணத்தை f இன் வீச்சு எனலாம். உண்மையில் $f: A \rightarrow B$ எனும் சார்பு A க்கு B இல் ஓர் உருமாற்றம் (transformation) செய்து வைக்கிறது. இவ்வுரு மாற்றம் A இன் தன்மைகளின் அளவையும் அமைப்பையும் மாற்றிடலாம். சுழற்சி (rotation), இடப்பெயர்ச்சி (transition), பிரதிபலிப்பு (reflection), உரு ஒப்புமை (similarity) ஆகிய யாவும் சார்புகளே.

இடத்திய வெளி (topological space). இடத்திய லானது கணங்களின் தன்மைகளை மிக அதிகமான அளவில் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. அதன் உதவி யால் சார்புகளின் தொடர்ச்சியையும் ஒருங்கிடு தொடரிகளையும் (convergent sequences) எல்லைப் புள்ளிகளையும் பற்றி ஆராய்கிறது.

ஓர் இடத்திய வெளியினைக் கீழ்க்காணுமாறு வரையறுக்கலாம்.

X என்பது புள்ளிகளின் கணம். அதன் உட்கணங் களின் ஒரு தொகுதி (y) திறந்த கணங்கள் ஆனால் அவற்றின் பண்புகளைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

(i) $\phi \in y; \quad x \in y$

(ii) $A \in y, \quad B \in y \Rightarrow A \cap B \in y$

(iii) $\{A_i : i \in I\}$ ஒரு திறந்த கணத்தொகுதி எனில்

$$\cup A_i \in y$$

(x,y) ஓர் இடத்தியவெளி எனவும், y என்பதுx இன் மீதுள்ள இடத்தியல் எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

R என்பது மெய்யெண்களின் கணம். A ஒரு திறந்த இடைவெளி (open interval) எனில்

y = {A/A திறந்த இடைவெளி} எனக் கொண்டு (R,y) இடத்தியவெளியாகும்.

தொடர்ச்சி. $f: x \rightarrow y$ என்பது இடத்திய வெளிகள் x,y ஆகியவற்றில் குறிப்பிடப்படும் ஒரு சார்பு எனில், f என்பது தொடர்ச்சி பெற வேண்டுமானால், $B \subset A$ திறந்த கணமாக $f^{-}(B) \subset x$ ஒரு திறந்த கணமாக இருத்தல் வேண்டும்.

இரு தொடர்ச்சி, சார்புகளின் பெருக்கல் சார்பும் தொடர்ச்சியே. ஓர் அளவுறு வெளியிலும் திறந்த கோளங்களைத் திறந்த கணங்களாக வரை யறுத்து, அதனை ஓர் இடத்திய வெளியாக மாற் றிடலாம்.

ஓர் இடத்தியவெளியிலிருந்து மேலும் வெளி களை உற்பத்தி செய்ய இயலும். ஒரு வெளி X இன் உட்கணம் y எனவாக, A ஒரு X இன் திறந்த கண மென்றால், $Y \cap A$ ஐ Y இன் திறந்த கணமாக வரை யறுத்து Y ஐ ஓர் இடத்திய வெளியாகச் செய்திட லாம். X,Y எனும் இரு இடத்திய வெளிகளை $X \times Y$ எனும் பெருக்கல் வெளியாகவும் படைக்கலாம்.

- மு. திரவியம்

கணத்தாக்கு

குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் விசையின் தொகை யீடு கணத்தாக்கு (impulse) எனப்படும். கால இடை வெளி t_0 இலிருந்து t_1 வரையுள்ள விசை F க்கான கணத்தாக்கு $\bar{J}$ ஐப் பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$\bar{J} = \int_{t_0}^{t_1} \bar{F} dt \qquad (1)$$

எனவே கணத்தாக்கு கால இடைவெளி மற்றும் அக்குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் செயல்படும் சாராசரி விசை ஆகியவற்றின் பெருக்கல் பலனுக்குச்

சமமாகும். இது ஒரு திசையன் அளவாகும். இதன் அலகு உந்தத்தின் அலகே ஆகும்.

உந்தம் - கணத்தாக்கு ஆகியவற்றிற்கிடையே யான தொடர்பானது கொடுக்கப்பட்ட கால இடை வெளியில் தோன்றும் உந்த மாறுபாடு, அக்குறிப் பிட்ட கால இடைவெளியில் செயல்படும் தொகுபயன் விசையின் கணத்தாக்கிற்குச் சமமாகும். இத்தொடர்பு கால இடைவெளி t_0 இலிருந்து t_1 வரையுள்ள நியூட்டனின் இரண்டாம் விதியின் தொகையீட்டினால் நிரூபிக்கப்படுகிறது. t நேரத்தில் உந்தம் p எனவும், t_0 மற்றும் t_1 நேரத்தில் உந்தம் முறையே p_0 மற்றும் p_1 எனவும் கொண்டால்,

$$\vec{J} = \int_{t_0}^{t_1} \vec{F}dt = \int_{t_0}^{t_1} \frac{d\vec{p}}{dt} dt$$

$$= \int_{\vec{P}_0}^{\vec{P}_1} d\vec{p} = \vec{p}_1 - \vec{p}_0 \qquad (2)$$

நிறை (m) மாறிலியாக இருக்கும்போது, உந்தத் தில் தோன்றும் மாற்றத்தை t_1 மற்றும் t_0 காலங் களின் திசை வேகம் முறையே v_1 மற்றும் v_0 வினால் குறிப்பிடலாம். எனவே

$$\vec{J} = m(v_1 - v_0)$$

குறைந்த கால வட்டத்தில் பெருமளவு விசை செயல் படும்போது கணத்தாக்குக் கருத்து மிக்க பயனுள்ள தாக அமைகிறது. பெரும்பான்மையான இத்தகைய நிகழ்வுகளில் உந்தமாற்றம் கணத்தாக்கைக் கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது. உந்தம் மற்றும் கணத்தாக்கு இவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பு, ஒவ்வொரு கண நேரத்திலும் எவ்வாறு விசை மாற்றமடைகிறது போன்ற சிக்கலான - விரிவான விளக்கங்களை விடுத்து எளிதாக விளக்குகிறது. அணுக்கள், மூலக் கூறுகளின் மோதலினால் உருவாகும் விசை இவ் வகையைச் சார்ந்தது. ஏனெனில் அணுக்கள் அல்லது மூலக்கூறுகள் மோதுங்காலத்தில் விசை விரைவாக மாற்றமடைகிறது.

ஓர் அமைப்பில் மிகக் குறைவான நேரத்தில் ஒரு விசை செயல்படுவதாகக் கொண்டால், அவ்வமைப்பில் உந்தமாற்றம் மிகக் குறைந்த கணத்திலேயே நிகழ் கிறது. அக்குறைந்த நேரத்தில் அவ்வமைப்பை நிலையானதாகக் கொண்டால் அந்நேரத்தைக் கொண்டு மிக எளிய கணத்தாக்கு அமைப்பைப் பெறலாம்.

கணத்தாக்கு விளைவு இயக்கத்தின் தொடக்க நிலைகளைத் தருகிறது. சான்றாக உந்துகை கால்வனோமீட்டரில் (ballistic galvanometer) மிகக் குறைந்த கணத்தில் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. நிலையாக உள்ள உந்துகை கால்வனோமீட்டருக்கு மின்னோட்டத்தினால் ஒரு கணத்தாக்கு அளிக்கப் படுகிறது. சுருளில் மின்னோட்டம் பாயும்போது சுருள் நிலை உள்ளதாகக் கருதப்படுகிறது, ஏனெனில் சுருளில் மின்னோட்டம் மிகக் குறைந்த கணமே பாய்கிறது. மின்னோட்டத்தின் விளை வினால் சுருளில் பின்னர்த் தோன்றும் இயக்கம் பின் தொடர்பான இயக்கங்களின் தொடக்கத் திசை வேகத்தை அளிக்கிறது.

- ஜா. சுதாகர்

கணித அறிவியல் நிறுவனம், சென்னை

இந்நிறுவனம், சென்னையில் 1962 ஆம் ஆண்டு ஐனவரி மாதம் முனைவர் அல்லாடி இராமகிருஷ்ணன் என்னும் கணித-இயற்பியல் வல்லுநரை இயக்கு நராகக் கொண்டு, தொடங்கப்பட்டது. அப்பொழுது இந்தியப் பிரதமராக இருந்த பண்டித ஜவஹர்லால் நேருவின் ஆதரவுடன் நிறுவப்பட்டது. தமிழக அரசு மற்றும் மத்திய அரசுகளின் நிதி உதவி பெற்றாலும் முற்றிலும் தன்னிச்சையாகவே இந்நிறுவனம் செயல் படுகிறது. கணிதம், இயற்பியல் இவற்றின் வளர்ச் சிக்காக இந்நிறுவனம் ஆற்றிவரும் தொண்டு சிறப்புடையது. அறிவியலில் சிறந்து விளங்கும் இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா, ரஷ்யா, ஜப்பான், ஜெர்மனி போன்ற நாடுகளில் நிறுவப்பட்டிருக்கும் ஆய்வு நிலை யங்களுடன் தொடர்பு கொண்டு, அவற்றிற்கு இணையாக இந்தியாவில் இந்நிறுவனம் அறிவுத் தொண்டில் சிறந்து விளங்கிவருகிறது.

இதை நிறுவியவரும் முதல் இயக்குநருமான முனைவர் அல்லாடி இராமகிருஷ்ணன் 'தனி இயற் பியல் கருத்தரங்கு' (theoretical physics seminar) என்ற ஆய்வுக் கூடத்தை அமைத்தார். அதற்கு டிராக் (Dirac); ஒலிபண்ட் (Oliphant) அப்துல்சலாம் (Abdul Salam) நோபல் பரிசு பெற்ற நீல்ஸ்போர் (Neils Bohr) சந்திரசேகர் போன்ற பல அறிவியல் மேதைகள் வருகை தந்து ஊக்குவித்துள்ளனர். இக்கருத்தரங்கின் சீரிய பணியை மேலும் ஊக்குவிக்கும் வண்ணம் தமிழக அரசும் மத்திய அரசும் நிதி உதவி செய்து கட்டடம் முதலியவற்றை அளித்து 1962 இல் 'கணித அறிவியல் நிறுவனம்' (Matscience Institute) என்னும் பெயரில் நிறுவியுள்ளன.

தொடக்கத்தில் 21 ஆண்டுகள் இந்நிறுவனத் துக்கு, முனைவர் அல்லாடி இராமகிருஷ்ணன் இயக்குநராகப் பொறுப்பேற்றார். அடுத்து முனைவர் சுதர்சன் என்னும் பேராசிரியர் இயக்குநராக

இருக்கிறார். முனைவர் சுதர்சன் அவர்கள் 'மூன்றாம் உலக இயற்பியல் அவையின் பரிசை' (III world academy prize for physics) முதன்முறையாகப் பெற்ற வர்.

இந்நிறுவனத்தின் அறிக்கைகள் ''அறிவியல் ஆய்வு நமது அன்றாட வாழ்க்கையின் ஒரு பகுதியாக ஆகும்போதுதான் முழுமை பெறுகிறது'' என்னும் குறிக்கோளுடன் தொடங்கி மேலும் பல நோக்கங்க ளைப் பின்வருமாறு அறிவிக்கின்றன.

செயல்முறை ஆக்கப் பணிகளுக்கும், கணித அடிப்படையைக் கொண்ட அறிவியல் வளர்ச்சியில் ஈடுபடுவதன் மூலம் பெறுகின்ற இன்பத்திற்கும் ஏற்ற வாய்ப்பையும் சூழ்நிலையையும் உருவாக்கித்தருதல்; தனிக் கணிதம் (pure mathematics), பயன்படுகணிதம் (applied mathematics), தனி இயற்பியல் (theoretical physics), பயன்படு இயற்பியல் (applied physics), விண் மீன்களைப் பற்றிய இயற்பியல் (astrophysics) இவை பற்றி ஆய்வு செய்வதற்கு உதவுதல்; அனைத்து நாடுகளையும் சார்ந்த அறிவியலாருடன் தொடர்பு கொண்டு ஆய்வு செய்வதற்கான திறனை வளர்த்தல்; நிறுவனத்தில் அனைத்து நாடுகளையும் சார்ந்த அறிவியலாரின் சொற்பொழிவு, கருத்தரங்குகளை நடத்திப் புதிய அறிவியல் கருத்துகளைப் பகிர்ந்து கொள்ளுதல் முதலிய திட்டங்களைக் குறிக்கோளாக நிறுவனம் அறிவிக்கின்றது. தொடக்க காலத்தி லிருந்தே இக்குறிக்கோள்கள் நல்ல முறையில் நிறை வேற்றப்பட்டு வருகின்றன.

இங்குள்ள அறிவியலார்களின் புதிய கண்டுபிடிப் புகள் பற்றிய கட்டுரைகள் உலக அறிவியல் ஏடு களில் நூற்றுக்கணக்கில் வெளிவந்துள்ளன. இக் கட்டுரைகள் நிறுவனத்திலுள்ள நூலகத்திலும் வைக்கப்பட்டு மாணவர்களுக்குப் பயன்படுகின்றன. வெளிநாடுகளிலிருந்தும் அறிவியலார் பலர் வந்து தங்கி ஆய்வுகள் செய்து அறிக்கைகள் வெளியிட் டுள்ளனர். மேலும் இங்கு நடைபெறும் பல கருத் தரங்குகள், கோடை வகுப்புகள் ஆகியவற்றின் அறிக்கைகளும் நூலகத்தில் உள்ளன.

இந்தியாவின் பல பல்கலைக்கழகங்களிலிருந்து வந்து இந்நிறுவனத்தில் ஆய்வு செய்யவும், இந் நிறுவனம் அளிக்கும் முனைவர் பட்டத்திற்கு எங்கும் சிறப்புள்ளமையால் அப்பட்டம் பெறவும் மாணவர் பலர் வருகின்றனர்.

'வருகைதரும் பேராசிரியர்கள் திட்டம்' (visiting professors scheme) ஒன்று இந்நிறுவனத்தில் செயல்படுவதன் மூலம் நூற்றுக்கணக்கான மேதைகள் பலநாடுகளிலிருந்தும் இங்குவந்து சொற்பொழி வாற்றுகின்றனர். ஒவ்வோர் ஆண்டும் சனவரி மாதத்தில் ஒரு பெரிய கருத்தரங்கு அமைக்கப் பெற்றுப் பல நாட்டு அறிவியலார் தங்கள் கண்டு பிடிப்புகளைப் பரிமாறிக் கொள்கின்றனர்.

இங்கு நடக்கும் ஆராய்ச்சிப் பகுதிகளில் சில பின்வருமாறு:

நிகழ்தகவுச் சார்பு முறைகள் (stochaistic processes) அடிப்படைத்துகள் இயற்பியல் (particle physics) அணு இயற்பியல் (nuclear physics) பலதுகள், சுருக் கிய பொருள் இயற்பியல் (many particle, condensed matter physics) புள்ளியல் இயக்கவியல் (statistical mechanics) தனிக்கணிதத்தின் அனைத்துப் பிரிவுகளின் கணக்கிடுபொறியியல் (computer science) போன்ற பல உள.

நூலகம். இங்கு ஒரு சிறந்த நூலகம் உள்ளது. இதில் ஏறக்குறைய 20,000 சிறந்த கணித இயற் பியல் நூல்கள் உள்ளன. பல்வேறு நாடுகளிலிருந்தும் நூற்றுக்கு மேலான அறிவியல் ஏடுகள் வருகின்றன. இவற்றுடன் இந்நிறுவனத்தின் அனைத்து வெளியீடு களும் அறிக்கைகளும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மாணவர் களும் ஆசிரியர்களும் பயன்படுத்துவதற்கு இங்கு வசதியான படிப்பகமும் உள்ளது.

ஆட்சிக்குழு. இந்நிறுவனத்துக்குத் தமிழக அரசின் கல்வி அமைச்சர், தமிழக அரசின் கல்விச் செயலர், மத்திய அரசின் அணு ஆராய்ச்சித்துறையின் தலைவர், மத்திய அரசின் அணு ஆராய்ச்சித்துறை யின் செயலர், இந்நிறுவனத்தின் இயக்குநர், இந் நிறுவனத்தின் பேராசிரியர் ஒருவர் ஆகிய 6 உறுப் பினர்கள் கொண்ட ஆட்சிக்குழு உள்ளது.

- எல்.இராசகோபாலன்

கணிதக் குறிகளும், குறியீடுகளும், குறிமுறை களும்

குறிகள் (signs), குறியீடுகள் (symbols), குறிமுறைகள் (notations) ஆகியவற்றைப் பயனபடுத்துவதால் கணிதச் செயல் முறைகள் (mathematical operations) மிகவும் எளிமையாகும். சில குறியீடுகள், செயல் முறை எவ்வாறு நிகழ வேண்டும் என்பதை விளக்கு கின்றன. சில குறிமுறைகள் சொற்றொடர்களுக் காகப் பயன்படுகின்றன. தற்போது பயன்படுத்தப் பட்டு வரும் குறியீடுகள் கணிதத்தில் மிகவும் அடிப் படையானவை. அவை நீண்ட நாளாகப் பல நாடு களில் பல மொழிகளில் பலவாறாகப் பயன்படுத்தப் பட்டு வந்து, வளர்ச்சியடைந்த நிலையை எட்டி யுள்ளன. தற்போது இக்குறியீடுகள் உலகமனைத்தும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன

ஒவ்வொரு குறியீடும் மிகவும் எளிமையாகவும், சுருக்கமாகவும் இருக்கவேண்டும். அப்போதுதான் அவற்றைப் பார்த்தவுடன் மனத்தில் பதியவைத்துக் கொள்வதற்கும், எளிதில் எழுதுவதற்கும், அச்சிடு

வதற்கும் எளிதாக இருக்கும். அன்றாடம் பயன்படுத்தும் குறிகள், குறியீடுகள் குறிமுறைகளின் பட்டியல் மிகவும் அதிகம். குறிகள், குறியீடு பெரும்பாலும், இலத்தீன், கிரேக்க, ஜெர்மன், ஆங்கிலம் போன்றவற்றின் அகரவரிசைகளிலிருந்து எடுத்துக் கையாளப்படுகின்றன. ஆங்கில எழுத்துகளில் சில பின்னடைவு (subscript), மேல்பின்னடைவு, முன்னடைவு (superscript) போன்றவற்றைப் பயன்படுத்தியும் எழுதப்படுகின்றன. சான்றாக, x_1, x_2, ...; x^1, x^2, ... x'' x'', x''' ... போன்றவையாகும்.

சில அளவுகளுக்காக (quantities) ஒரு பிரிவில் அல்லது ஒரு கணக்கில் பயன்படுத்தப்படும் ஒரு குறியீட்டை மற்றொரு பிரிவில் அல்லது மற்றொரு கணக்கில் பயன்படுத்தக்கூடாது என்ற கட்டுப்பாடு கிடையாது. அதேநேரத்தில் அகர வரிசையில் முதல் பாதி எழுத்துக்களைத் தெரிந்த அளவுகளுக்கும் (known quantities) பின்பாதி எழுத்துகளைத் தெரியா அளவுகளுக்கும் (unknown quantities) பயன்படுத்துதல், கையாளும்போது சிக்கல் ஏற்படுவதைத் தவிர்க்கும். மேலும் பயன்படுத்தும் குறியீடு மாறியா (variable) அல்லது மாறிலியா (constant) என்பதை நன்கு உணரவேண்டும். சில முக்கிய குறிகள், குறியீடுகள், குறிமுறைகள் போன்றவை அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை

X, Y	கணங்கள் (sets)
$x \in X$	x என்பது கணம் X இல் ஓர் உறுப்பாகும்
$x \notin X$	y என்பது கணம் X இன் உறுப்பு அன்று
$A \subset X$, $A \subseteq X$	கணம் A, கணம் X இல் உள்ளடங்கியிருக்கிறது
$A \not\subset X$, $A \not\subset X$	கணம் A, கணம் X இல் உள்ளடங்கி அமையவில்லை
$X \cup Y$, $X+Y$	கணம் X,Y இவற்றின் சேர்ப்புக் கணம் (union of sets) அல்லது கூட்டுக் கணம்.
$X \cap Y$, $X.Y$	கணம் X,Y இவற்றின் வெட்டுக்கணம் (intersection set)
$\cup X_i$, ΣX_i	X_1, X_2 ... என்ற அனைத்துக் கணங்களின் சேர்ப்புக் கணம் அல்லது கூட்டுக்கணம்
$\cap X_i$, πX_i	X_1, X_2 ... என்ற அனைத்துக் கணங்களின் வெட்டுக்கணம்
ϕ, o, $\wedge$	வெற்றுக் கணம் அல்லது பூஜ்யக்கணம்
X', cX	கணம் X இன் நிரப்பிக்கணம் (complement set)
$X-Y$, X/Y	கணம் X, Y ஆகியவற்றின் வேறுபாடு
$\{x/p(x)\}$, $\{x:p(x)\}$	p (x) தன்மையுடைய அனைத்து x களை உறுப்பாகக் கொண்ட கணம்
(x, y, z)	வரிசைப்படுத்தப்பட்ட உறுப்புகளையுடைய கணம்
$\{x, y, z\}$	வரிசைப்படுத்தப்படா உறுப்புகளுடைய கணம்
$\{a_1, a_2 \dots a_n\}$ $\{a_i\}_i = 1, 2 \dots N$, $\{a_i\}_{i=1}^{N}$	a_1, a_2 ... ஆகியவற்றை உறுப்புகளாக உடைய கணம்
$\{a_1, a_2, \dots\}$, $\{a_i\}_i = 1, 2 \dots \{a_i\}_{i=1}^{\infty}$	a_1, a_2 ... ஆகியவற்றை உறுப்புகளாக உடைய கணம்
$X \times Y$	கார்டீசியப் பெருக்கல் கணம். இதில் $x \in X$, $y \in Y$ என்றவாறு (x,y) என்ற அமைப்பில் உறுப்புகள் இருக்கும்
$\{a_i\}\ i \in I$	$i \in I$ என்றவாறு அனைத்து உறுப்புகளையும் கொண்ட கணம்
$\equiv$, $\cong$, $\sim$, $\simeq$	சமனியத் தொடர்பு (equivalence relation)
f	

$f: x \to y$, $x \to y$ $x \to y$, $f \in y^x$	சார்புகள் (function), அமைப்பு மாற்றி (mappings), உருமாற்றம் (transformation)
f^{-1}, $x \overset{f-1}{\longleftarrow} y$	எதிர்மாறு அமைப்பு மாற்றி (inverse mapping)
gof, $(gof)(x) = g(f(x))$	கூட்டுச் சார்புகள் (composite functions)
$f(x)$	f என்ற சார்பினால் அல்லது அமைப்பு மாற்றியினால் ஏற்படும் நிழல் (image) கணம்.
$f^{-1}(x)$	எதிர்மாறு நிழல் கணம்.
$1 - 1$	ஒன்றுக்கொன்று ஒத்தியைபுடைய (one-one correspondence)
$A \geqslant o$	ஓர் எதிர்மம் (negative) அற்ற எண்
x/y	
$x \equiv y \pmod p$	x என்ற எண் y ஆல் வகுக்கப்படுகிறது
$[a,b]$	மூடிய இடைவெளி
$[a,b]$, $[a,b]$	பகுதி திறந்த இடைவெளி
(a,b), $]a,b[$	திறந்த இடைவெளி
$(-\infty,\infty)$, $]\leftarrow, \rightarrow[$	அனைத்து மெய்யெண்களின் கணம்
$\max_{x \in x} f(x)$ $\max\{f(x)/x \in x\}$	xєXஇல் இருக்கும்போது f(x) இன் பெருமம் (maximum)
$\lim_{x \to a} f[x] = b$ $f[x] \to b$ as $x \to a$	x,a நெருங்கும்போது f(x) இன் எல்லை b
$Z = x+iy$	கலப்பு எண்
Z, Z^x	கலப்பு எண் இணை
Re Z	Zஇன் மெய்ப்பகுதி
Im Z	Zஇன் கற்பனைப் பகுதி
lim sup, lim	உயர் எல்லை
lim inf lim	தாழ் எல்லை
$\int_E f(x)\, d\mu\, (x)$	அளவு (measure) μவைப் பொறுத்துக் கணம் E இன் மீது சார்பு fக்குத் தொகை (integral)
$f(x) \uparrow b$, $f(x) \uparrow b$	f(x) வளர்ந்து எல்லை bஐ நெருங்குதல்
$f(x) \downarrow b$, $f(x) \downarrow b$	f(x) குறைந்து எல்லை bஐ நெருங்குதல்
$c(x)$, $c^o(x)$	தொடர்ச்சியான சார்புகளின் வெளி
$[x]$	xஇன் தொகைகாண் பகுதி
$\left(\frac{n}{p}\right)$	லெஜெண்டர் குறியீடு
$\binom{n}{r}$, nc_r, $n\,C_r$	ஈருறுப்புக் கெழு (binomial coefficient)
e^x, exp	அடுக்குக்குறிச் சார்பு (exponential function)
sinhx, coshx, tanhx	அதிவளையச் சார்புகள் (hyperbolic function)
$\gamma\ (x)$	காமாச் சார்பு

$J_v(x)$	பெசல் சார்பு
$\chi_v(x)$	கணம் X இன் சிறப்பியல்பு சார்பு. இது x∈X எனும்போது $\chi x(x)=1$ எனவும் x∉X எனும்போது $\chi_x(x)=0$ எனவும் இருக்கும்
$\delta(x)$	டைராக்-டெல்டா சார்பு
i	- 1 இன் கற்பனை வர்க்க மூலம் $i^2 = -1$
∞	அளவிலி, முடிவிலி (infinity)
+	கூட்டல் குறியீடு
—	கழித்தல் குறியீடு
±	கூட்டல் அல்லது கழித்தல்
×	பெருக்கல்
÷	வகுத்தல்
≈	தோராயமாக
=, ::	சமம்
>	a>b, a ஐவிடப் பெரியது b
<	a<u bஐவிடச் சிறியது a
$\sqrt[n]{a}$, $a^{1/n}$	a-இனுடைய n இன் மூலம் (nth root of a)
$\|y\|$	y இன் தனிமதிப்பு (absolute valve of y)
$\|ab \ldots\|$	அணிக்கோவை (determinant)
n!. $\underline{\|n}$	எண் 1 இலிருந்து n வரை அனைத்து எண்களின் பெருக்கல்
$_nP_r$, $P(n,r)$	n பொருள்களிலிருந்து ஒவ்வொரு முறைக்கும் r பொருள்கள் வீதம் செய்யப்படும் வரிசை மாற்றம்
$\log_{10} a$, log a	10 ஐ அடியாகக் கொண்ட a இன் மடக்கை அல்லது மடக்கை a
<, ∧	கோணம்
∟	செங்கோணம்
⊥	செங்குத்தாக
ǁ	இணையாக
△, ⚠	முக்கோணம், முக்கோணங்கள்
○, Ⓢ	வட்டம், வட்டங்கள்
$\overset{\frown}{Bc}$	B,C ஆகியவற்றை முனைகளாக உடைய வில்
π	வட்டத்தின் சுற்றளவிற்கும் அதன் விட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம், $\pi = 3.14\ 15\ 9$
(r,θ)	ஒரு புள்ளியின் துருவ ஆயங்கள்
(r,θ,z)	உருளை ஆயங்கள்
(r,θ,ϕ)	கோள ஆயங்கள்
$\triangle x$	x இன் ஒரு கூடுதல் (increment)
$\frac{dy}{dx}$, y', D_y	x ஐப் பொறுத்து y ஐ வகைககெழுக்காணல்

$\frac{d^n y}{dx^n}$ $D_x{}^n y$	x ஐப் பொறுத்து yஐ n முறை வகைக்கெழுக் காணல்
$\dot{X}$	t ஐப் பொறுத்து xஐ வகைக்கெழுக்காணல்
dx	வரையறைப்படி dx என்பது $\triangle x$ க்குச் சமம்
δy	y இன் வேறுபாடு
$\frac{\delta u}{\delta x}$, u_x	y ஐ x ஐப்பொறுத்து பகுதிவகைக்கெழுச் சமன்பாடு காணல்
Σ	கூட்டுவதற்கான குறி
a^{-1}	a இன் எதிர்மாறு
G/H	காரணிக் குலம் (factor group)
$\oplus$, $\dot{+}$	நேர்கூட்டல் (direct sum)
$\otimes$	குரோனெக்கர் பெருக்கல் (Kronecker product)
$\vec{x}$	திசையன்
$\vec{x}, \vec{y}$	உள்பெருக்கல் (inner product) அளவின் பெருக்கல் (scalar product) புள்ளிப்பெருக்கல் (dot product)
$\vec{x} \times \vec{y}$, $\vec{x} \wedge \vec{y}$	வெளிப்பெருக்கல் (outer product) திசையப்பெருக்கல் (vector product) குறுக்குப்பெருக்கல் (cross product)
$\|x\|$, $\|\|x\|\|$	திசையன் x இன் இயல்பு மதிப்பு (norm value)
δ_{ij}	குரோனெக்கர் டெல்டா (Kronecker delta)
A', A^*, A^T	அணி Aஇன் நிரை நிரல் மாற்று அணி
trA	அணி A இன் டிரேஸ் (trace)
$\triangle^n f(x)$	முடிவுறு வேறுபாடு (finite difference)
$\vec{\nabla} f$, gred f	f இன் கிரேடியன்ட் (gradient of f)
$\vec{\nabla}\,\overline{V}$, div $\overline{V}$	v இன் விரிவு (divergence of v)
$\vec{\nabla} \times \vec{V}$, curlv	v இன் கர்ல் (curl of v)
∇^2	லாப்லாசியன்
d(p,q), p(p,q)	அளவை (metric), p, q ஆகிய புள்ளிகளுக்கிடையே உள்ள தொலைவு
$\bar{x}$, clx, x^-	கணம் x இன் குளோஷர் (closure of x)
$F_r x$, $f_r x$, ∂x,	x இன் வரப்புப்பகுதி
int X	இன் உட்பகுதி

T_2 வெளி	ஹாஸ்டிராப் வெளி
dimX	X-இன் பருமாணம்
$\pi_1(x)$	வெளி x இன் அடிப்படைக் குலம்
$r(\cos\theta+i\sin\theta) = r\text{cis}\ \theta$	கலப்பு எண்ணின் துருவ அமைப்பு
$\arcsin x = \sin^{-1}x$	எதிர்மாறு சைன் சார்பு
$\forall x$	அனைத்து x -களுக்கும் (for all x)
$\exists x$	ஒருசில x களுக்கு மட்டும்
$\ll$	மிகவும் குறைவான
$\gg$	மிகவும் அதிகமான

- பெ. வடிவேல்

கணிதத்தின் இயல்பு

கணிதம் என்பது கணியங்களைப் (quantities) பற்றியும், அவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்புகளைப் பற்றியும், எண்களையும், குறியீடுகளையும் (symbols) பயன்படுத்திக் கற்கும் படிப்பு எனக் கருதப்படுகிறது. கணிதம் என்னும் தமிழ்ச் சொல்லின் ஆங்கிலப் பதம் கற்கத்தக்க அறிவு எனப் பொருள்படும் ஒரு கிரேக்கச் சொல்லின் அடிப்படையில் தோன்றியதாகும். கற்கத் தக்க அறிவு என்பது ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட அறிவு என்பதையே குறிக்கும்.

ஆனால் பலர் கணிதத்தின் உண்மைப்பொருளையும் இயல்பையும் புரிந்துகொள்ளாமலும், அதன் மதிப்பைச் சரியாக உணர்ந்து கொள்ளாமலும், கணிதம் என்ற சொல்லையே அன்னியமாகக் கருதுகின்றனர். மேலும் கணிதம் மனத்தளவிலான எண்ணங்களோடே முழுதும் தொடர்புகொண்டிருப்பதால், அது உலகில் உள்ள உண்மைப் பொருள்களைப்பற்றி எதையுமே தெரிவிப்பதில்லை என்று கருதுவோரும் உண்டு. நாள்தோறும் வாழ்க்கையின் எல்லா நிலைகளிலும் கணிதக் கோட்பாடுகளைச் சந்தித்தபோதும், அதன் இயல்பைப்பற்றியும் முக்கியதுவத்தைப்பற்றியும் தெளிவற்ற எண்ணமே காணப்படுகிறது.

மனித அறிவின் வளர்ச்சி. மனிதன் தன்னைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டத்தைப் (universe) பற்றிய அறிவை இரண்டு விதங்களில் பெறுகிறான். கூர்ந்து கவனிப்பதாலும் பட்டறிவாலும் பெறுவது ஒருவகையாகும். சிந்தனைத் திறனாலும் உய்த்தறிதிறனாலும் பெறுவது பிறிதொரு வகையாகும். நடைமுறையில் பெரும்பாலும் கூர்மையான கவனிப்பையும் உய்த்தறி திறனையும் இணைத்தே அறிவைப் பெறலாம். எளிதும் நம்பத்தக்க சில வெளிப்படை உண்மைகளில் தொடங்கி, வழிமுறைகளையும் உய்த்து அறிதலையும் பயன்படுத்திச் சிலவகை அறிவைப் பெற இயலும். கணிதம் இத்தகு அறிவின் பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும்.

தேவைக்காகக் கணிதம் வளர்ச்சி பெறல். கணிதம் உய்த்தறிதலின் அடிப்படையிலான அறிவுப்பிரிவாக இருப்பினும், அதன் தோற்றம் சமுதாயத்தேவையை முன்னிட்டு நிகழ்ந்திருக்கிறது; அறிவியல் தொழில் நுட்பவியல் தேவையை முன்னிட்டு வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றது. காட்டாக, கணிதத்தின் ஒரு பிரிவாகிய நுண்கணிதத்தின் தோற்றத்தையும் வளர்ச்சியையும் கூறலாம். நுண்கணிதம் என்பது தொடர்ச்சியான அல்லது தொடர்ந்து மாறுகின்ற கணியங்களைப் பற்றி அறிய உதவும் நுணுக்கங்களைக்கொண்ட கணிதப்பிரிவாகும். இது பதினேழாம் நூற்றாண்டில் இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த சர் ஐசக் நியூட்டன் என்பாராலும், ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த லெப்னீஸ் என்பாராலும் தனித்தனியாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. திசையைத் தொடர்ச்சியாக மாற்றும் கோடுகளாகிய வளைகோடுகளைப் பற்றி நன்கு அறியக் கணிதமுறையிலான ஒரு நுணுக்கம் லெப்னீஸுக்குத் தேவைப்பட்டதன் காரணமாக அவர் நுண் கணிதத்தைத் தோற்றுவித்தார். இயக்கத்தின் மேல் மிகு கவனம் செலுத்திய நியூட்டன் அண்டத்தில் நடைபெறும் எல்லா விதமான இயக்கங்களும் சில குறிப்பிட்ட விதிகளுக்குட்பட்டே நிகழ்வதாக உறுதியாக நம்பினார். இயக்கம் பற்றிய தம் கொள்கைகளை நிறுவ ஒரு கணித முறையிலான நுணுக்கம் அவருக்குத் தேவைப்பட்டது. இத்தேவையின் அடிப்படையில்தான் நியூட்டன் நுண்கணிதத்தைத் தோற்றுவித்தார்.

கணிதத்திற்காகவே கணிதம் வளர்ச்சி பெறல். கணிதம் அறிவியலின் மொழி எனவும் கூறப்படுகிறது. மேலோட்டமாகப் பார்த்தால் இது ஓரளவுக்குச்

சரியெனவே தோன்றும். ஆனால் கணித வளர்ச்சியின் உள்நோக்கமே அதை அறிவியலில் எவ்வாறு பயன் படுத்தலாம் என்னும் குறிக்கோள்தான் என்னும் வாதத்தை ஏற்றுக் கொள்ள இயலாது. ஏனெனில் ஒருவர் அறிவியலைப்பற்றிய கவலையே படாமல் கணிதத்தைக் கணிதத்தின் நயத்திற்காகவே கற்று வளர்க்க இயலும். உண்மையிலேயே முற்காலத்தி லும், தற்காலத்திலும் பல கணித வல்லுநர்கள் நடைமுறைப் பயன்பாட்டைப் பற்றிய கவலையே இன்றிக் கணிதத்தை வளர்த்துள்ளனர். சான்றாக நீள்வட்டம் (ellipse), கூம்பின் வெட்டு முகக்கோடு களின் (conic sections) நடைமுறை மதிப்பை (practical value) அறிவியலில் உணர்ந்து பயன் படுத்துவதற்குக் கி மு. மூன்றாம் நூற்றாண்டில் அவற்றின் வடிவக் கணிதத்தை (geometry) அபலோ னியஸ் என்பார் ஆராய்ந்தறிந்திருக்கிறார்.

அதைப்போல 1888 ஆம் ஆண்டில் ரிக்கி என்னும் இத்தாலியப் பேராசிரியர் முதன் முதலில் வெளியிட்ட டென்சார் நுண்கணிதம் (tensor calculus) என்னும் மிகச்சிக்கலான ஒருவகை இயற்கணிதம் நடை முறையில் ஒருவிதப்பயனும் அற்றது எனக் கருதப் பட்டது. பிறகு 1901 ஆம் ஆண்டில் ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த கிராஸ்மேன் என்பார் டென்சார் களைப் பற்றி ஒரு பிரெஞ்சு இதழில் காணப்பட்ட ஒரு கட்டுரையைப் படித்தபின்பு அவர் ஐன்ஸ்டீன் என்னும் ஓர் அரசு அலுவலருக்குக் காண்பித்தார். ஐன்ஸ்டீன் பின்னர் ரீமான் வடிவக் கணிதத்தில் வரும் பல ஒருங்கமை சமன்பாடுகளுக்கு (simultaneous equations) டென்சார்களைப் பயன்படுத்தினார். இதி லிருந்து சார்புடை தத்துவம் (theory of relativity) நிறுவப்பட்டது.

பொதுமைப்படுத்தலும் அருவப்படுத்தலும். (generalisation and abstraction), நவீன கணித வளர்ச்சியின் உள் நோக்கம் (motivation) பொதுமைப்படுத்தலும் அருவப்படுத்தலும் ஆகும். ஓர் அறிஞர் ஓர் உண்மை யான பிரச்சினையைக் குறித்து ஆராயும் போது, முதலில் பிரச்சினையின் தன்மைகளை விவரிக்கும் ஒருமாதிரியைச் செய்து கொள்கிறார். பிறகு பிரச்சினையைச் சிக்கலாக்கும் மற்றும் தொடர்பில்லாதவை எனக் கருதப்படும் விவரங்களை நீக்கிவிட்டு அதை எளிதாக்கிக் கொள்கிறார். பின்னர் கணித முறையிலான கடுமையான நிபந்தனை களைத் (rigorous conditions) தளர்த்தித் தம் பிரச்சினைக்குரிய தீர்வைக் கண்டார். ஆனால் ஒரு கணித வல்லுநர் பிரச்சினையை அந்த முறையில் கையாளமாட்டார். அவர் எடுத்துக் கொண்ட ஒரு பிரச்சினைக்கு மட்டுமன்றி அதேவகையைச் சேர்ந்த எல்லாப் பிரச்சினைகளுக்கும் பொருந்தும்படியான ஒரு நுணுக்கத்தைக் கண்டுபிடிப்பதில் கவனம் செலுத்துகிறார். எனவே அவர் பிரச்சினையின் ஆழத் திற்குச் சென்று அறிஞர் ஒதுக்கிய பிரச்சினையோடு தொடர்புள்ள எல்லா விவரங்களையும் கருத்தில் கொண்டு பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பதில் முனை கிறார். மிகவும் சரியான தீர்வுகளைப் பெற்று அவற்றைப் பொதுமைப்படுத்துவதிலும், அருவப் படுத்துவதிலும் ஈடுபடுகிறார்.

இருவகைக் கணிதம். அக்காலத்தில் கிரேக்கர்கள் தூயகணிதம் (pure mathematics), பயன்முறைக் கணிதம் (applied mathematics) என்று கணிதத்தை இரு வகையாகப் பிரித்து வளர்த்துள்ளனர். நடை முறையில் இல்லாத அல்லது காணாத கணிதத்தின் தொகுதி தூயகணிதம் எனப்படுகிறது. தூய கணிதத்தை உண்மைச் சூழ்நிலைகளில் பயன் படுத்துவதால் பயன்முறைக் கணிதம் உருவாகிறது. ஒரு தூய கணிதத் தொகுதி பல நேரங்களில் பல்வேறு விதமான சூழ்நிலைகளுக்கும் பயன்படுவ துண்டு, காட்டாக, எந்திரங்களை அமைக்க, வீடு கட்ட மாதிரிக்குறிப்பைத் தயாரிக்க, நிலத்தை அளக்க எனப் பல செயல்களுக்கு வடிவக் கணிதத்தைப் பயன்படுத்தலாம். பெரும்பாலும் ஒவ்வொரு பயன் முறைக் கணிதத்தின் செய்கைக்குப் (operation) பின்னணியிலும் தூய கணிதத்தின் ஒரு சிறு பிரிவு இருக்கிறது. உண்மையில் தூய கணிதம் என்று நம்பப்படுகிற கணிதப்பிரிவின் பெரும்பகுதி அறிவியலி லும் தொழில்நுட்பவியலிலும் பயன்படுகிறது. தூய கணிதவல்லுநர்கள் தங்கள் கண்டுபிடிப்பின் பயன்கள் குறித்துச் சிறிதும் கவலைப்படுவதில்லை எனவும் பெரும் அளவு அதன் செம்மையிலேயே ஆர்வம் காட்டுகின்றனர் எனவும் கூறுவர்.

கணிதம் ஒரு கலை. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண் டின் தொடக்கத்திலிருந்து கணித ஆராய்ச்சியில் தனித்தெளிவு (absolute clarity) மற்றும் தர்க்கரீதி யான வளர்ச்சியில் (logical development) குறை வின்மை ஆகியவற்றின் இன்றியமையாமை வற் புறுத்தப்படுகிறது. கணித வல்லுநர்கள் தங்கள் கட்டுரைகளையும், பிற வல்லுநர்களின் கட்டுரைகளை யும், அவற்றின் செம்மையைக் கொண்டே சீர்தூக்கிப் பார்க்கும் உளப்பாங்கினை வளர்த்துக் கொண்டனர். அவர்களுக்குக் கணிதம் ஒரு கலலையாகும். அதைக் கலையுணர்வுடன்தான் மதிப்பிட வேண்டும். கணிதக் கட்டுரையின் உண்மையைவிட அதை விளக்கும் அழகையே மதிப்பிடவேண்டும்.

கணிதத்தைக் கலை என்று எண்ணிப்பார்ப்பது ஏனையோருக்குக் கடினமாக இருக்கும், எனினும் பல கணித வல்லுநர்கள் கணிதத்தை ஒரு கலை யாகவே போற்றுகின்றனர். எண் கணிதம் (arithmetic), இயல்கணிதம் (algebra), வடிவக்கணிதம் (geometry) கோணக்கணிதம் (trigonometry) ஆகியவை கணிதம் என்று சொல்வதைவிட அவை உயர் கணிதத்தை எழுதப் பயன்படும் மொழியே என்று கூறுவது சிறந்ததாகும்.

கணிதச் சிறப்பியல்பு, கற்பவர்களுக்கு முரண்பாடற்ற சிந்தனைத் திறனையும் (coherent thinking) தர்க்கரீதியான அறிதிறனையும் (logical reasoning) கணிதம் கற்றுத் தருகிறது. பொதுவாக ஏனைய வழிச்சிந்தனையில் தீவிர உணர்ச்சிகளுக்கும் மனக் கிளர்ச்சிகளுக்கும் இடமுண்டு. ஆனால் கணித வழிச் சிந்தனையை அவை பாதிப்பதில்லை. கணிதத்தைக் கற்பதால் ஒருவர் மன ஒழுக்கத்தையும் (mental discipline) விழிப்புணர்ச்சியையும் (alertness) முழுமையாகப் பெறுகிறார். அறிமுறைப் பிரச்சினையானாலும் (theoretical problem) நடைமுறைப் பிரச்சினையானாலும் (practical problem) அதைச் சரியாக அணுகித் தீர்வு காண்பதற்கான பயிற்சியை ஒருவர் கணிதத்தைக் கற்பதால் பெறுகிறார்.

கணிதம், இசை அல்லது கவிதையைப் போல மனித மனத்தின் கற்பனையில் தோன்றிய படைப்பு ஆகும். அதன் உண்மை நிலை வெளிப்படையான ஏனைய உண்மை நிலைகளினின்றும் மாறுபட்டது.

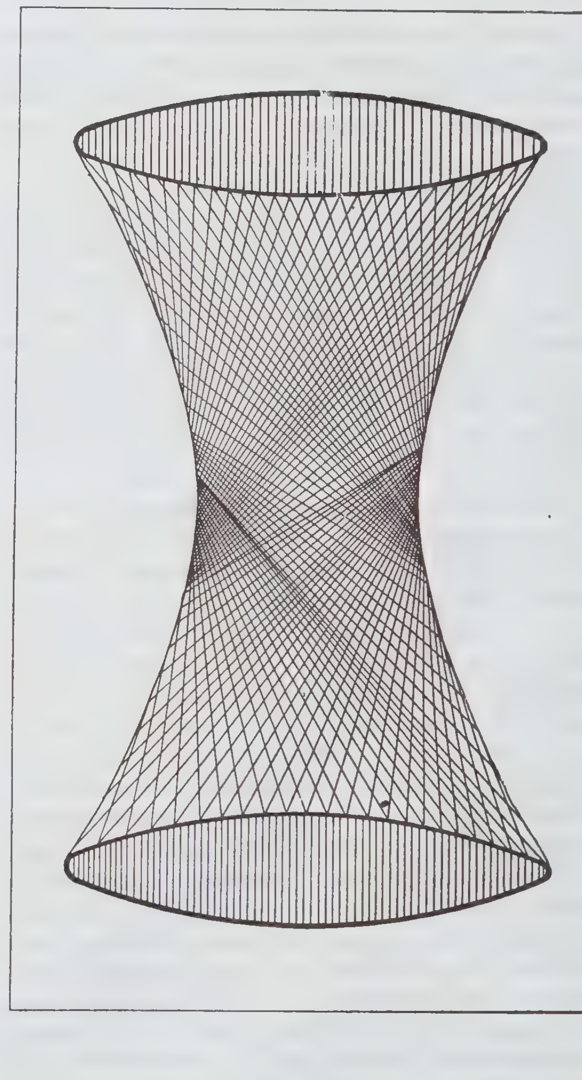
எவ்வாறு மொழி மனித எண்ணங்களையும் சிந்தனைப்போக்குகளையும் குறிப்பாக வெளிப்படுத்துகிறதோ, அவ்வாறே கணிதம் அறிவியல் விதிகளையும் செயல்படுத்தற்குரிய கோட்பாடுகளையும் தெளிவாக உருவாக்கிக் கொடுக்கிறது. கணிதத்தின் ஆழ்ந்த நுணுக்கங்களைப் புரிந்து கொள்ளமட்டும்தான் சிறப்புப்பயிற்சி தேவையேயன்றி, கணிதமுறைகளையும் முடிவுகளையும் பொதுவாகப் புரிந்து கொள்வது கடினமன்று.

- தி. வீரராஜன்

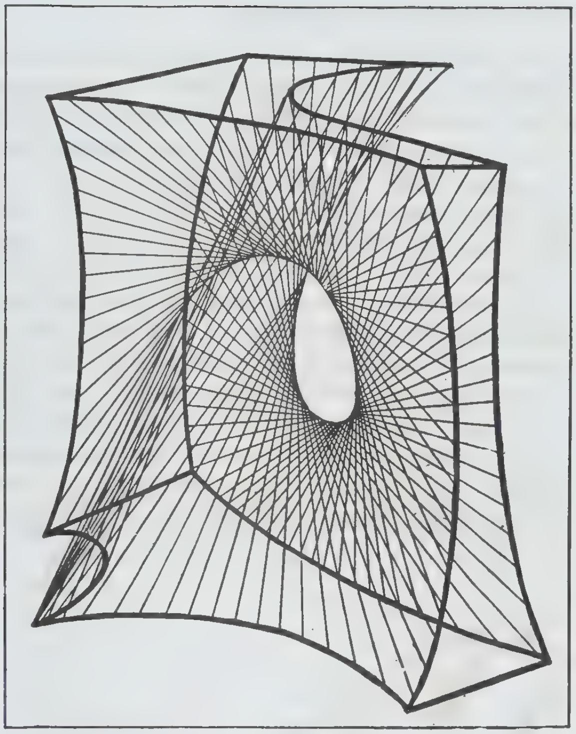
கணிதப் படிமங்கள்

எந்த ஒரு முறையையும் உருவப்படுத்தி அதன் பண்புகளைத் தெளிவிப்பது படிமங்களின் (models) குறிக்கோளாகும். எடுத்துக்கொண்டுள்ள முறை சிக்கலாகவும், அளவில் பெரியதாயுமிருந்தால் அதற்குத்தக, படிமத்தின் பயன் அதிகமாகிறது. படிமத்தைத் தயாரித்து, ஆய்வுக்குட்படுத்தி மிகச்சிக்கனமான முறையில் திருத்தியமைக்கவும் இயலும். பொருத்தமாகத் தயாரிக்கப்படும் படிமத்தைக்கொண்டு, பல முறைகளை மிக எளிமையாகவும், பயனுள்ள வழியிலும் அணுக முடியும். பாலம், பெரிய அணைத் தேக்கம், வானவூர்தி, துறைமுகம், விவசாயக்கருவி போன்ற பற்பல கருவிகள் உருவாவதற்குப் படிமங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

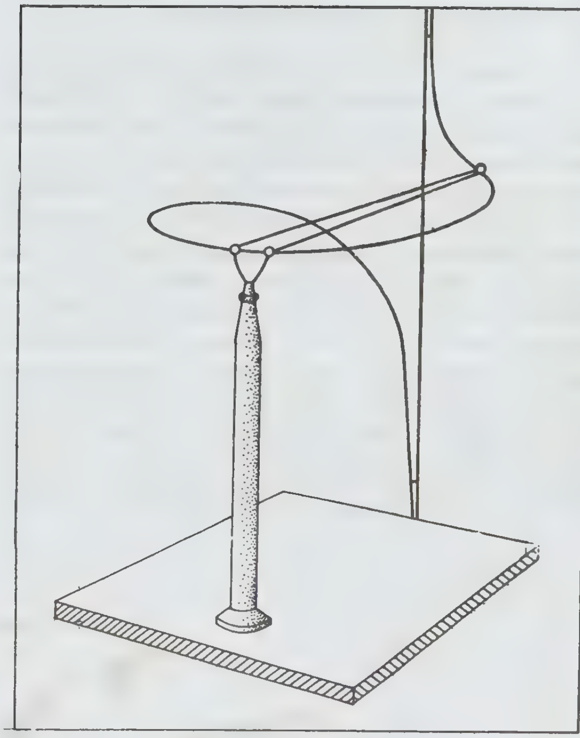
குழந்தை விளையாடும் மரத்தால் செய்யப்பட்ட ஒரு பெட்டிதான் கன சதுரங்களாக (cubes), பட்டகங்களாக (prisms), உருளைகளாக (cylinders) உருவெடுத்துப் பற்பல படிமங்களுக்கு அடிகோலுகின்றது. கணிதக் கருத்துகளை எளிமையாக்கி எல்லோரும் புரிந்து கொள்ள வகை காண்பதே கணிதப் படிமங்களின் குறிக்கோளாகும். பல படிமங்கள் முப்பரிமாணங்களால் உருவாகி, எளிதாகப் புரிந்து கொள்ள இயலாத நிலையில் உள்ளன. கணிதக் கோட்பாடுகளைப் படிமங்கள் நிரூபிக்காவிடினும், அவை ஆய்வின் வளர்ச்சிக்கு ஊன்று கோலாக அமைகின்றன. அத்துடன் புதிய படைப்புகள் உருவாக வழி வகுக்கின்றன. ஒரு வரைபடம் வரையத் தேவைப்படும் நுட்ப அளவுகள் இவற்றிற்குத் தேவையில்லையெனினும், முறையான கவனத்துடனும் சரியான பொருள்களுடனும் இவை தயாரிக்கப்பட வேண்டும். படிமங்களின் செய்முறை செய்யக்கூடியவரின் குறிக்கோளைப் பொறுத்துள்ளது. வெளித்



படம் 1



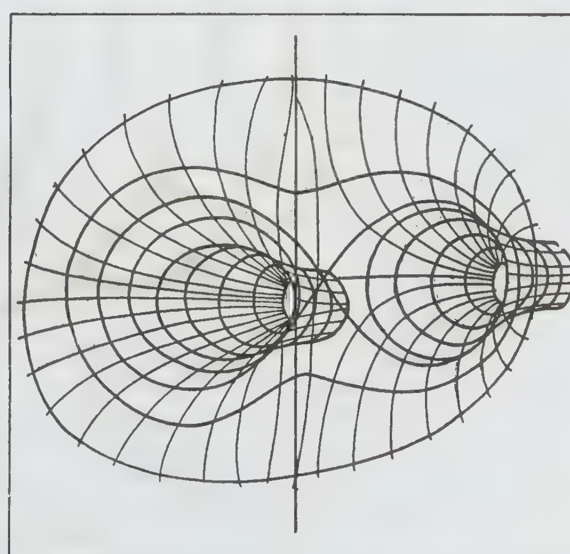
படம் 2



படம் 3

தோற்றத்தை மட்டும் அளந்தறியவல்ல படிமங்களைக் காகித அட்டை மரப்பூச்சுப் (wood plaster) போன்றவற்றால் செய்ய இயலும். அதேசமயம், படிமங்களைப் பிரிக்காமல், உள் தோற்றத்தை ஆய வேண்டின் வெளிப்புறத்தைக் கண்ணாடி அல்லது எளிதில் பார்க்கவல்ல ஞெகிழி போன்ற பொருள்களால் உருவாக்க வேண்டும். மெல்லிய உலோகத் தகடும், காகித அட்டையும் பல படிகங்கள் செய்யப் போதுமானவையாகும். கயிறுகள் பட்டு அல்லது பருத்தி நூல்களும் கூட இதற்குப் பயன்படுகின்றன.

1958ஆம் ஆண்டிலிருந்து நடந்த முனைப்பான ஆய்வின் விளைவாக உயிரியலின் கணிதப் படிமங்களில் பெரிய மாற்றங்களும், முன்னேற்றங்களும் ஏற்பட்டுள்ளன. கணிதப் படிமங்களை வசதிக்கேற்ப இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். இயற்பியல் கண்ணோட்டத்திலுள்ள கணிதப் படிமங்களில் அட்டையால் உருவப்படுத்தப்படும் தளங்களையும், திண்ம வரை முறை உருவங்களையும் எடுத்துக்கொள்ள இயலும். இன்னும் சில கடினமான கணித இயல்புகளைக் குறிக்கும் இயற்பியல் சார்புள்ள பரப்புகளும் (surfaces), கூம்புப் பகுதிகளும் (conic sections),

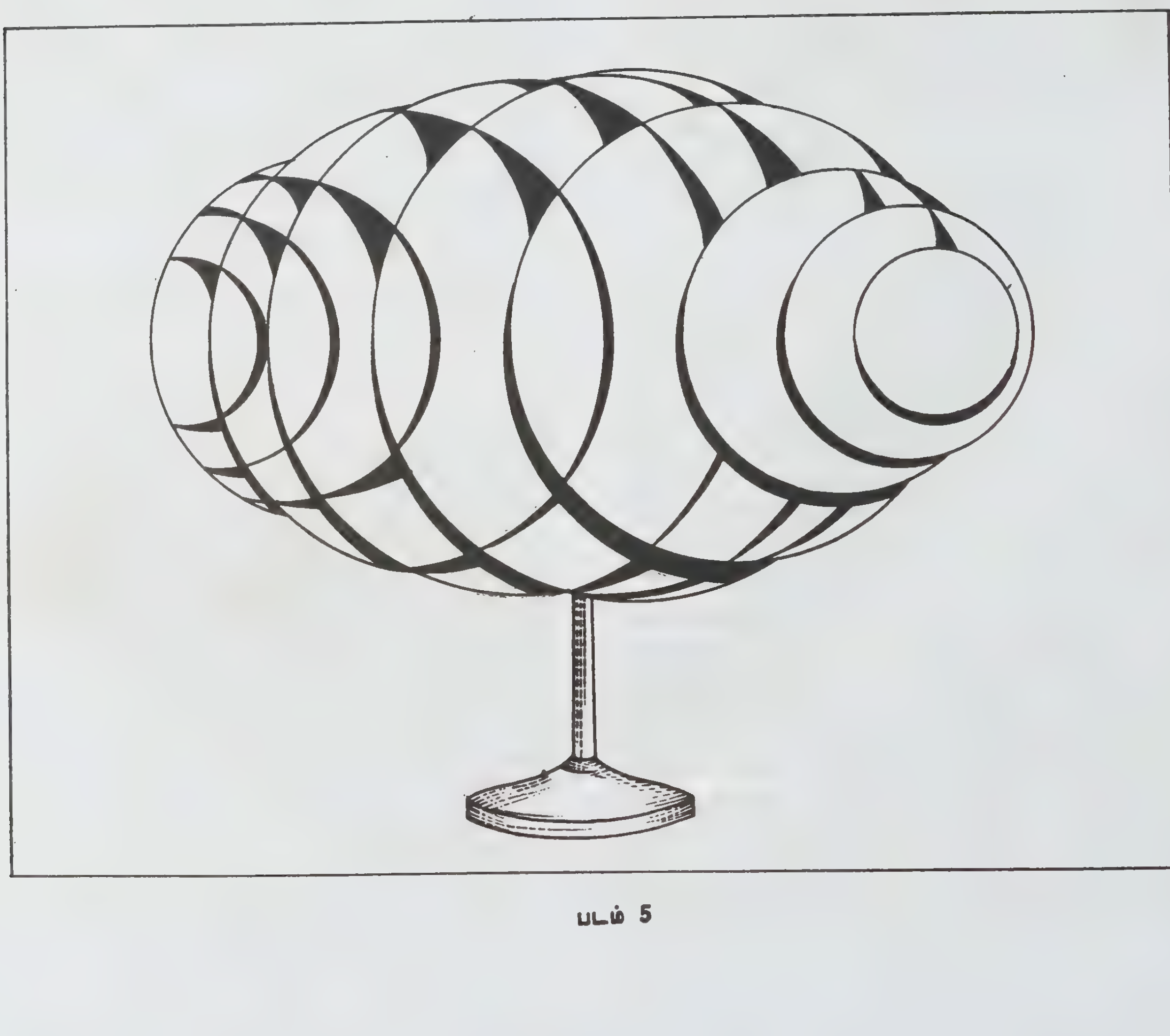


படம் 4

அண்ட வெளியிலுள்ள வளைவரைகளும் கம்பி, நூல் ஆகியவற்றால் செய்யப்படும் முப்பரிமாண உருவங்களும் இதில் அடங்கும். இது ஒரு வகை.

அடுத்து;கொள்கைக் கண்ணோட்டத்தில் (theoretical sense) பார்க்கும்போது, கணிதப் படிமங்கள் பெரியதொரு முக்கியத்துவத்தைப் பெறுகின்றன. இயற்கையாகவோ தொழில் நுட்பத்தைப் பயன்படுத்தி மனிதனால் உருவாக்கப்பட்டோ அமைக்கப்படும் இயற்பியல், உயிரியல் உலகில், பல செய்திகளும் செயல்களும் எண்ணிக்கையில் அளவிடப்படும் நிலையில் கணிதப் படிமங்கள் அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன. இதனால்தான், ஆளும் கொள்கையும் (control theory), மீப்பெரு அல்லது மீச்சிறு மதிப்புகளைக் காணும் (optimization) கொள்கைகளும், இன்று பல தொழில் நிறுவனங்கள், போக்குவரத்து அமைப்புகள், அவற்றைச் சார்ந்த கருவிகள், செய்தித் தொடர்புகள், இணைப்புகள், செய்திகளை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கனுப்புதல், கணிப்பொறித் தூண்டுதல், இன்னும் அறிவியலிலும், பொறியியலிலும் காணப்பெறும் எண்ணற்ற செயல்கள் ஆகியவற்றைக் கூவர்ந்துள்ளன.

பல பிரச்சினைகளைக் கூட மரப்படிமங்களைப் பகுதிகளாகப் பிரித்துத் தீர்க்க இயலும். ஈருறுப்புக் கன சதுரத்தை (binomial cube) இதற்கு எடுத்துக் காட்டாகக் கூறலாம். சிறு கன சதுரங்களாகவும், பட்டயங்களாகவும் விளிம்பு நீளங்கள் a, b எனும் மதிப்புகளையுடைய $(a + b)^3$ எனும் பெரிய கன சதுரத்தையும், அதற்குச் சமமான $a^3 + 3a^2 b + 3ab^2 + b^3$ எனும் தடுப்புகளையும் (block) கொண்டவை இப்படிமங்கள். கூம்புப் பகுதிகளைப் பற்றிய விளக்கம், படிமங்களின் துணையால் எளிதாக்கப்படுவதை அறியலாம். நேர்கோட்டின் சுழற்சியால் ஏற்படும் பரப்புகள் இதற்கு எளிய எடுத்துக்காட்டுகளாகும். படம் 1இல் உள்ளது ஒரு நூல் படிமமாகும். இரு வட்ட வடிவத் தகடுகளில் (circular disc) ஒரே அளவு தூரத்தில் துளையிட்டு, நூல்களாலும், பாரமான கயிறுகளாலும் இப்படிமங்கள் அமைக்கப்படுகின்றன.



படம் 5

தட்டைத் தகடுகளும் கயிறுகளும் தன்னிச்சையாயிருக்கும்பொழுது, இது ஓர் உருளையைத்திருக்கும்.

முறுக்கப்பட்ட (twisted) வளைவரைகள் நூல்களின் தொடுகோட்டமைப்பாகவோ, கம்பிகளை முறைப்படி வளைத்தோ அமைக்கப்படுகின்றன. முறுக்கப்பட்ட வளைவரைகளின் இயற்பியல் பயனைப் படம் 4 இல் காணலாம்.

படம் 5 இல் மெல்லிய அட்டைகளால் செய்யப்பட்ட சில படிமங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இதில் நீள்வட்ட உருளை, பரவளைய உருளை, அதிபரவளைய உருளை ஆகியவை அடங்கும்.

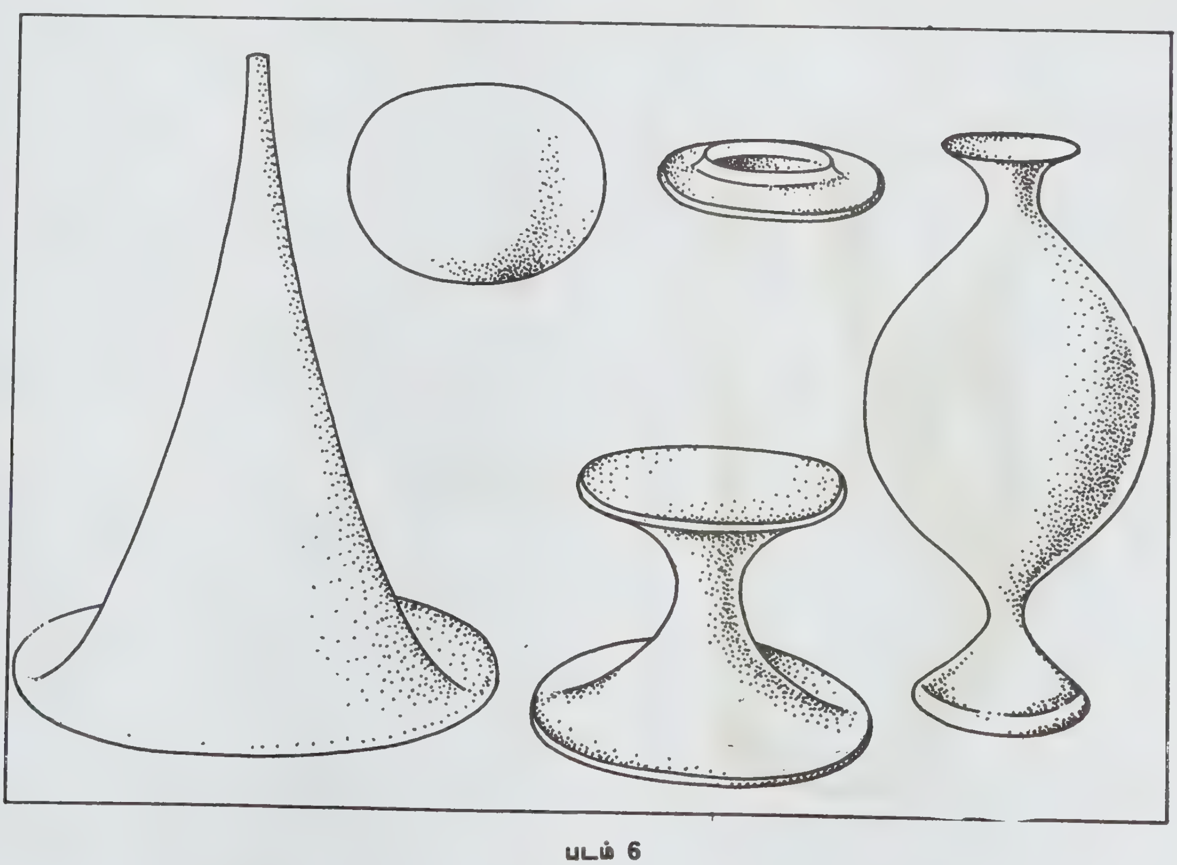
ஞெகிழி வார்ப்புப் படிமங்களை (plaster cast models) மூல வார்ப்புகளை விடச் சிக்கனமாகச் செய்ய இயலும். தேவைப்படும் பொழுது, பல கோண உருவங்களை உருவாக்க இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

சுற்றுவதால் உருவாகும் பரப்பு (surface of revolution) படம் 6 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. நிலையான வளைவரையால் உருவாகும் பரப்புகளைப் படம் 6 இல் காணலாம்.

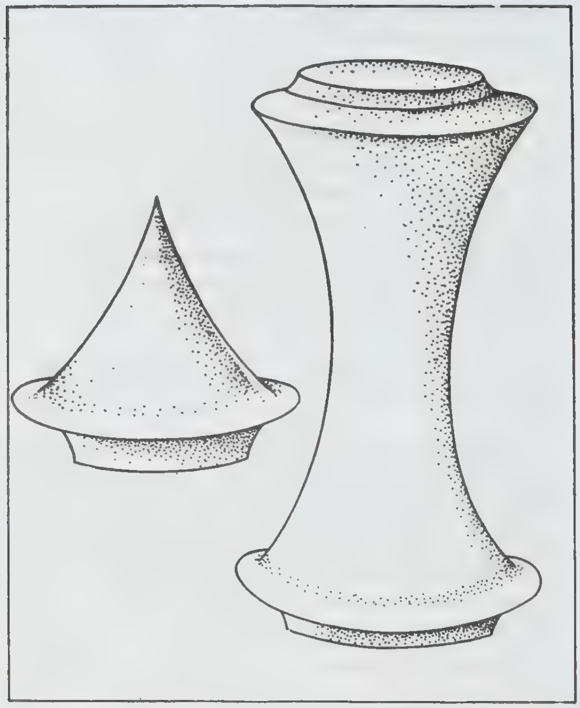
காஸின் நிலையான வளைவைக் (gaussian constant curvature) கொண்டு சுழற்சியால் உருவாகும் பரப்பு படம் 7 இல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. கூரான பகுதியைக் கொண்ட படிமத்திற்குக் கூம்பு வகை என்றும், படத்திலுள்ள மற்ற படிமத்திற்கு அதிபரவளைய உருளை (hyperboloid) வகை என்றும் பெயர். கூம்பு முனைகளைக் கொண்ட கன சதுநப் பரப்புப் படிமம் ஒன்றைப் படம் 8 இல் காணலாம். இதேபோன்று நான்கு படிகளைக் கொண்ட ஸ்டெய்னர் ரோமன் பரப்பு (Steiner's Roman surface) படம் 9 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

$y^2z^2 + z^2x^2 + x^2y^2 + xyz = 0$ என்பது அதன் சமன்பாடாகும்.

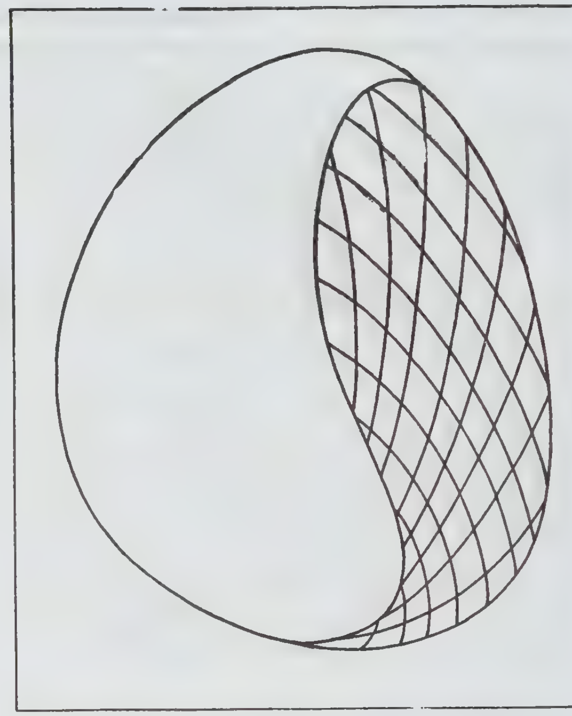
இணைப்பான் (linkage) வகைப் படிமங்களும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. தள இணைப்பான்களில் சி. என். பெஸிலியா (C.N. Peaucelliu) தள இணைப்பான் படிமம் புகழ்பெற்ற ஒன்றாகும். படம் 10 இல்APBQ எனும் சாய்வு சதுரத்தை ஏற்படுத்தும் ஆறு கட்டைகளும், O– எனும் புள்ளியை A, Bயுடன் சேர்க்கும் சம நீள இணைப்பான்களும் உள்ளன. கொடுக்கப்பட்டுள்ள P என்ற ஒரு வளைவரையை



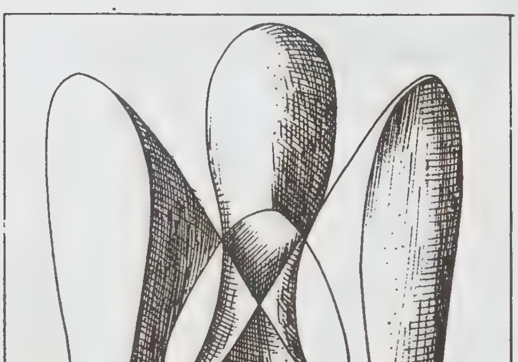
படம் 6



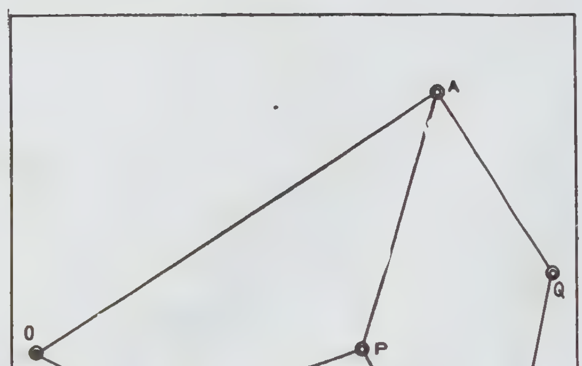
படம் 7



படம் 9



படம் 8



படம் 10

ஏற்படுத்தும்பொழுது, Q எனும் புள்ளி நேர்மாறு (inverse) வளைவரையை உருவாக்கும். M எனும் நிலையான புள்ளியுடன் P ஐ ஏழாம் இணைப்பானால் சேர்க்கும்பொழுது. O விலிருந்து Mக்கு உள்ள தொலைவு புது இணைப்பானின் தொலைவிற்குச் சமமாகக் கொண்டு, (P ஒரு வட்டத்தை உருவாக்கும்பொழுது) Q ஒரு நேர்கோட்டை ஏற்படுத்தும்.

மு. அரவாண்டி

கணிதப்புவியியல்

இது இயல் புவியியலின் (physical geography) ஒரு பிரிவு ஆகும். புவியின் அளவு, வடிவம், சூரியன் முதலான பிற விண்பொருள்கள் புவியின் மேல் ஏற்படுத்தும் பாதிப்புகள் போன்ற பண்புகளைக் கணிதப் புவியியல் (mathematical geography) பொருளாகக் கொண்டுள்ளது.

புவி ஏறக்குறைய கோள வடிவமானது. இதன் சுற்றளவு 40,075,19 கிலோ மீட்டர். நில நடுவரையின் விட்டம் 12,756கி.மீ, அதன் துருவத் தொலைவுகளை இணைக்கும் விட்டம் 12,713.56 கி.மீ. புவியின் வடிவத்தைச் சிற்றச்சுக் கோளவுரு (oblate spheroid) எனலாம்.

புவிக்கு இருவகையான இயக்கங்கள் உண்டு. புவி தன்னைத்தானே நொடிக்கு 464 மீட்டர் வேகத்தில் மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுற்றுகிறது. ஒரு முழுச் சுற்றுக்கு ஆகும் நேரம் 23 மணி 56 நிமிடம் ஆகும். இச்சுழற்சியால் இரவு, பகல் ஏற்படுகிறது. விண்பொருள்கள் கிழக்கில் உதித்து மேற்கே மறையும் தோற்றமும் உண்டாகிறது. புவியின் மற்றோர் இயக்கம் அது சூரியனைச் சுற்றி வருவதாகும், ஒரு முழுச்சுற்றுக்கு 365.25 நாள் ஆகும்.

புவி-சூரியன் உறவுகள் பற்றி ஆராயும்போது புவியின் அச்சு அமையும் நிலைகளும் அதன் மாற்றங்களும் முக்கியமானவை. புவியின் சுழற்சி அச்சு (axis of rotation) சூரியப்பாதைக்குக் குத்தாக இராமல் $23\frac{1}{2}^{\circ}$ சாய்வில், மாறாது இருப்பதோடு அது விண்வெளியில் ஒரே புள்ளியைச் சுட்டியவாறும் அமைந்திருக்கிறது. இதன் பயனாகப்பருவங்கள் (seasons) மாறி மாறி வருகின்றன.

சந்திரன், சூரியன அளவுக்கு வலிமையில்லாமல் இருந்தபோதும் புவியில் ஏற்படும் ஈர்ப்புவிசையின் அலைகளின் தோற்றம், அலை தோன்றும் காலங்கள் ஆகியவற்றுக்குச் சந்திரனின் அண்மையே காரணமாக அமைகிறது.

-கோ. சண்முகசுந்தரம்

கணிதப் புள்ளியியல்

அரசியல் கணிதம் (political arithmetic) எனக் குறிப்பிடப்பட்ட புள்ளியியல் வேகமாக வளர்ந்து, மனிதத் தொடர்புடைய அனைத்துத் துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. ஜேம்ஸ் பெர்னோலி (1654-1705), லாப்லாஸ் (1749-1827), காஸ் (1777-1865) போன்ற கணித வல்லுநர்கள் நிகழ்தகவு கொள்கைகளைப் படிப்படியாகக் கண்டறிந்து அவற்றிற்கு விரிவான விளக்கம் கண்டனர். பிரான்ஸ், இங்கிலாந்து நாடுகளிடையே புகழ் பெற்றிருந்த சூதாட்டங்களின் வெற்றி தோல்விகளில், வாய்ப்பு விளைவுகளை அறிய ஆர்வம் கொண்டதால் ஏற்பட்டதே நிகழ் தகவுக் கொள்கையின் அடிப்படையாகும்.

புள்ளியிலுக்குப் பல அறிஞர்கள் பல வேறுபட்ட வரையறைகளைக் கொடுத்துள்ளனர். அதன் தன்மைகளும் சிறப்புகளும் வெவ்வேறு முறையில் விளக்கப்படுகின்றன. பல சிறப்புகளைக் கொண்ட புள்ளியியலுக்குக் குறைகள் இல்லாமலில்லை. மார்க்ட்வெய்ன் என்பார் பொய்யைத் தரம் பிரிக்கும்போது பொய், முழுப் பொய், புள்ளியியல் என்று குறிப்பிடுகிறார். புள்ளியியலைப் பயன்படுத்துபவரின் அறிவுக்கூர்மையைப் பொறுத்து அதன் சிறப்பு அமைகிறது.

நிகழ்வெண்பரவல் (frequency distribution), பட்டியல்அமைத்தல்(tabulation), வரைபடங்கள் (graphs)வரைதல், நிகழ்வெண் பல கோணம் (frequency polygon), நிகழ்வெண் வரை (frequency curve), ஓகைவ் (ogive), நூற்றுமானங்கள் (percentiles),பத்துமானங்கள் (deciles) நூற்றுமானவரை (percentile curve), லாரன்ஸ் வரை (Lorenz curve) போன்ற விளக்கப்படங்கள் (diagrams) வரைதல் போன்றவை கணிதப் புள்ளியியலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன. கூட்டுச்சராசரி (arithmetic mean), பெருக்குச் சராசரி (geometric mean), இசைச் சராசரி (harmonic mean), இடைநிலை (median), முகடு (mode) காணவும், பரவுகை அளவுகளின் (measures of dispersion) அளவுகளான வீச்சு (range), கால்மான விலக்கம் (quartile deviation), திட்ட விலக்கம் (standard deviation), சராசரி விலக்கம் (mean deviation) காணவும் விலக்கப் பெருக்கத் தொகைகள் (moments), கோட்டம் (skewness), கோட்டக்கெழுக்கள் (coefficient of skewness), தட்டையளவைக் (kurtosis) காணவும் கணிதப் புள்ளியியல் பயன்படுகிறது.

நிகழ்தகவில் (probability) பயன்படும் கூட்டல் நியதி (addition law), பெருக்கல் நியதி (multiplication law) பே தேற்றம் (Baye's Theorem) நிகழ்தகவை ஒட்டிய பல சார்புகள், கணக்கியல் எதிர்பார்த்தல் (mathematical expectation) விலக்கப்

பெருக்குத் தொகை உருவாக்கும் சார்பு (moment generating function), ஷெபிஷேவின் சமனின்மைத் (Tchebycheff's inequality) தேற்றம் ஆகியவை கணிதப் புள்ளியியலால் எளிதாக்கப்படுகின்றன. p என்பதை ஒரு நிகழ்ச்சி நடைபெறுவதற்குரிய நிகழ் தகவாகக் கொண்டு, தோல்வியின் நிகழ்தகவை q எனக் கொண்டால் p + q = 1 என்ற உண்மை கிடைக்கிறது. n நிகழ்ச்சிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட நிகழ்ச்சி 0, 1, 2, ... r ... n தடவைகள் நடப்பதற் குரிய (அதாவது வெற்றிக்குரிய நிகழ்தகவுகளை) $\sum_{x=0}^{n} nc_x\, p^x q^{n-x}$ என்ற வாய்ப்பாட்டைக் கொண்டு அறியமுடியும். இதற்கு ஈருறுப்புப் பரவல் (binomial distribution) எனப் பெயர். இதற்குத் திட்ட விலக்கத்தையும் மூன்றாம், நான்காம் விலக்கப் பெருக்குத் தொகைகளையும் கெழுக்களையும், பல்லுறுப்புப் பரவலையும் (multinomial distribution) காணலாம்.

ஒரு நிகழ்ச்சியின் நிகழ்தகவு மிகச் சிறியதாகவும் முயற்சிகளின் எண்ணிக்கை மிகப் பெரியதாகவும் ஆனால், இவற்றின் பெருக்குத் தொகை np என்பது ஒரு முடிவுடைய எண் 'n' ஆகவும் இருக்கும்போது பாய்சான் பரவல் (poisson distribution) என்ற தனித்த மாறிப்பரவல் ஈருறுப்புப் பரவலின் நெருக்கமாகப் பெறப்படுகிறது. np = m என்னும் போது பாய்சான் பரவல்

$$\frac{m^x \quad e^{-m}}{x^m!} \quad , \; x=0,1,2,\ldots$$

எனக் கிடைக்கிறது. இதன் திட்ட வி[illegible]க்கத்தையும், β, γ கெழுக்களையும் காணலாம்.

1733இல் டிமாய்வர் என்பார் சூதாட்டத்தில் நிகழக்கூடிய நிகழ்ச்சிகளின் வாய்ப்புகளை ஆராயும் போது அவை ஒரு குறிப்பிட்ட விதியைத் தழுவுவன வாகக் கண்டறிந்து இப்பரவலின் கருத்தை முதன் முதலில் விளக்கினார். ஈருறுப்புப் பரவலின் நெருக்க மாக இந்த இயல்நிலைப்பரவல் (normal distribution) இருப்பதைக் கூறியவர் இவர்தான். இதன் சமன்பாடு

$$y = y_o e^{-\frac{x-m^2}{2\sigma^2}}$$

இயல்நிலைப் பரவலின் சில பண்பு களாவன: இயல்நிலைப் பரவலில் கூட்டுச்சரா சரி, இடைநிலை, முகடு ஆகிய மூன்றும் சமமா கின்றன. இயல்நிலைப் பரவலின் கோட்டளவை $\beta_1 = 0$ என்பதால் பரவல் சமச்சீருடையதாகும். இயல்நிலைப் பரவலின் கால்மான விலக்கம் $\frac{2}{3}\sigma$, சராசரி விலக்கம் $\frac{4}{5}\sigma$, திட்டவிலக்கம் σ ஆகியவை 10:12:15 என்ற விகிதத்திலுள்ளன. செடிகள், மிரு கங்கள் இவற்றின் தன்மைகளை ஆராயும் அளவுகள், சமூக பொருளாதார விவகாரங்களில் பெரும் பான்மையான பரவல்கள், கல்வி, உளவியல் துறை களிலுள்ள பரவல்கள் ஆகியவை இப்பரவலைச் சார்ந்துள்ளமையாலும் எளிதில் புரிந்து கொள்ளக் கூடிய பண்புகளைப் பெற்றுள்ளமையாலும் இது கணிதப் புள்ளியியலில் சிறப்பிடத்தைப் பெறுகிறது.

பல்மாறிப் பரவல் (multivariable distribution), செவ்வகப் பரவல் (rectangular distribution), அடுக் குக்குறிப்பரவல் (exponential distribution), கைவர்க் கப்பரவல் (chisquare distribution), ஸ்டூடன்ஸ் டி பரவல் (students -t- distribution), F பரவல், எதிர் மறை ஈருறுப்புப் பரவல் (negative binomial distribution), பெருக்குப்பரவல் (geometric distribution), அதிபெருக்குப்பரவல் (hypergeometric distribution), ஆகிய பரவல்கள் கணிதப்புள்ளியியலில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன.

கொடுக்கப்பட்ட x,y விவரங்களுக்கு வரைபடம் மூலம் ஒரு கோட்டைப் பொருத்தமுடியும். குறைந்த வர்க்கக் கொள்கை (principle of least square) மூலமும் நேர் கோடு, ஈரடுக்குச் சமன்பாடு ஓர் அடுக்கு வளைகோடு (exponential curve), விகித வரைபடம் அல்லது ஒரு பக்க மடக்கைத்தாள் (ratio chart or semilogarithmic graph paper) ஆகியவற்றை வரைய இயலும்.

தொடர்பு என்பது (correlation) கணிதப்புள்ளி இயலில் ஒரு முக்கிய இடத்தை வகிக்கிறது. வரை படமூலமும் சிதறல் விளக்கப்பட மூலமும் (scatter diagram) இருமாறிகளுக்கிடையே உள்ள தொடர்பை அ[illegible]யலாம். பியர்சனின் தொடர்புக் கெழு (Pearson's co[illegible]lation coefficient) r = 1 எனில் மாறிகள் [illegible]ழுமையான நேரிடைத் தொடர்புடையன என்றும் r = 0 என்றால் மாறிகள் தொடர்பற்றவை என்றும், r = -1 என்றால் மாறிகள் முழுமையான எதிரிடைத் தொடர்புடையவை என்றும் காணப்படும். மாறி களின் தொடர்புக் கோடுகள், மாறிகளின் தொடர்புக் கெழுக்கள் (regression lines and regression coefficient) ஆகியவை காணவும் தொடர்புக் கெழு பயன் படுகிறது. ஒத்த விலக்கக் கெழு (coefficient of concurrent deviation), தரத்தொடர்புக் கெழு (rank correlation coefficient), தொடர்பு விகிதம் (correlation ratio), பல த[illegible] இடைத் தொடர்பு (multiple correlation), பகுதித் தொடர்பு கெழு (partial correlation coefficient) ஆகியவையும் இதில் அடங்கி உள்ளன.

பண்புகளின் சார்பற்ற தன்மையும் (independence of attributes) பண்புகளின் உறவும் (association of attributes) இணைப்புக்கெழுவும் (coefficient of contingency) முறையாக ஆராயப்படுகின்றன.

இடைமதிப்புக் காணல் (interpolation) எனும் கருத்தில் Δ,E எனும்செயலிகள் (operators) விளக்கம் பெறுவதோடு Δ செயலி நிறைவேற்றும் நியதிகளும், E செயலி நிறைவேற்றும் நியதிகளும் இடம்பெறும் நியூட்டனின் இடைமதிப்பு வாய்பாடு, லெக்ரான்ஸ் இடைமதிப்பு வாய்பாடு, வகுத்த வேறுபாடுகள் (divided differences) ஆகியவையும் இடம் பெறுகின்றன.

கூறுகளின் கொள்கைகளில் (sampling theories) கற்பனை முழுமைத் தொகுதி (hypothetical population) விளக்கப்பட்டு, முழுக்கணிப்பு முறை, கூறெடுத்தல் முறை (census method, sampling method) ஆகியவற்றிற்கான எடுத்துக்காட்டுகளும், நன்மைகளும் ஆராயப்படுகின்றன. கூறுகளின் வகைகளும் அவற்றின் தன்மைகளும் விளக்கப்படுகின்றன. கூறுபரவல்கள் (sampling distributions), திட்டப்பிழை (standard error) ஆகியவற்றின் பொருள் கொடுக்கப்பட்டு, மிகைத் தன்மையை ஆய்வு செய்தல் (test of significance) பிழைகளின் இரு வகைகள் ஒரு வால்பகுதி, இரு வால்பகுதி ஆய்வுகள் (one tailed and two-tailed tests), கருதுகோள் ஆய்வு (testing of hypothesis) நம்பிக்கை இடைவெளிகள் (confidence intervals) ஆகியவை இடம்பெறுகின்றன. இவ்வாறே சிறு கூறுகளுக்கான ஆய்வுகளில் 'F' ஆய்வு, 't' ஆய்வு கை வர்க்க (x^2) ஆய்வு என்பவை விளக்கப்பெறுகின்றன.

உத்தமப் பங்கீடு (optimum allocation), ஒழுங்குக் கூறுகள் (systematic sampling), மதிப்பியல் (estimation), அதன் பண்புகள், மீப்பெரு வாய்ப்பு முறை (maximum likelyhood method), பரவற்படி பகுப்பாய்வின் (analysis of variance) விளக்கங்கள், சோதனைத்திட்ட முறை (design of experiments) அதன் அடிப்படைக் கொள்கை, காலத்தொடர் வரிசை (time series), குறியீட்டெண்கள் (index numbers), எடையிட்ட குறியீட்டெண்கள் (weighted index numbers) அவற்றின் பயன்கள், குறைகள் ஆகியவையும், ஆய்வுப் பட்டியலும் அதையொட்டிய விளக்கங்களும், புள்ளியியல் தரக்கட்டுபாடு விளக்கங்களும் கணிதப் புள்ளியியலில் இடம் பெறுகின்றன.

- எம். அரவாண்டி

நூலோதி. *கிருஷ்ணவேணி அருணாசலம், கணக்கியல் புள்ளியியல், தமிழ்நாடு பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை, 1974*; Goyal and Sharma., *Mathematical statistics*, Krishna Prakasam Mandir, Delhi, 1982.

கணிதப் பொருளியல்

கணிதம் அனைத்து அறிவியல் துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. தற்காலத்தில் பொருளியல் போன்ற வாழ்வியல் துறைகளிலும் இதன் பயன் பெரும் பங்கேற்கிறது. மனிதனுடைய பல்வேறு தேவைகளைப் பற்றியும், அத்தேவைகளை நிறைவு செய்ய அவன் பின்பற்ற வேண்டிய வழிகளைப் பற்றியும் கூறும் துறை பொருளியல் ஆகும். இத்துறையில் கணிதம் மிக இயல்பாகவே ஊடுருவிச் செயல்படுகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, மக்கள்தொகைப் பெருக்கத்தைப் பற்றிக் குறிப்பிடும்போது, பொருளியல் வல்லுநர்கள், மக்கள் தொகைப் பெருக்கம் பெருக்குத் தொடராகவும் (geometric progression) உற்பத்திப் பெருக்கம் கூட்டுத் தொடராகவும் (arithmetic progression) பெருகும் என்பர். பெருக்குத் தொடர், கூட்டுத்தொடர் என்பன கணிதச் சொற்றொடர்களே ஆகும். மேலும், தேவை, அளிப்பு விதி போன்ற பொருளியல் தத்துவங்களான கணித முறைச் சமன்பாடுகளும் வரைபடங்களும் இயல்பாகவே செயல்படுகின்றன.

கணிதவியல், கருத்துகளை முரண்பாடின்றிக் குறிப்பாக அமைக்க உதவுகிறது. பொருளியல் வல்லுநர்களான வால்ரஸ் லியோன்ட்டிஃப், சாமுவேல்சன் போன்றோர் கணிதவியல் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தித் தம் பொருளியல் கொள்கைகளை நிலைநிறுத்த முற்பட்டனர். மார்ஷல் என்பார் கணித முறைகளைக் கையாண்டு பொருளியல் ஆய்வுகளை நடத்துவது பொருளியல் மாறுதல்கள் ஒன்றையொன்று பாதிக்கும் தொடர்பை நுட்பமாகப் புரிந்து கொள்ள உதவுகிறது எனக் கூறினார். இருந்தபோதும் அவர் கணிதவியலைப் பயன்படுத்திப் பொருளியல் ஆய்வுகளை நடத்துவதில் தயக்கம் காட்டினார். ஏனென்றால், கணித முறைகளாலே பொருளியல் பிரச்சினைகளை ஆராய்வதில் சில குறைபாடுகளும் உண்டாகலாம். கணித முறைகளால் கண்ட முடிவுகளை அவ்வப்போது நடைமுறை உலகத்தோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்காவிடில், இம்முறையில் நிறுவப்பட்ட பொருளியல் முடிவுகள் உண்மைக்குப் (reality) பொருந்தாமலும் போகலாம். ஆனால் அவருக்குப் பின் தோன்றிய பொருளியல் வல்லுநர்கள் மிகு திறமையோடு கணிதவியல் அறிவைப் பயன்படுத்திப் பொருளியலை வளர்த்து வருகின்றனர். தொடக்கத்தில் இயற்கணிதம் (algebra), நுண்கணிதம் (calculus), வரைபடம் போன்ற கணிதப் பிரிவுகளின் தத்துவங்கள் பொருளியல் ஆய்வில் அதிகமாகக் கையாளப்பட்டு வந்தன. ஆனால் தற்காலத்தில் நவீன இயற்கணிதக் கோட்பாடுகளும் இடத்தியல் தத்துவங்களும் (topological principles) அதிக அளவில் பொருளியல் ஆய்வில் செயல்படுத்தப்படுகின்றன.

பொருளியல் பிரச்சினைகளுக்கு, கணிதத் தத்துவங்களுடன் விளக்கம் கொடுத்து, அவற்றிற்கு உண்டான தீர்வுகளைக் கணித முறையில் தீர்த்து, அத்தீர்வுக்குப் பொருளியல் விளக்கம் (economic interpretation) கொடுப்பது கணிதப் பொருளியல் (mathematical economics) ஆகும். சான்றாக, ஒவ்

வொருவரும், மற்றவரை விட அதிக இலாபமடைய வேண்டுமென்று A,B என்னும் இரண்டு விற்பனை யாளர்கள் எண்ணுவார்கள். அதற்காக, அவர்கள் இருவருமே சிறந்த விற்பனை உத்திகளைக் கையாளு வர். A என்னும் விற்பனையாளர் B என்பார் என்ன உத்திகளையெல்லாம் கையாளுவார் என்பதை மனத்தில் கொண்டு, அவற்றிற்கு ஏற்றவாறு தம் முடைய விற்பனைச் செயல்முறைகளை அமைக்க வேண்டும் என எண்ணுவார். இதேபோல் B என்னும் விற்பனையாளரும், A என்பவரை விட அதிக இலாப மடைய, எவ்வாறு தம்முடைய விற்பனைச் செயல் முறைகளை அமைக்க வேண்டும் என எண்ணுவார். A,B இவர்களின் விற்பனைச் செயல்முறைகள் எவ் வாறு அமைய வேண்டும் என்ற சிக்கலைத் தீர்ப்பது, ஒரு பொருளியல் வல்லுநரின் நோக்கம் ஆகும். அத்தகைய சிக்கல்கள், கணித முறைகளால் ஆராயப் பட்டுத் தீர்க்கப்பட்டு வருகின்றன. நடைமுறையில், அனைவரும் இதைக் கண்கூடாகக் காணலாம். ஒரு பற்பசை உற்பத்தியாளர் தம்முடைய பற்பசை விற் பனையைப் பெருக்குவதற்காக, பற்பசையுடன் பல் துலக்கியையும் இனாமாகக் கொடுக்கலாம். இதை அறிந்ததும், அவருடைய போட்டி நிறுவனமான மற்றொரு பற்பசை உற்பத்தியாளர், அவருடைய விற்பனையை ஊக்குவிக்க, வேறொரு பொருத்த மான அன்பளிப்பையோ பரிசு வெல்லும் போட்டி களையோ அறிவிக்கலாம். இவ்வாறு ஒவ்வொரு வரும் எந்த முறைகளில் விற்பனைச் செயல்முறை களை அமைத்தால், மற்ற நிறுவனங்களை விட அதிக இலாபம் அடையலாம் என்று எண்ணிச் செயல் படுவர்.

கணித முறைகளையும், கணிதத் தத்துவங் களையும் பயன்படுத்தி, பொருளியல் பிரச்சினை களை ஆராய்ந்து தீர்வு காண்பது, எளிதானதாகவும் சரியானதாகவும் இருக்கிறது என்பது அண்மைக் காலத்தில் உணரப்பட்டுள்ளது. கணித முறைகளைக் கொண்டு வல்லுநர்கள் பொருளியல் உருப்படிவங் களை (economic model) அமைத்து, அவற்றை ஆராய்ந்து அரிய பல கருத்துகள் கண்டுபிடிக்கப்படு கின்றன. வால்ரஸ், லியோன்ட்டீஃப், ஆரோ போன்ற பொருளியல் வல்லுநர்கள் இத்தகைய பொருளியல் உருப்படிவங்களை அமைத்துள்ளனர்.

நேரியல் திட்டமிடல் (linear programming) என்பது நவீனப் பொருளியலில், மிக அண்மைக் காலத்தில் எழுந்து, வளர்ந்து வரும் ஒரு துறை யாகும். இதன் தந்தை எனக் கருதப்படும் டான்சிக் என்பார் எவ்வாறு கணித முறையில் ஒரு நேரியல் திட்டமிடலைத் தீர்ப்பது என்பதற்கு வழிவகுத் துள்ளார். இருக்கும் வாய்ப்புகளைப் பயன்படுத்தி மீப்பெரு இலாபம் (maximum profit) அடைய, உற்பத்தியின் அளவைத் தீர்மானிப்பது போன்ற கணக்குகளை உள்ளடக்கியதே நேரியல் திட்டமிடல் ஆகும். இத்தகைய நேரியல் திட்டமிடல் கணக்கு கள் தொழிலகங்களில் மட்டுமன்றி, இராணுவப் பயிற்சி அரசு வரவு செலவுத் திட்ட அமைப்பு போன்ற பல துறைகளிலும் பயன்பட்டு வருகின்றன.

கணித முறையின் ஆட்சியால் இன்றைய பொரு ளியல் மிகவும் விரிவடைந்து வருகிறது. ஆகவே இன்றைய பொருளியல் வல்லுநர்கள் கணிதத்திலும், கணிதமுறைகளைச் செயல்படுத்துவதிலும் நன்கு தேர்ச்சி பெற வேண்டியுள்ளது. கணிதப் பொருளியல் வளர்ந்துவரும் வேகத்தை நோக்கும்போது தற்காலக் கணிதப் பொருளியல் நாளைய பொருளியல் பகுப் பாய்வு (economic analysis) நூலாக மாறக்கூடும் என்று தோன்றுகிறது.

- சீனி. வெங்கடசுப்ரமணியன்

கணிதம்

இது வானியல், இயற்பியல் போன்ற அறிவியலின் பிரிவுகளுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள பிரிவாகும். மேலும் இது இலக்கியப் பாடங்களுடனும் ஆழ்ந்த தொடர்புடையது. கணிதம் எனும் சொல் கற்கக் கூடிய அறிவு என்னும் பொருளுடைய மூலச்சொல்லி லிருந்து பெறப்பட்டது. பண்டைக் காலத்தில் நாகரிகச் சூழ்நிலைகளால் கணிதத்தின் வளர்ச்சி குறிப்பிடத்தக்க வகையில் பாதிக்கப்பட்டது. எனினும் கணித அறிவு உயர் தரம் உடையது என்று பொதுவாக ஒத்துக் கொள்ளப்பட்டது.

அறிவியலுடன் தொடர்பு. அறிவியலார் நோக்கில், கணிதம் இயற்கை அறிவியலின் ஒரு பகுதியன்று. கணித உருவின் பொருள்கள், தொடர்புகள் இவற்றைப் பற்றியது தான் கணிதம். இரு பரிமாண அல்லது முப்பரிமாண வடிவக் கணிதத்தில் இடம் பெறும் உருவங்கள், பெரும்பாலும் வெளி உலகில் நிகழும் பொருள்களின் சீரிய தோற்றங்களே; ஆனால் n இன் பொது மதிப்பிற்கு, n-பரிமாண வெளியில் அமையும் உருவங்கள் அவ்வாறல்ல. $1, 2, 3 \ldots\ldots$ என்னும் முழு எண்களும், மெய்யெண் களும் பொதுவாக வெளி உலகில் நிகழும் பொருள் களின் சாரங்களே என்று கொள்ளலாம். ஆயினும் $i = \sqrt{-1}$ எனும் கற்பனை எண், வெளிப்புற உலகில் இவ்வெண்ணிற்கு அடிப்படை ஏதும் இல்லை என்னும் உண்மையின் அடிப்படையில் தான் இப்பெயரைப் பெற்றுள்ளது. அறிவியலுக்கு $a+ib$ போன்ற சிக்க லெண்களின் பயன் இன்றியமையாதது.

இயற்கையில் அமைந்த, ஏறத்தாழப் படிக உருவில் உள்ள பொருள்களால், 'யூக்லிடு உறுப்புகள்' (Euclid elements) என்ற படைப்பில் பதின்மூன்றாம் நூலில் ஆராயப்பட்டபடி கனசதுரம், நான்முகி,

எண்முகி போன்ற ஐந்து ஒழுங்குத் திண்மங்கள் காணப்பட்டமை உண்மை எனக் கொண்டாலும் சீர்படுத்தப்பட்ட வடிவக் கணித உருவங்கள், கணிதத்தில் குறிப்பிடத்தக்க முதன்மைப் பொருள்களாக அமைந்திருக்கும்.

ஆழ்ந்த பொருளில், கணிதம் ஓர் அறிவியல் மொழியாகும் எனக் கூறுவது பொருத்தமே. தெரிவித்தல், வாய்பாடாக்குதல்(முறைப்படுத்திக் கூறுதல்), தொடர்தல், பரப்புதல் ஆகிய செய்கைகளை அறிவியலில் மேற்கொள்ளக் கணிதம் இன்றியமையாததாகிறது. உண்மையான இலக்கிய மொழி எவ்வாறு எண்ணங்களையும் அவற்றைச் செயல்படுத்தும் முறைகளையும் தெரிவித்துத் தெளிவாகக் குறிப்பிடுவது மட்டுமல்லாமல் அவற்றை முறையாக உருவாக்குகிறதோ, அவ்வாறே கணிதமும் அறிவியலின் செயலாற்றக்கூடிய கோட்பாடுகளையும் விதிகளையும் குறிப்பிட்டுத் தெளிவாக்குகிறது. மேலும் சிற்சில முக்கிய கட்டங்களில் அவற்றை உருவாக்கவும் வெளிவரச் செய்யும் இன்றியமையாத பகுதியாகவும் அமைகிறது.

ஒரு நேர் கோட்டின் மீது நகரும் துகளைப் பொறுத்து ஐசக் நியூட்டன் விதியான $m\frac{d^2x}{dt^2} = F$ இல், நிறை (m), விசை (F) கணிதப் பொருள்களல்ல. எனினும் உடனடியானவிசை வேகம்,

$$v = \frac{dx}{dt}$$

உடனடியான முடுக்கம்,

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$$

இவை இரண்டும் முழுதும் கணிதக் கோட்பாடுகளே. மேலும் நுண்ணிய நுண்கணிதத்தின் மூலம் தான் அக்கோட்பாடுகளை அறிய முடியும். இதனாலேயே இயற்பியல் வல்லுநரான நியூட்டன், நுண்கணிதத்தைப் பற்றிய அவரது கருத்தை உருவாக்க நேர்ந்தது. மேலும், ஒரு சார்புதான் வகைப்படுத்த முடியும் என்பதாலேயே வகைப்படுத்தும் முறையையும் கணிதச் சார்பு என்னும் கோட்பாட்டையும் நியூட்டன் அறிய வேண்டி இருந்தது. $x = x(t)$ எனும் வழிச் சார்பு அவருக்குத் தேவைப்பட்டது. v இன் வரையறையைப் பொறுத்து, $v = \frac{dx}{dt}$,t ஐச் சார்ந்த ஒரு சார்பு என்னும் தன்மை உடனே நேரிடக் கூடியது எனினும், அத்தன்மையைப் பற்றி நியூட்டன் ஆழ்ந்து சிந்திக்க வேண்டி இருந்தது. டேகார்டே (Descarte) என்னும் கணிதவியலரால் உருவாக்கப்பட்ட, அக்காலத்திய பகுமுறை வடிவக் கணிதத்தின் அடிப்படையில் சார்பின் கோட்பாட்டை நியூட்டன் அறிந்திருந்தார். நெம்புகோலின் இயக்கம் பற்றிய ஆர்க்கிமிடீஸின் ஆய்வுக்குப் பிறகு அனுபவம் மூலம் பெறப்படாத இயக்கவியல், ஏறத்தாழ 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்னேற்றம் எதுவும் இல்லா நிலையில் இருந்தது. அதற்குப் பின்னரே சார்பு, வகைக்கெழு ஆகிய இவ்விரு கோட்பாடுகளும் வெளியே கொணரப்படும் நிலையில் இருந்தன.

கணிதம், இயற்பியலை உருவாக்கும் முறையைப் பற்றிய ஒரு சிறப்பு எடுத்துக்காட்டு காலம்-இடம்-பொதுத் தொடர்புத் தத்துவத்தில் காணப்படுகிறது. ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன், காலம் - இடம்-பொதுத் தொடர்புத் தத்துவத்தின் சிறப்புத் தன்மையிலிருந்து பொதுத் தன்மைக்கு ஏற்படும் மாற்றங் குறித்துச் சிந்தித்துக் கொண்டிருக்கையில் அவர் கவனம் ரிக்கி என்பாரின் டென்சார் (tensor) நுண்கணிதத்தைப் பற்றிய ஆய்வின் பால் ஈர்க்கப்பட்டது. தம் எண்ணங்களை வெளிப்படுத்த மேற்காணும் ஆய்வை நல்ல கருவியாகக் கண்ட ஐன்ஸ்டீன் அவ்வாய்வைப் பயன்படுத்தி, கணித அறிஞர்கள் அதை நன்கு உணரும்படிச் செய்தார். 1920 இல், அணி, வகைக்கெழு சமன்பாடு இவற்றைப் பற்றிய சில பகுதிகள் பயன்படுத்தப்படாமலேயே இருந்தமையால் தான் கதிரியக்கத்தில் விகிதப் பொருத்தமாக எலெக்ட்ரான்கள் வெளியாக்கப்படுகின்றன என்னும் கொள்கை விரைவாகப் பரவியது.

படைக்கும் வாய்பாடுகள். அமைப்பைப் பொறுத்த சிற்சில பொது விதிகளுக்கு மட்டும் உட்பட்ட கணிதக் குறிகளின் கோவையே வாய்பாடாகும். பணியில் ஈடுபடும் கணித வல்லுநருக்கு, குறிகளின் கோவை, நினைவிற்குரியதாக இருந்தால், ஒரு வாய்பாடாகும். கணிதத்தில் பெரும்பான்மையான பகுதி வழக்கத்திற்கு அப்பாற்பட்ட முக்கியத்துவமுடைய சில குறிப்பிட்ட வாய்பாடுகளால் உந்தப்படுகிறது. இவ்வகை வாய்பாடுகளில் மிகப் பழமையானது $a^2+b^2 = c^2$ எனும் பிதகோரஸின் தேற்றமாகும். இங்கு a,b ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தின் பக்கங்கள், c அதன் கர்ணம். p/q என்னும் வடிவத்தை ஏற்கும் தகவுறு எண்கள் a,b எனில்,c யு-ம் அவ்வாறு அமைய வேண்டுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக $a=b = 1$ எனில், $c= \sqrt{2}$; இங்கு c ஒரு தகவுறு எண்ணன்று. இதுவே, அளவிடற்கரிய அளவுகளில் விகிதங்களையும் இரு படித் தகவுறா எண்களையும் ஆராயக் கிரேக்கர்களைத் தூண்டியது. தற்காலத்தில் n-பரிமாண யூக்லிடியன் வெளியில் நீண்ட சதுர இணைகரத் திண்மத்தின் மூலை விட்டத்தின் நீளத்தைக் காணப் பயன்படும் வாய்பாடு $c^2 = a_1^2+a_2^2+ \ldots a_n^2$-க்கு மேற்காணும் பிதகோரஸின் வாய்பாடு நீடிக்கப்பட்டது.

மேலும் அவ்வெளியில் $x = (x^1,x^2 \ldots x^n)$ $y = (y^1,y^2,\ldots y^n)$ இவ்விரு புள்ளிகளுக்குமிடைப்பட்ட

தொலைவைக் கார்டிசியன் ஆய எண்களில் பெற

$$s^2 = (x^1 - y^1)^2 + \ldots + (x^n - y^n)^2 \quad (1)$$

என்னும் கோவை பெறப்பட்டது. நுண்ணிய இடைவெளித் தொலைவைக் கொண்ட இரு புள்ளிகளைப் பொறுத்து மேற்காணும் விளைவு

$$ds^2 = (dx^1)^2 + \ldots + (dx^n)^2$$

எனும் நேர்கோட்டு எளிய பகுதியாகும். இவ்விளைவின் பொதுப்படையான கூற்று

$$ds^2 = \sum_{i,j=1}^{n} g_{ij}\, dx^i\, dx^j \quad (2)$$

ரீமான் வடிவக் கணிதத்தில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. பற்பல பரிமாணங் கொண்ட வெளிக்கும் ஆய எண்கள் சிக்கலெண்களாக அமையும்போதும் சமன்பாடு (1) இன் நீட்சியைப் பகு முறை வளர்ச்சிகள் தூண்டின. ஆக,

$$s^2 = |z^1 - w^1|^2 + |z^2 - w^2|^2 + \ldots$$

தொலைவின் இவ்வரையறையின் கீழ் வெளி ஒரு ஹில்பெர்ட் வெளியாகிறது. வெளி, குவாண்டம் இயக்கவியல் (quantam mechanics), இயக்கக்கோட்பாடு (operator theory) இவற்றின் அடிப்படையாகும். இறுதியாக முடிவுள்ள பரிமாணமும் சிக்கலெண்களை ஆய எண்களாகக் கொண்டதும் ஆன வெளியில் நேர்கோட்டு எளிய பகுதியை

$$ds^2 = \sum_{\alpha,\beta=1}^{n} g_{\alpha\bar{\beta}}\, dz^{\alpha}\, d\bar{z}^{\beta}$$

என்று அறிமுகப்படுத்துவது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். சிக்கலெண் மடிப்பைப் பற்றிய ரீமான் வடிவக் கணிதக் கொள்கையின் அடிப்படை இதுவே. அத்தகைய மடிப்பைப் பற்றிய கொள்கை, கணக்கோட்பாடு, சார்பியல் இவற்றிற்குள்ளும் ஊடுருவுகிறது.

$$(1 + x)^2 = 1 + 2x + x^2$$

எனும் எளிய விளைவு

$$(1 + x)^n = 1 + \frac{n}{1}\, x + \ldots \quad (3)$$

என்றவாறு நியூட்டனால் பொதுவாக்கப்பட்டது. இங்கு கெழுக்கள்

$$\binom{n}{k} = \frac{n(n-1)\ldots(n-k+1)}{1.2.k} \quad (4)$$

எனும் ஈருறுப்புக் கெழுக்களாகும். இவ்வாய்பாடு கெழுக்களைப் பிறப்பிக்கும் தொடர்பாகும். n முழு எண்ணாக அமையாத மெய்யெண்ணாகவோ சிக்கலெண்ணாகவோ அமைந்தாலும் சமன்பாடு (4) இல் உள்ள கோவையை அமைக்கலாம். $|x| < |$ எனில் n -இன் எம்மதிப்பிற்கும் சமன்பாடு (3) பொருந்துமென நிறுவப்பட்டது. (3) இல் காணப்படும் விரிவு பொதுவாக ஒரு முடிவிலித் தொடரே; உண்மையில் அவ்விரிவு (1 + x) இன் டெய்லர் தொடராகும். $|x| \to 1$ என்ற போது, n இன் பொது மதிப்பிற்கு மேற்காணும் தொடரின் தன்மையை ஆராய்ந்து, கணித வல்லுநர் ஏபெல், ஒருங்காத தொடர்களின் கூடுதல் பற்றிய ஆய்வுகட்கு அடிக்கல் நாட்டினார். எந்த ஒரு முழு எண்ணும் பகா எண்களின் தனித்தன்மை வாயந்த பெருக்கற் பலனாகும் என்னும் யூக்லிட் தேற்றத்தை

$$q = p_1^{n_1} \times p_2^{n_2} \times \ldots \times p_k^{n_k}$$

என்று வாய்பாடு வடிவில் பெறலாம். அக்காலத்திலிருந்தே, பகாக் காரணியின் கோட்பாடும் தனிப்பட்ட விதத்தில் பகாக் காரணிகளாகப் பகுப்பது பற்றிய தேற்றத்தின் ஆராய்ச்சியும் கணக்கீடு (arithmetic), இயற்கணிதம் இவற்றின் தலையாய கொள்கையாக உள்ளன.

வட்டத்திற்கான வாய்பாடுகள் $l = 2\pi r$, $A = \pi r^2$; கோளத்திற்கான வாய்பாடுகள்

$$A = 4\pi r^2, \; V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

இவற்றின் மூலம் பழங்காலத்திலிருந்தே நன்கு அறியப்பட்ட மாறிலி π, லெபீனிட்ஸ் என்பாரால் வருவிக்கப்பட்ட

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \ldots$$

என்னும் வாய்பாட்டில் இடம் பெறுகிறது. இந்த அதிஇயல்எண்ணின் (transcendental number) தோராயக் கணக்கிடுதலுக்கு இரு வகை வாய்பாடுகளும் பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டன. கணக்கிடும் எந்திரங்களின் பயன்பாடு உட்பட, கணக்கிடும் வேலை முறை தோற்றுவிக்கப்பட்டது. இயற்கை மடக்கையின் அடிப்படையான அதி இயல் எண் e, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில்,

$$e^{2\pi\sqrt{-1}} = 1, \; \cos\phi + \sqrt{-1}\,\sin\phi = e^{\phi\sqrt{-1}}$$

என்னும் வாய்பாடுகளில் இடம் பெறுகிறது. இவ்வாய்பாடு கணிதம் முழுதும் அளவிட முடியாத

விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றது. தொன்று தொட்டு இருந்து வரும் தளக்கோணக் கணிதம் மேற்காணும் வாய்பாடுகளால் பெரிதும் சீர்படுத்தப் பட்டது.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் ஆவிலர், குவிந்த பன்முகிகளுக்கு

$$e_0 - e_1 + e_2 = 2$$

என்னும் வாய்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தார். இங்கே e_0, e_1, e_2 முறையே முனைகள், ஓரங்கள், வெளிப் பரப்புகள் இவற்றின் எண்ணிக்கையாகும். இதுவே, மூடிய ரீமன் வெளிப் பரப்புகளின் சார்பு ஆய்விலும் இயற்கணித வடிவக் கணிதத்திலும் முதற்படியாகும். பாயின்கேரா என்பாரின் சேர்க்கை இடத்தியலுக்குத் (combinatorial topology) தொடக்கமுமாகும். மேலும், பன்மடி வெளிகளின் பெட்டி (betti) எண்களுக்கான $B_p = B_{n-p}$ எனும் பாயின்கேரின் வாய்பாடு அனைவரையும் ஈர்க்கத்தக்க கூற்றுகளில் ஒன்றாகும். சிக்கலெண் சார்புகளின் தத்துவத்தைப் பரப்பும் ஆதார மையம்

$$f(z) = \frac{1}{2\pi i} \oint \frac{f(L)}{(L-z)}$$

எனும் காசின் வாய்பாடாகும். கீழே விழும் பொருளைப் பொறுத்து $s = \frac{1}{2} gt^2$ என்னும் வாய்பட்டால் உருக்கொடுக்கப்பட்டது கலிலியோவின் சாதனையாகும். மின்சாரத்தின் கூலூம் விதியைக் குறிக்கும்

$$F = \frac{m_1 m_2}{\gamma^2}$$

என்னும் வாய்பாடால் உருக்கொடுக்கப்பட்டது நியூட்டனின் புவியீர்ப்பு விதியாகும். காலம்-இடம்-பொதுத் தொடர்புத் தத்துவத்தின் சிறப்புத் தன்மையிலிருந்து பெறப்பட்ட, ஐன்ஸ்டீனின் வாய்பாடு $E=mc^2$, அணு குண்டு உருவாகக் காரணமானது. கதிரியக்கத்தில் விகிதப் பொருத்தமாக எலெக்ட்ரான்கள் வெளியாக்கப்படுகின்றன என்னும் கொள்கையிலிருந்து பெறப்பட்ட வாய்பாடு $pq\text{-}qp = \frac{h}{2\pi i}$ இன் ஹெய்சன்பெர்க்கின் விளக்கம் வேதாந்திகட்கு எரிச்சலூட்டுவதாக அமைந்துள்ளது.

அடிப்படைகள்-கணித நியதி. கணிதம், சிறிது கூடப் பிசகில்லாமல், நிறுவக்கூடிய தன்மையைப் பெற்றிருக்க வேண்டுமென்பது ஓர் முக்கிய கோரிக்கையாகும். அதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு, தேற்றங்களில் கணித வலியுறுத்தல்களைப் பற்றிய யூக்லிடின் அறிமுகமாகும்.

ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட உண்மைகள் எனப்படும் சில குறிப்பிட்ட முதல் தேற்றங்கள் நிரூபணமின்றி ஒத்துக் கொள்ளப்பட்டன. பிற தேற்றங்கள் நிறுவப் பட்டவையாகும். ஒரு தேற்றத்தை நிறுவுதல் என்பது அத்தேற்றத்தைப் பிற தேற்றங்களிலிருந்து சில குறிப்பிட்ட உருவாக்கும் முறைகளையோ ஊகிக்கும் முறைகளையோ கொண்டு பெறுவதேயாகும். நீண்ட காலமாகவே, கணிதத்தின் ஒவ்வொரு கிளையும் அதன் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட உண்மைகளின் அடைப்படையிலேயே அமைந்த வழக்கம் தொன்று தொட்டு இருந்து வந்தது. ஆனால் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் கணிதத்தின் ஒரு கிளைக்கே மாறுபட்ட ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட அடிப்படை உண்மைகள் இருக்கலாம் என்பது பெறப் பட்டது. குறிப்பாக, இரு பரிமாண, முப்பரிமாண வடிவக் கணிதத்திற்கு மாறுபட்ட கூற்றுகள் தீர ஆராயப்பட்டன. இணைகோடுகளைப் பற்றிய ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட உண்மை மாறுபட்டதாகும். ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட உண்மைகளின் தொகுதி நியதியின் அடிப்படையில் ஒருங்கிசைவு பெற்றால் அதாவது ஒன்று மற்றதன் எதிர்க் கூற்றாக அமையும். இரு தேற்றங்களை ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட உண்மைகளிலிருந்து பெற முடியவில்லையெனில், அத்தொகுதி கணிதத்தில் இயலும் என்று ஒத்துக் கொள்ளப் பட்டது.

அதே சமயம், ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட உண்மைகள் மட்டுமன்றி ஊக விதிகளும் கூட மாற்றங்களுக்கு உட்பட்டே ஆக வேண்டும் என்னும் உணர்தலுக்குச் சில வளர்ச்சிகள் வழி காட்டின. முழுமை எனப்படும் மிகைப் பண்பு இருப்பின் கொள்ளத் தக்கதே. முறைப்படுத்திக் கூறப்பட்ட கூற்றைப் பொறுத்த வரை அக்கூற்றுப் பொருந்துமென நிறுவப்பட்டாலோ அக்கூற்றின் எதிர்க் கூற்றுப் பொருந்துமென நிறுவப் பட்டாலோ ஒரு தொகுதி முழுமையடையும். ஒரு தொகுதியில் ஒரு தேற்றம் பொருந்தி, அத்தொகுதி மாற்றத்திற்கு உட்படும்போது அதே கூற்றோ புதுத் தொகுதியில் மேற்காணும் கூற்றிற்குத் தக அமையும் கூற்றோ முழுதும் தவறாக அமையாவிட்டாலும், ஐயத்திற்குரியதாக அமையலாம். அன்றி, அக்கூற்று பொருந்தினால், அதற்குப் புதிய நிரூபணம் தேவைப் படலாம். ஏனெனில் இதற்குச் சிற்சில ஒப்புக்கொள்ளப் பட்ட உண்மைகளோ, ஊக விதிகளோ இல்லாமலிருக் கலாம்.

மறுப்பு எடுத்துக்காட்டுகள். வகைப்படுத்தக்கூடிய சார்பு $y=f(x)$, $a<x<b$ இல் தொடர்ச்சியுடையது என்பது வகைக்கெழுவின் வரையறையிலிருந்து தெளிவாகிறது. இக்கூற்றின் மறுதலை உண்மையன்று என்பது மெய்பிக்கப்பட்டது. வெயர்ஸ்டிராஸ்

என்பார் $a < x < b$ இல் தொடர்ச்சியுடைய் சார்பு f(x) க்கு அவ்விடைவெளியில் எப்புள்ளியிலும் வகைக்கெழு இல்லாதவாறு ஒரு சார்பை உரு வாக்கினார். (ஆனால் அவர் உருவாக்கிய சார்பு அவ்விடைவெளியில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் வல, இட வகைக் கெழுக்களைப் பெற்றுள்ளது.) இவ்வகை அமைப்பிற்கு மறுப்பு எடுத்துக்காட்டு எனப்பெயர். கணிசமான திறமை தேவைப்படும் மறுப்பு எடுத்துக் காட்டுகளுடன் முறையான முன் அனுபவம் பத் தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இடைக்காலத்திற்கு முன் எழவில்லை, இவ்வாறான விளைவையுடைய மற்றொரு மறுப்பு எடுத்துக்காட்டு ஃபூரியர் தொட ரைப் பொறுத்தது. அலைவு 2π - ஐக்கொண்ட அலைவுச் சார்பெனில் அதன் ஃபூரியர் தொடர்

$$\frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \qquad (5)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos nt \, dt,$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \sin nt \, dt \qquad (6)$$

எந்த ஒரு சார்பு f(x)க்கு, ஃபூரியர் தொடரின் பகுதிக் கூடுதல்கள் f(x)க்கு ஒருங்குகின்றன என்னும் தெளி வில்லாத கூற்றை ஃபூரியர் கூறினார்.

ஒருங்குதலுக்குத் திட்டவட்டமான ஒரு நிபந்த னையைக் கண்ட முதல் வல்லுநர் டிரிஷ்லட் (Drichlet) ஆவார். அவருடைய நிபந்தனையில் சார்பு f(x)க்கு சில எளிய தொடர்ச்சியிலாப் புள்ளிகள் இருக்கலாம். ஆனால் தற்போதைய வாதத்தில் இத்தொடர்ச்சி யிலாப் புள்ளிகள் நீக்கப்படுகின்றன. முதற்கண் f(x) தொடர்ச்சியுள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும். அலைவு இடைவெளி $0 \leq x \leq 2\pi$ முடிவுள்ள எண்ணிக்கை கொண்ட சிறிய இடைவெளிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, இச்சிறிய இடைவெளி ஒவ்வொன் றிலும் சார்பு f(x) ஏறும் சார்பாகவோ இறங்கும் சார்பாகவோ இருப்பின், ஃபூரியர் தொடர் எங்கும் f(x)க்கு ஒருங்குகிறது என்று நிரூபித்தார். டிரிஷ்லட் டின் இக்கருத்தினை முழுதும் நீக்க முடியாது என்று பாயிஸ் ரீமான்ட் என்பார் மெய்பித்தார். அவர் f(x) என்னும் சார்பின் ஃபூரியர் தொடர் குறைந்தது ஒரு புள்ளியிலாவது ஒருங்காதவாறு ஒரு தொடர் அலைவுச் சார்பை அமைத்தார்.

ஒரு தொடர் சார்பின் ஃபூரியர் தொடர் எண்ணிடத்தக்க பல புள்ளிகளில் ஒருங்காதவாறு, அப் புள்ளிகள் எவ்விடத்தும் அடர்ந்து இருந்த போதும் (காட்டாக, $x = \frac{p}{q}$ எனும் அனைத்துத் தகவுறு புள்ளிகளிலும்) அச்சார்பை, ஹார்மார்க் என்பார் உருவாக்கிய பொதுக் கொள்கையின் மூலம் (சிறப்புப் புள்ளிகளின் நெருக்கம்) அமைக்க இயலும். ஆனால் ஒரு தொடர் சார்பின் ஃபூரியர் தொடர் அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் ஒருங்காதவாறோ, குறைந்தது லெபேக் அளவைப் பூச்சியமாகவுடைய கணத்தைத் தவிர அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் ஒருங்காதவாறோ ஒரு சார்பு உளதா என்பது இன்று வரை தெரியவில்லை. மாறுபட்ட ஆனால் தொடர்புள்ள காரணங்களுக் காக ஒரே அடிப்படை அமைப்புப் பயன்படுத்தப்படு கின்றது என்னும் பொருள் செறிந்த வகைகளில் மறுப்பு எடுத்துக்காட்டுகள் அடிக்கடி இடம் பெறு கின்றன.

பல மறுப்பு எடுத்துக்காட்டுகளில் பயன்படுத்தப் படும் அமைப்பு, காண்டாரின் (Cantor)மூன்றுகொண்ட (ternary) கணமாகும். $0 \leq x \leq 1$ என்ற மூடிய இடை வெளியை $(0,\frac{1}{3})$, $(\frac{1}{3},\frac{2}{3})$, $(\frac{2}{3},1)$ என்று மூன்று சமபகுதி களாகப் பிரித்து, நடு இடைவெளியின் $\frac{1}{3} < x < \frac{2}{3}$ எனும் திறந்த உட்பகுதியை மட்டும் நீக்கினால் $0 \leq x \leq \frac{1}{3}$, $\frac{2}{3} \leq x \leq 1$ என்ற இரு மூடிய இடை வெளிகள் மட்டும் எஞ்சுகின்றன. இவை ஒவ்வொன்றி லிருந்தும் திறந்த மூன்றாம் உட்பகுதியை அதாவது $\frac{1}{9} < x < \frac{2}{9}$, $\frac{2}{3} + \frac{1}{9} < x < \frac{2}{3} + \frac{2}{9}$ ஐ நீக்கி விட்டால் நான்கு மூடிய இடைவெளிகள் எஞ்சு கின்றன. இவை ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் திறந்த மூன்றாம் உட்பகுதியை நீக்கி இவ்வாறே n முறைகள் அடுத்தடுத்துச் செய்த பிறகு நீக்கப்பட்ட இடைவெளி களின் எண்ணிக்கை $1 + 2 + 2^2 + \ldots + 2^{n-1}$; நீக்கப் பட்ட இடைவெளிகளின் நீளங்களின் கூடுதல்

$$\frac{1}{3} + \frac{2}{3^2} + \frac{2^2}{3^3} + \ldots + \frac{2^{n-1}}{3^n} = 1-(\tfrac{2}{3})^n$$

இம்மதிப்பு 1-ஐ விடச் சிறியது. ஏனெனில் இடை வெளியின் மொத்த நீளம் 1, நீக்கப்பட்ட இடை வெளிகள் ஒன்றின் மீது ஒன்று படிந்திருக்கவில்லை. எனினும், n, முடிவிலியை அணுகும்படிச் செய்தால் $(\frac{2}{3})^n$ பூச்சியத்தை அணுகும்.

நீக்கப்பட்ட எண்ணிலடங்காப் பற்பல இடை வெளிகளின் நீளங்களின் கூடுதல் மதிப்பு 1, ஆக எஞ்சி விடப்பட்ட புள்ளிக் கணம் பூச்சிய மதிப்புடைய ஒரு பரிமாண அளவையைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இதுவே லெபேக்கின் (Lebesque) கோட்பாடு. மேலும் எஞ்சி நிற்கும் கணம் எங்குமே அடர்ந்து இருக்காது. எனினும், எவ்வாறேனும் இக்கணத்தின் புள்ளிகளை எண்ணுதல் மூலமே இக்கணம் ஒரு மிகப்பெரிய கணம் என்பதை அறியலாம். திட்டவட்டமாக, இக்கணத்தின் இயல் எண்ணும் இடைவெளி $0 \leq x \leq 1$ இன் இயல் எண்ணும் ஒன்றே. பல நோக்கங்களில் கவனத்தைக் கவரும் கீழ்க்காணும் உண்மையிலிருந்து

இவ்விளைவைப் பெறலாம். தசம விரிதலுக்கு மாற்றாக மூன்று கொண்ட விரிதலின் மூலம் அதாவது $0, a_1, a_2, a_3 \ldots$ எனும் விரிதலின் மூலம் $0 \leqslant x \leqslant 1$ எனும் எந்த எண்ணையும் குறிக்கலாம். இங்கு $a_1, a_2, a_3 \ldots$ இவை ஒவ்வொன்றும் $0, 1, 2$ இவற்றில் ஏதேனும் ஒரு மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். எப்புள்ளிகளின் விரிதலின் குறிகள் $a_1 a_2 \ldots 1$ என்னும் மதிப்பை ஏற்காமல் $0, 2$ மதிப்புகளை மட்டும் ஏற்குமோ அப்புள்ளிகளை மட்டும் எஞ்சி நிற்கும் கணம் பெற்றிருக்கும்.

உருவாக்குதலும் தோராயங்களும். சில கணித வல்லுநர்கள் வழக்கிலுள்ள நிரூபணங்களுக்கு மறுப்புத் தெரிவிக்கின்றனர். மேலும் எந்த நிரூபணமும் உருவாக்குந் தன்மையுடையது என்று வாதிடுகின்றனர். இவ்வாதத்தின் விளக்கங்கள் பரவலாக மாறுபடுகின்றன. சில நிரூபணங்கள் அனுபவமுள்ள கணித வல்லுநர் வரவேற்கும் நிரூபணங்களை நெருங்குகின்றன. சான்றாக, ஒரு தேற்றம் ஒரு எண்ணின் அல்லது ஒரு சார்பில் இருத்தலை வலியுறுத்தினால், அதன் நிரூபணம் தீர்வின் உண்மையான கணக்கீட்டைத் தோராயமாகவாவது காண ஒரு முறையை வகுக்க வேண்டும். ஊகத்தின் கூட்டைத் தவிர்ப்பது என்னும் குறைத் தேவையைத் தவிரப் பிற தேவைகளைச் சற்றே, பிற கூற்றுகள் நிறைவு செய்கின்றன. இரண்டையும் சேர்க்கும் கருத்துகளும் உள. இறுதியில் கூறியவற்றில் நன்கு அறியப்பட்டது உள்ளுணர்வுக் கருத்தாகும். இக்கருத்து, தற்கால கணக்கீட்டு எந்திரங்களால் கணக்கிடப்படுவது குறித்து எவ்வித உத்திரவாதமும் அளிக்காத ஒரு வகை அமைத்தலை உறுதியாக்குகிறது. எனினும் உள்ளுணர்வு முறை பரவலாகத் தெரிவதுதான் முரண்பாட்டைக் கையாளும் நிரூபணம் ஒத்துக் கொள்ளப்பட மாட்டாது என்பது; இதை இரட்டை மறுப்பைக் கையாளும் நிரூபணம் என்பர்.

நிரூபிக்கப்பட வேண்டிய கூற்றுத் தவறு என்ற தாற்காலிக மேற்கோளின் அடிப்படையில் முன்னமே நிலைநாட்டப்பட்ட தோற்றத்திற்கு முரண்பாடு கொண்டுள்ளது என்று நிறுவுவது அரிஸ்டாட்டிலின் கொள்கை ஆகும். இம்முறை அமைத்தலைப் பொறுத்து அனுபவ முறையில் பெற்ற கோரிக்கைக்கும் அனுபவமுறையில் பெறாத கோரிக்கைக்கும் ஒரு வேறுபாடு உளது. சில சமயம், அமைத்தல் முறையைக் கையாளாது ஒரு சார்பின் இருத்தலை நிறுவி, அதன் பிறகு, இருத்தல் கூற்றின் அடிப்படையில் சமாளிக்கக்கூடிய அமைத்தலுக்கு ஒரு முறையைக் காண முடியும்; அனுபவ முறைக்கணிதத்திற்கு இம்முறை நிறைவளிக்கும். அனுபவ முறையற்ற கணிதத்திற்கு நிறைவளிக்காது. தர்க்கமுறை அமையாத, அமைத்தலுடன் தொடர்பு கொண்ட கோரிக்கை என்பது தோராயத்தை உள்ளடக்கிய முறை கையாளப்படும்போது தோராயத்தின் தரத்தை மதிப்பீடு செய்வதாகும். இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு மீதி உறுப்புடன் கூடிய டெய்லர் தொடருக்கான லாக்ரங்கேயின் (Lagrange) விளைவாகும். இவ்விளைவின் கூற்று பின்வருமாறு; $0 \leqslant x \leqslant 1$ எனும் இடைவெளியில் $f(x)$ என்னும் சார்புக்கு n வகைக்கெழுக்கள் இருப்பின், $f(x) = p_n(x) + R_n(x)$; இங்கே

$$P_n(x) = \sum_{m=0}^{n} \frac{f^m(0)}{\underline{|m}} x^m$$

என்பது பல்லுறுப்புக் கோவை;

$$0 \leqslant x \leqslant 1 \text{ ல் } |f^n(x)| \text{ இன்}$$

மீப்பெரு மதிப்பு M_n எனில், பிழை உறுப்பு $R_n(x)$ எண் மதிப்பில் $\frac{M_n}{\underline{|n}}$ ஆல் வரம்பிடப்பட்டது, இவ்விளைவு கீழ்க்காணும் தலைப்பிற்கு வழி காட்டுகிறது. $f(x)$ க்கு n வகைக்கெழுக்கள் இருந்தால் மட்டுமே, பல்லுறுப்புக் கோவை (7) ஐ உருவாக்க முடியும். எனினும், $a \leqslant x \leqslant b$ என்னும் இடைவெளியில் மட்டும் தொடர்ச்சியுள்ள எந்தச்சார்பு $f(x)$ யும்

$$p_n(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_n \qquad (8)$$

என்னும் பல்லுறுப்புக் கோவைகளால் சீராகத் தோராயப்படுத்தலாம் என்று வெயிர்ஸ்டிராஸின் ஒரு தேற்றம் கூறுகிறது. இத்தேற்றத்தின் ஒவ்வொரு நிரூபணமும் அப்பல்லுறுப்புக் கோவைகளை உண்டாக்குகின்றது. எவற்றிற்கெல்லாம் தோராயம் ஒரு சிறந்த முறையோ அவற்றையெல்லாம் அடைய விரிவான கோட்பாடும் உளது.

சாதாரண பல்லுறுப்புக் கோவைகள் (8) ஆல் தோராயமாக்கப்படாமல் கோண கணிதப் பல்லுறுப்புக் கோவைகள்

$$s_n(x) = \frac{1}{2} a_0 + \sum_{m=1}^{n} (a_m \cos mx + b_m \sin mx) \qquad (9)$$

(9) ஆல் தோராயமாக்கப்படுவது, தற்காலத்திய கணித முறைகளுக்கு அடிகோலுகிறது,

$$\text{Max}_{0 \leqslant x < 2\pi} \quad f(x) - s_n(x) \qquad (10)$$

எனும் வேறுபாட்டைச் சிறியதாக்க விரும்பினால் ஃபூரியர் தொடர்(5)இன் பகுதிக் கூடுதல்கள் நன்மை பயக்கக் கூடியவையல்ல. எனினும், பகுதிக் கூடுதல்களை அவற்றின் கணக்கீட்டுச் சாராசரிகள் $\sigma_n = \frac{s_0 + s_1 + \ldots + s_{n-1}}{n}$ என்ற கூடுதலால் ஃபிஜர்

(Fejer) மாாற்றியமைத்ததால், தோராயமாக்குதலின் தரம் உயர்த்தப்படுகின்றது.

$$\sigma_n(x) = \frac{1}{2} a_o + \sum_{m=1}^{n} \left(1 - \frac{m}{n}\right)(a_m \cos mx + b_m \sin mx)$$

பல்லுப்புக் கோவைகளே. இதை விடச் சிறந்த முறையில் தோராயமாக்கப்படும் சராசரிகளும் உள. பகுப்பாய்வு நிகழ்தகவு, புள்ளியியல் பொறுத்த வரை முக்கியத்துவங் கொண்ட சராசரியாகும் முறைகளைப் பற்றியதாகும். பெஸல், பார்செரல் (19ஆம் நூற்றாண்டு) ஆகியோர் வழியில் தோராயமாக்குதலின் தரத்தின் அளவையாகக் கோவை (10) ஐ

$$\left[\frac{1}{2\pi}\int_{0}^{2\pi}\left| f(x) - s_n(x)\right|^2 dx\right]^{1/2} \qquad (11)$$

எனும் கோவையால் மாற்றியமைத்தால், பெரும் வளர்ச்சி தொடங்குகிறது. இவ்வகையில் சாதாரண ஃபூரியர் - தொடருக்கு மட்டுமன்றிப் பொதுவாகச் செங்கோணத் தொடருக்கும் எவ்வரிசை எண் nக்கும் ஃபூரியர் தொடரின் பகுதிக் கூடுதல்கள் சிறந்த தோராயமாக்கும் கூடுதல்களாகும். இவ்விளக்கம் பகுப்பாய்வு, இயற்கணிதம், நிகழ் தகவுக் கோட்பாடு, கதிரியக்கக் கோட்பாடு, இயற்பியலின் பிற பகுதிகள் இவற்றில் பெருந்திரளான, தொடர்பான, ஒத்த விரிவுகளுக்கு நீட்டிக்கப்படுகிறது. தோராயமாக்குதல், விலக்கம், பரவல் இவற்றின் அளவை அறிவியலில் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கிறது.

கணிதத்தில் வெளி. படங்களின் அளவுகள் நீளம், பரப்பு, கனபரிமாணம், கோணங்களின் அளவுகள், இவற்றுடன் கணிதம் தொடங்கியது. படங்களின் உருவத்துடன் தன்னைத் தொடர்புபடுத்திக் கொள்ளவில்லை. ஆனால் படங்கள் எப்போது ஒன்றுக்கொன்று சமம் அல்லது வடிவத்தைப் பொறுத்துச் சமம் என்பதைத் தீர்மானிப்பதுடன் முடிவுற்றது. வடிவக் கணிதத்தின் முதல் உண்மையான கோட்பாடு கிரேக்கர்களைச் சார்ந்ததாகும். கிரேக்கர்களின் முதல் பணி படங்களின் சமத்துவம், அவற்றின் சர்வ சமத்துவம், வடிவொத்தமை ஆகிய அடிப்படைக் கோட்பாட்டைப் பயிலுவதாகும். படங்களின் அளவுகளை மட்டும் அளத்தல் என்னும் செயலிலிருந்து மேலும் முன்னேற்றம் கண்டனர் கிரேக்கர்கள்.

எடுத்துக்காட்டாக, யூக்லிடின் விரிவான பணி உண்மையான அளவுகளைத் தவிர்க்கிறது. பிதகோரஸின் தேற்றமாகிய $c^2 = a^2 + b^2$ இல் எண்களுக்கிடையே சமத்துவத்தைக் குறிப்பதற்கான குறிப்பு எதுவுமில்லை. அது, சர்வ சமத்துவத்தின் அடிப்படையில் பரப்புகளுக்கிடைப்பட்ட சமத்துவம்தான்; மூன்று சதுரங்களில் இரண்டு துண்டுகளாக வெட்டப்பட்டுப் பிறகு மூன்றாம் சதுரத்துக்குள் சேர்க்கப்படுகின்றன. அதன் நோக்கங்கள் எத்துணை உயர்ந்ததாயினும், வெளியின் கணிதப்பிரச்சினையுடன் ஈடு கொடுக்க முடியாத அளவிற்குக் கிரேக்க கணிதம் மிகையான நியதிகள் நிறைந்தது. அது முன்னேற்றம் எதுவுமில்லாமல் நின்று விட்டது. வடிவக் கணிதம், வளர்ச்சி ஏதும் அடையவில்லை. டேகார்டே, அவர் தம் முன்னோர்கள் ஆகியோரால் அறிமுகம் செய்யப்பட்ட ஆயத்தொகுதிகளால்தான் கணித வெளி முன்னேறத் தொடங்கியது.

இரு பரிமாண அல்லது முப்பரிமாண யூக்லிடியன் வெளியில் கார்டீசியன் ஆயத்தொகுதி செதுக்கப்பட்டால் புள்ளி கணமாகிறது; ஒவ்வொரு புள்ளியும் மெய்யெண்களின் ஜோடி (x^1, x^2) ஆகவோ மூன்று சேர்ந்ததாகவோ (x^1, x^2, x^3) அமைகிறது; எப்படமும் தகுந்த உட்கணமாகிறது. இது தொடங்குமிடத்தில் வெளியையும் எண்ணையும் ஒன்று சேர்க்கும், தீர ஆய்ந்து செய்யப்பட்ட, வெளியின் கணக்கீட்டு முறையாகும். இம்முறை, உருவத்தைப் பொருத்தப் பிரச்சினைகளைத் தொடரும் வேலையில் வடிவக் கணிதத்தைத் தடை செய்யவில்லை அன்றி உதவுகிறது. கார்டீசியன் தளத்தில்

$$y^1 = a^1 + \alpha_1, \ x^1 + \alpha_2{}^1 x^2, \ y^2 = a^2 + \alpha_1{}^2 \ x^1 + \alpha_2{}^2 x^2 \qquad (12)$$

இம்மாறுபாட்டுச் சமன்பாட்டின் மூலம் ஒரு படத்தில் உள்ள புள்ளிகளிலிருந்து மற்றொரு படத்தில் உள்ள புள்ளிகளை அடைய முடிந்தால் அவ்விரு படங்களும் ஒன்றுக்கொன்று வடிவொத்தன என்று கூறப்படும். இங்கு

$$\alpha_1{}^1 \ \alpha_1{}^2 + \alpha^1{}_2 \ \alpha^2{}_2 = 0 \ \ldots \qquad (13)$$

ஏதோ ஒரு $p > 0$ எனில்

$$(\alpha_1{}^1)^2 + (\alpha^1{}_2)^2 = (\alpha_1{}^2)^2 + (\alpha^2{}_2)^2 = p^2 \qquad (14)$$

$p = 1$ என்றால், என்றால் மட்டுமே, மேற்கண்ட வடிவொத்தமை சர்வ சமத்துவமாகும் (செங்கோண மாற்றம்).

சர்வ சமத்துவம், வடிவொத்தமை பற்றிய இப்பகு முறைக் கூற்று மிக்க பொதுப் படை ஒரு படி மாற்றங்கள் (12)இன் வடிவக் கணிதப் பரிசீலனையைத் தோற்றுவிக்கிறது. மேற்காணும் மாற்றங்கள் சிறப்பிலா மாற்றங்கள் அதாவது அணிக் கோவை $|\alpha_q^p| \neq 0$ யூக்லிடின் வடிவக் கணிதத்தின் இணைகோடுகள் பற்றிய ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட உண்மைகளை அவை எடுத்துக் காட்டுகின்றன என்றாலும் அவை கிரேக்கர்களுக்கு முற்றிலும் தெரியவில்லை. கார்டீசியன் தளத்தின் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றம், ஒரு நேர் கோட்டை மற்றொரு நேர் கோட்டிற்கும்,

இணை நேர்கோடுகளை இணை நேர்கோடுகளுக்கும் எடுத்துச் சென்றால், மட்டுமே ஒரு படி மாற்றமாகும். ஆக ஓர் இணைகரம் மற்றோர் இணைகரத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது; உண்மையில் எந்த இரு இணைகரங்கள் கொடுக்கப்பட்டாலும், இவ்விரு உருவங்களிலும் கோணங்களும் பக்கங்களின் விகிதங்களும் எவ்வாறாயினும் அவ்விரு இணைகரங்களில் ஒன்றை மற்றொன்றிற்கு எடுத்துச் செல்லும் ஒரு படி மாற்றம் உளது. தோற்ற ஒற்றுமை கொண்ட வடிவக் கணிதத்தில் எந்த இரு இணைகரங்களும் சமம் என்று கருதப்படுகிறது. இவ்வடிவக் கணிதத்தால் கோணங்களை அளக்க முடியாது; இணையற்ற கோட்டுத் துண்டுகளை நீளத்திற்காக ஒப்பிட முடியாது. எனினும் இவ்வடிவக் கணிதத்தில் கூம்பு வெட்டிகள் உள. இவ்வடிவக் கணிதத்தால் அக்கூம்பு வெட்டிகளை நீள் வட்டங்களாகவும் பரவளையங்களாகவும் அதிபரவளையங்களாகவும் பிரிக்க முடியும்.

அனைத்து ஒரு படி மாற்றங்களின் தொகுதி ஒரு கடப்புக் (transitive) குலத்தை அமைக்கும். செங்கோண மாற்றங்களின் உட்தொகுதி ஒரு கடப்புக் குலமாகும். ஒரு வெளியின் மீது மாற்றங்களின் கடப்புக் குலமொன்று இருப்பின், அவ்வெளியின் மீது ஒரு வடிவக் கணிதம் இருக்கும் என்னும் பொதுவாக ஏற்கப்பட்ட ஓர் அறிவிப்பைச் செய்தார் கிளெயின் என்பார், மாற்றங்களில் ஒன்றால் ஓர் உருவம் மற்றோர் உருவத்திற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுமானால் அவ்விரு உருவங்களும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகக் கருதப்படும். போலாய்-லோபாகொர்ஸ்கிகாஸ் இன் யூக்ளிடியன் அல்லாத வடிவக் கணிதங்களுக்கு, மேற்காணும் கருத்திற்கு இணங்கும் பல்வேறு மாதிரிகள் வெளிக்காட்டப்பட்டன. இவற்றில் மிக்க கவனத்தைக் கவரும் மாதிரி பின்வருமாறு: தளம் (x^1, x^2) இல் $z=x^1+ix^2$ எனும் சிக்கலெண் மாறியை அறிமுகப்படுத்தலாம். $|a|<|$ என்றவாறு அமையும் அனைத்து மாறிலி சிக்கலெண்கள் a-க்கும் அனைத்து மெய்யெண்கள் θ-க்கும்

$$w=e^{i\theta}\frac{z-a}{1-\bar{a}z}$$

என்னும் மாற்றங்களின் தொகுதியைக் கருதினால் இவை கீழ்க்காணும் யூக்ளிடியன் அல்லாத வடிவக் கணிதத்திற்கு வழி வகுக்கின்றன.

வெளி, z தளத்தின் முழுமையும் அன்று. ஆனால் $|z|<|$ என்ற அலகு வட்டவில்லைதான். புள்ளி என்பது அதில் சாதாரணப் புள்ளி; புதிய வடிவக் கணிதத்தின் நேர்கோடு என்பது யூக்ளிடியன் வடிவக் கணிதத்தில் அவ்வில்லையின் ஒரு விட்டமாகவோ, வில்லைக்குள் அமையும் ஒரு வட்ட வில்லாகவோ இருக்கும். இவ்வில்லின் இறுதிப் புள்ளிகள் வில்லையின் எல்லைக்கோட்டில் செங்கோணத்தில் அமையும். இவ்வடிவக் கணிதத்திலமையும் ஒரு நேர்கோட்டிற்கு வெளியே அமையும் ஒரு புள்ளி வழியே அக்கோட்டிற்கு இணையாக எண்ணிலடங்காப் பற்பல நேர்கோடுகள் உள. அதாவது இந்நேர்கோடுகள் வட்டவில்லைக்குள் சந்திக்கா. இப்பண்பு வடிவக் கணிதத்தை அதிபரவளைய வடிவக் கணிதமாக்குகிறது. எனினும் ஒரு வடிவக் கணிதத்தில் எந்த இரு நேர்கோடுகளும் எப்போதும் சந்தித்தால் அவ்வடிவக் கணிதம் நீள் வட்டப் பண்பையுடையதாகக் கருதப்படும். நீள் வட்ட வடிவக் கணிதத்தின் உருத்தோற்றம் பெரு வட்டங்களை நேர்கோடுகளாகக் கொண்ட ஒரு கோளத்தின் மேற்பரப்பின் மீது கொள்ளப்படும் வடிவக் கணிதமாகும். (எடுத்துக்காட்டு; புவியின் மேற்பரப்பு). மேற்கூறப்பட்ட அதிபரவளைய வடிவக் கணிதம் திட்ட முறையில் கோளத்தின் மீது பெரு வட்டங்களின் நீள் வட்ட வடிவக் கணிதத்தின் ஈடு செய்யும் பகுதியாகும்.

வெளியின் கணக்கீட்டு முறை, எந்த முழு எண் n பரிமாணத்திற்கும், யூக்ளிடியன் போன்ற n பரிமாண வெளியின் வெறும் கணிதப் படைப்புக்கு வழி காட்டியது; அவ்வெளியின் புள்ளிகள் பொதுவாக n மெய்யெண்கள் $(x^1, x^2, \ldots x^n)$ ஆக வரையறுக்கப்பட்டு, அப்புள்ளிகளுக்கிடையே பல்வேறுபட்ட வடிவக் கணிதத் தொடர்புகள் தக்கவாறு வரையறுக்கப்பட்டன. அறிவியலில் மிக்க கண்ணைக் கவரும் விளைவு - காலம் இடம் - பொதுத் தொடர்பு தத்துவத்தின் நான்கு பரிமாண வெளியாகும். ஆனால் இதற்கு முன்னரே பல பரிமாண வடிவக் கணிதம் இயற்பியலில் பங்கு வகித்தது. ஓர் எந்திரத் தொகுதி M நிறைப் புள்ளிகளை உள்ளடக்கியிருப்பின், தொகுதியின் நிலைகளைப் புள்ளிகளாகவுடைய (அதாவது ஏதோ ஒரு காலப் புள்ளியில் $\{x_m^1, x_m^2, x_m^3\}$ $m=1\ldots m$ புள்ளிகளாக அமையும்) பரிமாணம் கொண்ட வெளியை அறிமுகப்படுத்துவது மரபு. மேலும், தொகுதியில் செயற்படும் கட்டுப்பாடுகள் இருப்பின், தொடக்க ஆய எண்களுக்கு மாற்றாகத் தொகுதியின் தனித்துணையலகுகளைப்(free parameters) பயன்படுத்தி வெளியின் பரிமாணத்தைத் தக்கவாறு குறைத்தது லக்ரங்கே- ஹாமில்டன் கோட்பாடு.

இயற்பியலிலும் வேதியிலிலும் எந்திரத் தொகுதிகளிலிருந்து பிற தொகுதிகளுக்குத் தனித் துணை அலகுகளின் பயன்பாடு பரவியது; அத்தொகுதிகளின் நிலையைப் பொருத்த சமன்பாடுகள் இயக்கப்படுகின்றன. இறுதியாக, கதிர் இயக்கக் கோட்பாட்டில் ஒரு தொகுதியின் நிலை எண்ணிலாப் பற்பல ஆய எண்களைப் பெற்றுள்ளது. இதைக் குறிக்கும் முடிவிலிப் பரிமாண வெளி ஒரு ஹில்பர்ட் வெளியாகும். மேலும் ஹில்பர்ட் வெளியின் கீழ் கணித வல்லுநர்கள் பொதுவாக முடிவிலிப் பரிமாண வெளிகளால் கவரப்படுகின்றனர். இவ்வெளி

கள் மும்முரமாகப் பயிலப்படுகின்றன. இப்புதிய வடிவங்களில் கணிதத்தின் பெரும்பகுதிகள் புகுத்தப் படுகின்றன. வெளியின் கணக்கீட்டு முறை, வரைபடங் கள், புள்ளி விவரப் படங்கள் இவற்றின் பயன் பாட்டில் காணப்படுகின்றன. x என்னும் எண்ணின் மீது அட்டவணைப்படுத்தப்பட்ட சார்ந்து வரும் தன்மை $y = f(x)$ என்ற சார்பாகும். ஆதலால் இச் சார்பை வரைபடத்தில் ஒரு வளை வரையின் மூலம் குறிக்கலாம். இவ்வாறாகப் பல தகவல்கள் சேகரிக்கப் படுகின்றன.

பி. எஸ். கிருஷ்ணன்

கணித வரலாறு

கணிதம் வளர்ந்த வரலாற்றைப் பண்டைக் காலம், இடைக்காலம், தற்காலம் என மூன்று நிலைகளில் விளக்கலாம்.

பண்டைக்கால வளர்ச்சி. குகைகளில் வாழ்ந்த கற்கால மனிதனின் தேவைகள் மிகக்குறைவு, உணவைத்தேடி அலைந்த மனிதன் விவசாயத்தில் ஈடுபட்டு, நெசவு, பானை செய்தல் போன்ற தொழில்களை உருவாக்கிக் கொண்டான். சிறு தொழில்களை வளர்த்துக் கொண்டு, குறிகளைக் (symbols) கொண்டு எண்ணுவதை வளர்த்துக் கொண்டான். சிறு கற்கள், குச்சிகள், அம்புகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டு பல எண்கள் அமைத்தான். இரண்டு எனும் எண்ணுக்கு அப்பால் தெரியாதவர் கள் ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்து, பிரேசில் போன்ற நாடுகளில் இருந்ததற்கான சான்றுகள் இருக் கின்றன.

நைல் நதிப்பள்ளத்தாக்கும், யூப்ரடிஸ், டைகிரீஸ் போன்ற பள்ளத்தாக்குகளுமே நாகரிகத்தின் ஆரம்பமாக இருந்தன. அப்பொழுதுதான் நாள் காட்டி (calender) யை உருவாக்குவதற்கான முயற்சி கள் ஏற்பட்டு, வடிவக் கணிதமும் (geometry) எண் கணிதமும் (aoithemtic) உருவாக்கப்பட்டன. டைக்ரிஸ் யூப்ரடிஸ் ஆகிய நதிகளை அடக்கிய இடம் மெசப டோனியாவாகும். இங்கே நிலவிய நாகரிகம் சுமேரிய நாகரிகம் எனப்பட்டது. சுமேரியர்கள் கணிதத்தில் வல்லவர்களாக இருந்தனர். கோள்களின் சுழற்சியைக் கொண்டு, எதிர்காலத்தைப்பற்றிக் கணிப்பதில் அவர்கள் தேர்ச்சி பெற்றிருந்தனர்.

இப்போது வழக்கிலுள்ள எண்ணும்முறை 10ஐ அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஆனால் மெசப டோனியர்கள் காலத்தில் 60ஐ அடிப்படையாகக் கொண்டமுறை வழக்கத்திலிருந்து 6 7 8 என்றால், அம்முறையில் $6 \times 60^2 + 7 \times 60 + 8 \times 60^0 = 22028$ எனப்பொருள். கி.மு. 1700க்கு முன்பாகவே இம் முறை பழக்கத்தில் இருந்திருக்கிறது. பாபிலோனி யர்களின் அரசர் ஹம்மராபி என்பவர் கணக்கீடுகளில் வல்லுநராயிருந்தார். பூச்சியத்திற்கு அடையாளம் இல்லாத அக்காலத்தில் பல எண்களை எழுதும்போது, பூச்சியத்தைக் குறிக்க ஓர் இடைவெளி விடுவது பழக்கமாயிற்று. இருபடி, முப்படி, நாற்படிச் சமன் பாடுகளையும் தீர்க்கும் முறைகளைக் கூட இவர்கள் அறிந்திருந்தனர். செய்முறை வடிவக்கணிதத்தில் எகிப்தியர்களும், இந்தியர்களும் வல்லுநர்களாக இருந்ததற்கான சான்றுகள் இருக்கின்றன. தேல்ஸ் எனும் பயணி கிரேக்க கணிதத்திற்கு வித்திட்டதாகத் தெரிகிறது. பல நாடுகளிலுள்ள வல்லுநர்களிடமிருந்த செய்திகளைத் தெரிந்து கணிதத்திற்கு இவர் மெருகு கொடுத்திருக்கிறார். கி. மு. 585இல் ஏற்பட்ட சூரிய மறைப்பில் (solar eclipse) நேரத்தை மிகநுட்பமாகக் கூறிய பெருமை இவருக்குண்டு. கிரேக்கத்தின் ஏழு முனிவர்களில் ஒருவராகக் கருதப்பட்ட தேல்ஸ் என்பார் கடலிலுள்ள கப்பலின் தொலைவை அளந் தறியும் முறையைக் கணித்தார். இவர் மாணவர் பித்தகோரஸ் கணிதத்தில் நிரூபணத்தை (proof) அறிமுகப்படுத்தினார். 1, 2. 3, ... எனும் கூட்டுத் தொடர் (arithmetic progression) மட்டும் கணிதத் திற்குப் போதாது என்று இசைத் தொடரைப் (harmonic progression) புகுத்திய பெருமை இவருக் குண்டு. எண் கோட்பாட்டிலும் (number theory) வடிவக் கணிதத்திலும் பல படைப்புகளை இவர் உருவாக்கினார். கணிதம் என்ற சொல்லை உருவாக் கியவரே பித்தகோரஸ் என்று அறியப்படுகிறது. இவர் வானவியலிலும் வடிவக் கணிதத்திலும் பல கண்டு பிடிப்புகளை நிறுவினார்.

கி. மு. ஐந்தாம், நான்காம் நூற்றாண்டுகளில் ஏதென்ஸ் நாட்டவர் கணிதத்தில் ஈடுபாடு கொண்டிருந்தனர். ஹிப்பாகிரட்டிஸ், பிளாட்டோ, யூடோக்ஸ் போன்றவர்கள் இதில் அடங்குவர். ஹிபிலிபாக்ரட்டிஸ், எலிமென்ஸ் எனும் புத்தகத்தில் ஒரு வட்டத்தின் பண்புகளைத் தொகுத்தளித்தார். இதே சமயத்தில் வாழ்ந்த டெமாகிரிட்டஸ் என்பவர் தான் ஒரு கூம்பின் கனத்தைக் காணும் வாய் பாட்டை உருவாக்கியவர். சாக்ரட்டிஸ், பிளாட்டோ போன்றோர் கணிதத்திற்கு ஆற்றியுள்ள பணி எல்லை யற்றது.

கி. மு. நான்காம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் கணிதப்பெருமை ஐரோப்பாவில் குன்றி, ஆஃப்ரிக்கா விற்குப் பரவியது. மகா அலெக்சாண்டரின் படை யெடுப்பிற்குப் பிறகு எகிப்து, மெசபடோமியா, இந்தி யாவின் ஒரு பகுதி ஆகிய இடங்களில் கணிதம் வளர்ச்சி பெற்றிருந்தது. அலெக்சாண்டரின் வாரி சான தாலமி I என்பார் ஒரு பல்கலைக்கழகத்தை நிறுவியதால், யூக்ளிட் எனும் கணித மேதை அதில் ஆசிரியராகவும், ஆர்க்கிமிடீஸ், அப்போலோனியஸ்

அங்கு மாணவர்களாகவும் இருக்கும் வாய்ப்புக் கிடைத்தது. தொகைக் கணிதத்திலுள்ள பரப்புகள், கணங்கள், பல உருவங்களின் புவிஈர்ப்பு விசை காணுதல் போன்றவற்றிற்கும் பகுமுறை வடிவக்கணிதத்திற்கும் (differencial geomentry) ஆர்க்கிமிடீஸும் அப்போலோனியஸும் செய்துள்ள பணிகள் அளவிடற்கரியவை. அதன் பிறகு தோன்றிய கணிதவியல் வல்லுநர்களில் முக்கியமானவர்கள் ஷிப்பார்க்ஸ், மெனிலாஸ், டாலமி, பாப்பூஸ், டயோபன்டஸ் ஆகிய கிரேக்கர்களாவர். இயல்கணிதத்தின் தந்தையாக டயோனியஸ் பல்ட்ஸ் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டிருக்கிறார். $x^2 + y^2 + z^2 = u^2$ எனும் சமன்பாட்டிற்குத் தீர்வு கண்டதனால் இவர் கணிதவியலில் பெரும் புகழ் பெற்றார்.

இடைக்கால வளர்ச்சி. பாப்பூஸின் மறைவிற்குப் பிறகு, இந்தியாவும் அரேபியாவுமே கணிதத்தில் சிறந்து விளங்கின. அரேபியர்கள் மேற்கு ஆசியநாடுகளின் பரந்த வெளியை முற்றுகையிட்ட காலம் கி. பி. 7ஆம் நூற்றாண்டு. சென்ற இடமெல்லாம் அவர்கள் இஸ்லாம் மதத்தை நிறுவி, இஸ்லாமிய பாரம்பரியத்தை நிறுவினர். கணிதத்தின் பல கண்டுபிடிப்புகள் அரேபிய மொழியில் பெயர்க்கப்பட்டன. அட்டவணைத் தயாரிப்பிலும் கணக்கீடு முறைகளை நுட்பமாக்குவதிலும் அவர்கள் திறமையுள்ளவர்களாயிருந்தனர். கி. பி. 773இல் வாழ்ந்த இந்துக்களின் சித்தாந்தங்கள் அல்-ஃபசாரி என்பாரால் அரேபிய மொழியில் பெயர்க்கப்பட்டது. அதே போன்று அல்-மன்சூர் அல்-மாமும், ஹாருன் அல்-ரஷித் ஆகியோர் கணித வானவியல் வளர்ச்சிகளுக்குப் பெரிதும் உதவினர். பாக்தாத்தைச் சேர்ந்த அல்-குவாரிஸ்மி என்பார் கி. பி. 825இல் கணிதத்தில் பல புத்தகங்களை எழுதியதோடு, இயற்கணிதத்திலுள்ள (algebra) ஒருபடி, இருபடிச் சமன்பாடுகளைப் பற்றி விரிவான ஆய்வு நடத்தினார். அரேபியர்களுக்குக் கோணக் கணிதத்தில் (trigonometry) மிகுந்த ஆர்வம் ஏற்பட்டதன் காரணமாக, அல்-பட்டானி (850-929) அபு-ஐ-வார்ஃபா போன்ற கணித அறிஞர்கள் கோளத்தின் கோண வடிவத்திற்குப் புது மெருகு கொடுத்தனர். அதே போல ரூபாயெத் ஆசிரியர் உமர்கயாமின் பணிகளும் பாராட்டுக்குரியவை. இவர் அமைத்த பாரசீக நாட்காட்டியின்படி 5000 வருடத்திற்கு ஒருமுறை நாள்களில், ஒரு நாள் பிழை ஏற்படுவதை உலகுக்குணர்த்தினார். முப்படிச் சமன்பாடுகளைப் பற்றிய இயற்கணிதத்தையும் உருவாக்கினார். கி. பி. 1201-1274இல் வாழ்ந்த நசிருதிடின் என்பவர்தாம் வானவியலிலிருந்து கோணக்கணிதத்தைச் சிறப்பு அறிவியலாகப் பிரித்தார். பதினைந்தாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த அல் காஷி என்பவர் πஇன் மதிப்பை 16 தசம எண்கள் வரை கணித்தவர். ஒரு முப்படிச் சமன்பாட்டை ஹார்னர் எனும் முறையில் தீர்ப்பதற்கு வித்திட்டவர் இவர்தாம். இந்த விவரங்களிலிருந்து அரேபியக் கணித அறிஞர்கள் பல கண்டுபிடிப்புகளுக்குத் துணைபுரிந்திருக்கின்றனர் என்று தெரிகிறது.

தற்கால வளர்ச்சி. பதினாறாம் நூற்றாண்டுக்குப் பிறகு கணிதத்தில் மகத்தான வளர்ச்சி ஏற்பட்டு, புதுயுகமே பிறந்தது எனலாம். இத்தாலிய நாட்டைச் சேர்ந்த சிப்பியோ ஃபெரோ எனும் அறிஞர் $x^3 + ax = b$ எனும் முப்படிச் சமன்பாட்டின் தீர்வை அறிவித்து, பல ஆண்டுகளாகக் கிரேக்கர்களைக்குழப்பிக் கொண்டிருந்தஒரு புதிரைத் தீர்த்து வைத்தார். தம் கண்டுபிடிப்பை முப்பது ஆண்டுகள் மறைவாக வைத்திருந்தபின்னரே வெளியே அறிவித்தார். இதே சமயத்தில் ஜெர்மன்நாட்டைச்சேர்ந்த டியூரர், ஸ்டிபெல், கோபர்னிகஸ் ஆகிய மூவரும் குறிப்பிடத்தக்கவர்களாவர். புவியும் மற்ற கோள்களும் சூரியனை வலம் வருகின்றன எனும் ஆய்வை உலகுக்கு அறிவித்து, கோபர்னிகஸ் புது வரலாற்றைப்படைத்தார். கி.பி. 1564-1642 இல் வாழ்ந்த கலிலியோ, வியட்டா, ஜான் நேப்பியர் ஆகியோர் குறிப்பிடத்தக்க கணித மேதைகளாவர். இதே நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த கெப்ளர் எனும் வானவியல் மேதையைக் குறிப்பிடாமல் இருக்கவியலாது. கணித வரலாற்றில், வரலாற்றை ஏற்படுத்திக்கொண்டவர் இவர்.

17 ஆம் நூற்றாண்டு மேலும் பல கணித மேதைகளைக் கண்டது. பிரான்ஸில் டெக்கார்டே, பாஸ்கல், இங்கிலாந்தில் நியூட்டன், ஜெர்மனியில் லெபினீட்சு ஆகியோர் பதினேழாம் நூற்றாண்டில் சிறந்த அறிஞர்களாக விளங்கினர். புதிய கண்டுபிடிப்புகள் பிறந்தன. புதிய எழுச்சி ஏற்பட்டது. வில்லியம் ஹார்வே என்பார் இரத்த ஓட்டத்தைப் பற்றிய ஆய்விலும், கலிலியோ தம்முடைய தொலைநோக்கியிலும் கவனத்தைச் செலுத்திக் கொண்டிருந்தனர். x,y,z எனும் எழுத்துகளை மாறிகளுக்கும், a,b,c எனும் எழுத்துகளை மாறிலிகளுக்கும் பயன்படுத்தி டெக்கார்டே புதியதொரு சாதனையைப் படைத்தார். இதே சமயத்தில் வாழ்ந்த டெசார்க் தள வடிவக்கணித (plan geometry) ஆய்வுகள் பலவற்றை நிகழ்த்தினார். பாஸ்கல் என்பார் உலகுக்களித்த பாஸ்கல் முக்கோணத்தை அறியாதவர் இருக்க முடியாது. n முழு எண்ணாக இருக்கும்பொழுது, $(x+a)^n$ எனும் விரிவின் கெழுக்களை எளிதாக அறிய உதவும் இம்முக்கோணம் மிகப் பயனுள்ளதென ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது. அதே போன்று ஜான் வாலஸ், கிரிகரி, நியூட்டன், ஆல்பர்ட்ஐன்ஸ்டென் ஆகியோர் கணித வளர்ச்சியில் பெரும் பங்கேற்றனர். x-ஐ சார்ந்த y-இன் வகைகெழுவை $\frac{dy}{dx}$ என்று குறிப்பிட்டவர் நியூட்டன் தான். பெல்ஜியத்திலிருந்து சென்று ஜெர்மனிய நாட்டில் வாழ்ந்த பெர்னோலியின் ஒவ்வொரு

தலைமுறையினரும் கணிதத்திற்கோ, அறிவியலுக்கோ மகத்தான பணி புரிந்துள்ளனர்.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் பெரிய கணித வியல் வல்லுநர் ஆயிலர் ஆவார். இவருடைய காலத்தில் 530 புத்தகங்களும், ஆராய்ச்சித் தாள் களும் வெளியாயின. கணிதத்தில் பல பகுதிகளிலும் இவர் செய்த சாதனைகள் கணித உலகில் இவருக்கு ஒரு தனித்த இடத்தைக் கொடுத்தது என்பதில் ஐயமில்லை. $e^{i\pi}+1=0$ எனும் வாய்பாடு அவரது கண்டுபிடிப்புகளின் சிகரமாக விளங்கியது. இவரது காலத்தில் இங்கிலாந்தில் வாழ்ந்த காலின், மெக் லாரின், பிரான்ஸ் நாட்டின் லாக்ராஞ்சி ஆகியோர் வரலாறு படைத்தவர்கள். பதினாறாம் வயதிலேயே கணிதப் பேராசிரியரான பெருமை லாக்ராஞ்சிக்கு உண்டு. லாப்லாஸ், லெஜண்டர், மாங்கோ, ஃபூரியர், கோஷி போன்றவர்களின் கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வித்திட்டவர் லாக்ராஞ்சி.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு, கணித வளர்ச் சிக்கு மகுடமாயிருந்தது. இந்நூற்றாண்டில் வடிவக் கணிதம் வானளாவி நின்றது. இந்த நூற்றாண்டில் எண்களில் புதிய கண்டுபிடிப்புகளும், கணக்கீடுகளில் புதிய முறைகளும் கணிதத்தில் புதிய தத்துவமும் ஏற்பட்டன. இந்நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த காஸ், பாய் சான், ஃபூரியர், கோஷி, ஆகியோர் கணித வளர்ச் சிக்குப் பெரும்பாடுபட்டனர். ஏபெல் என்ற கணித மேதை இருபதாம் வயதில் இறந்து போனாலும், அவரது ஆராய்ச்சிகள் 500 வருடங்களுக்குச் சிந்திக்கக் கூடிய செய்திகளைக் கொடுத்துள்ளன. கால்வா, ஹாமில்டன், பூலே, ரீமன், கெய்லி, சில்வெஸ்டர், வெய்ஸ்ட்ராஸ், கான்டர், கம்மர், கிரோனக்கர், மோபியஸ், பாயன்கர், ஹெர்மைட், கிளெயின், லீ, ஹில்பர்ட் ஆகியோர் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் கணக்கியல் வளர்ச்சிக்கு அரும்பாடுபட்டவர்களாவர்.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் கணித வளர்ச்சிக்கு அடிகோலியவர் ஹில்பர்டின் மாணவராயிருந்த ஜான் வான் நியுமான் ஆவார். கணித வளர்ச்சிக்கு இந்தியக் கணித மேதை இராமனுஜம் இருபதாம் நூற்றாண் டின் சிறந்த அறிஞராவார். அவருடைய ஆய்வுகள் கணித வரலாற்றில் மட்டுமல்லாமல் உலக வரலாற்றி லேயே உயர்ந்துள்ளன.

இந்தியக் கணித வரலாறு. இந்தியாவில்கணக்கியல் வளர்ந்த பெருமையை எழுதாமல் கணித வரலாறு முழுமையடையாது. ஆர்யபட்டா, பிரம்மகுப்தா, ஸ்ரீதரா, மஹாவீரா, பாஸ்கரா, நாராயண பண்டிதா, வராக மிக்கிரா ஆகியவர்கள் கணிதத்திற்குப் பெருமை சேர்த்தவர்கள். இந்தியக் கணிதப் படைப் பில் வேதாங்க ஜோதிஷா எனும் நூல் மிகப் பழமை வாய்ந்தது. நிரூபணம் இல்லாத பல வாய்பாடுகளும். முடிவுகளும் நிறைந்த படைப்பு இது. சல்ப சூத்ரா என்பது மற்றொரு பெருமைமிகு படைப்பாகும். இதில் பல ஆய்வுகள் காணப்படுகின்றன. எண்கள், அடுக்குகள், மடக்கைகள் (logarithms), பின்னங்கள் ஆகியவற்றிலும் இயற் கணிதம், வடிவக்கணிதம், கோணக்கணிதம் ஆகிய கணிதப்பிரிவுகளிலும் இந்தியக் கணித மேதைகளுக்குச் சிறப்பான அறிவு இருந்திருப்பதை அறிய முடிகிறது. இந்தியர்கள் கோணக்கணிதத்தில் ஆற்றியுள்ள பணி, கிரேக்கர் களையும் பாபிலோனியர்களையும் விஞ்சுவதாக இருந்திருக்கிறது. இரண்டு எண்களின் கூட்டலைக் குறிக்க yu என்று இடையில் எழுதினார்கள். 5yu7 என்றால் 5+7 எனப்பொருள். கூட்டல் குறியை இரு எண்களுக்குப்பிறகு இட்டுக் கழித்தலாகக் கணித் தார்கள். 75+ என்றால் 7-5 என்று பொருள் கொண்டார்கள். பெருக்கும்போது 7gu5 எனில் 7x5 என்றும் 7bha5 எனில் 7 வகுத்தல் 5 என்றும் கொண்டார்கள். nc_r மதிப்பை முதலில் கண்டவர் மஹாவீரர் ஆவார். கி. மு. 200இல் எழுதப்பட்ட பிங்கலா எனும் நூலில் $(a+b)^2$, $(a+b)^3$ போன்ற கோவைகள் காணப்படுகின்றன. அதே போல வடிவக் கணிதத்திலும் உன்னதமான படைப்புகளை உரு வாக்கிய பெருமை இந்தியக் கணித மேதைகளுக்கு உண்டு.

- மு. அரவாண்டி

கணிப்பான் (இயற்பியல்)

கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் முதலிய கணிதச் செயல்களை இயக்குபவரின் ஆணைகளுக்குத் தக்க அல்லது சேமித்து வைக்கப்பட்ட ஆணைத் தொடரின் வழிகாட்டலுக்கு இணங்கச் செய்து தரும் கருவி கணிப்பான் (calculator) எனப்படுகிறது. அது சட்டைப்பைக்குள் வைத்துக் கொள்ளக் கூடிய கைக் கடக்கமான அளவிலிருந்து மேஜை மேல் வைத்துக் கொள்ளும் பெரிய அளவு வரை பலவிதமான வடிவங் களில் கிடைக்கிறது.

தொடக்கக்காலக் கணிப்பான்கள் முழுமையாக எந்திர வகையாலானவை. பழைய வகை எந்திரக் கணிப்பான்களில் ஒரே மாதிரியான செங்குத்து வரிசைகளில் தேர்வுத்தட்டுச் சாவிகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். செயலுட்படுநெடுக்கத்தின் (operand range) ஒவ்வோர் இலக்கத்திற்கும் ஒரு வரிசை அமையும். அலகு இடத்திற்கான தேர்வுத்தட்டுச் சாவிகள் வல ஓரத்தில் அமையும். தட்டுச் சாவி களைத் தகுந்தபடி அழுத்தி ஓர் எண் மதிப்பு தேர்ந் தெடுக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 12345 என்ற எண்ணைத் தேர்வு செய்யவேண்டுமானால் ஒன்றா மிடத்தில் 5 என்ற எண்ணுள்ள சாவியை அழுத்த வேண்டும். பத்தாமிடத்தில் 4 என்ற எண்ணுள்ள சாவியையும், நூறாமிடத்தில் 3 என்ற எண்ணுள்ள

சாவியையும், ஆயிரமாமிடத்தில் 2 என்ற எண்ணின் சாவியையும் பத்தாயிரமாமிடத்தில் 1 என்ற எண்ணின் சாவியையும் அழுத்த வேண்டும். இவ்வாறு தேர்வு செய்யப்பட்ட செயலுட்படு எண், திரண்டிருக் கிற கூட்டுத்தொகையுடன் கூட்டப்படுகிறது அல்லது மிச்சமுள்ள ஈவுத் தொகையிலிருந்து கழிக்கப்படு கிறது. இந்தச் செயல்பாட்டின் முடிவு ஒரு எந்திர வகைப் பதிவுத் தகட்டில் எண்களாகக் காட்டப்படு கிறது.

எந்திர வகைக் கணிப்பான்கள் கூட்டலுக்கும், பெருக்கலுக்குமே மிக ஏற்றவை. பெருக்கலின்போது பெருக்கப்படும் எண் திரும்பத் திரும்பக் கூட்டப் படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக 28 என்ற எண்ணை 42 என்ற எண்ணால் பெருக்கினால் 28 என்ற எண் 42 முறை கூட்டப்படுகிறது பெருக்கும் எண்ணில் ஒன்றாமிடத்து இலக்கத்திற்கான கூட்டல்கள் வலக் கோடியிலுள்ள சேமிப்புத் தலங்களில் செலுத்தப்படு கின்றன. இடத் திசையில் ஒரு இடம் நகர்ந்தால் அந்த இடத்திற்கான கூட்டல்களும் இடப் புறமாக நகர்த்தப்படுகின்றன. கழித்தலின் போது கழிக்கப் படும் எண்ணின் பத்து நிரப்பி (complement) கூட்டப் படுகிறது. வகுத்தலின்போது வகுபடு எண்ணிலிருந்து வகுக்கும் எண் திரும்பத் திரும்பக் கழிக்கப்படுகிறது.

எந்திரவகைக் கணிப்பான்களில் தட்டுச் சாவி களை இயக்கிக் கூட்டுகையில் உள் இயக்கங்கள் மின்னோடியினால் செய்யப்படும் வகையிலும், திரும் பத் திரும்பச் செய்ய வேண்டிய கூட்டல்கள் அல்லது கழித்தல்களைத் தானியங்கி முறையில் நிகழ்த்திப் பெருக்கல் அல்லது வகுத்தலை விரைவாகச் செய்யும் வகையிலும் பல சீர்திருத்தங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. சிலவகை எந்திரக் கணிப்பான்கள் மேற்சொன்ன நான்கு கணிதச் செயல்களைத் தவிர வேறுபல கணிதச் செயல்களைச் செய்யவும் கூடியவையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அலுவலகங்களிலும், சிறிய வர்த்தக நிறுவனங்களிலும் விடைகளை அச்சிட்டுத் தரும் எந்திரவகைக் கணிப்பான்கள் பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றன. ஆனால் தற்காலத்தில் எந்திர வகைக் கணிப்பான்கள் முற்றிலுமாக அதிகத் திறமை யுடன், அதிகமான செயல்திறன்களுடன் ஓசையின்றிச் செயல்படும் மின்னணுக் கணிப்பான்களால் வழக்கில் இல்லாமல் போய் விட்டன.

மின்னணுக் கணிப்பான்கள். கணிப்பான்களில் ஒரு பெரும் மாற்றம் 1960 ஆம் ஆண்டிற்குப் பின் ஏற் பட்டது. எந்திர வகைக் கருவிகளுக்குப் பதிலாக டிரான்சிஸ்டர்களால் அமைந்த மின்னணுக் கருவிகள் புழக்கத்திற்கு வந்தன. தொடக்க கால மின்னணுக் கருவிகள் எந்திர வகைக் கணிப்பான்களை விட அதிக விரைவும் குறைந்த ஓசையும் கொண்டவையாக இருந்தன. ஆனால் அவை கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் ஆகிய கணிதச் செயல்களை மட்டுமே செய்யக்கூடியவையாக இருந்தன. அவற்றில் முன்னேற்றங்கள் ஏற்பட்டபோது செயல்திறன் படிப் படியாக அதிகரித்து அவற்றின் நீளஅகலங்கள் படிப் படியாகக் குறைந்தன. 1975 க்குப் பிறகு கையில் எடுத்துச் செல்லக்கூடிய அளவுகளில், விலை மலிவான கணிப்பான்கள் உருவாக்கப்பட்டன. அவற்றில் பேரளவு; தொகுப்புச் சுற்றுகள் செயலாற்றும் உறுப்பு களாக அமைந்திருந்தன.

தொகுப்புச் சுற்றுகலள உருவாக்குவதில் ஏற் பட்ட விரைவான தொழில்நுட்ப முன்னேற்றங்கள் காரணமாக மின்னணுக் கணிப்பான்கள் விரைவாக வளர்ச்சி பெற்றன. மூன்று சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்பேயுள்ள ஒரு தொகுப்புச் சுற்றில், கணக்கிடு வழிகளையும் (algorithms) கணிப்பானின் கட்டுப் பாடு மற்றும் காலக் கணிப்புச் செயல்களையும் நிகழ்த்தத் தேவைப்படும் எல்லா மின் சுற்றுக்கூறு களையும் அடக்கி விட முடிகிறது. எடுத்துக்காட் டாகப் பெருக்கல் என்பது மின்னணுக் கணிப்பான் களிலும் திரும்பத் திரும்பக் கூட்டுதல் என்ற முறையி லேயே நடைபெற்றாலும் அச்செயலின் ஒவ்வொரு படியும் தொகுப்புச் சுற்றின் வழி காட்டுதலின்படியே நிகழ்கிறது. மின்னணுக்கணிப்பான்களில் ஐம்பதுக்கும் மேற்பட்ட கணக்கிடு வழிகளை நினைவுக்காப்பகத் தில் தேக்கி வைத்துக் கொண்டு ஒரு பித்தானை அமுக்குவதன் மூலம் மீட்டுச் செயல்பட வைக்க முடியும். கையில் எடுத்துச்செல்லக் கூடிய சிறிய கணிப்பான்களில் ஒரே ஒரு தொகுப்புச்சுற்று அமுக்கப் படும் பித்தான்களின் குறிப்புகளைப்புரிந்து கொண்டு, கணக்கு வழிச்செயல்களை நிகழ்த்திக் கொண்டு, கணக்கு வழிச் செயல்களை நிகழ்த்தி விடைகளை ஒரு காட்சித்திரையில் காட்டுகிற திறமை படைத்த தாக உள்ளது.

பெரும்பாலான மின்னணுக் கணிப்பான்கள் செயல்படும் விதம் ஒரே மாதிரியாக இருந்தபோதும், வெவ்வேறு மாதிரிகளின் செயல்படு திறன்களில் பெருத்த வேறுபாடு காணப்படுகிறது. கணிப்பான் கருவியை வாங்க விரும்புகிறவர் தமது கணிதத் தேவைகளைத் திறம்பட நிறைவேற்றித் தரக்கூடிய வகையாகத் தேர்ந்தெடுத்து வாங்குவது சிக்கன மானது.

கணிப்பான்களில் இறுதி விடையைக் காட்டும் பலகணிகளில் (screen) பலவகையுண்டு. தொடக்கக் காலக் கணிப்பான்களில் தசமப் புள்ளியின் இடம் மாறாததாக இருந்தது. தற்காலக் கணிப்பான்களில் தசமப்புள்ளி எந்த இடத்திலும் தோன்றக்கூடியதாக அமைந்திருக்கிறது. இது அதிக வசதியானது.

இன்னும் விரிவான செயல்திறனுள்ள கணிப் பான்கள் அறிவியல் குறியீடுகளாகவோ, பொறியியல் குறியீடுகளாகவோ, இரண்டுவிதத்திலுமோ விடை களைக் காட்சிப் பலகணியில் காட்டுகின்றன. அறி வியல் குறியீட்டில் காட்டப்படும் விடையில் ஒரு

மடக்கைப் பின்னமும் (mantissa) ஒரு பண்பெண்ணும் (characteristic) அடங்கியிருக்கும். பண்பெண் எதிரின மாகவோ, நேரினமாகவோ இருக்கலாம். மடக்கைப் பின்னத்தில் ஒரு இலக்கம் கட்டாயமாக இருக்கும். அது பூஜ்யமாகக்கூட இருக்கலாம். அது தசமப் புள்ளிக்கு இடப்புறத்திலிருக்கும் பலகணியில் 4.2 07 என்று தெரிந்தால் அது 4.2×10^{7} என்ற எண்ணைக் குறிப்பதாகும். 4.2—07 எனத் தெரிந்தால் அது 4.2×10^{-7} ஆகும். பொறியியல் குறியீட்டில் பண் பெண் மூன்றின் முழுஎண் மடங்காக இருக்கும். தசமப் புள்ளியின் இடப் புறத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு அல்லது மூன்று எண்கள் அமையும். அவை பூஜ்ய மாக இருக்கா. அதன்படி 4.2×10^{7} என்ற எண் 42.0 06 என்று அல்லது 420000 03 என்று காட்டப்படும்.

சாதாரணக் கணிப்பான்களின் காட்சிப் பல கணியில் 8 இலக்கங்களுக்கு இடமிருக்கும். + அல் லது-குறிக்காகவும் ஓரிடம் விடப்படும். அறிவியல் மற்றும் பொறியியல் கணிப்பான்களில் 12 அல்லது 14 இலக்கங்களுக்கு இடமிருக்கும். அவற்றில் 8 அல்லது 10 இடங்கள் மடக்கைப் பின்னத்திற்கும் 2 இடங்கள் பண்பெண்ணுக்கும் ஓர் இடம் மடக்கைப் பின்னத்தின் குறிக்கும் ஓர் இடம் பண்பெண்ணின் குறிக்கும் ஒதுக்கப்பட்டிருக்கும்.

தொடக்கக் காலக் கணிப்பான்களில் காட்சிப் பலகணியை ஒளியூட்ட உயர் மின்னழுத்த வளிம மின்னிறக்கக் குழல்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. இன்று அவற்றில் ஒளி உமிழ் டயோடுகள் (LED) பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவை நம்பகமானவை. குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் இயங்குபவை. ஆயினும் கணிப் பானில் செலவாகும் மின்னாற்றலின் பெரும்பகுதி ஒளி உமிழ் டயோடுகளை ஒளிரச் செய்வதற்கே செலவாகிறது. பல கணிப்பான்களில் சில நிமிடங் களுக்குப் பிறகு ஒளி உமிழ் டயோடுகள் தானாகவே அணைந்து விடும்படிச் செய்வதன் மூலம் மின்னாற்றல் மிச்சப்படுத்தப்படுகிறது. இன்னும் நவீனமான கணிப்பான்களில் நீர்மப்படிகக் காட்சி (liquid crystal display) அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. இவற்றில் செலவாகும் மின்னாற்றல் மிகவும் குறைவு. ஆனால் வெளிச்சமான இடங்களில் மட்டுமே அவற்றை எளிதாகப் பார்க்க முடியும்.

பல கணிப்பான்களில் தகவல்களைச் சேமித்து வைக்கும் வசதி அமைந்திருக்கிறது. அறிவியல் கணிப் பான்களில் பத்துத் தகவல்கள் வரை சேமித்து வைக்க முடியும். கணிப்பொறிகளை விடக் கணிப் பான்களின் கணக்கீடு வேகம் குறைவு. ஆயினும் எளிய கணக்குகளைப் போடவே கணிப்பான்கள் பயன்படுத்தப்படுவதால் இந்தக் காலத்தாழ்வு பொருட்படுத்தப்படுவதில்லை. ஆணைத் தொடர் களைப் பின்பற்றிக் கணக்குகளைத் தாமாகவே போட்டு விடைகளை அச்சிட்டுத் தரும் வகையிலும் கணிப்பான்கள் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த ஆணைத் தொடர் நினைவுக்காப்பகத்தில் பதிவு செய்யப்படும்.

கணிப்பானை அணைத்தவுடன் நினைவுக் காப்பகத்தில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட தகவல்கள் மறைந்துவிடும் வகையில் பெரும்பாலான கணிப் பான்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சில வகைக் கணிப்பான்களில் தனியாகக் காந்தப்பதிவு அட்டை கள் அல்லது நாடாக்கள் நினைவுக் காப்பகமாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. கணிப்பானை இயக்கும் போது இவற்றைப் பொருத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

சிறப்பு நோக்கங்களுக்காகப் பல கணிப்பான்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நிதிக்கணக்கிடும் கணிப் பான்கள் விளைச்சல், கூட்டு வட்டி, கடன் கணக்கு போன்ற விவரங்களைக் கணக்கிடும். காசோலைக் கணிப்பான் வங்கியில் உள்ள பணத்திற்குக் கணக்கு வைக்கும் கணிப்பான்களை எளிய கணிதம் அல்லது மொழிகளில் பயிற்சி தரும் ஆசான்களாகவும் பயன் படுத்துகின்றனர்.

- கே. என். இராமச்சந்திரன்

கணிப்பான் (மின்னணுப் பொறியியல்)

தேவையான கணக்குகளை எளிமையாகவும் விரை வாகவும் செய்யப் பயன்படும் கருவிகளுக்குக் கணிப் பான்கள் (calculators) எனப் பெயர். முற்காலத்தில் எந்திர பகுதிகளை முழுமையாகக் கொண்ட கணிப் பான்கள் தயார் செய்யப்பட்டன. நாளடைவில் அறிவியல் மற்றும் தொழில் நுட்ப முன்னேற்றத்தால் பல மின்னணுக்கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. அவற்றின் முன்னேற்றத்திற்கேற்பக் கணிப்பான்களும் செய்யப்பட்டன.

தற்காலத்தில் மின்னணுக் கணிப்பான்கள் மிகுதி யாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. அவை பயன்படுத்தப் படுவதற்கு மிகவும் எளிதாக உள்ளன. வணிகப் போட்டி காரணமாகப் பல்வேறு தொழில் நிறுவனங் கள் பல்வேறு வகையான கணிப்பான்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. கணிப்பான்கள் ஆற்றும் பணிகளைப் பொறுத்து அவற்றின் விலை நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. கைக்கடிகாரம், தொலைக்காட்சிப் பெட்டி மற்றும் அளவுகோலிலும் கணிப்பான்கள் பொருத்தப்பட் டுள்ளன.

வரலாறு. பண்டைக்காலத்தில் கணக்கிடக் கை விரல்களைப் பயன்படுத்தினர். பத்து விரல்களைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட கணிதமுறை தசம முறை எனப்பட்டது. அக்காலத்தில் கணக்கிடும் தொகை

மிகவும் குறைவாக இருந்தது. ஆதலால் அக்கணக்கை மனத்திலேயே செய்து நினைவில் வைத்துக் கொண்டனர். நாளடைவில் கணக்கிடும் அளவுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கவே அவற்றை நூலில் பதிவு செய்து வைத்தனர். கடந்த நூற்றாண்டில் வணிகப் பெருக்கத்தின் காரணமாகக் கணக்கிடும் அளவுகள் அதிகரித்தன. விரைவில் செய்ய வேண்டிய கட்டாயமும் ஏற்பட்டது. இதைச் செய்ய மனித ஆற்றல் மிகுதியாகத் தேவைப்பட்டதால் செலவும் அதிகரித்தது. ஆயினும் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் செயல்களைச் செய்ய முடியவில்லை. இதனால் எந்திரக் கருவிகளின் உதவியை நாடினர். எந்திரக் கருவிகளின் உதவியால் எளிதாக, விரைவாகப் பிழையில்லாமல் கணக்கிட முடியும் என்று கருதினர். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட கருவிகள் கணிப்பான்கள் எனப் பட்டன.

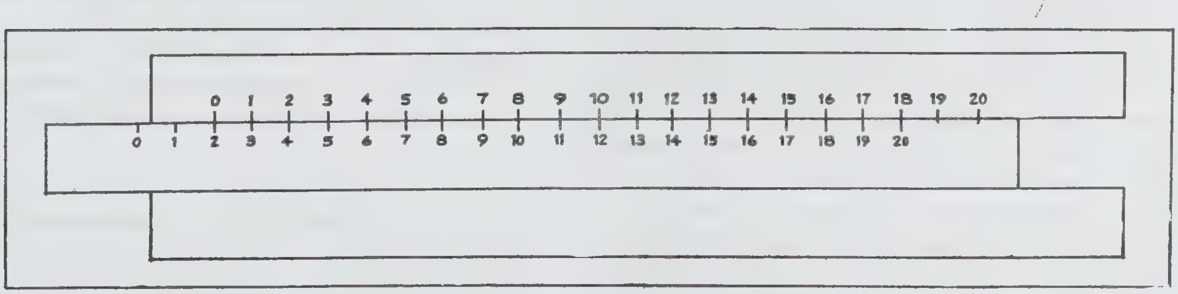
எந்திரக் கணிப்பான்கள் (mechanical calculators). எந்திரக் கணிப்பான்கள் முழுதுமாக எந்திர உறுப்புகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்படுகின்றன. தொடக்கக் காலங்களில் எந்திரக் கணிப்பான்கள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. நகரும் அளவு கருவி (slide rule) ஓர் எந்திரக் கணிப்பான் ஆகும். இதில் ஒரு நிலையான அளவுகோல் உள்ளது, அது பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் பட்டு ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் ஒரு எண் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. அத்துடன் நகரும் அளவுகோலும் உள்ளது. இதுவும் சமமாகப் பிரிக்கப்பட்டு, எண்களும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தக் கருவி நீள அளவு கணக்கிடும் அளவைக் குறிக்கிறது. இந்த அளவுகோல் கூட்டல் கணக்கைச் செய்யப் பயன்படுகிறது.

சான்றாக, இரண்டையும் மூன்றையும் கூட்ட வேண்டுமானால் நகரும் அளவுகோலில் உள்ள இரண்டு எண் அளவை நிலையான அளவுகோலில் உள்ள பூஜ்யம் அளவிற்கு நேராக வைக்க வேண்டும். நிலையான அளவு கோலில் உள்ள மூன்றுக்கு நேர் நகரும் அளவு கோலில் உள்ள எண்ணைப் படிக்க வேண்டும். அந்த எண், இரண்டையும் மூன்றையும் கூட்டினால் கிடைக்கும் தொகையைக் குறிக்கும். இந்த அளவுகோலைப் பெருக்கல் கணக்கைச் செய்யவும் பயன்படுத்தலாம். அவ்வாறு செய்ய அளவு கோலில் உள்ள அளவுகளை மாற்ற வேண்டும்.

பின்னர் பல் சக்கரங்களையும் உருளைகளையும் கொண்டு கணிப்பான்களை உருவாக்கினர். அவற்றின் சுழற்சி (rotation) அளவைக் குறிக்கப் பயன்பட்டது. 1642 இல் பாஸ்கல் என்பார் பல்சக்கரங்களைப் பயன்படுத்திக் கணிப்பானை உருவாக்கினார். இக்கருவியை அவர் தம்முடைய தகப்பனாருக்குக் கணக்கில் உதவி செய்ய உருவாக்கினார். 1671-இல் லெபிநெட்ஸ் என்னும் ஜெர்மானியர் படியமைப்பு உருளைகளைக் (stepped cylinders) கணக்கிடப் பயன்படுத்தலாம் என்று கூறினார். இது பல முக்கிய முன்னேற்றங்களுக்குத் துணையாக விளங்கியது. இதற்குப் பின்னர் நூறு ஆண்டுகளில் முன்னேற்றம் எதுவும் ஏற்படவில்லை.

1770 இல் ஹொான் என்னும் ஜெர்மானியர் புதிய நான்கு செய்கைக் (four process) கணிப்பானை உருவாக்கினார். அவர் லெபிநெட்ஸ் கண்டுபிடித்த அடுக்கு உருளையை அவருடைய கணிப்பானில் பயன்படுத்தியுள்ளார். 1820 இல் தாமஸ் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டவர் அடுக்கு உருளையில் சுழற்சியை உண்டாக்கும் வணரியை (crank) இணைத்துப் புதிய கணிப்பானை உருவாக்கினார். அந்த எந்திரம் தற்காலக் கணிப்பான்களுக்கு முன்னோடியாகக் கருதப் படுகிறது. இக்கருவி ஐரோப்பா முழுதும் பயன்படுத்தப்பட்டுப் பின்னர் அமெரிக்காவிலும் பரவியது. அங்கு அது பல முன்னேற்றங்களுக்கு வழிகாட்டியாக விளங்கியது.

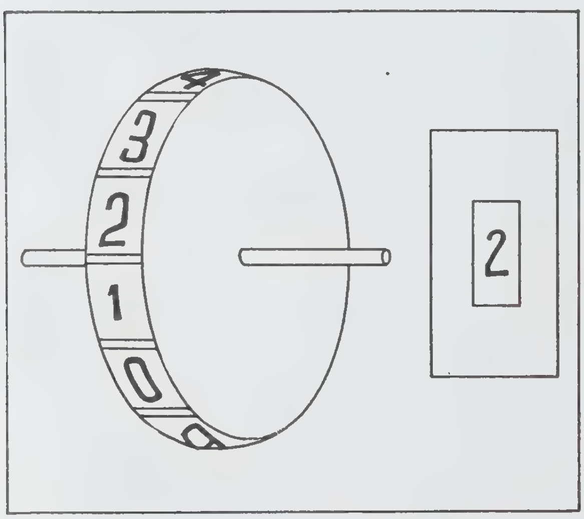
1857இல் ஹில் என்னும் அமெரிக்க நாட்டவர் நான்கு செய்கைக் கணிப்பானைச் சாவி இயக்க முறை மூலம் இயக்குமாறு செய்தார். அமெரிக்காவைப் பொறுத்தவரை ஹில் இக்காலக் கணிப்பான்களின் தந்தையாகக் கருதப்பட்டார். 1871 இல் பால்டுவின்



படம் 1. எந்திரக் கணிப்பான்

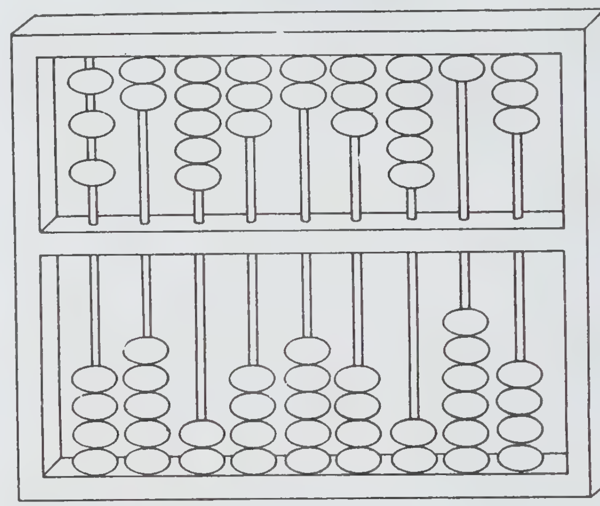
என்னும் அமெரிக்கர் தலை கீழாகத் திருப்பக் கூடிய நான்கு செய்கைக் கணிப்பானைச் செய்தார். அக் கணிப்பானில் சாவி இயக்கமுறை பொருத்தப்பட வில்லை. ஆனால் தாமஸின் எந்திரத்தில் பயன் படுத்தியது போன்ற நகரும் கருவிகள் பொருத்தப் பட்டிருந்தன.

1878 இல் வீரியா என்னும் அமெரிக்க நாட்டவர் நேரிடையாகப் பெருக்கல் செய்யும் கணிப்பானைக் கண்டுபிடித்தார். அதன் திருத்திய முறை இன்றும் கம்ப்ட்டோமீட்டர் என்னும் கணக்கிடும் கருவியில் பயன்படுகிறது. 1901 இல் ஹாப்கின் என்னும் அமெரிக்கர் முதன் முதல் பத்துக்கூட்டு இயக்கும் கணிப்பானைக் கண்டுபிடித்தார். இதற்கு முன்னால் உள்ள கணிப்பான்களில் ஒரு கொத்துத் தட்டுகள் பயன்பட்டன. 1920 இல் பால்டுவின், மன்ரோ ஆகிய அமெரிக்கர்கள் முழுதுமாகத் தானியங்கிக் கணிப் பானைக் கண்டுபிடித்தனர். இக்கருவி மின்னாற்றலை யும் பயன்படுத்தியது.



படம் 2. எந்திர வெளியிடும் முறை

ஒரு சக்கரத்தின் வளைவான பகுதியில் 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 என்னும் எண்கள் பொறிக்கப் பட்டிருக்கும். இந்தச் சக்கரம் ஒரு ஜன்னலுக்குப் பின்னால் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஜன்னல் வழியாக ஒரு சமயத்தில் ஓர் எண் மட்டும் தெரியும் (படம்2). இந்தச் சக்கரத்தைச் சுற்றினால் 0-9 எண்கள் ஜன்னல் வழியாக வெளியில் தெரியும். இந்தப் பத்து எண் களையும் பத்து நிலைகள் எனலாம். இதை அடிப் படையாகக் கொண்டு அபாகஸ் என்னும் கருவி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இதில் ஒரு சட்டத்தால் மணிகள் கோக்கப்பட்ட குச்சிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மணிகளை ஒரு சட்டத்தின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்திற்குக் கொண்டு செல்லலாம். சட்டத்தின் ஒரு பக்கத்தில் உள்ள மணிகள் ஒரு நிலை மதிப்பும், அடுத்த பக்கத்தில் உள்ளவை பத்து நிலை மதிப்பும் பெற்றிருக்கும். அடுத்த குச்சியில் உள்ள மணிகள் முந்தைய குச்சியில் உள்ள மணிக ளின் மதிப்பைப் போல் 10 மடங்கு உயர் மதிப்பைப் பெற்றிருக்கும். இடம் வலமாக மணிகளை நகர்த்தி எண்களைக் கூட்டலாம்.



படம் 3. அபாகஸ் கருவி

பகுதி எந்திர மற்றும் பகுதி மின்சாரக் கணிப்பான்கள். 1945 ஆம் ஆண்டு ஜேக்ஸ் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டவர் பிறர் கண்டுபிடிப்பைப் பயன்படுத்தித் தறியைத் துளையிட்ட அட்டைகளின் மூலம் கட்டுப் படுத்துவதில் வெற்றி கண்டார். ஜேக்ஸ் பயன்படுத்திய முறையே இன்றும் துணிகளின் பலவித அமைப்பு களுக்குப் பயன்படுகிறது. 1786 இல் முல்லர் என்னும் ஜெர்மன் நாட்டவர் மாறுபட்ட எந்திரத்திற்குத் (difference engine) தேவையான மூலக் கருத்துகளைக் கண்டுபிடித்தார். மாறுபட்ட எந்திரத்தின் மூலம் கணித அட்டவணைகளைத் தயாரிக்கலாம். 1830இல் பாபேஜ் என்னும் இங்கிலாந்து நாட்டவர் முல்லரின் மாறுபட்ட எந்திரத் தத்துவத்தையும், ஜேக்ஸின் துளையிட்ட அட்டைகளின் மூலம் எந்திரத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் தத்துவத்தையும் பயன்படுத்திப் புதுவகையான மாறுபட்ட எந்திரத்தைக் கண்டு பிடித்தார்.

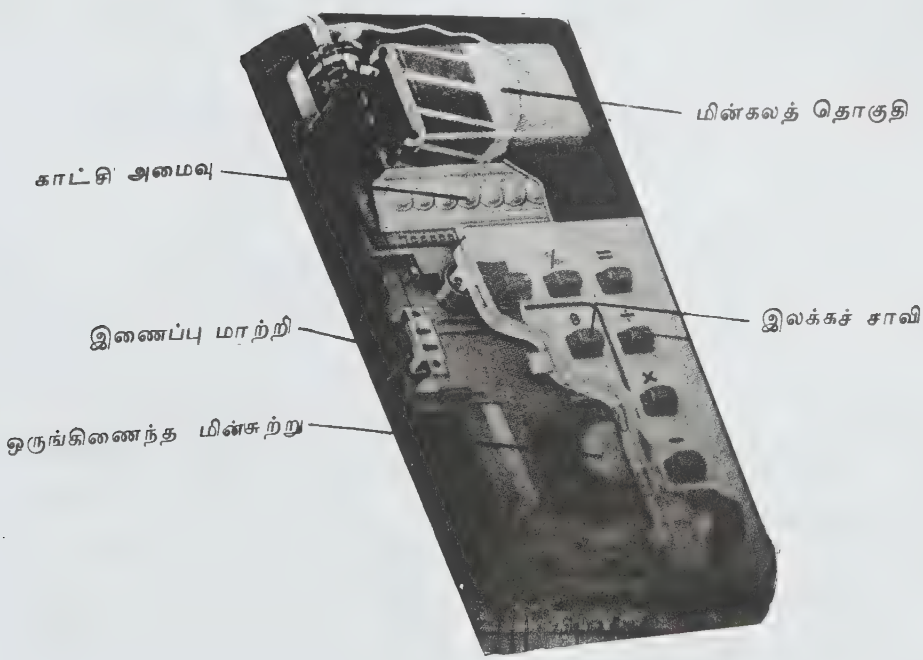
1880—1890 வரையான பத்து ஆண்டுகளில் அமெரிக்க ஆள் கணக்கெடுப்பு நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த ஹாலரித் மற்றும் பாவர்ஸ் செய்த ஆராய்ச்சியால் பல முன்னேற்றங்கள் தோன்றின. அவர்கள் 1890இல் ஆள் கணக்கெடுப்பின் மூலம் செய்திகள் மிகுதியாகக் கிடைக்கும் என்பதை அறிந்து அவற்றைக் கையாளத் துளையிட்ட அட்டைகளைப் பயன்படுத்தலாம் என்று

முடிவு செய்தனர். துளையிட்ட அட்டையில் உள்ள நிலைகள் மின் கருவிகள் மூலம் மின்சாரச் செய்தி களாக மாற்றப்பட்டன. இதற்கு உணர்த்தி (relay) என்னும் மின்எந்திரக் கருவி பயன்படுத்தப்பட்டது.

1944இல் ஹாவர்டு எய்கின் என்பாரும், ஐ.பி. எம். தொழில் நிறுவனத்தைச் சேர்ந்த பொறியாளர் களும், ஹார்வார்டு பல்கலைக் கழக மாணவர்களும் இணைந்து மார்க் 1 என்னும் கணிப்பொறியை உருவாக்கினர்.

மின்னணுக் கணிப்பான்கள். மின்னணுத் தொழில் நுட்ப வளர்ச்சியின் காரணமாக வெற்றிடக் குழாய் கள் தயாரிக்கப்பட்டன. அவற்றின் உதவியால் கணிப் பொறிகள் (computers) உருவாக்கப்பட்டன. முதல் கணிப்பொறி 1946 இல் பென்சில்வேனியா பல்கலைக் கழகத்தில் உருவாக்கப்பட்டது. எக்கார்ட், மேக்லி ஆகியோரால் இது வடிவமைக்கப்பட்டது. அதற்கு ஈனியாக் எனப் பெயரிட்டனர். இப்பொறி ஒரு நொடிக்கு முந்நூறு பெருக்கல்களைச் செய்யக் கூடியதாக இருந்தது. மார்க் 1 கணிப்பொறியை விட இது நூறு மடங்கு மிகு வேகத்தில் முடிக்கக் கூடிய திறமை பெற்றிருந்தது.

1949 இல் வில்க்ஸ் என்பாரின் தலைமையில் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழகத்தில் ஈட்சேக் என்னும் கணிப்பொறி உருவாக்கப்பட்டது. இதன் வேகம் ஏறக்குறைய ஈனியாக்கைப் போன்றே இருந்தது. இக்காலக் கட்டத்தில் கணிப்பொறிகளே உருவாக்கப் பட்டன. கணிப்பான்கள் செய்யப்படவில்லை. இக்



படம் 4. ஒருங்கிணைந்த மின்சுற்றினால் இயங்கும் கணிப்பான்

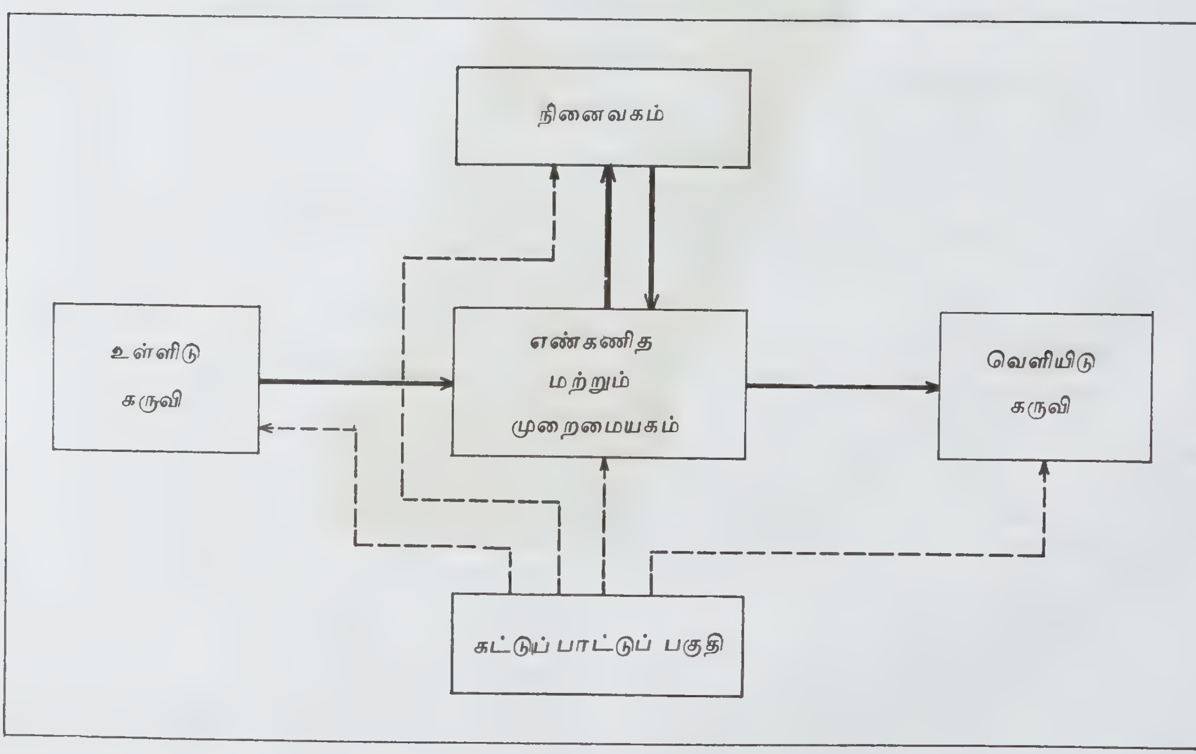
கணிப்பொறிகள் முதல் காலக்கட்டக் (first generation) கணிப்பான்கள் எனப்பட்டன.

பின்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பகுதி கடத்திகளைப் (semiconductor devices) பயன்படுத்திக் கணிப்பொறிகள் தயாரிக்கப்பட்டன. அவை இரண்டாம் காலக் கட்டக் கணிப்பொறிகள் எனப்பட்டன. பகுதி கடத்திகளைப் பயன்படுத்திக் கணிப்பான்களும் தயாரிக்கப்பட்டன. அவற்றின் விலை மிகுதியாக இருந்தமையால் அவை பொதுமக்களால் பெரும்பான்மையாகப் பயன்படுத்தப் படவில்லை.

பின்னர் ஒருங்கிணைந்த மின்சுற்றுகள் (integrated circuits) செய்யப்பட்டன. அளவில் மிகவும் சிறியவையாக இருக்கும் ஆயிரக்கணக்கான டிரான்சிஸ்டர்களும் (transisters) இதர மின்சுற்றுப் பொருள்களும் அவற்றில் ஒருங்கிணைந்த மின் சுற்றில் அமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இவற்றை மிகக் குறைந்த விலையில் உற்பத்தி செய்ய முடிந்தது. இதைப் பயன்படுத்திக் கணிப்பான்கள் செய்யப்பட்டன. இவை அளவில் சிறியனவாக இருப்பதால் கணிப்பான்களும் மிகச் சிறிய அளவில் தயாரிக்கப்பட்டன. இவற்றின் விலையும் மிகக் குறைவாக இருந்தமையால் பெரும்பான்மையாக வாங்கி பயன்படுத்த முடிந்தது. பல நிறுவனங்கள் கணிப்பான்களைத் தயாரிக்கின்றன. வணிகப் போட்டியின் காரணமாகக் கணிப்பான்களில் பல புதிய கூறுகள் இணைக்கப்படுகின்றன. இதனால் கணிப்பான்களின் செயல் ஆற்றும் திறன் மிகுதியாகிறது. கணிப்பான் வாங்குவோர் தேவையைப் பொறுத்து அவர்களுக்கு வேண்டிய கணிப்பான்களை வாங்கலாம்.

வேலை செய்யும் விதம். மின்னணுக் கணிப்பான்கள் சாதாரணமாக 3v - 9v வரை உள்ள மின்கலங்களைக் கொண்டு இயங்கும். மின் மாற்றிகள் மூலம் வீட்டில் உள்ள 230v மின்னழுத்தத்தை 3v முதல் 9v வரை மாற்றலாம். கணிப்பானில் இதற்கெனத் தனிப்பகுதி அமைக்கப்பட்டு இருக்கும். இதன் மூலம் கணிப்பானுக்குத் தேவையான மின் ஆற்றலை அளிக்கலாம். சூரிய வெளிச்சத்தைக் கொண்டு மின் ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யக்கூடிய சூரியக்கலங்களையும் (solar cells) கணிப்பானில் இணைக்கலாம். இது சாதாரண வெளிச்சத்திலிருந்து மின் ஆற்றலைச் சேகரித்து வைத்து, கணிப்பானை இயக்கும்போது அதற்குத் தேவையான மின்னாற்றலைக் கொடுக்கும்.

கணிப்பான்களின் உறுப்புகள். கணிப்பான்களின் உறுப்புகளைக் கீழ்க்காணுமாறு பிரிக்கலாம். எண்



படம் 5. கணிப்பான் வரைபடம்

கணித மற்றும் முறையமையகம் (arithmetic logic unit), நினைவகம் (memory), உட்செலுத்தும் கருவிகள் (input unit), வெளிச்செலுத்தும் கருவிகள் (output unit), கட்டுப்பாட்டுப்பகுதிகள் (control units) ஆகியன. படம் 5இல் கணிப்பானின் உறுப்புகளும் அவற்றிற்கு இடையே உள்ள தொடர்பும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

உட்செலுத்தும் கருவிகள். கணிப்பானுக்குத் தேவையான ஆணைகள் மற்றும் செய்திகள் இதன் மூலம் தெரிவிக்கப்படுகின்றன. பொதுவாகக் கணிப்பான்களில் அமுக்கினால் தொடர்பு ஏற்படுத்தும் பித்தான்கள் (buttons) பயன்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பித்தானுக்குப் பக்கத்திலும் அதன் செயல் குறிக்கப்பட்டு இருக்கும். சில சமயங்களில் தொடர் அழுத்துதல் மூலம் ஒரே பித்தானில் பல்வேறு வகையான ஆணைகளைக் கொடுக்கலாம். இதன் மூலம் குறைந்த பித்தான்களைக் கொண்டு அதிகப்படியாக ஆணைகளை உட்செலுத்தலாம்.

வெளியிடு கருவிகள். தேவையான செய்திகளைக் கணிப்பானிலிருந்து அறிய இக்கருவி மிகவும் பயன்படுகிறது. ஒவ்வொரு செய்கைக்குப்பிறகு கிடைக்கும் முடிவுகள் இதன் மூலம் தெரியும். பொதுவாக ஒளி வெளியிடும் இரு முனைக் கடத்திகள் (light emitting diodes) இதற்குப் பயன்பட்டு வந்தன. இவை மிகு அளவு மின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும். ஆகவே குறைந்த அளவு மின் ஆற்றலைப் பயன்படுத்தும் நீர்மப் படிகக் காட்டிகள் (liquid crystal display) தற்போது பயன்படுகின்றன.

நினைவகம். கணிப்பொறிகளில் உள்ளது போல் கணிப்பான்களிலும் நினைவகம் சேர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் அவை அளவில் குறைவாக இருக்கும். சாதாரணக் கணிப்பான்களில் மிகவும் குறைவான நினைவகமே இருக்கும். ஆனால் வழிமுறைப்படுத்தப்படும் கணிப்பான்களில் (programmable calculators) நினைவகம் சற்றுக் கூடுதலாக இருக்கும். தற்போது தயாரிக்கப்படும் கணிப்பான்களில் நினைவகத்தின் அளவை அதிகரித்துள்ளனர்.

கணிப்பானின் மொழிகள். பொதுவாகக் கணிப்பான் இருபடிக் (binary) கணித முறையைப் பயன்படுத்திச் செயல்படுகிறது. ஆனால் மனிதனுக்குத் தசம முறையே சிறந்தது. ஆகவே கணிப்பான்களைத் தசம முறையில் செயல்படுமாறு உருவாக்கினர். கணிப்பானுக்குத் தேவையான எண்ணைத் தசமமுறை எண்மூலம் கணிப்பானுக்கு உட்செலுத்தலாம். கணிப்பான் அதை இரு நிலை எண்களாக மாற்றிப் பயன்படுத்தும். அதுபோல் வெளி உலகுக்குத் தேவையான எண்களைத் தசம முறையில் மாற்றி வெளி அனுப்பும். இப்போது கணிப்பான்களில் உயர் மட்ட மொழிகள் (high level language) பயன்படுகின்றன. பேஸிக் (basic) எனப்படும் உயர்மட்ட மொழி, கணிப்பான்களில் பயன்படுகிறது. இம்மொழியின் மூலம் கணிப்பானை எளிதாக இயக்கலாம்.

கணிப்பானைப் பயன்படுத்தும் முறை. கணிப்பானுக்குத் தேவையான மின்னாற்றலை அளிக்க ஒரு பொத்தான் இருக்கும். இதில் ON என்று பொறிக்கப்பட்டு இருக்கும். இதை அமுக்கினால் கணிப்பானுக்குத் தேவையான மின்னாற்றல் அளிக்கப்படும். அதுபோல் OFF என்று பொறிக்கப்பட்ட பொத்தானும் இருக்கும். இதை அமுக்கினால் கணிப்பானுக்குத் தேவையான மின்னாற்றல் துண்டிக்கப்படும். கணிப்பானைப் பயன்படுத்தாமல் இருக்கும்பொழுது OFF நிலையில் இருக்க வேண்டும். இல்லாவிட்டால் மின்னாற்றல் செலவழிந்துகொண்டே இருப்பதால் விரைவில் மின்கலத்தை மாற்ற வேண்டி வரும்.

கணிப்பானுக்குத் தேவையான மின்னாற்றலைக் கொடுத்தவுடன் கணிப்பான் வேலை செய்ய ஆயத்த நிலையில் இருக்கும். பொத்தான்களை அழுத்தித் தேவையான கணக்கைச் செய்யலாம். சான்றாக, 20 ஐயும் 44 ஐயும் கூட்டி விடையறிய வேண்டும்; இதற்கு முதலில் 2 என்னும் பொத்தானையும் பின்பு 0 என்னும் பொத்தானையும் அமுக்கினால் அந்த எண்கள், வெளியிடும் கருவியிலும் தெரியும். இதன் மூலம் சரியான எண்களை அழுத்தி உள்ளதை அறியலாம். தவறு செய்து இருந்தால், அதை மாற்ற ஒரு பொத்தான் உள்ளது. அதை அழுத்தினால் அழுத்திய எண்கள்அழிந்து விடும். மீண்டும் எண்களை அழுத்தலாம். பிறகு + என்னும் குறி உள்ள பொத்தானை அழுத்த வேண்டும். இது கணிப்பானுக்குக் கூட்டல் கணக்குச் செய்ய வேண்டும் என்று உணர்த்தும். பிறகு இரண்டாம் எண் அதாவது 44ஐ அமுக்க வேண்டும். வெளியிடும் கருவியில் முதல் எண்ணும், + குறியும் அழிந்து இரண்டாம் எண் தெரியும். அதன் பின்னர் = என்னும் குறியை அழுத்தினால் 20ஐயும் 44ஐயும் கூட்டிய விடை வெளியிடும் கருவியில் வெளிப்படும். இதுபோல் கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் மற்றும் இதர கணக்கீடுகளைச் செய்யலாம்.

- சு. ஆ. ஆறுமுகம்

கணிப்புவழி (அல்கோரிதம்)

இது அல்கோரிசம் (algorism) என்ற சொல்லின் மருவாக இருக்கலாம் என்றும், ஒரு சிலர் இயற்கணிதத்தின் செய்முறைகளான கூட்டல், பெருக்கல், கழித்தல், வகுத்தல் ஆகியவற்றைக் குறிக்கக்கூடிய பொதுவான ஜெர்மன் சொல்லாகிய அல்கோரிதமஸ் என்பது (algorithmus) ஆங்கிலத்தில் அல்கோரிதம் என மாறியிருக்கக்கூடும் என்றும் கருதப்படுகிறது. 1950 இல் இச்சொல் யூக்லிட் அல்கோரிதம் (Euclid's algorithm) உடன் தொடர்பு படுத்தப்பட்டது.

எளிதாக இதனை ஏதேனும் பிரச்சினை ஒன்றின் கணித முறை விளக்கம் எனக் குறிப்பிடலாம். இது பல்வேறு நிலைகளைக் கொண்ட தொகுப்பாகும். இந்நிலைகளில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் குறிப்புகளை வரிசையாகப் பயன்படுத்திச் செயல்படுத்துவதன் மூலம் எடுத்துக்கொண்ட பிரச்சினைக்குத் தீர்வு கிடைக்கும்.

அன்றாட வாழ்வில் எழும் பிரச்சினை ஒவ்வொன்றிற்கும் தீர்வை அடைய ஒரு கணிப்புவழி மேற்கொள்ளப்படுகிறது. காட்டாக, ஒரு பொருள் வாங்க வேண்டுமாயின், முதலில் எந்தக் கடைக்குச் செல்லவேண்டும், எவ்வளவு பணம் தேவைப்படும் என்பதை முடிவு செய்த பின்னர் வேண்டிய பொருளைச் சிறந்த முறையில் தேர்ந்தெடுத்து அதற்கு உரிய விலையைச் செலுத்திப் பொருளைப் பெறுவது வழக்கம். இவ்வாறு பல்வேறு நிலைகளில் நடைபெறும் செயல்கள் யாவும் சேர்ந்து பொருள் வாங்குவதற்குரிய கணிப்புவழியை அறுதியிடுகின்றன.

கணிப்புவழியை அமைக்கச் சில நியதிகள் உள்ளன. இதில் காணப்படும் ஒவ்வொரு குறிப்பும் சுருக்கமாகவும், அதேசமயம் ஐயத்திற்கு இடமளிக்காத வகையிலும் இருத்தல் வேண்டும். மேலும் அது நிலைகளின் எண்ணிக்கை முடிவானதாயிருத்தல், நன்கு வரையறுக்கப்பட்டதாயிருத்தல், உள்ளீடு பெற்றிருத்தல் ,வெளியீடு பெற்றிருத்தல், திறமைமிக்கதாய் அமைதல் ஆகிய பண்புகளையும் பெற்றிருத்தல் அவசியமாகும்.

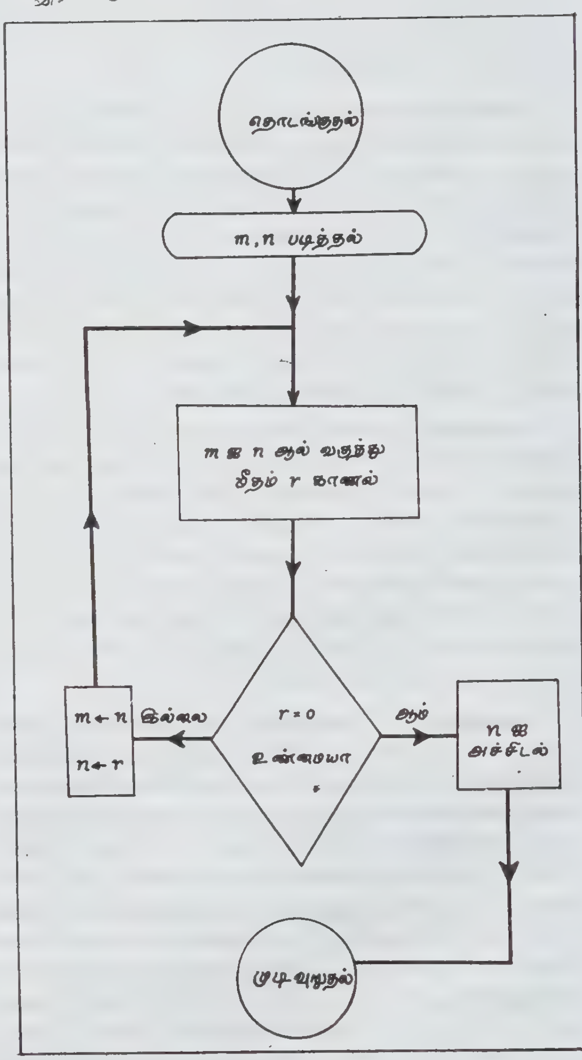
கணிப்புவழியின் திறமையை முடிவுசெய்ய நினைவாற்றல், செயல் படுத்தப்படும் நேரம் என்னும் அளவுகோல்கள் தேவைப்படுகின்றன. கணிப்பொறியின் நினைவாற்றல் பகுதியின் குறைந்த இடத்தைப் பயன்படுத்திக் கொண்டு மிகக் குறுகிய காலத்தில் தீர்வைத் தரும் கணிப்புவழி திறமைமிக்க கணிப்பு வழியாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட பிரச்சினையைத் தீர்க்கப் பல கணிப்பு வழிகளைப் பயன்படுத்த முடியும். எனினும் எந்தக் கணிப்புவழி மேற்காணும் ஐந்து பண்புகளையும் திறம்படப் பெற்றுக் கணிப்பொறியின் மிகக் குறுகிய நேரச் சேவையில் தீர்வை அளிக்கிறதோ அதுவே மிகச்சிறந்த கணிப்புவழியாகக் கருதப்படும்.

அடுத்து, கணிப்புவழியை, அதன் பல்வேறு நிலைகளை ஆங்கிலத்தில் எழுதுதல், எக்கணிப்பொறி பயன்படுத்த உள்ளதோ அது அனுமதிக்கும் மொழியில் எழுதுதல், வழிப்பட முறையில் எழுதுதல் என்னும் மும்முறைகளில் அமைக்கலாம்.

மேற்காணும் ஒவ்வொரு முறையும் சில சிறப்புகளையும், சில குறைபாடுகளையும் பெற்றிருந்த போதும், இறுதியாகக் குறிப்பிட்டிருக்கும் வழிப்பட முறையே சிறந்த முறையாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. வழிப்படமுறை என்பது ஒரு வரைபட அமைப்பாகும். கணிப்பு வழியின் பல்வேறு நிலைகள், வட்டம், செவ்வகம், சாய்சதுரம் போன்ற திட்டமான அடைப்புக் குறியீடுகளுக்குள் குறிக்கப்பெற்று, வரிசையாக அம்புக்குறிகளின் மூலம் தகுந்த முறையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் உதவியால் கணிப்பொறித் திட்டத்தை எளிதில் தயாரிக்க முடியும். மேலும் வழிப்படத்தைப் பார்த்தவுடன், தீர்வு காண மேற்கொள்ளப்பட்ட செய்முறையைப் பற்றி நன்கு புரிந்து கொள்ளவும் முடியும். இது கணிப்பொறி மொழியைச் சார்ந்திராதிருத்தல் குறிப்பிடத் தக்கதாகும். கணிப்பு வழியினையும், வழிப்படத்தையும் ஓர் எடுத்துக்காட்டின் மூலம் விளக்கலாம்.

எடுத்துக்காட்டு-1

இரண்டு மிகை முழு எண்கள் m,n இன் மீப்



கணிப்பு வழிக்குரிய வழிப்படம்

பெரு பொது வகுப்பானைக் காண்பதற்குரிய கணிப்பு வழி (யூக்ளிட் கணிப்புவழி):

நிலை (i) mஐ nஆல் வகுக்க மீதம் r எனலாம்.

$$(o \leqslant r < n)$$

நிலை (ii) r=o எனில், n தான் தேவையான மீப்பெரு பொது வகுப்பானாகும். இந்நிலையில் கணிப்புவழி முடிவடைகிறது.

நிலை (iii) r≠o எனில், m←n, -n←r எனக்கொண்டு நிலை (i) க்குத் திரும்பிச் செல்லலாம். (அதாவது r ≠o எனில், நிலை (i)இல் mக்குப் பதிலாக nஉம், nக்குப் பதிலாக rஉம் எடுத்துக் கொண்டு செய்முறையைத் தொடரவேண்டும்.

இக்கணிப்புவழியைப் பயன்படுத்தி 15,10 இன் மீப்பெரு பொது வகுப்பான் காணலாம். நிலை (i) ஐப் பயன்படுத்த, மீதி 5 (≠0) அடையலாம். நிலை (iii) இன்படி மீண்டும் 10,5க்கு நிலை (i) ஐப் பயன் படுத்தி மீதி 0 அடையலாம். எனவே நிலை (iii) இன்படி தேவையான மீப்பெரு பொதுவகுப்பான் 5 ஆகும்.

தற்காலத்தில் கணிப்பொறி அனைத்துத் துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. எந்த ஒரு பிரச்சினையையும் நேரடியாகக் கணிப்பொறிக்குள் செலுத்திவிட முடியாது. மாறாக, அது ஒத்துக்கொள்ளும் வகையில் அதன் சொந்த மொழியில் பிரச்சினையை மாற்றி அதனுள் செலுத்தும்போதே தீர்வு கிடைக்கும். இதற்குத் துணையாயிருப்பது கணிப்புவழியாகும். இக்கணிப்புவழியை விளக்கும் வழிப்படமே பின்னர் கணிப்பொறிமொழியில் எழுதப்பட்டு, அக்கருவிக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. எனவே, ஒரு பிரச்சினைக்கு கணிப்பொறி பயன்படுத்தித் தீர்வு காண்பதாயின், கணிப்புவழி மிகவும் இன்றியமையாதது என்பதை அறியலாம்.

- ஆர். ரஹீம் பாட்சா

நூலோதி. Donald E. Knuth, *Fundamental Algorithms:* the art of computer programming, Vol.I, Second Edition, Narosa Publishing House, 1987; Narsing Deo, *Graph theory with Applications to Engineering and Computer Science* Prentice Hall of India, Pvt Ltd. 1984.

கணிப்பொறி

தகவல்களைப் பெற்று, செயல்படுத்தி, வேறு தகவல்களை அளிக்கும் ஒரு கருவி கணிப்பொறி (computer) எனப்படுகிறது. கணிப்பொறிகளில் ஒத்த அளவு வகை (analog), இலக்க வகை (digital) என இரு வகைகள் உள்ளன. வேகமானிகள், வாட்மானிகள் போன்று, பற்சக்கரங்களையும் நெம்புகோல்களையும் பயன் படுத்தி அளவு காட்டுகிற கருவிகளையும் ஒத்த அளவு கணிப்பொறிகளாகக் குறிப்பிடலாம். ஆயினும் பொது மக்களின் மனத்தில் பதிந்துள்ள சித்திரத்தின் படி ஒரு கணிப்பொறி என்பது கணிப்பானைப் போன்று இலக்கங்களாக விடைகளை விரைந்து தருகிற மிகுஅறிவுடைய எந்திரமாகவே கருதப்படுகிறது. தட்டச்சு எந்திரங்கள், துணிவெளுக்கும் கருவிகள் போன்றவற்றைக் கூடப் புத்திகூர்மையான கணிப் பொறிகளாக வகைப்படுத்தலாம்.

ஒத்த அளவு வகைக் கணிப்பொறிகளில் மாறும் அளவுகளின் உடனடி மதிப்புக்கு நேர் விகிதத்திலுள்ள மின்னோட்டங்கள் அல்லது மின்னழுத்தங்கள் உள்ளிடு தரவுகளாகப் புகுத்தப் படுகின்றன. முன் கூட்டியே ஆயத்தம்செய்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் ஓர் ஆணைத்தொடரின் அடிப்படையில இந்த உள்ளிடு தரவுகள் தொகுக்கப்பட்டு வெளிவரும் தரவுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்த வெளிவரும் தரவுகள், உள்ளிடு தரவுகள், செயலாக்க முறைகள் ஆகியவற்றின் ஒரு தொடர்ந்துமாறும் சார்பெண்களாக இருக்கும். இந்த வெளிவரும்தரவுகள் ஒரு காட்சிப்பலகணியில்காட்டப்படலாம் அல்லது வேறு ஒரு கருவிக்குள் செலுத்தப்பட்டும் இயக்கப்படலாம். வேகக் கட்டுப் பாட்டுக் கருவி (speed governor) போன்ற கருவிகள் இத்தகையவை.

மின்னணு ஒத்த அளவு கணிப்பொறிகள் சிக்கலான இயக்கவியல் கணக்குகளுக்குத் தீர்வு காண உதவுகின்றன. டிரான்சிஸ்டர்கள் அடங்கிய மின்சுற்றுகள் கணக்கிடு செயல்களை நிகழ்த்துகின்றன. மின்னணுப் பெருக்கிகள் குறியீடுகளைத் தொடர் இணைப்புச் சுற்றுகளில் பதிக்கின்றபோது மின்னாற்றல் இழப்புகள் ஏற்படா. எந்திர வகைக் கணிப் பொறிகளில் தரவுகள் ஒவ்வொரு படியைத் தாண்டும் போதும் ஆற்றல் இழப்புத் தவிர்க்க முடியாததாக இருக்கிறது. மின்னணுச் சுற்றுகளில் இத்தகைய ஆற்றல் இழப்பு தவிர்க்கப்படுவது ஒரு நன்மையாகும். எந்திரவியல் கணிப்பொறிகளில் உராய்வினால் ஏற்படும் இழப்புகள் பெருகிக்கொண்டே போவதால் கணிப்பொறியின் செயல்திறனை ஓரளவுக்கு மேல் விரிவாக்க முடிவதில்லை.

சிறிய மின்னணு ஒத்த அளவுடைய கணிப்பொறிகள் பல கட்டுப்பாட்டுக் கருவிகளில் உறுப்புகளாக இடம் பெறுகின்றன. அளவுக் கருவிகளிருந்து உள்ளிடு தரவுகள் மின் குறியீடுகளாக வெளிப்படுகின்றன. இந்த மின் குறியீடுகள் ஒத்த அளவில் கணிப் பொறிக்குள் செலுத்தப்படும். அது அவற்றைச்

செயலுக்குட்படுத்தித் தொடர்ச்சியான வெளியிடும் மின்குறியீடுகளை வெளியிடுகிறது. இந்த வெளியீடுகள் ஒரு அளவியில் காட்டப்படுகின்றன அல்லது வேறு மின் கருவிகளுக்குள் செலுத்தப்பட்டு இயக்கப் படும். இந்த மின்கருவிகள் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மணியடிப்பது, விளக்கேற்றுவது போன்ற எளிய பணிகள் முதல் விண்வெளிக்கருவிகளைப் பறக்க விடுவது போன்ற சிக்கலான பணிகள் வரை செய்யக் கூடியவையாக இருக்கும். பெரும்பாலான ஒத்த அளவான கணிப்பொறிகள் ஒரே ஒரு பணியை மட்டுமே செய்யக் கூடியவையாக உள்ளன. இவை ஒற்றை நோக்க ஒத்த அளவு வகைக் கணிப்பொறிகள் (special purpose devices) எனப்படும்.

பல நோக்கு மின்னணு ஒத்த அளவான கணிப் பொறிகள் அறிவியலார், பொறியியலார் ஆகியோர் தம் சிக்கலான இயக்கவியல் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காண உதவுகின்றன. இவற்றில் கட்டுப்பாட்டு முகப்புகள் (control panels) மாற்றியமைக்கக்கூடியவையாக இருக்கும். ஓர் உறுப்பின் வெளியீட்டுக் குறியீடு அடுத்த உறுப்பிற்குள் உள்ளிடு குறியீடாகப் புகுத்தப் படும். இவற்றின் கட்டுப்பாட்டு முகப்புகளில் வரிசையாக இணைப்பு முளைகள் (mating plugs) அமைந்திருக்கும். ஓர் இணைப்பு முளையை வேறு ஓர் இணைப்பு முளையுடன் மின் கடத்தும் கம்பிகள் வழியாக இணைத்துக் குறியீடுகள் ஓர் உறுப்பிலிருந்து அடுத்த உறுப்புக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

இலக்க வகைக் கணிப்பொறிகளில் தரவுகள் இரு (binary) இலக்கங்களாக மாற்றப்பட்டு உள்ளிடு குறியீடுகளாகவும் வெளியிடும் குறியீடுகளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றின் கணக்கிடு உறுப்புகள் மெய் அட்டவணைகளைப் பின்பற்றிப் பிரச்சினைகளைப் பகுப்பாய்வு செய்கின்றன.

பெரிய அங்காடிகளில் உள்ள பண வரவு செலவுக் கருவி, அலுவலகங்களில் உள்ள கூட்டல் கணக்கிடுங் கருவிகள், மேஜை மேல் பொருத்தப்பட்ட கணிப்பான் போன்றவை பரவலாகப் புழக்கத்திலுள்ள ஒற்றை நோக்கக்கணிப்பொறிகளாகும். இவற்றில் எந்திர வகைக் கருவிகளும் உண்டு; மின்னணு வகைக் கருவிகளும் உண்டு. நவீன அலுவலகங்களில் மின்னணு வகைக்கருவிகளே அதிக அளவில் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டு வருகின்றன. மின்னணு வகைக் கருவிகளில் சிந்தித்து முடிவெடுக்கும் திறனும், விரைந்து செயலாற்றும் திறனும் அமைந்துள்ளன. வணிகப் பொருள்களில் கோடுகளாகக் குறிக்கப்பட்டிருக்கிற குறியீடுகளைப் படித்து அவற்றின் தரம், விலை, அளவு போன்ற விவரங்களைப் பதிவு செய்யும் கணிப்பொறிகளும் உருவாக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு மையக் கணிப் பொறியுடன் தொடர்பு கொண்டு மொத்தச் சரக்கின் இருப்பு, வரவு, செலவு, கடன், ஊதியம் தரகுத் தொகை போன்றவற்றைக் கணக்கிட்டுப் பதிவு செய்யும் கிளைக்கணிப்பொறிகள் பெரிய வணிக நிறுவனங்களில் பணியாற்றி வருகின்றன. ஓர் எந்திரவகைப் பணப்பதிவு எந்திரம் ஒரு மணித்துளியில் ஐந்தாறு கணக்குகளையே போடும். சில மின் எந்திரங்கள் அதே நேரத்தில் சில நூறு கணக்குகள் வரையும், மின்னணுக் கணிப்பொறிகள் நொடிக்குப் பல மில்லியன் கணக்குகள் வரை போடக் கூடியவையாக அமைந்துள்ளன.

இலக்க வகைக் கணிப்பொறிகளில் மாறி அளவுகள் 0,1 ஆகிய இலக்கத் தொடர்களாக மாற்றப் பட்டுச் செயலுக்குட்படுத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய கருவிகள் எண்களை எளிதாகத் தொகுத்து வைக்கவும், கையாளவும் கூடியவையாக உள்ளன. இவை படங்களையும், வரைகோடுகளையும் கூட எண் குறிகளாக மாற்றிக் கையாளவும், எண் குறிகளைப் படங்களாக அல்லது வரைபடங்களாக மாற்றி வெளியிடவும் வல்லவை. ஒரு பல நோக்கு மின்னணு இலக்க முறைக் கணிப்பொறி தசம எண்கள், இரு இலக்க எண்கள் ஆகிய இருவகை எண் அமைப்புகளையும், எழுத்துகளால் குறியீடுபடுத்தப்பட்ட தரவுகளையும் பயன்படுத்துகிறது. அதில் ஒரு கணக்கிடு பகுதியும் ஒரு நினைவுக்காப்பகமும் இருக்கும். அதனுள் செலுத்தப்படும் தரவுகளை அது செயல்படுத்தும் போது ஆணைத் தொடரில் குறிப்பிடப்பட்ட வரிசையில் கணித ஆணைகளையும் நிறைவேற்றுகிறது. நினைவுக் காப்பகத்தில் மாறிகளின் மதிப்புகளும்அந்த மாறிகளைச் செயல்படுத்தும் ஆணைத் தொடரும் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இவை ஒரே வடிவத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருப்பதால் கணக்கிடும் பகுதி மாறிகளை அல்லது குறியீட்டுக் குறிப்புகளை அல்லது இரண்டையும் மாறி மாறிப் பயன்படுத்த முடியும்.

பயன்கள். கணிப்பொறிகளின் பயன்கள் இவ்வளவு தான் என வரையறுத்துச் சொல்ல முடியாது. நாட்பட அவற்றின் புதிய பயன்கள் கண்டுபிடிக்கப் படுகின்றன. பெரும்பாலான இலக்கமுறைக் கணிப் பொறிகள் வரவு செலவுக் கணக்குகளைப் பதிவு செய்தல், பொறியியல் வடிவமைப்பு, ஆய்வு தரவுகளைத் தொகுத்தல் ஆகிய நோக்கங்களுக்குப் பயன் படுகின்றன. எந்திர மனிதர்களைக் கணிப்பொறிகள் மூலம் இயக்க ஒரு தொழிலக உற்பத்திச் செயல்களில் அவை பங்கேற்கின்றன. தொலை உணர் கருவிகளிலும், செயற்கை அறிவுக் கருவிகளிலும் உள்ள கணிப் பொறிகள் வாதிட்டு முடிவுகளை எடுக்கும் வகையில் ஆணைத் தொடர்கள் பொருத்தப் பட்டவையாக உள்ளன. புதிய விண்வெளிச் சாதனைகளுக்குக் கணிப் பொறிகளே முழு முதற்காரணம் எனலாம். சொல் செயலாக்க (word processing) முறைகள் முன்னேறும் போது ஒரு தொழிற்சாலையையோ அலுவலகத்தையோ முழுக்க முழுக்கத் தானியங்கித் தன்மையுள்ள தாக்குவது எளிதாகிவிடலாம்.

- கே. என். இராமச்சந்திரன்

கணிப்பொறி நினைவு

இலக்கமுறைக் கணிப்பொறிகளில் (digital computers) மிகவும் இன்றியமையாத உறுப்பு கணிப்பொறி நினைவகம் (computer memory) ஆகும். இது முதன்மை (primary) நினைவகம், (secondary) துணை நினைவகம் என இருவகைப்படும். கணிப்பொறி இயங்கும்போது கணிப்பொறிக்குத் தேவையான திட்டங்கள், செய்திகள் (data) முதலியன முதன்மை நினைவகத்தில் தேக்கி வைக்கப்பட்டிருக்கும். கணிப் பொறியின் மையச் செயலகம் நினைவகத்துடன் தொடர்பு கொண்டு செயலாற்றும். ஒரு திட்டத்தைச் செயல்படுத்தும்போது இடையில் வரும் பயன்களையும் கணிப்பொறி நினைவகத்தில் சேகரித்து வைக்கலாம். வான் நியூமன் என்பாரின் திட்டங்களைத் தேக்கிவைத்துச் செயல்படும் முறையே இலக்க முறைக் கணிப்பொறிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. கணிப்பொறியின் நினைவகம் கணிக்கும் கணக்கின் திட்டங்களையும் பலன்களையும் தேக்கி வைக்க வேண்டிய அளவு இருக்க வேண்டும்.

கணிப்பொறியின் வேகம் நினைவகத்தின் வேகத்தைப் பொறுத்து அமையும். நினைவகத்தில் ஒரு செய்தியைத் தேக்கவும், வெளிக்கொணரவும் ஆகும் நேரத்தை நெருங்கும் நேரம் (access time) என்பர். இந்நெருங்கும் நேரம் மிகவும் குறைவாக இருக்க வேண்டும். தற்காலக் கணிப்பொறிகள் மிகவும் குறைவான நெருங்கும் நேரத்தைக் கொண்டுள்ளன. துணை நினைவகங்கள் என்பன முதன்மை நினை வகத்தைவிட மிகுதியான நெருங்கும் நேரத்தைக் கொண்டிருக்கும். துணை நினைவகங்களில்தான் மிகுதியான செய்திகளைத் தேக்கிவைக்க முடியும். காந்த நாடாக்கள், காந்தத் தட்டுகள், வளையும் தட்டுகள் (floppy diskkettes) முதலியன துணை நினைவகங்களாகப் பயன்படும். கணிப்பொறிகளில் மிகுதியான செய்திகளைப் பயன்படுத்தும் போது அவற்றைத்தேக்கி வைக்க இவை பெரிதும் பயன்படும். தற்காலக் கணிப்பான்களில் வின்ச்ஸ்டர் அமைப்புகள் பயன்படுகின்றன. முதன்மை நினைவகத்தில், காந்த வளையங்கள் (magnetic cores), பகுதிக்கடத்திகளாலான நினைவகங்கள், காந்தக் குமிழ்கள் (magnetic bubbles), மின்னூட்டக் கருவிகள் (charge coupled devices), மின்னணுவியல் கதிர்கள் (electronic beams) முதலியவை பயன்படுகின்றன.

பகுதிக் கடத்திகளான நினைவகங்கள் மிகு பயன்களைக் கொண்டவை. இந்நினைவகங்கள் மிகவும் குறைவான கனஅளவு கொண்டவை. மின்னாற்றல் தேவையும் மிகவும் குறைவு. ஆனால் மின்னாற்றல் உள்ள வரையில்தான் செய்திகளைத் தேக்கி வைக்கும் தன்மை கொண்டிருக்கும். காந்த வளையங்களில் மின்னாற்றல் இல்லையென்றாலும் செய்திகள் அழியா. இலக்கமுறைக் கணிப்பொறிகளில் 1 அல்லது 0 என்னும் துண்டுகள் கொண்டு செய்திகள் குறிக்கோடுகளாக மாற்றப்பட்டுச் சேகரித்து வைக்கப்படும். 0 அல்லது 1, துண்டுகள் எனப்படும். எட்டுத் துண்டுகள் சேர்ந்தது ஒரு துண்டம் (byte) எனலாம். நினைவகங்களின் கொள்ளளவுத் தன்மையை ஆயிரம் துண்டங்கள் (kilobytes) மற்றும் கோடித் துண்டங்கள் (megabytes) என்னும் அளவுகளால் குறிப்பர்.

கணிப்பான்களின் திறமை, வேகம் இவை நினைவகங்களின் தன்மையைக் கொண்டே மாறுபடும். கணிப்பொறிகளில் நினைவகத்தின் கொள் திறனை உயர்த்த, பல்வேறு முறைகள் கையாளப் படுகின்றன. தோற்ற நிலை நினைவகம் (virtual memory) தேக்கி வைக்கும் நினைவகம் (cache memory) போன்றவை கணிப்பொறிகளின் வேகத்தை மிகுதிப் படுத்துவதுடன் நினைவகத்தின் கொள்ளளவையும் உயர்த்துகிறது. நினைவகத்திலிருக்கும் செய்திகள் அழியாமலிருக்க மின்கலத்தைப் பயன்படுத்தி மின்னாற்றல் தடைப்படும் நேரங்களில் மின்னாற்றல் அளிக்கப்படும். கணிப்பொறி ஒரு சிறந்த கருவியாக இருப்பதற்கு அதன் நினைவகமும் காரணமாகும். நினைவகத்தில் தேக்கி வைக்கப்படும் ஒவ்வொரு செய்தியையும் நினைவகப் பகுதிகளுக்குக் கொடுக்கப்படும் முகவரியை வைத்துப் பின்னர் திரும்பி வாங்கலாம். நினைவகத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் முகவரிகள் உண்டு.

-க. அர. பழனிச்சாமி

கணிப்பொறி வரைபட இயல்

கணிப்பொறியில் வினாக்களுக்குக் கிடைக்கும் விடைகள் எண்களாக, ஆங்கிலச் சொற்களாக அல்லது குறியீடுகளாக இருக்கும். பெறப்படும் விடைகளின் எண்ணிக்கை பலவாக இருக்கும்போது அவற்றை ஒழுங்குபடுத்திச் செய்திகளை அறிவது கடினமாகி விடும். எடுத்துக்காட்டாக, ஐந்து ஆண்டுகளின் மாத விற்பனைப் புள்ளி விவரங்கள் அல்லது வடிவமைக்கப்பட்ட ஓர் எந்திரத்தின் பல்வேறு அளவுகள் போன்றவை நூற்றுக்கணக்கான எண்களைக் கொண்டிருக்கும். கணிப்பொறி, இந்த எண்களை மட்டும் கணித்துக் கொடுப்பதற்குப் பதிலாக, விற்பனைப் புள்ளி விவரங்களை ஒரு வரைபடமாகவோ எந்திரத்தின் உறுப்புகளை அவற்றின் அளவுகளுடன் வரைந்தோ கொடுத்தால் அவற்றைப் புரிந்து கொள்வது எளிதாகும்.

இதே போல், ஓர் எந்திர உறுப்பு அல்லது கட்டட அமைப்பின் தன்மைகளைக் கணிப்பொறி கொண்டு ஆராய வேண்டுமானால், அதன் விவரங்களைப்

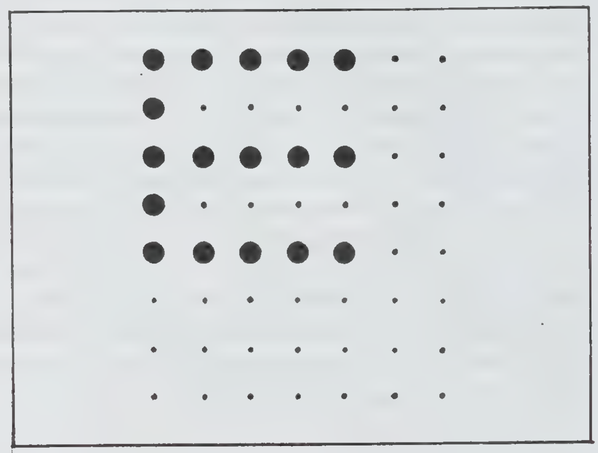
பட்டியல் போட்டுக் கொடுப்பதைவிட, அதன் வரை படத்தைக் கொண்டு கணிப்பொறியே தேவையான விவரங்களைத் தெரிந்து கொள்ளுமானால் நேரமும், முயற்சியும் மிஞ்சும். இவ்வாறு படங்களைப் பார்த்துப் புரிந்து கொள்ளும் திறன், படங்களை வரைந்து கொடுக்கும் திறன், அப்படங்களை ஆராயும் திறன் ஆகிய மூன்றின் சேர்க்கையே கணிப்பொறி வரைபட இயல் (computer graphics) ஆகும். காகிதத்தில் வரையப்படுபவை, திரையில் தெரிபவை என இப் படங்களை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

காகிதத்தில் வரையப்படும் படங்கள். பல வண்ணப் பேனாக்கள் இடவலமாக, அவற்றின் கீழேயிருக்கும் காகிதம் மேலும் கீழும் நகர வசதிபெற்ற (graph plotter) கருவியின் மூலம் எந்த வரைபடத்தையும் நுட்பமாக வரைய முடியும். இறுதி செய்யப்பட்ட கட்டட, எந்திர வரைபடங்கள் போன்றவற்றைக் கணிப்பொறியின் நினைவகத்திலிருந்து பெற இம் முறை பயன்படுகிறது. ஒரு முறை வரைந்த படத்தை அழித்து எழுதுவது அல்லது மாற்றியமைப்பது இயலாதென்பது இம்முறையின் குறையாகும்.

புள்ளிமுறை அச்சு எந்திரங்களைக் (dot matrix printers)-கொண்டும் வரைபடங்களை உருவாக்கலாம். படம் முழுதும் தனித்தனிப் புள்ளிகளால் அமைக்கப் படுவதால், படத்தின் தரமும் குறைவு; நுட்பமாகவும் இருக்காது.

திரையில் தோன்றும் படங்கள். ஒளித் திரையில் (video screen) எழுத்துகள் அல்லது படங்கள் காண்பிக்கப்படும் முறைகளை இரு வகையாகப்பிரிக்க லாம். எழுத்துகள், +, —, * போன்ற குறியீடுகளைக் காண்பிக்கும் முறையில் CRT எனப்படும் எதிர் முனைக் கதிர்க் குழல்தான் படங்களைக் காண்பிக்கும் திரையாகப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. தேக்கிக் காட்சிக் குழாய் (storage tube display), சவ்வுக்காட்சிக்குழாய் (plasma display) போன்ற கருவிகளும் பயன்படு கின்றன. இவை விலை குறைவானவையானாலும் வேகம் குறைந்தவை. இவற்றில் ஒரு மின்னணுக் கதிர், திரையில் உள்ள புள்ளிகளை வெவ்வேறு ஆற்றல் களுடன் தாக்குவதால் அப்புள்ளிகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் ஒளிரும்போது திரையில் படங்கள் உருவாகின்றன. இந்த மின்னணுக்கதிர் திரையில் உள்ள புள்ளிகளை வரிசையாக ஒளிர வைப்பதால், வரிவரியாகத் திரையில் படம் தோன்றும். இவ்வாறு சாதாரணமாக 262 வரிகள் திரையில் உருவாகும். ஒவ்வொரு புள்ளியையும் நொடிக்கு முப்பது முறை ஒளிர வைப்பதால் கண்களுக்குப் படம் இடைவிடாது தொடர்ந்து தெரிகிறது. இம்முறைக்கு ராஸ்ட்டர் முறை (Ruster scanning) என்று பெயர்.

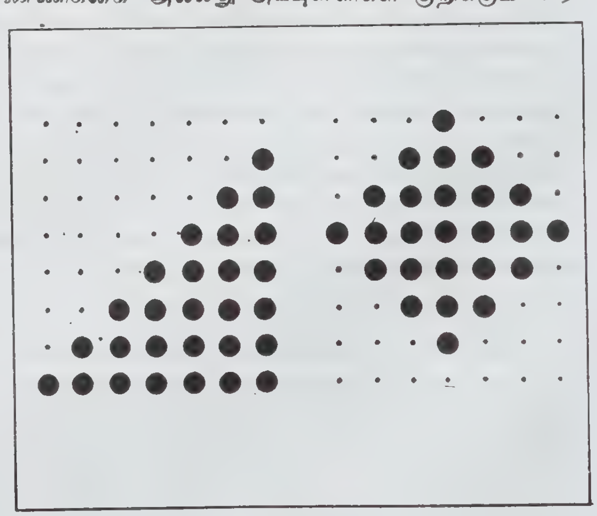
திரையில் எழுத்துக்களையும், +,— போன்ற குறிகளையும் உருவாக்கக் குறி உருவாக்கி (character generator) என்னும் அமைப்புப் பயன்படுகிறது. ஓர் எழுத்து திரையில் தெரிய எந்தப் புள்ளிகளை ஒளிர வைக்க வேண்டும் போன்ற தகவல்களை இது எதிர் முனைக் கதிர்க் குழாய்க்குக் கொடுக்கிறது. ஒவ்வொரு எழுத்திற்கும் ஏறத்தாழ 7×8 அல்லது 7×10 போன்ற அளவில் புள்ளிகளை ஒதுக்குகிறது (படம் 1). இதே முறையைப் பயன்படுத்தி, பல குறியீடுகளைத் (படம்-2) திரையில் உருவாக்குவதன் மூலம் சில



படம் 1

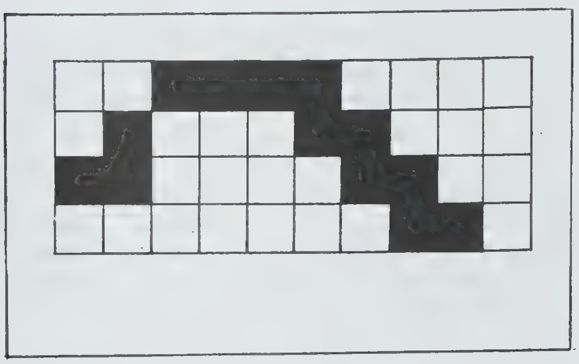
படங்களைத் திரையில் வரையலாம். இம்முறை இன்று பெரும்பாலான சிறிய கணிப்பொறிகளில் பயனாகிறது.

இம்முறையில் உருவாக்கும் படங்களில் ஒரு சமயத்தில் பல புள்ளிகளை ஒட்டு மொத்தமாகக் கையாள வேண்டியிருப்பதால், கோடுகளாலான வரை படம் போன்ற நுண்ணிய படங்களை வரைய இய லாது. ஒரு சமயத்தில் கையாளும் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை அல்லது அப்புள்ளிகள் குறிக்கும் பரப்



படம் 2.

பளவு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு சிறியதாக இருக்கிறதோ அதற்கேற்றவாறு படத்தின் தரமும் உயரும். இச் சிறு பரப்பைப் படத்துளி (pixel or picture element) என்பர். திரையை நிரப்பும் படத்துளிகளின் எண்ணிக்கை கணிப்பொறிகளுக்குத் தக்கவாறு இருக்கும். ஏறத்தாழ மூன்று இலட்சம் படத்துளிகள் இருந்தால் அவ்வமைப்பு உயர் பகுப்புப் பட இயல் (high resolution graphics) எனப்படும். படத்துளிகளின் எண்ணிக்கை குறையக் குறைய அவ்வமைப்பு, தாழ் பகுப்புப் பட இயல் (low resolution graphics) எனப் படும். இவ்வமைப்பில் வளைகோடுகளை வரையும் போது அக்கோடுகள் சீராக இல்லாமல் மாடிப்படி போல் தோற்றமளிக்கும் (படம் 3). கணிப்பொறியின்



படம் 3.

திரையில் வரைபடங்கள் இரண்டுவகை நுட்பங்களால் காண்பிக்கப்படுகின்றன. முதல்வகையில் திரை, mxn படத்துளிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது எனக் கொள்ளலாம். படத்துளிகள் பற்றிய விவரங்கள், அதாவது அத்துளி எந்த அளவுக்குக் கருமை அல்லது வெண்மையாக்கப்பட வேண்டும் அல்லது எந்த வண்ணம் எந்த அளவு இடப்பட வேண்டும் போன்ற விவரங்கள், mxn அளவிலான ஓர் அடுக்கு (matrix) வடிவில் திரையிடும் கருவியில் உள்ள ஒரு கூடுதல் நினைவகத்தில் தனியே (RAM) வைக்கப்படுகிறது. இந்த விபரங்களுக்கேற்றபடி, காட்சிக் கட்டுப்படுத்தி (display controller) என்னும் கருவி, கதிர்களின் வீரியத்தைக் கூட்டிக் குறைத்துப் படங்களை உரு வாக்குகிறது.

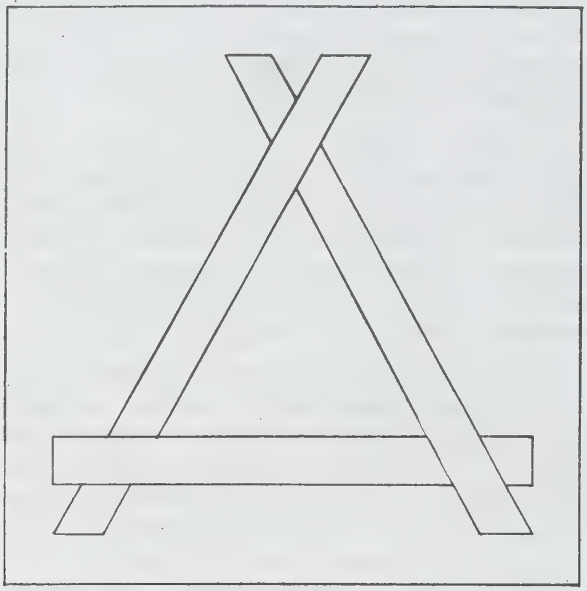
இரண்டாம் வகை வெக்டர் முறை (vector display method) எனப்படும். இம்முறையின் அடிப் படை இரண்டு புள்ளிகளைச் சிறு நேர்கோடுகளால் சேர்ப்பதாகும். கணிப்பொறி, எந்தெந்தப் புள்ளி களிலிருந்து எந்தத் திசையில் எவ்வளவு நீளக் கோடு களைப் போட வேண்டும், எந்த இடங்களில் புள்ளி களை மட்டும் வைக்க வேண்டும், எங்கே எந்த எழுத்துகளை எழுத வேண்டும் போன்ற விவரங்களை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் காட்சி அமைப்பான் (display processor) அனுப்புகிறது. இதைப் பயன்படுத்திக் காட்சிக் கட்டுப்படுத்தி, படங்களை உருவாக்குகிறது. படத்தின் விவரங்களைக் காட்சி அமைப்பான் தன் நினைவில் வைத்துக் கொள்வதில்லையாதலால், படம் தடங்கலின்றித் தெரிய, நொடிக்கு முப்பது முறை யாவது கணிப்பொறி அனைத்து விவரங்களையும் கொடுத்துக் கொண்டே இருக்க வேண்டும்.

படத்தின் தன்மையைக் கொண்டு படங்களை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை கோடு களாலான படங்கள், மேற்பரப்புத் தோற்றப்படம் என்பன. கோடுகளாலான படங்களை உயர் பகுப்புப் படமுறையிலேயே வரைவது வழக்கம். எந்திரங் களின் மாதிரிக் கோட்டுப் படங்கள் உற்பத்தித் துறையில் பெரிதும் பயனாகின்றன.

ஒரு பொருளின் முக்கிய கோடுகளை மட்டு மன்றி அதன் புறப்பரப்பையே திரையில் உருவாக்கு வது இரண்டாவது வகையாகும். இம்முறையில் மேலும் சில முன்னேற்றங்களும் உண்டு. ஒரு பொருளின் மேல் குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து ஒளிக் கதிர்கள் விழுந்தால், அப்பொருளின் மேற்பரப்பில் எந்தெந்த இடங்களில் எவ்வளவு ஒளி விழும், எந் தெந்த இடங்களில் நிழல் படியும் போன்றவற்றையும் கணக்கிட்டு அவற்றையும் படத்தில் தோன்றும்படிச் செய்யலாம். மேலும் ஒரு பொருளைப் பார்க்கும் போது அதன் ஒரு பகுதியே கண்களுக்குத் தெரியும். எஞ்சிய பகுதி மறைந்திருக்கும். அப்பொருளைப் பொறுத்துக் கண்களுக்குத் தெரியும் பகுதியும் மாறு படும். கொடுக்கப்பட்ட பொருள், கண்கள் இருக்கு மிடங்களைக் கணிப்பொறிக்குத் தெரியப்படுத்தினால், கணிப்பொறியும், கண்களுக்குத் தோன்றும் வடிவத் தைக் கணித்துத் திரையில் தரும். இதற்கு, முதலில் கண்களுக்குத் தோன்றும் பகுதிகளும் மற்றவையும், ஒவ்வொரு பகுதியும் கண்களிலிருந்து இருக்கும் தொலைவைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும். பின்னர், கண்ணுக்குத் தெரியாத பகுதிகளை நீக்கிவிட்டு எஞ்சியவற்றை வரைந்து கொடுக்கிறது. இவ்வாறு மறைந்திருக்கும் பகுதிகளை நீக்கத் தேவையான பல செயல் முறைகள் உள்ளன. இம்முறைகளில் செயல் பட நினைவகத்தில் மிகுதியான இடம் தேவை. இக்குறையை நீக்க வேறொரு முறையும் உண்டு.

இம்முறையில், முதலில் வரைய வேண்டிய மேற் பரப்புகளைக் கண்களிலிருந்து அவை இருக்கும் தொலைவை வைத்து வரிசைப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். மிகத் தொலைவில் உள்ள பரப்பிலிருந்து தொடங்கி ஒவ்வொரு பரப்பாக வரையப்பட்டு இறுதியில் அருகிலிருக்கும் பரப்புகள் வரையப்படும். ஒரு பரப்பின் மீது மற்றொரு பரப்பு வரையப் படும். ஒரு பரப்பின் மீது மற்றொரு பரப்பு வரையப் படும்போது, பழைய பரப்பு மறைந்து புதிய பரப்பு மட்டும் தெரியும். இம்முறையிலும் ஒரு பெருங்குறை உண்டு. ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக வட்டமாக வைக்கப்

பட்டுள்ள பொருள்களை (படம் 4) இம்முறையில் வரைய இயலாது.



படம் 4

இரு பரிமாணமுள்ள திரையில் ஒரு பொருளைப் பார்க்கையில் அதில் முப்பரிமாணத் தோற்றத்தை ஏற்படுத்தவும் முடியும். ஒரு பொருள் அருகில் இருந்தால் பெரியதாகவும், தொலைவிலிருந்தால் சிறிதாகவும் தோன்றுவது இயற்கை. கண்கள் இருக்குமிடத்திலிருந்து ஒரு பொருளின் பல்வேறு பகுதிகளும் இருக்கும் தொலைவைக் கணக்கிட்டு அதற்கேற்றவாறு தொலைவிலுள்ள பகுதிகளைச் சற்றுச் சிறிதாக்கிக் காண்பிக்கும்போது ஒரு முப்பரிமாணத் தோற்றம் செயற்கையாக அமைகிறது.

தற்போது தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளின் திரைகளில் முப்பரிமாணத் தோற்றத்தை ஏற்படுத்த அவற்றின் திரை மற்றும் இதர அமைப்புகளில் தொழில் நுட்ப முன்னேற்றம் ஏற்பட்டு வருகிறது. இவற்றைப் பயன்படுத்திக் கணிப்பொறி வரைபட இயலும் விரைவில் வியத்தகு மாற்றங்களைப் பெறும். முப்பரிமாணப் பொருளின் உருவத்தைத் திரையில் காட்டுவதைப் போல் கணிப்பொறி, பல எந்திரங்களை இயக்கி அப்பொருளின் வடிவத்தையே உருவாக்கிக் கொடுப்பதைக் கணிப்பொறி வரைபட இயலின் பிறிதொரு கூறாகக் கொள்ளலாம். இம்முறை கணிப்பொறி உதவிய உற்பத்தி முறையில் (computer aided manufacture - CAM) பெரிதும் பயன்படும்.

கணிப்பொறியின் எதிர்முனைக் கதிர்த் திரையில் படம் வரைய ஒளிப்பேனா (light pen) என்னும் கருவி பயன்படுகிறது. பேனா போலுள்ள இக்கருவி கணிப்பொறியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இப்பேனாவின் முனையைத் திரையின்மீது வைத்து அதை இயக்கினால், அம்முனை தொடும் புள்ளியில் மின்னணுக் கதிர் தாக்கும் நேரத்தைக் குறித்துக் கணிப்பொறிக்கு அனுப்புகிறது. இதைக் கொண்டு அந்தப்புள்ளியின் இடத்தைக் கணித்து அதைக் கணிப்பொறி ஒளிர வைக்கிறது. இம்முறையை மேலும் திருத்தி, அப்புள்ளியில் + போன்ற குறியை ஏற்படுத்தவும் வகை செய்யப்பட்டுள்ளது. பேனாவின் முனையை மெதுவாகத் திரையின் மேல் நகர்த்த, அப்புள்ளியும் பேனாவுடன் நகர்ந்து தேவையான படத்தை உருவாக்குகிறது. பேனாவின் இயக்கத்தை நிறுத்தி விட்டால் இக்குறியும் பேனாவிலிருந்து விடுபட்டு விடுகிறது.

கையால் வரையும் படங்கள் நுட்பமாக இருப்பதில்லை. எனவே தேவையான புள்ளிகளின் இடங்களைக் கணிப்பொறிக்கும் கொடுத்துச் சேர், வட்டமாகச் சேர் போன்ற ஆணைகள் மூலம் நேர் கோடுகள், வட்டத்தின் பகுதிகள் முதலியவற்றை வரைந்து வரைபடங்களை உருவாக்கலாம். இது நுட்பமாகவும் இருக்கும். படத்தின் அளவுகள் திரையைவிடப் பெரிதாக இருந்தாலும், திரையில் எவ்வளவு தெரியும் என்று கணக்கிட்டு அப்பகுதியை மட்டும் கணிப்பொறி காண்பிக்கிறது.

கணிப்பொறி உதவியுடன் விளையாடும் காட்சியுடனிணைந்த விளையாட்டுகளில் குறிப்பிட்ட உருவங்கள் அல்லது புள்ளிகளைத் திரையில் பல இடங்களுக்கும் நகர்த்த ஜாய்ஸ்டிக், கண்ட்ரோல் பால், மௌஸ் போன்ற கருவிகள் பயன்படுகின்றன. இவையனைத்தும் கீழ்மேல், இடவலம் என்னும் இரு வழிகளில் நகரக்கூடிய ஒரு கோலையோ, ஒரு பந்தையோ, சக்கரங்களையோ கொண்டிருக்கும். இவற்றைத் தேவையானபடி நகர்த்துவதன் மூலம் குறிப்பிட்ட புள்ளியைத் திரையின் எந்த இடத்திற்கும் கொண்டு செல்லலாம். சிறு கணிப்பொறிகளில் →, ←, ↑, ↓ என்று அடையாளமிட்ட பொத்தான்களை இயக்குவதன் மூலமும் புள்ளிகளை இடம் மாற்றலாம். படங்களை எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாய்த் திரையில் வரைவதற்குப் பதிலாக இதற்கென உருவாக்கப்பட்ட பலகைகளிலும் (tablet) வரையலாம்.

வரிசைப்படுத்திய பட்டியல் (sequential list), இணைந்த பட்டியல் (linked list) என்னும் அமைப்புகளைப் போல் படங்களின் விவரங்களைப் பட அமைப்பு (picture structure) என்று முறைப்படுத்தலாம். இம்முறையில் புள்ளிகள், சிறு கோடுகள் ஆகியவற்றை அடிப்படை வடிவங்களாகக் கொண்டு அவற்றிலிருந்து கோடுகள், மேற்பரப்புகள், உருவங்கள் முதலியவை வரையறுக்கப்படுகின்றன. இவ்வடிவங்களையும் அவற்றிற் கிடையே உள்ள இணைப்பையும் கூறும் அமைப்பே படஅமைப்பு எனப்படும். எடுத்துக்

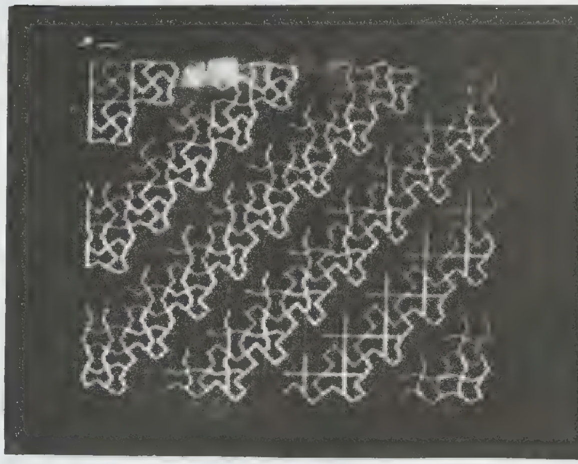
காட்டாக எந்தெந்தப் புள்ளிகளைச் சேர்த்து நேர் கோடுகளை உருவாக்க வேண்டும், எந்தெந்தக் கோடுகள் சேர்ந்து ஒரு பக்கத்தைக் கொடுக்கும், அவை எந்தெந்த வண்ணங்களில் இருக்கும் போன்ற விவரங்கள் இந்தப்பட அமைப்பில் இருக்கும்.

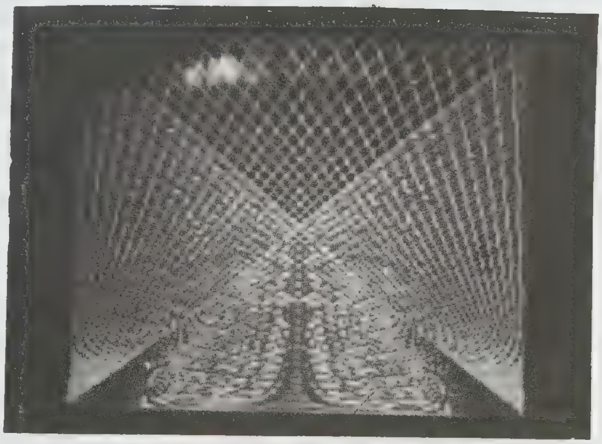
ஒரு பொருளின் அளவைக் குறைப்பது, பெருக்குவது, அதிலிருந்து சில பகுதிகளை நீக்குவது அல்லது அத்துடன் சில பகுதிகளைச் சேர்ப்பது, ஒரு பொருளின் வடிவத்தை வைத்து அப்பொருள் கொடுத்த படத்தில் உள்ளதா என்று பார்ப்பது போன்ற செயல்கள் படத்தை ஆராய்வது என்னும் பகுதியின் கீழ் வரும். படங்களைக் கையாளத் தேவையான சில ஆணைகளை உருவாக்கி அத்தொகுதிகளை இந்த மொழிகளுடன் சேர்த்து இம்மொழிகளை வளமுள்ளவையாகச் செய்யும் பணியும் நடைபெறுகிறது. அவற்றுள் LEAP, EX.GRAE. L^4, GRIP போன்ற தொகுதிகள் அடங்கும்.

பயன்கள். கணிப்பொறி உதவிய வடிவமைக்கும் முறையில் (CAD) தேவையான கணிப்புகளைக் கணிப்பொறி விரைந்து செய்து, அதன் விடைகளைப் படமாகவும் மாற்றிக் கொடுக்கிறது. வடிவமைப்பாளர் தம் அறிவையும் அனுபவத்தையும் கொண்டு தேவையான மாற்றங்களைச் செய்யும்படிக் கணிப்பொறியைப் பணிக்க மீண்டும் கணிப்பொறி வேலையை விரைந்து செய்து விடைகளைக் கொடுக்கிறது. இவ்வாறு மனிதனும் கணிப்பொறியும் மாறி மாறிக் கணித்துக் கொடுத்தும், மாற்றியமைத்தும், இணைந்து செயலாற்றியும் ஒரு பொருளின் வடிவமைப்பை இறுதி செய்கின்றனர். கணிப்பொறியின் வேகத்தையும், மனிதனின் அறிவையும் ஒருங்கிணைத்துப் பயன்படுத்தும் இம்முறையால், ஒரு பொருளை வடிவமைத்து, அதன் தன்மைகளையும் தரத்தையும் ஆராய்ந்து இறுதி முடிவு செய்யும் காலம் பல மாதங்களிலிருந்து சில மணிகளாகக் குறைந்துள்ளது. இதனால் செலவும் பெருமளவு குறைகிறது.

பல உதிரி உறுப்புகளைப் பார்த்து அவற்றை எடுத்துத் தேவையான இடங்களில் பொருத்தும் எந்திர மனிதனுக்குப் (robot) பார்வையைக் கொடுப்பதும் வரைபட இயலேயாகும். கணிப்பொறிகளுக்குத் தேவையான மிகப் பெரும் அளவில் ஒருங்கிணைந்த மின்னிணைப்புகளை உருவாக்கத் தேவையான படங்களை நுட்பமாகத் தயாரிப்பதிலும் இவ்வியல் பயனாகிறது.

செயற்கைக் கோள்கள், மிகுந்த உயரத்தில் பறக்கும் விமானங்கள் முதலியன அனுப்பும் கோடிக் கணக்கான செய்தித் துகள்களை ஆராய்ந்து, அவற்றின் முடிவுகளை-நிலப்பரப்பின் தன்மைகள், குறிப்பிட்ட இடங்களில் விமானங்கள் அல்லது இராணுவ ஆயுதங்கள் உள்ளனவா என்னும் செய்திகள் போன்றவற்றைக் கூறுவதிலும் பெரிதும் பயனாகிறது.





படம் 5. கணிப்பொறியால் வரையப்பட்ட சில படங்கள்

திரைப்படங்களை எடுக்கும்போது, காட்சிகளை உண்மையில் அமைத்துப் படம்பிடிக்காமல், வெறும் திரையிலேயே அக்காட்சிகளை உருவாக்கிப் படம் பிடிப்பதன் மூலம் செலவு குறைகிறது. இப்போது கார்ட்டூன் படங்களை உருவாக்குவதிலும் கணிப்பொறி உதவுகிறது. ஒருவருடைய ஓவியக் கலைத் திறனை, கற்பனை வளத்தைக் காட்டக் கணிப்பொறியில் வரைபடமாக, புதுமையான ஓவியங்களாக உருவாக்கலாம். வளரத் தொடங்கியுள்ள இத்துறைக்குக் கணிப்பொறி வரைபடக் கலை என்னும் பெயரும் உண்டு. கறுப்பு-வெள்ளை வரைபடங்கள் முதல் இருநூற்றுக்கும் மேற்பட்ட வண்ணக் கலவைகள் கொண்ட படங்களைக் கணிப்பொறி கொடுக்கிறது.

- வெ. கிருஷ்ணமூர்த்தி

நூலோதி. Giloi, Wolfgang, *Interactive Computer Graphics*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. N.J., 1978; William Newman and Robert, F. Sproull, *Principles of interactive computer graphics*, Second Edition, McGraw Hill Book Company, Tokyo, 1979.

கணுக்காலிகள்

இவை முதுகெலும்பற்றவையில் ஒரு பெரும் விலங்கினத் தொகுதியிலடங்கும். இதுவரை ஏறத்தாழ எழுபத்தைந்து லட்சம் கணுக்காலிச் சிறப்பினங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு முழுமையாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. இதுவரை கண்டறியப்பட்டுள்ள விலங்கினச் சிறப்பினங்களில் நான்கில் மூன்று பங்கு விலங்கினங்கள் கணுக்காலிகளே (Phylum Arthropoda) ஆகும். அனைத்து வகையான வாழிடங்களிலும் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகள் கணுக்காலிகளிடம் காணப்படுவதால் அவை முன்உட்குழிவு வாயுயிரிகளுள் (protostomes) உயிர்வாழ்முறையின் பெருமநிலை அடைந்துவிட்டன என்றும் கூறுவர். வளைதசைப்புழுக்களுக்கும் (Annelida) கணுக்காலிகளுக்குமிடையில் உயிரின உறவு உள்ளதை எளிதில் காண முடியும். கணுக்காலிகள், பல்சுணைப்புழுக்களிலிருந்து முன் தோன்றி இருக்கலாம் அல்லது இரண்டு தொகுதிகளுக்கும் பொதுவான ஒரு மூதாதையுயிரினத்திலிருந்து படிமலர்ச்சியும் பெற்றிருக்கலாம்.

கணுக்காலிகளின் பொதுப்பண்பு. கணுக்காலிகள் இருபக்கச் சமச்சீரமைப்புடைய (bilaterally symmetrical) விலங்குகள். இவற்றின் உடல், பல கண்டங்களால் (segments) ஆனது. உடலை, தலை, மார்பு, வயிறு என்னும் மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். பெரும்பாலும் தலை தனிப்பட்டு இருக்கும். சில கணுக்காலிகளில் தலையும், மார்பும் இணைந்து வயிறு மட்டும் தனித்து இருக்கும். ஒவ்வொரு கண்டத்துடனும், ஓர் இணை, இணைப்புறுப்புகள் இணைந்துள்ளன. அவை தாம் செய்யும் பணிகளுக்கு ஏற்ப மாறுபாடு அடைந்துள்ளன. தலைப் பகுதியில் உள்ளவை வாயுறுப்புகளாகவும், மார்புப் பகுதியில் உள்ளவை இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகவும், வயிற்றுப் பகுதியில் உள்ளவை இனப் பெருக்கத் துணை உறுப்புகளாகவும், சில நீர்வாழ்வனவற்றில் நீந்தும் உறுப்புகளாகவும் அமைந்திருக்கின்றன. உடற்கண்டங்களுக்கு இடையேயும் இணைப்புறுப்புக் கணுக்களுக்கு இடையேயும், மெல்லிய சவ்வு உள்ளது. அதனால் உடல் இயக்கத்தின்போது உடல் எளிதாக அசைக்கப்படுகிறது அல்லது மடக்கப்படுகிறது. உடல் கைட்டின் என்னும் பொருளாலாகிய ஒரு புறச் சட்டகத்தால் மூடப்பட்டுள்ளது. இந்தப் புறச் சட்டகம் புற உறையாக இருப்பதுடன் உடலுக்குள் உள்ள தசைகள் ஒட்டி இணைவதற்கு ஏற்றவாறும் அமைந்திருக்கிறது. புறச்சட்டகம் இருப்பதால் வாழ்க்கைச் சுற்றின் ஒவ்வொரு வளர்நிலையின் போதும் தோலுரித்தல் நிகழ்கிறது. இதயம் உணவுப் பாதைக்கு மேற்புறத்தில் அமைந்துள்ளது. இதில் இணைகளாக அமைந்துள்ள இதயவுறைகளும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அமைந்த பல அறைகளும் உள்ளன. இதயத்தைச் சூழ்ந்து ஓர் இதய அறை உள்ளது. இரத்தப்பெருவழிகள் உடற்குழியாக உள்ளன. எனவே இது குருதிக்குழி (haemocoel) எனக் குறிக்கப்படுகிறது. இரத்த ஓட்டம் திறந்தவகை ஓட்டமாக அமைந்துள்ளது. உண்மையான உடற்குழி (coelom) கழிவுநீக்க உறுப்புகளின் உள்ளும், இனப் பெருக்க உறுப்புகளினுள்ளுமே காணப்படுகிறது. நுண் மால்பீஜியன் குழாய்களோ, பச்சைச்சுரப்பிகளோ, காக்சல் சுரப்பிகளோ கழிவுநீக்க உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. கணுக்காலிகளில் சிறுநீரக உறுப்புகள் இல்லை. தசைகள் வரித்தசைத் திசுக்களால் ஆனவை. செவுள்கள், மூச்சுக்குழாய்கள் அல்லது சுவாச ஏடுகள் மூலமாக மூச்சுவிடுதல் நடைபெறுகிறது. மூளை உணவுக்குழாயின் மேற்புறத்திலும், நரம்புசெல்திரள்களுள்ள கீழ் இரட்டை நரம்புவடம் கீழ்ப் புறத்திலும் அமைந்துள்ளன. இனப்பெருக்க உறுப்புகள் இணையாக அமைந்துள்ளன. ஆண்பால், பெண்பால் உயிரிகள் தனித்தனியாக இருக்கும் சில கணுக்காலிகளில் பால்வழிப்புறவேறுபாடு காணப்படுகிறது. 18 குற்றிழைகளும் (cilia) கசையிழைகளும் (flagella) உடலின் எந்தப் பகுதியிலும் வாழ்வின் எந்த நிலையிலும் காணப்படுவதில்லை. விந்தணுக்கள் கூடக் கசையிழை இன்றியுள்ளன. கலவி நிகழ்வதால் அகக்கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. வாழ்க்கைச் சுற்றில் பெரும்பாலும் வளர் உருமாற்றம் (metamorphosis) காணப்படுகிறது.

வகைப்பாடு. கணுக்காலிகள் இரண்டு பெரும் பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. அவை உணர் கொம்பற்ற ஆனால் தாடையடித் தகடுகளுடைய கெலிசெரேட்டா (chelicerata) என்னும் பிரிவு; உணர்கொம்புகளும், தாடைகளும் உடைய மேண்டிபுலேட்டா (mandibulata) என்னும் பிரிவு; மேண்டிபுலேட்டா இயல்பான தொகுதி அன்று. படிமலர்ச்சி நோக்கில் காணும்போது கணுக்காலிகள் டிரைலோபைட்டோமார்ஃபா எ.கா. டிரைலோபைட்டுகள்; கெலிசெரேட்டா-எ.கா. தேள், சிலந்தி, உண்ணி; கிரஸ்ட்டேசியா - எ.கா. நண்டு, இறால்; யூனிராமியா எ.கா. பூரான், மரவட்டை, பூச்சிகள் என நான்கு உள் தொகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படலாம்,

முதல் மூன்று உள்தொகுதிகளைச் சேர்ந்தவை நீரிலும், யூனிராமியா நிலத்திலும் படிமலர்ச்சியடைந்தவை. இணை உணர்கொம்புகளும் தாடைகளும் பெற்றிருந்தாலும் இவற்றின் இணையுறுப்புகள்

ஒற்றைக்கிளையுடையன (uniramous). மேலும் இந்த ஒற்றைக்கிளை நிலையானது, இரட்டைக்கிளை நிலையிலிருந்து தோன்றியது என்று கூறுதற்கும் சான்றுகளில்லை. கணுக்காலிகளின் உடல் அமைப்பையும் கரு வளர்ச்சியையும் ஆய்வு செய்யும்போது இந்த உள்தொகுதிகள் தனித்தனியாகப் படிமலர்ச்சியுற்றவை என்ற முடிவே சரியாகத் தோன்றுகிறது. ஆதலால் கணுக்காலித் தொகுதியை ஒரு பெரும் தொகுதியாகக் கருதிப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.

கணுக்காலிகள் அனைத்தும் வளைதசைப் புழுக்களைப் போன்றே ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அமைந்த பல கண்டங்களாலாகிய உடலைப் பெற்றுள்ளன. இவற்றின் வளர்கரு நிலையில் உடல் கண்ட அமைப்பை எளிதாகக் காண முடியும். நிறை உயிர் நிலையில் சில கணுக்காலிகளில் கண்ட அமைப்பு மறைந்து விடுகிறது அல்லது பல கண்டங்கள் இணைந்த உடற்பகுதிகள் உண்டாகிவிடுகின்றன.

பல்சுணைப் புழுக்களில் மருங்கு கால்கள் (parapodia) காணப்படுவது போன்றே இங்கும் ஒவ்வொரு கண்டத்துடனும் ஓர் இணை இணையுறுப்புகள் இணைந்துள்ளன. ஆனால் இணையுறுப்புகளுக்கும் புழுக்களின் மருங்கு கால்களுக்குமிடையேயுள்ள அமைப்பொற்றுமை பற்றி அறுதியிட்டுக் கூற முடியவில்லை.

இரண்டு தொகுதிகளைச் சேர்ந்த விலங்குகளிலும் கீழ்ப்பக்க இரட்டை நரம்பு வடமும், அதில் கண்ட நரம்புசெல்திரள்களும் உள்ளன. சில கணுக்காலிகளில் உட்குழிவுறும் அறுதியிடப்பட்ட முறைப் பிளவுப் பெருகல் (determinate cleavage) நடைபெறுகிறது. இடைப்படை (mesoderm) 4 2 கருக்கோளச் செல்லிலிருந்து தோன்றுகிறது.

கணுக்காலிகளில் வளைத்தசைப்புழுப் பண்புகள் பல காணப்பட்டாலும் அவை தனிச்சிறப்புடைய பெரும் படிமலர்ச்சி மாற்றங்கள் பெற்றுத் தோன்றியுள்ளன. கியூட்டிக்கிள் என்னும் புறச் சட்டகம் கணுக்காலிப் பண்புகளுள் குறிப்பிட்டுக் கூறத் தக்கதாகும். கணுக்காலிகளின் மற்ற பண்புகள் பலவும் இப்புறச் சட்டகத்தின் காரணமாகத் தோன்றின எனக் கூறலாம். உடலின் மேற்பரப்பு முழுதும் கடினமான புறச்சட்டகத்தால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. இச்சட்டகம் உடற் கண்டத்தகடுகளாக அமைந்துள்ளது. ஒரு கண்டத்தின் தகடும் அதனை அடுத்துள்ள கண்டத்தின் தகடும் ஒரு சவ்வினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அதனால் தான் கணுக்காலியினால் உடற்பகுதிகளை எளிதாக அசைக்க முடிகிறது; இடப்பெயர்ச்சி செய்ய முடிகிறது. பொதுவாக ஒவ்வொரு கண்டத்திலும் டெர்கம் (tergum) எனப்படும் மேல்தகடு, ஸ்டெர்னம் (sternum) எனப்படும் கீழ்த்தண்டு, புளூரா (pleura) என்னும் இரண்டு மருங்குத் தகடுகள் ஆக நான்கு தகடுகள் உள்ளன. ஆனால் இத்தகடுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைவதால் இந்த அடிப்படை நிலை மாறக்கூடும். இணையுறுப்புகளின் புறச்சட்டங்களும், ஒவ்வொரு கரணையிலும் ஒரு குழாய் போலவும் கரணைகளை இணைக்கும் கணுக்கள், சவ்வுகளால் இணைக்கப்பட்டும் உள்ளன. அதனால்தான் இணையுறுப்புகளை நீட்டி மடக்கி அசைக்க முடிகிறது. இணையுறுப்புகளில் பல கணுக்கள் காணப்படுவதால்தான் இத்தொகுதிக்குக் கணுக்காலிகள் என்று பெயர் இடப்பட்டது. அகச்சட்டகம் எனப்படும் அமைப்புகளும் கணுக்காலிகளில் காணப்படுகின்றன. ஆதாரக் கியூட்டிக்கிள் (procuticle) பல இடங்களில் உள் மடிப்புகளாக அமைந்து தசையொட்டுப் பரப்புகளாகச் செயல்படுகிறது.

பழுப்பு, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு நிறங்களுள்ள மெலானின் துகள்கள் கியூட்டிக்கிளில் படிவதால் கணுக்காலிகளின் உடலில் நிறம் உண்டாகிறது. கியூட்டிக்கிளின் மேற்பரப்பிலுள்ள அவ்வரிகளின் மேல் ஒளி பட்டுச் சிதறுவதால் பச்சை, ஊதா போன்ற நிறங்களின் ஒளிர்தல் உண்டாகிறது. ஒளி ஊடுருவும் கியூட்டிகிள் பெற்றுள்ள கணுக்காலிகளின் நிறம் அவற்றின் இரத்தம் காரணமாகவும் பிற திசுக்களிலுள்ள நிறமிகள் காரணமாகவும் ஏற்படுகிறது.

இணைப்புகளுள்ள இடங்களில் உடலை அசைத்துச்செயல்பட முடிந்தாலும் புறச்சட்டகம் தொடர்ச்சியான வளர்ச்சிக்கு இடையூறாக உள்ளது. பருவ நிகழ்வாக அவ்வப்போது புறச்சட்டகம் நீக்கப்பட்டுப் புதிய புறச்சட்டகம் உருவாக்கப்படுவதால் கணுக்காலிகளில் உடல் வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது. இதற்குச் சட்டையுரித்தல் என்று பெயர். புறச்சட்டகம் நீக்கப்படுவதற்கு முன் அதற்குக் கீழேயுள்ள கீழ்த்தோல் அதனின்று பிரிகிறது. புதிய புறக்கியூட்டிக்கிள் ஒன்றைச் சுரக்கிறது. இக்காலத்தில் தசை ஒட்டுதல்களும், நரம்பு இணைப்புகளும் சேதப்படுவதில்லை, மேலும் கணுக்காலி எப்போதும்போல் தொடர்ந்து செயல்பட்டுக் கொண்டும் இருக்கும். இப்போது புதிய சட்டகம் மென்மையாகவும் நெகிழ்ந்து கொடுக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கும். இக்காலத்தில் நடைபெறும் திசுவளர்ச்சியால் புதிய சட்டகம் விரிவடைந்து பெரிதாகிறது.

இரண்டு தோலுரித்தல்களுக்கு இடைப்பட்ட காலத்திற்கு வளர்ச்சி இடைப்படு காலம் என்று பெயர். கணுக்காலி முதுமையுறுவற்கு ஏற்ப இடைக்காலத்தின் வளர்ச்சி அளவு அதிகமாகிறது. நண்டு, கூனிறால் போன்றவை தம் வாழ்நாள் முழுதும் சட்டையுரிக்கின்றன. ஆனால் பூச்சிகள், சிலந்திகள் போன்றவற்றில் இடைப்படு வளர்ச்சிக் காலம் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையில் மட்டுமேயுள்ளது; இன முதிர்ச்சி நிலைக்கு முன்னர் ஏற்படும் சட்டையுரித்தலுக்குப் பின் சட்டையுரித்தல் நடைபெறுவதில்லை.

தோலுரித்தல் முடிந்தவுடன் கணுக்காலி முன்னை விடப் பெரியதாகவும் எடை கூடியதாகவும் காணப் பட்டாலும் தோலுரிக்கும்போது மட்டும் வளர்ச்சி நடைபெறுவதில்லை.

தோலுரித்தல், ஹார்மோன்களின் கட்டுப் பாட்டில் நிகழ்கிறது. இரத்தச் சுற்றோட்டத்தினால் உடலின் அனைத்துப் பகுதிகளுக்கும் எடுத்துச் செல்லப்படும் எக்டைசோன் எனும் ஹார்மோன் கீழ்த்தோலைச் செயல்படத் தூண்டுகிறது. எக்டை சோன் உண்டாக்கும் அளவு பிற ஹார்மோன்களால் முறைப்படுத்தப்படுகிறது.

கணுக்காலிகளின் உடல் அசைவு புறச்சட்டக இணைப்புகளையும் தகடுகளையும் குழல் போன்ற பகுதிகளையும் அசைக்கும் அளவுடன் நின்றுவிடு கிறது. அதற்கு ஏற்பத் தசைகள் வரித்தசைக் கட்டு களாக அமைந்து ஆதாரக் கியூட்டிக்கிளின் நீட்சி களுடன் இணைந்து ஒட்டிக்கொண்டுள்ளன. உடல் தகடுகளை மடக்குவதும், நீட்டுவதும் தசைகள் சுருங்கி விரிவதால் நடைபெறுகின்றன. தசைகளும் புறச்சட்டகமும் இணைந்து இடப்பெயர்ச்சி நடை பெறுதலும், உடல் அசைவுகள் ஏற்படுவதும் முது கெலும்புடைய விலங்குகளின் இத்தகைய செயல்களை நினைவிற்குக் கொண்டு வருகின்றன.

கணுக்களுள்ள் இணையுறுப்புகள், இவ்விலங் கினங்களின் இடப்பெயர்ச்சி உறுப்புகளாகும். இணையுறுப்புகள் நீர்வாழ் கணுக்காலிகளில் தட்டை யாகவும் அகலமாகவும் உள்ளன. நிலவாழ்வனவற்றில் இவை உருண்டு நீண்டு கால்கள் போலவுள்ளன. பல் சுணைப் புழுக்களில் காணப்படும் மருங்கு நீட்சிகள் போலன்றி இவை உடலின் கீழ்ப்பக்கத்தில் அமைந்து இடப்பெயர்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு உள்ளன. அடிவைத்த காலைவிட (effective stroke) அடிஎடுக்கும் காலின் (recovery stroke) நுனி உடலைவிட்டு அதிக தூரத்தில் இருக்கிறது. அதனால் பல இணைக்கால்களால் நடக்கும்போதும் கால்களின் அசைவுகளினால் கால் கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சிக்கிக் கொள்வதில்லை. பின் கால்களைவிட முன்கால்கள் சற்று முன்னதாகத் தரையில் வைக்கப்படுகின்றன. இருமருங்கின் கால் களும் ஒரே காலத்தில் எடுத்து வைக்கப்படுவதில்லை. ஒரு மருங்கின் கால்களும் அடுத்த மருங்கின் கால் களும் மாற்றி மாற்றி வைக்கப்படுகின்றன. பொது வாகக் கணுக்காலிகள் சிறியனவாக இருப்பதால் புறச்சட்டகம் சிறந்த பாதுகாப்பு அமைப்பாகவும், இடப்பெயர்ச்சிக்கு உதவும் வகையிலும் உள்ளது. ஆனால் பெரிய விலங்குகளுக்கு இத்தகைய அமைப்பு பெரும் சுமையாகவும் தொல்லையாகவும் இருக்கும்.

ஒரு விலங்குத் தொகுதியின் சிறப்பிற்கு உள்ள காரணங்கள். அந்தத் தொகுதியின் வகைதொகை எண்ணிக்கை, அந்தத் தொகுதியைச் சேர்ந்த உயிரி கள் புவியில் பரவி இருக்கும் பரவல் அளவு, அதனைச் சேர்ந்த உயிரிகளின் பல்வேறு வகையான பழக்க வழக்கங்கள், அந்த உயிரிகளால் உண்ணப்படும் உணவுப் பொருள்களின் வகையும் அளவும், அந்த உயிரிகள் எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்ளும் வழிவகைகள் ஆகிய காரணங்கள் குறிப்பிடப்படு கின்றன.

வகைதொகை எண்ணிக்கை. கணுக்காலிகளில் எத்தனை வகைகள் உள்ளன என்பது பற்றி முடி வான கணக்கு இன்னும் முழுமையாகத் தெரிய வில்லை. ஆயினும் இதுவரை பத்து லட்சம் வகைகள் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. ஒட்டுமொத்தமாகக் காணும் போது இது விலங்கின வகைகளுள் ஏறத்தாழ எண்பது விழுக்காடாகும்.

புவிப்பரவல் அளவு. பொதுவாக விலங்குகள் அவற்றின் வாழிடத்தின் அடிப்படையில் நீர்வாழ்வி கள், நிலவாழ்விகள், வான்வாழ்விகள் என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. கணுக்காலிகள் இந்த மூன்று வகை வாழிடங்களிலும் வாழ்கின்றன. நன்னீரில் நீர்வண்டு, நீர்த்தேள் போன்றவையும், கடல்நீரில் இறால், பலானஸ், அரச நண்டு போன்ற வையும்,உவர்நீரின் மேற்பரப்பில் மிதவை உயிரி களாக கலானஸ் போன்றவையும் வாழ்கின்றன. கடற் கரைகளில் கரைநண்டுகள் போன்ற கணுக்காலிகள் வாழ்கின்றன. கடல் நீருக்குள் ஏறத்தாழ 8 கி.மீ. ஆழம் வரை சில கணுக்காலிகள் வாழ்கின்றன என்று கண்டறியப்பட்டுள்ளது. எனவே ஆறு, ஏரி, குளம், குட்டை, கிணறு போன்ற எல்லா நீர் நிலை களிலும், எண்ணெய்க் கிணறுகளிலும் கணுக்காலிகள் வாழ்கின்றன. நிலவாழ்விகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாக, தேள் மரவட்டை போன்றவற்றையும், நிலத்துள் துளை போட்டு வாழ்வனற்றிற்குப் பிள்ளைப்பூச்சி, கறையான் போன்றவற்றையும் கூறலாம். ஈ, கொசு, வண்ணத்துப்பூச்சி, அந்துப்பூச்சி போன்றவை வான் வாழ்க்கணுக்காலிகள் ஆகும். கடல் மட்டத்திலிருந்து இருபதாயிரம் அடி உயரம் வரை மலைப்பகுதிகளில் கணுக்காலிகள் காணப்படுகின்றன.

பல்வேறு விதமான பழக்கவழக்கங்கள். உயிரிகள் பெரும்பாலும் தன்னிச்சையாக அலைந்து திரிந்து வாழ்கின்றன. சில கணுக்காலிகள் பிற உயிரிகளைச் சார்ந்து ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்கின்றன. கரப்பான் பூச்சி, பூரான், சிலந்தி போன்றவை தன்னிச்சையாக வாழ்பவை. பேன், தெள்ளுப்பூச்சி போன்றவை ஒட்டுண்ணிகளாகவே வாழ்கின்றன. கொசு தற் காலிக ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. மூட்டைப்பூச்சி புற ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. ஸ்ட்டைலோப்ஸ் (stylops) அக ஒட்டுண்ணியாக வாழ்கிறது. உயிரி கள் பெரும்பாலும் தனித்து வாழ்வன என்றாலும் சில கணுக்காலிகள் கூட்டு வாழ்க்கை நடத்து கின்றன. குச்சிப்பூச்சி, தேள், பூரான் போன்றவை

தனித்து வாழ்வனற்றுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகவும், தேனீ, கறையான் போன்றவற்றைக் கூட்டு வாழ்க்கை வாழ்வனவற்றுக்கு எடுத்துகாட்டுகளாகவும் கூறலாம்.

மரவட்டை, பூரான் போன்ற கணுக்காலிகள் நடக்கின்றன. புலிச்சிலந்தி (galeodes), சலமண்டலி போன்றவை மிக விரைவாக ஓடுகின்றன. திரிப்ஸ், வெட்டுக்கிளி, போன்றவை தாவுகின்றன. பெரும்பாலான பூச்சிகள் பறக்கின்றன.

உண்ணும் பொருள்கள். அனைத்து வகைத் தாவரங்களும், தாவர உற்பத்திப் பொருள்களும், விலங்குகளும், விலங்குகளிடமிருந்து கிடைக்கும் பொருள்களும் கணுக்காலிகளால் உண்ணப்படுகின்றன. வெவ்வேறு வகையான உணவுப்பொருள்களை உண்ணுவதற்கு ஏற்ப அவற்றின் வாய் உறுப்புகள் மாற்றமடைந்து உள்ளன. சிலந்தி, பூரான் போன்றவை ஊன் உண்ணிகள்; தத்துக்கிளி, வெட்டுக்கிளி போன்றவை தாவரவுண்ணிகள்; சாணிவண்டு, மலவுண்ணி, கரப்பான் பூச்சி போன்றவை அனைத்துண்ணிகள்; பேன், கொசு ஆகியன ஒட்டுண்ணிகள். கரப்பான் பூச்சியும், கறையானும் உணவுப்பொருள்களைக் கடித்து, அரைத்து உண்ணுகின்றன. குளவிகளும், வண்டுகளும், அரைத்து நக்கி உண்ணுகின்றன. ஈக்கள் ஒற்றி எடுத்து உட்கொள்கின்றன. வண்ணத்துப்பூச்சியும், அந்துப் பூச்சியும் நீர்ம உணவை உறிஞ்சிக் குடிக்கின்றன.

எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிக்கும் முறைகள். பல கணுக்காலிகள் எண்ணிக்கையில் மிகுந்திருந்தாலும் உடலளவில் மிகச் சிறியனவாக இருப்பதால் அவை மிக எளிதாக எதிரிகளிடமிருந்து தப்பித்துக் கொள்கின்றன. புலிச்சிலந்தி, சலமண்டலி போன்றவை மிக வேகமாக ஓடித் தப்பித்துக் கொள்கின்றன. பெரும்பாலான பூச்சிகள் பறந்து சென்று தப்பித்துக் கொள்கின்றன. தேள், பூரான போன்றவை நஞ்சு பெற்றிருப்பதால் எதிரிகள் அவற்றிடமிருந்து அஞ்சி விலகிச் செல்கின்றன. இலைப்பூச்சி, குச்சிப்பூச்சி போன்றவை உருவத்தாலும், நிறத்தாலும் சுற்றுப்புறத்தை ஒத்துள்ளமையால் அவை எதிரிகளின் கண்களுக்குப் புலப்படாமல் தப்பித்துக் கொள்கின்றன. கிரிப்ட்டோலித்தோடஸ் எனப்படும் நண்டு தோற்றத்தில் கடற்கரையிலுள்ள கற்களை ஒத்திருப்பதால் எதிரிகளால் அதை எளிதில் கண்டறிய முடிவதில்லை.

சுவையான கணுக்காலிகள், சுவையற்ற கணுக்காலிகளைப் போன்ற போலி உருவமைப்பைப் பெற்று எதிரிகளை ஏமாற்றுகின்றன. ஹாக் அந்துப் பூச்சி (hawk moth) பம்பிள் ஈயைப் போன்று தோற்றமளிப்பது இதற்கு ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டு. இவையனைத்திற்கும் மேலாக எதிரிகளால் அழிக்கப்படும் கணுக்காலிகளின் எண்ணிக்கை மிகுதியான இனப்பெருக்கத்திறனால் ஈடு செய்யப்படுகிறது, எனவே கணுக்காலிகள், மிகுந்த உயரின வெற்றி பெற்றுள்ள விலங்குகளாக விளங்குகின்றன. மேலும் இவை நேரடியாகவும், மறைமுகமாகவும், மனிதனுக்குப் பலவகைகளில் தீமையும், சில வகைகளில் நன்மையும் செய்து மனிதனின் பொருளாதாரத்தையும், நல்வாழ்வையும் மாற்றி அமைக்கின்றன.

- வீ. தமிழரசன்

கணையக் காயம்

வயிற்றில் முதுகெலும்புக்கு முன்னும் உதர உறைக்குப் பின்னும் பாதுகாப்பாகக் கணையம் (pancreas) அமைந்துள்ளது. கணையத்திற்குப் பின் வலப்புறம் கீழ்ப் பெருஞ்சிரையும் (inferior venacava) இடப்புறம் பெருந்தமனியும் (aorta) உள்ளன.

வயிற்றின் பின்புறப்பகுதியில் அமைந்துள்ளதால், விபத்து நேரிடும்போது பொதுவாகக் கணையத்தில் அடிபடுவதில்லை. தப்பித்தவறிக் காயம் ஏற்பட்டால் அது எதிர்பாராத விளைவுகளை ஏற்படுத்துவதோடு, அருகிலுள்ள பெரிய இரத்தக் குழாய்களிலும் காயம் ஏற்பட, உயிருக்கு ஆபத்து ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

கணையக்காயம் (trauma of pancreas) மூன்றில் ஒருபங்கு மழுங்கலான தாக்குதலாலும் (blunt injury) மூன்றில் இரண்டு பங்கு ஊடுருவிச்செல்லும் காயத்தாலும் (penetrating injury) ஏற்படுகிறது. பேருந்தின் திசைச்செலுத்தி (steering) வயிற்றின் மேற்பகுதியில் பலமாக மோதும்போது கணையம் பெரும்பாலும் அடிபடுகிறது. கணையக்காயத்தினால் ஒருசிலர் மரணமடைவதும் உண்டு. அளவிற்கதிகமான இரத்தக்கசிவும், இரத்த ஓட்டத்தைப் பாதிக்கும் அதிர்ச்சியும் இறப்புக்குக் காரணங்களாகும். தனிப்பட்ட கணையக்காயம் அரிதாகும். பொதுவாக மற்ற உறுப்புகளின் காயங்களோடு இதுவும் சேர்ந்திருக்கும். வயிற்றில் மற்ற உறுப்புகளின் காயத்தின் அறிகுறி மேலோங்கி இருக்குமானால், கணையக் காயம் கவனிக்கப்படாமல் இருக்க வாய்ப்புண்டு. தனிப்பட்ட கவனம் செலுத்தினால்தான் இதைக் கண்டறிய முடியும்.

கணையக்காயம்ஏற்பட்டுள்ளதா என்பதை அறிய விபத்தின் வேகத்தையும் காயத்தின் தன்மையையும் அறிந்து ஆய்வு செய்யவேண்டும். இரத்தத்தில் அமிலேஸ் நொதி அளவு, சிறுநீரில் அமைலேஸ் அளவு, வயிற்றில் நீர்செலுத்தி வெளிக்கொணர்ந்த அமிலேஸ் அளவு ஆகியவற்றை மிகு ஒலி ஒளிப்படம் (ultrasonogram) கணிப்பொறி வெட்டு வரைபடம் (computed tomogram) போன்ற ஆய்வுகளால் கணையக்காயத்தையும் அதன் தன்மையையும் கண்

டறியலாம். நோயாளியின் உடல் நலிவுறாமல் இருப்பின் கணைய நலிவுநிலை அகநோக்கி வரைபடம் (endoscopic retrograde pancreatography) எடுத்து மிக நுட்பமாகக் கணையத்தின் நிலையை அறியலாம்.

மருத்துவம். இரத்தக்கசிவைக் கட்டுப்படுத்துதல்; குடலிலிருந்து கிருமிகள் தாக்காவண்ணம் பாதுகாத்தல்; கணையத்தில் சிதறுண்ட திசுக்களை நீக்குதல்; கணையநீரும், நொதிகளும் வயிற்றில் சேராவண்ணம் வெளியேற்றுதல்; கணையநீர் தொடர்ந்து சுரக்காமல் கட்டுப்படுத்துதல் ஆகிய முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும்.

வயிற்றைத் திறந்தவுடன் இரத்தக்கசிவு எங்கிருந்து வந்தாலும் அதை உடனடியாகக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும். பிறகு எந்தெந்த உறுப்புகளுக்கு எத்தகைய காயங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன என்பதை மதிப்பிட வேண்டும். கணையக்காயம் நேரடியாகத் தெரியாது. பின்புற உதர உறைக்குக் கீழ் இரத்த உறைவு ஏற்பட்டிருக்கும். அதை அகற்றிப் பார்த்தால் கணையக்காயம் தெரியும். இதனுடன் முன்சிறு குடற்பகுதியில் காயம் ஏற்பட்டுள்ளதா என்றும் கண்டறியவேண்டும். கணையமும் முன்சிறு குடற்பகுதியும் ஒன்றிணைந்து இருப்பதால் அடிபடும்போது இரண்டிற்கும் காயம் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. குடலிலிருந்து கிருமிகள் வெளிவந்து அழற்சி அதிகமுறாவண்ணம் பாதுகாக்க வேண்டும். கணையத்தில் சிதறுண்டு துண்டிக்கப்பட்ட திசுக்களை அப்புறப்படுத்தவேண்டும். அடிபட்ட கணையத்திலிருந்து வெளியேறும் கணைய நீர் வயிற்றில் சேராவண்ணம் சிறு குழாய்களைப் பல இடங்களில் பொருத்தி வெளிக்கொணர வேண்டும் (external drainage). கணையநீர் சுரக்காவண்ணம் ரைல்குழாய் (Ryles rube) மூலம் இரப்பை நீரை வெளியேற்றிக் கணைய நீர்ச்சுரப்பிற்குத் தூண்டுகோலாயிருப்பதைத் தடுக்க வேண்டும்.

கணையத்தின் காயத்தை நசுங்கிய காயம் (contusion), கணையக்குழாய் சேதமுறாமல் சுரப்பி மட்டும் கிழிதல், கணையக்குழாய் அறுபடுதல், கணையமும் முன்சிறுகுடல்பகுதியும் ஒன்றிணைந்து காயமுறுதல் என நான்காக வகைப்படுத்தலாம்.

கணையத்தின் வெளியுறை சேதமுறாமல், நசுங்கியிருந்தால் வெளியேற்றுங் குழாய்களை மட்டும் பொருத்திவிட்டு, கணையத்திற்கு ஓய்வும் கொடுத்தால் நிலைமை சீரடையும். இரத்தம் உறைந்து. வெளியுறை கிழிந்திருந்தாலும் அதைத் தூய்மை செய்து தைக்க வேண்டும். தூய்மைப்படுத்தும்போது எத்தகைய காயம் ஏற்பட்டுள்ளது என்பதையும் மதிப்பிடவேண்டும். கணையக்குழாய் அறுபட்டிருந்தால் அதன் விளைவு ஆபத்து விளைவிக்கக்கூடியதாக இருக்கும். கணையத்தின் தலைப்பகுதிக்கும் உடற்பகுதிக்கும் இடையில் அறுபட்டால், உடல், வால் பகுதிகளை எடுத்துவிட வேண்டும். தலைப்பகுதியில் காயமுற்றிருந்தால் அதைத் தைத்துச் சீர்செய்ய வேண்டும். கணையமும் முன்சிறுகுடல் பகுதியும் இணைந்து காயமுற்றிருந்தால், முன்சிறுகுடல் பகுதியையும் தலைப் பகுதிக் கணையத்தையும் எடுக்க வேண்டிவரும். ஆனால் அவ்வாறு எடுக்காமல் சரிசெய்ய இயலுமாயின், அதையே பின்பற்ற வேண்டும். மேலும், அறுவை மருத்துவத்தின்போது, கணையத்திற்குக் காயம் ஏற்படாமல் தடுக்கவேண்டும். மீறி அவ்வாறு ஏற்பட்டுவிட்டால் உடனடியாகக் கண்டறிந்து சரிசெய்யவேண்டும்.

- ஆர். பி. சண்முகம்

கணையச் சிறைப்பை

சிறைப்பை மற்ற உறுப்புகளைவிடக் கணையத்திலேயே (pancreas) அதிகமாக உருவாகின்றது. கணையத்தின் அதிக அளவு சுரப்புத்தன்மையால் இயல்பான கழலையங்கள் அல்லது புற்றுநோய்க் கழலையங்கள் சிறைப்பையாக உருவாகலாம். கணையச்சிறைப்பை பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

கணையத்தின் உண்மைச் சிறைப்பைகள். அ. பிறப்புச் சிறைப்பை ஒற்றையாக இருக்கும். கண்ணயநீர்த் தேக்கத்தால் (retention cysts) உண்டாவது ஒற்றையாகவோ பரவலாகவோ இருக்கும். பல சிறைப்பை நோய் (polycystic disease), டெர்மாய்ட் சிறைப்பை (dermoid cyst), ஒட்டுண்ணிச் சிறைப்பை (parasitic cyst) ஆகியவை.

ஆ. கணையப்போலிச்சிறைப்பை (pseudocyst of pancreas)

இ. க்ழலையச் சிறைப்பைகள் (cystic tumours of the pancreas)

1. தீதிலாக் கழலைச் சிறைப்பை (cystadenoma)
2. புற்றுநோய்க் கழலைச் சிறைப்பை (cystadenoma carcinoma)
3. கட்டிப் புற்றுநோயில் உண்டாகும் சிறைப்பைகள் (cavitation of other malignant tumours) லிம்ஃபோமா, லியோமையோசார்

கோமா, அடினோ கார்சினோமா என்பன.

பொதுவாகக் கணையச் சிறைப்பைகளை உண்மைச் சிறைப்பை, போலிச்சிறைப்பை என்று இரு பெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். உண்மைச் சிறைப்பையின் உட்புறத்தில் எபிதீலியச் செல்கள்

படர்ந்திருக்கும். போலிச் சிறைப்பை என்பது சிறு பரியாந்தாரப்பையில் (lesser sac) நீர் சேர்ந்து சுற்றி யுள்ள திசுக்கள் அரணமைத்து உருவாவதாகும். பொதுவாக இது கணைய அழற்சியில் (pancreatitis) உண்டாகும். எல்லாச் சிறைப்பைகளிலும், கணையப் போலிச் சிறப்பைதான் பெருமளவில் உண்டாகிறது.

கணையப்போலிச்சிறைப்பை. மிகு ஒலி ஒளிப்படக் கருவி (ultrasonogram) போன்ற கண்டுபிடிப்பிற்குப் பின் கணைய நோய்களின்கண்டுபிடிப்பும் பெருமளவில் அதிகரித்துள்ளது. கணையப் போலிச்சிறை என்பது சிறு பரிவிரி அறையில் நீர் சேர்ந்து, சுற்றியுள்ள திசுக்களின் அழற்சியால் நார்த்திசு (fibrous tissue) உருவாகி ஒரு சிறைப்பை போன்று ஆகிவிடுகிறது. இதில் எபிதீலியல் செல்கள் இல்லாததால் இதற்குப் போலிச்சிறைப்பை என்று பெயர்.

வயிற்றில் மழுங்கிய அடிபடுதல். அறுவையின்போது கணையத்திற்குக் காயமேற்படல், முனைப்பான கணைய அழற்சி (acute pancreatitis) போன்ற காரணங்களால் போலிச்சிறைப்பை உருவாகிறது. இப்போலிச்சிறைப்பை கணைய நாளத்துடன் பெரும் பாலும் தொடர்புடையதாக இருக்காது. இதிலுள்ள நீரிலும், கணையநீரைப் போன்றே நொதிகள் நிறைந்து இருக்கும்.

மிகு ஒலி ஒளிப்படக் கருவியைக் கொண்டு கணையப்போலிச்சிறைப்பையை மிக எளிதில் கண்டு பிடிக்கலாம். கணிப்பொறிவழி டோமோகிராமின் உதவியாலும் இதன் வளர்ச்சியைக் கண்டறியலாம். இது முழுமையாக வளர்ச்சி பெற்று இழைச்சுவர் முதிர்ந்திருந்தால் அறுவை செய்துதான் நலப்படுத்த இயலும். சுமார் 20-30% போலிச் சிறைப்பைகள் தாமாகக் குறைந்து மறைந்துவிடும். இது நோய் உண்டாகி 6 வாரத்திற்குள் நிகழும். அதற்கு மேலும் போலிச்சிறை அளவில் குறையாமல் அப்படியே இருக்குமானால், அறுவை தேவை.

கணையப்போலிச்சிறைப்பையால் வரும் கோளாறுகள். மற்ற உறுப்புகள் மீது அழுத்தம், கணையப்போலிச் சிறை பெரியதாகி அருகிலுள்ள இரைப்பை, டியோ டினம் (முன்சிறுகுடல்) பெருங்குடல், பித்தநாளங்கள் இவற்றின் மீது அழுத்தம் உண்டாகி அடைப்பு ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

நுண்ணுயிர்த் தாக்குதல் நோயுற்றவருக்குக் காய்ச்சலும், நாடித்துடிப்பு அதிகமாதலும், மூச்சு அதிகரிப்பும் உண்டானால், கணையப்போலிச் சிறைப்பைக் கிருமிகளின் தாக்குதலினால் சீழ்க் கட்டியாக மாறுகிறது என்று பொருள்.

இரத்தக்கசிவு. கணையப்போலிச் சிறைப்பையில் இரத்தக்கசிவு ஏற்பட்டு நோயாளியின் உடல்நிலை திடீரெனத் தாக்கமுறலாம். சில சமயங்களில் கணையப்போலிச்சிறையால் இரத்தக்கசிவு ஏற்படும். உணவுப்பாதையில் போலிச்சிறைப்பை அழுத்தத் தினால் துளை ஏற்பட்டு இந்த இரத்தக்கசிவு ஏற் படும். கல்லீரல் சிரையில் அழுத்தம் ஏற்பட்டு அதனால் உணவுக்குழாயில் இரத்தநாளங்கள் விரிவடைந்து இரத்தக்கசிவு ஏற்படலாம்.

போலிச்சிறைப்பைத்துளை. கணையப்போலிச் சிறைப்பையில் துளை விழுந்து பரிவிரி பெரும்அறையில் நீர் கசியும். உணவுப்பாதையில் துளை ஏற்பட்டு நீர் கசிந்து போலிச் சிறை மறைந்துவிட வாய்ப்புண்டு.

மருத்துவம். 30% போலிச்சிறைப்பைகள் தாமாக மறைந்துவிட வாய்ப்புண்டு. அப்படி மறையாதிருந் தால் அறுவையால் நலமாக்கவேண்டும். இதற்கு 6 வாரம் வரை பொறுத்திருக்கவேண்டும். காரணம், சுற்றியுள்ள இழைச் சுவர் முதிர்ச்சி பெற்றால் தான் போலிச் சிறைப்பையை இரப்பையுடனோ அல்லது முன்சிறுகுடல் பகுதியுடனோ இணைத்துத் தைக்கமுடியும். இப்படி இணைத்துவிட்டால் சேரு கின்ற நீர் உணவுப் பாதையின் மூலம் வடிந்துவிடும். போலிச்சிறைப்பையும் சுருங்கிவிடும். இதுபோன்று தைக்கமுடியாத நிலையில் போலிச்சிறைப்பையைத் திறந்து ஒரு சிறுகுழாய் மூலம் வயிற்றின் வெளிப்புற மாக வடித்துச் சுருங்கச் செய்யலாம்.

- ஆர். பி. சண்முகம்

கணைய நீர்

கணையச் சுரப்பி, நாளத்தின் வழியாக (exocrine) வெளியேற்றும் சுரப்புப்பணியையும், நாளமில்லாச் (endocrine) சுரப்புப்பணியையும் செய்கிறது. லாங்கர் ஹான் நுண்திட்டுகள் என்று குறிப்பிடப்படும் செல் கள் ஹார்மோன்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இதில் பீட்டாசெல்கள் இன்சுலினையும், ஆல்ஃபா செல்கள் குளுக்கான் என்னும் ஹார்மோனையும் உற்பத்தி செய்கின்றன. இங்கு கணையநாளச் சுரப்பு நீரைப் பற்றி அறிய வேண்டும்.

கணையச் சுரப்புநீரில், தண்ணீர், மின்பகுளிகள், நொதிகள், சில புரதச் சத்துகள் அடங்கி யிருக்கின்றன. கணையச்சுரப்பு, செரிமானத்தோடு தொடர்பு கொண்டுள்ளதால் உணவு உட்கொண்ட வுடன் சுரப்பு மிகுதியாகிறது. இது காரத்தன்மை கொண்டது. கணைய நொதிகள் உணவிலுள்ள புரதம், கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு மூன்றையும் செரிக்கச் செய்யும் டிரிப்சின், அமைலேஸ், லைபேஸ் என்னும் முக்கிய நொதிகளோடு வேறு பல நொதி களையும் உற்பத்தி செய்கின்றன.

டிரிப்சின் உற்பத்தியாகும்போது டிரிப்சினோஜன் என்னும் மூலப்பொருளாக வெளிவந்து குடலில் சென்

றவுடன் டிரிப்சின் என்னும் செரிமானத் தன்மை பெற்ற நொதியாக மாறுகிறது. டிரிப்சின் அனைத்து வகைப் புரதச்சத்துகளையும் அமினோ அமிலங்களாகப் பிரித்துவிடும். முதலில் புரதங்களைப் பெப்டோஸ், பாலிப்பெப்டைட், டைபெப்டைட்டுகளாகவும் பின்னர் எளிதில் செல்களுக்கு உதவும் அமினோ அமிலமாகவும் மாற்றுகிறது. கைமோடிரிப்சின், கார்பாக்சிபெப்டிடேஸ் என்பவை பிற புரதச்சத்தைச் செரிக்கச் செய்யும் நொதிகளாகும். எலாஸ்டேஸ் என்னும் மிகு ஆற்றல் வாய்ந்த நொதி கடினப் புரதச் சத்துகளையும் செரிக்கச் செய்யும்.

அமைலேஸ். இது கார்போஹைட்ரேட்டைச் செரிக்கச்செய்யும்நொதியாகும். ஸ்டார்ச் பல அணுக்கள் சேர்ந்த பர்லிசாக்கரைடு போன்றவற்றை மால்டோஸாக மாற்றிப் பின்னர் மால்டோஸ் உதவியுடன் குளுகோஸாகவும் மாற்றுகிறது. இந்த நொதிகள் முனைப்பான கணைய அழற்சியில் (acute pancrealitis) எளிதில் வெளியேறி இரத்தத்தில் கலந்து அதிகமாகிச் சிறுநீரில் வெளியேறும். எனவே இந்த நொதிகள் மிகுதியாகயிருந்தால் நோயைக் கண்டறிய முடிகிறது.

லைப்பேஸ். இது கொழுப்புச் சத்தைச் செரிக்கச் செய்கிறது. இதன் பணிகளுக்குப் பித்தநீர் உதவுகிறது. பித்த நீர் கொழுப்பைச் சிறுசிறு துகள்களாக ஆக்கிய பின் லைப்லேஸ் அவற்றைச் செரிக்கச் செய்து கொழுப்பு அமிலமாகவும், கிளிசெராலாகவும் மாற்றுகிறது. கொலெஸ்ட்ரால் எஸ்டெரேஸ் என்னும் நொதியும் கொழுப்பைச் செரிக்கச் செய்ய உதவுகிறது. பாஸ்ஃபோலைப்பேஸ் என்னும் நொதி லெசிதின், சிபாலின் என்னும் கொழுப்புப் பொருள்களையும் செரிக்கச் செய்கிறது.

பைகார்பனேட். இது நொதி அன்று. மின்பகுளி (electrolyte) எனப்படும் முக்கிய உப்புச்சத்தாகும். காரத்தன்மை பெற்ற இது, பெருமளவில் கணையத்தில் உற்பத்தியாகிறது. கணைய நீரில் கலந்து முன் சிறு குடலுக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. இங்கு இரைப்பையிலிருந்து வெளியேறும் அமிலத்தை நடுநிலையாக்கம் செய்து விடுகிறது. கணைய நொதிகளும் காரத்தன்மை சூழ்நிலையில்தான் நன்கு பணி செய்யும். எனவே பைகார்பனேட்டும் செரிமானத்திற்கு மிகவும் உதவுகிறது. கணையத்தின் முக்கிய ஹார்மோன்களான இன்சுலின், குளுக்ககான், சொமட்டோஸ்டாலின் (somatostalin), கணைய பாலிபெட்டைடு இவை கணைய நீரில் சேராமல் நேராக இரத்தத்தில் கலந்துவிடும்.

- ஆர். பி. சண்முகம்

கணையம்

இது திராட்சைக் கொத்து உருவமுள்ள சுரப்பியாகும். கணையம் (pancreas) அமைப்பில் உமிழ்நீர்ச்சுரப்பியை ஒத்திருந்தாலும் 18-20 செ.மீ. நீளமுள்ள இது முன் சிறுகுடல் முதல் மண்ணீரல் வரை நீண்டுள்ளது. இது உடலிலுள்ள கல்லீரலுக்கு அடுத்த பெரிய சுரப்பியாகும்.

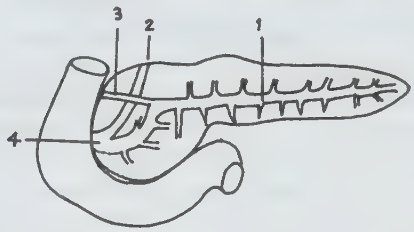
உடற் செயலில் மிகப் பெரும் பங்கேற்றுள்ள கணையம், நாளச்சுரப்பி (ducted gland), நாளமில்லாச்சுரப்பி (ductless gland) என இருவகையிலும் செயல்படுகிறது. இதில் தலை, உடல், வால் என மூன்று பகுதிகள் உள்ளன. தலைப்பகுதி வயிற்றின் வலப்பக்கத்தில் சிறுகுடல் முதல் வளைவில் அமைந்து உள்ளது. சிறுகுடல் முற்பகுதி இதைச் சுற்றி வளைந்துள்ளது. உடற்பகுதி இரைப்பையின் பின்பும் முதல் இடுப்பு முதுகெலும்பின் முன்பும் அமைந்துள்ளது, வால் பகுதி மண்ணீரலைத் தொட்டாற்போல் அமைந்துள்ளது. இரைப்பை, முன் சிறுகுடல், சிறு குடல் ஆகியவை முன்புறத்திலும் கீழ்ப்பெருஞ்சிரை, இடச்சிறுநீர்ச்சிரை. பித்தநீர் வடிகுழாயின் கணையப் பகுதி, போர்ட்டல் சிரை, அயோர்ட்டா தமனி ஆகியவை பின்புறத்திலும் காணப்படும்.

வெர்சங் நாளம் (duct of Virsung) பொதுவாகப் பித்தநாளத்துடன் இணைந்துவிரிந்த பகுதியை உண்டாக்கும். இதற்கு வேட்டரின் ஆம்புல்லா (ampulla of Vator) எனப்பெயர். இது முன்சிறு குடலின் இரண்டாம் பகுதி உட்சுவரின் பின்புறம் உள்ள ஒரு துளை வழியே திறக்கிறது. இரைப்பை முன் சிறுகுடல் தமனியிலிருந்து வரும் மேல் கணையத் தமனி முன், பின் கிளைகளாகப் (anterior and posterior branches of superior pancreas) பிரிகிறது. அதுபோல் மேற்குடல் தாங்கித் தமனியிலிருந்து வரும் கீழ்க் கணையத் தமனி முன், பின் கிளைகளாகப் பிரிந்து மேல்கணையத் தமனியுடன் இணைகிறது. இத்தமனிகள் தலைப் பகுதிக்கும் மண்ணீரல் தமனி உடல் வால் பகுதிக்கும் கிளைகளைக் கொடுக்கின்றன. இத் தமனியுடன் இணைந்த சிரைகள் போர்ட்டல் சிரையில் முடிவடைகின்றன.

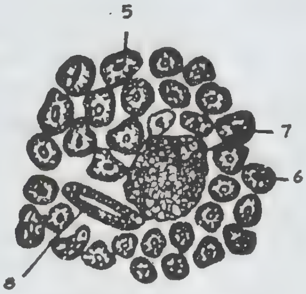
நிணநீர்ச் சுற்றோட்டம், தலைப்பகுதியிலிருந்து வலப்புறம் உள்ள கணைய முன் சிறுகுடல் நிணநீர்க் கணுவிற்கும், வால் பகுதியில் உள்ள நிணநீர் நாளம் மண்ணீரல் நுழைவாய்ப்பகுதியை அடுத்துள்ள கணுவிற்கும் செல்கிறது. முன் குடல் முடிவுப்பகுதியில் தோன்றும் இரு அகப்படை (endoderm) மொட்டுகள் முன் சிறு குடலைச் சுற்றி வளர்ந்து கணையத்தை உண்டாக்குகின்றன. கணையத்தை உருப்பெருக்கியால் நோக்க, பல்வேறு வளைகள் காணப்படுவதுடன் சீரஸ் அசினை (serous acini) என்னும் பல சுரப்புச் செல்கள் வட்டவடிவில் அமைந்திருக்கும். இடையிடையே கியூபாய்டு செல்களால் ஆன சுவர்களை உடைய நாளத்தின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் காணப்படும்.

கணைய நாளத்தின் மூலமாகக் கணைய நீர் சிறு குடல் முதற்பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

படம் 1. கணையநாளத்தின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றம்

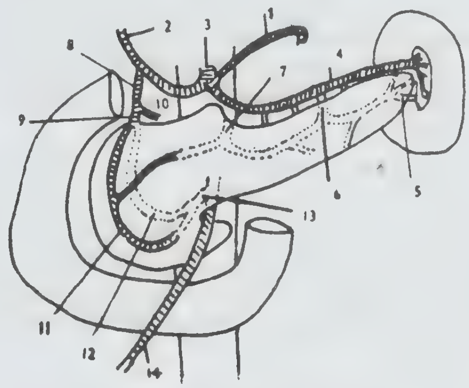


1. கணையத்தின் முக்கிய நாளம் 2. பொதுப் பித்தநாளம் 3. இணைக் கணையநாளம் 4. நாளவிரிப்பகுதி.



5. சுரப்பின் சீரஸ் வகை.
6. சுரப்பின் நடு செல்கள்
7. லாங்கர் ஹார்ன் பிரிவு தீவு
8. நாளம்

படம் 2. உருப்பெருக்கியில் கணையத்தின் தோற்றம்



படம் 3. கணைய இரத்த ஓட்டம்

1. இட இரைப்பைத் தமனி 2. ஈரல் தமனி. 3. சீலியாக் தமனி 4. மண்ணீரல் தமனி. 5. கணையவால் பகுதித்தமனி 6. கணைய முக்கிய தமனி, 7. கணையத்தின் பின் தமனி 8. இரைப்பை முன்குடல் தமனி. 9. மேல்முன்கணையக் குழல் தமனி. 10. வல இரைப்பை எப்பிபிளாய் தமனி 11. முன் கணையத் தமனி வளைவுகள். 12. பின் கணையத் தமனி வளைவுகள். 13. கீழ் கணைய முன் குடல் தமனி. 14. மேல் குடல் தாங்கி தமனி.

இந்நீர் செரிமானத்திற்கு உதவுகிறது. இந்நாளத்தின் திறப்பு ஓடிச் சுருங்குதசையால் (sphincter of Oddi) கட்டப்பட்டுள்ளது. சுரப்பிச் செல்களுக்கிடையே ஆங்காங்கே சிறு செல் திட்டு உள்ளது. இவை லாங்கர் ஹான் சிறு திட்டுகள் (islets of Langerhans) எனப்படும். இவை போன்ற பல ஒன்று சேர்ந்து நாளமில்லாச் சுரப்பியாகச் செயல்படுகின்றன. இவற்றின் உட்சுரப்பு (internal secretion) இன்சுலின் என்னும் ஹார்மோன் ஆகும். இது நேரடியாக இரத்த ஓட்டத்தில் கலப்பதால் கணையம் நாளமில்லாச் சுரப்பி எனப்படுகிறது. கார்போஹைட்ரேட் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பெரும் பங்கு கொள்ளும் இன்சுலின், கல்லீரலில் சர்க்கரையைக் கிளைக்கோஜனாக மாற்றிச் சேமித்து வைத்தலைக் கட்டுப்படுத்தி வேலை செய்கிறது. இதனால் உடலில் இரத்தச் சர்க்கரை அளவு நிலைப்படுத்தப்படுகிறது.

இரத்தக் குளுக்கோஸ் அளவு மாறாமல் இருக்க வேண்டும் (70-100 மில்லி கிராம் 100 மி.லி. இரத்தம்). இரத்தக் குளுக்கோஸின் அளவு இயல்புக்கு மாறாக இருக்குமானால், தேவைக்கு மேலுள்ள குளுக்கோஸைக் கல்லீரல் எடுத்துக் கிளைக்கோஜனாக மாற்றிச் சேமித்து வைக்கிறது. இதற்குக் கார்போஹைட்ரேட் ஆக்க அல்லது வளர்நிலை மாற்றம் (carbohydrate anabolism) என்று பெயர். இரத்தக் குளுக்கோஸ் இயல்பான அளவுக்குக் குறைவாக இருக்குமானால் கல்லீரலிலுள்ள கிளைக்கோஜனில் ஒருபகுதி மீண்டும் குளுக்கோஸாக மாற்றப்பட்டு இரத்தத்தில் விடப்படுகிறது. இவ்வாறு இரத்தக் குளுக்கோஸ் அளவு ஏறத்தாழ ஒரே அளவில் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. கல்லீரலின் இந்தப்பணி சீராக நடைபெறுவதை இன்சுலின் கட்டுப்படுத்துகிறது. கணையத்தில் லாங்கர்ஹான் சிறுதிட்டுகள் பாதிக்கப்பட்டால் இன்சுலின் சுரப்புக் குறைந்து, கல்லீரலில் குளுக்கோஸ் கிளைக்கோஜனாகச் சேமித்து வைக்கும் பணியும் பாதிக்கப்படுகிறது. இதனால் சர்க்கரை அளவு மிகுந்து சிறுநீருடன் வெளியேறுகிறது. இந்நோய்க்கு நீரிழிவு நோய் எனப் பெயர். இன்சுலின் கொடுத்தால் இரத்தக்குளுக்கோஸ் அளவு குறைந்து இயல்பான நிலைக்கு மாறுகிறது.

குறைபாடாகிய பைகளுடன் கூடிய கணையம், போலிக் கணையப்பை,புற்றுக்கட்டிகள் தோன்றலாம். பித்தநாளம் நோய் கணைய நாளத்தில் கற்கள் தோன்றித் தடையேற்பட்டு மஞ்சள் காமாலை நோய் உண்டாகும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கணையமகற்றல்

கணையம், செரிமானத்திற்கு உதவும் பல நொதிகளை உற்பத்தி செய்வதோடு, இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்திச் சீராக வைத்துக் கொள்ள இன்சுலின் என்னும் நாளமில் சுரப்பையும் சுரக்கிறது. இதனால் கணையமகற்றல் செய்யும் முன்பு, நொதிகளையும் இன்சுலினையும் நோயுற்றோர் தொடர்ந்து பெற்று உடலைப் பாதுகாத்துக் கொள்ள வாய்ப்புடையவரா என்பதை உறுதிப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும்.

புற்றுநோய். இந்நோய் கணயத்தின் பல இடங்களில் தோன்றி வளர்வதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. தலைப்பகுதியிலோ, உடற்பகுதியிலோ, வால்பகுதியிலோ புற்று எங்கு வந்தாலும், அப்பகுதியை மட்டும் வெட்டி எடுத்து நோயை நலப்படுத்த இயலாது. முழுக்கணைய்த்தையும் எடுத்துவிட வேண்டும்.

பெரிஆம்புலரி புற்றுநோய் (periampulary malignamy). பித்தநாளமும், கணையநாளமும் இணையுமிடத்திலுள்ள ஆம்புல்லாவைச் சுற்றித் தோன்றும் புற்றுநோயில் கணையத்தின் தலைப்பகுதியை மட்டும், முன்சிறுகுடல் பகுதியுடன் வெட்டி எடுத்துவிட்டால் நோய் நலமாகும்.

நாட்பட்ட கணைய அழற்சி (chronic pancreatitis). கணையத்தில் அழற்சி உண்டாகி நாட்பட்டதாகிக் கணையம் முழுதும் நோயுற்று அதன் பணி முழுதும் சீர்கெட்டு, வலி மிகும்போது கணையத்தை வெட்டி அகற்ற நேரிடலாம்.

கணையக்காயம். வயிற்றில் பலத்த அடிபட்டால் கணையத்தைப் பகுதியாகவோ, முழுதாகவோ அகற்ற வேண்டியிருக்கும். இயன்றவரையில் சேதமுறாமல் உள்ள கணையத்தைப் பாதுகாத்து, எஞ்சியதை அறுத்துச் சரிசெய்ய வேண்டும்.

பிற உறுப்புகளில் புற்றுநோய். அருகிலுள்ள இரைப்பை, முன்சிறுகுடல், பெருங்குடலின் நடுப்பகுதி போன்ற உறுப்புகளில் புற்றுநோய் உண்டாகி அது கணையத்தைப் பாதிக்குமானால் நோயுற்ற உறுப்போடு கணையத்தை வெட்டி எடுக்க நேரிடும்.

லாங்கர்ஹான் சிறு தட்டுகளின் பரவலால் அதிகப்படி இன்சுலின் சுரக்கும் நோய். கணையத்தில் பரவலாக இருக்கும் சிறு செல்களில் மிகுதியாகச் சுரக்கும் நோய் உண்டானால், நோயுற்றோரின் இரத்தத்தில் சர்க்கரைஅளவு குறையும். இதற்குக் கணையத்தை அகற்றிவிட்டு, இன்சுலினை உடலுக்குள் செலுத்தி, சர்க்கரையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

வீரியக் கணைய அழற்சி. இதில் பெரும்பாலான கணையம் அழுகிச்சேதமுறும். இதை அகற்றினால் நோயுற்றோரின் உடல்நிலை சீரடையும். அறுவை செய்யும்முன் நோயுற்றோரை நன்கு தயார் செய்ய வேண்டும். அவருடைய உடலின் நீர், மின்பகுளிகள் (electrolytes), உணவுப் பற்றாக்குறை முக்கியமாக இரத்தச்சோகை, குறைவான புரதச்சத்து முதலியவற்றைச் சீர்செய்தல் வேண்டும். மூச்சுறுப்புகளுக்கு நன்கு பயிற்சி அளித்து, அறுவைக்குப்பின் நுரையீரல் கோளாறுகள் உண்டாகாமல் தடுக்க வேண்டும். நுண்ணுயிர்க் கொல்லி மருந்துகளை இரண்டு நாள் முன்னதாகச் செலுத்த வேண்டும். கணைய நோயால் பித்தப்பாதை அடைபட்டு. அடைப்பு, மஞ்சள் காமாலை இருந்தால், முன்னதாகவே ஈரல் வழியாகவோ உள்நோக்குகருவி மூலமாகவோ பித்தத்தை வெளிக்கொணர்ந்து இரத்தத்தில் சேர்ந்திருக்கும் பிலிரூபினைக் குறைக்க வேண்டும்.

செய்முறை. கணையமகற்றல் சிக்கலான, பெரிய அறுவையாகும். அதனால் அனைத்து வசதிகளும், போதுமான இரத்தம் முதலிய மருத்துவ உதவிகளும் உடனுக்குடன் கிடைக்குமிடங்களில்தான் இத்தகைய அறுவையை மேற்கொள்ள வேண்டும். வயிற்றைத் திறப்பதற்குப் பலமுறைகள் உண்டு. கணையமகற்றலுக்கு வயிற்றின் மேற்பகுதியில் குறுக்காக வலப்புறமிருந்து இடப்புறம் அறுத்துத் திறக்க வேண்டும். திறந்தபின், நோயின் தன்மை, நோய் எந்த அளவு பரவியுள்ளது, அறுவைக்குப் பாதிப்பின்றி உட்படுமா என்பவற்றை ஆராய்ந்து செய்ய வேண்டும்.

கணையத்தைச் சுற்றிப் பல இரத்தக்குழாய்கள் செல்வதால், அவற்றை ஒவ்வொன்றாகத் தனிப்படுத்தி, பாதுகாக்க வேண்டியவற்றைப் பாதுகாத்து, கணையத்திற்குச் செல்லும் இரத்தக்குழாய்களை மட்டும் வெட்டி முறையாகச் செய்ய வேண்டும். கல்லீரலும் கணையத்தின் வால்பகுதியில் மிக நெடுக்கில் உள்ளபடியால், அதையும் சேர்த்து எடுக்க வேண்டி வரும். கணையத்திற்குப் பின்புறம் அமைந்துள்ள போர்ட்டல் சிரையைப் புற்றுநோய் ஊடுருவாமல் இருந்தால் அறுவை செய்ய இயலும்.

முழுக்கணையத்தையோ தலைப் பகுதியை மட்டுமோ எடுக்கவேண்டியிருந்தால் முன்சிறுகுடல் பகுதியையும் (duodenum) சேர்த்துத்தான் எடுக்க இயலும். நாட்பட்ட அழற்சியில் 90-95% கணையமகற்றல் செய்யும்போது டியோடினத்தைப் பாதுகாக்க இயலும். பகுதிக் கணையமகற்றல் செய்யும்போதும் டியோடினத்தைப் பாதுகாக்க இயலும். பகுதிக் கணையமகற்றல் செய்தால் எஞ்சியிருக்கும் கணையத்துடன் சிறுகுடலை இணைத்துக் கணையநீரை உட்செல்லுமாறு வகை செய்து செரிமானத்திற்கு உதவவேண்டும். தலைப்பகுதி கணையமகற்றல் செய்தபின், பித்தநாளம், இரைப்பை, கணையம் மூன்றையும் சிறுகுடலுடன் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இணைக்கவேண்டும். கனணயமகற்றல் செய்தபின்

கணைய நொதிகளையும் இன்சுலினையும் நோயாளிக்குத் தவறாது கொடுத்து வரவேண்டும்.

- ஆர்.பி. சண்முகம்

கணைய மாற்றம்

இந்த அறுவை மருத்துவம் புதிதாக உருவாக்கப்பட்டு மேலும் பலரால் மேற்கொள்ளப்படாத இன்னமும் பரவலாகச் செய்யப்படாத முறையாகும். சர்க்கரை நோயால் பாதிக்கப்பட்டோர் கணையத்தில் சுரக்கும் இன்சுலினை ஊசிமூலம் போட்டுக் கொள்ள வேண்டும். அதற்குப் பதிலாகக் கணைய மாற்றம் செய்து கொண்டால் நிலையாக இன்சுலின் உடலிலேயே உற்பத்தியாகிவிடும். ஆனால் இம்முறை பரவலாகச் செய்யப்படுவதற்குப் பல தடைகள் இருப்பதால் அனைத்து இடங்களிலும் இதைச் செய்ய இயலவில்லை.

கணையம் ஒரு செரிமான உறுப்பு என்றாலும், நாளமில்லாச் சுரப்பியாகவும் பணி செய்து இன்சுலின் போன்ற ஹார்மோன்களை உற்பத்தி செய்கிறது. இன்சுலினை உற்பத்தி செய்யும் ஐலெட்ஸ் என்னும் செல்களை மட்டும் கணையத்திலிருந்து தனியாக எடுத்து நோயுற்றோருக்குச் செலுத்தும் முறையும் முயன்று பார்க்கப்பட்டது. போதுமான அளவு ஐலெட்செல் அல்லது பீட்டாசெல்களைப் பிரித்தெடுப்பது இயலாமலிருப்பதாலும் முழுக்கணையத்தைவிட ஐலெட்செல்கள் ஒவ்வாமையால் தள்ளுபடியாகும் நிலையாலும் இம்முறை தவிர்க்கப்பட்டு, முழுக் கணைய மாற்றம் பெருகி வருகிறது.

கணைய மாற்றத்தில் மற்றொரு சிக்கல், நெருங்கிய உறவினர்களுக்குள் சர்க்கரை நோய் மிகுதியாகக் காணப்படுவதால் பிற உறுப்பு மாற்றத்தைப்போல், நெருங்கிய உறவினர்களிடமிருந்தும் எடுத்து மாற்ற இயலுவதில்லை. கணையம் ஒரே உறுப்பாக இருப்பதால் உயிருடன் இருப்பவர்களிடமிருந்து எடுத்து மாற்றுவது இயலாததாகும். அச்சத்தால் உயிர்விட நேரிடுவோரிடமிருந்துதான் கணையமெடுத்து மாற்றியமைக்க இயலும். ஒவ்வாமையைத் தடுக்க முன்பு கார்ட்டிசோன் மருந்து கொடுக்கப்பட்டது. கார்ட்டிசோனை மிகுதியாகக் கொடுத்தால் சர்க்கரைநோய் மிகுதியாகும். தற்போது சைக்ளோஸ்போரின் என்னும் மருந்து கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு இத்தொல்லையைத் தவிர்க்க முடிகிறது.

கணையத்தை மாற்றியமைக்கும்போது, கணைய நீர்க்கசிவு ஏற்பட்டு இரத்தக் குழாய் இணைப்புகளும் தாக்கமடைய வாய்ப்புண்டு. மாற்றியமைக்கப்பட்ட கணையமும் அழற்சியால் தாக்குண்டு அதன் பணி குறையவும் செய்கிறது. இத்தகைய காரணங்கள் கணையமாற்றம் முழு வெற்றி பெறத் தடைகளாக உள்ளன.

கணையக்கொடை. தலையில் அடிபட்டு இறந்தோர் அல்லது மூளையிலுள்ள இரத்தக் குழாய்களின் அடைப்பாலோ, இரத்தக்கசிவாலோ இறக்க நேரிடுவோரிடமிருந்து கணையமெடுக்கலாம். முன்னரே கணையமளிக்க அவர்கள் ஒப்புதல் தந்திருக்க வேண்டும் அல்லது அவர் உறவினர்கள் அனுமதியளிக்க வேண்டும். அவர்களுக்குச் சர்க்கரை நோய் இருந்திருக்கக்கூடாது.

கணையத்தை அகற்றும்போது அத்துடன் இணைந்துள்ள கல்லீரல், தமனி, சிரை இரண்டையும் சேதமுறாமல் சேர்த்து எடுக்க வேண்டும். கணையத்தைத் தலைப்பகுதிக்கும் உடற்பகுதிக்கும் இடைப்பட்ட பகுதியில் வெட்டி எடுக்க வேண்டும். சிறு இரத்தக் குழாய்களைக் கட்டிவிட வேண்டும். எடுக்கப்பட்ட கணையத்தைக் குளிர்ந்த உப்புநீரில் வைக்கவேண்டும்.

கணையத்துடன் கூடிய கல்லீரல் தமனியில் நெகிழிக் (plastic) குழாய் வழியாகக் குளிர்ந்த சிட்ரேட் நீர்மத்தைச் செலுத்தி இரத்தம் உறையாமல் தூய்மை செய்யவேண்டும். கணைய நாளத்தில் பல துளைகள் உள்ள ஒரு நெகிழிக் குழாயைச் செலுத்தி, அது நழுவி விடாமல் தைத்துவிட வேண்டும். இவ்வாறு தயார் செய்யப்பட்ட கணையத்தை நுண்ணுயிரற்ற ஒரு பாலித்தீன் பையில் பனிக்கட்டி கலந்த குளிர்ந்த நீரில் வைக்க வேண்டும். இங்ஙனம் பத்து மணிநேரம் வரை கணையத்தைப் பாதுகாத்து வைக்கலாம். இதற்கு மேலும் வைத்திருந்தால் கணையத்திலுள்ள நொதிகள் வெளியேறி அதைச் சேதப்படுத்தி விடும்.

கணையத்தைப் பொருத்துவதற்கு இரண்டு முறைகள் உண்டு. நோயுற்ற கணையத்தை நீக்கி அந்த இடத்திலேயே மாற்றுக் கணையத்தைப் பொருத்துவது ஒரு முறையாகும். நோயுற்றதை நீக்காமல் மாற்றுக் கணையத்தை வேறோர் இடத்தில் பொருத்துவது இரண்டாம் வகையாகும். முதல் வகையே சிறந்தது. இதில் கணையத்தைப் பொருத்தும் போது அதன் நாளத்தை இரைப்பையுடன் இணைத்துவிடலாம். சிறுகுடலில் இணைத்தால் கணையநீர்க் கசிவு மிகுதியாகும். மேலும், வலக்கீழ்ப்புற வயிற்றுப்பகுதியில் கணையத்தைப் பொருத்துவது எளிதென்றாலும் சிறுநீரகமாற்றம் பின்னால் செய்யவேண்டிருப்பின் அந்த இடத்தை அதற்கென ஒதுக்கி வைப்பது நல்லது. சர்க்கரைநோய் உள்ளோருக்குச் சிறுநீரகக் கெடுதலும் பின்விளைவுகளில் ஒன்றாகும். அதனால் இந்த முற்காப்புத் தேவைப்படுகிறது.

– ஆர்.பி. சண்முகம்

கத்தரி

கத்தரிச்செடி, சோலனேசி என்னும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கத்தரிச் செடியின் தாவர வியல் பெயர் சொலானம் மெலான்ஜினா (*Salanum Malangena*) என்பதாகும். இது, பல்லாண்டுகளாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்ற இனமாகும். இதன் உலக உற்பத்தி 2,50,000 டன்னாகும். முக்கிய உற்பத்தி நாடுகள் ஜப்பான், துருக்கி, இத்தாலி, எகிப்து, ஈராக் ஆகும். இந்தியர்கள் இதை இன்றி யமையாக் கறியாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். கத்தரிக் குப் பல ஐரோப்பிய வட்டாரப் பெயர்கள் உள்ளன. அவற்றில் சில ஓபர்ஜைன் (oubergine) முட்டைச் செடி, மெலான்ஜீன் (malangene) என்பன.

தோற்றம். தற்போது பயிரிடப்படும் கத்தரியின் முன்னோடி இனத்தை அறிவது சற்றுக் கடினம். அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை, கலப்பு வீரியத் தேர்வு முதலியவற்றால் பலவகையான கத்தரி இனங்கள் தோன்றியிருக்கக்கூடும். சொலானம் என்ற இனம் மத்திய, தென் அமெரிக்கப் பகுதிகளைத் தாயக மாகக் கொண்டது என்றாலும் கத்தரி, இந்தியாவில் தான் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பது ரஷ்ய அறிவியலார் வாவிலவ் என்பாரின் கருத்து ஆகும். ஏனெனில் காட்டுக் கத்தரியினங்கள் இங்கேதான் காணப்படுகின்றன. மேலும் 1500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இந்தியாவிலிருந்து இது சீனா சென்றிருக்கக் கூடும். பர்க்ஸ்ஸ்ளவ் கருத்துப்படி இந்தியாவில்தான் முதலில் கத்தரி பயிரிடுதல் வழக்கத்திற்குக் கொண்டு வரப்பட்டது. மேலும் அரேபியர்கள் மூலம் கத்தரி, ஸ்பெயின், பாரசீகம், ஆப்பிரிக்கா முதலிய இடங் களுக்குப் போயிருக்கக்கூடும். பிறகு போர்ச்சுகீசியர் கள் மூலமாகத் தென் அமெரிக்காவிலுள்ள பிரேசில் நாட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டது.

வகைப்பாடு. தாவரவியல் அடிப்படையில் கத்தரியை நான்கு வகையாகப் பிரித்துள்ளனர். சோ. மெ. வகை இன்கேனம் (*S.m. Var incanum*) என்பது நடுத்தர உயரம் உடையது, முள்ளுடையது, பல் பருவச்செடியாகும். காய்கள் மஞ்சள் நிறம்; முட்டை அல்லது கோள வடிவமானவை, கசப் பானவை, உண்ணத்தக்கவையல்ல. சோ.மெ வகை மெலான்ஜினா (*S.m Var. melangena*) என்பது கத்தரிச் செடியாகும். காய் பெரியதாக, முட்டை அல்லது கோள வடிவத்தோடு தொங்கக்கூடியது. 5—30 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். பளபளப்பாக, வெண்மை, மஞ்சள், ஊதா அல்லது வண்ண வரிகளுடன் காணப் படும். சோ.மெ. வார் டிப்ரெசம் (*S.m.Var depressum*) என்பது குட்டைக் கத்தரி என்றும் குறிப்பிடப்படும். இது சிறிய படரக்கூடிய செடியாகும். காய்கள் முட்டை அல்லது பேரிக்காய் வடிவம் உடையவை. 10—12 செ.மீ. நீளமுடையவை. சோ.மெ. வார் சர்பன்டைனம் (*S.m. Var. serpentinum*) என்னும் வகையின் காய்கள் மிகவும் நீளமானவை. 30 செ.மீ. வரை வளரும். நுனி சற்று வளைந்திருக்கும். முதல் வகை தவிர ஏனைய மூன்று வகைகளும் உண்ணத் தக்கவை. வணிக முறையில் கத்தரியை நிறம், உருவம் இவற்றின் அடிப்படையில் பிரித்துள்ளனர். வட்டார மக்களின் விருப்பத்துக்கேற்றவாறு இந்த வகை பெருமளவில் பயிரிடப்படும். வடஇந்தியர்கள் வெளிர் ஊதாக் கத்தரியையும் பீகாரியர், கன்னடியர் நீள், பச்சை வகைகளையும், ஓரியர் வட்டப் பச்சை களையும் விரும்புகின்றனர். பொதுவாக மஞ்சள், பழுப்பு, வெண்மை வகைகளை விரும்புவதில்லை.

காசியில் பயிராகும் 'காசி பெரியது' வதக்கி உண்ணத்தக்கது. கல்கத்தா பகுதிக் காய் நீள்-பச்சை வகையில் சிறிய சுரைக்காய்போல் காணப்படும். மைசூர்ப் பச்சை கொத்தாகக் காய்க்கும். தமிழ் நாட்டுக் குடியாத்தம் S.H.68 'வயநாடு பெரியது' 'பூசா ஊதாக்கொத்து' முதலியவை மிகவும் சிறந்த வகைகளாகும்.

வளரியல்பு. கத்தரி பல்பருவ இனமாக இருந் தாலும் பயன் கருதி ஒரு பருவச் செடியாகவே பயிரிடப்படுகிறது. தண்டு வலிமையற்றது; ஆனால் முதிர்ந்த தண்டு கட்டைபோல் காணப்படலாம். சில சமயம் முள்கள் காணப்படும். செடியின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் தூவிகளும் நீண்ட ஆணிவேர்களும் உண்டு. இலைகள் முழுமையானவை, மாற்றிலை யடுக்குடையவை, இலைக்காம்பு நீண்டது, இலைப் பரப்பு முட்டை வடிவம் அல்லது இதய வடிவம் கொண்டது.

மலர்கள். தனித்தவை அல்லது 2-5 மலர்கள் சேர்ந்து சைம் மஞ்சரியில் காணப்படும். மலர் இலைக் கெதிராக அல்லது கோணத்திற்கு வெளியில் காணப் படும். மலர்கள் ஒழுங்கானவை, இருபாலானவை, 2 செ.மீ. குறுக்களவுள்ளவை. பூக்காம்பு 1-3 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். மேற்கொண்டும் நீளக்கூடியது.

புல்லிவட்டம். 5 இதழ்கள் இணைந்தது, நிலைத் தது, முள்களோடு கூடியது, கனியில் சற்றுப் பெருத்துச் சதைப்பற்றாகக் காணப்படும்.

அல்லிவட்டம். 5 இதழ்கள் இணைந்தவை. மகரந்தக்காம்புகள் சிறியவை, மகரந்தப் பைகள் நீண்டு, ஒவ்வொன்றின் நுனியிலும் இரு துளைகள் காணப்படும்.

சூலகம். இதில் சூலிலைகள் 2, சூல்கள் பல. அவை, அச்சொட்டுமுறையில் அமைந்தவை. சூலகத் தண்டு ஒன்று. இது மகரந்தத் தாள்களுக்கு மேலே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். சூலகமுடி தலைபோன்று பருத்துக் (capitate) காணப்படும்.

காய். சதைப்பற்றுள்ள (berry) வகையைச் சேர்ந்தது. தொங்கிய நிலையில் பளபளப்பாகப் பல

வண்ணங்களுடன் காணப்படும். விதைகள் பல; சிறியவை, வெளிர் பழுப்பு வண்ணங்கொண்டவை.

மகரந்தச்சேர்க்கை. ஒசே 1931 ஆம் ஆண்டிலேயே கத்தரிப் பூக்களின் பாலினத்தன்மையைப் பற்றித் தெரிவித்துள்ளார். செடியில் பூக்கள் தனித்திருந்தால் அவை பெண் தன்மையையும், மஞ்சரியாகக் காணப்பட்டால் ஆண் தன்மையையும் பெற்றிருக்கும் என்று கூறியுள்ளார். ஆனால் பர்ஸ்க்ளவ் என்பார் இக்கூற்றை மறுக்கிறார். இதே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பெடுனியா வயோலேசியா (*Petunia Violacea*) என்னும் சிற்றினத்தின் மகரந்தத் தூள்களைக் கொண்டு விதையில்லாக் கத்தரியைத் தோற்றுவித்துள்ளனர்.

சாகுபடி கத்தரி மிதவெப்பச் செடியாகும். மிகு குளிரைத் தாங்குவதில்லை. பின் பருவ-உருண்டை வகைகள், முன்-பருவ நீள்வகைகளைவிடப் பனியைத் தாங்கும் தன்மை கொண்டவை. சமவெளிகளில் ஆண்டு முழுதும் பயிரானாலும், மலைப்பகுதிகளில் கோடையில் மட்டுமே வளரும். தமிழ்நாட்டில் மூன்று வகைகள் பயிரிடப்படுகின்றன. வெள்ளைக் கத்தரி-150 நாள்; ஊதாக்கத்தரி -120 நாள்; குரும்பூர் கத்தரி-140 நாள். விதைகள் ஏக்கருக்கு 200 கிராம் வீதம் நாற்றங்காலில் தூவப்பட்டுப் பிறகு நாற்றுகள் பிடுங்கி நடப்படுகின்றன. ஏக்கருக்கு 17; 17; 17 என்னும் முறையில் கூட்டு உரம் (complex) இடப் படுகிறது. கரிம உரமிட்டுப் பயிராகும் செடிகள் நன்றாக வளர்வதுடன் நல்ல விளைச்சலையும் தருகின்றன.

காய்கள் வாரம் ஒரு முறை பறிக்கப்படவேண்டும். ஏற்ற சூழ்நிலையில் விளைச்சல் ஏக்கருக்கு 8,000 கிலோ கிராம் இருக்கும். 2-4-டி. என். ஏ. ஏ; என்-ஓ. ஏ; ஐ ஏ. ஏ; ஐ. பி. ஏ. போன்ற வளர்ச்சி ஊக்கிகளைச் செடிகளில் தெளிப்பதன்மூலம் காய்களின் அளவைப் பெருக்க முடியும். மேலும் இதனால் காய்களும், பூக்களும் தொடக்க நிலையில் உதிர்வதைத் தடுக்க இயலும். காய்கள் விதைகளற்றிருக்கும். ஜிப்பரலிக் அமிலத்தைச் செடிகளில் பூக்கும் வேளையில் தெளிப்பதால் பூப்பதும் காய்ப்பதும் முன்னமேயே நடைபெறும்.

சேமிப்பு. காயில் நீர்ச்சத்து மிகுதியாக உள்ளமையால் நீண்ட நாள் சேமித்து வைக்க முடியாது. குளிர்ச்சியான இடத்தில் வைப்பதன் மூலம் கோடையில் ஓரிரு நாளும், பனிக்காலத்தில் 3-4 நாள்களும் வைக்கலாம். மெழுகுப்பூச்சுகள் மூலம் சேமிப்பு நாளை அதிகரிக்க முடியும்.

பயன். கத்தரி வெப்ப நாடுகளில் பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. இதைப் பெரும்பாலோர் உணவாகக் கொள்வதுண்டு. வேக வைத்து, வதக்கிச் சுட்டு, பல பொருள்களைத் திணித்து உணவாகக் கொள்வர். காய்களை ஊறுகாய் போடுவதுண்டு. மேலும் காய்களை நறுக்கி வெயிலில் காய வைத்து வற்றல் போடுவதுண்டு. பழுக்கும் நிலையிலுள்ள காய்களைச் சாப்பிடலாம். இதில் தாது உப்புகளும் வைட்டமின்களும் மிகுதியாக உள்ளன.

கத்தரி மருத்துவத்திலும் பங்கு கொள்கிறது. கத்தரி வேரை நாட்டு மருத்துவர்கள் ஆஸ்த்துமா எதிர்ப்புத் தன்மைக்காகப் பயன்படுத்துவதுண்டு. கயானா நாட்டில் வேரின் சாறு பல்வலிக்குப் பயன்படுகிறது. மூக்கில் தோன்றும் புண்களுக்கு வேரைப் பொடி செய்து போடுவதுண்டு. இலைகளில் போதையூட்டக்கூடிய பொருள் உள்ளது. மேலும் இலை காலரா, ஆஸ்த்துமா, மூச்சுத் தொடர்பான நோய்களுக்கு ஏற்ற மருந்தாகக் கருதப்படுகிறது. விதைகளும் மருத்துவத்தில் பயன்பட்டாலும், மலச்சிக்கலை உண்டாக்குவதால் பொதுவாக அவை தவிர்க்கப் படுகின்றன.

கத்தரி கொலஸ்ட்ரால் வளர்சிதை மாற்றத்தைத் தூண்டி விடக்கூடியது. பச்சை அல்லது காய்ந்த இலையும் காய்களும் இரத்தத்திலுள்ள கொலஸ்ட்ரால் அளவைக் குறைக்கும் தன்மை பெற்றுள்ளன. இந்தத் தன்மைக்குக் காரணம் செடியின் திசுவிலுள்ள மக்னீசியம், பொட்டாசியம் உப்புகளேயாகும். ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறிந்த முடிவுகள் மருத்துவ முறையில் இதுவரை நிறுவப்படவில்லை. செடியின் சாறு பலவகைப் பாக்டீரியா வளர்ச்சியைக் கட்டுப் படுத்தும்.

உள்கூட்டுப் பொருள். கத்தரியின் உண்ணக்கூடிய பகுதியில் கீழ்க்காணுமாறு உள்கூட்டுப்பொருள்கள் உள்ளன. ஈரப்பசை 92.7%; புரதம் 1.4%; கொழுப்பு 0.3%; தாது உப்புகள் 0.3%; நார் 1.3%; கார்போஹைட்ரேட்டுகள் 4%; தாது உப்புகளின் மூலகங்கள் கால்சியம், மக்னீசியம், இரும்பு, சோடியம், பொட்டாசியம், தாமிரம், கந்தகம், குளோரின். இக்காயிலுள்ள வைட்டமின்கள்; வைட்டமின் A, தயாமின், ரிபோஃப்ளோவின், நிகோடினிக் அமிலம், வைட்டமின் C ஆகும். உலர்த்தப்பட்ட காயின் புரோட்டீன் அளவு 14-19% என்பது உயிரினச் சிறப்புப் பெற்றதாகும். மேலும் பலவகை அமினோ அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன. இலை, காய், தோல் இவற்றில் காணப்படும் கசப்புத் தன்மைக்குக் காரணம் சோலசோனைன் என்னும் வேதிப்பொருளே யாகும்.

நோய்கள். கத்தரியைப் பலவகை நோய்கள் பாதிக்கக்கூடும். சூடோமோனஸ் சொலனேசியாரம் என்னும் பாக்டீரியா மூலம் பாக்டீரியா வாடல் நோய் ஈர வெப்ப நாடுகளில் கத்தரிச் செடிக்கு அதிகப் பாதிப்பை உண்டாக்கும். ஃபோமாப்சிஸ் என்னும் பூஞ்சையும் தண்டு, இலை, காய்களைத் தாக்கும். இவற்றைத் தவிரப் பூச்சிகளும் அழிவை உண்டாக்கும்.

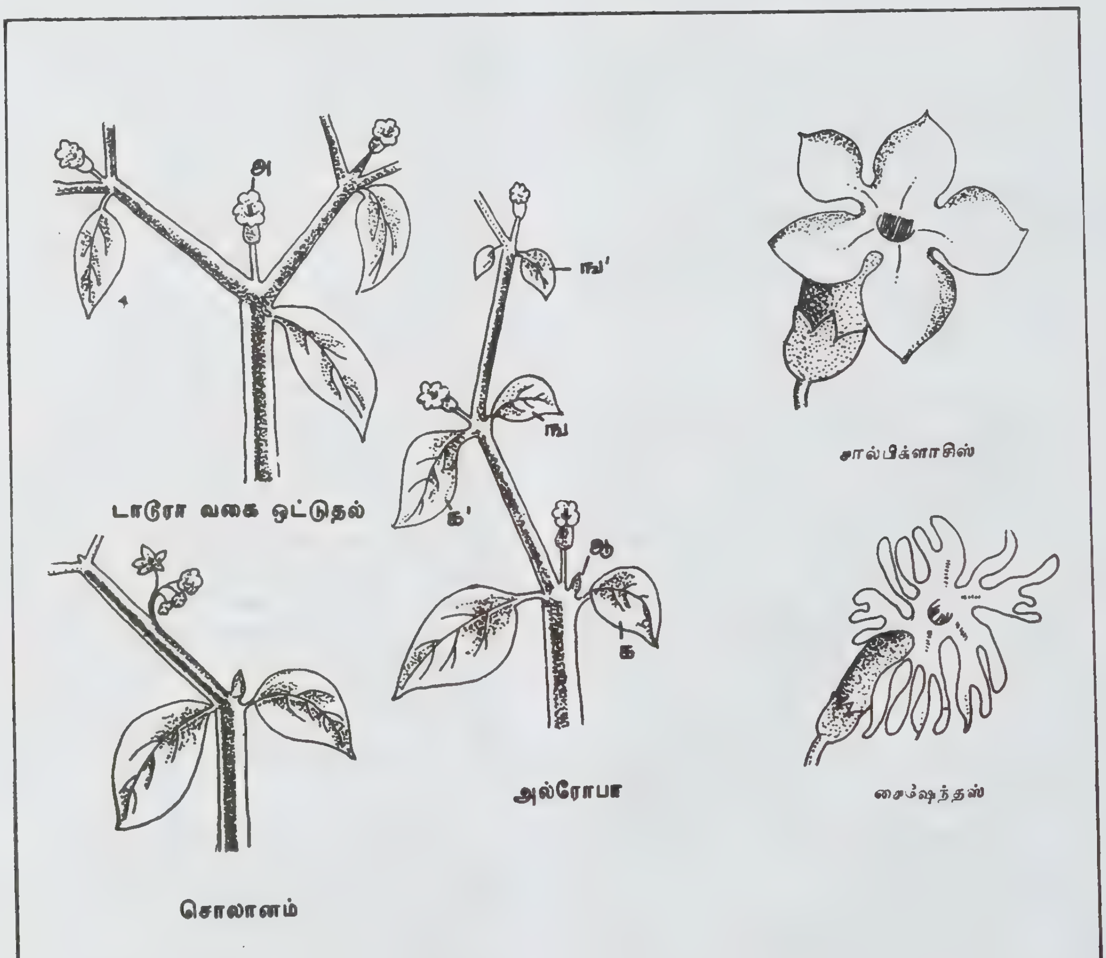
- தி. ஸ்ரீ கணேசன்

நூலோதி. S.L.Kochhar, *Economic Botany in the Tropics*, Macmillan India, Madras, 1981.

கத்தரிக் குடும்பம்

சோலனேசி எனப்படும் கத்தரிக் குடும்பம் இருவித்திலைக் குடும்பமாகும். இதில் பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பல இனங்கள் உள்ளன. துருவப் பகுதிகளைத் தவிர அனைத்துப் பகுதிகளிலும் இது பரவியுள்ளது. இக்குடும்பத்திலுள்ள இனங்கள் 90, சிற்றினங்கள் 2000 ஆகும். மொத்த இனங்களில் 50% மத்திய, தென் அமெரிக்கப் பகுதிகளில் உள்ளன.

வளரியல்பு. இக்குடும்பத் தாவரங்கள் ஒரு பருவ அல்லது பல பருவ இனங்களாகக் காணப்படும். பொதுவாகச் சிறு செடி, செடி, மரம், கொடி ஆகியவை இக்குடும்பத்திலுண்டு. சொலானம் என்னும் ஒரே இனத்தில் இவ்வேறுபாடுகளைக் காணலாம். சில இனங்களின் தண்டுகளில் முள்கள் காணப்படும். இலைகள் பொதுவாகத் தழைப் பகுதியில் மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பிலும், பூக்கும் பகுதி எதிரிலையடுக்கு முறையிலும் இருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் இல்லை. இலைகள் தனித்தவை; முழுமையானவை; பிளவுபட்டிருக்கும். சில இனங்களில் காணப்படும் இலையமைப்பிற்கும் மஞ்சரியின் அமைப்பிற்கும் ஒட்டுதல் (adnation) என்னும் பிறவி நிகழ்ச்சியே காரணமாகும். இந்த இனங்களில் இலைக்காம்பும் மஞ்சரிக்காம்பும் தண்டுடன் இணைந்து விடுகின்றன.



அ. மலர், ஆ. தடைப்பட்ட மொட்டு, க, க', ங, ங' ஒரே கணுவைச் சேர்ந்த மலர்கள்.
அகலக்கறுப்புக் கோடுகள் ஒட்டுதல் பகுதிகளைக் குறிக்கின்றன.

அதாவது ஒரு கணுவில் காணப்படவேண்டிய இலை ஒட்டுதல் காரணமாக அடுத்த மேற்கணுவுக்குச் செல்கிறது. இக்குடும்பத்தில் 3 வகை ஒட்டுதல்கள் நடைபெறுகின்றன.

டாட்டூரா(*Datura*) வகை. இந்த வகைத் தாவரங்களின் பூக்கும் பகுதியில் மாற்றிலையடுக்கையும்,இரட்டைக் கிளைத்தலையும் காணலாம். இங்கு இரட்டைக்கிளைத்தலால் ஒரு கணுவில் இரண்டு இலைகள் எதிரிலை அடுக்குமுறையில் இருக்க வேண்டும். ஆனால் ஒட்டுதல் காரணமாக இரண்டு இலைகளுமே வேறுபட்ட அடுத்த கணுக்களுக்குச் செல்கின்றன.

அட்ரோப்பா(Atropa) வகை. இந்த இனத்தில் ஒவ்வொரு கணுவிலும் வேறுபட்ட அளவுள்ள இரண்டு இலைகளையும் ஒற்றைக் கிளைத்தலையும் காணலாம். இவ்விரு இலைகளில் சிறியது அக் கணுவையும், பெரியது முந்தைய கணுவையும் சேர்ந்தவை. அதாவது வேறு இரண்டு கணுக்களைச் சேர்ந்த இலைகள் ஒட்டுதல் காரணமாக ஒரே கணுவில் காணப்படுகின்றன. மேலும் கணுவில் தோன்றும் இரண்டு குருத்துகளில் ஒன்றின் வளர்ச்சி தடைப்பட்டு விடுகிறது.

சொலானம் வகை. இதில் அட்ரோப்பா வகை போல் இலை ஒட்டுதல் நடைபெறுவது மட்டுமல்லாமல் மஞ்சரி ஒட்டுதலும் நடைபெறுகிறது. ஆனால் மஞ்சரி ஒட்டுதல் முழுமையற்ற ஒட்டுதலானதால் மஞ்சரி, இலைவெளிக் கோணத்தில் (extra axillary) காணப்படுகிறது. இக்குடும்பத்தின் உள்ளமைப்பியல் சிறப்புப் பண்பு, சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகள் ஆகும். இங்கு இருபக்க ஒழுங்கு (bicollateral) சாற்றுக்குழாய்க் (vascular) கற்றைகளைக் காணலாம்.

மஞ்சரி. இது தனித்த மலராகவோ சைம் வகையாகவோ அமையும்.

மலர்கள். பூவடிச் செதில், பூக்காம்புச் செதில் கொண்டவை. இருபால் தன்மையுடையவை, முழுமையானவை, ஒழுங்கானவை. ஆனால் சூலிலைகள் கோணலாக அமைந்துள்ளமையால் மலர்கள் ஒழுங்கற்றவை எனலாம்.

புல்லிவட்டம். 5 புல்லிகள் கொண்டவை, இணைந்தவை, நிலைத்தவை; ஃபைசாலிஸ் நைகேண்ட்ரா வைதேனியா முதலியவற்றில் தொடர்ந்து வளர்பவை. கனியே புல்லியால் சூழப்பட்டு விடும்.

அல்லிவட்டம். பொதுவாக 5, ஒழுங்கான இணைந்த அல்லிகளைக் கொண்டது. ஆனால் துணைக்குடும்பம் சால்பிக்ளாஸிடேயில் ஒழுங்கற்ற அல்லிகளையும், அல்லிக்குழலின் பல வகைகளையும் காணலாம். குழல் வடிவம் நிகோடியானாவிலும் மணிவடிவம் பைசேலிஸ், அட்ரோப்பா ஆகியவற்றிலும் புனல்வடிவம் டாடூரா பெடூனியா ஆகியவற்றிலும் சக்கரவடிவம் சொலானத்திலும் ஈருதடு வடிவம் சால்பிக்ளாஸில், சைஷேந்தஸ் ஆகியவற்றிலும் காணப்படுகின்றன. அல்லிக்குழல் நீளவாக்கில் மடிக்கப்பட்டு முறுக்கியிருக்கும். (எ. கா) ஊமத்தை.

மகரந்தத்தாள்கள். 5 அல்லியிணைந்தவை; பொதுவாக அல்லிக்குழலுக்குள் அடங்கியிருக்கும்; சில இனங்களில் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். ஒழுங்கானவை. சால்பிக்ளாசிஸிலும் அதைச் சேர்ந்த இனங்களிலும் 4 அல்லது 2 மகரந்தத்தாள்கள் உண்டு. மகரந்தப் பைகள் நீள்போக்கில் அல்லது நுனியில் வெடிக்கும்.

சூலகம். இதில் சூலிலைகள் 2, சூலறைகள் பொதுவாக 2 இருக்கும். டாடூராவில் போலித் தடுப்புச் சுவரால் 4 அறைகளும் நைகேண்ட்ராவில் 3-5 அறைகளும் உள்ளன. கியூபாவைச் சேர்ந்த ஹீனோனியாவில் ஒரு சூல் கொண்ட ஓர் அறை உண்டு. சூலிலைகள் முக்கிய அச்சைப் பொறுத்துத் திருகி அமைந்திருப்பது இக்குடும்பத்தின் சிறப்புப்பண்பாகும். சூல்கள் எண்ணற்றவை. அவை அச்சொட்டு முறையில் இருக்கும். பருத்த சதைப்பற்றான சூலொட்டுப் பகுதி (placenta) உள்ளது.

கனி. சதைப்பற்றுடன் (berry) உள்ளது. உலர் வெடிகனி வகைகளும் காணப்படுகின்றன. சில வகைகளில் ஒழுங்கற்ற வெடிக்கக்கூடிய சதைப்பற்றுக் கனி உண்டு. நிலைத்து, தொடர்ந்து வளரும் புல்லிகள் கனிகளுக்குப் பாதுகாப்புத் தருவதோடு கனி பரவுதலுக்கும் உதவி செய்கின்றன. முள்களோடு கூடிய புல்லிகள் கனிப்பாதுகாப்பில் பங்கு கொள்கின்றன.

மகரந்தச் சேர்க்கை. பொதுவாக, அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை பூச்சிகள் மூலம் நடைபெறும். மகரந்தத் தாள்கள் சூலகத்தின் அடியில் காணப்படும். தேன் சுரப்பிகள் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு வழி செய்கின்றன. நிகோடியானாவில் தன் மலட்டுத்தன்மையால் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை தவிர்க்கப்படுகிறது. சால்பிக்ளாஸிஸ் பூக்கள் மலர்வதற்கு முன்பே மொட்டு நிலையில் தன் மகரந்தச்சேர்க்கை நடந்து விடும். இதைக் கிளீஸ்டோகமி என்பர்.

வகைப்பாடு. துணைப் பிரிவு பைகார்பில்லேடேயில் இக்குடும்பம் ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பெறும். படிமலர்ச்சி வகைப்பாட்டு வரிசையில் இக்குடும்பத்திற்கு முன்னால் அமைந்திருக்கும் குடும்பங்களின் மலர்கள் ஒழுங்கானவை; 5 மகரந்தத் தாள்களைக் கொண்டவை. ஆனால் இதை அடுத்து வரக்கூடிய குடும்பங்களின் மலர்கள் ஒழுங்கற்றவை. 4 மகரந்தத் தாள்களைக் கொண்டவை. சொலனேசி குடும்பத்தில் இவ்விருவகை மலர்களும் இருப்பதால் இதைப் படிமலர்ச்சியின் இணைப்பாகத் தாவரவியலார் கருதுகின்றனர்.

வெட்ஸ்சீன். இக்கும்ப இனங்களை இரண்டு பெரும் பிரிவாகப் பிரித்துள்ளனர். முதல் பிரிவில் கரு

அரை வட்டமாக வளைந்திருக்கும். 5 மகரந்தத் தாள்களும் செயல்படும். அவை ஏறத்தாழ ஒரே உயரம் இருக்கும். இரண்டாம் பிரிவில் கரு சற்றே வளைந்திருக்கும். 5, 4 (அல்லது) 2 மகரந்தத்தாள் கள்; 4 ஆக இருந்தால் மாறுபட்ட உயரம் கொண் டவையாக இருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு இனங்கள். இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த முக்கிய இனங்கள் நைகேண்ட்ரா, அட்ரோப்பா, ஹயோசிபேமஸ் ஃபைசேலிஸ், காப் சிகம், சொலானம், லைகோபெர்சிகான், மாண்ட்ர கோரா டாடுரா, செஸ்ட்ரம். நிகோடியானா, பெடுனியா சால்பிக்ளாசிஸ் சைஷேந்தஸ் என்பவை.

சொலானம் பெருவாரியான சிற்றினங்களைக் கொண்ட முக்கிய இனமாகும். சொ. நைக்ரம் (*S. nigrum*), மணித்தக்காளி; சொ. டார்வம் (*S. torvum*) சுண்டைக்காய்; சொ. மெலஞ்ஜினா (*S. melcngina*) கத்தரி; சொ. சுரடென்சி (*S, surattense*) கண்டங்கத்தரி; சொ. டுபரோசம் (*s. tuberosum*) உருளைக்கிழங்கு; சொ. டிரைலோபேட்டம் (*S. trilobatum*) தூதுவேளை, உணவாகவும், மருந் தாகவும் பயன்படும் செடிகள்.

பிரக்மான்சியா. (*Brugmansia Sp.*) இதை மர ஊமத்தை என்பர். கோடை, நீலகிரி முதலிய மலை களில் தன்னிச்சையாக வளரும். இது ஆஸ்திரேலியா விலிருந்து புகுத்தப்பட்ட செடியாகும். ஊமத்தை போல் பூக்கள் காணப்பட்டாலும், தொங்கு நிலையி லிருக்கும்.

கேப்ஸிகம் ஃபுருடிசென்ஸ் (*Capsium frutescens*). மிளகாய்; கே. ஆன்னுவம் (*c. annum*) ஊசிமிளகாய்; காரப்புச் சுவை மிக்கது.

செஸ்ட்ராம் (*Cestrum*). இதை ஆங்கிலத்தில் இரவுராணி என்பர். இதன் பூக்கள் மணமுள்ளவை,

சைபோமேண்ட்ரா பீடேசியா (*Cypomandra betacea*). மரத்தக்காளி

டாடூரா மெட்டல் (*D. metal*). கரு ஊமத்தை

லைகோபெர்சிகான் எஸ்குலெண்ட்ம் (*L. esculentum*). தக்காளி, தென் அமெரிக்காவைத் தாயக மாகக் கொண்டது.

நிகோடியானா டபேகம் (*N. tabacum*). புகை யிலை; இது தென் அமெரிக்க இனமாகும்.

சைகாலிஸ் மினிமா (*P. minima*). சொடுக்குத் தக்காளி.

வைதேனியா சோம்னிஃபெரா (*Withania Somnifera*). அசுவகந்தி அல்லது அமுக்கிராங்கிழங்கு.

அட்ரோபா பலடோனா (*Atropa belladona*). இது ஐரோப்பிய நாடுகளைத் தாயகமாகக் கொண்டு இந்தியாவில் இமயமலைச் சரிவில் பயிராகும் மருந்துச் செடியாகும். கண் மருத்துவத்தில் பயன் படும். இத்தாலி, ஸ்பெயின் நாட்டுப் பெண்கள் இச் செடியின் இலைச் சாற்றைக் கண்ணில் இட்டுக் கொள்வதால் ஆண்களைக் கவரும் தன்மை கூடுகிறது என்று கருதினர்.

பெடுனியா சைஷேன்தஸ். இவை தோட்ட அழகு செடிகளாகும். பிந்திய இனத்தை ஏழை களின் ஆர்க்கிட் என்பர்.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

கத்தரிச் செடி

இந்தியாவைப் பிறப்பிடமாகக் கொண்ட கத்தரிச் செடி தொன்றுதொட்டு இந்தியாவில் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. சாதாரணமாகச் சாகுபடி செய்யப்பட்டு வரும் காய்கறிப் பயிர்களில் இதுவும் ஒன்றாகும். இது சமவெளிப் பகுதிகளில் ஆண்டு முழுதும் மிகுதியாகப் பயிரிடப்படுகிறது. இளம் பிஞ்சும் முற்றிய காய்களும் சமைத்து உண்ணப் பயன்படும். ஆயுர்வேத முறைப்படி கத்தரி ஒரு நல்ல மூலிகை. நீரிழிவுநோய் உள்ளவர்களுக்கு இது மிகவும் சிறந்த உணவாகக் கருதப்படுகிறது.

இனவழி வகைகள். கத்தரிச்செடி சொலனேசி என்னும் கத்தரிக் குடும்பத்திலுள்ள சொலேனம் என்னும் இனக்குழுவைச் சேர்ந்தது. இக்குழுவிலுள்ள மெலஞ்சீனா என்பது கத்தரியாகும். இந்தியாவில் சாகுபடியாகும் கத்தரியில் மிகுதியான இனம் உண்டு. காயின் வடிவமைப்பு, நிறம், செடியின் வளர்ச்சிப் போக்குப் போன்ற பண்புகளில் இவை வேறுபடு கின்றன. உருண்டை அல்லது முட்டை வடிவமான இனங்களை எஸ்குலாண்டம் என்றும், நீண்டு மெலிந்த காய்களையுடைய இனத்தைச் செர்பன்டைனம் என்றும், குறுகிய வயதுடைய குட்டையான இனத்தை டெப்ரஸ்ஸம் என்றும் வகைப்படுத்தியுள்ளனர். இந்திய வேளாண் ஆய்வுக் கழகத்தில் பயிரிடப்பட்ட இனங்களில் பூசா ஊதா உருண்டை (pusa purple round), பூசா ஊதா நீளம் (pusa purple long), வெள்ளைக் கத்தரி (white brinjal), வரிக் கத்தரி (striped brinjal), கோ.1 கத்தரி, மதுரை 1 கத்தரி, அண்ணாமலைக் கத்தரி என்பவை பரிந்துரைக்கப் பட்டவையாகும்.

தட்பவெப்பநிலையும் மண்வளமும். கத்தரி ஒரு கோடைக்காலப் பயிராகும். உறைபனி, செடியை அழித்து விடும். உறைபனி இல்லாமல் நீண்ட நாள் குளிர் தொடர்ந்து இருந்தாலும் செடிகள் தாக்க முறும். நீண்ட வயதுடைய இனங்கள் குறைந்த உறைபனியைத் தாங்கக்கூடியவை. செடிகள்

செழித்து வளர்ந்து பயனளிப்பதற்கு ஏற்ற சராசரி வெப்பம் 13° - 21° C ஆகும். வடிகால் வசதியுடைய நல்ல செழிப்பான மண், கத்தரிச் சாகுபடிக்கு மிகவும் ஏற்றது. எந்தச் சூழ்நிலையிலும் வளரக்கூடிய இது பல்வேறு விதமான நிலங்களில் பயிர்செய்யக் கூடியது. களிமண் கலந்த மண் மிகச் சிறந்தது. இயற்கையிலேயே வளமில்லாத நிலமாக இருந்தால் கரிம எருக்களையும், வேதி உரங்களையும் இட வேண்டும். குறுகிய வயதுடைய இனங்களைச் சாகுபடி செய்ய மணற்பாங்கான நிலமே ஏற்றதாகும்.

பருவம். ஆண்டு முழுதும் கத்தரியைப் பயிரிடலாம், எனினும் ஜூன்-ஜூலை முதல் நவம்பர்-டிசம்பர் வரை, டிசம்பர்- ஜனவரி முதல் மே-ஜூன் வரை, மார்ச் - ஏப்ரல் முதல் ஆகஸ்ட் - செப்டம்பர் வரை சிறந்த பருவம் ஆகும்.

ஹெக்டேருக்கு 25 டன் தொழு உரத்துடன் தழைச்சத்து 50 கிலோ, மணிச்சத்து 50 கிலோ, சாம்பல்சத்து 30 கிலோ வீதம் அடியுரமாக இறுதி உழவுக்கு முன் போட வேண்டும். நட்ட மூன்று வாரங்களுக்குப்பின் 25 கிலோ தழைச்சத்தும் இட வேண்டும்.

பாத்திகளில் 10 செ.மீ. இடைவெளியில் 2 செ.மீ. ஆழத்தில் விதைகளைச் சீராக விதைத்துப் பரவலாக மணல் போட்டு மூடவேண்டும். பூவாளியால் நீர் விட்டுப் பாத்திகளின் ஓரங்களில் BHC 10% அல்லது DDT 5% பொடியைத் தூவ வேண்டும். நாள்தோறும் மண்ணின் ஈரத்தன்மைக்குத் தக்கவாறு நீர் விடுவது நல்லது.

வடிகால் வசதியுள்ள நிலங்களில் மேடைப் பாத்திகளில் நாற்றங்கால் அமைப்பது சிறந்தது. ஹெக்டேருக்கு 470 கிராம் விதையை 2.5 செண்ட் நாற்றங்காலில் விதைக்க வேண்டும். முளைப்புத் திறன் 70-80%

நிலத்தை 4 அல்லது 5 முறை உழுது பண்படுத்தி 75 செ.மீ. இடைவெளிவிட்டுப் பார் அமைக்க வேண்டும். ஒரு ஹெக்டேர் நிலத்தில் 15,000-20,000 நாற்றுகள் வரை இடம்பெறும். 30-35 நாள் நாற்றை 60-75 செ. மீ. இடைவெளியில் நடுவது நல்லது. மேலாகக் கொத்திவிட்டுக் களைப்பூண்டுகளைக் கட்டுப்படுத்துவதோடு மேலுரமும் இடுவது நலம். களைகளினாலோ போதுமான நீர் இல்லாததாலோ பயிருக்குக் கேடு ஏற்படாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அவ்வப்போது உரிய சமயத்தில் நீர் பாய்ச்ச வேண்டும். நல்ல கத்தரிச் சாகுபடிக்கு ஏறத்தாழ 100-110 செ. மீ. அளவு நீர்ப்பாசனம் தேவைப்படுகிறது.

சூல் தண்டின் நீளத்தைப் பொறுத்துக் கத்தரிப் பூவை நான்கு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை நீண்டு சூல் தண்டுடையன, இடைநிலைச் சூல் தண்டுடையன, போலியான குட்டைச்சூல் தண்டுடையன, மெய்யான குட்டைச்சூல் தண்டுடையன எனப்படும். நீண்ட, நடுத்தரச் சூல் தண்டுடைய பூக்களில் சூலகங்கள் சற்றுப் பருத்துக் காணப்படும். இவ்வகைப் பூக்களே காயாகின்றன. போலிக் குட்டை, உண்மைக் குட்டை, சூல் தண்டுடைய பூக்களில் காய் பிடிப்பதில்லை. அண்மைக் காலத்தில் வளர்ச்சி ஊக்கிகள் (plant regulators) மூலமாகக் காய்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கப்படுகிறது. பாராகுளோரிக் ஃபினாக்சி அசெட்டிக் அமிலம் 2,4-டைகுளோரோஃபினாக்சி அசெட்டிக் அமிலம் நாஃப்தலின் அசெட்டிக் அமிலம் போன்றவை பயன் தரக் கூடியவை.

கலப்புயிர் வீரியம் (hybrid vigour). கலப்புயிர் வீரியம் மிகுவிளைச்சலைத் தருவதோடு காலத்திற்கு முன்னரும் பயன் தருகிறது. மேலும் பூச்சி, நோய், காலநிலைக் கோளாறு போன்றவற்றைத் தாங்கும் ஆற்றலுடையது. பிற காய்கறிப் பயிர்களை ஒப்பிட்டு நோக்கும்போது கத்தரியில் கலப்புயிர் வித்துகளைப் பெருக்குவதில் செலவு குறைவாகும்.

விதை உற்பத்தி. கத்தரி தன்மகரந்தச்சேர்க்கையால் இனப்பெருக்கம் செய்யும் பயிராகும். இருப்பினும் பூச்சிகள் மூலம் ஓரளவுக்கு அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையும் ஏற்படுகிறது. இனத்தையும் பருவத்தையும் பொறுத்து அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை விகிதம் வேறுபடுகிறது. ஆகையால் விதைகளுக்காகப் பயிர் செய்யும் போது அயல் மகரந்தச்சேர்க்கையில் இனக்கலப்பு ஏற்படாமல் தடுக்க வேறுபட்ட இனங்களை 50-100 மீட்டர் இடைவெளி விட்டு நடுவது நல்லது. செடிகளிலேயே நன்றாகப் பழுத்த பின்னரே காய்களை அறுவடை செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு பறித்த காய்களின் மேல்தோலை உரித்துவிட்டு விதையோடு கூடிய சதைப்பகுதி சிறு சிறு துண்டுகளாக்கப்படும். விதைகள் சதையிலிருந்து பிரியும் வரை நீரில் ஊறவைக்கப்படும். ஓர் இரவு முழுதும் இவ்வாறே வைத்து மறுநாள் விதைகளைப் பிரித்தல் வேண்டும். பிரித்தெடுக்கப்பட்ட விதைகளை நீரில் போட்டுப் பார்த்தால் அவற்றில் சில மிதக்கும். சில மூழ்கி விடும். மிதக்கும் விதைகளை ஒதுக்கி விட்டு மற்றவற்றைத் திரட்டி நிழலில் உலர வைத்த பின் சேமிக்க வேண்டும்.

நோய்கள். நாற்றுப் பருவத்தில் இருக்கும்போது ஃபைட்டோப்தோரா அல்லது பித்தியம் என்னும் பூசணங்களால் நாற்றழுகல் நோய் ஏற்படுகிறது. இப்பூசணங்கள் நிலத்திலேயே வாழக்கூடியவை. இவற்றின் தாக்கத்திற்குள்ளான நாற்றுகள் நாளடைவில் கருக, செடியே அழிந்து விடும். நாற்றுகளை நுண்ணுயிர்நீக்கம் செய்தலும், விதைகளைப் பூசணக் கொல்லிகளில் நன்றாக நனைத்த பின்பு விதைத்தலும் நோயைக் கட்டுப்படுத்தும் வழிகளாகும்.

ஃபோமாப்சிஸ் இலைப்புள்ளி நோய். ஃபோமாப்ஸிஸ் வெக்சான்ஸ் (phomopsis vexans) என்னும் பூசணத்தால் ஏற்படும் இது கத்தரிப் பயிருக்கு ஏற்படும் நோய்களில் முக்கியமானது. இது தரைமட்டத்துக்கு மேலுள்ள செடியின் அனைத்துப் பகுதிகளையும் தாக்கக்கூடியது. தாக்குதலுக்குள்ளான செடியின் இலைகளில் வட்டமான அல்லது நீள்வட்டமான பழுப்பு நிறப் புள்ளிகள் தோன்றும். செடியின் வயது அதிகரிக்கும்போது இந்தப் புள்ளிகள் ஒழுங்கற்ற வடிவமுடையவையாக மாறுகின்றன. நோயற்ற செடியிலிருந்து கிடைத்த விதைகளைப் பயன்படுத்துதல், விதைப்பதற்கு முன் பூசணக் கொல்லிகளைக் கொண்டு விதை நேர்த்தி செய்தல், நோய் தாங்கும் வலிமையுள்ள இனங்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயிர் செய்தல், நீண்ட பயிர் மாற்ற முறைகளைக் கையாளுதல், வாரம் ஒருமுறை வீதம் பயிருக்கு நாற்றங்காலிலும் நடவு வயலிலும் பூசணக் கொல்லிகளைத் தெளித்தல், 50°C வெப்பநிலையில் முப்பது நொடி வெந்நீர் மூலம் நேர்த்தி செய்தல் போன்றவை நோயைக் கட்டுப்படுத்தும் வழி முறைகளாகும்.

வாடல் நோய். இந்நோய் ஃபியூசாரியம் (*Fusarium*) ஓசோனியம் (*Ozonium*), வெர்ட்டிசில்லியம் (*Verticillium*) போன்ற பூசண வகைகளால் தோன்றுகிறது. இலைகள் மஞ்சள் நிறமாக மாறுவது இந்நோயின் அறிகுறியாகும். செடியின் கீழ்ப்பகுதியிலுள்ள இலைகள் முதலில் மஞ்சள் நிறமாக மாறிய பிறகு பக்க நரம்புகளுக்கிடையேயுள்ள இலைப்பரப்பு, பழுப்பு நிறத்தை அடையும். நோய் தாக்கிய செடியின் தண்டை நேராகப் பிளந்து பார்த்தால் உட்புறத்தில் சாற்றுக்குழாய்த் தசை கறுப்பு நிறமாக இருப்பதைக் காணலாம். இந்தச் செடிகள் வளர்ச்சி குன்றி, இளம் பருவத்திலேயே அழிந்து விடுகின்றன. நோய் தாங்கும் ஆற்றலுடைய இனங்களைப் பயிர் செய்தல், நீண்ட பயிர்மாற்ற முறைகளைக் கையாளுதல், அவ்வப்போது பூசணக் கொல்லிகளைச் செடிகளுக்குத் தெளித்தல் போன்ற முறைகளால் நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம்.

சிற்றிலை நோய். இந்த நோய் மைகோபிளாஸ்மா போன்ற உயிரியால் உண்டாகிறது. செடிகள் ஆறு வாரம் வளர்ந்தபின் இந்நோய் தோன்றக்கூடும். இந்நோயின் முக்கிய அறிகுறியாக இலைகள் மிகவும் சிறியனவாகவும், வெளுத்தும் காணப்படும். இலைக் காம்புகள் சிறுத்தும், இலைகள் மெலிந்தும், முள்ளில்லாமலும் காணப்படும். செடிகள் குட்டையாகி விடும். கணுக்களில் மிகவும் சிறிய இலைகள் தோன்றி அடர்த்தியான தோற்றத்தை அளிக்கும். பொதுவாக, தாக்கமுற்ற செடிகள் மலட்டுத் தன்மையை அடைகின்றன. பூக்களின் பகுதிகள் இலைகள் போன்று பச்சையாக மாறுகின்றன. தத்துப்பூச்சுகளால் (*Hishimonus Phycitis*) இந்த நோய் செடிக்குச் செடி பரவும். அனைத்து வகைக் களைச் செடிகளை அகற்றி அழித்தும் தத்துப்பூச்சிகளைக் கட்டுப்படுத்த 0.05% நுவக்ரான் அல்லது 0.03% ரோகர் பூச்சிக் கொல்லிகளைப் பயன்படுத்தியும் நோய் பரவுவதைத் தடுக்கலாம்.

தேமல் நோய்கள். புகையிலைத் தேமல் நச்சுயிரி போன்றவையால் கத்தரியில் தேமல் நோய் தோன்றக் கூடும். நோய் தாக்கப்பட்ட செடிகளின் இலைகளில் மஞ்சளும் பச்சையும் கலந்த பகுதிகள் காணப்படும். நோய்த் தாக்குதல் கடுமையாகும்போது இலைகளில் குழிகள் போன்ற பகுதிகள் தோன்றும். இலைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று உராய்வதால் நோய் செடிக்குச் செடி பரவும். வெள்ளரித் தேமல் நோய் அசுவணிப் பூச்சிகளின் மூலம் (*Aphis gossypii, A. craccivora*) பரவுவதால் பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகளைப் பயன்படுத்தி நோய் பரவுவதைத் தடுக்கலாம்.

எப்பிலாக்னா வண்டு. இந்த வண்டு வெண்கல நிறத்திலிருந்து சிவப்பு நிறம் வரை பல வண்ணங்களைக் கொண்டது. அளவில் சிறியதாக, முதுகுப்புறம் உயர்ந்து வளைந்த இளம் மஞ்சள் நிறமுள்ள இதன் புழுக்கள் மயிருடன் காணப்படும். பூச்சி தாக்கிய தொடக்கத்திலேயே தாக்கமுற்ற இலைகளையும், பூச்சிகளையும் அழித்து விட வேண்டும். செடியின் வளர்ச்சிப் பருவத்தைப் பொறுத்து ஹெக்டேருக்கு 20 கிலோ கிராம் வீதம் 5% BHC தூளைத் தூவலாம்.

சிறப்பு உண்ணி. சிறிய உருவமுடைய இந்தப் பூச்சிகள் இலைகளின் சாற்றை உறிஞ்சுகின்றன. இந்த உண்ணி தாக்கினால் செடிகள் மஞ்சள் நிறமாகத் தோற்றமளிக்கின்றன. இலைகளின் மேல் சிலந்தி வலைகளும் காணப்படும். ஆரமைட் அல்லது மாலத்தியான் (0.02%), ஃபாலிடால் (0.03%) போன்ற பூச்சிக்கொல்லிகளைத் தெளித்து இவற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம். அசுவணிப்பின்னல்வண்டு, தத்துப் பூச்சிகள் போன்றவை கத்திரியைத் தாக்கும் பிற பூச்சி வகைகளாகும்.

- இரா. துரை

நூலோதி. கோ. ரா. முத்துக்கிருஷ்ணன் & சிவ. சுந்தரராஜன், காய்கறிச் சாகுபடி, நியூ செஞ்சரி புக் ஹவுஸ், பிரைவேட் லிமிடேட், சென்னை, 1983; பெ. நாராயணசாமி & கோ. அர்ச்சுணன், பயிர்களைத் தாக்கும் நச்சுயிர் மைக்கோபிளாஸ்மா நோய்கள், நியூ செஞ்சரி புக்ஹவுஸ் பிரைவேட் லிமிடெட், சென்னை, 1980; B. Choudry, *Vegetables*, National Book Trust of India, New Delhi, 1972.

கத்தரி மூக்குப்பறவை

இது நீண்ட இறக்கைகள் கொண்ட கடற் பறவையாகும். நீண்ட தொலைவு பறக்கக்கூடியது. அலகு

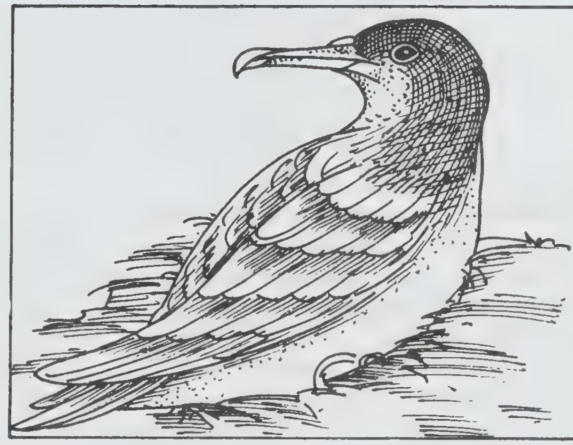
பல வலிய தகடுகளால் ஆனது. இது பெரிய தலை, நீண்ட கழுத்து, குட்டையான கால்கள் கொண்டது. கால்கள் உடலின் பின்பகுதியில் இணைந்து காணப் படும். கட்டை விரல்கள் இல்லை. எஞ்சிய மூன்று விரல்களும் விரலிடைச் சவ்வினால் (web) இணைந்து நீரில் நீந்துவதற் கேற்றதகஅமைவு உடையது. மீன், மெல்லுடலிகளில் ஒருவகையான கணவாய் மீன் (cuttle fish) போன்றவை இதன் உணவு ஆகும். உணவைப் பிடிப்பதற்கு நீண்ட இறக்கைகளை அசைக் காமல் நீரில் திடீரென்று மூழ்கித் தத்தித் தத்திச் செல்லும் நீர்தத்திப்புள் ஆகக் கருதப்படுகிறது. உண் மையான கத்தரி மூக்குப்பறவை (puffin, shear water) புரோசில்லேரி பார்மஸ் வரிசையில் புரோசில்லேரிடே குடும்பத்தில் பஃபினஸில் இனத்தில் இடம் பெறும். 12-17 சிறப்பினங்களில் கத்தரி மூக்குப்பறவைகள் இடம்பெறுகின்றன. இது ஏறத்தாழ 35-65 செ.மீ. நீளமுடையது.

இப்பறவைகள் கடற்கரைப் பாறைகளிலும், கடற்கரைக்கப்பாலுள்ள தீவுகளிலும் பாறைப்பள்ளங் களிலும் கூடுகள் அமைத்துக் கூட்டம் கூட்டமாக வாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டத்திலும் ஆயிரக் கணக்கான ஆண் பெண் பறவைகள் காணப்படும். பாறைத் துளைப்பகுதிக்குள் செல்லும்போதும், வெளிப்படும்போதும், இவை எழுப்பும் ஒலி காதைச் செவிடாக்கும் தன்மையுடையது. பெண் பறவை ஒரு தடவைக்கு ஒரு முட்டைதான் இடும். ஆண், பெண் இரண்டும் குஞ்சுகளைப் பேணும்.

பெருமளவில் பரவிக் காணப்படும் கத்தரி மூக்குப் பறவைகள். சூட்டிக் கத்தரி மூக்குப்பறவையின் (sooty shear water-puffinus griseus) நீளம் 50 செ.மீ. இறக்கைகள் விரிந்த நிலையில் 85 செ.மீ. நீள முடையது. இவை ஆஸ்திரேலியா, நியூசிலாந்து, தென் அமெரிக்காவின் தென்பகுதி ஆகிய பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. குளிர் காலங்களில் அட்லாண்டிக், பசிபிக் கடற்கரைக்கப்பால் காணப் படுகின்றன.

பஃபினஸ்-பஃபினஸ் என்பது பொதுவாகக் காணப்படும் மற்றொரு கத்தரி மூக்குப் பறவையாகும். இதன் நீளம் ஏறத்தாழ 30-37 செ. மீ. ஆகும். இவை பல உள் பிரிவுகளாகப் (races) பிரிந்து காணப்படுகின்றன. வட அட்லாண்டிக் பகுதியிலுள்ள சில பிரிவுகளாவன; பஃபினஸ் பஃபினஸ் பஃபினஸ், பஃபினஸ் பஃபினஸ் நிவெல்லி. இவை ஹவாய்த்தீவுப் பகுதியிலும், மத்தியதரைக்கடல், நியூசிலாந்து கடற் பகுதி ஆகியவற்றிலும் காணப்படுகின்றன.

மெலிந்த அலகுடைய அல்லது குட்டைவால் கத்தரி மூக்குப்பறவை ஆஸ்திரேலியாவில் டஸ்மிசு பறவை என்றும் அலாஸ்காவில் திமிங்கலப் பறவை என்றும் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் நீளம் ஏறத்தாழ 40 செ. மீ. ஆஸ்திரேலியா, டாஸ்மேனியாப் பகுதி



யில் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. எஞ்சிய காலங் களில் பசிபிக் கடற்பகுதியில் சுற்றித் திரியும். ஜப்பான் நாட்டுக் கடற்கரை வரை காணப்படும்.

கத்தரி மூக்குப்பறவைகள் இறைச்சிக்காகவும், எண்ணெய்க்காகவும் பெருமளவில் பிடிக்கப்படு கின்றன. கத்தரி மூக்குப் பறவைகள், குடும்பம் அல்சிடேயில், ஆக்ஸ் முர்ரல்கள், பஃபின்கள் ஆகிய கடற் பறவைகளுடன் இடம் பெறுபவை. இவற்றிற்கு வாத்துப் போன்ற உடல் அமைப்பு (குறிப்பாகக் கால்கள்) காணப்பட்டாலும், அலகு மட்டும், வாத் தின் அலகை ஒத்திராமல் கூர்நுனியைப் பெற்றிருக் கும்.

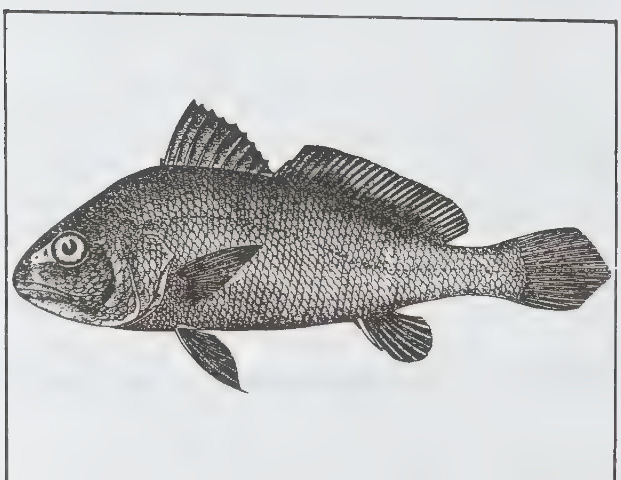
- அ. சங்கரன்

கத்தாளை மீன்

தமிழ்நாட்டுக் கடலிலும், இந்தியாவின் பிற பகுதி களிலும் கத்தாளை மீன்கள் காணப்படுகின்றன. இந்தியக் கடற்கரையோரப் பகுதிகளில் 35 வகையான கத்தாளை மீன்களைக் காணலாம். இந்தியாவில் பிடி படும் மீன்களில் 7% இம்மீன்களேயாகும். இந்த மீன் களைப் பொதுவாக முரசொலி மீன்கள் (drummers) என்றும் குறிப்பர். பிடிபட்ட பிறகு இம்மீன்கள் முரசு போன்ற ஒலியை உண்டாக்குவதால் இப்பெயர் ஏற்பட்டுள்ளது.

ஏறக்குறைய ஒன்றரை மீட்டர் வளரக்கூடிய பெரிய கத்தாளை மீன்களும் உண்டு. மகாராஷ்ட்ர, வங்க மாநிலக் கடல்களில் இவை பெரிதும் காணப்படு கின்றன. இம்மீன்களின் வயிற்றின் அடியில் பெரிய காற்றுப் பை (air bladder) உண்டு. இவற்றின் உதவி யால் இந்த மீன்கள் மிதக்கின்றன. தமிழ்நாட்டில் காணப்படுகின்ற கத்தாளை மீன்களில் மிக இயல் பாகக் காணப்படுவது வாய்க்கத்தாளை எனப்படும்

பென்னாபியா மேக்ரோல்தால்மஸ் (*pennabia macrophthalmus*) ஆகும். இம்மீன்கள் 30 செ.மீ வரை வளரக் கூடும். ஒரு மீட்டர் நீளம் வரை வளரக்கூடிய கூரல் புரோட்டோனிபியா டைகாந்தஸ் (protonibea diacanthus) எனப்படும் கத்தாளை வகையைச் சேர்ந்த மீன்களும் கடற்கரைப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. கோத் எனப்படும் ஓட்டோலிதாப்டஸ் பையாரிட்டிஸ் (*Otollithoides Biaritis*) என்னும் மீன்க்ள் மகாராஷ்ட்ரம், குஜராத் கடற்கரைப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. பெரிதாக வளரும் கத்தாளை மீன்களின் காற்றுப்பையை எடுத்துக் காயவைத்து அதை அயல் நாட்டுக்கு ஏற்றுமதி செய்கின்றனர். இந்தக் காற்றுப் பைகள் மதுவைத் தூய்மை செய்யப் பயன்படுகின்றன. இவை இந்தோனேஷியா, மலேஷியா, சிங்கப்பூர் ஆகிய நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்யப் படுகின்றன.



இந்த மீன்களைப் பெருமளவில் எந்திரப் படகுகளைக் கொண்டு இழு வலை (trawl net) மூலம் பிடிக்கின்றனர். இம்மீன்கள் கடலில் காணப்படும் சிறு மீன்களையும் இரால் மீன்களையும் உணவாகக் கொண்டு வளரும். இவை ஓர் ஆண்டில் கருத்தரித்து ஏறக்குறைய நாற்பது ஆயிரம் முட்டைகளையிட்டுத் தன் இனத்தைப் பெருக்குகின்றன. இவை இனப் பெருக்கம் செய்யும் காலம் மார்ச்- ஏப்ரல் மாதங்களாகும்.

- ஆர். எஸ். லால்மோகன்

கத்தி மீன்

இம்மீன்கள் கத்திபோல் காணப்படுவதால் இப்பெயர் பெற்றன. இவை கடல்நீரில் வாழ்வன. கத்திமீன்கள் சென்டிரிசிடே குடும்பத்தைச் சார்ந்தவையாகும். இவை ஆம்ஃபிசைல் என்னும் பேரினத்தில் ஸ்குடேட்டா என்னும் இனத்தைச் சார்ந்தவையாகும்.

பொதுப் பண்புகள். இவற்றில் உண்மையான செவுள்களுக்குப் பதில் மாறுபட்ட போலிச் செவுள்களே (pseudobrancheae) காணப்படுகின்றன. செவுள் துளைகள் சற்று அகலமானவை. இம்மீன்களின் உடல் நீண்டு அகலக் கட்டையாகவோ மிக அழுத்தமாகவோ காணப்படும். மண்டையோட்டின் முன் எலும்புகள் நீண்ட குழாய் போன்ற அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. இதன் நுனியில் சிறிய வாய், பற்களின்றிக் காணப்படுகிறது. மார்பின் ஒரு பகுதி கடினமான அமைப்புகளாக விளங்குகிறது. இரண்டு முதுகுத் துடுப்புகளில் முதல் துடுப்புச் சிறியதாகவும், கடின முள் கொண்டதாகவும் காணப்படும். இரண்டு முதுகுப்புறத் துடுப்புகளும் மிகவும் பின்னோக்கி அமைந்தவாறு காணப்படுகின்றன. வயிற்றுப்புறக் கீழ்த்துடுப்புகள் நன்கு வளர்ச்சியில்லா நிலையில் முள்ளற்றுக் காணப்படுகின்றன. உடலின் மேற்பரப்பில் செதில்கள் காணப்படுவதில்லை; செதில்கள் இருப்பினும் அவை சிறியனவாக உள்ளன. உடற்பரப்பு, சாதாரணமாகவே எலும்புத்தன்மை கொண்டுள்ளது. உடலில் பெரிய காற்றுப்பைகள் உள்ளன.

வாழிடம். கத்திமீன்கள் இந்தியக் கடல்களிலிருந்து சீனக் கடல் வரை காணப்படுகின்றன. தமிழகத்தில் சென்னைப் பகுதியில் வங்காள விரிகுடாவில் இம்மீன்கள் வாழ்கின்றன.

உடல் அமைப்பு. வலிமையான மருங்கில் அமுக்கப்பட்ட உடலைக் கொண்டுள்ளது. தலையின் முற்பகுதி நீண்ட குழல் போன்ற மூக்காக மாறுபட்டுள்ளது. உடல் மேல் பகுதியின் கடின அமைப்புகள் பின்னோக்கி நீண்ட முள்களாக முடிவடைகின்றன.

முதல் முதுகுத் துடுப்பிற்குப் பின் மூன்று முள்களும் இரண்டாம் முதுகுத் துடுப்பிற்குப் பின் மூன்று முள் களும் காணப்படுகின்றன. வால் துடுப்பு மலப் புழைக்குப்பின் காணப்படுகின்றது. வயிற்றுப் பகுதி யின் மூன்றாம் விலா எலும்பிற்குக் கீழ்ப்பகுதியில் நன்குவளரா நிலையில் வயிற்றுத்துடுப்புகள் காணப் படுகின்றன.

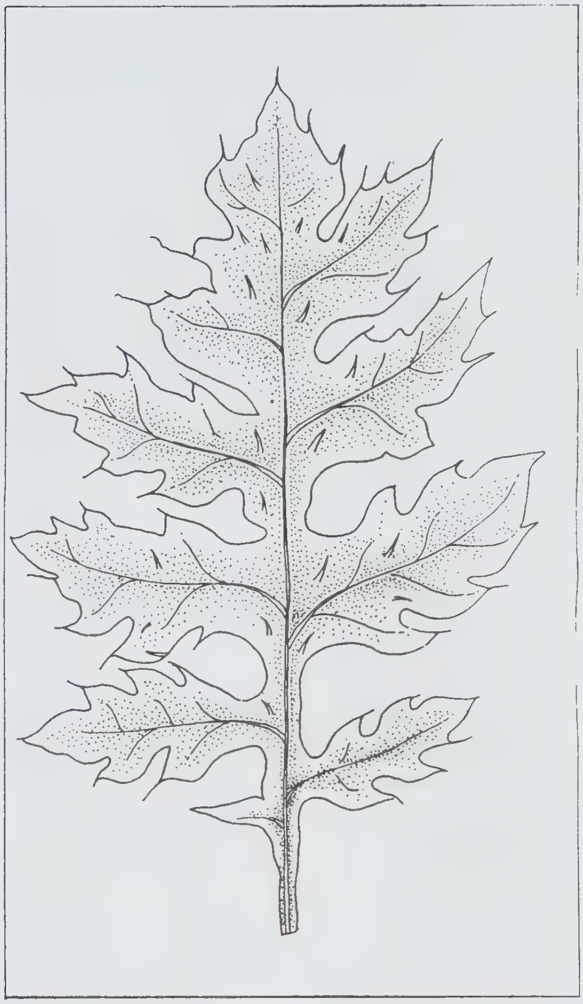
உடல் நிறம். வெளுத்த அல்லது வெள்ளி ரசம் பூசப்பட்டது போன்ற நிறத்தையோ வெண்மை யான உடலில் ஆங்காங்கே ஊதா நிறத்தையோ கொண்டிருக்கும்.

பெற்றோர் பாதுகாப்பு. கத்தி மீன்கள் தங்கள் முட்டைகளைப் பாதுகாக்கச் சிறப்பான உருவ மாறுபாடுகளைப் பெற்றுள்ளன. ஆண் கத்தி மீன் களே பாதுகாப்பமைப்பினைக் கொண்டுள்ளன. வால் பகுதியில் நீண்ட பை காணப்படுகிறது. வால் பகுதியின் இருமடிப்புத் தோல்கள் நடுக்கோட்டில் இணைவதன் மூலம் இப்பைகள் உருவாகின்றன. இப்பைகளில் முட்டைகள் செல்லும் விதத்தை அறிய இயலவில்லை. இப்பைகளுக்குள் பொரித்த குஞ்சுகள் சிறிய விலாங்கு மீன்களைப் போன்று காணப்படு கின்றன. இவை பை மடிப்புகளைப் பிரித்துக் கொண்டு வெளி வருகின்றன. பொதுவாக இச்சிறிய கத்தி மீன்கள் மிகக் குறைவாகவே நீந்தவல்லவை.

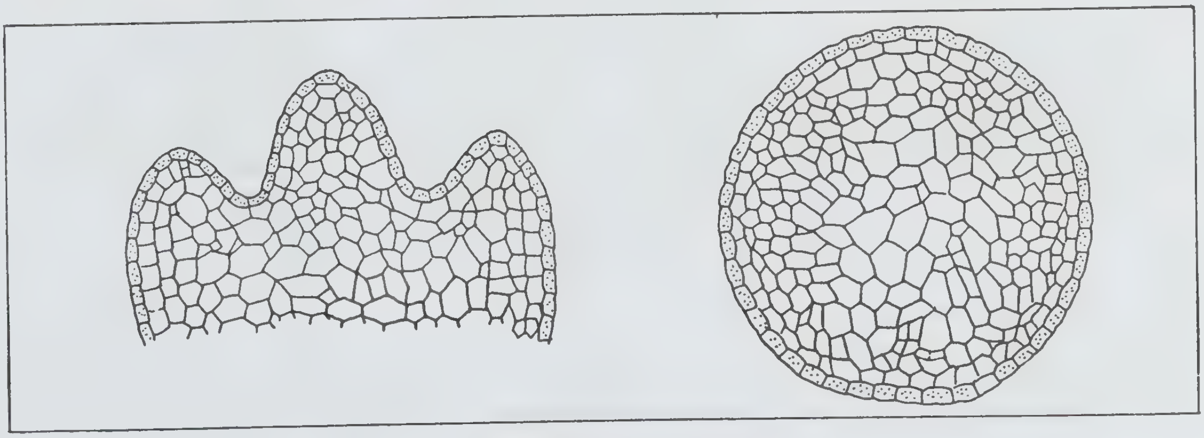
- கி. வாசுதேவன்

கதம்ப உரு

உயிரினங்களின் உறுப்புகளில் உள்ள சில பகுதிகளில் திடீரென்று சில மாற்றங்கள் நிகழும். இதற்கு உடல் சடுதிமாற்றம் (somatic mutation) என்று பெயர். இதன் விளைவாக ஒரு சிறு பகுதி ஏனைய பகுதியை விட மாறுபட்டுக் காணப்படும் நிலையே கதம்ப உரு



படம் 1. பகுதிக் கதம்பஉரு



விளிம்பு வட்டக் கதம்பஉரு

(chimera) எனப்படும். இது பகுதிக் கதம்பஉரு (sectoral chimera), விளிம்பு வட்டக் கதம்பஉரு (periclinal chimera), மிகைக் கதம்பஉரு (hyper chimera), குரோமோசோம் கதம்பஉரு (chromosome chimera) என நான்கு வகைப்படும்.

பகுதிக் கதம்ப உரு. ஓர் உறுப்பில் மரபியலால் மாறுபட்ட திசுக்கள் காணப்படுகின்றன. நெல்லின் சில பூ வகைகளில் இளஞ்சிவப்பு உமியும், பச்சை நிற உமியும் உள்ளன. இவற்றைக் கலப்புச் செய்து பார்த்தபோது ஒரே மஞ்சரியில் சில பூக்கள் இளஞ் சிவப்பு நிறமாகவும், வேறு சில பச்சையாகவும் இருந்தன. நெல், சோளம், கம்பு ஆகியவற்றின் தண்டு, இலைகளில் பச்சை, வெள்ளைப் பகுதி போன்றவற்றில் கதம்ப உருக்களைக் காணலாம். கண்டங்கத்தரி, மணித்தக்காளி ஆகியவற்றைக் கலந்த போது அவ்வின இலையில் ஒரு பகுதி கண்டங்கத் தரியைப் போலவும், மறுபகுதி மணித்தக்காளியைப் போலவும் இருந்தது.

விளிம்பு வட்டக் கதம்ப உரு. மரபியலால் மாறு பட்ட இரு திசுக்கள் ஒன்றையொன்று அடுத்து இரு வட்ட வடிவத்தில் காணப்படுகின்றன. தக்காளி, மணித்தக்காளிகளைக் கலந்தபோது, தக்காளியைப் போலப் பூக்களும் கனிகளும் மணித்தக்காளியைப் போல் இலைகளும் மயிரும் காணப்பட்டன.

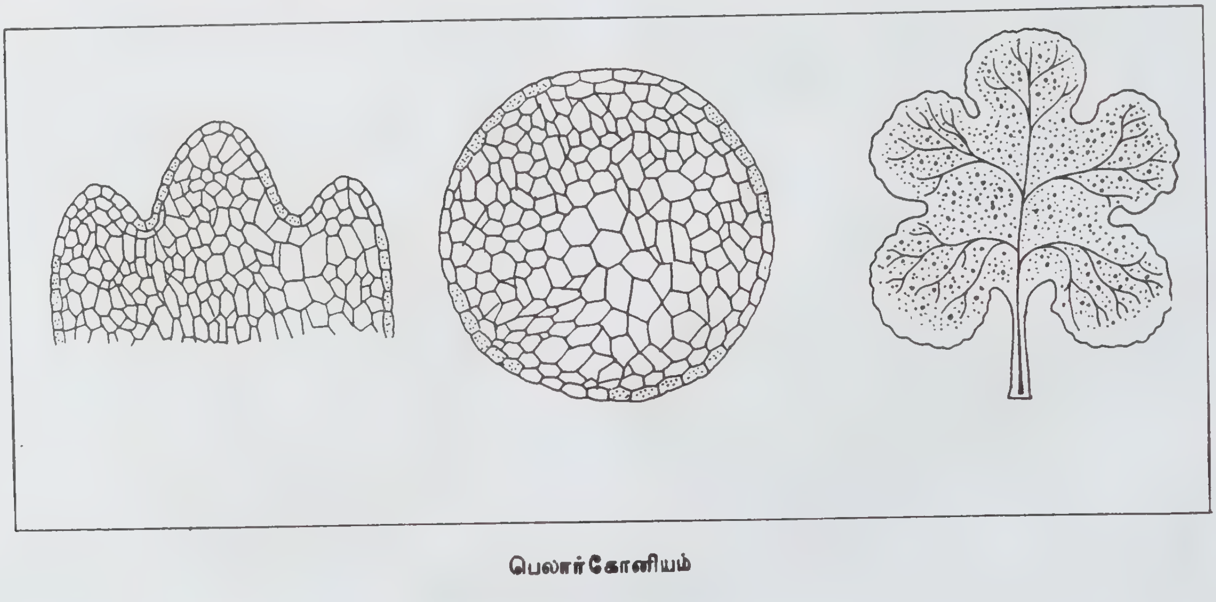
பெலார்கோனியம். இலையின் விளிம்பு வெள்ளை யாகவும், உள்பகுதி பசுமை நிறமாகவும் காணப் படுவது மற்றோர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

மிகைக் கதம்ப உரு. மேலே கூறிய இருவகைக் கதம்பஉருக்களிலும் மரபியலால் மாறுபட்ட திசுக்கள் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் தனித்தனியாகக் காணப்படு கின்றன. ஆனால் மிகைக் கதம்பஉருவில் மரபியலால் மாறுபட்ட திசு வகைகள் பிரித்துணர முடியாதவாறு ஒன்றுடன் ஒன்று விரவிக் காணப்படுகின்றன.

குரோமோசோம் கதம்பஉரு. வேர் நுனியிலுள்ள செல் சிலவற்றில் இருமயச் (diad) செல்களும், வேறு சிலவற்றில் நான்குமயச் (tetrad) செல்களும் கலந்து காணப்படுகின்றன.

ஆய்வு முறையில் உண்டாக்கப்பட்ட சில கிளை முழுதும் இருமயமாகவும் நான்கு மயமாகவும் அல்லது இருமய ஒருமயமாகவும் காணப்பட்டன. சோர்கம் ஹேலெபென்ஸ் என்னும் 40 குரோமோசோம் களுடைய சோளப்பயிரில் 20 குரோமோசோம் களுடைய கிளை உண்டாயிற்று. 40 குரோமோசோம் கிளைகள் மெல்லியவை; இலைகள் குறுகலானவை. 20 குரோமோசோம்கள் உள்ள கிளைகள் தடித்த தண்டுகளுடன் அகன்ற இலைகளைப் பெற்றிருக்கும்.

மிளகாய் விதைகளில் பல மயங்களை உண்டாக்கு வதற்காகக் கால்சிஸின் (colchicine) பயன்படுத்தப் பட்டது. இவ்விதைகளை முளைக்க விட்டதில் 244 செடிகள் உண்டாயின; அவற்றுள் 54 நான்குமயங் களாகவும், 4 செடிகள் விளிம்பு வட்டக் கதம்பஉரு வுடனும் காணப்பட்டன. இந்த நான்கு செடிகளின் புறத்தோல் செல்கள் நான்குமயமாகவும், மகரந்தங் கள் இருமயமாகவும் இருந்தன. விளிம்பு வட்டக் கதம்பஉருப் பெற்ற செடிகளின் புறத்தோல் செல்கள் நான்குமயமாகவும், மகரந்தங்கள் இருமயமாகவும் இருந்தன. விளிம்பு வட்டக் கதம்பஉருப் பெற்ற செடிகளின் புறத்தோல் செல்களில் மட்டும் நான்கு மயக் குரோமோசோம்கள் அமைந்திருந்தன. அதற்குக் கீழேயுள்ள செல்கள் (sub-epidermal cells) இருமயங்களாக இருந்தமையால் அவை இயல்பான செடிகளாகவே காணப்பட்டன. இவற்றிலிருந்த



பெலார்கோனியம்

இணைவிகள் இயல்பானவையாக இருந்தமையால், இவை இணைந்து உண்டான இனங்களும் இயல்பான இருமயங்களாக இருந்தன.

கதம்பஉரு அமைந்த தாவரங்களின் இனங்களிலும் கதம்ப உருப்பண்பு அமைந்திருப்பதில்லை. ஏனெனில், இணைவிகள் புறத்தோல் செல்களுக்குக் கீழேயுள்ள செல்களிலிருந்து உண்டாவதால், அவை இயல்பான இணைவிகளைத் தோற்றுவித்து, இயல்பான பண்புகளுடன் கூடிய இனங்களையே உண்டாக்குகின்றன. வேர்த்துண்டுப் பதியன்களால் (root cuttings) பெருக்கம் செய்யும் தாவரங்களின் பண்புகள் உள்ளிடைத் திசுக்களின் மரபியல் பண்புகளை ஒத்துள்ளன. ஏனெனில், வேர்கள் எப்போதும் அகத்தோன்றிகளாகவே உள்ளன. மிகைக் கதம்பஉருக்களில் விதைகள், வேர்த்துண்டுப் பதியன்கள் மூலமாகப் பெருக்கம் செய்யப்படும்போது, இனங்களும் மாறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.

- கே.ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

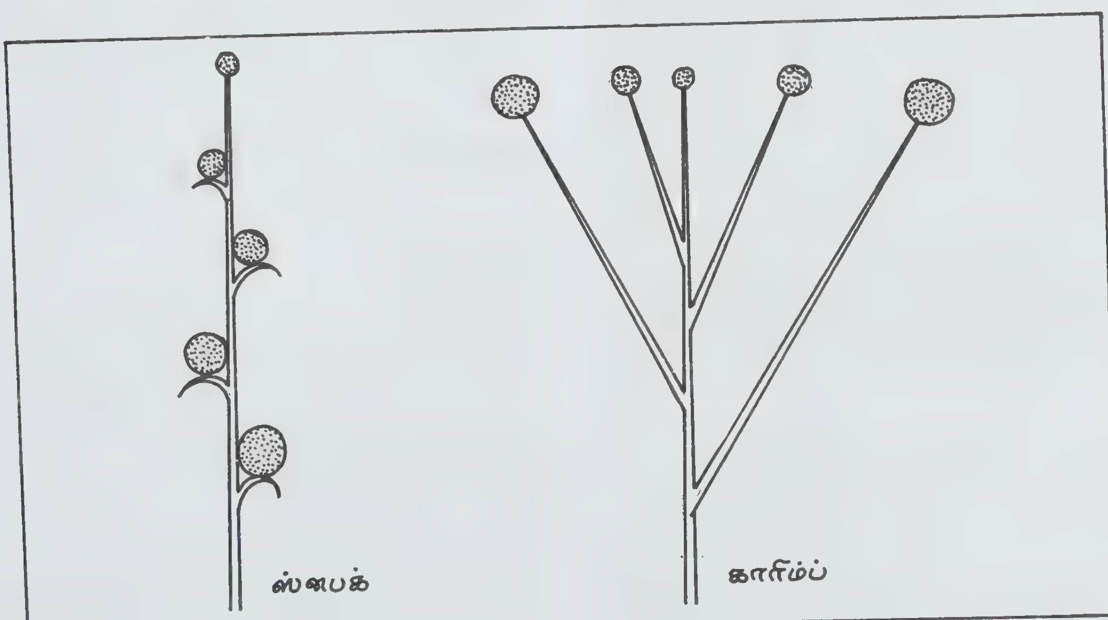
கதிர்

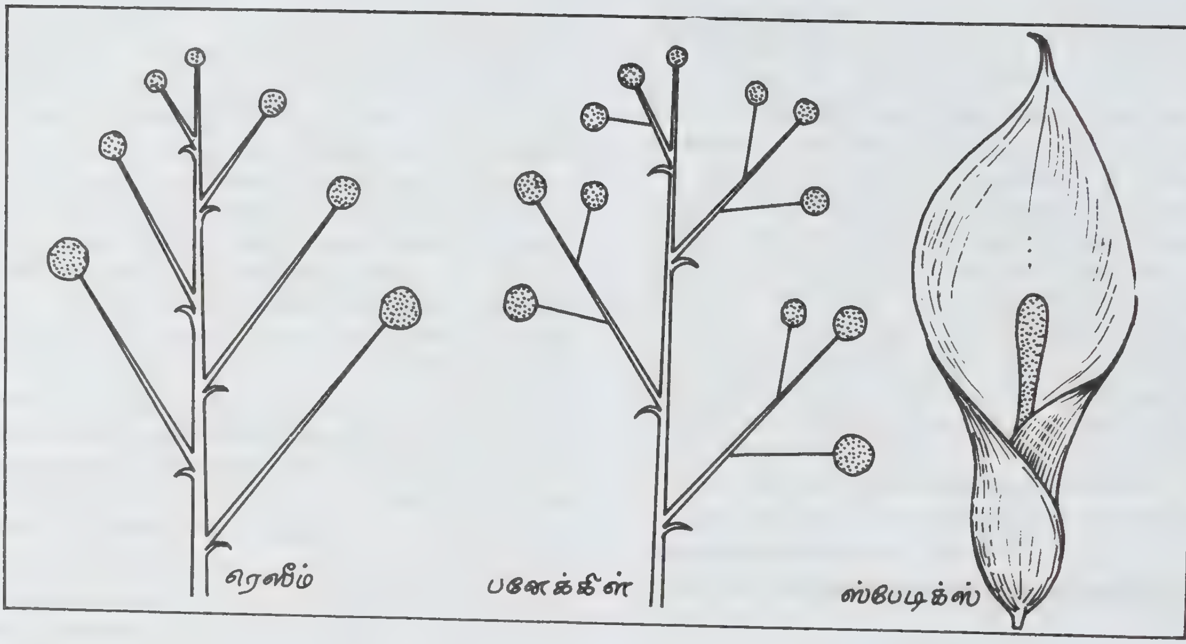
கதிர் (spike) மஞ்சரி, நுனிவளர் மஞ்சரித் தொகுதியைச் (racemose) சேர்ந்தது. அதாவது இம்மஞ்சரியில் உள்ள பூக்கள் அடிமுதல் நுனி நோக்கிய வரிசையில் (acropetal succession) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மஞ்சரித் தண்டின் அடிப்பகுதியில் உள்ள பூக்கள் முதிர்ந்தவை; நன்கு மலர்ந்தவை; நுனிப்பகுதியில் உள்ள பூக்கள் முதிராத அரும்புகளாக இருக்கும். மஞ்சரித் தண்டின் அடியிலிருந்து நுனி வரையிலும் உள்ள பூக்களை ஒரு வட்டத்தின் விட்டத்தில் வரிசையாக அமைப்பதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். அவ்விதம் அமைத்தால் வட்டத்தின் விட்டத்தில் உள்ள விளிம்புப் பகுதியில் முதிர்ந்த பூக்களையும், மையப் பகுதியில் அரும்புகளையும் அமைக்கலாம். விளிம்புப் பூக்கள் முதலில் மலரும்; மையத்தில் உள்ள பூக்கள் பின்னர் மலரும். இவ்விதமாகப் பூக்கள் மலரும் முறைக்கு விளிம்பிலிருந்து மையம் நோக்கி மலரும் முறை (centripetal type of opening of flowers) என்று பெயர்.

கதிர் வகை மஞ்சரி மேலே விளக்கிய மஞ்சரியை ஒத்தது. ஆனால் இதன் பூக்கள் காம்பற்றவை. இவை மஞ்சரித்தண்டில் பூவடிச் செதில்களின் கோணங்களிலிருந்து தோன்றும். எ.கா. நாயுருவி (*Achyranthus aspera*) மிளகு (*piperlonga*), செலோசியா (*celosia*).

கூட்டுக்கதிர் மஞ்சரி (compound spike). மஞ்சரித் தண்டு பல கிளைகளாகப் பிரிந்து, அவற்றின் நுனியில் பல கதிர் வகை மஞ்சரிகள் அமைந்திருக்கும் வகை, கூட்டுக்கதிர் மஞ்சரி எனப்படும். எ. கா. முள்கீரை (*Amaranthus spinosus*).

சிறுகதிர் மஞ்சரி (spikelet). ஒருவித்திலைத் தாவரத் தொகுதியுள் புல் குடும்பத்திலும் (gramineae), கோரைக் குடும்பத்திலும் (cyperaceae) உள்ள மஞ்சரிகள் கதிர் வகையைச் சேர்ந்தவை. ஆனால் இவ்வகையில் ஒரு சில பூக்களே காணப்படும். எனவே இவை சிறுகதிர் மஞ்சரி எனப்படும்.





புல் குடும்பத்தின் சிறு கதிர் மஞ்சரி. இக்குடும்பத்தில் உள்ள சிறுகதிர் மஞ்சரியில் உள்ள மஞ்சரித்தண்டு ராச்சில்லா (rachilla) எனப்படும். இதன் தொடக்கத்தில் உள்ள சில பூவடிச் செதில்கள் வளமற்றவை. அவை வளமில்லா குளும்கள் (sterile glumes) எனப்படும். கதிர் சிறு மஞ்சரியின் நுனியில் உள்ள சில குளும்களும் பூக்களில்லாமல் வளமற்றவையாக இருக்கும். இடையில் உள்ள சில குளும்களும் வளமுடையவை; அதாவது அவற்றின் கோணத்தில் பூக்களைப் பெற்றிருக்கும். அவை லெம்மா எனப்படும். லெம்மாபின் கோணத்தில் சிறு காம்பற்ற ஒரு பூ உண்டு. இதற்குப் பேலியா (palea) என்னும் பூக்காம்புச் செதில் உண்டு பேலியாவின் கோணத்தில் பூ உள்ளது. பூவில் இதழ்கள் உருவிலும், அளவிலும், எண்ணிக்கையிலும் குறைந்து காணப்படும். பொதுவாக இரு பிசிறுகளாகவோ, இரு சிறு புள்ளிகளைப் போன்ற உருவம் உடையவையாகவோ இருக்கும். இவற்றிற்கு லாடிகூல்கள் என்று பெயர். பூவில் 3 மகரந்தக் குழாய்களும், ஒரு சூலகமும் காணப்படும். சூலகத்தில் நீண்ட சூலகத்தண்டு, தூவிகளுடைய தூரிகை போன்ற கிளைத்த சூலகமுடி ஆகியவை காணப்படும்.

சைப்பிரேசீக் குடும்பத்தின் சிறுகதிர் மஞ்சரி. இக்குடும்பத்தில் உள்ள சிறு கதிர் மஞ்சரிகள் கூட்டுச் சிறுகதிர் மஞ்சரிகளாக உள்ளன. அதாவது மஞ்சரிகள் கிளைத்த நுனிவளர் மஞ்சரியாகவோ (panicle), கிளைத்த கதிர்வகை மஞ்சரியாகவோ அமைந்து அத்தகைய கிளைகளின் நுனியில் சிறுகதிர் மஞ்சரிகளைப் பெற்றுள்ளன. எ. கா. சைபிரஸ். சிலவற்றில் கூட்டு மஞ்சரிகள் நுனிவளரா மஞ்சரி ஆகவும் (cymose type) இருக்கும். எ. கா: ரின்கோஸ்போரா.

மடல் கதிர் மஞ்சரி (spadix). கதிர் வகை மஞ்சரியில் உள்ளதைப் போன்ற காம்பற்ற பூக்கள் சதைப் பற்றுள்ள மஞ்சரித்தண்டில் அடிமுதல் நுனிநோக்கிய வரிசையில் பதிக்கப் பெற்றிருக்கும். மஞ்சரியில் உள்ள தனிப்பூக்களில் இதழ்கள் இல்லை. எனவே கவர்ச்சிக்கும், பாதுகாப்பிற்கும் மஞ்சரித்தண்டை முழுதுமாகவோ, குறைவாகவோ ஸ்பேத் (spathe) என்ற மடல் பூவடிச்செதில் மூடியிருக்கும். எ. டு. ஏராய்டேக் குடும்ப மஞ்சரிகள்.

- கே. ஆர். பாலசந்திர கணேசன்

கதிர்க்குருவி

இக்குருவி, பறவைகளில் மியூசிகபிடே குடும்பத்தின் உட்குடும்பமான சைல்வீனெ குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. வீட்டுத் தோட்டங்களிலும் வேலிச் செடிகளிடையேயும் 'ட்டீ... ட்டீ... ட்டீ...' எனக் குரல் கொடுத்தபடி தாவித் தாவிப் பறந்து இரை தேடும் தையல் சிட்டும் இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததே. கதிர்க்குருவிகள் (warblers) தையல் சிட்டைப் போன்ற மெலிந்து நீண்ட உடலும் கூரிய அலகும் தனியே இணைத்து வைத்தது போன்ற மேலும் கீழும் அசைந்தாடியபடி இருக்கும் குறுகிய நீண்ட வாலும் கொண்டவை. முகத்தில் சில குருவிகள் முள் மயிர்களைப் பெற்றிருக்கும். இந்தியாவில் காணப்படும் கதிர்க்குருவி

யின் உள்ளினங்கள் நூற்றுக்கு மேற்பட்டன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை இமயமலைத் தொடரை ஒட்டிய மேட்டு நிலங்களிலும் காடுகளிலும் பள்ளத்தாக்குகளிலும் திரிபவை. ஒருசிலவே தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகின்றன.

சில குளிர்காலத்தில் வடக்கேயிருந்து தென்னிந்தியாவிற்கு வலசை வருகின்றன. இவை உருவில் மிகச் சிறியனவாக இருப்பதாலும், பளப்பளப்பான வண்ணங்களின்றிப் பெரும்பாலும் வெளிர் பழுப்பும் சாம்பல்நிறக்கருப்பும் கொண்டிருப்பதாலும், அடர்த்தியான புல்லிடையேயும் புதர்களுக்கிடையேயும் ஒளி மிகுதியும் இல்லாத காலை, மாலையில் ஓரிடத்தில் அமராது தாவித்தாவிப் பறந்தபடி இரை தேடுவதாலும் கண்ணில் பட்டாலும் எந்த இனத்தைச் சேர்ந்தது எனக் கண்டுகொள்வது கடினம். இரை தேடும்போது குரல் கொடுப்பதிலிருந்தும், இனப்பெருக்க காலத்தில் உயரமான புல்புதர் முனைகளில் அமர்ந்து சற்றே உயரப் பறந்து குரல் எழுப்பிப் பாடுவதிலிருந்தும் இவை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் இருப்பதைக் கண்டுகொள்ளலாம். பகல் நேரத்தில் இவை பெரும்பாலும் காணப்படுவதில்லை.

நாணல் கதிர்க்குருவிகள், சதுப்பு நிலத்தவை, புதர் நிலத்தவை, நெல் வயலிடத்தின என வாழும் சூழலைக் கொண்டும், விசிறி வாலின, பருத்த அலகின, வெண் தொண்டையன என உடல் அமைப்பைக் கொண்டும், பூச்சிப் பிடிப்பன, இலை தைப்பன, 'சிப்-சாப்' எனக் கத்துவன எனச் செயலைக் கொண்டும் வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

கதிர்க்குருவிகள் சிலந்தி வலை நூல், மரப்பாசி, புல், சருகு, இறகுகள், விலங்குகளின் மயிர் ஆகியன கொண்டு தரையிலிருந்து ஒரு மீட்டருக்கு உள்ளாகப் புதர்களிடையே கோப்பை வடிவினால் தொங்கும் கூட்டினைச் சிறு நுழைவாயிலோடு அமைத்து நான்கு முட்டைகளிடுகின்றன. ஆணும் பெண்ணும் கூடு கட்டுவதிலும் அடை காப்பதிலும் குஞ்சுகளுக்கு இரை தேடி ஊட்டுவதிலும் பங்கு பெறுகின்றன. சில இனங்களின் கூடுகளில் குயில் இனங்கள் கள்ளத்தனமாக முட்டையிட்டுச் செல்வதும் உண்டு. அடைகாக்கும் காலம் பத்து முதல் பன்னிரண்டு நாள்களாகும்.

விசிறிவால் கதிர்க்குருவி (*Cisticola juncidis*). தென்னிந்தியாவில் கேரளம் தவிர பிற பகுதிகளில் காணப்படும் இது தமிழ்நாட்டின் கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் மிக அரிதாகவே காணப்படுகிறது. சிட்டுக்குருவி, சிட்டைவிடச் சிறியதான இதன் செம்பழுப்பு உடலின் மேற்பகுதியில் காணப்படும் தடித்த கருங்கோடுகளையும் வெள்ளை முனைகளோடு கூடிய விசிறி அமைப்பிலான வாலையும் கொண்டு இக்குருவியை அறிந்து கொள்ளலாம். மார்பும் வயிறும் மங்கிய வெள்ளை நிறத்தன. கேரளாவில் காணப்படும் விசிறி வாலனை அதன் உடலின் நிறம் மேலும் பளிச்சென்றிருப்பதால் சிஸ்டிகோலா சலீம்லை (*Cisticolaj salim lii*) எனத் தனி உள்ளினமாக வகைப்படுத்தியுள்ளனர். தனித்தும் 10-15 வரையான சிறு குழுவாகவும் காணப்படும் இவை இனப்பெருக்க காலமான மே, ஜூன், ஜூலை, மாதங்களில் 'சிப்..சிப்..சிப்' எனக் கத்தியபடி விசிறி வாலை விரித்து உயர எழுந்து பறந்து பின் மீண்டும் புல் அல்லது புதரில் வந்து அமரும்.

சாம்பல் ரென் கதிர்க்குருவி (*Prinia hodgsonii*). உடலின் மேற்பகுதி சிலேட்டுச் சாம்பல் நிறமாக இருக்கும். மங்கிய வெளிர் நிறமான மார்பில் கோடையில் சாம்பல் வண்ண வளையம் தோன்றும். கறுப்பும் வெளுப்புமான முனைகளோடு கூடிய நீண்ட சாம்பல் நிற வாலை மேலும் கீழுமாக உயர்த்தி அசைத்தபடி இருக்கும். இதைத் தென்னிந்தியா முழுவதிலும் சமவெளிகளிலும், மலைகளில் 1000 மீ. உயரம் வரையும் காணலாம். தென்னிந்தியாவில் ஆண்டு முழுவதும் பரவலாகக் காணப்படும் கதிர்க்குருவி இது ஒன்றேயாகும். ஏப்ரல் முதல் ஆகஸ்ட் வரையுள்ள பருவத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது இரண்டு வகையான கூடுகளை அமைக்கிறது. தையல் சிட்டைப் போல இலைகளைத் தைத்து அதனிடையே கூடு அமைப்பதோடு புல்லின் பூங்கதிர்களைக் கொண்டு புல்லிடையே கோப்பை வடிவில் கூட்டினைச் சிலந்தி நூல் கொண்டு அமைக்கவும் காணலாம்.

இனப்பெருக்கக்காலத்தில் ஆண் பறவை ஒரு புதரின் உச்சியில் அமர்ந்து யுசீ...யுசீ...யுசீ...யுசீ...விச் விச்...விச்...விச் எனத் தொடர்ந்து நெடு நேரம் கூவக் கேட்கலாம். உடலின் மேற்பகுதி மணல் பழுப்பு நிறமாகத் தோன்றும் ரென்கதிர்க்குருவியும் (*prinia subflava*) தென்னிந்தியாவில் தென்படுகிறது. இனப்பெருக்க காலத்தில் இது 'ட்லிக்-ட்லிக்-ட்லிக்' எனத் தொடர்ந்து பத்து வினாடி வரை குரலெடுத்து கூவும். அப்போது வாலை விரித்தபடி இறக்கைகளை விரித்து விரித்து மார்போடு அடித்துக்கொள்ளும். தலை சிலேட்டு நிறமாகவும் மார்பு செம்பழுப்பாகவும் உள்ள மற்றொரு ரென் கதிர்க்குருவியும் (*prinia socialis*) தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகிறது. இதன் நீண்ட வால் இறகுகளின் முனைகளில் கறுப்பும் பழுப்புமான கறை காணப்படுவது கொண்டும் வாலை நிமிர்த்தியபடி ஆட்டிக்கொண்டிருப்பதைக் கொண்டும் இதை வேறுபடுத்தி அறியலாம்.

இனப்பெருக்கக் காலத்தில் 'ஜிம்மி-ஜிம்மி-ஜிம்மி' என ஐந்தாறு தடவை உரக்கக் குரலெழுப்பி வாலை ஆட்டியபடியும் இறக்கைகளை அடித்துக்கொண்டும் பாடும். இதுவும் இருவகைக் கூடுகளை அமைக்கிறது. காட்டு ரென் கதிர்க்குருவியும் (*prinia sylvatica*) தென்னிந்தியா முழுவதும் காணப்படுகிறது. இது

மற்ற ரென்களைவிடச் சற்றுப் பெரியது. உடலின் மேற்பகுதி பழுப்பு நிறமாகவும் மார்பும் வயிறும் இள மஞ்சள் நிறமாகவும் இருக்கும். இனப்பெருக்க காலத்தில் 'பிட் பிரெட்டி... பிட் பிரெட்டி... பிட் பிரெட்டி...' என மூன்று அசையில் பாட்டு இசைக்கும். தென்னிந்தியாவில் பரக்கக் காணப்படும் இக்கதிர்க் குருவிகளின் வேறுபாட்டை அறிய மிகவும் உதவியாக இருப்பது இனப்பெருக்க காலத்தில் உயர அமர்ந்து இவை பாடும் பாட்டே எனலாம்.

அகன்ற வால் கதிர்க்குருவி .(*schoenicola platyura*) உடலின் மேற்பகுதி சிவப்புத் தோய்ந்த பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். தெளிவற்ற குறுக்குப் பட்டைகளோடு கூடிய கரும் பழுப்புநிற வால் அகன்று, நுனி வட்ட விளிம்புடையதாக இருக்கும். சிட்டுக் குருவி அளவினதான இதைத் தென்னிந்தியாவில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையைச் சார்ந்த கொடைக்கானல், நீலகிரி, தென் கேரளம் ஆகிய பகுதிகளில் 900 மீட்டர் - 200 மீட்டர் உயரம் வரை காணலாம். காலை மாலை அந்திகளில் மட்டும் புல்புதர்களிடையே 'பிங்...பிங்' எனக் குரல் கொடுத்தபடி தனித்து இரைதேடும் இது அரிதாகவே காணப்படும்.

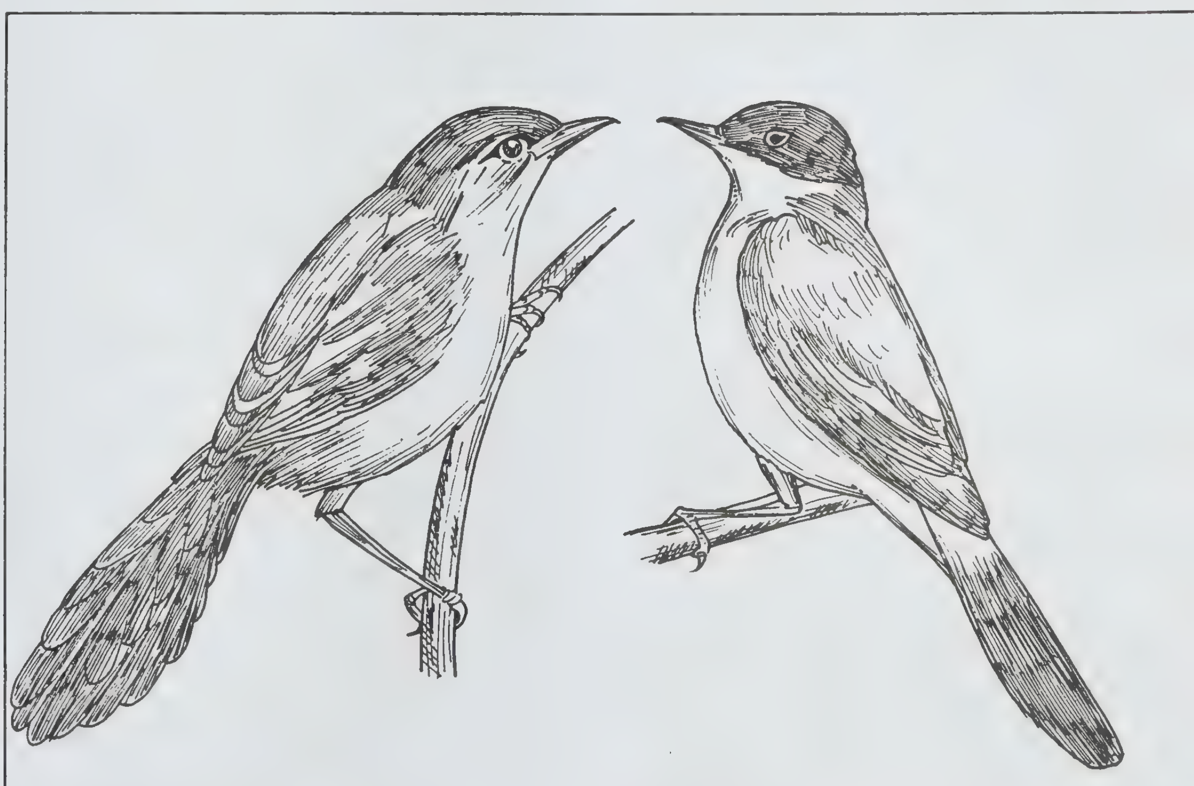
புல் கதிர்க்குருவி(*chactornis striatus*) கதிர்க்குருவி களுள், உருவில் பெரியதான இது பார்வைக்குவேலைக் காரக் குருவியை ஒத்தது. உடலின் மேற்பகுதி இளம் பழுப்பாக ஆழ்ந்த பழுப்புக் கோடுகள் கொண்டதாக இருக்கும்; வால்நீண்டு கறுப்பும் வெள்ளையுமான நுனியைப் பெற்றிருக்கும். மார்பும் வயிறும், மங்கிய வெளிர் நிறங்கொண்டவை. இரண்டு கண்களின் முன் பகுதியிலும் இது ஐந்தைந்து முள் முடிகளைப் பெற்றுள்ளது. புல்புதர்களிடையே விரைந்து தாவிப் பறக்கும்போது இந்த முடிகள் நெகிழ்ந்து கண்ணை மறைத்துப் பாதுகாக்கின்றன. முட்காடுகளைச் சுற்றிப் பரந்து கிடக்கும் சதுப்பான புல்வெளிகளில் தனித்தும் இணையாகவும் மறைந்து திரியும் இது அரிதாகவே கண்ணில்படும். இனப்பெருக்கக்காலமான மே-செப்டம்பர் வரையான பருவத்தில் ஆண் மட்டும் பாடியபடியே சற்றே உயரப் பறந்து வட்டமிடும்.

பெரிய **நாணல் கதிர்க்குருவி** (*Acrocephalus Stentoveus*). கொண்டைக்குருவி அளவினதான இதன் உடலின் மேற்பகுதி பசுமை தோய்ந்த பழுப்பு நிறமாகவும், தொண்டை வெண்மையாகவும், மார்பும் வயிறும் மங்கிய வெளிர் நிறமாகவும் இருக்கும்.

குளிர் காலத்தில் தென்னிந்தியா முழுதும் வலசை வரும் இது கேரளத்தில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. இவை தனித்தோ இணையாகவோ நீர் நிலைகளை அடுத்து வளர்ந்துள்ள நாணல் புதர்களில் மறைந்து திரியும். இது ஒரு புதரில் இருப்பதை இடைவிடாது ஒலிக்கும் 'கே...கே' அல்லது 'சுர்ர்...சுர்ர்' என்ற குரலிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம். உருவில் இதை யொத்த ஆனால் அளவில் சிறிய பிளைத் நாணல் கதிர்க்குருவி (*A. dumentorum*) தென்னகத்திற்குப் பெருமளவில் குளிர்காலத்தில் வலசைவரும். 'சக்' எனச் சில வினாடிகளுக்கு ஒருமுறை ஒற்றைக் குரல்கொடுத்த படி புல் புதர்களிடையே தனித்தே தாவித்தாவிப் பறந்தபடி இரை தேடும். மத்திய ஆசியாவில் இனப் பெருக்கம் செய்யும் இது ஆகஸ்ட் - அக்டோபர் வரை யுள்ள காலத்தில் பெரும் எண்ணிக்கையில் கோடியக் கரை வழியாக இலங்கைக்குச் சென்று பின் மீண்டும் மார்ச், ஏப்ரல் மாதங்களில் அங்கிருந்து அதே வழியாக வடக்கு நோக்கிப் பயணம் மேற்கொள்கிறது.

இலைக் கதிர்க்குருவி (*Phylloscopus affinis*). சிட்டுக்குருவியைவிட உருவில் சிறியதான இதன் உடலின் மேற்பகுதி பசுமை தோய்ந்த பழுப்பு நிற மாகவும் மார்பு, வயிறு ஆகியவை மஞ்சளாகவும் இருக்கும். இது குளிர்காலத்தில் மிகுந்த எண்ணிக்கை யில் தென்னிந்தியாவிற்கு வலசை வருகிறது. இலை, தழை களிடையே தரையை ஒட்டிய புதர்களில் தாவிப் பறந்தும், தலைகீழாகத் தொங்கியபடியும் பூச்சி களைப் பற்றி உண்ணும். தென்னிந்திய மலைப்பகுதி களுக்கு வலசை வரும் பருத்த அலகுக் கதிர்க் குருவி (*P. magnirostris*) உருவில் சற்றுச் சிறியது. இதைப் போன்றே பழுப்பும் மஞ்சளுமான வண்ணமும், மஞ்சள் நிறக் கண் புருவ அமைப்பும் கொண்டது. மரங்களில் உயரே உள்ள இலை தழைகளிடையே தாவிப் பறந்து இரை தேடும் பழக்கம் உடையது. ஆகையால் எளிதில் கண்ணில் படாது. குளிர் காலத் தில் 'யா-வீ-வீ' என எழுப்பும் சீழ்க்கைக் குரலி லிருந்தும், 'டிர்-டீ' அல்லது 'வீஇ-சீ' எனக் கத்தும் கூப்பிடு குரலிலிருந்தும் இது இருப்பதை அறிந்து கொள்ளலாம்.

வெண்தொண்டைக் கதிர்க்குருவி (*Sylvia hortensis*). சிட்டுக்குருவி அளவினதான இது கருத்த தலை யும், வெண்தொண்டையும் கொண்டது. உடலின் மேற்பகுதி சாம்பல் நிறமாகவும், மார்பு, வயிறு



மங்கிய வெளிர் நிறமாகவும் இருக்கும். தென்னிந்தியாவிற்குக் குளிர்காலத்தில் வலசை வரும் இது வடமேற்கு இந்தியா, ஈரான், துருக்கி ஆகிய பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. நீர்வளமிக்க பகுதிகளைச் சார்ந்த புதர்வெளிகளிலும் மரங்களிலும் மறைந்து இரைதேடித் திரியும் இது புழுபூச்சிகளோடு மலர்களில் தேன், காய், கனி ஆகியவற்றையும் உணவாகக் கொள்ளும். உருவில் இதைவிடச் சற்றுச் சிறியதான ஆனால் தோற்றத்தில் இதைப் பெரிதும் ஒத்த சைபீரியா வெண்தொண்டைக் கதிர்க்குருவி (*Sylvia curraca*) குளிர்காலத்தில் மிகுந்த எண்ணிக்கையில் சைபீரியாவிலிருந்து தென்னிந்தியாவிற்கு வலசை வருகிறது. வறள் நிலங்களில் முள்மரக் காடுகளில் மரக்கிளைகளில் தொத்தியும் தாவிப் பறந்தும் பூச்சிகளைப் பிடிக்கும். வெண்தொண்டை மற்றும் இலைக் கதிர்க்குருவிகளிடம் அலகு எட்டாத தொலைவிலிருக்கும் பூச்சிகளைக் கால்களை நீட்டி எட்டிப் பிடிக்க மேற்கொள்ளும் முயற்சியில் குப்புற விழும் படியான நிலையை அடைந்து, பின் இறக்கைகளை விரித்துச் சமாளித்துக்கொள்ளும் வேடிக்கையான பழக்கம் உள்ளது. வெண்தொண்டையன்கள் பொதுவாக அமைதியாக இரை தேடினும் குளிர்காலம் முடிந்து வடக்கே திரும்பும் காலம் நெருங்கும்போது 'சிவ்வி, சிர்ர்ரி ... சிவ்வி சிர்ர்ரி' எனக் குரலெடுத்து மெல்லக் கத்துவதைக் கேட்கலாம்.

- க. ரத்னம்

நூலோதி. Salim Ali and Ripley, S. Dillon, *Hand Book of the Birds of India and Pakistan*, Vol. VIII, Oxford, 1973.

கதிர்கள்

ஒளியியலில் கதிர் (ray) என்பது ஒளிக்கற்றை செல்லும் திசையைக் குறிக்கும். ஒளி ஒருவகை ஆற்றல் என்பதால் அது பாயும்போது, ஆற்றல் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு மாற்றம் பெறுகிறது. இவ்வாற்றல் செல்லும் திசையே ஒளிக்கதிர் எனப்படுகிறது.

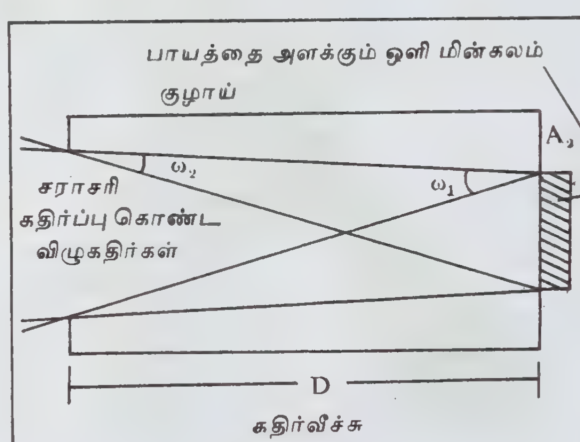
நியூட்டனின் நுண்ணிமக்கொள்கையும்(Newton's corpuscular theory), ஹைஜென்ஸின் அலைக்கொள்கையும் (Huygens wave theory) ஒளியாற்றல் பரவுவது பற்றி விளக்குவன. எனவே ஒளிக்கதிர் பற்றி அறிதல் இன்றியமையாததாகிறது. நியூட்டனின் கொள்கைப்படி, ஓர் ஒளிமூலம் (source) உமிழும் நுண்ணிமத் துகள்கள் நேர்கோட்டுப்பாதையில் செல்கின்றன. இப்பாதையில் செல்லும் ஒளிக்கற்றை ஒளிக்கதிர்களால் ஆனது. இக்கதிர்கள் மூலம் ஒளியின் நேர்க்கோட்டு இயக்கம், எதிரொளிப்பு, ஒளி விலகல், முழு அக எதிரொளிப்பு போன்ற முக்கிய பண்புகள் விளக்கம் பெறுகின்றன.

ஹைஜென்ஸ் கொள்கை, ஒளியாற்றல் அலையியக்கத்தால் (wave motion) பரவுகிறது என்பதாம். இங்கு ஒளிக்கதிர் என்பது அலையியக்கம் செல்லும் திசையைக் குறிக்கும் ஒரு கற்பனைக்கோடு என வரையறுக்கப்படுகிறது. எதிரொளிப்பு, ஒளிவிலகல் போன்ற நிகழ்வுகளில் ஒளியாற்றல், அலைக்குத்துகள் (wave normals) வழியாகப் பரவுகிறது. இந்த அலைக்குத்துகளே கதிர்கள் எனப்படுகின்றன. எனவே அலைகள் செல்லும் திசையைக் குறிக்கும் இக்கதிர்கள் அலை முகப்புக்கு (wave front) நேர்குத்தாக அமைந்தவை என்பது புலனாகும்.

- மூ. நா. சீனிவாசன்

கதிர்ப்பு

ஒரு பரப்பின் பொலிவைக் (brightness) குறிக்கும் இயற்பியல் பண்பு கதிர்ப்பு (radiance) ஆகும். அகச் சிவப்புக்கதிர்கள், கட்புலன் ஒளி, புறஊதாக் கதிர்கள் ஆகிய கதிர்வீச்சுகளின் சராசரி கதிர்ப்பை ஓர் எளிய கதிர் வீச்சளவி (radiometer) கொண்டு அளக்கலாம். இக்கருவியின் ஒவ்வொரு முனையிலும் சிறு துளை கொண்ட உருளை வடிவக் குழாய் உள்ளது. இரு துளைகள் மூலம் கருவியை வந்தடையும் ஒளிக்கற்றையின் முழுக் கதிர்வீச்சுத்திறனை அளக்க ஒரு முனையில் ஒளிமின்கலம் (photo cell) ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது.



கதிர் வீச்சளவி

D என்பது இருதுளைகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவு (அதாவது உருளையின் நீளம்) எனவும், A_1, A_2 என்பன ஒளிமின்கலத்தால் அளக்கப்படும் கதிர்ப்புப் பாயம் (flux) எனவும் கொண்டால்

சராசரியான கதிர்ப்பை $L = \phi\ |(A_1—A_2)|D^2$ என்னும் சமனால் குறிப்பிடலாம்.

- மூ. நா. சீனிவாசன்

கதிர் மருத்துவம்

கதிரியக்கப் பொருள்களாலோ, எக்ஸ் கதிர்களை உருவாக்கும் கருவிகளாலோ செய்யப்படும் மருத்துவம் கதிர் மருத்துவம் எனப்படும். இது தற்சமயம் புற்று நோய்களுக்கு மட்டுமே பயன்படுகிறது. இதைப் புற மருத்துவமாகவோ (external radiation therapy) உள் மருத்துவமாகவோ மேற்கொள்ளலாம். பாதிக்கப் பட்ட உடல் பகுதியின் புறவடிவை (mould) வடி வெடுத்து, அதனுள் கதிரியக்கப் பொருள்களை வைத்தும், உடலினுள் குழிந்து விரிவடைந்து இருக்கும் இடங்களில் (cavities) கதிரியக்கப் பொருள் களைத் தகுந்தவாறு வைத்தும் (intracavitary), திசுக் களில் உட்செலுத்தியும் (interstitial implantation) மருத்துவ முறைகளை மாறுபடுத்திச் செய்யலாம். ரேடியம், கோபால்ட், இரிடியம் போன்றவை இவ் வகை மருத்துவத்திற்குப் பயன்படும். கதிரியக்கப் பொருள்கள் அடைக்கப்பட்ட ஊசிகளாகவோ, குழாய்களாகவோ இவை கிடைக்கும்.

புற மருத்துவத்திற்கு எக்ஸ் கதிர்கள், கோபால்ட் கதிர்கள், எலெக்ட்ரான் கதிர்கள் போன்றவை பயன் படும். இக்கதிர்கள் புற்றுநோய்த் திசுக்களை அழிக்க வல்லவையாயினும் புற்றுநோய் பாதிக்காத திசுக் களையும் அழிக்கக் கூடியவையாதலால், அவற்றைச் சிறிய அளவில், தொடர் மருத்துவமாக, வாரத்தில் ஐந்து நாள் வீதம் ஆறு வாரகாலம் வரையிலும் மேற்கொள்ள வேண்டியிருக்கும். இம்முறை உள் மருத்துவத்திற்குப் பொருந்தாது. இதைப் போன்றே ஐசோடோப்புகளைத் (isotopes) தகுந்த அளவில் உடலினுள் செலுத்தியும் மருத்துவம் செய்யலாம். மருத்துவத்தின்போது தேவையானவற்றை மருத் துவர் கவனித்து ஆவன செய்வர். ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மையுள்ள மின் அலைகள், மின்காந்த அலைகள், நுண்ணொலி அலைகளைக் கொண்டும் மருத்துவம் செய்யலாம். ஆனால் இம்முறை புற்று நோய்க்கு ஏற்றதன்று.

- எம்.கே. சிவக்கொழுந்து

கதிர்விளக்கு

மருத்துவ அல்லது அலங்கார நோக்கங்களுக்காகப் புற ஊதாக் கதிர்களை உற்பத்தி செய்யும் பாதரச ஆவி வெளியீட்டுக் குழல், கதிர் விளக்கு (sun lamp) எனப்படும். இதன் கூடு குவார்ட்சினால் செய்யப் படும். ஏனெனில் இவை கண்ணாடியைவிடப் புற ஊதாக் கதிர்களை மிகுதியாக வெளியிடுகின்றன.

ஒரு கதிர் விளக்கிலிருந்து வெளிப்படும் புற ஊதாக் கதிர்வீசல் 3800 A அலைநீளத்தில் தெரியும். ஊதா ஒளியிலிருந்து குவார்ட்சின் செலுத்தும் எல்லையான 2800A வரை செயல்படும். 2967A அலைநீளம் கொண்ட வலிய கதிர்வீசல் ரிக்கட் மருத்துவத்திற்குத் தேவைப்படுகிறது. காரணம் ஒளிச்சேர்க்கையை நெருங்கும் நீளமான அலை நீளங்கள், குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் சூரியப் பழுப்பை உருவாக்கப் போதுமானவை.

குழலின் கூட்டை உருவாக்கத் தக்க பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பதாலோ, சிறப்பான கண்ணாடி வடிப் பான்களைப் பயன்படுத்துவதாலோ, ஒளிர் கதிர் விளக்குகளைப் பயன்படுத்துவதாலோ புற ஊதாக் கதிர்வீச்சின் அலை நீளங்களைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். ஒளிர் கதிர் விளக்குகளில் நீளமான கண்ணாடிக் குழலின் உள்பகுதியில் நின்றொளிர் (phos phor) பூச்சுக் கொடுக்கப்படுகிறது. அது தேவை யான எல்லைக்குள் கதிர் வீசலை உண்டாக்குகிறது. குழலில் உள்ள பாதரச ஆவி அயனியாதலால் கிளர்வுறுகிறது.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

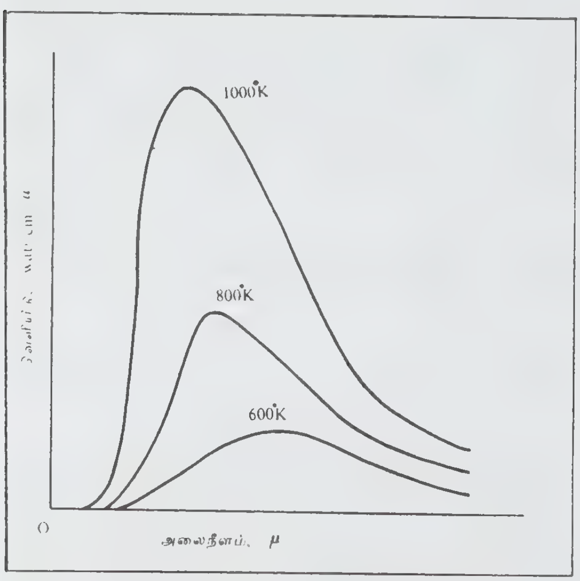
கதிர்வீச்சளவியல்

மின்காந்தக் கதிர்வீச்சைக் கண்டறிந்து அளத்தல் பொதுவாகக் கதிர்வீச்சளவியல் (radiometry) எனப் படும். மின்காந்தக் கதிர்வீச்சின் கட்புலன் பகுதியை அளப்பதை ஒளி அளவியல் (photometry) என்றும், அகச்சிவப்பு (infra red) அல்லது வெப்பக் கதிர் வீச்சை அளப்பதைக் கதிர்வீச்சளவியல் என்றும் கூறுவர்.

கதிர் வீச்சளவியல் பல ஆய்வுகளுக்குப் பயன் படுகிறது. அவற்றில் மூலக்கூறு நிறமாலை தொடர் பான ஆய்வு, இரண்டு உருவங்களுக்கு இடையே நேரும் வெப்ப மாற்றலை (heat transfer) அளத்தல் (எ. கா. சூரியன் புவிக்கு இடையே), இயற்பியல் முறை மூலம் அணுகமுடியாத இடத்தின் வெப்ப நிலையை அளத்தல் (எ. கா. உலை, கோள்கள், வானியல் இயற்பியல் தொடர்பான ஆய்வு), பரந்த காற்று மண்டல விரிவுக்கு அப்பால் உள்ள வீரிய மற்ற (weak) கதிர்வீச்சு மூலத்தைப் (source) பற்றி அறிந்து கொள்ளுதல், காற்று மண்டல அறிவியல் (atmospheric science), ராணுவம் வானிலையியல் ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படும் அகச்சிவப்பு நோக்கல்

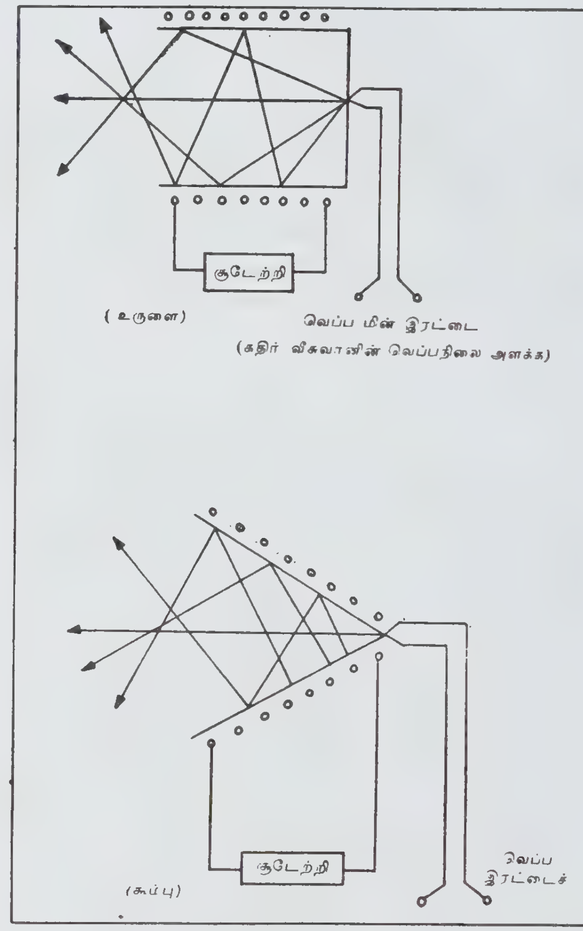
(infra red viewing), அகச்சிவப்பு உருவமைத்தல் (imaging) போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

வெப்பக் கதிர்வீச்சுக்கான ஓர் இலட்சிய மூலம் (ideal source) கரும்பொருள் (black body) ஆகும். இப்பொருள் அதன்மேல் படும் அனைத்துக் கதிர்களையும் உட்கவரும். கரும்பொருள் வெளியிடும் கதிரின் திறன், வெளியிடு தொடர்பத்தில் (emission continuam) தோன்றும் பெருமத்தின் அலைநீளம் ஆகியன அப்பொருளின் வெப்பநிலையை மட்டுமே சார்ந்தவை. எப்பொருளுக்குமே கரும்பொருளின் இலட்சிய இயல்பு (ideal property) இல்லை. அளவு குறித்தல் (calibration) போன்ற தேவை ஏற்படும் போது குழி கதிர் வீசுவான் (cavity radiator) துணையால் கரும்பொருளின் சிறப்பியல்புகள் கொண்ட மூலம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இக்குழிகள் ஒளி புகாப் பொருள்களால் உருளை, கூம்பு அல்லது கோள வடிவில் அமைந்திருக்கும். (படம் 2).



படம் 1. கரும்பொருளின் நிறமாலை வெளியீட்டின் விளைவுகள்

இப்புழை சூடாக்கப்பட்டதால் உண்டாகும் கதிர்கள் பல எதிரொளிப்புக்குப் பிறகு ஒரு துளை வழியே வெளி வரும். துளையின் பரிமாணம் குழியின் மொத்தப் புறப்பரப்பைவிட மிகக் குறைந்திருக்கும். நடைமுறையில், சூடாக்கப்பட்ட பொசுக்கப்பட்ட சிலிகான் கார்பைடு பொலிவுக்கோல் (globar) சிர்கோனியம் ஆக்சைடு, இட்ரியம் ஆக்சைடு ஆகியவற்றால் தயாரிக்கப்பட்ட நெர்ன்ஸ்டு பொலிவான் (Nernst glower) போன்ற வெப்பக் கதிர் வீசுவான்கள், பாதரச வில்சுடர் மூலம் (mercury arc source), மைக்ரோ அலை இயற்றி (microwave generator), பிளாஸ்மா, லேசர் போன்ற மூலங்கள் பயன்படுகின்றன. மைக்ரோ அலை இயற்றி, லேசர் ஆகிய மூலங்கள் திறன் செறிவுமிகுந்த கதிர்களைக் குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில் கொடுக்கும். பிற மூலங்கள், பரவலான அலைநீளத்தில் குறைந்த திறன் கொண்ட கதிர்களையே கொடுக்கும்.



படம் 2. உருளை, கூம்பு வடிவப் புழைக் கதிர்வீசுவான்களின் அமைப்புப் படங்கள்.

ஒரு பொருளின் மொத்த வெளியீட்டுத் திறன் அல்லது வெளியீடு (M), ஒரு நொடியில் ஒரு சதுர செ. மீ. பரப்பில் வெளியிடும் கதிர் ஆற்றல் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. இது வாட்/ச. செ. என்னும் அலகில் கணக்கிடப்படுகிறது. ஒரு சதுர செ. மீ. பரப்பு, ஓரலகு திண்மக்கோணத்தில் வெளியிடும் ஆற்றல் கதிர்வீச்சளவு (radiance) எனப்படுகிறது. கரும்பொருளின் வெளியீட்டை ஸ்டேஃபான்-போல்ட்ஸ்மான் சமன்பாட்டால் கணக்கிடலாம்.

$$M = \sigma T^4 \qquad (1)$$

இதில் T என்பது கெல்வின் அலகில் வெப்பநிலை, σ ஸ்டேஃபான்-போல்ட்ஸ்மான் மாறிலி.

$\sigma = 5.67 \times 10^{-12}$ வாட். செ.மீ. $^{-2}$ கெல் $^{-4}$ (2)

கதிர்வீச்சு நிறமாலையில் தோன்றும் பெரு அலை நீளத்தை வீன்-இடப்பெயர்ச்சி விதியினால் அறிந்து கொள்ளலாம் (காண்க, படம் 1).

$$\lambda_m T = C \qquad (3)$$

C என்பது மாறிலி; $C = 2898 \mu K$ ($1\mu = 10^{-6}$ மீட்டர்) கதிர்வீச்சளவியலில் பயன்படும் அனைத்து அளவுகளும் அலைநீளத்தைச் சார்ந்து இருக்கும்.

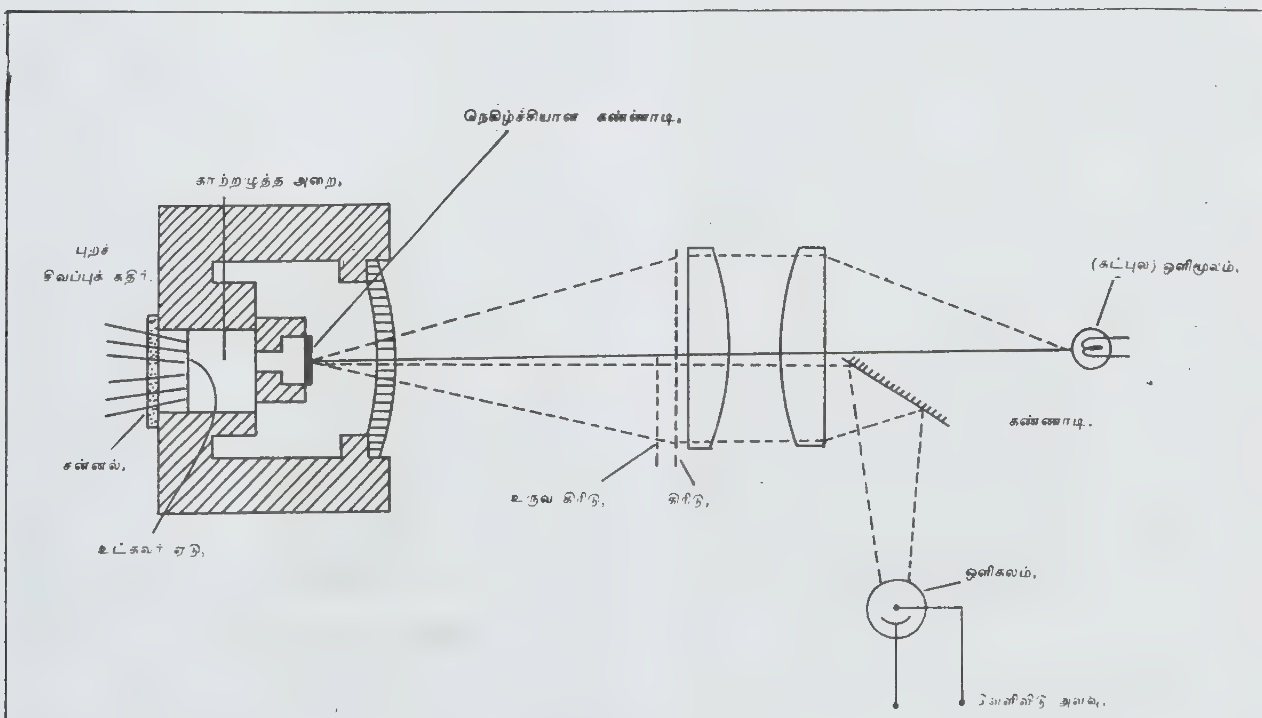
ஒரு பரப்பு அலகில் λ இலிருந்து $\lambda + d\lambda$ க்குள் இடைப்பட்ட அலைநீள இடைவெளியில் வெளியிடும் கதிர்வீச்சாற்றல் நிறமாலை வெளியீடு (spectral emittance) M_λ என்று வரையறுக்கப்படுகிறது. ஒரு மெய்ப்பொருளின் கதிர்வீச்சு வெளியீடு M_λ, கரும் பொருள் கதிர்வீச்சு வெளியீட்டைவிட $M_{\lambda b}$, குறைந்தது. $M_\lambda / M_{\lambda b}$ என்னும் விகிதம் வெளிவிடு திறன் (emissivity) $\epsilon\lambda$, எனப்படுகிறது.

$$M_\lambda = \epsilon_\lambda M_{\lambda b} \qquad (5)$$

கரும்பொருளுக்கு $\epsilon_\lambda = 1$. நடைமுறைக் கதிர்வீச்சு மூலங்களின் ϵ_λ -இன் மதிப்பு ஏறக்குறைய 0.5 இருக்கும்போது, சாம்பல் பொருள் (gray body) போன்றே செயல்படும். ஒரு குறுகிய அலைநீள இடைவெளியில் மட்டும் ϵ_λ இன் மதிப்பு 0.8-0.99 வரையிருக்கும். அப்போது அவை கரும்பொருள் போல் செயல்படும்.

ஒரு பொருளின் மீது கதிர்கள் படும்போது, அலை எதிரொளிக்கப்படவோ அதன் ஊடே செலுத்தப்படவோ உட்கவரப்படவோ செய்யலாம். எதிரொளிக்கப்பட்ட கதிர் ஆற்றலுக்கும் படுகதிர் ஆற்றலுக்கும் உள்ள விகிதம், எதிரொளிப்புக் குணகம் (reflectance) எனப்படும். இது போன்றே, செலுத்துகைக் குணகம் (transmitance) உட்கவர்தல் குணகம் (absorbance) என்னும் அலகுகளும் வரையறுக்கப்படுகின்றன.

கதிர்வீச்சளவியலில் பயன்படும் கருவிகளை வெப்பவியல் உணர் கருவி (thermal detector), ஒளிமின்கடத்தி அல்லது குவாண்ட்டம் உணர் கருவி என்று இருபெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். வெப்பவியல் உணர் கருவிகளில் பயன்படும் பொருள் படுகதிரை உட்கவருவதால் சூடாக்கப்படுகிறது. அதனால் அப்பொருளின் இயல்பில் நேரிடும் மாற்றங்கள் கணக்கிடப்படுகின்றன. ஒளிமின் கடத்தி உணர் கருவிகளில் பயன்படும் பொருள் படுகதிரை உட்கவரும்போது அப்பொருளின் எலெக்ட்ரான் பரவலில் நேரிடும் மாற்றங்கள் கணக்கிடப்படுகின்றன.



படம். 3. கோலே காற்றழுத்த உணர்வானின் அமைப்பு

வெப்பவியல் உணர் கருவிகள் பொதுவாக அனைத்து அலைநீளங்களிலும் செயல்படும். ஆனால், அவை சற்று மெதுவாகவே கதிர்களை உணரும் (response). ஏனெனில், பயன்படும் பொருள் முழுதும் சூடாக்கப்படவேண்டும். மாறாக, ஒளி மின்கடத்தி உணர்கருவிகள் கதிர்களைச் சற்று விரைவாக உணரும். ஆனால், அதன் உணர்வு நுட்பம் (sensitivity) கதிர்களின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்து இருக்கும். ஏனெனில், குறிப்பிட்ட ஆற்றல் கொண்ட கதிர்கள் மட்டுமே உணர் பொருளின் எலெக்ட்ரான் பரவலில் மாற்றத்தை உண்டாக்க முடியும்.

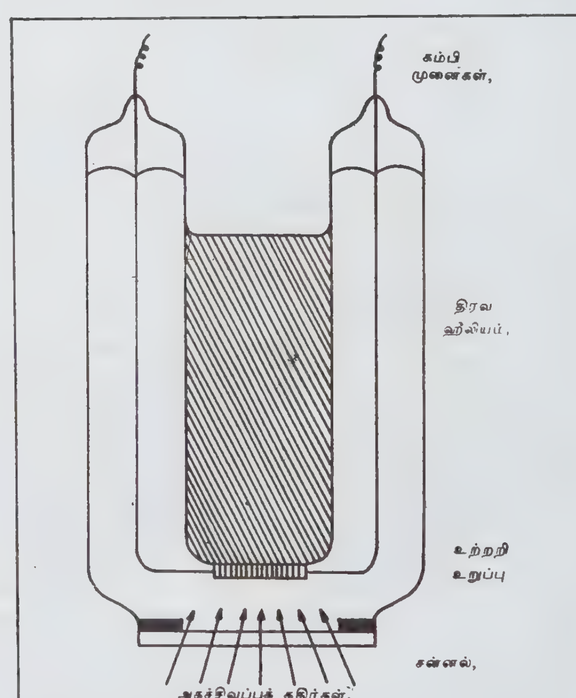
சர் வில்லியம் ஹெர்ஷெல் பயன்படுத்திய பாதரச வெப்பநிலை அளவியும் சர் வில்லியம் க்ரூக்ஸ் பயன்படுத்திய தொங்கும் கருந்தகடும் வெப்பப் பகுப்பான்களின் முன்னோடிகள் ஆகும். 1947 இல் கோலே உருவாக்கிய கோலே காற்றழுத்த உணர்வானே (golay pneumatic detector) பரவலாகப் பயன்படும் வெப்பம் உணர்கருவியாகும். அதன் அமைப்பு வரைபடம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. காற்றழுத்த அறையில் (pneumatic chamber) குறைந்த வெப்பக் கடத்தல் கொண்ட வளிமம் (எ. கா. செனான்) இருக்கும். வெப்பக் கதிர்களை உட்கவர்வதால் இவ்வளிமம் சூடாகி விரிவடையும். அதனால் மெல்லிய கண்ணாடியின் வளைவில் மாற்றம் ஏற்படும். கண்ணாடி மெல்லிய நெகிழி (plastic) ஏட்டால் ஆனாது. அதன் மீது மெல்லிய ஆன்ட்டிமனி பூச்சுப் பூசப்பட்டு இருக்கும். மற்றொரு மூலத்திலிருந்து இக்கண்ணாடி மீது படும் ஒளிக்கற்றை எதிரொளிக்கப்பட்டு ஒளிக் கலத்தில் (photo cell) விழுகிறது.

வெப்பத்தால் கண்ணாடியின் வளைவில் ஏற்படும் மாற்றம், எதிரொளிக் கற்றையிலும் மாற்றத்தை உண்டாக்கும். இதை ஒளிக்கலம் கணக்கிடுகிறது. கோலே உணர்வான் நம்பத்தக்கது. எளிதில் செயலாக்க வல்லது; சாதாரண வெப்பநிலையிலேயே இதைச் செயல்படுத்தலாம்; நீண்ட காலம் பயன்படுத்தலாம். இது கதிர்வீச்சளவியலில் ஒரு செந்தரமான உணர்கருவியாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. வெப்ப மாற்றம் நிகழும்போது டிரைகிளைசின் சல்ஃபேட், பேரியம் டைடனேட், லித்தியம் நியோபேட் போன்ற பொருள்களின் இருமுனைத்திருப்புத் திறன் (dipole moments) மாறுகிறது. இவ்வியல்பு வெப்ப மின் விளைவு (pyro electric effect) எனப்படும். இவ்வியல்பு வெப்ப மின்பகுப்பானில் (pyro-electric detector) பயன்படுகிறது.

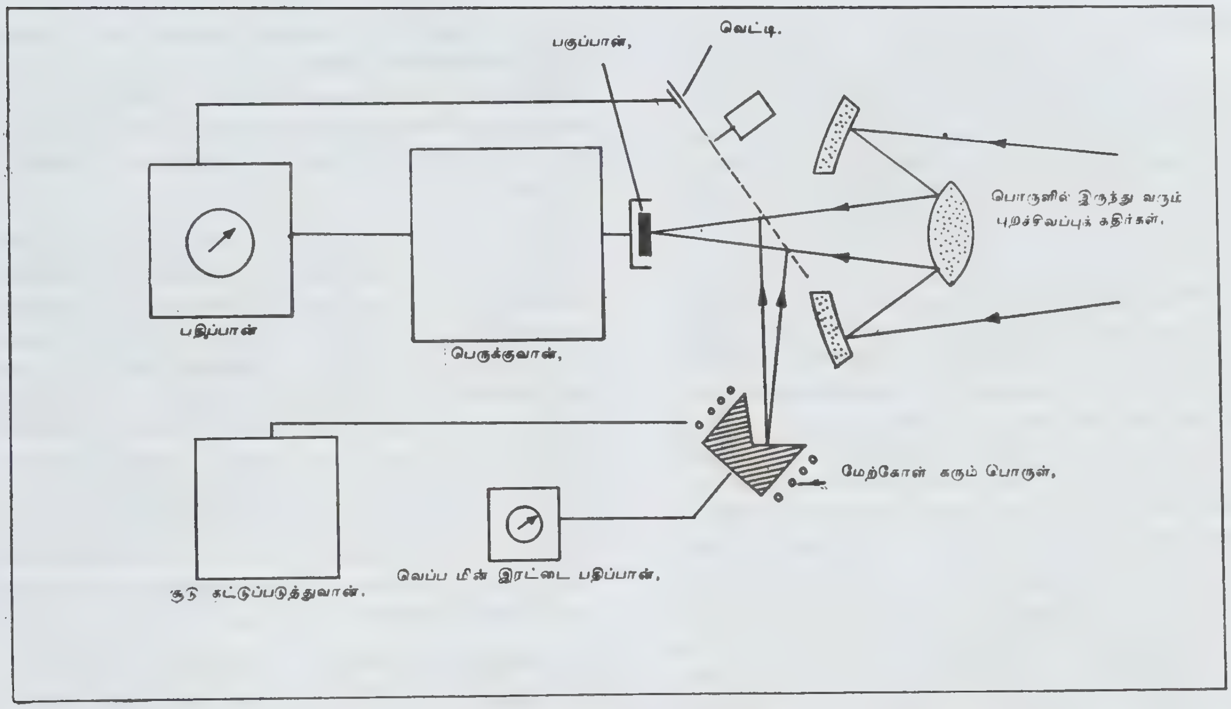
இரு வேறு உலோகங்களின் (எ.கா. பிஸ்மத், ஆன்ட்டிமனி) சந்திகளுக்கு (junctions) இடையே வெப்பநிலை வேறுபட்டு இருக்குமானால் அச்சந்திகளுக்கிடையே சிறு மின்னழுத்தம் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இவ்வியல்பு கொண்ட வெப்பமின்இரட்டைகள் அகச்சிவப்புக் கதிர்களைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. பல இரட்டைகள் கொண்ட பகுப்பான்கள் வெப்பமின் இரட்டை அடுக்கு எனப்படும்.

வெப்பக் கதிர் அளவி அல்லது போலோமீட்டரில் (bolometer) உள்ள உணர் உறுப்பு (detecting element) உலோகம் அல்லது குறை கடத்தியால் ஆனது. வெப்பநிலையில் மாற்றம் ஏற்படும்போது, இவ்வுறுப்பின் மின்தடையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. வெப்பநிலை சார்தடை (thermistor) இயல்பு கொண்ட இவ்வுறுப்புகளின் உணர் திறன் குளிர்ந்த வெப்பநிலையில் கூடுகிறது. எனவே மிகு உணர்வு நுட்பம் கொண்ட வெப்பக் கதிர் அளவியில் உள்ள உற்றறி உறுப்புகள் நீர்ம ஹீலியம் வெப்பநிலையில் (4K) குளிர்விக்கப்பட்டு இருக்கும். இதில் பயன்படும் பொருள்களில் கரி, பிளாட்டினம் சுருள், உலோக ஆக்சைடுகள், ஜெர்மேனியம் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவை.

குறை கடத்திகள் ஒளிமின் பகுப்பானின் உணர் உறுப்புகள் ஆகும். இவை தம்மியல்புக் (intrinsic) குறைகடத்தியாகவோ, கலப்புக் (doped) குறைகடத்தியாகவோ இருக்கலாம். எ.கா. ஜெர்மேனியம், காரீய சல்ஃபைடு, காரீய டெலுரைடு, இண்டியம் ஆன்ட்டிமொனைடு. இடைவெளி ஆற்றல் அளவு (band gap energy) ஒரு குவாண்ட்டக் கதிரை (quantum of radiation) இக்குறை கடத்திகள்



படம் 4. குளிர்விக்கப்பட்ட உணர்வான் தொகுதியின் அமைப்புப்படம்.



படம் 5. அகச்சிவப்பு கதிர்வீச்சுமானி (கதிர்மானி) அமைப்புப்படம்.

உட்கவரும்போது, அவற்றில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் கடத்தும் இயல்பைப் பெறுகின்றன. இவ்வுறுப்புகளின் உணர் தன்மையும், உணர் நுட்பமும், குளிர்ந்த வெப்பநிலையில் (காட்டு: 4 K) உயரும். குளிர்விக்கப் பட்ட உணர் உறுப்புகளின் அமைப்பு, படம் 4 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

உணர்வானில் படும் புறச்சிவப்புக் கதிர்கள் அதன் திறனுக்கு ஏற்ப, பகுப்பானின் இயல்பில் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இம்மாற்றம் மின்னழுத்தமாக மாற்றப்பட்டும் பெருக்கப்பட்டும் பதிவு செய்யப் படுகிறது (படம் 5). ஒரு கதிர் மூலத் தின் திறனைக் கணக்கிட வேண்டுமானால் கணக்கிடப் பட வேண்டிய மூலத்தால் உணர்வானில் ஏற்படும் மின்னழுத்தம் முதலில் கணக்கிடப்படுகிறது. பின்பு, ஒரு மாதிரிக் கரும்பொருளில் இருந்து (reference black body) கதிர்கள் உணர்வானில் படுகின்றன. கரும்பொருளில் வெப்பநிலையைத் தகுந்தபடி மாற்றி உணர்வானில் முன்பு பதிவாகிய மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்கலாம். கரும்பொருளின் வெப்பநிலையை வெப்ப மின்இரட்டை மூலம் அறியலாம். அப்போது, கணக்கிடப்பட வேண்டிய மூலத்தின் திறன், கரும் பொருளின் வெப்பநிலைக்குச் சமமாகும் (சமன்பாடு 1). ஒரு வெட்டியின் (chopper) உதவி கொண்டு உணர்வான் மீது கரும்பொருளிலிருந்தும் கணக்கிட வேண்டிய மூலத்திலிருந்தும் கதிர்கள் மாறிமாறி விழும்படிச் செய்யலாம் (படம் 5). இவ்வாறே, கதிர் வீச்சு மூலங்களின் நிறமாலை வெளியீட்டையும் கணக்கிடலாம்.

உணர்வானின் நான்கு பண்புகளிலிருந்து அதன் செயல்திறனை அறியலாம். எந்த அலைநீள இடை வெளியில் அது கதிர்களை உணர்கிறது (அலை நீள உணர்வு), மீச்சிறு உணர் ஆற்றல், மின்னழுத்த மாற்றத்துக்கு அது காட்டும் உணர்ச்சி (மின்னழுத்த உணர்வு), எவ்வளவு விரைவாக அது கதிர்களை உணர்கிறது (உணர்வு நேரம் response time) என்ப வையே. உணர்வான் பகுத்தறியும் குறைந்த அளவின் திறனை இரைச்சலுக்கு இணையான திறன் என்று குறிப்பிடுவது வழக்கம். உணர்வானில் இரைச்சல் தோன்றப் பல காரணங்கள் உள்ளன. சான்றாக, சுற்றுப்புறக் கதிர்வீச்சு உணர்வானின் நிலையிலா மின்தன்மை (electrical fluctuations in detector), பெருக்கியின் இரைச்சல், கதிர்வீசும் மூலத்தில் ஏற் படும் மாறுபாடுகள் போன்றவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இரைச்சலின் அளவைக் குறைக்கப் பொதுவாகச் சுற்றுப்புறக் கதிர்வீச்சிலிருந்து உணர்வானைப் பாது காக்கலாம். மேலும், கருவியின் உணர் உறுப்பைக் குளிர்விக்கலாம். தற்போது பயன்படும் பல உணர் கருவிகளின் செயல்முறையை ஆராயும்போது எளிமை, உணர்வு நுட்பம் ஆகிய பல பண்புகளைக் கொண்டது கோலே உணர்கருவியே ஆகும்.

- பா. வேங்கடரமணி

கதிர்வீச்சு

இது ஆற்றல் உமிழ்வும் (emission of energy) பரவுகையும் (propagation) பற்றிக் குறிப்பிடுவதாகும். கதிர்வீச்சை (radiation) மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு, ஒலியியல் கதிர்வீச்சு (acoustic radiation), துகள் கதிர்வீச்சு (particle radiation) என மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு. மின்புலமும், காந்தப் புலமும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான தளங்களில் செயல்படும்போது மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு தோன்றுகிறது. ரேடியோ அலைகள், மைக்ரோ அலைகள், அகச்சிவப்புக் கதிர்கள், கட்புலன் ஒளி புற ஊதாக் கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள், காமாக் கதிர்கள், காஸ்மிக் கதிர்கள் என அவற்றின் அலைநீளங்களின் மதிப்பைக் கொண்டு மின்காந்த அலைகளை வகைப்படுத்தலாம். இதை மின்காந்த நிறமாலை (electromagnetic spectrum) என்பர்.

அனைத்து மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுகளும் ஒளியின் திசைவேகத்துடன் செல்கின்றன. கதிர் வீச்சின்போது ஆற்றல் நேர்கோட்டில் பரவுகிறது. இவை மின்காந்த அலைகளின் பொதுப்பண்புகள் ஆகும். 10^{-4}மீ—100 கிலோமீட்டர் அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகள் ரேடியோ அலைகள் எனப்படும். மின் நிலைமமும் (inductance) மின் தேக்கியும் (capacitor) கொண்ட ஒரு மின்சுற்றின் மூலம் இவ்வலைகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். வானொலி, தொலைக்காட்சி, ராடார் போன்ற கருவிகளில் இவ்வலைகள் பயன்படுகின்றன.

15 செ.மீ முதல் ஒரு சில மில்லிமீட்டர் வரை அலைநீளம் கொண்டவை மைக்ரோ அலைகள் ஆகும். இவற்றின் அதிர்வெண் 2000 மெகாஹெர்ட்ஸிக்கும் மிகுதி. மேக்னட்ரான் (magnetron) போன்ற கருவிகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் மைக்ரோ அலைகள் கம்பி வழித் தொலைபேசி, தொலைக்காட்சி, ராடார், வானவியல் ஆராய்ச்சி போன்றவற்றிற்குப் பயன்படுகின்றன. 8×10^{-5} செ.மீ. முதல் 0.04 செ.மீ. வரை அலைநீளம் கொண்ட அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் மூலக்கூறுகளின் கிளர்வால் தோன்றுகின்றன. கட்புலனாகா இக்கதிர்வீச்சை அது தோற்றுவிக்கும் வெப்ப விளைவால் உணரலாம். கரும்பொருள் வெப்பக்கதிர்வீச்சு அகச்சிவப்புக் கதிர்வீச்சுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும். கட்புலன் ஏறத்தாழ 4×10^{-7}மீ — 8×10^{-7} மீட்டர் வரை அலைநீளம் கொண்டது. எனவே கண்ணுக்குப் புலனாவது ஒரு சிறு பகுதியே ஆகும். இந்த ஒளி கதிர்வீச்சு அணுக்களிலும் மூலக்கூறுகளிலும் ஏற்படும் அதிர்வால் தோன்றுகிறது.

1.4×10^{-8}மீ. — 4×10^{-7} மீ. வரை அலைநீளம் கொண்டவை புற ஊதாக் கதிர்கள் ஆகும். விரைவு எலெக்ட்ரான்கள் (fast electrons) மூலக்கூறுகளில் மோதுவதால் ஏற்படும் ஆற்றல் கிளர்ச்சியால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. 10^{-11} மீ — 10^{-7} மீட்டர் வரை அலைநீளம் கொண்ட எக்ஸ் கதிர்கள், மிக விரைவாகச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் ஓர் இலக்கினால் தடுத்து நிறுத்தப்படும்போது தோன்றுகின்றன.

10^{-12} — 10^{-10} மீ. வரை அலைநீளம் கொண்ட காமாக்கதிர்கள் ரேடியம், தோரியம் போன்ற இயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களினின்றும் ரேடியோ-பாஸ்ஃபரஸ், ரேடியோ-கோபால்ட் போன்ற செயற்கைக் கதிரியக்கத் தனிமங்களினின்றும் பெறப்படுகின்றன. மின்னூட்டமற்ற இக்கதிர்கள் மருத்துவம், வேளாண்மை, தொழிலியல், அறிவியல் போன்ற பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுகின்றன. ஏறத்தாழ 10^{-13} மீட்டர் அலைநீளம் கொண்ட காஸ்மிக் கதிர்கள் பேரண்டத்திலிருந்து (cosmos) புவிக்கு வரும் கதிர்வீச்சாகும். மீ உயர் ஆற்றல் கொண்ட இக்கதிர்கள் பல அணுக்கரு வினைகளைத் தூண்டிவிடும் தன்மை வாய்ந்தன.

ஒலியியல் கதிர்வீச்சு. அதிர்வெண் மதிப்பைப் பொறுத்து இக்கதிர்வீச்சு, கீழ் ஒலி (infrasonic), கேள் ஒலி (sonic), கேளா ஒலி (ultrasonic) என மூன்று வகைப்படும். 20 ஹெர்ட்ஸுக்குக் குறைவான அதிர்வெண் கொண்டவை கீழ் ஒலிகள் எனப்படும். 20 ஹெர்ட்ஸ் - 20 கிலோஹெர்ட்ஸ் வரை அதிர்வெண் கொண்ட ஒலிகளைத்தான் செவியால் கேட்க இயலும். இவ்வொலிகள் கேள் ஒலிகள் எனப்படும். 20 கிலோஹெர்ட்ஸுக்கு மேற்பட்ட அதிர்வெண் கொண்ட ஒலிகள் கேளா ஒலி அல்லது மீயொலிகள் எனப்படும்: அழுத்த மின்விளைவு (piezo-electric method), காந்தப் பரிமாண மாற்றமுறை (magneto-striction method) போன்ற முறைகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் இவ்வொலிகள் ஆற்றல் மிக்கன.

துகள் கதிர்வீச்சு. நேர் மின்னூட்டம் கொண்ட ஆல்ஃபாக் கதிர்களும், எதிர் மின்னூட்டம் கொண்ட பீட்டாக் கதிர்களும் துகள் கதிர்வீச்சுகள் எனலாம். இவை கதிரியக்க அணுக்களின் கருக்களினின்றும் தோன்றுகின்றன. ஒரு கதிரியக்க அணு ஒரு சமயத்தில் ஓர் ஆல்ஃபாத் துகளையோ ஒரு பீட்டாத் துகளையோ உமிழும்; அப்போது காமாக் கதிரும் உடன் வீசப்படும்.

கதிர்வீச்சுக் கொள்கைகள். பழைய கொள்கையின் படி, கதிர்வீச்சு அலையியக்கம் கொண்டது எனவும் கதிர்வீச்சால் தோன்றும் ஆற்றல் தொடர்ச்சியாக வெளியிடப்படுகிறது எனவும் கருதப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி, ஒரு கரும் பொருளிலிருந்து குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில் வீசப்படும் கதிர்களின் மொத்த ஆற்றல், ஆய்வுகளின் மூலம் பெறப்படும் ஆற்றலுக்கு முற்றிலும் முரண்பாடான முடிவைத்

தந்தது. இந்நிலையில், மாக்ஸ் ப்ளாங்க் என்பார் குவாண்ட்டம் கொள்கை என்னும் புதிய புரட்சிக் கருத்தை வெளியிட்டுக் கரும்பொருள் கதிர்வீச்சின் ஆற்றல் பங்கீட்டிற்கான சரியான விதியைப் பெற்றார். இக்கொள்கை கதிர்வீச்சுத் தொடர்ச்சியாக அன்றி குவாண்ட்டங்கள் எனப்படும் சிறுசிறு சிப்பங்களாக (packets) வெளியிடப்படுகிறது என்பதாம். ஒவ்வொரு குவாண்ட்டத்தின் ஆற்றலும் அதன் அதிர்வெண்ணுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது எனப் பிளாங்க் கூறினார். இக்கொள்கைப்படி, கதிர்வீசப்படும் ஆற்றல் அலைப்பண்பு மட்டுமன்றி, நுண்துகள் பண்பும் பெற்றுள்ளது. இக்கருத்து ஆய்வுகள் மூலம் உறுதி செய்யப்பட்டுக் கதிர்வீச்சு ஆற்றலின் இரட்டைப்பண்பு (dual nature) ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டது.

- மூ. நா. சீனிவாசன்

கதிர் வீச்சு அலைப்பிரிகை

ஒரு மின் காந்த அல்லது ஒலி அலைகளின் தொகுப்பை வெவ்வேறு அலைவெண் பகுதிகளாகப் பிரித்தல் கதிர் வீச்சு அலைப்பிரிகை எனப்படும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு வெண்மை ஒளிக்கற்றை ஒரு பட்டகத்தின் (prism) வழியாகச் செல்லும்போது அதன் வெவ்வேறு அலை நீளம் கொண்ட கதிர்கள் வெவ்வேறு வேகத்தில் செல்வதால் அவை வெவ்வேறு நிறப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. மின்காந்தச் சேர்க்கையில், குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில், கண்ணாடி அல்லது நீர் போன்ற பொருளின் பிரிகை குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில், அலை நீளத்தை ஒட்டிய பிரிகைக் குறியீட்டின் மாறுபாட்டு விகிதம் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கதிர்வீச்சு அழுத்தம் (இயற்பியல்)

மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு, தான் விழும் பொருளில் ஏற்படுத்தும் அழுத்தத்திற்குக் கதிர் வீச்சு அழுத்தம் (radiation pressure) எனப்பெயர். மின்காந்தக் கதிர்வீச்சின் ஆற்றல் கடத்தும் தன்மையும் அதன் உந்தமுமே இவ்வழுத்தம் ஏற்படக் காரணமாகின்றன.

படு அலையில் உள்ள $\vec{E}, \vec{H}$ திசையன்களால் (vectors) எலெக்ட்ரான்களில் அலைவு ஏற்படும்போது லாரன்ஸ் விசையால் இவ்வழுத்தம் ஏற்படுகிறது. பாய்ன்டிங் திசையனின் மதிப்பு w வாட்/மீ² என்றும், அலையின் கட்டத்திசை வேகம் (phase velocity) u மீ/நொடி என்றும் இருப்பின் கதிர்வீச்சு அழுத்தம்

$p = 2\frac{w}{u}$ நியூட்டன்/மீ² என இருக்கும்.

கதிர்வீச்சு அழுத்தம் ஒரு நொடியில் ஓரலகுப் பரப்பில் படு அலையில் ஏற்படும் $\frac{2w}{u}$ எனும் உந்த மாற்றத்தால் ஏற்படுவதாகக் கொள்ளலாம். படு அலை எதிரொளிக்கப்படுவதால் ஏற்படும் திசை மாற்றத்தாலும், படு உந்தம் அளவு மாறாமல் எதிரொளிக்கப்படுவதாலும் இச்சமன்பாட்டில் 2 - வருகிறது. இதனால் ஒரு மின்காந்த அலை $\frac{w}{u}$ எனும் உந்தப் பாயம் (momentum flux) கொண்டது எனக் கருதலாம். இந்த உந்தப்பாயம் அலையின் ஆற்றல் அடர்த்திக்குச் சமமாக இருக்கும்.

உந்தப்பாயம் = (உந்த அடர்த்தி) × (அலைத்திசை வேகம்)
= ஆற்றல் அடர்த்தி

இவ்வாறு கதிர்வீச்சு அழுத்தம் உந்தப்பாயம், ஆற்றல், அடர்த்தி எனும் கருத்துகளுக்கு வழிவகுக்கின்றது.

சமதள முகப்புடைய ஒரு மின்காந்த அலை செங்குத்தாக ஓர் உட்கவரும் தகட்டின்மேல் படும்போது ஏற்படும் சராசரிக் கதிர்வீச்சு அழுத்தம் ϵE_o^2 என இருக்கும். இங்கு ϵ என்பது தகட்டு ஊடகத்தின் மின்கடத்தாப்பொருள் மாறிலி (dielectric constant). E_o என்பது மின்புலத்தின் வீச்சு. மின்காந்த அலை ஒரு முழு எதிரொளிக்கும் தன்மையுள்ள, கடத்தும் தகட்டின்மேல் செங்குத்தாக விழுமாயின் நிலை அலைகள் (standing waves) ஏற்படுவதால் கதிர்வீச்சு அழுத்தம் உட்கவர் தகட்டின் அழுத்தத்தைப்போல் இருமடங்காக இருக்கும்.

கதிர்வீச்சு அழுத்தம் மிகக் குறைந்த மதிப்புடையதாக இருக்கும். (E - இன் மதிப்பு சில வோல்ட்/மீட்டர் ஆக இருந்தால் அழுத்தத்தின் மதிப்பு ஏறத்தாழ 10^{-9} பாஸ்கல் அல்லது 10^{-14} atm என இருக்கும்) ஆனாலும் இ. எப். நிக்கோல்ஸ், ஜி.எப் ஹல் ஆகியோர் 1903இல் இம்மதிப்புகளை அளவிட்டு அறிந்தனர்.

சூரியன் அருகில் செல்லும் ஒரு வால்விண்மீனில் கதிர்வீச்சு அழுத்தத்தின் விளைவைக் காணலாம். சூரியனிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சு அழுத்தத்தால் வால்விண்மீன்களில் உள்ள எடை குறைந்த துகள்கள் சூரியனின் எதிர்த்திசைக்குத் தள்ளப்படுகின்றன.

- வெ. ஜோசப்

கதிர்வீச்சு அழுத்தம் (எந்திரப் பொறியியல்)

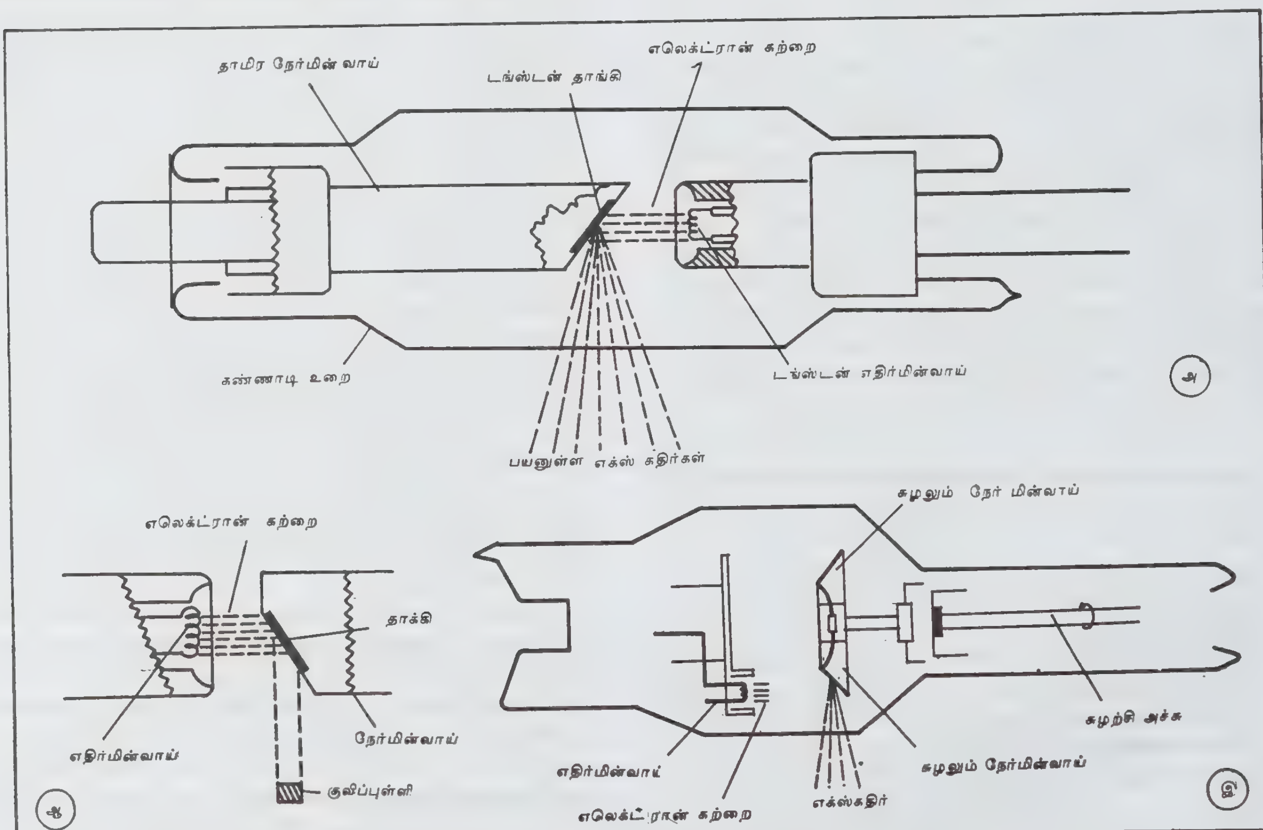
வெப்பக் கடத்தலின்போது, கதிர்வீச்சு முறைப்படி, வெப்ப அலைகள் அல்லது கதிர்கள் வெளிப்படு

கின்றன. இவை இடையில் காணப்படும் பொருள்களின் மீது படிந்து பரவும். மின்காந்த அலைகளாகப் படியும்போது ஏற்படும் அழுத்தம், கதிர்வீச்சு அழுத்தம் (radiation pressure) எனப்படும். மின்காந்த அலைகளில் இருந்து வெளிப்படும் வெப்பக் கதிர்வீச்சில் ஆற்றலும் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இந்த ஆற்றலில் பயன்படு உந்தமும் (momentum) இருப்பதால் இத்தகைய அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு வெப்ப மின்காந்தக் கதிர்கள் படியும் பரப்பில், சராசரி அழுத்தம் ϵE_0^2 என்னும் சமன்பாட்டில் இருக்கும். இதில் E_0 என்பது ஏற்படும் மின் புலத்தின் வீச்சு: ϵ என்பது மின் தடையம் அல்லது இருமின் (dielectric) மாறிலி ஆகும். இத்தகைய கதிர்கள் படியும் பரப்பு வெப்பக் கடத்தும் தன்மையதாகவும், முழுமையான அளவில் எதிரொளிக்கும் தன்மையுடையதாகவும் இருப்பின் நிலையான வெப்ப அலைகள் தோன்றும். இந்நிலையில் ஏற்படும் வெப்ப அழுத்தம், வெப்பத்தை உள்ளேற்கும் பரப்பில் ஏற்படும் சராசரி அழுத்தத்தைவிட இருமடங்கு இருக்கும். இவ்வழுத்தம் மிகக் குறைவாகவோ, ஏறத்தாழ 10^{-9} நியூட்டன்/சதுர மீட்டர் அளவிலோ இருக்கும்.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

கதிர்வீச்சு இயற்பியல்

நோய்களைக் கண்டறியவும், அவற்றை நலப்படுத்தவும் கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்தும் அறிவியல் துறைக்குக் கதிர்வீச்சு இயற்பியல் (radiological physics) என்று பெயர். அயனியாக்கும் தன்மை கொண்ட கதிர்களும் அயனியாக்கும் தன்மை இல்லாத கதிர்களும் எ. கா. கேளா ஒலி (ultra sound) இத்துறையில் பயன்படுகின்றன. கதிர்வீச்சுப் பற்றியும் அதன் தன்மைகள் குறித்தும் ஆராய்ந்து அறிந்த இயற்பியல் அறிவியலாரின் பட்டறிவு மருத்துவத்துறையில் பயன்படுவதால், இத்துறை மருத்துவ இயற்பியல் என்றும் குறிப்பிடப்படும். கதிர்வீச்சு உயிரியல், கேளா ஒலி, அகச்சிவப்புக் கதிர்கள், உருக் கொள்கை (image theory), கணிப்



படம் 1.

(அ) கண்டறி கதிரியக்கவியலில் பயன்படுத்தப்படும் எக்ஸ்கதிர்க் குழாயின் அமைப்பு. (ஆ) நிலையான நேர்மின்வாய் குவிப்புள்ளியைத் தோற்றுவித்தலை விளக்கும் படம். (இ) சுழலும் நேர்மின் வாயைப் பயன்படுத்தும் எக்ஸ்-கதிர்க்குழாய்.

பொறிகள் (computers) ஆகிய துறைகளில் நிகழும் ஆய்வுகளும் அவற்றின் பட்டறிவும் இத்துறையின் தற்போதைய முன்னேற்றத்துக்குக் காரணம் ஆகும்.

கண்டறியும் கதிரியக்கவியல் (diagnostic radiology). இதன் முக்கிய நோக்கம் குறிப்பிட்ட நோய் உள்ளதா இல்லையா என்று அறிந்து கொள்ளுதலும் இருப்பின் எந்த அளவுக்குப் பரவியுள்ளது என்று தெரிந்து கொள்ளுதலும் ஆகும். இம்முறையில் பொதுவாக எக்ஸ் கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. மனித உடலை ஊடுருவிச் செல்லும் எக்ஸ் கதிர்களை உடலில் உள்ள திசுக்கள் அவற்றின் தன்மைக்கு ஏற்ப உறிஞ்சிக்கொள்கின்றன. எனவே, மனித உடலின் உட்பகுதிகளைப் பற்றிய விவரங்களைக் கொண்ட நிழற்படத்தை வெளிவரும் எக்ஸ் கதிர்கள் தோற்றுவிக்கின்றன.

நோய்களைக் கண்டறிய செறிவுள்ள மெல்லிய எக்ஸ் கதிர்க் கற்றைகள் பயன்படுகின்றன. இக்கதிர்களைத் தோற்றுவிக்கும் எக்ஸ் கதிர்க்குழாயின் அமைப்பைப் படம் 1 இல் காணலாம். மிகு மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் செறிவுள்ள எக்ஸ்-கதிர்களைத் தோற்றுவிக்க முடியும். எதிர் மின்முனையிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்கள், சாய்ந்த நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள (சாய்நிலைக் கோணம் 16° - 20°) நேர்மின்முனையைத் தாக்கும் போது சிறு பரப்பளவில் எக்ஸ் கதிர்கள் வெளிவரும். இப்பரப்பைக் குவிபுள்ளி (focal spot) என்பர். மிகக் குறைந்த பரிமாணம் (எ. கா. 1 மி.மீ × 1 மி.மீ) குவிபுள்ளியைத் தோற்றுவிக்க நேர்மின்வாய் சுழற்றப்படும் (படம் 1) சுழலும் நேர்மின்வாய்கள் பொதுவாகக் கதிர் வரைமுறைகளுக்கும் நிலையான நேர் மின்முனைகள் பல் கதிர் வரைமுறைக்கும் (dental radiography) பயன்படுகின்றன.

கொழுப்பு, மென் திசுக்கள், உடலில் உள்ள பாய்மங்கள், எலும்பு ஆகியவற்றின் எக்ஸ் கதிர் உறிஞ்சு திறன் வேறாகும். எலும்பு உறிஞ்சு திறன் மிகுதியாகக் கொண்டது. எனவே, அதன் நிழல் எக்ஸ் கதிர்ப் படலத்தில் விழுகிறது. மிகு அடர்த்தி கொண்ட திசுக்கள் அடர்த்தியான நிழலைத் தோற்றுவிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, கட்டி உண்டான திசுக்கள் அதை அடுத்த இயல்பான அதே வகைத் திசுக்களைவிட மிகுந்த எக்ஸ் கதிர்களை உறிஞ்சும். எனவே, கட்டிகள் அடர்த்தியான நிழலைத் தோற்றுவிக்கும்.

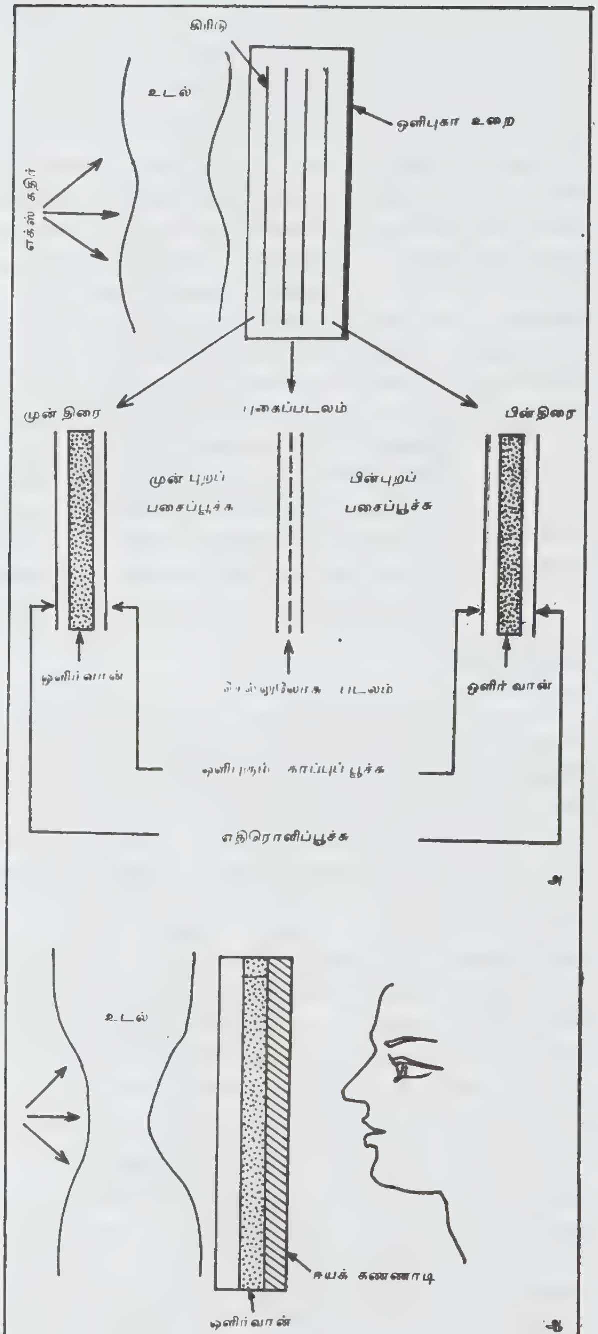
மாறுபடு ஊடகம் (contrast medium) என்று குறிப்பிடப்படும் பொருள்களை நோயாளிக்குக் கொடுப்பதன் மூலம் உடலில் உள்ள குழிவு (cavity) கொண்ட உறுப்புகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம். பேரியம் சல்ஃபேட், அயோடின் தனிமம் கொண்ட சேர்மங்கள் மாறுபடு ஊடகங்களாகப் பயன்படுகின்றன. இவை பெருமளவில் எக்ஸ் கதிர்களை உறிஞ்சுவதால், இப்பொருள்கள் தங்கியுள்ள இடம் அடுத்த பகுதியிலிருந்து மாறுபட்டுத் தெரியும். மாறுபடு ஊடகத்தின் உதவிகொண்டு மலக்குடல், பெருங்குடல், உணவுக்குழாய், கருப்பை, இரத்தக் குழாய், சிறுநீரகம் ஆகிய உறுப்புகளை எக்ஸ் கதிர்ப் படங்களில் தெளிவாகக் காணலாம்.

குறைந்த ஆற்றல் உள்ள (30 KeV), எக்ஸ்கதிர்களைப் பயன்படுத்தும்போது எலும்புகளின் உறிஞ்சும் தன்மை மிகுதியாக இருப்பதால் உள் உறுப்புகள் எக்ஸ் கதிர்நிழற்படத்தில் சரிவரத் தெரிவதில்லை. (சான்று மார்பறையில் உள்ள நுரையீரல்) ஆற்றல் மிகுந்த (100 கி.எ வோக்கும் அதிகமான) எக்ஸ் கதிர்களைப் பயன்படுத்தும்போது, அனைத்துத் திசுக்களும் ஏறக்குறைய ஒரே அளவில் எக்ஸ் கதிர்களை உறிஞ்சுவதால், உள் உறுப்புகளையும் நிழற்படத்தில் காணலாம். பின் குறிப்பிட்ட முறையில், நிழற்படத்தில் பல உறுப்புகளுக்கு இடையே உள்ள மாறுபாடு குறைகிறது. மேலும், நோயாளி மிகுகதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்படுகிறார். மென் திசுக்களை ஆய்வு செய்யச் செறிவுள்ள குறைந்த ஆற்றல் உடைய எக்ஸ் கதிர்கள் பயன்படுகின்றன. (சான்று: மார்பகத்தை ஆய்வு செய்யக் கையாளப்படும் மார்பக வரைமுறை -mammography).

எக்ஸ் கதிர்கள் தோற்றுவிக்கும் உள் உறுப்புகளின் உருத்தோற்றங்களைப் புகைப்படத்திலோ ஒளித்திரையிலோ தொலைக்காட்சித் திரையிலோ பதிவு செய்யலாம். படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ள அமைப்பால் புகைப்படத்தில் உருவங்களைப் பதிவு செய்யலாம். நோயாளியின் உடலிலிருந்து வெளிவரும் எக்ஸ் கதிர்கள், பேரியம் காரீய சல்ஃபேட்டு, துத்தநாக சல்ஃபைடு, கால்சிய டங்ஸ்டேட் போன்ற நின்றொளிர் பொருள்கள் (phosphors) மீது படும் போது வெளிவரும் ஒளிர்ஒளி (fluorescent light) எக்ஸ் கதிர்ப் புகைப் படலத்தில் உடல் உறுப்புகளின் உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. ஒளிர்வான் படிகங்களின் அளவைப் பொறுத்துப் புகைப் படலத்தில்தோற்றுவிக்கப்படும் உருவத்தின் தரம் மாறுபடும்.

துத்தநாக சல்ஃபைடு பூசப்பட்ட ஒளிர் திரையில் எக்ஸ் கதிர்கள் படும்போது பச்சை நிறத்தில் உருவம் தோன்றும். இதைக் காரீயக் கண்ணாடி வழியாகக் காணலாம் (படம் 2). இக்கண்ணாடி எக்ஸ் கதிர்களைத் தடுத்து நிறுத்தும். ஆனால் ஒளிர் ஒளியைத் தன்னுள் செலுத்தும் எனவே இக்கண்ணாடி இவ்வுருவத்தைப் பார்ப்பவரை எக்ஸ் கதிர்களிலிருந்து பாதுகாக்கிறது.

ஒளிர்திரையில் தோன்றும் உருவத்தைச் செறிவாக்கி மிகைப்படுத்திச் சிறுபடலத்தில் புகைப்படமாகவும் பதிவு செய்யலாம். இம்முறைக்கு ஒளிர் இயல் (fluroscopy) என்று பெயர். நோயாளியின் மீது



படம் 2.

(அ) புகைப்படலத்தில் எக்ஸ்-கதிர் உருவத்தைப் பதிவுசெய்யக் கையாளப்படும் அமைப்பு.

(ஆ) ஒளித்திரையில் எக்ஸ்-கதிர் உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கக் கையாளப்படும் அமைப்பு.

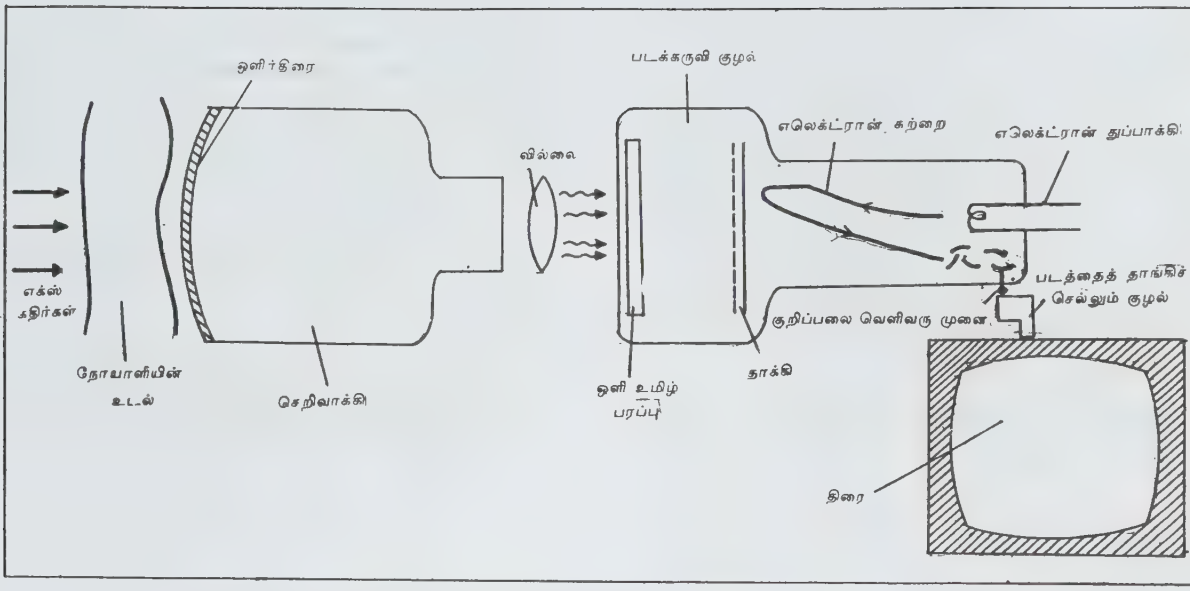
பட்டு வெளிவரும் எக்ஸ்-கதிர்கள் இரண்டு வகைப் படும். ஒன்று திசுக்களால் ஓரளவு உறிஞ்சப்பட்டு வெளிவரும் எக்ஸ் கதிர்கள். மற்றொன்று, சிதறிய எக்ஸ் கதிர்கள். சிதறிய எக்ஸ் கதிர்கள் கதிரியக்க வரைபடத்தின் தரத்தைக் கெடுக்கும். பல்வேறு தடிப்பும் உருவமும் கொண்ட காரீயத் துண்டுகளைப் பயன்படுத்திச் சிதறிய எக்ஸ் கதிர்களைப் புகைப் படலத்தில் அல்லது ஒளித்திரையில் விழாமல் தடுக்க லாம்.

தொலைப்படக் காட்சித் திரையில் உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கக் கீழ்க்காணும் முறை கையாளப்படு கிறது (படம்-3). ஆர்த்திகான் (orthicon), வீடிகான் (vidicon), ப்ளம்பிகான் (plumbicon) போன்ற படக் கருவியின் ஒளிர்திரையில் செறிவாக்கப்பட்ட உருவம் படுகிறது. இவ்வுருவம் படக்கருவியில் உள்ள எலெக்ட்ரான் துப்பாக்கியிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான் கற்றையால் அலகிடப்பட்டு மின் குறிப்பலையாக (electrical signal) மாற்றப்படுகிறது. இக்குறிப்பலைகள் மின்னணுச்சுற்றுகளின் உதவி கொண்டு உருவமாக மாற்றப்பட்டுத் தொலைக் காட்சித் திரையில் தோன்றுகின்றன.

படக்கருவியின் திரையில் தோன்றும் உரு வத்தைத் தொடர்ந்து படமாக எடுக்கலாம். இம் முறைகள் திரைப்படக் கதிரியக்கவியல் (cine radiology), கினோஸ்கோபி (kinescopy) என்று குறிப் பிடப்படும். இவ்வழி முறைகள் உதவி கொண்டு உள் உறுப்புகளின் அசைவுகளைக் கண்காணிக்கலாம்.

ஓர் எக்ஸ் கதிர்ப்படம் எடுத்தபின், கதிர் மூலத்தைச் சற்று நகர்த்தி மற்றொரு படம் எடுத்து இவ்விரண்டு படங்களையும் அடுத்தடுத்து வைத்து ஆய்வு செய்தால் முப்பரிமாணத்தில் தேவைப்படும் உறுப்புத் தோற்றமளிக்கும். இம்முறைக்குத் திட்பக் கதிரியக்க வரை முறை (stereo radiography) என்று பெயர்.

நோயாளியை ஒரே இடத்தில் வைத்து எக்ஸ் கதிர் மூலத்தையும், காணியையும் (eye piece) எதிர்த திசையில் நகர்த்தினால் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பின் உருவம் மட்டும் தெளிவாகத் தெரியும். இம்முறைக்குக் குறுக்குவெட்டு வரைமுறை (tomography) என்று பெயர். ஓர் உறுப்பின் குறுக்கு வெட்டில் கதிர் மூலத்தையும் காணியையும் எதிரெதிராக நகர்த்திக் காணியிலிருந்து வெளிவரும் குறிப்பலைகளை ஒரு கணிப்பொறிக்குள் செலுத்தினால், அக்குறிப்பிட்ட உறுப்பின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைக் கணிப் பொறி வரைந்து காட்டும். இம்முறைக்குக் கணிப் பொறி அச்சுவழிக் குறுக்குவெட்டு வரைமுறை (computer axial tomography-CAT) என்று பெயர். இம்முறை CAT அலகிடுதல் (CAT scanning) என்று குறிப்பிடப்படும். CAT அலகிடுதல் முறை,

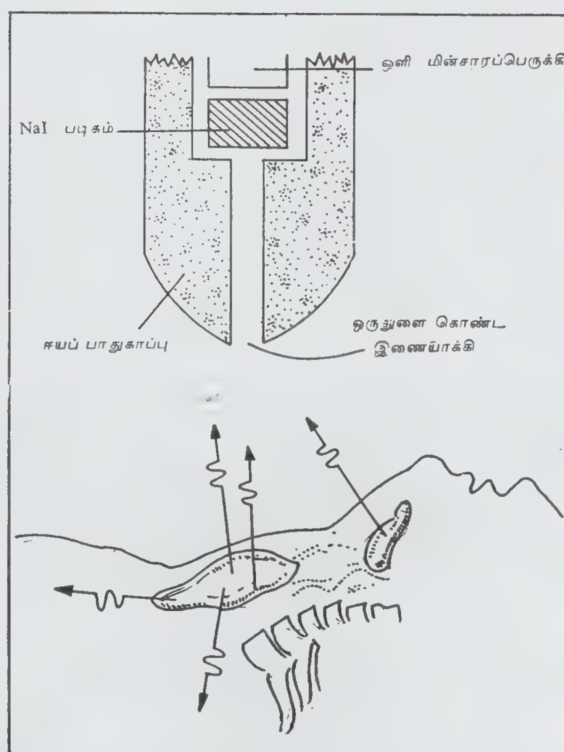


படம் 3 எக்ஸ்-கதிர் உருவத்தைத் தொலைக்காட்சித் திரையில் தோற்றுவிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளின் அமைப்புப் படம்

நோயைக் கண்டறியும் முறைகளில் மிகவும் முன்னணியில் உள்ளது.

அணுக்கரு மருத்துவம் (nuclear medicine). மிகக் குறைந்த செறிவில் சில தனிமங்களை உடலுக்குள் செலுத்தினால், அவை சில குறிப்பிட்ட உறுப்புகளால் மட்டுமே தொகுக்கப்படுகின்றன. சான்றாக, தைராய்டு சுரப்பி அயோடின் தனிமத்தைப் பிற சுரப்பிகளைவிட மிகுதியாக உட்கவரும். எனவே, சில கதிரியக்கத் தனிமங்களை நோயாளிக்குள் செலுத்தி, உடல் உறுப்புகளின் இயங்குமுறையைக் கண்காணிக்கலாம். தைராய்டு சுரப்பி, ஈரல், மூளை, நுரையீரல், இரத்தச் சுற்றோட்ட மண்டலம் ஆகியவற்றைக் கண்காணிக்க ^{131}I, -Te^{99m} தனிமங்களும், எலும்பு மஜ்ஜையைக் காண ^{59}Fe தனிமமும் ஈரலைக் கண்காணிக்கக் கூழ்பிரிகை நிலையில் உள்ள ^{198}Au தனிமமும் பயன்படுகின்றன. தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கதிரியக்கத் தனிமம் குறைந்த அரை ஆயுள் காலம் கொண்டதாகவும், வளர்சிதை வினை மாற்றத்தால் உடலிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் தன்மை கொண்டதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இல்லையெனில், தங்கிப்போன கதிரியக்கம் உடலுக்குக் கேடாக முடியும்.

குறிப்பிட்ட அளவுள்ள கதிரியக்கத் தனிமம் நோயாளிக்குக் கொடுக்கப்பட்டு, அது உடலில் சேர நேரம் அளிக்கப்படும். பின்பு நோயாளியின் உடலிலிருந்து மாதிரி எடுக்கப்பட்டுக் கதிரியக்கம் எவ்வளவு குறைந்துள்ளது என்று கணக்கிடப்படும். இவ்வொடுக்கத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட உறுப்பின் பருமனைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். பிளாஸ்மா, சிவப்பு உயிரணு



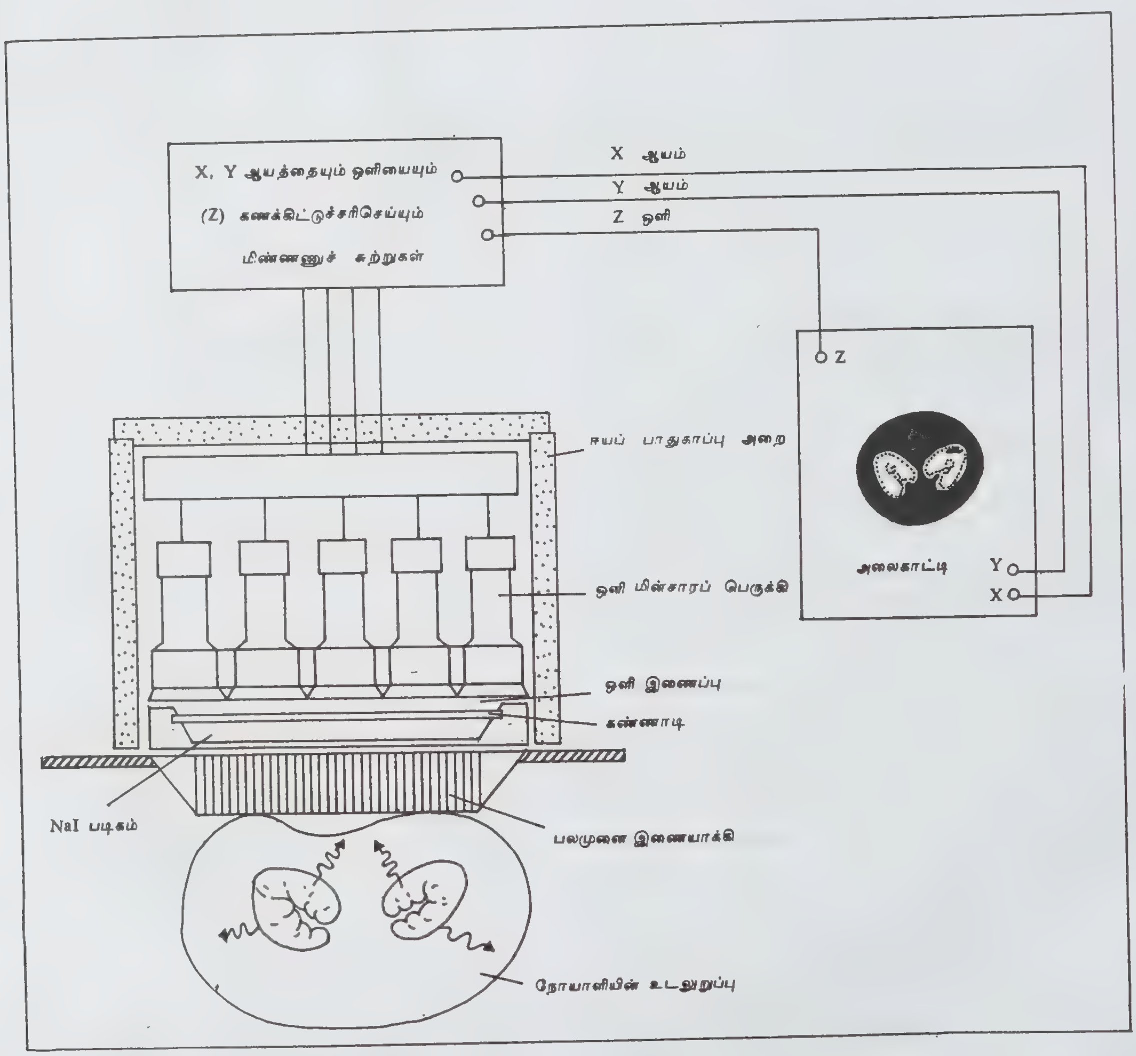
படம் 4. தைராய்டு சுரப்பியை அலகிடுதல். ஒரு துளை இணையாக்கியைப் பயன்படுத்தும் நேர்கோட்டியல் அலகிடுவானின் *(rectilinear scanner)* அமைப்புப் படம்.

ஆகியவற்றின் பருமனைக் கண்டறிய இம்முறை பயன்படுகிறது.

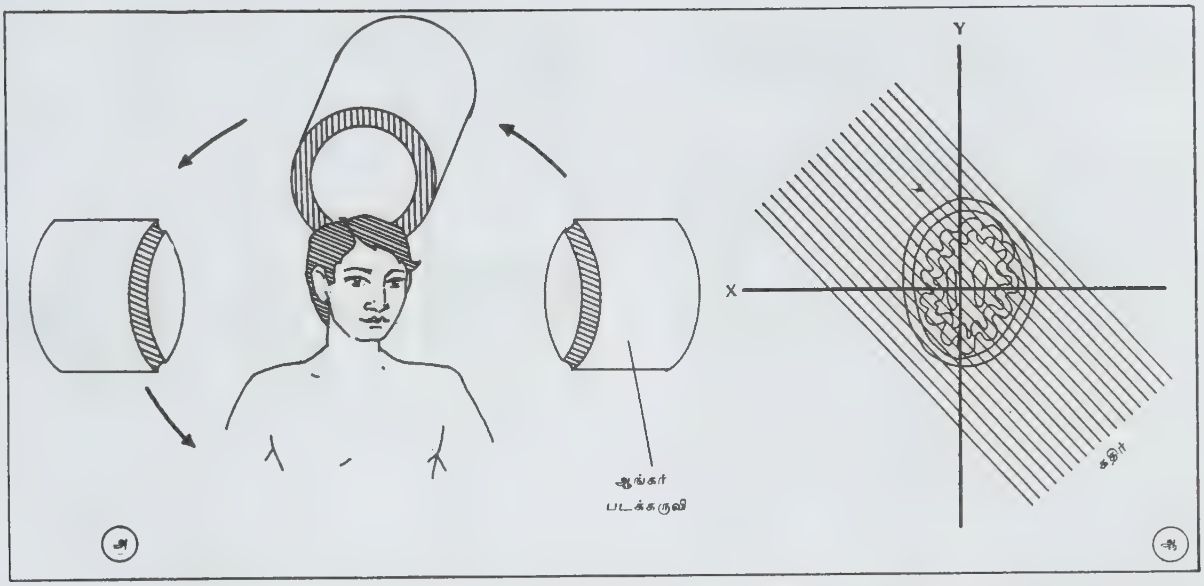
குறிப்பிட்ட அளவுள்ள கதிரியக்கத் தனிமம் நோயாளிக்குக் கொடுக்கப்பட்டு, ஒரு கால இடைவெளியில் குறிப்பிட்ட ஓர் உறுப்பு எவ்வாறு இத்தனிமத்தை உட்கவர்கிறது அல்லது வெளியேற்றுகிறது என்று கண்காணிக்கப்படுகிறது. இம்முறை குறிப்பிட்ட உறுப்பு எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதை அறிந்து கொள்ள உதவும். தைராய்டு சுரப்பி, கல்லீரல்,சிறுநீரகம் ஆகியவற்றின் செயல் முறையைப் பற்றிய விவரம் தொகுக்க இம்முறை பயன்படுத்தப் படுகிறது.

குறிப்பிட்ட உறுப்பின் உருவமைப்பு, அளவு, அமைவிடம், அவ்வுறுப்பின் சீரழிந்த பகுதி ஆகியவற்றை உருவப்படமாகக் காண, காமாக் கதிர் உருவாக்கம் என்னும் முறை கையாளப்படுகிறது. இம் முறையில் ஒளிர்வு எண்ணிகள் காணிகளாகப் பயன்படுகின்றன. கதிரியக்கத் தனிமங்கள் தங்கியுள்ள இடத்தைக் கண்டறியும் கருவிக்கு அலகிடுவான் (scanner) என்று பெயர். அலகிடுவான் இரண்டு வகைப் படும். ஒவ்வொரு வரியாக நகர்ந்து குறிப்பிட்ட உறுப்பிலிருந்து வெளிவரும் காமாக் கதிர்களைக் கண்டறியும் அலகிடுவான்கள் ஒருவகைப்படும். காட்டு; நேர்கோட்டியல் அலகிடுவான் (rectilinear scanner) (படம் 4).

ஆங்கர் படக்கருவி (anger camera), ஒரு நிலையான அலகிடுவான். குறிப்பிட்ட உறுப்பின் அனைத்துப் பகுதியிலிருந்தும் வெளிவரும் காமாக்கதிர்களை ஒரே நேரத்தில் இக்கருவி கண்டறிகிறது. படம் 5



படம் 5. ஆங்கர் படக்கருவியின் அமைப்புப்படம்.

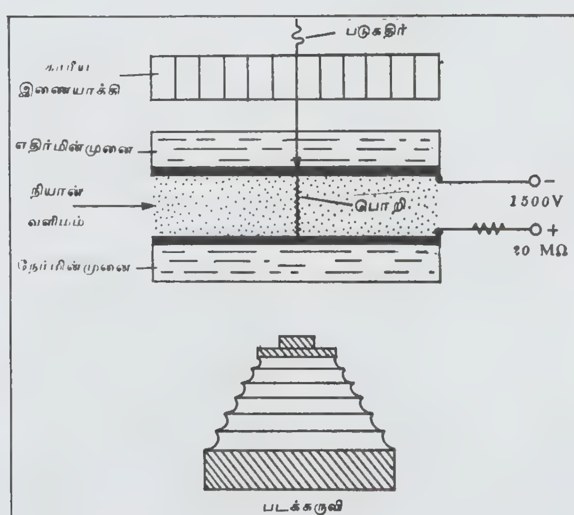


படம் 6 ஆங்கர் படக்கருவி (anger camera) **உதவிகொண்டு அலகிடு முறையில் மூளையின் குறுக்குவெட்டு அமைப்பைக் கண்டுகொள்ளல். (அ) ஆங்கர் படக்கருவியை 360° கோணத்தில் சுழற்றி மூளையை வெவ்வேறு கோணத்தில் 30இலிருந்து 100வரை படம் பிடிக்கிறார்கள். ஆங்கர் படக்கருவியிலிருந்து வரும் மின்குறிப் பலைகளைக் கணிப்பானுக்குள் செலுத்தினால் படம் (ஆ) வில் காட்டியுள்ளவாறு மூளையின் குறுக்குவெட்டு அமைப்பு வரைந்து காட்டப்படும். படம் (ஆ) வில் கதிர்வீச்சின் திசையும், குறிப்பீட்டு அச்சுகளும்** (axis of reference) **காட்டப்பட்டுள்ளன. தலை, சுழற்சி அச்சில் நிலையாக வைக்கப்பட்டு இருக்கும்.**

இல் ஆங்கர் படக்கருவியின் அமைப்புக் காட்டப் பட்டுள்ளது.

ஒரு கண்ணாடித் தட்டின் மீது பெரிய சோடியம் அயோடைடு படிகம் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். அதன் மீது அறுகோண வடிவில் ஏறக்குறைய 19 ஒளி பன் மடங்காக்கிகள் (photo multiptiers) பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். உறுப்பில் இருந்து வெளிவரும் காமாக் கதிர்கள் காரீயத்தால் ஆன பல்முனை இணையாக்கி வழியாகச் சோடியம் அயோடைடு படிகத்தில் விழு கின்றன. உறுப்பின் ஓர் இடத்திலிருந்து வெளிவரும் காமாக்கதிர்களுக்கு விகித சமமான மின் குறிப் பலையை அவ்விடத்துக்கு மேலே உள்ள ஒளி மின் சாரப் பெருக்கி தோற்றுவிக்கிறது. மின்னணுச் சுற்றி இக்குறிப்பலைகளை அலைகாட்டியில் உருவமாகத் தெரியும்படிச் செய்கிறது. இவ்வுருவத்தின் X-Y ஆயம் உறுப்பின் X-Y ஆயத்துக்குச் சமமாகும். போலோ ராய்டு படக்கருவியால் இவ்வுருவத்தைப் படம் பிடிக்கலாம். $^{99m}T_c$ கொண்ட சேர்மத்தைக் கொடுத்து ஒரே நிமிடத்தில் மூளையின் உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம். வெவ்வேறு கோணத்தில் மூளை யைப் படம் பிடித்துக்கணிப்பொறி மூலம் மூளையின் அமைப்பை வரைந்து காட்டச் செய்யலாம் (படம் 6). (இதுவும் CAT அலகிடு முறையை ஒத்தது).

பல படிகங்களைப் (multi crystals) பயன்படுத்து வதன் மூலமும் பல காணிகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும் ஆங்கர் படக்கருவியைத் திறன்மிக்கதாக்க லாம். ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பை அலகிட ஆங்கர் படக்கருவியும், உடல் முழுமையும் அலகிட நேர் கோட்டியல் அலகிடுவானும் பயன்படுகின்றன,



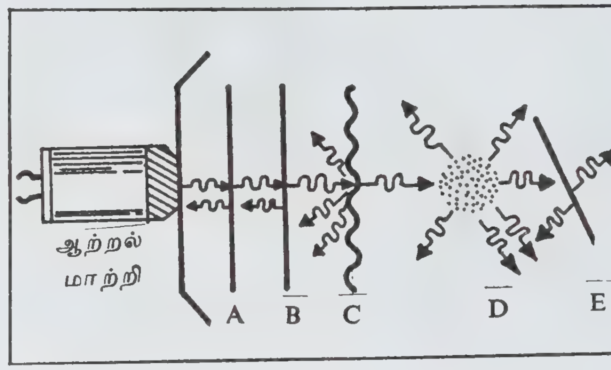
படம் 7 பொறிப்படக்கருவியின் (spark camera) **அமைப்புப்படம்**

பொறிப்படக்கருவி அல்லது ஸ்பின்தாரிகான் (spark camera or spintharicon) உதவி கொண்டும் ஓர் உறுப்பின் உருவத்தைத் தோற்றுவிக்கலாம். (படம் 7)

குறிப்பிட்ட உறுப்பிலிருந்து வெளிவரும் காமாக் கதிர் தங்கம் கொண்ட பீங்கான் வகைச் சேர்மம் பூசப்பட்ட எதிர்மின்முனையைத் தாக்கும்போது துணை எலெக்ட்ரான்கள் தோன்றுகின்றன. அயனி அறையில் உள்ள மின் அழுத்தம் காரணமாக எலெக்ட்ரான்கள் தோற்றுவிக்கும் அயனியாக்கப் பட்ட பாதையில் பொறி தூண்டப்படுகிறது. உள்ளடங்கிய இப்பொறியை ஒளிப்படமாக எடுக்க லாம். பொறிப்படக் கருவியைத் தயாரிப்பது எளிது; அதன் விலையும் மலிவு; தைராய்டு சுரப்பியின் உருவத்தை ^{125}I தனிமத்தின் உதவிகொண்டு தோற்றுவிக்கப் பொறிப்படக்கருவி பயன்படுகிறது.

வெப்ப வரைமுறை (thermography). மனிதத் தோலின் வெப்பநிலை ஏறக்குறைய 34°C. அது வெளியிடும் அகச்சிவப்புக் கதிரின் அலைநீளம் 4-6 μm. கட்டி வரப்பெற்ற திசுக்கள் சாதாரணத் திசுக்களை விட மிகு வெப்பநிலையில் இருக்கும். இண்டியம் ஆன்ட்டிமனைடு (InSb) பாதரசக் காட்மியம் டெலுரைடு (McT) ஆகிய காணிகளை இவ்வலை நீளத்தில் உள்ள அகச்சிவப்புக் கதிர்களைக் கண் டறியப் பயன்படுத்தலாம். இக்காணிகளின் உணர்வு நுட்பத்தை மிகுவிக்க InSb காணியை-196°C வெப்ப நிலைக்கும் McT காணியை -40°-80°C வரை உள்ள வெப்பநிலைக்கும் குளிர்விக்க வேண்டும். இக்காணிகள் வெப்ப ஆற்றலை மின் ஆற்றலாக மாற்றுகின்றன. இம்மின் குறிப்பலைகளை மிகைப்படுத்தி வெப்ப, வரைபடமாகவோ ஒரு கோட்டில் உள்ள வெப்ப நிலை மாறுபாட்டைக் காட்டும் வரைகோடு தொலைக்காட்சித் திரையில் உருவமாகவோ பதிவு செய்யலாம். கட்டி வரப்பெற்ற திசுக்கள் சூடாக இருப்பதால் அவை உருவத்தில் ஒளிமிக்கவையாகத் தோன்றும். வெப்ப வரைமுறை தொடக்க நிலையில் உள்ள மார்பின் புற்று நோயைக் கண்டறியப் பயன் படுகிறது.

கேளா ஒலி வரையியல் (ultrasonography). 18 மெகாஹெர்ட்ஸுக்கும் மேலான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி, கேளா ஒலி என்று குறிக்கப்படுகிறது. கண்டறி கேளா ஒலிஇயலில் (diagnostic ultrasonics) 0.5— 25 MHz வரை அதிர்வெண் உள்ள ஒலி அலைகள் பயன்படுகின்றன. ஆற்றல் மாற்றி (transducer) என்று குறிப்பிடப்படும் படிகத்துக்கு மாறும் மின்னழுத்தம் கொடுத்தால் இப்படிகம் அதிர்ந்து கேளா ஒலியை உண்டாக்கும். இப்பண்பு அழுத்த மின் விளைவு (piezoelectric effect) எனப்படும். கேளா ஒலி ஆற்றல் மாற்றியைத் தாக்கும்போது அதன் புறப்பரப்பில் சிறு மின்னூட்டம் தோன்று கிறது. எனவே, ஆற்றல் மாற்றி ஒன்றே கேளா ஒலியைத் தோற்றுவிக்கவும், கண்டறியவும் பயன் படுகிறது.



படம் 8. திசுக்களின்பொதுமுகங்கள் (interface) எதிரொலியைத் தோற்றுவித்தல்.

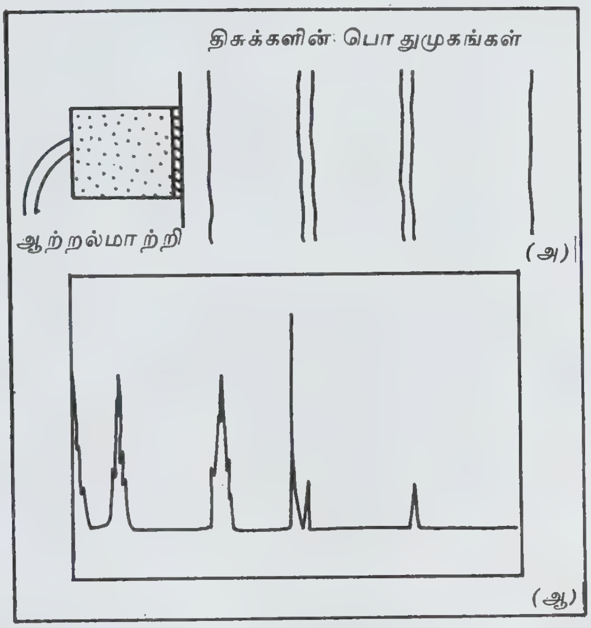
A, B- உராய்வற்ற (smooth) பொதுமுகம் C- உராய் வுடைய (rough) பொதுமுகம்; D- தொடர்ச்சியில்லாமல் ஒருங் கிணைக்கப்பட்ட திசுக்களின் தொகுதி; E- சாய்ந்த நிலையி லுள்ள பெரிய புறப்பரப்பு.

கேளா ஒலியின் மூலம் இரண்டு திசுக்கள் சேரும் பொது முகத்தைப் (tissue interface) பற்றிய விவரங் களை அறிந்து கொள்ளலாம். கேளா ஒலி உடலை ஊடுருவிச் செல்லும்போது திசுக்களின் பொதுமுகங் களில் படும் ஒலிகளின் ஒரு பகுதி எதிரொலிக்கப் பட்டு ஆற்றல் மாற்றிக்குத் திருப்பி அனுப்பப்படு கிறது (படம் 8).

ஒலிக்கற்றை வரும் திசையைக் கொண்டும், எதிரொலி ஆற்றல்மாற்றியை வந்தடைய எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தைக் கொண்டும் திசுக்களின் பொதுமுகம் எங்கு உள்ளது என்பதைக் கணக்கிட லாம். எதிரொலியின் அளவு, எதிரொலிக்கும் பொது முகத்தின் நெடுக்கம் ஆகிய விவரங்களைக் கொண்டு திசுவின் தன்மையைக் கண்டறிய முடியும். எதிரொலி படுவதால் ஆற்றல்மாற்றியில் தோன்றும் மின் னழுத்தக் குறிப்பலை (voltage signal) மின் னணுச் சுற்றிகள் மூலம் சீராக்கப்பட்டு வரை படமாக மாற்றப்படுகிறது. இப்படம் திசுக்களின் அமைப்பைக் காட்டும். பல இடங்களிலிருந்து எதிரொலிகளைத் தொகுத்து ஆராய்ந்தால் உடலு றுப்புகளின் உருவத்தைத் திரையில் தோற்று விக்கலாம்.

உள் உறுப்புகள் பற்றிய விவரங்கள் எதிரொலி யிலிருந்து இரண்டு விதத்தில் தொகுக்கப்படுகின்றன. A -அலகிடுதல் (A-scanning) என்னும் முறையில் கேளா ஒலி ஒரு திசையில் மட்டுமே அனுப்பப்படு கிறது. எதிரொலியும் அதே திசையில் உணரப்படு

கிறது. இம்முறை திசுக்களின் பொதுமுகங்களின் அமைப்பை ஒரு பரிமாணத்தில் (one dimensional picture) காட்டும் (படம்-9). ஒரு தளத்தில் கேளா



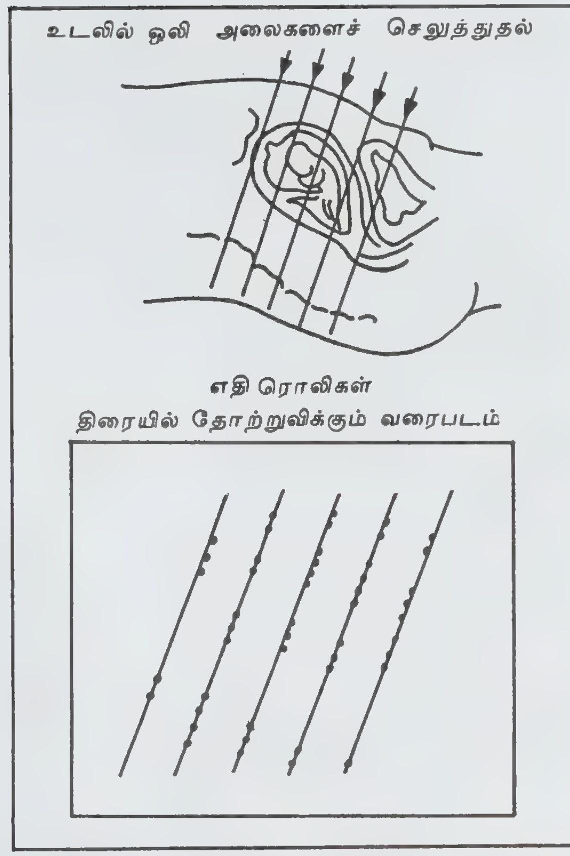
படம் 9. A-அலகிடு முறையில் திசுக்களின் பொது முகங்களைக் கண்டறிதல்.

(அ) உடலில் உள்ள திசுக்களின் பொதுமுகங்களின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது. (ஆ) திரையில் பொதுமுகங்களின் அமைப்பு ஒரு பரிமாணத்தில் தோற்றமளித்தல்.

ஒலிகளை அனுப்பி, எதிரொலிகளைத் தொகுத்தால், அத்தளத்தில் உள்ள அனைத்துத் திசுக்களைப் பற்றிய விவரங்களும் கிடைக்கும். B-அலகிடுதல் (B-scanning) எனப்படும் இம்முறையில் உள் உறுப்பின் அமைப்பு இரு பரிமாணத்தில் (two dimensional picture) தோன்றும் (படம் 10).

இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் உறுப்புகள் பற்றிய விவரங்களை இம்முறை கொண்டு ஆராயலாம். (எ.கா.) எதிரொலி இதய வரைவியில் (echocardiography) எதிரொலிக்கும் திசு எவ்வளவு வேகமாக நகர்கிறது என்பதைப் பொறுத்து எதிரொலியின் அதிர்வெண் மாறும். படு ஒலி அதிர்வெண்ணுக்கும் எதிர் ஒலி அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையே உள்ள மாற்றம் டாப்ளர் பெயர்ச்சி (Doppler shift) எனப் படும். இப்பண்பைப் பயன்படுத்தும் முறைக்கு டாப்ளர் அலகிடுதல் என்று பெயர். இம்முறை உதவி கொண்டு கருச்சிசுவின் வளர்ச்சி விவரங்களைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

கேளா ஒலி தோற்றுவிக்கும் உருவம், எக்ஸ் கதிர்கள் தோற்றுவிக்கும் உருவத்தைவிடத் தரத்தில்



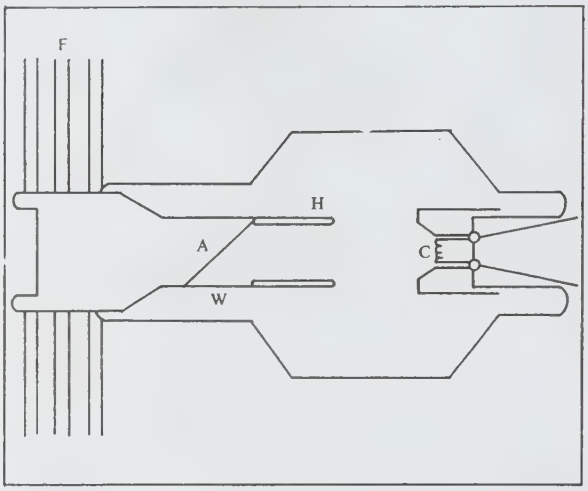
படம் 10. B அலகிடு முறையில் உள் உறுப்புகளின் விவரங்களை அறிந்து கொள்ளுதல்.

எதிரொலிக் குறிப்பலைகள் (echo signals) திரையில் பொட்டுகள் (spot) போன்று தோன்றும். பொட்டுகளின் இடம் திசுப்பொதுமுகங்களின் நெடுக்கத்தையும் (depth), பொட்டுகளின் ஒளி எதிரொலியின் அளவையும் காட்டும்.

குறைந்தது. ஆனாலும், கேளா ஒலி அயனியாக்கும் தன்மை கொண்டதன்று. எனவே, தீங்கற்றது. கேளா ஒலியின் உதவிகொண்டு கருச்சிசுவின் வளர்ச்சி, இதயம், ஈரல், மண்ணீரல் ஆகிய உறுப்புகளின் இயங்கும் தன்மையைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம்.

கதிர்வீச்சு மருத்துவம் (*radiation therapy*). அயனியாக்கும் தன்மை கொண்ட கதிர்வீச்சு தன் ஆற்றலை உயிரணுக்களில் இழக்கும்போது அவ்வுயிரணுக்களின் செயல்பாடுகளில் மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அவை பிரியும் தன்மையை இழக் கின்றன. எனவே, மடிகின்றன. கதிர்வீச்சைக் கட்டி வரப்பெற்ற உயிரணுக்களின்மீது பாய்ச்சினால் அவை மடியும். இத்தத்துவத்தின் அடிப்படையில் கதிர்வீச்சு மருத்துவம் மேற்கொள்ளப்படுகிறது. எக்ஸ் கதிர்கள், உயர் ஆற்றல் கொண்ட மின்னூட்டமுள்ள துகள்கள், உயர் ஆற்றல் கொண்ட காமாக் கதிர்கள்

ஆகியவற்றைக் கட்டி வரப்பெற்ற உயிரணுக்களின் மீது பாய்ச்சும் முறைக்குத் தொலை மருத்துவம் (teletherapy) என்று பெயர். மாறாக, கதிரியக்கத் தனிமங்கள் கொண்ட ஊசிகளைக் கட்டியைச் சுற்றிச் செருகியும் கட்டியை அகற்றலாம்.



படம் 11. சிகிச்சைக்குப் பயன்படுத்தப்படும் எக்ஸ் கதிர்க் குழாயின் அமைப்புப் படம். A=நேர்மின்வாய்; C=எதிர் மின்வாய்; F=குளிர்விக்கும் குழாய்கள் *(cooling fins) M* = **கூடு** *(hood); ω* = **சன்னல்** *(window)*

படம் 11 இல் மருத்துவத்திற்குப் பயன்படும் எக்ஸ்கதிர்க் குழாயின் அமைப்புக் காட்டப்பட்டுள்ளது. தாக்கி (target) 26° - 32° கோணத்தில் (சாய்வில்) வைக்கப்பட்டு இருக்கும். எனவே, அகன்ற கூம்பு வடிவத்தில் எக்ஸ் கதிர்கள் வெளிவரும் (கண்டறி முறையில் தோன்றும் எக்ஸ் கதிர்கள் புள்ளி மூலத்திலிருந்து வரும் கதிர்களை ஒத்திருக்கும்). நேர்மின் முனையில் தோன்றும் துணை எலெக்ட்ரான்களைத் தடுக்க இம்மின்முனை கூட்டுக்குள் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். மிகு ஆற்றல் இக்குழாயில் செலுத்தப்படுவதால், நேர்மின்முனை எப்போதும் நீர் அல்லது எண்ணெய் கொண்டு குளிர்விக்கப்பட்டு இருக்கும். இக்குழாயில் தோற்றுவிக்கப்படும் எக்ஸ் கதிர்கள் பெரிலியம் போன்ற உலோகத்தால் ஆன ஜன்னல் வழியாக வெளிவரும். இந்த ஜன்னல், எக்ஸ் கதிர்களை மட்டும் வெளிவிடும். ஆனால் துணை எலெக்ட்ரான்களை உறிஞ்சிவிடும்.

எக்ஸ் கதிர்களைத் தோற்றுவிக்கும் மின்சுற்றுகளில் திருத்திகள் பயன்படும். இவை தாக்கிகள் மிகுதியாகச் சூடேறாமல் இருக்க உதவும். மேற்கூறிய குழாய்களில் 250 KV வரை மின்னழுத்தம் செலுத்தி எக்ஸ் கதிர்களைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

1 MV க்கும் மேற்பட்ட ஆற்றல் கொண்ட எக்ஸ் கதிர்களைத் தோற்றுவிக்க வேண்டுமானால், எதிர் மின்முனையிலிருந்து வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்களை உருளை வடிவ மின்முனைகள் வழியே செலுத்தி முடுக்க வேண்டும். இவ்வெலெக்ட்ரான்கள் நீண்ட தொலைவு பயணம் செய்து நேர்மின்முனையைத் தாக்கும். மீ மின்னழுத்த எக்ஸ் கதிர்களை உண்டாக்க எலெக்ட்ரான்கள் சைக்ளோட்ரான், பீட்டாட்ரான், வான்-டி-கிராப் இயற்றி, நேர் போக்கி முடுக்கி போன்ற முடுக்கிகள் மூலம் முடுக்கப்படுகின்றன. அவை நேர்மின் முனையைத் தாக்கும்போது உயர் ஆற்றல் கொண்ட எக்ஸ் கதிர்கள் தோன்றுகின்றன. மாறாக, உயர் ஆற்றல் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களையே நேரிடையாக மருத்துவத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

பயன்படுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்துத் தோற்றுவிக்கப்படும் எக்ஸ் கதிர்களின் ஆற்றல் மாறுபடும். எக்ஸ் கதிர்களின் ஆற்றல் அரை குறைப்புத் தடிமன் (half value thickness) என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது. படுகதிரின் ஆற்றலை உறிஞ்சி அதன் ஆற்றலைச் சரியாகப் பாதி அளவுக்குக் குறைக்கத் தேவைப்படும் உறிஞ்சுவான் உலோகத்தின் தடிமன் அரை குறைப்புத் தடிமன் ஆகும். 100KV ஆற்றல் வரை அலுமினியமும், 1MV வரை தாமிரமும் மீ மின்னூட்ட எக்ஸ் கதிர்களுக்குக் காரீயமும் உறிஞ்சுவானாகப் பயன்படுகின்றன. மேலோட்ட மருத்துவம் (superficial therapy) தொடு மருத்துவம் (contact therapy) போன்ற மேல் பரப்பு மருத்துவங்களுக்குக் குறைந்த ஆற்றல் கொண்ட எக்ஸ் கதிர்களும், ஆழ் மருத்துவத்துக்கு (deep therapy) மீ மின்னூட்ட எக்ஸ் கதிர்களும் பயன்படுகின்றன.

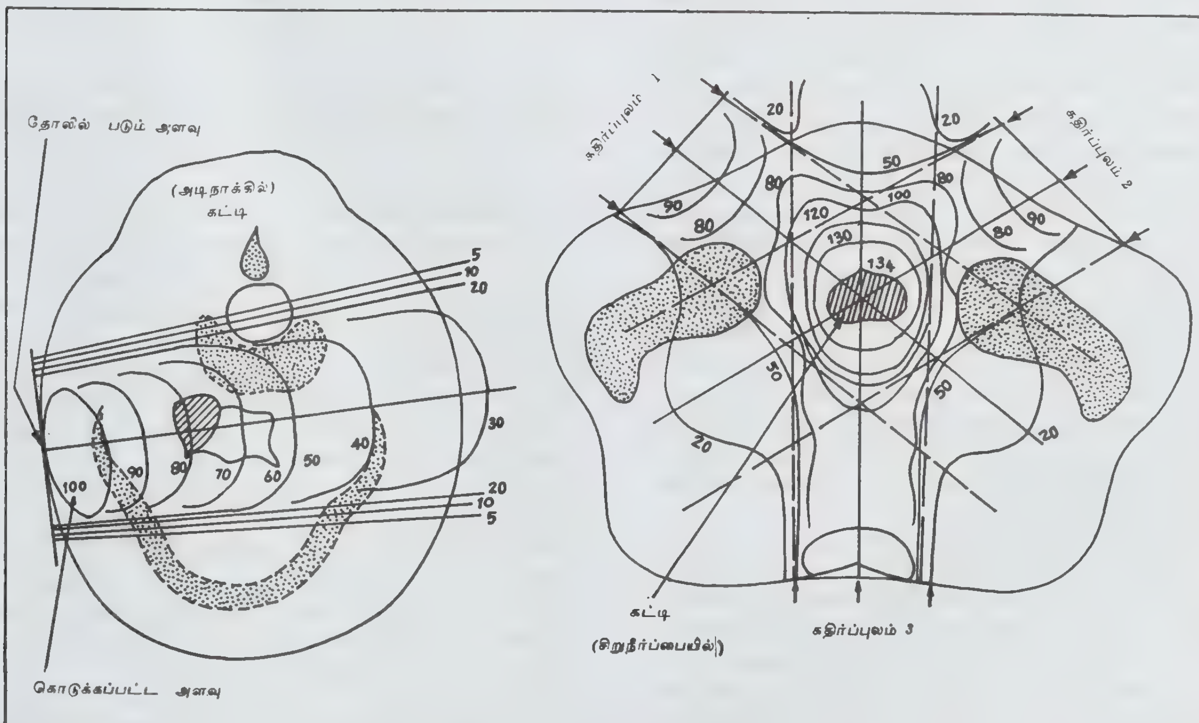
சில கதிரியக்கத் தனிமங்கள் (மீ மின்னூட்ட எக்ஸ் கதிர்களுக்குச் சமமான) உயர் ஆற்றல் கொண்ட காமாக் கதிர்களை வெளியிடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டு (முறையே தனிமம், காமக் கதிரின் ஆற்றல்) ^{60}Co (1.17, 1.33 MeV) ^{137}Cs (0.66MeV), ரேடியம், ^{226}Ra (0.19-2.43MeV) வரை, சராசரி 1.25MeV); ^{192}Ir (0.3-0.6MeV) நீண்ட அரை ஆயுள் காலமும் (5.2 ஆண்டு) உயர் ஆற்றலும் கொண்ட காமாக்கதிர்களை வெளியிடுதல் ஆகிய பண்புகள் கொண்ட ^{60}Co தனிமமே மிகவும் பரவலாகப் பயன்பட்டு வரும் காமாக்கதிர் மூலம் (γ-ray source) ஆகும். இக்கதிரியக்கத் தனிமங்கள் மருத்துவக்கருவியில் ஒரு சிறு அறையில் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். அறையில் உள்ள சிறு துளை வழியாகக் காமாக் கதிர்கள் வெளிவரும். தேவைப்படாதபோது இத் துளையை மூடவும் வசதிகள் செய்யப்பட்டு இருக்கும்.

கதிரியக்க மருத்துவத்தில் கட்டி உயிரணு எவ்வளவு கதிரூட்டத்தைப் பெறுகிறது என்பதை அறிதல் வேண்டும். எக்ஸ் கதிர் அல்லது காமாக்கதிர் மூலத்திலிருந்து வெளியேறும் ஆற்றலைத் திறப்பு (exposure) என்பர். கதிர்வீச்சு எவ்வளவு அயனியாக்கத்தை உண்டாக்க வல்லது என்பதைத் திறப்பு

அளிக்கிறது. ரான்ட்ஜன் என்னும் அலகில் திறப்பு அளக்கப்படுகிறது. 0.001293 கிராம் அளவு எடையுள்ள காற்றில் (1 கனசெ. மீ. காற்று STP) 1 நிலை மின்னூட்டம் அளவு மின்னூட்டத் துகளைத் (நேர் அல்லது எதிர்) தோற்றுவிக்க வல்ல கதிரியக்கத்தின் ஆற்றல் 1 ரான்ட்ஜன் ஆகும். 1 ரான்ட்ஜன் 2.1×10^9 அயனி இரட்டைகளைத் (ion pair) தோற்றுவிக்கும்.

குறிப்பிட்ட ஓரிடத்தில் 1 கிராம் அளவுள்ள பொருள் கதிர்வீச்சிலிருந்து உறிஞ்சும் ஆற்றலை அளவு (dose) அல்லது உறிஞ்சளவு என்று கூறுவர். இது ராட் (rad) என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது. ஒரு கிராம் எடையுள்ள பொருளில் 100 எர்கு அளவு ஆற்றலைக் கதிர்வீச்சு இழக்குமானால், அளவு 1 ராட் ஆகும். ஒரு ரான்ட்ஜன் $= 0.869$ ராட் திறப்பு அல்லது கதிர்வீச்சு மூலத்தின் ஆற்றல் செந்தர அயனியாக்கும் அறை உதவி கொண்டு கணக்கிடப்படுகிறது. குறிப்பிட்டபரிமாணத்தில் இவ்வறை தயாரிக்கப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்கு இவ்வறையைக் கதிரூட்டத்துக்கு உட்படுத்துவதால் உண்டாகும் அயனியாக்க மின்னோட்டம் அளக்கப்படுகிறது. இவ்விவரங்களிலிருந்து கதிர்வீச்சு மூலத்தில் ஆற்றல் கணக்கிடப்படுகிறது. நடைமுறையில் விரல் உறை உருவில் உள்ள அயனியாக்கும் அறை (thimble ionization chamber) பயன்படுகிறது. செந்தர அயனியாக்கும் அறை உதவிகொண்டு விரல் உள்ள அயனியாக்கும் அறை அளவீடு செய்யப்படுகிறது. அளவீடு செய்யப்பட்ட மின்தேக்கி, விக்டோரீன் மின் அளவி (victoreen electrometer) ஆகிய கருவிகளும் கதிர் வீச்சின் ஆற்றலை அளக்கப் பயன்படுகின்றன. பெரஸ் சல்ஃபேட் கரைசலைப் பயன்படுத்தும் ஃபிரிகே அளவியல் அல்லது வேதி அளவியல் (Fricke's dosimeter or chemical dosimeter), லித்தியம் ஃபுளூரைடைப் பயன்படுத்தும் வெப்ப ஒளிர்வான் அளவியல் (thermo luminescent dosimeter), வெப்பச்சார் தடைப் பொருள்களைப் (thermistor) பயன்படுத்தும் வெப்ப அளவியல் (calorimetry) ஆகிய முறைகளும், கருவிகளும் உறிஞ்சு அளவைக் கணக்கிடப் பயன்படுகின்றன.

கதிரூட்டப்படும்போது ஒரு கிராம் எடையுள்ள பொருள் எவ்வளவு ஆற்றலை உறிஞ்சுகிறது என்பதை அளக்க அருவம் (phantom) எனப்படும் போலி



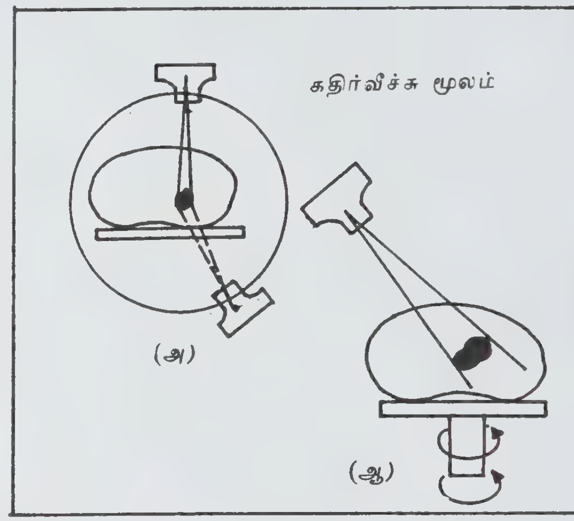
படம் 12. கதிரியக்க அளவு வளைவுகள் (*Isodose curves*)

தோலில் படும் கதிரியக்கத்தின் அளவு 100 ஆக இருப்பினும் உள் உறுப்புகள் வெவ்வேறு அளவு கதிரியக்கங்களைப் பெறுவதை இவ்வளவுகள் காட்டுகின்றன. 120, 80, 60 போன்ற எண்கள் சதவிகித நெடுக்குக் கதிரியக்க அளவைக் குறிக்கின்றன. (அ) அடி நாக்கின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தையும், (ஆ) சிறுநீர்ப் பையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தையும் காட்டுகிறது. மூன்று கதிர்வீச்சு மூலங்களைப் (கதிர்ப்புலம்) பயன்படுத்தும்போது கட்டிகள் மிகு கதிரூட்டம் பெறுவதைப் படம் (ஆ) காட்டுகிறது.

நோயாளி (dummy patient) பயன்படுகிறது. 60% அரிசி மாவு, 40% சோடியம் பைகார்பனேட் கொண்ட கலவை அல்லது லின்கன்ஷயர் போலுஸ் எனப்படும் 87% சுக்ரோஸ், 13% மெக்னீசியம் கார்ப னேட் கொண்ட கலவை கொண்டு அருவம் தயாரிக்கப் படுகிறது. மனித உடலில் உள்ள திசுக்களும், அரு வமும் ஒரே அடர்த்தியும், ஒரு கிராம் எடையில் ஒரே அளவு எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் கொண்டிருக்கும். அருவத்தின் வெவ்வேறு இடங் களில் அயனியாக்க அறைகள் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். இவை கதிரூட்டப்படும்போது அருவம் பெறும் ஆற்றல் அல்லது அளவைக் கணக்கிடும்.

கதிரூட்டப்படும்போது வெவ்வேறு இடங்களில் நோயாளி அல்லது அருவம் பெறும் அளவு வேறுபடும். உடலின் உள்பகுதிகள் தோலில் படும் அளவின் ஒரு பகுதியையே பெறுகின்றன. இதைச் சதவிகித நெடுக்க அளவு (percent depth doss -PDD) என்பர். அளவியல் உதவி கொண்டு ஒரே அளவு PDD பெறும் இடங் களைக் கண்டு கொள்ளலாம். இவ்விடங்களை இணைக்கும் கோட்டுக்குச் சம அளவு வளைவு என்று பெயர். மருத்துவம் தொடங்குமுன் அருவத்தின் உதவி கொண்டு சம அளவு வளைவுகளை வரைந்து கொள்ள வேண்டும் (படம் 12). சம அளவு வளைவுகளின் அமைப்பு எக்ஸ் கதிரின் ஆற்றல், கதிரூட்டம் பெறும் பொருளின் பரப்பளவு, கதிர்வீச்சு மூலத்தின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட கதிர்வீச்சுகளை ஓரிடத்தை நோக்கிப் பாய்ச்சினால், சமஅளவு வளைவுகளின் அமைப்பு மாறும் (படம். 12). இம்முறையால் கட்டியின் மேல் அதிக அளவு படுமாறும் அதைச் சுற்றியுள்ள இடத்தில் குறைந்த அளவு படும்படியும் செய்யமுடியும். சம அளவு வளைவின் அமைப்பை வடிகட்டி, கிரிடு, ஆப்பு (wedge) ஆகியவற்றின் மூலம் மாற்றலாம். பாரீஸ் சாந்தினால் ஆன வார்ப்புகள் உதவி கொண்டு கட்டியை நோக்கிப் (அல்லது கட்டி யின் மீது) பல கற்றைகளைப் பாய்ச்சலாம். மேற் கூறிய முறைகளுக்கு நிலைப்புல மருத்துவம் (fixed field therapy) என்று பெயர்.

கட்டி முழுதையும் கதிரூட்ட, சுழற்சி மருத்துவ முறையையும் (rotation therapy) பயன்படுத்தலாம். இம்முறையில் நோயாளியை ஓரிடத்தில் நிலையாக வைத்துவிட்டுக் கதிர்வீச்சு மூலத்தைச் சுழற்றலாம்; அல்லது கதிர்வீச்சு மூலத்தை நிலையாக வைத்து விட்டு நோயாளியைச் சுழற்றலாம். இரண்டு முறை யிலும் கதிரூட்டப்படும் கட்டி, சுழற்சி அச்சில் இருக்க வேண்டும். கதிர்வீச்சு மருத்துவத்தில் கட்டி உயி ரணுக்களும், இயல்பான உயிரணுக்களும் கதிரூட்டம் பெறுகின்றன. அனைத்துத் திசுக்களும் உறிஞ்சும் ஆற்றலைத் தொகு அளவு (integrated dose) என்று கூறுவர். இது கிராம் ராட் என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது. 1 கிராம் ராட் = 100 எர்க், 10 கிராம் எடையுள்ள திசுவுக்கு 15 ராட் அளவுள்ள கதிர்வீச்சுக் கொடுக்கப்பட்டால், தொகு அளவு = 15 × 10 = 150 கிராம் ராட் = 150 ×100=15,000 எர்க்.

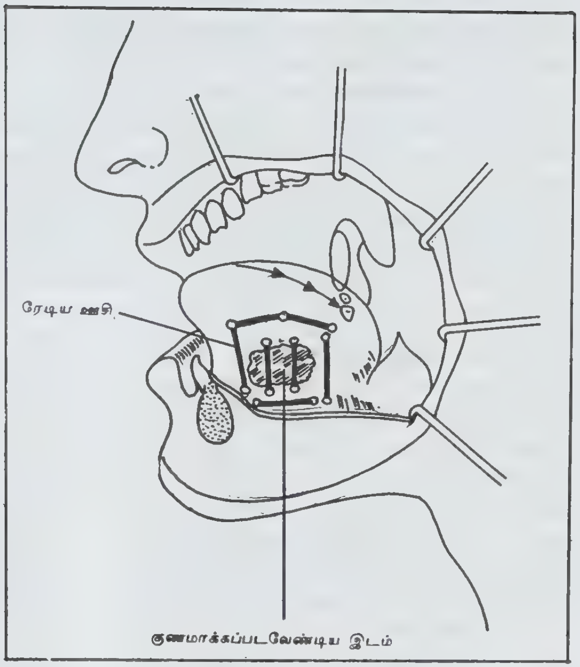


படம் 13. சுழற்சி மருத்துவ முறை

(அ) நோயாளி நிலையாக வைக்கப்பட்டுக் கதிர்வீச்சு மூலத்தைச் சுழற்றுதல். (ஆ) கதிர்வீச்சு மூலத்தை நிலையாக வைத்து நோயாளியைச் சுழற்றுதல். படத்தில் கறுப்பாகக் காட்டப்பட்டுள்ள கட்டி எப்போதும் சுழற்சி அச்சில் இருக்கும்.

கதிரியக்க ஊசிகள். நன்றாக மூடப்பட்ட கதிரி யக்க மூலத்தைப் பயன்படுத்திக் குறிப்பிட்ட பரப்பில் காமாக் கதிரின் விளைவைத் தோற்றுவிக்கலாம். ரேடியம் ஊசிகள் இம்முறையில் பரவலாகப் பயன் பாட்டில் உள்ளன. ரேடியம் கொண்ட சேர்மத்தை ஒரு பிணைப்பியுடன் (binder) கலந்து 1 செ.மீ. நீளமும், 1 மி.மீ. விட்டமும் கொண்ட சிறு குழாய் களில் நிரப்பி மூடிவிடுவர். இச்சிறு குழாய்களைப் பிளாட்டினம் உறையிலிட்டு மீண்டும் மூடிவிடுவர். இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் குழாய்கள் செல் (cell) எனப்படும். பொதுவாக நீண்ட ஊசிகளில் மூன்று செல்லும், நடுத்தரமான ஊசிகளில் 2 செல்லும், சிறு ஊசிகளில் ஒரு செல்லும் இருக்கும். இவ்வூசிகளை மிகவும் பாதுகாப்பான இடத்தில் வைத்திருக்க வேண்டும். இவ்வூசிகளில் கசிவு உள்ளதா என்று அடிக்கடி ஆய்வு செய்து வர வேண்டும்.

மருத்துவம் செய்யுமிடத்தைச் சுற்றி ஊசிகள் குத்தப்படும் (படம் 14). தொலை மருத்துவம் (tele-therapy) போன்றே, இம்முறையிலும், சம அளவு வளைவுகள் வரைந்து கொள்ளவேண்டும். ஊசிகள் எவ்வாறு குத்தப்பட்டுள்ளன என்பதைப் பொறுத்து இவ்வளைவுகளின் அமைப்பு மாறும். உடலில் குத்தப் பட்ட ஊசிகளின் அமைப்பை எக்ஸ் கதிர்ப்படம் மூலம் அறியலாம். வாய், தொண்டை ஆகிய இடங்



படம் 14. ஊசிகளை ஒரு தளத்தில் குத்தி (*single plane implant*) நாக்கில் தோன்றும் புற்று நோயைக் *carcinoma of tongue*) குணப்படுத்துதல்.

களில் இருக்கும் கட்டி, கருப்பையில் தோன்றும் புற்று நோய் ஆகியவற்றைக் குணப்படுத்த ரேடியம் ஊசிகள் பயன்படுகின்றன.

செயற்கையாகத் தயாரிக்கப்பட்ட கதிரியக்கத் தனிமங்களும் (எ.கா: ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{182}Ta) ஊசி வடிவிலோ நீர்ம நிலையிலோ (எ. கா: கதிரியக்கத் தங்கம்) கதிர் மருத்துவத்தில் பயன்பட்டு வருகின்றன.

கணிப்பொறி. கண்டறி கதிரியக்கவியலிலும், மருத்துவக் கதிரியக்கவியலிலும் கணிப்பொறி பரவலாகப் பயன்படுகிறது. குறிப்பாக, நோயாளிகள், அவர்களின் நோய்கள், அவர்கள் பெறும் கதிர் வீச்சின் அளவு போன்ற விவரங்களை அறியவும் அவற்றைப் பயன்படுத்தவும் கணிப்பொறி பயன்படுகிறது. உருவங்களைத் திரையில் காணக் கணிப்பொறி மிகவும் இன்றியமையாதது. குறிப்பாக உருவத்தில் உள்ள விவரங்களைத் தெளிவாக்கக் கணிப்பொறி வேண்டும். மருத்துவ முறையில், சம அளவு வளைவுகளை வரையவும், மீட்சிச்சிதறலில் பயன்படாக் கதிர் வீச்சைக் கணக்கிடவும் கணிப்பொறி உதவுகிறது. இவற்றிலிருந்து நோயாளி பொருத்தமான அளவுக்குக் கதிரூட்டப்படுகிறார்.

கதிர் உயிரியல் (radio biology). உயிரினப் பொருள்களில் சிறு அளவு கதிர்வீச்சும் கூற்று விளைவுகளைத் (lethal effects) தோற்றுவிக்கும். அயனியாக்கக் கதிர்கள் படுவதால் தோன்றும் நீரேற்றப் பட்ட எலெக்ட்ரான் (H°, OH°) போன்ற கதிரியக்க விளை பொருள்கள் உயிரணுக்களில் உள்ள டிஆக்சிரிபோநியூக்ளியிக் அமிலம், ரிபோ நியுக்ளியிக் அமிலம் ஆகிய மூலக்கூறுகளின் வினைகளில் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆக்சிஜன் இருக்கும்போது கதிர்வீச்சு மிகுதியான உயிரின விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவ்விளைவு மருத்துவத்துக்குப் பயன்படுகிறது. கதிர் மருத்துவத்துக்கு உட்படுத்தப் படும் நோயாளியை ஆக்சிஜனை உள் மூச்சு வாங்குமாறு வைக்கலாம். அல்லது மருத்துவத்தை ஆக்சிஜன் நிரப்பப்பட்ட அறையில் நடத்தலாம். கட்டி உயிரணுக்களில் ஆக்சிஜன் செறிவு குறைவாகவும், இயல்பான உயிரணுக்களில் ஆக்சிஜன் மிகுதியாகவும் உள்ளது என்று கருதப்பட்டுள்ளது. எனவே, கதிரூட்டும்போது ஆக்சிஜன் இருக்குமானால்கட்டி உயிரணுக்களில் மிகுதியான விளைவுகள் ஏற்படும் என்று கருதப் படுகிறது.

கட்டித் திசுக்களிலும், இயல்பான திசுக்களிலும் கதிர்வீச்சினால் தோன்றும் கூற்று விளைவுகள் வெவ்வேறாகும். ஓர் உயிரணுவை அழிக்கக் கொடுக்கப் படும் சிறுமஅளவான கதிர்வீச்சு ஏற்பளவு (tolerance dose) எனப்படும். வளமான அல்லது இயல்பான திசுக்களின் ஏற்பளவு கட்டித் திசுக்களைவிட மிகுதி. இவ்விரண்டு அளவுகளின் விகிதத்தை மருத்துவ விகிதம் (therapeutic ratio) என்று கூறுவர். இவ் விகிதம் பெருமமாக இருப்பின், கதிர்வீச்சினால் கட்டிகளை நலமாக்கலாம். ஆக்சிஜன் கொடுக்கப் படும்போது இவ்விகிதத்தின் அளவு மிகுதியாகும்.

ஒரே சமயத்தில் கதிரூட்டம் கொடுக்காமல், கொடுக்க வேண்டிய மொத்த அளவைப் பல பகுதிகளாகப் பகுத்துக் கொடுத்தால் கட்டிகளை நன்றாக நலமாக்கலாம் என்று பட்டறிவின் மூலம் கண்டறிந்து உள்ளனர். சான்றாக, வாரத்துக்கு ஒருமுறை கதிரூட்டம் தருவதைக் குறிப்பிடலாம். இம்முறை பின்னமாக்குதல் அல்லது பகுத்தளித்தல் எனப்படுகிறது. கதிரூட்டப்பட்ட இயல்பான திசுக்கள், கட்டித் திசுக்களைவிடக் கதிரியக்க விளைவிலிருந்து விரைவில் மீண்டு வரும் தன்மை கொண்டவை. மொத்த அளவைப் பகுத்துக் கொடுக்கும்போது, இரண்டு மருத்துவமுறைக்கும் இடையே உள்ள காலத்தில் இயல்பான திசுக்கள் (கட்டி திசுக்களைவிட) பெருமளவில் மீண்டு வரும். எனவே, மருத்துவ முடிவில் (இயல்பான திசுக்களைவிட) மிகுதியான கட்டித் திசுக்கள் மடிந்திருக்கும்.

கதிர்வீச்சிலிருந்து பாதுகாப்பு (radiation protection). இயல்பான திசுக்கள் கதிர்வீச்சினால் அதிகம் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க வேண்டுமானால், கண்டறி முறையானாலும் மருத்துவ முறையானாலும் நோயாளிக்குத் தேவைப்பட்ட கதிர்வீச்சு அளவு

மட்டுமே அளிக்கவேண்டும். இனச் செல் உறுப்புப் போன்ற பகுதிகளைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தாமல் பாதுகாப்பது இன்றியமையாதது. ஏனெனில், இதனால் இன விளைவுகள் தோன்றும். நோயாளியின் உடலுக்குள் கொடுக்கப்படும் கதிரியக்கப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்படும் தன்மை கொண்டவையாக இருக்க வேண்டும். இல்லையெனில், நோயாளி கதிரியக்க விளைவுகளுக்கு உட்படுத்தப் படுவார். கதிர்வீச்சு மூலங்கள், கதிரியக்கப் பொருள்கள் ஆகியவை பாதுகாப்பான தடுப்புகள் கொண்ட இடத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும். கதிரியக்கப் பொருள்களுடன் வேலை செய்வோர் மிகு கதிர்வீச்சு அளவு பெறாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். அவர்கள் பெறும் அளவை ஒளிப்பட அளவியால் தொடர்ந்து கண்காணிக்க வேண்டும். கதிர்வீச்சு முறையைப் பயன்படுத்தும்போது இத்துறையில் பயிற்சி பெற்ற அறிவியலார் துணை வேண்டும்.

- பா. வேங்கடரமணி

நூலோதி. E.R. Powsner and D.E. Raeside, *Diagnostic Nuclear Medicine*, Grune and Stralton. Inc, New york, 1971; D.E. Liberman, *Computer Methods: The Fundamentals of Digital Nuclear Medicine*, The C.V. Mosby Co, St, Louis, 1977; W.N. Mc Dicken, *Diagnostic Ultrasonics Principles and uses of Instruments*, John Wiley Sons, NewYork, 1981.

கதிர் வீச்சுக்குட்படுத்தல்

பயிர் வகைகளும், விலங்கினங்களும் காலத்திற்கேற்ப மாறிவருகின்றன. மனிதன் தன் அறிவாற்றலாலும் ஆய்வு முறைகளாலும், அவற்றின் தரத்தை உயர்த்த முயன்று வெற்றி அடைந்துள்ளான். பயிர் இனங்களில் விளைச்சலைப் பெருக்குதல், தானியம், பழங்களின் தரத்தை உயர்த்தல் போன்ற செயல்களைச் செயற்கை முறையில் உண்டாக்கலாம். இதற்குப் பல முறைகள் உள்ளன. தாவரங்கள் விலங்கினங்களில் திடீர் மாற்றங்கள் (mutation) இயற்கையாகவே நிகழ்ந்து சில உயர் வகைகள் தோன்றியுள்ளன. இயற்கையின் திடீர் மாற்றங்களை எளிதில் கண்டு கொள்ள முடியாது. இம்மாற்றங்களைச் செயற்கை முறையில் தூண்டும் காரணிகளுக்கு உட்படுத்திப் புதிய வகைகளைத் தோற்றுவிக்க முடியும் என்று 1927 இல் முல்லர் என்னும் அறிவியலார் நிறுவினார். செயற்கைத் திடீர் மாற்றங்களை உண்டாக்கும் பல பொருள்களைக் கண்டுபிடித்துள்ளனர். அவற்றில் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தலும்(irradiation) ஒன்றாகும்.

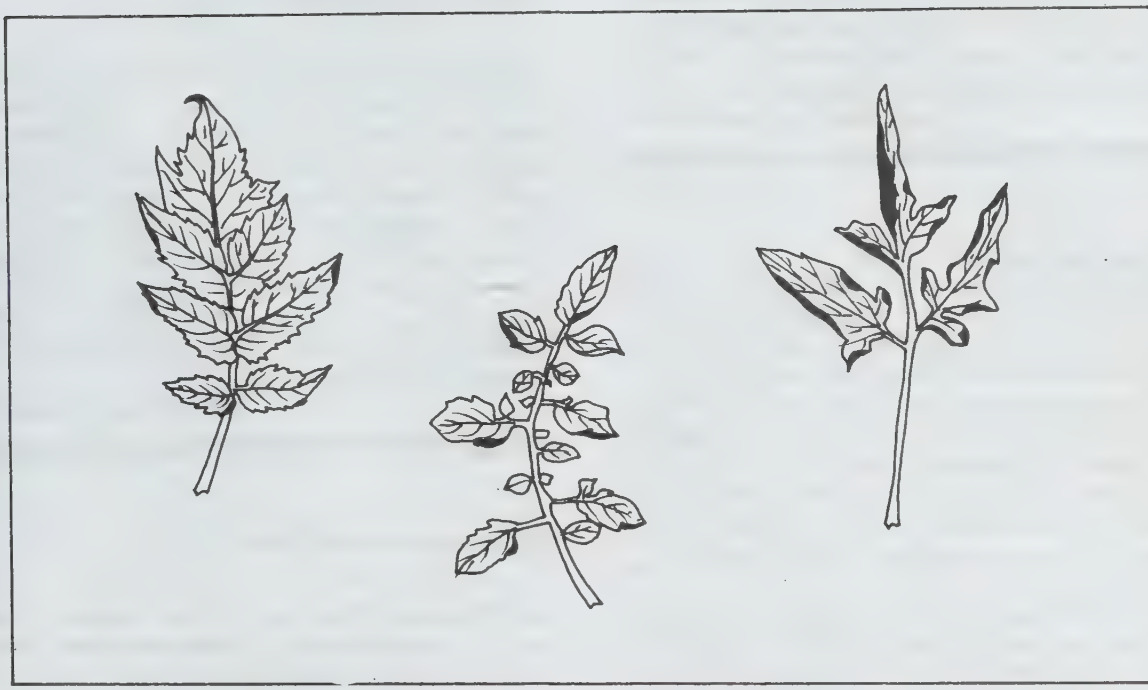
முல்லருக்கு முன்பிருந்தோர் எக்ஸ்கதிர் மூலமாக உயிரினங்களில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்த முடியும் எனக் கண்டனர். ஆனால் முல்லர்தாம் எக்ஸ் கதிரை நுண்ணறிவோடு பயன்படுத்தித் திடீர் மாற்றங்களைக் குறுகிய காலத்தில் தோன்றச் செய்து, பண்பாட்டியலில் பல உண்மைகளைக் கண்டார். எக்ஸ் கதிர் மூலம் திடீர் மாற்றம் தோற்றுவிக்க முடியும் என்று கண்டுபிடித்தவுடன் உயிரியல் வல்லுநர்கள் அணுக் கதிர்களைப் பயன்படுத்தித் திடீர் மாற்றத்தைத் தோற்றுவித்தனர். கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தும் முறையில் அயனியாக்குங் கதிரியக்கம் (ionizing radiation) அயனி ஆக்காத கதிரியக்கம் (non-ionizing radiation) என இருவகை உண்டு.

அயனி ஆக்குங்கதிரியக்கம். ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக் கதிர்கள், புரோட்டான், நியுட்ரான், எக்ஸ் கதிர்கள் முதலியவை அயனியாக்குங் கதிரியக்கக் காரணிகள் ஆகும். இந்தக் காரணிகளுக்குட்படுத்தும் பொருள்களில் எலெக்ட்ரான்கள் விடுவிக்கப்பட்டு அணு அயனியாகின்றது. இதனால் மூலக்கூறுகளில் வேதி மாற்றம் எளிதாக நடக்கும். இந்த மூலக்கூறு ஜீனாக இருந்தால், இந்த மாற்றம் திடீர் மாற்றத்தை உண்டாக்குகின்றது. ஆக்சிஜனின் அடர்த்தி மிகும்போது, கதிரியக்கத்தால் ஏற்படும் திடீர் மாற்றமும் மிகும். கதிர் இயக்கம் நீரை அயனியாக்கி, ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதுவே திடீர் மாற்றத்திற்கான வேதிச்செயலை ஊக்குவிக்கிறது. கதிரியக்க அளவைப் பொறுத்துத் திடீர் மாற்றம் அமைகிறது. அதன் அளவு மிகும்போது திடீர் மாற்றத்தின் நிகழ்வும் மிகும்.

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள், ஆல்ஃபாக் கதிர்கள், பீட்டாக் கதிர்கள், காமாக்கதிர்கள் ஆகிய மூன்று வகைக் கதிர்களை வெளியிடுகின்றன.

கதிரியக்க பாஸ்ஃபரஸ் கந்தகம் ஆகியவை பீட்டாக் கதிர்களை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றை நீரில் கரைசலாகச் செடிகளுக்கு அளித்தால் இவை ஆக்கத்திசுக்களை அடைந்து அந்தச் செல்களில் குரோமசோம்களைத் தாக்கித் திடீர் மாற்றம் உண்டாக்குகின்றன. காமாக்கதிர்கள், எக்ஸ்கதிர்களைவிட ஊடுருவிப் பாயும் ஆற்றல் வாய்ந்தவை. ரேடியம் காமாக்கதிர்களைத் தற்காலம் வரை பயன்படுத்தி வந்தனர்.

கோபால்ட் - 60 தனிமத்திலிருந்து வெளிப்படும் காமாக் கதிர்கள் மிகு ஆற்றல் வாய்ந்தவை என்பதால், இன்று ரேடியத்திற்குப் பதிலாக கோபால்ட் - 60 ஐப் பயன்படுத்துகின்றனர். புது டெல்லியில் இந்திய வேளாண் ஆய்வுப் பண்ணையில் மூன்று ஏக்கர் பரப்பளவில் காமாத் தோட்டம் (gamma garden) அமைந்துள்ளது. தோட்டத்தின் நடுவில் கோபால்ட்-60 வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதைச் சுற்றிப் பல்வேறு இடங்களில் தொட்டிகளில் பயிர் வகைகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவை கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்தப்பட்டு மாற்று இடங்களுக்கு அகற்றப்படுகின்றன.



அயனி ஆக்காத கதிரியக்கம். புற ஊதாக் கதிர்கள் அயனி ஆக்காத கதிரியக்கத்தின் மூலம் திடீர் மாற்றங் களை உண்டாக்க வல்லவை. இக்கதிர்கள் எக்ஸ் கதிர்களைவிடப் பன்மடங்கு ஜீன் மாற்றங்களை உண்டாக்கக் கூடியவை. ஆனால் இவ்வகைக் கதிர் களைப் பயன்படுத்துவதில் சில சிக்கல் உள்ளன. இக்கதிர்களுக்கு, எக்ஸ் கதிர்கள் காமாக் கதிர்கள் போல் ஊடுருவும் ஆற்றல் இல்லை. அதனால் எடுத்துக்கொள்ளும் திசு மெல்லியதாக இருக்க வேண்டும். மகரந்தம், பூஞ்சைகள் போன்ற ஒருசெல் பகுதிகளை மட்டும் கதிர் வீச்சுக்குட்படுத்த முடியும். 260 மி.மைக்ரான் அலைநீளமுள்ள் புறஊதாக் கதிர்களை, நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் மிக எளிதாகத் தம் வயப்படுத்திக் கொள்கின்றன. அவற்றிலுள்ள தயமின் மூலக்கூறுகள் மிகுதியாகத் தாக்கப்படு கின்றன. இதனால் ஜீன் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

கதிர்வீச்சுக்குட்படும் செல்லில் ஏற்படும் மாறுதல். புற ஊதாக் கதிர்கள் நேரடியாக டிஆக்சிரிபோஸ் நியுக்ளியிக் அமிலத்தைத் தாக்கி ஜீன்களில் மாறுதலை உண்டாக்குகின்றன. குரோமோசோம்களில் பிறழ்ச்சி, (aberrations) ஏற்படுத்தித் திடீர் மாற்றம் உண்டாக்கு கின்றன.

கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்தும் முறை, அறிவியல் அடிப் படையில் விலங்குகளிலும் பயிர்களிலும் அவற்றின் தரத்தை உயர்த்தப் பயன்படுகிறது. தற்காலத்தில் கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்தும் முறையால் உணவுப் பொருள் களைப் பாதுகாக்கும் நிலை வழக்கத்தில் உள்ளது. உணவுப் பொருள்களைக் கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்துவதில் இரண்டு முறைகள் உள்ளன. அவையாவன: சைக் ளோட்ரான் மூலம் உண்டாக்கப்படும் உயர் ஆற்ற லுள்ள எலெக்ட்ரான்களை உணவுகளின் மேல் வீசுவது; காமாக் கதிர்களைப் பயன்படுத்துவது என்பனவாகும். கோபால்ட் -60 அல்லது சீசியம் -137 போன்றவை காமாக் கதிர்களை உண்டாக்குவதில் பயன்படுகின்றன. இந்த இரண்டு முறையும் அடிப் படையில் உணவுப் பொருள்களைக் கெடுக்கின்ற நுண்ணுயிர்களைக் கொல்லும்.

கதிர் வீச்சின் முலம் அனைத்து நுண்ணுயிரிகளை யும் அழிப்பது (radappertisation) அனைத்து நுண்ணுயிரிகளையும் அழித்து உணவைப் பாது காக்கும் முறையைக் கண்டுபிடித்த அப்பர்ட் என்பார் தம் முறையைத் தழுவியது; உணவுப் பொருள்களை அழிக்கும் மிகையான நுண்ணுயிரிகளை அழிப்பது (radurisation) என்பது பாஸ்சரின் முறையை ஒட்டியது. நோய் உண்டாக்கும் உயிரிகளை அழிப்பது (radicidation).

கதிர்-வீச்சுக்குட்படுத்தும் முறையில் மற்றொரு நன்மையும் இருப்பது தெரிந்தது. உருளைக்கிழங்கு போன்ற கிழங்கு வகைகளைத் தொகுத்து வைக்கும் போது அவற்றில் முளை வளராமல் தடுக்க முடியும்.

இவ்வாறு கதிர்வீச்சுக்குட்படுத்தப்பட்ட உணவை உண்டால் தீங்கு ஏற்படுமா என்பதும் ஆய்வுக்குரியது. இந்த முறையில் உணவுப் பொருள்களைப் பாதுகாப்பதைப் பிரிட்டன் நாடு தடை செய்துள்ளது.

- எம்.எஸ். கிருஷ்ணமூர்த்தி

கதிர்வீச்சுச் சூடாக்கல்

வெப்ப ஆற்றல் மூன்று வழிகளில் கடத்தப்படுகிறது. அவை வெப்பச்சலனம், வெப்பக்கடத்தல், வெப்பக் கதிர்வீச்சு ஆகும். இவற்றுள் வெப்பக் கதிர்வீச்சு மூலம், குறிப்பிடத்தக்க பகுதிகள், பரப்புகள் ஆகியவற்றை வெப்பப்படுத்துவதே கதிர்வீச்சுச் சூடாக்கலாகும் (radient heating). இச்சூடாக்கல் கதிர்வீச்சுக் குளிர்விப்பான் (radiator), வெப்பச் சலனப்படுத்தி (convector) போன்ற அமைப்பைப் பெற்றிருக்கும்.

சூரியனிலிருந்து பெறப்படும் வெப்பம் கதிர்வீச்சு ஆற்றலாகும். சூரியக் கதிர்கள் வளிமங்களின் வழியாக வரும்போது அவற்றைச் சூடாக்குவதில்லை. ஆனால் திண்மப் பொருள்கள், நீர்மம் ஆகியவற்றின் மீது படும்போது அவற்றின் வெப்பநிலை உயரக் காரணமாக உள்ளது. இத்தத்துவத்தின் மூலமே அனைத்து வகைக் கதிர்வீச்சு முறைச் சூடாக்கலும் நடைபெறுகிறது. வெப்பச் சலனமுறையில் சூடாக்கும் கருவியின், கதிர்வீச்சுப் பரப்பை மிகுவிப்பதற்காக அவற்றின் சுவர்களில் எதிரொளிக்கும் பரப்புகள் அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்வெதிரொளிக்கும் பரப்புகள் அடர் கருமை நிறத்தில் வண்ணமிடப்பட்டிருக்கும். வண்ணமிடப்பட்ட பரப்புகள் மிகுதியான அளவில் வெப்பத்தை உறிஞ்சி அவ்வெப்பத்தை வெளியிடுகின்றன. இதன்மூலம் வெப்பச் சலனமுறையில் சூடாக்கும் கருவியின் சுவர்கள் சூடாகின்றன. பின்னர் இச்சுவர்கள் சூடாக்க வேண்டிய பகுதியைச் சூடாக்குகின்றன.

அனைத்துக கதிர்வீச்சு முறைச் சூடாக்கும் தொகுதியும், அதில் பயன்படும் நீர்ம நிலையிலுள்ள வெப்பம் கடத்தும் பொருளுக்கு மாறாகக் குளிர்ந்த நீர், குளிர்ந்த பாய்மம் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தும் போது, குளிர்விக்கும் தொகுதியாக மாற்றப்படும். ஆனால் மின் தடை வகைக் கதிர்வீச்சு முறைச் சூடாக்கும் தொகுதிகளில் இத்தகைய மாற்றம் நிகழ்வதில்லை. வெப்ப மின் இரட்டைகளில் (thermo-electric couples) வெப்பத்தை வெளியிடுவதும், உறிஞ்சுவதும் அவற்றில் செலுத்தப்படும் நேர் மின்னோட்டத்தின் முனைவைப் (polarity) பொறுத்து அமையும்.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

கதிர்வீச்சு நுண்ணளவி

அகச்சிவப்புக் கதிர் வீசலின் விகிதத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படும், வெப்ப இரட்டை (thermocouple) கால்வனோ மீட்டர் இரண்டின் சேர்க்கையான கருவியே கதிர் வீச்சு நுண்ணளவி (radio micrometer) ஆகும். வெப்ப இரட்டை மற்றும் கால்வனோ மீட்டர் ஆகியவற்றைத் தனித்தனியாகப் பயன்படுத்துவதில் உள்ள குறைபாடுகளைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு இக்கருவி 1887 இல் சி. வி. பாய்ஸ் என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இதன் மென்மையும், வசதிக்குறைவும் இதைப் பயன்படாமல் வழக்கொழியச் செய்து விட்டன.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கதிர்வீச்சுப் பயன்பாடுகள்

துணை அணுக்களின் (sub atomic fragments) வெளிப்பாடே கதிர்வீச்சாகும். இவ்வணுக்களின் வெளிப்பாடு கதிர்வீச்சு அணுக்களின் சிதைவு (decay) மூலமாகவும் மிகு மின் அழுத்த ஊக்கிகள் (high voltage accelerators) மூலமாகவும் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு.

இவ்வாறு வெளிப்படும் ஆல்ஃபாக் கதிர்கள், பீட்டாக் கதிர்கள், காமாக் கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள் அறிவியலிலும், தொழில் மற்றும் மருத்துவத் துறைகளிலும் பெருமளவு பயன்படுகின்றன. இவ்வகையான முறைகள் அசாதாரணமாகவும், பலநோக்கு உடையனவாகவும், செலவு குறைந்தனவாகவும் உள்ளன. ஆனால் இந்தக் கதிர்வீச்சு முறைகள் உடல் நலக்கேடுகள் விளைவதற்குக் காரணமாகலாம். ஆதலால் எச்சரிக்கையோடு இவற்றைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

செயற்கைக்கதிர் இயக்கப் பயன்பாடுகள். முதலாவதாக, கதிர்வீச்சு அணுக்களுக்கும் அதே தனிமத்தின் பிற அணுக்களுக்கும் உள்ள வேதி ஒற்றுமை மூலம் பல்வேறு தனிமங்களின் இயக்கங்களைக் கண்காணிக்க இயலும். இரண்டாவதாக, அரை ஆயுட்காலம் என்னும் பண்பு. இவ்விரு கோட்பாடுகளைக் கொண்டு செயற்கைக் கதிர் இயக்கம் (tracer) செயல்படுகிறது. இப்பண்புகளினால் பல்வேறு துறைகளிலும் கதிர் வீச்சுப்பெருமளவில் பயன்படுகிறது.

நீர்மங்கள் கடத்தும் குழாய்களில் சிறிதளவு கதிர்வீச்சுத் தனிமம் கலக்கப்பட்டு இதன்மூலம் நீரின் பாய்வு வீதம் கணக்கிடப்படுகிறது. மேலும் குழாய்களில் ஏற்படும் கசிவுகளைக் கண்டறியவும் இது உதவுகிறது. உலோகங்களின் தேய்மானம் கதிர்வீச்சுகள் மூலம் கணக்கிடப்படுகிறது. இரத்தத்தில் சிறி

தளவு செயற்கைக் கதிர் இயக்கப் பொருள் கலக்கப் பட்டு இரத்த நாளங்களில் உயிர் வேதியியல் செயல் பாடுகள் அறியப்படும்.

கதிர்வீச்சின் ஊடுருவல் (penetration) பண்பு காரணமாகக் காமா, பீட்டாக் கதிர்கள் தாள், கண்ணாடி போன்றவற்றின் தடிமனை அளக்கப் பயன் படுகின்றன. மேலும் பெரியதான மேற்பூச்சு அல்லது வெவ்வேறான கலவைகளின் படிமங்களையும் அறிய முடிகிறது.

மருத்துவத் துறையில் கோபால்ட் 60 என்னும் தனிமத்திலிருந்து கிடைக்கும் காமாக் கதிர்கள் புற்று நோயை நலப்படுத்தும் திறன் கொண்டவை. இக் கதிர்களைப் புற்றுநோய் கண்டுள்ள பகுதியில் பாய்ச்சு வதன் மூலம் நோயைக் கட்டுப்படுத்தலாம். தைராய்டு சுரப்பி அளவுக்கதிகமாக்ச் சுரப்பதால் ஏற் படும் நோயை நலப்படுத்த அயோடின்-131 என்னும் தனிமத்தின் கதிர்வீச்சுப் பயன்படுகிறது. உணவுப் பொருள்களை நுண்ணுயிர்கள் தாக்காவண்ணம் பாது காக்கக் கதிர்இயக்கிகள் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இவ்வகையான பாதுகாப்பு முறையில் சில ஒவ்வா விளைவுகள் ஏற்படும் என்பதால் இதை நடைமுறை யில் பெரிதும் பயன்படுத்துவது இல்லை.

மின்னணுக் கதிர்வீச்சின் மூலம் தன்மைப்படு தல் (curing) குறிப்பாக நெகிழி (plastic) மற்றும் உலோகப் பரப்புகளில் மேம்படுத்தல் என்பன சிறப் பாக மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. கதிர்வீச்சுச் சிதை வில் ஏற்படும் வெளிப்பாடுகளிலுள்ள (emission) இயங் காற்றல் பயன்படும் வகையில் ஒளி, வெப்பம், மின்னாற்றலாக மாற்றப்பட்டுப் பலவகைகளில் பயன் தரும். இதற்குச் சுரோட்டினியம்-90,புரோமிதியம்-147, புளூட்டோனியம்-238, மைக்ரோவாட் ஆற்றல் கள் மூலங்களாகப் பயன்படுகின்றன.

மேற்பூச்சாகச் செயற்கைக் கதிரியக்கத்தை வெட்டுக்குழியில் பரவுமாறு செய்து துருவப்படும் (milling) உலோகங்களின் தேய்மானத்தைக் கண்டறிய லாம். இவ்வாறே உந்து வளையத்தில் (piston ring) அல்லது உருளைச் சுவர்ப்பரப்புகளில் கதிரியக்கத்தின் மேற்பூச்சாக உயவுப்பொருளைப் (lubricant) பரவச் செய்து எளிமையாகவும் முனைப்பாகவும் பூசப்படும் பகுதிகளின் வலிமையைக் கண்டறிந்து தேய் மானத்தை அளவிடவும் இயலும்.

தொழிலகங்களில் ஏற்படும் கழிவுப்பாய்வுகளில் குறை ஆயுள்கொண்ட கதிரியக்கத்தைக் கலக்கச் செய் தும் பாய்வுப் பரிமாணங்களை அளவிடலாம். குறிப் பாகக் கனற்சி ஆய்வில் கதிரியக்கப்பணி சிறப்பான தாகும். மிகுகுழைம அல்லது பாகுநிலை (high viscosity) ஊடகத்திலோ படிகத்திலோ விரவல் (diffusion) மிக மிக மெதுவாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாகும். ஆனால் அதன் அளவீடும் நுட்பமும் மிகவும் கடினமாகும். இதைச் செயற்கைக் கதிர்வீச்சின் மூலமே எளிதாகவும் விரைவாகவும் செயல்படுத்த முடியும்.

-பொ.கு. பழநி

கதிர்வீச்சு மண்டலம்

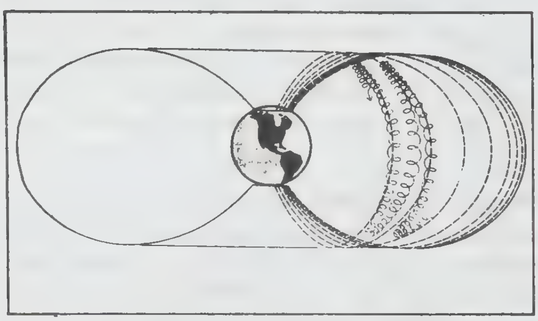
புவியின் காந்தப்புலத்தில் சிக்குண்டு, புவியைச் சுற்றி வானில் மிகச் செறிவுள்ள கதிர்வீச்சு ஏற்படுத்தும் மிகு ஆற்றலுள்ள, மின்னூட்டம் பெற்ற துகளின்கூட்டமே கதிர்வீச்சு மண்டலம் (radiation belt) எனப்படும். எலெக்ட்ரான்கள், புரோட்டான்கள் ஆகியவற்றை முக்கிய துகள்களாகக் கொண்ட இம்மண்டலம் புவிக்கு மேலே சில நூறு கிலோமீட்டர் உயரத்தில் தொடங்கி ஏறத்தாழ $8R_e$ (R_e=புவியின் ஆரம் 6371கி.மீ.) தொலைவு வரை பரவியுள்ளது. சிக்குண்ட துகள்களின் இம்மண்டலம், 1958 இல் ஜேம்ஸ் வான் ஆலனும் அவர் உடன் ஊழியரும் எக்ஸ்புளோரர் I-II(Explo rerI-II) ஆகிய விண்கலன்களில் கொண்டு சென்ற கதிர்வீச்சு உணர்கருவிகள் துணைகொண்டு கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. பின்னர் செய்யப்பட்ட பல ஆய்வு கள் இக்கதிர்வீச்சு ஒரு சிக்கலான, நேரம் சார்ந்த அமைப்பைப் பெற்றது எனக் காட்டியுள்ளன.

மின்னூட்டத்துகளின் இயக்கம். புவியின் காந்தப் புலத்தொடர்பால் மின்னூட்டத் துகள்கள் செல்லும் பாதையை, மூன்று தனிப்பட்ட இயக்கங்களின் சேர்க்கையெனக் கொண்டு விளக்கலாம். முதலாம் இயக்கம், துகளின் திசைவேகத்திற்கும் காந்தப்புலத் திற்கும் செங்குத்தாக அமைந்த காந்த விசையால் ஏற் படும் காந்தப்புலக் கோடுகளைச் சுற்றிய வேகமான சுழல் இயக்கம் ஆகும். சுழலும் துகள், புலக்கோடு வழியாக வட அல்லது தென்துருவத்தை நோக்கிச் செல்லும்போது புலவலிமை மிகுவதன் காரணமாக அதே பாதையில் திருப்பியனுப்பப்படுகிறது. எனவே, வட, தென் அரைக்கோளங்களுக்கிடையே தெற்கு வடக்காக அலைக்கழிக்கப்படுவது (bouncing) இரண்டாம் வகை இயக்கமாகும். இவற்றுடன் எலெக்ட்ரான்களின் கிழக்கு நோக்கிய நகர்வும், புரோட்டான் அல்லது கன அயனிகளின் மேற்கு நோக்கிய நகர்வும் கொண்ட கீழ்-மேல் நகர்வு இயக்கம் (drift) மூன்றாம் வகை இயக்கமாகும். இவ்வாறு தனிப்பட்ட சிக்கிய துகள்கள் புவியைச் சுற்றி ஒரு காந்தக் கூட்டில் (magnetic shell) சிக்கலான வடிவில் இயங்கும் தன்மையில் உள்ளன.

படம் 1 ஒரு சிக்குண்ட புரோட்டானின் பல தென் வட எதிரொளிப்பு இயக்கங்களைக் காட்டுகிறது. தொடர்ந்த பல அலைக்கழிப்புகள் புரோட்டானைப் புவியை முழுதுமாகச் சுற்றச் செய்கின்றன. சிறைப் பட்ட எலெக்ட்ரான்களின் இயக்கமும் இதுபோன்ற

தேயாகும். ஆனால் எலெக்ட்ரான்களின் நகர்வு இயக்கம் கிழக்கு நோக்கியிருக்கும். கூடுதல் மின் அல்லது காந்தப்புலம் அல்லது புறத்துகள்களோடு மோதுதல் போன்ற திடீர்ச் சலனங்கள் (perturbations) இல்லையென்றால் இவ்வியக்கம் முடிவிலாக் காலமாகத் தொடர்ந்து இருக்கும்.

புவிக்காந்தப் புலம் புவியின் அச்சைப் பொறுத்து வடிவொப்புமை கொண்டதன்று. எனவே, கதிர்வீச்சு மண்டலமும் புவி அச்சைப் பொறுத்து வடிவொப்புமையற்றதாக இருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, சிக்கிய துகள்கள் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுக்கு மேலே செல்லும்போது புவிக்கருகில் தாழ்ந்து செல்கின்றன. ஆனாலும் சில Reகளுக்கு மிகுதியான உயரத்தில் துகள்கள் செல்லும்போது இந்த விளைவு குறைந்து விடுகிறது. வெளி ஓரங்களில், சூரியக் காற்றால் ஏற்படும் அழுத்தத்தால் துகள் பாதையில் வளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.



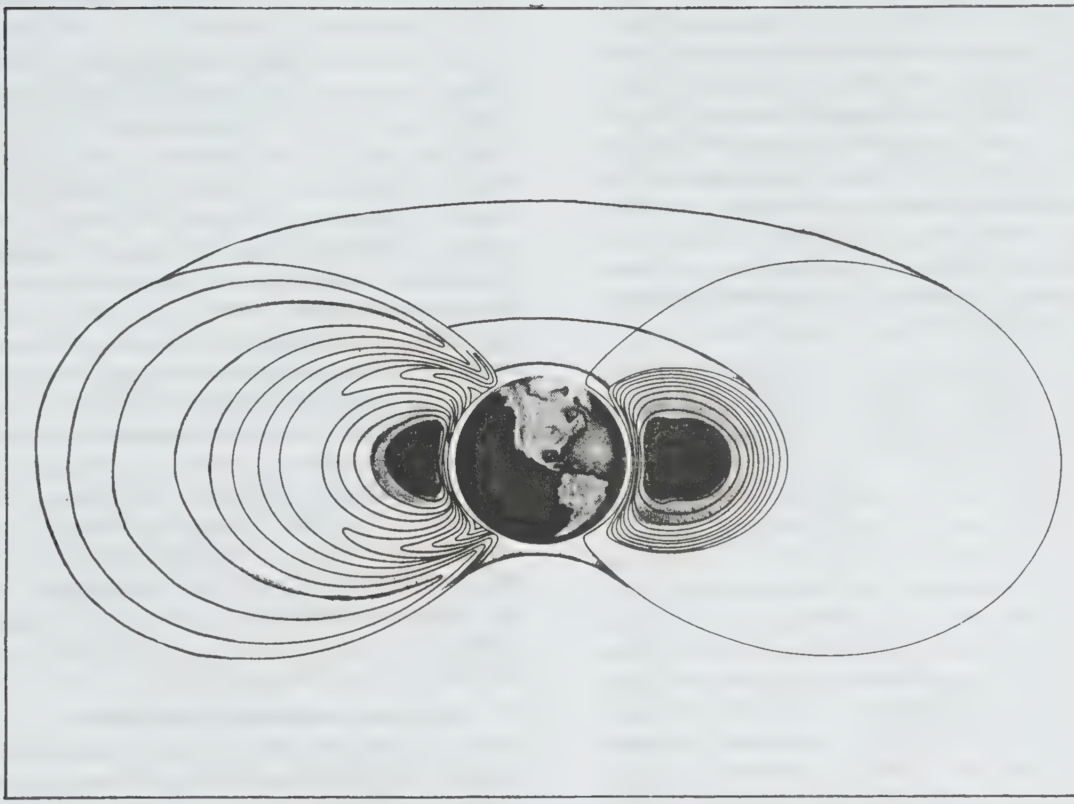
படம் 1. புவிக்காந்தப்புலத்தில் சிக்குண்ட ஒரு புரோட்டானின் இயக்கம்

சிக்குண்ட துகள்களின் துகள்தொகை. புவியின் கதிர்வீச்சு மண்டலத்தில் சிக்கிய மின்னூட்டத் துகள்களின் பங்கீடு படம் 2 இல் மாதிரியமைப்பாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. படத்தில் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றமாக எலெக்ட்ரான் பாய்மம் இடப்பக்கமும் புரோட்டான் பாய்மம் வலப் பக்கமும் காட்டப்பட்டுள்ளன. கருமப் படலம் மிகுதியாகச் சிக்கிய கதிர்வீச்சின் வெளி அமைப்பு இரு பெருமங்களைக் காட்டுகிறது. அவை ஏறத்தாழ 1.5 Re உயரத்தில் மையங்கொண்ட ஓர் உள்கதிர்வீச்சு மண்டலம், 4-5Re உயரத்திற்குள் மையங்கொண்ட ஒரு வெளிக் கதிர்வீச்சு மண்டலம் ஆகியன. உள்கதிர்வீச்சு மண்டலத்தில் பல நூறு MeV ஆற்றல் கொண்ட புரோட்டான்களே மிகு ஊடுருவும் திறன் கொண்ட துகள்கள் ஆகும். 15 MeVக்கு மிகுதியான ஆற்றல்களில் மிகு ஆற்றல் புரோட்டான்களின் செறிவு 10^5 செ. மீ $^{-2}$ நொடி$^{-1}$ அளவை எட்டுகிறது. ஆனாலும் புவியிலிருந்து தொலைவு பெருமமாக, மிகு ஆற்றல் புரோட்டான்களின் பாய்மம் விரைவாகக் குறைந்து ஏறத்தாழ 4Re தொலைவில் முக்கியமற்றதாகி விடுகிறது. சில MeV அளவு ஆற்றல் கொண்ட குறை ஆற்றல் புரோட்டான்கள் ஏறத்தாழ 6Re வரை பரந்திருக்கும் நிலையான கண்ணிப்புலத்தில் (trapping region) காணப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்களும் இக்கணிப்புப்புலம் முழுதும் உள், வெளி மண்டலங்களில் அந்தந்த இடத்தில் பெருமங்களோடு காணப்படுகின்றன. எலெக்ட்ரான்களின் ஆற்றல் சில MeV அளவு வரை இருக்கும். வெளிக் கதிர்வீச்சு மண்டலப் பகுதியில் எலெக்ட்ரான்களே மிகு நுழை திறன் கொண்டவை.

ஒரு சில MeV ஆற்றல் உள்ள ஹீலியம் கருக்கள் (α-துகள்கள்), புவியின் காந்தப்புலத்தில் சிக்குண்டுள்ளன என்பதும் ஆய்வுகளால் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. ஒரு சில நூறு துகள்களின் பாய்மம் (ஆற்றல் > 2 MeV) ஏறத்தாழ 3Re உயரத்தில் காணப்படுகின்றது. எனவே α-துகள்களின் பாய்மம் புரோட்டான்களின் பாய்மத்தில் 2×10^{-4} பகுதியே எனத் தெரிகிறது. ஏறத்தாழ 20 KeV ஆற்றல் வரையுள்ள பாய்மமும் சிக்குண்ட ஆக்சிஜன் அயனிகளின் மிகுந்த திறனும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. காந்தப் புயல்களுக்குப் பின் பெருமளவில் காணப்படும் இந்த ஆக்சிஜன் அயனிகள் இன்றியமையாதவை. ஏனெனில் சிக்குண்ட அயனிகளில் சில, புவியின் வெளியிலிருந்து வந்தவை எனும் கருத்தை இவை மெய்ப்பிக்கின்றன.

புவி மையக்குத்துத் தளத்தில் Re அலகின் உயரத்தைப் பொறுத்து எலெக்ட்ரான், புரோட்டான் ஆகியவற்றின் பல திசைப் பாய்மத்தின் மாதிரி அளவுகள் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன. இவை சராசரி அளவுகளேயாகும். நேரத்தைப் பொறுத்து இவ்வளவுகளின் மாறுதல், குறிப்பாக வெளி மண்டலத்தில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களுக்குள்ள மதிப்புகளின் மாறுதல் மிகுதியாக உள்ளது. அட்டவணையில் பாய்மத்தின் மதிப்பு 2.7 பங்கு குறையும். ஆற்றல் இடைவெளிப் பண்பியல் ஆற்றல் E_o எனப்படும். உயரம் மிகுதியாக ஆகப் புரோட்டான்களுக்கு E_oஇன் மதிப்பு ஒழுங்கு முறையாகக் குறைவதை அட்டவணை காட்டுகிறது. உள், வெளி மண்டலங்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதி தவிரப் பிற பகுதிகளில் எலெக்ட்ரான்களும் இப்பண்பைக் கொண்டுள்ளன. இவ்விடைப்பகுதியில் எலெக்ட்ரான் பாயம் ஒரு சிறுமத்தைக் கொண்டு உள்ளது. ஆற்றல் பகுப்பு, குறைவாற்றல் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளது.

கால மாறுதல்கள். கதிர்வீச்சு மண்டலத்துள் செறிவு, ஆற்றல் நிறமாலை, துகள்களின் வெளிப் பங்கீடு ஆகியவை காலத்தைப் பொறுத்து மாறுகின்றன. காந்தப்புல மாறுதல்களால் சிறிய மாற்றங்கள் ஏற்பட்டாலும், காந்தப்புயல் வீச்சு நேரங்களில்



படம் 2. புவியின் கதிர்வீச்சு மண்டலத்தின் கூறமைப்புப் புரோட்டான்கள் (E > 15MeV) வலப்பக்கத்திலும் எலெக்ட்ரான்கள் (E > 0.5MeV) இடப்பக்கத்திலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. படலத்தின் மிகு கருமை, சிக்குண்ட துகள்களின் மிகு பாயத்தைக் காட்டுகிறது.

அட்டவணை

புவிமையக் கோட்டில் சிக்குண்ட துகள்களின் பல திசைப் பாய்மங்களும், பண்பியல் ஆற்றல்களும்

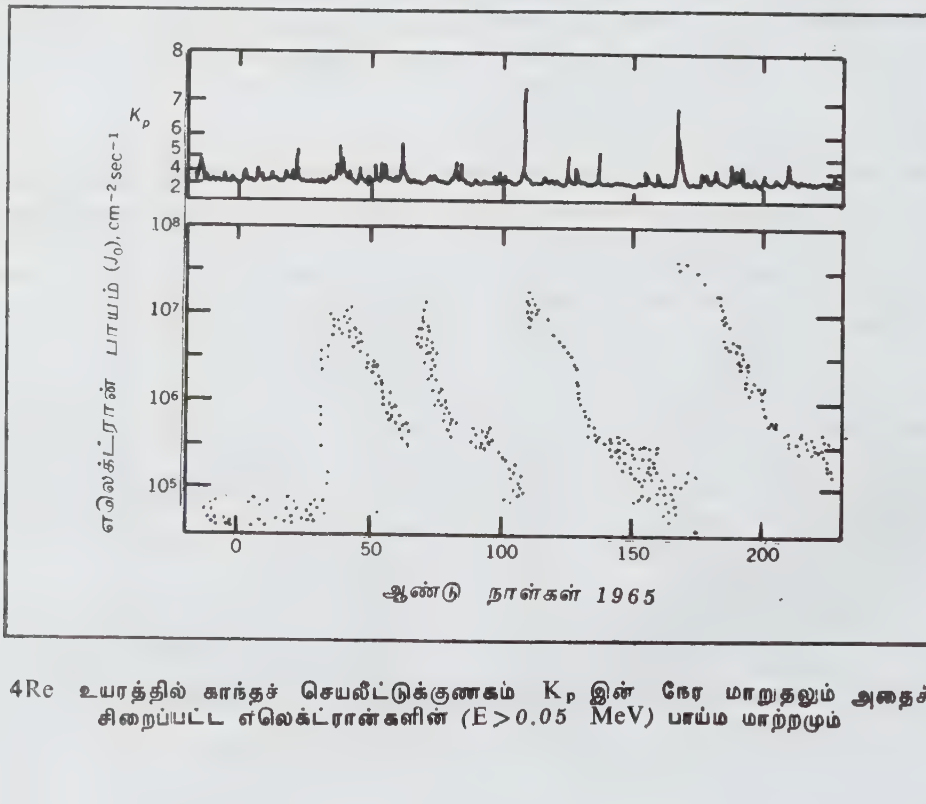
உயரம்	குறை ஆற்றல் புரோட்டான்கள் பாய்மம்		மிகுஆற்றல் புரோட்டான்கள் பாய்மம்			எலெக்ட்ரான்கள் பாய்மம்
1.25	4×10^4	2.2	1×10^4	20	4×10^7	0.9
1.5	1×10^6	2.2	1×10^5	13	6×10^7	0.4
2	1.5×10^7	2.1	7×10^4	8	3×10^6	0.13
2.5	1×10	0.6	8×10^3	8	2×10^5	0.33
3	2×10^6	0.4	2×10	7	6.7×10^4	0.42
3.5	1×10^8	0.34	...	...	3×10^8	0.5
4	3×10^7	0.3	...	...	1×10^6	0.4
5	4×10^6	0.13	...	...	2.5×10^6	0.35
6	9×10^5	0.11	...	...	9×10^5	0.25

குறிப்பிடத்தக்க மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. காந்தப் புல மாற்றங்கள் மிகக் கடுமையாக இருக்கும் வெளிப் புலங்களில் உள்ள துகள்களில் இம்மாறுதல்கள் அதிக விளைவை ஏற்படுத்துகின்றன. காந்தப் புயல் வீச்சு நேரங்களில் வெளி மண்டலத்தில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் பாய்மம் ஏறத்தாழப் பத்து மடங்கு மிகுகின்றது என்றாலும் அனைத்துப் புயல்களுக்கும் இம் மாற்றம் ஒத்திருப்பதில்லை. ஒரு காந்தப் புயலைத் தொடர்ந்து குறைந்த உயரங்களில் எலெக்ட்ரான் பாய்மம் அதிகரிக்கிறது. ஏனென்றால் வெளி மண்டலங்களுக்கு மூடுக்கம் பெற்ற எலெக்ட்ரான்கள் புவிக்கு அருகில் விரவல் மூலம் பரவுகின்றன.

படம் 3, புவிமையக் கோட்டில் 4 Re உயரத்தில் 0.5 MeVக்கு அதிக ஆற்றல் உள்ள எலக்ட்ரான்களின் பாய்மம் காலத்தைப் பொறுத்து மாறும் வகையைக் காட்டுகிறது. படத்தின் மேல் பகுதி காந்தச் செயலீடுகளைக் குறிக்கும் K_p எனும் காந்தச் செயலீடு குணகத்தைக் குறிக்கின்றது. K_p இன் பெரும மதிப்பு, புவிக் காந்தப்புலத்தின் மிகுதியான ஒழுங்கற்ற மாற்றங்களைக் குறிக்கும். காந்த மாற்றங்கள் பெருமமாவதைத் தொடர்ந்து எலெக்ட்ரான் பாய்மம் அதிகரிப்பதும், புவிக் காந்தப்புலம் நிலையாக இருக்கும்போது பாய்மம் மெதுவாகக் குறைவதும் படத்தில் தெளிவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. காந்தப்புயல் நேரங்களில் வெளிமண்டலங்களில் உள்ள குறை ஆற்றல் புரோட்டான்களின் பாய்மம் அதிகரித்தாலும், புரோட்டான் பாய்ம மாற்றம் எலெக்ட்ரான் பாய்மத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தை விடக் குறைவாக இருக்கும்.

உள் மண்டலத்தில், மிகுஆற்றல் புரோட்டான்களின் பாய்மம் சார்பளவில் நேரத்தைப் பொறுத்து மாறாதிருக்கிறது. இப்பகுதியில் புரோட்டான் செறிவை மாற்ற மிக வலிமையுள்ள காந்தப்புயல் தேவை. காந்தப் புல நேரங்களில் ஏற்படும் குறிப்பிடத்தகுந்த மாற்றம் சிக்குண்ட புரோட்டான்களின் பாய்ம வீழ்ச்சியாகும். இவ்வீழ்ச்சி புவியிலிருந்து தொலைவு மிகுதியாகப் பெருமமாகிறது. கதிர்வீச்சு மண்டலத்தின் வெளி ஓரங்களில் நேரத்தைப் பொறுத்து மிகு மாற்றங்கள் ஏற்படுவது மிகவும் இயல்பான நிகழ்ச்சியாகும். சூரியனிலிருந்து கிளம்பும் சூரியக் காற்றெனப்படும் அயனிக்குழுவின் (plasma) அழுத்தப் புலக் கோடுகளில் ஏற்படும் வளைவுகளால் (warpings) ஒழுங்கு முறையான அன்றாட மாற்றம் காணப்படுகிறது. இதனால் புலத்தில் ஏற்படும் ஒப்பமைப் பின்மையால் புவிக்கு மேல் ஒரு புள்ளியில் சிக்குண்ட கதிர்வீச்சின் மாற்றம் காணப்படுகிறது. சூரியனின் காற்றழுத்தத்தால் ஏற்படும் மாற்றங்கள் காற்றுப் புலத்தின் வளைவு மாறும் அளவை மாற்றுவதோடு மின்னூட்டத்துகள்களின் பாய்மத்திலும் மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகின்றன.

செயற்கைக் கதிர்வீச்சு மண்டலங்கள். குறைந்தது ஒன்பது முறைகளாவது, மிகு உயர அணுக்கரு வெடிப்புகள் மூலம், புவிக்காந்தப் புலத்தினுள் மிகு ஆற்றல் எலெக்ட்ரான்கள் செலுத்தப்பட்டுச் சிக்



படம் 3. 4Re உயரத்தில் காந்தச் செயலீட்டுக்குணகம் K_p இன் நேர மாறுதலும் அதைச் சார்ந்த சிறைப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களின் ($E > 0.05$ MeV) பாய்ம மாற்றமும்

குண்டு விடுகின்றன. இவ்வாய்வில் குறிப்பிடத்தக்கது பல ஆண்டுகள் நிலைத்து நிற்கும்படியான செறிவு மிக்க கதிர்வீச்சு மண்டலங்கள் ஏற்படுத்திய 1962 ஆம் ஆண்டு ஜூலை 9 நாள் நடத்தப்பட்ட ஸ்டார் ஃபிஷ் (starfish) எனும் ஆய்வாகும். சோவியத் குடியரசு 1962 இல் மூன்று அணுக்கரு வெடிப்பு ஆய்வுகள் மூலம் குறுகிய காலம் நிலைத்திருந்த மண்டலங்களை ஏற்படுத்தியது.

சிக்குண்டுவிடும் எலெக்ட்ரான்கள், அயனிகள் ஆகியவற்றை ஏவூர்திகள், செயற்கைக் கோள்கள் ஆகியவை சுமந்து செல்லும். துகள்முடுக்கிகள் மூலமாகவும் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களுக்குள் செலுத்தலாம். இவ்வகைஆய்வுகள் புவிக்காந்தப் புலத்தின் பண்புகள், மின்னூட்டத் துகள்கற்றைகளைத் தாக்கும். ஆய்வு செய்ய, அயனிக்குழுவின் திண்ம நிலையின்மை வடிவமைக்கப்பட்டது.

சிக்குண்டுவிடும் துகள்களின் தோற்றமும் மறைவும். உள்மண்டலங்களில் உள்ள பெரும்பாலான மிகு ஆற்றல் புரோட்டான்கள் (> 50 MeV) காஸ்மிக் கதிர்கள் வெளிமண்டல அணுக்களில் மோதுவதால் மிகு ஆற்றல் நியூட்ரான்களில் தற்சிதைவால் உருவாகின்றன என நம்பப்படுகிறது. ஆனால் கதிர் வீச்சு மண்டலத்தில் உள்ள பெரும்பான்மையான துகள்கள் வெளி மண்டலம் அல்லது சூரியனின் காற்று ஆகியவற்றிலிருந்து தோன்றும் எலெக்ட்ரான்கள் அல்லது அயனிகளாக உள்ளன. இவை இதுவரை அறியப்படாத விசைகள் மூலம் முடுக்கமும் ஆற்றலும் பெறுகின்றன.

கதிர்வீச்சு மண்டலத் துகள்களின் தோற்றமூலம் குறித்த கொள்கைகள், சிறைப்பட்ட துகள்களை முடுக்கும் மாறும் தன்மையுள்ள மின், காந்தப்புலக் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் உள்ளன. சூரியக் காற்றின் அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்களால், புவிக் காந்தப்புலம் தொடர்ந்து அலைக்கழிக்கப்படுவதால் தோன்றும் தூண்டு மின்புலங்கள், மின்னூட்டத் துகள்களை முடுக்கம் பெறச் செய்கின்றன. மேலும், இம்மாறும் புலன்கள் துகள்களை ஒரு கூட்டிலிருந்து மற்றொரு கூட்டிற்கு இடமாற்றமடையவும் செய்கின்றன. இதனால் புவிக்காந்தப் புலத்தின் வெளிப்பகுதியில் செலுத்தப்படும் துகள்கள் உட்பகுதிக்குச் செல்கின்றன. விண்வெளியிலுள்ள புவிக் காந்தப்புலங்களைப் பற்றிய போதிய கொள்கையறிவு இல்லாத காரணத்தால் இக்காந்தபுல மாறுதல்களைக் கொண்டு துகளின் முடுக்கம், விரவல் முறை ஆகியவை பற்றிய விரிவான கணக்கீடுகள் செய்ய இதுவரை முடியவில்லை. இவை பற்றிய கொள்கையறிவு வளர்ச்சியடைந்த பின்னரே, முற்றிலும் பொருத்தமான ஆய்வுகள் மூலம் இவற்றை உறுதி செய்ய முடியும்.

சிக்குண்ட துகள்கள் இறுதியாக மறைந்து போகும் முறைமையின் இயற்பியல் தன்மையும் கேள்விக்குறியே ஆகும். சிக்குண்ட எலெக்ட்ரான்களின் சராசரி வாழ்நாள், மைய மண்டல எலெக்ட்ரான்களுக்கு ஏறத்தாழ ஓர் ஆண்டு எனும் அளவிலிருந்து, வெளியோர மண்டல எலெக்ட்ரான்களுக்குச் சில நாள்கள் எனும் அளவு வரை மாறுபடுகிறது. புவியிலிருந்து சில கிலோமீட்டர் தொலைவு வரையுள்ள துகள்கள், புவியின் வளிமண்டலத்தில் உள்ள அணுக்களோடும், மூலக்கூறுகளோடும் மோதுவதால் நீக்கப்படுகின்றன. இறுதியாக இத்துகள்கள் தம் ஆற்றலை மிகுதியான அளவு இழந்து அயனிக்கோளத்தின் (ionosphere) பகுதியாக மாறுவதே மொத்த விளைவாகும். பெரும உயரங்களில் சிறைப்பட்ட துகள்கள் மின்காந்த அலைகளோடு மோதுவதே அவை மறைதலுக்கான வழிமுறையாகும். இம்மின்காந்த அலைகள் சிறைப்பட்ட துகள் குழுக்களாலோ காந்தக் கோளத்தில் ஏற்படும் வேறு முறைகளாலோ உருவாக்கப்படலாம்.

அலைகளின் மின்காந்தப்புலன்கள் எக்காரணத்தாலும், துகள் இயக்கங்களில் சலனமேற்படுத்தி அடர்வுமிக்க கீழ் வெளி மண்டலத்திற்குத் திருப்பப்பட்டு மோதல்கள் மூலம் நீக்கப்படுகின்றன. கொள்கையடிப்படையில் மதிப்பீடு செய்யப்பட்ட துகள்களின் இழப்புவீதம் ஆய்வு மதிப்புகளோடு ஒத்திருந்தாலும் இக்கணக்கீடுகளில் கையாளப்படும் நுட்பக் குறைவுகளால் இவ்விடைகளை முடிவானவையாகக் கொள்ள முடியாது.

புவியில் உள்ள மிகுஆற்றல் வானொலி அலைபரப்பிகளிலிருந்தும், மின்னல்களால் ஏற்படும் மின்னிறக்கங்களிலிருந்தும் கிளம்பும் மின்காந்த அலைகளால் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் நீக்கப்படுகின்றன எனும் உண்மையை ஆய்வுகள் உணர்த்தியுள்ளன. ஆனால் கதிர்வீச்சு மண்டலத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில் இம்முறையின் இன்றியமையாமை ஆய்விற்குரியது.

பிற நிகழ்வுகளுடன் உள்ள தொடர்புகள். வளிமண்டலத்தின் அயனிக்குழுச் சூழலின் பொது இயல்புகளில் ஒன்றே கதிர்வீச்சு மண்டலமாகும். சூரியனிலிருந்து அயனிக்குழு தொடர்ச்சியாகப் புவிக்காந்தப்புலத்தில் மோதிக்கொண்டே உள்ளது; மேலும் அயனிக்கோளத்தின் எலெக்ட்ரான்களும் அயனிகளும் ஓர் அயனிக் குழுவாகிச் சில நேரங்களில் முடுக்கம் பெறுகின்றன. இந்த அயனிக் குழுவின் சில எலெக்ட்ரான்களும் அயனிகளும் புவிக்காந்தப்புலத்தில் சிக்கிக் கதிர்வீச்சு மண்டலத்தை உருவாக்குகின்றன.

வளிமண்டலத்திற்குள் காந்தப்புலக் கோடுகள் வழியாகக் கீழே செலுத்தப்படும் எலெக்ட்ரான், புரோட்டான்களால் துருவ அரோராக்கள் (polar aurors) கிளர்ச்சியூட்டப்படுகின்றன. இந்தத் துகள்கள் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களில் தேக்கி வைக்கப்பட்டவை அல்ல என்றாலும் அரோரா துகள்களை முடுக்கும்

செய்கை முறைகளில் சில கதிர்வீச்சு மண்டலத்துகள்களையும் முடுக்குகின்றன என அறியப்படுகின்றது.

சிக்குண்ட கதிர்வீச்சு, காந்தப்புயல் வீச்சுகளிலும் பெரும்பங்கு பெறுகிறது. காந்தப்புயலில் இன்றியமையாக் கூறுகளில் ஒன்றான முதன்மைக் கூட்டத்தில் புவியின் நடுவரைக் கோட்டில் புவிக்காந்தப்புலத்தின் கிடைப்புல வலிமை மதிப்புக் குறைகிறது. சிக்குண்ட எலெக்ட்ரான்கள், அயனிகள் ஆகியவற்றின் மின்னோட்டங்களால் இந்த வீழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. கதிர்வீச்சு மண்டலத்திலிருந்து தொடர்ச்சியாகத் துகள்கள் வளிமண்டலத்திற்குள் கசிந்து கொண்டுள்ளன. இதனால் ஏற்படும் அயனியாக்கம் அயனிக் கோளத்தின் எலெக்ட்ரான், அயனித்தொகையை அதிகரிக்கின்றது. காற்றொளிக்குத் (airglow) தேவையான ஆற்றலில் மின்னூட்டம் பெற்ற துகளில் ஒரு பகுதி வளிமண்டலத்தில் படிவதால் பெறப்படலாம்.

பிற **கோள்களின் கதிர்வீச்சு மண்டலங்கள்.** கதிர்வீச்சு மண்டலங்கள் ஏற்படக் காரணங்கள் பொதுவானவையாதலால், போதுமான காந்தப்புல வலிமை கொண்ட எந்தக் கோளிலும் அல்லது திசுக்களிலும் கதிர்வீச்சு மண்டலம் இருக்கும் எனக் கருதப்படுகிறது. புதன், வெள்ளி, செவ்வாய் போன்ற கோள்களுக்கு மேற்கொண்ட விண்வெளிப் பயணங்கள் மூலம் ஆற்றல்மிகு துகள்களை மிகுதியான காலம் சிறைப்படுத்தும் அளவுக்கு வலிமைமிக்க காந்தத் திருப்பு திறன் இக்கோள்களுக்கு இல்லை எனக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஆனால் வியாழன், சனி ஆகிய கோள்கள் வலிமைமிக்க காந்தப் புலமும், புவிக்கொத்த மிகப்பெரிய, செறிவுள்ள கதிர்வீச்சு மண்டலமும் கொண்டுள்ளன. முடிவு செய்யத்தக்க உறுதியான சான்றுகள் இல்லையென்றாலும், யுரேனஸ், நெப்ட்டியூன் ஆகிய கோள்களிலும் கதிர்வீச்சு மண்டலங்கள் இருக்கலாம் எனக் கருதப்படுகிறது.

வியாழன், சனி ஆகிய கோள்கள் சூரியனிலிருந்து மிகத் தொலைவில் உள்ளமையாலும், இவற்றின் நிலவுகளும் வளையங்களும் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களில் அமைவதாலும் இவற்றின் கதிர் வீச்சு மண்டலங்கள் புவிக் கதிர்வீச்சு மண்டலத்திலிருந்து மாறுபட்ட பல பண்புகளைக் கொண்டவை. சனிக்கோளத்தின் வளையங்கள் ஆற்றல் மிகு துகள்களை உள் உறிஞ்சும் மிகு பண்புடையவை ஆதலால் வளையப் பகுதிகளின் மண்டலங்களில் இடைவெளி காணப்படுகிறது. இவ்வாறே சனி, வியாழன் ஆகிய கோள்களின் நிலவுகளும், துகள்களை உள் உறிஞ்சும் தன்மை கொண்டவை. ஆதலால் நிலவுகளின் பாதைகளின் கதிர்வீச்சு மண்டல அமைப்பில் சிறுமங்கள் காணப்படுகின்றன. மாறாக, சில நிலவுகள், குறிப்பாக வியாழனின் ஐஓ (I O), சனிக் கோளின் டைட்டன் (Titan) ஆகிய நிலவுகளின் வளிவெளியிலிருந்து அணுக்கள் வெளிக்கிளம்பி அயனியாக்கம் பெற்றுக் கதிர்வீச்சு மண்டலத்தின் பகுதியாகின்றன. இதனால் இவ்வெளிக் கோள்களின் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களில் அவற்றின் நிலவுகளிலிருந்து பெறப்பட்ட சோடியம், கந்தகம் போன்ற எடை மிக்க அயனிகள் காணப்படுகின்றன.

பிற கதிர்வீச்சு மூலங்கள், குறிப்பாக, சிதைவடையும் நியூட்ரானிலிருந்து புரோட்டான்களும், சூரியனிலிருந்து புரோட்டான்களும் ஹீலிய அயனிகளும், கோள்களின் வளிவெளியிலிருந்து அயனிகளும் புவியின் கதிர்வீச்சு மண்டலத்தில் உள்ளவை போன்றே செயல்படுகின்றன. கதிர்வீச்சு மண்டலங்கள் உருவாகக் காரணமான பல்வேறு அயனிக்குழுச் செயல் முறைகளின் இன்றியமையாமையை அறிந்து கொள்ள வெவ்வேறு கோள்களின் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களை ஒத்து நோக்கலாம்.

விண்கலன்கள் மீது ஏற்படும் விளைவுகள். கதிர்வீச்சுகள் நீண்ட நேரம் விண்கலன்கள் மீது பட்டால் சிக்குண்ட எலெக்ட்ரான், புரோட்டான் ஆகியவற்றின் பாயங்கள் விண் கலத்தில் செல்லும் மனிதருக்கும், விண்கல எந்திரங்களுக்கும் கேடு விளைவிக்கக்கூடும். கதிர்வீச்சு மண்டலங்களின் வடிவமைப்புக் காரணமாக இவ்வாறு ஏற்படும் கேட்டின் அளவு விண்கலம் செல்லும் பாதை அமையும் இடத்தைப் பொறுத்திருக்கும். உள்மண்டலப் பகுதிகளில் மிகு ஆற்றல் புரோட்டான்கள் பல கி.செ.மீ. அளவு தடிமன் கொண்ட பொருள்களையும் ஊடுருவிச் சென்று விண்கலத்தின் உட்பகுதியில் உள்ள உறுப்புகளைத் தாக்க வல்லவை. ஆனால் மண்டலத்தின் பல பகுதிகளில் கதிர்வீச்சு மண்டலங்களில் உள்ள சிக்குண்ட துகள்கள் குறைந்த நுழைதிறன் கொண்டவை ஆதலால் சூரியச் செல்கள் போன்ற விண்கலத்தின் வெளித்திறந்திருக்கும் பகுதிகளே தாக்கமுறுகின்றன. 1962 ஜுலை 9ஆம் நாள் ஏற்படுத்தப்பட்ட பெரும உயர அணுக்கரு வெடிப்பைத் தொடர்ந்து சூரியச் செதில்கள் தாக்கப்பட்டமையால் பல விண்கலன்கள் புவிக்குச் செய்தி அனுப்புவது நின்று போயிற்று.

- வெ. ஜோசப்

கதிர்வீச்சு வானியல்

மிகச்சிறிய அணு முதல், மிகப்பெரிய அண்டங்கள் வரை விண்வெளியில் உள்ள அனைத்துப் பொருள்களாலும் வெளிப்படுத்தப்படும் கதிர்வீச்சு அலைகளின் கணிப்பின் மூலம் பேரண்டத்தைப் பற்றி அறியச் செய்வது கதிர்வீச்சு வானியல் (radio astronomy) ஆகும். ஒளித்தொலைநோக்கியின் காட்சிக்கு எட்டாத விண்பொருள்களைக் கதிர்வீச்சுத் தொலைநோக்கி கொண்டு அறியலாம். தற்கால வானியலின்

விரிவாக்கத்தில் கதிர்வீச்சு வானியல் பெரும் பங்கு ஆற்றுகிறது. இதனால் குவாசர்கள், துடிக்கும் விண் மீன்கள் (பல்சார்கள்), மண்ணுலகம் தோன்றக் காரணமான முற்காலத் தீப்பந்து (primordial fire ball), எஞ்சியிருக்கும் கதிர்வீச்சு முதலியன கண்டு பிடிக்கப்பட்டன. அனைத்து விண்பொருள்களும் அகன்ற வீச்சுடைய அலைகளை வெளிப்படுத்து கின்றன.

அண்டவெளியில் பல்வேறு முறைகளில் கதிர் வீச்சு அலைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுவது கதிர்வீச்சு வானியல் ஆராய்ச்சியில் வலிமையான இடம் பெற்றது. சில வேளைகளில் விண் பொருள்களின் வெப்பமும், பெரும்பாலும் ஆற்றலுள்ள அணுக்கரு துகள்களின் வலிமையும் கதிர்வீச்சுக்குக் காரண மாயின.

OKக்கு மேல் வெப்பநிலையுடைய ஒவ்வொரு பொருளும் கதிர்வீச்சு அலைகளை ஒழுங்கற்ற முறை யில் உற்பத்திசெய்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சூரியன் மிக வெளிச்சமான வானொளிப் பொருள்; அதன் ஒளிவட்டத்தின் வெப்ப நிலையிலிருந்து தன் பெரும்பான்மையான வானொளி அலைகளை வெளிப்படுத்துகிறது.

பிறிதொரு முறையில் விண்மீன் கூட்டங்களின் காந்தப் புலன்களில் சுழலும் காஸ்மிக் கதிர்களின் எலெக்ட்ரான்களே பெரும்பாலான கதிர்வீச்சு ஆற்றலை வெளியிடுகின்றன. ஜுபிடர் கோள் தன்னைச் சுற்றியிருக்கும் ஆற்றலுள்ள எலெக்ட்ரான் வளையப் பட்டைகளால் குறுகிய அலைநீளம் உடைய வலிமையான வானொலி அலைகளை வெளிப்படுத்து கிறது. துடிக்கும் விண்மீன்களும் இதே முறையில் அலைகளை வெளியிடுகின்றன. வேறு சில மூலங்கள் இதுவரை விளக்க இயலாத ஏதோ ஒருவகையில் அலைகளை வெளியிடுகின்றன. விண்மீன் கூட்டமான பால்வழியில் மீப்பெரு ஒளிர்மின் வெடிப்பில் எஞ்சிய வளிமங்கள் மிகு வலிய கதிர்வீச்சு அலைகளின் மூலங்களாகும். இத்துடன் அனைத்துத் திசைகளிலும் மங்கிய கதிர்வீச்சுப் பொலிவுடன் (faint radio glow) சூழப்பட்டுள்ளது. இது முற்காலத் தீப்பந்துக் கதிர் வீச்சு என நம்பப்படுகிறது.

கதிர்வீச்சு வானியலினால் முழு அண்ட வெளி யைப் பற்றி விரிவான, சரியான வரைவிடம் கிடைக்க வகையாயிற்று. ஒளித்தொலைநோக்கிகளின் மூல மாக இதுவரை அறியப்பட்ட பேரண்டம் ஓர் அமைதி யான, கட்டுத்திட்டங்களடங்கிய இயற்கை விதிகள் செயற்படும் நிலைக்களனாகக் காட்சி தந்தது. கோடிக்கணக்கான ஆண்டுகளாக நிலை தடுமாறாது குமுறல்கள், குழப்பங்கள், இரைச்சலை வெளிப்படுத் தாமல் இப்பேரண்டம் புகழ் பெற்றிருந்தது. இரவு வானத்தின் எழில்மிகு காட்சிகள் அமைதியானவை என்பது மாயையே என்று கதிர்வீச்சு வானியல் தொலைநோக்கியின் கண்டுபிடிப்புக்குபின் அறிய நேர்ந்தது. ஆனால் குமுறல்களும் பெருங்குழப்பமும், இரைச்சலும் நிறைந்ததாக இப்பேரண்டம் காட்சி தருகிறது.

கதிர்வீச்சு வானியலின் வரலாறு. கி.பி. 1800 இன் இறுதியில் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் உள்படப் பல அறிவியலார் மண்ணுலகத்திற்கப்பாற்பட்ட வானொலிக் கதிர்வீச்சுகளை ஆராய போதிய நுட்பக் கருவிகள் இல்லாமையால் சரியான முடிவு பெறாமல் தோல்வியுற்றனர். 1894 - 1900 இன் இடைக்காலத்தில்தான் கதிர்வீச்சு வானியல் தோன் றிற்று எனலாம். ஆலிவர்லாட்ஜ் பிற ஜெர்மன் நாட்டு அறிவியலாருடன் சேர்ந்து சூரியனிடமிருந்து வரும் அலைகளின் நீளத்தை அறிய முற்பட்டுச் சீரான வானொலி ஏற்பி இல்லாமையால் தோல்வி யுற்றனர்.

1931 இல் பெல் தொலைபேசி ஆய்வுக் கூடத் தைச் (Bel telephone laboratories) சார்ந்த கார்ல் ஜி. ஜான்ஸ்கி என்பார் நீண்ட தொலைவுக் கதிர் வீச்சுத் தொடர்பு ஆய்வில், இயல்பாகக் கதிர்வீச்சு அமைப்பின் மூலங்களிலிருந்து ஏதோ குறுக்கீடு வரு வதைக் கேட்டார். இவர் 100 அடி அகலமான ஒரு பெரிய ஏரியலைச் செய்து அதை எந்தத் திசையிலும் திருப்பக்கூடிய ஒரு கருவியின் மேல் பதித்து, காது ஒலிக்கருவி மாட்டிக்கொண்டு இவ்விதக் குறுக்கீடு எங்கிருந்து வருகிறது என ஆராய்ந்தார் அவர் ஆராய்ச்சியின் பயனாக மிக அதிகமான வெளிப்பாடு பால்வழி அண்ட மையத்திசையிலிருந்து வருவது போலவும், தோற்றுவாய் பால்வழி அண்டத்தில் பரவியிருப்பது போலவும் உய்த்துணர்ந்தார்.

விண்மீன்களிலிருந்தோ விண்மீன்களுக்கிடைப் பட்ட வெளிகளிலிருந்தோ இந்த வெளிப்பாட்டைப் பெற்றிருக்கலாமெனவும் கருதினார். இந்தச்சூழ்நிலை யில், தாம் பெற்ற முடிவுகளைக் கொண்டு, கதிர் வீச்சு அலை வெளிப்பாடு சூரியனிடமிருந்தும் வரலா மென நினைத்து அதற்குரிய ஆய்வுகளைச் செய்து பார்த்தார். ஆனால் அவர் இவ்வாய்வை மேற் கொண்ட காலம், சூரியக் கறைகளின் இயக்கம் மிகக் குன்றியிருந்த காலமாகும். அதனால் சரியான முடிவு எதுவும் கிடைக்கவில்லை. தாமறியாத வானியலை, நூல்கள் கொண்டு படித்தறிந்து ஆய்வைத் தொடர்ந் தார். விண்மீன்களிடமிருந்தோ விண்மீன்களுக்கு இடைப்பட்ட வெளிகளிலிருந்தோதான் இந்தக் கதிர் வீச்சுக் குறுக்கீடுகள் வரவேண்டும் என முடிவு செய் தார். பால்வழி அண்ட மையத்திலும் மற்றும் பால் வழியிலும் பரவலாக இந்தக் கதிர்வீச்சுக் குறியீடுகள் தோற்றுவாய் பெற்றன என்னும் முடிவை நிறுவினார். அவரது முடிவு உலகெங்கும் பரவியது.

புதிய செய்தி, பரவிய வேகத்தில் அமிழ்ந்தும் போயிற்று. இவருக்குப்பின் 1939இல் குரோட்ரோபர் (Grote Rober) அவருடைய வழித் தோன்றலாகத்

திகழ்ந்தார். இந்த இருவர் மட்டுமே இன்று மிகு வளர்ச்சி பெற்றிருக்கும் கதிர்வீச்சு வானியலுக்கு அடிப்படையானோர் ஆவர். இவர் 30 அடி விட்டமுள்ள முதல் எதிரொலிக்கும் கதிர்வீச்சுத் தொலைநோக்கியை வீட்டன் II (Wheaton - II) அமைத்துப் பால்வழியிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்வீச்சு அலைகளை வரைபடத்தில் உருவாக்கினார். இவருடைய விடாமுயற்சியை அறிவியல் உலகம் அப்போது கண்டு கொள்ளவே இல்லை.

இரண்டாம் உலகப்போருக்குப்பின் கதிர்வீச்சு வானியல் துறையில் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. இரண்டாம் உலகப்போரின்போது இங்கிலாந்து நாட்டு ராடார் அமைப்பு மூலம் சூரியனிலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்வீச்சு அலைகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. இங்கிலாந்து தீவுக்குக் கிழக்கே ஏதோ ஒரு மூலத்திலிருந்து பரப்பப்பட்ட கதிர்வீச்சுத் தொடர்பு வன்மையான குறுக்கீட்டால் தாக்கமுற்றது. ஜெர்மானியர்கள் ராடார் கண்ணை மூடும் ஏதோ ஒரு புதிய செய்கை என எண்ணியபோது அது சூரியனிலிருந்து வெளிப்பட்ட கதிர்வீச்சு என அறியப் பட்டது. மிகு உணர்வு நுட்பமுள்ள கதிர்வீச்சு ஏற்பி முன்னேற்றத்திற்குப்பின் 1951 இல் இங்கிலாந்து, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய நாடுகளில் கதிர்வீச்சு வானியல் நன்கு வளரத் தொடங்கிப் பல ஆய்வாளர்களுக்குப் பயன்படத் தொடங்கிற்று. சூரியனிடமிருந்து வரும் கதிர்வீச்சு அலைகள் ஆராய்ச்சியில் இடம் பெற்றன. எரி, வீழ் மீன்கள் பிறப்பிடம் யாது என்னும் புதிர் நீங்கியது. விண்மீன்களுக்கிடைப்பட்டிருக்கும் ஆவித் துகள் படலங்களிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட அலை நீளத்தில் கதிர்வீச்சு அலைகள் பெறப்பட்டன. எங்கிருந்து இவ்வலைகள் தோற்றுவாய் பெற்றிருந்தனவோ அந்த இடங்களில் எல்லாம் ஒளித் தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்தி வானியல் வல்லுநர்கள் புதுப்புது விண்பொருள்களையும், நிகழ்ச்சிகளையும் கண்டனர். இவை புதிர் பொருள்களாக வெடிக்கும் விண்மீன், பெருங்குமுறலுடைய பெருமுகில்கள், வெடிக்கும் அண்டங்கள், விண்மீன்கள் ஒன்றை ஒன்று மோதிக் கொள்ளும் காட்சிகள் இவையெல்லாம் வானத்தில் நடக்கும் வேடிக்கைகளாகக் காட்சியளித்தன.

- கி. இராஜேந்திரன்

கதிர்வீச்சு வேதியியல்

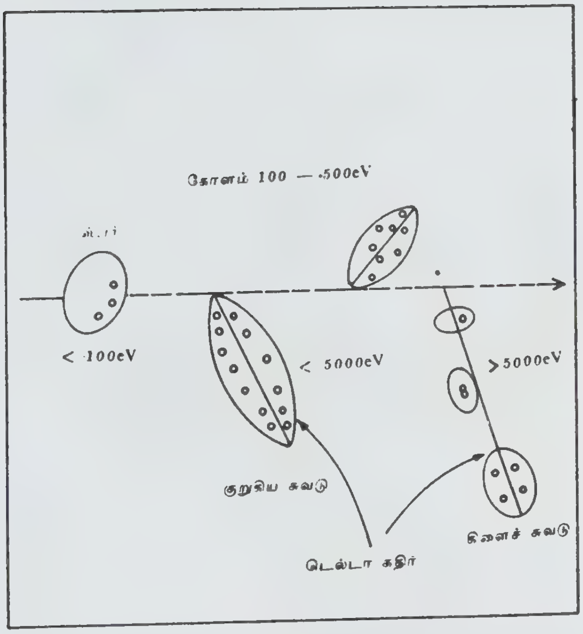
அயனிகளைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மை கொண்ட α, β, γ, e, p, எக்ஸ்-கதிர் போன்ற கதிர்களை உறிஞ்சுவதால் ஒரு பொருளில் ஏற்படும் வேதி விளைவுகளை (chemical effects) ஆராயும் பகுதிக்குக் கதிர்வீச்சு வேதியியல் (radiation chemistry) என்று பெயர்.

கதிர்வீச்சு வேதியியல் தொடர்பான ஆய்வுகளுக்கு இரண்டு வகையான கதிர்வீச்சு மூலங்கள் (radiation source) பயன்படுகின்றன. அவை இயற்கை அல்லது செயற்கைக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள், துகள் முடுக்கி என்பன. துகள்முடுக்கி உதவி கொண்டு செறிவான ஆற்றலுள்ள கதிர் வீச்சுக் கற்றைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. சில முடுக்கி வகைகளின் எடுத்துக்காட்டுகளும், அவை தோற்றுவிக்கும் கதிர்களின் ஆற்றல் அளவுகளும்; எக்ஸ் கதிர்க்குழல்கள் (300MeV வரை), வான் டி கிராப் முடுக்கி (5MeV வரை), நேர்போக்கு எலெக்ட்ரான் முடுக்கி (லினாக்) (600 MeV), பீட்டாட்ரான் (300 MeV வரை) சைக்ளோட்ரான் (20MeV வரை) முதலியன. மூலங்களிலிருந்து தொடர்ந்த (continuous) கதிர்களோ துடிப்பான (pulsed) கதிர்களோ தோற்றுவிக்கப்படலாம். பின் குறிப்பிட்ட வகையில் செறிவான கதிர்வீச்சுக் கற்றைகள் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் தோற்றுவிக்கப்படும்.

அயனிப்படிகத்தில் (ionic crystal) கதிர்வீச்சு, உந்த மாற்றம் மூலம் தன் ஆற்றலை இழக்கிறது. அதனால், படிக அணிக்கோவையிலுள்ள அணுக்கள் இடம் பெயர்கின்றன. இது விக்னர் விளைவு (wigner effect) அல்லது பிரிவமைப்பு (discomposition) எனப்படும். இதன் காரணமாகப் படிகத்தின் மின்கடத்தல், வெப்பக்கடத்தல் ஆகிய பண்புகளில் மாற்றங்கள் தோன்றுகின்றன.

அயனியாக்கும் கதிர்வீச்சு வளிமம், நீர்மம், சகபிணைப்புகள் கொண்ட திண்மம் ஆகியவற்றில் ஆற்றலைத் தன்பாதையில் சிறு பரப்புகளில் இழக்கிறது. இச்சிறு பரப்புகள் ஸ்பர் (spur) எனப்படுகின்றன. கதிர்வீச்சின் ஆற்றலைப் பொறுத்துச் சிறு கோளம், சுவடுகள் போன்றவையும் தோற்றுவிக்கப் படும் (படம் 1). இச்சிறு பரப்பில் இழக்கப் பட்ட ஆற்றல் அங்குள்ள மூலக்கூறுகளில் கிளர்ச்சி அயனியாக்கம், பிரிகை போன்ற விளைவுகளை உண்டாக்கும். இதனால் அயனி இணை (ion pairs), தனித்தியங்கும் உறுப்பு (free radicals) ஆகியன தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. ஒன்று அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட இணையில்லா எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்ட அணு அல்லது மூலக்கூறு இயங்கு உறுப்பு (free radical) எனப்படுகிறது. ஸ்பரின் சராசரி விட்டம் 20 Å என்று அறியப்பட்டுள்ளது. இரண்டு ஸ்பர்களுக்கு இடையே உள்ள வெளி, ஸ்பர், கோளம், சுவடு ஆகியவற்றின் பரவல் போன்றவை கதிர்வீச்சின் பண்பு, அதன் ஆற்றல், கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப் படும் பொருளின் நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தவை.

கதிர்வீச்சு வேதியியல் ஆய்வில் விளைபொருள்களின் விளைச்சல் பட்டறிவினால் G மதிப்பு என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது. 100eV அல்லது 1 J (ஜூல்) அளவு கதிர்வீச்சு ஆற்றலை உறிஞ்சுவதால், எவ்வளவு மதிப்பெண் உள்ள x-மூலக்கூறுகள் தோற்றுவிக்கப்



படம் 1

வேகமாகச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் குறுக்கு ஊடகத்தில் (condensed medium) அதன் ஆற்றலுக்கு ஏற்ப ஸ்பர், கோளம், சுவடு ஆகியவற்றைத் தோற்றுவித்தலையும் அயனி, கிளர்ச்சி மூலக்கூறுகளை உண்டாக்குதலையும் காட்டும் ஊகப் படம். நேர்மின் அயனிகள் பொட்டு வடிவில் காட்டப்பட்டுள்ளன

படுகின்றன என்பதை G (x) என்று குறிப்பிடுவர். கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தப்படும் பொருளின் தன்மை, அதன் இயற்பியல் நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, G இன் மதிப்பு 0.01 - 10^5 வரை மாறுபடும்.

முடுக்கிகள் மூலங்களாக இருப்பின், அக்கருவியில் பயன்படுத்தப்படும் மின்னோட்டம் அல்லது மின் அழுத்தம் ஆகியவற்றை அளப்பதன் மூலம் நேரிடையாகக் கதிர்வீச்சின் ஆற்றலைக் கணக்கிடலாம். ஃபிரிக்கே அளவுமானி எனப்படும் வேதியியல் அளவுமானியினால் மறைமுகமாகக் கதிர்வீச்சின் ஆற்றலைக் கணிக்கலாம். இந்த அளவுமானியில், காற்று ஏற்றப்பட்ட அமிலமாக்கப்பட்ட ஃபெரஸ் சல்ஃபேட் கரைசல் பயன்படுகிறது. கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தும்போது ஃபெரஸ் அயனி ஃபெரிக் அயனியாக ஆக்சிஜனேற்றமடைகிறது. இந்த அளவு மானியின் G-மதிப்பு 15.5.

ஸ்பர்களின் தோற்றம், அதில் கிளர்விக்கப்பட்ட மூலக்கூறு அயனி இணைகள் தனித்தியங்கு உறுப்பு ஆகியவற்றின் உண்டாக்கம் (formation) ஆகிய வினைகள் முதன்மைச் செயல்முறை (primary process) ஆகும். இவ்வினைகள் உடனுக்குடன் நிகழ்கின்றன. முதன்மை விளை பொருள்கள் 10^{-8} நொடிக்குள் தங்களுக்குள் வினைப்பட்டு ஸ்பரிலிருந்து விரவி வெளி வரும். வெளியேறிய தனித்தியங்கு உறுப்பு, அயனிகள் பொருளில் உள்ள பிற மூலக் கூறுகளுடன் வினைப் படும். கதிர்வீச்சு இழந்த ஆற்றல் முழுதும் மூலக் கூறுகள் மீது படிவதால் வளிம நிலையில் விளைச்சல் மிகுதியாக இருக்கும். மாறாக நீர்ம நிலையில் ஆற்றல் சிதறுவதால் விளைச்சல் குறையும். கரைசலில் கரைப்பான் கரைபொருள் இரண்டும் கதிர்வீச்சு ஆற்றலை உறிஞ்சும். நீர்த்த கரைசலில் கரைப்பானே ஏறத்தாழ அனைத்து ஆற்றலையும் உறிஞ்சிவிடும்.

கதிர்வீச்சை உறிஞ்சுவதால் தோன்றும் முதன் மைத்துகள்களில் (primary particles) எலெக்ட்ரான் முக்கியமானது. அயனிப்படிகத்தில் உள்ள குறைபாடு களில் எலெக்ட்ரான்கள் சிக்குமாயின் (trapped) நிறமுண்டாதல் (colouration), மினுமினுப்பு (scintillation) ஒளிர்வு (luminescence), நின்றொளிர்வு (phosphorescence) போன்ற விளைவுகள் நிகழும். நீர்ம நிலையில் எலெக்ட்ரான்களின் பண்பு நீர்மத்தின் பண்பைப் பொறுத்தது. இதைக் கரைப்பான் விளைவு (solvent effect) என்பர். ஹைட்ரோகார்பன் போன்ற மின் முனைவற்ற (non-polar) நீர்மத்தில் சிக்குண்ட எலெக்ட்ரான்கள் மிகு கடத்தல் தன்மை (conduction) கொண்டவை. நீர், ஆல்கஹால், அமோனியா போன்ற மின்முனைவுள்ள நீர்மங்களில், எலெக்ட்ரான் அதைச் சுற்றியுள்ள கரைப்பான் மூலக்கூறுகளை நெறிப்படுத்து கின்றன. இதனால் மின்முனைவுள்ள நீர்மங்களில் எலெக்ட்ரான்களின் கடத்தும் தன்மை குறையும்.

கரைப்பான் ஏற்றப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களின் ஆயுட்காலம் பொதுவாக மில்லி நொடி வரை இருக்கும். இக்கால அளவின் மதிப்பு, கரைசலில் உள்ள கரைபொருள்களின் தன்மை, அவற்றின் அடர்த்தி ஆகிய பண்புகளைப் பொறுத்தது. நீரேற்றப் பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் (hydrated electron, eag) ஆக்சிஜன் ஒடுக்கும் தன்மை கொண்டவை. 720nm அலை நீளத்தில் இதன் உறிஞ்சும் தன்மையைக் கண் காணிப்பதன் மூலம் நீரேற்றப்பட்ட எலெக்ட்ரான் களின் பாதையைத் தொடரலாம்.

முதன்மைத்துகள்கள், பிற மூலக்கூறுகள், இயங்கு உறுப்புகள் ஆகியவற்றுடன் நடுநிலையாக்குதல், எலெக்ட்ரான் பிடிப்பு, எலெக்ட்ரான் மாற்றம் (electron exchange), மின்னூட்ட மாற்றம் (charge transfer), கிளர்ச்சி மாற்றம் (excitation transfer), அயனி-மூலக்கூறு வினை போன்ற பல வினைப்பாடு களில் ஈடுபடுகின்றன. பொருளின் இயற்பியல் நிலை, அதில் உள்ள கரைப்பான், கரைபொருள் ஆகிய வற்றின் பண்பு போன்றவற்றைப் பொறுத்து வினைப் பாடுகளின் தன்மை, வினைநிகழ் வீதம் ஆகியவை மாறுபடும். நிறை நிரலியல் (mass spectrometry), எலெக்ட்ரான் சுழற்சி உடனிசைவு நிறமாலையியல்

(electron spin resonance spectroscopy), மின்தொடர் வான் உத்தி (scavenger technique), ஒளித்தெறி ஒளிப் பகுப்பு (flash photolysis), மின்புலம், வெப்பநிலை மாற்றம் போன்ற முறைகளால் வினைகளின் இயங்கு முறைகளையும் வினைகளின் இடைநிலைகள் பற்றிய விவரங்களையும் அறிந்து கொள்ளலாம். கதிர்வீச்சால் தூண்டப்பட்டு நிகழும் வேதி வினைகளின் காலவெளி நானோ நொடியிலிருந்து மில்லி நொடி வரை நீடிக்கும். இதைவிடக் குறுகிய காலவெளியில் நிகழும் வினைகள் பற்றியும் [எடுத்துக்காட்டாக, பீகோ நொடி (picosecond = 10^{-12} sec) ஃபெம்ட்டா நொடி, (femto second, 10^{-15} sec] ஆய்வுகள் நடத்தப் பட்டுள்ளன.

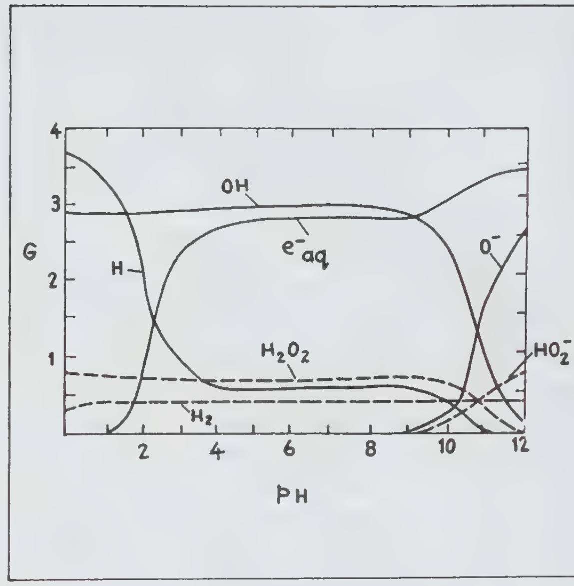
நீர், நீரியக் கரைசல் ஆகியவற்றில் கதிர்வீச்சால் தூண்டப்பட்டு நிகழும் வினைகள் மிகவும் பரவலாக ஆராயப்பட்டு வந்துள்ளன. கதிர்வீச்சு ஊடுருவி 10^{-}[illegible] நொடி கால இடைவெளியில் நீரிய பொருள்களில் கீழ்க்காணும் திண்ம விளைபொருள்கள் தோன்று கின்றன.

$$H_2\,O \rightarrow H,\ OH,\ H_2,\ H_2O_2,\ e_{aq}$$

இதில் → என்னும் குறியீடு கதிர்வீச்சால் தூண்டப் பட்ட வினை என்பதைக் குறிக்கிறது. கதிர்வீச்சு பகுப்பிற்கு(radiolysis) உட்படுத்தப்பட்ட நீரியக் கரை சலில் உண்டாகும் விளைபொருள்களின் சமநிலை அடர்த்தி கரைசலில் உள்ள பிற பொருள்களைப் பொறுத்தது. அதன் pH ஐயும் பொறுத்தது (படம்2).

கரிமப்பொருள்களில் (organic systems) மிகவும் சிக்கலான வினைமுறைகள் நிகழ்கின்றன. H_2, CO, CO_2, CH_4, பல துண்டுபட்ட மூலக்கூறுகள் (fragmented molecules) போன்றவை தோற்றுவிக்கப்படு கின்றன. நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன் மூலக் கூற்றைக் கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தும்போது பல்லுறுப் பாக்கல் வினை (polymerisation)நிகழ்கிறது. (காட்டு: ஸ்டைரீன் மூலக்கூறிலிருந்து பாலிஸ்டைரீன்). அலிஃ பாட்டிக் சேர்மங்களைவிட (aliphatic compound) அரோமாடிக் சேர்மங்கள் (aromatic) கதிர்வீச்சில் சேதமடையாமல் நிலையாக உள்ளன. அரோமாட்டிக் சேர்மங்களில் படியும் ஆற்றல் பென்சீன் வளையத்தில் தேங்கி விடுகிறது. கிளர்ச்சி இறக்கம் (deexcitation) நேரும்போது இவ்வாற்றல் கிளர்வு ஒளியாக வெளி வருகிறது. எனவே ஆந்த்ரசீன், நாஃப்தலின் போன்ற சேர்மங்கள் மினுமினுப்புப் பண்பைக் கொண்டுள்ளன.

அணு உலை அறிவியல் கதிர்வீச்சின் இடையீட் டால் உயிரியல் பொருள்களில் ஏற்படும் மாற்றங் களின் விவரம், கதிர்வீச்சு உதவிகொண்டு பல்லுறுப்புப் பொருள்களைத் தயாரித்தல், உணவுப்பண்டம், மருந்து, அறுவை மருத்துவத்தில் பயன்படும் பொருள் கள் ஆகியவற்றைத் தூய்மைப்படுத்துதல், அசாதா



படம் 2.

0.1 முதல் 20MeV வரை ஆற்றல் உள்ள γ-கதிர், எலெக்ட்ரான்கள் கொண்டு நீரைக் கதிரூட்டும்போது, உண்டாகும் விளைபொருள்கள் நீரின் pH-ஐப் பொறுத்து மாறுதலைக் காட்டும் வரைபடம்.

ரணமான சூழ்நிலையில் (எடுத்துக்காட்டாக, குறை வெப்பநிலையில், உயர் அழுத்தத்தில்) வேதி வினை களைத் தூண்டுதல் போன்ற பல நடைமுறைத் தேவைகளுக்குக் கதிர்வீச்சு வேதியியல் தொடர்பான ஆய்வு பயன்பட்டு வருகிறது.

- பா. வெங்கடரமணி

நூலோதி. J. W. T. Spinks and R. J. Woods *An Introduction to Radiation Chemistry*, John Wiley & Sons, New York, Second Edition, 1976.

கதிரியக்க அணுக்கருவினம்

ஓர் அணுவின் புரோட்டான்களும் நியூட்ரான்களும் அமைந்த மையப்பகுதி பொதுவாக அணுக்கரு எனப் படுகிறது. எந்த ஓர் அணுக்கருவையும் அதன் அணு எண் (புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கை Z) நிறை எண் (புரோட்டான் நியூட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை A) ஆகியவற்றால் குறிப்பிடலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட அணு எண்ணும் நிறை எண்ணும் கொண்ட அணுக்கருக்கள் ஓர் அணுக்கருவினத்தை அமைக்கின்றன. கதிரியக்கத் தன்மை கொண்ட அணுக்கருவினம் கதிரியக்க அணுக்கருவினம் (radio nuclides) எனப்படுகிறது.

கதிரியக்கம் என்பது இயற்கையில் கிடைக்கக் கூடிய, நிறை எண் 206க்கு மேற்பட்ட கனமான தனிமங்களால் வெளிவிடப்படும் தன்னிச்சையான சிதைவு ஆகும். ஹென்றி பெக்கொரல் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டு அறிவியலார், 1896 ஆம் ஆண்டு கதிரியக்கத்திற்குச் சற்றும் தொடர்பற்ற, யுரேனியம் உப்பின் ஒளிர்தல் தன்மையைப் பற்றி ஆராயும்போது இந்நிகழ்வை எதிர்பாரா நிலையில் கண்டுபிடித்தார். இந்நிகழ்வில் வெளிவரும் கதிர்கள் பெக்கொரல் கதிர்கள் எனப்பட்டன. மேரி கியூரி அம்மையார் இந்நிகழ்விற்கு 1898 ஆம்ஆண்டு கதிரியக்கம் (radio activity) என்று பெயரிட்டார். கதிர்வீச்சின் பயனாக ஒரு கதிரியக்கத் தனிமம் மீண்டும் மாற்ற முடியாத வகையில் (irreversible) தன்னிச்சையாகச் சிதைவுறுகிறது. பொருள்களை ஆவியாக்கும் மிகு வெப்பமோ, உறையவைக்கும் மிகு குளிரோ, ஆற்றல்மிக்க மின்புலமோ, காந்தப்புலமோ இந்த நிகழ்வைத் தாக்குவதில்லை என அறியப்பட்டது. எனவே, இது ஒரு முழுமையான நிகழ்ச்சியாகக் கருதப்படுகிறது.

ஒரு தனிமத்தின் கதிரியக்கத்தின்போது ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக் கதிர்கள் என்னும் தனித்த பண்புகளையுடைய, ஆற்றல் மிக்க கதிர்வீச்சுகள் வெளியிடப் படுவதைக் கியூரி அம்மையார் ஆய்வு மூலம் விளக்கினார். ஆஃபாக்கதிர்கள் கனமான, நேர்மின்னூட்டங் கொண்ட துகள்களால் ஆனவை எனவும் அத்துகள்கள் ஹீலியம் அணுக்களே எனவும் பின்னர் அறியப்பட்டன. அவை மிகக் குறைந்த ஊடுருவும் திறனும் மிகு அயனியாக்கத் திறனும் கொண்டவை. பீட்டாக் கதிர்கள் லேசான எதிர் மின்னூட்டங் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களால் ஆனவை. மிகு ஊடுருவும் திறனும் குறைந்த அயனியாக்கத் திறனும் கொண்டவை. காமாக்கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள் போன்ற ஆனால் மிகக் குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்தக் கதிர் வீச்சுகள் ஆகும்; இவை மிகுஊடுருவும் திறன் கொண்டவை: நேரடி அயனியாக்கத் திறனற்றவை.

மேரி கியூரியும் அவர்தம் கணவரான பியரி கியூரியும் பிட்ச்பிளண்ட் என்னும் யுரேனியத் தாதுப் பொருளிலிருந்து யுரேனியத்தை விட உயர் ஆற்றல் உடைய பொலோனியம் என்னும் அணுக்கருவினத்தையும் அதைவிட மேலும் உயர் ஆற்றல் உடைய ரேடியம் என்னும் அணுக்கருவினத்தையும் பிரித்தெடுத்தனர். மேலும் பிட்ச்பிளண்டியிலிருந்து 1899 ஆம்ஆண்டு டீபைர்ன் என்பார் ஆக்ட்டீனியம் என்னும் கதிரியக்கத் தனிமத்தைப் பிரித்தெடுத்தார். பல்வேறு முறைகள் மூலம் தற்போது ஏறத்தாழ 1,100 கதிரியக்க அணுக் கருவினங்கள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் ஏறக்குறைய ஐம்பது மட்டுமே இயற்கையில் காணப்படுகின்றன.

இயற்கையில் காணப்படும் கதிர்வீசும் அணுக் கருவினங்கள் சிதைவடைந்து புதிய அணுக் கருவினங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. கதிர்வீசும் அணுக்கருவினங்களின் இத்தன்னிச்சையான விளைவாக்கத்திற்கு ரூதர்ஃபோர்டு, சாடி என்போர் முதன் முதலில் எளிய விளக்கம் ஒன்றைத் தந்தனர். கதிர் வீசும் அணுக்கருவினங்கள் ஓர் ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத் துகளை வெளியிடும்போது அவை சிதைவுற வேண்டும் என்று அவர்கள் கூறினர். இம்முறையில் ஒருவகை அணுக்கருவினம் மறைந்து புதியதோர் அணுக்கருவினம் உருவாகிறது. பொதுவாக, சிதைவுறும் அணுக்கள், தாயணுக்கள் எனவும் புதிதாகத் தோன்றும் அணுக்கள் சேயணுக்கள் எனவும் குறிக்கப்பெறுகின்றன. சேயணுவும் கதிரியக்கம் கொண்டிருப்பதால் மேலும் தன்னிச்சையாகச் சிதைவடைந்து வெவ்வேறான கதிர்வீசும் அணுக்கருவினங்களைக் கொண்ட ஒரு தொடரைத் தோற்றுவிக்கின்றது.

கதிரியக்கமற்ற ஓர் அணுக்கருவினம் தோற்றுவிக்கப்படும் வரை இந்தச் சிதைவுகள் தொடர்ந்து நிகழ்கின்றன. கதிரியக்கச் சிதைவுகளை விளக்கக் கூடிய இடம் பெயர்தல் விதியைச் (displacement law) சாடி, ஃபஜான்ஸ் என்போர் 1913 இல் அமைத்தனர். அவ்விதியின்படி இதுவரை அறிந்த கதிரியக்க மாற்றங்களில் ஒரு கதிரியக்க அணுக்கருவிலிருந்து ஓர் ஆல்ஃபாத் துகளோ ஒரு பீட்டாத் துகளோ வெளியிடப்படுகிறது. ஒரே சமயத்தில் அவ்விருவகைத் துகள்களோ வகைக்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்டோ வெளியிடப்படுவதில்லை. ஓர் ஆல்ஃபாத் துகள் வெளியிடப்படும் போது தாயணுக்கருவை விட நான்கு அலகு குறைவான நிறை எண்ணையும், இரண்டு அலகு குறைவான அணு எண்ணையும் கொண்ட புதியதோர் அணுக்கரு உருவாகிறது.

ஒரு பீட்டாத்துகள் வெளியிடப்படும்போது உருவாகும் புதிய அணுக்கரு தாயணுக்கருவின் நிறை எண்ணையும், ஓரலகு மிகுதியான அணு எண்ணையும் கொண்டிருக்கும்.

கதிரியக்க மாற்றத்தின் அடுத்தடுத்த நிலைகளில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட வெவ்வேறு அணுக்கருவினங்கள் ஒரு தொடரை அமைக்கின்றன. இத்தகைய தொடர்களில் மூன்று உள்ளன. அவை யுரேனியம்-ரேடியம் தொடர், தோரியம் தொடர், ஆக்ட்டீனியம் தொடர் எனப்படும்.

யுரேனியம் - ரேடியம் தொடர் யுரேனியம் ($^{238}_{92}U$) என்னும் அணுக்கருவில் தொடங்கி ரேடியம் G ($^{206}_{82}RaG$) என்னும் கதிரியக்கமற்ற காரீய ஐசோடோப்பில் முடிவடைகிறது. தோரியம் தொடர் தோரியம் ($^{232}_{90}Th$) அணுக்கருவில் தொடங்கி, கதிரியக்கமற்ற தோரியம் D ($^{208}_{82}ThD$) என்னும் காரீயத்

தோரிய வரிசை 4 n

முன்னர் வழங்கப் பட்ட பெயர்கள்	தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	வெளிப்படும் துகள்	பாதிச்சிதைவு காலம்
தோரியம் ↓	தோரியம்	$_{90}Th^{232}$	α	139×10^{-11} ஆ
மிஸோதோரியம்-I ↓	ரேடியம்	$_{88}Ra^{228}$	β	67 ஆ
மிஸோதோரியம்-II	ஆக்ட்டினியம்	$_{89}Ac^{228}$	β, α	6.13 ம
ரேடியோதோரியம்	தோரியம்	$_{90}Th^{228}$	α	1.91 ஆ
பிரான்சியம்	பிரான்சியம்	$_{87}Fr^{224}$	…………	
தோரியம் -X ↓	ரேடியம்	$_{88}Ra^{224}$	α	3.64 நா
தோரான் ↓	ரேடான்	$_{86}Rn^{220}$	α	52 நொ
தோரியம்-A ↓	பொலோனியம்	$_{84}Po^{216}$	α, β	0.16 நொ
தோரியம்-B	லெட்	$_{82}Pb^{214}$	β	10.6 ம
ஆஸ்ட்டடின்	ஆஸ்ட்டடின்	$_{85}At^{216}$	α	54க்குக்குறைவான நேரம்
தோரியம்-C ↓	பிஸ்மத்	$_{83}Bi^{212}$	β, α	60.5நி
33.7 66.3 தோரியம்-C′	பொலோனியம்	$_{84}Po^{212}$	α	3×10^{-7}நொ
தோரியம்-C″	தாலியம்	$_{81}Tl^{208}$	β	3.1நி
தோரியம்-D	லெட்	$_{82}Pb^{208}$	நிலைத்தஇயல்பு கொண்டது.	

யுரேனிய வரிசை, 4n + 2

யுரேனியம் I ↓	யுரேனியம்	$_{92}U^{238}$	α	451×10^{9} ஆ
யுரேனியம்-X_1 ↓	தோரியம்	$_{90}Th^{234}$	β	24.1 நா
யுரேனியம்-X_2	புரொட்டாக்டினியம்	$_{91}Po^{234}$	β	1.18 நி
யுரேனியம்-II ↓	யுரேனியம்	$_{92}U^{234}$	α	2.48×10^{5} ஆ
அயோனியம் ↓	தோரியம்	$_{90}Th^{230}$	α	8.0×10^{4} ஆ
ரேடியம் ↓	ரேடியம்	$_{88}Ra^{226}$	α	1.62×10^{3} ஆ
ரேடான் ↓	ரேடான்	$_{86}Rn^{222}$	α	3.82 நா
ரேடியம்-A	பொலோனியம்	$_{84}Po^{218}$	α, β	3.05 நி
ரேடியம்- B	லெட்	$_{82}Pb^{214}$	β	26.8நி

ஆ = ஆண்டுகள் நொ = நொடிகள் நி = நிமிடங்கள் ம = மணிகள்

முன்னர் வழங்கப் பட்ட பெயர்கள்	தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	வெளிப்படும் துகள்	பாதிச்சிதைவு காலம்
அஸ்ட்டட்டின்	அஸ்ட்டட்டின்	$_{85}At^{218}$	α	2.நொ
ரேடியம்-C	பிஸ்மத்	$_{83}Bi^{214}$	β, α	19.7நி
ரேடியம்-C′ (.04%)	பொலோனியம்	$_{84}Po^{214}$	α	16×10⁻⁴நொ
ரேடியம்-C″	தாலியம்	$_{81}Tl^{210}$	β	1.32நி
ரேடியம்-D	லெட்	$_{82}Pb^{210}$	β	19.4 ஆ
ரேடியம்-E	பிஸ்மத்	$_{83}Bi^{210}$	β	5.0 நா
ரேடியம்-F	பொலோனியம்	$_{84}Po^{210}$	α	138.4 நா
ரேடியம்-G	லெட்	$_{82}Pb^{206}$	நிலைத்தன்மை கொண்டது	
ஆக்ட்டினியம் வரிசை (4n+3)				
ஆக்ட்டினோ யுரேனியம்	யுரேனியம்	$_{92}U^{235}$	α	$7.13\times^{8}$ ஆ
யுரேனியம்-Y	தோரியம்	$_{90}Th^{231}$	β	25.6 ம
புரொட்டாக்டினியம்	புரொட்டாக் டினியம்	$_{91}Pa^{231}$	α	3.43×10^{4} ஆ
ஆக்ட்டினியம்	ஆக்ட்டினியம்	$_{89}Ac^{227}$	β&α	21.8 ஆ
ரேடியோ ஆக்ட்டினியம் (99%)	தோரியம்	$_{90}Th^{227}$	α	18.4 நா
ஆக்ட்டினியம்-K	பிரான்சியம்	$_{87}Fr^{223}$	β	21.நி
ஆக்ட்டினியம்- X	ரேடியம்	$_{88}Ra^{223}$	α	11.7-நா
ஆக்ட்டினான்	ரேடான்	$_{86}Rn^{219}$	α	3.92 நொ
ஆக்ட்டினியம்-A	பொலோனியம்	$_{84}Po^{215}$	β	1.83×10^{-3} நொ
ஆக்ட்டினியம்-B	லெட்	$_{82}Pb^{211}$	β	36.1நி
ஆக்ட்டினியம்-C	பிஸ்மத்	$_{83}Bi^{211}$	α&β	2.16நி
ஆக்ட்டினியம் C″ (99.% / 3%)	தாலியம்	$_{81}Tl^{207}$	β	4.8நி
ஆக்ட்டினியம் C′	பொலோனியம்	$_{84}Po^{211}$	α	0.53 நொ
ஆக்ட்டினியம்-D	லெட்	$_{82}Pb^{207}$	நிலைத் தன்மை கொண்டது	

ஆ = ஆண்டுகள் நா = நாள்கள் நி = நிமிடங்கள் நொ = நொடிகள்

நெப்டூனியம் வரிசை (4n + 1)

தனிமத்தின்பெயர்	குறியீடு	வெளிப்படும் துகள்	பாதிச் சிதைவு காலம்
புளூட்டோனியம் ↓	$_{94}Pu^{241}$	β	1.32 ஆ
அமெரிசியம் ↓	$_{93}Am^{241}$	α	462 ஆ
நெப்ட்யூனியம் ↓	$_{93}Np^{237}$	α	2.20×10^{6}ஆ
புரொட்டாக்டினியம் ↓	$_{91}Pa^{233}$	β	27.4 நா
யுரேனியம் ↓	$_{92}U^{233}$	α	1.62×10^{5}ஆ
தோரியம் ↓	$_{90}Th^{229}$	α	7.34×10^{3}ஆ
ரேடியம் ↓	$_{88}Ra^{225}$	β	14.8 நா
ஆக்ட்டினியம் ↓	$_{89}Ac^{225}$	α	10.0 நா
பிரான்சியம் ↓	$_{87}Fr^{221}$	α	4.8நி
அஸ்ட்டட்டின் ↑	$_{85}At^{217}$	α	18×10^{-2}நொ
பிஸ்மத் ↓	$_{83}Bi^{213}$	β&α	47 நி
பொலோனியம்	$_{84}Po^{213}$	α	4.2×10^{-6}நி
தாலியம்	$_{81}Tl^{209}$	β	2.2நி
லெட் ↓	$_{36}Pb^{209}$		3.32
பிஸ்மத்	$_{80}Bi^{229}$	நிலைத்த இயல்பு கொண்டது	

தொடர் ஆக்ட்டினியம் $^{235}_{92}$Ac அணுக்கருவில் தொடங்கி ஆக்ட்டினியம் ஐசோடோப்பில் முடிவடைகிறது. ஆக்ட்டினியம் D ($^{207}_{82}$ Ac D) என்னும் கதிரியக்கமற்ற காரீய ஐசோடோப்பில் முடிவடைகிறது. இம்மூன்று தொடர்களிலும் அடுத்தடுத்துத் தோற்றுவிக்கப்படும் அணுக்கருவினங்களின் நிறை எண், அணு எண் ஆகியவற்றை இடம் பெயர்தல் விதி மூலம் எளிதில் அறியலாம்.

இத்தொடர்களைப் பற்றிய ஆய்வு ஐசோமெர்கள், ஐசோபார்கள், ஐசோடோப்புகள் என்னும் மூவகை அணுக்கருவினங்களை இனமறிய வழி வகுக்கிறது. உண்மையில் இத்தொடர்களில் காணப்படும் ஐசோடோப்புகளின் கண்டுபிடிப்பே நிலையான அணுக்கருவினங்களின் ஐசோடோப்பு அமைப்பின் ஆய்வுக்குத் தொடக்கமாக அமைந்தது.

யுரேனியம்-ரேடியம் தொடரை நோக்க, அதன் இரண்டாம் அணுக்கருவினமான $^{234}_{90}$ ux_1 இதன் பீட்டாக் கதிரியக்கத்தின் பயனாக ஒரே நிறை எண் அணு எண் ஆகியவற்றைக் கொண்ட, ஆனால் மாறுபட்ட பீட்டாக் கதிரியக்கங்களைக் கொண்ட $^{234}_{91}$ uz_2, $^{224}_{91}$ ux_2 என்னும் அணுக்கருவினங்கள் தோன்றுகின்றன. இத்தகைய அணுக்கருவினங்கள் ஐசோமெர்கள் எனப்படுகின்றன. இவற்றின் மாறுபட்ட பீட்டா இயக்கங்களால் மட்டுமே அவற்றைப் பிரித்தறிய முடியும். இவ்விரு அணுக்கருவினங்களும் பொதுவானதொரு $^{234}_{92}$ U II என்னும் அணுக்கருவினத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இது UI இன் அணு எண்ணையும் (92), ஆனால் மாறுபட்ட நிறை எண்ணையும் கொண்டுள்ளது. ஒரே அணு எண்ணையும், ஆனால் மாறுபட்ட நிறை எண்களையும் கொண்ட இத்தகைய அணுக்கருவினங்கள் ஐசோடோப்புகள் எனப்படுகின்றன. uX_1, (uZ, uX_2), U II ஆகியவை ஒரே நிறை எண்ணையும், ஆனால்

வெவ்வேறு அணு எண்களையும் (முறையே 90, 91, 92)கொண்டுள்ளன. இவை ஐசோபார்கள் எனப்படுகின்றன.

அடுத்து, $^{226}_{88}$Ra இன் சிதைவில், இது ஆல்ஃபாத்துகள் ஒன்றை வெளிவிட்டு $^{222}_{86}$Rn என்னும் ரேடானாக உருவெடுக்கிறது. இந்த ரேடான் ஒரு மந்த வளிமம் ஆகும். இந்நிகழ்ச்சி ரேடியம் மலர்ச்சி (radium emanation) எனப்படுகிறது. இத்தகைய மலர்ச்சி மூன்று தொடர்களிலும் அமைகிறது.

மேற்காணும் மூன்று தொடர்களில் காணப்படும் கனமான அணுக்கருவினங்களை அல்லாமல் இயற்கையிலேயே கதிரியக்கம் பெற்ற சில இலேசான அணுக்கருவினங்களும் காணப்படுகின்றன. அவை $^{40}_{19}$K என்னும் பொட்டாசியம் ஐசோடோப், $^{87}_{37}$Rb ரூபிடியம் ஐசோடோப்பு $^{147}_{62}$Sm என்னும் சமாரியம் ஐசோடோப், $^{176}_{71}$Lu என்னும் லூட்டீசியம் ஐசோடோப் $^{187}_{75}$Re என்னும் ரீனியம் ஐசோடோப் ஆகியவையாகும். இவை மிகவும் வலிமை குறைந்த கதிரியக்கம் பெற்று அமையினும் பல மில்லியன் ஆண்டுகள் வரை அரைவாழ்வு கொண்டுள்ளன.

1902 இல் ரூதர்ஃபோர்டு, சாடி ஆகியோர் கதிரியக்கச் சிதைவு பற்றிய சில விகிதங்களைக் குறிப்பிட்டனர். இதன்படி கதிரியக்க அணுக்கருவினங்கள் ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத்துகள்களை வெளியிட்டுச் சிதைவுறுகின்றன. எக்கணத்திலும் சிதைவு வீதம், அதாவது ஒரு நொடியில் சிதைவுறும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை, அக்கணத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு (N) நேர்விகிதத்திலிருக்கும். அதாவது சிதைவு வீதம் $\propto N$; அல்லது சிதைவு வீதம் $= \lambda N$ ஆகும். இங்கு λ என்பது விகித மாறிலி ஆகும். இது சிதைவு எண் (decay constant) எனப்படுகிறது. இதன் மதிப்பு வெப்பநிலை, அழுத்தம் போன்ற புறநிலைகளையல்லாமல் சிதைவுறும் தனிமத்தின் பண்புகளையே பொறுத்திருக்கும். இது ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தைக் கண்டறியவும் அதை மற்றவற்றிலிருந்து பிரித்தறியவும் பயன்படுகிறது.

சிதைவு எண்ணின் தலைகீழ் மதிப்பு $\left(\frac{1}{\lambda}\right)$ கதிரியக்கத் தனிமத்தின் சராசரி ஆயுட்காலம் (mean life - τ) எனப்படுகிறது. இயற்கையில் காணப்படும் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் சராசரி ஆயுட்காலம் ஒரு சில மைக்ரோ நொடியிலிருந்து ஒரு சில ஆயிரம் கோடி ஆண்டுகள் வரை உள்ளது. ஒரு கதிரியக்கத் தனிமம், தன் தொடக்க அளவில் பாதியாகச் சிதைவதற்குத் தேவைப்படும் காலம் அந்தத் தனிமத்தின் அரை ஆயுட்காலம் (half life period - T) எனப்படும். இதைக் கதிரியக்கச் சிதைவு எண்ணுக்கு ஒரு மாற்றாக ரூதர்ஃபோர்டு 1904 இல் குறிப்பிட்டார். ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அரை ஆயுட்காலத்தின் மதிப்பு அதன் சராசரி ஆயுட்காலத்தைப் போல் 0.693 மடங்கு ஆகும்; அதாவது $T = \frac{0.693}{\lambda}$ ஆகும்.

கதிரியக்கத்தின் அலகு கியூரி ஆகும். ஒரு நொடியில் 3.7×10^{10} அணுக்கள் சிதைவுறக்கூடிய கதிரியக்கத் தனிமத்தின் கதிரியக்க அளவு ஒரு கியூரி எனப்படுகிறது. கதிரியக்கத்தின் SI அலகு பெக்கொரல் (Becquerel - Bq) ஆகும். பெக்கொரல் என்பது ஒரு நொடிக்கு ஒரு சிதைவு ஆகும். ஆஃல்பாத் துகள்கள் கொண்டு தாக்கி ஒரு தனிமத்தை மற்றொரு தனிமமாக மாற்றும் செயற்கைத் தனிம மாற்ற முறையை ரூதர்ஃபோர்டு கண்டறிந்தார். மேலும், இது பற்றிய ஆய்வின்போது, 1934 இல் ஜோலியட் அம்மையாரும் அவர் கணவரான ஃபிரெட்ரிக் ஜோலியட்டும் கதிரியக்கத் தன்மையுடைய ஐசோடோப்புகள் உருவாவதைக் கண்டனர். இவை கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் எனப்படுகின்றன. இவற்றின் கதிரியக்கமும் இயற்கைக் கதிரியக்கத்தின் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் இது செயற்கைக் கதிரியக்கம் எனப்படுகிறது. இதன் மூலம் பல்வேறு கனிமங்களின் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன.

பயன்கள். கதிரியக்க அணுக்கருவினங்கள் பல்வேறு துறைகளில் பல வழிகளிலும் பயன்படுகின்றன. பயன்முறை அறிவியலில் கால மதிப்பீடு செய்யக் கதிரியக்கம் பயன்படுகிறது. ^{235}U, ^{238}U ஆகிய இரு கதிரியக்க யுரேனிய ஐசோடோப்புகளின் வளர் விகிதத்திலிருந்து புவியின் வயது 5000 மிலியன் ஆண்டுகள் எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பாறைகளில் உள்ள காரியக் கதிர்வீச்சு ஐசோடோப்புகளின் (Pb^{206}) அளவுகளிலிருந்து அவற்றின் வயதைக் கணக்கிடலாம். கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் தடங்காண் (tracer) ஊடகங்களாகப் பயன்படுகின்றன. இவை மிகக் குறைந்த அளவு கரையும் பொருள்களின் கரைதிறனைக் கணக்கிட, திண்மப் பொருள்களில் பரவு வீதத்தை அளவிட, மூலக்கூறுகளிக்கிடையே ஏற்படும் பரிமாற்றங்களை அறியப் பயன்படுகின்றன. தோரியம், சிங்க் சல்ஃபைடு இவற்றின் கலவை ஏறத்தாழ நிலையான ஒளிர்தலைத் தருகிறது. இவை கடிகாரமுள்கள், சாலையோர அறிவிப்புக் குறியீடுகள் ஆகியவற்றை இருளில் ஒளிரச் செய்கின்றன.

மருத்துவத்துறையில் கதிரியக்கச் சோடியம் (Na^{24}) இரத்த ஓட்டத்தின் குறைபாடுகளைக் கண்டறியவும், கதிரியக்க அயோடின் (I^{131}) தைராய்டு சுரப்பியிலுள்ள குறைபாடுகளைக் கண்டறிந்து நலப்படுத்தவும், கதிரியக்க இரும்பு (Fe^{59}) இரத்தச்சோகை

நோயைக் கண்டறியவும் பயன்படுகின்றன. கதிரியக்கப் பாஸ்பரம் (P^{32}) தோல் நோய்களை நலப்படுத்தவும், கதிரியக்கக் கோபால்ட் (Co^{60}), கதிரியக்கத் தங்கம் (Au^{198}) ஆகியவை புற்று நோயைக் குணப்படுத்தவும், சோடியத்தின் கதிரியக்க ஐசோடோப் மனித உடலில் பல மருந்துகளின் செயல்திறனை ஆராயவும், கதிரியக்க ஆக்ஸிஜன் (O^{15}) நுரையீரலில் ஆக்ஸிஜனின் பாதையைக் கண்டறியவும் பயன்படும்.

தொழிலகங்களில், காகிதம், காகித அட்டை, உலோகத் தகடுகள் இவற்றின் தடிமன் போன்ற உற்பத்தித் தன்மைகளை அளக்கவும், சிகரெட்டுகளில் நிரப்பப்படும் புகையிலையின் அளவைக் கட்டுப்படுத்தவும், கொள்கலங்களில் உள்ள நீர்மத்தின் ஆழத்தை அளக்கவும், குரோமியம், நிக்கல், வெள்ளீயம் போன்றவற்றின் முலாம் பூச்சின் தடிமனை அளக்கவும், எந்திரங்களால் ஏற்படும் விபத்துகளைத் தவிர்க்கவும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. ரேடியோப்படவியலில் (radio photography) எக்ஸ் கதிர்களுக்கு மாற்றாகக் காமாக் கதிர்கள், கொதிகலன்கள், கப்பல் போர்க்கருவிகள் ஆகியவற்றை உற்பத்தி செய்யும்போது உலோகப் பற்றவைப்பு இணைப்பு இவற்றில் உள்ள குறைபாடுகளைக் கண்டறியப் பயன்படும். வெவ்வேறு வகை எண்ணெய்களை ஒரே குழாயில் அடுத்தடுத்து ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காவண்ணம் செலுத்தி முறையே அவற்றிற்கான கொள்கலங்களில் சேர்க்கவும், குழாய்களில் எண்ணெய்களின் வேகத்தைக் கணக்கிடவும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன.

வேளாண்மைத் துறையில், தாவரங்கள் மண்ணிலிருந்து உட்கவரும் உரங்களின் பாதையை அறியவும், எளிதில் கெட்டுப்போகும் உணவுப் பொருள்களிலிருந்து நுண்ணுயிர்கள் காளான்கள் இவற்றை அழித்துத் தூய்மை செய்து நீண்ட நாள் கெடாமல் பாதுகாக்கவும், மரபு மாற்றங்களை உண்டாக்கிப் புதிய வகைத் தாவர இனங்களைத் தோற்றுவிக்கவும் கதிரியக்க அணுக்கருவினங்கள் பயன்படுகின்றன. காமாக் கதிர்வீச்சு, தானியங்களின் உற்பத்தியையும், கோழிக்குஞ்சு, மீன் குஞ்சு ஆகியவற்றின் உற்பத்தியையும் பெருக்கப் பயன்படுகிறது.

இவ்வாறு பயன்படும் கதிரியக்கம், உயிரினங்களுக்கு ஓரளவு தீமையையும் விளைவிக்கிறது. உயிரினங்களின் உடலில் தேவைக்கு மேல் கதிரியக்கம் படும்போது செல்கள் வீக்கமடைகின்றன. குரோமோசோம்கள் உடைந்து விடுகின்றன. செல் சவ்வின் உட்புகு திறன் மாறிவிடுகிறது. மனித உடலில் அளவுக்கு மேல் கதிரியக்கம் படும்போது சில மணி நேரத்திற்குள் வெள்ளை அணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைய, வாந்தி, பேதி, காய்ச்சல் போன்றவை தோன்றுகின்றன. வலிமை குறைந்த கதிர்வீச்சால் தோல் உருமாற்றம் அடைதல், மயிர் உதிர்தல் போன்ற நலப்படுத்தக்கூடிய விளைவுகள் தோன்றும். வலிமை மிகுந்த கதிர்வீச்சுகள் எலும்புச் சோற்றையும் பிற செல்களையும் அழிக்கின்றன. இவற்றை நலப்படுத்துவது கடினம். கதிரியக்கத்தால் மிகவும் பாதிக்கப்பட்ட உயிரினங்களின் மரபு வழி உயிரினங்கள் மூளை வளர்ச்சி குன்றியும், உடல் வளர்ச்சி குன்றியும் காணப்படுகின்றன.

எனவே, பொருள்கள் உட்கவரும் கதிரியக்க ஆற்றலின் அளவு மூலமாகவும் கதிரியக்கத்தை அளவிடலாம். பொருள்கள் உட்கவரும் கதிரியக்க ஆற்றலை அளவிட ராட் (RAD-Radiation Absorbed Dose) என்னும் அலகு பயன்படுகிறது. ஒரு கிலோ கிராம் நிறையுள்ள பொருள் 0.01 ஜூல் அளவு ஆற்றலை உட்கவரத் தேவைப்படும் கதிரியக்க அளவு ஒரு ராட் எனப்படுகிறது. கதிரியக்கம் உட்கவரப் படும் ஆற்றலின் SI அலகு கிரே (gray Gy) ஆகும்; ஒரு கிரே = 100 ராட் ஆகும். மனித உடலில் தோற்றுவிக்கப்படும் கதிரியக்க விளைவுகள் ரெம் (REM-Roentgen Equivalent Man) என்னும் அலகில் அளவிடப்படுகின்றன. ஒரு ராட் எக்ஸ் கதிர்கள் அல்லது காமாக் கதிர்கள் மனித உடலில் உட்கவரப் படும்போது தோற்றுவிக்கப்படும் அதே அளவு பாதிப்பைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையான கதிரியக்கத்தின் அளவு ஒரு ரெம் ஆகும்,

- க. மோகனசுந்தரம்

கதிரியக்க உயிரியல்

உயிரனங்களில் செயல்கள் சீராக நடைபெறப் பெருமளவு தேவையாக இருப்பது ஒளி ஆற்றல் அல்லது கதிரியக்க ஆற்றல் (radiation) ஆகும். இவ்வொளி ஆற்றல் பல வகைகளில் உயிர் இனங்களின் மேல் பட்டு, பலவகையான செயல்களைத் தூண்டிச் செயல்பட வைக்கிறது. ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறச் சூரியஒளி, வெப்பம், ஒளிஆற்றல் ஆகியவை உதவுகின்றன. இவ்வொளி ஆற்றலின் வீரிய வகையே கதிரியக்கம் ஆகும். இக்கதிரியக்க ஆற்றல் இயற்கையிலேயே வானவெளியிலிருந்தும், புவியின் பல பகுதிகளிலிருந்தும் தோன்றலாம் அல்லது கதிரியக்க ஐசோடோப் எனப்படும் அணு வகையிலிருந்து அயனக் கதிரியக்கமாகத் (ionizing radiation) தோன்றலாம். ஆற்றல்மிக்க இவ்வகைக் கதிரியக்கம், எளிய ஒரு செல் தாவரவகைகள் முதல் சிக்கலான உடலமைப்புகளைக் கொண்ட உயிரினங்கள் வரை பலவகைப் பட்ட தாக்கங்களை ஏற்படுத்துகிறது.

கதிரியக்கத்தால் ஏற்படும் பல வகையான விளைவுகள் உயிரினங்களின் அகத் தோற்றத்திலோ புறத் தோற்றத்திலோ உடனே தெரியலாம்

அல்லது புறத்தோற்றத்தில் உடனே தெரியாமலிருந்து பலகாலம் கடந்து அதே உயிரினத்திலோ அதன் சந்ததியிலோ தோன்றலாம். வெளித்தோற்றத்தில் தெரியாமல் இருந்து வேதி ஆய்விலோ வேறு வகை நுண் ஆய்வுகளின் மூலமோ தெரிய வரலாம். கதிரியக்கத்தால், உயிரினங்களில் தோற்றுவிக்கப்படும் பலவகை விளைவுகள், அவற்றின் தன்மைகள் மற்றும் முழு விவரங்கள் ஆகியவை பற்றி விவரிப்பது கதிரியக்க உயிரியல் (radiation biology) ஆகும். கதிரியக்கத்தால் ஏற்படும் மாறுபாடுகளையும் செயல்களையும் அவற்றிற்கான காரணங்களையும் ஊகித்து அறிய முடியும். இந்த ஊகங்கள் புது உத்திகளைத் தோற்றுவிப்பதிலும் புதுவகை ஆய்வுக் கருவிகளை உண்டாக்குவதிலும், கதிரியக்கத் தற்காப்பு (radiation protection) முறைகளை உருவாக்குவதிலும் உதவுகின்றன. மருத்துவம், வேளாண்மை, உயிரியல் ஆகிய துறைகளின் ஆராய்ச்சியில் கதிரியக்க ஆற்றல் பயன்படுகிறது.

கதிரியக்கப் பொருள்கள். கதிரியக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கும் பொருள்கள் இயற்கையிலேயே புவியில் பல்லாண்டுகளாக இருந்து வந்துள்ளன. மனிதராலும் கதிரியக்கம் பல வகைகளில் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இயற்கையில் தோன்றும் கதிரியக்கம் மிகக் குறைந்த அளவேயாகும். எனினும் கதிரியக்கத்தின மொத்த விளைவுகளைக் கணக்கிடும்போது, இயற்கையில் தோன்றும் கதிரியக்கததின் அளவுகளையும் கணக்கிட்டுச் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டியுள்ளது. செயற்கைக் கதிரியக்கம், மருத்துவத்துறை ஆய்வுகள், தொழிலகங்கள் மற்றும் ஆராய்ச்சியின்போது வெளிப்படும் கதிரியக்கம், அணு ஆய்வுகளால் ஏற்படும் கதிரியக்கம் ஆகியவற்றால் ஏற்படுகிறது. இது குறிப்பாக, வளர்ச்சி அடைந்த நாடுகளில் மிகுதியாக ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது.

இயற்கையில் தோன்றும் கதிரியக்கம் இரண்டு வகைகளில் தோன்றுகிறது. காஸ்மிக் கதிர்கள் வான வெளியிலிருந்து வளிமண்டலத்தில் நுழைவதால் ஏற்படுவது ஒரு வகையாகும், மற்றது புவியின் மேற்பரப்பிலிருக்கும் கதிர் வீச்சுப் பொருள்களிலிருந்து தோன்றுவது ஆகும். காஸ்மிக் கதிர்களை, வான வெளியிலிருந்து வளிம மண்டலத்தில் நுழைவதால் நேரடிக் கதிர்கள் (primary radiation) என்றும், இவை வளிம மண்டலத்தில் அணுக்களுடன் செயல்படுவதால் இரண்டாம் வகைக் கதிர்வீச்சுகள் (secondary radiation) என்றும் வகைப்படுத்தலாம். இக்கதிர் வீச்சின் அளவு கடல் மட்டத்திலிருந்து ஏறத்தாழ, ஒவ்வொரு 1500 மீட்டர் உயரத்திற்கும், இரண்டு மடங்காக உயருவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. புவியின் கதிரியக்கம், புவியின் மேற்பரப்பில் இருக்கும் கதிரியக்கப் பொருள்களால் தோற்றுவிக்கப்பட்டதாகும். இப்பொருள்கள் புவி தோன்றிய காலத்திலிருந்தே தொடர்ந்து இருந்தன என்றும், குறுகிய காலக் கதிர் வீச்சுப்பொருள்கள், நாளாவட்டத்தில் குறைந்தோ பலவகையான சேர்க்கை விளைவுகளால் தொடர்ந்தோ தோன்றின என்றும் கருதப்படும்.

கதிரியக்கச்சுழற்சி. புவியிலுள்ள கதிர் இயக்கப் பொருள்கள் தாவரங்களால் கவரப்படலாம் அல்லது மண்ணிலிருந்து கசிந்து நிலத்தடி நீரில் கரைவதன் மூலம் உணவுச் சுழற்சியில் வந்தடையலாம். பொட்டாசியம்-40 பெருமளவில் இருப்பதால் உள் கதிரியத்கத்தைக் கொடுக்கும் ஒரு காரணியாக உள்ளது. இதே போன்று C-14, ரேடியம், ரூபிடியம், போலோனியம் ஆகியவை உயிர்ப்பொருள்களில், கதிரியக்கத்தின் மூலம் கலப்புத்தன்மையை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றைத் தவிர வேறு பலவகைகளிலும் இயற்கைக் கதிரியக்கக் கலப்பு ஏற்படுகிறது. சிகரெட் புகை, பெரும்பாதிப்பை உண்டாக்காமல் இருந்தாலும் மிகக் குறைந்த அளவில், பொலோனியம் கதிரியக்கத்தை மூச்சுக்குழல் பகுதிகளில் படிய வைக்கிறது. கதிரியக்கம், இயற்கைத் தோற்றத்தாலும் சுற்றுப்புறச் சூழலின் கெடுதலாலும், மருத்துவ ஆய்வுகள் மற்றும் தொழிலகங்களில் பயன்படுத்தும் கருவிகளாலும் ஏற்படுவதைத் தவிர, வேறு வகைகளிலும் தோன்றலாம். எடுத்துக்காட்டாக ரேடியம், நீண்ட காலமாகச் சுவர்க்கடிகாரங்கள், கைக்கெடிகாரங்கள் ஒளிர்வதற்காகப் பயன்பட்டு வருகிறது. தற்போது பல்கிவரும் தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகளிலிருந்து சிறிய அளவில் கதிரியக்கம் ஏற்படுகிறது. இவை யாவும் கதிரியக்கத்தைத் தொடர்ந்து தோற்றுவித்தாலும் வீரியம் குறைந்திருப்பதால் உயிரினங்களில் ஏற்படும் விளைவுகள் மிகக்குறைவு.

உயிர்ப்பொருள்களில் ஏற்படும் விளைவுகள். கதிரியக்கம், முதன்முதலில் கண்டுபிடித்த காலத்திலிருந்தே பலவகையான தாக்கங்களை உயிர்ப்பொருள்களில் ஏற்படுத்துவதை ஆய்வாளர்கள் கண்டுள்ளனர். ராண்ட்ஜன், எக்ஸ் கதிர்களைக் கண்டுபிடித்த நான்கு மாதங்களிலேயே கதிரியக்கம், செல்களைத் தாக்குவதாகக் கண்டுபிடித்தார். மண்டை ஓட்டின் மேல் கதிர்களைச் செலுத்தியதன் விளைவாகத் தலைமுடி முழுவதுமாக உதிர்ந்து விடும் ஒரு விந்தையான செயலும் தெரியவந்தது.

கதிர்களைப் பயன்படுத்திய மருத்துவர்களில் பெரும்பாலோருக்குத் தோல் சிவந்து புண் ஏற்பட்டது. புகழ்பெற்ற பிரெஞ்சு அறிவியலார் பெர்காமி உட்படப் பலர் இக்காரணங்களால் உயிர் துறந்துள்ளனர். இவ்வாறு தாக்கங்கள் இருப்பினும் பயன்களும் இருப்பதைக் கண்டனர். எடுத்துக்காட்டாக, மேல்தோலின் நோய் எக்ஸ் -கதிர்களால் நலமானது, மூக்கின் நுனியில் ஏற்பட்ட தீராத கட்டி கரைந்தது, உள் உறுப்புகளில் இரத்தப் புற்றுநோய் உடைய நோயாளியின் மண்ணீரல் வீக்கம் குறைந்தது போன்றவற்றைக் கூறலாம்.

மருத்துவர்கள், மனிதனின் உறுப்புகளை ஆராய்வதிலும், நோய்களைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும், கதிரியக்கத்தைப் பயன்படுத்தியபோது, உயிரியல் வல்லுநர்கள், பிற உயிரினங்களில் கதிரியக்கத்தின் விளைவுகளை ஆராய்ந்தனர். எக்ஸ் கதிர்களையும், ரேடியத்தின் கதிர் வீச்சையும், தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் செலுத்தி ஆய்வு செய்தனர். தாவரங்களின் விதை, தவளை மற்றும் பறவைகளின் முட்டை, பாக்டீரியாக்களின் மேல் செலுத்தப்பட்ட வீரியக் கதிரியக்கத்தின் பயனாக இயல்புமீறிய வகைத் தாவரங்களும் விலங்கினங்களும் தோன்றின.

கதிரியக்கத்தால் ஏற்படும் விளைவு, அறிகுறிகள், தன்மைகள், அவை தோற்றமளிக்கும் காலம், அவற்றின் இடைவெளி, உயிர்ப் பொருளின் வாழ்வுக் காலம் ஆகியவை, செலுத்தப்பட்ட கதிரியக்கத்தின் அளவு (திறன்), எண்ணிக்கை (முறை), உயிரினத்தின் வகையைப் பொறுத்தமையும். இதற்கு ஏற்றாற்போல் தாக்கங்கள் உடன் ஏற்படலாம் அல்லது காலந்தாழ்ந்தும் ஏற்படலாம் அல்லது அவ்வினத்தின் பின் பரம்பரையிலும் தோற்றமளிக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக, 100,000 (ராடுகள்) அளவுக்குமேல் கதிர்களை எலிகளின் மேல் செலுத்தும்போது விரைவிலேயே அவை இறந்தவிடுகின்றன. சற்றுக் குறைவான அளவில் செலுத்தும்போது ஓரிரு நாள் சென்ற பிறகு அவை இறக்கின்றன. 300-900 (ராடுகள்) அளவில் கதிரியக்கத்தைச் செலுத்தும்போது அவை இறக்காமல் இருக்கலாம் அல்லது காலந்தாழ்த்து இறக்கலாம்.

கதிரியக்கத்தின் பயன்கள். கதிரியக்கம், சில ஆண்டுகளாக நடைமுறையில் பயன்பட்டு வருகிறது. கதிரியக்க மூலகங்கள் எக்ஸ் கதிர்கள், மருத்துவம், தொழில்கூடங்கள், வேளாண்மை இவற்றில் பல வகைகளில் பயன்பட்டு வருகின்றன. உயிரியல், மருத்துவம், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையியல் ஆகிய துறைகளில் தற்போது காணப்படும் பல புதிய முன்னேற்றங்கள், உத்திகள் கதிரியக்கத்தால் ஏற்பட்டுள்ளன. மருத்துவத்துறையில் கதிரியக்கம், ஓர் இன்றியமையா உத்தியாக நோயைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுவதுடன், செயல்பாடுகளில் ஏற்படும் கோளாறுகளைக் கண்டுபிடிப்பதிலும், உடலில் தோன்றும் கட்டிகள் போன்றவற்றை நலப்படுத்துவதிலும் பயன்படுகிறது. எக்ஸ் கதிர்கள் மட்டும் நீண்ட காலமாக மருத்துவ முறையில், பெரும்பாலும் பயன்பட்டு வந்தன. தற்போது தனிமங்களிலிருந்து தோன்றும் கதிரியக்கம் மிகுந்த அளவில் பயன்பட்டு வருகிறது. தொழிற்சாலைகளில் பற்பல வகைகளில் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் பயன்பட்டு வருகின்றன. கதிரியக்கத்தால் தோற்றுவிக்கப்படும் எரிபொருள், ஓர் இன்றியமையாப் பொருளாகும். அணு உலைகளைப் பயன்படுத்தி யுரேனியம்-235 போன்ற கதிரியக்க மூலங்களிலிருந்து மின்னாற்றல் உருவாக்கப்படுகிறது. இவ்வகை ஆற்றல் தொடர்ந்து கிடைப்பதுடன், அதன் உற்பத்திச் செலவும் குறைகிறது. மேலும் இந்த எரிபொருள், சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைத் தாக்கும் கழிவுப் பொருள்களை உண்டாக்குவதில்லை. ஆய்வு செய்யும் பொருளில், சிதைவு ஏற்படாவண்ணம் செயல்புரிகிறது.

உணவுப் பொருளைப் பாதுகாக்க, விதை உருளைக்கிழங்குகள் முளைக்காமல் பாதுகாக்க, விதைச் சேமிப்புக்கிடங்குகளில் பூச்சியால் ஏற்படும் அழிவைத் தடுக்க, உணவுப் பண்டங்களைக் கெடுக்கும் பாக்டீரியா மற்றும் பூசணங்களை அழிக்க, கதிரியக்கம் பயன்படுகிறது. இவை தவிர வேளாண் ஆராய்ச்சிகளில் திடீர் மாற்றம் (mutation) மூலம் புதுவகைகளை உண்டாக்குவதிலும், பயிர்ச் செயலியல்களை ஆராய்வதிலும், மண்வள ஆய்வுகளிலும் கதிரியக்கம் பயன்படுகிறது. தற்போது சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை பற்றிய பலவகை ஆய்வு முறைகளுக்குக் கதிரியக்கம் துணைபுரிகிறது.

- ம. மூசாசரீப்

கதிரியக்க ஐசோடோப்

கதிரியக்கத்தைப் பற்றி ஆராயும்போது, சாடி என்பார் சில புதிய தனிமங்களைக் கண்டார். இவை அனைத்து வகையிலும் ஒத்திருந்தாலும், நிறையிலும் கதிரியக்கப் பண்பிலும் வேறுபட்டன. இவற்றிற்கு ஒரே அணு எண்ணும், வெவ்வேறான நிறை எண்ணும் உள்ளன. இவையே ஐசோடோப்புகள் (isotopes) எனப்படுகின்றன. வேதியியல் தனிமங்களில் ஏறக்குறைய 300 நிலையான ஐசோடோப்புகளும் ஆயிரத்திற்கும் மேற்பட்ட நிலையற்ற ஐசோடோப்புகளும் காணப்படுகின்றன. நிலையற்ற ஐசோடோப்புகளே கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் (radioisotopes) எனப்படுகின்றன. ஆஸ்ட்டன் என்பாரால் செய்யப்பட்ட ஆய்வுகளிலிருந்து பெரும்பாலும் அனைத்துத் தனிமங்களுக்கும் ஐசோடோப்புகள் உண்டு என அறியப்பட்டது. ஒரு தனிமத்தில் உள்ள ஐசோடோப்புகள் குறிப்பிட்ட விகிதத்திலேயே காணப்படுகின்றன. அந்தத் தனிமத்தை இயற்பியல், வேதியியல் மாற்றங்களுக்கு உட்படுத்தினாலும் விகிதம் மாறுவதில்லை.

கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக் கதிர்வீச்சால் வேறொரு தனிம ஐசோடோப்புகளாக மாற்றமடைகின்றன. தனிமத்தொகுதி இடப்பெயர்ச்சி விதிப்படி (group displacement law) ஒரு தனிமம் α-துகளை உமிழும்போது கிடைக்கும் புதிய தனிமம் அதன் முன்னோடித் தனிமம், தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் காணப்படும் இடத்திலிருந்து

இரண்டு தொகுதி தள்ளி இடப்பக்கமாகக் காணப் படும்.

எடுத்துக்காட்டாக ரேடியம் α-துகளை உமிழ்ந்து ரேடானாக மாற்றமடைகிறது. மூலத்தனிமம் ரேடியம் இரண்டாம் தொகுதியில் உள்ளது.

0-தொகுதி இரண்டாம் தொகுதி

$$_{2}He^{4} + {}_{86}Rn^{222} \longleftarrow {}_{88}Ra^{226}$$

α துகளை ரேடியம் உமிழும்போது உண்டாகும் சேய்த் தனிமமான (daughter element) ரேடான் 0-தொகுதியில் காணப்படும்.

ஒரு தனிமம் β துகளை உமிழும்போது உருவாகும் சேய்த் தனிமம், தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் முன்னோடித் தனிமம் இருக்கும் இடத்திலிருந்து ஒரு தொகுதி தள்ளி வலப்பக்கமாகக் காணப்படும். காரீயம் β துகளை உமிழ்ந்து பிஸ்மத்தாக மாற்றமடைவது இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

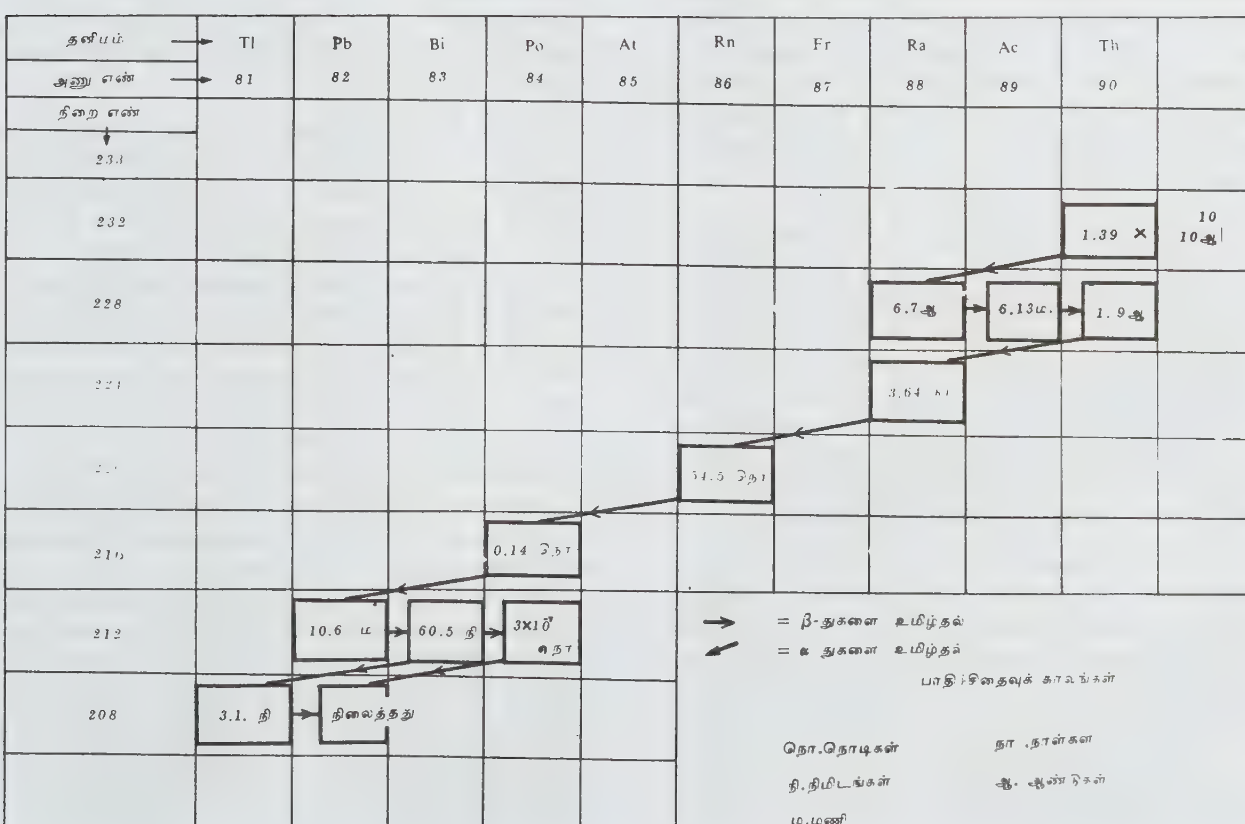
IV தொகுதி V தொகுதி

$$_{82}Pb^{214} \longrightarrow Bi$$

α மற்றும் β-துகள்களைத் தனிமங்கள் உமிழும் போது அவை தனிம மீள் வரிசை அட்டவணையில் இடப்பெயர்ச்சி அடைவது படத்தில் தோரியம் தொகுதியைக் கொண்டு விளக்கப்பட்டுள்ளது. αகதிர் உமிழப்படும்போது ஏற்படும் மாற்றத்தை இடப் பக்கம் கீழ்நோக்கிச் சரிந்த அம்புக்குறியாலும், β-கதிர்வீச்சு மாற்றத்தை வலப்பக்கக் கிடைநிலை அம்புக்குறியாலும் அறியலாம்.

படத்தில், செங்குத்தாக ஒன்றன் கீழ் ஒன்றாக இருக்கும் தனிமங்களின் அணு எண் ஒரே மதிப் புடையது. பொலோனியம் அணுஎண் 84 கொண்டது. எனவே 84 ஆம் இடத்தில் வைக்கப்படவேண்டிய ரேடியம் A, ரேடியம் C′, ரேடியம் F, ஆக்டீனியம் A, ஆக்ட்டீனியம் C′, தோரியம் A, தோரியம் C′ ஆகிய அனைத்தும் ஒரே தனிமத்தின் ஐசோடோப்பு களே ஆகும். α துகள் அணுவின் மையக்கருவிலிருந்து உமிழப்படும்போது அணு எண்ணில் இரண்டு அலகு கள் குறைகின்றன. β துகள் உமிழப்படும்போது அணு எண் ஓர் அலகு கூடுகிறது.

ஒரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அணுஎடை A எனவும் அதன் அணுஎண் Z எனவும் கொண்டால், அத்தனிமம் α துகளை உமிழ்வதால் கிடைக்கும் புதுத் தனிமத்தின் நியூட்ரான்கள் (A-Z−2) ஆகவும், புரோட்டான்கள் (Z-2) ஆகவும் இருக்கும். அதன்



அணு எடை எண் (A-Z-2)+(Z-2)=(A-4) ஆகும். அதன் அணு எண் (Z-2) என்றிருக்கும். எனவே தனிமத்தொகுதி இடப்பெயர்ச்சிப்படி α துகள் உமிழப் படுவதால் அணு எண்ணில் இரண்டு எண்ணிக்கை குறைகிறது.

β துகள் உமிழப்படும்போது ஒரு நியூட்ரான் புரோட்டானாகவும், எலெக்ட்ரானாகவும் மாற்ற மடைகிறது. அந்த எலெக்ட்ரானே β துகளாக வெளித்தள்ளப்படுகிறது. எனவே β துகள் கதிர் வீச்சின்போது அணுக்கருவில் ஒரு நியூட்ரான் குறைந்து ஒரு புரோட்டான் கூடுகிறது எனலாம். அணுவில் A-Z நியூட்ரான்களும், Z-புரோட்டான் களும் இருந்தால் β துகள் உமிழப்படும்போது கிடைக் கும் புதுத்தனிமம் (A-Z-1) நியூட்ரான்களையும், (Z + 1) புரோட்டான்களையும் கொண்டிருக்கும். எனவே அணு எடை மாறுபடுவதில்லை. (A-Z-1+Z + 1) அதாவது அணு எடை எண் A ஆகவே உள்ளது. ஆனால் அணு எண் (Z+1) ஆக அதிகரிக் கின்றது.

கதிரியக்கத்தின்போது முதலில் α துகளும், இரண்டு β துகளும் உமிழப்படுமானால் அப்போது கிடைக்கும் தனிமம் தொடக்கத் தனிமத்தின் ஐசோ டோப்பாகும். எடுத்துக்காட்டாக யுரேனியம் முதலில்α துகளை உமிழ்ந்து தோரியம் அணுவாக மாற்றமடை கிறது. இத்தோரியம் β துகளை உமிழ்ந்து புரோட் டாக்ட் டீனியமாக மாற்றமடைகிறது. புரோட்டாக் டீனியமும்β துகளை உமிழ்கிறது. எனவேபுரோட்டாக் டீனியம் யுரேனியமாக மாற்றமடைகிறது. ஆனால் அணு எடையில் தொடக்க யுரேனியத்திலிருந்து மாறு

$$_{92}U^{238} \xrightarrow{\alpha} {}_{90}Th^{234} \xrightarrow{\beta} {}_{91}Pa^{234} \xrightarrow{\beta} {}_{92}U^{234}$$

பட்டுள்ளது. இந்த மூன்று கதிரியக்க மாற்றங்களின் முடிவாக அணுக்கருவிலிருந்து நான்கு நியூட்ரான்கள் மட்டும் இழக்கப்படுகின்றன. அணுக்கருவின் நேர் மின்னேற்றத்தில் மாற்றம் எதுவுமில்லை. எனவே அணுக்கருக்களில் உள்ள நியூட்ரான்கள் எண்ணிக்கை யில் மாறுபடுவதால் ஐசோடோப்புகள் உருவா கின்றன. ஒரு தனிமத்தின் அனைத்து ஐசோடோப்பு களுமே ஒரே அணு எண்ணைக் கொண்டுள்ளன.

கதிரியக்கத் தன்மை அணுக்கருவைச் சார்ந்தது. கதிரியக்கம், அணுவின் நியூட்ரான்கள் மற்றும் புரோட்டான்கள் ஆகியவற்றின் கூட்டுத் தொகை யைப் பொறுத்தது. எனவே வெவ்வேறு அணுஎடை கொண்ட ஒரே தனிமத்தின் ஐசோடோப்புகள் மாறு பட்ட கதிரியக்கத் தன்மை கொண்டுள்ளன. தனிம மீள்வரிசை அட்டவணையில் உள்ள, இயற்கை யாகவே கதிரியக்கம் கொண்ட அணு எடை மிகுதி யாகக் கொண்ட கதிரியக்கத் தனிமங்களை மூன்று வரிசைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை தோரியம் தொகுதி, யுரேனியம் தொகுதி, ஆக்ட்டீனியம் தொகுதி ஆகும். காண்க, கதிரியக்க அணுக் கருவினம்.

தோரியம் C போன்ற சில தனிமங்கள் இரண்டு வகையாகச் சிதைவுறுகின்றன. ஒரு வகைச் சிதைவில் α துகளும், மற்றொரு வகையில் β துகளும் உமிழப் படுகின்றன. தோரியம் C - இல் இருக்கும் 33. 7% அணுக்கள் α துகள்களை உமிழத் தோரியம் C′ உண்டாகின்றது. 66. 3% அணுக்கள் β துகள்களை உமிழத் தோரியம் C″ ஆகிறது. அடுத்து, தோரியம் C′, தோரியம் C″ ஆகிய இரண்டுமே தோரியம்-D என்னும் ஒரே வழி உருவான தனிமத்தைக் கொடுக் கின்றன.

தோரியத்தின் அணு எடை 232. α துகள் உமிழப்படும் நிகழ்ச்சியில் அணுஎடை 4 அலகு குறை கின்றது. β துகள் இழக்கப்படும்போது எடை மாற்றம் நிகழ்வதில்லை. எனவே தோரியம் தொகுதியிலுள்ள அனைத்துத் தனிமங்களின் அணுஎடைகளுமே நான் கால் வகுபடும். அவற்றை 4n என்று குறிக்கலாம். n-இன் மதிப்பு ஒரு முழு எண்ணாகும். அதேபோல் யுரேனியம் தொகுதிச் சேர்மங்களின் அணுஎடை களை (4n+2) எனவும், ஆக்ட்டினியம் தொகுதிச் சேர்மங்களின் அணு எடைகளை (4n+3) எனவும் குறிக்கலாம். ஒரு வரிசையில் காணப்படும் தனிமம் சிதைந்து மற்றொரு தொகுதியில் இருக்கும் தனிமத் தைக் கொடுப்பதில்லை.

தற்போது ஆயிரத்துக்கு மேற்பட்ட கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் உள்ளன. இவற்றை இயற்கையான கதிரியக்கத் தொகுதிகளில் உண்டாகும் கதிரியக்கத் தனிமங்களாகப் பெறலாம். சைக்ளோட்ரான் போன்ற மிகு வேகத் துகள்முடுக்கிகளில் கிடைக்கும் எரி துகளைக் கொண்டு தனிமங்களைத் தாக்கித் தயாரிக் கலாம். அணு உலைகளில் நிலையான தனிமங்களை நியூட்ரான்களின் தாக்குதலுக்கு உட்படுத்திக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளைத் தோற்றுவிக்கலாம். அணு உலைச் சாம்பலிலிருந்து கதிரியக்க ஐசோ டோப்புகள் பெறப்படுகின்றன.

பயன்கள். ஓர் ஐசோடோப்பின் கதிரியக்கத் தன் மையைக் கொண்டு தனிமம் பெறும் தொடர் மாற்றங் களைக் காண முடியும். கெய்கர்-முல்லர் எண்ணியைக் கொண்டு கதிரியக்கத்தைக் கண்டறியலாம். இவ்வாறு தடம் அறியப் பயன்படுத்தப்படும் ஐசோடோப் புக்குத் தடம் அறி ஐசோடோப் என்று பெயர். தனி மத்தின் வினை மாற்றங்களைக் காண எந்தக் கதிரி யக்க ஐசோடோப்பைப் பயன்படுத்தலாமோ அந்தத் தனிமம் தடயறி தனிமம் (tracer element) எனப் படும். தடம் அறிமுறையில் (tracer technique) ஆக்சி ஜன், ஹைட்ரஜன், கார்பன், கந்தகம் ஆகியவற்றின் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன.

சில கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளின் அரைவாழ்வுக் காலங்கள்

ஐசோடோப்	அரைவாழ்வுக் காலம்	ஐசோடோப்	அரைவாழ்வுக் காலம்
H^3	12 ஆண்டுகள்	I^{131}	8 நாள்கள்
C^{14}	5700 ஆண்டுகள்	Hg^{203}	43 நாள்கள்
Na^{22}	3 ஆண்டுகள்	Na^{24}	14. 8 மணி
Co^{60}	5.3 ஆண்டுகள்	Cu^{64}	12. 8 மணி
P^{32}	14. 3 நாள்கள்	Br^{82}	34 மணி
S^{32}	87. 1 நாள்கள்	C^{11}	21 மணித்துளி
Ca^{45}	152 நாள்கள்	N^{13}	9.9 மணித்துளி
Fe^{59}	46 நாள்கள்	O^{15}	125 நொடி

சுவடு அறியும் முறையில் பயன்படும் பெரும்பாலான கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் β-துகளை உமிழ்பவை. இவற்றைப் பயன்படுத்தும்போது கால நேரம் மிக இன்றியமையாதது. பொதுவாக, அதன் அரைவாழ்வுக் காலத்தைப் போலப் பத்து மடங்கான காலத்திற்குக் கதிரியக்க ஐசோடோப் பயனுடையதாக இருக்கும். அட்டவணையில் சில கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளும் அவற்றின் அரை வாழ்வுக் காலங்களும் தரப்பட்டுள்ளன.

பகுப்பறிதலில் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் மிகக் குறைவாகக் கரையும் உப்புகளின் கரைதிறனை அறுதியிடவும், ஒரு கரைசலில் மிக நுண்ணளவே உள்ள ஒரு பொருளின் அளவை அறுதியிடவும் பயன்படுகின்றன.

கிளர்வூட்டிப் பகுத்தல். நியூட்ரான் கொண்டு தாக்கும்போது ஒரு தனிமத்திலிருக்கும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஐசோடோப்புகள் கதிரியக்கம் பெறுகின்றன. கதிரியக்கம் ஊட்டப்பட்ட பொருளை அதன் கதிரியக்கத்தைக் கொண்டு அடையாளம் காணமுடியும். பாறைகள், மண்வகைகள், மணல் ஆகியவையும் கிளர்வு பெறச் செய்தபின் பகுத்தறியப் படுகின்றன. அவற்றில் நுண்ணளவில் இருக்கும் தனிமங்கள் கண்டறியப்படுகின்றன.

குற்றவியல் துறையிலும் இம்முறை பயன்படுகிறது. அபினி, கஞ்சா போன்ற பொருள்கள் அவை பயிரிடப்படும் மண்ணின் அமைப்பைப் பொறுத்துச் சில நுண்ணளவில் தனித்த தனிமங்களைக் கொண்டுள்ளன. எனவே இப்பொருள்களைக் கிளர்வூட்டிப் பகுத்து அவை எந்த நாட்டிலிருந்து கடத்தப் பட்டவை என்பதை உறுதிப்படுத்தலாம்.

வேதியியல் பயன்கள். பகுப்பாய்வு வேதியியல், மின்வேதியியல், கூழ்ம வேதியியல் போன்ற பல்வேறு வேதியியல் துறைகளிலும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. மின் வேதியியலில் அயனிகளின் பிரிகை (dissociation) பற்றியும், பரிமாற்றம் பற்றியும் அறியக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் உதவுகின்றன. கூழ்ம வேதியியலின் சில அடிப்படைத் தத்துவங்களை உறுதிப்படுத்தக் கதிரியக்கம் உதவியுள்ளது. கதிரியக்க ஐசோடோப்புகளைக் கொண்டு விரவல் வீதம் (rate of diffusion) முடிவு செய்யப்படுகிறது.

நிலவியல் பயன்கள். நிலத்தடியில் பெட்ரோலியம் உள்ளதை உறுதிப்படுத்த கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. மேலும் நிலத்தடியில் நீர்ப்பகுதி, எண்ணெய்ப் பகுதி இவற்றின் இடைப்பட்ட தொலைவை அறுதியிடவும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. யுரேனியம் அல்லது தோரியம் கொண்ட தாதுக்களில் இருக்கும் ஹீலியம் வளிமத்தின் அளவைக் கொண்டு கனிமத்தின் வயதைக் கணக்கிடலாம். மேலும் தொல்பொருள் ஆய்விலும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

தொழில் துறைப்பயன்கள். தொழில் துறையின் ஆய்விற்கும், தரக் கட்டுப்பாட்டிற்கும் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. கதிரியக்கத் தனிமங்களின் ஊடுருவும் ஆற்றல்மிக்க கதிர்களைக் கொண்டு, மூடிய தொட்டிகளில் உள்ள எண்ணெய் மட்டங்களையும், வேறு நீர்ம மட்டங்களையும் தொட்டிகளைத் திறக்காமலேயே கண்டறியலாம். பற்றவைப்புகள், வார்ப்புகள் முதலியவற்றில் உள்ள குறைகளையும் கண்டறியலாம். வண்ணம், மை, முகத்தூள், நெகிழிப் பொருள் ஆகியவற்றில் கலக்கப் படும் பொருள்களுக்கான ஏற்ற நேரங்களைக் (optimum time) கணக்கிடலாம்.

வேளாண்மைப் பயன்கள். பல இனங்களைச் சேர்ந்த செடிகள், பல்வேறு நிலைகளில் கதிரியக்கத்திற்கு

உட்படுத்தப்பட்டுப் பூச்சிகள் தாக்காத, மிகு விளைச்சலைத் தரக்கூடிய, பல பருவநிலைகளைத் தாங்கக்கூடிய கோதுமை, பார்லி, பீன்ஸ், கரும்பு போன்ற பல தாவரங்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

மருத்துவப் பயன்கள். மருத்துவத்தில், நோய்க் குறிகளைக் கண்டறியக் கதிரியக்கத் தனிமங்கள் உதவுகின்றன. கதிரியக்கச் சோடியத்தைக் கொண்டு குருதிக்குழாயில் ஏற்படும் அடைப்பு எந்த இடத்தில் உள்ளதென்பதைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இரும்பு-59 ஐ உடலில் செலுத்திச் சோகை, பாலிஸைத்தீமியா போன்ற நோய்கள் கண்டறியப்படுகின்றன. கல்லீரல், சிறுநீரகங்கள், மண்ணீரல் ஆகியவை இயல்பான நிலையிலும், தாக்கமுற்ற நிலையிலும் எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பதைக் கண்டறியக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. சிறுநீரகம், கல்லீரல் பற்றி ஆராய அயோடின்-131 உம், மண்ணீரல் பற்றி ஆய்வு செய்யக் குரோமியம்-15 உம் பயன்படுகின்றன. கணையம் பற்றி ஆராயச் செலீனியம்-75 பயன்படுகிறது.

மருத்துவத்துறையில் ஒவ்வொரு நாளும் புதுப்புது மருந்துகள் கண்டுபிடிக்கப்படுவதால் இந்த மருந்துப் பொருள்களைக் கொண்டு ஆய்வுகள் நிகழ்த்தி எந்த மருந்து ஏற்றது, உடலில் கலக்கும் ஆய்வு மருந்தால் என்னென்ன மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன என்பவற்றையும் அறியக் கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் பயன்படுகின்றன. மருத்துவ மனைகளில் கோபால்ட்-60 இலிருந்து வெளிப்படும் காமாக் கதிர்களைக் கொண்டு காயங்களுக்கான கட்டுப்பொருள்களும் (dressings), மருந்து ஊசிகளும் அறுவை மருத்துவத் தையல் பொருள்களும் நோய் நுண் ஒழிப்புச் (sterilisation) செய்யப்படுகின்றன. காண்க, கதிரியக்க அணுக் கருவினம்.

- ஜா. சுதாகர்

கதிரியக்கக் கனிமங்கள்

இயற்கையாகக் கிடைக்கும் கனிமங்களில் சில α,β,γ எனும் சில கதிர்களை வெளிப்படுத்தியவாறு மாற்றம் பெறுகின்றன. மேலும் உயர் வெப்பத்தையும் இவை வெளிவிடுகின்றன. இது கதிரியக்கம் எனப்படும். இவ்வாறு கதிர்களை வெளிப்படுத்தியவாறு மாற்றமடைந்து பெருமளவில் ஆற்றலையும் வெளிவிடும் கனிமங்கள் கதிரியக்கக் கனிமங்கள் (radioactive minerals) எனப்படும். பல கதிரியக்கக் கனிமங்கள் உள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை யுரேனியம், தோரியம், ரேடியம் முதலியனவாகும்.

யுரேனியம். இது கன உலோகங்களுள் ஒன்று. யுரேனியத்திலிருந்து சிதைந்து அதிலிருந்து கிடைப்பது ரேடியமாகும். ரேடியம் கிடைப்பது அரிது. யுரேனியம் இயற்கையில் பல கனிமங்களுடன் சேர்ந்து கிடைக்கிறது. அதில் சில கனிமங்கள் பொருளாதார வளர்ச்சியில் பெரும் பங்கேற்கின்றன. அவற்றுள் முக்கியமான மூலத்தாதுக்கள் பின்வருமாறு:

பிச்பிளெண்டு. இதில் 50-90% UO_2 உம், UO_3 உம் இருக்கும்.

யுரேனிடைட். இதில் 65-80% UO_2 உம், UO_3 உம் இருக்கும்.

சமார்ஸ்கைட். இதில் 9-18% UO_2 உம், UO_3 உம் இருக்கும்.

தோரியனைட். இதில் 12-33% UO_2 உம், UO_3 உம் இருக்கும்.

இதன் அடர்த்தி எண் 18.68. இது கதிரியக்கத் தன்மையுடையது. இது α,β,γ கதிர்களைத் தொடர்ச்சியாக வெளியிட்டுக் கொண்டே இருக்கும்.

யுரேனியம், வரிசையாகப் பல தனிமங்களாகவும், ஐசோடோப்புகளாகவும் மாறிக்கொண்டே வந்து முடிவில் ஈயத்தை விளைவிக்கிறது. இயற்கையில் கிடைக்கும் யுரேனியத்தில் மூன்று ஐசோடோப்புகள் உள்ளன. அவை U-238 (99.3%), U-235 (0.7%), U-234 (0.00%6). யுரேனியத்துடன் சிறிதளவு ரேடியமும் கலந்துள்ளது. இரண்டாம் உலகப் போருக்கு முன் ரேடியத்துக்காகவே இக்கனிமத்தை எடுத்தனர்.

பயன். ரேடியம் மருத்துவத்துறையில் புற்று நோயை நலமாக்கப் பயன்படுகிறது. உலோகங்களிலும், உலோகக் கலவைகளிலும் உள்ள குறைகளை அறிந்துகொள்ள உதவுகிறது. ஒளிரும் நெய்வனங்கள் (luminescent paints) செய்யப் பயன்படுகிறது. யுரேனியம்-235 அணுகுண்டுகளைத் தயாரிக்கவும், அணு ஆயுதப் படைக்கலங்களைச் செய்யவும், அணு ஆற்றல் நிலையங்களில் எரிபொருளாகவும் பயன்படுகிறது. யுரேனியத்தின் ஐசோடோப் பல ஆராய்ச்சித் துறைகளில் பயன்படுகிறது. 0.45 கிலோகிராம் எடை யுரேனியத்திலிருந்து பெறக்கூடிய வெப்ப ஆற்றல் 1300 டன் நிலக்கரியில் இருந்து பெறக்கூடிய ஆற்றலுக்குச் சமமாகும். மேலும் யுரேனிய உப்புகள் கண்ணாடிகளுக்குப் பலவகை நிறங்களைக் கொடுப்பதற்கும், எஃகு, தாமிரம், நிக்கல் போன்றவற்றோடு உலோகக் கலவைகள் செய்வதற்கும் பயன்படுகின்றன.

கனிமங்கள்

பிட்சுபிளெண்டு. இது யுரேனியத்தின் முக்கிய மூலத்தாதுவாகும். இதனுடன் அரிய தனிமங்களான கோபால்ட்டும், நிக்கலும் சேர்ந்து கிடைக்

கின்றன. கறுப்பு நிறத்துடன் திண்மங்களாகவும், வழுவழுப்பாகவும், சீரற்ற முறிவுளாகவும், எண்ணெய் மிளிர்வாகவும் இருக்கும். இதன்அடர்த்தி எண் 6 5-8.5. இவை பெக்மடைட் பாறைகளில் கிடைக்கின்றன.

யுரேனினைட். இது தூய்மையான பிச்பிளெண்டின் அமைப்புடைய படிகமாகக் கிடைக்கிறது. இது மைக்கா பெக்மடைட் பாறைகளில் காணப்படுகிறது. இதன் அடர்த்தி எண் 8-10. இது மஞ்சள், ஆரஞ்சு, பச்சை நிறங்களில் காணப்படும். யுரேனியம் உடைய மோனசைட் வகை, சேரலைட், சிர்கான், சிர்டோலைட் வகை, கொலம்பைட், டேண்டலைட் போன்றவை பிற மூலக்கனிம வகைகளாகவுள்ளன. மூலக் கனிமங்களின் மாறுபாட்டால் விளைந்த இரண்டாம்தரக் கனிமங்கள் மேற்பரப்புக்கு அருகே நீரின் இயக்கத்தால் தோன்றியுள்ளன. இவற்றுள் முக்கியமானவை வருமாறு:

கார்னோடைட். இது பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடும், யுரேனியம் வெனடேட்டும் கொண்டது. மஞ்சள் நிறமுடைய வெண்மையான படிக அமைப்புள்ள இதன் கடினத்தன்மை 2.5.

கம்மைட். யுரேனியத்தின் ஹைட்ராக்சைடான இது யுரேனினைட்டாக மாறியது.

அட்டுனைட். இது கால்சிய ஹைட்ராக்சைடும், யுரேனியப் பாஸ்ஃபேட்டும் கொண்டது. மஞ்சள் நிறமும், முத்து மிளிர்வும், மைக்கா அமைப்பும் உடைய அட்டுனைட் மென்மையானது. இதன் கடினத்தன்மை 2-2.5 அடர்த்தி எண் 3க்கும் அதிகமாக உள்ளது.

டோர்பெர்னைட். இது செம்பு ஹைட்ராக்சைடும், யுரேனியப் பாஸ்ஃபேட்டும் கொண்டது. பச்சை நிறமும், மைக்கா போன்ற அமைப்பும் கொண்ட இதன் கடினத் தன்மை 2-2.5; அடர்த்தி எண் 3.5.

இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடங்கள். இந்தியாவில் மூவகை நிலையில் கிடைக்கின்றன. ராஜஸ்தானில் உள்ள ஆர்கேயன் மாற்றுருப் பாறைகளில் பரவலாகப் படிந்துள்ளன. பீஹார், ஆந்திரப்பிரதேசம், ராஜஸ்தான் ஆகிய இடங்களில் உள்ள பெக்மடைட்டுகளில் காணப்படுகின்றன. யுரேனியம் கலந்துள்ள மணல்கள் கேரளா, தமிழ்நாட்டுக் கடற்கரைகளில் காணப்படும். முக்கிய தாது இருப்புகள் பின்னர்க் கூறிய இரண்டு வகைகளிலும் உள்ளன.

பீஹாரில் உள்ள தாழ்வகை யுரேனியத் தாது (U_3O_8), சிங்பூம் பகுதியில் பில்லைட்டுகள், படலப் பாறைகள் (schist), குவார்ட்சைட்டுகள் ஆகிய மாற்றுருப் பாறைகளில் படிவுகளாக உள்ளது. இப் பகுதியில் ஜாதுகுடா என்னுமிடத்தில் யுரேனியத் தாது வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. ஜாதுகுடாவில் ஏறத்தாழ 4 மில்லியன் டன் கனிமம் (0.067% U_3O_8) இருப்பதாகக் கருதுகின்றனர்.

ராஜஸ்தானில் உம்ரா, உதய்சாகர் ஆகிய இடங்களில் தாழ்வான யுரேனியப் படிவுகள் உள்ளன. இதிலுள்ள யுரேனினைட் (UO_3), கதிரியக்கச் சிர்கானில் உள்ளது. உடன் உள்ள கனிமங்களான சால்கோபைரட், பிர்ஹோடைட், பைரைட் ஆகிய வற்றைக் கரைப்பதன் மூலமாகப் பின் கரைசலிலிருந்து 92.5% - 96% U_3O_8 யுரேனியம் ஆக்சைடை வீழ்படிவாகப் பெற முடியும்.

பீஹாரில் உள்ள செம்புப் படிவுகளைப் போலவே ராஜஸ்தான் செம்புப் படிவுகளிலும் யுரேனியம் உள்ளது. ஆந்திர மாநிலத்தில் நெல்லூர் பகுதியில் சங்கரா மைக்கா சுரங்கத்தில் சமார்ஸ்கைட் கிடைக்கிறது. தமிழ்நாட்டில் மதுரை, திருச்சி மாவட்டங்களில் காணப்படும் கனிமம் அல்லானைட் ஆகும். ஹசாரிபாக், பில்வாரா, பாலி ஆகிய மாவட்டங்களில் யுரேனியப் படிவுகள் சிறிய அளவில் காணப்படுகின்றன. கர்நாடகத்தில் சமார்ஸ்கைட் பெங்களூருக்கு அருகிலுள்ள ஏடியூரில் கிடைக்கிறது.

தோரியக் கனிமங்கள்

தோரியம் பின்வரும் முக்கியமான கனிமங்களிலிருந்து கிடைக்கிறது. இதுவும் அணுஆற்றல் கனிமங்களைச் சேர்ந்ததாகும்.

தோரியனைட்டில் 38-90%, அல்லானைட்டில் 3%, மோனசைட்டில் 18% என்ற அளவில் தோரியா உள்ளது. தோரிய, யுரேனிய ஆக்சைடுகள் கனசதுர வடிவம் உடையன. இதில் கனிமப் பிளவு தெளிவாகத் தெரியாது. வளை முறிவு உள்ளது; ஒழுங்கற்றது. கடினத்தன்மை 6.5. கறுப்பு நிறமும், பிசின் மிளிர்வும் உடையது. இதன் அடர்த்தி எண் 9.3.

அல்லனைட். பலகை போன்ற வடிவமைப்பு உடையது. இது பழுப்பு, கறுப்பு நிறமுடையது. கிரானைட், சைனைட் ஆகிய பாறைகளில் கிடைக்கிறது. அடர்த்தி 3-4.2. இந்தியாவில் பல இடங்களில் சிறிதளவே கிடைக்கிறது.

மோனசைட். $(Ca,la,Di)PO_4ThO_2)$ வேதி சேர்க்கை உடையது. இதன் அடர்த்தி 5.27, பிசின் மிளிர்வும், வெண்மைக் கீற்று வண்ணமும், மஞ்சள், சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறமும் உடையது. கடினத்தன்மை 5.5. வளை முறிவு ஒழுங்கற்றதாக இருக்கும். துகள்களாகவும், படிகங்களாகவும் மணல் போன்று கிடைக்கிறது.

மோனோசைட்

அணுவாற்றல் தயாரிக்கப் பயன்படும் யுரேனியம், தோரியம் ஆகியவற்றை மோனோசைட் கனிமத்தி

லிருந்து எளிதாகப் பெறலாம். இக்கனிமத்தில் தோரியமும், யுரேனியமும் இருப்பதால் அணுவாற்றலுக்குப் பெரிதும் பயன்படும். தோரிய நைட்ரேட் வளிமம் எரிய விடும் கூடுகளாகப் (incandescent lamps) பயன்படுகிறது இது அணுவாற்றல் மூலப்பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. இது பாஸ்ஃபேட் நெசவுத்தொழில், சர்க்கரை தூய்மை செய்யும் தொழிலகம், சோப்புத் தொழிற்சாலை, தோல் பதனிடும் தொழிலகம் ஆகிய இடங்களில் பயன்படுகிறது. இக்கனிமத்திலிருந்து பெறப்படும் மீசோதோரியம் ரேடியத்திற்குப் பதிலாகப் பயன்படுகிறது. சிகரெட் பற்றவைப்பி, வளிமப் பற்றவைப்பி (gas ligther) ஆகியவற்றிற்கும் பயன்படுகிறது.

மோனோசைட் 3050°C இல் உருகுவதால் வெப்பம் தாங்கும் பொருளாகவும் பயன்படுகிறது. தோரியத்தை அணு உலைகளில் பயன்படுத்தி ஆற்றலை உண்டாக்கும் ஆராய்ச்சிகள் பம்பாயில் உள்ள பாபா அணு ஆராய்ச்சி நிலையத்தில் நடைபெற்று வருகின்றன.

கிடைக்கும் இடங்கள்

பீஹார். ராஞ்சி, புருலியா மாவட்டங்களில் பெருமளவில் ஆற்றோரங்களில் கிடைக்கிறது.

கேரளா. கொல்லம் அருகே சவராவில் பல லட்சம் டன் கனிமம் கிடைக்கிறது. கடல் மணலில் 1% மோனோசைட் உள்ளது.

தமிழ்நாடு. தஞ்சை மாவட்டத்தின் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும், குமரி முனைக்கருகிலும் கிடைக்கிறது. கன்னியாகுமரி மாவட்டத்தில் மணவாளக்குறிச்சி என்னுமிடத்தில் கிடைக்கும் படிவு சிறப்புடையது. இங்குதான் இந்தியாவிலேயே மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது. தர்மபுரி மாவட்டத்துச் செண்பகமலை அடிவாரத்தில் மோனோசைட் சிறு சிறு கனிமக் கொடிகளாகக் காணப்படுகிறது.

பெரீலியம்

பெரில் என்னும் கனிமத்திலிருந்து பெரீலியம் கிடைக்கிறது. இதன் வேதி இயைபு ($3BeO, Al_2O_3, 6SiO_2$). இது 14% அல்லது 5% பெரில் உடையது. பெரில் நீலப்பச்சை நிறமுடைய அறுகோணப் பட்டகங்களாகக் கிடைக்கிறது. இது பார்க்க அப்படைட் போல் இருக்கும். இதன் கடினத்தன்மை எண் 7.5-8. இதன் கனிமப் பிளவு சீரற்றது.

சிறிதும், பெரிதுமான பெரில் படிகமும், உருவற்ற படிகக் கோவையும் கொண்ட இது பெக்மடைட்டுகளிலும், குவார்ட்ஸ் தாரைகளிலும் அதிகமாக உள்ளது. பெரில், மைக்கா ஃபெல்ஸ்பாருடன் விளைபொருளாக வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. கிரானைட் பெக்மடைட்டுகளில் அருகே உள்ள படிகவயப் படலப்பாறைகளில் அணிகலக் கல்லாகப் பயன்படக்கூடிய பச்சை நிறப் பெரில் கிடைக்கிறது.

இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடங்கள்

ஆந்திரப்பிரதேசம். நெல்லூர், ஸ்ரீகாகுளம், விசாகப்பட்டினம் ஆகிய மாவட்டங்களில் உள்ள பெக்மடைட் கனிமத்துடன் கிடைக்கிறது.

பீஹார். ஹஜாரிபாக், மொங்கைர், கயா மாவட்டங்களில் உள்ள பெக்மடைட்டில் கிடைக்கிறது.

ராஜஸ்தான். ஆஸ்மீர், ஜெய்ப்பூர், கிஷின்கர், டோங்பில்வாரா, உதயப்பூர் மாவட்டங்களில் பெக்மனைட்டுடன் கிடைக்கிறது.

சிர்கோனியம்

சிர்கோனியம் ஒரு முக்கிய வெப்பந்தாங்கு கனிமமாகும். மிகு ஒளி கொடுக்கும் மின் விளக்குகள் தயாரிக்கவும், நிறமிகள் தயாரிக்கவும் பயன்படுகிறது. முக்கியமாக அணு ஆற்றல் உலைகளில் பயன்படுகிறது. சிர்கான் ($ZrSiO_4$), படிலேயைட் (ZrO_2) முதலியவை சிர்கோனியத்தின் இரு முக்கிய கனிமங்களாகும். இதன் கனிமப்பிளவு சீரற்றது. இதன் கடினத்தன்மை 7.5; அடர்த்தி 4.6-4.7 இது பழுப்பு, சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு, பச்சை, ஊதா ஆகிய நிறங்களில் கிடைக்கிறது. கண்ணாடி மிளிர்வும், வைர மிளிர்வும் உடையது. கீற்று வண்ண வெண்மையும் கொண்டது.

சிர்கான் அனற்பாறைகளில் துணைக் கனிமங்களாகக் காணப்படும். மேலும் கிரானைட், நெப்லீன், சைனைட் போன்ற அனற்பாறைகளிலும், ஒதுக்குப் படிவுகளிலும், மணற்படிவுகளிலும் கலந்து காணப்படும். இந்தியாவில் சிர்கான் பெரும்பாலும் கடற்கரை ஓரப்படிவுகளாக தமிழகத்தில் இராமநாதபுரம், வைப்பாறு, கல்லாறு, தஞ்சாவூர் மாவட்டம் ஆகிய இடங்களிலும், கேரளத்தில் கொல்லத்திலும் கிடைக்கிறது.

-ப. வெங்கட்ராமன்

கதிரியக்கக் கழிவுகள்

அணுக்கரு உடைக்கப்பட்டதும் அதிலிருந்து பல வகையான கதிர்கள் வெள்ளமாகப் பாய்ந்து வருகின்றன. உலகிலுள்ள உயிர்களை இயற்கையான கதிரியக்கக் கதிர்களும் காஸ்மிக் கதிர்களும் நெடுங்காலமாகவே தாக்கி வந்திருக்கின்றன. ஆனால் இயற்கையில் பரவலாகக் காணப்படும் கதிரியக்கத் தனிமங்களை எடுத்து ஒன்று கூட்டிச்செறிவு நிறைந்தவையாக்கிய பிறகே தீமை ஏற்பட்டது. ரேடியத்தை

வைத்து ஆய்வு செய்த தொடக்ககால ஆய்வாளர்கள் உயிருக்குக் கேடு தரும் வகையில் கதிர்களால் பாதிக்கப்பட்டனர். மேரிகியூரியும் அவருடைய மகள் ஐரீனும் இரத்தச்சோகை நோயால் இறந்தனர். 1920 இல் கடிகார முகப்புகளில் ரேடியத்தைப் பூசுவதில் பணியாற்றிய பல தொழிலாளர்கள் தூரிகைகளைக் கூர்மையாக்குவதற்காக அவற்றை வாயிலிட்டு ஈரப்படுத்தியதன் காரணமாக நோயுற்று இறந்தனர்.

எக்ஸ் கதிர்கள் நடைமுறைக்கு வந்தபிறகு இரத்தச்சோகை நோயாளிகளின் எண்ணிக்கை இரு மடங்காக உயர்ந்தது. எக்ஸ் கதிர்க்கருவிகளை இயக்குவோரில் காணும் விகிதம் பொது மக்கள் விகிதத்தைப் போலப் பத்துமடங்காக உள்ளது. அணுக்கருப் பிளவு உத்திகள் அந்தத் தீமையைப் பன்மடங்காக உயர்த்தியுள்ளன. அணுகுண்டு, அணு உலை இவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் கதிரியக்கம் உலகிலுள்ள அனைத்துப் பொருள்களையும் காற்றையும் கடலையும் நச்சாக்கி விடுகிறது.

யுரேனியம் அல்லது புளுட்டோனிய அணுக்கருக்கள் பிளவுபடும்போது ஏறத்தாழ 200 வகை கதிரியக்கப் பொருள்கள் வெளிப்படுகின்றன. அவற்றில் சில நியூட்ரான்களை விரைவாக உட்கவர்ந்து பிளவு வினைகளைத் தடுத்து இடையூறு செய்வதால், அணு உலையில் உள்ள எரிபொருளை அடிக்கடி வெளியிலெடுத்துத் தூய்மைப்படுத்த வேண்டியுள்ளது.

இந்தக் கதிரியக்கப் பொருள்கள் அனைத்துமே வெவ்வேறு அளவுகளில் உயிரினத்துக்குத் தீங்கு விளைவிக்கக் கூடியவை. அவற்றின் தன்மையையும், ஆற்றலையும், சிதைவு வேகத்தையும் பொறுத்து அவற்றின் தீங்கு விளைவு அமையும். உடலில் புகும் பீட்டாத் துகள்களை விட ஆல்ஃபாத் துகள்கள் மிகு தீங்கானவை. மெதுவாகச் சிதையும் பொருளை விட வேகமாகச் சிதையும் பொருள் பெருமளவு கதிர் வீச்சை வெளியிட்டு மிகுதியாகத் தீங்கு விளைவிக்கும்.

அணுவிலிருந்து ஆற்றல் பெறும் திட்டங்கள் தொடங்கப்பட்டபோது அறிவியலார் கதிரியக்கத்தின் கொடுமையைப் பட்டறிவின் மூலம் தெரிந்து கொண்டனர். பணியாளர்களைப் பாதுகாக்க விரிவான நடவடிக்கைகளை எடுத்தனர். கதிரியக்கப் பொருள்கள் தடித்த சுவர்களை உடைய அறைகளில் வைக்கப்பட்டன. அவற்றை எந்திரங்களின் உதவியுடன் தொலைக் கட்டுப்பாட்டு முறைகளில் கையாண்டனர். தீங்கு ஏற்படாத அளவுக்கு எவ்வளவு கதிரியக்கத்தை உடல் ஏற்றுக்கொள்ளும் என்பதைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. கதிரியக்கக் கழிவுகளைப் பாதுகாப்பாக வெளியேற்றப் பல புதிய உத்திகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

கதிரியக்கக் கழிவுகளில் பெரும்பகுதி சில வாரங்களுக்குள் வலிவிழந்து விடும். அவை தம் கதிரியக்கத்தை இழந்தவுடன் வெளியே கொட்டப்படுகின்றன. ஒன்று முதல் 30 ஆண்டுகள் வரை அரை ஆயுள் உள்ள கதிரியக்கக் கழிவுகளே தீங்கானவை. அவை குறைந்த அரை ஆயுள் உள்ளவையாதலால் செறிவு மிக்க கதிர்களை வெளியிடும். அதே சமயத்தில் பல பரம்பரைகளைத் தாக்குமளவிற்குப் போதுமான வாழ்நாளுடையவை. 30 ஆண்டு அரை ஆயுள் உள்ள ஓர் அணுக்கருத் துகள் 200 ஆண்டு ஆன பிறகே தன் கதிரியக்கத்தில் 99% ஐ இழக்கும்.

பிணைவு (fusion) விளைபொருள்களைப் பல வகைகளில் பயன்படுத்தலாம். அவற்றிலிருந்து வரும் கதிர் ஆற்றலை வெப்பமாக மாற்றி அந்த வெப்பத்தை வெப்பமின் இரட்டைகள் (thermo couple) மூலம் மின்னாற்றலாக மாற்றலாம். சிறிய கருவிகளை இயக்க அவை போதுமான ஆற்றலைத் தரும். ஸ்ட்ரான்ஷியம் -90, புளுட்டோனியம், கியூரியம் போன்ற ஐசோடோப்புகளைப் பயன்படுத்தி லேசான, பல ஆண்டுகள் பயன்படும் அணு மின்கலங்களை அமைத்து விண்வெளிக்கலங்களில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

பிணைவு விளைபொருள்கள் புற்றுநோய் மருத்துவம், நுண்ணுயிர் நீக்கம், உட்பொருள் பாதுகாப்பு, வேதிப் பொருள் உற்பத்தி போன்ற பல துறைகளில் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றுக்கெல்லாம் பயன்படுத்தியது போக மிகுதியான பிணைவு விளைபொருள்கள் எஞ்சியுள்ளன. அணு உலைகள் தொடர்ந்து பலப்பல கதிரியக்க எச்சங்களை வெளியிட்டுக் கொண்டேயுள்ளன. அவற்றுடன் எதிர்பாராத அணுகுண்டு வெடிப்புகளால் பல பிணைவு விளைபொருள்கள் திடீரென்று காற்றிலும் கடலிலும் தரையிலும் பரவி விடக்கூடிய தீமை உள்ளது. அணு உலைகளிலும் பல சமயங்களில் வெடி விபத்துகள் ஏற்பட்டுப் பலர் இறந்துள்ளனர். ஓர் அணுமின் நிலையத்தில் இரண்டு லட்சம் கிலோவாட் மின் சாரத்தை உண்டாக்கும் போதெல்லாம் 0.675 கிலோ கிராம் நிறையுள்ள கதிரியக்கக் கழிவுகள் ஒவ்வொரு நாளும் உண்டாகின்றன என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. அமெரிக்காவில் மிகுதியான கதிரியக்க நீர்மத்தைத் தரைக்கடியில் புதைத்து வைத்துள்ளனர். கி.பி. 2000 ஆண்டுக்குள் ஒவ்வொரு நாளும் ஐந்து லட்சம் காலன் கதிரியக்க நீர்மத்தைக் கழித்து விட வேண்டிய நிலை ஏற்படும் எனக் கருதப்படுகிறது. அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து அறிவியலார் கதிரியக்கக் கழிவுகளைக் கற்காரை உருளைகளில் அடைத்து ஆழ் கடலில் அமிழ்த்தி வைத்துள்ளனர்.

பழைய உப்புச் சுரங்கங்களின் ஆழத்தில் அவற்றைச் சேமித்து வைக்கவும், அவற்றை உருகிய கண்ணாடி அல்லது ஸின்ராக் (synrock) என்னும்

செயற்கைப் பாறையினாலான உறைகளிலிட்டுப் புவியில் புதைத்து விடவும் திட்டங்கள் தீட்டப்படு கின்றன. ஆனால் அவை எவ்வாறேனும் கசிந்து வெளிப்பட்டுப் பெருந்தீங்கை உண்டாக்கிவிடலாம் என்னும்அச்சமும் உள்ளது. அணுஆற்றலால் இயங்கும் விண்வெளிக் கலங்களும், நீர் மூழ்கிக் கப்பல் களும் விபத்துக்குள்ளாகலாம் என்னும் அச்சமும் இருக்கிறது. திரெஷர் என்னும் அமெரிக்க நீர் மூழ்கி 1963 ஏப்ரல் மாதத்தில் வட அட்லாண்டிக் கடலில் மூழ்கிவிட்டது. ஆனால் இதுவரை அதிலிருந்து கதிரியக்கம் எதுவும் வெளிப்படவில்லை.

அணுகுண்டு ஆய்வுகளின் காரணமாகச் சிதறப் படும் கதிரியக்கச் சாம்பல், கட்டுப்படுத்த முடியாத நச்சாகும். அவற்றின் காரணமாகப் புற்றுநோய், மரபியல் கோளாறுகள் போன்றவை தோன்றலாம். கதிரியக்கச் சாம்பலிலுள்ள ஸ்ட்ரான்ஷியம் - 90 என்னும் ஐசோடோப் உடலில் புகுந்தால் எலும்பு களில் தங்கி நீண்ட நாள் நிலைத்துவிடும். அது உடலில் இரத்தச்சோகைநோய், புற்றுநோய் போன்ற வற்றை உண்டாக்கும்.

- ரா. சேகரன்

கதிரியக்கங் காணல்

அணுத்துகள்கள், உள்அணுத் துகள்கள், மின் காந்தக் கதிர்கள் ஆகியவற்றைக் கண்டு, அவற்றின் தன்மை களை ஆராய்தலே கதிரியக்கங்காணல் (radiation detection) ஆகும். இத்தகைய கதிர்கள் சூரியன், விண்மீன்களிலிருந்து வெளிவருகின்றன. மேலும் கீழ்க் காணும் சூழ்நிலைகளிலும் இக்கதிர்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளலாம். அவை பேரண்டக் கதிர்கள் (cosmic rays), அணுக்கரு உலைகள் (nuclear reactors), அணுக்கரு இயற்பியல் ஆய்வுகள், அணுக்கரு மருத்துவம், கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் கொண்ட மருந்துகளைப் பயன்படுத்துதல், மூலப்பொருள் தேடல் (யுரேனியத்தாதுக்கள், எண்ணெய் தேடல்), உயிரினங்கள்மீது படும் கதிர்வீச்சு அளவைக் கண் காணிக்கும் உடல்நிலை இயற்பியல் தொடர்பான ஆய்வுகள் ஆகும்.

பருப்பொருளில் கதிர் வீச்சின் இடையீட்டுச் செயல்கள் (interaction of radiation with matter). பருப்பொருளில் கதிர்வீச்சின் இடையீட்டுச் செயல் களினால் கதிரியக்கத்தை அறியலாம். மின்னூட்ட முள்ள துகள்கள் பருப்பொருளை ஊடுருவிச் செல்லும் போது, அதன் பாதையில் உள்ள அணுக்கள், மூலக் கூறுகள் ஆகியவற்றைக் கிளர்விக்கின்றன; அயனி யாக்குகின்றன. இதனால் அயனி-இரட்டைகள் (ion pairs) உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஓர் அயனி-இரட்டை யைத் தோற்றுவிக்க 30 - 35eV அளவுள்ள ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. புரோட்டான், α, β கதிர்கள் ஒரே முறையில் தங்கள் ஆற்றலை இழக்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் அயனியாக்க எண் வேறுபடும். காட்டாக, ஒரு செ.மீ. நீளமுள்ள பாதையில் α-கதிர் ஏறத்தாழ 25,000 அயனி இரட்டைகளையும், β- கதிர் 60 அயனி இரட்டைகளையும் தோற்றுவிக்கும். β கதிர்களின் நெடுக்கம் மிகுதியானது.

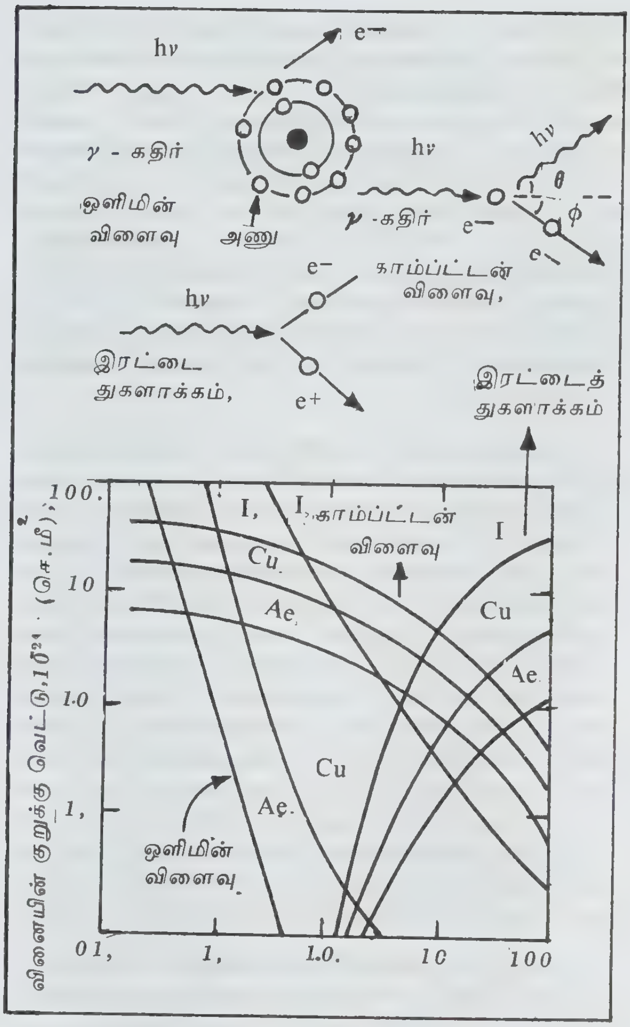
ஊடகத்தில் உள்ள அணுக்கருக்களுடன் இடை யீட்டுச் செயல்களில் ஈடுபடுவதால் β கதிர்களின் பாதை வழுவும். ஊடகத்தில் உள்ள அணு எலெக்ட் ரான்கள் (atomic electrons), அணுக்கருக்கள் ஆகிய வற்றுடன் மீட்சி மோதுகை (elastic scattering), மீட்சி யிலா (inelastic) மோதுகை ஆகிய செயல்பாடுகளில் எலெக்ட்ரான்கள் தங்கள் ஆற்றலை இழக்கும். மிக வேகமாகச் செல்லும் எலெக்ட்ரான்கள் ஊடகத்தில் வேகத்தடைக்கு உள்ளானால், கதிர்கள் அல்லது ஃபோட்டான்கள் தோன்றும். இதை, பிரெம்ஸ்ஸ்ட் ராலங் (bremsstahlung) என்பர். இந்த ஜெர்மன் சொல்லின் பொருள் கதிர்வீச்சுத் தடுப்பு என்பதாகும். இக்கதிர்வீச்சு இரண்டாம் நிலை அயனியாக்கத்தைத் (secondary ionization) தூண்டும். நியூட்ரான்கள் (n), காமாக் கதிர்கள் மறைமுகமாக ஊடகத்தில் அயனியாக்கத்தைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில அணுக் கருக்கள் நியூட்ரான்களைக் கவரும்போது அணுக் கரு வினைகள் (nuclear reaction) தூண்டப்படுவதால் மின்னூட்டமுள்ள துகள்கள் தோன்றுகின்றன.

$$ {}_5B^{10} + {}_0n^1 \rightarrow {}_3Li^7 + \alpha \qquad (1) $$

$$ {}_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow \text{FISSION} + \alpha \qquad (2) $$

காமாக்கதிர்களின் ஆற்றல், ஊடகத்தின் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, ஒளி மின் விளைவு, காம்ப்டன் விளைவு, இரட்டைத் துகளாக்கம் (pair production) ஆகிய முறைகளில் காமாக் கதிர்கள் ஆற்றலை இழக்கின்றன.

ஒளி மின் விளைவில், காமாக்கதிர்களை உட் கவரும் அணுவிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வெளி யேற்றப்படுகின்றன. குறைந்த ஆற்றல் உள்ள காமாக்கதிர்கள் தனிமம் கொண்ட ஊடகத்தில் செல்லும்போது இவ்விளைவு மிகுந்து காணப்படும். காம்ப்டன் விளைவில், காமாக்கதிர், தன் ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை வெளியேற்றப்பட்ட எலெக்ட்ரானுடன் மீட்சியிலா மோதலில் இழந்து, மாறுபட்ட பாதை யில் செல்லும். 3 MeV- க்கும் குறைவான ஆற்றல் உள்ள காமாக்கதிர்கள் குறை இலக்குகளைத் (light target) தாக்கும்போது இவ்விளைவு சிறப்புப் பெறு கிறது. காமாக்கதிர் தன்னை அழித்துக் கொண்டு பாசிட்ரான் எலெக்ட்ரான்களாக வெளிவரும் செயல் இரட்டைத் துகளாக்கம் எனப்படும். 1.02 MeV -க்கும் மேற்பட்ட ஆற்றல் உள்ள காமாக் கதிர்கள்

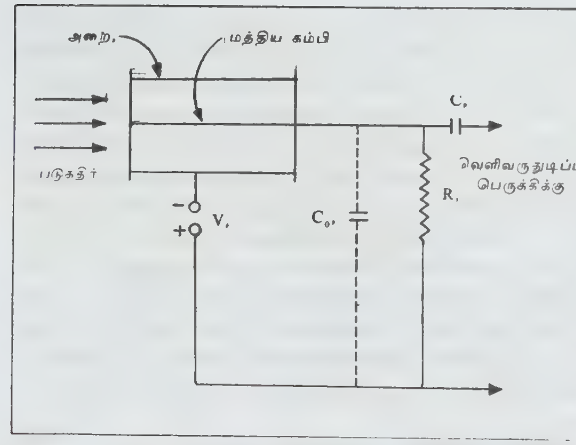


படம் 1.

கதிரின் இடையீட்டுச் செயல்கள் மூலகத்தின் நிறை γ- கதிரின் ஆற்றல் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து நிகழும் இடையீட்டுச் செயல்களை வரைபடம் காட்டுகிறது.

கன தனிமத்தில் ஊடுருவிச் செல்லும்போது இவ் வினை சிறப்புப் பெறுகிறது. எலெக்ட்ரானின் ஓய்வு நிலை நிறை (rest mass) 0.51 MeV ஆகும். கதிர் வீச்சைக் காணும் கருவிகள் பொதுவாக எண்ணிகள் (counters) எனப்படுகின்றன.

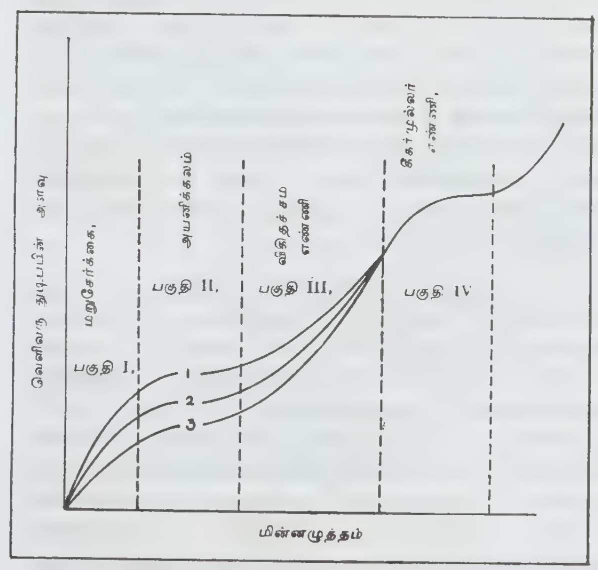
அயனியாக்க எண்ணி (ionization counter). மின் புலத்தில் உள்ள பொருளில் அயனியாக்கத்தால் தோன்றும் அயனிகள் நகர்வதால் உண்டாகும் அயனி யாக்க மின்னோட்டத்தைப் படம் 2 இல் காட்டிய மின்சுற்றின் மூலம் அறியலாம். எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின் அயனிகளைவிட வேகமாக நகர்வ தால், அளக்கப்படும் மின்னோட்டம், எலெக்ட்ரான் களின் சேகரிப்பே (collection) ஆகும். இரண்டு மின் முனைகளுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்தத்



படம் 2. காற்று நிரப்பப்பட்ட அயனி காணியில் தோன்றும் அயனி மின்னோட்டத்தை அளக்க உதவும் மின்சுற்றி.

தைப் பொறுத்து தொகுபயன் மின்னோட்டத்தின் (resultant current) அளவு மாறுபடும் (படம் 3). மின் முனைகளுக்கு இடையே குறைந்த மின்னழுத்தம் இருக்கும்போது மின் - இரட்டைகள் தங்களுக்குள் சேர்ந்து நடுநிலையாக்கம் பெறுவதால் முனைகளில் குறைந்த அளவு அயனிகளே திரட்டப்படுகின்றன. (பகுதி 1, படம் 3).

மின்புலம் அதிகரிக்கும்போது, அயனிகளுக்கு இடையே மறுசேர்க்கை (recombination) குறைவதால் மின்னோட்டம் அதிகரித்துத் தெவிட்டு நிலையை



படம். 3 காற்று நிரப்பப்பட்ட அயனி காணியிலிருந்து வெளிவரும் மின் துடிப்புக்கும் காணிக்குக்கொடுக்கப்படும் மின்னழுத்தத்துக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பு 1, 2, 3 முறையே குறைந்த ஆற்றல் உள்ள கதிர்வீச்சுகள்

அடைகிறது (பகுதி II). இப்பகுதியில் மின்னோட்டத்தின் அளவு முதலில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட அயனி-இரட்டைகளின் மதிப்பைப் பொறுத்தது. மின் முனைகளுக்கிடையே மேலும் மின்னழுத்தம் அதிகரித்தால் முதலில் தோற்றுவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்களின் இயக்க ஆற்றல் கூடுகிறது. இதனால் துணை அயனியாக்கம் தூண்டப்பட்டு வெளிவரு துடிப்பின் (output pulse) மதிப்பு, பெருமமாகிறது. இதை வளிமப் பெருக்கம் (gas multiplication) என்று கூறுவர். பகுதி III இல் முதன்மை அயனிகள் 10^{4} மடங்கு வரை பெருக்கப்படலாம். இவ்விகிதச் சம பகுதியில் வேறுபட்ட ஆற்றல், அயனியாக்கத் திறன் கொண்ட கதிர்வீச்சுகளை வேறுபடுத்திக் கண்டறியலாம்.

மின்னழுத்தம் மேலும் மிகும்போது, சரிவு விளைவால் (avalanche) இரண்டாம் நிலை எலெக்ட்ரான்கள் (secondary electrons) தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைச் சேகரிக்கும்போது மின்முனைகள் இடையே தொடர் மின்னிறக்கம் உண்டாகும். பகுதி IV-இல் தோன்றும் துடிப்பின் அளவு படுகதிர் வீச்சின் ஆற்றலையோ அயனியாக்கத்தையோ பொறுத்தது அன்று.

பகுதிI மறுசேர்க்கைப் பகுதி எனப்படுகிறது. அயனிக்கலம் (ionization chamber) பகுதி II இலும், விகிதச்சம எண்ணி (proportional counter) பகுதி III - இலும், கீகர் முல்லர் எண்ணி (Geiger-Muller counter) பகுதி IV இலும் செயல்படுத்தப்படும். அடுத்தடுத்து நிகழும் இரண்டு அயனியாக்க விளைவுகளை உணரக் காணிகள் எடுத்துக் கொள்ளும் கால இடைவெளி உணர் நேரம் (response time) ஆகும். அயனிக் கலத்தின் உணர் நேரம் மில்லி நொடி. விகிதச் சம எண்ணியின் உணர் நேரம் மைக்ரோ நொடி (10^{-6} நொடி). அதன் எண்ணிக்கை விகிதம் பெருமம் (ஒரு நொடியில் ஏறத்தாழ 200,000 எண்ணிக்கைகள்). கீகர் முல்லர் எண்ணியின் உணர் நேரம் 300 மைக்ரோ நொடி வரை இருக்கும் (ஒரு நொடியில் ஏறத்தாழ 15,000எண்ணிக்கைகள்).

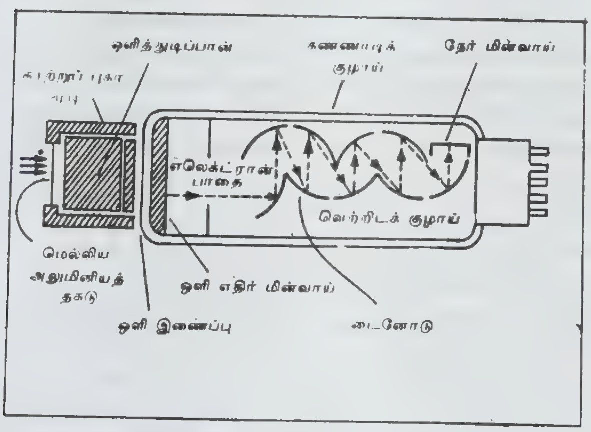
α-கதிர்களைக் கண்டறியக் காற்றும், காமாக் கதிர்களைக் கண்டறிய அழுத்தம் கொண்ட செனான் அல்லது கிரிப்டான் வளிமமும் அயனிக் கலத்தில் பயன்படுகின்றன. விகிதச் சம எண்ணியில் வளிமக்கலவை பயன்படுகிறது. காட்டு: 90% ஆர்கான், 10% எத்தில் ஆல்கஹால் அல்லது மீத்தேன். இக்காணியில் பொதுவாக வளிமக்கலவை தொடர்ந்து பாயும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆல்கஹால் அல்லது மீத்தேன் பெருக்க எண்ணைக் (multiplication factor) கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இதைத் தணிப்பான் (quenching agent) என்று குறிப்பர். α- கதிர்களைக் கண்டறிய விகிதச் சம எண்ணி பயன்படுகிறது. இக்கருவி α, β- கதிர்களை மாறுபடுத்திக் காட்டும். கீகர் முல்லர் எண்ணியிலும் வளிமக்கலவை பயன்படுகிறது. சரிவு விளைவு கட்டுக் கடங்காமல் போவதைத் தடுக்கத் தணிப்பான் உதவுகிறது. ஆல்கஹாலுக்குப் பதில் குளோரினைத் தணிப்பானாகப் பயன்படுத்தினால் கீகர் முல்லர் எண்ணியின் ஆயுட்காலம் நீடிக்கும். γ கதிர்களை விட β கதிர்களை இவ்வெண்ணி நுட்பமாகக் கண்டறிகிறது. இக்கருவியின் உதவிகொண்டு படுகதிர் வீச்சின் ஆற்றலைக் கணக்கிட முடியாது. இக்கருவியின் மின்முனைக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வாட்டத்தை (potential gradient) மிகுவிக்க (படம் 3) மெல்லிய டங்ஸ்டன் கம்பி பயன்படுகிறது. யுரேனியத் தாதுக்களைத் தேடுவதற்குக் கீகர் முல்லர் எண்ணி பயன்படுகிறது.

நியூட்ரான்களைக் கண்டறிய, அயனிக் கலத்திலோ விகிதச் சம எண்ணியிலோ போரான் டிரை ஃபுளோரைடு வளிமத்தை நிரப்ப வேண்டும். இச் சேர்மத்தில் உள்ள போரான் அணு நியூட்ரானைக் கவர்ந்து α- கதிர்களை வெளியிடும் (சமன்பாடு 1). குறைவேக நியூட்ரானைக் கண்டறிய U^{235} கொண்ட சேர்மத்தையும், மிகுவேக நியூட்ரான்களைக் கண்டறிய U^{238}, Th^{232} கொண்ட சேர்மத்தையும் காணியின் சுவரில் பூசவேண்டும். நியூட்ரானின் இடையீட்டுச் செயலால் அணுக்கருப் பிளப்பு (fission) நிகழும் (சமன்பாடு 2). ஹைட்ரஜன் கொண்ட பொருள்கள் (காட்டு: பாராபின்) ஊடே நியூட்ரான்கள் செல்லும்போது, அவை புரோட்டான்களுடன் மீட்சிச் சிதறல் விளைவில் ஈடுபடுகின்றன. இதனால் பின் உதைப்பு (recoiling) பெறும் புரோட்டான்களை அதன் அயனியாக்கும் தன்மை மூலம் கண்டறியலாம்.

ஒளித்துடிப்பு எண்ணி (scintillation counter). சில ஒளிபுகும், கனிம கரிமப் பொருள்கள் மீது கதிர்வீச்சுப் படும்போது அப்பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் கிளர்விக்கப்படுகின்றன. 10^{-8} நொடிக்குள் அம்மூலக் கூறுகள் கிளர்ச்சி தணிந்து (de-excite) ஒளிக்கதிரை உமிழ்ந்து கீழ்நிலைக்கு வருகின்றன. இச்செயலை ஒளித்துடிப்பு (scintillation) என்றும், இப்பண்பு கொண்ட பொருள்களை ஒளித்துடிப்பான் (scintillator) என்றும் கூறுவர். ஒளித்துடிப்பு எண்ணி பின்வரும் முறையில் செயல்படுகிறது (படம் 4). கதிர் வீச்சு ஒளித்துடிப்பானில் படுவதால் வெளிவரும் ஒளித்தெறிப்பு ஒளி எதிர் மின்வாய் (photo cathode) மீது படும்போது எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவருகின்றன. ஒளி எதிர்மின்வாயின் மீது ஒளி எலெக்ட்ரான்களை உமிழும் பொருள்கள் பூசப்பட்டு இருக்கும். வெளிவரும் எலெக்ட்ரான்கள் டைனோடு (dynode) எனப்படும் மின்முனையில் வீழ்கின்றன. அடுத்தடுத்த டைனோடுகள் மிகுவிக்கும் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டு இருக்கும். இதனால் எலெக்ட்ரான்களின் இயக்க ஆற்றல் அதிகரித்து, டைனோடில் பிரதிபலிப்பதால் அவற்றின் எண்ணிக்கை பெருகு

கிறது. மேற்கூறிய செயல்கள் நிகழும் கருவிக்கு ஒளி மின்சாரப் பெருக்கி(photo multiplier) என்று பெயர். அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சு ஒளித்துடிப்பானில் இழக்கும் ஆற்றலுக்கு விகிதச் சம அளவு கொண்ட மின்துடிப்பு ஒளி மின்சாரப் பெருக்கியிலிருந்து வெளி வரும்.

ஆந்த்ரசீன், ஸ்டில்பீன், நாஃப்தலின் கரிம ஒளித் துடிப்பான்களுக்கு எடுத்துக்காட்டு. 1% தாலியம் கொண்டு கிளர்வூட்டப்பட்ட (activated) சோடியம் அயோடைடு கனிம ஒளித்துடிப்பானுக்கு எடுத்துக் காட்டு. மிகவும் தூய நிலையில் இப்பொருள்களைப் பெரிய படிகங்களாகத் தயாரிக்க முடியும். எண்ணி யின் திறமை வடிவியலை (efficiency geometry) அதாவது, ஒளித்துடிப்பான் மீது எவ்வளவு கதிர்வீச்சுப் படுகிறது என்பதைப் பொறுத்தது. பொதுவாக, இதன் திறமையை அதிகரிக்க, படிகத்தில் குழி தோண்டி அதனுள் கதிர்வீச்சு மாதிரியை வைக்க லாம். காமாக் கதிர்களையும், உயர் ஆற்றல் கொண்ட β-கதிர் மூலம் தோன்றும் பிரெம்ஸ்ட்ராலங் கதிர்வீச்சையும் கண்டறியத் தாலியம் கொண்டு ஊக்குவிக்கப்பட்ட சோடியம் அயோடைடு படிகம் பரவலாகப் பயன்படுகிறது.



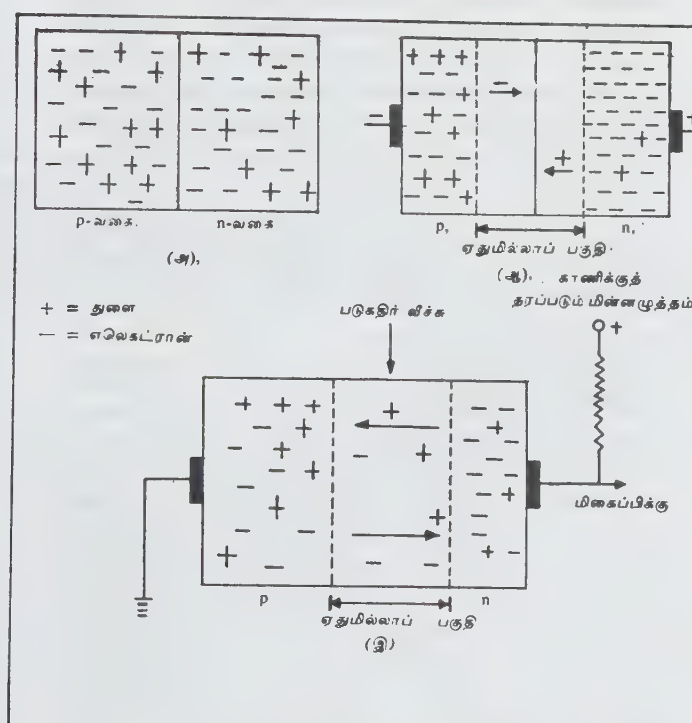
படம் 4. ஒளித்துடிப்புக்காணி ஒளி மின்சாரப் பெருக்கி ஆகியவற்றின் அமைப்புப்படம்.

பின் உதைப்புப் புரோட்டான்கள் (recoil proton) உதவி கொண்டு நியூட்ரான்களைக் கண்டறிய கரிம ஒளித்துடிப்பான்கள் பயன்படுகின்றன. ஒளித்துடிப் பானைக் காற்று மண்டல ஈரத்திலிருந்து காப்பாற்ற வும், புறஒளி அதன் மீது படாமல் இருக்கவும் இப் படிகங்கள் அலுமினியத் தகட்டால் மூடப்பட்டு இருக்கும். மக்னீசியம் ஆக்சைடு போன்ற பொருள் கள் அக எதிர்பலிப்பானாகப் (internal reflector) பயன்படுகின்றன.

சைலீனில் கரைக்கப்பட்ட p-டெர்பினைல் பென் சீனில் கரைக்கப்பட்ட 2,5-டைஃபீனைல் ஆக்சசோல் போன்றவை நீர்ம ஒளித்துடிப்பானாகப் பயன்படு கின்றன. கதிரியக்க அணுக்கருக்களை இந்நீர்மத்தில் கலந்து ஒளி மின்சாரப் பெருக்கி மீது வைத்து விட லாம். நீர்ம ஒளித் துடிப்பானின் திறமையை அதி கரிக்க, அதை -10°Cக்குக் குளிர்விக்க வேண்டும். ஒளித்துடிப்பு எண்ணி கதிர்வீச்சைக் கண்டறிவ தோடு அல்லாமல் அதன் ஆற்றலைப் பகுத்து அறியவும் (energy analysis) பயன்படும்.

பிற காணிகள். மின்னேற்றம் கொண்ட துகள்கள் ஒளிபுகும் மின்கடத்தாப் பொருளில் ஊடுருவிச் செல்லும்போது அத்துகளின் வேகம் அப்பொருளில் ஒளியின் வேகத்தைவிட மிகுதியாக இருக்குமானால் கூம்பு வடிவத்தில் மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுத் தோன்றும். இதற்குச் செரன்காவ் கதிர்வீச்சு என்று பெயர். இக்கதிர்வீச்சு ஒளிர் கதிர்வீச்சு அன்று. பரெம்ஸ்ட்ராலங்கும் அன்று. துகளின் வேகம் ஊடு ருவிச் செல்லும் பொருளில் ஒளியின் வேகத்தைவிட மிகுதியானால் மட்டுமே இக்கதிர்வீச்சுத் தோன்றும். செரென்காவ் கதிர்வீச்சை ஒளி மின்சாரப் பெருக்கி கொண்டு அறியலாம்.

சில பொருள்கள், கதிர்வீச்சை உட்கவரும்போது ஒளித்துடிப்பு ஏற்படாது. மாறாக, கதிர்வீச்சு



படம் 5. கடத்தி காணியின் செயல்முறையை விளக்கும் அமைப்புப் படம் (அ) p,n- வகைச் சந்திப்பு மின்புலத்தில் p,n வகைச் சந்திப்பு (இ) கதிர்வீச்சுக்காணியில் படும்போது.

இழந்த ஆற்றல் அப்பொருளிலேயே தங்கிவிடுகிறது. அப்பொருளைச் சூடாக்கும்போது தேங்கியிருந்த ஆற்றல் ஒளிக்கதிராக வெளிவருகிறது. இத்தகைய பொருள்கள் வெப்ப ஒளிர்வுப் பொருள்கள் (thermo luminiscent materials) எனப்படும். மாங்கனீஸ் கொண்டு ஊக்குவிக்கப்பட்ட கால்சியம் ஃபுளூரைடு இப்பொருளுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு. இதை 200° -260° C வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்கினால் ஒளிக் கதிர்கள் வெளிவரும். ஒளி மின்சாரப் பெருக்கி உதவி கொண்டு இவ்வொளிக் கதிர்களைக் கண்டறியலாம். கதிரியக்கம் தொடர்பான ஆய்வில் ஈடுபட்டுள்ளோர் வெறும் கதிர்வீச்சு அளவைக் (radiation dose) கண்டறிய வெப்ப ஒளிர்வுப் பொருள்கள் கொண்ட அளவு மானிகள் (dosimeters) பயன்படுகின்றன.

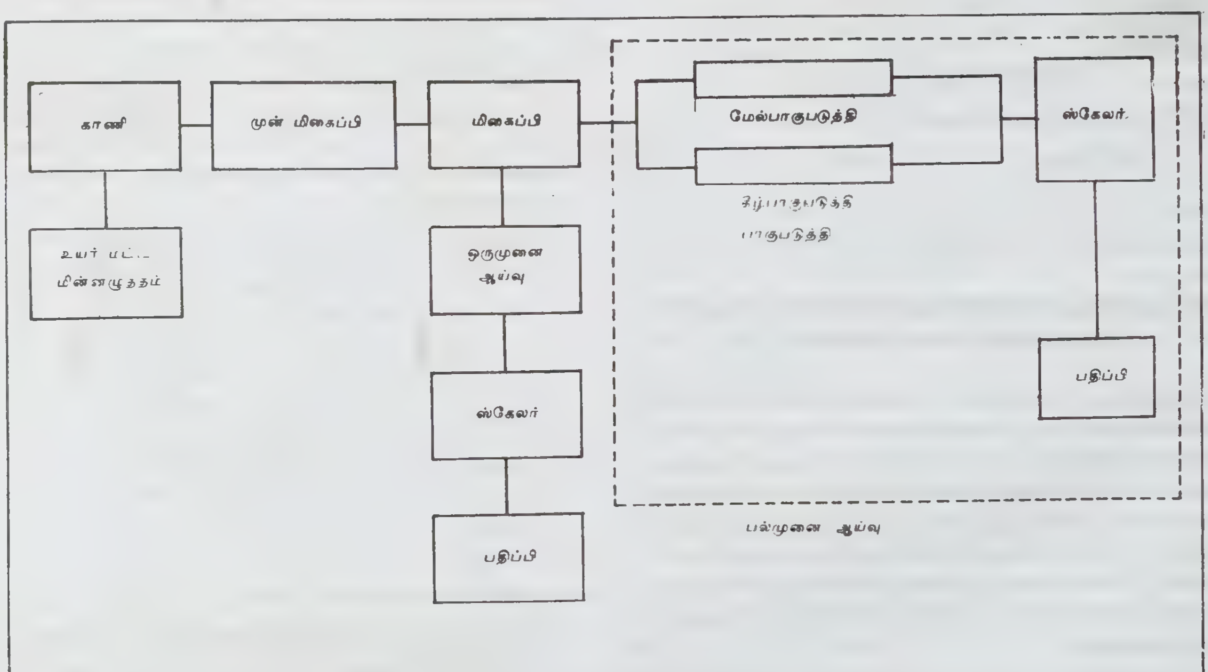
குறை கடத்திக் காணி (semiconductor detector). அயனியாக்க எண்ணி, ஒளித்துடிப்பு எண்ணி ஆகிய வற்றைவிடக் குறை கடத்திக் காணி எளிதானது. உணர்வு நுட்பம் மிகுந்தது; விரைவாகக் கதிர் வீச்சைக் காணவல்லது; கதிர்வீச்சின் ஆற்றலை நுட்பமாக உணர வல்லது. இம்முறைக்கு மிகவும் ஏற்ற காணி ஜெர்மேனியமும் சிலிகானும் ஆகும். காணியின் முக்கிய பகுதி p- வகை (p-type) (காட்டு: போரான் கலப்புக் கொண்ட சிலிகான்) n-வகை (n-type) (காட்டு: பாஸ்ஃபரஸ் கலப்புக் கொண்ட சிலிகான்) குறைகடத்திகள் இணைக்கப்பட்ட சந்திப்பு (junction) ஆகும் (படம் 5அ). மின்புலத்தில் இப்பொதுமுகத்தில் (interface) துளைகளோ எலெக்ட்ரான்களோ இரா (படம்) 5 ஆ).

அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சு இப்பகுதியில் படும் போது துளைகளும், எலெக்ட்ரான்களும் தோற்று விக்கப்படுகின்றன (படம்-5இ). மின்னழுத்தம் உள்ள தால், அயனிகள் எதிர் மின்முனைகளுக்குச் செல் கின்றன. இதனால் தோன்றும் மின்துடிப்பைக் (electrical pulse) கணக்கிடலாம். பரவலாகப் பயன் படும் குறை கடத்தி லித்தியம் கலப்புக் கொண்ட ஜெர்மானியக் காணியாகும். p-வகை ஜெர்மானியம் முதலில் தயாரிக்கப்பட்டு, அதில் லித்தியம் நகர்வுறச் செய்யப்படுகிறது. இதனால் n-வகை ஜெர்மானியம் தோன்றும். வெப்ப அதிர்வால் (thermal agitation) உண்டாகும் இரைச்சல் மின்னழுத்தத்தைக் (noise voltage) குறைக்க Ge (Li) காணியை எப்போதும் நீர்ம நைட்ரஜன் வெப்பநிலையில் குளிர்வித்துப் (-196°C) பாதுகாக்க வேண்டும்.

துணைக்கருவிகள். கதிர்வீச்சுக் காணியிலிருந்து வெளிவரும் மின்துடிப்பைப் பகுத்து ஆராய்வதற்கு முன் அதைப் பதனிட வேண்டும். இதற்குப் பயன் படும் துணைக் கருவிகளின் அமைப்பு, படம் 6இல் தரப்பட்டுள்ளது.

காணியில் உள்ள மின் முனைகளுக்கும் பிற துணை வினைகளுக்கும் (secondary process) தேவை யான உயர் மட்ட மின்னழுத்தம் திறன் கொடுப்பா னால் (power supply) தரப்படுகிறது. காணியிலிருந்து வெளிவரும் மின்துடிப்பை உருவமைக்க மிகைப்பிக்கு

மு
ஆ



பல் முனை ஆய்வு படம் **6. கதிர்வீச்சுக்காணலில் பயன்படுத்தப்படும் துணைக்கருவிகளின் அமைப்புப் படம்.**

அனுப்பப்படுகிறது. ஒரு வழி ஆய்வில் (single channel analyser) இத்துடிப்பு நேரிடையாகக் கணக்கிடப்படும். பல் வழி ஆய்வில் (multi channel analyser) மிகைப் படுத்தப்பட்ட துடிப்பு, பாகுபடுத்திக்குச் (discriminator) செல்லும். குறிப்பிட்ட மின்னழுத்த இடை வெளியில் உள்ள துடிப்பு மட்டுமே பாகுபடுத்தியி லிருந்து வெளிவரும். இச்செயலினால் படுகதிரை ஆற்றல் வாரியாகப் பகுப்பாய முடியும்.

ஸ்கேலர் (scaler) என்னும் கருவி துடிப்புகளை எண்ணுவது. ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் உணரப்படும் துடிப்புகள் எண்ணப்படும். அனைத்து எண்ணி அல்லது காணிகளுக்கும் பின்னணி இயக்கம் (background activity) (B) இருக்கும். மொத்த எண்ணிக்கை A ஆக இருக்குமானால், கதிரியக்க மூலத்தின் இயக்கம் (A-B) ஆகும். கணக்கிடப்பட்ட மொத்த எண்ணிக்கை N-ஆக இருக்குமானால், தரமான விலக்கம் σ, (standard deviation), $\sigma = \sqrt{N}$ ஆகும். சராசரி மதிப்புக்கும் பதிவான மதிப்புக்கும் இடையே உள்ள சிதறலைத் (scatter) தரமான விலக்கம் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

அயனியாக்கச் செயலைப் பதிவு செய்யும் காணிகள். வளிம ஊடகத்தில் கதிர்வீச்சுத் தோற்றுவிக்கும் அயனியாக்கத்தை நேரிடையாகவும் பதிவு செய்ய லாம். முகில் அறையில் (cloud chamber) தெவிட்டிய நிலையில் உள்ள வளிமம் நிரப்பப்பட்டு இருக்கும் அறையை விரிவடையச் செய்யும்போது, வளிமம் குளிர்விக்கப்பட்டு மிகத் தெவிட்டிய நிலையை அடை கிறது. இந்நிலையில் வளிமம் திவலைகளாக அயனி கள் மீது படியும். திவலைகள் மூலம் தெளிவு செய்யப்பட்ட அயனியாக்கப்பட்ட பாதையை ஒளிப் படம் மூலம் பதிவு செய்யலாம். இவ்வறையில் தூசுகள் இருக்கக்கூடா. ஏனெனில் இத்தூசுகள் மீது சொட்டுகள் படியும்.

குமிழ் அறையும், மேற்கூறிய தத்துவத்தில் இயங்குகிறது. இவ்வறையில் சூடாக்கப்பட்ட மிகத் தெவிட்டிய நிலையில் உள்ள வளிமம் அழுத்த நிலை யில் இருக்கும். டை எத்தில் ஈதர் இதில் பயன்படும் பொருள்களில் ஒன்று. தகுந்த வளிமங்கள் கொண்டு நியூட்ரான்களையும் கண்டறியலாம்.

பொறி அறையில் (spark chamber) உயர் மின்னழுத்தம், (காட்டு: 20 KV) வரிசையாக அமைக்கப்பட்ட தகடுகள் இடையே பாயும்போது பொறியைத் தூண்டும். இப்பொறி அயனியாக்கப் பட்ட பாதையில் தோன்றும். மேற்கூறிய காணிகளில் காந்தப்புலன் மூலம் அயனியாக்கத்துக்குக் காரண மான துகள்களின் மின்னேற்றம், உந்தம், நிறை போன்ற பண்புகளை அறிந்து கொள்ளலாம்.

கதிர்வீச்சைக் கண்டறிய ஒளிப்படத்தட்டும் பயன்படுகிறது. ஒளிப்படத்தட்டு வெள்ளி புரோமைடு சேர்மம் கொண்ட கலவையால் ஆனது. தட்டின் வழியே கதிர்வீச்சுச் செல்லும்போது, அது இழக்கும் ஆற்றல், வெள்ளி-புரோமின் ஆகிய அணுக்களுக்கு இடையே உள்ள பிணைப்பை அறுக்கிறது. தட்டைக் கழுவும்போது உருவாகும் வெள்ளி புரோமைடு மணிகள் கதிர்வீச்சின் பாதையைக் காட்டும். இவ்வணுகுமுறை உதவிகொண்டு கதிர்வீச்சின் தன்மை, ஆற்றல் ஆகிய விவரங்களை அறிந்து கொள்ளலாம். பேரண்டக்கதிர் ஆராய்ச்சியில் இம்முறையைக் கையாளுகின்றனர். தனி மனிதருக் குக் கிடைக்கும் கதிர்வீச்சு அளவை அளக்கவும் ஒளிப் படத் தட்டுகள் பயன்படுகின்றன.

கதிரியக்க அலகு. கதிரியக்கப் பொருளின் வலிமை கியூரி என்னும் அலகில் அளக்கப்படுகிறது. 1நொடி யில் 3.70×10^{10} சிதைவுகள் உண்டானால் அது ஒரு கியூரி அளவுள்ள கதிரியக்கம் ஆகும். எக்ஸ்கதிர், காமாக் கதிர்களின் வலிமையை ராண்ட்ஜன் என்னும் அலகில் அளக்கின்றனர். 0.001293 கிராம் நிறை யுள்ள காற்றில் ஒரு ராண்ட்ஜன் அளவுள்ள கதிரி யக்கம் ஒரு நிலைமின் அளவு கொண்ட மின்னூட்டத் துகள்களை (நேர்மின் அல்லது எதிர் மின்) தோற்றுத் விக்கும். கதிர்வீச்சு அளவை ராடு என்னும் அலகிலும் அளக்கலாம்.

ஒரு கிராம் நிறையுள்ள பொருளில் 100 எர்க் அளவு ஆற்றலை இழக்கும் கதிர்வீச்சின் வலிமை ஒரு ராடு ஆகும்.

கதிரியக்கப் பொருள்களுடனோ, கதிர்வீசும் மூலத்துடனோ பணிபுரியும் மக்கள் பெறும் கதிர் வீச்சு அளவை அளக்க, கதிரியக்க அளவிகள் பயன் படுகின்றன. இதற்கு வெப்ப ஒளிர்வுகாணி, ஒளிப் படத்தட்டு, காற்று நிரப்பப்பட்ட அயனிக்கலம் கொண்ட பேனா கதிரியக்க அளவி ஆகியவை பயன் படுகின்றன.

-பா. வெங்கடரமணி

நூலோதி. R. M. Singru *Introduction to Experimental Nuclear physics*, Wiley Eastern Pvt. Ltd, Delhi, 1974; H.H. Willard, L.L. Merritt and J. A. Dean, *Instrumental methods of Analysis*, Van Nostrand-East west Press Ltd, New Delhi, 1965.

கதிரியக்கம்

அணுக்கரு தன்னியல்பாகச் சிதைவுறுவது கதிரி யக்கம் (radioactivity) எனப்படும். 1896 ஆம் ஆண்டில் ஹென்றி பெக்குரல் என்பார் கதிரியக்கத் தைக் கண்டறிந்தார். கதிரியக்கம் இரு வகையாகப் பகுக்கப்படுகிறது. அவை இயல்புக் கதிரியக்கம்

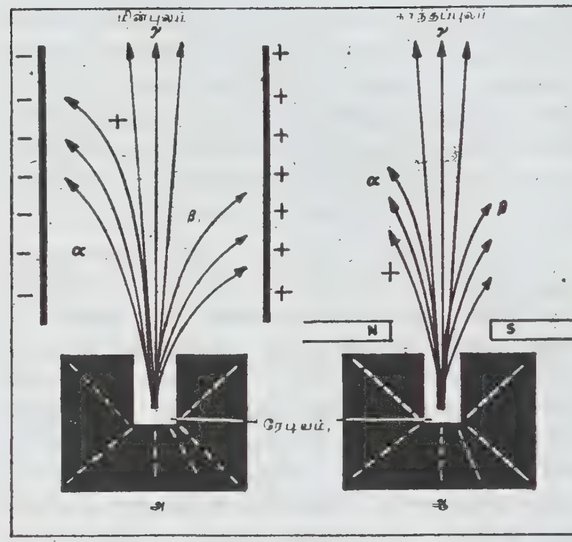
(natural rodioactivity), செயற்கைக் கதிரியக்கம் (artificial radioactivity) என்பவையாகும்.

இயல்புக் கதிரியக்கம். இக்கதிரியக்கம், ஒரு வேதித் தனிமத்தின் நிலையில்லா ஐசோடோப்பின் அணுக்கருக்கள் புறத்தூண்டுதல் இல்லாமல் தன்னியல்பாகச் சிதைவுற்று மற்றொரு தனிம ஐசோடோப்பின் அணுக்கருக்கள் ஆவதாகும். சில குறிப்பிட்டதுகள்களைத் தனிமம் உமிழ்வதால் கதிரியக்கம் நடைபெறுகிறது. இயல்புக் கதிரியக்கம், ஈயத்தின் அணுக்கரு எடையைவிடப் பெரும மதிப்புடைய தனிமங்களில் நிகழ்கிறது. அணுஎடை குறைவாகக் கொண்ட பொட்டாசியம் ஐசோடோப் ($_{16}K^{40}$), கார்பன் ஐசோடோப் ($_{6}C^{14}$), ருபீடியம் ஐசோடோப் ($_{37}Rb^{87}$) போன்ற சில தனிமங்களும் அவற்றின் இயல்பான நிலைகளில் ஓரளவு கதிரியக்கத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளன.

கதிரியக்கத் தனிமம் உமிழும் கதிர்களின் இயல்பை அறிய ரூதர்ஃபோர்டு மேற்கொண்ட ஆய்வுகள் மூவகையானவை என உணர்த்தின. ஒரு காரீயப் பாளத்தில் இடப்பட்டுள்ள ஆழமான துளையின் அடியில் கதிரியக்கத் தன்மையுடைய பொருளான ரேடியம் வைக்கப்படுகிறது. இதனால் பாளத்தின் மேற்பகுதியிலிருந்து மட்டும் கதிர்வீச்சு வெளிப்படுகிறது. காரீயச் சுவர்ப் பகுதியை அடையும் கதிர்கள் புறப்பரப்பை அடையுமுன் உள்ளேற்கப் படுகின்றன. வெளிப்படும் கதிர்வீச்சை இணையாக அமைந்த மின்னூட்டம் உள்ள இரண்டு தகடுகளின் நடுவே செல்லும்படிச் செய்யும்போது படம் 1இல் காட்டியபடி ஒருவகைக் கதிர்கள் இடப்பக்கமும் இன்னொரு வகைக் கதிர்கள் வலப்பக்கமும் விலகல் அடைகின்றன. மூன்றாம் வகைக் கதிர்கள் இந்த மின்புலத்தால் பாதிக்கப்படாமல் நேராகவே செல்கின்றன.

காரீயப் பாளத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள ரேடியம் அமைப்பை இப்போது மின்புலத்தைவிட்டு எடுத்துக் காந்தப்புலத்தில் வைக்கும்போது படம் 2இல் காட்டியபடி ஒரு வகைக் கதிர்கள் இடப்பக்கமும், மற்றொரு வகைக் கதிர்கள் வலப்பக்கமும் விலகல் அடைகின்றன. மூன்றாம் வகைக் கதிர்கள் காந்தப் புலத்தால் பாதிக்கப்படாமல் நேராகவே செல்கின்றன.

இடப்பக்கம் விலகிச் செல்லும் கதிர்கள் நேர் மின்னூட்டங்கொண்ட ஆல்ஃபாத் துகள்களைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வகைக் கதிர்கள் ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் எனப்படும். வலப்பக்கம் விலகிச் செல்லும் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டம் கொண்ட பீட்டாத் துகள்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை பீட்டாக் கதிர்கள் எனப்படும். மின்புலத்தாலும், காந்தப் புலத்தாலும் தாக்குறாமல் நேராகச் செல்லும்



படம் 1; படம் 2.

கதிர்கள் மின்னூட்டமில்லாதவை. இவை காமாக் கதிர்கள் அல்லது ஃபோட்டான்கள் எனப்படும்.

ஆல்ஃபாக் கதிர் நேர்மின்னூட்டம் இரண்டு கொண்ட ஹீலிய அணுக்கரு ஆகும். அதாவது ஹீலியம் அணுவிலிருந்து இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை நீக்கி விட்டால் இத்துகள் கிடைக்கிறது. ஆல்ஃபாத் துகள் ஹைட்ரஜன் அணுக்கருவைப் போன்று இரு மடங்கு நேர்மின்னூட்டமும் நான்கு மடங்கு அணு எடையும் கொண்டது. பீட்டாக் கதிர்கள் 10MeV வரை ஆற்றலுடைய, மிகுவேக எலெக்ட்ரான்கள் ஆகும். பீட்டாத் துகள்களின் நிறை ஹைட்ரஜன் அணுவின் நிறையில் $\frac{1}{1836}$ பங்கு ஆகும். வெற்றிடத்தில் இவற்றின் திசைவேகம் ஏறத்தாழ ஒளியின் திசைவேகத்தை ஒத்திருக்கும்.

காமாக் கதிர்கள் மின்காந்த அலைகளாகும். இக்கதிர்களின் அதிர்வெண் கடின எக்ஸ் கதிர்களை விட மிகுதி. எனவே, இக்கதிர்கள் மிகு ஊடுருவும் திறன் வாய்ந்தவை. பெக்குரல் கதிர்கள் அல்லது ஆல்ஃபா, பீட்டா, காமாக் கதிர்கள் வளிம, நீர்ம திண்மப் பொருள்கள் ஊடே செல்லும்போது செல்லும் வழியில் உள்ள அணுக்களை அயனிகளாக்குகின்றன. இறுதியில் இக்கதிர்கள் ஓய்ந்து விடுகின்றன. கதிரியக்கப் பொருள்களிலிருந்து இக்கதிர்கள் மிகு வேகத்துடன் தம் பாதையில் இருக்கும் அணுவின் எலெக்ட்ரான்களுடன் மோதி, மோதலால் அணுவிலிருந்து எலெக்ட்ரான்களை நீக்கி அணுக்களை அயனியாக்கம் செய்கின்றன. எனவே, இக்கதிர்கள் அயனியாக்கும் காரணிகள் (ionising agents) எனப் படும். ஆல்ஃபாத் துகள்கள் பீட்டாத் துகள்களை

விட மிகு அயனியாக்கும் திறன் வாய்ந்தவை. பீட்டாத் துகள்கள் காமாத் துகள்களைவிட மிகு அயனியாக்கும் திறன் வாய்ந்தவை.

ஆல்ஃபாத் துகள் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை ஏற்கும்போது மின்னூட்டமில்லாத ஹீலியம் அணுவாக மாறும். ஆல்ஃபாத் துகள்கள் பொருள்களின் ஊடே விரைந்து செல்லும்போது எலெக்ட்ரான்களை ஏற்றும் பின்னர் இழந்தும் செல்கின்றன. இறுதியாக ஏற்றுக் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களை விட்டுவிடாமல் தக்க வைத்து இயல்பான ஹீலியம் அணுக்களாக மாறுகின்றன.

கதிரியக்கக் கதிர்கள் ஒவ்வொரு மோதலின் போதும் அவை தொடக்கத்தில் பெற்றுள்ள ஆற்றலில் ஒரு பகுதியை இழந்து கொண்டே போகின்றன. ஓய்ந்த நிலைக்கு வருமுன்னர் ஆல்ஃபா, பீட்டாத் துகள்கள் பல ஆயிரம் அணுக்களுடன் மோதுகின்றன. ஒவ்வொரு மோதலின் போதும் அவற்றின் இயக்க ஆற்றலின் ஒரு பகுதி செலவழிகிறது. கதிரியக்கக் கதிர்களுடன் மோதும் அணுக்கள் அயனியாக்கப்படுவதுடன் சிறிதளவு இயக்க ஆற்றலையும் பெற்றுக் கொள்கின்றன. ஆல்ஃபாத் துகள் மிக அதிகமான அணுக்களை அயனியாக்கம் செய்வதால் குறைந்த தொலைவையே கடக்கின்றது. அதாவது ஆல்ஃபாத் துகளின் ஊடுருவும் திறன் மிகக் குறைவு. ஆனால் பீட்டாக் கதிர்கள் ஆல்ஃபாக்கதிர்களைவிட மிகு ஊடுருவும் திறனும், காமாக் கதிர்கள் பீட்டாக் கதிர்களைவிட மிகு ஊடுருவும் திறனும் கொண்டவை. ஆல்ஃபா, பீட்டா மற்றும் காமாக் கதிர்களின் ஊடுருவும் தன்மை அவற்றின் அயனியாக்கம் செய்யும் தன்மைக்கு எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது.

செயற்கைக் கதிரியக்கம். 1934இல் கியூரி தம்பதிகள் தூண்டுதலால் அணுக்கரு மாற்றமடைந்த பொருள்கள் கதிரியக்கமுள்ளவை எனக் கண்டுபிடித்தது அணுக்கரு இயற்பியலில் ஒரு புதிய சாதனையாகும். அணுக்கருவின்செயற்கைக் கதிரியக்கம் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் அணுக்கருவின் அமைப்பு, தன்மை ஆகியவற்றை விளக்க மிகவும் உதவின. அணுக்கரு வினைகளின்படி ஏறத்தாழ 1300க்கும் மேலான கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தச் செயற்கைக் கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் இயற்கைக் கதிரியக்கப் பொருள்களின் சிதைவு விதிகளின்படியே தன்னியலாகச் சிதைவுறுகின்றன. இருப்பினும் செயற்கைக் கதிரியக்கம் என்னும் சொல், இந்த அணுக்கருக்கள் சிதைவுறும் தன்மையைவிட அவை உண்டாக்கப்படும் முறைகளையே குறிப்பிடும்.

அணு எடை குறைவான தனிமங்கள் ஆல்ஃபாத் துகள்களால் தாக்கப்படும்போது புதிய கதிரியக்கப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன எனக் கண்டுபிடிக்கப் பட்ட பிறகு புரோட்டான், டியூட்ரான், நியூட்ரான், ஃபோட்டான் ஆகியவற்றால் தூண்டப்படும் அணுக்கரு வினைகளாலும் கதிரியக்கப் பொருள்களை உண்டாக்க முடியும் என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இயற்கைக் கதிரியக்க அணுக்கருக்களைப் போன்றே செயற்கைக் கதிரியக்க அணுக்கருக்களையும் அதன் அரைவாழ்வுக் காலம், அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்வீச்சு ஆகியவற்றால் பாகுபடுத்த முடியும். அணுக்கரு வினைகளில் உண்டாகும் வினைப்பொருள்களின் வேதித் தன்மைகளைத் தீர்மானிக்க இப் பண்புகள் மிகவும் உதவுகின்றன. வினைப்பொருள்கள் கதிரியக்கமுள்ளவையாக இருந்தால் அவற்றின் அரை வாழ்வுக் காலம் அல்லது சிதைவுப் பொருள் ஆகிய வற்றைக் கொண்டு அவற்றின் தோற்றுவாயைக் கண்டறியலாம். கதிரியக்கமற்றவையாக இருந்தால், அவற்றின் அளவு மிகச் சிறியதாகையால் அவற்றைக் கண்டறிய முடியாது. அவற்றின் வேதித் தன்மையை மறைமுகமான இயற்பியல் சான்றுகளாக நிறை, ஆற்றல் சமன் (energy balance) போன்றவற்றால் தான் உணர முடியும்.

பெருவாரியான செயற்கைக் கதிரியக்க அணுக்கருக்கள் போதிய புரோட்டான்களைப் பெற்றிருக்காமல் நியூட்ரான்களை மிகுதியாகப் பெற்று நிலையான பொருள்களுக்கு மேலேயோ புரோட்டான்களை மிகுதியாகப் பெற்று நிலையான பொருள்களுக்குக் கீழேயோ நிலையற்ற நிலையில் அமைகின்றன குறைவான புரோட்டான்களைப் பெற்றுள்ள பொருளின் அணுக்கரு அதன் அணுக்கரு மின்னூட்டத்தை அதிகரித்து நிலையான தன்மையை அடையவும், மிகு புரோட்டான்களைக் கொண்ட அணுக்கரு தன் மின்னூட்டத்தைக் குறைத்து நிலையான தன்மையை அடையவும் முயலுகின்றன. அணுக்கரு மின்னூட்டத்தைப் பெருமமாக்க எலெக்ட்ரானை வெளியிடுதல் ஒரு முறையாகும். நிலையான சோடியம் ஐசோடோப் ($_{11}Na^{23}$) நியூட்ரான்களின் வினையால் கதிரியக்கத் தன்மையுடைய சோடியம் ஐசோடோப்பாக ($_{11}Na^{24}$) மாற்றமடைவது சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இக்கதிரியக்க ஐசோடோப் ஓர் எலெக்ட்ரானை உமிழ்ந்து நிலையான மக்னீசியம் ஐசோடோப்பாக $_{12}Mg^{24}$ மாற்றமடைகிறது.

$$_{11}Na^{24} \rightarrow {}_{12}Mg^{24} + {}_{-1}e^{0} + {}_{0}\gamma_{e}^{0} + \gamma$$

இம்மாற்றம் எலெக்ட்ரானோடு எதிர்நியூட்ரினோ $_{0}\gamma_{e}^{0}$ (antineutrino) மற்றும் காமாக் குவாண்ட்டம் உமிழ்தலால் நிகழ்கிறது. மின்னூட்டத்தைக் குறைக்க, பாசிட்ரானை வெளிவிடுதல் ஒரு முறையாகும். இது எலெக்ட்ரானின் நிலை நிறையையும் (rest mass) தற்சுழற்சி $\frac{\hbar}{2}$ ஐயும் அடிப்படைத் துகளின் நேர்மின்னூட்டத்தையும் கொண்டது. அணுத்துகளில் நிகழும் பாசிட்ரான் கதிரியக்கச் சிதைவு, மிகுதியான புரோட்டான்கள் நியூட்ரான்களாக மாற்றமடைவதால் நடைபெறுகிறது.

$$_1P^1 \rightarrow {_0n^1} + {_1e^0} + {_0\gamma_e^0}$$

இவ்வினை அணுக்கருக்கள் மின்னூட்ட மற்ற, சுழி நிலை நிறையுடைய நியூட்ரினோவை உமிழ்வதால் நடைபெறுகின்றது. பாசிட்ரான் கதிரியக்கத்தால் அலுமினியம் ஐசோடோப் $_{13}Al^{27}$ கதிரியக்கத் தன்மையுடைய பாஸ்ஃபரஸ் ஐசோடோப்பாக ($_{15}P^{30}$) மாற்றமடைகிறது.

$$_{13}Al^{27} + {_2He^4} \rightarrow {_{15}P^{30}} + {_0n^1}$$

$$_{15}P^{30} \rightarrow {_{14}Si^{30}} + {_{+1}e^0} + {_0\gamma_e^0}$$

நிலையான போரான் ஐசோடோப்பு $_5B^{10}$ இத்தகைய பாசிட்ரான் உமிழ்வால் கதிரியக்கத் தன்மையுடைய நைட்ரஜன் ஐசோடோப்பாக ($_7N^{13}$) மாற்றமடைகிறது.

$$_5B^{10} + {_2He^4} \rightarrow {_7N^{13}} + {_0n^1}$$

$$_7N^{13} \rightarrow {_6C^{12}} + {_{+1}e^0} + {_0\gamma^0_e}$$

இயற்கைக் கதிரியக்கத்தில் உண்டாவதைப் போன்றே சில செயற்கைக் கதிரியக்க அணுக்கருக்களும் எலெக்ட்ரான் அல்லது பாசிட்ரானை வெளியிடுவதுடன் காமாக் கதிர்களையும் வெளிவிடுகின்றன. செயற்கைக் கதிரியக்க நியூக்ளியடுகளில் ஏறத்தாழ மூன்றில் ஒரு பங்குத் துகள்களை மட்டும் வெளிப்படுத்தும் எளிமையான வகையாகவும் மற்றவை காமாக் கதிர்களை வெளிப்படுத்துபவையாகவும் உள்ளன. ஒரு செயற்கைக் கதிரியக்க நியூக்ளியடு ஓர் எலெக்ட்ரானை அல்லது ஒரு பாசிட்ரானை வெளிப்படுத்தியோ சுழல் பாதையிலுள்ள ஓர் எலெக்ட்ரானைக் கவர்ந்தோ சிதைவுறுகிறது என்னும் நியதி சிதைவதற்குக் கிடைக்கக்கூடிய ஆற்றலைப் பொறுத்துள்ளது.

அணுக்கரு இடப்பெயர்ச்சி விதி. அணுக்கரு சிதைவுறும்போது α, β அல்லது γ கதிர்கள் வெளிப்படுகின்றன. அணுக்கரு ஆல்ஃபாத் துகள்களை உமிழ்ந்து சிதைவுறுவதற்கு ஆல்ஃபாச் சிதைவு என்றும், பீட்டாத் துகள்களை உமிழ்ந்து சிதைவுறுவதற்குப் பீட்டாச் சிதைவு என்றும் பெயர். இவ்வாறு சிதைவுறும் அணுக்கரு, தாய் அணுக்கரு (parent nucleus) என்றும், சிதைவுற்றபின் கிடைக்கும் புதிய அணுக்கரு சேய் அணுக்கரு (daughter nucleus) என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

அணுக்கருச் சிதைவைப் பற்றிய அணுக்கரு இடப்பெயர்ச்சி விதிகள் பின்வருமாறு:

$$_Z^AX \rightarrow {_{Z-2}^{A-4}Y} + {_2^4He} \qquad (\alpha\text{- சிதைவு})$$

$$_Z^AX \rightarrow {_{Z+1}^{A}Y} + {_{-1}e^0} \qquad (\beta\text{- சிதைவு})$$

X என்பது தாய் அணுக்கரு உடைய வேதித்தனிமம். Y என்பது சேய் அணுக்கரு.

$_2He^4$ என்பது ஹீலியம் ஐசோடோப்பின் அணுக்கரு அல்லது ஆல்ஃபாத்துகள், $_{-1}e^0$ என்பது எலெக்ட்ரான்.

ஆல்பாத் துகளை உமிழும் அணுக்கரு இரண்டு நேர் மின்னூட்டத்தையும், நான்கு அலகுகள் அணு எடையையும் இழக்கிறது. அணுக்கருவின் நேர் மின்னூட்டந்தான் அதன் வேதி இயல்புகளை நிர்ணயிக்கிறது. எனவே, ஆல்ஃபாத் துகள் உமிழப்படும்போது ஒரு புதுத் தனிமம் கிடைக்கிறது. பீட்டாத் துகளை உமிழும் அணுக்கருவின் மின்னூட்டம் ஓர் அலகு கூடுகிறது. பீட்டாத் துகளின் எடை புரோட்டான் எடையில் $\frac{1}{1836}$ பங்குதான். எனவே, பீட்டாத் துகள் உமிழப்படும்போது அணு எடையில் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றம் ஏதும் நிகழ்வதில்லை.

கதிரியக்கச் சிதைவுக் கொள்கை. *1902* இல் ரூதர்ஃபோர்டு, சாடி ஆகியோர் கதிரியக்க மாற்றங்களைப் பற்றிய ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டனர். மின்னூட்டம் பெற்ற துகளை உமிழ்ந்து அணுக்கரு சிதையும்போது மூலத் தனிமம் அல்லது தாய்த் தனிமத்தைவிட எடை குறைவான ஒரு சேய்த் தனிமம் உண்டாகிறது. இதன் வேதி, இயற்பியல் பண்புகள் தாய்த் தனிமத்திலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டுள்ளன. இச்சிதைவு தொடக்கத்திலிருந்து அளக்கக்கூடிய வேகத்துடன் அடுத்தடுத்து நிகழ்கிறது. கதிரியக்க வலிமை, தனிமத்தில் ஓரலகு நேரத்தில் சிதைவுறும் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். குறிப்பிட்ட கால அளவில் சிதைவுறும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை கதிரியக்கத் தனிம அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்கு நேர்விகிதச் சமமாக உள்ளது. தொடர்ந்து கதிரியக்கச் சிதைவு நிகழும்போது தனிமத்தின் அணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து வருவதால் சிதைவுறும் வேகமும் குறைகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் கதிரியக்கத் தனிமத்தில் உள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கை N எனவும், Δt என்னும் மிகச்சிறிய கால அளவில் சிதைவுறும் அணுக்களின் எண்ணிக்கை ΔN எனவும் கொண்டால் சிதைவு வேகம் $\frac{\Delta N}{\Delta t}$ எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. எனவே,

$$-\frac{\Delta N}{\quad} \quad \lambda N$$

இதில் λ என்பது சிதைவு மாறிலி (disintegration constant) ஆகும். நேரத்திற்கேற்ப அணுக்களின் எண்ணிக்கை குறைவதால் $\frac{\Delta N}{\Delta t}$ ஓர் எதிர் மறையளவாகும். ஒவ்வொரு கதிரியக்கத் தனிமமும் ஒரு சிறப்பான சிதைவு மாறிலியைப் பெற்றுள்ளது. இச்சிதைவு மாறிலி தனிமத்தின் இயல்பை மட்டுமே பொறுத்தது. பிற இயல் நிலையையோ வேதி நிலையையோ பொறுத்தது அன்று. வெப்ப நிலை அல்லது அழுத்தம் இதைப் பாதிப்பதில்லை.

$\frac{\Delta N}{N}$ என்பது குறிப்பிட்ட கால அளவில் சிதைவுறும் அணுக்களின் பின்னத்தைக் கொடுக்கிறது. $-\frac{\Delta N/N}{\Delta t}$ ஓர் அலகு கால அளவில் சிதைவுறும் அணுகளின் பின்னத்தைக் காட்டுகிறது. இது சிதைவு மாறிலி λ க்குச் சமமாகும். எனவே கதிரியக்க மாறிலி ஓர் அலகு கால இடைவெளியில் சிதைவுறும் அணுக்களுக்கும் மொத்த அணுக்களுக்கும் உள்ள விகிதமாகும்.

அணுக்கள் சராசரி ஆயுள்காலம் கொண்டிருப்பன எனக் கொண்டால், $\frac{1}{\lambda}$ என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தனிமத்தின் சராசரி ஆயுள் காலத்தைக் குறிக்கிறது. இயல்பான கதிரியக்கத் தனிமங்களின் சராசரி ஆயுள்காலம் 10^{-6} நொடியிலிருந்து 10^{20} ஆண்டுகளாக உள்ளது. கதிரியக்கச் சிதைவுக் கொள்கை அணுக்களின் கதிரியக்க மாற்றம் என்பது புள்ளியியல் முறை (statistical process) என்பதைக் காட்டுகிறது. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எந்தக் கதிரியக்க ஐசோடோப் அணு சிதைவுற்றது என்பதைக் கூற இயலாது. காண்க. கதிரியக்கங் காணல்

- ஜா. சுதாகர்

கதிரியக்க முறைக் காலக்கணிப்பு

உலகின் வயது ஏறத்தாழ 4,500 மில்லியன் ஆண்டு எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பழங்காலந்தொட்டே அறிவியலார் உலகின் வயதைக் காணக் கீழ்க்காணும் முறைகளைப் பின்பற்றியுள்ளனர். அவை இறைமை நூல் முறை (theoiogian method), வானியல் முறை (astronomical method) என்பன. இறைமை நூல் முறையில் உலகின் வயது 200 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்றும், வானியல் முறையில் 3000 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்றும் கூறப்பட்டுள்ளன. பின்னர் நிலப் பொறியியல் முறைகள் மூலமாகப் புவியின் வயதை அறிவியலறிஞர் கணக்கிடத் தொடங்கினர். அதில் கதிரியக்கக் கனிமங்களின் சிதைவு வீதங்களை அடிப் படையாகக் கொண்ட புவியமைப்பியல் முறையே அனைத்தையும் விடப் புதிய முறையாகும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு உலகின் மிகப் பழைய பாறைகளின் வயது சுமார் 4500 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று முடிவு செய்துள்ளனர்.

பாறைகளில் உள்ள கதிரியக்கக் கனிமங்களான காரீயத்துக்கும் யுரேனியத்துக்கும் இடையே உள்ள விகிதம், ஈயத்துக்கும் தோரியத்துக்கும் இடையே உள்ள விகிதம் முதலியவற்றைப் பொறுத்தும், பாறைக்கனிமங்களில், கதிரியக்கத்தால் ஏற்பட்டுள்ள பல திசை அதிர்நிறமாற்றப் புள்ளியின் (pleochroic holo) தன்மையைக் கொண்டும் பாறைகளின் வயது

$$\text{காலம் (வயது)} = \frac{7.37 \times 10^{9}\ (Pb)}{(U) \times 0.35\ (Th)}$$

கணக்கிடப்படும். Pb, U, Th ஆகியவை அத்தனிமங்களின் அளவைக் (மாதிரியில்) குறிக்கின்றன.

கதிர் இயக்கக் கனிமங்களின் சிதைவு ஒரு சிறந்த நிலப்பொறியியல் கடிகாரம் (geologic clock); யுரேனியம்-238 என்னும் ஐசோடோப் (isotope) ஆல்ஃபாத் துகளை வெளியிட்டுத் தோரியத்தின் ஐசோடோப்பாக மாறுகிறது. இது ஒரு பீட்டாத் துகளை வெளியிட்டுப் புரோட்டாக்டீனியத்தின் ஐசோடோப்பாக மாறுகிறது. இவ்வாறு 14 படி நிலைகள் கடந்த பிறகு நிலையான காரீயம் (Pb—206) உண்டாகிறது. யுரேனியம்-238 இன் அரை வாழ் நாள் காலம் 4.5 மில்லியன் ஆண்டுகள் ஆகும்.

யுரேனியமும் தோரியமும் சிதைவதால் ஹீலியமும், காரீயமும் உண்டாகின்றன. ஹீலிய வளிமம் வெளியேறி விடுகிறது; காரீயம் நிலையாக உள்ளது. சிர்கான், பிச்பிளண்டு, யுரேனினைட், சமாஸ்கைட், மோனோசைட் போன்ற கதிரியக்கக் கனிமங்கள் கதிரியக்கத்தால் உண்டான காரீயத்துடனும் சாதாரணக் காரீயத்துடனும் கலந்தவாறு சூழ்நிலை மாற்றங்களுக்கு உட்படாமல் இருக்குமானால், அவற்றைப் பயன்படுத்தி கதிரியக்கம் எவ்விதத்தில் நடைபெற்றது என்பதைக் கணக்கிட்டுக் காலத்தைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். தாய்க்கனிமமான யுரேனியம் வேதி முறைப்படி இணை பிரியாத U-238, U-235 ஆகிய இரண்டு ஐசோடோப்புகளையும் $\frac{1}{139} = \frac{u\,235}{u\,235}$ என்னும் விகிதத்தில் பெற்றுள்ளது. U-235, U-238 ஐ விட விரைவாகச் சிதைகிறது. ஆகவே 1/139 என்னும் வீதம், பின்னடையப் பின்னடையப் சிதைவு மிகுதியாகிக் கொண்டே இருக்கும்.

$$U\ 231 \longrightarrow Pb\ 206 + 8\ He$$

$$U\ 235 \longrightarrow Pb\ 207 + 7\ He$$

$$Th\ 232 \longrightarrow Pb\ 228 + 6\ He$$

காரீயம், இந்த மூன்று ஐசோடோப்புகளும், Pb-204 உம் சேர்ந்த கலவையாகும். Pb-204 கதிரியக் கத்தால் உண்டாவதில்லை. இன்று ஓராண்டில் கதிரியக்கத்தால் 1/76000,000 கிராம் காரீயம் உண்டாகிறது எனக் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர். இந்த விகிதம் ஏறத்தாழ 1000 மில்லியன் ஆண்டு களாக மாறவில்லை என்பதைப் பயோடைட் போன்ற கனிமங்களுள்ள கதிரியக்கப் புள்ளிகள் காட்டியுள்ளன. கனிமத்தின் வயதைக் கதிரியக்கக் காரீயத்துக்கும், தாய்க்கனிமத்துக்கும் உள்ள பின் வரும் 3 சதவீதங்களைக் கொண்டு கணக்கிடலாம். Pb-209/U-236, Pb-207/U-235, Pb-208/Th-232, U-238/139 மடங்கு மிகுதியாக உள்ளது. மேலும் Pb-207/Pb-206 என்னும் விகிதத்தில் இருந்தும் வயதைக் கணக்கிடலாம். கனிமம் சூழ்நிலை மாற்றத் தால் சிதையாமல் இருக்கும்போது இந்த நான்கு விகிதங்களும் ஒரே அளவாக உள்ளன. இவை ஒன்றுக் கொன்று மாறுபட்டிருந்தாலும் உண்மையான வயதை அவற்றிற்கிடையே உள்ள உறவுமுறை கொண்டு அறியலாம்.

ரேடான், U-238 குடும்பத்தின் வளிமம் ஆகும். இது வெளியேறியிருக்கக் கூடுமாதலின் கனிமத்தில் Pb-206 குறைந்தாற்போல் காணப்படும். அப்போது Pb-207/U-235 என்னும் விகிதத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

Pb அல்லது U அல்லது இரண்டுமே குறைந்தோ, அதிகரித்தோ காணப்பட்டால் Pb - 207 / Pb-206 என்னும் விகிதம் பயன்படும். இவ்வாறாகத் தனி மத்தின் அரை வாழ்நாள் காலமும், தாய்க்கனிமத்தின் கதிரியக்கத்தால் தோன்றியுள்ள தனிமங்களுக்கும் இடையே உள்ள விகிதமும் தெரிந்திருந்தால் அக்கனி மத்தின் வயதைக் கணக்கிடமுடியும். ஆகவே உலகின் முதிய பாறை ஏறத்தாழ 3000 மில்லியன் ஆண்டு வயதுடையது எனலாம். ஆனால் உலகத்தின் வயது இதைவிட மிகுதியானது. ஆகவே உலகின் குறைந்த அளவு வயது 3000 மில்லின் ஆண்டுகளாகும். உலகத் தில் முதன் முதலில் Pb-207 இல்லை. இப்போதுள்ள Pb-207 அனைத்தும் U-235 இல் இருந்தே தோன்றி யுள்ளன. இதன்மூலம் உலகின் வயது 5400 மில்லியன் ஆண்டுகள் இருக்கக்கூடும்.

கதிரியக்கக் கரிமுறை. கதிரியக்கக் கரியைக் கொண்டு 50,000 ஆண்டுகளுக்குள் உள்ள காலத்தை அளக்கலாம். வானத்தின் மிக உயர்ந்த மட்டங்களில் நியூட்ரான்கள் அண்ட வானத்திலுள்ள நைட்ரஜன் அணுக்களைத் தாக்குகின்றன.

$$N^{14} + \text{நியூட்ரான்} = \text{கதிரியக்கக் கரி}$$

$$C^{14} + \text{புரோட்டான்}$$

$$C^{14} + O_2 \rightarrow C^{14}O_2$$

இன்று வாழும் உயிர்ப்பொருள்கள் அனைத்திலும். உலகம் முழுமையிலும் C^{14} க்கும் C^{12} க்கும் உள்ள விகிதம் ஒரே அளவாக உள்ளது. மரம், எலும்பு, தசை, கிளிஞ்சல், சக்கை, நிலக்கரி ஆகியவற்றின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளைக் கொண்டுள்ள படிவுகளின் வயதை இவ்வாறு தெரிந்து கொள்ள முடியும்.

பொட்டாசியம் ஆர்கான் முறை. கதிரியக்கப் பொட்டாசியம் சிதைந்து கால்சியம், ஆர்கான் ஆகிய இரண்டு தனிமங்களை விளைவிக்கிறது. இதைக் கொண்டு படிவுப் பாறைகளின் வயதைக் கணக்கிட லாம். 10^5 ஆண்டுகளுக்கும் மேற்பட்ட வயதுடைய படிவுப் பாறைகளின் வயதை இம்முறையில் கணக் கிடலாம். மைக்கா, ஹார்ன்பிளண்டு போன்ற கனி மங்கள் இம்முறையில் பயன்படுகின்றன.

- அ.வே. உடையனபிள்ளை

கதிரியல்

ஊடுருவிச் செல்லும் தன்மையுள்ள கதிர்களின் உதவியால் பிற பொருள்கள் பற்றி அறிந்துகொள்ளு வதே கதிரியல் ஆகும். எக்ஸ் கதிர்களும் அவற்றைச் சார்ந்தவையும், நுண் ஒலிக்கதிர்களும் (ultra sound waves), மின்காந்தக் கதிர்களும் (magnetic radiation) ஊடுருவிச் செல்லும் கதிர்கள் ஆகும். இவை உயிரினங் களிலும், தொழில் துறைகளிலும் பிற இடங்களிலும் விரிவாகப் பயன்படுகின்றன. தற்காலத்தில் இவற்றின் உதவியும் பயன்பாடும் கணிப்பொறிகளின் உதவியால் பன்மடங்கு விரிவடைந்துள்ளன. இக்கதிர்களின் ஊடுருவிச்செல்லும் தன்மையே உடல் உறுப்புகள் பற்றி அறிய உதவுகிறது. இதனால் உடலில் தாக்க முற்ற பகுதிகளையும், அவற்றின் மாறுபட்ட தன்மை யையும் எளிதில் காண இயலும். மேலும் கதிரியக்கம் கொண்ட பொருள்களை உடலில் பயன்படும் பல பொருள்களோடு இணைத்து உடலில் செலுத்தி, அவற்றிலிருந்து வெளியாகும் கதிரியக்கங்களைக் கொண்டு நோயின் தன்மையை அறியலாம். இவ் வாறான ஆக்கப்பணிகள் தவிர இவை நோய்களின் அழிவிற்கும் பயன்படுகின்றன. குறிப்பாகப் புற்று நோய் மருத்துவத்தைக் குறிப்பிடலாம்.

புற்றுநோய் தாக்கிய பகுதிகளைக் கதிர்வீச்சில் காட்டுவதாலும், உடலுள் கொள்ளப்பட்ட கதிர் வீச்சுத் தன்மையுள்ள பொருள்களாலும் புற்றுநோய் மருத்துவம் பயன்படுகிறது. இவ்வாறாகக் கதிரியல் துறை நோயறி பகுதி எனவும், மருத்துவப்பகுதி எனவும் இருபகுதிகளைக் கொண்டது. கதிரியல், தொழில் துறைகளில் பெரும் இரும்புத் தண்டுகளின் விரிசல்களைக் காணவும் உதவுகிறது. தாவரவியலிலும் இது பயன்படுகிறது. உடலுள் மறைத்துக் கொண்டு

வரும் பொருள்களைச் சுங்கத்துறையினர் கண்டு பிடிக்கவும் இது உதவுகிறது.

- எம்.கே. சிவக்கொழுந்து

கதிரியல் ஆய்வும் முறைகளும்

எக்ஸ் கதிர்களின் உதவியால் நோய்களை ஆய்ந்தறிய அளவற்ற முறைகள் உள்ளன. அவை நோயாளிகளை எக்ஸ்கதிர்களின் உதவியால் நேரில் ஆய்வு செய்வதும் அவர்களுக்கு எடுக்கப்படும் படங்களை ஆய்வு செய்து முடிவுக்கு வருதலும் ஆக இருவகைப்படும். சில சமயங்களில் ஒரு நோயாளிக்கு இவ்விரு முறைகளும் மேற்கொள்ளப்படும். நேரில் ஆய்வு செய்யும்போது உதரவிதானம் (diaphragm) மூச்சுவிடும்போது மேலும் கீழுமாகப் போவதையும், இதயத்துடிப்புகளையும், ஆய்வின்போது பேரியம் போன்ற மருத்துவப் பொருள்கள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்துக்கு இடம் பெயர்ந்து போவதையும், உணவுப் பாதையின் சுருங்கி, விரிதல் நிகழ்ச்சிகளையும் காண முடியும். இவற்றை இவை நிகழும் ஒரு நிகழ்வின்போது எடுக்கப்படும் படங்களில் காண முடியாது.

சாதாரணமாக எடுக்கப்படும் ஒரு படத்தில் நுரையீரல் போன்று காற்று நிரம்பிய பகுதிகளையும், சுண்ணாம்புச்சத்து நிறைந்த எலும்புகள் போன்ற பகுதிகளையும் எளிதாகக் காணலாம். சிறுநீரகங்கள் அதைச் சுற்றியிருக்கும் கொழுப்புப் படலத்தால் பித்த நீர்ப்பை, சிறுநீர்ப்பை, இரத்தக்குழாய்கள் போன்றவற்றைச் சாதாரண முறையில் காண முடியாது. அவற்றைச் சில மருந்துகளை உட்கொண்டோ இரத்தக் குழாய்களில் உட்செலுத்தியோதான் காண முடியும். இவ்வாறாக உணவுப்பாதையையும் அதில் ஏற்படும் கோளாறுகளையும் காணப் பேரியம் உட்கொள்ள வேண்டும். உட்கொண்ட பொருள் உணவுப்பாதையின் ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் செல்வதைத் தகுந்த இடைவெளியில் படங்களாக எடுத்து ஆய்வு செய்யலாம்.

இரத்தக் குழாய்களையும், சிறுநீர்ப்பாதையையும் அறிய அயோடின் கலந்த மருந்துப்பொருளை இரத்தக் குழாய்களில் உட்செலுத்தி, உடனேயோ வெவ்வேறு இடைவெளிகளிலோ படங்களாக எடுத்துக் கணித்து வரலாம். இவ்வாறே இதயத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகள், வெவ்வேறு இடங்களுக்குச் செல்லும் இரத்தக் குழாய்கள், நிணநீர்க்குழாய்கள், உமிழ்நீர், பித்தநீர், கணைய நீர்க் குழாய்கள், நிணநீர் ஆகியவற்றை மேற்கூறப்பட்ட அயோடின் கலந்த மருந்தைச் செலுத்துவதன் மூலமும் அவற்றைப் படங்களாக எடுத்து அறிய முடியும்.

அண்மைக்காலத்தில் அலகீடு (scan) எனப்படும் ஆய்வு முறைகளுக்கு ஊடு கதிர்களும் பிற கதிரியக்கப் பொருள்களும் பயன்படுகின்றன. ஊடுகதிர்க்கருவிகளைக் கணிப்பொறியுடன் இணைத்து உடலின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தையும், பிற வெட்டுத் தோற்றங்களையும் எளிதில் அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. இதே முறையில் கதிரியக்கப் பொருள்களை உடலினுள் செலுத்தி அல்லது உட்கொண்டு அதிலிருந்து வரும் கதிரியக்கத்தால் அலகீடு செய்ய முடியும். இது ஐசோடோப் அலகீடு எனப்படும். இவ்வாறு நோய்க்கு ஏற்றவாறு தகுந்த முறைகளைத் தேர்வு செய்து, அதை மேற்கொண்டு பின்னர் ஆய்ந்து முடிவுக்கு வர முடியும். சில சமயங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளையும் மேற்கொள்ள நேரிடும்.

- எம். கே. சிவக்கொழுந்து

கதிரியல் படப்பிடிப்பாளர்

கதிரியல் மருத்துவர் நோயாளிகளுக்குத் தேவையான உடற் பகுதிகளைத் தேவையான கோணங்களில் ஏற்றவாறு படம் எடுத்துக் கொடுப்பதில் சிறப்புப் பயிற்சி பெற்றவர் ஆவார். முதல்நிலைக் கல்லூரிப் படிப்புக்குப் பின்னர், தற்போது மேல்நிலைக் கல்விக்குப் பின்னர் ஓராண்டுச் சான்றிதழ் படிப்பு மேற்கொண்டு, எழுத்துத் தேர்வு, வாய்மொழித் தேர்வு இரண்டிலும் தேர்ச்சி பெற்றுப் பின்னர் இத்தொழிலைச் செய்ய வருவர். சில இடங்களில் இது பட்டப்படிப்பாகவும் கற்றுத் தரப்படுகிறது. உடற்கூறு, உடலியல் போன்ற மருத்துவத்துறையில் பல்வேறு பாடங்களும் இவர்களுக்கு ஓரளவு கற்றுத் தரப்படுகின்றன. நோய்களைப் பற்றியும், அவற்றின் இன்றியமையாமை, அவசரத் தன்மை போன்றவை பற்றியும் அவர்களுக்கு விளக்கிக் கூறப்படுகின்றன. படப்பிடிப்புத் தொடர்பான பயிற்சி மட்டுமன்றிக் கதிர் மருத்துவ முறைகளும் அவற்றை அளிக்கும் முறைகளும் கற்றுத் தரப்படுகின்றன, ஊடுகதிர்களாலும், கதிரியக்கப் பொருள்களாலும் உண்டாகும் அழிவாற்றல்கள் பற்றியும் அவர்கள் நன்கறிவர்.

- எம்.கே. சிவக்கொழுந்து

கதிரியல் படம்

பாலிஎஸ்ட்டர் அல்லது செல்லுலோஸ் அசிட்டேட்டால் ஆகிய கண்ணாடி போன்று மறுபுறம் இருக்கும் பொருள்கள் தெரிகின்ற ஏட்டில் இருபுறமும் புகைப்பட மருந்துக் கலவை பூசப்படுகிறது. இந்த மருந்துக் கலவை வெள்ளி உலோகக் கலவையுடன் ஹாலோஜன் கலவையைக் கலந்து தயாரிக்கப்படும். சாதா

ரணமாக வெள்ளி உலோகத்துடன் புரோமின் என்னும் ஹாலோஜன் கலந்து தயார் செய்யப்படும். இக்கலவையை வெளிச்சத்திலோ ஒளியிலோ ஊடு கதிரிலோ காட்டினால் கலவையில் வேதி மாற்றம் ஏற்பட்டுவிடும். ஆதலால் இக்கலவை பூசப்பட்ட ஏடுகளோ சுருள்களோ பயன்படும்வரை இருட்டி லேயே இருக்க வேண்டும்.

பயன்படும் இடத்திற்கும் அலுமினியத்தகட்டால் ஆன பெட்டியொன்றில் (cassette) தான் எடுத்துச் செல்லப்படும். அங்கு, நோயாளியின் உடலினுள் ஊடுருவிச் செல்லும் கதிர்கள் பின்னர் வெளிவந்து, அலுமினியத் தகட்டால் ஆன பெட்டியை ஊடுருவி மருந்துக்கலவை பூசப்பட்ட ஏட்டில் மாற்றத்தை விளைவிக்கின்றன. இம்மாற்றத்தை நிலையான தோற்றமாக ஆக்க, ஏடு இருட்டறையில் விரிவான முறைகளில் கழுவப்படுகிறது. பின்னர் அந்த ஏடு காய வைக்கப்பட்டு மருத்துவரின் ஆய்வுக்கு அனுப்பப்படுகின்றது. ஏடுகள் வெவ்வேறு அளவு களில் பயன்படுகின்றன. திரைப்படத் துறையில் பயன்படுவதுபோல நீண்ட சுருள் படங்களாகவும் பயன்படுவது உண்டு.

- எம்.கே. சிவக்கொழுந்து

கதிரியல் மருத்துவர்

கதிரியல் தொடர்பான மருத்துவர் கதிரியல் மருத்து வர் (radiologist) எனப்படுவார். அவர் தம் அடிப் படை மருத்துவக் கல்விக்குப்பின்னர், கதிரியல் மருத்துவக் கல்வியும், பயிற்சியும் மேற்கொண்டவர். கதிரியல் மருத்துவக் கல்வி, இளநிலைக்கல்வி எனவும், முதுநிலைக் கல்வி எனவும் மூன்று நான்காண்டுப் பயிற்சி கொண்டது. மேலும் கதிரியல் கல்வி, ஆய்வுத் துறை (diagnosis) எனவும் மருத்துவத் துறை (therapy) எனவும் இருவகைப்படும். ஒருவர் ஒரு துறையில்தான் பயிற்சி மேற்கொள்ள முடியும். அதற்கேற்ப அவர் ஆய்வாளர் என்றோ, மருத்துவர் என்றோ குறிப்பிடப்படுவார். இவர்கள் கதிர்வீச்சி னால் ஏற்படும் அழிவாற்றல்களை முற்றிலும் அறிந்து, அவற்றை மனத்தில் கொண்டு தம்மையும் பிறரையும் பேணி, அறிவன அறிந்து, தத்தம் துறையில் செய்யவேண்டியன செய்து முடிப்பர்.

- எம்.கே. சிவக்கொழுந்து

கதுப்புத் துடுப்பு மீன்கள்

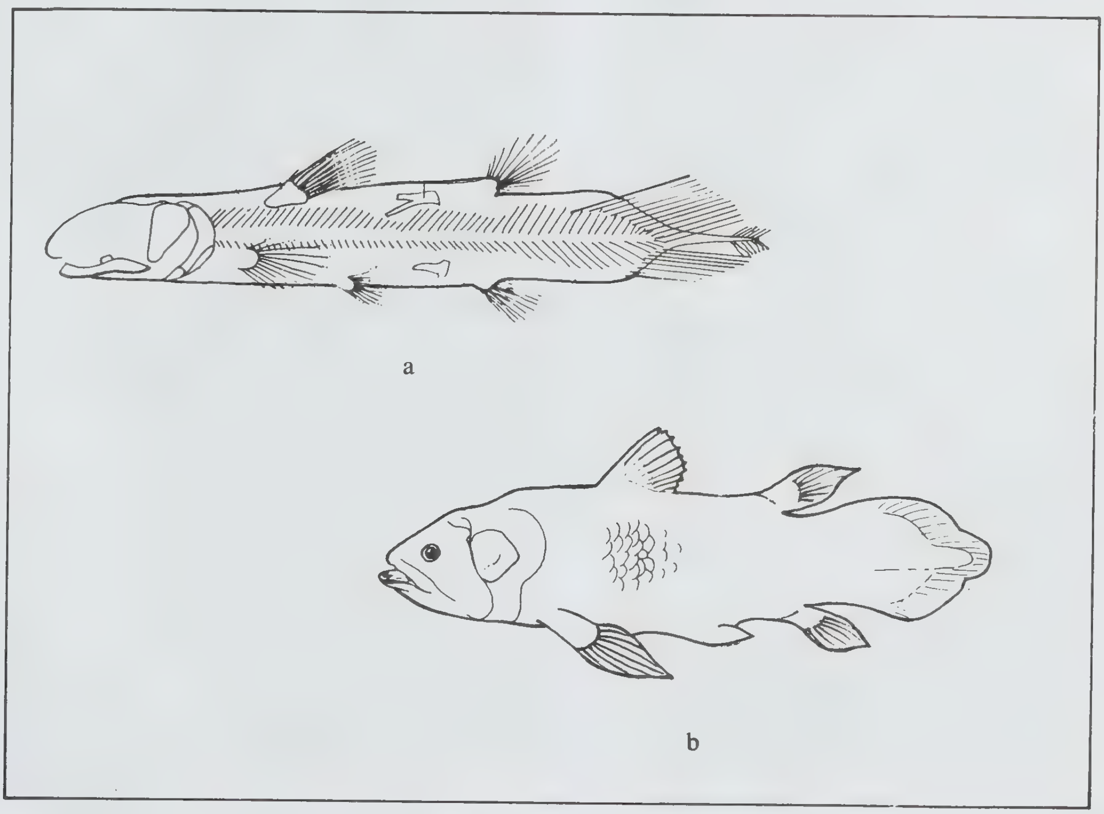
ஏறத்தாழ 340-400 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் டெவோனியக் காலத்தொடக்கத்தில் உலகக் கடற்பரப்பில் பல இடங்களில் நுரையீரல் மீன்கள் (lung fishes) தோன்றிப் படிமலர்ச்சி பெற்றிருந்தன. அதே காலத்தில் கதுப்புத்துடுப்பு மீன்களும் (crossopterygii) தோன்றிப் படிமலர்ச்சி பெற்றிருந்தமைக்கு இன்று பல தொல் படிவச் சான்றுகள் கிடைத் துள்ளன. டெவோனியக் காலத்தின் பிற எலும்பு மீன்கள் பல பண்புகளைப் பெற்றிருந்தாலும், தலை யின் முன் மூக்குப்பகுதி, பின் செவிப்பகுதியாகப் பிரிந்து இவ்விரண்டும் அசையும் மூட்டுகளால் பொருந்திய ஒரு தனிப்பண்பை நோக்கக் கதுப்புத் துடுப்பு மீன்கள் வேறுபட்டே தோன்றின. இந்த இணைப்பு, தலைப்பகுதியை மேலும் கீழும் அசைக்கப் பயன்பட்டிருக்க வேண்டும் எனக் கருத இடமேற்படு கிறது. கதுப்புத்துடுப்பு மீன்களில் 1-4 மீ. நீளமுடைய பெரிய கொன்றுண்ணியாகிய ரிப்பிடிஸ்டியா பிரிவும், சிறிய சீலகாந்த் பிரிவும் அடங்கும். மிகப்பெரிய சீலகாந்த்தின் நீளம் 1.5மீ. ஆகும்.

ரிப்பிடிஸ்டியாவில், போரோலெப்பிஃபார்ம்ஸ் (porolepiformes), ஆஸ்டியோலெப்பிஃபார்ம்ஸ் (osteo lepiformes) என இரண்டு குடும்பங்கள் உள்ளன. போரோலெப்பிஃபார்ம்ஸ் என்பவை மருங்கில் ஒடுங்கிய பெரிய உடலையும், முதுகருகில் தோள் கதுப்புத் துடுப்புகளையும் கொண்டிருந்தன. மூச்சை உள்ளிழுக்கவும் வெளியிடவும் வெளி மூக்குத்துளை களையும், வாய்க்குழியில் உள் மூக்குத்துளைகளையும் கொண்டிருந்தன. மேலும் மையப்பகுதியற்ற முள் ளெலும்புகளும், சமச்சீரற்ற (heterocercal) வால் துடுப்பும் இருந்தன. ஆஸ்டியோலெப்பிஃபார்ம்ஸ் என்பவை மெலிந்த உடல், அகன்ற தலை, தடித்த செதில்கள் ஒரு புற மூக்குத்துளை, பல்வேறு அமைப் புடைய வால்துடுப்பு ஆகியவற்றைப் பெற்றிருந்தன, சிறப்பாக இவை தண்டுவட நரம்புகளுடன் தொடர் பும், வளையம் போன்ற மையப்பகுதியுமுடைய முள் ளெலும்பைப் பெற்றிருந்தன. அனைத்து ரிப்பிடிஸ்டி யாக்களும் ஆழமற்ற நீர்நிலைகளில் கொன்றுண்ணி யாக (predators) வாழ்ந்தாலும், பெரும்பாலான ஆஸ்டியோலெப்பிடுகள் கரையோரங்களிலேயே வாழக்கூடிய தகவமைப்பைப் பெற்றிருந்தன. ஆஸ் டியோலெப்பிடுகளிலிருந்தே, நாற்கால் விலங்குகள் படிமலர்ச்சியுற்றன என அனைத்துத் தொல்லியல் வல்லுநர்களும் கருதுகின்றனர்.

இடை டெவோனியக் கால முதல் இறுதி டெவோனியக் காலம் வரையே ரிப்பிடிஸ்டியாவி லிருந்து சீலக்காந்த்துகள் தோன்றி இருக்கவேண்டும். கதுப்பற்ற முதல் முதுகுத்துடுப்பும், தனித்தன்மை வாய்ந்த சமச்சீர்மையும், மூன்று கதுப்புடைய வால் துடுப்பும் இவற்றின் சிறப்புப் பண்புகளில் குறிப்பிடத் தக்கவையாகும். சதைப்பற்றுடன் தொங்கும் ஆரைகளை மையக்கதுப்புக் கொண்டிருக்கும். தலையின் எலும்பமைப்பு, துடுப்பமைப்பு, உள் மூக்குத்துளையின்மை, தலையின் முன்பகுதியிலுள்ள

வியத்தகு உறுப்புகள் ஆகியவற்றால் இவை ரிப்பிடிஸ்டியாவிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. டெவோனியக் காலத்தில் விரைவாக நடைபெற்ற படிமலர்ச்சி வேறுபாடுகளின் நிலையான தன்மை, வேறு எவ்வித விலங்கினப் படிமலர்ச்சியிலும் இல்லை. பழமைப் பண்புகள் நிறைந்த நுரையீரல் மீன்கள்கூடப் பல மாற்றங்களைப் பெற்றுள்ளன. டெவோனியன் தொடக்ககாலச் சீலக்காந்த்துகள் அண்மைத் தொல் (கிரேட்டேசியக் காலம்) படிவங்களிலிருந்து தலைப் பகுதியின் எலும்பாக்கத்தில் மட்டும் மாறுபட்டுள்ளன. முதன்முதல் தோன்றிய சீலக்காந்த்துகள் ஆழமில்லாத நன்னீர் நிலைகளில் வாழ்ந்தாலும் இடையுயிரூழிக் காலத்தில் வாழ்ந்த பிற எலும்பு மீன் இனத்துடன் இவையும் கடலில் வாழ்ந்தன. பெரும்பாலான எலும்பு மீன்கள் இயற்கையின் பல் வேறுபட்ட சூழ்நிலை இடங்களில் பரவின என்றாலும் சீலக்காந்த்துகள் மட்டும் தம் தனித்தன்மையை இழக்கவில்லை. கிரேட்டேசியக் காலம் வரை பெருமளவில் வாழ்ந்த இவை தொல்படிவப் பதிவுகளிலிருந்து மறைந்து விட்டன.

1938 இல் தென் ஆப்பிரிக்காவில் கிழக்கு லண்டன் பகுதியில் மீன்பிடி இழுவலையில் கிடைத்த ஓர் அரியமீன் அதைப் பிடித்த பரதவர் இனத்தலைவனின் கையை நன்றாகக் கடித்துவிட்டது. ரோடிஸ் பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த ஸ்மித் என்பார், பரதவர் தலைவனைக் கடித்த மீன், சீலக்காந்த் வகையைச் சார்ந்து வாழும் தொல்லினமே என்று அறுதியிட்டுக்கூறியது அனைவரையும் வியப்பில் ஆழ்த்தியது. எதிர்பாராமல் கோடைவெயிலில் அம்மீன் தென் பகுதியில் பலமணி நேரம் கிடந்ததாலும், பேருந்து ஓட்டுநர் கெடு நாற்றமுடைய அம்மீனை எடுத்துச் செல்லத் தயங்கியதாலும், விடுமுறை, அஞ்சல் துறையின் தாமதம் இவற்றாலும் அம்மீனின் எலும்பும் தோலுமே ஸ்மித்துக்கு எஞ்சின. அவர் அந்த மீனை உயிருடன் எடுத்துச் சென்று ஆய்வகத்தில் ஆய்வு செய்ய விரும்பியது ஏமாற்றமாக முடிந்தது. இப்பெரிய மீனின் பண்புகள் இடையுயிரூழிக்காலச் சீலக்காந்த்துகளைப் பெரிதும் ஒத்து இருந்தமையால் ஸ்மித் இதை வாழும் தொல்லினம் என்று அறிவித்ததோடு, இந்த அரிய மீனைத் தம் கவனத்திற்குத்



(a) பின்கார்பனிஃபெரஸ்-பின் டிரையாசியக் காலத் தொல் படிவங்களிலிருந்த தொகுக்கப்பட்ட சீலக்காந்த்
(b) உயிருள்ள சீலக்காந்த்.

கொண்டு வந்த கிழக்கு லண்டன் அருங்காட்சியகத் தலைவர் கோர்ட்டினேலாட்டிமர் என்பாரைச் சிறப்பிக்கும் நோக்கத்தில், அவர் பெயரான லாட்டிமர் என்பதையும், சாலும் நதிக் கழிமுகத்தில் 4 கி.மீ. தொலைவிலுள்ள இடத்தில் கிடைத்ததால் அந்நதியின் பெயரான சாலும் என்பதையும் சேர்த்து இதற்கு லாட்டிமீரியா சாலும்னி (*Latemeria chalumnae*) என்று பெயரிட்டார்.

லாட்டிமீரியா போன்ற மீன்வகைகள் கடலில் கிடைத்தால் உடனே அரசுக்கு அறிவிக்க வேண்டும் என்பதற்கு இணங்கித் தெரிவிக்க, 1952 வரை அரசிடமிருந்து எவ்விதத் தகவலும் இல்லை. மடகாஸ்கர் - சான்சிபார் தீவுகளுக்கிடையே வட பகுதியிலுள்ள கோமொரோ தீவுக் கூட்டங்களில் இரண்டாம் முறையாகச் சிதைந்த நிலையில் ஒரு மீன் கிடைத்தது. அத்துடன் 1960 பிப்ரவரித் திங்கள் மடகாஸ்கருக் கருகில் ஒரு சீலக்காந்தும், 1961 ஜனவரியில் மற்றொரு சீலக்காந்தும் கிடைத்தன. ஆனால் பிடிபட்ட 24 மணி நேரத்திற்குள் இவை இறந்து விட்டன.

ஏறத்தாழ 1000 அடி ஆழத்தில் நீர் அழுத்தம் மிகுந்த இடத்தில் வாழும் சீலக்காந்துகள் அழுத்தம் குறைந்த நீர்ப்பரப்பிற்கு வந்ததும் இறந்துவிடுவதுடன், சூரிய ஒளி, மிகு வெப்பம் ஆகியவற்றால் உடல் சிதைவுற்றும் விடுகின்றன. அடுத்து 0.75-2 மீ நீளமும் 13-20 கி.கி. எடையும் உடைய எண்பதுக்கு மேற்பட்ட மீன்களும் கிடைத்தன. விலங்கியல் துறையினர் கோமரோ தீவுகளில் இதற்கென்றே ஆய்வுப் பயணம் மேற்கொண்டபோது, கடற்கரையிலிருந்து ஏறத்தாழ 1. 5 கி மீ. தொலைவில் 260-300 மீ. ஆழத்தில் கடலடிப்பகுதியிலிருந்து பரதவர் மூலம் பல மீன்கள் கிடைத்தன. அவை அனைத்துமே லாட்டிமீரியா இன மீன்களாகும். உடல் வலிமையும், முரட்டுத்தனமும் கொண்ட இவை நீருக்கு வெளியே பலமணி நேரம் வாழும் தகவமைப்பைப் பெற்றிருந்த போதும், ஆய்வக நீர்த்தொட்டிகளில் மட்டும் இவை நெடுநேரம் உயிருடன் வாழ்வதில்லை. கடல் ஆழத்தில் உள்ள வெப்பநிலைக்கும், நீர்ப்பரப்பில் உள்ள வெப்பநிலைக்கும் 15°C வேறுபாடு இருப்பதே இதற்குக் காரணம் எனக் கருதினர்.

லாட்டிமீரியா எஃகு நீலப்பழுப்பு நிறத்தையும், உடல் முழுதும் திட்டுத்திட்டான வெண்புள்ளிகளையும் பளபளப்பான பொன்னிறக் கண்களையும் கொண்டதாகும். உடல் மருங்கிலுள்ள நன்கு வளர்ச்சியுற்ற நுகர் பெட்டகங்களின் அருகே இரண்டு நரம்பூட்டம் பெற்ற பசைப்பொருள் நிறைந்த பைகள் உள்ளன. இவை வரிசையாக அமைந்த ஆறு துளைகள் மூலம் வெளியே திறக்கின்றன. இத்தலையுறுப்புகள் மின் அதிர்வுவாங்கி (elctro receptors) உணர்வுறுப்புகள் என்று கனடா தேசிய அருங்காட்சியகத் தலைவர் மெக் ஆல்லிஸ்டர் ஆய்ந்து கூறியுள்ளார். உணர்வுறுப்புகளின் செயல்தன்மை எவ்வாறிருந்தாலும் லாட்டிமீரியா ஒரு கொன்றுண்ணியாகும். ஏனெனில் அதன் வயிற்றில் மீன்களும், மெல்லுடலித் தலைக் காலிகளும் காணப்பட்டன.

சீலக்காந்துகள் அரியவாகக் கிடைத்தாலும் அவற்றின் உடற்கூற்றியல், செயலியல் முறைகளைப் பற்றிய விவரங்கள் (data) மிகுதியாகத் தொகுக்கப் பட்டுள்ளன. தொல்லுயிர் வல்லுநர்கள் சீலக்காந்த் தொல் படிவங்களைக் கொண்டு சீலக்காந்த்துகளின் கண்டுபிடிப்புகள் மிகச்சரியானவை என்று மெய்ப்பித்துள்ளனர். 1927 இல் வாட்சன் என்பார் ஜுராசிக் சீலக்காந்த்தின் அன்டைனா உடலுக்குள் குட்டிச் சீலக்காந்த்தின் உடற்சட்டகம் இருந்ததைக் கண்டு பிடித்து இது குட்டிபோடும் தன்மையது என்று கூறினார். சீலக்காந்த்தில் புறக்கலவியுறுப்புகள் இல்லாமையால் பெரிய சீலக்காந்த் தன் இன உண்ணியாகக் குட்டிச் சீலக்காந்த்தை விழுங்கியிருக்கக் கூடும் என்ற வாட்சன் கூற்றைச் சிலர் மறுத்தனர். ஒரு பெண் லாட்டிமீரியா மீனில் ஓடற்ற முட்டைகளைக் கண்டுபிடித்துக் கிரிஃபித், தாம்சன் இருவரும் வாட்சன் கூற்றுச் சரியென்றும் ஓடற்ற முட்டைகள் சவ்வூடுபரவல் பாதுகாப்பிற்கு (osmotic protection) இன்றியமையாதவை என்றும் கூறியுள்ளனர்.

அண்மையில், அமெரிக்க இயற்கை வரலாற்று அருங்காட்சியகத்தைச் சார்ந்த ஸ்மித்தும் பிறரும் 1.6மீ நீளமுடைய மீன் உடலை அறுத்து ஆய்வு செய்தபோது, ஒரு சினை நாளத்தில் 30 செ.மீ. நீளமுடைய ஐந்து குட்டிமீன்கள் இருந்தமையைக் கண்டுபிடித்தனர். இதிலிருந்து லாட்டிமீரியாவில் உட்கருவுறுதல்தான் நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும் என்று அறுதியிட்டுக் கூறினர். புறக்கலவி உறுப்பில்லாத ஆண் மீனால் இது எவ்வாறு இயலும் என்பது இது வரை விளங்காமல் உள்ளது. இது குறித்து மேன் மேலும் ஆய்வுகள் செய்யப்படுகின்றன.

டெவோனியன் காலக் கதுப்புத்துடிப்பு மீன்களில் லாட்மீரியா மட்டுமே இன்றுள்ளது. எலும்பு மீன்கள் பழமை மாறாப் பண்புகளுடன் இருந்தாலும் கதுப்புத் துடுப்பு மீன்களிலிருந்தே படிமலர்ச்சியுற்ற முதுகெலும்பிகள் தோன்றின. இவை கடல்வாழ் விலங்கு இனங்களைத் தோற்றுவிக்கவில்லை. இதை ஆரைத் துடுப்பு மீன்களே (*actinopterggi*) செய்திருக்க வேண்டும். 340-400 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு உலகக் கடற்பரப்பில் பெருமளவில் பரவியிருந்த சீலக்காந்துகளில் கோமொரோ தீவில் உள்ள இனம் மட்டுமே இன்றுள்ளது.

- கே. கே. அருணாசலம்

நூலோதி. *W. N. Mc Farland, Vertebrate Life F. Harvey Pough, Tom. J. Cade*, and John B. Heiser, Macmillan Publishing Co., Inc., New York, 1979.

கந்தக அமிலம்

இது கனிம அமிலங்களில் வீரியம் மிக்கதாகும். இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு H_2SO_4; சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் (sulphuric acid) ஒரு நிறமற்ற, எண்ணெய் போன்ற நீர்மம். இது விட்ரியால் எண்ணெய் அல்லது விட்ரியோலிக் அமிலம் என்றும் குறிப்பிடப்படும். தூய அமிலத்தின் அடர்த்தி 1.834 (25^0Cஇல்); உறை நிலை 10.5^0C. தொழில் துறையில், குறிப்பாகப் பெட்ரோலியம் மீதூய்மை செய்யும் தொழிலகங்களில் மிகவும் பயன்படுகிறது. மேலும் உரங்கள், வண்ணப் பூச்சுகள், நிறமிகள், காயங்கள், வெடி மருந்துகள் தயாரிப்பிலும் இது பயன்படுகிறது.

கந்தக அமிலம் (சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்). இது ஆக்சிஜனேற்றியாகவும், நீரிறக்கியாகவும் (dehydrating agent), சல்ஃபோன் ஏற்றியாகவும் (sulphonating agent) பயன்படும் முக்கிய வினைப் பொருள் ஆகும். கந்தக அமிலம் பல வினைகளில் வினையூக்கியாகவும், மின்பகுளியாகவும் (electrolyte) செயல்படுகிறது. இதன் ஒவ்வொரு பண்பும் தொழில் துறையில் பயன் மிக்கதாகும்.

சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் பெருமளவில் தொடும் முறையிலும் (contact process) குறைந்த அளவில் காரீய அறை (lead chamber) முறையிலும் தயாரிக்கப்படுகிறது. இவ்விரு முறைகளிலும் கந்தகம் சல்ஃபர் டைஆக்சைடாக ஆக்சிஜனேற்றப்படுகிறது. தொடும் முறையில், சல்ஃபர் டைஆக்சைடைத் திண்ம நிலை வினையூக்கியின் ஊடே செலுத்தும்போது அது சல்ஃபர் ட்ரைஆக்சைடாக மாற்றமடைகிறது. இவ்வினை ஒரு வெப்பம் உமிழ் வினையாகும்.

$$SO_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{வினையூக்கி}} SO_3 \quad \Delta G = -16.7$$

சல்ஃபர் ட்ரைஆக்சைடு, சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் அமில நீரிலியாகும். இது நீரில் எளிதில் கரைவதில்லை. இதைத் தூய சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைத்தால் பைரோசல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் பின்னர் நீரால் கலக்கும்போது சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் கிடைக்கின்றன.

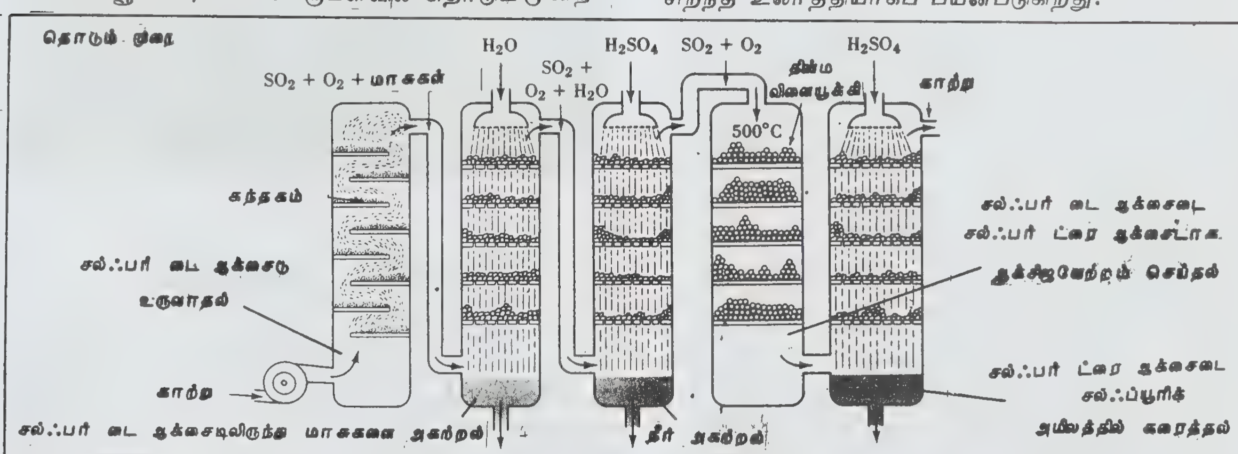
$$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow HO-SO_2-O-SO_2-OH$$

பைரோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம்

$$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

காரீய அறை முறையில் சல்ஃபர் டைஆக்சைடு நைட்ரிக் அமிலத்தால் பெரிய காரீய அறையில் ஆக்சிஜனேற்றப்படுகிறது.

தொழில் துறையில் பயன்படும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் 98.3% வரை செறிவு மிக்கதாக வாலையில் வடித்துப் பெறப்படும். இதைவிடத் தூய அமிலத்தைப் பெற, பின்னப் படிகமாக்கல் முறை பயன்படுகிறது. சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் நீரோடு தீவிரமாக வினைபுரிவதால் பல ஹைட்ரேட்டுகள் உண்டாகின்றன. அவற்றுள், இதன் மோனோஹைட்ரேட்டே (H_2SO_4 H_2O) நிலையானது ஆகும். எனவே செறிவுமிக்க அமிலம் காற்றிலிருந்து ஈரத்தை எளிதில் உறிஞ்சி சிறந்த உலர்த்தியாகப் பயன்படுகிறது.

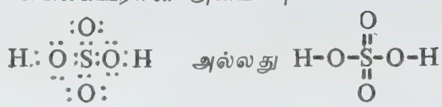


செறிவு மிக்க அமிலம் சிறந்த ஆக்சிஜனேற்றியாகச் செயல்படுகிறது; ஏனெனில், இது எளிதில் ஓர் ஆக்சிஜன் அணுவை இழந்து சல்ஃப்யூரஸ் அமிலமாக (H_2SO_3) மாற்றமடைகிறது. இது பொதுவாக அனைத்து உலோகங்களுடனும் வினைபுரிந்து சல்ஃபர் டைஆக்சைடைக் கொடுக்கிறது. தங்கத்துடன் மெதுவாக வினைபுரிகிறது.

$$2Ag + 2H_2SO_4 \rightarrow Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் நீரில் ஹைட்ரஜன் அயனிகளாகவும் (H^+), பைசல்ஃபேட் அயனிகளாகவும் (HSO_4) சல்ஃபேட் அயனிகளாகவும் பிரிகை அடைகின்றது.

இதன் எலெக்ட்ரான் அமைப்பு:



- த. தெய்வீகன்

கந்தகம் (கனிமம்)

இயற்கையில் பல்வேறு கனிமங்களுடன் கந்தகம் (sulphur) காணப்பட்டாலும் சல்ஃபைடுகள், சல்ஃபேட்டுகள் மிகக்குறைந்த அளவே கனிம நிலையில் படிகமாகக் காணப்படுகின்றன. கந்தகம் செஞ்சாய் சதுரத்தொகுதியைச் (orthorhombic) சேர்ந்தது. இதன் வேதிச் சேர்க்கைப் படிகங்கள் இயற்கையில் தடிமனான பாள வடிவமாகவும், ஆப்பு வடிவப் (sphenoidal) படிகமாகவும் காணப்படுகின்றன. இதன் அமில அரிமானத்தால் இக்கட்டமைப்புத் தெரிகிறது. ஆனால் எக்ஸ் கதிர் ஆய்வுகள் இதை இயல்பு வகுப்புப் பட்டகம் எனத் தெளிவாக்குகின்றன. மிக அரிதாக இரட்டுறல் கொண்டு (twinnd) திண்ணிய, சிறு நீர் வடிவ அமைப்பாகவும், தரை வீழ்படிவுக் கூம்பில் கரைசல் படிவாகவும் காணப்படுகிறது.

அடியிணைவடிவப்பக்கம் (001), பட்டக வகைப் பக்கம் (110) கூம்புப்பட்டக வடிவப் பக்கம் (111) ஆகியவற்றில் சீரற்ற கனிமப்பிளவு உடையது. வளை முறிவு அல்லது சீரற்ற முறிவு கொண்டுள்ளது. அரிதாக நொறுங்கும் தன்மையுடையது. கந்தகத்தின் கடினத்தன்மை 1.5 - 2.5; அடர்த்தி 2.05 - 2.09; பிசின் மிளிர்வைக் கொண்டது. மஞ்சள் - பழுப்பு வைக்கோல் நிறம் மற்றும் தேன் போன்ற மஞ்சள் நிறம் உடையது. இதன் தூள் நிறம் வெண்மை; அமிலத்தில் கரையாதது. ஆனால் கார்பன் டைசல்ஃபைடில் கரையும் தன்மையுடையது. ஒளி புகும் தன்மையிலிருந்து ஒளிக்கசிவுத் தன்மையுடையது. இது மின் கடத்தாப் பொருள். உராய்வால் எதிர்மறை மின்புலன் கொண்டது. வெப்பத்தைக் குறைவாகக் கடத்தக்கூடியது. இரட்டை ஒளிவிலகல் தன்மையைப் (double refractions) பெருமளவில் கொண்டுள்ளது. இதன் ஒளி அச்சுத்தளம் குறுயிணை வடிவப்பக்கத்திற்கு (010) இணையாக உள்ளது. ஒளிச்சிதறல் ஊதா ஒளியில் உள்ளதைவிடச் சிவப்பு ஒளியில் குறைவாகும். ஒளி அச்சுக்கோணம் ($2v = 68°$) ஆகும். இதன் ஒளிவிலகல் எண்கள் $\gamma = 2.245$ ஆகவும், $\alpha = 1.958$ ஆகவும், $\beta = 2.038$ ஆகவும் உள்ளன. (படம் 1,2,3.)

கந்தகம் பல் உருவமாதல் (polymorphous) தன்மை உடையது. செவ்வகத்தொகுதியைச் சேர்ந்த படிகம் அல்லது ஆல்ஃபா வகைக் கந்தகம் இயற்கையில் இயல்பாகக் காணப்படுகிறது. இதை இயற்கையில் உருக்கும்போது ஒற்றைச்சரிவுத் தொகுதியின் படிகமாக அல்லது பீட்டாக் கந்தகமாக மாறும். இந்நிலையற்ற பீட்டாக் கந்தகம், உடனே ஆல்ஃபா கந்தகமாக மாறக்கூடியது. மற்றொரு வகை ஒற்றைச் சரிவுத் தொகுதிக் கந்தகமும் உள்ளது. அதைக் காமாக் கந்தகம் என்பர். இந்த மூன்று வகைக் கந்தகங்களும் எரிமலைத் தீவுகளில் காணப்படுகின்றன. காமா வகைக் கந்தகம் நுண்படிகங்களாகப் பைரைட் என்னும் கனிமத்துடன் மொறவியா என்னும் இடத்தில் கிடைக்கிறது. பிற இருவகைக் கந்தகங்கள் டெய்ட்டன் கந்தகமாக வடக்கு ஃபோர்மொசாவில் காணப்படுகின்றன. மேலும் கந்தகம் துகள்களாகவும் உள்ளது.

படம் 1. செஞ்சாய் சதுரப் படிகக் கந்தகம்

கந்தகம் 108°C வெப்பத்தில் உருகுகிறது. 270°C வெப்பத்தில் எரிந்து நீலநிற அனல்கற்றையைக் கொடுக்கிறது. நீரில் கரையாதது; அமிலத்துடன் வினைபுரியாதது: ஆனால் கார்பன் டைசல்ஃபைடில் கரையும்.

படம் 2. நீரற்ற கந்தகப் படிகம்

இனம் சுட்டும் பண்புகள். இதன் வண்ணம், எரியும் தன்மை (combustibility), உருகு திறன் (fusibility), அமிலத்தில் கரையாத் தன்மை இவற்றைக் கொண்டு எளிதாக இனங்காணலாம். கந்தகம் பல முறைகளில் உண்டாகிறது. அடிக்கடி இவை எரிமலையின் உருவாக்கத்தால் கிடைக்கின்றன. இவை வளிம நிலையில் வளிமத்தை வெளியிடும் பிளவுகளில் (fumeroles) படிவாகக் கிடைக்கின்றன. குறைவாக ஆக்சிஜனேற்ற வினையால் சல்ஃபைடுகளாகவும் கிடைக்கின்றன. இது ஜிப்சம் படிவுகளிலும் அரகோனைட், செனஸ்டமின் முதலிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்தும் காணப்படுகிறது. கடைஉயிரூழிக் (cenozoics) காலத்தில் ஏற்பட்ட டெர்ஷியப் பாறைப் படிவுகளில் மிகுந்து காணப்படுகிறது. மேலும் புகைக் கரி (bitumen) கரிப்படிவுகளுடன் காணப்படுகிறது.

சிசிலி தீவுகளில் கிடைக்கும் கந்தகப் படிவுகள் அதன் நுண்படிவுகளாலும் அமைப்புகளாலும் மிக இன்றியமையாதவை. இங்கு செலாஸ்டைட், கால்சைட், அரகோனைட் ஜிப்சம் முதலிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்து கிடைக்கின்றன. இத்தாலியில் பரவலாக ஆஸ்பால்ட் என்னும் கனிமத்துடன் கந்தகம் காணப்படுகிறது. ஐஸ்லாந்து, ஜப்பான், ஹவாய், மெக்சிகோ, தென்மேற்கு அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் இயல்பாக எரிமலை வாய்களில் கந்தகப் படிவங்கள் காணப்படுகின்றன. அமெரிக்காவில் டெக்சாஸ், லவுசியானா முதலிய இடங்களில் பெருமளவில் கந்தகப் படிவுகள் வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. குறிப்பாக லவுசியானாவில் நூறு அடி தடிமனுள்ள படிவுகள் 100-130 மீட்டர் ஆழத்தில் வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்குக் கீழே ஜிப்சப் படிவுகள் மற்றும் சில உப்புப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. இந்தியாவில் கந்தகப்படிவுகள் இல்லை என்றாலும், சல்ஃபைடு, சல்ஃபேட் கனிமங்களாகப் பெருமளவில் பரவலாகக் கந்தகம் கிடைக்கிறது.

படம் 3 சாய்சதுரப் படிகக் கந்தகம்

பயன். கந்தக அமிலத் தயாரிப்பிலும், எழுது தாள் செய்யும் தொழிற்சாலைகளிலும், வெடிமருந்து

கள் தீக்குச்சிகள், பூச்சிக் கொல்லிகள், ஊர்திச் சக்கரங்கள் செய்யும் ரப்பர் தொழிற்சாலைகளிலும், பெருமளவு மருத்துவத் தொழில் துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. தற்போது பைரைட் என்னும் கனிமத்தை ஆக்சிஜனேற்றம் அடையச் செய்து பின்னர் அதிலிருந்து கந்தக அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

- ஜெ.கு. தினகரன்

கந்தகம் (சித்த மருத்துவம்)

பரங்கிப்பட்டை 280 கிராம், கந்தகம் 140 கிராம், ஆவின் நெய்யால் வறுத்த குக்கில் 140 கிராம், திரிகடுகு, திரிபலை, திரிசாதம், அரிதாரம், அதிவிடயம், நவச்சாரம், வெங்காறம், கருஞ்சீரகம், ஓமம், குரோசாணி, ஓமம், சிவதை, கடுகுரோகணி, வெள்ளைக் குங்கிலியம் வகைக்கு 140 கிராம் இலைகளை இடித்துச் சூரணித்து அதற்குச் சமமான சீனி சேர்த்து வெருகடி அளவு சாப்பிட்டு வரப் பவுத்திரங்கள் தீரும்.

65 மி.லிட்டர் நல்லெண்ணெயில் கந்தகம், அரிதாரம், சாதிலிங்கம் வகைக்கு 5.2 கிராம், கொடிவேலி, தைவேளை, நத்தைச்சூரி இவற்றின் வேர்ப்பட்டை வகைக்கு 17.5 கிராம் சுத்தி செய்த வாளம் 3.5 கிராம் அரைத்துப் போட்டு, காய்ச்சி 3 நாள் காலையில் ஒரு கரண்டி வீதம் கடும் பத்தியமாகச் சாப்பிட்டு 10 நாள் விளக்கெண்ணெய் தேய்த்துக் குளித்து உப்பு வறுத்துக் கூட்டிக் கொள்ள கிரந்தி நோய் தீரும்.

இரசக் கற்பூரம், கெந்தி, கருஞ்சீரகம், பரங்கிப் பட்டை இவற்றை ஒரு நிறையாகக் கையாந்தகீரைச் சாற்றாலாட்டித் தான்றிக்காயளவு உருண்டை செய்து, வேளை ஒன்றிற்கு ஓர் உருண்டை வீதம் சர்க்கரையில் சாப்பிட்டுப் பத்தியம் உப்பு புளி நீக்கி ஆவின்பால் நெய் கூட்டிவரத் தீரும்.

இரசம் 3.5 கிராம், கந்தகம் 3.5 கிராம், மிருதார்சிங்கு 3.5 கிராம், நற்சீரகம் 7.0 கிராம், கருஞ்சீரகம் 21.0 கிராம், துத்தம் 16.5 கிராம் இவற்றை வெண்ணெயில் மெழுகுபோலாட்டிச் சிரங்கிற்குப் போட ஆறும்.

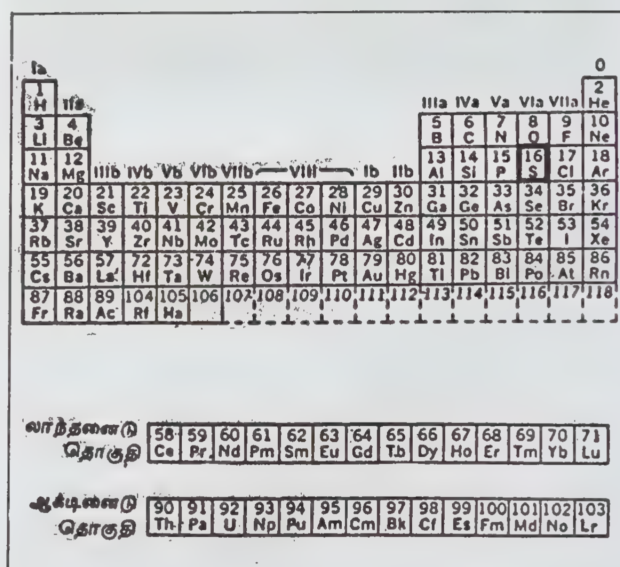
கந்தகம், இரசம், சுக்கு, மிளகு, திப்பிலி, கடுக்காய், நாபி இவற்றைச் சமனெடை எடுத்து வெண்செம்பையிலைச் சாற்றினாலும், ஆரையிலைச் சாற்றினாலும் தனித்தனியே 15 மணி நேரம் அரைத்துக் குன்றியளவு மாத்திரை செய்து கொண்டு உண்ண பாண்டு, சயம், மூலக்கிராணி முதலியன நீங்கும்.

- சே. பிரேமா

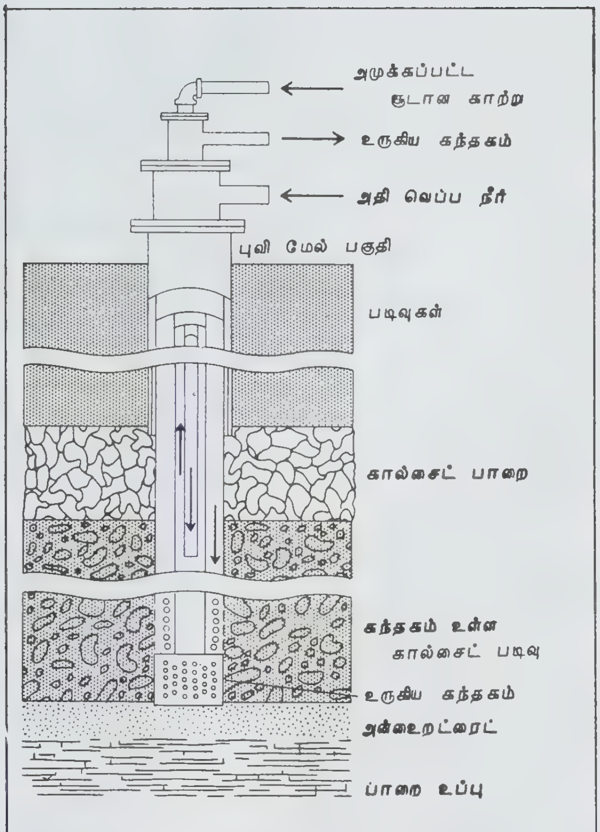
கந்தகம் (வேதியியல்)

இது தனிம வரிசை அட்டவணையில் VIA தொகுதியில் ஆக்சிஜனுக்கு அடுத்துள்ள அலோகத் தனிமம். இதன் குறியீடு S. அணுஎண் 16. அணுஎடை 32.064. கந்தகத்தின் (sulphur) ஐசோடோப்புகளும் அவற்றின் பெருமதியும் பின்வருமாறு உள்ளன: S^{32} (95.1%); S^{33} (0.74%); S^{34} (4.2%); S^{36} (0.016%). முதன் முதலில் இதன் தனிமப் பண்பு ஏ.எல். லாவாய்சியர் என்பாரால் 1777 இல் அறியப்பட்டது.

கந்தகம் புவி மேல் தோட்டில் 0.03-0. 1% வரை உள்ளது. இது இயற்கைத் தனிமமாக எரிமலைக் குழம்புகளில் காணப்படுகிறது. பெரும்பாலும் இது கால்சியம் டைஹைட்ரேட், பேரியம் சல்ஃபேட், மக்னீசியம் சல்ஃபேட், ஹெப்ட்டா ஹைட்ரேட், சோடியம் சல்ஃபேட்,டெக்காஹைட்ரேட், ஸ்ட்ரான்சியம் சல்ஃபேட், காரீய சல்ஃபைடு, துத்தநாக சல்ஃபைடு, சால்கோபைரைட், இரும்புப் பைட்ரட்டுகள், சின்னபார் போன்ற பல சேர்மங்களாக இயற்கையில் கிடைக்கிறது. முட்டை, கடுகு, பூண்டு, தலை மயிர் போன்றவற்றில் கந்தகச் சேர்மங்கள் உள்ளன. மேலும் கல்கரி, பெட்ரோலியம் போன்றவற்றிலும், விண்கற்களிலும் கந்தகச் சேர்மங்கள் உள்ளன.



பிரித்தெடுத்தல். பொதுவாகக் கந்தகம் தூய நிலையில் மூன்று வகைகளில் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. இதில் முதன்மையானது ஹெர்மன் பிராஃஷ் என்பாரால் 1891 இல் கண்டுப்பிடிக்கப்பட்ட பிராஸ்ச் முறையாகும்.



பிராஸ்ச் முறையில் கந்தகம் பெறுதல்

பிராஸ்ச்முறை. இம்முறையில், படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒன்றிற்குள் ஒன்றாக மூன்று பெரும் குழாய்கள் கந்தகப் படிகள் இருக்கும் புவி மேல் தோட்டில் துளையிடப்பட்டுக் கீழிறக்கப்படுகின்றன. வெளிக்குழாயினுள்ளே மிகு சூடாக்கப்பட்ட நீரும், மையக் குழாயின் வழியாகச் சூடான காற்றும் செலுத்தப்படுகின்றன. மிகு சூடாக்கப்பட்ட நீர் புவி அடியில் படிந்திருக்கும் கந்தகப் படிவங்களை உருக்கி, அது சூடான காற்றால் கந்தக நுரைகளாக உள், வெளிக்குழாய்களுக்கு நடுவில் இருக்கும் குழாய் வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது. 1901 இல் 7000 டன்னாக இருந்த உலகக் கந்தக உற்பத்தி 1905இல் பிராஷ் முறையைப் பயன்படுத்தியதால் 2,20, 100 டன்னாக உயர்ந்தது. இம்முறையில் கிடைக்கும் கந்தகம் 99.5-99.9% வரை தூய்மையாக உள்ளது. இதில் ஆர்செனிக், செலீனியம், டெலூரியம் போன்ற பிற தனிமங்கள் கலந்திருப்பதில்லை.

சிசிலியன் முறை. இதில் கந்தகப் பாறைகள் வெட்டியெடுக்கப்பட்டுச் சிறு குன்று போல் குவிக்கப்பட்டு உச்சியில் தீயூட்டப்படுகிறது. அப்போது உண்டாகும் எரிதல் வெப்பத்தால் தாதுக்களில் உள்ள கந்தகம் உருகுகிறது. இவ்வாறு உருகிய குழம்பு, வார்ப்புகளில் ஊற்றப்படுகிறது. சிசிலியன் முறையில் முழுத் தாதுக்களும் உருகப் பல மாதங்கள் ஆகும். இதில் ஏறத்தாழ 60% அளவே உருகுகிறது. எஞ்சியவை உருகுதலின்போது எரிபொருள்களாக எரிந்து விடுகின்றன. இம்முறையிலிருந்து பெறப்படும் கந்தகம் தூய்மையற்று இருப்பதால் வடித்தெடுத்தலால் அதைத் தூய்மையாக்க வேண்டும்.

கிளாஸ் முறை. பெரும்பாலான தொழிலகங்களில் துணைப் பொருள்களாகக் கிடைக்கும் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தை ஆச்சிஜனேற்றத்திற்குட்படுத்தினால் கந்தகமும், நீரும் பின்வரும் வினைப்படி கிடைக்கின்றன. இது கிளாஸ் முறை எனப்படுகிறது.

$$2H_2S + O_2 \xrightarrow{Fe_2O_3} 2H_2O + 2S$$

மேலும் பல தொழிலகங்களில் கல்கரி அல்லது ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடைப் பயன்படுத்தி, சல்ஃபர் டை ஆக்சைடை ஒடுக்கம் செய்வதன் மூலம் கந்தகம் பெறப் படுகிறது.

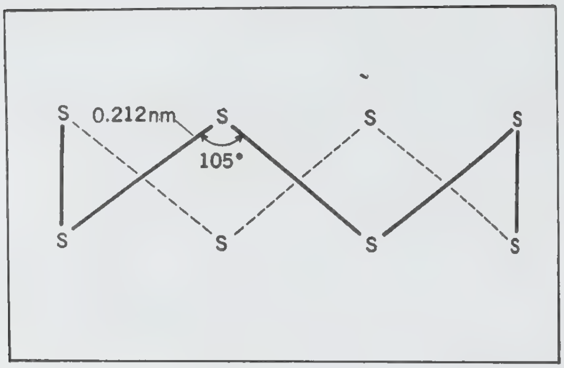
$$SO_2 + C \longrightarrow CO_2 + S$$

$$2H_2S + SO_2 \longrightarrow 2H_2O + 3S$$

இயல்புகள். இது ராம்பிக் கந்தகம், மோனோகிளினிக் கந்தகம், பிளாஸ்டிக் கந்தகம், பர்ப்பிள் கந்தகம், நீர்மக் கந்தகம் எனப் பல்வேறு புற வேற்றுமைகளாக (allotropes) உள்ளது.

ராம்பிக் கந்தகம். இது α- கந்தகம் அல்லது பிரிம்ஸ்டோன் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இது கந்தகத்தின் நிலைமாறு வெப்பநிலைக்குக் கீழ் (95.9°C) நிலைத் தன்மை கொண்டதாக உள்ளது. பிற புற வேற்றுமைகளும் இவ்வெப்பத்திற்குக் கீழ் குறைக்கப்பட்டால் ராம்பிக் கந்தகமாக மாற்றமடையும். இவ்வுருவத்தின் உருகுநிலை வெப்பப்படுத்தும் முறையைக் கொண்டும் இது சமநிலையுறும் நீர்மக் கந்தகத்தின் பண்புகளைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகிறது. ராம்பிக் கந்தகத்தை மெதுவாக வெப்பப்படுத்தும்போது மோனோகிளினிக் கந்தகமாக மாற்றமடைகிறது. இது எலுமிச்சை மஞ்சள் நிறம் கொண்ட படிகம். நீரில் கரையாதது; எத்தில் ஆல்கஹால், டை எத்தில் ஈதர், பென்சீன் போன்ற கரைப்பான்களில் குறைவாகவும், கார்பன் டைசல்ஃபைடில் மிகுதியாகவும் கரைகிறது. இதன் அடர்த்தி 2.06 கி/செ^{3}; கடினத்தன்மை 2.5 (மோஸ் அளவில்). இதன் மூலக்கூறு வாய்பாடு S_8 ஆகும். இதில் கந்தக அணுக்கள் பின்வருமாறு சக பிணைப்பால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

மோனோகிளினிக் கந்தகம். இது β-கந்தகம் என்றும், பிரிஸ்மேட்டிக் கந்தகம் என்றும் குறிப்பிடப்



S_8 மூலக்கூறின் அமைப்பு

படும். இது நிலைமாறு வெப்பநிலைக்கு மேலும், உருகுநிலைக்குக் கீழும் நிலைப்புத்தன்மையுடன் உள்ளது. கந்தகக் குழம்பைப் படிகமாக்கும்போது பெரும்பாலும் நிறமற்ற, ஊசி வடிவப் படிகங்களாகப் படிகிறது. இதுவும் மேற்காணும் அமைப்பும் கார்பன் டைசல்ஃபைடு, நீர் இவற்றில் கரையும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

நெகிழிக் கந்தகம். இது படிக உருவமில்லாதது. கார்பன் டைசல்ஃபைடில் குறைவாகவே கரைகிறது. இது γ-கந்தகம் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது. இதை உருகிய கந்தகக் குழம்பைக் கொதிநிலைக்கருகில் வெப்பப்படுத்தித் திடீரென்று குளிர்வித்துப் பெற லாம். இது λ-கந்தகமும், μ-கந்தகமும் கலந்த கலவை யாகத் தெரிகிறது. இதில் கந்தக அணுக்கள் கோணல் மாணலான (zig zag) சங்கிலித் தொடர்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

பர்ப்பிள் கந்தகம். இது கந்தக ஆவியை உயர் வெப்பநிலையிலிருந்து திடீரென்று —195°C வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்விக்கும்போது உண்டாகிறது. இதில் கந்தக அணுக்கள் S_2 மூலக்கூறுகளாக அமைந் துள்ளன. இது நிலையில்லாதது; அறை வெப்ப நிலைக்கு வெப்பப்படுத்தும்போது மஞ்சள் கந்தகமாக மாற்றமடைகிறது.

நீர்மக் கந்தகம். இதன் பாகுத்தன்மை வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கேற்ப அதிகரிக்கிறது. வெப்பநிலை உயர உயர நிறமும் கருஞ்சிவப்பு, கறுப்பு என மாறுதலடைகிறது. 200°C வெப்பநிலையில் பாகுத் தன்மையும், நிறமும் உச்ச மாற்றமடைகின்றன. இவ்வெப்பநிலைக்கு மேல் நிறம் வெளிறி, பாகுத் தன்மையும் குறைகிறது.

வளிம நிலைக் கந்தகம். சாதாரணக் கொதிநிலை யில் (444.60°C) கந்தக வளிமம் ஆரஞ்சு மஞ்சள் நிறத்தைப் பெற்றுள்ளது. வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற் கேற்ப இதன் நிறம் அடர் சிவப்பாகிப் பின்னர் வெளிர்கிறது. 650°C வெப்பநிலையில் வைக்கோல் மஞ்சள் நிறமடைகிறது. வளிம நிலைக் கந்தகத்தில் S_8, S_6, S_4, S_2 ஆகியவை சமநிலையில் உள்ளன; இவற்றின் விகிதங்கள் வெப்பநிலைக்கேற்ப மாறுபடு கின்றன. கொதிநிலையில் S_8; 750°C இல் S_2; 2000°C மேல் இது கந்தக அணுக்களாகப் பிரிகையுறுகிறது.

பிற உருவங்கள். கந்தகப் பால் (milk of sulphur) என்பது நன்கு பொடியாக்கப்பட்ட படிக உருப்பெற்ற கந்தகத் தூள் நீரில் தொங்கிக் கொண்டிருக்கும் தொங்கல் (suspension) கரைசல் ஆகும். இது கார்பன் டைஆக்சைடில் கரையக்கூடியது. கூழ்மக் கந்தகம் (colloidal sulphur) S-கந்தகம் என்றும் குறிப்பிடப்படுகிறது; கந்தகம் நீரில் சிதறி இது உண்டாகிறது. இதை ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தைச் சல்ஃபர் டைஆக்சைடு கலந்த நீரிலோ சோடியம் தயோசல்ஃபேட்டை நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடனோ கலந்து பெறலாம்.

வேதிப் பண்புகள். இது தீவிர தனிமமாகும். சாதாரணமாக அனைத்துத் தனிமங்களோடும் வினை புரிகிறது. இது நேர் எதிர் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை களையும், அயனி, சக, அணைவுப்பிணைப்புகளையும் உண்டாக்க வல்லது. தனிமக் கந்தகம் பைப்பிரிடின் கரைசலில் கரைந்து சிவப்பு நிறக் கரைசலை உண்டாக்குகிறது. அனைத்து வகைக் கந்தகமும் இந்த ஆய்வைக் கொடுக்கின்றன. இது கந்தகத்தை அறிய உதவும் எளிய ஆய்வு ஆகும்.

ஹாலைடுகள். கந்தகம், S_2F_2, SF_4, SF_6, S_2F_{10}, S_2Cl_2 SCl_3 SCl_2 S_2Br எனப் பல ஹாலைடுகளை உண்டாக்குகிறது. கந்தக அயோடைடுகள் காணப் படுவதில்லை. இவற்றுள் டைசல்ஃபர் டைகுளோ- ரைடும் (சல்ஃபர் மேனோகுளோரைடு S_2Cl_2) சல்ஃபர் ஹெக்சாஃபுளோரைடும் முக்கியமானதாகும். எரிச்ச லூட்டக்கூடிய, அரிக்கும்தன்மை வாய்ந்த, தங்கம் போல் மஞ்சள் நிற நீர்மமாகும். இது கந்தக குளோரைடு சேர்மங்களிலேயே நிலையானதாகும். இதன் உறைநிலை —80°C: கொதிநிலை 135.6°C. இது நீரை விட அடர்த்திமிக்கது; நீரில் கரையாதது. ஆனால் மெதுவாக நீராற்பகுப்படைந்து ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலமாகவும், கந்தகம் கலந்த கலவை களாகவும் பிரிகையுறுகிறது. இது எத்திலீனுடன் வினைபுரிந்து கடுகு வளிமத்தை உண்டாக்குகிறது. தாவர எண்ணெய்களுடன் வினைபுரிந்து ரப்பர் போன்ற பொருள்களை உண்டாக்கப் பயன்படு கிறது.

சல்ஃபர் டைகுளோரைடு (SCl_2) அடர்த்தியான, சிவப்பு நீர்மமாகும். இது (S_2Cl_2) குளோரினுடன் வினை புரிவதால் உண்டாகிறது. இதன் உறைநிலை —78°C. கொதிநிலை 59°C. சல்ஃபர் டெட்ரா குளோ ரைடு (SCl_4) மஞ்சள் நிறத்திண்மம் —30°C இல் சில நிறநீர்மமாக உருகுகிறது. இது டிரை குளோரோ சல்ஃபோனியம் அயனிகளையும் (SCl_3^+) குளோரைடு

எதிரயனிகளையும் கொண்டுள்ளது. நீருடன் இது தீவிரமாக வினைபுரிந்து சல்ஃபர் டை ஆக்சைடையும் ஹைட்ரஜன் குளோரைடையும் உண்டாக்குகிறது. அம்மோனியாவுடன் வினைபுரிந்து டெட்ரா நைட்ரைடையும், நைட்ரஜனையும் கொடுக்கிறது. சல்ஃபர் ஹெக்சாஃபுளோரைடு 1902 இல் தயாரிக்கப்பட்டது. இது அடர்த்தி மிக்க, மணமற்ற, எளிதில் தீப்பற்றாத நச்சில்லாத மிகு நிலைப்புத் தன்மை வாய்ந்த வளிமம். -63.9°C இல் நேரடியாகத் திண்மமாகிறது.

ஆக்சைடுகள். கந்தகமும், ஆக்சிஜனும் கொண்ட கந்தக ஆக்சைடுச் சேர்மங்களில் சல்ஃபர் டைஆக்சைடும், சல்ஃபர் ட்ரை ஆக்சைடும் இன்றியமையாதவையாகும். இவை சல்ஃப்யூரிக் அமிலத் தயாரிப்பில் இடைநிலைப் பொருள்களாக விளங்குகின்றன. சல்ஃபர் டைஆக்சைடு சல்ஃப்யூரஸ் அமிலத்தின் நீரிலியாகும்; சல்ஃபர் டிரைஆக்சைடு சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் நீரிலியாகும்.

சல்ஃபர் டைஆக்சைடு அடர்த்தியான, நிறமற்ற, எரிச்சலூட்டும் நெடியுடைய நச்சு வளிமமாகும். இது எரிமலைக் குழம்பு வெடித்து வெளிவரும்போது அதனுடன் வெளிப்படுகிறது. சில வெந்நீர்ச் சுனைகளிலிருந்து வரும் நீரிலும் இது கலந்துள்ளது. இது தொழில் முறையில் தூய அல்லது கந்தகச் சேர்மங்களைக் காற்றில் எரிப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது. கந்தகம் உள்ள எரிபொருள்கள் எரிக்கப்படுவதால் பெருமளவில் சல்ஃபர் டைஆக்சைடு உண்டாகிறது. ஆய்வுக் கூடத்தில் இதைச் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சல்ஃப்யூரஸ் அமிலமாக ஒடுக்கிப் பின்னர் அது பிரிகைவுறுவதால் உண்டாக்கலாம். சல்ஃபைட் உப்புகளை வீரியமிக்க அமிலங்களோடு வினைபுரியச் செய்வதன் மூலமும் இதைப் பெறலாம்.

சல்ஃபர் டைஆக்சைடை அறை வெப்பநிலையில் சாதாரண அழுத்தத்திற்குள்ளாக்கி நீர்மமாக்கலாம். நீர்ம சல்ஃபர் டைஆக்சைடு -73°C இல் உறைகிறது. -10°C இல் கொதிக்கிறது. சல்ஃபர் டைஆக்சைடு பெரும்பாலும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், சல்ஃபர் ட்ரை ஆக்சைடு, சல்ஃபைட் உப்புகள் தயாரிப்பில் பயன்பட்டாலும் இது தொற்றுநீக்கியாகவும் (disinfectant) குளிர்விப்பானாகவும் (refrigerant), உணவுப்பொருள் கெடாமல் பாதுகாக்கவும் பயன்படுகிறது.

சல்ஃபர் ட்ரைஆக்சைடு அறைவெப்பநிலையில் நிறமற்ற எளிதில் ஆவியாகும் நீர்மமாக உள்ளது. இது 44.6°C வெப்பநிலையில் கொதிக்கிறது. 16.83°C இல் உறைகிறது. வினையூக்கிகளின் முன்னிலையில் சல்ஃபர் டைஆக்சைடும் ஆக்சிஜனும் வினைபுரிவதால் உண்டாகும் சல்ஃபர் ட்ரைஆக்சைடு ஈரம் மிகுந்த காற்றுடன் புகையை உண்டாக்குகிறது. நீரில் வெப்பத்தை வெளியிட்டுக் கரைகிறது. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் சல்ஃபர் ட்ரை ஆக்சைடைக் கரைப்பதால் ஒலியம் (oleum) என்னும் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் உண்டாகிறது. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைப் போலேவே ஒலியமும் வீரியமிக்க நீரிறக்க வினைபொருளாகச் செயல்படுகிறது.

கந்தகத்தின் பிற ஆக்சைடுகள் கந்தக மோனோக்சைடு (SO), செஸ்குயி ஆக்சைடு (S_2O), ஹெப்டாக்சைடு (S_2O_7); டெட்ராக்சைடு (SO_4).

சல்ஃபர் ட்ரைஆக்சைடு மூன்று வடிவங்களில் உள்ளது. α-வடிவம் நிறமற்ற ஊசி வடிவப் படிகங்களாக உள்ளது. உருகுநிலை 16.8°C, கொதி நிலை 44.9C; β-வடிவம், பளபளப்பான கல்நார் போன்ற ஊசி வடிவப் படிகங்களாக உருகுநிலை 32.5°C ;γ-வடிவம்βவடிவம் போல்தோற்றமுடையது. β வடிவம் முழுவதுமாக உலர γ-வடிவம் கிடைக்கிறது. இதன் உருகுநிலை 62. 2° C (174^{3mm} அழுத்தத்தில்).

ஆக்சி அமிலங்கள், உப்புகள்

சல்ஃயூரஸ் அமில வரிசை. சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் (H_2SO_3), தயோசல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் ($H_2S_2O_2$), ஹைப்போ சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் ($H_2S_2O_4$), பைரோ சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் ($H_2S_2O_5$).

சல்ப்ஃயூரிக் அமில வரிசை. சல்ப்ஃயூரிக் அமிலம் (H_2SO_4), தயோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம் ($H_2S_2O_3$), பைரோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம் ($H_2S_2O_7$).

தயோனிக் அமில வரிசை. டை தயோனிக் அமிலம் ($H_2S_2O_6$), பாலி தயோனிக் அமிலம் ($H_2S_nO_6$, n = 3, 4, 5, 6).

பெராக்சி (அல்லது பெராக்சோ) அமில வரிசை. கேரோஸ் பெர்மோனோ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் (H_2SO_5), மார்ஷெல் பெர் டை சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் ($H_2S_2O_8$).

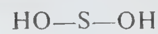
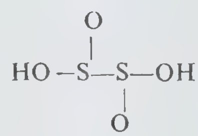
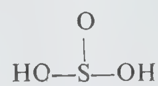
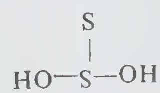
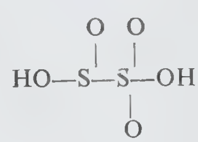
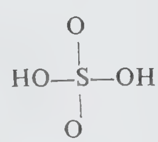
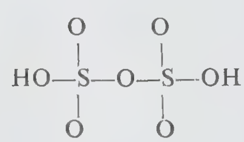
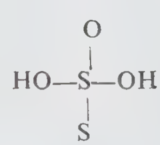
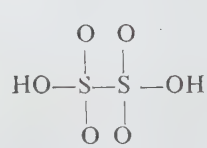
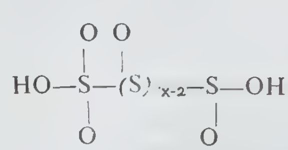
சல்ஃப்யூரஸ் அமிலமும், சல்ஃபைட்டுகளும். சல்ஃபர் டைஆக்சைடு வளிமத்தை நீரில் செலுத்தினால் சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் உண்டாகிறது.

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$$

3° C வெப்பநிலையில் இக்கரைசல் உறைந்து சல்ஃப்யூரஸ் அமிலப் படிகங்கள் உண்டாகின்றன. இதில் நீர் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை மாறுபடுகிறது. ஆனால் பெரும்பாலும் $H_2SO_3 \cdot 6H_2O$ என்னும் மூலக்கூறு வாய்பாடே சரியானதாகக் கருதப்படுகிறது. வெப்பப்படுத்தும்போது சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும், கந்தகமும் கிடைக்கின்றன. ஹைப்போ சல்ஃப்யூரஸ் அமிலமும் இடைநிலைப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது.

$$3\ H_2SO_3 \rightarrow H_2SO_4 + H_2S_2O_4 + H_2O$$

$$H_2S_2O_4 \rightarrow H_2SO_4 + S$$

பெயர் வாய்பாடு	அமைப்பு	தெரிந்த வடிவம்
சல்ஃபாக்சிலிக் அமிலம் H_2SO_2		உப்புகள், எஸ்ட்டர்கள்
ஹைப்போசல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் $H_2S_2O_4$		அமிலம், உப்புகள்
சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் H_2SO_3		அமிலம், உப்புகள் எஸ்ட்டர்கள்
தயோசல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் $H_2S_2O_2$		எஸ்ட்டர்கள்
பைரோசல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் $H_2S_2O_5$		உப்புகள்
சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் H_2SO_4		அமிலம், உப்புகள், எஸ்ட்டர்கள்
பைரோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம் $H_2S_2O_7$		அமிலம், உப்புகள்
தயோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம் $H_2S_2O_3$		உப்புகள்
டைதயோனிக் அமிலம் $H_2S_2O_6$		அமிலம், உப்புகள்
பாலி தயோனிக் அமிலங்கள் (ட்ரை, டெட்ரா, பென்ட்டா, ஹெக்சா) $H_2S_xO_6$, $x=3,4,5,6$		உப்புகள்

(1)	(2)	(3)
பெராக்சி மோனோ சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் $H_2S_2O_8$	H—O—O—S(O)(O)—OH	அமிலம், உப்புகள்
சல்ஃபீனிக் அமிலங்கள் R SOH (R-அல்க்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதி)	HO—S—R	எஸ்ட்டர்கள், ஹாலைடுகள்
சல்ஃபைனிக் அமிலங்கள் RSO_2H	HO—S(O)—R	அமிலங்கள், எஸ்ட்டர்கள், ஹாலைடுகள்
சல்ஃபோனிக் அமிலங்கள் RSO_3H	HO—S(O)(O)—R	அமிலங்கள், எஸ்ட்டர்கள், ஹாலைடுகள், அமைடுகள்
தயோசல்ஃபோனிக் அமிலங்கள் RS_2O_2H	H—S—S(O)(O)—R	உப்புகள், எஸ்ட்டர்கள்

சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் ஹாலோஜன்களுடன் வினை புரிந்து சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைக் கொடுக்கிறது.

$$H_2SO_3 + H_2O + Cl_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2\ HCl$$

$$H_2SO_3 + H_2O + I_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2HI$$

சல்ஃப்யூரஸ் அமிலத்தின் உப்புகள் சல்ஃபைட்டுகள் ஆகும். இதன் அமில உப்புகள் $KHSO_3$, $Ca(HSO_3)_2$. $Na\ HSO_3$ போன்றவை பை சல்ஃபைட்டுகள் எனப் படுகின்றன. இப்பைசல்ஃபைட்டுடன் தேவையான அளவு காரத்தைச் சேர்த்தால் சல்ஃபைட்டுகள் உண்டாகின்றன.

$$NaHSO_3 + NaOH \rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$$

பயன்கள். கந்தகம் முக்கியமாகக் கந்தகச் சேர்மங்கள் தயாரிப்பில் பயன்படுகிறது. பெருமளவில் தனிமக் கந்தகம் ரப்பரை வலிவூட்டவும், தாவரங்களில் ஒட்டுண்ணியைக் கட்டுப்படுத்தத் தெளிக்கப் படும் கந்தக-சுண்ணாம்பின் தெளிப்பு நீர்களிலும், செயற்கை உரத் தயாரிப்பிலும், சில வகை சிமெண்ட் மற்றும் மின் காப்புப் பொருள் தயாரிப்பிலும், மருத்துவத்தில் களிம்பு, மருந்துப் பொருள்கள் தயாரிப்பிலும், வெடிமருந்துகள்,தீப்பற்றுக் கலவைத் தயாரிப்பிலும் பயன்படுகிறது.

- த. தெய்வீகன்

கப்பல் கட்டுதல்

இது ஒரு தொல்பெருந் தொழிலாகும். மனிதனின் பொருளாதார முன்னேற்றத்துக்கும் பண்பாட்டுப் பரவலுக்கும் கடல் வாணிகம் பெரும் கருவியாக இருந்தது. இந்தியா, அதிலும் தமிழ்நாடு இத்துறையில் மிகத் தேர்ச்சி பெற்றிருந்தது. தமிழர்களின் பாய்மரக் கலன்கள் பர்மா, ஜாவா, கம்போடியா, அரபு நாடுகள், ஆப்பிரிக்கா கரை வரை வாணிகத்தில் ஈடுபட்டிருந்தன. ஆங்கிலேயர் ஆதிக்கத்தின் போது இந்தியாவில் நீராவி எந்திரம் வந்ததால் இத்தொழில் மங்கிவிட்டது. விடுதலைக்குப் பிறகு தான் கப்பல் கட்டும் துறை மீண்டும் மறுமலர்ச்சி பெற்று வளர்ச்சியடைந்தது.

நாட்டின் முக்கியமான கப்பல் தளங்கள் அரசுத் துறையிடம் உள்ளன. கொச்சியில் உள்ள புதிய கப்பல் கட்டும் தளத்தில் 75000 டன் நிலைப் பளு (dead weight) கொண்ட பண்டங்களைப் பனாமா கால்வாய் வழியாக ஏற்றிச் செல்லக்கூடிய கப்பல்கள் கட்டப்படுகின்றன. விசாகப்பட்டினம் ஹிந்துஸ்தான் கப்பல் தளத்தில் 45000 டன் நிலைப் பளுவுடைய பண்டக் கப்பல்கள் (cargo ships) வரை தயாரிக்கப் படுகின்றன. இந்தியக் கடற்படைக்காகவும், கரைக் காவல் துறைக்காகவும் போர்க் கப்பல்கள் பம்பாய்

மாஜகான் தளத்திலும், கல்கத்தா கார்டன் ரீச் தளத்திலும், கோவா கப்பல் தளத்திலும் கட்டப்படுகின்றன. மாஜகான் தளத்தில் ஆற்றல் மிக்க தரைப் போர்க் கப்பல்களும் (frigates), நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களும் கட்டப்படுகின்றன. மேலும், இங்கு கடலில் மண்ணெண்ணெய் எடுக்கும் கருவிகளும் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர, சிறிய பயணிப் படகுகள் (launches), மீன் படகுகள் (trawlers), இழுக்கும் கப்பல்கள் (tugs) போன்ற சிறிய கப்பல்களும் படகுகளும் கண்ட்லா, பம்பாய், இரத்தினகிரி, கோவா, மங்களூர், கொச்சி, மண்டபம், சென்னை, காக்கிநாடா, விசாகப்பட்டினம், கல்கத்தா ஆகிய நகரங்களின் சிறிய தளங்களில் கட்டப்படுகின்றன.

கப்பல்களை வாங்கும் நிறுவனங்கள் பெரிய கப்பலோட்டும் நிறுவனங்களாகவோ அரசு நிறுவனமாகவோ, துறைமுகமாகவோ, தனியார் துறை நிறுவனமாகவோ இருக்கலாம். புதிய கப்பலின் முழுப் பொறியியல்விவரங்களும் (full technical specification) ஒப்பந்தங்களும் விவாதிக்கப்பட்ட பின்னரே கப்பலை வாங்க நிறுவனம் ஒத்துக் கொள்கிறது.

கப்பல் கட்டுதல் ஒரு பூட்டுதல் தொழிலகம் (assembly industry) ஆகும். கப்பலின் 70% மேல் மதிப்புடைய பொருள்களைக் கப்பல் தளம் வெளி நிறுவனங்களிலிருந்து வாங்குகிறது. கப்பல் கட்டும் பல பணிகளும் வெளி நிறுவனங்களுக்குத் துணை ஒப்பந்தங்கள் மூலம் விடப்படுகின்றன. எனவே பற்பல இடங்களிலிருந்து வரும் விதவிதமான பொருள்கள், கருவிகள், எந்திரங்கள் அனைத்தையும், வெவ்வேறு தொழில் துறைகளின் முயற்சி மூலம் ஒன்றுகூட்டித் திட்டமிட்டுக் கப்பல் கட்டுவது மிகவும் இன்றியமையாததாகும்.

தற்காலக் கப்பல் தளங்களிலுள்ள வசதிகள். இத் துறையில் ஜப்பானும் தென்கொரியாவும் அண்மையில் மிகவும் முன்னேற்றம் அடைந்துள்ளன. அங்கு கைவேலையைக் (manual labour) குறைத்துத் தன்னியக்கக் கருவிகளைக் கொண்டு, பேருந்துகளை உற்பத்தி செய்யும் முறையில் பூட்டுந் தொடர் முறையே (assembiy tine) பயன்படுத்துகின்றனர், ஒரே சமயத்தில் ஒரேவிதமான பல கப்பல்களைக் கட்டுவதால் அவற்றிற்குரிய சிறப்புநிலை எந்திரங்களைச் (special purpose machines) சிக்கனமாகக் கையாளுகின்றனர்.

வழக்கமாக, கப்பல்களின் உடல்களைச் (hulls) சரிந்த வழுக்கும் பாதைகளில் (sloping slipways) கட்டி, பிறகு நீரில் கன்னி ஓட்டம் விடுகின்றனர். இந்த முறை பம்பாயிலும், விசாகப்பட்டினத்திலும் கையாளப்படுகிறது. இம்முறையில் முதலீடு (capital investment) மிகுதியானாலும், கப்பல்களை விரைவாகவும், சிக்கனமாகவும், தரத்துடனும் கட்ட முடியும். அணைகளில் ஆற்றல் வாய்ந்த தூக்கும் துளைக்கருவிகளைப் (lifting appliances) பயன்படுத்த முடியும். வெளிநாட்டில் விலை மதிப்புள்ள போர்க் கப்பல்களையும், பண்டக் கப்பல்களையும் கூரையுடைய சில அணைகளின் (covered docks) தளங்களில் தயாரிக்கின்றனர்.

எஃகு தகடுகளும் கோணங்களுமே (section plates and section) கப்பல் கட்டும் மூலப் பொருள்களாகும். கோர்ப்புப் பட்டறை (fabrication shop) அருகில் எஃகு பொருள்களை வைத்து, அங்கிருந்து ஒந்தி இழுவைப் பெட்டிகள் (crane tractor trailors) மூலம் அவற்றைப் பட்டறைக்கு எடுத்துச் செல்கின்றனர்.

அங்கு தகடுகளைச் சமமாக்கி (leveller), இரும்புத் தூண் அடி மூலமாகத் துருவெடுத்து (grit blasted) துருவிலிருந்து பாதுகாக்கத் துத்தநாகம் அல்லது அலுமினியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட உள் சாயத்தைத் (zinc or aluminum based primer) தடவி உருளைக் கன்வேயர் மூலம் தானே இயங்கும் புகை வெட்டும் சாதனங்களுக்கு எடுத்துச் செல்கின்றனர். கப்பல்களின் இடப்புறமும், வலப்புறமும் கண்ணாடிப் பிம்பமாக உள்ளமையால் கணிப்பொறியால்இயங்கும் கருவிகளில் ஒரேசமயத்தில்இரண்டு தகடுகள்வெட்டப்படுகின்றன. பல கப்பல்கள் கட்டப்பட்டால் ஒரே சமயத்தில் 4,6 அல்லது 8 தகடுகளையும் வேண்டிய வடிவங்களில் வெட்ட முடியும். தாமே இயங்கும் பற்றவைப்பு எந்திரங்களைக் கொண்டு பல தகடுகளையும் கோணங்களையும் கோக்கும் சாலையில், பெரிய தளங்களின் சமதளப்பேனல்களை வரிசையாகத் தயாரிக்கின்றனர். வளைவான பேனல்களுக்குத் தனிப்பட்ட வளைவுடைய துணைக் கருவிகளைப் (special curved tigs) பயன்படுத்துகின்றனர். இங்கு தயாராகிய துணைக்கோவைகள் (sub assemblies) பளு தூக்கிகளால் எடுத்துச் செல்லப்பட்டுப் பாதுகாப்பிடத்தில் (buffer store) வைக்கப்படுகின்றன.

மிகவும் கனமான கோவைகளைத் தூக்குவதற்குத் தளங்களில் ஆற்றல் மிக்க பளு தூக்கும் கருவிகளைப் (lifting appliances) பயன்படுத்துகின்றனர். கப்பல்களை நீரில் கன்னியோட்டம் செய்ய (aflat outfitting) மிதக்கும் பளுதூக்கிகள் உதவுகின்றன.

கப்பல்களின் அடிப்படை வரைவிக்கும் (basic design) விளக்கவரைவிக்கும் (detailed drawings) கணிப்பொறிகள் உதவுகின்றன. தாமே இயங்கும் புகைவெட்டும் கருவிகளைக் கணிப்பொறிகள் இயக்குகின்றன. ஆயிரக்கணக்கான பொருள்களையும், தொழில் திறன்களையும் ஒன்றுகூட்டித் திட்டமிட்டுக் கப்பல் கட்டுவதற்குக் கணிப்பொறிகள் இன்று மிகவும் பயன்படுகின்றன.

திட்டமிட்ட நேர வரைமுறை. முதலில் அடித்தளமிடுதல் (keel laying) எந்திரம் நிறுவுதல் (machinary installation), நீரோட்டம் (launching) பரிசீலனை,

சோதனை, தேர்வுகள் (inspection, tests & trials) போன்றவற்றிற்கு மட்டும் அடிப்படை மூலத்திட்டம் ஒன்று (basic plan) வகுக்கப்படும். இத்திட்டத்தில் வழுக்கும் பாதைகள் வெறுமையாக உள்ளனவா இல்லையா என்பதைக் கருத்திற்கொண்டு திட்டம் அமைக்கவேண்டும்.

தளத்தின் வரையும் செயலகமும் (drawing office), திட்டமிடும் செயலகமும் இணைந்து, கப்பல் கட்டு வதில் உடல், எந்திரம், வெள்ளோட்டம் (outfit) தொடர்பான அனைத்து நிகழ்ச்சிகளையும் விவர மாக எண்ணித் திட்டமிடும்போது தளத்திலுள்ள பளு தூக்கும் கருவியின் வலிமையையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

வரைதல். பெரிய தளங்களின் அனைத்து வரை படங்களையும் தாங்களே தயாரிக்கின்றனர். சிறிய தளங்கள், வெளி நிறுவனங்களின் உதவியை நாடு கின்றன. ஆனால் ஒவ்வொரு நிறுவனத்திலும் தொழில் முறைகள் தனிப்பட்டவையாக இருப்ப தால் ஓரளவுக்கு விளக்கமான வரைபடங்களைத் தளத்திற்குள்ளேயே தயாரிப்பது இன்றியமையாத தாகும்.

வாங்கும் முறை. ஒரு கப்பலின் 70% மதிப் புடைய பொருள்கள் வெளியிலிருந்து வருவதால் இவற்றை வாங்குவது திட்டமிட்டுச் செய்ய வேண் டிய பணியாகும். எஃகு தகடுகளையும் கோணங்களை யும் முதலிலேயே வரைபடங்களிலிருந்து வரையறுத்து வாங்கி வைக்கின்றனர். மின்கம்பிகள், மின்கருவிகள், சிறிய குழாய்கள், மின்விசிறிகள் போன்ற கருவிகளும் பிற பொருள்களும் நேரடியாகவே வாங்கப்படுகின் றன. வெளி நிறுவனங்கள் தச்சு வேலைப்பொருள்கள், திரைச்சீலைகள், கம்பளங்கள் போன்ற பொருள் களைத் தயாரித்துக் கப்பல்களில் வைக்கின்றன. ஓட்டு எந்திரம் (propulsion engines), திசை மாற்றும் கருவி (steering gear), மின்னாக்கி போன்ற எந்திரங் களுக்குத் தளத்தில் விவரமான தனிக் குறிப்பீடுகள் (specification) தயாரிக்கப்படுகின்றன. இக்கருவிகளைச் செய்யும் நிறுவனங்களோடு கலந்த பிறகு ஏற்ற ஆணை யைத் தளத்திலிருந்து கொடுக்கின்றனர். இவற்றைத் தளத்தில் வரவழைக்கு முன்பு தள அலுவலர்களும் பிற ஆய்வு நிறுவனத்தாரும் (inspection agencies) நன்குஆய்வு செய்வர்.

கப்பல் வாங்கும் நிறுவனமே சில பொருள்களைக் கப்பலில் வைக்கக் கொடுக்கின்றது (owner furmished equipments). போர்க்கப்பல்களைக் கட்டும் தளங் களுக்குக் கடற்படையினர், போர்த் தளவாடங்களை யும், தொலை நிலை இயக்க அளவி (radar), ஒயர் லெஸ் போன்ற சிறப்பு மின்னணுக் கருவிகளையும்

படம் 1.

கப்பல் ஓட்டுமிடம்

வாங்கிக் கொடுக்கின்றனர். வணிகக் கப்பல்களில் படுக்கை உறைகள், பாத்திரங்கள், உண்பதற்குப் பயன்படும் கருவிகள் (crockery cutlery) முதலிய வற்றை வழக்கமாகக் கப்பல் வாங்கும் நிறுவனமே தளத்திற்குக் கொடுக்கும். இப்பொருள்களைக் கப்ப லில் ஒழுங்காக நிறுவி, இயக்கிக் காட்டுவது தளத் தின் பொறுப்பாகும்.

கப்பல் வரைதலும் பொறியியலும். கப்பல் கட்டு வதைப் பொறுத்துப் பல விதிகள், தேசியச்சட்டங்கள் ஐக்கியநாட்டு அனைத்துலகக் கடல் வாணிக நிறு வன விதிகள் (U.N. international maritime organisation recommendations). அமைந்துள்ளன. இவற்றை அரசுத் துறைகளான கடல் வாணிகத்துறை (mercantile marine department), துறைமுக நலவாழ்வு அலுவலகம், தளப்பாதுகாப்பு நிறுவனம், ஆய்வு நிறுவனங்கள், வகைப்பாட்டு நிறுவனங்கள் முதலி யன கட்டுப்படுத்துகின்றன. தொடர்புடைய வரை படங்களையும், கப்பலின் அமைப்புகளையும் இந்த நிறுவனங்கள் ஏற்கின்றன. இதற்காகப் பல வரை படங்களைத் தளத்தில் தயாரிக்க வேண்டியிருக்கும்.

வரைதல் செயலகம் மேலும் பல பண்டப் பட்டியல்களையும் பண்ட விவரங்களையும் பண்டத் தேவைகளையும் தயாரித்து, திட்டச் செயலகம் மூல மாக வாங்கும் செயலகத்திற்கு அனுப்புகிறது. வரை படங்கள் தயாரிப்பு, வாங்கும் நிறுவனங்கள், சட்ட நிறுவனங்களின் ஒப்புதல், பண்டப்பட்டியல் தயாரிப்பு, வேண்டுகோள், தரஆய்வு, பொருள்கள் வாங்குதல் போன்ற அனைத்துச் செயல்களும் உரிய காலத்தில் திட்டமிட்டுச் செய்யப்படுகின்றன. சில கருவிகளும், பொருள்களும் வருவதற்குத் தாமதமாவதால் அவற்றை ஒப்புதலுக்கு முன்பே தனிப்பொறுப்பில் வாங்க வேண்டிய தேவையும் ஏற்படலாம்.

கப்பல் கட்டும்போதே சில விதிகள் மாறலாம். வாங்கும் நிறுவனம் வேறு மாறுதல்களை வேண்ட லாம். மாறுதல்களால் கப்பல் கட்டும் திட்டம், செலவு, கால வரையறை இவற்றில் மாறுதல்கள் ஏற்படலாம். இவற்றை விவரமாக இரு சாராரும் விவாதித்து, ஒப்பந்தத்தையும், பொறியியல் விவரங் களையும் மாற்ற வேண்டியது இன்றியமையாத தாகும்.

தயாரிப்புத் திட்டமிடுதல். கப்பலின் வேலை களைத் திட்டமிடுவதற்கு வசதியாகக் கப்பல்களைப் பல பகுதிகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் விளக்கத் திட்டங்கள் தயாரிக்கின்றனர் (படம்-1).

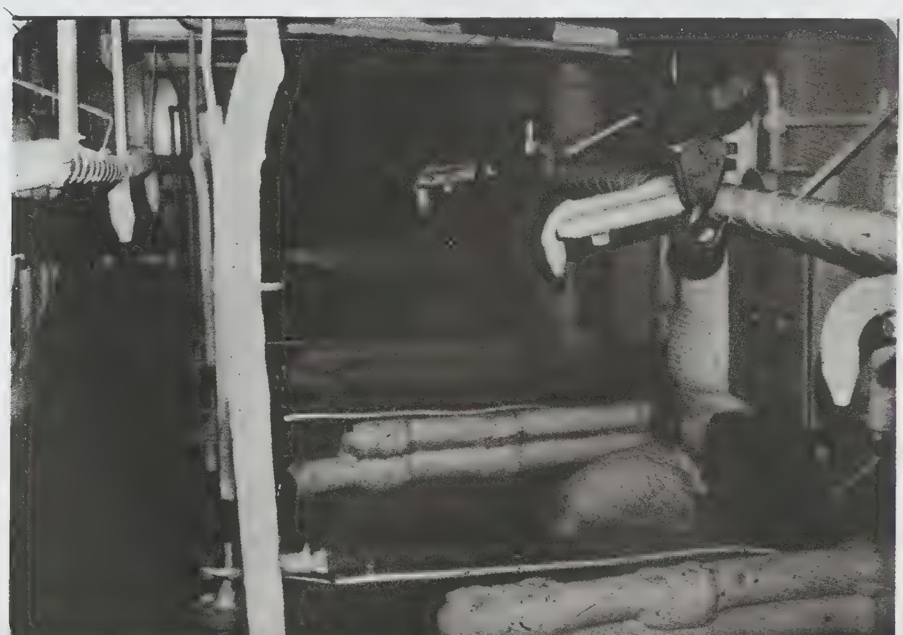
படம் 2.
அதிகாரிகள் ஓய்வு அறை

வேலைகள் முதலில் முக்கிய எந்திர அறையில் தொடங்கி அங்கிருந்து முன்பும், பின்பும் தொடரும். இங்குதான் கருவிகள், எந்திரங்கள், குழாய்கள், மின் கம்பிகள் நெருக்கடியாக இருப்பதால் வேலைகள் கடினமாக இருக்கும்.

மேலதிகாரிகளின் கண்காணிப்புக்காகத் திட்டங்கள் சுருக்கமாகச் செய்யப்படுகின்றன. திட்டங்களைக் கட்டுப்படுத்த முழுவேலை நேர வரையறை (network scheduling) முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. (படம்-2). இம்முறையில் ஒவ்வொரு செயலுக்கு முன்பும், பின்பும் செய்யவேண்டிய பணிகளும் கால வரையறையும் தொடர்பும் விளக்கப்படுகின்றன. ஆயிரக் கணகான நடவடிக்கைகளில், கணிப்பொறிகள் உதவுகின்றன, இன்றியமையாத நடவடிக்கைகளை உணர்ந்து, கட்டுப்படுத்த இந்த முறை உதவுகிறது. அவ்வப்போது வேலையின் முன்னேற்றத்தையும், பொருள்களின் வரவையும் பொறுத்து முழு வேலையை மாற்றி அமைத்து மீண்டும் ஆய்வு செய்கின்றனர். இவற்றைத் தவிர, காண்ட் சார்ட் போன்ற உத்திகளும் திட்டக் கட்டுப்பாட்டுக்கு உதவுகின்றன. (படம்-3).

வேண்டும் நேரத்தில் விலை குறைவான தரமான பொருள்களை வாங்குவதும் தளங்களின் பெரிய பொறுப்பாகும். பல பொருள்களையும், கருவிகளையும் நேரடியாக வாங்க முடியும். பெரிய எந்திரங்கள், நங்கூரங்கள், படகுகள், மின்னாக்கி போன்ற கருவிகள் வெளி நிறுவனங்களில் தயாரிக்கப்பட்டுக் கப்பல் தளத்துக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. பல கருவிகளை வெளிநாட்டிலிருந்து இறக்குமதி செய்ய வேண்டி வரும். கப்பல்களில் சில அமைப்புகளை வெளி நிறுவனங்கள் முழுமையாக வரைந்து கொடுக்கும் பொறுப்பை ஏற்றுக்கொள்கின்றன. இப்பணிகளைக் கப்பல் தளத்தின் வேலைகளுடன் ஒன்று கூட்டித் திட்டமிட முழு வேலைமுறைகள் மிகவும் தேவைப்படுகின்றன.

வெவ்வேறு பணிகளுக்கு எந்தெந்தத் துறையைச் சேர்ந்த தொழிலாளிகள் வேண்டும், எவ்வளவு நேரப் வேலை செய்யவேண்டும் என்பனவற்றைத் திட்டமிடுவதும் இன்றியமையாததாகும். வேலை நடக்கும் போது, அவ்வப்போது திட்டத்தையும் மாற்றி அமைக்க வேண்டும்.



படம் 3 எந்திர அறை

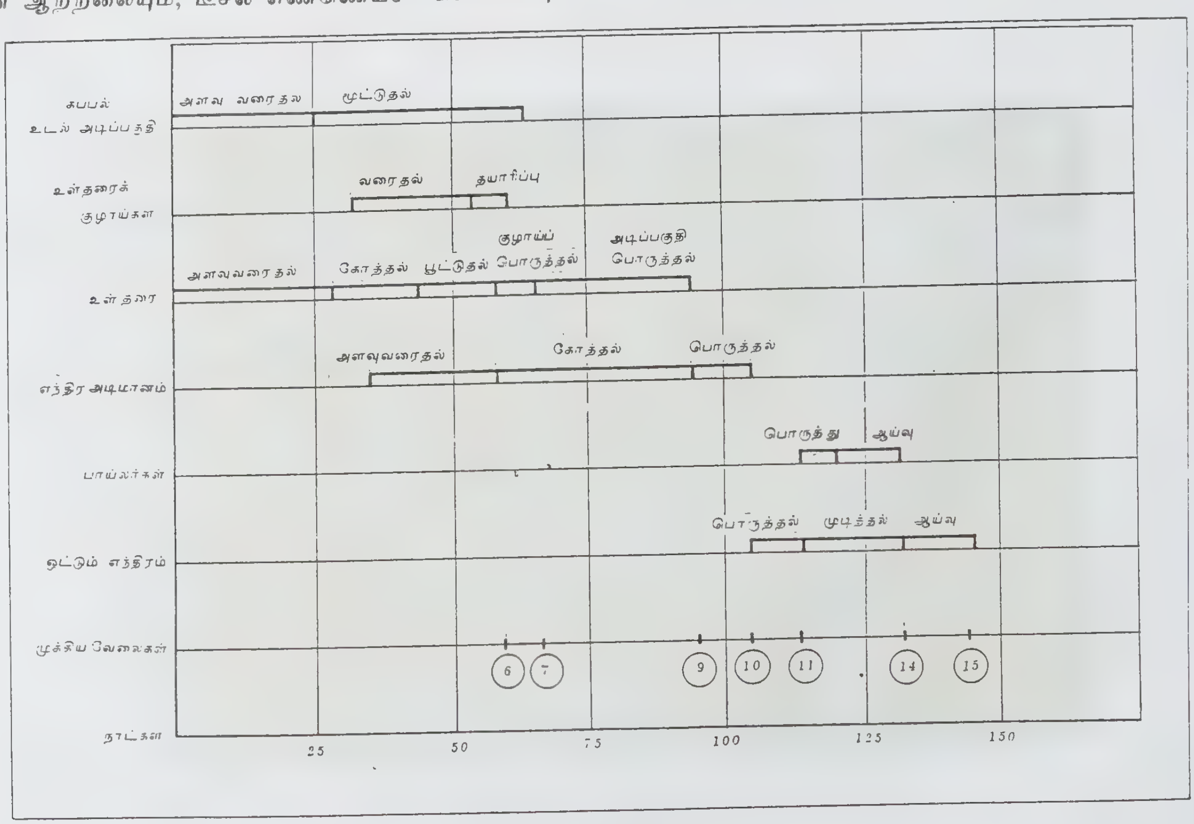
தயாரிப்புக் கட்டுப்பாடும் தரக்கட்டுப்பாடும். பல பணிகள் வெவ்வேறு இடங்களிலும், வெவ்வேறு பிரிவுகளிலும் ஒரே நேரத்தில் நடப்பதால், முன்னேற்றத்தைக் கண்காணிக்கத் தயாரிப்புக் கட்டுப்பாட்டுக் குழுக்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. இவை வேலைகள் திட்டப்படி நடக்கின்றனவா, எங்கெங்கு திட்டத்தை மாற்றி அமைக்க வேண்டும், எங்கு வசதிகள் மிகுதியாகக் கொடுக்கவேண்டும் என்று அறிய உதவுகின்றன. இவை தொகுத்து அளிக்கும் தகவல்கள் பிற்காலத் திட்டத்திற்குத் துணையாக உள்ளன. தயாரிப்புக் கட்டுப்பாட்டுக்குக் கணிப்பொறிகள் உதவுகின்றன.

தளத்தில் தரக்கட்டுப்பாட்டுத்துறை அனைத்துப் பணிகளையும், பண்டங்களையும் ஆய்வு செய்து தரக்குறைவானவற்றை ஒதுக்கிச் சரிசெய்ய உதவுகிறது. மேலும் தவறுகள் நிகழுமுன்பே தரத்தை உறுதிப்படுத்தும் குழுக்கள் வேலை செய்கின்றன. இந்தத் துறை பின்பு முழுக் கப்பலின் ஆய்வுகள், தேர்வுகள் செய்ய உதவுகிறது.

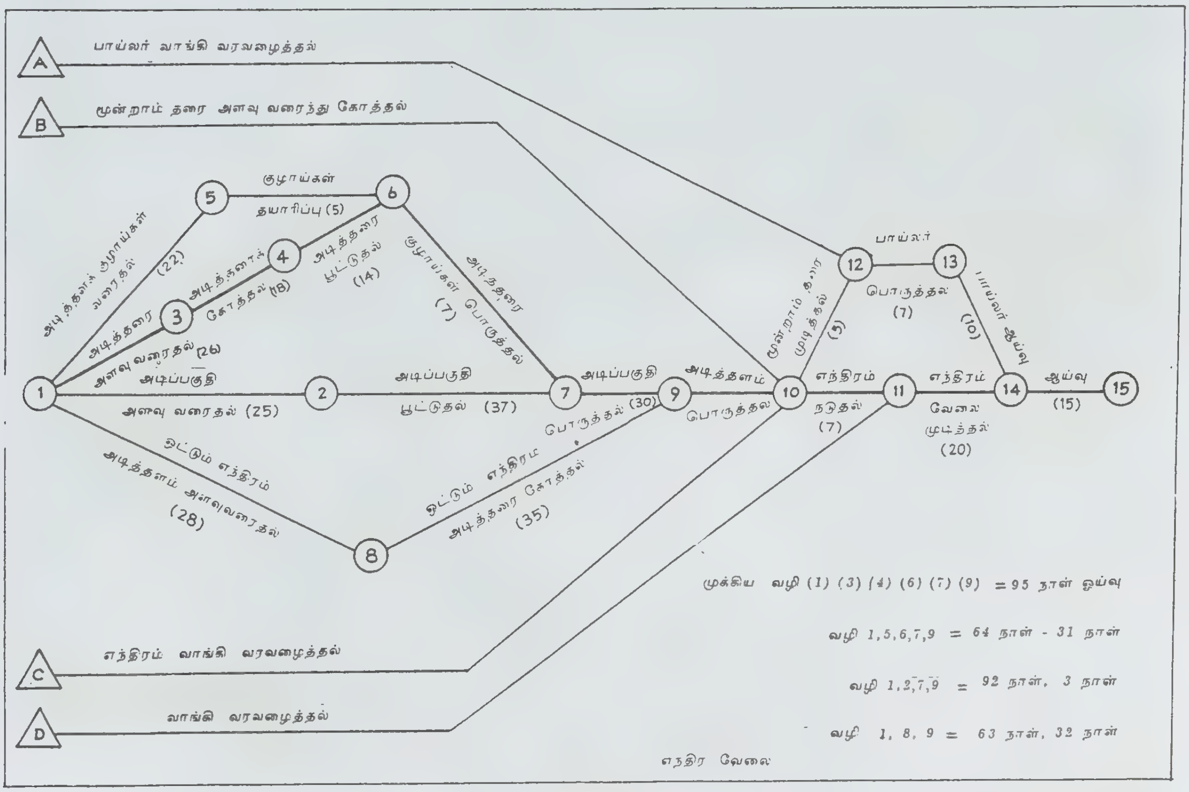
அளவு வரைதல். கப்பல்கள் செல்லும்போது நீர்ச்சலன எதிர்ப்பு ஆற்றலைக் (hydro dynamic resistance) குறைத்து கப்பல்களை ஓட்டும் எந்திரத்தின் ஆற்றலையும், டீசல் எண்ணெய்ச் செலவையும் குறைப்பதற்காக, நீரைத் தொடும் வெளிப் பகுதிகள் வளைவுடன் உள்ளன. வரைவாளர்கள் கப்பலின் வெளிவடிவத்தைமாதிரியாகச் செய்து சோதனைக் குளங்களில் ஆய்ந்து முடிவு செய்கின்றனர். இந்த வளைவுகளின் சரியான தோற்றத்தைக் கண்டு பிடிப்பது அளவு வரைதலாகும். இதற்கு மூன்று முறைகள் உள்ளன.

முழு அளவில் வரைதல். இந்தப் பழைய முறையில் கப்பலின் வடிவக்கோடுகள் ஒரு மரப்பலகையில் செதுக்கப்பட்டு அதிலிருந்து வடிவங்கள் ஓட்டுப் பலகையாகத் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்த அளவு கோல்கள் எஃகுத் தகடுகளிலும் கோணங்களிலும், வரையப்படுகின்றன. பிறகு எஃகு பகுதிகளில் நேரடியாகச் சுண்ணாம்புப் பொடியால் வரைந்து, இரும்பு ஆணிகளால் செதுக்குகின்றனர். கப்பல்கட்டி முடியும் வரை அளவுகோல்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இம்முறையில் கைவேலைத்திறன் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.

ஒளிகிரண வரைதல். இம்முறையில் $\frac{1}{10}$ அளவுக்கு வரைந்து, இப்படங்களை $\frac{1}{100}$ அளவுக்கு புகைப்



படம் 4



படம் 5.

படம் எடுத்து, அந்த மறிநிலைத்தக்டுகளை (negative) உயரமான ஓர் ஒளிக்கோபுரத்திலிருந்து (optical tower) உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடி மூலமாக 100 மடங்காக்கி நேராகத் தகட்டின் மேலே பிம்பம் விழுமாறு செய்கின்றனர். இம்முறையில் 1/10 அளவு வரைபடங்கள் பட்டறிவுமிக்க வரைவாளர்கள் மூலம் தயாரிக்கப்பட வேண்டும். சில தளங்களில் 1/10 வரைபடத்திலிருந்து நேராக்வே வளிவெட்டும் கணிப் பொறி நாடாக்கள் தயாரிக்கின்றனர். இந்த மாறி நிலைத்தகடுகளைப் பலநாள் வைத்திருக்கமுடியும்.

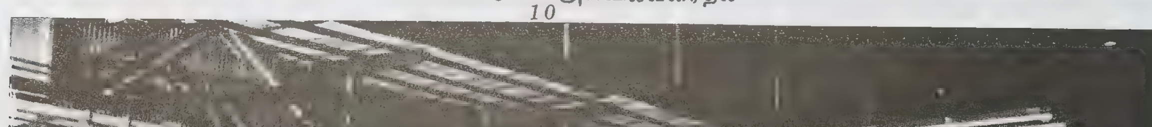
கணிப்பொறி வரைதல். கப்பலின் வளைவுகளையும் வடிவங்களையும் வரைவதற்கு இப்போது பல கணிப் பொறி வழியமைப்புகள் உள்ளன. அவை தகடுகளை வெட்டுவதற்கு நாடாக்களைத் தயாரிப்பதோடு, கப்பலின் பாகப்பட்டியல்களையும் தயாரிக்கின்றன. பல தொடர்பு அளவுகளில் (modules) வரும் இந்த வழியமைப்புகளே தனிப்பட்ட பாகங்களில் வடிவங் களைத் தருவதோடு, ஒரே பெரிய தகட்டிலிருந்து பல பாகங்களைக் குறைந்த அளவு எஃகு செலவோடு தயாரிக்கவும் உதவுகின்றன. மேலும் இவை பாகங் களின் பளுவையும், புவி ஈர்ப்பு மையத்தையும் நேராகவே கணக்கெடுத்துக் கொடுக்கின்றன. இந்த நாடாக்கள் ஒரே நேரத்தில் பல தளங்களில் கப்பல் கட்ட உதவுகின்றன.

தகடுகள் வெட்டுதலும் வளைத்தலும். தகடுகளை வெட்டுவதற்குப் பல முறைகள் உள்ளன. வேண்டிய அளவுக்கு நேரடியாக வெட்டும் கருவிகள் (guillotine shears), அஸிடிலீன் புகை வெட்டிகள், ப்ளாஸ்மா முறையால் வெட்டும் கருவிகள் முதலியன பயன்படு கின்றன. கணிப்பொறி இயக்கும் வெட்டிகள் சாதாரணமாக அஸிட்டிலீன் புகையை உபயோகிக் கின்றன. ஒரே திசையில் வளைவுகளையும் சிறிய இரு திசை வளைவுகளையும் நீரழுத்தி எந்திரங் களால் தகடுகளில் உண்டாக்குகிறார்கள். அதிக வளைவுள்ள தகடுகளைச் சூடேற்றி (furnaced) வளைவெடுக்க நேரிடலாம்.

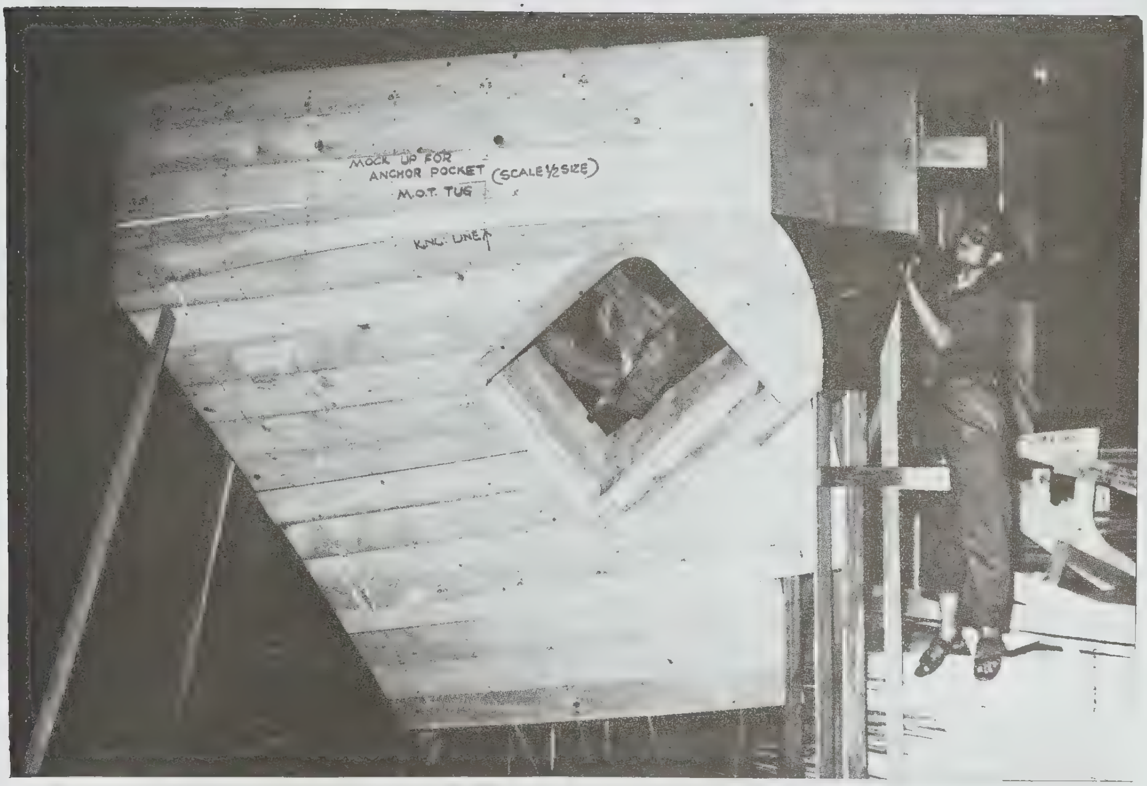
கோத்தல்-பூட்டுதல். தொழிலாளி, தொழில் கருவிகள் நுழைவதற்கும், நலவாழ்வுடன் வேலை செய்வதற்கும் நுழைவு வழிகள் தேவையாகும். கூடிய வரை கதவுகள், பாதைகள் வரும் இடத்தி லேயே நுழை வழிகளை வைக்க வழிவகுக்கப்படும். பெரிய எந்திரங்களைக் கப்பலுக்குள் இறக்குவதற்கும் வழி விடப்படும்.

மரத்தினால் ஆன முழு அளவு மாதிரிகள் சில கடினமான பாகங்களைப் புரிந்து கொள்ள உதவு கின்றன. மேலும் குழாய்கள், கருவிகள், மின்கம்பி கள் உள்ள எந்திர அறைகளுக்குச் சிறிய அளவு மாதிரிகளும் உதவுகின்றன.

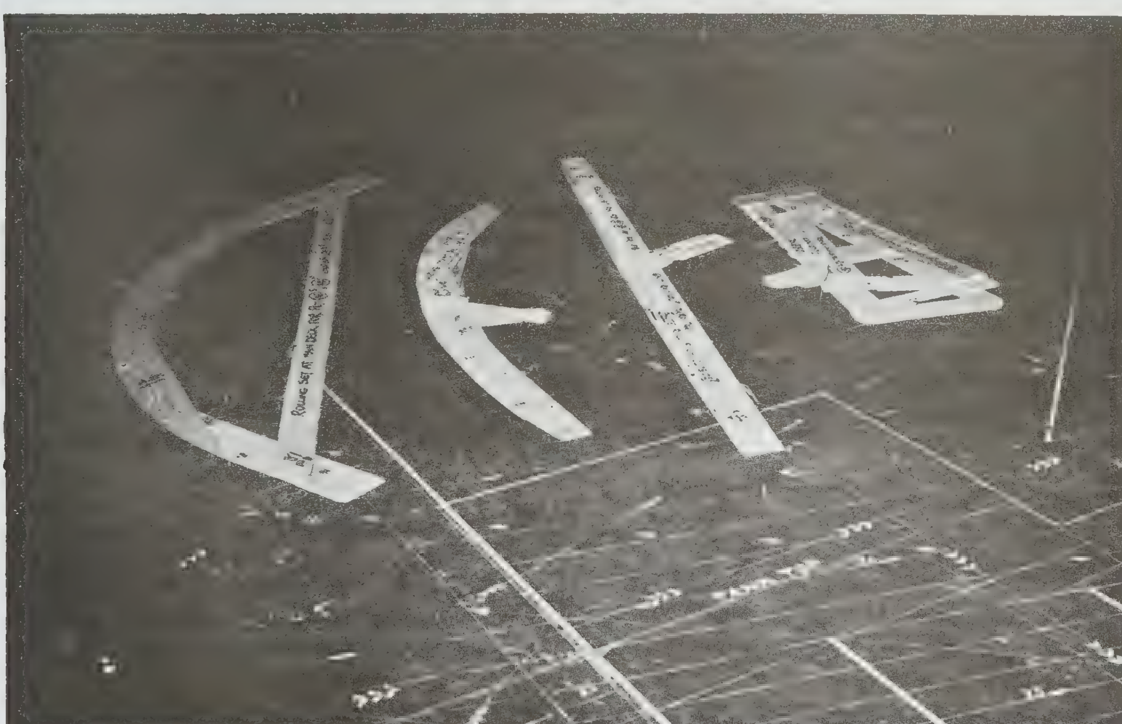
படம் 6 - $\frac{1}{10}$ அளவில்வரைதல்



படம் 7. கணிப்பொறியால் இயக்கப்படும் தானே இயங்கும் புகைவெட்டும் சாதனம் - ஒரே நேரத்தில் இரண்டு தகடுகளை வெட்டுகிறது

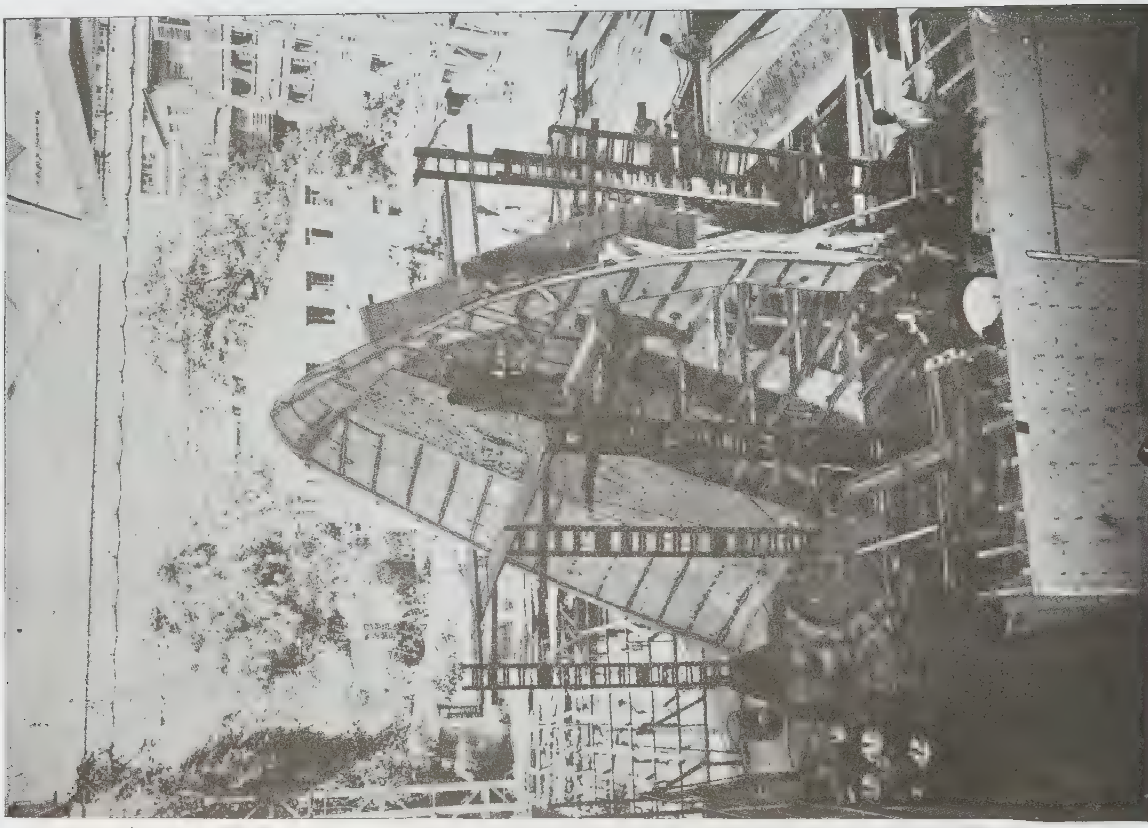


படம் 8. நங்கூரம் கப்பலுக்குள் அடக்கம் செய்தல்



படம் 9. அளவுகோல்கள்

படம் 10. கப்பலின் முன்பக்கம் (முழு அளவுகோல்)



படம் 11. கப்பலின் முன்பாகம் தயாராகிறது

பூட்டுந் தொழிற்சாலையில் அல்லது வழுக்குப் பாதையில் தொழிலாளிகள் மேலே ஏறுவதற்கும் வேலை செய்வதற்கும் போதிய அளவு வேலைப் பலகைகளும் (stagings) காற்று வசதியும் தேவையாகும்.

பூட்டுதல். துணைக்கோவைகளைக் கோக்கும் சாலையில் ஒன்று சேர்த்து, பிறகு வழுக்குப்பாதை அல்லது கட்டும் அணையில் பூட்டுகின்றனர். முழுக் கோவையின் அளவும் பளுவும் தளத்திலுள்ள தூக்கிகளின் ஆற்றலைப் பொறுத்து உறுதி செய்யப்படும்.

சமவெளிப் பேனல்களைப் பெரிய தட்டையான இரும்புப் பலகைகளில் ஒன்று சேர்க்கின்றனர். வளைவான பேனல்களுக்குத் தனிக் கருவிகள் உதவுகின்றன. கப்பலின் ஒவ்வோர் அங்கத்திற்கும் (unit) தனியான வரைபடங்கள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கோவைகளைத் திருப்புவதற்கும் தூக்குவதற்கும் வலிமையான தூக்கும் பிடிகள் (lifting eyes) பற்றவைப்புச் செய்யப்படுகின்றன.

ஒரு கப்பலின் பெரிய கனமான உறுப்புகளைத் தூக்கிச் சரியாகச் சேர்ப்பது மிகவும் கடினமான வேலையாகும். உறுப்புகளின் எல்லையில் ஏறத்தாழ 1/8 அங்குலம் நீளமாகவே தகட்டை வைத்துச் சேர்க்கும்போது மிகுதியான பகுதியை வெட்டிச் சரியாக ஒன்று சேர்க்கின்றனர். கணிப்பொறிகளால் தாமாக வேலை செய்யும் தளங்களில் இந்த மிகையான தகடு வைக்க வேண்டியதில்லை.

சேர்ந்தவுடன் கப்பலின் சில பகுதிகளில் நீர் நிரப்பி ஆய்வாளர்கள் தம் மனநிறைவிற்காக நீர் அழுத்த ஆய்வு (water pressure test) செய்கின்றனர். சில பக்கங்களுக்குக் காற்று அழுத்த ஆய்வுகளும் (air pressure tests) செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாய்வுகளிலும் பிற வேலைகளிலும் உள்ள குறைகளை நீக்க வேண்டும்.

கோவைகளை ஒன்று சேர்ப்பதில் உயர் தரப் பற்றவைப்பு முறைகள் பயன்படுகின்றன. கூடியவரை கீழ்க்கைப் பற்றவைப்பும், தன்னியக்க முறைகளும் கையாளப்படுகின்றன. கப்பலின் உறுப்புகளில் பரிமாணக் கட்டுப்பாடும் (dimensional control) குலைவுக் கட்டுப்பாடும் (distortion control) இன்றியமையாதவையாகும்.

படம் 12. ஒரு துணைக்கோவை

பற்றவைப்புச் செய்யும் முன்பு துருவெடுத்த தகடுகளிலும் கோணங்களிலும் உள் சாயமிடப் படுகிறது. கடலில் தோயும் வெளிப்பகுதிகளில் துருப் பாதுகாப்பு நெய்வனம் (anti corrosive paint) தடவப் படுகிறது. அதற்குமேல் கடல்வாழ் உயிரினங்களில் இருந்தும் செடிகொடிகளிலிருந்தும் அழுக்கு ஏறாமல் இருக்க நச்சுள்ள அழுக்குப் பாதுகாப்பு நெய்வனம் (toxic antifouling paint) தடவுகின்றனர். கப்பலின் உள் பகுதிகளின் பயன்பாட்டைப் பொறுத்து அழகு நெய்வனங்களோ (decorative paints) பாதுகாப்பு நெய்வனங்களோ (protective paints) பூசப்படும்.

பற்றவைப்பு முறைகள். இத்துறையில் பல முன் னேற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. அவற்றில் ஒரு பக்க ஒரு முறைப் பற்றவைப்பு, மின்சாரப் புகை மின்சார ஸ்லாக் பற்றவைப்பு, உயரப்பெட்டகங்களுக்கு மந்த வளிமப் பற்றவைப்பு,கரியமில வளிம அமிழ்வுப் பற்ற வைப்பு என்பன சிலவாம். குலைவுகளைக் கட்டுப் படுத்த பல வழிமுறைகளைத் தளங்களில் பின்பற்று கின்றனர். அவற்றில் சரியான பற்றவைப்பு வரிசை முறை பெட்டகங்களின் நடுவிலிருந்து கட்டப்பெறாத ஓரங்களுக்குச் செல்லுதல், பின் செல்லும் முறைகள், தகட்டின் அளவுக்குச் சரியான மின்முனைகளையும் சிறும இசைவுடைய மின்னோட்டத்தையும் பயன் படுத்தல்.

தன்னியக்க முறைகள். எதிர்பார்க்கும் குலைவுத் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் முதலிலேயே வளைத்தல், பெட்டகங்களை வலிவுபடுத்தல், கப்பல்களில் ஓரளவு அலுமினியப் பகுதிகளையும் பற்றவைப்புச் செய்தல் என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை. இப்பகுதிகளை இப் போது ஆர்கான் வளிமச் சூழலில் டிக் (Tig-tungsten gas) அல்லது மிக் (Mig-metal gas) முறைகளில் சேர்க் கின்றனர்.

வெள்ளோட்டமிடல். புதிய பெரிய தளங்களில் கப்பலின் எந்திரங்களையும் உள் பகுதிகளையும் கப்பலின் உடல் கட்டும்போதே சேர்த்து அமைக் கின்றனர். இந்த முன் வெள்ளோட்ட முறையில் கோவைகள் தயாரிக்கும்போதே அவற்றுள் குழாய்கள், மின்கம்பிகள், காற்றுப் பாதைகள், கருவிகள் முதலிய வற்றையும் பொருத்தி வைக்கின்றனர். இம்முறையில் வேலை செய்யும் நுழைவு மிகவும் எளிதாகிவிடுகிறது.

படம் 13. அடித்தளம் இடுதல்

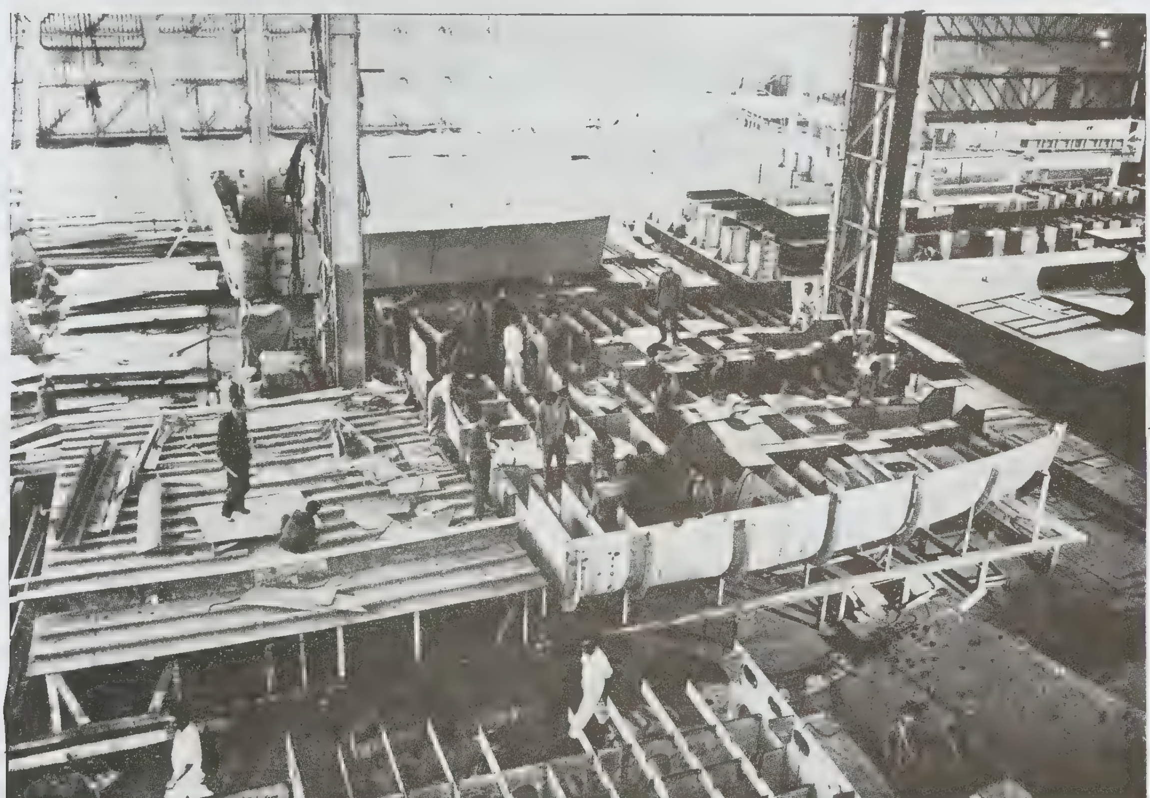
பணியைத் தரமாகவும், விரைவாகவும் செய்யத் தொழிற்சாலை உதவுகிறது. இம்முறையைக் கையாளத் திட்டமும், தயாரிப்புக் கட்டுப்பாடும் தேவை.

வரைபடங்கள் பிழையில்லாமலும் அளவில் தவறுகளில்லாமலும் இருக்கவேண்டும். ஒரே தளத்தில் பல கப்பல்கள் கட்ட இது மிகவும் சிறந்த முறையாகும். பிற பணிகளைவிட வெள்ளோட்டமிடும் திட்டங்கள் மிகவும் விவரமாகவும் நேரம் சீராகவும் இருக்க வேண்டும். வெளி நிறுவனங்கள் வந்து தளத்துக்குள்ளும் கப்பலுக்குள்ளும் பல வேலைகளைச் செய்கின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவை தச்சு வேலைகள், தரையிடுதல், காற்றோட்டக் கருவிகள், மின்சாரக் கம்பிகள், மின் மற்றும் மின்னணுக் கருவிகள், சமையல் கருவிகள், லாண்டிரிக் கருவிகள் என்பனவாம்.

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வசிக்கும் அறையின் வேலைத்திட்டத்தில் குழாய்கள், மின்கம்பிகள் செல்லும் வழிகளைத் தயாரிப்பது, மடங்கல்களை எடுத்தல், கதவுகள், ஜன்னல்களைப் பொருத்தல், ஆய்வாளர்களின் ஆய்வு, காற்றோட்டப் பாதைகள், மின்கம்பிகள், குழாய்கள், சில கருவிகள், மின்சாரக் கருவிகளைப் பொருத்தல், மரச்சுவர்கள் கரைகளைப் பொருத்தல், தரையிடுதல், உள்சாயம், அழகு சாயங்கள் பூசுதல், கம்பளிகள், திரைச்சீலைகள் பொருத்தல், உள் அலங்காரம் ஆகியவை அடங்கும்.

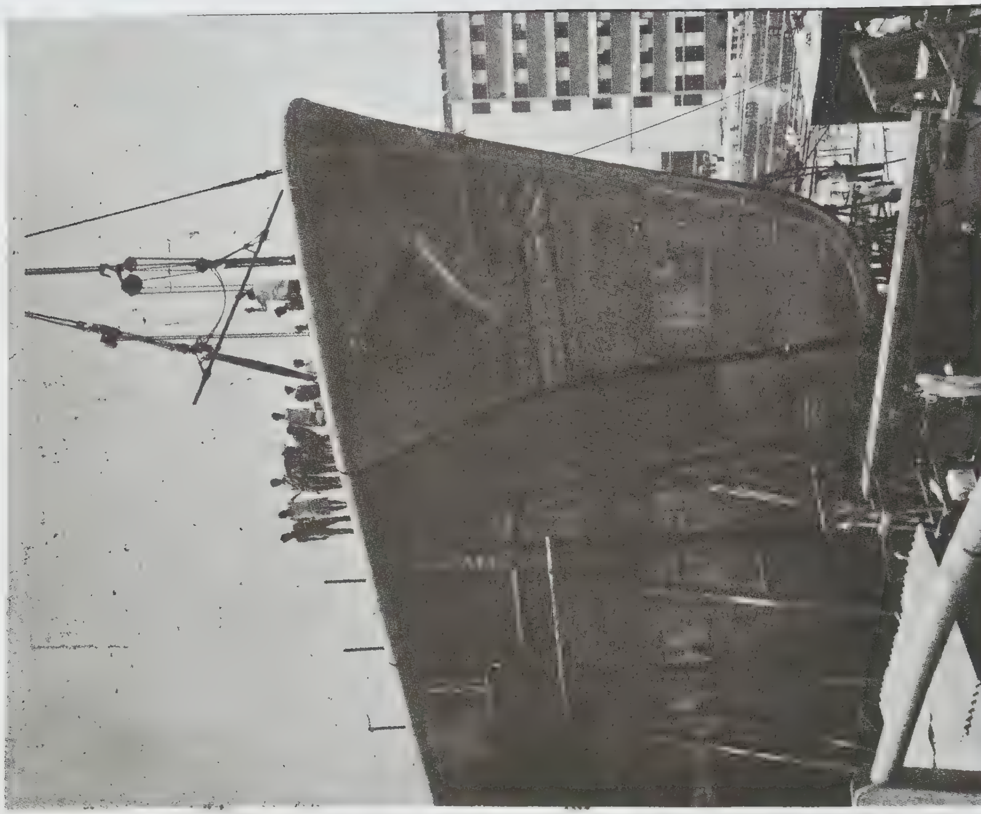
ஒவ்வோர் அறையிலும் வேலைகள் முடிந்தவுடன் வாங்கும் நிறுவனத்தின் ஆய்வுக்குப் பிறகு, அறையைப் பூட்டி வைக்க வேண்டும். விலையுயர்ந்த பொருள்களைப் பாதுகாக்கவும், அழுக்குப் படியாமல் இருக்கவும் இது உதவும்.

எந்திரங்களை நடுதல். முதலில் முக்கிய எந்திர அறையில் ஓட்டும் எந்திரம், பல்வினைப் பெட்டிகள் தொடர்பான வேலைகள் தொடங்கும். இந்த வேலைக்குச் சிறிய மாதிரிகள் உதவுகின்றன. எந்திர அடிமானங்களும், அடித்தளங்களும் கட்டப்பட வேண்டும். எஃகு அடித்தளங்களுக்கு மாற்றாக இப்போது நெகிழியாலான அடித்தளங்கள் பயன்படுகின்றன. கப்பலோட்டும் மிகவும் பெரிய, குறைந்த வேக டீசல் எந்திரங்கள் கப்பலுக்குள்ளேயே பூட்டப்



படம் 14. கோக்கும் சாலை (மானாகான்டாக்)

படம் 15. கப்பலின் முன்பாகம் சேர்க்கப்படுகிறது



படம் 16. கப்பலின் முன்பாகம் சேர்க்கப்படுகிறது

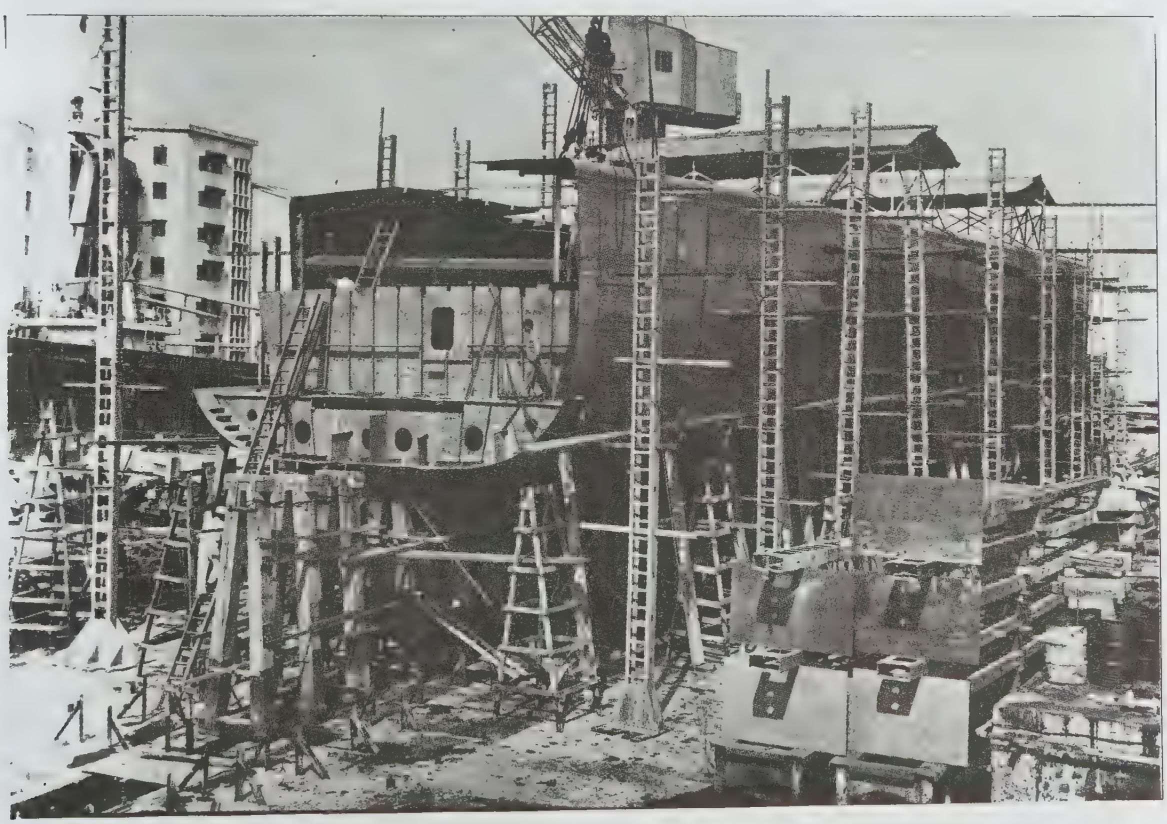
படுகின்றன. மிதவேக அல்லது மிகுவேக டீசல்கள் முழுமையாக வெளியிலிருந்து கப்பலுக்குள் இறக்கப் படுகின்றன,

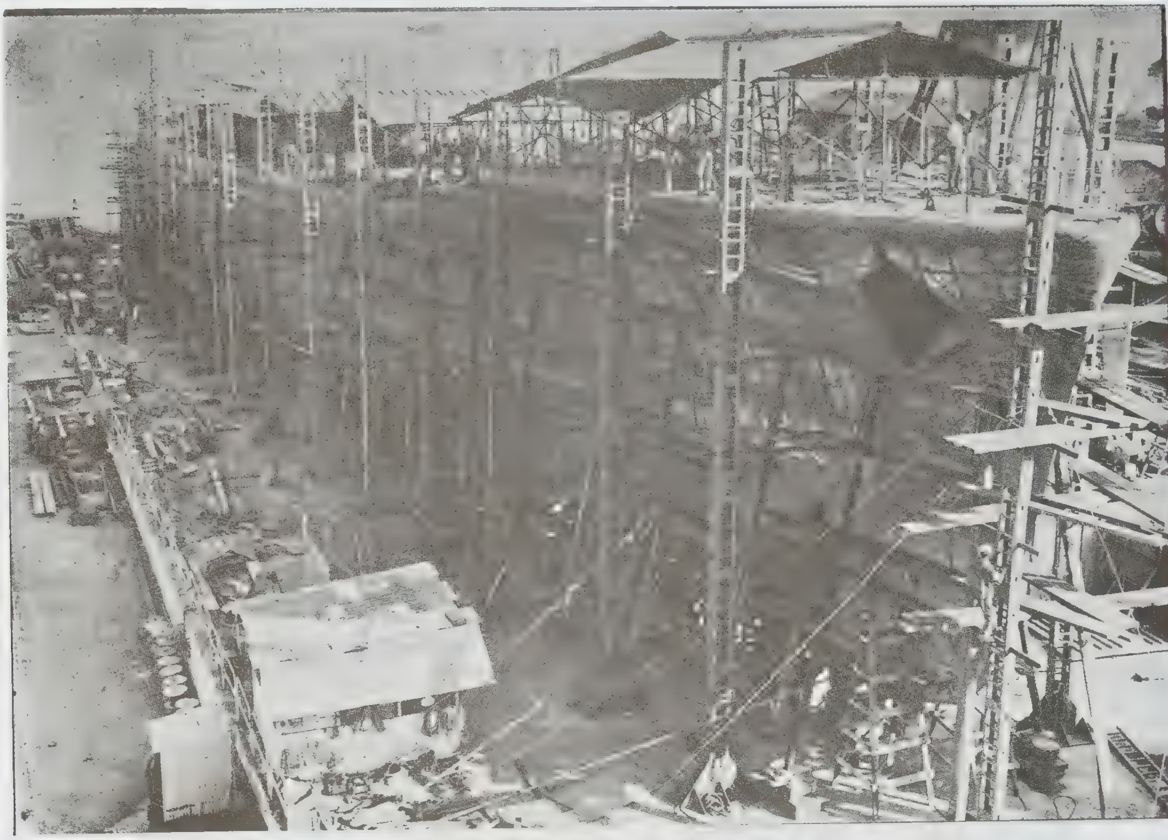
பல்லாயிரம் மீட்டர் குழாய்கள், கப்பல்களில் பீனல் எண்ணெய், லூப் எண்ணெய், குடிநீர், குளிர்சாதன நீர், கடல்நீர், ஹைட்ராலிக் எண்ணெய், மிகு அழுத்தக் காற்று, நீராவி போன்ற பொருள்களை எடுத்துச் செல்கின்றன. இவை எஃகு, பித்தளை போன்ற பொருள்களாலானவை. இவற்றைச் சரியாக வரைந்து, அமைத்து, திட்ட மிட்டுக் கப்பலில் பொருத்தி ஆய்வு செய்வது மிகவும் கடினமான வேலையாகும்.

கப்பல்களில் அன்றாடம் மின்னாற்றல் பெருகி வருகிறது. மின்னாக்கிகள், ஸ்விட்ச் போர்டுகளைத் தவிர, ஆயிரக்கணக்கான மீட்டர் மின்கம்பிகளும் மின் கருவிகளும், ரேடார், தொலைபேசி, வயர்லஸ் போன்றவையும் கப்பலில் பொருத்தி இயக்கப்படு கின்றன. இவற்றை வாங்கி, நட்டு ஆய்வு செய்து இயக்குவதும் பெரும் பொறுப்பாகும்.

சாய்ந்த வழுக்குப் பாதையில் கப்பலில் கீழே இரண்டு மர நீரோட்டப் பாதைகள் (wooden launch ways) தயாரிக்கப்படுகின்றன, தரையில் நிலை யாக நடப்பட்ட வழுக்குப் பாதையின் கீழ்ப் பகுதி நிற்கும் பாதையாகும். அதன்மேல் நீரோட்ட மெழுகு (grease) பூசப்படுகிறது. பின்னர் அதன்மேல் கப்பலுடன் செல்லும் நழுவுபாதை (sliding way) வைக்கப்படுகிறது. நழுவும் பாதை கப்பலோடு மெழுகின் மேல் வழுக்கிச் சென்று கப்பலை நீரில் மிதக்கச் செய்கிறது.

நீரோட்டத்திற்கு அரைமணிக்கு முன்பு கப்பலின் பளு கட்டைகளிலிருந்து வழுக்குப் பாதைக்கு மாற்றப்படுகிறது. கட்டும் கட்டைகளிலுள்ள கோணி களிலிருந்து மணலை வெளியேற்றி, கட்டைகளின் உயரத்தைக் குறைக்க, கப்பல், நழுவும் பாதை மேல் அமர்கிறது. விசையை இயக்கியவுடன் நழுவுபாதை, நிற்கும் பாதையிலிருந்து விடுவிக்கப்பட்டவுடன், கப்பல் நீரோட்டப் பகுதியை அடைகிறது. சில தளங்களில் கப்பல்கள் அகலவாட்டில் நீரோட்ட





படம் 18. சரிந்த வழுக்கும் பாறையில் கப்பல் தயாராகிறது

படம் 19. அகலவாட்டில் நீரோட்டம்

மிடப்படுகின்றன. அகலங்குறைந்த நதிகளில் இம் முறை செயல்படுகிறது. கட்டும் அணைகளில் தயா ராகும் கப்பல்கள், அணையில் நீரை நிரப்பி மிதக்க வைக்கப்படுகின்றன.

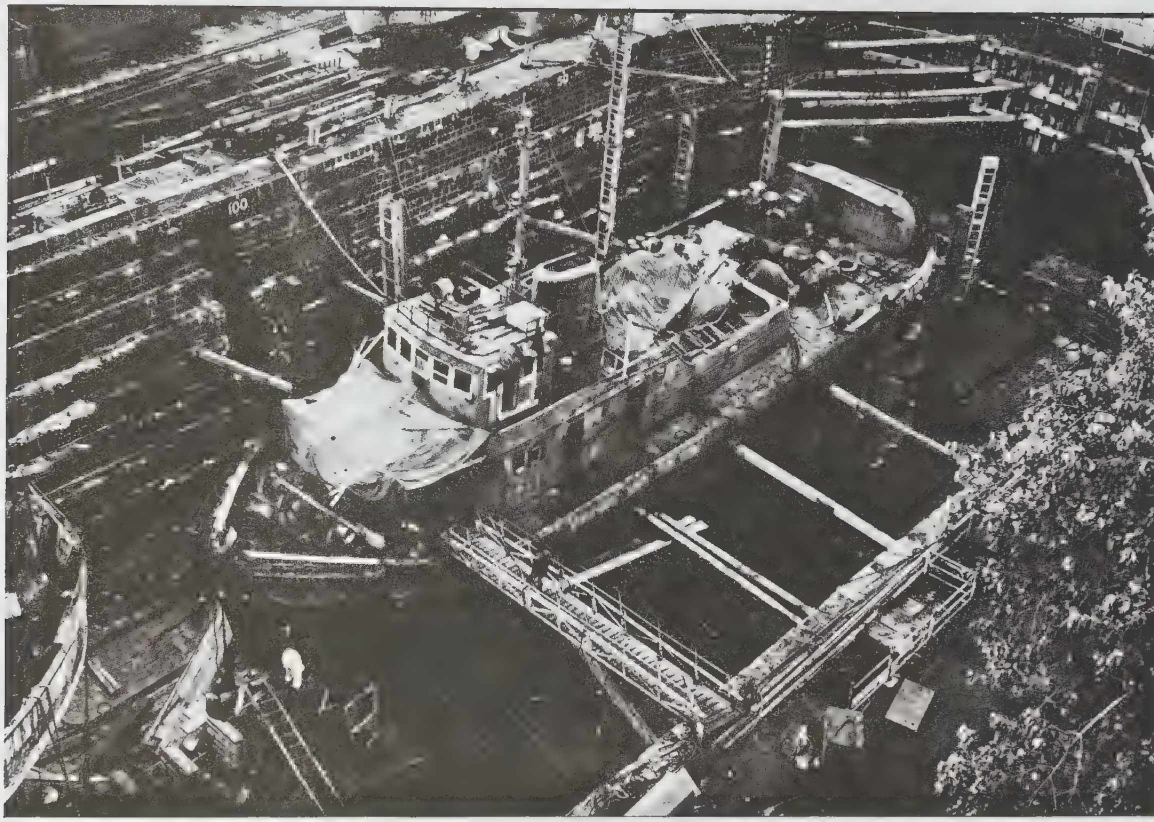
ஆய்வுகள் தேர்வுகள் சோதனைகள். கப்பல் கட்டி முடித்து வாங்கும் நிறுவனம் ஏற்றுக் கொள்ளும் முன்பு குறைந்த கால அளவில் கப்பலின் பல கருவி கள், துணைக்கருவிகள், எந்திரம் இவற்றையெல்லாம் திட்டமிட்டு ஆய்வு, தேர்வுகள் மூலம் உறுதி செய்வது கப்பல் தளத்தின் பெரும்பொறுப்பு ஆகும். ஒருசில தேர்வுகளில் தடங்கல் ஏற்பட்டாலும், கால தாமதமும் இழப்பும் ஏற்படலாம்.

ஆய்வுகளில் வாங்கும் நிறுவனத்தாரையும், அரசு அலுவலரையும் தவிர நிறுவன ஆய்வாளர்களுக்கே பெரும்பங்கு உண்டு. இந்தியாவில் இந்தியக் கப்பல் பட்டியல் கப்பல் கட்டுவதற்கும், வரைவதற்கும், ஆய்வதற்கும் விதிகளைப் பாதுகாக்கிறது.

இங்கிலாந்தின் லாயிட்ன் ரெஜிஸ்டர், அமெரிக் காவின் ஏ.பி.என், பிரான்ஸின் பீரோ வெரிடான், நார்ன்கே வெரிடான் போன்ற நிறுவனங்கள் இந்தியாவிலும், உலகெங்கும் பணி செய்கின்றன. இந்த நிறுவனங்களில் பல துறைகளிலிருந்து கப்பல் வரைவாளர்கள் (naval architects). பொறியியல் வல்லுநர், கப்பலோட்டிகள் வேலை செய்கின்றனர். வெளியிலிருந்து வரும் கருவிகளை அந்தந்த நிறுவனங் களிலேயே ஆய்வு செய்கின்றனர். காட்டாக, கப்பலில் உள்ள அனைத்துக் குழாய் அமைப்புகளையும் தூய்மை செய்த பிறகு நீர் அழுத்த ஆய்வு செய்வர். சாதாரணமாக அழுத்தத்தை விட $1\frac{1}{2}$ மடங்கு உயர் அழுத்தத்தில் ஆய்வுகள் செய்வர்.

கப்பலின் அணையில் ஒட்டும் எந்திரத்தை 25% ஆற்றலுக்கு ஓட்டி, தளத்திற்குள் சோதனையிடுவர். பிறகு கப்பலைக் கடலுக்கு எடுத்துச் சென்று தளத்தில் சார்பில் ஓட்டி ஆய்வு செய்வர் (builders trial). பிறகு ஒப்பந்தப்படிக் கடல் ஆய்வுகளும் தொடரும். இவற்றில் முக்கியமானவை. வேகம் டீசல் பயன்பாடு, திருப்பும் தரம் (steering), திசை, மாற்றும் தரம், நங்கூரம், பின்புறம் செலுத்தல், திடீர் நிறுத்தம் (crash stop) என்பன தொடர்புடைய

படம் 20. மாஸகாண்டாக்கில் கடல் காவல்துறைக் கப்பலின் நீரோட்டம்



படம் 21. இழுப்பான் அணையில் வெள்ளோட்டம் விடப்படுகிறது

ஆய்வுகளாம். அரசு அலுவலர்க்கு முன்பு கப்பலின் நேர்மையான ஆய்வும் நடைபெறும்.

கொடுப்பதும் ஏற்றுக் கொள்வதும். கப்பல் கட்டும் போதே சோதனையாளர்களும், வாங்கும் நிறுவன அலுவலர்களும் குறைபாடுகளையும், தரக்குறைவான வேலைகளையும் தளத்திற்குச் சுட்டிக் காட்டுவர். கூடியவரை கப்பல்தளம் உடனே குற்றங்களை நீக்க முயற்சிக்கும். இருந்தாலும் கப்பலைத் தரும்போது சில குறைகளும் எஞ்சியிருக்கலாம்.

ஒரு கப்பலில் ஆயிரக்கணக்கான பொருள்கள், கருவிகள், மிகைப்பொருள்கள் முதலியவற்றை ஒழுங்காகப் பெட்டிகளிலும், அறைகளிலும் வைக்க வேண்டும். இந்த உடைமைப் பொருள் பட்டியல் முதலிலேயே குறிக்கப்பட்டிருக்கும். கப்பலைக் கொடுக்கும்போது எஞ்சியிருக்கும் குறைகளையும் குறைபாடுகளையும் தனிப்பட்டியலாக, கொடுக்கும் ஆவணத்துடன் சேர்த்துத் தயாரிப்பர். இவற்றை நிறைவு செய்வது கப்பல் தளத்தின் பொறுப்பாகும். கப்பலில் உள்ள குறைபாடுகளுக்குத் தளம் 6-12 மாதம் வரை பொறுப்பேற்கும்.

- நீ. சீ. மோகன்ராம்

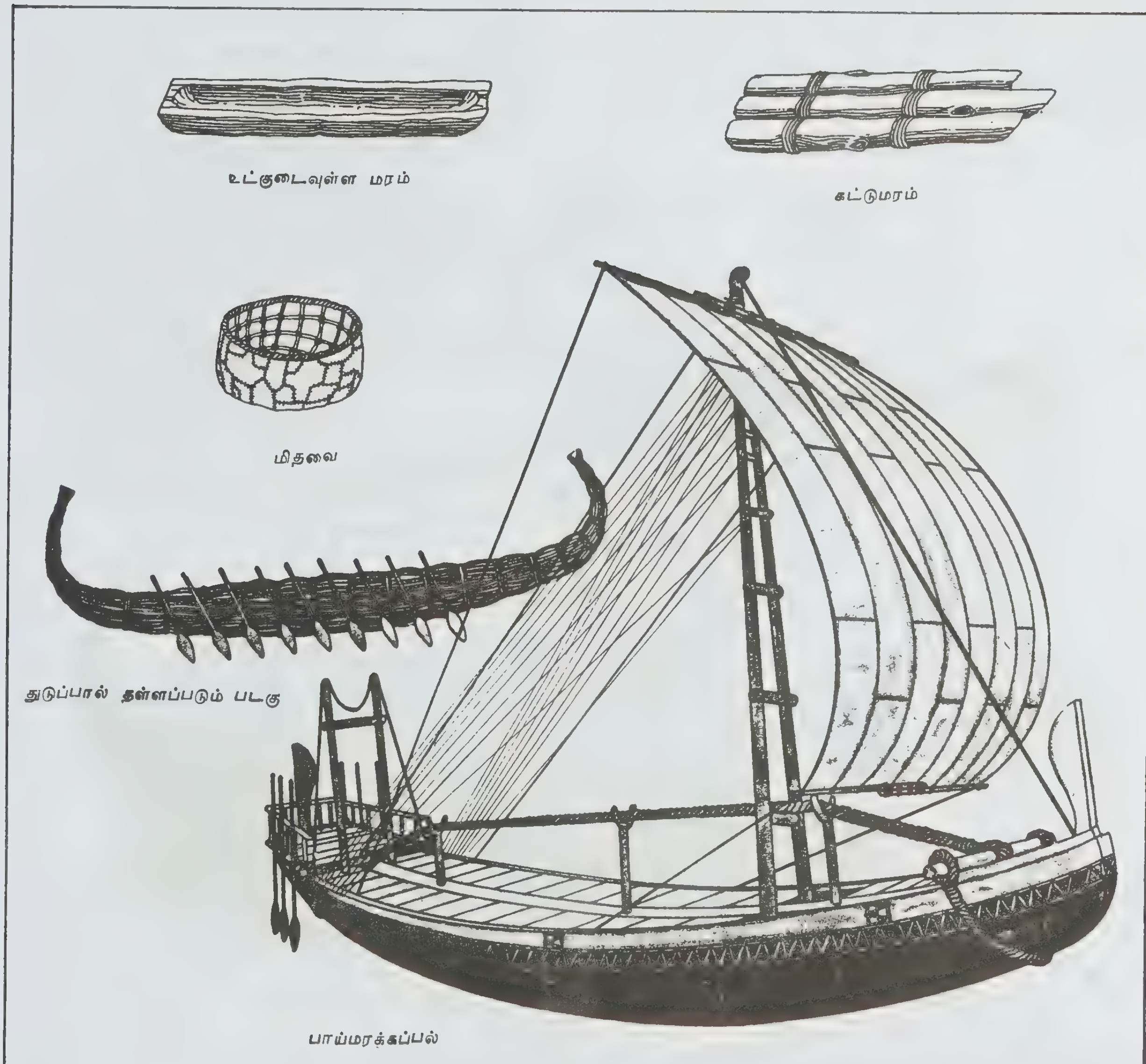
கப்பல்கள்

உலகின் பலநாடுகளுக்குமிடையே, கடல்வழியே, மக்கள் செல்வதற்கும், பொருள்கள் எடுத்துச் செல்வதற்கும் பயன்படும் மிகப்பெரிய சாதனம் கப்பல் ஆகும். முற்கால மக்கள் குளம், ஏரி, ஆறு முதலிய நீரோட்டங்களிலும், கடலிலும் உணவுக்காக மீன் பிடிப்பதற்கும், ஆறுகளைக் கடந்து அக்கரையிலும் கடற்கரையின் அருகேயும் உள்ள ஊர்களுக்குச் செல்வதற்கும், பொருள்களைக் கொண்டுபோய் வணிகம் செய்வதற்கும் தெப்பம், மிதவை, உட்குடைவுள்ள மரங்கள், ஓடம், கட்டுமரம் என நீரில் மிதந்து

செல்லக்கூடிய தன்மை கொண்ட சிறுசாதனங்களை அமைத்தனர். பின்னர் துடுப்பால் உந்தப்படும் படகுகளையும், நெடுந்தொலைவு பயணம் செய்வதற்கேற்பப் பாய்மரக்கப்பல்களையும் பயன்படுத்தினர்.

நாகரிகம் வளர, வளர மனிதனின் கடல் ஆதிக்கம் பெருகிற்று. நாட்டின் வலிமையையும் செழிப்பையும் உணர்த்துமளவுக்கு, பொருளாதார நிலையும், தொழில் வளமும் மேம்படுத்தப்பட்டன. மக்கள் பயணத்திற்கும், பொருள்கள் ஏற்றுமதி இறக்குமதி செய்து பொருளீட்டவும், பிற நாடுகளின் மேல் படையெடுத்துக் கவர்ந்து கொள்ளவும் கடல்வழியைப் பயன்படுத்த, தங்கள் அறிவுத்திறனைப் பயன்படுத்தி, சிறிய கப்பல்களிலிருந்து ஓரளவுக்குப் பெரிய கப்பல்கள் வரை கட்டினர்.

அமெரிக்கா, பிரிட்டன், ஸ்பெயின், ஃபிரான்ஸ், ஜெர்மனி போன்ற நாடுகள் இச்செயலில் மிகுந்த ஆர்வங்காட்டின. ஆனாலும் கப்பல் கட்டும் கலையை முதன்முதலில் வளரச் செய்தோர்

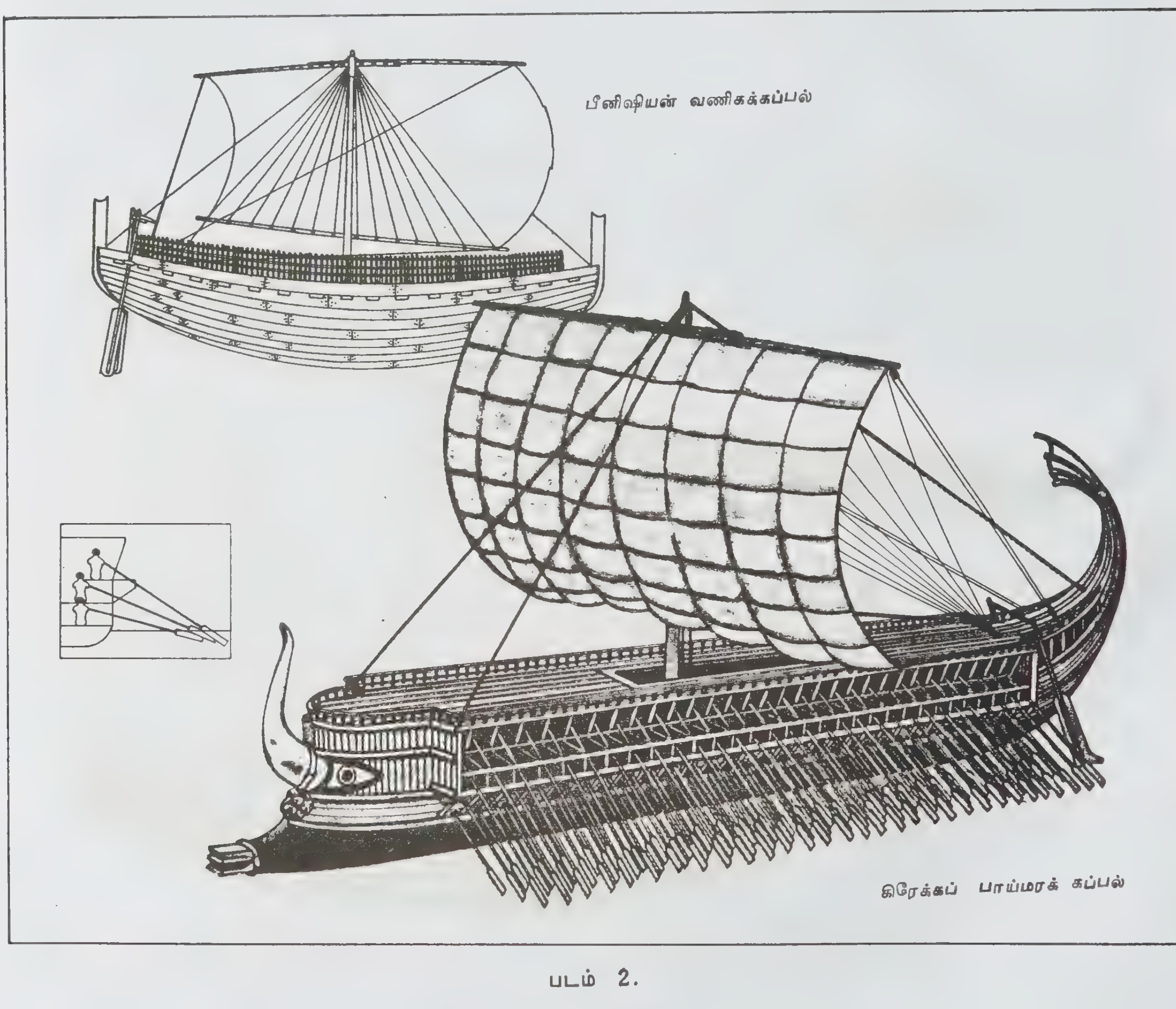


படம் 1.

பீனிஷியர்கள் (Phoenicians) ஆவர். இவர்கள் வணிகக் கப்பல்களைக் கட்டினர். அடுத்து, கிரேக்கர்கள், இக் கலையில் வல்லுநர்களாக இருந்தனர். கிரேக்க நாடு, பல தீவுகளைக் கொண்டு அமைந்திருந்தமையால், கடலில் பயணம் செய்துதான் ஒவ்வொரு தீவுகளுக்கும் செல்லும் நிலை இருந்தது. அதனால் பயணிக் கப்பல் களையும், வணிகக்கப்பல்களையும், போர்க்கப்பல் களையும் பெருமளவில் கட்டத் தொடங்கினர். போர்த்துக்கீசியர்கள் பாய்மரக்கப்பல்களிலே நெடுந் தொலைவு பயணம் செய்து, பலநாடுகளுக்கு வணிகம் செய்ததாக வரலாறு உள்ளது.

கிரேக்கர்களுக்குப் போட்டியாக, ரோமானியர் களும் போர்க்கப்பல்கள், வணிகக்கப்பல்கள், பயணி களை ஏற்றிச்செல்லும் பிரயாணக் கப்பல்கள் என மூன்று வகைக் கப்பல்களை அளவில் பெரியனவாக வும், வசதிகள் கொண்டனவாகவும் கட்டுவதில் ஆர்வங் காட்டினர். பெரும் பாய்மரக்கப்பல்கள் மூலம் உணவுப் பொருள்கள், பளிங்குக்கற்கள், கல்தூண்கள் போன்றவற்றை எகிப்திலிருந்து ஏற்று மதி இறக்குமதி செய்து, மத்தியதரைக் கடலில் ஆதிக்கம் செலுத்தினர்.

ரோமானியருக்குப் பின்னர், வட ஐரோப்பிய நாடுகளில், பொருள் வசதிபடைத்த வைக்கிங்குகள் (vikings), பல வகைக் கப்பல்களை மிகவும் சிறந்த முறையில் கட்டினர். வட அமெரிக்கா, கிரீன் லாந்து, வட அட்லாண்டிக் கடல் வழியே காலனிகளில் மக்களைக் குடியேற்றுவதற்கும், வணி கத்திற்கும், போருக்கும் நவீனக் கப்பல்களைப் பயன் படுத்தினர். ஏறக்குறைய 24 மீட்டர் அகலமும் 5 மீட்டர் அகலமும் உள்ள இக்கப்பல்கள், பக்கத்

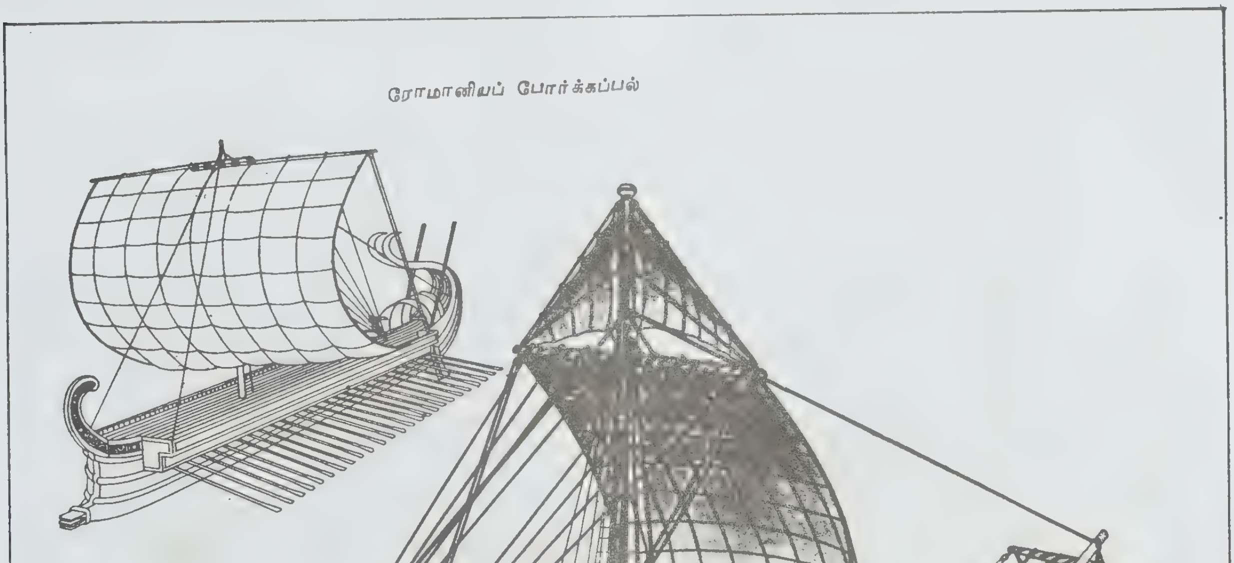


படம் 2.

திற்கு 16 துடுப்புகள் கொண்டவையாக இருந்தன. இவை மிகவும் சிறந்த துடுப்புக் கப்பல்களாகக் கருதப்பட்டன.

14 ஆம் நூற்றாண்டில் திசைகாட்டி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர், கப்பல் கட்டுவதில் நல்ல முன்னேற்றம் காணப்பட்டது. நீராவி எந்திரங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் நீராவி மூலம் கப்பல்கள் செலுத்த வளர்ச்சி பெற்ற நாடுகள் முயற்சித்தன. ஜேம்ஸ் ராம்சே என்னும் அமெரிக்கர், மணிக்கு 6,7 கிலோமீட்டர் வேகத்தில் செல்லக்கூடிய நீராவிப் படகு ஒன்றை 1786 ஆம் ஆண்டில் கட்டி முடித்தார். இதிலிருந்து நீராவிக்கப்பல் கட்டும் கலை பெரிதும் முன்னேற்றமடைந்தது. கப்பல்கட்ட இரும்பையும் பயன்படுத்தத் தொடங்கினர். இத்தகைய நீராவிக் கப்பல்களில் சில குறைகள் ஏற்பட்டாலும், அவை விரைந்து செல்லும் திறனுடையனவாக இருந்தன.

1870 ஆம் ஆண்டு சூயஸ் கால்வாய், கப்பல்

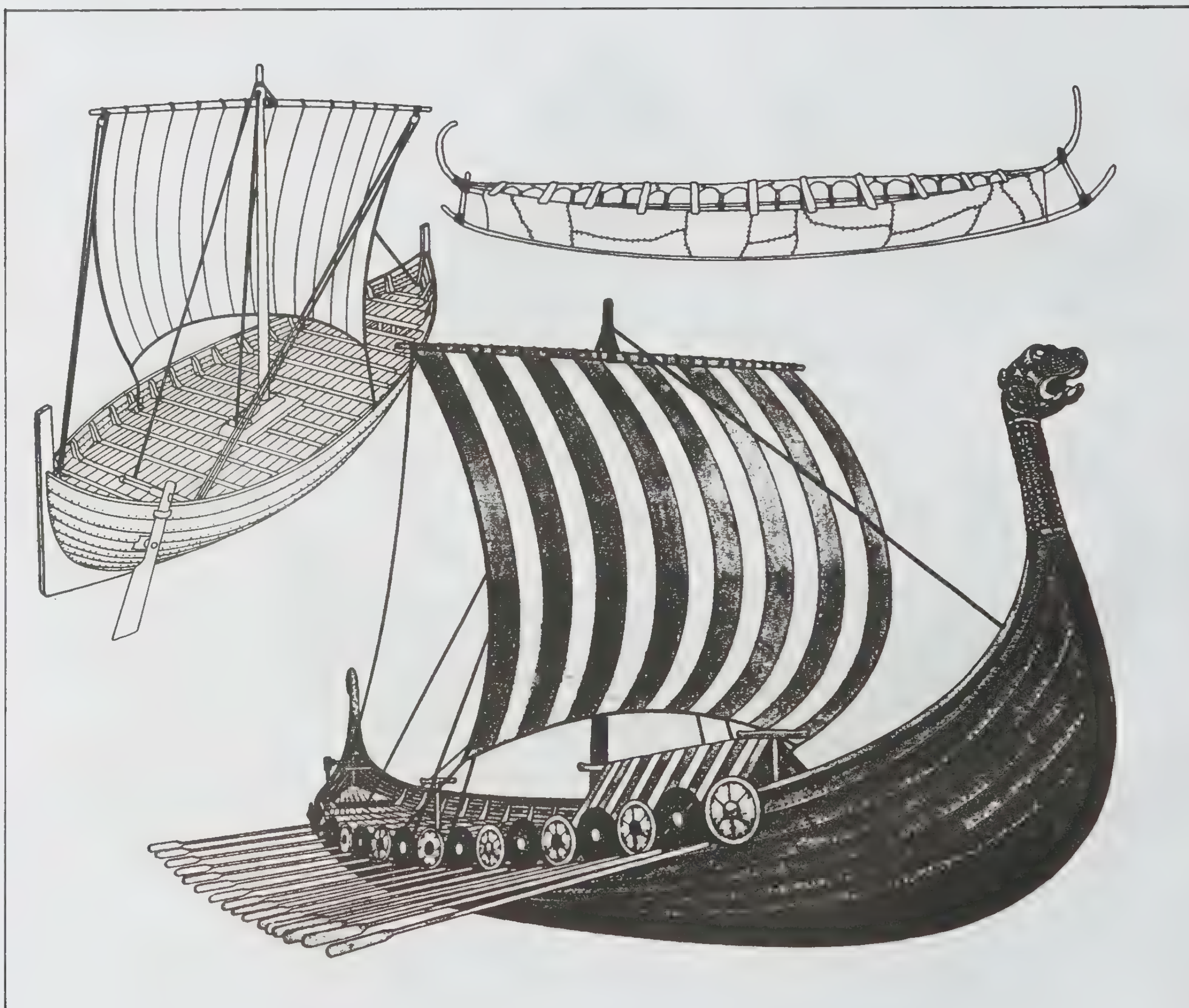


படம் 3.

போக்குவரத்திற்காகத் திறக்கப்பட்டவுடன் நாடு களைச் சுற்றி வளைத்துச் செல்லும் கடல்வழித் தொலைவு மிகவும் குறைக்கப்பட்டதால், பல் நாட்டு நிறுவனங்கள் போட்டியிட்டுக் கொண்டு, மிக விரை வாகச் செல்லக்கூடிய கப்பல்களைக் கட்டின. மணிக்கு 22 கடல்மைல் (nautical mile-knot 1840 மீட்டர் ஏறக்குறைய) வேகத்திலும், கொந்தளிப்பான கடல் களில்கூட ஆபத்தில்லாமல் செல்லக் கூடியதுமான கப்பல்கள் உருவாகின. நீராவியின் ஆற்றலால் சுழலும் நீராவி டர்பைன் எந்திரங்கள் (steam turbine engines), பின்னர் உள்ளெரி எந்திரம் பொருத்தப் பட்டதுடன், கப்பல்கள் விபத்திற்குள்ளாகும்போது பயணிகளைக் காப்பாற்ற உயிர்காப்புப் படகுகள், கட்டுமரங்கள் போன்றவற்றைக் கொண்ட கப்பல்கள் கட்டப்பட்டன. செலுத்தியும் (propellor) பயன்படுத் தப்பட்டது.

முதல் உலகப்போர் முடிந்தபின்னர் வணிகக் கப்பல் கட்டுதலில் பல புதிய நுட்பங்களையும் அமைப்புகளையும் பயன்படுத்தியதோடு டீசல் எந்திரங் களும் பொருத்தப்பட்டன. நீராவிக்கப்பல்களில் நிலக்கரிக்கு மாற்றாக எண்ணெய் எரிபொருளாகப் பயன்பட்டது, கப்பலின் முன்பகுதி எஃகினால் செய் யப்பட்டது. கைரோ திசைகாட்டி (gyro compass), கடலில் செல்லும்போது பல நாடுகளுடன் தொடர்பு கொள்ளப் பயன்படும் ரேடியோ, எதிரொலி அளவி போன்ற நவீன கருவிகள் அமைக்கப்பட்டன. இரண் டாம் உலகப்போருக்குப் பின்னர், மேலும் புதிய கருவிகள், ராடார், சோனார் ஆகியவையும் பொருத் தப்பட்டுள்ளன.

இயங்கும் நகரம் என்று சொல்லத்தக்கவகையில் பயணிகள் கப்பல்கள் மிகவும் நவீனமாக்கப்பட்



படம் 4 வைக்கிங் கப்பல்கள்

டுள்ளன. 35 கடல் மைல்களைவிட வேகமாகச் செல்லக்கூடியவை. பயணிகளின் வசதிகளுக்காக, பெரிய, நவநாகரிக அமைப்புடன் கூடிய தங்கும் அறைகள், உணவு அருந்தும் அறைகள், பொழுது போக்கு அரங்குகள் (recreation halls), நீச்சல் குளங் கள், விளையாட்டு மைதானங்கள், நாடக திரைப் பட மேடைகள் ஆகியவை உள்ள பெரிய கப்பல் களை, மிதக்கும் அரண்மனை எனலாம். ஆயினும், தற்காலத்தில் விமானப் போக்குவரத்தினால், பயணம் செய்யும் நேரம் மிகவும் குறைவதால், மக்கள் கப்பல்களைவிட விமானத்தில் செல்வதை விரும்பு கின்றனர். இதனால் பயணிக் கப்பல்கள் ஓரளவு பாதிக்கப்பட்டாலும், உல்லாசப் பயணிகள் செல்வதற் கும், விமானச்செலவு செய்ய முடியாதவர்கள் கப்ப லில் செல்வதற்கும்,மிகுதியான பொருள்களை ஏற்றிச் செல்வதற்கும், பணவசதி படைத்தவர்கள் தங்கள் வசதிக்காகச் சொந்த உல்லாசக் கப்பல்களையும் பயன் படுத்துகின்றனர்.

ஃபிரான்ஸ் நாட்டு நார்மண்டி கப்பல் (Normandie of F), மேரி அரசி (Queen Mary), எலிசபெத் அரசி 1&11 (Queen Elizabeth I&II) போன்ற பிரிட்டிஷ் கப்பல்களும், மிச்சலென்கெலோ (Mich langelo), ரபேல்லோ (Raffaello), ஆகிய இத்தாலியக் கப்பல்களும் புகழ் பெற்றவை ஆகும்.

படம் 5.

இரும்பு, நிலக்கரி, தாதுப்பொருள்கள் ஏற்றிச் செல்பவை, எண்ணெய் ஏற்றிச் செல்பவை, பொது வான பண்டங்கள் ஏற்றிச் செல்பவை, அனைத்துப் பொருள்களையும் ஏற்றிச் செல்பவை என நான்கு வகைகளாக வணிகக்கப்பல்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன.

போர்க்கப்பல். விமானதளக்கப்பல், நிலநீர்த் தொடர்புடைய போர்க் கப்பல்கள், காவல் கப்பல் கள், கப்பல்களை உடைக்கத்தக்க போர்க்கருவிகளை யும் கருவிகளையும் ஏற்றிச் செல்லும் கப்பல்கள், போர் வேவுக் கலங்கள், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் என போர்க்கப்பல்கள் ஆறு பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

விமான தளக்கப்பல். இது வெடிகுண்டு விமானங் கள், போர் விமானங்கள், போர் ஹெலிக்காப்டர்கள், சிறுவிமானங்கள் போன்றவற்றை ஏற்றிச்செல்லும். விமானங்கள் விரைவில் மேலே எழுந்துச் செல் வதற்கும்,அதேபோல் இறங்குவதற்கும் ஏற்றவாறு தளங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. 85—95 விமானங் கள் வரை ஏற்றிச் செல்லக் கூடிய அளவுக்கு ஏறக் குறைய 335 மீட்டர் நீளமுடையது. 30 கடல்மைல் வேகத்தில் செல்லக்கூடியது.

நீல நீர்த் தொடர் புடைய போர்க்கப்பல்கள். இவை நிலப்படை, போர்க்கருவிகள், ஊர்திகள், 20-30 ஹெலிக்காப்டர்கள் ஆகியவற்றைக் கரையிலிருந்து ஏற்றிச் செல்லும் வகையில் அமைந்துள்ளன. 20 கடல்மைல் வேகமும் 250 மீட்டருக்குக் குறையாத நீளமும் உடையன.

காவல் கப்பல்கள். விமான தளக்கப்பல்களை எதிரிகள் தாக்காதவாறு பார்த்துக் கொள்வது காவல்கப்பல்களின் வேலையாகும். இதில் ஆற்றல் மிகு ஏவுகணைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இந்த ஏவுகணைகள் 24-137 கிலோ மீட்டர் வரை தாக்கும் ஆற்றல் உடையவை. மேலும் நீரிமூழ்கிக்கப்பல்கள் இருக்குமிடத்தைக் கண்டுபிடித்து தாக்கும் கருவி களும், 27 மி.மி. துப்பாக்கிகளும் உள்ளன. ஒன்று அல்லது இரண்டு ஹெலிகாப்டர்கள் இதன் தளத் தில் எப்போதுமே ஆயத்தமாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. 180 மீட்டர் நீளமும் 30 கடல்மைல் வேகமு முடையது.

அழிக்கும் கப்பல்கள். இவை, பொதுவாக விமானத் தளக்கப்பல், நீலநீர்த் தொடர்புடைய கப்பல், வணிகக் கப்பல் ஆகியவற்றைப் பாதுகாக்க

படம். 6.

வும் எதிரிகளின் கடற்கரைகளைத் தாக்கவும் பயன் படுகின்றன. ஏவுகணைகள், 127 மி.மி. துப்பாக்கி கள் மற்றும் நவீன போர்க்கருவிகளும் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன. ஒன்று அல்லது இரண்டு ஹெலிகாப் டர்களையுடைய கப்பல்கள் 110-170 மீட்டர் வரை நீளமும் 30-33 கடல் மைல் வேகமும் கொண்டன வாகும்.

வேவு கலங்கள். வணிகக்கப்பல்களையும் நில நீர்த் தொடர்புடைய கப்பல்களையும் பாதுகாப்பது இதன் இன்றியமையாத பணியாகும். நீர் மூழ்கி வெடிகுண்டுடிகள், சில துப்பாக்கிகள், ஒரு ஹெலி காப்டர் ஆகியவை முக்கியமாகத் தற்காப்புக்காக இதில் உள்ளன. 136 மீட்டர் நீளமும் 27-30 கடல் மைல் வேகமும் கொண்டது.

நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள். எதிரிகளின் கப்பல்கள், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள், நகரங்கள், படைத்தளங்கள் ஆகியவற்றைத் தாக்க இவை பயன்படுகின்றன. அணு ஆற்றல் முறைகளால் தொடர்ந்து 6 மாதங் கள் வரை நீருக்குள்ளேயே கப்பல்கள் இருக்குமாறு தற்காலத்தில் கப்பல்கள் கட்டப்படுகின்றன. அமெ ரிக்கா, பிரிட்டன் போன்ற வல்லரசுகள் மிகமிக நவீனக்கருவிகளும் அமைப்புமுடைய போர்க்கப்பல்

படம் 7.

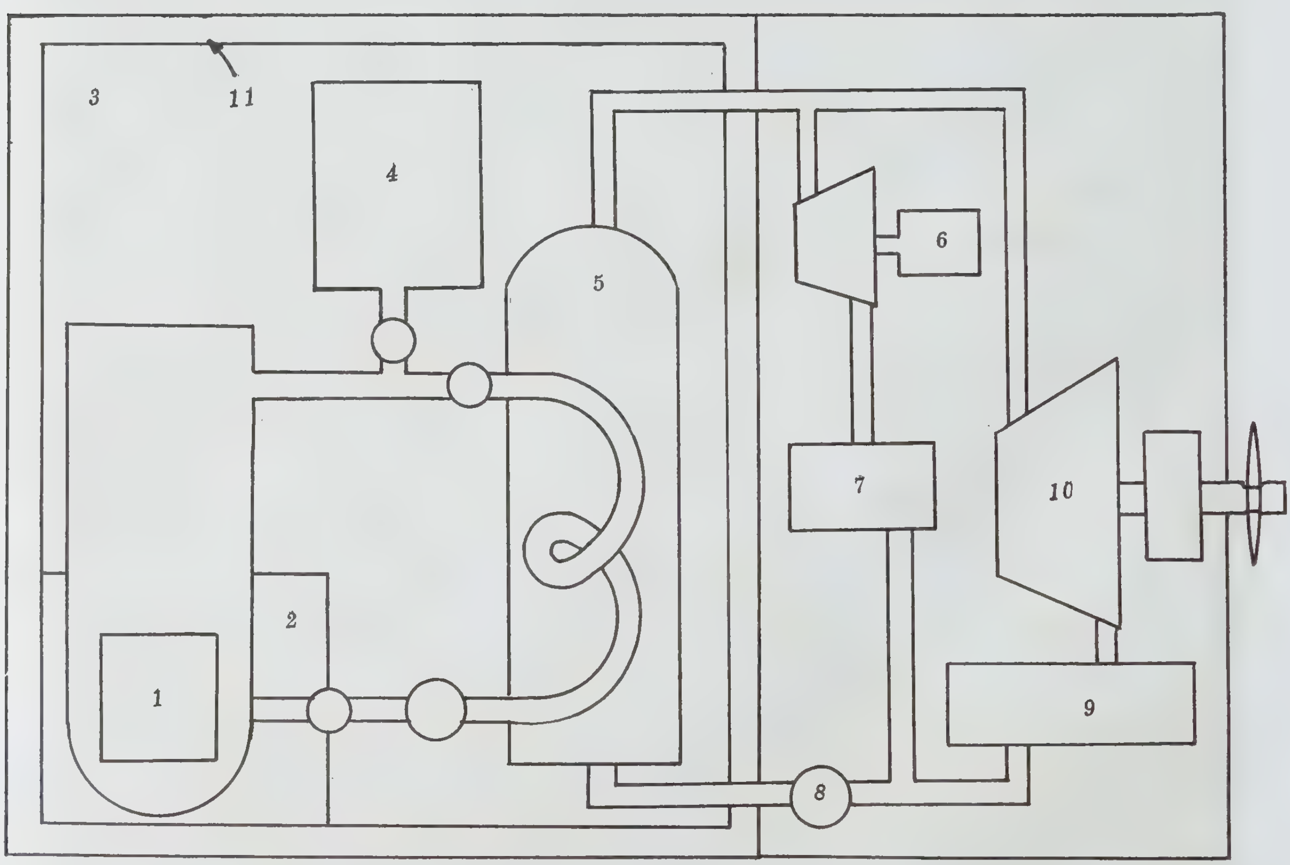
களைக் கொண்டுள்ளன. எனவே வணிகக்கப்பல்கள், பயணிக்கப்பல்கள், போர்க்கப்பல்கள் ஆகியவை ஒரு நாளைக்கு உலகிலுள்ள கடல்களில், ஆயிரத்துக் கும் குறையாமல் சென்று கொண்டுள்ளன எனலாம்.

-பங்கஜம் கணேசன்

கப்பல் செலுத்த அணு உலை

அணு ஆற்றலால், ஆற்றல் பெருக்கத்தை உண்டாக்க லாம். பிளவுபடுத்தக்கூடிய அணுக்களின் கருப் பிளப்பால் (nuclear fission) வெப்பம் உண்டாகும். இந்த வெப்பத்தை வெப்பப் பரிமாற்றியில் செலுத்தி நீராவியை உண்டாக்கலாம். மிகச்சிறிய வடிவமும், அளவீடும் கொண்ட அணுக்கருவின் பிளப்பால் வெளிப்படும் அதிமிகு ஆற்றல் பெருக்கம் வியப்பிற் குரியது. அனல் மின்நிலையமும், அணு மின் நிலை யமும் ஏறக்குறைய ஒரே மாதிரியானவையே; ஆனால் நீராவியை உற்பத்தி செய்யும் முறையில் வேறுபடுகின்றன.

கப்பலை உந்திச் செலுத்துவதற்குத் தேவைப் படும் தள்ளு ஆற்றலை அணு உலை கொண்டு உரு வாக்கலாம். கப்பலை உந்திச் செலுத்த வளிமச் சுழலியின் (gas turbine) அடிப்படையையும் பயன் படுத்தலாம். கப்பலைச் செலுத்தப் பயன்படும் அணு உலைகள், ஒரு கட்டடமாகவே உருவாக்கப்பட்டி ருக்கும். அணு உலைகளுக்குச் சில வேறுபாடுகள் உண்டு. அவை இட அமைவு, அதற்கான வரை யறைகள், மின் நிலைய நம்பகம், தளவாடப்



படம் 1. அணு உலை உந்துபொறி-அமைப்பு

1. அணு உலை, 1. உலைக்கவசம், 3. உலை அறை. 4. அழுத்தம் ஏற்றி, 5. கொதிகலன், 6. மின் உற்பத்திக்கருவி 7. துணைக்குளிர்விப்பான், 8. எக்கி 9. குளிர்வூட்டி, 10. முதன்மைச்சுழல் 11. வெப்ப நீக்கிக் கவசம்.

பராமரிப்பு, நிலையத்தின் பாதுகாப்பு, நகரும் தளங்களின் (moving platform) சிக்கல்கள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து உள்ளன.

படம் 1 இல் கடல்துறைக் கப்பல் அணு உலையின் நிலைப்படம் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இதில், அணு உலையைத் தன்னகத்தே கொண்டிருக்கும் அழுத்தக்கலன், அதைச் சுற்றிலும் உள்ள மேலுறை (shield) குளிர்மிக்க அமைப்பில் உள்ள கதிரியக்கப் பகுதிகளைச் சுற்றிலும் உள்ள அனைத்து உறைகள் ஆகியவை அடங்கும்.

எடையைக் குறைக்க வேண்டுமெனில் தள நிலைகள் (platforms) அடக்கமாகவும், குளிர்விப்புப் பகுதியில் உள்ள இரண்டாம் நிலைக் (secondary) காப்பு உறைகள் எடை குறைந்தவையாகவும் இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு சில நன்மைகளுக்காக, எடையைக் குறைக்கும்போது கப்பலின் அளவை முடிவு செய்ய, முன்னரே கருத்திற்கொண்ட திட்ட அமைப்பின் விதிகளும், வரைமுறைகளைப் புறக்கணிக்கத் தக்கவையல்ல, தவிர்க்கவே முடியாத காற்றுப்போக்கிகள், மேலெழுப்பிகள் (upheaders), மேலுறை போன்றவை நீங்கலாகப் பிற பகுதிகளின் எடையை முடிந்த அளவிற்கு 65,70%க்குக் குறைக்கலாம்.

நம்பகத் தன்மையும் பேணலும். எரிபொருள் உள்ளீடு மீண்டும் அணு உலையில் செலுத்துவது நீண்டகாலம் கழித்தே மேற்கொள்ளப்படுகிறது, அதனால் அணு உலையின் பேணலும், நம்பகமான இயக்கமும் மிகுந்த கவனத்துடன் கருத்திற் கொள்ள வேண்டியுள்ளன. எனவே, பிற வகையான கப்பல் செலுத்தும் முறைகளைவிட அணு உலைகளைக் கொண்டு கப்பலைச் செலுத்துவதில் மிகு முனைப்பான பேணல் முறையும் நம்பக இயக்கமும் ஒருங்கே தேவையாகும். அணு உலையில் பங்கு பெறும் பெரும்பாலான பகுதிகள் கதிர்வீச்சு இயக்கத்தில் உள்ளமையால், பேணுவதற்காக இயக்கத்தை நிறுத்தி வைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படும்போது தற்காலிகமாக, இயக்கத்தை ஏற்று நடத்தத் தக்க கருவிகள் வேண்டும். அல்லது தூய்மை செய்யவும், பழுது பார்க்கவும் அன்றாடப் பேணுதலுக்கான கருவிகள் நிறுவப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

நிலையப் பாதுகாப்பு. ஒரு கட்டடமாக இருக்கும் அணு உலைகளைவிடக் கப்பலில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் அணு உலைகளில் புறக்கேடுகள் (external asserts)மிகுதியும் ஏற்படக்கூடும். இதனால் வெடித்துச் சிதறும் கேடு ஏற்படலாம். எனவே தனிப்பட்ட திட்ட அமைப்புக் கொண்டு அணு மோதல் (collision damage) ஏற்படும்போது கப்பல் கருவிகளை உடன் ஏற்றுக்கொண்டு இயக்கத்தில் உள்ளாழ்ந்த ஏற்ற கருவிகள் இன்றியமையாதவை ஆகின்றன. அணு மோதலின்போது கருவிகளும் முக்கிய கருவி அமைப்புகளும் தாக்கமுறா வண்ணம் மிகுந்த கவனத்துடன் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். முக்கிய கருவிகளை நிறுவும் இடத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பது மிகுந்த கவனத்திற்குரிய திட்டமாகும்,

சிலசமயம் உலைகள் இயக்கத்தில் இல்லாமல் நிறுத்தி வைக்கப்பட்டிருந்தாலும் குறைந்த வீதத்திலும் வெப்பத்தை வெளிப்படுத்தும்; மீதமுள்ள (residual) கதிர் வீச்சால் இவ்வாறு நேரிடும். இத்தகைய வெப்பக்கதிர்வீச்சு வெளிப்படுத்தலை நிறுத்தி வைக்க அல்லது குறைக்க அல்லது வெளியேற்றப் போதிய வழிமுறைகள் கண்டறியப்பட வேண்டும்.

கடற்பொறியியலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களுக்கு ஏற்றவாறு கப்பல் செலுத்த அணு உலைகளும், பிற கருவிகளும் அவற்றின் பயன்தரும் வடிவான திட்ட அமைப்புகளுடன் அமைய வேண்டும். அணு உலைகளில் குளிர்விப்பதற்காகவே பாய்மங்களாகப் பயன்படுத்தப்படும் துணைப்பொருள்களைப் போதிய அளவு சேர்த்து வைக்கவும் அல்லது அவ்வப்போது வேண்டுமளவிற்கு உற்பத்தி செய்து கொள்ளவும் வசதிவேண்டும். எளிதில், வெப்ப, மிகுவெப்ப நிலையிலேயே உருகி விடக்கூடிய பொருள்களைக் கொண்டு உலையின் பகுதிகள் செய்யப்பட்டிருந்தால் அவற்றில்முன் வெப்பப்படுத்தி வைத்துக் கொள்ள வேண்டிய வழிமுறைகளும் வெப்ப ஆற்றல் உற்பத்தி மூலங்களும் (source) இருக்க வேண்டும்.

அணு உலைகளின் பாகுபாடுகள். அழுத்தி மூடப்பட்ட நீர் அணு உலை (pressurized water reactor) மற்றும் சோடியம் மூலம் குளிர்விக்கப்படும் அணு உலை (sodium cooled reactor) ஆகிய இரண்டுமே பரவலாகச் சிறப்புடையவை. அழுத்தி மூடப்பட்ட நீர் அணு உலை காப்பிடப் படுவதற்கும், பராமரிப்பதற்கும் எளிது. தவிர நீராவி அல்லது கொதிநீர், கரிய சேர்மான குளிர்விப்பிகள் (organic coolants), வளிமக் குளிர்விப்பிகள் ஆகியவை பயன்படுத்தத் தக்க வகையில் சிறப்புடையன அல்ல; பயன்படுத்தினாலும் பல இடர்ப்பாடுகள் ஏற்படலாம். வல்லரசு நாடுகளில் அணு உலைக் கப்பல்களே சிறப்புப் பெற்றவை.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

கப்பல் துறை

பயணி, சரக்கு முதலியவற்றைக் கப்பல்களில் ஏற்றுவதற்கும், இறக்குவதற்கும் நீரருகே கட்டப்படும் மேடை (berth) போன்ற கட்டகம் கப்பல் துறை (dock) எனப்படும். கடற்கரைக்கு இணையாகக் கட்டப்படும் மேடை, கடலோரத் தடுப்புச்சுவர்

(bulk head) எனப்படும். கடற்கரைக்குச் செங்குத்தாகவோ, சாய்கோணத்திலோ கட்டப்படும் மேடை கொம்புத்துறை (pier) எனப்படும். இக்கட்டுமானங்கள், மண் அணைப்பைத் தாங்குவதற்கும், செய் கரைகளைக் (embankments) காப்பதற்கும் தேவைப்படுகின்றன. ஆனால் அதே சமயத்தில் இம்மேடைகள் தளமாகவும் பயன்படுகின்றன. எஃகு, கற்காரை, தேக்கு முதலியவற்றாலான குத்துத் தூண்களை உடைய மேடைகளுடன் வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை அல்லது செங்கற்களாலான தாங்கு சுவர்களும் பயன்படுகின்றன. இம்மேடைகளின் நகர்வு (movement), படிமானம் (settlement), உடனடியான குலைவு ஆகியவை அடிக்கடி நிகழ்வனவாகும். செயற்கையான இக்கப்பல் தங்குமிடங்கள் எவ்வித இடையூறும் இல்லாமல் கப்பல் தங்கவும் இயங்கவும் பயன்படும்.

ஓர் இடத்திலிருந்து கப்பல் இருக்கும் இடத்திற்குச் சரக்குகளைக் கொண்டு செல்வதற்குப் பயன்படும் சாலைகள், இருப்புப்பாதைகள், சரக்குகளை ஏற்றும் இறக்கும் இடங்கள், சரக்குகளைப் பிரிக்கும் இடங்கள், பிற வசதிகள் அனைத்தும் கப்பல் துறையில் இன்றியமையாதவை. கப்பல்துறை நீர்த்துறை (wer dock), உலர்துறை (dry dock), மிதக்கும் உலர் துறை (floating dock) என மூவகைப்படும்.

நீர்த்துறை. கப்பல் மிதந்து கொண்டிருக்க வேண்டிய ஆழம், துறைமுகத்தில் உள்ள ஏற்ற இறக்கம் காரணமாக நிலையாக இல்லாமல் நீர் மட்டம் குறைந்து விடலாம். இச்சூழ்நிலையைத் தவிர்க்க துறைமுகத்தருகில் கடலினுள் பல கிலோ மீட்டர் வரை வலிமையான சுவர் எழுப்பப்படுகிறது. அச்சுவரில் நீர் நுழைய முடியாதபடி கதவு அமைக்கப்படுகிறது. கப்பல் துறைமுகத்தின் உள்ளே வந்ததும் கப்பல் மிதக்கத் தேவையான நீர் மட்டம் உள்ளபோது கதவு மூடப்படுகிறது. இதனால் நீர் மட்டம் ஒரே நிலையில் இருக்கும். இத்தகைய செயற்கைத் துறைமுக அமைப்பே நீர்த்துறை எனப்படுகிறது. கப்பலைப் பழுது பார்க்கவும், சரக்குகளையும், பயணிகளையும் ஏற்றவும் இறக்கவும் இத்துறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

உலர்துறை. கடலில் மிதக்கும்போது அதன் அடிப்பகுதி ஓரளவிற்கு நீரில் மூழ்கி இருக்கும். மூழ்கியிருக்கும் பகுதியிலும், கப்பலின் அடிக்கட்டைப் (keel) பகுதியிலும் பழுதுகள் ஏற்பட்டால் அதைச் சீர்செய்ய இயற்கை அல்லது செயற்கை முறையில் நீரை வெளியேற்ற அமைக்கப்படும் துறையே உலர்துறை எனப்படும். நீரை வெளியேற்றும்போது கப்பல் கவிழ்ந்து விடாமல் இருக்கத் தகுந்த முன்னேற்பாடுகள் செய்யப்படுகின்றன. இத்துறை கற்காரையால் கட்டப்படுகிறது. இங்கிலாந்தில் சவுத்தாம்டனில் 360 மீ. நீளமும், 40.5 மீ. அகலமும் உடைய உலர் துறையே உலகில் மிகப்பெரியதாகும்.

மிதக்கும் உலர்துறை. கப்பல் கடலில் சென்று கொண்டிருக்கும் சமயத்தில் பழுது ஏற்பட்டால் பழுதுபார்க்கும் துறைக்கு அனுப்பாமல் உடனடியாகப் பழுதுபார்க்கும் துறையே மிதக்கும் உலர் துறை எனப்படும். இது இரு சுவர்கள் கொண்ட மிதவையாகும். இச்சுவர்களிலும் அதன் அடிப்பகுதியிலுள்ள அறைகளிலும் நீர் நிரப்பப்படுகிறது. பின்னர் பழுதடைந்த கப்பலுக்குக் கீழே இம்மிதவை இறக்கப்படுகிறது. இறக்கப்பட்ட மிதவையிலுள்ள நீரை வெளியேற்றும்போது கப்பல் மிதவை மீது நிற்கும். பின்னர் கப்பலிலுள்ள பழுது சீர் செய்யப்படுகிறது. இதுபோன்ற மிதக்கும் உலர்துறைகள் போர்க்காலங்களில் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இவை எஃகு, இரும்பு முதலியவற்றால் கட்டப்படுகின்றன. பிற கப்பல் துறைகளைவிட இது சிக்கனமானது. ஆனால் அவற்றைவிடக் குறைந்த காலமே பயன்படக் கூடியது.

துறைமுகத்தின் பரப்பு, வடிவம், கடற்கரையமைப்பு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து கப்பல்துறை விசிறி வடிவிலோ, கவை வடிவிலோ அமைக்கப்படுகிறது. இத்துறையை அமைக்கும்போது, கப்பலைப் பழுதுபார்க்கும் தொழிற்சாலைகள் அருகில் இருப்பது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். மேலும் கப்பல் துறைகள் எவ்வடிவில் இருந்தாலும் கப்பல்கள் வந்து தங்கவும், இயங்கவும் போதுமான வசதிகள் பெற்றிருக்கவேண்டும்.

- இரா. சரசவாணி

கப்பல் புழு

ஆண்டுதோறும் பல கோடி ரூபாய் மதிப்புள்ள கப்பல் மரப்பலகைகள், துறைமுகங்களில் நடப்பட்டுள்ளன. மரத்தூண்கள், கட்டுமரத்தோணிகள் போன்றவை கப்பல் புழுக்களால் (ship worms) அழிவடைகின்றன. கொலம்பசின் நான்காம் கடற்பயணத்தின் போது, இப்புழுக்களால் அவர் கப்பல்கள் அழிந்தன என்பதை வரலாற்றில் அறியலாம். அனைத்துக் கடல்களிலும் காணப்படினும், வெப்பக்கடல்களிலேயே இப்புழுக்களின் முனைப்புடைய செயலால் கேடுகள் மிகுதியாகின்றன. இந்திய நாட்டுக் கிழக்குக் கடற்கரைக் கப்பல் புழுக்களில் 23 இனங்களும் மேற்குக் கடற்கரைப்புழுக்களில் 10 இனங்களும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் டெரிடோ (Teredo), பேங்கியா (Bankia) நாசிடோரா (Nausitora) போன்றவை வலிமையான மரப்பலகைகளையும் துளைத்து அழித்துவிடுவதால் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன. பொதுவாக ஆழம் குறைந்த அண்மைக் கடல்களிலேயே மிகுந்த அளவில் இவை காணப்பட்டாலும், 1000 மீட்டருக்கும் மேல் உள்ள ஆழ்

கடல்களிலும் இவை வாழ்கின்றன எனக் கருதப்படு கிறது.

உடலமைப்பு கப்பல் புழுக்கள் இருவோட்டு மெல்லுடலி (bivalve) வகையைச் சார்ந்தவையாயி னும், இவற்றின் உடல் துளைப்பதற்கேற்றவாறு புழுவைப் போன்றே உள்ளது. இவற்றின் நீளம் இனத்தைப் பொறுத்து 15-100 மி. மீ. வரை இருக்கும். உடலில் முன்பகுதி ஒழுங்கற்றும், ஓரளவு வட்ட வடிவம் கொண்டுமுள்ளன. ஒவ்வொரு ஓடும் இரண்டு பிளவுகளை முன் பின்னாகக் கொண் டுள்ளது. மேலும் இவ்வோடுகள் அரம் போன்ற அமைப்பைக் கொண்டுள்ளமையால் இவை துளைப் பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இப்புழு மரப் பலகைகளில் இரு துளைகள் போட்டு உள்ளிருக்கும் போது, இதன் பின்பகுதி, குறிப்பாக நுனியில் உள்ள இரு குழாய்கள் வெளியே நீண்டுள்ளன. இக்குழாய் களில் ஒன்று வெளிநீரைச் சுவாசிப்பதற்கும், உணவுத் துகள்களை வடி கட்டுவதற்கும் உள்ளிழுக்கும் குழாயாகப் பயன்படுகிறது. மற்றொன்று உடலினுள் பயன்படுத்திய தூய்மையற்ற நீரை வெளியில் செலுத்தும் குழாயாகப் (exhalant sipon) பயன்படு கின்றது. தம்மால் சுரக்கப்பட்ட சுண்ணாம்புச் சத்தாலான ஒரு குழாயை வெளிப்பக்கத்தில் கொண்டுள்ள புழுக்கள், மரப்பலகைகளின் நச்சால் தாக்கம் அடைவதில்லை.

பொதுவாக ஆண்புழுக்கள் பெண்புழுக்களை விடச் சிறியனவாக உள்ளன. குறிப்பாகப் பேங்க்கியா இனத்தில் இருபாலினப் புழுக்களும் அவ்வப்போது தோன்றுவதுண்டு இவவாறான புழுக்களில் ஆண் இன உறுப்பு பெண் உறுப்பைவிட முன்னரே வளர்ச்சி அடைவது (protandry) குறிப்பிடத்தக்கது. அவ்வப்போது ஒரே புழுவில் உள்ள இனப்பெருக்கத் தாதுக்கள் ஒன்று சேர்ந்து கருவுற்ற முட்டைகளும் தோன்றுவதுண்டு. எனினும் வெவ்வேறு இனப்புழுக் களின் வழி இனப்பெருக்கம் அடையும்போதுதான் இப்புழுக்களின் தோற்றம் மிகுதியாக இருக்கும். டெரிடோ இனத்தைச் சார்ந்த புழுக்கள் பெரும் அளவாக ஒரே சமயத்தில் 100 மில்லியன் முட்டைகளை இடுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. எனினும் கப்பல் புழுக்களின் முட்டையிடும் திறன் (fecundity) 7000 முதல் 2 லட்சம் வரை இருக்கும்.

பேங்க்கியா 12 மி.மீ. நீளத்தை அடையும் போதும் டெரிடோ 10மி.மீ. நீளத்தில் உள்ள போதும். இனப் பெருக்கத்திற்கு ஆயத்தமாகின்றன, இவ்வாறான முதல் இனப்பெருக்க வளர்ச்சியை இவை 6-8 மாதங்களில் பெறுகின்றன. கருவுற்ற முட்டைகள் 11 மணி நேரத்தில் தாமாக நீந்தும் இளவுயிரி (larva) நிலையை அடைகின்றன. இவை 0.1 மி. மீ. நீளமுள்ள வெலிஜர் (veliger) இளவுயிரி நிலையை அடைந்ததும் 6 நாள் நீந்தித்திரிகின்றன, 15 ஆம் நாளில் 0.25 மி. மீ. நீளத்தையும், 17 ஆம் நாளில் பலகையைத் துளைக்கக்கூடிய நிலையையும் அடைகின்றன. இத்தகைய இளவுயிரிகள் 1 மணி நேரம் பலகைகளில் தவழ்ந்து துளைப்பதற்கு முயலும். மரப்பகுதிகள் துளைப்பதற்கு ஏதுவாக இல்லாமலோ, துளைப்பதற்குரிய பகுதிகள் கிடைக் காவிடிலோ, இளவுயிரிகள் பல நாள் அலைந்து திரியும். நிலைத்தபின், இவை மாதத்திற்கு ஏறத்தாழ 2.5 செ. மீ. வளர்ச்சியையும் 5 மாதங் களில் 10 செ. மீ. நீளத்தையும் அடைகின்றன.

கப்பல் புழுக்கள் தம் பாதுகாப்பிற்காக மரப் பல கைகளைத் துளைத்தாலும், சில இனப்புழுக்கள் மரப் பலகைகளில் உள்ள செல்லுலோஸ் (cellulose) என்ற பொருளை உண்பதற்கு ஏற்றவாறு, செல்லுலேஸ் என்னும் நொதியை ஈரலிலும், நடு உணவுப் பாதையிலும் கொண்டுள்ளமை குறிப்பிடத்தக்கது. டெரிடோவும், பேங்க்கியாவும் ஒரு நாளைக்கு 2 செ.மீ. துளைப்பதாகவும், 6-12 மாதங்களில் மரப்பல கையைத் தேன்கூடு போல் ஆக்குவதாகவும் கூறுவர். மரத்தில் உள்ள 80 விழுக்காடு செல்லுலோஸை டெரிடோ செரிக்கவல்லது. கப்பல் புழுக்களின் அடர்த்தியும், பரவும் நிலையும், நீரின் வெப்பநிலை, உப்புத்தன்மை, ஆக்சிஜன், நீரின் கலங்கிய தன்மை, ஒட்டிப் படர் விலங்கினங்கள் (foulers), மரப்பலகை களின் தரம், கடினநிலை, மரப் பாதுகாப்புப் பூச்சு, போன்றவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். சில கப்பல் புழுக்கள், உவர் நீர், நன்னீர் நிலைகளிலும் பரவ லாகக் காணப்படும் எனினும், கடல்நீரில் வாழ்ந்த கப்பல் புழுக்கள், உப்புத்தன்மை குறைவான நீர் நிலைகளை அடையும்போது, இறக்க நேரிடுவது குறிப்பிடத்தக்கது. இச்செயலைப் பயன்படுத்தி இப்புழுக்களால் தாக்கப்பட்ட கப்பல்களை, நன்னீர் நிலைகளில் ஆழ்த்தி, இவற்றை அழிக்கமுடியும்.

— இரா. சந்தானம்,

நூலோதி G. E. MacGinitie V. N. MacGinitie, Natural History of Marine Animals, Mc GrawHill Book Co. NewYork-1968; N. B. Nair M. Saraswathi - The Biology of wood boring Teredinid Mollusces - Advances in Marine Biology, Vol 9-1979.

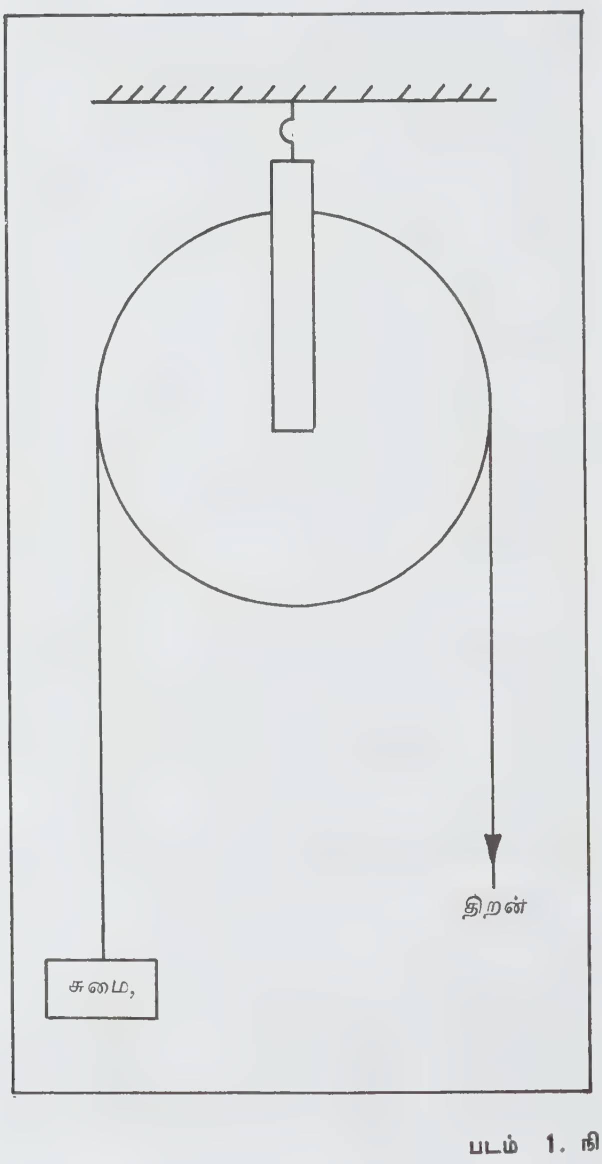
கப்பி

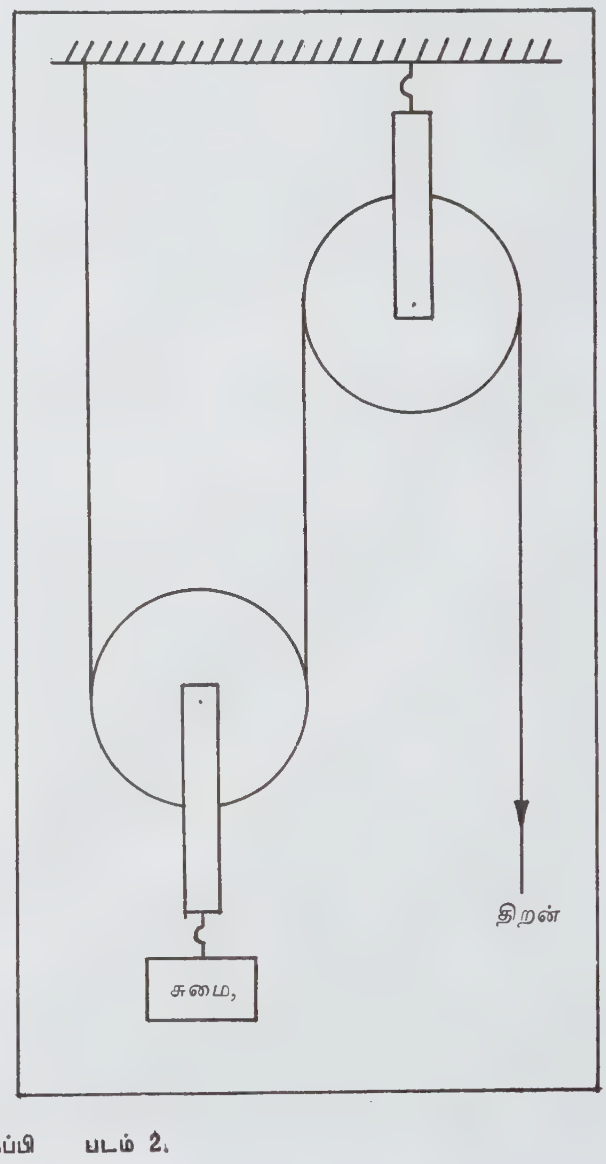
தொடக்க காலங்களில் மனிதன் கிணற்றில் இருந்து நீரை எடுக்கக் கப்பிகள் (pulleys) பயன்பட்டன. அவை வடிவமைக்கப்பட்ட பின்னர் குறைந்த விசை யில் சுமையைத் தூக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கப்பிகள் இல்லாவிடில் கிணற்றில் இருந்து நீரை எடுக்க மிகு ஆற்றலைச் செலவழிக்க நேரிடும். புவியீர்ப்புவிசை நீருடைய வாளியைக் கீழ்நோக்கி இழுக்கும்போது மேல் நோக்கி விசையைச் செலுத்தினால்தான் வாளி மேலெழும். புவிஈர்ப்பு விசை கீழ் நோக்கி இழுக்க முயற்சிக்கும்போது இதை எதிர்த்து மேல் நோக்கிய விசையைச் செலுத்த வேண்டியுள்ளதால் மிகு ஆற்றலைச் செலவழிக்க நேரிடும். எனவே கிணற்று நீரை எளிதாக வெளியே எடுக்க நிலைக் கப்பி (fixed pulley) ஒன்றைப் பயன்படுத்த வேண்டியுள்ளது. இதன்மூலம் விசையைக் கீழ்நோக்கிச் செலுத்தும் வாயிலாகவே வாளியை வெளியே இழுக்க முடியும். இதில் மிகு ஆற்றலைச் செலவழிக்க வேண்டிய தேவை இல்லை.

கப்பி என்பது ஓர் அச்சில் சுழலக்கூடிய சக்கரமாகும். இச்சக்கரத்தின் சுற்றளவுப் பகுதியின் மையத்தில் கயிறு பொருந்தும்படி ஒரு வரிப்பள்ளம் (groove) அமைந்திருக்கும். கப்பி அச்சில் இணைக்கப்பட்டு ஒரு சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். நிலைக்கப்பி என்றும் இயங்குகப்பி என்றும் இது இருவகைப்படும்.

கப்பிகள் நிலையாக ஓர் இடத்தில் இருக்குமாயின் அவற்றை நிலைக் கப்பிகள் எனவும் (படம்1), கப்பிகள் தம் இடத்தில் இருந்து நகருமாயின் அவற்றை இயங்கு கப்பிகள் (படம் 2) எனவும் குறிப்பிடலாம், முதல்வகை நெம்புகோலுக்கு எடுத்துக் காட்டாக இவற்றைக் கொள்ளலாம். ஏனெனில், இவற்றில் சுமைக்கும் திறனுக்கும் இடையில் ஆதாரத் தானம் அமைந்திருப்பதே காரணமாகும்.





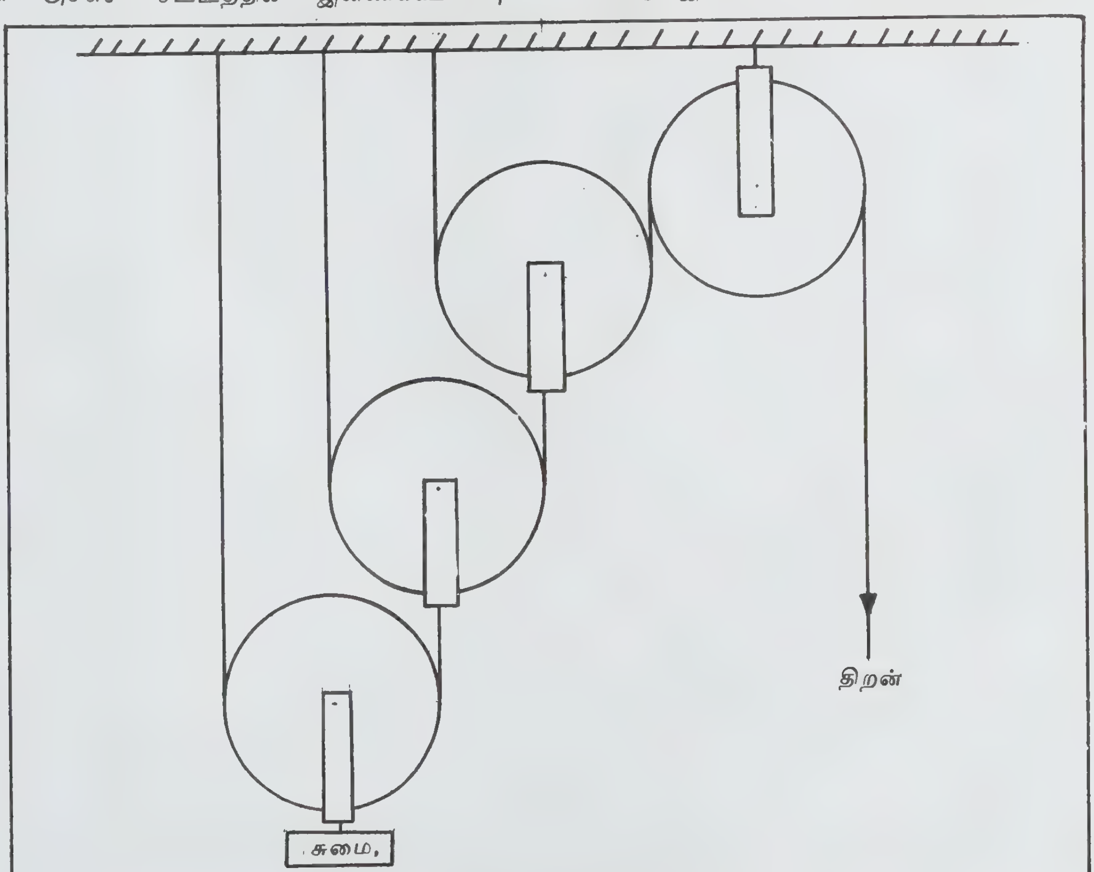
படம் 1. நிலைக்கப்பி படம் 2.

பொதுவாக நிலைக் கப்பிகள் பயன்படுத்தப் பட்டால் எந்திரலாபம் ஒன்றாகவும், நகரும் கப்பிகள் பயன்படுத்தப்பட்டால் அவற்றின் எண்ணிக்கைக்கும் வடிவமைக்கப்பட்ட ஏற்பாட்டிற்கும் தக்கவாறு எந்திரலாபம் இரண்டு அல்லது அதன் மடங்காகவும் இருக்கும். வடிவமைக்கப்பட்ட ஏற்பாட்டிற்குத் தக்கவாறு பின்வரும் வகைகளாகக் கப்பிகளைப் பிரிக்கலாம். அவை முதல்வகைக் கப்பிகள், இரண்டாம் வகைக் கப்பிகள், மூன்றாம் வகைக் கப்பிகள் எனப்படும்.

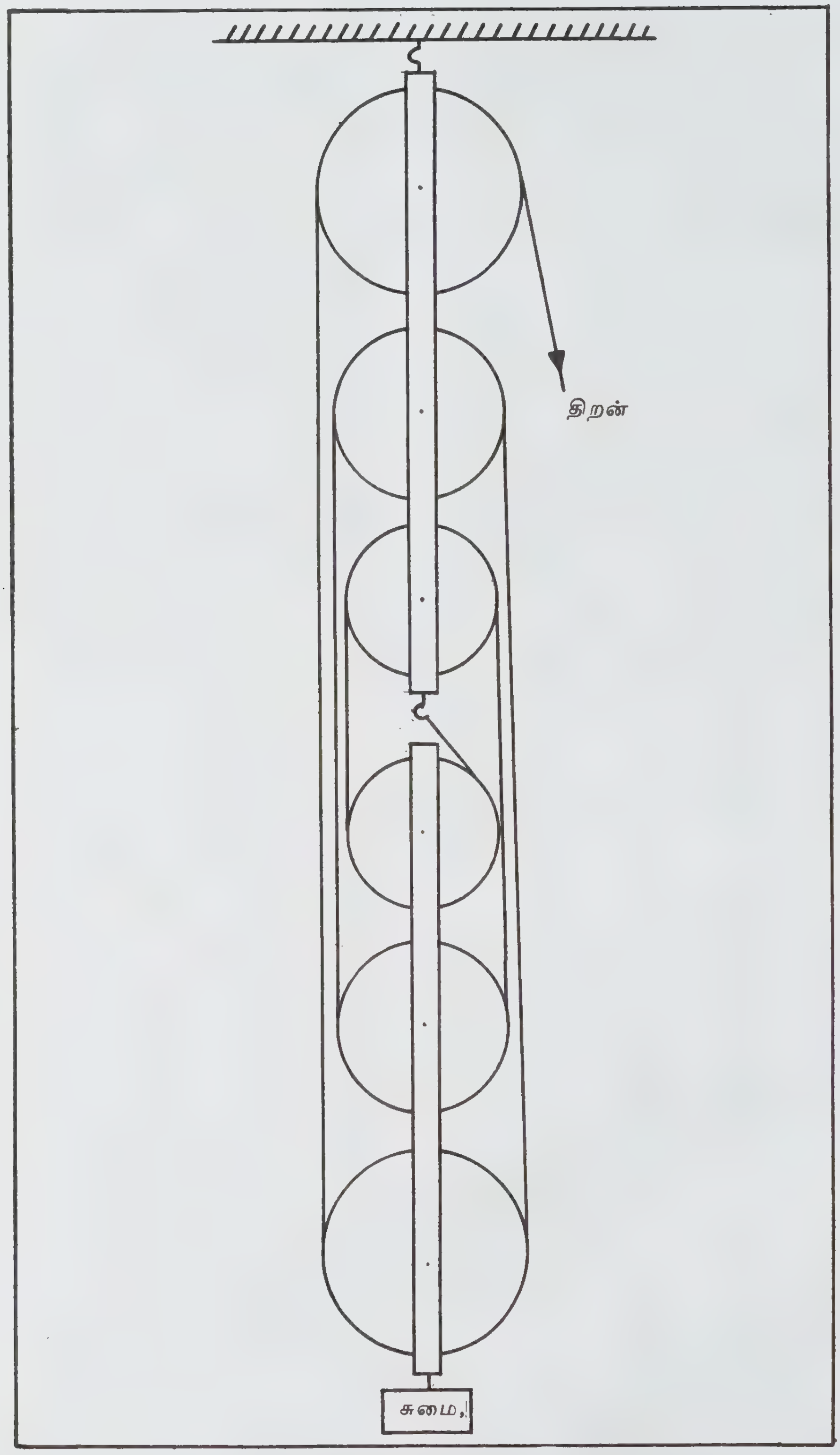
முதல் வகைக் கப்பிகள். இவ்வகைப் கப்பிகள் படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்வகைக் கப்பிகளில் உள்ள நகரும் கப்பிகளின் எண்ணிக்கைக் கேற்றவாறு, கயிறுகளின் எண்ணிக்கையும் அமைந்திருக்கும். நகரும் இறுதிக் கப்பி வழியாகச் செலுத்தப்பட்ட கயிற்றின் மறுமுனை நிலைக் கப்பியின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டுத் திறன் கொடுக்கும் முனையாகச் செயலாற்றும். நகரும் கப்பிகளின் ஒரு முனை சட்டத்தில் இணைக்கப்பட்டும் மறுமுனை அடுத்த நகரும் கப்பியின் அச்சுச் சட்டத்தில் இணைக்கப்பட்டும் இருக்கும். சுமை, முதல் நகரும் கப்பியின் அச்சுச் சட்டத்தில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகைக் கப்பிகளின் எந்திரலாபம் $= 2^n$ (n நகரும் கப்பிகளின் எண்ணிக்கையாகும்.)

இரண்டாம் வகைக் கப்பிகள். இவ்வகைக் கப்பிகளைப் படம் 4 இல் காணலாம். இவற்றில் இரண்டு பாளங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பாளத்திலும் எத்தனைக் கப்பிகள் வேண்டுமானாலும் இணைக்கப்படலாம். நிலைக் கப்பிகள் ஒரு பாளத்திலும், நகரும் கப்பிகள் ஏனைய பாளத்திலும் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். இவ்வகைக் கப்பிகளின் எந்திரலாபம் $= n$ ($n =$ இருபாளங்களிலும் உள்ள மொத்தக் கப்பிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்).

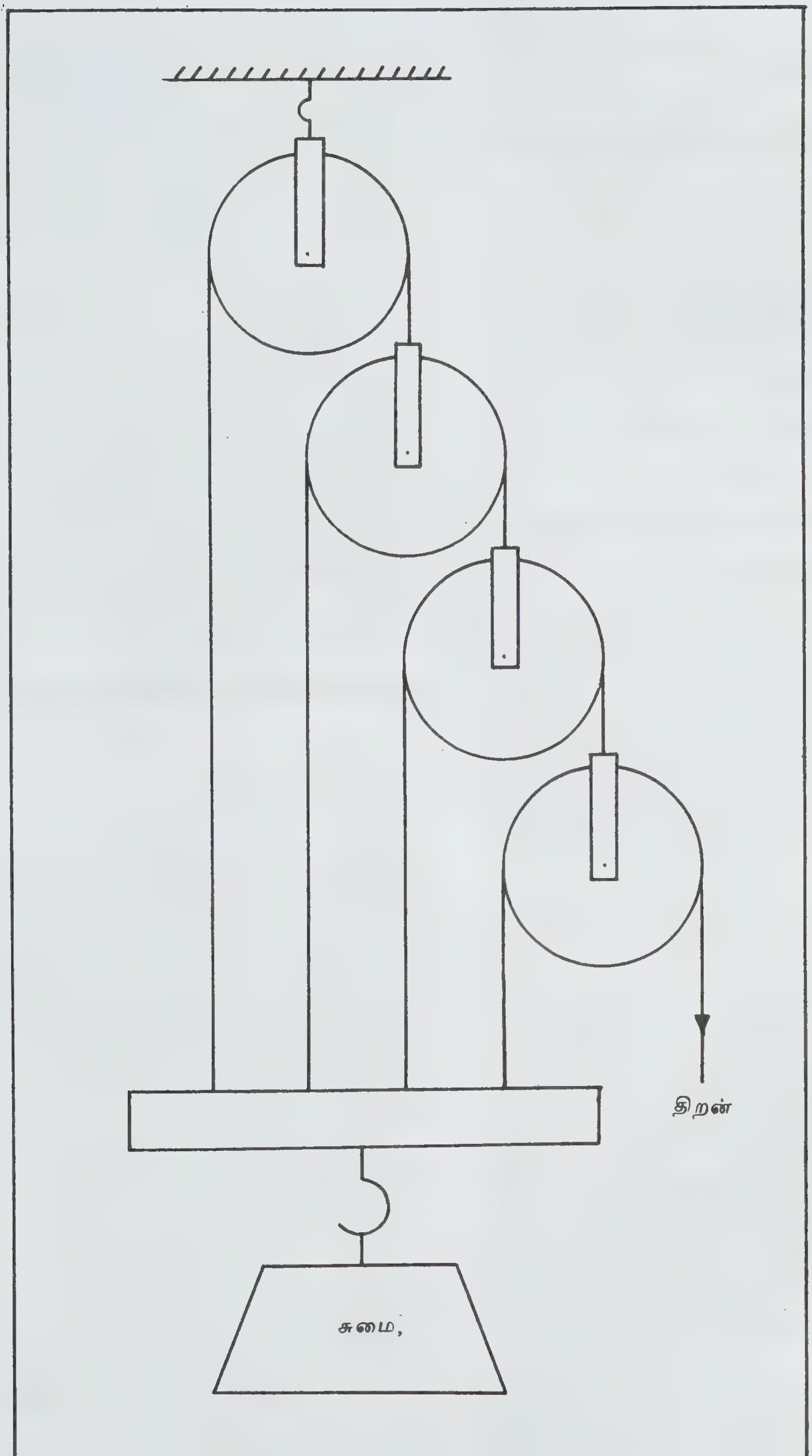
மூன்றாம் வகைக் கப்பிகள். இவ்வகைக் கப்பிகள் படம்-5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்வகைக் கப்பிகள் ஒரு வகையில் முதல் வகைக் கப்பிகளை ஒத்து இருக்கும். இவற்றில் உள்ள அனைத்துக் கப்பிகளும் நிலைத்த கப்பிகளாகும். எத்தனைக் கப்பிகள் வேண்டுமானாலும் இவ்வகையில் பயன்படுத்தலாம். எத்தனைக் கப்பிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றனவோ, அத்தனைக் கயிறுகள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். கயிற்றின் ஒரு முனை ஒரு பொதுவான சட்டத்தில் இணைத்து அச்சட்டத்தின் மூலம் தூக்கப்படும் சுமையோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகைக் கப்பி



படம் 3. முதல்வகைக் கப்பிகள்



படம். 4 இரண்டாம் வகைக் கப்பிகள்



படம் 5. மூன்றாம் வகைக் கப்பிகள்

களின் எந்திரலாபம் 2^n-1 (n=நிலைத்த கப்பிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்).

–க. வேதகிரி

கப்பிட்சா தடை

நீர்ம ஹீலியமும், திண்மமும் சந்திக்கும் முகவிடையில் (interface) வெப்பக் கடத்துதலுக்கு அளிக்கப்படும் தடை கப்பிட்சா தடை (Kapitza resistance) எனப் படும். கப்பிட்சா தடையை R_k எனக் கொண்டால்,

$$R_k = A\triangle T/Q \qquad (cm^2K/W)$$

R_k என்பது கப்பிட்சா தடை,

Q என்பது கடத்தப்படும் வெப்பத்தின் அளவு,

A என்பது முகவிடையின் பரப்பு,

$\triangle T$ என்பது முகவிடைக்கிடையில் தொடர்ச்சியில்லா வெப்பநிலை (temperature discontinuity). இச்சமன் பாட்டின் தலைகீழி, கப்பிட்சா கடத்துகை (kapitza conductance) எனப்படும். இவ்விளைவு 1941 இல் கப்பிட்சா என்பாரால் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. தொடர்ச்சியில்லா வெப்பநிலை சில மைக்ரோமீட்டர் அளவே உடைய முகவிடையில் மட்டும் உள்ளது என்றும், ஏனைய பெரும் பொருள் களில் இவ்விளைவு காணப்படாது என்றும் அவர் கண்டார்.

ஒவ்வொரு பொருளிலும் வெப்பம் பாய்வதின் அடிப்படை விளக்கம் குவாண்ட்டமாக்கப்பட்ட மீட்சியல் அலைகளாக அதாவது ஒலி ஃபோனான் களாகக் (acoustic phonons) கருதப்படுகிறது. ஏனெனில் நீர்ம ஹீலியத்தின் அடர்த்தியின் ஒலி வேகமும் திண்மப் பொருளைவிட மிகக்குறைவு. மேலும் புறப்பரப்புகளின் ஒலி பொருத்தமின்மை (acoustic mismatch) முகவிடையில் மோதும் பெரும் பாலான ஒலி ஃபோனான்கள் எதிரொலிக்கப்படு வதற்கும் காரணமாகின்றன. இவ்விளக்கம் R_k ஆனது T^{-3}க்கு நேர்விகிதத்தில் உள்ளது என்பதை எடுத்து ரைக்கின்றது. T என்பது தனிவெப்பநிலையாகும். எனவே கப்பிட்சா தடை மிகக்குறைந்த வெப்ப நிலையில் பெருமமாகக் காணப்படும். பொதுவாக 2K வெப்பநிலைக்குக் குறைந்த நிலையில் கப்பிட்சா கண்டறியப்படுகிறது.

ஒலி பொருத்தமின்மை அமைப்பு (acoustic mismatch model) கப்பிட்சா தடையைப் பற்றி விளக்கியுள்ளது. ஆனால் ஆய்வுகளின் மூலம் கண் டறியப்பட்டதில் கப்பிட்சா தடையின் மதிப்பு ஒலி பொருத்தமின்மை அமைப்பு கூறிய மின்தடையை விடக் குறைந்த மதிப்பையே பெற்றிருந்தது. பொது வாக, கப்பிட்சா தடையில் புறப்பரப்பு பெரும் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. பல்வேறு கோட் பாடுகள் குறைந்த தடைகளை, பிற கடத்துகை நுட்பமானது ஒலி பொருத்தமின்மை அமைப்பால் கணக்கிடப்பட்ட கடத்துகைக்கு இணையாகச் செயல் படுகிறது என்பதைக் கொண்டு விளக்குகிறது.

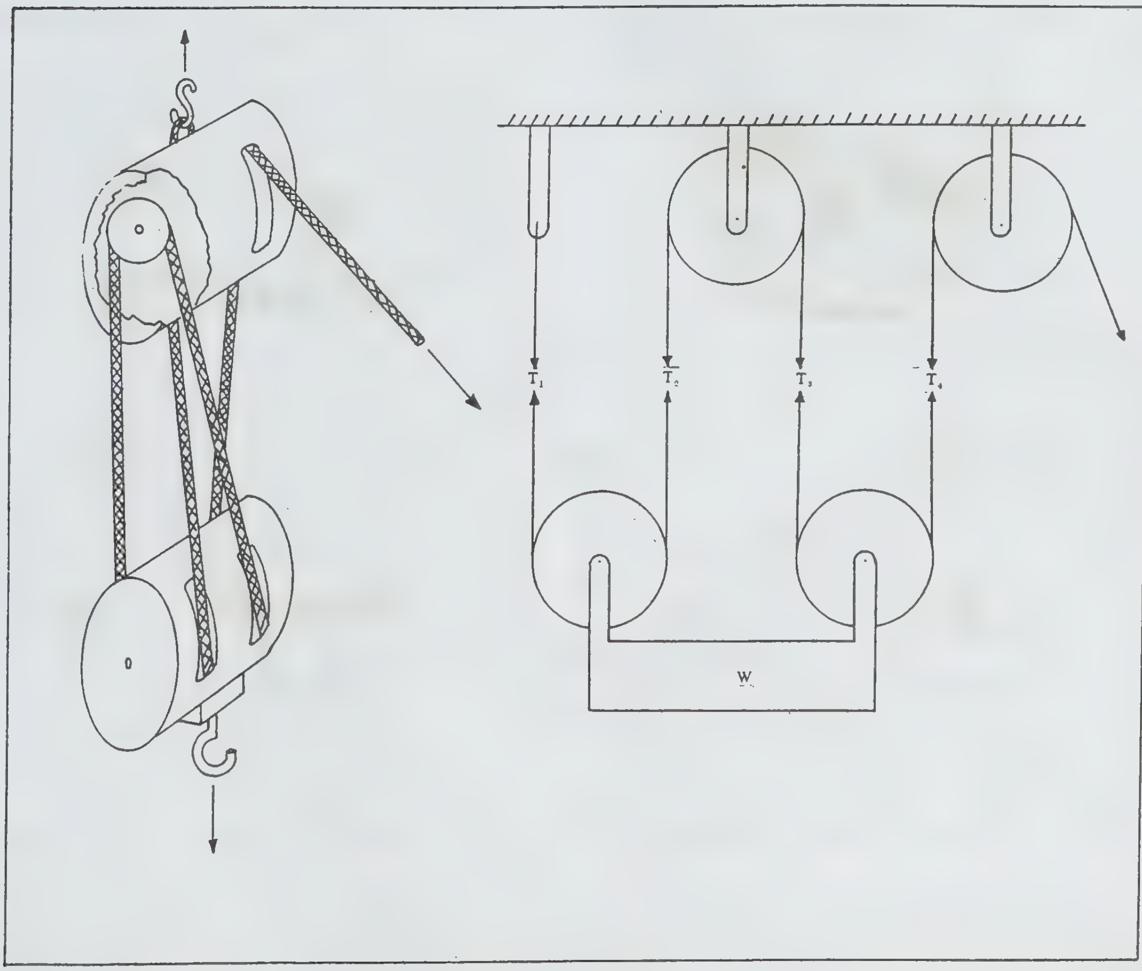
கப்பிட்சா தடை 1K வெப்பநிலைக்குக் குறை வான நிலையில் நடைபெறும் ஆய்வுகளில் இன்றி யமையாததாகக் கருதப்படுகிறது. இது குளிர் கருவிப் பெட்டி, ஆய்வுப்பொருள் (sample) வெப்பநிலை அளவி இவற்றிற்கிடையேயான வெப்பநிலை சமநிலையைத் (temperature equilibrium) தடை செய்கின்றது. கப்பிட்சா தடை இக்குறைந்த வெப்ப நிலையில் பெருமளவு வெப்பத்தடையை அளிக்கிறது. கொள்கை விளக்கப்படி கப்பிட்சா தடை குறை ஆற்றல் ஃபோனான்கள், பிற கிளர்ச்சி நிலைகளி லுள்ளவையின் ஒன்றுக்கொன்றான இடைவினைகள் மற்றும் புறப்பரப்புகளுடனான இடைவினைகள் போன்றவற்றின் தகவல்களைத் தருகிறது.

—ஜா. சுதாகர்

கப்பியும் வடமும்

உயரமாக உள்ள இடத்திற்கு ஒரு பொருளை உயர்த்துவதற்குக் கயிறு முதலிய தளர்வான பொருள்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன. இதற்குத் தனிப் பட்ட, சுற்றும், உராய்வற்ற கப்பிகள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இக்கப்பிகள் வரிப் பள்ளமாகவோ தட்டையான சக்கரமாகவோ இருக்கலாம். சுழற்சி யின் திசையை மாற்றுவதற்கும் இவை பயன்படும். கயிறு, சங்கிலி போன்ற நெகிழ் பட்டைகளால் செலுத்தப்படும்போது (power transmission) கப்பி களும் சுற்ற நேரிடும்.

நெம்புகோல் தத்துவத்தைப் போல், இக்கப்பி அமைப்பிலும் அதன் சுழற்சி, அச்சைச்சார்ந்து இருக்கும். முறுக்குத்திறன் (torque) அனைத்திற்குரிய கூட்டுத்தொகை, நிலைத்த சம நிலைக்குச் (static balance) சுழியாகவே இருக்கும். கப்பியின் இரு புறமும் கயிற்றில் உள்ள இழுவிசை ஒரே அளவாக இருக்கலாம். இங்ஙனம் கயிறும் இயக்கத்திட்ட அமைப்பிற்கு ஏற்ற கப்பிகளும் கொண்ட கூட்டமைப் பிற்குக் கப்பியும் வடமும் (block and tackle) என்று பெயர். படத்தில் ஒருவகை அமைப்பு, காட்டப் பட்டுள்ளது. இதில் நிலையான சமநிலைக்கு எத்திசையில் கணக்கிட்டாலும் இயக்கத்திலிருக்கும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை சுழியாக இருக்கும்.



படம் 1.

படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள கப்பிவட அமைப்பு எடை Wஐ உயர்த்துவதற்குத் திட்ட அமைப்புக் கொண்டுள்ளது. நான்கு பாதைகள் கொண்ட ஒவ்வோர் இணைப்புக் கயிறும் எடையின் $\frac{1}{4}$ பங்கை உயர்த்துகிறது. அடிப்படைக் கணக்கின்படி

$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = \frac{W}{4}$, எனவே அளிக்கப்படும் விசை

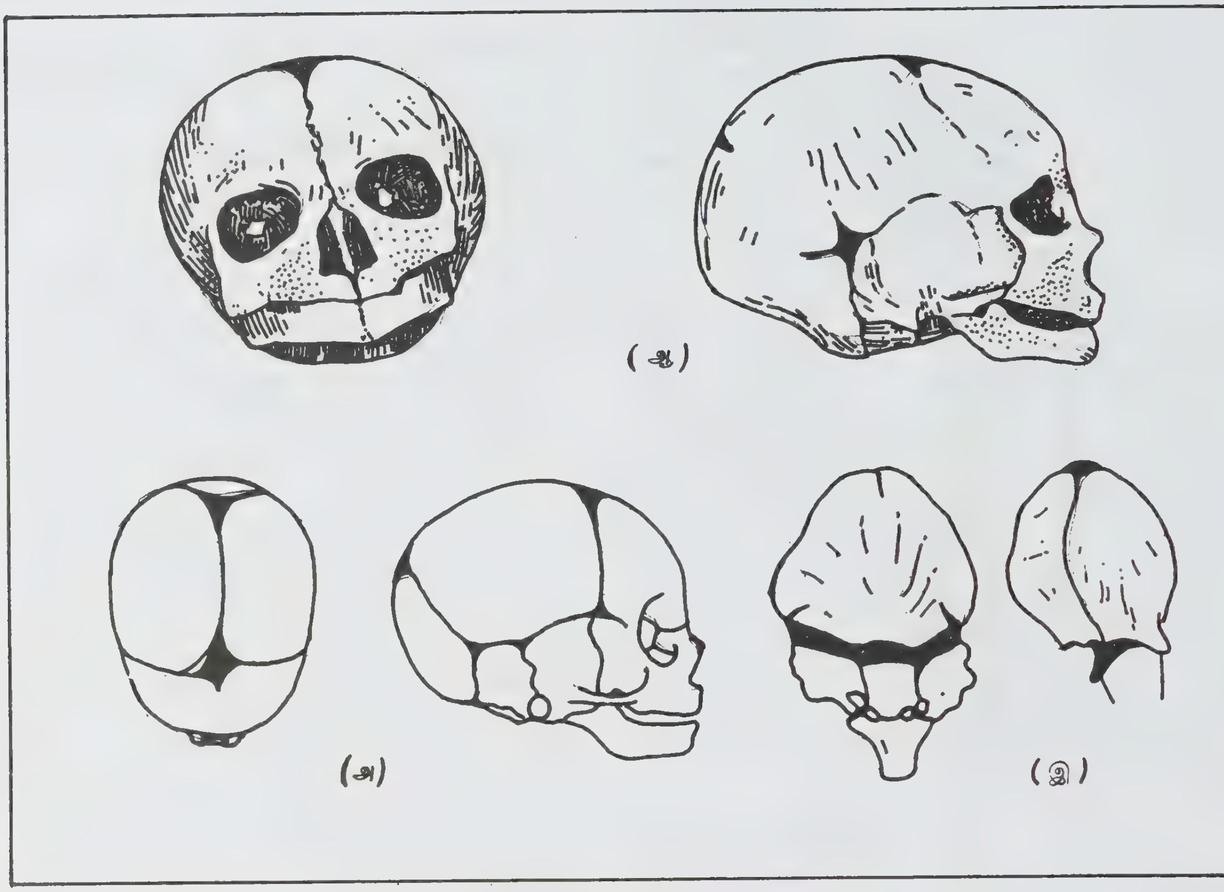
$F = \frac{W}{4}$ இந்த அமைப்பிற்கு எந்திர லாபம் $\frac{W}{F} = 4$.

பெரும்பாலும் இவ்வகை அமைப்பு அளிக்கும் விசையின் பலமடிப் பெருக்கத்தின் மூலம், விசை தேவைப் படும்போது மட்டும் பயன்படுத்தப்படும் இந்த அமைப்பு மிகு எடையைத் தாக்குதல், பெரும் திறனுடைய எந்திரங்களை நகர்த்திக் குறிப்பிட்ட அமைப்பில் நிறுத்துதல், வேலிகளை இறுக்குதல் போன்றவற்றில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

— கே. ஆர். கோவிந்தன்

கபாலம் (சிசு)

சிசுவின் கபாலத்தை (foetal skull) மேலிருந்து நோக்குங்கால் பிடர் எலும்பிற்கும் (occipital bone) இரு பெரைட்டல் எலும்பிற்கும் (parietal bone) இடைப்பட்ட லாம்டாயிடு தையலையும் (lambdoid suture) இரு பெரைட்டல் எலும்பிற்கு இடைப்பட்ட சஜிடல் தையலையும் (sagittal suture) நெற்றி இரு பெரைட்டல் எலும்புகளுக்கு இடைப்பட்ட கோரோனல் தையலையும் (coronal sulture) காணலாம். இவ்வெலும்புகள் இணையும் இடத்தில் காணப்படும் இடைவெளிகளைச் சவ்வு போன்ற மென்தோல் மூடியிருக்கும். இதை ஃபான்டனல் (fontanelle) என்பர். இந்த இடைவெளி, விரைந்து வளரும் மூளை கொள்வதற்காகவே இயற்கை, கடின எலும்பை நீக்கி மென்தோலால் மூடி இருக்கிறது. பிறக்கும்போது பக்கவாட்டு இடைவெளியும், பிறந்து



படம்

(அ) சிசுக் கபாலத்தின் மேற்புறம் வலப் பக்கவாட்டுத்தோற்றம். 1. பின் பாண்டனல் 2. முன் பாண்டனல் 3. முன்வெளிப் பாண்டனல் 4. பின்வெளிப் பாண்டனல் (ஆ) சிசுக்கபாலத்தின் முன் பக்கவாட்டுத் தோற்றம் 1. முன்பாண்டனம் 2. செவி வளை 3. ஸ்டைலோமாஸ் டாய்டு வளை 4. பின் பாண்டனல் (இ) சிசுவின் ஆக்ஸிபிட்டல் மற்றும் பிராண்டல் என்புகளின் தோற்றம் 1. ஆக்ஸிபிட்டல் என்பின் பக்கப்பகுதி 2) ஆக்ஸிபிட்டல் எலும்பின் அடிப்பகுதி 3) என்பாகாத பகுதி ஆ) சிசுக்கபாலத்தின் முன் மற்றும் பக்கவாட்டுத் தோற்றம் இ) சிசுவின் ஆக்ஸிபிட்டல் மற்றும் பிராண்டல் எலும்புகளின் தோற்றம்.

மூன்று மாதத்தில் பின் இடைவெளியும், இரண்டாம் வயதில் அனைத்து இடைவெளிகளும் எலும்பால் மூடப்படும். இவை முன் பின் மற்றும் நான்கு பக்கவாட்டு ஃபான்டனல் என ஆறு எண்ணிக்கை யில் காணப்படும்.

சிசுவின் கபால எலும்பில் சதை மற்றும் பந்தக் கட்டுகளால் ஏற்படும் அடையாளம் காணப்படுவ தில்லை. முகப்பகுதி தலைப்பகுதியைவிடச் சிறுத்துக் காணப்படும். மேல்தாடை எலும்பில் காற்றறை களும் பற்களும் காணப்படாமையே இதற்கு முக்கிய காரணமாகும். இதனால் மூக்குத் துளை சிறிய தாகவும் கட்குழி பெரிதாகவும் இருந்தாலும் ஆழம் குறைந்து காணப்படும். மேலண்ணம் தட்டை யாகவும், வாய்ப்பகுதியில் சைகோமா எலும்பு நீண்டும் இருக்கும். கீழ்த்தாடை இரண்டாகக் காணப்படுவதுடன் முன்புறம் நார்த் திசுவால் இணைக் கப்பட்டிருக்கும். கீழ்த்தாடை எலும்பின் ரேமஸ் எனப்படும் தகட்டுப் பகுதி தாடைப்பகுதியிலிருந்து 150° - 175° வரை கோணத்தில் அமைந்திருக்கும்.

பொட்டு எலும்பில் (temporal bone) செவித் துளையுள் உள்ள செவி மென்தோல் (tympanic membrane) வழக்கத்தை விட வெளிப்பகுதியில் காணப்படும். மாஸ்டாய்டு காற்றறை (mastoid process) காணப்படுவதில்லை. இதனால் ஸ்டைலோ மாஸ்டாய்டு துளைக்குப் (stylomatoid foramen) பக்கத்தே இருக்கும் பிற எலும்புகள் முழுதும் எலும் பாக மாறாமல் குருத்தெலும்பாகவும் நார்த்திசு வாகவும் காணப்படும். குழந்தை பிறக்கும்போது இத்திசு எலும்புத்திசுவாக மாற்றப்படும். இங்ஙனம் வளைந்து நெளியக் கூடிய தன்மையால் பேறுகாலத் தில் தலைப்பகுதி எளிதில் பிறப்புறுப்பு வழியே வெளி வரும்.

— மா.ஜெ. ஃபிரெட்ரிக் ஜோசப்

கபாலமின்மை

உடலமைப்பில் தோன்றும் பிறவிக் குறைபாடுகளில் கபாலமின்மையும் ஒன்றாகும். இக்குறைபாடுடன் வளரும் கருக்களில் 20% கருச் சிதைவுக்குட்பட்டு அழிகின்றன. எஞ்சிய கருக்கள் இறந்து பிறக்கலாம், அல்லது உயிருடன் பிறந்து சில மணி நேரங்களில் இறந்தும் போகலாம். இக்குறையுடன் பிறக்கும் குழந்தைகள் பிழைக்க வாய்ப்பே இல்லை. இதற்கு மருத்துவமும் இல்லை.

பல நாடுகளிலிருந்தும் கிடைத்துள்ள கணக்கெடுப்பின்படி, 1000 கருத்தரிப்புகளில் 1-4 வரை இத்தகைய குறைபாட்டுக்கு உட்பட்டுப் பிறக்கு முன்னரோ பிறந்த சில மணி நேரத்துக்குள்ளோ இறக்கின்றன. தாய்க்கு இத்தகைய கருவளர்ச்சிக் குறைபாடு ஒருமுறை ஏற்பட்டால் அவளது அடுத்த கருத்தரிப்பு இத்தகைய குறைபாட்டுக்காளாகும் வாய்ப்பு 3-30 மடங்கு வரை மிகைப்படுவதாகக் கணக்கெடுக்கப் பெற்றுள்ளது. இத்தாய்மார் அடுத்துக் கருத்தரிக்கும் முன் தக்க மரபியல் வல்லுநர் மருத்துவர்களின் அறிவுரையை நாடினால் இக்குறை ஏற்படாமல் தவிர்க்க வழியுண்டு.

கரு வளர்ச்சிப் போக்கில் நரம்புக் குழாய் அமையப் பெற்று முன்முனைப் பகுதி முன்மூளையாக அமைய வேண்டும். இந்நிலையில் அப்பகுதியின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான இரத்தக் குழாய்கள் அமையப் பெறாவிடில் முன்மூளைப் பகுதிக்கான நரம்பணுக்களின் முன்னோடிகள் நலிந்து சிதைந்து மறைகின்றன. மூளைப் பகுதியைச் சுற்றித் தோல் வளர்ச்சியுற்றாலும் மண்டையோடு அப்பகுதியைச் சூழ்ந்து அமைவதில்லை. நடுமூளை, பாலமூளை, முகுளம் போன்ற மூளைத் தண்டுப் பகுதிகளும், சிறுமூளையும், தண்டுவடமும், பிற நரம்புகளும் சரிவர அமைகின்றன. ஆனால் இப்பகுதிகளில் மூளையில் இருந்து வரும் இறங்குதடங்கள் இருப்பதில்லை. மேலும், மூளையடிச் சுரப்பியின் அமைப்பும் குறைபடலாம்; அமையாமலும் போவதுண்டு. சிறுநீரகமடு நாளமில்லாச் சுரப்பியின் புறணிப் பகுதியும் வளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படும்

இக்குழந்தைகளின் தலை, முகப் பகுதிகளின் தோற்றத்தைக் கொண்டே இக்குறைபாட்டைக் கண்டுகொள்ளலாம். கண்கள் மிகவும் பிதுங்கியிருக்கும். தலையின் முன்பகுதி சரிவர அமையாமல் பின் நோக்கிச் சாய்வாகக் காணப்படும். இக்குழந்தைகள் பெரும்பாலும் உணர்வின்றியும் அசைவின்றியும் கிடப்பர். அவ்வப்போது தாமாகவே மெல்ல அசைவதும் உண்டு. யாரேனும் தொட்டால் இக்குழந்தை மெல்ல நெளிந்து அசைந்து, தலையைத் திருப்பும்; கை கால்களையும் மடக்கலாம். பிறந்த குழந்தைகளிடம் இயல்பாகக் காணப்படும் மறிவினைச் செயல்களுள் சிலவாகிய மோரோ மறிவினைச் செயல் போன்றவற்றை இக்குழந்தைகளிடம் காணலாம். சில குழந்தைகள் உதடசைந்து, வாய்கூட்டிச் சப்பவும் கூடும். ஆனால் அழுகை, கொட்டாவி, தும்மல் போன்ற செயல்கள் தோன்றா. உணர்ச்சி வசப்பட்டழுவது போன்ற முக அசைவுகள் கூடத் தோன்றலாம். இந்நிலையில் இக்குழந்தைகள் உயிர் பிழைக்க வாய்ப்பே இல்லை என்னும் உண்மையை அவற்றின் தாய்மார்களோ, தந்தையரோ, உற்றாரோ ஒப்புக் கொள்ளமாட்டார்கள்.

இக்குறை மூன்றுக்கு இரண்டு என்னும் விகிதத்தில் பெண் கருக்களையே மிகையாகத் தாக்குகிறது. நாற்பது வயதுக்கு மேற்பட்ட தாய்மார்கள் கருத்தரிக்கும்போது இக்குறை தோன்றும் வாய்ப்பு மிகும். மகப்பேற்று நிலையில் தாயின் உணவூட்டக் குறைவு, தாய்மை நிலையில் உட்கொள்ளும் சில மருந்துகள், நுண்கதிர் வீச்சுக்கு ஆளாதல் போன்ற காரணங்களால் இக்குறை தோன்றும் வாய்ப்பு மிகும்.

ஒரு தாயின் வயிற்றில் வளரும் கரு இக்குறைக்கு ஆளாகியிருக்குமோ என்னும் ஐயம் தோன்றினால் அத்தாயின் சிறுநீர், இரத்தம் முதலியவற்றை ஆய்வதோடு, கருப்பை நீரை ஆய்வு மூலமும், நுண்கதிர்ப் படம், கடவொலிப் பதிவு, கருக்காண் முறை போன்றவற்றின் மூலமும் தெரிந்து கொள்ளலாம். இக்குறை உள்ளமையைத் தெளிவாக்கிக் கொண்டால், கருச் சிதைவுண்டாக்கி இத்தாய்மாரின் துன்பத்தைக் குறைக்கலாம்.

- கா. லோ. முத்துக்கிருஷ்ணன்

கம்பளி

விலங்குகளின் மேலுள்ள அடர்ந்த மயிரைப் பக்குவப் படுத்தி நூலாக்கி, அதன் மூலம் ஆடையாக்குதல் தொன்று தொட்டு நிலவும் வழக்கமாகும். இதில் புரதப்பொருள் மிகுந்துள்ளது. கம்பளி இழைகள் விலங்குகளிலிருந்து பக்குவப் படுவதால், விலை மிகுந்தவையாக இருந்தாலும், ஆடைகளுக்கு அவை மிகுந்த சூட்டையும், மென் தன்மையையும் அளிக்க வல்லனவாக உள்ளன.

கம்பளியில், புரதச்சத்து மிகுந்த அளவில் அமைந்து, கரைய முடியாததாகின்றது. இச்சத்தைக் கெரேட்டின் (keratin) என்பர். இறகுகள், தோலின் மேற்பகுதி நகம், மாட்டின் கொம்பு, மயிர் போன்ற பொருள்களில் கெரேட்டின் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுகின்றது.

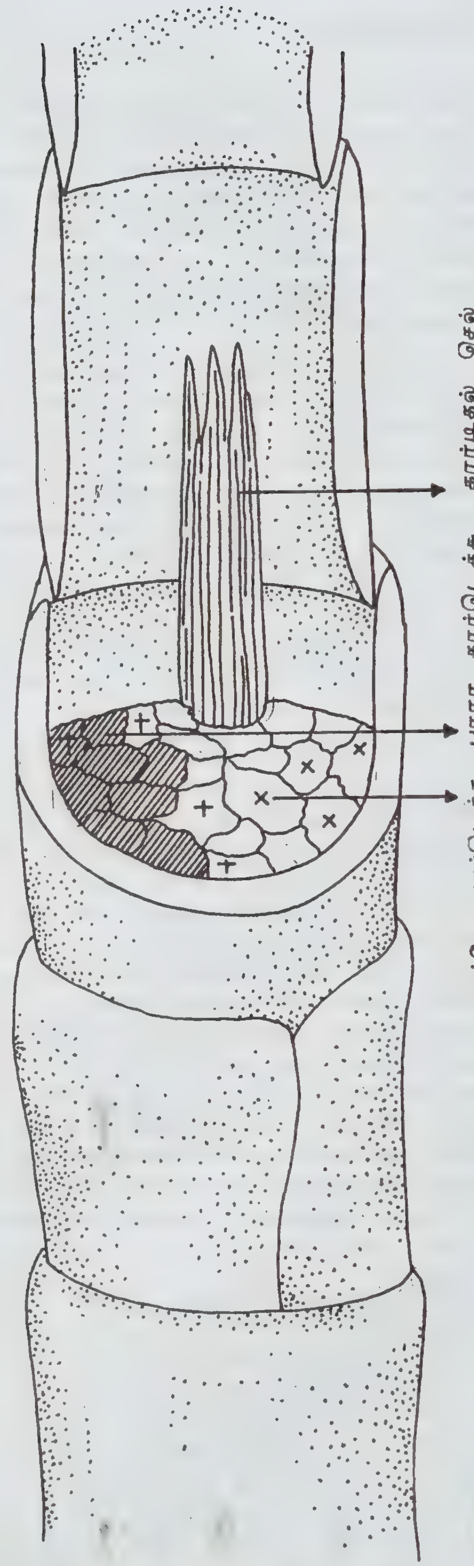
கம்பளி இழையின் அமைப்பு. கீழே உள்ள கம்பளி இழையின் படத்தில் கம்பளத்தின் உள் அமைப்பு

களைக் காணலாம். இதில், கியூட்டிகிள் (cuticle), புறணி (cortex) என்னும் இருவகைப் பொருள் உள்ளன. கியூட்டிகிள் ஒரு படிவத்துடன் பல படிவங்களையும் கொண்டு கம்பளி இழையின் மேல் செதிலின் பெரும் பகுதியாக அமைகிறது. இது கம்பளி இழையின் குறுக்குப்பரப்பில் 10% மட்டுமே உள்ளது. புறணி, கம்பளி இழையில் 87% உள்ளது. இது நீள் வாக்கில் செல்களைக் கொண்ட 100 மைக்ரான் நீளமுள்ளதாகும். குறுக்களவில் 5 மைக்ரான்களைக் கொண்டு அமைந்துள்ளது. புறணி அமைப்பில், ஆர்த்தோ (ortho) புறணி, பாரா (para) புறணி ஆகிய இரு பகுதிகள் உள்ளன. ஆர்த்தோ புறணி சாயம் தோய்ந்த பின், சாயத்தை உறிஞ்சிக் கொண்டு அழுத்தமாகக் காணப்படுகிறது. பாரா சற்றுக் குறைந்த அளவிலேயே சாயத்தைத் கொள் கிறது.

நுண் அமைப்பு. *(fine structure)* கம்பளி இழை, எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி மூலம், புறணிச் செல்லின் (cortical cell) பலவித அமைப்புகளையும் தெளிவாகக் காட்டுகிறது. நீளவாக்கில் நுண் நாரிழையைக் (micro fibril) கொண்டுள்ளது. இது மேட்ரிக்சு (matrix) என்னும் வலிமை குறைந்த ஒன்றை உள்ளடக்கியதாக அமைகிறது. நுண்நாரிழை 8nm விட்டமும், 10nm நீளமும் உடையது. இந்த நுண் நாரிழையும், மேட்ரிக்சும் கம்பளி இழையின் வலிமையைப் பெரிதும் அறுதியிடுகின்றன.

பெரும்பாலும் கம்பளி இழைகளை நான்கு வகையாகத் தரம் பிரித்து அவற்றின் தன்மையை அறியலாம். இம்முறையில், கம்பளி இழைகள் தரத்தையும், விட்டத்தையும், நீளத்தையும் கொண்டு தரம் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு மெரினோ கம்பளி (merino), இரண்டாம் தரக் கம்பளி, மூன்றாம் தரக் கம்பளி, நான்காம் தரக் கம்பளி, என நான்கு முறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய பிரிக்கும் முறை, கம்பளி இழைகளின் தன்மையை அறிய உதவுகிறது. தரம் பிரித்தலைக் 'கிரேடிங்' (grading) எனலாம். கம்பளியின் பொதுவான தன்மைகளைப் பின்னர் வரும் அட்டவணை எடுத் துக் காட்டுகிறது.

கம்பளி இழைகள் ஆட்டினின்று களைந்து எடுக்கப்படுகின்றன. இது அமெரிக்காவில் ஏப்ரல், மே மாதங்களிலும், ஆஸ்திரேலியாவில் செப்டம்பர் மாதத்திலும், இங்கிலாந்தில் ஜூன் அல்லது ஜூலை மாதங்களிலும் இத்தொழில் நடைபெற்று வருகிறது. கம்பளி இழைகள் விலங்குகளின் தோலிலிருந்து எந்திரக் கருவிகளால் அரிந்து எடுக்கப்படு கின்றன. இத்தகைய இழைக் கண்டுகள் (fleece) உயிருள்ள அல்லது இறந்து போன விலங்குகளி னின்றும் எடுக்கப்படுகின்றன. இவற்றை லேம்பின் கம்பளி (lamb's wool), ஆகட் கம்பளி (hogget wool), வெதர் கம்பளி (wether wool), இழுத்த



படம் கம்பளி இழை உள் அமைப்பு

கம்பளியின் தரம் பிரித்தல்

கம்பளி வகை	மூலம்	பயன் சுரப்பு%	இழை விட்டம்	தர எண்	இழையின் நீளம் (செ.மீ.)	கிடைக்கும் இடங்கள்
உயர்தரம்	மெரினோ	33-65	17-27	90-56	3-18	ஆஸ்திரேலியா, தென்னாப்பிரிக்கா, ரஷ்யா நியூசிலாந்து, ஸ்பெயின்
இராசு பெரட்	மெரினோ ஆடும், நீள் இழையுள்ள ஆடுகளும்	45-70	21-32	64-48	6-15	நியூசிலாந்து, ஆஸ்திரேலியா, அர்ஜென்டினா,
நடுத்தரம்	டவுன்சு, டார்செட்டு, சேவியர் முதலியன	40-75	24-39	60-36	2.5-14	அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து, ஆஸ்திரேலியா
நீளம்	லின்கண், ராம்னி, காட்சு வால்ட், விசுடர்	65-80	30-89	50-36	10-36	இங்கிலாந்து, நியூசிலாந்து
மட்ட ரகம்	சகுாட்டு, காராகுல், நவஜோ	-	-	-	-	மலையைச் சார்ந்த இடங்கள், ரஷ்யா சீனா, அர்ஜென்டினா, துருக்கி.

ஆட்டின் கம்பளி (pulled wool), இறந்த கம்பளி dead wool), காட்டி கம்பளி (cotty wool), டேக்லாக்ஸ் கம்பளி (taglocks wool) எனப் பிரிக்கலாம். இந்த ஏழு வகைக் கம்பளியின் தன்மைகள் வெவ்வேறாக அமைந்திருக்க, அவற்றின் சிறப்புக் கூறுகளைப் பின் வருமாறு காணலாம்.

லேம்பின் கம்பளி. இது தரத்தில் உயர்ந்ததாகும். விலங்குகளிடமிருந்து முதன் முறையாக ஆறு அல்லது எட்டு மாதங்களில் இதைக் களைந்து எடுக்கின்றனர். ஆயினும் இது வலிமையில் குறைந்துள்ளது.

ஆகட் கம்பளி. நன்கு வளர்ந்த விலங்கினின்று பன்னிரண்டு அல்லது பதினான்கு மாதங்களில் களைந்து எடுக்கப்படுவதாகும். இதுவும், முதல் முறையாக எடுக்கும் கம்பளி இழையாகும். ஆதலால், கம்பளி இழை நன்கு முதிர்ந்து, மிக்க வலிமையுடன் காணப்படுகிறது. உயர்வகை ஆடைகள் நெய்வதற்கு இது பயன்படுகிறது.

வெதர் கம்பளி. இது இரண்டாம் முறையாக எடுக்கப்படுவதாகும். இதில் மிக்க அழுக்கும், தூய்மையற்ற பொருள்களும் இருக்கும்.

இழுத்த கம்பளி. இது, விலங்குகள் கொல்லப் பட்டபோது, அவற்றின் தோலில் இழுக்கப்பட்டு எடுக்கப்படும் இழையாகும். இது மிகுந்த தரமும் வலிமையும் குறைந்திருக்கும்.

இறந்த கம்பளி. இறந்த விலங்கினின்று எடுக்கப் பட்ட இழைகளைக் கொண்டு அமைந்துள்ளது. இந்த இழைகள் தரம் குறைந்தவை.

காட்டி கம்பளி. நெடுங்காலமாக வெளி வரம்புகளில் அலைந்து, நலிந்து, மெலிந்த விலங்குகளிடமிருந்து எடுக்கப்பட்டதாகும், இது தரத்தில் மிகவும் குறைந்தது.

டேலாக்ஸ் கம்பளி. இந்த இழை சீராக இராமல் அறுபட்டு, பல நிறங்களுடன் இருக்கும். இது தரம் குறைந்தது.

கம்பளியின் தன்மைகளை ஆராயும்போது, அவற்றில் மிகவும் முக்கியமாகக் கருதப்படுபவை, மென்மை நீளம், இறுக்கத்தைத் தாங்கும் பண்பு, சுருங்கியிருக்குந் தன்மை (crimp) ஆகியவையே ஆகும். கம்பளி இழையின் மென்மை, அதிலிருந்து நெய்யப்படும் கம்பளி ஆடைகளுக்கு மென் தன்மையைத் தருகிறது. கம்பளி

இழையின் நீளமும், மென் தன்மையும் ஒன்றோ டொன்று இணைந்து செயல்படும் பண்புகள் கம்பளி இழையின் நீளம், அவ்விழையின் விட்டம்·இவற்றைப் பொறுத்தே அமையும்.

சுருங்கும் பண்பு, கம்பளி இழையின் மென்மை யைச் சுட்டுகிறது. இக்கம்பளி இழைகள் நூலாக நூற்கப்படும்போது, இழைகள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து முறுக்கேற உதவுகின்றன. கம்பளி வகை களிலேயே பெருமளவில் நூற்சுருக்கம் உடையது மெரினோ கம்பளியேயாகும். ஏறத்தாழ முப்பது சுருக்கங்களைப் பெற்றுள்ளது. சுருங்கும் இயல்பு, கம்பளி இழைகளுக்குச் சிறந்த மீட்சித்தன்மையை (elasticity) அளிக்கிறது.

பெரும்பான்மையான கம்பளி இழைகள் ஏறக் குறைய வெள்ளை நிறமாகவே காணப்படும். சில கம்பளி வகைகள் கறுப்பு நிறமாகவோ, பழுப்பு நிறமாகவோ இருப்பதும் உண்டு. இத்தகைய கம்பளி இழைகளில், மிகவும் மென்மையாக இருக்கும் சில இழைகள், எவ்விதப் பளபளப்பும் இல்லாமல், மென்மையற்ற சில இழைகள் மட்டும் மிகுந்த பளப் பளப்பாக இருக்கும் நிலையைக் காணலாம்.

கம்பளி, நீரை உறிஞ்சும் உயர் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது. நீரை உறிஞ்சிய பின்னரும், கம்பளி யைத் தொட்டால் உலர்ந்திருப்பதோடு, வெப்பத்தை உடனடியாக வெளியேற்றிக் கதகதப்பையும் அளிக் கிறது. கம்பளி இழைகளை நூலாக நூற்கும்போது நிலைமின்சாரம் (static electricity) உண்டாவதைக் காணலாம். மேலும் இது தீயை எதிர்க்கும் பண்பை யும் கொண்டுள்ளது.

கம்பளியின் பயன்கள். கம்பளி ஆடைகளாக நெய்தபின், உடுத்துவதற்கு மட்டுமல்லாமல் பல்வேறு துறைகளிலும் பயன்படுகிறது. சிறப்பாக மருத்துவத் துறையில் கம்பளியின் பணி சிறப்புமிக்கது. பல சிறு துளைகள் உடைய கம்பளி மிகுந்த நீள்மீட்சி (resilienec) கொண்டுள்ளமையால், நோயாளியைக் கதகதப்போடு பாதுகாக்கப் பயன்படுகிறது. வெயிற் காலத்தில் ஆடை உடலோடு ஒட்டுவதால் ஏற்படும் தீய விளைவுகளைக் கம்பளியால் தவிர்க்கலாம். தரமான இக்கம்பளி நீண்ட நாள் பயன்படும். மேலும் பிற ஆடைகளில் வரக்கூடிய நூல் எழுச்சிகளும் (piling) இதில் காணப்படா. கம்பளி இழைகளால் ஆன ஆடைகள் தைப்பதற்கு எளிமையாக உள்ளன.

வே. சுப்ரமணியன்

கம்பளி நூல் உற்பத்தி

ஆடுகளினின்று கிடைக்கும் இழை, கம்பளி எனப்படும். ஆட்டின் இழை இரு திறமாகக் கிடைக்கிறது. நீள மான மயிர் அவற்றின் மேலிருக்கும் சிறு இழைகளைக் காக்கின்றன. இச்சிறு இழைகளே கம்பளி எனப்படும். கம்பளி ஆடைகள்நெய்யவும், துணிகள் பின்னவும் பயன்படுகிறது. இவற்றுடன் , தொப்பிகள், மிதியடி கள் போன்றவற்றைச் செய்வதற்கும் கம்பளி இழைகள் பயன்படுகின்றன.

ஆடைகள் உற்பத்தி செய்கையில் கம்பளி இரு வகை நூலாக நூற்கப்படுகிறது. முதல்வகை, கம்பளி நூல் (woolen) என்றும், பிறிதொரு வகை முறுக்கிய கம்பளி நூல் (worsted) என்றும் கூறப்படுகின்றன. நூல் நூற்கு முன்னர் இழைகள் பின் வரும் முறையில் பலவகை நிலைகளைக் கடந்து, இறுதியில் நூல் வடிவம் பெறுகின்றன. இத்தகைய நூலே பின்னர் கம்பளி ஆடை நிலையை அடைகிறது.

அழுக்குகளைக் களைதல். கம்பளி இழைகளி லுள்ள கலப்புப் பொருள்களான இயற்கைப் பொருள் களைக் (vegetable matter) களையக் கால்வாய்த் துப் புரவு செய்யும் முறையைப் (scouring) பின்பற்ற வேண்டும். இது, கம்பளியை வெதுவெதுப்பான நீரில் சோடா உப்புடனும், சவுக்காரத்துடனும் கலந்து இயக்கும் முறையாகும். இம்முறையில் அனைத்துவகைக் கலப்புப் பொருள்களையும் செவ் வனே களைந்து எடுத்தாலும், இயற்கைப் பொருள் களைக் களைந்தெடுக்க இயலாது. கம்பளியுடன் மேலும் சில பொருள்களும். குறிப்பாகப் 'பர்' (burr) என்று கூறப்படும் பொருளும் கலந்துள்ளன. அத் தகைய 'பர்' என்னும் கலப்புப் பொருள் கால்வாய்த் துப்புரவு முறையிலும் பின்னர் கார்டிங் (carding) முறையிலும் ஓரளவு நீக்கப்படும். இவை நீக்கப் பட்ட பின்னர், கம்பளி சூடான கந்தக அமிலத்தால் பதனிடப்படுகிறது. இயற்கைப் பொருள்களைக் களைந்தெடுக்கும் இம்முறை 'கார்பனைசிங்' (car-bonizing) எனப்படும். இம்முறை துணிகளுக்கும் அளிக்கப்படுகிறது.

கலத்தல். இது வெவ்வேறு வகைக் கம்பளிகள் கலக்கப்படும் முறையே ஆகும். கம்பளித் தொழிலில், பயன்படுத்திய களைப் பொருளான கம்பளிகளும் கலக்கப்படுகின்றன. இந்த முறையில், கம்பளி இழை களுக்குச் சிறிதளவு எண்ணெயும் இடப்படுகிறது. இது, வெவ்வேறு விதமான கம்பளி இழைகளும் கலக்க உதவி புரிகின்றது.

கார்டிங். கால்வாய்த் துப்புரவு முறையில் கம்பளி இழைகள் ஒரே சீராக இராமல் ஒன்றோடொன்று சிக்கித் தாறுமாறாக உள்ளன. இவற்றைக் கார்டிங் முறையால் சீராக்கவியலும். இம்முறையில், இழைகள் நுண்ணிய ஆணிகள் உள்ள உருளைகளால் நேராக்கப் பட்டுக் கயிற்றின் வடிவம் பெற்று வெளியே வரு கின்றன. மேற்கூறப்பட்ட இருவகை நூல்கள், இக் கார்டிங் முறையை அடுத்து வெவ்வேறு முறையில்

நூற்கப்படுகின்றன. இவ்விரு நிலைகளைப் பின்வரும் அட்டவணையில் காணலாம்.

கம்பளி இழைகள்
↓
வேறுபடுத்தல்
பிரித்தெடுத்தல்
கலத்தல்
அழுக்கை எடுத்தல்

கம்பளி நூல்	முறுக்கிய கம்பளி நூல்
↓	↓
கார்டிங்	கார்டிங்
↓	↓
நூல் நூற்றல்	(சிறு இழைகளை நீக்கிச் சீராக்குதல்)
	↓
மிகு விட்டமுடைய நூல் மெலிந்து	நீட்டுதல்
மென்மை வடிவம் பெறுதல்	(மென்மையாக்குதல்)
	↓
	நூல் நூற்றல் (நூல் மென்மையாக, நுண்ணிய கடினத் தன்மைகளைப் பெறுதல்)

கம்பளி இழைகளை நூலாக நூற்பதில். கம்பளி நூலும் முறுக்கிய கம்பளி நூலும் அமையும் நிலைகளைச் சித்திரிக்கும் அட்டவணை.

கம்பளி நூல்கள் சிறு இழைகளைத் தம்முள் கொண்டும், சீராகவிராமல் பிசிறுகளை உடையன வாகவும் உள்ளன. கார்டிங் முறையால் கிடைக்கும் கயிறு போன்ற இழைகள் வடிகலம் (condenser) என்னும் எந்திரத்தால் ஒரு பந்து போல் சுருட்டப் படுகின்றன. கம்பளி நூல்கள் இருவகை முறையில் நூற்கப்படுகின்றன. முதல்முறை மியூல் (mule) எனவும், இரண்டாம் முறை ரிங்பிரேம் (ring frame) எனவும் கூறப்படும்.

மியூலினால் நூற்தும் முறை. இம்மியூல் என்னும் நூற்பு முறையைப் பின்வரும் படத்தில் காணலாம்.

சுழல் 'S' கம்பளிப் புரியிழையிலிருந்து சிறிது தொலைவு கொண்டு செல்லப்பட்டு, பின்னர் சில சுழல்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. இது, நூலில் முறுக்கு அளிக்க உதவுகிறது. பின்னர், இச்சுழல் நிற்க, நூல் மிகவும் விரைவாகச் சுற்றப்படுகின்றது. இவ்வாறு சுற்றுகையில், நூலில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவே முறுக்கேற்றப்படுகிறது. இந்த அளவு சாதா ரணமாக ஓர் அங்குலத்திற்குப் பத்து முறுக்குகள் வீதம் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. பின்னர், கதிர் பின்னால் சென்று, இரு உருளைகளில் நடுவின் ஓட நூல் சுற்றப்படுகின்றது.

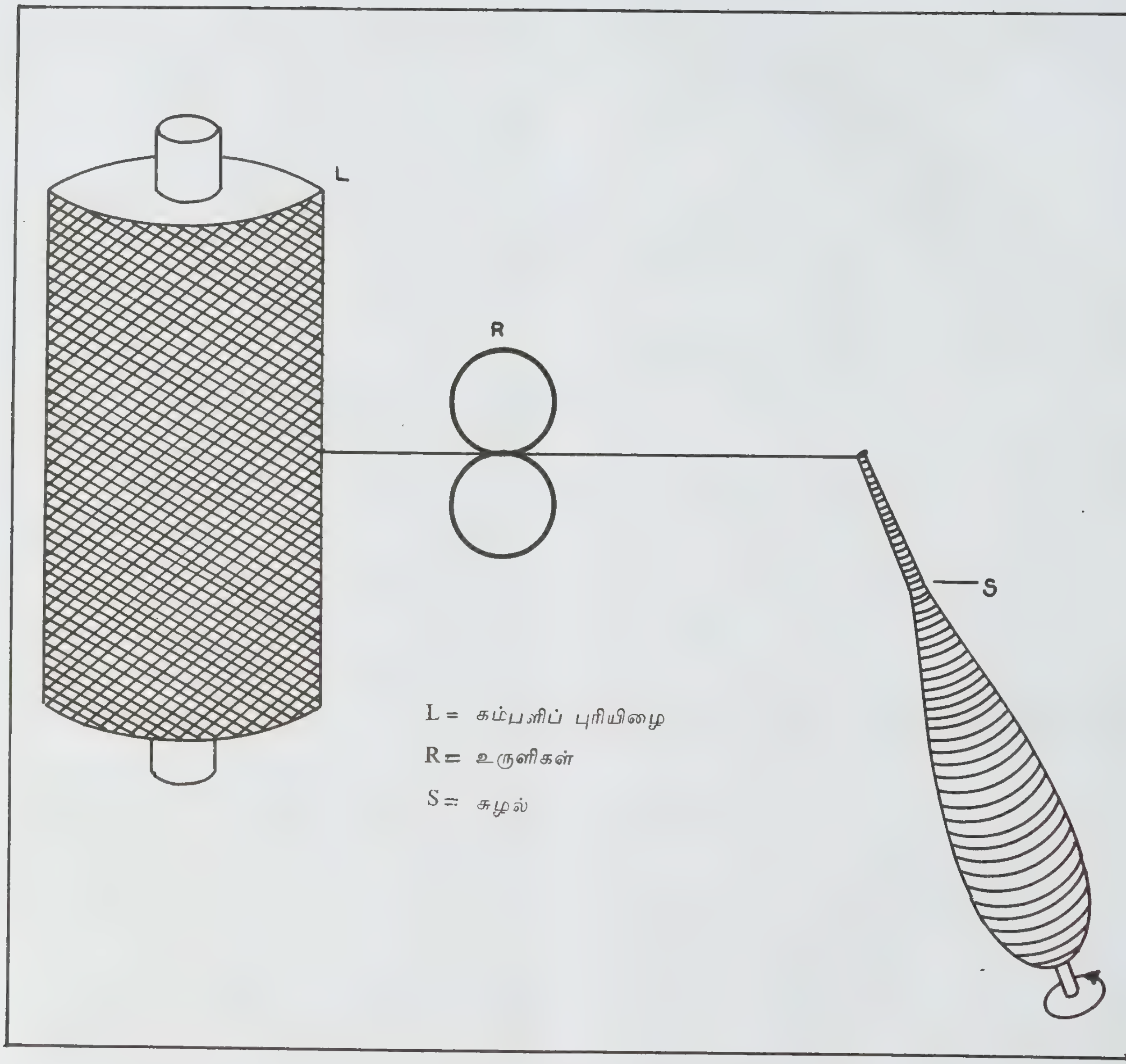
ஒரு கம்பளி மியூலில், 300-400 கதிர்கள் உள்ளன இத்தகைய நூற்பு எந்திரம் மிகவும் குறைவான வேகத்தில் சுழலுவதால், உற்பத்தி குறைந்த அள வாகவேயுள்ளது. மேலும், இவ்வெந்திரம் மிகவும் அதிகமான இடத்தை அடைப்பதால், இன்று மிகுதி யாகப் பயன்படுவதில்லை.

ரிங்பிரேமினால் நூற்கும் முறை. ரிங்பிரேம் என்னும் இந்நூற்பு எந்திரத்தில், கம்பளிப் புரியிழை எனப்படும் தடிப்பான நூல் இரு உருளைகளின் வழியாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வுருளைகள் கம்பளிப் புரியிழையை நீட்டித்து, பின்னர் பயணர் எனப்படும் சிறு பொருளினுட் சென்று அடையுமாறு அமைந்துள்ளன. பயணர் சுற்றும்போது, நூற்கதிர் கள் முறுக்கேறி, மேலுள்ள குழலில் சுற்றப்படு கின்றன. இம்முறையில், கதிர்கள் மிகவும் விரைவாக இயங்குகின்றன. இவ்வகை நூற்பில், நீட்டித்தல், முறுக்கேற்றுதல், நூலைச் சுற்றல் போன்ற செயல் கள் ஒரே சமயத்தில் நடைபெறுகின்றன.

முறுக்கிய கம்பளிநூலின் நிலைகள். கார்டிங்கிற் குப் பின்னர், இந்நூல் நூற்கும் நிலைகள் பின்வரு மாறு; கில்லிங் (gilling), சீவுதல் (combing), நீட்டித் தல் (drawing) (இந்நீட்டுதலைப் பலமுறை செய்ய வேண்டும்), நூற்றல் (spinning) என்பன. கம்பளியை மேற்கூறிய முறைகளில் சாயம் போடவும் இயலும். கம்பளியைத் தூய்மை செய்து உலர வைத்தலும் உண்டு. இவை கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளன.

கில்லிங். கில்லிங் நிலை, சீவுதல் நிலைக்கு முன்னர் உள்ளமையால் கம்பளியிலுள்ள இழைகள் ஒரே சீராக அமைய இயலும். இம்முறையில், இரும் பில் பல் உள்ள ஓர் அமைப்பைக் காணலாம். கம்பளி யால் உருவாக்கப்பட்ட கயிற்றிழை (sliver) இரு உருளைகளின் நடுவே போகும்போது, இவ்விரும்பு கம்பளியில் உள்ள இழைகளைச் சீவி, அவற்றை ஒரே சீராக்கும். இவ்விழைகள் மேலும் பல இழை களுடன் சேர்க்கப்பட்டு மீண்டும் கில்லிங் எனப்படும் முறையில் செய்யப்படுகின்றன. இந்நிலையில் எண்ணெயும் சிறிதளவு பயன்படுகிறது. இது கம் பளியை மேலும் சீராக்க உதவுகிறது.

சீவுதல். இச்சீவுதல் கம்பளியிலுள்ள இழைகளை மீண்டும் சீர்செய்து, அவற்றிலுள்ள சின்னஞ்சிறிய இழைகளை நீக்க முயலுகிறது. இதனால், பல விதக் கம்பளிகளை நன்கு கலக்கவும், அவற்றிலுள்ள இயற்கைப் பொருள்களை அகற்றவும் முடியும். இதனால் சீராக்கப்படும் கயிறு 'டாப்' (top) எனவும், சிறு இழைகள் கம்பளிச் சீவல்கள் (noil) எனவும் கூறப்படுகின்றன. கம்பளி இழைகள் ஒரு சீப்பில் செலுத்தப்பட்டுப் பின்னர் நன்றாகச் சீவப்பட்டு, மீண்டும் கயிற்றின் வடிவம் பெறுகின்றன. பிரெஞ்ச் சீவுதல் (french combing), நோபெல் சீவுதல் (noble) எனச் சீவுதல் முறை இரு திறத்தனவாகும்.



படம். கம்பளி நூலை மியூல் என்னும் கருவியால் நூற்றல்

பிரென்ச் சீவுதல். இதில், சீப்புகள் நேராக, பதி னெட்டு வகையான கம்பிகளைச் கொண்டுள்ளன. கம்பிகளின் அமைப்பும், வடிவமும் வெவ்வேறாக உள்ளன. கம்பளி இழைகள் இச்சீப்புகளின் மேல் சென்று நன்றாகச் சீவப்பட்டு, பின்னர் ஓர் அளவில் நீக்கப்பட்டு மீண்டும் சீவப்படுகின்றன. சிறுவிழைகள் நீக்கப்பட்டு, ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டுக் கயிற்றிழை வடிவம் பெறுகின்றன. இது ஒரே நீள மாகவும், ஆனால் ஒரே சீராகவிராமல் நடுநடுவே சற்றுப் பருமனாகவும் காணப்படும்.

நோபல் சீப்பு. இச்சீப்பு வட்ட வடிவமானதாகும். இது கயிற்றிழைகளை நன்றாகச் சீவி ஒரே சீராக்க உதவுகிறது. 72 கயிற்றிழைகள் 3 அல்லது 4 அடி விட்டமுள்ள எந்திரத்தில் சென்று, மிகவும் மெது வாகச்சுற்றி, இரண்டு இடங்களில் கம்பிகளால் நன்கு சீவப்படுகின்றன. சுழலும் பெரிய சீப்பில் இரு சிறிய கம்பிகள் இவற்றைச் சீவி இழைகளை ஒரு பாயில் இட்டு இணைக்கின்றன. சிறு இழைகள், நெப் (neps) எனப்படும் இழைக்கட்டிகள், மற்றும் களைகள் அனைத்தும் இம்முறையில் கம்பளி இழைகளினின்று நீக்கப்படுகின்றன.

சீவுதல் முடிந்த பின்னர் மீண்டும் கில்லிங் எனப்படும் முறையால் இக்கயிறு நன்கு சீர் செய்யப் படுகிறது. இம்முறை மீண்டும் மீண்டும் அளிக்கப் பட்டுக் கயிற்றிழை ஒருபந்துவடிவில் சுற்றப்படுகிறது. இப்பந்தில் உள்ள கயிற்றிழை 'டாப்' எனப்பட்டு நூல் நூற்பதற்கு விற்கப்படுகிறது, தொழிற்சாலை களில் இந்த எந்திரங்கள் இல்லாமையால், இக் கயிற்றிழைகளை வாங்கி அவற்றைப் பல இயற்கை இழைகளுடனும், செயற்கை இழைகளுடனும் கலந்து, கலப்பு நூல் நூற்க இயல்கிறது. இத்தகைய கயிற் றிழைகளைச் சாயம் போடவும் அச்சடிக்கச் (print) செய்யவும் முடியும். பல முறை கில்லிங்கிற்கு ஆளாகும் இழைகள் நன்கு சீரடைகின்றன. கம்பளி யில் உள்ள இழைகளை நன்கு நேராக்கவும் அனைத்து இடங்களிலும் ஒரே பருமனாக ஆக்கவும் தானியங்கி நேராக்கல் (auto leveller) என்னும் தன்மையை இப் போதுள்ள எந்திரங்கள் கொண்டுள்ளன.

நீட்டித்தல். இந்நிலை கில்லிங் என்னும் முறை யின் பின்னர் உள்ளதாகும். கம்பளிக் கயிற்றிழை களைப் பருமனான நிலையிலிருந்து மெல்லியதாக நீட்டித்து அவற்றை நூற்பதற்கு உரிய வகையில் இந்நிலை உருவாக்குகின்றது. இது பிராட்போர்டு முறை (bradford system), காண்டினென்டல் முறை (continental system) என இரு நிலையாகப் பகுக்கப் படுகிறது.

பிராட்போர்டு முறையில், கயிற்றிழைகளை நீட்டித்து, முறுக்கேற்றும் செயல்கள் நடக்கின்றன. இது கம்பளிப்புரியிழை (slubbing) எனவும், முறுக்கப் பட்ட கம்பளிஇழை (roving) எனவும் கூறப்படும். சாதாரணமான குழலில் இந்த முறுக்கப்பட்ட கம்பளி இழை நூற்பதற்கு அனுப்பப்படுகிறது.

கான்டினென்டல் முறையில் ரோவிங் எனப்படும் தடித்த நூலில் முறுக்களிக்கப் படமாட்டாது. கயிற்றி ழைகள் ஒன்றோடொன்று உராய, பின்னர் பெரிய உருளைகளில் சுற்றப்படுகின்றன. தானியங்கு சீராக் கல் என்னும் கருவி இவ்விழைகள் சீரான நிலை யிலிருக்கப் பெரிதும் உதவுகிறது.

நூல் நூற்றல். பிளையர் (flyer), கேப் (cap), ரிங் (ring) மியூல் என்னும் நான்கு வகை நூற்கும் கருவி கள் பயன்படுகின்றன. இவை பிராட்போர்டு முறை, பிரெஞ்ச் முறை என இருவகையாகப் பாகுபாடு செய்யப்படுகின்றன.

பிராட்போர்டு முறையில், நூல் நூற்கும் முன்பு கம்பளி இழைகளுக்கு எண்ணெய் இட்டுச் சீவப்பட்டு, பின்னர் நீட்டிக்கப்பட்டு, மிகுந்த முறுக்குகள் கொடுக்கப்படும். இந்நூல் வலிமை மிகுந்ததாகவும், மென்மையாகவும் அமைந்து, தரமுள்ள துணிகள் நெய்ய உதவுகிறது. பிரெஞ்ச் முறையில் இழைகள் எண்ணெய் இடாமலும், முறுக்கற்றும், மென்மை யாகவும், பிசிறுள்ள நூலாகவும் அமைகிறது.

அண்மைக் காலத்தில், கம்பளி நூல்கள் செல்பில் முறையிலும், சைரோசிபன் முறையிலும் மிகுதியாக உற்பத்தி செய்யப்பட்டுப் பல நாடுகளிலும் புகழ் பெற்றுள்ளன. உற்பத்தியில் பெருக்கம், நூல்கள் சீராகவும் வலிமையுடனும் அமைதல், நூல் நூற்கும் முறைகளில் பல குறிப்பிடதக்க மாற்றங்கள் ஆகியவை இவற்றின் சிறப்புக் கூறுகளாகும். கம்பளி மற்றும் முறுக்கிய கம்பளி நூல்களின் வேறுபாடுகள் கீழ் வரும் அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

கம்பளிநூல்	முறுக்கிய கம்பளி நூல்
சிறு இழை	நீள இழை
கார்டிங் மட்டுமே	கார்டிங் மற்றும் சீவுதல்
முறுக்கற்றவை	முறுக்குடையவை
மெலிந்தவை	வலிமையுள்ளவை
அதிக விட்டம், மென்மை	மென்மை, சீராக இருத் தல், கடினமான இயல்பு

– வே. சுப்பிரமணியன்

கம்பளிப் புழு

வண்ணத்துப்பூச்சி, பட்டுப்பூச்சி, அந்துப்பூச்சி ஆகிய வற்றின் தொகுதியான லெப்பிடாப்டீரா (Lepidop-tera) வரிசையைச் சேர்ந்த பூச்சிகள், தம் இனப் பெருக்கத்தின்போது தம்மைப் போன்ற வடிவும் அமைப்பும் உடைய இள உயிரிகளை (larvae) உண் டாக்குவதில்லை; மாறாக, முட்டையினின்றும் வெளி வரும் இள உயிரிகள், தம்மைப்பெற்ற முதிரிகளின் றும் முற்றிலும் வேறுபட்டுக் காணப்படும். புறத் தோற்றம், உள் அமைப்பு, உணவுப் பழக்கம் உணவை உண்பதற்கான வாயுறுப்புகள் போன்ற அனைத்திலுமே இந்த இள உயிரிகள் தனித் தன்மை யுடையவை. இவற்றின் மேல்புறம் மயிர் அடர்ந்து காணப்படுவதால் இவற்றைக் கம்பளிப்பூச்சி அல்லது கம்பளிப்புழு என்பர்.

சூலுற்ற வண்ணத்துப்பூச்சி தன் இளஉயிரிக்கு உணவாக ஏற்ற குறிப்பிட்ட வகைத் தாவரத்தின் இலைகளின் கீழ்ப்புறத்தில் நூற்றுக்கணக்கான முட்டைகளை இடும். இவற்றிலிருந்து சிறு புழு வடி வில் கம்பளிப்புழு வெளி வந்து இடையறாது இலை களைத் தின்று வளரும். வளர்ந்து பலமுறை தோலுரித்து,உருமாற்றம் அடைந்து, கூட்டுப்புழுவாகி. இறுதியில் இறக்கைகளை உடைய அழகிய வண்ணத் துப் பூச்சி முதிரியாக மாறும்.

கம்பளிப்புழுக்கள் நீண்டு, உடல் பருத்து, உருளை வடிவில் இருக்கும். மார்புக் கண்டங்களில் இணைந்த

மூன்று இணையான கணுக்கால்களையும், வேறுபட்ட எண்ணிக்கையுள்ள வயிற்றுக் கால்களையும் உடையவை; வயிற்றுக் கால்கள் போலிக் கால்கள் எனப்படுகின்றன. இவை வயிற்றுப் பகுதியுடன் இணைந்த குட்டையான, சதைப்பற்றான கூம்பு வடிவ நீட்சிகள் ஆகும். போலிக் காலின் நுனிப்பகுதி வட்ட வடிவாகவும், தட்டையாகவும், அதன் விளிம்பில் வரிசையாக அமைந்துள்ள வளைமுள்கள் அல்லது கொக்கிகளுடனும் இருக்கும். இவை இலை தண்டுப் பகுதிகளில் நன்கு பற்றிக் கொண்டு ஊர்வதற்கு உதவும், பெரும்பாலான கம்பளிப் புழுக்களில் போலிக் கால்கள் ஐந்து இணை இருக்கும்; சில வகைக் கம்பளிப் புழுக்களில், காட்டாக ஜியோமெட் ரிடே (geometridae) போன்றவற்றில் இரண்டு இணை மட்டுமே இருக்கும். வயிற்றின் இறுதிக் கண்டத்தில் உள்ள போலிக் காலுக்குப் பற்றும் உறுப்பு (clasper) என்று பெயர்.

கம்பளிப் புழுவின் தலை கடினமான கைட்டினால் அமைந்தது. அதன் தலையில் மிகவும் குட்டையான உணர்நீட்சிகள் (antennae) இரண்டும், இட வலப் புறங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஆறு எளிய கண்களும் உள்ளன. வெட்டும் தாடைகள், பெரியவை, உறுதியானவை. துருவு தாடைகள் சிறியவை. கீழுதட்டின் நடுவே ஒரு குழாய் போன்ற நீட்சி உள்ளது. இதற்கு நூற்பி (spinneret) என்று பெயர். நூல் சுரப்பிகள் அல்லது பட்டு நூல் சுரப்பிகளிலிருந்து வரும் குழாய்கள் இந்த நூற்பியுடன் இணைந்திருக்கும். பிற பூச்சிகளில் காணப்படும் உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகளே மாற்றம் அடைந்து பட்டு நூல் சுரப்பிகளாக அமைந்துள்ளன; இவற்றினின்றும் உண்டாக்கப்படும் பட்டு நூலைக் கொண்டு கூட்டுப்புழுவின் கூடு உண்டாக்கப்படுகிறது. பல இளவுயிரிகளில் இச்சுரப்பிகள் மிக நீளமானவை; பட்டுப் புழுவின் உடலின் நீளத்தைப் போல அவற்றின் பட்டு நூல் சுரப்பிகளின் நீளம் ஐந்து மடங்கு ஆகும். உடலின் பக்கத்தில் சிறு புள்ளி போன்ற ஒன்பது இணையான சுவாசத் துளைகள் தெளிவாகத் தெரியும்.

உடலின் மேற்புறத்தில் அமைந்துள்ள பாதுகாப்பு உறுப்புகளான மயிர்கள், முள்கள், நுண்முள் கற்றைகள், அல்லது குழல்நீட்சிகள் ஆகியவற்றாலோ, தம் நடத்தையாலோ (behaviour) கம்பளிப் புழுக்கள் தம்மைப் பாதுகாத்துக் கொள்ளும். இந்த மயிர் நன்கு தெரிகிற கற்றைகளாக அல்லது தூரிகை (brush) போன்று புலி அந்துப் பூச்சியில் உள்ளவாறு இருக்கும். சிலவகைக் கம்பளிப் புழுக்களில் அரிப்பை உண்டாக்கும் மயிர்கள் (Irritating hairs) மிகச் சிறந்த பாதுகாப்பு உறுப்பாக உள்ளன. இவை எளிதில் ஒடியும் தன்மை உடையவை; அவற்றின் பக்கங்களில் ஊசி போன்ற பல நுனிகள் உடைய, சற்றுத் தடித்த மயிர் உண்டு. தோலில் பட்டவுடன் ஏற்படும் நமைச்சல், தடிப்பு ஆகியவை ஓரளவு இவை குத்தி உறுத்துவதாலும், பெரும்பாலும் இவற்றில் உள்ள நச்சுச் சுரப்பாலும் உண்டாகின்றன. மயிரடர்ந்த கம்பளிப் புழுக்களை எடுக்க நேர்ந்த பலர் இந்தப் பட்டறிவைப் பெற்றிருப்பர்.

வட அமெரிக்காவிலும், உலகின் வெப்பப் பகுதிகளிலும் நஞ்சு உள்ள முள்களை உடைய கம்பளிப் புழுக்கள் வாழ்கின்றன; இவற்றின் தோலில் உள்ள தனிப்பட்ட வகைச் சுரப்பிகளினின்று உண்டாகும் நீர்மம் இம்முள்களில் நிரப்பப்படுகின்றது. இத்தகைய முள்கள் குத்தும்போது பொறுக்கவொண்ணாத, தேள் அல்லது தேனீ கொட்டியது போன்ற வலியை ஏற்படுத்தி, பிற விலங்குகள் அல்லது பறவைகள் கம்பளிப்புழுக்களைத் தாக்காத வண்ணம் காக்கின்றன. நோட்டோடாண்ட்டிட் (Notodontid) இனக் கம்பளிப் புழுக்கள் பார்மிக் அமிலத்தைப் (formic acid) பீச்சி அடிக்க வல்லவை. மேலும் பல, தம் உடல் நீர்மங்களில் (body fluid) நச்சுத் தன்மை உடையவை.

வண்ணத்துப் பூச்சிகளுக்குள் ஆமை ஓடு (tortoise shell) என்பதன் கம்பளிப்புழுவும், வானெஸ்ஸா Vanessa), ஃபிரிடில்லேரியா (Fritillaria) ஆகியவற்றின் கம்பளிப் புழுவும் நச்சுத் தன்மையற்ற முள்களை உடையவை. ஸாட்டர்னிடே (Saturnidae) என்னும் மகா சக்கரவர்த்தி அந்துப் பூச்சியினத்தின் கம்பளிப் புழுவும் ஏறக்குறைய இதே அமைப்புடையதே. பருந்து அந்துப் பூச்சி இளவுயிரியின் பின்புறத்தில் ஒரேயொரு கொம்பு போன்ற நீட்சி இருக்கும். மேலும் பல கம்பளிப் புழுக்கள் தோலில் எவ்வித நீட்சியும் இல்லாமல் வழவழப்பாக இருக்கும் அல்லது சிறிதளவு மயிர் உடையனவாக இருக்கும். இரவில் மட்டும் உணவு தேடுவதன் மூலம் பெரும்பாலான கம்பளிப் புழுக்கள் தம்மைக் காத்துக் கொள்கின்றன. இங்ஙனம், ஜியோமெட்ரிட் கம்பளிப் புழுக்கள் இலையின் மைய நரம்பு அல்லது செடியின் ஒரு குச்சி போன்று தோன்றுவதால் அவற்றைக் கண்டுபிடிப்பது கடினம்.

சில பருந்து அந்திப் பூச்சிகளின் இளவுயிரிகள் உடலில் உள்ள கோடுகள் இலைகளின் மேல் ஒளியும் நிழலும் விழுவது போன்ற பொய்த் தோற்றத்தை உண்டாக்குகின்றன. அனார்ட்டா மிர்ட்டிலி (Anorta myrtilli) என்னும் அந்துப் பூச்சியின் இளவுயிரி மேல் உள்ள பச்சை வரிக்கோலம் அது வாழும் தாவரத்தினின்றும் அதைப் பிரித்துக் காண முடியாத அமைப்பு உடையது, பௌல்டன் என்னும் ஆராய்ச்சியாளரின் ஆய்வுகள் சில உண்மைகளை வெளிப்படுத்தின. கம்பளிப்புழு தன்னைச் சுற்றியுள்ள சூழலுக்கு ஏற்றவாறு பச்சோந்தியைப் போலத் தன் நிறத்தை மாற்றிக் கொள்வதாகவும் இது நரம்பு மண்டலத்தின் செயல்பாட்டுக்குள் இருப்பதாகவும் அவர் கண்டறிந்தார். ஒரே இளவுயிரி பச்சை நிறச்

சூழலில் நீலம் கலந்த பச்சையாகவும், கறுத்த சூழலில் நீலம் கலந்த சாம்பல் நிறமாகவும் மாறும். இதே போன்று வளையும் கம்பளிப் புழுக்களை (looping caterpillar) அவற்றின் இளமையில் கறுத்த குச்சிகளினிடையே வைத்தால் அடர்ந்த பழுப்பு நிறத்தையும், இலைகளினிடையே இருக்கும்போது பச்சை நிறத்தையும் அடைகின்றன.

பூக்கும் தாவரங்களான உயர் தாவரங்களை மட்டுமே கம்பளிப்புழுக்கள் உண்கின்றன. இவ்வகைத் தாவர இனம் ஒவ்வொன்றும் பெரும்பாலும் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கம்பளிப்புழு இனத்திற்கு உணவாகாமல் இருந்ததில்லை. ஆடுதின்னாப்பாளை என்னும் செடி, மிக அழகான ஒருவகைக் கம்பளிப் புழுவிற்கு உணவாகிறது. கம்பளிப் புழுக்களில் சிலவே ஊன்உண்ணிகள்; லைகேனிட் (Lycaenid) என்னும் வண்ணத்துப்பூச்சியின் கம்பளிப்புழுக்கள் இவ்வகையானவை. லைகேனா ஏரியான் (Lycaena arion) என்னும் வண்ணத்துப் பூச்சியின் கம்பளிப்புழு தொடக்கத்தில் தாவரத்தை உண்ணும்; இறுதியில் எறும்புப்புற்றில் நுழைந்து எறும்பின் புழுக்களைத் தின்னும். ஃபெனிஸிகா டார்க்குனீயஸ் (Feniseca tarquinius) என்னும் வட அமெரிக்கக் கம்பளிப் புழுக்கள் அசுவுணிகளை (aphid) உண்பவை. மத்திய தரைக்கடற்பகுதி நாடுகளிலும், தெற்காசியாவிலும் உள்ள நாக்டுயிட் (Noctuid) இனத்தைச் சேர்ந்த யூப்ளெம்மா (Eublemma) என்னும் கம்பளிப்புழு செதில் பூச்சிகளை உண்ணும்; இவை அரக்குப் பூச்சிகளையும் சில சமயங்களில் உண்பதால் தீமை விளைவிப்பன. சில கம்பளிப்புழுக்கள் தம்மினத்தையே உண்பவை (Cannibalistic) காலிம்னியா ட்ரபீஸினா (Calymnia trapezina) என்னும் ஐரோப்பிய கம்பளிப் புழு இத்தகையது; ஆயினும் இவை இலை தழைகளையும் மிகுதியாகத் தின்பவை. கம்பளிப்புழுக்களில் ஒட்டுண்ணிகளும் காணப்படுகின்றன.

பட்டுப்புழுவின் பட்டுநூல் சிறந்த இழையாகும்; இதைக்கொண்டு விலையுயர்ந்த அழகிய பட்டுத் துணிகள் நெய்யப்படுகின்றன. ஒரு பட்டுப்புழுவின் பட்டுநூல் சுரப்பியிலிருந்து ஏறத்தாழ 1500 மீட்டர் நீளமான மெல்லிய இழை உண்டாக்கப்படுகிறது. பட்டுப்புழு முசுக்கட்டைச் செடியின் இலைகளைப் பெருமளவில் உண்டு வளர்கிறது.

கம்பளிப்புழுக்கள் பயிர்வகைகள், மற்றும் இயற்கையில் தாமாகவே வளரும் பல்வகைச் செடிகொடிகளுக்குப் பேரழிவை விளைவிக்கின்றன. கம்பளிப் புழுக்கள் ஓய்வின்றி உண்பதையும், வளர்வதையும், மட்டுமே கொண்டவை. இவை 4-5 முறை தோலுரிக்கும்; சிலவகை 9 முறை கூடத் தோலுரிக்கும். கூட்டுப்புழு நிலையை அடையுமுன் நன்கு வளர்ந்த கம்பளிப்புழு, உண்பதை நிறுத்திவிட்டு வசதியான இடத்துக்குச் சென்று கூடு கட்டத் தொடங்கும்.

- பி. எம்.ஸுதா

கம்பி

மின்னோட்டத்தைக் கடத்தக் கூடிய கடத்தி கம்பி (wire) என்று பொதுவாகக் கூறப்படும். கடத்தியில் ஒன்றோ அதற்கு மேற்பட்ட புரிகளோ இருக்கலாம். ஒற்றைக் கடத்திகளை விடப் பல்புரிக் கடத்திகள் நெகிழ் தன்மை (flexibility) கொண்டவை. மின் கம்பியமைப்பிற்காகப் பயன்படும் கடத்திகள் செம்பு அல்லது அலுமினியத்தால் செய்யப்பட்டிருக்கும். செம்பு மிகு விலை கொண்டதாக இருப்பதால் விலை குறைவான அலுமினியமே தற்போது பெரும்பாலும் கடத்தியாகப் பயன்படுகிறது. தேவையான பல குறுக்களவு கொண்ட நியமங்களில் செம்புக் கடத்திகளும் அலுமினியக் கடத்திகளும் கிடைக்கின்றன.

10 ச. மி.மீ. வரை குறுக்களவுள்ள செம்புச் கடத்திகளும், 25 ச. மி. மீ. வரை குறுக்களவுள்ள அலுமினியக் கடத்திகளும் ஒரு புரிக் (strand) கடத்திகளாக உற்பத்தி செய்யப்படும். உயர் குறுக்களவு உள்ளவை பல புரிக் கடத்திகளாகக் கிடைக்கும். கம்பிகள் வெற்றுக் கடத்திகளாகவோ, காப்புறை கொண்டவையாகவோ இருக்கலாம். கம்பியின் காப்புப் பொருள், ரப்பர், பி. வி. சி. அல்லது வினைல் கலந்த பொருளாக இருக்கும். காப்புப் பொருளைச் சுற்றுப்புற மற்றும் எந்திரவியல் இழப்பிலிருந்து தடுக்கத் தக்க கலவையில் ஊறியதுணி உறையிடுவதும் உண்டு. அதிர்வுகளைத் தாங்க வேண்டியிருந்தால் நாகப்பூச்சுக் கொண்ட இரும்புக் கம்பிகளால் சுற்றிக் காப்பதும் உண்டு.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கம்பி அமைப்பு, மின்

மின்கருவிகளைப் பயன்படுத்த உதவுவது மின்கம்பி அமைப்பு எனப்படும். மின்கம்பி அமைப்பின் நோக்கம், மின்சாரம் தேவைப்படும் இடங்களுக்கு அதை எடுத்துச் செல்வதே ஆகும். கம்பி அமைப்பில் கவனிக்க வேண்டியவை அதன் தோற்றப்பொலிவு, நுகர்வோருக்குத் தீங்கு விளைவிக்காமை, எளிதில் கெடாமை, சுற்றுப்புறச் சூழலால் நைந்து போகாமை முதலியன ஆகும்.

ஒரு மின்கல அடுக்கில் +, — எனும் இரு முனைகள் உள்ளன. இரு மின்முனைகளையும் ஒரு குமிழின் இரு முனைகளோடு ஒரு கம்பி வழியாக இணைத்தால் குமிழ் ஒளியை உமிழ்கிறது. கம்பியின் இடையில் ஓர் இணைப்பியை வைத்தால் மின்சாரத்தை நிறுத்தவும் பாய்ச்சவும் முடியும். இதுவே கம்பி அமைப்பின் அடிப்படைத் தத்துவம் ஆகும்.

அமைப்பு முறை. கம்பிஅமைப்பு, தொடர் முறை, இணை முறை என இரு வகைப்படும். தொடர் முறையில் மின்னோட்டம் ஒரே அளவில் இருக்கும். இணை முறையில் ஒரே அளவு மின்னழுத்தம் இருக்கும். இம் முறையையே பெரும்பாலும் வீட்டில் கம்பி அமைப்பிற்குப் பயன்படுத்துவர். தெருக்களில் உள்ள முதன்மைத் தொடரிலிருந்து வீடுகளுக்கு மின்சாரம் வழங்கப்படுகிறது. வீட்டின் முன்புறம் அளவிப்பலகை (meter board) அமைந்துள்ளது. அப்பலகைக்குக் கம்பத்தில் உள்ள மேலுருகி (aerial fuse) வழியாக மின்சாரம் வருகிறது. இப்பலகையில்தான் மின்சாரம் பயன்படுத்தும் அளவைக் காட்டும் கருவியான அளவி, முதன்மை இணைப்பி, உருகி தாங்கி முதலியன பதிக்கப்பட்டிருக்கும். இங்குள்ள முதன்மை இணைப்பியிலிருந்து மின்சாரம் மின் அளவிக்குச் சென்று அங்கிருந்து வெட்டுருகி (cut out) வழியாக நுகர்வோர் பயன்படுத்தும் கருவிகளுக்குச் செல்லும்.

மின்சாரத்தை வேண்டிய இடத்திற்கு மரத்தாங்கிகளில் பதித்தோ பாலிதீன் குழாய்க்குள் இட்டோ எடுத்துச் செல்லலாம். பாலிதீன் குழாய்கள் மூலம் கம்பிகள் செல்வதால் வெளிப்புற ஈரம், உப்புத் தன்மை முதலியவற்றால் கம்பிகள் பழுதடைவதில்லை. வெட்டுருகியிலிருந்து வெளிவரும் மின்சாரம் சில கிளைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. அக்கிளைகளுக்கு முதன்மைச் சுற்றுவழி என்று பெயர். சுற்றிலிருந்து பல கிளைகள் பிரிகின்றன. இவை துணைச் சுற்றுவழி எனப்படும். இத்துணைச் சுற்றிலிருந்து இணைப்பி வழியாகப் பயன்படுத்தும் மின்கருவிகளுக்கு மின்சாரம் செல்கிறது. குமிழ், குழல் விளக்கு, மின்விசிறி, மாவு அரைவை எந்திரங்கள், குளிர்விப்பான் (refrigerator), வானொலி, தொலைக்காட்சி, காற்றுப் பதனாக்கக் கருவி முதலியன இந்த மின்சாரத்தால் பயன் பெறுகின்றன.

குழாய்களுக்குள் செலுத்தாமல் வெளியே கம்பி தெரியுமாறு எடுத்துச் செல்லும்முறை திறந்த கம்பி அமைப்பு எனப்படும். கம்பிகளைக் குழாய்களுக்குள் செலுத்திக் குழாய்கள் வழியே எடுத்துச் செல்லும் முறையைக் குழாய்க்கம்பி அமைப்பு என்பர். இம் முறையைப் பின்பற்றியே மறைமுக இணைப்புகள் செய்யப்படுகின்றன. இம்முறையால் கம்பிகள் சுவருக்குள்ளேயே செல்லும்.

கம்பி அமைப்பிற்குப் பயன்படும் கம்பிகளின் தன்மைகள் பின்வருமாறு அமைதல் வேண்டும். கம்பி உலோகத்தால் ஆனதாக இருக்க வேண்டும். அதிலும் செம்பு அல்லது அலுமினியம் சிறப்புடையது. செம்பு விலை மிக்கது. அலுமினியம் விலை மலிவு. உலோகத்தின் மீது வலிய உறுதியான காப்புறை இருத்தல் வேண்டும். கம்பி கனமாக இருத்தல் மேலும் சிறந்தது. மிகவும் மெல்லிய கம்பி வலிய மின்சாரத்தைப் பாய்ச்ச உதவாது. மிகவும் கனமான கம்பிகள் மிகு விலை உடையவை. கம்பிகளின் மேல் உறை மின்சாரத்தின் சுமைக்குத் தக்கவாறு அமைதல் நன்று. நிலத்தின் கீழும் நீரின் கீழும் மின்சாரம் எடுத்துச் செல்ல வடங்கள் பயன்படுகின்றன. கம்பிகளை ஒன்றோடு ஒன்று இணைக்கும்போது அவற்றின் மீது காப்பு நாடா சுற்றுவது இன்றியமையாதது. வெறுங்கம்பிகளின் மீது அமைக்கப்படும் மேலுறைகளை வல்கனைசுடு ரப்பர் (VIR) மூலமும், பாலி வினைல் குளோரைடு (PVC) மூலமும் அமைக்கலாம். இரப்பர் கிடைக்காத போது பிவிசி பயன்படுத்தப் பட்டது. இது மிகக் குறைந்த வெப்பநிலையில் வெடித்துவிடும். இதுவே இதில் உள்ள குறைபாடாகும். ஆயினும் நீர், உப்பு அரிப்பு முதலியவற்றால் கம்பி பாதிக்காதவாறு காக்க உதவுகிறது. பலமாடிக் கட்டடங்களுக்குக் கம்பி அமைப்புச் செய்யும்போது ஈயம் மூடிய தாள் காப்பு வடங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இது நீண்ட ஆயுட்காலம் உடையது. மிகு மின்னோட்டம் செல்லுமாயின் வல்கனைசுடு இரப்பர் உறையைவிட இது மிகு தாங்கும் திறன்படைத்தது.

கம்பி அமைப்பு இணைப்பு முறையில் பயன்படும் கருவிகள் கம்பிகளை இணைக்கும் கிளைகளைத் தாங்கும் சந்திப்புப் பெட்டி, ஆய்வுப் பெட்டி, மின்சாரத்தை நிறுத்தவும் செலுத்தவும் உதவும் இணைப்பி, ஒளி விட உதவும் குமிழ், குழல் விளக்கு, செருகிகள், மின் குமிழைப் பிடித்துக் கொள்ளும் பிடிப்பிகள் (holders), முள் முனைகள், 'டி' வடிவுகள் சுவரைத் துளையிட உதவும் சுவர்த்துளைப்பான், மரத்திருகுகள், கம்பிகளைச் சேர்த்துப் பிடிக்கும் பிடிப்பிகள், வளைவுகள், உருகி தாங்கிகள், சுவரின் மேலே இருந்து கீழே தொங்கவிட உதவும் கூரைக்குவிவு (ceiling rose), மின் இயங்கியைக் கட்டுப்படுத்த உதவும் தொடங்கி முதலியனவாகும். கம்பி அமைப்பில் பயன்படும் கம்பிகளைப் பட்டியலில் காணலாம். இதில் மிகச் சிறிய அளவு 1/0.044. மிகப்பெரிய அளவு 19/0.044. இதில் கூறியுள்ள ஆம்பியர் கம்பி சூடாகாமல் மின்னோட்டம் செல்லும் அளவைக் குறிக்கும். உச்ச அளவு மின்னோட்டம் காப்புறையின் தன்மையையும் வடத்திலுள்ள கடத்திகளின் எண்ணிக்கையையும், அமைப்பு முறையையும் பொறுத்தது ஆகும்.

கம்பத்தின் மேல் மின் சீர்செய்ய வேண்டுமானால் அதை மின்வாரியம் மின் சீர் அழைப்புப் பதிவேட்டில் எழுதி வைத்தால் அவர்கள் சீர் செய்வார்கள். இவை தவிரப் பொது உருகிகளில் பழுதானால் அவற்றை எவரும் மாற்றலாம். உருகிகளைப் பொருத்துவதற்குமுன் உருகி அறுந்து போனதற்கான காரணத்தைத் தெரிந்து கொண்டு அவற்றை நீக்க முயல்வது நலம். சில உருகிகளின் அளவும் திறனும் அட்டவணையில் தரப்பட்டுள்ளன.

கம்பி அமைப்பில் சில விதிமுறைகளைப் பின்பற்ற வேண்டும். விளக்குகள், செருகிகள் அமைக்கும்

கம்பிகளும் மின்கடத்தும் திறனும்

கம்பி வகை	இரு ஒற்றைக்கம்பி வடம் (தனிமுனை)	மும்முனை
மாறு மின்னோட்டம் (ஆம்பியரில்)		
1/0.044	5	5
3/0.029	10	10
3/0.036	15	13
7/0.029	20	15
7/0.036	28	25
7/0.044	36	32
7/0.052	43	39
7/0.064	53	48
19/0.044	62	56

உருகிகளின் திறன் ஆம்பியரில்	செம்பு உருகிஅளவு	அலுமினியம் உருகி அளவு
5	34	33
10	30	29
15	28	27
20	26	23
25	24	22
30	22	2/27
35	21	...
40	20	2/23
50	19	2/22

முனைகள் பலவாக இருந்தாலும் அவற்றில் செல்லும் மின்சாரம் 15 ஆம்பியருக்கு மேல் இருக்கக்கூடாது. முதன்மை இணைப்பியை நுகர்வோர் அடிக்கடி மாற்றவோ திருத்தி அமைக்கவோ கூடாது. ஈரத் துடன் மின் கருவிகளைத் தொட்டால் தீங்கு விளையும். மின்சாரம் செல்லும் உலோகப் பகுதிகள் அனைத்தையும் வலிய தரை இணைப்புச் செய்ய வேண்டும். மிகு அளவில் மின்சாரம் பயன்படுத்து வோர் மும்முனை மின் இணைப்புப் பெற்றுக் கொள்ளுதல் நலம் தரும். தக்க தரை இணைப்பு, மிக்க பாதுகாப்பை நல்கும். எப்போதும் தகுந்த மெல்லிய உருகிழைகளையே பயன்படுத்தல் நன்று. சிலர் அடிக்கடி உருகிச் சீர்கெடும் என்பதற்காக, தடித்த உருகிழைகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இது தீ உண்டாக்குதல் போன்ற தீமைகளைத்தரும்

- மு. சு. அரசன்

கம்பி அமைப்பு விளக்கப்படம்

மின்னியல் கம்பியமைப்புகளை இணைக்க வேண்டிய பல்வேறு பகுதிகளின் மின்னியல் மற்றும் எந்திரவியல் தொடர்பை விளக்கும் வரைபடமே கம்பி அமைப்பு விளக்கப்படம் (wiring diagram) எனப்படும். இவ் வரைபடம் மின்னியல் திட்டத்திலிருந்து மாறு பட்டது. மின்னியல் திட்டப் படத்தில் மின்னியல்பகுதி களின் சரியான எந்திரவியல் உறுப்புகள் காட்டப்பட வேண்டியதில்லை. ஆனால் கம்பியமைப்பு வரைபடத் தில் பகுதிகளின் கம்பியமைப்பும் அவற்றிற்கிடையே உள்ள கம்பியமைப்பும் நுட்பமாக விளக்கப்பட்டி ருக்கும். அப்போதுதான் மின்தொழில் நுட்பப் பணி யாளர் கம்பியமைப்பில் சிறப்பான செயல்பாட்டை நிறுவ இயலும்.

ஒரு கம்பியமைப்பு விளக்கப்படத்தில் அடை யாளக் குறிகளைப் பயன்படுத்துவது அத்துறை எந்த அளவு செந்தரப் படுத்தப்பட்டுள்ளது (standardised) என்பதைப் பொறுத்தது. எடுத்துக்காட்டாக, தொலைபேசி இணைப்பு மாற்றிப் (switch board) பலகைக் கம்பியமைப்பில் மீண்டும் செயல்படக் கூடிய செம்மைப்படுத்தப்பட்ட இயக்கங்கள் பல உள்ளன. ஆகவே அடையாளக் குறியீடுகள் மிகு அளவு பயன் படுகின்றன. ஆனால் வானொலி அலைவெண் கருவி களில் கம்பிகளுக்கிடையே மின்காந்த மற்றும் மின் நிலைமப் பிணைப்பு மிகு அளவில் இருப்பதால், கம்பியமைப்பின் சரியான அமைவிடத்தைக் காட்ட வேண்டியது இன்றியமையாததாகும். காட்சிப்படங் கள் நிறைந்ததாக இது அமையக்கூடும்.

கம்பியமைப்பு விளக்கப் படங்களில் கம்பியின் வகை, நிறக் குறியீடு, கம்பியை இறுதிப்படுத்தும் முறைகள், கம்பி மற்றும் வடங்களைப் பிடிக்கும் முறைகள் ஆகியவையும் இடம்பெறும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கம்பு

இதன் தாவரவியல் பெயர் பென்னிசிடம் டைபாய் டெஸ் (*P. typoides*) ஆகும். ஆனால் அனைத்துலகத் தாவரப்பெயரிடுதல் சட்டத்தைக் கையாளும் முறை

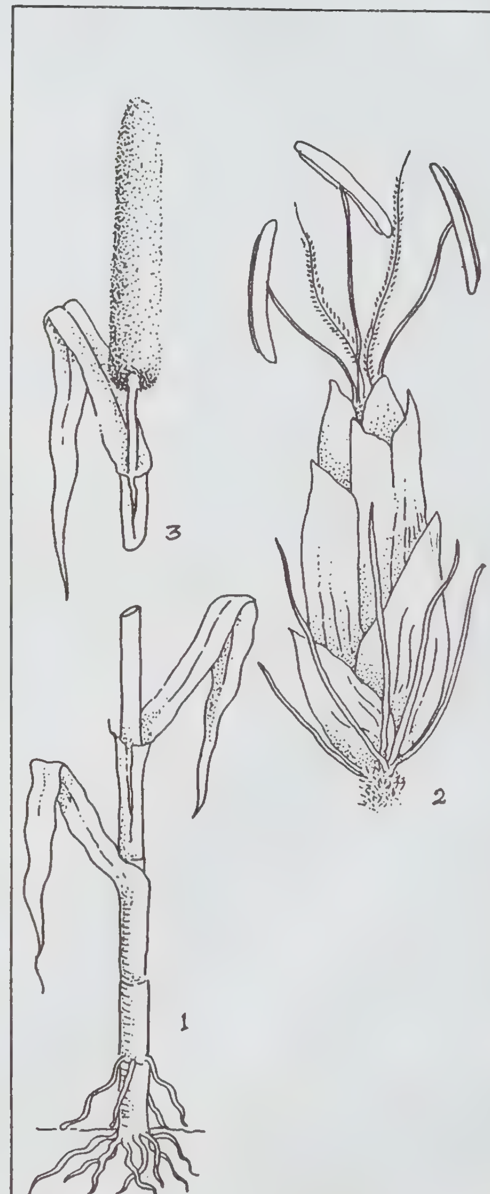
யின் வேறுபாட்டால் தாவரவியலர்கள் கம்புக்குப் பல்வேறு பெயர்களைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர். ஏய்ரி-ஷா என்பார் பெ. டைடபாய்டியம் என்று குறிப்பிடுகிறார். மாத்யூ கூற்றுப்படி கம்பு, பெ. அமெரிகானம் (*P. americanum*) ஆகும். கம்புக்குப் பல வட்டாரப் பெயர்கள் உள்ளன. இவை முத்துத்தானியம், ஸ்பைக் தானியம், பூனைவால் தானியம், புல்ரஷ் (*bull-rush*) தானியம், பஜ்ரா எனப்படும். பென்னிசிடம் என்னும் இனம் போயேசி எனப்படும் ஒருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஒரு பெரிய இனமாகும். இதில் ஏறத்தாழ 100 சிற்றினங்களுண்டு. இவை ஒரு பருவ அல்லது பலபருவப் புற்களாகவும் வெப்ப நாட்டுப் பயிராகவும் உள்ளன.

வகைப்பாடு. கம்பின் வகைப்பாடு சற்றுச் சிக்கலானது. பயிரிடப்படும் வகைகள் பலவாக இருப்பதால் ஏற்படும் குழப்பமே இதற்குக் காரணமாகும். போர் என்பாரின் கருத்துப்படி, கம்பு என்பது பல துணைச் சிற்றினங்களைக் கொண்ட ஒரே சிற்றினமாகும். ஆனால் ஸ்டாஃப், ஹப்பர்ட் என்பார், கம்பு என்னும் சிற்றினக் கூட்டத்தை 18 சிற்றினங்களாகப் பிரித்துள்ளனர். இவற்றில் 6 சிற்றினங்கள் இந்தியாவிலும், ஆஃப்ரிக்காவிலும் காணப்படுகின்றன.

பயிராகும் வகைகள். இந்தியாவிலும் ஆஃப்ரிக்காவிலும் பல வகைகள் உண்டு. மேற்கு ஆஃப்ரிக்கா வகைகள் அல்லது முன் பருவவகை 60-95 நாள், பின்பருவ வகைகள் 130-150 நாள் கொண்டவை.

இந்திய வகைகள். குறுகிய காலப் பயிர் 80 நாள். நடுத்தர வகைகள் 100 நாள், நீண்ட காலப் பயிர் 180 நாள் ஆகும். பயிர் செய்யப்படும் வகைகளின் கதிர்கள் நிலைத்தவை, நுனி அகன்றவை, தானியங்கள் பருத்து வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். ஆனால் தன்னிச்சையாக வளரும் வகைகளில் கதிர் உதிரும், நுனி கூராக இருக்கும், தானியங்கள் சிறுத்து உமியால் முழுமையாக மூடப்பட்டிருக்கும். இதனால் தன்னிச்சையான வகைகளில் விதை பரவுதல் எளிதில் நடைபெறுகிறது.

தோற்றம். இதன் தாயகம் மேற்கு வெப்ப ஆப்பிரிக்கா ஆகும். ஏனெனில் இங்குதான் தன்னிச்சையானவையும் வளர்ப்பு வகைகளும் காணப்படுகின்றன. சிவாலியர் என்பாரின் கூற்றுப்படி அந்நாள் சஹாரா நீர்வளம் பெற்றிருந்த நிலையில் கம்பு போன்ற பல பயிர்களுக்குத் தாயகமாக இருந்திருக்கக்கூடும். தன்னிச்சையான சிற்றினமொன்று முதலில் வறண்ட மேற்கு ஆப்பிரிக்காவில் வளர்க்கப்பட்டு, பிறகு வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளில் பயிரிடப்பட்டு, தேர்வு செய்யப்பட்டிருக்கலாம் என்பது பர்ஸ்க்லெள என்பாரின் கருத்தாகும். ஏறத்தாழ 2000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே ஆப்பிரிக்காவிலிருந்து கம்பு இந்தியாவை அடைந்திருக்கலாம். மேலும் கம்பு



கம்பு

1. செடி 2. மஞ்சரி 3. மலர்

பயிராகும் இடங்களில், கேழ்வரகு சாகுபடிக்கு ஏற்ற சூழ்நிலை இல்லாத காரணத்தால் அங்குள்ள மக்கள் கம்பைப் பயிரிட்டு உண்பது வழக்கம்.

இது பொதுவாக மானாவாரியாகவே பயிரிடப் படுகிறது. இந்தியாவில் சில இடங்களில் நீர்ப்பாசன முறையில் பயிரிடுவதுண்டு. கம்புச் சாகுபடிக்கு ஒரு மித்த மழையைவிடப் பரவலான மழையே ஏற்றது. விதை முளைத்தலின்போது குறிப்பிட்ட அளவு ஈரப் பசை தேவை. சோளம் போல், நீரற்ற நிலை விதை உறக்கம் (dormancy) கம்புக்கு இல்லை. பூக்கும்போது மிகுதியான மழை இருந்தால் பயிர் கெட்டுவிடும். கதிர்கள் முற்றப் பெரும வெப்பநிலை தேவை. பட்டினி அரிசி எனப்படும் டிஜீட்டேரியா எக்சிலிஸ் (*Digitaria exilis*) தவிர, வேறு எந்தப் பயிரும் வள ராத வறண்ட சூழ்நிலைகளில் கம்பு மட்டும் வளரும் தன்மை பெற்றது என்பதே அதன் சிறப்பாகும். இதைப் புழுதியில் தூவிச் சாகுபடி செய்வதுண்டு.

வளரியல்பு. கம்பு நேராக 0.5-4 மீ வரை உயர மாக வளரக்கூடிய ஒரு பருவச் செடியாகும். வேர்கள், நடுத்தண்டிலிருந்தும், தூர்களின் அடிக்கணுக்களி லிருந்தும் உண்டாகும். அதற்கு மேலே தாங்கு (prop) வேர்கள் உண்டாகின்றன. தண்டு, கோரை (culm) வகையைச் சேர்ந்தது. ஒல்லியாகவோ, தடிமனா கவோ உள்ள நீண்ட கணுவை இடைவெளியாகக் கொண்டது. தூர்கள் இல்லாமலும் காணப்படும். கணுக்களில் பட்டுப் போன்ற தூவிகள் வட்டமாக அமைந்திருக்கும்.

இலைகள். தனித்தவை, மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பு, இரு வரிசைகளில் காணப்படும். இலை யடிப் பட்டை நீண்டது. மேலே திறந்தும், கீழே தண்டை அணைத்தவாறும் காணப்படும். இலைப் பரப்பு ஈட்டி போலிருக்கும். தடித்த நடு நரம்பு இருப்பதால் இலைகள் தொய்வதில்லை. தூவிகளற்று அல்லது பல அடுக்குத் தூவிகளோடும் காணப்படும். இலைப்பரப்புச் செதில் (ligule) குட்டையானது. அடர்த்தியான இழை (cilia) கொண்டது.

மஞ்சரி. தண்டு நுனியில் அமைந்த, சுருங்கிய கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) அல்லது போலித்தூவி ஆகும். 15-140 செ.மீ. நீளமிருக்கும், பசும் மஞ்சள் நிறம் கொண்டது. மஞ்சரி முழுதும் உருண்டை யாகவோ நுனி கூராகவோ இருக்கும். சிறு தூவிகள் (spikelet) நெருக்கமாகவும் பொதுவாக ஜோடியாக வும் அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு கூட்டத்திற்கும் அடியில் 25-90 நீண்ட பெருந்தூவிகள் (bristles) உண்டு. இப்பெருந்தூவிகளின் எண்ணிக்கை, நீளம், வலிமை, மென்மை ஆகியவற்றால் வேறுபடலாம். இப்பெருந்தூவிகளின் நீளம் மிகுதியாக இருந்தால் சிறு தூவிகளின் உதிருந்தன்மை கூடுகிறது. சிலவகை களில் நுனிப்பெருந்தூவி மேற்பரப்பிற்கும் அப்பால் நீண்டு ஆன் (awn) என்னும் உறுப்பைத் தோற்று விக்கும்.

சிறுதூவி. பொதுவாக இருமலர் கொண்டது. 3-9 மி.மீ. நீளம் உடையது. வெளியே அமைந் திருக்கும் உமிச்செதில் (glume) குட்டையாக, ஐவ்வு போலிருக்கும். உள்ளே அமைந்திருக்கும் உமிச்செதில் நீண்டது. சிறு தூவியிலுள்ள 2 மலர்களில் அடி மலர் 3 மகரந்தத் தாள்கள் கொண்ட ஆண்மலராக இருக்கும். சில சிறு தூவிகளில் அவை மலட்டு மல ராக இருக்கக்கூடும். மேலேயுள்ள சிறுமலர் இருபால் வகையைச் சார்ந்தது.

சூலகம் ஓரறை கொண்டது; ஒரே ஒரு சூல் காணப்படுகிறது. சூலகத்தண்டுகள் 2 சிறகு போல் காணப்படும்.

கனி. தானிய (caryopsis) வகையைச் சேர்ந்தது. 4 மி. மீ. நீளம் இருக்கும். வேறுபட்ட உருவமும் வண்ணமும் கொண்டிருக்கும்.

மகரந்தச்சேர்க்கை. சாம்சன் என்பார் 1936 ஆம் ஆண்டு இந்திய இனங்களில் நடைபெறும் மகரந்தச் சேர்க்கையை விவரித்துள்ளார். காற்று மூலம் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழும். கதிர் வெளிப்பட்ட 2, 3 நாளில் சூலகத் தண்டுகள் நீளத் தொடங்கு கின்றன. கதிரின் நுனிப்பகுதியிலிருந்து கீழ்நோக்கி இச்செயல் நடைபெறுகிறது. 24 மணி நேரத்தில் இது முடிந்துவிடும். சூலகமுடிகள் ஒரு நாள் வரை செயற்படு நிலையிலிருந்து பிறகு வாடிவிடும். சூலக முடிகள் காய்ந்த பிறகு இருபால் பூக்களிலுள்ள மகரந்தத்தாள்கள் வெளிப்படும். முதலில் கதிரின் நடுவே தொடங்கிப் பிறகு மேலும் கீழுமாகக் தொடரும். இரண்டு நாளுக்குப்பின் ஆண்மலர்களி லுள்ள மகரந்தத்தாள்கள் வெளிப்படும். இவ்வாறு கம்பில் ஆண் முதிர்வும் பெண் முதிர்வும் வெவ்வேறு நாள்களில் நடைபெறுவதால் தன் மகரந்தச் சேர்க் கையே நடைபெறுவதில்லை. இந்நிலைகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி, வெப்பம் காரணமாகக் கூடவோ குறையவோ செய்யலாம். கருத்தரித்த நாற்பது நாளில் மணிகள் முற்றிவிடுகின்றன.

சாகுபடி. விதைகளை அறுவடை செய்த பல வாரங்களுக்குப்பின் அவை முளைக்கும் நிலையை அடைகின்றன. கம்புப் பயிரைத் தனியாகவும், சோளம், பயறு, துவரை வகைகளுடன் சேர்த்தும் சாகுபடி செய்யலாம். நெல், கோதுமை முதலிய வற்றையடுத்து வறண்ட பருவங்களில் கம்பு பயிரிடு வதும் உண்டு. கதிர்கள் முற்றியவுடன் அறுவடை செய்யப்படும். தூரோடு கூடிய வகைகளில் குச்சி யால் அடித்தும் கால்நடைகளைக் கொண்டு மிதிக்கச் செய்தும் தானியமணிகளைப் பிரிப்பர். விளைச்சலின் அடிப்படையில் இந்திய வகைகள், ஆஃப்பிரிக்க வகை களைவிடச் சிறந்தவை. ஆஃப்பிரிக்காவில் ஹெக்

டேருக்கு 250-750 கி. கி கிடைத்தால் இந்தியாவில் ஹெக்டேருக்கு 750-1100 கி. கி. கிடைக்கும். நீர்ப் பாசன முறையில் ஹெக்டேருக்கு 3,000 கி. கி. வரை எட்டக்கூடும். சிறு மணிகளைக் கொண்ட கதிர்கள் இனிப்புச் சுவையின் காரணமாக மனித னுக்கு உணவாகின்றன. பெருமணி வகைகள் கால் நடைத் தீவனமாகின்றன. தீவனமாகப் பயன்படுத்தும் போது மணிகள் பால் கட்டும் நிலையில் செடிகள் அறுக்கப்பட வேண்டும்.

பயன். இது ஆஃப்ரிக்கா, இந்தியா, அரேபியா வின் வறண்ட பகுதிகளில் உணவு தானியமாகக் கருதப்படுகிறது. நெல், முத்துச்சோளம், கோதுமை ஆகியவற்றை அடுத்து இது நான்காம் தானியம் ஆகும். மழை குறைந்த இடங்களில் பயிராவதன்றி நீண்ட நாள் தேக்கி வைக்கவும் ஏற்றதாகும். தவிடு நீக்கி அரிசி போல் சமைத்து உண்பர். நீர்ப் பாசன இனங்களில் போர் அடிக்கும்போதே உமி நீங்கிவிடும். ஆனால் வறண்ட நிலைகளில் போர் அடித்த பின்னும் உமி தங்கியிருக்கும். பிறகு அவற்றை உரலில் இட்டுக் குத்தி நீக்கவேண்டும். கம்புமாவைக் கொண்டு சப்பாத்தி, அடை, தோசை முதலியவற்றைத் தயாரிப்பர். கம்பு மணிகளை வறுத்துப் பொரி தயாரிப்பர்.

கம்பை முளைக்க வைத்துப் பானங்கள் தயாரிப்ப துண்டு. ஆஃப்ரிக்காவில், முளைத்த கம்பிலிருந்து பீர் தயாரிக்கின்றனர். சர்க்கரை நோயுள்ளோர் கம்பை உணவாகக் கொள்வதுண்டு. கம்புக்கு வெப்பத் தன்மை இருப்பதால் வட இந்தியர்கள் குளிர்காலங் களில் பயன்படுத்துவர். கம்பு சற்று முரடான தானியமாகையால் அரிசியுண்போர் திடீரென்று கம்பு உண்டால் செரியாமைக் குறைபாடுகள் தோன் றலாம். கம்பில் வைக்கோல் சத்துக் குறைவானதால் கால்நடைத் தீவனமாகப் பயன்படுவதில்லை. ஆனால் அதைப் படுக்கை செய்யவும் வேலிபோடவும் கூரை வேயவும் அடுப்பு எரிக்கவும் பயன்படுத்துவர்.

இந்தியக் கம்பில் ஈரப்பசை 12. 4%, புரோட்டீன் 11. 6%, கொழுப்பு 5%, கார்போஹைட்ரேட் 67. 1%, நார் 1. 2%, சாம்பல் சத்து 2.7% என்னும் அளவில் சத்துகள் உள்ளன. சாம்பலில் காணப்படும் வேதி மூலகங்கள் கால்சியம், பாஸ்ஃபரஸ், இரும்பு, பொட்டாசியம், சோடியம், மக்னீசியம் ஆகும். இவற்றைத் தவிரப் பேரியம், குரோமியம், கோபால்ட், தாமிரம், ஈயம், மாங்கனீஸ், நிக்கல், வெள்ளி போன்ற பல மூலகங்கள் மிகக் குறைந்த அளவில் காணப்படும். கம்பில் காணப்படும் புரோட்டீனில் புரோலமைன், டைபாய்டின் மிகுந்த அளவில் உண்டு. கம்பின் ஊட்டச்சத்து அரிசி, கோதுமைக்குச் சம மாகும்.

நோய்கள். பொதுவாகக் கம்பு, பிற பயிர்களைப் போல் நோய்களால் தாக்கப்படுவதில்லை. இயற்கை யாகவே அது நோய் எதிர்ப்பாற்றல் பெற்றது. ஆனாலும் பூஞ்சைகள், பூச்சிகள், குறிப்பாகப் பற வைகள் பேரழிவை உண்டாக்கும். எர்காட் என்னும் நோய் குறிப்பிடத்தக்கது. இதனால் பயிர் அழிவது மட்டுமல்லாமல் அதை உண்பதால் மனிதர்கள் மயக் கம், வாந்தி, தலைச்சுற்றல், வயிற்றுப்போக்கு ஆகிய வற்றால் துன்பம் அடைகின்றனர். ஆனால் உயிருக்குக் கேடு விளைவிக்காது.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்.

நூலோதி எம். எல். லீலா, தாவரப் பொருளாதாரச் சிறப்புகள், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம், சென்னை. 1972; J. W. Purseglore, *Tropical Crops-Monocots*, ELBS, London, 1975.

கம்புச் செடியில் பசுங்கதிர் நோய்

இந்நோயைக் கீழ்ச்சாம்பல் (downy mildew) அல்லது அடிச்சாம்பல் நோய் என அறிகுறிகளைக் கொண்டு பகுக்கலாம். கம்பு பயிரிடப்படும் பகுதிகள் அனைத்தி லும் பசுங்கதிர் நோய் (green ear) காணப்படுகிறது. தென்ஆஃப்ரிக்கா, உகாண்டா, இந்தியா, ஈரான் இஸ்ரேல், சீனா, ஃபிஜித்தீவுகள், ஜப்பான், அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் இந்நோய் மிகுதியாகக் காணப் படுகிறது. இந்தியாவில் இந்நோய் தமிழ்நாடு, ஆந் திரப்பிரதேசம், உத்தரப்பிரதேசம் ஆகிய மாநிலங் களில் பெரும்பான்மையாகத் தோன்றுகிறது. தமிழ கத்தில் கம்பு பயிராகும் அனைத்து மாவட்டங்களிலும் இந்நோய் காணப்படுகிறது. இந்நோயால் 27-30% வரை இழப்பு ஏற்படுகிறது.

ஸ்கிளிரோஸ்போரா கிராமினிக்கோலா (*sclerospora graminicola*) என்னும் பூசணத்தால் பசுங்கதிர் நோய் உண்டாகிறது. இப்பூசணத்தின் இழைகள் நிறமற்றும் குறுக்குச்சுவர்கள் இல்லாமலும் பல நியூக்ளியாக்களைக் கொண்டும் காணப்படும் இப்பூசணம் பயிரின் திசுவறைகளுக்கிடையில் வளர்ந்து திசுவறைகளில் உறிஞ்சிகளை (haustoria) உட் செலுத்துகிறது. இவ்வுறிஞ்சிகள் வழியாகப் பயிரி லுள்ள சத்துப் பொருள்களைப் பூசணங்கள் எடுத்துக் கொள்கின்றன. இவற்றிலிருந்து விதைப்பையைத் தோற்றுவிக்கும். தண்டுகள் இலைத்துளை வழியாக வெளிவருகின்றன. இத்தண்டுகள் 120-150 மைக்ரான் நீளமுடையவை. விதைப்பை (sporangium) நீண்ட உருண்டை வடிவமும் மேலுறையும் கொண்டு மேல் புறம் குவிந்துள்ளது. விதைப்பை 19-31 12-21 மைக்ரான் அளவுடையது. ஈரப்பதத்தில் இது முளைத்து 3-12 இயங்கு விதைகளை (zoospores) வெளிப்படுத்துகிறது. நாளடைவில் பூசண இழைகளி லிருந்து கடின உறைவிதைகள் (toospores) இலை

நரம்புப் பகுதிகளின் இடைவெளிகளில் நீண்ட வரிசைகளாகக் காணப்படுகின்றன. அவை 34-52 மைக்ரான் குறுக்களவும் வட்டவடிவமும் வழவழப்பான மேலுறையும் கொண்டவை. இவை முளைக்கும் போது புறத்தோல் கிழிந்து உள்ளிருந்து முளை வெளிப்படுகிறது.

அறிகுறிகள். இதில் கிழ்ச்சாம்பல், பசுங்கதிர் என்னும் இருவகை அறிகுறிகளைக் காணலாம், இந்நோயால் தாக்கப்பட்ட செடி, வளர்ச்சி குன்றி மிகு தூர்களுடன் காணப்படும். இலையின் அடிப்பகுதியில் வெண்மை நிறப் பூசண வளர்ச்சியைக் காணலாம். தாக்கமுற்ற இலைகளில் பச்சையம் குன்றுவதால் வெளுத்த நீண்ட கோடுகளையும் காணலாம். சில நாளில் இக்கோடுகள் இலைகளின் மேற்பரப்பில் பழுப்பு நிறமாகி விடுகின்றன. தாக்கமுற்ற இலைகள் சில சமயங்களில் நார் நாராகக் கிழிந்துவிடும்.

பசுங்கதிர் நோயால் தாக்கப்பட்ட செடிகளில் கதிர்கள் வெளிப்படுவதில்லை. அவ்வாறு வெளிப்பட்டாலும் கதிர் முழுதுமோ கதிரின் ஒரு பகுதியோ பசுமையான நீண்ட சிறிய இலைபோன்றே வளர்ச்சியைக் கொண்டிருக்கும். ஆகவே கதிர்கள் தானிய மணிப் பிடிப்பில்லாமல் பதராக இருக்கும், பூவிலுள்ள பகுதிகள் அனைத்தும் சிறிய இலைபோன்ற பகுதிகளாக மாற்றப்படுகின்றன. கதிர்களில் தானியங்களுக்குப் பதிலாகப் பசுமை நிறத்தில் சிறுசிறு இலை போன்ற பகுதிகள் காணப்படுவதால் இந்நோய் பசுங்கதிர் நோய் என்று கூறப்படுகிறது. இவ்விலை போன்ற பகுதிகளிலும் பூசண வித்துகள் உற்பத்தியாகின்றன.

பரவுதல். இப்பூசணம் ஏற்படுத்தும் கடின உறை விதைகள் மண்ணில் 5 ஆண்டுகளுக்கு மேலாகத் தங்கியிருந்து நோயை உண்டாக்கும் திறனுடையவை. இந்நோய் விதை மூலமாகவும் பரவுகிறது. தாக்கப்பட்ட செடியிலிருந்து விதைப்பைகள் காற்று, மழைத் துளி மூலம் பிற செடிகளுக்குப் பரவுகின்றன. விதைப்பைகள் முளைக்கும்போது வெளிப்படும் இயங்கும் விதைகள் முளைத்து இலைத்துகள் வழியாகப் பயிரினுள் சென்று நோயை ஏற்படுத்துகின்றன. கம்பைத் தவிர, தினை, கரும்பு, மக்காச்சோளம் ஆகிய பயிர்களையும் இப்பூசணம் தாக்குகிறது. மண்ணின் ஈரப்பசை காற்றின் ஈரப்பசை இவை மிகுதியாக இருந்தால் இந்நோய் எளிதில் தொற்றுகிறது.

கட்டுப்பாடு. நோய் கண்ட பயிரைத் திரட்டி அழித்து விடுவது நோய் மேலும் பரவுவதைத் தடுக்கும். நோயினால் தாக்கமடையாத பயிர்களிலிருந்து எடுத்த விதைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். விதைகளை ஒரு கிலோவுக்கு 4 கிராம் வீதம் திராம் கலந்து விதைப்பதால் விதை மூலம் நோய் பரவுவதைத் தடுக்கலாம். நோய் கண்ட செடிகளை மாட்டுத் தீவனமாகக் கொடுப்பதும் உரக் குழிகளில் போடுவதும் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். ஏனெனில் மாட்டுச்சாணியிலும் உரக்குழிகளில் கம்புத் தட்டை அடங்கிய மட்கிய எருவிலும் கூட இப்பூசணத்தின் கடின உறை விதைகள் அழியாமல் உயிர் வாழும். இந்நோய்க் கட்டுப்பாட்டிற்கு மேன்கோசெப் மருந்தை ஹெக்டேருக்கு ஒரு கிலோ வீதம் பயிர்களின் மீது தெளிக்க வேண்டும். இந்நோய்க்கு எதிர்ப்புத்திறன் கொண்ட கோ. 6, யுசிஎஸ். (UCS) 4, டபிள்யூசிசி. 75 (WCC.75) போன்ற வகைகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

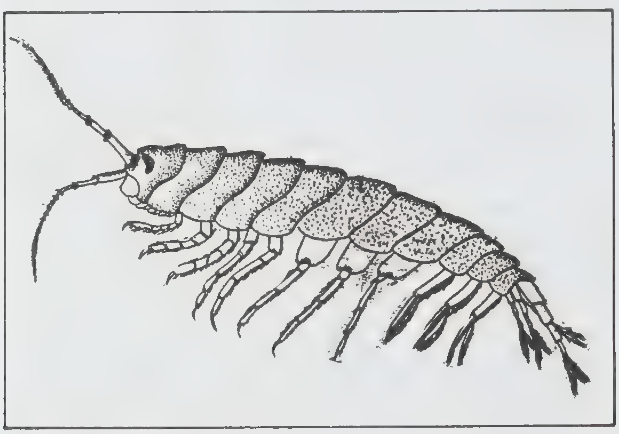
கம்மாரஸ்

மணல் தெள்ளுப்பூச்சி அல்லது நீர்ச் சறுக்கிகள் என்று பொதுவாகக் கூறப்படும் கம்மாரஸ் என்னும் உயிரி குட்டை, குளங்களிலும், நீரோட்டங்களிலும் காணப்படும் ஒரு வகையான வெளிர் நிற இருநிலைக்காலிகளாகும் (amphipods). இது கணுக்காலிகளின் (arthropods) ஓர் உட்பிரிவாகும். தட்டையாக அமைந்துள்ள இதன் உடல் 15 மி.மீ. நீளமுடையது. இவ்வுடல் தலை, மார்பு, வயிறு என்று மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தலை மார்புப்பகுதி

களில் ஏழு கண்டங்களும் வயிற்றுப் பகுதியில் ஆறு கண்டங்களும் உள்ளன.

முதல் மார்புக் கண்டம் தலைப் பகுதியுடன் இணைந்து தலைமார்புப் (cephalo thorax) பகுதியாக இயங்குகிறது. இது கியூட்டிகிளால் மூடப்பட்டதன்று. இவ்வுயிரியில் மார்புப்பகுதிக்கும் வயிற்றுப் பகுதிக்கும் குறிப்பிடத்தக்க வேறுபாடு காணப்படவில்லை. இரண்டும் ஒரே நீளமுடையவை.

தலைப் பகுதியில் நீளமான இரண்டு இணை உணர் கொம்புகள் (antennae) உள்ளன. பல முகப்பு களாலான கண், தலைப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இத்தகைய கண் கூட்டுக்கண் (compound eye) எனப் படும். நோக்கப்படும் பொருளின் முழுப்பரிமாணமும் இதில் பெருந்தொகையான துணுக்குகளாக விழு கிறது. பிற கணுக்காலிகளில் காணப்படும் வாய் உறுப்புகள் தலைப் பகுதியில் காணப்படுகின்றன.



கம்மாரஸ்

மார்புப் பகுதியில் மொத்தம் ஏழு இணைக் கால் கள் உள்ளன. அவற்றில் முதல் இரண்டு இணைக் கால்களின் நுனிகளில் கீழ்நோக்கிய இடுக்கிகள் உள்ளன. அவற்றின் கீழுள்ள இரண்டு இணைக் கால்கள் முன்னோக்கியும் உணவூட்டப் பயனுடைய வாகவும் இறுதியில் உள்ள 3 இணைக் கால்கள் பின் னோக்கி, உயிரி பக்கவாட்டில் ஊர்ந்து செல்வதற்கு ஏற்றவாறும் அமைந்துள்ளன.

வயிற்றுப் பகுதியில் ஆறு இணை உறுப்புகள் உள்ளன. முதல் மூன்று இணை உறுப்புகள் நீந்தவும், செவுள்களின் மேல் நீரைப் பாய்ச்சவும் பயன்படுகின் றன. இறுதி மூன்று இணை உறுப்புகள் தரையை உந்திக் குதிக்கப் பயன்படுகின்றன. நீண்ட பிளவுபட்ட டெல்சன் என்னும் உறுப்பும் உள்ளது. ஏதேனும் இடையூறு ஏற்பட்டால், தன் பக்கவாட்டிலும், பின்புறத்திலும் வழுக்கி, பாய்ந்து செல்லும் ஆற்றல் இதற்குண்டு.

இந்த உயிரியில் நன்றாக வளர்ந்துள்ள உணவுக் குழாய் மூலம் செரிமானம் நடைபெறுகிறது. உணர் கொம்பிலுள்ள சுரப்பி மூலம் கழிவு நீக்கம் நடை பெறுகிறது. குழல் போன்ற இதயம் இதய உறை யால் சூழப்பட்டுள்ளது. நரம்புத் திரள்களும், அவற் றின் இணைப்புகளும் நரம்பு மண்டலமாகக் காணப் படுகின்றன. இவற்றில் ஆண், பெண் இரண்டும் தனித்தனி உயிரிகளாக விளங்குகின்றன. முட்டை களில் இருந்து அனைத்துக் கால்களையும் கொண்ட சிறிய உயிரிகள் பிறக்கின்றன. இச்சிறு உயிரிகளுடன் கூடிய பெண் உயிரியை ஆண் உயிரிகள் தூக்கிச் செல்கின்றன. இச்சிறு உயிரிகள் நீரில் விடப்பட்ட வுடன் அங்கு பெண் உயிரிகள் தோலுரித்து (moulting) வளர் உருமாற்றம் பெறுகின்றன.

- சு. காசிநாதன்

கமியோ

வளைந்து பட்டை தீட்டப்பட்ட அணிகலக் கல்லின் அடிப்பரப்பை வெட்டியபின் மேற்பரப்பு உயர்ந்து நன்கு காணுமாறுள்ள கல், கமியோ (cameo) எனப் படும். ஒருவித வண்ண அடுக்குகளையுடைய (colour layered) அணிகலக் கல்லை வெட்டி இது செய்யப் படுகிறது. இதன் அடிப்பரப்பில் ஒரு வண்ணமும், மேற்பரப்பில் கவர்ச்சியான வேறு வண்ணமும் இருத்தல் வேண்டும். தகுதியில்லாத ஒரு கல்லைக் கமியோ என்றால், அது பட்டை தீட்டாத நிலையி லுள்ள அணிகலக் கல்லாகும். இதைக் கல்கமியோ (stone cameo) எனவும், கூடுகளிலிருந்து (shell) வெட்டப்படும் அணிகலக் கல்லைக் கூட்டுக்கல் கமியோ (shell stone) எனவும் கூறுவர்.

பெரும்பாலான அணிகலக் கமியோக்கள் அகேட் அல்லது ஆனிக்சிஸிலிருந்து உருவாக்கப்பட்டவை. சிலவகைக் குவார்ட்ஸ், இரத்தச் சிவப்பு நிறக்கல் (blood stone), புலிக் கண் கல் (tiger eye stone), சார்டு (sard), கார்னிலியன் (carnelian) அமெதிஸ்ட் (செவ்வந்திக்கல்), பெரில், மாலக்கைட், ஹேமடைட், லேப்ரோடோரைட், சந்திரகாந்தக்கல் (moon stone) முதலியவை ஒளி ஊடுருவக்கூடிய வண்ணப் படிகங் களாகக் கிடைத்தால் அவற்றிலிருந்து கமியோ தயாரிக்கலாம்.

- சு. சந்திரசேகரன்

கயனைட்

இது அலுமினியம் சிலிகேட் ($Al_2O_3SiO_2$) கனிமம் ஆகும். கயனைட் (kyanite) முச்சாய்வுத் (triclinic

system) தொகுதியைச் சேர்ந்தது. இப்படிகங்கள் நீண்ட செவ்வகங்களாகவும், தகடுகளாகவும், பட்டைகளாகவும் கிடைக்கின்றன. கயனைட் நீலங் கலந்த பச்சை நிறமானது. இதில் கனிமப் பிளவுகள் காணப்படுகின்றன. கண்ணாடி மிளிர்வு அல்லது முத்து மிளர்வு இதில் காணப்படும். சீரற்ற முறிவு உடையது. இதன் கடினத்தன்மை நீள்வாட்டத்தில் 5 ஆகவும் குறுக்கே 7 ஆகவும் இருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது. அடர்த்தி எண் 3.56 - 3.68.

உற்பத்தி. உலகிலேயே கயனைட்டை மிகுதியாக உற்பத்தி செய்யும் நாடு அமெரிக்காவாகும். அமெரிக்கா உற்பத்தி செய்யும் அளவில் இந்தியா பாதியளவு உற்பத்தி செய்கிறது. கயனைட் சோவியத் ஒன்றியக் குடியரசில் எக்கோட்டாரின் பர்க், யூரல் மலை ஆகிய இடங்களில் கிடைக்கிறது. பீகாரில் கரஸ்வான் மாவட்டத்திலுள்ள லாப்சபரு என்னும் இடத்தில் கயனைட்-குவார்ட்ஸ் பாறைகளில் கிடைக்கிறது. இங்கு 0.7 மில்லியன் டன் கயனைட் இருப்பதாக அளவிடப்பட்டுள்ளது. பீகார் மாநிலத்திற்கு அடுத்ததாக மகாராஷ்ட்ரம், கர்நாடக மாநிலங்களில் கயனைட் கிடைக்கிறது.

பீகாரிலுள்ள சிங்பும் மாவட்டத்தில் காணப்படும் கயனைட்டில் 64-68% அலுமினிய ஆக்சைடு உள்ளது. கயனைட்டில் இரும்பு ஒரு மாசுப் பொருளாகக் காணப்படும். இதனால் இந்தக் கனிமத்தின் மதிப்புக் குறைகிறது. கர்நாடக மாநிலத்தில் கூர்க், அஸ்ஸாம், மைசூர் ஆகிய மாவட்டங்களில் கயனைட் காணப்படுகிறது. கேரளத்தில் கண்ணனூர் மாவட்டத்திலுள்ள இரிட்டி என்னும் இடத்தில் கயனைட் சிறிதளவில் கிடைக்கிறது.

பயன். உலைக்கல, வேதிய, மின் பொருள்கள், சிமெண்ட், மட்பாண்டம் முதலியவற்றின் உற்பத்திச் சாலைகளில் கயனைட் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. செம்பு, தாமிரம், நிக்கல்-கலவை, உயர்தர எஃகு முதலியவற்றை உருக்குவதற்குக் கயனைட்டால் ஆன உலைக்கலன்கள் பயன்படுகின்றன. மேலும் தங்கம், துத்தநாகம் இவற்றைப் பிற கலவைகளிலிருந்து பிரித்தெடுப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. கயனைட் உயர் வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடிய ஆற்றல் கொண்டதால் ஆய்வுக்கூடங்களிலுள்ள உயர் வெப்ப அடுப்புகள் (laboratory kilns) கட்டப் பயன்படுகிறது. இதைச் சிறிதளவு கண்ணாடியுடன் சேர்ப்பதால் அதற்கு மிகுந்த கடினத்தன்மை ஏற்படுகிறது.

தோற்றம். கயனைட் குறைந்த வெப்பத்திலும் அழுத்தத்திலும் அண்டாலுசைட், சில்லிமனைட் ஆகியவற்றுடன் சேர்ந்து காணப்படுகிறது. ஒரு கனிமத்திலிருந்து மற்றொரு கனிமத்திற்கு மாறுவது மிகவும் மெதுவாக நடக்கிறது. ஆனால் இம்மூன்று கனிமங்களும் ஒரே பாறையில் காணப்படுகின்றன. அபிரகப் படலப் பாறைகளில் கார்னட், ஸ்டோரோலைட், குவார்ட்ஸ், மஸ்க்கோவைட், பயோனைட் ஆகியவற்றுடன் கயனைட் சேர்ந்து காணப்படுகிறது.

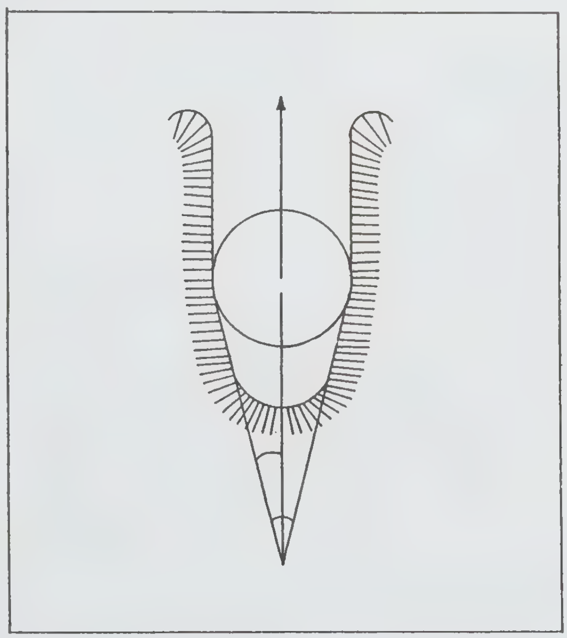
ஸ்விட்சர்லாந்திலுள்ள செயின்ட்கோத்தார்டில் அணிகலன்களாகப் பயன்படக்கூடிய கயனைட் வகை கிடைக்கிறது. இந்தியாவிலும், அமெரிக்காவிலுள்ள ஜார்ஜியா, வட கரோலினா ஆகிய இடங்களிலும் கிடைக்கும் கயனைட் உயர்ந்த வகை உலைக்கலப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது.

- கோ.சி. இராஜசேகரன்

கயிற்று ஓட்டு

இயக்க ஆற்றலை ஓர் எந்திரத் தண்டில் இருந்து மற்றோர் எந்திரத்தண்டிற்குச் செலுத்த, கீழ்க் காணும் எந்திர உறுப்புகள் பொதுவாகப் பயன்படுகின்றன. அவை பல்சக்கரங்கள் (gear), பட்டை (belt), கயிறு (rope), சங்கிலி (chain) ஆகியவையாகும்.

எந்திரத் தண்டுகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு மிகக் குறைவாக இருந்தால் பல்சக்கரங்களைப் பயன்படுத்தி ஆற்றலை ஒரு தண்டிலிருந்து மற்ற தண்டிற்குச் செலுத்தலாம். எந்திரத்தண்டுகளுக்கு இடையே உள்ள தொலைவு மிகுதியாக இருக்கும்போது பட்டை ஓட்டு (belt drive), கயிற்று



படம் 1.

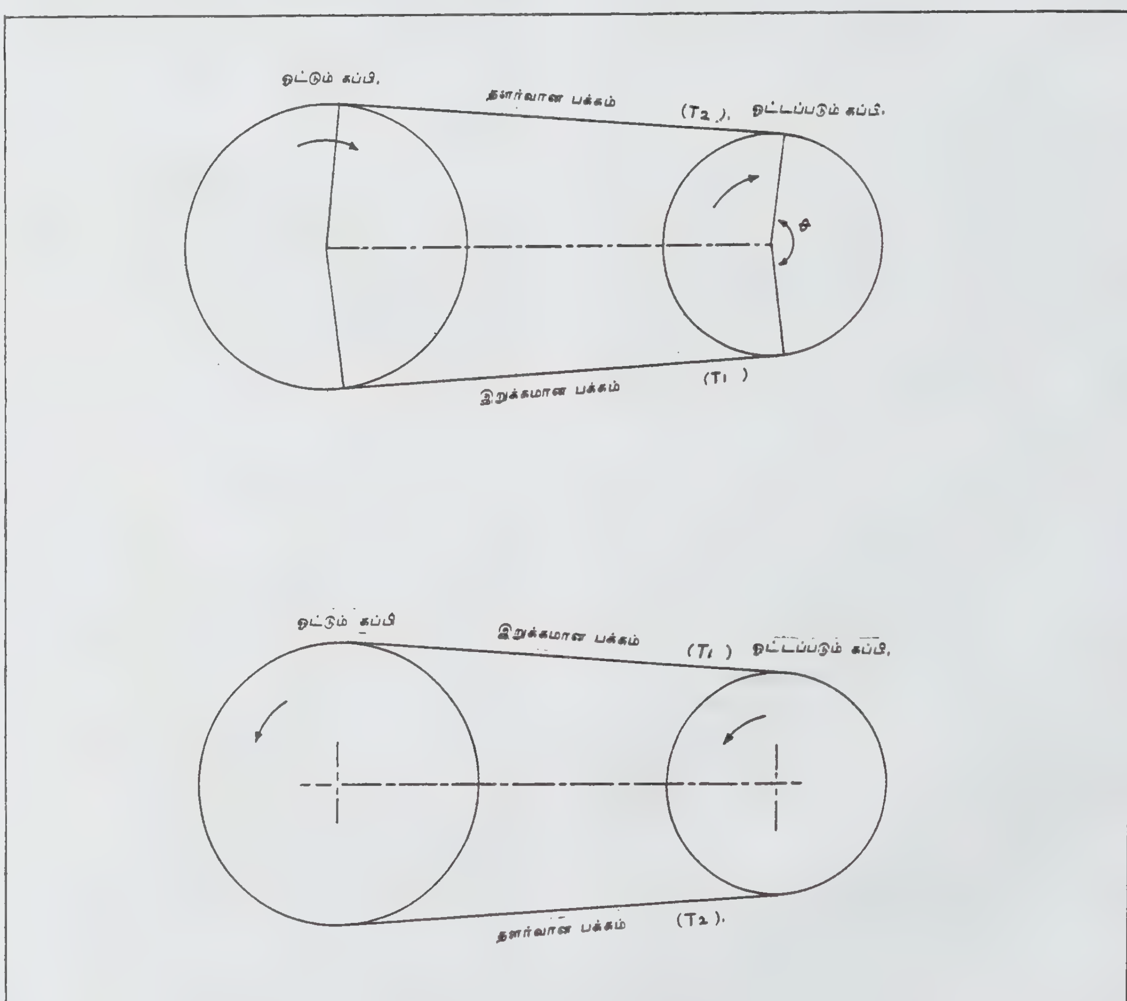
ஓட்டு (ropedrive) அல்லது சங்கிலி ஓட்டு (chain drive) பயன்படும்.

எந்திரத் தண்டுகளின் இறுதி முனையில் கப்பிகள் (pulleys) பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். கப்பியின் வளைபரப்பில் வரிப்பள்ளம் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வரிப்பள்ளத்தில் கயிறு பொருத்தப்படும் (படம்[1]). மேலும் கயிற்று ஓட்டுகள் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படும்; அவை ஒற்றைக் கயிற்று ஓட்டு (single rope drive), பல கயிற்று ஓட்டு (multiple rope drive) எனப்படும். முதல் வகையில் உள்ள கப்பியில் ஒரு வரிப்பள்ளம் மட்டுமே அமைக்கப்பட்டு அதில் ஒரு கயிறு பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். இரண்டாம் வகையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கயிறுகள் பயன்படும். ஆகையால் அவ்வகைக்கப்பிகளில் கயிறுகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப (சமமான) வரிப்பள்ளங்கள் இருக்கும். ஓர் எந்திரத் தண்டில் இருந்து மற்றோர் எந்திரத்தண்டிற்குக் கடத்தப்படவேண்டிய இயக்க ஆற்றல் மிகுதியாக இருக்கும்போது பல கயிறுகள் கொண்ட கயிற்று ஓட்டு பயன்படும்.

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta/\sin\alpha} \qquad (1)$$

இதில் T_1 என்பது இழுவிசை அல்லது இறுக்கு இழுவிசை ஆகும் (tension on tight side). பொதுவாக இது கிலோகிராம் விசையில் குறிக்கப்படும். T_2 என்பது தளர்விசை இழுவிசையாகும் (tension on slack side). இதுவும் கிலோகிராம் விசையில் குறிக்கப் படும்.

μ, உராய்வுக் குணகம் (coefficient of friction); θ, தொடு கோணம் (angle of contact), α, வரிப் பள்ளத்தின் அரைக்கோணமாகும் (groove semiangle)



படம் 2.

குதிரைத்திறன் (H.P.) $= \frac{(T_1 - T_2) \times n \times v}{75}$ (2)

இச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி ஒரு தண்டி லிருந்து மற்ற தண்டிற்குச் செலுத்தப்படும் இயக்க ஆற்றலின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

n என்பது பயன்படும் கயிறுகளின் எண்ணிக்கை யைக் குறிக்கும்.

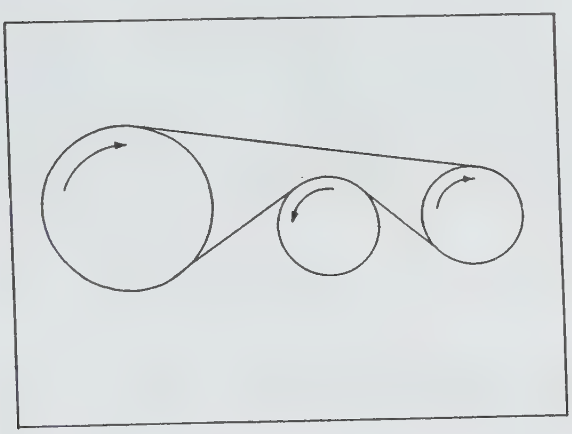
v என்பது கப்பியின் திசை வேகத்தைக் குறிக்கும்.

மேலும் $V = \frac{\pi DN}{60}$ என்னும் வாய்ப்பாட்டைக் கொண்டும் கணக்கிடலாம்.

இதில் $\pi = \frac{22}{7}$

D என்பது ஓட்டும் கப்பியின் (driving pulley) விட்ட அளவை மீட்டரில் குறிக்கும்.

N, ஓட்டும் கப்பியின் சுழல் வேகத்தைக் குறிக் கும். சுழல் வேகம் ஒரு நிமிடத்திற்குக் கப்பி எத் தனைமுறை சுற்றுகிறது என்பதைக் குறிக்கும்.



படம் 3.

ஓட்டும் கப்பியின் சுழல்திசைக்குத் தக்கவாறு இறுக்கமான பக்கம் (tight side) அல்லது தளர்வான பக்கம் (slack side) மாறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக ஓட்டும் கப்பி வலஞ்சுழியாகச் (clock wise) சுழன்றால் மேற்பகுதி தளர்வான பகுதியாகவும் கீழ்ப்பகுதி இறுக்கமான பக்கமாகவும் அமையும். ஓட்டும் கப்பி யின் சுழல்திசை மாறுபட்டால் இவையும் எதிரெதி ராக மாறுபடும். மேலும் இயக்க ஆற்றலை ஒரு தண்டிலிருந்து ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட தண்டுகளுக்கும் செலுத்த இயலும்.

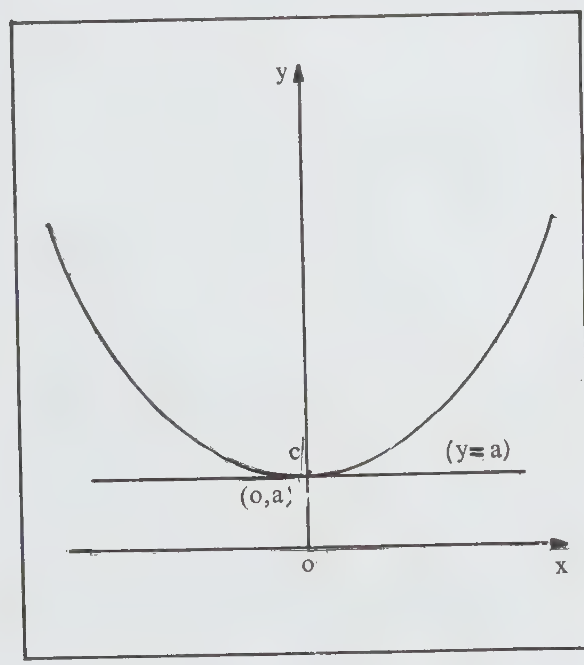
- க. வேதகிரி

கயிற்றுவளை

சீரான திண்மை (thickness), அடர்த்தி (density) நிறை (mass) உடைய ஒரு கயிறு அல்லது சங்கிலியின் இரு முனைகளையும் ஒரே உயரமுள்ள இரு புள்ளிகளில் தொய்யுமாறு கட்டுவதால் உண்டாகும் வளை வரை கயிற்றுவளை அல்லது சங்கிலிவளை அல்லது சங்கிலியம் (catenary) எனப்படும்.

$$y = \frac{a}{2}\left[e^{x/a} + e^{-x/a}\right] = a \cosh \frac{x}{a}$$

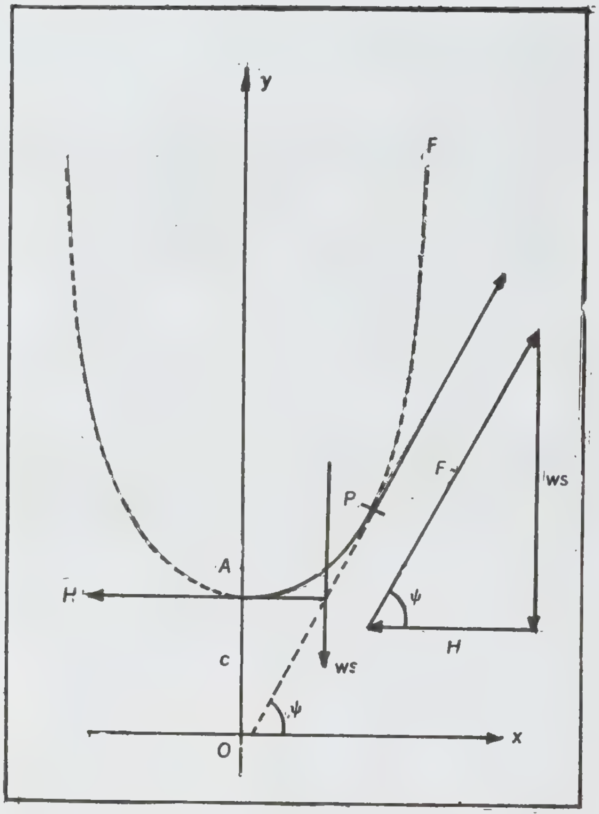
என்னும் அதியியல் சமன்பாட்டின் (transcendental equation) நியமப்பாதை (locus) கயிற்றுவளையாகும் என வரையறுக்கப்படுகிறது. கயிற்றுவளை வடி வத்தில் தொங்கும் கயிறு அல்லது சங்கிலி மிகத்



படம் 1

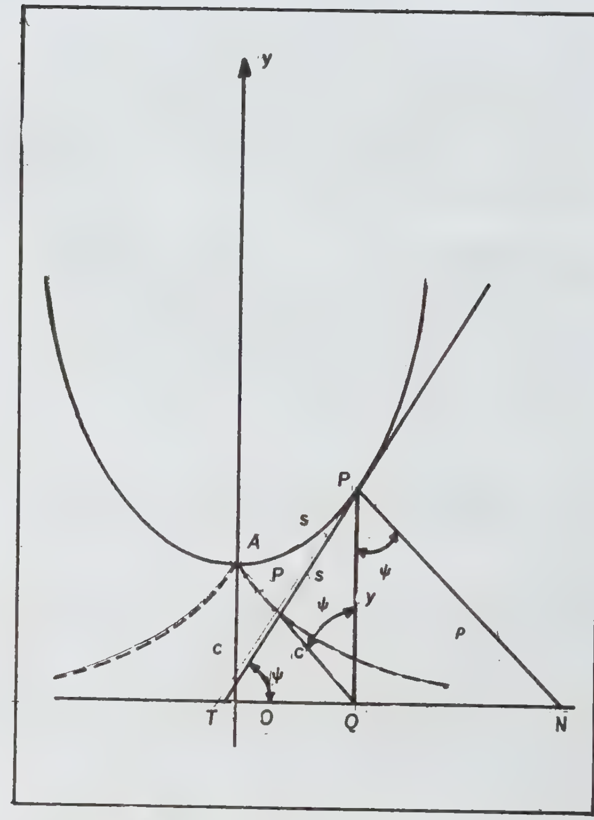
தாழ்த்த புவி ஈர்ப்புமையத்தைக் கொண்டிருப்பதால் மிகக்குறைந்த நிலை ஆற்றலைப் (potential energy) பெற்றிருக்கும். மேலும், சீரான நிறையுடைய, புவி ஈர்ப்பால் மட்டும் தடங்கலின்றிச் செயல்படக்கூடிய கயிறு அல்லது கம்பியைச் செயினட் (chainette) என்று கூறுவதுண்டு.

ஒரு நேர்கோட்டின் வழியே சுழலும் ஒரு பர வளைக் குவியத்தின் நியமப்பாதையைக் (focus of a parabola) கயிற்றுவளை எனவும் கூறலாம். ஒரு கயிற்றுவளை, அதன் அணுகு கோடு (asymptote)



படம் 2.

Ψ, X



படம் 3.

வழியே சுழலும்போது உண்டாகும் ஒரே ஒரு மிகச் சிறிய சுற்றின் மேற்பரப்பு (minimul surface of a revolution) கயிற்றுவளைவுத் திண்மம் (catenoid) என்று 1744 ஆம் ஆண்டில் ஆயிலர் (Euler) கண்டு பிடித்தார்.

$y = a\text{Cosh}\,\frac{x}{a}$ என்னும் சமன்பாட்டில்,

$x = -x$ எனப் பிரதியிட்டாலும் சமன்பாடு மாறாத தால், கயிற்றுவளை y அச்சைப் பொறுத்துச் சமச் சீருடையதாகும்.

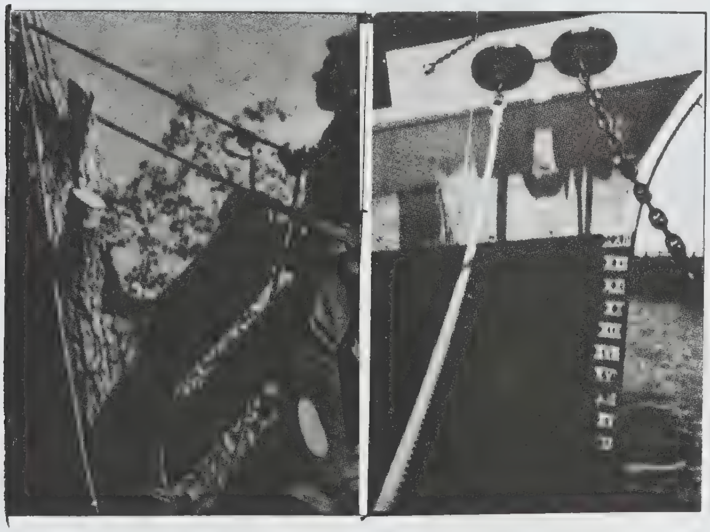
C வழியே செல்லும் கிடைநிலை விசை H, P வழியே செல்லும் தொடு கோட்டுவிசை F வில் CP இன் நிறை W ஆகிய மூன்றும் சேர்ந்து CP ஐச் சம நிலையிலிருக்கச் செய்யும். வில் CP இன் நீளம் S எனவும், கயிற்றின் ஓர் அலகின் (unit) நிறை W எனவும் கொண்டால் W = ws ஆகும். F, WS, H மூன்று விசைகளையும் முக்கோண வடிவில் அமைப்ப தால் கிடைக்கும் $\tan\Psi = \frac{WS}{H} = \frac{S}{C}$ என்பது கயிற்றுவளையின் துணையலகு (parameter) எனப்படும். இதிலிருந்து கயிற்று வளையின் வகைக் கெழுச் சமன்பாடு $\frac{dy}{dx} = \frac{s}{c}$ எனக் குறிக்க லாம். படம் (3) இலிருந்து $p'p = s =$ வில் CP என அறியலாம். 'c' மாறாத அளவுடைய PQ என்னும் தொடுகோட்டினை உடைய வளைவரை (tractrix), p^1 இன் நியமப்பாதை ஆகும். இது கயிற்று வளையின் உட்சுருள் (involute) எனப்படும். கயிற்று வளை அமைப்புகள் பெரிய ஆறுகளில் கட்டப்படும் தொங்கு பாலங்களில் (suspension bridge) காணப் படும்.

- பங்கஜம் கணேசன்

கயிறு

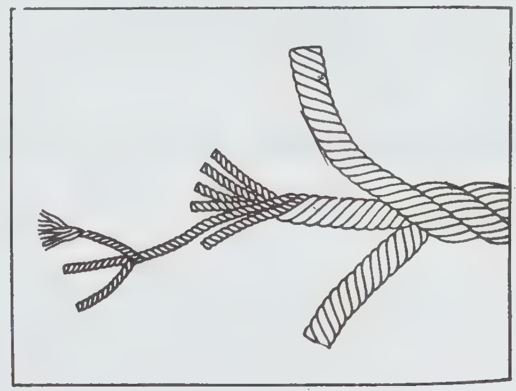
நெகிழ்வான கட்டமைப்புக் கொண்ட சற்றே தடிமனுள்ள நூல், கயிறு (rope) எனப்படும். பொது வாக நூல் ஓர் இழையே கொண்டிருக்கும். ஆனால், கயிற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இழைகள் முறுக்கிப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வோர் இழையின் கன மும் நூலைவிடச் சற்றே மிகுதியாக இருக்கும். இவை நெகிழி (plastic) அல்லது தேங்காய் நார், மணிலா எனப்படும் இழைகள் போன்ற வற்றைக் கொண்டு இறுக்கப்பட்டிருக்கும். கயிறு என்பதைப் பொதுவாக ஒருவகையான நெகிழ் பிணைப்பி என்றே கொள்ளலாம். கயிறு பயன்

படுத்தக்கூடிய இடங்கள், அமைப்புகள் எண்ணிலடங்கா. இதில் ஒரு பொருளைக் கட்டித் தூக்குதல், ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குக் கடத்துதல், இயக்கத்தைக் (சுழல்) கடத்திக் கப்பிகள் வழியே செலுத்துதல் போன்ற பல வகையான பயன்கள் உள்ளன. பொருள்கள் மட்டுமன்றிப் பயன்தரும் விசையை ஓர் உருளையிலிருந்து மற்றோர் உருளைக்குப் பயன்படுத்துவதற்கும், கயிறும், கப்பியும் பயன்தரும் நெகிழ் தன்மையுடன் இருப்பதற்கும், தகைவுகளைக் குறைப்பதற்கும் கயிறுகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இழைகளைக் கொண்டிருக்கும்.



மெல்லிய கம்பிகளைக் கொண்டு கயிற்றின் அமைப்புகள் பின்னப்படுவதுண்டு. இத்தகைய கம்பிக் கயிற்றில் தேவையான வட்ட அமைப்பை முன்னரே பெற்றிருக்கும் இழைகளாகக் கம்பிகள் ஒருங்கமைக்கப்பட்டு முறுக்கிப் பின்னப்படும். கம்பிகள் ஒன்றோடொன்று பின்னப்படும்போது ஏற்படும் தேய்மானம், உராய்வு ஆகியவற்றைக் குறைக்கும் பொருட்டுச் சணற்கயிறு ஒன்றை உயவு எண்ணெயில் நனைத்துப் பயன்படுத்துவதுண்டு. இத்தகைய கட்டுக் கம்பிகளின் காப்புக் காரணிகள் (safetly factor) 3·8 வரை இருக்கலாம்.

இக்கம்பிகளை இறுகப் பிணைப்பதில் பொதுவாக இரண்டு வழிமுறைகள் உள்ளன; ஒரு வகையில் கம்பி இழைகள் இடப்புறம் நோக்கியும் குறுக்குக் கம்பிகள் வலப்புறம் நோக்கியும் பின்னப்படும். பிறிதொரு வகையான பாய்க்கயிறுகளில் கட்டுக் கம்பிகளும் கயிற்றுக் கம்பிகளும் ஒரே திசையில் பொருத்திப் பின்னப்பட்டிருக்கும். இவை முன்னதைவிட நெகிழ்வாகவும் தேய்மானம் குறைந்தும் நீண்டகாலம் உழைக்கும் வகையிலும் இருக்கும். கம்பிக் கயிறுகள் உருண்டையாக மட்டுமல்லாமல் தட்டையாகவும் இருக்கும். இத்தகைய கயிற்றில் இடப்புற, வலப்புற இழைகள் அடுத்தடுத்து ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக முறுக்கப்பட்டு மெல்லிய இளக்கமான எஃகு கம்பிகளால் பின்னப்பட்டிருக்கும்.



வானூர்திகளில், இக்கம்பிக் கயிறுகள் துருப்பிடிக்காத எஃகினால் செய்யப்பட்டிருக்கும். துத்தநாகப் பூச்சிடப்பட்ட (galvanised) கம்பிக் கயிறுகள் பெரும்பாலும் இழுவை நிலைநிறுத்துங் கம்பிகளாகப் (gay ropes) பயன்படுகின்றன. ஆனால் பூச்சிடப்பட்ட கம்பிகளைப் பயன்படுத்தக்கூடாது. பொதுவாகக் கம்பிக் கயிறுகள் தேய்வடைவதற்குக் கயிறுகள் வளையும்போது இழைகள் ஒன்றுக்கொன்று தேய்ந்து உராய்வதால் ஏற்படும் இழப்பு, கம்பிகளில் உள்ள வரிப்பள்ளங்களில் படிந்து ஆற்றலைக் கடத்தும்போது பள்ளங்களின் பக்கவாட்டில் ஏற்படுத்தும் அழுத்தத் தகைவு (compressive stress) ஆகிய இரு காரணங்கள் உள்ளன. நீரில் படுவதால் ஏற்படும் அரிப்புக் காரணமாகக் கயிறுகளில் குறைகள் ஏற்படுவதுண்டு. கயிறுகளைக் கம்பிகளில் பயன்படுத்தும்போது மிகு கவனம் தேவை. வரிப்பள்ளங்களில் வளைவுகள் அரைவட்டமாக இருத்தல் நலம். கயிறுகள் அத்தகைய பள்ளங்களில் படியும்போது இடர்ப்பாடுகளோ வாள் பற்களில் துருத்தல்களோ இல்லாமை நன்று.

மணிலாக் கயிறுகள். மணிலா இழைகள் முதலில் சரடுகளாக (yarn) முறுக்கப்படுகின்றன பிறகு சரடுகள் இழைகளாக முறுக்கிப் பின்னப்படுகின்றன. இறுதியாக அத்தகைய முறுக்கு இழைகள் மணிலாவாக உருவம் பெறுகின்றன. பொதுவாக மணிலாக் கயிறுகள் எடை குறைவான பொருள்களைத் தூக்குவதற்கு ஒந்தித் தூக்குகளில் பயன்படுகின்றன. நீண்ட தொலைவு ஆற்றல் தூக்கு அமைப்புகளிலும் பொருத்தப்படுகின்றன. மிகுதியான நெகிழ்வுடன் இருப்பதால் மணிலாக் கயிறுகள் சிறு கம்பிகளிலும் அடக்கமாக அமைகின்றன. இயக்கத்தில் ஆழ்த்தப்படும்போது ஏற்படும் தொடக்க அதிர்ச்சி, அழுத்தம் அல்லது தாக்கச் சுமைகளையும் இவை தாங்கு

கின்றன. ஆனால், கயிற்றில் இருக்கும் இழைகள் விசை அல்லது அழுத்தத்தில் தூளாகி விடுகின்றன. இவ்வாறு தூளாகி இழை தளர்ந்து குறைபடுதல் வெளிபடையாகத் தெரியாமல் இருக்கலாம் இத்த கைய தேய்மானத்தைத் தடுப்பதற்கு இழைகளைப் பின்னும்போதே அமிலக் குறைவற்ற பாரஃபின் அல்லது கிராஃபைட் போன்ற உயவுகளைப் (lubricants) பயன்படுத்துவர்.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

கயோலினைட்

இது ஒரு வகை நீர்த்த அலுமினியச் சிலிகேட் கனிம மாகும். இவ்வகைக் கனிமங்கள் அனற்பாறைகளின் மாறுதலாலும், அதன் வேதிப் பொருள்களின் மாற்றத்தாலும் உருவானவையாகும். இக்கனிமம் ஈரமான நிலையில் எளிதில் ஒட்டும் தன்மையிலும், பல்வேறு நிலைகளில் அச்சு வார்ப்பிற்கான நிலை யிலும் காணப்படுகிறது. உயர் வெப்பநிலைக்கு உட் படுத்தியபின் குளிர்வித்தால், இது கல் போன்று இறுக்கமடைகிறது.

கயோலினைட் (kaolinite) $Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ என்னும் வேதி இயைபுடையது. இக்கனிமம் இயற்கை யிலேயே படிகமாகக் காணப்படுகிறது. பெரும் பாலும் வெண்மை நிறத்திலும் சில சமயங்களில் சாம்பல், மஞ்சள் நிறத்திலும் காணப்படும். இது மண்-மிளிர்வு உடையது. கனிமத்தைத் தொட்டு ஆராய்ந்து பார்க்கும்போது உயவுப் பொருள்களின் (lubricants) வழவழப்பான தன்மையை உணரலாம். மேலும் களிசார் மணத்தை (argillaceous) நுகர லாம். இதன் கடினத்தன்மை 2.95, அடர்த்தி 2.6. கயோலினைட் முச்சாய்வுப்படிகத் தொகுதியைச் (triclinic) சேர்ந்த கனிமமாகும்.

அனற்பாறைகளில் உள்ள ஃபெல்ஸ்பார் என்னும் கனிமம் வேதி மாற்றமடையும்போது கயோலினைட் உருவாகிறது. இவ்வினை இருவகைகளில் கயோலி னைட்டை உண்டாக்குகிறது. ஃபெல்ஸ்பார் கனிமம் வேதி மாற்றமடைந்து களிமண் கனிமமாக மாறு கிறது. அப்போது இதனுடன் நீர் மிகுதியாகக் காணப்படும். நீர்மம் குறைந்து காணப்படும் ஃபெல்ஸ் பார் கனிமம் நீர் கலந்த அலுமினியம் சிலிகேட்டா கிறது.

ஃபெல்ஸ்பார் கனிமத்துடன் வளிமங்கள் சேர்ந்து கயோலினைட்டை உண்டாக்குகின்றன. கார்னிஷ் பகுதிகளில் காணப்படும் கயோலினைட்டுடன் கசிட் டரைட், டூர்மலின் போன்ற கனிமங்களும் காணப்படு கின்றன. கயோலினைட் பெருமளவில் கார்ன்வால் பகுதியிலும், அமெரிக்கா, பிரான்ஸ், சீனா, மலேசியா நாடுகளிலும் காணப்படுகிறது. கயோலினைட் பீங்கான் பொருள்கள், பொம்மைகள், குழாய்கள் போன்றவற்றைத் தயாரிப்பதற்கும், ரப்பர், நெய் வண்ணம் (paint) தயாரிப்பதற்கும் பயன்படுகிறது.

கயோலினைட் மற்றும் களிமண் (clay) கனி மங்கள் களிப்பாறைகளின் முக்கிய பகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. மேலும் இவை அனற்பாறைகள், மாற்றுருப் பாறைகள் போன்றவை சிதைவதால் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு களிக்கனிம வகைகள் உருவாவதற்கு முற்காலத்தில் தோன்றிய பாறை வகைகளும், அவை சிதைவதற்கான காலமும் முக்கிய மாகக் கருதப்படுகின்றன.

மெக்னீசியம் மிகுதியாக உள்ள அனற்பாறைகள் (mafic igneous rocks) படிந்துள்ள இடங்களில் பெய்யும் குறைந்த அளவு மழையால் இப்பாறைகள் சிதைவடைந்து மான்ட்மாரிலோனைட் என்னும் கனிமம் உண்டாகிறது. இதே பகுதியில், மிகு அளவு மழை பெய்யுமானால், மக்னீசியம் முற்றிலும் கரைந்து பாறையும் சிதைவடைவதால் கயோலினைட் உருவாகிறது.

- எஸ். சுதர்சன்

கர்ப்பத்தில் எடைகூடுதல்

கர்ப்பத்தின் போது ஏற்படும் குறிப்பிடத்தக்க மாற்றங்களில் எடை கூடுதலும் ஒன்றாகும். நலமான இயல்பு அழுத்தம் அமைந்த ஒரு கர்ப்பிணிக்கு முதல் கர்ப்பத்தின்போது 12.5 கிலோ கிராம் வரை எடை கூடுதல் ஏற்படக்கூடும். இதில் 9 கிலோ கிராம் எடை கூடுதல் இறுதி 20 வாரங்களில் நடைபெறும். இந்த எடை கூடுதல் தனிப்பட்டவரிடம் வேறுபடலாம். எடை குறைவாக உள்ளவர்களுக்கு மேலும் எடை கூட வேண்டும். எடை கூடுதலாக உள்ளவர்கள் கர்ப்ப காலத்தின் தொடக்கத்திலிருந்தே தங்கள் உணவு அளவில் கவனமாக இருக்க வேண்டும். ஏனெனில் எடை கூடுதலால் முன் சூல் வலிப்பு ஏற் பட, அதனால் குழந்தையை இழக்கும்படி நேரிட லாம். குறைவான எடை கூடுதலோ வளர்ச்சியில்லாத குழந்தையைக் கொடுக்கும். கர்ப்ப காலத்தில் எடை கூடுதல் ஏற்பட்டால் பிற்காலத்தில் பருத்த உடலுடன் காணப்படுவர். எடை கூடுதலால் வரும் குறைகளை நீக்குவதற்குக் கர்ப்ப காலத்தில் 15 கிலோ கிராம் எடைக்கு மேல் மிகாமல் பார்த்துக் கொள்வதில் எச்சரிக்கையாக இருத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு கர்ப்பிணியும் இறுதி இருபது வாரங்களில் வாரத் திற்கு அரை கிலோவிற்கு மேல் எடை கூடாமல் தன்னைப் பார்த்துக் கொள்வது நலம்.

கர்ப்ப காலத்தில் எடை கூடுதலுக்கான காரணங்கள். கருப்பொருள்கள் (பிண்டம், நஞ்சு, பனிக்குடநீர்);

தாய்மையால் ஏற்படும் விளைவுகள் கர்ப்பப்பை, மார்பகம், இரத்தத்தின் அளவு கூடுதல், புரதம், கொழுப்பு மிகைப்பு, நீர் மிகைப்பு)

சிசு (fetus) சராசரிப் பிறப்பு எடை, உயர் குடும்பத் தாய்மார்களிடம் மிகுதியாகக் காணப்படு கிறது. ஓர் இந்தியக் குழந்தையின் சராசரிப் பிறப்பு எடை 2.9 கிலோ கிராம் ஆகும். இரண்டாம் குழந்தை முதல் குழந்தையைவிட எடை கூடுதலாகவும், மூன்றாம் குழந்தையைவிடச் சிறிது குறைவாகவும், அதற்குப் பிறகு ஒரே எடை உடையதாகவும் அமையும். குழந்தைகளின் பிறப்பு எடை தாயாரின் உணவு முறையைச் சார்ந்தே அமையும்.

கர்ப்பப்பையில் முதன் முதலில் பிண்டத்தின் எடைமிகைப்பு மெதுவாகவே நடைபெறுகிறது. இருபது வாரங்களுக்குப் பிறகே தொடர்ச்சியான எடை கூடுதல் ஏற்படுகிறது. ஆனால் நஞ்சின் எடை மாற்றமோ இதற்கு எதிர்மாறாக அமைந்துள்ளது. முதல் பதினைந்து வாரங்களில் மிகவும் விரைவான எடை கூடுதலும், அதற்குப் பிறகு இருபது வாரங்கள் வரை தொடர்ச்சியான சீரான எடை கூடுதலும், பேறுகாலம் வரை மெதுவான எடை கூடுதலும் ஏற் படும். கர்ப்பத்தின் பதினைந்து வாரங்களுக்கு முன் நஞ்சின் எடை பிண்டத்தின் எடையைவிட மிகுதியாக இருக்கும். ஆனால் பேறுகாலத்தின்போது குழந்தை யின் எடையில் 20% தான் நஞ்சு இருக்கும்.

பனிக்குட நீர் (Amniotic fluid). பனிக்குட நீரின் எடை முதல் பத்து வாரங்களில் மிகவும் வேகமாக அதிகரிக்கிறது. இருபது வாரங்களில் 300 மி.லி. ஆகவும், முப்பது வாரங்களில் 600 மி.லி. ஆகவும் முப்பத்தைந்து வாரங்களில் 1000 மி.லி. ஆகவும் இருக்கும். அதன்பிறகு பேறுகாலம் வரை தொடர்ச்சி யாக அளவில் குறைவு ஏற்பட்டு 600 மி.லி. ஆகப் பனிக்குட நீர் அமையும். உரிய பேறுகாலத்திற்கு மேலும் கர்ப்பம் தொடருமானால் அளவு மிகவும் குறைய வாய்ப்புள்ளது. 43 வாரங்களில் 250 மி.லி. பனிக்குட நீர் இருக்கும். பனிக்குட நீர் பிண்டத்தை, ஒரே அளவான வெப்பநிலையில் வைத்து அதற்கு எத்தகைய தீங்கும் நேரா வண்ணம் பேணுகிறது. மேலும், பிண்டம் எடையே இல்லாத பொருள் போலக் குறைந்த ஆற்றலுடன் பனிக்குட நீரில் நகர முடிகிறது. பனிக்குட நீருக்கு நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் இருப்பதாக ஆய்வின்மூலம் அறியப்பட்டுள்ளது.

கர்ப்பத்தின் எடை கூடுதலுக்குரிய தாய்மைக் காரணி கள். கர்ப்பப்பையின் எடை பேறுகாலம் முழுதும் உயர்ந்து கொண்டே இருக்கும். இது கர்ப்பப்பையின் பெருக்கத்தால் முதல் இருபது வாரங்கள் வேக மாகவும் நாற்பது வாரங்கள் வரை மெதுவாகவும் நடைபெறுகிறது. பேறுகாலத்தின்போது இயல் பான எடையைவிட 900 கிராம் மிகுதியாக இருக்கும். மார்பகங்களின் எடையும், பேறுகாலம் முழுதும் இரத்தத்தின் அளவும் கூடுதலாகவே இருக்கும். கர்ப்பத்தின்போது கொழுப்புச் சத்துக் கூடுவது உட்கொள்ளும் மாவுச்சத்தையும், கொழுப் புச்சத்தையும் பொறுத்து அமையும். பொதுவாக மூன்று - நான்கு கிலோ கிராம் கொழுப்புச் சத்து மிகுதியாகும். இதனுள் 90% முப்பது வாரங்களுக்கு முன் நடைபெறும். சேர்த்து வைக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்பிலிருந்து 25000 – 35000 கலோரி ஆற்றல் பேறுகாலத்தில் பயன்படுமாறு வெளிப்படும். புரதச் சத்தின் கூடுதல் கர்ப்பகாலம் முழுதும் நடைபெற்றா லும் மிகு அளவு உடலில் தேக்கி வைத்துக் கொள்ளப் படுவதில்லை.

முப்பது வாரங்களுக்குப் பிறகு பேறுகாலத்தில் அளவுக்குமீமல் எடை கூடுதலுக்குக் காரணம் நீர் தங்கி விடுவதேயாகும். சராசரிப் பெண்மணிக்கு முப்பது வாரங்கள் வரை 3.6 லிட்டர் அளவும், பிறகு பேறு காலம் வரை மூன்று லிட்டர் அளவும் நீரின் தேக்கம் ஏற்படலாம். இதில் முக்கால் பங்கு நீரின் கூடுதல் செல்புறம்பு (extracellular) நிலையில் ஏற்படுகிறது. அளவுக்குமேல் எடை கூடுவதால் உடல் வீக்கமாகத் தோன்றும். இதைத் தொடர் எடை குறித்தல் மூலம் கண்டறியலாம். முப்பது வாரங்களுக்குப் பிறகு ஏதேனும் ஒரு வாரத்தில் ஒரு கிலோவிற்கு மேல் எடை கூடுதல் ஏற்பட்டால் எச்சரிகையான கண் ணோட்டத்தில் காணவேண்டும். ஏனெனில் இதுவே முன் சூல் வலிப்பு (preclampsia) ஏற்படுவதற்குரிய முதற்குறியாகும்.

பொதுவாக, உடல்நலமுள்ள இளம் பெண்ணின் உடல் எடையில் 52% அவளின் மொத்த உடல் நீர் எடை அமைகிறது. உடல் வீக்கமில்லாத பெண் களுக்கு ஏறத்தாழ 6.8 லிட்டர் நீர் அதிகரிப்பும், கால்களில் மட்டும் வீக்கமுள்ள பெண்களுக்கு 7.2 லிட்டர் அதிகரிப்பும், உடல் முழுதும் வீக்கமுள்ள பெண்களுக்கு 9.8 லிட்டர் நீர் அதிகரிப்பும் ஏற் படும். பொதுவான சராசரி நீர் அதிகரிப்பு சில சமயங் களில் 8.5 லிட்டர் ஆக உள்ளது. கர்ப்பகாலத்தின் போது பெரும்பாலும் காணப்படும் கால்வீக்கம் பொதுவாக மாலை நேரத்தில் தோன்றிச் சில மணி நேர ஓய்வுக்குப் பிறகு மறைந்து விடுகிறது. இதன் முக்கிய காரணம் கருவளர்ச்சியின்போது முனைகளில் (entremities) ஏற்படும் சிரையியல் இரத்த அழுத்தத் தின் (venous pressure of the blood) கூடுதலே ஆகும்.

உடல் நீர் அளவில் மாற்றத்தின் விளைவாகக் கர்ப்ப காலத்தின்போது ஹீமோகுளோபின் அளவு குறைந்து காணப்படுகிறது. உண்மையில் மொத்த ஹீமோகுளோபின் அளவு உயரவே இதையே கர்ப் பத்தின்போது ஏற்படும் உடலியல் இரத்தச்சோகை (physiological anaemia) என்பர். கர்ப்பகாலத்தின் போது ஏற்படும் எடை அதிகரிப்பு, பெண்களைப் பல

வகையிலும் பாதிப்பதால் அவ்வப்போது எடை அதிகரிப்பைக் கண்காணிக்க வேண்டும்.

- ஜோதி விஜயராணி

கர்ப்பமும் பால் சுரப்பும்

பருவமெய்திய பெண்களுக்கு, அவர்களின் சூலகத்திலிருந்து (ovary) மாதம் ஒரு சினை (ovum) முதிர்ச்சியடைந்து வெளியே வருகிறது. இந்தச் சினை ஆண் விந்துடன் சேருவதற்கு வாய்ப்பில்லையென்றால் அழிந்து விடுகிறது. சூலுக்காகக் காத்திருந்த சூல் பையகமும் (endometrium) சிதைந்து மாதவிடாயாக வெளியேறி விடுகிறது. இது ஒவ்வொரு மாதமும் நடைபெறும் நிகழ்ச்சியாகும்.

வாய்ப்புக் கிடைத்தவுடன், இந்தப் பெண்ணின் சினை ஆணின் விந்துடன் சேர்ந்து, அடுத்து ஏற்படும் விளைவுகளுக்கே சூல் அல்லது கர்ப்பம் என்று பெயர். சினை சூலகத்திலிருந்து வெளியில் விழுந்து மீண்டும் கருக்குழலை அடைகிறது. இதற்குள் ஆணின் விந்து, பெண்ணுக்குள் செலுத்தப்பட்ட பத்து நிமிடங்களுக்குள் கருக்குழலை அடைந்து விடுகிறது.

கருக்குழலில்தான் சினையும் ஆண் விந்தும் ஒன்று சேர்கின்றன. இவை இரண்டும் ஒன்றோடு ஒன்று சேர்ந்தவுடன் உண்டாவதுதான் சூல் ஆகும். இந்தச் சூலைத் தாங்கிக் கொள்வதற்காகச் சூல் பையகம் தன்னைத் தயார் செய்து கொள்கிறது.

மூன்றிலிருந்து ஐந்து நாளுக்குள் சூல் அல்லது கரு, கருப்பைக்குள் மெல்ல மெல்லத் தள்ளப்படுகிறது. இதற்கு, கருக்குழலின் சுருங்கி விரியும் தன்மையும், அலை போன்ற அமைப்புள்ள செல்களும் மிகவும் உதவுகின்றன. ஏழு நாளுக்குள் கரு, கருப்பையகத்தின் உட்சுவரில் தன்னை ஆழ்த்திக் கொண்டு விரைவாக வளரத் தொடங்கும். இக்கருவிற்கு ஊட்டமளிப்பதற்காக ஏற்பட்ட சிறப்பான அமைப்புகள் கரு உணவும், (yolk) தாய்-சேய் இணைத் திசுவும் (placenta) ஆகும்.

தாய்-சேய் இணைத்திசுவின் உதவியுடன் வளரும் கரு, ஆக்சிஜனையும், உணவுச் சத்துகளையும் ஏற்றுக் கொண்டு, கார்பன் டைஆக்சைடையும் கழிவுகளையும் நீக்குகிறது. மேலும் தாய்-சேய் இணைத்திசு சில ஹார்மோன்களைச் சுரக்கிறது. ஹார்மோன்கள் கருவை வளர்ப்பதற்குப் பயன்படுவது மட்டுமன்றிக் குழந்தைக்குத் தேவையான பாலைத் தாயின் மார்பகங்கள் சுரப்பதற்கும், மறைமுகமாக உதவுகின்றன.

பால் சுரப்பு. சூல் நிலையைத் தாய் அடைந்தவுடன் அதைத் தாங்கி நிற்கப் பல உறுப்புகள் தயாராகி விடுகின்றன. பெண்ணின் மார்பகங்கள், சூலை நேரடியாகத் தாங்காவிடினும், பிறக்கப் போகும்குழந்தைக்கு உதவத் தம்மைத் தயாராக்கிக் கொள்கின்றன.

பெண்களின் மார்பகங்களின் உள் அமைப்பு. பெண்களின் மார்பகங்களின் நுண்ணிய உள் அமைப்பைப் பால் சுரக்கும் பகுதி (g'andular tissue), தாங்கும் பகுதி (supporting tissue) என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

பால் சுரக்கும் பகுதியைக் கிளைகளுள்ள மரத்திற்கு ஒப்பிடலாம். பால் சுரக்கும் சிறிய வட்டமான அமைப்பிற்கு ஆல்வியோலை என்று பெயர். இவை ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் ஒரு மெல்லிய நாளம் தொடங்குகிறது. சுரக்கும் பாலை இந்த நாளங்கள் எடுத்து வருகின்றன. மார்பின் காம்புப் பகுதிக்கு இந்த நாளங்கள் வந்து சேரும்போது, சற்று விரிவடைந்து மீண்டும் மெலிந்து காம்பின் முனையில் உள்ள துளையில் முடிவடைகின்றன. சற்று விரிவடையும் பகுதிக்குப் பால் தங்கும் சைனஸ் (lactiferus sinus) என்று பெயர். இவை மிக முக்கியமான பகுதியாகும். ஏனென்றால் சுரந்த பால் இங்கு தேக்கி வைக்கப்படுகிறது. செல்லிலிருந்து நாளத்திற்குள் பாலைப் பீச்சச் செய்யும் மயோ எபிதீலிய செல், (myoepithelial cell) ஆக்சிஸ்ட்டோசின் என்னும் ஹார்மோனுக்குக் கட்டுப்படும்.

பெண் சிறுமியாக இருக்கும்போது இந்த ஆய்வியோலை என்னும் பகுதி மிகவும் சிறியதாக இருக்கும், பெண் பருவம் அடையும்போது அவள் உடலில் ஈஸ்ட்ரோஜன் என்னும் ஹார்மோன் மிகுதியாகச் சுரக்கிறது. மார்பகங்களின் பால் சுரப்பிகளும் இந்த வளர்ச்சிக்கு ஈஸ்ட்ரோஜனையே சார்ந்துள்ளன, எனவே பருவமடையும் பெண்ணின் உடலில் சுரக்கும் மிகுதியான ஈஸ்ட்ரோஜன் என்னும் ஹார்மோனும் மார்பகங்களைச் சற்றே பெரியவையாக வளர்ச் செய்கின்றது. பால் சுரப்பிகள் சற்றே மிகுதியாக விரிவடைந்து வளர வளர, அவற்றைத் தாங்கும் சதையும் அளவில் மிகவே, பெண்ணின் மார்புகள் விரிந்து பெருத்து வளரத் தொடங்கும்.

சூலடையும்போது மார்பகங்கள் மிகப் பெரியவை ஆகின்றன. சற்றே கெட்டிப்படுகின்றன. மார்பின் காம்பு பெரிதாகிறது. அதைச் சுற்றியுள்ள கறுத்த பகுதியும் விரிவடைந்து ஆழ்ந்த கருமை நிறமாக மாறுகிறது. இதனால் மார்பகங்கள் பெருக்கின்றன.

சூல்பருவ காலம் முழுதும் தாய்-சேய் இணைத் திசுவிலிருந்து சுரக்கும் ஈஸ்ட்ரோஜன் மார்பகங்களின் பால் சுரப்பிகளை அகலப்படுத்துவதற்கும், பால் நாளங்களின் கிளைகளை அதிகரிப்பதற்கும், அவை வளர்வதற்கும் மிகவும் உதவுகின்றன. ஈஸ்ட்

ரோஜனைத் தவிர வளர்ச்சி ஹார்மோன், புரோலாக்டின், அட்ரினல் குளூகோ கார்டிகாய்ட்ஸ், இன்சுலின் போன்ற மேலும் சில ஹார்மோன்களைத் தாய்-சேய் இணைப்புத் திசு, பால் சுரப்பிகள் வளர்வதற்காகச் சுரக்கிறது. இந்த ஹார்மோன்கள், சுரப்பிகளை வளரச் செய்வதற்கும், இவற்றைச் சுற்றியுள்ள செல்களுக்குப் பால் மிகுதியாகச் சுரக்கும் திறனை அளிப்பதற்கும் மிகவும் உதவுகின்றன.

பால் சுரப்பும் புரோலாக்டின் ஹார்மோனின் தொடர்பும். ஈஸ்ட்ரோஜனும், புரோஜெஸ்ட்ரோனும் சூல் காலத்தின்போது, மார்பகத்தின் புற வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவையாக இருப்பினும், இவற்றின் தனித்தன்மை பால் சுரப்பைச் சற்றே தடுத்து நிறுத்துவதுதான். ஆனால் தாயின் பிட்யூட்டரி சுரப்பியிலிருந்து சுரக்கப்படும் புரோலாக்டின் என்னும் ஹார்மோன், மார்பகங்களில் பாலைச் சுரக்கச் செய்கிறது.

இந்த ஹார்மோனின் அளவு. சூல்கொண்ட ஐந்தாம் வாரத்திலிருந்து சீராக உயரத் தொடங்கும்; குழந்தை பிறக்கும் நேரத்தில் மிகுதியான அளவில் புரோலாக்டின் இரத்தத்தில் காணப்படுகிறது. சூல் கொள்ளாத காலத்தில் இருப்பதைப் போலப் பத்து மடங்கு மிகுதியாக உள்ளது. குழந்தை மார்பைச் சப்பும்போது, நரம்பின் மூலம் செய்தி ஹைபோதலாமஸ் என்னும் பகுதியை அடைகிறது. மேலும் தாய்-சேய் இணைத்திசு ஹியூமன் கோரியானிக் கோனோடோ ட்ரோபின் என்னும் (human gonado traphic hormone) ஹார்மோனைச் சுரக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் மார்பகங்களில் பாலைச் சுரக்க வைக்கிறது.

சூல் கொள் இறுதிக் கட்டத்தில் மார்பின் ஆல்வியோலைகள் ஒரு மஞ்சள் நிற நீர்மத்தைச் சுரக்கின்றன. இதற்கு, கொலாஸ்ட்ரம் அல்லது சீம்பால் (சேய்ப்பால்) என்று பெயர். இதில் நீர்மக் கசிவுகளும் இரத்த வெள்ளணுக்களும் கலந்துள்ளன. இந்த வெள்ளணுக்கள் குழந்தையின் உடலுக்குத் தேவையான எதிர்ப்பாற்றலை அளிக்கின்றன. மூன்று நாளுக்குப் பிறகு சீம்பால் மெதுவாக நின்றுபோக, தாய்ப்பால் சுரக்கத் தொடங்கும். முழு அளவான பால் சுரப்பிற்கு வளர்ச்சி ஹார்மோன், கார்ட்டிசால், பாராதைராய்டு ஹார்மோன் போன்ற வேறு சில ஹார்மோன்களும் காரணமாகின்றன.

பால் சுரப்பதற்குத் தேவையான அமினோ அமிலங்கள், கொழுப்பு அமிலங்கள், குளூகோஸ், கால்சியம் போன்றவற்றை உற்பத்தி செய்வதற்கு வளர்ச்சி ஹார்மோன் தேவைப்படுகிறது.

குழந்தை மார்பை உறிஞ்சுவதால் ஏற்படும் உணர்ச்சி அலைகளின் பரவலால் பிட்யூட்டரி சுரப்பியின் முன்புறத்திலிருந்து பாலைச் சுரக்க வைக்கும் ஹார்மோனாகிய புரோலாக்டின் சுரக்கிறது. மேலும் குழந்தையின் உறிஞ்சும் உணர்வு, தாயின் பிட்யூட்டரியின் பின் பகுதியிலிருந்து ஆக்சிடோசின் என்னும் ஹார்மோனைச் சுரக்க வைக்கிறது. இந்த ஹார்மோன் மார்பின் ஆல்வியோலைகளைச் சுற்றியுள்ள மயோ எபிதிலீயல் செல்லை ஊக்குவித்து, ஆல்வியோலைக்குள் இருக்கும் பாலைப் பால் நாளங்களுக்கு வேகத்தோடு தள்ளி விடுகிறது. எனவே பால் தொடர்ச்சியாகத் தாயின் மார்பிலிருந்து சுரக்கத் தொடங்கும். குழந்தை உறிஞ்சத் தொடங்கிய 30-60 நொடியில் பால் வெளிவரத் தொடங்கும். இதற்குப் பால் பீச்சுதல் என்று பெயர்.

பால் சுரப்பு என்பது முழுதும் ஹார்மோன்களைச் சார்ந்ததன்று. பால் கொடுக்கும்போது தாயின் மனநிலை எவ்வாறு உள்ளது என்பதும் இன்றியமையாததாகும். ஒரு மார்பகத்தை உறிஞ்சும்போது மற்றொரு மார்பகத்திலும் பால் சுரக்கிறது. மேலும் தாய் குழந்தையை அணைக்கும்போது, குழந்தையின் அழுகுரலைக் கேட்கும்போது, குழந்தையைக் கொஞ்ச நினைக்கும்போது, தாயின் ஹைபோதலாமஸ் பாலைச் சுரந்து பீச்சச் செய்கிறது. இதே போல், தாய் தன் மனத்தில் கவலைகளை வைத்திருத்தல், கோபப்படுதல், மகிழ்ச்சியின்மை போன்ற மன உணர்ச்சிகள் பால் சுரப்பைப் பாதிக்கின்றன. பால் சுரப்பும் ஓரளவு குறைந்து விடுகிறது. தாயின் உணவும் ஊட்டமுடையதாக இருக்க வேண்டும். பாலுக்காகப் பசும்பால், புரதச்சத்து, கால்சியச் சத்து முதலியவற்றைத் தாய் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

- சு. ராஜலட்சுமி

நூலோதி. Arthur C. Anyton, *Medical physiology*, Seventh Edition, W. B, Saunders Co, Philadelphia, 1986.

கர்ப்பூரப்புல்

இதை முறையாகக் குடிநீரிட்டு 16 – 32 மி.லிட்டர் வரையில் கொடுக்க, குழந்தைகளின் வயிற்றுவலி நீங்கி நலமுண்டாகும், பசி ஏற்படும். கர்ப்பூரப்புல் எண்ணெயில் 3-6 துளியைச் சர்க்கரையுடன் கலந்து கொடுத்தால் வயிற்றுப் பொருமல், வயிற்று வலி, வாந்தி இவை குணமாகும்.

ஊழி நோய்க்கு மேற்கூறிய எண்ணெயை நீரில் மணிக்கொரு முறை கொடுத்துவர வாந்தியை நிறுத்தி உடலுக்கு வெப்பத்தைத் தரும். இந்த எண்ணெயைச் சரி பங்கு தேங்காய் எண்ணெயுடன் கலந்து, வாதப்பிடிப்பு, கீல்வாதம், நரம்புக் குடைச்சல் முதலிய நோய்களுக்குத் தேய்த்து வரலாம்.

- சே. பிரேமா

கர்ப்பூரம்

தனிப்பண்பும், ஊடுருவும் நறுமணமும் கொண்ட கரிமப்பொருள் கர்ப்பூரம் (camphor-$C_{10}H_{16}O$) ஆகும். இது இருவளைய டெர்ப்பீன் (bicycle terpene) வகையைச் சார்ந்த கரிமச்சேர்மம் ஆகும். தெய்வ வழிபாட்டிற்கு நறுமணப் பொருளாகவும், மருந்தாகவும் இரண்டாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே இது கீழ்த்திசை நாடுகளில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அரேபியர்கள் இதை ஐரோப்பிய நாடுகளுக்கு வணிகம் செய்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

வளர்ச்சி. சீனாவின் கடலோரங்களிலும், தைவானிலும், ஜப்பானின் தென் பகுதியிலிருந்து வியட்நாம் வரை வளர்க்கப்படும சின்னமாமம் கேம்ஃபோரா என்னும் மரங்களின் இலைகளிலிருந்தும் பட்டைகளிலிருந்தும் கற்பூரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. கலிஃபோர்னியா, ஃபுளோரிடா ஆகிய இடங்களில் இப்போது இவை பயிரிடப்படுகின்றன. 12 மீட்டருக்குக் குறையாமல் வளரும் இம்மரங்கள் 45-50 ஆண்டுகளில் முதிர்ச்சியடைகின்றன. வெண்ணிறப் பூக்களையும் சிவந்த கனிகளையுமுடையவை.

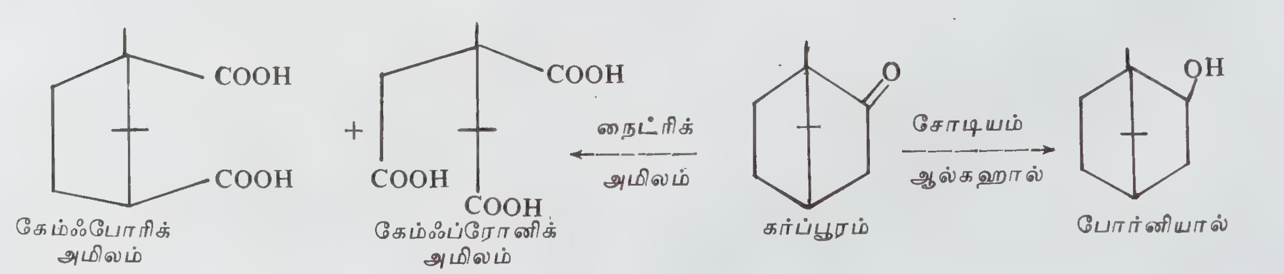
தயாரிப்பு. பண்ணைகளில் 3-4 ஆண்டு வளர்ச்சியடைந்த மரங்களிலிருந்து ஆண்டுக்குப் பலமுறை இலைகளையும் குச்சிகளையும் அறுவடை செய்கின்றனர். இவற்றை நன்கு அரைத்து, நீண்ட நேரம் நீராவி மூலம் வடிகட்டி, பக்குவப் படுத்தாத கர்ப்பூரமாக எடுத்து, அதை மீண்டும் தூய்மைப்படுத்தி விற்பனைக்கு அனுப்புகின்றனர். நீராவி வடிகட்டுதலின் மூலம் கிடைப்பது தூய இயற்கைக் கர்ப்பூரமாகும். ஆனால் தற்போது 75%க்குச் செயற்கைக் கர்ப்பூரமே (synthetic camphor) கிடைக்கிறது. டர்பன்ட்டைன் பகுதியான பைனீனிலிருந்து ($C_{10}H_{16}$) கர்ப்பூரம் தயாரிக்கப்படுகிறது. பைனீனைக் கேம்ஃபீனாக மாற்றி அசெட்டிக் அமிலம், நைட்ரோ பென்சீன் ஆகியவற்றின் வேதிமுறைப்படி கேம்ஃபீன் கற்பூரமாக மாற்றப்படுகிறது.

பயன்கள். பல நூற்றாண்டுகளாகக் கர்ப்பூரம், நோய் நீக்கும் இயல்புடையது எனக் கருதப்பட்டது. நரம்புவலி, முடக்குவாதம், பல்வலி ஆகியவற்றிற்கு வலிநீக்கும் மருந்தாக வெளிப்பூச்சாகப் பயன்படுத்தப் பட்டது. இதயத்திற்கும் இரத்தச் சுழற்சிக்கும், கிளர்வூட்டும் (stimulant) உள்மருந்தாகவும் கொடுக்கப் பட்டது. ஆனால் அது நச்சுத்தன்மையுடையது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுத் தற்போது இதன் மருத்துவப் பயன் குறைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆயினும், குழந்தைகளுக்குச் சளி, கழுத்து வலி போன்றவற்றிற்குக் கர்ப்பூரத்தைப் பைகளில் அடைத்துக் கழுத்தைச் சுற்றிலும் கழுத்துப் பட்டைக்குள்ளும் வைத்துக் கொள்ளும் பழக்கம் இன்னும் சில இடங்களில் உள்ளது.

மருத்துவப் பயனைத் தவிர செல்லுலாயிடு, செல்லுலோஸ் தொடர்புடைய பொருள்கள், அந்துப் பூச்சியை அழிக்கும் மருந்து, மரத்தின்மீது பூசப்படும் மெருகு எண்ணெய் ஆகியவற்றைத் தயாரிப்பதிலும் கர்ப்பூரம் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஆனால், நாகரிக வளர்ச்சியால் செல்லுலாயிடு செல்லுலோஸ் பொருள்களுக்கு மாற்றாக நெகிழி (plastic), பாதுகாப்பான ஒளிப்பட ஏடு (safety photographic filmes), நாஃப்தலீன், p-டைகுளோரோபென்சீன் போன்ற புதிய கண்டுபிடிப்புகளால் கர்ப்பூரத்தின் பயன் குறைந்துள்ளது.

பண்புகள். இது தூய வெண்மை அல்லது நிறமற்ற திண்மமாகும். 178°C இல் உருகும் தன்மையும் 209°C இல் கொதி நிலை அடையும் தன்மையும் கொண்டது; நீரில் கரையாதது; ஆனால் ஈதர், ஆல்கஹால், குளோரோஃபார்ம், கார்பன் டைசல்ஃபைடு ஆகிய கரிமக்கரைப்பான்களில் கரையும் தன்மையுடையது.

சாதாரண வெப்பநிலையில் பதங்கமாகும் தன்மை கொண்டது. ஆகவே இதைக் காற்றுப் படும்படித் திறந்து வைத்திருந்தால் காற்றில் கலந்து விடும். இயற்கையில் கிடைக்கும் கர்ப்பூரம் முனைவுடை ஒளியின் (polarised light) தளத்தை வலப்புறம் நோக்கிச் சுழற்றுகிறது. செயற்கை முறையில் தயாரிக்கப்படும் கர்ப்பூரம் ஒளி சுழற்றும் தன்மையற்ற இட வலம்புரி நடுநிலைச் சேர்மம் (racemic modification) ஆகும்.



கர்ப்பூரம் கீட்டோன்களின் வேதிப் பண்புகளை ஒத்துள்ளது. சோடியம், அமீனுடன் சேர்ந்து ஆக்சைம் என்னும் பொருளைக் கொடுக்கிறது. சோடியம், ஆல்கஹால் கொண்டு ஏற்படும் ஒடுக்க வினையில் போர்னியால் என்னும் ஈரிணைய ஆல்கஹாலை அளிக்கிறது. நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும்போது கேம்ஃபோரிக் அமிலமும் கேம்ஃப்ரானிக் அமிலமும் உண்டாகின்றன.

10 பகுதி கர்ப்பூரம், 70 பகுதி ஆல்கஹால், 20 பகுதி நீர் கொண்ட கலவை, கர்ப்பூரச் சாராயம் எனப்படுகிறது. இது மென்மையான பூச்சிக்கொல்லி, இது வாய் கொப்புளிக்கும் நீர்மமாகவும் பயன்படுகிறது.

– அ சண்முகசுந்தரம்

கரட்டாடுகள்

இவை முன்ட்டியாசினே என்னும் துணைக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த மான் வகையாகும். பல்லாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பல பேரினங்கள் வாழ்ந்திருந்தாலும் இன்று மூன்று முக்கியமான பேரினங்கள் மட்டும் ஆசியா, சுமத்ரா, ஜாவா, போர்னியா, சீனா, ஜப்பான் காடுகளில் வாழ்கின்றன. இவற்றின் ஒலி, நாய் குரைப்பது போலக் கேட்பதால் இவை குரைக்கும் மான்கள் (barking deer) எனவும் குறிப்பிடப்படுகின்றன. சாதாரணமாக, தோளருகில் 40-60 செ.மீ. உயரமும், பின் முதுகருகில் 90-135 செ.மீ. உயரமும், வால் 13-20 செ.மீ. நீளமும் உடையன. எலும்பாலான காம்பு போன்ற புடைப்பு

கரட்டாடுகள்

களின் முனையில் உள்ள கொம்புகள் 20 செ. மீ க்கு மேல் வளர்வதில்லை: எலும்புக் காம்புகளை மயிருடைய தோல் மூடியிருக்கும். எலும்புப் புடைப்புகள் முகத்தின் பக்கங்களில் V வடிவத்தில் இரண்டு வரம்பு போன்ற முகடுகளாக அமைந்துள்ளன. இதனால் இவை பழுவெலும்பு முக மான்கள் (rib faced deer) எனப்படுகின்றன. மேல் தாடையிலுள்ள கோரைப்பற்கள் கீழ்த்தாடை' உதடு வரை நீண்டு வளர்ந்துள்ளன.

அடர்ந்த புதர்களும் செழித்த காடுகளுமுள்ள இமயமலைப்பகுதியிலும், தென் இந்தியாவில் 5000-6000 அடி உயரத்திலும் இவை வாழ்கின்றன. இலையும் காயும் இவற்றின் முக்கிய உணவாகும். ஒட்டைச் சிவிங்கியைப்போல் இவை தம் நீண்ட நாக்கால் கிளைகளை ஒடித்தும் புதர்களிலிருந்து தழைகளை வளைத்தும் உண்கின்றன. சிறு கூட்டமாக உலவும் இவை வேகமாக ஓடக்கூடியவை. சண்டை போடும்போது கொம்புகளைவிடக் கோரைப் பற்களையே (canines) மிகுதியாகப் பயன்படுத்துகின்றன. கலவிக்கு ஆறுமாதங்களுக்குப் பிறகு ஒன்று அல்லது இரண்டு குட்டிகளை ஈனும். ஈன்ற குட்டிகளைத் தாய் தன் நீண்ட நாக்கினால் நக்கித் தூய்மை செய்யும்.

முன்டியாகஸ் பேரினத்தில் நன்கு பிரித்தறியக் கூடிய மூன்று இனங்கள் உள்ளன. அவை, வட இந்தியக் கரட்டாடு (*Muntiacus muntiak vaginalis*), சீனக்கரட்டாடு (*M. m. reevesi*), ஜாவா கரட்டாடு (*M. m. muntjak*) ஆகியவைஆகும்.

- கே. கே. அருணாசலம்

கரடி

பெரிய தலை, சிறிய கண்கள், வட்டமான காதுகள், சிறிய வால், அகன்ற சிறிய பாதங்கள், வளைந்து உள்ளிழுத்துக் கொள்ள முடியாத கூர் நகங்கள் ஆகிய புற உறுப்புகளைப் பெற்றுள்ள கரடிகளின் அடர்ந்த மயிர் தாறுமாறாக வளர்ந்திருக்கும். செங்குத்தான மலை உச்சிகளிலும், பனி நிலத்திலும் வாழ்வதற்கேற்ற தகவமைப்புகளையும் பருவ காலங்களுக்கேற்ற உணவுப் பழக்கங்களையும் பற்களின் அமைப்பையும் பெற்றுள்ளன.

தேனையும், கறையான்களையும் விரும்பி உண்ணும் இவை கறையான்களை உண்ணும்போது மண்ணோ, தூசியோ மூக்கிற்குள் புகாதவாறு மேலுதட்டால் மூக்கை மூடிக் கொள்கின்றன. பகலில் குகை போன்ற மறைவிடங்களில் தங்குகின்றன. கடுங்குளிரைத் தாங்க முடியாமல் குளிர்காலத் ஒடுக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன. தனித்தே வாழ்கின்ற கரடிகள் உடலுறவுக் காலத்தில் இணையுடன் சேர்ந்தே திரிகின்றன. அவற்றின் பேறுகாலம் ஏழு மாதங்களென்றும், இரண்டு அல்லது மூன்று குட்டிகளை ஈன்று அவை மூன்றாண்டுகள் நிறைவெய்தும் வரையோ அதற்கு மேலோ தாய்க் கரடியால் பேணப்படுகின்றன என்றும் வன விலங்கியலறிஞர் கூறுகின்றனர்.

கால்நடைகளுக்கும், விளை நிலங்களுக்கும் கேடு விளைவித்தும், உணவு கிடைக்காதபோது இறந்த விலங்குகளை உண்டும் வாழ்கின்றன. மனிதனிடமிருந்து விலகியே வாழும் இவை சில சமயங்களில் மனிதனையே தாக்குகின்றன. நாய்களும், கரடிகளும் நெருங்கிய தொடர்புடைய விலங்குகளென்றும் அவை இரண்டும் ஒரே மூதாதையிடமிருந்து தோன்றியவையென்றும் புதை படிவச் சான்றுகள் தெரிவிக்கின்றன. வெவ்வேறு விதமான பழக்கவழக்கங்களை மேற்கொண்டு நாய்க் குடும்பமென்றும், கரடிக் குடும்பமென்றும் பிரிந்தன. இரையை விரைவாகவும், விடாமுயற்சியுடனும் துரத்திப் பிடிப்பதற்கேற்றவாறு மெலிந்த கால்களையும், சிறிய நகங்களையுடைய பாதங்களையும் நாய்க்குடும்பம் தகவமைப்புகளாகப் பெற்றது. அனைத்து வகை உணவை உண்பதற்கும், மரங்களில் ஏறுவதற்கும், புவியைத் தோண்டுவதற்கும், மலைச் சிகரங்களில் ஏறிச் செல்வதற்கும் ஏற்ற தகவமைப்புகளைக் கரடிக் குடும்பம் பெற்றது.

நுகர்ச்சியின் மூலமே உணவைத் தேடிப் பெறுவதால் நுகர்ச்சிப் புலனே சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. செங்கரடி 2 கி.மீ தொலைவில் வரும் மனிதனைத் தன் நுகர்ச்சிப் புலனால் தெரிந்து கொள்கிறது. பனிக் கரடியின் நுகர்ச்சிப் புலன் சிறப்பாக அமையவில்லை. இமயமலைக் கரடியின் பார்க்கும், கேட்குந்திறன்கள் பிற இருவகைக் கரடிகளையும்விடச் சற்று முன்னேற்றமடைந்துள்ளன.

கரடிகளின் பார்வையும், கேட்கும் தன்மையும் சிறப்பாக இல்லை. செவிப்பறைக்குள்ளிருக்கும் முட்டை வடிவச் செவி எலும்பு தட்டையாக அழுத்தப்பட்டுள்ளதால் கரடிகளின் கேட்கும் ஆற்றல் சிறப்பாக இல்லை. செவிப்புலன் சிறப்பாக அமைந்துள்ள பிற விலங்கினங்களின் செவி எலும்பு தட்டையாக இல்லாமல் பருத்திருக்கும். அவற்றின் கண்களும் மிகச் சிறியவை. எனவே, அவை தெளிவாகப் பொருள்களைப் பார்க்க முடிவதில்லை. எதையாவது ஒன்றை உற்றுப் பார்க்க முற்படும்போது நேராக நின்றே பார்க்கின்றன.

இரையைப் பற்றி உண்ணும் விலங்குகளின் முக மீசை மயிர், தொடுபுலன் உறுப்பாகப் பயன்படுகிறது. ஆனால் ஓரளவு வளர்ந்துள்ள கரடியின் முகமீசை அப்பணியைச் செய்யாததால் பயனற்ற உறுப்பாகிறது. உணவுக்காக நீண்ட தொலைவு நடந்து செல்கின்றன. அவற்றின் பாதச் சுவடுகள் மனிதனின் பாதச் சுவடு

களை ஒத்துள்ளன. செங்கரடிகளும், துருவக் கரடிகளும் குதிகாலை உயர்த்தி நான்கு கால்களாலும் நடக்கின்றன. அவசரமாக ஓடும்போது பாதங்களைநிலத்தில் உராய்ந்த வண்ணம் குதித்து ஓடுகின்றன. கரடிகள் நீரில் நன்றாக நீந்தக் கூடியவை.

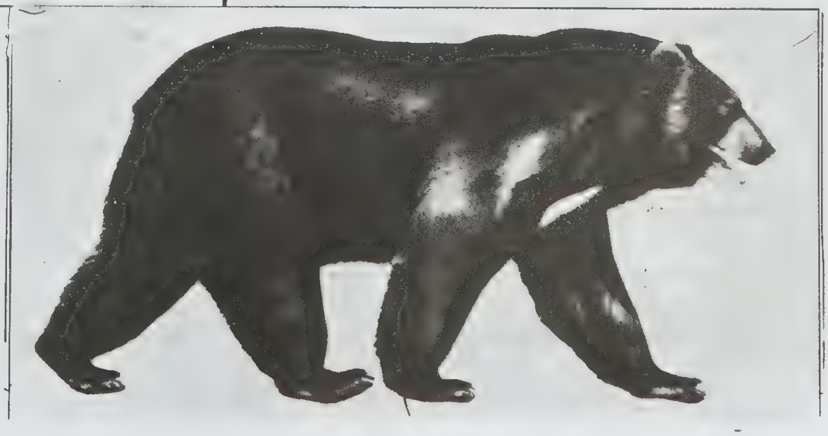
கரடிகளின் உணவுப் பழக்கம் பருவ காலங்களுக்கேற்ப மாறுகிறது. மலர், காய், கனி மிகுதியாகக் கிடைக்கும் பருவத்தில் அவற்றையே உண்கின்றன. காய், கனிகள் கிடைக்காத பருவத்தில் பெரும்பாலான கரடிகள் கால்நடைகளைக் கொன்று அவற்றின் இறைச்சியையோ, இறந்த விலங்குகளின் இறைச்சியையோ உண்கின்றன. ஐரோப்பியச் செங்கரடி மிகுதியாக இறைச்சி உணவையே சார்ந்துள்ளது. கால் நடைகளைக் கொன்று உண்ணும் கருங்கரடிகள், காய், கனிகள் மிகுதியாகக் கிடைக்கும்போது அவற்றையும் உண்டு வாழ்கின்றன.

பொதுவாகக் கரடிகளுக்குத் தேவையான உணவு நிலத்திலேயே கிடைக்கிறது. வளைந்த நகங்களால் நிலத்தைத் தோண்டிக் கிழங்குகளையும், மரம், மண் இவற்றில் கூடு கட்டி வாழும் பூச்சிகளையும் உண்கின்றன. உறிஞ்சிச் சாப்பிடுவதற்கேற்றவாறு உதடுகள் ஈறுகளில் ஒட்டாதவாறும் அசையக் கூடியவாறும், முன் நோக்கி நீட்டக் கூடியவாறும் அமைந்துள்ளன. உதடுகளின் இந்த அமைப்பால் அவை வேகமாகக் காற்றை உள்ளிழுக்கவும், வெளியேற்றவும் செய்கின்றன. இப்பண்பு பனிக் கரடியிடம் சிறப்பாகக் காணப்படுவதால் இது, கறையான் புற்றை நகங்களால் தகர்த்து, தூசு, துறும்புகளை ஊதி ஒதுக்கிய பின் கறையான்களை வாய்க்குள் உறிஞ்சி இழுக்கும். மூக்குக்குள் மண் புகுந்துவிடாதவாறு தொங்குகின்ற மேலுதட்டால் அதை மூடிக் கொள்கிறது.

மேல் தாடையில் முன் பற்களில்லாமையால் அந்த இடைவெளி வழியாகக் காற்றை உள்ளிழுக்கிறது. மேலண்ணம் குழிபோல் இருப்பதால், உறிஞ்சும் செயல் மேலும் விரைவு பெறுகிறது. பிற கரடிகளின் மேலண்ணம் தட்டையாக இருக்கும். பூச்சிகளையும், புழுக்களையும் உண்பதில் கரடிகள் ஆர்வம் காட்டுகின்றன.

கரடிகளின் கை, கால் நன்கு பருத்துள்ளன. குட்டையாக, அகலமாக அமைந்துள்ள பாதங்களில் சமமற்ற ஐந்து விரல்கள் உள்ளன. பாதத் திண்டுகளின் மேல் வளைந்த கோடுகள் உள்ளன. முதல் விரலுக்குப் பின்புறம் அமைந்துள்ள இரண்டாம் விரல் நிலத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். நகங்கள் நீளமாகவும், வளைவாகவும் உள்ளிழுக்கப்படாமலும் அமைந்துள்ளன. முன் கால்களின் நகங்கள், பின் கால் நகங்களைவிட இரு மடங்கு பெரியவை.

கரடிகள் பாதங்களால் நடப்பவை. துருவக் கரடிகளும், செங்கரடிகளும் முன் கால் விரல் திண்டுகளை நிலத்தில் ஊன்றிப் பின் காலை உயர்த்தி



நடக்கின்றன. நேராக நிற்கும்போது பாதங்களின் அடிப்பக்கத்தை நிலத்தின் மேல் நன்கு ஊன்றிக் கொள்கின்றன. மரங்களில் ஏறிச் சென்று உணவைப் பெறுவதால் கரடிகளின் கால்கள் வலிமையாக உள்ளன. பாதத் திண்டுகளும், வலிமையான நகங்களும் மரங்களைப் பற்றிக் கொள்ள உதவுகின்றன. ஆர்க்டிக் துருவத்தில் மரங்களில்லாமையால் துருவக் கரடிகளின் பாதங்கள் நிலத்தின் மேல் நடப்பதற்கேற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன.

வழுக்கும் பனி நிலத்தில் பாதங்களை அழுத்தமாக ஊன்றிக் கொள்வதற்குத் துருவக் கரடிகளின் அடிப்பாதங்களில் அடர்ந்துள்ள மயிர் மிகவும் உதவியாக உள்ளது. இமயமலைச் செங்கரடிகள் ஆண்டு முழுதும் மரங்களற்ற உயரமான மலைகளில் வாழ்கின்றன. அரிதாகவே மரங்களில் ஏறுகின்றன. அவற்றின் அடிப் பாதங்களிலுள்ள அடர்ந்த மயிர் தரையில் நடப்பதற்கே உதவுகிறது.

இமயமலைக் கருங்கரடியும், பனிக்கரடியும், மலேயா கரடியும் மரங்களில் ஏறுபவை. அவற்றின் அடிப் பாதங்கள் அகலமாகவும், மயிரில்லாமலும் அமைந்திருப்பதால் மரங்களையும், கிளைகளையும் அழுத்தமாகப் பற்றிக் கொள்கின்றன. உட்புறமாக வளைந்துள்ள முன் கால்களின் பாதங்கள் மரங்களைப் பற்றிக் கொள்வதற்கு மேலும் உதவுகின்றன. இமயமலைக் கருங்கரடி, பனிக்கரடி, மலேயா கரடி இவற்றின் பாதங்களைப் போலவே கால்களும் வில்லைப் போல் வளைந்துள்ளன. வெவ்வேறு இனங்களைச் சேர்ந்த கரடிகளின் உள் பாதங்களும், பாதத் திண்டுகளும் வெவ்வேறு அமைப்புகளில் காணப்படுகின்றன.

கரடி வாழுமிடங்கள். துருவக் கரடிகள் வட துருவத்திலும், கண்ணாடிக் கரடி நிலநடுக்கோட்டின் வடக்குப் பகுதியிலும், கருங்கரடி சம தட்ப வெப்பப் பகுதிகளிலும் வாழ்கின்றன. சம தட்பவெப்பக் காடுகளின் தெற்கே இந்தியா, தென் கிழக்கு ஆசிய வெப்பக் காடுகள் உள்ளன. இந்த வெப்பக் காடுகளில் இந்தியப் பனிக் கரடியும், மலேயா கரடியும் வாழ்கின்றன. துருவக் கரடிகள் வட துருவத்தில் பனி மூடிய நிலத்தில் நீர்-நில வாழ்விகளாக உள்ளன. மலையுச்சிகளிலும், வறண்ட நிலப்பகுதிகளிலும் செங்கரடிகள் வாழ்கின்றன. வட அமெரிக்கச் செங்கரடி சாம்பல் நிறத்தில் 455 கிலோ உடல் எடையுள்ள பெரிய கரடியாகும். கரடிகளிலே மிகப் பெரியது அலாஸ்காவின் ராட்சதக் கரடியாகும். அதன் உடல் எடை 680 கிலோவாகும். அலாஸ்கா ராட்சதக் கரடியே பெரிய இறைச்சி உண்ணியாகும். ஆனால், மேற்கு இமயமலைக் காடுகளில் வாழ்கின்ற செங்கரடி உருவில் சிறியது. மத்திய ஆசியாவிலும், வட ஆசியாவிலும் வாழும் கருங்கரடிகளை விட, பலுசிஸ்தான், மலேயா காடுகளில் வாழ்கின்ற கருங்கரடிகள் உருவில் சிறியவை. இந்தியப் பனிக் கரடிகளைவிட இலங்கையில் வாழ்கின்ற பனிக்கரடிகள் உருவில் சிறியவை.

குளிர் காலத் தூக்கம். கடுமையான குளிர் காலத்திலிருந்து தப்புவதற்காகவும், அப்போது நிலவும் உணவுப் பற்றாக்குறையை ஈடு செய்வதற்காகவும், கரடிகள் வழக்கமான வாழ்க்கை முறைகளைக் குறைத்துக் கொண்டு, குகைகளிலும், குழிகளிலும் தங்கிக் குளிர்காலத் தூக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன. உடலியக்கச் செயல்கள் நிறுத்தப்படும். இதயத்தின் செயலாற்றலும் குறைந்து போகிறது.

குளிர்காலத் தூக்கத்திற்குக் காரணம். குளிரைத் தாங்க முடியாமலே கரடிகள் குளிர்காலத் தூக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன என்னும் கருத்து ஆய்விற்குரியது. குளிர் காலத்தில் உணவுப் பற்றாக் குறையே மிகுதியாக நிலவுகிறது. மிகுதியாகிக்கொண்டே போகின்ற குளிர், உணவைத் தேடி அலைவதற்கான மகிழ்ச்சியைக் குறைக்கிறது. எனவே, அவை குளிர் காலத் தூக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன என்பதே சரியான காரணமாகும். குளிர் காலம் மாறியவுடனே அவை விழித்தெழுகின்றன.

கரடிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை. கரடிகள் சந்தித்துக் கொள்ளும்போது உறுமுகின்றன. உணவைக் கண்டவுடன் பெருமூச்சு விடுவது போன்றும், சிணுங்குதல் போன்றும், ஊளையிடுதல் போன்றும் ஒலிகளை எழுப்புகின்றன. காயமடைந்த கரடிகள் அஞ்சத் தக்கவாறு அலறுகின்றன. உடலுறவு வேட்கையை வெளிப்படுத்த பனிக்கரடிகள் இனிய ஒலி எழுப்புகின்றன. அவை உடலுறவு கொள்ளும்போது உரத்து ஒலியெழுப்புகின்றன. தாய்க்கரடி ஏதோ ஒரு குறிப்பின் மூலம் தன் குட்டிகளை அழைக்கிறது.

பெரும்பாலும் தனித்தே வாழ்கின்றன. கரடிகள், புணர்ச்சிப் பருவத்தில் இணையாகச் சேர்ந்தலைகின்றன. கோடைக் காலத்தில் உடலுறவு கொண்டு, குளிர் காலத்தில் குட்டிகளை ஈன்றெடுக்கின்றன. குளிர் காலத் தூக்கத்தில் ஆழ்ந்திருக்கும்போதே பெண் கரடிகள் குட்டிகளைப் பெற்றெடுக்கின்றன. அவற்றின் பேறு காலம் 7-8 மாதங்களாகும். இரண்டு அல்லது மூன்று குட்டிகளைப் பெறுகின்றன.

கரடிக் குட்டிகள் சிறியவையாகவும், மயிரில்லாமலும், கண்களை மூடிய நிலையிலும் காணப்படுகின்றன. மூன்று அல்லது நான்கு வாரங்களுக்குப் பின்னரே அவை கண்களைத் திறந்து பார்க்கின்றன. உடலுறவு வேட்கையைத் தணித்துக் கொள்ளும் ஆண் கரடி, பெண் கரடியைப் புறக்கணித்துவிட்டு, மீண்டும் தனித்து வாழும் வாழ்க்கையை மேற்கொள்கிறது. குட்டிகள் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றுத் தனித்து இயங்குவதற்கு இரண்டு அல்லது மூன்று ஆண்டுகளாகின்றன. அதுவரை தாய்க் கரடியே குட்டிகளை

வளர்த்துப் பேணும். 40-50 ஆண்டுகள் வரை கரடிகள் வாழ்கின்றன.

கரடிகள் இன்று மிகுதியாக அழிக்கப்படுகின்றன. ஐரோப்பா, வட அமெரிக்காவில் வாழ்கின்ற செங்கரடிகள், காடுகளை அழித்து உண்டாக்கப்பட்டுள்ள குடியேற்றப் பகுதிகளிலிருந்து மறைந்துவிட்டன. இந்தியப் பனிக் கரடிகள் தம் இயற்கையான வாழிடங்களை விட்டகன்று அடர்ந்த காடுகளுக்குள் சென்றுவிட்டன. ஆனால், அமெரிக்காவையும், ஆஃப்ரிக்காவையும் சேர்ந்த கருங்கரடிகள் மனிதனின் புதிய குடியேற்றப் பகுதிகளிலும் சிறப்பாக வாழ்கின்றன. இமயமலைக் கருங்கரடிகள் சிற்றூர்களுக்கு அண்மையிலுள்ள காடுகளில் வாழ்கின்றன.

கரடிகளின் இனங்கள். கரடிகள் அர்சிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை. இக் குடும்பத்தில் அர்சஸ் மெலுர்சஸ், செலினார்க்டஸ், ஹெலார்க்டஸ் என நான்கு இனங்கள் உள்ளன. அர்சஸ் இனத்தில் மேற்கு இமயமலையில் வாழ்கின்ற செங்கரடிகளும், செலினார்க்டஸ் இனத்தில் இமயமலைக் கருங்கரடிகளும், ஹெலார்க்டஸ் இனத்தில் மலேயா கரடிகளும், மெலுர்சஸ் இனத்தில் பனிக்கரடிகளும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

மூக்கும், வாயும் ஒரே உடல் பகுதியாக முன்னோக்கி நீண்டிருக்கும். கீழ் உதடு விரிந்தும், மயிர்ப் போர்வை திருத்தப்படாமல் சடை சடையாக நீண்டும் உள்ளன. உதடும் நாக்கும் முன்புறமாக நீண்டுள்ளன. மேலுதட்டின் மேல்முனை மூக்குத் துளைகளின் மீது படிந்துள்ளது. முன் கால்களில் மயிர்ப் போர்வை இல்லை. விரல் திண்டுகளின் முனைகள் ஒன்றாக இணைந்துள்ளன. பின் கால்களின் விரல் திண்டுகள் வேறுபட்டுள்ளன.

விரல் திண்டுகளுக்கும், பாதத் திண்டுகளுக்குமிடையே மயிர்ப் போர்வை இல்லை. முன் கால்கள் வலிமையாகவும், பின் கால்கள் மெலிந்தும் உள்ளன. அதன் தலை பெரிதாக உள்ளது. தோலின் மேல் அமைந்துள்ள மயிர் நீளமாகவும், அடர்த்தியாகவும், ஒழுங்கில்லாமல் தாறுமாறாகப் பின்னிப் பிணைந்துள்ள சடைகளாகவும் காணப்படுகின்றன. பருவ காலங்களுக்கேற்ப மயிரின் அடர்த்தியும், நீளமும் மாறுகின்றன. பனிக்கரடியின் நிறம் கறுப்பு, முன் கால் பாதங்களின் நகங்கள் நீளமாகவும், வெளுப்பாகவும் உள்ளன. மூக்கும், வாயும் சேர்ந்தமைந்த பகுதியும், பாதங்களின் முனைகளும் வெளுப்பாகவோ மஞ்சளாகவோ இருக்கும்.

மழைக் காலம் முடிந்த பின் மனிதர்களின் வாழிடங்களுக்கு அண்மையில் வருகின்றன. கரும்புத் தோட்டத்தையும், சோளப் பயிர்களையும் அழிக்கின்றன. பனை மரங்களின்மேல் ஏறிச் சென்று அங்கே கட்டப்பட்டிருக்கும் பானைகளிலுள்ள கள்ளைக் குடித்துவிட்டு மயங்கி அலையும்.

செங்கரடி. இந்தியாவில் வடமேற்கு இமயமலை மைய இமயமலைக் காடுகளிலும், பூட்டான், ஆப்கானிஸ்தான் ஆகிய நாடுகளிலும் செங்கரடிகள் வாழ்கின்றன. செங்கரடிகளில் ஆண் விலங்குகளே உருவில் பெரியவை. ஆண் செங்கரடியின் உடல் நீளம் 5′-8″ என்றும் மிகப் பெரிய ஆண் செங்கரடியின் உடல் நீளம் 7′ 8″ என்றும் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

கனத்த உடலைப் பழுப்பு வண்ண மயிர்ப் போர்வை மூடியுள்ளது. மயிரின் வெளி முனைகள் வெள்ளையாக இருக்கும். அதனால் மேற்பரப்பு வெள்ளிபோல் மின்னுகிறது. பருவ காலங்களுக்கேற்ப மயிரின் அழுத்தமான நிறம் வெளிறிய நிறத்திற்கு மாறுகிறது. வயதான செங்கரடிகளின் தோல் மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு அல்லது சிவப்புக் கலந்த பழுப்பு நிறத்தில் அமையும். கோடைக்காலத்தில் ஆழ்ந்த பழுப்பு நிறத்திலும், குளிர்காலத்தில் நீளமாகவும், செழிப்பாகவும், நிறம் குறைந்தும் அமையும்.

மரங்களற்ற மலையுச்சிகளில் வாழும் செங்கரடிகளின் நுகர்ச்சிப் புலன் சிறப்பாகவும் பார்வை, கேட்குந்திறன் இவை முன்னேற்றமில்லாமலும் இருக்கின்றன. அவை குளிர்காலத்தூக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன. உருகியோடும் பனிக்கட்டி ஓடைகள் வழியே சென்று புதிதாக முளைத்திருக்கும் புல், பூண்டுகளை கால்நடைகளைப் போல் மேயும். கற்களைப் புரட்டி அங்கு மறைந்துள்ள பூச்சிகளையும், நிலத்தைத் தோண்டி அங்கே வாழும் பெரிய எலிகளையும் பிடித்து உண்கின்றன.

கோடைக்காலத்தில் (மே அல்லது ஜூன் மாதத்தில்) அவை உடலுறவு கொள்கின்றன. டிசம்பர் அல்லது ஜனவரி மாதத்தில் குட்டிகளைப் பெற்றெடுக்கின்றன. மூன்று முதல் ஐந்தாண்டுகள் வரை குட்டிகள் தாய்க் கரடியால் பேணப்படும்.

இமயமலைக் கருங்கரடி. கருங்கரடிகள் இந்தியாவில் காஷ்மீர், இமயமலை. அசாம் ஆகிய பகுதிகளிலும், சீனா, ஜப்பான், பர்மா. மலேயா, பலுசிஸ்தான் ஆகிய நாடுகளிலும் வாழ்கின்றன. குட்டையாகவும், மென்மையாகவும் வளர்ந்துள்ள மயிர்ப் போர்வையும், கறுப்பு நகங்களும், கறுப்பு நிறஉடலும், பழுப்பு நிற மூக்கும், வாயும், வெள்ளை அல்லது மஞ்சள் நிறக் கன்னமும் மார்பில் V வடிவ வெள்ளைக் கோடும் இமாலயக் கரடியின் புறத் தோற்றப் பண்புகளாகும். மயிர்ப்போர்வையின் மேல் பரப்பு அடர்த்தியாக இல்லை. அசாமில் வாழும் கருங்கரடிகளுக்கு அடிப்பரப்பில் மயிரில்லை. இமயமலைக் கருங்கரடியின் மயிர்ப் போர்வை குளிர் காலத்தில் அடர்த்தியாக உள்ளது.

கடல் மட்டத்திலிருந்து 10,000-12,000 அடி வரை உயர்ந்துள்ள செங்குத்தான மலைச்சிகரங்

களில் கருங்கரடிகள் வாழ்கின்றன. குளிர் காலத்தில் டேரைன் காடுகளுக்கு இறங்கி வருகின்றன. பகலில் பாறை, குகை, மரப்பொந்து ஆகிய மறைவிடங்களில் தங்கி மாலையில் வெளியில் வரும். சூரியன் மறைந்தவுடன் மறைவிடத்துக்குத் திரும்புகின்றன. இலையுதிர் காலத்தில் உடலுறவு கொண்டு, குளிர் காலத்தில் இரண்டு குட்டிகளை ஈன்றெடுக்கின்றன. புதர், குகை, மரப்பொந்து ஆகிய மறைவிடங்களில் குட்டிகளைப் பாதுகாப்பாக வளர்க்கின்ற தாய்க்கரடி ஓராண்டு வரை குட்டிகளைப் பேணும். தாய்க்கரடியின் வயிற்றுப் பக்கத்தில் மூன்று இணை முலைக் காம்புகள் உண்டு. கருங்கரடிகளின் பேறுகாலம் ஆறு மாதமாகும்.

- துரை. சுந்தரமூர்த்தி

கரண்டிஅலகன்

நீர் சூழ் பகுதிகளில் நாரை, கொக்கு, ஐபிஸ் (ibis) போன்று கரண்டிஅலகன்களும் (spoon bills) காணப்படுகின்றன. இவை வெப்பப் பகுதிகளில் வாழ்கின்றன. சிறிய ஓட்டுடைக் கணுக்கால்களையும், பிற சிறு உயிரிகளையும் சேற்றினின்று வெளிக் கொணர்ந்து உண்பதற்கேற்ப இவற்றின் அலகு முன்முனை அகன்று வட்டவடிவில் கரண்டி போன்று காணப்படுகிறது. இவைகரண்டி அலகன்கள், மலர்ச் செண்டு கரண்டி அலகன்கள், என இரு இனங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் கீழ்த்திசை நாடுகளில் காணப்படும் சிறு கரண்டி அலகன்கள் (platalea minor), ஆஸ்திரேலியப் பகுதியில் வாழும் மஞ்சள் கரண்டிஅலகன் (platalea falciner), ஆஸ்திரேலியா, இந்தோனேசியாவில் வாழும் ராஜகரண்டிஅலகன் (platalea regio) ஆகிய சிற்றினங்களும் காணப்படுகின்றன.

கரண்டிஅலகன்கள் கூட்டங் கூட்டமாக வாழ்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. யூகோஸ்லாவாகியா, கீழ்த்திசைத்தீவுகளில் காணப்படுகின்றன. எனினும் இவைமத்திய ஐரோப்பாவில் நெதர்லாந்த் ஆஸ்ட்ரியா ஹங்கேரி ஆகிய நாடுகளில் மட்டுமே இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன. உடைந்த சிறு மரக்குச்சிகள் சதுப்பு நிலத்தாவரங்கள் கொண்ட நீர் மட்டத்திற்கு அருகிலேயே கூடுகள் கட்டுகின்றன. பொதுவாக ஐரோப்பியப் பகுதிகளில் தாழ்வான உயரங்களில் கூடுகள் காணப்பட்டாலும் ஆசியப் பகுதிகளில் உயர் வான இடங்களில் கூடுகள் கட்டப்படுகின்றன.

பொதுவாக ஏப்ரல், மே மாதங்களில் முட்டையிடுகின்றன. மூன்று முதல் ஐந்து முட்டைகள் ஒரு நேரத்தில் இடப்படுகின்றன. முட்டைகள் இருபத்

தொரு நாளில் பொரிந்து குஞ்சுகள் வெளிவருகின்றன. ஆண், பெண் இரண்டுமே குஞ்சினைப் பேணுகின்றன. குஞ்சு நான்கு வாரங்களிலேயே கூட்டை விட்டு நகர்கிறது. அடுத்த நான்கு வாரங்களில் பறக்கத் தொடங்கி விடும். வெளிவரும்போதே குஞ்சின் அலகு கரண்டியை ஒத்துக் காணப்படுகிறது. முழு வளர்ச்சியடைந்த பறவைகள் சிறு பூச்சிகளையும் இளவுயிரிகளையும் மெல்லுடலிகளையும் நீர் வாழ் சிறு உயிரிகளையும் உண்டு வாழ்கின்றன.

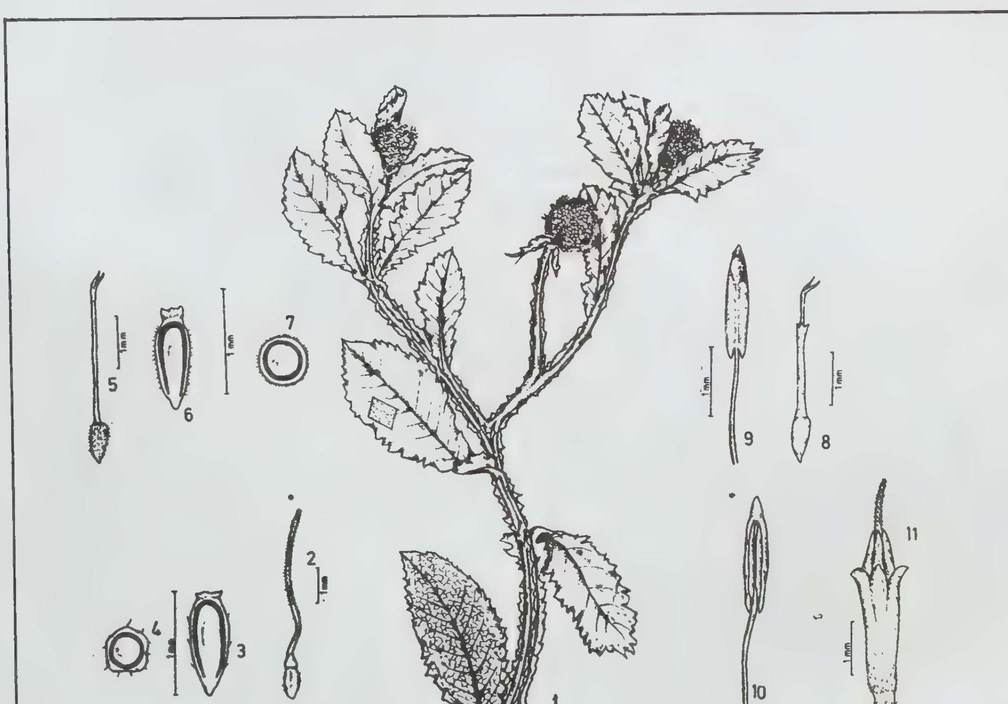
மலர்ச் செண்டு கரண்டிஅலகன்கள் (*Ajia ajaia*) பிற கரண்டிஅலகன்களை ஒத்துக் காணப்பட்டாலும் சற்று மாறுபட்ட பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஐபிஸ், (Ibis) பூநாரை போன்று கொண்டை இறகு சற்றுச் சிவந்த நிறத்தில் காணப்படுகிறது. இவை உண்ணும் உணவில் கரோட்டின் குறையும்போது நிறம் குறைந்தும் மீண்டும் கரோட்டின் அதிகப்படும் போது நிறம் மிகுந்தும் காணப்படும். பொதுவாக 80 செ.மீ. உயரமும் சிவந்த கொண்டையும் உடையவை. இவை இத்தாலி, ஃபுளோரிடா, தென் அர்ஜென்டைனா, சில்லி பகுதி வரை பரவியுள்ளன. பறவை இயல் வல்லுநர் கருத்துப்படி இவை உச்சி ஆபரணங்கள் (crown jewels) எனப்படுகின்றன.

- ச. தியாகராசன்

கரந்தை

இது கொட்டைகரந்தை, விஷ்ணுகரந்தை என்றும் குறிப்பிடப்படும். இதன்தாவரப்பெயர் ஸ்ஃபீராந்தஸ் இண்டிகஸ் (*Sphaeranthus indicus*) ஆகும். இச்செடி தென்னிந்தியாவில் விளைகிறது. இது கம்போசிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இது அறுவடையான நெல் வயல் போன்ற ஈரமான இடங்களில் மிகுதியாக வளரும் ஒருபருவச் செடியாகும். இதன் உயரம் 30-60 செ.மீ. ஆகும். இது கிளைத்து வளரும் தன்மையது. இச்செடிக்கென்று தனி மணமுண்டு. இதன் இலைகள் 2.5-5 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். இலைக்காம்பு இல்லாமல் இலையின் அடிப்பகுதி தண்டுடன் சிறிது தொலைவு ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இலை முட்டை அல்லது நீள்வட்ட வடிவமானது. சிறிய பூக்கள் உருண்டை வடிவமுடைய மஞ்சரிகளில் உண்டாகிச் சிவப்பு அல்லது ஊதா கலந்த சிவப்பு நிறத்தில் இருக்கும்.

கனி ஒருவிதையுள்ள வெடியாக்கனி (indehiscent fruit) வகையைச் சேர்ந்தது. இதிலுள்ள ஸ்ஃபீந்தஸ் சைலானிகா (*sphaeranthus zeylanica*) என்னும் சிற்றினத்திற்குச் சிவக்கரந்தை அல்லது நறுங்கரந்தை



கரந்தை

என்னும் பெயர்களுண்டு. இதன் இலை, பூ, விதை, வேர் மற்றும் வேர்ப்பட்டை இவை மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இப்பூண்டை உலர்த்திப் பொடித்து வேளைக்கு நான்கு கிராம் வீதம் சாப்பிட வெள்ளை ஒழுக்கு, வாதம், வயிற்றுப்போக்கு (*diarrhoea*), கரப்பான், சொறி, சிரங்கு போகும். மலம் நன்கு கழியும். தோல்நோய்கள் ஒழியும். இது இதயம், மூளை, நரம்புகளுக்கு வலிமை தரும். இதன் குடிநீருடன் சீரகத்தைப் பொடித்துப்போட்டு உட்கொள்ள வயிற்றுக்கோளாறு நீங்கும். இதன் இலைகளை நிழலில் உலர்த்திப்பொடித்து வேளைக்கு ஒரு கிராம் வீதம் தினம் இரு வேளை கொடுத்துவர, தோல் நோய்கள் நீங்கும், ஆண்மை பெருகும். பூக்கள் உடலுக்குக் குளிர்ச்சியைத் தரும். விதையைப் பொடி செய்து தேனில் கலந்து தரச் செரியாமை, இருமல் தீரும், வயிற்றுப் புழுக்களும் ஒழியும். வேரைப் பொடித்து இரண்டு கிராம் வீதம் தர வயிற்றில் உள்ள புழுக்களைக் கொல்லும். வேர்ப்பட்டையை அரைத்து வெண்ணெயில் கலந்து தரக் குருதி எருமுளை போகும். இதை அரைத்து வெளிப் பூச்சாகவும் பயன்படுத்தலாம். ஆண்மைப் பெருக்கத்திற்கும் இது உதவுகிறது.

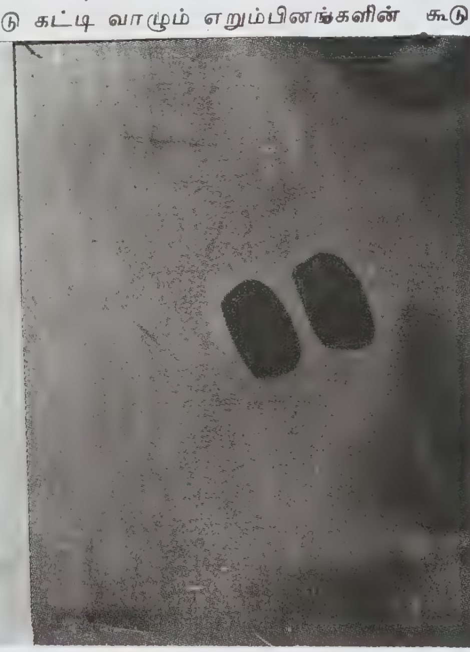
- கோ. அர்ச்சுணன்

கரப்பான் பூச்சி

உலகில் மிகப் பரவலாகக் காணப்படும் பூச்சியினங்களுள் கரப்பான் பூச்சியினமும் ஒன்றாகும். ஆர்க்டிக் பகுதி முதல் அண்டார்டிக் பகுதி வரை அனைத்து வகை வாழ்விடங்களிலும் மிகச் சாதாரணமாக இப்பூச்சிகளைக் காணலாம். இறக்கைகளுடைய பூச்சியினங்களிடையே கரப்பான்கள் மிகத் தொன்மையானவையாகும்.

கரப்பான்கள் விலங்கினங்களில் மிகத் தொன்மை வாய்ந்தவை என்ற உண்மை, இப்பூச்சிகள் 400 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் சைலூரியன் காலத்திலேயே வாழ்ந்திருந்தன என்னும் படிமலர்ச்சி வல்லுநர்களின் கருத்தால் உறுதிப்படுகிறது. கரப்பான் பூச்சிகளின் பொற்காலம் எனக் கூறப்படும் கார்ப்பானிபெரஸ் காலத்தில் 3500 வகைக் கரப்பான் இனங்கள் வாழ்ந்தன எனக் கண்டறியப்பட்டபோதும் தற்போது உலகில் 2000 வகைக் கரப்பான் இனங்களே காணப்படுகின்றன. புவியில், முதல் முதலில் பறக்கும் திறன் பெற்ற விலங்கினம் கரப்பான் பூச்சியேயாகும். ஏனைய பறக்கும் பூச்சிகள் கரப்பான்களிலிருந்தே படிமலர்ச்சியடைந்திருக்க வேண்டும் எனக் கருதப்படுகிறது. முதுகெலும்பிகளில் முதன் முதல் பறக்கும் ஆற்றல் பெற்ற ஊரும் இனங்கள், கரப்பான் பூச்சிகள் தோன்றி 100 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப் பிறகே தோன்றியிருக்க முடியும் எனக் கருதப்படுகிறது.

கரப்பான் இனங்களின் வகைப்பாடு. கரப்பான் பூச்சிகள், கணுக்காலிகள் தொகுதியில் அறுகால் பூச்சிகள் வகுப்பில் டிக்டியாப்ட்டிரா வரிசையில் பிளாட்டிடே குடும்பத்தின் கீழ் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தட்டையான, நீள்வட்ட வடிவமுள்ள இப்பூச்சிகள் பெரும்பாலும் பழுப்பு, சாம்பல், கறுப்பு நிறங்களில் காணப்படுகின்றன. வெப்ப நாடுகளில் காணப்படும் சிலவகைக் கரப்பான்கள் பச்சை, மஞ்சள், சிவப்பு, ஆரஞ்சு வண்ணமுடையவை. பொதுவாகக் கரப்பான்களின் உடல் நீளம் 0.6 - 7.5 செ.மீ. வரையுள்ளன. காடுகளில் இலைகளை வெட்டிக் கூடு கட்டி வாழும் எறும்பினங்களின் கூடு



களில் மிகச் சிறிய கரப்பான் வகைகள் சில கூட்டுயிரிக ளாக வாழ்கின்றன. கரப்பான்கள் சற்று உயர் வெப்பமும் ஈரப்பதமும் உள்ள இருட்டான வாழ் விடங்களை விரும்புகின்றன. மிகக் குறைந்த கரப் பான் வகைகளே மனிதரின் வாழ்விடங்களுக்குள் புகுந்து தொல்லை தருவதுடன் உடமைகளுக்கும் கேடு விளைவிக்கின்றன. மேலும், கரப்பான்கள் தங் கள் உறைவிடங்களிலிருந்து ஒருவிதக் கெடு நாற்றத் தையும் வெளிப்படுத்துகின்றன.

காடுகளில் காணப்படும் சிதைந்த தாவரங்கள், அழுகும் மரக்கட்டைகள், மரப்பட்டைகள் இவற்றுக் கிடையே பெரும்பான்மையான கரப்பான்கள் வாழ் கின்றன. உயிருள்ள தாவரங்களை உண்டோ நாசப் படுத்தியோ வாழும் கரப்பான் இனங்கள் மிகக் குறைவே, காடுகள் அழிக்கப்பட்டதால் சிலவகைக் கரப்பானினங்கள் மனிதனின் உறைவிடங்களுக்குக் குடிபெயர்ந்து தொல்லை தரும் பூச்சிகளாக மாறி விட்டன. இத்தகைய இனங்களில் சில குறிப்பிடத் தக்கவை கப்பல்களில் புகுந்து கொண்டதன் காரண மாக அவை ஒரு நாட்டிலிருந்த பிற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதியாயின. ஜெர்மானியக் கரப்பான் (*Blatella germanica*), பழுப்புவரிக் கரப்பான் (*Supella supellectilium*), கீழை நாட்டுக் கரப்பான் (*Blatta orientalis*), அமெரிக்கக் கரப்பான் (*Periplanata americana*) போன்றவை இவ்வாறு பரவிய சில கரப்பான் இனங் களாகும்.

அட்டவணை

கரப்பான் இனம்	நிறம்	அளவு	ஆயுட்காலம்	குறிப்பிடத்தக்க பண்புகள்
அமெரிக்கக் கரப்பான் (*Periplanata americana*)	செம்பழுப்பு	3-5செ.மீ. வரை	$1\frac{1}{2}$ஆண்டுகள்	இருபால்களிலும் இறக்கைகள் உண்டு, ஐம்பதுக்கு மேற் பட்ட, முட்டைகளுடன் கூடிய உறைகள் இடும். முட்டைகளி லிருந்து இளரிகள் 45 நாள் களில் வெளிவரும். குஞ்சுகள் 11-14 மாதங்களுக்குள் நிறை யுயிரி நிலையை அடையும்.
பழுப்புவரிக் கரப்பான் (*Supella supellectilium*)	பழுப்பு	0.6-1செ மீ. வரை	200நாள்கள்	பெண் கரப்பான்களில் முழு வளர்ச்சி அடைந்த இறக்கை கள் உண்டு. ஆண் வகைகளில் இறக்கைகள் குட்டையாகவும் செயலிழந்தும் உள்ளன.
ஜெர்மானியக் கரப்பான் (*Blatella germonica*)	வெளிர் பழுப்பு	1.2-1.5 செ.மீ. வரை	120-நாள்கள்	மார்பின் மேல் பகுதியில் இரண்டு கரிய வரிகள் காணப்படும். பெண் கரப்பான் தன்னுடைய முட்டைகளடங்கியஉறையை இளரிகள் வெளிவரும் வரை சுமந்து செல்லும்.
கீழை நாட்டுக் கரப்பான் (*Blatta orientalis*)	பளபளப்பான கறுப்பு அல்லது கரும் பழுப்பு	2.5 — 3 செ.மீ. வரை	$1\frac{1}{2}$ ஆண்டுகள்	வாழ்க்கைப் பருவம் அமெரிக்கக் கரப்பானை ஒத்தது, ஆண் கரப்பான்கள் முழு வளர்ச்சியடைந்த சிறிய இறக்கைகள் கொண்ட வை. பெண் வகைகளில் இறக்கைகள் முழு வளர்ச்சி அடையவில்லை.

கரப்பான்கள் அனைத்துண்ணிகள் ஆகும். இவற்றை நிலத்தோட்டிகள் எனலாம். பலவகையான அழுகும் பொருள்கள், தாள், தோல், திறந்து வைக்கப்பட்டுள்ள அனைத்துவகை உணவுப் பொருள்கள் ஆகியவை கரப்பான்களின் உணவாகும். தூய்மை குறைவான இடங்களில் நடமாடிவிட்டுச் சமயலறையில் சுற்றித் திரிவதால் கரப்பான்கள் பல நோய்கள் பரவக் காரணமாகின்றன என்று கூறப்பட்டாலும் இத்தகைய செய்திகளுக்குப் போதிய சான்றுகளில்லை. மிக விரைவாகத் தப்பிச் செல்லக்கூடிய கரப்பான்களைப் பிடிப்பது எளிய செயலன்று. இவற்றை அழிப்பதும் கடினமானதாகும். மேலும் இவை ஒலியை வெறுக்கும் தன்மை உடையவையாதலால் கண்களுக்குப் புலப்படாத இருட்டிடங்களிலேயே பெரும்பாலும் ஒளிந்து கொள்கின்றன.

உணவுப் பொருள்களை மூடிப் பாதுகாத்தல், குப்பை கூளங்கள் சேராமல் தடுத்தல், உறைவிடங்களைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ளுதல் போன்ற செயல்களால் கரப்பான்களை ஓரளவு கட்டுப்படுத்த முடியும். குளோர்டேன் டைஎல்ட்ரீன், மாலத்தியான் போன்ற பூச்சிக் கொல்லிகளைக் கரப்பான்களின் உறைவிடங்களில் தெளித்து அல்லது தூவி அவற்றைக் கட்டுப்படுத்த முடியும்.

கரப்பான்கள் தங்கள் முட்டைகளைச் சிறிய பொதியுறைகளில் (capsules) இடுகின்றன. முட்டைகளடங்கிய முட்டையுறை (ootheca) கீழே விழும் வரை பெண் கரப்பான் உடலின் பின் பகுதியில் பல நாள்கள் வரை ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். இவ்வுறைகளின் அளவு, அவற்றுள் காணப்படும் முட்டைகளின் எண்ணிக்கை முதலானவை வெவ்வேறு கரப்பானினங்களிடையே வேறுபடும். பொதுவாக முட்டைகளின் எண்ணிக்கை 16 – 40 வரை இருக்கும். சில கரப்பான் வகைகள் முட்டையிட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யாமல், நேரடியாகக் குஞ்சுகளை ஈனுகின்றன. எ.கா. முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் இளவுயிரிகள் பொதுவாக முதிர் உயிரிக் கரப்பான்களையே ஒத்திருக்கின்றன. எனினும் இவற்றில் இறக்கை, இனப்பெருக்க உறுப்பு ஆகியவை இன்னும் வளர்ச்சியுறவில்லை.

வளர் உருமாற்றத்தின்போது கரப்பான் இளவுயிரிகள் தங்கள் மேலுறையைப் பலமுறை உரித்து இறுதியாக இறக்கைகள் வளரப்பெற்று நிறையுயிரி நிலையை அடைகின்றன. சில கரப்பான் வகைகள் நிறையுயிரி நிலையிலும் இறக்கைகளற்றுக் காணப்படுகின்றன. முட்டையிலிருந்து முதிர்நிலையடையச் சில வாரங்கள் முதல் சில ஆண்டுகள் வரை ஆகலாம்.

கரப்பான் வகைகள் ஆய்வுக் கூடங்களில் நடத்தையியல், உடற்செயலியல் பூச்சி மருந்தியல் ஆய்வுகளுக்கு ஆய்வு உயிரிகளாகப் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. இவற்றை அங்கு வளர்ப்பதும் கையாளுவதும் எளிய செயல்களாம். கரப்பான்கள் சூழ்நிலை அமைப்புகளில் பெரும்பங்கு கொள்கின்றன. தங்கள் உணவுக் குழாயில் பாக்ட்டீரியாக்கள் சில ஒரு செல் உயிரிகளைப் பெற்றிருப்பதால் இவை பலவகைப்பட்ட பொருள்களைச் செரிக்கச் செய்கின்றன. காடுகளில் தேங்கும் அழுகும் பொருள்கள், பிற விலங்குகளின் கழிவுப் பொருள்கள் முதலானவற்றைக் கரப்பான்கள் தங்கள் உணவாகக் கொண்டு அவற்றை விரைவில் சிதைவுறச் செய்கின்றன. மேலும் கரப்பான்கள் பிற விலங்குகளுக்கு உணவர்கவும் பயன்படுகின்றன.

- வீ. வீரராகவன்

கரிக்குருவி

இது மியூசிகபிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. தென்னிந்தியாவின் மேற்கு, கிழக்கு மலைத்தொடர்களைச் சார்ந்த காடுகளில் கடல்மட்டத்திலிருந்து 750-2000 மீ. வரை எங்கும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. இமயமலை சார்ந்த பகுதிகளிலிருந்து இந்த இனத்தவை குளிர்காலத்தில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை சார்ந்த காடுகளுக்கு வலசை வருகின்றன. தென்னிந்தியாவில் உருவில் மைனாவைவிடச் சற்றுப் பெரியதான கரிக்குருவி (Turdus merula) இனிய குரலில் பாடும் சில பறவைகளில் ஒன்றாகும். ஆணின் தலையுச்சியும் பக்கங்களும் கறுப்பாக இருக்கும். பின் கழுத்து, கழுத்தின் பக்கங்கள், மார்பு, வயிறு ஆகியன பழுப்புத் தோய்ந்த கருஞ்சாம்பல் நிறமாக இருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி

படம்

இறக்கைகள், வால் ஆகியன கருஞ்சாம்பல் நிறத்தன. வால் உடம்பைவிடக் கறுப்பாகத் தோற்றம் தரும். பெண்ணின் தலை பழுப்பு நிறமாகவும் இதன் உடல் ஆணின் உடலைவிட மங்கிய கருஞ்சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும். ஆண் பெண் ஆகியவற்றின் அலகுகள், கண்களைச் சுற்றியுள்ள இமைப்பகுதி, கால்கள் ஆகியன ஆரஞ்சு மஞ்சள் நிறத்தவை.

இது மலைசார்ந்த காடுகளிலும், பசுமை மாறாச் சோலைகளிலும் மலைப்பகுதிகளில் உள்ள நகரங்கள், ஊர்கள் சார்ந்த வீட்டுத்தோட்டங்கள், பூங்காக்கள், காஃபி, தேயிலைத் தோட்டங்கள் ஆகியவற்றிலும் தனித்தும், இணையாகவும், சிறு குழுவாகவும் திரியக் காணலாம். இது தரையில் பழுத்து உதிர்ந்து கிடக்கும் இலைகளைப் புரட்டிப் புழு பூச்சிகளையும், உதிர்ந்து கிடக்கும் பழங்கள், கொட்டைகள் ஆகியவற்றையும் தேடி உண்ணும். மரங்களின் கிளைகளிலும், லாண்டானாப் (Lantana) புதர்களிலும் தாவித்திரிந்து பழங்களை உண்ணும் பழக்கமும் உண்டு. கோடைக்காலம் தொடங்கியவுடன் உரத்த குரலில் ஒன்றை ஒன்று விஞ்சும் வகையில் இவை ஒலி எழுப்பும். விடியல், மாலை நேரங்களில் பரவலாக இதன் குரல் மலைப்பகுதி எங்கும் எதிரொலிக்கும். அப்போது கௌதாரி, கொண்டைக் குயில், கீச்சான், தையல் சிட்டு முதலிய பறவைகள் போல இதுவும் இடையிடையே குரல் கொடுக்கும்.

மார்ச் முதல் செப்டம்பர் முடிய இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது புல், மரப்பாசி, கற்பாசி ஆகியவற்றுடன் சேற்றினையும் சேர்த்துக் கோப்பை வடிவிலான கூட்டைப் புதர், சிறு மரங்கள் ஆகியவற்றில் அமைக்கும். கூட்டின் அடிப்பகுதியைச் சேற்று மண்ணால் பூசி உள்ளே புல்லையிட்டு மெத்தென்று ஆக்கும். பெண்பறவை சிவப்புப் புள்ளிகளோடு கூடிய கருநீல முட்டைகள் இரண்டை இடும். ஆணும், பெண்ணும் அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் பங்கு கொள்கின்றன.

- க. ரத்னம்

கரிச்சான்

காகம், மைனா, சிட்டுக்குருவி ஆகியவற்றுக்கு அடுத்த படியாக இந்தியாவில் எங்கும் பரவலாகக் காணப்படும் பறவை கரிச்சான் (*blcck drongo*) ஆகும். கொண்டை அமைப்பு, உடல் நிறம், வாலின் தனித்தன்மை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் இவை பல வகைப்பட்டனவாகக் காணப்படும். இவை கரிச்சான் (Black drongo) (*Dicrurus ɩdsimilis*) சாம்பல் கரிச்சான் (Grey drongo) (*D. leucophaens*) கரும்பச்சைக் கரிச்சான் (Bronzed drongo) (*D. aenens*) வெள்ளை வயிற்றான் (White bellied drongo) (*D. coer.ılesceus*) கொண்டைக் கரிச்சான் (Hair crested drongo) (*D. hottentottus*) கம்பிவால் கரிச்சான் (Rocket tailed drongo) (*D, paradiseus*). எனப் பல இனங்களாக வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

இந்தியாவில் பரவலாகக் காணப்படும் இவ்வினங்களோடு வடகிழக்கு இந்தியாவில் காணப்படும் காக்கை மூக்கன் (*D. annectans*) சின்னக்கம்பிவாலன் (*D. rennifer*) ஆகியனவும் கரிச்சான் இனத்தைச் சேர்ந்தனவே.

கரிச்சான். எங்கும் பரவலாகக் காணப்படும் கரிக்குருவியைக் கரிச்சான், வலியன், ஆனைச் சாத்தன், காரி பாரத்துவாசன், இரட்டைவாலன், கருவாட்டுவாலி என வெவ்வேறு பெயர்களால் குறிப்பிடுவர். வைகறையில் கண்விழித்துக் கீச்சுக்குரலில் தொடர்ந்து கத்தும். பகல் மூழுதும் கம்பங்கள், வேலிக்காக நடப்பட்டுள்ள குச்சிகள், எல்லைக் கற்கள் ஆகியவற்றின் மீது அமர்ந்திருந்து பறந்து திரியும் பூச்சிகளைப் பாய்ந்து பிடித்து இரையாக உட்கொள்ளும. இது மேய்ச்சல் நிலங்களில் எருமை, ஆடு, மாடு ஆகியவற்றின் முதுகில் அமர்ந்தவாறு அவை மேயும்போது வெளிப்படும் பூச்சிகளையும் பிடித்துத் தின்னும். சூரியன் மறைந்த பின்னர் நன்கு இருட்டும் வரை வழக்கமாக ஒரு கட்டை அல்லது கம்பியில் அமர்ந்து குரல் கொடுத்தபடி முன்னிரவில் வெளிப்படும் பூச்சிகளை வேட்டையாடித் தின்னும். இவ்வாறு நாள் முழுதும் பயிர் பச்சைகளுக்குக் கேடு செய்யும் பூச்சிகளைத் தின்று தீர்ப்பதாலும் கிளி, மைனா, காகம் ஆகியவற்றைப் போல விளைந்த கதிகளுக்கும் பழ வகைகளுக்கும் எத்தகைய கேடும் விளைவிக்காத காரணத்தாலும் இது உழவனின் நண்பன்' எனக் குறிப்பிடப்படும்.

காகம், கருடன், பருந்து ஆகிய பறவைகளோடு ஒப்பிடும்போது கரிக்குருவி உருவில் சிறியதாயினும் முட்டைகளைத் தின்னவும் குஞ்சுகளைக் கவரவும் வரும் அப்பெரிய பறவைகளை இது அஞ்சாமல் எதிர்த்து, தான் கூடு கட்டியுள்ள எல்லைக்கப்பால் விரட்டிவிடும். இதனாலேயே இதை வலியன் எனச் சிறப்பித்துக் கூறுகின்றனர். இதனுடைய வலிமையினால் கொண்டைக்குருவி,'மாம்பழச்சிட்டு, மஞ்சள் குருவி, புறா போன்ற பறவைகள் இது கூடு கட்டும் மரத்திலேயே தங்கள் கூட்டையும் அமைத்துக் கொண்டு இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. மார்ச் முதல் சூலை மாதம் வரையான காலக் கட்டத்தில் வெட்ட வெளியில் பெரும்பாலும் தனித்து நிற்கும் மரங்களில் 15 - 46 அடி வரையான கிளைக் கவ்ட்டியில் புல், நார், இலைதழை ஆகியவற்றைச் சிவந்த நூல் கொண்டு இணைத்துக் கிண்ண வடிவமான கூடு அமைத்து_ அதில் 3 - 4 முட்டைகள்

வரை இடும். அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணுவதிலும் ஆணும், பெண்ணும் பங்கு கொள்கின்றன. குயில் ஆகியன இதன் கூட்டில் கள்ளத்தனமாகத் தங்கள் முட்டைகளை இட்டுச் செல்வதும் உண்டு.

சாம்பல் கரிச்சான். இதன் கறுப்பு நிறம் மங்கலாகச் சிவந்த மயிர் போன்ற கலவை கொண்டது. இதன் விழிப்படலம் கரிக் குருவியின் விழிப்படலத்தைவிட இரத்தச் சிவப்பு வாய்ந்ததாக இருக்கும். வட இந்தியாவில் இமயமலை சார்ந்த பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது குளிர் காலத்தில் தென்னிந்தியாவிற்கு வலசை வருகிறது.

கரும்பச்சைக் கரிச்சான். தோற்றத்தில் கரிக்குருவியை ஒத்த இது அதைவிடச் சற்றுச் சிறியது. வால் இறகும் கரிச்சானைப் போலமிகுதியாகப் பிளவுபட்டிராது. தமிழ் நாட்டில் நீலகிரி, கொடைக்கானல் சேர்வ்ராயன் முதலியமலைப் பகுதிகளைச் சார்ந்த காடுகளிலும் காஃபி,தேயிலைத் தோட்டங்களிலும் குளிர் காலத்தில் கரும்பச்சைக் கரிச்சான் குருவியைக் காணலாம். இமயமலையின் கிழக்குப் பகுதிகளில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் இக்குருவியின் பழக்க வழக்கங்கள் கரிக்குருவியின் பழக்க வழக்கங்களையே பெரிதும் ஒத்திருக்கின்றன.

வெள்ளை வயிற்றானின் உடலின் மேற்பகுதி பளபளக்கும் கருநீல நிறமும் கீழ்ப்பகுதி கரும்பழுப்பு நிறமும் கொண்டதாகும். இதன் வயிறும் வாலடியும் வெண்மையாக இருப்பதால் இப்பெயர் பெற்றது. காடுகளின் ஓரங்களிலும் மலைப்பகுதி சார்ந்த குடியிருப்புகளிலும் இவற்றைக் காணலாம். மரங்களின் உயர்ந்து வளர்ந்த கிளைகளில் இருந்தவாறே தாவிப் பறந்து பூச்சிகளைப் பிடித்தபின் மீண்டும் அதே மரக் கிளையில் சென்று அமர்ந்து அந்த இரையைத் தின்னும். முள் முருங்கை, இலவம் ஆகிய காட்டு மரங்கள் மலரும் பருவத்தில் மலர்களிடையே அலகைச் செலுத்தித் தேன் குடிக்கும் பழக்கம் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு உதவுகிறது. பிற பழக்க வழக்கங்கள் கரிக்குருவிகளைப் போலவே இருக்கும்.

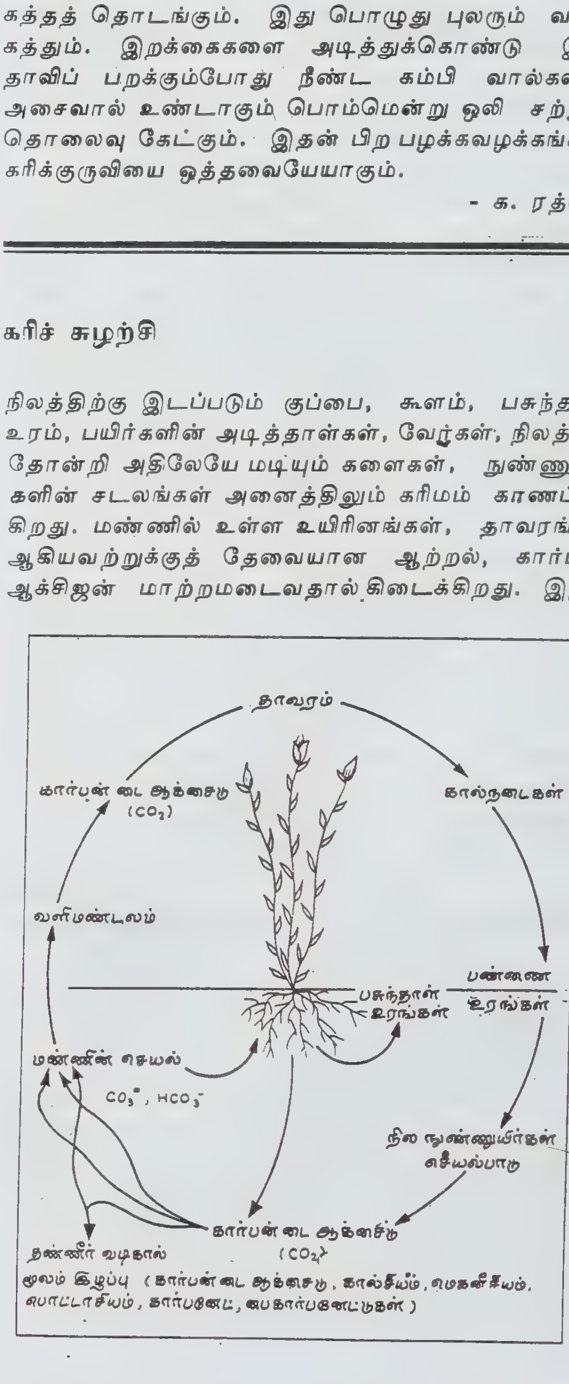
கம்பிவால் கரிச்சான். மைனா அளவினதான இதன் வால் கம்பி போல நீண்டு தொங்கும். ஏறத்தாழ 35 செ. மீ. நீளமுள்ள இறகு முனையோடு கூடிய இரு கம்பி அமைப்புக் காணப்படும். இதன் முன் நெற்றியில் பின்நோக்கி வளைந்த அடர்ந்த கொண்டையும் உண்டு. தென்னிந்தியாவில் மலையடிவாரங்களைச் சார்ந்த தேக்கு, மூங்கில் காடுகளிலும் சோலைகள் எனப்படும் மலை முகடுகளைச் சார்ந்த பள்ளத்தாக்குகளிலும் இதைக் காணலாம். இப்பறவை பெரும்பாலும் தனித்தே திரிகிறது. கறையான் புற்றுகளிலிருந்து ஈசல்கள் வெளிப்படும் மழைநாள்களில் ஐந்தாறு பறவைகள் கூடி ஈசல்களைத் துரத்திப் பிடித்து உண்ணும். மரங்கொத்தி, காட்டு ஆந்தை. வால்காக்கை முதலியவை குழுவாகச் சேர்ந்து மரக் கிளைகளிடையே தாவிப் பறந்து இரை தேடும் குழுவோடு இதுவும் சேர்ந்து கொள்வதுண்டு. இதன் வால் எருதின் வாலைப்போன்று நீண்டு தொங்குவதால் இதை எருத்துவாலன் என்றும் கூறுவர்.

கரிக்குருவியைப் போலவே பொழுது விடிவதற்கு நெடுநேரம் முன்னதாகவே கிட்,. கிட்,. கிட்,. எனக் குரலெடுத்துக் காட்டின் அமைதியைக் குலைத்தபடிக் கத்தத் தொடங்கும். இது பொழுது புலரும் வரை கத்தும். இறக்கைகளை அடித்துக்கொண்டு இது தாவிப் பறக்கும்போது நீண்ட கம்பி வால்களின் அசைவால் உண்டாகும் பொம்மென்று ஒலி சற்றுத் தொலைவு கேட்கும். இதன் பிற பழக்கவழக்கங்கள் கரிக்குருவியை ஒத்தவையேயாகும்.

- க. ரத்னம்

கரிச் சுழற்சி

நிலத்திற்கு இடப்படும் குப்பை, கூளம், பசுந்தாள் உரம், பயிர்களின் அடித்தாள்கள், வேர்கள், நிலத்தில் தோன்றி அதிலேயே மடியும் களைகள், நுண்ணுயிர்களின் சடலங்கள் அனைத்திலும் கரிமம் காணப்படுகிறது. மண்ணில் உள்ள உயிரினங்கள், தாவரங்கள் ஆகியவற்றுக்குத் தேவையான ஆற்றல், கார்பன், ஆக்சிஜன் மாற்றமடைவதால் கிடைக்கிறது. இதன்



உயிரகை தொடர்ச்சியாகவும், பெருமளவிலும் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இது நிலத்திலும், நிலப் பகுதி இல்லாத இடத்திலும் பலவகைப்பட்ட மாற்றங் களுக்கு உட்படுகிறது. இதற்குக் கரிச் சுழற்சி (carbon cycle) என்று பெயர்.

கார்பன் டைஆக்சைடு வெளிப்படுதல். தாவரங் களின் எச்சங்களில் (residue) உள்ள வேதிப் பொருள் கள் சிதைவதால் கார்பன் டைஆக்சைடு வெளிப்படு கிறது. இதுவே கார்பன் டைஆக்சைடு கிடைக்கும் முக்கிய வழியாகும். அன்றியும் தாவரங்களின் வேர் களாலும் மழை நீராலும் ஓரளவு கார்பன் டை ஆக்சைடு கிடைக்கிறது. இது அதிக வெப்ப நாள் களிலும் குளிர் நாள்களிலும் மிகையளவில் வெளிப் பட்டு வளிமண்டலத்திற்குச் சென்று மீண்டும் பயிர் களால் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது.

குறைந்த அளவிலான கார்பன் டைஆக்சைடு மண்ணுடன் கலந்து வினைபுரிவதால் கார்போனிக அமிலம், கால்சியம், மக்னிசியம், பொட்டாசியம் கார்பனேட்டுகள் உற்பத்தியாகின்றன. இவை எளிதில் கரையும் தன்மை உடைமையால் வடிகால் மூலம் இழப்பு ஏற்படும். இவை தாவரங்களாலும் பயன் படுத்திக் கொள்ளப்படுகின்றன. அதாவது கால்சியம், மக்னீசியம், பொட்டாசியம் அயனிகள் தாவரங்க ளாலும் பிற மண்வாழ் நுண்ணுயிரிகளாலும் உள் உறிஞ்சப்படும் பரப்பில் இருக்கின்றன. சிறிதளவு கரிமம் மட்டும் தாவரங்களால் மேற்காணுமாறு எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. ஆனால் பெருமளவு கரிமத்தை வளி மண்டலத்திலிருந்தே தாவரங்கள் எடுத்துக் கொள்கின்றன.

கரிம மட்கும்பொருள்கள். கார்பன்டை ஆக்சைடு, கார்பனேட், பைகார்பனேட்டுகள் மூலமல்லாமல் பிற மட்கும் பொருள்கள் மூலமாகவும் கிடைக்கிறது. தனிம நிலையில் உள்ள கரிமம் ஓரளவு மண்ணில் காணப்படும். குறிப்பிட்ட நேரங்களில் மட்டும் சிறிதளவு மீத்தேன், கரிம டைசல்ஃபைடு உற்பத்தி யாகும்.

- இரா. குழந்தைவேலு

கரிசல் நிலத்தில் நீர்நிலவளம் பேணுதல்

மண் வகைப்பாட்டியலின்படி, கரிசல் மண் என்பது தான் கலக்கி (vertusol) எனப்பொருள்படும். இம் மண் வெடித்துத் தன் மேல் மண்ணைப் புரட்டிக் கீழ்ப் பகுதிக்குச் செலுத்துவதால்தான் கலக்கி என்று பெயர் பெற்றது. இது பிற மண் வகைகளுக்கு இல்லாத தனித்தன்மையாகும். இவ்வகையான மண் இந்தியாவின் மையப்பகுதிகளிலும் முந்நீரகப்பகுதி களிலும் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. செம்மண், திட்டுப்பகுதிகளிலும், சமவெளிகளிலும் உள்ளது. கரிசல்மண் வட அகலாங்கு (latitude) 8.45° கும், 26°க்கு இடையிலும், கிழக்கு நெட்டாங்கு (longitude) 66°-83.45° வரை பரவி இந்தியாவில் 72.9 மில்லியன் ஹெக்டர் பரப்பில் காணப்படுகிறது. இது இந்நாட்டின் மொத்தப்பரப்பில் 22.2% பரப்பில் விரிந்து உள்ளது. வறட்சிக்காலத்தில் இம்மண்ணில் ஆழ்ந்து அகன்ற வெடிப்புகள் தோன்றுகின்றன. மழைக்காலத்தில் இம்மண் உப்பிப் பெரிதாகிறது. இதனால் இதன் மேல்மண், வெடிப்புகளில் விழுந்து கீழ்ப் பகுதியையடைந்து புதிய மண் பரப்பை மேற் பகுதிக்குக் கொணர்கிறது. கரிசல் மண், மத்தியப் பிரதேசம், குஜராத், மராட்டியம், ஆந்திரம், கர்நாடகம், ராஜஸ்தான், ஒரிசா, பீஹார், தமிழ்நாடு ஆகிய மாநிலங்களில் காணப்படுகிறது.

தன்மைகள். இம்மண்ணின் தூள்கள் நுண்ணி யவை. இது களிப்பசனை (clay loam), கடும்களி (heavy clay), வண்டல் களி (silty elay) என்று மண் தூள்களில் பருமனை ஒத்து மாறுபடுகிறது. இம்மண்ணின் ஆழம் 150 செ.மீ. வரை உள்ளது. களி மற்றும் வண்டல் இம்மண்ணில் 50% - 60% வரை கலந்துள்ளது. இம் மண்ணின் கட்டமைப்பு (structure) தொகுதியானது, இதன் களி, மாண்டமோரில்லோனைட் (montmorillonite) வகையைச் சார்ந்தது. இதிலுள்ள கரி 0.3% 0.7% வரை உள்ளது. இம்மண்ணின் உணர்வு (reaction) இது தோன்றிய தாய்ப் பாறை (parent-rock), அப்பகுதியின் நில மேற்பரப்பியல் (topography) மற்றும் தட்பவெப்ப நிலைகளைப் பொறுத்து மாறு படும். பொதுவாக இதன் pH 7.5-8.6 ஆகவும், உவர்த்தன்மை (*sordicity*) இருப்பின் 8.2-9.5 ஆகவும் இருக்கும். இதன் பரும அடர்த்தி (bulk density) கன சென்டிமீட்டருக்கு 1.52—1.82 கி. இம்மண்ணின் ஈரம் குறைந்தால் வெடிப்புகள் தோன்றுகின்றன. மண்ணில் ஈரம் சேர்வதைப் பொறுத்து இவ்வெடிப்பு கள் தொடரும். பொதுவாக ஓர் ஆண்டில், 150 நாள்களுக்கு இம்மண்ணில் வெடிப்புகள் காணப்படும், மழை பெய்து மண் ஈரமானதும் இவ்வெடிப்புகள் மறைந்து மிகுந்த ஒட்டும் தன்மையடைகிறது. பூரித்த நீரியல் கடத்தும் தன்மை (hydraulic condnctivity), குறைவடிகால் (imperfect drainage) பண் படுத்துவதற்கு ஏற்புடைய ஈரப்பாங்கு (moisture range) ஆகியவை இம்மண்ணின் தனித்தன்மை களாகும்.

கரிசலில் நீரியக்கம். கரிசல்மண் கண்டத்தில் (profile) 100 சென்டிமீட்டர் ஆழத்தில் 20-25 சென்டிமீட்டர் அளவு கிடைக்கும் ஈரம் உள்ளது. இதன் மேற்பகுதி 30 செ.மீ. ஆழ மண்ணின் பயிர் கள் பயன்படுத்தும் ஈரத்தில் பாதிக்கு மேல் உள்ளது. கரிசல் மண்ணின் நீர் உட்செல்லுதலும். (infiltration), ஊடுருவுதலும் (permeability) குறைவாகையால்

இதன் வடிகால் சிக்கலானது. இத்தன்மையால் முன் பட்டத்தில் பெய்த மழையைச் சாகுபடிக்குப் பயன் படுத்த இயலாது. தரிசாக விட வேண்டிய கட்டாயம் ஏற்படுகிறது. ஆகவே இங்கு நன்கு சாகுபடி செய்ய நல்ல வடிகால் அமைத்தல் வேண்டும். இம்மண்ணில் அடிப்பகுதியில் நீர் இறங்காத அடுக்கு (imperveous strata) இல்லாதபோது பூரித்த நிலையில் நீர் கீழ் நோக்கிச் செல்வது ஓங்கி இருக்கும். இம்மண்ணின் கீழ்ப்பகுதியில் நீர் இறங்காத அடுக்கு இருந்தால் நீர் பக்கவாட்டத்தில் பாயும். இம்மண்ணின் நீர் இருப்புக் குறைந்தால் குறைவான நீரியல் கடத்தும் தன்மை யால் மேல் நோக்கிய நீரின் இயக்கம் படிப்படியாகக் குறையும். இம்மண்ணின் மேற்பகுதி 15-39 செ.மீ. வரை ஆழமுள்ள பகுதியின் நீர் இறுத்தும் தன்மை நேரம் செல்லச் செல்லக் குறையும்

கரிசல் மண் உள்ள பகுதிகளை நம்பகமான, நல்ல மழைபெறும் பகுதி என்றும், நம்பகமின்றிக் குறைவாக மழை பெறும் பகுதி என்றும் பிரிக்கலாம். மத்திய பிரதேசம், குஜராத், மராட்டியம், கர்நாடகம். ஆந்திரம் ஆகிய பகுதிகளில் நல்ல மழை பொழிகிறது. குறைந்த மழை ராஜஸ்தானம். மராட்டியத்தின் பகுதிகள், கர்நாடகம், ஆந்திரம், தமிழ்நாட்டின் பகுதிகளிலும் பொழிகிறது. இங்கு மழை பொழிவது ஆண்டுக்கு ஆண்டும், பருவங்களுக் கிடையிலும் பெருமளவு வேறுபடுகிறது.

வறண்ட நிலையில் கரிசல் மண்ணில் மிகவும் இறுகிய கடினமான கட்டிகள் உண்டாவதாலும், ஈர நிலையில் மிகுந்த ஒட்டும் தன்மை கொண்டுள்ளமை யாலும் இதை மேலாண்மை செய்வது மிகவும் கடினம். பருவமழை பொழிவதற்குமுன் இம்மண்ணைப் பண் படுத்த முடியாது. மழைபெய்து ஈரமானதும் இதன் ஒட்டும் தன்மையால் பண்படுத்துவது இயலாது நீர் தேங்குவது இதில் பொதுவாகத் தோன்றும் சிக்க லாகும். இங்கு மழை பெய்யும் தீவிரம் (intensity) மிகுதியானதால் மிகுந்த பரப்பில் ஓடு நீர் (run off) உண்டாகும். மண்ணை இறுகப்பிடித்துக் காக்கும் தாவரங்கள் எதுவும் இல்லாமையும் மிகுந்த பரப்பில் உண்டாகும் ஓடுநீரும் ஒன்று சேர்ந்து தீவிர மண் அரிமானத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இங்கு பெய்யும் மழையில் 25% பரப்பு ஓடு நீராகவும், 25% நிலத்தின் பரப்பிலிருந்து ஆவியாகவும் வீணாகிறது. பெய்யும் மழையில் 9% ஆழமாக ஊடுருவிச் செல்கிறது. மீதமுள்ள 41% மழையே சாகுபடிக்குப் பயன்படு கிறது.

இம்மண்ணில் பொதுவாக ஊட்டச்சத்துகள் குறைவு. முக்கிய சத்துக்களான நைட்ரஜன், பாஸ்ஃ பரஸ் ஆகியவை குறைவு. இம்மண் உள்ள பகுதிகளில் ஆண்டுக்கு ஒரு பயிர் மட்டுமே விளைவிக்கப்படுகிறது. கரிசல் மண்ணில் மேற்கூறிய குறைபாடுகள் இருப்பி னும் சில மேம்பட்ட நில மேலாண்மை முறைக ளாலும், கருவிகளாலும், பயிர்த் திட்ட முறைகளாலும் பயிர் உற்பத்தியைப் பெருக்கும் வாய்ப்புகள் உள்ளன. நிலமேம்பாட்டு முறைகளில் தகுந்த வடிகால் அமைத்தலும், மண்ணை எளிதில் பண்படுத்தும் முறைகளையும் பின்பற்றுதல் வேண்டும்.

கரிசல் நிலத்தில் சிக்கல்கள். இங்கு மழை குறை வாகவும், மழை பெய்யும் என்னும் உறுதி மற்றும் சீரான பரவல் இல்லாமல் போனாலும், பரப்பு நீரோட்டத்தை அகற்றுதல் கடினமாகிறது. பொழி யும் மழை தீவிரமிக்கதாகப் பரப்பு நீரோட்டம் பெருகி, நீர் தேங்கும் நிலை ஏற்படுகிறது. ஒரு பயிர் விளையும் பருவத்திற்கு வேண்டிய மொத்த மழை பெய்த போதும், பயனுள்ள இருமழைகளுக்குள்ள இடைவெளி மிகுவதால், பயிர் விளைச்சல் குன்றுவது மிகுதி. சான்றாக, நூறு நாள் வயதுடைய சோளப்பயிரின் நீர்த்தேவை 300 மி. மீ. என்று கொண்டால் இப்பயிர் விளையும்போது இவ்வளவு மழை பெய்த போதும் மண்ணில் ஈரம் குறைந்து பயிரைச் சரியாக விளைவிக்க இயலாமற் போவது துண்டு. ஆகவே, பயிர் நன்கு விளைய முதன்மையான தேவை மண் ஈரத்தைப் பேணுதலேயாகும்.

கரிசல் நிலத்தில் பெய்யும் ஆண்டு மழையில் 10-20% பரப்பு ஓடு நீராகி ஹெக்டேருக்கு 10-43 டன் வரை மேல் மண்ணை அரித்துச் செல்கிறது. மண் ஈரத்தைப் பேணுவதற்கும் நீர்தேங்குவதைத் தடுப்பதற்கும் உழவியல், கட்டட இயல் முறைகளை மேற்கொள்ளலாம். உழவியல் முறைகளில் நிலத்தைப் பண்படுத்தும் பயிற்சியால் (cultural practices) நில ஈரத்தைக் காக்கலாம். மண் அரிமானம் ஏற்படா வண்ணம் தாவரங்களை வளர்க்கலாம். இவை மிக எளிய, செலவில்லாத முறைகள். கட்டட இயல் முறைகளில் வரப்புகள், படிமட்டங்கள் போன்றவை அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்விரு முறைகளிலும் மழை நீர் நிலத்தில் தங்கும் நேரத்தை நீட்டித்து, நிலத்திலும் செல்வதற்கு வழி செய்கின்றன. நீண்ட பரந்த நிலப் பரப்பு, சிறிய துண்டுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு, மழைநீர் தொடர்ந்து ஓடாமல் ஆங்காங்கே தடுக்கப்படுகிறது. இவ்விரு முறைகளையும் ஒருங்கிணைந்த முறையில் பயன்படுத்தினால் மிகு பயன் பெறலாம்.

நிலப்பண்பாட்டு முறைகள். உழுதல், விதைத்தல், களை எடுத்தல் போன்ற ஊடுபண்பாடுகளை (inter-culture) நிலச்சரிவுக்குக் குறுக்காகச் சமதளத்தில் மேற்கொள்வதால் மழை நீர் சரிவினூடே தொடர்ந்து ஓடி, மண் அரிமானம் ஏற்படுவதைத் தடுக்கலாம். சரிவுக்குக் குறுக்கே ஏர் உழுதால் ஒவ் வொரு சாலும் மழை நீரைத் தேக்கும். அதை அடுத்த பார் அணை போலச் செயல்பட்டுச் சிறிய நீர்த்தேக்கமே உண்டாகிறது. இதனால் நிலத்திலுள்ள நீர் செறிந்திட மிகுதியான வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. ஆனால் சரிவினூடே உழுதால் மழை நீர் தங்குவதற்

குப் போதிய வாய்ப்பின்றி உழுசால்களின் வழியே ஓடி வீணாகும். சிறிது தொலைவு ஓடியநீர், இயக்க வேகம் (momentum) பெற்று மண் அரிமானம் ஏற்படுத்தும். இதனால் சிறு அருவி, ஓடை அரிமானம் நிகழ்ந்து வளமான மேல் மண் இடம் பெயர்ந்து நாளடைவில் பயிர் செய்ய இயலாத நிலை உருவாகும்.

- கே.ஆர். திருவேங்கடசாமி

கரிசலாங்கண்ணி (சித்த மருத்துவம்)

மஞ்சள் கரிசலாங்கண்ணியைக் கறியாகச் செய்துண்ண அறிவில் தெளிவு ஏற்படும். • கரிசலாங்கண்ணிச் சாறு 10.4 லிடடர், நெல்லிக்காய்ச்சாறு 10.4 லிட்டர், நல்லெண்ணெய் 3.25 லிட்டர் இவற்றைக் கலந்து, அதிமதுரம் 70 கிராம் சேர்த்து அரைத்துக் குழப்பி, எரித்துப் பதமாக வடித்துத் தலை முழுகினால் கண்காசம், காதுநோய் இவை தீரும்.

கரிசலாங்கண்ணிச்சாறு 1 பங்கும், ஆமணக்கு நெய் 1 பங்கும் கலந்து, அதில் சிறிது வெள்ளைப் பூண்டு சேர்த்து எரித்து, பதத்தில் வடித்துக் கொண்டு, வேளை ஒன்றுக்கு 18 - 36 கிராம் வரை கொடுக்க, காய்ச்சற்கட்டி, வீக்கம், காமாலை, குட்டம் நீங்கும்.

கரிசலாங்கண்ணிச் சூரணத்தை அயச்செந்தூரத்திற்கு அனுபானமாகக் கொள்ளப் பாண்டு, சோகை, காமாலை முதலிய நோய்கள் தீரும். கரிசலாங்கண்ணியும், பழம்புளியும் சரியெடை வைத்தரைத்துப் புன்னைக்காயளவு எட்டு நாள் கொடுக்கப் பிள்ளைகள் அடித் தள்ளியது தீரும்.

கரிசலாங்கண்ணி இலைச்சாறு 1.3 லிட்டர், நல்லெண்ணெய் 1.3 லிட்டர் தைலப் பாத்திரத்திலிட்டுச் சிறு தீயாக எரித்துப் பக்குவமாக வடித்து, 0.4 கிராம் வீதம் காலை, மாலை இருவேளை சாப்பிட்டு வர இருமல் நோய் தீரும். கரிசலாங்கண்ணி இலைச்சாறு 90 துளி எடுத்து, அத்துடன் நீர் அல்லது மோர் சேர்த்துச் சாப்பிட, பாம்பின் கடிநஞ்சு போகும்.

மேற்கூறிய சாறு 2 துளி எடுத்து, 8 துளி தேனிற் கலந்து கொடுக்க, கைக் குழந்தைகளுக்கு உண்டாகும் நீர்க்கோவை நீங்கும். இலைச்சாற்றைக் காதுவலிக்கு விட வலி தீரும். இதை நல்லெண்ணெயில் அரைத்து யானைக்கால் நோய்க்கு மேலுக்குப் பூசலாம். சிறுநீரில் இரத்தம் கலந்தால் இலைச்சாறு, 42-84மி.லி. வீதம் நாளும் இருவேளை கொடுக்கத் தீரும். இதன் இலையை அரைத்துக் கற்கம் செய்து தேள் கடித்த இடத்தில் நன்றாகத் தேய்த்து, பின் அவ்விடத்தில் அதையே வைத்துக் கட்டினால் நஞ்சு நீங்கும். இலையை வேக வைப்பதாலுண்டான ஆவியைப் பிடிக்க மூல நோய் தீரும்.

இலைச்சாற்றை நல்லெண்ணெய் அல்லது தேங்காய் எண்ணெயில் காய்ச்சித் தலைக்குத் தேய்த்து வர, முடி கறுத்துந் தழைத்தும் வளரும். வேர்ப்பொடியைக் கல்லீரல், மண்ணீரல் நோய்களுக்கும் தோல் தொடர்பான நோய்களுக்கும் கொடுக்கலாம். கரிசலாங்கண்ணிசாறு, நெல்லிக்காய்ச்சாறு வகைக்கு 1.3 லிட்டர், பசுவின்பால் 2.6 லிட்டர், அதிமதுரம் 35 கிராம் அரைத்துப் போட்டுக் காய்ச்சி மெழுகுபதத்திலிறக்கி முழுகி வந்தால் அனைத்து வகைப் பித்தமும் மயக்கமும் தீரும்.

-சே. பிரேமா

நூலோதி. க.ச. முருகேச முதலியார், குணபாடம் மூலிகை வகுப்பு, தமிழ்நாடு அரசு அச்சகம், இரண்டாம் பதிப்பு, சென்னை 1951; சிறுமணவூர் முனிசாமி முதலியார், மூலிகை மர்மம், பிராகரஸிவ் பிரிண்டர்ஸ், சென்னை, 1930

கரிசலாங்கண்ணி (தாவரவியல்)

இச்செடி 50-75 செ.மீ. உயரம் வரை வளரும். மருத்துவத்திற்குப் பயன்படும் முக்கியமான செடி வகைகளுள் கரிசலாங்கண்ணியும் ஒன்றாகும். இதன் வேறு பெயர்கள் கையாந்தகீரை, கரப்பான், கரியசாலை, கரிசாலை, கைகேசி, கரிசனம் என்பன. இது வயல் வரப்புகளில் வளரும் களைச்செடியாகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் எக்ளிப்டா புரோஸ்ட்ரேட்டா (*Eclipta prostrata*) ஆகும். ஆஸ்ட்டிரேஸ் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இதை முன்பு எக்ளிப்டா ஆல்பா (*Eclipta alba*) என்றும், வெர்பெசினா ஆல்பா (*Verbesina alba*) என்றும் கூறி வந்தனர்.

செடி. இதன் தனி இலைகள் தண்டில் எதிரடுக்கத்தில் இருக்கும். இலைகள் ஈட்டி வடிவமாக 4—6×1—1.5 செ.மீ. அளவில் இருக்கும் இலையின் கீழ் மேல் பகுதிகளில் மயிரடர்ந்து இருக்கும். இலையின் அடிப்பகுதி ஆப்பு வடிவத்திலும் (cuneate), இலை ஓரத்தில் இரம்பப் பற்கள் ஒழுங்கற்றும் இருக்கும். இலை நுனி கூர்மையானது, இலைக் காம்பு சிறியது. சிர மஞ்சரி (capitulam) 1—3 எண்ணிக்கையில் இலைக் கோணத்திலோ செடி நுனியிலோ தோன்றுகிறது. பூத்தண்டில் முனையில் தட்டையான பகுதியில் நெருங்கி வெளிவட்டப் பெண்பூக்கள் காணப்படும். இருபால் பூக்கள் உள்ளேயுள்ளன. பூவடிச் செதில் வட்டம் மணி வடிவமானது. பெண்

பூக்களின் அல்லி இதழ்கள் மெலிந்து, வெண்மையாக நாவடிவில் இருக்கும். இருபால் பூக்களின் அல்லி இதழ்கள் குழாய் வடிவமானவை. இதில் 4—5 மடல்கள் இருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் ஐந்தும் வெளியில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். மகரந்தப்பை ஒரு மி.மீ. நீளத்துடன் இரு பக்கங்களிலும் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். மகரந்தப்பை மழுங்கி இருக்கும். கனி வெடியா உலர்கனி (cypsela) ஆகும்.

1. கிளை 2. இள மஞ்சரி 3. மஞ்சரிப் பூக்கள் 4. கதிர், சிறு பூக்கள் 5. வட்டத் தட்டுப் பூக்கள் 6, 7. மகரந்தப்பைகள் 8. சூல்தண்டு 9, 10. கனி 11. விதை

கரிசலாங்கண்ணி

உட்கூட்டுப் பொருள்கள். நூறு கிராம் இலையில் புரதம் 4.4 கிராம், கொழுப்பு 0.8 கிராம், மாவுப் பொருள்கள் 9.2 கிராம், கால்சியம் 306 மி.கி. பாஸ்ஃபரஸ் 264 மி.கி., இரும்பு 8.9 மி.கி., 77 கிலோ கலோரி ஆற்றல் உள்ளது. இச்செடியில் (உலர்ந்தது) 0.078% நிக்கோட்டின் உள்ளது.

மருத்துவப் பண்புகள். இச்செடியின் மூலம் வலிவையும், உடல் நலத்தையும் பெறலாம். இலையைக் கீரையாகச் சமைத்துண்ண மலம் இளகும், சூடு தணியும். கரிசலாங்கண்ணி இலைகளைத் தூய்மை செய்து, சாறு பிழிந்து சம அளவு நல்லெண்ணெய் அல்லது தேங்காய் எண்ணெய் சேர்த்து அடுப்பிலிட்டுக் காய்ச்சித் தைலமாக்கி வடிகட்டி வைத்துக்கொண்டு தலையில் தேய்த்துவர மயிர் கருமையாக நன்கு வளரும்; தலைவலியும் கண்ணெரிச்சலும் போகும்; உடல் குளிர்ச்சி பெறும். இத்தைலத்தை உடலில் தேய்த்துக் குளித்துவர உடல் அழகு மிகும். இத்தைலம் தொண்டைக் கம்மல், குமட்டல், வீக்கம் இவற்றைப் போக்கும். இலைகளைத் தூய்மைப்படுத்தி வாயிலிட்டு மென்று பற்களைத் தேய்க்கப் பல் நோய்கள் நீங்கும், பற்களும் தூய்மையாகி வெள்ளை நிறம் பெறும், உறுதிபெறும், வாயின் கெடுநாற்றம், வாய்ப் புண்கள் நலமாகும். இச்செடிக்கு வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும் தன்மை உண்டு.

இதயம், தோல், கண், மண்ணீரல் ஆகியவை சார்ந்த நோய்களுக்கும் உதவும். இது வீக்கத்தைக் குறைக்கும் தன்மையும் கொண்டது. காசநோய், இரத்தச்சோகை, அரிப்பு, மாலைக்கண் போன்ற நோய்களை நீக்க உதவும். படர் தாமரை போன்ற நோய்களுக்கு இது சிறந்த மூலிகையாகும். இதன் சாற்றைப் பூசிச் சொறி, சிரங்கு நோய்களைப் போக்கலாம். இலைகளை அரைத்துத் தடவ இரத்த ஒழுக்கு நிற்கும். கால்நடைகளுக்கு உண்டாகும் புண்கள் மீது இதன் இலைச்சாற்றைத் தடவ அவை விரைவில் நலமாகும். கால்நடைகளின் குதத்தில் தோன்றும் கட்டிகளை ஆற்றுவதற்கு இது சிறந்த மருந்து. கண் இமையைக் கருமையாக்கும், கண்களுக்குக் குளிர்ச்சியைத் தரும். இதற்கு முதிர்ந்த கரிசலாங்கண்ணி இலைகளை நீரில் கழுவிச் சாறுபிழிந்து ஒரு கிண்ணத்தில் வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். இவ்விலைச் சாற்றில் மெல்லிய தூய்மையான புது வெள்ளைத் துணியைத் தோய்த்துக் காற்றில் உலர்த்தி, உலர்ந்தபின் இதே துணியை மீண்டும் கிண்ணத்தின் சாற்றில் தோய்த்து எடுத்து உலர்த்த வேண்டும். இவ்வாறு ஐந்தாறு முறை தோய்த்து லர்த்திய துணியை நல்லெண்ணெய் விளக்கில் கரியாக்கி ஆமணக்கெண்ணெயில் குழைத்துத் தயார்செய்த மையைக் கண்ணில் இட்டுக்கொண்டால் பெண்களின் அழகு மிகும். கண்மயிர் மிகக் கருமை எய்தும், எரிச்சலும் புண்ணும் உண்டாகா. கண் அழற்சியும் நீங்கும்.

கரிசலாங்கண்ணி இலைச்சாற்றை மோரில் சம பங்கு கலந்து அருந்த, பாண்டு (dropsy), சோகை நோய் தீரும், சிறுநீர்த்தாரை எரிச்சல் அடங்கும், உடல் வெப்பம் தணியும். இலைச்சாற்றுடன் தேனைக் கலந்து தரக் குழந்தைகளின் சளி நீங்கும். அரை லிட்டர் கரிசலாங்கண்ணி இலைச்சாற்றுடன் கால்

விட்டர் நல்லெண்ணெயைக் கலந்து கொதி அடங்கும் வரை சுண்டக்காய்ச்சி வைத்துக்கொண்டு, வாரம் இரு முறை தலையில் தேய்த்துக் குளித்துவரக் கண் நோய் நலமாகும். தலைவலி, மூளைக்கொதிப்பு, பொடுகு முதலியவை நீங்கும். ஓரிரு மாதங்கள் கரிசலாங்கண்ணி இலைச்சாற்றுடன் பாலைச் சேர்த்து உடல் முழுதும் தேய்த்துக் குளித்துவர, கருங்குஷ்டம் மறையும். காசநோயின் சளி கரைய ஒரு கைப்பிடி இலையுடன் 10 அரிசித் திப்பிலியைச் சேர்த்துத் தொடர்ந்து சாப்பிட்டு வர வேண்டும். செய்யான், பூரான் கடிகளில் தடிப்பு உண்டாகியிருந்தால் இலைச் சாறு ஒரு தேக்கரண்டி எடுத்து வெள்ளாட்டுப் பாலில் கலந்து மூன்று நாள் காலை வேளையில் குடிக்க வேண்டும். மலச்சிக்கல், மூலநோய், வறட்சி, கண்ணோய், வெப்ப இருமல் ஆகியவற்றிற்குப் பசு நெய் 2 பங்குக்கு 4 பங்கு கரிசலாங்கண்ணி இலைச் சாறு சேர்த்து அடுப்பிலிட்டுக் காய்ச்சிக் கற்கண்டு சேர்த்துக் காலை, மாலை என வேளைக்கு ஒரு தேக்கரண்டி சாப்பிட நன்மை கிடைக்கும். வேர், வாந்தியை உண்டாக்கும், மலத்தை இளக்கும். இச் செடி பச்சைகுத்த (tatooing) உதவுகிறது.

- கோ. அர்ச்சுணன்

நூலோதி. ஆ. இரா. கண்ணப்பர், நம் நாட்டு மூலிகைகள், இரண்டாம் பாகம், வேலூர், 1961.

கரிசாக்கு ஒண்முகிற்படலம்

ஒண்முகிற்படலங்கள் இயற்கை ஒளிபெற்றவை அல்ல. அருகில் உள்ள விண்மீன்களின் ஒளியால் அவை ஒளி பெறுகின்றன. பால்வழியில், விண்மீன்கள் மிகமிகக் குறைவாக உள்ள திட்டுகளும், விண்மீன்களே இல்லாத திட்டுகளும், இருண்ட முகில்படிவங்களாகத் தோற்றமளிக்கின்றன. இவற்றை இருண்ட ஒண் முகிற்படலங்கள் (dark nebulae) எனக் குறிப்பிடு கின்றனர். இவ்வகையைச் சார்ந்த கரிசாக்கு ஒண் முகிற்படலம் (coal sack nebula) இயல்பான கண் ணாலேயே பார்க்கக்கூடியது; பெரிய கருந்திட்டுப் போல், தென்சிலுவை (southern cross) விண்மீன் குழுவுக்கு அருகில் 4° கோண விட்டத்தில் அமைந் துள்ளது.

- பங்கஜம் கணேசன்

கரித்தல்

உலோகங்களும், உலோகக் கலவைகளும் சூழ்நிலை தூண்டுதலில்லாமல் தாமாகவே வேதி, மின்வேதி வினையில் ஈடுபட்டு அழிவும் அடைவதைக் கரித்தல் (corrosion) அல்லது அரிமானம் எனக் கூறலாம். தனிமங்கள் அனைத்தும் (தங்கம், பிளாட்டினம் நீங்கலாக) சேர்மங்களாகவே கிடைக்கின்றன. சேர்ம நிலையில் இத்தனிமங்களின் நிலைப்புத்தன்மை மிகுதி யாகும். எனவே இவ்வுலோகங்களும் உலோகக் கலவைகளும், சூழ்நிலையில் காணப்படும் நீர், காற் றோடு வினையுற்று, கரித்தலின்போது தாமாகவே சேர்மங்களாகின்றன. கரித்தலினால் மிகுதியான பொருள் இழப்பு ஏற்படுகிறது.

நிகழும் சூழ்நிலையைப் பொறுத்துக் கரித்தலை, நீர்ம, கரைசல் கரித்தல் (liquid and solution corrosion), வளிமக் கரித்தல் (gas corrosion) என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நீர்ம, கரைசல்கரித்தல். கரித்தல், மின்வேதிவினை, வேதி வினைகளால் நிகழ்கிறது. உலர் கரித்தல் (dry corrosion) வேதிவினையால் தோன்றும். மின்வேதி வினையால் ஈரக்கரித்தல் (wet corrosion) நிகழும், மின்வேதிக் கரித்தல் நிகழ மின்வேதிக்கலன் (electro chemical cell) அமைக்க ஒரு நேர்மின் முனை ஓர் எதிர்மின்முனை இவை அமைய வேண்டும். கரித்தல் அடைய, நேர்மின்முனை, எதிர்மின்முனை இரண்டும் அருகிலோ இடைவெளிவிட்டோ காணப்படலாம்; மின்வேதிக்கலனின் இருமின்முனைகள் இடையே நேர்மின்னோட்டம் இருக்க வேண்டும். இம்மின் னோட்டம் மின் வேதிக்கலனிலிருந்து தோன்றலாம். அல்லது வெளிக்கலவையிலிருந்து மின்னோட்டத்தை இதனுள் செலுத்தலாம்.

மின்வேதிக் கரித்தலில், உலோகத்தின் எப்பகுதி நேர்மின்முனையாக அமையுமோ, அப்பகுதியில் கரித்தல் நிகழும். நேர்மின்முனையிலிருந்து மின் னோட்டம் வெளியேறி எதிர்மின்முனையை அடை யும். எதிர்மின்முனையில் கரித்தல் நிகழாது. சுற்றுச் சூழ்நிலை அல்லது உலோகத்தில்காணப்படும் உள்ளிட வேறுபாடு (local difference) காரணமாக, ஒரே உலோகத்துண்டில் நேர்மின்முனை, எதிர்மின்முனை, இரண்டும் வெவ்வேறு பகுதிகளில் தோன்றும். ஓர் உலோகத்தில் அதன் வேதிப்பண்புகளாலும் எந்திர வியல் பண்புகளாலும் உள்ளிட வேறுபாடு தோன்றக் கூடும். உலோக மேற்பரப்பில் படர்ந்துள்ள ஆக்சைடு மாசுகள், புதையுண்ட மாசுகள், உலோக மணிகளின் எல்லை (grain boundaries), மணிகளின் அமைப்பு (orientation of grains), நுண் அமைப்புகளின் இயைபு வேறுபாடு, உள்ளிடத்தகைவுகள், கீறல்கள், வெட்டு கள் போன்றவை உள்ளிட வேறுபாட்டை ஏற்படுத்து கின்றன.

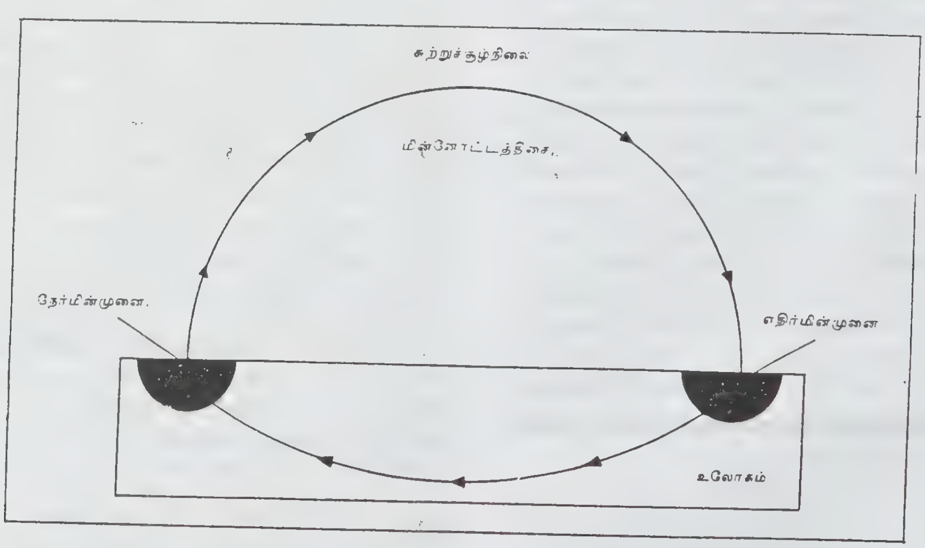
உலோகத்தின் பளபளப்பான புறப்பரப்பில் கரித்தல் மெதுவாக நிகழும். எனவேதான் சில குறிப்பிட்ட பயன்களுக்குப் பளபளப்பான உலோகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வழவழப்பான தூய்மையான

துத்தநாகம், பெருமளவு நேர்மின்முனை எதிர்மின் முனைப்பகுதிகள் இல்லாமையால், மெதுவாக ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கரித்தல் அடையும். ஆனால் சாதாரண துத்தநாகம் விரைவில் ஹைட்ரோக்குளோரிக் அமிலத்தில் வினையுறும். தூய்மையான உலோகத்தின் உறுதி குறைவானதாகும். ஆனால் அதன் விலை மிகுதி. எனவே தூய்மையான உலோகம் பெரும்பாலும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதில்லை.

படம் 1. கரித்தல் நிகழத் தேவையான் அடிப்படையை விளக்குகிறது. இக்கரித்தல் கலனில் (corrosion cell) அரிக்கப்படும் உலோகத்தின் அளவு, இக்கலனில் ஓடும் மொத்த மின்னோட்ட அளவுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும். மேலே குறிப்பிட்டுள்ள கரித்தல் கலனின் அமைப்பைத் தகர்க்கவல்ல காரணியைப் பயன்படுத்திக் கரித்தலைக் குறைக்கலாம் அல்லது தடுக்கலாம். உலோக மேற்பரப்பில் பூசப்படும் பூச்சு, உலோகத்திற்கும், அதன் சூழ்நிலைக்கும் இடையே ஒரு தடுப்பாக அமைந்து கரித்தலை மிகுதியாகக் குறைக்கும்.

வினைத்திறனைப் பொறுத்து உலோகங்கள் வேறுபடுவதால் இவற்றின் கரித்தல் தன்மையும் வேறுபடுகிறது. உலோகங்களின் வினைத்திறன் அளவை அறிய மின்வேதி வரிசை (electrochemical series) உதவுகிறது. இதில் வினைத்திறன் இறங்கு வரிசையில் அமையுமாறு உலோகங்கள் அடுக்கப்பட்டுள்ளன. இருப்பினும் உலோகங்கள் உலோகக் கலவைகளின் கரித்தலுக்கு இவ்வரிசை, அளவுகோலாக அமைவதில்லை. எ.கா. இவ்வரிசையில் இடத்தைப் பொறுத்துக் குரோமியத்தை இரும்போடு சேர்க்கும்போது, இரும்பின் வினைத்திறன் மிகுதியாக உயர்ந்து விரைவில் அரிக்கப்படவேண்டும். குரோமியம் இரும்பின் உலோகக் கலவையான கறைபடா எஃகு, கரித்தலை எதிர்க்கும். இக்கலவையில் உள்ள குரோமியம், கரித்தல் சூழ்நிலையில் குரோமியம் ஆக்சைடாக மாறிக் கறைபடா எஃகைச் செயலற்றதாக்கி விடுகிறது. அதாவது வினைத்திறன் உடைய உலோகங்களின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் படலங்களால் உலோகம் செயலற்ற நிலையை (passivity) அடைகிறது. வினைத்திறன் மிக்க அலுமினியத்தில் தோன்றும் அலுமினியம் ஆக்சைடு படலம், கரித்தல் எதிர்ப்புத்திறனை இவ்வுலோகத்திற்கு அளிக்கிறது. இதுபோன்று, காரீயத்தின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் காரீய சல்ஃபேட் என்னும் தடுப்புப் படலம், கந்தக அமிலத்தில் இவ்வுலோகத்தைக் காக்கிறது.

கரித்தல் அடைந்த உலோகத்தின் தோற்ற அடிப்படையில், கரித்தலைப் பின்வருமாறு பிரிக்கலாம். அவை துத்தநாகப்பூச்சுக் கரித்தல் (galvanic corrosion), சீரானகரித்தல் (uniform corrosion), செறிவுக் கலன் கரித்தல் (concentration cell corrosion), குழிப்புக் கரித்தல் (pitting corrosion), சிறுமணி இடைவகை (inter granular corrosion), தகைவுக் கரித்தல் (stress corrosion), துத்தநாக நீக்கம் (dezincification), அரித்தல்-கரித்தல் (erosion-corrosion), துத்தநாகப் பூச்சுக்கரித்தல் எனப்படும். கரித்தல் சூழலில் இரு வெவ்வேறு உலோகங்கள் ஒன்றை ஒன்று தொட்டுக் கொண்டு இருக்கும்போது அல்லது இரண்டு உலோகங்



படம் 1. மின்பகு பொருள்கள் முன்னிலையில் கரித்தல் நிகழ்வதற்கான அடிப்படைத் தேவைகள்

களுக்கிடையே மின் பிணைப்புத் தெரியும்போது வினைத்திறன் மிகுந்த உலோகத்தில் கரித்தல் நிகழும். மின்வேதி வரிசை, உலோகங்களின் கரித்தல் திறனுக்குச் சிறந்த அளவுகோலாக அமையாது. துத்தநாக வரிசை (galvamic series) கீழே தரப்பட்டுள்ளது. இதில் உலோகங்கள் மற்றும் உலோகக் கலவைகள், கடல்நீரில் அரிமானம் அடையும் தன்மைக்கேற்றவாறு வரிசைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கடல் நீருக்கு ஏற்ப அமைந்த துத்தநாக வரிசை

மக்னீசியம், மக்னீசிய உலோகக்கலவை

துத்தநாகம்

2S அலுமினியம்

காட்மியம்

24 ST Al (*4.5%*Cu, *1.5%*Mg. *0.6%*Mn)

எஃகு அல்லது இரும்பு

வார்ப்பிரும்பு

13% Cr இரும்பு

உயர் அளவு Ni-வார்ப்பிரும்பு

காரீயம்-வெள்ளீயம் பற்றாசு

காரீயம்

வெள்ளீயம்

நிக்கல் (வினைத்திறன் மிக்க)

இன்கோநல் (Inconel) வினைத்திறன் மிக்க (*80%*Ni, *13%*Cr, *7%*Fe)

ஹேஸ்ட் கலவை (Hastealloy) *60%*Ni,*30%*Mo,*6%*Fe,*1%*Mn)

க்ளோரிமெட் 2(chlorimet 2) *66%*Ni,*32%*Mo,*1%*Fe)

பித்தளை (Cu—Zn)

தாமிரம்

வெண்கலங்கள் (Cu—Sn)

குப்ரோ நிக்கல் (*60—90%*Cu, *40—10%*Ni)

மானல் (*70%*Ni, *30%*Cu)

வெள்ளிப்பற்றாசு

நிக்கல் (செயலற்றது)

இன்கோனல் (செயலற்றது)

ஹேஸ்ட் கலவை C (62%Ni, 17%Cr, 15%Mo)

க்ளோரிமெட் 3 (62%Ni, 18%Cr, 18%Mo)

வெள்ளி

டைடேனியம்

க்ராபைட்

தங்கம்

பிளாட்டினம்

இவ்வரிசையில் இடைவெளி மிகுந்துள்ள இரண்டு உலோகங்கள் அல்லது உலோகக் கலவைகள் இணைந்து தரும் கரித்தல் கலனில் மின்னழுத்த வேறுபாடு உயர்ந்திருக்கும். இவ்வேறுபாடு கரித்தல் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தும். இதன் அமைப்பு படம்-1இல் கொடுத்துள்ள அமைப்பை ஒத்திருக்கும். இவ்வரிசையின் மேல்பகுதியில் உள்ள உலோகம் நேர்மின் முனையாகவும், அதன் கீழே உள்ள உலோகம் எதிர்முனையாகவும் அமையும். மக்னீசியமும், தாமிரமும் இணைந்து தரும் கரித்தல் கலனில் கரித்தல் மிகுந்திருக்கும். துத்தநாக வரிசையில் அடைப்புக்குள் தரப்பட்ட உலோகங்கள் அல்லது உலோகக் கலவைகள் இணையும்போது தோன்றும் கரித்தல் அளவு, மிகக் குறைவாக இருக்கும்.

சீரான கரித்தல். உலோகத்தில் ஒரு பகுதியில் மட்டுமன்றி உலோகம் முழுதும் பரவி நிகழும் சீரான கரித்தலில், நேர்மின் முனை எதிர்மின்முனையாகவும் மாறி மாறி அமைந்து கரித்தல் அடையும். இதன் விளைவாக உலோகம் மெலிந்து வலிவிழக்கும். இவ்வகைக் கரித்தலில் பெரும்பாலான உலோகங்கள் அழிகின்றன. இவ்வகைக் கரித்தல் நிகழ்ந்தபோதும் ஓர் உலோகத்தின் ஆயுட்காலத்தைக் கணக்கிடலாம். மாறாக உலோகத்தின் குறிப்பிட்ட பகுதியில் நடைபெறும் (localised corrosion) கரித்தலில் எந்த அளவு உலோகம் அழியும் என்பதை முன்னரே அறிய இயலாது.

செறிவுக்கலன் கரித்தல். இவ்வகைக் கரித்தல் சுற்றுச்சூழ்நிலையின் செறிவு வேறுபாட்டால் தோன்றும். ஓர் உலோகத்தின் ஒரு பகுதியில் ஆக்சிஜன் செறிவு மிகுதியாகவும், மற்றொரு பகுதியில் குறைவாகவும் அமையும்போது ஆக்சிஜன் செறிவுக் கலன் ஏற்பட்டுக் கரித்தல் நிகழும். மற்றொரு வகைச் செறிவுக் கலன் அயனிக்கலன் ஆகும். பெரும்பாலும் தேக்க நிலைச் செறிவுக் கலன் கரித்தலைத் தூண்டும்.

குழிப்புக்கரித்தல். குழிப்பு, துளை முதலியவை இவ்வகைக் கரித்தலின் அடையாளங்களாகும். மிகவும் கேடான, இவ்வகைக் கரித்தலை முன்னரே அறிய இயலாது. நேர்மின்முனைப் பரப்பு மாறாமல், கரித்தல் உள்நோக்கி நிகழ்ந்து குழி அல்லது துளையை ஏற்படுத்தும். பெரும்பாலும் புகவல்ல படிவுகளில் (deposit) தோன்றும் செறிவு வேறுபாட்டால் இக் கரித்தல் தோன்றும். படிவுகளின் அடிப்பகுதியில் ஆக்சிஜன் செறிவு தாழ்ந்தும் அல்லது உலோக அயனிச் செறிவு உயர்ந்தும் காணப்படும். படிவிலிருந்து விலகிய பகுதிகளில் ஆக்சிஜன் உலோக அயனிச் செறிவுகள் சீராக அமைய, செறிவுக் கலன் தோன்ற வழி ஏற்படும்.

சிறுமணி உள் கரித்தல். உலோகங்களில் உள்ள சிறுமணிகளும் அவற்றின் இடைப்பரப்பும் வேறுபட்ட இயைபைப் பெற்றுள்ளமையால் இடைப்பரப்பு எப்போதும் நேர்மின்முனையாக அமைந்து கரித்தல் அடையும். சிறுமணிகள் எதிர்மின் முனையாகச் செயல்படும்.

தகைவு கரித்தல். தகைவூட்டப்பட்ட உலோகம், கரித்தல் சூழலில் சிதைவடைவதைத் தகைவு கரித்தல் எனலாம். மிகையளவான தகைவில்தான் இது தோன்றும். அளிக்கப்படும் தகைவு (applied stress) அல்லது எஞ்சிய தகைவு (residual stress) ஊறுவிளைவிக்கும் அமைப்புகளைச் சீரான வகையில் உருவாக்கும்போது கொடுக்கப்படும் தகைவு அரிப்புக் குறைவாகும். எனவே எஞ்சிய தகைவு மட்டுமே, தகைவு கரித்தலுக்கு அடிப்படையாக அமையும். அமைப்புகளை அறை வெப்ப நிலையில் உருவாக்கும் போது அல்லது உலோகங்களைப் பற்றவைக்கும் போது எஞ்சிய தகைவு தோன்றும். சில அமைப்பு களில் வெப்பநிலை வேறுபாட்டின் காரணமாகவும் இது தோன்றக்கூடும். குழிக்கரித்தலைப் போலவே, செயலிழந்த உலோகப் பகுதிகளிலும் இவ்வகைக் கரித்தல் ஏற்படலாம்.

துத்தநாக நீக்கம். துத்தநாகமும் தாமிரமும் சேர்ந்த ஓர் உலோகக் கலவை சுற்றுச் சூழ்நிலையால் இதில் உள்ள துத்தநாகம் கரைந்து வெளியேற, தாமிரம் மற்றும் தாமிர ஆக்சைடால் ஆன நுண் துளைகள் உடைய, நொறுங்கவல்ல, வலிமைகுறைந்த அமைப்பைத் தரக்கூடிய கரித்தலைத் துத்தநாக நீக்க வகைக் கரித்தல் எனலாம். 15% அல்லது அதற்கும் குறைவான அளவில் துத்தநாகம் கலந்த பித்தளை இவ்வகைக் கரித்தலை எதிர்க்கும். பித்தளையின் எதிர்ப்புத்திறனை உயர்த்த, வெள்ளீயம், ஆர்செனிக், பாஸ்ஃபரஸ், ஆன்ட்டிமனி முதலிய உலோகங்களைப் பித்தளையில் சேர்க்கலாம்.

அரித்தல் - கரித்தல், பல உலோகக் கலவைகளின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் படலம் அல்லது கரித்தல் சேர்மங்கள் உலோகங்களுக்குக் கரித்தலை எதிர்க்கும் இயல்பை அளிக்கின்றன. அழுத்தத்தில் செலுத்தப் படும் வளிமங்கள் திண்மத்துகளுள்ள வளிமம், நீர்மம் இவற்றை விசையுடன் தாக்கும்போது உலோக மேற்பரப்பில் உள்ள எதிர்ப்புப்படலங்கள் அகற்றப் படுகின்றன. இதனால் தூண்டப்படும் கரித்தலை அரித்தல்-கரித்தல் எனக் குறிப்பிடலாம்.

கரித்தல் தடுப்பு வழிகள். கரித்தலை எட்டு வெவ் வேறு வகைகளில் தடுக்கலாம். இவற்றில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளில் இதைத் தடுக்கலாம். சில சமயம் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முறைகளை இணைத்துச் செயலாக்க வேண்டியுள்ளது. எனினும் சிக்கனத்தின் அடிப்படையில்தான் பெரும்பாலும் கரித்தல் தடுப்பு முறைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.

கலவையாக்கல். உலோகத்தைவிட, அதன் உலோகக் கலவை மேலும் சிறந்த கரித்தல் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்றிருப்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டு இம்முறை செயல்படுகிறது. எஃகில் நிக்கல் மற்றும் குரோமியம் கலந்து பெறப்படும் துருப்பிடிக்காத எஃகு என்னும் உலோகக் கலவை கரித்தலை எதிர்க்கும்.

எதிர்மின்முனை. நேர்மின்முனைப் பாதுகாப்பு. கரித் தல் அடையும் அமைப்பைப் பாதுகாக்க அதை எதிர் மின்முனையாக மாற்றிக் கரித்தலைத் தடுக்கலாம். இதன் பொருட்டுத் தானழி நேர்மின்முனை (sacrificial anode) மின்னூட்ட (impressed current) முறை முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். தானழி மின் முனை முறையில், துத்தநாகம், மக்னீசியம் அகியவற் றின் உலோகக் கலவைகளைக் கரித்தல் மின்கலத்தில் இணைக்கும்போது, இவ்வுலோகங்கள் நேர்மின்முனை யாக அமைந்துவிடும். புதிய நேர்மின்முனைகளில் கரித்தல் தொடங்கும்போது கரித்தல் கலனில் உள்ள நேர்மின்முனை, எதிர்மின்முனையாக மாறிக் கரித்தலி லிருந்து பாதுகாக்கப்படும்.

மின்னூட்ட முறையில் மின்சாரத்தை வெளியி லிருந்து ஒரு நேர்மின்முனை மூலம் கரித்தல் அடை யும் அமைப்பில் செலுத்த வேண்டும். இதனால் கரித் தல் கலனில் உள்ள நேர்மின்முனையில் மின்சாரம் பாய்வதால் அது எதிர்மின்முனையாக மாறிப் பாது காக்கப்படுகிறது. கரி, அலுமினியம், காரீயக் கலவை உலோகம் முதலியவை மின்னூட்ட முறையில் நேர்மின்முனையாகப் பயன்படுகின்றன. நீர்த் தொட்டிகள், கப்பல், புவியில் புதையுண்ட குழாய் கள் இம்முறைகளால் பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

நேர்மின்முனைப் பாதுகாப்பு (anodic protection) என்னும் புதிய முறை மூலமும் கரித்தலைத் தடுக்க லாம். இம்முறையில் வெளியிலிருந்து மின்சாரத்தை நேர்மின்முனைப் பகுதிக்குச் செலுத்தி, அமைப்பின் மேற்பரப்பில் செயலிழந்த பாதுகாப்புப் படலத்தை ஏற்படுத்த வேண்டும். இது கரித்தலைத் தடுக்கும். இத்தகைய பாதுகாப்பு முறையைச் செயலாக்க மின் அழுத்த நிலைநிறுத்தி (potentiostat) என்னும் கருவி யால் உலோகத்தின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் மின் அழுத்தத்தைச் சமமாக வைத்திருக்க வேண்டும்.

உலோக, கனிம மேற்பூச்சுகள். பெரும்பாலான மேற்பூச்சுகள் உலோகத்திற்கும், கரித்தல் சூழ்நிலைக் கும் இடையே தடுப்புச் சுவர்போல அமைந்து கரித்த லைத் தடுக்கும். தாமிரம், நிக்கல், குரோமிய மின் முலாம் பூசுதல் உலோக மேற்பூச்சுகளுக்கு எடுத்துக் காட்டாகும். இரும்புக்கும், உலோகங்களுக்கும் அளிக்கப்படும் பீங்கான் மேற்பூச்சு, கனிம வகைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.

கரிமமேற்பூச்சு. நெய்வணம் (paint) கரிமப்பூச்சு வகையைச் சேர்ந்தது. கரித்தலிலிருந்து சிறந்த பாது காப்பைப் பெற, உட்பூச்சாக மட்டியைப் (primer) பூச வேண்டும். இது நெய்வணம் நன்கு ஒட்டிக் கொள்ளவும், மேற்பூச்சோடு நன்கு இணையவும் உதவுகிறது.

உலோகங்களைத் தூய்மையாக்கல். தூய்மையான உலோகத்தில் கரித்தல் எளிதில் நிகழாது. உலோகத்தைத் தூய்மைப்படுத்தும்போது அதன் கரித்தல் எதிர்க்கும் பண்பு கூடுகிறது. ஏனெனில் தூய்மையான உலோகத்தின் உறுதி குறைவு, விலை மிகுதி. எனவே இது சிறந்த முறையாகாது.

சூழ்நிலை மாற்றம். ஒரு சேர்மத்தைச் சேர்த்து அல்லது நீக்கிக் கரித்தலைக் கட்டுப்படுத்தலாம். சூழ்நிலை மாற்றத்தில் ஆக்சிஜன் செறிவைக் குறைக்கலாம். அல்லது தடுப்பானைச் (inhibitor) சேர்க்கலாம். எந்த ஒரு பொருள் கரித்தலைத் தாழ்த்துமோ அது தடுப்பான் ஆகும். சிலசமயம் வெப்பநிலையைக் குறைத்து அல்லது கரைசலின் செறிவைக் குறைத்துக் கரித்தலைக் கட்டுப்படுத்தலாம். எனவே இத்தத்துவத்தின் அடிப்படையில், விலை குறைவான எஃகு, இரும்பு போன்ற பொருள்களைப் பயன்படுத்திக் கரித்தலிலிருந்து விடுவிக்கலாம்.

உலோகமற்ற அல்லது அலோகப் பொருள்கள். பல அலோகப் பொருள்களைக் கரித்தல் பாதுகாப்புக் கெனப் பயன்படுத்தலாம். அவை கரி, கிராஃபைட், பீங்கான் பொருள்கள், கண்ணாடி, செங்கல், ஃபினால் - ஃபார்மால்டிஹைடு, நைலான் போன்ற ஞெகிழிகள், இயற்கை, மற்றும் செயற்கை ரப்பர், மரம் போன்றவையாகும்.

வடிவமைப்பு. ஒழுங்கான வடிவமைப்பு, (design) கரித்தலைக் கட்டுப் படுத்தும். அதன்பொருட்டுக் கரைசல்களை அகற்ற அமைப்பின் அடிப்பகுதியில் வடிகால் அமைத்தல்; கரித்தல் நிகழும் பகுதியில் பரப்பை உயர்த்துதல்; குறுகலான பகுதிகள் ஏற்படா வண்ணம் வடிவமைத்தல்; உலோகப் பகுதிகளை இணைக்கத் தரையாணிக்குப் (rivetting) பதிலாகப் பற்றவைத்தல் போன்றவற்றைச் செய்யவேண்டும்.

வளிமக் கரித்தல். உலோகங்களை வளிமங்கள் தாக்கும்போது அவை மெதுவாக அழியும்; பண்புகள் மாறும்; வளிமக் கரித்தல் நீர்மக் கரித்தலிலிருந்து வேறுபடும். வளிமக் கரித்தலில், கரித்தல் சேர்மம், உலோக மேற்பரப்பில் படர்ந்து, சிலசமயம் பாதுகாப்புப் படலமாகக் காணப்படும். மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் நிகழும் உள்ளார்ந்த மின் வேதிக் கரித்தல் வளிமக் கரித்தலில் தோன்றாது.

வளிமக் கரித்தலில் நான்கு வகை வினைகளைக் காணலாம். மூலக்கூறாக, அணுவாக அல்லது அயனியாக உலோகத்தில் கரைந்து, உலோகத்தில் ஊடுருவும் கரித்தல் சேர்மம், திண்ம நிலையில் இருந்து, அதன் வழியே உலோக அணு, அயனி அல்லது வளிமம் ஊடுருவக் கரித்தல் சேர்மம் வளரும்; எளிதில் ஆவியாகும் சேர்மம் தோன்றும்; கரித்தல் சேர்மம் நீர்மநிலையில் தோன்றும்.

கரித்தல் சேர்மங்கள் நீர்மமாக, எளிதில் ஆவியாகும் பொருளாக அல்லது புறப்பரப்பில் ஒட்டாத திண்மமாக இருந்தால், கரித்தலின்போது புதிய உலோக மேற்பரப்புத் தொடர்ந்து தோன்றக் கரித்தல் தொடர்ந்து நிகழும். பொதுவாகத் தங்கத்தைத் தவிரப் பிற உலோகங்களும் ஆக்சிஜனோடு வினைப்படும். ஹாலோஜன்கள், கந்தக வளிமம் ஆகியவை பெரும்பாலான உலோகங்களைத் தாக்கும். நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன் ஆகியவை பல உலோகங்களோடு வினைப்படும். கார்பன் டை ஆக்சைடு, கந்தக - டை - ஆக்சைடு வளிமங்கள் உலோகங்களைத் தாக்கா.

கரித்தல் வினையில் தோன்றும் ஆற்றல் வேறுபாடு அதன் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தாது. திண்மங்களில் தோன்றும் குறைபாடுகளில் நிகழும் பரவுதல் (diffusion) இவ்வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும். திண்மக் குறைபாடுகளைப் புள்ளிக்குறைபாடு (point defect), அணிக்கோவைக்குறைபாடு (lattice defect), புறப்பரப்பு, கோட்டுக்குறைபாடு (surface and line defect) எனப் பிரிக்கலாம். படிக அணிக்கோவையில் தென்படும் வெற்றிடங்கள் அல்லது இடை வெளிகளிலுள்ள அணுக்கள் (interstitial atoms) புள்ளிச்குறைபாட்டை ஏற்படுத்தும் தாழ் வெப்பநிலையில், புறப்பரப்பு, கோட்டுக்குறைபாடு வழியே பரவக் கரித்தல் நிகழும். உயர்வெப்பநிலையில் இருவகைக் குறைபாடுகளும் கரித்தலுக்கு வழிகோலும்.

கரித்தல் நிகழும்போது, உலோகத்தின் மேற்பரப்பில் படலம் தோன்றும். இதன் வழியே காற்று, அல்லது பிற வளிமங்கள் எளிதில் புகா. ஈரமற்ற சூழ்நிலையில் இரும்பின்மேல் உள்ள கண்ணுக்குப் புலப்படாத ஆக்சைடு படலத்தின் தடிப்பு 15-50Å ஆகும். வெப்பநிலை உயர்வு படலத்தின் தடிப்பை உயர்த்தும். நன்கு ஒட்டிய நிலையில் உள்ள ஆக்சைடு படலம் கரித்தலைத் தடுக்கும். உயர்வெபபநிலையில் உலோகங்களைவிட அவற்றின் கலவைகள் சிறந்த பாதுகாப்பளிக்கும். இவ்வுலோகக் கலவைகள் குறைந்த வினைத்திறனுடையவையாக இருத்தல் வேண்டும். இவை எளிதில் ஆவியாக மாட்டா. மேலும் உருகுநிலை உயர்வாக இருக்க வேண்டும். இரும்பு உலோகக் கலவையில் கலந்துள்ள குரோமியம், அலுமினியம், நிக்கல், சிலிக்கன் ஆகியவை மேற்கூறிய பண்புகளை உலோகக் கலவைக்கு அளிக்கின்றன.

ஆய்வு மூலம் கரித்தல் வேகம், அதன் வழிமுறை, விளைபொருளின் இயைபு, படிகவமைப்பு ஆகியவற்றை அறியலாம். ஆய்வுகளின் பொருட்டு, ஆய்வுத் தகடுகளில் கரித்தலால் ஏற்படும் எடை வேறுபாடு, வினையுறும் வளிமங்களின் பருமன் அல்லது அழுத்த மாறுபாடு, விளையும் படலத் தடிப்பின் அளவு ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தலாம். இவற்றில் எடை வேறுபாட்டு முறை பெரும்பாலும் கடைப்பிடிக்கப்படுகிறது.

வெவ்வேறு வெப்ப நிலையில் கிடைக்கும் உலோக ஆக்சைடுகள்

உலோகம்	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C
இரும்பு	α-Fe_2O_3	αFe_2O_3	Fe_3O_4 + αFe_2O_3	Fe_3O_4	FeO	FeO
கோபால்ட்		Co_3O_4 + Co.O	Co_3O_4 + Co.O	CoO	CoO	CoO
நிக்கல்		NiO	NiO	NiO	NiO	NiO
குரோமியம்		Cr_2O_3	Cr_2O_3	Cr_2O_3	Cr_2O_3	Cr_2O_3

எக்ஸ் கதிர் விலகல் முறை (x ray diffraction) மற்றும் எலெக்ட்ரான் விலகல் முறைகளைப் (electron diffraction) பயன்படுத்திக் கரித்தல் விளை பொருள்களின் படிக அமைப்புகளை அறியலாம். இரும்பு, நிக்கல் குரோமியம் ஆகிய உலோகங்கள் 200—700°C வரையுள்ள வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைவதால் கிடைக்கும் ஆக்சைடுகள் அட்டவணையில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

இரும்பு இவ்வெப்ப வரம்பில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஆக்சைடுகளை உண்டாக்குகிறது. இரும்பைச் சூடேற்றும்போது அல்லது குளிரச் செய்யும்போது ஆக்சைடுகளின் இயைபில் மாற்றம் ஏற்படுவது அதன் குறைந்த பாதுகாப்புத் திறனுக்கு ஒரு காரணமாகிறது. ஆனால் பாதுகாப்பு ஆக்சைடு படலத்தைப் பெற்றுள்ள நிக்கல், குரோமியம், ஒரே ஆக்சைடை, இவ்வெப்ப வரம்பில் தருகின்றன என்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

- என். அய்யாசாமி

கரிப்பூட்டை நோய்

இந்நோய் பல்வேறு பூசணங்களால், சோளம், கம்பு, கரும்பு, கோதுமை ஆகிய பயிர்களில் தோன்றுகிறது.

சோளக் கரிப்பூட்டை நோய்கள்

சோளப்பயிரில் பின்வரும் நான்கு வகைக் கரிப்பூட்டை நோய்கள் தோன்றுகின்றன.

மணிக்கரிப்பூட்டை *(Grain smut)*, இந்நோய் ஸ்பேசிலோதிக்கா சொர்கை *(Sphacelotheca sorghi)* என்னும் பூசணத்தால் தோன்றுகிறது. நோயின் அறிகுறி கதிரில் தென்படும். இந்நோய் விதையுடன் இணைந்த பூசணத்தின் மூலம் பயிரை முளையிலேயே தாக்கிப் பயிருடன் வளர்ந்து கதிரைத் தாக்கும் திறன்பெற்றது. இருப்பினும் கதிர்ப்பருவம் வரை அறிகுறி தென்படுவதில்லை. நோயுற்ற கதிரில் தானிய மணிக்கு மாறாகப் பெரிய வித்துக்கூடுகள் (sori) சாம்பல் நிறத்தில் தோன்றும். இவற்றில் கருமை நிறப் பொடிகள் நிறம்பியிருக்கும். இப்பொடிகள் யாவும் பூசண வித்துக்களே. கதிரில் சில தானியங்கள் அல்லது பெரும்பாலானவை இவ்வித வித்துக் கூடுகளாக மாறும். சோளப் பயிரில் தோன்றும் பிற கரிப்பூட்டை நோய்களைவிட இக் கரிப்பூட்டை நோயால் ஏற்படும் வித்துக்கூடு குட்டையாக இருப்பதால் இந்நோயைக் குட்டைக் கரிப்பூட்டை (short smut) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

பரவுதல். கதிரடிக்கும்போது வித்துக்கூடுகள் உடைந்து அவற்றிலிருந்து வெளிப்படும் வித்துகள் தானியங்களில் படிகின்றன. அவ்விதைகளை மீண்டும் பயிரிடப் பயன்படுத்தும்போது இந்நோய் தோன்றுகிறது. எனவே இந்நோய் விதையுடன் இணைந்த நோயாகும்.

கட்டுப்பாடு. கரிப்பூட்டை நோய்க் கதிரிலிருந்து எடுத்த விதைகளைப் பயிரிடப் பயன்படுத்தலைத் தவிர்த்தல் வேண்டும். நோய்த்தாக்கமுற்ற கதிர்களைத் தனியே எடுத்து எரித்துவிட வேண்டும். விதையுடன் ஒரு கிலோவுக்கு அக்ரசான் அல்லது செரசான் 2 கிராம், கந்தகத்தூள் 4 கிராம் ஆகிய ஏதாவதொன்றுடன் கலந்து விதைக்க வேண்டும்.

உதிரிக்கரிப்பூட்டை *(Loose smut)*, இந்நோயை ஸ்பேசிலோதிக்கா குருயேன்டா *(sphacelotheca cruenta)* என்னும் பூசணம் தோற்றுவிக்கிறது. இந்நோயால் தாக்கமுற்ற பயிர் வளர்ச்சி குன்றிக் குட்டையாக இருக்கும். அத்தகைய பயிர் பிற பயிர்களை விட முன்னதாகக் கதிர்விடும். கதிர்களில் உள்ள தானி

யங்கள் வித்துக் கூடுகளாக மாறும். நோயுண்ட கதிர்களில் தானிய மணிகள் சுருக்கமாக அமைந் திருக்கும். இந்நோயும் விதைகளின் மூலமாகவே பரவுகிறது. மணிக்கரிப்பூட்டை. நோய்க்குக் கூறப் பட்டுள்ள முறைகள் இந்நோயையும் கட்டுப்படுத்தும்.

தலைக்கரிப்பூட்டை (heat smut) ஸ்பேசிலோதிக்கா ரெய்லியானா (*sphacelotheca reiliana*) என்னும் பூசணம் இந் நோயைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந் நோயின் அறிகுறியும் கதிரிலேயே தோன்றும். நோயால் தாக்கமுற்ற பயிரில் தானியங்கள் அடங் கிய கதிர் தோன்றுவதில்லை. கதிர் முழுதும் ஒரு பெரிய வித்துக்கூடாக மாறியிருக்கும். வித்துக்கூடு ஒரு மெல்லிய உறையால் சூழப்பட்டிருக்கும். அவ் வுறை கிழிந்தால் கரிப்பொடி போன்ற பூசண வித்து களும், உள்ளே அமைந்துள்ள நார்க் கொத்தும் வெளிப்படும். பூசண வித்துகள் நிலத்தில் உதிர்ந்து மறு பருவத்தில் பயிரிடப்படும் சோளப் பயிரைத் தாக்கித் தலைக்கரிப்பூட்டை நோயை உண்டாக்கு கின்றன. இந்நோய் மண்ணுடன் இணைந்த நோயா கும்.

கட்டுப்பாடு. நோயால் பாதிக்கப்பட்ட பயிரை அப்புறப்படுத்திவிட வேண்டும். பூசணவித்துகள் நிலத்தில் விழுவதைத் தவிர்ப்பதால் பருவத்திற்கு இந்நோய் மண்ணிலிருந்து பரவாமல் தடுக்கப்படு கிறது.

நீளக் கரிப்பூட்டை (long smut). இந்நோய் டாலிப் போஸ் போரியம் எஃரென்பெர்கி (*Tolyposborium ehr n bergii*) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. இந் நோயால் கதிரிலுள்ள சில மணிகள் வித்துக்கூடுகளாக மாறுகின்றன. இவ்வித்துக்கூடுகள் மிகவும் நீளமாக இருக்கும்.அவை வெண்மை நிறமாகத் தென்படும். மணிக்கரிப்பூட்டை, உதிரிக் கரிப்பூட்டை ஆகிய இரு நோய்களால் ஏற்படும் வித்துக் கூடுகளைவிட இந் நோயால் ஏற்படும் வித்துக் கூடுகள் மூன்று அல்லது நான்கு மடங்கு நீளமாக இருக்கும்.

பரவுதல். வித்துக் கூடுகள் மண்ணில் விழுந்து கலந்திருக்கும். அவை முளைத்துப் பெசிடியோ வித்து கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வித்துகள் காற்று மூலம் பரவுகின்றன. அவை கதிரின் பூக்களைத் தாக்கித் தானியங்கள் தோன்றுவதற்கு மாறாக வித்துக்கூடு களைத் தோற்றுவிக்கும். இந்நோய் காற்று மூலம் பரவுகிறது.

கட்டுப்பாடு. நோயுண்ட கதிர்களைத் தொகுத்து எரித்துவிட வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் பூசண வித்துகள் காற்று மூலம் பரவுதலைத் தவிர்க்கலாம்.

கம்பின் கரிப்பூட்டை நோய். இந்நோய் டாலிப் போஸ்போரியம் பெனிசிலேரியே (*Tolyposporium pencillariae*) என்னும் பூசணத்தால் ஏற்படுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட கதிரில் ஒருசில தானியங்கள் வித்துக் கூடுகளாக மாறுகின்றன. வித்துக்கூடுகள் மணிகளை விடப் பெரியவையாகவும் பசுமையாகவும் இருக்கும். வித்துக்கூடு மெல்லிய உறையால் சூழப்பட்டிருக்கும். உறை கிழியும்போது உள்ளேயுள்ள கரிய பொடி போன்ற பூசணவித்துகள் வெளிப்படுகின்றன.

பரவுதல். மண்ணுடன் இணைந்த பூசண வித்து கள் நாளடைவில் முளைத்துப் பெசுடியோ வித்து களை வெளிப்படுத்துகின்றன. இவை காற்றின் மூலம் பரவிக் கதிர்களைத் தாக்கி நோயை ஏற்படுத்து கின்றன.

கட்டுப்பாடு. நோயுண்ட கதிர்களைப் பிடுங்கி எரித்து விடுதல் வேண்டும். இதனால் வித்துக்கூட்டில் தோன்றும் வித்துகள் அழிக்கப்படுவதால் நோய் மீண்டும் தோன்றாமல் தவிர்க்கப்படுகிறது.

கோதுமையில் உதிரிக்கரிப்பூட்டை நோய். உஸ்டி லாகோ ட்ரிடிசி (*ustilago tritici*) என்னும் பூசணத் தால் இந்நோய் உண்டாகிறது. நோயுண்ட பயிரில் கதிர், மணிகளுக்கு மாறாக வித்துக்கூடுகளைத் தாங்கி நிற்கும். கதிரிலுள்ள மணிகள் யாவும் வித்துக் கூடுகளாக மாறியிருக்கும். வித்துக்கூடுகளிலுள்ள மெல்லிய உறை கிழிந்து கரிய பொடி போன்ற பூசண வித்துகள் சிதறும். நோயுண்ட கதிர் மணியற்றுக் குச்சியாகக் காணப்படும்.

பரவுதல். நிலத்தில் உதிர்ந்த வித்துகள் முளைத் துப் பெசிடியோ வித்துகள் தோன்றுகின்றன. அவை காற்றின் மூலம் பரவிக் கதிரிலுள்ள பூக்களைத் தாக் கும்; பூவின் சூலகமுடி மேல் படிந்து முளைத்துச் சூல்பையை அடையும். சூல்பை விதையாகும்போது பூசணமும் அவ்விதையுள் இணைந்திருக்கும். அவ் விதைகளைப் பயிரிடும்போது நோய் பரவும்.

கட்டுப்பாடு. விதைகளைக் குளிர்ந்த நீரில் 4 மணி நேரம் ஊற வைக்க வேண்டும். பின் அவற்றை 54°C வெப்பநீரில் 10 நிமிடங்கள் அமிழ்த்தி எடுக்க வேண்டும். குளிர்ந்த நீரில் விதையை நனைத்து வைப்பதால் விதையிலுள்ள பூசண இழை வளரத் தூண்டப்பட்டுப் பின் வெப்பநீரில் அமிழ்த்தி எடுப்ப தால் பூசண இழை அழிக்கப்படுகிறது.

கரும்பில் கரிப்பூட்டை நோய்

உஸ்டிலாகோ சைட்டாமினே (*ustilago scitaminea*) என்னும் பூசணத்தால் இந்நோய் தோன்றுகிறது. நோயுற்ற செடிகள் வளர்ச்சி குன்றி மிகுதியான தூறுகளைக் கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு ஏற்படும் தூறுகள் சிறுத்தும் தோகைகள் குறுகியும் நீளமான கணுவிடைப் பகுதியைப் பெற்றும் இருக்கும். நோயுற்ற கரும்பின் நுனியில் சாட்டை போன்ற கருமை நிற உறுப்பைக் காணலாம். இவ்வறிகுறியே இந்நோயை எளிதில் கண்டறிய உதவுகிறது. பயிரின் இளம்பருவத்தில் இச்சாட்டை அறிகுறி தோன்றி னால் அப்பயிர் இறுதியில் காய்ந்து விடும். இச்சாட் டையின் நீளம் 1.5-2 செ. மீட்டர் வரையிருக்கும்.

சாட்டை முதலில் வெண்மையான தோலால்

மூடப்பட்டிருக்கும். ஆயினும் சாட்டை வளர்ச்சி யடைந்து பெரியதாகும்போது இதை மூடியுள்ள தோல் கிழிந்துவிடுகிறது. இதனால் சாட்டையி லிருந்து நுண்ணிய உருண்டை வடிவுடைய 4-7 மைக்ரான் அளவுடைய கரித்தூள் போன்ற வித்துக் கள் கோடிக்கணக்கான எண்ணிக்கையில் காற்றில் பறக்கின்றன. நோய்கண்ட கரணைகளிலிருந்தோ நோய் கண்ட நிலத்திலிருந்தோ முளைத்துவரும் செடிகள் சிறுத்து மெல்லிய தண்டுப் பகுதிகளுடன் கூடிய புற்களைப் போன்ற அமைப்பைப்பெறுகின்றன. அவற்றிலிருந்து மிக விரைவில் கருஞ்சாட்டைகளும் தோன்றுகின்றன.

பரவுதல். நோயுண்ட கரணையை நடப் பயன் படுத்தும்போது நோய் அப்பயிரில் தோன்றுகிறது. காற்றின் மூலம் பரவும் வித்துகளின் மூலமும் நோய் பரவுகிறது.

கட்டுப்பாடு. நோயுறாத கரும்புகளிலிருந்து விதைக்கரணைகளைத் தேர்ந்தெடுத்து நடவுக்குப் பயன்படுத்த வேண்டும். கரணைகளை நடுவதற்கு முன்பூசணக் கொல்லிகளான அரிடான் 0.25% (100 லிட்டர் நீரில் 250 கிராம் மருந்து) அல்லது அகல்லால் 0.5%(100 லிட்டர் நீரில் 500 கிராம் மருந்து. என்னும் அளவில் கலந்து 15 நிமிடங்கள் அமிழ்த்தி எடுக்க வேண்டும். இதனால் கரணைகளின் மேல் ஒட்டியுள்ள பூசண வித்துகளால் நாளடைவில் ஏற்படும் தொற்று தல் தவிர்க்கப்படுகிறது. கரணைகளை நடுமுன்பு 52° C வெப்ப நீரில் ஒரு மணி நேரம் அமிழ்த்தி வைத்திருந்து நடலாம். அல்லது கரணைகளை 54°C வெப்பக் காற்றில் 4 மணி நேரமோ, 55°C வெப்பக் காற்றில் 2 மணி நேரமோ வைத்திருந்து நடப் பயன்படுத்தலாம். இவ்விதை நேர்த்தியின் மூலம் கரணைகளிலிருந்து நோய் உண்டாவதைத் தடுக்கலாம்.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

நூலோதி. கோ. அர்ச்சுனன், கா. சிவப்பிரகாசம், நா. சண்முகம், கரும்பின் நோய்கள், தமிழ்நாடு வேளாண்மைப் பல்கலைக் கழகம், கோயம்புத்நூர், 1980.

கரிபியன் கடல்

மத்திய தென் அமெரிக்காவுக்கும், மேற்கிந்தியத் தீவுகளுக்கும் இடையில் ஏறக்குறைய 2800 கிலோ

மீட்டர் நீளமும், 1500 கிலோ மீட்டர் அகலமும் உள்ள ஆழமான கடற்பகுதிக்குக் கரிபியன் கடல் (Caribbean sea) எனப்பெயர். வடக்கில் பெரும் அன்டிலியன் தீவுகள் (Greater Antillean Islands), ஹிஸ்பனியோலா, ஜமாய்கா, பியர்ட்டோரிகோ ஆகியவற்றாலும், கிழக்கில் சிறிய அன்டிலியன் தீவுகளாலும், தெற்கில் வெனிசுலா, கொலம்பியா, பனாமா ஆகியவற்றாலும், மேற்கில் கோஸ்ட்டா ரிகா, நிகரகோவா, ஹொன்டியூரஸ் யுகாடன் தீபகற்பம் ஆகியவற்றாலும் சூழப்பட்டுள்ளது.

மெக்சிகோ வளைகுடாவுடன் இதை இணைத்து அமெரிக்க மத்தியதரைக் கடல் என்று கூறுவதுமுண்டு. நீரின் போக்கு கிழக்குத் தீவுகளின் வழியாக, கிழக்கு மேற்காக உள்ளே சென்று, மேற்கே யுகாட்டான் கால்வாய் வழியாக வெளிச்சென்று மெக்சிகோ வளைகுடாவுடன் சேருகிறது. கரிபியன் கடலின் படுகை, மலை முகடுகளால் யுகாட்டன், கேய்மன், வெனிசுலன், கிரெனெடா என ஐந்து குழி நிலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. கேய்மன், ஜமாய்கா, பியாட்டா, ஏவ்ஸ் ஆகிய பல முகடுகள் இங்கு காணப்படுகின்றன. இக்கடலின் பெருமஆழம் 7640 மீட்டர், கேய்மன் அகழியில் காணப்படுகிறது. இதன் நீர், மிததட்பவெப்ப நிலையிலிருந்தாலும், கோடை, இலையுதிர் பருவங்களில் ஏற்படும் சூறாவளிகளால் வெப்பநிலை மாறுகிறது. நீரின் மேற்பரப்பு மிகச் சூடான நிலையிலும், அடிப்பகுதி குளிர்ந்தும் இருப்பதால் இதைப் பயன்படுத்தி, பொருளாதார முறையில் குறைந்த செலவில் மின் உற்பத்தி செய்ய முயல்கின்றனர். வெப்ப மண்டல மீன்கள், பவளங்கள், கடற்பசுக்கள், பேய்த்திருக்கைகள் ஆகியவை இங்கு பெருமளவில் கிடைக்கின்றன. இங்கு பிடிக்கப்படும் சிங்கிறால்கள் வட அமெரிக்காவில் விற்பனையாகின்றன.

அட்லாண்டிக் கடலிலிருந்து பசுபிக் கடலுக்குச் செல்லும் கப்பல்கள் மிகுதியாக இக்கடல் வழியாகக் குறுக்குவழியில் செல்வதால் போக்குவரத்துக்கு மிகவும் முக்கியமாகக் கருதப்படுகிறது.

- பங்கஜம் கணேசன்

கரிம அளவறி பகுப்பாய்வு

இது கரிமச் சேர்மங்களில் தனிமங்கள், வினையுறு தொகுதிகள் ஆகியவற்றின் அளவை மதிப்பிட உதவும் ஆய்வு ஆகும். தேவைப்படும் தகவலுக்குத் தகுந்தாற்போல் பகுப்பாய்வின் வகை அமைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, மொத்த நைட்ரஜன் அளவு அறியப்பட வேண்டும் எனில் தனிமப் பகுப்பாய்வும், அமினோ வகை நைட்ரஜன் மட்டும் கணக்கிடப்பட வேண்டியிருப்பின் அமினோ தொகுதிப் பகுப்பாய்வும் செய்ய வேண்டும். தூய சேர்மங்கள் முதல் கலவைகள் (இரத்தம், உரக்கலவை, கழிவு நீர்) வரை பல பொருள்களை இவ்வகைப் பகுப்பாய்வுக்குட்படுத்தலாம். வேதிப் பகுப்பாய்வு தவிர, எக்ஸ்கதிர் சிதறல் அணுக்கருக்காந்த உடனிசைவு ஆகிய முறைகளும் அளவறி பகுப்பாய்வில் அடங்கும்.

உலோக அளவறிதல். கரிமச் சேர்மத்தில் ஓர் உலோகத்தின் விழுக்காட்டைக் கண்டறிவதற்கு இரு வழிமுறைகள் உள்ளன. (1) சேர்மத்தை நீர்த்த சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் நனைத்து, ஆக்சிஜன் ஓட்டத்தில் சூடுபடுத்தி உலோக ஆக்சைடாகவோ, உலோக சல்ஃபேட்டாகவோ மாற்றி அதன் எடையைக் கண்டறிதல்-தங்கம், வெள்ளி போன்ற ஓரிரு உலோகங்களைத் தனிமங்களாக மாற்றி எடையைக் காணலாம். (2) சேர்மத்தின் கரிமப் பகுதியை அடர் சல்ஃப்யூரிக் மற்றும் நைட்ரிக் அமிலங்களைக் கொண்டு அகற்றி எஞ்சிய உலோகத்தை மட்டும் அயனிகளாகக் கனிம அளவறி பகுப்பாய்வு முறைகளால் மதிப்பிடலாம். இரண்டாம் முறை ஆர்செனிக் போன்ற எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய தனிமங்களின் பகுப்பாய்வில் பயன்படுகிறது.

கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அளவறி பகுப்பு. இவ்விரண்டு தனிமங்களும் ஒரே ஆய்விலேயே எடையறியப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட எடையில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட மாதிரிப் பொருளை முழுமையாக எரித்து, கார்பன் டைஆக்சைடாகவும், நீராகவும் மாற்ற வேண்டும். 600°C வெப்பநிலையில் பிளாட்டினத்தை வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தி இவ்வெரிதலை நிகழ்த்த வேண்டும். பொருளில் நைட்ரஜன் இடம் பெற்றிருப்பின் எரிதலில் விளையும் வளிமக் கலவையைக் காரீயப் பெராக்சைடு வழியாகச் செலுத்தி நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளை அகற்ற வேண்டும். ஹாலோஜன்களைப் பிரித்து எடுக்க வெள்ளி இழைகளையும், சல்ஃபர் டைஆக்சைடைப் பிரித்து எடுக்கக் காரீயக் குரோமேட்டையும் பயன்படுத்தலாம். வினையில் விளைவாகும் நீரை மக்னீசியம் பெர்குளோரேட்டில் உறிஞ்சி, அதில் தோன்றும் எடை உயர்விலிருந்து, சேர்மத்திலுள்ள ஹைட்ரஜனின் சதவீதத்தைக் கணக்கிட இயலும். கல்நார் இழைகளின் மீது ஏற்றப்பட்ட சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைக் கொண்டு வினை விளைபொருள்களுள் ஒன்றான கார்பன் டைஆக்சைடை உறிஞ்சி, அதனால் விளையும் எடை உயர்விலிருந்து சேர்மத்தில் கார்பன் சதவீதத்தை அறியலாம். மாதிரிக் கணக்கீடு:

W கி. சேர்மத்திலிருந்து பகுப்பாய்வில் X கி, CO_2 உம், Y கி. நீரும் கிடைப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

$$\text{சேர்மத்தில் கார்பன் சதவீதம்} = X \times \frac{12}{44} \times \frac{100}{W}$$

$$\text{ஹைட்ரஜன் சதவீதம்} = Y \times \frac{2}{18} \times \frac{100}{W}$$

கார்பனின் சதவீதத்தை மட்டும் கண்டறிவ தற்கு ஈர நிலை எரிதல் (wet combustion) எனும் முறை பயன்படுகிறது. ஆய்வுக்குள்ளாகும் பொருளைச் சல்ஃப்யூரிக் அமில - பொட்டாசியம் (அல்லது வெள்ளி) டைக்ரோமேட் கலவையால் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து, பெறப்படும் CO_2ஐச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடில் உறிஞ்சியோ, நேரடியாக வளிமத்தின் பருமனை அளந்தோ மதிப்பீடு செய்யலாம். வினைத்தொடர் நிறச்சாரல் பிரிகை (reaction chromatography) எனும் உத்தியினால் கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகியவற்றின் சதவீதத்தை நுட்பமாக (அவை மிக நுண்ணிய அளவிலேயே இடம் பெற்றிருப்பினும்) அறியலாம். இம்முறையில் கரிமச் சேர்மத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட எடையில் எரித்து வெளியாகும் CO_2 வளிமத்தையும், நீர் ஆவியையும் தக்கதொரு நிறச்சாரல் பிரிகைக் குழலில் (chromatographic column) செலுத்த வேண்டும். பிரிகைப் படத்தில் பதிவாகியுள்ள வரைகோட்டின் உயரம் அல்லது (இடைப்பட்ட) பரப்பளவு ஆகியவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றை அளந்து, அதனின்றும் சதவீதங்களைக் கணக்கிடலாம்.

ஆக்சிஜன். ஆக்சிஜனை நேரடியாக மதிப்பிடும் முறையில் கரிமப் பொருளை நைட்ரஜன் வளி ஓட்டத்தில் சூடுபடுத்தி நீர், கார்பனின் ஆக்சைடு, ஹைட்ரோ கார்பன்களாக மாற்றி, இவ்வளிமக் கலவையைக் கிராஃபைட் தண்டு வழியாக 1150 C வெப்பநிலையில் செலுத்தி அனைத்து ஆக்சிஜனையும் கார்பன் மோனாக்சைடாக மாற்ற வேண்டும். இவ்வாறு உருவாகும் கார்பன்மோனாக்சைடை I_2O_5 கொண்டு CO_2 ஆக ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தல் வேண்டும். இதனால் விளையும் அயோடின் அல்லது கார்பன் டைஆக்சைடை அளவிட்டு ஆக்சிஜனின் சதவீதத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$I_2O_5 + 5CO \rightarrow I_2 + 5CO_2$$

இச்செயல்முறை கடினமானதாகையால் ஆக்சிஜனைப் பொதுவாக மறைமுகமான வேறுபாட்டு முறையைக் கொண்டே அளந்தறிவது வழக்கமாகும். சேர்மத்தில் இடம் பெறும் மற்ற தனிமங்களின் மொத்த சதவீத அளவைக் கூட்டி, இக்கூடுதல் தொகையை நூறிலிருந்து கழித்து ஆக்சிஜனின் சதவீதம் பெறப்படுகிறது.

நைட்ரஜன். நைட்ரஜனை அளவறி பகுப்பாய்வினால் மதிப்பிடுவதற்கு இரு வழி முறைகள் உள்ளன. அவை (1) டூமாஸ் (Dumas) முறை: தெரிந்த எடை கொண்ட கரிமப் பொருளைத் தாமிர ஆக்சைடுடன் கலந்து CO_2 வளிம ஓட்டத்தில் சூடுபடுத்தி, தனிம நிலையில் வெளியாகும் நைட்ரஜனைக் கரைசலின் மீது சேகரித்து வளிமத்தின் பருமனை அளவிட வேண்டும். இவ்வழிமுறையில் கரிமப் பொருளிலுள்ள மொத்த நைட்ரஜன் சதவீதம் அளந்தறியப்படுகிறது. (2) கெல்டால் முறையில் (Kjeldahl method) கரிமப் பொருள் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்துடன் ஒரு வினையூக்கி உடனிருக்கச் சூடுபடுத்தப்படுகிறது. இதனால் சேர்மத்திலுள்ள நைட்ரஜன் யாவும் அமோனியம் சல்ஃபேட்டாக மாற்றப்படும். இதை மிகையான அளவு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சூடுபடுத்தி, அம்மோனியா வளிமத்தை வெளியேற்ற வேண்டும். இந்த அம்மோனியாவைத் தெரிந்த மிகையளவு நீர்த்த நியம போரிக் அமிலத்தில் உறிஞ்சி, நடுநிலையாக்கப் பெறாத போரிக் அமிலத்தைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் நடுநிலையாக்கி நைட்ரஜனை அளந்தறியலாம்.

சேர்மத்தில் நைட்ரஜனின் சதவீதம்:

$$\frac{(V_2-V_1)\times N_1}{V_3} \quad \frac{14}{1000} \times V_4 \times \frac{100}{W}$$

V_2 : கலக்கப்பட்ட போரிக் அமிலத்தின் காரச் சமானப் பருமனளவு

V_1 : எஞ்சியுள்ள போரிக் அமிலத்தின் காரச் சமானப் பருமனளவு

V_3 :வினைக்குட்படுத்தப்பட்ட அம்மோனியம் சல்ஃசல்பேட் கரைசலின் பருமனளவு

V_4 : சேர்மத்திலிருந்து சிதைவுறுத்திப் பெறப்பட்ட அம்மோனியம் சல்ஃபேட் கரைசலின் மொத்தப் பருமன்

W : சேர்மத்தின் எடை

இம்முறையில் வினையூக்கியைத் தேர்வு செய்வதில் மிகுந்த கவனம் தேவை. நைட்ரஜனைக் கொண்ட வெவ்வேறு கரிம மூலக்கூறுகளுக்கு வெவ்வேறு வினையூக்கிகள் தேவைப்படுகின்றன.

பிற தனிமங்கள். கந்தகம், ஹாலோஜன், பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற பிற தனிமங்களுக்கு முறையே சல்ஃப்யூரிக் அமிலமாகவும், ஹாலைடு உப்புகளாகவும், பாஸ்ஃபாரிக் அமிலமாகவும் மாற்றி அளவறிதல் எளிய வழிமுறையாகும். கேரியஸ் முறையில் கரிமப் பொருளைப் புகைபடிந்த நைட்ரிக் அமிலத்துடன் மூடிய குழாயில் சூடுபடுத்த வேண்டும். சேர்மத்திலுள்ள கந்தகம் யாவும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலமாகிவிடும். இதனுடன் மிகையளவு பேரியம் குளோரைடு கரைசலைச் சேர்த்து, பேரியம் சல்ஃபேட்டாக வீழ்படியவைத்து, வீழ்படிவை வடிகட்டி உலர்த்தி எடையிடலாம்.

$$S + 6\ HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$$

$$BaCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 + 2\ HCl$$

ஹாலோஜன்களை இந்த முறையில் அளவறிவதற்கு, நைட்ரிக் அமிலத்துடன் காய்ச்சிய பின்பு வெள்ளி நைட்ரேட் கரைசலை மிகையளவில்

சேர்த்து, வீழ்படிவாகும் வெள்ளி குளோரைடை வடிகட்டி, உலர்த்தி எடையறிய வேண்டும். ஹாலோஜன், கந்தகம் இரண்டிற்குமே பொதுவான பிறிதொரு முறையில் சேர்மத்தை மிகையான அளவு ஆக்சிஜனில் எரித்து, கந்தகத்தின் ஆக்சைடுகளை நடுநிலையாக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜன் பெராக்சைடு கரைசலிலும், ஹாலோஜன்களைச் சோடியம் பைசல்ஃபைட் கரைசலிலும் உறிஞ்சி எடையறியலாம்.

வினையுறு தொகுதிகள். கார்பாக்சில், ஹைட்ராக்சில், நைட்ரோ மற்றும் அமைடு போன்ற வினையுறு தொகுதிகளை அளவறிய அவை ஒவ்வொன்றுக்குமான சிறப்பு வினைகளை நிகழ்த்த வேண்டும். நடுநிலையாக்கல், ஆக்சிஜனேற்ற-ஒடுக்கம், வீழ்படிவாக்கல், குறுக்கவினை, வளிம வெளியேற்றம் போன்ற வினைகள் இவற்றில் அடங்கும். சில உத்திகளில், வினையுறும் வேதிப் பொருளின் அளவை வினையின் தொடக்கத்திலும், முடிவிலும் அறிந்து வினையுறும் தொகுதியின் சதவீதத்தைக் கணக்கிடலாம். சில வினைகளில் வினை விளை பொருள்களுள் ஒன்றை அளவறியலாம். பெரும்பாலான கரிமச் சேர்மங்கள் நீரில் கரைவதில்லையாதலால், கரிமக் கரைப்பான்களையே இவ்வழி முறைகளில் பயன்படுத்தி, நீரிய ஊடகத்தில் நிகழ்த்த வொண்ணா வினைகளைக்கூட நிகழ்த்தலாம். சில கரிமக் கரைப்பான்கள் வினையுறு தொகுதிகளின் அமிலத்தன்மை அல்லது காரத்தன்மையை உயர்த்த வல்லவை. இதன் விளைவாக வினையுறு தொகுதியின் வினைத்திறன் கூடுகிறது. சில வினையுறு தொகுதிகளின் சிறப்பு வினைகளில் நீர் மூலக்கூறு விகிதவியலின் படி (stoichicmetry) செலவழியும் அல்லது விளைவாகும். கார்ல்-ஃபிஷர் (Carl-Fisher) வினைப்பொருளைப் பயன்படுத்தி வினைப்படு அல்லது வினைவிளை நீரின் அளவைப் பருமனறி பகுப்பாய்வுக் குட்படுத்தி அறியலாம்.

பிற முறைகள். பெரும்பாலான கரிமச் சேர்மங்கள் புறஊதா மற்றும் அகச்சிவப்பு ஒளியை உறிஞ்ச வல்லவை. இந்த நிகழ்ச்சியின் தன்மை ஒளி அளவு ஒளி அதிர்வு எண் (intensity-frequency) வரைபடத்தில் நன்கு தெரியும். இவ்வரைபடம் (அகச்சிவப்பு உறிஞ்சலைப் பொறுத்தவரை) ஒவ்வொரு மூலக்கூறுக்கும் ஒரு கைரேகையைப் போன்றதாதலின், அகச்சிவப்பு ஒளிக்கதிரைக் கரிமப்பொருளின் மீது பாய்ச்சி, அதன் விளைவாகக் கிடைக்கப் பெறும் நிற நிரலைக் கூர்ந்து நோக்கி அதிலுள்ள கோடுகளின் உயரத்தை நுட்பமாக அளந்து சேர்மத்திலுள்ள வினையுறு தொகுதியின் அளவையும், கலவையாக இருப்பின், உட்கூறுகளின் (constituents) சதவீதத்தையும் கணக்கிடலாம். ஒரு சேர்மத்தைக் கட்டுப்பாடாகச் சிதைவுறுத்தி, விளையும் உறுப்புகளையும் அயனிகளையும் பொருண்மை-நிறநிரல் முறை வாயிலாக அளந்து பகுப்பாய்வு நிகழ்த்தலாம். பெட்ரோலியப் பொருள்களின் இயல்பை அறிவதற்கு இம்முறை ஏற்றதாகும்.

ஒரு சேர்மத்தையோ, வினையுறு தொகுதியையோ அளவறி பகுப்பாய்வுக்குட்படுத்தும்போது, பிற சேர்மங்களிலிருந்தோ வினையுறு தொகுதிகளிலிருந்தோ குறுக்கீடு (interference) நேராமல் காப்பது தேவை. இதைக் கருத்தில் கொண்டு கரிம அளவறி பகுப்பாய்வில் வாலை வடித்தல், அயனிப் பரிமாற்றம், நிறநிரல் முறை, சாறு இறக்கல், விரவல் ஆகிய இயற்பியல் முறைகளைச் சேர்மத்தைத் தூய்மையாக்கும் செயலில் ஈடுபடுத்த வேண்டியுள்ளது. வினையுறு தொகுதிகளுக்கு இடைப்பட்ட இடையீட்டைத் தவிர்க்க அளவறியப்படும் வினைத் தொகுதியைத் தவிரப் பிறவற்றைத் தக்க வினை மூலம் தற்காலிகமாகச் செயலற்றதாக்கிவிட வேண்டும்.

பொருண்மை நிரலியல், வளிம நிறச்சாரல் பிரிகை ஆகிய நுண்திறன் வாய்ந்த முறைகளினால் ஒரே நேரத்தில் ஒரு கலவையைப் பிரித்து, உட்கூறுகளைப் பகுத்தறிந்து அளவறிதலும் செய்யலாம். ஓரளவு ஆய்வுப் பொருளைக் கையாள்வதாலும், பகுப்பாய்வுக்கு முன்பாகச் செறிவூட்டம் செய்வதாலும் மில்லியனில் ஒரு பங்கு (ppm) நூறுகோடியில் ஒரு பங்கு (ppb) என்னும் நுண்ணிய அளவில் இடம் பெறும் உட்கூறுகளை நுணுக்கமாக அளக்கலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட அயனியால் மட்டும் பாதிக்கப் படவல்ல மின்முனைகளைப் பயன்படுத்தி அளவறிதல் நிகழ்த்தலாம். சான்றாக, யூரியேஸ் எனும் நொதியால் வினையூக்கப்படும் யூரியா-நீராற்பகுப்பு வினையில் விளையும் அம்மோனியம் அயனியால் மின்னழுத்த மாற்றம் காணக் கூடிய மின்முனைகளைப் பயன்படுத்தி இவ்வினையில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் செறிவை அறியலாம்.

குறிப்பிட்ட வினையுறு தொகுதிகளுக்கான அளவறி பகுப்பாய்வு முறைகள் அட்டவணையில் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இவையல்லாமல் மூலக்கூறு எடைகளைக் கண்டறியும் முறைகளிலும் சேர்மத்தின் வகையீட்டுக்குத் தகுந்தவாறு வழிமுறைகள் வேறுபடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு கரிம வகை அமிலத்தின் மூலக்கூறு எடையைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு வெள்ளி உப்பு முறை பயன்படுகிறது. குறிப்பிட்ட எடையில் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட அமிலத்தை முழுமையாக வெள்ளி உப்பாக மாற்றி, அவ்வெள்ளி உப்பை வெப்பச் சிதைவுக்குட்படுத்தி, விளைவாகும் உலோக வெள்ளியை எடையிட்டு, அமிலத்தின் உப்பு மூலத் திறனைப் பயன்படுத்தி அமிலத்தின் மூலக்கூறு எடையைக் கணக்கிடலாம். ஒரு கரிம வகைக் காரத்திற்கு (அமீனுக்கு) மூலக்கூறு எடை மதிப்பிட, குளோரோ பிளாட்டினிக் அமிலத்துடன் வினையுறுத்தி கிடைக்

அட்டவணை

வரிசை எண்	சேர்மம் அல்லது வினையுறு தொகுதி	அளவறி பகுப்பாய்வு முறை
1.	ஆல்கஹால்	ஹைட்ரஜன் வெளியீடு
2.	ஆல்டிஹைடு மற்றும் கீட்டோன்	டாலனின் வினைப்பொருள் முறை, ஃபெல்லிங் முறை
3.	குளுக்கோஸ் (குறைப்பான் வகைச் சர்க்கரை)	பெர்ட்ராண்டு முறை
4.	மெத்தாக்சி தொகுதி	சீசல் (Zeisel) முறை
5.	எண்ணெய் (கொழுப்பு)	அயோடின் எண் சோப்பாதல் எண் அமில எண்
6.	எஸ்ட்டர்	சோப்பாதல் வினை
7.	ஃபீனால்	புரோமினேற்றம்
8.	அனிலீன்	புரோமினேற்றம்
9.	அமிலம்	நடுநிலையாக்கல்
10.	மூலக்கூறு எடை	தொகைசார் பண்பு முறைகள்
11.	அமிலத்தின் மூலக்கூறு எடை	வெள்ளி உப்பு முறை
12.	காரத்தின் மூலக்கூறு எடை	குளோரோபிளாட்டினிக் அமில முறை

கப்பெறும் உப்பைச் சிதைத்து, விளையும் பிளாட்டினத்தின் எடையிலிருந்து பின்னோக்குக் கணக்கீடு செய்தல் வேண்டும்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கரிம ஆர்செனிக் சேர்மங்கள்

கரிமச் சேர்மங்களில் ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம், ஹாலோஜன் போன்ற தனிமங்களைத் தவிர வேறு ஒரு தனிமம் (எ.கா. Mg, Zn, Pb, Si, As போன்றவை) கார்பன் அணுவோடு பிணைக்கப்பட்டிருந்தால், அச்சேர்மங்கள் கரிமத் தனிமச் சேர்மங்கள் (organoelement compounds) எனப்படும். எ. கா. CH_3MgBr, C_2H_5ZnI. கார்பன் அணுவோடு நேரடியாக ஆர்செனிக் இணைந்திருந்தால் அச்சேர்மங்கள் கரிம ஆர்செனிக் சேர்மங்கள் (organoarsenic compounds) எனப்படும்.

அல்க்கைல் ஆர்சின்கள்

நைட்ரஜன், அமீன்களைக் கொடுப்பதைப் போன்று, ஆர்செனிக் தனிமம் ஓரிணைய, ஈரிணைய, மூவிணைய ஆர்சின்களையும் நான்கிணைய ஆர்சோனியம் சேர்மங்களையும் கொடுக்கிறது.

ஓரிணைய ஆர்சின். டைஅல்க்கைல் பாதரசத்தை ஆர்செனிக் குளோரைடுடன் வினைபுரியச் செய்தால் அக்கைல் ஆர்செனிக் குளோரைடு உண்டாகிறது. இச்சேர்மத்துடன் துத்தநாகத்தையும் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையும் சேர்த்தால், ஆக்சிஜன் ஒடுக்கம் ஏற்பட்டு, ஓரிணைய ஆர்சின் கிடைக்கிறது.

$$AsCl_3 + (CH_3)_2Hg \rightarrow CH_3HgCl + CH_3AsCl_2 \xrightarrow{Zn/H_2SO_4} CH_3AsH_2$$

அக்கைல் ஆர்செனிக் அமிலத்துடன் துத்தநாகத்தையும் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தையும் சேர்த்தால்,

ஆக்சிஜனொடுக்கம் ஏற்பட்டு, ஓரிணைய ஆர்சின் கிடைக்கிறது.

$$RAsO_3H \xrightarrow{Zn/H_2SO_4} RAsH_2$$

ஈரிணைய ஆர்சின். டைஅல்க்கைல் குளோரோ ஆர்சினைத் துத்தநாகம், கந்தக அமிலம் ஆகிய வற்றைப் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனொடுக்கம் செய்தால் ஈரிணைய ஆர்சின் உண்டாகிறது.

$$RASCl \xrightarrow{Zn/H_2SO_4} R_2AsH$$

மூவிணைய ஆர்சின். கிரிக்னார்டு வினைப் பொரு ளுடன் ஆர்செனிக் புரோமைடை வினையுறச் செய்து மூவிணைய ஆர்சின் பெறப்படுகிறது.

$$3CH_3MgI + AsBr_3 \rightarrow (CH_3)_3 As + 3MgBrI$$

நான்கிணைய ஆர்சோனியம் சேர்மங்கள். மூவிணைய ஆர்சினுடன் அல்க்கைல் ஹாலைடைச் சேர்த்து நான்கிணைய ஆர்சோனியம் ஹாலைடுகள் பெறப்படுகின்றன.

$$R_3As + R'I \longrightarrow (R_3R'As) + I^-$$

பண்புகள். மெத்தில் ஆர்சின் வளிம நிலையில் உள்ளது. பிற அல்க்கைல் ஆர்சின்கள் யாவும் நிற மற்ற, பூண்டு மணமுடைய, நச்சுத் தன்மையுடைய நீர்மங்களாக உள்ளன. இவற்றுக்குக் காரத்தன்மை இல்லாமையால், அமிலங்களுடன் சேர்ந்து இவை உறுப்புகளைக் கொடுப்பதில்லை. காற்றுப் பட்ட வுடன்இவை எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைந்து விடு கின்றன.

$$CH_3AsH_2 \xrightarrow{O_2} CH_3\overset{\overset{O}{||}}{As}(OH)_2$$

மெத்தில் ஆர்சின் மெத்தில் ஆர்சோனிக் அமிலம்

$$(CH_3)_2AsH \xrightarrow{O_2} (CH_3)_2\overset{\overset{O}{||}}{As}—OH$$

டை மெத்தில் ஆர்சின் டை மெத்தில் ஆர்சோனிக் அமிலம் (dimethylarsonic acid)

$$(CH_3)_3As_2 \xrightarrow{O_2} (CH_3)_3As{=}O$$

ட்ரைமெத்தில் ஆர்சின் ஆக்சைடு

ஈர வெள்ளி ஆக்சைடுடன் நான்கிணைய ஆர்சோனியம் ஹாலைடுகள் சேர்ந்து அவற்றின் ஹைட்ராக்சைடுகளை அளிக்கின்றன. இந்த ஹைட் ராக்சைடுகள் மிகுந்த காரத்தன்மை உடையவை. வெப்பப்படுத்தும்போது இவை சிதைவடைந்து ட்ரைஅல்க்கைல் ஆர்சின் ஆக்சைடையும் ஹைட்ரோ கார்பனையும் கொடுக்கின்றன.

$$(CH_3)_4 As^+ \quad Br^- \xrightarrow{Ag_2O/H_2O} (CH_3)_4As^+OH^-$$

நான்கிணைய ஆர்சோனியம் புரோமைடு

$$(CH_3)_4 As^+ \quad OH^- \xrightarrow{\triangle} (CH_3)_3 As = O + CH_4$$

கெகொடில் ஆக்சைடு $(CH_3)_2 As - O As (CH_3)_2$ 1760 ஆம் ஆண்டு கேடட் என்னும் அறிவியலார் ஆர்செனிக் ஆக்சைடையும், பொட்டாசியம் அசெட் டேட்டையும் சமஅளவில் எடுத்து வாலை வடிக்கும் போது கெடுநாற்றமுள்ள தானாகவே தீப்பற்றக்கூடிய நீர்மத்தைப் பெற்றார். இது கேடட் நீர்மம் எனப் படுகிறது.

$$As_4O_6 + 8CH_3 COOK \longrightarrow 2[(CH_3)_2As—]_2 O + 4 K_2CO_3 + 4 CO_2$$

புன்சன் என்பார் கேடட் நீர்மம் என்பது கெகொடில் ஆக்சைடும், கெகொடிலும் $(CH_3)_2As—As(CH_3)_2$ கலந்த கலவை என்று கண்ட றிந்தார்.

ஆர்செனிக் ஆக்சைடு, அசெட்டிக் அமிலம் ஆகிய வற்றின் ஆவிகளை, 300-400°C இல் உள்ள கார உலோக அசெடேட்டின் (வினைவேக மாற்றி) மீது செலுத்தினால் கெகொடில் ஆக்சைடு மிகையாக உண்டாகிறது என்பதை ஃபியூசன், சீவ் ஆகியோர் கண்டறிந்தனர்.

கெகொடில் ஆக்சைடு மிகுந்த நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த நீர்மம். இதன் கொதிநிலை 150°C. இது எத்தனால், ஈதர் ஆகிய நீர்மங்களில் கரைவதில்லை. தூய நிலையில் இது தானாகத் தீப்பற்றிக் கொள்வ தில்லை. கெகொடில் கலந்திருப்பதாலேயே இது தீப் பற்றும் தன்மை பெறுகிறது. கெகொடில் ஆக்சைடு மிகக்குறைந்த காரத்தன்மையுள்ளது. இது ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்துடன் வினையுற்றுக் கெகொடில் குளோரைடைக் (டைமெத்தில் குளோரோ ஆர்சின்) கொடுக்கிறது.

$$[(CH_3)_2As-]_2 O + 2HCl \longrightarrow 2(CH_3)_2AsCl + H_2O$$

இவ்வாறு கிடைக்கும் கெகொடில் குளோ ரைடைப் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தினால் தூய கெகொடில் ஆக்சைடு கிடைக்கிறது.

$$2(CH_3)_2\,AsCl + 2KOH \longrightarrow [(CH_3)_2\,As]_2O + 2KCl + H_2O$$

கெகொடில்(டெட்ராமெத்தில் டை-ஆர்சின்) $[(CH_3)_2As]_2$.

கெகொடில் குளோரைடை, துத்தநாகத்துடன் சேர்த்து CO_2 வளி மண்டலத்தில் சூடேற்றும்போது கெகொடில் உண்டாகிறது.

$$2(CH_3)_2AsCl + Zn \longrightarrow (CH_3)_2As\text{-}As(CH_3)_2 + ZnCl_2$$

இது ஒரு நிறமற்ற நச்சுத்தன்மை வாய்ந்த நீர்மம். இதன் கொதிநிலை170°C. இது காற்றில் தானாகவே தீப்பற்றிக் கொள்ளும் இயல்புள்ளது.

கெகொடிலிக் அமிலம். கெகொடில் ஆக்சைடை ஈரமான பாதரச (II) ஆக்சைடைப் பயன்படுத்தி ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தால் கெகொடிலிக் அமிலம் கிடைக்கிறது.

$$(CH_3)_2\ As\text{-}]_2O + 2\ HgO + H_2O \longrightarrow 2(CH_3)_2AsO(OH) + 2Hg$$

இது மணமற்ற படிக உருவிலுள்ள பொருளாகும். இதன் உருகுநிலை 200°C. இது நீரில் கரையும் தன்மையுள்ளது. ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்துடன் வினையுற்றுக் கெகொடில் சல்ஃபைடு $(CH_3)_2\ As\text{-}]_2S$ என்னும் சேர்மத்தைக் கொடுக்கிறது.

லூயிசைட் (டைகுளோரோ β குளோரோவினைல் ஆர்சின்). அசெட்டிலீனை, நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடு கொண்ட ஆர்செனிக் குளோரைடினுள் செலுத்தினால் லூயிசைட் உண்டாகிறது.

$$HC \equiv CH + AsCl_3 \longrightarrow ClCH = CHAsCl_2$$

அசெட்டிலீன் தொடர்ந்து செலுத்தப்படும் போது பிஸ் (β-குளோரோவினைல்) குளோரோ ஆர்சினும் இறுதியில் டிரிஸ்- (β-குளோரோவினைல்) ஆக்சிஜனும் கிடைக்கின்றன.

$$ClCH = CHAsCl_2 \xrightarrow{C_2H_2} (ClCH = CH\text{—})_2\ AsCl \xrightarrow{C_2H_5} (ClCH = CH\text{—})_3As$$

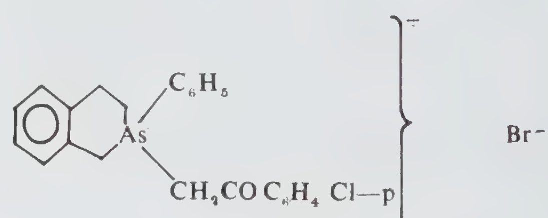
லூயிசைட் நீர்மம் 190°Cஇல் கொதிநிலையில் சிதைவடைகிறது. இது உடல் மீது பட்டால் கொப்புளங்கள் உண்டாகின்றன.

கரிம ஆர்செனிக் சேர்மங்களின் முப்பரிமாண வேதியியல். ஆர்செனிக் தனிமம் 3,4,5,6 இணைதிறன்களைக் கொண்டுள்ளது. இதனால் ஆர்செனிக்கின் பண்புகள் பாஸ்ஃபரஸை ஒத்துள்ளன. முதன்முதலில் பாரோஸ், டர்னர் என்னும் இரு வேதியியலார் பென்சைல்மெத்தில் -1- நாஃப்தைல்ஃபினைல் ஆர்சோனியம் அயோடைடு என்னும் சேர்மத்தை ஒலியியல் எதிர் வடிவங்களாகப் பிரித்தெடுத்தனர். பின்னர் பென்சைல் எத்தில் -1- நாஃப்தைல் -n- புரோப்பைல் - ஆர்சோனியம் அயோடைடு என்னும் சேர்மம் வலஞ்சுழி (dextro) வடிவத்தில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது. இச்சேர்மமும் கரைசல் நிலையில் சுழியாகக் கலவையாக விரைந்து மாறிவிடும் தன்மையது. இவ்வாறு சுழிமாய் கலவை விரைவாகக் கிடைப்பதற்குக் கரைசலில் பிரிகை-சமநிலை (dissociation epuilibrium) காரணமாக இருக்கலாம் எனக் கருதப்பட்டது.

கரைசலில் பிரிகை - சமநிலை ஏற்படுவதைக் கீழ்க்காணுமாறு குறிக்கலாம்.

$$[abcd\ As]^+ + I^- \rightleftharpoons abc\ As + dI$$

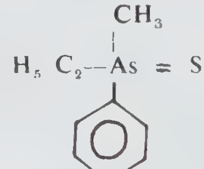
ஹாலிமேன், மேன் என்னும் இரு வேதியியலார் 1943 ஆம் ஆண்டு ஆர்செனிக் அணுவை வளையத்தில் இடம் பெறும் அணுவாகக் கொண்ட ஓர் ஆர்சோனியம் சேர்மத்தைத் தயாரித்தனர். அவர்கள் 2-p- குளோரோபினைடல் -2-பினைல்-1, 2, 3, 4-டெட்ராஹைட்ரோ - ஐசோ-ஆர்சினோனியப் புரோமைடு என்னும் சேர்மத்தைத் தயாரித்து, இதை ஒளியியல் எதிர்வடிவங்களாகப் பிரித்தெடுத்தனர். இச்சேர்மத்தில் ஆர்செனிக் அணு வளையப் பகுதியில் இருப்பதால் உயர் நிலைப்புத் தன்மையைக் கொண்டுள்ளது.



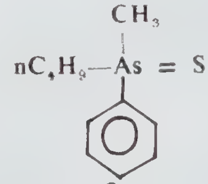
(அ)

சாதாரண வெப்பநிலையில் இச்சேர்மம் கரைசல் நிலையில் சுழிமாய் கலவையாக நிலைப்புத் தன்மை கொண்டுள்ளது.

1962ஆம் ஆண்டு ஹார்னர் குழுவினர் ஒளிச்சுழற்சி இயல்புடைய சேர்மங்களைத் (ஆ, இ) தயாரித்தனர்.



(ஆ)



(இ)

கேம்பல் குழுவினர் சில பதிலிகள் கொண்ட 9-ஆர்சாஃபுளுரீன்களை ஒளிச்சுழற்சி வடிவங்களாகப் பிரித்

நெடுத்தனர். எ. கா: 9-p-கர்பாக்சிஃபினைல் -2-மீத்தாக்சி -9-ஆர்சாஃபுளூரின்.

- இராமச்சந்திர மூர்த்தி

நூலோதி. J. L. Finar, *Organic Chemistry*, Vol. I & II, ELBS, London, 1973.

கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மங்கள்

இரு வளைய பெண்டாடையீனைல் உலோகங்கள் (bis-cyclopentadinyl metals) எனப்படும் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள், இடையாப்ப (sandwhich) வடிவமைப்புக் கொண்டவை. இச்சேர்மங்களின் பொது வடிவ வாய்பாட்டில் இருவகைகள் உள்ளன. (1) மறை நிலை (eclipsed): இவ்வமைப்பில் இரு வளையங்களும் (வளையங்களுக்குச் செங்குத்தான திசையிலிருந்து நோக்குகையில்) ஒன்றையொன்று மறைக்கின்றன. (2) பிரிநிலை (staggered): வளையங்களுக்குச் செங்குத்தான திசையிலிருந்து நோக்குகையில் இரு வளையங்களின் அனைத்து மூலைகளும் (பத்து மூலைகளும்)தெரிகின்றன. படம் 1-இல் இது விளக்கப் பட்டுள்ளது.

இடைநிலை உலோகங்களில் பெரும்பாலும் அனைத்துமே கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கவல்லவை. அணைவில் மைய அணுவாக இருக்கும் உலோக அணுவின் பெயரைக் கொண்டு அணைவு பெயரிடப்படுகிறது. எ.கா: ஃபெர்ரோசீன் (Fe), கோபால்டோசீன் (Co), ரூத்னோசீன் (Ru), டைட்நோசீன் (Ti). இரு பெண்டாடையீனைல் தொகுதிகளும் உலோக அணுவுடன் தம் உள்ளடங்கா π - எலெக்ட்ரான்களைப் பயன்படுத்தி இணைந்துள்ளன.

தயாரிப்பு முறைகள். ஆய்வகத் தயாரிப்பில் நீரற்ற இடைநிலை உலோகக் குளோரைடுகள் கரிம மக்னீசிய ஹாலைடுகளுடன் பதிலீட்டு வினைக்குட்படுத்தப் படுகின்றன.

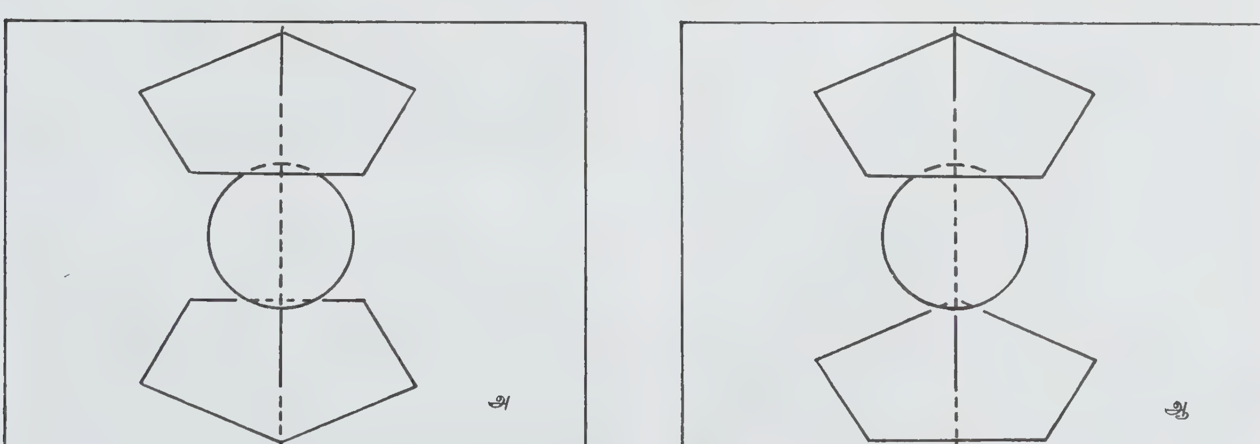
—Mg — X + Fe^{3+} → ஃபெர்ரோசின் (ஆரஞ்சுநிறம்)

மற்றொரு முறையில் நீரற்ற இடைநிலை உலோகக் குளோரைடுகளை ஈதைல் அல்லது டெட்ரா ஹைட்ரோஃபியூரான் (THF) கரைப்பானில் கரிம லித்தியத்துடன் வினைப்படுத்துதல் கையாளப்படுகிறது.

உலோக ஆவியை வளையப் பெண்டாடையீன் சேர்மத்துடன் நேரடியாக வினைப்படுத்துதல் அண்மைக்காலச் சாதனையாகும்.

$$Fe + 2C_5H_6 \longrightarrow Fe(C_5H_5)_2 + H_2$$

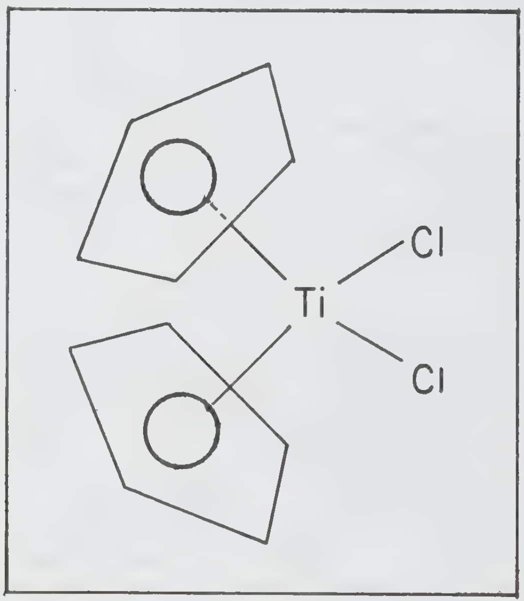
படிக அமைப்புகள். எக்ஸ் கதிர் விளிம்பு வளைவு ஆய்வுகள் வாயிலாகக் கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மங்களின் படிக அமைப்புகள் நன்கு அறியப்பட்டுள்ளன. ஃபெர்ரோசினும், பால இணைப்புடைய வகை நீங்கலான ஃபெர்ரோசின் வழிப் பொருள்களும் (derivatives) எதிர்ப்பட்டக (antiprismatic) அதாவது விரித்த நிலை (staggered) வச அமைப்புக் கொண்டவை. வளிம நிலையில் ஃபெர்ரோசின் மறை நிலை வச அமைப்புக் கொண்டிருக்கும். ரூத்தினோசின், ஆஸ்மோசீன் ஆகியவை பட்டக அமைப்பு வச (prismatic) அதாவது மறைநிலை (eclipsed) அமைப்புக் கொண்டவை. இரு பெண்டாடையீன் வளையங்களுக்கும் இடைப்பட்ட விலக்கு விசை ரூத்தினோசின், ஆஸ்மோசீன் ஆகிய அணைவுகளில் ஃபெர்ரோசீனில் உள்ளதைவிடக் குறைவாக உள்ளது என்பது இவ்வடிவமைப்பு வேறுபாடுகளிலிருந்து தெரிகிறது. இவ்விரு அணைவு வகைகளுக்கும் வளைய-



பிரிநிலை (staggered) படம் 1. மறை நிலை (eclipsed)

வளையத் தொலைவுகளுக்கும் வேறுபாடுள்ளது. இவ் வேறுபாடும் இரு வளையங்களுக்கும் இடைப்பட்ட விலக்குவிசை பற்றிய முடிவை அறுதியிடுவதாக உள்ளது.

இரும்பு, ரூத்தினியம் இரண்டையுமே இருவேறு மைய அணுக்களாகக் கொண்ட ஃபெர்ரேசினைல் ரூத்தீனோசீனைல் - கீட்டோன் எனும் சேர்மத்தில் இரு உலோக அணுக்களைச் சுற்றி ஒரே வகை அமைப்பு உள்ளது. அதாவது, மறைநிலைக்கும், விரி நிலைக்கும் சரியான இடைநிலை (half-way), டைட்னோசீன் மூலக்கூறில் இருபென்டாடையீன் வளையங்களும் இணையாக அல்லது ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தற்ற ஒரு கோணத்தில் அமைந்துள்ளன. (படம் 2).



படம் 2.

ரீனோசீன், ஸ்டானோசீன், பிளம்போசீன், டெட்ரா (வளையபெண்டாடையீனைல்) யுரேனியம் ஆகியவையும் இவ்வகையைச்சார்ந்தவை. ஓர் உலோக அணுவுக்கு ஒரு பென்டாடையீன் வளையத்தை மட்டுமே கொண்ட அணைவுகள் உண்டு. எடுத்துக் காட்டாக, சோடியம் வளையபெண்டாடையீனைடு, ஆவியில் வளையப் பென்டாடையீனைல் தாலியம் (I).

பிணைப்பு வலு. இடையாப்பு வடிவ அணைவுகள் வெப்பத்தினால் சிதைவுறாதன. பல கரிம-உலோக அணைவுகள் சிதைவுறாமல் ஏறத்தாழ 170°C வெப்ப நிலையில் உருகுகின்றன. இவை நீராற் பகுப்புக் குள்ளாவதில்லை. வினையூக்கியின் துணையுடன் கூட ஹைட்ரஜனேற்றம் ஆவதில்லை. ஹைட்ரஜ னேற்றத்திற்குட்படாத தன்மையில் ஃபெர் ரோசீன் பென்சீனைவிட உயர்ந்ததாகும். எனினும், எத்தில் அமீனுடன் கலந்த லித்தியம் ஃபெர்ரோ சினின் வளையங்களை உலோக அணுவிலிருந்து பிரித்துவிடுகிறது. பென்டாடையீன் வளையத்தில் இணைந்துள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நிலைமாறும் (labile) தன்மையற்றவையாதலால், கரிம-உலோக அணைவுச் சேர்மத்தைக் கன நீரிலிட்டால் அணை வின் ஹைட்ரஜனும் கனநீரின் டியூட்டிரியமும் பரி மாற்றம் காண்பதில்லை. எனினும் ஃபெர்ரோசினைக் கன ஹைட்ரஜனால் பதிலீடு செய்யப்பட்ட கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடுடன் (CaOD) உயர் வெப்பநிலை களில் வினைப்படுத்தி ஃபெர்ரோசீனில் டியூட்டீரி யத்தைப் புகுத்தலாம்.

புரோட்டான்-டியூட்டிரியம் பரிமாற்றத்தை வீரிய அமிலக் கரைசல்களில் D_2Oவைச் சேர்த்து, ஃபெர் ரோசீனுடன் வினைப்படுத்தி நிகழ்த்தலாம்.

மூன்று கரிம உலோக அணைவுகளின் பிணை வலிவுகள் (bond strengths), ரூத்தீனோசின் > ஃபெர் ராசீன் > நிக்கலோசீன் என்னும் இறங்கு வரிசையில் உள்ளன. பிணை நீளங்கள் இதற்கு எதிர்மாறாக ஏறு வரிசையில் உள்ளன.

ஆக்சிஜனேற்றம். ஆக்சிஜன் வளிமண்டலத்தில் இவ்வணைவுகளின் நிலைப்புத் தன்மைகள் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன. அறை வெப்பநிலையில் ஃபெர்ரோ சீன் ஆக்சிஜனால் தாக்கமுறுவதில்லை. மாறாக, குரோமோசீன் காற்றுப் படும்போது எரியக்கூடியது (pyrophoric). கட்டுப்படுத்தப்பட்ட ஆக்சிஜனேற்றத் திற்கு உட்படுத்தினால் வளைய பென்டாடை யீனைல் அணைவுகள் அணைவு-ஆக்சைடு சார்புப் பொருள்களைத் தருகின்றன. பெரும்பாலும் இவ் வாக்சிஜனேற்றங்கள் மீள்தன்மை பெற்றவை.

ரூத்தீனோசீனின் ஆக்சிஜனேற்றம் ஓர் எலக்ட் ரான் இடமாற்றத்தின் மூலம் நிகழ்ந்து வெளிர் மஞ்சள் நிறம் கொண்ட ரூத்தீனோசீனியம் எதிர் அயனியைத் தோற்றுவிக்கிறது. அழுத்தமானி வழி ஆக்சிஜனேற்றத்தால் இரு எலெக்ட்ரான் இட மாற்றத்தை நிகழ்த்தி $(h^5\text{-}C_5H_5)_2\ Ru)^{2+}$ என்னும் அயனியை உருவாக்கலாம். ஆஸ்மோசீனை ஃபெர்ரிக் குளோரைடினால் ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்ய லாம்.

கோபால்ட்டசீன் எளிதில் ஆக்சிஜனேற்றம் அடை கிறது. இம்மூலக்கூறு பிணை எதிர் ஆர்பிட்டாலி லிருந்து ஓர் எலெக்ட்ரானை இழந்து வினையுறா வளிம அணு அமைப்பை அடைவதால் இந்த ஆக்சிஜனேற்றம் எளிதாகிறது. இதனால் கோபால்ட்ட சீனும் காரப் போலி உலோகங்கள் எனப்படுகின்றன. இவ்விரு அணைவுகளில் அயனிகளும் மேலும் ஆக்சி ஜனேற்றம் அடைவதில்லை. அடர் நைட்ரிக் அமிலத் தினாலும் பாதிக்கப்படாத அளவுக்கு நிலைத்தன்மை கொண்டவை.

18-எலெக்ட்ரான் விதி. பெரும்பாலான பிற கரிம இடைநிலை உலோகச் சேர்மங்கள் 18-எலெக்ட்ரான் விதிக்குக் கட்டுப்படுகையில், வளையப் பென்டாடையீன் அணைவுகள் பெரும்பாலும் இவ்விதிக்கு உட்படுவதில்லை. ஏறக்குறைய அனைத்து உலோகக் கார்போனைல் அணைவுகளும் காந்த விலக்கப்பண்பு கொண்டிருக்கையில், கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மங்கள் பெரும்பாலும் பாரா காந்தப் பண்புடையனவாக உள்ளன. எனினும், கோபால்ட்டசீனும் நிக்கலோசீனும் 18 எலெக்ட்ரான் கூட்டம் கொண்ட அணைவுச் சேர்மங்களை உருவாக்கவல்லவை.

கரிம-உலோக அணைவுச் சேர்மங்களைப் பற்றிய செயலுறு அணு எண் கொள்கை. மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால் கொள்கையின் அடிப்படையில் கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மங்களின் வடிவமைப்புகளை நிறுவுவதற்கு முன் செயலுறு அணு எண் விதியைப் (effective atomic number rule or EAN concept) பற்றி அறிதல் பயன்தரும். இவ்விதியின்படி, அணைவின் மைய உலோக அணுவின் (அல்லது அயனியின்) மொத்த எலெக்ட்ரான்களையும் ஈனித் தொகுதிகளிலிருந்து பெறப்படும் எலெக்ட்ரான்களையும் கூட்டினால், அக்கூட்டுத் தொகை அவ்வுலோக அணுவுக்கு அடுத்த மேல் வினையுறு வளிமத்தின் அணு எண்ணுக்குச் சமமாக இருப்பின், அந்த அணைவு மூலக்கூறு அல்லது அயனி நிலையுற்றிருக்கும். இக்கூட்டுத்தொகை (அதாவது, அவ்வுலோக அணுவுக்கு அடுத்துவரும் வினையுறா வளிமத்தின் அணு எண்) அவ்வுலோக அணு அல்லது அயனிகள் செயலுறு அணு எண் (EAN) எனப்படும். கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மங்களில் இரு வளையப் பென்டாடையீனைல் தொகுதிகள் ஒவ்வொன்றும் ஐந்து எலக்ட்ரான்களைத் தருகின்றன. ஃபெர்ரோசீனில் இரும்பு அணுவின் அணு எண் 26. இரண்டு வளையப்பென்டாடையீனைல் தொகுதியின் அடங்காப் பிணைப்பு எலெக்ட்ரான்கள் 10. எனவே இரும்பு அணுவின் EAN = 36. இது கிரிப்ட்டான் எனும் வினையுறா வளிமத்தின் அணு எண் ஆதலின், இவ்விணைவு நிலைத்தன்மை பெறுகிறது. (EAN-உம் 18-எலக்ட்ரான் விதியும் ஒன்றேயாகும்) ஃபெர்ரோசீன் 500°C வெப்பநிலை வரை சிதைவுறுவதில்லை கோபால்டோசீன் (EAN = 37) எளிதில் கோபால்ட்டசீனைல் அயனியாக (EAN = 36 ஆக்சிஜனேற்றமுறுகிறது.

இவ்வயனி ஃபெர்ரோசீனைப் போன்றே நிலைத்தன்மை மிக்கது. வளையப் பென்டாடையீனும் கார்போனைலும் கலந்த கரிம உலோக அணைவுகள் பல இடைநிலைத் தனிமங்களுக்கு அறியப்பட்டுள்ளன.

எ.கா:

$[C_5H_5Mn(CO)_3]$, $[C_5H_5V(CO)_4]$

$[C_5H_5Cr(CO)_3]_2$ $[C_5H_5Fe(CO)_2]_2$

18 எலெக்ட்ரான் விதியைப் பின்பற்றும் இவ்வணைவுகளுள் ஒற்றைப்படை அணு எண் கொண்ட உலோகங்கள் ஒருறுப்பிகளையும (monomers), இரட்டைப்படை அணு எண் கொண்ட உலோகங்கள் ஈருறுப்பிகளையும் (dimers) தருகின்றன. இது கார்போனைல் சேர்மங்களில் காணப்படும் தோற்றப்பாட்டுக்கு நேர் எதிராக உள்ளது.

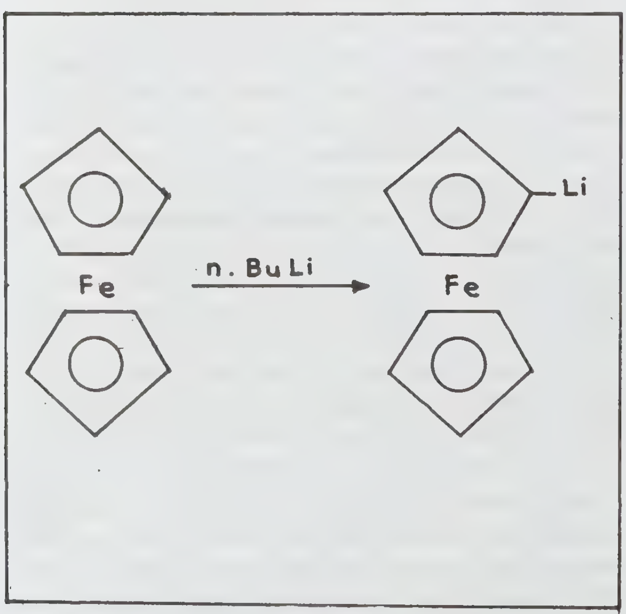
ஃபெர்ரோசீன் வகை மூலக்கூறுகளின் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்கள் பின்வருமாறு அமைந்துள்ளன: வளையத்தின் தளத்திற்கு மேலும் கீழும் கணுவற்ற வடையைப் (doughnut) போன்ற எலெக்ட்ரான் மேக மூட்டம் சிறும ஆற்றல் கொண்ட ஒரே ஆர்பிட்டாலைக் குறிக்கும் வகையில் அமைந்துள்ளது. அதற்குச் சற்று மேலாகச் சம ஆற்றல் பெற்றதும் முதன்மை அச்சை உள்ளடக்கிய கணுவிடைத் தளத்தைப் பெற்றதுமான இரு ஆர்பிட்டால்கள் இடம் பெறுகின்றன. இதற்கும் மேல் (ஆற்றல்) நிலையில் இரு கணுத் தளங்களைக் கொண்ட மேலும் இரு ஆர்பிட்டால்கள் உள்ளன. இவ்வாறு ஆற்றல்நிலை உயர உயரக் கணுவுடைத் தளங்களின் எண்ணிக்கையும் கூடி, இறுதியில் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கை அணுவின் p - ஆர்பிட்டால்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். அதாவது வளையக் கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். இவ்வெண் ஒற்றைப்படையாக இருப்பின், பெருமநிலையினை எதிர் ஆர்பிட்டால்கள் சம ஆற்றல் கொண்ட இரட்டையாக இருக்கும். இவ்வெண் இரட்டைப்படையாக இருப்பின், பிணை எதிர் ஆர்பிட்டால் ஒற்றையாக இருக்கும். கணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களின் சமச்சீர்மை அமையும்.

வளையப் பென்டாடையீன்களின் இம்மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களை அதே சமச்சீர்மை கொண்ட உலோக ஆர்பிட்டால்களுடன் கலத்தல் அடுத்த கட்டமாகும். ஆர்பிட்டால்கள் அனைத்திலும் சிறும ஆற்றல் நிலை கொண்ட பிணை ஆர்பிட்டால் கணுவற்றது. இரண்டு வளையங்களுக்கும் இவ்வார்ப்பிடாலின் அலை சார்பலனுக்கு ஒரே குறியீடு அளிக்கப்பட்டால், தனி அணுவின் (கோளவடிவான) s ஆர்பிட்டாலின் சமச்சீர்மை பெற்ற ஈனித் தொகுதி ஆர்பிட்டால் (ligand group orbital) உருவாகிறது. மாறாக, இரு அலை சார்பலன்களுக்கும் எதிர்க் குறியீடுகள் அளிக்கப்பட்டால் தனி அணுவின் p-ஆர்பிட்டாலையொத்த ஆர்பிட்டால் தோன்றுகிறது. இதே கணக்கீட்டால் பிற மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களையும் அமைக்கலாம். வளையப் பென்டாடையீன் மூலக்கூறின் a_{1g} (சமச்சீர்மை மிக்கவை) ஆர்பிட்டால்கள் நிலைத்தன்மை மிக்கவை. ϑ எனவே உலோக ஆர்பிட்டால்களுடன் இடையீடுறுவதில்லை. மாறாக, e_2 (π) ஆர்பிட்டால்களின் ஆற்றல் மிக உயர்ந்திருப்பதால் அவையும் உலோக ஆர்பிட்டால்களுடன் இடையீடுறுவதில்லை.

பண்பு	CP_2 V	CP_2 Cr	CP_2 Mn	CP_2 Fe	CP_2 Co	CP_2Ni
நிறம்	ஊதா	சிவப்பு	அம்பர்	ஆரஞ்சுநிறம்	ஊதா	பச்சை
உருகு நிலை $^{\circ}$C	168	172	172	172	173	173
பிணைப்பு வகை	சக பிணைப்பு	சக பிணைப்பு	அயனிப் பிணைப்பு	சக பிணைப்பு	சக பிணைப்பு	சக பிணைப்பு

இரும்பு அணுவின் 4p ஆர்பிட்டால்களும் ஆற்றல் நிலையில் உயர்ந்துள்ளமையால் e_{1u} (சமச்சீர்மை யற்றவை) மற்றும் a_{2u} ஆகியவற்றுடன் மேல் பொருத்மாவதில்லை. ஒன்றோடொன்று நன்கு பொருந்தும் இருவகை ஆர்பிட்டால்கள் e_{1g} வளைய ஆர்பிட்டால்களும் உலோக அணுவின் 3dஆர்பிட்டால் களுமேயாகும். இவை கலந்து இரு வலிவுமிக்க π பிணைப்புகளை நல்குகின்றன. ஃபெர்ரசின் மூலக் கூறின் நிலைத்தன்மைக்கு இவ்விணைப்புகளே காரண மாகின்றன.

அரோமாடிக் வகை வினைகள். ஃபெர்ரோசினி லுள்ள பெண்டாடையீனைல் வளையங்கள் பென் சீனையொத்தவை. எனவே எலெக்ட்ரான் கவர் வினைப் பொருள்களுடன் எளிதில் வினையுறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, ஃபெர்ரோசீனை அசெட்டிக் நீரலி பாஸ்ஃபோரிக் அமில வினையூக்கி ஆகிய வற்றுடன் வினைப்படுத்தி, அசைலேற்றம் காணச் செய்யலாம்.



$$Fe\,(C_5H_5)_2 + (CH_3CO)_2O \xrightarrow{H_3PO_4} (CH_3COC_5H_4)\,Fe\,(C_5H_5) + CH_3COOH$$

ஃபார்மால்டிஹைடுடனும், டைமீதைல் அமீனுடனும் மானிச் குறுக்கவினையைத் தருகிறது.

ஃபெர்ரோசீன் உள்ளிட்ட கரிம உலோக அணை வுச் சேர்மங்களை நைட்ரோ ஏற்றம் செய்ய இயலாது; முயலுகையில் ஆக்சிஜனேற்றம் நிகழ்ந்து விடுகிறது. அரோமாட்டிக் அமைப்புகளுக்கே உரிய உலோக ஏற்றம் இவ்வளைய மூலக்கூறுகளிலும் நிகழ்கிறது.

கோபாலட்டசீனும் நிக்கலோசீனும் ஹாலோ ஜன் பதிலீடு செய்யப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன் களுடன் வினையுறுகின்றன. இங்கு கோபாலட்டசீன் அதனுடைய செயலுறு அணு எண்ணைவிடக் கூடுத லாகவுள்ள ஒற்றை எலெக்ட்ரானை ஈந்து C_2F_4 மூலக் கூறுடன் இணைகிறது.

முதல் வரிசையில் இடம் பெறும் இடைநிலைத் தனிமங்களின் கரிம உலோக அணைவுகளின் தன்மை கள்: (CP_2 M); CP: வளையப் பெண்டாடயீன் M : உலோகம்

மாங்கனோசீனில் அயனிப்பிணைப்பு உள்ளதை அறுதியிடுவதற்குப் பின்வரும் ஆய்வு முடிவுகள் உதவு கின்றன. மாங்கனோசீன் இரும்பு (II) குளோரைடு டன் டெட்ரோஹைட்ரோஃபியூரான் கரைப்பானில் விரைவாக வினையுறுகிறது. நீராற்பகுப்பும் எளிதில் நிகழ்கிறது. சிதைவு ஆற்றலில் அயனிச் சேர்மமான மக்னீசியம் வளையப் பென்டாடயீனை ஒத்திருப்பது போன்று பிற இடைநிலை உலோக அணைவுகளை ஒத்திருக்கவில்லை. மாங்கனோசின் காந்தத்திறன் 5.86 மாக்னடான்களாகும். இது ஐந்து எலெக்ட்ரான் களைக் (unpaired electrons) கொண்டுள்ளது என்று தெளிவாக்குகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நூலோதி, James E. Huheey, *Inorganic chemistry*, Third Edition, Harpers Row, Philadelphia, 1983.

கரிம உலோகச் சேர்மங்கள்

ஓர் உலோகமும் கார்பன் அணுவும் கொண்ட அனைத்துச் சேர்மங்களும் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் அல்ல. எந்த ஒரு சேர்மத்தில் உலோகத்திற்கும் கரிமக் கார்பனுக்கும் இடையே ஒரு பிணைப்பேனும் உள்ளதோ அவ்வகைச் சேர்மங்களே கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் (organometallic ompounds) எனப்படும். இதைமேலும் விரிவாக, எந்த ஒரு சேர்மத்தில் கரிமச் சேர்மத்திலுள்ள கார்பன், கார்பனின் எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மையைவிடக் (electronegativity) குறைந்த தனிமத்துடன் பிணைந்துள்ளதோ அதையே கரிம உலோகச் சேர்மம் எனலாம். மந்த வளிமங்களைத் தவிர அனைத்துத் தனிமங்களும் கரிமக் கார்பனுடன் இணைந்து சேர்மங்களைத் தருகின்றன. எனவே கரிம உலோக வேதியியல் என்பது கார உலோகங்களுடனோ, கார மண் உலோகங்களுடனோ, முக்கிய தொகுதித் தனிமங்களுடனோ, இடைநிலைத் தனிமங்களுடனோ கரிமத்தின் கார்பன் இணைந்து உண்டாகும் சேர்மங்களைப் பற்றியது ஆகும்.

கரிம உலோகச் சேர்மங்களின் பண்புகள் அவற்றிலுள்ள உலோகம்-கார்பன் பிணைப்பின் அமைப்பையும், நிலைத்தன்மையையும் பொறுத்துள்ளன. சான்றாக, சில சேர்மங்கள் ஆக்சிஜனுடன் நிலையானவையாக இருப்பதற்கு அவற்றிலுள்ள உலோகம்-கார்பன் பிணைப்பின் வினைகளிலுள்ள வேறுபாடுகளே காரணம். நிறைவு பெறா ஆர்பிட்டால்சள், தனித்த இணை எலெக்ட்ரான்கள், நிலைமைத் தன்மையற்ற எலெக்ட்ரான்கள்(delocalized electrons) முதலியனவே வேதி வினை நிகழக்காரணங்களாக அமைந்துள்ளன. மேற்கூறியவற்றால் உலோகம்-கார்பன் பிணைப்புகள் தாக்கமுற்று அவற்றில் வெவ்வேறு வகையான வினைகள் நடைபெறுகின்றன.

அயனி அல்லது சக பிணைப்புகள் ஓரளவுக்கே உலோக கரிமப்பிணைப்புகளை விளக்கப் பயன்படுகின்றன. கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் உலோகத்திற்கும் நிறைவுறாக் கரிமச் சேர்மத்திற்கும் இடையேயும் ஏற்படுவது ஒரு விந்தையான செயலே. மேலும் அச்சேர்மங்களில் உலோகத்தின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை பூஜ்யமாக இருப்பது மிகவும் வியப்பிற்குரியது. எனவே, வேறு எந்தச் சேர்மத்திலும் காணப்படாத இவ்வகைப் புதுப்பிணைப்புக் கரிம உலோகச் சேர்மத்தில் இருப்பது அதன் தன்மையை நன்கு அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது.

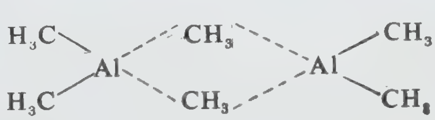
கரிம உலோகச் சேர்மப் பிணைப்புகள்

அயனிப் பிணைப்பு. இவ்வகைப் பிணைப்பு கார அல்லது கார மண் உலோகச் சேர்மங்களில் காணப்படுகிறது. இச்சேர்மங்களில் உலோகம் நேரயனியாகவும் $(M)^{n+}$ கரிமப் பகுதி கார்பன் எதிரயனியாகவும் (C—) உள்ளன. எ.கா.

$CH_3 - \overset{-}{C}H_2\overset{+}{Na}$; $\overset{+}{Na}$

σ-சக பிணைப்பு. சக பிணைப்பு இடைநிலை அல்லாத தனிமங்களுக்கே உரியதானாலும், இடைநிலைத் தனிமங்களிலும் காணப்படுகிறது. இவ்வகைப் பிணைப்புகள் இரண்டு எதிர்ச் சுற்றுக் (opposite spin) கொண்ட எலெக்ட்ரான்களின் கூட்டால் உண்டாகிறது. எனவே Sn—C, Pb—C, As—C ஆகிய பிணைப்புகள் சக பிணைப்புகள் எனப்படுகின்றன. அவை எலெக்ட்ரான் கவர்தன்மையின் வேறுபாட்டிற்கேற்ப $\overset{\delta+\ \delta-}{M-C}$ என்னும் முனைவுடைய (polar) அமைப்பில் காணப்படும். M—C பிணைப்பின் உறுதிப்பாடு அதில் உள்ள எலெக்ட்ரான் ஈர்க்கும் தொகுதிக்கேற்ப மிகையாகும். அதன் படி $M—CF_3$ அல்லது $M—C_6H_5$ சேர்மங்கள் ஃபுளூரின் அல்லாத சேர்மங்களைவிட மிகு நிலைத்தன்மையுடையவையாக இருக்கும்,

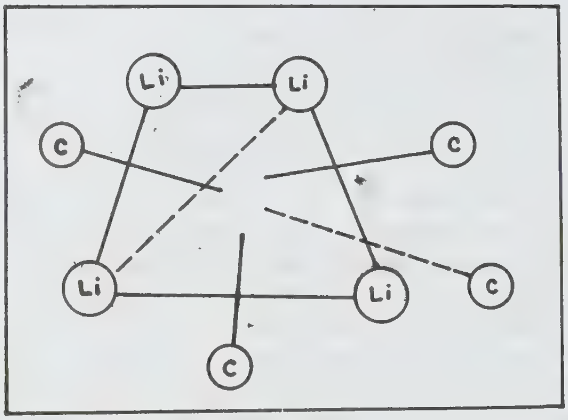
எலெக்ட்ரான் குறைவான பிணைப்புகள். $M...CH_3...M$ $(M = Be, Al)$ என்னும் பாலப் பிணைப்பு இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் மூன்று தனிமங்களை இணைத்துத் தோன்றும் பிணைப்பாகக் கொள்ளப்படுகிறது. இத்தகைய பிணைப்புகள் சக பிணைப்பைவிட ஆற்றல் குறைந்தவையாக அமையும். அனைத்துப் பிணைப்பு ஆர்பிட்டால்களையும் நிரப்ப இயலாத அளவுக்குக் குறைந்த இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் இருப்பதே இவ்வகைப் பாலப் பிணைப்புகள் தோன்றக் காரணமாகும்,



பல அணுக்கரு கொண்ட அமைப்புகளில் காணப்படும் நிலைத் தன்மையற்ற இணைப்புகள். இவ்வகை நிலைத்தன்மையற்ற இணைப்புகள் லித்தியம் அல்க்கைல் சேர்மத்தில் $(LiR)_n$ உள்ள Li_4 டெட்ராஹெட்ரா அல்லது Li_6 பாலிஹெட்ராக்களை இணைக்கும் Li-Li என்னும் பிணைப்புகளில் காணப்படுகின்றன. இவ்வகைச் சேர்மங்களில் கரிமப் பகுதி மூன்று லித்திய அணுக்களுடன் இணைந்திருக்கும். எனவே தனிப்பட்ட Li-C என்னும் பிணைப்பு இருக்காது.

d- ஆர்பிட்டால் பங்குடன் σ- அளிப்பு π- ஏற்கைப் பிணைப்பு (*σ donor π acceptor bonds with d orbital participation*). இதில் இரண்டு வகை உண்டு.

முதல் வகை. ஈனியிலுள்ள (ligand) கார்பன் ஒரே சமயத்தில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்களை



$(LiR)_4$ **சேர்மத்தின் அமைப்பு**

அளிக்கும் வகையில் அதே சமயத்தில் எலெக்ட்ரான்களைத் தன்னுடைய நிறைவுறா எதிர் (antibonding) மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் ஏற்றுக் கொள்ளும் வகையிலும் இருக்கும்போது அங்கு σ - அளிப்பு - π - ஏற்பு என்ற ஈதல் (dative) பிணைப்புகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வகைப் பிணைப்புகளை ஏற்படுத்தும் ஈனிகள் வருமாறு:

(அ) $°C \equiv O$ கார்பன் மோனாக்சைடுகள்

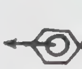
(ஆ) $°C \equiv S$ கார்பன் மோனா சல்ஃபைடு

(இ) $°C = N\text{-}R$ ஐசோசயனைடு

(ஈ) $:CR_2$ கார்பீன்

(உ) $:CN^-$ சயனைடு

இரண்டாம் வகை. நிறைவுறாக் கரிமச் சேர்மங்கள் π-மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களிலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை உலோகத்திலுள்ள வெற்று d-ஆர்பிட்டால்களுக்குக் கொடுத்தும், உலோகத்திலுள்ள எலெக்ட்ரான்களை π*- மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களில் ஏற்றுக் கொண்டும் இந்த இரண்டாம் வகை ஈதல் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. அமைப்பிற்கேற்ப இவ்வகை ஈனிகள் π-எலெக்ட்ரான்களைக் கீழ்க்காணுமாறு பயன்படுத்துகின்றன.

°M ← ‖	எத்திலீன்	2 எலெக்ட்ரான்கள்
M ←	அல்கைல்	3 எலெக்ட்ரான்கள்
M ←	சைக்ளோபியூட்டாடையீன்	4 எலெக்ட்ரான்கள்
M ← 	சைக்ளோபென்ட்டாடையீன்	5 எலெக்ட்ரான்கள்
M ←	பென்சீன்	6 எலெக்ட்ரான்கள்

இந்தச் சேர்மங்களிலுள்ள கார்பன் அணுக்கள் SP^2 இனக்கலப்புக் கொண்டவையாகவும் அனைத்துக் கார்பன் அணுக்களும் ஒரே தளத்தில் அமைந்திருப்பவையாகவும் இருப்பது மிகத் தேவை.

கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் தொகுக்கும் முறைகள். மூன்று வகை வினைகளைப் பயன்படுத்திக் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் தொகுக்கப்படுகின்றன. அவை பதிலீட்டு, சேர்க்கை, பல வித வினைகள் எனப்படும்.

பதிலீட்டு வினைகள். இவ்வகை வினைகளை மேலும் நான்கு பிரிவாகப் பிரிக்கலாம்.

(அ) $RX + M \rightarrow RM + X$

(ஆ) $RY + 2M \rightarrow RM + MY$

(இ) $RY + MZ \rightarrow RM + YZ$

(ஈ) $A + MY \rightarrow AM + Y$

'அ' வகை வினைகள். அமிலத் தன்மை கொண்ட ஹைட்ரஜன் அல்லது பதிலீட்டு உலோகத்தைவிடக் குறைவான நேர்மின்தன்மை கொண்ட சேர்மங்களால் மட்டுமே இவ்வகை வினைகள் நிகழும். அசெட்டிலீனில் இறுதியிலுள்ள ஹைட்ரஜன் sp இனக்கலப்பின் மூலம் எலெக்ட்ரான் கவர்தன்மையை மிகுதியும் பெற்றுள்ளமையால் உலோகத்துடன் வினைபுரிந்து ஹைட்ரஜனை வெளிபடுத்துகிறது.

$$RC \equiv CH + Na \rightarrow RC \equiv C^- \ Na^+ + \tfrac{1}{2} H_2$$

உடனிசைவு உறுதிப்பாட்டுடன் (resonance stabilisation) கூடிய ஒரு எதிரயனியும் ஒரு கரிமச்சேர்மத்திற்கு அமிலத் தன்மையைக் கொடுக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. சைக்ளோபென்ட்டாடையீன் பொட்டாசியத்துடன் வினைபுரிந்து இவ்வகைக் கரிம உலோகச் சேர்மத்தை உறுதிப்பாட்டுடன் தரவல்லது.

$$C_5H_5 + K \rightarrow C_5H_5^- \ K^+$$

இவ்வகை வினையில், X என்னும் பகுதி M என்னும் உலோகத்தைவிடக் குறைந்த நேர்மின்தன்மை கொண்டதாக இருக்குமானால், RM என்னும் கரிம உலோகச் சேர்மம் தானாக உண்டாகும் என்பது ஒரு பொதுக் கொள்கையாகும்.

'ஆ' வகை வினைகள். உயர் நேர்மின்தன்மை கொண்ட உலோகங்களின் கரிம உலோகச் சேர்மங்களைத் தயாரிக்க இவ்வகை வினைகளே மிகவும் பயன்படுகின்றன.

$$C_2H_5I + Zn \rightarrow C_2H_5ZnI$$

$$2\,C_2H_5ZnI \rightarrow (C_2H_5)_2Zn + ZnI_2$$

கிரிக்னார்டு வினைப்பொருள் மூலம் பின்வரும் சேர்மம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

$$2RBr + 2Mg \xrightarrow{\text{ஈதர்}} 2RMgBr + MgBr_2 + R_2Mg$$

லித்தியம் அல்லது சோடியம் ஹாலோஜன்களுடன் வினைபுரிந்தும் கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் பெறப்படுகின்றன.

$$2Li + C_2H_5I \rightarrow C_2H_5Li + LiI$$

$$2Na + C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5Na + NaCl$$

'இ' வகை வினைகள். கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் உலோக உப்புகளுடன் சேர்ந்து புதிய சேர்மங்களைத் தரவல்லவை:

$$RY + MZ \rightarrow RM + YZ$$

உலோகம் நேரடியாகக் கரிமச் சேர்மங்களுடன் வினைபுரியாவிடில் இம்முறை கையாளப்படுகிறது. Y என்னும் பகுதி M என்னும் உலோகத்தைவிட மிகுதியான நேர்மின்தன்மை உடையதாக இருந்தால் மட்டுமே இவ்வகைப் பெயர்ச்சி நடைபெறும்.

$$2RNa + HgCl_2 \rightarrow R_2Hg + 2\,NaCl$$

'ஈ' வகை வினைகள். $A + MY \rightarrow AM + Y$. இங்கு Aயும் Yயும் ஈனிகளாக இருப்பதால் இது ஓர் ஈனி மாற்று வினையாகக் கொள்ளப்படுகிறது.

$$Ni(CO)_4 + 4\,C_6H_5NC \rightarrow Ni(CNC_6H_5)_4 + 4\,CO$$

$$Cr(CO)_6 + 3C_6H_5NC \rightarrow Cr(CO)_3\,(CNC_6H_5)_3 + 3CO$$

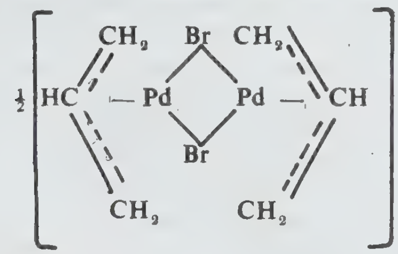
சேர்க்கை வினைகள். இம்முறையில் கரிம உலோகச் சேர்மங்களை இரு வகையில் தயாரிக்கலாம். முதல் முறையில் உலோகம் ஓர் இயங்கு உறுப்புடனோ ஒலிஃபீனுடனோ வினைபுரிந்து சேர்மத்தை அளிக்கிறது. இரண்டாம் முறையில் நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பன் உலோகச் சேர்மத்திலுள்ள உலோக-ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் நடுவில் நுழைந்து வினைபுரிகிறது.

முதல் வகை.

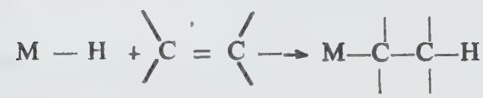
$$R^\circ + M \rightarrow R - M$$

$$(C_6H_5)_3C^\circ + Na \rightarrow (C_6H_5)_3\,C^-Na^+$$

$$Pd + H_2C = CH{-}CH_2Br \rightarrow$$



இரண்டாம் வகை.



இதில் ஒலிஃபீன் உலோக-ஹைட்ரஜன் பிணைப்பின் நடுவில் நுழைந்து கரிம உலோகச் சேர்மத்தைத் தருகிறது. இம்முறையில் பின்வருமாறும் வினை நிகழலாம்.

$$A - B + X = Y \rightarrow A{-}X{-}Y{-}B$$

$$(C_2H_5)_2Al + CH_2 = CH_2 \rightarrow C_2H_5AlCH_2CH_2C_2H_5$$

பல வகை வினைகள். உலோகக் கார்போனைல்கள் இம்முறையில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. இதில் உலோகங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலை (oxidation state) பூஜ்யமாகக் குறைத்தல் அவசியம். கார்பன் மோனாக்சைடே இதற்குப் பயன்படுகிறது.

$$Ni + 4CO \rightarrow Ni(CO)_4$$

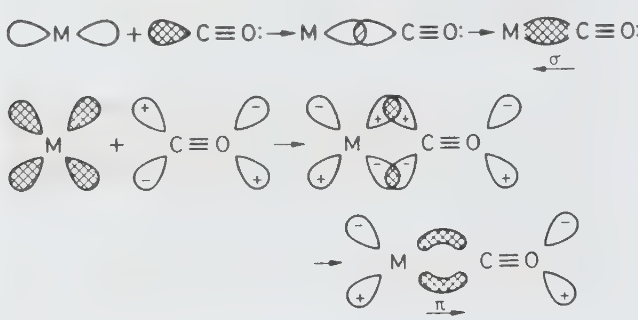
ஆக்சைடுகளோ, ஹாலைடுகளோ கார்பன் மோனாக்சைடுடன் கூடியும் கார்போனைல்கள் கிடைக்கின்றன.

சில சமயங்களில் அலுமினியம், உலோகங்களின் ஆக்சிஜனேற்ற நிலையைக் குறைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

$$WCl_6 + 6CO + 2Al \rightarrow W(CO)_6 + Al_2Cl_6$$

கரிம உலோகச் சேர்மங்களில் இடைநிலை உலோகச் சேர்மங்கள் மிகவும் வித்தியாசமானவை. அச்சேர்மங்களிலுள்ள பிணைப்புகளும், அமைப்புகளுமே அதற்குக் காரணங்கள். எனவே, கரிம இடைநிலை உலோகச் சேர்மங்களிலுள்ள பிணைப்புகளை மேலும் ஆய்வு செய்ய வேண்டும். இடைநிலை உலோகத்திற்கும் நிறைவுறாக் கரிமச் சேர்மங்களுக்

கும் இடையே இரண்டு திசைகளில் எலெக்ட்ரான்கள் அளிக்கப்பட்டுப் பிணைப்புகள் ஏற்படுகின்றன. இவ்வகைப் பிணைப்புகள் ஏற்பட உலோகத்தில் முற்றிலும் நிரப்பப்படாத d ஆர்பிட்டாலும், கரிமச் சேர்மத்தில் வெற்று π*-மூலக்கூறு ஆர்பிட்டால்களும் இருத்தல் வேண்டும். எ.கா. கார்பன் மோனாக்சைடிற்கும் இடையே உள்ள பிணைப்பு, கார்பன் மோனாக்சைடின் மூலக்கூறு ஆர்பிட்டாலிலுள்ள இரு எலெக்ட்ரான்கள் முற்றிலும் நிரப்பப்படாத உலோக -d- ஆர்பிட்டாலுக்கு வழங்கப்பட்டு σ-பிணைப்பு ஏற்படுகிறது.



படம் 2. உலோகக் கார்போனைலில் தோன்றும் ஈதல் பிணைப்பு

உலோகத்திலுள்ள d- ஆர்பிட்டால் எலெக்ட்ரான்களை COவிலுள்ள வெற்று π-ஆர்பிட்டால்களில் ஏற்க π*- பிணைப்புத் தோன்றுகிறது. எனவே உலோகத்திற்கும் கார்பனுக்கும் இடையே σ -பிணைப்பும் (ஈனியிலிருந்து உலோகத்திற்கு), π -பிணைப்புமாக (உலோத்திலிருந்து ஈனிக்கு) இரட்டைப் பிணைப்பு ஏற்படுகிறது. உலோகத்திலுள்ள மிகை எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி இம்முறையில் குறைக்கப்படுவதால், உலோகத்திற்கும் கார்பனுக்கும் இடையேயுள்ள பிணைப்பு மிகவும் வலிமைப்படுத்தப்படுகிறது.

உலோகத்திற்கும் ஈனிக்கும் இடையே நிகழும் இவ்வகை இரு திசை எலெக்ட்ரான் அளிப்புகள், கார்பனுக்கும் ஆக்சிஜனுக்கும் இடையேயுள்ள பிணைப்பின் வலுவை மாற்றவல்லவை. இதன் விளைவாக C-O பிணைப்பெண் குறைகிறது. இக்குறைவு CO பிணைப்பின் நீள் அதிர்வு எண்களை (stretching frequency) மாற்றுவதால், அதிலிருந்து உலோகத்திற்கும் ஈனிக்குமிடையேயுள்ள பிணைப்பின் வலுவை அறிய முடிகிறது. பின்வரும் சான்றுகள் இதை மெய்ப்பிக்கின்றன.

$$\text{தனி } CO = 2155 \text{ Cm}^{-1}$$

$$[Mn(CO)_6]^+ = 2090 \text{ Cm}^{-1}$$

$$Cr(CO)_6 = 2000 \text{ Cm}^{-1}$$

$$V(CO)_6 = 1973 \text{ Cm}^{-1}$$

$$[V(CO)_6]^- = 1859 \text{ Cm}^{-1}$$

உலோகத்தில் எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி அதிகமானால் CO நீள் அதிர்வு எண் குறைந்து, M-C இணைப்பு மேலும் மேலும் வலுப்பெறுகிறது. இது ஈனியின் π* ஆர்பிட்டால்கள் எலெக்ட்ரான்களை உலோகத்திலிருந்து திரும்பப் பெறும் கொள்கையைக் காட்டுகிறது.

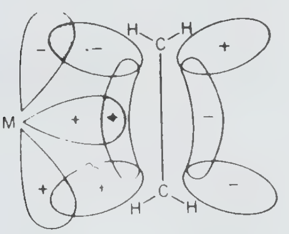
அனைத்து உலோகக் கார்போனைலிலும் மற்றுமுள்ள கரிம உலோகச் சேர்மங்களிலும் உள்ள இடைநிலை உலோகம், மந்த வளிமங்களின் எலெக்ட்ரான் அமைப்பைப் பெற்று அச்சேர்மங்களுக்கு உறுதியை அளிக்கிறது. ஒவ்வோர் உலோகமும் தன்னிடமுள்ள எலெக்ட்ரான்களோடு, ஈனியிலிருந்து வேண்டிய எலெக்ட்ரான்களைப் பெற்று, 18 எலெக்ட்ரான்களை $(n-1)d^{10}ns^2np^6$ என்னும் இணைதிறன் ஆர்பிட்டால்களில் ஏற்றுக் கொள்ளும். எனவே இது 18 எலெக்ட்ரான் விதி எனப்படுகிறது. இவ்விதி கரிம உலோகச் சேர்மங்களின் அமைப்பை எளிதில் அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது (அட்டவணை).

உலோக-ஒலிஃபீன் சேர்மங்களிலுள்ள பிணைப்பு சிறிது மாறுபட்டு உள்ளது. கார்பன் மோனாக்சைடில்

அட்டவணை

சேர்மம்	உலோகம்	உலோகத்திலுள்ள இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள்	CO ஈனி கொடுக்கும் எலெக்ட்ரான்கள்	உலோக இணைதிறன் ஆர்பிட்டால்களிலுள்ள மொத்த எலெக்ட்ரான்கள்
$Cr(CO)_6$	Cr	6	6×2	6+12 = 18
$Fe(CO)_5$	Fe	8	5×2	8+10 = 18
$Ni(CO)_4$	Ni	10	4×2	10+8 = 18

உள்ள இணை எலெக்ட்ரான்கள் σ -பிணைப்பிற்குப் பயன்படும். ஆனால் ஓலிஃபீனிலுள்ள π எலெக்ட்ரான்கள் σ -பிணைப்பிற்குப் பயன்படுகின்றன. எனவே இங்கு எலெக்ட்ரான்கள் மூன்று தனிமங்களுக்கிடையே பங்கீட்டுப் பிணைப்பு ஏற்படுவதால், இவ்வகைப் பிணைப்பு வலிமையிழந்து காணப்படுகிறது.



படம் 3. உலோக-ஒலிபீனிலுள்ள பிணைப்பு

- க. நடராஜன்

கரிமக் கந்தகச் சேர்மங்கள்

கரிமச் சேர்மங்களின் முதன்மையான பிரிவாகக் கரிமக் கந்தகச் சேர்மங்கள் விளங்குகின்றன. இயற்கையில் பரவலாகக் காணப்படும் இவற்றை, அவற்றின் அடர்வான நெடியை வைத்து உணரலாம். சான்றாக, பண்படா எண்ணெயின் மிகையான நெடிக்கு இச் சேர்மங்களே காரணமாகும். சிஸ்டீன், மெத்தியோனின், டவ்ரின் போன்ற கந்தகம் கொண்ட அமினோ அமிலங்கள் முக்கியமான உயிர்ப்பொருள்களாக உள்ளன. மேலும் சில ஹார்மோன்கள், நொதி மற்றும் சகநொதி ஆகியவையும் கந்தகத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன. இச்சேர்மங்கள் பூச்சிக்கொல்லிகள், மருந்துப்பொருள்கள், சாயங்கள், கரைப்பான்கள், நுரை மிதப்பு முறையில் கனிமங்களைத் தூய்மைப்படுத்த உதவும் பொருள்கள், உயவு எண்ணெய்களின் செயல்திறனை அதிகரிக்கப் பயன்படுத்தப்படும் காரணிகள், ரப்பர் மற்றும் ரேயான் இழைகள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் பயனாகின்றன. கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய தனிமங்களையடுத்துக் கரிமச் சேர்மங்களில் அதிகம் காணப்படும் தனிமம் ஆக்சிஜன் ஆகும்; ஆனால் கந்தகத் தனிமம் பெரும்பான்மையாக இல்லாவிட்டாலும், இச்சேர்மங்கள் கரிம வேதியியலின் தலைமைப் பிரிவாக இருக்கின்றன.

கந்தக அணு. கந்தகத் தனிமத்தில் மொத்தம் 16 எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இவற்றுள் 10 எலெக்ட்ரான்கள் 1s, 2s, 2p ஆர்ப்பிட்டால்களை நிரப்புகின்றன. எஞ்சியிருக்கும் ஆறு (இணைதிறன்) எலெக்ட்ரான்களில் இரண்டு 3s ஆர்பிட்டாலையும் மீதமுள்ளவை 3p ஆர்பிட்டாலையும் நிரப்புகின்றன. இதனை $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ எனக் குறிப்பிடலாம். கந்தகத்தை ஒத்த எலெக்ட்ரான் அமைப்பு உள்ள மற்றொரு தனிமம் ஆக்சிஜன் ஆகும். எனவே இவ்விரு தனிமங்களும் ஒத்த வேதிப் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் கந்தக அணுவிலுள்ள இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள், ஆக்சிஜன் அணுவிலுள்ள இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்களைவிட அணுக்கருவால் ஈர்க்கப்பட்டுள்ளன. இதற்குக் காரணம், கந்தக அணுவிலுள்ள மூன்றாம் வெளிக்கூடு (shell) ஐந்து *d* ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டிருப்பதேயாகும். பிணைப்புறாத கந்தகத்தனிமத்தில் இந்த d ஆர்பிட்டால்களில் பிணைவுறாத கந்தகத் தனிமத்தின் எலெக்ட்ரான்கள் நிரப்புவதில்லையாயினும் அவற்றின் இருப்பு ஆக்சிஜன் அணு உண்டாக்க முடியாத பலவகையான சேர்கங்கள் ஏற்படக் காரணமாக அமைகின்றது. அட்டவணை-1 இல் கரிம, கந்தகச் சேர்மங்களில் காணப்படும் பல்வேறு கந்தகத் தொகுதிகள் இதே அமைப்புடைய ஆக்சிஜன் தொகுதிகளோடு ஒப்புமைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

தயால்கள். இவை மெர்கேப்ட்டன்கள் (mercaptans) என்றும் வழங்கப்படுகின்றன. கரிம ஆக்சிஜன் சேர்மங்களை ஒத்த பண்புகளைத் தயால்கள் கொண்டிருக்கின்றன. தயால் சேர்மங்கள் ஹைட்ரோகார்பன் பெயரின் பின்னொட்டாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. வேறு ஒரு தொகுதிப் பின்னொட்டாகக் குறிப்பிடும்போது, மெர்கேப்டோ என்ற முன்னொட்டைச் சேர்த்துப் பெயரிட வேண்டும், சான்றுகள்; CH_3SH (மெத்தேன்தயால்), $HSCH_2COOH$ (மெர்காப்ட்டோ அசெட்டிக்அமிலம்) C_6H_5 (SH) COOH (தயோசாலிசைலிக் அமிலம்).

சில தயால்கள் இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. பண்படாப் பெட்ரோலிய எண்ணெயில் மெத்தேன் டைஆல், ஈத்தேன் டைஆல் மற்றும் அதனையொத்த சேர்மங்களும் உள்ளன. இவை குறைந்த அளவில் இருந்தபோதும் சிக்கலை உண்டாக்குகின்றன. இவை தாங்கொண்ணாத நெடியும் வைக்கப்படும் கலனை அரிக்கும் தன்மையுமுடையனவாகவும் மீதூய்மை செய்யும்போது பயன்படுத்தப்படும் வினையூக்கிகளின் செயல்திறனைப் பாதிக்கக்கூடியவாகவும் அமைந்து எரிதலின்போது சல்ஃபர்டைஆக்சைடு என்ற வளிமத்தையும் உண்டாக்குகின்றன. அல்புமின் அல்லது ஜிலேட்டின் போன்ற புரோட்டீன்கள் பாக்ட்டீரியாக்களினால் சிதைவடையும் போது மீத்தேன்தயாலும், காட்டுப் பூனைகளில் அவற்றின் பாதுகாப்பிற்காகச் சுரக்கும் சுரப்பு நீர்களில் பியூட்டேன்தயாலும் உள்ளன.

அட்டவணை — 1

கந்தகச் சேர்மங்கள்			ஆக்சிஜன் சேர்மங்கள்		
சேர்மங்களில் காணப்படும் தொகுதிகள்	அமைப்பு	சான்று	சேர்மங்களில் காணப்படும் தொகுதிகள்	அமைப்பு	சான்று
தயால் (அலிஃபாட்டிக்)	$-SH$	மெத்தேன்தயால்	ஆல்கஹால்	$-OH$	மெத்தனால்
தயால் (அரோமாட்டிக்)	$-SH$	தயோஃபீனால்	ஃபீனால்	$-OH$	ஃபீனால்
சல்ஃபைடு	$-S-$	டைமெத்தில் சல்ஃபைடு	ஈதர்	$-O-$	டைமெத்தில் ஈதர்
டைசல்ஃபைடு	$-S-S-$	டைமெத்தில் டைசல்ஃபைடு	பெராக்சைடு	$-O-O-$	டைமெத்தில் பெராக்சைடு
தயோ ஆல்டிஹைடு	$-C(=S)-H$	தயோ அசெட்டால் டிஹைடு	ஆல்டிஹைடு	$-C(=O)-H$	அசெட்டால் டிஹைடு
தயோகீட்டோன்	$-C(=S)-$	டைமெத்தில் தயோன்	கீட்டோன்	$-C(=O)-$	அசெட்டோன்
தயோலோ கார்பாக் சிலிக் அமிலம்	$-C(=S)-SH$	தயோலோ அசெட்டிக் அமிலம்			
தயோனோகார்பாக் சிலிக் அமிலம்	$-C(=S)-OH$	தயோனோ அசெட்டிக் அமிலம்	கார்பாக்சிலிக் அமிலம்	$-C(=O)-OH$	அசெட்டிக் அமிலம்
டைதயோ கார்பாக் சிலிக் அமிலம்	$-C(=S)-SH$	டைதயோ அசெட்டிக் அமிலம்			

அட்டவணை-2

அட்டவணை-2 இல் குறிப்பிடத்தக்க கந்தகச் சேர்ம வகைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. ஒத்த ஆக்சிஜன் சேர்மங்கள் இல்லை.		
சேர்ம வகைகள்	அமைப்பு	சான்று
ட்ரைசல்ஃபைடு	$-S-S-S-$	டைமெத்தில்ட்ரைசல்ஃபைடு
பாலிசல்ஃபைடு	$-(S)n \quad n = 4,5,6$	டைமெத்தில் டெட்ராசல்ஃபைடு மற்றும் பல
சல்ஃபாக்சைடு	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{S}}-$	டைமெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு
சல்ஃபோன்	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{\underset{O}{\underset{\Vert}{S}}}}-$	டைமெத்தில் சல்ஃபோன்
சல்ஃபீனிக் அமிலம்	$-S-OH$	மெத்தேன் சல்ஃபீனிக் அமிலம்
சல்ஃபைனிக் அமிலம்	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{S}}-OH$	மெத்தேன் சல்ஃபைனிக் அமிலம்
சல்ஃபோனிக் அமிலம்	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{\underset{O}{\underset{\Vert}{S}}}}-OH$	மெத்தேன்சல்ஃபோனிக் அமிலம்

$$RBr + H_2N\overset{S}{\overset{\Vert}{C}}NH_2 \longrightarrow$$

$$\left[RS-C\begin{matrix}\overset{+}{=NH_2}\\ \diagdown NH_2\end{matrix}\right]Br^- \rightarrow RSH + \text{துணைப் பொருள்கள்}$$

$$>C=C< + H_2S \longrightarrow >\overset{|}{C}-\overset{|}{C}<_{SH}$$

$$ROH + H_2S \longrightarrow RSH + H_2O$$

$$H_2C\overset{O}{\frown}CH_2 + H_2S \longrightarrow HSCH_2CH_2OH$$

$$H_2C = CHC \equiv N + H_2S \longrightarrow HSCH_2CH_2C\equiv N$$

தயாரிப்பு. இவற்றைப்பல முறைகளில் தயாரிக்கலாம். அரோமாட்டிக் அணுக்கருவுடன் சேர்ந்திராத தயால்களைப் பின்வருமாறு தயாரிக்கலாம்,

$$RBr + NaSH \longrightarrow RSH + NaBr$$

அரோமாட்டிக் தயால்களைத் தயாரிக்க பின்வரும் மற்ற முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

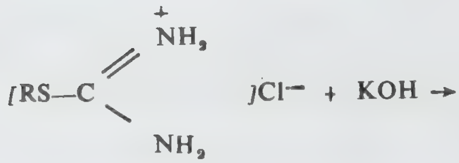
$$RSO_2Cl + 3Zn + 5HCl \rightarrow RSH + 3ZnCl_2 + 2H_2O$$

$$RSO_2Cl + 3\,SnCl_2 + 5\,HCl \rightarrow RSH + 3\,SnCl_4 + 2H_2O$$

$$[R\overset{+}{N_2}]Cl^- + H_2N\overset{S}{\overset{\Vert}{C}}NH_2 \rightarrow$$

$$\left[RS-C\begin{matrix}\overset{+}{\diagup\!\!\diagup NH_2}\\ \diagdown NH_2\end{matrix}\right]Cl^- + N_2$$

அரைல் தையுரோனியம் குளோரைடு



$$RSH + H_2NC \equiv N + KCl + H_2O$$

அரோமாட்டிக் தயால்

வினைகள். பெரும்பாலான தயால் சேர்மங்களின் வினைகள், ஆல்கஹால் அல்லது ஃபீனால்களின் வினைகளை ஒத்திருக்கின்றன. தயால்கள், காரங்களுடன் முழுதுமாக வினைபுரிந்து உப்புகளை உண்டாக்குகின்றன. இதிலிருந்து தயால்கள் வீரியமிக்க அமிலங்களாக உள்ளதை அறியலாம். ஆனாலும் இவை அசெட்டிக் அமிலத்தைவிட வீரியம் குறைந்தவையாகும். ஆல்கஹால்களைவிட ஃபீனால்கள் எவ்வாறு அடர் அமிலங்களாக இருக்கின்றனவோ, அவ்வாறே அரோமாட்டிக் தயால்களும் அலிஃபாட்டிக் தயால்களைவிட அடர் அமிலங்களாக உள்ளன.

பாதரசம், காரீயம், துத்தநாகம் அல்லது தாமிர உப்புகள் உடனிருக்க, தயால்கள் நீரில் கரையாத, கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைகின்ற மெர்காப்டைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. சோடியம் எத்தில்மெர்க்கியூரிதயோ சாலிசைலேட் (தைமெர்சால், மெர்தயோலேட்) என்ற பாதரச மெர்காப்டைடு சேர்மம் பூச்சிக் கொல்லியாகப் பயன்படுகிறது. ஹைட்ராக்சில்களின் சேர்மங்களைப்போல் தயால்களும் வினைபுரிவதால் தயோ ஈதர்கள், தயோஎஸ்ட்டர்கள் போன்றவை விளைகின்றன. ஆல்டிஹைடுகள், கீட்டோன்கள் ஆகியவற்றுடன் வினைபுரிவதால் தயோஅசெட்டால்களும், தயோகீட்டோன்களும் உண்டாகின்றன.

தயால்கள் நிறைவுறு சேர்மங்களுடன் குறிப்பாக இரட்டைப் பிணைப்பை அடுத்துக் கார்போனைல் தொகுதியைக் கொண்டிருக்கும் சேர்மங்களுடன் எளிதில் வினைபுரிந்து சல்ஃபைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆக்சிஜனேற்றிகளுடன் தயால்கள் வினைப்படும் வகை ஹைட்ராக்சில் சேர்மங்கள் வினைப்படுவதிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இவ்வினையினால் ஆல்கஹால், ஆல்டிஹைடுகள் அல்லது கீட்டோன்களாக மாற்றமடைகின்றன. ஆனால் தயால்கள் டைசல்ஃபைடுகளாகவும், மீண்டும் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்வதால் சல்ஃபோனிக் அமிலங்களாகவும் மாறுகின்றன.

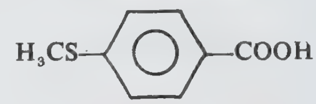
$$2RSH + H_2O_2 \longrightarrow RSSR + 2H_2O$$

$$RSSR + 5H_2O_2 \longrightarrow 2RSO_3 + 4H_2O$$

சல்ஃபைடுகள் மற்றும் சல்ஃபோனியம் உப்புகள். கந்தக அணுவுடன் இரு கரிமத் தொகுதிகள் இணைந்திருக்கும் சேர்மங்கள் சல்ஃபைடுகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை ஈதர்களை ஒத்தவை. இதிலிருக்கும் கரிமத் தொகுதிகள், அல்க்கைல் அல்லது அரைல் அல்லது இவை இரண்டுமாக இருக்கலாம். வேறு வினையுறு தொகுதிகள் (functional groups) இல்லாதிருந்தால் சல்ஃபைடுகள் சாதாரண முறையிலே பெயரிடப்படுகின்றன. எ.கா. டைமெத்தில் சல்ஃபைடு, மெத்தில் ஃபீனைல் சல்ஃபைடு, ஃபீனைல் சல்ஃபைடு, வேறு வினையுறு தொகுதிகள் இருக்கும்போது அவற்றுடன் தயோ என்ற ஒட்டுச்சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

$HOOCCH_2SCH_2COOH$

தயோ டைஅசெட்டிக் அமிலம்



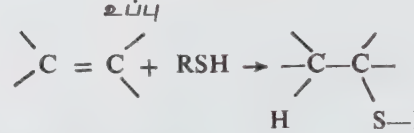
4-(மெத்தில் தயோ) பென்சோயிக் அமிலம்

சல்ஃபைடுகளில் இருக்கும் கந்தக அணு, அதனையொத்த மூலக்கூறு அமைப்பைக் கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்களைவிட அதிக அளவில் இயற்பியல் பண்புகளில் மாற்றம் ஏற்படுவதில்லை. சல்ஃபைடுகள் நீரில் அவ்வளவாகக் கரையாவிட்டாலும் கரிமக் கரைப்பான்களில் கரைகின்றன. இவை நிறமற்ற திண்மங்களாகவோ நீர்மங்களாகவோ ஏற்கத் தகாத நெடியுடன் இருக்கின்றன. இவற்றின் நெடி தயால்களின் நெடியைப் போல் அடர்வானதாக இருப்பதில்லை. சில சல்ஃபைடுகள் இயற்கையில் காணப்படுகின்றன. சான்றாகப் பூண்டில் டைஅல்லைல் சல்ஃபைடும், பல புரோட்டீன்களில் மெத்தைனைன் என்ற சல்ஃபைடு சேர்மமும் இருக்கின்றன.

உருவாக்கம். இவை பெரும்பாலும் தயால்களிலிருந்து உருவாக்கப்படுகின்றன.

(எ. கா) $RSNa + R'Br \rightarrow RSR' + NaBr$

தயால் சோடியம் உப்பு



சல்ஃபைடு

அல்க்கைல் ஹைட்ராக்சி எத்தில் சல்ஃபைடு

$$H_2C{=}CH{-}C{\equiv}N + RSH \rightarrow RSCH_2CH_2C \equiv N$$

அக்ரிலோநைட்ரைல் → 3-அல்க்கைல் தயோ புரோப்பியோ நைட்ரைல்

சில ஒலிஃபீன்கள் டைசல்ஃபர் டைகுளோரைடுடன் வினைபுரிவதால் குளோரின் இணைந்த

சல்ஃபைடுகளை உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக எத்திலீனிலிருந்து கடுகு வளிமம் (mustard gas) என்ற போரின் போது பயன்படுத்தப்படும்) வளிமம் உண்டாவதைக் குறிப்பிடலாம். இவ்வினை ஒரு பொதுவினை அன்று; மற்ற ஒலிஃபீன்களிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் விளைபொருள்களில் சல்ஃபைடுகள் அல்லது மோனோ சல்பைடுகள் டைசல்ஃபைடுகள் கலந்த கலவைகளும் அடங்கும்.

$$2C_2H_4 + S_2Cl_2 \rightarrow S(CH_2CH_2Cl)_2 + S$$

பிஸ் (2-குளோரோ எத்தில்) சல்ஃபைடு (கடுகு வளிமம்)

$$2CH_2CH=CH_2 + S_2Cl_2 \rightarrow ClC_3H_6SSC_3H_6Cl$$

பிஸ் (குளோரோபுரோப்பில்) டைசல்ஃபைடு

வினைகள். குளோரின், புரோமின், அயோடின் கன உலோக உப்புகளுடன் சல்ஃபைடுகள் வினைப்படுவதால் படிகச்சேர்மங்கள் உண்டாகின்றன. சயனோடின் புரோமைடு நிலையில்லாத சேர்மத்தை உண்டாக்குகிறது. இச்சேர்மம் கார்பன்-கந்தகப் பிணைப்பு முறிவடைவதால் பிளவுபடுகிறது.

$$RSR + BrC\equiv N \rightarrow \left[\begin{matrix} R \\ R \end{matrix} \!>\! \overset{+}{S}-C\equiv N \right] Br^-$$

$$\rightarrow RBr + RSC\equiv N$$

ஆக்சிஜனேற்றிகளால் இவை சல்ஃபாக்சைடுகளாகவும், பின்னர் சல்ஃபோன்களாகவும் மாற்றமடைகின்றன.

$$RSR + H_2O_2 \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{S}-R + H_2O$$

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{S}-R + H_2O \longrightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{O}{\|}}{S}}-R + H_2O$$

மெத்தில் அயோடைடு போன்ற சேர்மங்கள் சல்ஃபைடுகளுடன் வினை புரிவதால் சல்ஃபோனியம் உப்புகள் கிடைக்கின்றன; இவற்றில் மூன்று கரிமத் தொகுதிகள் நேர்மின்னேற்றம் பெற்ற கந்தக அணுவுடன் இணைந்துள்ளன. இவை அமீன்கள் மற்றும் பாஸ்ஃபீன்களின் வினையை ஒத்துள்ளன.

$$RSR + CH_3I \longrightarrow \left[\begin{matrix} R \\ R \end{matrix} \!>\! \overset{+}{S} - CH_3 \right] I^-$$

சல்ஃபைடுகள் மற்றும் அல்கிகைல் ஹினடுகளிலிருந்து சல்ஃபோனியம் உப்புகள் உருவாதலை வெப்பத்தினால் மீளச் செய்யலாம். நான்கிணைய அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடுகள் வெப்பத்தினால் சிதைவடைவது போல் சல்ஃபோனியம் ஹைட்ராக்சைடுகளும் சிதைவடைகின்றன.

$$\left[\begin{matrix} R \\ R \end{matrix} \!>\! \overset{+}{S} - CH_2CH_3 \right] OH^- \xrightarrow{\Delta}$$

$$RSR + CH_2 = CH_2 + H_2O$$

டைசல்ஃபைடுகளும் பாலிசல்ஃபைடுகளும். டைசல்ஃபைடுகள் R-S-SR′ என்ற மூல வாய்பாட்டைக் கொண்டிருக்கின்றன. R,R′ என்பன கரிமத் தொகுதிகள் ஆகும்.

H_3CSSCH_3 டைமெத்தில் டைசல்ஃபைடு

H_3CSSCH_2COOH மெத்தல் டை தயோ அசெட்டிக் அமிலம்

$HOOC\,CH_2\,SSCH_2COOH$ டைதயோடைஅசெட்டிக் அமிலம்

டைசல்ஃபைடுகள். தயால்களை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து அல்லது ஒலிஃபீன்களுடன் டைசல்ஃபர் டைகுளோரைடு வினைபுரிந்து கிடைக்கப்பெறும் டைசல்ஃபைடுகள் மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. சில டைசல்ஃபைடுகள் இயற்கையிலிருந்து (சான்றாக வெங்காயம், பூண்டு, பெருங்காயம் ஆகியவற்றிலிருந்து) பெறப்படுகின்றன. சிஸ்டீன் என்ற அமினோ அமிலமும் டைசல்ஃபைடு ஆகும். இதிலிருக்கும் கந்தக-கந்தகப் பிணைப்பே இவற்றின் உயிரியல் பண்புகளுக்குக் காரணமாக அமைகின்றது. லிப்போயிக் அமிலம் என்ற சகநொதி சில நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமாக உள்ளது. இந்த டைசல்ஃபைடு அமிலம் ஒளிச்சேர்க்கை மற்றும் பல முக்கிய தாவர, விலங்கின வளர்ச்சிக்குக் காரணமாக உள்ளது. அடர்காரங்கள் அல்லது அல்க்கைல் ஹாலைடுகள் மற்றும் ஹைட்ரஜன் கொண்டு இவற்றை ஒடுக்கும் போது கந்தக அணுப் பிணைப்பு முறிவடைகிறது.

$$RSSR + H_2 \longrightarrow 2RSH$$

$$RSSR + KOH \longrightarrow RSH + (RSO)K$$

அல்க்கேன் சல்ஃபீனேட்

$$RSSR + 4\,RI \xrightarrow{HgI_2} 2\,(R_3S^+)\,I^- + I_2$$

சல்ஃபோனியம் அயோடைடு

குளோரின் அல்லது புரோமின் அரோமாட்டிக் டைசல்ஃபைடுகளிலிருக்கும் கந்தக அணுப்பிணைப்பை

முறிக்கின்றன; அலிஃபாட்டின் டைசல்பைடில் கந்தக அணுப்பிணைப்பிற்கு அடுத்து இருக்கும் கார்பனைத் தாக்குகின்றன.

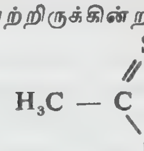
$$C_6H_5SS\ C_6H_5 + Br_2 \rightarrow 2C_6H_5SBr$$ (பென்சீன் சல்ஃபீனைல் புரோமைடு

$$H_3C\ SSCH_3 + Cl_2 \rightarrow H_3CSSCH_2Cl + HCl$$
குளோரோமெத்தில் மெத்தில் டைசல்ஃபைடு

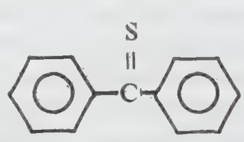
பாலிசல்ஃபைடுகள். கார்பன் அணுக்களைப் போலவே கந்தக அணுக்களும் ஓரளவு பல்லுறுப்பாக்க வினையில் ஈடுபடுகின்றன. மூன்று, நான்கு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கந்தக அணுத் தொடர்களைக் கொண்ட சேர்மங்கள் பாலி சல்ஃபைடுகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இவை அவற்றையொத்த கரிமச் சேர்மங்களைப்போல் நிலைப்புத்தன்மை பெற வில்லை. இவற்றின் பண்புகளைப் பற்றி முழுதுமாக அறிய இயலவில்லை. சில வகை பாலிசல்ஃபைடுகள் ரப்பர்களாகவும், ஏவூர்திகளில் திண்ம எரி பொருள் களாகவும் பயனாகின்றன, இவை தயோகால்கள் (thiokols) எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.
எ. கா.

$$n\ ClCH_2CH_2Cl + n\ Na_2S_4 \longrightarrow (H_2C\ CH_2S_4)_n + 2n\ NaCl$$

தயோகார்போனைல் சேர்மங்கள். தயோஆல்டிஹைடுகள் மற்றும் தயோகீட்டோன்களில் தயோகார்போனல் வினையுறு தொகுதிகளைப் ($>C=S$) பெற்றிருக்கின்றன.



தயோ அசெட்டால்டிஹைடு அல்லது ஈதேன்தயால்

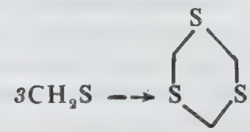


தயோபென்சோஃபீனோன் அல்லது டைஃபீனைல் தயோன்

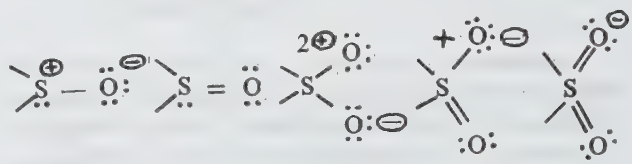
தயோகார்போனைல் சேர்மங்கள் வெறுக்கத்தக்க நெடியைக் கொண்டிருக்கின்றன, பொதுவாக இவை அமில வினையூக்கி உடனிருக்க, கார்போனைல் சேர் மங்கள் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடுடன் வினைபுரிவதால் கிடைக்கின்றன.

$$R-\overset{O}{\overset{||}{C}}-R + H_2S \longrightarrow R-\overset{S}{\overset{||}{C}}-R + H_2O$$

தயோகார்போனைல் சேர்மங்கள் வளையமாக்கல் வினைகளில் அதிகம் ஈடுபடுகின்றன. இவற்றின் ஒருறுப்புகள் (monomers) நீல நிறமும் விளை பொருள்கள் நிறமற்றும் இருக்கின்றன.



சல்ஃபாக்சைடுகளும். சல்ஃபோன்களும். இவ்விரு தொகுதிச் சேர்மங்களையொத்த ஆக்சிஜன் சேர்மங் கள் கரிம வேதியியலில் இல்லை. சில வகைகளில் இச்சேர்மங்கள் கார்போனைல் சேர்மங்களை ஒத் திருக்கின்றன. சல்போக்சைடுகளிலும் சல்ஃபோன் களிலும் முறையே சல்ஃபீனைல் ($>SO$) மற்றும் சல்ஃபோனைல் (SO_2) தொகுதிகள் உள்ளன.

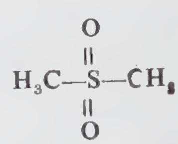


சல்ஃபாக்சைடுகளுக்குச் சில எடுத்துக்காட்டுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

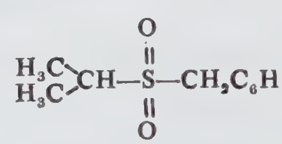
$$H_3C-\overset{O}{\overset{||}{S}}-CH_3,\quad H_3C-\overset{O}{\overset{||}{S}}-C_2H_5,\quad H_3C-\overset{O}{\overset{||}{S}}-OC_6H_4COOH$$

டைமெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு | எத்தில் மெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு | 4-(மெத்தில் சல்ஃபீனைல்)பென் சோயிக் அமிலம்

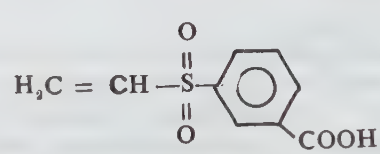
சல்ஃபோன்களும் மேற்சொன்னவாறே பெயரிடப் படுகின்றன.



டைமெத்தில் சல்ஃபோன்



பென்சைல் ஐசோபுரோப்பில் சல்ஃபோன்

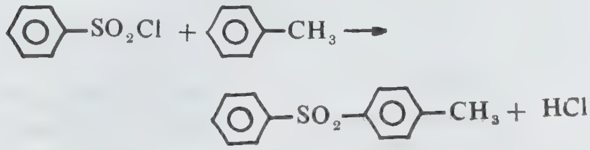


3-(வினைல்சல்ஃபோனைல்) பென்சோயிக் அமிலம்

பெரும்பாலான சல்ஃபாக்சைடுகள் திண்மங் களாகவோ, நீர்மங்களாகவோ குறைந்த உருகு நிலைகளுடன் உள்ளன. இவை நீரில் கரைகின்றன;

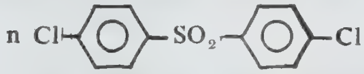
அவற்றையொத்த ஹைட்ரோகார்பன் அல்லது கார்போனைல் சேர்மங்களைவிட மிகுஅளவு கொதிநிலைகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. சாதாரணமாக சல்போன்கள் நிறமற்ற படிகத்திண்மங்களாகக் காணப்படுகின்றன.

கிடைத்தலும் தயாரித்தலும். சல்ஃபாக்சைடுகள், டர்நிப் (turnip), பூண்டு மற்றும் கடுகுவகைத் தாவரங்களில் இருக்கின்றன. கரப்பான் பூச்சியிலிருந்தும் சல்ஃபாக்சைடைப் பெறலாம். சல்ஃபைடுகளை ஆக்சிஜனேற்றம் செய்து சல்ஃபாக்சைடுகளையும், சல்ஃபோன்களையும் பெறலாம். சல்ஃபோனைல் குளோரைடுகளை அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் வினைப்படுத்துவதால், அரோமாட்டிக் சல்ஃபோன்களைப் பெறலாம்.

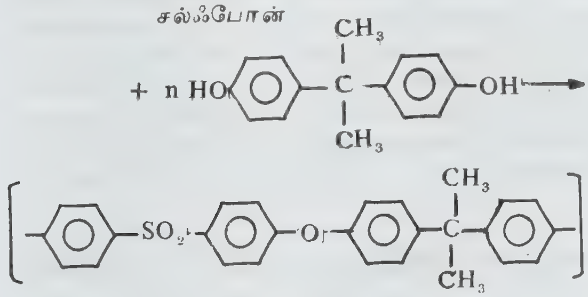


ஃபீனைல்—p—டொலுயீன் சல்ஃபோன்

சிலவேளைகளில் சல்ஃபீனிக் அமிலத்தின் உலோக உப்புடன் ஹாலோஜனை வினைப்படுத்தியும் சல்ஃபோன்கள் பெறப்படுகின்றன. ஓலிஃபீன்களுடன் சல்ஃபர்டைஆக்சைடை வினைப்படுத்திப் பல்லுறுப்புச் சல்ஃ போன்களைப் பெறலாம்.



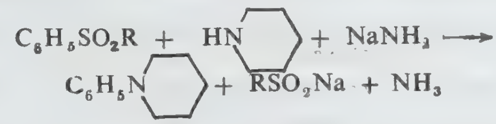
பிஸ் (p-குளோரோஃபீனைல்) சல்ஃபோன்



பல்லுறுப்பி

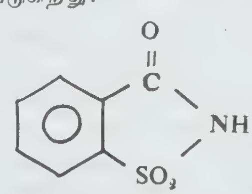
வினைகள். சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் உடனிருக்க லித்தியம் அலுமினியம் ஹைட்ரைடு, ஹைட்ரோ அயோடிக் அமிலம் அல்லது துத்தநாக ஒடுக்கிகளைப் பயன்படுத்திச் சல்ஃபாக்சைடுகளை ஒடுக்கினால் சல்ஃபைடுகள் கிடைக்கின்றன. சல்ஃபாக்சைடுகள் வீரியம் குன்றிய காரங்கள், வீரியம் மிக்க அமிலங்களுடன் சேர்ந்து உப்பை உண்டாக்குகின்றன. சல்ஃபோன்கள் வினைத்திறனற்ற சேர்மங்கள்; இவை பெரும்பாலான ஒடுக்கிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

சோடியம் அமைடு முன்னிலையில் பிப்ரிடினைப் பயன்படுத்தி அரோமாட்டிக் கருவிற்கும் கந்தக அணுவிற்குமிடையேயுள்ள பிணைப்பை முறிக்கலாம்.



ஒரே கார்பன் அணுவில் இரண்டு அல்லது மூன்று சல்ஃபோனைல் தொகுதிகள் இணைந்திருந்தால் அதனுடன் சேர்ந்திருக்கும் ஹைட்ரஜன் அணு அமிலப்பண்புகளைக் கொண்டிருக்கிறது. எனவே காரத்தினால் இதனை வெளியேற்ற இயலும். டைமெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு, ஓர் உறுப்பை மட்டும் தாக்கி வலி குறைப்பியாகவும் (topical analgesic), மருந்துடன் சேர்ந்து பயன்படுத்தப்படும் (carrier) பொருளாகவும் (இது தோலை வேகமாக ஊடுருவுகிறது) பயன்படுகிறது. சல்ஃபோனைல், ட்ரையோனல், டெட்ரோனல் (tetronal) டைசல்ஃபோன்கள் உறக்க நிலையை உண்டாக்கும் பொருளாகவும் (hypnotics) இருக்கின்றன.

சாக்கரின். ஒரு கார்பாக்சில் மற்றும் ஒரு சல்ஃபாக்சில் தொகுதியைப் பெற்றிருக்கும் சேர்மங்களில் ஒன்று -சல்ஃபோபென்சாயிக் அமிலமாகும். இவ்வமிலத்தின் ஒரு பெறுதி சாக்கரினாகும். இது சர்க்கரையை விட 550 மடங்கு இனிப்புள்ளது. இது சர்க்கரைக்கு மாற்றாக நீரிழிவு நோயாளிகளால் பயன் படுத்தப்படுகிறது.



டொலுயீனை, குளோரோசல்ஃபோனிக் அமிலத்துடன் வினைப்படுத்திச் சாக்கரின் தயாரிக்கப்படுகிறது. இது ஆர்த்தோ மற்றும் பாராடொலுயீன் சல்ஃபோனைல் குளோரைடுகளின் ஒரு சேர்மத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. இதனை நன்கு குளிரச் செய்தால் உயர் உருகுநிலையுடைய p மாற்றியம் படிகமாகிறது. நீர்ம நிலையிலுள்ள o- மாற்றியத்திலிருந்து இதனை எளிதில் பிரித்து விடலாம். பிறகு o-டொலுயீன் சல்ஃபோனைல்குளோரைடு அம்மோனியாவுடன் வினைப்பட்டு o-டொலுயீன் சல்ஃபோனமைடாக மாற்றப்படுகிறது. பொட்டாசியம் பெர்மாங்கனேட்டுடன் நிகழும் ஆக்சிஜனேற்றம் மெத்தில் தொகுதியைக் கார்பாக்சில் தொகுதியாக ஏற்றமடையச் செய்கிறது. கிடைக்கும் விளைபொருள் o-சல்ஃபோமைல் பென்சாயிக் அமிலம் சூடுபடுத்தப்படும்போது, நீரையிழந்து சாக்கரினாக மாறுகிறது. இதன் சோடியம் உப்பு நன்றாக நீரில் கரையும்.

Cl_3CSO_3H	$C_2H_6SO_3H$	$H_3C\ C_6H_4\ SOH$	$HO_3SC_6H_4COOH$	$H_2CC_6H_4SO_3H$
ட்ரைகுளோரோ மீத்தேன் சல்ஃபோனிக் அமிலம்	ஈதேன் சல்ஃபீனிக் அமிலம்	P-டொலுயீன் சல்ஃபீனிக் அமிலம்	O-சல்ஃபோ பென்சோயிக் அமிலம்	சல்ஃபானலிக் அமிலம்

குளோரமின் T. இது ஒரு சல்ஃபானிக் அமிலம் பெறுதி. பாராடொலுயீன் சல்ஃபோனிக் அமிலம் முதலில் சல்ஃபோனை மைடாக மாற்றப்பட்டுச் சோடியம் ஹைப்போ குளோரைடு கரைசலுடன் வினைபுரியும்போது பாரா டொலுயீன் சல்ஃபோன் சோடியோ குளோரைடு உண்டாகும். இதுவே குளோரமின்- T ஆகும். மிகை சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட் கரைசலுடன் வினைபுரிந்து பாரா டொலுவீன் சல்ஃபனைடு டைகுளோரமின் - Tஐக் கொடுக்கிறது. இவை யிரண்டும் நோய் தொற்றுத் தடைப் பொருள்களாகப்பயன்படுகிறது.

சல்ஃபோனிக் ,சல்ஃபைனிக் *(su'phinic)* **சல்ஃபீனிக்** *(sulphenic)* **அமிலங்கள்.** இவ்வமிலங்களில் முறையே $-SO_3H$, $-SO_2H$ தொகுதிகள் உள்ளன. இவை பெயரிடப்படும் முறைகளையும், சான்றுகளையும் மேலேகாணலாம். ஹைட் ரோகுளோரிக், நைட்ரிக், சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் போன்ற கனிம அமிலங்களை விட, சல்ஃபோனிக் அமிலங்கள் வீரிய மிக்கவை யாக உள்ளன. பெருப்பாலான சல்ஃபோனிக் அமிலங்கள் நிறமற்ற, மணமற்ற, படிகச் சேர்மங் களாக அமைந்துள்ளன. இவையும் இவற்றின் உறுப்புகளும் நீரில் கரையும் பண்பால் அழுக்கு நீக்கிகளாகவும், சாயங்களாகவும் செயல்படுகின்றன.

சல்ஃபைனிக் அமிலங்கள், வீரியம் குன்றிய வையாகவும் நீரில் குறைவாகக் கரையக் கூடியவாக வும், சல்ஃபோனிக் அமிலங்களைவிடக் குறைந்த நிலைப்புத் தன்மையுடையவையாகவும் உள்ளன. இவை பெரும்பாலும் உலோக உப்புகளாகத் தயா ரிக்கப்படுகின்றன. சல்ஃபீனிக் அமிலமும் அவற்றின் உப்புகளும் நிலைப்புத் தன்மையற்ற சேர்மங்கள். இவற்றின் பெறுதிகளாகக் குறிப்பிடப்படும் சேர் மங்கள் உண்மையில் சல்ஃபீனிக் அமிலத்திலிருந்து பெறப்படுபவை அல்ல.

சல்ஃபோனிக் அமிலம்: காண்க, சல்ஃபோனிக் அமிலம்.

சல்ஃபைனிக் அமிலங்கள். சல்ஃபோனைல் குளோரைடை நன்கு தூளாக்கப்பட்ட துத்தநாகத் தூளுடன் வினைப்படுத்தி அல்லது சோடியம் சல்ஃ பைட்டுடன் வினைப்படுத்தி சல்ஃபைனிக் அமிலங் களைத் தயாரிக்கலாம்.

$$RSO_2Cl + 2Zn \longrightarrow R(SO_2)_2\ Zn + ZnCl_2$$

அலிஃபாட்டிக் சல்ஃபைனிக் அமிலங்களை மேற் கூறியவாறு பெறலாம். ஆனால் தேவையான சல்ஃபோனைல் குளோரைடுகள் எளிதாகக் கிடைப்ப தில்லை. அவ்வேளைகளில் எத்திலீன் டைசல்ஃபோன் கள் பொட்டாசியம் சயனைடுடன் வினைப்படுத்துவதி லிருந்து பெறலாம்.

$$R-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{O}{\|}}{S}}-CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{O}{\|}}{S}}-R + 2KCN \rightarrow$$

$$\underset{\text{பொட்டாசியம் சல்ஃபைனேட்}}{2RSO_2K} + \underset{\text{சக்சினோநைட்ரைல்}}{N\equiv CCH_2CH_2C\equiv N}$$

இதைப் போன்ற வேறு பல வினைகளாலும் இவற்றைப் பெற இயலும்; அவையனைத்தும் பொது வான வினைகளல்ல. இவற்றில் ஒரு வினை சில வேளைகளில் ஃபார்மால்டிஹைடு சல்ஃபாக்சிலேட் என்று குறிப்பிடப்படும் ஹைட்ராக்கிமீத்தேன் சல் ஃபைனிக்அமிலத்தின் சோடியம் உப்பைப் பெற உதவு கிறது. இவ்வுப்பு, சாயம் மற்றும் நெசவாலைகளில் பயன்படுகிறது.

சல்ஃபைனிக் அமிலங்களை ஹைட்ரஜன் பெராக் சைடு அல்லது நைட்ரிக் அமிலத்தினால் ஆக்சிஜ னேற்றம் செய்வதால் சல்ஃபோனிக் அமிலங்களைக் கொடுக்கின்றன; தயோனைல் குளோரைடுடன்வினை புரிவதால் சல்ஃபோமைடுகள் மற்றும் சல்ஃபைனிக் எஸ்ட்டர்களைத் (சல்ஃபைனைட்டுகள்) தொகுக்கப் பயன்படும் சல்ஃபைனைல் குளோரைடுகள் கிடைக் கின்றன.

$$RSO_2H + SOCl_2 \rightarrow R-\overset{\overset{O}{\|}}{S}-Cl + SO_2 + HCl$$

சல்ஃபீனிக் அமிலங்கள். டைசல்ஃபைடுகளைக் காரத்தால் வினைப்படுத்தும் போது முதலில் சல்ஃ பீனிக் அமிலங்களும் அல்லது அதன் உப்புகளும் உண்டாகின்றன. சல்ஃபீனிக் அமிலத்தின் மூலக்கூறு கள் ஒன்றுடன் ஒன்று வினை புரிந்து சல்ஃபைனிக் அமிலங்களையும் தயால்களையும் தருகின்றன.

$$\underset{\text{சல்ஃபீனேட்}}{2\ RSOK} \longrightarrow \underset{\text{சல்ஃபைனேட்}}{RSO_2K} + \underset{\text{தயால்}}{RSK}$$

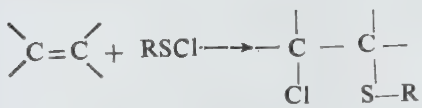
சல்ஃபீனைல் குளோரைடுகள் சல்ஃபீனிக் அமிலங் களைவிட மிகு நிலைப்புத் தன்மை பெற்றுள்ளன.

சல்ஃபீனைல் குளோரைடுகளை, சல்ஃபீனிக் அமிலத்தின் அமைடுகள், எஸ்ட்டர்கள், நீரிலிகள் போன்ற பெறுதிகளாக மாற்றலாம்.

$$2\ RSCl + H_2O \longrightarrow RSOSR + 2\ HCl$$

சல்ஃபீனைல் குளோரைடு சல்ஃபீனிக் நீரிலி

ஒலிஃபீன்களுடன் இக்குளோரைடுகள் வினை புரிந்து குளோரின் சேர்ந்திருக்கும் சல்ஃபைடுகளை அளிக்கின்றன.



குளோரோ அல்க்கைல் சல்ஃபைடு

கனிம கந்தக அமிலங்களின் கரிமப்பெறுதிகள். பல கனிம அமிலங்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கந்தக அணுக்களை அவற்றின் மூலக்கூறில் பெற்றுள்ளன. சான்று:- சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம். மேலும் சில அமிலங்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட, எளிதில் கந்தகத்தால் விலக்கப்படுகிற, ஆக்சிஜன் அணுக்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவ்வனைத்து அமிலங்களும் அவற்றின் கரிமப் பெறுதிகளைக் (எஸ்ட்டர்கள், அமைடுகள்) கொண்டுள்ளன.

தயோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம். புன்ட் உப்புகள் (Bunte salts) எனப்படும் தயோ சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் மோனோ எஸ்ட்டர்கள் தயால்கள் தயாரிப்பில் இடைநிலைப் பொருள்களாகக் கிடைக்கின்றன.

$$RSSO_3Na + NaOH \longrightarrow R - SH + Na_2SO_3$$

தயால்

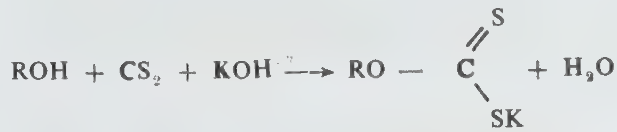
சல்ஃப்யூரிக் அமிலம். இவ்வமிலத்தின் பல எஸ்ட்டர்கள் முதன்மை வேதி வினைப் பொருள்களாக உள்ளன. ஆல்கஹால்கள், ஒலியம் ஆகியவற்றிலிருந்து பெறப்படும் டைமெத்தில் சல்ஃபேட், டைஎத்தில் சல்ஃபேட் ஆகியவை கரிம மூலக்கூறுகளில் மெத்தில், எத்தில் தொகுதிகளை நுழைப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன.

சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம். ஆல்கஹால்கள் மற்றும் தயோனைல் குளோரைடுகள் வினைபுரிவதால் சல்ஃப்யூரஸ் அமிலத்தின் எஸ்ட்டர்களைப் பெறலாம்.

$$2\ ROH + SOCl_2 \rightarrow RO - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{S}} - OR + 2HCl$$

டை அல்க்கைல் சல்ஃபைட்

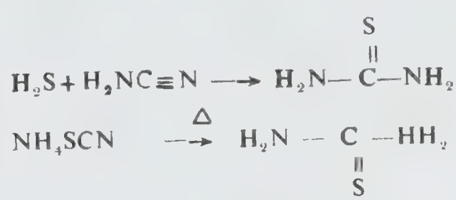
கார்போனிக் அமிலம்: இவ்வமிலத்திற்கும் அனைத்து ஆக்சிஜன் அணுக்களையும் கந்தக அணுக்களால் பதிலீடு செய்யலாம். இவற்றின் முதன்மையான சேர்மங்களடங்கிய தொகுதியைச் சாந்தேட்டுகள் (கிரேக்கம் ச்சாந்தோஸ் = மஞ்சள்) என்று குறிப்பிடுவர்.



சாந்தேட் (உப்பு)

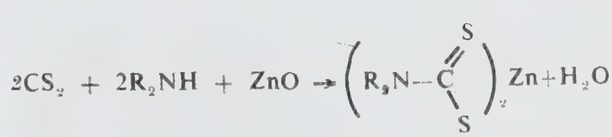
இவ்வினை செல்லுலோஸ் கரைக்கும் வினையில் பயன்படுகிறது. சாதாரண ஆல்கஹால்களின் (simpler alcohols) சாந்தேட்டுகள் நுரை மிதப்பு முறையில் கனிமங்களைப் பிரித்தெடுக்கும்போது பிரித்தெடுப்பானாகப் (collectors) பயன்படுகிறது.

தயோகார்போனிக் அமிலத்தின் டைஅமைடான தயோயூரியா சயனமைடும் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடும் வினைபுரிவதாலோ அம்மோனியம் தயோசயனேட்டை வெப்பப்படுத்துவதாலோ பெறலாம்.

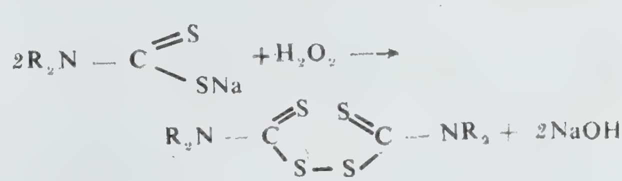


தயோ யூரியா

தயோயூரியா, ஒளிப்பிரதி எடுக்கப் பயன்படும் தாள்களில் (photocopying papers) வெள்ளிப் பூச்சிகளிலும் (silver polishes) தயால்களின் தொகுப்பு வினைகளிலும் பயனாகின்றன. டைதயோ கார்பமிக் அமிலத்தின் பல பெறுதிகள் ரப்பரைக் கெட்டிப்படுத்தும்போது (vulcanization) வினைவேக அதிகரிப்பான்களாகச் (acclerators) செயல்படுகின்றன. பின்வரும் வினைகள் இச்சேர்மங்களைத் தயாரிக்கும் வழிமுறைகளைக் குறிப்பிடுகின்றன.



துத்தநாக டை அல்க்கைல் டைதயோகார்பமேட்



டெட்ரா அல்க்கைல் தையுராம் டைசல்ஃபைடு

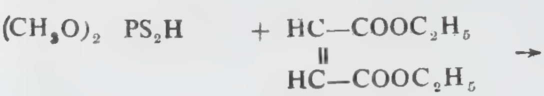
பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம். இவ்வமிலத்தில் கந்தகப் பெறுதிகள் பூச்சிக்கொல்லிகளாகவும், உயவுப் பொருள்களாகவும், நுரைமிதப்புக்காரணிகளாகவும் (ore flotation agents) பயன்படுகின்றன. இவற்றில் சில டெட்ராபாஸ்ஃபரஸ் டெக்டோசல்ஃபைடு அல்லது தயோஃபாஸ்ஃபோரில் குளோரைடிலிருந்து பெறப்படு கின்றன.

$$P_4O_{10} + 8ROH \rightarrow 4(RO)_2PS_2H + 2H_2S$$

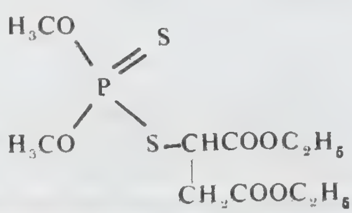
டெட்ரா பாஸ்ஃபரஸ் டெக்காசல்ஃசைடு — o,o′-டைஅல்க்கைல் பாஸ்ஃபோரா டை தயோயிக் அமிலம்

$$2(RO)_2PS_2H + ZnO \rightarrow [(RO)_2PS_2]_2Zn + H_2O$$

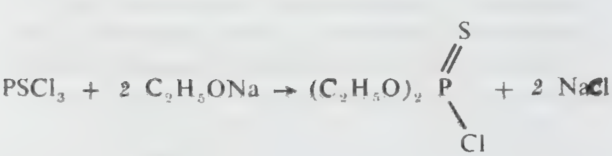
துத்தநாக o,o′-டை அல்க்கைல் பாஸ்ஃபோரா டைதயோயேட்



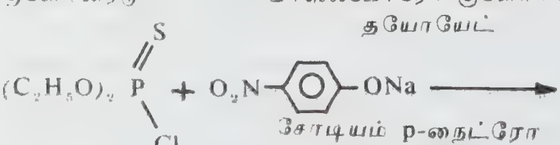
o,o′-டைமெத்தில் பாஸ்ஃபோரோ டைதயோயிக் அமிலம் — டைஎத்தில் மெலேட்



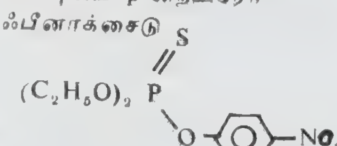
மாலத்தியான்



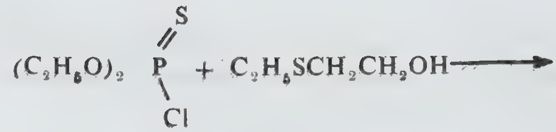
தயோபாஸ்ஃபோரில் குளோரைடு — o,o-டை எத்தில் பாஸ்ஃபோரோ குளோரிடோ தயோயேட்

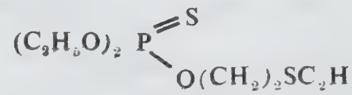


சோடியம் p-நைட்ரோ ஃபீனாக்சைடு

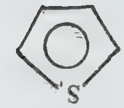


பாரத்தியான்

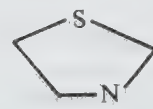




சிஸ்டாக்ஸ்

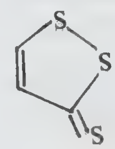


தயோஃபீனோன்

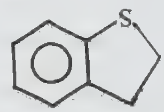


தயசோல்

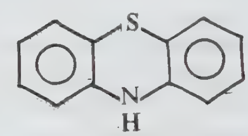
1,4 தயாசின்



1,2 டைதயோல் -3 தயோன்



பென்சோ தயோஃபீனோன்



ஃபீனோதயாசின்

வேற்றணு வளையக் கந்தகச் சேர்மங்கள். பல வகை கரிம வளையச் சேர்மங்களில் கந்தக அணு (க்கள்) உள்ளன. இவற்றுள் சில முதன்மை பெற்ற கந்தக வேற்றணு வளையச் சேர்மங்களின் வேதியியல் அமைப்புகள் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

- எம். கணேசன்

கரிமக் கழிவுப் பொருள் மீட்சி

இயற்கையின் சுழற்சியில் அனைத்து உயிரினங்களும் ஈடுபட்டுள்ளன. இவ்வுயிர்க்கோளத்தில் (biosphere) ஒவ்வோர் உயிரினமும் வாழ்ந்து, மடிந்து, சிதைந்து, சிறுதுகள்களாக மாறி மீண்டும் மண்ணையே வந்தடை கின்றது. இவ்வட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு மூலப் பொருள்களை உடையது. இவற்றில் சில, உயிரி களின் உடற்கட்டுமானப் பொருளாக உள்ளன. காலப் போக்கில், உயிரிகள் படிமலர்ச்சியில் முன்னேறியுள்ள நிலையிலும், இவ்வுயிர் வட்டத்தின் மூலப்பொருள்கள் மொத்த அளவில் மாறுபடாமல் முன்பிருந்த அளவி லேயே மீண்டும் இருக்கக் காணலாம். உயிரிகளில் உள்ள பொருளின் ஒவ்வோர் அணுவும் வாழ்வின்

இயக்கங்களில் பங்கேற்றும், மாறியும் வருகின்றது. இவை வேதி அடிப்படையில் கனிம, கரிமப் பொருள் களாக உள்ளன.

எண்ணிக்கையில் பலவானாலும், இவற்றில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கந்தகம், பாஸ்ஃபரஸ், கால்சியம் ஆகியவையும் மேலும் சில பொருள்களுமே புவியில் மாறாத சுழற்சி யில் ஈடுபட்டுள்ளன. சில சுழற்சிகள் சிறியவை; மற் றவை சிக்கலானவை. இவற்றில் கார்பன், நைட்ரஜன் ஆகியவற்றில் சுழற்சிகள் மிக மிக முக்கியமானவை. ஏனெனில் இச்சுழற்சிகளே உயிரிகளின் முதன்மைக் கரிமப்பொருள்களை மீண்டும் மீண்டும் மீட்சியடையு மாறு செய்கின்றன.

கரிமக் கழிவுகள். உயிரிகள் தம் வாழ்வியல் செயலுக்குத் தேவையான பல வேதிப்பொருள்களை மண், நீர், காற்று என்னும் சூழ்நிலைக் காரணிகளி லிருந்தே பெறுகின்றன. உயிரிகளின் மொத்த எடை யில் 95% கார்பன், நைட்ரஜன், ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன் என்னும் நான்கு தனிமங்களும் முதன்மை யாகக் காணப்படுகின்றன. எஞ்சியுள்ள 5% இல் ஏறக்குறைய 30 தனிமங்கள் உள்ளன. தாவரங் களால் எடுத்துக்கொள்ளப்படும் இவ்வேதிப்பொருள் கள், விலங்குகளின் மூலமாகவும், பின்னர் மண்ணின் நுண்ணுயிரிகள் மூலமாகவும், மீண்டும் சூழ்நிலைக்கே திரும்பி வருகின்றன. அதாவது, பசுந்தாவரங்கள் ஒளிச்சேர்க்கையினால் கார்போஹைட்ரேட் என்னும் சிக்கலான கரிமக் கூட்டுப் பொருளை உண்டாக்கு கின்றன. இதிலிருந்து தாவரங்கள் தமது ஏனைய கரிமக் கூட்டுப்பொருள்களையும் புரதம், நியுக்ளியிக் அமிலம், கொழுப்பு முதலியவற்றையும் உருவாக்கு கின்றன. இத்தகைய கரிமக்கூட்டுப் பொருள்களின் நிலைகளாக விளங்கும் தாவரங்களை விலங்குகள் உணவிற்காகச் சார்ந்து வாழ்கின்றன. விலங்குகள் தாவரங்களை உண்ணும் போதும், தாவரங்களை உண்ட விலங்குகளை, சில ஊன் உண்ணிகள் தின் னும்போதும் தாவரப் புரதம் விலங்குப் புரதமாகவும் உடலின் பிற கரிமக் கூட்டுப்பொருள்களாகவும் மாறுகிறது.

விலங்குகளின் கழிவுகளும் (nitrogenous wastes) தாவரங்களில் உதிரும் இலைகளும், மட்டியும் கிளை களும், வேர்களும், இறந்துவிடும் விலங்குகளும், மற்றும் சாக்கடைக் கழிவுகளும். தொழிற்புரட்சியின் விளை வாக நாடெங்கும் விரவியிருக்கும் தாள், கரும்பு, நார், தோல், உரம் போன்ற தொழிற்சாலைகளி லிருந்து வெளியேறும் கழிவுகளும் இறுதியாக மண்ணை வந்தடைகின்றன. இக்கரிமக் கூட்டுக் கழிவுகளைப் படிப்படியாகச் சிதைப்பதிலும், அவற்றி லுள்ள சிக்கலான கூட்டுப்பொருள்களை எளியனவாக மாற்றிக் கார்பன். நைட்ரஜன் போன்ற தனிமங்களை மீட்சி அடையச் செய்வதிலும், நுண்ணுயிரிகள் பயனுடைய பங்காற்றுகின்றன.

கரிமக் கழிவுகளின் வேதிச்சேர்க்கை. கரிமக் கழிவு கள் வேதி அடிப்படையில் மிகவும் சிக்கலான கரிமக் கூட்டுக்கலவைகளாக உள்ளன. சிக்கலான கார்போ ஹைட்ரேட்டுகள். எளிய சர்க்கரைப் பொருள்கள், செல்லுலோஸ், ஹெமிசெல்லுலோஸ், பெக்ட்டின், ரெசின்கள், பிசின்கள், ஆல்கலாய்டுகள், ஆல்டீஹைடு கள், கீட்டோன்கள். கரிம அமிலங்கள், ஃபீனல் கூட்டுப்பொருள்கள், டானின், ஹைட்ரோகார்பன்கள் நிறமிகள் போன்றவற்றின் வடிவில் கரிமப்பொருள்கள் மண்ணை வந்தடைகின்றன. இத்தகு கழிவுகள் சிதைவடையாத நிலையிலும், அரைகுறையாகச் சிதைவடைந்த நிலையிலும் இருக்கக்கூடும்.

மண்வாழ் நுண்ணுயிரிகள். ஒரு மிதவெப்ப நிலத்தி லிருந்து எடுக்கப்பட்ட ஒரு தேக்கரண்டி மண்ணில் மட்டும், 500 கோடி பாக்டீரியாக்கள் என்னும் நுண்ணுயிரிகளும், பத்து லட்சம் புரோட்டோசோ வான்கள் என்னும் ஒரு செல் உயிரிகளும் 2 லட்சம் பாசிகளும் இருக்கக்கூடும். இவற்றைத் தவிர ஓரளவு பெரிய உயிரிகளான மண்புழு, கறையான், எறும்பு, சிறுபூச்சிகள், இவற்றின் புழுக்கள் ஆகியனவும் மண்ணில் வாழும் உயிரிக ளாகும். இந்த நுண்ணுயிரிகள் மண்ணைத் தம் வாழ்விடமாகக் கொண்டு ஒவ்வொரு நிலத்திலும் முனைப்புடன் செயல்புரிகின்றன. தம் வாழ்விற்குத் தேவையான ஆற்றலைப் பெறவே இவ்வுயிரினங்கள் கழிவுகளைச் சிதைக்கின்றன.

கரிமக் கழிவுகளின் சிதைவு. கரிமக்கழிவுகளில் உள்ள பொருள்களில் சர்க்கரை, எளிய புரதம், புரதக் கூட்டுப்பொருள்கள், ஹெமிசெல்லுலோஸ் போன்றவை விரைவில் சிதைவடையும். இவற்றை அஸ்பர்ஜில்லஸ், ஃப்யுசாரியம், ரைசோபஸ் போன்ற பூஞ்சைகளும், பேசில்லஸ், குரோமோ பாக்டீரியம், குளோஸ்டீரிடியம், மைக்ரோகாக்கஸ், ஸ்ட்ரெப்டோ மைசிஸ் போன்ற பாக்டீரியாக்களும் சிதைக்கின்றன. கழிவில் உள்ள கொழுப்பு, லிக்னின், ஹெமிசெல்லு லோஸ் போன்ற வேறு சில கூட்டுப்பொருள்கள் மெதுவாகச் சிதைகின்றன. இவற்றை ஆல்டர்நேரியா, அஸ்பர்ஜில்லஸ், கீட்டோமியம், ட்ரைக்கோடெர்மா, வெர்ட்டீஸிலியம் போன்ற பல்வேறு வகைப் பூஞ்சை களும் பேசில்லஸ், குளாஸ்டீரியம், கிரிப்டோஃபேகா, சூடோமோனாஸ், விப்ரியோ, ஃபிளேவோபாக்டீரியம், ஸ்ட்ரெப்டோமைசிஸ் போன்ற பாக்டீரியாக்களும் சிதைக்கின்றன.

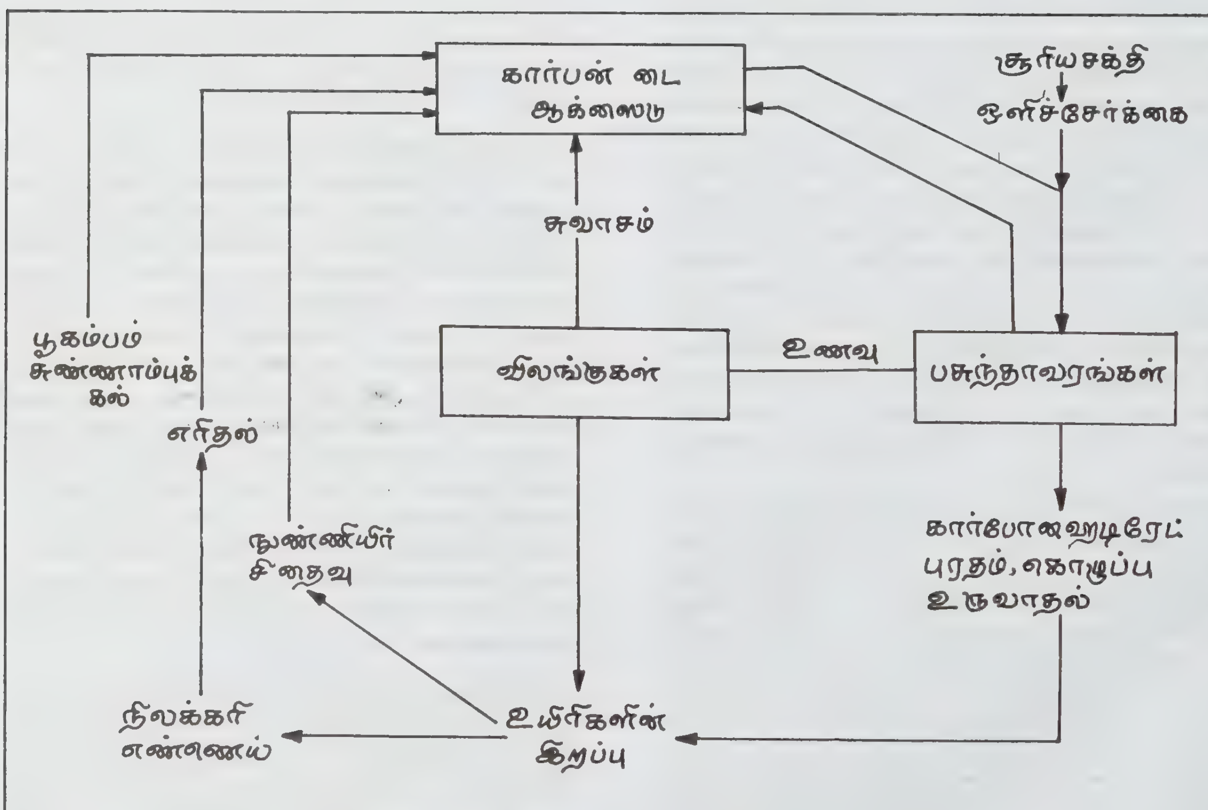
சிதைவு நிலைகள். விரைவாக நடந்தாலும் மெதுவாக நடந்தாலும் சிதை வெனப்படுவது அடிப் படையில் ஓர் எரிதல் அல்லது ஆக்சிஜனேற்ற நிகழ்ச்சியே ஆகும். கரிமக் கூட்டுப் பொருள் களின் உலர்எடையில் பாதிக்குமேல் கார்பனும், ஹைட்ரஜனும் உள்ளமையால், கரிமப் பொருள்களின் சிதைவெனப்படுவது இவற்றின் ஆக்சிஜனேற்றம்

என்றே கூறலாம். பின்வரும் மூன்று நிலைகள் அனைத்துச் சிதைவுகளிலும் அடிப்படையாகக் காணப்படும். நுண்ணுயிரிகளின் நொதியால் கழிவுப்பொருள்கள் எரிக்கப்பட்டுக் கார்பன் டை ஆக்சைடு, நீர், வெப்பம் என்னும் எளிய முடிவுப் பொருள்களாக வெளியிடப்படுகின்றன. தாவரப் புரதங்கள் எரிக்கப்படும்போது மட்டுமே கார்பன் டை ஆக்சைடுடன் அமைடுகளும் அமினோ அமிலங்களும் கூடுதலாக உண்டாகின்றன.

நைட்ரஜன், சல்ஃபர், பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற தனிமங்களும் வெளியிடப்படுகின்றன; அல்லது எளிதில் கிடைக்கப்பெறாத பொருளாக மாற்றப் படுகின்றன. எளிதில் சிதையாத சில பொருள்கள், சிதைவுறும் கழிவுகளிலிருந்தோ நுண்ணுயிர்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் விளைவாகவோ தோன்று கின்றன. மொத்தத்தில் சிதைவின் இறுதி நிலையில் தான் நைட்ரேட், சல்ஃபேட் போன்ற முடிவுப் பொருள்கள் விடுவிக்கப்படுகின்றன. இறுதியில் எஞ்சி யிருக்கும் கறுப்பான உருவமற்ற கரிம எச்சமே நில மட்காகும். மட்குதல் என்பது கழிவுகள் நுண்ணுயிரி களின் நொதிகளால் செரிக்கப்படும் நிகழ்ச்சியே ஆகும். இவ்விதச் செரிமானத்தின்போது பலவகைப் பொருள்கள் படிப்படியாக வெளியிடப்படுகின்றன.

நுண்ணுயிரிகளால் பயன்படுத்திக் கொள்ளப் படும் ஆற்றல் அல்லது வெப்பமாக வெளியேற்றப் படும் ஆற்றல் கரிமப்பொருள்களின் வேதித்தனிமங் களுக்கிடையில் பொதிந்து வைக்கப்பட்டுள்ள பெருமளவு ஆற்றலில் சிறிதளவையே, கழிவுகளைச் சிதைக்கும் உயிரிகள் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. எஞ்சியவை கழிவுகளுக்கிடையில் தங்கியிருக்கலாம் அல்லது வெளிப்படலாம். இவ்வாறு கரிமக்கழிவு களின் சிதைவால் நுண்ணுயிரிகள் தம் வாழ்க்கைக்கு எடுத்துக்கொண்ட ஆற்றல் தவிர எஞ்சியது வெப்ப மாகவே வெளியேறுகிறது.

சிதைவின்போது உண்டாகும் எளிய பொருள் கள். நுண்ணியிரிகள் கழிவுகளைச் சிதைக்கும்போது தொடக்கத்தில் எளிய பொருள்களான கார்பன் டைஆக்சைடு, நீர் முதலியன உண்டாகின்றன. பெரும நிலைக்குப் பிறகே நைட்ரைடு, நைட்ரேட், வளிம நைட்ரஜன் போன்றவை வெளிப்படுகின்றன. சிதைவின்போது கார்பன், சல்ஃபர், பாஸ்ஃபரஸ் போன்ற தனிமங்களும் அவற்றின் அயனி வடிவங் களும் உண்டாகின்றன. மேலும் நீர், பொட்டாசியம்



கார்பன் வட்டம்

கால்சியம், மக்னீசியம் போன்றவற்றின் அயனிகளும் உண்டாகின்றன.

கார்பன் வட்டம். உயிரிகளின் இன்றியமையாக் கரிமக் கட்டுமானப் பொருள்களான கார்போஹைட்ரேட், கொழுப்பு, புரதம், நியுக்ளியிக் அமிலம் போன்றவற்றில் கார்பனே முதன்மையாக உள்ளது. எனினும் கார்பனின் செறிவு வளி மண்டலத்தில் மிகக் குறைவே (0.03%). கார்பன் டைஆக்சைடு வடிவில் தாவரங்களால் பெறப்படும் கார்பன், தாவர மாவுப் பொருள்களாகிப் பின்பு விலங்குகளின் மூலமும், அவற்றின் கழிவுகளின் மூலமும் நிலத்தை வந்தடைந்து, அங்குள்ள நுண்ணுயிரிகளால் மீண்டும் வளி மண்டலத்திற்கே அனுப்பப்படும் நிகழ்ச்சியே கார்பன் வட்டம் (carban cycle) எனப்படும்.

கார்பன், காற்றில் கார்பன் டைஆக்சைடாக உள்ளது. இதைப் பயன்படுத்துவதில் பசுந்தாவரங்களே முதலிடம் பெறுகின்றன. சூரியனின் ஆற்றல் வேதி ஆற்றலாக மாற்றப்பட்டு, தாவரங்களில் மாவுப்பொருள்கள், புரதம், கொழுப்பு போன்ற கரிமக் கூட்டுப்பொருள்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவையே தாவரத் திசுக்களை உருவாக்குகின்றன. விலங்குகள் தாவரங்களை உண்ணுகின்றன. இதனால் கார்பன் கூட்டுப்பொருள்கள் விலங்குத்திசுவின் ஒரு பகுதியாகின்றன. தாவரங்களை உண்ணும் விலங்குகளை உணவாக்கிக் கொள்ளுவதன் மூலம் ஊன் உண்ணிகள், அவற்றின் கார்பனைப் பெறுகின்றன. உயிரினங்கள் மூச்சுவிடும் போதும் கார்பன் டைஆக்சைடு வெளியிடப்பட்டுக் காற்றில் கலக்கும். விலங்குகளின் கழிவுகள் தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளியேறும் கரிமக் கூட்டுக்கழிவுகள், மேலும் இறந்த தாவர, விலங்கு உடலங்கள் மண்ணுடன் கலக்கும் போதும், அவை நுண்ணுயிரிகளால் படிப்படியாகச் சிதைக்கப்படும்போதும், கார்பன் டை ஆக்சைடு காற்றில் மீண்டும் கலக்கிறது. ஓரளவு கார்பன், புவியில் நிலக்கரியாக, வளிமமாக, பெட்ரோலாக, சுண்ணாம்புப் பாறைகளாகக் காலப்போக்கில் படிகிறது. காற்றுமண்டலத்திற்கும் நீர்நிலைகளுக்குமிடையே ஒரு மீள்தன்மையுடைய கார்பன் அயனிப் பரிமாற்றம் எப்போதும் நடந்தவண்ணம் உள்ளது.

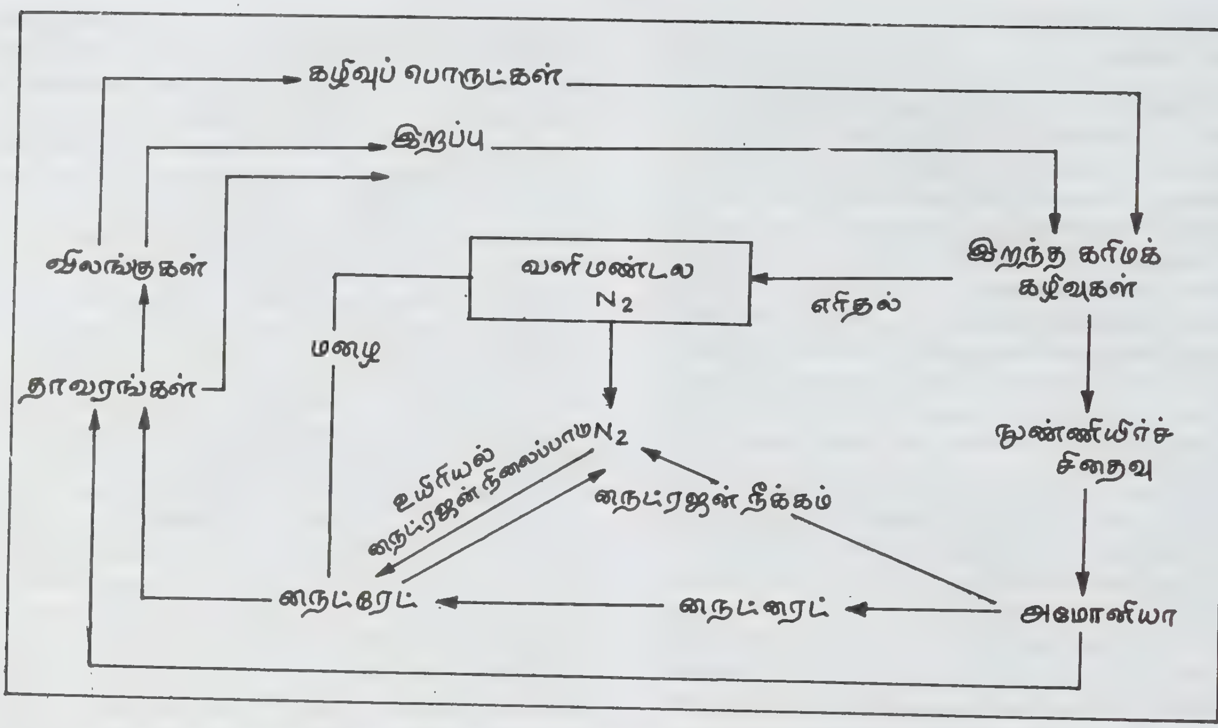
இவ்வாறு சூழ்நிலையிலிருந்து உயிரிகளுக்கும், உயிரிகளிலிருந்து மீண்டும் சூழ்நிலைக்கும் கார்பன் மீட்சியடையும் நிகழ்ச்சிகளின்போது ஏற்படும் கார்பனின் ஆக்சிஜனேற்றமும், அப்போது உண்டாகும் ஆற்றலும் வெப்பமுமே உயிர் வட்டத்தின் வாழ்வு தொடர்ந்திட அடிப்படையாகவும், காற்றில் கார்பன் அளவை நிலைக்கச் செய்வனவாகவும் உள்ளன.

நைட்ரஜன் வட்டம். உயிரிகளின் முக்கிய உடற்கூறுகளான புரதம், நியுக்ளிக் அமிலம் போன்றவற்றிற்கு நைட்ரஜனும் ஓர் இன்றியமையாத் தேவையாகும். நைட்ரஜன் காற்றில் 79% இருந்தாலும், தாவரங்கள் இதை நேரடியாகப் பெறமுடிவதில்லை. மண்ணில் உள்ள ரோடோஸ்பைரில்லம் போன்ற சில தனித்து வாழும் பாக்டீரியாக்களும் பயறுவகைத் தாவரங்களின் வேர்முண்டுகளில் வாழும் ரைசோபியம் பேசில்லஸ் போன்ற கூட்டுயிர் வாழ்க்கை நடத்தும் பாக்டீரியாக்களும், நாஸ்டாக், அனபீனா போன்ற நீலப்பச்சைப் பாசிகளுமே வளிமண்டல நைட்ரஜனை, நைட்ரேட் கூட்டுப்பொருள்களாக மண்ணில் நிலைக்கவைக்கின்றன. இதை உயிரியல் நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு என்பர். இந்த 'நைட்ரேட்டுகளையே அவற்றின் அயனி வடிவில் தாவரங்கள் உறிஞ்சி, உடற்புறத்தை உருவாக்கி வளர்கின்றன.

விலங்குகள், தாவரங்களை உண்ணும்போது இத்தாவரப்புரதம் விலங்குப்புரதமாக மாற்றமடைகிறது. விலங்குகளின் வளர்சிதைமாற்றத்தின்போது புரதம் உடைக்கப்பட்டு நைட்ரஜன் நிறைந்த கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. இந்தக் கழிவுகள், மற்றும் தாவர, விலங்குகளின் இறந்த உடலங்கள் ஆகியவை நிலத்தை வந்தடைகின்றன. இவை மண்ணிற்கு வரும்போது அங்குள்ள மண்வாழ் நுண்ணுயிரிகள் இந்தக் கரிம நைட்ரஜன் உடைய கூட்டுப்பொருள்களை அம்மோனியாவாக மாற்றுகின்றன. குறிப்பாக அம்மோனியாவாக்கும் பாக்டீரியாக்கள் இதைச் செயல்படுத்துகின்றன. மண்ணில் உண்டாகும் இந்த அமோனியாவே பல உயிர் வேதிச் சேர்க்கைகளுக்குத் தொடக்கமாகும்.

அம்மோனியா, நீரில் கரையும் அம்மோனியக் கூட்டுப்பொருளாக மாறுகிறது. இதிலிருந்து அமோனிய அயனியும் நைட்ரேட் அயனியும் உண்டாகின்றன. இந்த அம்மோனிய அயனிகள் நேரடியாகத் தாவரங்களால் நைட்ரஜன் தேவைக்காக உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஆனால் அம்மோனியாவின் பெரும்பகுதி பிற வேதிச்சேர்க்கைப் பாக்டீரியங்களால் சிதைக்கப்படுகிறது. அதாவது, நைட்ரோசோமோனாஸ் போன்ற நைட்ரஜனேற்றம் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் அம்மோனியாவை நைட்ரைட் ஆக ஆக்ஸிஜனேற்றம் அடையச்செய்கின்றன. இந்த நைட்ரைட்டை, நைட்ரோபேட்டர் போன்ற பாக்டீரியாக்கள் நைட்ரேட்டாக மாற்றுகின்றன. இவ்வித நைட்ரேட்டுகளே தாவரங்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. சில நைட்ரஜன் நீக்கும் பாக்டீரியாக்கள் மண்ணில் உள்ள நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களைத் தாக்கி அவற்றிலிருந்து நைட்ரஜனை வெளிப்படுத்தி வளிம மண்டலத்தை அடையுமாறு செய்கின்றன.

கரிமக் கழிவுப் பொருள் மீட்சியின் இன்றியமையாமை. உயிரிகளின் பலநூறு வேதிச்சேர்க்கைகளில் தொடர்புடைய கார்பன், நைட்ரஜன் போன்ற இன்றியமையாத் தனிமங்கள் மீட்சியடைவதுடன், உயிர்-நில-வேதிச் சுழற்சியின் (biogeochemical cycle) பிற முக்கிய தனிமங்களான சல்ஃபர், பாஸ்ஃபரஸ், கால்சியம் போன்றவையும் நுண்ணுயிரிகளால் கரிமக்



நைட்ரஜன் வட்டம்

கழிவுகள் சிதைவடையும்போது மீட்சியடைகின்றன. மீட்கப்பட்ட இத்தனிமங்கள் உயிர் வட்டத்தின் இடைவிடாத சுழற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளன. மேலும் இந்நிகழ்ச்சிகள் ஓர் ஒழுங்கான ஆற்றல் மாற்றமாக உருவெடுப்பதால், அனைத்து வகைக் கழிவுகளி லிருந்தும் தனிமங்கள் மீட்சியடைவது மட்டு மல்லாமல், சூழ்நிலையில் முதன்மைத் தனிமங்களின் அளவும் நிலையாக இருந்து வருகிறது. கரிமக் கழிவுப் பொருள், மீட்சியடையும்போது, மட்கு, பரப்பு ஒட்டுந்திறன் (adosorption) கொண்ட பெரும் மண் துகள்கள் தோன்றுகின்றன. மேலும், கரிமக் கழிவுப் பொருள் மீட்சி தாதுஉப்புக்களைத் தாவரங்களுக்குத் தொடர்ந்து கிடைக்கச்செய்தும், நிலப்பரப்பில் சில கனிமங்களின் குறைவைத் தடுத்து நிறுத்தியும் மண்ணை வளமுடையதாக்குகிறது.

- கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

கரிம காலப் பாறைப் படிவுகள்

புவி தோன்றி 450 கோடி ஆண்டுகளாகின்றன. இக் காலத்தைச் சில கால அளவுகளால் பகுத்துள்ளனர். அவை முறையே தொகுதி (group), அமைப்பு (system), அடுக்கு (series), நிலை (stage), பகுதி (zone) எனப்படும். தொகுதி என்பது பெரும் பிரிவாகவும் பகுதி என்பது மிகக் குறைந்த காலத்தில் உருவான படிவுகளாகவும் அமைந்திருக்கும். 450 கோடி ஆண்டுகளும் நான்கு தொகுதிகளாகப் பகுக்கப் பட்டுள்ளன. உயிரிலாக் (azoic) காலம் (450-60 கோடி ஆண்டுகள்) தொல்லுயிர்க் (palaeozoic) காலம் (60-24), இடைநிலைக் (mesozoic) காலம் (24-6.5), அண்மைக் காலம் (6.5-.1) என்பன. இப்பகுப்புகள் அக்காலத்தில் மிக முக்கியமாகக் கிடைத்த உயிரினம் அல்லது பாறை வகைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு பகுக்கப்பட்டுள்ளன.

இவ்வாறு பகுக்கப்பட்ட அமைப்புகளுள் ஒன்றே கரிம காலப் படிவுகள் எனப்படும் கார்பானி ஃபெரஸ் (carboniferous formation) பாறைப் படிவு களாகும். இப்படிவுகள் தொல்லுயிர்க் காலத்தின் இறுதியான படிவுகளாகும். உலகின் பல பகுதிகளில் இவற்றில் நிலக்கரிப் படிவுகள் மிகுதியாகக் கிடைப்ப தால் இவை கரிம காலப்படிவுகள் எனப் பெயர் பெற்றன. இக்காலப் படிவுகள்ஏறத்தாழ 35 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தோன்றியவை. இப்படிவு களின் கால அளவு ஆறுகோடி ஆண்டுகளாகும். இக் காலத்தில் தான் ஊர்வன முதன் முதலாகப் புவியில் தோன்றின. இக்காலத்தில் புவியின் வரலாற்றில் செடி கொடிகளும், மரங்களும், பூவில்லாத் தாவரங்களும் மிகுதியாகக்காணப்பட்டன.

கார்பானிஃபெரஸ் காலத்தை அடுத்தது பெர்மியன் காலம் ஆகும். பெர்மியனின் ஒரு பகுதியான கீழ்பெர்மியன் காலத்தையும் மேல் கார்பானிஃபெரஸ் காலத்தையும் இணைத்துப் பெர்மோ கார்பானிஃபெரஸ் என்று கூறுவர். இவ்விரு காலத்தில் நிலத்தின் படிவுகளும் உயிரினப் படிவுகளும் ஒத்திருந்தமையால் இவை ஒன்றாக இணைத்துக் கூறப்படுகின்றன. கார்பானிஃபெரஸ் காலத்திற்கு முந்தையது டிவோனியன் காலம் ஆகும். எனவே டிவோனியனுக்கும் பெர்மியனுக்கும் இடைப்பட்ட ஆறு கோடி ஆண்டுகளே கரிம காலம் ஆகும். இக்காலம் மிசிசிப்பியன், பென்சில்வேனியன் என்னும் இரு சிறு அமைப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

புவியின் வரலாற்றில் ஒவ்வொரு காலத்திலும் ஒன்று அல்லது ஒரு சில குறிப்பிட்ட உயிரினங்கள் செழித்துச் சிறப்பாக மிகு எண்ணிக்கையில் வாழ்ந்தன. கரிம காலத்தில் பூவில்லாத் தாவரங்கள் அத்தகைய சிறப்புடன் காணப்பட்டன. அவற்றுள் குறிப்பிடத்தக்கவை லெப்பிடோடென்ரான், சிகிலேரியா, கலாமிட்டிஸ், வால்சியா, டெரிடோஸ்பெர்ம், நியூராப்ட்ரிஸ், அலெதாப்ட்ரிஸ், ஒடோன்டாப்ரிஸ் முதலியனவாகும். நிலப்பகுதிகளில் காணப்பட்ட பூச்சி வகைகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை எஸ்தெரியா, லெயியா, ஆந்ராகோம்யா, கார்பானிகோலா. நயாபுட்டெல் ஆகியன. பிராங்கியோசாரஸ், ஆக்டினேடான், ஆர்க்கியோ சாரஸ் முதலியன நில நீர் உயினங்களாகும். மீசோசாரஸ், புரோட்டோசாரஸ் ஆகியன நகரும் உயிரினங்களாகும். முதுகெலும்பில்லா விலங்குகளும் கடலில் பலவாக வாழ்ந்தன.

பெர்மோ கார்பானிஃபெரஸ் காலத்தில் வாழ்ந்த முக்கியமான உயிரினங்களுள் ஒன்று, பியூதலிநிட்ஸ் ஆகும். பவளப் பூச்சிகளுள் குறிப்பிடத்தக்கவை லித்தோஸ்ட்ரான்சியன், ஜாம்ரின்டிஸ், ஆம்பிலெக்ஸ் ஆகியவையாகும். பெனஸ்டெல்லா, டிரைலோபைட் பிலிக்சியா, பெலிசிபாட்ஸ் பெக்டன், அவிகுலோபெக்டன், சிஸ்சோடஸ், முக்கிய லேமல்லிபிராங்ஸ், கேஸ்ட்ரோ பாட்ஸ், பெல்லரோபான், முர்சிசோனியா, யூம்பேலம் ஆகியவையாகும். பிராக்கியோபாடுகள் மிகு அளவில் கடலில் காணப்பட்டன. புரெக்டஸ், ஸ்பைரிபெர், சிரிங்கோதைரிஸ், அதைரிஸ் முதலியன ஒரு சில பிராக்கியோபாடுகளாகும். செஃப்பலோபாடு இனத்தைச் சேர்ந்த கோனியோடைடிஸ் ஒரு முக்கியமான தொல்லுயிர்ப் படிவாகும். இப்பிரிவைச் சேர்ந்த முக்கியப் பூச்சி வகைகள் பெரிசைக்ளஸ், பெய்ரிக் கோசீரஸ், நோமிஸ் மோசீரஸ், கிளைபியோசீரஸ், ஹோமோசீரஸ், ரெட்டிகுலோ சீரஸ், கேஸ்ட்டியோசீரஸ், சிஸ்டோசீரஸ் முதலியன. பெர்மோ கார்பானிஃபெரஸ் காலத்திற்குப் பிறகு பெரும்பாலான உயிரினங்கள் அழிந்து புதிய உயிரினங்கள் தோன்றின.

இந்தியாவில் கார்பனிஃபெரஸ் படிவுகள் இமய மலைப் பகுதியில் சிற்சில இடங்களிலேயே காணப்படுகின்றன. ஸ்பிட்டி பகுதியில் கரிம காலப் படிவுகள் கன்வார் அமைப்பு எனப்படும். இந்த அமைப்பில் லிபாக், போ என்னும் இரு அடுக்குகள் உள்ளன. இவை களிமண் மற்றும் சுண்ணாம்புப் பாறைகளைக் கொண்டவை. காஷ்மீரில் சிரிங்கோதைரிஸ் சுண்ணாம்புப் பாறையும், பெனஸ்டெல்லா களிமண்

இடைநிலைக்காலம்	
தொல்லுயிர்க் காலம்	பெர்மியன்
	கார்பானிஃபெரஸ்
	சைலூரியன்
	ஆட்டோவிசியன்
	கேம்பிரியன்
உயிரிலாக்காலம்	

பாறையும் இக்காலத்தவை. பெர்மோ கார்பானி பெரஸ் காலத்தைச் சேர்ந்த படிவுகள் காஷ்மீரில் பஞ்சல் அடுக்கு எனப்படும். இக்காலத்தில் புவியின் தென் பகுதியில் தோன்றிய பாறைப் படிவுகள் கோண்டுவானாப் படிவுகள் எனப்படும். கோண்டு வானாப் படிவுகள் உள்ள தால்பர் படிவுகள் மேல் கார்பானிஃபெரஸ் காலத்தைச் சேர்ந்தவை.

தொல்லுயிர்க் காலத்தின் இறுதி நிலை கரிம காலம் ஆகும். இக்காலத்தின முடிவில் புவியின் பல பகுதிகளில் பற்பல மாற்றங்கள் ஏற்பட்டன கடல்கள் நிலமாயின; நிலப்பகுதி கடலாயிற்று. புதிய மலைகள் தோன்றின. புதிய நிலப் பகுதிகள் ஏற்பட்டன. இம்மாற்றம் ஹொர்சீனியன் மாற்றம் அல்லது வேரிஸ்கன் எனப்படும். புதிதாக உருவான நிலப் பகுதி கோண்டுவானாப் பகுதி எனப்படும். இப்பகுதி இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா, தென் அமெரிக்கா, ஆஃப்ரிக்கா, மடகாஸ்கர் பகுதிகளை ஒன்று சேர்த்த ஒரே நிலப்பகுதியாக மேல் கார் பானிஃபெரஸ் காலத்தில் காணப்பட்டது.

- இராம. ராமநாதன்

கரிமச் சேர்மங்களின் பெயரிடும் முறை

வேதிச் சேர்மங்களின் பெயர்களும் அவற்றிற்குப் பெய ரிடும் முறைகளும் வேதியியலில் முக்கியமானவை. பெயரிடும் முறைகள் வேதிச் சேர்மங்களை வகைப் படுத்துவதற்கும் பல்வேறு வகைச் சேர்மங்களின் அமைப்புகளுக்கிடையே உள்ள தொடர்பை அறிந்து கொள்வதற்கும் உதவுகின்றன. இம்முறைகள் வேதிச் சேர்மங்களின் அமைப்பைத் தெளிவாக விளக்குவன வாகவும் மூலக்கூறுகளின் பெயர்களுக்கும் அவற்றின் அமைப்புக்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பை விளக்கு வனவாகவும் அமைய வேண்டும். இப்பெயரிடும் முறை, அமைப்புப் பெயரிடும் முறை எனப்படுகிறது.

தொடக்க காலத்தில் பயன்படுத்தப்பட்ட பழமை யான பெயரிடும் முறைகள் தற்காலத்திலும் பயன் பட்டாலும், கரிமச் சேர்மங்களின் தொகுப்பும், எண் ணிக்கையும் பெருகப் பெருக, அவற்றிற்குப் பெயரிடு தலும் இன்றியமையாததாகிறது. 1892இல் ஜெனிவா வில் அகில உலக அறிவியல் வல்லுநர்கள் கழகம் ஜெனிவா பெயரிடும் முறையை நிறுவியது. இம்முறை, சிறப்பாக ஒன்றோடொன்று இணைந்த கார்பன் அணுக்களை மட்டும் கொண்ட எவ்வித வேற்றணு வின் மூலமும் பிணைக்கப்படாமல், கார்பன் அணுக் கள் மட்டுமே பொருந்துவதாக அமைந்துள்ளது. இம்முறையினால் சிக்கலான பல வினையுறு தொகுதி களையுடைய (functional groups) கரிமத் தனிமச் சேர்மங்கள் மற்றும் பல்வேறு வளையச் சேர்மங்கள் ஆகியவற்றின் பெயர்களைப் பெயரிட முடியவில்லை.

ஜெனிவா பெயரிடும் முறையுடன் மிகவும் தொடர்புடைய மற்றொரு முறை ஜெர்மன் நாட்டு வேதியியலார் பெயில்ஸ்டைன் என்பாரால் உண்டாக் கப்பட்ட அனைத்து வேதிச் சேர்மங்களைப் பற்றிய குறிப்பு ஆகும்.

1930 இல் அனைத்துலகத் தனி மற்றும் ஆக்க வேதியியல் கழகம் (IUPAC) நிறுவப்பட்டது. இக் கழகத்தால் புதிய பெயரிடும் முறை உருவாக்கப் பட்டது. இது 1950ஆம் ஆண்டில் தொடங்கி இன் றும் வழக்கத்தில் இருந்து வருகிறது. 1957 இல் பாரி ஸில் நடந்த ஒரு மாநாட்டில் ஹைட்ரோகார்பன்கள் மற்றும் வளைய அமைப்புகளின் பெயரிடும் முறைகள் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டன. இதைச் சுருக்கமாக IUPAC 1957 விதிகள் எனக் குறிப்பர். 1962 இல் கார்பன் அல்லாத பிற தனிமங்களான ஹாலோ ஜன்கள், ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம், செலீ னியம், டெலூரியம் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும் சேர்மங்களையும் பெயரிடும் முறை வகுக்கப்பட்டது.

வேதியியலில் விரிவாக்கப்பட்ட சில சிறப்புச் சேர்மங்களான ஸ்டீராயிடுகள், ஹைட்ரோகார் பன்கள், அமினோ அமிலங்கள், பெப்டைடுகள், நியூக்ளியிக் அமிலங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றி உரு வான ஆய்வுமுடிவுகள் கரிம வேதியியலில் பல அணு வகைகளைச் சேர்ந்த சேர்மங்களின் பெயர்களைக் குறிப்பாக கூறும் தனிப்பட்ட முறைகளைத் தோற்று வித்தன.

அடிப்படைப் பெயரிடும் முறை. ஒரு சேர்மத்தின் அடிப்படைப் பெயர் ஒரு மூலக்கூறின் சில எளிய கருவின் பெயரின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது. எ கா: மெத்தேன், எத்திலீன், அசெட்டிலீன், கார் பனால், அசெட்டால்டிஹைடு. இத்தகைய கருவின் பெயருடன் உறுப்புகளின் பெயர்களைச் சேர்த்துச் சேர்மங்களின் பெயர்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. எ.கா. மெத்தில் மெத்தேன், டைமெத்தில் மெத்தேன் ட்ரைமெத்தில் மீத்தேன், ஐசோபுரோப்பைல் அசெட் டிலீன், எத்தில் கார்பினால், ட்ரைமெத்தில் அசெட் டிக் அமிலம் என்பன.

ஜெனிவா பெயரிடும் முறை. இது ஓர் எளிய முறையாகும். சேர்மத்தின் பெயர் முக்கிய சங்கிலித் தொடரைக் குறிக்கும் ஒரு சொல்லையும், வினை யுறு தொகுதிகள் போன்றவற்றைக் குறிக்கும் சொலலையும் முதலாவதாக அல்லது இறுதியாக இணைக்கும் ஒரு கூட்டுச் சொல்லாக அமையும். பெயரிலுள்ள ஒவ்வொரு தனிமமும் கூட்டுச் சொல் லில் குறிப்பிட்ட இடத்தைப் பெற்றுள்ளது. ஜெனி வாப் பெயர்கள், சேர்மத்தின் முக்கிய அமைப்பு, பதிலீட்டுத் தொகுதிகளின் தன்மை மற்றும் அவற் றின் எண்ணிக்கை, பிற நிபந்தனைகள் சமமாக இருக்கும்போது மிக அதிகப்படியான எளிய அமைப்பு களின் தத்துவம் ஆகியவற்றால் நிர்ணயிக்கப்படு கின்றன.

முக்கிய அமைப்பில் கரிமச் சேர்மங்கள், வளைய மில்லா, கார்போ அல்லது ஒத்த வளைய, வேற்றணு வளைய அமைப்புகள் என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

ஜெனிவாப் பெயரிடும் முறையில் பெயரின் அடிப் படையாகச் சேர்மத்தின் மிக நீண்ட ஆங்கிலத்தொட ரின் பெயர் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது இப்பெயர் சில ஹைட்ரோகார்பன்களுக்கு உரியதாகும். இத் தகைய ஹைட்ரோகார்பனில் ஹைட்ரஜன் அணுக் கள், வினையுறு தொகுதிகள் அல்லது பதிலீட்டுத் தொகுதிகளால் பதிலீடு செய்யப்பட்டுச் சேர்மத்தின் முழுப் பெயரும் பெறப்படுகிறது.

ஹைட்ரோ கார்பன்கள், ஆல்கஹால்கள், ஓரிணைய அமீன்கள் போன்ற முக்கிய சேர்மங்களின் பெயர்கள் ஒரு சொல்லால் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் பெறுதிகளான ஈத்தர்கள், எஸ்ட்டர்கள், அமிலக் குளோரைடுகள், அமைடுகள் ஆகியன பல சொற்களால் குறிக்கப்படுகின்றன.

ஒரு சேர்மத்திற்கு அதன் பெயரை அளிப்பதற்கு முன் அதிலுள்ள மிக நீளமான கார்பன் சங்கிலித் தொடரைக் கண்டறிய வேண்டும். முக்கிய சங்கிலித் தொடருக்கு எண்ணிக்கை அளிக்கும்போது ஹைட் ரோகார்பன் உறுப்புகளுக்கு முதலிடம் அளிக்கப்படு கிறது. இரு உறுப்புகள் சமமாக இருந்தால் அவற்றில் குறைந்த கார்பன் அணுக்களையுடைய உறுப்பு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. ஓர் உறுப்பின் பெயர் அதே எண்ணிக்கையுள்ள கார்பன் அணுக்களைப் பெற்றிருக் கும். ஹைட்ரோகார்பனின் பெயர்களில்-ane என்னும் முடிவுச் சொல்லை-yl எனறு பதிலிட்டுப் பெறப்படு கிறது. உறுப்புகள் பல பிணைப்புகளைப் பெற்றிருந் தால் அதாவது ஒரு நிறைவுறா ஹைட்ரோகார்பனை ஒத்திருந்தால் (–ene, yne என்றிருந்தால்) இறுதிச் சொல்லை விட்டு விடாமல் மற்றொரு–yl சேர்க்கப் படுகிறது.

உறுப்புகளின் பெயர்கள் முக்கிய சங்கிலித் தொடரின் பெயருக்கு முன்னால் குறிக்கப்படுகின்றன. உறுப்பின் பெயரின் முன்னால் எண்ணிக்கையிட்டு அதனுடன் ஒரு சிறிய கோட்டின் மூலம் (hyphen) பெயரைச் சேர்த்தால் அவ்வெண், முக்கியச் சங்கிலித் தொடரில் எந்தக் கார்பன் அணு அவ்வுறுப்புடன் இணைந்துள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது. நிறைவு றாச் சேர்மங்களின் பெயருக்குப் பின்னால் ஹைட் ரோக்கார்பன் பெயரிலுள்ள - ane க்குப் பதில் - ene அல்லது - yne என்னும் பின்னொட்டுச் சேர்க்கப்படு கிறது.

பல பிணைப்புகள் இரண்டாம் இடத்தைப் பெறு கின்றன. அதாவது எண்ணிக்கை கிளைச் சங்கிலித் தொடரால் நிர்ணயிக்கப்படாவிடில், சங்கிலித் தொடரில் அது எங்கு தொடங்குகிறது என்பதைப் பல பிணைப்புகள் நிர்ணயிக்கின்றன. இரட்டைப் பிணைப்பைவிட முப்பிணைப்புகள் பெயரிடுவதில் முதலிடம் பெறுகின்றன. ஆக்சிஜன் அல்லது கந்த கத்தைப் பெற்றிருக்கும் வினையுறு தொகுதிகள் மூன்றாம் இடத்தை வகிக்கின்றன. இத்தொகுதி களைக் குறிக்கும் சொற்கள் பெயரின் இறுதியில் இணைக்கப்படுகின்றன.

ஒரு சேர்மம் சம எண்ணிக்கையுள்ள கார்பன் அணுக் களையுடைய பல நீண்ட சங்கிலித் தொடர்களைப் பெற்றிருப்பின், இவற்றில் மிகச் சிக்கலான சங்கிலித் தொடர் அதாவது அதிகக் கிளைச் சங்கிலித் தொடர் கள் அல்லது பதிலீட்டுத் தொகுதிகளையுடைய சங்கிலித்தொடர் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். முக்கிய சங்கிலித் தொடர் தேர்ந்திதடுக்கப் பட்டவுடன் எண்ணிக்கை தொடங்க வேண்டிய இடம் நிர்ணயிக்கப் படவேண்டும். இது முக்கிய சங்கிலித் தொடரி லுள்ள பதிலீட்டுத் தொகுதியில் மற்றும் அவற்றின் முக்கியத்துவம் ஆகியவற்றுக்கு ஏற்ப நிறுவப் படுகிறது.

வளையமில்லா ஹைட்ரோகார்பன்கள். (1) நிறை வுற்ற ஹைட்ரோகார்பன்களின் பெயர்கள் —ane என்று முடிகின்றன. முதல் நான்கு ஹைட்ரோகார் பன்கள் தனிப்பட்ட பழமையான பெயர்களைப் பெற்றுள்ளன. மூலக்கூறின் பிற பகுதியின் பெயர்கள் அவற்றிலுள்ள கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கைக் கேற்பக் கிரேக்க எண்களால் குறிக்கப்படுகின்றன.

கிளைச் சங்கிலித் தொடருடைய நிறைவுற்ற ஹைட்ரோகார்பன்களில் (ஐசோ அல்க்கேன்கள்) பெயர்கள் கீழ்க்காணுமாறு குறிக்கப்படுகின்றன.

(1) முதன்மை அடிப்படைச் சங்கிலித் தொட ரின் பெயர் குறிக்கப்படுகிறது.

(2) முதன்மைச் சங்கிலித் தொடரின் பெயருக்கு முன்னால் அல்க்கைல் தொகுதியின் பெயர் எழுதப்படுகிறது.

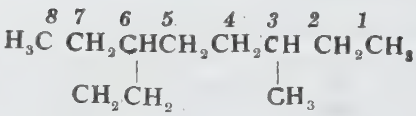
(3) சேர்மத்தின் பெயர்-ane என்று முடிகிறது.

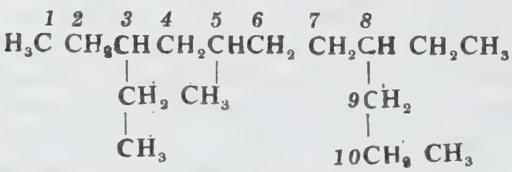
(4) ஒரு சேர்மம் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சம அளவுள்ள நீண்ட சங்கிலித் தொடர்களைப் பெற்றிருப்பின் அதிகக் கிளைத் தொடர்களையுடைய சங்கிலித் தொடர் முதன்மைத் தொடராகத் தேர்ந் தெடுக்கப்படுகிறது.

(5) முதன்மைச் சங்கிலித் தொடரைத் தேர்ந் தெடுத்தவுடன் அதிலுள்ள கார்பன் அணுக் களுக்கு எண் சுட்டப்பட வேண்டும். அல்க் கைல் சேர்மங்களில் எண்ணிக்கை மிக அரு கில் உள்ள ஒரு முடிவு கார்பன் அணுவி லிருந்து தொடங்கும். பல்வேறு அல்க்கைல் தொகுதிகள் சங்கிலித் தொடரின் முனை களிலிருந்து சமமான இடங்களில் இருந்தால்

குறைந்த கார்பன் அணுக்களையுடைய அல்க்கைல் தொகுதி இணைந்திருக்கும் இறுதி கார்பன் அணுவிலிருந்து பெயர் அளிக்கப்படுகிறது.

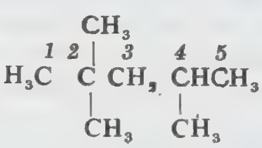
எ.கா.

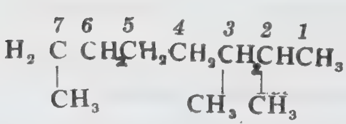




ஒத்த உறுப்புகள் சங்கிலித் தொடரின் முனைகளிலிருந்து சம தொலைவில் இருந்தால் அதிகக் கிளைச் சங்கிலித் தொடர்களையுடைய முனையிலிருந்து எண்ணிக்கை தொடங்குகிறது.

எ.கா.





முதன்மைச் சங்கிலித் தொடர் கண்டறியப்பட்ட பிறகு அதன் கார்பன் அணுக்களுக்கு எண்கள் அளிக்கப்பட்டுச்சேர்மத்தின் பெயர் குறிக்கப்படுகிறது. மிக எளிய பதிலீட்டுத் தொகுதிகள் முதலில் குறிக்கப்படுகின்றன. (மெத்தில் அல்லது எத்தில்) முதன்மைச் சங்கிலித் தொடரில் உறுப்பு இணைக்கப்பட்டுக் கார்பன் அணுவின் எண்ணைக் கணக்கிட்டு உறுப்பு இணைக்கப்பட்டுள்ள அணுவின் எண் அதன் பெயருக்கு முன்னால் எழுதப்படுகிறது. இவ்வெண் உறுப்பின் பெயரிலிருந்து ஒரு கோட்டின் மூலம் பிரிக்கப்படுகிறது. மெத்தில் உறுப்பைத் தொடர்ந்து எத்தில் உறுப்பு இவ்விரு கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை மிகும்போது முக்கிய சங்கிலித் தொடர் கார்பன் அணுக்களையுடைய ஹைட்ரோகார்பனின் பெயரிடப்படுகிறது.

ஒரு ஹைட்ரோகார்பன் பல ஒத்த உறுப்புகளைப் பெற்றிருப்பின் உறுப்புகளின் பெயர்களுக்கு முன் அவற்றின் எண்ணிக்கை எழுதப்படுகிறது. இவற்றை யடுத்துக்காற்புள்ளி குறியிடப்பட்டு (,) ஏறுவரிசையில் எழுதப்படுகிறது. எனவே, மேற்குறிப்பிட்ட வாய்பாடுகளையுடைய ஹைட்ரோகார்பன்கள் கீழ்க்காணுமாறு பெயரிடப்படுகின்றன.

1) 3-மெத்தில்-6-எத்தில் ஆக்ட்டேன்

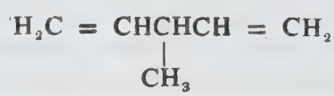
2) 5-மெத்தில்-3, 8-டைஎத்தில் அன்டெக்கன்

3) 2,2,4 ட்ரை மெத்தில்பென்ட்டேன்

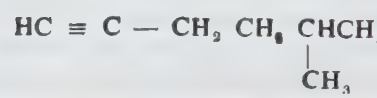
4) 2,3,6 ட்ரை மெத்தில்ஹெப்ட்டேன்

நிறைவுறாச் சேர்மங்களுக்கும் மேற்கூறிய குறிப்புகள் பொருந்தும். ஆனால் இரட்டைப் பிணைப்பு, முப்பிணைப்புச் சேர்மங்களைப் பெயரிடும் போது அவற்றின் மூல ஹைட்ரோகார்பனின் பெயரின் பின்னொட்டில் ஆக்சிஜன், கந்தகம்

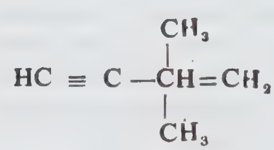
எ.கா.



3-மெத்தில் பென்ட்டாடையீன்



2-மெத்தில் -5- ஹெக்சா ஐன்



3,3 டை மெத்தில் பென்ட்டீன்-4-ஐன்

ஆகிய வினையுறு தொகுதிகளைப் பெற்றிருக்கும் சேர்மங்கள் வினையுறு தொகுதிகளுக்குரிய தனிப் பெயர்களால் பெயரிடப் படுகின்றன. பெருமளவு ஆக்சிஜனேற்றம் அடையும் தொகுதி முதல் இடத்தைப் பெறுகிறது. ஆக்சிஜனைப் பெற்றிருக்கும் ஒரு தொகுதியைவிடக் கந்தகத்தைப் பெற்றிருக்கும் ஒருவினையுறு தொகுதி முதல்இடத்தை அடைகிறது. இத்தொகுதிகளின் பெயர்கள் முதன்மைச் சங்கிலித் தொடரின் பெயருக்கு அடுத்துவரும் முடிவுச் சொல்லையே பெற்றுள்ளன. வினையுறு தொகுதியின் கார்பன் அணு முதன்மைத் தொடரில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. கந்தகச் சேர்மங்களில் கந்தக அணுவுடன் நேரடியாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் கார்பன் அணுவிலிருந்து எண் தொடர்கிறது.

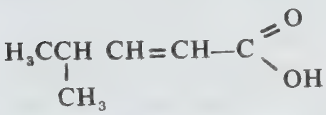
(எ.கா.)

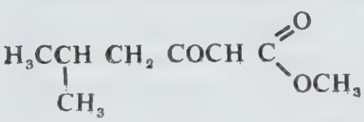
H_3CCH_2CHO
புரோப்பனால்

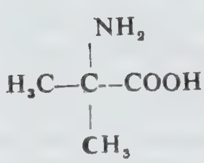
$H_3CCH_2COCH_2CH_3$
3-பென்ட்டனோன்

2- மெத்தில்-4-பியுட்டனாயிக் அமிலம்

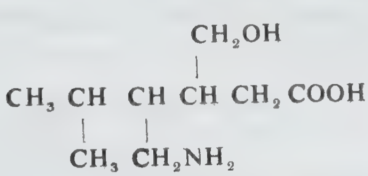
ஒரு சேர்மத்தில் பல வினையுறு தொகுதிகள் இருந்தால் அவற்றின் முக்கியத்துவத்திற்கேற்பப் பெயர்கள் அளிக்கப்படுகின்றன.


2-மெத்தில் பென்ட்டீன் 3- ஆயிக் - 5 அமிலம்


2,5- டைமெத்தில் ஹெக்சனோன்-3-ஆயிக்-1-மெத்தலேட்

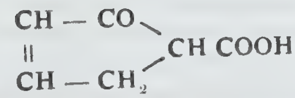

2- அமினோ-2-மெத்தில் புரோப்பியானிக் -1- அமிலம்

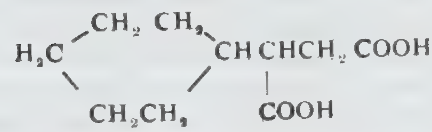
$H_2N—CH_2—CH_2CH_2SO_3H$ 3-அமினோபுரோப்பேன் சல்ஃபோனிக்-1-அமிலம்


3- அமினோ 2,3 -டைமெத்தில் -4-மெத்திலால் ஹெக்சனாயிக் -6-அமிலம்

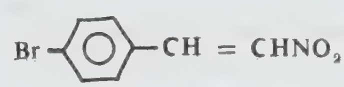
கார்போவளையச் சேர்மங்கள். திறந்த சங்கிலித் தொடர் சேர்மங்களுக்குப் பயன்படும் உத்திகள் அனைத்தும் இதற்குப் பயன்படுகின்றன. ஒரு வளைய ஹைட்ரோகார்பனின் பெயர் அதே அளவு கார்பன் அணு எண்ணிக்கையுடைய அதையொத்த நிறைவுற்ற ஹைட்ரோகார்பனின் பெயருக்கு முன்னால் வளைய என்னும் சொல் சேர்க்கப்படுகிறது. வளையத்துடன் இணைந்துள்ள ஒரு கார்பாக்சில் தொகுதி கார்பாக்சிலிக் அமிலம் என்னும் சொல் சேர்க்கப்படுகிறது.

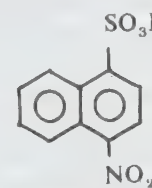
(எ.கா.)


வளையபென்ட்டீன்-3-ஒன்-2 கார்பாக்சிலிக் -1-அமிலம்


2- வளையஹெக்சைல் பியூட்டேன் டயாயிக் -1,4 அமிலம்

அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் அவற்றையொத்த ஹைட்ரோகார்பன்களின் பெறுதிகளாகக் கருதிப் பெயரிடப்படுகின்றன.


4-புரோமோ-1-நைட்ரோ-1 எத்தில் பென்சீன்


4-அமினோ நாஃப்தலீன் சல்ஃபோனிக் -1-அமிலம்

ஓர் அலிஃபாட்டிக் அரோமாட்டிக் சேர்மம் ஒரு நீண்ட அதன் பக்கச் சங்கிலித் தொடரைப் பெற்றிருந்தால் சேர்மத்தின் பெயர் அதன் பக்கச் சங்கிலித் தொடரின் அடிப்படையில் அமைகிறது. அரோமாட்டிக் வளையம் ஒரு பதிலீட்டுத் தொகுதியாகக் கருதப்படுகிறது. (காண்க, வேற்றணு வளையச் சேர்மங்கள்)

- த. தெய்வீகன்

கரிமத் தனிமப் பகுப்பாய்வு

ஒரு சேர்மத்தைத் தூய்மையாக்கிய பின்னர் அச்சேர்மத்தின் இயல்பையும் அதன் அமைப்பு மற்றும் மூலக்கூறின் எடையையும் கணக்கிட முனைவர். கரிமச் சேர்மங்களில் கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆகிய தனிமங்கள் அடிப்படையாக உள்ளன. அச்சேர்மத்தை எரித்து இதை நிரூபிக்கலாம். புகையடர்ந்த சுவாலை உண்டானால் கார்பன் இருப்பது உறுதியாகிறது. கார்பன், ஹைட்ரஜன் இருப்பதைக் கண்டறியப் பின் வரும் ஆய்வைப் பயன்படுத்தலாம். ஆய்வுப் பொருளை உலர்தாமிர ஆக்சைடுடன் கலந்து ஆய்வுக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு குமிழுடன்

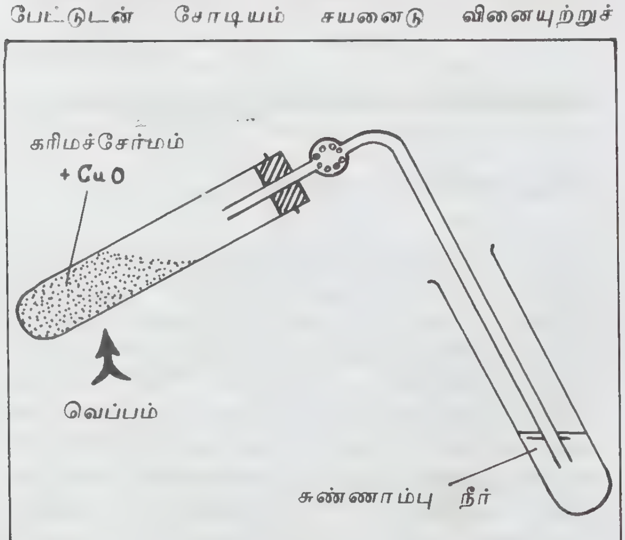
கூடிய V வடிவக் கண்ணாடிக்குழாயை ஆய்வுக் குழாயின் தக்கையினுள் செலுத்தி அதன் மறு முனை தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீருக்குள் இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். V வடிவக் குழாயின் குமிழில் சிறிதளவு நீரற்ற தாமிர சல்ஃபேட்டை வைத்துப் பின்னர் ஆய்வுச் குழாயை வெப்பப்படுத்த வேண்டும். இதனால் ஆய்வுப்பொருளில் இருக்கும் கார்பன் கார்பன் டைஆக்சைடாகவும், ஹைட்ரஜன் நீராகவும் ஆகசிஜனேற்றமுறுகின்றது. நிறமற்ற தாமிர சல்ஃபேட் நீரேற்றம் பெற்று நீலநிறமாக மாற்ற மடைகிறது. இதிலிருந்து சேர்மத்தின் ஹைட்ரஜன் இருப்பது தெரிய வருகிறது. குழாயைச் சூடுபடுத்துவ தால் உண்டாகும் வளிமத்தைத் தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரில் செலுத்தினால் சுண்ணாம்பு நீர் பால்போல் ஆகிறது. இதிலிருந்து கார்பன் இருப்பதை அறிய லாம்.

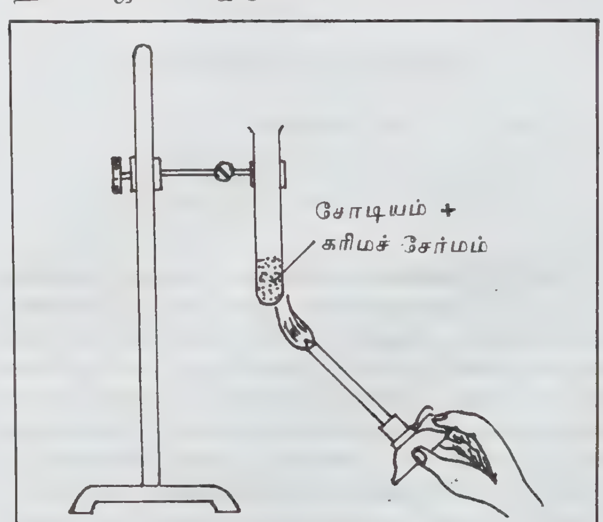
நைட்ரஜன். லாசேன் ஆய்வு மூலம் கரிமச்சேர்மத் தில் நைட்ரஜன் இருப்பதைக் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு சிறு துண்டு சோடியத்தை எரிகுழாயில் வைத்து அதனுள் சிறிதளவு ஆய்வுக்கரிமச் சேர்மத்தையிட்டுக் குழாயை நன்றாக வெப்பப்படுத்த வேண்டும். குழாய் செஞ்சூட்டு நிலையை அடைந்தவுடன் உடனடியாக நீரில் அழித்தினால் குழாய் உடைந்துவிடும். பின்னர் குழவியால் நன்றாக அரைத்துப் பொடி செய்து வடிக்க வேண்டும். நீர்மத்திலிருந்து 1 மி.லி யை ஆய்வுக்குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஃபெர்ரஸ் சல்ஃபேட் கரைசலைச் சேர்த்து வெப்பமாக்கிய பின் மிகையளவில் சல்ஃப் யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்க்க, நீலநிற வீழ்படிவு அல்லது கரைசல் உண்டானால் நைட்ரஜன் உள்ள தென்பதை உணரலாம்.

இந்த ஆய்வில் நிகழும் வினைகள். ஃபெரஸ் சல்ஃ பேட்டுடன் சோடியம் சயனைடு வினையுற்றுச் சோடியம் ஃபெர்ரோசயனைடு உண்டாகிறது. ஃபெர் ரஸ் சல்ஃபேட்டில் அதனுடன் உள்ள ஃபெர்ரிக் சோடியம் சயனைடோடு வினையுற்றுக் கருநீல ஃபெர்ரிக் பெர்ரோ சயனைடு உண்டாகிறது. இதற்கு புருசியன் நீலம் என்று பெயர்.

கந்தகம். லாசேன் முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட வடிநீர்மத்துடன் புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட சோடியம் நைட்ரோபுருசைடு கரைசலைச் சேர்த்தால் கருநீலச் சிவப்பு நிறம் உண்டாகிறது. இரண்டாம் முறையில் காற்றுடன் அசெட்டிக் அமிலம் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்து, வெளிப்படும் ஆவியில் லெட் அசெட்டேட் தாளைக் காண்பிக்கும்போது கந்தகம் ஆய்வுப் பொருளில் இருந்தால் தாள் கருமையாகி விடும்.

ஹாலோஜன்கள். லாசேன் வடி நீர்மத்தில் தேவை யான அளவு நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலம் சேர்த்துப் பின்னர் சில்வர் நைட்ரேட் கரைசலைச் சேர்த்தால் ஆய்வுப் பொருளில் உள்ள ஹாலோஜன்களைப் பொறுத்து வீழ்படிவுகள் உண்டாகின்றன.குளோரைடு இருந்தால் தயிரையொத்த வெண்ணிற வீழ்படிவு உண்டாகிறது இது அம்மோனியாவில் கரையும்; புரோமைடு, அயோடைடுகள் இருந்தால் முறையே இளமஞ்சள் மற்றும் மஞ்சள் நிற வீழ்படிவுகளும் உண்டாகின்றன. முன்னது அம்மோனியாவில் குறை வாகக் கரையும். பின்னது அம்மோனியாவில் கரை யாது. ஹாலோஜன்கள் இருப்பதைப் பெயில்ஸ்டைன் ஆய்வு மூலமும் கண்டறியலாம். முதலில் ஒரு தாமிரக் கம்பி வலையைப் புன்சன் நீலச் சுடரில் நிறமேதும் வாராத வரையில் நன்றாகச் சூடாக்க வேண்டும். பின்னர் அதைக் குளிர்வித்து ஆய்வுக்குரிய சேர்மத் தைக் கம்பி வலையில் வைத்து மீண்டும் சூடேற்றும் போது அடர் பச்சை நிறமுடையதாக இருப்பின் ஹாலோஜன்கள் இருப்பதை அறிந்துகொள்ளலாம்.





அளவறிதல். தனிமங்களின் அளவை நிர்ணயிக்க இன்று பயன்படும் முறை லீபிக் முறையை ஒட்டிய தாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு கரிமச்சேர்மம் தாமிர ஆக்சைடுடன் சேர்த்து வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. அப்போது வெளியாகும் நீராவியை எடை தெரிந்த நீரற்ற கால்சியம் அல்லது மக்னீசியம் பெர் குளோ ரேட்டில் உறிஞ்சியும், கார்பன் டைஆக்சைடைச் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடில் உறிஞ்சியும் எடைகளை நிர்ணயிக்கலாம். இதற்குப் பின்வரும் ஆய்வு முறை பயன்படுகிறது. எளிதில் உருகாத கண்ணாடியால் ஆன நீள்வடிவக் குழாய் ஒன்றில் படத்தில் காட்டி யுள்ளதுபோல் தாமிர ஆக்சைடு திணித்து வைக்கப் படுகிறது. அதன் இருபுறமும் கல்நார் பஞ்சு வைத்து அடைக்கப்படுகிறது. கம்பி வலை வடிவில் காப்பர் ஆக்சைடு எரிகுழாயின் மற்றொரு பக்கத்தில் வைக்கப் படுகிறது. இந்நிலையில் குழாயை உலையில் வைத்து அதனுள் ஆக்சிஜனைச் செலுத்தியபடி நன்றாகச் சூடாக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் குழாயில் ஏதேனும் நீராவி இருந்தால் வெளியேற்றப்படும். குழாயைக் குளிரச் செய்து ஒரு சிறிய பீங்கான் தட்டில் எடை கணக்கிடப்பட்ட கரிமச் சேர்மம் படத்தில் உள்ளதுபோல் வைக்கப்படுகிறது. அடுத்து எடை கணக்கிடப்பட்ட கால்சியம் குளோரைடு மற்றும் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு U வடிவக் குழாய்களும் இணைக்கப்படுகின்றன.

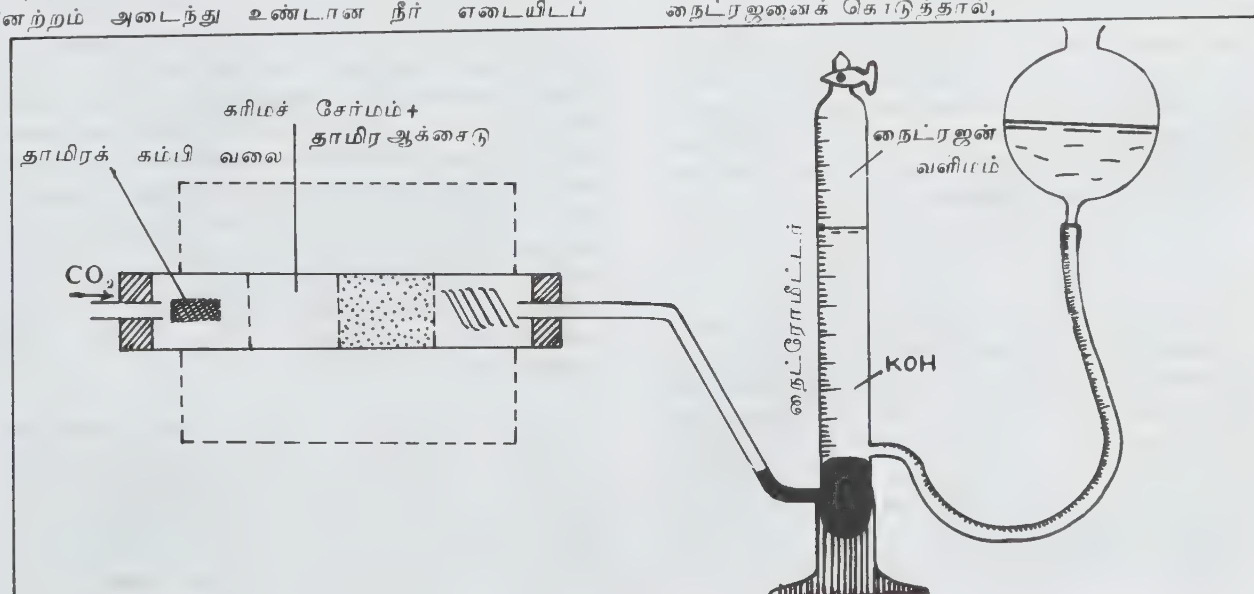
காப்பர் ஆக்சைடுஉள்ள பகுதி முதலில் சூடேற்றப் படுகிறது. காப்பர் ஆக்சைடு சூடானவுடன் காப்பர் ஆக்சைடுவலை உள்ளபகுதியும் பின்னர் பீங்கான்படகு உள்ள பகுதியும் சூடேற்றப்படுகின்றன. எரிகுழாயுள் சீராக, தூய ஆக்சிஜன் செலுத்தப்படுகிறது கரிமச் சேர்மம் ஆவியாகி, காப்பர் ஆக்சைடு உள்ள பகுதிக்கு எடுத்துக் செல்லப்படுகிறது. அங்கு அது ஆக்சிஜ னேற்றம் அடைந்து உண்டான நீர் எடையிடப் பட்ட குழாயில் உறிஞ்சப்படுகிறது. கார்பன் டை ஆக்சைடு சோடியம் ஹைட்ராக்சைடில் உறிஞ்சப் படுகிறது. 18கி. நீரில் 2கி. ஹைட்ரஜனும், 44 கி. கார்பன் டைஆக்சைடில் 12 கி. கார்பனும் உள்ளன என்பதிலிருந்து இவ்விரு தனிமங்களின் அளவைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{சேர்மத்தின் கார்பன் எடை} = \frac{\text{கார்பன் அணுஎடை}}{\text{கார்பன் டைஆக்சைடு மூலக்கூறு எடை}}$$

$$\text{ஹைட்ரஜன் எடை} = \frac{\text{ஹைட்ரஜன் அணுஎடை}}{\text{நீர் மூலக்கூறு எடை}}$$

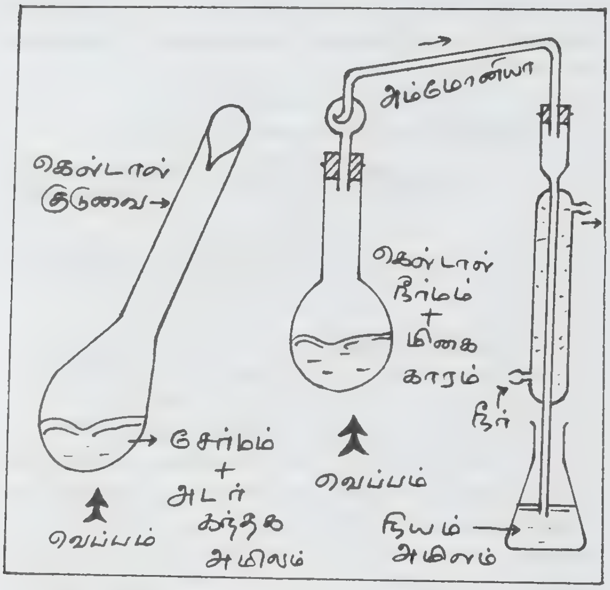
நைட்ரஜன் அளவறிதல். ஹைட்ரஜனை டூமாஸ் மற்றும் கெல்டால் ஆகிய முறைகளில் அளவறிய லாம். டூமாஸ் முறையில் எடை கணக்கிடப்பட்ட ஆய்வுச் சேர்மம் காப்பர் ஆக்சைடுடன் சேர்த்து நன்றாகக் கலக்கப்படுகிறது. அக்கலவை எரிகுழாயில் வைக்கப்படுகிறது. எரிகுழாயில் படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளதுபோல் தாமிரக் கம்பி வலை வைக்கப் படுகிறது. அடர் பொட்டாசியம் ஹைட்ராக்சைடு கொண்ட நைட்ரோமீட்டரோடு இணைக்கப்படு கிறது. இப்போது எரிகுழாய் சூடேற்றப்படுகிறது. கரிமச் சேர்மம் தாமிர ஆக்சைடால் முழுதும் ஆக்சிஜனேற்றம் அடைகிறது. சேர்மத்தில் உள்ள நைட்ரஜன் முழுதும் வளிமமாகச் சேகரிக்கப் படுகிறது. சேகரிக்கப்படும் நைட்ரஜனின் பருமன் திட்ட வெப்பநிலை அழுத்தத்திற்குத் திருத்தப் படுகிறது.

கி. எடை பொருளில் திட்ட வெப்ப நிலை அழுத்த நிலைக்குத் திருத்தியபடி க. செ. மீ. நைட்ரஜனைக் கொடுத்தால்,



சேர்மத்தில் நைட்ரஜன்

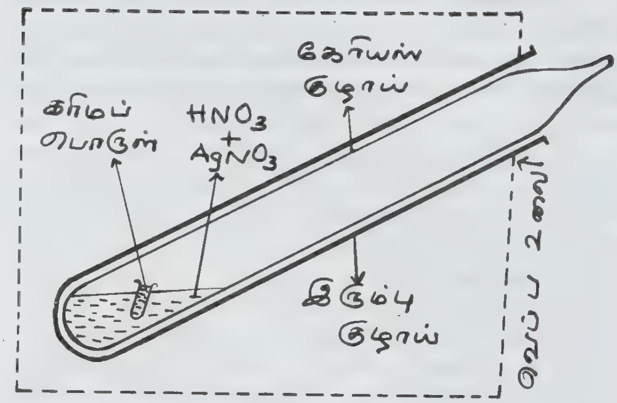
$$\text{எடை} = \frac{\text{நைட்ரஜன் மூலக்கூறு எடை}}{22{,}400} \text{ கி}$$



கெல்டால் முறை. குறிப்பிட்ட எடையுள்ள கரிமச் சேர்மத்தைக் கெல்டால் குடுவையில் எடுத்துக்கொண்டு அத்துடன் அடர் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தைச் சேர்த்துச் சூடாக்க வேண்டும். இதனால் நைட்ரஜன் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. பின்னர் அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டில் இருக்கும் அம்மோனியாவின் அளவு நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. மிகையளவில் சோடியம் ஹைட்ராக்சைடைக் கலவையுடன் சேர்த்துச் சூடாக்கினால் அம்மோனியா வெளிப்படுகிறது. வெளிப்படும் அம்மோனியா, கூம்புக் குடுவையில் எடுத்துக்கொண்ட திறன் தெரிந்த ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில் உறிஞ்சப்படுகிறது. அம்மோனியா வெளிப்படுதல் நின்றவுடன் குடுவையிலுள்ள நீர்மத்தை ஓர் அளவுக் குடுவைக்கு மாற்றி, அளவுக் கோடு வரை நீர் சேர்த்துக் குலுக்கப்படுகிறது. இதிலிருந்து ஒரு பகுதியை உறிஞ்சி, திறன் தெரிந்த காரத்தோடு முறிக்க வேண்டும்.

1 லிட்டர் $NH_4Cl \equiv 17$ கி. $NH_3 \equiv 14$ கி. N

ஹாலோஜன்கள். கேரியஸ் முறையில் ஹாலோஜன்கள் அளவறியப்படுகின்றன. எடை கண்டுபிடிக்கப்பட்ட குழாயில் சேர்மத்தையிட்டுப் புகையும் நைட்ரிக் அமிலமும், திண்மச் சில்வர் நைட்ரேட்டும் கொண்ட கேரியஸ் குழாயில் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் வைக்க வேண்டும். பின்னர் கேரியஸ் குழாயின் திறந்த வாயை மூடிவிட வேண்டும். கேரியஸ் குழாயை அப்படியே உலையில் வைத்து ஒரு மணி நேரத்திற்கு மேல் 150-300C க்கு வெப்பமேற்ற



வேண்டும். இதனால் சேர்மத்தில் உள்ள ஹாலோஜன்கள் சில்வர் ஹாலைடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. பின்னர் குழாயைக் குளிரச்செய்து மூடிய பகுதியைத் திறந்து சில்வர் ஹாலைடைச் சேகரிக்க வேண்டும். சில்வர் ஹாலைடின் எடையிலிருந்து ஹாலோஜன் சதவீதத்தைக் கணக்கிடலாம்.

· த. தெய்வீகன்

கரிமத் துணிப் பொருள்கள்

மின் பொருள்களுக்குக் காப்பிடத் துணிப் பொருள் பரவலாகப் பயன்படுகிறது. துணிப் பொருளை (textile material) பஞ்சு இழைத் துணிகள் மற்றும் நாடாக்கள், இயற்கைப் பட்டுத் துணிகள், செயற்கை இழைத் துணிகள் (ரேயான், நைலான் போன்றவை) எனப்பிரிக்கலாம்.

துணிப் பொருள்கள் நூல்களால் நெய்யப்படுகின்றன. நூல்எண்ணைப் பொறுத்துப் பட்டு அல்லது பருத்தி நூலிழைகளின் எடை வேறுபடுகிறது. நூல் எண் என்பது, ஒரு கிராம் எடைக்கு எத்தனை மீட்டர் நூல் பிடிக்கும் என்பதைக் குறிக்கும். எனவே, மெல்லிய நூலின் நூல் எண் பெரியது. நாடாவின் இயல்பு நூல்எண், நூல் பொருள் மட்டுமன்றித் துணி நெசவு முறையையும் பொறுத்து அமையும். துணிவகை மின்காப்புப் பொருளுக்கு இருவகை நெசவு முறைகள் பயன்படுகின்றன. அவை சதுர ஊடை முறை (calico), மூலைவிட்ட ஊடை முறை (twill) எனப்படும்.

சதுர நெசவில் துணியின் பாவும் ஊடையும் சதுர வடிவில் இணையாக உள்ளபடி நெய்யப்படும். பாவு ஊடை நூலிழைகளின் எண்ணிக்கை சமமாக இருக்கும். இவை மிகுந்த இயக்க வலிமை உடையவை. இரு புறமும் சமமான, சீரான தோற்றம் உடையவை. வெண்ணிறப்பருத்தித் துணி, கேஸ்,

முரட்டுப் பருத்தித் துணி, மெல்லிய வெண் மஸ்லின், பேர்ர்வைத் துணிகள், டஃபீட்டா, நாடா ஆகியன இத்தகைய நெசவு முறைத் துணிகள் ஆகும்.

மூலைவிட்ட நெசவுமுறை, 45° சாய்வுள்ள மெல்லிய பட்டைகள் அமையுமாறு நெய்யப்படும். இவை மூலைவிட்டவாக்கில் மேடுகளோடுகூடிய மேற் பரப்புடையவை. செர்ஜ், ஃபாஸ்டியன், ஹெர்ரிங் போன் நாடா ஆகியன இவ்வகை நெசவுத் துணிகள் ஆகும்.

பருத்தித் துணிகள் சுருணையைப் பற்றிக் கொள்ளும் பகுதிகளாகவும், சுருணைகளின் போர்த்தும் பொருளாகவும், சுருணையில் சுருள்களை அக ஊட்டம் செய்யும் துணை ஊடுபொருளாகவும், மின்காப்பிடப் பயன்படுகின்றன. வெண்மஸ்லின், நெகிழித் துணி (plastic cloth) செய்யப் பயன்படுகிறது. காலிக்கோ, சிஃபான், முரட்டுக்காலிக்கோ ஆகியவற்றிலிருந்து துணியடிப் பலகைகள் செய்யப் படுகின்றன. இது டெக்சோலைட் (துணியகி) எனப் படும்.

ஹெர்ரிங்குபோன் நாடா. இது 0.45 மி.மீ. கனத்திலும் 10-50 மி.மீ. அகலத்திலும் கிடைக்கிறது. இந்த நாடா, காடிகளில் இடப்படும் சுருள்களுக்கு அல்லது சட்டங்களுக்கு மின்காப்பிட உதவும். சேர்மம் ஊட்டும்போது சுருள் கட்டும் தற்காலிகப் பிணைப்பியாக இந்த நாடா பயன்படுகிறது.

காலிக்கோ நாடா. இது 0.22 மி.மீ. கனமும் 12-35 மி.மீ. அகலமும் உடையது. இந்த நாடா, சுருணைகளின் காடிப் பகுதிகளுக்கும் ஓரச் சுருணைகளுக்கும் மின்காப்பிட உதவும்.

மெல்லிய வெண் நாடா. (cambric tape). இது 0.16 – 0.18 மி.மீ. கனமும் 10-20 மி.மீ. அகலமும் உடையது. இந்த நாடா,சிறிய பொறிகளின் சுருள்களைக் காப்பிட உதவும். இவை அக ஊட்டம் செய்யாதபோது நீரை உறிஞ்சுகின்றன. எனவே, இந்த நாடாக்களை அக ஊட்டம் செய்து சுருணைகளுக்கு மின்காப்பிடப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

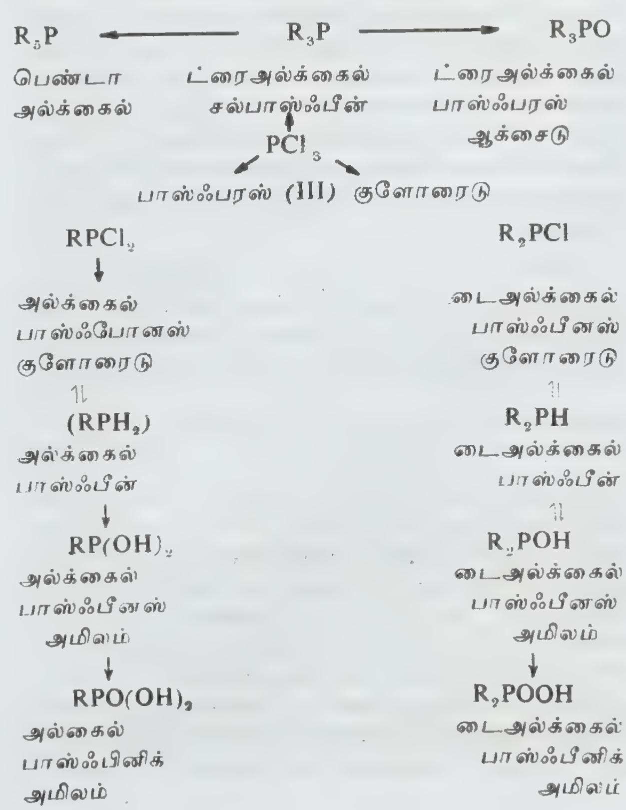
எக்சலிஸ்டார், ஃபுளூரண்டைன் எனும் இயற்கைப் பட்டுத் துணிகள் மெல்லியனவாகவும் மிகுந்த இயக்க வலிமை உடையனவாகவும் இருப்பதால் இவற்றால் மைக்கா நாடா, மைக்காத் துணி ஆகியவை செய்யப்படுகின்றன. இவை, அழுத்தத்துக்கு உட்படாத சுருணைகளுக்கு மின்காப்பிடப் பயன்படும். இவ்வகை நாடாக்களை இழுத்து மின்காப்புக்குத் தேவையான அடர்த்தியைப் பெறலாம். பட்டுத் துணிகள் குழைவனத் துணிகள் செய்யவும் பயன்படும். மனித முயற்சியால் செயற்கை முறையில் இழைத்த துணிகளே தற்போது மிகவும் பரவலாகப் பயன்படுகின்றன. இவை மர இழைப் பொருளில் இருந்தும் செயற்கைப் பிசினில் இருந்தும் நெய்யப் படுகின்றன. மர இழை அசெடேட்டிலிருந்து அசிடேட்டுப் பட்டுச் செய்யப்படுகிறது. ட்ரை அசெடேட் பட்டு, குறைந்த நீர் உறிஞ்சும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளமையால் காப்பீட்டிற்குப் பரவலாகப் பயன்படுகிறது.

பாலிஅமைடு நார்களில் செய்த கேப்பிரான் நைலான் மின்காப்பிட உதவுகிறது. சுருணைக் கம்பிகளின் பல வகைகளில் கேப்பிரான் நார் நூல்கள் மின்காப்பீடாகப் பயன்படுகின்றன. பாலிஸ்டைரின் நாரிழை பெரிலீன் அல்லது இலால்சான் எனப் படுகிறது. இது நடைமுறையில் பெரிதும் பயன்படத் தொடங்கிவிட்டது. இது கேப்பிரான், நைலானை விட மிகுந்த இயக்க வலிமை மிக்கது. பாலியூரேத்தேன் நாரிழை பாலியூரேத்தேன் பிசின்களிலிருந்து செய்யப்படுகிறது. இதன் வெப்ப நிலைப்புப் பண்பு சிறப்பானது.

- உலோ. செந்தமிழ்க்கோதை

கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்கள்

இவை பாஸ்ஃபரஸை மைய அணுவாகவும் அல்க்கைல் அல்லது அரைல் தொகுதிகளை நேரடி இணைப்பாக



வும், ஆக்சிஜன் அணுவை வழி இணைப்பாகவும் கொண்ட சேர்மங்கள் ஆகும். பாஸ்ஃபீனின் சார்புப் பொருள்கள் இவ்வகைச் சேர்மங்களுக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும். ஒற்றை, இரட்டை, ட்ரை அல்க்கைல் பாஸ்ஃபீன்களையும் (இவற்றின் அரை வழி இணைப் பொருள்களையும்) கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களின் தாய்ச் சேர்மங்களாகக் கருதுதல் வழக்கம்.

ஃபாஸ்பீனிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களை ஒற்றை இணைதிறன் கொண்ட கரிம உறுப்புகளால் பதிலீடு செய்தால் பலவகைக் கரிம பாஸ்ஃபரஸ் அமைப்புகளை உருவாக்கலாம். பாஸ்ஃபரஸிற்கும் ஏனைய தொகுதிகளுக்கும் இடையே ஆக்சிஜன் அணுக்களைப் புகுத்தினால் கரிம பாஸ்ஃபரஸ் அமில வகைகளின் வாய்பாடுகளைப் பெறலாம். பல கரிம பாஸ்ஃபரஸ் மூலக்கூறுகள் ஒளி சுழற்றும் தன்மை உடைய வடிவங்களில் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன. வினைகளின் இயங்குமுறைகளை அறிவதற்கு முப்பரிமாண வேதியத் துப்புத்துலக்கிகளாக (stereochemical probes) இவை பயன்படுகின்றன. R_3P : மூலக்கூறில் இடம் பெறும் பிணைப்புறா எலெக்ட்ரான் இரட்டையைப் பிரித்து இரு வேறு சக இணைப்புகளில் ஈடுபடுத்தினால் பாஸ்ஃபோரீன் R_5P எனும் நிலைத்தன்மை மிக்க மூலக்கூறு கிடைக்கும்

பாஸ்ஃபரஸ் அணுவுடன் இணையக்கூடிய கரிம வகைத் தொகுதிகளின் எண்ணிக்கையையும், ஆக்சிஜன் மட்டுமன்றிப் பிற அணுக்களையும் இத்தொகுதிகளில் புகுத்தலாம் என்னும் வாய்ப்பையும் கருத்திற் கொண்டால், உருவாகக்கூடிய மூலக்கூறு அமைப்புகளின் வகைகள் எண்ணற்றவையாகின்றன. பாஸ்ஃப்ரஸை வளையத்தின் ஓர் அணுவாகக் கொண்ட பல்வகைக் கண்ணிச் சேர்மங்கள் மட்டும் தனிவகையாகின்றன.

தயாரிப்பு. ட்ரைஅல்க்கைல் பாஸ்ஃபைட்டுகள் அல்க்கைல் ஹாலைடுகளுடன் வினைபுரிகின்றன. இரு அல்க்கைல் பாஸ்ஃபனேட்டுகள் விளைகின்றன. இதற்கு மைகேலிஸ் அர்புசோவ் வினை எனப் பெயர்.

$$P(OR)_3 + R'X \longrightarrow R'P(O)(OR)_2 + RX$$

இவ்வினைக்கு அல்க்கைல் ஹாலைடின் வினைத்திறன் முதன்மையானதாகும். எனவே, அரைல் பாஸ்ஃபீன்களைத் தயாரிப்பதற்கு இவ்வழிமுறை ஏற்றதன்று. அரைல் பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களைத் தயாரிப்பதற்கு அரோமாடிக் ஹைட்ரோகார்பன்களுடன் PCl_3ஐ வினைப்படுத்தி, PCl_2 தொகுதியைப் புகுத்தலாம். ஃபிரீடல்-கிராஃப்ட்ஸ் வினையூக்கியாகிய நீரற்ற அலுமினியம் குளோரைடை இவ்வினையில் பயன்படுத்துவர். விளையும் அரைல் பாஸ்ஃபரஸ் டைகுளோரைடு மேலும் அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பனுடன் வினையுற்று டைஅரைல் பாஸ்ஃபீனஸ் குளோரைடுகளைத் தரும். கரிம உலோகச் சேர்மங்களுடன் பாஸ்ஃபரஸ் ஹாலைடுகளை வினைப்படுத்தி ட்ரை அல்க்கைல் மற்றும் ட்ரைகணல் பாஸ்ஃபீன்களைப் பெறலாம் என்றாலும், ஒரேயொரு P-C பிணைப்பை உள்ளடக்கிய சேர்மங்களைத் தயாரிக்க இம்முறை பின்பற்றப்படுவதில்லை, P-H பிணைப்புகளைக் கொண்ட கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சார்புப் பொருள்களைக் கிளர்வுற்ற அல்க்கீன் அல்லது அசெட்டிலீன் பிணைப்புக்குள் புகுத்தி ஒற்றை P-C பிணைப்பைத் தோற்றுவிக்கலாம். P-H தொகுதி கார்போனைல் தொகுதிகளுடன் வினைப்பட்டு d ஹைட்ராக்சி தொடர்புப் பொருள்களைத் தயாரிக்கலாம்.

வினைகள். கரிமப் பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்கள் பயன் மிக்க தொகுப்பு முறை வினைப்பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன.

$$R_3P = CR'_2 + R_2''C = O$$
$$\rightarrow R_2''C = CR_2' + R_3PO$$

விட்டிக் வினை எனும் இவ்வினை தொகுப்பு முறையில் சிறப்பிடம் பெறுகிறது.

பாஸ்ஃபோனியம் உப்பைக் கரிம அல்லது கனிமக் காரத்துடன் வினைப்படுத்தி அல்க்கைலிபீன் பாஸ்ஃபோரேனைத் தயாரிக்கலாம். இவ்வினை உள்ளிட்ட பல கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சேர்ம வினைகளுக்கு வெப்ப இயக்கவியல் வழி உந்து விசையாக இருப்பது வலிவான P=O இரட்டைப் பிணைப்பின் தோற்றமாகும். வலிமைமிக்க பல்லுறுப்புச் சங்கிலியான பாலிஅசெட்டிலீன், வைட்டமின் - A முதற்கட்டமான காரோடினாய்டுகள், உயிர் வேதிப் பொருள்களான ஸ்டீராய்டுகள் ஆகியவற்றின் தயாரிப்புகள் விட்டிக் வினை மூலம் எளிதாகின்றன.

பயன்கள். கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்கள் பல்லுறுப்பாக்க வினையூக்கிகள், மசகுச் சேர்ப்புப் பொருள்கள், தீ தாங்கவல்ல வேதிப்பொருள்கள், பயிர் வளர்ச்சித் திருத்திகள், பூச்சிக்கொல்லிகள், நெகிழிகளுக்கு நெகிழ்வூட்டவல்ல பொருள்கள் (plasticisers), போன்ற தயாரிப்புகளில் பயனாகின்றன. கரிமத் தொகுப்புகளில் ஹெக்சாமெத்தில் பாஸ்ஃபரோமைடு (hexamethyl phosphoramide) எனும் பொருள் மின்மினைவுற்ற புரோட்டான் கொடாத கரைப்பானாகப் பயன்படுகிறது. புற்று நோய் மருத்துவத்தில் வளைய பாஸ்ஃபமைடு ஈடுபடுத்தப்படுகிறது. புராட்டாசோவாவிலும், கடல்வாழ் உயிரினங்களிலும் P-C பிணைப்புள்ள சேர்மங்கள் இடம் பெறுகின்றன. மாறாக மெத்தில் பாஸ்ஃபோனிக் அமிலச் சார்புப் பொருள்கள் பாலூட்டிகளுக்கு நச்சுப் பொருள்களாக அமைந்து விட்டதால் இரண்டாம் உலகப்போரில் கரிம

பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்கள் நரம்பு இயக்கத் தாக்கு வளிமங்களாகப் (nerve gases) பயன்பட்டன.

சரின், ட்ரிலான், சோமன், டாபுன் எனப் பட்டப் பெயர்களைக் கொண்ட நரம்புத்தாக்கு வளிமங்கள் யாவுமே கரிம பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மங்களாகும். சலவைத்தூளாகவும், கடின நீரை மென்னீராக்கும் பொருளாகவும் பயன்படும் சோடியம் ட்ரைபாலி பாஸ்ஃபேட்டின் எஸ்ட்டர், பயிர் மற்றும் விலங்கின வளர்சிதை மாற்றத்தில் மைய இடம் பெற்றுள்ளது. அடினோசின் ட்ரைபாஸ்ஃபேட் எனும் பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்தின் போதும், ஒளிச்சேர்க்கை யின்போதும் நீராற்சிதைவுற்று அடினோசின் டைபாஸ்ஃபேட்டாக மாறுகிறது. அறை வெப்பநிலை யில் ஒரு நிலை நீரியக் கரைசலில் இவ்வினையின் விரைவு மிகக்குறைவு எனினும், நொதிகள் இவ் வினையை ஆயிரம் மடங்கு விரைவாக்குகின்றன.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

கரிம மண்கள்

மண்ணில் காணப்படும் கரிமப்பொருளின் அளவு கொண்டு மண்ணை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை தாது மண், கரிம மண் ஆகும். தாது மண்ணில் கரிமப் பொருள்கள் 15-20% வரை காணப்படும். கரிம மண்களில் கரிமப் பொருள்கள் 20-95% வரை காணப்படும். 80% கரிமத்தன்மை பயிர் செய்வதற்கு ஏற்றதாகும்.

தாவரங்கள் பெருமளவில் வளருமிடத்திலும், சதுப்பு நிலத்திலும் நீர் தேங்கியுள்ள நிலங்களிலும் கரிம மண்கள் ஏற்படும். இத்தகைய நிலங்களில் தாவரங்கள் இறந்தபின் நீரில் அமிழ்ந்து விடுவதால் சிதைகின்றன. பாக்டீரியாக்கள், பூசணம், நீர் வாழ் நுண்ணுயிர்கள் மூலம் கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள்கள் சிதைவுற நிலத்தில் மட்கு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இச்செயலின் தொடர்ச்சியால் கரிமப் பொருள்கள் அனைத்தும் பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிற மாற்ற மடையும். அதாவது நுண்ணுயிர்கள் கரிமச் சேர்க் கைப்பொருள்களைச் சிதைத்துத் தோற்றுவிக்கும் பொருளுக்கு நிலமட்கு என்று பெயர். இது ஒரு சிக்கலான சேர்மம். இதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவம் இல்லை. தாவரங்களையும், நீரில் உள்ள தாதுப் பொருள்களையும் கொண்டு இம்மண்ணின் தன்மை அமையும்.

கரிம மண்கள் உலகின் அனைத்துப் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் சில நாடுகளில் மட்டும் அது ஆக்க முறையில் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படு கிறது. ஜெர்மனியில் 2,000,000 ஹெக்டேரிலும் ஸ்வீடன், அயர்லாந்து, கனடா, அமெரிக்கா ஆகிய இடங்களில் முறையே 4,800,000. 1,200,000, 4,800,000, 10,000,000 ஹெக்டேரிலும் இம்மண் காணப்படுகிறது.

கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள்கள் மட்கிய நிலைக் கேற்ப இருவகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஓரளவு மட்கிய கரிம மண்ணுக்குப் பீட் என்று பெயர் குறிப்பிடத்தக்க அல்லது நன்கு மட்கிய கரிம மண்ணுக்கு நிலமட்கு என்று பெயர்.

பீட் மண்ணில் எவ்வகைத் தாவரங்கள் உள்ளன என்பதை எளிதாக அறிந்து கொள்ளலாம். ஆனால் நிலமட்கு மண்ணில், தாவரங்களின் பகுதிகள் முழுது பாக மட்க எந்த வகைத் தாவரம் காரணமாகும் என்று கண்டுபிடிக்க இயலாமல் போகிறது. பீட் மண் பெரிய பருவெட்டு அல்லது சிறிய பருவெட்டுக் கொண்டிருக்கும். ஆனால் மட்கு மண் சிறிய துளிதம் மட்டுமே கொண்டிருக்கும். இதனால் காற்றின் மூலம், அரிப்புச் செயலின் விளைவாக இடமாற்றம் ஏற்படும்.

பீட் மண்ணின் வகை. பீட் மண்ணை அது தோன்றிய மூலப்பொருளைக் கொண்டு படுவியற் படுகை பீட், இழையோடிய பீட், மரத்தன்மை கொண்ட பீட் என மூன்று வகையாகப்பிரிக்கலாம்.

பீட் மண்ணின் பயன். இம்மண் அதன் தன்மைக் கேற்றவாறு பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. ஐரோப் பாவில் இது கரிமப் பொருளாகப் பயன்படுகிறது. இம் மண்ணின் தாதுப்பொருள்கள் மண்ணோடு சேர்க்கப் படுவதால் செம்மண்ணின் இயல்புடைய தன்மை நீரை உறிஞ்சும் தன்மை ஆகியவை மேம்படுகின்றன. இம்மண் பூந்தோட்டங்களிலும், நாற்றங்காலிலும் மிகு அளவு பயன்படுகிறது. பசுமை இல்லம், புல் தரை, குழிப்பந்தாட்டம், விளையாடும் மைதானம் ஆகியவற்றில் இம்மண் பயன்படுகிறது. இது எரி பொருளாகவும், பயிர் செய்யவும் பல வழிகளில் பயன்படுகிறது.

நிலமட்கு. இது கருநிறம் படைத்தது. இதன் பரப்பளவு கூழ்களி நிலைப் பொருளின் பரப்பைவிட மிகுதி. இதன் ஆற்றலும் கூழ்களி நிலைப் பொருளை விட மிகுதி. நேரயனிகளைப் பரிமாறும் ஆற்றல் கூழ் களிகளுக்கு 100 கிராமிற்கு 5-150 மி. எடை வரை சமமாக இருக்கும். ஆனால் நிலமட்கிற்கோ 150-300 மி. வரை இருக்கும். நுட்ப இணை வாற்றலும், குழைவியல்பும் களியைவிட நிலமட்கிற்கு மிக்வும் குறைவு. இக்காரணத்தால் நிலமட்கைக் கெட்டிக்களிமண் நிலத்திற்கு இடும்போது அதன் கடினத்தன்மை பெரிதும் குறையும்.

மண்ணில் நிலமட்கை இடுவதால் பல நன்மைகள் ஏற்படும். மண் கருநிறமடைகிறது. மேலும் குளிர் நிலப்பகுதியில் நிலம் விரைவில் சூடேறும் நிலமட்கு மிகுந்துள்ள மண்ணில் நுண்ணுருண்டைகள் பெரு

வாரியாகத் தோன்றும். கடினமாக உள்ள களிமண் பகுதியை ஓரளவிற்கு நெகிழச் செய்யும். மணல்சார் நிலங்களின் நீர் கொள்ளளவு மிகுதியாகும். இது சிதைந்து நைட்ரஜன், கரிமம், தாமிரம், கந்தகம் முதலிய பல பயிருணவுச் சத்துகளைத் தோற்று விக்கும். நடுநிலையிலோ, அமில நிலையிலோ கார நிலையிலோ உள்ள மண், ஒருநிலை விட்டு மற்றொரு நிலைக்குத் திடீரென மாறுவதைத் தடுக்கும் ஆற்றல் நிலமட்கிற்கு உண்டு. செடிகளின் வளர்ச்சியைத் தூண்டும் ஆக்சின்களும் நிலமட்கிலுண்டு.

நிலமட்கின் நிறைக்கும் அதிலுள்ள கரிமத்தின் நிறைக்கும் நெருங்கிய தொடர்புண்டு. 1.7 கிலோ நிலமட்கில் 1 கிலோ கரிமமிருக்கும். அத்துடன் அதிலுள்ள கரிமமும், வெடிமமும் 10:1 என்னும் விகிதத்தில் இருக்கும். ஆகவே நிலமட்கின் நைட்ரஜன் அளவைப் பொறுத்து அதிலுள்ள கரிமத்தின் அளவு இருக்கும். இக்காரணத்தால் ஒரு கரிமச் சேர்க்கைப் பொருளில் வெடிமம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு மிகுதியாக உள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அப் பொருளிலிருந்து கிடைக்கும் நிலமட்கு மிகுதியாக இருக்கும்.

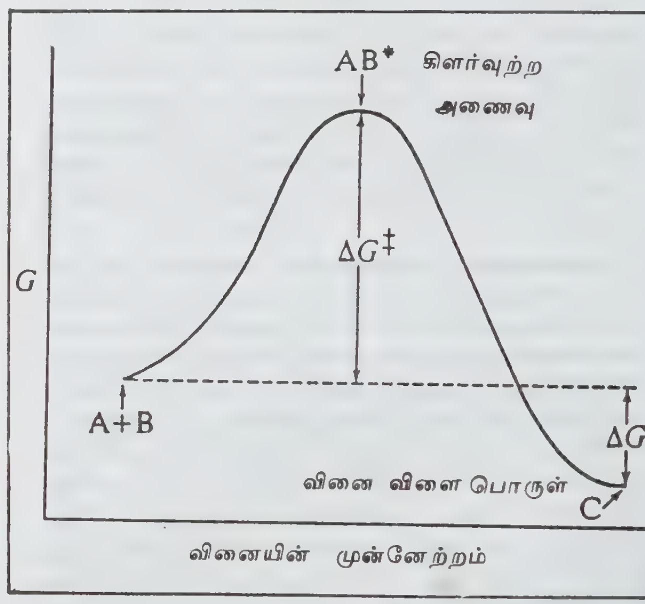
கரிம, நைட்ரஜன்விகிதம் விரிவாகஉள்ள பொருள் களை மட்காத நிலையில் நிலத்தில் இட்டால் பயிருக்குக் கேடு விளையும். கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள்கள் மண்ணில் கலந்தவுடன், அவற்றை நுண்ணுயிர்கள் சிதைக்கத் தொடங்கும். உணவு மிகுதியாகக் கிடைப்பதால் அதை உண்டு நுண்ணு யிர்கள் எண்ணிக்கையில் விரைந்து பெருகும். கரிமப் பொருள் பெருமளவிலும், நைட்ரஜன் நுண்ணுயிர் களின் தேவைக்குப் பற்றாத அளவிலும் இருப்பதால் புவியில் முன்னரே இருப்பிலிருக்கும் நைட்ரேட், அம்மோனியம் ஆகியவற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் நுண்ணுயிர்கள் கவர்ந்து பயிர்களுக்குக் கிட்டாத வாறு செய்து விடும்.

நுண்ணுயிரிகளின் இத்தகைய செயலால் நிலத்தி லுள்ள இளம் பயிருக்கு நைட்ரஜன் பற்றாக்குறை ஏற்படும். குறிப்பாகப் பயிரில் வெளுப்புத் தோன்றும். இத்தகைய நிலை, கரிம, நைட்ரஜன் விகிதம் 30:1-க்கும்விரிவாக உள்ள கரிமச்சேர்க்கைப் பொருள் களை மட்காத நிலையில் நிலத்திற்கு இடும்போது தோன்றும். கரிம வெடிம விகிதம் வைக்கோலில் 90:1, கரும்புச் சக்கையில் 50:1, மரத்தூளில் 400:1 என்னும் விகிதத்தில் காணப்படுகிறது. ஆகவே இத்தகைய கரிமச் சேர்க்கைப் பொருள்களை மட்காத நிலையில் நிலத்தில் இடக்கூடாது.

- இரா. குழந்தைவேலு

கரிம வினை வழிமுறை

இது வினைப்படுபொருள்→வினைவிளை பொருள் என்னும் மொத்தக் கரிமச் செயல் முறையில் பங் கேற்கும் வேதிப் பொருள்கள், வினையின் விரைவு, சமநிலை, வினையின் இயங்குமுறை ஆகியவை பற்றி விளக்கும் பிரிவு ஆகும். வினையின் ஒவ்வொரு கட்டங்களில் வினைபுரி, விளையும் வேதிப் பொருள் கள் பற்றிய விவரிப்பு இதில் அடங்கும். கரிம வினை கள் பின்வருமாறு வகையிடப்படும். பதிலீட்டு வினை கள், நீக்க வினைகள், சேர்ப்பு வினைகள், ஆக்சிஜ னேற்ற-ஒடுக்க வினைகள், இடமாற்ற வினைகள் ஆகிய இவை ஒவ்வொன்றிலும் உட்பிரிவுகள் உள்ளன. ஒவ்வோர் உட்பிரிவுக்கும் தக்கவாறு இயங்குமுறைகள் (mechanisms) அமைந்துள்ளன. எனினும், கரிம வினைகள் அனைத்துக்கும் பொது வாகச் சில காரணிகள் உள்ளன. அவை பல கட்டங் களில் நிகழும் வினையில் மெல்ல நிகழும் கட்டத்தில் வினையுறும் மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை, அம் மூலக்கூறுகளின் வடிவமைப்பு, வினையுறும்பொருளின் ஒளிச் சுழற்சிப் பண்பு (ஏதேனும் இருப்பின்), இடை நிலைச் சேர்மங்கள், கரைப்பான் அல்லது ஊடகத்தின் மின்முனைவு அல்லது முனைவற்ற தன்மை, வெப்ப நிலை, வினைத்தொடக்க மற்றும் வினை இறுதி ஆற்றல் நிலைகள் எனப்படும்.



படம் 1.

வினை இயங்கு முறைகள் அனைத்திற்கும் பொதுவான தன்மை ஆற்றல் மாற்றமாகும். வினை யில் பங்கேற்கும் பொருள்களின் மொத்த ஆற்றலை வினையின் அளவுக்குச் (அதாவது முன்னேற்றத் திற்கு) சார்பலனாக வரைபடம் அமைத்தால் விளை வாகும் வரைபடம் (படம் 1) வினையின் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் ஆற்றல் நிலையைச் சுட்டிக் காட்டும். வினைப்படுபொருளைவிட வினை விளைபொருளுக்கு

ஆற்றல் குறைவாகவே இருந்தாலும், வினை அமைப்பு ஓர் ஆற்றல் தடுப்பைத் தாண்டிச் சென்று தான் இறுதி நிலையை அடைய இயலும். இத் தடுப்பைத் கடப்பதற்கு ஒரு சிறும அளவு ஆற்றல் வினைப்படுபொருள் மூலக்கூறுக்குத் தேவைப்படு கிறது. இக்கிளர்வு நிலை ஆற்றலைக் கொண்ட மூலக்கூறு அமைப்புக்குக் கிளர்வுற்ற அணைவு (activated complex) எனப் பெயர்.

வினையில் ஓர் இடைநிலைச் சேர்மம் தோன்றி னால், இரு கிளர்வுற்ற அணைவுகள் அமைகின்றன. பொதுவாக n இடைநிலைச் சேர்மங்களைக் கொண்ட வினையில் n + 1 கிளர்வுற்ற அணைவுகள் (தடுப்புச் சுவர்கள்) தோன்றும்; வினையூக்கி பயன் படுத்தப்பட்ட வினைக்கும், வினையூக்கி பயன் படுத்தப்படாத அதே வினைக்கும் கிளர்வுற்ற அணைவுகளின் ஆற்றல்களில் வேறுபாடுகள் உள்ளன.

கரிம வினை வழிமுறைகளைப் பற்றி நன்கறி வதற்கு அவ்வினைகளின் வினைப்படிகளும் மூலக்கூறு எண்களும் இன்றியமையாத் தேவையாகும். வினைப் படிகளை ஆய்வுமூலமாகவும், மூலக்கூறு எண்களை மறைமுகமாகவும் கண்டறியலாம். எந்தவொரு வினையும் பல கட்டங்களிலேயே நிகழ்கிறது. ஒவ் வொரு கட்டத்தின் தன்மையைப் பற்றியும் அறிவதற் குத் தவறித் திருத்த முறைகள் (trial and error methods) பயனாகின்றன. நன்கறியப்பட்ட பொது இயங்கு முறைகளுள் ஒவ்வொன்றாக எழுதி, அவற் றின் அடிப்படையில் வினைப் பொருள்களையும், விளைச்சல் சதவீதத்தையும் விளக்க முற்படலாம். ஒப்புக் கொள்ளப்படக்கூடிய விளக்கத்தைத் தரவல்ல இயங்குமுறையை அவ்வினையின் இயங்குமுறையாகப் பரிந்துரைக்கலாம்.

ஆய்வு வழியாக இயங்கு முறையை அறிவதற்குப் பின்வரும் உத்திகள் பின்பற்றப்படுகின்றன. ஓர் இடைநிலைச் சேர்மத்தின் தோற்றத்தைக் கண்டறிய லாம். எடுத்துக்காட்டாக, அரோமாடிக் கருக்கவர் பதிலீடுகள் (nucleophilic substitutions) சிலவற்றில் பென்சைன் எனும் சேர்மம் தோன்றுகிறது என்று கூறப்பட்டது. இதற்கான விரிவான இயங்கு முறை யும் வரையப்பட்டதெனினும், அச்சேர்மத்தைப் பிரித்தெடுத்தோ, வேறொரு முறையில் தயாரித்தோ அதன் பண்புகளை நிறுவினால்தான் அதன் தோற்றத் தைப் பற்றிக் கருத இயலும். இதன் தொடர்பாகப் பென்சைனைத் தனித்துப் பிரிக்கும் முயற்சிகள் முடுக்கிவிடப்பட்டன. பென்சைனை இடைநிலைச் சேர்மமாகக் கொண்டதாகக் கருதப்பட்ட வினைப் படுபொருள் கலவையில் ஆந்தரசீன் எனும் சேர்மம் கலக்கப்பட்டவுடன் வினைக்கலவையில் டிரிப்டசீன் எனும் சேர்மம் தோன்றியது. இச்சேர்மம் ஆந்த் ரசீனும் பென்சைனும் வினையுற்றால்தான் தோன்றி யிருக்க முடியும்.

இடைநிலைச் சேர்மம் பென்சைனைப் போன்ற தொரு நிலையற்ற சேர்மமாக இருப்பின், அதன் இயற்பிய - இயைபியப் பண்புகளை நுணுக்கம் மிகுந்த அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தி அறியலாம். இடைநிலைச் சேர்மத்தின் அகச்சிவப்பு நிரல், அணுக் கரு உடனிசைவு நிரல், எலெக்ட்ரான் சுழற்சி உடனி சைவு நிரல் (ESR) ஆகியவற்றைப் பதிவு செய்ய லாம். எடுத்துக்காட்டாக,நாஃப்தலீனிலிருந்து பெறப் பட்ட பச்சைநிற இயங்கு உறுப்பு அயனியான $C_{10}H_8$ அதற்கே உரிய ESR நிரலிலிருந்து நிறுவப்பட்டது.

பொதுவாக வினையின் மொத்த வினைவேகச் சமன்பாடு, மாற்றாகக் கருதப்படக்கூடிய பல இயங்கு முறைகளுள் சிலவற்றை ஒதுக்கித் தள்ள உதவுகிறது. ஒரே கட்டத்தில் நிகழும் எளிய வினைகளுக்கான வினைவேகச் சமன்பாடுகள் வினையின் இயங்கு முறையை நேரடியாகச் சுட்டிக் காட்டுகின்றன.

$$CH_3Cl + OH^- \rightarrow CH_3OH + Cl^-$$

$$-\frac{dc}{dt} = k \times [CH_3Cl] \times [OH]$$

k: வினைவேக மாறிலியாகும். இவ்வடிப்படையில், $HO......CH_3......Cl^-$ என்னும் இடைநிலை வழி (transition state) வினை நிகழ்வதாகப் பரிந்துரைக்கப் பட்டது,

ஒரே கட்டத்தில் நிகழவொண்ணா வினைகளில் (non-elementery reaction) வினையின் மொத்த விகிதவியலுக்கும் (சமன்படுத்தப்பட்ட சமன்பாட்டின் அடிப்படையில் கணக்கிடப்பட்டது), வினைவேகச் சமன்பாட்டுக்கும் நேரடித் தொடர்பு இருப்பதில்லை. t-பியூட்டைல் அயோடைடின் நீராற்பகுப்பு வினை யின் வினைவேகச் சமன்பாடு

$$-\frac{d[C_4H_9I]}{dt} = k \times [C_4H_9I]$$

என உள்ளது. நீருக்குப்பதிலாக எக்கரைப்பானை ஊடகமாகப்பயன்படுத்தினாலும், கரைப்பான் வழிப் பகுப்பு (solvolysis) நிகழ்வதுடன், வினையின் மொத்த வேகத்தில் வேறுபாடு இல்லை. எனவே, பின்வரும் இயங்குமுறையே இவ்வாய்வு முடிவை விளக்கவல்லது.

$$t\text{-}C_4H_9I \xrightarrow{\text{மெல்ல}} t\text{-}C_4H_9^+ + I^-$$

$$t\text{-}C_4H_9^+ + OH^- \xrightarrow[\text{(நீரிலிருந்து)}]{\text{விரைவாக}} t\text{-}C_4H_9OH$$

வினைவேக (kinetic) முறைகள் மட்டுமே வினை யின் இயங்கு முறையை நுட்பமாகச் சுட்ட இயலும் எனக் கூற முடியாது. எடுத்துக

காட்டாக, நீக்கல் வினைகளில் (elimination reactions)E_1 (ஒற்றை மூலக்கூறு வினை) E_2, (இரட்டை மூலக்கூறு) என இருவகை உள்ளன. முதலாம் வகையில், Cl, Br போன்றதொரு தொகுதி வினைப்படு மூலக்கூறிலிருந்து அகன்று விளையும் கார்போனியம் அயனி புரோட்டான் நீக்கம் பெற்று இரட்டைப் பிணைப்பு (C=C) உருவாகிறது.

E_2 வகையில் புரோட்டான் நீக்கமும் ஏனைய தொகுதி நீக்கமும் ஒரே கணத்தில் (synchronous) நிகழ்கின்றன. இவ்விரண்டு இயங்குமுறைகளுக் குமே பொதுவாகக் காரப்பொருளொன்று தேவை. இக்காரம் வினைப்படு சேர்ம மூலக்கூறிலிருந்து முதல் கட்டத்திலேயே புரோட்டானை அகற்றலாம். இதனால் E_1cB என்னும் மூன்றாம் வகை (இணைக் காரவழி ஒற்றைமூலக்கூறு வினை) இயங்கு முறை உருவாகிறது. இவ்விணை காரம் புரோட்டானல்லாத மற்றொரு தொகுதியை நேர் அயனியாக விடுத்து, இரட்டைப் பிணைப்பைப் பெறுகிறது.

$$CH_3—CH_2X \underset{}{\overset{-H^+}{\rightleftharpoons}} \overset{\ominus}{C}H_2—CH_2X \longrightarrow$$

$$CH_2 = CH_2 + X^-$$

இந்நீக்க வினையின் வினைவேகச் சமன்பாட்டி லிருந்து E_2—யையும் E_1cB— யையும் வேறுபடுத்திக் காண்பது இயலாது. காரத்தில் (BOH) ஐசோ டோப்புப் பகுப்பாய்வு செய்தே E_1cB முறையைக் கண்டறிய இயலும். கன ஹைட்ரஜனால் (deuterium) பதிலீடு செய்யப்பட்ட C_2H_5OD போன்ற கரைப் பான் மூலக்கூறிலிருந்து தொடங்கி, வினையூக்கியான காரத்தில் D அணு வினைப்படுபொருளில் செறிந் துள்ளதாவென அணுக்கருவகைப் பகுப்பாய்வு மூலம் அறிதல் வேண்டும். வினைக்கலவையில் D ஏற்றம் கொண்ட வினைப்படு மூலக்கூறுகள் இடம் பெற்றிருப்பின் இயங்குமுறை E_1cB யாக இருக்க லாம். எனினும், மெல்ல நிகழும் கட்டத்தில் (slow step) வினையின் வேகம் C-D பிணைப்புக்கும் C-H பிணைப்புக்கும் வேறுபடுவதால் வினையின் வேகத்தை நுட்பமாக அளந்தும் E_1cB ஐ E_2 -இலி ருந்து வேறுபடுத்தியும் காணலாம்.

ஒற்றைப் பிணைப்பை C=C இரட்டைப் பிணைப்பாக மாற்றும் நீக்க வினையை விட இரட்டைப் பிணைப்பை C≡C முப்பிணைப்பாக மாற்றும் நீக்க வினை E_1cB இயங்கு முறையில் நிகழ்வதற்கு வாய்ப்புக் கூடுதலாகப் பெற்றது. ஏனெனில், sp^2 கார்பன் அணு sp^3 கார்பன் அணுவை விட அமிலத்தன்மை மிக்கது.

இயங்குமுறை தெளிவாக அறியப்பட்ட வினை களை முன்மாதிரியாகக் கருதியும் புதிய வினை களுக்கு இயங்குமுறைகளைப் பெறலாம். எடுத்துக் காட்டாக ஓரிணைய ஹாலைடுகளின் நீராற்பகுப்பு இரண்டு கட்ட ஒற்றை மூலக்கூறு வினையாகவும் மூவிணைய மூலக்கூறுகளின் நீராற்பகுப்பு ஒரு கட்ட இரு மூலக்கூறு வினையாகவும் அமைந்துள்ளன. கொள்ளிடத்தடை (steric hindrance) ஏற்படின், வினை நிகழாமல் இருக்கலாமேயன்றி, இயங்கு முறையில் மாற்றமிராது.

கருத்தில் கொள்ளத்தக்க பல்வேறு இயங்கு முறை களுள் ஏற்புடைய இயங்கு முறையைத் தேர்ந்தெடுப் பதற்கு அவற்றுள் அணு இடப் பெயர்ச்சி மிகக் குறைவாகவுள்ள இயங்கு முறையே நிகழ வாய்ப் புள்ளது என்னும் அடிப்படை உண்மை உதவுகிறது. சிக்கலான அணுப் பெயர்ச்சிகளையுடைய வினையும் சிறு சிறு மாற்றங்கள் பலவற்றை ஒன்றன்பின் ஒன்றாகக் கொண்ட தொடர் வினையேயாகும்.

வினையின் விரைவுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட ஆற்றல் மாற்றங்கள் வினையின் இயங்கு முறையைத் தெளிவுபடுத்த உதவுகின்றன. வினையின் மொத்தக் கட்டில்லா ஆற்றல் மாற்றம் (△G) கிளர்வு கொள் ஆற்றலைவிடக் (△G$^{\bullet}$) குறைவாகவே இருக்கும். ஒவ்வொர் எளிய கட்டத்திற்கும் அறியப் பட்ட அல்லது கணக்கிடப்பட்ட ஆற்றலின் கூட்டல் தொகை வினையின் ஆற்றல் மாற்றத்துக்குத் தொடர் புடையதாக (இதைப் பெறக் கூடியதாக) இருத்தல் வேண்டும்.

குவாண்ட்டம் இயக்கவியலின் அடிப்படையில் அறிமுறைக் கணக்கீடுகள் செய்தும் இயங்கு முறையை அறியலாம். ஒரு மாற்றம் நிகழ வாய்ப்பு உள்ளதா ஒரு கட்டத்தில் மாற்று வினை ஏதேனும் நிகழக் கூடுமா, ஒரு சேர்மம் அல்லது இடைநிலைச் சேர்மத்தில் முனைப்பு (orientation) எவ்வாறிருத்தல் வேண்டும் என்றெல்லாம் தீர்மானிப்பதற்கு இக்கணக்கீடுகள் பயன்படும்.

சில வினைகளில் ஆர்பிட்டால் சமச்சீர்மை (orbital symmetry) இயங்கு முறையை வரையறுக் கிறது. டீல்ஸ்-ஆல்டர் கூட்டுவினை இவ்வகையைச் சார்ந்தது. வினையுறு மூலக்கூறுகளுள் ஆர்பிட்டால் சமச்சீர்மைக்கு வாய்ப்பில்லையெனில் வினைநிகழாது. ஒளியால் தூண்டப்படும் வினைகளுக்கு (photochemical reactions) இது நன்கு பொருந்தும்.

வினைகளின் இயங்கு முறைகளை அறிவதற்கு அவற்றை வகையிடுவதும், ஒவ்வொரு வகையின் உட்பிரிவுகளைப் பற்றி அறிவதும் இன்றியமை யாதவை. இயங்கு முறைகளைக் கொண்டும் வினை களை வகையிடலாம்.

பின் வரும் அட்டவணையில் ஒரு குறிப்பிட்ட வினைக்கு ஒரேயொரு வழிமுறை மட்டும் ஏற்ற தெனத் தோன்றினாலும், சில வினைகளுக்குக் கலப்பு வழிமுறைகள் நிகழக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, ஃப்ரீஸ் இடமாற்ற வினையில் மூலக்கூறுகளுக்கு

இயங்குமுறையின் பொதுப் பெயர்	எடுத்துக்காட்டு
1. கார்போனியம் அயனி வழி முறை (carbonium ion mechanism)	1. ட்ரை அல்க்கைல் ஹாலைடு நீராற்பகுப்பு 2. பினகால்-பினகலோன் இடமாற்ற வினை
2. கார்பன் நேர் அயனி வழி முறை (carbanion mechanism)	1. ஆல்டால் குறுக்கவினை 2. கிளையசன் எஸ்ட்டர் குறுக்கவினை
3. தனித்தியங்கு உறுப்பு வழி முறை	1. பெராக்சைட் வினையூக்கியாகப் பயன் படுத்தி நிகழ்த்தப்படும் சேர்ப்பு வினை 2. சில கூட்டுப் பலபடியாக்கல் வினைகள்
4. அயனி-தனித்தியங்கு உறுப்பு வழிமுறை	சாண்ட்மேயர் வினை
5. சேர்ப்பு-நீக்க வழி முறை (addition-elimination)	அரோமாட்டிக் எலெக்ட்ரான்கவர் பதிலீட்டு வினைகள்
6. நீக்க-சேர்ப்பு வழிமுறை (elimination-addition) அல்லது பென்சைன் வழி முறை	அரோமாடிக் அணுக்கருகவர் பதிலீட்டு வினைகள்
7. பை-அணைவு உருவாதல் வழி முறை (π-complex formation)	1. அமோராடிக் எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினைகள் 2. பென்சிடீன் இடமாற்ற வினை
8. மூலக்கூறு உட்சார்ந்த (intramolecular) வழி முறை	1. கிளையசன் இடமாற்ற வினை 2. வெப்பச் சிதைவு-வழி நீக்க வினைகள் 3. பெக்மன் இடமாற்ற வினை
9. மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட (intermolecular) வழிமுறை	1. ஆல்டால் குறுக்கவினை 2. கனிசாரோ குறுக்க வினை
10. நான்முகி அமைப்பு வழிமுறை (tetrahedral mechanism)	கார்போனைல் கார்பன் அணுமீது பதிலீடு
11. வளைய உருவ இடைநிலை கொண்ட வழிமுறை	1. சாந்தேட் எஸ்ட்டரின் வெப்பச் சிதைவு 2. மீர்வின்-பாண்டார்ஃப்-பிர்லி ஒடுக்கவினை

இடைப்பட்ட மற்றும் மூலக்கூறுக்கு உட்சார்ந்த வழிமுறைகள் இரண்டுமே பொருந்தும். இவ்விரு வகை வழிமுறைகளையும் வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு ஒரே வினையில் பங்கு பெறக்கூடிய இரு வேறு வினைப் படுபொருள்களை ஒரே வினைக் கலவையிலிட்டு வினைக்குட்படுத்தினால், மூலக்கூறு உட்சார்ந்த வழி முறையாக இருப்பின் நான்கு வினைவிளைபொருள் களும், மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட வழி முறை யாக இருப்பின் இரு வினைவிளைபொருள்களும் தோன்றுகின்றன. ஃப்ரீஸ் இடமாற்ற வினையில் நான்கு வினைப்பொருள்களின் அளவு எடை விகித வியலுக்கு ஒப்பவில்லை. இதேபோன்று, ஈரிணைய அல்க்கைல் ஹாலைடுகளின் நீராற்பகுப்பும் இருவேறு இயங்குமுறைகளின். (SN_1 மற்றும் SN_2) கலப்பாக உள்ளது.

சில இயங்கு முறைகள் (மிக அரிதாக) முழுமை யாகத் திருப்பி இயக்கவல்லவையாக இருக்கும்.

அட்டவணை 2. அணுக்கருக்கவர் பதிலீட்டு வினைகளின் விரைவில் ஊடகத் தாக்கம்

இயங்கு முறை	வினைவகை	கரைப்பானின் அயனியாக்கம் தன்மையின் தாக்கம்
S_N1	$R—L \rightarrow \overset{+}{R} + \overset{—}{L}$	மிகையான முடுக்கம்
S_N2	$\overline{Nu}: + R\text{-}L \rightarrow R\text{-}Nu + \overline{L}$	சிறிதளவு வேகக்குறைப்பு
S_N2	$\overline{Nu}: + R\text{-}L \rightarrow \overset{+}{R\text{-}Nu} + \overset{—}{L}$	மிகையான முடுக்கம்
S_N2	$\overline{Nu}: + R\text{-}L \rightarrow R\text{-}Nu + L$	மிகை வேகக் குறைப்பு

அட்டவணை 3. கரைப்பான் மின்முனைவுத் தன்மை மாற்றத்தால் t-பியூட்டைல் புரோமைடின் கரைப்பான் வழிப் பகுப்பின் வினைவேகத்தில் மாற்றம் (எத்தில் ஆல்கஹால் ஒப்பீட்டு நியமக் கரைப்பானாகக் கருதப்பட்டுள்ளது)

கரைப்பான்	ஒப்பு வினைவிரைவு (55°C)
100% H_2O	1200
50% H_2O + 50% C_2H_5OH	60
40% H_2O + 60% C_2H_5OH	29
20% H_2O + 80% C_2H_5OH	10
100% C_2H_5OH	1

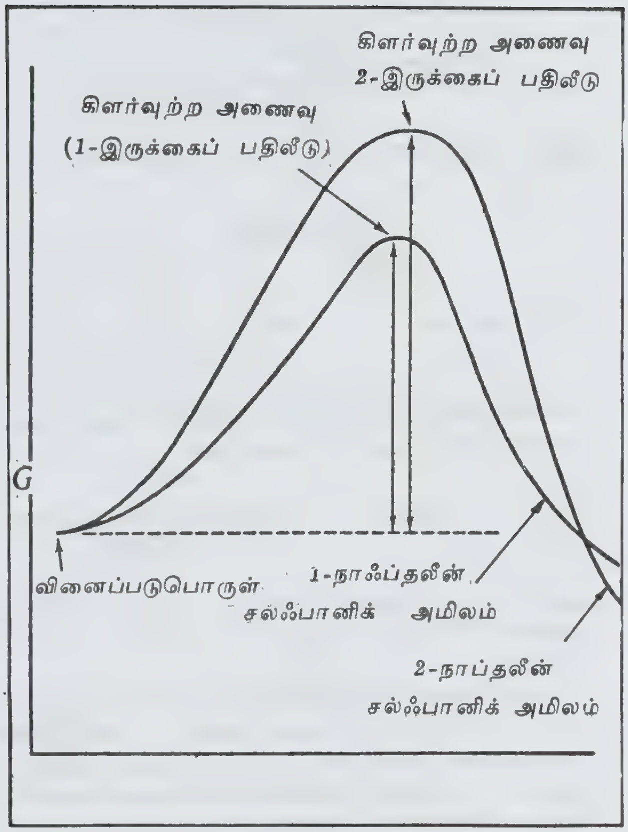
எடுத்துக்காட்டாக, மீர்வின்-பாண்டார்ஃப் வீர்லி ஒடுக்க வினையின் (MPV reduction) இயங்குமுறை ஒப்பேனார் ஆக்சிஜனேற்ற வினையின் இயங்கு முறைக்கு நுட்பமாக எதிர்த்திசையில் நிகழ்கிறது. அரோமாட்டிக் சல்ஃபோனேற்றம் முழுமையாக மீள் இயங்கு முறையைக் (reversible mechanism) கொண்டது.

வினை ஊடகத்தின் அமில-காரத்தன்மையும், கரைப்பானின் மின் முனைவுகொள் திறனும் (polarity) வினை விளைபொருள்களின் விளைச்சலைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. அமிலம் அல்லது காரம் (அதாவது, H^+ அல்லது $-OH$ அயனி) வினையூக்கியாகப் பயன்படுத்தப்பட்டுவரும் வினையில் வினை ஊடகத்தின் (medium) PH மதிப்பு, குறுகிய வரம்புக்குள் நிலைநிறுத்தப்படவேண்டும். கரைப்பானின் முனைவுத் தன்மை, வினையின் இயங்குமுறைக்குத் தக்கவாறு வினையின் விரைவைப் பாதிக்கும், எடுத்துக்காட்டாக வினைப்படு மூலக்கூறைவிட இடைநிலைத் தன்மை மாறுநிலை (transition state) முனைவு கூடுதலாகப் பெற்றிருப்பின், அவ்வியங்குமுறை மின் முனைவு கொண்ட கரைப்பானில் விரைவாக நிகழ்கிறது. மாறாக, இடைமாறுநிலையின் முனைவு வினைப் பொருளின் முனைவைவிடக் குறைவாக இருப்பின் மின் முனைவற்ற கரைப்பான்கள் வினையை ஊக்குவிக்கும் (அட்டவணை 2,3). ஆவி நிலைமையிலேயே நிகழும் வினைகளுக்கு இயங்கு முறைகளை வகுக்கும் போது கரைப்பானற்ற நிலையை மனத்திற்கொள்ள வேண்டும்.

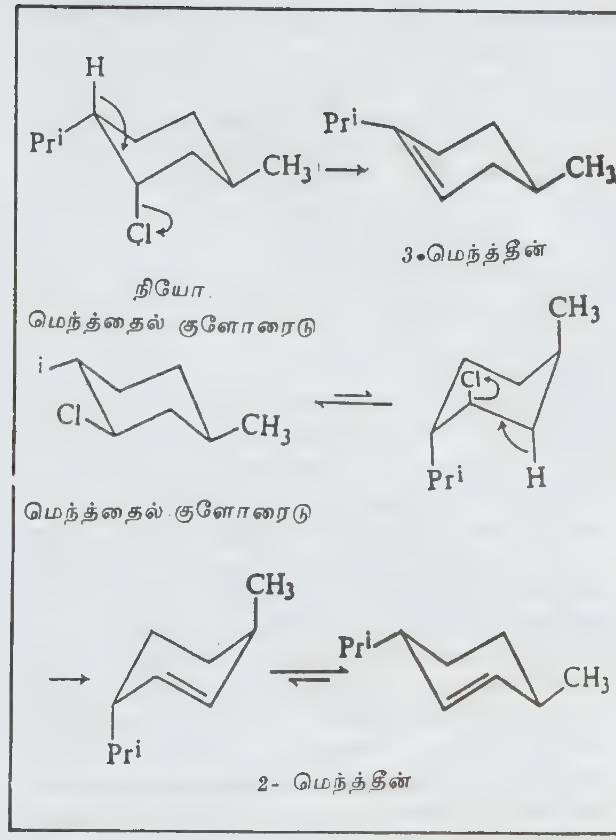
பொதுவாக, வெப்பநிலை உயர்வு, வினையின் விரைவைக் கூடுதலாக்குமேயன்றி, இயங்கு முறையைப் பாதிக்காது. எனினும், சில வினைகளில் உயர் வெப்பநிலையில் ஒரு வினை விளைபொருளும், குறைந்த வெப்பநிலைகளில் மற்றொரு வினைவிளை பொருளும் தோன்றக்கூடும். எடுத்துக்காட்டாக, நாஃப்தலீனைச் சல்ஃபோனேற்றம் செய்யும்போது நாஃப்தலீன் 1- சல்ஃபோனிக் அமிலம், நாஃப்தலீன்-2 சல்ஃபோனிக் அமிலம் இரண்டுமே விளையலாம். ஆனால் 80°C வெப்ப நிலையில் 1-சல்ஃபோனிக் அமிலமும், 160°C வெப்பநிலையில் 2-சல்ஃபோனிக் அமிலமும் உருவாகின்றன (படம் 1-அ)

இவ்விரண்டு சேர்மங்களுள் 2-சல்ஃபோனிக் அமிலம் 1-சல்ஃபோனிக் அமிலத்தைவிட வெப்ப இயக்க அடிப்படையில் நிலைத்தன்மை மிக்கது. குறைந்த வெப்பநிலையில் தோன்றும் 1-சல்ஃபோனிக் அமிலத்தை வினைவிரைவால் தோன்றும் வினைப் பொருள் என்றும், 2-சல்ஃபோனிக் அமிலத்தை வெப்ப இயக்க நிலைத் தன்மையுற்ற (thermodynamically stable) விளைப்பொருள் என்றும் கூறலாம். பிரிடீனை மரக்கரியுடனும் புரோமினுடனும் 300°C வெப்பநிலைக்குச் சூடுபடுத்தினால் 3-புரோமோ பிரிடீனும், 500°C சூடுபடுத்தினால் 2-புரோமோபிரிடீனும் கிடைக்கின்றன. 300°C இல் அயனி வழிமுறையான எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீடும், 500°C இல் இயங்கு உறுப்பு வழிமுறையும் (free radical mechanism) நிகழ்கின்றன.

வினைப்படு மூலக்கூறுகளையும் வினைவிளை மூலக்கூறுகளையும் முப்பரிமாணத்திலும் நோக்கினால் வினைப்பொருள் (reagent) வினைப்படு மூலக்கூறை ஒரு திசையிலிருந்து மட்டுமே தாக்கக்கூடும் என்பது தெளிவாகும். பெரும்பாலான சேர்ப்பு வினைகளில் வினைப்படுபொருள் மூலக்கூறுடன் சேரும். இரு தொகுதிகளும் மாறு பக்கங்களிலிருந்து (trans) நெருங்குகின்றன. நீக்க வினைகளிலும் விடுபடும் இரு தொகுதிகளும் மாறு பக்கங்களில் அமைந்திருக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, மெந்தைல் குளோ



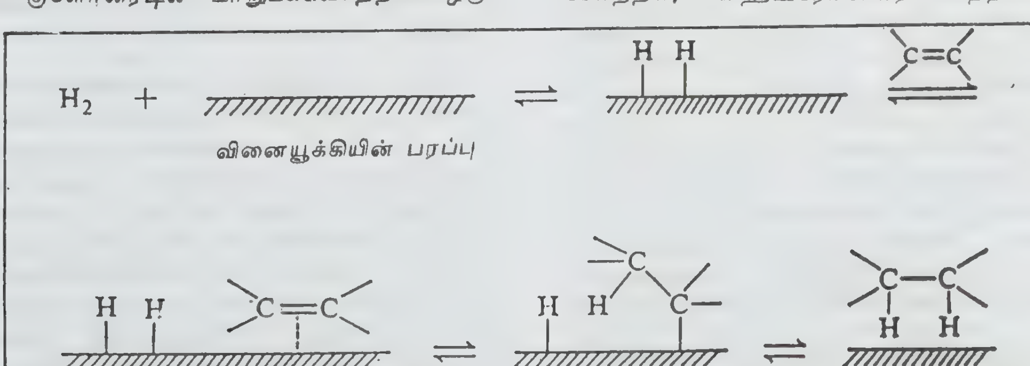
படம் 1 அ



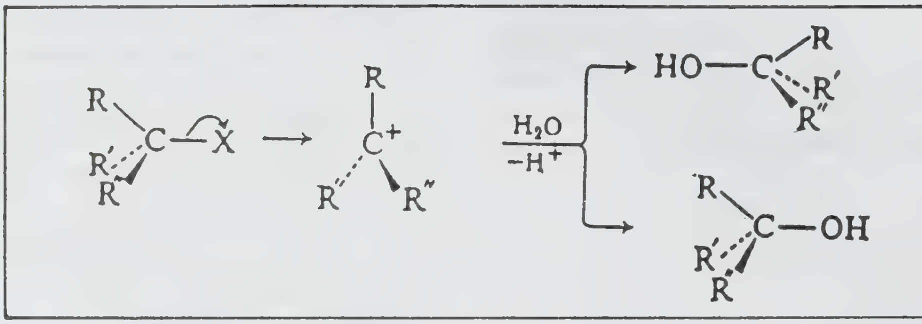
படம் 2

ரைடு கார வினையூக்கத்தினால் நீக்க வினையுறுகையில் 2- மெந்தீன் மட்டுமே கிடைக்கும்.

நியோமெந்தைல் குளோரைடு நீக்க வினையுறுகையில் 2-மெந்தீன் 3-மெந்தீன் இரண்டுமே விளைகின்றன (படம்-2). இதற்குக் காரணம் நியோ மெந்தைல் குளோரைடில் குளோரின் இருபுறமும் மாறுபக்கவசத்தில் ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் உள்ளன. மெந்தைல் குளோரைடில் மாறுபக்கவசத்தில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அணு மட்டுமே உள்ளது. இதிலிருந்து ஒரே பக்கத்தில் அமைந்துள்ள இரு தொகுதிகள் நீக்கமுறா எனக் கொள்ள வேண்டியதில்லை. வெப்பச் சிதைவால் நிகழும் நீக்க வினைகள் (சுகேவ் வினை போன்றவை) ஒரு பக்க நீக்க வினைகள். இதே போன்று, டீலஸ் ஆஸ்டர் சேர்ப்புவினை ஆஸ்மியம் டெட்ராக்சைடைப் பயன்படுத்தி இரட்டைப் பிணைப்புடன் ஹைட்ராக்சில் தொகுதிகளைச் சேர்த்தல், ஹைட்ரோபோரானேற்றம் வழியாக



படம் 3



படம் 4

ஆல்கஹால் தயாரிப்பு, வினையூக்கப்பட்ட ஹைட்ரஜனேற்றம் (படம்-3) ஆகியன ஒருபக்க-சேர்ப்பு வினைகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

ஒரு கரிம வினையின் வினைத்திசையை அறிவதற்கு வினைப்படு சேர்மத்தில் சமச்சீர்மையற்ற கார்பன் அணு இருத்தல் உதவியாக இருக்கும். அணுக்கருக்கவர் பதிலீட்டு வினைகளில் கருக்கவர் பொருள் (nucleophile) வினைப்படுமூலக்கூறை எத்திசையிலிருந்து நெருங்குகிறதோ அதற்கு எதிர்த்திசை நோக்கி விடுபடுதொகுதி (leaving group) அகன்றால், வினைவிளை மூலக்கூறில் ஒளிவழிபுரிமாற்றம் (optical inversion) தோன்றும். விடுபடு தொகுதி வினைப்படு மூலக்கூறிலிருந்து அகன்றபின்பு கருக்கவர் வினைபொருள் தாக்கினால், இடவலம்புரி சமநிலையாக்கல் (racemisation) நிகழும் (படம் 4). இதற்குக் காரணம் விடுபடு தொகுதி அகன்ற பின்பு தோன்றும் கார்போனியம் அயனி சமதள (planar). அமைப்புக் கொண்டது இவ்வயனி இருபுறமும் கருக்கவர் வினைப்பொருளால் தாக்கப்படுவதற்குச் சம வாய்ப்புக் கொண்டது. எனவே இடம்புரி, வலம்புரி இரண்டுவகை வினைவிளை அமைப்புகளுக்கும் சம வாய்ப்பு உள்ளது.

கொள்ளிட விளைவு. ஒரு வினைப்படு மூலக்கூறின் முப்பரிமாண அமைப்பில் இரு தொகுதிகள் ஒன்றோடொன்று உராயக்கூடிய வாய்ப்புத் தோன்றிடின், அம்மூலக்கூறு நிலையற்றதாகிவிடும். வினை இயங்கு முறையைப் பொறுத்தவரை, இத்தன்மையைவிட வினைப்படுபொருளுக்கும் இடைநிலைத்தன்மை மாறுநிலைக்கும் (transition state) கொள்ளிட அமைப்பில் உள்ள வேறுபாடே முதன்மை பெறுகிறது. எந்தவொரு SN_2 வினைகளிலும் வினை நிகழும் இடமான கார்பன் அணு இடைநிலையில் 5 தொகுதிகளுடன் இணைந்திருக்க வேண்டும். இந்த நெருக்கத்தால் அமைப்பின் ஆற்றல் கூடுதலாகி நிலைத்தன்மை குறைகிறது. மொத்தத்தில், SN_2 இயங்கு முறையில் பருமனான தொகுதிகளைக் கொண்ட கார்பன் அணு இருக்கையில் வினை விரைவு குன்றி நிகழ்கிறது. அசெட்டோன் கரைசலில் அயோடைடு அயனிகளால் பதிலீடு செய்யப்படும் வினையில் கீழ்க்காணும் சேர்மங்களின் வினைவேகங்களாவன:

சேர்மம்	CH_3Br	C_2H_5SBr	ஐசோ-Pr-Br	t-BuBr
வினைவேகம் (ஒப்பீடு)	10000	65	0.5	0.039

மாறாக, இயங்கு முறையில் இடைநிலைப்பொருளான கார்போனியம் அயனி சமதள அமைப்புடன் மூன்று தொகுதிகளை மட்டுமே கொண்டதாக இருப்பதாலும், கார்போனியம் அயனி உருவாதல் வினையின் மொத்த விரைவைத் தீர்மானிக்கக் கூடிய கட்டமாக இருப்பதாலும், பருமனான தொகுதிகளை உள்ளடக்கிய வினைப்படு மூலக்கூறுகள் அயனியாகக்கூடிய தொகுதியை எளிதில் விடுத்து, கார்போனியம் அயனியாக மாறுகிறது. மொத்தத்தில் SN_1 இயங்கு முறையில் கொள்ளளவு கூடுதலாகக் கொண்ட தொகுதிகளைக் கொண்ட பற்றுப் பொருள் substrate) விரைவாக வினையுறுகிறது. மூலக்கூறின் தொகுதி நெருக்கத்தால் வினை விரைவாக்கப்படும் நிகழ்ச்சிக்குக் கொள்ளிட வினைமுடுக்கம் (steric acceleration) எனப் பெயர். இவை அனைத்திலுமே இயங்குமுறைகள் வினையுறு மூலக்கூறுகளின் முப்பரிமாண அமைப்புகளைப் பொறுத்தனவாகும்.

கரிம வினை இயங்கு முறைகளைப் பற்றிய அறிவு பின்வரும் துறைகளில் இன்றியமையாத் தேவையாகிறது; கரிமச் சேர்மங்களின் தொகுப்பு, கச்சா பெட்ரோலிய எண்ணெயைத் தூய்மையாக்கல், பிளத்தல், பல்லுறுப்பாக்கல், அல்க்கைலேற்றம் ஆகிய முறைகளில் பெட்ரோலின் அளவைக் கூடுதலாக்கல், நெகிழி, ரப்பர் தயாரிப்பதற்கான பல்லுறுப்பாக்கல், வைட்டமின்கள், ஹார்மோன்கள், மருந்து வகை வேதிப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரித்தல் ஆகியன.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. R.O.C. Norman, *Principles of Organic Synthesis*, Metheun & Co., London, 1968, I. L. Finar, Organic Chemistry, Vol. 1, Sixth Editon, ELBS, London, 1973.

கரிம வேதித் தொகுப்பு முறை

கார்பன் அணுப் பிணைப்பால் உருவாகும் சேர் மங்கள் கரிமச் சேர்மங்கள் எனப்படுகின்றன. இன்று பல மில்லியன் கரிமச் சேர்மங்கள் தொகுக்கப்பட்டுப் பண்பறியப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் வேதியியலார் ஆய்வுக் கூடத்தில் உருவாக்கிய கரிமச் சேர்மங்கள் தவிர எண்ணிலடங்காக் கரிமச் சேர்மங்கள் இயற் கையில் உயிர்மங்களால் உருவாக்கப்படுகின்றன. கரிமச் சேர்மங்களின் வரலாற்றைக் காணும்போது, வியக்கத்தக்க சில உண்மைகளை அறிய முடிகிறது. 1880 ஆம் ஆண்டு ஏறத்தாழ 12,000 கரிமச் சேர் மங்கள் கண்டறியப்பட்டன. இவ்வெண்ணிக்கை 1910 இல் 1,50,000 ஆகவும், 1940 இல் 5,00,000 ஆகவும் தற்போது பல மில்லியன்களாகவும் வளர்ச்சி யுற்றுள்ளது.

கரிம வேதித்தொகுப்பு. எளிதில் கிடைக்கும் முன் னரே கட்டமைப்பு த்தெரிந்த ஒரு கரிமச் சேர்மத்தை, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட சூழ்நிலைகளில், தேர்ந்தெடுக் கப்பட்ட பல் வேறு வேதிவினைகளுக்குட்படுத்தி, விரும்பும் மூலக்கூறு அமைப்புடைய புதியதொரு கரிமச்சேர்மத்தை உருவாக்கும் முறையே கரிம வேதித் தொகுப்பு முறை (chemial synthesis) எனப்படுகிறது.

இத்தொகுப்பு முறைகளால், ஒரு வேதியியல் வல்லுநர், தாம் உருவாக்கிய ஒரு கருதுகோளை (hypothesis) சரிபார்க்க முயலுகிறார். அவர் தொகுத்த கரிமச் சேர்மம் எதிர்பார்த்த மருத்துவப் பண்பையோ மற்றும் ஏதாவது ஒரு புதிய பண்பையோ பெற்றிருக்கிறதா என்று கண்டறிய முனைகிறார். இம்முயற்சியில் பல்வேறு புதிய வேதி வினைகள் உருவாக நேரலாம். இவ்வினைகளின் வழி முறைகள் (mechanisms) பின்னர் கண்டறியப்பட்டு விளக்கப்படும். பல்வேறு படியிறக்க வினைகள் (degradation reactions) மூலமாகப் பெறப்பட்ட அமைப்பு கள் வேதித் தொகுப்பு முறையால் தயாரிக்கப்பட்டு உறுதி செய்யப்படுகின்றன. பல்வேறு வேதி வினை களைக் கையாண்டு உட்வேர்டு என்பார் பலசிக்கலான கரிமச்சேர்மங்களை (complex organic substances) உருவாக்கினார். குயினைன், குலஸ்ட்ரால், குளோ ரோஃபில் போன்ற சேர்மங்களின் தொகுப்பு முறை, உலகில் சிறந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது. வினைகளின் வழிமுறைகளை விளக்கும் வகையில் பல அறிஞர்கள் விளக்கமளித்தனர்.

லூயிஸ் என்பார் வேதிப் பிணைப்புகளின் வகை களை எலெக்ட்ரான் அடிப்படையில் விளக்க முற் பட்டார். தொடர்ந்து ராபின்சன், இங்கோல்டு, மீர்வீன், ஹேமட், கோனன்ட், லூகாஸ்போன்ற பல அறிவியலார் வேதி வினைகளின் வகை, வினை வேகம் வினைவேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணி, வினை வேகத்திற்கும் மூலக்கூறின் கட்டமைப்பிற்கும் உள்ள தொடர்பு போன்ற பல்வேறு கருத்துகளை வெளி யிட்டனர். இக்கருத்துகள் வெளிவந்த பின்னர் கரிமச் சேர்மங்களின் தொகுப்பு முறைகள் பலவாக வளர்ச்சி யுற்றன. கரிம வேதித் தொகுப்பு முறைகளில் தோன்றும் வினை இடைப் பொருள்கள் (reaction intermediates) வினை வகைகள், அவற்றில் நிகழும் வினை வழி வகைகள் போன்றவற்றைக் காணலாம்.

வினை இடைப் பொருள்கள். பல்வேறு கரிம வினை களில் மிகவும் குறை ஆயுள் உள்ள பல (short-lived) வினை இடைப் பொருள்கள் தோன்றி மறைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கார்பன் நேரயனி, கார்பன் எதி ரயனி (carbanion), இயங்கு உறுப்புகள் (free-radicals), கார்பீன்கள், நைட்ரீன்கள், நிலையற்ற மூலக்கூறுகள் (unstable molecules) கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகள் (excited molecules) போன்றவை பொதுவாகப் பல வினை களின்போது வினை இடைப்பொருளாகத் தோன்று கின்றன.

கார்பன் நேரயனி. நேர் மின்னேற்றம் கொண்ட கார்பன் அணு உடைய கரிமச் சேர்மம் கார்பன் நேரயனி எனப்படுகிறது. இது ஒரு கரிம மூலக்கூறி லுள்ள பிணைப்புச் சமமற்ற முறையில் பிளவுறு வதால் (hetrolytic cleavge) உண்டாகிறது. இத்தகைய கார்பன் நேரயனி sp^2 இனக்கலப்பு ஆர்பிட்டால் களைக் கொண்ட சமதள அமைப்புடையதாகும்.

கார்பன் எதிர் அயனி. எதிர் மின்னேற்றம் கொண்ட கார்பன் அணு உடைய கரிமச் சேர்மம் கார்பன் எதிர அயனி எனப்படுகிறது. இந்த அயனியும் கரிம மூலக் கூறின் பிணைப்புகள், சமமற்ற முறையில் பிளவுறுவ தால் தோன்றுகிறது. கார்பன் எதிர் அயனி அமீன் தொகுதியை ஒத்த எலெக்ட்ரான் அமைப்புடையது. இது பிரமிடு வடிவம் கொண்டிருக்கும்.

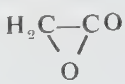
இயங்கு உறுப்புகள். ஒரு சேர்மத்திலுள்ள சகபிணைப்பு சமப்பிளவுறுவதால் (homolysis) மின்னேற்றமற்ற உறுப்புகள் தோன்றுகின்றன. இவை இயங்கு உறுப்புகள் எனப்படுகின்றன. இவை தனித்த, பங்கிடப்படாத எலெக்ட்ரான் கொண்டவை. இவை மிக்க செயல் திறனுடையவை.

கார்பீன்களும் நைட்ரீன்களும். ஈரிணையத் திறனு டைய, மின்னேற்றமற்ற கரிமச் சேர்மங்கள் கார்பீன் கள் எனப்படுகின்றன. எ.கா. டைகுளோரோகார்பீன். $(Cl_2C:)$ இவை கணப்பொழுது நிலைத்திருக்கும் தன்மை யுடையவை. கார்பீன்கள் இரு வகைப்படும். ஒன்றில்

எதிரெதிர்ச் சுழற்சியுள்ள இரு எலெக்ட்ரான்களும், மற்றொன்றில் நேர் சுழற்சியுள்ள (parallel spin) இரு எலெக்ட்ரான்களும் உள்ளன.

எலெக்ட்ரான் குறைபாடுடைய, நடுநிலை நைட்ரஜன் உறுப்புகள் நைட்ரீன்கள்எனப்படுகின்றன. எ. கா: RCON: ஹாப்மன் மாற்றவினையில் நைட்ரீன் வினை இடை வழியாக வினை நிகழ்வதை யறியலாம்.

நிலையற்ற மூலக்கூறுகள். α-அசெட்டோலாக்டோன், பென்சைன் போன்ற பல நிலையற்ற வினை இடைப் பொருள்கள் கரிம வேதி வினைகளில் ஈடுபடுகின்றன. இவ்வினைகளின் இறுதியில் நிலையான சேர்மங்க ளையே பெறலாம்.



அசெட்டோலாக்ட்டோன்

பென்சைன்

கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகள். பல ஒளி வேதிவினை களில் (photochemical reactions) மூலக்கூறுகள் ஒளியை உறிஞ்சும்போது, அதிலுள்ள எலெக்ட் ரான்கள் மிகு ஆற்றலுடைய ஆர்ப்பிட்டால்களுக்குச் செல்கின்றன. இத்தகைய மூலக்கூறுகள் கிளர்வுற்ற மூலக்கூறுகள் எனப்படுகின்றன. கிளர்வுற்ற மூலக் கூறுகள் நிலையற்றவையாக இருப்பதால் செயல் திறன்மிக்குள்ளன.

வினைக் காரணிகளின் வகையீடு

வினைக் காரணிகள் எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலி (electrophile), கருகவர் பதிலி (nucleophie) என வகையீடு செய்யப்பட்டுள்ளன.

எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலிகள். இவை எலெக்ட் ரான் குறைபாடுடைய அல்லது நேர்மின் சுமை கொண்ட உறுப்புகளாகும். எ. கா:

$$H^+, R^+, Br^+, NO_2^+, BF_3, AlCl_3, ZnCl_2, SO_3$$

கருகவர் பதிலிகள். தனி இணை எலெக்ட்ரான் (lone pair of electrons) உள்ள அல்லது எதிர் மின் சுமையுள்ள உறுப்புகள் கருகவர் காரணிகள் அல்லது பதிலிகள் எனப்படுகின்றன. எ. கா:

$$H^-, R^-, OH^-, Cl^-, Br^-, I^-, CN^-, CH_3COO^-, H_2O, NH_3, ROH$$

கரிம வேதி வினைகளின் வகைகள் (types of organic reactions). பொதுவாக, கரிம வேதி வினை களை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை பதி லீட்டு வினை (substitution reaction), கூட்டு வினை (addition reaction), நீக்க வினை (elimination reaction) என்பனவாகும்.

பதிலீட்டு வினைகள். ஒரு கரிமச் சேர்மத்திலுள்ள. அணு அல்லது தொகுதிக்குப் பதிலாக மற்றொரு தொகுதியைப் பதிலீடு செய்தல் பதிலீட்டு வினை எனப்படும்.

எ. கா: $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$

வினைப்படு பொருள்களின் தன்மையைப் பொறுத்து, பதிலீட்டு வினைகள், கருகவர் பதிலீட்டு வினை, எலக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினை என்று பகுக்கப்படுகின்றன.

கருகவர் பதிலீட்டு வினை. இவ்வினையில் ஒரு கருகவர் காரணி (nucleophilic reagent), ஒரு கரிமச் சேர்மத்துடன் வினைப்படும்போது, அது தன்னைப் போன்ற மற்றொரு கருகவர் தொகுதியை அக்கரிமச் சேர்மத்திலிருந்து இடப் பெயர்ச்சி செய்கிறது.

(எ.கா.) $OH^- + CH_3Cl \longrightarrow CH_3OH + Cl^-$

இவ்வினை வினைப்படு மூலக்கூறுகளின் அமைப்பு, வினைவேகம் ஆகியவற்றிற்குத் தக்கவாறு S_N2, S_N1 S_Ni என்று மீண்டும் வகையிடப்படுகிறது.

S_N2 **என்பது வினைப்படி இரண்டு உள்ள கருகவர் பதிலீட்டு வினை** (nucleophilic substitution, second-order) எனப்படுகிறது. இவ்வகை வினைகளின் வேகம் வினையில்ஈடுபடும் இரு பொருள்களின் செறிவு மாற் றங்களாலும் பாதிக்கப்படுகிறது. மேலும், வினைப் படு பொருளின் அமைப்பு இறுதியில் திருப்பமைப்பு (inversion) அடைகிறது. இது வால்டன் திருப்பமைப்பு (walden inversion) எனப்படுகிறது. கருகவர் பதிலீட்டு வினை நடைபெறும் கார்பன் அணு சமச்சீர்மையற்ற கார்பன் அணுவாக இருப்பின் உண்டாகும் விளை பொருள் மாற்று ஒளிச்சுழற்சித் தன்மை கொண்ட தாக அமையும். இவ்வினையில் ஈடுபடும் பொருள் களின் வேகம், ஓரிணைய > ஈரிணைய > மூவிணைய என்னும் வரிசையில் அமைகிறது.

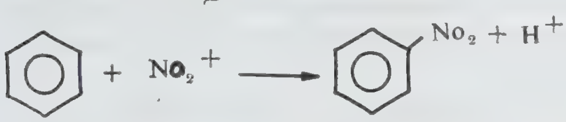
S_N1 **என்பது வினைப்படி ஒன்று உள்ள கருகவர் பதிலீட்டு வினை** (nucleophilic substitution, first-order). இவ்வகை வினைகளில் வினை வேகம் வினைப்படு பொருளில் ஒன்றின் செறிவைப் பொறுத்து மட்டுமே மாறுபடுகிறது. எ.கா. மூவிணைய பியூட்டைல் புரோமைடின் நீராற்பகுப்பு வினை.

பதிலீட்டு வினை நடைபெறும் கார்பன் அணு சமச்சீர்மையற்றதாக இருக்குமாயின் S_N1 வினை

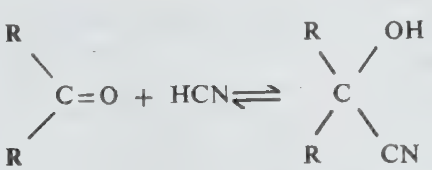
களின் இறுதியில் பொதுவாக ஒளிச் சுழற்சியற்ற சுழி மாய்க்கலவையே (racemic mixture) கிடைக்கிறது. இவ்வகை வினைகளின் வேகம் மூவிணைய > ஈரிணைய > ஓரிணைய என்னும் வரிசையில் அமைகிறது. நன்கு அயனியாக்கும் கரைப்பான்கள் (ionic solvents) இவ்வகை வினைகளுக்கு ஏற்றவாறு அமைகின்றன.

$S_N i$ என்பது அகக் கருகவர் பதிலீட்டு வினை (nucleophilic substitution, internal) எனப்படும். இவ்வகை வினைகளில், பதிலீட்டு வினை அம்மூலக்கூறிலுள்ள ஒரு பதிலியை அதே மூலக்கூறிலுள்ள மற்றொரு பதிலியால் இடப்பெயர்ச்சி செய்வதால் நிகழ்கிறது.

எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினை (electrophilic substitution). பெரும்பாலும் அரோமாட்டிக் சேர்மங்களில் இவ்வினை நிகழ்கிறது. இவ்வினைகளில் எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலிகள் மற்றொன்றை இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன.



கூட்டு வினைகள் (addition reactions). இரட்டைப் பிணைப்பு, முப்பிணைப்பு உள்ள நிறைவுறாக் கரிமச் சேர்மங்கள், கூட்டு வினைகளுக்குட்படுகின்றன. வினை நிகழும் சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப, இவை கருகவர் சேர்க்கை (nucleophilic addition), எலெக்ட்ரான்கவர் சேர்க்கை (electrophilic addition), வளையச் சேர்க்கை (cycloaddition) என வகையிடப்படுகின்றன.

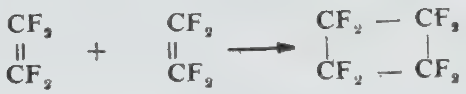


(கருகவர் சேர்க்கை வினை)

ஒலீஃபீன்களின் சேர்க்கை வினைகள் எலெக்ட்ரான் கவர் சேர்க்கை வினைகளுக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

$$CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}Cl$$

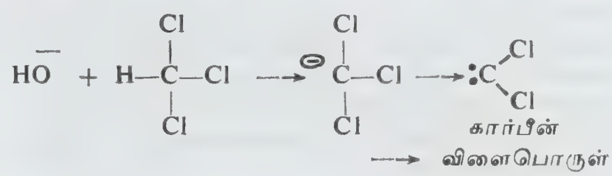
டெட்ராஃபுளுரோஎத்திலீன் இணைந்து, பெர்ஃபுளுரோவளையபியூட்டேன் உருவாகும் வினை வளையச் சேர்க்கை வினைக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.



நீக்கல் வினைகள் (அல்லது) களைதல் வினைகள் (elimination reactions). கூட்டு வினைகளின் மீள் வினைகள் களைதல் வினைகள் எனப்படுகின்றன. ஒரு சேர்மத்தின் எந்த இடத்திலிருந்து தொகுதிகள் நீக்கமடைகின்றனவோ அதைப் பொறுத்து இவ்வினைகள் α-அல்லது β களைதல் வினை அல்லது 1,2-களைதல் வினை, 1,3-களைதல் வினை என வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

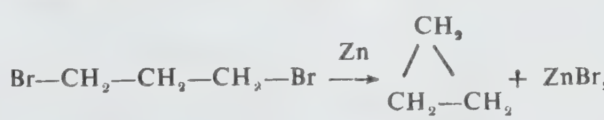
ஒரே கார்பன் அணுவிலிருந்து இரு தொகுதிகள் நீக்கப்படுமாயின், இவ்வினை α- களைதல் வினை எனப்படுகிறது.

(எ.கா.)

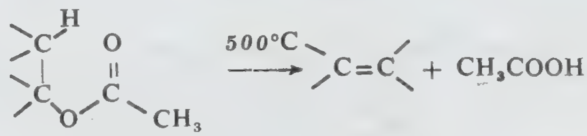


அடுத்தடுத்த கார்பன் அணுக்களிலிருந்து இரு தொகுதிகள் நீங்குமாயின், இவ்வினை β- அல்லது 1,2- களைதல் வினை எனப்படும். இதில் —C=C— இரட்டைப் பிணைப்பு உருவாகும். இவ்வினை E_1, E_2, E_1 cB என்னும் பல முறைகளில் நிகழ்கிறது.

1.3- களைதல் வினை. 1,3- டைபுரோமோபுரோப்பேனிலிருந்து வளைய புரோப்பேன் உருவாகும் வினை இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்.



மேற்கூறிய வகை தவிர, நீக்கல் வினைகள் வெப்பத்தாலும் நிகழ்கின்றன. இவற்றை வெப்ப நீக்கல் வினைகள் (thermal eliminations) எனலாம். எடுத்துக்காட்டாக,



எஸ்ட்டர்

இயங்கு உறுப்பு வினைகள். சகபிணைப்பு சமப் பிளவுறுவதால் தோன்றும் தனி உறுப்புகள் பதிலீட்டு வினைகளிலும், சேர்க்கை வினைகளிலும் ஈடுபடுகின்றன. எ.கா.

$$Cl{-}Cl \longrightarrow 2\ Cl^{\circ}$$

$CH_4 + Cl^{\circ} \longrightarrow CH_3Cl + H^{\circ}$ (பதிலீட்டு வினை)

இவ்வினைகளே சங்கிலித் தொடர் வினைகளுக்குக் (chain reactions) காரணமாகின்றன.

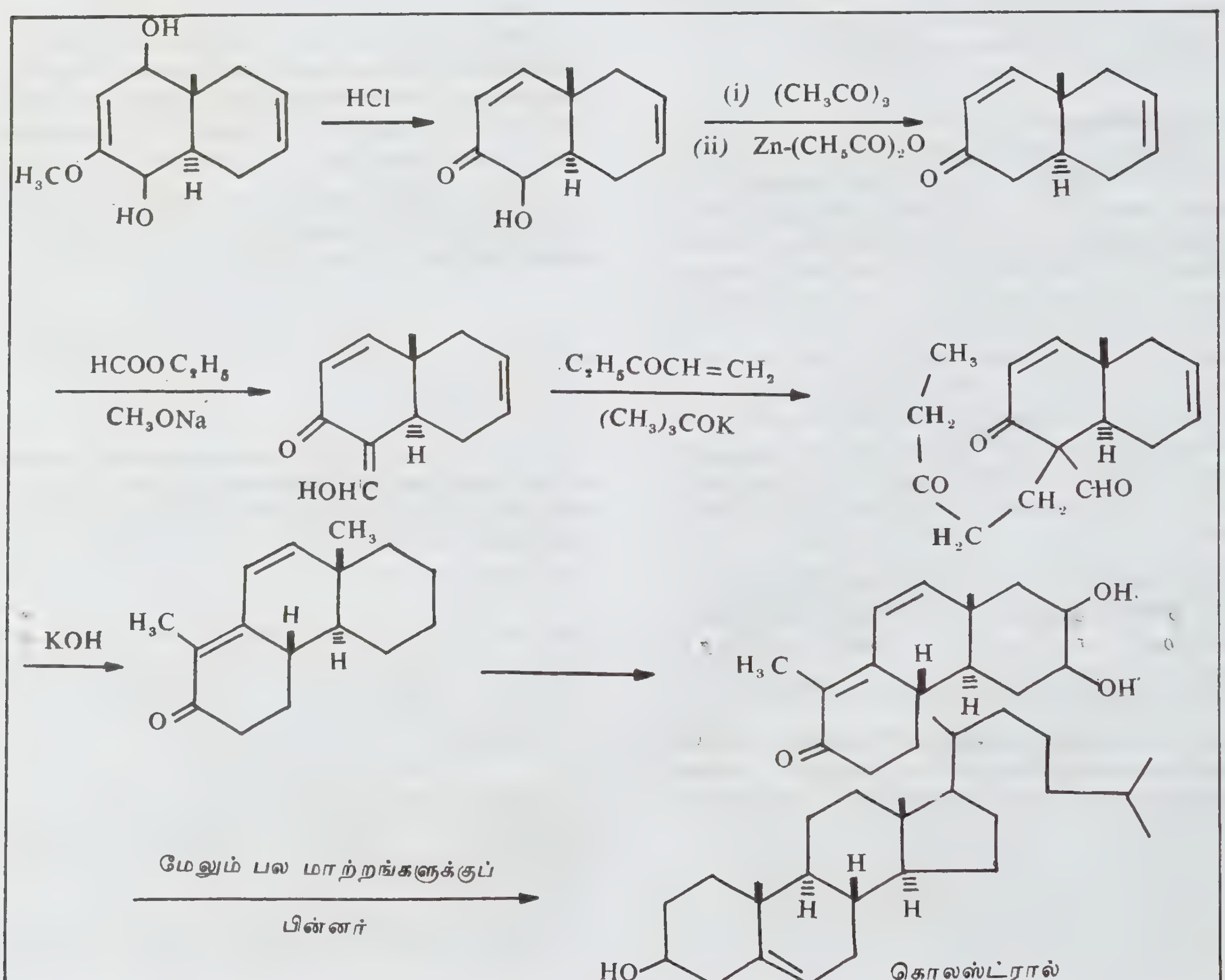
நிறைவுறாச் சேர்மங்களுடன் தனி உறுப்புகள் சேர்க்கை வினையில் ஈடுபடுகின்றன. எ.கா.

$$Br^{\circ} + CH_3{-}CH{=}CH_2 \longrightarrow CH_3{-}\dot{C}H{-}CH_2Br \xrightarrow{HBr} CH_3CH_2CH_2Br + Br^{\circ}$$

இவ்வினை பெராக்சைடு உடனிருக்க நிகழ்கிறது.

பெரும்பாலும் அனைத்துக் கரிம வேதி வினைகளும் மேற்கூறிய பதிலீட்டு வினைகள், கூட்டு வினைகள், களைதல் வினைகள் என்னும் மூன்று வகையீட்டில் அடங்கும். இவை தவிர, சில வினைகள் அமில-கார வினைகள் (acid-base reactions) எனவும், இடமாற்ற வினைகள் (rearrangements) எனவும் வகையிடப்படுகின்றன.

ஒரு கரிமச் சேர்மத்தைத் தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கும்போது பின்வரும் வழிகளைக் கடைப் பிடிக்க வேண்டும். தொடக்க வினைப்பொருள்கள் எளிதில் கிடைக்கக் கூடியனவாக இருக்க வேண்டும். தேவையான கார்பன் அமைப்பைத் திட்டமிட்ட வினைகளால் உருவாக்க வேண்டும். வினையுறு தொகுதிகளை (functional groups) உரிய முறையில் தேவைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றியமைக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட தொகுதியை வினைக்கு உள்ளாக்கும் போது, பாதிக்கப்படும் பிற தொகுதிகள் உரியபடி களில் பாதுகாக்கும் காரணிகள் (protecting regents) கொண்டு பாதுகாக்கப்பட வேண்டும். தொகுப்பு முறையைத் திட்டமிடும்போது படியிறக்க வினைகள் (degradation reactions) பல பயனுள்ள செய்திகளைத் தருவதுண்டு. படியிறக்க வினைகளில் கிடைக்கக்கூடிய இடைநிலைப் பொருள்கள் தொகுப்பு முறையில் இடைநிலைப் பொருள்களாக அமைவதுண்டு. எ.கா. கர்ப்பூரம் தொகுப்பு வினையால் தயாரிக்கப்படும் போது கேம்ஃபோரிக் அமிலம் என்னும் படியிறக்கப் பொருள் இடைநிலைப் பொருளாக அமைகிறது.



மூலக்கூறின் முப்பரிமாண அமைப்பைக் கருத்திற் கொண்டு தேவையான முப்பரிமாண அமைப்பைப் பெறுவதற்கு ஏற்ற வினைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

மேற்கூறியவற்றின் அடிப்படையில் கொலஸ்ட்ரால் (cholesterol) என்னும் சேர்மம் எவ்வாறு தொகுக்கப்படுகிறது என்பது வினைமுறைப்படி முன் பக்கத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

இயற்கையில் கிடைக்கக்கூடிய கினின், கொக்கைன், மார்ஃபீன், ரிசர்ப்பின் போன்ற அல்கலாய்டுகள், எஸ்ட்ரோன், டெஸ்ட்டோஸ்ட்ரோன் கார்ட்டிசோன் போன்ற ஹார்மோன்கள், பென்சிலின் V, குளோரோமைசிட்டின் போன்ற நுண்ணுயிர் எதிர் மருந்துகள், வெனிலின், ஃபினைல்எத்தில் ஆல்கஹால் போன்ற மணப் பொருள்கள், இண்டிகோ போன்ற சாயங்கள் ஆகியவை யாவும் வேதியியல் தொகுப்பு முறைகளால் தயார் செய்யப்பட்டு, அமைப்புகள் உறுதி செய்யப்பட்டவையேயாகும். தொகுப்பு முறையில் தயாரிக்கப்படும் பல கரிமச் சேர்மங்கள் தரம் வாய்ந்தவையாயும், எளிய வகைகளில் தயாரிக்கப்படுபவையாயும் விலை குறைந்தவையாயும் நச்சுத் தன்மை குறைந்தவையாயும் அமைகின்றன.

- பா. குற்றாலிங்கம்

கரிம வேதியியல்

கார்பன் சார்ந்த சேர்மங்களைப் பற்றிய வேதியியல் தொகுப்பு கரிமவேதியியல் (organic chemistry) ஆகும். தனித்துறையாக அண்மைக்காலத்தில்தான் வளர்ச்சி பெற்றது எனினும் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்பிருந்தே கரிமச் சேர்மங்கள் மனிதருக்குப் பயன் பட்டு வந்துள்ளன. எத்தில் ஆல்கஹால் உடல்கூறுகளில் விளைவிக்கும் செயற்பாடுகள் குறித்து விவிலிய நூலில் பழைய ஏற்பாட்டுப் பகுதியில் குறிப்புகள் உள்ளன.

எத்தில் ஆல்கஹால் என்பது திராட்சைச் சாற்றை நுரை ததும்பப் புளிக்க வைப்பதால் கிடைக்கும் கரிமச் சேர்மமமாகும். அவ்வாறு புளிக்க வைத்த காடியில் அசெட்டிக் அமிலம் என்னும் கரிமச் சேர்மமும் அடங்கியுள்ளது. இயற்கையில் கிடைக்கும் இண்டிகோ, அலிசரின் போன்ற சாயங்கள் பழங் காலத்திலேயே எகிப்தியர்களுக்கு அறிமுகமாகி இருந்தன. தற்போது கினின் என்று குறிப்பிடப் படும் அல்க்கலாய்டை அரளி இனச் செடியிலிருந்து தயாரிக்கும் முறையைக் கிரேக்கர்கள் முன்னரே அறிந்திருந்தனர். இதை அருந்தச் செய்துதான் கிரேக்க அறிஞர் சாக்ரட்டீஸ் கொல்லப்பட்டார்.

கரிமச் சேர்மங்கள் தாவரம், விலங்கு முதலிய உயிரின உறுப்புகளிலிருந்து இயற்கை வழிக்கிடைக்கும் என்பது நெடுங்காலத்திற்குப் பின்னரே தெரியலாற்று. அவற்றைப் பிரித்தெடுத்துத் தூய்மையாக்கும் முறை கடந்த இரண்டு அல்லது மூன்று நூற்றாண்டுகளாகத் தான் நடைபெறுகிறது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில்தான் இயற்கையிலிருந்து கரிமச் சேர்மங்களைத் தொழில் முறையில் பெருமளவில் தயாரிக்கும் முறைகள் கண்டுபிடிக்கப் பட்டன. அவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்டவற்றில் குறிப் பிடத் தக்கவை ஆல்கஹால், யூரியா, யூரிக் அமிலம் என்பனவாகும்.

இயற்கையிலிருந்து கிடைக்கும் இத்தகைய பொருள்கள் அனைத்துமே உயிர்த்தன்மையான தாவரம் அல்லது விலங்குகளிடமிருந்து பெறப்பட்டமையால், இத்தகு சேர்மங்களை அவை தயாரித்துச் சேமித்து வைத்திருப்பதற்கு அடிப்படையாக ஏதேனும் உயிர் ஆற்றல் அவற்றில் அமைந்திருக்க வேண்டும் என்னும் கருத்து நிலவி வந்தது. உயிர்த் தன்மை கொண்ட உறுப்பு அல்லது பகுதியிலிருந்து பெறப்பட்டதால் இவை அங்ககப் பொருள்கள் (அங்கக=உறுப்பு) எனக் காரணப்பெயர் பெற்றன. இவற்றின் இயல்புகளைத் தொகுத்துக்கூறிய இயலும் அங்கக வேதியியல் எனப்பட்டது.

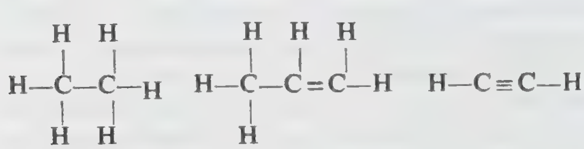
1828இல் வோலர் என்பார் உயிர்த்தன்மை அடிப்படை இல்லாத அம்மோனியம் சயனேட் என்னும் கனிமச் சேர்மத்திலிருந்து யூரியா என்னும் கரிமச் சேர்மத்தைத் தயாரித்த பின்னரும்கூட இந்தக் கருத்தின் குழப்பம் நீங்கப் பல்லாண்டுகளாயின. காலப் போக்கில் உரிய கருத்துத் தெளிவு ஏற்பட்டுத் தற்போதைய நிலையில், கரிம வேதியியல் என்பது கார்பன் சார்ந்த சேர்மங்களின் வேதியியல் என்னும் கருத்து நிலைபெற்றுவிட்டது.

கார்பன் பிற தனிமங்களின்றும் தனித்து நிற்கிறது. கார்பன் அணுக்கள் தங்களுக்குள் நெடுந் தொடராகப் பல முறைகளில் இணைந்து கொள்கின்றன. இத்தனித்தன்மை பிற தனிமங்களுக்கு இல்லாமையால் கார்பன் மட்டும் எண்ணற்ற சேர்மங்களை உருவாக்கும் திறம் கொண்டுள்ளது. மேலும் கார்பனின் இணைதிறன் எந்த நிலையிலும் நான்கு என்பதாக நிலைபெற்றிருக்கிறது என்ற கருத்தைக் கூறலாம். இந்த இரண்டு காரணக்கூறுகளின் அடிப் படையில்தான் அளவற்ற கரிமச் சேர்மங்கள் இன்றைய நிலையில் அறிமுகமாகியுள்ளன. ஒவ்வொன்றிற்கும் தனித்தனியான பெயரமைப்பு, மூலக்கூறு அமைப்பு, மூலக்கூறுகளில் அணுக்களின் திசையமைப்பு முதலியன கரிமச் சேர்மங்களின் சிறப்பியல்புகளாக விளங்குகின்றன.

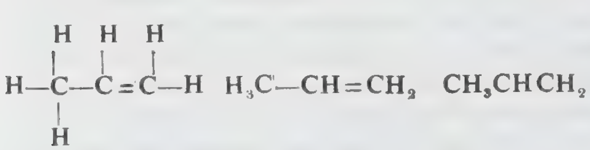
மற்றொரு வகைச் சேர்மங்களான கனிமச் சேர்மங்களுக்கும் இவற்றிற்கும் இடையேயான வேறு

பாடு வேதிப்பிணைப்பு முறைகளில் அமைந்துள்ள வேறுபாட்டால் ஏற்பட்டது ஆகும். அணுக்களின் எலெக்ட்ரான்கள் ஏற்கப்படுவதாலும் வழங்கப்படுவதாலும் நிகழும் பரிமாற்றத்தால் அயனிகள் உருவாகின்றன. அத்தகைய அயனிகளின் பிணைப்பால் உருவானவை கனிமச் சேர்மங்கள் ஆகும். மாறாக, அணுக்களின் எலெக்ட்ரான்கள் பொதுவாக்கப்படும் முறையால் சகபிணைப்பு ஏற்படுவதால் கரிமச் சேர்மங்கள் உருவாகின்றன. கரிமச் சேர்மங்களின் பொது இயல்புகளாகச் சிலவற்றைக் கூறலாம். அவற்றின் உருகுநிலை குறைவாக இருக்கும்; நீரில் பெரும்பாலும் கரைவதில்லை; மின்சாரத்தைக் கடத்துவதில்லை.

வேதித் துறை அறிவியலார் பல ஆண்டுகளாக நெறிமுறைப்படுத்தியதன் விளைவாக, கரிம மூலக்கூறுகளின் அமைப்புகள் விளக்கப்பட்டுள்ளன. சக பிணைப்பில் இரண்டு எலெக்ட்ரான்கள் (ஓர் இணை) பங்கேற்றிருந்தால் ஒற்றைப் பிணைப்புச் சேர்மம் உருவாகும். மூலக்கூறு அமைப்பில் ஒற்றைக் கோடு இதைக் குறிக்கும், நான்கு எலெக்ட்ரான்கள் (இரண்டு இணைகள்) சகபிணைப்பில் பங்கேற்றால் இரட்டைப் பிணைப்புச் சேர்மமும், மூன்று இணைகளான ஆறு எலெக்ட்ரான்கள் பங்கேற்றால் முப்பிணைப்புச் சேர்மம் உருவாகும். இவை இரட்டைக் கோடுகளாலும் முக்கோடுகளாலும் குறிக்கப்படும்.



ஒவ்வொரு முறையும் ஒற்றைக் கோடிட்டுக் காட்டுவதை நீக்கிப் பின்வரும் எளிதான மரபு பின்பற்றப் பட்டது.



இவை அனைத்தும் புரோப்பீன் என்னும் கரிமச் சேர்மத்தின் கட்டமைப்புகளாகும். இறுதியாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள முறையே நடைமுறையில் கையாளப்படுகிறது.

கார்பன் அணுக்களிடையே ஒற்றைப் பிணைப்புகள் மட்டுமே கொண்டுள்ள சேர்மம் நிறைவுற்ற சேர்மம் எனப்படும். இரட்டைப் பிணைப்புகளும் மும்மைப் பிணைப்புகளும் கொண்டவை நிறைவுறாச் சேர்மங்கள் (unsaturated compound) எனப்படும். ஒரே வகையான இயல்புகளைக் கொண்ட சேர்மங்கள் உடனொத்த தொடர்புடைய சேர்மங்கள் அல்லது ஒரு குழுச் சேர்மங்கள் (homologous series) எனப் படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக அல்க்கேன் வகைச் சேர்மங்களைக் குறிப்பிடலாம். ஒரு குழுச் சேர்மத் தொகுப்பிலுள்ள அடுத்தடுத்ததான சேர்ம மூலக் கூறுகள் $-CH_2-$ என்னும் அணுத்தொகுப்புக் கூறால் வேறுபட்டிருக்கும். மெத்தேன், ஈத்தேன், புரோப்பேன் ஆகியன நிறைவுற்ற ஒருகுழுச் சேர்மங்கள் ஆகும்.

CH_4	CH_3CH_3	$CH_3CH_2CH_3$
	(C_2H_6)	(C_3H_8)
மெத்தேன்	ஈத்தேன்	புரோப்பேன்

இதைப்போன்றே இரட்டைப் பிணைப்பு, மும்மைப்பிணைப்பு அமைந்த ஒரு குழுச் சேர்மங்களாகப் பின் வருவனவற்றைக் குறிப்பிடலாம். இவை நிறைவுறாச் சேர்மங்கள். இவற்றிற்கிடையேயான வேறுபாட்டுக் கூறு $-CH_2-$ ஆகும்.

$CH_2=CH_2$	$CH_3\text{-}CH=CH_2$	$CH_3\text{-}CH=CH\text{-}CH_3$
(C_2H_4)	(C_3H_6)	(C_4H_8)
எத்தீன்	புரோப்பீன்	பியூட்டீன்

கரிமச் சேர்மங்களின் வகைபாடு. இதுவரை ஏறத்தாழ, பத்து லட்சத்திற்கும் மேலான கரிமச் சேர்மங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. நாளுக்கு நாள் அவற்றின் எண்ணிக்கை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. அவற்றை வகைப் படுத்தி, உரிய பெயரிடவழி முறை ஒன்றை வகுக்க வேண்டியதேவை ஏற்படுகிறது.

கரிம வேதியியல் ஒரு தனித்துறையாக வளரத் தொடங்கிய காலத்தில் கடைப்பிடிக்கப்பட்ட முறைப்படி, ஒரு குறிப்பிட்ட கரிமச் சேர்மம் இயற்கையில் எந்தப் பொருளிலிருந்து தயாரிக்கப் பட்டதோ அந்த அடிப்படைப் பொருளின் பெயர் அடிப்படையில் அச்சேர்மத்திற்குப் பெயரிடப்பட்டது. இத்தகைய பெயர்கள் இன்றும் நடைமுறையில் உள்ளன. ஆங்கிலம் மட்டுமன்றிக் கிரேக்கம், இலத்தீன் ஆகிய மொழிச் சொற்களும் எழுத்துக் குறியீடுகளும் பெயரிடும் முறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

காட்டாக, சிட்ரிக் அமிலம் எலுமிச்சைச் சாற்றிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டதால் அதற்கு அப்பெயர் இடப்பட்டது (சிட்ரிகா = எலுமிச்சை;) ஃபார்மிக் அமிலம் எறும்பின் உடற்கூறில் அமைந்துள்ளது. (ஃபார்மிகா = எறும்பு). இப்பெயரிடு முறையால் சேர்மங்களின் பொது இயல்புகளோ மூலக்கூறு அமைப்புகளோ வெளிப்படையாகத் தெரிய வாய்ப்பில்லை. எனவே புதிய சேர்மங்கள் தயாரிக்கப் பட்டு அறிமுகமாகும்போது அவற்றைப் பற்றி வெளிப்படையாகப் புரிந்துகொள்வதற்கும், அமைப்புகளைச் சார்ந்த அவற்றின் இயல்புகளை வரையறுப்

பதற்கும் விளக்கமான முறை தேவைப்பட்டது. இதை முறைமைப்படுத்த அனைத்து நாட்டுக்கும் பொதுவாக வேதி வல்லுநர் குழு ஒன்று (International union of Pure and Applied Chemists) நிறுவப்பட்டது. இக்குழு வகைப்படுத்தி வெளியிட்டிருக்கும் வழிமுறைப்படி தான் ஒரு கரிமச் சேர்மத்திற்குப் பெயர் அமையும் என்பதை உலகின் அனைத்து நாடுகளும் ஏற்று நடைமுறைப்படுத்துகின்றன. கார்பன் அணுக்களை நீண்ட சங்கிலித் தொடராகப் பிணைக்க முடியும். அப்பிணைப்புகள் நேர் சங்கிலித் தொடராகவோ, கிளைகளுடன் கூடியவையாகவோ, வளைய அமைப்புக் கொண்டவையாகவோ அமையலாம். கார்பன் அணு பிற வகை அணுக்களுடனும் சகபிணைப்பை ஏற்படுத்திக் கொள்வதால் கரிமச் சங்கிலிகளில் கார்பன் அல்லாத அணுக்களும் இடம்பெற வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. கரிமச் சேர்மங்களுக்கு அடிப்படையான கார்பன் அணுக்களின் தொகுப்பு முறையை ஒட்டியே சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடப்படும்.

நேர்வரிசைக் கரிமச் சேர்மங்கள் என்றும், வளைய வரிசைக் கரிமச் சேர்மங்கள் என்றும் பொதுவாக வகைப்படுத்திக்கொண்டாலும், கார்பன் அல்லாத அணுக்கள் இடம் பெறும்போது அத்தகையவை வளையச் சேர்மங்கள் (heterocyclic compounds) எனப்படுகின்றன. வளையமிலாத அல்லது நீள்தொடர் சேர்மம் (acyclic), கார்போ வளையச் சேர்மம் (carbocyclic), வேற்றணு வளையச் சேர்மம் என மூன்று பிரிவுகளாகக் கரிமச் சேர்மங்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கார்பனும் ஹைட்ரஜனும் மட்டுமே அமைந்திருக்கும் சேர்மங்கள் ஹைட்ரோகார்பன்கள் எனப்படும். இவற்றிலுள்ள ஹைட்ரஜன் அணுக்களைப் பிற அணுக்களால் பதிலீடு செய்ய முடியும். இவ்வாறு பதிலீடு செய்யப்படுவது அணுக்களால் மட்டுமல்லாது அணுத் தொகுதிகளாலும் நிகழலாம். அனைத்திலும் சகபிணைப்புகளே அமைந்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

$$CH_3{-}\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{C}}{-}H$$ அடிப்படைச் சேர்மம்

$$CH_3{-}\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{C}}{-}Cl$$ ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாகக் குளோரின் இணைந்துள்ளது

$$CH_3{-}\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{C}}{-}OH$$ ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இணைந்துள்ளது

$$CH_3{-}\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{C}}{-}NH_2$$ ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக அமினோ தொகுதி இணைந்துள்ளது

ஒரு ஹைட்ரோகார்பன் மூலக்கூறிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் நீக்கப்படுமானால், எஞ்சியிருப்பது தொகுதி இயங்கு உறுப்பு (radical) எனப்படும். காட்டாக, மெத்தேன் CH_4 மூலக்கூறிலிருந்து ஒரு ஹைட்ரஜன் நீக்கப்படுவதால் கிடைப்பது மெத்தில் தொகுதி ஆகும்; இரண்டு ஹைட்ரஜன்கள் நீக்கப்பட்டால் மெத்திலீன் தொகுதி ($-CH_2-$) கிடைக்கும். $-OH, -NH_2$ போன்ற தொகுதிகள் சேர்மங்களின் வினை இயல்புகளைச் சுட்டிக் காட்டும் என்பதால் அவை வினையுறு தொகுதிகள் (functional groups) எனப்படும். இரட்டைப் பிணைப்பு, மும்மைப் பிணைப்புத் தொகுதிகள் கூட வினையுறு தொகுதிகள் என்றே குறிப்பிடப்படும். ஏனெனில், ஒரு குறிப்பிட்ட சேர்மம் அடிப்படைச் சேர்மமான நிறைவுற்ற சேர்மத்திலிருந்து எவ்வாறு வேறுபட்டு இயங்குகிறது என்பதை இவ்வகைப் பிணைப்புகள் புலப்படுத்துகின்றன. பெரும்பாலான சேர்மங்களில் அமைந்திருக்கும் வினையுறு தொகுதிகளாகப் பின்வருவனவற்றைக் குறிக்கலாம்.

வினைத்தொகுதியின் பெயர்	அமைப்பு
ஹாலோ (ஃப்புளூரோ, குளோரோ, புரோமோ, அயோடோ)	$-F, -Cl, -Br -I$
ஹைட்ராக்சில்	$-OH$
ஆல்டிஹைடு	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H$
கீட்டோன்	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-$
கார்பாக்சில்	
கார்பாக்சில்	$-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-OH$
ஈதர்	$-O-$
அமினோ	$-NH_2$
சயனோ	$-C\equiv N$
தயால்	$-SH$
சல்ஃபானிக் அமிலம்	$-SO_3H$

கரிமச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடு முறைகள்

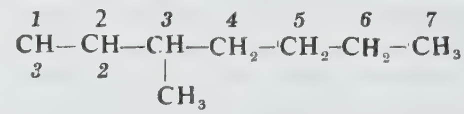
நீள் சங்கிலிச் சேர்மங்கள், கார்போ வளையச் சேர்மங்கள், வேற்றணு வளையச் சேர்மங்கள் ஆகிய வற்றிற்குப் பெயரிடப் பின்வரும் வழிமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன. இவை IUPAC முறைப்படி ஆங்கிலச் சொல்லோசையுடன் அமையும்; தேவைக் கேற்ப, பிறமொழி சார்ந்த முன்னொட்டுகளும் பின் னொட்டுகளும் இணைவதுண்டு.

நீள் சங்கிலி ஹைட்ரோகார்பன்கள் (வளையமிலா ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஒற்றை, இரட்டை, மும்மைப் பிணைப்புகள் இருப்பதைக் காட்டும் வகையில் நீள் சங்கிலி ஹைட்ரோகார்பன்கள் பெயரிடப்படுகின்றன. ஒற்றைப் பிணைப்பு மட்டுமே கொண்டவற்றின் பொதுப்பெயர் அல்க்கேன்கள் அல்லது பாரஃபின்கள்; இரட்டைப் பிணைப்புக் கொண்டவை அல்க்கீன்கள் அல்லது ஒலிஃபீன்கள்; மும்மைப் பிணைப்புள்ளவை அல்க்கைன்கள் அல்லது அசெட்டிலீன்கள் ஆகும்.

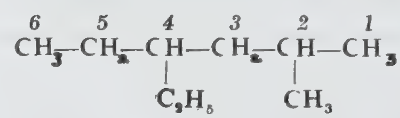
ஒரே சங்கிலித் தொடராக எத்தனைக் கார்பன்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளனவோ அவற்றைச் சார்ந்து அல்க்கேன்கள் பெயரிடப்படுகின்றன. இவ்வரிசைப் பெயர்கள் யாவும் '-ஏன்'' (—ane) என்னும் விகுதி யுடன் முடிவுறும். 1, 2, 3, 4 எண்ணிக்கையிலான கார்பன் அணு கொண்ட நீள் சங்கிலியான அல்க் கேன்கள் மெத்தேன், ஈத்தேன், புரோப்பேன், பியூட்டேன் என நடைமுறை வழக்குப் பெயர்களில் குறிக்கப்படுகின்றன. அவற்றிற்கு மேற்பட்டு 5,6.7... என்னும் எண்ணிக்கையிலான கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட அல்க்கேன்கள் பென்ட்டேன், ஹெக்சேன், ஹெப்ட்டேன்... என '-ஏன்' விகுதி கொண்டும், கார் பன் அணு எண்ணிக்கையைக் கிரேக்க மொழியில் (பென்ட்டா, ஹெக்சா, ஹெப்ட்டா...) சுட்டுவன வாகவும் அமையும்.

அல்க்கேன் மூலக்கூறிலிருந்து ஒரு ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்ட நிலையில் அல்க்கைல் தொகுதி உருவாகி றது. பொதுவாக '-ஏன்' என்னும் விகுதியுடன் முடி வதான அல்க்கேன் அந்த விகுதியை விடுத்து, '-ஐல்' (-yl) என்னும் புது விகுதியை இணைத்துக் கொண்டு அல்க்கைல் தொகுதி என்னும் பெயர் பெறுகிறது. மெத்தில் தொகுதி ($-CH_3$) என்பது மெத்தேன் மூலக் கூறில் ஒரு ஹைட்ரஜன் இழக்கப்பட்ட நிலையில் உருவாவதாகும். அவ்வாறே ஈத்தேன் என்பதிலிருந்து ஈத்தைல் தொகுதி உருவாகிறது.

கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிக்கும் போது நீள் சங்கிலி கிளைப்படுவதும் உண்டு. அத் தகைய சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடுவதும் முறைப்படுத் தப்பட்டுள்ளது. நெடிய நீள் சங்கிலித் தொடர் அடிப்படை அல்க்கேனாகக் கருதப்பட்டு கார்பன் அணுக்களின் வரிசை இடங்கள் எண்ணப்படுகின்றன. சங்கிலியின் ஒரு கடைக் கோடியிலிருந்து மற்றொரு கோடி வரை எண்கள் இடப்படும். எவையேனும் ஹைட்ரஜன்கள் பதிலீடு செய்யப்பட்டிருந்தால் எந்த எந்த எண்ணிக்கை கொண்ட கார்பன் அணுவில் பதி லீட்டுத் தொகுதிகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன என்று சுட்டிக் காட்டப்படும். அவ்வாறு எண்களிடும்போது எண்களின் கூட்டுத்தொகை குறைவாக இருக்குமாறு வரிசைப்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இணைக்கப் பட்டிருக்கும் தொகுதிகள் ஆங்கில எழுத்து வரிசைப் படி அமையவேண்டும்.



3-மெத்தில்-ஹெப்ப்டேன்

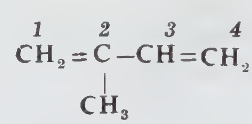


4-எத்தில்-2-மெத்தில்-ஹெக்சேன்

அல்க்கீன்கள். இவை இரட்டைப் பிணைப்புக் கொண்டவையாகும். கார்பன் அணுக்களின் எண் ணிக்கை அளவில் அடிப்படைச் சேர்மமாக அல்க் கேன் எனக் கொண்டு '-ஏன்' விகுதியை நீக்கி அந்த இடத்தில்-'ஈன்' (-ene) விகுதியை இணைத்துக் கொண்டால் அதுவே அல்க்கீன் சேர்மத்தின் பெய ராகும். நீள் சங்கிலித் தொடரில் இரட்டைப் பிணைப்பு அமைந்துள்ள இடம் உரிய எண் கொண்டு குறிக்கப்படும். அவ்வாறு ஒரு கடைக்கோடியிலிருந்து தொடங்கி, குறிக்கப்படும் எண் சிறிய அளவில் இருக்க வேண்டும்.

$$\overset{5}{CH_3}-\overset{4}{CH_2}-\overset{3}{CH}=\overset{2}{CH}-\overset{1}{CH_3}$$

2-பென்ட்டீன்



2-மெத்தில்-1,3-பியூட்டா-டை-ஈன்

இரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகள் இருந்தால் டைஈன் எனவும் அல்க்கீன்கள் பெயர் பெறும். கிரேக்க மரபான மானோ, டை-, ட்ரை-, டெட்ரா- என்னும் முன்னொட்டுகளே அடுக்கு எண்களைச் சுட்டுவனவாக IUPAC முறையில் குறிக்கப்படுகின்றன. அல்க்கீன்கள் நிறைவுறாச் சேர்மங்கள் ஆகும்.

அல்க்கைன்கள். கார்பன் அணுக்களுக்கிடையே மும்மைப் பிணைப்புக் கொண்ட சேர்மங்கள் அல்க் கைன்கள் எனப்படுகின்றன. இவ்வரிசையில் ' முதல்

சேர்மமான அசெட்டிலீன் என்பதைக் கொண்டு இவற்றை அசெட்டிலீன்கள் என்றும் நடைமுறை வழக்கில் கூறுவதுண்டு. வகைப்படுத்தப்பட்ட IUPAC முறையின்படி, அல்க்கேன்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கையின்படி '-ஏன்' என்னும் விகுதியை நீக்கி அந்த இடத்தில் '-ஐன்' என்ற விகுதியைப் பதிலீடு செய்தால் அல்க்கைன்களின் உரிய பெயர்கள் பெறப்படும். இவை நிறைவுறாச் சேர்மங்கள்; மும்மைப் பிணைப்பு அமைந்துள்ள இடம் கார்பன் நீள் சங்கிலித்தொடரில் உரிய எண் கொண்டு குறிக்கப்படும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முப்பிணைப்புகள் இருந்தால் டை-, ட்ரை-, ... எனஅடுக்கு எண்ணப்பட்டு அல்க்கைன்கள் பெயரிடப்படும்

$CH{\equiv}C{-}CH_2{-}CH_3$ 1-பியூட்டைன்

$CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$ 2-பியூட்டைன்

$CH{\equiv}C{-}CH_2{-}C{\equiv}C{-}CH_3$ 1,4-ஹெக்சா-டை-ஐன்

ஹைட்ரோகார்பன் பெறுதிகள்

ஹைட்ரோகார்பன்களில் ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாகப் பிற அணுக்களோ,தொகுதிகளோ இணைக்கப்பட்டால் அவ்வாறு பெறப்பட்டவை பெறுதிகள் (derivatives) எனப்படும். நீள் சங்கிலியான கார்பன் அணுக்களின் எண்ணிக்கை கொண்டு அமைந்ததை அடிப்படைச் சேர்மமாகக் கருதி, இணைந்த தொகுதிகளின் இருப்பிடங்கள் கார்பன் எண்களாகக் குறிக்கப்படும். அவ்வாறான கார்பன் அணுக்கள் எண்ணப்படும்போது ஒப்பிடுகையில் சிறிய அளவாக இருக்க வேண்டும். இணைந்துள்ள வினையுறு தொகுதிகளுக்கேற்பச் சேர்மம் உரிய முன்விகுதி அல்லது பின்விகுதியுடன் பெயர் பெறும்.

ஹாலோஜன் பெறுதிகள். ஹாலோஜன் அணுக்கள் ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக இணைக்கப்படுவதால் இவை உருவாகின்றன. ஃபுளூரோ, குளோரோ, புரோமோ, அயோடோ என முன்விகுதி பெற்று அல்க்கேன் பெறுதிகள் அமைகின்றன.

$CH_3{-}CHCl{-}CH_2{-}CH_3$ 2-குளோரோ-பியூட்டேன்

$CH_3{-}CHBr{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2Br$ 1,4 - டை - புரோமோ- பென்ட்டேன்

ஹைட்ராக்சில் பெறுதிகள். ஹைட்ராக்சில்தொகுதி ஹைட்ரஜனுக்குப் பதிலீடாக இணைக்கப்படுவதால் அமையும் இவ்வகைச் சேர்மங்களுக்கு ஆல்கஹால்கள் என்னும் பொதுப்பெயர் உண்டு. IUPAC முறைப்படி இவை அடிப்படைச் சேர்மமான ஹைட்ரோ-கார்பன்களின் பெயர்களை ஒட்டியே பெயரிடப்படுகின்றன. ஹைட்ரோகார்பனின் பெயரிலுள்ள -'ஏன்' பின் விகுதியை விடுத்து அதற்குப் பதிலாக 'ஆல் (—ol) என்னும் பின்விகுதி இணைக்கப்பட்டால் அதுவே ஹைட்ராக்சில் பெறுதியின் பெயராகிவிடுகிறது. ஹைட்ராக்சில் இணைக்கப்பட்டுள்ள இடம் கடைக்கோடியாக இல்லாதிருந்தால் அது இணைந்துள்ள கார்பனின் வரிசை எண் குறிக்கப்படும்.

CH_4 மெத்தேன் CH_3OH மெத்தனால்

$CH_3{-}CH_3$ எத்தேன் CH_3CH_2OH எத்தனால்

$CH_3{-}CH_2CH_2{-}CH_3$ பியூட்டேன்

$$CH_3CH_2\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle OH}{CH}CH_3$$ 2-பியூட்டனால்

கார்போனைல் பெறுதிகள். வினைத்தொகுதியான $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ என்பது கார்பனைல் தொகுதி எனப்படுகிறது. கார்பன் அணுவின் ஒரு பிணைப்பு ஹைட்ரஜன் அணுவுடனும், மற்றொரு பிணைப்பு ஏதேனும் ஒரு தொகுதியுடனும் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவ்வாறு அமையும் சேர்மம் ஆல்டிஹைடு எனப்படும்.

எ. கா: $H{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}CH_3$ அசெட்டால்டிஹைடு

கார்பன் அணுவின் இரண்டு பிணைப்புகளும் இரண்டு தொகுதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால் அவ்வாறு அமையும் சேர்மம் கீட்டோன் ஆகும்.

எ. கா: $CH_3{-}\overset{O}{\overset{\|}{C}}{-}CH_3$ அசெட்டோன்

நடைமுறை வழக்கில் ஆல்டிஹைடுகளின் பெயர்கள் அவற்றுக்குச் சார்பான கரிம அமிலங்களின் பெயர்களையொட்டி இடப்படுகின்றன. CH_3CHO என்பது அசெட்டிக் அமிலத்தைச் (CH_3COOH) சார்ந்துள்ளது. எனவே அமிலப் பெயரினுள்ள -'இக்' விகுதிக்குப் பதிலாக-ஆல்டிஹைடு என்னும் விகுதி சேர்க்கப்பட்டுவிடுகிறது. ஆகவே CH_3CHO என்பது அசெட்டால்டிஹைடு எனப் பெயர் பெறுகிறது. இந்த நடைமுறை வழக்கு நெடிய கார்பன் வரிசை ஆல்டிஹைடுகளுக்கு ஏற்றதன்று. பொதுமுறையான IUPAC முறைப்படி இது மேலும் எளிதாக்கப்பட்டுள்ளது. நீள் சங்கிலியான கார்பன்அணுக்களின் எண்ணிக்கை அடிப்படையிலான ஹைட்ரோகார்பன் பெயரிலுள்ள '-ஏன்' என்னும் விகுதிக்குப் பதிலாக '-ஆல்' (al) என்னும் விகுதியைச் சேர்த்தால் அமையும் பெயரே குறிப்பிட்ட ஆல்டிஹைடுக்குச் சூட்டப்படுகிறது. சங்கிலித் தொடருக்கு எண்ணிடும்போது -CHO என்பதில் அமைந்துள்ள கார்பன் அணுவுக்கு முதல் வரிசை எண் தரப்படுகிறது.

$$\overset{5}{CH_3}-\overset{4}{\underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH}}-\overset{3}{CH_2}-\overset{2}{CH_2}-\overset{1}{CHO}$$ 4- மெத்தில்-பென்டேனோல்

கீட்டோன்களுக்குப் பெயரிடுவதில் மூன்று வழி முறைகள் பின்பற்றப்படுகின்றன சில கீட்டோன்களே அறிமுகமாகியிருந்த தொடக்க கால முறைப்படி மிகு எண்ணிக்கை இல்லாத கார்பன் அணு கொண்ட கீட்டோன்களுக்கு அவற்றைச் சார்ந்த அமிலங்களின் பெயர்களின் அடிப்படையில் பெயர்கள் சூட்டப் பட்டன; அவை இன்றும் நடைமுறையில் கையாளப் படுகின்றன. அமிலப் பெயரின் '-இக்' விகுதி நீக்கப் பட்டு –'ஓன்' விகுதி சேர்க்கப்படுகிறது. அசெட்டிக் அமிலத்தை வெப்பச் சிதைவுக்குட்படுத்தினால், இரண்டு மூலக்கூறுகள் வினைப்பட்டு CH_3-COCH_3 என்னும் கீட்டோனைத் தரும். எனவே இதற்கு அசெட்டோன் என்னும் பெயர் '.ஓன்' என்னும் விகுதியுடன் அமைகிறது. இவ்வகைக் கீட்டோன் களில் கார்போனைல் தொகுதியின் கார்பன் அணு வுடன் ஒரே வகை அல்க்கைல் தொகுதிகள் இரண்டு இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அவ்வாறு இணைக்கப்படாமல் வெவ்வேறான அல்க்கைல் தொகுதிகள் கார்போனைல் கார்பன் அணு வுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தால், அல்க்கைல் தொகுதி களின் பெயர்கள் குறிப்பிடப்பட்டுக் கீட்டோன் என்னும் விகுதி பெயருடன் அமையும்.

$$CH_3-CO-CH_2-CH_3$$

எத்தில்-மெத்தில் -கீட்டோன்

IUPAC முறைப்படி அடிப்படை ஹைட்ரோ கார்பன்களைச் சார்ந்தே கீட்டோன்களுக்குப் பெயர் கள் இடப்படுகின்றன. கார்போனைல் தொகுதியின் கார்பன் அணு எந்த இடத்தில் அமைந்துள்ளது என்பது எண்ணிட்டுச் சுட்டப்படுகிறது. அடிப்படை ஹைட்ரோகார்பனின் பெயரில் 'ஏன்' விகுதிக்குப் பதிலாக '-ஓன்' (-one) விகுதி இணைக்கப்பட்டு, கார்போனைல் கார்பன் இருக்குமிடத்தை எண் ணிட்டுச் சுட்டுவதே தற்போது அனைவராலும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட பொதுமுறையாகும்.

$$CH_3-CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-CH_2-CH_2-CH_3$$ 3-ஹெக்சேனோன்

கார்பாக்சில் தொகுதிச் சேர்மங்கள். கார்பாக்சில் தொகுதியை வினைத்தொகுதியாகக் கொண்டிருக்கும் சேர்மங்கள் கரிம அமிலங்களாகச் செயற்படுகின்றன. தொடக்ககாலத்தில் இயற்கைப் பொருள்களிலிருந்து இந்த அமிலங்கள் தயாரிக்கப்பட்டமையால் அந்த அடிப்படையில் அவற்றுக்குப் பெயர்கள் இடப் பட்டன. காட்டாக, சிட்ரிக் அமிலம் என்பதைக் கூறலாம். அதற்கு அடுத்த நிலையாக, அனைத்துக் கரிம அமிலங்களும் அசெட்டிக் அமிலத்தின் பெறுதி களாகவே கருதப்பட்டுப் பெயர்களிடப்பட்டன.

$$CH_3-CH_2-\underset{\substack{|\\ CH_2-CH_3}}{CH}-COOH$$ டை எத்தில்-அசெட்டிக் அமிலம்

கார்பன் சங்கிலிக் கோவை நெடிதானதும், கிளை யிட்ட கார்பன் அணுக்கள் கிரேக்க அகர வரிசைப்படி குறிப்பிடப்பட்டன.

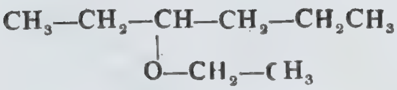
$$CH_3-\overset{\beta}{\underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH}}-\overset{\alpha}{\underset{\substack{|\\ CH_3}}{CH}}-COOH$$ α, β -டைமெத்தில்-பியூட்டிரிக் அமிலம்

கார்பாக்சில் தொகுதியான 'COOH' என்பதிலுள்ள கார்பன் கணக்கிடப்படாமல், அதற்கு அடுத்ததான கார்பன் அணுவிலிருந்து கிரேக்க அகர வரிசை தொடங்குகிறது. சங்கிலிக் கோவை மிகவும் நெடி தானால் இந்த வழிமுறையும் சிக்கலாகும். எனவே IUPAC முறைதான் அமிலங்களுக்குப் பெயரிடுவதற்கு எளிதில் வழி செய்துள்ளது. அடிப் படை ஹைட்ரோகார்பனின் பெயரிலுள்ள '-ஏன்' விகுதி நீக்கப்பட்டு அந்த இடத்தில் '-ஓயிக்' (-oic) என்ற விகுதி சேர்க்கப்பட்டுக் கரிம அமிலங்கள் பெயரிடப்படுகின்றன. இம்முறையில் கார்பாக்சில் தொகுதியிலுள்ள கார்பனும் வரிசை எண்ணப்பட்டு அதுவே முதல் எண்ணாகவும் அமைகிறது. ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கார்பாக்சில் தொகுதிகள் ஓர் அமில எண்ணாகவும் அமையும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கார்பாக்சில் தொகுதிகள் ஓர் அமில மூலக்கூறில் இருந்தால் டை-ட்ரை ஆகிய முன்னொட்டுகள் சேர்க்கப்படுகின்றன.

$$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\substack{|\\ OH}}{CH}-CH_2-COOH$$

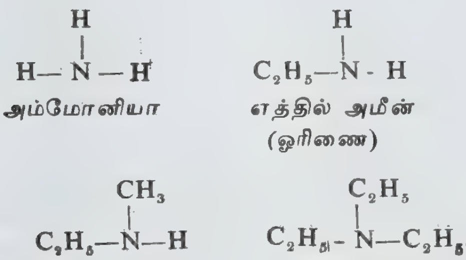
3-ஹைட்ராக்சி-ஹெக்சனோயிக் அமிலம்

ஈதர்கள். இவ்வகைச் சேர்மத்தின் ஆக்சிஜன் அணுவின் இரு பிணைப்புகளுடனும் இரண்டு அல்க் கைல் தொகுதிகள் இணைந்தவையாகக் குறிப்பிடப் படுகின்றன. காட்டாக, $CH_3-CH_2-O-CH_3$ என்பது எத்தில் மெத்தில் ஈதர் எனப்படுகிறது. ஆனால் IUPAC முறையில் இவை அல்க்காக்சி பெறுதிகளாகக் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அல்க்கைல் தொகுதியும் ஆக்சிஜனும் இணைந்தது அல்க்காக்சி தொகுதியாகும்.



3-எத்தாக்சி-ஹெக்சேன்

அமீன்கள். அம்மோனியாவைச் சார்ந்த அல்க்கைல் பெறுதிகள் அமீன்கள் எனப்படுகின்றன. ஒரு நைட்ரஜன் பதிலீடு செய்யப்பட்டு அல்க்கைல் தொகுதி ஒன்று இணைக்கப்பட்டால் அது ஓரிணைய அமீன் எனப்படுகிறது. இதைப் போலவே, இரண்டு ஹைட்ரஜன்கள் இரண்டு அல்க்கைல் தொகுதிகளால் பதிலீடு செய்யப்பட்டிருந்தால் அது ஈரிணைய அமீன்; மூன்று ஹைட்ரஜன்களும் பதிலீடு செய்யப்பட்டிருந்தால் அது மூவிணைய அமீன்,



அம்மோனியா; எத்தில் அமீன் (ஓரிணை); எத்தில் மெத்தில் அமீன் (ஈரிணை); ட்ரை-எத்தில் அமீன் (மூவிணை)

தயால்கள். '—SH' என்ற தொகுதி தயால் (thiol) எனப்படுகிறது. அல்க்கைல் தொகுதியுடன் இணைக்கப்பட்டு இது சங்கிலிக் கோவையின் முடிவில் இருக்கும். கரியின் அடிப்படையிலான ஹைட்ரோ கார்பன் பெயருடன் தயால் என்ற விகுதி சேர்க்கப் பட்டு இவ்வகைச் சேர்மங்கள் பெயரிடப்படுகின்றன.

$CH_3 CH_2 SH$ எத்தேன்-தயால்

$CH_3 CH_2 CH_2 CH_2 SH$ பியூட்டேன்-தயால்

நடைமுறை வழக்கில் தயால் என்பதற்குப் பதிலாக அல்க்கைல் மெர்க்காப்ட்டன் என்றும் பெயரிடப் படுவதுண்டு. காட்டாக, எத்தில் மெர்க்காப்ட்டன், பியூட்டைல் மெர்க்காப்ட்டன் என மேற்கூறிய சேர் மங்களைக் குறிப்பிடலாம். IUPAC முறையிலும் இவை தயால்கள் என்றே குறிப்பிடப்படுகின்றன.

சல்ஃபானிக் அமிலங்கள். '$-SO_3H$' என்பது அமிலத் தன்மை பொருந்திய தொகுதியாகும். இது இணைந்த சேர்மங்கள் அடிப்படை ஹைட்ரோகார் பன்களின் பெயர்களைச் சார்ந்து குறிப்பிடப்படு கின்றன. காட்டாக, CH_3-SO_3H என்பது மெதேன் சல்ஃபானிக் அமிலம் ஆகும்.

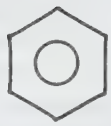
கார்போ-வளையச் சேர்மங்கள்

கார்பன் அணுக்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப் பட்ட நிலையில் வளைய வடிவமைப்புக் கொண்டவை கார்போ வளையச் சேர்மங்கள் (carbocyclic compounds) எனப்படுகின்றன. அமைப்பு முறை அடிப் படையில் இவை இரண்டு உட்பிரிவுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள் அலிவளையச் சேர்மங்கள் என்ற இவையிரண்டும் வேதிப் பண்புகளால் வேறுபட்டிருக்கின்றன.

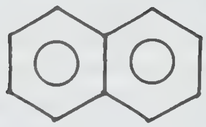
அரோமாட்டிக் சேர்மங்கள். சேர்மங்களின் மூலக் கூறு அமைப்புகளில் ஒற்றைப் பிணைப்புகளும் இரட் டைப் பிணைப்புகளும் அடுத்தடுத்து இடம் பெற்றி ருக்கும். இச்சேர்மங்கள் தொடக்க காலத்தில் இயற்கையில் கிடைத்த மணப் பொருள்களிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்டன; இச்சேர்மங்களில் பெரும்பா லானவை மணப் பொருந்தியவையாக இருந்தன. அரோமா (aroma) என்னும் கிரேக்கச் சொல்லுக்கு மணம் என்னும் பொருள் என்பதால் காரணப் பெய ராக இது அமைந்தது. இவ்வகைச் சேர்மங்களுக்குக் கற்பூரம், சாம்பிராணி முதலியவற்றை எடுத்துக் காட்டுகளாகக் கூறலாம்.

தொடக்கத்தில் அறிமுகமான அரோமாட்டிக் சேர்மங்களின் பெயர்கள் அவை தயாரிக்கப்படக் காரணமாக இருந்த மூலப்பொருள்களைச் சார்ந்து நடைமுறை வழக்குப் பெயர்களாக அமைந்தன. எளி மையும் வசதியும் கருதி அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக்கூறு வாய்பாடுகள் கரி என்றும் நைட் ரஜன் என்றும் தனித்தனியாகக் குறிப்பிடப்படாமல் பொதுப்படை அறுகோண வடிவமைப்புகளாகக் குறிப் பிடப்படுகின்றன. அரோமாட்டிக் சேர்மங்களின் அடிப் படைக்கூறான பென்சீன் ஆறு கரியணுக்களையும் ஆறு ஹைட்ரஜன்களையும் கொண்டிருக்கிறது. C_6H_6 என்ற மூலக்கூறு வாய்பாடு கொண்ட பென்சீன் அறுகோண வடிவமைப்பால் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஒவ் வொரு கோண முனையும் ஒரு கார்பனையும் ஹைட் ரஜனையும் குறிக்கும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பென் சீன் வடிவுகள் பிணைந்தவையாக நாஃப்த்தலீன், ஆந்தரசீன், ஃபீனாந்த்ரீன் மூலக்கூறுகளைக் குறிப் பிடலாம்.

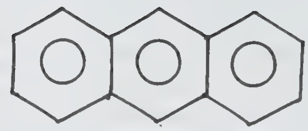
நீள் சங்கிலிச் சேர்மங்களைப் போலவே கார் போ-வளைக் கார்பன்களுக்கு முறைப்படியாக வரிசை எண்கள் தரப்படுகின்றன. நீள்சங்கிலி ஹைட்ரோ கார்பனைப் போலவே, அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோ கார்பன் மூலக்கூறிலிருந்து ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஹைட்ரஜன்கள் நீக்கப்பட்டால் உரிய தொகுதிகள் கிடைக்கின்றன. பென்சீனிலிருந்து ஒரு ஹைட்ரஜனை நீக்கிவிட்டால் $C_6H_5—$ என்ற தொகுதி கிடைக்கும்; அது ஃபினைல் தொகுதி எனப் படும். இதே போன்று நாப்தலீன் விளைவிப்பது நாஃப்தைல் தொகுதியாகும். ஆனால் நாஃப்தலி னிலிருந்து எந்தக் கார்பனைச் சேர்ந்த ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டியது அவசியமாகிறது. ஏனெனில் சமச்சீரான பென்சீனைப் போலல்லாது நாஃப்தலினில் கார்பன்



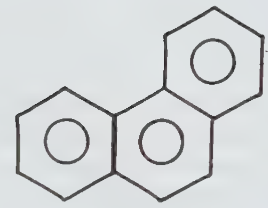
பென்சீன்



நாப்தலீன்



ஆந்த்ரசீன்



பினாந்தரீன்

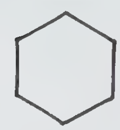
வரிசையில் வேறுபாடு அமைந்திருக்கிறது. இந்த அடிப்படையில் முதல் இடத்து ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்டிருந்தால் 1-நாப்த்தைல் என்றும், இரண்டாம் இடத்திலான ஹைட்ரஜன் நீக்கப்பட்டிருந்தால் 2-நாப்த்தைல் என்றும் தொகுதிகள் பெயர் பெறுகின்றன. கிரேக்க எழுத்து வரிசை முறைப்படியும் இவை பெயரிடப்படுவதுண்டு. மேலே கூறப்பட்டவை முறையே α-நாப்த்தைல், β-நாப்த்தைல் எனவும் சுட்டப்படும். இவை வெவ்வேறான செயற்பாடுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன.

அரோமாட்டிக் சேர்மங்களில் வினைத்தொகுதிகள் இணைக்கப்பட்டிருக்குமானால் அத்தொகுதிகள் சார்ந்த ஹைட்ரோகார்பன்களாகப் பெயரிடப்படும். காட்டாக குளோரோபென்சீன், நைட்ரோநாப்தலீன் என்பன குளோரின் இணைந்த பென்சீன், நைட்ரோ-தொகுதி இணைந்த நாப்த்தலீன் ஆகியவற்றைக் குறிக்கும். ஹைட்ராக்சில் தொகுதி இணைந்தவை ஃபீனால், நாஃப்தால் எனக் குறிப்பிடப்படுகின்றன.

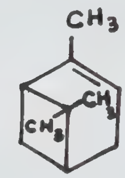
அலிவளையச் சேர்மங்கள்

நீள் சங்கிலிச் சேர்மங்களைப்போல் அலிஃபாட்டிக் இயல்பு கொண்ட இச்சேர்மங்கள் அரோமாட்டிக் சேர்மங்களைப் போல் வளைய வடிவ அமைப்புக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒற்றை வளையம், இருவளையம், மூவளையம் மட்டுமல்லாமல் பல் வளைய அமைப்புக் கொண்ட சேர்மங்கள் இப்பிரிவில் அடங்கும். வளைய ஹெக்சேன் என்ற அலிவளையச் சேர்மத்தில் ஆறு கார்பன்கள் ஒற்றைப் பிணைப்புகளால் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. டெர்ப்பீன், ஸ்ட்டீராய்டு போன்ற அலிவளையச் சேர்மங்கள் சிக்கலான அமைப்புகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. இம்மூலக்கூறுகளில் ஆங்காங்கே ஓரிரண்டு இரட்டைப் பிணைப்புகள் அமைய நேர்ந்தாலும் அவற்றுக்கு அரோமாட்டிக் இயல்பு இருப்பதில்லை. அலிவளையச் சேர்மங்களின் எடுத்துக்காட்டுகளாக வளையஹெக்சேன்,α-பைனின் ஆகியவற்றைக் கூறலாம். அடுத்துவரும் வடிவமைப்புகளில் ஒவ்வொரு கோண முனையும் ஒரு கார்பன் அணு இரண்டு ஹைட்ரஜன்கள் என்ற தொகுப்பைக் (—CH_2—) குறிக்கும்.

அலிவளையச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடுவதில் இடர்ப்பாடு நேர்கிறது. ஒற்றை வளைய மூலக்கூறுகள் அல்க்கேன பெயர்களின் அடிப்படை



சைக்ளோஹெக்சேன்



α-பைனீன்

யில் வளைய என்ற முன்னொட்டு இணைக்கப்பட்டுப் பெயரிடப்படுகின்றன. இந்த அடிப்படையில் ஹெக்சேன் என்ற ஆறு கார்பன் கொண்ட அல்க்கேனின் பெயருடன் வளைய என்பது இணைக்கப்பட்டு வளையஹெக்சன் என ஆறு கார்பன் வளையச் சேர்மம் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. சில சேர்மங்களின் பெயர்கள் அவை கிடைக்கப்பெறும் மூலப்பெயர்களை ஒட்டி அமைகின்றன. —CH_2— என்ற மெத்திலீன் தொகுதிகளின் இணைப்பாக அலிவளையச் சேர்மங்கள் இருப்பதால் அவற்றுக்குப் பாலிமெத்திலீன்கள் என்ற பெயரும் உண்டு.

வேற்றணு வளையச் சேர்மங்கள்

கார்போ வளையச் சேர்மங்களில் இணைதிறன் கட்டுப்பாடு மீறப்படாத வகையில் பிற தனிமங்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. காட்டாக, பென்சீன் மூலக்கூறில் —CH = என்ற பகுதியை —N= என்பதாக நைட்ரஜன் பதிலீடு செய்யலாம். வளைய பென்ட்டேனில் —CH_2— என்பதற்குப் பதிலாக —S— —O— அல்லது அல்லது —NH— இடம் பெறலாம்.

இவ்வாறான வேற்றணு வளையச் சேர்மங்கள் நடைமுறை வழக்குப் பெயர்களாலேயே குறிப்பிடப்படுகின்றன. அச்சேர்மங்கள் எவற்றிலிருந்து பெறப்படுகின்றன என்ற அடிப்படையில் அவற்றுக்கான பெயர்கள் சூட்டப்படுகின்றன. அவற்றின் மூலக்கூறுகளுக்குப் பெயரிடுவதிலும் வடிவமைப்புத் தருவதிலும் சீரான முறை கையாளப்படுகிறது. இம்முறையில் அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களின் பெயர்கள் எடுத்தாளப்படுகின்றன. ஆக்சிஜன் அணு வளைய இணைப்பில் இருந்தால் ஆக்சா-என்ற முன்னொட்டுப் பெயர் இருக்கும்; சல்ஃபர் இருந்தால் தயா என்ற முன்னொட்டும் நைட்ரஜன் இருந்தால் அசோ-என்ற முன்னொட்டும் இருக்கும்.

சேர்மம்	நடைமுறை வழக்குப் பெயர்	சீர்முறைப்பெயர் (IUPAC)
C_9H_7N ...	கியூனோலின்	1-அசோ-நாப்த் தலீன்
C_9H_7N ...	ஐசோ-கியூனோலின்	2-அசோ-நாப்த் தலீன்

ஒரே மூலக்கூறில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வேற்றணுக்கள் இருக்குமானால் முன்னுரிமை ஆக்சிஜனுக்கும், அதற்கடுத்த இடம் கந்தகத்துக்கும் மூன்றாம் இடம் நைட்ரஜனுக்கும் என்ற வரிசையில் அமையும். வேற்றணுக்கள் என்ற வகையில் O, S, N ஆகியனவே பெரிதும் இடம் பெறுகின்றன. நிறைவுறா ஹைட்ரோ கார்பன்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு இம்மூலக் கூறுகளின் பெயர்கள் அமையும். இந்த முறையைச் சார்ந்து, இரட்டைப்பிணைப்பு ஒற்றைப்பிணைப்பாக மாறுமானால் அதற்குக் காரணமான ஹைட்ரஜன் களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்றவாறு டைஹைட்ரோ, டெட்ராஹைட்ரோ என்ற முன்னொட்டுப் பெயர்கள் இணையும்.

வேற்றணுக்களுக்கு வரிசை எண்ணிடுவதில் சீர்மையைக் கையாள முடியவில்லை. ஒற்றை வளையச் சேர்மத்தில் ஒரே ஒரு வேற்றணு அமைந் திருக்குமானால் அதன் இருப்பிட எண் 1 எனக் குறிப்பிடப்பட்டு, பின்னர் கார்பனின் இருப்பிட எண்கள் வரிசைப்படுத்தப்படும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வேற்றணுக்கள் அமைந்திருந்தால் முன்னர்க் கூறப் பட்டது போன்று ஆக்சிஜன், கந்தகம், நைட்ரஜன் என்ற வரிசையில் முன்னுரிமை வழங்கப்படுகிறது.

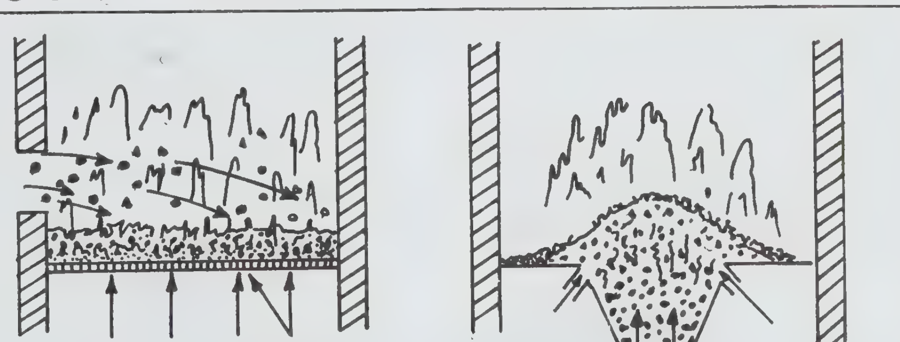
ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வேற்றணு வளையங்கள் அமையுமானால் இந்தச் சீர்மை குலைகிறது. அந் நிலையில் சேர்மங்களுக்கு ஏற்ப ஹைட்ரோகார்பன் களின் வடிவமைப்பின் பின்னணியில் ஒப்பீட்டு முறை பின்பற்றப்பட்டு வரிசை எண்கள் இடப்படுகின்றன.

1828-ஆம்ஆண்டில் தான் கரிம வேதியியல் அறி முகமானது. ஆனால் 1880ஆம் ஆண்டிற்குள்ளாகவே பன்னிரண்டாயிரம் கரிமச் சேர்மங்கள் தயாரிக்கப் பட்டு விட்டன. 1910 இல் இந்த எண்ணிக்கை ஒரு இலட்சத்து ஐம்பதினாயிரமாக உயர்ந்தது. 1940 இல் அது ஐந்து இலட்சமாக உயர்ந்து, 1960 இல் ஏழு இலட்சம் என மிகுவேக வளர்ச்சி பெற்றது. ஆராய்ச்சி முறைகள் செழித்திருக்கும் இந்நாளில் ஒவ்வோர் ஆண்டும் ஏறத்தாழ முப்பதாயிரம் புதிய கரிமச் சேர்மங்கள் செயற்கை முறையில் உருவாக்கப் படுகின்றன.

- ருத்ர. துளசிதாஸ்

கரியூட்டி

எரி அடுப்பிற்கு நிலக்கரி வகைகள் எரிபொருளாகப் பயன்படுகின்றன. சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்திலிருந்து அத்தகைய திண்ம எரிபொருள்களை எரி அடுப்பிற்கு நேரடியாக எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். அதற்குத் தகுந்த நகர் கடத்திகள் (conveyors) உள்ளன. உலையின் கட்டுமானத்திற்கு அருகில் கொண்டு வந்த பிறகு எரிபொருளை வகைப் படுத்தித் தேர்ந்தெடுத்து எரி அடுப்பிற்கு உள்ளீடு செய்வதற்கான எந்திர அமைப்பே கரியூட்டி (stoker) ஆகும். எரிபொருளை இரும்புச்சட்டி மூலம் எடுத்து எரி அடுப்பில் போடலாம். எவ்வித இடையூறும் இல்லாமல் எரிபொருளைத் தொடர்ந்து செலுத்துவ தற்கு ஒரு தானியங்கு எந்திர அமைப்பே சிறந்தது. இவ்வமைப்புகள் சிறந்த முறையில் திட்டமிடப்பட்டு



மேற்புறச் செலுத்தம்

கீழிருந்து மேல் நோக்கிய செலுத்தம்

படம் 1

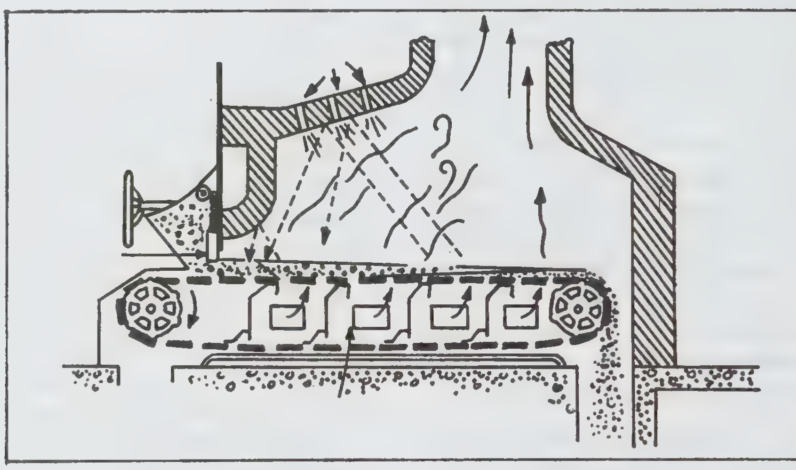
வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செலுத்துபவை (over feed), கீழிருந்து மேல் நோக்கிச் செலுத்துபவை (under feed) என இரு வகையான ஊட்டிகள் வழக்கில் உள்ளன.

இவை படம் 1 இல் விளக்கப்பட்டுள்ளன. இவை தவிரப் பரவு வகைக் (spreader) கரியூட்டிகளும் உள்ளன. மேலும் நிலக்கரியை அடுப்பிற்குள் கிடை மட்டமாகவும் சாய்வாகவும் செலுத்தி நிரப்பலாம். அவ்வாறு எரிபொருள் உள்ளே செல்லும்போது ஏதேனும் ஒரு நகர் உந்து (ram feed) அல்லது திருகு செலுத்தி (screw feed) பயன்படுத்தப்படும். ஆயினும் சிறந்த முறையில் இயக்கத்தில் உள்ளது பரவு வகைக் கரியூட்டியே (spreader stoker) ஆகும்.

சங்கிலி ஓட்டுக் கரியூட்டி. ஒரு சங்கிலிச் சுற்றுத் தளம் எரிபொருளைப் பெய்கலம் (hopper) வழியாகப் பெறுகிறது. அவ்வாறு பெறப்பட்ட எரிபொருள் உலையினுள் எரி அடுப்பு முழுதும் பினூடே காற்றுச் சுழல் ஏற்படும் வகையான அமைப்பும் உள்ளது. ஆகவே பரவு வகைக் கரியூட்டியில் பெய் கலம், கொடுக்கும் அமைப்பு (distributors), அடுப்புத் தளம் (grate) என்னும் மூன்று அமைப்புகள் உள்ளன.

முதலில் பெய் கலவையில் எரிபொருள் நிரப்பப் படுகிறது. குடுவையின் அடியில் ஊட்டும் அமைப்பு உள்ளது. பிறகு அளவிடப்பட்ட எரிபொருள் சுற்றி வரும் அமைப்பில் விழுகிறது. இந்த அமைப்பில் எரிபொருள் அடுப்பினுள் பரவி எரிகிறது. எரிபொருள் அளவும், அளவிற்குத் தகுந்த பங்கீடும் இத்தகைய கரியூட்டிகளில் குறிப்பிடத்தக்கவை. பெரிய அளவில் நிறுவப்பட்டிருக்கும் கரியூட்டிகளில் சாம்பலைத் தொடர்ந்து அகற்றித் தூய்மை செய்யும் புகைக்கரி ஊதி (soot blower) உள்ளது.

பரவு வகைக் கரியூட்டிகள் கொதிகலனில் வேறுபடும் எதிர்பார்ப்புகளுக்கு ஏற்றவாறு விரைவாக



படம் 2. சங்கிலி ஓட்டுக்கரியூட்டி

பரவும் வகையில் சங்கிலி ஓட்டு அமைப்புப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சங்கிலியின் தளம் நகரும் போது அடுப்பின் பரப்பு முழுதும் எரிபொருள் பரப்பப்படுகிறது.

உந்து வகை எரியூட்டியில், முன்னும் பின்னும் நகரும் உந்து பலவகைக் குடுவையிலிருந்து கீழே விழும் எரிபொருளைச் சிறிது சிறிதாகத் தள்ளி அடுப்பிற்குள் செலுத்துகிறது. சங்கிலி ஓட்டு அமைப்பில் மட்டும் அடுப்பின் தளமே நகரும்.

பரவு வகைக் கரியூட்டி. இதில் எரிபொருள் அடுப்பின் தளப்பரப்பில் தூவப்படுகிறது. அவ்வாறு தூவப்படும் எரிபொருள் சமமாகவும், எடை குறைவாகவும் ஒரு வகையான தள விரிப்புப் போன்று அடுப்பில் பரவுகிறது. எரிபொருளின் தள விரிப் ஏற்றுக் கொண்டு எரிபொருளைச் செலுத்தும். இதற்குத் தேவைப்படும் மின் ஆற்றலும் மிகக் குறைவேயாகும். பலவகை நன்மைகள் இருப்பினும், ஒரே வகை அளவு எரிபொருளை எரிப்பது, தூசுகளைத் திரட்டி அகற்றுவது, குறைந்த எதிர்பார்ப்புச்சுமை ஆகியவற்றில் இத்தகைய கரியூட்டிகள் சிறுசிறு சிக்கலைக் கொண்டுள்ளன. மின்னாற்றல் இல்லாதபோது மனித ஆற்றலால் 50% அளவிற்கு மேல் தேவைக்கு ஏற்ப இந்தக் கரியூட்டியால் எரிபொருளை உட்செலுத்தலாம். கீழிருந்து மேல் நோக்கிச் செலுத்தும் கரியூட்டிகளில் புதிய எரிபொருள் முதலில் பெய் கலத்தில் திரட்டப்பட்டுப் பிறகு அடுப்பின் கீழ்ப் பகுதிக்குக் கொண்டு செல்லப்படுகிறது. இம்முறை பெரும்பாலும் திருகு கடத்தியின் (screw conveyor) மூலம் கையாளப்படுகிறது.

- கே.ஆர். கோவிந்தன்

சில பாலூட்டிகளின் இனப்பெருக்கம், கருவளர்கால அட்டவணை

எண்	இனம்	பாலின முதிர்ச்சிக் காலம்	கலவி இச்சைச்சுழல் மறுதரவு	கிளர்ச்சியுறும் காலம்	சினையுறுங் காலம்	உச்சநிலைக் கருவளர் காலம்	கருக் காலம் (நாள் களில்)	கருப்பை யில் விந்து வாழும் காலம்
1.	பசு	2-2½ ஆண்டு	பலமுறைக் கலவி இச்சை மறுதரவு 21 நாள்	8-24 மணி சராசரி 19 மணி நேரம்	கிளர்ச்சிநிலைக் குப்பின் 14 மணி நேரம்	கிளர்ச்சிநிலை நேரத்தின்பின் 8 மணிநேரம்	282	20 மணி
2.	குதிரை	2 ஆண்டு	பருவகாலக்கலவி இச்சை 21 நாள்	3-40 நாள் சராசரி 7 நாள்	கிளர்ச்சிநிலைக்கு முன் 24 மணி நேரம்	கிளர்ச்சிநிலைக்கு ஈற்றயல் நாள்	336	2-3 நாள்
3.	செம்மறி ஆடு	6-12 மாதம்	—	36 மணி	கிளர்ச்சிநிலை பின் பகுதி	கிளர்ச்சிநிலை இரண்டாம் பகுதி	150	22-42 நாள்
4.	பன்றி	5 மாதம்	பலமுறைக் கலவி இச்சை	2-3 நாள்	கிளர்ச்சிநிலை தொடங்கி 36 மணி-12 மணி நேரம் நீடிக்கும்	கிளர்ச்சிநிலை தொடங்கி 12-36 மணி	120	24 மணி
5.	நாய்	9-12 மாதம்	பருவகாலக் கலவி இச்சை	8 நாள்	கிளர்ச்சிநிலை தொடங்கியபிறகு 1-3 நாள்	கிளர்ச்சிநிலை தொடங்கிய பிறகு 3 நாள்	62	4 நாள்
6.	எருமை	2½ ஆண்டு	பலமுறைக் கலவி இச்சை மறுதரவு 21 நாள்	8-72 மணி சராசரி 32 மணி	கிளர்ச்சிநிலை முடிய 10-20 மணி	கிளர்ச்சிநிலை இறுதி 8 மணி	307	24 மணிக்குள்
7.	வெள்ளாடு	4-8 மாதம்	பலமுறைக்கலவி இச்சை மறுதரவு 18-27 நாள்	1-2 நாள்	—	—	150	—
8.	ஒட்டகம்	3-4 ஆண்டு	பலமுறைக்கலவி இச்சை மறுதரவு 10-20 நாள்	1-7 நாள்	—	—	406	—

கருக்காலம் (கால்நடை)

பாலூட்டிகளின் கருப்பையில் சினையும் விந்தணுவும் கலந்து கருவுறல் நடந்து கரு வளர்ந்து சிசுவாகவோ, குட்டியாகவோ பிறக்கும் வரை உள்ள காலமே கருக்காலம் (gestation period) எனப்படும். பொதுவாகச் சிறு விலங்குகளைவிடப் பெரிய விலங்குகளின் கருக்காலம் நீண்டுள்ளது. விலங்குகளில் யானையின் கருக்காலமே (635 நாள்) மிக நீண்டதாக அறியப்பட்டுள்ளது. மனித இனத்தின் கருக்காலம் ஏறத்தாழ 280 நாள்கள் ஆகும்.

பாலூட்டிகளைத்தவிர வேறு சில விலங்கினங்களில் (சில மீன் வகைகள், சுறா, கண்ணாடி விரியன் பாம்பு போன்றவை) கருப்பையிலிருந்து முட்டை வெளிவராமல் உள்ளேயே முதிர்ந்து கரு வளர்ந்து குட்டியாக வெளி வருவதைக் (ovoviviparous) காணலாம். ஒரு சில பாலூட்டிகளின் பாலின முதிர்ச்சிக் காலம், கலவி இச்சைக் காலம், கிளர்ச்சியுறுங்காலம், சினையுறுங்காலம், கருவளர்காலம், கருக்காலம் ஆகியவை அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. (பக்கம் 661)

- பா. நாச்சி ஆதித்தன்

நூலோதி. Nelsen, O.E- *Comparative Embryology Vertebrates.* McGraw Hill Book Co. Inc New York

கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகள்

உயிரினங்கள் பலவகைப்பட்ட செல்களால் உண்டாக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தச் செல்கள் அனைத்தும் கருத்தரிக்கப்பட்ட அண்டத்திலிருந்து பிளவிப்பெருகல் (cleavage) மூலமாகக் கிடைப்பவை. இவ்வாறு பெருகும் அரும்பு செல்களே, உள்ளே குழியுடைய கருக்கோளம் (blastula) ஆகின்றன. கருக்கோளம் பல மாறுதல்களும் வளர்ச்சியும் அடைந்து பல் வேறு உறுப்புகளையும் உண்டாக்குகின்றது. கருவுற்ற அண்டத்தின் உறுப்புகளை உண்டாக்கும் மூலப் பொருள்கள் பிளவிப் பெருகுதலின்போது ஒழுங்காகப் பிரிக்கப்பட்டு வேவ்வேறு கருக்கோளச் செல்களுக்கு வழங்கப்படுகின்றன. இத்தகைய கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளைப் பெரும்பாலும் இயல்பாகக் காண முடியாது.

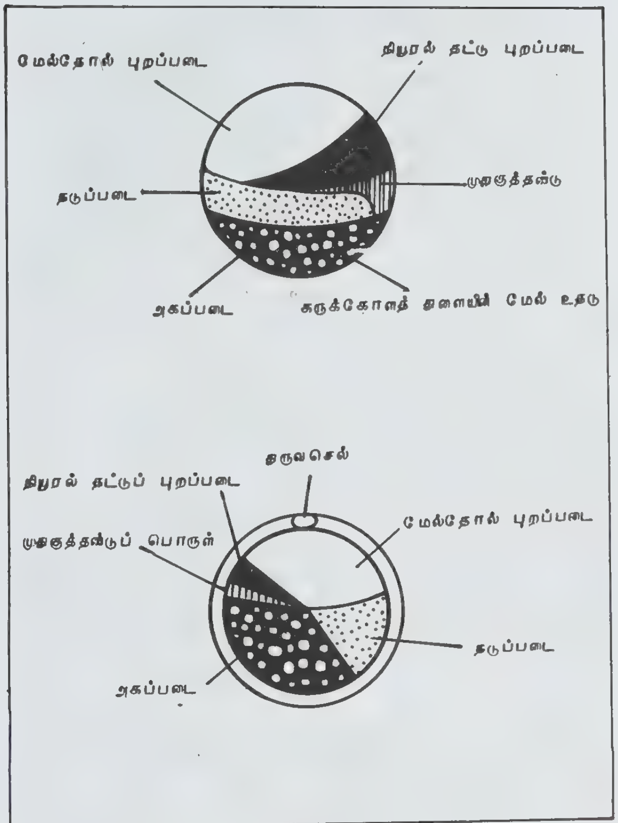
செல்களுக்கு ஊறு செய்யாத சாயப் பொருள்களைப் (vital stains) பயன்படுத்தியும், சில செல்களை அகற்றியும், கருக்கோளத்தின் பகுதிகளைக் காயப்படுத்தியும், கருக்கோளச் செல்களின் இயக்கங்கள், இடப்பெயர்ச்சி இவற்றை ஆராய்வதன் மூலமும், கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளைக் கண்டு கொள்ள முடியும்.

இத்தகைய ஆராய்ச்சிகள் மூலம் கருக்கோளத்தின் பிற்கால நிலைமைகளை அறுதியிட்டுக் கருக்கோளத்தின் படம் வரைந்து, அதன் பரப்பில் ஒவ்வொரு பகுதியும் பின்னர் என்ன திசு அல்லது உறுப்பு உண்டாக அடிப்படையாக உள்ளது என்றும் குறித்துள்ளனர். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட படம், கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளின் நிலை காட்டும் படம் (fate map or map of presumptive areas) எனப்படுகிறது. கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளின் படம் தயாரிக்க இயற்கை முறையும், செயற்கை முறையும் பயன்படுகின்றன.

இயற்கை முறை. சில உயிரினங்களின் அண்டங்கள் இயல்பாகவே பல வண்ணங்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை செல்களின் பிளவிப்பெருகலின் போதும், வளர்ச்சியின்போதும் இடம் பெயர்ந்து செல்வதை எளிதில் காணலாம். கரு, முழு வளர்ச்சி அடையும் போது அவை எங்கு சென்றடைகின்றன என்றறிந்து கருக்கோளச்செல்களின் பிற்கால நிலையைக் கண்டறியலாம். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளைக் குறிக்க முடியும். தவளை, அசிடியன், டென்ட்டேலியம் போன்ற உயிரினங்களின் அண்டங்கள் இத்தகைய ஆராய்ச்சிக்கு உட்படுத்தப்பட்டுள்ளன.

செயற்கை முறை. கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளைக் கருக்கோளத்திலுள்ள அரும்புச் செல்களின் மேல், உயிருக்கு ஊறு விளையாவண்ணம் சாயம் ஏற்றி, அவற்றின் இடப்பெயர்ச்சியைக் கண்டுபிடிக்கலாம். 1925இலும், 1929இலும், ஜெர்மானிய ஆராய்ச்சியாளரான வால்ட்டர் வோட் (Walter Vogt) என்பார் வெவ்வேறு சாயப்பொருள்களைப் பயன்படுத்திக் கருக்கோளச் செல்களுக்கு நிறமேற்றினார். ஜேனஸ் பச்சை, நைல் நீலம், பிஸ்மார்க் பழுப்பு, நியூட்ரல் சிவப்பு போன்ற சாயங்களை அகார், செலோஃபேன் இவற்றில் தோய்த்து, கருக்கோளத்துக்கு எவ்வித ஊறும் நேராதவாறு அதன் செல்களுக்கு நிறம் ஏற்றிக் கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளைக் கண்டறிந்தார். இவ்வாறு அவர் முதலில் நீர்நில வாழ் இனங்களில் கருக்கோளத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளும் என்னென்ன உறுப்புகளை உருவாக்குகின்றன என்பதைத் தெளிவாக நிறுவினார்.

பிற ஆராய்ச்சியாளர்கள் அதன் பின்னர், வோட்டின் முறையின் மூலம் வேறுசில நீர் நிலவாழ் உயிரிகளிலும், பிற முதுகுத்தண்டுள்ள (chordates) உயிரி



படம் 1.

களிலும், பிற கருக் கோளங்களிலும், இருபடைக் கருக் கோளங்களிலும் (gastrulae) உறுப்பாகு பகுதிகளின் பரப்புகளை அறிந்தனர். இதன் பயனாகப் பாலூட்டிகள் நீங்கலாகப் பிற முதுகுத்தண்டுடைய பெரும் பாலான விலங்குகளின் உறுப்பாகு பகுதிகளும் வரை படங்களாக அமைக்கப்பட்டுவிட்டன. இவற்றுள், ஆம்ஃபியாக்சஸ், தவளை இவற்றின் உறுப்பாகு தோற்றத்தைப் படங்களில் காணலாம்.

1946இல் ஸ்ப்ராட் (Spratt) என்னும் அறிவியலார் கோழியின் கருத்தட்டின் (blasto disc) பரப்பில் கரித்துகள்களைத் தூவி, ஒட்டிக் கொள்ளச் செய்து, அதன் மூலம் செல்களின் இடப்பெயர்ச்சியைக் கண்டு பிடித்து, உறுப்பாகு பகுதிகளைக் குறிக்கும் பின் நிகழ்வுப் படம் (fate map) வரைந்து அளித்தார். தற்போது, C^{14}, P^{32} போன்ற கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பயன்படுத்திக் கருக்கோளச் செல்களின் இடப் பெயர்ச்சியை அறிந்து கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதிகளை அறிய முடிகிறது.

முதுகுத் தண்டுள்ள உயிரினங்களின் கருக்கோளத்தில் கீழ்க்காணும் முக்கியமான உறுப்பாகு பகுதிகள் உள்ளன. அவை தோலின் மேற்புறத்தில் உள்ள திசுவை உண்டாக்கும் புறப்படைச் செல்கள் அமைந்த பகுதி (area of epidermal ectoderm), நரம்புக்குழாய் (மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றைத் தோற்றுவிக்கும் குழாய்), நரம்பு மண்டலம் முதலியவற்றை உருவாக்கும் புறப்படை (neural ectoderm), முதுகுத் தண்டை (notochord) உண்டாக்கும் பகுதி, நடுப்படையைத் (mesoderm) தோற்றுவிக்கும் பகுதி ஆகியன.

மேலும் இது ஆம்ஃபியாக்சஸ் நீங்கலாக, மற்றெல்லாவற்றிலும் முதுகுத்தண்டாகும் பகுதியின் இருபுறமும் பக்கவாட்டில் அமைந்துள்ளது. ஆம்ஃபியாக்சஸிலும் முதலில் ஒரேயொரு வயிற்றுப் புறப் பிறையாக (ventral crescent) உள்ள இப்பகுதி பின்னர் இரண்டாகப் பிரிகிறது.

அகப்படைப் பகுதி (endodermal area) கருக் கோளத்தின் ஊட்டத்துருவத்தில் அல்லது அதை நோக்கி அமைந்துள்ளது. தலையின் நடுப்படையில் ஒரு பகுதியையும் (head mesoderm), முன் உணவுப் பாதையில் (foregut) ஒரு பகுதியையும் உண்டாக்க வல்ல, முதுகுத்தண்டாகும் பகுதிக்கு முன்னுள்ள தட்டு (prechordal plate) என்பது பிறிதோர் உறுப் பாகு பகுதியாகும்.

- அ.மோ. செல்வராஜ்

கருக்கோளம்

விலங்கினங்களில், கலவி இனப்பெருக்கத்தின்போது முட்டையும், விந்துச்செல்லும் ஒன்று சேர்வதால் கருவுற்ற முட்டை (zygote) உண்டாகும். இது பிளவிப் பெருகல் மூலம் ஒரு கோள வடிவக் கருவாக மாறுகிறது. இதைக் கருக்கோளம் (blastula) என்பர்.

கருவுற்ற முட்டை என்பது ஒரு செல்லாகும். இது மறைமுகப் பிரிதலின் (mitosis) மூலம் மீண்டும் மீண்டும் பிளவுறும்போது சிறிய அளவுள்ள செல்களாக் ஆகிக்கொண்டே இருக்கும். இந்தச் செல்கள் கருக்கோளச்செல்கள் (blastomeres) எனப்படும். கருக்கோளச் செல்களின் எண்ணிக்கை மிகுதியாகப் பெருகத் தொடங்கிய பின் அவை அனைத்தும் ஒரு சுவர் போல் அடுக்காக மாறி அவற்றுக்கிடையில் குழி போன்ற இடைவெளி தோன்றும். கருக்கோளச் சுவரைக் கருக்கோளப் புற அடுக்கு (blastoderm) என்றும், அதனால் சூழப்பட்ட குழியைக் கருக் கோளக்குழி (blastocoel) என்றும் கூறுவர்.

கருவுற்ற முட்டை விலங்கு துருவத்தில் (animal pole) தொடங்கி உணவுத் துருவம் (vegetal pole)

வரை அதன் முழுப்பகுதியும் பிளவிப் பெருகலின் போது இரண்டாக, நான்காக ஆம்ஃபியாக்சஸ் போன்றவற்றில் செல் பிரிதல் அடைவதுண்டு; இத்தகைய முட்டைகளில் கருவுணவு (மஞ்சட் கரு) மிகக் குறைவாகவும் முட்டையின் அனைத்துப் பகுதி களில் ஒரே சீராகவும் பரவியிருக்கும். தவளை போன்றவற்றின் முட்டைகளில் கருஉணவு அளவு கூடுதலாகவும், முட்டையின் உணவுத்துருவத்தில் செறிவாகவும் இருப்பதால், விலங்குத் துருவத்தில் செல்பிரிதல் விரைவாகவும், நேர் எதிர்த்துருவத்தில் செல்பிரிதல் மெதுவாகவும் நடைபெறும். இதனால், விலங்கு துருவத்தில் மிகு எண்ணிக்கையிலும், சிறு உருவிலும் கருக்கோளச் செல்கள் காணப்படும்.

உணவுத் துருவத்தில் உள்ளவை பெரிய செல் களாக இருக்கும்; இவற்றை முறையே சிறிய கருக் கோளச் செல்கள் (micromere), பெரிய கருக்கோளச் செல்கள் (macromeres) என்பர். கோழி முட்டை போன்ற மிக அதிகமான கருவுணவு உள்ள முட்டை களில் ஒரு சிறு தட்டுப் போன்ற அமைப்பில் முட்டை யின் மேற்பகுதியில் கருவும், அதைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் சைட்டோப்பிளாசமும் இருக்கும். பிளவிப் பெருகல் இந்தச் சிறிய வட்ட வடிவக் கருத்தட்டில் (blastodisc) மட்டுமே நிகழும். இதன்மூலம் உண் டாகும் செல்கள் (blastomere) இத்தட்டிலேயே காணப்படும். கருவுணவு முழுதும் கருத்தட்டின் கீழ் முட்டையின் பெரும்பகுதி இடத்தை அடைத்துக் கொண்டிருக்கும். கருத்தட்டுக்கும், உணவுப் பகுதிக் கும் இடையில் உள்ள சிறிய இடைவெளியே கருக் கோளக் குழி ஆகும்.

மேலும், பாலூட்டிகளின் கருக்கோளம் மாறு பட்ட அமைப்புடையதாகும். கருவுற்ற முட்டை பிளவிப் பெருகல் மூலம் 16 செல்களாக ஆனபிறகு அவற்றுள் சில ஒரு செல் வரிசையாகச் சுவர்போல அமையும்; எஞ்சிய கருக்கோளச் செல்கள் விலங்கு துருவத்தில் ஒரு கூட்டமாக அமைந்து மேலிருந்து ஒரு கொத்தாகத் தொங்கும். இவற்றை முறையே ட்ரோஃபோபிளாஸ்ட் செல்கள் எனவும், உண்டாக் கும் செல்கள் அல்லது உள் செல்களின் தொகுதி (inner call mass) எனவும் குறிப்பிடலாம்; கருப் பிதுக்கம் (embryonic knob) என்றும் இதைக் கூறுவர். ட்ரோஃபோபிளாஸ்ட்டால் சூழப்பட்ட வெட்ட வெளியான குழியில் உணவு எதுவும் இருப்பதில்லை; அதுவே கருக்கோளக் குழி ஆகும். பாலூட்டியின் கருக்கோளத்தைப் பிளாஸ்ட்டோசிஸ்ட் என்பர்.

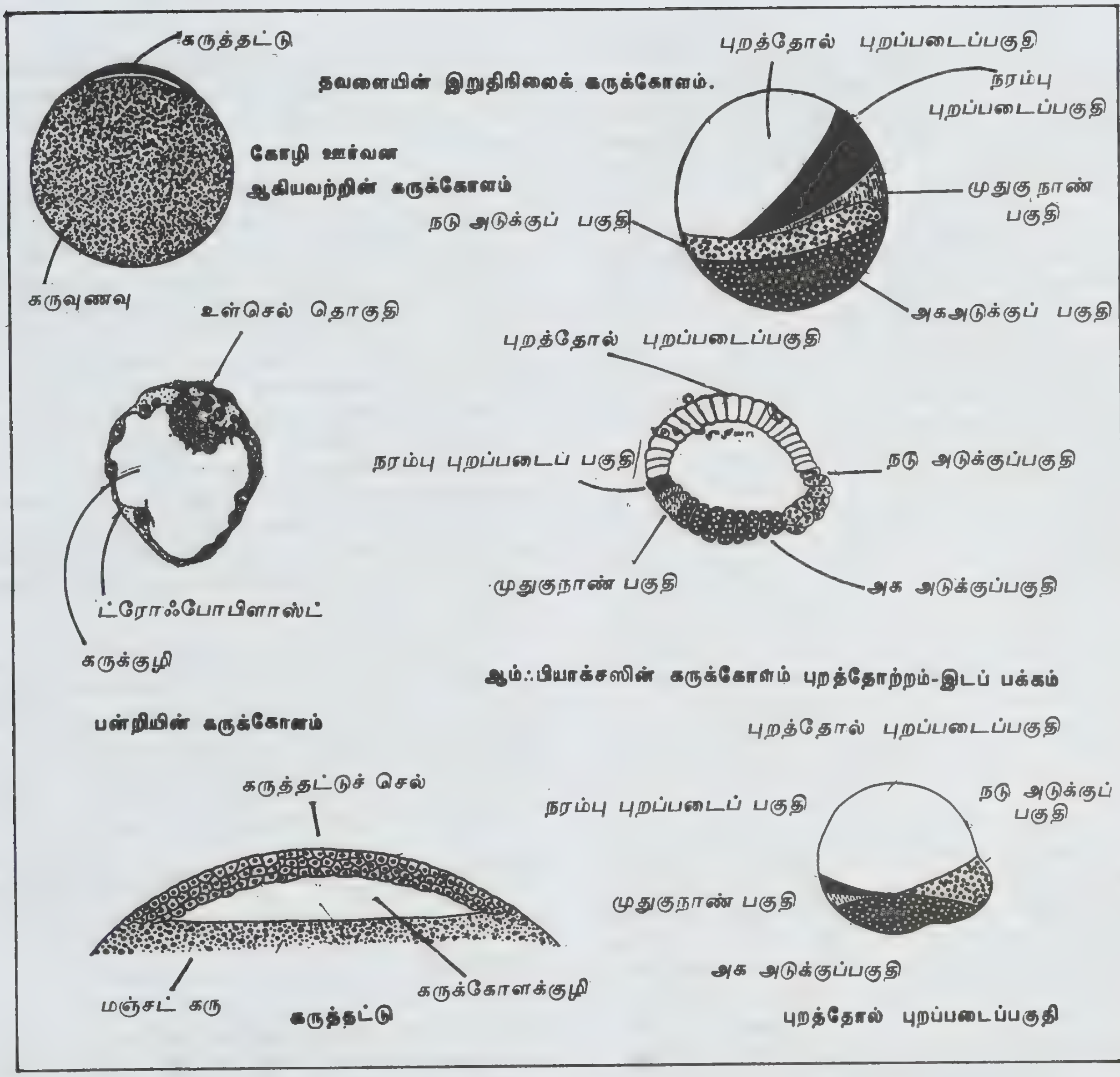
முதுகெலும்பற்றவையின் கருவளர்ச்சியில் வெவ் வேறு வகையான (சில வேற்றுமைகளை உடைய) கருக்கோளங்கள் காணப்படும், முது கெலும்புள்ள வற்றில் கருக்கோளங்களிடையே ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடைய அமைப்பைக் காண முடியும்.

கருக்கோளத்தின் இன்றியமையாமை. கருவுற்ற முட்டையில், உறுப்பாகும் பொருள்கள் (organ forming substances) அனைத்தும் உள்ளன. பிளவிப் பெருகலின் மூலம் கருக்கோளம் உண்டாகும்போது உறுப்பாகு பொருள்கள் அனைத்தும் தனித்தனியாகப் பிரிந்து கருக்கோளச் செல்களில் அமைகின்றன. எனவே, கருக்கோளத்தின் செல் அமைப்பில் வேறு பாடுகள் உள்ளன. இத்தகைய செல்களின் தொகுதி கள் ஆங்காங்கே உறுப்பாகு பகுதிகளாகக் (presumptive organ forming areas) கருக்கோளத்தில் உள் ளன. இவை புறத்தோலை உண்டாக்கும் புறப்படை (epidermal ectoderm) நரம்பு மண்டலத்தையும் அதன் பகுதியான நரம்புக்குழாயையும் (neural tube), பின்னர் மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றையும் தோற்றுவிக் கும் நரம்புப் புறப்படை (neural ectoderm) முதுகு நாணை உண்டாக்கும் பகுதி (notochordal area) நடு அடுக்கை உண்டாக்கும் இரு பகுதிகள் (mesodermal areas) எனப் பகுக்கப்பட்டுள்ளன. இவை முதுகு நாண் பகுதிக்கு இரு புறமும் உள்ளன. ஆம்ஃபியாக் சஸில் பிறைச்சந்திர வடிவில் ஒரே பகுதியாக இருக்கும். அக அடுக்கை (endoderm) உண்டாக்கும் பகுதி, உணவுத் துருவத்தில் அமைந்திருக்கும்.

இப்பெரும் பகுதிகள் தவிர வேறு சில உறுப்பாகு பகுதிகளும் கருக்கோளத்தில் உண்டு. ஆண்-பெண் இனச்செல்களை (gametes) உருவாக்க மூல இனச் செல்கள் (primitive germ cells) அக அடுக்கு, நடு அடுக்கு, உறுப்பாகு செல்இவற்றுடன் ஒருங்கிணைந்து காணப்படும். முதுகு நாணுக்கு முன் உள்ள தட்டு (prechordal plate), முன் குடற் (foregut) பகுதியின் கூரையையும், தலையின் நடு அடுக்கையும் (mesoderm of the head) தோற்றுவிக்கிறது; இப்பகுதி கருக் கோளத்தின் முதுகு நாண் பகுதிக்கு அருகில் இருக்கும்.

நெல்சன் என்னும் கருவியல் அறிஞர், குறிப் பிட்ட இனத்திற்கே உரிய பெரும் உறுப்பாகு பொருள்களை மிகுவித்து அவற்றைப் பகுதிகளாக (areas) நிலை நிறுத்தி வரவிருக்கிற கருவளர்ச்சி நிலையில் (இரு அடுக்குக் கோளமாதலின்போது) அவற்றை நகர்த்த ஏதுவாகக் கருக்கோளத்தில் அவற் றைக் குறிப்பிட்ட அமைப்பில் (pattern) ஒழுங்கு படுத்தி வைத்தலே கருக்கோளமாதல் (blastulation) என்று குறிப்பிடுகிறார்.

மேலும் கருக்கோளத்தின் இன்றியமையாமை என்பது அடுக்குச் செல்களால் ஆன குறிப்பிட்ட வடிவத்தில் இல்லை. கருக்கோளச்சுவரில் சரியாக வரையறுக்கப்பட்ட, பிரிக்கப்பட்ட, எதிர்காலத்தில் உருவாக, விருக்கும் உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும் பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது என்று கூறுகிறார்.



மேற் கூறியவற்றிலிருந்து கருக்கோளம் என்பது உறுப்பாகு பொருள்களைப் பிரித்து ஒழுங்காக அமைத்து வைக்கும் ஓர் அமைப்பாகும். இனத்திற்கு இனம் கருக்கோளத்தின் அமைப்பு குறைவாகவோ மிகுதியாகவோ வேறுபடலாம். கருக்கோள உறுப்பாகு பொருள்கள் கருவில் எளிதாக உரிய இடங்களுக்குச் செல்லும் முறையில் அவை கருக்கோளத்தில் அமை கின்றன.

இத்தகைய கருக்கோளங்கள் சிலவற்றைப் படங்கள் காட்டுகின்றன. உறுப்பாகு பகுதி கள் (presumptive organ foming aeras) அவற்றில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

- சோம. பேச்சிமுத்து

கருங்கடல்

ஏறத்தாழ நீள் உருண்டை வடிவத்தைக் கொண் டுள்ள கருங்கடல் (black sea) ஐரோப்பாவின் தென் கிழக்கு எல்லையில் அமைந்துள்ளது. இக்கடல் தொலைவிலுள்ள அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுடனும், பாஸ்போரஸ் நீர்ச்சந்தி, மார்மராக் கடல், டார்ட நெல்லா ஈஜியன் கடல், மத்திய தரைக்கடல் இவற் றுடனும் தொடர்பு கொண்டுள்ளது. கெர்ச் நீர்ச் சந்தி (kerch strait) இக்கடலை அசோவ் கடலுடன் இணைக்கிறது. ஏறத்தாழ 1207 கி.மீ. நீளமும், 612 கி.மீ. அகலமும் கொண்டுள்ள இக்கடலின் பரப்பளவு 440,000 சதுர கி.மீ. ஆகும். 2,210

மீட்டர் பெரும ஆழம் உள்ள இக்கடல் நீரின் கொள்ளளவு 547,000 கன கிலோ மீட்டராகும். இக்கடலைச் சுற்றி ரஷ்யா, பல்கேரியா, ருமேனியா, துருக்கி ஆகிய நாடுகள் உள்ளன. இக்கடலில் டான்யூப், நெஸ்ட்டர் நெபர், டான் போன்ற ஆறுகள் கலக்கின்றன.

பனிக்காலத்தில் ஏற்படும் பனிமூட்டத்தால் இக் கடல் நீர் கருமையாகத் தெரிவதால் இதற்குக் கருங் கடல் என்று பெயரிடப்பட்டது. பண்டைக்காலத்து ரோமானியர்கள் இக்கடலை நட்புடைய கடல் (friendly sea) என்றனர். கிழக்கு மற்றும் தெற்கில் அமைந்திருக்கும் காகசஸ், பான்டிக் மலைகள் இக் கடலைச் சூழ்ந்துள்ளன. தற்போது இக்கடலின் கிழக்கு முனைக்கருகில் ஆறுகளால் கொண்டு வரப் பட்ட படிவுகள் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன. இக்கடலில் ஸ்மேய்னி, பெரிசா, கெவ்சென் அடாசி ஆகிய மூன்று தீவுகள் காணப்படுகின்றன. இக்கடலின் கரைக்கு அப்பால் உள்ள ஒரு திட்டுப் பகுதி இதன் மொத்தப் பரப்பில் கால் பங்கு வரை பரவிக் காணப் படுகிறது. இத்திட்டுப்பகுதி கெர்ச் நீர்ச்சந்தியின் முகப்பிலும், மேற்கிலும் அகன்று உள்ளது. ஆனால் பிற கடல்களால் 10—12 கி.மீ அகலத்தையும், ஏறத்தாழ 330-360 அடி வரை ஆழத்தையும் கொண்டுள்ளது. சைனாப், சாம்சன் துறைமுகங் களுக்கு இடையில் உள்ள பகுதியில் ஏறத்தாழ 150 கி.மீ. பரப்புடைய நீரடி மலைகள் காணப்படு கின்றன.

கருங்கடலின் மேற்பரப்பு நீரின் வெப்பநிலை பனிக்காலத்தில் 0.5°—6°C ஆகவும், கோடைக் காலத்தில் 26°C ஆகவும் உள்ளது. இக்கடலின் உப்புத்தன்மை மேற்பரப்பில் 17% ஆகவும் ஆழப் பகுதியில் ஏறத்தாழ 22.3% ஆகவும் உள்ளது. மார்மராக் கடலிலிருந்து பாஸ்போரஸ் (Bosporus) நீர்ச்சந்தி வழியாக நீர்புகும் பகுதியில் உப்புத்தன்மை

படம்

மிகுதியாக (38%) உள்ளது. இக்கடல் நீரோட்டம் இடஞ்சுழியாகவுள்ளது. பெரும்பாலும் காற்றினால் இயக்கப்படும் இந்நீரோட்டம் வேகம் குறைந்தே உள்ளது.

கருங்கடலின் முக்கிய தன்மைகளுள், மேற் பரப்பு நீர்ப்பகுதியில் மட்டும் ஆக்சிஜன் காணப் படுவது இன்றியமையாததாகும். இக்கடலின் ஆழ நீர்ப்பகுதியில் ஆக்சிஜன் இல்லாத காரணத்தால் ஏறத்தாழ 90 மீட்டருக்கு கீழே உயிரினங்கள் காணப்படுவதில்லை. மேலும் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு செறிவு மிகுதியாக உள்ளதால் இக்கடலில் வாழும் உயிரிகளின் எண்ணிக்கை பெருமளவில் பாதிக்கப் படுகிறது. ஃபில்லோஃபோரா எனும் நீர்த்தாவரம் ஏறத்தாழ 10,000,000 டன்னுக்கும் மேல் இக் கடலில் காணப்படுகிறது. ஆளிகள், மட்டிகள் மட்டு மல்லாமல் ஏறத்தாழ 180 க்கும் மேலான மீனினங் களும் இக்கடலில் உள்ளன. மேலும் இங்கு காணப் படும் சூடை, கம்சா, சாம்பல் மடவை (grey mullet), கருங்கடல் சுறா போன்ற மீன்களும் வணிக நோக்கில் பிடிக்கப்படுகின்றன.

கருங்கடல் கிழக்கு ஐரோப்பிய நாடுகளை உலகச் சந்தைகளோடு இணைக்கும் காரணத்தால் இது முக்கிய கடல் வழியாகக் கருதப்படுகிறது. இக்கடலின் மொத்த மீன்பிடிப்பில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு சோவியத் நாட்டைச் சார்ந்ததாகும். மேலும் இக் கடலுருகே அமைந்திருக்கும் இடங்கள் சிறந்த உல்லாச இடங்களாகவும் இருக்கின்றன.

- ம.அ. மோகன்

கருங்காடு

இக்காடு மேற்கு ஜெர்மனியில் வடமேற்குப் பகுதி யின் பாடென் வர்டம்பர்க் நிலப்பகுதியில் ஸ்வார்ஸ் வால்ட் என்னும் இடத்தில் அமைந்துள்ளது. கருங் காடு (black forest) 160 கி. மீ. நீளமும் வடக்கில் 23 கி. மீ அகலமும் தெற்கில் 61 கி. மீ. அகலமும் கொண்டது. இதன் மொத்தப் பரப்பு அளவு 5180 சதுர கிலோ மீட்டர் ஆகும். இது மலைகள் அடர்ந்த உயர்ந்த பகுதி ஆகும். ரைன் நதியின் குழிந்த பள்ளத்தாக்கின் மேற்குப் பக்கம் உள்ள வாஸ்ஜெஸ் என்னும் பகுதியின் முற்புற அமைப்பாக உள்ளது. கருங்காட்டில் பெரும்பாலான பகுதிகளில் வட்ட வடிவ உச்சிகளோடு கூடிய மலைகள் உள்ளன.

கருங்காட்டின் வடபகுதியில் சிவப்பு மணல், கற்கள் அமைந்த காட்டுப்பகுதிகள் உள்ளன. மலைச்சாரலை அடுத்து ரைன் பள்ளத்தாக்கு தொடங்குகிறது. தெற்கில் உள்ள குறுகலான மலைகளற்ற பகுதியில் சுண்ணாம்புக்கல் அமைந்த

வளமான பகுதி உள்ளது. இது ஆழமான கின்ஸிக் பள்ளத்தாக்கால் இரண்டு பிரிவுகளாகப் பிரிந்து காணப்படும். தெற்குப்பிரிவில் 4905 அடி உயரம் உள்ள ஃபெல்ட்பெர்க் என்னும் சிகரமும், 4642 அடி உயரம் உள்ள ஹர்ஸோ-ஜென்ஹான் என்னும் சிகரமும், 4295 அடி உயரம் உள்ள பிளாஸ்லிங் என்னும் சிகரமும் உள்ளன. வடக்குப்பிரிவு சராசரி 2000 அடி உயரத்திற்கு மேல் உள்ளது. மலைப் பகுதியில் உள்ள மாவட்டங்களின் காலநிலை சரிவர இல்லாமையால் கடினத் தானியங்களே பயிர் செய்யப் படுகின்றன.

வெதுவெதுப்பான பள்ளத்தாக்குகளில் நல்ல புல்வெளி இருப்பதால் இது சிறந்த மேய்ப்பு நிலம் ஆகிறது. 2000 அடி உயரத்திற்கு மேல் உள்ள மலைப்பகுதிகளில் ஃபர் என்னும் கூம்புத்தாவர மரங்கள் அடர்த்தியாக வளர்ந்துள்ளன. இந்த உயரத்திற்குக் கீழே ஓக், பீச் போன்ற மரங்கள் உள்ள அடர்த்தியான காடுகள் காணப்படும். பிரீஷம் மாவட்டத்தில் 1827 அடி உயரம் உள்ள ஏரிமலை உள்ளது. டான்யூப், நெக்கார் போன்ற பல பெரிய நதிகள் கருங்காட்டிலிருந்தே உற்பத்தி ஆகின்றன. எனவே, கருங்காடு மிகவும் சிறப்புப் பெறுகிறது. மலைகளின் கிழக்குச் சரிவுகளில் கனிம நீருற்று ஏரிகள் பல உள்ளன. எனவே, உள்நாட்டு வெளி நாட்டுப் பயணிகளைக் கவரும் பாடென்-பாடென் வில்ட்பாடு போன்ற பல உடல்நலப் புகலிடங்கள் இங்கு அமைந்துள்ளன.

மேற்குச் சரிவில் ஃபிரிபர்க், ரஸ்டாட், ஆஃபென் பர்க், லார் போன்ற நகரங்கள் உள்ளன. எனவே, கருங்காடு பயணிகளைக் கவரும் இடமாகவும் பணிக்கால விளையாட்டுப்புகலிடமாகவும் விளங்கு கிறது. உயர்ந்த சமவெளிகளில் நல்ல புல் வெளி உள்ளமையால் பல கால்நடைப்பண்ணைகள் அமைந்து உள்ளன. கருங்காட்டில் ஃபர், பீச், ஓக் போன்று பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பல பயன்படும் மரங்கள் அடர்ந்து வளர்ந்துள்ளமையால் அவை பள்ளத்தாக்கிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டுப் பல அளவுள்ள கட்டைகளாகவும், பலகைகளாகவும், சட்டங்களாகவும் அறுக்கப்பட்டு, ரைன் நதிப்பள்ளத் தாக்கின் மூலம் ஏனைய பல பகுதிகளுக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. சுவர்க் கடிகாரங்கள், கைக் கடிகாரங்கள், விளையாட்டுச்சாமான்கள், பலவகை இசைக் கருவிகள் முதலியன கருங்காட்டுப்பகுதியில் செய்யப்பட்டுப் பல இடங்களுக்கும் அனுப்பப்படு கின்றன. இவற்றில் இங்குள்ள மக்களின் பொருளா தாரம் வளம் பெற்று விளங்குகிறது.

- கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

கருங்குரங்கு

பாலூட்டித் தொகுதியில், குரங்கின வரிசையில் (primates) செர்கோபித்திடே குடும்பத்திலுள்ள (cercopithedae) நீலகிரி லாங்கூர் எனப்படும் குரங்கு களைப் பொதுவாகக் கருங்குரங்குகள் என்றும் கரு மந்திகள் என்றும் குறிப்பிடுவர். இக்குரங்குகளுக்குக் கருநிற உடலும், மஞ்சள் பழுப்புநிறத் தலையும், கருநிற முன்கால்களும், பின்கால்களும் உண்டு. பெண் குரங்குகளுக்குப் பின்கால் தொடைகளுக் கிடையே வெள்ளை நிறத் திட்டுகள் காணப்படும். இவ்வகைக் குரங்குகளில் ஆண், தலை முதல் உடல் வரை 80 செ.மீ. நீளமுடையது. வால் 75-90 செ.மீ. நீளமுடையது. உடல் எடை 11-14 கிலோ வரை இருக்கும். பெண் குரங்குகள் 60 செ.மீ. நீளமுள்ள உடலையும், 75 செ.மீ. நீளமுடைய வாலையும், ஏறத்தாழ 11 கிலோ எடையும் உடையன.

இக்கருங்குரங்குகள் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை யின் சில பகுதிகளான நீலகிரிக் குன்றுகள், ஆனை மலை, பழனிக் குன்றுகளில் மட்டுமே தற்போது காணப்படுகின்றன. இவை கடல் மட்டத்திலிருந்து 900 மீட்டர் உயரத்துக்கு மேல் வாழ்கின்றன. இவ் வகைக் குரங்குகள் அடர் காடுகளிலும், புல்வெளி களையடுத்த சோலைகளிலுமே காணப்படும். இவை உயரமான மரங்களின் உயர் கிளைகளிலேயே பெரும் பொழுதைக் கழிக்கின்றன. சில நேரங்களில் கீழிறங் கிப் புல்வெளித்தரைகளைக் கடந்து அடர்காடுகளை அடைகின்றன. இக்குரங்குகள் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் காணப்படும் மழைக்காடுகளையே தம் வாழிடமாகக் கொண்டுள்ளன.

பொய்ரியர் என்பார் இக்குரங்குகள் காலை எட்டு மணியிலிருந்து மாலை ஐந்து மணி வரை மரங்களின் கீழ்க்கிளைகளிலிருந்து கொண்டு உணவு உட்கொண் டும், இளைப்பாறியும் பொழுதுபோக்குகின்றன என்றும், மாலை ஐந்து மணியிலிருந்து காலை எட்டு மணி வரை மரங்களின் உயர் கிளைகளுக்குச் சென்று தூங்குகின்றன என்றும், காலையில் சூரிய ஒளியில் உடலை இதமாக்கிக் கொள்கின்றன என்றும் கண்டறிந்துள்ளார். இக்குரங்குகள் சுறுசுறுப்புடன் ஓடி ஒளிந்து கொள்ளும் தன்மையுடையவை.

இவ்வகைக் குரங்குகள் அனைத்தும் தாவர உண்ணிகளே ஆகும். தாவரங்களை உண்ணும்போது சில நேரங்களில் பூச்சிகளையும், மண்ணையும் சேர்த்து உண்ணும். இரை தேடும்போது இக்கூட்டத்தைச் சேர்ந்த குரங்குகள் பரவிப் பல இடங்களுக்கும் செல்லும். இவை தாவரங்களின் இலை, பூ, மொட்டு, விதை, பட்டை, தண்டு ஆகிய அனைத்துப் பகுதி களையும் உண்கின்றன. இவை ஏறத்தாழ 52 வகைத் தாவரங்களை உணவாகக் கொள்வதாகக் கணக்கிட் டுள்ளனர். இக்குரங்குகள் இலைகளின் மீதுள்ள பனி நீரையே உறிஞ்சிக் குடிக்கின்றன; மிக அரிதாக நீரை, நீர் தேங்கியுள்ள இடங்களிலிருந்து குடிக்கின்றன.

சில நேரங்களில் வேளாண் தோட்டங்களில் பயி ரிடப்பட்டுள்ள உருளைச்செடிகளையும்,காலிஃப்ளவர்

செடிகளையும் தின்பதற்குக் கூட்டமாக வருவதால் உழவர்கள் வெடிகளை வெடித்தும், நாய்களை வைத்து விரட்டியும் விடுவது உண்டு. இக்குரங்குகள் ஒரு நாளில் ஏழிலிருந்து எட்டு மணி நேரம் வரை உணவைத் தேடி உட்கொள்கின்றன. தரைப்பகுதியில் உணவை உட்கொள்ளும்போது அச்சத்துடனும், எச்சரிக்கையுடனும் அவசர அவசரமாக உணவை உட்கொள்கின்றன. ஆனால் மரங்களில் அமர்ந்து உணவை மெதுவாகத் தின்னும். பொதுவாக இக்குரங்குகள் உணவைக் கைகளால் பறித்து வாய்க்குள் திணித்துக் கொள்கின்றன.

இக்குரங்குகள் கூட்டம் கூட்டமாக வாழ்பவை. இக்கூட்டம் பொதுவாக இருபால் (bisexual) கூட்டமாகவே இருக்கும். இக்கூட்டம் 3-25 குரங்குகளைக் கொண்டதாகவும் சர்ாசரியாக 8-9 குரங்குகளைக் கொண்டதாகவும், கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இக்குரங்குக் கூட்டங்கள் தங்கள் வாழிட எல்லையை வகுத்துக் கொள்கின்றன. இவ்வெல்லை 0.6 - 2.6 கி.மீ. வரை உள்ளது. இவ்வாழிடப் பரப்பை இக்கூட்டத்திற்குத் தலைமைப் பொறுப்பேற்கும் ஆண் குரங்குகள் விழிப்புடன் பாதுகாக்கின்றன.

இனப்பெருக்கக் காலம் நனகு ஆய்வு செய்யப்படவில்லை என்றாலும் பொதுவாக ஜூனிலிருந்து செப்டம்பர் வரையே குட்டிகளை ஈனுகின்றன. இக்குரங்கு இனத்தில் பலதார முறை (polygamous) காணப்படுகிறது. ஒரு பெண் குரங்கைப் பல ஆண் குரங்குகள் புணர்கின்றன. ஆண் குரங்குகளில் தன் புணர்வும் (masturbation) காணப்படுகிறது. குட்டிகள் தாயுடன் ஏறத்தாழ 12-15 மாதம் வரை இணைந்தே காணப்படுகின்றன. இந்தக் காலத்தில் தாய்க்குரங்கு, குட்டியைப் பாசத்தோடு அணைத்துச் சொறிந்து கொடுத்தும் கண்டித்தும் பேணி வளர்க்கும்.

இவ்வகைக் குரங்குகள் பலத்த ஒலியெழுப்ப வல்லவை. இந்த ஒலி நீண்டும் உரத்தும் 'ஹூஹா-ஹூஹா' என்றும் அமையும். முதல் ஒலியை கூட்டத்துத் தலைமைப் பொறுப்பிலுள்ள ஆண் குரங்கே எழுப்புகிறது. இதைத் தொடர்ந்து அனைத்துக் குரங்குகளும் ஒலியெழுப்புகின்றன. சில நேரங்களில் இவ்வொலி அபாய அறிவிப்பாகவும் உள்ளது. டனாக்கா என்பார் இவை நான்கு வகை ஒலியை எழுப்புகின்றன என்றும், அவற்றுள் 19 தனிப்பட்ட ஒலிக்குறிப்புகள் உள்ளன என்றும் குறிப்பிட்டுள்ளார்.

இக்குரங்குகளின் வாழிடங்களாகிய அடர்காடுகள், மழைக்காடுகள், பெரு மரங்கள் முதலியவை மனிதனால் தொடர்ந்து அழிக்கப்படுவதாலும், இக்குரங்குகள் வேட்டைக்காரர்களால் பிடிக்கப்படுவதாலும், கொல்லப்படுவதாலும் இவை எண்ணிக்கையில் மிகக் குறைந்து இவ்வினமே அழியும் நிலையியுள்ளது.

- கோவி. இராமசுவாமி

கருங்கோட்டா மரம்

இதன் தாவரவியல் பெயர் க்வஸ்ஸியா இண்டிகா (*Quassia indica*) என்பதாகும். இது சைமரௌஃபேசி எனப்படும் இருவித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். இம்மரத்தின் பழைய தாவரவியல் பெயர் சமடீரா இண்டிகா (*Samadera indica*) ஆகும். கருங்கோட்டா என்பது மலையாளப் பெயராகும். 'சமடீரா' என்பது கன்னட, சிங்கள வட்டாரப் பெயராகும். தமிழில் நிபேம், நீபா, நீபா பட்டை, கருஞ் சொட்டை என்று பல வட்டாரப் பெயர்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

இம்மரம் மலகாசி (மடகாஸ்கர்) தீவைத் தாயகமாகக் கொண்டது. இம்மரங்கள் மேற்குக் கடற்கரை ஓரங்களிலுள்ள பசுமைக் காடுகளில் காணப்படுகின்றன. மேலும் உப்பங்கழிகளின் மணற்பாங்கான கரைகளிலும் வளர்வதைக் காணலாம்.

வளரியல்பு. கருங்கோட்டான் 9-12 மீ உயரம் வளரக் கூடிய சிறிய பசுமை நிற மரமாகும். தண்டு வழவழப்பாக வெளிர் மஞ்சள் பட்டையோடு கூடியது.

இலை. மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பு, தனித்தவை, நீண்ட முட்டை அல்லது வட்ட வடிவமானவை.

பளபளப்பானவை. இலையின் பரப்பு 25 × 6 செ.மீ. அளவிருக்கும், தோல் போன்றது. இலையடியில் இரு சுரப்பிகள் காணப்படும்.

மஞ்சரி. இலைக்கோண அல்லது தண்டு நுனி குடைமஞ்சரி (umbel), நீண்ட காம்பு கொண்டது.

மலர். முழுமையான இருபால், ஆரச் சமச்சீர், ஐந்து அங்க மலர்கள், இளம் சிவப்பு மஞ்சள் வண்ணம் கொண்டது.

புல்லிவட்டம் இணைந்தது. 3-5 மடல்கள் கொண்டது.

அல்லிவட்டம். தனித்தது. 3-5 அல்லிகள் கொண்டது. தோல் போன்றது. நீண்டது. வட்ட வடிவச் சுரப்பி தலைகீழ் முக்கோண உருவில் அல்லிகளுக்கு அடுத்து அமைந்திருப்பதைக் காணலாம்.

மகரந்தத் தாள்கள். 6-10. தனித்தவை. அடியில் சிறிய செதில்களைக் கொண்டவை. மகரந்தக் காம்புகள் மெல்லியவை; முறுக்கியவாறிருக்கும்.

சூலகத்தில் 4 அல்லது 5 தனித்த சூலிலைகள் (carpels) உள்ளன. சூலகத் தண்டுகள் அடியில் தனித்தும் மேலே ஏறக்குறைய இணைந்தும் காணப்படும். சூலகமுடிகள் கூராயிருக்கும். சூல்கள் அறைக்கு ஒன்றாகத் தொங்கு ஒட்டு முறையில் அமைந்துள்ளன.

கனி. திரள் கனி; 1-5 சிறுகனிகள் கொண்டது. சிறு கனி அமுங்கிய சதைக் கனி (drupe) ஆகும். சிறகு கொண்டது. ஒரு விதை உண்டு.

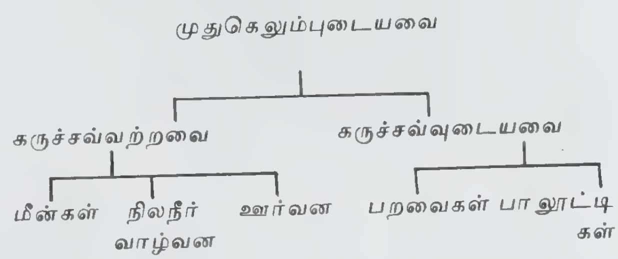
உட்கூட்டுப் பொருள்கள். கருங்கோட்டான் மரப் பட்டையில் டேராக்சிரோன், ஸ்டிக்மேஸ்டானான், ஸ்டிக்மேஸ்டிரால் சமடிரீன் ஏ,பி மற்றும்ஸல்யூபினான் என்னும் வேதிப் பொருள்கள் உள்ளன. சமடிரின் ஒரு கசப்பான கூட்டுப் பொருளாகும்.

பயன். கருங்கோட்டான் மரப்பட்டை மிகவும் கசப்பானது. இது காய்ச்சலின் வேகத்தைத் தணிக்க வல்லது. மேலும் இம்மரப்பட்டை தோல் தொடர்பான நோய்களைக் குணப்படுத்தும். விதையிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெய் முடக்கு, கீல் வாதத்திற்கு ஏற்ற மருந்தாகும். இதன் இலையை அரைத்துத் தேங்காய் எண்ணெயோடு சேர்த்து, தலைமுடியைத் தூய்மைப்படுத்தும் சவர்க்காரக் குழம்பு (shampoo) ஆகவும் பயன்படுத்துவர். இலையின் சாற்றைக் கொண்டு பேன், தெள்ளுப்பூச்சி, கரப்பான் போன்ற வற்றைக் கட்டுப்படுத்தலாம். காய்ந்த விதைகளை மாலையாகக் கோத்துக் குழந்தைகளுக்கு அணிவிப்பர். இதனால் குழந்தையின் நலம் பாதுகாக்கப்படுகிறது என்னும் பொதுவான கருத்து உண்டு. இம் மரத்தின் கட்டை லேசாக இருப்பதால் தீக்குச்சிகள் தயாரிப்பதற்கும் கடைசல் வேலைகளுக்கும் பயன் படுகிறது.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

கருச் சவ்வுடையவை

முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளின் கருவளர்ச்சியின் போது கருவைச் சுற்றித் தோன்றும் சவ்வு அமைப்பு களை அடிப்படையாகக் கொண்டு இவ்விலங்கு களைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம்.



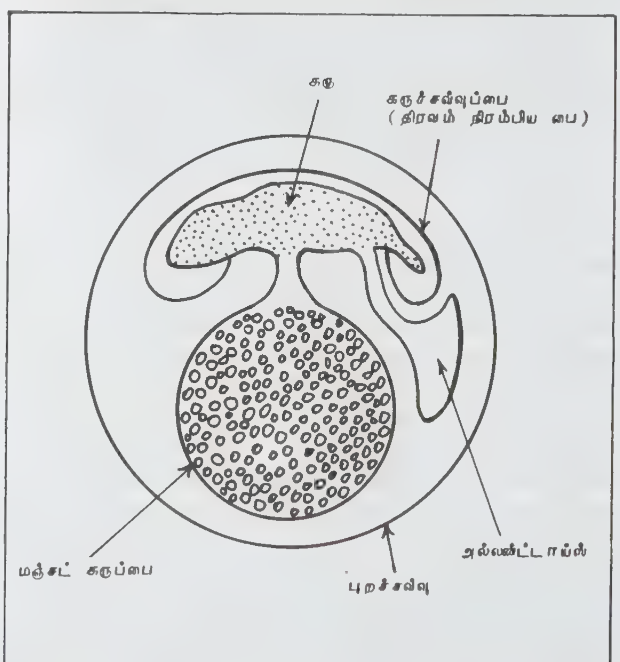
படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள கருவளர்ச்சியின்போது தோன்றும் அமைப்புகளில் கருச் சவ்வுப் பையைக் (aminor) காணலாம்.

கரு வளரும்போது இது நீர்மத்தால் சூழப்பட்டிருக்கும். கீழ் வகை விலங்கினங்களான மீன்களும், தவளை போன்ற நில-நீர் வாழ்வனவும், நீரில் முட்டைகளை இடுகின்றன. அம்முட்டைகள் நீரில் மிதந்தவாறே வளர்ச்சியடைகின்றன. இதனால் முட்டையும், பின்னர் அதனின்று உண்டாகும் கருவும் ஈரப்பதத்தில் இருக்கும்; உலர்ந்து போவதில்லை. மிதந்து கொண்டிருக்கும் கருவாக (buoyant embryo) இருப்பதால் வலிவான முதுகெலும்பு உண்டாகாத நிலையில் கருவின் எடையை நீர் தாங்கிக் கொள்கிறது. மேலும், நீரிலிருந்து தனக்குத் தேவையான சத்துப்பொருள்களையும், ஆக்சிஜனையும் எடுத்துக்கொண்டு, கரு தனது கழிவுப்பொருள் களையும், கார்பன் டைஆக்சைடையும் நீரில் வெளி விடுகிறது. இவ்வகைக் கருவளர்ச்சியின்போது கருச் சவ்வு உண்டாவதில்லை.

ஆனால், நிலத்தில் முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக்கும் உயிரிகளான ஊர்வனவற்றிலும், பறவைகளிலும், பாலூட்டிகளிலும் கருச்சவ்வற்ற கரு வளர்ச்சி இயலாது. எனவே, படிமலர்ச்சியின் முதன் முதலாக ஊர்வனவற்றின் கருவளர்ச்சியில் சில புதிய சவ்வுகள் (amnion, chorion or serosa and allantois) தோன்றின. ஊர்வன, பறவை இவற்றின் முட்டை, காற்று மட்டும் புகக்கூடிய மிக நுண்ணிய துளைகள் கொண்ட ஓட்டினால் மூடப்பட்டு நிலத்தின் மேல் இடப்படுகிறது. இம்முட்டையிலிருந்து உண்டாகும் கரு தன் வளர்ச்சியின்போது முதலில் தன்னைச் சுற்றி மெல்லிய சவ்வாலான ஒரு பை போன்ற அமைப்பை ஏற்படுத்திக் கொண்டு, நீர் போன்ற ஒரு நீர்மத்தைச் சுரந்து அந்தப் பையை நிரப்புகிறது. இதைக் கருச்சவ்வுப் பை (amnion, எனலாம். இக்கருச்சவ்வுப்பையைவளர்கருவின்

நீச்சல் குளம் என்றும் கூறுவதுண்டு. தன்னைச் சுற்றிலும் நீர்மம் சூழ்ந்துள்ள நிலையில் கருச்சவ்வுப் பைக்குள் கரு வளர்கிறது. கருவின் வளர்ச்சிக் கேற்பக் கருச்சவ்வுப் பையும் பெரிதாக வளர்ந்து நீர்மத்தில் கருவை அமிழ்த்தி வைத்துக் கொள்கிறது. வளரும் கரு நீர்மத்தால் தாங்கப்படுகிறது. எனவே, உறுப்புகள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொள்ளும் குறைபாடுகள் தோன்றா வண்ணம், சீராக வளர்ச்சி அடைகின்றன. பாலூட்டிகளில் கருச்சவ்வுப் பையும், அதைச் சூழ்ந்துள்ள புறச்சவ்வும் கொண்ட அமைப்பே பனிக்குடம் (bag of waters) எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. பையின் உள்ளே தண்ணீர் போன்ற நீர்மம் இருப்பதால் இது இவ்விதம் பெயரிடப்பட்டது.

கருச்சவ்வுப்பை உண்டாகும்போது அதைச் சுற்றிச் சவ்வாலான புறச்சுவர் (chorion or serosa) ஒன்றும், இரண்டிற்கும் இடையே ஓர் இடைவெளியும் (படம்) உண்டாகின்றன. கருச்சவ்வுப்பை எனும் பாலூட்டிகளின் பனிக்குடம் கருவளர்ச்சிக் காலம் முழுதும் கருவைப் பேணுகிறது. முட்டைக்கு ஏற்படும் அதிர்ச்சிகளால் கரு பாதிக்கப்படாமல் அதிர்ச்சி ஏற்பியாகக் கருச்சவ்வுப்பை துணை செய்கிறது. புறச்சூழலில் உண்டாகும் வெப்ப மாற்றத்தாலும், காற்றாலும் கரு உலர்ந்து போய்விடாமல் காக்கிறது. அதாவது, மீன்கள், நில நீர் வாழ்வன ஆகியவற்றுக்கு நீர் எவ்வாறு துணை செய்கிறதோ, அவ்வாறு கருச்சவ்வுப்பையில் உள்ள நீர்மம் ஊர்வன, பறப்பன, பாலூட்டி என்னும் மூன்று இனங்களையும் சேர்ந்த முதுகெலும்புள்ளவற்றில் செயல்படுகிறது.



பாலூட்டிகளில் பனிக்குடத்தின் பணி அளவிடற்கரியது. ஊர்வன, பறவைகள் இவற்றின் முட்டைகள் நிலையாக ஓரிடத்தில் இடப்பட்டுக் கருவளர்ச்சியுறுகின்றன. எனவே, இவற்றிற்கு அதிர்வுகள் மிகுதியாக ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. ஆனால், பாலூட்டிகளில் கருவுற்ற பெண் விலங்கு, வளரும் கருவைப் பல மாதங்கள் சுமந்து கொண்டு, தன் அன்றாட வாழ்க்கைத் தேவைக்காக அங்குமிங்கும் இயங்க வேண்டி உள்ளது. இவ்வாறு செல்லும்போது இடிபடும் வாய்ப்புகள் மிகுதி. இதனால் உண்டாகும் அதிர்ச்சி கருவைத் தாக்காமல் கருச்சவ்வுப்பை காக்கிறது.

கருச்சவ்வுடையனவான ஊர்வனவும், பறவைகளும், பாலூட்டிகளும் முதுகெலும்பு உள்ளவற்றின் படிமலர்ச்சியால் உயர்ந்த நிலையை அடைந்த உயிரிகள் ஆகும். இவற்றின் சிறுநீரகங்கள் கருச்சவ்வு அற்றவையான மீன்கள், நிலநீர் வாழ்வன ஆகியவற்றின் சிறுநீரகங்களினின்றும் பெரிதும் வேறுபடுகின்றன.

- சோம. பேச்சிமுத்து

கருச்சிதைவு

இது குழந்தை பிறப்பிற்கு முன்னதாகவே நிகழும் சூல் முடிவாகும். சில காலத்திற்கு முன் வரை, கருவளர் காலத்தின் முதல் இருபத்தெட்டு வாரங்களில், தாயின் உடலை விட்டு வெளிவந்து தனியாக வாழக் கூடிய நிலையை ஒரு கரு அடையாத நிலையில், கருப்பையினின்று முதிர்கரு வெளியேற்றப்படுவதே கருச்சிதைவு எனக் கருதப்பட்டு வந்தது. இருபத்தெட்டு வாரக் கருவளர் காலத்திற்குப் பின் பிறக்கும் குழந்தைகளே உயிர் வாழக்கூடியவை என்னும் கருத்தும் இருந்தது. ஆயின், மருத்துவ வளர்ச்சியினால், இருபது வாரங்களிலேயே பிறக்கும் சிசுக்களையுங்கூடத் தற்போது வாழ வைக்க முடியும். எனவே, சூல்கொள் காலம் முதல் இருபது வாரங்களுக்குள் நிகழும் முதிர் கரு வெளியேற்றமே கருச்சிதைவு எனத் தற்போது வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

கருச்சிதைவு செயற்கை முறையாலன்றி இயல்பாகவே நிகழலாம். அன்றியும் மனித முயற்சிகளால் நிகழ்த்தவும் படலாம். பின் வகையான தூண்டுதற் கருச் சிதைவுகளில் மருத்துவ முறை, குற்ற முறை ஆகிய இருவகைக் கருச்சிதைவுகளும் அடங்கும்.

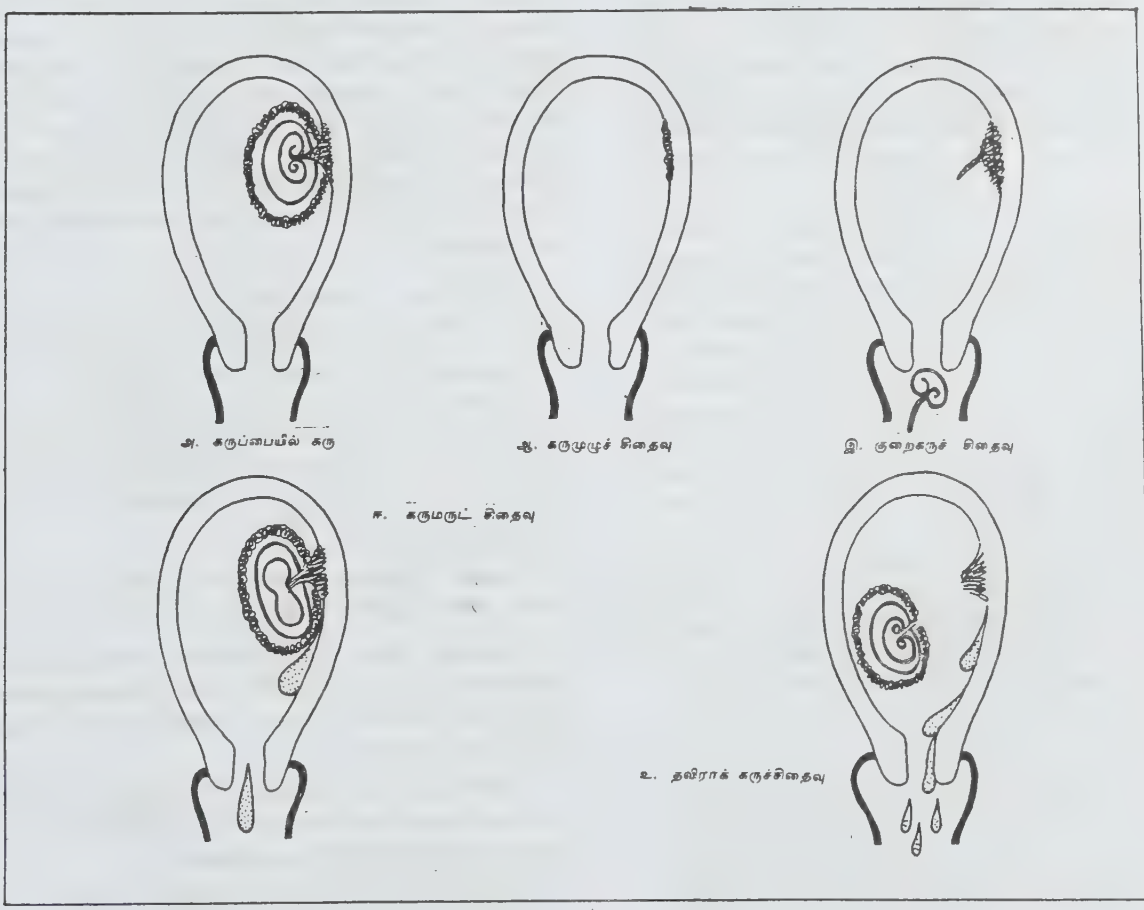
மொத்தத்தில், பதினைந்து சதவீத சூல்கள் இயல்பான கருச்சிதைவுகளாக முடிகின்றன. இத்தகைய கருவியற்சிதைவுகளுள் பெரும்பாலானவை கருவளர் காலத்தின் பன்னிரண்டாம் வாரத்தில் நிகழ்கின்றன. தானாகவே, செயற்கைத் தூண்டுதல்

எதுவும் இல்லாமல் நிகழும் கருவியற் சிதைவிற்கான காரணங்கள் பல. கருவின் குறைகள், தாயின் நோய்கள், தந்தை வழிக் கேடுகள் என இக்காரணங்களை மூவகையாகப் பகுக்கலாம். வளரும் கருவின் வளர்ச்சிக் குறைபாடுகளோ, நுண் கிருமித் தவறுகளோ அன்றி நச்சுக்கொடிக் குறைகளுங்கூட முதற் பகுப்பில் அடங்கும். இரண்டாம் பகுப்பில், தாயின்மூலம் ஏற்படக் கூடிய நோய்களாலும் கருச்சிதைவுகள் தோன்றலாம்.

தாயைத் தாக்கக்கூடிய ஜெர்மானியம்மை (german measles) மேக நோய் போன்றவையும் கருக் கலைப்புச் செய்யக்கூடும். மேலும், தாய்க்கு இருக்கக் கூடிய உட்சுரப்புக் குறைகள், சூற்பைக் குறைபாடுகள், சூல் தசைக்கட்டிகள் ஆகியவற்றாலும், கரு வளர் காலத்தில் நிகழக்கூடிய விபத்து, கதிரியக்கம் போன்றவற்றாலும் கருச்சிதைவு உண்டாகலாம். தந்தையின் விந்துகளில் உள்ள குறைபாடுகளும் கருச்சிதைவை ஏற்படுத்தலாம் என்னும் கருத்தும் உள்ளது.

கருவியற் சிதைவுகளில் பல வகைகள் உண்டு. முழுக்கருச் சிதைவும் கருவுறுபயனும் நச்சும் முழுதுமாகக் கருப்பையினின்று வெளித் தள்ளப்படுவதைக் குறிக்கும். (கருவும், அதன் பகுதிகளும், அதைச் சுற்றியுள்ள சவ்வுகளும் சேர்ந்து கருவுறுபயன் எனப்படும்.) கருவளர் காலத்தில் இவ்வகை, முதல் பன்னிரண்டு வாரங்களுக்குள் கருச்சிதைவு நடப்பதால் நிகழ்வதாகும். இவ்வாறின்றிக் கருவுறுபயனில் பகுதியோ, நச்சோ, கருப்பையின் உள்ளே தங்கிக் கொண்டு, பிற பகுதிகள் வெளியேற்றப்படுமாயின், அதுவே குறைக் கருச்சிதைவு ஆகும். பன்னிரண்டு வாரங்களுக்குப் பின் நிகழும் கருச்சிதைவுகள் பொதுவாக இவ்வகையைச் சார்ந்தவையாகும்.

கருமருட்சிதைவில், சூலுற்ற பெண் சற்றே வலியையும் உணர்கிறார்; சிறிதளவு இரத்தப் போக்கும் நிகழ்கிறது. கருப்பையின் இணைப்பினின்று கரு விலகிடும் ஆபத்து இதிலுண்டு. இரத்தப் போக்கைக் கண்ணுற்றவுடன், ஆழ்ந்த ஓய்வும் அமைதியும் தாய்க்கு அளிக்கப்பட்டால் இவ்வாபத்தைத் தடுக்க



கருச்சிதைவு வகைகள்

லாம். தேவையானால் தூக்கமருந்துகளின் மூலமாகத் தாயின் உடலுக்கும் உள்ளத்திற்கும் அமைதி அளிக்க லாம். தக்க உடனடி மருத்துவம் கருச்சிதைவு நிகழாமல் காக்கும்.

சில சமயங்களில், மருத்துவத்திற்குப் பின்னும் இரத்தப்போக்கு நிற்பதில்லை; அந்நேரங்களில் தொடர்ந்து இரத்தம் வெளியேறு வதைத்தடை செய்ய, கருவை வெளியேற்றிக் கருப்பையைத் தூய்மைப்படுத்த வேண்டும். மற்ற நேரங்களில் இரத்தப் போக்கைத் தொடர்ந்து எவ்வித முயற்சியை யும் மீறிக் கரு இயல்பாகவே வெளியேற்றப்படுகிறது. இவற்றையே தவிராக் கருச்சிதைவு எனக் குறிக் கின்றனர்.

தூண்டுதற் கருச்சிதைவுகள் மருத்துவ முறை யிலும் அமையலாம். குற்ற முறையிலும் அமைய லாம் (medical & criminal) கருச்சிதைவு செய்வதற் கான அதிகாரம் பெறாதவர்களால், தூய்மையற்ற சூழ்நிலையில் செய்யப்படுவதே குற்றமுறைக் கருச் சிதைவாகும். குழந்தைகளை மிகுதியாகப் பெற்று மேலும் குழந்தை வேண்டாமெனக் கருதுவோரும் திருமணமாகாமல் தாய்மைப் பேறடைவோரும் தவறான முறையில் கருத்தரிப்போரும் விலைமாதர் களும் மறைவாகவே கருவைக் கலைக்கக் கருதிச் சட்டப்புறம்பான வகைகளை நாடுகின்றனர். இவ்வா றான கருச்சிதைவுகளைத் தோற்றுவிக்கப் பலவித மான கருவிகளும் முறைகளும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

மரப்பட்டைகள், களிம்பு தடவிய குச்சிகள் போன்றவற்றைக் கொண்டும், ஊசி மூலம் பல வகைப் பசைகளையும் நீர்மங்களையும் பிறப்புறுப்புக்குள் செலுத்தியும் கரு கலைக்கப்படுகிறது. பெண்கள் கை களில் பெரும்பாலும் இருக்கும் கொண்டை ஊசிகள், பின்னற் வேலைப்பாட்டு ஊசிகள் போன்றவையும் பயன்படுத்தப்படலாம். இவ்வகையைச் சார்ந்த கருச் சிதைவுகளால் பல சிக்கல்கள் உண்டாக்கப்ப படுகின்றன. இரத்தப்போக்கு, சீழ்பிடித்தல் கருப்பை, குடல், சிறுநீர்ப்பை போன்ற உறுப்புகளில் காயங்கள் போன்ற பின் விளைவுகள் தோன்றி உயிருக்கே கேடு விளைவிக்கின்றன. இசிவு நோயும் இதனால் ஏற்படலாம். இத்தகு கருக்கலைப்பிற்கு உள்ளான தாய் உயிர் பிழைத்தாலும், இடையழற்சி, சிரை உறைவு அழற்சி போன்ற நோய்களால் தாக்கப் படுவதோடு நிலையான மலட்டுத்தன்மையும் அடை யக்கூடும்.

குற்றமுறைக் கருச் சிதைவுகளாலும், அவற்றின் விளைவான சிக்கல்களாலும் தாய்மை நலக்கேடும், மரணமும் அளவுக்கு மீறக்கூடும்; தொடர்ந்து, கருச் சிதைவுகளையும் சட்டக் கட்டுப்பாட்டில் கொணர் தல் வேண்டும். இந்தியாவில் 1972ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்கள் முதல் நாளிலிருந்து மருத்துவக் கரு அழிப்புச் சட்டம் நடைமுறைக்கு வந்தது. இதன்படி, தாய்மைப் பேறுற்ற பெண்ணின் உயிரைக் காப்பதற்காகவோ, அவளின் உடல் மன நலத்திற்கு உண்டாகக்கூடிய கேட்டைத் தடுப்பதற்காகவோ, பிறக்கவிருக்கும் குழந்தை உடல், மனக் குறைபாடுகளோடும் பிறக்கு மெனத் தெரிந்தால், நடவாமல் அதை நிறுத்துதற் காகவோ, கற்பழிப்பின் காரணமாக உண்டானகருப்ப மென்றாலோ, கருத்தடைக் கருவிகளின் தோல்வியால் ஏற்பட்டு விட்ட பிள்ளைப்பேறு என்றாலோ சட்ட வரம்பிற்கேற்ற கருச்சிதைவு செய்யலாம். கருவளர் காலத்தின் முதல் இருபது வாரங்களில் இது நிகழ்த்தப் படலாம் என இச்சட்டம் வரையறுக்கிறது.

- சுதா சேஷய்யன்

கருஞ்சீரகம்

இதன் தாவரவியல் பெயர் நைஜெல்லா சடைவா (*Nigella sativa*) ஆகும். நைஜெல்லா என்பது நைஜர் என்னும் லத்தீன் சொல்லின் திரிபு ஆகும். இது கருமை நிறத்தைக் குறிக்கும். நைஜெல்லா என்னும் இனம் ரேனன்குலேசி எனப்படும் இரு வித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். கருஞ்சீரகம் லிவான்ட் நாட்டைத் தாயகமாகக் கொண்டது. தற்போது இது இந்தியாவில் பஞ்சாப், பீஹார், இமாசலப் பிரதேசம், அஸ்ஸாம் மாநிலங்களில் பயிரிடப்படுவது மட்டுமல்லாமல் தன்னிச்சையாகவும் வளர்வதுண்டு.

வளரியல்பு. கருஞ்சீரகம், ஏறத்தாழ 40-50 செ. மீ. உயரம் வளரக்கூடிய சிறு செடியாகும்.

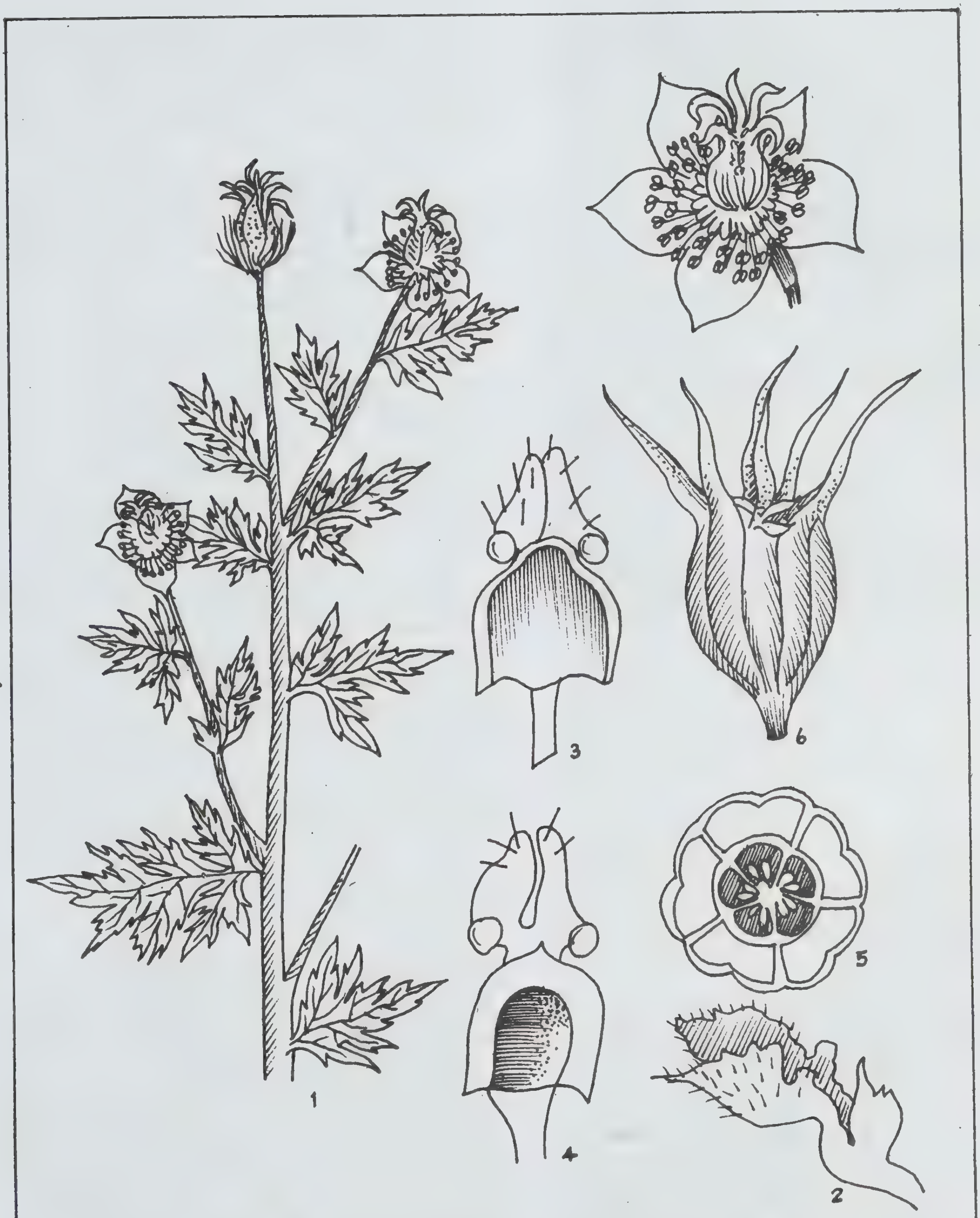
இலைகள். மாற்றிலையடுக்கு அமைப்பு; சிறகு வடிவ முறையில் 2ஆம் 3ஆம் நிலைவரை பிளவு பட்டிருக்கும் (bipinnate and tripinnate); இலைகள் 2.5 செ. மீ. நீளமிருக்கும். இலைப்பரப்பு குறுகிய நீண்ட நாடா போன்ற பகுதிகளாகப் பிளவு பட்டிருக்கும்.

மஞ்சரி. மலர்கள் தனித்தவை. தண்டு நுனி சைம் (cyme) வகை ஆகும்.

மலர்கள். நீண்ட காம்பு கொண்டவை. இரு-பால், ஒழுங்கான பூக்கள், வெளிர் நீல நிறமுடையவை; 2-2.5 செ. மீ குறுக்களவு உடையவை. பூவடிச் செதில்கள் இல்லை.

புல்லிவட்டம். 5 புல்லிகள் கொண்டது. ஒழுங் கானவை; அல்லிகள் போல் வண்ணத்தோடு காணப் படும். விரைவில் உதிரக்கூடியவை.

அல்லிவட்டம். 8, சிறிய, ஈருதடு கொண்ட உரு மாறிய, நுனி பிளவுபட்ட உறுப்புகளாகக் காணப்



1. வளரியல்பு 2, 3, 4, தேன் இணை 5. சூல்பை குறுக்கு வெட்டு 6. கனி

படும். இவற்றைத் தேன்இலைகள் (honey leaves) என்பர். தேன் இலைகளில் குழல் போன்ற அடிப் பகுதியும் அதற்குப் பாதுகாப்பாகக் கூரை போன்ற பகுதியும் உண்டு. இதற்குள் தேன் சுரப்பிகள் காணப் படும். சில தாவரவியலார் இத்தேன் இலைகளை மகரந்தத் தாள்களின் உருமாற்றம் என்பர். அதாவது அவர்களின் கூற்றுப்படி நைஜெல்லா மலர்கள் அல்லி அற்றவையாகும்.

மகரந்தத் தாள்கள். எண்ணிலடங்காதவை; பல சுற்றுகளில் அமைந்திருக்கும்.

சூலகம். சூலிலைகள் 3-10. கீழ்ப்பாதி இணைந் தும் மேல்பாதி தனித்தும் காணப்படும். சூல்தண்டுகள் தனித்திருக்கும். சூலறை ஒன்று. சூல்கள் பல.

கனி. பலபுற வெடி கனி வகை (capsule) ஆகும். கனியின் மேல் பகுதி பிளவுபட்டு விதைகள் வெளிப் படும்.

விதைகள். பல; கறுப்பாகவும் கெட்டியாகவு மிருக்கும்.

மகரந்தச் சேர்க்கை. பூச்சி நாட்ட வகையாகும். தேன் இலைகளில் தேக்கி வைக்கப்படும் தேனைச் சேகரிக்க வரும் பூச்சிகள் மகரந்தச் சேர்க்கையை நடத்துகின்றன.

சாகுபடி. பொதுவாக இந்தியாவில் கருஞ்சீரகத் தைப் பெருமளவில் சாகுபடி செய்வதில்லை. மேலும் மலைக்காடுகளில் தன்னிச்சையாக வளரும் செடிகளி லிருந்து விதைகள் திரட்டப்படுகின்றன. வட இந்தி யாவில் இதன் விதைகளுக்காகவே இவற்றைப் பயிரிடு வதுண்டு.

பயன். கருஞ்சீரக விதைகள் மணத்தோடு காரச் சுவையும் கொண்டவையாகும். அதனால் இவ்விதை களைக் கறி, உணவுப் பண்டங்களில் சேர்ப்பதுண்டு. இவ்விதைகளைக் கம்பளி, லினன் துணிகளில் மடிப்பு களுக்கு இடையே வைப்பதால் பூச்சிகளின் தொல்லை இருப்பதில்லை.

ஐரோப்பாவில் இவ்விதைகளை மணப் பொருளா கவும், செரிப்பானாகவும் பயன்படுத்துகின்றனர். இவ்விதைகளைப் பொடி செய்து சிறிதளவு உட் கொண்டால் உடல் வெப்பநிலை உயர்வதோடல்லா மல், நாடித் துடிப்பும் மிகும். மேலும் தோல் மற்றும் சிறுநீரகச் சுரப்பிகள் தூண்டப்படுகின்றன. கருஞ்சீரகத்தை மருந்தாகவும் பயன்படுத்துவர். செரியாமை நீக்கவல்ல மருந்தான ஹிங்குவாஷ்டக சூரணத்தில் பெருங்காயம், திரிகடுகம், கருஞ்சீரகம் முதலியவை சேர்க்கைப் பொருளாகும். கருஞ்சீரக விதைகள் முகப்பருவை நீக்கும் மருந்தாகப் பயன் பட்டு வந்ததாகத் தமிழ் மருத்துவ நூல்கள் கூறு கின்றன.

நாட்டு மருந்துக் கடைகளில் காணப்படும் கருஞ் சீரக விதைகள் மற்ற விதைகளால் கலப்படம் செய்யப் பட்டவையாகும். பொதுவாக இவ்விதைகளை முழு விதைகளாகக் கொடுக்க வேண்டுமேயன்றித் துண்டித்தோ பொடி செய்தோ பயன்படுத்தக் கூடாது.

உட்கூட்டுப்பொருள். கருஞ்சீரக விதையில் சாம் பல் சத்து 4-5%, ஆவியாகும் எண்ணெய் 0.5-1.5%, கொழுப்பு எண்ணெய் 36-42% அளவில் காணப் படும். நீராவித் துணை கொண்டு காய்ச்சுதல் மூலம் எளிதில் ஆவியாகும் எண்ணெய் எடுக்கப்படுகிறது இது சற்றுக் கெடுநாற்றம் கொண்டது. இந்த எண்ணெயிலிருந்து நைஜெல்லலோன் சேர்மம் கிடைக் கிறது. இதற்கு இருமல், ஆஸ்த்துமா போன்ற நோய் களைப் போக்கும் தன்மையுண்டு. விதைகளை நசுக்கிப் பிழிந்து எடுக்கப்படும் பகுதி-உலர் எண்ணெய் (semi-drying oil) சமையலுக்குப் பயன்படுகிறது. மேலும் இவ்விதைகளில் சிஸ்டின், லைசின், அஸ்பார்ட்டிக் அமிலம், குளூட்டோமிக் அமிலம், அலனின், ட்ரிப்டோஃபோன், வாலின் மற்றும் லூசின் முதலிய அமினோ அமிலங்கள் காணப்படுகின்றன.

சூரியகாந்திக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சென்ட்ரான் தீரம் அன்தெல்மின்டிகம் (*Centranthirum anthelminticum*) காய்கள் சிறிய விதைகள் போல் காணப்படும். இவற்றைச் சிலர் கருஞ்சீரகம் என்று கூறினாலும், அதன் மருத்துவப் பெயர் காட்டுச் சீரகம் ஆகும். இது வெண்குஷ்டத்திற்குச் சிறந்த மருந்தாகும். தென்னிந்தியா முழுதும் தரிசு நிலங்களில் தன்னிச்சை யாக வளர்கின்றது.

- தி. ஸ்ரீகணேசன்

கருஞ்செம்பை

இது அன்னபனன், சகுடை, செம்மை, சிற்றகத்தி, கருஞ்செம்பருத்தி, கருஞ்சிற்றகத்தி என்று வேறு பெயர்களாலும் குறிப்பிடப்படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் செஸ்பேனியா செஸ்பான் (*Sesbania sesban*). கருஞ்செம்பையின் பழைய பெயர்கள் செஸ்பேனியா எஜிப்ஷியாகா (*Sesbania aegyptiaca*), ஏஸ்கினோமீன் செஸ்பான் (*Aeschynomene sesban*) என்பனவாகும், பூக்களின் நிறத்திற்கேற்ப, கருஞ்செம்பையை மூன்று சிற்றினங்களாகப் பிரிக்கலாம். செஸ்பேனியா செஸ்பான் வகை டிப்பிகா: இதன் பூக்கள் மஞ்சள் நிறத்திலிருக்கும். இதன் தாயகம் இந்தியா. செ. செஸ்பான் வகை பிக்ட்டா: பூவிலுள்ள கொடி அல்லி இதழ்கள் வெளிப்பக்கத்தில் கருஞ்சிவப்பு நிறப் புள்ளிகளுடன் இருக்கும். மிகுதியான அளவில் இது வளர்க்கப்படுகிறது. செ. செஸ்பான் வகை பைகலர்:

கொடி அல்லி இதழ் கரும்பழுப்பு, சிவப்புநிறம் அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். இந்தியாவில் மேற்கு வங்காளத்தில் பெருமளவில் வளர்க்கப்படுகிறது. இது விரைவில் வளரும் மென் மரமாகும். கிளைகளை வெட்டிவிட நன்கு தழைக்கும். குறுகிய காலமே வாழும் இம்மரத்தைச் சமவெளிப் பகுதிகளிலும் மலைப்பகுதிகளில் 1200 மீட்டர் வரையுள்ள பகுதி களிலும் காணலாம். இம்மரத்தின் பூக்களை நவம்பர்-மார்ச் வரையில் காணலாம். காய்கள் ஜனவரி மாதம் முதல் உண்டாகின்றன.

கருஞ்செம்பை மருத்துவக் குணம் நிறைந்தது. இதைக் காற்றுத்தடை (wind break) மரமாக மிளகு, வெற்றிலைக் கொடிக்கால்களிலும் நெல் வரப்புகளிலும் திராட்சைத் தோட்டத்திலும் வளர்ப்பர். காற்றுத்தடையாக வளர்க்கும்போது மரங்களின் கிளைகளை வெட்டுவதில்லை. இதை மஞ்சள், தேயிலை, ஆரஞ்சு, கமலா ஆரஞ்சு ஆகிய பயிர்களுக்கு நிழல்தரும் மரங்களாக வளர்க்கலாம். இம்மரத்தை வெற்றிலைக் கொடிகளை ஏற்றி வளர்ப் பதற்காகவும் பயிரிடுவதுண்டு. இலைகளைக் கால் நடைகளுக்குத் தீவனமாகவும், பீகார் மாநில மக்கள் பூக்களைக் கறியாகவும் பயன்படுத்துவதுண்டு. இம் மரத்தின் வளர்ச்சி மிகு பனியினால் தாக்கம் அடை கிறது.

தழைகளை வெட்டிப் பசுந்தழை உரமாக நெல் வயல்களுக்கு இடலாம். இலையில் பொட்டாசியம் 26.6%, நார் 8.4%, நைட்ரஜன் இல்லாத சாறு 49.5%, சாம்பல் 10 கிராம் உள்ளன. மேலும் 100 கிராம் தழையில் கால்சியம் 3250 மி.கி. கால்சியமும் 340 மிகி பாஸ்ஃபரஸும் உள்ளன. பூக்களில் ஃபிளே வோனோல்களும் மக்னிஷியமும் சிறிதளவு இரும்புச் சத்தும் உள்ளன. விதைகளில் புரதம் மிகுதி. நூறு கிராம் விதைகளில் 33.7 கிராம் புரதம், 4.8 கிராம் கொழுப்பு, 18.2 கிராம் நைட்ரஜன் இல்லாத சாறு, 28.3 கிராம் செல்லுலோஸ், 4.2 கிராம் சாம்பல், 89.4 மி.கி. வைட்டமின் C முதலியவை உள்ளன. பெட்ரோலியம், ஈதர் விதைச்சாற்றில் 5.3% பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிற எண்ணெய் இருக்கும். விதை எண்ணெயில் பால்மிட்டிக் ஸ்டீரிக், லினோசெரிக், ஓலிக், லினோலினிக், லினோலிக் முதலிய கொழுப்பு அமிலங்கள் உள்ளன. விதையிலுள்ள கேனவானின் என்னும் நச்சுப்பொருளின் காரணமாக இதன் புரதத் தைப் பயன்படுத்த இயலவில்லை. இது அர்ஜினைன் என்னும் அமினோ அமிலம் பயன்படுத்துவதைத் தடை செய்கிறது.

காய்களிலிருந்து பிரித்தெடுத்த விதைகளை அப் படியே பயன்படுத்தினால் கால்நடைகளுக்குத்தீங்கு உண்டாகும். விதைகளை 3 நாளுக்கு நீரில் ஊற வைத்து 30 நிமிடங்கள் வேகவைத்துக் கால்நடை களுக்கு உணவாகத் தரலாம். பட்டைகளிலிருந்து

கருஞ்செம்பை

நார் தயாரிக்கலாம். நார் 9.1-12.3 மீ விட்டமுடை யது. நாரில் 65.9% செல்லுலோஸ், 24.3% லிக்னிக் மற்றும் பெக்ட்டின், 2.2% சாம்பல் உள்ளன. இம் மரத் தக்கையை மீனவர்கள் மிதவைகளாகப் பயன் படுத்துவர். இம்மரத்தை வெல்லம் காய்ச்சுவதற்கு எரிபொருளாகப் பயன்படுத்துவதுண்டு. தென்னிந் தியப் பகுதிகளில் இதன் மரத்தடிகளைக் குடிசை வீடுகள் கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். பர்மாவில் இம்மரத்தைப் பயன்படுத்திப் பொம்மைகள் செய்கின்றனர். ஆஃப்ரிக்கா மக்கள் மரத்தண்டி லிருந்து அம்புகள் செய்வதுண்டு. இம்மரத்திலிருந்து பூச்சி மருந்தும், எழுது மையும் தயாரிக்கலாம்.

மரம். கருஞ்செம்பை ஐந்து மீட்டர் உயரம் வளரும் தன்மையது. இதன் கிளைகளில் சில சமயங் களில் முள்களைக் காணலாம். இலைகள் 7.5-15 செ. மீ. நீளத்திலிருக்கும். சிற்றிலைகள் 15-20 இணைகள் இரட்டைப்படைக் கூட்டிலை அமைப்பில் இருக்கும். இலைகள் எதிரடுக்கத்தில் தோன்றும். சிற்றிலைகள் நீள்முட்டை வடிவில் 0.9-2, 0.2-0.4 செ.மீ. அளவில், ஓரம் வளைவில்லாமல் முழுமை யாக இருக்கும். இலைக்காம்பு ஒரு செ.மீ நீளத்தி லிருக்கும். சிற்றிலைக்காம்பு ஒரு மி.மீ. நீளத்தி லிருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் 7 மி. மீ. நீளம் கொண்டிருக்கும். கூட்டிலைக்காம்பில் (rachis)

முள்கள் இருக்கும். ரசீம் மஞ்சரி தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். மஞ்சரியில் 7-9 பூக்கள் தளர்ச்சியாக உண்டாகியிருக்கும்.

மஞ்சரிக்காம்பு (peduncle) 2.5 செ.மீ. நீளமாகும். பூவடிச் செதில்கள் 6 மி.மீ. நீளத்திலும், பூக்காம்பு 5-8 மி.மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். பூக்கள் 2 செ.மீ. குறுக்களவில் இருக்கும். பூக்கள் மஞ்சள், கருஞ்சிவப்பு, கரும்பழுப்புச் சிவப்பு (dark maroon) நிறத்திலும் இருக்கும். புல்லி வட்டக் குழாய் 4 மிமீ. நீளத்திலும் கொடி இதழ் அல்லி தலைகீழ் முட்டை வடிவிலும் 1.5 × 1செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும், இதில் வளரிகள் (appendages) இருக்கும். இறக்கை அல்லி இதழ்கள் 1.2×0.7 செமீ. அளவிலும் கீழ் அல்லி இதழ்கள் 1.5×0.5 செ.மீ. அளவிலும், மகரந்தத்தாள்கள் 4 மி.மீ. நீளத்திலும் இருக்கும். சூல்பை 1 செ.மீ. நீளத்திலும் சூல்தண்டு 5 மி.மீ. நீளத்திலும் உள்ளன. காய்கள் 30 செ.மீ. நீளத்தில் 20-30 நீள் சதுர வடிவ விதைகளைக் கொண்டிருக்கும்.

மருத்துவப் பயன்கள். இலையை வதக்கி வீக்கங்களுக்கு வைத்துக் கட்ட வீக்கம் குறையும். தூய இலையை அரைத்து வைத்துக் கட்ட, சீழ்க்கட்டிகள் பழுத்து உடைந்து குணமாகும். வலி குறையும்; மீண்டும் சீழ்க்கட்டியைத் தூய்மையாக்கி இரண்டொரு முறை இதைக் கட்டி வர உள்ளிருக்கும் சீழ் வெளியாகிக் கட்டிகள் விரைவில் ஆறும். அரையாப்பு என்னும் தொடை வாழைக் கட்டிகள் குணமாகவும் இவ்வாறே செய்யலாம். பச்சை இலைச்சாறு வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும்; பேதியையும் உண்டாக்கும். இலையை நல்லெண்ணெயில் காய்ச்சி எடுத்துத் தலைமுழுக, கபால வெப்பம், வறட்சி, ஒற்றைத் தலைவலி, பீனிசம் நீங்கும். இலைச் சாறு வாத நோய்களுக்கு மேலுக்குப் பூச உதவும். அடிபட்ட காயம், கத்தியால் ஏற்பட்ட சதைக் கிழிசல் ஆகியவற்றுக்கு இதன் இலையை இடித்து அதன் சாற்றைப் புண்கள் மீது விட்டு ஆமணக்கு எண்ணெயில் வதக்கிய இலையையும் அதன் மேல் வைத்துக் கட்ட இரண்டு மூன்று நாளில் நலமாகும்.

கை, கால், மூட்டுகள், தொடை இடுக்குகள் (அரையாப்பு), கழுத்தைச் சுற்றி வரும் கழலைக் கட்டி (கண்டமாலை), அக்குளில் வரும் கைச்சந்திகள், விரைவீக்கம் ஆகியவற்றில் வாதநீர் தங்கி வீக்கமாகி, கடினமாகி உடையாமலும், அழுந்தாமலும் இருக்கும். இதற்கு இரவில் படுக்குமுன் ஆமணக்கு எண்ணெயில் வதக்கிய இலையை இளஞ்சூட்டுடன் வைத்துக் கட்ட வேண்டும். இதன் இலைச்சாற்றை, காலையில் 30 மிலி. உள்ளுக்குத் தர தடைப்பட்ட மாதவிடாய் வெளியாகும். ;வயிற்றிலுள்ள புழுக்கள் மலத்துடன் வெளிவரும். கை, கால், உடல் முழுதும் பரவித் தீங்கு தரும் சிரங்கு, படையாகக் கிளம்பும் சொறி ஆகியவற்றிற்குக் கருஞ்செம்பை இலை, குப்பைமேனி இலை ஆகியவற்றைச் சமமாக எடுத்து அத்துடன் சிறிது உப்புச் சேர்த்து அரைத்துத் தடவி 3 மணி நேரத்திற்குப் பின் குளித்துவர விரைவில் நலமாகும். இலைக் க்ஷாயத்தைக் கால்நடைகளுக்குத் தடவ ட்செட்சீ ஈ (tsetse fly) கடிப்பதில்லை. இம்முறையை ஆஃப்பிரிக்க மக்கள் பயன்படுத்துகின்றனர்.

விதை சுறுசுறுப்பை உண்டாக்கும். சூதகத்தை வெளிப்படுத்தும். வயிற்றோட்டத்தை நிறுத்தவும் செரியாமைக் கழிச்சல், சுரக்கட்டிகளைப் போக்கவும் உதவும். இதைத் தைலமாகத் தாயாரித்துத் தடவச் சொறி, சிரங்கு போன்ற தோல் நோய்கள் நலமாகும். மண்ணீரல் நோய்களைக் குணப்படுத்தும். விதைகளை ஊறவைத்து அரைத்துச் சுண்டைக்காயளவு தர 20 நாளுக்கு ஒருமுறை உண்டாகும் மாதவிடாய் சீர்படும். தொடர்ந்து இரத்தம் போவதைத் தடுக்கும். வயிற்றுக்கோளாறு தொடர்பான செரியாமைக் கழிச்சல் வெப்பக் கழிச்சல் முதவியவற்றை நிறுத்தும். வேரை அரைத்துத் தேள்கடிக்குப் பற்றுப் போடலாம். வேர் வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும் தன்மை கொண்டது. காய்ச்சல், வீக்கம், நீரிழிவு, வெண்குஷ்டம் ஆகியவற்றுக்குச் சிறந்தது. தொண்டை நோய்களுக்கு நல்ல மருந்தாக உள்ளது. வேர், விதை ஆகியவற்றைச் சமமாக எடுத்து உலர்த்திப் பொடித்து ஐந்து கிராம் உள்ளுக்குத் தர, மரவட்டை, குளவி, பூரான், தேள் இவற்றின் கடிவாயில் தடவித் தேய்த்துவரக் குணமாகும். கனமான வேர்த் துண்டைக் கல்லில் இழைத்துக் கடிவாயில் தடவி நெருப்பில் ஒற்றடம் தர நஞ்சு முறியும். கருஞ்செம்பை மரப்பட்டைகளை உலர்த்தி இடித்துப் பொடித்து நாள்தோறும் காய்ச்சிய பாலுடன் 15 அரிசி எடை சாப்பிட இரத்தம் தூய்மையாகும். மலச்சிக்கல் நீங்கும். உடலுக்கு வலிமை உண்டாகும். நமைச்சல், சொறி, சிரங்குகள் குணமாகும்.

இரும்புக் கரண்டியில் நல்லெண்ணையை விட்டு 10 கருஞ்செம்பைப் பூக்கள், சிறிய துண்டு கஸ்தூரி மஞ்சள், சிறிது சாம்பிராணி இவற்றைப் போட்டுக் கொதிக்கவைத்துக் குளிர வைத்து வாரம் ஒருமுறை தலையில் தேய்த்து முழுகினால் தீராத தலைவலி, ஜன்னி, சளி, கபாலக்குத்து, குடைச்சல் வலி, தலைபாரம், கழுத்து நரம்பு வலி, சூதகஜன்னி நீங்கும். கருஞ்செம்பைப் பூவை உலர்த்தி இடித்தும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். பூக்கள் தலைக்குத்தல் நோயைப் போக்க உதவும். பூக்களை எண்ணெயிலிட்டுக் காய்ச்சித் தலை முழுகத் தலைப்பாரம், தலைக்குத்தல், மூக்கு நீர் ஒழுகுதல் முதலியன நீங்கும்.

- கோ அர்ச்சுனன்

நூலோதி, K.R. Kirtikar, and B.D. Basu, *Indian Medicinal Plants,* Lalit Mohan Basu, Allahabad, 1935.

கருடன்

இப்பறவை செம்பருந்து எனவும் ஆழ்வார் என்வும் குறிக்கப்படும். இதன் தலை, கழுத்து, மார்பு ஆகியன வெண்மையாகவும் உடலின் மேற்பகுதி, இறக்கைகள் செந்நிறமாகவும் இருக்கும்; கால்கள் வெளிர் மஞ்சள் நிறங்கொண்டவை. கருடனின் (Brahminy kite) குஞ்சுகள் இத்தகைய பளிச்சென்ற நிறம் பெறச் சில ஆண்டுகள் செல்லுமாகையால் தொடக்கத்தில் இவை கள்ளப்பருந்தைப்(pariah kite)போன்று மங்கலான பழுப்பும் கறுப்பும் கலந்த நிறங்கொண்டன வாகவே இருக்கும். அப்போது பிளவுபடாத வட்ட வடிவமான வாலின் முனை அமைப்பைக் கொண்டு இதைக் கள்ளப்பருந்திலிருந்து வேறுபடுத்தி அறியலாம்.

கருடன்

மழைக்காலத்தில் உள்நாட்டு ஏரி, குளம், குட்டைகளிலும் ஊர்ப்புறங்களிலும் திரியும் இது கோடையில் நீர்வளமிகுந்த பகுதிகளான கடற்கரை, உப்பங்கழி, மீனவர் சேரி முதலிய இடங்களுக்குச் சென்றுவிடுகிறது. நத்தை, நண்டு, மீன், பாம்பு முதலியனவே இதன் முக்கியமான இரை எனினும் சிற்றூர்களில் தனித்துப் பறக்கும்போது கள்ளப்பருந்தைப்போலக் கோழிக்குஞ்சுகளை அடித்துச் செல்லும். வேட்டைக் காரர்கள் சுட்டு வீழ்த்தும் பறவைகளைத் தூக்கிச் செல்வதும் உண்டு. காகம் முதலிய பறவைகளைத் துரத்தி அவை கொண்டு செல்லும் இரையைப் பறிக்கும் பழக்கமும் இதனிடம் உண்டு. ஏரி, குளங்களில் நீர் வற்றியபின் மீன் பிடிக்கும்போது நூற்றுக் கணக்கில் இவை அங்கு கூடிப் பறப்பதைக் காணலாம். பட்டுப்புழு வளர்க்கும் பகுதிகளில் நூலைப் பிரித்த பின் எறியப்படும் புழுக்களைத் தின்னவும் இவை கூட்டமாகக் காத்திருக்கும். கால்விரல்களால் பிடித்த இரையைப் பறக்கும்போதே அலகால் கொத்தித் தின்பதும் மரங்களில் சென்று அமர்ந்து தின்பதும் உண்டு. பகலில் தனித்தே திரியும் எனினும் இரவில் பல ஒன்றாகக் கூடி ஒரே மரத்தில் அல்லது தோப்பில் அடையும் என்கின்றனர்.

காலை வெயிலில் இருப்புப் பாதை ஓரக் கம்பங்களிலும் மொட்டை மரங்களிலும் அமர்ந்து இறகின் ஈரம் உலர்ந்தபின் பறக்கத் தொடங்கும். கடற்கரைகளில் கடற்காகங்களைப்போல, கடல் அலைகளின் மீது மிதந்தபடி இருக்கும் ஆற்றலும் பெற்ற இது அப்படியே எழுந்து பறப்பதைக் காணலாம். உரத்த குரலில் புலம்பி ஓலமிடுவதுபோலக் கத்தும் இதன் குரலைக் கிருஷ்ணா என அழைப்பதாக இந்துக்கள் கருதுவதோடு இதை வணங்கவும் செய்கின்றனர். நீர்நிலைகளுக்கு அருகே வேம்பு. ஆல், புளி முதலான மரங்களில் டிசம்பர் - ஏப்ரல் முடிய உள்ள பருவத்தில் குச்சிகளால் கூடு அமைத்துக் கம்பளி, கந்தை, தோல், சணல், இலை ஆகியவற்றால் கூட்டை மென்மையாக்கி இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டைகளை இடும். முட்டை வெளிர் நிறத்தில் செம்பழுப்புக் கறைகளை உடையதாக இருக்கும்.

- க. ரத்னம்

கருணைக்கிழங்கு

இதைக் காறும் கருணை என்றும் குறிப்பிடுவர். ஆங்கிலத்தில் யாம் (yam) என்று கூறுவர். இதன் தாவரப்பெயர் டைஃபோனியம் டிரைலோபேட்டம் (*Typhonium trtlobatum*) என்பதாகும். இது ஏரேசி எனப்படும் ஒரு வித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கருணைக்கிழங்கு நீண்ட உருண்டை வடிவத்தில் இருக்கும். இச்செடியின் தோற்றம் சேனைக்கிழங்கைப் போல இருந்தாலும் உயரம் தண்டின் பருமன் இவற்றில் சிறியதாயிருக்கும். இது வெப்பமண்டலக் கிழங்குப் பயிராகும். சிறிது குளிரான பனியற்ற வறண்ட காற்று நிலவும் பருவத்தில் இதன் கிழங்கு உற்பத்தி மிகுதியாகயிருக்கும். முளைத்த கிழங்குகளையே நடவுக்குத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

செடி. இச்செடி 3-50 செ.மீ. உயரம் வளரும். வட இந்தியாவில் யமுனை நதியின் கிழக்குப்பகுதி, தென்னிந்தியப் பகுதிகளில், கிழங்குகளுக்காக இது

பெரிதும் பயிரிடப்படுகிறது. கிழங்குகள் (tubers) உருண்டை வடிவத்தில் 4செ.மீ. குறுக்களவைக் கொண்டிருக்கும். இச்செடியின் இலைக்காம்பு நீள மாக இருக்கும். இலை அகலமாகவும் பை போன்ற பல அமைவு கொண்டதாகவும் இருக்கும்.முன்பக்கத்தி லுள்ள பை அமைவுகள் முட்டை வடிவில் அளவில் இருக்கும். பக்கவாட்டிலுள்ள பை அமைவுகள் சாய்வான முட்டை வடிவில் இருக்கும். மஞ்சரி மடல்கள் நீள்வட்ட வடிவில் இருக்கும். பாளையின் மடல் வெளிப்பகுதி இளம் பச்சை உள் பகுதி ரோஜா-கருஞ்சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். பாளை 15 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். பெண் பூங்கொத்துக் குட்டையாக இருக்கும். ஆண் பூங்கொத்து ரோஜா குங்கும நிறத்தில் இருக்கும்.

கருணைக்கிழங்கு

பயிர் முறை. முளைத்த கிழங்குகளை நடவுக்குத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். 20×20செ.மீ. ஆழக்குழி களில் முளைத்த குருத்து மேல்பக்கம் இருக்குமாறு செடிக்குச் செடி 60செ.மீ இடைவெளி கொடுத்துக் கிழங்குகளை நட வேண்டும். ஒரு ஹெக்ட்டேர் நடவுக்கு 1000-1500 கிலோ கிழங்குகள் தேவைப் படும். இக்கிழங்கை நடுவதற்கு மே-ஜூன் மாதம் சிறந்தது. நட்ட 8 மாதங்களில் கிழங்குகளை அறு வடை செய்யலாம். ஒரு ஹெக்ட்டேரில் 20-25 டன் கிழங்குகள் உற்பத்தியாகும்.

ஊட்டநிலை. நூறுகிராம் கருணைக்கிழங்கில் புரதம் 1.4கிராம் கொழுப்பு 0.1 கிராம், நார்ப் பொருள் 1.0 கிராம், மாவுப்பொருள் 26.0 கிராம், கால்சியம் 35 மி.கிராம், பாஸ்ஃபரஸ் 20 மி.கிராம், இரும்பு 1.3மி.கிராம், தயாமின் 0.07மி.கிராம், நியா சின் 0.7 மி.கிராம், சோடியம் 9.0மி.கிராம், பொட்டாசியம் 237மி.கிராம், ஃபோலிக் அமிலம் 17.5மி.கிராம், கரோட்டின் 78 மைக்ரோ கிராம் என்னும் வீதத்தில் உள்ளன. கிழங்கு 111 கிலோ கலோரி ஆற்றல் கொண்டது.

நூறு கிராம் கருணைக்கிழங்கில் 0.22 கிராம் நைட்ரஜன் உள்ளது. ஒவ்வொரு கிராம் நைட்ரஜ னிலும், அர்ஜினைன் 0.48 கிராம், ஹிஸ்ட்டிடின் 0.12 கிராம், லைசின் 0.28 கிராம் ட்ரிப்டோஃபேன் 0.07 கிராம், ஃபீனைல் அலனின் 0.30 கிராம், டைரோசின் 0.20 கிராம், மெத்யோனின் 0.10 கிராம், திரியோனின் 0.22கிராம், லியூசின் 0.40 கிராம், ஐசோலூயசின் 0.23 கிராம், வேலின் 0.29 கிராம் என்னும் அளவில் அமினோ அமிலங்கள் உள்ளன. உலர்த்திய கருணைக்கிழங்கில் 0.8 ppm அயோடினும் 3.7 ppm ஃப்புளோரினும், 22.85 மில்லி கிராம் ஹோலைனும் உள்ளன. கிழங்கைச் சாராயத் தில் கரைத்துக் கிடைத்த கரைசலில் பீட்டா சைட் டோஸ்ட்டீரால் உள்ளது.

பயன். இதன் இளம் இலைகளைச் சமைத்துண் ணலாம். கிழங்கை வேகவைத்துக் குழம்பு வைத்தா லும் காறும். புதுக் கிழங்கைச் சமைத்துண்டால். அரிப்பு ஏற்பட்டு நாக்கு உதடு முதலியவை வீங்கி விடும், உடலிலும் அரிப்பு உண்டாகும். பழைய கிழங்கைச் சமைத்துண்டால் அரிப்பு பெரும்பாலும் உண்டாவதில்லை. இக்கிழங்கால் உண்டாகும் அரிப்பினால்தான் இதைப் பெரும்பாலோர் விரும்பி உண்ணுவதில்லை. காறாக் கருணைக்கிழங்கை விட இதில் மருத்துவப்பண்புகள் மிகுதியாக உண்டு. இவ்வித அரிப்பைப் போக்குவதற்குப் புளி சேர்த்துச் சமைத்துண்பது வழக்கம்.

மருத்துவப் பண்புகள். இக்கிழங்கு பசியை உண் டாக்கும். காசநோய், கல்லீரல் வீக்கம், சளி, வாந்தி, வயிற்றுவலி, இரத்த நோய்கள், யானைக்கால் நோய் ஆகியவற்றுக்கும் சிறந்தது. இக்கிழங்கையும் இதன் விதையையும் மேற்பூச்சாகப் பூசி வாதவீக் கத்தைக் குணப்படுத்தலாம். பச்சைக் கிழங்கிற்குக் கோழையை அகற்றும் தன்மை உண்டு. இரத்தப் போக்கை நீக்க இக்கிழங்கு உதவுகிறது. சொறி, சிரங்கு, கரப்பான் கழலையைப் போக்கும். நச்சுப் பாம்புக்கடிக்கு இதன் கிழங்கைச் சிதைத்து வைத்துக் கட்டலாம் என்று கூறப்படுகிறது. இக்கிழங்கைப் பெரும்பாலும் லேகிய பக்குவத்தில் பயன்படுத்த

வேண்டும். மூலநோயைக் குணப்படுத்துவதில் கருணைக் கிழங்கு மிகச்சிறந்த மருந்தாகும் கருணைக் கிழங்கு லேகியத்தைப் பின்வருமாறு தயாரிக்கலாம்.

தேவையான அளவு கருணைக்கிழங்கை எடுத்துக் கொண்டு அவற்றின் கருமைநிற மேல்தோலை நீக்கிச் சிறுசிறு துண்டுகளாகச் சீவி வெயிலில் நன்கு உலர்த்தி தயிரில் ஒருநாள் ஊறவைத்துப் பின்னர் வெயிலில் பரப்பி உலர்த்த வேண்டும். இதே போன்று மூன்று நாள் ஊற வைத்து உலர்த்த வேண்டும். பின்பு 15 கிராம் எடையுள்ள கிழங்குத் துண்டுகளை இடித்து மாவாக்கிச் சலித்து மிளகு, சீரகம், சுக்கு, இந்துப்பு ஆகிய ஒவ்வொன்றிலும் 30 கிராம் எடை எடுத்துத் தனித்தனியே இடித்து மாவாக்க வேண்டும்.

வாணலியை அடுப்பிலிட்டு அரை லிட்டர் நெய் சேர்த்து 15 கிராம் எடையளவான பனங்கற்கண்டையும் சேர்த்து இவ்விரண்டும் கலந்து ஒன்றுசேரும் சமயத்தில் முன்பு பொடித்த கருணைக்கிழங்கு உள்ளிட்ட பல தூள்களையும் சிறிது சிறிதாகச் சேர்த்துக் கிளறிக் கொண்டிருக்க வேண்டும். நன்றாகச் சிவந்து வரும் போது வாணலியை இறக்கி ஆற வைத்து வாயகன்ற புட்டியில் வைத்துக்கொண்டு காலை, மாலை நெல்லிக்காயளவு எடுத்துச் சாப்பிட்டு வர வேண்டும். உணவில் காரமின்மையும், கீரைகளைச் சேர்த்துக் கொள்வதும், உணவுக்குப் பின் வாழைப் பழம் சாப்பிடுவதும் மூலநோய் விரைவில் நலமாக உதவும். கருணைக்கிழங்கின் தண்டு செரிமானம் உண்டாக உதவும். மூலமுளை குறையும்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

கருத்தியல் இயற்கணிதம்

கணித வளர்ச்சியின் தொடக்க காலம் எட்டாம் நூற்றாண்டே ஆகும். இயற் கணிதமும் இந் நூற்றாண்டிலேயே தோன்றி வளர்ச்சியுற்றது. அல்-கோவரிஸ்மி (AL Khowarizmi) என்னும் அராபியக் கணிதமேதை இயற்கணிதத்தின் தந்தையாவார். இவர் எழுதிய (*'Al-Jabr Mugabalah*) என்னும் நூலிலிருந்தே இயற்கணிதம் (Algebra) என்னும் பெயர் வந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

சமன்பாடுகளும் அவற்றின் தீர்வுகள் பற்றி ஆய்தலுமே தொடக்க காலத்தில் இயற்கணிதத்தின் நோக்கமாக விளங்கின. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு வரை இயற்கணிதம், எண்களுககுகிடையே ஆன கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், வகுத்தல் போன்ற செய்முறைகளை மட்டுமே அடிப்படையாகக் கொண்டு வளர்ந்தது. இந்நூற்றாண்டில்தான் காஸ் என்பார் மெய் அல்லது கற்பனைக்கெழுக்கள் கொண்ட ஒவ்வொரு பல்லுறுப்புக்கோவைச் சமன்பாடும் ஒரு தீர்வேனும் பெற்றிருக்கும் என்னும் இயற்கணித அடிப்படைத் தேற்றத்தை நிறுவிக் காட்டினார். கருத்தியல் இயற்கணிதம் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் தோன்றியது.

1830ஆம் ஆண்டு ஜார்ஜ்பீகாக் என்னும் ஆங்கிலக் கணித வல்லுநர் தாம் எழுதிய *Treatise on Algebra* என்னும் நூலில் இயற் கணிதத்திற்குத் தர்க்க முறை வடிவத்தை அளிக்க முனைந்தார். இந்நிலையில், இவருக்கு உறுதுணையாக இருந்தவர், டிமார்கன் ஆவார். இவ்விருவரும் பரிமாற்றுவிதி ($x+y=y+x$; $xy=yx$), சேர்ப்பு விதி $x+(y+z)=(x+y)+z$; $x(yz)=(xy)z$), பங்கீட்டு விதி $x(y+z)=xy+xz$; $(x+y)z=xz+yz$) போன்ற விதிகள் யாவும் மெய் மற்றும் சிக்கல் எண்களுக்கு உண்மையாவதைக் கண்டனர்.

கருத்தியல் இயற்கணிதம் இவ்வளவே எனக் கருதிய டிமார்கனின் கருத்து தவறானது என்பதை ஹேமில்டனும் ஜார்ஜ் சாலமனும் உணர்த்தினர். ஹேமில்டன் சிக்கல் எண் ஒவ்வொன்றுடனும் வரிசையிட்ட மெய்யெண் ஓரிணையைத் தொடர்புபடுத்தும் முறையைக் கண்டுபிடித்தார். இம்முறையில் $a+bi$ என்னும் சிக்கல் எண்ணைக் குறிக்கும் வரிசையிட்ட மெய்யெண் (a,b) ஆகும். $i=\sqrt{-1}$ - கற்பனை எண். இச்செய்முறையை முப்பரிமாணத்திற்கு விரிவுபடுத்த எண்ணியதன் விளைவாகத் தோன்றியதே குவாட்டர்னியான் அமைப்பாகும். இதிலுள்ள ஒவ்வோர் எண்ணும் $a+bi+cj+dk$ என்னும் அமைப்பில் இருக்கும். இங்கு a, b, c, d மெய்யெண்கள் மேலும் i, j, k என்பவை பின்வரும் விதிகளுக்குட்பட்ட குறியீடுகளாகும்: $ijk=i^2=j^2=1$; $ij=k=ji$; $jk=i=-kj$ மற்றும் $ki=j=-ik$ குவாட்டர்னியான்களுக்குப் பெருக்கலின் கீழ் பரிமாற்று விதிகாணலாம் இக்கொள்கைதான் குவாட்டர்னியான் தொகுப்பை மெய், சிக்கல் எண் தொகுப்புகளிலிருந்தும் வேறுபடுத்துகிறது.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இடையே கருத்தியல் இயற்கணிதத்தின் வளர்ச்சியில் முக்கிய பங்கு பெறுவர் கேய்லி என்பாராவார். இவரே அணிகளைக் கண்டறிந்தவர். அணி இயற் கணிதத்தின் தந்தையாக இவர் போற்றப்படுகிறார். இவரும் ஹேமில்ட்டனும் இணைந்து ஒவ்வொரு சதுர அணியும் அதற்குரிய சிறப்புச் சமன்பாட்டைத் தீர்க்கும் என்னும் முக்கியமான அணிக் கொள்கையைக் கண்டுபிடித்தனர். மேலும் இவர் சில்வஸ்டர் என்பவருடன் சேர்ந்து இயற்கணிதத்தின் மாறா அலகுகள் பலவற்றைக் கண்டுபிடித்தார். இவர்கள் காலத்தில்தான் பல்லுறுப்புக்கோவைச் சமன்பாடுகளின் சில சிறப்பான அமைப்புகள் பற்றியும், அவற்றில் வடிவக்கணித விளக்கம் பற்றியும் ஆராயப்பட்டன.

$Ax^2 + 2Bxy + cy^2$: (A, B. C மெய்யெண்கள்) என்ற இருபடிச் சமபடித்தான பல்லுறுப்புக் கோவையை ஒரு மெய்யெண்ணுக்குச் சமன்படுத்தும் போது அது ஒரு கூம்புவளையைக் குறிக்கும். இது நீள்வட்டம் அல்லது பரவளையம் அல்லது அதிபர வளையமாக இருப்பது மேற்காணும் கோவையின் தன்மை காட்டி B^2-Ac பூஜ்ய த்தைவிடக் குறை வாகவோ சமமாகவோ மிகுதியாகவோ இருப்பதைப் பொறுத்து அமையும் என்பதைச் சில்வஸ்டர் கண்ட றிந்தார்.

இதே நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஜார்ஜ்பூல் என்பவ ரால் வளர்க்கப்பட்ட கருத்தியல் இயற்கணிதம் பிறர் தம் கருத்தியல் இயற்கணித ஆய்வுகளினின்றும் முற்றிலும் மாறுபட்டு அமைந்திருந்தது. 1954 ஆம் ஆண்டு இவரால் எழுதப்பட்ட *'Investigation of the laws of Thought'* என்ற நூல் கணித வரலாற்றில் சிறப்பான இடத்தைப் பெறுகிறது. இதை அடிப் படையாகக் கொண்டுதான் பூலியன் இயற்கணிதம் உருவாயிற்று. இதுவரை பார்த்திராத சில விந்தை யான விதிகள் பூலியன் இயற்கணிதத்தில் உண்மை யாவதைக் கண்டனர். அவை $1+1=1$; $x\,x=x$ மற்றும் $zx = zy$ எனும் சமன்பாட்டிலிருந்து $x=y$ உண்மையாக வேண்டும் என்பது தேவையில்லை, இதன் கொள்கைகள் கூட்டல், பெருக்கல் செயல் முறைகளுக்குப் பதிலாகக் கணக்கொள்கைச் செயல் முறைகளான சேர்ப்பு (U) வெட்டு (∩) ஆகிய வற்றை உட்புகுத்தி அருவமான கருத்தியல் முறை யில் கணங்களுக்குப் பொதுமைப்படுத்தப்பட்டன. அகிலம் அல்லது அகிலகணம் 1- உடனும், வெற்றுக் கணம் O உடனும் ஒப்பிடப்படும். பூலியன் இயற்கணிதக் கொள்கைகள் தொகு கணிதத்திற்கு மட்டுமன்றி, கணிப்பொறி அறிவியல், காப்புச் செய் தித் துறைகளிலும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அவர் இறந்தபின் டீமார்கன், பெஞ்சமின் பெர்சே ஆகி யோர் பூலின் ஆய்வுகளைத் தொடர்ந்து நடத்தி இருமை விதிகளையும், கொள்கைகளையும் கண் டறிந்தனர். சாதாரண இயற்கணிதம் வெக்டர் பகுப்பாய்வு, குவாட்டர்னியான்கள் அடங்கிய நேரிய சேர்ப்பு இயற்கணிதப் பிரிவைப் (linear associative algebra) பெஞ்சமின் உருவாக்கினார். ஆக்டானி யான்கள் எனப்படும் பைகுவாட்டர்னியான்களைக் கிளிஃபோர்டு கண்டுபிடித்தார். பரிமாற்று விதி உண்மையாகாத இயற்கணித அமைப்புகளுக்கு இவை சிறந்த எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

கருத்தியல் இயற்கணிதத்தின் மைய விசையாக விளங்கக்கூடிய வடிவமைப்புகளில் குறிப்பிடத்தக்கது குலம் ஆகும். கேல்வா என்பார் இதற்குக் குலம் [group] எனப் பெயரிட்டார். காஸ் என்னும் கணித அறிஞர் முழு எண் தொகுப்பு அமைக்கும் வளையம் என்னும் வடிவமைப்பை $a+bi$ [a, b முழு எண்கள்] என்றவாறு அமையும் எண்கள் யாவும் அடங்கிய தொகுப்புக்கு விரிவுபடுத்தினார். இத் தொகுப்பு அவர் பெயராலேயே காஸியன் முழு எண் வளையம் எனப்படுகிறது. மேலும், இத்தகைய அமைப்புகள் வளையத்தினின்றும் வளர்ச்சியுற்று பூஜ்ய வகுப்பான்கள் பெறாத எண் அரங்கங்களாக அமைவதைக் கண்டனர்.

முழு எண் வளையத்தில் ஒவ்வொரு பகு எண் ணையும், பகா எண்களின் பெருக்கற்பலனாக ஒரே ஒரு வழியில் எழுத முடியும் என்னும் வளையத்தை உருவாக்கினர். கும்மர் என்பார் சீரிய கணம் எனப் படும் சிறப்பான உள் வளையங்களைக் கண்டுபிடித் தார். குலம், ஓர் ஈருறுப்புச் செய்கையின் கீழ் சில கட்டுப்பாடுகளையும், வளையம் இரண்டு ஈருறுப்புச் செய்கைகளின்கீழ் சில கட்டுப்பாடுகளையும் உண்மை யாக்கும் வடிவமைப்புகளாகும். இந்த இரண்டு ஈருறுப்புச் செய்கைகளையும் பொறுத்துப் பரிமாற்றக் குலமாக விளங்கும் வடிவமைப்பு, களம் எனப்பட்டது. இவ்வமைப்பைக் கண்டறிந்த பெருமை ஏபெல், கேல்வா ஆகியோரைச் சாரும். முடிவான களம் ஒவ் வொன்றும் கேல்வா களம் எனப்பட்டது. கேல்வா வின் ஆய்வு ஒரு குறிப்பிட்ட களத்தில் கெழுக்களைக் கொண்ட சமன்பாடுகள் அக்களத்தில் தீர்வுகளைப் பெற்றிருக்கின்றனவா என்பது பற்றியும், விரிவு படுத்தப்பட்ட களத்தில் அவற்றின் தீர்வுகளைக் காணமுடியுமா என்பது பற்றியும் அமையும்.

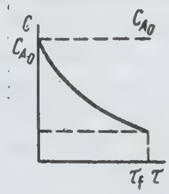
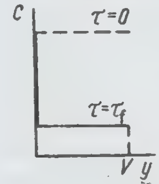
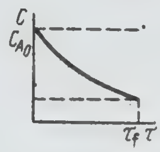
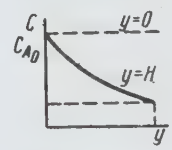
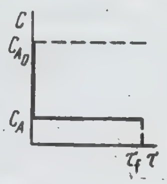
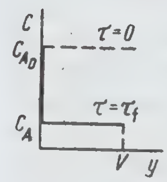
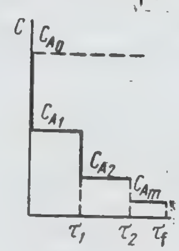
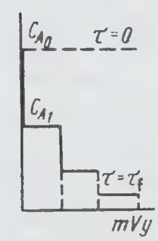
குரெனெக்கர் என்பார் a, b விகிதமுறு எண் களாயின் $a + b\sqrt{2}$ வடிவில் அமைந்த அனைத்து மெய்யெண்களும் ஒரு முடிவற்ற களத்தை அமைக் கும் எனக் கண்டார். பியானோ என்பார் தம் கோட் பாடு, இயற்கணிதத்தின் இன்றைய வளர்ச்சிக்கு அடி கோலிற்று. 1920, 1940 ஆண்டுகளுக்கு இடைப் பட்ட காலப்பகுதியில் கருத்தியல் இயற்கணிதத்தின் முக்கிய அடிப்படைக் கோட்பாடுகள் பலவும் காணப் பட்டன. இவற்றை இயற்கணிதத்திலும், பகுப்பாய் விலும் பயன்படுத்தியதன் வாயிலாகத் தோன்றியது அமைப்பொத்த தர்க்க இயற்கணிதமாகும். 1955ஆம் ஆண்டில்தான் இப்பிரிவின் முதல் நூல் வெளியிடப் பட்டது. மேலும், இப்பிரிவு கருத்தியல் இயற்கணிதத் தின் விரிவாக்கமாகும். இதன் கொள்கைகள் பல் வேறு வகையான வெளிகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. தற்காலத்தில் கருத்தியல் இயற்கணிதம், கணிதத்தின் பிற பிரிவுகளில் மட்டுமன்றி, கணிப்பொறி அறிவியல் போன்ற பல்வேறு அறிவியல் துறைகளிலும் பெரு மளவு பயன்படுகிறது.

– அ. ரஹீம்பாட்சா

கருத்தியல் படிமங்களிலிருந்து நடைமுறை உலைகளின் வேறுபாடுகள்

வேதிப் பொருள் தயாரிப்பில் பயனாகும் இரு உலை களுக்கு (வினைக்கலன்களுக்கு) கருத்துப் படிமங்கள்

அட்டவணை—1

உலை வகை	செறிவுப் பங்கீடு		சிறப்பியல்பு சமன்பாடு
	கால அளவில்	உலையின் உள்ளே	
நன்கு கலக்கப்பட்ட ஈடுமுறை உலை			$\tau = C_{A0}\int_0^{x_A}\frac{dx_A}{u_A}$
அடைப்புப் பாய்வு உலை (நிலைத்தது)			$\tau = C_{A0}\int_0^{x_A}\frac{dx_A}{u_A}$
நன்கு கலக்கப்பட்ட தொடர்செயல் உலை			$\tau = \frac{C_{A0}x_A}{u_A}$
அடுக்கு வரிசை உலைகள் (cascade of reaction)			$\tau = \frac{C_{Am-1}-C_{Am}}{u_m}m$

(மாதிரிகள்) பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் நிகழும் வினையின் துணையலகுகளை (parameters) விரிவாக ஆராய்ந்து, ஒரே நேரத்தில் அவை அனைத்தையும் மாற்றும்போது தோன்றும் நிலையை உருவகப்படுத்தும் சமன்பாடுகள் பெறப்பட்டுள்ளன. பல்வேறு உலைகளில் வினைப்படு பொருள்களின் செறிவு மாற்றத்தைக் குறிக்கும் சிறப்பியல்பு சமன்பாடுகள் (characteristic equations) அட்டவணை 1-இல் தரப்பட்டுள்ளன.

இக்கருத்தியல் படிமங்களின் (ideal models) அடிப்படையிலான எதிர்பார்ப்புகள் நடைமுறை உலைகளில் நிறைவேற்றப்படாததற்கு முதன்மையான காரணங்கள் இரண்டாகும். அவை, வினைத் தொட்டியில் கலக்கியின் வீச்சு (range of the stirrer) குறுகி அமைதல்: இதன் விளைவாக வினைக்கலத்தின் மூலைகளில் சலனமற்ற பாய்மப்பகுதிகள் (stagnent fluid) தோன்றக்கூடும். இப்பகுதிகளில் வினை விரைவாக நிகழ்ந்தாலும், பாய்வதற்குக் கிட்டும் வினைக் கலவையின் கொள்ளளவு குறைந்து விடுமாதலால் உலையில் பாய்மம் தங்கும் காலத்தின் அளவு குறைவதோடு வினை நிகழ்வதற்குக் கிட்டும் நேரமும் குறையும். இதன் விளைவாக உலையிலிருந்து வெளியேறும் பாய்மத்தில் வேதி மாற்றத்தின் சதவீதம் குறைந்து விடும். மற்றொரு வகை வேறுபாடு, பாய்ம ஓட்டத்தின் பாதையில் கலக்கி அமையாதிருத்தல்: அதாவது கலக்கியின் வீச்சில் படாதவாறு பாய்ம ஓட்டம் ஒதுங்கி அமைதல் ஆகும். இவ்விரு வேறுபாடுகளும் தொடர் ஓட்டத் தொட்டி வகைக்குத் தக்கவை. குழாய் ஓட்ட வகை வினைக்கலன்களிலும் கருத்தியல் படிமத்திலிருந்து வேறுபாடுகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. நீள்வெட்டுமுகத் திசையிலும் (longitudinal direction) கலப்பு நிகழலாம். மாறாக ஆரத் திசையில் (radial direction) கலப்பு முழுமையாகாதிருக்கலாம்.

கருத்தியல் படிமங்களிலிருந்து நடைமுறை உலைகள் வேறுபடுவதை நான்கு வழிமுறைகளால் அறியலாம். இவற்றுள் ஒன்றில் ஆய்வுப்படி அறியப்பட்ட உலைவாழ் காலப் பங்கீட்டைப் பயன்படுத்தித் தனிப்படுத்தப்பட்ட பாய்வை (segregated flow) உருவகப்படுத்தி வினைவிளைபொருள் விளைச்சலைக் கணக்கிடலாம். பாய்வு சீராகவுள்ள குழாய் வடிவ உலைக்கு

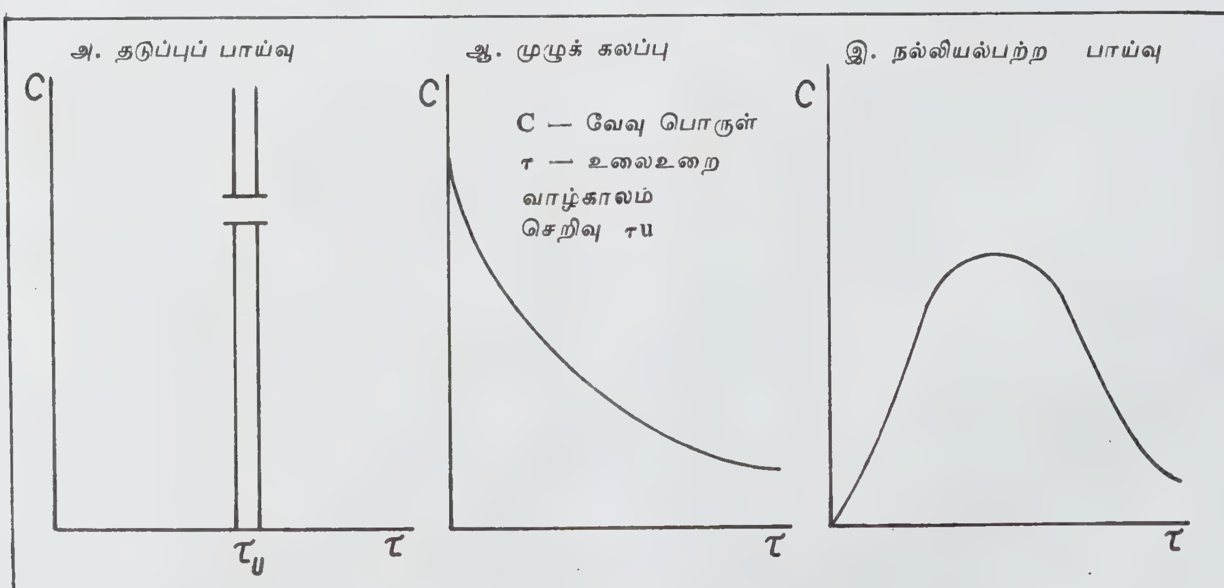
இது ஒரு நெருங்கிய தோராயமாகும். கருத்தியல் படிமத்தை ஒன்றியுள்ள நன்கு கலக்கப்பட்ட உலைக்கு இம்மதிப்பீடு ஒவ்வாது. ஏனெனில் இவ்வினைக்கலத்தில் நுழைந்தவுடனேயே பாய்மக் கலப்பு முழுமையடைந்துவிடுகிறது. இந்நிலையில் தனிப்படுத்தப்பட்ட பாய்வைக் கற்பனை செய்து கொள்ளல் தவறாகும்.

குழாய் உலைக்கு உலையின் அச்சில் சீரான அதிர்வுடன் பாய்ம ஓட்டம் நிகழ்வதாகக் கொளல் (axial disperison model) நடைமுறை அமைப்பை நெருங்கும் உத்திகளுள் ஒன்றாகும். கொந்தளிப்புப் பாய்வு கொண்ட உலையின் இந்நிகழ்வு மாதிரி பொருத்தமானதாகும். மூன்றாம் படிமத்தில் சம கொள்ளளவு கொண்ட நன்கு கலக்கப்பட்ட வினைத் தொட்டிகளின் வரிசையைக் கருத்தில் கொள்ளுதல் சிறந்த பயன் தரும். நான்காம் வகையில் மீள் சுழற்சியுடன் (recycle) அமைந்த தடுப்புப் பாய்வு உலை கருதப்படுகிறது.

பாய்மத்தின் பல்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு திசைவேகங்களில் பாயக்கூடும். இதனால் கால்வாய்ப் போக்கு உருவாகக்கூடும். சில சுழலா மையங்களும் (dead spots) தோன்றக்கூடும். இவ்வாறு நிகழ்வதற்குப் பாய்மம் நன்கு கலவாது. தனிப்படுத்தப் பட்டிருத்தல் (segregated) வேண்டும். மற்றொரு காரணம் குழாய் அமைப்புள்ள உலையில் வளிம ஓட்டத்தின் திசையில் கலப்பு (local mixing) நிகழ்வதாகும்.

நடைமுறை உலைகளை நிறுவுதற்குக் கருத்தியல் படிமங்களின் சிறப்பியல்புச் சமன்பாடுகளைப் பயன் படுத்துகையில் அச்சமன்பாடுகளில் திருத்தக் காரணிகளைப் புகுத்த வேண்டியுள்ளது. ஓர் உலையில் வினைக்கலவையின் பாய்வுப் பாதைகளை அறிதல் தேவை. மேலும் வினையுறு தூள்களின் உலையுறை வாழ் காலம் (residence time) வெவ்வேறு பகுதிகளில் எவ்வாறு அமைகிறது என்பதும் நன்கு அறியப்பட வேண்டும். இதை அறிவதற்கு உலையின் நுழைவாயிலில் வினைப்பொருட் கலவையுடன் வேவு பொருள் (tracer) ஒன்றைக் (எ. கா.) (சாயம் கதிரியக்க ஓரிடத் தனிமம்) கலந்து உலையின் வெளி முனையில் வேவுப் பொருளின் செறிவில் தோன்றும் மாற்றத்தைக் காலத்தின் சார்பலனாகக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வரைபடம் பதில் செயல் கோடு (response curve) எனப்படும். வினைப்பொருட் கலவையில் ஒரு நொடி நேரம் வேவு பொருளைக் கலந்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட கால இடைவெளிக்குப் பின் (γ) ஒரு தருணத்தில் வேவு பொருள் வினைக்கலத்தின் வெளி வாயிலில் தோன்றும். பின்பு செறிவு எதிர் பாராத விதமாகப் பூஜ்யத்தை அடையும். (படம் 1அ) ஏனெனில் தடுப்புப்பாய்வு வகை உலையில்அனைத்துத் துகள்களும் இணை கோடுகளில் ஒரே வேகத்தில் செல்கின்றன. துகள்கள் அனைத்துக்கும் உலை வாழ் காலம் சமமாகும். வேவுபொருள் ஒரு மெல்லிய அடுக்குப் பாதையில் செல்வதால் வினைக் கலனின் நுழைவு வாயிலில் உள்ள சாயப் பொருள் செறிவே வெளிவாயிலிலும் இருக்கும்.

முழுமையாகக் கலப்பு நிகழும் வினைக்கலவையில் சாயப் பொருளைச் சேர்த்தால் அதன் செறிவு படிப் படியாகக் குறையும் (படம் 1ஆ). தடுப்புப்பாய்வு வகையும் இல்லாது முழுமையாகக் கலவையும்



படம் 1.

இல்லாத இடைப்பட்டதொரு வகையான வினைக கலத்தில் உலையுறை வாழ் காலம் படம் 1இல் காட்டியுள்ளவாறு மாறும். இம்மாறுதலுக்கான காரணம் ஊடச்சுக் கலப்பு (axial mixing) மற்றும் எதிர்க்கலப்பு (back mixing) ஆகும்.

ஊடச்சுத் திசையில் நிகழும் விரவல் ஃபிக் விதியைப் (fick's law) பின்பற்றுகிறது.

$$\frac{\partial CA}{\partial T} = - w \frac{\partial CA}{\partial H} + DH \frac{\partial^2 CA}{\partial H^2} - u_A$$

D_H : ஊடச்சுச்சிதறல் குணகம்

$\frac{\partial CA}{\partial T}$: வினைக் கலவையின் ஒரு நுண் பகுதியில் A- எனும் பொருட் செறிவு.

$w \frac{\partial CA}{\partial H}$: ஓர் அலகு நேரத்தில் ஒரு நுண் பகுதியில் நுழையும் மற்றும் நுண் பகுதியிலிருந்து வெளியேறும் பொருளின் செறிவு.

H : உலையின் உயரம்

w : நேர் கோட்டுப் பாய்வு விரைவு

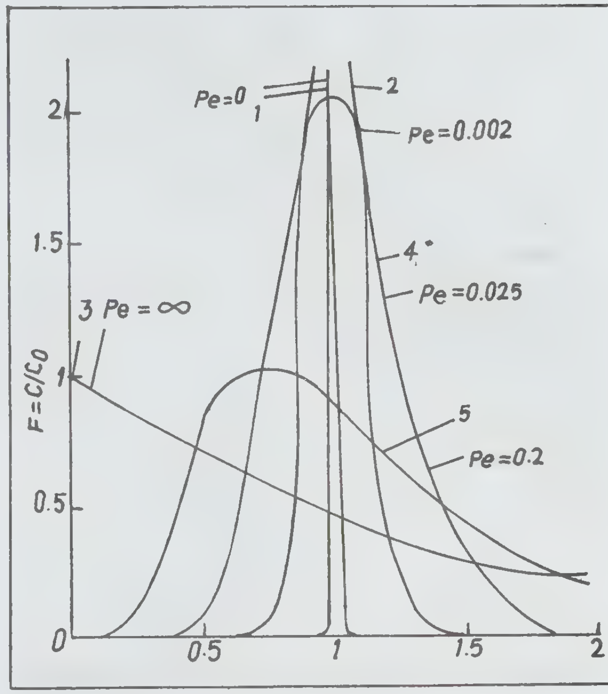
u_A : வினையில் A இன் செலவு விரைவு

ஊடச்சுக் கலப்பு, வினைப்படு பொருள்களின் செறிவுகளைக் குறைக்கிறது. எனினும் இக்கலப்பால் விரவல் தடையின்றி நிகழ்ந்து வினையின் விரைவு கூடுதலாவதற்கு வாய்ப்புத் தோன்றுகிறது. கலப்புத் திறன் கூடுதலாவதால் வெப்பமாறா வினை வெப்ப நிலை மாறா வினையாகி வினையின் விரைவு கூடுதலாகும் வெப்பஉமிழ் வினைகளுக்கு இந்நிலை பொருத்தமாகும். ஊடச்சுக் கலப்பானால் வினை எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகிறது என்பதைப் படம் 2 விளக்குகிறது.

ஊடச்சுவகை மட்டுமன்றி, ஆரத்திசை விரவலும் கருத்தில் கொள்ளப்பட்டால் பாய்வு விரைவு, வினைப்படு பொருளின் செறிவு, வெப்பநிலை ஆகியவை சமன் செய்யப்பட்டு விடுகின்றன. வினைத் தூள்களின் வினையுறை வாழ் காலம் வினை நிகழ் உலையில் சமச் சீராக உள்ளது. தடுப்புப் பாய்வு உலையின் கொள்ளளவிலிருந்து ($V_{p.f.}$) விரவல் படிம உலையின் கொள்ளளவு V_d கீழ்க்காணும் சமன் பாட்டின்படி தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

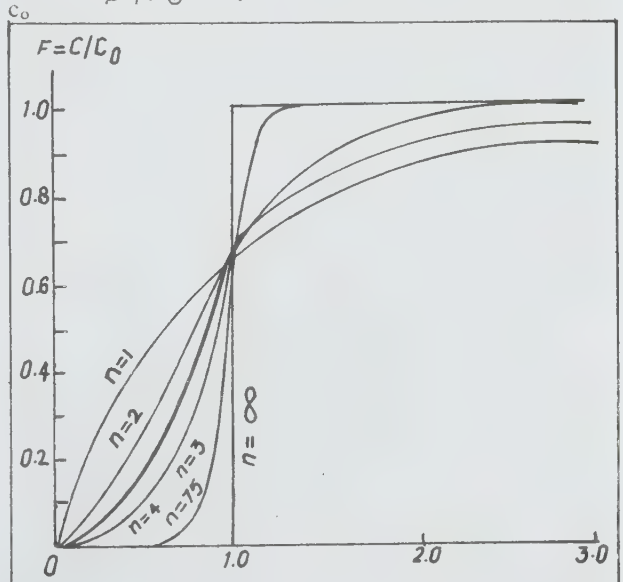
$$V_d = V_p . f . \phi_e$$

ϕ_e : திருத்தக் காரணி, கலத்தலின் அளவு, உலையின் வடிவமைப்பு, வினையின் விரைவு மாறிலி ஆகியவற்றைக் கணக்கில் கொண்டு அறியப்பட்டது. ஊடச்சுக் கலப்பைக் குறிக்கும் துணையலகு, பெக்லட்



படம் 2. பதிற் செயற்கோடுகள்

1. பெரும்பாலும் நல்லியல்பு கொண்ட தடுப்புப் பாய்வு 2. சிறிது ஊடச்சுக் கலப்பு 3 முழுக்கலப்பு 4 இடைப்பட்ட ஊடச்சுக் கலப்பு 5 தீவிர ஊடச்சுக் கலப்பு Pe: பெக்லட் எண் $\frac{C}{C_0}$: செறிவுக் குணகம்.



படம் 3. கலக்கப்பட்ட தொட்டி படிமத்தில் படிப்படியாகச் சிறு படிமத் தொட்டிகளின் எண்ணிக்கையைப் பெருக்கிக் கிடைக்கப்பெறும் பதில் செயற்கோடுகள்

எண் (peclet number) எனப்படும். இதன் மதிப்பு, சுழியிலிருந்து (தடுப்பு முறை உலை) முடிவிலி (infinite) (முழுக் கலப்பு வகை உலை) வரை இருக்கக் கூடும். படம் 2 இல் உள்ள பதில் செயல் கோடுகள் இதை விளக்குகின்றன. விரவல் வகைப் படிமம் நிலையான திண்மப் பொருளினூடே செலுத்தப்படும் வளிமங்களுக்கும், குழாய் வகை வினை உலைகளுக்கும் பொருத்தமாகும்.

கலவைத் தொட்டி வகைப் படிமத்தில் (mixed tank model) சம கொள்ளளவு கொண்ட முழுக் கலப்புற்ற அடுத்தடுத்து அமைந்த பல தொட்டிகளில் பாய்வு நிகழும் தோற்றம் உருவகப்படுத்தப்படுகிறது.

ஒரு தொட்டிக்கும் அடுத்துள்ள தொட்டிகளுக் கும் இடையே கலப்பு இல்லையெனக் கொள்ளப்படு கிறது. தொட்டிகளின் எண்ணிக்கை கூடுதலாகி, இறுதியில் எண்ணிறந்த நிலையடையும்போது தடுப்புப் பாய்வு ஆகிறது.

- மே.ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நூலோதி I.P. Mukhlymov, *Chemical Technology* Part I, Mir Publishers, Moscow, 1979.

கருதுகோள் ஆய்வு

ஒவ்வொருநிலையிலும் முழுமைத் தொகுதியை ஆய்வு செய்ய இயலாது. ஆகவே கூறுகளை ஆய்வு செய்து அதனால் பெறப்படும் முடிவு முழுமைத் தொகுதிக் கும் பொருந்துவதாக ஏற்றுக் கொள்ளப்படுகிறது. குறிப்பிட்ட நோயைத் தடுக்கவல்ல ஒரு மருந்தை ஆய்வு செய்ய அந்நோயால் பாதிக்கப்பட்டோரின் நிலையை மருந்து பயன்படுத்தியோர், பயன்படுத்தா தோர் ஆகிய இருபாலாரையும் கொண்டு அறிய முடியும். அதேபோல் புதிய முறையில் கயிறு தயா ரிக்க விருப்பப்படும் ஒரு வணிகர் பழைய முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட கயிறுகளில் உள்ள கோளாறுகளை உணர வேண்டும். அப்போதுதான் எடுத்த குறிக் கோளை நிறைவேற்ற முடியும்.

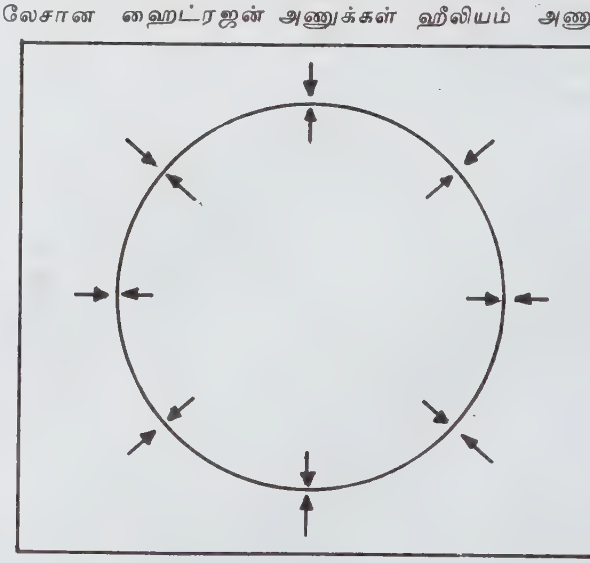
கருதுகோள் ஆய்வில் (testing of hypothesis) இருவிதப் பிழைகள் ஏற்படுகின்றன. கொள்கை சரி யானதாக இருக்கும்போது எடுத்துக்கொண்ட ஆய்வு அதை நிராகரிப்பது முதல் பிழையாகும். கொள்கை தவறாக இருக்கும் போது ஆய்வில் அதை ஏற்றுக் கொள்வது இரண்டாம் பிழையாகும். இவை முத லாம் வகைப்பிழை (Type I error) இரண்டாம் வகைப் பிழை (Type II error) எனப்படும். உண்மை யிலேயே பொருட்படுத்தத்தக்க வேறுபாடு இல்லா திருக்கும்போது வேறுபாடு மிகைத்தன்மை வாய்ந்த தாகக் கொண்டு இல் என்னும் எடுகோளை, (Null hypothesis) நிராகரிக்கும்போது முதலாம் வகைப் பிழை ஏற்படுகிறது. உண்மையிலேயே பொருட்படுத் தத்தக்க வேறுபாடு இருக்கும்போது வேறுபாடு மிகைத்தன்மை வாய்ந்தது எனக் கொண்டு இல் எனும் எடுகோளை ஏற்றுக் கொள்ளும்போது இரண் டாம் வகைப் பிழை ஏற்படுகிறது. ஆய்வில் எடுத்துக் கொள்ளும் எல்லையினால் முதலாம் வகைப் பிழை முன்கூட்டியே தீர்மானிக்கப்படுகிறது.

5% கருதளவு எல்லையுடைய கொள்கைகளைக் கூட 100க்கு 5 நிலைகளில் $t>1.96$ ஆக இருப்பின் நிராகரித்துவிடலாம். இதேபோல் பிற நிலைகளைக் கூறவியலும். மிகைத்தன்மை வரையினைக் குறைப் பதன் மூலம் முதலாம் வகைப்பிழையை எவ்வளவு சிறியதாக வேண்டுமானாலும் ஆக்கி விடலாம். ஒரே சமயத்தில் இரு பிழைகளையும் குறைத்தல் இயலாது, இரண்டாம் வகைப் பிழையைவிட முதலாம் வகைப் பிழையைக் குறைத்தல் ஆய்வுக் கொள்கைகளில் முக்கியமானதாகும்.

- மு. அரவாண்டி

கருந்துளை விண்மீன்கள்

ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக அண்டவெளியில் பரந்து விரிந்துள்ள வளிம மூலக்கூறுகள் இறுக்கப்படும்போது, அடர்த்தியான வளிமக்கோளம் உருவாகிறது. இச்சுருக்கத்தால் வளிமக்கோளத்தின் வெப்பநிலை 3000-6000 கெல்வின் மிகுதியாகலாம். இந்த வெப்ப நிலை உயர்வு ஈர்ப்புச் சுருக்கத்தை ஒரு வரம்பிற்கு உட்படுத்துவதோடு, வளிமக்கோளத்திலுள்ள மிக லேசான ஹைட்ரஜன் அணுக்கள் ஹீலியம் அணுக்



படம் 1.

களாக இணையத் தூண்டுகிறது. இது அணுக்கருப் பிணைப்பு (nuclear fusion) வினை எனப்படுகிறது. இவ்வினையால் ஓரளவு பொருள் சிதைந்து ஆற்றலாக உருமாறுகிறது. இந்த நிலையில் சுருங்கிக் கொண்டு வந்த வளிமக்கோளம் ஆற்றலை உமிழும் விண்மீனாகிவிடுகிறது. உயர் வெப்பநிலையின் காரணமாக ஒரு வெப்ப அழுத்தம் ஈர்ப்பு விசைக்கு எதிராகச் செயல்படுவதால் ஈர்ப்புச் சுருக்கம் ஒரு வரம்பிற்குட்படுகிறது.

அணுக்கருப் பிணைப்பு வினையால் விளையும் வெப்பநிலை அதிகரிப்பால் சற்றுக் கனமான அணுக்களும் இணையத் தொடங்குகின்றன. பிணைப்பாற்றலின் காரணமாக, அனைத்து வகையான அணுக்களிலும் இரும்பு அணுக்கருதான் நிலைப்புத்தன்மை மிக்கது. இதனால் அணுக்கருப்பிணைப்புவினையில் லேசான அணுக்கள் இரும்பு அணுக்களாகப் பிணைவுறுவது மட்டும் தொடர்கிறது. அதன் பின் அணுக் கருப்பிணைப்பு வினை நடைபெற இயலாததால் ஆற்றல் உற்பத்தி தடைப்படுகிறது. பொதுவாக இந் நிலையைப் பிற பகுதிகளைவிட விண்மீனின் மையப் பகுதி சற்று முன்னதாகவே பெற்றுவிடுகிறது. இதனால் ஈர்ப்புச் சுருக்க-வெப்ப அழுத்தச் சமநிலை பாதிக்கப்பட்டு, மையப் பகுதி சுருங்கத் தொடங்குகிறது. பிற பகுதிபோ இன்னும் ஆற்றலை உமிழும் சாதாரண விண்மீன் போலச் செயல்படுகிறது. பொதுவாக ஒரு விண்மீனின் இறப்பு இங்கிருந்துதான் தொடங்குகிறது.

விண்மீனின் அடுத்த நிலை அது தொடக்கத்தில் எவ்வளவு நிறையுள்ளதாக இருந்தது என்பதைப் பொறுத்தது. அணுக்கள் ஈர்ப்புச் சுருக்கத்தால் இறுக்கப்படும்போது அவற்றில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் இறுக்கத்தை எதிர்க்கின்றன. எலெக்ட்ரான்கள் பாலியின் தவிர்க்கை விதிக்கு உட்படுவதால் இது இயல்வதாகிறது. எலெக்ட்ரானின் இவ்வெதிர்ப்பு ஃபெர்மி அழுத்தம் எனக் குறிக்கப்படுகிறது என்கின்றார்கள். ஃபெர்மி அழுத்தத்தால் விண்மீனின் ஈர்ப்பழிவு (gravitational collapse) ஓரளவு தவிர்க்கப்படுகிறது. அது விண்மீனின் நிறை ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் இருந்தால் மட்டுமே சீராக உள்ளது. சந்திரசேகர் தம்முடைய விரிவான ஆராய்ச்சிகளால் 1930 ஆம் ஆண்டிலேயே, ஒரு விண்மீனின் நிறை, சூரியனின் நிறையைப் போல 1.44 மடங்குக்கு மேல் இருந்தால் அது வெடித்துச் சிதறும் என்பதைக் கொள்கைவாயிலாக நிறுவினார். இதுவே சந்திரசேகர் எல்லை (Chandrasekaran limit) எனப்படுகிறது. சந்திரசேகரின் எல்லைக்கு உட்பட்ட நிறையுடைய விண்மீன் சிறு வெள்ளை விண்மீனாக (white dwarf) மேலும் கூடுதலான காலம் வாழ்கிறது.

சந்திரசேகரின் எல்லையை மீறிய நிறையுடைய விண்மீன்கள் மேலும் ஈர்ப்புச் சுருக்கத்தால் சுருங்கத் தொடங்குகின்றன. மிக அதிகமான இறுக்கத்தால் அணுவின் புறவெளியில் உள்ள சுற்றுப்பாதை எலெக்ட்ரான் (orbital electron) அணுக்கருவிற்குள் நுழைந்து அங்குள்ள ஒரு புரோட்டானோடு இணைந்து ஒரு நியூட்ரானாகிவிடுகிறது. இது பீட்டாச் சிதைவுக்கு (decay) எதிரிடையான ஓர் அடிப்படைத் துகளிடை வினையாகும். இதனால் ஃபெர்மி அழுத்தம் வீழ்ச்சியடைகிறது. எனவே விண்மீன் மீண்டும் படிப்படியான ஆனால் விரைவான ஈர்ப்புச் சுருக்கத்திற்குட்படுகிறது. இதுவும் அணுக் கருவிலுள்ள துகள்கள் அனைத்தும் நியூட்ரானாக மாறும் வரை தொடர்கிறது. நியூட்ரான்களும் பாலியின் தவிர்க்கை விதிக்கு உட்படுவதால், அவையும் ஈர்ப்புச் சுருக்கத்திற்கு ஒரு மட்டத்தில் எதிர்ப்பை உண்டாக்குகின்றன அதனால் ஏற்படும் திடீர் அதிர்ச்சி அலைகள் (shock waves) விண்மீனின் மையப் பகுதியில் உள்ள ஆற்றலைப் புற மண்டலப் பகுதிகளுக்குக் கடத்திச் செல்கின்றன. இது மையப் பகுதியைச் சுற்றிப் போர்வை போலிருக்கும் புற மண்டலப் பகுதியின் வெப்பநிலையைத் திடீரென உயர்த்திவிடுவதால், சமநிலைப் பாதிப்பு ஏற்பட்டு அவை வெடித்துச் சிதறிவிடுகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியை அழிவுறு விண்மீன் (super nova) என்றும் இதற்குப் பிறகு எஞ்சி நிற்கும் உள்ளகத்தை நியூட்ரான் விண்மீன் என்றும் கூறுவர்.

அழிவுறு விண்மீன் நிகழ்ச்சியொன்று கி.மு. 1054 இல் நண்டு வடிவ ஒண்முகில் மண்டலத்தில் (crab nebula) நடந்துள்ளது என்றும், அதற்குப் பிறகு 1968இல் மாறொளிர் விண்மீன் (pulsar) ஆக மாறியுள்ளது என்றும் கண்டுபிடித்துள்ளனர். மாறொளிர் விண்மீன் என்பது மாறி மாறி ஒளிரும் ஒரு சுழலும் நியூட்ரான் விண்மீனாகும். இந்நிலைக்கு வந்த விண்மீன்களின் ஆரம் ஏறத்தாழ 10 கி. மீட்டரே இருக்கும் என்று மதிப்பிட்டு உள்ளனர். நியூட்ரான் விண்மீனின் அடர்த்தி 10^{18} கி.கி/கன மீட்டர் என்றும் கண்டறிந்துள்ளனர்.

நியூட்ரான் விண்மீனின் நிறை 3.2 மடங்கு சூரியனின் நிறையைவிட மிகுதியாக இருக்குமானால், அது ஃபெர்மி அழுத்தத்தை ஈடு செய்ய இயலாது. மேலும் ஈர்ப்புச் சுருக்கத்திற்கும் உள்ளாகிறது. குறைவாக இருக்குமானால் நியூட்ரான் விண்மீனாக மேலும் சற்றுக் கூடுதலான காலத்திற்கு வாழ்கிறது. மிகை ஈர்ப்பினால் அருகிலுள்ள பொருள்களைக் கவர்ந்திழுத்துத் தன் நிறையை அதிகரித்துக் கொள்கிறது. நிறை எல்லையை எட்டிய பின் வெடித்துச் சிதறிவிடுகிறது. இக்குறிப்பிட்ட நிறை எல்லையை ஓப்பன்ஹைமர் வோல்ஃகோல்ப் எல்லை (Oppenheimer Volhoff limit) என்பர். இந்நிகழ்ச்சி அருகருகே உள்ள இரட்டை விண்மீன்களில் ஒன்று நியூட்ரான் விண்மீனாகவும், மற்றது சாதாரண விண்மீனாகவும் இருக்கும்போது நடைபெறும் வாய்ப்பு மிகுதியாக

படம் 2.

உள்ளது. இந்த உட்கவர்தல் நிகழ்ச்சி சில ஆயிரம் கோடி ஆண்டுகளில் நடைபெறலாம் என்றும் அதனால் அதன் நிறை அதிகரித்து ஓப்பன்ஹைமர் வோல் கோல்ப் எல்லையைத் தாண்டியதும் ஈர்ப்புச் சுருக்கத்தை எந்த ஆற்றலாலும் தடுத்து நிறுத்த இயலாது என்றும் கூறுகின்றனர். அந்த நிலையற்ற நிலையை எட்டிய விண்மீனின் ஆரத்தை நிலைமாறு நிலை ஆரம் (critical radius) என்றும், அதை விரிவாக ஆராய்ந்த அறிஞரின் பெயரால் ஸ்வார்ஸ்சைல்டு (schwarz schi.d) ஆரம் என்றும் குறிப்பிடுவர். விண்மீனின் இந்நிலை கருந்துளை விண்மீன் (black holes) எனப்படுகிறது. இக்கருந்துளை விண்மீன்கள் விந்தையான சில இயற்பியற் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளன என்று கொள்கைகள் தெரிவிக்கின்றன.

ஈர்ப்புச் சுருக்கத்திற்கு உள்ளாகும் ஒரு விண்மீன் ஒளியை உமிழ்ந்தால், அது தன் வலிமையான ஈர்ப்புப் புலத்தைத் தாண்டி வர வேண்டியிருக்கும். இதனால் அளவிடும் அதிர்வெண்ணில் ஒரு தோற்ற வேறுபாடு (apparent change) ஏற்படும். அதிர்வெண் அதன் இயல்பான அதிர்வெண்ணைவிடக் குறைவாக இருக்கும். இதையே ஈர்ப்பாக்கச் சிவப்புமுனைப் பெயர்ச்சி (gravitational red shift) என்பர். மேலும் ஆற்றல் அதிர்வெண்ணோடு தொடர்புடையதால், அளவிடப்படும் விண்மீனின் கதிர்வீச்சும் இதுபோல மாறுபடும். இதைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் நிறுவலாம்.

$$E_{\text{அளவிடுதல்}} = E_{\text{உமிழ்தல்}}\, 1 - \left[\frac{\text{நிலை மாறு நிலை ஆரம்}}{\text{சுருங்கும் விண்மீன் ஆரம்}}\right]$$

சுருங்கும் விண்மீனின் ஆரம் நிலை மாறு நிலை ஆரத்திற்குச் சமமாகும்போது, அளவிடப்படும் ஆற்றல் சுழியாகிவிடும். அதாவது விண்மீன் உமிழும் ஒளி புவியை வந்தடைவதே இல்லை. இதனால் அவ்விண்மீனைப் பார்க்கவே முடியாது. இதன் காரணமாகவே இவ்விண்மீனைக் கருந்துளை விண்மீன் என்கின்றனர். கருந்துளை விண்மீனின் ஆரம் ஒரு சில கிலோமீட்டர் மட்டுமே இருக்கும் என்றும், அதன் புறப்பரப்பு பொருளை ஒருவழிச் செலுத்தும் ஒரு மெல்லிய சவ்வு போலச் செயல்படுகிறது என்றும், அதனால் பொருள் வெளியிலிருந்து உள்ளே செல்ல முடியுமே தவிர வெளியேற முடியாது என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர். இதனால் கருந்துளை விண்மீனுக்கு விடுபடு வேகம் (escape velocity) ஒளியின் வேகமாகிறது. கருந்துளை விண்மீன்களாக இருப்பவை அனைத்தும் பண்புகளால் ஒத்த நியூட்ரான்களே. இதனால் கருந்துளை விண்மீன்கள் கோண உந்தத்தைத் தவிர வலிமையான காந்தப் புலத்தையும் பெற்றுள்ளன.

அண்டவெளியில் தனித்திருக்கும் ஒரு கருந்துளை விண்மீன் சுற்றுப் புறத்திலுள்ள விண்ணியல் பொருள்களை விழுங்கலாம். இவ்வாறு விழுங்கப்படும் பொருள் விண்மீனை நெருங்கநெருங்கச் சிதைவுற்றுக் கதிர்வீச்சை உமிழும். இக்கதிர்வீச்சை அறிந்து கருந்துளை விண்மீனை அறியலாம். ஈரிணை அமைப்பில் (binary system) உள்ள விண்மீன்களில் ஒன்று சாதாரண விண்மீனாகவும், மற்றொன்று கருந்துளை விண்மீனாகவும் இருக்குமெனில், சாதாரண விண்மீனின் நிறமாலை டாப்ளர் பெயர்ச்சிக்கு (Doppler shift) உட்படும். நிறமாலை வரிகளில் இப்பெயர்ச்சியை அளவிட்டுக் கருந்துளை விண்மீனை இனங்கண்டு கொள்ளலாம். ஈரிணை விண்மீன்கள் மிக நெருக்கமாக இருந்தால், கருந்துளையால் கவர்ந்திழுக்கப்பட்டுத் தொகுக்கப்படும் பொருள் வெப்பப்படுத்தப்படுகிறது. அப்போது உட்கவரப்படும் பொருளால் உமிழப்படும் ஆற்றல்மிக்க எக்ஸ் கதிர் வீச்சைக் கொண்டும் கருந்துளை விண்மீனை உணரலாம். (சைக்னஸ் எக்ஸ் 1 என்னும் விண்மீன் ஒரு கருந்துளை விண்மீனாக இருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது)

கருந்துளை விண்மீன் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் இன்றியமையாதவையாகக் கருதப்படுகின்றன. ஏனெனில் இவை ஒரு விண்மீனின் இறுதிக் கால நிலை பற்றிய உண்மைகளைத் தெரிவிக்கக் கூடியவையாக இருப்பதுடன், ஒரு விண்மீனின் கடந்த கால வளர்சிதை மாற்றங்களையும் குறிப்பிட்டுச் சொல்லக் கூடியனவாக அமைகின்றன.

- தனலட்சுமி மெய்யப்பன்

கருநாகம்

அரச நாகம் (king cobra) அல்லது கருநாகம் உலகில் காணப்படும் நச்சுப் பாம்புகளில் மிகப் பெரியதாகும். இது தமிழ்நாட்டில் கருநாகம் எனப்படுகிறது. இது வில்லுப்பாம்பு கருஞ்சாத்தி எனவும் குறிப்பிடப்படும். இதன் விலங்கியல் பெயர் ஓஃபியோஃபேகஸ் ஹன்னா (*ophiophagus hannah*) என்பதாகும்.

கருநாகம், ஊர்வன வகுப்பில், ஸ்குவாமேட்டா வரிசையில், ஓஃபிடியா துணைவரிசையில், இலர்ப்பிடே குடும்பத்தின் கீழ் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

இப்பாம்பினம் இந்தியாவில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையில் மைசூர், கேரளா, தமிழ்நாட்டுப் பகுதிகளில் அடர்ந்த காடுகளிலும், வங்காளம், பீகார், ஒரிசா, அஸ்ஸாம் மாநிலங்களில் குளிர்ந்த மலைப்பகுதிகளிலும், லாகூர், கான்பூர் பகுதிகளில் திறந்தவெளிகளிலும், இமயமலையில் 2.5 கி. மீ. உயரம் வரையிலும் காணப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் பழநி, நீலகிரி, மலைப்பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. இவை தேயிலை, காப்பித் தோட்டங்களிலும், பெரு மழை பொழியும் செடிகள் அடர்ந்த இடங்களிலும் பொதுவாக மிகுதியாக வாழ்கின்றன. ஒரிசா, வங்காள மாநிலங்கள்,

அந்தமான் தீவுகளின் உவர் சதுப்பு நிலக்காடுகளிலும் இந்த இனம் காணப்படுகிறது. இது எளிதாக மர மேறும் இயல்புடையது.

கருநாகம் பொதுவாக 3.6 - 4.8 மீ. நீளம் வரை வளரும். 1937 ஆம் ஆண்டு இரண்டாம் உலகப்போரின்போது 6.2 மீட்டர் நீளமுள்ள கருநாக மொன்று மலேயாவில் கொல்லப்பட்டு லண்டன் விலங்குக் காட்சியகத்தில் வைக்கப்பட்டது.

இந்தியாவில் வெவ்வேறு பகுதிகளில் வாழும் கருநாகங்கள் மஞ்சள், பசுமை, கருநீல நிறங்கள் உடையன. உடலின் மேற்பகுதியைவிட அடிப்பகுதி வெளிறிய நிறமுடையது. உடல் முழுதும் பளபளத்த, வழவழப்பான செதில்களால் மூடப்பட்டுள்ளது. வால்பகுதி அடர்ந்த கருநிறமாக உள்ளது. உடலின் குறுக்கு வசத்தில் அகன்ற மஞ்சள் பட்டைகள் உள்ளன. தலையின் முன்முனையில் மஞ்சள் பட்டை யும், உடலில் ஏறக்குறைய இருபது பட்டைகளும் இருக்கும். அந்தமானில் காணப்படும் அரச நாகங்கள் மங்கலான கருநிறத்தவை. ஆனால் குட்டிகள் கருநிற உடலில் வெள்ளை அல்லது மஞ்சள் நிறப்பட்டை களுடன் இருக்கும். பொதுவாக இளமையில் நல்ல கருநிறமுடைய கருநாகங்களுக்கு வயது ஆக ஆக நிறம் மங்கும்.

கருநாகத்துக்கு நல்ல பாம்பைப் போன்றே உத்திப் படம் உண்டு. ஆனால் படத்தில் மூக்குக் கண்ணாடிக் குறி (spectacle mark) இருப்பதில்லை. பாம்பின் உடல் பருமனுக்குத் தகுந்த அளவு படம் அகலமாக இல்லை. கழுத்துப் பகுதியைவிடத் தலைப் பகுதியின் அகலம் சிறிதளவே மிகுதி. நீண்ட, சற்றுக் குறுகிய படத்தின் நடுவில் மேல் நோக்கி வளைந்த மஞ்சள் நிறப் பட்டைகள் காணப்படும். இதில் காணப்படும் இரு பிடரிச் செதில்கள்(occipital shields) இதன் சிறப்புப் பண்பாகும்.

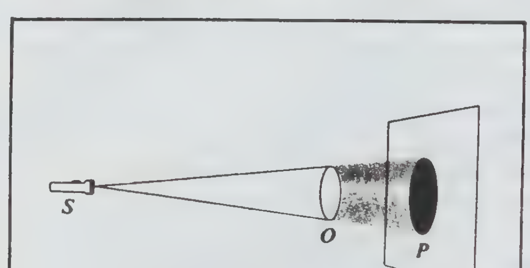
இது பொதுவாகப் பிற பாம்புகளையே உண வாகக் கொள்ளும். அவ்வப்போது ஓணான்களையும் உண்பதுண்டு. ஆனாலும் இது இறந்த பாம்புகளை உண்பதில்லை. பிப்ரவரி மார்ச் மாதங்களில் ஆண் பாம்பும் பெண்பாம்பும் இணை சேர்கின்றன. முட்டை யிடும் காலம் வந்ததும் ஏப்ரல் மே மாதங்களில் காய்ந்த சருகுகளையும் சிறு மரக் குச்சிகளையும் உடலால் திரட்டி எடுத்துப் பெண்பாம்பு கூடு கட்டு கிறது. கூடு ஏறக்குறைய 30 செ.மீ. உயரமிருக்கும். இது மேலறை, கீழறையாக இரண்டு அடுக்குகள் கொண்டது. கீழறையில் மிகுதியான இலைச் சருகுகள் இருக்கும். இதில் பெண் பாம்பு ஒரே நாளில் 20-40 மங்கலான வெண்ணிற முட்டைகளை இடும். சுண் ணாம்புச் சத்துக்குறைவாக இருப்பதால் முட்டை களின் ஓடு மெல்லியதாக இருக்கும். மேல் அறை மிகுதியான குச்சிகளாலானது. இதில் ஆண் நாகம் காவலிருக்கும். குட்டிகள் வெளிவரும் வரை பெண் பாம்பு பெரும்பாலும் உணவு உண்பதில்லை. ஆண் பாம்பும் அவ்வப்போது காவல் காக்கும். இதை அடை காத்தல் எனக்கூறுவது பொருந்தாது. உலகிலுள்ள பாம்பினங்களில் கரு நாகம் மட்டுமே முட்டை களைப் பாதுகாக்கக் கூடுகட்டுகிறது. இரண்டு மாதங் களுக்குப் பின் முட்டைகளிலிருந்து ஏறக்குறைய 50செ.மீ. நீளமுடைய குட்டிகள் வெளிவரு கின்றன. குட்டிகள் கறுப்பு, வெள்ளைப் பட்டை களுடன் காணப்படுகின்றன.

பொதுவாக அச்சுறுத்தும் இயல்பினதாகக் குறிப் பிடப்பட்டாலும் கரு நாகம் சாதுவானது; அஞ்சும் தன்மையுடையது. இடையூறு ஏற்படும்போது எதிர்ப் பதை விட்டுப் பதுங்கி மறைந்து விடவே முயல்கிறது. ஆயினும் படத்துடன் 2 மீட்டர் உயரத்தில் மேல் எழுந்து ஒளிவீசும் பெரிய கண்களால் ஊடுருவிப் பார்க்கும் அதன் பார்வை அச்சந்தரத்தக்கதாக உள் ளது. அதற்குத் தீமை செய்தால் எதிரியை நோக்கிச் சீற்றத்துடன் அகலத் திறந்த வாயுடனும் விரித்த படத்துடனும் பாய்ந்து கொத்த முயல்கிறது. நல்ல பாம்பின் நஞ்சைவிடக் கருநாகத்தின் நஞ்சு குறைந்த நச்சுத் தன்மையுடையது. ஆனால் இதன் நச்சுப் பைகள் மிகப் பெரியனவாக இருப்பதால் இதன் நஞ்சு அளவு எவற்றையும் கொல்லக்கூடியதாக உள் ளது. இப்பாம்பின் நஞ்சை நீக்கும் நச்சு முறிவுச் சீரம் தாய்லாந்தில் மட்டுமே கிடைக்கிறது. கருநாகம் பிற பாம்புகளைவிட அறிவுக் கூர்மையும், விழிப்புணர் வும் மிக்கது.

- ம.வி. இராசேந்திரன்

கரு நிழல்

ஒளி வடிவவியல், ஒளி நேர்கோட்டுத் திசையிலேயே செல்கிறது எனும் கருதுகோளை அடிப்படையாகக்

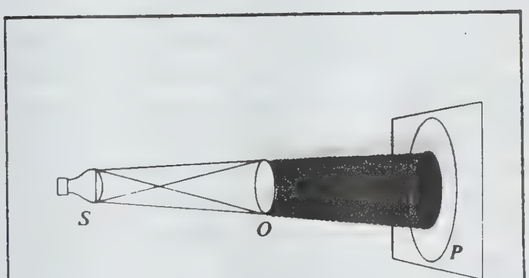


படம் 1.

கொண்டது. இக்கருதுகோளைக் கொண்டு குறிப்பிடத்தக்கதொரு இயல் நிகழ்ச்சியான, ஒளிபுகாப் பொருளை (opeque object) ஒளிசெல்லும் பாதையில் வைப்பதால் நிழலை விளங்க வைக்க இயலும்.

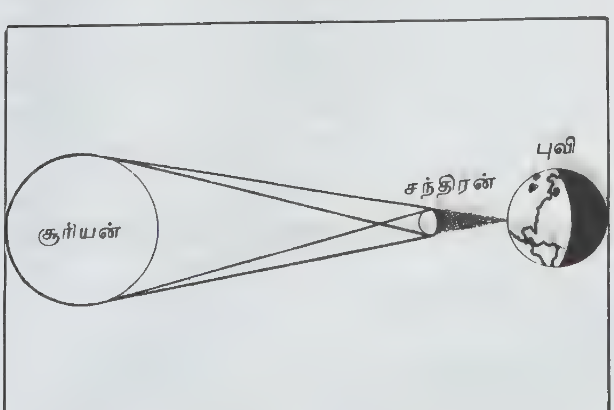
புள்ளி ஒளிமூலம் (point source) ஒன்றைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். ஒளிஊடுருவாத, ஒளிமூலத்தை விடப் பெரியதான பொருள் ஒன்றை ஒளி பரவும் திசையில் வைக்கும்போது, தெளிவான கருமையான பொருளின் நிழலுருவம் (shadow) கிடைக்கிறது. ஏனெனில் ஒளிமூலம் பொருளால் முற்றிலுமாக மறைக்கப்படுகிறது.

மாற்றாக, பொருளைவிட ஒளிமூலம் சிறியதாக இல்லாமல் பொருளின் அளவாகவோ பொருளை விடப் பெரியதாகவோ இருக்கும்போது, அப்பொருள் இரு வேறுபட்ட நிழலுருவங்களைத் தோற்றுவிக்கும். தோற்றுவிக்கப்படும் நிழலுருவின் மையப்பகுதி நன்கு



(b)

கருமையாகவும், அதைச் சுற்றியுள்ள பகுதி சற்றே குறைவான கருமையாகவும் தோன்றும். ஏனெனில் இப்பகுதி ஒளிமூலத்தின் ஒரு பகுதியால் சிறிது ஒளியூட்டப்படுகிறது. மையத்தில் உள்ள கருமையான பகுதி கருநிழல் (umbra) என்றும், அதைச் சுற்றியுள்ள பகுதி அரைநிழற்கூறு (penumbra) என்றும் கூறப்படும் (படம் 2).



குறிப்பிடத்தக்க இவ்விளைவே சூரியனைச் சந்திரன் மறைக்கும்போது, சந்திரனால் புவியில் தோற்றுவிக்கப்படும் நிழலை விளக்குகிறது. சூரியன் சந்திரனால் முற்றிலும் மறைக்கப்படும்போது தோன்றும் கருநிழல் ஓரளவே புவியை வந்தடைகிறது. அப்பகுதியில் உள்ளவர்களுக்குச் சூரியன் முற்றிலும் மறைக்கப்பட்டிருக்கும். அரை நிழற்கூறு பகுதியிலுள்ளவர்க்கோ சூரியனில் ஒரு பகுதி மட்டுமே மறைக்கப்பட்டிருப்பதுபோல் தோன்றும் (படம் 3). ஒளியானது நேர்கோட்டுப்பாதையில் செல்வதாலேயே இத்தகைய விளைவுகள் உண்டாகின்றன.

- ஜா. சுதாகர்

கருநீல ஈப்பிடிப்பான்

காண்க: ஈப்பிடிப்பான் குருவி

கரும்பில் சிவப்பழுகல் நோய்

கரும்பைத் தாக்கும் நோய்களில் இந்நோய் மிகப் பேரிழப்பைத் தரும். இந்நோய் முதன் முதலில் 1893ஆம் ஆண்டில் ஜாவா நாட்டில் தோன்றியது. பின்பு கரும்பு பயிரிடப்படும் பல நாடுகளுக்கும் பரவியுள்ளது. இந்தியாவில் 1903ஆம் ஆண்டில் கரும்பில் ஆந்திரச் சிவப்பழுகல் நோய் (red rot) முதன் முதலாகத் தோன்றியது. கர்நாடகம், கேரளா, மஹாராஷ்டிரம், குஜராத் போன்ற மாநிலங்களைத் தவிரப் பிற மாநிலங்களில் இந்நோய் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது.

இது கொல்லிட்டோட்ரைகம் ஃபால்கேட்டம் (*Colletotrichum falcatum*) என்னும் பூசணத்தால் உண்டாகிறது. பைசலோஸ்போரா டுக்குமெனன்சிஸ் (physalospora tucumanensis) என்பது இதன் இணைப்பெயர். பூசண இழைகள் வளர்ந்து பெருகி நாளடைவில் வித்துத்திரளைத் (acervuli) தோற்றுவிக்கின்றன. இதிலிருந்து உருவாகும் சீட்டை (setae) என்னும் மலட்டு உறுப்புகள் 100-200 மைக்ரான் நீளத்தையும் நான்கு குறுக்குச் சுவர்களையும் பெற்றுள்ளன. இவை செடியின் புறத்தோலைப் பெயர்த்துக்கொண்டு வெளியே தெரியும்போது தூள் வித்துகள் வெளிப்

படுகின்றன. வித்துத் திரளிலிருந்து தோன்றும் சிறிய குறுக்குச்சுவர் இல்லாத வித்துத் தண்டிலிருந்து கருக் சரிவாள் (sickle) தோற்றத்தைக் கொண்ட தூள் வித்துகள் உண்டாகின்றன. இவ்வித்துகள் குறுக்குச் சுவர் இல்லாத ஒற்றைத் திசுவறையைக் கொண்டவை. இவை 20-80×5-7 மைக்ரான் அளவு இருப்பதுடன் அவற்றின் நடுப்பகுதியில் எண்ணெய் உருள்மணி ஒன்றையும் கொண்டுள்ளன.

பூசண இழைகள் கரும்பின் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களிடையே பரவுகின்றன. பூசண இழையின் நுனியிலும் இடையிலும் கெட்டியான இழை வித்துகள் கறுப்பு நிறத்தில் உண்டாகின்றன. இப்பூசணம் உண்டாக்கும் தூள்வித்துகள் ஈரப்பசை இருக்கும் போது முளைக்கின்றன. முளைக்கும்போது சிறு குழாய் உண்டாக, அதன் நுனியில் வட்டமான அல்லது நீள்வட்டமான அப்ரசோரியம் (appressorium) தோன்றுகிறது. இதிலிருந்து வளரும் தொற்று முனை இலையினுள் நுழைந்து பெருக்கமடைந்து நோயைத் தோற்றுவிக்கிறது. இப்பூசணம் நிறை நிலையில் வித்துக்குடுவையைத் தோற்றுவிக்கிறது. இவை 150-300 மைக்ரான் குறுக்களவைக் கொண்டவை. இவற்றிலிருந்து தோன்றும் எண்ணற்ற குடுவை உள்வித்துகள் நிறமற்றவையாக 49-66×7-10.5 மைக்ரான் அளவைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றுடன் நிறமற்ற பேராஃபைசஸ் என்னும் மலட்டு உறுப்புகள் கலந்துள்ளன. ஒவ்வொரு குடுவை உள்வித்துக் கூடும் குடுவை உள்வித்துகளை (ascospores) வரிசைக்கு நான்காக இரு வரிசைகளில் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வித்துகள் யாவும் நிறமற்ற ஒற்றைத் திசுவறையுடன் கண் வடிவ அமைப்புடையவையாகும்.

அறிகுறிகள். நோயின் அறிகுறிகளைக் கரும்பின் மேற்புறத்தும், கரும்பின் உட்புறத்திலும் காணலாம். கரும்பின் மேற்புறத்தில் நோயுள்ள கணுப்பகுதி நிறம் மாறிச் செந்நிறமாகக் காணப்படும். கணுப் பகுதியில் நோய் பரவி அதன் கீழுள்ள தோகை வெளுத்து மஞ்சள் நிறமாக மாறிக் காய்ந்து காணப்படும். இந்நிலையில் நோயுற்ற கரும்பின் கணு, கணுவிடைப்பகுதிகள் சுருங்கிவிடுகின்றன. பின்பு நோயுற்ற கரும்பின் தூர்கள் அனைத்தும் காய்ந்து விடுகின்றன. தாக்கப்பட்ட கணுவில் எண்ணற்ற சிறிய கருமை நிறப் பூசண வித்துத்திரள்கள் தோன்றுகின்றன. காற்றின் ஈரப்பசை ஏற்றதாக இருக்கும் போது நோயுற்ற கரும்பைப் பிளந்து பார்த்தால் உட்பகுதியில் சிவப்பு நிறக்கோடுகளைக் காணலாம். இவற்றிற்குக் குறுக்காக வெண்மை நிறப் பகுதிகளிலுள்ள திசுக்கள் அழிந்து விடுவதால் அப்பகுதி குழிவாகத் தோன்றும்.

நோய் முற்றிய நிலையில் பாதிக்கப்பட்ட பகுதியில் வெண்மையான பூசண வளர்ச்சியும் காணப்படலாம். இப்பூசணம் தோகையிலும் நோயைத் தோற்றுவிக்கிறது. நோயுற்ற தோகையின் நடு நரம்பில் (midrib) அடர் சிவப்பு நிறப்புள்ளிகள் காணப்படும். நாளடைவில் இப்புள்ளிகள் விரிவடைந்து அடர் சிவப்பு நிற ஓரத்தையும் பழுப்பு நிற மையத்தையும் கொண்டவையாக மாறி விடுகின்றன. பின்பு எண்ணற்ற மிகச்சிறிய வித்துத்திரள்களைக் கருமை நிறத்துடன் அப்புள்ளிகளில் காணலாம். தாக்கமடையாத தோகைகள் காய்ந்து விடுவதால் ஒடிந்து தொங்குவதும் உண்டு. இந்நோய் முனைப்புடன் தோன்றினால் தாக்கமுற்ற கரும்புப் பயிர் யாவும் காய்ந்து விடும்.

பரவுதல். இந்நோய் கரணைகளின் (setts) மூலமாகப் பரவுகிறது. அறுவடைக்குப் பின்பு நிலத்தில் தங்கியிருக்கும் கரும்புச்செடியின் சருகுகள் போன்ற பகுதிகளில் இப்பூசணம் தங்கியிருக்கும். பிறகு பாசன நீர் மூலமும் வேளாண் கருவிகள் வாயிலாகவும் காற்றின் மூலமாகவும் நோய் பரவுகிறது. இப்பூசணத்தின் வித்துகள் இலைகளின் மீது விழுந்து முளைத்து உட்சென்று பரவுகின்றன. பூச்சிகளாலும், எலிகளாலும் தண்டுப்பகுதியில் ஏற்படும் காயங்கள் வழியாகவும் வேர் உண்டாகும் பகுதிகள் வழியாகவும் பூசணம் உட்செல்கிறது. வெட்டப்பட்ட பகுதிகள் வழியே மண்ணிலுள்ள இப்பூசணமும் உட்செல்கிறது. காற்றில் கூடுதலான ஈரப்பசை, நீர்தேங்கி நிற்றல், வலிவிழந்து தோன்றும் பயிர், தொடர்ந்து ஒரே கரும்பு வகையைப் பயிரிடுதல், நோயால் எளிதில் பாதிக்கப்படும் வகைகளைப் பயிரிடப் பயன்படுத்தல் ஆகியவை இந்நோய் பெருவாரியாகத் தோன்றுவதற்கு வழி வகுக்கின்றன. இப்பூசணம் நிலத்தில் 4-5 ஆண்டுகள் வரை அழியாமல் இருக்கும் திறன் பெற்றது.

கட்டுப்பாடு நோயால் தாக்கப்படாத பயிரிலிருந்து பெற்ற கரணைகளைப் பயிரிடப் பயன்படுத்த வேண்டும். நோயுற்ற கரும்பின் பகுதிகள் யாவற்றையும் நிலத்தில் தங்காமல் திரட்டி எரித்துவிட வேண்டும். நோய் கண்ட வயல் வழியாக நீர் பாய்ச்சுவதைத் தடுக்க வேண்டும். நோய் தோன்றிய அதே நிலத்தில் கரும்பைத் தொடர்ந்து பயிரிடுவதைத் தவிர்த்து நெல் போன்ற மாற்றுப் பயிர்களைப் பயிரிட வேண்டும். இந்நோய் தோன்றிய பின்பு கட்டைப்பயிர் (ratoon crop) செய்வதைத் தவிர்க்கவேண்டும். பூச்சிகள் ஏற்படுத்தும் துளைகள் வழியாகப் பூசணங்கள் நுழைவதால் பூச்சிகளை அழித்தல் இன்றியமையாததாகிறது.

- கோ. அர்ச்சுனன்

கரும் பிறவித்தன்மை

விலங்குகளில் இனத்திற்கு இனம் உருவமைப்பு வேறுபாட்டுடன் நிற வேறுபாடும் இருக்கும். கருப்பு, கரும்

அந்துப்பூச்சி பழுப்பு நிற கருப்புநிற மரப்பட்டையில் அமர்ந்துள்ளமை

பழுப்பு, சிவப்பு-பழுப்பு, வெண்பழுப்பு ஆகிய நிறங்களில் இருக்கும். பொதுவாக, கறுப்பாக இல்லாத விலங்குகளில் ஒரு சில இயல்புக்கு மீறிய மிகுந்த கறுப்பு நிறத்துடன் பிறப்பதுண்டு. இவை கரும் பிறவிகள் எனப்படும். இவற்றின் தோல், மயிர், சிறகு, தலை முதலியவற்றில் இயல்புக்கு மீறிய கருநிறமி இருப்பதால் இவை கறுப்பாகக் காணப்படுகின்றன.

விலங்குகளின் உடலில் பொதுவாக நொதிகள் என்னும் வேதிப்பொருள்கள் வேறு சில பொருள்களுடன் சேரும்போது கறுப்பு நிறம் ஓரளவு உண்டாகிறது. இவ்வேதிச் செயலால் மட்டும் விலங்குகள் கறுப்பாகி விடுவதில்லை. ஆனால் சூரிய ஒளிபட்டால் கறுப்பாகி விடுவதுண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, கரப்பான் பூச்சி வளர் உருமாற்றத்தின்போது இளம் பூச்சிப் பருவத்தில் வெண்மை, வெண் பழுப்பு நிறத்திலிருக்கும். சூரிய ஒளி பட்டவுடன் கரும்பழுப்பு நிறம் பெற்றுவிடுகிறது. கருநிறம் அதிகரிப்பதை அட்ரினல் சுரப்பிகள் சுரக்கும் ஹார்மோன் ஊக்குவிக்கிறது.

கரும்பிறவித்தன்மை பொதுவாகப் பெரும்பாலான விலங்குகளில் இயற்கையாக உள்ள இயல்புகளில் ஒன்றாகும். கருநிறமற்ற சில விலங்குகளில் கருநிறமுள்ளவை தோன்றிப் படிமலர்ச்சி பெற்றுப் பல்கிப் பெருகுகின்றன. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு இறுதி வரையில் ஐரோப்பா தொழில் துறையில் முன்னேறாமல் இருந்த காலத்தில் தொழிலகங்கள் மிகக் குறைவாயிருந்தன. இதனால் தொழிலகங்களிலிருந்து வரும் புகை போன்ற கழிவுகளும் குறைவாயிருந்ததால் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள வயல்களிலும் காடுகளிலும் மரங்களும் செடிகளும் பெரிதும் பாதிக்கப் படவில்லை. மரப்பட்டை நிறத்தையொத்த சாம்பல் நிற இறக்கையுடைய அந்துப்பூச்சி (moth) பிஸ்டன் பெட்டுலேரியா (piston petularia) எதிரிகளின் பார்வையில படாமல் தப்பிப் பெருகி வாழ்ந்து வந்தது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில் ஐரோப்பாவில் தொழில்துறையில் மறுமலர்ச்சி ஏற்பட்டது. நாட்டின் பல பகுதிகளிலும் தோன்றிய மிகுதியான தொழிலகங்களிலிருந்து வந்த கரும்புகை வயல் வெளிகளிலும் காடுகளிலும் நிரம்பி, செடிகளையும் மரங்களையும் கருநிறமாக்கின. கரும்புகை நிரம்பிய பின்பு இப்பூச்சிகள் கருநிற மரத்தில் அமரும்போது தெளிவாகத் தெரிந்ததால் எளிதில் இரையாயின.

1845இல் தொழிலகங்கள் நிறைந்த மான்செஸ்டர் பகுதியில் திடீரெனக் கருநிற அந்துப்பூச்சிகள் தோன்றின. அடுத்த ஐம்பது ஆண்டுகளுக்குள் கருநிற அந்துப்பூச்சிகள் பல்கிப் பெருகி 99% வரை வந்துவிட்டன. இன்று ஒரு சில சாம்பல் நிற அந்துப்பூச்சிகளே உள்ளன. சார்லஸ் டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வுக் கோட்பாட்டிற்கு இது ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும்.

- கே. கே. அருணாசலம்

கரும்பு

சர்க்கரை பல தாவரங்களிலிருந்து கிடைத்தாலும், கரும்பிலிருந்துதான் சிறப்பாகவும், மிகுதியாகவும் தயாரிக்கப்படுகிறது. கரும்பு தொன்மை வாய்ந்த பயிராக இந்திய நாட்டில் பயிரிடப்பட்டு வருகிறது. கி.மு 326 ஆம்ஆண்டிலேயே அலெக்சாண்டரின் படையினர் கரும்பைக் கண்டிருந்தனர். நாணலில் இருந்து உண்டாகிய தேன் என்று கரும்பைப் பற்றித் தியோஃபிராஸ்டஸ் குறிப்பிடுகிறார். கிறிஸ்து பிறந்த ஒரு நூற்றாண்டிற்குப் பிறகுதான் ஐரோப்பாவிற்

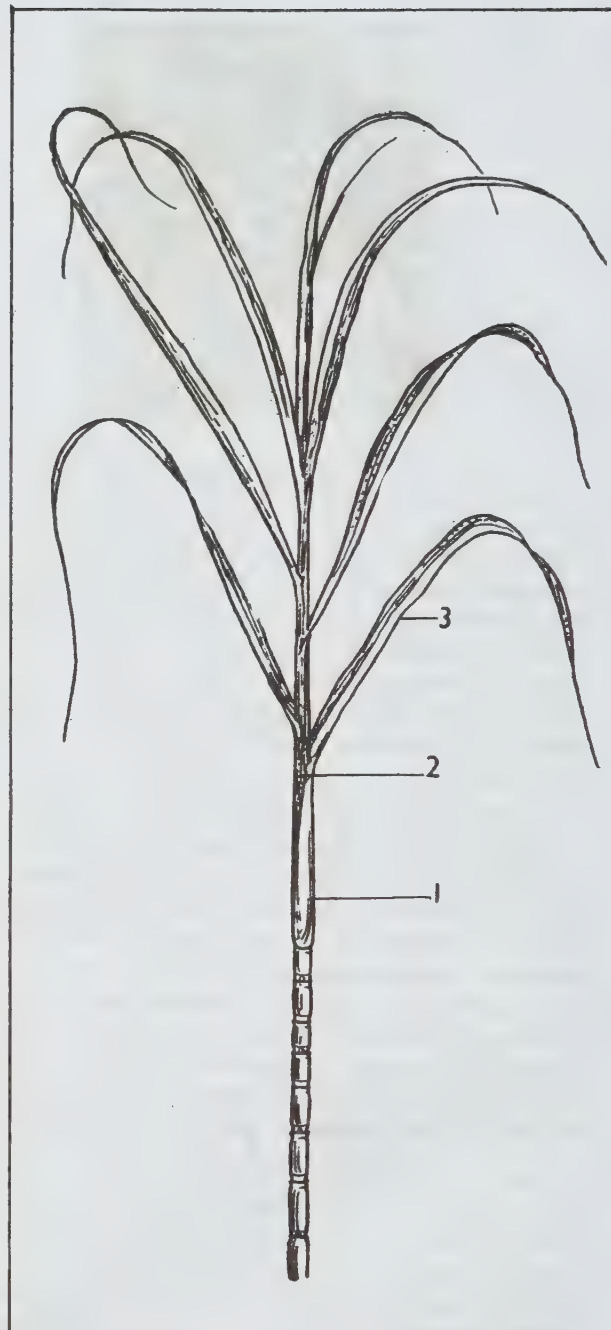
கரும்பு கொண்டு செல்லப்பட்டது என்பது டயாஸ் கொரிடிஸின் கருத்திலிருந்து தெரிய வருகிறது. இந்தியாவிலிருந்து அரேபியாவிற்குக் கரும்பு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. ஆனால் அது எகிப்து நாட்டை அடைய ஐந்நூறு ஆண்டுகள் ஆனது. இந்தியாவிலிருந்து பாரசீகத்திற்கும், அங்கிருந்து எகிப்து நாட்டிற்கும் கி.பி. 641 ஆம் ஆண்டில் சென்று பிறகு சிரியா, சைப்ரஸ், கிரேட்முதலிய நாடுகளுக்கும், கி.பி. 714 இல் ஸ்பெயினுக்கும் கொண்டு செல்லப்பட்டது.

கி.பி. 1420இல் போர்ச்சுக்கீசியர்கள் கரும்பை மதீராவிற்கும், பிறகு அங்கிருந்து கானரித்தீவுகள், அஸோரிஸ், மேற்கு ஆப்பிரிக்காவிற்கும் எடுத்துச் சென்றனர். கொலம்பஸ் தம் இரண்டாம் உலகக் கடல் பயணத்தில் சர்க்கரையை எடுத்துச் சென்றார். கரும்பு கி.பி. 1506 இல் மேற்கிந்தியத் தீவுகளுக்கும், கி.பி. 1520 இல் மெக்ஸிகோவிற்கும், 1532 இல் பிரேசிலிற்கும், 1533 இல் பெருவிற்கும் பின்னர் மேற்கிந்தியத் தீவுகளுக்கும் கொண்டு செல்லப் பட்டது.

இனங்களும் தோற்றமும். இது சக்காரம் பேரினத்தில் ஒருவித்திலைத் தாவரங்களுள் குளுமேசீ என்னும் தொகுதியுள் கிராமினே என்னும் குடும்பத்தில் ஆண்ட்ரோபோகனே என்னும் துணைக் குடும்பத்தில் வைக்கப்படும். இப்பேரினத்தில் பல்லாண்டு வாழும் ஆறு புல்வகையுண்டு. இவற்றுள் சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம் (2n= 40-128) இயற்கைவாழ் இனமாக இந்தியாவிலிருந்து தோன்றி அங்கிருந்து மத்திய தரைக்கடல் நாடுகள் கிழக்கு, வடக்கு, ஆஃப்ரிக்கா, சைனா, தைவான், மலேசியா, நியூகினியா முதலிய நாடுகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது. இது கெட்டியானது; குறைந்த சாறு உடையது. நீண்ட கணு இடைவெளிப் பகுதிகள் உடையது.

சக்காரம் ரோபஸ்டம் (*Saccharum robustum*) (2n = 60-194) என்னும் கரும்பினம் நியூகினியா மலேஷியாத் தீவுகளில் 1928 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இது மிகவும் கெட்டியானது, குறைந்த சாறு உடையது.

சக்காரம் அஃபிஷினேரம் (*Sacehanm*) *Officincrum*) உயர் வகைக் கரும்பு என்று கருதப்படும். இது தென்பசிபிக் தீவுகளான நியூகினியாவிலிருந்து தோன்றியது. இதில் சாறு மிகுதி. கெட்டியான புறணி இல்லாததால் மென்று தின்ன உதவுகிறது. இது வட இந்தியக் கரும்பு வகைகளுக்கு முன்பே பயிரிடப்பட்டு வந்துள்ளது. வங்காளம், பீஹார், ஒரிஸ்ஸா ஆகிய பகுதிகளில் ச. அஃபிஷினோம், ச. ஸ்பான்டேனியம் இவற்றின் கலப்பால் வட இந்தியாவில் காணப்படும் ச. பார்பெரி (*S barberi*) (2n = 82-124) ச. சைனென்ஸ் (*S. Sinense*) (2n =118) ஆகியவை உண்டாயின என்றும் கருதப் படுகிறது.



கரும்பு

1. இலைப்பட்டை 2. சிலிர்ப்பட்டை 3. அலகு

வளரியல்பு. கரும்பு ஒரு பெரிய புல். இது 12-30 அடி உயரம் வரை வளரும். ஒவ்வொரு தண்டும் ஏறத்தாழ 2½-7 கி.கி வரை எடையுடையது. தண்டு கெட்டியானது; கணுக்களும் கணுவிடைப்

பகுதிகளும் உண்டு. சராசரியாக ஒரு கரும்பில் ஏறத்தாழ 20 கணுக்கள் இருக்கும். தரையை ஒட்டியுள்ள கணுக்களில் இருந்து 4-6 வரை தாம்புகள் (tidlers) தோன்றும். தண்டின் சராசரிக் குறுக்களவு, நிறம் முதலியவை மாறுபடும். மூன்று சென்டி மீட்டர் குறுக்களவு உள்ள கரும்புகள் மெலிந்தவை என்றும், நான்கு சென்டி மீட்டர் குறுக்களவு உடையவை சாதாரணமானவை என்றும், நான்கு செண்ட்டிமீட்டருக்கு மேல் குறுக்களவு உடையவை கொழுத்தவை என்றும் கருதப்படும்.

கணுவிடைப் பகுதிகள். இவை உருவத்தில் மாறுபட்டுள்ளன. பீப்பஸ், உருளை, கதிர் போன்ற பல வடிவங்களிலும் மாறுபட்ட நீளங்களிலும், நிறங்களிலும் காணப்படும். ஒவ்வொரு கணுவிலும் கோண மொட்டுக் காணப்படுகிறது.

கணுக்கள். இனங்களுக்கு ஏற்றவாறு ஏனைய கணுவிடைப்பகுதியைவிடப் பருத்தோ, சிறுத்தோ உள்ளன. கணுக்கள் தோறும் கீழ்க்காணும் பகுதிகள் உள்ளன.

வளர்ச்சி வளையம். இது கணுவிற்கும் கணு விடைப் பகுதிக்கும் இடையேயுள்ள குறுகிய பகுதி ஆகும்; இதன் அகலமும், நிறமும் மாறுபடும். இப்பகுதிகளில் எப்போதும் பகுப்பு அடைந்து கொண்டே இருக்கும் இடை ஆக்குத்திசு உள்ளது. கரும்பு காற்றினால் முறியாத வண்ணம் இப்பகுதி வளைந்து கொடுத்துக் காக்கிறது.

வேர்ப்பட்டை. வளரும் வளையத்திற்கும், இலை உறையின் இணைந்த பகுதிக்கும் நடுவே உள்ள இடைவெளி வேர்ப்பட்டை எனப்படும். இது 6மி.மீ. - 12 மி.மீ. வரை அகலம் உள்ளது. இது கணு விடைப் பகுதியைவிட மாறுபட்ட நிறத்தை உடையது. இப்பகுதியிலிருந்து பல வேற்றிடவெளி வேர்கள் தோன்ற வாய்ப்புண்டு.

இலைவடு. இலை விழுந்தபிறகு எஞ்சியிருக்கும் இலை உறையின் அடிப்பகுதி இலைவடு எனப்படும். இளம் கரும்புக் கணுக்களின் இப்பகுதியில் நீண்ட தூவிகள் காணப்படும். இலை முதிர்ச்சி அடையுமுன் இவை எளிதில் உதிர்ந்துவிடும்.

சாம்பல் பட்டை. இலைவடுவின் கீழே 1 செ.மீ. அகலத்திற்குச் சாம்பல் நிறம் கலந்த கடற்பச்சை நிறமுள்ள பகுதி உள்ளது. இதில் மெழுகுப்பூச்சு உள்ளது.

மொட்டுகள். மொட்டின் உருவம் பல்வேறு இனங்களுக்கு ஏற்றவாறு மாறுபடுகிறது. இது பல வகை வடிவங்களிலும், சிலசமயம் தூவிகளுடனும் காணப்படும்.

இலைஉறை. இதன் மேற்பரப்பில் பல விறைப்பான தூவிகள் உள்ளன. சிலவற்றில் தூவிகள் இருப்பதில்லை. இது பல வண்ணங்களிலும் காணப்படும்.

இலை

1. கணுவிடை 2. இலைப்பட்டை 3. இலைப்பட்டை அடி 4. தண்டோடு கூடிய இலை விளிம்பு 5. சிலிர் 6. செவி வடிவச் சிலிர் நீட்சி

இதன் வாய்ப்பகுதி நிறமற்றது: இரு நிறம் கொண்ட முக்கோணப்பகுதிகள் உள்ளன; இதன் சிலிர் (ligule) பழுப்பு நிறத்துடன் குட்டையாக வளைந்து காம்பைப் பற்றி இருக்கும்.

இலைத்தாள். இது தோகை எனப்படும்; 70-120 செ.மீ. நீளமும் 1.5-10 செ.மீ. அகலமும் கொண்டது. ஒரு தெளிவான மைய நரம்பும் பல இணை நரம்புகளும் உள்ளன. கீழ்ப்பகுதியில் இரு மடங்கு இலைத் துளைகள் உள்ளன.

மஞ்சரி. கூட்டுப்பூத்திரள் (panicle) வகை; நுனியில் சிறுகதிர் மஞ்சரி உள்ளது. இது அம்பு அல்லது டாஸல் (arrow or tassel) எனப்படும். ஒவ்வொரு சிறு கதிரின் கீழும் பல வளையங்களில் தூவிகள் உள்ளதால் பட்டுப்போன்று தோற்றம் அளிக்கும்.

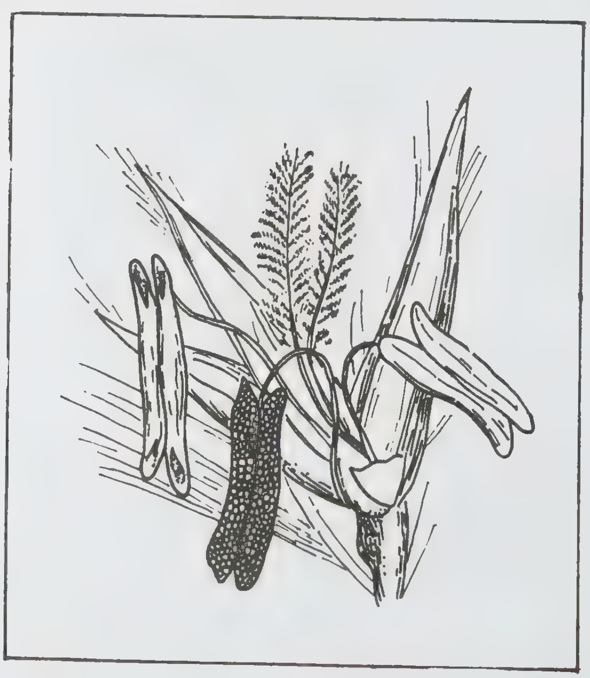
ஒவ்வொரு மஞ்சரி நுனியிலும் இரு சிறுகதிர்கள் உள்ளன. ஒன்று காம்புள்ளது; மற்றது காம்பு இல்லாதது. இதில் இரு படகு வடிவப் பூவடிச் செதில்களும் அவற்றிற்குக் கீழே பட்டுப்போன்ற தூவிகளும் உள்ளன. பூவடிச் செதிலினுள் இரு சிறு பூக்கள் உள்ளன. கீழே உள்ளது வளமற்றது; மேலே உள்ளது இருபால் பூ ஆகும். இதில் லெம்மா என்னும் வளமுடைய பூவடிச் செதில் உள்ளது. இது ச.அஃபிஷினோத்தில் இல்லை; ஆனால் ச ஸ்பான்டனியத்தில் உள்ளது. பூக்காம்புச் செதில் மெல்லியது, குறுகலானது, இதழ்கள் உலோடிகூல்களாக உள்ளன. சிலவற்றில் தூவிகள் உள்ளன. 3 மகரந்தத் தாள்கள் ஒரு வட்டத்தில் உள்ளன. நீளமான மகரந்தத்தாள்கள்; மகரந்தப்பை இரு அறைகள் கொண்டது, சுழல் அமைவு; சூல்பை மேல்மட்டச்சூல்பை; ஒரு சூல் அறை; பல தலைகீழ் சூல்கள்; கிளைத்த சூலகத் தண்டு, சூலகமுடி தூவிகளுடன் தூரிகை போன்றது.

கனி. தானியவகை (caryopsis); பட்டுத்தூவிகள் காற்றினால் பரவ உதவுகின்றன. காற்றினால் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெறும். கரும்பு ஒரு குறு நாள் தாவரம். அதாவது இதற்குக் குறைந்த பகல் பொழுதும், நீண்ட இரவுப்பொழுதும் தேவைப்படுகிறது.

சூழ்நிலையியல். வெப்பமண்டல ஆற்றங்கரை ஓரங்களில் ச.ரோபஸ்டம் பயிரிடப்படுகிறது. ச. ஸ்பான்டேனியம் குளிர் மண்டலங்களிலும் பயிராகிறது. ச. அஃபிஷினேரம் வெப்ப மண்டலத்திற்கு மட்டுமே உரியது. ச. பார்பெரி ச. சைனென்ஸ் ஆகியவை மிதவெப்ப மண்டலத்திலும் குளிர் மண்டலத்திலும் பயிரிடப்படுகின்றன.

காலநிலை. இதற்கு உயர் வெப்பம், குறைந்த சூரிய ஒளி, மிகுதியான நீர், (ஆண்டு மழை அளவு 150 செ.மீக்கு மேல்) வளமான நிலம், நல்ல வடிகால் வசதி ஆகியவை தேவை. நீண்ட வெதுவெதுப்பான வளர்பருவமும், மூடுபனி, சுழல்காற்று இல்லாத அறுவடைப்பருவமும் இருந்தால் சிறந்த விளைச்சலைத் தரும்.

நிலம். கரும்பைப் பலவகையான நிலங்களிலும் பயிரிடலாம். களிமண் நிலமும் வண்டல் நிலமும் இதற்கு ஏற்றவை. ஆனால் இனத்திற்குத் தகுந்த



கரும்பின் சிறுகதிர், பூங்கொத்து

வாறு நிலச்சூழலும் மாறுபடுகிறது. செம்மண் நிலத்திலும் கரும்புச் சாகுபடி செய்யலாம். இந்த நிலத்தில் நுண்துளைகள் மிகுதியாக உள்ளமையால் இது நல்ல வடிகால் வசதி பெறுகிறது. எனவே இந்த நிலத்தில் அடிக்கடி உரம் இடவேண்டும்.

நிலம் தயாரிப்பு. கரும்புச் சாகுபடிக்குச் சிறந்த தண்ணீர் வசதியும் வடிகால வசதியும் உள்ள மேட்டுப் பாங்கான நிலத்தைத் தேர்ந்து எடுத்து, இரும்புக் கலப்பை அல்லது இழுவை எந்திரம் (tractor) கொண்டு நன்றாகப் புழுதி ஆகும்படி உழுதல் வேண்டும். கரும்பு நடுவதற்குச் சால்களை 80 செ.மீ. இடைவெளியில் 20 செ.மீ. ஆழத்தில் அமைக்க வேண்டும். நீர் பாய்ச்சத் தனியாக வாய்க்கால்களைத் தேவைக்கேற்ப இடைவெளி விட்டு அமைக்க வேண்டும். நிலத்தைச் சுற்றிலும, நிலத்தின் உள்ளும் 10 செ.மீட்டருக்கு ஒன்றாக 45-50 செ.மீ. ஆழமுள்ள வடிகால் வாய்க்கால்களை அமைக்க வேண்டும்.

கரும்பின் தரம். கரும்பு வகைகள் நன்றாக விளையக்கூடியவையாகவும், தரம் உயர்ந்தவையாகவும், நோய்கள் பாதிக்காதவையாகவும், ஆலைகளின் தேவைக்குத் தகுந்தவாறு அறுவடை செய்வதற்கு ஏற்றவையாகவும் இருக்க வேண்டும்.

விதைக்கரணைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல். விதைக் கென்றே விளைவித்த 6-8 மாதமான குறுகிய காலப்பயிரின் விதைக்கரணைகள் விதைக்கு மிகவும் ஏற்றன. ஒரு கரணை என்பது மூன்று கணுக்களையும் இரு கணுவிடைப்பகுதிகளையும் கொண்டது. இதில் மூன்று கோண மொட்டுகள் உள்ளன. ஓர் ஏக்கர் நட 50,000 கரணைகள் தேவைப்படும். நடுவதற்கு முன் கரணைகளைப் பெலிஸ்டின் அல்லது அகலால் மருந்து கலந்த நீரில் ஆழ்த்தி எடுத்து நட வேண்டும். கரையான் பாதிப்பு உள்ள இடங்களில் ஹெக்டேருக்கு 37.5 கி.கி. விதம் BHC 10 என்னும் மருந்தை நடவுசால்களில் தூவி நடும்போது கரணையின் மொட்டுகள் பக்கவாட்டில் இருக்கும்படியும், கிடங்கின் சரிவில் தெரியும்படியும் மண்ணில் அழுத்திவிட வேண்டும். 3,4 வாரங்களுக்குள் வெற்றிடங்களிலும் முளைத்த கரணைகளை நட்டுவிட வேண்டும்.

நடவுககாலம். கரும்பை டிசம்பரிலிருந்து மே மாதம் வரை நடுவர். முன்பட்டத்தில் நட்டு ஜனவரி பிப்ரவரி மாதத்தில் அறுவடை செய்தால் உயர் விளைச்சலும் சர்க்கரையும் கிடைக்கும். பெரு மழை பொழியும் மாதங்களில் கரும்பு நடவு கூடாது. ஆடிப் பட்டத்தில் ஜூலை – செப்டம்பர் மாதங்கள் நடவிற்குச் சிறந்தவை.

உரமிடுதல். நட்ட கரும்பு நன்றாக வளர்வதற்குப் போதுமான உரத்தை உரிய காலத்தில் ஏற்ற அளவில் இடுவது இன்றியமையாததாகும்.

அடியுரம். கரும்பு நடவிற்கு முன்பாக அடி உரமாக ஹெக்டேருக்கு 25 டன் தொழுஉரம் அல்லது கம்போஸ்ட் உரத்தை இறுதி உழவிற்கு முன்பாக இடவேண்டும். 400 கிலோ சூப்பர் பாஸ்பேட் நடவிற்கு முன்பாகப் பார்களில் வீசி, களைக் கொத்தியால் மண்ணில் உரத்தை நன்றாகக் கலக்க வேண்டும்.

மேலுரம். மேலுரமாக நைட்ரஜனையும், பாஸ்ஃபரஸையும் நட்ட 45 நாளிலும் பிறகு 90 நாளுக்குப் பிறகும் இரு பகுதியாகப் பிரித்து இடவேண்டும். நைட்ரஜன் உரமிடுதலை நட்ட மூன்று மாதங்களுக்கு முன்பாக முடித்துவிட வேண்டும். காலம் நீட்டித்து உரம் இடுவதால், பயிரின் வளர்ச்சிக் காலம் நீடித்து கரும்பு முதிர்ச்சி அடைய நீண்ட நாளாகும். அளவுக்கு மீறி உரமிடுதல் பயிரின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்தி, கரும்பில் சர்க்கரையின் அளவைக் குறைத்துவிடும்.

இலைகளின் மேல் யூரியா தெளித்தல். கரும்பிற்கு வேண்டிய நைட்ரஜனை இரண்டு முறையாக மண்ணில் இடுவதைவிட, பாதி நைட்ரஜன் (138 கிலோ) உரத்தை நாற்பத்தைந்தாம் நாளில் மண்ணில் பயிர்களின் தூர்களில் போட வேண்டும். எஞ்சிய நைட்ரஜன் உரத்தைத் தொண்ணூறாம் நாளில் மண்ணில் இடுவதற்குப் பதிலாக 58 கிலோ நைட்ரஜன் சத்துக் கொடுக்கக்கூடிய தூய யூரியாக் கரைசலை (78 கிலோ யூரியாவை 2500 லிட்டர் நீரில் கரைக்க வேண்டும்) இரு முறையாகத் தொண்ணூறாம் நாளிலும் நூறாம் நாளிலும் கரும்புத் தோகைகளின் மேல் தெளிக்க வேண்டும். இதனால் உரமிடுவதில் ஹெக்டேருக்கு 58 - 85 கிலோ வரை நைட்ரஜன் உரம் எஞ்சும்.

பின் செய் நேர்த்தி. கரும்பு நட்ட 3 - 4 வாரங்களுக்குப் பிறகு களை எடுக்க வேண்டும். நிலத்தின் தரத்திற்கு ஏற்றவாறு மீண்டும் ஒருமுறை களை எடுக்க வேண்டும். இரண்டாம் முறை உரம் வைத்த பிறகுகரும்புத்தோகைகளைக் கரும்புத் தூர்களுக்குப் பக்கவாட்டில்வைத்து மண் அணைக்க வேண்டும். ஓங்கி வளர்ந்த கரும்பு காற்றின் வேகத்தால் சாய்ந்து ஒடிந்து விழாமலிருக்கக் கரும்புத் தூர்களுக்கு உயரமாக மண் அணைக்க வேண்டும். தோகைகளைச் சங்கிலி போலப் பிணைத்துக் கரும்பு வரிசைகளுக்கு இடையே விட்டம் கட்ட வேண்டும்.

நீர்ப்பாசனமும் வடிகாலும். கரும்பு நட்டு நன்றாக முளைக்கும் வரை வாரம் ஒரு முறையும், 1-3 மாதம் வரை தூர்கள் வெடிக்கும் பருவத்தில் பத்து நாளுக்கு ஒரு முறையும், பின்னர் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் பத்து மாதங்கள் வரை வாரம் ஒரு முறையும், கரும்பு முதிர்ச்சி அடையும் பருவத்தில் நீண்ட நாள் இடைவெளி விட்டுப் பதினைந்து நாளுக்கு ஒரு முறையும் நீர் பாய்ச்சுவது ஏற்றது. தக்க வடிகால் வசதி செய்ய வேண்டியதும் இன்றியமையாதது. முளைப்புச் சமயத்

திலும் வளரும் சமயத்திலும் நிலங்களில் நீர் தேங்கி இருப்பது கரும்பின் விளைச்சலைப் பாதிக்கும். எனவே கரும்பு வயல்களில் நீர் தேங்கிவிடாமல் வயலிலிருந்து வடிகால்கள் மூலம் அப்புறப்படுத்த வேண்டும்.

பயிர்ப் பாதுகாப்பு. பூச்சிகள், கறையான் போன்றவை விதைக்கரணைகளையும் வளர்ந்த பயிரையும் தாக்கும். BHC 10% மருந்தைக் கரணைகள் இடுவதற்கு முன் தூவ வேண்டும் அல்லது 3% வெரப்டா குளோர் ஏக்கருக்கு 37.5 கிலோ இட்டு மண்ணுடன் கலந்து விடவேண்டும். இளம் குருத்துப்புழு, தோகைக் கடியில் உள்ள பச்சையத்தைத் தின்று குருத்து, தண்டு ஆகியவற்றில் துளையிட்டுவிடும். தாக்கப்பட்ட இளம் பயிர்களை அழித்துவிடலாம்,

அறுவடை. கரும்பு முதிர்ச்சி அடைந்து, சர்க்கரை மிகுதியாக இருக்கும்போது வெட்ட வேண்டும். பிப்ரவரி-மார்ச் மாதங்களில் அறுவடை செய்யும் கரும்பில் விளைச்சலும் சர்க்கரைச் சத்தும் மிகுதி. வெல்லம் தயாரிப்பதற்கு இதுவே ஏற்ற காலம் ஆகும்.

பயிர்ச்சுழற்சி. ஒரே நிலத்தில் தொடர்ந்து கரும்பே பயிரிடாமல் முதல் ஆண்டு நடவுக்கரும்பும், இரண்டாம் ஆண்டு மறுதாம்பும், மூன்றாம் ஆண்டு மாற்றுப் பயிர்களாக நெல், பசுந்தாள் உரப்பயிர் நிலக்கடலை முதலியவையும் பயிரிட வேண்டும். மாற்றுப்பயிர் செய்து வருவதால் கரும்பு நன்கு வளர்ந்து உயர் விளைச்சல் கொடுக்கும். நடவுக்கரும்பு அறுவடை செய்தபிறகு, வரப்பையும் மண்கட்டிகளையும் உடைத்துப் பயிரை அடிக்கட்டை வரை சீவி விட வேண்டும். இதனால் அடியிலிருந்து முளைகள் கிளம்பிப் புதுக்கட்டைகள் உண்டாகும். இப்பயிர் மிகவும் வலிவானதாகவும் வளர்ச்சியுடையதாகவும் இருக்கும். கட்டைப்பயிரின் இடைவெளியை இரும்புக்கலப்பை கொண்டு உழுதபிறகு, மட்கிய தொழு உரம் அல்லது கம்போஸ்ட் உரமிட வேண்டும். கட்டைப் பயிருக்கு நடவுக்கரும்பைவிட 57.5 கிலோ நைட்ரஜன் சத்து மிகுதியாகத் தேவைப்படும். இது நடவுப்பயிருக்கு முன்னதாகவே முதிர்ச்சியடைவதால் விரைவில் அறுவடை செய்யலாம். கரும்பில் ஊடுபயிராகப் பச்சைப்பயறு, உளுந்து, வெங்காயம் முதலியவற்றைப் பயிரிடலாம்.

கலப்புப்பயிரி முறை. கரும்பில் ஈரிகைக்கலப்பு முறை வெற்றிகரமாகக் கையாளப்பட்டுப் பல புதிய வகைகள் உண்டாக்கப்பட்டன. சக்காரம் அஃபிஷினேரம், சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம் என்னும் இனங்களைப் பார்புர் என்பார் முதன்முதலில் 1914 ஆம் ஆண்டில் கலந்து புதிய வகையை உண்டாக்கினார். 1916 ஆம் ஆண்டில் கரும்பையும் நாரெங்கா பார்ஃபிரிகோமா (Narenga parphrycoma) என்னும் பயிரையும் இரு பேரினக்கலப்பின் மூலம் கலந்து புதிய வகை ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

சக்காரம் அஃபிஷனேரம் என்னும் உயர்வகைக் கரும்பு மென்மையான தண்டை உடையது. இது வணிகச் சிறப்பு வாய்ந்தது. ஆனால் இது பல நோய்களை எளிதில் ஏற்கக்கூடியது. சக்காரப் பார்பெரி என்னும் வட இந்தியக்கரும்பு வகையில் மெல்லிய சாறு நிறைந்த தண்டு உள்ளது. சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம் என்னும் ஆசிய, ஆஃப்ரிக்க வகைக் கரும்பு குறைந்த அளவு சர்க்கரையும், நிறைந்த அளவு வீரியமும், நோய் எதிர்ப்புத்திறனும் கொண்டுள்ளது. நியூகினியாவைச் சேர்ந்த சக்காரம் ரோபஸ்டம் என்னும் கரும்பு வீரியமும் நோய் எதிர்ப்புத்திறனும் கொண்டது. ச. ஃபார்பெரி. ச. ரேஸஸ்டம் ச. சைனென்ஸ் ஆகிய கரும்பு வகைகள் வைரஸால் ஏற்படும் பல்வண்ண நோயை ஏற்கின்றன. ச. பார்பெரி, சிவப்பு அழுகல் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றது. ச. சைனென்ஸ், வேர் அழுகல் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றது.

மேற்கூறிய பல இனங்களைக் கலந்து நோய் எதிர்ப்புத்திறன் ஆராயப்பட்டது. சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம் சக்காரம் அஃபிஷினேரம் என்னும் கலப்பிலிருந்து உருவாக்கப்பட்ட கலப்புயிரியைத் தவிர ஏனைய இனங்கள் யாவும் பலவண்ணநோயை ஏற்கின்றன. சக்காரம் ஸ்பான்டேனியம், சக்காரம் அஃபிஷினேரம், சக்காரம் பார்பெரி ஆகியவற்றைக் கலப்புச் செய்து, அவற்றின் மூதாதைகளுடன் பின் கலப்புச் செய்தபோது சிவப்பு அழுகல் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற வகைகள் உண்டாயின. கரும்பையும் சோளத்தையும் கலப்புச் செய்து உண்டாகிய இனங்கள் பல்வண்ணநோய், சிவப்பு அழுகல் நோய் எதிர்ப்புத்திறனும் வறட்சி எதிர்ப்புத்திறனும் பெற்றவையாக விளங்கின.

தேன்பாகு. கரும்பு காய்ச்சும்போது தேன் போன்ற பாகுப்பதத்தில் இறக்கி, இதைத் தேனுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம். கரும்பிலிருந்து பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த பல பொருள்களும் கிடைக்கின்றன. இவையும் பல்வேறாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கரும்பு காய்ச்சும்போது எஞ்சும் அடர்த்தியான நீர்மம் (மொலாசஸ்) எத்தில் ஆல்கஹால் தயாரிப்பில் பயனாகிறது. இது வணிகச் சிறப்பு வாய்ந்தது. மொலாஸஸ் கேக் என்பது மொலாஸஸையும், கரும்புச் சக்கையையும் கலந்து உருவாக்கப்பட்ட பிண்ணாக்கு ஆகும். இது கால்நடைத் தீவனமாக உதவுகிறது. கரும்புச்சக்கை நார் நிறைந்தது; இதை எரிபொருளாகவும், தாள் தயாரிக்கவும் பயன்படுத்துகின்றனர். கரும்புச்சாற்றை வடித்தவுடன் எஞ்சியுள்ள வண்டலை உரமாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

– கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

நூலோதி. H. K. Chandhari, *Elementary principles of Plant breeding*, IBH Publishing Company, New Delhi, 1971.

கரும்புச் சர்க்கரை

இது கரும்பிலும், பீட்ரூட்டிலும் இடம் பெறும் இனிக்கும் நிறமற்ற படிகத் திண்மம் ஆகும். இதன் வேதி வாய்பாடு: $C_{12}H_{22}O_{11}$. உருகுநிலை: 170 - 186°C. உருகுநிலைக்குமேல் வெப்பப்படுத்தும் போது பழுப்பு நிற (caramel) நீர்மம் கிடைக்கும். இந்நீர்மம் இனிப்புப் பொருள் தயாரிப்பிலும், குளிர் பானங்கள் உணவுப்பொருள்கள் ஆகியவற்றை வண்ண மேற்றவும் பயனாகிறது. மேலும் உயர் வெப்ப நிலைகளில் வளிம மற்றும் தார் நிலைப் பொருள்கள் வெளியாகி கரிப்பொருள் எஞ்சி நிற்கிறது. இக் கரியைச் சர்க்கரைக் கரி (sugar charcoal) என்பர். கரும்புச் சர்க்கரையை அடர் கந்தக அமிலத்துடன் கலந்து, ஹைட்ரஜனையும் ஆக்சிஜனையும் நீர் மூலக் கூறாக வெளியேற்றியும் இதனைத் தயாரிக்கலாம்.

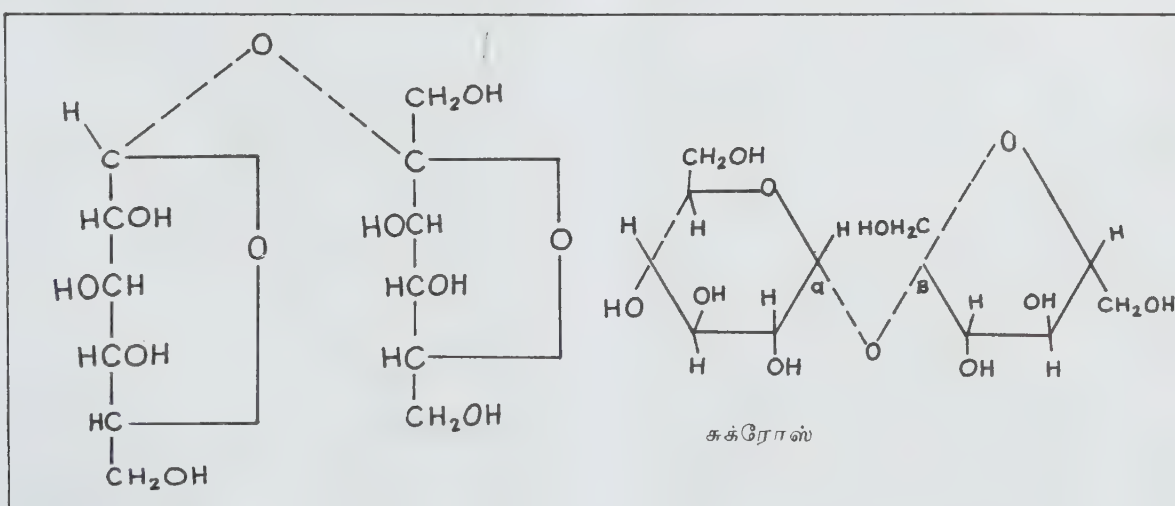
$$C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{\text{அடர் } H_2SO_4} 12\,C + 11H_2O$$

இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் கரியே கரி வகைகள் யாவற்றிலும் மிகத் தூய்மையானது ஆகும். சுக்ரோஸ் என்னும் வேதிப் பெயர் கொண்ட கரும்புச் சர்க்கரை நீரில் எளிதில் கரையும்; தெவிட்டக்கூடியக் கரைசல் ஒரு பாகுநீராகி (syrup) விடும். இக்கரைசலிலிருந்து சர்க்கரையைப் படிகமாக்கிப் பிரிப்பதை வெற்றிடச் சூழ்நிலையால் மட்டுமே நிகழ்த்தஇயலும்.

சுக்ரோஸ் கரைசல் முனைவுடை ஒளியின் தளத்தை வலப்பக்கம் திருப்பவல்லது (dextrorotatory). இக்கரைசலின் நியம ஒளிச் சுழற்சி (specific rotation) +66.4. சுக்ரோஸ் கரைசல் (குளுக்கோஸ் கரைசலைப் போலன்றி) மாற்றுச் சுழற்சி (mutarotation) காண்ப தில்லை. ஆனால் அமிலங்களாலும், இன்வர்ட்டேஸ் என்னும் நொதியாலும் குளுக்கோஸ் ஃபிரக்டோஸ் ஆகிய இரண்டின் சம எடைக் கலவையாக, மாறிய சர்க்கரை (invert sugar) ஆகிறது. இவற்றுள் குளுக்கோஸ் தளமுனைவு ஒளியை வலப்புறம்திருப்பவல்லது. ஃபிரக்ட்டோஸ் முனைவு ஒளியை இடப்புறம் கூடுதலாகத் திருப்பவல்லது. இதன் இறுதி விளைவாக, நீர்ப்பகுப்பினால் முனைவுடை ஒளியின் தளம் வலப்புறமிருந்து இடப்புறமாகத் திரும்புகிறது. இதைக் கரும்புச் சர்க்கரையின் தலைகீழ் மாற்றம் (inversion of cane sugar) என்பர். நீராற்பகுப்புக் கலவையின் நியம ஒளிச் சுழற்சி -19.7° ஆகும். குளுக்கோஸின் நியம ஒளிச் சுழற்சி +52°; ஃபிரக்டோஸின் நியம ஒளிச் சுழற்சி -92°

$$\underset{\text{சுக்ரோஸ்}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{HCl} \underset{\text{குளுக்கோஸ்}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{ஃபிரக்ட்டோஸ்}}{C_6H_{12}O_6}$$

சுக்ரோஸ் சுண்ணாம்பு நீருடன் கால்சியச் சுக்ரோஸேட் எனும் சேர்மத்தைத் தருகிறது. 1% செறிவுகொண்ட சர்க்கரைக் கரைசல் நீரைவிட 18 மடங்கு கூடுதலாகக் கால்சியம் ஹைட்ராக்சைடைக் கரைக்கவல்லது. இச்செயலைப் பயன்படுத்திக் கரைசலிலிருந்துசர்க்கரையை மீட்கலாம்; சுட்ட



செங்குத்து வாய்பாடு ஹாவொர்த் வாய்பாடு

சுண்ணாம்பு மாதிரியில் கால்சியம் ஆக்சைடின் சதவீதத்தை மதிப்பிடலாம். நீர்த்த சோடியம் ஹைட்ராக்சைடு, ஃபீனைல் ஹைட்ரசீன், அம்மோனியா கலந்த வெள்ளி உப்புக்கரைசல் ஆகியவற்றுடன் சுக்ரோஸ் வினைப்படுவதில்லை. நீராற்பகுக்கப்பட்ட நிலையில் வினைபுரிகிறது. சுக்ரோஸ் அசெட்டிக் நீரிலியுடன் சுக்ரோஸ் ஆக்ட்டாஅசெட்டேட்டைத் உண்டாக்குகிறது. சுக்ரோஸின் வடிவ வாய்பாடு மேற்கூறிய வினைகளின் அடிப்படையில் நிறுவப்பட்டது.

சுக்ரோஸைக் கட்டுப்பாட்டுடன் காற்றில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தால் அரபோனிக் அமிலம் கிட்டும். வெவ்வேறு சூழ்நிலைகளில் நைட்ரிக் அமிலத்தில் ஆக்சிஜனேற்றம் செய்தால் ஆக்சாலிக் அமிலம், டார்டாரிக் அமிலம், குளூக்கோனிக் அமிலம் ஆகியன விளைகின்றன. ஹைட்ரஜனேற்றம் செய்தால் மானிட்டால் மற்றும் சார்பிட்டால் எனும் ஆல்கஹால் கலவை கிடைக்கும். குளூக்கோஸ், மால்ட்டோஸ், செல்லோபயோஸ் போலல்லாது, சுக்ரோஸ் ஃபெலிங் கரைசலை ஒடுக்குவதில்லை. ஆக்சைம், ஓசசோன் ஆகிய சார்புப் பொருள்களை விளைவிப்பதில்லை. சுக்ரோஸிக்கு இரு வடிவ வாய்பாடுகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 1). இவ்விரண்டு வாய்பாடுகளிலும் சுக்ரோஸ் ஒரு சமநிலையிலுள்ளது.

ஃபிசர் வாய்பாடு ⇌ ஹாவொர்த் வளையவாய்பாடு குளூக்கோஸ் வளையத்தில் ஆறு அணுக்களும் ஃபிரக்ட்டோஸ் வளையத்தில் ஐந்து அணுக்களும் உள்ளன.

வடிவமைப்பின் அடிப்படையில் சுக்ரோஸின் பெயர் β - D- குளூக்கோபைரனோசைல் D-ஃபிரக்ட்டோஃப்யூரனோஸைடு. ஒற்றைச் சர்க்கரைடுகளிலேயே இனிப்பு மிக்கதான சுக்ரோஸ் ஃபிரக்ட்டோஸ் வளையம் இடம்பெறுவதால்தான் இனிப்பு மிக்கதாகவுள்ளது. சுக்ரோஸ் ஒரு முதன்மையான உணவுப் பாதுகாப்புப் பொருள் (food preservative) மற்றும் இனிப்புவகை மூலப்பொருள் ஆகும். இயற்கையில் கிடைக்கும் சர்க்கரைகளில் மிகவும் விலை குறைந்தது இது. வணிக அளவில் சுக்ரோஸைத் தரக்கூடிய தோற்றுவாய்கள் கரும்பும் (சராசரியாக 13% சுக்ரோஸ் கொண்டது). பீட்கிழங்கும் (சராசரியாக 16% சுக்ரோஸ் கொண்டது) ஆகும். இக்கரைசல்கள் தூய்மையாக்கப்பட்டு, ஆவியாக்கப்பட்டு, சர்க்கரைப் படிகமாக்கப்படுகின்றன. இவ்வழிமுறை மூலம் 90.8% தூய்மையான சுக்ரோஸை எளிதாகப் பெறலாம். தயாரிக்கப்படும் சர்க்கரையின் தூய்மையை அளந்தறிவதற்குக் கரைசலின் நியம ஒளிச்சுழற்சியை அளக்க வேண்டும். இதற்கான கருவி சர்க்கரை அளவி (saccharimeter) எனப்படும்.

பழவகை	சதவீதஅளவு
ஆப்பிள்	1-5.4
வாழைப்பழம்	5
பைன் ஆப்பிள்	11.3
ஸ்ட்ராபெரி	6.3
ஆப்ரிகாட்	6

சில பழவகைகளில் சுக்ரோஸ் அடக்கம் மேற்காணுமாறு உள்ளது.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கரும்பொருள்

தன்மீது படும் மின்காந்தக் கதிர் அனைத்தையும் உட்கவரும் பொருள் கரும்பொருள் (black body) எனப்படும். பொதுவாகப் பொருள்கள் ஒளிக்கதிர்களை உட்கவர்ந்து அவற்றில் ஒரு சில கதிர்களை மட்டும் வெளியிடுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, சிவப்பு நிறப் பொருள் அனைத்து ஒளியையும் உட்கவர்ந்து சிவப்பு நிற ஒளி அலையை மட்டும் வெளிவிடுகிறது. அவ்வாறே இயல்பான வெப்பநிலையில் அனைத்து ஒளிக்கதிரையும் கரும்பொருள் உட்கவர்ந்துவிடும். கருமை நிறம் ஒன்றை மட்டும் கொண்டு அப்பொருளைக் கரும்பொருள் என்று கூறிவிட முடியாது.

வேறு வெப்பநிலைகளில் கருமை நிறமற்றதும் ஒளிரக்கூடியதுமான சில பொருள்களும் கரும்பொருள் எனப்படும். எனவே, கரும்பொருள் தன்மை என்பது வெப்பமாக இருக்கும் நிலையில் கதிர் வீசக்கூடியதும், குளிர்ச்சியாக இருக்கும் நிலையில் வெப்பத்தை உட்கவரக்கூடியதும் ஆகும். உயர்மட்ட வெப்பநிலையில் கரும்பொருள் புறஊதா முதல் அகச் சிவப்பு வரை அனைத்து ஒளி அலைகளையும் வெளிப்படுத்தவல்லது. ஒரே வெப்பநிலையில் பிற எந்தப்பொருளையும்விடப் பெருமளவு ஒளி அலையை வெளிப்படுத்தும் தன்மையுடையது. அவ்வாறு ஒளி அலையை வெளிப்படுத்தும்போது பிற பொருள்களை விட மிகுதியான அலைகளையும் வெளிப்படுத்தும். கரும்பொருளின் முழுக் கதிர்வீச்சைக் கரும் பொருள் கதிர்வீச்சு (blackbody radiation) என்பர்.

- மா. பூங்குன்றன்

கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு

சூடாக்காமலேயே வெப்பம் கதிர் வடிவத்தில் வெற்றிடத்தின் ஊடாகவோ, வேறு பருப்பொருள் ஊடகத்தின் வழியாகவோ பரவுவதை வெப்பக்கதிர் வீச்சு என்பர். வெப்பக் கதிர்கள் ஒரு பொருளின் மேல் விழும்போது அல்லது அதன் ஊடாகச் செல்லும்போது அப்பொருள் சூடாவதில்லை என்றே கூறலாம். ஆனால் உண்மையில் பொருள்கள் வெப்பக் கதிர் வீச்சை ஓரளவேனும் உட்கவராமல் இருப்ப தில்லை. அதனால் அவற்றின் வெப்பநிலை உயரும். கண்ணாடி, மரம், உலோகம் போன்ற பொருள்கள் வெப்பக் கதிர்வீச்சை உட்கவர்ந்து சூடாகும். குவார்ட்ஸ், பாறை உப்பு, ஃப்புளோர்ஸ்பார் ஆகியவை தாம் மிகுதியாகச் சூடாகாமல் வெப்பக்கதிர்களை மட்டும் தம்வழியே பரவ அனுமதிக்கின்றன. இத் தன்மை கண்ணுக்குத் தெரியாத வெப்பக் கதிர்களைக் கண்டுபிடிக்கவும், அளக்கவும் பயன்படுகிறது.

கதிர்வீசல் மூலமாக வெப்பம் பரப்பப்படும்போது அந்தச் செயல்முறைக்கு ஒரு பருப்பொருளின் உதவி தேவைப்படுவதில்லை. கதிர்வீச்சு ஒரு பருப்பொருளின் வழியே செல்ல நேருமானால், வெப்பக்கடத்தல், வெப்பச் சலனம் ஆகிய செயல் முறைகளில் நடப்ப தைப்போல, ஊடகம் முதலில் தன்னைச் சூடுபடுத்திக் கொண்டு, பின்னர் வெப்பம் பரவ உதவும் என்பதில்லை. மேலும் வெப்பம் ஒளியைப் போன்ற ஓர் ஆற்றல் வகையாகையால் வெப்பக் கதிர்வீசல் என்பது வெற்றிடத்தில்கூட நிகழக்கூடிய ஆற்றல் இட மாற்றச் செயல் முறையேயாகும்.

வெப்பக் கதிர் வீசலைப் பொறுத்தவரை அதன் உள்ளார்ந்த மின்காந்த அலைப்பண்புகளும், கதிர் வீசும் பொருளின் தன்மையையும் வெப்பநிலையையும் பொறுத்த அதன் அளவுறுதியான, பண்பறுதியான பண்புகளும் ஆய்வு செய்யப்பட்டுள்ளன.

கரும்பொருள். ஒரு பொருளின் மேல் விழும் கதிர் வீச்சு முழுமையும் அது உட்கவர்ந்து விடுமானால் அது முழுக்கரும்பொருள் எனப்படும். அதன் மேல் விழும் எந்த நிறக் கதிர்களையும் அது எதிரொளிக் கவோ, கடத்தவோ செய்யாததால் அது கறுப்பாகக் காணப்படுகிறது. இத்தகைய ஒரு கரும்பொருளைப் பெரும் வெப்பநிலைக்குச் சூடாக்கினால் அதிலிருந்து அனைத்துவகை அலைநீளங்களும் கொண்ட கதிர்கள் வெளிப்படும். அது முழுமையாகக் கதிர்களை உட் கவருவதைப் போலவே முழுமையாகக் கதிர் வீசவும் செய்கிறது. எந்த ஒரு வெப்பநிலையிலும், ஒவ்வோர் அலைநீளத்திலும், அது அனைத்துப் பொருள் களையும்விட மிகுதியான ஆற்றலை உமிழும்.

நடைமுறைப் பயன்களுக்கு விளக்குக் கரி பூசப் பட்ட ஒரு பரப்பை முழுக் கரும்பொருளாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். அது குறைந்த அலைநீளமுள்ள கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியிலுள்ள கண்ணுக்குத் தெரியக்கூடிய அனைத்துக் கதிர்களையும் உட்கவர்ந்து விடுகிறது. ஆனால் அது உயர் அலைநீளக் கீழ்ச்சிவப்புக் கதிர் களை மிகு செறிவுடன் உமிழ்கிறது. முழுக்கதிர் வீசக் கூடிய பலவகையான கரும்பொருள் கருவிகள் உரு வாக்கப்பட்டுள்ளன.

லம்மர், பிரிங்ஷீம் என்போர் உருவாக்கிய கருவி யில் இரண்டு முனைகளிலும் கரி பூசப்பட்ட செப்புத் தகடுகள் பொருத்திய ஒரு கார்பன் குழல் மின்சாரத் தால் சூடாக்கப்படக் கூடியதாக அமைக்கப்பட்டிருந் தது.

ஃபெரி என்பார் உருவாக்கிய கரும்பொருள் ஓர் இரட்டைச் சுவருள்ள உள்ளீடற்ற உலோகக் கோளம். சீராகச் சூடாக்கப்பட்ட ஒரு கூட்டிற்குள் உள்ள கதிர்வீச்சு முழுதும் கருமையாக இருக்கும் என்று கிர்ச்சாப் மெய்ப்பித்த தத்துவத்தின் அடிப் படையில் இது செயல்படுகிறது. உள்ளீடற்ற உலோகக் கோளத்தின் உட்புறம் விளக்குக் கரி பூசியதாக, வெளிப்புறம் நிக்கல் மெருகேற்றப்பட்ட தாக இருக்கும். அதன் சுவர்களுக்கு இடையிலுள்ள பகுதி வெற்றிடமாக்கப்பட்டது. இதனால் கடத்தல், வெப்பச் சலனம் ஆகிய முறைகளில் வெப்பம் இழக்கப் படுவது தடுக்கப்படுகிறது. கோளத்தில் உள்ள ஒரு சிறிய துளையின் வழியாக உட்புகும் கதிர்கள் அதற் குள்ளேயே பலமுறை எதிரொளிக்கப்பட்டு உட்கவரப் பட்டு விடுகின்றன. இதனால் உட்புகும் கதிர்வீச்சு வெளிப்பட வழியில்லாமலேயே போகிறது.

இக்கோளத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட உயர்ந்த வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்கினால் அதன் துளை வழியாக அந்த வெப்பநிலைக்கேற்ற முழு அளவுக் கதிர்வீச்சும் வெளிப்படுகிறது. அப்போது அது புழைக்கதிர் வீசி (cavity radiator) எனப்படுகிறது. துளையிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்கள் மட்டுமே முழுக் கருமைத் தன்மை பெற்றவை. அவற்றையே அளவுக்கருவியின் மேல் விழுமாறு செய்ய வேண்டும். கோளத்தின் பிற பரப்புகளிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர் வீச்சுகளை மறைத்து விடவேண்டும்.

வீன் என்பார் உருவாக்கிய கருவி பயன்படுத்த வசதியான உருளை வடிவம் உடையது. அது மின் னோட்டம் செல்லும் பிளாட்டினக் கம்பிச் சுருளால் சூடாக்கப்படுகிறது. ஆய்வுக்குரிய வெப்பநிலைகளுக் குத் தக்கவாறு செம்பு அல்லது பிளாட்டினத்தால் உருளை செய்யப்பட்டிருக்கும். அதன் உட்புறம் விரை வாகச் சமநிலையை எட்டும் வகையில் கருமையாக்கப் பட்டுள்ளது. அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களைக் கட்டுப்படுத்த பல குழிவான திரைகள் பொருத்தப் பட்டிருக்கும். உருளையின் வெப்பநிலை வெப்ப மின்இரட்டைகளால் அளக்கப்படும். உருளை பல பீங்கான் உறைகளுக்குள் பாதுகாப்பாக வைக்கப் பட்டிருக்கும்.

அளக்கும் கருவிகள். கதிர்வீச்சு ஒரு பரப்பின் மேல் விழும்போது அப்பரப்புச் சூடாகிறது. இப்பண்பைப் பயன்படுத்தி வெப்பக் கதிர்களைக் கண்டுபிடிக்கவும் அளக்கவும் பல கருவிகள் உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. சாதாரணமான நீர்ம வெப்பநிலை அளவியின் குமிழில் கரி பூசி வைத்தால், வெப்பக் கதிர்கள் அதன்மேல் படும்போது அது சூடாகி வெப்ப நிலை அளவியின் நீர்மமட்டம் உயருகிறது. லெஸ்லியின் பகுகாற்று வெப்பநிலை அளவியில் (differential air thermometer) இரண்டு காற்றடைத்த கண்ணாடிக் குமிழ்கள் ஒரு ப-வடிவக்குழல் மூலம் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. அக்குழலில் கந்தக அமிலம் போன்ற ஏதாவது ஓர் ஆவியாகாத நீர்மம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு குமிழை மறைத்து வைத்து மற்ற குமிழின் மேல் கதிர் படும்படிச் செய்தால் அது சூடாகி, அதிலுள்ள காற்று விரிவடைய அதன் கீழேயுள்ள நீர்ம மட்டம் கீழே இறங்கும். ப-குழாயின் இரு புயங்களிலுமுள்ள நீர்ம மட்டங்களுக்கிடையான வேறுபாட்டைக் கதிர்வீசலின் அளவாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

குருக்ஸ் கதிர்வீசல் அளவி (radio meter) என்னும் கருவியில் ஒரு காற்றாடி அமைப்பு உள்ளது. அதன் இலைகளின் ஒரு பக்கத்தில் மட்டும் கரி பூசப்பட்டிருக்கும். கரி பூசிய பரப்புகளில் கதிர்கள் படும்போது, கதிர்வீசு தோற்றுவாயிலிருந்து அப்பரப்புகள் விலகிச் செல்லும் வகையில் காற்றாடி சுழலத் தொடங்குகிறது. கரி பூசப்படாத பக்கத்தைவிடக் கரி பூசிய பக்கம் பெருமளவில் கதிர்களை உட்கவர்ந்து உயர் வெப்பநிலையை அடைகிறது. கரி பூசிய பக்கத்தின் மேல் மோதும் காற்று மூலக்கூறுகள், கரி பூசாத பக்கத்தின் மேல் மோதும் மூலக்கூறுகளைவிட மிகுதியான வெப்பத்தைப் பெறுகின்றன. இதனால் கரி பூசிய பக்கத்திலிருந்து எதிரொளிக்கப்படும் மூலக்கூறுகள் மிகுதியான உந்தத்துடன் வெளியேறுகின்றன. எனவே கரி பூசிய பக்கத்தின்மேல் செலுத்தப்படும் விசை மிகுதியாக உள்ளது. இதன் காரணமாகக் கரி பூசிய பக்கங்கள் படுகதிரிலிருந்து விலகிச் செல்ல முயல்கின்றன. இது கதிர்வீசல் அளவி விளைவு (radiometer effect) எனப்படும் காற்றாடி சுழலும் வேகத்திலிருந்து கதிர்வீச்சின் அளவை அளவிடலாம்.

மெல்லோனி என்பார் வெப்ப மின்அடுக்குகளைப் (thermopile) பயன்படுத்திக் கதிர்வீசல் அளவை அளக்கும் கருவியை உருவாக்கினார். அதில் ஆன்ட்டிமனி, பிஸ்மத் ஆகிய உலோகங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. அவற்றின் வெப்ப முனைகளில் கரி பூசிய செம்புத் தகடுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கதிர்வீச்சால் அவை சூடாகும்போது பிஸ்மத்திலிருந்து ஆன்ட்டிமனிக்கு வெப்ப மின்னோட்டம் பாயும். இந்த மின்னோட்டத்தை ஒரு கால்வனாமீட்டரில் செலுத்தி அதிலேற்படும் விலக்கத்தின் மூலம் கதிர் வீச்சின் அளவை [illegible]லாம்.

பாய்சின் கதிர்வீசல் நுண்அளவியில் (Boys radio micrometer) ஆன்ட்டிமனி, பிஸ்மத் ஆகியவற்றாலான இரு சிறு துண்டுகள் ஒரு செம்பு அல்லது வெள்ளிக் கம்பியாலான ஒற்றைக் கண்ணியின் அடியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அத்துண்டுகளின் கீழ் முனைகள் ஒரு சிறிய செம்புத் தகட்டில் பற்ற வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒற்றைக் கண்ணி இரண்டு காந்த முனைகளுக்கு இடையில் ஒரு குவார்ட்ஸ் இழையால் தொங்கவிடப்படுகிறது. குவார்ட்ஸ் இழையில் ஒரு சிறிய சமதள ஆடி ஒட்டப்பட்டிருக்கும்.

கரி பூசப்பட்ட செப்புத் தகட்டின் மேல் கதிர்கள் படும்போது அது சூடாகி ஆன்ட்டிமனி-பிஸ்மத் வெப்ப மின்இரட்டையில் ஒரு மின்னோட்டத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. இந்த மின்னோட்டம் கண்ணியின் வழியாகப் பாயும்போது கண்ணி சுழற்றப்படுகிறது. கண்ணியின் சுழற்சியை ஒரு விளக்கு-அளவுகோல் முறையால் அளவிட்டுக் கதிர்வீசலின் அளவை மதிப்பிடலாம். இக்கருவி மிகு உணர்வு நுட்பமும் நுண் தன்மையும் கொண்டுள்ளது. ஆனால் இதை ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் பொருத்தி வைத்துத்தான் பயன்படுத்த முடியும்.

லாங்லி என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட போலோமீட்டர் (bolometer) என்னும் கருவியில் பிளாட்டினத் தகடுகளின் மேல் கதிர்வீச்சுப் பட்டு, சூடாவதன் காரணமாக அவற்றின் மின் தடையில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு அளக்கப்படுகிறது. லம்மர், குர்ல்பாம் ஆகியோர் ஒரு வீட்ஸ்டோன் (wheatstone) வலையமைப்பில் போலோ மீட்டர் தகடுகளை இணைத்து இக்கருவியின் உணர்வு நுட்பத்தை அதிகப்படுத்தினர்.

கதிர்வீசலின் தன்மைகள். சூரியனிலிருந்து வரும் ஒளியும் வெப்பமும் புவியை ஒரே சமயத்தில் வந்து அடைவதிலிருந்தும், ஒளி மறைக்கப்பட்டால் வெப்பம் மறைந்து விடுவதிலிருந்தும், ஒளிக் கதிர்களும் வெப்பக்கதிர்களும் ஒரே தன்மையானவை என்பது நீண்டகாலத்திற்கு முன்பே உணரப்பட்டுவிட்டது. பிற்கால ஆய்வுகளும் இதை உறுதிப்படுத்தியுள்ளன.

வெப்பக்கதிர்கள் வெற்றிடத்தின் வழியாக ஒளியின் வேகத்துடன் நேர் கோட்டுப் பாதைகளில் பயணம் செய்கின்றன. ஒளியைப் போலவே வெப்பக் கதிர்களின் செறிவும் தொலைவின் இருமடிக்குத் தலைகீழ் விகிதத்தில் மாறுகிறது. வெப்பக்கதிர்கள் ஒளிக்கதிர்களைப் போலவே எதிரொளிக்கப்படுவதும், விலகல் அடைவதும், நிறப்பிரிகையடைவதும் காணப் பட்டுள்ளன. அவற்றில் குறுக்கீட்டு விளைவுகளும், விளிம்பு விலகல் விளைவுகளும் ஏற்படுகின்றன. ஒளியைப் போலவே வெப்பக் கதிர்களும் தள விளைவுக்கு உள்ளாகின்றன.

இவ்வாறு வெப்பக்கதிர்கள் ஒளியைப் போன்ற, ஆனால் வேறுபட்ட அதிர்வெண் கொண்ட மின் காந்த அலைகள் என்பன நிறுவப்பட்டுள்ளன. அவை 4×10^{14} முதல் 3×10^{11} வரை அதிர்வெண்களைக் கொண்டுள்ளன. அவை நிறமாலையில் கீழ்ச் சிவப்புப் பகுதியில் இடம் பெறுகின்றன. கீழ்ச்சிவப்புக் கதிர்களைக் கண்ணால் பார்க்க முடியாது. ஆனால் அவற்றின் சூடாக்கும் விளைவு மூலம் அவற்றைக் கண்டறிய முடியும்.

கதிர்வீச்சு உமிழ்தலும் உட்கவர்தலும் அனைத்துப் பொருள்களின் மேற்பரப்பிலிருந்தும் வெப்பக் கதிர் வீச்சு வெளிப்படுகிறது. அதன் அளவு அவற்றின் வெப்பநிலையையும் தன்மையையும் சுற்றுப்புற வெப்பநிலையையும் பொறுத்து அமையும். குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு பொருளின் அலகு பரப்பிலிருந்து ஒரு நொடியில் வெளிப்படும் கதிர் வீச்சாற்றலின் அளவு அப்பரப்பின் கதிர்வீச்சுத்திறன் (emissive power) எனப்படும். மெருகேற்றப்பட்ட பரப்புகள் சிறுமக் கதிர்வீசு திறனையும், கரிய நிறமுள்ளவை பெருமக் கதிர்வீசு திறனையும் பெற்றிருக்கும்.

கதிர்வீச்சு ஒரு பரப்பின் மேல் விழும்போது அதில் ஒரு பகுதி உட்கவரப்பட்டு, ஒரு பகுதி எதிரொளிக்கப்பட்டு, எஞ்சியது கடத்தப்படுகிறது. எதிரொளிக்கப்படுகிற, கடத்தப்படுகிற பின்னங்கள் சுழியாகும் போது, அப்பரப்பு குறிக்கோள் கரும்பொருள் ஆகிவிடும். விளக்குக்கரி தன்மேல் விழும் கதிர்வீச்சில் 98% உட்கவர்ந்துவிடுவதால் அதைக் குறிக்கோள் கரும்பொருளாகவே கருதலாம்.

ஒரு பரப்பு அதன் சுற்றுப்புறங்களைவிட ஒரு பாகை மிகுதியான வெப்பநிலையில் இருக்கும்போது அதன் அலகு பரப்பிலிருந்து ஒரு நொடியில் வெளிப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு கதிர்வீசல் எண் (emissivity) எனப்படும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட பரப்பளவுள்ள பொருளின் கதிர்வீசு திறனுக்கும் அந்த வெப்பநிலையிலுள்ள, அதே பரப்பளவுள்ள ஒரு குறிக்கோள் கரும்பொருளின் கதிர்வீசு திறனுக்கும் இடையில் உள்ள தகவு ஆகும். ஒரு பரப்பின் மேல் ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் விழும் கதிர்வீச்சில் அது உட்கவரும் அளவுக்கும் அதன் மேல் செங்குத்தாக விழும் மொத்தக் கதிர்வீச்சின் அளவிற்கும் இடையிலுள்ள தகவு உட்கவர் திறன் (absorptive power) எனப்படும்.

பிரிவோஸ்ட்டின் பரிமாற்றுக் கொள்கை. ஒரு சூடான பொருளை வெற்றிடத்தில் வைத்தாலும் அதன் வெப்பநிலை சுற்றுப்புறங்களின் வெப்பநிலை அளவுக்குக் குறைந்து அதன் பிறகு நிலையாக இருக்கும். தனிச்சுழி வெப்பநிலைக்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலையுள்ள அனைத்துப் பொருள்களுமே தொடர்ந்து கதிர்வீசுகின்றன. வெப்பநிலை உயரக் கதிர் வீசலின் அளவும் மிகுதியாகிறது. இது சுற்றுப்புறத்திலுள்ள பொருள்களைப் பொறுத்திருப்பதில்லை. பொருள்களின் வெப்பநிலையில் காணப்படும் உயர்வும் தாழ்வும் அப்பொருள்களுக்கும் சுற்றுப்புறங்களுக்குமிடையில் நிகழும் வெப்ப ஆற்றல் பரிமாற்றத்தின் கூடுதல் விளைவேயாகும். இது பிரிவோஸ்டின் பரிமாற்றக் கொள்கை எனப்படும்.

சுற்றுப்புறத்தைவிட மிகுதியான வெப்ப நிலையிலிருக்கும் பொருள், சுற்றுப்புறத்தைவிட மிகுதியான வெப்ப ஆற்றலை உமிழ்கிறது. அதே சமயத்தில் அது சுற்றுப் புறங்களிலிருந்து வரும் வெப்ப ஆற்றலை உட்கவரவும் செய்கிறது. ஆனால் உட்கவரப்படுவதைவிட மிகுதியான ஆற்றல் உமிழப்படுவதால் அதன் வெப்பநிலை குறைகிறது. அது சுற்றுப்புறத்தின் வெப்பநிலையை எட்டும்போது அதிலிருந்து உமிழப்படும் வெப்பமும், அது உட்கவரும் வெப்பமும் சம அளவுள்ளனவாகி விடுகின்றன. எனவே அதன் வெப்ப நிலை நிலையானதாகும்.

வெவ்வேறு நிறங்களிலுள்ள பொருள்களை ஒரு மூசையில் (crucible) இட்டுக் காய்ச்சினால் அவை அனைத்துமே தம் நிறங்களை இழந்து சிவப்பு நிறத்துடன் ஒளி வீசுகின்றன. அவற்றை உடனடியாக இருட்டறையில் வைத்துப் பார்த்தால் அவை தமக்கே உரிய நிறங்களில் ஒளி விடுகின்றன. ஒரு சீரான வெப்பநிலையிலுள்ள கூட்டில் அனைத்துப் பொருள்களும் ஒரே வகையாகவே கதிர்வீசும். இத்தகைய கூட்டிலிருக்கிற ஒரு பொருள் தன்மீது எவ்வகைக் கதிர்கள் விழுகின்றனவோ அதே வகைக் கதிர்களையே உமிழும். கூட்டின் வெப்பநிலையைத் தவிர்த்துப் பிற பண்புகளை மாற்றினாலும் அக்கதிர் வீச்சின் தன்மை மாறாது. கூட்டுக்குள் வேறு பொருள்கள் இருப்பதாலும் அக்கதிர்வீச்சின் தன்மை பாதிக்கப்படாது. கதிர் வீசும் பொருளின் அலகுப் பருமத்திலிருந்து உமிழப்படும் வெப்ப ஆற்றலின் அளவு ஆற்றல் அடர்த்தி (energy density) எனப்படும். குறிப்பிட்ட சீரான வெப்பநிலையிலுள்ள கூட்டிற்குள் உள்ள ஒரு பொருள் ஒவ்வோர் அலை நீளத்திலும் வெளியிடும் கதிர்வீசு ஆற்றலின் அடர்த்தி அக்கூட்டின் வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்திருக்கும்.

சூடான மூசையிலிருக்கும்போது ஒரே வகையான சிவப்பு நிறத்துடன் ஒளிரும் சூடான பொருள்களை, இருட்டறையில் வைத்துப் பார்க்கும்போது தம் இயல்பான நிறங்களுடன் காணப்படுகின்றன. ஆனால் ஒரு குறிக்கோள் கரும்பொருள் மூசையிலிருந்தாலும், இருட்டறையிலிருந்தாலும் ஒரே வகையாக ஒளிவீசுகிறது. அது ஒளி புகாததாக, எதிரொளிக்காததாக இருப்பதால், அது மூசையிலிருக்கும்போது உமிழும் கதிர்கள் அதிலிருந்தே வெளிப்படுகின்றன. எனவே அது இருட்டறையிலிருக்கும்போதும் அதே

கதிர்களை வெளியிடும், ஒரு கரும்பொருள் தன்மீது விழும் அனைத்து அலைநீளக் கதிர்களையும் முழுமையாக உட்கவர்ந்து கொள்ளக்கூடியதாகையால், அதிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்களும் அனைத்து அலைநீளங் கொண்டவையாகவும், எந்த ஒரு பொருளின் தன்மையையும் சார்ந்திராதவையாகவும், கரும்பொருளின் வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்தவையாகவும் இருக்கும். கரும்பொருளுக்கும் சுற்றுப்புறங்களுக்கும் இடையில் ஏற்படக்கூடிய வெப்பச்சம நிலை, வெப்பநிலையை மட்டுமே பொறுத்து அமையும். இதனால் ஒரு கரும்பொருளிலிருந்து வெளிப்படும் ஆற்றல் கதிர்களும், ஒரு சீரான வெப்பநிலையிலுள்ள கூட்டிற்குள் காணப்படும் ஆற்றல் கதிர்களும் ஒரே வகையாக இருக்கும். எனவே ஒரு சூடான கூட்டில் உள்ள கதிர்களே, கரும்பொருள் கதிர்வீச்சுகள் எனப்படுகின்றன.

ஒரு கரும் பொருள் அனைத்து அலைநீளக் கதிர்களையும் பெரும அளவில் உட்கவரக்கூடியதாகையால், அதன் கதிர் வீசலும் அனைத்து அலைநீளங்களிலும் பெருமமாக உள்ளது. எனவே ஒரு கரும்பொருள் உமிழும் கதிர்களும், ஒரு சூடான கூட்டிற்குள் உள்ள கதிர்களும் முழுக்கதிர்வீச்சு (total radiation) எனப்படுகின்றன.

கிர்ச்சாப் விதி. எந்த வெப்பநிலையிலும், எந்த ஓர் அலை நீளத்திற்கும், கதிர்வீசு திறனுக்கும், உட்கவர்திறனுக்கும் இடையிலுள்ள தகவு அனைத்துப் பொருள்களுக்கும் ஒன்றாக உள்ளது. அது ஒரு குறிக்கோள் கரும்பொருளின் கதிர்வீசு திறனுக்குச் சமம் என்று 1859இல் கிர்ச்சாப் நிறுவினார். ரிட்ச்சி அதை ஆய்வுகள் மூலம் மெய்ப்பித்தார். இதனால் சிறந்த கதிர் வீசிகள் சிறந்த உட்கவர் பொருள்களாகவுமிருப்பதை அறியலாம். கதிர்வீசுதிறனும் உட்கவர் திறனும் பொருளின் தன்மையை மட்டுமே பொறுத்தவையாதலால் இது ஒரு பொது விதி என்பதும் அனைத்து நிலைகளிலும் தூய வெப்பநிலைக் கதிர்களுக்குப் பொருந்துவது என்பதும் தெளிவாகின்றன.

கரிய நிறங்களில் பூவேலைகள் செய்யப்பட்ட பீங்கான் துண்டு ஒன்றை 1000°C அளவிற்குச் சூடாக்கிவிட்டு, உடனே அதை இருட்டறையில் வைத்துப் பார்த்தால், பூ வேலைகள் பிற வெண் பகுதிகளைவிட மிகு பொலிவுடன் காணப்படும். கரு நிறங்கள் உயர் உட்கவர் திறனுள்ளவையாதலால், இருட்டில் பெருமளவில் கதிர் வீசவும் செய்கின்றன. இதேபோல மெருகேற்றப்பட்ட பொருள்கள் குறைந்த அளவிலேயே ஆற்றலைக் கதிர் வீசவும் உட்கவரவும் செய்கின்றன. அவற்றின் மேல் படும் ஆற்றலில் பெரும்பகுதி எதிரொளிக்கப் பட்டுவிடுகிறது.

சூரியனின் தொடர் நிறமாலையில் காணப்படும் பிரான்ஹாஃபர் வரிகளைக் கிர்ச்சாப் கொள்கையினால் விளக்கலாம். சூரியனின் சூடான மையப்பகுதியிலிருந்து வெளிப்படும் ஒளி, சற்றே குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ள வெளிப்புற வளிமங்களின் வழியே வரும்போது அவற்றிலுள்ள தனிமங்கள் சில குறிப்பிட்ட அலை நீளமுள்ள பகுதிகளை உட்கவர்ந்து விடுகின்றன. அத்தனிமங்களைக் கிளர்வூட்டினால் அவை அதே அலை நீளக்கதிர்களையே வெளியிடும். உயர்ந்த வெப்பநிலையில் அவை எந்த அலைநீள வரிகளை வெளியிடுகின்றனவோ, அதே அலைநீள வரிகளை அவை குறைந்த வெப்பநிலையிலிருக்கும் போது உட்கவர்ந்து விடுகின்றன. ஓர் அணுவைத் தகுந்த முறையில் கிளர்வூட்டினால் அது ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளமுள்ள ஒளியை வெளியிடும் என்பது கிர்ச்சாப் விதியிலிருந்து நிறுவப்படுகிறது.

ஸ்டீபான்-போல்ட்ஸ்மன் விதி. ஒரு கூட்டிற்குள் இருக்கிற பொருளிலிருந்து கதிர் வீசப்படும் ஆற்றலுக்கும், அதன் வெப்பநிலைக்குமிடையில் உள்ள தொடர்பை முதன் முதலாக நியூட்டன் ஆய்வு செய்து குளிர்வு விதியை உருவாக்கினார். அதன் மூலம் ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை குறைகின்ற வீதம், அதற்கும் அதன் சுற்றுப்புறத்திற்கும் இடையில் இருக்கிற வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர் விகிதத்தில் உள்ளது. ஆனால் அந்த வெப்ப நிலை வேறுபாடு குறைந்த அளவில் இருக்கும் வரையே நியூட்டனின் குளிர்வு விதி பொருத்தமாக உள்ளது.

1879இல் ஸ்டெஃபான் என்பார் T வெப்ப நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து ஒரு நொடியில் கதிர்வீசப்படும் வெப்பம் R எனில், $R = \sigma T^4$ எனக் காட்டினார். இதில் σ என்பது ஸ்டெஃபான் மாறிலி எனப்படும். இது ஸ்டெஃபான் விதியாகும். இந்த விதியைப் போல்ட்ஸ்மான் என்பார் கொள்கையடிப் படையில் மெய்ப்பித்தார். எனவே இந்த விதி இருவர் பெயராலும் குறிப்பிடப்படுகிறது. T_0 வெப்ப நிலையிலுள்ள கூட்டிற்குள், T வெப்ப நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்து ஒரு நொடியில் கதிர்வீசப்படும் வெப்பம் $R = \sigma (T^4 - T^4_0)$. நியூட்டனின் விதி, குறைந்த வெப்பநிலை வேறுபாடுகளுக்கான ஸ்டெஃபான் விதியின் ஒரு சிறப்பு நிலையேயாகும்.

ஆற்றல் பரவீடு. கரும்பொருள் கதிர்வீச்சின் செறிவு அனைத்து அலைநீளங்களுக்கும் சமமாக இருப்பதில்லை. வெவ்வேறு அலைநீளங்களுக்குள் ஆற்றல் எவ்வாறு பங்கிடப்பட்டுள்ளது என்பதை, அலைநீளத்தையும், வெப்பநிலையையும் பொறுத்துக் கரும்பொருளின் கதிர்வீசு திறன் அமைந்துள்ள விதத்திலிருந்து அறியலாம். மின்சாரத்தால் சூடாக்கப்படும் ஒரு பிளாட்டினக் கம்பிச் சுருள் 525°C இல் மங்கிய சிவப்பு நிறமாகவும், 900°C இல் பழுத்த சிவப்பாயும், 1100°C இல் ஆரஞ்சுச் சிவப்பாகவும் 1250°C இல் மஞ்சளாகவும், 1600°C இல் வெண்மையாகவும் ஒளி

வீசுகிறது. வெப்பநிலை உயர உயர, செறிவுள்ள மிகுந்த ஒளியின் அலை நீளம் குறையத் தொடங்குகிறது. T வெப்பநிலையிலுள்ள ஒரு பொருளின் ஒளியில் பெருமச் செறிவுடன் உள்ள அலைநீளம் λ எனில் $\lambda \times T =$ ஒரு மாறிலி என வீன் காட்டினார். இது வீனின் இடப்பெயர்ச்சி விதி (displacement law) எனப்படும்.

இதுபோன்று பெருமக் கதிர்வீசல் E எனில், $ET^{-5} =$ ஒரு மாறிலி எனவும் அவர் காட்டினார். இது ஐந்தாம் மடி விதி (fifth power law) எனப்படும்.

இரண்டு விதிகளையும் இணைத்து, $E = K\lambda^{-5} f(\lambda T)$ என எழுதலாம். இதில் K என்பது ஒரு மாறிலி; $f(\lambda T)$ என்பது λT இன் ஒரு சார்பெண்.

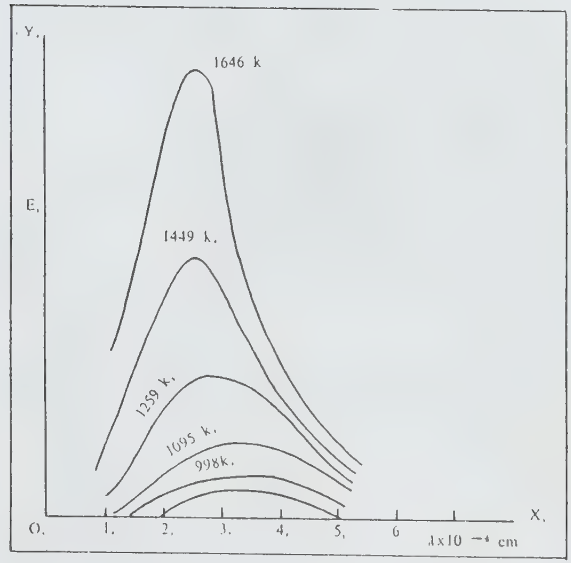
அதன் பிறகு சில தன்னிச்சையான, ஆனால் நம்பக்கூடிய கற்பனைகளைப் பயன்படுத்தி வீன் ஆற்றல் பரவீட்டுக்குப் பின்வரும் சமன்பாட்டைக் கொண்டு வந்தார்.

$$E.d\lambda = K_1 \lambda^{-5} e^{-a/\lambda T} d\lambda$$

இதில் E என்பது $\lambda, \lambda + d\lambda$ ஆகிய அலைநீளங்களுக்குள் அடங்கிய நிறமாலைப் பகுதியில் உள்ள ஆற்றலின் அளவு; k_1, a ஆகியவை மாறிலிகள்; T என்பது கரும்பொருளின் வெப்பநிலை. இது வீனின் ஆற்றல் பரவீட்டு விதி எனப்படும். இது குறைந்த அலை நீளங்களுக்கு மட்டுமே பொருந்துகிறது.

1900 இல் ராலே, ஜீன் ஆகியோர் புள்ளியியல் எந்திரவியலையும் மின்னியக்கவியல் தத்துவங்களையும் பயன்படுத்தி $E = 8\pi kT/\lambda^4$ என்னும் சமன்பாட்டைப் பெற்றனர். இதில் k என்பது போல்ட்ஸ்மன் மாறிலி. இது ராலே-ஜீன் ஆற்றல் பரவீட்டு விதி எனப்படும். இது 25×10^{-4} செ.மீ முதல் 30×10^{-4} செ மீ. வரை அலைநீளமுள்ள கதிர்களுக்கு மட்டுமே பொருந்துகிறது.

லம்மர், பிரிங்ஷீம் ஆகியோர் 1899 இல் செய்த ஆய்வுகளின் முடிவுகள் வரைபடத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. குறுகிய அலைநீள நெடுக்கங்களில் வெளியிடப்பட்ட ஆற்றலுக்கும், நெடுக்கங்களின் சராசரி அலைநீளத்திற்குமிடையில் இந்த வரைகோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு வெவ்வேறு கோடுகள் கிடைத்துள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் கதிர்வீசப்பட்ட மொத்த ஆற்றல் அதற்கான கோட்டிற்கும், இடை அச்சுக்கும் இடையிலுள்ள பரப்பளவுக்குச் சமம். தனி வெப்பநிலையின் நான்மடிக்கு நேர்விகிதத்தில் இந்தப் பரப்பளவு அதிகரித்துக் கொண்டே போகிறது. இதன் மூலம் ஸ்டெஃபானின் விதி மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது.



கரும்பொருள் கதிர்வீச்சின் ஆற்றல்

பெரும அளவு ஆற்றலுள்ள அலை நீளப் கோட்டின் முகட்டிலிருந்து கண்டுபிடிக்கப்படும். வெப்பநிலை உயர உயர இந்த முகடு, குறைந்த அலை நீளப் பக்கமாக இடப்பெயர்ச்சி அடைகிறது. இதன் மூலம் வீனின் இடப்பெயர்ச்சி விதி மெய்ப்பிக்கப்படுகிறது.

இந்த வரைபடங்களிலிருந்து கரும்பொருளின் கதிர்வீச்சு நிறமாலையில், ஆற்றல் ஒரு சீராகப் பங்கிடப்படவில்லை என்பது தெரிகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அலைநீளம் உயர உயர, வெப்பக் கதிரின் செறிவும்உயருகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தில் அது பெரும மதிப்பை எட்டுகிறது அதற்கு மேலும் அலைநீளம் மிகுந்தால் செறிவு குறைகிறது. அனைத்து அலைநீளங்களுக்கும். வெப்பநிலை பெருமமானால் கதிர் வீசு ஆற்றலும் பெருமமாகிறது. வெப்பநிலை பெருமமானால் பெருமச் செறிவுள்ள அலைநீளம் குறைகிறது,

பிளாங்கின் விதி. பழங்கொள்கையின் அடிப்படையில் உருவாக்கப்பட்ட மேற்காணும் விதிகளில் காணப்பட்ட பல குறைபாடுகளைக் கண்ட மாக்ஸ் பிளாங்க் குவாண்டம் கொள்கையைப் பயன்படுத்தி ஒரு சரியான ஆற்றல் பரவீட்டு விதியை உருவாக்கினார். ஆற்றல் குவாண்டம் எனப்படும் தனித்தனியான ஆற்றல் கூறுகளாகப் பரவுவதாக அவர் வைத்துக் கொண்டார். அவர் வகுத்த சமன்பாடு பின்வருமாறு

$$E\, d\lambda = \frac{8\pi hc\, \lambda^{-5}\, d\lambda}{(e^{hc/k\lambda T} - 1)} = \frac{8\pi hc\, d\lambda}{\lambda^{5}\,[e^{h\nu/KT} - 1]}$$

இதில் c என்பது 3×10^{8} மீ/நொ; h என்பது பிளாங்கின் மாறிலி; ν என்பது அதிர்வெண்.

இது கரும்பொருளின் கதிர்வீச்சில் அலைநீளத்திற்கும் ஆற்றல் பரவீட்டிற்குமிடையிலுள்ள தொடர்பை நுட்பமாகத் தருகிறது. ஆய்வு முடிவுகளுடன் சரியாகப் பொருந்துகிறது. மேலும் வீன், ராலே-ஜீன் சமன்பாடுகளைப் பிளாங்கின் சமன்பாட்டின் சிறப்பு நிலைகளாகப் பெற முடியும். λT சிறிதாயிருக்கும் போது அதாவது புற ஊதாப்பகுதியில் அல்லது குறைந்த வெப்பநிலைகளில் பிளாங்கின் சமன்பாடு வீனின் சமன்பாட்டைப் போன்றதாகி விடுகிறது. λT மிகுதியாகயிருக்கும்போது அதாவது கீழ்ச்சிவப்புப் பகுதியிலோ உயர் வெப்ப நிலைகளிலோ அது ராலேயின் சமன்பாட்டைப் போன்றதாகி விடும். பிளாங்கின் குவாண்ட்டம் கொள்கை பழங்கருத்துகளை மாற்றியமைத்து, இன்றைய இயற்பியலின் அடிப்படைக் கருத்துகளில் ஒன்றாகியுள்ளது.

- கே.என். ராமச்சந்திரன்

கருமருது

இதன் தாவரவியல் பெயர்கள், டெர்மினேலியா டொமென்டோசா (*Terminalia tomentosa*), டெர்மினேலியா கிரனுலேட்டா (*T. crenulata*), பென்டாப்டிரா கிரனுலேட்டா (*Pentaptera crenulata*) ஆகும். இத்தாவரம் (பண்ணை,வாகை) காம்பிரேட்டேசி (*Combretaceae*) என்னும் இருவித்திலைத் தாவரக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இந்தியாவில் பஞ்சாப், அசாம் மாநிலங்களைத் தவிர,பிற மாநிலங்களிலும் இலங்கை, பங்களாதேஷ் நாடுகளிலும் இம்மரம் வளர்கிறது. 100 மீ. -200 மீ வரை உயரமான மலைப்பகுதிகளிலும், ஆற்றங்கரைப் பகுதிகளிலும் இம்மரம் காணப்படுகிறது. (படம் பக். 705)

கருமருது மரம் 20 மீ.-25 மீ. வரை உயரமிருக்கும். கிளைகளிலும், பக்கக் கிளைகளிலும் மயிரிழைகள் போன்ற நுண் வளரிகள் காணப்படுகின்றன. இலைகள், தனி இலைகளாக மாற்று இலையடுக்கத்திலோ சற்றேறக்குறைய எதிர் இலை அடுக்கத்திலோ அமைந்துள்ளன. இலைகள் நீள்முட்டை வடிவத்தில், பெரியவாகவும் சொர சொரப்பாகவும் உள்ளன. இலைக்காம்பு 2 செ.மீ. நீளமுடையது. இலையின் அடிப்பகுதியில் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன.

மலர்கள், தூவி (spike), மஞ்சரி வகையில் அமைந்துள்ளன. மஞ்சரி இலைக் கோணத்திலோ உச்சியிலோ அமைந்துள்ளது. மலர்கள் இருபால் மலர்கள். கீழ்மட்டச் சூல்பை கொண்ட மலர்கள். இவை நான்கு அங்க (tetramerous) மலர்களாகவோ ஐந்தங்க மலர்களாகவோ காணப்படுகின்றன.

புல்லிதழ்கள், குழல் போன்று மிகச் சிறியவையாக உள்ளன. புல்லிதழ்க் குழலின் அடிப்பகுதி மயிரிழைகள் கொண்டதாகவும், நுனிப்பகுதி சொர சொரப்பாகவும் காணப்படும். பத்து மகரந்தத் தாள்கள் உள்ளன. கீழ்மட்டச் சூலகப்பை ஓர் அறை அமைப்பு உடையது. சூலக அறையில் 2 அல்லது 3 சூல்கள் காணப்படுகின்றன.

மலர்கள் ஜூலை மாதத்தில் பூக்கின்றன. இதன் கனி, உள்ளோட்டுச் சதைக்கனி வகையைச் சேர்ந்தது. கனிகள் ஜூலை மாதத்திற்குப் பின் தோன்றுகின்றன. கனிகளில் இறகுபோன்ற வெளி வளரிகள் காணப்படுகின்றன. இந்த இறகுகள் தொடக்கத்தில் சிவப்பாகவும், பின்னர் பச்சை நிறமாகவும் மாறுகின்றன.

பயன்கள். மரம், மரச்சாமான்கள் செய்வதற்கும், கட்டடங்களுக்கும் பயன்படுகிறது. மென்கட்டை (sap wood) மஞ்சள், வெண்மை நிறமாகும். வைரக் கட்டை (heart wood) இளம் பழுப்பு நிறத்துடனோ சிவந்த பழுப்பு நிறத்துடனோ கருமையான இழையுடன் காணப்படுகிறது. மரத்தில் எவ்வித மணமோ, சுவையோ இல்லை. பெரும்பாலும் நேரான, நெருக்கமான அமைப்பு உடையது. மரம் அழுத்தமாக, உறுதியாக நெடுங்காலம் உழைக்கும் தன்மை உடையது. தேக்கு மரத்தை விட 25-30% கருமருது மரம் உறுதியானது.

கருமருது மரம் அழுத்தத்திலும், எடையிலும் தேக்கு மரத்தை விட 50-60% மிகுதியானது. கட்டுமானப் பணிகள், மரச்சாமான்கள் செய்வதற்கு மிகவும் ஏற்ற மரம். அறுப்பதற்கு வாய்ப்பாகவும், இழைப்பிற்கு எளிதாகவும் இருப்பதால், வழவழப்பான மேற்பரப்பைப் பெற முடியும் தேயிலைப் பெட்டி செய்வதற்கும், கூரைத் தகடு, தீப்பெட்டி, தீக்குச்சி செய்வதற்கும், கப்பல், படகு கட்டுவதற்கும் மின் கம்பங்களுக்கும் மரம் பயன்படுகிறது.

கனிகள், தோலைப் பதப்படுத்தவும் சாயம் ஏற்றவும் பயன்படுகின்றன. இலைகள், கால்நடைகளுக்குத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன. மத்திய பிரதேசத்தில் இலைகள் வட்டுப் புழுக்களுக்கு உணவாகவும் பயன்படுகின்றன. மரப்பட்டை மருந்தாகவும், மரம் எரி பொருளாகவும் பயன்படும்.

- நா. வெங்கடேசன்

நூலோதி. B.P., Pandey, *Taxonomy of Angiosperms*, S. Chand & Company, New Delhi, 1982.

கருமருது

கருமலம்

இரைப்பைக் குடலிலிருந்து வெளிவந்த இரத்த ஒழுக்கும் நுரையீரலிலிருந்து வெளிவந்த இரத்த ஒழுக்கு விழுங்கப்பட்ட பின்பும், குடலில் ஏற்படும் வேதி மாற்றத்தால் மலம் கருநிறமாக வெளியேறுவதே கருமலம் ஆகும். இம்மலம் தார் நிறத்தை ஒட்டியதாக இருந்து பிசின்போல் குதத்தில் ஒட்டும் நிலையில் உள்ளதால் தார் மலம் என்றும் கூறப்படும்.

கருநிறமாக மலம் மாற ஏறத்தாழ 60 மி.லி. இரத்த ஒழுக்காவது சிறுகுடலில் ஏற்படவேண்டும். இந்நிறம் மூன்று நாள் தொடர்ந்து மலத்தில் காணப்படும். பின்பு மலம் சாதாரண நிலைக்குத் திரும்பினாலும் மலத்தில் மிகச் சிறிய அளவில் 1-3 வாரம் வரை கூட இரத்தம் காணப்படும்.

இரத்த ஒழுக்கிற்குப் பிறகு இரத்தம் குடலில் உள்ள ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்துடன் சேர்ந்து ஹிமாட்டின் என்னும் வேதிமாற்றம் பெற்றுக் கருநிறமாகிறது. முன் சிறுகுடல் முடிவடைந்த பின்பு நடுச் சிறு குடலிலிருந்து இரத்த ஒழுக்கு ஏற்பட்டாலும் அல்லது இரைப்பை முன்சிறுகுடல் ஆகியவற்றில் இரத்த ஒழுக்கு மிகுதியாக ஏற்பட்டாலும் கழிப்பிட வழியாக இரத்த நிறமாகவே மலம் வெளியேறும். இரும்பு மாத்திரை, கரிகலந்த மாத்திரை, பிஸ்மத், சிவப்பு ஒயின், கறுப்பு-பெரிப் பழம் முதலியவற்றை உண்ட பின்பும் மலம் கருநிறமாக வெளிவரும். சில சமயம் மலத்துடன் பித்த நிறமிகள் வெளியேறும் போது மலம் கறுப்பாகத் தோன்றும். புரோமதாலின் மருந்து சிரை வழியாகக் கொடுக்கப்பட்ட பின்பும், பீட்ரூட் உண்ட பின்பும் மலம் சிவப்பு நிறமாக வெளிவரும். இவை ஏற்படுவதன் காரணத்தை அறிய நோயாளிக்குக் குதத்தில் உள்மூலம், குதவெடிப்பு, புரை ஆகியவை உள்ளனவா என்பதை அறிய வேண்டும். அதிக அளவில் சீதம் மலத்துடன் கலக்காமல் இருப்பின் வளை குடலுக்கு மேல் நோய் உள்ளது தெளிவாகும். இரத்தம் தனியாகப் பெருமளவில் வெளியேறினால் தொங்குதசை இருக்கலாம். இரத்தத்துடன் சீதமும் சேர்ந்து நாட்படவந்தால் மலக்குடல் புற்றாகவும் இருக்கலாம்.

இவற்றைத் தவிரக் குடலில் நிணநீர்த்திசுப் புற்று, சிறுநீர்ப்பை, கருப்பைப் புற்று ஊடுருவல், வளை குடல் பின்னால் திசுப்புற்று, அடிவயிற்றின் கீழ்க்கட்டி ஆக்ட்டினோமைக்தோசிஸ், காசநோய், குடல் செருகல், பக்கப்பை, இரத்தக்குழாய் அடைப்பு, இரத்தப் படிவு, பெருங்குடல் புண் அழற்சி, அமீபா, பேசிலரி பேதி, மெக்கல் பக்கப்பை, டைஃபாய்டு, கிரான்ஸ் நோய், இரைப்பைப்புண், இரைப்பைப் புற்றுப் போன்ற நோய்களிலும் மலத்துடன் இரத்தம் வெளிவரும். மேலும் காலரா, மஞ்சள் காய்ச்சல், ஸ்பூரு, ஸ்கர்வி, இரத்த ஒழுக்கு நோய், இரத்தப் புற்று, பர்ப்பூரா போன்ற நோய்களிலும் இரத்த ஒழுக்கு ஏற்படும். இதன் அளவை அல்லது முனைப்பை அறிய நாடி, இரத்த அழுத்தம், உடல் வெப்பநிலை முதலியவற்றை அறியவேண்டும். உட்காரவும், படுக்கவும் வைத்து இரத்த ஒழுக்கு நடைபெறும் முனைப்பை அறியலாம்.

உடலில் பர்ப்பூரா, வாயில் கருநிறப் புள்ளிகள், நரம்பு நார்சுத்திக் கட்டி, செபேஷியஸ் கட்டி, உடலில் கருநிறப் புள்ளிகள் ஆகியவற்றை அறிந்தால் இரத்த ஒழுக்குக்கான காரணத்தை அறிய முடியும். இத்துடன் வயிற்றுக் கட்டி உள்ளதை வயிற்றை அழுக்கிப் பார்த்து, அறியலாம். குத விரல் ஆய்வில் குத அளவி, வளை குடல் நோக்கி போன்ற உள் நோக்கிக் கருவிகள் மூலம் மலக்குடல் நோய்களை அறியலாம்.

இரத்த ஆய்வில் ஹீமோகுளோபின், இரத்தச் சிவப்பு அணு, வெள்ளை அணு, இரத்தத் துகள் புரோத்திராம்பின் நேரம், திராம்போபிவாஸ்டின் பாதிஅளவு இரத்தம், இரத்த ஒழுக்கு நேரம், எக்ஸ் கதிர்ப் பட ஆய்வுகள் செய்து நோய்களை அறிய முடியும்.

மலம் கருநிறமாக வெளியேறும் நிலையில் இரைப்பையில் அகநோக்கிக் கருவியைச் செலுத்திப் பார்த்தால் இரைப்பை இரத்த ஒழுக்கைக் கண்டு பிடிக்கலாம். இவ்வாறே பெருங்குடல் அக நோக்கி மூலமும் பெருங்குடல் இரத்த ஒழுக்கை அறியலாம். இரத்த ஒழுக்கு மிகுதியாக உள்ளபோது இரத்த நாள வரை படம் எடுக்க வேண்டும். இரத்த யூரியா அளவும் மருத்துவத்திற்கு உதவும்

பெருங்குடல் உள்நோக்கி மூலம் சரியான இரத்த ஒழுக்கு உள்ள இடத்தை அறியாத நிலையில் மெக்னீஷியம்-சல்ஃபர் கூழ் என்னும் மருந்தைச் சிரை வழியாகச் செலுத்தி இரத்த ஒழுக்கு ஏற்படும் இடத்தை அறிந்து அதன் பின்பு இரத்த நாள வரை படம் எடுக்கச் சரியான இடத்தை நுட்பமாக அறிய முடியும். கருநிற மலம் வெளியேறுவது நின்ற பிறகு பேரியம் கொடுத்து ஆய்வு செய்ய வேண்டும். பேரியத்துடன் காற்றும் கலந்து கொடுத்து மால் மோடு என்னும் முறையில் படம் எடுத்தால் நோயை நுட்பமாக ஆராயலாம்.

குழந்தைகளுக்கு இரத்தம் வெளியேறும் நிலையில், உடன் அறுவை மருத்துவம் ஏற்றதன்று. இதே போல் வயது வந்தோருக்கும் சில தேவையற்ற நிலைகளைத் தவிர அவசர அறுவை மருத்தும் தேவையில்லை. வேசோபிரெஸ்ஸின் மருந்து இடப்புறக் குடல் இரத்த ஒழுக்கிற்குச் சிரை அல்லது தமனி வழியாகவும், வலப்புறக் குடல் இரத்த ஒழுக்கிற்குத் தமனி வழியாகவும் செலுத்தப்படுகிறது.

அறுவை மருத்துவம் பெருங்குடலில் இரத்த ஒழுக்கு மிகுதியாக உள்ளபோதும், மெக்கல் பக்கப் பை, பிறவி இரத்தக்குழாய் மாறுபாடு முதலிய வற்றிற்கும் சிறந்தது. தொங்கு தசையை உள்நோக்கி மூலம் அகற்ற முடியும். பெருங்குடல் புண் அழற்சி மருந்தின் மூலம் கட்டுப்படா நிலையில் அறுவை ஏற்றது. இவ்வாறே இரைப்பைப் புண் புற்றுக்கும் அறுவை மருத்துவம் சிறந்தது. மேலும் போர்ட்டல் சிரை இரத்த ஒழுக்கை அகநோக்கிக் கருவி மூலம் ஊசி மருந்து செலுத்திக் குணப்படுத்த முடியும். அவ்வாறு குணப்படுத்த முடியாத நிலையில் அவசரப் போர்ட்டல் கீழ்ப்பெருஞ்சிரை இணைப்புத் தேவைப் படும்.

- சு. நரேந்திரன்

கருவளர்ச்சி (தாவரவியல்)

கருப்பையில் உண்டாகும் முட்டையுடன் மகரந்தத் துகளில் உண்டாகும் விந்து சேர்ந்து இணைவதே கருவுறுதலாகும். கருவுறுதல் முடிந்தபின் கிடைக்கும் புதிய ஒருங்கிணைப்புக்குக் கருமுட்டை (zygote) என்று பெயர். செல் பிரிதல் மூலமாகக் கரு முட்டை ஒரு கருவைக் கொடுக்கிறது. முழுமையான உயிரின உறுப்பு, குருத்துகளைத் தன்னுள் கொண்ட பல செல்களின் அமைப்பிற்கே கரு என்று பெயர். இவ்வாறு உருவாகும் கருவே இறுதியில் ஒரு முழுமை யான தாவரத்தைக் கொடுக்கிறது.

கருவளர்ச்சி *(embryogeny)*. பெரும்பாலான பூக்கும் தாவரங்களின் கருமுட்டையின் முதல் பகுப்பு (first division) குறுக்காக அமைகிறது கருமுட்டை யின் இந்தப் பகுப்பினால் சிறிய நுனிச்செல் ஒன்றும் (apical cell) 'Ca' யும் மற்றும் பெரிய அடிச்செல் ஒன்றும் (basal cell) 'Cb' யும் உண்டாகின்றன. கருமுட்டையின் முதல் பகுப்பிலிருந்து கருவில் உறுப்புகள் உண்டாகத் தொடங்கும்நிலை வரை உள்ள கருவிற்கு இளங்கரு (proembryo) என்று பெயர்.

கருவளர்ச்சியின் வகை. இளங்கருவில் உள்ள நுனிச் செல் பகுப்புறும் தன்மை கொண்டும் பின்னர் உருவாகும் முதல் நான்கு செல்களின் அமைப்பைக் கொண்டும் நுனிச்செல், அடிச்செல் ஆகியவற்றி லிருந்து உண்டாகும் பகுதிகளைக் கொண்டும் கரு வளர்ச்சி பல பிரிவுகளாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது.

மகேஸ்வரி என்பார் 1950 ஆம் ஆண்டு மேற் கூறிய பகுப்புகளின் தன்மையைக் கொண்டு இரு வித்திலைத் தாவரங்களின் கருவளர்ச்சியை ஐந்து பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளார். அவை;

இருசெல் இளங்கருவில் நுனிச்செல் நீளவாக் கில் பகுப்புறுதல்: அ. இருசெல் இளங்கருவின் அடிச் செல், முதன்மைக் கருவை உருவாக்குவதில் சிறிதளவே பங்குகொள்ளுதல் அல்லது பங்கு கொள்ளாமை. இது குருசிஃபெர் அல்லது ஒனக்ராட் வகையாகும். எ. கா. ரென்னகுலேசி, அன்னோனேசி, பிராகேசி, ஸ்க்ராஃபுலாரியேசி இருசெல், இளங்கருவின் அடிச் செல்லும் நுனிசெல்லும் ஒன்றுசேர்ந்து முதன்மைக் கருவை உருவாக்குவதில் பங்கு கொள்ளுதல். இது ஆஸ்ட்ராய்டு வகையாகும். எ. கா: ஆஸ்டிரேசி, வைட்டேசி, வயோலேசி. பால்ஸாமினோசி.

இருசெல் இளங்கருவின் நுனிச்செல் குறுக் காகப் பகுப்புறுதல்: அடிச்செல் சிறு பங்கு அல்லது எந்தப் பங்குமே கருவின் பின்வளர்ச்சியில் இடம் பெறாமை.

அடிச்செல் பொதுவாகத் தாங்கிச் செல்லை மட்டும் உருவாக்குதல். இது சோலனாய்ட் வகை யாகும். எ. கா. சோலனேசி, கம்பேனுலேசி, தீயேசி.

அடிச்செல்லில் பகுப்பு நடைபெறுவதில்லை, முதன்மைக் கருவில் தாங்கிச் (suspensor) செல் இருந் தால், அது நுனிச்செல்லின் மூலம் தோற்றுவிக்கப் பட்டதாகவே இருக்கும். இது கேர்யாஃபில்லாய்டு வகையாகும். எ.கா. கேர்யாஃபில்லேசி, க்ராசுலேசி,

இருசெல் இளங்கருவின் அடிச்செல்லும் மற்றும் நுனிச்செல்லும் ஒன்றுசேர்ந்து முதன்மைக் கருவை உருவாக்குவதில் பங்கு கொள்ளுதல்: இது கீனோ போடிய வகை. எ.கா. கீனோபோடியேசி, பொராஜி னேசி. இந்த ஐந்து வகையான கருவளர்ச்சி முறை களில் கருமுட்டையின் முதல் பகுப்பு, குறுக்குப் பகுப் பாகும்.

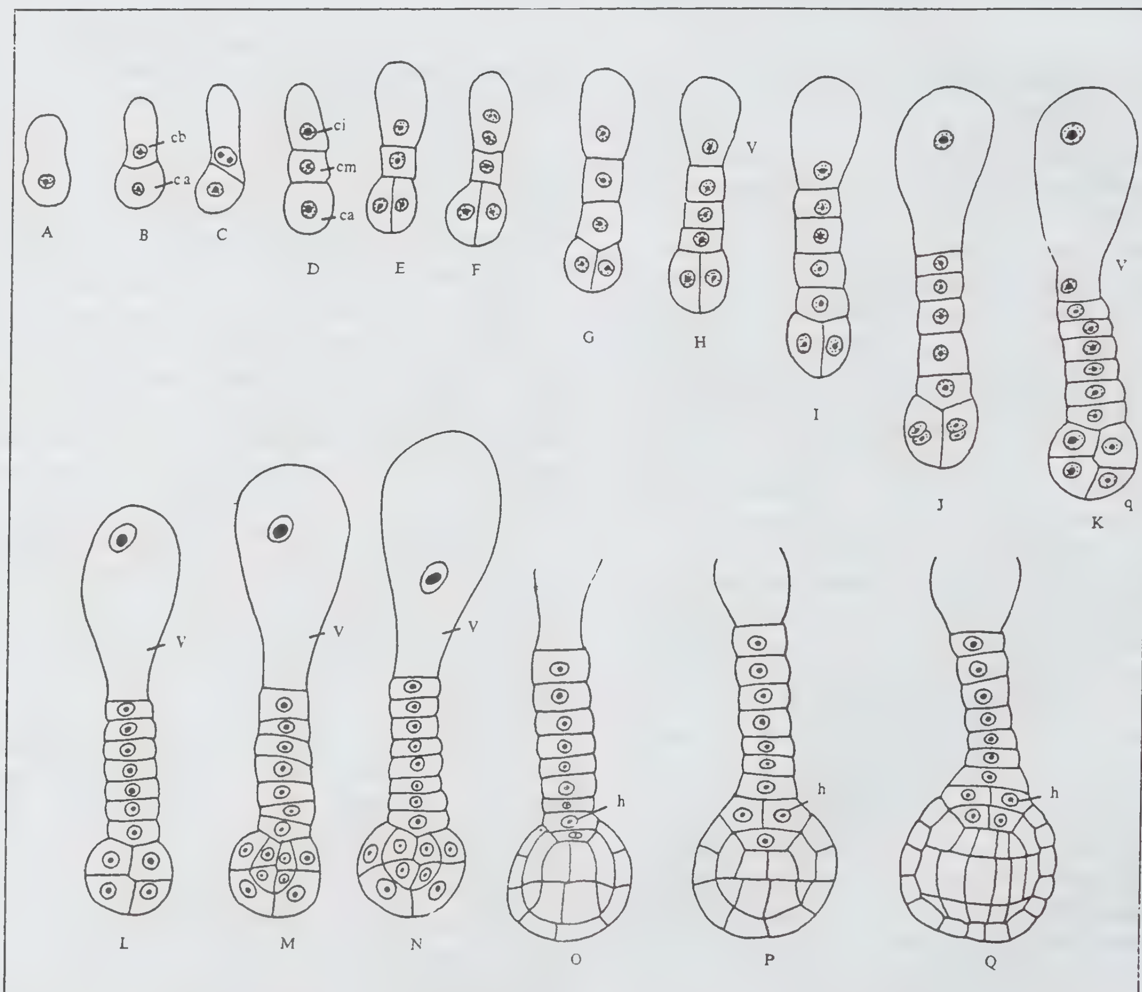
ஜோகான்சன் என்பார் புதிய வகைக் கருவளர்ச்சி யைக் கண்டுபிடித்தார். இந்தக் கருவளர்ச்சி முறை யில் கருமுட்டையில் முதல் பகுப்பு நீள்வாக்கில் நடைபெறுகிறது. இது பைபெராய்டு வகை. எ. கா. பைப்பெரேசி, லோரான்தேசி, எனக்ராய்டு வகையில் கருவளர்ச்சி.

ஒனக்ராய்டு வகையைச் சேர்ந்த காப்செல்லா பர்சாபாஸ்டோரிஸ் என்னும் தாவரமே கருவளர்ச் சியைப் பற்றி முழுமையாக ஆராயப்பட்ட முதல் தாவரமாகும். இதன் கருவளர்ச்சியின் கருமுட்டை யின் முதல் பகுப்பால் உண்டாகும் ca, cb என்னும் செல்களில் ca குறுக்காவும் cb நெடுக்காகவும் பகுப் புற்று 1 வடிவான நான்குசெல் இளங்கரு தோன்று கிறது. நுனிச்செல்களிரண்டும், நீள் போக்கில் முன் பகுப்புக்கு நேர் குறுக்காகப் பகுப்புற்று நான்கு செல்களாகின்றன. இது நான்கு செல் நிலை (quadrant) எனப்படும். இந்நான்கு செல்களும் குறுக்காகப் பகுப்புறுவதால் எட்டுச் செல்களா கின்றன. இந்த எட்டுச் செல்களில் நுனிச் செல்கள்

நான்கும் தண்டின் நுனியையும் வித்திலைகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. எஞ்சிய நான்கு செல்களும் வித்திலை, கீழ்த்தண்டைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவை எட்டும் புறக்கிடையாகப் பகுப்புறுவதால் (periclinal)எட்டு வெளிச் செல்களும், எட்டு உள் செல்களும் உண்டாகின்றன. எட்டு வெளிச் செல்களிலிருந்து டெர்மேட்டாஜன் செல்களும், எட்டு உள் செல்களிலிருந்து பெரிப்ளம், புளிரோம் என்னும் திசுக்களும் உண்டாகின்றன.

ca செல்லில் மேற்காட்டிய வளர்ச்சி ஏற்படும் போது 'b' செல் குறுக்காகப் பகுப்புற்று ci என்னும் மேல் செல்லும் 'cm' என்னும் கீழ்ச்செல்லும் உண் டாகின்றன. இவ்விரண்டு செல்களும் குறுக்காகப் பகுப்புற்று ஒரே வரிசையான 6-10 செல்கள் கொண்ட தாங்கிச் செல்களாகின்றன. தாங்கிச் செல் களில் நுனிச் செல்லான V பெரியதாக உப்புகிறது. இது உறிஞ்சும் உறுப்பாகப் பயன்படலாம் என்றும் கருதப்படுகிறது.

தாங்கிச் செல்களில் கீழ்ச் செல்லான 'h' என்னும் செல் ஹைபோஃபைசிஸாகச் செயல்படுகிறது. இச் செல் முதலில், குறுக்காகப் பகுப்புற்று இரண்டு செல்களாகிறது. இவ்விரண்டு செல்களும் ஒன்றுக்



படம் 1. காப்செல்லா பர்சா-பாஸ்டோரிஸின் கருவளர்ச்சியின் தொடக்கப் படிகள்

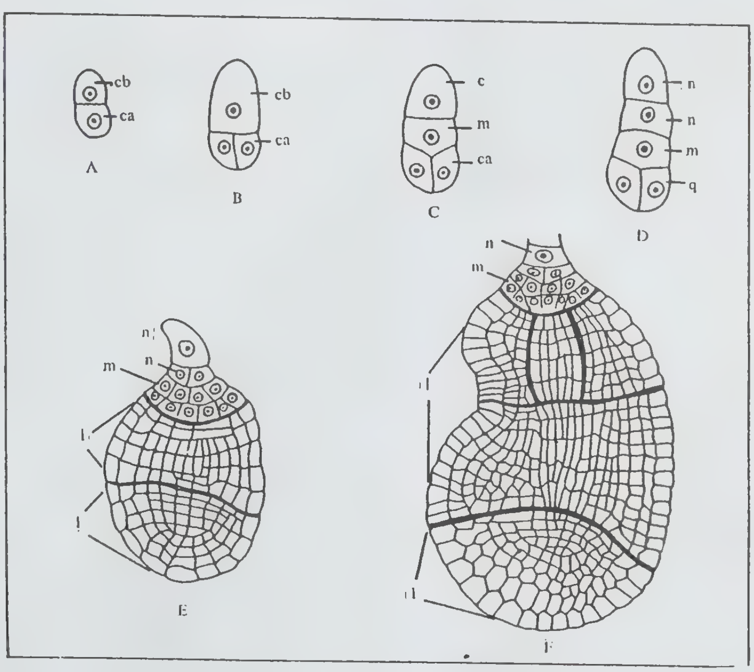
கொன்று குறுக்கான இரண்டு நீண்ட பகுப்புகளால் எட்டுச் செல்களாகின்றன. இந்த எட்டுச் செல்களில் கீழ் நான்கு செல்களும் வேர்ப் புறணியின் தோற்று வாய்ச் செல்களாகின்றன. மேல் நான்கு செல்களும் வேர் வெளித்தோல், வேர் நுனிமுடி ஆகியவற்றின் தோற்றுவாய்ச் செல்களாகின்றன.

அதே சமயத்தில் இளங்கருவின் நுனிப் பகுதி யில் செல் பகுப்புகள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. இளங்கரு ஏறக்குறைய ஒரு பந்து போன்ற உருவத்தை அடைந்த பிறகு வித்திலைகள் தோன்றுவதற்கான இடங்களில் செல்கள் விரைவாகப் பகுப்புற்று வித்திலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. வித்திலைகள் தோன்றத் தொடங்கிய சமயத்தில் கரு ஏறக்குறைய இதயத்தைப் போன்ற உருவத்தைப் பெறுகிறது. பிறகு வித்திலைகளும், வித்திலைக் கீழ்த்தண்டும் நீண்டு வளர்கின்றன. மேலும் கருவளர்ச்சியடையும் போது, ஒரு குதிரை லாடம் போல் வளைந்து கொள்வதால் அதற்கேற்ப வித்திலைகளும் வளைந்து கொள்கின்றன.

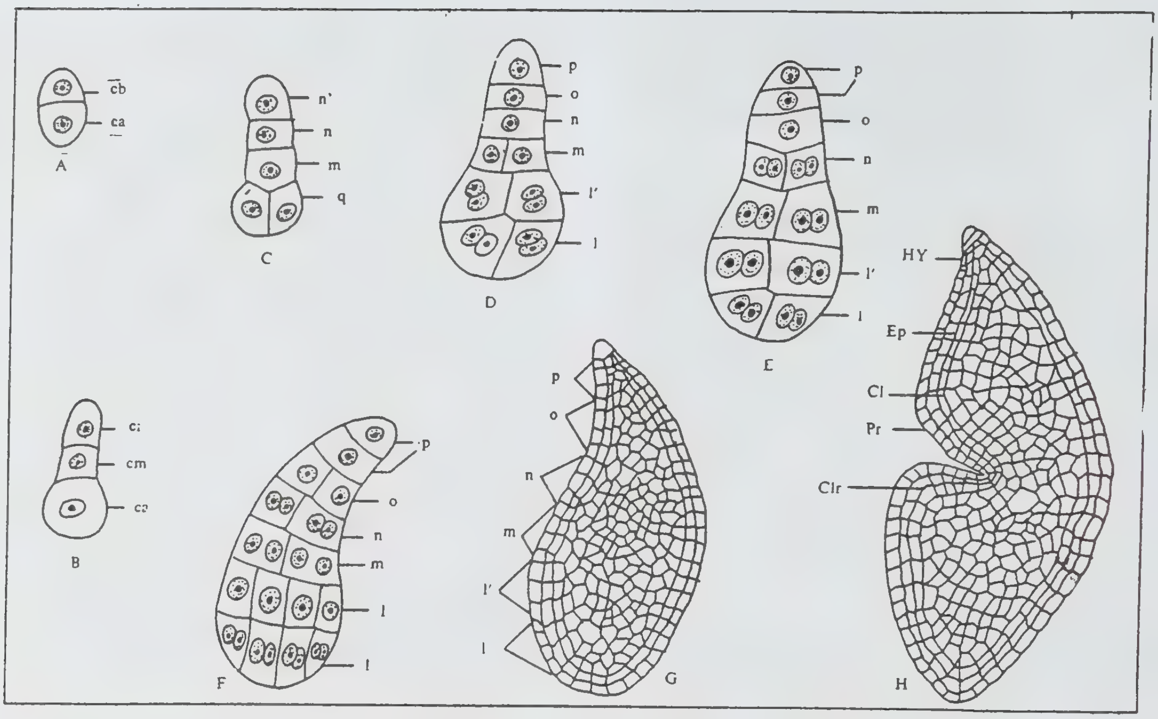
ஒருவித்திலைக் கருவளர்ச்சி. ஒருவித்திலையில் இளங்கருவின் வளர்ச்சி தொடக்க நிலையில் இரு வித்திலையின் வளர்ச்சியிலிருந்து வேறுபாடு அடைவ தில்லை. ஆனால் இவ்விரு பிரிவுகளிலும் முதிர்ந்த கருவின் அமைப்பு மிகவும் வேறுபாடுடையதாக இருக்கிறது.

ஜங்கேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த லுஸுலா ஃபார்ஸ்ட்ரி என்னும் தாவரத்தில் எளிதான கரு வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. இரு செல் இளங்கருவின் Ca செல் நெடுக்காகவும் Cb குறுக்காகவும் பகுப்புறு கின்றன. Cb இலிருந்து உண்டாகும் செல்கள் Ci,'m' என்பவையாகும். Ca அடுக்கின் இருசெல்களும் நெடுக்காக முன்பகுப்புக்குக் குறுக்கில் பகுப்புறு கின்றன. அதனால் நான்குசெல் நிலை q உண்டாகி றது. m செல் நெடுக்காகப் பகுப்புறுகிறது. Ci குறுக் காகப் பகுப்புற்று n,n' ஆகிய செல்களை உண்டாக்கு கிறது. நான்குசெல்களின் குறுக்குப் பகுப்பில் 'l, l' அடுக்குகளைக் கொண்ட எட்டுச் செல் நிலை உண் டாகிறது. l அடுக்கிலிருந்து ஒரு வித்திலையின் நுனிப் பகுதியும் l' அடுக்கிலிருந்து ஒருவித்திலையின் அடிப் பகுதியும், வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு, தண்டு நுனி ஆகியவையும் உண்டாகின்றன. m அடுக்கிலிருந்து வேர் நுனி உறையின் பகுதியும் பெரிப்ளமும் (periplum) உண்டாகின்றன. செல்லிலிருந்து வேர் நுனி உறையின் எஞ்சிய பகுதி தோன்றுகிறது. n' செல் லிலிருந்து குறுகிய தாங்கிச்செல் உண்டாகிறது. இத் தாவரத்தின் கருவளர்ச்சியில் குறிப்பிடத்தக்க கூறாக நான்கு செல் நிலையிலேயே புறத்தோல் செல்கள் (dermatogen) உண்டாகின்றன.

போயேசி குடும்பத்தின் கரு ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் கருவினின்றும் பெரிதும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகிறது இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த போவா



படம் 2 லுஜுலா ஃபார்ஸ்ட்ரியின் கருவளர்ச்சிப் படிகள்



படம் 3. போவா அன்னுவா தாவரத்தின் கருவளர்ச்சிப்படிகள்

அன்னுவா என்னும் தாவரத்தின் கரு வளர்ச்சி முழுமையாக ஆராாயப்பட்டுள்ளது. கருமுட்டை குறுக்காகப் பகுப்புற்று Ca, Cb என்னும் இரு செல் களாகின்றன. Ca நெடுக்காகவும், Cb குறுக்காகவும் பகுப்புறுகின்றன. இவற்றில் Ca அடுக்கின் இரண்டு செல்களும் மீண்டும் நெடுக்காகப் பகுப்புற்று நான்கு செல் நிலையை அடைகின்றன. நான்குசெல் குறுக் காகப் பகுப்புற்று l, l' என்னும் இரண்டு அடுக்கு களைக் கொண்ட எட்டுச்செல் ஆகிறது.

Ci குறுக்காகப் பகுப்புற்று n,n' என்னும் இரு செல்களாகும். m,n ஆகிய செல்கள் நெடுக்காகப் பகுப்புறுகின்றன. n குறுக்காகப் பகுப்புறுகிறது. l,l' ஆகிய அடுக்குகளிலிருந்து ஸ்கூடெல்லமும், கோலி யோப்டைலின் எஞ்சிய பகுதியும், தண்டு நுனியும், வேர் நுனியின் பெரிப்ளம், புளிரோம் (periplum ple-rome) ஆகியவையும் உண்டாகின்றன. n வேர் உறையான கோலியேரைசா எபிபிளரஸ்ட் ஆகிய வற்றை உண்டாக்குகிறது. n' செல்லிலிருந்து தோன் றும் o,p ஆகியசெல்களிலிருந்து ஹைப்போபிளாஸ்ட், தாங்கிச்செல் ஆகியவை உண்டாகின்றன.

– க. ம. இராஜசேகரன்

நூலோதி. S. S Bhojwani and S. P. Bhatanagar *The Embryology of Angiosperms*, Vikas Publishing House Pvt Ltd., 1981.

கரு வளர்ப்பு

தாவரத்தின் எப்பகுதியிலும் உள்ள எந்த ஒரு செல்லும் ஆய்வுக்குழாயில் வளர்க்கப்படும்போது அது வளர்ந்து, தாய்ச்செடியைப் போன்று புதிய தொரு செடியைக் கொடுக்கும் திறன் பெற்றுள்ளது. செல்லின் இந்தத் திறன் முழுவளர் ஆற்றல் (totipot-ency) எனப்படும். இதன் அடிப்படையில்தான் திசு வளர்ப்புத் துறை ஆய்வுகள் சிறப்பாக நடைபெற்று வருகின்றன. செடியின் புறத்தோல், மலர், மலரின் பிற பகுதகள், இலைகள், தண்டு, தண்டின் பகுதி கள், மகரந்தக் கேசரங்கள், சூல்கள், சூலகம், முளை சூழ்திசை (endosperm) கரு முதலியவற்றின் செல்கள் வளர்க்கப்பட்டு ஆராயப்பட்டு வருகின்றன.

*1904*இல் ஹேனிக் என்பார் ப்ராசிகேசி (Brassi-caceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த சில தாவரங்களின் கருவை முதன்முறையாக ஊடகத்தில் வைத்து வளர்த்தார். 1925 ஆம் ஆண்டு டையெட்ரிச் (Dietrich) கருவளர்ப்பில் பல ஆய்வுகள் செய்தார். இவர் முதிர்ந்த கரு, சாதாரண ஊடகத்தில் இயல்பு வளர்ச்சி அடைவதையும், இளம் கரு அவ்வாறு வளர்ச்சியடைவதில்லை என்பதையும் கண்டுபிடித் தார். லைபெக் (Laibag), நார்ஸ்டாக் (Norstog) போன்றோரும் பல்வேறு ஆய்வுகளைச் செய்தனர்.

1966இல் இராகவன் என்பார் கருவின் ஊட்டச் சத்துத் தன்மைகளை விரிவாக ஆராய்ந்து பல்வேறு உண்மைகளை வெளிப்படுத்தினார். இவர் கருத்துப் படி முதிர்ந்த கரு குறைந்த அளவு ஊட்டச்சத்துக் கொண்ட ஊடகத்தில் நன்கு வளர்கிறது. ஆனால் இளம்கரு மிகு ஊட்டச்சத்து உள்ள ஊடகத்தில்தான் வளர்கிறது. இந்தத் தனித்தன்மை கொண்ட ஊட்டச் சத்தாக ஊடகத்தில் கேசின் ஹைட்ரோலேட் (casein hydrolate) இளநீர், ஈஸ்ட் பிழிவு (yeast extract) வைட்டமின் அமினோ அமிலங்கள் போன்ற வளர் ஊக்கிகள் சேர்க்கப்பட வேண்டும் என்பது தெரிய வந்தது. இதுவரை கருமுட்டையையோ 2-4 செல்கள் கொண்ட இளம் கருவையோ தனியாகப் பிரிக்கும் அல்லது வளர்க்கும் வழிமுறைகள் கண்டு பிடிக்கப்படவில்லை.

ஊட்டச்சத்தும் ஊடகமும். உயிருள்ள செல்கள் அல்லது தாவரங்களின பகுதிகள் போன்றவற்றை ஊடகத்தில் வளர்க்கும்போது அவற்றிற்கு எவ்வகை ஊட்டச்சத்து அளிக்க வேண்டுமென்பதை ஆய்வு செய்ய வேண்டியுள்ளது. விதையை நீரில் நனைத்து ஈரமாக வைத்திருந்தாலே முளைத்துவிடு கிறது. நீர்ம ஊடகம் இளங்கருவிற்குச் சாதகமான தென்பது பொருத்தமானதேயாகும். குறிப்பாக இயற்கையில் நீர்ம முளைசூழ்தசையால் சூழப்பட்ட கருக்களை, நீர்ம ஊடகத்தில் வளர்ப்பதே சிறந்தது. கரு வளர்ந்து ஒரு நிலையை அடைந்தவுடன் திண்ம ஊடகத்திற்கு மாற்றிவிடுவர். கார்போஹைட்ரேட் டாகச் சுக்ரோஸையே பெரும்பாலும் கார்பன் வழங்கி யாக ஊடகத்தில் பயன்படுத்துவர். கருவின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்க கேசின் ஹைட்ரோலேட், குளுட்டாமின் போன்ற அமினோ அமிலங்களி லொன்றை ஊடகத்துடன் சேர்க்கலாம்.

பல வைட்டமின்களும் கருவளர்ப்பில் பயன்படு கின்றன. கருவின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்க பை யோட்டின், தயாமின், பேன்டோத்தெனிக் அமிலம், நிகோட்டினிக் அமிலம், அஸ்கார்பிக் அமிலம், மயோ ஐனோசிட்டால் முதலியவையும் உதவுகின்றன. இயற்கையில் கருவளர்வதற்குத் தேவையான ஊட்டப் பொருள்களை முளைசூழ்தசை அளிக்கிறது. எனவே அதையே ஊடகத்தில் பயன்படுத்தக் கருதிப் பலரும் இளநீரைப் பயன்படுத்தி வெற்றி கண்டனர்.

கருவளர்வதற்கான ஊட்டச்சத்து. வளரும் கருவின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ப வேறுபட்ட அளவில் ஊட்டச்சத்து தேவைப்படுகிறது. வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்க வளர் ஊக்கிப் பொருள்கள் (growth promoters), தாவரச்சாறு கள் முதலியன பல்வேறு வகையில் பயனளிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, கேலஸ் தோன்றுவதற்கு ஐ.ஏ.ஏ உதவினாலும் இது கருவளர்ச்சியை ஊக்குவிப்ப தில்லை. ஜிப்பெரிலின் வேரின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப் பது அறியப்பட்டது. சைட்டோகைனின் வகையைச் சேர்ந்த வளர்வூக்கிகள் கேலஸ் பல்வேறு மாற்றங் களை அடைவதற்கும், கருவுரு (embryoid) தோன்று வதற்கும், நாற்றுகள் உண்டாவதற்கும் உதவுகின்றன. அண்மைக்காலத்தில் திசு வளர்ப்பில் வளர்வூக்கிப் பொருள்களின் பங்கு பெருகியுள்ளது. ஊடகத்தில் சேர்க்கப்படும் ஒவ்வொரு பொருளும் அதன் வேதித் தன்மைக்கேற்பச் செயல்படுகின்றது.

கரு வளர்ப்பின் பயன்கள். பொதுவாக, தாவரங் களில் கருவுற்றபின் கருவளர்ந்து பாகுபாடடைந்து விதைகளாக வளருவது தடைப்படுவதுண்டு. இத் தகைய தாவரங்களில் இளங்கருவை மட்டும் தனிப் படுத்தி அதை ஆய்வுக் குழாயில் நாற்றாக வளரும் வரை வளர்க்கும் பல முயற்சிகள் வெற்றிகரமாகச் செய்யப்பட்டுள்ளன.

விதையுறக்கத்தையும், வாழுங் காலத்தையும் குறைத்தல். விதைகளின் உறக்க நிலையால் (dormancy) விதை முளைத்தலில் தாமதம் ஏற்படு கிறது. உறங்கு நிலைக் காலத்தைக் குறைத்தோ முழுதுமாக அகற்றியோ கருக்களை முளைக்க வைக்கலாம். ராண்டால்ஃப் (Randolph) என்பார் ஐரிஸ் தாவரத்தின் பூக்கும் காலத்தைக் கருவளர்ப் பின் மூலம் மூன்று ஆண்டிலிருந்து இரண்டு ஆண்டு களாகக் குறைத்துள்ளார். ரோஜாவின், ஆண்டிற்கு ஒரு முறை பூக்கும் பண்பைக் கருவளர்ப்பின் மூலம் ஆண்டிற்கு இருமுறை பூக்கும் வகையில் மாற்றி அமைக்க முடியும்.

நிக்கல் என்பார் ஆப்பிள் விதையிலிருந்து கருவைப் பிரித்து ஊடகத்தில் வளர்த்தபோது அது 48 மணி நேரத்தில் வளர்ந்து நான்காம் வாரத்தில் நடுவதற் கான நாற்றைத் தந்தது. இந்த நாற்று ஐந்தாம் மாதத்தில் ஒரு மீட்டர் உயரத்திற்கு வளர்ச்சி அடைந்தது. ஆனால் மண்ணில் போட்ட விதை முளைப்பதற்கோ நான்கு மாதம் ஆகும். இக்கண்டு பிடிப்பு, கருவளர்ப்பின் தேவையை உணர்த்துகிறது.

கருவளர்ப்பின் மற்றொரு பயன், விதைகளின் வாழும் தன்மையை அறிவதாகும். விதைகளின் வாழும் தன்மையை இயற்கையில் காணவேண்டுமெனில் விதைகளின் உறங்குநிலை முடியும்வரை காத்திருக்க வேண்டும். பார்டோன் 1961 இல் தனித்து எடுக்கப் பட்ட கருவளர்ச்சியின் மூலம், விதைகளின் வாழும் தன்மையை விரைவில் காணலாம் என்று கூறி உள்ளார்.

கருவளர்ப்பின் மூலம் அரிய பயன் தரக்கூடிய கலப்புயிரிகளையும் உருவாக்கலாம். இரு சிற்றினங் களைப் பயன்படுத்தி விரும்பும் பண்புகளைக் கொண்ட புதிய கலப்பினத்தைப் பெறுவது அறிவியலின் புதிய முயற்சியாகும். புதிய கலப்பினத்தை உருவாக்கும் முயற்சிகள் பெரும்பாலும் வெற்றியளிப்பதில்லை. இதற்குக் காரணம் கலப்பினங்களின் கருவில் தோன்றும் பல்வேறு குறைபாடுகளேயாகும். முக்கிய மான குறைபாடுகளாகக் கூறப்படுவன ஒத்த குரோம

சோம்கள் இல்லாமையால் கருவே தோன்றாமல் இருத்தல்; கரு தோன்றியவுடன் அழிந்து மறைதல்; முளைசூழ்தசை இல்லாமை போன்றவையாகும். இக்குறைபாடுகளை நீக்கிக் கலப்பினங்களை உரு வாக்கத் திசு வளர்ப்பு முறையில் கருவளர்ப்புப் பயன் படுகிறது. கருவளர்ப்பின் மூலம் ஐயர், கோவிலா என்போர் 1964 இல் நெல்லில் காணப்படும் பல்வேறு சிற்றினங்களைக் கலந்து இயற்கையில் பெற முடியாத கலப்பினங்களைச் செயற்கையாகக் கருவளர்ப்பு முறையின் மூலம் தோற்றுவித்தனர்.

பார்லியில் இரு சிற்றினங்களான ஹோர்டியம் வல்கேரி (*Hordeum vulgare*), ஹோர்டியம் பல்போசம் (*H. bulbosum*) இவற்றைக் கலப்பதால் உண்டாகும் கலப்பினம் சாதாரணமாக வளர்ச்சியடைவதில்லை. இதற்குக் காரணம் புதிய கருவில் முளைசூழ்தசை இல்லாமையேயாகும். டேவிஸ் என்பார் கரு வளர்ப் பின் மூலம் இந்தக் கலப்பினத்திலிருந்து நாற்றுகள் பெற்று வளர்த்து வெற்றி கண்டார். இதேபோன்று காஸிப்பியம் ஆர்போரியம் (*Gossypium arboreum*) எனப்படும் பருத்தியுடன் காஸிப்பியம் ஹிர்ஸீடமும் (*G, hirsutum*) சேர்ந்து பெற்ற கலப்பினத்தைக் கரு வளர்ப்பின் மூலம் வளர்ச்சியடையச் செய்துள்ளனர். இதைப்போலவே இரு பேரினங்களுக்கிடையே கலப்பினங்கள் தோன்றுவதற்கும் கருவளர்ப்பு உதவி யாக உள்ளது.

எ.கா:

ஹோர்டியம் × சீகேல் = (பார்லி × ரை)

டிரிட்டிகம் × சீகேல் = (கோதுமை × ரை)

மனித முயற்சியால் உருவான முதல் செயற்கைத் தானிய வகையான டிரிட்டிகேல் (triticale) கரு வளர்ப்பு மிகவும் உதவியாக உள்ளது. டிரிட்டிகம் (triticum) எனப்படும் கோதுமைக்கும் சீகேல் (secale) எனப்படும் ரை தாவரத்திற்கும் உண்டான கலப் பினமே டிரிட்டிகேல் ஆகும். இதே போன்று உருளைக் கிழங்குக்கும் தக்காளிக்கும் இடையே கலப்பினம் உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. அவற்றின் பெயர்கள் பொமேட்டோஸ், டொபாட்டோஸ் என்பவையாகும். இவற்றிலும் கருவளர்ப்பு முறையே பின்பற்றப் பட்டது.

- க.ம. இராஜசேகரன்

கருவாகை

இம்மரத்திற்கு உடுண்டகம், உற்பல சாகிதம், கண் டுக்சி, கருமுகில்மேனி, கல்துறிஞ்சி, கல்லூஞ்சை, கலாகஞ்சுகமரம், கலித்துளிஞ்சில், கவைத்தீபமரம், காசிமகாமரம், குற்றுவாகை, கொள்ளிக்கன்னிமரம், சத்துவகமரம், சல்லூஞ்சை சாற்றுவாகை, சிற்றிலை வாகை, சீலைபூஞ்சை, சேலைபூஞ்சை, சௌபாலிக மரம், பூவுசிலை, பொன்குணமுருங்கை, வன்னிவாகை மரம் எனப் பல பெயர்களுண்டு. கருவாகையின் தாவரவியல் பெயர் அல்பிசியா ஓடோரேட்டிசிமா (*Albizzia odoratissima*) என்பதாகும். இதற்கு மைமோசா ஓடோரேட்டிசிமா (*Mimosa odoratissima*) என்னும் இணைப்பெயர் உண்டு.

இது சிசல்பினாயடி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மர மாகும். இம்மரத்தை இந்தியா, பர்மா, இலங்கை ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். இது ஓங்கி உயர்ந்து நேராக வளரும் மரமாகும். இதை 1300-1500 மீட்டர் உயரமுள்ள மலைப்பகுதியில் காணலாம். பொதுவாக இது மலைச்சரிவுகளிலும் இலையுதிர் காடுகளிலும் பிற மரங்களுடனும் காணப்படுகிறது. இம்மரக் கட்டையின் ஒரு கன அடி 18.5 கிலோ எடையைக் கொண்டிருக்கும். கருவாகை மரம் (fragrant sirissa) கறையானுக்கு ஓரளவு எதிர்ப்புத் தன்மையைக் கொண்டிருக்கும். இம்மரத்திலிருந்து செம்பழுப்பு நிறப் பிசின் வடிகிறது. இப்பிசின் உருண்டையான கண்ணீர்த்துளிபோல் இருக்கும்.

மரம். இம்மரம் 7.5 - 10 மீ. உயரம் வளரக் கூடியது. இம்மரத்தின் கனம் 1.5 மீட்டர் ஆகும். பட்டை 1.5 செ.மீ. கனமுடையது. சிறுகிளைகளில் மென்மயிர் காணப்படும். இலைகள் 15-20 செ.மீ. நீளமானவை. இறகுக் கூட்டிலை அமையுடையவை. 3-5 ஜோடிகளாக உள்ளன. இவை 6-13 செ.மீ நீளமானவை. சிற்றிலைகள் 6-15 ஜோடிகளாகவும் நீள்சதுரம் அல்லது முட்டை வடிவமாகவும் உள்ளன. நுனியில் உள்ள சிற்றிலை தலைகீழ் முட்டை வடி வானது. 0.7-2.5×0.4-08 செ.மீ. அளவானது.

இலை ஓரம் முழுமையானது. முனை மழுங் கியது. இலை நரம்புகள் கீழ்ப்பகுதியில் தெளிவாகத் தெரியும். இணைக்காம்பு 5 செ.மீ. நீளமானது, பளபளப்பானது. இதன் கீழ்ப்பகுதியில் வட்டவடிவச் சுரப்பி ஒன்று காணப்படும். இலையடிச்சிதல்கள் உதிரும் தன்மையுடையவை. பூ மஞ்சரிகள் 1 செ.மீ. நீளமுள்ள குடைமஞ்சரி (umbel) வகைக் கதிரில் தோன்றும்.

பூக்கள் மே முதல் செப்டம்பர் வரை காணப் படும். மஞ்சரித் தண்டு 2 செ. மீ. நீளம் உடையது. பூவடிச்சிதல் 4 மி. மீ. அளவில் தமருசி வடிவில் (subulate) இருக்கும். ஒவ்வொரு பூவும் 4 மி.மீ. குறுக்களவில் காம்பு இல்லாமல் உள்ளது. புல்லிக் குழல் ஐந்து கதுப்புகளாக உள்ளது. அல்லி இதழ்கள் ஐந்தும் அழுக்கு வெள்ளை நிறத்தில் 5 மி.மீ. அளவில் காணப்படுகின்றன.

மகரந்தத்தாள் குழல் 3 மி.மீ. அளவு உடையது. மகரந்தத்தாள்கள் பல; மகரந்தக்கம்பி 1 செ.மீ.

கருவாகை

நீளமானது. சூல்பை 2 மி.மீ. அளவானது. சூலகத் தண்டு 1 செ.மீ. நீளமுடையது. காய் தட்டையாகவும் 15×3 செ.மீ. அளவிலும் மிகச்சிறு காம்புடனும் காணப்படும். இதன் நுனி மழுங்கி இருக்கும். காய்களின் மீது நரம்புகளைத் தெளிவாகக் காணலாம். பச்சை நிறமான காய்கள் முதிர்ந்த பிறகு கறுப்பாக மாறுகின்றன. ஒவ்வொரு நெற்றிலும் 10-15 விதைகள் அடங்கியிருக்கும். விதைகள் ஒவ்வொன்றும் 1.5 × 07 செ.மீ. அளவில் முட்டை வடிவில் இருக்கும். கருவாகை மரத்தில் காய்களைச் செப்டம்பர் மாதம் முதலே காணலாம்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இதன் மரக்கட்டையைக் கட்டட வேலை, வண்டி மற்றும் வண்டியின் பல பகுதிகளைச் செய்யப் பயன்படுத்தலாம். இதிலிருந்து வேளாண் கருவிகள், செக்குகள் முதலியவற்றையும் செய்யலாம். மேஜை, நாற்காலி, சட்டங்களும் செய்யலாம். இதன் இலைகள் கால்நடைகளுக்கு உணவாகின்றன. இதன் மரப்பட்டை மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. இம்மரப்பட்டைச் சாற்றுடன் எலுமிச்சம் பழச்சாற்றையும் கலந்து தேங்காய் எண்ணெயில் கொதிக்கவைத்துத் தொழுநோய்ப் புண்ணில் தடவலாம். மேலும் கொப்புளம், கட்டி, பிளவை (carbuncle) ஆகியவற்றிற்கும் பயன்படுத்தலாம்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

கருவி இயல்

கருவிகளை வடிவமைத்தல், தயாரித்தல், கண்டறிதல், உணர்தல், அளத்தல், கட்டுப்படுத்தல், கணித்தல் போன்ற செயல்களுக்கு வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்த உதவும் தொழில்நுட்பப் பிரிவே கருவி இயல் (instrumentation) ஆகும். பொதுவாக, ஒரு நோக்கத்தை அடைய உதவுவது கருவி எனப்படும். அறிவியலும், தொழில்நுட்பக் கருவிகளும், பார்வையிடல், அளவிடல், கட்டுப்படுத்தல், பதிவு செய்தல், கணித்தல் அல்லது செய்திப் போக்குவரத்து ஆகியவற்றிற்குப் பயன்படுபவையாகும்.

மனிதர்களின் செயல்களாகிய உணர்தல், ஆய்ந்துணர்தல், நினைவில் நிறுத்தல், கணித்தல் போன்றவற்றை மிகு நுட்பத்தோடும், திறமையோடும் கருவிகள் எளிமையாகச் செய்கின்றன. உணரக்கூடிய பரப்புத் தன்மை, தொலைவு போன்றவற்றை நுண்ணோக்கி, தொலைநோக்கி ஆகியவை உணர்த்துகின்றன. உணரவே முடியாதவற்றை விண்கதிர்க் கணிப்புக்கருவி உணர்த்துகிறது. கணிப்பொறி, புகைப்படக்கருவி போன்றவை நினைவில் நிறுத்தல், ஒப்புநோக்கல், கணித்தல் போன்ற செயல்களைச் செய்கின்றன.

ஒப்புநோக்குதற்குத் தேவையானவற்றைச் சாதாரணக் கருவிகளே குறிக்கின்றன. எடுத்துக்காட்டாக நீளம் உணர்த்தும் அளவுகோல்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தவை. அளக்கப்படும் அளவை நேரடியாக ஒப்புநோக்காமல் பிறிதோர் அளவாக, எளிதில் ஒப்பிட இயலுமாறு மாற்றும் கருவிகள் ஆற்றல் மாற்றிகள் (transducers) எனப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக வெப்பம் அளப்பதைக் கருதினால், வெப்பத்தை நேரடியாக உணராமல் அதன்மூலம் இரட்டை உலோகத் தகடுகளின் (bimetallic plates) நிலையை மாற்றலாம். இந்நிலைமாற்றம் ஒரு மின்சுற்றின் மின் தடையை மின்னோட்டத்தின் அளவாக மாற்றும். இதனால் மின் குறிப்பின் (signal) கால அளவை மாற்றலாம். பின்னர் அக்குறிப்பு, காந்த அளவியிலுள்ள மின்னோட்டமாக மாற்றப்படும். இது பதிவு செய்வதற்கான புகைப்படச்சுருளில் விழும் ஒளிக் கற்றையின் அளவைப் புகைப்படத்தின் தன்மையாக மாற்றும். இவ்வாறாக ஒன்றை மற்றொன்றாக மாற்றி எளிதில் ஒப்பு நோக்கக்கூடிய புகைப்படமாக்க முடியும்.

குறிப்பு அலைகளைக் கையாள்வதில் கருவிகள் தூண்டல், உருவாக்கல், அளவு மாற்றல், கண்டறிதல், ஒப்புநோக்கல், வேறுபடுத்தல், குறியீடு ஏற்றல், கணித்தல், தொடர்பறிதல் போன்ற தன்மைகளில் நுட்பம் மிகுந்தவையாக இருக்க வேண்டும். கருவிகளின் இயக்கத்தையே அறிவியல் அடிப்படையாகக் கொண்டிருப்பதால் ஒவ்வொரு துறையிலும் ஒத்த செயல்முறை கொண்ட சிறப்பான கருவிகள் உருவாக்கப்படும். இதன் காரணமாக வேதிக் கருவியியல், வானியல் கருவியியல் என்று பல வகைகளாகக் கருவி இயல் வளர்ந்திருப்பதைச் காணலாம்.

கருவிகள் சில சமயங்களில் அவற்றின் நோக்கத்தையும் பயன்படும் துறையையும் ஒட்டி வகைப்படுத்தப்படும். திசைகாட்டும் கருவிகள், நில அளவைக் கருவிகள், கடல் ஆய்வுக் கருவிகள் என்பன இவ் வகைப்பாட்டில் அடங்கும். கருவி இயலில் அவை ஆற்றும் பங்கை ஒட்டியும் வகைப்படுத்தப்படக் கூடும். அவை உணர்த்துங்கருவி, அளவைக்கருவி, பதிவுக் கருவி, கணிப்புக்கருவி ஆகும். அளவிடப்பட வேண்டிய இயற்பியல் அளவையின் பெயராலும் அவற்றை அழுத்த அளவைக்கருவி, விசை அளவைக் கருவி, முடுக்க அளவைக்கருவி, வெப்ப அளவி, பாகுநிலை அளவி என வகைப்படுத்தலாம். மேலும் கருவிகள் எந்த அடிப்படையில் இயங்குகின்றன என்பதைப் பொறுத்து எக்ஸ் கதிர்க் கருவி, எந்திரவியல் கருவி, மின் கருவி, மின்காந்தக் கருவி, நீரியல் கருவி, ஒளியியல் கருவி என்றும் பிரிக்கப்படுகின்றன.

மேற்கூறிய முறைகளில் எந்த முறையில் கருவிகளைப் பாகுபடுத்தினாலும் குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக்கே ஏற்றதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு கருவியும் பல தத்துவங்களை உள்ளடக்கி இருக்கும். ஒவ்வொரு தன்மையையும் பல வகைக் கருவிகள் மூலம் அளக்கலாம். எனவே எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட பாகுபாட்டிலும் கருவிகளை அடக்கி விட முடியாது.

பயன். கருவிகளை வடிவமைப்பதோடு நின்றுவிடாமல் அவற்றைத் துணைக் கருவிகளுடன் இணைத்துச் செயல்படுத்துவதிலும் கருவி இயல் கவனம் செலுத்துகிறது. பல கருவிகளில் அளக்க வேண்டிய தன்மை, ஒரு துணை ஆற்றல் மூலத்தின் ஆற்றலைத் தாக்கி அத்தாக்கத்தின் அளவை மாற்றிகளின் மூலம் அளந்து அறியுமாறு அமைக்கப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு தகட்டின் பருமனை அளக்க அதன் ஊடே எக்ஸ் கதிர்கள் செலுத்தப்பட்டு வெளியேறும் எக்ஸ் கதிர்களின் அளவு கணிக்கப்படுகிறது. வெளியேறும் எக்ஸ் கதிர்களின் தன்மை, ஊடுருவப்படும் உலோகத்தகட்டின் பருமனைப் பொறுத்து மாறுகிறது.

அனைத்துக் கருவிகளிலும் உள்ளார்ந்த சில குறைபாடுகள் இருக்கக்கூடும். துல்லியத் தன்மை நுட்பம் ஆகிய தன்மைகளுக்கு ஏற்ப இக்குறைபாடுகள் மாறுகின்றன. துல்லியத் தன்மை என்பது கருவி காட்டும் ஓர் அளவு எந்த அளவு உண்மையான அளவிற்கு அருகில் உள்ளது என்பதைக் குறிக்கும். நுட்பம் என்பது வெவ்வேறு காலக் கட்டங்களில் அளக்கும்போதும் ஒவ்வாத அளவுகளை (மிகச்சிறிய அளவில் வேறுபடும் தன்மைகளைக்கூட) வேறுபடுத்திக் காட்டும் திறனைக் குறிக்கும்.

காலம் செல்லச் செல்லப் பல கருவிகள் தம் தன்மையிழந்து தவறான அளவுகளைக் காட்டக்கூடும். பல கருவிகளில் தயக்க விளைவு (hysterisis) காணப்படும். இதில் ஓரளவு மிகுதியாகும் குறிப்புகளை உணரும் அளவிற்குக் குறையும் குறிப்புகளை உணர முடியாமற் போய்விடும். மேலும் சூழலின் வெப்பநிலை, அதிர்வு போன்றவற்றாலும் கருவிகள் தாக்கமடையலாம். கருவி இயல் வல்லுநர்கள் இக்குறைபாடுகளை நீக்கி ஏற்ற சூழ்நிலையை உருவாக்கிக் கொள்வர் அல்லது அவற்றிற்கான திருத்தங்களைக் கணித்துப் பயன்படுத்துவர்.

கருவி இயலின் இன்றைய போக்கு. அறிவியல், தொழில் நுட்ப முன்னேற்றங்கள் கருவி இயலின் பெரும் எதிர்பார்ப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. புதிய ஆய்வுகளின் பயனாக, விண்வெளி அணு மின் உற்பத்தி, பொருள்களின் உயர் வெப்பநிலைப் பண்புகளை அறுதியிடல் ஆகியவை புதிய கருவியியலில் சிக்கல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. பொதுவாகக் கருவி இயல் ஆய்வில் உயர் நுட்பம், பெரும மதிப்புகளை அளக்கும் திறன், பெரும நிலைமைகளில் பயன்படும் ஆற்றல், உயர் வேகங்களில் ஏற்படும் விளைவுகள், மாறுதல்களுக்கு ஏற்புடைமை ஆகியவை இன்றியமையாத் தேவைகளாகும்.

தானியங்கு அளவும் கட்டுப்பாட்டுகளுக்குத் தொழில் துறையில் கருவி இயலைப் பயன்படுத்துவதும் பெருகி வருகின்றன. உயர்ந்த நுட்பமுடைய கருவி இயல் துணையில்லாமல் இயங்க முடியாத பல தொழில்கள் உருவெடுத்துள்ளன.

நம்பகத் தன்மை. இன்றியமையா மின்னணுவியல் பகுதிகளின் நம்பகத் தன்மை சிக்கலானதாகும். ஆனாலும் திண்ம நிலைச் சுற்றுப்பகுதி, புதிய பொருள், புதிய நுட்பம், பொதுவான அமைப்பு, பொறியியலின்பால் மிகு கவனம் ஆகியவற்றால் அது முன்னேறி வருகிறது.

செய்தி நிகழ்த்தும் கருவிகள் (data processing equipments). பதிவுகள், கணிப்பொறிகள் போன்றவற்றைத் தானியங்கு முறைப் பிரித்தல், சேர்த்தல், விரிவாகத் தகவல்களை மீண்டும் பெற்றுப் பயன்படுத்தல், வங்கித்தொழில் ஆவணப்படுத்தல், கணக்கெழுதல் ஆகியவற்றில் இவற்றைப் பெருமளவில் பயன்படுத்தல் என்பது ஒரு புதிய போக்காகும். தானியங்கு படித்தலுக்கு இத்தகைய கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதால் தானியங்கு மொழியாக்கப் பயனளிக்கிறது.

மருத்துவத் துறையில் உடலியல், உடல் வேதியியல், நரம்பியல் அலகுகளின் தானியங்கு ஆய்வுக்கான கருவி இயல் தற்போது பல்கிப் பரவும் நிலையிலுள்ளது. நோய்களை அறியவும், உட்புறச் சீர்கேடுகளை உணர்ந்து அவற்றின் இடங்காணவும் தேவையான கருவிகள் எண்ணிக்கையிலும் நுட்பத் திறனிலும் பெருகி வருகின்றன. கல்வித் துறையில் கேட்டுப் பார்க்கும் கருவிகள் முனைப்புடன் பெருகி வருகின்றன. தானியங்கு மதிப்பெண்ணிடும் கருவிகள் பிற கருவிகளின் துணையோடு கல்வித்துறை முழுதும் பயன்படும் வாய்ப்புள்ளது.

- வயி. அண்ணாமலை
- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கருவி இறங்கும் அமைப்பு

ஓடுபாதையை நெருங்கும் விமானம் இறங்கத் தேவையான உதவிகளைத் தகவல்கள் மூலம் தரும் கருவியே கருவி இறங்கும் அமைப்பு (instrument landing system) எனப்படுகிறது. வீச்சு மாற்றப்படும் கிடைமட்ட நிலையில் வடிகட்டப்பட்ட தொடர்ச்சியான அலைகளின் நிலையான கற்றையால் இக்கருவி இயங்குகிறது. இக்கருவியில் ஓடுபாதையின் மையக்

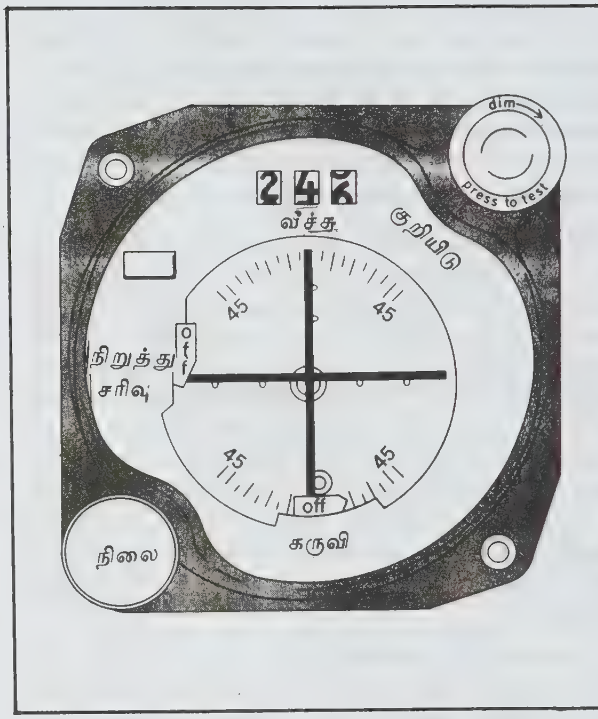
கோட்டிற்குச் சார்பான மையநிலையை விளக்க ஒரு கருவியும் உயரத்தைக் குறிப்புணர்த்த ஒரு கருவியும் இருக்கும். இவற்றோடு எல்லை எச்சரிப்புக் கருவிகளும் இணைந்து செயல்படுகின்றன.

நிலையுணர்த்தி. காற்றெதிர்த்திசையில் ஓடுபாதையிலிருந்து ஏறத்தாழ 1000 அடி பின்னால் அலைவாங்கிகள் பொருத்தப்படுகின்றன. ஓடுபாதையின் வளைவுகளாலும் பிற தடைகளாலும் திருப்பி அனுப்பப்படும் குறிப்பு அலைகள் அலைவாங்கியில் குறுக்கீடுகளை ஏற்படுத்தலாம். இக்கருவிகளில் இரு வகைக் குறிப்பு அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. முதல் வகை 90 Hz மற்றும் 150 Hz அதிர்வெண் உடைய இருபக்க அலை வரிசையைக் கொண்டதாகும். எஞ்சியதில் 150Hz மற்றும் 90 Hz அதிர்வெண்தான் என்றாலும் இரு அலைகளும் 180° நிலைவிலக்கம் பெற்றவையாக உருவாக்கப்படுகின்றன. இக்குறிப்பு அலைகளை விமானத்தின் வாங்கிகள் கண்டுகொள்கின்றன. வடிகட்டுங்கருவிகள் மூலம் 90 Hz மற்றும் 150 Hz அலைவரிசைகள் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. பிறகு இவ்விரு அலைகளின் வீச்சுகள் ஒப்பிடப்படுகின்றன. வீச்சுகள் சமமாக இருந்தால் விமானம் சரியான பாதையில் செல்வது உணரப்படுகிறது. பாதையை விட்டு விமானம் விலகியிருக்குமேயானால் வீச்சுகள் இருக்கா. பொதுவாக விமானம் ஓடுதளத்தைவிட்டு 350 அடி விலகினால் விமானத்தின் நிலையுணர்த்துங் கருவியின் முள் ஒரு முழு வட்டமடித்துவிடுமாறு அமைக்கப்படுகிறது.

சிக்கல்கள் இல்லாமல், வளைவுகளற்ற நன்கு பறக்கும் வழிகளை உருவாக்கித் தர நான்குவகை அலைவரிசைகள் பயன்படுகின்றன. அவை ஒத்த குறிப்பு அலைத்திட்டம், மைய ஒப்புநோக்கு அலைத் திட்டம், பக்க அலை ஒப்புநோக்கு அலைத்திட்டம், ஈர்ப்பு விளைவு ஒப்புநோக்கு அலைத்திட்டம் என்பவையாம். இவை அனைத்திலும் மைய ஒப்புநோக்கு அலைத்திட்டமே பெரிதும் பயன்படுகிறது.

எல்லை எச்சரிப்புக் கருவிகள் (beacon). இரண்டு அல்லது மூன்று எச்சரிப்பு அலைக்கற்றைகள் விமானம் நெருங்கும் பகுதியின் எல்லைகளைக் குறிப்பாக உணர்த்துகின்றன. ஓடுபாதையிலிருந்து 7 கி.மீ. தொலைவில் வெளி எச்சரிப்புக் கற்றை இருக்கும். இதன் அலைகள் 400 Hz அதிர்வெண் உடையவை ஆகும். இடைநிலை எச்சரிப்புக் கற்றை ஓடுபாதையிலிருந்து ஏறத்தாழ 3,500 அடி தொலைவில் இருக்கும். இக்கற்றைகளின் அதிர்வெண் 1,300 Hz. இறுதி எச்சரிப்புக் கற்றை இறங்கு பாதையைத் தரையில் இருந்து 100 அடி உயரத்தில் வெட்டும்படி அமையும். இதன் அதிர்வெண் 3,000 Hz ஆகும்.

இக்கற்றைகளின் ஊடாகப் பறக்கும்போது கற்றைகளின் அலைகளால் விமானத்தின் உள்ளே



படம் 1. நவீன குறுக்குக் குறிமுள் கருவி

ஒரு விளக்கு எரியும். அலைகளின் அதிர்வெண்ணுக்கு ஏற்ப விளக்கு ஒளிரும் காலம் வேறுபடுகிறது. இந்தக் கால அளவைக் கொண்டு எந்த எல்லை எச்சரிப்புக் கற்றை வழியாக விமானம் பறக்கிறது என்பதை உறுதி செய்யலாம். அதிலிருந்து ஓடுபாதையின் தொலைவைக் கணக்கிடலாம்.

- வயி. அண்ணாமலை

கருவி மின்மாற்றி

மாறு மின்னோட்டக் கருவிகளின் அளவு எல்லைகளை அதிகரிப்பதற்குக் கருவி மின்மாற்றிகளை (instrument transformers) அவற்றோடு சேர்த்துப் பயன்படுத்துவர். இந்த மின்மாற்றிகள் தொடர் நிலையில் இணைக்கப்படும் மின்னோட்ட மாற்றிகள், மின்னழுத்த மாற்றிகள் என இருவகைப்படும். மின்னோட்ட மாற்றிகள் மின்னோட்ட அளவு எல்லையை அதிகரிக்கவும் மின்னழுத்த மாற்றிகள் மின்னழுத்த எல்லையை அதிகரிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

அளவீட்டு எல்லைகளை அதிகரிக்கப் பயன்படும் ஏனைய கருவிகளைவிடக் கருவி மின்மாற்றிகளால் கீழ்க்காணும் நன்மைகள் உண்டு.

பல எல்லைக் கருவி மின் மாற்றிகளையோ, பல ஓர் எல்லை மின் மாற்றிகளையோ பயன்படுத்து வதன் மூலம் ஒரே அளவு எல்லை கொண்ட கருவி களில் உயர் மின்னோட்டம் மற்றும் மின்னழுத்த எல்லைகள் பெறப்படுகின்றன. இத்தகைய மின் மாற்றிகளுடன் பயன்படுத்தப்படும் மின்னோட்ட அளவி, மின்னழுத்த அளவிகளின் எல்லைகள்முறையே 5 ஆம்பியர், 110 வோல்ட் ஆகும்.

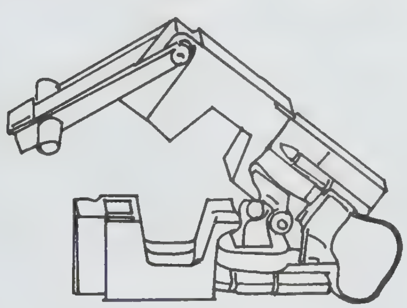
மின்னோட்டம் அல்லது அழுத்தம் அளக்கப்பட வேண்டிய சுற்றுகளிலிருந்து குறிகாட்டும் கருவிகளை ஓரளவு தொலைவில் வைத்திருக்கலாம். ஆய்வு செய்ய வேண்டிய சுற்று, உயர் அழுத்தச் சுற்றாக இருப்பின் நன்மையே. ஏனெனில் உயர் அழுத்த மின் சுற்றில் நேரடியாகக் கருவிகளை இணைப்பதைவிட ஆய்வோருக்கு இது பாதுகாப்பானதாகும். மேலும் கருவிகளை உயர்மின் அழுத்தத்திற்காக மின்காப்புச் செய்ய வேண்டியதில்லை.

தக்கவாறு விலக்கக் கூடிய கீல் (hinge) கொண்ட உள்ளகமுடைய (core) மின்னோட்ட மாற்றியைப் பயன்படுத்துவதால் மின்னோட்டச் சுற்றை முறிக் காமல் மிகு மின்னோட்டச் சட்டத்திலுள்ள மின்னோட்டத்தை அளக்க முடியும். மின்னோட்ட மாற்றியின் பிளந்த உள்ளகம் (split core) சட்டத் தைச் சுற்றிச் சேர்க்கப்படுகிறது. மின்சட்டம், மின் மாற்றியின் முதல் சுருணை போன்று செயல்படுகிறது.

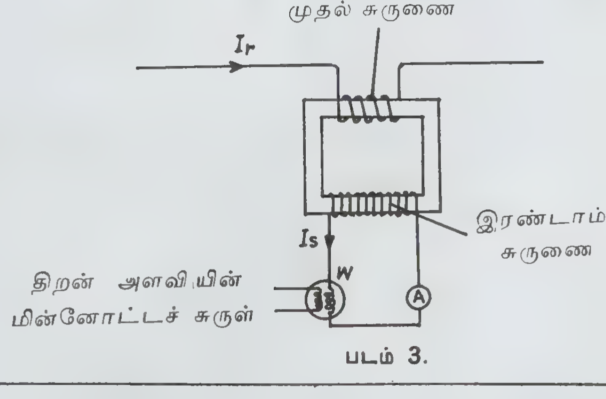
இத்தகைய மின்னோட்ட மாற்றி ஒன்று படம் 1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு படம் 2 இல் மின்னோட்ட மாற்றியும் அம்மீட்டரும் இணைந்த கருவி காட்டப்பட்டுள்ளது. இக்கருவியில் மின் னோட்ட மாற்றியுடன் சேர்த்தே அம்மீட்டரில் அளவீடு குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

மின்னோட்ட மாற்றிகள். மின்னோட்டம் அளக்கப் பட வேண்டிய சுமைச் சுற்றோடு தொடர் நிலை யில் மின்னோட்ட மாற்றியின் முதல் சுருணை இணைக்கப்படுகிறது. இச்சுருணைகளில் இருமுனை களுக்குமிடையே குறிப்பிடத்தக்க மின்னழுத்தம் எதுவும் இருப்பதில்லை. குறிப்பாக முதல் சுருணையில் காணும் மின்னோட்டம், மின்மாற்றியின் இரண்டாம் சுருணையில் உள்ள சுமையால் அறுதியிடப்படுவ தில்லை மின்னோட்ட அளவி அல்லது திறன் அளவி யின் மின்னோட்டச் சுருள், மின்னோட்டமாற்றியின் இரண்டாம் சுருணைக்குக் குறுக்கே படம் 3 இல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

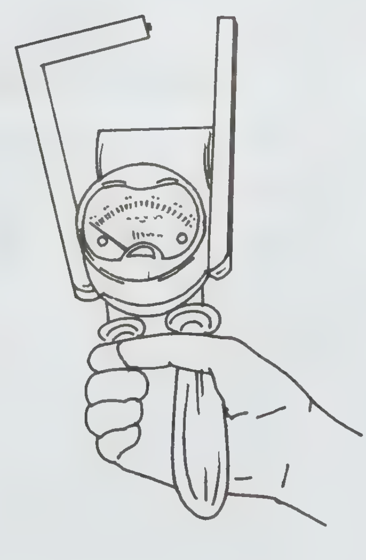
மின்னோட்ட மாற்றியின் கோட்பாடு. படம் 4 இல் ஒரு மின்னோட்ட மாற்றியின் திசையன் வரைபடம்



படம் 1.



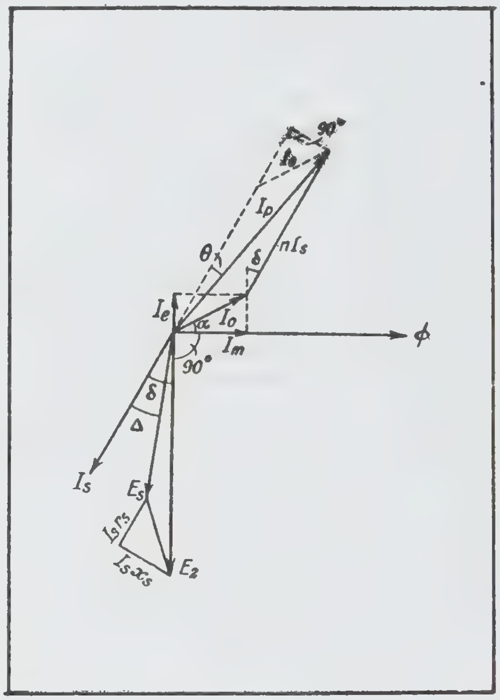
படம் 3.



படம் 2.

படம் 1. பிளந்த உள்ளக மின்னோட்டமாற்றி படம் 2. அம்மீட்டர் மின்னோட்ட மாற்றி
படம் 3. மின்னோட்ட மாற்றியின் இணைப்புகள்.

காட்டப்பட்டுள்ளது. காந்தவியல் பகுதி IM, இரும்பு இழப்புப் பகுதி Ie, கிளர் மின்னோட்டம் ஆகியவை பெரிதாக்கிக் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 4. மின்னோட்ட மாற்றியின் திசையன் படம்

n = சுற்று விகிதம் = $\frac{\text{இரண்டாம் சுற்றின் எண்ணிக்கை}}{\text{முதல் சுற்றின் எண்ணிக்கை}}$

r_S = இரண்டாம் சுருணையின் தடை

X_S = இரண்டாம் சுருணையின் எதிர்ப்பு

E_2 = தூண்டப்பட்ட இரண்டாம் அழுத்தம்

T_p = முதல் சுற்றின் எண்ணிக்கை

T_S = இரண்டாம் சுற்றின் எண்ணிக்கை

E_S = இரண்டாம் சுற்று முனையங்களில் மின்னழுத்தம்

Is = இரண்டாம் சுற்று மின்னோட்டம்

E_p = முதல் சுற்று மின்னழுத்தம்

Q° = மின்மாற்றியின் தறுவாய்க் கோணம்

ϕ = மின் மாற்றியின் செயல்படு பாயம்

δ = இரண்டாம் மின்னோட்டத்திற்கும் தூண்டல் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே உள்ள கோணம்.

Δ = இரண்டாம் சுமைச் சுற்றின் தறுவாய்க் கோணம்.

α = I_o - ற்கும் செயல்படு பாயத்திற்கும் இடையே உள்ள கோணம். திசையன் படத்திலிருந்து மின்மாற்ற விகிதம் பெறுதல்.

$$I_p^2 = (I_e + nI_s \cos\delta)^2 + (I_m + nI_s \sin\delta)^2$$

$$= I_0\sin\alpha + nI_s (\cos\delta)^2 + [I_0\cos\alpha + nI_s(\sin\delta)^2)]$$

$$I_p = [(I_0\sin\alpha + nI_s(\cos\delta)^2) + (I_0\cos\alpha + nI_s\sin\delta]^{\frac{1}{2}}$$

$$R = I_p/I_s$$ இறுதியாக

$$R = n + \frac{I_0}{I_s}\sin(\alpha + \delta)$$

தறுவாய்க் கோணம். திசையன் படத்திலிருந்து, இரண்டாம் சுருணை மின்னோட்டம் முதல் சுருணை மின்னோட்டத்திலிருந்து ஏறக்குறைய 180° விலகியிருப்பதைக் காணலாம். கோணம் சரியாக 180° இருந்தால் தறுவாய் விலகல் எதுவும் இல்லை. முதல் சுருணையில் காந்தப்படுத்தும் மற்றும் இரும்பு இழப்புப் பகுதிகளிலிருப்பதால் கோணம் 180°க்குக் குறைவாகவே உள்ளது. ஆகவே பொதுவாக ஒரு தறுவாய்ப் பிழை நேர்கிறது.

இரண்டாம் சுற்றுத் திசையைத் திருப்பும்போது முதல் சுற்று மின்னோட்டத்துடன் வேறுபடும் கோணமே மின்மாற்றியின் தறுவாய்க்கோணம் எனப்படும். திருப்பப்பட்ட இரண்டாம் மின்னோட்டம் முதல் மின்னோட்டத்தை முந்தினால் நேர்குறி எனவும், பிந்தினால் எதிர்க்குறி எனவும் கொள்ளப்படும்.

திசையன் படத்திலிருந்து தக்க கணக்கீடுகளின் படி தறுவாய்க் கோணம் கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டில் அமையும் எனக் கொள்ளலாம்.

$$\theta = \frac{180}{\pi}\,\frac{(I_m\cos\delta - I_e\sin\delta)}{nI_s}$$

மின்னோட்ட மாற்றியில் தோன்றும் பிழைகள். மின்னோட்ட அளவிற்காக இம்மின்மாற்றியைப் பயன்படுத்தும்போது அதன் ஒரே தேவை இரண்டாம் சுருணை மின்னோட்டம் முதல் சுருணை மின்னோட்டத்தின் இறுதியாக அறிந்த பின்னமாக இருக்கவேண்டும். மின்னோட்ட விகிதம், சுற்றுகளின் விகிதம் n இலிருந்து, மின்மாற்றியின் கிளர்வு மின்னோட்டம், இரண்டாம் சுற்றின் திறன் காரணி, மின்னோட்டம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்த ஓர் எண்ணால் வேறுபடுகிறது. ஆகவே மின்னோட்ட விகிதம் அனைத்து சுமை நிலைகள் மற்றும் அலைவெண்

களிலும் மாறாத நிலையான எண்ணன்று. அதனால் தோன்றும் பிழை மிகவும் இன்றியமையாதது. தறு வாய்க்கோணம் மின்திறன் அளவிடுகளில் பிழையை உருவாக்கலாம்.

விகிதப்பிழை

$$= \frac{\text{கோட்பாட்டு விகிதம் — உண்மைவிகிதம்}}{\text{உண்மை விகிதம்}}$$

இவ்விகிதம், இரும்பு இழப்புப்பகுதி I_e மற்றும் காந்தப் பகுதி I_m ஆகியவற்றின் தறுவாய்க் கோணப் பிழையைப் பொறுத்தது. குறைவான மதிப்புடைய θ ஐ பூஜ்யம் என்று கொண்டால்,

$$R = n + Ie/Is$$

$$Q = Im/nIs$$

மின் மாற்றியின் உண்மை விகிதம் கோட்பாட்டு (theoretical ratio) விகிதத்தைவிடக் குறைவாக இருந்தால், அதாவது இரண்டாம் சுருணை மின்னோட்டம் குறிப்பிட்ட முதல் சுருணை மின்னோட்டத்திற்கு மிகையாக இருந்தால் விகிதப்பிழை நேர் குறியுடையது எனலாம்.

வடிவமைப்புக் காரணிகள்

முதல் சுருணை ஆம்பியர் சுற்றுகள். விகித மற்றும் தறுவாய்க் கோணப் பிழைகளைக் குறைவாக வைத்திருப்பதற்குக் கிளர்விற்கான ஆம்பியர் சுற்றுகள் மொத்த ஆம்பியர் சுற்றுகளில் சிறிய விகிதமாக இருக்க வேண்டும். மொத்த ஆம்பியர் சுற்றுகள் 500-1000 எல்லையில் அமைய வேண்டும். முதல் சுருணைக்கு ஒரே சட்டம் உள்ள மின் மாற்றிகளில் முதல் மின்னோட்டத்தால், ஆம்பியர் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. உயர்புரைமையும் (permeability) குறைந்த இழப்பும் கொண்ட உலோக உள்ளகங்கள் முதல் சுற்று மின்னோட்டம் 100 ஆம்பியர் வரை குறைவாக இருப்பினும் சிறந்த செயல்பாட்டைக் கொடுக்கும்.

உள்ளகம் (core). உள்ளகத்தின் தடுப்பும், இரும்பு இழப்பும் குறைவாக இருந்தால்தான் கிளர்வு ஆம்பியர் சுற்றுகளைக் குறைக்க முடியும். உள்ளகத்தின் பாய அடர்த்தி (flux density) குறைவாக இருக்க வேண்டும். 1 செ.மீ²க்கு 1000 கோடுகளுக்கு மேல் இருக்கக் கூடாது.

சிலிகான், இரும்பு ஆகிய சில உலோகங்களிலிருந்து தக்க உலோகம் உள்ளகத்திற்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும்.

உள்ளகத்தில் காந்தப் பாதையின் நீளம் குறைவாக இருக்கும். தக்க கட்டுமானமும் காப்புத் தேவைகளும் உள்ளக தடுப்பைக் குறைக்கும் வகையில் அமையும். கூடியவரை இணைப்புகள் தவிர்க்கப்படும். தேவைப்பட்டால் அவற்றின் இணைப்புசீராக அமையும். செவ்வகம், கூடு, வளைய வடிவங்களில் உள்ளகம் தயாரிக்கப்படும்.

சுருணைகள். இரண்டாம் சுற்று ஒழுக்கு எதிர்ப்பைக் குறைப்பதற்காகச் சுருணைகள் நெருக்கமாக அமைக்கப்படும். முதல் சுற்றிற்குச் செம்புத் தகடும், இரண்டாம் சுற்றிற்கு 14 SWG செப்புக் கம்பியும் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும்.

சுற்றில் குறுக்கிணைப்பு ஏற்பட்டால் தோன்றும் விசைகளால் ஏற்படும் சேதத்தைத் தாங்கும் வகையில் சுருணைகளை வடிவமைக்க வேண்டும்.

மின்காப்பு. தாழ்வான மின்னழுத்தங்களுக்குச் சுருணைகள் தனித்தனியாக நாடாக்களால் சுற்றப்பட்டுக் குழைவனம் (varnish) பூசப்படும். 7000 வோல்ட்டிற்கு மேல் அவை எண்ணெயில் மூழ்கியிருக்கும் அல்லது கலவையால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும்.

மின்னோட்ட மாற்றிச் செந்தரம். இம்மாற்றிகளுக்கான செந்தரம் குறிப்பிட்ட முதல் மின்னோட்டங்களுக்கு உள்ளது. அவை 5000-6000 ஆம்பியர் வரை அடங்கும். இரண்டாம் சுற்று மின்னோட்டம் பொதுவாக 5 ஆம்பியர்கள்; சில நேரங்களில் அவை 1 ஆம்பியர் அல்லது 0.5 ஆம்பியராக இருக்கும்.

ஒரு மின்னோட்ட மாற்றியின் சுமை வெளியளிப்பு வோல்ட்களில் குறிப்பிட்ட இரண்டாம் சுற்று மின்னோட்டத்திற்குத் தெரிவிக்கப்படும். 15VA சுமைக்கு மின்னோட்டம் 5 A ஆக இருப்பின் இரண்டாம் சுற்று மின்னழுத்தம் 3 வோல்ட்; இணைக்கப்பட்ட சுமையின் தடை 0.6 ஓம் ஆகும்.

பல்வேறு வகை மின்னோட்ட மாற்றிகளில் செந்தரச் சுமை 1.5, 2.5, 5, 7.5, 15 மற்றும் 30 VA ஆகும். நியம அலைவெண் 50 சுற்று/நொடி ஆகும். மின்னோட்ட மாற்றிகளில் ஒன்பது வகைகள் உள்ளன. A,B,C,D ஆகிய மின்னோட்ட மாற்றிகளில் பலவகை வணிக நோக்கம் மற்றும் குறைந்த செந்தரக் கருவிகளுடன் பயன்படுகின்றன. AL, BL ஆகியவை துல்லிய ஆய்வுக் கூடங்களில் பயன்படுகின்றன. AM, BM, CM ஆகிய மின்மாற்றிகள் தொழிற்சாலை அளவுகளுக்குப் பயன்படுகின்றன.

செந்தரச் சுமைகளுக்கு அனுமதிக்கப்படும் பிழை எல்லைகளும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. AL வகைக்கு 0.15% விகிதப்பிழை மற்றும் 3 நிமிடம் தறுவாய்க் கோணப்பிழை முதல், C வகைக்கு 1% மற்றும் 120 நிமிடம் தறுவாய்க் கோணப்பிழை வரை குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

மின்னோட்ட மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தல். மின்னோட்ட மாற்றியால் விளையும் பிழைகள், இரண்

டாம் சுற்றுச் சுமையின் அளவு, திறன் காரணி மற்றும் அலைவெண்ணை ஒட்டி வேறுபடுகின்றன. ஆகவே இக்கருவியை மின்னோட்ட அளவி மின்திறன் அளவிகளுடன் பயன்படுத்தும்போது அவற்றின் தடை மற்றும் திறன் காரணி, கருவி அளவீடு குறிக்கப்பட்ட சுமையின் தடை மற்றும் திறன் காரணியுடன் வேறுபடும் என்பதைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இதற்குத் தக்கவாறு கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். ஆனால் மின்னோட்ட மாற்றிகளையும் அளவிகளையும் இணைத்து அளவீடு குறிக்கப்பட்டால் சிக்கல் ஏற்படாது.

மின்னோட்ட மாற்றியின் இரண்டாம் சுற்றின் திறப்பு. ஒரு மின்னோட்ட மாற்றியில் முதல் சுருணையின் ஆம்பியர் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை நிலையானது. திறன் மாற்றிகளைப் போன்று இரண்டாம் சுருணை திறந்து விடுமானால் எண்ணிக்கை குறைவதில்லை. ஆகவே முதல் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாயும்போது இரண்டாம் சுற்றின் மின்னோட்டத்தால் முதல் சுற்றில் மாற்று ஆம்பியர் சுற்று உருவாவது நின்றுவிடுவதால் முதல் சுற்றில் மிகுதியான பாய அடர்த்தி (flux density) உருவெடுக்கிறது. அதனால் இரண்டாம் சுற்றில் உயர்ந்த மின்னழுத்தம் தூண்டப்படுகிறது. அதன் காரணமாக மின்காப்பிற்குச் சேதமும் இயக்குவோர்க்குத் தீமையும் நேரக்கூடும். மேலும் உள்ளகத்தில் உருவான உயர் காந்த விசைகள் விட்டுச் செல்லும் எஞ்சிய காந்தத்தின் பயனாக விகித மற்றும் தறுவாய்க் கோணப்பிழைகள் பெரிதும் மாறுபடக்கூடும்.

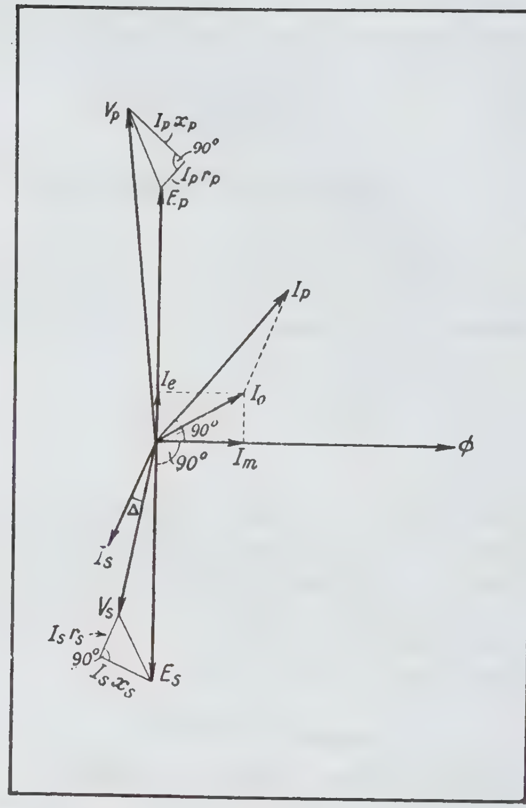
ஆகவே அளவீடுகளுக்குத் தேவைப்படாமலிருப்பினும், முதல் சுருணையில் மின்னோட்டம் பாயும்போது இரண்டாம் சுருணை குறுக்கிணைப்புச் செய்யப்பட வேண்டும். மேலும் இரண்டாம் சுருணையைத் தற்செயலாகத் திறக்க நேரிட்டால் மீண்டும் பயன்படுத்தப்படும் முன்னர் சேர்க்கப்பட்ட காந்த ஆற்றல் வெளியெடுக்கப்படவேண்டும்.

மின்னழுத்த மாற்றிகள். மின்னழுத்த மாற்றிகளால் உருவாகும் பிழைகள் பொதுவாக மின்னோட்ட மாற்றிகளால் உருவாகும் பிழைகளைவிடக் குறைவானவையேயாகும். மின்னழுத்த மாற்றிகளின் கோட்பாடு மின் (திறன்) மாற்றுகளின் கோட்பாடு போன்றதே. இதன் ஒரே வேறுபாடு முன்னதில் இரண்டாம் சுருணை மின்னோட்டம் காந்த மின்னோட்டத்தையே பெரும்பாலும் குறிக்கும். அதன் திசையன் வரைபடம் படம் 5 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ϕ = மின்மாற்றி உள்ளகத்தின் செயல்படு பகுதி.

I_m = பளுவில்லா மின்னோட்டத்தின் காந்தப் பகுதி.

I_e = பளுவில்லா மின்னோட்டத்தின் இரும்பு இழப்புப் பகுதி.



படம் 5. மின்னழுத்த மாற்றியின் திசையன் படம்

E_s = இரண்டாம் சுற்றில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தம்.

I_s = இரண்டாம் சுருணையின் மின்னோட்டம்

I_0 = சுமையில்லா மின்னோட்டம்.

V_s = இரண்டாம் சுருணையின் முனை மின்னழுத்தம்.

I_sR_s = இரண்டாம் சுருணைத் தடை R_3 - இல் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி.

I_sX_s = அதன் எதிர்ப்பில் மின்னழுத்த வீழ்ச்சி

I_p = முதல் சுருணையின் மின்னோட்டம் = I_0 மற்றும் திருப்பிய I_s இன் திசையன் கூட்டுத் தொகை.

E_p = மாற்றத்திற்குக் கிட்டும் முதல் சுருணை அழுத்தத்தின் பகுதி = முதல் சுற்று அழுத்தம் - முதல் சுற்று மறுப்பில் அழுத்த வீழ்ச்சி.

$I_p r_p$ = முதல் சுருணைத் தடையில் அழுத்த வீழ்ச்சி

Δ = இரண்டாம் சுருணை சுமைச் சுற்றின் (அழுத்த அளவி) தறுவாய்க்கோணம்.

அழுத்த அளவிகளின் தடை, எதிர்ப்பைவிட்ப் பொதுவாக மிகுதியாக இருப்பதால் △ குறைவாகவே இருக்கும். படத்தில் அழுத்த வீழ்ச்சித் திசையன்கள் பெரிதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன. இரண்டாம் சுருணையில் தூண்டப்படும் மின்னழுத்தத்திலிருந்து (E_s) அச்சுச்சுருணையில் உருவாகும் அழுத்த வீழ்ச்சியைக் கழிக்க இரண்டாம் சுருணை முனையின் அழுத்தம் V_s கிடைக்கும். முதல் சுருணையில் மாற்றத்திற்காகக் கிடைக்கும் மின்னழுத்தம் அதில் செலுத்தப்படும் அழுத்தம் V_p இலிருந்து அதில் உருவாகும் அழுத்த வீழ்ச்சிகளைக் கழிப்பதால் பெறப்படும்.

விகிதச் சமன்பாடு.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{\text{முதல் சுருணை அழுத்தம்}}{\text{இரண்டாம் சுருணை அழுத்தம்}}$$

இவ்விகிதத்தைப் படம் 5 இலிருந்து பெறக்கூடும். படம் 5 'இல் இரண்டாம் சுருணைத் திசையன்களும், முதல் சுருணையில் அவற்றின் உண்மையான சுற்று விகிதத்தால் பெருக்கப்பட்டுக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

சுற்று விகிதம்

$$= \frac{\text{முதல் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை}}{\text{இரண்டாம் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை}}$$

$$= E_p/E_s$$

படம் 5 இலிருந்து =

$$V_p\cos\theta = V_s n + I_s R_s\, n\cos\triangle + I_s X_s\, n\sin\triangle + I_p r_p \cos\beta + I_p X_p \sin\beta.$$

மின்னழுத்த மாற்றிகளால் உருவாகும் பிழைகள். மின்னோட்ட மாற்றிகள் போன்றே மின்னழுத்த மாற்றிகளும் பிழைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அளவிடும் மின்னழுத்தத்தின் அளவில், தறுவாய்க் கோணத்தில் இந்தப் பிழை வரலாம். மின்னழுத்தத்தை அளக்கும்போது விகிதப் பிழை குறிப்பிடத்தக்கது. மின்திறனை அளக்கும்போது தறுவாய்க் கோணப் பிழை குறிப்பிடத்தக்கது. V_p/V_s எனும் உண்மையான, மின்னழுத்த விகிதத்திற்கும் n எனும் சுற்று எண் விகிதத்திற்கும் உள்ள வேறுபாடு, சுருணைகளின் மறுப்பின் காரணமாகவும், மின்மாற்றியின் கிளர்வு மின்னோட்டத்தின் காரணமாகவும் தோன்றும். தறுவாய்க் கோணப் பிழைகளும் இதே காரணங்களால் தோன்றுகின்றன.

வடிவமைப்புக் காரணிகள். இக்கருவிகளால் உருவாகும் பிழைகளைக் குறைக்க அவற்றின் உள்ளகத்தின் தடுப்பு மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். உள்ளகத்தில் பாய அடர்த்தியும் குறைவாக (பத்தாயிரத்திற்குள்) இருக்க வேண்டும். அப்போது தான் கிளர்வு மின்னோட்டம் குறைவாக இருக்கும். மேலும் முதல் மற்றும், இரண்டாம் சுருணைகளை மின் காப்புத் தேவைகளை நிறைவு செய்யும்படி அருகருகே வைப்பதால் காந்தப் பாய ஒழுக்கு (leakage) தவிர்க்கப்பட்டுச் சுருணைகளின் எதிர்ப்பும் குறையும். சுருணைகளின் தடையும் சிறுஅளவு மதிப்பில் பேணப்பட வேண்டும்.

மின்னோட்ட மாற்றியைவிட மின்னழுத்த மாற்றிகளில் முதல் சுருணைச் சுற்றுகள் மிகுதியாக உள்ளமையால் சுற்றுகளை ஈடு செய்தல் எளிது. Vp/Vs எனும் உண்மை விகிதம், சுற்றுகளின் எண்ணிக்கைகளைச் சீர் செய்வதன் மூலம் n ஐக் குறைத்து, நியம விகிதத்திற்கு மிக அருகில் கொணர இயலும்.

மின்காப்பைப் பொறுத்த வரை 7000 வோல்ட்டிற்கு மேல் காப்பு எண்ணெயில் சுருணைகள் மூழ்கும் அமைப்புக் கையாளப்படும். முதல் சுருணை முனைகளுக்குப் பீங்கான் காப்புகள் பொருத்தப்படும். ஏனெனில் பாதை மின்னழுத்தம் முழுதும் இதில் செலுத்தப்படும். இந்த மின் மாற்றிகளின் சுமை மிகவும் குறைவாக இருக்கும். அழுத்த அளவி அல்லது திறன் அளவியின் அழுத்தச் சுருளே இத்துடன் இணைக்கப்படுகிறது. ஆகவே மின்மாற்றியில் வெப்பம் தோன்றுவதில்லை.

செந்தர விகிதம் மற்றும் ஏற்றுக்கொள்ளப்படும் பிழைகள். BSI செந்தரங்களின்படி மின்னழுத்த மாற்றியின் முதல் சுருணையில் குறிப்பிட்ட மின் அழுத்தம் செலுத்தப்படும்போது இரண்டாம் சுருணையின் மின் அழுத்தம் 110 வோல்ட்டாக இருக்கும். முதல் சுருணை மின்அழுத்தம் 110, 440, 550, 660 வோல்ட் மற்றும் 11 கிலோ வோல்ட்டின் மடங்குகளில் இருக்கும்.

மின் மாற்றியைப் பாதைகளுக்கிடையில் இணைக்கும்போது இந்த மின் அழுத்தம் இருக்கும். மின்பாதைக்கும் நடுமுனைக்கும் (neutral) இடையே இணைக்கும் போது பாதை மின் அழுத்தம் V_3-ஆல் வகுக்கப்பட்டால் செலுத்தும் மின்னழுத்தம் கிடைக்கும்.

மின்னழுத்த மாற்றிகளில் ஆறு வகைச் செந்தரங்கள் உள்ளன. அவை A, B, C, D மற்றும் AL, BL ஆகும். A, B, C வகைகளுக்கு 15 - 200 VA சுமை இருக்கும். D க்குச் செந்தரச் சுமை இல்லை. AL, BL வகைகளுக்கு 10 VA செந்தரச் சுமை உண்டு. 0.5% விகிதப் பிழை மற்றும் 20 நிமிடத் தறுவாய்க் கோணப்பிழை முதல் 2 %, 30 நிமிடத் தறுவாய்க் கோணப்பிழை வரை A, B மற்றும் C-க்கு உண்டு. D க்கு 5% விகிதப்பிழை உண்டு. AL வகைக்கு விகிதப் பிழை 0. 25 % வரை, கோணப்பிழை 10 நிமிடம் வரை ஏற்றுக்கொள்ளப்படும். BL

வகைக்கு 0.5% விகிதப் பிழையும் 20 நிமிடம் கோணப்பிழையும் அனுமதிக்கப்படும்.

கருவியின் மின் மாற்றிகளை நுட்பமாக ஆய்வு செய்து அவற்றின் விகிதம் மற்றும் தறுவாய்க் கோணத்தைத் தக்க கருவிகள் மற்றும் முறைகள் மூலம் அமைக்க வேண்டும்.

- எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கருவி முறைப் பகுப்பாய்வு

வேதிச் சேர்மக் கருவிமுறைப் பகுப்பாய்வில் 1930க்குப் பின்னரே குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. அதன் விரைவான வளர்ச்சி பகுப்பாய்வு வேதியியலில் இன்று வியத்தகு மாறுதலை ஏற்படுத்தியுள்ளது.

கருவிமுறைப் பகுப்பாய்வில் (instrumental analysis) உரிய கருவியைப் பயன்படுத்திப் பகுப்பாய்வில் ஒரு முக்கிய கூற்றை அளக்கலாம் அல்லது பகுப்பாய்வு முழுவதையும் நிகழ்த்தலாம். கருவிமுறைப் பகுப்பாய்வு என்பது தன்னியக்கமாக்கப்பட்ட (automated) வேதி வினைகளிலிருந்து தொடங்க, கொடுக்கப்பட்டுள்ள பொருள் குறிப்பிட்ட வகை ஆற்றலோடு எத்தகைய மாற்றத்தை அடைகிறது என்பதை அளக்கும் வரை அமைகிறது. பின் முறை முன் முறையிலிருந்து வேறுபடும். கருவிமுறைப் பகுப்பாய்வில் இடம் பெறும் கருவிகள் விலை குறைந்த எளிய pH அளவு கருவி முதலாக விலையுயர்ந்த பல நிரலியல் (spectrophotometer) கருவிகள் வரை உள்ளன. பொதுவாக மிகச் சிறந்த கருவியைப் பயன்படுத்தும்போது, பகுப்பாய்விற்கு மிகுந்த கவனம் தேவையில்லை. மாறாகத் தொடக்கத்தில் பகுப்பாய்வு முறையைத் திட்டமிடப் போதிய காலமும் கவனமும் தேவை.

ஆற்றல், (வேதிப்) பொருளைத் தாக்கி ஏற்படுத்தும் விளைவின் அடிப்படையில் எழுந்ததே கருவிப் பகுப்பாய்வு. இவ்விளைவின் அடிப்படையை அறியப் பொருளின் அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். பொருள் என்பது சிக்கலான ஆனால் ஒழுங்காக அமைக்கப்பட்ட, பொருண்மையும் மின் சுமையும் உடைய அணுக்களாலானது. அணு என்பது எலெக்ட்ரான், புரோட்டான், நியூட்ரான் போன்ற சிறு துகள்களால் ஆனது.

அணுக்கள் இணைந்து மூலக்கூறுகளைத் தரும். இவ்விணைப்பில் பங்கு பெறுபவை அணுக்களின் எலெக்ட்ரான்களும் ஆற்றல் நிலையும் ஆகும். ஒரு வேதி வினை நிகழும்போது, எலெக்ட்ரானை இழக்கலாம் அல்லது பெறலாம். அணுக்களிடையே எலெக்ட்ரான்கள் பங்கிடப்படலாம். எனவே மூலக்கூறு, படிகம், திண்மம், நீர்மம், வளிமம் ஆகியவற்றில் உள்ள அணுக்களின் ஒவ்வோர் அமைப்பையும் தனித்த எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலை மூலம் குறிப்பிடலாம். மூலக்கூறுகளின் அமைப்பைப் பொறுத்து ஒரு பொருள் திண்மமாக, நீர்மமாக அல்லது வளிமமாக அமையும். இவ்வமைப்பு எலெக்ட்ரான் ஆற்றல் நிலையை விளக்கும் வகையில் உள்ளது. ஒவ்வொரு பொருளும் அதன் சேர்க்கை வீதத்தைப் பொறுத்து ஒரு குறிப்பிட்ட ஆற்றல் நிலையைப் பெற்றிருக்கும். இதைப் புலப்படுத்த, வெளி ஆற்றல் ஒரு பொருளில் தோற்றுவிக்கும் விளைவு உதவுகிறது.

கருவிமுறைப் பகுப்பாய்வில் பயன்படும் வெளி ஆற்றலைப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தலாம். அவை, மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு (electro magnetic radiation), மின் மற்றும் காந்தப் புலன்கள் (electric and magnetic fields), வேதி ஈர்ப்பு மற்றும் வேதி வினைத்திறன் (chemical affinity and reactivity), வெப்ப ஆற்றல், எந்திர ஆற்றல் ஆகியன. இவ்வகைகள் பொருளோடு வினையுறும் விதத்தில் வேறுபடும். மேலும் இவை தரும் தகவல்களும் வேறுபட்டுக் காணப்படும். இவற்றை அட்டவணைகள் புலப்படுத்தும் (அட்டவணை 1-5).

மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு. ஒளியியல் முறையில் ஒரு பொருள் உட்கவரும் அல்லது உமிழும் மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு அளக்கப்படுகிறது. எந்த அலை நீளத்தில் இக்கதிர்வீச்சு உட்கவரப்படுகிறது அல்லது உமிழப்படுகிறது என்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டு பண்பறி பகுப்பாய்வு செய்யலாம். அவ்வாறே உமிழப்பட்ட அல்லது உட்கவரப்பட்ட கதிரின் அளவு அளவறி பகுப்புக்குப் பயன்படும்.

பகுப்புக்குத் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுப் பகுதியின் சராசரி ஆற்றலைப் பொறுத்து ஒளியியல் முறைகளைப் பல வகையாகப் பிரிக்கலாம். மின்காந்தக் கதிர்வீச்சின் பகுதிகளான ரேடியோ, அகச்சிவப்பு, புறஊதா, கண்ணுறு மற்றும் எக்ஸ் கதிர்கள், வேதிப் பகுப்புக்கு ஏற்றவை (அட்டவணை 1,2).

வேதி வினைத்திறன். வேதி வினைகள் உட்புறத் தகுதி பெற்றுள்ளன. வினையின் குறிப்பிடத்தக்க தனித்தன்மையின் அடிப்படையில் நீர்மம், கூழ்மம் (slurry) ஆகியவற்றின் சேர்க்கை வீதத்தைக் கண்டறியலாம்.

மின் அல்லது காந்தப்புலன் பொருள்களில் தானே நிலவும் அல்லது கொடுக்கப்பட்ட மின் அல்லது காந்தப் பண்பின் வேறுபாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு பொருள்களின் சேர்க்கை வீதத்தைக் கண்டறிய இது ஒரு மிகச் சிறந்த முறையாகும். பொருளை உரிய மின் அல்லது காந்தச்சுற்றில் தகுந்தபடி இணைத்து, அதில் தோன்றும் தனித்

அட்டவணை 1

உட்கவர் கதிர்வீச்சின் அடிப்படையில் எழும் பகுப்பாய்வு முறைகள்

பகுப்பாய்வு முறை	உட்கவரப்பட்ட கதிர்வீச்சின் வகை	கதிர்வீச்சை உட்கவரும் இனங்கள் (species absorbing radiation)	உட்கவர்தலின் விளைவு	பயன்கள்
எக்ஸ் கதிர் உட்கவர் நிரலியல் (X-ray absorption spectroscopy)	எக்ஸ் கதிர்கள்	திண்ம அல்லது நீர்மத்தில் உள்ள அணுக்கள்	உட்சுற்றில் அமைந்த ஆர்பிட்டாலில் இருந்து எலெக்ட்ரான் வெளியேற்றம்	லேசான அணிக்கோவையில் கன அணுக்களைக் கண்டு பிடிக்கவும், உலோகப் படலங்களின் தடிப்பை அளக்கவும் பயன்படுகிறது.
அணு உட்கவர் நிரலியல் (atomic absorption spectroscopy)	புற ஊதா அல்லது கண்ணுறு (ultra violet or visible) கதிர்வீச்சு	காற்றுக் கரைசலைச் (aerosol) சுடர் வழியே செலுத்தி அணுக்களை வளிம நிலைக்குக் கொணர்தல்.	வெளி ஆர்பிட்டாலில் உள்ள எலெக்ட்ரான் அணுக்கள் உயர் ஆற்றல் நிலைக்கு உயர்த்தப்படுதல்.	நுண்ணளவில் உள்ள சில உலோகங்களைக் கண்டு பிடிக்கப் பயன்படுகிறது.
புற ஊதாக் கதிர் நிரலியல் (ultra violet spectroscopy)	புற ஊதாக் கதிர்கள்	கரைசல் நீர்மத்தில் உள்ள மூலக்கூறுகள்	மூலக்கூறு ஆர்பிட்டாலில் உள்ள எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்ப் பிணைப்பு ஆர்பிட்டாலுக்கு (antibonding orbital) உயர்த்தப்படுதல்	வண்ணமூலம் (chromophore) மற்றும் கரிமச் சேர்மங்களை அறியப் பயன்படுகிறது.
வண்ண அளவியல் (colorimetry)	புலப்படும் ஒளி	நிறக் கரைசல்கள்	எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்ப் பிணைப்பு ஆர்பிட்டாலுக்கு உயர்த்தப்படும் அல்லது ஆற்றல் உடைய ஆர்பிட்டாலுக்கு உயர்த்தப்படும்.	நுண்ணளவில் உள்ள உலோகங்களைக் கண்டறியப் பயன்படுகிறது.
அகச்சிவப்பு நிறமாலையியல்	அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்	மூலக்கூறு நிலையில் உள்ள பொருளைக் கொண்ட கரைசல், மெல்லிய படலம் அல்லது அழுக்கப் பட்ட வில்லை.	அணுத்தொகுதிகளின் அதிர்வு வீச்சு (amplitude) உயர்கிறது.	கரிமச் சேர்மங்கள் அவற்றின் வினைத் தொகுதிகள் மற்றும் அமைப்பை அறியப் பயன்படுகிறது.

அட்டவணை 2

உமிழ் ஒளி அடிப்படையில் அமைந்த பகுப்பாய்வு முறைகள்

முறையின் பெயர்	கிளர்வு வழி (mode of excitation)	உமிழ் ஒளி வகை	சிதறுதல் (dispersion) மற்றும் அளக்கும் முறை	சிறப்பியல்பு	பயன்கள்
அணு ஒளிர்தல் (atomic fluorescence)	விருப்பப்பட்ட தனிமங்கள் தரும் சிறப்பான புறஊதாக் கண்ணுறு ஒளி உமிழ்தல்	கிளர்வூட்டப்பட்ட அணுக்களிலிருந்து வரும் uv கண்ணுறு ஒளி.	ஒளி மின் அளவியால் (photoelectric detector) ஒளியின் செறிவு அளக்கப்படுகிறது	மிகவும் உணர்வு நுட்பம் (sensitivity) (தேர்திறன் (.electivity) பெற்றது. கிளர்வூட்டச் சுடரும், வளிமநிலை அணுக்களும் தேவை.	பி.பி.எம்-க்கும் (ppm) குறைந்த செறிவுள்ள உலோக அயனிகளின் செறிவை அறியப் பயன்படுகிறது.
சுடர் ஒளி அளவியல் (flame photometry)	எரி வளிம-ஆக்சிஜன் தரும் உயர் வெப்ப நிலைச் சுடர்	ஆய்வுச் சேர்மங்கள் வெளிப்படுத்தும் சிறப்பியல்புடைய புறஊதா மற்றும் பயனாகும் கதிர் வீச்சுகள்	ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமம், தனிமம் உமிழும் சிறப்பியல் புடைய ஒளி, ஒருநிற ஒளி பிரிப்பான் (monochromator) வழியே செலுத்திப் பிரிக்கப்படுகிறது. இதன் செறிவை ஒளி மின் அளவி அளவிடும்.	ஆய்வுச் சேர்மக் கரைசல் காற்றுக் கரைசலாக மாற்றிச் சுடருக்குள் செலுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலான உலோகங் கங்களின் உமிழ்வு வலிவற்றது.	குறிப்பாகக் கார மற்றும் கார மண் உலோகங்களின் தரம் அறிவதற்குப் பயன்படுகிறது.
ஒளிர் அளவியல் (flourimetry)	புறஊதாக் கதிர்கள்	கிளர்வூட்டப்பட்ட மூலக்கூறுகளின் புலப்படும் ஒளி (visible light)	கிளர்வூட்டும் ஒளி கற்றைக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட ஒளி மின் உணர்தக்க கருவியால் ஒளிச்செறிவு அளக்கப்படுகிறது. விலகும் ஒளியை (stray light) வடிப்பான் (filter) தடுக்கும்.	நுட்பமான (sensitive) இம்முறையில் உலோக அயனிகளின் செறிவைக் காண, சிறப்பு வினைப்பொருள்கள் தேவை.	கரிமச் சேர்மங்களின் சில தேர்ந்த அளவறி பகுப்பிலும், உலோகப் பகுப்பிலும் பயனாகிறது.
எக்ஸ்கதிர் உமிழ் நிரலியல்	ஆற்றல் மிக்க கதிர்கள்	ஆய்வுப் பொருளில் உள்ள அணுக்களின் சிறப்பான கதிர்கள்	துணை X-கதிர்களின் கற்றை (secondary X-ray beam) படிகம் வழியே செலுத்திப் பிரிக்கப்பட்டுத் தனித் தனிக் கதிர்களின் செறிவு உணர் கருவியால் அளக்கப்படுகிறது.	X-கதிர் வெளியீட்டு நிறமாலை (X-ray emission spectrum) எளியது. இதைக் கொண்டு பண்பறி, அளவறி பகுப்பாய்வுகள் நிகழ்த்தலாம்.	கலப்பு உலோகம், கனிமம் போன்றவற்றில் உள்ள பெரும்பான்மை மற்றும் சிறுபான்மைப் பொருள்களைக் கண்டு பிடிக்கப்பயன்படுகிறது.

அட்டவணை 3

மின் பகுப்பாய்வு முறைகள்

அளக்கும் முறையின் பகுப்பு	அளக்கும் விதம்	மதிப்பிடும் முறை	முறையின் அடிப்படை	குறிப்பு	பயன்கள்
மின்முறை எடையறிபகுப்பு (electro gravimetry)	மின்முறையில் படியும் உலோகத்தின் எடையை நுட்பமாக மதிப்பிட வேண்டும்.	உரிய மின் அழுத்தம் கொடுத்துத் தொடர்ச்சியாக மின்னாற் பகுப்பு நிகழ்த்த வேண்டும். மின்கலத்தில் உள்ள ஒரு பொருள் முழுமையாகப் படியும்படி உயர் அளவு மின்னோட்டம் செலுத்த வேண்டும்.	எதிர்மின்முனையில் உலோக அயனிகள் ஒடுக்கம் அடைந்து உலோகப் படலத்தைத் தரும். $M^{n+} + ne \rightleftharpoons M$	மின்பகுளிக் கரைசலில் ஒடுக்கம் அடையவல்ல பல பொருள்கள் இருப்பின் உலோகப்படிவின் தூய்மை குறையும். இதே விளைவை உயர்த்த மின் அழுத்தம் ஏற்படுத்தும்.	சில தனிமங்களில் அளவறி மதிப்பீட்டுக்கு இது உதவும் மேலும் குறுக்கீடு செய்யும் அயனிகளைக் கரைசலிலிருந்து நீக்கவும் உதவும்.
கூலூம் முறை பகுப்பு	அளவறி ஒடுக்கம் நிகழத் தேவையான மின்னோட்டத்தின் அளவு மதிப்பிடப்படுகிறது	மாறா மின் அழுத்த முறையில் அளிக்கப்படும் அழுத்தம் மாறாமல் வைக்கப்பட்டு மின்னோட்டம் சுழியாகும் வரை மின்னாற்பகுப்புச் செய்யப்படுகிறது.	கரைசலிலிருந்து ஒரு கிராம் சமான எடையுள்ள ஒரு பொருளை ஒடுக்கம் செய்ய ஒரு ஃபாரடே (96487 கூலூம்கள்) தேவை. எனவே கரைசலின் ஓர் இனம் மட்டும் இருக்கும்போது அந்தப் பொருளின் எடையும் அதைப் படியச் செய்யத் தேவையான மின்னூட்டத்தின் அளவும் நேர் விகிதத்தில் அமையும்.	தாழ்ந்த செறிவில் உள்ள சேர்மங்களை மதிப்பிட நுட்பமான முறை. இந்த முறை தரம் பார்த்தல், அளவறி முறை ஆகியவற்றை விடச் சிறந்ததாகும்.	எளிதில் கையாள முடியாத வினைப் பொருள்கள் உடைய வினைகளுக்கும் இது சிறந்தது. (Cl_2 உருகிய உப்புகள்)
மின்முனைவாக்கும் பதிவு முறை (polarography)	மின்னாற்பகுப்புக் கலனில் படிப்படியாக உயர்த்தி அளிக்கப்படும் மின் அழுத்தமும் அவை ஏற்படுத்தும் மின்னோட்டமும் பதிவாக்கப்படுகின்றன.	சிறிதளவு மின்வினைப் பொருள் உடைய செயலறு மின்பகுளிக் கரைசலில் அமிழ்த்து வைக்கப்பட்ட நுண் மின் முனையில் (micro electrode) அளிக்கும் மின் அழுத்தத்தைச் சீராக உயர்த்தி, அது விளைவிக்கும் விரவல் மின்னோட்டத்தை (diffusion current) அளிக்க வேண்டும்.	கலக்காத நிலையில் மிகையளவு செயலறு மின்பகுளியில் தோன்றும் மின்னோட்டம் அக்கரைசலில் உள்ள மின்வினைத் திறனை உடைய பொருள் நுண் மின்முனை நோக்கி நிகழும் விரவலைக் கட்டுப்படுத்தும். நன்கு கட்டுப்படுத்தப்பட்ட நிலையில் விரவல் வேகமும், மின்வினைத்திறனுடைய பொருளின் செறிவும் நேர்விகிதத்தில் அமையும்	கரைசலின் வேதிச் சேர்க்கை விதத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் முறையின் தேர்வுத்திறனை (selectivity) உயர்த்தலாம். மேலும் ஒரே பகுப்பில் கரைசலில் உள்ள பல பொருள்களை மதிப்பிடலாம்.	எலெக்ட்ரான் மாற்று நிகழும் வினைகளுக்குப் பொருந்தும். 10^{-3} முதல் 10^{-4}m வரை செறிவுள்ள பொருள்களை மதிப்பிடலாம்.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
மின்னோட்டத்தரம் பார்த்தல் (amperometry)	மின்முனைவாக்கும் பதிவு முறையில் ஏற்படும் விரவல் மின்னோட்டத்தை முறிபொருளின் (titrant) பருமனுக்கு எதிராக வரைய வேண்டும்.	முறிபொருளைக் கரைசலில் சேர்க்கும்போது, மின்வினைப் பொருளின் செறிவு வேறுபடும். உரிய அளவு மின் அழுத்தத்தை நிலையாகக்கொடுக்க வேண்டும்.	ஒடுக்கமடையும் இனத்தின் செறிவு மாறுவதால் விரவல் மின்னோட்டம் மாறும். முறிவு நிலையில் குறிப்பிடத்தகும் சரிவு (gra-dict) தோன்றும்.	உரிய மின் அழுத்தம் உரிய முறிபொருள் முதலியவற்றைத் தேர்ந்தெடுத்து முறையின் தேர்வு திறனைக் கூட்டலாம்	10^{-3}m செறிவுள்ள கரைசலைப் பிற பொருள்கள் உடனிருக்கத் தரம் காணலாம்.
மின் அழுத்த முறித்தல் (potentiometric titration)	முறிபொருளின் பருமனுக்கு ஏற்ப மாறுபடும் காட்டி மின் முறையின் முனையின் (indicator electrode) அழுத்தத்தைப் பதிவாக்க வேண்டும்.	கரைசலில் உள்ள இனத்தை உரிய வினைப்பொருளோடு தரம் பார்க்க வேண்டும். பருமன் - மின் அழுத்த வரைபடத்திலிருந்து சமான்படு நிலையை அறியலாம்.	குறிப்பிட்ட மின் முனையின் அழுத்தம்; கரைசலில் உள்ள சில இனங்களின் செறிவுக்கேற்ப மாறும்.	புலப்படும் குறிப்பான்கள் தேவை இல்லை நுட்பமான முறை.	பலவகைத்தரம் பார்த்தல் முறைகளுக்கு இது பொருந்தும்.
மின் கடத்துதிற முறித்தல் (conductometric titration)	கரைசலின் மின் கடத்துந் திறனை முறிபொருளின் பருமனுக்கெதிராக வரைய வேண்டும்.	சமான்படு நிலையைக் கடத்துந்திறன்வரைவிலிருந்து அறியலாம்.	கரைசலின் கடத்துந் திறன், அதன் அயனிகள் எண்ணிக்கையையும் தன்மையையும் பொறுத்திருக்கும்	செறிவு குறையக் குறைய இம் முறையின் நுட்பம் மற்றும் துல்லியம் இரண்டும் மிகுதியாகும்.	மிக நீர்த்த கரைசல்களை முறிப்பதற்குப் பயன்படும்.

அட்டவணை 4. வெப்ப முறைகள்

முறையின் பெயர்	மதிப்பிடும் பண்பு	பொது முறை	முறையின் சிறப்பியல்பு	பொதுக்குறிப்பு
வெப்ப எடையறி பகுப்பு (thermogravimetric analysis)	வெப்பத்தால் தூண்டப்பட்ட வேதிச் சிதைவு.	ஆய்வுப் பொருளின் வெப்ப நிலையைத் தொடர்ச்சியாக உயர்த்தி, அதன் எடையைத் தொடர்ச்சியாக மதிப்பிட வேண்டும்	வேதிப் பொருளின் அல்லது கூட்டுப் பொருளின் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையை உணர்த்துகிறது.	எடை மாற்றத்தைப் பயன்படுத்தி அளவுறி பகுப்பாய்வு நிகழ்த்தலாம்
பகுதன்மை வெப்பப் பகுப்பு (differential thermal analysis)	வெப்பம், வேதி மற்றும் இயற்பியல் மாற்றங்களைத் தூண்டுகிறது.	நீண்டநேரம் வெப்ப மேற்றும் சுற்றில் ஆய்வுச் சேர்மத்தின் வெப்ப நிலை, செயலுறு சேர் மத்தின் வெப்பநிலையோடு ஒப்பிடப்படுகிறது	கூட்டுப் பொருளின் வெப்ப நிலைப்புத் தன்மையைக் குறிக்கும்.	களிமண் களிமங்கள், பீங்கான் போன்ற திண்மப் பொருள்களின் சிறப்பியல்புகளை அறியலாம்.
வெப்பப் பகுப்பு (thermal analysis)	உருகுநிலைகள்	ஆய்வுச் சேர்மத்தின் உருகுநிலை வளைவு தூய்மையான சேர்மத்தின் வளைவோடு ஒப்பிடப்படுகிறது.	உருகுநிலை இறக்கம், மாசுகளின் மோல் பின்னம் ஆகியன நேர் விகிதத்தில்	ஆய்வுச் சேர்மங்களின் தூய்மையை உறுதி செய்ய உதவும்.

அட்டவணை 5 காந்தப் புல விளைவுகள்

முறையின் பெயர்	பங்கேற்கும் இனம்	முறை	பொது அடிப்படை	பொதுக் குறிப்பு
காந்தப்பற்று (magnetic susceptibility)	இணைபங்கிடப்படா (unpaired) ஆர்பிட்டால் எலெக்ட்ரான்கள்.	நன்கு தூளாக்கப்பட்ட பொருளின் எடையை வலிவான காந்தப் புலனுக்கு உள்ளே மற்றும் வெளியே மதிப்பிட வேண்டும்.	பங்கிடப்படா எலெக்ட்ரான்கள் காந்தப்புலனால் கவரப் படுகின்றன. எனவே அவற்றின் எடை கூடுகிறது.	பொருள்களில் உள்ள அணுக்களின் எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி அமைப்பை (electron spin arrangements) அறிய உதவும்.
எலெக்ட்ரான் தற்சுழற்சி உடனிசைவு நிரலியல்	பங்கிடப்படா ஆர்பிட்டால் எலெக்ட்ரான்கள்	மாறும் காந்தப்புலனில் ஆய்வுப் பொருளின் மேல் நிலைத்த அதிர்வெண் உடைய நுண் கதிரைப் (microwave) பாய்ச்ச வேண்டும்.	அதிர்வெண் மற்றும் காந்தப் புலன் இரண்டும் ஒருமித்துத் தரும் ஆற்றல் தானே சுழலும் எலெக்ட்ரான்களின் இருப்பு வசத்தை (orientation) மாற்ற வகை செய்யும்போது சில நுண் அலைக் குறிப்புகள் (signals) உட்கவரப்படுகின்றன.	அணுக்கருவின் காந்த விளைவுகளால் உட்கவரப் பட்ட குறியீடு பிரிக்கப் பட்டு, இம்முறையில் கண்டறியப்படும் தனி எலெக்ட்ரான்களின் தன்மையை அறிந்து கொள்ளலாம்.
அணுக்கருக் காந்த உடனிசை நிரலியல் (nuclear magnetic resonance spectroscopy	^{1}H, ^{19}F, ^{11}B, ^{31}P போன்ற அணுக் கருக்கள்	செறிவு மிக்க காந்தப் புலனில் வைக்கப்பட்ட பொருளின் மேல் செங்குத்தாக ரேடியோ அதிர்வெண் அலைகளைத் தாக்கச் செய்ய வேண்டும். இதிலிருந்து தோன்றும் குறிப்புகளின் ஆழத்தைக் காந்தப் புலச் செறிவுக்கேற்ப வரைய வேண்டும்.	ரேடியோ அதிர்வெண், காந்தப் புலன் இரண்டும் இணைந்து தரும் ஆற்றல் எப்போது அணுக்கரு தன் இருப்பு வசத்தை மாற்ற வகை செய்யுமோ அப்போது சில குறியீடுகள் உட்கவரப்படுகின்றன.	புரோட்டான்களைப் பற்றி அறியப் பெருமளவுக்குப் பயனாகிறது. வெளிப்படும் குறிப்பிட்ட குறியீட்டை அருகில் உள்ள அணுக்கருக்கள் பிரிக்கலாம். எனவே அணுக்களின் புற வெளி அமைப்புத் தொடர்பை அறிய உதவுகிறது. மேலும் அவற்றைச் சுற்றி அமைந்துள்ள அணுக்களின் தன்மையை வெளிப் படுத்தும்.
பொருண்மை நிரல் ஆய்வு (mass spectrometry)	வளிம நிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து பெறப்படும் அயனிகளும், அயனித் துகள்களும் (ionic fragments).	மிகத்தாழ்ந்த அழுத்தத்தில் உள்ள ஆவியை, ஆற்றல்மிக்க எலெக்ட்ரான் கீற்றுத் தாக்கும். இதில் விளையும் அயனிகளை உயர் மின அழுத்தம் அளித்து, செறிவுமிக்க காந்தப் புலன் வழியே முடுக்க வேண்டும்.	முடுக்கவல்ல மின்னழுத்தத்தின் அளவை மாற்றி அல்லது மின்புலத்தின் செறிவை மாற்றி வேறுபட்ட m/e மதிப்புடைய அயனிகளை உணர்த்தும் கருவியின் மேல விழச் செய்யலாம். இதில் கிடைக்கும் நிறமாலை, துகள்களின் பொருண்மை மற்றும் செறிவு ஆகியவற்றை வெளிப்படுத்தும்.	ஒரு மூலக்கூறைக் கண்டறிய, அமைப்பை உறுதி செய்ய இம்முறை உறுதுணையாகிறது. மூலக்கூறு எடையை மதிப்பிட மிகச் சிறந்த முறையாகும். அளவறி ஆய்வுக்கு இது ஏற்றது.

தன்மையைப் பிரித்து அளக்க வேண்டும். இதை ஒட்டிய பல்வேறு முறைகள் அட்டவணை 3,4,5 இல் தரப்பட்டுள்ளன.

வெப்ப அல்லது எந்திர ஆற்றல். மொத்த ஆற்றல் பொருளோடு வினைப்படும் தன்மையில் பிற முறைகளிலிருந்து இது வேறுபட்டுள்ளது. சில மூலக்கூறுகள் அதிர்வு, சுழற்சி,முறுக்கம் (twist) ஆகியவற்றால் பெருமளவில் கிளர்வுற்று வெப்பமேற்றப்பட்ட பொருள்களிலிருந்து பெருமளவு வெப்பத்தைப்பிற வளிம மூலக்கூறுகளை விடக் கடத்தும். எனவே ஒரு வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளில் தோன்றும் குளிர் விளைவின் அடிப்படையில் கலவையில் உள்ள குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுகளின் அளவை அறியலாம். இந்த அடிப்படையில் அமைந்த, பெரும்பாலும் பயன்பாட்டில் உள்ள வெப்பக்கடத்து ஆய்வுக்கருவியால் (thermal conductivity analyser) ஒரு தனி மூலக்கூறைக் கண்டுபிடிக்க இயலாது. மாறாக உயர் வெப்பக் கடத்துந்திறன் உடைய ஹைட்ரஜன் வளிமம் குறைந்த வெப்பக் கடத்தல் திறனுடைய நைட்ரஜன் வளிமத்தோடு கலந்திருக்கும்போது இதைப் பிரித்தறிய இம்முறை ஏற்றது.

எந்திர ஆற்றலின் அடிப்படையில் அமைந்த பாகு நிலை (viscosity) மதிப்பீடு, அடர்த்தி மதிப்பீடு போன்றவற்றில் முழுமையான ஆற்றல் பொருளோடு வினையுறுகிறது. இம்மதிப்பீடுகளின்போது எந்த அளவுக்கு மூலக்கூறிடை ஈர்ப்பைச் சரி செய்ய வேண்டும் என்பது தெரிகிறது.

வேதிப் பகுப்பாய்வில் பிரித்தல் முறையும் (separation method) சிறப்பான பகுப்பாய்வு முறையாகும். இம்முறைகளை வேதிப்பகுப்பாய்வுக்கு முன்னரோ பகுப்பாய்வின்போதோ நிகழ்த்தலாம். பொதுவான பிரித்தல் முறையில் வாலை வடித்தல், வடிகட்டல், தேர்ந்த வீழ்படிவாக்கம் (selective precipitation), சவ்வூடு பரவுதல் போன்றவை அடங்கும். கருவிமுறைப் பிரித்தலில நிறச்சாரல் பிரிகை (chromatographic separation) முதலிடம் பெற்றுள்ளது.

அட்டவணை-6. நிறச்சாரல் பிரிகை வகை

நிறச்சாரல் பிரிகை முறை	நகரும் நிலை	நகரா நிலை
வளிமம்-நீர்மம்	வளிமம்	நீர்மம்
வளிமம்-திண்மம்	வளிமம்	திண்மம்
நீர்மம்-நீர்மம்	நீர்மம்	நீர்மம்
நீர்மம்-திண்மம்	நீர்மம்	திண்மம்
மென் அடுக்கு	நீர்மம்	கண்ணாடித்தகட்டில் அமைந்த திண்மப் படலம்
தாள்	நீர்மம்	தாள் (நீர்மம்)
களிஊடுருவல்	நீர்மம்	களி

பல உட்கூறுகள் கலந்த கலவையை, நகரா நிலையில் (stationary phase) உள்ள பரப்பு ஈர்ப்புள்ள பொருள் வழியே செலுத்தும்போது, உட்கூறுகள் இதன்மேல் வெவ்வேறு அளவுகளில் ஒட்டிக் கொள்வதன் அடிப்படையில் எழுந்ததே நிறச்சாரல் பிரிகை முறையாகும். நகரும் நிலைப் பொருள் (mobile phase) ஒன்று இதற்குத் தேவை. இம்முறையில் எந்த ஒரு நேரத்திலும் உட்கூறு மிகுதியாக ஒட்டிக் கொள்ளும்போது அதை வெளியே அகற்ற மிகையளவு நகரும் பொருள் தேவைப்படுகிறது. நிறச்சாரல் பிரிகையை நகரும், நகராப் பொருள்களின் இயல்பியல் நிலைக்கேற்ப அட்டவணை 6இல் குறிப்பிட்டவாறு பிரிக்கலாம்.

- ந. அய்யாசாமி

கருவியல்

பெரும்பாலான உயிரிகளில் பால்வழி இனப்பெருக்கம் நிகழ்கிறது. விந்தணு சினையணுவுடன் கலந்து கருமுட்டை தோன்றியபின் அது வளர்ந்து முதிர்நிலையடையும்வரையில் நிகழும் மாற்றங்களை விளக்குவது கருவியல் ஆகும். ஓர் உயிரி தோன்றுவதற்குக் காரணமான விந்தணுவும் சினையணுவும் தோற்றத்திலும் அளவிலும் பெரிதும் வேறுபட்டவை. விந்தணு மிகமிகச் சிறியதாகவும் உடற்பகுதியில் நியூக்ளியஸையும் வால்பகுதியில் சைட்பிளாசத்தையும் கொண்டது. விந்தணுவைவிடப் பலநூறு மடங்கு பெரியதாக இருக்கும் சினையணுவில் பெரும்பகுதி கரு உணவாகும். எனினும் இரண்டிலும் உள்ள நியூக்ளியஸ்கள்தான் கருவின் இயல்புகளைத் தீர்மானிக்கின்றன. இது தாவரங்களுக்கும் பொருந்தும்.

கரு உண்டானதும் ஒரு செல் உடையதாக உள்ளது. அதில் நடுவில் நியூக்ளியசும் அதைச்சுற்றி ஊட்டச்சத்துகள் நிறைந்த சைட்டோப்பிளாசமும் உள்ளன. இதிலிருந்து ஊட்டத்தைப் பெற்றுக் கரு வளர்கிறது. இருபால்களிலும் இனச்செல்களின் உற்பத்தியில், முதற்படியாகச் செல்கள் மறைமுகப் (mitosis) பகுப்பாகின்றன. இந்த முறையில் பெருகுதல் நின்றவுடன் செல்கள் தாய் விந்துச்செல் என்றும், தாய் அண்டச்செல் என்றும் குன்றல்பிரிவின் மூலமாக முதிர்ந்து பிரிய, விந்தணுவும் அண்டமும் உண்டாகின்றன. இவற்றில் ஒற்றைப்படைக் குரோமோசோம்கள் உள்ளன.

இரண்டாம் நிலையில் விந்தணுவும் அண்டமும் இணைந்து, அவற்றின் உட்கருக்கள் இரட்டைப் படை குரோமோசோம் எண்ணிக்கையை மீண்டும் கொண்டு வருகின்றன. இந்நிகழ்ச்சியையே கருவுறுதல் என்பர்.

மூன்றாம் நிலையில் வளர்ச்சியில் பிளவிப்பெருகல் நடைபெறுவது, கருவுற்ற அண்டத்தின் பிரிவாகும். இப்பிரிவால் பல கருக்கோளச் செல்கள் உண்டான போதும், கருவின் அளவில் எவ்வகை மாறுதலும் உண்டாவதில்லை. இப்பிளவிப் பெருகலால் கருக் கோளம் (blastula) உண்டாகிறது. இதற்குக் கருக் கோளச் செல் அடுக்கும், கருக்கோளக் குழியும் (blastocoel) உள்ளன.

அடுத்த நிலை வளர்ச்சியே இருபடைக்கருக் கோளம் (gastrula) ஆகும். இந்நிலையில் ஓர் அடுக்குக் கருக்கோளம் பல்செல் அடுக்குகளான மூல இனச்செல் அடுக்குகளை உருவாக்குகிறது. இவ்வாறு உருவான கருவிற்கு இருபடைக்கோளம் என்று பெயர்.

ஐந்தாம் நிலையில் உறுப்பு உற்பத்தி உண்டா கிறது. மூன்று மூல இனச்செல் அடுக்குகளின் செல் களும் சிறுசிறு செல் குழுக்களாகப் பிரிந்து, ஒவ் வொரு குழுவும் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பையோ அந்த உயிரினத்தின் ஒரு பகுதியையோ உற்பத்தி செய்யும்.

ஆறாம் நிலையில் வளர்ச்சிப் பருவமும் திசு வேறுபாடும் ஏற்படுகின்றன. உறுப்புகளின் மூல உருவம் ஏற்பட்டவுடன், அவை வளர்ச்சிபெற்று, உருப்பெற்று, பெற்றோர்களின் அளவை அடை கின்றன.

ஏழாம் நிலையில் இளவுயிரி (larva) பருவத்திற்குப் பிறகும் முதிர்ந்த உயிரியாக வளர்ந்த பிறகும் வடிவ வேறுபாடுகளைப் பெறும்.

தாவரங்களில் மகரந்தத் துகள்கள் குன்றல் பிரிவின் மூலமாகவும், மறைமுகப் பிரிவின் மூலமாக வும் மைக்ராஸ்போர் தாய்ச் செல்லிருந்து உண்டா கின்றன. இந்த மகரந்தத் துகள்களிலிருந்து ஆண் இனப்பெருக்கச் செல் விந்தணு (spermatocyst) உண்டாகிறது. இதே போன்று பெண் பாலில் மெகாஸ்போர் (megaspore) தாய்ச் செல்லிலிருந்து, நான்கு செல்கள் உருவானபோதும், ஒன்று மட்டும் உயிருடனிருக்கும். அது வளர்ந்து பெண் இனச்செல் உண்டாகிறது.

பாலினப்பெருக்கத்தின்போது ஆண் இனப் பெருக்கச் செல்லும் பெண் இனப்பெருக்கச் செல்லும் ஒன்றாக இணைந்து கருமுட்டை (zygote) உண்டா கிறது. கருமுட்டைக்கு ஒரு வளர்வடங்கிய (growth period) காலம் உண்டு. இது தாவரங்களுக்கேற்ப வேறுபடும்

பெரும்பாலான பூக்கும் தாவரங்களில் கரு முட்டையின் முதற்பகுப்பு குறுக்குப் பகுப்பாகும். இதன் மூலம் கருவில் இரு செல்நிலை ஏற்படுகிறது. இருசெல் நிலையிலிருந்து வளர்ச்சியடைந்து வித்திலை கள் தோன்றும்வரை கரு முன்கரு எனப்படும். முதிர்ச்சியடைந்த கருவில் வித்திலைகளின் அடிப் பகுதிகளுக்கு இடையே முளைக்குருத்துக் காணப் படுகிறது. இறுதியாக வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு முளை வேர் அச்சு உண்டாகும். ஒருவித்திலைத் தாவரங்களி லும் இரு வித்திலைத் தாவரங்களிலும் உள்ள கருவளர் முறை 8 செல் நிலைக்குப் பிறகு வேறுபடு கிறது.

- கா. காசிநாதன்

கருவியல் ஆய்வுமுறை

உயிரிகளின் கருவளர்ச்சி முறையை விளக்குவது கரு வியல் ஆகும். பெரும்பாலானவற்றில் நிகழும் பாலி னப் பெருக்கத்தில் விந்தணு சினையணுவுடன் கலந்து கருமுட்டையாகி வளர்ச்சியைத் தொடங்குகிறது. கருவுறல் நடைபெற்றவுடன் செல்லில் இயக்கங்களும் மாற்றங்களும் ஏற்படுகின்றன. ஒரு செல்லில் தொடங்கிய உயிரி விரைவில் பிளவி முறையில் பல்கிப் பெருகி பலசெல் நிலையையடைகிறது. பெரு கும் செல்கள் தம் அமைப்பிலும் இருக்கும் இடத் திலும் உள்ள வேறுபாடுகளால் கருவில் உறுப்புகள் தோன்றுகின்றன. இவற்றிற்கு உறுப்பாகு பகுதிகள் (organ forming areas) எனப்பெயர்.

ஆய்வு முறைக் கருவியலில் இரண்டு முறை களுண்டு. அவை, கருவளர்ச்சியின்போது ஏற்படும் மாற்றங்களையும் உறுப்புகள் தோன்றும் முறைகளை யும் விளக்குவது, அதற்கான காரணங்களை ஆய்ந்து சொல்வது ஆகியவை. ஒரு செல்லாகத் தொடங்கும் கரு பல செல்களாக ஆவது; பல செல்களில் ஒரு வகை சிறியதாகவும் மற்றொரு வகை பெரியதாகவும் உருவெடுப்பது, கருவில் தலைப் பகுதி ஒரு முனை யிலும், வால்பகுதி மற்றொரு முனையிலும் உண்டா வது; இந்நிர்ணயம் செல் பகுபடுவதற்கு முன்பா? பின்பா? எனக் காண்பது, உறுப்புகளில் கை, கால், கண், மூக்கு, மூளை போன்றவை எந்தச் செல்களி லிருந்து உண்டாக வேண்டும் என்பதை நிர்ணயிப்பது என்பனவற்றை ஆய்ந்து, பலவகை ஆய்வுகளைக் கையாண்டு அறுதியாகக் கூறுவது ஆய்வு முறைக் கருவியல் ஆகும்.

கால் உண்டாகும் செல்களைத் தலை உண்டா கும் செல்களின் அருகில் வைத்தால் தலை உண் டாகுமா? கால் உண்டாகுமா? என்று ஆராயவும், சில உறுப்புகளுக்கான செல்களைக் களைந்து விட்டால் அவ்வுறுப்புகள் உண்டாகுமா? என்பதையும் கணிக்க

இவ்வியல் உதவும். உறுப்புகள் உண்டாவதையும் உறுப்புகளையும் நிர்ணயம் செய்வது எது என்பதை இந்நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் வில்ஹெல்ம் ரூக்ஸ் என்னும் கருவியல் வல்லுநர் ஆய்வு முறைக் கருவியல் முறையைக் கையாண்டு தீர்மானித்தார். வளர் கரு மிக நுண்ணியதாக இருக்குமாதலால் அதை அறுக்கவோ, பகுதிகளைப் பிரிக்கவோ, மீண்டும் சேர்க்கவோ ஆற்றல்மிக்க நுண்ணோக்கிகளைக் கொண்டுதான் ஆய்வுகளை நடத்தவியலும்.

கருவியல் ஆய்வு முறைகளில் சூழ்நிலை மாற்ற முறை, செல்களைப் பிரித்தல், பிரித்த செல்களை கருவில் வேறோர் இடத்தில் ஒட்டுதல், திசுவளர்ப்பு என நான்கு வகையுண்டு.

கருவளர்ச்சியின்போது இயற்கைச் சூழ்நிலையை மாற்றுவது. தவளையின் முட்டைகள் நன்னீரில் மட்டுமே வளரும். நன்னீருக்குப் பதிலாக லித்தியம் போன்ற உப்புக் கரைசல் சேர்த்தால் முட்டைகளிலிருந்து வெளிவரும் தலைப்பிரட்டைகள் அமைப்பில் மாறுபடும். இரண்டு கண்கள் சேர்ந்து ஒரு கண்ணாக அமைந்திருக்கும். இதேபோன்று நீரின் தட்ப வெப்ப நிலையை மாற்றினாலும், ரேடியம் கதிர், எக்ஸ் கதிர் ஆகியவை கருவின்மீது செலுத்தப்பட்டாலும் உறுப்பமைப்புகளில் மாறுபாடுகள் உண்டாகும்.

கருவளர்ச்சியின்போது சில செல்களைக் களைந்து விட்டால் அச்செல்கள் உண்டாக்கும் உறுப்பு வளர்வதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக கண் உண்டாக்கும் செல்களைக் களைந்து விட்டால் கருவில் கண் உண்டாவதில்லை. இவ்வாறு பிரித்த செல்களை வேறோர் இடத்தில் ஒட்டினால் அவ்விடத்தில் இயற்கையாகத் தோன்றும் உறுப்புகளுடன் கண்ணும் உண்டாகும். சில செல்களைப் பிரித்தெடுத்து ஆய்வுக்கூடத்திலும் வளர்க்கலாம்.

சில கரு முட்டைகளில் பிளவுப் பெருகலுக்கு முன்பே உறுப்பு நிர்ணயப் பகுதிகள் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. வேறு சில முட்டைகளில் பிளவிப்பெருகலின்போது காலப் போக்கில் தீர்மானிக்கப்படுகின்றன தவளையின் கருமுட்டை இரண்டு, நான்கு, எட்டு, பதினாறு என்று பிளவுபட்டு வளர்ந்து வரும் செல்களில் ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியே எடுத்து வளர் ஊட்கத்தில் விட்டு மீண்டும் வளரச் செய்தால் ஒவ்வொரு செல்லும் உடலின் ஏதோ ஓர் உறுப்பை உண்டாக்கும் எனக் கருத வேண்டும். ஆனால் ஒவ்வொரு செல்களிலிருந்தும் அனைத்து உறுப்புகளையும் கொண்ட தலைப்பிரட்டை வரும். இதனால் தவளையில் உறுப்பாகு பகுதி நிர்ணயம், செல் பிளவுபடும் முதல் நிலையில் தீர்மானிக்கப்படவில்லையெனத் தெரிகிறது. அனைத்துச் செல்களும் அனைத்து உறுப்புகளையும் உண்டாக்கும் இயல்பு கொண்டுள்ளன. செல்கள் மேலும் பிளவுபட்டு, கருவளர்ச்சி முதிர்ந்த நிலையில் செல்கள் இத்தனித்தன்மையை இழந்து குறிப்பிட்ட உறுப்புகளை மட்டும் உண்டாக்கும் தன்மையுள்ளனவாக மாறுகின்றன.

மெல்லுடலி நத்தை, கடல்வாழ் வளை தசைப் புழுக்கள் ஆகியவற்றில் பிளவுபடும் செல்களை மேற்கூறியவாறு வளர் ஊடகத்தில் விட்டால் ஒவ்வொன்றிலிருந்தும் முழு இளவுயிரி உண்டாவதில்லை. ஒவ்வொரு செல்லும் ஒரு குறிப்பிட்ட உறுப்பை உண்டாக்கும். எனவே இவ்வுயிரிகளில் உறுப்புகள் எவ்வாறு உண்டாகும் என்பது செல்பிளவுபடு முன்னரே தீர்மானிக்கப்படுகிறதென்று உணரலாம். இதனால் தவளை முட்டை காலப்போக்கில் நிர்ணயமாகும் முட்டை என்றும், நத்தை, கடற்புழு முட்டை முன்கூட்டியே நிர்ணயமாகும் முட்டை என்றும் குறிப்பிடப்படும்.

முதுகெலும்பிகளில் கண் கோளம் மூளையிலிருந்தும், விழி ஆடி தலைப்பகுதி புறத்தோலிலிருந்தும் உண்டாகின்றன. முதலில் தோன்றும் மூளை, குழாய் போன்று இருக்கும். அதன் முன் முனையில் இருமருங்கிலும் புறவளர்ச்சிகள் உண்டாகும். இவற்றிற்குக் கண் பைகள் எனப்பெயர். இவற்றின் சுவர் தலை மேற்பரப்பின் புறத்தோலைத் தொட்டவாறுவளரும். விழி ஆடி உண்டாகும் முறையைக் கண்டுபிடிக்க, தவளையின் கருவில் விழி ஆடி உண்டாகும் பகுதிக்குக் கேடு நேராமல் புறத்தோலைக் கிழித்துக் கண்பையை அகற்றிவிட்டு, புறத்தோலை ஒட்ட வைத்து ஆய்வு செய்யப்பட்டது. இதில் விழி ஆடி உண்டாகவில்லை. இதனால் கண்பை புறத்தோலைத் தொடாவிட்டால், புறத்தோலிலிருந்து விழி ஆடி உண்டாகாது எனத் தெரிந்தது. விழி ஆடி உண்டாக்கும் தீர்மானிகள் (determiners) கண்பையில்தான் இருக்க வேண்டுமென்று விளங்குகிறது. ஆனால் தலை மேற்பரப்புப் புறத்தோலல்லாமல் வேறு பகுதி மேல் தோலில் விழி ஆடி உண்டாக்கும் தன்மை இத்தீர்மானிக்கு உண்டா என்பதை அறிய மேலும் ஆய்வு நடத்தப்பட்டது.

தவளையின் கருவில் கண்பை உண்டாக்கும்போது தலை மேற்பரப்புப் புறத்தோலைக் கிழித்துக் கண்பையைப் பிரித்தெடுத்து, வயிற்றுப்பகுதியில் புறத்தோலுக்கடியில் ஒட்டவைக்கப்பட்டது. அங்கு புறத்தோலில் விழி ஆடி உண்டாயிற்று. இதிலிருந்து கண் பையில் விழி ஆடி உண்டாக்கும் தீர்மானிகள் எந்தப் பகுதிப் புறத்தோலிலும் விழி ஆடி உண்டாக்கும் ஆற்றலுடையன என்பது உறுதியானது. புறத்தோலைத் தொட்டு விழி ஆடிகளை உண்டாக்கத் தூண்டுவதால் இவை தூண்டிகள் (inductors) எனப் பெயர் பெற்றன. இவ்வாறு பல தூண்டிகள் இருப்பதாகவும் அறியப்பட்டது.

அமைப்பிகள். கருவியல் பிளவிப்பெருகலால் உண்டாகும் செல்கள், செல்லிடைவெளிகொண்ட

ஒரு கோளமாக அமையும். இதற்குக் கருக்கோளம் (blastula) என்று பெயர். இதன் சுவர் ஒற்றைச் செல் அடுக்குக் கொண்டது. கருக்கோளத்தின் அடிப்பகுதியி லுள்ள செல்கள் உள்நோக்கிச் செல்வதால் கருக் கோளம் இரு அடுக்குகள் கொண்ட கிண்ண வடிவ முள்ள நிலையை அடைகிறது. இதற்கு இருபடைக் கருக்கோளம் (gastrula) என்று பெயர். உள்ளடுக்கு அகப்படை என்றும் வெளியடுக்கு புறப்படை என்றும் குறிப்பிடப்படும். அகப்படை மேலும் மேலும் உள்ளே அழுந்த, கருக்கோளத்தின் செல் இடைவெளி மறைந்து ஒரு புதிய இடம் உண்டாகிறது. இதற்குக் இருபடைக் கருக்கோளக்குழி (gastrular cavity) என்று பெயர். இது கருக்கோள வாய் (blastopore) வழியாக வெளியே திறக்கிறது. கருக்கோள வாய் கருவின் பின் புறத்தைக் குறிக்கும். இதன் மேலுதட்டிலிருந்து செல் கள் பல்கிப் பெருகிப் புறப்படை, அகப்படைச் செல் தொகுதிகளுக்கிடையே செல்லும். இச்செல் தொகு திக்கு நடுப்படை (mesoderm) என்று பெயர்.

மூளை, நரம்பு, புறத்தோல், விழிஆடி முதலி யவை புறப்படையிலிருந்தும், எலும்பு, தசை, இதயம் ஆகியவை நடுப்படையிலிருந்தும், உணவுப்பாதை, நுரையீரல் முதலியவை அகப்படையிலிருந்தும் உண்டாகின்றன. இவையல்லாமல் தசை, எலும்பு போன்றவற்றின் மேலுள்ள புறப்படையில் மூளை, நரம்புகளை உண்டாகும்படித் தூண்டுகின்றன. இச் செல்களுக்கும் புறப்படைக்கும் தொடர்பு உண்டா வதால்தான் மூளையும் தண்டுவடமும் உண்டா கின்றன.

தவளையின் கருவில் கருக்கோளவாயின் மேலு தட்டிலிருந்து செல்கள் பல்கிப் பெருகுவதற்குமுன், அப்பகுதியைப் பிரித்தெடுத்து, அதே நிலையிலுள்ள வேறொரு தவளைக் கருவில் ஒட்டவைத்தால், செல் கள் உள்நோக்கிச் சென்று எலும்பு, தசை முதலா னவை உண்டாவதுடன் புறப்படையில் மூளையும் தண்டுவடமும் உண்டாகின்றன. இதனால் இப்பகுதி யில் உறுப்புகள் அமைக்கும் தன்மை சிறப்பாக உள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இப்பகுதிக்கு அமைப்பி (organizer) என்று பெயர். இப்பகுதியில் சில வேதிப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன என்றும் அவையே உறுப்புகள் அமைக்கும் தன்மையைத் தூண்டுகின்றன என்றும் கருதப்படுகிறது ஆனால் இது முழுமையாக நிறுவப்படவில்லை.

செல்களைப் பிரித்து ஒட்டவைக்கும் முறையில் ஒரு தவளையின் கருவிலிருந்து அதன் கால் குருத்தை வேறொரு தவளைக் கருவின் வயிற்றுப் பகுதியில் ஒட்டவைத்து ஆய்வுசெய்ததில் இரண்டாம் தவளை யின் கருவில் செல்கள் நன்கு பொருந்தி கால், விரல் உறுப்புகளாகப் பிளவு பட்டு வளர்வது கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. இவவாறு பிளவுறுவதுடன் தண்டுவடத்தி லிருந்து நரம்புகளும் இணைந்திருந்தன.

தண்டுவடத்திலிருந்து நரம்பிழைகள் உறுப்பு களுடன் தொடர்பு கொள்வதைப் பற்றி இரண்டு கருத்துகள் நிலவுகின்றன. ஒரு கருத்தின்படி நரம் பிழைகள் மூளை அல்லது தண்டவடச் செல்களின் புற வளர்ச்சிகளாகத் தோன்றி உறுப்புகளுடன் இணைகின்றன. மற்றொரு கருத்தின்படி உறுப்பு களின் செல்களில் நரம்பிழைகள் தோன்றி மூளை அல்லது தண்டுவடத்தை நோக்கி வளர்ந்து இணை கின்றன.

ஹாரிசன் என்பார் நரம்புச் செல்களைக் கருவி லிருந்து பிரித்து வளர் நீர்மங்களில் விட்டு வளர்த் ததில், அவற்றிலிருந்து இழைகள் வளர்கின்றன என நிறுவினார். இந்த ஆய்விலிருந்தும் வேறு பல ஆய்வுகளிலிருந்தும், மூளை, தண்டுவடம் ஆகியவற்றி லிருந்தே நரம்பிழைகள் தோன்றுகின்றன என்று அறிந்தனர்.

ஆய்வுக் கருவியல் நன்கு வளர்ந்துள்ளது. தவளையின் முட்டைகளில் நடத்திய ஒரு சில ஆய்வு கள் மட்டுமே விளக்கப்பட்டாலும், பல இனவிலங்கு களிலும் ஆய்வு நடத்தப்பட்டுள்ளது. தீர்மானிகள் உறுப்பு வளர்ச்சியைத் தூண்டும் விதம், உறுப்புகளின் அமைப்புமுறை ஆகியவற்றைப்பற்றி மேலும் அறிந்து கொள்ள ஆய்வுகள் நடத்தி வருகின்றனர்.

- கே. கே. அருணாசலம்

கருவியைச் சிற்றளவாக்கல்

எந்திர உறுப்புகளான பல கருவிகளின் எடை, பருமன் ஆகிய இரண்டையும் குறைப்பதற்கே கருவியைச் சிற்றளவாக்கல் (miniaturization of equipment) என்று பெயர். பொறியியல் அமைப்பு பல்வேறு ஆக்கக் கூறுகளின் உதவியால் கருவியைச் சிற்றள வாக்கும் முயற்சியில் 1940ஆம் ஆண்டுமுதல் முனைப் புடன் செயல்பட்டு வருகிறது.

காரணக்கூறுகள். தற்போதுள்ள அமைப்பு வகை களின் பயனுக்கேற்றவாறு மொத்த எடை, பருமன் இவற்றைக் குறைப்பதே முதல் காரணக் கூறாகும். இரண்டாம் உலகப் போரின்போது அறிமுகப்படுத்தப் பட்ட பழைய வானூர்தி, பீரங்கி, குண்டு பொழியும் அண்மை உருகியே (proximity fuse) இதற்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். அண்மைக்கால வான்வெளி மேம்பாட்டில் வழிகாட்டி ஏவுகணையின் (guided missile) எடை, பருமன் குறைப்பு மிகுதியாகச் செயல் படுத்தப்படுகிறது. வானவியலில் சுற்றுப்பாதைக்குள் ஏற்புச்சுமை இருப்பதற்குத் தகுந்தவாறு மிதக்கும் ஊர்திகளின் எடை, பருமன் அளவுகள் இருப்பது இன்றியமையாததாகும்.

அடுத்துச், சிற்றளவாக்கலில் நம்பத்தக்க கோட்பாடுகள் பெரும்பங்கு பெறுகின்றன. ஒரு கருவி உறுப்புகளின் எண்ணிக்கையைக் குறைத்தல்; மின்னணு உறுப்பின் (electronic parts) பற்ற வைக்கும் இணைப்பு எண்ணிக்கையைக் குறைத்தல் என்பன சிற்றளவாக்கலின் இரண்டாம் காரணக் கூறுகளாகும். அடிப்படை உறுப்புகளின் எண்ணிக்கையை அல்லது அவற்றின் நிலையைக் குறைத்தல் பயனளிக்கக் கூடியதாக இருக்கும். அதிர்ச்சி, அதிர்வு (vibration), தட்பவெப்பநிலை மாற்றம் போன்ற சுற்றுப்புறக் கூறுகளின் தடையை, உறுப்பின் மூலப்பொருள் அல்லது உறுப்பின் பொருள்திணிவு பரிமாணங்களைக் (dimension) குறைப்பதன் மூலம் மேம்படுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக வெற்றிடக் குழாயில் தொங்க விடப்பட்ட பொருளுடைய அதிர்வெண்ணை, அப்பொருளின் பொருள் திணிவைக் குறைத்தல் அல்லது தாங்கு பொருளின் விறைப்பைக் கூட்டுதலால் மிகைப்படுத்தலாம். அதனால் கருவிகளின் பலனளிக்கும் காலம் கூடும்.

எடையும், பருமனும் குறைவதால் உறுப்பும் கருவியின் ஆற்றல் நுகர்வும் (energy consumption) குறைக்கப்படும். வானவெளிக் கருவிகளில் இவற்றின் தேவை உடனடியாக உணரப்படுகிறது; இதில் தேவையான ஆற்றலுக்கு, உற்பத்திக் கருவியின் எடை இன்றியமையாததாகும். நிலத்தில் இயங்கும் கருவிகளுக்கும் தேவையான ஆற்றல் முக்கியமாகும். தவிர்க்க இயலாத நிலையில், ஆற்றலின் மாற்றம், அவற்றைப் பயன்படுத்தல் ஆகியவற்றால், தேவையற்ற வெப்பம் வெளிப்படும். இதன்மூலம் ஆற்றல் பங்கீட்டுத் திறனும் கூடுதலாக வேண்டியிருக்கும். இவ் விளைவால் மொத்த ஆற்றலும் கூடுதலாகும். எனவே கருவியைச் சிற்றளவாக்கலினால் உட்செலுத்தும் ஆற்றலைக் குறைக்க முடியும்.

மின்னணுக் கருவிகளில் தொகுப்பு உறுப்புகளைப் பொருத்த சிற்றளவாக்கல் என்னும் அமைப்பு ஏற்றதாகவும் பயனுடையதாகவும் இருக்கும். அலை இயற்றி (oscillator), அதிர்வெண் காட்டும் கருவி போன்றவை இதற்கு எடுத்துக் காட்டாகும். இத் தகைய தொகுப்புகளின் பொருத்துதல், பொருளாதாரத்திலும், நம்பத்தகு நிலையிலும் இணைந்து மேம்படுகிறது. தானியங்கு உற்பத்தி பல்வேறு தொழில் நுணுக்கங்கள், வரையறுக்கப்பட்ட செயல்களில் உறுப்புகள் தயாரிக்கும் ஆய்வு இவற்றில் தொகுப்புகளைப் பொருத்துதல் ஏற்றவாறு செயல்படுத்தப்படுகிறது.

கருவியைச் சிற்றளவாக்கலால் மூலப்பொருள் குறைய, விலைமதிப்பும் குறையும் எனக் கருத இயலாது. ஏனெனில் அளவு, எடை, ஆற்றல் நுகர்வு ஆகியவற்றைக் குறைப்பதற்கான வடிவமைப்பிலும் ஆய்விலும் கூடுதலான செலவே ஏற்படும். மேலும் தானியங்கு தயாரிப்புக் கருவியின் முதலீட்டு மதிப்பும் மிகக் கூடுதலாக இருக்கும். பயன்படுத்தப்படும் மூலப் பொருள் வேற்றுப்பண்பும் (exotic), மதிப்பும் உடையதாக இருக்கும் எனினும் வணிக நடைமுறையில் ஏற்கப்பட்ட சிற்றளவாக்கும் தொழில் நுணுக்கத் தாலும், அதில் பயன்படும் முறையாலும் பெருந் தொழிலகங்களில் நுகர் கருவிகளின் மொத்த மதிப்பைக் குறைக்க இயலும்.

பயன்கள். சிற்றளவாக்கல் படிப்பாய்வின் வியத்தகு நுண்ணறிவால் தொழில்நுணுக்கம் மேம்பட்டுள்ளது. வெற்றிடக் குழாய்களும் மின்தடைக் கருவிகளும் சிற்றளவாக்கும் பயன்களின் எடுத்துக் காட்டாக உள்ளன. சிற்றளவாக்களில் மேற் கொண்ட புதிய ஆய்வுக் கோட்பாடுகளின் விளைவால் வடிவமைப்பு, தொழில் நுட்ப மேம்பாடுகள் பரவலாக விரிவடைத்துள்ளன. மூலக்கூறு பொறியியல் திறனாய்வே இதில் குறிப்பிடத்தக்கது.

திரிதடையம், (transistor), மின்தடைக்கருவி, (resistor), மின்தேக்கி (capacitor) இவற்றின் உள் இணைப்புகள் ஒரு தனித்த துண்டுகளில் தற்போது ஒருங்கிணைக்கப்படுகின்றன. இது ஒருங்கிணைந்த மின் மூடிச்சுற்று எனப்படுகிறது. அண்மைக் காலங்களில் வெற்றிடக் குழாய்களைச் $(1\frac{1}{4}\times5)$'' சிற்றளவான குழாய்களில் $(\frac{1}{2}\times2\frac{1}{8})$'' செயல்படுத்த இயலும். பின் அவை திரிதடையம் இறுதியாக ஒருங்கிணைந்த மின் மூடிச்சுற்றின் பகுதியாக மைக்ரான் நுண் அளவுடன் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

ஒரே சிலிகான் இழைத் தட்டில் (wafers) இரண்டு பரவுநிலைத் திரிதடையங்கள், இரண்டு மின்தேக்கிகள், எட்டு மின்தடை உறுப்புகள் அனைத்தும் அமையுமாறு ஒரு முடிவுற்ற பல அதிர்வு மின் சுற்று திண்மநிலை அமைப்பின் சான்றாகக் காட்சியளிக்கிறது. மின்னணுக் கருவிகள் மின்னியல், எந்திரவியல், நீரியல் காற்றியக்கும் கருவிகள் ஆகியவற்றில் அனைத்து வகையிலும் உலகளவில் கருவியைச் சிற்றளவாக்கும் முறைகள் செயல்படுத்தப்படுகின்றன.

தானியங்கு தொகுப்பு. போர்க்கால வெளியீட்டையும், மின்னணுக் கருவிகளின் அவசரத் தேவையையும் கருத்திற்கொண்டு கூடுதல் அளவுக்காகத் தானியங்கு தொகுப்பு ஆய்விற்குள்ளாயிற்று. அவசரக் கூடுதலளவுக்காக வணிகத்-தயாரிப்புகளில், மேம்பட்ட, தேர்ச்சிமிக்க தொழில் நுணுக்கங்கள் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. தற்போதுள்ள பல கோட்பாடுகளும், நுணுக்கங்களும் 1940 இல் முயற்சி செய்யப்பட்டவையாகும். ஆங்கிலேயரின் சர்குரோவ் (sargrove) எந்திரம் பெரிய அளவு தானியங்கு தொகுப்பாகும். இது ஓராண்டில் 5,00,000 வானொலி வரிசையைச் சீனா, இந்தியா போன்ற நாடுகளில் வாணிகத்தில் ஈடுபடுத்தியது. இத்தொகுப்

இருவகைப்படும். அவை டிங்கர்டாய், தானியங்கு கூட்டு (autoassembly) எனப்படும்.

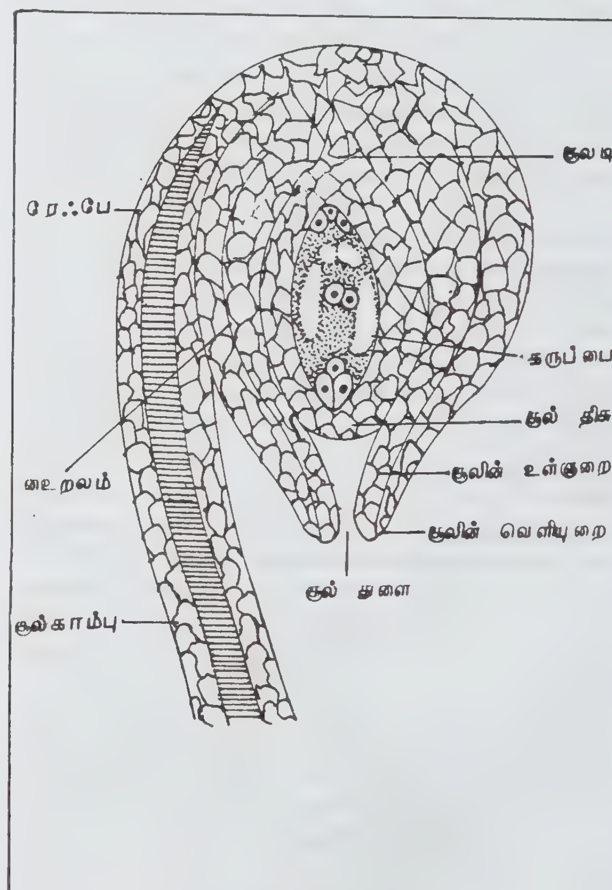
டிங்கர்டாய். இந்தத் தொழில் நுணுக்கம் மின்னியலிலும் எந்திரவியலிலும் தரமான சிற்றமைப்பு வரிசைகளை உட்கொண்டுள்ளது. பொதுவாக 4 அல்லது 6 மெல்லிய 1.25×1.25 இழை கொண்டுள்ள ஒவ்வொரு சிற்றமைப்பும், வேறுபட்ட மூடிச்சுற்றுப் பகுதிகளுடன் (element) பதிக்கப்பட்டிருக்கும். கட்டடத்தின் தரைகளைப் போல ஒவ்வொரு சிற்றமைப்பிலும் மெல்லிழைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். கம்பிகள் இழைகளின் வெளி எல்லையைச் சுற்றிக்காடிகளில் வைக்கப்பட்டிருக்கும், இழைக்காகவும், மின் இணைப்புக்காகவும் செங்குத்துத் தாங்கு உடையதாக இருக்கும். பல இழைகள் மீதான பல்வேறு உறுப்புகளின் பகுதிகளுக்கிடையில் இது இருக்கும். ஒவ்வொரு சிற்றமைப்புத் தொகுப்பும் செருகியுடன் (plug) முடிவுற்றிருக்கும். அடுத்த சிற்றமைப்பின் மேல், தொடர்பான கூட்டுடன் இது செருகப்பட்டிருக்கும். இவ்வாறு பெரிய கருவிகளை முற்றிலும் ஆயத்தமாக, இணக்கமாக ஒருங்கிணைக்க இயலும் இழைத் தொகுப்புத் தயாரிப்பு, முற்றிலும் எந்திரமயமானதாகும்.

- கோ. இராமசாமி

கருவுறுதல்

உயிரினங்களில் கருவுறுதல் மூலம் பாலினப்பெருக்கம் நிகழ்கிறது. கருவுறுதல் நடைபெறுவதற்கு ஆண் இனச்செல்லும் பெண் இனச்செல்லும் இணைதல் வேண்டும். படிமலர்ச்சியில் முன்னேற்றமடைந்துள்ள தாவரங்களில் கருவுறுதல் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்பாகிய சூலகத்திலேயே நடைபெறுகிறது. கருவுறுதலின் விளைவாகத் தாவரத்தில் கனி தோன்றுகிறது. கனியில் இருந்து கிடைக்கும் விதைகளின் மூலம் புதிய தாவரங்கள் உண்டாகின்றன. சூல் பையின் ஒட்டுத்திசுவில் சூல் ஒரு சிறிய காம்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். காம்புகள் இல்லாதவை காம்பிலிச் சூல்கள் எனப்படும். சில கனிகளில் இச்சூல் காம்புகள் வலிமையுடையவையாக இருந்து விதைகள் கனியிலிருந்து வெடித்துச் சிதற உதவுகின்றன. இத்தகைய சூல் காம்புகள் ரெடினாகுலா (retinacula) எனப்படும். தலைகீழ்ச் சூல்களில் (inverted ovules) சூல்காம்பு சூலுடன் இணைந்து ரேஃபே என்னும் மேடான பகுதியை உண்டாக்குகின்றது. சூல்காம்பு (hilum) எனப்படும்.

சூல் உறைகள். சூலின் பெரும் பகுதியில் சூல்திசு (nucellus) உள்ளது. இதைப் பாதுகாக்க வெளிச் சூலுறை (outer integument) ஒன்றும் உள் சூலுறை ஒன்றுமாக இரு சூலுறைகள் அமைந்திருக்கும். சூல் அறைகள் சூல் திசுவை முற்றிலும் மூடாமல் பெரும் பகுதி சூல் உறையுடன் இணைந்திருக்கும். அதன் ஒரு முனையில் சூல்திசு தனியாக அமைந்திருக்கும். இம்முனையில் சூலுறைகள் தனியாக இருந்து சூல் துளையை உண்டாக்குகின்றன, சூலில் உள்ள இம் முறைக்குச் சூல்துளைமுனை (micropylem end) என்றும் எதிர்முனைக்குச் சூலடிமுனை (chalazal end) என்றும் பெயர். சில சூல்களில் ஒரே ஒரு சூலுறைதான் உண்டு. இத்தகைய சூல்கள் இணை அல்லிவட்டமுடைய பூக்களில் காணப்படுகின்றன. சில பூக்களில் சூல்காம்பு, சூலுறை, சூலடி முதலியவற்றிலிருந்து சில வளரிகள் பெரியனவாக இருந்தால் பத்ரி (aril) என்றும், சிறிய அளவில் இருந்தால் விதை முண்டு (caruncle) என்றும் குறிப்பிடப்புடும். முதிர்ந்த விதைகளில் இவை சதைப் பற்றுடையனவாகக் காணப்படும்,



சூல்: முதிர் சூலின், அமைப்பு

சூலின் பெரும் பகுதியில் சூல்திசு உள்ளது. இது மென்மையான பாரங்கைமா திசுவால் ஆனது. சூல் திசுவின் முக்கியப்பணி கருப்பையை உண்டாக்குதல்

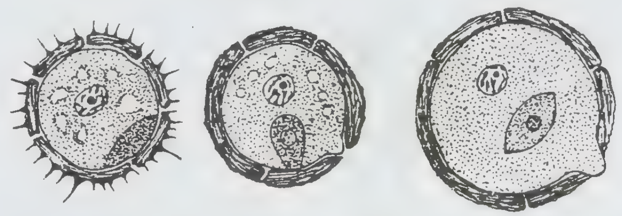
தாகும். இது முதலில் சிறியதாக இருந்து, பிறகு பெரியதாகிச் சூல் முழுதும் நிரம்பியிருக்கும். சூல் துளையின் கீழ் உள்ள சூல்திசுவில் ஆர்கிஸ்போரியம் (Archesporium) தோன்றுகிறது. இது குறுக்காகப் பகுப்படைந்து வெளியில் முதல்நிலைச்சுவர்செல் (primary parietal cell) என்றும் உட்புறம் முதல் நிலை வித்துண்டாக்கும் செல் (primary sporogenous cell) என்றும் மாற்றமடையும். இந்தச்செல் பிறகு விதைத் தாய்ச்செல்லாக அமைந்து குன்றல் பகுப் படைந்து (meiosis) நீளவாக்கில் நான்கு செல்களைத் தோற்றுவிக்கிறது. மேலேயுள்ள மூன்று செல்கள் சிதைந்து விடுகின்றன. கீழேயுள்ள பெரியவித்துச் செல் செயல்படு செல்லாகி அதிலுள்ள நியூக்ளியஸ் பகுப்படைந்து 2, 4 என்னும் முறையில் உள்ளீட்டு நியூக்ளியஸ்கள் உண்டாகின்றன. இந்த 8 நியூக்ளியஸ் களும் 8 செல்களாகின்றன. இதற்குப்பெண் பால் இனச் செல் (female gametophyte) என்று பெயர்.

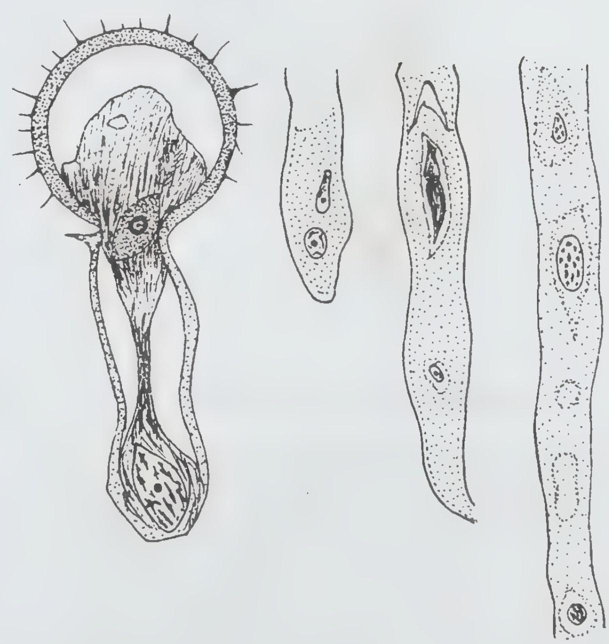
கருப்பையில் 8 செல்கள் உள்ளன. இவற்றில் நான்கு செல்கள் சூல்துளை நுனியிலும் ஏனைய நான்கு செல்கள் சூலடி முனையிலும் இருக்கும்; பிறகு இரு எதிர்முனைகளிலுமிருந்து இரு செல்கள் கருப்பையின் மையத்தை நோக்கி நகர்ந்து வந்து இணைகின்றன. இதற்கு இரண்டாம் நிலை நியூக்ளியஸ் (secondary nucleus) என்று பெயர். சூல் துளை முனையில் உள்ள மூன்று செல்களின் நடுவில் இருப்பதற்கு அண்டம் (egg) என்று பெயர். அதற்கு இருபுறமும் உள்ள செல்கள் துணைச்செல்கள் (synergids) எனப்படும். இம்மூன்றும் சேர்ந்த தொகுதி அண்ட உறுப்பு (egg apparatus) எனப்படும். கருப்பை யின் மறுமுனையில் மூன்று செல்கள் காணப்படும். இவற்றிற்கு எதிர்முனைச் செல்கள் என்று பெயர்.

மகரந்தத்துகள், இவை மகரந்தப்பைகளில் உண்டாகி வெடித்து வெளியாகின்றன. மகரந்தச் சேர்க்கையால் சூலக முடியை அடைகின்றன. மகரந்தத்துகளில் உள்ளுறை, வெளியுறை என இரு உறைகள் உண்டு. வெளியுறை பல வளரிகளோடும் மேடு பள்ளங்களோடும் அமைந்திருக்கும். இது

மகரந்தத்துகளின் அமைப்பு

கியூட்டிகிள் என்னும் பொருளால் கெட்டியாக்கப்பட் டுள்ளது. இதில் மெழுகு அமைந்திருப்பதால் நீரில் விழுந்தாலும் இதன் உயிர்த்தன்மை கெடுவதில்லை. உள்ளுறை செல்லுலோஸ் என்னும் பொருளால் மெல் லிய சவ்வுபோல் ஆக்கப்பட்டது. மகரந்தத்துகளின் சில மெல்லிய பகுதிகளில் உருண்டையான சிறு வளர் துளைகள் உள்ளன. ஒரு செல்லால் ஆன மகரந்தத் துகளின் மையத்தில் நியூக்ளியஸ் உள்ளது. இது இரண்டாகப் பகுப்படைந்து, குழாய் நியூக்ளியஸ் செல்லுண்டாக்கும் நியூக்ளியஸ் ஆகிறது. இந்த இரு நியூக்ளியஸ்களுடன் மகரந்தம், மகரந்தப்பையை விட்டு வெளியேறி மகரந்தச் சேர்க்கையால் சூலக முடியை அடைகிறது.

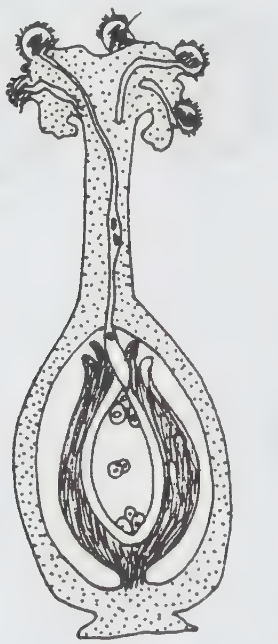




மகரந்தத்தூளின் வளர்ச்சி

சூலகமுடியைச் சேர்ந்த மகரந்தத்துகள் தன் வளர்ச்சியைத் தொடர்கிறது. மகரந்தத் துகளின்

உள்ளுறை வளர்துளையின் வழியாகக் குழாய்போல் வளருகிறது. இக்குழாயினுள் குழாய் நியூக்ளியஸும், செல்லுண்டாக்கும் நியுக்ளியஸும் செல்கின்றன. மகரந்தக்குழல் வளர்ந்து சூலகத்தண்டின் வழியாகச் சூல்பையில் உள்ள கருப்பையை அடைகிறது. இப்போது செல்லுண்டாக்கும் நியூக்ளியஸ் பகுப்படைந்து இரு ஆண் இணைவிகளைத் தோற்றுவிக்கிறது. கருப்பையில் உள்ள அண்டமும் மகரந்தக் குழாயில் உள்ள ஓர் ஆண் இணைவியும் இணைந்து கருமுட்டை (zyzote) ஆகும். இந்த நிகழ்ச்சிக்குக் கருவுறுதல் (fertilizatlon) என்று பெயர்.



பக்குவமடைந்த சூல் கருவுறுதல்

மகரந்தக் குழலிலிருந்து கருப்பையை அடைந்த மற்றோர் ஆண் இணைவி இரண்டாம் நிலை நியூக்ளியசுடன் இணைந்து கருப்பையில் நிகழும் இந்த இரண்டாம் சேர்க்கைக்கு இரட்டைக் கருவுறுதல் என்று பெயர். கருவுற்ற அண்டம் ஒரு செல் உடைய கருமுட்டை ஆகும். இது பல பகுப்புகள் அடைந்து பல செல்களுடைய கருவைத் தோற்றுவிக்கிறது. கருவுறுதலுக்குப் பின் சூல் விதையாகிறது. விதையில் முதிர்ச்சி அடைந்த கருவும், அதில் ஒரு சிறிய மைய அச்சும் உள்ளன. அதன் இரு முனைகளிலும் ஆக்கத் திசுக்கள் அமைந்துள்ளன. மைய அச்சில் ஒன்று அல்லது இரண்டு வித்திலைகளும் (cotyledons) அமைந்திருக்கும். சூல்துளை கருவுறுதலுக்குப்பின் விதைத்துளை ஆகிறது. விதைத்துளைக்கு அருகில் கருவின் நுனியில் முளைவேர் காணப்படும். சூல் உறைகள் இரண்டும் விதை உறைகளாகி விதை உள்ளுறுப்புகளைப் பாதுகாக்கின்றன.

கருவுறுதலுக்குப்பின் சூல்பை கனியாக மாறுகிறது. கனியாகும்போது பூவில் பல மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. பூவின் பிற உறுப்புகளான புல்லி, அல்லி இதழ்கள், மகரந்தத்தாள்கள், சூலகமுடி, சூலகத்தண்டு இவை யாவும் உதிர்ந்துவிடும். சில கனிகளில் ஏதாவது ஓர் உறுப்பு கனியுடன் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாகக் கத்தரியில் புல்லி இதழ்கள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

சூல்பையினுள் சூல்கள், நேரான சூல், தொங்கிய மேல்தொங்கிய சூல், ஓரத்தில் தொங்கும் சூல், குறுக்குச்சூல் என்று பலவகையாக அமைந்திருக்கும்.

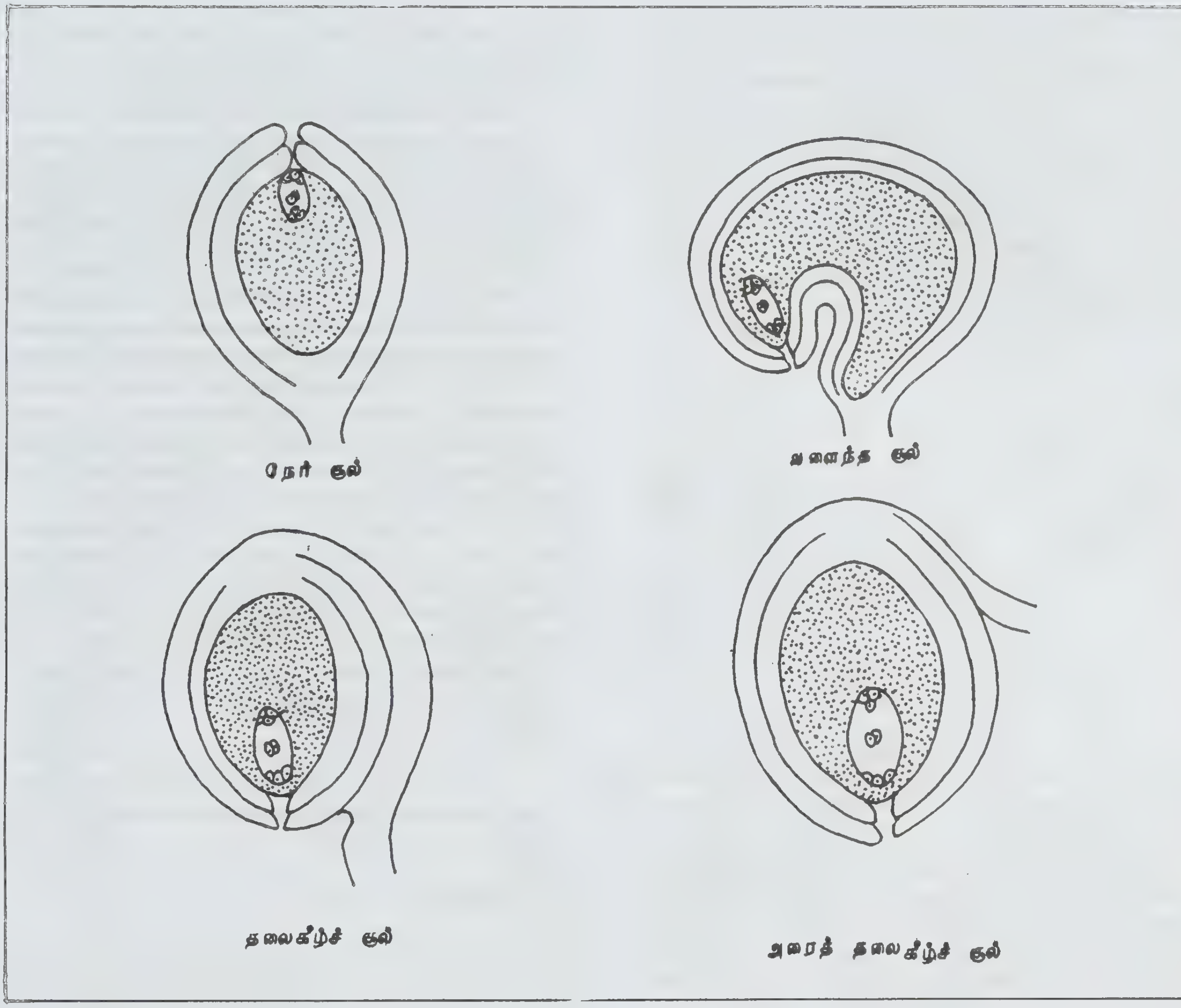
சூலின் அமைப்பிடம்

சூலின் வகைகள். விதைத்தழும்பு, சூலடி வளை முதலியவற்றின் அமைப்பைப் பொறுத்துச் சூல்களை பலவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

நேர்சூல். இதில் விதைத் தழும்புப் பகுதியும், சூலடியும் ஒரே இடத்தில் உள்ளன. சூல்துளை விதைத்தழும்பிற்கு அப்பால் சூலின் எதிர்க்கோடியில் காணப்படும். எ. கா. பாலிகோனம், வெற்றிலை.

வளைந்த சூல். இதில் நேர் சூலிலிருந்து ஒழுங்கற்ற வளர்ச்சியால் இவ்வகைச் சூல் உண்டாயிற்று. இதனால் சூல்துளை சூலடிக்கு அருகில் கொண்டு வரப்படுகிறது. எ.க: கடுகு, முள்ளங்கி, வேளைச் செடி

தலைகீழ்ச்சூல். இவ்வகையில் சூல் முற்றிலும் வளைந்து அதனால் சூல்துளை சூல்காம்பிற்கு அருகில் கொண்டு வரப்படுகிறது. விதைத்தழும்பு சூல் துளைக்குஅருகில் இருந்தாலும்சூலடி எதிர்க்கோடியில் அமைந்துள்ளது. சூல்காம்பு, சூலுடன விதைத் தழும்பில் இருந்து, சூலடி வரை இணைந்து நீளமான மேடு போன்ற பகுதியை ஏற்படுத்துகிறது. இதற்கு ரேஃபே என்று பெயர், எ.கா: அவரை, மிளகு.



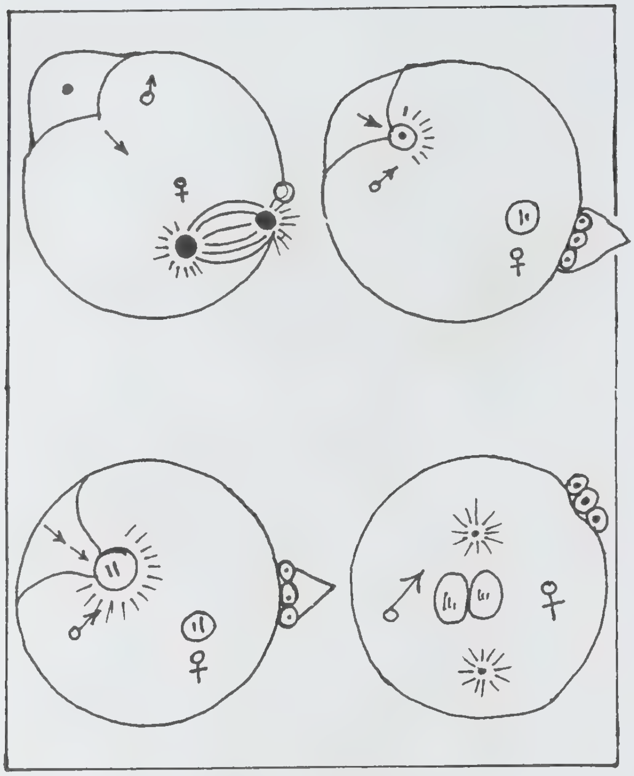
சூலின் வகைகள்

அரைத் தலைகீழ்ச்சூல். இது தலைகீழ்ச்சூலின் ஒரு மாறுபாடாகும். இதில் சூல்காம்பு சூலின் மையப் பகுதியில் இணைந்துள்ளது. விதைத் தழும்புக்கும், சூலடிக்கும் உள்ள தொலைவு தலைகீழ்ச் சூலில் உள்ளதைவிடக் குறைவானது. சூல்காம்பிற்குச் சூல் நேர்கோணத்தில் உள்ளது. எ.கா; ரேனன்குலஸ், லெம்னா, பாப்பி.

விலங்குகளில் கருவுறுதல்

பெரும்பாலான நீர்வாழ் விலங்குகள் விந்தணுக் களையும் நீரில் வெளியிடுகின்றன, நீரில் விரைந்து இயங்கும் ஆற்றலுள்ள விந்தணுக்கள் சினையணுக் களை நோக்கிச் சென்று அவற்றைக்கருவுறச் செய் கின்றன. இவ்வாறு இணைவது ஒரு தற்செயல் நிகழ்வாகும். இதற்கு எந்தவிதமான துணை உறுப்பு களும் தேவை இல்லை. இவ்வாறு உறுதியற்ற முறை யில் உடலுக்கு வெளியில் நடைபெறும் கருவுறுதல் புறக்கருவுறுதல் (external fertilization) எனப்படும்.

ஆனால் நிலவாழ் விலங்குகளுக்கு விந்தணுக் களைப் பெண் விலங்கின் இனப்பெருக்க மண்டலத்தில் செலுத்துவதற்குப் பாலின உறுப்புகள் தேவைப்படு கின்றன. பெண் விலங்கின் கருப்பையில் அல்லது கழிவுப் பொது அறையில் (cloaca) கருவுறுதல் நடை பெறுகிறது. இந்த முறைக்கு அகக் கருவுறுதல் (internal fertilization) என்று பெயர். இந்த நிகழ்வுக்கு இருபால் விலங்குகளின் ஒத்துழைப்பும் இன்றியமை



யாதது. அதற்கான உணர்ச்சிகளைத் தூண்டும் பொருட்டுக் குறிப்பிட்ட சில பழக்க வழக்கங்கள் தோன்றியுள்ளன.

சினையணு, குன்றல் பகுப்புக்குப் (meiosis) பின்னர் முதிர்ச்சியடைந்த பிறகுதான் விந்தணுவின் நியுக்ளியஸுடன் இணைய முடியும். நீரில் வாழும் சில சிறப்பினங்களின் சினையணுக்கள் ஃபெர்டிலை சின் (fertilizin) என்னும் வேதிப்பொருளைச் சுரக் கின்றன. அது சினையணுக்களைச் சுற்றிலும் நீரில் பரவுகிறது. இதுபோல் விந்தணுக்களும் ஆண்டிஃ பெர்டிலைசின் என்னும் பொருளைச் சுரக்கின்றன. வேதித் தூண்டியக்கத்தால் ஈர்க்கப்பட்ட விந்தணுக் கள் சினையணுவின் மேற்பரப்பில் குவியலாக ஒட்டிக் கொள்கின்றன. இது கருவுறுதலைத் தூண்டுவதற்கு உதவுகிறது.

விந்தணுக்கள் சினையணுவுள் நுழையும் இடத் தில் சினையணுச் சவ்வுகளை நொதிகளால் அழிப் பதும் சினையணுவில் கருவுறுகூம்பு ஒன்றை ஏற்படுத் துவதும், சினையணுத் தூண்டுதல் என்று கூறப்படு கிறது. சினையணுவினுள் விந்தணு நுழைந்தவுடன் கருவுறுதலின் முதற்செயலாக, சினையணுவின் புறணித் துகள்கள் வைட்டல்லைன் சவ்வு (vitelline membrane) சூழ் இடைவெளிக்குள் செல்கின்றன. இதனால் இப் பகுதி பெரியதாகிறது. இருபுறணி அடுக்குகளும் கருமஞ்சள் சவ்வுடன் இணைந்து கருவுறுதல் சவ்வு உண்டாகிறது. இதன் மூலம் மற்றொரு விந்தணு சினையணுவினுள் நுழைதல் தடுக்கப்படுகிறது.

கருவுறு கூம்பின் வழியாக விந்தணு, நியுக்ளி யஸும் வாலைத் தவிர்த்த பிற பகுதிகளும் சினை யணுவினுள் நுழைந்து 180° சுழன்று, விந்தணுவின் நடுப்பகுதிச் சினையணுவின் மையப்பகுதியை நோக்கி அமையும் சினையணுவின் சைட்டோபிளாசத்தில் விந்தணுக் கதிர் அமைப்பு உண்டாகிறது.

பொதுவாக ஆண் முன்னோடி நியுக்ளிஸும் (விந்தணு நியூக்ளியஸ்) பெண் முன்னோடி நியுக்ளி யஸும் (சினையணு நியூக்ளியஸ்) ஒன்றையொன்று தொடுமிடத்தில் நியூக்ளியஸ்களின் சவ்வுகள் உடை படுகின்றன. இரண்டு நியூக்ளியஸ்களின் பொருள் களும் ஒன்று கலக்க அவற்றைச் சூழ்ந்து ஒரு புதிய நியூக்ளியச் சவ்வு உண்டாகிறது. இதை நியுக்ளியக் கலப்பு என்று கூறுவர். ஆனால் அஸ்காரிஸ் போன்ற சில விலங்குகளில் இரண்டு நியுக்ளியஸ்களும் ஒன்றாகக் கலப்பதில்லை. ஒவ்வொரு நியுக்ளியஸின் சவ்வும் மறைந்து குரோமோசோம்கள் வெளிப்படு கின்றன. இவ்வாறு வெளிவரும் இரு குரோமோ சோம் தொகுதிகளும் விந்தணுக்கதிர் அமைப்பில் பிளவுறுகின்றன. தொடர்ந்து மறைமுகப் பகுப்பு முறையால் பிளவுறறு இரு கருக்கோளச் செல்களா கின்றன.

-சா. காசிநாதன்
- இராபின்சன் தாமஸ்

கருவேலமரம்

இம்மரப்பட்டையின் நிறத்தைக் கொண்டு கருவேல மரம் எனப்படுகிறது. இம்மரத்தைக் கருவேல், கண்டாலு என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன் தாவரவியல் பெயர் அக்கேசியா அரேபிக்கா (*Acacia arabica*) என்பதாகும். அக்கேசியா நீலோடிகா (*Acacia nilotica*) என்பது பழைய பெயர். இந்தியா, இலங்கை, பர்மா, எகிப்து, அப்ரிக்கா நாடுகளில் இது மிகுதி யாகக் காணப்படுகிறது.

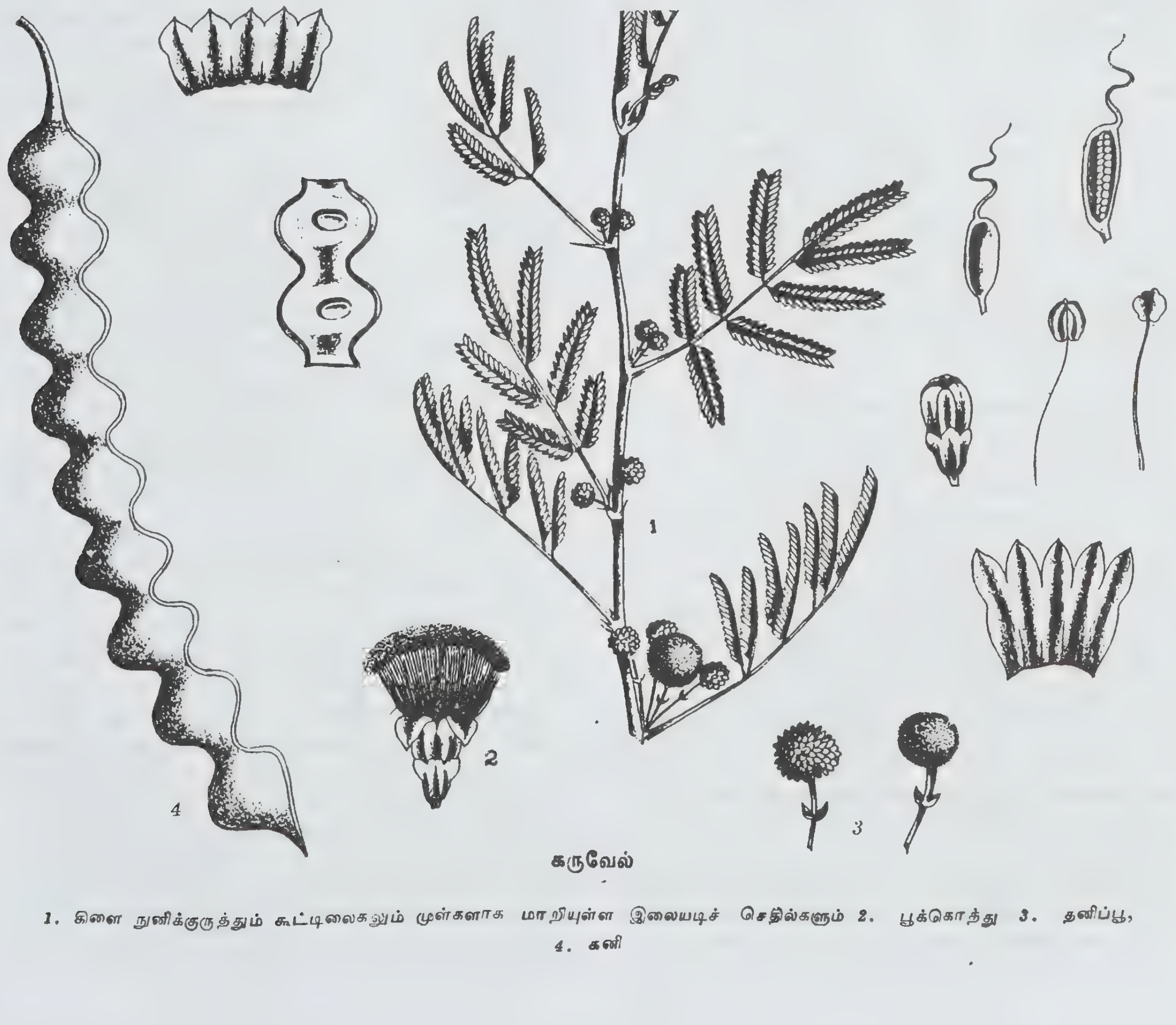
கருவேல மரத்தைப் பெரும்பாலும் கரிசல் மண் நிலங்களில் மிகுதியாகக் காணலாம். ஆனால் அனைத்து வகை மண்ணிலும் சரளை மண் நிலங்களி லும் மலைப் பகுதிகளிலும் கூட இம்மரம் வளர்ந் திருப்பதைக் காணலாம். இம்மரம் சாதாரணமாகத் தானாகவே முளைத்து வளர்ந்து கூட்டம் கூட்ட மாகக் காணப்படும். வேலியோரங்களில் இம்மரங்கள் வளர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். மரம் மிகவும் பயனுடையது; கடினமானது. தேவைப்படும் பொருள் களும், கலப்பைகளும் செய்ய இதைப்பயன்படுத்துவர். காற்றுத்தடை மரமாகவும், எரிபொருள் மரமாகவும்,

வளர்க்கப்பட்டு வரும் இம்மரத்தைத் தற்போது சமூக நலக்காடுகளில் வளர்த்து வருகின்றனர். சமூக நலக் காடுகளில் குட்டையான, சிறுமுள்ளுடைய மர வகையே விரும்பி வளர்க்கப்படுகின்றது. வறட்சி தாங்கு மரங்களில் இதுவும் ஒன்றாகும்.

மரம். இம்மரம் நேராக வளர்ந்து நன்கு கிளைத்துக் குடைபோல் இருக்கும். மரத்தண்டு உறுதியாக இருக்கும். மரத்தின் பட்டை கரும்பழுப் பாகவோ, கருமையாகவோ இருக்கும். இதில் வெடிப்புகள் நீளவாக்கில் இருக்கும். புளியமரத்தி லுள்ள பட்டைகளைப் போன்ற இதன் பட்டைகளும் மரத்திலிருந்து சற்றுப் பெயர்ந்து காணப்படும். இதன் பட்டைகளைப் பெயர்த்து அடுப்பு எரிக்கப் பயன் படுத்துவர். இலை ஈரிறகு வடிவுடன் 5-10 செ.மீ நீளமிருக்கும். சிற்றிலைகள் மிகச் சிறியவை. இலை யடிச் செதில்கள் முள்களாக மாறியிருக்கும். இம் மரத்தில் கூர்மையான நேரான முள்கள் இரண்டு இலைக்காம்புக்குக் கீழே இருக்கும். பூங்கொத்து மஞ்சள் நிறமாக ஜூன் - செப்டம்பர்மாதம் வரை காணப்படும்.

காய்கள் 7.5-15 செ.மீ நீளம், 0.6 செ.மீ அகலம் இருக்கும். விதைகளுக்கிடையே கனி குறுகி மணி மணியாகத் தோற்றமளிக்கும். ஒவ்வொரு காயி லும் 8-12 விதைகள் அடங்கியிருக்கும். இது கருமண் நிலத்திலும் ஆற்றோரங்களிலும் நன்கு வளர் கிறது. பஞ்சாபிலும் ஏனைய வட இந்திய மாநிலங் களிலும் வண்டல் மண்பரப்பில்மிகுதியாகக் காணப் படுகிறது. இது வறட்சியைத்தாங்கி வளரும் மரமாக இருந்தபோதும் இம்மரத்திற்கு நட்டபின் ஓரிரு முறை நீர் பாய்ச்சுதல் வேண்டும். இம்மரம் 15-18மீ உயரம் வரை வளரும். அடி மரத்தின் பருமன் 1.5-3மீ வரை இருக்கும். இது பஞ்சாப் மாநிலத்தில் 12 ஆண்டுகளில் 0.75 மீட்டர் பருமனை எட்டுகிறது.

கருவேல மரம் உறுதியானது; நீண்ட நாள் பயன்படும். ஒரு கன அடி மரக்கட்டையின் எடை 23.2 கிலோ இருக்கும். தேக்கு மரத்தைவிட இரு



கருவேல்

1. கிளை நுனிக்குருத்தும் கூட்டிலைகளும் முள்களாக மாறியுள்ள இலையடிச் செதில்களும் 2. பூக்கொத்து 3. தனிப்பூ, 4. கனி

மடங்கு உறுதியானது. இம்மரக்கட்டை மஞ்சள் கலந்த வெள்ளை நிறத்துடன் இருக்கும். வைரக் கட்டை இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடன் இருக்கும். உலர்ந்த வைரக்கட்டையைக் கறையானோ பூச்சியோ எளிதில் அரிக்க முடிவதில்லை. பச்சை மரத்தைப் பலகை களாகவே அறுத்து எடுத்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும். காய்ந்த மரத்தை அறுப்பது கடினமானதாகும். இம் மரத்தைக்கொண்டு செக்கு உலக்கை, ஆயுதப்பிடிகள், நீர் இறைக்க உதவும் பெர்ஷியன் சக்கரம் (persian wheel) முதலியவற்றைத் தயாரிக்கலாம். இம் மரத் தைக் கொண்டு படகு, துடுப்பு, கலப்பை, சுத்திக்கைப் பிடி, மாட்டு வண்டிக்குரிய பொருள்கள் ஆகிய வற்றைத் தயாரிக்கலாம். இம்மரத்தைச் சிலைகள் செய்வதற்கும் பயன்படுத்தலாம். உறுதியான தன்மை கொண்ட இம்மரம் விலை உயர்ந்த மரங்களுள் ஒன்றாகும்.

மரப்பட்டை. கருவேலம் பட்டையை வட இந்தி யப் பகுதிகளில் தோல் பதனிடு தொழிலில் பயன் படுத்துகின்றனர். வங்காளம், பஞ்சாப் ஆகிய மாநிலங்களில் இப்பட்டையை மிகுதியாக இத்தொழி லில் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். கருவேல மரத்தில் கட்டையும். பட்டையும் 5:1 என்னும் விகிதத்தில் உள்ளன. ஒரு ஹெக்டேரில் உள்ள 15 ஆண்டு வயது டைய 625 மரங்களிலிருந்து 12.5 டன் மரப்பட்டை யைப் பெறலாம். பட்டையில் 20% வரை டேனின் இருக்கும். ஆனால் தோல் பதனிடு தொழிலில் பயன் படும் பட்டையில் 12% உள்ளது. முதிர்ந்த மரங்களி லுள்ள பட்டையில் கருநிறமும், டேனின் அளவும் மிகுந்திருக்கும். கிளைகளிலுள்ள பட்டையில் 7-12% டேனின் உள்ளது. இதன் பட்டையிலிருந்து சாராய மும், பற்பொடியும் தயாரிக்கலாம்.

நெற்றுகள். கருவேலங்காய்கள் பச்சையாக, நீள மாக இருக்கும். காய்கள் உலர்ந்தவுடன் சாம்பல் நிற மாக மாறும். கருவேல மர நெற்றில் (உலர்ந்த காய் கள்) 12-19% டேனின் உள்ளது. விதைகளை நீக்கிய பின்பு உள்ள நெற்றுத்தோல் பகுதியில் 18-27% டேனின் உள்ளது. ஓராண்டில் ஒரு மரத்திலிருந்து 18 2 கிலோ நெற்றுகள் கிடைக்கும். பெருமளவில் கிடைத்தாலும் தோல் பதனிடு தொழிலில் நெற்றுகள் பயன்படுவதில்லை. நெற்றுகள் நொதிக்கும் பண்பைக் கொண்டிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். காயில் 8% புரதமும், 12.4% நார்ச்சத்தும் உள்ளன. கருவேல நெற்றுகளைச் செம்மறியாடுகளும், வெள் ளாடுகளும் விரும்பி உண்கின்றன.

பிசின்(கோந்து): இம்மரத்திலிருந்து வடியும் பிசி னுக்கு அக்கேசியா (ஹ)கம் என்றும், க(ஹ)ம் அராபிக் என்றும் பெயர்கள் உண்டு. மரப்பட்டையில் உண் டாகும் காயங்களிலிருந்து மார்ச் - மே மாதம் வரை கோந்து வடியும். ஒவ்வொரு மரத்திலிருந்தும் சரா சரியாக ½ -3/4 கிலோ கோந்துதான் கிடைக்கும். மரத்திலிருந்து வடியும் பிசின் காற்றில் உறைந்து திண்மப்பொருளாக மாறுகிறது. மரத்தின் வயது அதி கரிக்க அதிகரிக்கக் கோந்தின் உற்பத்தி குறையும். மிக முதிர்ந்த மரங்களிலிருந்து கோந்து கிடைப்பதில்லை. இம்மரத்தின் பிசின் இளமஞ்சள் அல்லது பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறமாக இருக்கும். பிசின் நிறம், வடியும் காலம், மரத்தின் வயது ஆகியவற்றிற்கு ஏற்ப வேறுபடுகிறது. கருவேலங்கோந்தை நீரில் முழுமை யாகக் கரைத்து விடலாம். 40% அடர்த்தியில் ஒட்டும் கோந்தைப் பெறலாம். இதுவே, நீரில் பெருமளவில் கரையும் கோந்து ஆகும். கோந்தில் கேலக்ட்டோ அராபன் கால்சியம் ஆக்சைடு, மக்னீஷியம் ஆக்சைடு இவை உள்ளன.

கேலக்ட்டோ அரபானிலிருந்து கேலக்டோஸ், அராபினோஸ் முதலிய சர்க்கரைகள் கிடைக்கும். கருவேலங் கோந்தை (உலர்ந்த பிசின்) நீரில் கரைத்து ஒட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தலாம். மேலும் இது மிட்டாய், ரொட்டித் தயாரிப்பு, மருந்து தொழி லகங்கள் ஆகியவற்றில் பயன்படுகிறது. அயல் நாட்டி னரின் இனிப்பு இறைச்சி வகையில் இக்கோந்து நெய் யில் வறுத்துப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உலகில் 85% கருவேலம்பிசின் சூடான் நாட்டிலிருந்து ஏற்றுமதியா கிறது.

குச்சிகள். இம்மரப்பட்டை, இலை, நெற்று ஆகியவற்றிலிருந்து சாறு எடுத்துப் பருத்தி, பட்டுத் துணிகளுக்குச் சாயமிடலாம். இவற்றைக் கொண்டு கறுப்பு, பழுப்பு, காக்கி நிறச் சாயம் ஏற்றலாம். கருவேலம் குச்சிகளைச் சிறு துண்டுகளாக வெட்டிக் கொண்டு பல் துலக்கப் பயன்படுத்தலாம். பெரும் பாலும் பென்சில், அளவு கொண்ட கருவேலம் குச்சி களையே பல் துலக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர். செயற்கை வகைப் பல்பொடி அல்லது பற்பசை ஆகியவற்றைவிடப் பற்களை இது நன்கு தூய்மைப் படுத்தும். பல் நோய் வாராமல் பல்லுக்கு உறுதியை யும் தருவதில் இது ஆலம் விழுதிற்கு- இணையானது.

முள்வேலி. கருவேல மரத்தை முள்வேலிக்காக வளர்க்கலாம். மரத்தின் கொம்புகளை வெட்டிச் சேர்த்து வேலி அமைக்கலாம். இதனால் விளை நிலத்தில் ஆடுமாடுகளால் ஏற்படும் இழப்பைக் குறைக்கலாம். முற்காலத்தில் மக்கள் இதன் முள்ளைத் தாள்கள் இணைப்பதற்குப் பயன்படுத்தினர்.

மருத்துவப் பண்புகள். மரப்பட்டை, பிசின், இலை, பூமொட்டு, வேர் முதலியவை மருந்தாக உதவுகின் றன. மரப்பட்டையிலிருந்து சாறு இறக்கிப் பல்வலி, வாய்ப்புண் ஆகியவற்றைப் போக்கவும், வாய், கொப்பளிக்கவும், மருந்தாகவும் பயன்படுத்தலாம். பட்டையை ஒன்றுக்கு 15 பங்கு நீர் சேர்த்துக் காய்ச்சிக் கஷாயம் செய்து 30-40 மில்லி லிட்டர் வீதம் குடித்தால் கருப்பை நோய்கள், பெண்களின் வெண்கசிவுக் கோளாறு, அழற்சி, சீதபேதி, நீரிழிவு

ஆகிய நோய்கள் நீங்கும். பட்டையை உலர்த்திப் பொடி செய்து நல்லெண்ணெயில் குழைத்துக் கட்டிகளுக்கும், பிளவைகளுக்கும் பூசலாம். பட்டையை உலர்த்திப் பல்தேய்த்து வந்தால் பல் ஆடுதல், பல் ஈறில் இரத்தம் வருதல் போன்றவை நலமாகும், பல் உறுதிப்படும்.

கருவேலங்கோந்து உடல் உறுதி பெறவும், இரத்தப்போக்கை நிறுத்தவும் பயன்படுகிறது. இது விந்தைக் கெட்டிப்படுத்தி ஆண்மையைக் கூட்டும். கோழிமுட்டையின் வெள்ளைக் கருவுடன் கருவேலங் கோந்துத் தூளைக் கலந்து குழைத்து வெந்த புண், தீப்புண் ஆகியவற்றிற்குத் தடவலாம். கருவேலம் பிசினை நீரில் கலக்கி உட்கொண்டு வந்தால் இருமல், குடல் வீக்கம், வயிற்றுப்போக்கு, சீதபேதி, தொண்டை நோய், நெஞ்செறிவு முதலியவை நீங்கும்.

கருவேல மரத்தின் இலைகளைக் கொளுத்தித் தேங்காய் எண்ணெயில் கலந்து சிரங்குகளுக்குப் பூசலாம். கொழுந்து இலைகளைத் தாய்ப்பாலில் அரைத்து அடையாகத் தட்டிச் சூடேற்றிய சட்டியில் வெதுப்பி ஒற்றடமிடக் கண்சிவப்பு நீங்கும். இலைக் கொழுந்தை அம்மியிலிட்டு நன்கு அரைத்துக் கொடிய புண்ணின் மீது வைத்துக் கட்டினால் விரைவில் நலமாகும். இலைக் கொழுந்தை மைபோல் அரைத்து அத்துடன் தேவையான அளவில் சர்க்கரையும் நீரும் கலந்து, கலக்கிக் காலை வேளையில் அருந்தி வர இருமல் தணியும்.

பூ மொட்டுகளைத் தொகுத்து உலர்த்திப் பொடி செய்து சர்க்கரையும் கலந்து தர இருமல் குணமாகும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

கரைசல்கள்

உட்கூறுகளின் விகிதங்களுக்குத் தக்கவாறு மாறக் கூடிய பண்புகளைக் கொண்ட ஒருபடித்தான கலவை கரைசல் (solution) எனப்படும். கரைசலை ஒருதூய்மை யான நீர்மத்திலிருந்து வேறுபடுத்திக் காண்பதற்கு ஓர் எளிய ஆய்வு உள்ளது. உறைதல், ஆவியாதல் போன்ற நிலைமை மாற்றங்கள் (phase changes) நிகழும்போது தூய நீர்மமாக இருப்பின் வெப்பநிலை மாறுவதில்லை. மாறாக, கரைசலாக இருப்பின் வெப்ப நிலை தொடர்ந்து மாறிக்கொண்டே இருக்கும்.

மிக அமுக்கப்பட்டவை தவிர, பிற வளிமங்கள் அனைத்து விகிதங்களிலும் கலக்கக் கூடியவை. திண்மக் கரைசல் என்பது சமநிலையிலுள்ள நீர்ம நிலை திண்ம நிலை அமைப்பில் திண்மம் ஒருபடித்தான தாக இருத்தலாகும்.

கரைசலுக்கான அடிப்படை உந்து விசை. இரு வேறு பொருள்கள் கரைசலைத் தோற்றுவிக்கக்கூடிய வாய்ப்பு அப்பொருள்களின் கலவையிலுள்ள பல்வேறு மூலக்கூறுகளுக்கு இடையே ஏற்படும் ஈர்ப்பு விசையின் தன்மையையும், வலிவையும் பொறுத்தது. ஈர்ப்புவிசைகளுக்கு உட்படும் துகள்களின் வகையீடு பின்வருமாறு உள்ளது: (1) மின்முனைவற்ற மூலக்கூறுகள் (2) மின்முனைவுற்ற மூலக்கூறுகள் (அதாவது இரு முனையை உள்ளடக்கியவை) (3) அயனிகள் (4) உலோக அணுக்கள். மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட விசையின் வகையீடு: (1) லண்டன் விசைகள் (London forces) (2) இருமுனை இடையீடு (3) எலெக்ட்ரான் வழங்கி-ஏற்பி இடையீடு (4) அயனிகளுக்கு இடைப் பட்ட இடையீடு (5) அயனி-இருமுனையி இடையீடு.

லண்டன் விசைகள். 1930ஆம் ஆண்டு லண்டன் என்பாரால் உருவாக்கப்பட்ட, மின்முனைவற்ற மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஈர்ப்புப் பற்றிய கொள்கை, இரட்டை எலெக்ட்ரான்அமைப்புக்களுக்கு இடைப்பட்ட குவாண்ட்டம் இடையீட்டை அடிப் படையாகக் கொண்டது. இரு வேறு மூலக்கூறுகளுக்கு (1, 2) இடைப்பட்ட ஈர்பபு விசை,

$$\epsilon_{12} = -\frac{3\alpha_1\alpha_2 h}{2r^6}\cdot\frac{\nu_{0,1}\nu_{0,2}}{\nu_{0,1}+\nu_{0,2}} \qquad (1)$$

ν_1 மற்றும் ν_2 : எலெக்ட்ரான்களின் அதிர்வெண்கள்

α_1 மற்றும் α_2 : எலெக்ட்ரான்களின் முனைவுகொள் திறன்கள்

r : இரு மூலக்கூறுகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு

h : பிளாங்க் மாறிலி

ஒரே வகை மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட கலவையில்

$$\epsilon_{11} = -\frac{3\alpha_1^2}{4r^6} h\nu_0 \qquad (2)$$

$h\nu_0$, அம்மூலக்கூறின் அடிநிலை ஆற்றல் சிற்றுலைவுறா நிலையில் (unperturbed state) ஒரு மூலக்கூறு மற்றொரு மூலக்கூறினால் சிற்றுலைவுறுதல், மாறுபட்ட அதிர்வெண்களைக் கொண்ட ஒளிக்கற்றைகளால் சிற்றுலைவுறுதலுக்குச் சமமாகும். ஒளியின் அதிர்வெண்ணுக்கும் ஒளி விலகல் எண்ணுக்கும் உள்ள தொடர்பிலிருந்து இவ்வுண்மையை அறியலாம். இத்தொடர்பை நிறப்பிரிகை (dispersion) எனக் குறிப்பிடுவதால், லண்டன், மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஈர்ப்பையும் பிரிகை விசை எனக் குறிப்பிட்டார். வளிமங்களுக்கும் ஒளி

விலகல்' எண் அதிர்வெண் தொடர்பு உண்டாகையால், வளிமநிலையில் முதன்மை பெறும் வாண்டர் வால்ஸ் ஈர்ப்பு விசைக்கும் லண்டன் பிரிகை விசைக்கும் உள்ள தொடர்பு புலனாகிறது.

இத்தொடர்புகளை அடிப்படை அறிமுறைக் கொள்கைகளிலிருந்து (from first principles) பெறலாம் என்றாலும் இவ்வாறு நிறுவப்படும் கரைசல் கருத்துப் படிமம் (model), பல்லணு மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட பெருவாரியான கரைசல்களுக்குப் பொருந்துவதில்லை. பொதுவாக, கரைசல்களில் ஈர்ப்பழுத்தப் புலம் (potential field) மையம் கொண்டதாகவோ, ஆரக்காலில் பரவுவதாகவோ இல்லை; எலெக்ட்ரான்களுக்கு இடைப்பட்ட இடையீடு மூலக்கூறுகளின் ஆரப்பகுதியில்மட்டுமே தோன்றுகிறது. எ.கா. ஆக்ட்டாமெத்தில் டெட்ராசிலாக்சேன் எனும் மூலக்கூறின் உள்ளகத்தில் சிலிகான் அணுக்களும் ஆக்சிஜன் அணுக்களும் மாறி மாறி இடம் பெற்றிருப்பினும், எட்டு மெத்தில் தொகுதிகளுக்குள் புதைந்து கிடைப்பதால், இம்மூலக்கூறு பிற மூலக்கூறுகளுடன் அலிஃபாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களைப் போலவே தொடர்புறுகிறது. அலிஃபாட்டிக்ஹைட்ரோகார்பன்களே கோள வடிவான சமச்சீர்மை பெற்றிருப்பதில்லை. மேலும் மூலக்கூறுகளிலுள்ள எலெக்ட்ரான்கள் யாவும் ஒரே அதிர்வெண் கொண்டவையன்று. இச்சிக்கலான உண்மை நிலையை விளக்குவதற்கு லண்டனின் அடிப்படைக் கருத்தை விரிவாக்க வேண்டியுள்ளது. லண்டன் விசைகளுள் பலவகை உள்ளன. அவை (1) குறை நெடுக்கம் கொண்டவை (2) கூட்டலுக்குகந்தவை மற்றும் தனிக்குறிப்புத் தன்மை அற்றவை (additive and non-specific) (3) வெப்பநிலைச் சார்பற்றவை (4) மின்முனைவற்ற, மின்முனைவுற்ற, உலோக என்னும் பாகுபாடில்லாத அனைத்து வகை மூலக்கூறுகளுக்கும் இடையே இயங்கவல்லவை (5) எலக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் தளர்ச்சியைப் (looseness) பொறுத்து அளவில் மாறுபடும் விசைகள் (6) பலவகைப்பட்ட மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட சராசரிக்கும் குறைவான எண் மதிப்புள்ள விசைகள் என்பனவாகும்.

இறுதியாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள விசையைப் பற்றி அறிவதற்கு ϵ_{11} ஐயும் ϵ_{22} ஐயும் ϵ_{12} -உடன் ஒப்பிடுதல் தேவை. ϵ_{11} மற்றும் ϵ_{22} ஆகியவற்றின் சமன்பாடுகளுக்கிடையே α-ஐ நீக்கினால் சமன்பாடு (!).

$$\epsilon_{12} = \frac{(\nu_1\nu_2)^{1/2}}{(\nu_1 + \nu_2)/2} \cdot (\epsilon_{11}\epsilon_{22})^{1/2}$$

இரு வேறு மூலக்கூறுகளுக்கிடையே மின்முனைவு கொள்திறத்தில் உள்ள வேறுபாட்டைவிட அயனியாக்கும் ஆற்றலில் (ionisation energy) வேறுபாடு மிகக் குறைவாக இருப்பதால், அதிர்வெண்களைக் கொண்ட காரணியை ஒன்று எனக் கருதி இச்சமன்பாட்டிலிருந்து நீக்கிவிடலாம். எனவே,

$$\epsilon_{12} \approx (\epsilon_{11}\epsilon_{22})^{1/2} \qquad (3)$$

ஒரேவகை மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடையீட்டுக் கூட்டல் சராசரியை விட (arithmetic mean) வேறுபட்ட வகை மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடையீடு குறைவாகவே உள்ளது. இருமூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஈர்ப்பைக் குறிக்கும் சமன்பாடுகளைத் தூய (தனித்த) கூறுகளுக்கும், கரைசலுக்கும் தொகை ஆக்கம் செய்தால் கரைப்பானுக்கும் கரைபொருளுக்கும் இடைப்பட்ட ஈர்ப்புக்கான துணை அலகுகளைக் (attraction parameters) கணக்கிடலாம். இத்துணையலகுகள் வாண்டர் வால்ஸின் மூலக்கூறிடைக் கவர்ச்சிக்கான (van der Waals intermoleicular attraction) a எனும் மாறிலியை ஒத்தவை. ஒரே வகையைச் சார்ந்த மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஈர்ப்பு மாறிலிகளுக்கும் மாறுபட்ட வகைகளைச் சார்ந்த மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட ஈர்ப்பு மாறிலிகளுக்கும் கீழ்க்காணும் தொடர்பைப் பெர்தலாட் என்பார் வருவித்துள்ளார்: $a_{12} = (a_{11}a_{22})^{1/2}$ இச்சமன்பாடு நீர்ம-இரட்டைகளுக்கு 1% பிழை எல்லைக்குட்பட்டுப் பொருந்துகின்றது. எ.கா. CCl_4-க்கு a இன் மதிப்பு 31.21; $SnBr_4$க்கு aஇன் மதிப்பு 64.79, கணக்கிடப்பட்ட பெருக்குச் சராசரி (geometric mean) 46.46 ஆகவும், ஆய்வு வழி அறியப்பட்ட மதிப்பு 46.86 ஆகவும் உள்ளன. இத்தொடர்பின் கருத்து, மாறுபட்ட நெருக்கப் பிணைவு (cohesion) கொண்ட இரு நீர்மங்களின் சராசரிப் பிணைவைவிட அக்கலவையின் பிணைவு குறைவாகவுள்ளது என்பதாகும். இதன் விளைவாகக் கலவையின் (கரைசலின்) பருமனில் கூடுதலும், வெப்ப உறிஞ்சலும், ஆவியழுத்தத்தில் உயர்வும் தோன்றும். இச்சமன்பாடு ஒரே வெளி எலெக்ட்ரான் அமைப்புக் கொண்ட பிற வகைகளில் வேறுபட்ட மூலக்கூறுகளுக்கு ஏற்புடையதாகும். ஆனால் வெளி எலெக்ட்ரான் அமைப்புகளில் வேறுபட்ட மூலக்கூறு இரட்டைகளுக்குப் பொருந்தாது.

இருமுனையி இடையீடு. நிலைத்த மின்வகை இருமுனையிகளை (permenent electric dipoles) உள்ளடக்கிய மூலக்கூறுகளுக்கிடைப்பட்ட ஈர்ப்பு இவ்வகையைச் சாரும். லண்டன் விசையும், இரு முனையிகளுக்கு இடைப்பட்ட நிலை மின் இடையீடும் (electrostatic interaction) இணைந்த விசை, இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட விசை மூலக்கூறுகளின் இருமுனைத் திருப்புந்திறத்தைப் பொறுத்தது. மேலும், இடையீடு பெரும நிலையை எய்த உதவும் இணை எதிர் வச அமைப்பு (antiparallel orientation)

வெப்பநிலை உயர்வு குலைத்துவிடும். இடையீட்டின் எண் மதிப்பு மூலக்கூறுகளின் வடிவியல் உருவத்தையும் (geometry) பொறுத்து மாறும். இருமுனைகள் ஒன்றையொன்று நெருங்குகையில் அவற்றின் முனைகளுக்கிடைப்பட்ட தொலைவுதான் முதன்மையானதேயன்றி மூலக்கூறுகளின் மையங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு அன்று. இதன் பயனாக, குளோரோபார்முக்கும் கார்பன் டெட்டா குளோரைடிற்கும் இடையே உள்ள கரைதிறன் வேறுபாடுகளை விளக்க இயலும். தூய நீர்மங்களில் இருமுனையிகளுக்கு இடையேயான இடையீட்டு அளவு g காரணி என்னும் அலகால் குறிப்பிடப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக, பிரிடீன் எனும் மூலக்கூறின் இருமுனையி $\mu = 2.2\times10^{-18}$ மின்நிலை அலகுகள் (e.s.u.) அதன் மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி (dielectric constant) 12.5 ஆகும்; இருமுனையி இடையீடு ('g') 0.9. நீர்மூலக்கூறுக்கு $\mu = 1.84\times 10^{-18}$ e.s.u; $\epsilon = 78.5$ மற்றும் g = 2.7. எத்தில் ஆல்கஹாலுக்கு $\mu = 2.8\times10^{-18}$ $\epsilon = 24.6$ மற்றும் g = 3.0. கரைதல் பண்புகளை நன்கறிவதற்கு g காரணியே முதன்மையான துணையலகாகும். மேலும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட முனைவுற்ற பிணைப்புகளைக் கொண்ட மூலக்கூறுகளில், தனித்த பிணைப்புகளேயன்றி மூலக்கூறின் மொத்த இருமுனையி கரைதல் பண்பைத் தீர்மானிக்காது. ஆர்த்தோ, மெட்டா, பாரா என்னும் மூன்று டைநைட்ரோ பென்சீன்களுக்கும் ஆவியமுத்தத்தில் உள்ள வேறுபாடுகள் அவற்றின் இருமுனையிகளுக்குத் தொடர்பற்றிருப்பதிலிருந்து இது தெளிவாகிறது.

g காரணியின் மதிப்பு மிகக் கூடுதலாகப் பெற்ற மூலக்கூறுகள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளைக் கொண்டவை. இவற்றின் கொதிநிலைகள் மிக உயர்ந்தும், மின்முனைவற்ற சேர்மங்களைக் கரைக்கக்கூடிய திறன் குறைந்தும் உள்ளன. ஒரு மின்முனைவற்ற நீர்மமும் நீரும் சேர்ந்த கலவையுமே ஒன்றோடொன்று அறவே கலக்காத நீர்ம இரட்டைகளுக்குச் சிறந்த சான்றுகளாகும்.

எலெக்ட்ரான் வழங்கி-ஏற்பி வகை இடையீடு. லூயிஸ் கொள்கையின்படி அமிலம் என்பது, எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஏற்கத்தக்க ஆற்றலுள்ள ஆர்பிட்டால்களைக் கொண்டது; காரம் என்பது வெளிச்சுற்றில் பிணைப்புறா இரட்டைகளைக் கொண்ட அணுவை உள்ளடக்கியது. எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை வழங்கவல்ல சில மூலக்கூறுகள்: பிரிடீன், அசெட்டோன், ஈதர், அல்க்கைல் புரோமைடு, அயோடைடு அயனி, தயோசயனேட் அயனி, அரோமாட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் ஆகியன. எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஏற்கத்தக்க சில மூலக்கூறுகள்; தூய உப்பீனிகள், SO_2, SO_3, BCl_3, BF_3 அலுமினியம் ஹாலைடுகள், வெள்ளீய (IV) குளோரைடு, காரவலிவுக்கும், அயனியாதல் ஆற்றலுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கொண்டு அமில-கார இடையீடுகளை மதிப்பிடலாம். கரைசல் நிலையிலுள்ள இவ்வுப்புகளை மின்னேற்ற மாற்ற அணைவுகளாகக் (ஒரு மூலக்கூறிலிருந்து மற்றொரு மூலக்கூறுக்கு எலெக்ட்ரானை மாற்றுவதால் கிட்டும் சேர்மமாகக்) கருதலாம். இவ்வகை இடையீட்டின் வலிவை மதிப்பிடுவதற்கு இவ்வணைவுச் சேர்மங்களின் புற ஊதாக் கதிர் உறிஞ்சல் நிரல்கள் (ultraviolet absorption spectra) பயனாகின்றன. இவ்விடையீடு தனித்தன்மை படைத்தது; பொதுப்படையாக ஏற்றதன்று. நிறையுறும் நிலையை எளிதில் எய்தக் கூடியது. உட்கூறுகளின் வெளியேறும் தன்மையைக் குறைக்கக் கூடியது. $\epsilon_{12} > (\epsilon_{11}\epsilon_{22})^{1/2}$ என்னும் கோவைக்கு ஒத்தது.

அயனி-அயனி இடையீடு. கூலும் விதிப்படி நீர்மம் மற்றும் திண்மத்திலுள்ள அயனிகள் ஒன்றையொன்று (நிலைமின்தன்மையால்) ஈர்த்தோ, விலக்கியோ இடையீடுறலாம். தவிர லண்டன் விசையின் விளைவாகப் பெரிய அயனிகளைச் சிறிய அயனிகள் மின்முனைவுற்றதாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, சில்வர் புரோமைடு வெண் மஞ்சள் நிறமுடையதாகவும், சில்வர் குளோரைடு வெண்ணிறம் கொண்டதாகவும் இருப்பதற்குக் காரணம் புரோமைடு அயனி வெள்ளி அயனியை முனைவு கொள்ளச் செய்வதேயாகும். நீர்த்த கரைசல்களில் இவ்வயனிகள் யாவுமே வண்ணமற்றவை என்பதும் வெள்ளி புரோமைடின் படிக உருவம் (நிறமற்ற) சோடியம் குளோரைடின் படிக உருவையொத்தது என்பதும் அயனி-அயனி இடையீடு திண்மநிலையில் எத்துணை முதன்மை பெற்றுள்ளது என்பதை விளக்குகிறது. அயனியிடை ஈர்ப்பு (interionic attraction) வலிவுற்ற மின்பகுதிகளுக்கான கொள்கையில் மைய இடம் பெறுகிறது. திண்ம மற்றும் உருகிய நிலையிலுள்ள சில்வர் புரோமைடில் ஒவ்வொரு சில்வர் அயனியின் எலெக்ட்ரான் மூட்டமும் (electron cloud) அண்மையிலுள்ள ஆறு சில்வர் அயனிகளின் பாதிப்புக்குள்ளாகிறது.

அயனி-இருமுனையி இடையீடு. ஒரு திண்ம உப்பைக் கரைப்பதற்குப் பின்வரும் சூழ்நிலைகளுள் ஒன்றை உருவாக்குதல் தேவை (1) மின் முனைவுற்ற கரைப்பான் மூலக்கூறால் ஈர்க்கப்படும் அளவு மின்முனைவு கொண்டிருத்தல் (2) கரைப்பான் மூலக்கூறுடன் வேதிவினையுற்று அணைவு அயனியாக மாறுதல் (3) நீர்மத்தில் கரைந்துள்ள பிறிதொரு உப்பின் அயனிகளால் ஈர்க்கப்படும்போது அவ்வீர்ப்பு ஆற்றல் படிகக் கட்டமைப்பு ஆற்றலைவிடக் (lattice energy) கூடுதலாக இருத்தல்.

நல்லியல்புக் கரைசல்கள். நல்லியல்புக் கரைசலுக்கான (ideal solutions) கருத்துப் படிமத்தில் (model) உட்கூறுகளின் ஈர்ப்புத் திறன் சமமாகவே இருக்கும்.

அவற்றைக் கலக்கும்போது பருமனிலோ வெப்பக் கொள்ளளவிலோ மாற்றமிராது. இவ்வியல்புகளில் நல்லியல்புக் கரைசல் நல்லியல்பு வளிமக் கலவையைப் போன்றது. ஒரு நல்லியல்பு வளிமக் கலவையின் மொத்த அழுத்தம் அதன் உட்கூறுகளின் பகுதி அழுத்தங்களின் கூட்டுத் தொகையாகும். இவ்வகைக் கரைசலில் மூலக்கூறுகளின் வெளியேறும் தன்மை சூழ்ந்துள்ள பிற மூலக்கூறுகளின் தன்மையைப் பொறுத்ததன்று. கரைசலில் ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மூலக்கூறுகள் யாவற்றினும் மொத்த வெளியேறும் இயல்பு (நிலையின்மை),

$$f_1 = f_1^0 x_1$$

என்னும் வாய்ப்பாட்டின்படி அமைகிறது. f_1° என்பது தூய நீர்மத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட மூலக்கூறின் வெளியேறும் இயல்பு. x_1 கரைசலில் அம்மூலக்கூறு வகையின் மோல் பின்னம். ஈரினக் கலவையில் $x_1 + x_2 = 1$. நீர்ம ஆவியை நல்லியல்புடையதாகக் கருதினால், ரௌல்ட்டின் விதி ஏற்புடையதாகும். எனவே f என்னும் நிலையின்மையை p ஆல் (அழுத்தத்தால்) பதிலீடு செய்யலாம்.

கருத்துப் படிமங்களிலிருந்து நடைமுறையில் பயனாகும் கரைசல்கள் தன்மைகளில் வேறுபடும் விதத்தை அறிவதற்கு, கரைசல்களுக்கே உரிய வெப்பவியக்கவியல் சமன்பாடுகளைப் பற்றி அறிதல் வேண்டும்.

மூலக்கூறு எடை அளவைகள். ஒரு திண்மம் நல்லியல்புக் கரைசலை ஈன்றால், அதன் கரைதல் வெப்பம் அதன் உருகுதல் வெப்பத்திற்குச் (ΔH^F) சமமாக இருக்கும். எனவே திண்மத்தின் கரை திறனை,

$$-\ln x_1 = \frac{\Delta H^F}{R}\left(\frac{T_m - T}{\cdot T_m T}\right)$$

என்று குறிப்பிடலாம். உறைநிலைத் தாழ்வுமுறையில் மூலக்கூறுஎடையைக் கண்டறிவதற்கான சமன்பாடாக இச்சமன் பாட்டை மாற்றி அமைக்கலாம். அதாவது. $-\ln x_1$, என்னும் கோவைக்குப் பதிலாக $\ln(1+N_2/N_1)$ எனக் குறிப்பிடலாம். $\ln(1 + N_2/N_1)$ என்னும் மடக்கை வரிசையில் உயர் அடுக்குக் குறிகளைப் (higher powers) புறக்கணித்தால்,

$$\frac{N_2}{N_1} \approx \frac{\Delta H_1^F}{RT_m^2}\Delta T$$

என்னும் எளிய சமன்பாடு கிட்டும். ஆனால் இதற்கு $N_2 << N_1$ என்றிருத்தல் தேவை. N_1 மூலக்கூறுகளடங்கிய கரைப்பானில் தெரிந்த எடையில் கரைபொருளைக் கரைத்து, கரைசலின் உறைநிலைத் தாழ்வை (ΔT) ஆய்வு வழியில் அறிந்தால், கரைபொருளின் மோல் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடலாம். தோராயமாக மதிப்பிடுவதாலும் எக்கரைப்பானுமே நுட்பமாக நல்லியல்புக் கரைசல்களை உருவாக்குவதில்லை என்பதாலும், இவ்வழியில் கணக்கிடப்படும் மோல் எண்ணிக்கை சற்றே தோராய மதிப்பீடாக இருக்கும். ஆய்வு மதிப்புகளிலிருந்து $x_2 = 0$ என்னும் மதிப்பு வரை புறவைப்பு (extrapolation) செய்து கண்டறியப்படும் மோல் எண்ணிக்கை நுட்பமாக இருக்கும்.

கரைசலின் மோலால் செறிவை அறிவதற்கு மற்றொரு முறையும் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆவியுறாக் கரைபொருளைச் சேர்த்தலால் கரைப்பானின் ஆவியழுத்தம் குறைதலை ஈடு செய்யும் வகையில் வெப்பநிலையை உயர்த்தலாம். இம்மாற்றங்கள் சமன்பாடு(4) இல் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

$$x_2 = \frac{\Delta H_1^{vap}}{RT_b^2}\Delta T \qquad (4)$$

உறைநிலைத் தாழ்வு மூலம் கணக்கிடப்படும் x_2 இச்சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி பெறப்படுவதைவிட நுட்பமாகும்; ஏனெனில் ஆவியாதல் வெப்பம் உருகுதல் வெப்பத்தைவிடப் பன்மடங்கு கூடுதலானது. இதன் விளைவாக உறைநிலைத் தாழ்வைவிடக் கொதிநிலை உயர்வு குறைவான எண் மதிப்புக் கொண்டுள்ளது; நுட்பமாக அளந்தறிவது கடினமாகிறது.

சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம். கரைப்பானின் மோல் பின்னம் x_1 எனக் கொண்ட பெரிய அளவு கரைசலிலிருந்து ஒரு மோல் கரைப்பானை அகற்றுவதற்கு இரண்டு மீள்தன்மை கொண்ட, சமானமான வழிமுறைகள் உள்ளன: 1) கரைசலிலிருந்து கரைப்பானைக் காய்ச்சி வடித்தல். இவ்வழிமுறையில் கிட்டும் கட்டிலா ஆற்றல் ஆதாயம்,

$$\Delta G_1 = RT\ln(f_1^0/f_1)$$

(2)சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்திற்கு எதிராக ஒரு கூறு புகவிடும் சவ்வு வழியாகக் கரைப்பானைக் கசியச் செய்தால் தோன்றும் கட்டில்லா ஆற்றல் ஆதாயம்,

$$G_1 = \Delta P\bar{V}_1$$

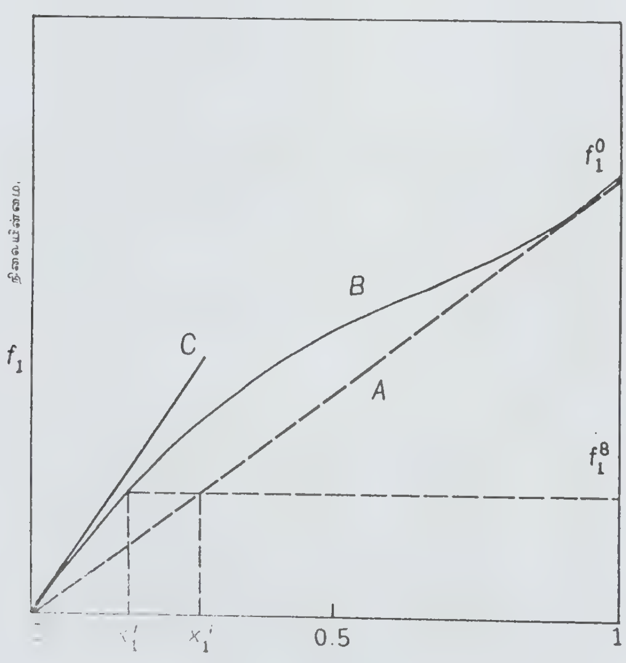
இங்கு $\bar{V}_1$ என்பது கரைப்பானின் பகுதி மோலால் பருமனாகும். இவ்விரு செயல் முறைகளின் கட்டில்லா ஆற்றலையும் சமன் செய்தால்,

$$\Delta PV_1 = RT\ln\frac{f_1^0}{f_1} = RT\ln\frac{N_1 + N_2}{N_1} \qquad (5)$$

மடக்கை வரிசையை விரிவாக்கி, உயர் அடுக்குக் குறிகளைப் புறக்கணித்தால் PV = RT என்றாகும்

இங்கு $V = N_2\bar{V}_1/N_1$, அதாவது, ஒரு மோல் கரை பொருளை உள்ளடக்கிய கரைசல் பருமன். வாண்ட் ஹாஃப்பின் நீர்த்த கரைசல் விதி (Van't Hoff's dilution law) என்பது இச்சமன்பாடேயாகும். வளிமங் களுக்கான நல்லியல்புச் சமன்பாடும் நீர்த்த கரைசல் சமன்பாடும் அமைப்பில் ஒத்துள்ளமையால் வாண்ட் ஹாஃப் விதியை நல்லியல்புக் கசைரல் விதி எனலாம். இது ஒரு வரம்புக்குட்பட்ட விதியாகும்; செறிவு மிகுந்த கரைசல்களுக்குப் பொருந்தாது. ஒவ்வொரு கரைப்பானின் தனித்தன்மை இவ்விதியைப் பாதிப்ப தில்லை. வளிமத்தைப் போன்ற கரைபொருள் (quasi-gas solute) பரவுவதற்குக் கொள்ளிடம் அளிக்கும் அமைப்பே கரைப்பானாகும்.

சவ்வூடு பரவல் அழுத்தத்தை அளக்கும் முறை, கரைசல்களில் பலபடி மூலக்கூறுகளின் மூலக்கூறு எடையைக் கண்டறிவதற்குச் சிறந்த உத்தியாகும். ஏனெனில், இக்கரைசல்களில் கரைபொருளின் மோல் பின்னங்கள் மிகக் குறைவாக உள்ளன. இதனால் இவற்றின் தாக்கம் ஆவியழுத்தத்தின் மீதோ கரைப் பானின் உறைநிலை மீதோ பெரும்பான்மையாக இல்லை. சான்றாக, ஒரு மோல் பென்சீனில் 0.001 மோல் கரைபொருளைச் சேர்த்துத் தயாரிக்கப்பட்ட கரைசலின் உறைநிலை 279K, உருகுதல் வெப்பம் 9.95 கி.ஜூல் மோல், உறைநிலைத் தாழ்வு 0.065K மட்டுமேயாகும். சவ்வூடு பரவல் அழுத்தமோ 194 மி. மீ. இந்த அளவு அழுத்தத்தை அளப்பது கடினமன்று.



படம் 1.

நல்லியல்பற்ற கரைசல்கள். இருகூறுக் கலவையில் (binary mixture) இரு கூறுகளுக்கும் இடையே வேறு பாடு கூடுதலாக இருப்பின், நிலையின்மை எண் மதிப்பு (fugacity value) நல்லியல்பு வழியாகக் கணக் கிடப்படும் மதிப்பைவிடக் கூடுதலாக இருக்கும். ஒரு வகை மூலக்கூறுகளைப் பெரும்பாலும் வேறொரு வகை மூலக்கூறுகள் மட்டுமே சூழ்ந்திருக்க நேரிடின், ஆய்வு வழி அறியப்பட்ட நிலையின்மைக்கும் நல் லியல்பு அடிப்படையில் காணக்கிடக்கும் நிலை யின்மைக்கும் இடையே வேறுபாடு மிகவும் கூடுதலாக இருக்கும். படம் 1 இல் நடைமுறை வரைபடமும் நல்லியல்பின் அடிபடையில் எதிர்பார்க்கப்படும் வரைப டமும் ஒப்பிடப்பட்டுள்ளன. வரைகோடு A: நல்லியல்பு அடிப்படையில் கரைசலில் நடத்தை, வரைகோடு B: நடைமுறையில் கரைசலின் நடத்தை. வரைகோடு C: ஹென்றி விதியின்படி எதிர்பார்க்கப்படும் நடத்தை.

நடைமுறைக் கரைசல்களில் கரைப்பானின் மோல் பின்னம் உயர்வாக இருக்கையில் ($X_1 \longrightarrow 1$) ரௌல்ட்டின் விதியும், கரைப்பானின் மோல்பின்னம் குறைவாக இருக்கும்போது ($X_1 \longrightarrow 0$) ஹென்றியின் விதியும் பின்பற்றப்படுகின்றன.

ஈரிணையக் கரைசல்களின் இரு கூறுகளுக்கும் இடையேயான தொடர்பைக் கிப்ஸ் டியூ-ஹெம் சமன் பாடு விளக்குகிறது.

$$\left(\frac{\partial \ln f_1}{\partial \ln x_1}\right)_T = \left(\frac{\partial \ln f_2}{\partial \ln x_2}\right)_T$$

ஒரு கரைசலில் அடங்கிய கரைபொருளின் செறிவும், கிளர்ச்சியும் (activity) ஒன்றேயல்ல. செறிவில் மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட இடை யீடுகளைப் புகுத்தினால் கிளர்ச்சியின் மதிப்புக் கிடைக் கும். கிளர்ச்சி $a_1 = f_1/f_1^0$ - இங்கு f_1^o என்பது ஒரு நியம ஒப்பீட்டு நிலையில் நிலையின்மையின் மதிப்பு. நல்லியல்புக் கரைசலில் கிளர்ச்சியும் மோல் பின்னமும் சமமாகும். பிற கரைசல்களில் கிளர்ச்சிக் கெழு (activity co-efficient) $r = a/x$. கிப்ஸ்-டியுஹெம் சமன்பாட்டை நிலையின்மைக்குப் பதிலாகக் கிளர்ச்சி யைக் கொண்டும் குறிப்பிடலாம். மூன்றாம் வகைக் குறியீடு : $N_1d\bar{G}_1 + N_2d\bar{G}_2 = 0$ இங்கு $\bar{G}$ என்பது பகுதி மோலால் கிப்ஸ் ஆற்றல். மின்முனைவற்ற கூறு களைக் கொண்ட பல கரைசல்களில் வெப்பப் பாய் வால் கலத்தல் நன்கு நிகழ்ந்து, கலத்தல் இயல் பாற்றல் நல்லியல்பு மதிப்பைப் பெறுகிறது.

இரு உட்கூறுகளின் நிலை ஆற்றலின் மொத்த எண் மதிப்புக்கும், கரைசலின் நிலை ஆற்றலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு கலத்தல் வெப்பம் எனப்படுகிறது. ஒரு நீர்மத்தில் இரு மூலக்கூறுகளுக்கு இடைப்பட்ட ஈர்ப்பு-விலக்கு அழுத்தம், $\epsilon(r)$, ஒரு மோல் நீர் மத்தின் மொத்த நிலையாற்றலுக்குத் தொடர்பு

கொண்டதாகும். ஒரு படிகத்தின் அக அமைப்பு ஆற்றல், இரு அண்மை அணுக்களுக்கிடைப்பட்ட அழுத்தத்தின் கூட்டுத் தொகையாகும். இதே போன்று தொகையாக்கம் செய்து நீர்மத்தின் மொத்த நிலை யாற்றலைக் கணக்கிடலாம். ஒரு தூய நீர்மத்தின் ஆவியாதல் ஆற்றலுக்கு

$$\Delta E_{vap} = -\frac{2\pi N_{Av}^2}{V}\int \rho(r)\epsilon(r)r^2dr$$

இங்கு N_{Av} : அவோகாட்ரோ எண்; V = நீர்மத்தின் மோலால் பருமன்

$\rho(r)$: தொடர் பங்கீட்டுச் சார்பு (continuous partition function)

N_1 மோல்கள் கரைப்பானும், N_2 மோல்கள் கரைபொருளும் சேர்ந்த கலவையின் ஆற்றலுக்கு ஒத்த கோவையில் இரு கூறுகளின் ஒப்பீட்டுப் பருமன்களும் இடம் பெறுகின்றன.

$$\Delta E_M = \frac{N_1V_1N_2V_2}{N_1V_1 + N_2V_2}\left[\left(\frac{\Delta E_1}{V_1}\right)^{1/2} - \left(\frac{\Delta E_2}{V_2}\right)^{1/2}\right]^2$$

தூய நீர்மங்களைக் கலக்கும்போது தோன்றும் பகுதி மோலால் ஆற்றல் மாற்றத்தைக் குறிக்கும் சமன்பாடு;

$$\overline{E} - E_2^0 = V_2\phi_1^2(\delta_1 - \delta_2)^2$$

இங்கு ϕ_1 பருமன் பின்னம் (கலத்தலின் விளைவாகத் தோன்றும் விரிவு புறக்கணிக்கத்தக்கது என்னும் அடிப்படையில் கணக்கிடப்பட்ட மதிப்பு)

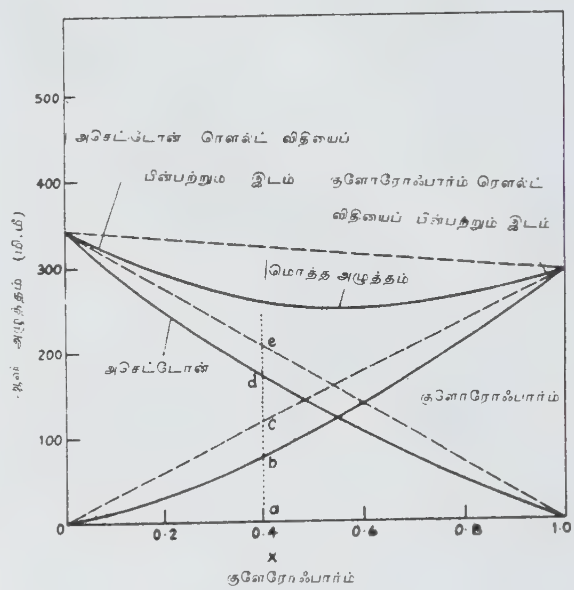
$$\delta = \left[\frac{\triangle E \text{ ஆவி}}{V}\right]^{1/2}$$

δ-ஐக் கரைதிறன் துணையலகு எனலாம். நீர்மத்தைப் பொறுத்தவரை அக ஆற்றலுக்கும் வெப்ப உள்ளுறைக்கும் (enthalpy) வேறுபாடு எதுவும் இல்லை. எனவே மேற்கூறிய சமன்பாட்டைக் கிப்ஸ்-ஹெம்ஹோல்ட்ஸ் சமன்பாட்டுடன் சேர்த்து,

$$RT \ln \gamma_2 = V_2\phi_1^2(\delta_1 - \delta_2)^2$$

எனப் பெறலாம். $\delta_1 - \delta_2$ என்பது $\triangle E/V$ மதிப்புகளின் கூட்டுச் சராசரிக்கும் பெருக்குச் சராசரிக்கும் இடைப்பட்ட வேறுபாடு. ஒரே எலெக்ட்ரான் அமைப்புக் கொண்ட அணுக்களுக்குப் பெருக்குச் சராசரி அடிப்படையிலான கணக்கீடு ஏற்புடையது என்பது தெளிவு.

நல்லியல்பற்ற கரைசல்களில் இரு வகை உள்ளன: அவை (1) ரௌல்ட் விதியிலிருந்து குறை விலகல் (2) ரௌல்ட் விதியிலிருந்து உயர் விலகல் (negative and positive deviations) எனப்படும். இவ் விலகல்களுக்கு அடிப்படைக் காரணம் கரைசலிலுள்ள கூறுகளின் மூலக்கூறு அமைப்புகளிலுள்ள வேறுபாடுகளேயாகும்.

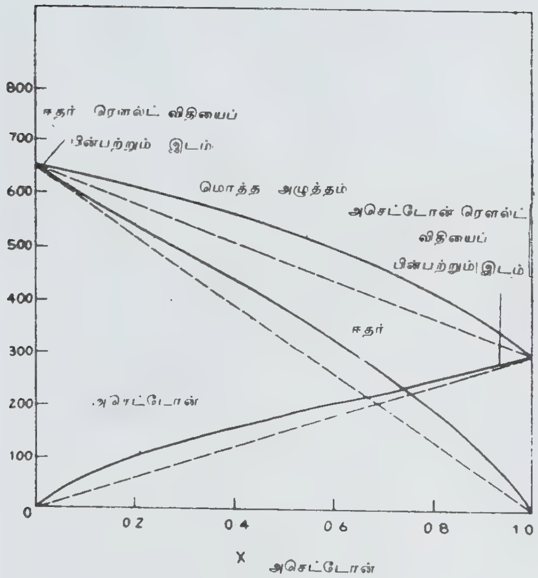


படம் 2.

A எனும் மூலக்கூறு தன் இன மூலக்கூறுகளை விட B மூலக்கூறுடன் கூடுதலான ஈர்ப்புடன் இருப்பின், ரௌல்ட் விதியின்படி எதிர்பார்க்கப்படும் ஆவியழுத்தத்தை விட நடைமுறையில் குறைவான ஆவியழுத்தமே இருக்கும். இவ்வகைக் குறை விலகல் கொண்ட நீர்மக் கலவைகள்: குளோரோஃபார்ம் - அசெட்டோன்; நீர் - நைட்ரிக் அமிலம் (படம் 2).

A எனும் மூலக்கூறு B மூலக்கூறைவிட தன் இன மூலக்கூறுகளுடனே கூடுதலான ஈர்ப்புடன் இருப்பின், ரௌல்ட் விதியின்படி எதிர்ப்பார்க்கப்படும் ஆவியழுத்தத்தைவிட நடைமுறையில் உயர் ஆவியழுத்தமே இருக்கும். இவ்வகை உயர் விலகல் கொண்ட நீர்மக் கலவைகள்: ஈதர்-அசெட்டோன், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு மெத்தனால் (படம் 3). இரு வகைகளிலும் மிக நீர்த்த கரைசல்களில் ரௌலட்டின் விதி பின்பற்றப்படுகிறது.

நீர்த்த கரைசல்களின் தொகைசார் பண்புகள் (colligative properties) அவற்றில் கரைந்துள்ள மூலக்



படம் 3.

கூறுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தவையேயல்லாமல் தன்மைகளைப் பொறுத்தவையல்ல என்றாலும், கரை பொருளின் மின்கடத்துமை தொகைசார் பண்புகளின் மதிப்பைப் பாதிக்கவல்லன. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் குளோரைடு இரு அயனிகளையும், பேரியம் குளோரைடு மூன்று அயனிகளையும் ஈவதால் இரு கரைசல்களுக்கும் தொகைசார் பண்புகளில் வேறுபாடு காணப்படுகிறது. மின்பகுளிக் கரைசல்களுக்கு வாண்ட் ஹாஃப் காரணி (i) என்னும் அலகு நல்லியல்புத் தன்மையிலிருத்து கரைசல் எந்த அளவுக்கு விலகியுள்ளது என்பதை அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது.

$$i = \frac{\text{ஆய்வு வழியாகக் கண்டறியப்பட்ட தொகைசார் பண்பின் மதிப்பு}}{\text{அறிமுறை வாயிலாகக் கணக்கிடப்பட்ட தொகைசார் பண்பின் மதிப்பு}}$$

மின்பகாக் கரைபொருள்களுக்கு எந்த நல்லியல்புக் கரைசலிலும் i இன் மதிப்பு ஒன்று ஆகும். நல்லியல்பில்லாத மின்பகாக் கரைசல்களுக்குக் கிளர்ச்சிக் கெழு எவ்வாறு நல்லியல்பிலிருந்து விலகலின் அளவைக் குறிப்பிடப் பயன்படுகிறதோ, அதே போன்று மின்பகு கரைசல்களுக்குச் சவ்வூடு பரவல் கெழு (osmotic co-efficient) என்னும் காரணி (g) பயன்படுகிறது. i, j, g, யாவுமே ஒவ்வொரு கரைப்பானுக்கும் வேறுபடும்.

$$g = i/j$$

i = ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவுள்ள கரைசலின் ஆய்வுவழி அறியப்பட்ட வாண்ட் ஹாஃப் காரணி.

j = முடிவிலா விளாவல் நிலையில் (infinite dilution) i இன் மதிப்பு

முடிவிலா விளாவல் நிலையில் ஒரு மூலக்கூறு முழுமையாக அயனியாகி விடுமாதலால் g = 1. அதாவது, i = j (1-g) என்னும் வேறுபாடு நல்லியல்புத் தன்மையிலிருந்து கரைசல் எவ்வளவு விலகியுள்ளது என்பதைக் குறிக்கிறது.

கரைதிறன். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், தெவிட்டிய கரைசலில் கரைபொருள் கரைப்பான் எடைவிகிதம் அக்கரைப்பானில் அக்கரைபொருளின் கரைதிறன் எனப்படும். வெப்பவியக்கல் அணுகுமுறையில் கரைதிறனை அளப்பதற்குச் சரியான வழிமுறையொன்று உள்ளது. கரைபொருளின் உருகுநிலையும், உருகுதல் வெப்பமும் தெரிந்திருப்பின், எந்தவொரு வெப்பநிலைக்கும் (T) கரைதிறனைக் கணக்கிடலாம்.

$$\ln x_2 = -\Delta G\ (\text{உருகு})(T)/RT$$ இங்கு x_2: கரைபொருளின் மோல்பின்னம்

$$\ln x_2 = -\frac{\Delta G\,\text{உருகு}(T)}{RT} - \frac{\Delta G\,\text{உருகு}\,(T^*)}{RT^*}$$

ΔE- உம் ΔS உம் $T\text{-}T^*$ வெப்பநிலை வரம்பில் பெரிதும் மாற்றமடைவதில்லையென்றால்,

$$\ln x_2 = -\frac{\Delta H}{R}\left[\frac{1}{T} - \frac{1}{T^*}\right]$$

கரைபொருளின் உருகுநிலைக்கு மிக அருகே $T \simeq T^*$

$$x_2 \simeq \exp\left\{\frac{\Delta H}{RT^{*2}}(T^* - T)\right\}$$

உருகுநிலையிலிருந்து வெப்பநிலையைக் குறைத்துக் கொண்டே சென்றால் தெவிட்டிய கரைசலில் கரைபொருளின் மோல் பின்னம் அடுக்கு வரிசையில் (exponentially) குறையும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் உயர் உருகுநிலைகளும், உயர் உருகுதல் வெப்பங்களையும் கொண்ட கரைபொருள்கள் குறைந்த கரைதிறன்களைக் கொண்டவை என்பதே இதிலிருந்து தெளிவாகும் உண்மையாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கரைதிறன் பெருக்க மாறிலி

நீரில் குறைவாகக் கரையும் உப்புகளின் சமநிலைகளைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.

$$\underset{\text{(திண்மம்)}}{AB} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{(கரைசலில் பிரிகையுறா மின்பகுளி)}}{AB} + A^{+} + B^{-}$$

அதாவது முதல்வகைச் சமநிலையில் திண்மநிலை மின்பகுளிக்கும், கரைந்த நிலையிலிருந்து பிரிகையுறாத மின்பகுளிக்கும் இடையே தொடர்பும், இரண்டாம் வகைச் சம நிலையில் கரைசல் நிலையிலுள்ள பிரிகையுறாத மின்பகுளிக்கும், கரைசலிலுள்ள அயனிகளுக்கும் இடையே தொடர்பும் உள்ளன. காட்டாக, சில்வர் குளோரைடின் தெவிட்டிய கரைசலில் பின்வருமாறு சமநிலை உள்ளது.

$$AgCl\ \text{(திண்மம்)} \rightleftharpoons \underset{\text{பிரிகையுறா மூலக்கூறுகள் (கரைசல்)}}{AgCl} \rightleftharpoons \underset{\text{அயனிகள் (கரைசல்)}}{Ag^{+} + Cl^{-}}$$

நிறைதாக்க விதியின்படி (law of massaction) இதன் பிரிகை மாறிலியைப் (dissociation constant) பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$K = \frac{[Ag^{+}]\,[Cl^{-}]}{[AgCl]}$$

இதில் பிரிகையுறா மின்பகுளியின் செறிவு ([AgCl]) மாறாமல் ஒரே அளவாக இருக்கும். செறிவு குறையும் போது அதைச் சீராக்க, திண்ம நிலையாலான மின்பகுளி மேலும் சிறிது கரைகிறது இதேபோல் செறிவு மிகும் போது அதைச் சீராக்க மிகை தெவிட்டிய நிலைக்கரைசலிலிருந்து (supersaturated solution) வீழ்படிவு ஏற்படுகிறது. எனவே மேற்கூறிய பிரிகை மாறிலி பின்வருமாறு அமைகிறது.

$$K = [Ag^{+}][Cl^{-}]$$

எனவே, குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில், குறைந்த கரைதிறன் கொண்ட உப்புகளின் தெவிட்டிய கரைசலிலுள்ள (saturated solution) அயனிகளின் மோலார் செறிவுப் பெருக்குத் தொகை ஒரு மாறிலியாக இருக்கும். இதற்குக் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலி (solubility product canstant, Ks) என்று பெயர்.

தெவிட்டிய கரைசலில், அயனிச் செறிவின் பெருக்குத் தொகை (ionic product) கரைதிறன் பெருக்கத்திற்குச் சமமாகவும், தெவிட்டாத கரைசலில் (unsaturated solution) அயனிச் செறிவின் பெருக்குத் தொகை கரைதிறன் பெருக்கத்தைவிடக் குறைவாகவும் இருக்கும். எனவே இதில் மேலும் உப்பைக் கரைக்கலாம். அயனிச் செறிவின் பெருக்குத் தொகை கரைதிறன் பெருக்கத்தைவிட மிகுதியானால் அக் கரைசல் மிகை தெவிட்டிய கரைசல் எனப்படும். இதில் உப்பு வீழ்படிவாகிறது.

கரைதிறன் பெருக்கக் கொள்கையின் முக்கிய பயனான இது நீரில் குறைவாகக் கரையும் உப்புகளின் கரைதிறனைக் கண்டறிய உதவும். வீழ்படிவாக்க வினைகள் இத்தத்துவத்தாலேயே நடைபெறுகின்றன. இவற்றில் அயனிச் செறிவின் பெருக்கம் கரைதிறன் பெருக்கத்தைவிட மிகுதியாக உள்ளது. அமிலத் தொகுதி சார்ந்த அயனிகளைக் கரைசலில் சேர்த்து அயனிச் செறிவை அதிகரிக்கச் செய்வதால் வீழ்படிவு உண்டாகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, பிற சேர்மங்களுடன் கலந்திருக்கும் சோடியம் குளோரைடைப் பிறித்தெடுக்க அக்கரைசலினூடே ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமத்தைச் செலுத்தும் உத்தியைக் கையாளலாம். சாதாரண உப்பின் நிறைவுற்ற கரைசல் வழியாக ஹைட்ரஜன் குளோரைடு வளிமம் செலுத்தப்படும்போதுஹைட்ரஜன் குளோரைடு நீரில் கரைந்து குளோரைடு அயனிகளைக் கொடுக்கிறது. கரைசலில் Cl-அயனியின் செறிவு மிகுதியாகிறது. ஆகவே கரைசலில் அயனிச் செறிவுகளின் பெருக்குத் தொகை சோடியம் குளோரைடு உப்பின் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலியைவிட மிகுதியாகிறது. எனவே சோடியம் குளோரைடு, உப்புக் கரைசலிலிருந்து வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது.

$$[Na^{+}]\,[Cl^{-}] > K_s\,[NaCl]$$

உப்பைக்கொண்டு சோப்பை வீழ்படிவாக்கும் முறையில் இத்தத்துவம் பயன்படுகிறது. கார்பன் அணுக்கள் மிகுந்த உயர் கொழுப்பு அமிலங்களின் சோடியம் உப்புகள் சோப் எனப்படும். இதை RCOONa எனக் குறிப்பிடலாம். எண்ணெய் அல்லது கொழுப்புகளைச் சோடியம்ஹைட்ராக்சைடு கரைசல் கொண்டு நீராற்பகுக்கும்போது சோப் உருவாகிறது. சோப் கரைசலில் கலந்து இருக்கும் கரைசலிலிருந்து சோப்பை வீழ்படிவாக்க, இக்கரைசலுடன் சோடியம் குளோரைடு உப்பின் நிறைவுற்ற கரைசல் சேர்க்கப்படுகிறது. அப்போது சோப் கரைசலிலுள்ள சோடியம் அயனியின் செறிவு மிகுதியாகி அயனிச் செறிவுகளின் பெருக்குத் தொகை சோப்பின் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலியைவிட அதிகரிக்கிறது.

$$K_s = [RCOO^{-}]\,[Na^{+}]$$

சோப்பிலிருந்து பிரிகையுற்ற அயனிகள்

ஆகவே சோப் வீழ்படிவாக்கப்படுகிறது. இந்த முறை உப்பிட்டுப் பிரித்தல் (salting out) எனப்படும்.

எடையறி பகுப்பு முறையில், ஒரு பொருளின் எடையைக் கணக்கிடும் முன்னர், அப்பொருள் முழுமையாக வீழ்படிவாக்கப்பட வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதற்காக, அப்பொருளை வீழ்படிவாக்கப் பயன்படும் காரணியைச் (precipitating reagent) சற்று மிகுதியான அளவில் சேர்க்க வேண்டும். அப்போது கரைசலில், அயனிச் செறிவுகளின் பெருக்குத் தொகை வீழ்படிவாக்க வேண்டிய உப்பின் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலியைவிட அதிகரித்து, உப்பு முற்றிலும் வீழ்படிவாகப் படியத் துணைபுரியும்.

பண்பறி பகுப்பாய்வு முறைகளில் ஒவ்வொரு தொகுதியிலுள்ள உலோக அயனிகளையும் அந்தந்தத் தொகுதிகளிலேயே வீழ்படிவடையச் செய்வதற்கான சூழ்நிலைகளை இத்தத்துவத்தின் அடிப்படையிலேயே பெறலாம். சான்றாக, இரண்டாம், நான்காம் தொகுதியிலுள்ள உலோக அயனிகள் எந்தச் சூழ்நிலையில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு வளிமத்தால் வீழ்படிவாக்கப்பட வேண்டும் என்பதை இத்தத்துவம் உணர்த்துகிறது. இரண்டாம் தொகுதியிலுள்ள உலோக சல்ஃபைடுகளின் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலியின் மதிப்புகள் மிகக் குறைவாக உள்ளன. ஆகவே அந்த உலோக சல்ஃபைடுகளின் விழ்படிவைப் பெற சல்ஃபைடு அயனிகளின் செறிவு மிகக்குறைவாக இருந்தால் போதுமானது.

அமிலக் கரைசல்களில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடு செலுத்தும்போது சல்ஃபைடு அயனிகளின் அளவு குறைகிறது. ஆகவே இரண்டாம் தொகுதி உலோக அயனிகள் அமிலக் கரைசலில் வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன. நான்காம் தொகுதியிலுள்ள உலோக சல்ஃபைடுகளின் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலியின் மதிப்புகள் இரண்டாம் தொகுதி சல்ஃபைடுகளின் கரைதிறன் பெருக்க மாறிலிகளைவிட மிகுதியாகும் ஆகவே நான்காம் தொகுதி உலோக அயனிகள் காரக் கரைசலில் வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன. அது போல் மூன்றாம் தொகுதி உலோக அயனிகள் குறைந்த அளவு ஹைட்ராக்சைடு அயனிகளால் வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன. ஆகவே அம்மோனியம் குளோரைடு கொண்ட உப்புக் கரைசலின் அம்மோனியம் ஹைட்ராக்சைடால் உலோக ஹைட்ராக்சைடுகளாக வீழ்படிவாக்கப்படுகின்றன.

- பா. குற்றாலிங்கம்

கரை நீர்மச் சேர்க்கை

மூலக்கூறு, அயனி அல்லது துகள் வடிவிலான பொருளின்மீது கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் படர்தல் அல்லது இணைதல் கரை நீர்மச் சேர்க்கை (solvation) எனப்படும். இவ்விணைப்பு இயற்பியல் வடிவிலோ, வேதி வடிவாகவோ இரண்டின் கலப்பாகவோ இருக்கலாம். ஒரு சேர்மம் உருவானால் அச்சேர்மத்தில் (இது அணைவுச் சேர்மம் எனப்படும்) ஒவ்வொரு கரைபொருள் மூலக்கூறைச்சுற்றிலும் குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுடைய கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் சூழ்ந்திருக்கும். நீரியக் கரைசலில் நிகழும் கரை நீர்மச் சேர்க்கை நீரேற்றம் (hydration) எனப்படும். நீரிய அயனிக் கரைசல்களில் மின் முனைவுமிக்க நீர் மூலக்கூறுகள் அயனிகளைச் சூழ்ந்து கொண்டு நீரேற்றக் கூடுகளை உருவாக்குகின்றன. இதன் விளைவாக, குறிப்பிட்ட மின்னழுத்தச் சரிவில் ஓர் அயனியின் விரைவு குறைகிறது. நீரேற்றத்தின் அளவு அயனியின் குறுக்களவையும் மின்னேற்றத்தையும் பொறுத்தது. ஓர் எதிர் மின் அயனியின் மின்னேற்றத்திற்கும் ஆரத்திற்கும் உள்ள விகிதம் (அயனி அழுத்தம்) இரண்டுக்கு மேற்பட்டால் கரைப்பான் நீர்மச் சேர்க்கை நிகழ்வதற்கு வாய்ப்பு உண்டு. எடுத்துக்காட்டாக, கார உலோக அயனிகளிலேயே மிகச் சிறியதான லித்தியம் அயனி நீரேற்ற அளவு கூடுதலாகப் பெற்றது. அலுமினியம் அயனி ஆறு நீர் மூலக்கூறுகளுடன் இணையும்போது பெரிலியம் அயனி நான்கு நீர்மூலக்கூறுகளால் மட்டுமே சூழப்பட்டுள்ளது. கரைப்பான் சேர்க்கை வலிமையை மதிப்பிட அயனி அழுத்த மதிப்புகளைப் பயன்படுத்துதல் அனைத்துச் சூழ்நிலைகளுக்கும் ஒவ்வாது. எடுத்துக்காட்டாக, சோடியம் அயனியும், தாமிர (I) அயனியும் சமமான அயனி அழுத்தம் கொண்டவை. ஆனால், சோடியம் அயனி கரை நீர்மச் சேர்க்கை அடைவதில்லை. தாமிர (I) அயனி கரை நீர்மச் சேர்க்கைக்கு ஏற்றது. இதற்குக் காரணம் தாமிர (I) அயனியில் d ஆர்ப்பிடால்கள் இருப்பதும், சோடியத்தில் இவை இல்லாதிருத்தலும் கூடும்.

பொதுவாக, ஓர் அயனி வகைத் திண்மம் ஒரு நீர்மத்தில் கரைதல் அத்திண்மத்தின் படிக அமைப்பு ஆற்றலைவிடக் கரை நீர்மச் சேர்க்கையின்போது வெளியாகும் ஆற்றல் கூடுதலாக இருப்பதால்தான் என்று அறியப்பட்டுள்ளது.

நீரில் கரைந்த அசெட்டிக் அமிலம் அயனியாகிறது.

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$$

25°C வெப்பநிலையில் இவ்வினையின் வெப்பவியக்கவியல் துணையலகுகள்: $\triangle G = 6.5$ கி. கலோரிகள் $\triangle H = 0.1$ கி. கலோரிகள் $\triangle S = 22$ கலோரி/மோல். இவ்வினைக்கு எதிர்க் குறியீட்டுடன் உயர்ந்த எண் மதிப்புக்கொண்ட இயல்பாற்றல் மாற்றம் (entropy change) தோன்ற வாய்ப்பில்லை. ஏனெனில் சமநிலையின் இருபுறமும் துகள்களின் எண்ணிக்கை சமமாகவுள்ளது. இவ்வுயர் இயல்பாற்றல் மாற்றத்திற்கு இரு அயனிகளும் நீரேற்றம் அடைந்திருப்பதே காரணமாகும். நீர் மூலக்கூறுகள் (கரைப்பான் மூலக்கூறுகள்) அயனிகளைச் சுற்றி உறைப் போன்று

உருவாகிச் சூழ்கின்றன. இச்சூழல் பெரும்பாலும் ஹைட்ரஜன் பிணைப்பினால் நிகழ்கிறது. ஒவ்வோர் அயனிக்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான கரைப்பான் மூலக்கூறுகளே அரணாக அமைகின்றன என்றாலும், இம்மூலக்கூறுகள் பிற கரைப்பான் மூலக்கூறுகளுடன் இடைவிடாது இடப்பரிமாற்றம் காண்கின்றன. எனவே, ஓர் இயங்கு சமநிலை தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. கரைப்பான் மூலக்கூறுகள் அயனிகளைச் சூழ்வதில் ஒரு நெறியும், வசமும் இருப்பதால் மூலக்கூறுகளின் நகரும், சுழலும் கட்டின்மை எண் (translational and rotational degree of freedom) குறையும். இதன் விளைவே இயல்பாற்றல் குறைவாகும்.

சில கூழ்மங்களில் நிலைப்புத்தன்மை கரைநீர்மச் சேர்க்கையால் மட்டுமே தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. கஞ்சி, புரதங்கள் ஆகியவற்றாலான நீர் ஏற்கும் கூழ்மங்களில் (lyophilic colloid) நீரேற்றம் மிகுதியாகவுள்ளது. இக்கூழ்மங்களின் பாகுத்தன்மை நீரைவிடப் பன்மடங்கு கூடுதலாக இருப்பதற்கு நீரேற்றமே காரணமாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கரைப்பான்கள்

பல பொருள்களின் ஒருபடித்தான கலவையில் கூறுகள் (components) அனைத்திலும் கூடுதலான அளவில் இடம்பெறும் கூறு கரைப்பான் (solvent) எனப்படும். ஏனைய கூறுகள் கரைபொருள்கள் (solutes) எனப்படுகின்றன. திண்மம், நீர்மம், வளிமம் ஆகியவற்றுள் எந்தவொரு நிலைமையும் (phase) கரைப்பானாகவோ, கரை பொருளாகவோ அமையவல்லது என்றாலும், நீர்மத்தைக் கரைப்பானாகக் கொண்ட அமைப்புகளே முதன்மை பெறுகின்றன.

கரைப்பான்களை மூன்றாக வகையிடலாம். நீர், நீரல்லாத கரிம வகைகள்: கரிம வகைக் கரைப்பான்கள் நீரல்லாத கரைப்பான் வகையின் உட்பிரிவேயாயினும், அம்மோனியா, சல்ஃபர் டைஆக்சைடு போன்ற நீரல்லாத கனிம வகைக் கரைப்பான்களினின்றும் பல இயல்புகளில் மாறுபட்டனவாதலால், தனியாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. கரிமக் கரைப்பான்கள் மூலக்கூறுகளிலுள்ள வினையுறு தொகுதிகளைக் கொண்டு வகையிடப்படுகின்றன: ஆல்கஹால்கள், ஹாலோஜனேற்றப்பட்ட ஹைட்ரோகார்பன்கள், பதிலீடுறாத ஹைட்ரோகார்பன்கள் என்பன நீரல்லாத கரைப்பான்களுள் அசெட்டிக் அமிலம், மெத்தனால், டைமெத்தில் சல்ஃபாக்சைடு ஆகிய எளிய கரிமச் சேர்மங்களும், அம்மோனியா, சல்ஃப்யூரிக் அமிலம், நீர்ம சல்ஃபர் டைஆக்சைடு ஆகியவையும் உருகிய லித்தியம் அயோடைடும் அடங்கும்.

நீர். நீர் ஒரு சிறந்த கரைப்பானாகும் நீரின் கரைக்கும் இயல்புக்கு மூன்று காரணிகள் அடிப்படையாகின்றன. (1) அயனியாகும் தன்மை: நீர் மூலக்கூறு சிதைவுற்று H^+ மற்றும் OH^- அயனிகளைத் தருகிறது.

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

அறை வெப்பநிலையில் இம்மீள்வினையின் சமநிலை மாறிலி ஏறத்தாழ 10^{-14} ஆக இருப்பதால் H^+, OH^- அயனிகளின் செறிவுகள் மிகமிகக் குறைவாகவே உள்ளன. எனினும், உலோக இயல்பற்ற எந்நீர்மத்தையும்விட நீரின் மின் கடத்துமை (அறை வெப்பநிலையில்) மில்லியன் மடங்கு கூடுதலாகும். ஒரு மி. லிக்கு 10^{14} அயனிகளே கொண்டிருந்தாலும், லீ சாட்லியர் விதிப்படி H^+, OH^- அயனிகளை அகற்ற மேலும் அயனிகள் உருவாகலாம்.

ஹைட்ரஜன் ஃபுளூரைடு தவிர்த்த எந்தவொரு நீர்மத்திற்கும் நீரிலுள்ளதைப்போல் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகள் மலிந்திருப்பதில்லை. நீரிலுள்ள ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளால்தான் அதன் கொதிநிலை உயர்ந்துள்ளது. ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளற்ற நீர் (கற்பனை செய்து பார்க்கையில்) அறை வெப்பநிலையிலேயே வளிம நிலைமையில் இருக்கும். ஒத்த வேதிப்பண்புகளைக் கொண்ட இரு நீர்மங்கள் அல்லது சம மின் முனைவுகொள்திறன் (equally polar) கொண்ட இரு நீர்மங்கள் ஒன்றிலொன்று முழுமையாக கரைகின்றன என்பது பொது விதி. இவ்விதிக்குப் புறம்பேபோல், அசெட்டோன், டைஆக்சான், குளூக்கோஸ் போன்ற மின்முனைவற்ற சேர்மங்கள் மின்முனைவுற்ற நீரில் இரண்டறக் கலக்கின்றன. நீருடன் இச்சேர்மங்கள் ஹைட்ரஜன் பிணைப்புகளை உருவாக்குவதால் மட்டுமே இது விளையலாம். எத்தனால், அம்மோனியா ஆகியவை இக்காரணியால்தான் நீரில் கரைகின்றன.

உப்புகள் நீரில் கரையும் செயலில் அயனிகளின் நீரேற்றம் முதன்மையான கட்டமாகும். உப்பில் அயனிகளின் உள்ளக அமைப்பை நிலைப்படுத்துவது அவ்வமைப்பின் படிக உள்ளக ஆற்றல், (lattice energy) ஆகும். அயனிகளிலிருந்து படிக அமைப்பு உருவாகும் போது வெளியாகும் ஆற்றல் இதுவாதலால், படிகத்தின் நிலைத்தன்மைக்கு இது ஒரு துணையலகாகக் கருதப்படுகிறது. உப்பை (படிகத்தை) நீரிலிடும்போது நீர் மூலக்கூறுகள் அயனிகளைச் சூழ்ந்து கொள்ளக்கூடும். அச்செயலின் விளைவாக ஆற்றல் வெளியாகுமாயின் அது அப்படிகத்தின் நீரேற்ற ஆற்றல் (hydration energy) எனப்படும் நீரேற்ற ஆற்றல் படிக உள்ளக ஆற்றலைவிடக் கூடுதலாக இருப்பின், நீரேற்றப் படிகத்தின் கரைதிறனும் கூடுதலாகும். நீர்மூலக்கூறுகள் படிகத்தின் அயனிகளைச்

சூழ்ந்து கொள்வதற்கு அவ்வயனியின் அணைவு எண்ணும், நீரின் மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலியும் (dielectric constant) முதன்மைக் காரணிகளாகின்றன. மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி கூடுதலாக அமையப் பெற்ற ஒருசில நீர்மங்களுள் நீரும் ஒன்றாதலால், நீர்மூலக்கூறால் எதிரெதிர் மின்னேற்றங்களைக் கொண்ட அயனிகளை உறையிட்டு (sheathed) விலக்க முடிகிறது.

இம்மூன்று காரணிகளுள் எதுவும் நிலைபெறாத சூழ்நிலைகளில் நீர் கரைப்பானாகச் செயல்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, பென்சீன், பாதரசம், கந்தகம், பாஸ்ஃபரஸ் ஆகியன நீரில் கரைவதில்லை.

நீரற்றகரைப்பான்கள். நீரற்ற கரைப்பான்களுள் இரு உட்பிரிவுகளைக் காணலாம். அவை (1) புரோட்டானை உள்ளடக்கிய கரைப்பான்கள்(protic solvents) 2) புரோட்டானற்ற (aprotic) கரைப்பான்கள் எனப்படும். இவ்வகையீடுகள் அமில - காரக் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் உருவானவை. புரோட்டானியக் கரைப்பான்களைப் பிரான்ஸ்டெட் - லவ்ரி கொள்கையின் அடிப்படையிலும், புரோட்டானற்ற கரைப்பான்களை லூயிஸ் கொள்கை அடிப்படையிலும் விளக்கலாம். புரோட்டானை ஈந்து அல்லது எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஏற்றுக் கரைதலை நிகழ்த்துவன அமில வகைக் கரைப்பான்களாகும். புரோட்டானை ஏற்று அல்லது எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஈந்து கரைதலை நிகழ்த்துவன கார வகைக் கரைப்பான்களாகும்.

அமில வகைக் கரைப்பான்கள். இவை தமக்குள் அயனியாகும் மூலக்கூறுவகையைச் சார்ந்தவை (auto-ionisation). அசெட்டிக் அமிலமும், சல்ஃப்யூரிக் அமிலமும் இவ்வகையில் முதன்மை பெறுகின்றன.

சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் இயற்பியல் பண்புகள் நீரின் பண்புகளுடன் ஒப்பீடாக அட்டவணையில் தொகுக்கப்பட்டுள்ளன, நீரைவிடச் சல்ஃப்யூரிக்அமிலம் கூடுதலான மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி மதிப்புக் கொண்டிப்பதால், அயனி வகைச் சேர்மங்களுக்கு அது

அட்டவணை

சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்-நீர் (ஒப்பீடு)			
இயற்பியல் பண்பு	சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்	நீர்	அம்மோனியா
கொதிநிலை	300°C (சற்றே சிதைவுடன்)	100°C	-33.38°C
உறைநிலை	10.37°C	0°C	-77.7°C
அடர்த்தி (25°C)	1.83கி.செ.மீ$^{-3}$	1.00கி.செ.மீ$^{-3}$	0.725 கி.செ.மீ$^{-3}$ (-70°C)
மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி (Eo:வெற்றிடத்தில் எண் மதிப்பு)	81.7Eo (18°C)	110Eo (18°C)	26.7Eo
நியமக் கடத்துத்தில் திறன் (ஓம்$^{-1}$மீ$^{-1}$ 18° Cஇல்)	1.04	4×10^{-6}	1×10^{-9}
பாகுநிலை (20°C (பாஸ்கல்-வினாடி)	0.2454	0.00101	0.000254
அயனிப் பெருக்க மாறிலி -1 (மோல்$^{-1}$) 25°C இல்	2.7×10^{-4}	1.008×10^{14}	

ஒரு சிறந்த கரைப்பானாகும்.எனினும், பாகுத்தன்மை நீரைவிட 25 மடங்கு கூடுதலாக அமையப் பெற்றிருப்பதால் கரை பொருள்கள் விரைவில் கரைவதுமில்லை; கரைசல்களிலிருந்து படிகமாவதுமில்லை. கரைசலிலிருந்து படிக உருவில் வெளியேற்றப்பட்ட படிகக் கரைபொருளிலிருந்து மிகையான கரைப்பானை அகற்றுவதும் எளிதன்று. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தின் ஆவிஅழுத்தம் மிகமிகக் குறைவாகவுள்ளதால படிகத்தின்மீது ஒட்டியுள்ள கரைப்பானை ஆவியாக்குதலினால் வெளியேற்ற முடிவதில்லை.

சல்ஃப்ரியூக் அமிலத்தின் தன் அயனியாதல் வினையில் ஹைறட்ரஜன் சல்ஃபேட் அயனியும், கரை நீர்மச் சேர்க்கையுற்ற புரோட்டானும் விளைகின்றன.

$$2H_2SO_4 \longrightarrow H_3SO_4^+ + HSO_4^-$$

இதன் விளைவாக, பொட்டாசியம் ஹைறட்ரஜன் சல்ஃபேட் கரைசல் ஒரு வலிவுமிக்க காரமாகவும், $H_3SO_4^+$ அயனியைத் தரவல்ல கரைபொருளால் நிலையாக்கவல்லதாகவும் செயல்படுகிறது. இத்தரம் பார்த்தலை மின்கடத்துத்திறன் அளவை முறையில் நிகழ்த்தினால், சமன்படுநிலையில் மின்கடத்துமை ஒரு சிறும நிலையை ஊட்டும். கரைசலிலுள்ள பொருள்களின் தன்மைகளையும் செறிவுகளையும் அறிவதும் எளிதேயாகும்.

சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைந்துள்ள பொருள்களைப் பற்றிய விவரத்தை உறைநிலைத் தாழ்வுகளை அளப்பதாலும் அறியலாம். சல்ஃயூரிக் அமிலத்தின் உறைநிலைத் தாழ்வு மாறிலி 6.12 கி.கி/செ. மோல் நல்லியல்புக் கரைசல்களுக்கு (ideal solutions),

$$\triangle T = km\,\nu$$

m: (விகித வியல் அடிப்படையிலான) மோலால் எண்.

ν: ஒரு மூலக்கூறு கரைபொருள் கரைவதால் தோன்றும் துகள் எண்ணிக்கை. எத்தனால் சல்ஃயூரிக் அமிலத்தில் கரையும்போது நீரில் காரங்களாகச்

$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5SO_4 + HSO_4^- + H_3O^+$$

செயல்படும் சேர்மங்கள் யாவும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்திலும் காரங்களாகவே உள்ளன.

$$OH^- + 2H_2SO_4 \rightarrow 2HSO_4^- + H_3O^+$$

$$NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + NH_4^+$$

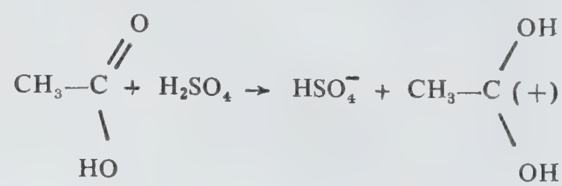
இதேபோன்று நீரும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் காரமாகவே விளங்குகிறது.

$$H_2O + H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + H_3O^+$$

நீரில் கரைந்த நிலையில் மின்கடத்தாப்பொருள்களாகவும் அம்மோனியாவில் அமிலமாகவும் செயலாற்றும் யூரியாவும் பிற அமைடுகளும் சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் காரங்களாக மாறுகின்றன.

$$NH_2CONH_2 + H_2SO_4 \rightarrow HSO_4^- + NH_2CO\overset{+}{N}H_3$$

நீரியக் கரைசலில் வீரியமற்ற அமிலமாகிய அசெட்டிக் அமிலம், வீரியமிக்க அமிலமான நைட்டிரிக் அமிலம் இரண்டுமே சல்ஃப்யூரிக் அமில ஊடகத்தில் காரப் பொருள்களாக விளங்குகின்றன.



(ஓனியம் அயனி)

வலிமிக்க அமிலங்களுள் ஒன்றான பெர்குளோரிக் அமிலம், சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தில் கரைந்த நிலையில் மிகமிக வலிக்குறைந்த அமிலமாக மாறிவிடுகிறது. சல்ஃப்யூரிக் அமிலத்தால் கரைக்கப்படும் சேர்மங்களுள் ஹைட்ரஜன் டெட்ராசில் ஹைட்ரஜன் சல்ஃப்பேடோபோரேட், $HB(HSO_4)_4$ எனும் சேர்மம் மட்டுமே உண்மையாகவே வலிமிக்க அமிலமாக விளங்குகிறது. SO_3 வளிமத்தைச் செலுத்தி H_3O^+ மற்றும் HSO_4^- அயனிகளை அகற்றினால், இவ்வமிலத்தின் வீரியத்தன்மை தெளிவாகிறது.

$$HB(HSO_4)_4 + 3H_3O^+ + 2HSO_4^- + 3SO_3 \rightarrow H_3SO_4^+ + 4H_2SO_4 + B(HSO_4)_4$$

வீரிய அமில வகைக் கரைப்பான்களில் ஏனைய வீரிய அமிலங்களைக் கலந்தால் அக்கலவை மிக வீரிய அமிலம் (superacid) எனப்படுகிறது.

கார வகைக் கரைப்பான்கள். இவ்வகையில் முதன்மை பெறுவது நீர்ம அம்மோனியாவாகும். பிற நீரற்ற கரைப்பான்களைவிட அம்மோனியாவே மிகவும் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. இயற்பியல் பண்புகளில் அம்மோனியா நீரை ஒத்துள்ளது (அட்டவணை-1) எனினும், நீருடன் ஒப்பிடுகையில் அம்மோனியாவின் மின்கடத்தா பொருள் மாறிலி மூன்றில் ஒரு பங்குக்கும் குறைவாகவே உள்ளது. இதன் விளைவாக அயனிச் சேர்மங்களைக் கரைக்கும் திறன் குறைவாகவுள்ளது. குறிப்பாக கார்பனேட்

சல்ஃபேட், பாஸ்ஃபேட் போன்ற மின்னேற்றமிக்க அயனிகள் அம்மோனியாவில் கரைவதில்லை. சில கரைபொருள்களைக் கருதும்போது, அம்மோனியாவின் குறைவான மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி மதிப்பின் அடிப்படையில் எதிர்பார்க்கப்படும் கரைதிறனைவிடக் கூடுதலான கரைதிறன் இருப்பதைக் காணலாம். அம்மோனியா மூலக்கூறுக்கும் கரைபொருளுக்கும் நிலைப்படுத்தும் இடையீடு தோன்றுவதே கூடுதல் கரைதிறனுக்குக் காரணமாகும். எடுத்துக் காட்டாக, Ni^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} போன்ற உலோக அயனிகளுக்கு அம்மோனியா மூலக்கூறுகள் எலெக்ட்ரான் இரட்டைகளை ஈந்து அம்மைன் அணைவுகளை (ammine complexes) உருவாக்குகின்றன.

$$Cu^{2+} + 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)]_4^{2+}$$

முனைவுகொள் திறன் மிக்க அம்மோனியா மூலக்கூறும் முனைவு கொள்ளத்தக்க கரைபொருள் மூலக்கூறு அல்லது அயனியும் இடையீடுறுவது அம்மோனியாவின் கரைப்பானியலுக்கு மற்றொரு காரணியாகும். இதன் விளைவாக, மின்முனைவற்ற (ஆனால் மின் முனைவு கொள்ளத்தக்க) கரைபொருளுக்கு நீரைவிட அம்மோனியா சிறந்த கரைப்பானாகும். எடுத்துக்காட்டாக, முனைவுகொள்திறன் கொண்ட பெரிய அயனிகளை உள்ளடக்கிய அயோடைடுகளும், தயோசனேட்டுகளும் அம்மோனியாவில் கரைகின்றன.

நீரில் நிகழ்வது போன்றே அம்மோனியாவிலும் வீழ்ப்படிவாக்கல் வினைகள் நிகழ்கின்றன. இரு கரைப்பான்களின் கரைதிறன் வேறுபாடுகளால் விளைவுகள் சற்றே வேறுபடுகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக, நீரியக் கரைசலில் நிகழும் ஒரு வினைக்கு எதிர்வினை அம்மோனியாவில் நிகழ்கிறது.

$$KCl + AgNO_3 \rightarrow KNO_3 + AgCl \text{ (நீரியக்கரைசலில்)}$$

$$AgCl + KNO_3 \rightarrow AgNO_3 + KCl \text{ (அம்மோனியா கரைசலில்)}$$

நீர்ம அம்மோனியா தன்னயனியாகி (auto-ionises) அம்மோனியம் மற்றும் அமைடு அயனிகளைத்தருகிறது. நீரில் நிகழ்த்துவதற்கு இணையாக நடு நிலையாக்கல் வினைகளை நீர்ம அம்மோனியாவில் நிகழ்த்தலாம்.

$$2\,NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$$

$$\underset{\text{(காரம்)}}{KNH_2} + \underset{\text{(அமிலம்)}}{NH_4I} \longrightarrow \underset{\text{(உப்பு)}}{KI} + \underset{\text{(கரைப்பான்)}}{2\,NH_3}$$

அணைவு அயனித் தோற்றத்திலும் கரைப்பானின் ஈரியல்புத்தன்மையிலும் (amphoteric behaviour) நீரும் அம்மோனியாவும் ஒத்துள்ளன.

$$Zn^{2+} + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \longrightarrow Zn(OH)_4^{2-}$$

$$Zn^{2+} + 2NH_2^- \rightarrow Zn(NH_2)_2 \rightarrow Zn(NH_2)_4^{2-}$$

ஒரு பொருள் நிலையான அமிலமோ, நிலையான காரமோ அன்று; கரைப்பானின் அயனியாதல் அளவைப் பொருத்தே கரைபொருளின் அமில- காரத் தன்மைகள் அமைகின்றன. சுருங்கக்கூறின், அமில காரப் பண்புகள் சார்பிலாத் தனிப்பண்புகள் அல்ல; ஒப்புமைப் (relative) பண்புகளேயாகும். இவ்வுண்மையை அம்மோனியாவின் கரைப்பானியல் நன்கு விளக்குகிறது. நீரில் வீரியமிக்க அமிலங்களாக விளங்கும் கரைபொருள்கள் அம்மோனியாவில் அம்மோனியம் அயனியின் அமிலத்தன்மைக்குச் சமனப் படுத்தப்படுகின்றன (levelled).

$$HNO_3 + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + NO_3^-$$

மாறாக, நீரில் வலிமைகுறைந்த அமிலமாகச் செயல்படும் சேர்மங்கள் அம்மோனியாவில் வலிவு மிக்க அமிலங்களாகின்றன.

$$CH_3COOH + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + CH_3COO^-$$

மேலும், நீரில் கரைந்த நிலையில் சிறிதும் அமிலப் பண்பு கொண்டிராத சேர்மங்கள் அம்மோனியாவில் வீரியம் குறைந்த அமிலங்களாகின்றன.

$$NH_2CONH_2 + NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2CONH^-$$

பொதுவாக, காரவகைக் கரைப்பான்கள் குறிப்பிடத்தக்க அமிலத்தன்மையுடைய சேர்மங்களில் அமிலத் தன்மையைச் சமனப்படுத்துகின்றன; வீரியம் குறைந்த அமிலங்களின் அமிலத்தன்மையைக் கூடுதலாக்குகின்றன. நீரியக் கரைசலில் காரங்களாகக் கருதப்படும் வேதி இனங்கள் அம்மோனியாவில் கரைவதில்லை அல்லது வீரியம் குறைந்த காரங்களாக உள்ளன. வீரியமிக்கவை அமைடு அயனியின் மட்டத்திற்குச் சமனப்படுத்தப்படுகின்றன.

$$H^- + NH_3 \longrightarrow NH_2^- + H_2$$

$$O^{2-} + NH_3 \longrightarrow NH_2^- + OH^-$$

நீராற்பகுப்பைப் போன்றே கரைப்பான்வழிப் பகுப்பு அமோனியாவிலும் நிகழ்கிறது. எடுத்துக் காட்டாக, ஹாலோஜன்களை இரு கரைப்பான்களும் சிதைவுறச் செய்கின்றன.

$$Cl_2 + 2\,H_2O \rightarrow HOCl + H_3O^+ + Cl^-$$

$$Cl_2 + 2\,NH_3 \rightarrow NH_2Cl + NH_4^+ + Cl^-$$

மேலும், பாஸ்ஃபோரிக் அமிலமும் $(OP(OH)_3)$ பாஸ்ஃபோரமைடும் $(OP(NH_2)_2)$, ஒத்த அமைப் புடையவை. இவ்வொற்றுமைகளின் அடிப்படையில் நீருக்கு உள்ளது போன்று அம்மோனியாவுக்கும் pH அளவை இருக்கக்கூடும் என்று தோன்றுவது இயற்கை.

அம்மோனியாவின் கரைப்பான் திறன் கார உலோகங்களான சோடியம், பொட்டாசியம் ஆகிய வற்றை கரைப்பதிலிருந்து நன்கு தெளிவாகிறது.

நீர்மஅம்மோனியாவில் சிறு சோடியத் துண்டைச் சேர்த்தால், நீர்மம் ஆழ்ந்த நீல நிறத்தை அடை கிறது. மேலும் சோடியத்தைச் சேர்த்தால், ஒரு கட்டத்தில் வெண்கல நிறம் (bronze-coloured) கொண்ட நிலைமை உருவாகிறது. இது நீலநிறக் கரைசலின் மீது மிதக்கிறது. மேன்மேலும், சோடி யத்தை இட்டால் இறுதியாக நீலநிறக் கரைசல் முழு தும் வெண்கல நிறமாகும். இக்கரைசலிலிருந்து அம்மோனியாவை ஆவியாக்கி வெளியேற்றினால், கார உலோகத்தைச் சிறிதும் மாற்றமின்றிப் பெற லாம்.

எந்தக் கார உலோகத்தைக் கரைத்தாலும் இக்கரைசலின் நிறம் நீலமாகவே உள்ளது. இதன் அடர்த்தி அம்மோனியா நீர்மத்தின் அடர்த்திக்குச் சமமாக உள்ளது. கரைசல் பாரா காந்தப் பண்பு கொண்டது. இதிலிருந்து இக்கரைசலில் பங்கிடப் படா எலக்ட்ரான்கள் (unpaired electrons) இருப்பது தெளிவாகிறது.

$$\text{உலோகம்} \xrightarrow{\text{நீர்ம அம்மோனியா}} \text{உலோக அயனி} + (NH_3)x$$

அம்மோனியா ஏற்றம் அடைந்த எலெக்ட்ரான் இருப்பதால் இக்கரைசல் சிறந்த கடத்தும் திறன் படைத்தது. அம்மோனியா (கரைப்பான்) கூடுக்குள் அடைபட்ட எலெக்ட்ரான் 1500 nm அலை நீளம் கொண்ட ஒளியை உறிஞ்சுவதால் நீல நிறம் தோன்று கிறது. எலெக்ட்ரான் (கரைசலில்) தனித்த நிலையில் இருப்பதற்கு இங்கு வாய்ப்பு கூடுதலாகவுள்ளது.

அமிலம், காரம் இருவகைகளிலும் சேர்க்கப்படக் கூடிய கரைப்பான்கள் உள்ளன என்றாலும், இவ் வகையில் மீ வலிவுள்ள காரத்தையும், மீ வலிவுள்ள அமிலத்யையும் மட்டுமே சேர்க்க இயலாது. முன்பே குறிப்பிட்டதுபோல் அமில-காரத் தன்மை ஓர் ஒப்புமைத் தத்துவமாதலால், பெரும்பாலான கரைப் பான்களை ஈரியல்புள்ளனவாகக் கருதலாம்.

மேற்கூறப்பட்ட கரைப்பான்கள் யாவும் இரு கூறுகளில் ஒத்தவையாகவுள்ளன: (1) பரிமாற்றப் படவல்ல ஹைட்ரஜன் அணுவைக் கொண்டவை; (2) ஓனியம் அயனிகளை (onium ions) உருவாக்கல்லவை.

புரோட்டானற்ற கரைப்பான்கள். இதில் நான்கு உட் பிரிவுகள் உள்ளன: (1) மின்முனைவற்றவை: கார்பன் டெட்ரா குளோரைடு வளையஹெக்சேன் ஆகியன. இவை கரிம நீர்ச் சேர்க்கைக்கு ஒவ்வாதவை; தன் அயனியாதலுக்குட்படுவதில்லை. (2) மின்முனைவு கொண்டவை, இருப்பினும் அயனியாகாதவை: அசெட்டோநைட்ரல், (CH_3CN), டைமெத்தில் சல் ஃபாக்சைடு (DMSO), சல்ஃபர் டைஆக்சைடு, போன்றவை குறிப்பிடத்தக்க அளவு அயனியாவ தில்லையெனினும், ஈதல் பிணைப்பு மூலம் கரைதல் இயக்கத்தை நிகழ்த்துகின்றன. இவற்றுள் பலவும் கார வகையைச் சார்ந்த கரைப்பான்கள். எனவே அமில அமைப்புகளுடனும் எதிர் அயனிகளுடனும் இணைகின்றன.

$$CoBr_2 + 6\ DMSO \rightarrow (Co(DMSO_6))^{2+} + 2\ Br^-$$

$$SbCl_5 + CH_3C\equiv N \rightarrow CH_3C\equiv N\rightarrow SbCl_5$$

அலோக ஆக்சைடுகளும் ஹாலைடுகளும் ஏற்பி வகைக் (அமிலக்) கரைப்பான்களாகச் செயல் படுகின்றன. எனவே, நேரயனிகளுடனும் கார அமைப்புகளுடனும் வினைபுரிகின்றன.

$$(C_6H_5)_3CCl + SO_2 \rightarrow (C_6H_5)_3\ C^+ + SO_2^-Cl$$

இதில் மின்முனைவற்ற கரைப்பான் முதல் தன் அயனியாதல் கொண்ட கரைப்பான் வரை பல வகைகள் உள்ளன. கரைப்பானின் காரத்தன்மையை அளப்பதற்குக் கட்மன் என்பார் வழங்கி எண் (donor number) என்னும் துணையலகை நிறுவினார். ஆட்ன்டிமனிபென்ட்டாகுளோரைடு என்னும் லூயிஸ் அமிலத்துடன் குறிப்பிட்ட கரைப்பானின் நடுநிலை யாக்கலில் தோன்றும் உள்ளுறை வெப்ப (enthalpy) மாற்றத்தின் அளவு (எதிர்க் குறியீடு கொண்டது) அக்கரைப்பானின் வழங்கி எண்ணாகும். இந்த அலகைப் பயன்படுத்தி மின்முனைவற்ற 1,2-டைகுளோரோ எத்தேன் முதல் மின் முனைவுற்ற ஹெக்சாமெத்தில் பாஸ்ஃபோரமைடு வரை பல கரைப்பான்களின் காரத்தன்மைகளை அறியலாம். இப்பட்டியலிலிருந்து கரைப்பானின் காரத்தன்மைக் கும் மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலிக்கும் தொடர்பு (correlation) இல்லை என்பது தெளிவாகிறது. அதாவது, கரைதல் என்பது ஒரு நிலை மின்னியல் இயக்கம் மட்டுமன்று, சக அல்லது ஈதல் பிணைப்பும் உள்ளடங்கிய செயலாகும்.

கரைப்பானின் அமிலத்தன்மையை அளந்தறி வதற்கு ஏற்பி எண் (acceptor number) என்னும் துணையலகு வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

மூன்றாம் வகையில் மின்முனைவு கூடிய, தன் அயனியாகும் ஆற்றல் மிக்க கரைப்பான்கள் இடம் பெறுகின்றன. இவை வினைத்திறன் மிக்கவை யாதலின், தூய்மையான நிலையிலும் உலர் நிலை யிலும் சேமித்து வைத்திருப்பது மிகக் கடினமாகும். சில கரைப்பான்கள் சேமித்து வைப்பதற்குப் பயன் படும் சிலிக்கா கலங்களுடனும், தங்கம், வெள்ளி ஆகிய உலோகங்களுடனும் வினைபுரிகின்றன. எடுத்துக்காட்டு: புரோமின் ட்ரைஃபுளூரைடு. இது ஆக்சைடுகள், கார்பனேட்டுகள், நைட்ரேட்டுகள், ஹாலைடுகள் முதலான உப்புகள் யாவற்றையும் ஃபுளூரைடாக மாற்றவல்லது. ஃபுளூரைடு உப்புகள் மேலும் F^- அயனியை ஏற்று மின்கடத்துமை பெறு கின்றன.

$$Sb_2O_5 + BrF_3 \longrightarrow (BrF_2^+)(SbF_6^-) \text{......அமிலம்,}$$

$$KF + BrF_3 \longrightarrow K^+(BrF_4)^- \text{......... காரம்}$$

இதே வகையைச் சார்ந்த மற்றொரு புரோட்டா னற்ற கரைப்பான் பாஸ்ஃபரஸ் ஆக்சிகுளோரைடு ஆகும்.

$$POCl_3 \longrightarrow OPCl_2^+ + Cl^- \text{ (தன் அயனியாதல்)}$$

$$KCl \xrightarrow{POCl_3} K^+ + Cl^- \quad \text{காரம்}$$

$$FeCl_3 \xrightarrow{POCl_3} (FeCl_4^-)\ (OPCl_2^+) \quad \text{அமிலம்}$$

உருகிய உப்பு நிலைக் கரைப்பான்கள். நீருடன் ஒப்பிடுகையில் மிக உயர் வெப்ப நிலைகளிலும் நிலைத்தன்மை மிக்கவையாக இருத்தலே இவ் வுருகிய உப்புகளின் தனித்தன்மையை விளக்கு கிறது. இக்கரைப்பானில் எந்தவொரு தீவிரவினை நிகழினும் கரைப்பானைப் பாதிப்பதில்லை.

உருகிய உப்புநிலைக் கரைப்பான்களை இருவகைப்படுத்தலாம்: (1) அயனி வகை விசை களால் இணைக்கப்பட்ட கார உலோக ஹாலைடு கள்: இவ்வுப்புகள் உருகுவதால் பெரும் மாற்றம் எதுவும் தோன்றுவதில்லை. படிக நிலையில் அயனி களின் அணைவு எண் ஆறாக இருந்தது உருகுநிலை யில் நான்காகக் குறைகிறது. பரந்த வீச்சில் காணப் பட்ட ஒழுங்கு (long range order) மறைந்து, குறுகிய வீச்சில் (short range) உள்ள ஒழுங்கு மட்டும் இருத்தி வைக்கப்படுகிறது. இவ்வுப்பில் இருக்கும் அயனிகளின் எண்ணிக்கையை உறைநிலைத் தாழ்வினால் நுட்ப மாக அறியலாம் (2) இவ்வகையில் சக பிணைப்பு முதன்மை பெறுகிறது. இச்சேர்மங்கள் உருகி தனித் தனி மூலக்கூறுகளை அளிக்கின்றன. தன் அயனியாதல் நுண்ணிய அளவிலேயே நிகழ்கிறது. எ.கா. பாதரச (II) ஹாலைடுகள்.

$$2HgX_2 \longrightarrow HgX^+ + HgX_3^-$$

HgX^+ இன் செறிவைக் கூடுதலாக்குவதால் அமிலக் கரைசல்களையும், HgX_3^- இன் செறிவைக் கூடுதலாக்குவதால் காரக் கரைசல்களையும் பெற லாம்.

$$Hg(ClO_4)_2 + HgX_2 \longrightarrow 2HgX + ClO_4^- \text{ (அமிலம்)}$$

$$KX + HgX_2 \longrightarrow K^+ + HgX_3^- \text{ (காரம்)}$$

மேற்கூறிய இரு கரைசல்களையும் கலந்தால் நடு நிலையாக்கல் நிகழ்ந்து உப்பும் கரைப்பானும் உருவா கின்றன. நைட்ரேட் அயனியும் உயர் வெப்பநிலை களில் இவ்வகைக் கரைப்பானாகச் செயல்புரிகிறது.

கரிமக் கரைப்பான்கள். இவை பெரும்பாலும் பெட்ரோலியத் தூய்மையாக்கலிலிருந்து பெறப்படு கின்றன. ஏனைய தோற்றுவாய்கள்: மரம் அல்லது கரியைச் சிதைத்து வடித்தல், நொதித்தல், பயிரின விதைகளை நசுக்குதல், சில மரச்சாற்றிலிருந்து (sap) பிரித்தல், இலை அல்லது பூ வகைகளிலிருந்து சாறு இறக்கல் போன்றவை. கரிமக் கரைப்பான்களின் பயன்கள் பலவாகும். எண்ணெய்பூச்சு, மெருகுப் பூச்சு, குழைவனங்கள், அச்சு மை ஆகியவற்றின் தயாரிப்பில் முதன்மைப் பயன் அடங்கியுள்ளது. பல கரிம வகை வினைகளுக்கு ஊடகமாகப் பயன்படுகின் றன. கரிம வினைகளின் போக்கும், விரைவும் பெரு மளவுக்குக் கரைப்பானைத் தேர்ந்தெடுத்தலைச் சார்ந் துள்ளன. ஏனைய கரிம திண்ம வேதிப்பொருள்களை மீள் படிகமாக்கல் முறையால் தூய்மைப்படுத்து வதற்குத் தக்க கரைப்பான்கள் இன்றியமையாத் தேவையாகும்.

கொதிநிலை மாறிலிகளைத் தயாரிப்பதற்கும், கொதிநிலை மாறிலிகளைப் பிரிப்பதற்கும் தக்க கரைப்பான்களைப் பயன்படுத்த வேண்டிவரும். கரைப்பானால் தாக்கப்படுவதிலிருந்து பாதுகாப்புப் பெறுவதற்குக் கரைப்பானின் பண்புகளுள் சிலவற்றை ஆராய்தல் வேண்டும். பொறி தோன்று நிலை (flash point) எனும் வெப்ப நிலைத் துணையலகு இவ் வகையில் பயன்மிக்கது. எளிதில் தீப்பற்றும் கரைப் பான்களைப் பயன்படுத்தும் இடங்களிலோ, சேமிப்புக் கிடங்குகளிலோ வெப்பநிலை, அக்கரைப்பானின் பொறி தோன்று நிலைக்குக் கீழ் இருத்தல் வேண்டும். ஒரு நீர்மத்தைச் சூடாக்கிக்கொண்டே போகும்போது, ஒரு வெப்பநிலையில் அதன் ஆவியைத் தீச்சுடருடன், மிகக் குறுகிய நேரத்திற்குத் தொடர்பு கொள்ள வைத்தால் தீப்பொறி நொடி நேரத்திற்குத் தோன்றி மறையும். இவ்வெப்பநிலையே அந்நீர்மத்தின் பொறி தோன்றுநிலையாகும். எச்சிறும வெப்பநிலையில் ஒரு

நீர்மத்தின் ஆவியும் காற்றும் சேர்ந்து கலவை வெடிக்கும் இயல்பு பெறுகிறதோ அது அந்நீர்மத்தின் சிறும எரிதல் வெப்பநிலை எனப்படும்.

உணவுக்குழாய், மூச்சுக்குழாய், தோல் சளிச் சவ்வு (mucous membrane) ஆகியவற்றின் மூலம் கரிமக் கரைப்பான்கள் உடலில் நுழையலாம். சில கரைப்பான்களின் உடல் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஈடுபட்டுச் செரிக்கின்றன. எ.கா. ஐசோ அமைல் அசெட்டேட். சில கரைப்பான்கள் எவ்வகை மாற்றமும் அடையாமல் வெளியேறுகின்றன. எ. கா. ஹெக்சேன். சில நீர்மங்கள் உடலில் உறிஞ்சப்பட்டு, திசுக்களில் செறிவேற்றம் அடைகின்கிறன. மீண்டும் மீண்டும் ஒரே பகுதியில் திரள்நிலை அடையும்போது, உடல் உறுப்புகளுக்கோ, மண்டலங்களுக்கோ (நரம்பு இரத்தம், நாளம் போன்ற அமைப்புகளுக்கோ) தீங்கு விளைவிக்கக்கூடும். இவ்வகையில் அனிலீன் நன்கு ஆய்வு செய்யப்பட்ட நீர்மமாகும். கரைப்பான்களின் நச்சுத் தன்மை அளவுகளை ஒப்பிடுவதற்கு உயிர் போக்கும் சிறும அளவு (lethal dose) என்னும் அளவை பயனாகிறது. விலங்கினத்தில் ஒவ்வொரு கிலோகிராம் எடைக்கும் எவ்வளவு மி.கி. கரைப்பானைச் (வேதிப்பொருள்) சேர்த்தால் ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட விலங்கினங்களின் எண்ணிக்கையில் பாதி (50%) மடியும் என்பதே அக்கரைப்பானின் உயிர் போக்கும் சிறும அளவு (LD 50) எனப்படும்.

பெரும நிலைக் காப்பு எல்லை (threshold limiting value) என்பது இவ்வகையில் பயன்மிக்க மற்றொரு துணையலகாகும். காற்றில் ஒரு குறிப்பிட்ட செறிவு வரை ஒரு வேதிப் பொருளைத் தொழிலகத்தில் பணிபுரிவோர் மீண்டும் மீண்டும் நுகர்வதாலோ, உட்கொள்வதாலோ, தீங்கு ஏற்படாமல் இருப்பின், அச்செறிவு அவ்வேதிப் பொருளின் பெருமநிலைக் காப்பு எல்லையாகும். சில கரைப்பான்கள் புற்று நோய் தோற்றுவிப்பான்களாக உள்ளன.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

கரைப்பானால் சாறு இறக்கம்

இது நீர்மக் கரைசல்களைப் பகுதிப் பொருள்களாகப் பிரிக்கும் முறையாகும். இதற்கு நீர்மச் சாறு இறக்கம் என்றும் பெயர் உண்டு. கரைசலின் நீர்மத்துடன் கலக்காத நீர்மக் கரைப்பானால் கரைசலின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதிப் பொருளையோ பொருள்களையோ கரைத்துப் பிரிக்கும் செயல் முறையைக் கொண்டது இது. மாறுபாடுடைய ஆவி அழுத்தங்களைக் கொண்டே நீர்மங்களைப் பிரித்து எடுக்கப் பயன்படும் காய்ச்சி வடித்தல் போன்ற இயற்பியல் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறைகளால் பிரிக்க முடியாத, பிரித்தெடுக்க மிகவும் செலவாகக் கூடிய காலங்களில், வேதிப் பண்புகளைக் கொண்டு பகுதிப் பொருள்களைப் பிரிக்கும் ஒரு சிறந்த பயனுள்ள தொழில் முறையாகும் இது. இம்முறைக்குச் சாறு இறக்கி (extractor), கரைப்பானைக் காய்ச்சி வடித்தல், ஆவியாக்கல், சொட்ட விடுதல் போன்ற வழிகளில் மீண்டும் பெறும் கலன்கள் தேவை.

பயன்கள். பெட்ரோலியப் பொருள்களைத் தூய்மைப்படுத்தும் தொழிலில் இம்முறை மிகு அளவில் பயன்படுகிறது. மோட்டார் வணடியில் உயவு எண்ணெய்க்குத் தேவையான பாரஃபீன், நாஃப்தலீன் போன்ற ஹைட்ரோகார்பன்களிலிருந்து தேவையற்ற அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன் பகுதிப் பொருள்கள் இம்முறையால் அகற்றப் படுகின்றன. இம்முறையில் சாறு இறக்கக் கரைப்பான்களாக ஃபர்ஃபியூர்ரால், ஃபீனால் புரோப்பேன் கிரிசிலிக் அமிலம் கலந்த ஃபீனால், ஆகியவை பயன்படுகின்றன. பயன் இல்லாத அலிஃபாட்டிக் சேர்மங்களிலிருந்து தேவையான பகுதிப்பொருள்களைச் சாறு இறக்க முறையில் பிரித்தெடுக்க, பிற கரைப்பான்களைவிட நீர்ம புரோப்பேன் மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது.

அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களான பென்சீன், டொலுயீன், சைலீன் போன்ற அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்கள் மிகுந்துள்ள நாஃப்தாலிலிருந்து பாரஃபீன் ஹைட்ரோகார்பன்களைச் சாறு இறக்க முறையில் பிரித்தெடுக்க நீர்ம கந்தக டை ஆக்சைடு, ஃபர்ஃபியூரால், எத்திலீன் கிளைக்கால் போன்ற கரைப்பான்கள் பயன்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் நாஃப்தாவிலிருந்து சிறந்த தூய்மை உடைய அரோமேட்டிக் ஹைட்ரோகார்பன்களும் உயர்நிலை ஆக்ட்டேன் பெட்ரோலும் கிடைக்கின்றன. நாஃப்தலீனிக் அரோமேட்டிக் அமிலங்கள் அல்லது மெத்தனால் கலந்த நீர்த்த எரிகாரக் கரைசல்களால் சாறு இறக்கம் செய்ய, பெட்ரோல் கந்தகச் சேர்மங்கள் நீக்கப்பட்டு இனிப்புடையனவாக்கப்படும். இதனால் பெட்ரோலின் கரைக்கும் தன்மையும் மாற்றப்படுகிறது. செயற்கை ரப்பர் தயாரிக்கத் தேவைப்படும் பியூட்டாடையீன், பிற நான்கு கார்பன் அணுக்களைக் கொண்ட ஹைட்ரோகார்பன்களிலிருந்து நீர்த்த தாமிர அம்மோனியம் சல்ஃபேட் கரைப்பான்களால் சாறு இறக்க முறையில் கிடைக்கிறது.

இம்முறையில் தாவர எண்ணெய்கள், ஃபர்ஃபியூரால் நீர்ம புரோப்பேன் ஆகிய கரைப்பான்களால் நிறைவுற்ற, நிறைவுறாக் கிளிசரைடு எஸ்ட்டர்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. நிறைவுற்ற எண்ணெய் உணவுப் பொருளாகவும், நிறைவுறா எண்ணெய் வண்ணப் பூச்சில் (paint) உலர்த்திகளாகவும் பயன்படுகின்றன.

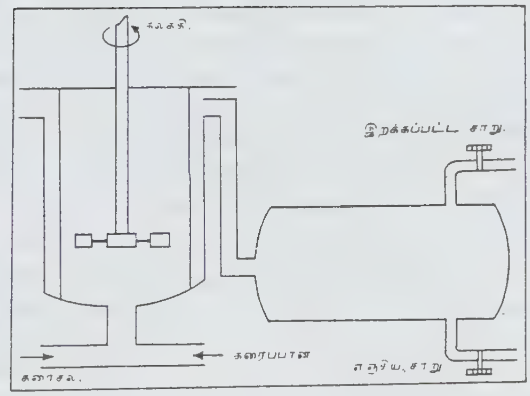
கரைப்பானால் சாறு இறக்கப்பட்ட மீன் எண்ணெய், வைட்டமின் மிகுந்த எண்ணெயைத் தருகிறது. கரி அடுப்புத் தொழிலகங்களில் அம்மோனியா கலந்த நீர்மங்களிலிருந்து ஃபீனால் மற்றும் தார் அமிலங்கள், சாறு இறக்க முறையில் பெறப்படுகின்றன. இதற்கு உதவும் கரைப்பான்கள் பென்சீன், டிரைகிரிசைல் பாஸ்ஃபேட், பியூட்டைல் அசெட்டேட் முதலியன வாகும். மருந்து தயாரிப்பில் செயற்கை முறை வைட்டமின்கள், பென்சீன், ஆரியோமைசீன், எதிர் ஹிஸ்ட்டமீன்கள், ரிசர்ப்பைன் போன்ற மருந்துகளி லிருந்து இயற்கை மாசுகள், தேவையற்ற விளை பொருள்கள் இம்முறையால் நீக்கப்படுகின்றன.

அணு ஆற்றலுக்குத் தேவையான யுரேனியம் டைஎத்தில் ஈதர், ட்ரை பியூட்டைல் பாஸ்ஃபேட் போன்ற கரைப்பான்களைக் கொண்டு சாறு இறக்க முறையில் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. அணு ஆற்றல் எரிபொருள்களை மீள் வழிமுறை (reprocess) வழி யாகப் புளுட்டோனியம் திரும்பப் பெறுதலிலும் (recovery), பிளவு வினைப் பொருள்களான (fission products) அரிய மண்சார் உலோகங்களைப் (rare earth metals) பிரித்தெடுப்பதிலும் இம்முறைபெரிதும் பயன்படுகிறது. எந்த முறையிலும் பிரிக்க இயலாத சிர்கோனியம் - ஹாஃப்னியம், நியோபியம்-டான்ட் டலம் ஆகிய உலோக இணைகளை இம்முறையில் எளிதாகப் பிரித்தெடுக்கலாம்

தேவையான கலன்கள்

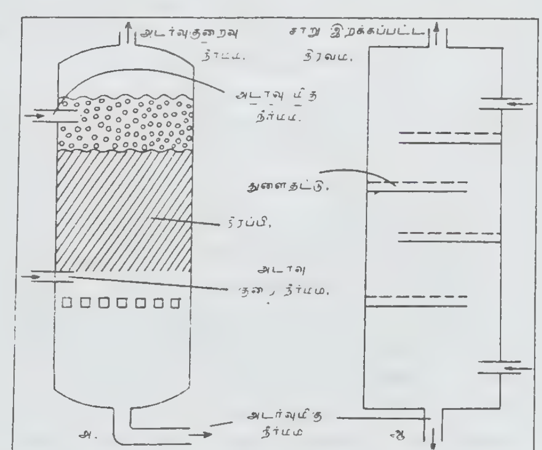
சாறு இறக்கும் கலனில் முக்கியமான பகுதிகள் சாறு இறக்கிகளும் (extractors) கலவை தங்குவிப்பி களும் (setters) ஆகும். இறக்கிகளில் (படம் 1) சாறு இறக்கம் பெறும் கலவைக்கும் (feed) இறக்கம் செய்ய உதவும் கரைப்பானுக்கும் நேரடித் தொடர்பு ஏற் படுகிறது. இதனால் பிரித்தெடுக்கப்பட வேண்டிய பொருள் பரவல் (diffusion) முறையில் கரைப் பானுக்குச் செல்லும். இப்பரவல் ஒன்றுடன் ஒன்று கலவா இரு நீர்மங்களின் தொடு பரப்பையும் (contact area), அவற்றின் கலங்கலையும் (turbulance) பொருத் தது. நீர்மங்கள் ஒன்றில் ஒன்று பரவப் புறப்பரப்பு விரிவடைகிறது. நீர்மங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று நன்கு கலப்பதற்கும், பின் இறக்கச் சாறு (extract) மற்றும் சாறு இறக்கப்பட்ட பின் மிதுமுள்ள திரவம் (raffinate) ஆகியவை அவற்றின் அடர்த்தி வேறுபாட்டின் அடிப் படையில் பிரிப்பதற்கும் இறக்கிகள் வழி செய்ய வேண்டும். இதை நிகழ்த்துவதற்குக் கலவை அடித்தங் குவிப்பிகள் (mixer settler) உதவும்.

படம் 1 ஒரு-படி (single stage) சாறு இறக்கியைக் காட்டுகிறது. சாறு இறக்கம் பெற வேண்டிய கலவையும், இறக்கும் கரைப்பானும் தொடர்ச்சியாக இறக்கிக்குள் பாய்கின்றன. இங்கு சுழலும் குலுக்கித் (rotating agitator) திரவங்களைச் சிறு சிறு திவலை



படம் 1. ஒரு-படி கலக்கி-தங்குவிப்பி உள்ள சாறு இறக்கும் கலன்

களாக்கி ஒன்று மற்றதில் நன்கு பரவச் செய்கிறது. குலுக்கல் மிகு விசையுடன் நடைபெறல் வேண்டும். ஆனால் அதே நேரத்தில், இறுதியில் படிவது பாதிப் படையும் வண்ணம் மிகத் துல்லிய திவலைகளாக்கப் படுத்தலைத் தவிர்க்க வேண்டும். பரவலாக்கப்பட்ட கலவை பெரிய தொட்டி போன்ற தங்குவிப்பியுள் நுழைகிறது. பாயும் வேகக் குறைவாலும், குலுக்கல் இல்லாததாலும், புவி ஈர்ப்பு விசையால் அடித் தங்கல் ஏற்படுகிறது. இப்போது திவலைகள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேரக் கலக்கமற்ற வெளிச் செல்லும் திரவங்கள் (effluents) ஆகின்றன.



படம் 2. செங்குத்தான கோபுரச் சாறு இறக்கிக் கலன்கள்

அ. நிரப்பப்பட்ட கோபுரச் சாறு இறக்கி ஆ. துளையுள்ள தட்டு கள் கொண்ட சாறு இறக்கி

இவ்வாறு ஒருபடி முறையில் கரைபொருளின் அடர்வு இரு நீர்மங்களிலும் ஒரு சமநிலையை அடைகிறது. எனவே சாறு இறக்கம் முழுமையடைய பலபடிக் கலன் தேவை. கரைப்பானின் அளவைக் குறைக்க எதிர் நோக்கு இடைநிலை ஓட்டம் (counter current inter-stage flow) உதவுகிறது. அணு ஆற்றலியலில் கதிரியக்க உலோகங்களை அவற்றின் நீர்த்த கரைசல்களிலிருந்து பிரித்தெடுக்க முப்படி சாறு இறக்கிக் கலன்கள் பயன்படுகின்றன.

பல-படி (multistage) இறக்கிகளுக்கான மிகு நிலப் பரப்பைக் குறைக்கவும், எக்கிகளின் (pump) தேவையைக் குறைக்கவும் செங்குத்தான கோபுரங்கள் உதவுகின்றன (படம் 2). கோபுரங்கள் ஒரு நீர்மத்தால் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. மற்றொரு நீர்மம் மேலிருந்து சிறு சிறு திவலைகளாக, அடர்த்தி வேறுபாட்டின் காரணமாகக் கீழே இறங்குகிறது. கோபுரங்கள் தடைப்பொருளால் நிரப்பப்பட்ட நீள் உருண்டை வடிவமானவை. அடர்வு மிக்க நீர்மம் மேலிருந்து கீழ் நோக்கி இறங்கும். அடர்வு குறைந்த நீர்மம் கோபுரத்தின் அடியில் உள்ள நுண் துளைகள் வழியாக உள்ளே நுழைகிறது. குறைந்த அடர்வுடைய நீர்மத்தின் சிறு திவலைகள் அடர்வு மிக்க நீர்மத்தின் ஊடே மேல் எழுகின்றன இச்சமயத்தில் சாறு இறக்கம் நிகழ்கிறது. சாறு இறக்கப்பட்ட நீர்மம் மேலெழுந்து கோபுரத்தின் உச்சியில் வெளிப்படுகிறது. கோபுரத்திலுள்ள தடைப்பொருளான நிரப்பிகள் (packing materials) நீர்மங்களின் பரவலுக்கும் குலுக்கலுக்கும் காரணமாகின்றன. பரவலாக்கப்படும் நீர்மம் கலவையாகவோ, கரைப்பானாகவோ, எடை உடையதாகவோ இலேசானதாகவோ இருக்கலாம். பல-படி இறக்கிகளில் உள்ளது போல் நீர்மங்களைப் பரவலாகச் செய்தலும் அடித் தங்குதல்களும் இம்முறையில் இல்லாத போதும், அவ்வினை விளைவுகள இக் கோபுர முறைகளில் ஏற்படுகின்றன.

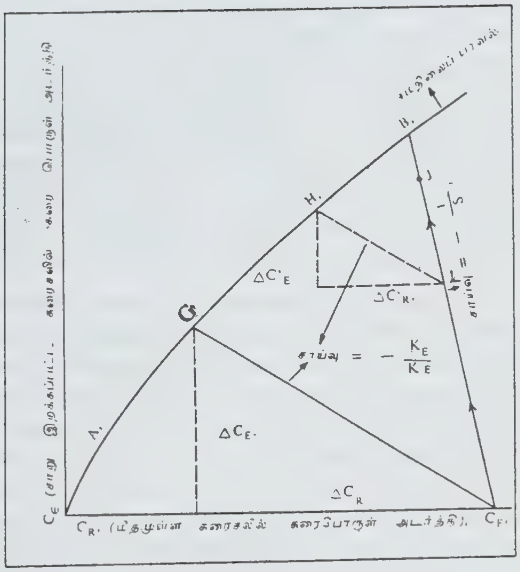
தூவி கோபுரங்களில் (spray towers) நிரப்பிகள் இல்லை. மேலும் இவற்றின் திறனும் குறைவு. சில கோபுரக் கலன்களில் துளையுள்ள தட்டுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன (படம் 2 ஆ). அடர்த்தி குறைந்த நீர்மம் தட்டுகளுக்கு அடியிலுள்ள சேகரிப்பானில் சேகரிக்கப்படும். இங்குள்ள நுண் துளைகளால் இது மேலும் பரவலடைகிறது. மேலிருந்து கீழும், தட்டுகளின் ஊடேயும் ஓடும் உயர் அடர்த்தி உள்ள நீர்மத்தின் ஊடே இத்திவலைகள் மேலெழுகின்றன. அடிக்கடி மீள்பரவல் ஏற்படுவதால் இக் கலன்கள் திறம் படைத்தவையாக அமைகின்றன. கலன்களையே தலைகீழாகத் திருப்பும் முறையும் உள்ளது. எந்திரக் கலக்கலவை உண்டாக்கும் சுழல் இயக்கி (rotating impellers) நுண்பரவலுக்கும், கூடுதல் கலக்கலுக்கும் வழி செய்கின்றன. எந்திர அதிர்வை ஏற்படுத்தும் அதிர்வு கோபுரக் கலன்கள் (pulsed towers) மிக விரைவான (20-100 சுழற்சி நிமிடம்) நுண்ணிய அதிர்வுகளை ஏற்படுத்தும் கதிரியக்கப் பொருள்களைக் கையாள இம்முறை பெரிதும் பயன்படுகிறது.

கோபுரக் கலன்களின் விட்டம், நீர்மங்களின் கொள்ளளவைப் பொறுத்தும், உயரம் சாறு இறக்கப் படிகளைப் பொறுத்தும் அமையும். 15அடி விட்டமும் 125 அடி உயரமும் உள்ள கோபுரங்களும் உள்ளன. மேலும் நீர்ம ஓட்டங்களுக்கான எக்கிகள், கலக்கத் தேவையான எந்திரத் துருவிகள் (motor drivers), நீர்மங்களின் பாயும் வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் வால்வுகள், பாய்மஅளவிகள் (flow- meters), நீர்ம நிலையை நிலை நிறுத்து கருவிகள் என்பன வேண்டும்.

மைய நோக்குச் சாறு இறக்கிகள் (centrifuga cxtractors) பொது மையத்தில் நுண் துளைகள் கொண்ட வளையங்களாலான உருண்டை வடிவத் தொட்டி போன்றவை. வளையங்கள் கிடை அச்சை மையமாகக் கொண்டு மிக விரைவகச் (2, 000 -5,000 சுழற்சி நிமிடம்) சுழலும். மைய அச்சின் வழியே நீர்மங்கள் உள்ளே செல்லவும் வெளியேறவும் முடியும். மையநோக்கு விசை நீர்மங்களுக்கிடையேயான அடர்த்தி வேறுபாட்டை அதிகரிக்கிறது. எனவே அவை எதிர் எதிர்த் தொட்டிகளில் பாய்கின்றன. இக்கலனின் செயலாக்கத் திறன் நீர்மங்கள் உள்தங்கும் நேரம்குறைவேயாகும். நொதித்தல் கலக்கலிலிருந்து (fermentation broths) எதிர் நுண்ணுயிரி (antibiotic) மருந்துப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்க இம்முறை சிறப்பாகப் பயன்படுகிறது

ஆய்வுக்கூடப் பயன்கள். ஒரு கரைசலிலிருந்து ஒன்றும், அதற்கு மேலுமான பகுதிப் பொருள்களைக் குறிப்பிடத்தகுந்த அளவில் தனித்துப் பிரிக்க வல்ல சில கரைப்பான்களின் அளப்பரிய பண்பைப் பயன்படுத்திச் சாறு இறக்கும் முறை தோன்றியது. இதை ஆய்வுக்கூடத்தில் கரிம வேதிப்பொருள் தயாரிப்பிலும், தூய்மைப்படுத்தலிலும், பகுப்பாய்வுப் பிரிப்புகளிலும் கையாளுகின்றனர். எளிதில் பிரித்தெடுக்க புனல் பயன்படுகிறது. கைகளால் குலுக்கல் செய்யப்படுகிறது.இயற்கை உயிரியல் பொருள்களான ஹார்மோன், சீரம், வேக்சீன், வைட்டமின், தாவரச் சாறு முதலியன பல வேதிச் சேர்மங்களால் ஆனவை. இவை எளிய பகுப்பாய்வு முறைகளால் பிரித்தெடுக்க இயலாதவாறு ஒப்பும் சிக்கலும் கொண்டுள்ளன. கிரெய்க் (Craig) என்னும் ஆராய்ச்சியாளரின் ஒப்பற்ற ஆய்வுக்கூட முறையால் இவை பகுதிப் பொருள்களாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இம்முறை தானியங்கியாக ஆயிரக்கணக்கான சாறு இறக்கங்களைச் செய்யும் தன்மை உடையது.

சாறு இறக்கல் வழிமுறை. கரைபொருள் ஒன்று கரைசலிலிருந்து சாறு இறக்க முறையில் அத்துடன் கலவாத கரைப்பானால் பிரித்தெடுப்பதைப் பின்வருமாறு குறிப்பிடலாம்.



படம் 3. ஒருபடி சாறு இறக்கம்

படம்-3 இம்முறைக்கு உரித்தான வேதிப் பண்பைக் காட்டும் வரைபடம். AGHB என்னும் வளைகோடு கரைபொருளின் இரு நீர்மங்களிலும் சமநிலைப் பரவலைக் குறிக்கும். இக்கோட்டிலுள்ள ஒரு புள்ளிக்கேற்ற அடர்வுகளைக் கொண்ட நீர்மக் கரைசல்களைக் கலப்பதால், அக்கரைசல்கள் தொடக்க நிலை அடர்வையே எப்போதும் பெற்றிருக்கும். கரைபொருள் நீர்மகளுக்கிடையே பரிமாற்றம் அடையாது. இவ்வாறு அமையாது கோட்டிற்கு வெளியே உள்ள புள்ளிக்கு ஏற்ற அடர்வுகளைக் கொண்ட நீர்மக் கரைசல்கள் சேர்க்கப்படும் போது கரைபொருள் தன்னிச்சையாக ஒரு நீர்மத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்குச் செல்லும். இம்மாற்றம் கலவை சமநிலையை அடையும்வரை தொடரும். கரைசலின் அடர்வு C_F (புள்ளி D) எனவும், அதன் பாய்மவேகம் எனவும், கரைப்பானின் பாய்மவேகம் S எனவும் கொள்ளலாம். சாறு இறக்கத்தின் வேகம், சமநிலையிலிருந்து அக்கரைசல்கள் விலகியிருப்பதற்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.

நேர்விகித மாறிலி நீர்மங்களுக்கிடையேயான இடைமுகப்பரப்பு (interfacial area) Aஐயும்,சூழலுக்கு ஒப்பான வேக மாறிலிகளையும், பொருண்மை மாற்றிக் குணகங்களையும் (man transfer coefficients K_E, K_S) பொறுத்தது. சாறு இறக்கும் கலனில் நீர்மங்கள் புகும்போது தொடக்கச் சாறு இறக்க வேகம் = $K_E A \;\Delta\; C_E = K_R\; A\; \Delta\; C_R$. இதில் ΔC_E, ΔC_R என்பன சமநிலை G இலிருந்து கரைசலின் தொடக்க விலகல்கள் ஆகும். சமனாக்கல் (material balance) காரணமாகக் கரைசல்களின் அடர்வுகள் Gஐ நோக்கியும் Hஐ நோக்கியும் நகரும். Hஇன் இடம் அத்திரவங்களின் ஒப்பு வேகத்தைப் பொறுத்து அமையும். சாறு இறக்கம் மேலும் நடைபெற C_F என்னும் புள்ளி Eஐ அடையும். இதனால் சமநிலை, வேறுபாடு $\Delta C'_E$, $\Delta C'_R$ ஆகக்குறையும். இதனால் சாறு இறக்க வேகமும் குறையும். கொள்கை அளவில் சாறு இறக்கம் H எனும் புள்ளியை ஒரு போதும் சென்றடையாது. ஏனெனில் அதில் (Hஇல்) சாறு இறக்க வேகம் பூஜ்யமாகும். கரைசல், கரைப்பானின் தொடு நேரத்தைப் பொறுத்து Hக்கு அண்மையிலுள்ள J என்னும் புள்ளியை அடையும். இவ்வாறு அடையப் பெறும் சமநிலையின் அண்மையே சாறு இறக்க அளவீடு ஆகும். இது $\Delta J/\Delta H$ என்னும் நீளங்களுக் கிடையேயான விகிதத்தால் பெறப்படும்.

கலனில் உள்ள பரவலாக்கப்பட்ட திவலைகளின் மொத்தப் புறப்பரப்பே நீர்மங்களுக்கு இடையே ஆன தொடு பரப்பு. செலவைக் குறைக்கும் காரணிகள் என்பன சாறு இறக்க வேக அதிகரிப்பு, தங்கும் நேரக் குறைப்பு, கலனின் குறைவான கொள் அளவு ஆகியவை ஆகும். தொடு பரப்பை (A) அதிகரிக்க, சிறிய திவலைகள் ஏற்படும் வண்ணம் வலிவான குலுக்கல் முறை வேண்டும். இம்முறைகளால் 1 கன அடி நீர்மத்தின் தொடு பரப்பு 1000 ச. அடி ஆகிறது. எனினும் அடித்தங்குமாறு திவலைகள் சிறிதாக்கப் படுதல் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். கலக்கும் கருவிக் கருகில் நுண் திவலைகளும் சேய்மையில் பெரிய திவலைகளும் உண்டாகும்.

பொருண்மை மாற்று மாறிலிகளான K_E, K_R இறக்கப்பட்ட சாறு, இறக்கப்படாக் கரைசல் ஆகிய வற்றின் இயற்பியல் பண்புகளையும், அவை பாயும் வேகங்களையும் சார்ந்திருக்கும். நீர்மங்கள் அசைவற்றிருக்கும்போது இம்மாறிலிகள் கரைபொருளின் மூலக்கூறு பரவுதல் குணகத்தைச் (molecular diffusion coefficient) சார்ந்திருக்கும். வெப்பச் சலனத்தால் உண்டாகும் மூலக்கூறுகளின் அலைவால் கரைபொருள் இடைமுகப்பகுப்பு (interface) வழியே சாறு இறக்கப்பட்ட கரைசலுக்குச் செல்லும். இந்நிகழ்ச்சி பெருமளவிலுள்ள கரைப்பான் மூலக்கூறுகளின் மோதுதலால் தடைப்படுகிறது. இது பொருண்மை மாற்றக் குணகத்தின் மதிப்பைக்குறைக்கிறது. கலக்கல் அதிகரிப்பு இக்குணகத்தின் மதிப்பை அதிகரிக்கிறது. கரைபொருள் பெருமளவில் இடைமுகப் பரப்பினூடே கரைப்பானுக்குச் செல்வதை வேகமாக நகரும் நீர்மத்தால் நிகழ்வது என்க் கூறலாம்.

சாறு இறக்க வேகத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் பிற காரணிகள்: இடைமுகப் பரப்பின் வழியாக உந்தம் (momentum) மாறுதற்குத் திவலைகளின் தொடர் ஒப்பு வேகமும், அவை மூழ்கும் நீர்மமுமே காரணமாகும். இதனால் திவலைகள் அகச் சுழற்சி (internal

circulation) அடைந்து பொருண்மை மாற்றக் குணகம் அதிகரிக்கிறது. உள் சுழற்சி காரணமாகத் தொடர் நீர்மத்திற்கும் பரவலாக்கப்பட்ட நீர்மத்திற்கு மிடையேயான பாகுநிலை விகிதம் அதிகரிக்கிறது. மிகப் பெரிய தொழில்களில், மிக நுண்ணிய பல பொருள்கள் இடைமுகப் பரப்பில் கவரப்படுவதால், இப்பரப்பு கடினத்தன்மை அடைகிறது. இதன் காரணமாக அகச் சுழற்சி குறைந்து பொருண்மை மாற்றக் குணக மதிப்பு குறைகிறது. 6×10^{-5}கி-பரப்பு வீரியப்பொருள் (surface active agent) 100 மி.லி. திரவத்தில் காணப்பட்டால் பொருண்மை மாற்றக் குணகத்தின் மதிப்பு 68% குறைகிறது. இடைமுகப் பரப்பில் கவரப்பட்ட வேற்றுப் பொருளுக்கும் கரைபொருளுக்கும் இடையேயான வேதி வினையும் இதற்குக் காரணமாகலாம்.

சமமற்ற பொருண்மை மாற்றத்திற்குத் தொடர் நீர்மம், பரவலாக்கப்பட்ட நீர்மம் இவற்றின் ஒப்பு வேகமே காரணமாகும். இதனால் திவலையைச் சுற்றிலும் சமமற்ற கரைபொருள் அடர்வு காணப்படுகிறது. இடைமுகப் பரப்பு. விசை (interfacial tension) அடர்த்தியைச் சார்ந்தது. ஆகையால் திவலையின் பரப்பில் இடைமுகப்பரப்பு விசை படிப் படியாகக் (gradiant) காணப்படும். இது பெரும் புறப் பரப்புஅசைவுகளை (marangani effect) ஏற்படுத்தும். இது பொருண்மை மாற்றுக் குணகம் அதிகரிக்கக் காரணமாகிறது.

திவலைகள் இணைவதால் ஏற்படும் புறப் பரப்புக் சுருக்கத்தால் ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இதனால் பரவலாக்கப்பட்ட, தொடர் நீர்மங்களின் ஒப்புவேகம் அதிகரித்து பொருண்மை மாற்றுக் குணகத்தின் மதிப்பு பெருகுகிறது. கரைசல்களி லிருந்து உலோகம் கரிமக் கரைப்பானால் சாறு இறக்கப்படும் போது இவ்விரண்டிற்கும் இடையே யான வேதி வினையின் காரணமாகச் சாறு இறக்கப் படும் வினை வேகம் குறையும். இக் காரணங் களால் பொருண்மை மாற்றுக் குணகத்தையும், கையாளும் முறையின் திறமையையும் ஓரளவு நுட்பமாகக் கூற இயலாது. தற்கால ஆய்வுகள் இக்குறையை நீக்கும் முறையில் நடைபெறுகின்றன.

- இரா. விசுவநாதன்

கல்கரி

புகைமிகு நிலக்கரியைக் காற்றுப்படாமல் 1000° - 1300°Cக்குள் சூடேற்றிக் காய்ச்சி வடிக்கும்போது நிலக்கரி வளிமமும் நிலக்கரித் தாரும் எளிதில் ஆவி யாக வெளிப்படுகின்றன. காய்ச்சி வடித்தலின்போது ஆவியாகாமல் எஞ்சிய திண்மப் பொருளே கல்கரி (coke) எனப்படுகிறது. கல்கரியில் அதிக அளவு (88%) கார்பன் உள்ளது. கல்கரி கடினமானது; எளிதில் உடையக்கூடியது. கல்கரி எரியும்போது மிகுதியான வெப்பம் கிடைக்கிறது. புகை கொடுக்காமல் எரியும் தன்மை உடையது. வார்ப்படத் தொழிலகங்களில் உலைகளுக்கு எரிபொருளாக உதவுகிறது. வீடுகளிலும் தொழிலகங்களிலும் எரிபொருளாகப் பயன்படுகிறது. இது இரும்புத் தாதிலிருந்து இரும்பைப் பிரித் தெடுக்கவும் எஃகு தயாரிக்கவும பயன்படுகிறது.

முற்காலத்தில் நிலக்கரியைக் கூம்பு போன்ற வடிவத்தில் அமைத்து, அதன் மேல் மண்ணால் மூடிக் கீழிருந்து சிறிதளவு காற்றை உட்செலுத்தி நிலக் கரியை எரித்துக் கல்கரியைத் தயாரித்தனர். இம் முறையில் நிலக்கரியிலிருந்து பெறப்படும் பயனுள்ள நிலக்கரி வளிமம், நிலக்கரித் தார், அம்மோனியா ஆகிய பொருள்கள் கிடைக்காமல் வீணாயின. தற் போது நீண்ட செங்கல் உலையில் காய்ச்சி வடிக்கும் போது துணைப்பொருள்கள் உலையின் மேற்பகுதியில் பெறப்படுகின்றன.

கல்கரியை உயர் வெப்பநிலையில் நீராவியுடன் சேர்க்கும்போது கார்பன் மோனாக்சைடும் ஹைட் ரஜனும் உண்டாகின்றன. கார்பன் மோனாக்சைடும் ஹைட்ரஜனும் சேர்ந்த கலவைக்கு நீர் வளிமம் (water gas) என்று பெயர்.

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$$

நீர் வளிமம். கல்கரி தொழிற்சாலையில் ஒரு சிறந்த எரிவளிமமாகப் பயன்படுகிறது. கல்கரியைக் கால்சியம் ஆக்சைடுடன் சேர்த்து 2000°C வெப்ப நிலையில் சூடாக்கும்போது கால்சியம் கார்பைடு உண்டாகிறது கால்சியம் கார்பைடு நீரோடு வினை புரிந்து அசெட்டிலீன் என்னும் ஒரு பயனுள்ள கரிமச் சேர்மத்தை அளிக்கிறது.

$$3C + CaO \rightarrow CaC_2 + CO$$

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

மிகப் பெருமளவில் கல்கரி தயாரிக்கும் உலை இந்தியாவில் பீகார் மாநிலத்தில் ஜாம்ஷெட்பூரில் உள்ளது.

- அ. சண்முகசுந்தரம்

கல்கவுதாரி

கொலம்பிஃபார்மிஸ் வரிசையில் டீரொசிடிடே குடும் பத்தைச் சேர்ந்த கல்கவுதாரிகள் உருவில் புறாக் களை ஒத்தவை. ஆனால் இவை புறாக்களைப்

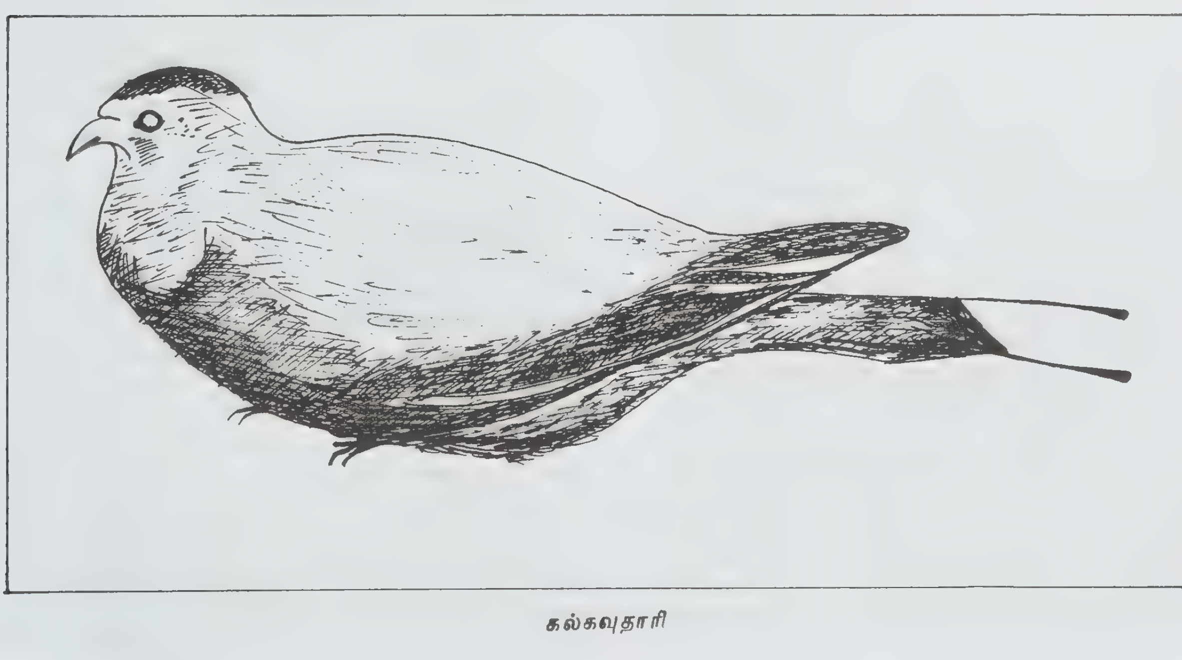
போலப் பளபளப்பான வண்ண நிறங்களைப் பெற்றிரா. வறண்ட பாலைவெளிகளில் தரையில் திரிந்தவாறு இரை தேடும். நெடுந்தொலைவு விரைவாகப் பறக்கும் ஆற்றல் பெற்ற இவை, சிறிய கால்களை உடையனவாயினும் நன்கு நடக்கவும் ஓடவும் செய்கின்றன. தென்னிந்தியாவில் கல்கவுதாரி (*Pterocles exusius*) வண்ணக் கல்கவுதாரி (*Pterocles indilus*) ஆகிய இரு சிறப்பினங்கள் மணற்பாங்கான வறண்ட நிலப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

கல்கவுதாரி மஞ்சள் தோய்ந்த மணற்பழுப்பு நிற உடலைக் கொண்டது. ஆண்பறவை தலையிலும் உடலின் மேற்பகுதியிலும் மார்பிலும் சிறிய பிறை வடிவக் கருங்கோடுகள் நிறைந்திருக்கும். வயிறு பழுப்பு நிறக் கறுப்பு நிறம் கொண்டது. நீண்ட கூரிய வால் 12 செ.மீ. நீளம் இருக்கும். மங்கிய பழுப்பு நிறக் கருங்கோடுகள் கொண்ட மேல் உடலையும் கரும்புள்ளிகள் கொண்ட மார்பையும் பெண் கொண்டிருக்கும். ஆண், பெண் ஆகியவற்றின் மார்பில் மெல்லிய கறுப்பு வளையம் குறுக்கே செல்லக் காணலாம்.

பொட்டல் நிலங்களிலும் உழுது தரிசாகக் கிடக்கும் புழுதியிலும் இது 3-10 வரை சிறு குழுவாகத் திரியும். காடுகளையும் கடற்கரைப் பகுதிகளையும் இது நாடிச் செல்வதில்லை. தமிழ் நாட்டில் திருச்சி, இராமநாதபுரம் மாவட்டங்களில் இவை காணப்படுவனவாகக் குறிப்பு உண்டு. தரையை ஒட்டியவாறு ஓடியாடித் திரியும் இதன் நிறம் தரையின் நிறத்தோடு ஒத்திருப்பதால் மிக அருகில் திரியும்போது கூடக்கண்ணில் படாது போகலாம். தரையில் திரிந்து புல் விதைகளையும் தானியங்களையும் மணலோடு பொறுக்கும் இதற்கு நாள்தோறும் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் நீர்நிலைகளுக்கு நீர் பருக வரும் பழக்கம் உண்டு. நீர்நிலையில் வரிசையாக ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இறங்கி நீர் குடிக்கும் பழக்கமுள்ள இதை வேட்டைக்காரர்கள் நீர்நிலையருகே காத்திருந்து வேட்டையாடிப் பிடிப்பர். வேட்டையாடுவதில் விருப்பமுள்ள அமெரிக்கர்கள் இதை அண்மைக் காலத்தில் ஐக்கிய அமெரிக்காவில் மணற்பாங்கான நெனேடா, ஹவாய் மாநிலங்களில் விட்டுள்ளதோடு அங்கு இது இனப்பெருக்கம் செய்ய ஏற்பாடுகளையும் செய்து இது அங்கு பல்கிப் பெருகும் விதம் பற்றி ஆய்ந்து வருகின்றனர்.

பறக்கும்போது 'குட்ரோ' என உரக்கக் குரல் கொடுத்து எழுந்து பறக்கும். ஜனவரி-மே வரை உள்ள பருவத்தில் விளைநிலங்களில் பயிர்களுக்கிடையே வெறுந்தரையில் இரண்டு மூன்று முட்டையிடும். சாம்பலும் மஞ்சளுமான உருண்டை வடிவ முட்டைகள் பல நிறச் சிறு புள்ளிகளைக் கொண்டவை. அடைகாக்கும் காலம் 20 நாளாகும்.

வண்ணக் கல்கவுதாரியில் ஆண் பறவை நெற்றியின் மேல் கறுப்புப்பட்டை ஒன்று இருக்கும். இதன் மார்பில் காணப்படும் வளையத்தில் பழுப்பு, மஞ்சள், கறுப்பு ஆகிய மூன்று நிறப்பட்டைக்கோடுகள் அடுத்தடுத்து அமையக் காணலாம். பெண் வண்ணக் கல்கவுதாரி ஆணைப் போல நெற்றிப் பட்டையை



கல்கவுதாரி

யும் மார்பு வளையத்தையும் கொண்டிருக்காது. அது உடல் முழுதும் பிறைவடிவான சிறிய கருங் கோடுகளைப் பெற்றிருக்கும். மலையடிவாரங்களைச் சார்ந்த வறண்ட நிலங்களில் கற்கள் நிறைந்த புல் வெளிகளில் சிறு கூட்டமாகத் திரியும் இது புல்வெளி களுக்குத் தீயிட்ட பின் அதில் பெருங்குழுவாகத் திரளும்.

அருகில் மனிதர் நெருங்கும்வரை அஞ்சாது திரி யும் இது சில அடித்தொலைவில் வந்தவுடன் 'யெக் யெக்,' எனக் குரல் கொடுத்தபடி எழுந்து 40-50 மீ. பறந்த பிறகு தரையில் இறங்கும். காலை மாலை அந்திகளில் கூட்டமாக நீர்நிலைகளுக்குத் தரையோடு தரையாகத் தாழப் பறந்து நீர் குடிக்க வரும் இதை மங்கலான ஒளியில் கண்டு கொள்ள இயலாதெனி னும் தொடர்ந்து இது எழுப்பும் 'சிரிக்... சிரிக்...', என்னும் ஒலியை நீர்நிலையருகே காத்திருப்போர் கேட்கலாம். ஆண்டு முழுதும் இனப்பெருக்கம் செய் யும் இது கல்பாங்கான தரையில் புல்புதர்களின் மறைவில் இரண்டு முட்டைகளை இடும். ஆணும் பெண்ணும் அடைகாப்பதிலும் குஞ்சுகளைப் பேணு வதிலும் பங்கு கொள்கின்றன.

- க. ரத்னம்

கல்காரினைட்

மண் துகள்களின் அளவையொத்த கார்போனேட் துகள்களை உட்கூறாகக் கொண்டு, எந்திர இயக்கத் தால் படிவுகளாகக் காணப்படும் சுண்ணப்பாறை கல்காரினைட் (calcarenite) எனப்படும். இம்மணிப் பரல்கள் 2 மி.மீ. விட்டத்திற்கும் மேல் இருந்தால் அப்பாறை கால்சிரூடைட் பாறையாகும். இம்மணிப்பரல் 1/16 மி.மீ. விட்டத்திற்கும் குறைவாக இருந்தால் கால்சிலுட்டைட் பாறையாகும். தெளிவான கால்சைட்டால் கல்காரினைட்டுகள் இணைக்கப்படுகின்றன. புதைபடிவத் துண்டுகள், கால்சிலுடைட், ஊலைட் ஆகியவற்றின் துண்டுகள், வண்டல் உருண்டைகள் முதலியவற்றைக்(fecal pellets) கார்போனேட் மணிகள் கொண்டுள்ளன. இச்சிதைவுக் கூளங்கள் சீரான முறையில் ஒரே அளவாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் பல மணித்துகள்கள் தேய்ந்த ஓரங்களைப் பெற்றிருக்கும்.

ஊலைட் மிகுதியாகக் காணப்பட்டால் அப்பாறை ஊலைட் சுண்ணாம்புப்பாறை எனப்படும். கல் காரினைட்டுகள் ஆர்த்தோ குவார்ட்சைட்டுகளுடன் இணைந்து பெரும்பான்மையாகக் காணப்படும். ஆர்த்தோகுவார்ட்சைட்டுகளைப் போல அதே படிவமைப்புகளைக் கொண்டு, குறுக்குப் படிவுகளுடன் காணப்படும்.

கால்சிலுடைட், கல்காரினைட்டுகளின் மிக நுண்ணிய துகள்கள் ஒரு படித்தாக (homogeneous) அடர்ந்தும், மிக நுண்ணிய துகள்கள் பெற்றும், உடையும்போது சங்கு முறிவு பெற்றும் காணப்பட்டால் பாறை ஆய்வியல் சுண்ணப்பாறை எனப்படும். கல்செதுக்கும் கலைக்காக இப்பாறை பயன்படுவதால் இதற்கு இப்பெயர் ஏற்பட்டது. இவற்றின் மிக நுண்ணிய துகள்கள் கனிமச் செறிவுகளின் விளைப்பொருள்களாகவும், கடற்பாசிப் படிவுகளின் சிறு பகுதிகளாகவும் காணப்படுகின்றன.

- இரா. சரசவாணி

கல்திருப்பி

உருவில் காடை அளவுள்ள கல்திருப்பி (*Arenasia interpres*) குளிர் காலத்தில் வடக்கு ஆசியா, வடஐரோப் பா, வடதுருவக் கடற்கரை சார்ந்த பகுதிகளிலிருந்து இந்தியக் கடற்கரை சார்ந்த பகுதிகளுக்கு வலசை வருகிறது. கறுத்த அலகும் ஆரஞ்சுச் சிவப்புக் கால் களும் கருநிறக் கால் விரல்களும் கொண்ட இதன் உடலின் மேற்பகுதி கரும்பழுப்பும் வெளுப்பும் கலந்ததாக இருக்கும். பின் முதுகு, பிட்டம், வால், மேல் இறகுகள் ஆகியன வெள்ளை நிறத்தவை. வாலின் நிறம் கரும்பழுப்பு, தொண்டையும் கழுத்தும் பளிச்சென்று வெள்ளை நிறமாக உள்ளமை கொண்டு இதை அடையாளம் கண்டுகொள்ளலாம். மார்பின் பக்கங்கள் பழுப்பாகவும் வயிறு வாலடி இரண்டும் வெண்மையாகவும் இருக்கும்.

சிறு கூட்டமாகவும் தனித்தும் பிற இன உள்ளான் களோடு சேர்ந்து கடற்கரையில் இரைதேடித் திரியும் இது சுறுசுறுப்பாக ஓடியாடிச் சிறு கற்களைப்புரட்டி அவற்றின் அடியில் உள்ள புழு பூச்சிகளைப் பிடித்துத் தின்னும் பழக்கம் உடையது. இதனாலேயே இது கல்திருப்பி எனப் பெயர் பெற்றது. அலை பின் னோக்கிச் செல்லும்போது அலையோடு ஓடி மணற் பரப்பில் இரை தேடும் இது பின் அலை கரை ஏறும் போது மீண்டும் கரைநோக்கி வருவதும் மீண்டும் முன்னோக்கி ஓடுவதுமான பழக்கம் உடையது. கடல் நத்தை, நண்டு, கடற்கரையில் திரியும் தத்துக்கிளி முதலியவற்றையும் இரையாகத் தின்னும். கால்விரல் களை இணைக்கும் சவ்வுப்படலம் இல்லாதிருந்தும் கடலில் மிதந்தபடியே நீந்தும் ஆற்றல் வாய்க்கப் பெற்றது எனக் கண்டறிந்துள்ளனர். எழுந்து பறக்கத் தொடங்கும்போது சிறு குரலில் கத்தும்.

வலசை வரும் பறவைகளுள் நீண்ட காலம் தங்கும் இனங்களுள் இதுவும் ஒன்று. ஆகஸ்ட் மாதத்தில் வரத்தொடங்கும் இது மே மாத இறுதி வரை தங்குகிறது. வடக்கே இனப்பெருக்கம் செய்யும்

பகுதிகளில் தரையில் காணப்படும் சிறு குழிகளில் புல்லையிட்டு மெத்தென்று ஆக்கி நான்கு முட்டை களிடுகிறது.

- க. ரத்னம்

கல்நார்

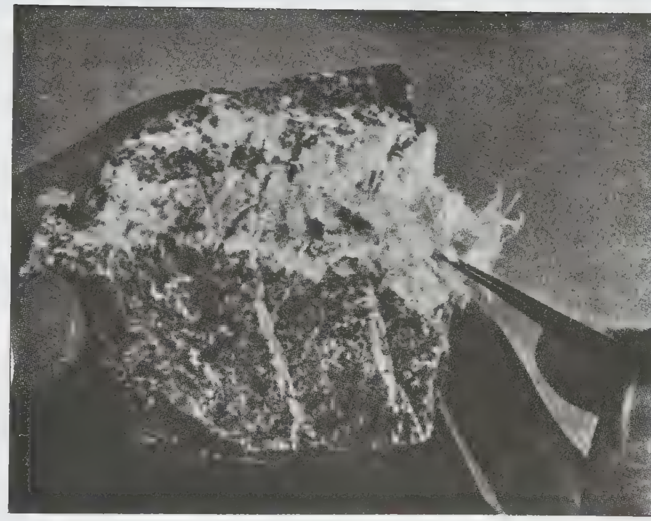
இரும்பு, மக்னீசியம், நிக்கல், அலுமினியம் ஆகிய வற்றுடன் நுண்மணல் சார்ந்த சிலிகேட் உப்புகளா லான கலவையே கல்நார் (asbestos) ஆகும். இது இயற்கையிலேயே நார் போன்ற இழைகளாகக் கிடைப்பதாலும் கல் போன்ற உறுதியுடன் உள்ள தாலும் கல்நார் எனப் பெயர் பெற்றது.

கல்நார் இரண்டு வகைப்படும். ஒரு வகையில் சில கனிமங்களின் நார் போன்ற இழைகள் எளிதாக பிரிக்கக்கூடியனவாக இருக்கும். பிறிதொரு வகையில் அந்த இழைகளைப் பிரித்தெடுக்க இயலாது. இதன் அடிப்படையில் பிரியும்-கல்நார், பிரியாத கல்நார் என்று வகைப்படுத்துவர். இவ்விரு வகைக் கல்நார் களில் பிரியும் வகையைச் சேர்ந்தவை சிறந்தவை எனலாம். இவ்வகையே மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

கல்நார், கனிமங்களின் அடிப்படையில் இரண்டு வகையாகக் கிடைக்கிறது. அவை ஆம்ஃபிபோல் குழுவைச் சேர்ந்தவை, செர்ப்பன்ட்டைன் குழுவைச் சேர்ந்தவை எனப்படும். ஆந்தோஃபில்லைட், அமோ சைட், ட்ரிமோலைட், ஆக்டினோலைட், குரோசி டோலைட் ஆகியவை ஆம்ஃபிபோல் இனத்தைச் சேர்ந்தவை. கிரைசோட்டைல், செர்ப்பன்ட்டைன் இனத்தைச் சேர்ந்ததாகும்.

கல்நாரின் இழைகள் மிகவும் மென்மையாகவும், வழவழப்பாகவும் உள்ளன. இவை மிகுந்த இழுதிறன் கொண்டவை. கல்நாரின் இழுதிறன் எஃகின் இழு திறனுக்குச் சமமாக உள்ளது. கல்நாரின் இழைகளில் தீப்பிடிக்காது; மேலும்அமிலங்கள் இந்த இழைகளைப் பாதிப்பதில்லை. உயர் வெப்பத்தைத் தாங்கக் கூடியன வாகவும் உள்ளன.

கல்நார், ஆலிவீன் என்னும் கனிமத்தைப் பெரு மளவில் கொண்டுள்ள பெரிடோடைட், டூனைட், பைராக்சினைட் ஆகிய பாறைகளில் பெரிதும் காணப்படுகிறது. ஆலிவீன் மாற்றமடைந்து செர்ப் பன்ட்டைன் கனிமமாக மாறுகிறது. இது பின்னர் மெல்லிய பட்டகப்படிகங்களாக உருவெடுத்து நார் போன்ற இழைகளாகிறது. இவ்வாறு கிரைசோட் டைல் என்னும் கல்நார் படிவுகள் தோன்றுகின்றன. சிலசமயங்களில் வெப்பம், அழுத்தம், வேதி நிலை களுக்கு ஏற்பப் பெரிடோடைட், பைராக்சினைட் ஆகிய பாறைகள் மாற்றம் அடைந்து ஆம்ஃபிபோல்

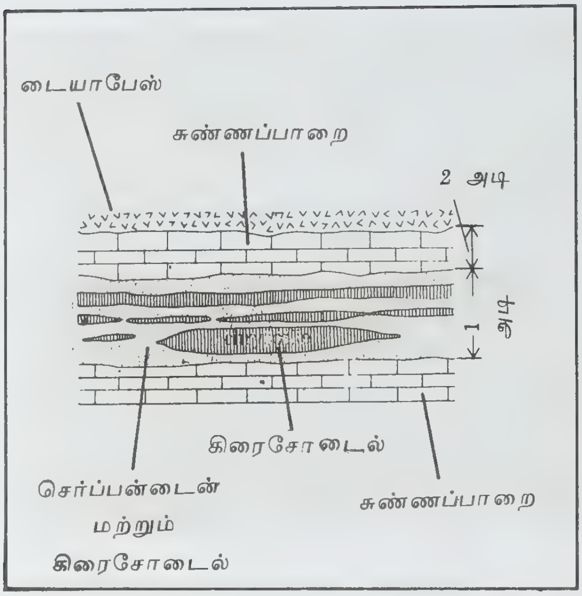


படம் 1. இயற்கையில் காணப்படும் கல்நார். இதன் இழைகள் பாறைகளிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டுத் தீத்தடுப்பு இழைகளாக நூற்கப்படுகின்றன.

குழுவைச் சேர்ந்த கனிமங்களாகிக் கல்நார் தோன்றும். இதனால், கார அனற்பாறைகள், மிகு கார அனற் பாறைகளிலிருந்து அல்லது இப்பாறைகளிலிருந்து உண்டான மாற்றுருப் பாறைகளிலிருந்து கல்நார் கிடைக்கிறது எனலாம்.

கல்நார் மேலே கூறப்பட்ட பாறைகளில் நீண்ட நரம்புகளைப் போன்று காணப்படுகிறது. கல்நாரின் இழைகள் நரம்புகளின் நீளத்திற்கு இணையாக உள்ளன. இது ஒரு வகையாகும். சிலசமயங்களில் இழைகள் நரம்புகளின் நீளத்திற்குக் குறுக்காக அமை கின்றன. இந்த அடிப்படையில் கல்நார் குறுக்கு இழைக் கல்நார், நீள் இழைக் கல்நார் என வகைப் படுத்தப்படும். இந்த இரண்டு வகைகளில் குறுக்கு இழைக்கல்நார்தரத்தில் சிறந்துள்ளது. கல்நார் இழை களின் நீளம் பொதுவாக 8 செ.மீ. வரை இருக்கும். சில இழைகள் 25-30 செ.மீ. நீளமும் இருக்கும். கிரைசோடைல், குறுக்கு இழைக்கல்நாராகவும், நீள் இழைக் கல்நாராகவும் கிடைக்கிறது. ஆம்ஃபிபோல் இனத்தைச் சேர்ந்தவை பெரும்பாலும் நீள் இழைக் கல்நாராகவே கிடைக்கின்றன. இந்தியாவில் கல்நார் இழைகளின் நீளத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு மூன்று தரங்களாகக் கூறப்படுகின்றன. கல்நாரின் திறன், வளையுந்தன்மை, வெப்பந்தாங்கும் ஆற்றல் முதலான தன்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டும் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

கிரைசோடைல். படம்2 இது நீர் கலந்த மக்னீ சியம் சிலிக்கேட்டாகும் ($Mg_3Si_2O_5(OH)_4$). இது வேதிச் சேர்க்கையில் செர்ப்பன்டைன் கனிமத்தை

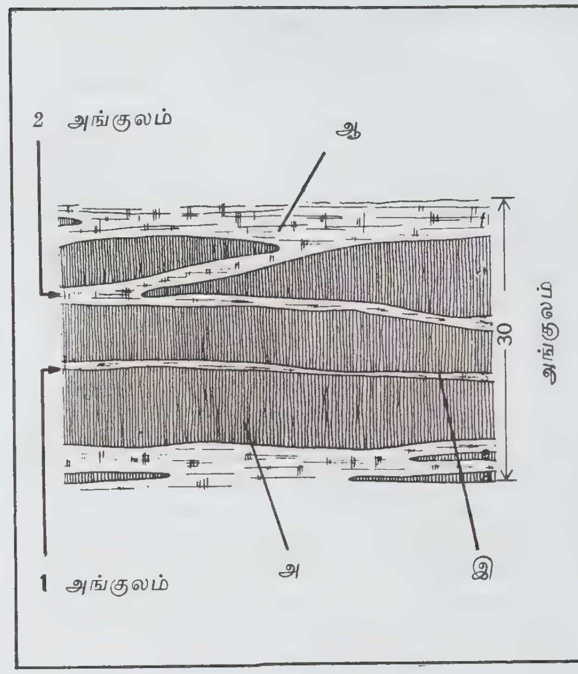


படம் 2. சுண்ணப்பாறை, செர்ப்பன்டைன் பகுதிகளில் காணப்படும் கல்நார் பட்டைகள்.

ஒத்துள்ளது. இந்தக் கல்நார் பச்சை நிறமாக உள்ளது. ஆனால் இதன் இழைகள் வெண்மையாகவே உள்ளன. இதன் இழைகள் மிகவும் மெல்லியவை; நன்றாக வளையக்கூடியவை; இவை பட்டுப் போன்று உயர் இழுதிறனும் உடையவை. இதன் இழைகள் நீளமாக இருப்பதால் குறுக்கியும், நெசவு செய்தும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதன் குட்டையான இழைகள் சிமெண்டுடன் கலந்து அட்டைகள் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கல்நார் ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலத்தில், சூடாக இருக்கும்போது சிதைந்து போகும்.

ட்ரிமோலைட். இது நீர் கலந்த கால்சியம், மக்னீசியம் சிலிக்கேட்டாகும் $[Ca_3Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2]$. இந்தக் கல்நாரின் இழை மிகவும் நீளமாக இருக்கும். இது வெண் நிறத்துடன் பட்டுப்போல் காணப்படும். இதன் இழுதிறன் குறைவாக இருக்கும். எனவே இதைக் கொதிகலன்களில் பயன்படும் காப்புடைகளைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். இது அமிலத்தால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை என்பதால் இது வடிகட்டும் சல்லடைகளாகப் பயன்படுகிறது. இவ்வகைக் கல்நார் இத்தாலியில் மிகுதியாகக் கிடைக்கிறது.

ஆந்தோஃபில்லைட். இது நீர் கலந்த மக்னீசியம் சிலிக்கேட்டாகும். இது இழைகளாகக் கிடைப்பது இல்லை; திண்ணிய கல்நாராகக் கிடைக்கிறது. இதன் இழுதிறன் குறைவு; நொறுங்கக் கூடியது. இதன் அமில எதிர்ப்புத்திறன் கிரைசோட்டைலை விட மிகுதியாக உள்ளது. இக்கல்நார் கொதிகலன்களின் காப்புறைகளாகவும் வெப்பந்தாங்கும் ஆடைகளாகவும் பயன்படுகிறது.



படம் 3. அமோசைட் கல்நார் படிவுகள். (அ) ஹார்ன் பிளெண்ட் கல்நார் (ஆ) குவார்ட்ஸ் பலகைப்பட்டை (இ) மென்மையான களிப்பாறை

அமோசைட்: இதை இரும்பு மிகுந்துள்ள ஆந்தோஃபில்லைட்டின் வகை எனலாம். இதன் இழைகள் மிகவும் நீளமாக உள்ளன. இவை பொதுவாக 10-18 செ. மீ. நீளமும், சில 30 செ.மீ. நீளமும் உள்ளன. இது மிகச்சிறந்த கல்நார் என்று கருதப்படுகிறது. இது அமிலத்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இந்தக் கல்நார் முறுக்கிய பொருள்களாகப் பயன்படுகிறது.

ஆக்டினோலைட். இது நீர் கலந்த கால்சியம் மக்னீசியம் சிலிக்கேட்டு இரும்பாகும். இந்தக் கல்நார் பயனுள்ள தன்மைகளைப் பெற்றிருக்கவில்லை.

குரோசிடோலைட்: இதை நீலக் கல்நார் என்றும் கூறுவர். இது நீர் கலந்த, சோடியம், இரும்பு சிலிக்கேட்டாகும். இந்தக் கல்நார் அவுரி நீலம் அல்லது மென் நீல நிறமுடையது. இதன் இழைகள் 25 செ. மீ. வரை நீளமாக இருக்கும். இது ஓர் இன்றியமையாத சிறந்த வகைக் கல்நாராகும். இது பெரும்பாலும் காப்புறைகளாகப் பயன்படுகிறது. இதன் இழைகள் முறுக்கி, நெய்த ஆடைகளாகவும் பயன்படுகின்றன. இந்தக் கல்நார், சிலிக்கான் கலந்துள்ளபோது நல்ல பளபளப்புடன் பூனையின் கண்

களைப் போன்று ஒளிவீசக் காணலாம். இத் தோற்றத்திலிருந்து இது பூனைக்கண் (cat's eye), புலிக்கண் (tiger's eye) என்னும் பெயர்களில் அணிகலக்கற்களாகப் பயன்படுகிறது. இந்த உயர் வகைக் கல்நார் தென்ஆஃப்ரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, பொலீவியா ஆகிய நாடுகளில் பெருமளவில் கிடைக் கிறது.

கல்நார் மூன்று வகைகளில் பயன்படுகிறது. உயர் வெப்பத்திலிருந்து காக்கவும், மின்கருவிகள், கொதிகலன்களில் காப்புறைகளாகவும், சிமெண்ட் டுடன் சேர்ந்து அட்டைகளாகவும் பயன்படுகிறது. நீளமான கல்நார் இழைகளை முறுக்கி ஆடைக ளாக நெய்கின்றனர். இதிலிருந்து வார்களும் (belt) தயாரிக்கப்படுகின்றன. மின் சலவைப் பெட்டியில் வெப்பம் மற்றும் மின்சாரத்திலிருந்து காத்துக் கொள்ள கல்நார் அட்டைக்ள் வைக்கப்பட்டிருப்ப தைக் காணலாம். கல்நாரைச் சிமெண்ட்டுடன் கலந்து கல்நார் அட்டைகள், கல்நார்க் குழாய்கள் செய்யப்படுகின்றன. புகை வண்டிப்பெட்டிகளை வெப்பத்தினின்றும் காப்பதற்காக அவற்றின் மேல் கொடுக்கும் பூச்சாகக் குரோசிடோலைட் எனும் கல் நார் பெருமளவில் பயன்படுகிறது. மகிழுந்து (car) ஸ்கூட்டர் போன்றவற்றில் நிறுத்தி (break), உவடி ணைப்பு (clutch), ஆகிய பகுதிகளில் கல்நார் அட்டைகள் பயன்படுகின்றன.

கல்நாரின் உற்பத்தியும் பயனும் நாளுக்கு நாள் அதிகரித்து வருகின்றன. இரண்டாம் உலகப் போருக்குப்பின் இதன் பயன் பலமடங்காகப் பெருகி விட்டது. கல்நார்ப் பொருள்கள் 1930 இல் உலக முழுவதுமாக 338783 டன் அளவு பயன்படுத்தப் பட்டது. இந்த அளவு அடுத்த இருபது ஆண்டு களில் 1,200,000 டன்னாக அதிகரித்தது. 1964இல் 3,50,000 டன் கல்நார்ப் பொருள்கள் உற்பத்தி செய்யப்பட்டுள்ளன. செயற்கைக் கல்நார் தயாரிக்கும் முயற்சி பயன் தரத்தக்க வகையில் வெற்றி பெற வில்லை.

கல்நார் உலகின் பல பகுதிகளில் கிடைக்கிறது. ஏறத்தாழ முப்பதுக்கும் மேலான நாடுகளில் கல்நார் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. இந்தியாவில் கல்நார் பல மாநிலங்களில் காணப்படுகின்றது. ஆந்திரத்தில் அனந்தபூர், கர்நூல், கடப்பா மாவட்டங்களிலும், பீகாரிலுள்ள சிங்பும் மாவட்டத்திலும், ராஜஸ் தானிலுள்ள ஆஜ்மீர், பில்வாரா, துங்கர்பூர், ஜோத் பூர், உதயபூர், சிங்ஹானா முதலான பல மாவட்டங் களிலும், மத்திய பிரதேசத்திலுள்ள ஜாபுவா மாவட்டத்திலும், கர்நாடக மாநிலத்திலுள்ள ஹாசன், தும்கூர், ஷிமோஹா, மைசூர் மாவட்டங் களிலும், மஹாராஷ்டிரத்திலுள்ள இடார், பந்தாரா மாவட்டங்களிலும், உத்திரப் பிரதேசத்திலுள்ள மிர்சாபூர், கார்வால், ஹமாயூன் மாவட்டங்களிலும், ஒரிஸ்ஸாவிலுள்ள மாயூர்பஞ்ச் மற்றும் சுந்தர்ஹார்ஹ் மாவட்டங்களிலும் கல்நார் கிடைக்கிறது. தமிழ் நாட்டில் சேலம், கோயம்புத்தூர் நீலகிரி மாவட்டங் களில் கல்நார் உள்ளது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

நூலோதி. R. K. Sinha, *A Treatise on Industrial minerals of India*, Allied Publishers Pvt Ltd, Bombay, 1967; NL. Sharma & K.S.V. Ram, *Introduction to India's Economic Minerals*, Dhanbad Publishers, Dhanbad, 1964.

கல்நார் நோய்

கல்நார் மிக மெல்லிய இழைகளின் தொகுப் பேயாகும். இவ்விழைகள் சில மில்லிமீட்டர் நீளத்திலிருந்து பல சென்ட்டி மீட்டர் நீளம் வரை கிடைக்கின்றன. கல்நார் தயாரிப்புத் துறையில் இவ்வகைக் கற்கள் சுரங்கத்திலிருந்து தோண்டி எடுக்கப்பட்டு, ஒரே சீரான துகள்களாக உடைக்கப் பட்டுப் பின்பு தேவையான அளவுகளிலும், வடிவங்களிலும் தகடுகளாக மாற்றப்படுகின்றன. இப்பணிகளின்போது சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை, கல்நார் துகள்களால் மாசுபடுத்தப்படவும், இத்தகைய நச்சுத்தன்மை நிறைந்த காற்றைப் பணியாளர்கள் உட்கொள்ளவும் பெரும் வாய்ப்பு உள்ளது. ஏறத்தாழ 50μ நீளமும், 5.5μ விட்டமும் உள்ள சிறு கல்நார் துகள்கள் மூச்சுக்குழல் வழியே நுரையீரல் காற்றறை களை வந்தடைந்து பாதிப்புகளை ஏற்படுத்துகின்றன. (μ என்பது மைக்ரான் என்னும் நுண்ணளவு).

நோயின் தோற்றம். சாதாரணமாக ஊசி வடிவமுள்ள கல்நார் இழைகள் சுமார் 50μ நீளம் உள்ளவையாக இருப்பதால் மூச்சுக்குழல் வழியே நுரையீரலின் பல பகுதிகளிலும் சீரான முறையில் படிய முடியாமல், பெரும்பாலும் மூச்சுக் குழலின் இருசுக் கோட்டைத் தொடர்ந்து நுரையீரலின் கீழ் மடல்களை வந்தடைகின்றன. இவ்விழைகளின் பல மூச்சுக்குழல் கிளை மூச்சுக்குழல் சுவர்களால் தடுக்கப் படினும் சிறிய இழைகள் நுரையீரல் காற்றறைகளை வந்தடைகின்றன.

இவை எவ்வாறு நுரையீரல் காற்றறைகளை வந்தடைகின்றன என்பது இன்று வரை புதிராகவே இருந்தது. டிம்பெரல் என்பார் பலவகை ஆய்வுகளால் இவ்வாறு இழை போன்ற தோற்றமுடைய தூசுகள் மூச்சுக்குழல் வழியே நுரையீரல் காற்றறைகளில் படியும் வேகம், முக்கியமாகப் படியும் இழைகளின் விட்டத்தையே பெரிதும் சார்ந்து இருப்பதாகவும் இழைகளின் நீளம் விட்டத்தைப் போன்று அவ்வளவு முக்கியமானதில்லை என்பதாகவும் அறிந்தார்.

நீளமான, மெலிந்த இழைகள், குறைந்த படியும் வேகத்தை உடையவையாக இருப்பதால் மூச்சுக்குழல் சுவர்களில் படிவதிலிருந்து தப்பித்து நுரையீரலுக்குள் ஊடுருவ முடியும். இழைகளின் அளவும் விட்டமும் சீராக இருப்பின் அவற்றின் ஊடுருவும் திறனும் மிகுதியாக இருக்கும். விலங்கில் நடத்திய ஆய்வுகளினால், நுரையீரலின் திறன் இழந்த நார்த்திசு மாற்றத்தில் அமோசைட்டும் கிரோஸிடோலைட்டும் கிரைஸோடைலைவிட மிகு திறன் உடையவை என்றும், கிரைசோடைலின் குறைந்த நார்த்திசு மாற்றத்தைத் தூண்டும் திறன், அது வேகமாக நுரையீரலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதைச் சார்ந்துள்ளது என்றும் தெரிகின்றது.

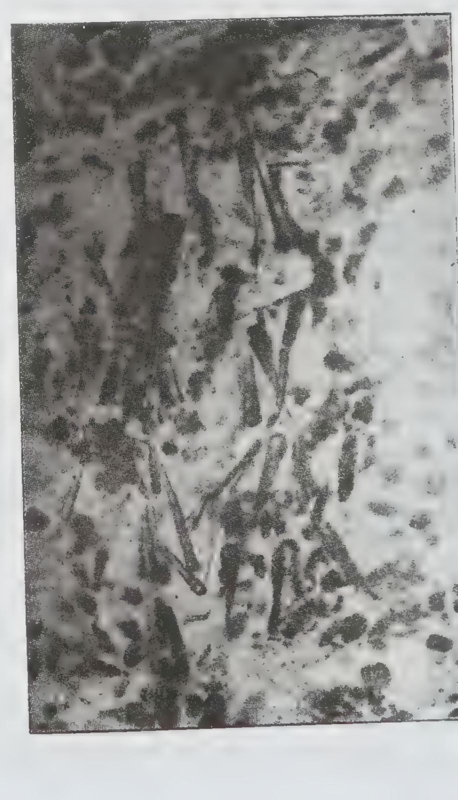
நுரையீரலை வந்தடையும் கல்நார் இழைகள் பிளந்து, உடைந்த பகுதியிலிருந்து வெளிப்படும் மக்னீசிய ஹைட்ராக்சைடு காரச்சத்து நிரம்பிய தொடர் வேதி இயக்கங்களைத் தூண்டுகின்றன. இந்த வேதி இயக்கங்களின் காரணமாகக் கல்நார் இழைகளின் முனைகள் தடிப்புற்றுக் கல்நார் அமைப்பு என வழங்கும் புதிய கல்நாரின் தோற்றம் ஏற்படுகிறது. அவ்வகைக் கல்நார்த் தோற்றங்களின் முனைகள் தடிப்புற்றும், புரதச் சத்து நிரம்பிய உறையால் மூடப்பட்டும் உள்ளன. இவை சுமார் 70μ நீளமும், 3 μ விட்டமும் உடையவை. நுரையீரல் நாரியல் தோற்றப் பணியில் ஆஸ்பெஸ்டாஸ் அமைப்பு என வழங்கும் புதிய கல்நார்த் தோற்றத்தின் பங்கு என்ன என்பது இன்னமும் சரியாகத் தெரியவில்லை.

கல்நார் இழைகள், அவற்றின் அளவு, நுரையீரல் திசுக்களில் நீடித்த நாள் இருத்தல் போன்ற வகைகளின் அடிப்படையில் கல்நார் இழைகளின் கூரிய முனைகள் நுரையீரல் காற்றறைகளின் சுவர்களைத் தொடர்ந்து அரிக்கின்றன. காற்றறைச் சுவர்கள் தடித்து விடுவதால் நுரையீரலின் நெகிழ்திறன் பாதிக்கப்படுகின்றது. மேலும் கூரிய கல்நார் இழைகள் நுரையீரல் திசுக்களை ஊடுருவி, நுரையீரல் மேலுறையை வந்தடைந்து அங்கு அழற்சியைத் தூண்டி ஒட்டிக் கொள்கின்றன. எஞ்சிய கல்நார் இழைகள், நுரையீரல் திசுக்களையும், உதர விதானத்தையும் ஊடுருவி, வயிற்றறையும், செரிமான உறுப்புகளின் மேலுறையான பெரிட்டோனியத்தையும் தாக்கி, அங்கு அழற்சியைத் தூண்டுவதால் பெரிட்டோனியம் அதன்கீழ் உள்ள உறுப்புகளுடன் ஒட்டிக் கொள்கின்றது.

கல்நார்த் துகள்களும் புற்றுநோயும்

மூச்சுக்குழல் புற்றுநோய். கல்நார் இழைகளால் மாசுபடுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் பணிபுரிவோரிடையே மூச்சுக்குழல் புற்றுநோய்க்கான வாய்ப்புகள் மிகுதியாக உள்ளன. இது பற்றிய கருத்துகள் 1944 ஆம் ஆண்டு டால் என்பார் நெசவாலைகளில், கல்நார் தொடர்பான தொழில்களில் ஈடுபட்டோரிடம் நடத்திய ஆய்வின் விளைவாகவே உறுதி பெற்றன. கல்நார் இழைகளால் மாசுபடுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் பணிபுரிந்து இறந்த 105 பணியாளர்களின் பிண ஆய்வின்போது 15 பேருக்கு மூச்சுக்குழல் புற்றுநோய் இருந்ததாகத் தெரிய வந்தது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். இதன் பின் வெளிவந்த ஆய்வுகளின் முடிவுகளும் இதை உறுதி செய்தன.

நுரையீரல் மேலுறை, வயிறு, செரிமான உறுப்புகளைச் சுற்றியுள்ள பெரிட்டோனியம் என வழங்கும் சவ்வுறையில் தோன்றும் புற்று நோய்: உலகெங்கும் பரவலாக நடைபெற்ற ஆய்வுகளின் விளைவாகவும், அண்மையில் கிடைத்த தகவல்களின் விளைவாகவும் நுரையீரல் மேலுறைகளில் பரவலாகத் தோன்றும் புற்று நோய்க்கான வாய்ப்புகள் கல்நார் இழைகளால் மாசுபடுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் பணிபுரிவோரிடமே மிகுதியாக உள்ளதாக அறியப்படுகின்றது. தென் ஆஃப்ரிக்கா, ஜெர்மனி, இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் நடந்த பல ஆய்வுகள் இதை உறுதி செய்கின்றன. தென் ஆஃப்ரிக்கக் கல்நார்ச் சுரங்கங்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் கிரோஸிடோலைட் என வழங்கும் நீலக்கல்நார் இழைகளால் மாசுபடுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் பணிபுரியும் தொழிலாளரிடையே நுரையீரல் மேலுறைப் புற்றுநோய்க்கான வாய்ப்புகள் மிகுதியாக உள்ளதாக அறியப்படுகின்றது. என்டிகார்ப், ஹவுரியன், கீல் என்போர் ஆய்வுகள் மூலம், பெரிட்டோனியப் புற்றுநோய்க்கும், கல்நார் இழைகளுக்கும் தொடர்பு இருப்பதாகக் கண்டனர்.



நுரையீரல் புற்றுநோய். சிலவகைக் கல்நார் இழைகளில், எண்ணெய், மெழுகு, கரிமப் பொருள்கள் இருப்பதைக் கண்டறிந்த பிறகு கல்நார் வகைகளில் புற்று நோயைத் தூண்டக்கூடிய குரோமியம் போன்ற கனிம வகைகளும் கலந்திருப்பது குறிப்பிடத் தக்கதாகும். மேலும் கிரோசிட்டோலைட் என வழங்கும் நீலக் கல்நார் இழைகளில் காணப்படும் 3:4 பென்ஸ் பைரீன் என வழங்கும் நச்சுப்பொருள், புற்று நோயைத் தூண்டக் கூடியதாகும்.

நுரையீரல் மேலுறையில் காணும் தழும்புகள். மூச்சுக்குழல் வழியே நுரையீரல் காற்றறைகளை வந்தடையும் சில கூர்மையான முனைகளை உடைய கல்நார் இழைகள் நுரையீரல் திசுக்களை ஊடுருவி நுரையீரல் மேல் உறையினை வந்தடைந்து, அங்கு அழற்சியைத் தூண்டுகின்றன. நுரையீரல் மேலுறையின் தாக்கமுற்ற இடங்களில் வீக்கத் தழும்புகள் தோன்ற, சுண்ண உப்புப் படிமானத்தால் அவை கடினமாகின்றன. நுரையீரல் மேல் உறையில் காணப்படும் இத்தகைய தழும்புகளைக் கல்நார் இழைகளால் தோன்றும் நுரையீரல் தாக்கங்களின் அளவையாகக் கொள்ளலாம்.

நோயினால் தாக்கமுற்ற நுரையீரலின் தோற்றம். கல்நார்த் துகள்களால் மாசுபடுத்தப்பட்ட சூழ்நிலையில் பணிபுரிவோரிடம் காணப்படும் இந் நோய்க்கான தாக்கங்கள் நுரையீரலிலும் அவற்றின் மேலுறையின் கீழ்ப்பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன. தாக்கமுற்ற இடங்கள் சாம்பல் நிறத்துடனும் கடினத் தன்மையுடனும் சில இடங்களில் நார்த் திசுத் தோற்றத்துடனும் காணப்படுகின்றன. நுரையீரல் மேலுறையில் பல இடங்களில் அழற்சித் தழும்புகள் காணப்படுவதுடன், இவ்வுறை பல இடங்களில் நுரையீரலோடு ஒட்டிக்கொண்டு இருப்பதும் காணப்படுகின்றது. சில சமயங்களில் நுரையீரல் மேலுறையில் புற்றுநோய்க்கான மாற்றங்களும் தெரியும்.

நோயின் அறிகுறிகள். தொடர்ந்து அதிகரிக்கும் மூச்சுத் திணறல், முதலில் வறட்டு இருமலாகத் தோன்றிப் பின்பு சளியுடன் கூடிய இருமல், வலி வின்மை, உடலில் நீலம் பாய்தல் போன்ற ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட காரணங்களால் நோயாளி மருத்துவரை அணுகுகிறார்.

நோயில் காணப்படும் படப்பிடிப்பு மாற்றங்கள். முக்கியமாக நுரையீரலையும் நுரையீரல் மேலுறையின் கீழ்ப்பகுதிகளையும் இந்நோய் தாக்கும். தாக்கமுற்ற இடங்களில் பரவலாகச் சிறு கடுகு போன்று காணப்படும். எக்ஸ் கதிர்ப் படப்பிடிப்புத் தோற்றங்களும் (fine motlings) நுரையீரல் மேலுறை இதயம், உதரவிதானம் ஆகியவற்றின் தோற்றத்தில் இந் நோயினால் பரவலாகத் தோன்றும் ஒட்டும் தன்மையால் விளையும் மாற்றமும், தாக்கமுற்ற இடங்களில் தோன்றும் நார்த்திசு மாற்றமும், கால்சிய உப்பின் படிவால் கடினமாககப்பட்ட நுரையீரல் மேலுறை அழற்சித் தழும்புகளின் தோற்றமும் குறிப்பிடத் தக்கவை.

மருத்துவருக்கு இந்நோய் கண்டுபிடிப்புத் துறையில் கீழ்வருவன பெரிதும் உதவுகின்றன. அவை, நோயாளி இந்நாள் வரை செய்து வந்த பணியின் தன்மை, அவ்விடத்துச் சுற்றுப்புற நலவாழ்வு, வீட்டின் சுற்றுப்புற நலவாழ்வு போன்றவை கல்நார் இழைத் துகள்களால் மாசுபடுத்தப்பட்ட காற்றை உட்கொள்ள வேண்டிய கட்டாயம் கால அளவு பற்றிய தகவல்களை அறிதல், நோயாளி காறித் துப்பும் சளியில் கல்நார்த் தோற்றத்தைக் காணல், சளி ஆய்வின்போது சில சமயங்களில் நுரையீரலிலும் மூச்சுக் குழலிலும் தங்கிய கல்நார் இழைத்துகள்கள் சளியில் காணப்படுதல் என்பன குறிப்பிடத்தக்கவை.

இவ்வகைக் கல்நார் அமைப்புகள் சிறிய பொன்னிறமான, இருமுனைகளும் புடைத்த குச்சிகள் போல் தோற்றம் அளிக்கின்றன. இவற்றின் உள்ளே கல்நார் இழைத்துகள்களும், அவற்றைச் சுற்றி இரும்புச் சத்துச் சிறுமணிகளும், புரதச் சத்துப் பொருள்களும் பூசப்பட்டுள்ளன. இவ்வகைக் கல்நார் அமைப்புகள், கல்நார் இழைத்துகள்களால் மாசுபடுத்தப்பட்ட காற்றை மூச்சுவிடத் தொடங்கியதிலிருந்து இரு மாதங்கள் முதல் இருபது வருடங்கள் வரை காணப்படலாம். எக்ஸ் கதிர்ப் படப்பிடிப்புத் தோற்றங்கள், நுரையீரல் திறன் ஆய்வுகள் போன்றவை பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

நோய்த் தடுப்பு முறைகள். நோய் வாய்ப்புச் சூழ்நிலையில் பணிபுரியத் தொழிலாளர்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும்முன் அவர்களது வயது, கல்வித்தரம், இத் தொழிலில் அவர்களது முன் பட்டறிவு போன்றவற்றை மட்டும் மனத்திற் கொள்ளாமல் அவர்களை மருத்துவ ஆய்வு, எக்ஸ் கதிர்ப் படப்பிடிப்பு, நுரையீரல் திறன் ஆய்வுகட்கு உட்படுத்த வேண்டும்.

மேற்கூறிய ஆய்வுகள் பணியாளர்களை வேலைக்குத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது செய்வது மட்டுமன்றித் தொடர்ந்து அளவான காலக் கட்டங்களில் செய்வதிலும் இந்நோய்க்கான வாய்ப்பு உள்ளோரையும் கண்டுபிடித்து நடவடிக்கைகள் எடுப்பதிலும் பெரிதும் உதவும்.

பணியாளர்களுக்குத் தேவையான தரமான, முக மூடிகள், தலைக் கவசம், உடற்கவசம், கையுறை, காலுறை போன்ற பாதுகாப்புத் துணைக் கருவிகளை இலவசமாகத் தருதலும், அவற்றைப் பயன்படுத்த வற்புறுத்துவதும் மிக்க பயன்தரும்.

கல்நார் இழைத் துகள்களை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும்பொழுது,

அவற்றைத் தூசு புகாத பைகளில் அடைத்து அனுப்பினால், இவற்றால் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலை மாசடையாமல் தடுக்க இயலும்.

புற்று நோய்க்கான வாய்ப்பினைத் தூண்டும் கிரோசிட்டோலைட். போன்ற கல்நார் இழைகளைப் பொறிகளைக் கொண்டு கையாளுதல் நலம்.

மருத்துவம். இந்நோய் கண்டவரை உடனுக்குடன் நோய் வாய்ப்புச் சூழ்நிலையிலிருந்து அப்புறப்படுத்துதல், நோய் தொடக்க நிலையில் உள்ளவர்க்குக் கார்ட்டிகோஸ்ட்டிராய்டு மருந்துகள்அளித்தல், புற்றுநோய் கண்டிருப்பின், அதற்கான மருத்துவ முறைகளை மேற்கொள்ளுதல் என்பன இன்றியமையாதனவாம்.

- கே. என். ராஜன்

கல் மற்றும் கல்பொருள்கள்

பொதுவாகக் கல் என்பது பல இடங்களில் பாறைகளையும், சில சமயங்களின் கனிமங்களையும் குறிக்கப் பயன்படுகிறது.

கற்களை அணிகலக்கற்கள், கட்டடக் கற்கள் என இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். கட்டடக் கற்கள் அளவு கற்கள், நொறுக்கிய கற்கள், அழகூட்டும் கற்கள், பலகை அல்லது பாவு-கற்கள் என வகைப் படுத்தப்படும்.

அணிகலக் கற்கள். பல அணிகலக்கற்கள் உள்ளன. அவற்றுள் சிறப்பானவை நவமணிகள் எனப்படும். ஒன்பது அணிகலக் கற்களில் எட்டு மட்டுமே கல் இனத்தைச் சேர்ந்தவை. இதில் பவளம் ஒருவகையான கடலில் வாழும் உயிரினம் ஆகும். அணிகலக் கற்கள் நன்கு கண்ணைக் கவரும் வண்ணமுடையனவாக இருத்தல் வேண்டும். இக்கற்கள் சிறப்பாக ஒளிரும் தன்மையும், பளப்பளப்பும், அழகிய மிளிர்வும் கொண்டுள்ளன. இத்தன்மைகள் இல்லையேல், அக்கனிமம் அணிகலக்கல் ஆகாது. அணிகலக் கற்கள் அறிவியலில் கூறப்படும் கனிமஇனத்தைச் சேர்ந்தவையாகும். அணிகலக் கற்களாகிய கனிமங்கள் மிகவும் அரிதாகக் கிடைக்கின்றன. இதனால் இவற்றின் மதிப்பும் விலையும் மிகுதியாக உள்ளன.

அணிகலக் கற்கள் பெரும்பாலும் அவற்றின் நிறம் மற்றும் ஒளிர்வின் திறத்தைக் கொண்டு பெயரிடப் படுகின்றன. அணிகலக் கற்களில் வைரம் (diamond), கோமேதகம்(zircon), நீலம்(sapphire), பவளம் (coral), புஷ்பராகம் (topaz), மரகதம் (emerald), மாணிக்கம் (ruby), முத்து (pearl), வைடூரியம் (cat'seye) என்பன நவமணிகள் ஆகும். இவற்றுள் முதன்மையானது வைரம். வைரம், கோமேதகம், புஷ்பராகம் ஆகியவை நிறமற்றவை. பவளம், மாணிக்கம் ஆகியவை சிவப்பு நிறம் உடையவை. பவளம் வெண்மை நிறமாக அரிதாகக் கிடைக்கிறது.

மரகதம் பச்சை நிறமானது. முத்து வெண்மையாக இருக்கும். சிறப்பான மிளிர்வை உடைய இக்கல், மெருகேற்றப்படாமலேயே ஒளிவீசும் சிறப்பை உடையது. இக்கல் சிலவகைச் சிப்பிகளில் காணப் படுகிறது. வைடூரியம் பூனை அல்லது புலியின் கண்களைப் போன்ற தோற்றமும் மிளிர்வும் உடையது குவார்ட்ஸ், குரோசிடோலைட், கிரைசோபெரில் ஆகிய கனிமங்கள் வைடூரியம் எனும் அணிகலக் கல்லாகக் கிடைக்கின்றன. அமெதிஸ்ட், சந்திரகாந்தக் கல், சூரிய காந்தக் கல், சிட்ரின், ஓப்பல், ஜேடு, பெரிடோட், இரத்தக் கல் (blood stone) முதலியனவும் அணிகலக் கற்கள் ஆகும். மாணிக்கக் கல் பாம்பிலிருந்து கிடைப்பதாகக் கூறப்படுகிறது. இது செவி வழிச் செய்தியே ஆகும். இதற்கு அறிவியலில் போதிய சான்று இல்லை.

கட்டடக் கற்கள். கட்டடங்களில் பயன்படும் கற்கள் பாறைகளேயாகும். கட்டடங்களைக் கட்டுவதில் வெவ்வேறு வேலைகளுக்குப் பயன்படும் கற்கள் வெவ்வேறு பெயர்களைப் பெறுகின்றன. அணைகளைக் கட்டுவதற்கும் வீட்டின் சுவர்களைக் கட்டுவதற்கும் திண்மக் கற்கள் பயன்படுகின்றன. இவை அளவு கற்கள் (dimensional stone) எனப்படும். இக்கற்கள் மிகவும் வலிமையுடன் இருத்தல் வேண்டும். இவை எளிதில் உடையாதனவாயும் இருக்க வேண்டும். இக் கற்களில் பிளவுகளோ விரிசல்களோ இருக்கக் கூடா

கற்களை உடைத்து, நொறுக்கி சிறியனவாக்கிப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை ஜல்லிக் கற்கள் (gravel) என்று கூறப்படும். இந்த உடைத்து நொறுக்கிய கற்கள் (crushed stone) பலவகையாகப் பயன்படுகின்றன. சாலைகள் அமைப்பதற்கும், இருப்புப் பாதைகளிலும், சிமெண்ட்டுடன் கலந்து கற்காரைகளாக வீடு கட்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. உராய்வினால் எளிதில் தேயாத, நொறுங்கி உடையாத கற்களே இதற்கு ஏற்றவை. சிமெண்ட்டுடனும், தார்(கீல்) உடனும் சேர்ந்து மாற்றமடையாத தன்மை இவற்றிற்குத் தேவை ஆகும். விமான ஓடுதளப் பாதைகளில் பயன் படும் கற்கள் வெப்பத்தால் மாற்றமடையாத தி கொண்டிருக்க வேண்டும்.

கற்களில் சில வீடு, கோயில், நினைவால முதலான இடங்களில் அழகு படுத்துவதற்காக பயன்படுகின்றன. இவை அழகு ஊட்டும் கற் (ornamental stone) எனப்படும். இவை மிகு க தன்மையற்றுள்ளன. கடினத்தன்மை குறை கற்களில் உளிகளைக் கொண்டு சிற்பங்களையும் பிற வடிவங்களையும் செதுக்குவது எளி இவ்வகையில் சலவைக்கல் (marble), மாக்கல் (steatite) ஆகியவை குறிப்பிடத்தக்கவை. தமிழக

படம் 1. சலவைக் கற்குழி

கோயில்களில் சிற்பங்களாக இருந்து சிறப்பையும் அழகையும் கொடுப்பவை கடினத்தன்மை குறைந்த கற்கள் அல்ல. இவை கருங்கல் ஆகும். சிற்பக்கலை வல்லுநர்கள் கற்களை ஆண் கல் என்றும் பெண் கல் என்றும் குறிப்பிடுகின்றனர். இவர்கள் குறிப்பிடும் ஆண் கல் பெரிய துகள்களை உடைய பாறை (coarse grained rock) ஆகும். பெண் கல் சிறிய துகள்களாலான பாறை (fine grained rock) ஆகும். இவ்விரு வகைகளில் பெண் - கற்களே சிற்பங்களை உருவாக்குவதற்கு மிகவும் ஏற்றவை

பாவு கற்கள் அல்லது பலகைக் கற்கள். இவை பலகைகளாகத் தட்டையான உருவத்தில் இருப்பவை. இவ்வகைக் கற்கள் படிகள், தளங்கள், சில இடங்களில் கூரை போன்றவையாகப் பயன்படுகின்றன. களிப்பாளப்பாறை (shale) கறைகளாகப் பயன்படுகிறது. கடப்பைக் கல் (cuddapah stone) எனப்படும் ஒரு வகைச் சுண்ணப்பாறை, தளமிடு தற்கும், படிகளிலும், மேசையின் மேல் பலகையாக வும், வீட்டின் முகப்புகளிலும் பயன்படுகிறது. இக்கல் லைச் சிலர் கறுப்புச் சலவைக்கல் என்று கூறுகின்றனர்.

மாக் கல் மிகவும் குறைந்த கடினத்தன்மை உடையது. இது சற்று வழவழப்பாகவும் இருக்கும். இக்கல்லால் பாண்டங்கள் செய்து வீட்டில் பயன் படுத்துகின்றனர். இவை கல் சட்டி எனப்படும். ஊறுகாய் போன்ற உணவுப் பொருள்களை நீண்ட நாள்களுக்குச் சேமித்து வைப்பதற்கு மாக் கல் பாண்டங்கள் மிகவும் ஏற்றவை. சோமநாதபூர், ஹலேபிட், அபூ ஆகியஇடங்களில் உள்ள புகழ்பெற்ற கோயில்கள் முழுமையாக இந்த மாக் கல்லால் கட்டுப்பட்டுள்ளன.

படம் 2. மாக்கல்

டெல்லியிலுள்ள செங்கோட்டையிலிருக்கும் அருங் காட்சியகத்தில் கல்லாலான ஒரு பாண்டம் இடம் பெற்றுள்ளது. இது கருங்கல்லால் ஆனது. இந்தக் கருங்கல் பாத்திரத்தைக் கொண்டு வடித்து எடுத்த நீரையே ஒரு முகமதிய அரசன் குடிப்பதற் குப் பயன்படுத்தினான் எனக் கூறப்படுகிறது. கல்லி னுள் செல்லும்போது நீரிலுள்ள வண்டல் முதலான மாசு முற்றிலும் நீக்கப்படும். இந்தக் கல் [illegible] நீரிலிருக்கும் நஞ்சையும் பிரிக்கும்திறனுடையது என கூறுகின்றனர்.

மணற்கல். கால்சியம் கார்பனேட், அலுமினா சிலிக்கா, இரும்பு ஆக்சைடு போன்ற ஒட்டும் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று இணைந்து காணப் படும் கல் மணற்கல் (sand stone) எனப்படும். இது சிவப்பு, சாம்பல் நிறம், பழுப்பு நிறம், வெண்மை நீலம் ஆகிய நிறங்களில் காணப்படுகிறது. இதன் ஒப்படர்த்தி 2.65-2.95. இது கட்டடத்துறையில் பயன்படுகிறது. ஆனால் நீண்டநாள் உழைக்கக் கூடியதன்று (படம் 3,4).

படம் 3. கோள வடிவக் கிரிட்டேஷியஸ் மணல்கல்

படம் 4. திண் மணற்கற்களின் படுகை

படம் 5. சுண்ணாம்புக் கற்குழி

சுண்ணாம்புக்கல். முன்காலத்தில் கிளிஞ்சல், பவளமண் முதலியவையாக இருந்து களிமண், மணல், கால்சியம் கார்பனேட் முதலியவை சேர்ந்து உண்டானதாகும். இது வெண்மை, கருமை, சாம்பல் நிறமுடையது. சுண்ணாம்புக்கல்லின் (limestone) ஒப்படர்த்தி 2.175. இது கட்டடத்துறையில் பயன் படுகிறது. நீண்ட நாள் உழைக்கக்கூடியது. சுண்ணாம் புக் கல்லிலிருந்து சுண்ணாம்பு நீர் தயாரிக்கப் படுகிறது.

- இல. வைத்திலிங்கம்

கல்யாணப் பூசணிக்காய்

பூசணிக்காயைக் குடைந்து, அதனுள் செம்பருத்திப் பூவைப் போட்டு, ஊறவைத்து இரசமெடுத்து, அதனுடன் சர்க்கரை கூட்டிக் கொடுக்க, வெள்ளை நீரெரிச்சல் தீரும். பூசணிப்பழத்தை வேகவைத்துப் பிசைந்து அழுகிப்போன புண்களுக்கு வைத்துக் கட்ட லாம். இதன் சாற்றை இரத்த வாந்தி மற்றும் உள் உறுப்புகளில் உண்டாகும் இரத்தப்பெருக்கு இவற் றிற்குக் கொடுக்க நலமாகும்.

இடுமருந்து, இரசவேக்காடு, நஞ்சுகள் இவற் றிற்கு இதைச் சமைத்தோ சாற்றைப் பிழிந் தெடுத்தோ கொடுக்கலாம். இடுமருந்தால் குற்றம் உண்டா, இல்லையா என அறிய இக்காயுடன் பச்சைப்பயறு சேர்த்துச் சமைத்துச் சோற்றிற் கலந் துண்ண, இடுமருந்திருந்தால், உணவு செரியாது கழியும். இல்லையேல் உணவு செரித்து மலம் மட்டும் கழியும்.

பூசணித்தண்டு, முத்தக்காசு, சுக்கு, திராய்வேர், தூதுவளை, கண்டங்கத்தரி, பற்படாகம், மல்லி, சிறு வழுதலை இவை ஒன்றுக்குக் கால் பலம் வீதமிடித்து ஒருபடி நீர் விட்டுக் குடிநீர் செய்து ஆறுவேளை கொடுக்க, சன்னி தீரும்.

கல்யாணப் பூசணிக்காய் வடகம் செய்தோ, காரசாரத்துடன் சமைத்தோ உணவுடன் அடுத் தடுத்து உட்கொண்டு வந்தால், காய்ச்சல், வெட்டை சூடு, நீர்க்கட்டு இவை தணியும். இதை இலேகிய மாகச் செய்து அருந்தினால் சர்வவாய்வும், சூடுந் தணிய உடல் வலிமை பெறும். பூசணி வித்தின் பருப்பை எடுத்துப் பொடித்துக் காய்ச்சிய பாலில் கலந்து உண்டு வந்தால் உடல் வலிமையாகும்.

- சே. பிரேமா

கல்யாண முருக்கு (சித்தமருத்துவம்)

இதன் இலைச்சாறு 4 மி.லி. எடுத்து அத்துடன் 16 மி.லி. விளக்கெண்ணெய் சேர்த்துக் காலை, மாலை மூன்று நாள் சாப்பிடச் சீதபேதி நீங்கும். இலைச் சாறு 42 மி.லி. எடுத்து, சிறிது தேன் சேர்த்து உள்ளுக்குக் கொடுக்க, வயிற்றுப் புழுக்கள் வெளிப் படும். இது நீர் மலம் போக்கியாகக் கொள்ளப் படுகிறது.

இலையை ஒன்றிரண்டாக நறுக்கிச் சுடுநீரிலிட்டு, நல்ல சூட்டுடன் கீல் வாதத்திற்கு வைத்துக் கட்டி னால் வலி நீங்கும். இலையைப் புற்கை செய்து அரையாப்புக்கு வைத்துக் கட்ட நலம் தரும். இதன் இலையைத் தேங்காய் எண்ணெயில் சமைத்து உண் டால் பெண்களுக்குப் பால் சுரக்கும்.

இதன் இலைச்சாற்றைத் தொடர்ச்சியாக அல்லது 3 மாதங்கள் வரையில் காலை மாலைகளில் உட்கொண்டுவர, மாதாந்திர சூதகத்திலுண்டாகும்

வயிற்று வலியைப் போக்கி மிகப் பருத்த உடலை இளைக்கச் செய்து மலட்டு நோயையும்நீக்கும்.

சிறுநீர் எரிச்சல், சிறுநீர்த்தடை முதலிய நோய் களுக்கு இதன் இலைச்சாற்றை 4 மி.லி. முதல் 8 மி.லி. வரையில் காலை, மாலை இருவேளையும் கொடுத்து வர அந்நோய்கள் தீரும். இதன் இலை, மிளகு, அரிசி இவற்றைச் சேர்த்து அரைத்து அடை சுட்டு அதைச் சுடச்சுட நெய்யில் தோய்த்து உட் கொண்டு வர இருமல், இளைப்பு, இரத்தகாசம் தீரும். கடும் பத்தியமிருக்க வேண்டும். இதன் பூவைக் குடி நீரிட்டுக் குடித்தாலும், அல்லது கருப்பைக்கு நேராக அடிவயிற்றில் வைத்துக் கட்டினாலும் இரத்தக் குன் மத்தைப் போக்கும். குடிநீரிட்டுக் கொடுக்க, குன்ம நோயைப் போக்கும்.

இதன் விதையை மேற்றோல் நீக்கி நன்றாகக் காயவைத்து, இடித்துப் பொடித்து வஸ்திரகாயம் செய்த தூளில் 130-260 மி.கி. எடை வரை இரவு படுக்கும் முன் சர்க்கரை சேர்த்துச் சாப்பிட்டு, மறுநாள் காலையில் விளக்கெண்ணெய் சாப்பிட, மலம் பெருகி மலக்கிருமிகள் அழிந்துவிடும். இதன் பட்டையின் உட்பகுதியில் நெய் தடவித் தீயில் வைக்க, இதில் ஒருவகைப் புகை படியும். அதை எடுத்துக் கண்ணில் கீழிமையின் உட்புறத்திலும், ஓரத்திலும் தடவிவர, கண்ணோய் முதலியநோய்கள் நீங்கும்.

பட்டை ரசத்தைப் புண் கிருமிகளைக் கொல்லப் பயன்படுத்தலாம். காய்ந்தாறிய பாலுடன், வெண் முருக்கன் இளம்வேர்ச் சூரணம் சேர்த்துச் சாப்பிடத் தாது புஷ்டி உண்டாகும். வேர்ப்பட்டை 24 கிராம், தூய நீர் 251 மி.லி. சேர்த்து நாலிலொன்றாகக் கஷாயமிட்டு, வசந்தகுசுமாகரரசம் என்னும் மாத்திரை சேர்த்து ஒவ்வொரு நாளும் காலையில் அருந்திவர, நீரிழிவு நோய் நீங்கும். கலியாண முருக் கஞ் சாற்றிலாவது, சீமை அகத்திச்சாற்றிலாவது சோற்றுப்புக் கூட்டியரைத்து அல்லது கரைத்துப் படைகளின் மீது தடவினால் உதிர்ந்து போகும்.

- சே. பிரேமா

கல்யாண முருங்கை

இம்மரத்தின் வேறு பெயர்கள் இந்தியப் பவழ மரம், கலியாண முருக்கு, கலியாண முருக்கன், முருக்க மரம், முள்ளு முருக்கு, வல்லை, சிஞ்சுகம் நெருப்புக்கொட்டை மரம் என்பன. இதன் தாவரப் பெயர் எரித்ரைனா இண்டிகா (*Erythrina indica*) ஆகும். இது பாப்பிலியோனேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. கல்யாண முருங்கை (*Indian coral tree*) இந்தியா, ஆஃப்ரிக்கா, மடகாஸ் கர், இலங்கை, பர்மா, தாய்லாந்து, ஜாவா, கம்போடியா, லாபோஸ், வியட்நாம், சீனா,மலேசியா போன்ற நாடுகளிலும் உள்ளது. இம்மரத்தின் தாயகம் இந்தியா. பீகார், வங்காளக் கடல் ஓரக்காட்டுப் பகுதி, இமயமலைப் பகுதிகளில் இம்மரம் காணப்படு கிறது. வறண்ட நிலப்பகுதிகளில் வளரும் தன்மை கொண்ட இம்மரம் வலிவற்றது. எனவே பெருங் காற்று வீசும்போது எளிதில் ஒடிந்து கீழே சாய்ந்து விடும்.

இம்மரத்தை இந்தியாவின் பல பகுதிகளில் வேலி களில், வெற்றிலை, மிளகுக் கொடிகளை ஏற்றி வளர்ப்பதற்குப் பயிரிட்டு வருகின்றனர். இது காற் றுத்தடை மரமாகவும் வளர்க்கப்பட்டு வருகிறது. தமிழ்நாட்டில் மலைப்பகுதியில் தேயிலை, காப்பித் தோட்டங்களிலும் இம்மரத்தைக் காணலாம். இது ஒரு சிறு மரம் ஆகும். இது 15-18 மீட்டர் உயரம் வரை வளரும் இயல்புடையது, அடிமரத்தண்டு வழ வழப்பான பட்டையுடன் மேலே முள்களைக் கொண் டிருக்கும். இலைகள் 20-30 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும்.

கூட்டிலைகள். சிற்றிலைகள் அகன்ற முட்டை வடிவில் இருக்கும். இவ்விலைகள் இரண்டு பக்கங் களில் இரண்டும் நுனியில் ஒன்றும் என மூன்று உள்ளன. நுனிச்சிற்றிலை பிற இரண்டு சிற்றிலை களை விடப் பெரியது. சிற்றிலைகள் 5-15×5.5-17 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இலையின் ஓரம் முழுமையாக இருக்கும். இலைக்காம்பு 15செ.மீ. நீளம் இருக்கும்.

மூன்று சிற்றிலைகளாலான கூட்டிலைகளைக் கொண்ட இம்மரத்தின் கிளை நுனியில் பவளச் சிவப்புப் பூக்கள் கொத்தாக மலரும். மலர்கள் கை விரல்களை நீட்டியுள்ளது போலத் தோன்றும். பூங் கொத்து 5-15 செ.மீ. நீளமிருக்கும். பூக்காம்பு தடிப்பாகவும் கடினமாகவும் இருக்கும். பூவடிச் செதில் முக்கோண வடிவிலும், பூக்காம்புச் செதில் தமர் ஊசி வடிவிலும் (subulate) இருக்கும். புல்லி வட்டம் 2 0.6செ.மீ. நீளமிருக்கும். நுனிப்பகுதியில் பற்களைப் போன்ற அமைப்புடன் இருக்கும்.

அல்லி இதழ்கள் ஒளிர் சிவப்பு நிறத்துடன் இருக்கும். இலைகள் உதிர்ந்தவுடன் பிப்ரவரி-ஏப்ரல் மாதங்களில் பூக்கும். காய்கள் 15-30 செ.மீ. நீளமாக வளைந்து கறுப்பாக இருக்கும். ஒரு காயில் 10-12 கொட்டைகள் இருக்கும். விதைகள் இளஞ்சிவப்பு நிறத்துடன் பருத்து இருக்கும். விதையைத் தரையில் வேகமாக உராய்ந்தால் சூடு பிறக்கும். எனவே இதற்குச் சூட்டுக் கொட்டை மரம் அல்லது நெருப்புக் கொட்டை மரம் என்னும் பெயர் வந்தது. விதைகள் வழுவழுப்பாக இருக்கும். அழகிய பூக்களுக்காக இம்மரம் சாலை ஓரத்திலும் கோயில்களிலும் வளர்க்கப்படுகிறது. இதன் மரம் விளையாட்டுப்

பொருள்கள் செய்ய உதவுகிறது. இது விதை மூலமும் கிளைகளை வெட்டி நட்டும் வளர்க்கப்படுகிறது. கிளையை நட்ட ஓராண்டுக் காலத்தில் மரம் பூக்கும்.

மருத்துவப் பண்புகள். கல்யாண முருங்கையின் இலை, பூ, பட்டை முதலியவை மருந்துக்கு உதவுகின்றன. இதில் வெள்ளைப் பூக்களைக் கொண்ட கல்யாண முருங்கை மருத்துவப் பயன்களைப் பெற்றுள்ளது. வெள்ளைக் கல்யாண முருங்கையின் 10 துளி இலைச்சாற்றுடன், 10 துளி வெந்நீரைக் கலந்து ஒரு மாதக் குழந்தைக்குப் புகட்ட மாந்தம் நீங்கும். குடல் புழுக்களை அழிக்கும் தன்மையும் இலைக்கு உண்டு. ஆறு மாதம் முதல் பன்னிரண்டு மாத வயதுடைய குழந்தைகளுக்கு 0.5-1 தேக்கரண்டி இலைச்சாற்றைத் தரலாம்.

இதன் இலைச்சாற்றைத் தொடர்ந்து பத்து நாள்களுக்குத் தந்தால் மாதவிடாய்க்கு முன்பும் பின்பும் உண்டாகும் வயிற்றுவலி போகும். இலைச்சாறு 30 மில்லி, வெங்காயத்தை நன்கு உரித்த பின்பு கிடைக்கும் வெள்ளைப் பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்படும் சாறு 15 மில்லி, புழுங்கலரிசியை உலையிட்டுக் கொதிக்கும்போது கிடைக்கும் நீர் 200மி.லி. எடுத்து, மூன்றையும் நன்கு கலந்து காலை வேளைகளில் இளஞ்சூடாகப் பருகிவரக் காசம், இரைப்பு, ஆஸ்த்மா நீங்கும்.

கல்யாண முருங்கை இலைச்சாற்றை ஒரு தேக்கரண்டி வீதம் காலை, மாலை வேளைகளில் மோரில் கலந்து அருந்தி வர, சிறுநீர்த்தாரை அழற்சி, சிறுநீர் எரிச்சல் குறையும். வெள்ளைக் கல்யாண முருக்கன் இலை 35 கிராம், முற்றிய தேங்காய் 35 கிராம், மஞ்சள் ஒரு துண்டு ஆகிய மூன்றையும் மைபோல் அரைத்து இரவு நேரங்களில் கரப்பான், சொறி, சிரங்கு, படை ஆகியவற்றின் மீது பூசிக் காலையில் குளித்தால் மேற்கூறிய அனைத்து நோய்களும் மறைந்துவிடும். இவ்விலை பேதி மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. கருவுற்ற பெண்கள் இதைப் பேதி மருந்தாகப் பயன்படுத்துவதைத் தவிர்க்க வேண்டும். கொழுந்து இலையின் சாறு அழுகிய புண்களை விரைவில் குணமாக்கும். இலை மூட்டுவலிக்கு

கல்யாண முருங்கை

1. கிளை 2. மஞ்சரி 3. மலர் 4. மகரந்தந்தாள் 5. சூலகம்

உதவும். இதன் இலைச்சாறு ஒரு தேக்கரண்டியுடன் ஒரு தேக்கரண்டி ஆமணக்கெண்ணெயைச் சேர்த்து நாளும் மூன்று வேளை சாப்பிடச் சீதபேதி குண மாகும். இலைச்சாறு 30 மி.லி. உடன் சிறிதளவு தேன் கலந்து உள்ளுக்குத்தர நீர் மலத்துடன் குடற் புழுக்கள் வெளியேறும். கீல் வாதத்திற்கு இலை களைத் தூளாக்கி வெந்நீரில் இட்டுக் காய்ச்சி நல்ல சூட்டோடு வைத்துக்கட்ட வலி நீங்கும். இலையைத் தேங்காய் எண்ணெயில் சமைத்து உண்ணத் தாய் மார்களுக்கு பால் மிகுதியாகச் சுரக்கும் எனக் கருதப் படுகிறது.

பூக்கள் காதுக்கோளாறு, குன்மம் ஆகிய நோய் களுக்கு உதவும். பட்டை, கண்நோய்களுக்கு உதவும். பட்டையின் சாற்றைப் புண்ணில் தடவ, அது விரைவில் குணமாகும். வெள்ளை முருக்க மரத்தின் இளம் வேரை உலர்த்திப் பொடித்துக் காய்ச்சி ஆறிய பாலில் கலந்து அருந்திவர விந்து விருத்தி உண்டாகும்.

எரித்ரினா வேரிகேட்டா (*Erythrina Variegata*) மரத்தை அந்தமான்-நிக்கோபார் தீவுகள் உள்பட இந்தியாவின் இலையுதிர் காடுகளில் காணலாம். இது காட்டு மரமாக வளர்கிறது. 15 மீட்டர் உயரம் வளரும். இலைகள் 15-30 செ.மீ. நீளமாக, மூன்று சிற்றிலைகளைக் கொண்டிருக்கும். பூக்கள் சிவப்பு நிறத்துடன் நீளமான ரசீம் மஞ்சரியில் தோன்றும். விதைகள் பழுப்பு நிறத்துடன் அவரை விதை வடி விலிருக்கும்.

இலைச்சாற்றை இளஞ்சூடாக்கி நெஞ்சில் தடவி வர இருமல் நோய் போகும். பட்டை கண்ணோய் களைப் போக்கவும், இருமல், சளியை நீக்கவும் உதவும். இதன் இலைகளை முயல் விரும்பி உண்ணும்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

நூலோதி. எஸ்., சுந்தரம், சாதாரண மரங்கள், நேஷனல் புக் டிரஸ்ட் இந்தியா, புதுடில்லி, 1966.

கல்லீரல்

காண்க : ஈரல்

கல்லீரல் இரத்தக் குழாய்க்கட்டி

அறிகுறிகள் மிகுதியாக இல்லாமையால், குழந்தை பிறந்த உடன் இந்தக் குறைபாடு கண்டுபிடிக்கப் படுவதில்லை. பெண் குழந்தையே இக்குறைபாட்டால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகிறது. கல்லீரலின் இடப் பகுதியில்தான் இந்நோய் மிகுதியாக உண்டாகிறது

அறிகுறிகள். வயிறு வீக்கம், உள் இரத்தக் கசிவால் இரத்தச் சோகை, வயிற்றில் கட்டி புலப் படுதல், கட்டியின்மேல் தொடர் முணுமுணுப்புப் போன்றவை ஏற்படலாம். எக்ஸ் கதிர் வீச்சுப் படத்தால் இந்நோயை அறியலாம். ஊசி மூலம் உறிஞ்சுதல் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். பிறந்த குழைந்தைக்கு மண்ணீரல் வீக்கம், கல்லீரல் இரத்தத் தேக்கம், வயிற்றின் மேலுள்ள சிரைகள் விரிவடைதல் போன்றவை ஏற்படக் கூடும். மஞ்சள் காமாலை, நுண்தட்டுச் செல்கள் குறைவு போன்றவையும் அரிதாக ஏற்படக்கூடும். இந்த இரத்தக் குழாய்க் கட்டி வெடிப்பதால் இறப்பும் ஏற்படும். மிகப் பெரிய கட்டிகள் வெற்றி கரமாக அறுவை மருத்துவம் மூலம் அகற்றப்படக் கூடும்.

கல்லீரலில் பல இரத்தக் குழாய்க் கட்டிகள் இருக்குமானால் அவை தமனிச் சிரை இணைப்பைப் போல் செயல்பட்டு இதய அயர்வு, இதயத் தசை வீக்கம், போன்றவற்றை ஏற்படுத்திவிடக்கூடிய தீமை உண்டு. போயம் இல்லாத கட்டிகள் பிறவி இதயக் கோளாறுகளைப் போன்ற அறிகுறிகளைக் காட்டக்கூடும். இந்தக் குழந்தைகளின் இதயத்தில் அல்லது இரத்தப் பெருங்குழாய்களில் எவ்விதக் கோளாறும் இருக்காது.

இது தீமையற்ற, மிகுதியாகக் காணப்படும் ஒரு வகைக் கட்டியாகும். மிகப்பெரிய கட்டிகள் இரத்த பிளெட்லெட் அணுக்குறைவையும், இரத்த உறைதல் கோளாறுகளையும் ஏற்படுத்தக்கூடும். கசாபா மெரிட் என்னும் ஒரு நோய்க் கட்டியால், இரத்த உள் உறைவால் பிளேட் லெட் அணு குறைகிறது. கட்டியுடன் மண்ணீரலையும் அறுவை மருத்துவம் மூலம் அகற்றுவதால் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் ஏற்படும்.

- நா, கங்கா

கல்லீரல் தமனி போர்ட்டல் சிரை இணைப்பு

இது ஓர் இயல்பு மாறிய பிறவிக் கோளாறு ஆகும். இதன் மருத்துவ முறைகள் சில ஆண்டுகளாகவே விளக்கப்பட்டுள்ளன. கல்லீரலுக்கு உள்ளேயோ வெளியிலோ இந்த இணைப்பு இருக்கக் கூடும்.

அறிகுறிகள். இந்நோயில் உணவுக்குழாய் அல்லது முன்சிறுகுடல் சிரைக்கொத்து (oesophageal and duodenal var) இரத்த ஒழுக்கு, வயிற்றுவலி ஆகியன தோன்றலாம். வயிற்றின் புறப்பரப்பில் தொடர் முணுமுணுப்புக் கேட்கக்கூடும். இந்தத் தமனிச் சிரை இணைப்பு, பிறவியில் இருப்பதுபோலவே, காயத்தால் அல்லது கல்லீரல் தமனி வெடிப்பால் ஏற்படலாம்.

பெருந்தமனி எதிர்நிறப் படத்தால் இந்த இணைப்பை அறியலாம்.

போர்ட்டல் சிரைநுனி பிறவியில் இல்லாமை. மிக அரிதாக ஏற்படும் இந்தக் கோளாறு பிறந்த ஆறு மாதத்தில் இறந்த ஒரு பெண் குழந்தையிடம் முதன் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்தக் குழந்தையின் கல்லீரலுக்குள் சிரை மண்டலம் இல்லை. போர்ட்டல் சிரையின் வழக்கமான கிளைகள் ஒரு பெரிய இரத்தக் குழாயில் முடிந்திருந்தன. அந்தக் குழாய், கல்லீரலுக்குப் பின்புறம் சென்று, கல்லீரல் சிரையுடன் இணைந்து கீழ்ப்பெருஞ்சிரையாக மாறியது. உதரவிதானத்திற்குக் கீழுள்ள கீழ்ப்பெருஞ் சிரைப் பகுதி, இலியச் சிரைகள் சிறுநீரகச் சிரைகளின் கூட்டால் ஏற்பட்டன. உதர விதானத்தின் மூலம் உட்சென்று அசைகாஸ் சிரையுடன் இணைந்து வல மேலறையில் முடிந்தது. உருப்பெருக்கியின் மூலம் கல்லீரலை ஆய்வு செய்ததில், கல்லீரலுக்குள் சிரை மண்டலம் இல்லை, இதனால் இதய வெளிப்பாடு மிகுதியாயிற்று.

கரு வளர்ச்சி விதிப்படி இதை ஆராய்ந்தால், கொப்பூழ்ச் சிரையுடன் கல்லீரல் இணைவது தடைப் படுத்தப்பட்டுக் கீழ்ப்பெருஞ்சிரையின் கல்லீரல் பகுதி உற்பத்தியாவது தடுக்கப்பட்டுள்ளது என்று கொள்ள லாம்.

போர்ட்டல் சிரைப் பிறவி மாறுபாடுகள். கல்லீரல் தமனியுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் போர்ட்டல் சிரையில் பிறவிக் கோளாறுகள் குறைவாகும். அறுவை மருத்துவத்திற்கு முக்கியமான வகையில் பின்வரும் மாறுதல்கள் தோன்றலாம்,

போர்ட்டல் சிரை நேரிடையாகக் கீழ்ப்பெருஞ் சிரையில் இணையலாம். சிரையும் அதன் கிளைகளும், மண்ணீரலுக்கும் முன்சிறு குடலுக்கும் முன்பக்கமாகச் செல்லலாம். நுரையீரல் சிரைகள் போர்ட்டல் சிரை யுடன் இணையலாம். சிரைக் குறுகல் இருக்கலாம்.

கல்லீரல் தமனிப் பிறவி மாறுதல்கள் பெருந்தமனியி லிருந்து நேரிடையாக அல்லது மேல் குடல்தாங்கித் தமனியிலிருந்து இது வெளிப்படலாம் இட வயிற்றுத் தமனியிலிருந்தும் வெளிப்படலாம் ஒன்றுக்கு மேற் பட்ட கல்லீரல் தமனி விரிவடையலாம்.

விரிவு ஏற்படும் இடத்தைப் பொறுத்துக் கல்லீரல் இரத்த ஓட்டம் மாறுபடும். போர்ட்டல் இரத்த ஓட்டத்தடையும் ஏற்படலாம். கொப்பூழ்ச் சிரையில் ஏற்படும் நார்த்திசுப் பெருக்கம் போர்ட்டல் சிரை யிலும் நுழைந்து பிறவியிலேயே அடைப்பு ஏற்படக் கூடும்.

போர்ட்டல் சிரை தேன்கூடு மாறுபாடு. பிறவியில் அல்லது பிறந்தபின் ஏற்படும் அடைப்பு அல்லது புற்று நோயால் போர்ட்டல் சிரை தேன்கூடு போன்ற அமைப்படைந்து கல்லீரல் உயர் இரத்த அழுத்தம் ஏற்படுவதற்கு ஒரு வெளிக் காரணமாகிறது.

- நா. கங்கா

கல்லீரல் நார் மிகைத்தல்

இந்நோய் ஈரல் அழற்சியால் உண்டாகிறது. குழந் தைப் பருவ ஈரல் அழற்சி, வைரஸ் ஈரல் அழற்சி ஏ மற்றும் பி நாள்பட்ட தொடர் அழற்சி (*chronic active hepatitis*) மருந்துகளால் உண்டாகும் ஈரல் அழற்சி ஆகிய முக்கிய காரணங்களால் இது தோன்றலாம். மெதுவாகத் தொடங்கும் இந்நோய், மஞ்சள் காமாலை இல்லா ஈரல் அழற்சி, வில்சன் நோயை ஒத்த நோய்க் குறிகளுடன் காணப்படும். நாட்பட்டு முற்றும் இந்நோயில் ஈரல் அழற்சியை ஒத்த நோய்க்குறிகள் இடை இடையே தோன்றும். சில வேளைகளில் நோய்களின் விளைவுகள் மிகுதி யாகக் காணப்படா நிலையில் நார் மிகுத்தல் தொடர்ந்து நடைபெறும். ஈரலின் தாங்கும் தன்மையைப் பொறுத்து நார் மிகுத்தலின் விரைவு தோற்றுவித்த நோய் தொடர்ந்து காணப்படும்.

அறிகுறிகள். உடல் சோர்வு, பசியின்மை, நலிவு, எதிர்க்களித்துவரும் வாந்தி போன்ற உணர்ச்சி ஆகிய நோய்க்குறிகள் பொதுவாகக் காணப்பட்டாலும் சில சமயங்களில் அஞ்சத்தக்க விளைவாகிய செரிமான மண்டலக் குருதிவாரி (gastro intestinal haemorrhass), மகோதரம் (ascitis), ஈரல் ஆழ் மயக்கம் போன்ற குறிகளும் முதலில் இந்நோயைக் காட்டும். இக்குறி களுடன், ஈரல், மண்ணீரல் வீக்கம், சிலந்திக் கால்கள் போல் தோற்றமளிக்கும் இரத்த நாள வீர்ப்பு (spider angioma), ஈரல் உள்ளங்கை (liver palm) எனப்படும் சூட்டுடன் உள்ளங்கை சிவத்தலும் காணப்படும். அரிதாக மார்புக்கூட்டைத் தட்டிச் சிறுத்த ஈரலையும் கண்டுபிடிக்கலாம். பொதுவாக ஈரல் சிறிது வீர்த்து மார்பு எலும்பின் கீழ்ப்பகுதி கடினமாக இருப்பதைத் தொட்டுணரலாம். ஆண் களில் முலை பருத்துக் காணப்படும். 10-15% நோய்களில் விரல் நகங்கள் பருத்தும் உருண்டும் இருக்கும். பருவமடைந்த பெண்களின் மாதவிலக்கு நின்று போகும் குறைபாடு தோன்றும்.

உயிர் வேதியியல் ஆய்வு இந்நோயில் புரோம்சல் பாதலின் வெளியேற்றும் ஆய்வில் மிகுதியான அளவு உடலில் தங்கியுள்ளதை அறியலாம். மஞ்சள் காமாலை தோன்றாமலும் இருக்கும். இரத்தத்தில் அல்புமின் அளவு குறைந்தும் காமாகுளோபிலின் அளவு கூடியும் காணப்படும். புரோத்திராம்பின் நேரம்

கூடுதலாகக் காணப்படும். வைட்டமின் K கொடுப்ப தாலும் மாறுவதில்லை. புற இரத்த ஆய்வில் பர் ('Bur' red cells) சிவப்பணுக்கள் காணப்படும். இரத்தச்சோகையுடன் திராம்போசைட், வெள்ளை அணுக்கள் குறைவும் மண்ணீரல் வீக்கத்தில் காணப் படும். பேரியம் எக்ஸ்கதிர்ப் படத்தில் உணவுக் குழலின் வீர்த்த இரத்த நாளங்களைக் காணலாம். முடிவாக ஈரல் திசு ஆய்வில் நார்த்திசு சூழப்பட்ட புதுவளர் கட்டி அமைப்பு இந்நோயைக் கண்டுபிடிக்க உதவும்.

நோய்கள். மகோதரம், ஈரல் ஆழ்மயக்கம், போர்ட்டல் நாள அழுத்தத்தால் செரிமான மண்டலக் குருதிவாரி, மண்ணீரல் வீக்கம், குழந்தைகளில் கொழுப்புச்செரிமானம் இல்லாமையால் தோன்றும் செரிமான நோய், வைட்டமின் A, D, K, E குறை பாட்டால் இரத்த ஒழுக்கு, ரிக்கட்ஸ் நோய் சிவப் பணு அழிவுச்சோகை (haemolytic anaemia), சளிப் படல நோய் முதலியவை உண்டாகும். தமனி நாளப் புரையால் இரத்த ஓட்டத்தில் அழுத்த வேறுபாடு 'புர்' எனும் ஒலி உண்டாதல்' விரல்களின் நுனி பருத்துக் கரு நீலநிறத்தில் இருத்தல் தோன்றக் கூடும். மூளைத்தாக்கத்தால் மறதி, கைநடுக்கம், வாய் குழறல், உடல் தளர்ச்சி, முடிவில் ஆழ்மயக்கம் ஆகியவை உண்டாகும்.

மருத்துவம். கார்ட்டிசோன், தடுப்பாற்றல் மருந் துகள் கொடுத்துக் கூர்த்த நிலையில் மருத்துவம் செய்ய வேண்டும். மகோதரம் குறைய உப்பில்லாப் பத்தியம், குளோர்தையசைடு, ஸ்பைரினோலாக் டோன் ஆகிய மருந்துகள் கொடுக்க வேண்டும். புரதம் குறைந்த குளுக்கோஸ் மிகுந்த உணவுடன் வைட்டமின்களையும் உள் ஏற்காத எதிர் நுண்ணுயிர் மருந்துகளையும் கொடுக்க வேண்டும். பத்து ஆண்டு முடிவில் பொதுவாகக் குருதிவாரி, ஆழ்மயக்கம், முதலியவற்றால் மரணம் ஏற்படும்.

- மா. ஜெஃப்ரெடரிக் ஜோசப்

கல்லீரல் நோய்கள்

மஞ்சள் காமாலையுடன் கூடிய நோய்கள், மஞ்சள் காமாலை இல்லா நோய்கள் எனவும், குறிப்பிட்ட கல்லீரல் பகுதியின் வீர்ப்பைக் கொண்டு பிறவிக் குறைபாடு நோய்கள் எனவும், சாறுண்ணிகளால் உண்டாகும் பை நோய்கள் சீழ்க்கட்டி, புற்றுக்கட்டி, நோய்கள் எனவும், மிகவும் பெரியதாக வீர்த்த பல் வேறு கட்டிகள், இரண்டாம் நிலைப்புற்று எனவும், பலவாறாகப் பிரித்து அறியலாம்.

குழந்தைப்பருவ மஞ்சள் காமாலை நோய்கள். இது கல்லீரல் அக மாற்றங்களால் உண்டாகும் மஞ்சள் காமாலை, கல்லீரலன புற மாற்றங்களால் உண்டா கும் மஞ்சள் காமாலை என இருவகைப்படும்.

கல்லீரல் மாற்றங்களால் உண்டாகும் மஞ்சள் காமாலை. குழந்தை பிறந்தவுடன் காணப்படும் மஞ்சள் காமாலை நோய் பொதுவாக ஈரல் பணி சரிவரத் தொடங்காததால் உண்டாவதாகும். ஓரிரு வாரங்களில் இது முற்றிலும் மாறும். மாறாகத் தொற்றுகளால் உண்டாகும் மஞ்சள் காமாலை பல் வேறு வைரஸ், பாக்ட்டீரியாக்களால் தாயிடமிருந்தும் உணவு மூலமாகவும் பரவி ஈரலைத் தாக்கிப் பித்தம் சேர்ந்து நலிவுறச்செய்ய, குழந்தை நோய்வாய்ப்படும். உடல்நிலை சீர்கேடு அடைவதுடன் மஞ்சள் நிறம் கூடுகிறது. பிறப்பிலிருந்து காணப்படும் ஈரல் பணியின் குறைபாடு, நொதிக் குறைபாடு இவை ஒரு பாரம் பரிய நோயாக ஜீன்கள் மூலம் குழந்தைகளுக்கு வரு கின்றன.

உடல் வளர்சிதை மாற்றத்தில் ஏற்படும் குறை பாடுகள் ஃபிரக்டோஸ் ஒவ்வாமை, டைரோசின், காலக்டோன் (galactone) சர்க்கரை ஒத்துக் கொள் ளாமை இவற்றால் உண்டாகின்றன. இவற்றைத்தவிர பிற ஈரல் அக மாற்ற நோய்கள், α-1 ஆண்ட்டி டிரிங் சின் குறைபாடு, முண்டுப்பை நார்த்தல் நோய் (cystic sibrosis) நீமென் பிக் நோய் (Niemann pick disease), மூளை ஈரல் சிறுநீரகச் சில்வேகரின் கூட்டியம் (zell weger's syndrome) மெங்கிஸ் வளைந்த மயிர்க் கூட்டியம் (Menkes, kinky hair syndrome)ஆகியவை, குழந்தைப் பருவப் பித்தநீர்த் தேக்கத்திற்கான காரணங்கள் ஆகும். பிறந்த குழந்தைக்கு மிகுதியாக உணவு கொடுப்பதால் ஏற்படும் குடல் அதிர்ச்சி (Gut shock), குறைமகப் பேற்றுச் சூழலுக்கு முன்பே பிறந்த குழந்தைகளுக்கு நாளவழி உணவேற்றல், இரத்த அழிவு நோயால் பித்த நாளங்களில் பித்தம் உறைந்து அடைத்தல் ஆகிய காரணங்களாலும் இந் நோய் தோன்றக்கூடும். உடற் கூற்றியலில், ஈரல் அமைப்பில் ஏற்படும் வேறுபாட்டாலும் மடல் இடைப் பித்த நாளக் குறைவாலும் பித்தம் ஈரலுள் தங்கும்.

ஈரல் புறப் பித்த நாள அடைப்பு - வளர்ச்சி யின்மை, பித்த நாளத்தில் ஏற்படும் துளை, பித்த நாளச் சிரைப்பை ஆகிய ஈரல் புற மாற்றங்களிலும் குழந்தைப் பருவப் பித்தத் தேக்கம் ஏற்படலாம். இரத்த அழிவு பித்தநீர்த் தேக்கமில்லாமல் பின்வரும் காரணங்களாலும் மஞ்சள் காமாலை உண்டாகும். இணையப்பெறாத பிலிரூபின் அதிகரிப்பு, முலைப் பால் மஞ்சள் காமாலை லூசி டிரிஸ்கால் கூட்டியம் (Lucey-Driscoll syndrome) பிறவித் தைராய்டுகூடுதல் சுரப்பு, மேற்குடல் அடைப்பு, கில்பர்ட் கூட்டியம் கிரீக்லர் நர்ஜார் கூட்டியம் இவற்றுடன் மருந்து களாலும் மஞ்சள் காமாலை நோய் உண்டாகலாம். இணைந்த, பித்தநீர்ப் பிலிரூபின் அதிகரிப்பு, டூபின் ஜான்சன் கூட்டியம், ரோட்டார் கூட்டியம் இவற்றி லும் காணப்படும்.

மேலும் ஈரலில் நார்த்தல், செல் அழிவிற்குப் பின்னர் ஏற்படும் பித்தநீர்த் தேக்கத்தாலும் உண்டாகும். நோய் நிலையில் ஈரலில் சீழ்க்கட்டி, அமீபாக் சீழ்க்கட்டியும் தோன்றக்கூடும். அரிதாக வில்சன் நோயும், ரேயினக் கூட்டியமும் காணப்படும். புற்றுக் கட்டிகள் ஈரலில் முதல்நிலைப் புற்று ஹெபடோமாவாலும், இரண்டாம் நிலைப் புற்றுக் கட்டிகள் செரிமான மண்டல இரத்த அணுப்புற்றாலும் தோன்றும்.

-மா. ஜெ. ஃபிரடெரிக் ஜோசப்

கல்லுக்குருவி

கிளரொலிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கல்லுக்குருவி தோற்றத்தில் ஆள்காட்டியைப் போன்ற நீண்ட கால்களை உடைய தரையில் ஓடித்திரியக்கூடிய பறவையாகும். எனினும் ஆள்காட்டியைப்போல் உரக்கக் குரல் எழுப்பிக் கத்தும் பழக்கம் இத்னிடம் இல்லை. கருநிறமுடைய இதன் அலகு சற்றே வளைந்து காணப்படும். கருஞ்சிவப்பான உச்சந்தலை கொண்ட இதன் கண்ணை ஒட்டிக் கறுப்பும் வெள்ளையுமாக இரு கோடுகள் கழுத்தை நோக்கி வளைந்து செல்லும். தொண்டை கழுத்து இவை வெண்மையாகவும் மார்பின் மேல் பகுதி செம்பழுப்பாகவும்,வயிறு கறுப்பாகவும், வாலடிப்புறம்வெண்மையாகவும் காணப்படும். இது எழுந்து பறக்கும்போது இறக்கையின் அடிப்பகுதி கறுப்பாகத் தோற்றம் தருவதால் தோல் குருவி உள்ளானோ (snipe) எனக் கருதக் கூடும்.

வறண்ட மேய்ச்சல் நிலங்களிலும் சிற்றூர்களை அடுத்த புன்செய், கரம்பு நிலங்களிலும் ஆணும் பெண்ணுமாகவோ சிறு குழுவாகவோ மேய்ந்து திரியும் கல்லுக்குருவி நீர்வளமிக்க பகுதிகளை விரும்புவதில்லை. இவை புழு, பூச்சி வண்டு, வண்டின் முட்டை, தத்துக்கிளி, சில்வண்டு முதலியவற்றைத் தரையில் தேடித் தின்னும். ஆபத்தை உணரும்போது உயர எழுந்து விரைந்து தொலைவில் பறந்து போகும்.

மார்ச்-ஏப்ரல் வரையுள்ள பருவத்தில் பொட்டல் நிலத்தில் சற்றுக்குழிவான இடத்தில் கூடு அமைக்காமல் தரையிலேயே இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டை இடும். வெளிர் மஞ்சள் நிறமான முட்டைகள் கறுப்பான கறைத் திட்டுகளையும் புள்ளிகளையும் கொண்டிருக்கும். பெண்ணே அடைகாத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணுகிறது. எனினும் ஆணும் உதவுவது உண்டு. முட்டையும் குஞ்சுகளும் தரையின் சுற்றுச் சூழல் அமைப்போடு ஒன்றி அமைந்திருக்கும்.

- க. ரத்னம்

கல்லோனி வளைகுடா

இது கிழக்கு ஈஜியனுக்கருகில் உள்ள கிரேக்கத் தீவின் தென்மேற்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. இந்த வளைகுடாவின் நீளம் 21 கி.மீ. அகலம் 8 கி.மீ. இவ்வளைகுடாவின் முகப்பில் உள்ள ஆழம் 1.5கி.மீ. ஆகும். இது ஏறத்தாழ 30 கி.மீ. தொலைவு வரை பரவியுள்ளது. இந்த வளைகுடாவின் பெரும்பகுதி மிட்டிலினிக்கு வடமேற்கில் மேலும் இரண்டு சம பகுதிகளாகப் பிரிகிறது. இவ்வளைவின் மேற்குப் பகுதி, மூவாயிரம் அடி உயரச் சிகரங்களைக் கொண்டுள்ள ஆசியா மைனரின் தொடர்ச்சியான காஸ்டாகி (Kazdagi) குன்றுகளால் சூழப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறே கிழக்கு, தென்கிழக்குப் பகுதிகள் மேற்குத் துருக்கியின் காரா டாக் (Kara dag) பகுதியில் தொடர்ச்சியான ஒலிம்பஸ் சிகரத்தால் சூழப்பட்டுள்ளன.

இத்தீவு அமைந்துள்ள இடம் 39'10° வடக்கு அகலாங்கு, 26'20° கிழக்கு நெட்டாங்கு ஆகும். இவ்வளைவின் முகப்பில் சூடை மீன்பிடிக்கும் துறைமுகம் அமைந்துள்ளது. இத்துறைமுகம் கல்லோனியின் ஒரு பகுதியாகிய ஸ்காலா கல்லோனிஸில் (Skala Kallonis) அமைந்துள்ளது. இவ்வூர்ப் பகுதிகளின் வளமிக்க பள்ளத்தாக்குகளில் மீன்பிடிக்குந்தொழில் மட்டுமன்றித் திராட்சை பயிரிடுதல், ஆலிவ் எண்ணெய் தயாரித்தல் போன்ற தொழில்களும் நடைபெறுகின்றன. குதிரை வளர்ப்பும் மிக முக்கியமான தொழிலாக நடைபெறுகிறது.

கல்வாழை

இதன் வேறு பெயர்கள், காட்டுவாழை, பூவாழை, சிலைவாழை, கிருஷ்ணதாமரை, கொட்டை வாழை என்பன. இதன் தாவரவியல் பெயர் கேன்னா இண்டிகா (Canna indica) என்பதாகும். இதனைக் கேன்னா ஓரியண்டாலிஸ் (Canna orientalis) என்று முன்பு கூறி வந்தனர். இது கேன்னேசி என்ற ஒரு வித்திலைக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. இக்குடும்பத்தின் கேன்னா என்னும் பேரினத்திலுள்ள 50 சிற்றினங்களுள் இது அழகான செடியாக வளர்க்கப்படுகிறது.

கல்வாழை, மேற்கத்தியத் தீவுகள், ஸ்ரீலங்கா, மலாயத் தீவுகள், தென் அமெரிக்கா, மத்திய அமெரிக்கா ஆகிய பகுதிகளில் தன்னிச்சையாக காணப்படுகிறது. அழகான வண்ணப்பூக்களுக்காக இந்தியாவில் பூங்காக்களின் பாதை ஓரங்களில் இது வளர்க்கப்படுகிறது. ஆனால் மலைப்பகுதிகளில் தானாகவே வளர்ந்திருக்கும். பல்லாண்டு வாழும் கல்வாழைச் செடி, விதை மட்ட நிலத்தண்டு இவற்றின் மூலமாக இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. விதைகள் பட்டாணி அளவில் கடினமான தோலுடன் இருப்பதால் விதைகளை ஓர் இரவு ஊற வைத்த பின்னரே விதைத்தல் வேண்டும். ஆனால் பெரும்பாலும் மட்டநிலத்தண்டு மூலமாகவே இனப்பெருக்கம் செய்யப்படுகிறது. செடிகளையோ, கிழங்குகளையோ மழைக்காலத்திற்கு முன்பு நடுதல், வேர்பிடித்துத் தழைத்து வர உதவியாயிருக்கும். கல்வாழையில் பூக்கள் ஆண்டு முழுதும் தோன்றினாலும் அக்டோபர் முதல் டிசம்பர் வரையுள்ள காலத்தில் மிகுதியான எண்ணிக்கையில் பூக்கின்றன.

கல்வாழைச் செடியின் தண்டின் மீது சிறு மயிர் இருக்கும். தண்டு நேராக வளரும். இலைகள் முட்டை வடிவமாகவோ, நீள்வட்ட வடிவமாகவோ (elliptic) நீள்சதுர வடிவமாகவோ (oblong) இருக்கும். இலைகள் மீதும் சிறுசிறு மயிர் காணப்படும். 30—50 × 10—15 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இலையின் நுனி கூராக இருக்கும். இலைக்காம்பு தெளிவாகவும் தண்டைச்சுற்றி உறை போன்றும் இருக்கும். நரம்புகள் இறகு நரம்பமைப்புக் கொண்டிருக்கும். கிளை நரம்புகள் இணைப்போக்கில் அமைந்திருக்கும்.

மஞ்சரி 20 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். மஞ்சரித் தண்டு நுனியில் காணப்படுகிறது. இவை ஸ்பைக் (spike)வகையில் இருக்கும். பூவடிச்செதில்கள் (bracts) முட்டை வடிவில் மெலிந்து 4-7 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். பூக்காம்புச் செதில்கள் (bracteoles) வட்ட வடிவாகவும் 1 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும். பூக்கள் இரட்டையாகவும் 10 செ.மீ. நீளத்திலும், மூன்று

1. ஆண்பகுதி 2. கருவுறா மகரந்த மடல் 3. கருவுறு மகரந்த மடல் 4. சூலகம் 5. அல்லித்தண்டு

அங்க, இருபால் பூக்களாக இருக்கும். இவை பசுமையாக மென்மையாக அடுக்கு ஒழுங்கில் அமைந்திருக்கும். அல்லி இதழ்கள் மூன்றும் மஞ்சள், ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு நிறத்திலிருக்கும். இது மெலிந்து ஈட்டி வடிவில் 5 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும் இவை மூன்றும் ஒரு குழலாக அடியில் இணைந்திருக்கும். இதன் இதழ்கள் சமமாக இருப்பதில்லை. கீழ்மட்டச் சூலகப்பை மூன்று சூலக அறையைக் கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு சூலறையிலும் இரு வரிசைகளில் தலைகீழ்ச் சூல்களை அச்சு ஒட்டுமுறையில் (axial placentation) காணலாம். சூலகத் தண்டு தட்டையாகவும், இதழ் போன்றும் இருக்கும். சூலகமுடி, சூலகத்தண்டின் நுனியில் ஒரு விளிம்புக் கோடு போலுள்ளது. மலரின் மிகப் பகட்டான பாகம் மகரந்தத்தாள் வட்டமாகும். இதில் ஒரு விதையிலைத் தாவரப் பண்புக்கேற்ப 6 மகரந்தத்தாள்கள் உள்ளன. பெரும்பாலும் ஆறு தாள்கள் காணப்படுவதில்லை, சிலவற்றில் நான்கு மட்டுமே இருக்கும். எண்ணிக்கை எப்படியாயினும் இவ்வட்டத்தின் ஒரேயொரு மகரந்தத் தாள் மட்டும் வளமாக இனப்பெருக்கத் தன்மை கொண்டு இருக்கும். இதுவும் ஓர் அல்லி இதழ் போன்றே இருக்கும். நுனியில் ஒரு மகரந்தப்பை மட்டுமே இருக்கும். ஒன்று தவிர மற்ற

மகரந்தத் தாள்கள் யாவும் மலட்டுத்தாள்களாக (staminodes) அல்லி இதழ்கள் போன்றிருக்கும். இவற்றுள் ஒன்று லேபெல்லம்' (labellum) ஆகச் செயல்படும். லேபெல்லம் மற்ற இதழ்களை விடப் பெரியதாக வெளிப்புறம் மடங்கி நாக்கு வடிவில் உள்ளது.

கல்வாழைக் காய்களின் மேல்தோலில் புடைப்புகள் (warty) நிறைந்து இருக்கும். விதைகள் உருண்டையாக 8 மி மீ. அளவில் உற்பத்தியாகின்றன. இவை கறுப்பாகவும் பளபளப்பாகவும் கெட்டியான விதைத் தோல் (testa) மற்றும் நேரான கருவைக் கொண்டவையாகவும் இருக்கும்.

பயன்கள். இச்செடியின் தண்டிலிருந்து எந்திரத்தின் உதவியால் நார் தயாரிக்கலாம். இது சணலுக்குப் பதிலாகப் பயனாகும். இதன் கிழங்கு சுறுசுறுப்பைத் தரும், காமத்தைத் தூண்டும். விதை உடலுக்கு வலிவு தரும். இரணத்தைக் குணமாக்கும் விதைச்சாற்றைச் சுடவைத்துக் காதிலிடக் காதுவலி நீங்கும். இதன் வேர், சிறுநீரைப் பெருக்கும். வியர்க்கச் செய்யும், மேலும் காய்ச்சலுக்கு உதவும். காய்ச்சலைப் போக்க இலைக் கஷாயத்தைப் பயன்படுத்திக் குளிக்கலாம். கோல்டுகோஸ்ட் நாட்டில் இதன் பூக்களைக் கண் நோய்களைக் குணமாக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர். விதைகளிலிருந்து அழகான நிலையற்ற ஊதாச் சாயம் தயாரிக்கலாம். விதைகள் காய்வதற்கு முன் தொகுத்து அவற்றைக் கொண்டு பதக்கம் செபமாலை முதலியன செய்யலாம். தண்டைச் சிறுசிறு துண்டுகளாக வெட்டி, மிளகுடன் சேர்த்து அரிசிக் கஞ்சியில் கொதிக்கவைத்துக் கால் நடைகளுக்குத் தர நச்சுப் புற்களின் நச்சு முறியும்.

- இராபின்சன் தாமஸ்

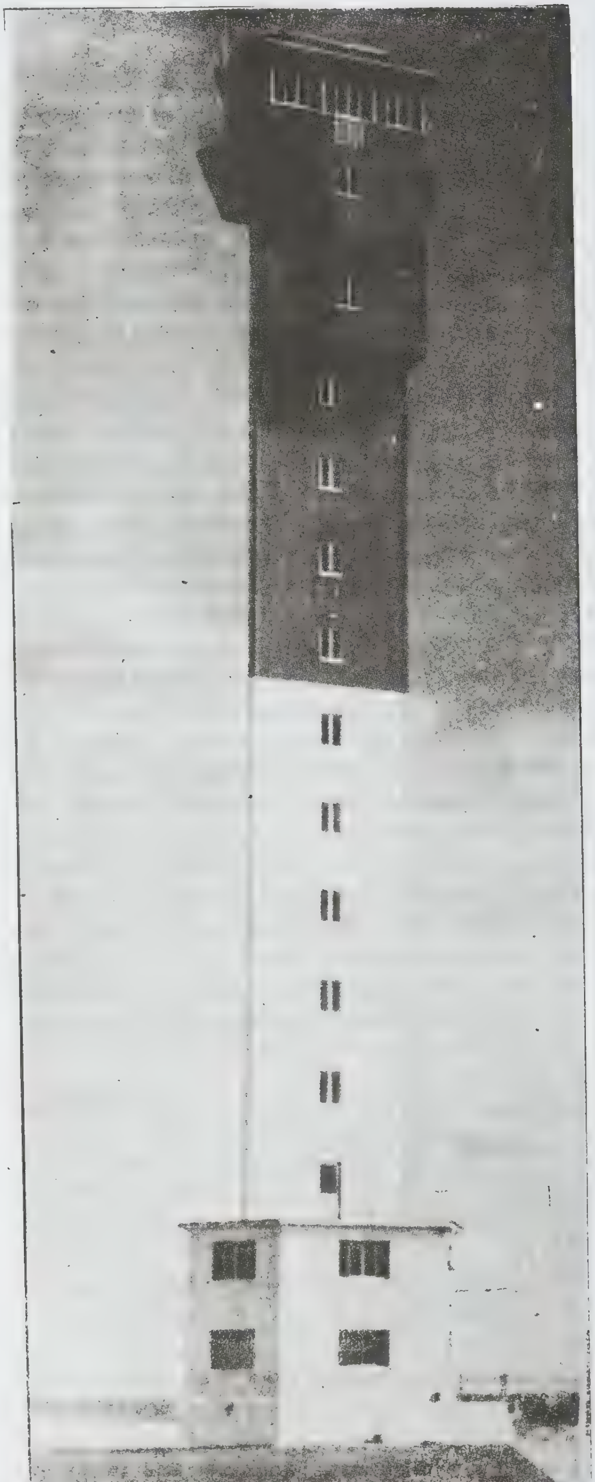
கலங்கரை விளக்கு

மனிதன் கடலில் பயணம் செய்யத் தொடங்கிய காலத்திலிருந்து கலங்கரை விளக்கம் (light house) பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. கடலில் செல்லும் கப்பல்களுக்குக் கடற்கரை அல்லது துறைமுகம் உள்ள இடத்தைக் காட்டவும், கப்பல்கள் மோதிக் கொள்ளாமல் கடலிலுள்ள பாறைகளின் இருப்பிடத்தை மாலுமிகளுக்குக் காட்டவும், மூடுபனி உண்டாகும் சூழ்நிலையை அறிவிக்கவும் கலங்கரை விளக்குகள் பயன்படுகின்றன.

இவை துறைமுகங்களின் கடற்கரையோரங்களிலும், கடலிலுள்ள தீவுகள் பெரிய பாறைகள் மீதும், அவற்றின் முனைகளிலும், கடலினுள்ளும் கட்டப்படுகின்றன. முற்காலத்தில் இவை பெரும்பாலும் வட்ட வடிவில், மிக உயரமான கோபுரங்களாகக் கற்கள், மணல், சுண்ணாம்பு ஆகியவற்றால் கட்டப்பட்டன. பின்னர் இரும்புக் கட்டை-கம்பிகள் கொண்ட வார்ப்புக் காரைகளாலும், எஃகு, வலிவான கற்காரைத் தளங்களாலும் உருவாக்கப்பட்டன. நீரின் கீழ் அடித்தளம் அமைக்க உதவும் நீரேறாப் பெரும் பேழையைக் கொண்டும், வார்ப்பிரும்பு, தேனிரும்பு போன்ற பல வலிவான பொருள்களைக் கொண்டும் கடலுள் கட்டப்படும்போது, இவை அடிப்புறத்தே அகன்றும் மேலே செல்லச் செல்லக் குறுகியும் அமையும். உட்புறச் சுழல் படிகளின் மூலம் கலங்கரை விளக்கத்தின் உச்சி வரை செல்ல முடியும்.

கலங்கரை விளக்கின் முக்கியமான பகுதி அதன் ஒளிமிகுந்த விளக்காகும். பத்தொன்பதாகும் நூற்றாண்டுத் தொடக்கம் வரை மரக்கட்டைகள், நிலக்கரி அல்லது கொழுப்பிலான மெழுகுவத்திகள் போன்றவை ஒளி உண்டாக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டன. முதன்முதலில் எகிப்தில், லிபியர்களால் வடக்குக் கடற்கரையில் அமைக்கப்பட்ட கலங்கரை விளக்குகள் மத்திய தரைக்கடலில் சென்ற கப்பல்களுக்கு வழிகாட்டியாக இருந்தன. உலோகச் சட்டிகளில் மரக்கட்டைகள் அல்லது நிலக்கரியை நிரப்பி எரியவிட்டுக் கோபுர உச்சியில் தொங்கவிட்டனர். அலெக்சாண்டிரியாவுக்கு அருகில் ஏறக்குறைய கி. மு. 300 இல் அமைத்த கலங்கரை விளக்கு உலகின் ஏழு அதிசயங்களில் ஒன்றாகக் கருதப்பட்டது. ரோமானியர்கள், ஆங்கிலேயர், அமெரிக்கர் ஆகியோரும் அவரவர் நாடுகளில் கலங்கரை விளக்குகளை அமைத்தனர். ஹாலந்தில் ஹெல்டருக்கு அருகில் உள்ள கிஜ்க்டுயின் கலங்கரை விளக்கு, நியூயார்க் துறைமுக வாயிலில் உள்ள நேவ்சிங்க் என்னும் கலங்கரை விளக்கு. இந்தியாவில் சென்னை, பம்பாய், கல்கத்தா போன்ற துறைமுகங்களில் உள்ள கலங்கரை விளக்குகள் குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். இந்தியாவில் மட்டும் ஏறக்குறைய 200 கலங்கரை விளக்குகள் உள்ளன. பல கலங்கரை விளக்குகள் புது எந்திரக் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டுப் புதுப்பிக்கப்படுகின்றன; ஒரு சில புதியவாகவும் கட்டப்படுகின்றன.

எந்திர அமைப்புகளின் உதவியால், கலங்கரை விளக்கின் ஒளிக்கற்றை, 30-35 கிலோ மீட்டர் வரை கடலில் தெரியுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மிகப்பெரிய பீப்பாய் வடிவான வில்லை ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதன் ஒரு பகுதி ஒளிபுகாதவாறு கருநிறம் பூசப்பட்டு, மின்உந்தாலோ ஓர் எந்திரத்தாலோ வில்லை சுழலுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். வில்லை சுழலும்போது கருநிறம் பூசப்பட்ட பகுதி வழியே ஒளி வெளியே செல்லாது. கறுப்புப் பூசப்படாத பகுதி சுழன்று வரும்போது ஒளி வெளிச் செல்லும். ஒளியின் பாதையில், வரிசை வரிசையாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் பல பட்டகங்களின் மூலம் ஒளி செல்வதால் கலங்கரை விளக்கின் ஒளி பல மடங்கு



பெருக்கப்பட்டு, கடலில் நெடுந்தொலைவிற்கு ஒளி தெரியும்.

புதிய கலங்கரை விளக்குகளில் கார்பன் டை ஆக்சைடு, அசெட்டிலீன், தாது எண்ணெய் மின் வானொலி ஒளிக்கற்றை போன்றவை மூலம் ஒளி பரப்பப்படுகிறது. மேலும் அபாயச் சூழ்நிலை, மூடு பனி பற்றிய முன் அறிவிப்பு, தொலைக் கட்டுப்பாடு ஆகியவை வானொலி அல்லது கம்பியில்லாத்தந்தி

மூலம் இயங்குவதற்கான கருவிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. மேலும் பகல் ஒளி மங்கியவுடன் ஒளி படருமாறும், மூடுபனி பற்றிய அறிவிப்பு ஒலி போன்ற ஒருவித ஓசையால் அறியுமாறும், மின்கருவி ஒன்று மனித உதவியின்றித் தானாகவே இயங்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. எத்தகைய குறிப்புகள் கொடுக்கவேண்டுமோ அவற்றிற்கேற்றவாறு புதிய எந்திரங்கள் பொருத்தப்படுவதால் கலங்கரை விளக்குகளை மனிதன் இயக்க வேண்டியதில்லை.

கலங்கரை விளக்குகளைக் கடலினுள் அமைப்பது கடினமானது. இவற்றைப் பேணுவதும் கடினமாக உள்ளது. மேலும் ஆழம் குறைந்த கடற்பகுதிகளைக் காட்டக் கடல் மிதவை அமைத்து அதில் விளக்கு வைப்பதும் உண்டு. இதுவும் ஒரு வகைக் கலங்கரை விளக்கேயாகும். இவ்வாறே விமானங்களுக்கு இரவு நேரங்களில் வழிகாட்ட, விமான நிலையங்களில் கலங்கரை விளக்கையொத்த விளக்குகள் அமைக்கப் படுகின்றன. இவற்றை விமானக் கரைவிளக்குகள் என்று கூறுவதுண்டு.

இந்தியாவில் விசாகப்பட்டினத்துக்கு அருகே டால்ஃபின் முனை, அந்தமான் தீவுக்கூட்டத்தில் ராஸ் தீவு, சௌராஷ்ட்ரக் கரையில் சங்கா ஆகிய இடங்களில் புதிய கலங்கரை விளக்குகளும், கட்ச் வளைகுடாவில் உள்ள கண்டலா துறைமுகத்துக் கருகே ரான்வாரா, கோதாவரிக் கழிமுகத் தீவின் அருகே உள்ள சாக்ரமென்டோ முதலிய இடங்களில் ஆழங்குறைவான கடற்பகுதியைக் காட்டக் கடல் மிதவை விளக்குகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கத்திய வார் கடற்கரையில் உள்ள ஒக்கா துறைமுகத்திற்கு வடமேற்கே 40 கி.மீ. தொலைவில் நடுக்கடலில் வாஷிங்ட்டன் ஷோல் என்னும் பெரிய மணல் திட்டுப் பகுதி உள்ளது. அதில் மிகப்பெரிய, உயர மான கலங்கரைவிளக்கு, மிகு வியப்பான முறையில் அமைக்கத் திட்டமிடப்பட்டுள்ளது.

- பங்கஜம் கணேசன்

கலங்கல் நீரோட்டம்

நீரில் கரையாமல் அடர்ந்து கிடக்கும் மண் துகள், பெருமணல், சிப்பி-சங்கு போன்றவற்றின் நொறுங்கிய துகள்கள் யாவும் வண்டலாகி மிகுவிரைவாக நீரோட்டத்தோடு கலந்து கடலடியில் போய்ச் சேருகின்ற நிலை கலங்கல் நீரோட்டம் (turbidity currents) எனப்படும். இவ்வகை நீரோட்டம் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்ததாகும். பொதுவாக, புவி அதிர்ச்சி, கடும்புயல், வெள்ளம் ஆகியவற்றின் மூலம் கலங்கல் நீரோட்டம் உருவாகிறது.

கண்டச்சரிவின் ஓரங்களிலும் ஆறுகள் கடலோடு கலக்கும் கழிமுகங்களிலும் கலங்கல் நீரோட்டம் தொடங்குகிறது. கடலின் ஓரங்களில் தொடங்கினாலும் இக்கலங்கல் நீரோட்டம் மண் துகள், பெருமணல், கரையருகே ஆழமற்ற நீரில் வாழும் சிப்பி-சங்கு அனைத்தையும் ஆழ்கடல்நோக்கி ஏறத்தாழ 5000 கி.மீ. தொலைவிற்கும் மேலாகக் கொண்டு செல்கிறது.

கடலடிக் குடைவுகளைத் (submarine canyons) தோற்றுவிக்கக் கூடிய கலங்கள் நீரோட்டம் பற்றிய ஆய்வு இப்போது முனைப்பாக்கப்பட்டுள்ளது. 1929 இல் கனடா நாட்டில் உள்ள நியூஃபௌண்ட் லாந்துக்குத் தெற்கே அமைந்துள்ள பெரும் திட்டை (Grand Bank) மிகக் கடுமையான புவி அதிர்ச்சி தாக்கியது. அதன் விளைவாக அட்லாண்டிக் பெருங் கடலுக்குள் அமைக்கப்பட்டிருந்த ஆழ்கடலில் பல தந்திவடங்கள் அறுந்துவிட்டன. இது பற்றிய ஆய்வின்போது, ஓர் ஆற்றல் மிகுந்த நீரோட்டம் கடல் சரிவின் மேல் பகுதியிலிருந்து கீழ் நோக்கிப் பாய்ந்துள்ளது என அறியப்பட்டது. இதுதான் இவ்வகை நீரோட்டங்களின் தன்மைகளைப் பற்றி ஆய்வுகள் நடத்தத் தூண்டியது.

அமெரிக்காவின் கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்தில் உள்ள லேமான்ட் புவியமைப்பு நிலையத்தைச் சார்ந்த மாரிஸ் ஈவிங், ப்ரூஸ் ஸி. ஹீட்ஸென் என்போர் அட்லாண்டிக் ஆழ்கடல் தந்திவடங்களைக் குறித்து ஆராய்ந்து, தந்திவடங்கள் அறுந்துபோவதற்குப் புவி அதிர்ச்சியின் விளைவாகத் தோன்றிய ஒரு கலங்கல் நீரோட்டமே காரணம் எனக் கண்டறிந்தனர். தந்திவடங்கள் அறுந்து விழுந்தபோது, செங்குத்துச் சரிவுகளில் (1: 50) நீரோட்டத்தின் வேகம் மணிக்கு ஏறத்தாழ 80 கி.மீ அளவிலும், மிகக்குறைந்த சரிவுகளைக் கொண்ட (1:1500) ஆழ்கடற்பகுதிகளில் அதன் வேகம் ஏறத்தாழ 24 கி.மீ. அளவிலும் இருந்ததாகக் இக்கடலியல் வல்லுநர்கள் கண்டறிந்தனர்.

இவ்வாறே, 1954 ஆம் ஆண்டு அல்ஜீரியாவில், ஆர்லியன்ஸ்வில்லி என்னும் இடத்தில் தோன்றிய புவி அதிர்ச்சியின் விளைவாக, மத்தியதரைக்கடலில் உருவான கலங்கல் நீரோட்டம், அக்கடலினடியில் சென்ற ஆழ்கடல் தந்திவடங்களை அறுத்து விட்டது. கலங்கல் நீரோட்டத்தின் மாதிரியை ஆய்வகங்களில் உருவாக்கி, அதன்மூலம் இவ்வகை நீரோட்டத்தின் தன்மையைக் கடலியலார் விளக்கியுள்ளனர். கடல்களின் ஆழப்பகுதிகளில் இக்கலங்கள் நீரோட்டத்தைப் பற்றிய நேரிடை ஆய்வு இதுரை தொடங்கப்பட வில்லை.

- இரா. நடராசன்

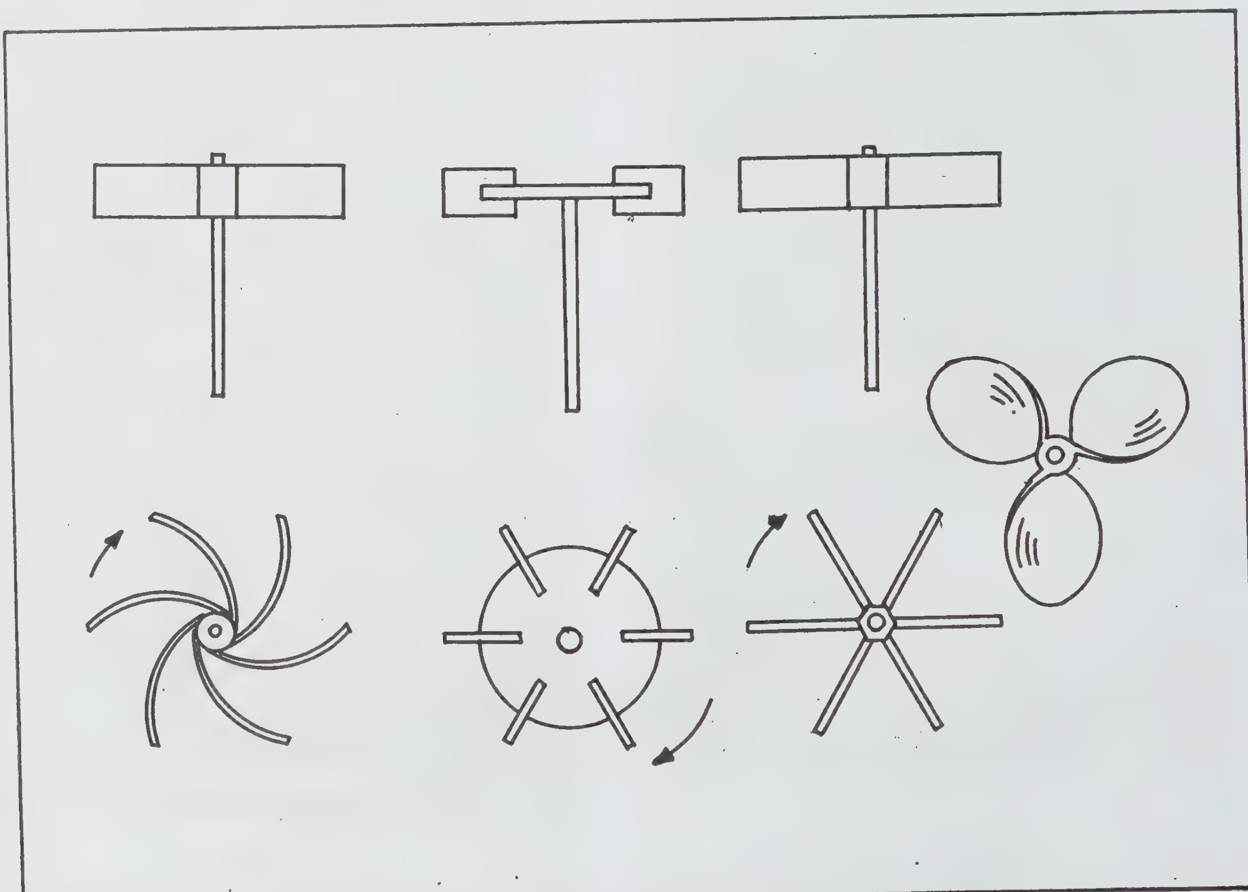
கலத்தல்

இது ஓர் ஒருமச் செயல் முறை (unit operation ஆகும். இரண்டோ அதற்கு மேற்பட்ட எண்ணிக்கை

யிலோ உள்ள தனி நிலமைப் பொருள்களை இரண்டறச் சேர்ப்பது கலத்தல் (mixing) எனப்படும், இம்முறையால் தோன்றும் கலவையின் சமச்சீர்மை அளவைப் பொறுத்து வழிமுறையின் உட்பிரிவுகள் அமையும். எடுத்துக்காட்டாக, இரு வளிமங்களைக் கலத்தல் எளிதாகும். மாறாக மணல், சரளை மண் (gravel), சிமெண்ட் மற்றும் நீரைக் கலப்பதற்கு நீண்ட நேரம் ஒரு பெரிய கலனில் உருட்டிக் கலத்தல் (tumbled) வேண்டும். இவ்விரு வழி முறைகளிலும் கலத்தலே நிகழ்ந்திருப்பினும், இவ்விரு கலவைகளும் சமச்சீர்மையில் பெரிதும் வேறுபடும்.

பாய்ம ஓட்டம், கலக்கும் அமைப்புக்கு அண்மையில் இருப்பின், கலத்தல் நன்கு நிகழும். மாறாக பாய்ம ஓட்டப் பாதையில் கலக்கும் அமைப்பு இல்லையெனில், கலனின் சுவர்ஓரமாக ஆரவழிக் கலத்தல் (radial mixing) மட்டுமே நிகழும். பாய்ம ஓட்டத்திசையில் கலத்தல் இராது. பாய்மம் ஒரு சுழற்சிப் பாதையில் பாய்ந்து மீண்டும் உந்து தள்ளியின் (impeller) பரப்பை அடைகிறது. இத்துறையில் பயன்படும் உந்து தள்ளிகள் சிலவற்றின் வடிவமைப்புகள் படம் 1-இலும், கலத்தல் நிகழ்கையில் பாய்ம ஓட்டம் எவ்வாறு அமைகிறது என்பது படம் 2இலும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

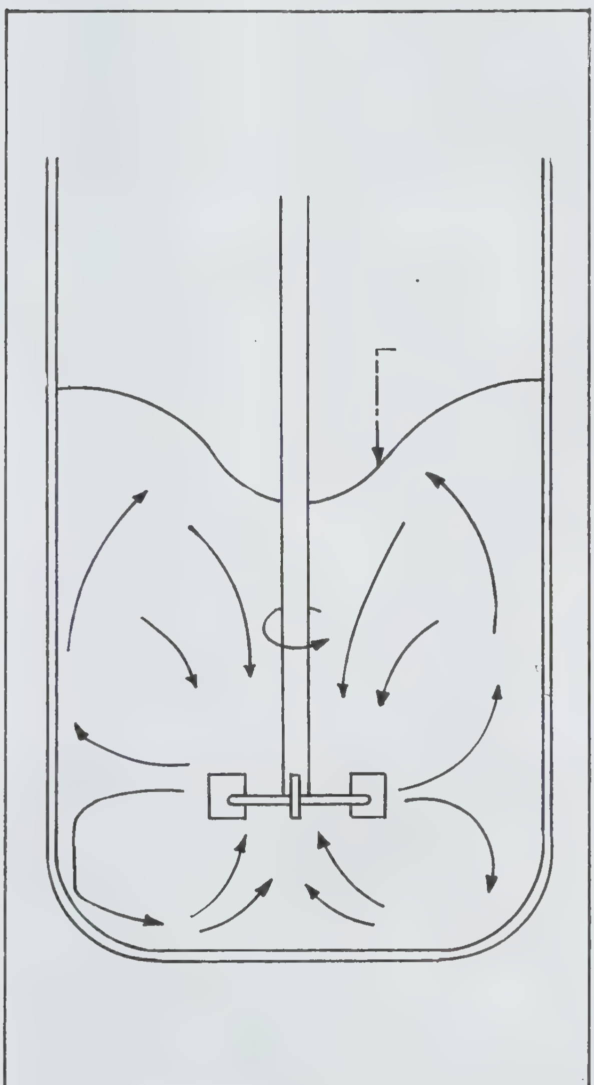
இக்கருத்துப் படிமத்திலிருந்து கணக்கிட்டால், கலனில் இடம்பெறும் கலவையை ஐந்து முறை கலக்கினால் 99% வரை கலத்தல் நிகழ்ந்துவிடும் என்று தெரிகிறது. கலத்தல் நேரம் ரேனால்டு எண்ணுக்கு எதிர் விகிதத்திலுள்ளது. உந்துதள்ளியின் வடிவமைப்புக்குத் தக்கவாறு கலத்தல் நேரம் அமைகிறது. சாதாரண உந்து தள்ளியைவிட விசைச் சுழலிகளுக்குக் (turbines) கலத்தல் நேரம் குறைவு. எனினும், ஒரே சுழல்வேகத்திற்கு உருளிகளைவிட உந்துதள்ளிகளுக்கு மின்னாற்றலின் தேவை பத்து மடங்கு குறைவாகும். நல்லியல்பு பாய்மங்களை விடப் (Newtonian fluid) பாய்மப்போலிகளுக்குக் (pseudoplastic fluids) கலத்தல் நேரம் கூடுதலாகும். எனினும், உயர் ரேனால்டு எண்களைக் கொண்ட பாய்மங்களுள் நல்லியல்புடைத்தாயினும் அல்லவாயினும் கலத்தல் நேரத்தைப் பொறுத்தவரை வேறுபாடுகள் இல்லை.



படம் 1

தாரை கலத்தல் (jetmixing). பெரிய தேக்கக் கலன்களில் பக்கவாட்டில் தாரையாக ஊற்றிக் கலத்தல் நிகழ்த்துதல் நீர்மக் கலவைகளுக்கு ஏற்ற முறையாகும். நீர்மம் தாரையால் உருவாக்கப்படும் குழிவில் (சுழலில்) ஏற்கப்பட்டு, நன்கு கலக்கப்படுகிறது. இதற்கு உட்புகுத்துதல் (entrainment) எனப் பெயர். தாரைவகைக் கலக்கிகளின் கலக்கும் நேரத்தைக் கணக்கிடச் சமன்பாடுகள் பெறப் பட்டுள்ளன.

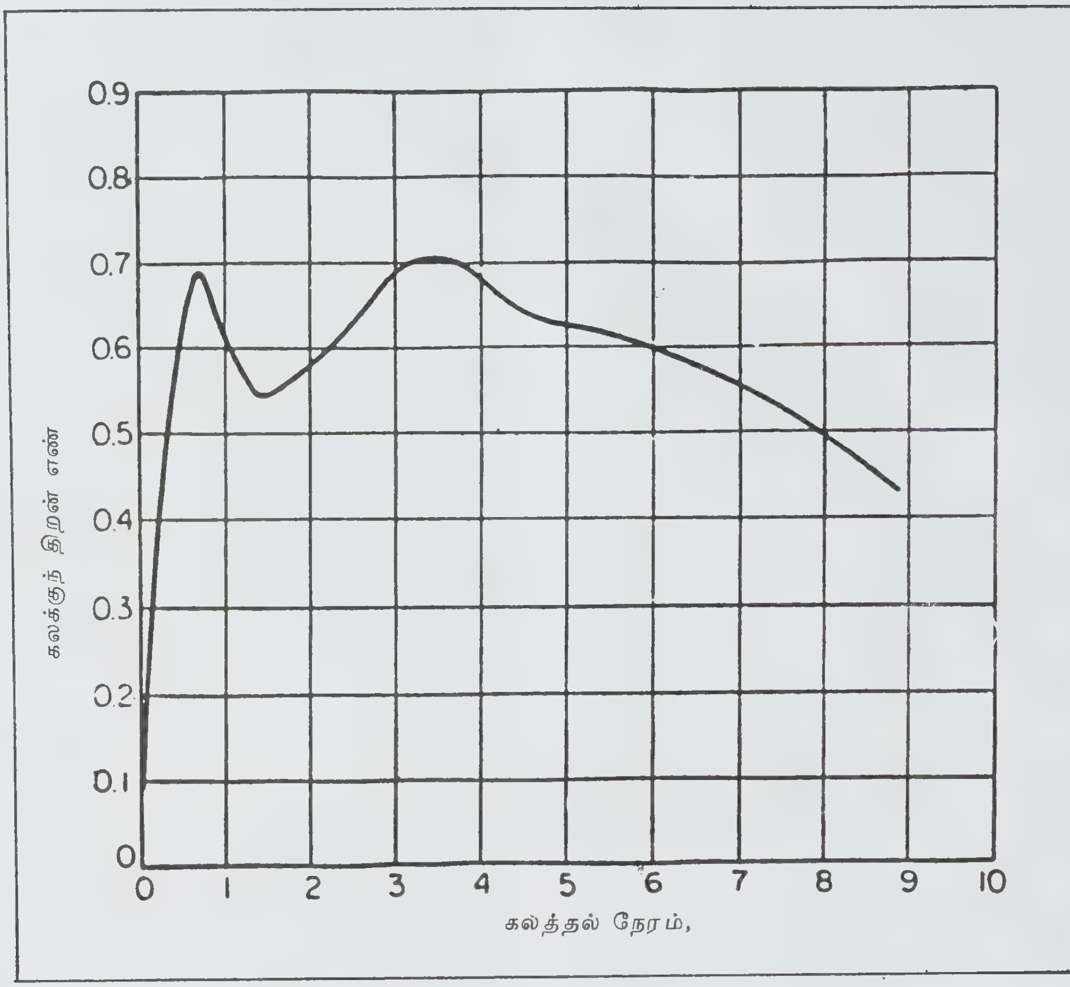
அசையாக் கலத்தல் அமைப்புகள் (*motionless mixers*). வாயுக்களையும், எளிதில் பாயும் நீர்மங் களையும் கலப்பதற்குப் பாய்மத்தை மாறிமாறிப் பிரித்தும், மீண்டும் சேர்த்தும் நிகழ்த்தவல்ல அமைப்புகள் உள்ளன. இவற்றில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகப் பல திருகுச் சுழல் வடிவு (helical) உறுப்புகள் உள்ளன. முதல் பகுதி பாய்ம ஓட்டத்தை 180° முறுக்கி, அடுத்த உறுப்புக்குள் செலுத்துகிறது. இரண்டாம் உறுப்பு, முதலாம் உறுப்பின் இறுதிப் பகுதிக்குச் செங்குத்தாக அமைந்துள்ளது. இவ்வாறு ஏறகனவே பிரிக்கப்பட்ட பாய்மத்தை இரண்டாம் உறுப்பு மீண்டும் பிரித்து முறுக்கிச் சேர்க்கிறது. n உறுப்புகள் உள்ளதோர் அமைப்பில் 2° பிரித்தலும், மீள் இணைப்பும் நிகழும். எடுத்துக்காட்டாக, இருபது உறுப்புகள் இருப்பின் ஒரு மில்லியன் கலத்தல் நிகழ்வுகள் முடிந்துவிடும். அதே நீளமுள்ள வெற்றுக் குழாய் வழியே பாயும்போது, தோன்றும் அழுத்தச் சரிவை விட நான்கு மடங்கு இவ்வகையில் அழுத்தச் சரிவு கூடுதலாக இருக்கும். வேறு சில வகைகளில், ஒவ்வோர் உறுப்பும் பாய்ம ஓடையை நான்கு முறை பிரித்துத் திருப்பவல்லது. நீர்மக்கலப்பு, வெப்பப் பரிமாற்றம், வேதி வினைகள் ஆகிய யாவற்றுக்கும் நிலையான அசைவற்ற கலக்கிகள் ஏற்றவை யென்றாலும், கூழ்நிலைப் பொருள்களைப் பாகுத் தன்மை குறைந்த நீர்மங்களுடன் கலப்பதற்கும், விளாவுவதற்கும் மிகவும் ஏற்றவையாகும்.



படம் 2.

கலத்தலின் அளவுக்கும், செலவிடப்படும் ஆற்றலின் அளவுக்கும் தொடர்புஎதுவும் இருக்க வேண்டிய தேவை இல்லை. தடைத்தகடுகளற்ற (unbaffled) கலனில் எளிதில் பாயும் நீர்மமொன்றைச் சுழற்றினால், நீர்மத்திலுள்ள துகள்கள் இணை-வட்டப் பாதைகளில் முடிவின்றிப் பாய்ந்து கொண்டே இருக்கக்கூடும். கலத்தல் நிகழ வாய்ப்பின்றி, ஆற்றல் முழுதும் சுற்றலுக்கு மட்டுமே செலவாகி வீணாகும். தடைகளைத் தோற்றுவித்தால், கலத்தல் விரைவு படுத்தப்படும். குறைந்த அளவு ஆற்றலைக் கொண்டு குறைந்த அளவு நேரத்தில் முழுமையாகக் கலத்தலை நிகழ்த்தவல்ல கலக்கியே சிறந்த கலக்கியாகும். மட்டிக்கல் கலக்கி (Muller mixer), மண்குழைப் பாலைகள் (pug mills) ஆகியன கலக்கி வகைகளுள் சிலவாகும்.

மோது சக்கரங்கள் (impact wheels) எனும் அமைப்புகள் பூச்சிக் கொல்லிகளைக் கலப்பதற்கும் பயன்படுகின்றன. மிக விரைவாகச் சுழலும் வட்டத் தகட்டின் ஒருபகுதியில் உலர்நிலை கலவையை இட்டால், துகள்கள் கலனின் சுவர்ப் பகுதிக்கு வீசி எறியப்படுகின்றன. ரவை போன்ற திண்மத் துகள்களை உலர்நிலையில் கலப்பதற்குக் குண்டு ஆலைகள் (ball mills) உள்திருகுக் கலக்கி (internal screws) ஆகியன பயனாகின்றன. உலர்ந்த துகள் களைக் கலக்கும்போது முதலில் கலக்குந் திறன் எண் (mixing index) விரைவாக உயருகிறது (படம் 3). பின்பு சிறிது நேரத்திற்குக் குறைந்து, மீண்டும் உயர்ந்து, பின்பு சரியத் தொடங்குகிறது.



படம் 3

மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. W.L. Mc Cabe, J.C. Smith, and Peter Harriott, *Unit Operations of Chemical Engineering*, Farth Edition, Mc Grawhill, NewYork, 1985.

கலப்பகாஸ் தீவுகள்

பசிபிக் பெருங்கடலில் ஈக்குவடாருக்கு மேற்கில் 800-1000 கி. மீ. தொலைவிலும் பனாமாவின் தென்மேற்கில் ஏறத்தாழ 100 கி. மீ. தொலைவிலும் உள்ள பதின்மூன்று பெரிய தீவுகளும் பல சிறு தீவுகளுமே கலப்பகாஸ் தீவுகள் (galapagos islands) எனப்படுகின்றன. 1535 இல் டோமாஸ்-டி-பெர்லங்கா என்னும் மதகுருவால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இத்தீவுக் கூட்டங்களில் பல ஆண்டுகள் யாருமே செல்லவில்லை. இத்தீவுகளில் ஏறத்தாழ 7800 ச. கி. மீ. பரப்பு இசபெலா தீவில் அடங்கும். இங்குள்ள ஐந்து மிகப்பெரிய எரிமலைக் குன்றுகளில் மிகு உயரம் 1500 மீ. ஆகும். பதினேழு, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுகளில் இத்தீவுகள் கடற்கொள்ளையருக்கும் கடல் விலங்குகளை வேட்டையாடுவோருக்கும் மறைவிடமாகவும் உறைவிடமாகவும் பயன்பட்டன.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் அமெரிக்கக் கப்பல்களில் பயணம் செய்தோர் இத் தீவுகளில் இறங்கினர். அதுவரையில் மனிதர்கள் பார்த்திராத இயற்கைக்கு மாறான விந்தையான பேருருவம் படைத்த கடலாமைகளையும் வேறு பல உயிரினங்களையும் கண்டு வியந்தனர். கூடிய வரை கடலாமைகளைக் கப்பல்களில் எடுத்துக் கொண்டு பயணத்தைத் தொடங்கினர். கடலாமை இறைச்சி மிகவும் சுவையாக இருந்ததால் அவை மிகுதியாக வேட்டையாடப்பட்டன. காலப்போக்கில் மக்கள் அங்கு தங்கி வாழத் தொடங்கிய பிறகு ஏனைய நாடுகளிலுள்ள ஆடு, மாடு, நாய், பன்றி முதலிய வற்றையும் இங்கு புகுத்தினர். பல தலைமுறை களுக்குப் பிறகு அவை முரட்டுத்தனம் கொண்ட விலங்கினங்களாக மாறி இன்றும் வாழ்கின்றன.

இத்தீவுக்கூட்டங்களின் உள்ள தாவர வகை களும் தட்பவெப்ப சூழ்நிலையும் பிற வெப்ப நிலைத் தீவுகளைப் போன்றில்லாமையால் இங்கு அண்டார்க்டிக் பகுதியில் வாழும் பெங்குவின் பறவை களும் வெப்பநிலைப் பகுதியில் வாழும் இகுவானா போன்ற ஊர்வன விலங்குகளும் ஒரே இடத்தில் வாழ்கின்றன.

பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு எரிமலை வெடிப்பால் மேலுந்தப்பட்ட தரைப்பகுதிகளாகக் கலப்பகாஸ் தீவுகள் தோன்றியிருக்கக்கூடும் எனப் புவியியலார் கருதுகின்றனர். தோன்றியபோது உயிரினங்களே இல்லாத இத்தீவுகளில் உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்து வந்த பறவைகள் தங்கியபோது அவற்றின் எச்சத்திலிருந்து வீழ்ந்த விதைகள் முளைத் துத் தாவரங்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும். மேலும் புயல், சூறாவளிக் காலங்களில் தென் அமெரிக்காவி லிருந்து சிறு செடிகள், ஊர்வன, பறவைகள், சிறு பாலூட்டிகள் முதலியன இத்தீவுகளுக்கு அடித்து வரப்பட்டுப் பல்கிப் பெருகியிருக்க வேண்டும். ஆமைகள் முதன்முதலில் கடலில் தோன்றி வளர்ந்து வாழ்ந்தாலும் படி மலர்ச்சியில் பல்வேறு தகவ மைப்புகளைப் பெற்றுத் தரைவாழ் ஆமைகளாக மாறியுள்ளன. பலவகை உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை பெருகப் பெருக ஒன்றுகூடி வாழும் உயிரினங்களும், சூழ்நிலைக்கேற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றவையும் நிலைத்து வாழ, ஏனையவை அழிந்தன.

இன்றும் கலப்பகாஸ் தீவுக்கூட்டங்களில் ஒவ் வொரு தீவிலும் தனித்தன்மை வாய்ந்த உயிரிகள் வாழ்கின்றன. கடல் சிங்கம், குருவி வகை, பறக்க வியலாக் கடற்பறவை, அல்பட்ராஸ், பெங்குவின், நாரை, ஆமை, இகுவானா போன்ற வியத்தகு விலங்கினங்கள் காணப்படுகின்றன. இங்குள்ள வற்றில் பல உயிரிகள் உலகில் வேறெங்கும் காணப் படாதவை ஆகும். உலகில் வாழும் ஊர்வனவற்றில் மிகத் தொன்மையான தரை ஆமைகள் இங்கு உள்ளன. இகுவானாவைப் போன்று கடல் பாசிகள் முள் செடிகளைத் தின்று வாழும். இவை 1.5மீட்டர் நீளமும், 250 கி.கி. எடையும் கொண்டவை. கடற்

பாசி, கடற்புல் ஆகியவற்றை உண்டு வாழும் இகுவானா ஊர்வனவற்றைச் சேர்ந்த 1.5மீ. நீளமுள்ள ஒரு மிகப்பெரும் பல்லியாகும்.

1835 இல் சாலஞ்சர் உலகக்கடல் ஆய்வுப் பயணம் மேற்கொண்ட H. M. S. பீகிள் என்னும் கப்பலில் சார்லஸ் டார்வினும் கலந்துகொண்டு இத்தீவுகளையடைந்தபோது இங்கு தாம் கண்ட அற்புத உயிரிகளின் தனித்தன்மையைக் கண்டு வியப்படைந்தார் பலவாறு மாறுபட்ட ஆனால் நெருங்கிய உறவுடைய ஆமை, குருவி முதலானவை சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைக்கேற்ப வெவ்வேறு மாறுபட்ட தகவமைப்பைப் பெற்றுப் படிமலர்ச்சியுற்றதைக் கண்டார். எடுத்துக் காட்டாகப் பழக்கொட்டை, விதை ஆகியவற்றை நொறுக்கியுண்பதற்கேற்ற வலிவான அலகுடைய குருவிகள் ஒரு தீவிலும், அதே இனத்தைச் சேர்ந்த ஆனால் பூச்சி, புழுக்களைப் பிடித்துண்பதற்கேற்ற குட்டையான அலகுகளைக் கொண்ட குருவிகள் வேறு தீவிலும் இருப்பதைக் கண்டார். இவ்வாறு தாவரவுண்ணியாகவும், ஊனுண்ணியாகவும் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த் குருவிகள் ஒரு தீவில் வாழ்வதற்கேற்றவாறு அலகுகளைக் கொண்ட ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த பறவைகள் தலைமுறை தலைமுறையாகப் பல்கிப் பெருகிச் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலைகளுக்கேற்ற தகவமைப்புகளைப் பெற்றிருந்த நிலையை அறிந்த சார்லஸ் டார்வின் உயிரிகளின் படைப்புக் கொள்கையை (theory of creation) முனைப்புடன் ஆராயத் தொடங்கினார். இதன் விளைவாக உலக ஆய்வுப் பயணத்தின் மூலம்உயிரிகள் பற்றி 24 ஆண்டுகள் பல அரிய ஆய்வுகள் செய்து இயற்கைத் தேர்வு வழி உயிரிகளின் இனத்தோற்றம் (*The origin of Species by Natural Selection*) என்னும் நூலை எழுதினார். அவர் ஆய்வு நடத்திய கலப்பகாஸ் குருவிகளே டார்வின் குருவிகள் எனப்பெயர் பெற்றன.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் ஈக்குவடாரிலிருந்து அரசியல் கைதிகளை இத்தீவுகளில் குடியேற்றும் முயற்சி இருபதாம் நூற்றாண்டு வரை வெற்றியடையவில்லை. எனினும் சாண்டா குரூஸ் சான்ட்டா மரியா, சான் கிரிஸ்டோபல் ஆகிய தீவுகளில் மட்டும் மக்கள் குடியேறியதால் இன்று நாலாயிரத்திற்கு மேற்பட்ட பல நாட்டு மக்கள் ஆங்காங்கே வாழ்கின்றனர். நிலையாக வாழும் மக்கள் கடல்மீன், நண்டு முதலியவற்றைப் பிடித்தும். காட்டு விலங்குகளை வேட்டையாடி அவற்றின் தோலைப் பதப்படுத்தி விற்றும் கிடைக்கும் மிகக் குறைந்த வருவாயைக் கொண்டு வாழ்கின்றனர். சில இடங்களில் கரும்பு, காஃபி ஆகியவை பயிரிடப்படுகின்றன. மீன், பதப்படுத்தப்பட்ட தோல், இகுவானா போன்ற பல்லி வகைகளின் தோல் ஆகியவை இத் தீவுகளிலிருந்து வெளிநாடுகளுக்கு அனுப்பப்படும் பொருள்களாகும்,

மனிதர்களின் வரவால் இத்தீவுகளில் வாழும்தனித்தன்மை வாய்ந்த விலங்கினங்கள் அருகி விட்டன. மனிதர்கள் குடியேறுவதற்கு முன்பு பத்துக்கு மேற்பட்ட தீவுகளில் பெருமளவில் வாழ்ந்த ஆமைகள் இன்று எண்ணிக்கையில் குறைந்து எஞ்சியவை மட்டும் சான்டாகுரூஸ், இசபெலாத் தீவுகளில் உள்ளன. மேலும் சிறு விலங்கினங்களும், பெரிய விலங்குகளின் இளங்குட்டிகளும் முரட்டுத்தன்மை வாய்ந்த நாய், பன்றி, பூனை, எலி முதலியவற்றால் கொல்லப்பட்டு விடுகின்றன. எனினும் இத்தீவுகளில் வாழும் அரிய விந்தையான விலங்குகளுக்கு மனிதர்களே எதிரியாக உள்ளனர். தங்கள் பொருளாதாரத்தைப் பெருக்கிக் கொள்ள இவ்வரிய விலங்கினங்களை வேட்டையாடுகின்றனர். சுவை மிகுந்த இறைச்சி, விலை மிகுந்த ஓடுகளுக்காக ஆமைகளையும், நாகரிக உடை, பை போன்றவை தயாரிக்க மென்மயிர் கொண்ட சீல்களையும், விளையாட்டிற்காகத் தரைவாழ் இகுவானாக்களையும் வேட்டையாடுவதால் இவ்வினங்கள் அருகி வருகின்றன. இவை அற்றுப்போகாமல் பாதுகாக்கப் பெருமுயற்சிகளும் எடுக்கப்பட்டு வருகின்றன.

இயற்கை வளத்தையும், தனித்தன்மை நிறைந்த அரிய உயிரிகளையும் வரும் தலைமுறையினருக்காகப் பாதுகாத்து வைக்க ஈக்வடார் அரசு கலப்பகாஸ் தீவுகளைத் தேசியப் பூங்காவாக அறிவித்துள்ளது. 1959 முதல் யுனெஸ்கோ நிறுவனத்துடன் ஈக்வடார் அரசு இணைந்து டார்வின் நிதியேற்பாட்டு (Darwin foundation) நிறுவனத்தை ஏற்படுத்தியது. இந் நிறுவனம் 1964 இல் சான்டாகுரூஸ் தீவின் தென் கரையிலுள்ள அகாடமி வளைகுடாவில் அமைக்கப்பட்டது. அண்மையில் இத்தீவுகள் சுற்றுலா மையமாக ஆக்கப்பட்டு, அங்கு வரும் பயணிகளுக்கு அனைத்து வசதிகளும் செய்து கொடுக்கப்படுகின்றன. சுற்றுலாப் பயணிகளால் அங்குள்ள உயிரினங்களுக்கு தீங்கு நேராதவாறு கவனித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

- கே. கே. அருணாசலம்

கலப்பிழைகள்

காண்க: இழை இணைவித்தல்

கலப்புப் பயிரிடுதல்

ஒரு நிலத்தில் நீண்ட காலப் பயிரும், குறுகிய காலப் பயிரும் ஒரே சமயத்தில் விதைக்கப்படும்போது அது கலப்புப் பயிர் (mixed cropping) எனப்படுகிறது. இம் முறையால் பல்வேறு பயிர்கள் ஒரே இடத்தில் கலப்பு முறையில் பயிரிடப்படுகின்றன.

- கலப்புப் பயிரிடுதலுக்குப் பயிர்களின் விதைகள் நன்கு கலக்கப்பட்ட பின்னரே அவை விதைக்கப்படு கின்றன. இத்தகைய பயிரிடும் முறை குறைந்த மண் தரம் உள்ள இடங்களிலும், குறைவாக மழை பொழியும் இடங்களிலும், மழை பொழியும் காலத்தை முன்கூட்டியே கணக்கிட முடியாத இடங்களிலும் கடைப்பிடிக்கப்பட்டு வருகிறது. இம்முறையால் சிறி தளவேனும் விளைபொருள் கிடைப்பதோடு பேரிழப்பை ஓரளவு தவிர்க்கவும் முடியும்.

கலப்பு பயிரில் இரண்டு பயிர்கள் பயிரிடலாம். அவற்றில் ஒன்று நீண்ட காலப் பயிர்; மற்றொன்று குறைந்த காலப் பயிராகும். இந்தப் பயிர்களைத் தென்மேற்குப் பருவமழை தொடங்கும்போது விதைக்க வேண்டும். செம்மண் பாங்கான இடங்களில் துவரை முதலியன பயிரிடலாம். கருமண் நிலங்களில் பருத்தி, தினை பயிரிடலாம். தென்மேற்குப் பருவ மழை வடகிழக்குப் பருவமழை நன்றாகப் பெய்தால் துவரையும் தினையும் அறுவடைக்கு வரும். ஆனால் வடகிழக்குப் பருவமழையின் உதவியுடன் துவரை நன்றாக விளையும். தென்மேற்குப் பருவமழை நன்றாக இருந்தால் தினைப் பயிர் நன்கு வளரும். வடகிழக்குப் பருவமழை பொய்த்து விட்டால் துவரை பயன் தாராது. எனவே கலப்புப் பயிரிடும் முறை ஓரளவேனும் பயிரிழப்பைத் தவிர்க்கும் தற் காப்பு முறையாகும்.

கலப்புப் பயிர்களில் பயறு வகைகளையும் வளர்ப்பதால் பிற பயிர்கள் பயன் பெறுகின்றன. பயறு வகைகள் வளிமண்டலத்தில் உள்ள நைட்ரஜன் சத்தைமண்ணில் சேர்ப்பதால், அவை பிற பயிர்களின் வளர்ச்சிக்குப் பயன்படுகின்றன. தானியப் பயிர் களைப் பயறு வகைகளுடன் கலப்புப் பயிர் செய்வது நன்று. தானியப் பயிர்களின் வேர்கள் மண்ணில் நன் றாகப்பரவி, நைட்ரஜன் சத்தை நன் முறையில் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன.

இவ்வாறு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பயிர்களை வளர்ப்பதால் கிடைக்கும் பயன், ஒரு பயிரைத் தனி யாகப் பயிரிடுவதால் கிடைக்கும் பயனை விட மிகுதி. மேலும் கலப்புப் பயிர் செய்வதால் உழவர்களுக்குத் தேவையான தானியங்கள், பயறு வகைகள், கால் நடைத் தீவனங்கள் முதலியன மிகக் குறுகிய நிலப் பரப்பிலிருந்து கிடைக்கின்றன.

பருத்தி-தினை, பருத்தி-கொத்துமல்லி, துவரை தினை, சோளம்-மொச்சை, தினை-மொச்சை-எள்-உளுந்து-துவரை-சோளம்-சணல், சோளம்-வெள்ளரி வகைகள்-தட்டைப் பயறு, சோளம்-ஆமணக்கு-மொச்சை, நெல்-துவரை-எள்-பருத்தி (மானாவாரி), பருத்தி-மிளகாய்-கடலை, துவரை-ராகி, துவரை-நிலக்கடலை என்பவை தென்னிந்தியாவில் உள்ள பொதுவான கலப்புப் பயிர்கள் ஆகும்.

கலப்புப்பயிர் விதைப்பு. பயிர்களின் விதைகள் நன்கு கலக்கப்பட்ட பின்னர் ஒரே விதமாகத் தூவப் படு கின்றன. இதற்குவிதை தூவுதல் (broad casting) என்று பெயர். வரிசை விதைப்பில் முக்கிய தானியப் பயிர் நிலத்தில் ஒரே விதமாகத் தூவப்படுகிறது. பின்னர் துவரை, ஆமணக்கு, மொச்சை போன்ற பயிர்கள் குறிப்பிட்ட இடைவெளி விட்டு மரக்கலப்பையின் பின்னர் விதைக்கப்படுகின்றன. துவரை 1.2-1.5 மீட்டர் இடைவெளி தந்து விதைக்கப்படுகின்றது. பயிர் இடைவெளி பயிரின் இன்றியமையாமையைப் பொறுத்தது. துவரை முக்கிய பயிரானால் இது 90 செ.மீ. இடைவெளியிலும் தினை அல்லது சோளம் முக்கிய பயிரானால் துவரை 2.1-3.6மீ. இடைவெளி யிலும் விதைக்கப்படுகின்றன.

ஆந்திர மாநிலத்தில் பயிர்கள் அக்கடியின் (akkadies) உதவியுடன் விதைக்கப்படுகின்றன. இங்கு பயிர்களுக்கு இடைவெளி குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் விடப்படுகின்றது. இரண்டு வரிசையில் தினை ஒரு வரிசையில் பருத்தி என்பது பொதுவாக நிலவி வரும் கலப்புப் பயிராகும். ஐந்து வரிசைத் தினை ஒரு வரிசைத் துவரை என்னும் அளவில் கலந்து கலப்புப் பயிர் சாகுபடி செய்வதுமுண்டு.

நன்மைகள். கலப்புப் பயிர் சாகுபடியை மேற் கொள்வதால் பயிர்களுக்கிடைப்பட்ட இடைவெளி நன்றாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உழவர்களுக்கு நல்ல பலன் கிடைக்கிறது. மண்ணின் ஈரத்தன்மை பாதுகாக்கப்படுகிறது. பயிர் இடைவெளி பயன் படுத்திக் கொள்ளப்படுவதால் வேலைச்சுமையும் செலவினங்களும் குறைகின்றன. மண்ணின் தரம் உயர்கிறது. மண்ணின் தழைச்சத்து, மணிச்சத்தின் அளவை கூடுதலாக்குகிறது. பயிர் இழப்பும் தவிர்க்கப் படுகிறது.

- இரா. குழந்தைவேலு

கலப்பு வீரியம்

மாறுபட்ட மரபியல் பண்புகளுடைய இரு ஒத்த தற்கலப்புகளைக் கலந்து உண்டாக்கப்படும் கலப்பு யிரிகள், தாய்ப் (மூல) பயிர்களை விட மிகுதி யான விளைச்சல், உயரம், உறுதி ஆகிய வீரியத் தன்மைகளைப் பெறும். இத்தகைய கலப்புயிரிகளின் மேம்பட்ட பண்புக்குக் கலப்புவீரியம் (hybrid) என்று பெயர். மரபியல் பண்புகளில் வேறான உயிரிகளைக் கலந்து உண்டாக்கிய கலப்புயிரிகளில் காணப்படும் மிகு உயரம், விளைச்சல் ஆகிய வீரியத் தன்மை களைக் கலப்புயிரி வீரியம் என்று கூறலாம்.

இதை 1978 ஆம் ஆண்டிலேயே புகையிலையில் செய்த ஆய்வின் முடிவால் கல்ரூட்டர் என்பார் அறிந்

திருந்தார். நைட் என்பார் தாவரங்களைக் கலப்ப தால் உண்டாகும் இயல்பான விளைவே கலப்புயிரி வீரியம் எனக்கருதினார். இவர் போன்றே ஹெர்பர்ட், கார்னர், நாடின் ஆகியோரும் 1825-1865 ஆம் ஆண்டு வரை கலப்புயிரி வீரியம் பற்றி ஆய்வு செய் தனர். மெண்டல் (1865) என்பார் பட்டாணிக் கடலைச் செடி ஆய்வின்போது கலப்புயிரி வீரியத் திற்கு ஹெட்டிரோசிஸ் என்னும் சொல்லைப்பயன் படுத்தினார். ஹெட்டிரோசிஸ் என்னும் கிரேக்கச் சொல்லிற்கு மாறுபட்ட நிலை என்று பொருள். எனவே கலப்புயிரி வீரியம் தாய்ப்பயிர்களிலிருந்து மாறுபட்ட நிலை எனக்கொள்ளலாம்.

இரு தற்கலப்புச் சந்ததிகளை அயல்கருவுறுதல் முறையில் கலப்புச் செய்வதால் கலப்புயிரி வீரியம் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. தற்கலப்பால் முதலில் பல இயல்பிற்கு மாறான பண்புகளும், கொல்லிப் பண்புகளும், உண்டாகின்றன. பச்சையக்குறை, வள மின்மை, வளர்ச்சிக் கோளாறால் உண்டான அரு வெறுப்பான உருவம், இயல்பாக உள்ள உருவஅளவில் குறைதல் ஆகியவை தற்கலப்பால் நிகழ்வனவாகும்.

கலப்புயிரி வீரியம் என்பது தற்கலவிக்குப்பின் ஏற்படும் தரக்குறைவிற்கு நேர் எதிரானது. நெருங்கிய உறவுமுறையுடைய அல்லது தொலை முறையுடைய பயிர்களாக இருந்தாலும் அவற்றைக் கலப்புச் செய்து கிடைக்கும் F_1 கலப்புயிரிகளில் நல்விளைவுகளே ஏற்படுகின்றன. தற்கலவியால் தரக்குறைவு ஏற் படாத பயிரினங்களிலும் கலப்பால் பலன் உண்டா கிறது. ஈரினங்களைக் கலக்கும்போது உண்டாகும் உயர்ந்த அளவு நன்மைகளை F_1 கலப்புயிரிச் சந்ததி களிலேயே காணமுடியும்.

கலப்பு வீரியம் ஒரு தாவரம் முழுமையும் காணப்படுவதில்லை. ஆனால் அத்தாவரத்தின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் கீழ்க்காணும் முறையில் காணப்படுகிறது.

கேரட்-வேர்க்கிழங்கு (root tuber)

உருளைக்கிழங்கு நூல்கோல்-கிழங்கு (tuber)

சேம்பு-காம் (corm)

டர்னிப்-வித்திலைக் கீழ்த் தண்டு (hypocotyl)

முட்டைகோஸ் லெட்டுஸ்-இலை

மக்காச்சோளம் - முளைசூழ்தசை (endosperm)

தானியங்கள் – கதிர்கள் (ears)

அவரை, பட்டாணி-விதைகள்.

மேற்கூறிய கலப்பு வீரியத்தால் செல் வினை, செல்பகுப்பு விரைவடைந்து கனிகள், விளைச்சல் மிகுதியாகும்: உயிரியல் செயல்திறனும் (biological efficiency) மிகுதியாகிறது. முன்முதிர்வு, நோய், பூச்சி எதிர்ப்புத் தன்மை, தக அமைவுத் திறன் ஆகிய செயலியல் பண்புகள் பெருகுகின்றன.

கலப்புயிரி வீரியத்திற்கான காரணங்களை மரபியல் முறையிலும், செயலியல்முறையிலும் பின்வரு மாறு விளக்கலாம்:

ஓங்கு பண்புக்கோட்பாடு (dominance hypothesis) தாவன்போர்ட் என்பாரின் கொள்கைகளை முன்வைத்து, புருஸ் இக்கோட்பாட்டை உரு வாக்கினார். இக்கோட்பாட்டின்படி நன்மைதரும் ஜீன்கள் யாவும் ஓங்கு தன்மை பெற்றுள்ளன. நன்மை தாராத ஜீன்கள் யாவும் ஒடுங்கு தன்மை பெற்றுள்ளன. இத்தகைய எண்ணிக்கையில் பலவகை மரபியல் காரணிகளால் கலப்புயிரி வீரியம் உறுதி செய்யப்படுகிறது. ஒரு தற்கலவியில் (inbreeding) குறிப்பிட்ட சில ஓங்கு தன்மை பெற்ற ஜீன் தொகுதியும், மற்றொரு தற்கலவியில் வேறு சில ஜீன்கள் ஒடுங்கிய ஜீன் தொகுதியும் காணப்படும். தற்கலவிகளிலும் உள்ள ஓங்கு தன்மையற்ற ஜீன்கள் கலப்புயிரியில் வந்து சேர்வதால் கலப்புயிரியில் வீரியம் உண்டாகிறது.

தற்கலவி x ×	தற்கலவி y
AA, bb, cc, DD, EE	aa, BB, CC, dd, ee
ஓங்கு தன்மை ஜீன்கள்	ஓங்குதன்மை பெற்ற ஜீன்கள்
A+D+E = 3×5 = 15 செ.மீ.	B+C = 2×5 = 10 செ.மீ.
ஒடுங்கு தன்மை ஜீன்கள்	ஒடுங்கு தன்மை ஜீன்கள்
b+c = 2 செ.மீ.	a+d+e = 3 செ.மீ.
மொத்த உயரம் = 17 செ.மீ.	மொத்த உயரம் = 13 செ.மீ.

F_1 கலப்புயிரி Aa, Bb, Cc, Dd, Ee

ஓங்கு தன்மை பெற்ற ஜீன்கள் $A+B+C+D+E = 5\times5 = 25$ செ.மீ. உயரம்.

மேற்காணும் கலப்பில் 17செ.மீ. உயரமுள்ள x என்னும் பயிரையும் 13 செ.மீ. உயரம் உள்ள y என்னும் பயிரையும் கலந்து உண்டாக்கிய F_1 கலப் புயிரிப் பயிர் 25 செ.மீ. உயரமாக இருக்கும். இக் கலப்புயிரியில் மிகு எண்ணிக்கையிலான ஓங்கு தன்மை பெற்ற ஜீன்கள் இருப்பதால், தாய்ப்பயிர் களைவிட மிகு உயரமுள்ள கலப்புயிரி வீரியம் காணப்படுகிறது. தாய்ப்பயிர்களின் சராசரிப் பண்பு களைவிடக் கலப்புயிரிகளில் நன்மைதரும் ஜீன்

சேர்க்கையால் மிகு அளவில் சிறந்த பண்புகள் காணப்படும்.

செயலியல் காரணங்கள்: ஆஷ்பி என்பார் மக்காச் சோளம் தக்காளி ஆகிய பயிர்களின் தற்கலவிக் கலப் புயிரிகளின் செயல்முறைகளை ஆராய்ந்து கலப்புயிர் வீரியத்திற்கு அவற்றிலுள்ள அதிகரித்த தொடக்கக் கதிரளவே காரணம் என்றார். வாங், ஈஸ்ட் என் போரும் இக்கருத்தை ஆதரித்து, அதிகரித்த முளை சூழ்தசையும் கதிரளவும் கலப்புயிரி வீரியத்திற்குக் காரணமாக உள்ளன என்று கூறுகின்றனர். வேலி என்பார் மக்காச்சோளத்தில் தற்கலவிகளை விடக் கலப்புயிரியில் மிகு செயல்திறனையுடைய புரோட்டோபிளாசமும் மிகு பச்சையமும், உலர் எடையும் காணப்படுகின்றன என்று கூறுகின்றார்.

நிலைத்திராத கலப்புவீரியம் (unstable hybrid vigour). இவ்வாறு இரு மாறுபட்ட மரபியல் பண்பு களைப் பெற்ற பெற்றோர்களைக் கலந்து உண்டாக் கப்பட்ட F_1 சந்ததிகள் கலப்பு வீரியம் பெற்று விளங்குகின்றன. ஆனால் F_2 சந்ததி முதல் கலப்பு வீரியம் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இதனால் வீரிய வித்துகளைப் பயன்படுத்தும் உழவர்கள் ஆண்டுதோறும் புதுப்புதுக் கலப்புயிரி வித்துகளைப் பெற்றுப் பயிரிட்டால்தான் நன்கு பயனடையலாம். இவ்வாறு கலப்பு வீரியம் பெற்ற ஆப்பிள், பேரிக் காய், கொய்யா, ஸ்ட்ராபெர்ரி, உருளைக்கிழங்கு, ரோஜா முதலியவை பெரிதும் மக்களால் விரும்பப் படும். இவ்வாறே விலங்குகளில் பன்றி, ஆடு, மாடு களின் மிகுதியான ஊனுக்காகவும், பசுக்களில் மிகு அளவு பாலுக்காகவும், பட்டுப் பூச்சிகளில் மிகுதி யான பட்டு உற்பத்திக்காகவும் கலப்புயிரி விலங்கு கள் உண்டாக்கப்படுவதால் அவற்றில் கலப்புயிரி வீரியம் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

- பா. அண்ணாதுரை

கலப்பெண் பகுப்பாய்வு

கலப்பெண் மாறிகளின் (complex variables) பகு முறைச்சார்புகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியிலிருந்து கலப் பெண் பகுப்பாய்வு (complex analysis) தோன்றியது எனலாம். கலப்பெண்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு இயற் கணிதத்தின் அடிப்படை இயங்கு விதிகளுக்கு ஒப்ப ஓர் இயற்கணித வடிவத்தை அவை பெறுவதற்கு முன்பே கலப்பெண் பகுப்பாய்வு ஓரளவு தோன்றி வளர்ந்தது எனக்கூறலாம். ஏனெனில் 1825 ஆம் ஆண்டே கோஷியின் தேற்றம் நிறுவப்பட்டுவிட்டது. பல ஆண்டுகள் சென்றபின்னர் 1837 ஆம் ஆண்டு தான் கலப்பெண்களின் இயங்கு விதிகள் உறுதியாக இயற்றப்பட்டு அவை ஓர் இயல் வடிவத்தைப் பெற்றன.

f(z) என்னும் சார்பு ஓர் இருபரிமாணப்பகுதியின் அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் வகையிடத்தக்கதாக இருந்தால் அது பகுமுறைச்சார்பு (analytic function) எனப்படும். இதையே ஒழுங்கான சார்பு (regular function) அல்லது ஒழுங்கான பகுமுறைச்சார்பு எனவும் கூறலாம்.

பிரெஞ்சு நாட்டைச் சேர்ந்த கணித மேதை கோஷியால் பகுமுறைச் சார்புகளின் தத்துவம் முதன் முதலில் வகுக்கப்பட்டது. இவருடைய ஆராய்ச்சியின் பல புதிய கருத்துகள் பகுதிவகைக்கெழு சமன்பாடு களுக்கும், வகைக்கெழு சமன்பாடுகளின் தத்துவங் களுக்கும் அடிப்படையாக இருந்தன. மேலும் கணித இயற்பியலிலும் இவருடைய கருத்துகள் பல முக்கிய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு வழிகோலின. ஜெர்மன் கணித மேதை பெனார்ட் ரீமான் என்பார் 1851 ஆம் ஆண்டு இரு இசைச் சார்புகளை (harmonic functions) வைத்து ஒரு பகுமுறைச் சார்பை வகுக்கும் முறையையும் கோஷி - ரீமான் சமன்பாடுகளையும் அறிமுகப்படுத்தினார்.

இவர் காலத்திய மற்றோர் கணித அறிஞர் கார்ல் வெயிஸ்ட்ராஸ் பகுமுறைத் தொடர்ச்சிகளின் (analytic continuation) உத்திகளைப் புகுத்திப்பகு முறைச் சார்பை ஓர் அடுக்குத்தொடர் மூலமாக வரையறை செய்ய முயன்றார். மேலும் இவருடைய ஆராய்ச்சிக் கட்டுரையில் கலப்பெண் மாறியின் பகு முறைச்சார்பு என்னும் தலைப்பின் கீழ்கலப்பெண்கள், கலப்பெண் தளம், சார்புகள், அடுக்குத்தொடர், கோஷியின் தத்துவம், எச்சத்தேற்றம், பூரண மற்றும் மெரோமார்பிக் சார்புகள், நீள்வளையச் சார்புகள், தீட்டா (θ) சார்புகள், வெயிஸ்ட்ராஸ் தத்துவம் ஆகியவையும், கலப்பெண் மாறிகளின் பகுமுறைச் சார்பும், இதை ஒட்டிய பல கருத்து களும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

மேற்கூறியவற்றின் அடிப்படை விதிகளையும், பயன்களையும் பின்வருமாறு கூறுலாம்.

கலப்பெண்கள். பதினைந்தாம் நூற்றாண்டு முதல் பல்வேறு நாடுகளைச் சேர்ந்த டேகார்ட்டீ, லெபி னைஸ், பெர்னோலி, போன்ற கணித மேதை பலரின் மூன்று நூற்றாண்டுக்கால ஆராய்ச்சியின் அடிப்படை யில் தோன்றியதே கலப்பெண் ஆகும்.

x, y இரு மெய்யெண்கள் எனில் $Z = x + iy$ என்பது ஒரு கலப்பெண் ஆகும். இதில் x மெய்ப்பகுதி எனவும், iy கற்பனைப்பகுதி எனவும் குறிப்பிடப் படும். i என்பது -1 இன் இரண்டாம் மூலம் ஆகும். அதாவது $i = \sqrt{-1}$. இதையே வரிசைப்படுத்திய இரு மெய்யெண்களாக அதாவது $Z = (x, y)$ எனவும் எழுதலாம். இக்கலப்பு எண்கள் அனைத்தையும் ஒருங்கே கொண்டது கலப்பெண் கணம் ஆகும். கலப் பெண்ணைச் சிக்கல் எண் எனவும் கூறலாம்.

கலப்பெண்களின் அடிப்படை இயங்குவிதிகளான கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல், தனிஎண் பெருக்கல் ஆகியவை பின்வருமாறு வரையறை செய்யப்படுகின்றன.

$Z_1 = x_1 + iy_1, Z_2 = x_2 + iy_2$ என்பன இரு கலப்பெண்கள்

எனில் $Z_1 + Z_2 = (x_1, y_1) + (x_2, y_2)$
$= (x_1 + x_2, y_1 + y_2)$

$$Z_1 - Z_2 = (x_1, y_1) - (x_2, y_2) = (x_1 - x_2, y_1 - y_2)$$

$$Z_1 Z_2 = (x_1, y_1)(x_2, y_2) = (x_1 x_2 - y_1 y_2, x_1 y_2 + x_2 y_1)$$

$$\lambda Z_1 = \lambda (x_1, y_1), = (\lambda x_1, \lambda y_1)$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{x_1 + iy_1}{x_2 + iy_2} \quad \frac{x_2 - iy_2}{x_2 - iy_2}$$

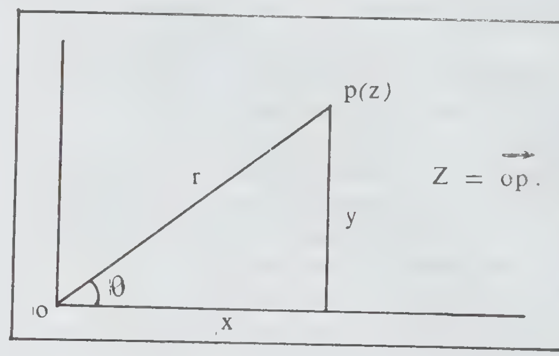
$$= \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2}{x_2^2 + y_2^2} \quad \frac{y_1 x_2 - x_1 y_2}{x_2^2 + y_2^2}$$

இதில் $Z_2 \neq O$ என இருக்க வேண்டும். மேலும் இரு சிக்கல் எண்களின் மெய்ப்பகுதிகளும், கற்பனைப் பகுதிகளும் தனித்தனியே சமமானால், அதாவது $x_1 = x_2$, $y_1 = y_2$ என இருந்தால் அவ்விரண்டு சிக்கல் எண்களும் சமம் ஆகும். எண் இயல் கணிதத்தின் அடிப்படை விதிகளான பரிமாற்று விதி, சேர்ப்புவிதி, பங்கீட்டுவிதி, ஆகியவை கலப்பெண்களுக்கும் பொருந்தும். மேலும் (0,0) வை பூஜ்யம் என்னும், (1,0) வை ஒன்றென்றும், (x,o) என்பதை முழுமெய்யெண் என்றும், (o,y) என்பதை முழு கற்பனை எண் என்றும் குறிப்பிடலாம். (0,1) என்பது i யைக் குறிக்கும். எந்த ஒரு கலப்பெண்ணையும் (1,0), (0,1) ஆகிய இரண்டு வரிசைப்பட்ட எண்களைக் கொண்டு ஒரு படிக்கலவையாக எழுதலாம். கூட்டல், பெருக்கல் ஆகிய விதிகளின்படி, கலப்பெண்களின் கணம் ஒருகளம் (field) ஆகும்.

1806 ஆம் ஆண்டு ஜே.ரா. ஆர்கன்ட் என்பார் வடிவக் கணித முறையில் $z = x + iy$ என்னும கலப்பெண்ணைச் சாதாரண யூகலிடியன் தளத்தில் (x,y) என்னும் புள்ளியாகக் குறிக்கும் முறையைக் கண்டறிந்தார். இத்தளத்தின் கிடை, நிலை அச்சுகளான X,Y அச்சுகள் முறையே மெய், கற்பனை அச்சுகள் எனப்படும். ஒவ்வொரு கலப்பெண்ணிற்கும் ஒப்புமையாக X,Y தளத்தில் ஒரேயொரு புள்ளிதான் உண்டு. XY தளம் கலப்பெண் தளம் அல்லது சிக்கல் எண் தளம் அல்லது ஆர்கண்ட் விளக்கப்படம் (Argand diagram) எனப்படும்.

மேலும் ஒரு முறையில் (0,0) வையும். (x,y) ஐயும் இணைக்கும் திசையனாக (vector) $z = x + iy$ என்னும் கலப்பெண்ணைக் குறிப்பிடலாம். இம்முறையில் $r = \sqrt{x^2 + y^2} = |x + iy|$ இன் தனிமதிப்பு அல்லது சார்பிலா மதிப்பு ஆகும். இதுவே மட்டு (modulus) எனக் கூறப்படும்; திசையன், நேர்மெய் அச்சுடன் ஏற்படுத்தும் கோணம் கோண வீச்சம் (amplitued) ஆகும்.

கோணக்கணிதவியல் (trigonometry) முறையில் $x = r \operatorname{Cos}\theta$, $y = r \operatorname{Sin}\theta$ எனக் கொள்ளப்படுகின்றன. இவற்றைப் பயன்படுத்தி $Z = r \operatorname{Cos}\theta + i\operatorname{Sin}\theta)$ எனவும் எழுதலாம். 1748 ஆம் ஆண்டு ஆய்லர் என்பார், $e^{i\theta} = \operatorname{Cos}\theta + i\operatorname{Sin}\theta$ என்னும் வாய்பாட்டைக் கண்டுபிடித்தார். இதன் மூலம் கலப்பெண் e யைக்



கொண்டும் $Z = re^{i\theta}$ என எழுத நேர்ந்தது. இது சிக்கல் எண்களின் துருவ ஆய அமைப்பு (polar coordinate system) ஆகும். (R, θ) என்பன துருவ ஆயத்தொலைகள் எனப்படும். $Z = x - iy$ என்னும் புள்ளி Z இன் இணைச்சிக்கல் எண், துணைக் கலப்பெண் (conjugate complex number) எனக் குறிக்கப்படும்.

வடிவக் கணித முறையில் இரு கலப்பெண்களின் கூடுதல் அவ்வெண்களின் திசையன்களைக் கூட்டுவதற்குச் சமம் ஆகும். இரு கலப்பெண்களின் பெருக்கத்தின் மட்டு அல்லது சார்பிலா மதிப்பு அவ்விரு எண்களினுடைய மட்டுகளின் பெருக்கத்திற்குச் சமம் ஆகும். ஆனால் அப்பெருக்கத்தின் கோண வீச்சும் அவ்வெண்களினுடைய கோண வீச்சங்களின் கூடுதலுக்குச் சமம் ஆகும்.

கலப்பெண்களைக் கோணக் கணித முறையில் குறிப்பிடும்போது அவ்வெண்களின் பெருக்கம் டிமாய்வரின் $Z^n = r^n (\operatorname{Cos} n\theta + i \operatorname{Sin} n\theta)$ என்னும் விதியைக் கொண்டு கணக்கிடப்படும். இவ்விதியிலிருந்து, Z இன் n ஆம் மூலத்தையும் கணக்கிடலாம். n ஒரு நேர் முழு எண் ஆனால்

$$Z^{\frac{1}{n}} = r^{\frac{1}{n}} \left[\operatorname{Cos} \frac{\theta + 2k\pi}{n} + i \operatorname{Sin} \frac{\theta \text{ [illegible]}}{\text{[illegible]}} \right]$$

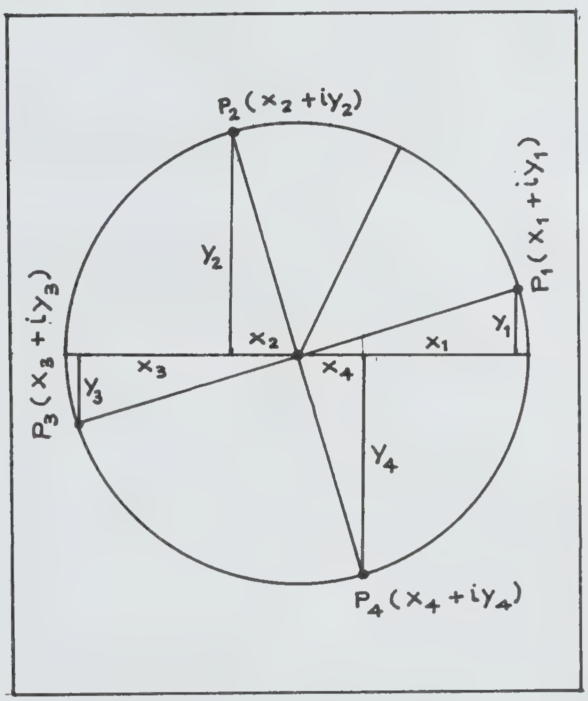
ஆகும். இதில் k இன் 0,1,2... (n-1) ஆகிய மதிப்பு

$\frac{1}{n}$ களுக்கு Z க்கு வேறுபட்ட மதிப்புகள் கிடைக்கும் எனவே $Z^n \neq 0$ ஆக இருக்கும்போது Zக்கு "n" வேறுபட்ட n ஆம் மூலங்கள் உள்ளன. சான்றாக, n=4 எனக் கொள்ளலாம். இந்நிலையில்

$$Z^{\frac{1}{4}} = r^{\frac{1}{4}}\left[\text{Cos}\,\frac{\theta+2k\pi}{4} + i\ \text{Sin}\ \frac{\theta+2k\pi}{4}\right]$$

இதில் K=0,1,2,3 ஆகும். இதன் Z இன் மட்டு 1 என எடுத்துக்கொண்டால் $Z^{\frac{1}{4}} = \text{Cis}\ \frac{\theta}{4}$,

$\text{Cis}\ \frac{\theta+2\pi}{4}$, $\text{Cis}\ \frac{\theta+4\pi}{4}$, $\text{Cis}\ \frac{\theta+6\pi}{4}$ ஆகியவை Zஇன் நான்கு மூலங்கள் ஆகும். வரைபடத்தில் முறையே P_1, P_2, P_3, P_4 என்பன இம்மூலங்களைக் குறிக்கின்றன.



இவ்வாறே $Z=1+i\theta$ என்னும் சிக்கல் எண்ணின் n மூலங்கள் ஓர் அலகுடைய வட்டத்தை n சமபகுதிகளாகப் பிரிக்கும்.

சார்புகள். D என்னும் ஒரு புள்ளித் தொகுதியில் (a set of points) உள்ள உறுப்புகளுக்கும் R என்னும் மற்றொரு புள்ளித் தொகுதியில் உள்ள உறுப்புகளுக்கும் இடையே ஓர் ஒப்புமையைக் கொணர்வதே சார்புகளின் அடிப்படைத் தத்துவமாகும். D இல் உள்ள ஒவ்வொரு Z ற்கும் ஒப்புமையாக Rஇல் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மதிப்புகள் இருந்தால் f(Z) என்னும் சார்பு D க்கும், R க்கும் இடையே உள்ளது எனலாம். இதில் D என்பது f(Z) இன் அரங்கம் (domain) எனவும் R அதன் சார்அரங்கம் (Codomain or range) எனவும் குறிப்பிடப்படும். D இல் உள்ள Z_1 க்கு ஒப்புமையாக R இல் ω_1 என்னும் உறுப்பு இருக்குமானால் அதை $\omega_1 = f(Z_1)$ என்று குறிப்பிட வேண்டும்.

D உம் R உம் கலப்பெண் தொகுதிகளாக இருந்தால் கலப்பெண் மாறியின் சார்பை வரையறுக்க ஒரு திறந்த தொடுத்த பகுதியாக (open connected region) இருக்க வேண்டும். (திறந்த கணத்தில் உள்ள எவையேனும் இரு புள்ளிகளை இணைக்கும் நேர் கோட்டுத் துண்டுகளை உடைய பல கோணப் பாதையில் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் அக்கணத்திற்கு உரியதாக இருந்தால் அது திறந்த தொடுத்த கணம் ஆகும்).

w = f(Z) ஆனால் Z இன் ஒவ்வொரு மதிப்பிற்கும் ஒப்புமையாக ω விற்கு ஒரேயொரு மதிப்பு மட்டும் இருந்தால் f(Z) ஒரு மதிப்புடைய சார்பு எனவும், பல மதிப்புகள் ω விற்கு இருந்தால் அது பல மதிப்புடைய சார்பு எனவும் கூறப்படும்.

சார்புத்தொடர்ச்சி. D என்னும் அரங்கில் Z உம், Z_0 உம் அருகருகே உள்ள புள்ளிகளாக (δ ஒரு மீச்சிறு எண் எனில் $|Z-Z_0| < \delta$ ஆக இருக்க வேண்டும். $|Z-Z_0|$ க்கும் Z_0 க்கும் இடையே உள்ள மிகச்சிறிய தொலைவைக் குறிக்கும்) இருக்கும்போது இதன் சார் பலன்களான f(Z) உம், $f(Z_0)$ உம் மிக அருகே இருந்தால் f ஓர் தொடர் சார்பு அல்லது தொடர்புடைய சார்பு (continuous function) எனக் கூறப்படும். கணித முறையில், $\lim_{Z\to a} f(Z) = f(a)$ என்பது f(Z), Z=a என்னும் புள்ளியில்தொடர்புடைச் சார்பு என்பதைக்குறிக்கும். D இல் உள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் f (Z) ஒரு தொடர்புடைச் சார்பாக இருந்தால் f (Z), D என்னும் அரங்கில் தொடர் சார்பு ஆகும்.

சார்பின் வகைக்கெழு. D என்னும் அரங்கில் f (Z) என்னும் ஒரு மதிப்புடைய சார்பு, அரங்கில் உள்ள Z_0 என்னும் புள்ளியில் தொடர் சார்பாக இருந்து Z என்பது Z_0 ஐ நெருங்கும்போது $\frac{f(Z)-f(Z_0)}{Z-Z_0}$ ஒரு தனித்த எல்லையை நெருங்குமாயின் Z_0 என்னும் புள்ளியில் f(Z) வகைக்கெழு காணுவதற்கேற்ற அல்லது வகையிடத்தக்க சார்பு எனப்படும். Z உம் D இல் உள்ள ஒரு புள்ளியாக இருக்கவேண்டும்.

மேற்கூறியவாறு ஓர் எல்லை இருக்குமாயின் அவ்வெல்லை $Z = Z_0$ என்னும் புள்ளியில் f(Z) இன் வகைக்கெழு எனப்படும். அதை $f'(Z_0)$ எனக் குறிப்பிடலாம். அதாவது,

$$f'(Z_0) = \underset{Z \to Z_0}{\text{எல்லை}} \frac{f(Z) - f(Z_0)}{Z - Z_0}$$

f(Z) என்னும் சார்பு D என்னும் அரங்கத்தில் ஒரு மதிப்புடைய சார்பாகவும் அரங்கத்தின் அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் வகையிடத்தக்கதாகவும் இருந்தால் அது ஒழுங்கமைந்த சார்பு எனக் கூறப்படும், ஓர் ஒழுங்கமைந்த சார்பு பகு முறைச் சார்பு அல்லது ஹோலோமார்பிக் சார்பு என்றும் கூறப்படும்.

மெய்யெண் பகுப்பாய்வில் பொதுவான அனைத்து விதிகளும் கலப்பெண் மாறியின் சார்பிற்கும் பொருந்தும். எனவே இரு பகுமுறைச் சார்புகளின் கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல் வகுத்தல் (பகுதி பூஜ்யமாக இல்லாவிட்டால்) ஆகியவையும் பகுமுறைச் சார்பாகும். மேலும் n ஒரு நேர் முழு எண் ஆக இருந்தால் Z^n ஒரு பகுமுறைச் சார்பாகும். எனவே அனைத்துப் பல்லுறுப்புக் கோவைகளும் விகிதமுறு சார்புகளும் (பகுதி பூஜ்யமாக இல்லாவிட்டால்) பகுமுறைச் சார்புகள் ஆகும்.

f(Z) = u (x,y) + iv (x,y) என்பது D என்னும் அரங்கத்தில் பகுமுறைச் சார்பாக இருந்தால் அதன் மெய்மாறிகளின் சார்புகளான u(x,y), v(x,y) என்பன கோஷி–ரீமான் நிபந்தனைக்கு அதாவது

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}\ ;\ \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$$

உட்படும் பகுதி வகைக்கெழுக்களைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். மறுதலையாவது இரு மெய் மாறிகளின் சார்புகள் தொடர்ச்சியானபகுதி வகைக்கெழுக்களைப் பெற்றிருந்து அவை கோஷி-ரீமான் நிபந்தனைக்கு உட்பட்டிருந்தால் f(Z) = u(x,y) + iv (x,y), Dஇல் ஒரு பகுமுறைச் சார்பாக இருக்கும் இதில் மெய்மாறிகளின் சார்புகளான u(x,y) உம், v(x,y) உம் இணை இசைச்சார்புகள் அல்லது பரிமாற்றுச் சீரிசைச் சார்புகள் (conjugate harmonic function) எனப்படும். u(x,y) என்னும் ஒரு சார்பு லாப்லாஸ் சமன்பாடான

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$ என்பதற்கிணங்க இருந்தால் அது இசைச்சார்பு அல்லது சீரிசைச் சார்பு எனப்படும். ஒரு பகுமுறைச் சார்பின் மெய்ப்பகுதியும், கற்பனைப் பகுதியும் இசைச் சார்புகள் ஆகும்.

கோணம் மாறா மாற்றம். புவியியல் வரைபடங்களை உருவாக்க, கோணம் மாறா நிலையுறு மாற்றம் (conformal mapping) மிகவும் இன்றியமையாதது. ஏனெனில் புவியின் மேற்பரப்பு, கோள வடிவில் உள்ளது. எனவே இதைத் தட்டையான பரப்பின் மீது அனைத்துத் தொலைவுகளின் விகிதங்களும் மாறாமல் எளிதாகக் குறிக்க முடியாது. கணித முறையில், கோண அளவும் திசையும் மாறாத உருவ மாற்றங்களால் மட்டுமே இதைக் கையாள முடியும். மேலும் அதைச் சார்ந்த உருவ அமைப்பின் வடிவங்கள் ஒவ்வொரு புள்ளியின் சுற்றுப்புறத்திலும் மாறாமல் அமைய வேண்டும். இத்தகு மாற்றத்தைக் கோணம் மாறா நிலையுறு மாற்றம் எனக் கூறலாம். மெர்கேட்டர் மற்றும் முப்பரிமாண வரைபட எறியங்களை (stereographic projection) இதற்கு எடுத்துக் காட்டுகளாகக் கூறலாம். மேலும் கோண அளவு மட்டும் மாறாமல் இருக்கக் கூடிய ஒரு மாற்றம் கோண அளவு மாறா உருமாற்றம் (isogonal mapping) எனப்படும்.

மேலும் D என்னும் அரங்கில் f (Z) பகுமுறைச் சார்பாகவும், $f(Z) \neq 0$ ஆகவும் இருந்தால் அவ்வரங்கத்தில் w = f(Z) கோணம் மாறா நிலையுறு மாற்றமாகும். ஒருசில கோணம் மாறா மாற்றங்களின் மூலம் பாய்பொருள் இயக்கவிசையியலிலும் (fluid dynamics) வான் எந்திரவியலிலும் (aerodynamics) சில பொறிகளை வடிவமைக்க முடியும்.

அடுக்குத்தொடர். பகுமுறைச் சார்புகளில் ஓர் அடிப்படைத் தொகுதியே அடுக்குத் தொடர் ஆகும். இதைப் பின்வருமாறு வரையறை செய்யலாம்.

$$a_0,\ a_1,\ a_2\ \dots\ a_n$$

என்பவை கலப்பெண் மாறிலிகளாகவும், Z ஒரு கலப்பெண் மாறியாகவும் இருந்தால் (z-a) இன் நேர் முழு எண் அடுக்குகளை முறையே $a_0, a_1, a_2, \dots a_n$ ஆகியவற்றால் பெருக்கியதன் கூடுதலே அடுக்குத் தொடர் ஆகும். இதை $\sum_{n=0}^{\infty} a_n(z-a)^n$ எனக் குறிப்பிடலாம். கொடுக்கப்பட்ட கலப்பெண் மாறி Z க்கு ஓர் அடுக்குத் தொடரின் பகுதித் தொகைத் தொடர்கள் (sequence of partial sums) ஓர் எல்லைக்கு ஒருங்குமானால் அவ்வடுக்குத் தொடர் ஒருங்கல் தொடர் (convergent series) ஆகும். z=a என்னும் புள்ளியில் மட்டுமே சில தொடர்கள் ஒருங்கும். அதற்கு மாறாக R இன் அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் சில தொடர்கள் ஒருங்கும். பொதுவாக அனைத்து அடுக்குத் தொடர்களுக்கும் Rஎன்னும் ஒரு நேர்எண் ஒருங்கல் ஆரமாகவும், $|z-a| = R$ என்னும் வட்டம் ஓர் ஒருங்கல் வட்டமாகவும் இருக்கும். இவ்வட்டத்தின் உட்புறத்தில் ($|z-a| < R$) அடுக்குத் தொடர் அற ஒருங்கல் தொடராகவும், இதன் வெளிப்புறத்தில் விரிதொடராகவும் இருக்கும். மேலும் ஒருங்கல் வட்டத்தினுள் அடுக்குத்தொடர் ஒரு பகுமுறைச் சார்பாகும். மேலும் $p < R$ இருக்கும் போது $|z-a| < p$ என்னும் பகுதியில் அடுக்குத் தொடர் சீராக ஒருங்கும். ஒருங்கல் ஆரம்,

$$R = 1 \Big/ \underset{n \to \infty}{\text{எல்லை உச்ச}} \sqrt[n]{|a_n|}$$ என ஹடமார்ட் என்பவரால் வரையறை செய்யப்பட்டுள்ளது.

டெய்லர்தொடர். (z-a) ஐ (z-b) + (b-a) என எழுதலாம். அதாவது (z-b) = (z-a) — (b-a). $|b-a| < R$ ஆக இருக்கும்போது ஈருறுப்புத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி இதை விரித்தெழுதி அதன் உறுப்புகளை முறையே $a_0, a_1, a_2 \ldots a_n$ ஆகிய வற்றால் பெருக்கியதன் கூடுதலே டெய்லர் தொடர் ஆகும். இத்தொடரில் உள்ள கெழுக்கள் $a_0, a_1 \ldots$ ஆகியவை Z=a என்னும் புள்ளியில் உள்ள f(z) இன் வகைக்கெழுக்களை வைத்து நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. அதாவது,

$$f(z) = \sum_{0}^{\infty} \frac{f^k(a)(z-a)^k}{k!}$$

இத்தொடர் குறைந்தது $|z-a| < R$ என்னும் பகுதியில் ஒருங்கல் தொடராக இருக்கும். இத் தொடரின் ஒருங்கல் ஆரம் இம்மதிப்பைவிடக் கூடுத லாக இருந்தால் இப்புதிய அடுக்குத்தொடர், முதல் ஒருங்கல் வட்டத்தின் ($|z-a| = R$) ஒரு பகுதியின் மேல் அமையும் மற்றொரு ஒருங்கல் வட்டத்தில் ஒரு பகுமுறைச் சார்பை வரையறுக்கும். அப்பொது வானப் பகுதியில் இரு சார்புகளும் சமமாகவும் அவ் வட்டங்களில் உள்ள பிற இடங்களில் இச்சார்புகள் ஒன்றுக்கொன்று பகு இயல் சார்பின் தொடர்ச்சி யாகவும் இருக்கும். இதே முறையைப் பயன்படுத்தி மேலும் பல புதிய அடுக்குத்தொடர்களை நிறுவலாம். இவ்வடுக்குத் தொடர்களின் கணத்தை

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (z-a)^n$$

என்று முதன்முதலில் கூறியதைப் பகுமுறைச் சார் பாகவும், இக்கணத்திலுள்ள ஒவ்வோர் அடுக்குத் தொடரையும் இதன் உறுப்பாகவும் குறிப்பிடுவது வழக்கம்.

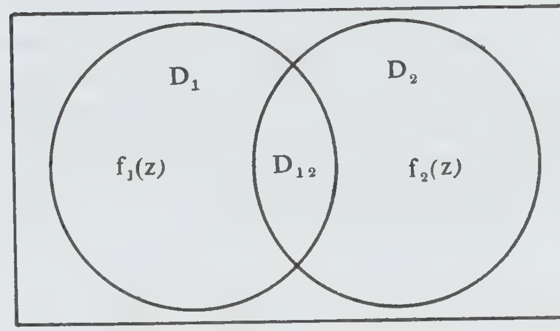
பகு இயல் தொடர்ச்சி (analytic continuation)

வரையறை. D_1 என்னும் பகுதியில் $f_1(z)$ ஒரு பகுமுறைச்சார்பு எனலாம். D_2 என்னும் பகுதியில் $f_2(z)$ ஒரு பகுமுறைச் சார்பு எனலாம். மேலும்

$D_1 \cap D_2 = D_{12}$ எனலாம்.

D_{12} இல் $f_1(z) = f_2(z)$ எனலாம்.

இப்போது $f_2(z)$ என்பது, D_{12} வழியாக $f_1(z)$ இன் பகு இயல் தொடர்ச்சி எனவும், $f_1(z)$ என்பது, D_{12} வழியாக $f_2(z)$ இன் பகு இயல் தொடர்ச்சி எனவும் கூறப்படுகின்றன. இதையே, $D_1 \cup D_2$ இல் f(z) என்னும் பகுமுறைச் சார்பு உள்ளது என்றும் அது



$$f(z) = \begin{cases} f_1(z), & D_1 \text{ ல்} \\ f_2(z), & D_2 \text{ ல்} \end{cases}$$

எனக் கூறலாம். இதேபோல f(z) என்னும் பகு முறைச் சார்பை $D_1 \cup D_2 \cup D_3 \ldots$ என்னும் பெரிய பகுதிக்கு விரிவாக்கலாம். இச்சார்புக்கு முழுமைப் பகுமுறைச்சார்பு எனப்பெயர். இதை விரிவாக்கு வதற்கும் ஓர் எல்லை உண்டு. இந்த எல்லை ஒரு மூடிய வளைவரையாக இருக்கும். இதற்கு இயற்கை எல்லை எனப்பெயர். சிலசமயங்களில் ஒருங்கல் வட்டத்திற்கு வெளிப்புறத்தில் அடுக்குத்தொடர் தொடர்ச்சியாக இல்லாவிட்டால் அவ்வொருங்கல் வட்டம் f(z) இன் இயற்கை வரம்பாகக் காணப்படும். மேலும் இம்முடிவிலா டெய்லர் தொடரைப் பூஜ்யத்தை மையமாக வைத்து எழுதினால் (a=0 சமன்பாடு ஒன்றில்) அது மெக்லாரின் தொடர் என்னும் அடுக்குத் தொடர் ஆகும்.

லாரன்ஸ் தொடர். (Laurentz series) பொதுவாக $\sum_{-\infty}^{\infty} a_n(Z-a)^n$ என்னும் அடுக்குத்தொடரை எடுத்துக் கொண்டால் அது $R_1 < |Z-a| < R_2$ என்னும் வட்ட வளையப்பகுதியில் மட்டுமே ஒருங்கல் தொடராக இருக்கும். மறுதலையாக f(Z) என்பது $R_1 < |(Z-a)| < R_2$ என்னும் வட்ட வளையப்பகுதியில் பகு முறைச் சார்பாக இருந்தால் அதை

$$f(Z) = \sum_{-\infty}^{\infty} a_n(Z-a)^n$$

என்னும் அடுக்குத் தொடராக எழுதலாம். இதில்

$$a_n = \frac{1}{2\pi i} \int_C \frac{f(t)dt}{(t-a)^{n+1}}.$$

ஆகும். C என்பது $|t-a| = r$ என்னும் வட்டம் ஆகும். r இனுடைய மதிப்பு R_1 க்கும் R_2 க்கும் இடையே இருக்கும். இது லாரன்ஸ் தொடர் எனப் படும். இதில் R_1 பூஜ்யத்திற்குச் சமம் ஆனால் f(Z), $0 < |Z-a| < R_2$ என்னும் பகுதியில் மட்டுமே பகு

முறைச் சார்பாக இருக்கும். Z=a என்னும் புள்ளியில் f(Z) ஐ வகையிட முடியாது. எனவே Z=a தனித்த சிறப்புப்புள்ளி ஆகும். இந்நிலையில் n இன் அனைத்து எதிர் முழு எண்களுக்கும் a_n பூஜ்யமாக இருந்தால் Z=a ஒரு நீக்கக்கூடிய சிறப்புப் புள்ளி (removable singular point) ஆகும். மேலும் லாரன்ஸ் தொடரை இரு அடுக்குத் தொடர்களின் கூடுதலாகப் பின் வருமாறு எழுதலாம்.

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (Z-a)^n + \sum_{n=1}^{\infty} b_n (Z-a)^{-n}$$

இதில் $\sum_{n=1}^{\infty} b_n (Z-a)^{-n}$, f(Z) இன் முதன்மையான பகுதி எனப்படும். இம்முதன்மைப் பகுதியின் முதல் n உறுப்புகள் தவிரப் பிற உறுப்புகள் பூஜ்யத்திற்குச் சமமாக இருந்தால் Z=a என்னும் புள்ளி f(Z) இன்n தரக் கதுப்புள்ளி (pole) ஆகும். முதல் தரக் துருவப்புள்ளியை எளிய துருவம் எனக் குறிப்பிடுவது மரபு. Z=a, f(Z) இன் கதுப்புள்ளியாக இருந்தால் அதன் சுற்றுப்புறத்தில் f(Z) இன் மட்டு உயர் மதிப்புடன் இருக்கும். மேலும் (Z=a) இல் f(Z) இன் மதிப்பு முடிவிலியாக இருக்கும். லாரன்ஸ் தொடரில் உள்ள $(Z-a)^{-1}$ இன் கெழு Z=a என்னும் புள்ளியில் f(Z) இன் எச்சம் (residue) எனப்படும்.

லாரன்ஸ் தொடரின் முதன்மைப் பகுதி முடிவிலாத் தொடராக இருந்தால் Z=a தனித்த சாரமான சிறப்புப் புள்ளி (essential singular point) எனப்படும். இப்புள்ளிகளில் f(Z) இன் மதிப்புக் கணக்கிட இயலாதது. தனித்த சாரமான சிறப்புப் புள்ளியின் சுற்றுப்புறத்தில் f(Z) இன் மதிப்பு பூஜ்யத்திற்கு அருகில், மிகச்சிறியதாகவும் அளவிட முடியாத அளவிற்குப் பெரியதாகவும் இருக்கும். இதை அடிப்படையாகக் கொண்டு கார்ல் வெயிஸ்ட்ராஸ் f(Z)இன் சாரமான சிறப்புப் புள்ளியின் எந்த ஒரு சுற்றுப்புறத்திலும் f(Z) இன் மதிப்பு அனைத்துக் கலப்பெண்களின் மதிப்பிற்கும் மிக அருகில் இருக்கும் என்னும் கொள்கையை வகுத்தார்.

கோஷியின் தத்துவம். f(Z)என்னும்சார்பு என்னும் ஒரு தனித்துத் தொடுத்த அரங்கத்தில் பகுமுறைச் சார்பாக இருந்தால் அவ்வரங்கத்தில் உள்ள அனைத்து அடைத்த வளைகோட்டின் மேலும் f(Z) இன் கோட்டுத் தொகை பூஜ்யமாக இருக்கும். அதாவது $\int_c f(Z)dz = 0$. Cஆனது Dஇல் உள்ள ஓர் அடைத்த வளைகோடு ஆகும். இவ்வடிப்படைத் தேற்றம் 1825 ஆம் ஆண்டு நிறுவப்பட்டது. பகுமுறைச் சார்பின் தத்துவத்தில் பல முக்கியமான தீர்வுகளின் கண்டுபிடிப்புகளுக்குக் கோஷியின் தேற்றம் அடிப்படையாக அமைந்தது. மேலும் f(Z) ஒரு தொடர்ச்சியான சார்பாக இருந்து $\int_c f(z) dz = 0$ என்பதும் பொருந்தினால் f(z) பகுமுறைச் சார்பாக இருக்கும். இது கோஷியின் தேற்றத்தினுடைய மறுதலையாகும்.

கோஷியின் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்திக் கோஷியின் தொகையீட்டு வாய்பாடான

$$f(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_c \frac{f(\xi)d\xi}{\xi - z}$$

என்பது நிறுவப்பட்டது. இதன் மூலம் C இன் வரம்பில் உள்ள f(ξ) யின் மதிப்பைப் பயன்படுத்தி அதன் உட்புறத்தில் உள்ள புள்ளிகளில் இச்சார்பின் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். மேலும் இத்தொகையை எத்தனை முறை வேண்டுமானாலும் கோட்டுத் தொகைக் (line inlegral) குறியீட்டிற்குள்ளேயே வகையிடலாம். ஆகவே,

$$f^r(z) = \frac{r!}{2\pi i} \int_c \frac{f(\xi)\, d\xi}{(\xi - a)^{r+1}}$$

எனவே ஒரு வகையிடத்தக்க சார்பின் அனைத்துத் தர வகைக்கெழுக்களையும் இதன் மூலம் கணக்கிடலாம்.

கோஷியின் தொகையீட்டு வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தி f(Z) என்னும் வகையிடத்தக்க சார்பை ஒரு முடிவிலாத் தொடராக எழுதலாம். அதாவது $(Z-a)^{-1}$ ஐத் தேவையான தொடர் வடிவத்தில் எழுதி, அதன் ஒவ்வோர் உறுப்பையும் (f) ξ ஆல் பெருக்க வேண்டும். இப்பெருக்கத்தின் உறுப்புக் கோட்டுத் தொகையே f(Z) இன் முடிவிலாத் தொடர் ஆகும். இம்முறையிலேயே டெய்லர் மற்றும் லாரன்ஸ் தொடர்களைக் கூட நிறுவலாம்.

எச்சத் தேற்றம் (residue theorem). f(Z) என்னும் சார்பு C என்னும் வட்டத்தின் மேலும் உள்ளும் வகையிடத் தக்கதாக இல்லாமல் சில தனித்த சிறப்புப் புள்ளிகளைப் பெற்றிருந்தால் Cஐச் சுற்றி f(Z) இன் கோட்டுத்தொகை Cஇன் உட்புறத்தில் உள்ள தனித்த சிறப்புப் புள்ளிகளில் f(Z) இன் எச்சங்களின் கூடுதலின் 2πi மடங்காகும்.

அதாவது,

$$\int_c f(Z)\, dZ = 2\pi i \sum R,$$

இதில் R, துருவம் a இன் எச்சம் ஆகும். C இன் உட்புறத்தில் உள்ள அனைத்துச் சிறப்புப்புள்ளிகளையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். மேலும் எந்தச் சிறப்புப் புள்ளியும் C இன் மேல் இருக்கக்கூடாது. இதைப் பயன்படுத்திப் பல வகையறாத் தொகையீடுகளின் (definite integrals) மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். இத்தேற்றம் மின் பொறியியல்,

இயற்பியல் போன்ற பல துறைகளில் முக்கியமான தீர்வு காண வழி செய்கிறது. கணித இயற்பியலில் பல வரம்பு மதிப்புக் கணக்குகளின் விடை காண இம்முறை இன்றும் பயன்படுகிறது. நீள்வளையச் சார்புகளின் பண்புகளை நிறுவவும் இத்தேற்றம் பயனுடையதாக உள்ளது.

முழுமை மற்றும் மெரோமார்ஃபிக் சார்புகள், முழுத்தளத்திலும் பகுமுறைச் சார்பாக இருக்கும் சார்பு முழுமையான சார்பு (entire function) எனக் கூறப்படும். e^z, Sin z, Cos z ஆகியவற்றை இதற்கு எடுத்துக்காட்டுகளாகக் கூறலாம். பல்லுறுப்புக் கோவையாக அமையாத முழுச் சார்பு, இயலுக்கு ஒவ்வாத சார்பாகும். எனவே மேற்கூறிய எடுத்துக் காட்டுகள் இயலுக்கு ஒவ்வாத சார்புகள் ஆகும். 1876 ஆம் ஆண்டு வெயிஸ்ட்ராஸ் என்பார் கொடுக்கப்பட்ட பூஜ்யங்களை உடைய முழுச் சார்பை நிறுவும் முறையைக் கண்டுபிடித்தார். மேலும் பூஜ்யங்கள் இல்லாத முழுச் சார்பு $e^{g(z)}$ என்னும் வடிவில் இருக்கும். ஒரு முழுச் சார்பின் மட்டு எல்லையுள்ளதாக இருந்தால் அச்சார்பு ஒரு மாறியாகும். இதைப் பயன்படுத்தி ஒருபடிச் சமன் பாட்டிற்கு ஒரு மூலமாவது உண்டு என்னும் இயற் கணித அடிப்படைத் தேற்றத்தை எளிதாகநிறுவலாம். f (Z) என்னும் சார்பு D என்னும் பகுதியில் துருவங் களைத் தவிரப் பிற இடங்களில் பகுமுறைச் சார்பாக இருந்தால் அதை மெரோமார்பிக் சார்பு எனக் கூற லாம். 1877 ஆம் ஆண்டு ஒரு மெரோமார்பிக் சார் பைப் பகுதிப் பின்னங்களாக எழுதும் முறையை மிட்டாக் லெஃப்லர் என்பார் கண்டுபிடித்தார். மேலும் f (Z) என்னும் மெரோமார்பிக் சார்பு c என்னும் அடைத்த வளைகோட்டின் உட்புறத்தில் a_1, a_2... என்னும் புள்ளிகளில் தரத் துருவங்களையும், b_1, b_2... என்னும் புள்ளிகளில்தரப் பூஜ்யங்களையும் பெற்றிருந்தால் c இன் மேல் f (Z) இன் துருவங் களும், பூஜ்யங்களும் இருக்கக்கூடா.

$$\frac{1}{2\pi i}\int_c \frac{f'(z)}{f(z)}\,dz = N - P$$ ஆகும்.

இதில் N என்பது பூஜ்யப்புள்ளிகளின் எண்ணிக்கை, P என்பது துருவங்களின் எண்ணிக்கை ஆகும். இத் தேற்றத்தைப் பயன்படுத்தி வீச்சத்தின் தத்துவமும், ரூசேயின் தேற்றமும் நிறுவப்பட்டன. இதன் மூலம் n படி உள்ள ஒவ்வொரு பல்லுறுப்புக் கோவையும், சரியாக n பூஜ்யங்கள் உடையது என்னும் இயற் கணிதத்தின் ஓர் அடிப்படைத் தேற்றத்தையும் நிறுவ லாம்.

நீள்வளையச் சார்புகள். பகுமுறைச் சார்புகளின் ஒரு பகுதியே நீள்வளையச் சார்புகள் ஆகும். இயல் வடிவக் கணிதம் போன்ற பல துறைகளில் இது பயன் படுகிறது. மேலும் கலப்பெண் மாறியின் சார்புகளின் தத்துவ வளர்ச்சிக்கும் நீள்வளையச் சார்புகள் இன்றி யமையாதவை. நீள்வளையத்தின் வில்லின் நீளத்தைக் கணக்கிடும்போது இத்தகு தொகைகள் வருவதால் இதை நீள்வளையச் சார்பு எனலாம். 1761 ஆம் ஆண்டே சுவிட்சர்லாந்தைச் சேர்ந்தஆயிலர் என்பார் கூடுதல் தேற்றங்களுக்குச் சமமான பல உண்மை களைக் கண்டறிந்தார். ஆனால் ஏட்ரியன் மேரி லெஜண்டர் என்னும் பிரெஞ்சு அறிஞரே நீள்வளை யச் சார்புகளை முறையாகக் கையாண்டு பல புதிய வாய்பாடுகளை வகுத்தார்.

- க. இந்திராணி

கலப்பைக்காலிகள்

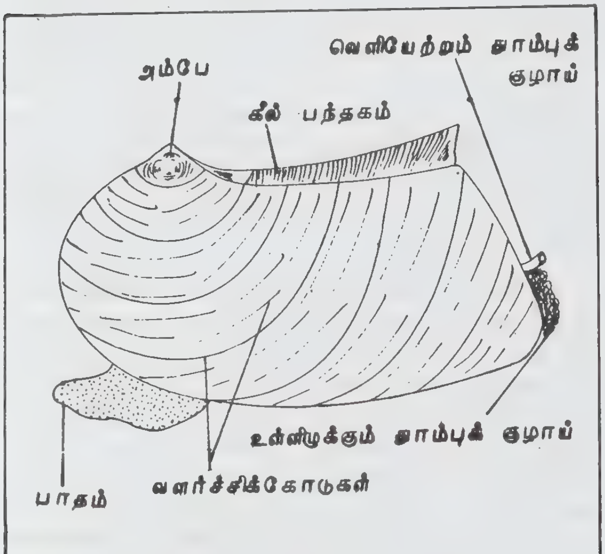
மெல்லுடலிகள் தொகுதியில் கலப்பைக்காலிகள் (pelecypoda) வகுப்பில், மட்டி, முத்துச்சிப்பி கப்பல்புழு (ship worm) போன்ற உயிரிகள் அடங்கும். கலப்பைக் காலிகளைச் சேர்ந்த உயிரினங்களில் சில மனித இனத்துக்கு உறுதுணையாக உள்ளன. கலப்பைக் காலிகள் ஆறு, ஏரி போன்ற பல இடங் களில் மண்ணில் புதைந்து வாழும். பல்வேறு வகை யான சிப்பிகளும் (clams) மட்டிகளும் (mussels) சீனா, ஜப்பான், மலேயா, ஐரோப்பா, அமெரிக்கா முதலிய நாடுகளில் உணவாகப் பயன்படுகின்றன. பிங்க்டேடா மார்கரட்டிஃபெரா, பின்க்டேடா மெர் டேன்சி போன்ற கடல் வாழ் சிப்பிகளிலிருந்து முத்து எடுக்கப்படுகிறது. இவ்வகை உயிரினங்கள் அனைத் தும் பொதுவாக ஒட்டித் திரிதல் இல்லாத வாழ்க்கை யுடையவை.

கலப்பைக் காலிகள் இருபக்கச் சமச்சீர் (bilaterally symmetrical) உடைய மெல்லுடலிகள் ஆகும். இவ்வகை உயிரினங்களின் உடல் இரு சமபாதியான வால்வுகள் எனப்படும் ஓடுகளால் மூடப்பட்டுப் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளது. கலப்பைக் காலிகளின் பாதம் கலப்பை அல்லது ஆப்புப் போன்ற தோற்ற முடையதாகும். இப்பாதம் மிகவும் உறுதியான தசைகளால் அமைந்தது. இவற்றின் ஓடுகள் மேற் புறத்தில் கீழ்ப்பந்தகத்தால் (ligament) இணைக்கப் பட்டுள்ளன. ஓடுகளைத் திறக்கவும் மூடவும் பூட்டுத் தசைகள் (adductor muscles) உதவுகின்றன. ஒவ் வொரு வால்வுகளின் கீழ்ப்பகுதியிலும் கீல் பற்கள் உள்ளன. இக்கீல் பகுதியின் முன் பக்கத்தில் அம்போ எனப்படும் ஓர் உருள்புடைப்பு உண்டு. ஓட்டின் மேல் பகுதியில் விளிம்பிற்கு இணையாக வளர்ச்சிக் கோடு கள் காணப்படுகின்றன. கலப்பைக் காலிகளின் உடலமைப்பில் தலை முழு வளர்ச்சி அடையாமலும், உணர் நீட்சிகள் (tentacles) இல்லாமலும் உள்ளது. இவ்வுயிரினங்களின் உடல் பக்கவாட்டில் தட்டை

யாக உடற்போர்வையால் (mantle) போர்த்தப் பட்டிருக்கும்.

உடற்போர்வையின் தோல் மடிப்பு உடலின் மேல்புறம் இணைந்துள்ளது. செவுள்கள் படலங் களாக (lamellate) அமைந்துள்ளன. உடற்குழி குறுகியுள்ளது. இதய உறைக்குள் (pericardium) உள்ள குழியே உடற்குழியாக உள்ளது. ட்ரோக் கோஸ்பியர், வெலிஜர் என்னும் இருவகைப்பட்ட இளவுயிரிகள் கலப்பைக்காலிகளின் வளர்ச்சிப் பருவத்தில் காணப்படுகின்றன. கலப்பைக்காலிகளைச் சேர்ந்த உயிரினங்கள் கடலிலும் காணப்படுகின்றன. இவ்வுயிரினங்களின் இரு வால்வுகளால் ஆன ஓடுகளே கிளிஞ்சல்கள் எனப்படும். ஒவ்வொரு வால்வும் இரு சமச்சீரற்றுக்காணப்படும். ஃபோலஸ், டெரிடோ போன்ற மெல்லுடலிகளின் ஓடு மெல்லியதாகவும் சிறியதாகவும் உறுதியற்றும் இருக்கும்.

கலப்பைக் காலிகளின் ஓடு பெரிஆஸ்ட்ரெக்கம் (periostracum) பிரிஸ்மாட்டிக் அடுக்கு அல்லது பட்டகை அடுக்கு, நேக்ரியஸ் அல்லது முத்தின் தாய் அடுக்கு ஆகிய மூன்று அடுக்குகளைக் கொண்டது. இவற்றுள் சிலவற்றின் ஓடு மிகவும் சிறியதாக 2 மி.மீ-4 மி.மீ இருக்கும்.



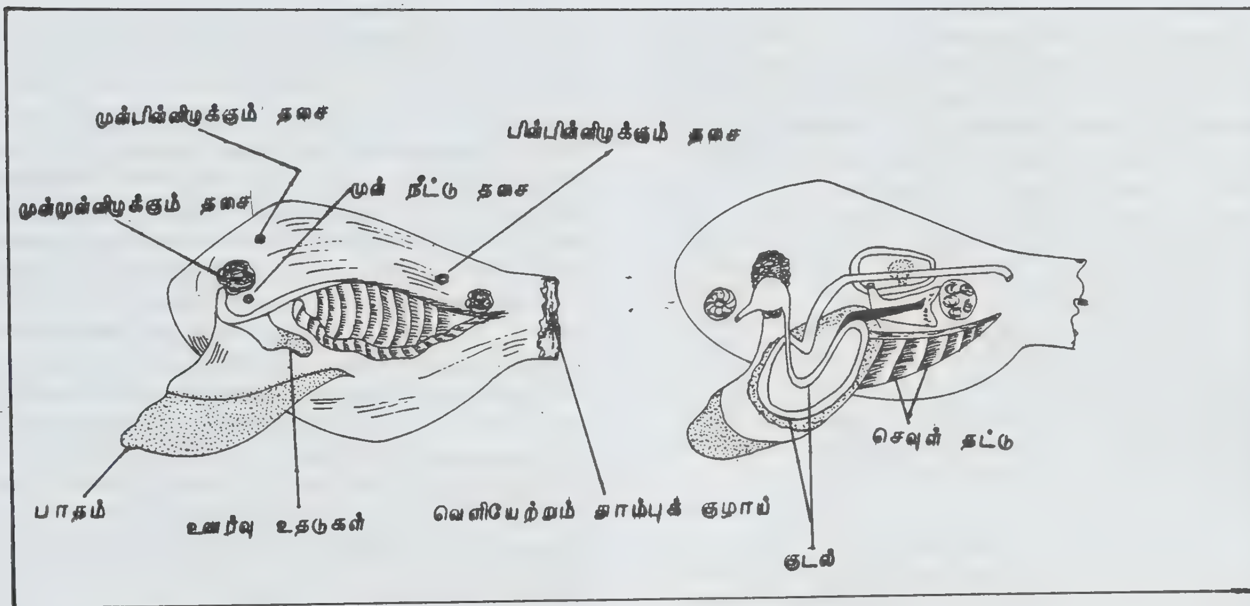
உடற்போர்வை (mantle layer) ஓடுகளுக்குக் கீழே காணப்படும். உள்ளிருக்கும் மென்மையான உடல் பகுதியைப் போர்த்தியவாறு நெருக்கமாக இணைந்து இருக்கும். இதன் மூலம் வெளியிலிருந்து வரும் சிறு துகள் போன்ற பொருள்கள் மான்ட்டி லுக்கும் ஓட்டுக்கும் இடையில் தங்குவது தடுக்கப் படும். இருப்பினும் சில நேரங்களில் சிறு மணல் போன்ற பொருள்கள் இந்த இடத்தில் தங்க நேரலாம். அச்சமயங்களில் இத்தகைய துகளைச் சுற்றி நேக்ரியஸ் அடுக்கு உண்டாகிறது. இதுவே சிலகாலத்தில் முத்தாக மாறும். முத்துகள் பொது வாக மூன்றாண்டுகளில் முதிர்ச்சியடைகின்றன.

பாதம். பொதுவாக, கலப்பைக் காலிகளின் பாதம் ஆப்பு அல்லது கலப்பை வடிவுடையதாகும். இருப்பினும் கலப்பைக்காலிகளின் பல்வேறு பழக் கங்களைப் பொறுத்து இத்தோற்றம் வேறுபடும். நியுகுலாவில் பாதம் தட்டையாகவும், மைட்டிலசில் உருளை வடிவாகவும், கார்டியத்தில் நீண்டு வளை வாகவும் காணப்படும். ஆஸ்டிரியா என்னும் ஒருவகைச் சிப்பியில் பாதம் இல்லை. மைட்டிலஸ் போன்றவற்றின் பாதத்தில் ஒருவகைச் சுரப்பிகள் காணப்படுகின்றன. இச்சுரப்பிகள் கான்க்யோலின் என்னும் ஒருவகைப் பொருளாலான நூலிழைகளைச் சுரக்கின்றன. இந்நூலிழைகள் வேர்களைப் போன்று அமைந்து இந்த உயிரினங்கள் தரையோடு ஊன்றிக் கொள்ள உதவுகின்றன. இவை பிஸ்ஸஸ் எனப்படும்.

உள்ளுறுப்புத் தொகுதிகள்: உடற்போர்வையில் இருபகுதிகளிலும் உள்ளுறுப்புத் தொகுதிகள் (visceral mass) இணைகின்றன. இந்த இணைப்பிற்குப் புற முதுகில் ஒன்றும் புறவாயில் ஒன்றுமாக இரு தூம்புக் குழாய்கள் உள்ளன. வாயிற்புறத் தூம்புக்குழாயின் விளிம்பில் உணர்வு நீட்சிகள் நீண்டுள்ளன. புறவாயின் தூம்புக் குழாய் வழியாக நீர் உள்ளே இழுக்கப்படுவ தால் அதற்கு உள்ளிழுக்கும் தூம்புக்குழல் (inhalent siphon) என்றும், புற முதுகுத் தூம்புக் குழாய் வழி யாக நீர் வெளியேற்றப்படுவதால் அது வெளியேற்றும் தூம்புக் குழல் (exhalent siphon) என்றும் கூறப்படு கின்றன. இரு போர்வைகளுக்கு இடையில் காணப் படும் இடப்பரப்பைப் போர்வை உட்குழி (mantle cavity) என்பர். இதனுள் மென்மையான உள்ளுறுப் புத் தொகுதிகள் பாதுகாப்பாக உள்ளன. கலப்பைக் காலிகளுக்குத் தனியாகத் தலையென்று எதுவும் இல்லை இவற்றின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் செவுள் அல்லது சிப்பிச் செவுள் உள்ளது. செரிமான உறுப்பு கள் இரத்த ஓட்ட உறுப்புகள், கழிவு நீக்கும் உறுப்பு கள், இன உறுப்புகள் ஆகியவை உள்ளுறுப்புத் தொகுதிகளாகும்.

உடற்குழி. உடற்குழி மிகவும் குறுகியதாகும். உடலின் முதுகுப்புறத்தில் இதயத்தைச் சுற்றியுள்ள முட்டை வடிவமான இதயச் சுற்றறைக்குள் மிகவும் குறுகி உள்ள குழியே உடற்குழியாகும்.

உணவு மண்டலம். வாயின் ஒவ்வொரு பக்கத் திலும் இரு முக்கோண வடிவுடைய உணர்வு உதடு கள் இரு பகுதியாகப் பிரிந்து குற்றிழைகளால் போர்த்தப்பட்டுள்ளன. இத்தகைய குற்றிழைகள் அலை போன்ற அசைவுகளால் நீரை உணவுத் துகள் களோடு வாய்ப்புறம் இழுக்க உதவுகின்றன. இந்த உயிரினங்களுக்குத் தாடைகள் இல்லை. வாய்த்துளை உணவுக் குழலோடு இணைந்துள்ளது. உணவுக்



போர்வை அகற்றப்பட்ட செரிமான மண்டலப் படம்

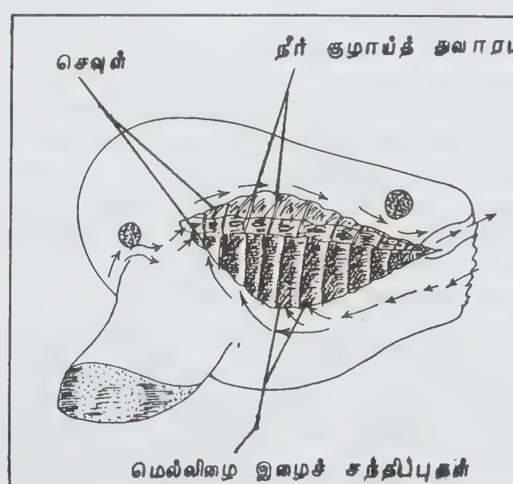
குழலைத் தொடர்ந்து இரப்பை உள்ளது. இரைப்பையுடன் இணைந்து ஒரு முட்டுக் குழாய் பையுள் உள்ள படிகக் குச்சி (crystalline style) மாவுப் பொருள் செரிக்க உதவுகிறது. இப்படிகக் கொம்பு சில கலப்பைக்காலிகளின் குடலுக்குள் காணப்படுகின்றது. இவற்றின் குடல் பலவாறு மடிந்துள்ளது. மலக்குழாய் இதயக்கீழறை வழியாகச் சென்று வெளியேற்றும் தூம்புக் குழல் அருகே மலவாய் மூலம் திறக்கிறது. பொதுவாக இரைப்பையைச் சுற்றிச் செரிமானச் சுரப்பி உள்ளது.

கலப்பைக்காலிகள் ஒரு செல் உயிரி, டையாட்டம் போன்ற நுண்ணுயிரிகளை உட்கொள்கின்றன. இவை அலைந்து திரியாமல் ஓரிடத்தில் ஒட்டியே வாழும் தன்மை கொண்ட உயிரிகளாதலால் வடிகட்டி உண்ணும் முறைப்படி உணவைச் சேர்க்கின்றன. இவற்றின் செவுள்களும் இதற்கு உதவுகின்றன. கடல் வாழ் கலப்பைக் காலிகளில் பொதுவாக உணவுச் செல் அகச்செரிமானமும் புறச்செல் செரிமானமும் காணப்படும்.

உள்ளிழுப்புக் குழாய் மூலம் நீருடன் இரையும் உள்ளே செல்கிறது. இந்த நீர் செவுள்களின் மேல் செல்லும்போது உணவு நீரிலிருந்து வடிகட்டப் படுகிறது. வடிகட்டப்பட்ட நீர் வெளியேறும் தூம்புக் குழல் வழியாக வருகிறது. இந்த உணவுச் செவுள்களில் சுரக்கும் கோழையும் வாயில் செல்கிறது. இவை உணர்வு உதடுகளை அடைந்து அங்கு உணவின் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு பிரிக்கப்படுகின்றன. செரிமானம் அடையாத உணவுப்பொருள் நீருடன் வெளியேற்றும் தூம்பு வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

உணவு பெரும்பாலும் இரைப்பையில் செரிமானம் ஆகும். இரைப்பையிலிருந்து உணவு அகச்செல் செரிமானச் சுரப்பிகளுக்குச் செல்கிறது. அங்கு அகச்செல் செரிமான முறைப்படிப் புரதப் பொருளும், கொழுப்புப் பொருளும் செரிமானம் அடைகின்றன. அங்கு அமைலேஸ் என்னும் நொதியால் குடலில் உள்ள படிகக் குச்சி (crystalline style) உணவு செரிமானமடைய உதவுகிறது. செரிமானமடைந்த உணவு செரிமானச் சுரப்பியால் உட்கவரப்படுகிறது.

மூச்சு மண்டலம். கலப்பைக்காலிகளில் மூச்சு உறுப்புகள் சிப்பிச் செவுள்களாகும். சிப்பிச் செவுள்கள்



மூச்சு மண்டலப் படம்

(ctenidia) பக்கத்திற்கு ஒன்றாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு செவுளும் வெளிச்செவுள் தகடு, உட் செவுள் தகடு என இரு பகுதிகளாகப் பிரிந்துள்ளது. ஒவ்வொரு செவுள் தகடும் இரு செவுள் படலங்க ளால் ஆனது. ஒவ்வொரு படலமும் செங்குத்தான நீண்ட செவுள் இழைகளால் ஆனது.

நியுகுலாஎன்னும் கலப்பைக் காலியில் இத்தகைய மெல்லிழைகள் குட்டையாகவும் செவுள் அச்சின் இருபுறமும் போர்வை உட்குழிக்குள் தொங்கிக் கொண்டுள்ளன. ஆர்க்காவில் மெல்லிழைகள் நீண்டு கீழ்நோக்கி வளர்ந்து மேல் மடிந்துள்ளன. இவை ஆங்கில எழுத்தான V போன்ற வடிவுடையனவாக ஒன்று கீழிறங்கும் பகுதியுடனும் ஒன்று மேல் ஏறும் பகுதியுடையனும் உள்ளன. இவ்விருகொம்புகளும் குற்றிழைகள் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

போர்வை உட்குழிவு வயிற்றுப் பக்கத்தில் ஒரு பெரிய உள்ளிழுக்கும் அறையாகவும் முதுகுப்புறம் ஒரு சிறிய வெளியேற்றும் அறையாகவும் அமைந் துள்ளது. நீர் உள்ளிழுக்கும் தூம்புக் குழல் வழியாகப் போர்வை உட்குழிவுக்குள் நுழைந்து செவுள்கள் மூலமாகச் செவுள் மேல் அறையுள் நுழைந்து வெளி யேற்றும் தூம்புக் குழல் வழியாக வெளியேறுகிறது. இச்சமயத்தில் நீரில் உள்ள ஆக்சிஜன் இரத்தத்தோடு கலக்கிறது.

இரத்த ஓட்ட மண்டலம். கலப்பைக்காலிகளின் இதயம், இதய உறைக்குள் மூடப்பெற்று முதுகுப் புறத்தில் காணப்படுகிறது. இதயம், நடுவில் ஓர் இதயக்கீழறையுடனும், கீழறையின் இருபுறங் களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இதயமேலறையுடனும் காணப்படும். இதயக்கீழறையின் முன்புறம் முன் பெருந்தமனியும் பின்புறம் பின் பெருந்தமனியும் உள்ளன. முன்பெருந்தமனி மலக்குடலுக்கு மேற்பக்க மாகவும் பின் பெருந்தமனி மலக்குடலுக்குக கீழ்ப்பக்க மாகவும் செல்கின்றன. இரு பெருந்தமனிகளும் பல தமனிகளாகப் பிரிந்து உடலில் பல பகுதிகளுக்கும் செல்கின்றன. உடல்போர்வைக்கும் இரைப்பைக்கும் குடல் சார்ந்த பகுதிக்கும், பாதத்திற்கும் தமனிகள் இரத்ததை எடுத்துச் செல்கின்றன. இத்தமனிகள் யாவும் நன்கு வரையறுக்கப்பெறாத பைக்குழி களிலும் (sinus) இடைக் குழிவுகளிலும் (lacunae) முடிவடைகின்றன.

பாதத்திலிருந்தும், உள் உறுப்புகளிலிருந்தும் புறப்படும் சிரைகள் ஒன்றாக இணைந்து பாதத்தில் ஒரு பாதப்பைக் குழிவை (pedal sinus) ஏற்படுத்து கின்றன, பைக்குழிவுகளிலிருந்தும், இடைக்குழிவு களிலிருந்தும் இரத்தம் இரு சிறுநீரகங்களுக்கு இடையே சென்று பெருஞ் சிரைக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது. சிறுநீரகம் சார்ந்த சிரைகள் மூலமாகச் சிறுநீரகத்திற்கு இரத்தம் எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இங்கு நைட்ரஜனுடன் கூடிய கழிவுப் பொருள்கள் இரத்தத்திலிருந்து அகற்றப்படுகின்றன. இங்கிருந்து நீளவாக்கில் அமைந்துள்ள உள் செல் செவுள் சிரைவழியாகச் செவுளை அடைந்து. செவுள் பெரும் இழைகளில் பல கிளைகளாகப் பிரிகிறது. இச்செவுள்களில் வளிம மாற்றம் ஏற்பட்டுத் தூய இரத்தம் வெளிச் செல் செவுள் சிரையை அடைந்து அங்கிருந்து இரத்தம் இதய மேலறைக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. உடல்போர்வைக்குச் சென்ற இரத்தம் அங்கு வளிம மாற்ற மேற்பட்டுப் பாலியல் சிரை வழியாக இதய மேலறையை அடைகிறது. பெருஞ் சிரையிலிருந்து இரத்தம் செவுள்களுக்குச் செல்லாமலேயே இதயத்தை அடைகிறது. இங்குவளிம மாற்றமடையாத குருதியும் வளிம மாற்றமடைந்த இரத்தத்துடன கலந்து விடுகிறது. ஆரிக்கிள் களிலிருந்து இரத்தம் வெண்டிரிக்கிளை அடைகிறது. கலப்பைக்காலிகளின் இரத்தம் வண்ணமற்றது. வெள்ளைச் செல்களும் ஹீமோசையனும் இதில் அடங்கியுள்ளன.

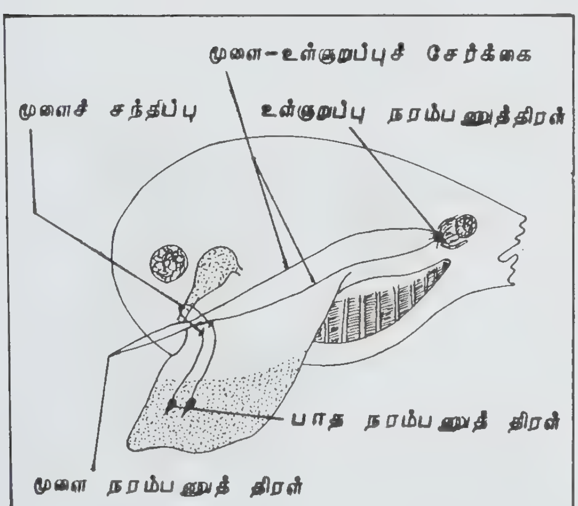
கழிவு மண்டலம். கலப்பைக் காலிகளின் கழிவு உறுப்புகள் சிறுநீரகங்களாகும், ஒவ்வொரு சிறு நீரகமும் குழாய் வடிவில் அதன் மேலேயே மடிந்து காணப்படுகிறது. இக்குழாயின் ஒரு முனை இதயச் சுற்றறைக்குள்ளும், மறுமுனை உடல் போர்வை உட் குழிவுக்குள்ளும் திறக்கும். சிறுநீரகக் குழாயின் கீழ்த் தண்டு பழுப்பு நிறமும் தொய்வுத்தன்மையும் கொண் டது. சுரப்பிச் செல்களாலான இக்குழாயின் மேல் தண்டு குறுஇழைகளுடன் கூடிய மெல்லிய சுவராலான பைபோல் உள்ளது. இரு சிறுநீரகப்பைகளும் முட்டை வடிவாக அல்லது நீளுருண்டை வடிவாக உள்ளன. ஒரு சிறுநீரகத்தின் ஒரு முனை இதயச் சுற்றிழை சார்ந்த புழை மூலமும், மறுமுனை கழிவுப்புழை அல்லது சிறுநீரகப் புழை (organs of bojanus) மூலமும் உள்செவுள் தகட்டில் திறக்கும். சிறுநீரகங்களும் போஜேனனின் உறுப்புகளும் சுரக்கும் தன்மை கொண்டவை. கீழ்த்தண்டு, சுரக்கும் தன்மை யற்றது. மேல்புகுதி சிறுநீரகக் குழாயாக இயங்கு கிறது. இங்கு நைட்ரஜனோடு கூடிய கழிவுப் பொருள்கள் இரத்தத்திலிருந்து நீக்கப்படுகின்றன.

போஜேனஸ் உறுப்பைத் தவிர, கீபர்ஸ் உறுப்பு இதயச் சுற்றறைச் சுரப்பிகள் ஆகிய உறுப்புகளும் கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகச் செயல்படும். சிவந்த பழுப்பு நிறமுடைய கீபர்ஸ் உறுப்பு, சுரக்கும் தன்மை உடையதாகும். கலப்பைக்காலிகளில் அம்மோனியாவும், அமினோ கூட்டுப் பொருள்களும் நைட்ரஜன் இணைந்த கழிவுப் பொருள்களாகும். யூரியாவும். யூரிக் அமிலங்களும் இக்கழிவுப் பொருள் களில் உள்ளன. புரோட்டோபிராங்கியேட்டா எனும் மெல்லுடலிகளில் இவ்வுறுப்பு முழுதும் சுரப்பிச் செல்களாலானது. சில சிப்பிகளில் சிறுநீரகம் சுரக்கும்

தன்மையுள்ள பகுதியாகவும் சுரக்கும் தன்மையற்ற பகுதியாகவும் பிரிக்கப் பெற்றுள்ளது.

நரம்பு மண்டலம். நரம்பு மண்டலம் சில இணை நரம்புச் செல்திரள்களும் அவற்றை இணைக்கும் சந்திப்புகளும் கொண்டது. உணவுக் குழாயின் பக்கவாட்டில் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக மூளை சார்ந்த இரு நரம்புச் செல்திரள்கள் உள்ளன. இவ்விரண்டு நரம்புச்செல் திரள்களும் குறுக்கு நரம்புகளால் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன உள்ளுறுப்புத் தொகுதியும் பாதமும் இணையுமிடத்தில் பாத நரம்புச்செல்திரள் அமைந்துள்ளது. பாத நரம்புச்செல்திரள் மிக நெருக்கமாக அமைந்து ஈரிதழ்த் திரளாக உள்ளது. பாத நரம்புச்செல்திரள் ஓர் இணை நரம்புச்செல்திரளால் ஆனது. பின் உள்ளிழுக்கும் தசையின் கீழ்ப்புறத்தில் ஓர் இணையான உள்ளுறுப்பு நரம்புச்செல் திரள் உள்ளது.

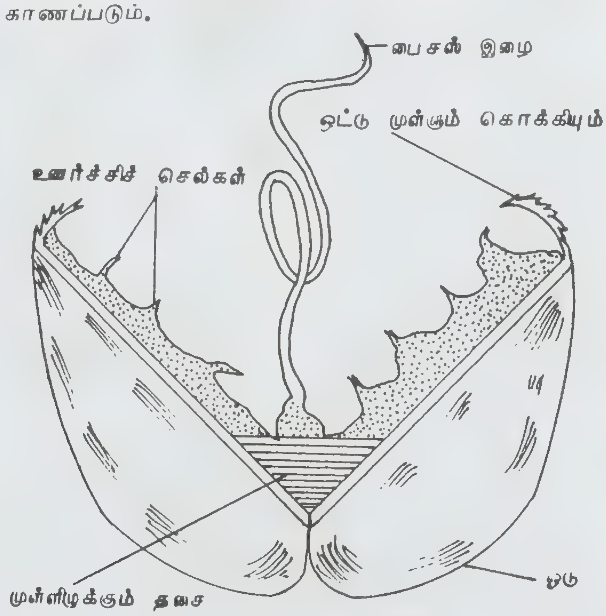
மூளை நரம்புச்செல்திரள் பாத நரம்புச்செல் திரள்களுடன் மூளை பாத நரம்புச் சேர்க்கையால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதே போல் மூளை-உள்ளுறுப்பு நரம்புச்செல்திரளுடன் மூளை உள்ளுறுப்பு நரம்புச் சேர்க்கையால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.மூளை சார் நரம்புச்செல் திரள்கள், உணர்வு உதடுகள், உடல்போர்வை ஆகியவற்றின் இயக்கத்தில் துணை புரிகின்றன. பாத நரம்புச்செல் திரட்டுகளிலிருந்து பாதத்திற்கும் உள்ளுறுப்பு நரம்புச்செல்திரள்களிலிருந்து இதயம், செவுள்கள், செரிமான உறுப்புகள் உடல்போர்வையின் பின்பகுதி ஆகியவற்றிற்கும் நரம்புகள் செல்கின்றன.



நரம்பு மண்டலப் படம்

உணர்வு உறுப்புகள். பாத நரம்பு முடிச்சுக்கருகில் சம உணர்வுப் பை (balancing) பாதத்தில் காணப்படுகிறது. உருண்டை வடிவான பை போன்ற அமைப்புடைய இப்பையினுள் சில சம உணர்துகள்கள் உள்ளன. இவை சுண்ணாம்பினால் ஆனவை, சில கலப்பைக்காலிகளில் சம உணர்வுப் பை வெளிப்புறம் திறக்கிறது, சிலசமயங்களில் இவற்றுள் மணல் துகளும் காணப்படும். உடல் போர்வையின் விளிம்பிலும் உள்ளிழுக்கும் தூம்புக் குழாயின் உணர்வு நீட்சிகளிலும் தொடு உணர்வுச் செல்கள் உள்ளன. தூம்புக் குழாயின் நுனியில் ஒளி உணர்செல்கள் உள்ளன. உணர் செல்கள் மஞ்சள் நிறத்தில் உள்ளுறுப்பு நரம்புச் செல் திரளுக்கருகில் உள்ளன.

இனப்பெருக்க உறுப்புகள். கலப்பைக்காலிகளில் ஆண், பெண் என்று இரு வகை உண்டு. இனப் பெருக்கக் காலத்தில் இன உறுப்புகள் பெருத்துத் தெளிவாகத் தெரியும். ஆண் மட்டியில் விந்துச் சுரப்பி அல்லது உறுப்பு வெண்மையாக இருக்கும். விந்து, தூம்புக் குழல், இன உறுப்புப் புழை இவற்றின் வழியாக நீர் வெளிப்படும். பெண் மட்டியில் அண்டச் சுரப்பி அல்லது உறுப்பு இளஞ்சிவப்பாக இருக்கும். ஆண் மட்டியிலிருந்து விந்து நீருடன் வெளியேறிப் பெண் மட்டியின் உள்ளிழுக்கும் தூம்புக் குழாய் வழியாக நீரின் மூலம் எடுத்துச் செல்லப்படும். கழிவுப் புழையில் கருவுறுதல் நடைபெறுகிறது. கருவுறுதலுக்குப் பின்னர் கிளாக்கிடியம் எனும் இளவுயிரி நிலை காணப்படும்.



கிளாக்கிடியம் இளவுயிரி

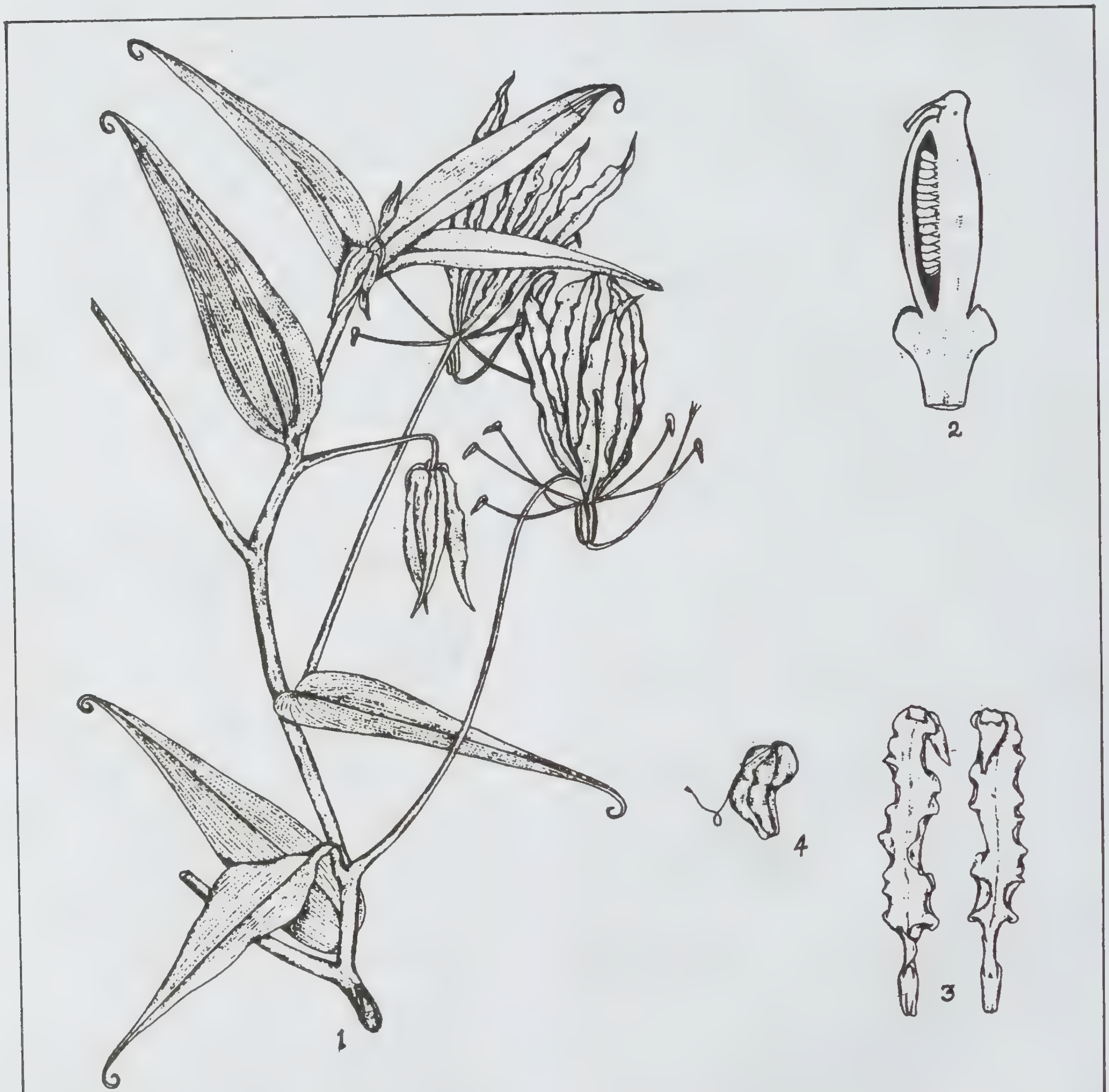
கிளாக்கிடியம் இரு வால்வுகளை உடையது. இவ்வால்வுகளுக்கு நடுவே உள்ளிழுக்கும் தசை உள்ளது. இந்த வால்வுகளின் வாய்ப்பகுதியில் கொக்கிகளும், முள்களும் உள்ளன. பிஸ்ஸஸ் இழை என்னும் நூல் போன்ற பகுதி இரு வால்வுகளின் நடுவிலிருந்து நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இது சுரக்கும் தன்மை உடையது. இந்த இளவுயிரி ஏறத்தாழப் பத்து வாரங்

களுக்கு நன்னீரில் வாழும் மீனின் உடலில் ஒட்டிக கொண்டு ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கை மேற்கொள்ளும். அதன் பின் மட்டியாக வளர் உருமாற்றமடைகிறது. ஒட்டுண்ணி வாழ்க்கையின்போது இளவுயிரி ஒட்டியுள்ள ஓம்புயிரியால் பல இடங்களைச் சென்றடைகிறது.

- ஜ. ஐசக் மதனி

கலப்பைக் கிழங்கு

இதற்குப் பல தமிழ்ப் பெயர்கள் உண்டு. பூக்கள் நெருப்பைப் போன்ற நிறங் கொண்டிருப்பதால் அக்கினிச்சிலம் என்றும், இதன் கிழங்கு கலப்பை வடிவாக இருப்பதால் கலப்பைக் கிழங்கு, இலாங்கலி என்றும், கிளையின் முனையில் நெருங்கியுள்ள இலை



கலப்பைக் கிழங்கு

1. பூக்களும் தழைத்தொகுதியும் 2. சூல்பை 3. இதழ்கள் 4. கனி

களின் முனை சுருண்டிருப்பதால் தலைச்சுருளி என்றும், அவ்வாறு வளைந்த நுனி அருகிலுள்ள செடிகளையும் மரங்களையும் பற்றுவதால், கோடல், கோடை என்றும், மழைக்காலத்தில் பூக்களை உற்பத்தி செய்வதால் கார்த்திகைப்பூ என்றும் இதற்குப் பலபெயர்கள் உண்டு. இதற்கு அரைவம், இரும்பு, கண்டல், கண்ணோவுப்பூ, நாபிக்கொடி, பட்டரை, செங்காந்தள், காந்தள், தோன்றி, வெண்தோன்றி, என்றும் வேறுசில பெயர்களும் உண்டு. இதன் தாவரவியல் பெயர் குளோரியோசா சுபர்பா (Gloriosa superba) ஆகும்.

இது லிலியேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்ததாகும். வேலிகளிலும், புதர்க்காடுகளிலும் முள்களினடயே இந்தச் செடி படர்ந்து நிமிர்ந்து அழகிய விரல்கள் போலவும் சுடர்கள் போலவும் தோன்றிப் பல நிறங் காட்டும் பூக்களைத் தாங்கிக காற்றில் மெல்ல அசைந்து கொண்டிருக்கும்.

கிளைத்துக் கொடிபோல் வளரும் கலப்பைக் கிழங்குச் (malabar glory lily) செடியை இந்தியக் காடுகளில் காணலாம். சமவெளியில் மட்டுமல்லாமல் மலைப் பகுதியில் 1800 மீ. உயரம் வரையிலும் வளர்கிறது. இந்தியா தவிர ஸ்ரீலங்கா, சீனா, ஆப்பிரிக்காவிலும் அந்தமான் தீவுகளிலும் இதைக் காணலாம். தோட்டங்களில் அழகான கண்ணைக் கவரும் மலர்களுக்காக இதை விரும்பி வளர்ப்பதுண்டு. வடிகால் வாய்ப்புள்ள, கரிமப் பொருள்கள் நிரம்பிய நிலத்தில் நன்கு வளரும். இதன் தண்டு பசுமையாகவும் வலிவற்றும் இருக்கும்.

இதன் தண்டு 3-7 மீ. உயரம் வளரும். தண்டில் கிளைகளும் உண்டாகும். நிலத்திலுள்ள கிழங்குகளிலிருந்து ஆண்டுதோறும் புதிய தரை மேல் தண்டுகள் வளர்ந்து வரும். கிழங்கு சாதாரணமாக உருண்டை வடிவில் இரண்டு பிரிவுகள் கொண்டிருக்கும் இரண்டு பிரிவுகளும் சமமாகவோ சமமில்லாமலோ இருக்கும். அவை இரு முனைகளிலும் கூராக இருக்கும். கிழங்குகள் 15-30 செ.மீ. நீளமாக 2.5-3.8 செ.மீ. குறுக்களவு பெற்று இருக்கும்.

இலைகளுக்குக் காம்பு இல்லை இலைகள் 7.5-15.0 செ.மீ. நீளமும், 2.0-4.5 செ.மீ. அகலமும் கொண்டவை. இவை மாற்றடுக்கம் அல்லது எதிரடுக்கத்தில் தோன்றியிருக்கும். கணு இடைப்பகுதி வளராமல் இருந்தால் இலைகள் வட்டச் சுற்றாக உண்டாகும். இலைகள் அகன்ற அடியுள்ள முட்டை அல்லது ஈட்டி வடிவில் நீண்ட பற்றுக் கொம்பு போன்ற சுருண்ட நுனியைப் பெற்றும் இருக்கும். இவற்றைக் கொண்டு அருகில் இருக்கும் மரம் செடிகளைப் பற்றிக் கொண்டு வளரும். இலைச் சிறு நரம்புகள் இணையாக இருக்கும்.

பூக்கள் ஜூலை - அக்டோபர் வரை உண்டாகும். பூக்கள் பெரியவை; இலைக் கக்கத்தில் தனியாக இருக்கும். கிளைகளின் நுனியில் இலைகள் நெருக்கமாக அமைந்திருப்பதால் பூக்கள் சமதள மஞ்சரி அமைப்புப் போன்ற தோற்றத்தைத் தரும். பூக்காம்பு 7.5-15.0 செ.மீ. நீளமிருக்கும். முனையில் வளைந்திருக்கும். பூ இதழ்கள் (perianth) 6 உண்டு. இவை 6.3 செ.மீ. நீளமும், 8 மி.மீ.-12மி.மீ. அகலமும் பெற்றுக் குறுகி நீண்டு ஓரங்களில் அலைபோல நெளிந்தும் இருக்கும். பூக்கள் மலர்ந்த பின் ஏழு நாள் வரை வாடாமல் இருக்கும். பூ இதழ்கள் முதலில் பச்சை, பிறகு வெண்மை கலந்த மஞ்சள், பிறகு கிச்சிலி கலந்த துலக்கமான சிவப்பு (scarlet), பிறகு நீலம் கலந்த சிவப்பு (crimson) நிறமாக மாறிக் கொண்டே போகும்.

பூ இதழ்கள் விரிந்து அகன்றோ, பின்னுக்கு மடங்கியோ இருக்கும். மகரந்தத் தாள்கள் 6 உண்டு. காம்புகள் 3.7 - 4.3 செ. மீ. நீளம் இருக்கும். மகரந்தப்பை 1.2 செ. மீ. அளவில், மேலொட்டி (dorsi fixed) இங்குமங்கும் திரும்பக்கூடியதாக இருக்கும். சூலகம் 3 அறைகளைக் கொண்டது. சூலகத் தண்டு 5 செ. மீ. நீளமாக ஒருபுறம் மடங்கியிருக்கும். சூல்கள் பல உண்டு.

கனி வெடிகனி வகையானது. கிழங்குகள் மிக நச்சுத்தன்மை கொண்டவை. இவை காரமாகவும், கசப்பாகவும் இருக்கும். கிழங்கில் கொல்ச்சிசின் (colchicine) என்னும் அல்க்கலாய்டு உள்ளது. கிழங்கைவிட விதையில் இச்சத்து மிகுதி. இச்சத்து ஸ்ரீலங்காவில் விளையும் கிழங்கில் 0.3% உம் பம்பாயில் விளையும் கிழங்கில் 0.1% உம் உள்ளது. கிழங்கை அறுவடை செய்யும் பருவத்திற்கேற்ப இச் சத்தின் அளவும் மாறுபடும். கிழங்கில் குளோரியோசின் என்னும் பொருளும் உள்ளது. கிழங்கு உடலில் வெப்பத்தை உண்டாக்கும். இதற்குப் புழுக்களைக் கொல்லும் தன்மை உண்டு. மருந்துக்காக இதை மழைக் காலத்திலும், மழைக்குப் பின்பும் அறுவடை செய்வதுண்டு.

கருஞ்சீரகம், காட்டுச் சீரகம், கார்போக அரிசி ஆகியவற்றுடன் இதைச் சேர்த்தரைத்து வெளிப் பூச்சாகத் தோல்நோய்களுக்கும் நரம்பு வீக்கத்திற்கும் பயன்படுத்தலாம். கிழங்கைப் பொடி செய்து குழைத்துக் கொப்பூழிலும் யோனியிலும் (vagina) தடவினால் பிள்ளைப் பேறு எளிதாகும். இப்பூச்சு அரிப்பு, வயிற்றுவலி இவற்றைப் போக்கும். மேலும் கருப்பையிலிருந்து நஞ்சுக்கொடி (placenta) வெளிவர உதவும். பூக்கள் காய்ச்சலைப் போக்கும். இலையில் செலிடோனிக் அமிலம் உள்ளது. இதன் இலைச்சாறு தலையிலுள்ள பேன்களைக் கொல்லும். கிழங்கிலிருந்து கிடைக்கும் ஆல்க்கலாய்டு மூலம் உயிரினங்களில் திடீர் மாற்றங்களைத் (mutation) தோற்றுவிக்கலாம்.

- கோ அர்ச்சுனன்

கலவி இனப் பெருக்கம்

இனப்பெருக்கம் என்பது ஓர் உயிரி தன்னைப் போன்ற மற்றோர் உயிரியை உருப்பெறச் செய்வது ஆகும். அதாவது, தனக்குச் சந்ததியை ஏற்படுத்திக் கொள்வது ஆகும். உயிரினங்களின் தனித்தன்மையில் இனப்பெருக்கம் ஓர் இன்றியமையாப் பண்பு ஆகும்.

இனப்பெருக்கம், கலவி இனப்பெருக்கம் (sexual reproduction) கலவி இலா இனப்பெருக்கம் (asexual reproduction) என இரு பெரும் பிரிவுகளாக வகுக்கப் படும். கலவி இனப்பெருக்கத்தில் ஆண், பெண் ஆகிய இரண்டு உயிரிகளும் பங்கு கொள்கின்றன. முதுகெலும்பில்லாத சிலஇன அமைப்பில் ஆண் பெண் வேறுபாடின்றி இருக்கும்.. மேலினங்களில் இவை தெளிவான வேற்றுமை உடையவை.

ஆணும், பெண்ணும் இனப்பெருக்கச் செல் களைத் (gametes) தம் இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் உண்டாக்குகின்றன. ஆணின் இனப்பெருக்கச் செல் விந்துச்செல் (spermatozoon or sperm) என்றும், பெண் இனப்பெருக்கச்செல் சினை (ovum) என்றும் குறிப்பிடப்படும். இவற்றின் சேர்க்கையால் உண்டாகும் கருமுட்டையினின்று ஒரு புதிய உயிரி தோன்றும்.

முட்டை கோள வடிவானது; தானாக இயங்க முடியாதது. கருவளர்ச்சிக்குத் தேவையான சத்துப் பொருள்கள் அனைத்தும் இதனுள் வைக்கப்படுவதால், உருவில் விந்துச் செல்லைவிடப் பலமடங்கு பெரியது. விந்துச்செல் பொதுவாக, ஒரு தலைப் பகுதியும், உடல் போன்ற மையப்பகுதியும், நீண்ட, மெல்லிய வால் போன்ற இழையும் கொண்டது. வால் பகுதியின் அசைவால் விந்து நகரவல்லது.

இனப்பெருக்கச் செல் வகை. ஒற்றைச் செல் உயிரிகளில் கலவி இனப்பெருக்கத்தில் பங்கு கொள்ளும் இனப்பெருக்கச் செல்கள் இரண்டும் உருவில் ஒரே தோற்றத்துடன் இருக்கும்; ஆண், பெண் இனப்பெருக்கச் செல்களை இனங்காண முடியாது. இவற்றை ஒரே வகையான இனப் பெருக்கச் செல்கள் அல்லது வடிவொத்த இனப் பெருக்கச் செல்கள் (isogametes) எனலாம். இரண்டு வகைச் செல்களுமே ஒன்றை நோக்கி மற்றொன்று நகரவல்லன.

ஆக்டினோஃபிரிஸ் போன்ற சிலவகை ஒற்றைச் செல் உயிரியில் இனப்பெருக்கச் செல்கள் வேறுபட்ட இனப்பெருக்கச் செல்களாக (anisogametes) உள்ளன. கடற்பஞ்சு இனங்களிலிருந்து கூட வெவ்வேறு வடிவும், செயல்பாடும் உள்ள விந்துச்செல், சினை ஆகியவை உருப்பெறத் தொடங்குகின்றன.

உடலுக்கு வெளியே நிகழும் கருவுறுதல் (external fertilization). மீன், தவளை போன்ற நீரில் வாழும் உயிரிகள் இனப்பெருக்க விந்து, முட்டை ஆகியவற்றை நீரில் இடுகின்றன. இனப்பெருக்கச் செல்கள் இணைந்து கருவுறும் நிகழ்ச்சி தாயின் உடலுக்கு வெளியே நடைபெறுகிறது. எனவே, கருவளர்ச்சியும் தாயின் உடலுக்கு வெளியிலேயே நிகழ்கிறது.

உடலுக்குள் நிகழும் கருவுறுதல் (internal fertilization). இவ்வகை இனப்பெருக்கத்துக்குப் புணர் உறுப்பு (vagina) ஒன்று தேவை. ஆண் தன் இனப்பெருக்கச் செல்களைப் பெண்ணின் உடலுக்குள் செலுத்தும் போதே கருவுறுதல் நடைபெற இயலும். சினை நாளத்தில் (oviduct) அல்லது அதன் மாறுபாடு அடைந்த பகுதியான புணர் உறுப்பில் விடப்பட்ட விந்துச்செல்கள் சினையை நோக்கிச் சென்று சினைநாளத்தின் முன்பகுதியில் கருவுறும்.

உள்ளே நிகழும் கருவுறுதலை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம். உடலுக்கு வெளியே நடைபெறும் கரு வளர்ச்சி (எ.கா) வண்ணத்துப்பூச்சி, கோழி இத் தகைய இனப்பெருக்கத்தை முட்டையிடல் என்பர். கருவுற்ற முட்டை பெண்ணின் உடலுக்கு வெளியே வந்துவிடும். அதாவது, தாய் தன் முட்டைகளைப் பாதுகாப்பான இடத்தில் இடும். வெளிப்புறத்தில் முட்டையின் கரு வளர்ந்து முதிர்ச்சி அடைய இளம் உயிரி (குஞ்சு) முட்டையினின்றும் வெளிப் படும். இவ்வாறு முட்டையிலிருந்து வரும் இளம் உயிரி தாயின் வடிவத்தில் முற்றிலும் வேறுபட்ட (கம்பளிப்பூச்சி போன்ற) இளவுயிரியாகவோ, தாயைப்போன்ற குஞ்சாகவோ இருக்கலாம்.

உடலுக்குள் நிகழும் கருவளர்ச்சி இவ்வகை இனப்பெருக்கத்தில் முட்டையை அண்ட நாளத்துக் குள்ளேயே தக்கவைத்துக் கொள்ள, கருவளர்ச்சி தாயின் உடலுக்குள்ளேயே நடைபெறுகிறது. இதை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். வளரும் கருவுக்குத் தேவையான பெரும்பாலான சத்துப் பொருள்கள் முட்டையிலிருந்தே பெறப்படும். ஆக்சிஜனும், நீர்மப் பொருளும் தாயின் சினைநாளத்திற்கு வரும் இரத்தத்தினின்று பெறப்படும்; கார்பன் டைஆக்சைடு தாயின் இரத்தத்தின் மூலமே வெளியேற்றப்படும். சிலவகைச் சுறாமீன்கள் இவ்வகை இனப்பெருக்கத் துக்கு எடுத்துக்காட்டாகும்.

தாயின் கருப்பையில் நிகழும் கருவளர்ச்சிக்குப் பாலூட்டிகள் சிறந்த சான்றாகும். இதில் வளர்கின்ற கரு தன் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அனைத்தையும் தாயின் இரத்தத்தினின்று கருப்பையின் சுவர்களில் உள்ள இரத்தக் குழாய்கள் மூலம் எடுத்துக் கொள் கிறது. இத்தகைய முட்டைகள் மிக நுண்ணிய உரு உடையவை; அவற்றில் கருவளர்ச்சிக்கு வேண்டிய சத்துப்பொருள்கள் சேமித்து வைக்கப்படுவதில்லை. கருவளர்ச்சி முற்றுப்பெற்றதும் கருப்பையினின்று

வெளியே வருகிறது; இதைப் பிறத்தல் என்பர். இவ்வகைக் கலவி இனப்பெருக்கத்தைக் குட்டிபோடுதல் என்பர். மனித இனத்தில் இவ்வகை இனப்பெருக்கமே நிகழ்கிறது.

- சோம. பேச்சிமுத்து

கலவியிலா இனப்பெருக்கம்

இனப்பெருக்கச் செல்களான விந்துச்செல், அண்டம் இவற்றின் சேர்க்கையின்றி, உடலில் காணப்படும் செல்களிலிருந்தோ செல்களின் தொகுதியிலிருந்தோ ஒரு புதிய உயிரி தோன்றும் இனப்பெருக்கத்திற்குக் கலவியிலா இனப்பெருக்கம் (asexual reproduction) என்று பெயர். கலவியிலா இனப்பெருக்கத்தின் பொருட்டு முன்னரே முதிர்ச்சியடைந்த ஓர் உயிரியின் உடலில் தோன்றும் செல்களின் தொகுதிக்குப் பிளாஸ்ட்டிமா (blastema) என்று பெயர். ஆனால் கலவி இனப்பெருக்க முறையில் கருவுற்ற அண்டம் ஒரே செல்லை அடிப்படையாக வைத்து ஒரு புதிய உயிரியின் தோற்றுவாயாக அமைகிறது.

பிளாஸ்ட்டிமாவிலிருந்து புது உயிரி தோன்றும் முறை பிளாஸ்டோஜெனஸிஸ் (blastogenesis) எனப்படும். இம்முறையில் தோன்றும் உயிரிக்குப் பிளாஸ்டோஸ் சுவாய்டு (blastozooid) என்று பெயர். ஒரு புதிய உயிரியை உருவாக்கத் தாய் உயிரியிலிருந்து எவ்வளவு திசுக்கள் ஒதுக்கப்படுகின்றன, மேலும் அவ்வாறு ஒதுக்கப்படும் திசுக்கள் எந்த அளவில் ஒருங்கிணைந்து செயலாற்றுகின்றன என்னும் அடிப்படைகளில் கலவியிலா இனப்பெருக்கத்தை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

பிளவுபடுதல் முறை. இம்முறையில் தாய் உயிரியின் உடலின் பெரும்பாலான பகுதிகள் அல்லது உறுப்புகள் புதிய உயிரி உருவாகும்போது அதற்குப் போய்ச் சேர்கின்றன.

அரும்புதல் முறை. தாய்ச்செடி உடலின் ஒரு பகுதியில் தோன்றும் புடைப்பிலிருந்து புதிய உயிரிகள் தோன்றும் முறைக்கு அரும்புதல் (budding) என்று பெயர். இவ்வாறு தாயின் உடலில் உருவாகும் அரும்புகளில் எந்தப்பகுதியும் தாயின் உடலில் சென்றடைவதில்லை. ஆனால் இவ்வரும்புகள் வளரும் போது அவற்றின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஊட்டத்தைத் தாயின் உடலிலிருந்து பெற்றுக் கொள்கின்றன. பின்பு தாயிடமிருந்து பிரிந்து தன்னிச்சையாக வாழ்கின்றன.

ஜெம்யூல் முறை. தாயின் உடலிலிருந்து தனித்து விடப்பட்ட ஒரு செல் தொகுதியிலிருந்தும் புதிய உயிரிகள் தோன்றலாம். இவ்வகைச்செல் தொகுதிக்கு ஜெம்யூல் (gemmule) என்று பெயர். புதிய உயிரி உருவாகும்போது தனக்கே உரிய முறையில் பல வாறாக மாறுபாடடைந்து தாயைப் போன்ற உடலமைப்பைப் பெறுகிறது.

பிளவுபடுதல் முறை. முழு வளர்ச்சியடைந்த ஓர் உயிரி சமபகுதியாகப் பிளவுபட்டு இரு புதிய உயிரிகளாகும் முறையே பிளவுபடுதல் (binary fission முறையில் மிகவும் எளிமையானதாகும். முதலுயிரிகள் இம்முறையில் பிளவுபட்டுப் பல்கிப் பெருகுகின்றன. குழியுடலிகள் புழுக்கள் போன்ற பல செல் உயிரிகளிலும் கலவியிலா இனப்பெருக்கப் பிளவுபடுதல் நடைபெறுகிறது. குழியுடலித் தொகுதியைச் சேர்ந்த பவளஉயிரிகள் நீள்போக்கு முறையில் பிளவுபட்டுப் புதிய உயிரிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. முள்தோலிகளில் சிறிது சிக்கலான வகையில் இம்முறை நடைபெறுகிறது. சான்றாக ஓஃபியாக்டிஸ் சாவிக்னியை என்னும் ஒடிநட்சத்திரத்தில் தாய் உயிரி பெட்டி போலமைந்த தனது உடலின் மையத்தை இரண்டாகப் பிளக்கிறது. அவ்வாறு பிளவுபடும்போது மையத்தில் ஒரு பகுதியோடு இரண்டு அல்லது மூன்று கைகள் உள்ளன.

ஒவ்வொரு பகுதியும் தனியே, தான் இழந்த மறுபாதியைப் புதுப்பித்தல் முறையினால் வளர்த்துக் கொள்கிறது. அவ்வாறு வளர்ந்த ஒரு பகுதி இறுதியில் தன் தாயின் உடலில் இருப்பது போலவே ஐந்து கைகளைப் பெற்றிருக்கும். பிளனேரியாக்களும், மண்புழுக்களும் குறுக்குப்போக்கில் பிளவுபடுதல் முறையைக் கையாளுகின்றன. இவை , இவ்வாறு பிளவுபடுவதால் தாயின் உடல் முன்பாதி, பின்பாதி என இரு பகுதியாகிறது. துண்டு பட்ட ஒவ்வொரு பகுதியிலும் தாயின் உடலிலிருந்து பெறப்பட்ட தோல், உணவுக்குழாயின், பகுதி, நரம்பு மண்டலத்தின் பகுதி, ஆகியவை இருப்பதால் பிளவுபட்ட பிறகு, முன்பாதி. பின்பாதியையும், பின்பாதி முன்பாதியையும் காலப்போக்கில் எளிதில் வளர்த்துக் கொள்ள இயலுகிறது.

ராப்டோசீல் (rhabdocoel) களிலும் சிலவகை மண்புழுக்களிலும் இவ்வகையான குறுக்குப் போக்கான பிளத்தல் முறை (transverse fission) மிகவும் விரைவாக நடைபெறுகிறது. எனவே தாயின் உடல் இரண்டாகப் பிளவுபடு முன்பே ஒவ்வொரு புதிய உயிரியின் உடலும் இரண்டிரண்டாகப் பிளவுபடத் தொடங்கும். ஆகையால் புதிய உயிரிகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்ட தற்காலிகமான ஒரு சங்கிலித்தொடர் போன்ற அமைப்பை ஏற்படுத்துகின்றன.

குழியுடலித் தொகுதியைச் சார்ந்த ஆரிலியா (aurelia) வில் கலவியலா இனப்பெருக்கம் செய்யும் பாலிப்புகள் கலவி முறையில் இனப்பெருக்கம் செய்யும் மேடுசாக்களை உற்பத்தி செய்யும்போது தட்டுபிரிதல்

(strobilation) என்னும் முறையைக் கையாளுகின்றன. ஒரு பாலிப்பின் உடல் குறுக்குவாட்டில் ஒன்றுக் கொன்று மிகவும் நெருக்கமாக அடுத்தடுத்து அமையும் வகையில் பல தட்டுகள் அல்லது தகடுகள் போல் பிரியும் முறையில் வெட்டப்படும். பின்பு ஒவ்வொரு தகடும் பிரிந்து சென்று புதிய உயிரியான மெடுசாவாக உருவாகும். இம் முறை சில இனப் பாலிக்கீட்டுகளிலும், அசிடியன்களிலும் கையாளப் படுகிறது.

அரும்புதல் முறை. குழியுடலிகளும் அசிடியன்களும் அரும்புதல் முறையில் கலவியிலா இனப் பெருக்கம் செய்தலுக்குச் சிறந்த சான்றுகளாக உள்ளன. தாய் உயிரியின் உடலின்பக்கவாட்டில் மிகச் சிறு முண்டுகளாக அரும்புகளின் மொட்டுகள் சிறிது சிறிதாக வளர்கின்றன. அதன் நுனிவாயில் துளை தோன்றுகிறது. குழியுடலிகளில் இத்துளையை மையமாகக் கொண்டு வட்ட வடிவில் உணர்நீட்சி இழைகள் வளர்கின்றன. இவ்வாறே அசிடியன்களில் அரும்புகளின் நுனியில் வாய் துளையும், தொடர்புடைய உறுப்புகளும் தோன்றுகின்றன. இவ்வாறு தோன்றும் அரும்புகள் பின்னர், தாய் உயிரியின் உடலிலிருந்து தனிப்படுத்தப்பட்டுத் தனித்த உயிரியாக மாறுகின்றன, அல்லது முழு வளர்ச்சி யடைந்தாலும் தாயின்உடலோடு இணைந்தேயிருந்து ஒரு விலங்குத் தொகுதியை (colony) ஏற்படுத்து கின்றன. ஹைட்ரா போன்ற குழியுடலிகளில் தாயின் உடலின் மேற்பரப்பில் இவ்வகை அரும்புகள் எங்கும் தோன்றலாம். ஆனால் அசிடியன்களில் அரும்புகள் தோன்றுகின்றன. இப்பகுதிக்கு ஸ்டோலன் (stolon) என்று பெயர்.

ஜெமியூல் முறை. பிரையோசோவன்களிலும், நன்னீர்ப் பஞ்சுகளிலும் இவ்வகையில் கலவியிலா இனப் பெருக்கம் நடைபெறுகிறது. நன்னீர்ப் பஞ்சுகளில் இவை ஜெம்மியூல்கள் என்றும், பிரையோசோவன் களில் ஸ்டேட்டோபிளாஸ்டுகள் என்றும் குறிப்பிடப் படுகின்றன. இவை எத்தகைய மாறுபட்ட காலநிலை களையும் தாங்கிக்கொண்டு உயிர் வாழ்கின்றன. குளங்குட்டைகளில் நீர் வற்றிப் போனாலும் நீர் உறைந்து பனிக்கட்டியானாலும் தாய் உயிரி அல்லது கூட்டுயிரி வாழ முடியாமல் அழிந்து விடுகிறது. ஆனால் ஜெம்மியூல்கள் அழிவதில்லை. ஏற்ற சூழ்நிலை வரும் வரை காத்திருந்து பின்னர் புதிய உயிரியாக வளரும். மாறுபாடடையாத பல செல்கள் தாயின் உடலின் உட்பகுதியில் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு தொகுதியாக மாறுகின்றன. பின்னர் அத்தொகுதி கடினமான ஓடு ஒன்றால் போர்த்தப்படுகிறது.

நன்னீர்ப் பஞ்சுகளில் இவ்வோடு வரிசையாக அடுக்கப்பட்ட ஊசிகள் போன்ற கடினப் பொருளால் வலிவூட்டப்பெறுகிறது. இவ்வாறாகத் தோன்றும் ஜெம்மியூல்களும், ஸ்டேட்டோபிளாஸ்டுகளும் தாயின் உடல் இறந்து சிதைந்த பின்னர் மண்ணில் உதிரிகளாகச் சிதறுகின்றன. ஏற்புடைய சூழ்நிலையில் ஓடு உடைந்து உள்ளிருக்கும் செல் தொகுதி வெளி யேறிப் புது உயிரியை உருவாக்குகிறது. அனைத்து வகையிலும் முழுதுமாக மாறுபாடடைந்த செல்களை உடைய முழு வளர்ச்சியடைந்த உயிரி எவ்வாறு கலவியிலா இனப்பெருக்கத்திற்குத் தகுந்த செல் களைப் பெற்றுள்ளது என்று ஆயுமிடத்துப் பின்வரும் உண்மைகள் தெரியவருகின்றன.

உடலின் முழு வளர்ச்சியடைந்த உறுப்புகள் கரு வின் செல்களிலிருந்தே தோன்றுகின்றன. அவ்வாறு தோன்றும் உறுப்புகளிலுள்ள செல்கள்தாம் செய்யும் தொழிலுக்கும் ஏற்றவாறு உருமாற்றம் அடைந்தவை யாகக் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக ஒரு முறை இவ்வாறு மாறுபாடு அடையும் செல்கள் மீண்டும் கருவில் காணப்படும் செல்கள்போல் பண்புகளில் மாறுவதில்லை. இருப்பினும், கரு ஓர் உயிரியாக உருவெடுக்கும்போதே சில செல் தொகுதிகள் தாம் பெற்றிருக்கும் கருச்செல்லின் பண்புகளைக் கை விடாமல் தொடக்க நிலையில் இருப்பவை போன்றே மாறுபாடு அடைவதில் பின்தங்கிக் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறான செல் தொகுதிகள் கலவியிலா இனப் பெருக்கத்தின் போது, குறிப்பாகப் பிளவுபடுதலின் போது, பகுதியை மீண்டும் வளர்த்துக் கொள்ளப் பயன்படுகின்றன. ஆனால், அரும்புதல் முறையிலும் ஜெம்மியூல் முறையிலும் கலவியிலா இனப்பெருக்கம் செய்யும் உயிரிகளில் இத்தகைய செல்கள் அனைத்து வகையான திசுக்களையும், உறுப்புகளையும் உருவாக் கும் வல்லமை பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. இதி லிருந்து, அத்தகைய செல்கள் கருவில் தொடக்க நிலை யான கருவுற்ற முட்டையின் தன்மையைப் பெற் றுள்ளமை புலனாகும்.

- எஸ். மாடசுவாமி

கலன் நலிவு

செல்களில் ஏற்படும் காயங்களால் ஏற்படும் வளர் சிதை மாற்றத்தில் உண்டாகும் தோற்றமே செல் நலிவு அல்லது கலன் நலிவு எனப்படும். இதனால் செல்கள் வீர்த்துச் சைட்டோப்பிளாசத்தில் பல்வேறு பொருள்கள் காணப்படும். இப்பொருள்கள் கண்ணுக் குப் புலப்பட்டாலும், மிகக்குறைந்த அளவிலும், பல சமயங்களில் இல்லாத நிலையிலும்கூடக் கலன் நலிவில் தோன்றக்கூடும். இவ்வாறு கலன்நலிவு, இயல்புமீறிய பொருள்களையும் செல்மாற்றத்தையும் பொறுத்துப் பல்வேறு பெயர்களால் குறிக்கப்படும். செல்வீக்கம், தொற்று அல்லது நச்சுகளால் தாக்க முற்ற செல்களில் இம்மாற்றம் காணப்படும். இந் நோய் ஈரல், சிறுநீரகம் இவற்றில் மிகுதியாகவும் இதயத்தில் அரிதாகவும் தோன்றும்.

நீர் வீக்கத்துடன் கூடிய கலன் நலிவு. செல் வீக்கத்தை உண்டாக்கும் காயங்களைவிட நீர் வீக்கத்தைஉண்டாக்கும் காயம் தீங்கானது. இதனால் செல்களில் நீர் உறிஞ்சப்பட்டுச் செல்கள் பெரிதாவதுடன் பல்வேறு அளவில் வெற்றிடங்களும் (vacuoles) சைட்டோப்பிளாசத்தில் தோன்றும். இதனால் இதை வெற்றிடக் கலன் நலிவு என்பர்.

கொழுப்புக் கலன் நலிவு. இது ஈரல், சிறுநீரகம், இதயம் ஆகியவற்றில் தோன்றும். தாக்கமுறும்போது தாக்கப்பட்ட உறுப்பு மஞ்சள் நிறத்தில் பெருத்துத் தோன்றும். தொற்றினால் வரும் நச்சு, பாஸ்ஃபரஸ், கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு, குளோரோஃபார்ம், இத்தியோனின், எத்தனால், சோகை நோய், ஆக்சிஜன் இல்லாமை போன்றவை இம்மாறுதலைத் தோற்றுவிக்கும்.

ஹயலின் கலன் நலிவு. ஹயலின் என்பது சைட்டோபிளாசத்துள் காணப்படும் பொருள். அமில நிறமாகிய இயோசின் நிறமேற்கும்போது அதை ஹயலின் கலன் நலிவு என்கின்றனர். இது சிறுநீரக வடிகுழாயுள் உள்ள எபிதீலியல் செல்களிலும், உணவுக்குறைவால் ஈரலில் வரும் நார்த்தலுடன் புதுவளர்திசுவிலும் (cirrhosis),மஞ்சள் காய்ச்சலிலும், ஈரல் புற்று, பிட்டியூட்டரி சுரப்பியிலும் தோன்றும். முனைப்பான தொற்று நோய், டைஃபாய்டு காய்ச்சலில் தசை மெழுகு கலன் நலிவு (Zenker's degeneration) தோன்றும்.

அமைலாய்டு கலன் நலிவு. இரண்டாம் நிலை அமைலாய்டு நலிவு-நாட்பட்ட தொற்று நோய்களாகிய சிஃபிலிஸ், காசநோய், தொழுநோய், நாட்பட்ட அழற்சிகளான மூட்டழற்சி, குறிப்பிட்ட பகுதிக் குடல் அழற்சி (regional enteritis) நாட்பட்ட புண்களுடன் கூடிய பெருங்குடலழற்சி (chronic ulcerative colitis) மற்றும் ஹாட்சுகின் போன்ற புற்றுகளிலும் காணப்படும்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கலாயிஸ் (1811--1832)

கால்வா என்னும் எவரிஸ்ட் காலாயிஸ் சிறந்த கணித மேதையாவார். இவர் பெயர் கொண்ட கால்வா குலக் கொள்கை இயல் கணிதத் துறையில் முக்கியமானது ஆகும்.

வாழ்க்கை வரலாறு. இவர் பிரான்ஸ் நாட்டில் உள்ள போக்லாரைன் நகரின் மேயரின் புதல்வராக 1811 ஆம் ஆண்டு பிறந்தார். தந்தையின் முயற்சியால் பாரிஸ் நகரில் உள்ள லைஸீ லூயிலா கிராண்ட் பள்ளியில் சேர்ந்து பயின்றார். கணிதத் துறையில் இவர் சிறந்த மதிப்பெண்களைப் பெற்றாலும், பாரிசில் உள்ள தொழில்நுட்பப் பள்ளியின் நுழைவுத் தேர்வில் இருமுறை தோல்வியுற்றார். எனினும், அயர்ச்சியடையாது 1830 இல் தேர்ச்சியுற்றார். பிரெஞ்சுப் புரட்சியின் தொடக்கச் சின்னங்கள் தோன்றியபோது நிர்வாகத்தைத் தாக்கி நாளேட்டில் எழுதியதால் இவர் பள்ளியினின்று நீக்கப்பட்டார். 1821 இல் மன்னன் லூயி பிலிப்பைப் பற்றி இவர் ஆற்றிய சூறாவளி உரை புரட்சியைத் தூண்டுவது எனக் கருதப்பட்டதால் இவர் கைது செய்யப்பட்டார். விடுதலை ஆன சில வாரங்களுக்குள், இராணுவச் சீருடை அணிந்து, ஆயுதந்தாங்கிச் சென்றதன் விளைவாக ஆறுமாதச் சிறை தண்டனை பெற்றார்.

நூல்கள். இந்தப் போருக்கு முன், தம் நண்பரான அகஸ்ட்டஸ் கவாலியருக்கு எழுதிய கடிதத்தில் இருந்து இவர் எழுதிய மூன்று நூல்களைப் பற்றி அறிய முடியும். அவற்றில் ஒன்று இயல் சார்புகளின் தொகையீடுகள் மற்றும் நீள்வட்டத் தொகையீடுகள் (elliptic integrals) பற்றி எழுதப்பட்டது. எஞ்சிய இரண்டும் கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாடுகளின் மூலங்களைக் கொண்டு கலாயிஸ் களங்களைப் (fields) பெறும் முறையை விளக்குவதாகும். ஒரு சமன்பாட்டில் கலாயிஸ் குலம் என்னும் புதிய அடிப்படைக் கருத்தைக் காணலாம். இவற்றைப் பிரெஞ்சு அவை ஏற்க மறுத்தது. ஆனால், இவர் இறப்பிற்குப் பின், 1832 செப்டம்பரில் இவை கலைக்களஞ்சிய ஆய்வேட்டில் (revue eucyclopedique) வெளியிடப்பட்டன. இவர் சமன்பாடுகளின் தீர்வு காண எழுதிய (*Memoire sur les resolubititie des equations per radioaux*) என்னும் நூலை லியோவில் ஏடு (*diouvilles Jouruaiexi*) 1866 இல் வெளியிட்டதைக் கண்ட டெடிகன்ட், க்ரானெக்கர் என்போர் இவை கலாயிஸின் புகழ் நிலைத்து நிற்கப் போதுமானவை எனக் கருத்தைத் தெரிவித்தனர்.

கலாயிஸ் களங்கள். K என்னும் களத்தின் இயல்பான, பிரிக்கக்கூடிய, முடிவுறுவண்ணம் விரிவாக்கப்பட்ட களமாக L என்னும் களம் இருக்கலாம். L என்னும் களத்தின் K மாறா ஒன்றுக்கொன்று மேல் மாற்றங்கள் (K-automorphisms) குலத்தை, K மேல் உள்ள L இன் கலாயிஸ் குலம் எனலாம். இதை G (L/K) எனக் குறிப்பிடலாம். G (L/K) இன் சார்புகள் எல்லாவற்றாலும் மாறாதிருக்கும் உறுப்புகள் K இல் உள்ளவை. மேலும் G (L/K)என்னும் குலத்தின் வரிசை எண் (order) K இன் மீது L படி (degree) ஆகும். K க்கும், L க்கும் இடையே M என்னும் களம் இருப்பின், f: M→G (L/M) என்னும் சார்பு ஒன்றுக்கொன்று மேல்மாற்றம் ஆகும். இதில் G(L/M LM) என்பது G (L/K) இன் துணைக்குலம் ஆகும். இப் பண்புகள் முடிவுறு களங்களில் காணப்படுவதால் அவை கலாயிஸ் களங்கள் எனப்படுகின்றன.

- ஜ.டி. சாமுவேல்

கலானஸ்

கணுக்காலிகள் தொகுதியில் கடின ஓட்டுக்கணுக் காலிகள் வகுப்பில் கோபிபோடா வரிசையில் கலானஸ் (galanus) நீர்ப்பூச்சி வகைப்படுத்தப்பட் டுள்ளது. துடுப்புக்காலி எனவும் இது குறிப்பிடப் படுகிறது. கடல் வாழ் மிதவை உயிரிகளில் இது எண்ணிக்கையிலும், மீன்வளப் பொருளாதாரத்திலும் முக்கிய இடம் பெறுகிறது. தாவர மிதவை உயிரி களை உண்டு நன்கு செழித்து வளர்ந்து, காட், ஹெர்ரிங் போன்ற மீன் இனத்திற்கும், திமிங்கலம் போன்ற கடல் வாழ் விலங்கினங்களுக்கும் சிறப்பு உணவாகப் பயன்படுகிறது. கலானஸ் மித வெப்பக் கடலிலும், குளிர் கடலிலும் மிகுதியாக வாழ்கிறது. ஆனால் வெப்பமண்டலக் கடல்களில் மிகவும் குறை வாகவே காணப்படுகிறது. குளிர் பகுதிக் கலானஸ் நிறமற்றும், வெப்ப மண்டலக் கலானஸ் அழகிய நிறத்துடனும் காணப்படும்.

கலானஸ் தனித்து வாழும் மிதவை உயிரியாகும் அது ஏறத்தாழ 1-3 மி.மீ. நீளம் உடையது. அதன் உடல், தலை, மார்பு, வயிறு, வால் என நான்கு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தலைப்பகுதி முன்னோக்கி அமைந்துள்ள ரோஸ்ட்ரம் (rostrum) ஓட்டால் உருவாகியுள்ளது. மார்புப் பகுதியில் ஐந்து பெரிய கண்டங்கள் உள்ளன. ஐந்து இணை நீந்தும் கால்கள் உண்டு. முதல் இணைக் கால்கள் மற்றைய நான்கு இணைக் கால்களைவிட வேறுபட்டும் இடுக்கி போன்றும் அமைந்துள்ளன. முதல் இணைக் கால்கள் உணவைப் பிடித்து உண்ண உதவுகின்றன. ஏனைய நான்கு இணைக் கால்கள் துடுப்புப் போன்று அமைந்து நீந்த உதவுகின்றன. வயிற்றுப் பகுதி மிகவும் குறுகியதாகவும் நான்கு சிறிய கண்டங் களாகவும் அமைந்துள்ளது. வேறு துணை உறுப்புகள் இல்லை. வால் பகுதி இறுதி வயிற்றுக் கண்டத்தி லிருந்து பிளவுபட்டு விசிறி போன்ற நான்கு அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. தலைப்பகுதி பெரிய தாக, இரண்டு இணை உணர் கொம்புகள் அமையப் பெற்றுள்ளது.

முதல் இணை உணர் கொம்புகள் உடல் பகுதி யளவு நீண்ட அமைப்புக் கொண்டவை. மற்றோர் இணை மிகவும் சிறியதாகவும், அமைப்பில் தலை மார்புப் பகுதிக்கு இடைப்பட்டும், மயிரிழை போன்ற அமைப்பிலும் இருக்கும். தலையில் உள்ள உணர் கொம்புகள் உணவுப் பொருள்களின் தன்மையைக் கண்டறிவதற்கும் முதல் இணை மார்புக் கால்கள் உணவைப் பிடிப்பதற்கும், துடுப்புக்கால்கள் நீரை வேகமாகச் சுழற்றி நீர்ச்சுழற்சியை ஏற்படுத்துவதற் கும் பயன்படுகின்றன. தன்னைச் சுற்றியுள்ள நீர்ச் சுழற்சியால் மேலும் கீழும் நீந்தி, தாவர மிதவை உயிரிகளை உணவாக்கிக் கொள்ளத் தன்பால் ஈர்க் கிறது. நீரில் வேகமாக நீந்த முடியாததால் கடலின் மேல்பரப்பில் ஏறத்தாழப் பத்து மீட்டர் ஆழம் வரை மேலும் கீழும் நகர்ந்து இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது.

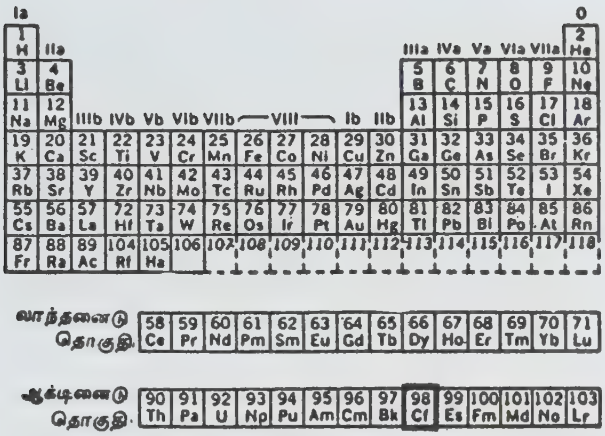
கலானஸ் வட அட்லாண்டிக் கடல் பகுதியில் ஒரு சில பருவக் காலங்களில் மிகவும் செழித்து வளர்ந்து கடலின் மேல்பரப்பு முழுதும் பரவிச் சிவப்பு நிறத்தைக் கொடுக்கும். மீனவர்கள் இதைச் சிவப்பு உணவு எனக் கூறுவர். இவ்வாறு தோன்றும் சிவப்பு நிறத்திற்குப் பின்னர் சில நாள் மீன்பிடிப்பு அப்பகுதியில் நன்கு நடைபெறும். எனவே கலானஸ் வட அட்லாண்டிக் கடலின் மீன் வளத்தை அள விடும் ஒரு முக்கிய காரணியாகும். இதுவே இதன் பொருளாதாரச் சிறப்பாகும். இவ்வுலகில் வாழும் மிதவை உயிரிகளின் எண்ணிக்கையில் மிகுதியாகத் தோன்றும் ஒரே உயிரினம் கலானஸ் ஆகும்.

- ந. வே. கருப்பண்ணன்

கலிஃபோர்னியம்

தனிம வரிசை அட்டவணையில் ஆக்டினைடு வரிசையில் பெர்க்லியத்திற்கு அடுத்து அமைந்திருக் கும் தனிமம் கலிஃபோர்னியம் (californium) ஆகும். இதன் குறியீடு, Cf; அணு எண் 98; அணு எடை 251. இதன் கண்டுபிடிப்பும் தயாரிப்பும் குறைந்த அணு எண்ணைக் கொண்ட வேதித் தனிமங்களின் செயற்கை அணுக்கருத் தனிமமாற்றத்தால்நிகழ்த்தப் படும். இதன் அனைத்து ஐசோடோப்புகளும் கதிரி யக்கத் தன்மை வாய்ந்தவை. இவற்றின் அரை ஆயுள் காலம் ஒரு மணித்துளியிலிருந்து ஆயிரம் ஆண்டுகள் வரை வேறுபடும். கலிஃபோர்னியம் இயற்கையில் புவியின் மேல்தோட்டில் கிடைப்பதில்லை. 1975ஆம் ஆண்டில் உலகில் இருந்த கலிஃபோர்னியத்தின் அளவு ஒரு கிராம் தான்.

இத்தனிமத்தை 1950 இல் கண்டுபிடித்தோர் எஸ். ஜி. தாம்ஸ்சன், கே. ஸ்ட்ரீட், எ. கியோர்சோ, ஜி. ட்டி. சீபோர்க் என்போராவர். இத்தனிமத்தைப் பற்றிய ஆய்வுகள் கலிஃபோர்னியா பல்கலைக்கழ கத்தின் கதிரியக்கஆய்வுக் கூடத்தில் நடைபெற்றன. எனவே கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புதுத்தனிமத்திற்கு அந்த மாநிலப் பல்கலைக்கழகத்தின் பெயரே சூட்டப் பட்டது. சைக்குளோட்ரான் கருவியில் ஒரு கிராமில் பத்து இலட்சத்தில் ஒரு பங்கு கியூரியம்-242 ஐசோடோப்பை ஹீலியம் அயனிகள் தாக்கும்போது ஹீலியம் அணுக்கரு கியூரியம் (242) அணுக்கருவுடன் சேர்ந்து ஒரு நியூட்ரான் வெளியேற்றப்பட்டு அணு நிறை, அணு எண் 98 ஐயும், 245 ஐயும், கொண்ட ஐசோடோப் உண்டானது.



கலிஃபோர்னியம்-245 ஐசோடோப் பாதியளவு ஆர்பிட்டால் எலெக்ட்ரானை உட்கவர்ந்தும் பாதியளவு ஆல்ஃபாத் துகள்களை உமிழ்ந்தும் சிதைவடைகிறது. மேலும் அணு எடைகள் 240-245 வரையான கலிஃபோர்னியத்தின் வேறு பல ஐசோடோப்புகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. யுரேனியம்-238 ஐசோடோப்பைக் கார்பன் அயனிகள் தாக்கும்போது கலிஃபோர்னியம்-246 ஐசோடோப் உண்டாகிறது. சில கிராம் அளவு கலிஃபோர்னியா ஐசோடோப்புகளைப் பெற, அணு உலைகளில் பல கிலோகிராம் அளவு புளூட்டோனியம்-239 ஐசோடோப்பை நியூட்ரானைக் கொண்டு தாக்க வேண்டும்.

கலிஃபோர்னியம் ஐசோடோப்பின் முக்கியப் பண்பு அதன் தொடர்ச்சியான பிளவுபடும் (fission) வினையாகும். கலிஃபோர்னியம்-254 ஐசோடோப் முதன்மையாகத் (99%) தொடர்ச்சியாகப் பிளவுறுகிறது. இதன் அரை ஆயுள் காலம் 60 நாள். கலிஃபோர்னியம் ஐசோடோப்புகளில் சில கிராம்கள் அளவு எளிதில் கிடைக்கும் ஐசோடோப் Cf^{252} ஆகும். இதன் அரை ஆயுள் காலம் 26 ஆண்டுகள். இது தொடர்ச்சியான பிளவு வினைக்குட்படுகிறது. எனவே பிளவுவினையைப் பற்றி ஆராய்வதில் இது பயன்படுகிறது. மேலும் Cf^{252} ஐசோடோப் மிகு திறன்மிக்க நியூட்ரான் மூலமாக உதவுகிறது.

Bk^{249} பீட்டாக் கதிர் உமிழ்வால் கிடைக்கும் Cf^{249} ஐசோடோப், கலிஃபோர்னியத்தின் வேதிப் பண்புகள் ஆய்வில் மிகவும் பயன்படும். இந்த ஐசோடோப் Cf (III)இன் காந்த ஏற்புத் திறனை (maghetic susceptibility) அறியப் பயன்படுகிறது. இதன் காந்த ஏற்புத்திறன் லாந்தனைடு வரிசையில் இதைப்போல அமைந்திருக்கும் Dy (III) இன் காந்த ஏற்புத்திறனை ஒத்துள்ளது. நீரியக் கரைசல்களில் கலிஃபோர்னியத்தின் + 3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலை தவிர வேறு எதுவும் அறியப்படவில்லை; ஆனால் +2, +4 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைகளைக் கொண்ட திண்மங்கள் காணப்படுகின்றன. திண்மச் சேர்மங்களில் Cf_2O_3, CfO_2, CfF_3, CfF_4, $CfCl_3$, $CfBr_2$, $Cf\ Br_3$, CfI_2 CfI_3 ஆகியவை அடங்கும். +3 ஆக்சிஜனேற்றத்தைக் கொண்ட கரைசல்கள் பச்சை நிறத்தில் காணப்படுகின்றன. இந்தப் பச்சை நிறத்திற்குக் காரணம் இது 4890-4930, 5900-6180, 6700-6800, 7200-7600 Å ஆகிய கட்புலன் ஒளியில் உறிஞ்சுவதேயாகும்.

இதன் வேதிப் பண்புகள் +3 ஆக்சிஜனேற்ற நிலைபெற்ற ஆக்ட்டினைடு தனிமங்களைப் போலவே உள்ளன. கலிஃபோர்னியம் ஃபுளோரைடு, ஆக்சலேட் அல்லது ஹைட்ராக்சைடாக வீழ்படிவாகிறது. பிற ஆக்ட்டினைடு தனிமங்களிலிருந்து கலிஃபோர்னியத்தைப் பிரித்தெடுக்க அயனிப் பரிமாற்ற நிறச்சாரல் பிரிகைமுறை பயன்படுகிறது. கலிஃபோர்னியம் உலோகம் எளிதில் ஆவியாகக் கூடியது.

- த. தெய்வீகன்

கலிலியோ

இவர், முதல் நவீன கணிதம், வானியல், இயற்பியல் இவற்றில் வல்லுநராக விளங்கி வானியலிலும், நிலையியக்கவியலிலும் பல சாதனைகளைப் புரிந்துள்ளார். இயற்பியலில், முன்னேற்றத்திற்கு அடிப்படையாக இருந்த கணித முறையை இவர் தம் காலத்தில் தோற்றுவித்தது அரும்பெருஞ் செயலாகும். பைசா நகர வின்சென்சோ கலிலீ என்ற இத்தாலிய வணிகரின் மகனான இவர் ஓவியத்திலும், இசையிலும் தேர்ச்சி பெற்று விளங்கியதோடு ஓய்வு வேளையில் எந்திரப் பொம்மைகளையும் செய்து வந்தார்.

பைசா நகரப் பல்கலைக்கழகத்தில் மருத்துவத் துறையில் சேர்ந்த சில காலத்திற்குள் அறிவியலில் அவர் முதல் கண்டுபிடிப்புத் தோன்றியது. அதாவது, ஓர் ஊசற்குண்டின் ஊசலாட்டம் எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் அது ஆடும் வட்டவரையின் நீளத்தைப் பொறுத்ததன்று என்பதாகும். ஒரு சமயம் அவர் பைசா நகரத் தலைமைக் கிறித்துவக் கோயிலில் ஊசலாடிக் கொண்டிருந்த விளக்கின் ஊசலாட்ட நேரத்தைத் தம் நாடித் துடிப்புகளால் கணக்கிட்டார். இதுவே மருத்துவத்துறையில் நாடித் துடிப்புகளைக் கணக்கிடும் கருவியை அவர் கண்டுபிடிக்கக் காரணமாக இருந்ததோடு ஊசல் கடிகாரத்திற்கான திட்ட வரைபடம் அமைப்பதற்கும் உதவியாயிருந்தது.

பல்கலைக்கழகத்தில் அவர் பயிலும் துறையில் கணிதம் பாடமாக அமையவில்லை. ஒருசமயம் கணித வல்லுநர் ஒருவர் அருமையாக விரிவுரையாற்றிக் கொண்டிருந்ததைத் தற்செயலாகக் கேட்டதிலிருந்து கணிதம் அவரை ஈர்த்தது. பலநாள் அவர் கணித விரிவுரையாளரின் அறையில் மறைந்துகொண்டு கணிதப் பாடங்களின் விரிவுரையில் தம்மை மறந்து நிற்பார். கணிதத்தில் நாட்டம் கொண்டு பல வெற்றிகரமான ஆய்வுகளை வெளியிட்டதால் பைசா நகரப் பல்கலைக் கழகத்தில் கணிதப் பேராசிரியராக 25 ஆம் வயதில் அவர் அமர்த்தப்பட்டார். பளுவான பொருள், பளுவற்ற பொருளைவிட வேகமாகப் புவியை நோக்கி விழுகிறது என்னும் அரிஸ்டாடிலின் கொள்கை தவறு என்பதைப் பைசா நகரச் சாய்ந்த கோபுரத்தின் உச்சியிலிருந்து எடை சமமற்ற பொருள்களைக் கீழே தள்ள, அவை ஒரேவேகத்துடன் புவியை அடைந்ததன் மூலம் மெய்ப்பித்துக் காட்டினார்.

1592 இல் அவர் பதுவா நகரத்துப் பல்கலைக் கழகத்தில் கணித விரிவுரையாளராகச் சேர்ந்தார். பல்கலைக் கழகத்தில் கணிதத்திலும் வானியலிலும் விரிவுரையாற்றி விட்டு வீட்டில் தனியாக நிலை இயக்கவியலிலும், பொறி இயலிலும் ஆய்வுகள் நிகழ்த்திக் கொண்டிருந்தார். இராணுவப் பொறியாளரும் துப்பாக்கி வீரர்களும் எளிதாகக் கணக்கிட, ஒரு கணிதக் கருவியைத் தம் பட்டறையிலே புதிதாக உருவாக்கினார். காற்று வெப்ப அளவியையும் முதன் முதலாக அவர் உருவாக்கினார்.

1609 இல் கண்ணொளி இயல் கொள்கைகளின் உதவியைக் கொண்டு தொலைநோக்கியைக் கலிலியோ அமைத்ததோடு அதன்மூலம் வானியலை அறியவும் இவரே காரணமாயிருந்தார். மங்கலான மிகப் பல விண்மீன்களின் கூட்ட அமைப்பே மண்டலம் (galaxy) என்றும். சந்திரன் ஒரு மென்மையான உருளை என்று வழக்கிலிருந்த நம்பிக்கையைத் தவறு என்றும், மாறாக அது கரடுமுரடான உயர்ந்த மலைகளையும் மிகத்தாழ்வான பள்ளத்தாக்குகளையும் உடையதென்றும், வியாழன் கோளை நான்கு சார்புக் கோள்கள் சுற்றுகின்றன என்றும், சூரியனில் கரும் புள்ளிகள் உள்ளன என்றும், தொலைநோக்கியின் உதவியால் கலிலியோ கண்டுபிடித்தார்.

சூரியனைச் சுற்றியே புவி நகர்கிறது என்னும் கோபர்னிகஸ் கொள்கையைக் கலிலியோ தொலைநோக்கி வழிப் பதித்த வானக் காட்சிகள் மூலம் உறுதிப்படுத்தினார். ஆனால் அன்றைய ரோமன் கத்தோலிக்க மதகுருமார்கள் புவியைச் சூரியன் சுற்றுகிறது என்பதே சரி என்றும் அக்கொள்கைக்குப் புறம்பான கோபர்னிகசின் கொள்கை தவறு என்றும், அதனால் கலிலியோ, கோபர்னிகஸ் கூற்றை உறுதிப்படுத்தியது குற்றம் என்றும், கலிலியோ தம் கொள்கையை விலக்கிக் கொள்ள வேண்டுமென்றும் வற்புறுத்தினர். 1616 இல் அவர் தம் பிடிவாதத்தால் வீட்டுக் கைதியாக்கப்பட்டார்.

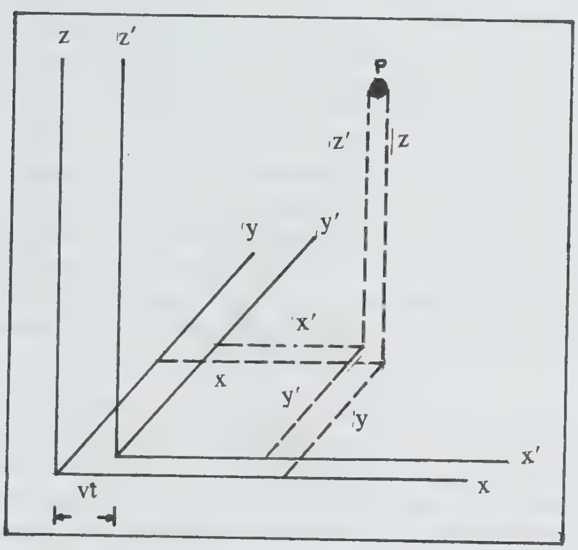
1638 இல் கண்பார்வை பெரிதும் மங்கிய நிலையில் ‘இரு நவீன அறிவியலைச் சார்ந்த உரையாடல்’ என்னும் தலைப்பில் மிகச்சிறந்த நூலை எழுதி வெளியிட்டார். அந்நூலின் முதல்பாதி, ஓர் உத்திரத்தின் உறுதி அதன் நீளம், அகலம், திண்மை ஆகியவற்றுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருப்பதை விளக்குகிறது. அதன் மறுபாதி நகரும் பொருள்களின் இயக்க முறையைத் தெளிவுபடுத்துகிறது. ஓய்விலிருந்து விழும் பொருள்களின் முடுக்கம் சீரானது என்றும் எறிபொருளின் பாதை ஒரு பரவளையம் என்றும் கண்டுபிடித்தார். 1632 இல் அவர் ‘இரண்டு உலக முறைகளைப் பற்றிய உரையாடல் என்னும் நூலை வெளியிட்டார். அந்நூல் கூறும் உண்மைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு நியூட்டன் தம்முடைய கொள்கைகளை உருவாக்கினார்.

- எ.எஸ் குமாரசாமி

கலிலியோவின் மாற்றங்கள்

மேலே எறியப்படும் பொருள்களின் (projectiles) இயக்கங்களை ஆராய்ந்த கலிலியோ தரையிலிருந்து ஏதாவது ஒரு கோணத்தில் எறியப்பட்ட பொருளின் இயக்கத்தைச் செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப்பட்ட பொருளின் இயக்கத்தின் மூலம்கணக்கிட்டு விடலாம் என்று கண்டுபிடித்தார்.ஒருசீரான வேகத்துடன் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் வண்டியிலிருந்து ஒரு பொருளைச் செங்குத்தாக மேல் நோக்கி வீசினால், வண்டியிலிருப்பவருக்கு அது செங்குத்தாக மேலேபோய் மீண்டு வருவது போலவே தெரியும். ஆனால்தரையில் நின்று அதைப் பார்ப்பவருக்கு அது சாய்வாகச் சென்று, புறப்பட்ட இடத்திலிருந்து விலகி விழுவதாகத் தெரியும். வண்டியின் இயக்கத்தை எறிபொருளான இயக்கத்தின் மேற்பொருத்தினால் (super-

impose) தரையிலிருப்பவர் காணும் இயக்கத்தைக் கணக்கிட்டு விடலாம். கலிலியோவின் இந்தக் கருத்து களே கலிலியோ மாற்றங்களுக்கு (Galilean transformations) அடிப்படையாகும். அவற்றின் உதவியால் இரண்டு வெவ்வேறான நிலைமச் சட்டங்களிலிருந்து (inertial frames) பார்க்கின்ற இயக்கங்களுக்கிடையான தொடர்பைக் கண்டுபிடிக்க முடியும். நிலைமச் சட்டங்களில் ஒன்றைப்,பொறுத்து மற்றது பெரும் வேகத்துடன் இயங்கும்போது கலிலியோ மாற்றங் களைவிட லாரன்ட்ஸ் மாற்றங்கள் (Lorentz transformations) மிகவும் பொருத்தமுள்ளவையாயிருக்கும். சாதாரணமான வேகங்களுக்குக் கலிலியோவின் மாற்றங்கள் எளிதானவையாகவும் நிறைவுஅளிப்பவை யாகவும் உள்ளன.



இரண்டு நிலைமச் சட்டங்களை எடுத்துக் கொள்ளலாம். முதல்நிலைமச் சட்டம் தரையைப் பொறுத்து அசையாமலுள்ளது. அதிலுள்ளவர்கள் x, y, z, t என்னும் ஆயச்சட்டத்தைப் (coordinate frame) பொறுத்து அளவிடுகின்றனர். இரண்டாம் நிலைமச்சட்டம் சீரான வேகத்தில் நகர்ந்து கொண் டுள்ளது. அதிலுள்ளவர்கள் x′, y′, z′, t′ என்னும் ஆயச் சட்டத்தைப் பொறுத்து அளவிடுகின்றனர்.

இரண்டு ஆயச் சட்டங்களும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கலாம். அதாவது x அச்சு x′ அச்சுக்கு இணையாகவும் y அச்சு, y′ அச்சுக்கு இணையாகவும், z அச்சு, z′ அச்சுக்கு இணையாகவும் உள்ளன. மேலும் இரண்டாம் நிலைமச்சட்டம் x அச்சுக்கு இணையான திசையில் நகரும்வகையில் அச்சுகள் நிலைகொண்டுள்ளன எனக் கொள்ளலாம். இரண்டாம் நிலைமச் சட்டம் +x திசையில் முதல் நிலைமச் சட்டத்தைப் பொறுத்து V என்னும் சீரான திசை வேகத்துடன் நகர்கிறது. கணக்கீடுகளுக்காக $t' = t = 0$ என்னும் தொடக்க காலத்தில் இரண்டு ஆயச்சட்டங்களின் தோற்றுவாய்களும் (origins) ஒரே புள்ளியில் ஒன்றி அமைந்திருந்தன எனக் கொள்ளலாம்.

ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒரு துகள் P என்னும் புள்ளியில் இருக்கும்போது இரண்டு நிலைமச் சட்டங்களிலும் இருப்பவர்கள் எடுக்கும் அளவீடுகளைப் பின்வருமாறு தொடர்புபடுத்தலாம்.

$$x' = x - Vt \qquad 1(a)$$

$$y' = y \qquad 1(b)$$

$$z' = z \qquad 1(c)$$

$$t' = t \qquad 1(d)$$

இவை கலிலியோ மாற்றச் சமன்பாடுகள் எனப் படும். P என்னும் புள்ளி ஓர் எறிபொருளின் பாதை யில் அமைந்திருக்கக்கூடும். எறிபொருளின் இயக் கத்தைச் சரியான முறையில் விவரிக்க வேண்டு மானால் அதன் திசை வேகத்தையும் முடுக்கத்தையும் (acceleration) பற்றி ஏதாவது சொல்ல வேண்டும். மேற்காணும் சமன்பாடுகளை வகையிட்டால் (differentiate), பின்வரும் சமன்பாடுகள் கிடைக்கும்.

$$dx' = dx - Vdt \qquad 2(a)$$

$$dy' = dy \qquad 2(b)$$

$$dz' = dz \qquad 2(c)$$

$$dt' = dt \qquad 2(d)$$

இவற்றில் முதல் மூன்று சமன்பாடுகளை, நாலாம் சமன்பாட்டால் வகுத்தால் திசை வேக ஆக்கக் கூறு களுக்கான மாற்றச் சமன்பாடுகள் கிடைக்கும்.

$$\frac{dx'}{dt'} = \frac{dx}{dt} - V \quad \text{அல்லது} \quad v_x' = v_x\ V \qquad 3(a)$$

$$\frac{dy'}{dt'} = \frac{dy}{dt} \quad \text{அல்லது} \quad v_y' = v_y \qquad 3(b)$$

$$\frac{dz'}{dt'} = \frac{dz}{dt} \quad \text{அல்லது} \quad v_z' = v_z \qquad 3(c)$$

இச்சமன்பாடுகள் மூன்று திசைகளில் பொருளின் திசைவேக ஆக்கக்கூறுகளைக் குறிப்பிடுகின்றன.

இந்தச் சமன்பாடுகளைத் திசையன் (vector) உருவத்தில் மாற்ற அவற்றைத் தகுந்த அலகு திசைய னால் (unit vector) பெருக்க வேண்டும். அலகு திசை யன் என்பது திசையைக் குறிப்பிடுகிற, பரிமாண

மில்லாத (dimensionless) ஓர் அளவு. இவ்வாறு 1_x என்னும் அலகுத் திசையன் x திசைக்கு இணையாக அலகு எண் மதிப்புடன் (magnitude) உள்ளது. எடுத்துக் கொண்ட இரண்டு ஆய அச்சுகளும் இணையானவை. எனவே

$$1_x' = 1_x,\ 1_y' = 1_y,\ 1_z' = 1_z$$

3 (a) சமன்பாட்டை 1_x - ஆலும், 3 (b) சமன்பாட்டை 1_y-ஆலும் 3 (c) சமன்பாட்டை 1_z-ஆலும் பெருக்கி, அவற்றைக் கூட்டினால்

$$v_x,\ 1_x, + v_y'\ 1_y' + v_z'\ 1_z' = v_x 1_x + v_y 1_y + v_z 1_z - V 1_x$$

என வரும். இதைச் சுருக்கினால்,

$$v' = v - V \text{ அல்லது } v = v' + V \ldots\ldots \quad (4)$$

கிடைக்கும்.

ஒரு விமானத்தின் வேகத்தைக் கணிக்கும்போது தரையைப் பொறுத்த விமானத்தின் வேகம், தரையைப் பொறுத்த காற்றின் வேகம் காற்றைப் பொறுத்த விமானத்தின் வேகம் ஆகியவற்றை அளவிட வேண்டும். விமான வழிநடத்தலுக்கு தரையைப் பொறுத்த விமான வேகத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். இதற்கு (4) ஆம் சமன்பாடு உதவும். இவ்வாறு விமானப்போக்குவரத்துக்குக் கலிலியோவின் மாற்றச் சமன்பாடுகள் உதவுகின்றன.

இரண்டு நிலைமச் சட்டங்களிலும் திசைவேகத்தின் எண் மதிப்போ, அதன் திசையோ ஒன்றாக இராது. இதை விளக்க ஓர் ஆற்றில் பயணம் செய்யும் ஒரு படகைச் சான்றாகக் கொண்டால், தரை முதல் நிலைச் சட்டமாகவும் ஆற்றுநீர் இரண்டாம் நிலைச் சட்டமாகவும் அமையும். ஆற்றுநீர் கிழக்குத் திசையில் மணிக்கு 3கி.மீ. திசை வேகத்திலும், படகு வடக்குத் திசையில் நீரைப் பொறுத்து மணிக்கு 4கி மீ. திசைவேகத்திலும் ஓடட்டும். 4ஆம் சமன்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடும் போது தரையைப் பொறுத்துப்படகு மணிக்கு 5கி மீ. திசைவேகத்துடன் கிழக்கிலிருந்து வடக்காக 53° கோணத்திசையில் பயணம்செய்வதாக வரும். 4ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து இரண்டு நிலைச் சட்டங்களிலும் முடுக்கங்கள் சமமாக இருப்பதாகத் தெரிகிறது.

நிலைமச் சட்டங்களின் ஒப்புமைத் திசை வேகங்கள் ஒலியின் திசைவேகத்தை எட்டும் நிலையில் கலிலியோ மாற்றச் சமன்பாடுகள் பயனற்றுப் போகின்றன. துகள் முடுக்கிகளிலும், அணுவுக்குள் இயங்கும் எலெக்ட்ரான்களிலும் ஒளித் திசை வேகங்கள் எட்டப்படுகின்றன. அவற்றுக்கு லாரன்ட்ஸ் மாற்றச் சமன்பாடுகள் மட்டுமே பயன்படும்.

- கே. என். ராமச்சந்திரன்

நூலோதி: Robert Katz, *An Introduction to special theory of Relativity*, East West Students Edition, Affiliated East-West Press Pvt Ltd., New Delhi - 3, 1966.

கலிலீக் கடல்

ஏறத்தாழ 166 சதுர கி.மீ. பரப்பும், 23 கி.மீ. நீளமும் 5-11 கி.மீ. அகலமுமுள்ள கலிலீக் கடல் பாலஸ்தீனத்தின் வடக்கு மாவட்டத்திலுள்ள யோர்தான் சமவெளியிலுள்ளது. இக்கடல் மத்திய தரைக் கடலின் கடல் மட்டத்தைவிட ஏறத்தாழ 686 அடி தாழ்வாகவுள்ளது, இதன் பெரும ஆழம் 157 அடியாகும். இக்கடல் சின்னரத், கென்னசரேத்துக் கடல், டைபீரியஸ் கடல், கின்னரத் ஏரி எனும் பல்வேறு பெயர்களால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. மக்தலா, பெத்சயிதா போன்ற ஒன்பது நகரங்கள் இக்கடலைச் சூழ்ந்திருந்தனவாக வரலாற்றாசிரியர்கள் கூறுகின்றனர். தற்போது டைபீரியஸ், கப்பர்நகடம் ஆகிய இரு நகரங்களே அங்கு காணப்படுகின்றன. இக்கடலைச் சூழ்ந்துள்ள பகுதிகளில் வாழை, அத்தி, ஆலிவ், பேரீச்சம், மாதுளை, ஆரஞ்சு ஆகிய மரங்கள் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன.

இக்கடலில் கலக்கும் முக்கிய ஆறு யோர்தான் ஆகும். கோலன் மலையிலிருந்து வேறுசில சிறிய ஆறுகளும் இப்பகுதியில் கலக்கின்றன. இக்கடல் படுகையில் காணப்படும் கனிவளத்தாலும். கடல்நீர் பெருமளவுக்கு நீராவியாதலுக்குட்படுவதாலும் இங்கே உவர்ப்பியம் மிகுதியாகவே உள்ளது. இங்கு சராசரி வெப்பநிலை கோடையில் 31° ஆகவும், பனிக்காலத்தில் 14°C ஆகவும் இருக்கும். இங்கு காணப்படும் மீனினங்கள் பிளென்னிஸ் (b'enncis) கெளிரு (cat fish), டேம்செல் மீன் ஆகியனவாகும்.

- ம.அ. மோகன்

கலீனா

இது காரீய சல்ஃபைடை (PbS) உட்கூறாகக் கொண்ட கனிமமாகும். இதில் காரீயம் 86. 6%, கந்தகம் 13.3% உள்ளன. **கலீனா** என்னும் சொல் இலத்தீன் மொழியிலிருந்து வந்த சொல்லாகும். இது சாதாரண உப்பான சோடியம் குளோரைடை ஒத்துள்ளது. இதன் உட்கூறில் மிகுதியாக வெள்ளி, செலினியம், கேட்மியம், பிஸ்மத், இயல் தனிமத் தங்கம், துத்தநாகம், ஆன்ட்டிமனி ஆகியவை கலந்து காணப்படும்.

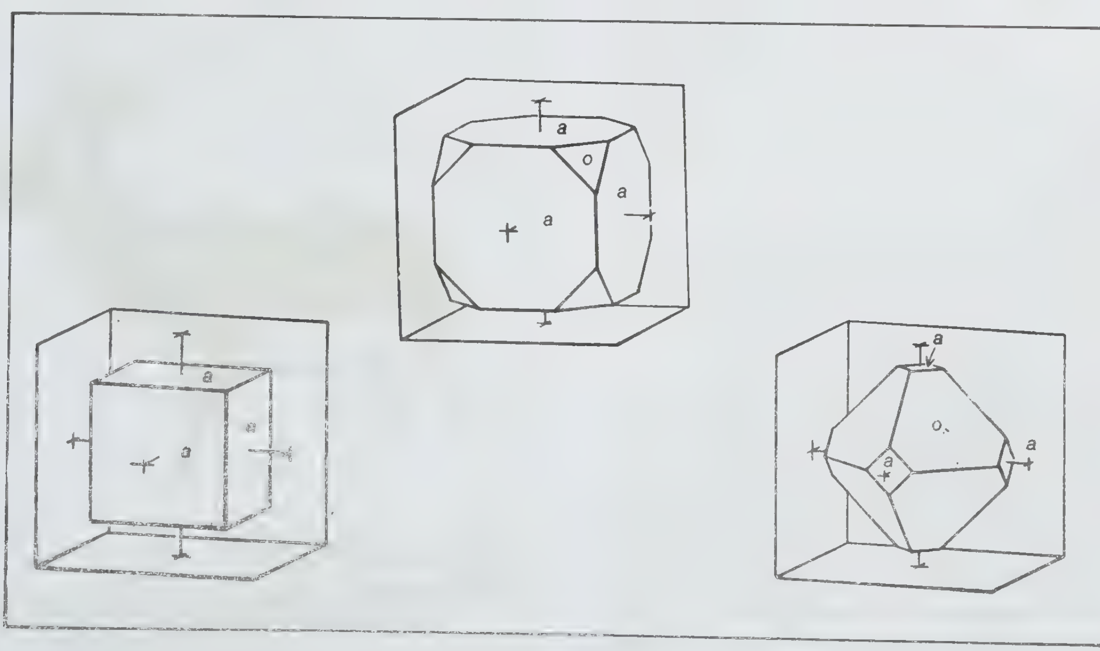
இயற்பியல் பண்புகள். இக்கனிமம் செஞ்சமச் சதுரப் படிகத் தொகுதியில் (isometric crystal system) படிகமாகியுள்ளது. படிகங்கள் எண்முகப் பட்டக வடிவிலும், அறுமுகப் பட்டக வடிவிலும்இயற்கையில் நெருங்கி, துகளாகப்பட்ட மணிகளாகப் பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. இது தெளிவான 001, 100, 010 கன சதுரப்பட்டகக் கனிமப் பிளவைக் கொண்டது.

இது காரீயக் கருமை நிறமுடையதாகக் கருஞ் சாம்பல்நிற உராய்வுத் தூளைக் கொடுக்கும். திண்மையான உலோக மிளிர்வையும், எளிதில் நொறுங்கும் தன்மையையும், சீரான முறிவையும் கொண்டது. இதன் கடினத் தன்மை 2.5; அடர்த்தி 7.5 ஆகும். இதன் உருகுவெப்பம் 1115°C. எளிதில் அடர் கந்தக அமிலத்தில் கரையும். பிற கனிமங்களுடன் ஒப்பிடும் போது இதன் பிளவுத் தன்மையையும், இதன் நிறத்தையும் கொண்டு இதை வேறுபடுத்திக் காணலாம்.

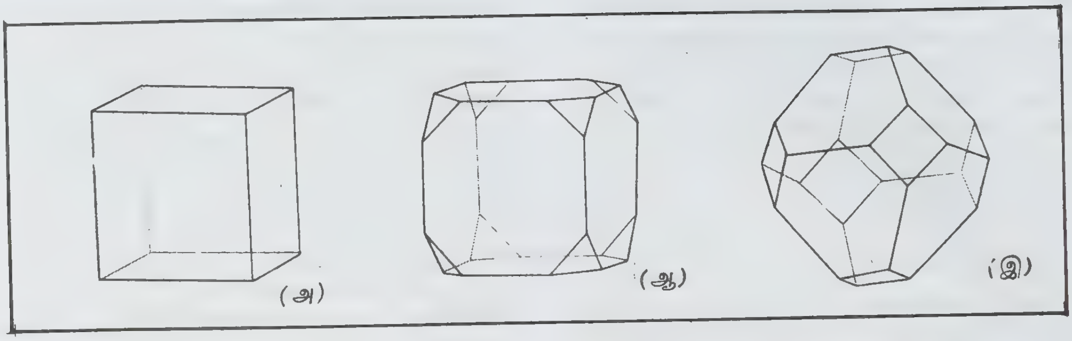
ஒளிப்பண்பு. இது ஒளி ஊடுருவாத் தன்மை உடையது. எதிர்பலிப்பு நுண்ணோக்கியில் இதன் மெரு கூட்டப்பட்ட கனிமத்தைக் காணும்போது வெள்ளை நிறமாகவும், முக்கோண வடிவம் கொண்டதாகவும் காணலாம். இக்கனிமம் எளிதாக செருசைட், ஆங்கிளிசைட், வைரோமார்பைட், மிமிட்டைட், உல்ஃபனைட், வினரைட் ஆகக் குறைந்த அளவு மாற்றம் அடையும்.

தோற்றம். உலோகக் கந்தகப் படிவுகளில் இக் கனிமம் பரவலாகக் காணப்படுகிறது. வெள்ளி, ஆன்ட்டிமனி, ஆர்செனிக், செம்பு, துத்தநாகப் படிவுகளுடன் இணைந்து காணப்படும். பெரும்பாலும், ஸ்பாகலரைட்டுடன் இணைந்து இயற்கையில் கிடைக்கிறது. இக்கனிமம் பிற கனிமங்களுடன், குறைந்த இடைநிலை மற்றும் உயர் வெப்ப நீர்ம வெப்பப் படிவுகளாகக் காணப்படுகிறது. பாறை வளாகங்களில் காணப்படும் திறந்த குழிகளிலும், சுண்ணாம்புப் பாறை வளாகங்களில் உள்ள பிளவுகளிலும் காணப்படுகிறது. குவார்ட்ஸ் பாறைகளில் நரம்பிழைகளாகப் பிற கனிமங்களுடன் இணைந்து கிடைக்கிறது. படிவுப் பாறைகளில் பரவி அமைந்துள்ள துகள்களாக உள்ளது. இக்கனிமம் தொடுகை உருமாற்றப் பாறை வளாகங்களிலும் (contact metamorphism) வெந்நீர் ஊற்றுப் படிவுகளிலும் மிக அரிதாகக் காணப்படுகிறது.

பரவல். இது பெரும்பாலும் ஆஸ்திரேலியாவின் உடைந்த மலைப்பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. அமெரிக்காவில், மிசோரி, கானால் ஒக்கலாகாமா ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகிறது. இந்தியாவில் இராஜஸ்தானில் ஜாவார்சுரங்கத்தில் ஸ்பாக்லரைட்டுடன், டோலமைட் மற்றும் சுண்ணாம்புப் பாறை வளாகத்தில் பெருமளவு கிடைக்கிறது. ஆந்திரத்தில் அக்கினி குண்டலா, தமிழகத்தில் தருமபுரி, செங்கல்பட்டு மாவட்டத்தில் மாமண்டூர் ஆகிய இடங்களில் பைரைட், மாலிபிடனைட், சால்கோ பைரைட்டுடன்



படம் 1. கலீனாவின் கனிமத் தோற்றம்



படம் 2. கலீனா படிகங்கள் (அ) கனசதுரம் (ஆ), (இ) எண்முகவடிவம்

சேர்ந்து காணப்படுகிறது. இது காரீயத்தில் மிக முக்கியமான தாதுவாகும்.

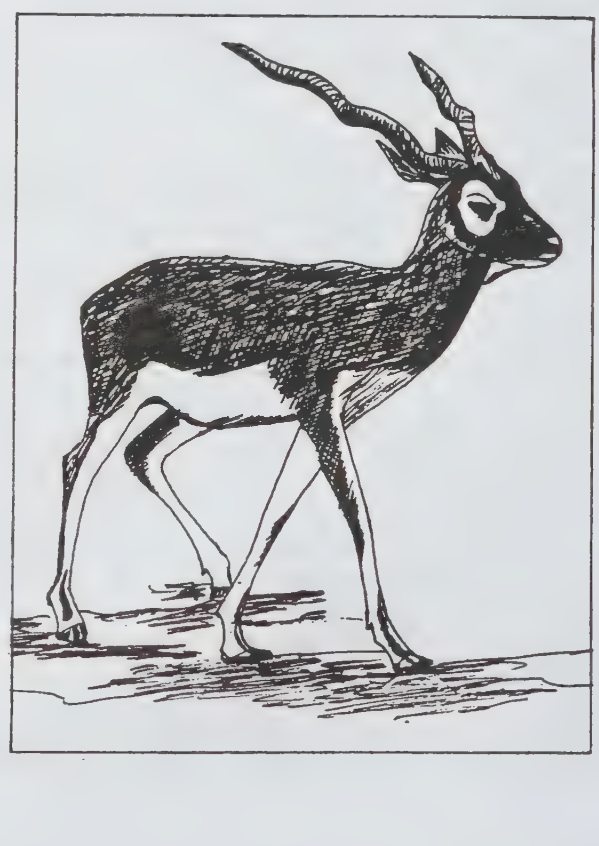
- சு. சந்திரசேகர்

கலை மான்

இதன் வேறுபெயர்கள் இரலை மான், முருகு மான், கருமான், கரைமான் என்பன. இம்மான்கள் பெயருக்கேற்ப மிக அழகிய நிறத்தையும், கொம்புகளையும் உடையவை. அழகிய கரும்பழுப்பு மென் நீல நிறமும் (violet) மார்பின்கீழ் முழு வெண்மையும் கொண்டு இருக்கும். ஆண் மானின் கொம்புகள் சுருள் சுருளாக வளைந்து கூரியனவாக உள்ளன. இவை 50 செ.மீ. நீளம்வரை வளரக்கூடியன. கால்கள் நீண்டு, மெலிந்து வலிமையுடன் மிக விரைவாக ஓடுவதற்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளன. மானின் தசைகள் மிக விரைவாக இயங்கக் கூடியவை. கடினமில்லாக் குளம்புகளின் அமைப்பால் இம்மான்கள் மிக விரைவாக ஓடுகின்றன. மணிக்கு ஏறத்தாழ 65 கி.மீ. வீதம் 15 கி.மீட்டருக்கு மேல் ஓடும் திறன் வாய்ந்தவை. குறுகிய தொலைவு இருப்பின் 90 கி. மீட்டர் வேகத்திற்கு மேல் பாய்ந்து செல்லத்தக்கவை. நன்கு வளர்ந்த ஒரு கலைமான் ஏறக்குறைய 80 செ.மீ. உயரம் இருக்கும்; வட இந்தியாவில் உள்ளவை சற்றுப் பெரியவை.

கலைமான்கள் கூட்டமாக வாழ்கின்றன. இவை பகற்பொழுதில் திரியக் கூடியன. இலைகளையும் புல்லையும் மேயும். கண்பார்வை மிகக்கூர்மையாக இருக்கும். கூட்டத்திலுள்ள பெண்மான்கள் அடிக்கடி தலையைத் தூக்கி ஏதாவது ஆபத்து வருகிறதா என்று தெரிந்து கொள்ளும். எதிரிகள் அவற்றை நெருங்கும்போது ஓடத்தொடங்கும். ஆனால் தொடக்கத்திலேயே விரைவாக ஓடுவதற்குப் பதிலாகப் பன்முறை குதிக்கின்றன. 6-10 அடி வரை தாவிக் குதிக்கும் ஆற்றல் வாய்ந்தவை. இவ்வாறு பலமுறை தாவிக் குதித்த பின்னரே விரைவாக ஓடத்தொடங்கும். இப்பழக்கம் கலைமான்களிடம் மட்டுமே காணப்படும் பண்பாகும். ஆனால் இச்செயலே அவற்றிற்குத் தீங்கும் விளைவிக்கின்றன. இவை சூழ்நிலை அறிந்து கொள்ளவும் எதிரியின் இருப்பிடம் அறிந்து கொள்ளவும் உயரக் குதிப்பதுண்டு, இவ்வாறு உயரத் துள்ளுவதால் வேறு விலங்குகள் இவற்றின் இருப்பிடத்தை அறிந்து அவற்றைத் தாக்க முயலும். வேகமாக ஓடும்போது ஏறத்தாழ 20 அடி நீளத்திற்கு மேல் தாண்டிச் செல்லும் திறனும் இவற்றிற்கு உண்டு.

புலி, சிறுத்தை, வேங்கை, நரி போன்றவையே இவற்றின் எதிரிகளாகும். இவற்றுள் வேங்கையே



இவற்றைத் துரத்திப் பிடிக்கும். வேங்கை குறைந்த தொலைவில் மிக வேகமாக ஓடவல்லது. ஆனால் கலைமான்கள் போன்று நீண்ட தொலைவு ஓடும் உடல் வலிமை அதற்கு இல்லை. ஆயினும், மான்கள் குதிக்கும் நேரத்தில் அவற்றை நெருங்கிக் கொன்று உணவாக்கிக் கொள்கின்றன.

கலைமான்கள் கூட்டத்தில் ஐம்பதுக்கு மேல் மான்கள் இருக்கும். ஒவ்வொரு கூட்டத்திலும் ஆண் (எனம்) பெண் (அரினம்) குட்டிகளும் இருக்கும். ஒவ்வொரு கூட்டமும் தனக்கென்று ஏறத்தாழ 20 ஏக்கர் பரப்புடைய எல்லையை வரையறுத்துக் கொள்ளும். இவ்வெல்லைக்குள் பிற கூட்டத்து மான்கள் வந்தால் அவற்றை விரட்டியடிக்கும். பொதுவாக இம்மான்கள் சண்டையிடாமல் கூட்டமாக வாழ்கின்றன.

கலைமான்கள் அனைத்துப் பருவங்களிலும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. பிப்ரவரி, மார்ச் மாதங்களில் மிகுதியாக இனப்பெருக்கம் நிகழும். இப்பருவத்தில் பெண் மான்களை அடையும் பொருட்டு ஆண் மான்கள் சண்டையிட்டுக் கொள்ளவும் செய்கின்றன. ஆண்மான் தன் கூட்டத்தில் வாழும் பல பெண் மான்களில் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுத்து இணையும். ஒரு முறையில் ஒன்று அல்லது இரண்டு குட்டிகளைப் பெண்மான் ஈனும். தன்குட்டிகளைத் தாய் மான் புதர்களுக்கிடையில் மறைத்துப் பாதுகாக்கும், குட்டிகள் வளர்ந்து விரைவில் கூட்டத்தில் சேரும்.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் பத்தாயிரம் மான்கள் கொண்ட கூட்டங்கள் கூடக் காணப்பட்டதாகக் குறிப்பு உள்ளது. ஆனால் இதன் தொகை மிகவும் அருகிவிடும் நிலை உள்ளது. கொம்பிற்காகவும் தோல், இறைச்சிக்காகவும், மனிதர்கள் இவற்றை வேட்டையாடுகின்றனர். காடுகளுக்கு அருகிலுள்ள விளைநிலங்களுக்குச் சென்று பயிர்களை மேய்வதாலும் இவை கொல்லப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் கோடிக்கரை, குஜராத்தில் வேலவடார் சிலவுரி, கன்ஹா, கியலோடியோ கயானா முதலிய சரணாலயங்களில் கலைமான்கள் வளர்க்கப்படுகின்றன.

- கு. சம்பத்

கலோமல்

இதன் முலக்கூறு வாய்பாடு Hg_2Cl_2 (பாதரச (I) குளோரைடு). கலோமல் சேர்மம் நீரில் கரையாதது. வெப்பப்படுத்தும்போது பதங்கமாகிறது. இதன்மூலக்கூறு எடை 472.086; ஒப்படர்த்தி 7.16 (20°Cஇல்). கலோமல் சேர்மம் வெண்ணிற நுண்துகளாலான பொடியாகும். இத்துகள் படிகங்கள் நான்முக (tetrgonal) அமைப்புடையவை. பாதரச (I) ஹைட்ரேட் கரைசலுடன் சோடியம் குளோரைடு கரைசலைச் சேர்த்து வீழ்படிவாக்கியோ அல்லது பாதரச, குளோரின் தனிமங்களை நேரிடையாக வினைப்படுத்தியோ கலோமலைத் (calomel) தயாரிக்கலாம்.

கலோமல் பூச்சிக்கொல்லிகள், மருந்து தயாரிப்புகளில் பயன்படுகின்றன. ஆய்வுக்கூடங்களில் நீர்மத்தின் pH ஐ அறிய, கண்ணாடி மின் முனையுடன் இணைத்துப் பயன்படுத்தப்படும் கலோமல் ஒப்பீட்டு மின்முனையில் இது பயன்படுகிறது. காண்க, கலோமல் மின்முனை, பாதரசம்.

-த. தெய்வீகன்

கலோமல் மின்முனை

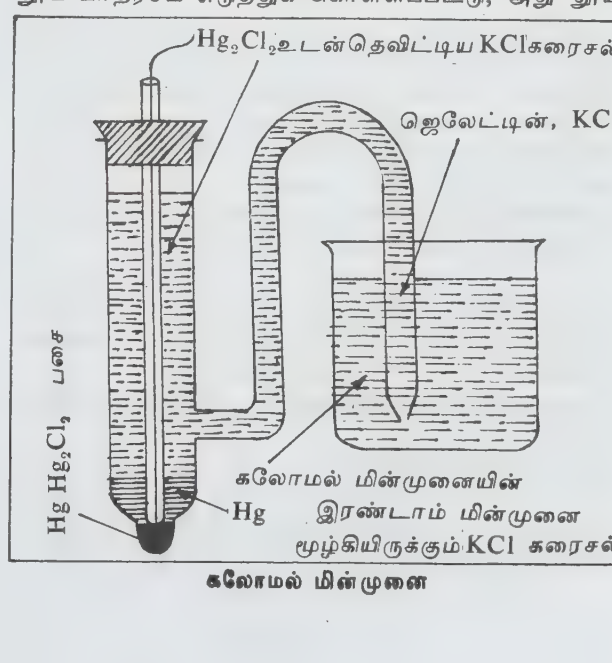
இது ஓர் இரண்டாம் நிலை ஒப்பீட்டு மின்முனை (secondary reference electrode) ஆகும். இதைப் போன்ற வேறு பல மின்முனைகள் இருப்பினும் தற்காலத்தில் இதுவே பரவலாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அமைப்பு. இம்மின்முனையைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்:

$$Hg/Hg_2Cl_2 \text{ (தி) } KCl \text{ (நீர்ம)}$$

இம் மின்முனையின் அமைப்பு, படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஆய்வுக் குழாய் போன்ற பக்கக் குழாய் கொண்ட கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றின் அடிப்பகுதியில் சிறிதளவு தூய பாதரசம் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டு, அது தூய



கலோமல் மின்முனை

மெர்க்குரஸ் குளோரைடு, தூய பாதரசம், பொட்டாசியம் குளோரைடு ஆகியவற்றாலான பசையால் மூடப்படுகிறது. பின்னர் மெர்க்குரஸ் குளோரைடால், தெவிட்டப்பட்ட பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலால் கருவி முழுதும் படத்தில் காட்டியவாறு நிரப்பப் படுகிறது. பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலின் அடர்வு டெசிநார்மல், நார்மல், தெவிட்டியது எனப்படும் மூவகைகளில் ஏதாவது ஒன்றாக இருக்கலாம். கண்ணாடிக் குழாயினுள் வைத்து மூடப் பட்ட பிளாட்டினக் கம்பி பாதரசத்துடன் மின் இணைப்பை ஏற்படுத்துகிறது. மின்கலத்தின் மற்றொரு மின்முனையுடன் தொடர்பை உண்டாக்க கலோமல் மின்முனையின் பக்கக் குழாயில் நிரப்பப் பட்டுள்ள (ஒத்த திறனுடைய) பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசல் பயன்படுகிறது.

மின் அழுத்த அளவுகள். வெவ்வேறு கலோமல் மின்முனைகளின் மின் அழுத்தங்கள் ஹைட்ரஜன் மின்முனை அளவீட்டு அடிப்படையில் 298°C இல் பின்வருமாறு அமையும்.

0.1 N KCl Hg_2Cl_2(தி)/ Hg   0.3338 - 0.00007 (t - 298) வோல்ட்

1.0 N KCl Hg_2Cl_2(தி)/Hg   0.2800 - 0 00024 (t - 298)

நிறைவற்றKCl Hg_2Cl_2(தி)/Hg   0.2415 - 0.00076 (t - 298)

இதர மின்முனைகளின் ஆக்சிஜனேற்ற மின்னழுத்தங்களை அளவிட, கலோமல் மின்முனைகள் ஒப்பீட்டு மின்முனைகளாகப் பயன்படுத்தப்படுவதால் அவை ஒடுக்க மின்முனைகளாக உள்ளன.

ஹைட்ரஜன் மின்முனைகள் முதல்நிலை ஒப்பீட்டு மின்முனைகளாக இருப்பினும் அவற்றைப் பயன்படுத்துவதில் சில இடையூறுகள் உள்ளன. தூய்மை, ஒரு வளிமண்டல அழுத்தத்தில் அளவீடு செய்தல், கரைசலில் ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் செறிவை ஓர் அலகாக நிலைநிறுத்தல் ஆகியவை ஹைட்ரஜன் மின்முனையைப் பயன்படுத்து வதில் தடையாக உள்ளன. ஆனால் கலோமல் மின் முனைகள் சிறந்தவையாகவும் எளிதில் பயன்படுத்தக் கூடியவையாகவும் உள்ளன.

- பி. சோமசுந்தரம்

நூலோதி. Samuel H. Maron and Carl F. Prutton, *Principles of Physical Chemistry*, Amerind Publishing Co., Pvt. Ltd., NewYork

---

கலோரி (இயற்பியல்)

இது வெப்பத்தை அளக்கப் பயன்படும் ஓர் அலகாகும். வெப்பம் ஒருவகை ஆற்றல். எனவே, அனைத்து வகை ஆற்றல்களையும் அளக்கப் பயன்படும் ஜூல் எனும் அலகே வெப்பத்தின் அலகாக இன்று பயன் படுத்தப்படுகிறது. மிக அண்மைக் காலம் வரை கலோரி எனும் அலகு பயன்படுத்தப்பட்டு வந்தது. அஃது பின்வருமாறு விளக்கப்பட்டது.

ஒரு பொருளுக்கு வெப்பம் அளிக்கப்பட்டால் அதன் வெப்பநிலை உயருமென்பதும் பொருளில் இருந்து வெப்பம் வெளியேறினால்அதன் வெப்பநிலை குறையுமென்பதும் உண்மையாகும். அவ்வாறு பொருளின் வெப்பநிலையில் ஏற்படும் மாற்றத்தைத் தரும் வாய்பாடு பின்வருமாறு:

$$Q = ms\theta$$

இதில் m என்பது பொருளின் நிறையையும், s என்பது அதன் வெப்ப ஏற்புத்திறனையும், θ என்பது Q வெப்ப ஆற்றலை அளிப்பதால் பொருளில் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றத்தையும் குறிக்கும்.

இவ்வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தியே கலோரி வரையறுக்கப்படுகிறது. இதற்கென, நீரின் வெப்ப ஏற்புத் திறனின் மதிப்பு, ஒன்று எனக் கொள்ளப் படுகிறது. (இது செண்ட்டிமீட்டர், கிராம், நொடி, அலகுத் திட்டத்தில் ஆகும்). இவ்வடிப்படையில்

m = 1 கிராம், $\theta = 1°C$ ஆனால்

$$Q = ms\,\theta$$

$$= 1 \times 1 \times 1$$

$$= 1$$ கலோரி

எனவே, ஒரு கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1°C உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் ஒரு கலோரி என வரையறுக்கலாம்.

கலோரியை இவ்வாறு வரையறுப்பதில் ஓர் இடர் உள்ளது. ஒரு கிராம் நீரின் வெப்பநிலையை 1°C உயர்த்தத் தேவையான வெப்பத்தின் அளவு அதன் தொடக்க வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. அதாவது, வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில்இதன் மதிப்பு ஒன்றுக்கொன்று சற்றே வேறுபட்டுள்ளது. இதனால், பின்வரும் இரு கலோரிகளை வரையறுப்பது வழக்கம்.

சராசரி கலோரி. ஒரு கிராம் நீரை 0°C இலிருந்து 100°C க்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தில் நூறில் ஒரு பங்கு சராசரி கலோரி எனப்படும்.

15° கலோரி. ஒரு கிராம் நீரை 14. 5°C இலிருந்து 15. 5°C க்கு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் 15° கலோரி எனப்படும்.

கலோரி என்பது மிகச் சிறிய அலகானதால் தொழில் முறைப் பயன்களுக்கென, கிலோ கலோரி

என்னும் ஓர் அலகு பயன்படுகிறது. ஒரு கிலோ கலோரி என்பது ஆயிரம் கலோரியாகும். உண்ணும் உணவு தரும் வெப்பத்தையும் கிலோ கலோரி அலகாலேயே அளவிடப்படுகிறது தற்போது வெப்பத்தை ஜூல்களிலேயே அளக்கின்றனர். 1 கலோரி= 4. 1840 ஜூல்கள் என இவ்விரண்டு அலகுகளும் தொடர்புற்றுள்ளன.

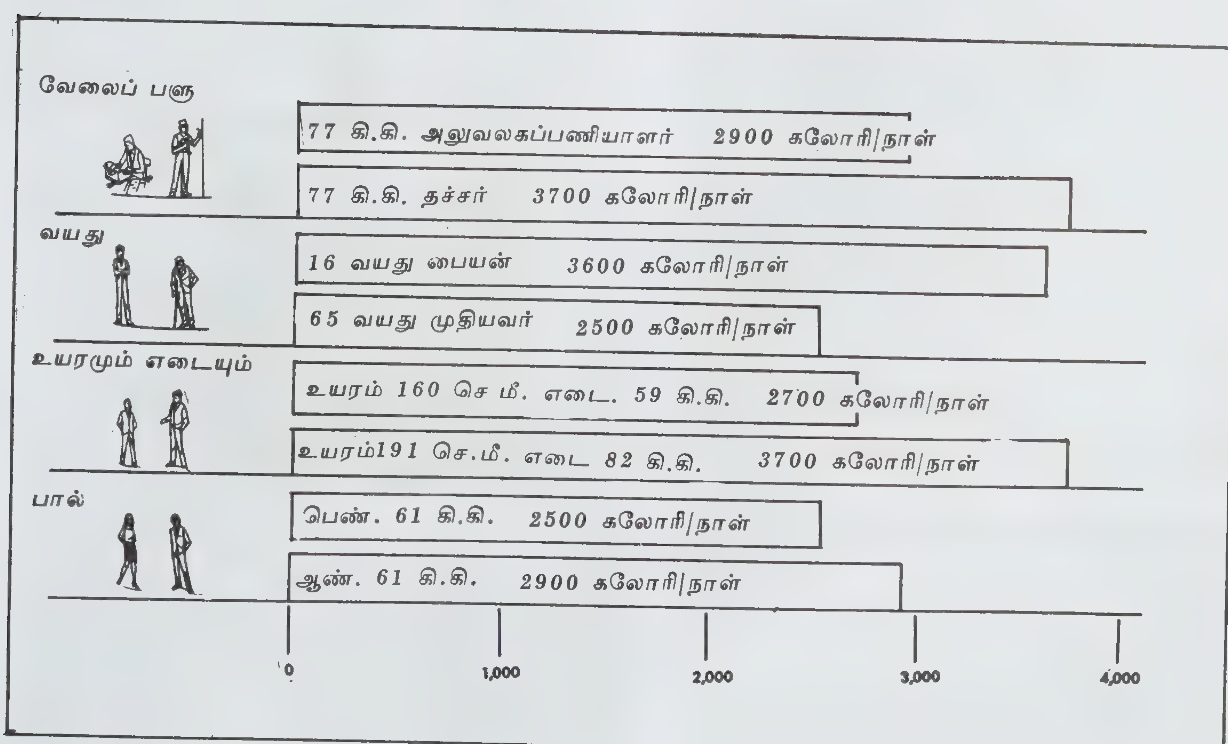
-ச. சம்பத்

கலோரி (மருத்துவம்)

மனித, விலங்கினங்களுக்குத் தேவையான ஆற்றல் கார்போஹைட்ரேட், புரதம், கொழுப்பு போன்ற பொருள்களைச் சிதைத்துப் பெறப்படுகிறது. தாவரங்கள் காற்றில் உள்ள கார்பன்டைஆக்சைடையும் நிலத்திலிருந்து நீரையும் உட்கவர்ந்து ஒளிச்சேர்க்கையால் உணவுப் பொருளைத் தயாரித்துத் தம்முள் சேமித்து வைக்கின்றன. உண்ணும் உணவு வேதி முறையில் சிதைத்து எரிக்கப்படும்போது வெப்ப ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இவ்வெப்ப ஆற்றல் கலோரி எனும் அலகால் குறிக்கப்படுகிறது.

உடலின் அளவு, தேவை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, கலோரியின் அளவு மாறுபடும். தூங்குவதற்கும், வேலை செய்யாமல் இருப்பதற்கும்கூட ஆற்றல் தேவை. ஆனால், ஆற்றலின் அளவு மாறுபடும். ஒல்லியாக இருப்போரைவிடத் தடிமனாக இருப்போருக்கு மிகை ஆற்றல் தேவை. தட்பவெப்ப நிலைக்கேற்ப, கலோரி அளவு ஒவ்வொருவருக்கும் மாறுபடும். சான்றாக, கோடைக்காலத்தில் குறைவாகவும், குளிர் காலத்தில் மிகுதியாகவும் ஆற்றல் தேவைப்படும்.

உணவிலுள்ள கார்போஹைட்ரேட்டும், கொழுப்பும் உடலுக்கு வேண்டிய ஆற்றலைக் கொடுக்கும் பொருள்களாகும். புரதத்தில் ஒரு பகுதி செல்கள் கட்டமைப்புக்கும் வளர்ச்சிக்கும் பயன்படுகின்றன. எஞ்சியுள்ள புரதம்ஆற்றலை அளிக்கப்பயன்படுகிறது. கார்போஹைட்ரேட்டும், புரதமும் 1 கிராமுக்கு 4 கிலோ கலோரி ஆற்றலையும், கொழுப்பு 1 கிராமுக்கு 9கிலோ கலோரி ஆற்றலையும்கொடுக்கும்.



நாள்தோறும் தேவைப்படும் கலோரிகள் வயது, எடை வேலைப்பளு முதலியவற்றைப் பொறுத்துள்ளன. சான்றாக வயதான ஒருவரை விட வளரும் குழந்தைக்கு அதிகக் கலோரிகள் தேவை. ஏனெனில் குழந்தை வளர வேண்டும். ஒரு பெண்ணை விட ஆண் அதிக அளவுள்ள தசைகள் பெற்றிருப்பதால், ஆணுக்கு அதிகக் கலோரிகள் தேவை.

தேவைக்கு மேல் உணவுண்டால் கார்போஹைட்ரேட்டும் புரதமும் கிளைகோஜெனாக மாற்றப்பட்டுக் கொழுப்புத் திசுக்களில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. தேவைக்குக் குறைவான உணவுண்டால் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கிளைகோஜெனிலிருந்து வேண்டிய ஆற்றல் எடுத்துக் கொள்ளப்படும்.

உணவின் அளவையும், அவற்றின் தேவையையும் மைய நரம்பு மண்டலம் கட்டுப்படுத்துகிறது. பெருமூளையின் அடியில் உள்ள மிகச்சிறிய ஹைப்போதாலமஸ் என்னும் பகுதியில் உண்ணும் மையமும், மன நிறைவு மையமும் உள்ளன. உண்ணும் மையம் நலிவுற்றால் பசி எடுக்காது; உண்ண வேண்டும் என்னும் உணர்வும் ஏற்படாது. மன நிறைவு மையம் நலிவுற்றால் எவ்வளவு சாப்பிட்டாலும் மன நிறைவடையாமல் மேலும் மேலும் சாப்பிடத் தோன்றும். நரம்புகளும் உடலின் வெப்பநிலையை அதிகரித்துப் பசி ஏற்படச் செய்கின்றன.

உணவிலிருந்து பெறும் ஆற்றல் எந்த அளவிற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது என்பதைக் கண்டறிய 1892 இல் அட்வாட்டர் என்பார் சுவாச அறை ஒன்றை அமைத்தார். ஒரு மனிதன் இந்த அறையிலிருந்து அனைத்துப் பணிகளையும் மேற்கொள்ளும்போது வெளியிடப்படும் வெப்பத்திற்கேற்ப, பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றல் கணக்கிடப்படும். இம்முறை செலவு மிக்க முறையாதலால் தற்போது இதைப் பயன்படுத்துவதில்லை. டக்ளஸ்பேக் மேக்ஸ் ஃப்ளாங் சுவாச அளவி என்னும் கருவி மூலம் உட்கவரப்படும் ஆக்சிஜன் அளவையும் வெளிவிடப்படும் கார்பன்டை ஆக்சைடு அளவையும் கணக்கிட்டுப் பயன்படுத்தப்பட்ட ஆற்றல் அளவைக் கணக்கிடலாம். தூங்கும் போது ஒரு மணி நேரத்திற்கு ஒரு கிலோ கிராம் எடைக்கு ஒரு கிலோ கலோரி என்னும் அளவில் ஆற்றல் தேவைப்படுகிறது. 50 கி.கி எடையுள்ள ஒருவர் ஒரு மணிநேரத்திற்கு 50 கிலோ கலோரி ஆற்றலைப் பயன்படுத்துவார். காண்க, சத்துணவு பேணல்.

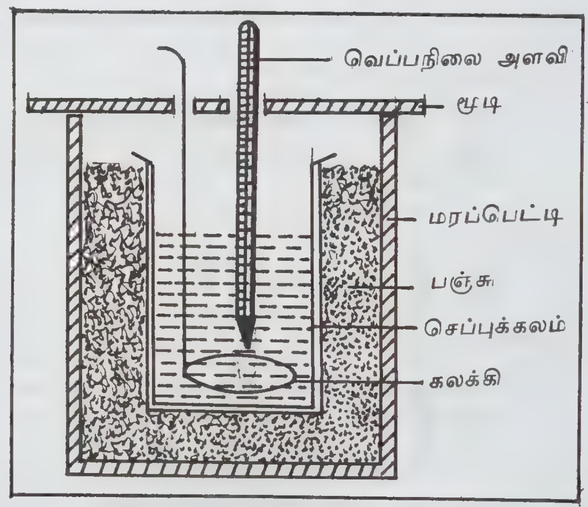
- சு. ராஜலட்சுமி

கலோரி அளவி

வெப்ப ஆற்றலை அளக்கப் பயன்படும் கருவி கலோரி அளவி (calorimeter) ஆகும். வேதி வினை, நிலை மாற்றம், கரைசல்கள் தயாரித்தல், பொருள்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறன்களைக் கணக்கிடுதல் போன்ற செயல்களில் வெப்ப ஆற்றல்களை அளவிட வேண்டியுள்ளது. இச்செயல்கள் பலவகைப்பட்டவையாகவும், உள்ளிட்ட வெப்பநிலைகள் பல்வேறு மட்டங்களாகவும் உள்ளமையால் செயலுக்கும், வெப்பநிலைகளுக்கும் ஏற்பப் பல்வேறு வகைக் கலோரி அளவிகள் உள்ளன.

எளிய கலோரி அளவி. இது உருளை வடிவிலான ஒருசிறு செப்புக்கலமாகும். இத்துடன்செம்பினாலான ஒரு கலக்கியும் உண்டு. கலமும் கலக்கியும் வெள்ளி உலோகத்தாலும் செய்யப்படலாம். கலோரிஅளவியின் வெளிப்புறம் பளபளப்பாகத் தேய்த்து மெருகேற்றப்பட்டிருக்கும். இதிலிருந்து கதிர்வீச்சால் வெப்ப இழப்பு ஏற்படாமல் பெரிதும் தவிர்க்கப்படுகிறது. இக்கலம் ஒரு மரப் பெட்டியுள் வைக்கப்பட்டு, கம்பளத் துணி, பஞ்சு போன்ற ஏதேனும் ஓர் அரிதில் கடத்தியால் இடைவெளி நிரப்பப் பெற்றிருக்கும். இதனால் கடத்தல், சலனம் போன்ற முறைகளால் வெப்ப இழப்பு ஏற்படுவது பெரிதும் குறைக்கப்படுகிறது.

ஓர் உலோகத்தின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் கண்டறிய, கலக்கி உள்ளிட்ட கலோரி அளவியின் நிறையை (m_1 கி.கி) முதலில் அறிய வேண்டும். கலோரி அளவியில் மூன்றில், இரண்டு பங்கிற்குத் தூய நீரை எடுத்துக் கொண்டு மீண்டும் கலோரி



படம் 1. எளிய கலோரி அளவி

அளவியின் நிறையை (m_2 கி.கி.) அறிய வேண்டும். ஒரு வெப்பநிலைஅளவி கொண்டு நீரின் வெப்பநிலையைக் (θ_1°C) காணவேண்டும். கலோரி அளவியின் வெப்ப நிலையும் இதுவேயாகும். பின்னர் எந்த உலோகத்தின் வெப்ப ஏற்புத் திறனை அளவிட வேண்டுமோ அதைச் சிறுசிறு துண்டுகளாக எடுத்துக் கொண்டு θ_2°C எனுமளவு ஓர் உயர்ந்த நிலையான வெப்ப நிலைக்குச் சூடாக்க வேண்டும்.

உலோகத்தின் நிறையும் (m_3 கி.கி.) அளவிடப்பட்டிருக்க வேண்டும். இப்போது, உலோ

கத்தை மிக விரைந்து கலோரி அளவியிலுள்ள நீரில் சேர்க்க வேண்டும். உயர் வெப்ப நிலையில் உள்ள உலோகத்திலிருந்து வெப்ப ஆற்றல் கலக்கி, கலோரி அளவி, அதிலுள்ள நீர் ஆகிய வற்றுக்குப் பாயும். இதனால் உலோகத்தின் வெப்ப நிலை குறைய ஏனையவற்றின் வெப்பநிலை உயரும். யாவும் ஒரே வெப்பநிலையை (θ_3°C) அடையும் வரை இந்த வெப்பப் பாய்வு நிகழும். இந்நிகழ்ச்சியில் உலோகம் இழந்த வெப்பம் கலோரி அளவி, கலக்கி, நீர் ஆகியவை ஈட்டிய வெப்பத்திற்குச் சமம் என்பது தெளிவு. s_1, s_2, s_3 ஆகியவை முறையே கலோரி அளவி, நீர் உலோகம் ஆகியவற்றின் வெப்ப ஏற்புத் திறன்கள் (specific heat capacity) ஆகும். இவை ஜூல்/ கிலோகிராம்/°C எனும் அலகில் அளக்கப்பட்டவை எனக் கொள்ளலாம். இப்போது,

உலோகம் இழந்த வெப்பம் $= m_3 s_3 (\theta_2 - \theta_3)$ ஜூல்

கலோரிஅளவி, கலக்கி, நீர் ஈட்டிய வெப்பம் $\Big\} = (m_1 s_1 + m_2 s_2) (\theta_3 - \theta_1)$ ஜூல்

இவையிரண்டும் சமமெனவே.

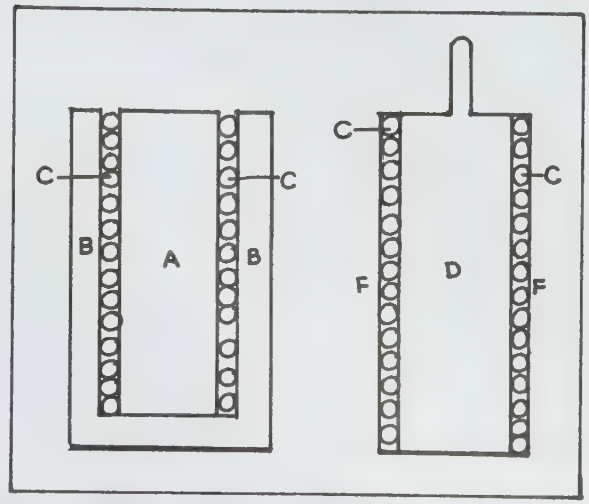
$$m_3 s_3 (\theta_2 - \theta_3) = (m_1 s_1 + m_2 s_2) (\theta_3 - \theta_1)$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து s_3 ஐக் கணக்கிடலாம்.

இக் கணக்கீட்டில் வெப்பப் பரிமாற்றம் ஏற்படும் போது கலோரி அளவியிலிருந்து வெப்பம் சுற்றுப் புறத்திற்குப் பாயவில்லை என்று எடுத்துக் கொள்ள லாம். இது முற்றிலும் சரியன்று. கலோரிஅளவியைப் பளபளப்பாக்கியும், மரப்பெட்டியுள் வைத்தும், கம்பளி கொண்டு இடைவெளியை நிரப்பியும் வெப்ப இழப்புகளைப் பெருமளவு குறைத்திருந்தாலும் ஓரளவு வெப்ப இழப்பு இருக்கவே செய்யும். இதற் கெனக் கணக்கீட்டில் திருத்தங்கள் செய்ய வேண்டும். இம் முறையில் உயர் வெப்பநிலைகளில் திண்மங் களின் வெப்ப ஏற்புத் திறன்களைக் கண்டறிய நீருக்குப் பதிலாக அனிலீன் கரைப்பானைப் பயன் படுத்த வேண்டும்.

நென்ஸ்ட் கலோரி அளவி. சாதாரண, தாழ் வெப்பநிலைகளில் திண்மங்கள், நீர்மங்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் காண்பதற்கு மின்சாரத்தால் வெப்பமூட்டும் முறை வசதியானதாகும். மின்தடை யுடைய பிளாட்டினம் போன்ற கம்பிச் சுருளின் வழியாக மின்னோட்டத்தைப் பாய்ச்சினால் வெப்பம் உண்டாகும். இந்த வெப்பத்தை ஏற்றுக் கொள்ளும் பொருளின் வெப்பநிலை உயரும். இந்த உயர்வை அளந்து அதிலிருந்து பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் கணக்கிடலாம்.

இந்த அடிப்படையில் அமைந்ததே நென்ஸ்ட் கலோரி அளவியாகும். உலோகங்களுக்கானது, கடத்தாப் பொருள்களுக்கானது என இதில் இரு வகையுண்டு.



படம் 2, படம் 3

கடத்திகளுக்கான நென்ஸ்ட் கலோரி அளவி படம் 2 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. எப்பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் காண வேண்டுமோ அப்பொரு ளால் செய்யப்பட்ட A என்னும் உருளையின்மீது ஒரு பிளாட்டினம் கம்பிச்சுருள் (CC) சுற்றப்பட்டிருக்கும். கம்பிச் சுருள் உருளையோடு மின் தொடர்பு இல்லாமல் வெப்பத் தொடர்பு மட்டும் கொண்டி ருக்கும் வகையில் ஒரு மெல்லிய மெழுகு பூசிய தாளால் கம்பிச்சுருள் மூடப்பட்டிருக்கும். இந்த அமைப்பு முழுதும் அதே உலோகத்தாலான உள்ளீ டற்ற ஓர் உருளையின் (B) உள்ளே பொருத்தப்பட் டிருக்கும். இரண்டு உருளைகளுக்கும் இடையே பாரபின் மெழுகு ஊற்றப் பெற்றிருக்கும்.

கடத்தாப் பொருள்களுக்கான நென்ஸ்ட் கலோரி அளவி படம் 3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது உள்ளீடற்ற வெள்ளி உருளையைக் (D) கொண்டது. இதன் வெளிப்புறம் பிளாட்டினக் கம்பி (CC) சுற்றப் பட்டிருக்கும். இதைச் சுற்றி ஒரு வெள்ளித்தாள் (FF) உண்டு. இந்தத் தாள் அடிப்பக்கத்தில் வெள்ளி உருளையுடன் ஒட்டியிருக்கும். இதனால் கம்பியிலிருந்து வரும் வெப்பம் வெளிச் செல்லாமல் காக்கப்படுகிறது. எந்தப் பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் காணவேண்டுமோ அதை வெள்ளி உருளை யுள் வைக்க வேண்டும்.

இந்தக் கலோரி அளவியை அப்படியே ஒரு கண்ணாடிக் குமிழினுள் வைத்து அக்குமிழ் நீர்மக் காற்று அல்லது நீர்ம ஹைட்ரஜன் போன்றவற்றில் அமிழ்ந்திருக்குமாறு செய்யவேண்டும். இதனால்

கலோரி முழுதும் நீர்மக்காற்று அல்லது நீர்ம ஹைட்ரஜனின் வெப்பநிலையை அடையும். இப்போது பிளாட்டினக் கம்பி வழியாக மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சப் பொருளின் வெப்பநிலை உயரும். பிளாட்டினச் சுருளையே பிளாட்டினத் தடை வெப்ப நிலை அளவியாகப் பயன்படுத்தி வெப்பநிலை உயர்வைக் கண்டுகொள்ளலாம்.

கம்பியின் வழியாக V வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் t நொடிகள் பாய்ந்தால், t நொடிகளில் உண்டான வெப்பம் VIt ஜுல்கள் ஆகும். பொருளின் நிறை m கிலோகிராம்; அதன் வெப்ப ஏற்புத் திறன் s ஜுல்/கிலோகிராம்/ கெல்வின் எனவும் அளந்து கண்ட வெப்பநிலை உயர்வு $d\theta$ கெல்வின் எனவும் கொண்டால் பொருள் பெற்ற வெப்பம் $msd\theta$ ஜுல்கள் ஆகும். எனவே

$$VIt = msd\theta$$

இதிலிருந்து sஐக் கணக்கிடலாம்.

கடத்தாப் பொருள்களுக்கான கணக்கீட்டில் பொருள் மட்டுமன்றி வெள்ளிக் கலோரி அளவியும் வெப்பத்தை ஏற்றது. கடத்தாப் பொருள்களுக்கான நென்ஸ்ட் கலோரி அளவியை நீர்மங்களுக்கும் வளிமங் களுக்கும் பயன்படுத்தலாம்.

புன்சன் கலோரி அளவி. பனிக்கட்டி உருகுவதற்கு வெப்பம் தேவை. வெப்பத்தை ஏற்றுப் பனிக்கட்டி உருகி நீராகும்போது அதன் பருமன் குறைகிறது. இவ்வாறு ஏற்படும் பருமன் குறைவு பனிக்கட்டி ஏற்ற வெப்பத்தின் அளவைப் பொறுத்தது. எனவே, இப் பருமன் குறைவை அளந்து வெப்பத்தைக் கணக்கிடலாம். இந்த அடிப்படையில் அமைந்தது புன்சன் கலோரி அளவியாகும். மிகக்குறைந்த அளவில் இருக்கும் அரிய உலோகங்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுவது இக் கலோரி அளவியின் சிறப்பாகும்.

ஜாலி நீராவிக் கலோரி அளவி. வளிமங்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறனை (மாறாப் பருமனில்) அளப்பதற்குப் பயன்படுவது ஜாலி கலோரிஅளவியாகும். புன்சன் கலோரிஅளவி போன்று இதுவும் ஓர் உள்ளுறை வெப்பக் கலோரி அளவியாகும். நீராவி நீராக நிலைமாறும்போது வெப்பத்தை வெளிவிடும். வளிமம் நிரம்பிய கோளத்தின் மீது நீராவி படும் போது எவ்வளவு நீராவி நீராக மாறுகிறது என்பதைக் கொண்டு வளிமம் எடுத்துக்கொண்ட வெப்பத்தையும் அதன் வெப்ப ஏற்புத் திறனையும் கணக்கிடலாம்.

வெடி கலோரி அளவி. 3000°C எனுமளவு உயர்ந்த வெப்பநிலைகளில் வளிமங்களின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் கணக்கிட வெடிப்பு முறைகளைப் பயன்படுத்தலாம். வளிமத்துடன் ஒரு வெடிக்கும் கலவையையும் சேர்த்து ஓர் எஃகு கோளத்துள் வைத்து ஒரு மின்பொறியால் வெடிபொருளை வெடிக்கச் செய்து அதனால் ஏற்படும் வெப்பநிலை மாற்றங்களை அளந்து வளிமத்தின் வெப்ப ஏற்புத் திறனைக் கணக்கிடலாம். கரி, பெட்ரோலியம் போன்ற எரிபொருள்கள் தரக்கூடிய வெப்பத்தின் அளவைக் கணக்கிட வெடி கலோரிஅளவிகள் பயன் படும்.

- ச. சம்பத்

கலோரிக் கொள்கை

இக்கொள்கைப்படி வெப்பம் கலோரிக் எனும் ஒரு பாய்மமாகக் கருதப்பட்டது. கலோரிக் அனைத்து இடங்களிலும் பரவியுள்ளது. அழிக்கவோ, உருவாக்கவோ முடியாதது; காணமுடியாதது; சிறந்த மீட்சித் தன்மையுடையது எனும் கருதுகோள்கள் கொண்டு பல்வேறு வெப்பவியல் நிகழ்வுகளுக்கு விளக்கம் அளிக்கப்பட்டது. கலோரிக் ஒரு பொருளோடு சேர்க்கப் படும்போது அப்பொருளின் வெப்பநிலை உயர்வதாகவும், ஒரு பொருளில் இருந்து நீங்கும்போது அதன் வெப்பநிலை குறைவதாகவும் கருதப்பட்டது. வெப்பமூட்டப்பட்ட பொருளின் எடை உயர்வதில்லை எனும் உண்மை, கலோரிக் எடையற்றது எனும் கருத்தைக் கொண்டு விளக்கப்பட்டது. வெப்பத்தால் பொருள்கள் விரிவடைவது; கலோரிக்கின் மீட்சித்தன்மை கொண்டு விளக்கப்பட்டது. நீர் உயர்ந்த இடத்திலிருந்து தாழ்ந்த இடத்திற்குப் பாய்வதுபோல் கலோரிக் உயர் வெப்பநிலையில் உள்ள பொருளிலிருந்து தாழ்வெப்ப நிலையில் உள்ள பொருளுக்குப் பாய்கிறது என்றும், நனைந்த பஞ்சை அழுத்தினால் நீர் வெளியேறுவதுபோல் உராய்தலால் கலோரிக் அப்பொருளிலிருந்து வெளிவருவதால் வெப்பம் ஏற்படுகிறது என்றும் விளக்கம் அளிக்கப் பட்டது.

கலோரிக் காண முடியாததாகவும் எங்கும் பரவியுள்ளதாகவும் கருதப்பட்டாலும் அது ஒரு பொருள் துகள் (material particle) என்றே கருதப்பட்டது. கலோரிக் துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று எதிர்க்கின்றன; ஆனால் பிற பொருள் துகள்கள் இவற்றை ஈர்க்கும் தன்மையுள்ளன எனும் கருதுகோள் கொண்டு பொருள்களின் மாறுபட்ட வெப்பங்கொள் தன்மை (thermal capacity), வெப்பங்கடத்துந் தன்மை (thermal conductivity) ஆகியவற்றிற்கு விளக்கம் அளிக்கப்பட்டது. கலோரிக் சில பொருள்களின் மூலகங்களோடு சேரும்போது ஒரு சேர்மம் உண்டாகிறது. வேதிச் சேர்மங்களில் அவற்றில் உள்ள தனி மூலகங்களின் பண்புகளை இழப்பதுபோல், கலோரிக்கும் தன் தனிப் பண்பை இழக்கிறது எனும்

கொள்கையால் உள்ளுறை வெப்பம் (latent heat) விளக்கப்பட்டது

இவ்வாறு பல வெப்பவியல் நிகழ்வுகளுக்குக் கலோரிக் கொள்கை விளக்கம் அளித்தாலும், புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பல நிகழ்வுகளுக்கு அதனால் விளக்கம் அளிக்க முடியவில்லை. சான்றாக, ஜூல் விளைவில் மின்தடை வெப்பமடைவது மின் மூலத்திலிருந்து பெறப்படும் கலோரிக்கால் எனக் கருதினால் கலோரிக்கை இழக்கும் மின் மூலத்தின் வெப்பநிலை குறைய வேண்டும். ஆனால் அவ்வாறு எந்நிகழ்வும் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை.

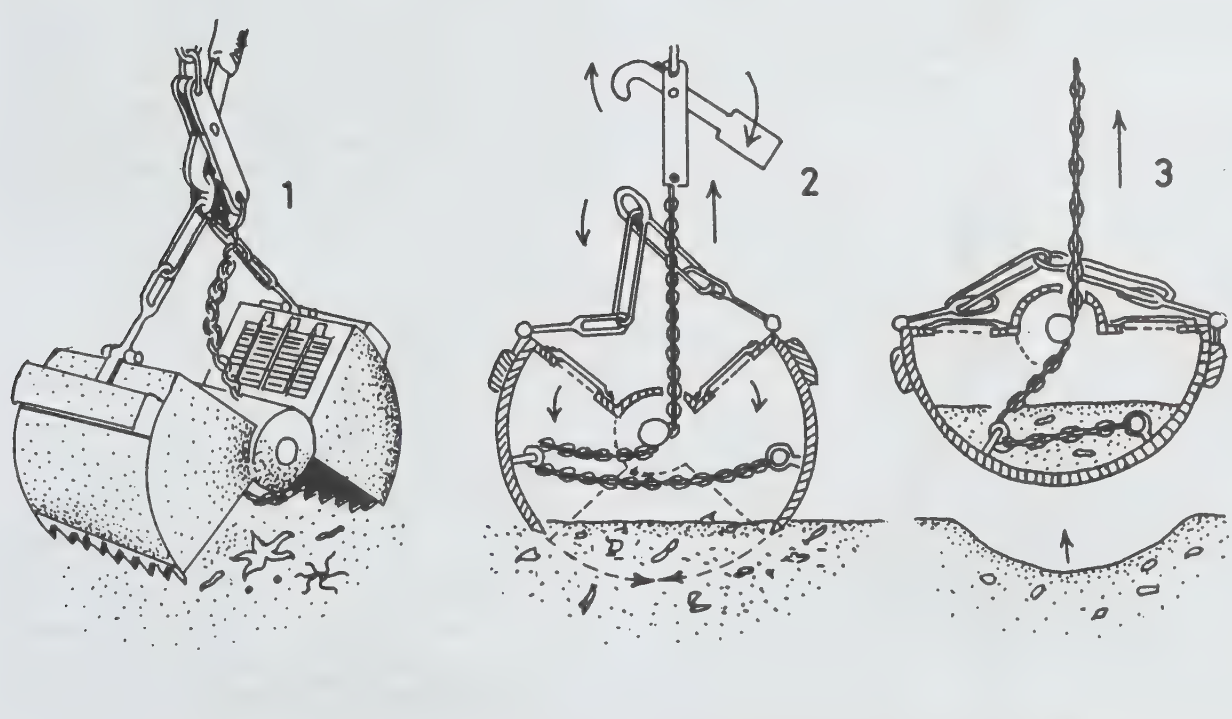
1840இல் ஜூல் பல ஆய்வுகள் மூலம் செய்யப் படும் வேலையே (W) வெப்பமாக (H) மாற்றமடை கிறது என்றும், அவற்றின் தகவு ஒரு மாறா எண் ணாக இருக்கும் என்றும் கண்டார். W/H = J. (J என்பது வெப்பத்தின் இயக்கவியல் சம எண்). இது வெப்ப இயங்கியலின் முதல் கொள்கையாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது. இதனால் கலோரிக் கொள்கை கைவிடப்பட்டது,

- வெ. ஜோசப்

கவ்விகள்

கடலின் தரைப்பகுதிகளைத் தோண்டி ஆய்வுக்குட் படுத்தக் கவ்விகள் (grabs) பெரிதும் பயன்படு கின்றன, பல்வேறுபட்ட தரைப்பகுதிகளைத் தோண்டி, மாதிரிப்பொருளைத் தொகுத்து ஆய்வதன் மூலம் இப்பகுதியில் உலர்ந்தும், புதைந்தும் துளைத்தும் செல்லக்கூடியனவும் திருக்கை, நாக்குமீன் போன்ற எண்ணற்ற அடிமட்ட மீன்களுக்கு உணவாக அமைந்து இவற்றின் வளத்தை அளவிடக் கூடியவையு மான பாக்டீரியாக்கள், புழுக்கள், கணுக்காலிகள், மெல்லுடலிகள், நட்சத்திர மீன்கள் போன்ற பல் வேறு உயிரினங்களின் உற்பத்தி பற்றியும் வணிகச் சிறப்பு வாய்ந்த எரிவாயு, எரிஎண்ணெய், மாங்கனீசு துண்டுகள் போன்றவை இருக்குமாயின் அவற்றின் அளவுபற்றியும் அறியமுடியும். கவ்விகள் இவ்வாறு மனிதனின் வாழ்க்கைக்கு மறைமுகமாகத் துணை புரிவதால் இவற்றைப் பற்றி அறிவது இன்றியமை யாதது.

கவ்விகளைத் தோண்டிகள் (digger) என்றும்

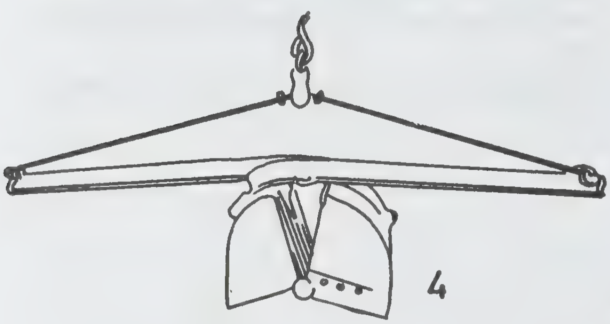


படம் 1. விடுவிப்புக் கொக்கி இருக்கையில் இருத்தலும் திறந்த நிலையில் தரைக்கு மேல் வாளிகள் இருத்தலும்
'' 2. விடுவிப்புக் கொக்கி நழுவுதலும், வாளிகள் மண்பகுதியைத் தோண்டுதலும்
'' 3. மாதிரிப் பொருள்கள் எடுத்தபின் வாளிகள் மூடிய நிலையில் உள்ளன.

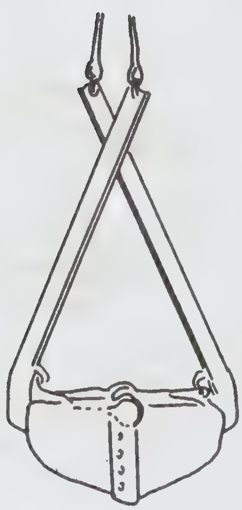
குறிக்கலாம். இது கடலின் தரைப்பகுதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுள்ள பகுதியைக் கவ்வித் தோண்டி, அப்பகுதியிலுள்ள மண்ணையும் உயிரினங்களையும் கொண்டு வருகிறது. சேறு, மண், கூழாங்கல், பாறாங்கல் போன்றவற்றாலான பல்வேறுபட்ட தரைப்பகுதிகளில் காணப்படும் உயிரினங்களின் பருமன், எடை, உற்பத்தி போன்றவற்றைப் பொறுத்து அவ்விடங்களில் வாழும் மீன்களின் வகைகளும், உற்பத்தியும் மாறுபடுகின்றன. எனவே பலவகைத் தரைப்பகுதிகளை ஆய்வதற்குத் தற்போது பல்வேறு கவ்விகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன.

பீட்டர்சன் கவ்வி. டென்மார்க் நாட்டைச் சார்ந்த ஆய்வாளர் பீட்டர்சன் என்பார் முதன்முதலில் கவ்விகளைக் கண்டுபிடித்தார். சேற்றை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ள 0.1 செ.மீ. தரைப் பரப்பிலிருந்து 1-2 செ.மீ. ஆழத்தில் தோண்டி எடுப்பதற்கு இக்கவ்வி பயன்படுத்தப்பட்டது. சம அளவுள்ள ஓரளவு வட்டமான மூடித் திறக்கக்கூடிய குறடு போன்ற இரு உலோக வாளிகள் இக்கவ்வியின் முக்கிய உறுப்பாக அமைந்துள்ளன. இவ்வாளிகளைத் திறந்த நிலையில் வைப்பதற்குப் படத்தில் காட்டியவாறு ஒரு சங்கிலியும் ஒருவிடுவிப்புக் கொக்கியும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கொக்கியை இருக்கையில் அமர்த்தி வாளிகளைத் திறந்த நிலையில் வைத்துக் கப்பலின் மேல்மட்டத்திலிருந்து வடம் அல்லது வலிமையான கயிறு மூலம் கவ்வி கடலின் தரைப்பகுதியை நோக்கி இறக்கப்படுகிறது. வாளிகள் தரையைத் தொட்டதும் அவற்றின் சொந்த எடையின் காரணமாகவும், கவ்வி செலுத்தப்பட்ட வடம் இளகுவதாலும் விடுவிப்புக்கொக்கி விலகுவதாலும், ஒவ்வொரு வாளியும் அரைவட்ட அளவுள்ள சேற்றைத் தோண்ட இயலுகிறது.

கவ்வியை மேலே தூக்கும்போது இரண்டு வாளிகளும் இடைவெளியில்லாமல் ஒன்று சேர்ந்து விடுவதால் கவ்விக்குள் அகப்பட்ட சேறும் உயிரினங்களும் வெளியே விழாதவாறு பாதுகாக்கப்பட்டுக் கப்பலின் மேல்தளத்திற்குக் கொண்டு வரப்படுகின்றன. இத்தகைய கவ்வியைக் கண்டுபிடித்தபின் 0.2 செ.மீ. பரப்பிலிருந்து 3 செ.மீ. ஆழம் வரை தோண்டக் கூடிய மற்றொரு வகைக் கவ்வியையும் பீட்டர்சன் கண்டுபிடித்தார். இருப்பினும் மேற்கூறிய இருவகைக் கவ்விகளும், சேறு போன்ற தரைப்பகுதிகளில் மட்டும் பயன்படுத்தத்தக்கனவாக உள்ளமையாலும் கடின மணற்பாங்கான பகுதிகளில் பயன்படுத்தப்படுவ



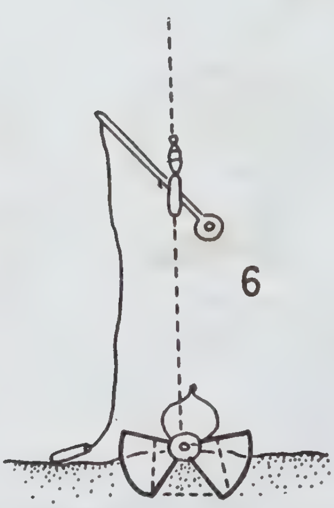
4



5

படம் 4. வான்வீன் கவ்வியின் வாளிகள் திறந்த நிலையில் உள்ளன.

படம் 5. வான்வீன் கவ்வியின் வாளிகள் மூடிய நிலையில் உள்ளன.



6

படம் 6. ஓகியன் கவ்வி.

தற்கு அவை ஏற்றவையாக இல்லாமையாலும் பல் வேறு தரைப்பகுதிகளில் பயன்படக்கூடிய பீட்டர்சன்-கவ்வியை அடிப்படையாகக் கொண்டு, பல கவ்வி கள் பின்பு கண்டுபிடிக்கப்பட்டன.

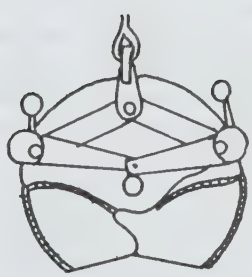
கவ்விகளில் பல்வேறு கடினத்தரைப் பகுதிகளி லும் ஓரளவு விசையுடன் துளை போடும் முறையில் பலவகை வழிமுறைகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு கவ்வி எத்தகைய விசையுடன் கீழே தரைக்குச் செலுத்தப்படுகிறதோ அத்தகைய விசையைப் பொறுத்துத் துளைக்கும் திறனும் வேறுபடும். எடுத்துக்காட்டாகக் கடினமாக உறைந்த மணற்பாங் கான பகுதிகளில் கவ்விகள் துளைத்துச் செல்ல ஆயிரக்கணக்கான கிலோகிராம் விசை தேவைப்படும். எனவே பயன்படுத்தக்கூடிய தரையின் நிலைகளைப் பொறுத்து அவற்றின் சுமை பெரும்பாலும் மாறு படக்கூடும். வாளிகளை மூடக்கூடிய விசையை மிகுதிப்படுத்தவும் கவ்விகளின் துளைக்கும் திறனை உயர்த்தவும் நெம்புகோல் புயம் அல்லது கப்பி (pullcy) போன்றவை பெரிதும் உதவுகின்றன.

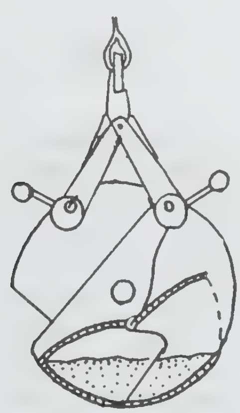
வான்வீன் கவ்வி (van veen grab). உயர்விசை யோடு இயங்கக்கூடிய கவ்விகளில் முதன்மையான இடத்தை வகுப்பது வான் வீன் கவ்வியாகும். இதைக் கடினமான தரைப்பகுதிகளில் இயக்கும்போது கவ்விகளின் வாளிகள் மூடிக்கொள்ளும். கல் அல்லது சிப்பி ஓடுகள் வாளிகளை மூடவிடாமல் தடுக்கும். அதனால் வாளிகளுக்குள் அகப்பட்ட மணலும் உயிரினங்களும் வெளியே நழுவுவதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படலாம். இதைக் கருத்தில் கொண்டே வான்வீன் கவ்வி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இதன் வாளிகளில் நீளக்கம்பிகள் இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இக்கம்பிகள், கவ்விகளின் வாளிகளை ஒருவித விசையோடு மூடுவதற்குரிய நெம்புகோல் இயக்கத்தைக் கொடுப்பதால், இக்கவ்விகளை ஆயிரம் மீட்டருக்கும் மேலான ஆழமுள்ள பகுதிகளில் கப்பலின் மேல் தளத்திலுள்ள தூக்கு மரம் போன்ற வற்றின் துணைகொண்டு இயக்க முடியும். ஏறத்தாழ 0.1 செ.மீ. பகுதியிலிருந்து மண் எடுக்கும் வான்வீன் கவ்வி 3-5 செ.மீ. ஆழம் வரை தோண்ட வல்லது. 0.2 செ.மீ. பரப்புள்ள பகுதியிலிருந்து மண் எடுக்கும் கவ்வி 5-7 செ.மீ. ஆழம் வரை தோண்ட வல்லது. நங்கூரம் போட்டு நிலைப்படுத்திய பின்னும் கப்பல், அலைகளின் வேகத்தால் அலைக்கழிப்புக்கு உள்ளாக லாம். அச்சமயத்தில் வான்வீன் கவ்விகள் மிகவும் ஏற்றவையாகும்.

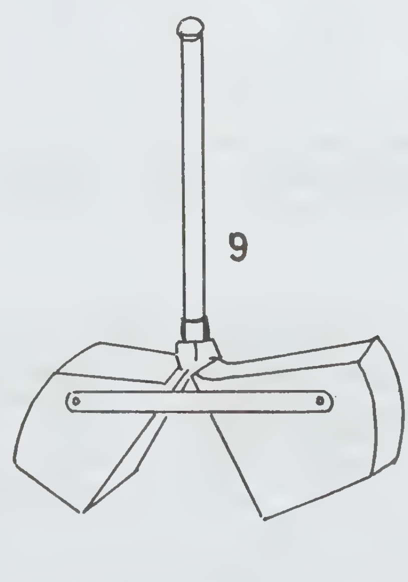
ஓகியன் கவ்வி (Okean grab). இக்கவ்வியில் ஓர் எதிரெடை விடுவிப்பு, புயத்திலிருந்து தொங்கவிடப் படுகிறது. இத்தகைய எதிரெடைக் கவ்வி, தரையைத் தொடும் வரை விடுவிப்பு வேலை செய்யாமல் இருக்கும். ஆனால் எதிரெடை தரையைத் தொட்ட வுடன் விடுவிப்பு விசையோடு விலகுவதால் கவ்வியின் வாளிகள் மண்ணைத் தோண்டி எடுத்து மூடிக்கொள் கின்றன.

ஹன்டர் கவ்வி. (Hunter grab). பளுவான உறுதி யான அமைப்பை இக்கவ்வி பெற்றுள்ளது. தரையைத் தொடும்போது தன் சொந்த எடையால் தோன்றக். கூடிய விசையிலேயே தரையைத் துளைத்து மாதிரிப் பொருளை எடுக்கவல்லது.


7

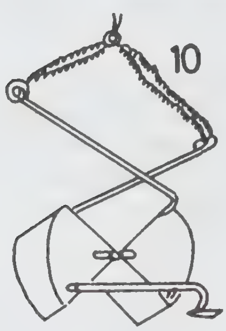

8

படம் 7. ஹன்டர் கவ்வியின் திறந்த நிலை.
படம் 8. ஹன்டர் கவ்வியின் மூடியநிலை.


9

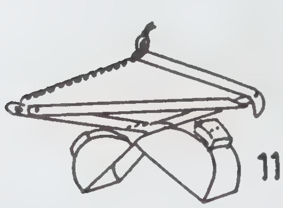
படம் 9. லீகர்கவ்வி

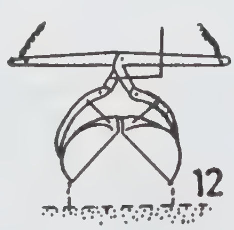
லீகர் கவ்வி (Leger grab). இது பீட்டர்சன் கவ்வியை ஓரளவு ஒத்திருந்தாலும், இதன் வாளிகளும், விடுவிப்பு இயக்கமும் முன்னதிலிருந்து மாறுபட்டுள்ளன. கவ்வியின் இரு வாளிகளும், இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக ஓர் இரும்புப்பட்டையால் திறந்து வைக்கப்படுகின்றன. கவ்வி, திறந்த வாளிகளோடு தரையைத் தட்டும்போது, ஒரு வாளியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு பக்க முனைப் பட்டையும், அடுத்த வாளியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள எதிர்முனைப்பட்டையும் விடுவிக்கப்படுவதால், வாளிகள் மூடிக் கொள்வதற்கு ஏற்ற நிலையை அடைகின்றன. வாளிகள் மூடும்போது அவற்றின் எடையில் ஒரு பெரிய கல் போன்ற பொருள் தற்செயலாக அகப்பட்டு வாளிகள் மூடிக்கொள்வதைத் தடுத்து நிறுத்தினாலும், முன்பே வாளிகளுக்குள் அகப்பட்ட சேறு வெளியே போகாதவாறு இக்கவ்வியின் வாளிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 10. எமரிகவ்வி

எமரி கவ்வி (Emery grab). இது வான்வீன் கவ்வியை ஒத்துள்ளது. இதன் கொள்ளளவு 2000கன செ. மீட்டராகும்.



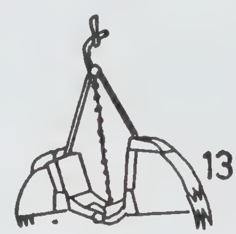


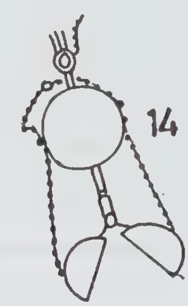
படம் 11. ஃபார்ஸ்ட் பீட்டர்சன் கவ்வி
படம் 12. கிலாசன் கவ்வி

ஃபார்ஸ்ட் பீட்டர்சன் கவ்வி. (Foerst petersen grab). இக்கவ்வி பீட்டர்சன் கவ்வியில் உள்ளது போன்ற வாளிகளையும், வான்வீன் கவ்வியில் உள்ளது போன்ற நெம்புகோல் புயங்களையும் கொண்டுள்ளது. கவ்வியின் வாளிகளை மூடுவதற்குரிய நெம்புகோல் புயங்களை இயக்குவதற்கு ஓர் உலோகத்தண்டு பயன்படுகிறது.

கிலாசன் கவ்வி. (Klassen grab). இக்கவ்வியின் வாளிகள் அரை உருளை வடிவத்தைக் கொண்டுள்ளன. வாளிகள் திறந்த நிலையில் தரையை அடைந்ததும் ஒரு தனி வடக்கயிறு விடுவிப்புப் பகுதியையும் நெம்புகோல் புயங்களையும் இயக்குவதால் வாளிகள் மூடப்படுகின்றன.

செகி அடிமட்டக் கவ்வி (Seki bottom garab). ஆழமற்ற பகுதிகளுக்குப் பயன்படுத்தக்கூடிய இக்கவ்வி, 500 கன செ. மீ. கொள்ளளவைக் கொண்டுள்ளது. இரு வாளிகளின் ஓரத்திலும் பற்கள் உள்ளமையால் வாளிகள் மூடும்போது நன்றாகப் பிணைப்புறுகின்றன. இரு வாளிகளும் திறந்த நிலையில் வைக்கப் படுவதற்கு உலோகத் தண்டுகள் உதவுகின்றன.

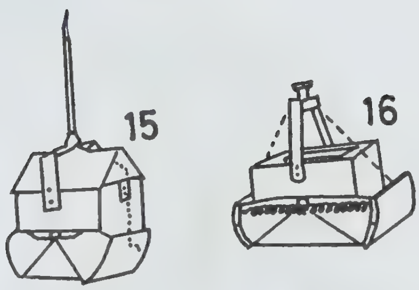




படம் 13. செகி அடிமட்டக்கவ்வி
படம் 14. உல்ஸ்கி கவ்வி

உல்ஸ்கி கவ்வி (Isky grab). இக்கவ்வியின் வாளிகள் இயக்கப்படுவதற்கு இரும்புத் தகடுகள் அடங்கிய பளுவான இரு பித்தளைக் கோப்பைகள் துணைபுரிகின்றன. இக்கவ்வி ஆயிரம் மீட்டருக்கும் மேலாக உள்ள தரைப்பகுதியிலிருந்தும் மாதிரிப் பொருள்களை எடுக்க வல்லது.

எக்மன் கவ்வி (Ekman grab). மென்மையான தரைப்பகுதிகளுக்கேற்ற இக்கவ்வி, முதன்முதலாக நன்னீர் நிலைகளில் பயன்படுத்தும் பொருட்டுக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாலும், பின் கடலிலும் இது பயன்படுத்தப்பட்டது. பெட்டி போன்ற வடிவத்தையும், குடைந்தெடுக்கக்கூடிய இரு வாளிகளையும் இக்கவ்வி கொண்டுள்ளது. முள்களில் சேர்க்கப்பட்டுள்ள சங்கிலி



படம் 15. எக்மன் கவ்வி
படம் 16. பிர்ஜ் எக்மன் கவ்வி

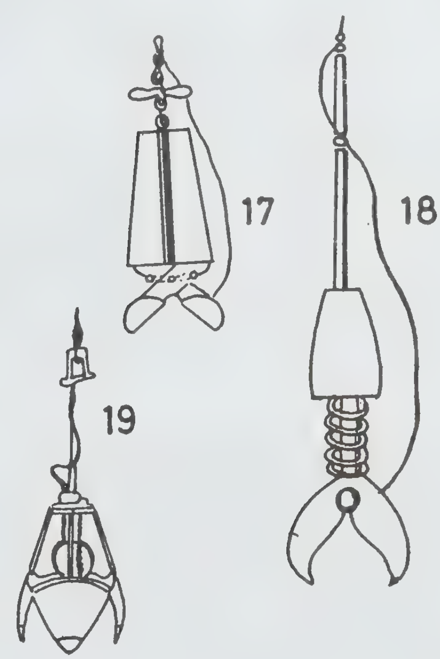
களின் துணைகொண்டு வாளிகள் திறந்த நிலையில் வைக்கப்படுகின்றன. சங்கிலிகள் முள்களிலிருந்து விலகும்போது வாளிகள் மூடிக்கொள்கின்றன.

எக்மன் கவ்வியை இது ஓரளவு ஒத்துள்ளமையால் இப்பெயர் பெற்றுள்ளது. வலிவான சுருள்வில்களாலும் ஓர் அனுப்பும் பளுவை வடக்கயிற்றின் துணை கொண்டு கவ்வியின் மேல் விழுமாறு அனுப்புவதன் மூலமும் வாளிகள் மூடிக்கொள்கின்றன. மேலும் வாளிகள் மூடும்போது ஒன்றின் மேல் ஒன்றென்னும் முறையில் அமரும் வகையில் வாளிகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இதன் காரணமாகக் கவ்வியுள் நுழைந்த உயிரினங்கள் வெளியேறாதபடி தகுந்தவாறு பாதுகாக்கப்படுகின்றன.

புல்டாக் கவ்வி. (Bull dog grab). முதன்முதலில் புல்டாக் என்னும் கப்பலில் 1860 இல் இக்கவ்வி பயன்படுத்தப்பட்டமையால் புல்டாக் கவ்வி எனப் பெயர் பெற்றது. இக்கவ்வியில் உள்ள இரு குடைந்தெடுக்கக்கூடிய வாளிகளும், வலிவான நீள ரப்பர் துண்டால் மூடப்படுகின்றன.

ராஸ் மட்டி கவ்வி (Ross clamshell grab). கடினமான தரைப்பகுதிகளைத் தோண்டுவதற்கே இக்கவ்வி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் எடை 1-7 டன் வரை உள்ளதால் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல வடங்களின் துணைகொண்டு இது இயக்கப்படுகிறது. இக்கவ்வி, புல்டாக் கவ்வியை ஓரளவு ஒத்திருந்த போதும், வாளிகள் மூடுவதற்கு அடிப்படைக் கம்பத்தில் பொருத்தப்பட்ட வலிவான ஒரு சுருள் வில்லே பயன்படுகிறது

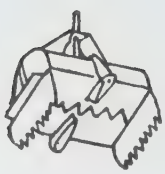
ஆரஞ்சு பீல் கவ்வி. (Orange Peel grab). மூடப் படாத நிலையில், இக்கவ்வியின் நான்கு வளைந்த வாளிகளும், சுளையாக வெட்டிய ஆரஞ்சுப்பழத்தை ஒத்துள்ளமையால், இக்கவ்வி ஆரஞ்சு பீல் கவ்வி எனப் பெயர் பெற்றது. இக்கவ்வி நான்கு வாளிகளைக் கொண்டுள்ளமையால், இது ஏனைய கவ்விகளிலிருந்து மிகவும் மாறுபடுகிறது. வாளிகளை மூடுவதற்குக் கவ்வியினுள் அமைந்துள்ள கப்பியும் அதில் ஓடக்கூடிய சங்கிலியும் துணைபுரிகின்றன. கவ்வியின் வாளிகள், ஒட்டுமொத்தமாக மூடும்போது கவ்வியின் அடிப்பகுதி, ஓர் அரைவட்ட வடிவத்தைப் பெறுகிறது. மேலும் கவ்வியின் மேற்பகுதி, ஒரு கித்தானின் துணை கொண்டுமூடப்படுவதால், திரட்டப்பட்ட பொருள்கள் வெளியில் சிதறி வீணாகாமல் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. வாளிகள் ஒன்று சேரும்போது கவ்வியின் அடிவிட்டம் 25 செ.மீ.-55 செ.மீ. வரை இருக்கக்கூடிய ஆரஞ்சு பீல், கவ்விகள், 30-250கிலோ எடையைக் கொண்டுள்ளன. சேறுள்ள தரைப் பகுதிகளுக்குப் பயன்படுத்தக்கூடிய மிகவும் உயர்ந்த கவ்வியாக இது கருதப்பட்டாலும், மணற்பாங்கான மற்றும் கற்களாலான தரைப் பகுதிகளுக்கு இது ஏற்றதன்று.

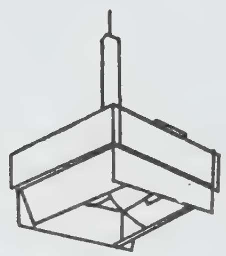


படம் 17. புல்டாக் கவ்வி
படம் 18. ராஸ் மட்டிக் கவ்வி
படம் 19. ஆரஞ்சு பீல் கவ்வி

ஆலன் கவ்வி (Allan grab). கைப்பிடி ஒன்றில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு குழாயின் துணை கொண்டு ஆழமற்ற பகுதிகளில் (3 மீட்டரில்) இக் கவ்வி இயக்கப்படுகிறது. இக்குழாய் கீழ்நோக்கி விசையுடன் தள்ளப்படும்போது, இரு வாளிகளும் மூடப்படுகின்றன. சாய்வான தரைப்பகுதிகளுக்கும், நீரோட்டம் மிகுந்துள்ள பகுதிகளுக்கும் இக்கவ்வி

மிகவும் ஏற்றது. மேலும் சிறு கூழாங்கற்கள், வண்டல், களிமண் போன்றவை நிறைந்த பகுதிகளிலும் இதைப் பயன்படுத்தலாம். எனினும் பருங்கூழாங்கற்கள் அல்லது அடர்த்தியான பாசிகள் உள்ள பகுதிகளில் பயன்படுத்த ஏற்றதன்று.

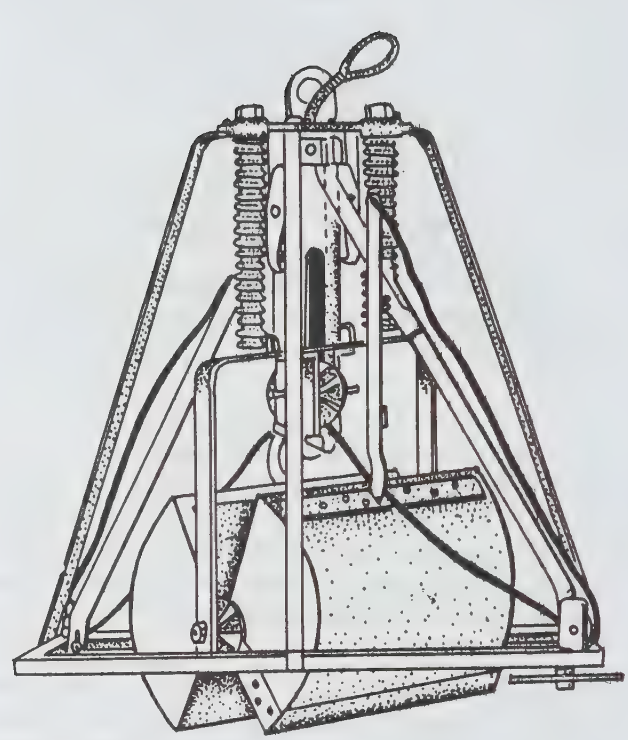

20


21

படம் 20. ஆலன்கவ்வி
படம் 21. கெல்லன் கவ்வி

கெல்லன் கவ்வி (Kellen grab). ஆழமற்ற பகுதிகளுக்கேற்ற இக்கவ்வி கையால் இயக்கப்படுகிறது. ஏறத்தாழ 15 செ.மீ. சதுரத்தையும் 5 செ.மீ. உயரத்தையும் கொண்ட ஒரு மரச்சட்டத்திலிருந்து நீண்ட நான்கு அலுமினியப் பட்டைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பட்டைகள் சேற்றில் நுழையும் போது இரண்டு பட்டைகள் மட்டும் ஒரு கம்பியின் விசையால் மூடப்பட்டு வாளிகள் போல் செயல்படுகின்றன.

ஸ்மித் மெக்கின்டையர் கவ்வி (Smith-Mc *Intyre* Grab). புதிய அமைப்புகளையும் உயர்ந்த செயல்பாட்டையும் இக்கவ்வி கொண்டுள்ளது. குறிப்பிடத்தக்க மென்மையான தரைப்பகுதிகளில் பயன்படுத்த மிகப் பளுவான இக்கவ்வியைச் சுற்றிலும், அடியிலும் வலிவான உலோகச் சட்டங்கள் அமைந்துள்ளன. வாளிகள் மூடப்படுவதற்குச் சுருள்வில்களும், நெம்புகோல் இயக்கமும் உதவுகின்றன. திறந்த நிலையோடும் பளுவோடு கூடிய விசையோடும் கீழே செலுத்தும்போது வலிவான சுருள்வில்களின் விசையால் வாளிகள் தரைப்பகுதியைத் துளைக்கின்றன. சேற்றை எடுத்தவுடன் வாளிகள் தாமாகவே மூடிக் கொள்கின்றன. கவ்வி தரையை நோக்கி விசையோடு செல்லும்பொருட்டுக் கவ்வியின் அடிப்பக்க மூலை ஒவ்வொன்றிலும் 10-15 கிலோ எடையுள்ள ஈயப் பளு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. மேலும் கவ்வியின் வாய்கள் தரையை அடையுமுன்னே மூடாதவாறும், கவ்வியின் அடிச்சட்டம் தரையைத் தொட்டதும் வாளிகள் மூட உதவவும், கவ்வியின் ஒரு மூலையில் ஒரு விடுவிப்புப் பாதம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.



படம் 22. சுமித்-மெக்கன்டையர் கவ்வி ஆபர்டீன் கவ்வி

மிகவும் பளுவான இக்கவ்வியைப் பெரிய ஆய்வுக் கப்பல்களில் மட்டுமே பயன்படுத்த முடியும். மேலும் வான் வீன் கவ்வி போன்று இதுவும் கப்பலின் மேல் தளத்தில் தூக்குமரத்தோடு இணைந்த கம்பிகளின் துணைகொண்டே இயக்கப்படுகிறது.

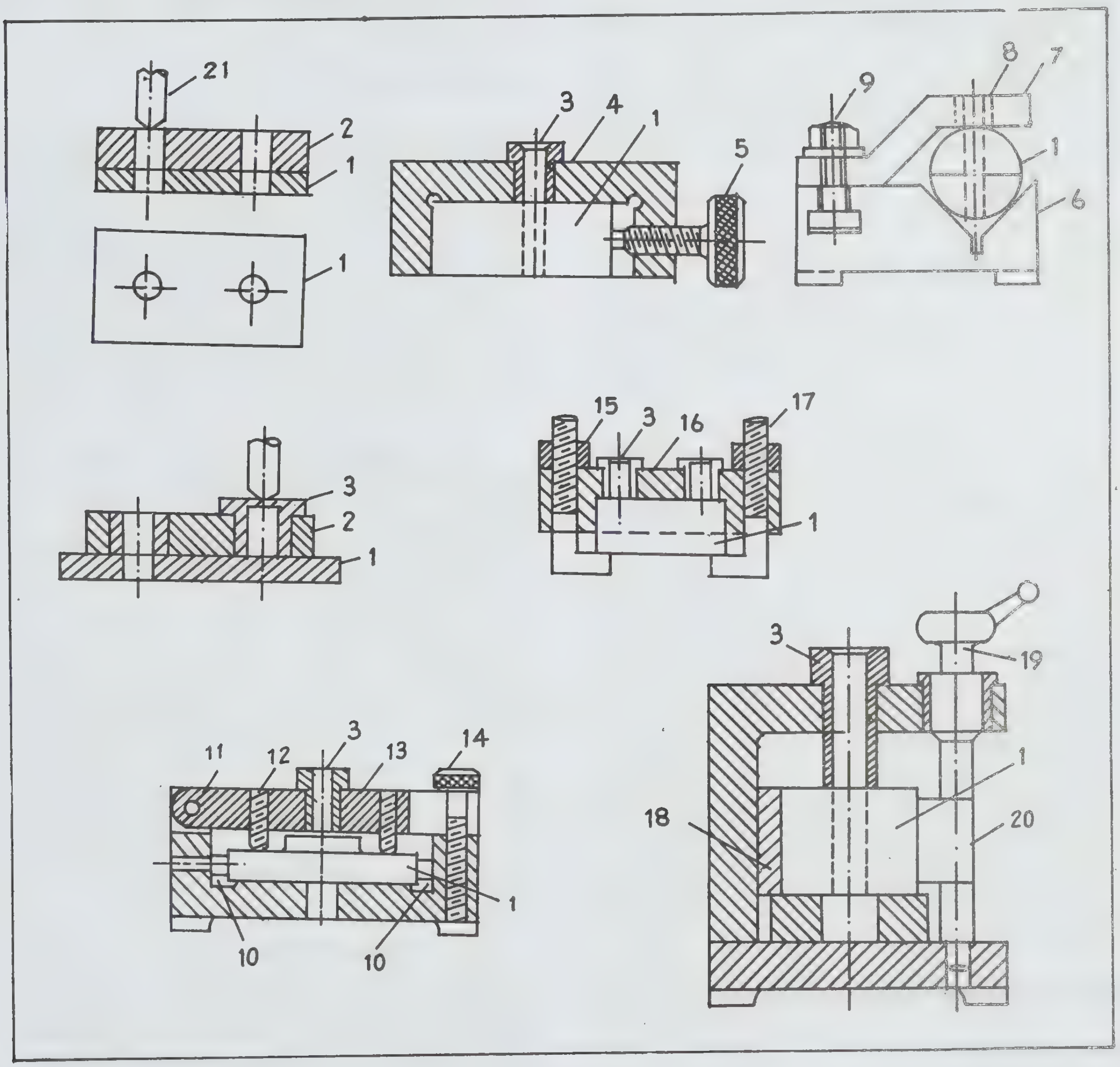
– இரா. சந்தானம்

கவ்வி, பொருத்திகளின் வடிவமைப்பு

எந்திர இயக்கங்களில் துணைக்கருவித் தொகுதிகளை முறையாகப் பயன்படுத்துதல் கவ்வி மற்றும் பொருத்தி (jig and fixture) வடிவமைப்பு எனப்படும். கவ்வி, துளையிடல் (drilling), துளைதிருத்தல் (reaming), துளை பெரிதாக்கல் (boring) போன்ற இயக்கங்களில் செய்பொருளைக் கவ்விப் பிடிக்கவும் வெட்டுங்கருவியை வழிநடத்தவும் (guiding) பயன்படுகிறது. பொருத்திகள் பற்றவைப்பு, ஒன்றிணைப்பு போன்ற இயக்கங்களில் செய்பொருளைப் பொருத்துவதற்கு மட்டுமே பயன்படுகின்றன. இவை வெட்டுங் கருவியை வழிநடத்துவதில்லை.

கவ்வி பொருத்திகளின் அமைப்பு. இணைக்கப் பட்ட அல்லது பற்றவைக்கப்பட்ட எஃகுடன், தேய்மானம் ஏற்படக்கூடிய பகுதிகளில் கடினமாக்கப் பட்ட எஃகு உள்ளிணைப்புகள் அமைந்த பகுதிகளே, வார்க்கப்பட்ட பகுதிகளைவிட மிகச் சிறப்பாகக் கவ்வி மற்றும் பொருத்திகளை அமைக்கப் பயன்படு கின்றன. உருவாக்கும் செலவு குறைவாயிருப்பதாலும் எடை குறைவாக இருப்பதாலும் அலுமினியமும் மக்னீசியமும், கவ்வி-பொருத்தி ஆகியவற்றை அமைக் கப் பெருமளவில் பயன்படுகின்றன. கவ்வியின் பயன் கள் படங்களின் மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

நிலை நிர்ணயிக்கும் முறைகள். கவ்வி, பொருத்தி இவற்றால் நிர்ணயிக்கப்படும் நிலை சரியாக இருக்க வேண்டுமானால் ஒவ்வொரு பொருத்தியிலும் செய்பொருள் முரணற்ற நிலையில் நிர்ணயிக்கப்பட வேண்டும். செய்பொருளின் பரிமாணமும் நிலையான



படம் 1.

1. வேலைப்பொருள் 2. மாதிரித்தகடு 3. துளையிடு உறை 4. தளவாய் 5. திருகு 6. வடிவந்தாங்கி 7. பிடிப்புத்தளப துளையிடு உறை 9. பிடிப்பு மரையாணி 10. பொத்தான் 11. கீல் 12. திருகு 13. இழை 14. இழை பிடிப்புத்திருகு 15. மரை 16. பலகை 17. பிடிப்பு மரையாணி 18. இட அமைவுத் துண்டு 19. நெம்புருள் திருகு 20. நெம்புருள் 21. துளையிடு

தாக இருக்கவேண்டும். இந்தக் காரணங்களுக்காக முதலில் பயன்படுத்தப்படும் பொருத்தியின் நிலை நிர்ணயிக்கப்படும் இடங்கள் செய்பொருளில் துளையிடல் மூலம் அடையாளமிடப்படுகின்றன. அடுத்தடுத்துப் பயன்படுத்தப்படும் பொருத்திகளும் செய்பொருளை அதே துளையில் பிடிப்பதன் மூலம் நிலையை நிர்ணயிக்கலாம். பெரும இயக்கம் ஒரே நிர்ணய நிலையில் முடிக்கப்பட வேண்டும்.

நிர்ணய நிலைகள் சரியாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்படாவிட்டால் இறுகப் பற்றும்போது செய்பொருளின் உருச் சிதைய வாய்ப்புள்ளது. நிர்ணய நிலைகள் இயன்ற அளவு தொலைவுடையனவாகவும் சிறியனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும். மூன்று சிறிய ஆணிகளின் மூலம் ஒரு சமதளம் நிர்ணயிக்கலாம். நிறுத்திகளின் மூலம் சமதளத்திற்குள் குறிப்பிட்ட இடத்தை நிர்ணயிக்கலாம்.

துளைகளிலிருந்து நிலை நிர்ணயிக்கும்போது இரண்டு அல்லது மூன்று நேரான ஆணிகளைப் பயன்படுத்துதல் கூடாது. துளைகளின் பரிமாணத்தில் ஏதேனும் சிறிய வேறுபாடு இருந்தால்கூடச் செய்பொருளைப் பொருத்தவும் நீக்கவும் கடினமாகிவிடும். இந்நிலைகளில் ஓர் உருளை ஆணியையும் ஒரு நீள் உருளை ஆணியையும் பயன்படுத்துவதே சிறந்ததாகும்.

வட்ட வடிவிலான பொருள்களை நிலைநிர்ணயம் செய்யும்போது V வடிவிலான நிலை நிர்ணயிப்புக் கருவிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். V இன் இடைப்பட்ட கோணம் 90° ஆக இருக்க வேண்டும். எந்திர இயக்கங்களால் உண்டாகும் செலவைவிடச் செய்பொருளைப் பொருத்தவும் நீக்கவும் ஆகும் செலவு மிகுதியாகும். எனவே ஒரே வகையான பல பொருத்தி இருந்தால் ஒரு பொருத்தியில் செய்பொருள், எந்திரத்தால் இயக்கப்படும். அதே நேரத்தில் மற்றொரு பொருத்தியில் அடுத்த செய்பொருளை நிலை நிர்ணயம் செய்து தயாராக வைத்துவிடலாம்.

இறுகப் பிடித்தல். இறுகப் பற்றும் கருவி மிக எளிதாக இருக்க வேண்டும். இதற்கெனத் தனியாகப் பிடிப்புக் கருவி உள்ளது. எந்திர இயக்கத்தின் திசை பிடிப்பு விசையை எதிர்ப்பதாக இருக்கக்கூடாது. கவ்விகளில் உழல் வாய்களின் (bush) மூலம் வெட்டுங் கருவி வழி நடத்தப்படுகிறது. எந்திர இயக்கம் நிகழ்த்தப்பட வேண்டிய இடத்திற்கு வெட்டுங்கருவி இட்டுச் செல்லப்படுகிறது.

- வயி. அண்ணாமலை

கவ்வை (ஆயில்யம்)

இருபத்தேழு விண்மீன்களில் ஒன்பதாம் விண்மீனாகக் கருதப்படும் கவ்வை (cancer) விண்மீன், கடக விண்மீன் குழுவில் அமைந்துள்ளது. இவ்விண்மீன் ஆயில்யம் எனப்படுகிறது. நண்டின் கொடுக்கு என்னும் பொருளில் உள்ள அக்பென்ஸ் (acubens) என்னும் அரேபியச் சொல்லிலிருந்து இப்பெயர் தோன்றியது. நண்டின் கொடுக்கு, கிளை அமைப்பில் இருப்பதால் இவ்விண்மீனைக் கவ்வை என்று குறிப்பிடுகின்றனர். இது ஓர் இரட்டை விண்மீன் ஆகும். இதன் தோற்ற ஒளித்தரம் 4.27 ஆகும்.

- பெ. வடிவேல்

கவசமிடல், மின்

தேவையற்ற குறிப்புகளை அல்லது ஓசைகளைத் தவிர்ப்பது, தேவையற்ற குறிப்புகள் ஒலிபரப்பப்படுவதைத் தடுப்பது, தேவையான குறிப்புகளை விரும்பும் பாதை, எல்லைகளுக்குள் அடக்கி வைப்பது ஆகியவற்றிற்காகக் கையாளப்படும் முறை கவசமிடல் (shielding) எனப்படும். தொடர்புடைய மின், காந்தப் புலங்களில் ஓரளவு மாறுதலின்றிக் கவசமிடலில் இந்நோக்கங்களை நிறைவேற்றுதல் இயலாது. ஆனால் இம்மாறுதலின் விளைவுகள் தேவைப்படும் நோக்கங்களுடன் குறிக்கிடமாட்டா.

மின் புலத்தில் உருவாகும் ஒரு மாறுதல் காந்த விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும். அதுபோன்றே காந்தப் புலத்தில் உருப்பெறும் மாறுதல் மின் விளைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும். இதனால் மின், காந்தக் கவசமிடல் பொதுவாகக் கையாளப்படுகிறது.

கவசம் என்பது கடத்தும் பொருளாலான, தகடு, குழாய், திரை, வலை போன்ற பொருளாகும். சில சமயங்களில் கவசம், காந்தப் பொருளாகவும், காந்த மற்றும் கடத்தும் பொருளாகவும், குறுந்தகடுகளாலான பொருளாகவும் காணப்படுகிறது. புலங்கள் குறிப்பிட்ட எல்லைகளிலிருந்தோ எல்லைக்குள் அடங்குமாறோ கவசம் பாதுகாக்கிறது. ஒரு தகவல் தொடர்புச் சுற்றில் கவசம் இருக்கும் போது உள்ள தேவைப்படாத குறிப்பிற்கும், இல்லாத போது உள்ள தேவைப்படாத குறிப்பிற்கும் உள்ள விகிதமே கவசக் காரணி (shielding factor) ஆகும்.

மின் நிலைமக் கவசம். கவசமிடப்படவேண்டிய இடத்தை உயர்ந்த கடத்தும் பரப்பால் முழுமையாக மூடி நிலை இணைப்புச் செய்வதால் மின் நிலைமப் புலங்களிலிருந்து முழுமையான கவசமிடல் கிடைக்கும். அதாவது புலத்தினுள் உள்ள மின் நிலைம நிலைகளில் ஏற்படும் மாறுபாடு கவசங்களுக்கு வெளியிலுள்ள கடத்திகள், சுற்றுகள் மற்றும் புலங்களின் நிலையைப் பாதிக்காது.

காந்த நிலைமக் கவசம் கவசமிடப்பட வேண்டிய இடத்தைச் சுற்றியுள்ள காந்தப் பாயத்தைத் தாழ்ந்த தடுப்புப் பாதையால் பக்கவாட்டில் திருப்பி விடுவதன் மூலம் வெளிப்புற மற்றும் பொதுவாக நிலையான காந்தப்புலத்திலிருந்து குறிப்பிட்ட அளவு முழுமையான கவசமிடலைப் பெறமுடியும். அதாவது கவசத்தில் சூழப்பட்ட நிலையான காந்தப்புலம் கவசத்திற்கு வெளியே உள்ள மண்டலத்தை அடையாமல் பெரும்பான்மையாகத் தடுக்கப்படுகிறது எனலாம். கவசம் காந்தப் பாயத்திற்கு முழுமையான காந்தப்பாதையாக அமைய வேண்டும். மிகு புரைமை (permeability) கொண்ட காந்த இரும்புப் பொருளால் கவசமிடப்பட வேண்டிய இடம் சூழப்பட வேண்டும்.

கவசத்தின் தடிமனையும், புரைமையையும் அதிகரிப்பதன் மூலமும் பல கூடுகள் கொண்ட கவசங்களைப் பயன்படுத்துவதன் மூலமும் கவசக் காரணியைக் குறைக்கலாம். தடிமனான ஒற்றை அடுக்குக் கவசங்கள் மலிவானவை அல்ல.

மின் காந்தக் கவசமிடல். முன்னர் விளக்கப்பட்ட காந்த நிலைமைக் கவசமிடல் காந்தப்புலம் காலத்தால் மாறுபடும்போதும் பயனளிக்கும். ஒரு கம்பிச் சுருள் இத்தகைய கவசத்தால் சூழப்பட்டிருக்கலாம். இத்தகைய கவசம் சுருளின் தூண்டத்தை (impulse) அதிகரிக்கும். நன்றாகக் கவசமிடல் புலங்களை மாற்றுகிறது என்பதை இது காட்டுகிறது. நிலையான அல்லது மெதுவாக மாறும் புலங்களுக்கு இத்தகைய காந்தக் கவசமிடல் தேவை.

மாறுபட்ட ஆனால் மிகவும் பயன் தரக்கூடிய மின் காந்தக் கவசமிடல் மின் நிலைமக் கவசத்தின் மூலம் பெறப்படும். கேட்பு எல்லையின் மேல் மட்டத்திற்கும் மேல் உள்ள அலைவெண்களில் 10^{-4} வரை உள்ள கவசக் காரணிகளை எளிதில் அடைய முடியும். மிக அருகில் பொருத்தப்பட்ட மின் அலைவடிப்பான் (electric wave filter) தக்க எடுத்துக்காட்டாகும். 1/6" தடிமனுள்ள செம்பால் ஆன மூடிய பெட்டியே கவசமாகும். செம்பின் மேல் படும் காந்தப்புலம் சுழல் மின்னோட்டங்களை உருவாக்குகிறது. அவை பாயம் (flux) உட்புகுதலை எதிர்க்கின்றன.

சுழல் மின்னோட்டப் பாதைகளின் கடத்துமம் (conduction) மிகுதியானால் கவசச் செயல்பாடு மேம்படுகிறது. காந்த நிலைமக் கவசம் போலல்லாது இக்கவசம், கவசமிடப்பட்ட சுருளின் தூண்டத்தைக் குறைக்கிறது. கவசத்தால் நிரப்பப்படும் இடம் குறைவாக இருக்க வேண்டுமெனில், தாழ்ந்த தடுப்பும் உயர் கடத்துமமும் கொண்ட பொருள்கள் அடுத்தடுத்த அடுக்குகளாகக் கொண்ட குறுந்தகட்டுக் கவசம் பயன்படுத்தப்படும். மின் நிலைமக் கவசத்தை காந்தத் தன்மையற்றதாகவும், சுழி மின்னோட்டப் பாதைகளைத் தடுக்கும் வடிவு கொண்டதாகவும் அமைப்பதன் மூலம் குறிப்பிடத்தக்க காந்தக் கவசமிடல் இல்லாத மிகு அளவு மின் நிலைமக் கவசமிடலைப் பெற முடியும்.

கவசமிடப்பட்ட கம்பிகளும் முழுக் கம்பிகளும். பல்வேறு தகவல் தொடர்பு பாதைகளைத் தன்னுள் அடக்கிய தொலைபேசி மூடு கம்பியின் உறை, மின்காந்தக் கவசமிடலின் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். இவ்வுறை அதன் தளத்தில் ஒன்று அல்லது மேற்பட்ட இடங்களில் நில இணைப்புச் (earthing) செய்யப்பட்டுள்ளது. உயர் தடை நிலை இணைப்புகளில்கூட மூடு கம்பிக் கடத்திகள் வெளிப்புலங்களிலிருந்து கவசமிடப்பட்டுள்ளன. உயர்ந்த சுமப்பு அலைவெண்களில் கவசமிடல் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும். கடத்தி ஓசை, தடை ஓசையைவிடக் குறிப்பிடும்படி மிகுதியாக இருப்பதில்லை.

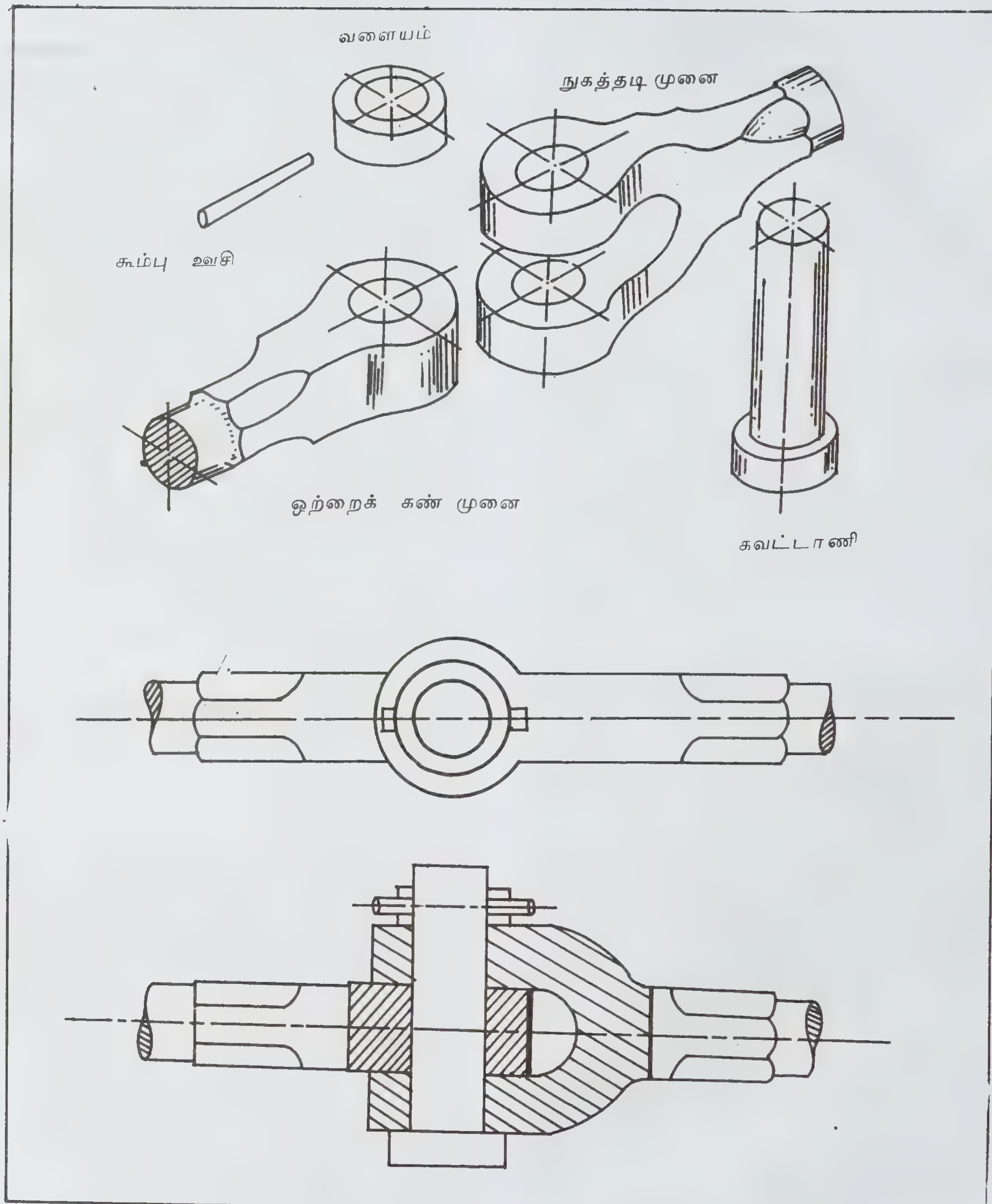
சாதாரணமாக உயர்ந்த அலைவெண்களில் ஓர் அச்சுக் கம்பி கவசமிடப்பட்ட கம்பிக்குச் சிறந்த எடுத்துக்காட்டாகும். குறைந்த அலைவெண்களில் கவசமிடல் மிகக் குறைவேயாகும். இந்தக் காரணத்தால், பார்வை அலைவெண்களில் தொலைக் காட்சிக் குறிப்புகளை அனுப்புவதற்கு முறுக்கிய கவசமிடப்பட்ட கம்பிகள் முதன்மை பெறுகின்றன. குறைந்த அலைவெண்களில் காந்தமற்ற கவசம் செயலற்றிருக்கும்போது தறுவாய் நிலை மாற்றல், ஓசைக் குறுக்கீடு மற்றும் தேவையற்ற ஒளிபரப்பலை கட்டுப்படுத்த உதவுகிறது.

– எஸ். சுந்தரசீனிவாசன்

கவட்டாணி

இரு தண்டுகளை இணைப்பதற்கு ஓர் இணைப்பான் தேவைப்படுகிறது. இவ்விணைப்பில் இரு தண்டுகளும் இழுவிசை (tension) அல்லது அழுத்துவிசையில் (compression) இயங்கக்கூடும். இவ்விணைப்பு கட்டுறுதியானதன்று இரு இணைத் தண்டுகளும் அதன் அச்சியல்களாக வெவ்வேறு கோணங்களில் மாறுபடக் கவட்டாணி (clevis pin) உதவுகிறது. பொதுவாக முன்பின் நகர்வைச் சுழற்சியாக மாற்றவும், சுழற்சியை முன்பின் நகர்வாக மாற்றி அமைக்கவும் இக்கவட்டாணி பயன்படுகிறது. எ.கா: உட்கனற்பொறி, நீராவிப்பொறியில் உள்ள உந்து இணைப்பு ஆகும்.

ஒற்றைக்கண் அமைப்புக் கொண்டுள்ள முனையைக் கொண்ட ஒரு தண்டு, இரட்டைக்கண் கொண்டு நுகத்தடி போன்ற அல்லது கவட்டு முனை கொண்ட மற்றொரு தண்டில் பொருத்தப்படும். இரு இணைப்பு முனைகளையும் ஒருங்கே கொண்டுவர அவற்றின் துளைகள் வழியே படத்தில் காட்டிய படியே கவட்டாணி செருகப்படுகிறது. கவட்டாணி



ஒரு வளையம், கூம்பு ஊசி ஆகியவற்றைக் கொண்டு நிலையாகப் பொருத்தப்படுகிறது. தண்டுகள் இரண்டும் கவட்டாணியில் எளிதாகச் சுழலும் அமைப்புடன் உள்ளன. இவ்வகையான இணைப்பின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பை எளிதில் பிரித்துவிடலாம். சிறிது நெகிழ் தன்மையுடன் முன்னர்க் குறிப்பிட்டபடி தேவைக்கேற்ப நீள்மை தேவைப்படும் அமைப்பில் கவட்டாணி பயன்படுகிறது.

- கே. ஆர். கோவிந்தன்

கவரிமா

எருதுவகையைச் சார்ந்த கவரிமா (yak) இந்தியாவிலும் திபேத்திலும் 15000-20000 அடி உயர மலைப் பகுதிகளில் வாழ்கிறது. இது மிகக் குளிர்ந்த நிலையிலும் வசதியாக வாழும் விலங்குகளில் ஒன்று. இந்தியாவில் லடாக் பகுதியில் சங்க சென்மோ பள்ளத்தாக்கில் காணும் கவரிமாவில் வீட்டுக்கவரிமா, காட்டுக் கவரிமா என இருவகையுண்டு, காட்டுக் கவரிமா, மங்கோலிய மாடு இனக்கலப்பால் வீட்டுக் கவரிமா உண்டாகிறது. இது திபேத்தியர்களுக்கு மிகவும் பயன்படும் விலங்காகும். எடை மிகுந்த பொருள்களையும் சுமக்கவல்ல இவை நாள் ஒன்றுக்கு 30 கி. மீ தொலைவு மலைப் பகுதிகளில் செல்லும். மனிதர்கள் பயணம் செய்யவும், கடிதங்கள் எடுத்துச் செல்லவும் வண்டி இழுக்கவும் இது பயன்படுகிறது. இதன் முரட்டு மயிர் கம்பளி நெய்யவும், மென்மயிர் ஆடை நெய்யவும் பயன்படும். கவரிமாவின் பால் சத்து மிகுந்த உணவாகும். இறைச்சி சுவையாயிருப்பதால் மக்கள் விரும்பியுண்கின்றனர். இதன் தோலைக் கொண்டு தொப்பி, காலணி, சட்டை முதலியன உருவாக்கப்படுகின்றன.

காட்டுக் கவரிமா மிகவும் முரட்டுத்தனமான பெரிய விலங்காகும். பொதுவாக ஆறடி உயரமும் எழுநூறு கிலோ எடையும் கொண்டது. இருப்பினும் விரைவாக நடக்கக் கூடியது. வலிமையான கொம்பு 60-80 செ. மீ. நீளமுடையது. உயர்ந்த திமிலும், நேரான முதுகும் உடையது. கால்கள் தடித்தும் குட்டையாகவும் உள்ளன. உடல் முழுவதும் நீண்ட, அடர்த்தியான கறுப்பு அல்லது கரும்பழுப்பு நிற முரட்டு மயிர் மூடியிருக்கும். வயிற்றுப் பக்கம், விலா, இடை, வால் முதலியவற்றிலுள்ள மயிர் மிக நீளமாகவும், பட்டுப் போல் மென்மையாகவும் இருக்கும். முரட்டுத்தனம், கூரிய கொம்புகள், பருத்த உடல் இவற்றைக் கொண்டுள்ளமையால் வேட்டையாடுவதும் பழக்குவதும் எளிதல்ல. வயிறார உண்ட பின் நீரோடைகளில் புரளும் இது கூரிய மோப்ப ஆற்றல் கொண்டது. பொதுவாக இது ஏப்ரல் மாதத்தில் குட்டி ஈனும்.

- கு. சம்பத்

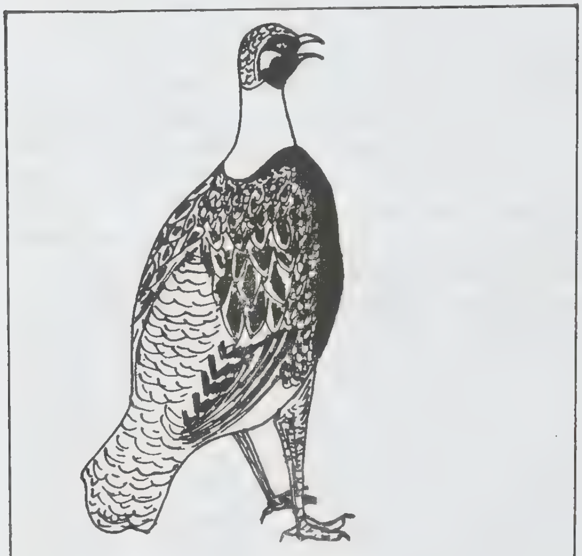
கவுதாரி

பறவை வகுப்பைச் சேர்ந்த நியார்னித்திஸ் உள் வகுப்பில் நியோநேத்தே மேல் வரிசையில் அடங்கும் ஒரு வரிசைக்குக் காலிஃபார்மிஸ் என்று பெயர். இந்த வரிசையில் மயில்கள், கவுதாரிகள், காடைகள், காட்டுக்கோழிகள், சுண்டாங்கோழிகள் ஆகிய பறவைகள் அடங்கும். காலிஃபார்மிஸ் வரிசையைச் சேர்ந்த பறவைகள் யாவும் தரையில் வாழ்பவை, இவை ஷிசோநேத்தஸ் அண்ண அமைப்புப் பெற்றுள்ளன. மார்பு எலும்பின் பின் விளிம்பில் அடிக்கலத் தட்டின் (keel) இருமருங்கிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இரண்டு ஆழமான பிளவுகள் உள்ளன. அலகு பொதுவாகத் தடித்துக் கட்டையாக இருக்கும். கால்கள் நடப்பதற்கும் ஓடுவதற்கும் ஏற்ப அமைந்துள்ளன. கால்களின் கட்டைவிரல் பின்பக்கம் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். ஏனைய மூன்று விரல்களும் முன்பக்கம் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். கால் விரல்களில் கெட்டியான கூர்நகங்கள் உள்ளன. இவை தரையைத் தோண்டிக் கிளறி உணவு தேடுவதற்குப் பயன்படுகின்றன. பழம் தானியம், பூச்சி, புழு ஆகியவற்றை இப்பறவைகள் விரும்பி உண்ணுகின்றன. இறகுகள் குறுகிய வட்ட வடிவில் இருக்கும். ஆண் பறவைகளில் குதிமுள் (spur) காணப்படுகிறது. குரல்வளை எளிய அமைப்புடையது. பொதுவாக இப்பறவைகளின் தலையில் கொண்டை அல்லது கொம்பு போன்ற அமைப்புகள் இருக்கும்.

கவுதாரிகள். இவை வேட்டைக்காரர்களால் விரும்பி வேட்டையாடப்படுகின்றன. இவை சிறு காடுகளிலும், புதர்களிலும், புல்வெளிகளிலும் மறைந்து தரையோடு தரையாக ஓடும். அறுவடைக் காலங்களில் தானியங்களை உண்ணுவதற்காக விளை நிலங்களில் கூடுகின்றன. சிறு விதைகளையும் தானியங்களையும் உணவாகக் கொள்ளும் இப்பறவைகள் சிறிதளவு பொடிக்கற்களையும் பெருமணல்

துகள்களையும் உடன் உண்ணுகின்றன. பறக்கும் ஆற்றலை இழந்துவிட்ட இப்பறவைகளால் மிக விரைவாகத் தரையின் மேல் ஓட முடியும். வேட்டைக் காரர்கள் ஆரவாரம் செய்து துரத்தும்போது கவுதாரி கள் சிறகடித்து வானில் எழுந்து பறக்கின்றன. ஆனால் சற்று நேரத்தில் மீண்டும் தரையில் இறங்கி வேகமாக ஓடிப் புதர்களுக்கிடையில் மறைகின்றன.

ஆண் பறவைகளும் பெண் பறவைகளும் வேறு பட்ட தோற்றம் உடையவை. கவுதாரிகள் தரையில் புதர்களுக்கு அடியில் பள்ளமான இடத்தில் காய்ந்த புல், இலைகளைப் பரப்பிக் கூடு கட்டும். பொதுவாக மிக எண்ணிக்கையில் முட்டையிட்டுக் குஞ்சு பொரிக் கின்றன. முட்டையிலிருந்து வெளிவந்தவுடனே குஞ்சு கள் தாய்ப் பறவையுடன் இரை தேடப் புறப்படு கின்றன. இந்தியாவில் வண்ணக்கவுதாரி (painted partridge) சாம்பற்பழுப்புக் கவுதாரி (grey partridge) என இரண்டு கவுதாரிச்சிறப்பு இனங்கள் வாழ்கின்றன



கவுதாரி

வண்ணக் கவுதாரி. இதன் விலங்கியல் பெயர் ஃபிராங் கோலினஸ் பிக்டடஸ் (*Francolinus pictus*) என்பதாகும். இது உருவில் புறாவைவிடச் சற்றுப் பெரியதாக இருக்கும். இதன் அலகு கறுப்பாகவும், விழிப்படலம் பழுப்பாகவும், கால்கள் சிவப்பாகவும் காணப்படும். உடலின் முதுகுப் பகுதி பழுப்புநிறத்தில் கரும்புள்ளிகளுடனும், மருங்குகள் அடுத்தடுத்து அமைந்துள்ள கருங்கோடுகள், வெள்ளைப் புட்டங் களுடனும், அடிப்பகுதி கறுப்பாக வெள்ளைப் புள்ளி களுடனும் காணப்படும். வயிற்றின் நடுப்பகுதியும் அடிவாலும் கருஞ்சிவப்பாக உள்ளன. தலையின் நிறம் செம்பழுப்பு ஆகும். ஆணின் கொண்டை செம்பழுப்பாகவும் பெண்ணின் கொண்டை வெண்மை யாகவும் இருக்கும். இதைக் கொண்டு ஆண், பெண் பறவைகளை இனம் காணலாம். பறந்து செல்லும் போது இப்பறவைகளை அவற்றின் கருவாலையும், வெண்புள்ளிகளுள்ள சிறகுகளையும் பார்த்து அடையாளம் காணலாம்.

இவை தென்னிந்தியாவில் மட்டுமே காணப்படு கின்றன. அடர்த்தியான மலைக் காடுகள் தவிர ஏனைய பகுதிகள் அனைத்திலும் பரவியுள்ளன. சிறு காடுகள், புல்வெளிகள், விளைநிலங்கள் போன்ற இடங்களில் மிகுதியாக உள்ளன. ஆணும், பெண்ணும் குஞ்சுகளுடன் சேர்ந்து சிறு குடும்பமாக வாழ்கின்றன. காலையிலும் மாலையிலும் குடும்பத்துடன் சென்று உணவு தேடும் இப்பறவைகள் வெப்பம் மிகுந்த வெயில் நேரத்தில் புதர்களுக்கிடையே ஓய்வெடுக் கின்றன. இரவில் மரங்களிலும் புதர்களிலும் கூட்டமாகத் தங்குகின்றன. ஓடும்போது வாலை மேலே நிமிர்த்திக் கொண்டு ஓடும். வேட்டைக் காரர்களின் ஆரவாரம் கேட்கும்போது, குறிபார்த்துச் சுடக்கூடிய அளவிற்கு அவர்கள் நெருக்கமாக வரும் வரை புல்புதர்களில் ஒளிந்திருக்கும். பின்னர் 'விர்ர்ர்' ......என்று வானில் பறந்து சென்று தப்பித்துக் கொள்ளும்.

தானியம், சிறுவிதை, பழம் ஆகியன இவற்றின் உணவாகும். இவை கறையான்களை பெரிதும் விரும்பி உண்ணுகின்றன. உணவுடன் பொடிக்கற் களையும் உட்கொள்வதால் இரைப்பையில் உணவு நன்றாக அரைக்கப்படுகிறது. 'கிளிக்-சீக், சிக்,க்கேரா' எனத் தொடர்ந்து ஒரு பறவை ஒலி எழுப்பும்போது தொலைவிலுள்ள மற்றொரு பறவை அதற்குப் பதில் குரல் கொடுக்கும்.

வண்ணக் கவுதாரி

ஆனி-புரட்டாசி மாதம் வரையுள்ள காலத்தில் இவை இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. தரையில் புதர்களுக்கிடையில் சற்றுப் பள்ளமான இடத்தில் உலர்ந்த புல்லைப் பரப்பிக் கூடு கட்டுகின்றன. ஒரு தடவையில் 4-8 முட்டைகள் வரை இடுகின்றன. முட்டைகளின் நிறம் வெளிர்மஞ்சள், சில வேளை களில் முட்டைகள் வெளிர் பச்சை அல்லது வெளிர் பழுப்பு நிறமாகவும் இருக்கும்.

சாம்பற்பழுப்புக் கவுதாரி. தென்னிந்தியச் சாம்பற் பழுப்புக் கவுதாரியைப் பொதுவாகக் கவுதாரி (common partridge) என்றே குறிப்பிடுவர். ஃபிரான்க் கோலினஸ் பாண்டிச் சேரியானஸ் (*Francolinus pondicherianus*) என்பது இதன் விலங்கியல் பெயர். இதன் அலகு கொம்பு நிறமாகவும், விழிப்படலம் ஆழ்ந்த பழுப்பாகவும், கால்கள் சிவப்பாகவும் இருக் கும். உடலின் மேற்பக்கத்தில் சாம்பல் பழுப்பு, அடர் பழுப்பு, கருஞ்சிவப்பு ஆகிய நிறங்கள் கலந்து காணப்படும். உடலின் கீழ்ப்பக்கத்தில் வெளிர் மஞ்ச ளும் கருஞ்சிவப்பும் கலந்து காணப்படும். உடல் முழுதும் மஞ்சள் அல்லது கறுப்பு நிறப் புள்ளிகளும், சதுரங்களும், பட்டைகளும், நெளிகோடுகளும் உள்ளன. வயிற்றிலும் அதன் மருங்குகளிலும் சிறு நெளிகோடுகள் உள்ளன. அருகிலிருந்து காணும் போது கழுத்தில் ஒரு U வடிவக் கறுப்புக்கோடு காணப்படுகிறது. நெற்றியில் ஒரு செம்பழுப்புத் திட்டு உள்ளது. பறக்கும்போது செம்பழுப்பு நிறத் தைக் கொண்டும், அமர்ந்திருக்கும்போது உடற் பரப்பிலுள்ள பட்டை நெளிகோடுகளைக் கொண்டும் இவற்றை அடையாளம் காணலாம். ஆண் பறவைகள் பெண் பறவைகளைவிடச் சற்றுப் பருத்த உருவம் உடையன. ஆண் பறவைகளின் கால்களில் குதிமுள் உண்டு.

இவை அடர்ந்த காடுகளிலும், சதுப்பு நிலங்களி லும் வாழ்வதில்லை. வெப்பம், காற்றின் ஈரத்தன்மை ஆகியவற்றின் மாற்றங்களைத் தாங்கிக்கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. தென்னிந்தியா முழுதும் வறண்ட காட்டு நிலங்களிலும், புன்செய், விளை நிலங்களிலும் இவற்றைக் காணமுடியும். நீலகிரி மலையில் 1200 மீட்டர் உயரத்தில் பல இடங்களில் காணப்பட்டதாகக் கூறுகின்றனர். ஆணும் பெண் ணும் இணையாக அல்லது சிறு சிறு கூட்டங்களாகக் கூடித் திரிகின்றன. இரை தேடிய பின்னரும், இரவி லும் முட்புதர்களிலும் சிறு மரங்களிலும் தங்கி ஓய்வெடுக்கின்றன. மிகவும் அச்சப்படும் தன்மை யுள்ள இப்பறவைகள் சிறு ஒலி கேட்டாலும் விரை வாக ஓடிப் புதர்களுக்குள் மறைந்து கொள்கின்றன. வேட்டைக்காரர்களின் ஆரவராம் கேட்டால் தரையோடு ஒட்டிப் பறந்து சென்று புதருக்குள் மறையும். ஆனால் அருகில் சென்று பார்க்கும்போது அங்கே தங்காமல் மிக விரைவாகத் தொலைவில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும். தங்களுக்குள் இவை சண்டை போடும் இயல்புடையவை.

காலையிலும், மாலையிலும் இரைதேடும் காலங் களில் இவை ஒன்றோடு ஒன்று சண்டை இடுகின்றன. இத்தகைய சண்டை இனப்பெருக்கக் காலத்தில் மட்டுமன்றிப் பொதுவாக அனைத்துப் பருவங்களிலும் நடைபெறுகிறது. இரண்டு கவுதாரிக் கூட்டத்தைச் சேர்ந்த ஆண்பறவைகள் சண்டையிடும்போது, பெண் பறவைகள் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் அல்லது சண்டையில் ஈடுபட்டு ஆண்களுக்கு ஊக்கமூட்டும். கோழிகளைச் சண்டையிடவிட்டுப் போட்டிகள் நடத்துவதைப்போன்று முற்காலத்தில் கவுதாரிகளைப் பழக்கப்படுத்திச் சண்டையிடச் செய்தனர். ஒரே துணையோடு வாழும் வழக்கமும், சண்டையிடும் மனப்போக்கும் உடையனவாக இருந்தாலும் இவை சிறு கூட்டங்களாகவே வாழ்கின்றன. ஆண்கள் 'காட்டிடர், காட்டிடர், காட்டிடர்' என அடுத் தடுத்துக் குரல் கொடுக்கும். பெண்கள் 'ட்டி, ட்டி, ட்டி' எனக் கத்தும்; தொடக்ககாலங்களில் 'க்கிர்ர்ர் ...க்கிர்' எனக் குரல் எழுப்பும்.

தானியங்கள், புல்விதை, இலந்தை போன்ற சிறு பழங்கள் ஆகியவற்றை இவை விரும்பி உண்ணு கின்றன. தரையையும் சாணத்தையும் கால்விரல் களாலும், அலகாலும் கிளறி அங்குள்ள பூச்சிகளை யும் உட்கொள்கின்றன. பூச்சிகளையும் அவற்றின் இளம்உயிரிகளையும் உண்ணுவதால் இப்பறவைகளை உழவர்களின் நண்பன் எனக் கூறலாம்.

மாசி மாதம் தொடங்கி ஆவணி மாதத்திற்குள் தாம் வாழும் இடங்களுக்குச் சென்று ஏற்ற காலத்தில் இவை இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. தரையில் இயற்கையாக உள்ள ஒரு குழியில் உலர்ந்த புல், இலைகளைப் பரப்பி அவற்றின் மேல் முட்டையிடு கின்றன. ஒரு தடவையில் 6-9 முட்டைகள் வரை இடுகின்றன. முட்டையின் நிறம் வெளிர் மஞ்சள். பெண் பறவை 18-19 நாள் அடைகாக்கிறது. அப் போது ஆண் பறவை கூட்டைக் காவல் காக்கிறது.

- ந. முத்துக்குமாரசாமி

கழலை (கால்நடை)

கழலைக் கட்டிகள் உண்டாக வேதிப் பொருள்கள், நச்சு உயிரிகள், புற ஊதாக் கதிர்கள் ஆகியவை முக்கிய காரணங்களாக விளங்குகின்றன. ஆனால் இவற்றின் செயல்கள் அனைத்தும் ஜீன்களால் ஊக்கு விக்கப்படுகின்றன. இக்கட்டிகள் தோன்றுவதற்குச் சிறிது தூண்டுதல் தேவைப்படுகிறது. ஹார்மோன் கள் மற்றும் நோய் எதிர்ப்புத் தன்மை மரபியல் (immuno-genetic factor) ஆகியன தூண்டுதல்களை

ஏற்படுத்திக் கட்டிகள் உருவாவதற்குக் காரணமாக அமைகின்றன.

கால்நடைகளில் கழலைக்கட்டிகள்

ஹிஸ்டோ சைட்டோமஸ். இவை தனியாகவோ கூட்டாகவோ தோலின் மேல் பரப்பில் காணப்படும். தலை, கால், பாதங்களிலும் காணப்படுவதுண்டு. இது இரண்டு வயதுக்குட்பட்ட நாய்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. இது சில சமயங்களில் தானாகவே மறைந்துவிடும்.

மாஸ்ட் செல் கழலைக்கட்டிகள். இவையும் தனியாகவோ கூட்டாகவோ உடலின் பின்பகுதியில் காணப்படுகின்றன. குறிப்பாக ஆண் இன உறுப்புகள், கால்களில் காணப்படும் இத்தகைய கட்டிகளைக் கார்டிகோஸ்டீராய்டுகளின் மூலம் சிறிதளவு கட்டுப்படுத்த முடியும்.

பாப்பிலோமோ கட்டிகள். இவை தனியாகவோ கூட்டாகவோ காணப்படும். பொதுவாக கழுத்து, பாதம், வாய் ஆகிய இடங்களில் காணப்படும். இவை நாய்களுக்கு வரும். பொதுவாக, பூனைகளில் இந்தக் கழலைக் கட்டிகள் ஏற்படுவதில்லை.

செதில் செல் கட்டிகள் (squamous cell). இவை தோலின் மேற்பரப்பில் தோன்றும். இவற்றின் வெட்டுப்பரப்பு இளஞ்சிவப்பு நிறமாக இருக்கும்.

மெலனோமா. இவ்வகைக் கட்டிகள் தோல் மற்றும் வாயின் உட்பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை தனியான சிறிய கட்டிகள் போலத் தோன்றும். தோலின் மேல் ஏற்படுபவை சாதாரணமாகவும் உயிருக்குக் கேடில்லாமலும் இருக்கும். ஆனால் வாயின் உட்பகுதியில் காணப்படுபவை சில சமயங்களில் உயிருக்குக் கேடாகலாம்.

ஹெமான்ஜியோமா. இவை கூட்டாக இரத்தக் குழாய்களில் ஏற்படும் கட்டிகள். கால்கள் மற்றும் மண்ணீரல்களிலும் காணப்படும் இவை பஞ்சு (sponge) போன்று காணப்படும். இவை மிக மெதுவாக வளரக்கூடியவை. இவற்றை அறுவை மருத்துவத்தால் தான் குணப்படுத்த முடியும்.

அடினோ கார்சினோமா. இவை உணவுக்குழாய் பாதைகளில் வயிற்றிலிருந்து குடலின் இறுதிப் பகுதி வரை ஏற்படலாம். இவை சிறுகுடல் மற்றும் பெருங்குடலில் பெரிதாக வளர்ந்து அடைப்பை ஏற்படுத்தும். இதைத் தொடக்கத்திலேயே கண்டுபிடித்து அறுவை மூலம் குணப்படுத்துதலே சிறந்ததாகும்.

கணையத்தில் உண்டாகும் கட்டிகள்

இவை கணையத்தின் எந்தப் பகுதியிலும் உண்டாகலாம். இவை சிறிய மற்றும் வெள்ளை நிறக் கட்டிகளாக இருக்கும். கணையத்தி— செல்களிலிருந்து இன்சுலின் என்னும் ஹார்மோன் சுரக்கிறது. ஆகவே உடலில் சர்க்கரைச் சத்துக் குறைவால் ஏற்படும் அறிகுறிகளை வைத்து இவ்வகைக் கழலைக்கட்டிகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

லியோமயோமா. இவை மென்மையான தசை செல்களிலிருந்து உண்டாகும். உணவுக் குழாய்ப் பாதைகள், குடல் பாதைகள், கருப்பை, பெண் இன உறுப்புகளில் காணப்படும். இவை தனியாக பெரியனவாக காணப்படும். மேலும் மிக மெதுவாகவே வளர்கின்றன. அறுவை மருத்துவம் மூலமே குணப்படுத்த இயலும்.

ஆஸ்ட்டியோக எண்டிரேபாஸ். பொதுவாக இவை தோள்பட்டை எலும்பு நெஞ்சு எலும்புகள், முதுகெலும்புகள் இடுப்பு எலும்புகள் ஆகியவற்றில் காணப்படும்.

ஆஸ்ட்டியோ சார்க்கோமா. பெரிய நாய்களில் உண்டாகின்றன. நாய்களின் நீளமான எலும்புகளைத் தாக்குகின்றன. இவற்றைக் குணப்படுத்த பாதிக்கப்பட்ட உறுப்புகளை அறுவை மூலம் அகற்றுதலே பயனுள்ளதாகும்.

ஹெப்படோமஸ். இவ்வகைக் கழலைக்கட்டிகள் நாய்களில் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன. இவை கல்லீரல்களின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றன. இவை மென் தன்மை கொண்ட கட்டிகள் ஆகும்.

கணையக் குழாய்களில் ஏற்படும் கட்டிகள். இவை புறப்படைத் திசுக்களிலிருந்து(epethelial cells)தோன்றுகின்றன. இவை தனியான பெரிய கட்டிகளாக இருக்கும். இந்தச் செல்களில் மியூசின் என்னும் பொருள் உள்ளது. இவ்வகைக் கழலைக் கட்டிகளைக் குணப்படுத்த சரியான மருத்துவம் எதுவுமில்லை.

அடினோகார்சினோமா. இவை சிறுநீரகத்தைத் தாக்கக் கூடியவை. முன்பாகவே கண்டுபிடித்து, கட்டிகள் உள்ள சிறுநீரகத்தை அறுவை மூலம் அகற்றுவதே சிறந்த வழியாகும்.

செர்சோலி செல்கட்டிகள். இவை செமினிபெரஸ் குழாய்களில் தோன்றுகின்றன. சில சமயங்களில் இரண்டு விதைகளிலும் காணப்படுகின்றன. பாதிக்கப்பட்ட விதையின் எதிர்ப்பக்க விதை செயலிழந்து விடுகிறது. இக்கட்டிகளால் 25%க்கு மேற்பட்ட நாய்கள் பெண்மைத்தன்மை உடையனவாக மாறி விடுகின்றன. ஆண்மைநீக்கம் செய்தலே சிறந்தது.

சுக்கிலச் (prostate) சுரப்பிகளில் அடினோ கார்சினோமா. இவ்வகைக் கட்டிகள் சிறுநீர்க் குழாய்களில் ஒரு குழாயையோ இரண்டு குழாய்களையுமோ அடைத்துவிடக்கூடும். இதனால் இரண்டாம் நிலை ஹைட்ரோ நெஃப்ரோனிஸ் ஏற்படுகிறது. இதற்குத் தகுந்த மருத்துவம் இல்லை. மேலும் கட்டிகளை முழுவதுமாக அறுவை மூலம் நீக்குதலும் இயலாததாகும்.

நுண்துகள் செல் கழலைக் கட்டிகள். இவை ஈஸ்ட்ரஜன் மற்றும் ஆண்ட்ரஜன் ஆகிய ஹார்மோன்

களைச் சுரக்கும் தன்மை கொண்டவை. இதனால் இந்தக் கட்டிகள் தோன்றுகின்றன. கருப்பையை முழுவதுமாக நீக்குவதே சிறந்ததாகும்.

கருப்பையில் அடினோகார்சினோமா. இவை கருப் பையின் சுரப்புத் தன்மையுள்ள புறப்படைத்திசுவி லிருந்து தோன்றுகின்றன. இவை கருப்பையின் நுனிப் பகுதியான கழுத்தில் (cervix) காணப்படுகின்றன. இது பத்து வயதுக்கு மேற்பட்ட நாய்களில் காணப் படுகிறது. தொடர்ந்து கெடு நாற்றமுள்ள கசிவு காணப்படும் அறிகுறியிலிருந்து இந்தக் கழலைக் கட்டிகள் உண்டாகியிருப்பதை அறியலாம். முன்ன தாகவே கண்டுபிடித்துக் கருப்பையை நீக்குவதே சிறந்த வழியாகும்.

கழலைக்கட்டிகளைக் கண்டுபிடிக்கும் முறைகள். இந்நோயை அறிகுறிகள், எக்ஸ்கதிர் ஆய்வு ஆகிய வற்றால் அறியலாம். மேலும் திசுக்களில் ஊடுருவும் தன்மை, கட்டிகளைச் சார்ந்த திசுக்களை அழிக்கும் தன்மை ஆகியவற்றைப் பொறுத்துத் தீவிரத்தைக் கணிக்க இயலும். கழலைக் கட்டிகளை நோய் குறியி யல் ஆய்வுகள் மூலமாக அவற்றின் தன்மை பற்றி ஆராய இயலும். இரத்தம் மற்றும் எலும்பு மஜ்ஜை கள், நிணநீர், திசுக்கள் ஆகியவற்றை ஆய்வு செய்து கண்டுபிடிக்க இயலும்.

மருத்துவம். அறுவை மருத்துவம், வேதி மருத் துவம் ஆகிய மருத்துவ முறைகள் உள்ளன. கட்டி களை முழுவதுமாக அறுவை செய்து நீக்குவது மிகச் சிறந்ததாகும். சில சமயங்களில் பாப்பிலோமா போன்ற கட்டிகள் எவ்வித மருத்துவமின்றி தானாகவே மறைந்துவிடுகின்றன.

கதிர்வீச்சு மருத்துவம். இம்மருத்துவம் உயிருக்கு ஆபத்தான, அறுவை மூலம் நீக்க முடியாத கட்டி களை நீக்கப் பயன்படுகிறது. பீட்டா கதிர்வீச்சு மாடு, குதிரைகளின் கண்களில் உள்ள கட்டிகளை நீக்கப் பயன்படுகிறது.

வேதி மருத்துவம் (chemotherapy). இம்மருத்துவம் உயிருக்குக் கேடான கட்டிகளை நீக்க மனித மருத்து வத்தில் பயன்படுகிறது. இத்தகைய வேதி பொருள் கள் சில குறிப்பிட்ட நிலைகளில் செல்களைப் பிளவு படுத்தி வேலை செய்து அவற்றை மேலும் பெருகாமல் செய்கின்றன. பியூரின், பைரிடிமின் ஆகியன பயன் படுகின்றன. ஸ்டீராயிடு மருந்துகள், புரோட்டின் உருவாதலைத் தடுப்பதன் மூலம் செல்கள் மேலும் பெரிதாகாமல் இருக்குமாறு செய்கின்றன. இவ்வகை மருந்துகள் கழலைக் கட்டிகள் உள்ள செல்களை மட்டுமல்லாது சாதாரண செல்களையும் அழிக்கும் திறன் கொண்டவை. ஆகவே இவற்றைக்கவனமாகப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

- எஸ். இரத்தினசாமி

கழலை (மருத்துவம்)

இது உடலில் எந்த உறுப்பிலும், திசுவிலும் எழும் ஒரு வகை வீக்கம். இதில் உள்ள செல்கள், வீக்கம் உள்ள உறுப்பின் செல்களை ஒத்திருக்கும். எடுத்துக் காட்டாக, தோலில் உண்டாகும் கழலையின் செல்கள் தோல் செல்களை ஒத்திருக்கும். இது கழலையின் முக்கிய பண்புகளில் ஒன்றாகும். ஒரு வீக்கம் கழலையா இல்லையா என்பதை உறுப்பின் செல்கள் ஒத்திருப்பதைக் கொண்டு அறியலாம்.

கழலையில் உள்ள செல்கள் விரைவாகப் பல்கிப் பெருகும் தன்மையுள்ளவை. கழலையால் உடலுக்கு நலமில்லாவிட்டாலும் உடல் வளர்ச்சிக்குரிய ஊட்டச் சத்தை உட்கவர்ந்தே வளர்கிறது. தகுந்த மருத்துவம் உடனடியாகச் செய்யாவிடில் கழலை வளர்ந்து கொண்டே இருக்கும். இதுவும் கழலையின் பண்பு களில் ஒன்று. கழலைச் செல்கள் பல்கிப் பெருகு வதற்கு இரத்தக்குழாய்களும், நிணநீர் நாளங்களும், உணர்ச்சி நரம்புகளும் உதவுகின்றன. நாட்பட்ட கழலையில் அழற்சியும் புண்ணும் ஏற்படும். கழலை மனிதர்களிடம் மட்டுமன்றிப் பிற முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளிலும் தாவரங்களிலும் உண்டாகும். கழலை யால் உடலில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும் விளைவு களையும் பொறுத்து அது தீங்கற்ற கழலை (benign tumour) தீங்குறு கழலை (malignant tumour) என இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படும். பொதுவாக, தீங்கற்ற கழலையே பெரும்பாலும் உண்டாகும். நாட்பட்ட தீங்குறு கழலைதான் புற்று (cancer) எனப்படுவது.

தீங்கற்ற கழலை. பொதுவாக இது மிகச்சிறிய பயறு போலவோ, உருண்டையாகவோ இருக்கும். இயல்புக்கு மீறிய சில கழலை 15 கிலோ எடை உடையதாகவும் இருக்கும். சிறிய கழலை ஓரளவு வளர்ந்ததும் பின்பு வளராமல் நின்றுவிடும். இதன் முக்கிய இயல்புகளாவன: இக்கழலை, உண்டான உறுப்பு அல்லது திசுவைவிட்டு வேறு உறுப்புக்கோ திசுவுக்கோ அரித்துச் செல்லாது; இக்கழலையால் பொதுவாக உயிருக்கு ஆபத்து இல்லை; இக்கழலை வெவ்வேறு உறுப்புகளில் தனித்தனியாக உண்டாகும். ஒரு கழலையிலிருந்து வேறொரு கழலை உண்டாவ தில்லை. இது அறுவை செய்தபின் மீண்டும் உண்டாவ தில்லை. இதற்கான அறுவை மருத்துவமும் எளிது.

தீங்குறு கழலை. நாட்பட்ட தீங்குறு கழலை புற்று எனப்படும். இதன் முக்கிய இயல்புகளாவன: இது விரைவில் வளரும். நோயாளி மரணமடையும் வரை வளர்ந்து கொண்டேயிருக்கும். கழலை உண்டான உறுப்பிலிருந்து பிற உறுப்புகளையும் துளைத்துக் கொண்டு சென்று பரவித் தீங்கு செய்யும். சான்றாக, கருப்பையிலுண்டாகும் தீங்குறு கழலை தகுந்த மருத்துவம் செய்யாவிடில் குதம் வரை துளைத்துச் சென்று அங்கும் புற்று

உண்டாக்கும். இக்கழலைச் செல்கள் இரத்தக்குழாய் நிணநீர் நாளம் வழியாக வேறு உறுப்புகளுக்குச் சென்று அங்கே கழலை உண்டாக்கும். தீங்குறு கழலையென்று அறிந்தவுடன் அறுவை மூலம் கழலையை அகற்றாவிடில் மரணம் நேரிடும்.

ஒருசில தீங்கற்ற கழலை தோன்றியவுடனேயே தகுந்த மருத்துவம் செய்யாவிடில் பல ஆண்டு களுக்குப்பின் திடீரெனத் தீங்குறு கழலையாக மாறி விடலாம். எ.கா: காதடிச் சுரப்பிக் கழலை.

காரணம். கழலை உண்டாவதற்குரிய மூலக் காரணம் இதுவரை முழுமையாக விளங்காவிடினும், பல கருத்துகள் கூறப்படுகின்றன. கோஹன்ஹீம் என்பாரின் கூற்றுப்படி தாயின் கருப்பையில் கரு உண்டாகும் காலத்தில் சில வேளைகளில் தேவைக்கு மேல் உண்டாகும் சில செல்கள் பிற்காலத்தில் திடீ ரெனப் பெருகிக் கழலை உண்டாக்கலாம். ரெபார்ட் என்பாரின் கருத்துப்படி நோயற்ற நல்ல திசுக்களி லுள்ள செல்கள் சில வேலைகளில் காயமுறுவ தாலோ அழற்சியாலோ பிற செல்களினின்றும் பிரிந்து பின்னர் விரைவாகப் பெருகிக் கழலையை உண்டாக்குகின்றன. அண்மைக்கால ஆராய்ச்சியின் படி உடற்செயலில் ஏற்படும் கோளாறுகளின் விளை வாக இயற்கையான வளர்ச்சிக்குத் தடை ஏற்படுவ தால் கழலையுண்டாகிறது என்று தெரிகிறது.

வகைகள். கழலைகளில் ஏற்படும் திசுக்களைப் பொறுத்து இது இணைப்புத்திசுக்கழலை, புறப்படலக் கழலை, அகப்படலக்கழலை மூவகைப்படும். இணைப் புத்திசுக்கழலையில் தீங்கு விளைவிப்பது சார்க்கோமா எனப்படும். தீங்கற்ற கழலை பல வகைப்படும். நார்த்திசுக்கள் நிறைந்த நார்க்கழலை (fibroma),

வழ வழப்பான திசு நிறைந்த மிக்சோமா நிணத்திசு நிறைந்த நிணக்கழலை (lipoma), எலும்புத்திசு நிறைந்த எலும்புக்கழலை (osteoma), குருத் தெலும்புத் திசு நிறைந்த குருத்தெலும்புக்கழலை (chonrioma), கருப்பையிலும் இரைப்பை குடல், சிறு நீர்ப்பை ஆகியவற்றில் தோன்றும் தசைத் திசுக் கழலை, இயக்கு நரம்புகளில் தோன்றும் நரம்புக் கழலை, இரத்தக்குழாய் நிணநீர்நாளம் ஆகியவற்றில் தோன்றும் இரத்தக்கழலை (angioma) ஆகியவை.

புறப்படைக் கழலையில் தீங்கு விளைவிப்பதற்குப் புற்று எனப் பெயர். தீங்கற்றவை பாப்பில்லோமா, அடினோமா ஆகும். உடலில் உண்டாகும் மருவிற்குப்

பாப்பில்லோமா எனப்பெயர். சுரப்பிகளில் உண்டாவ தற்கு அடினோமா என்று பெயர். அகப்படலத் தீங்குறு கழலை புளூராவிலும், தீங்கற்ற கழலை காதடிச் சுரப்பியிலும் உண்டாகின்றன.

- கு. சம்பத்

கழற்சி

இதன் வேறு பெயர்கள், கழற்சி, குபேரசி, கொடிக் கழறசி, வஜ்ரபீஜம் என்பன ஆகும். இதன் காய் கழற்சிக்காய், கழற்காய், கெச்சைக்காய்,கெச்சக்காயி, கழற்சிக்கொட்டை, களிச்சிக்காய் என்று குறிப்பிடப் படும். இதன் தாவரவியல் பெயர் சிசல்பினியா பாண்டுக் (*Caesalpinia banduc*) ஆகும். சி,சிரிஸ்டோ (*C. crista*) சி, பாண்டுசெல்லா (*C.banducella*) என்பவை பழைய பெயர்களாகும் இக்கொடி இந்தியா, பர்மா, ஸ்ரீலங்கா முதலிய நாடுகளில் குறிப்பாக வெப்பப் பகுதிகளிலும் கடற்கரையை ஒட்டிய பகுதிகளிலும் வளர்ந்திருப்பதைக் காணலாம். மலைப் பகுதிகளில் 750 மீட்டர் உயரம் வரை இக்கொடி வளரும். சிறிய பெரிய மரங்களின் மீதும் வேலிகளிலும் படர்ந்து வளர்ந்திருக்கும்.

கொடி. இது அகன்று படரும் கிளைகளுடைய பெரிய முட்கொடியாகும். இதன் கிளைகளின் மீதும் இலைக்காம்புகளிலும் நேராகவோ கொக்கிபோல் வளைந்தோ உள்ள கடினத்தன்மை வாய்ந்த மஞ்சள் நிற முள்களைக் காணலாம். காய்களின் மீது கம்பி போன்ற முள்கள் தோன்றியிருக்கும். இலைகள் 30-60 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். இலைகள் இரட்டைக் கூட்டிலை (bipinnate) வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை 1.5-3.5 செ.மீ × 1-2 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இலையின் அடிப்பரப்பில் சிறுசிறு மயிர் வளர்ந்திருக்கும்.

சிற்றிலையின் அடிப்பகுதி மழுங்கியதாகவும் (truncate) வட்டமாகவும் ஓரம் முழுமையாகவும் இலைக்காம்பு 6.5 செ.மீ. நீளமாகவுமிருக்கும். இலையடிச் செதில்கள் இலைபோன்று பிளந்து இருக்கும். பூக்கள் நீண்ட மஞ்சரித் தண்டில் கதிர் போல் அடர்ந்திருக்கும். மஞ்சரி இலை கக்கத்தில் உண்டாகியிருக்கும். மஞ்சரி 15 செ.மீ. நீளமிருக்கும். மஞ்சரித்தண்டு 5 செ.மீ. நீளத்திலும் சிறு முள்களைப் பெற்றும் இருக்கும்.

பூக்கள் 1.5 செ.மீ. குறுக்களவில் இருக்கும். பூவடிச்செதில்கள் நீண்ட ஈட்டி வடிவிலும் 1.5-2 செ.மீ. அளவிலும் இருக்கும. பூக்காம்பு 0.5-1.5 செ.மீ. நீளத்திலிருக்கும். புல்லிவட்டம் குழாய் போன்று மணி வடிவத்திலும் 4 மி.மீ அளவிலும் இருக்கும். புல்லி இதழ்கள் 5, சமமற்றவையாக நீண்டசதுர அல்லது தலைகீழ் முட்டைவடிவில் 0.8-1 × 0-5செ.மீ. அளவில் இருக்கும்

அல்லி இதழ்கள் 5, மஞ்சள் நிறத்தில் தலைகீழ் ஈட்டி வடிவில் (oblanceolate) இருக்கும். மகரந்தத் தாள் 10 இருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் குறைவுற்று இருக்கும். இதன் அடிப்பகுதியில் சுரப்பிகள் இருக்கும். மகரந்தந்தாளின் நீளம் 4. 5-7 மி. மீ. இருக்கும். சூலகப்பை (ovary) உருண்டையாக இருக்கும். சூல்கள் இரண்டு இருக்கும். சூலகத்தண்டு சிறியதாக சிறுசிறு மயிரைப் பெற்று 4 மி.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். சூலகமுடி தலை வடிவாக இருக்கும்.

கனிகள் நீண்ட சதுர, தலைகீழ் முட்டை வடிவில் 8 × 4.5 செ.மீ. அளவில் இருக்கும். இதன் நுனியிலுள்ள அலகு 1 செ.மீ. நீளத்தில் இருக்கும். ஒவ்வொரு கனியிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு காய்கள் இருக்கும். காய்கள் 1.2-1.8 செ.மீ. விட்டத் தைக் கொண்டு உருண்டையாக இருக்கும். காய்களின் வெளியுறை கருஞ்சாம்பல் அல்லது காரீய நிறத்தில் கடினமாகவும், வழுவழுப்பாகவும், பளபளப்பாகவும் இருக்கும். கழற்சி விதைகளைக் கொண்டு அம்மானை விளையாடுவதுண்டு.

மருத்துவப் பண்புகள். கழற்சிக் கொடியின் பட்டை, இலை, கொட்டையின் பருப்பு முதலியவை பலவகை களில் மருந்தாகப் பயனாகின்றன. கழற்சிக்காய்

வலிமை தரும். காய்ச்சலைப் போக்கும். வீக்கத்திற்குப் பற்றாகப் போடலாம். காயில் பாண்டுசின் என்னும் கசப்புப் பொருள் உள்ளது. பருப்பில் 20-24 % எண்ணெய் மாவுப்பொருள் சுக்ரோஸ், சைட்டோஸ் டீரால் இரண்டு வகையான தாவர ஸ்டீரால்கள் உள்ளன. கழற்சி எண்ணெய் இள மஞ்சள் நிறமாகவும் கெடு மணம் கொண்டதாகவும் இருக்கும். பருப்பிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயை வீக்கத்திற்கும் தோலை மென்மையாக்கவும் முகத்தில் தோன்றும் மரு, புள்ளிகள், தேமல் போன்ற நோய்களை நீக்கவும் பயன்படுத்தலாம். இது காதில் சீழ் வடிதலையும் நலமாக்கும்.

இவ்விதைப் பருப்பை இடித்து விலா வீக்கம், அண்டவாயு முதலியவற்றிற்கு அரைத்துப் பூசலாம். விளக்கெண்ணெயில் கலந்து உள்ளுக்குக் கொடுக்கப் பேதியுண்டாகி வாயுவைப் போக்கும். இப்பருப்பைப் பொடித்து அதே எடை மிளகுத் தூளுடன் சேர்த்து வாதக்காய்ச்சல் (rheumatic fever) முறைக் காய்ச்சல் (intermittent fever) முதலியவற்றிற்குத் தரலாம். பருப்புத்தூளைக் கோழிமுட்டையில் கலந்து பொரித்துத் தர அண்டவாதம் (orchitis), கருப்பை வலி (ovaritis), கண்டமாலை (icrofula) ஆகியவை நீங்கும். கொட்டையைச் சுட்டுப் பொசுக்கி அத்துடன் வெண்காரமும், வறுத்த கொட்டைப்பாக்கும் சேர்த்துப் பல் துலக்க, ஈறுநோய் (spongy gum), பல்லரணை (gum boil) முதலிய நோய்கள் தீரும். இவ்விதையை விளக்கெண்ணெயில் கூட்டி எரித்து வடித்த தைலத்தை ஓதம் (hydrocele), விரைவாய்வுக்குப் (acute orchitis) பூசலாம். இத்தைலம் இரத்தப்போக்கை நிறுத்தித் தொற்று நோய்களை விலக்கும்.

விதை, வயிற்றுப் புழுக்களைக் கொல்லும். தொழுநோய்க்குப் பருப்பை உள்ளுக்குத் தரலாம். நச்சுக்காய்ச்சலைப் போக்கும். கழற்சிக்கொட்டையை உடைத்து உள்ளிருக்கும் பருப்பு மூன்று பங்கு, சுக்கு இரண்டு பங்கு, களிப்பாக்கு ஒரு பங்கு எடுத்து முட்டையின் வெள்ளைப்பகுதியைப் பயன்படுத்தி மைபோல் கரைத்துப் பற்றிட யானைக்கால் நோயில் வரும் விரை வீக்கம், நீர் கோத்து வரும் விரை வீக்கம் முதலியவை கரைந்து நலமாகும். கழற்சிக்காய்ப் பருப்பு, பூண்டு, வசம்பு, சுக்கு, முருங்கைப்பட்டை ஆகியவற்றில் நீர்சேர்த்து எட்டில் ஒரு பங்காக வற்றச் செய்து பயன்படுத்தக் குடல் வாதம், குன்மம், சூலை முதலிய நோய்கள் போகும். விதையைப் பொடித்துப் பெருங்காயம் சிறிது சேர்த்து மோரில் கலக்கி அருந்த குன்மம் போகும். உடலிற்கு வலிமை கிட்டும்.

கழற்சிக்கொடியின் கொழுந்து ஈரல் நோய்களை அகற்றும்; சூதகச் சிக்கலைப் போக்கும்; சிறுநீர்த்தாரையைத் தூய்மைப்படுத்தும். இலையிலிருந்து பிழிந்த எண்ணெய்க் கசிவு, வாதம் போன்ற நரம்பு சார்ந்த நோய்களைப் போக்கும். இலையுடன் தேங்காய்ப்பூ சேர்த்து விளக்கெண்ணெய் விட்டு வதக்கிக் கட்ட வாத நோய், குடல் வாயு, விரைவீக்கம், விரை வாயு குணமாகும். வீக்கமும் கரையும். சூதகச் சிக்கலையும் போக்கும். கழற்சிக்கொடி வேரைப் பொடித்துத் (325-500 மி.) தேனில் சேர்த்து உண்ணக் காய்ச்சல் நீங்கும்.

– கோ. அர்ச்சுனன்

கழற்சிக்கொடி (சித்த மருத்துவம்)

கழற்சி இலையுடன் தேங்காய்ப்பூச் சேர்த்து விளக்கெண்ணெய் விட்டு வதக்கி, வீக்கங்களில் வைத்துக் கட்ட, வீக்கங்கள் கரையும். விரை வீக்கம் மறையும். கழற்சிப் பருப்பு, சுக்கு, களிப்பாக்கு இவற்றை முறையே மூன்று, இரண்டு, ஒன்று எடையில் எடுத்து முட்டையின் வெள்ளையை விட்டு, கருப்புக் கருங்கல்லில் மைபோல அரைத்துப் பற்றிடுவதால், யானைக்கால் நோயில் வரும் விரை வீக்கம், நீர் கோத்துவரும் விரை வீக்கம் முதலியன கரைவதைக் காணலாம்.

இதன் பருப்பு, வெள்ளுள்ளி, முருங்கைப்பட்டை, வசம்பு, சுக்கு முதலியவற்றை நீர்விட்டு எட்டில் ஒன்றாக வற்றச்செய்து பயன்படுத்த குடல் வாதம், சூலை, குன்மம் முதலிய நோய்கள் போகும். கழற்சிப் பருப்பு, சித்திர மூலவேரின் பட்டை, மாவிளங்கம் வேர்ப்பட்டை வகைக்கு 35 கிராம் எடுத்து இடித்துப் பொடித்து அண்ட வெள்ளைக் கருவால் கிளறிக் கழற்சிக் காயளவு கொடுக்க அண்ட வாயு தீரும்.

கழற்சிப்பருப்பு, சத்தி சாரணைக்கிழங்கு, மிளகு, இந்துப்பு, பெருங்காயம், வெள்ளுள்ளி, வசம்பு இவற்றை ஒரு நிறையாயிடித்து வெள்ளாட்டுப் பாலிலரைத்துக் கொடுத்து வர அண்ட வாயு தீரும். விதை அல்லது வேர்ப்பட்டைத்தூள் 650 மி.கி. -975 மி.கி. வரை கொடுக்கக் காய்ச்சல் தணியும்.

இதன் விதையின் முளையை எடுத்துப் போட்டு நெய்யில் பொன்னிறமாக வறுத்துச் சுண்டைக்காய் அளவு 12 உருண்டைகள் செய்து அந்தி, சந்தி 6 நாள் கொடுக்க சகலமூலமும் சுருங்கி வாடிப்போகும். விதையைப் பொடித்து, அவ்வெடை மிளகுத் தூள் சேர்த்து அதில் 650 மி.கி. - 6.630 கிராம் வரை கொடுக்கக் காய்ச்சல் தணியும்.

இதன் விதையைப் பொடித்துப் பெருங்காயம் சிறிது சேர்த்து மோரில் கலக்கி அருந்த குன்மநோய் போகும். உடல் வலிமை தரும். விதையைச் சுட்டுப் பொடித்து, அதோடு வறுத்த பாக்குத்தூள் சம எடையும், சிறிது வெங்காரமும் சேர்த்துப் பல்துலக்கி

வர, பல் இறுகும். பல்நோய் தீரும். விதையை வெண்கருவில் அரைத்துப் பற்றிட விரை வீக்கம் நீங்கும்.

விதையைத் தூளாக்கி முட்டையுடன் கலந்து, விளக்கெண்ணெய் அல்லது நெய் விட்டு அட்டு செய்து சாப்பிட விரை வீக்கம் நீங்கும். கழற்சிப் பருப்பு, கோழி முட்டைத்தோல், கருஞ்சீரகம் இவற்றைச் சம எடை எடுத்து நொச்சிச்சாறு விட்டரைத்துச் சீலையில் தடவித் திரிபோல் சுருட்டி உலர்ந்தபின் கொளுத்தி ஆற்றிப் புகை பிடிக்க மேற் கூறிய தலைநோய் யாவும் நலமாகும்.

கழற்சி இலையுடன் சிறிது மிளகுப் பூண்டும் சேர்த்தரைத்து உண்ணலாம். அல்லது இதில் ஆமணக் கெண்ணெய் விட்டுக் குழப்பிக் குடித்து வரக் கர்ப்ப முண்டாகும். பத்தியமாயிருக்க வேண்டும். கழற்சிக் காய் வேரையரைத்து ஒரு கொட்டைப் பாக்களவு கோமயத்தில் கலக்கி முழுகியது முதல் மூன்றுநாளும் உட்கொண்டு வரக் கருதரிக்கும். தரிக்காவிடின் இவ் வாறே மறுமாதம் உட்கொள்ள, கர்ப்பந்தரிக்கும். அப்போது அவள் முகக்குறி பிள்ளைப் பெற்றவள் போலிருக்கும்.

கருப்புக் கழற்சிக் காயை ஆட்டின் தோலில் முடிந்து இடத் தொடையில் கட்டினால் உடனே பிரசவமாகும். புளியிலையை இடித்து 7.8 லிட்டர் நீரில் போட்டு, அதில் திரிகடுகு, இந்துப்பு, ஓமம், காந்தம், காயம், வெண்காரம், வெள்ளுள்ளி வகைக்கு 3.5 கிராம், வாளம் 35 கிராம், கழற்சிப்பருப்பு 17.5 கிராம் ஆகியவற்றைக் கிழிக்கட்டி வேகவைத்து மருந்துகளைக் கழுவி எருக்கம்பூச் சாற்றிலாட்டி, தேற்றாவிரைப் பிரமாணம் உருண்டை செய்து விளக் கெண்ணையில் ஒரு குளிகையை உரைத்து மூன்று நாள் பத்தியமாகக் கொடுக்கத் தீரும்.

கழற்சிவேர், சாரணை, கொடிவேலி, நொச்சி, நிலவாகை, கொன்றை, முருங்கை, ஆதண்டை, உகாய் வீழி, செம்முள்ளி இவற்றின் வேர்ப்பட்டை, சிவதை, பூண்டு, இஞ்சி, இந்துப்பு, சீந்தில் தண்டு, மிளகு, திப்பிலி வகைக்கு 35 கிராம் ஆகியவற்றை முடக்கொத்தான் சாறு விட்டரைத்து 1.3 லிட்டர் விளக்கெண்ணெயில் இட்டுக் கள்ளிப்பால் 4.4 கிராம் கூடவிட்டுக் காய்ச்சி வேளை ஒன்றிற்கு ஒரு கரண்டி வீதம் உட்கொள்ளத் தீரும்.

கழற்சி, முருங்கை, சிவன்வேம்பு, மூக்கரைச் சாரணை, கொடிவேலி இவற்றின் வேர்ப்பட்டை, வெள்ளுள்ளி, பெருங்காயம் வகைக்கு 7 மி.கி. 5.2 லிட்டர் நீரில் போட்டு 500 மில்லி லிட்டராக வற்ற வைத்து வேளை ஒன்றிற்கு 250 மி.லி. வீதம் இரண்டு நேரம் கொள்ள வயிற்று வலி தீரும்.

- சே. பிரேமா

கழித்தல்

இரு மதிப்புகள் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால், அவற்றின் வேறுபாட்டைக் காண்பது கழித்தல் விதியாகும். இரு மாணவர்கள் ஒரு பாடத்தில் 75, 65 எனும் மதிப்பெண்களைப் பெற்றிருந்தால், ஒருவர் மற்ற வரை விட எவ்வளவு மிகுதியாகப் பெற்றுள்ளார் என்பதையோ எவ்வளவு குறைவாகப் பெற்றுள்ளார் என்பதையோ அறியக் கழித்தல் விதியைப் பயன் படுத்த வேண்டும். வேறுபாடு 10 மதிப்பெண்கள் எனும்போது, 75-65 = 10 என்பதைக் காணக் கழித்தல் விதி பயன்படுகிறது. a,b என்பவை மிகை எண்களாயினும், —a,—b எனக் குறையெண்களாயி னும், கழித்தல் விதியை அவற்றிற்குப் பயன்படுத்த a-b என்றும் (–a)—(–b) என்றும் மதிப்பேற்கின்றன. கூட்டல் விதியைப் போன்றே இது, அறிவியல்,கலைத் துறைகளில் பெருமளவில் பயன்படுகிறது.

- எம். அரவாண்டி

கழிமுக நுண்ணுயிரியல்

கழிமுகத்தில் வெதுவெதுப்பான வெப்பநிலை, குறை வான அலை, உப்புத்தன்மையுள்ள நீர், வளமான மண், சேறு சூழ்ந்த கலங்கல் நீர் ஆகியவை இருக்கும். அச்சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு நுண்ணுயிர் களும் வேறுபடும். காற்று மண்டலத்தில் காணப்படும் நீர்த்திவலைகளிலும், நிலத்திலுள்ள குளம், ஏரி ஆறு போன்ற பல்வேறு நீர்நிலைகளிலும் நுண்ணுயிர்கள் காணப்படுகின்றன. வானவெளி நீரில் காணப்படும் நுண்ணுயிர்கள் மழை பெய்யும்போது மழைத்துளி களுடன் கலந்து நிலத்தை அடைகின்றன. நிலத்தின் மேல் வழிந்தோடிச் செல்லும் நீர், நுண்ணுயிர்கள் ஓரிடத்திலிருந்து பிற இடங்களுக்குச் செல்ல வழி வகுக்கிறது. இவ்வாறு வழிந்தோடி வரும் நீர் ஆற்றில் கழிமுகத்தில் கலக்கும்போது நுண்ணுயிர் களின் எண்ணிக்கை மாறுகிறது.

கடலின் மிகப்பெரும் பரப்பின் காரணமாக ஆறு களின் மூலம் கடலில் வந்து கலக்கும் நுண்ணுயிர் களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவாகக் காணப்படு கிறது. கடல்நீர் ஆற்றுநீராகச் சேருகின்ற கழி முகத்தில் உப்பின் அளவு ஆற்றுநீரைவிடக் கூடுவ தாலும் நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான உணவுச் சத்துகள் போதிய அளவில் கிடைக்காமை யாலும் அவை ஓரளவு அழிகின்றன. ஆயினும் இச் சூழ்நிலையிலும் வாழும் திறன் வாய்ந்த பல எண்ணிலடங்காத நுண்ணுயிரிகள் உயிருடன் உள்ளன. அவற்றின் மூலம் இனப்பெருக்கம் ஏற்பட்டு அவை பிற உயிரினங்களுக்கு உணவாகப் பயன்

படுகின்றன. ஆகவே நுண்ணுயிரினங்களின் அடிப்படையில்தான் அங்கு வாழும் பலவகைப்பட்ட உயிரினங்களின் வாழ்க்கைச் சுழல் அமைந்துள்ளது.

மீன் போன்ற உயிரினங்கள் வாழ்ந்து இறந்து விட்டால் அவை அங்குள்ள பல உயிரினங்களுக்கு உணவாகின்றன. இந்த உயிரினங்களில் பெரும்பாலானவை நுண்ணுயிர்கள். அவ்வாறான நுண்ணுயிர்கள் அத்தகைய உணவை உட்கொண்டு பெருக்கமடைந்து சிறு மீன்கள் போன்ற உயிரினங்களுக்கு உணவாகின்றன. சிறு மீன்கள் பெரிய மீன்களுக்கு உணவாகின்றன. இந்த அடிப்படையில் நுண்ணுயிர்களின் வாழ்க்கை முறையை மையமாகக் கொண்டுதான் நீரில் வாழும் பிற உயிரினங்களின் வாழ்க்கைச் சுழல் அமைந்துள்ளது. அவை இல்லையேல் கழிமுகநீர், கழிவுப்பொருள்கள் நிறைந்த நீராகத்தான் இருக்க முடியும்.

கழிமுக நீரில் பல்வேறு வகை நுண்ணுயிர்கள் காணப்படுகின்றன. பாக்டீரியா ஆழமான பகுதிகளில் மிகுதியாக இருக்கும். அடிமட்டத்தில் காணப்படும் மண்ணில் ஒரு கிராமுக்கு நூறு மில்லியனுக்கு மேலான பாக்டீரியாக்கள் உள்ளன. இந்த எண்ணிக்கை பொதுவாக நிலத்து மண்ணில் காணப்படும் பாக்டீரிய எண்ணிக்கையைவிடக் கூடுதலாகும். நீரில் வாழும் உயிரினங்கள் நீரில் மிகுதியான அளவில் உறுப்பியற் பொருள்களைச் சேர்ப்பதே இதற்குக் காரணமாகும். இந்நீரில் பாக்டீரியாக்கள், பூசணங்கள், பாசிகள் ஆக்டினோமைசிட்கள், புரோட்டோசோவாக்கள் போன்ற பலவகை உயிரினங்கள் உள்ளன.

பாக்டீரியாவில் பெரும்பாலானவை நன்மை பயப்பனவாகவும் அவற்றில் சில தீமை பயப்பனவாகவும் உள்ளன. தீமை பயக்கும் பாக்டீரியா கழிமுகத்தில் உள்ள பல்வேறு உயிரினங்களுக்கும் தாவரங்களுக்கும் நோய்களை உண்டாக்கும் திறன் பெற்றவை. ஆக்சிஜன் உள்ள சூழ்நிலையில் வளர்பவையாகவும் ஆக்சிஜன் இல்லாத சூழ்நிலையில் வளர்பவையாகவும் இரண்டுக்கு இடைப்பட்ட சூழ்நிலையில் வளர்பவையாகவும் பாக்டீரியாவில் பல இனங்கள் உள்ளன. இவை கழிமுகத்தின் அடித்தளத்தில் காணப்படும். ஆக்சிஜன்தேவையற்ற பாக்டீரிய ஹைட்ரஜனைஆற்றலாகப் பயன்படுத்தி நீரில் கரைந்துள்ள கார்பன் டை ஆக்சைடை மாவுப் பொருள்களாகவும் சர்க்கரைப் பொருள்களாகவும் இவை மாற்றுகின்றன. வேறு சில பாக்டீரியாக்கள் இரும்பு, மங்கனீஸ் போன்ற உலோகப்பொருள்களையும் நீரில் படிய வைக்கக்கூடிய திறனைப் பெற்றுள்ளன. வேறு சில பாக்டீரியா கால்சியம் கார்பனேட்டைப் படிய வைக்கும். மேல் மட்டத்தில் உறுப்பியற் பொருள்களை நுண்ணுயிர்கள் கனிப்பொருள் மாற்ற முறையில் (mineralization) மாற்றி அமைக்கின்றன.

- கா. சிவப்பிரகாசம்

கழிமுகம்

ஆறுகள் கடலுடன் கலக்கும் பகுதிக்குக் கழிமுகம் (delta) என்று பெயர். கடலிலிருந்து கிடைக்கும் உணவில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு கழிமுகங்களைச் சார்ந்த உயிரினங்களாகும். இவ்விடத்தில் நதி நீரால் அடித்து வரப்படும் பொருள்களின் படிவுகள் மிகுதியாக இருக்கும். கழிமுகம் என்னும் சொல் கிரேக்க எழுத்தான Δ என்பதிலிருந்து உருவானதாகும். இதை முதன்முதலாக ஹீரோடோடஸ் என்பார் நைல் நதி கடலுடன் இணையும் முக்கோணப்பகுதியின் உருவமாகப் பயன்படுத்தினார்.

ஏறத்தாழ 18,000 ஆண்டுகளுக்கு முன் கடல் மட்டம் தற்போது இருப்பதைவிட நூறு மீட்டர் தாழ்வாகவும், நீர் பனிக்கட்டிப் படலத்தால் மூடப்பட்டும் இருந்தது. பனிக்கட்டி உருகத் தொடங்கிய பின் கடல்மட்டம் ஒரு நூற்றாண்டிற்கு ஒரு மீட்டர் வீதம் உயர்ந்தது. இதனால் பள்ளத்தாக்குகள் நீரில் மூழ்கக் கழிமுகங்கள் தோன்றின. இந்த மாறுதல் கி.மு. 3000 ஆம் ஆண்டுடன் முற்றுப்பெற, கடல் மட்டம் தற்போதுள்ள நிலையை அடைந்தது.

தொடக்க நிலையில், சிறு ஓடை நதியாகத் தோன்றியதும், காலப்போக்கில் பெரிய மைய நதியாக மாறிவிட்டது. நீர் அரிப்பால், இரு கரைகளும் கரைக்கப்பட்டுப் பள்ளத்தாக்கு வழியே விரிந்த நதியின் அடித்தளம், சமதள அமைப்புடன் காணப்படுகிறது. நதிநீர் கடலுடன் இணையும் இடத்தில் இத்தகைய பரப்பைக் காணலாம். இதில் பிரிந்திருக்கும் படிவுகள் அனைத்தும் இந்நதிநீரால் பல நூற்றாண்டுக் காலமாக அடித்து வரப்பட்டவையாகும்.

கழிமுகம், கடலுடன் சேரும் இடத்தில் ஆங்காங்கே எண்ணற்ற மண் குவியல்களைக் கொண்டுள்ளது. நதிநீரின் வடி நீரோட்டத்தால் உருவாகும் இவ்வகையில், சில கடல் திட்டாகவும் சில மறைந்து போன கடல் திட்டுகளாகவும் அமையலாம். சிறந்த கழிமுகங்களுக்கு எகிப்தின் வடக்குக் கரையில் நைல் நதியால் உருவானதைச் சான்றாகக் கொள்ளலாம். பிரேசிலில் உள்ள அமேசான் நதியால் உருவானதையும், அமெரிக்காவில் பாயும் மிசிசிபியால் உருவான கழிமுகத்தையும், ரஷ்யாவில் பாயும் வோல்காநதியையும், இந்தியாவில் பாயும் கங்கா, பிரம்மபுத்திரா நதிகளால் உருவான கழிமுகத்தையும் எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

உருவமும், வளர்ச்சியும். கழிமுகத்தின் உருவமும், அதன் உள் வளர்ச்சியும் இரு வகையான காரணங்களைப் பொறுத்து அமைகின்றன. ஆற்று நீரால் அடித்து வரப்படும் மண் துகள்கள் நதி கடலுடன் கலக்கும் வேகத்தாலும், நதி கடலுடன் கீழ்நோக்கி இணையும்போது உண்டாகும் கடலடிப் பள்ளத்தாக்காலும் (submarine canyon), கடல் நீரின் வேக அலை

களாலும் கழிமுகத்தின் வளர்ச்சி உருவாகும். அடுத்து, நதி நீர், வேகமான நீரோட்டமும் அலைகளும் கொண்டு கடலுடன் கலக்கும்போது, மண்துகள்-கரை சல்கள் பெரிய பரப்பளவிற்குக் கடலில் பிரிந்து விடு கின்றன. இதனால், கழிமுகம் உருவாவது தடைப் படுகிறது.

நதி நீரால் அடித்து வரப்படும் படிவுகள் பெரும் பாலும் கடலுடன் சேரும் இடத்தில் நீரோட்ட வேகம் குறைந்து கடலுடன் கலக்கிறது. நதி நீரின் அடர்த்தி குறைவாக இருக்குமானால், அதன் படிவு கள் கடலுடன் கலக்கும் இடத்திலேயே படிகின்றன. கடலுடன் இணையும் நதி நீரின் அடர்த்தி, கடல் நீரின் அடர்த்தியைவிடக் குறைவாக இருக்குமானால், நதிநீர்ப் படிவுகள் பரவலாக, நீண்ட தொலைவு வரை கரைகளிலேயே படிகின்றன. மாறாக, கடல் நீருடன் இணையும் நதி நீரின் அடர்த்தி, கடல்நீரை விட மிகுதியாக இருக்குமானால், குளிர்ந்த நுண் துகள்களுடன் கூடிய நீர், வெதுவெதுப்பான கடல் நீருடன் இணையும்போது அதன் படிவுகள் கடல் நீரின் அடித்தளத்தில் நன்கு படிகின்றன. சான்றாக லேக் மியாட்டில் படிந்துள்ள படிவுகள் 134 அடி தடிமனானவை. இது 120 கி.மீ தொலைவில் அமைந் துள்ள சுவர் அணையிலிருந்து வெளியேற்றப்படும் கொலராடோ நதியால் உருவாகியுள்ளது.

ஏறக்குறைய 1500 கி.மீ. தொலைவிலிருந்து அடித்து வரும் படிவுகளை உடைய அமேசான் நதி, கடலுடன் இணையும் இடத்தில், தான் அரித்து வரும் படிவுகளில் சம அளவை ஓரினாகோ கழிமுகத்தில் படியச் செய்கிறது. தென்கிழக்குக் கரீபியாவின் நீண்ட கடற்கரையின் படிவுகள் கடலலைகளின் வேகத்தா லும் நீரோட்டத்தாலும் உருவானவையாகும்.

கழிமுகத்தின் உருவ அமைப்பை மூன்று வகை யாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றை மேற்படுகை (top set), இடைப்படுகை (fore set), அடிப்படுகை (bottom set) எனலாம். இவ்வகைப்படுத்தலை முதன்முதலாகக் கில்பர்ட் என்பார் கண்டறிந்தார். இது கழிமுகப் பகுதிக்கும், ஏரிநிலைப் பகுதிக்கும் பொருந்தும்.

கழிமுகத்தின் அமைப்பும், அதன் வளர்ச்சியும் அமைய, காலமும், ஏற்ற சூழ்நிலையும் இன்றியமை யாதவையாகும். தொடக்க கால வளர்ச்சியில், கழி முகத்தில் அதன் படிவுகள் அடுக்கடுக்காக, படுகை களாகக் கடலின் மேல்தளத்தில் படிந்து ஒரு சமமான சீரான சரிவை (slope) உருவாக்குகின்றன. கடலின் அடிமட்டத்தை நோக்கியவாறு இருக்கும் இது கடலின் அடிப்படுகையாகக் கருதப்படுகிறது. இப் படுகையை அடிப்படையாக வைத்தே கழிமுகம் உரு வாகிறது. பிற்கால வளர்ச்சியில், நதியால் அடித்து வரப்படும் படிவுகள், களிமண் துகள்கள் போன்றவை அடிப்படுகையின் மேல் படிகின்றன. அடிப்படுகையின் சாய்தளத்தைப் போலில்லாமல், செங்குத்தான சரிவுடன் அமைந்திருக்கும் இப்படிவுகள் இடைப் படுகை எனப்படும். கழிமுகத்தின் வளர்ச்சி மேன் மேலும் உருப்பெறும்போது, நதி நீரில் ஏற்படும் பெரு வெள்ளத்தால் படிவுகள் மையப்படுகையில் படியும். அவை சீரான சாய்தளத்தை உருவாக்கும்போது மேற்படுகை எனப்படும். மேற்படுகை மெல்லிய தடிம னாக அமைந்திருக்கும். இதற்குச் சிறந்த சான்றாகக் கங்கை நதியின் கழிமுகத்தைக் குறிப்பிடலாம்.

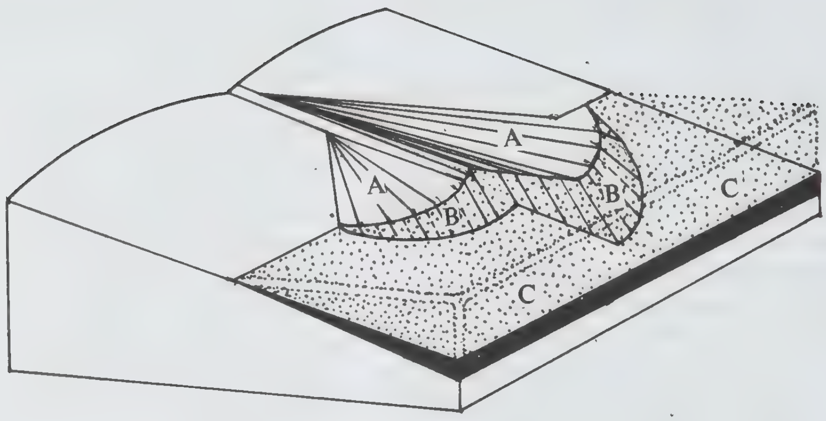
கழிமுகத்தின் நீரோட்டப் பள்ளத்தாக்குகள், கழிமுகத்தின் தோற்றம், நதி நீரோட்டத்தின் இரு பக்கக் கரைகளில் அமைந்துள்ள மணற் பொதிகள் (sand levees) போன்றவற்றால் கழிமுகத்தின் உருவ அமைப்புகளை விளக்கலாம். இவை கடலுடன் இணைந்துள்ள பரந்த நிலப்பரப்பில் காணப்படும், மணல் மேடுகள் ஆகும். அடுத்து, படிவுகளில் காணப் படும் நுண்துகள்கள், களிமண் பகுதிகள், துணுக்குகள் ஆகியவை உள்ளன. அடுத்தது கரை உகலோட்டப் (littoral drift) பகுதியாகும். இது நதி நீரின் வேகத் தால் கடலில் உருவாகும் கரைப்பகுதி, நுண்துகள் கள், கடலலைகளின் நீரோட்டம், காற்றின் மாறு பாடு இவற்றைப் பொறுத்ததாகும்.

ஆற்றுநீர் கடல்நீருடன் கலப்பதால், உப்புத் தன்மையின் அளவு அடிக்கடி மாறுகிறது. கழிமுகங் களின் உப்புத்தன்மையைக் கொண்டு அவற்றை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம்.

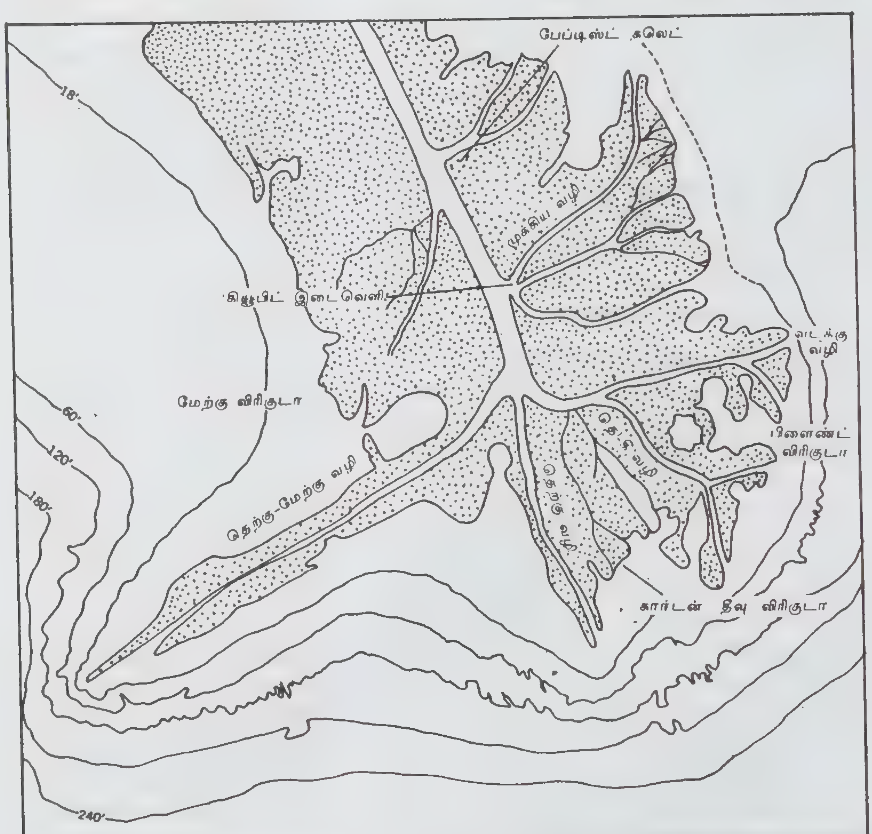
நேர்முகக் கழிமுகங்கள். இவ்வகைக் கழிமுகங் களில், ஆறுகளின் மூலமும் மழையின் மூலமும் பெறப்படும் நன்னீரின் அளவு மிகுதி. ஆகையால் நீரின் மேல்மட்ட உப்புத்தன்மை கடல்நீரின் உப்புத் தன்மையைவிடக் குறைவாக இருக்கும்.

எதிர்முகக் கழிமுகங்கள். ஆறு, மழை இவற்றால் கடல், பெறும் நீரைவிட ஆவியாகும் நீரின் அளவு மிகுதியாவதால், நீர் மிகு உப்புத்தன்மையைப் பெறுகிறது. எ.கா: டெக்சாஸில் உள்ள மாட்ரே கழிமுகம்.

நன்னீரும் உப்புநீரும் இணைவதால், நீரில் சுழற்சி ஏற்பட்டு, இரண்டும் நன்கு கலக்கின்றன. இந்த நீர்க்கலப்பு, இருவகை நீரின் அடர்த்தியைப் பொறுத்தது. கடல்நீரின் அடர்த்தி, அதன் உப்புத் தன்மை, வெப்பம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து அமை கிறது. ஆனால் கழிமுகங்களில் உப்புத்தன்மை எப்போதும் மாறுதல் அடைந்து கொண்டும், வெப்பம் பெரிதும் மாறாமலும் இருக்கும். இந்தியா போன்ற வெப்ப நாடுகளில் கோடைக்காலத்தில் கடலில் கலக் கும் ஆறுகளில் நீர் மிகவும் குறைவாகவே உள்ளது. அப்போது மேல்மட்ட நீர் வெப்பமாக இருப்பதால் கழிமுக நீரின் அடர்த்தியும் கடல்நீரின் அடர்த்தியும் மிகவும் மாறுபட்டுள்ளன. இரவில் வெப்பம் குறையும் போது இந்நிலை மாறுகிறது. குளிர்நாடுகளில் குளிர் காலத்தில் ஆற்றுநீர் பனிக்கட்டியாகி விடுவதால் கடலில் கலப்பதில்லை. நீரின் மேல்மட்டத்தில் உள்ள



படம் 1. கழிமுகத்தின் அமைப்பு A-கடல் மேற்படுகை B-இடைப்படுகை C-அடிப்படுகை



படம் 2. மிசிசிபி பறவைக்கால் கழிமுகம்

பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி மிகுவதால் அது கீழே யுள்ள நீரில் அமிழ்ந்து விடுகிறது.

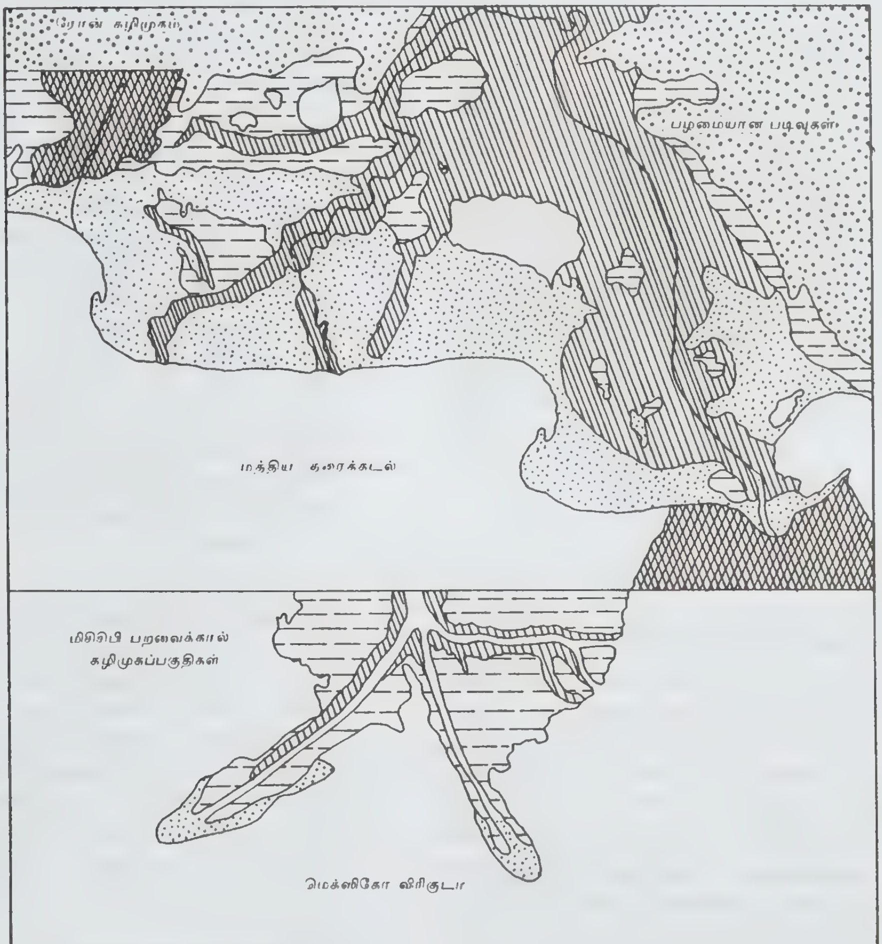
கழிமுகங்களின் அமைப்பைப் பொறுத்து அவற்றை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

தடையிலாக் கழிமுகங்கள். ஆற்றுப்படுகையில் வண்டல் மண் போதுமான அளவு படிவதில்லை. இத்தகைய கழிமுகங்கள் கடலுடன் கலக்கும் இடத்தில் அகலமாகவும் ஆனால் ஆழம் குறைந்தும் (60 மீட்டருக்கும் குறைவு) காணப்படுகின்றன. எ.கா: அமெரிக்காவின் செஸ்ஸரீக் கழிமுகம்.

இடுங்குவிடர் கழிமுகங்கள். நார்வே நாட்டில் செங்குத்தான மலைப்பாறைகளுக்கிடையே ஒடுக்க மாகவும், ஆழமாகவும் உள்ள கழிமுகத்தின் ஆழம் நானூறு மீட்டருக்கு மேலாகவும், நீளம் நூறு கிலோ மீட்டர் தொலைவாகவும் அமைந்துள்ளது. இத்தகைய கழிமுகம் இந்தியாவில் இல்லை.

தடைச்சுவர்க் கழிமுகங்கள். ஆற்றின் வெள்ளப் பெருக்குக் குறைவாக உள்ள காலத்தில், அலைகளின் இயக்கத்தால் கடலுடன் இணையும் இடத்தில் தடைச்சுவர் போல் மணல் படிவு உண்டாகிறது. இதனால் கடலுக்கும் ஆற்றிற்கும் இடையே நீரோட்டம் தடைப்படுகிறது. வெள்ளம் வரும்போது இத்தடை அடித்துச் செல்லப்பட்டாலும், வெள்ளம் குறைந்ததும், மீண்டும் மணல் படிவம் உண்டாகி விடுகிறது. வெப்ப நாடுகளில் உள்ள பல கழிமுகங்கள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை.

கழிமுகங்களின் உயிரினங்கள். ஆற்றில் அடித்து

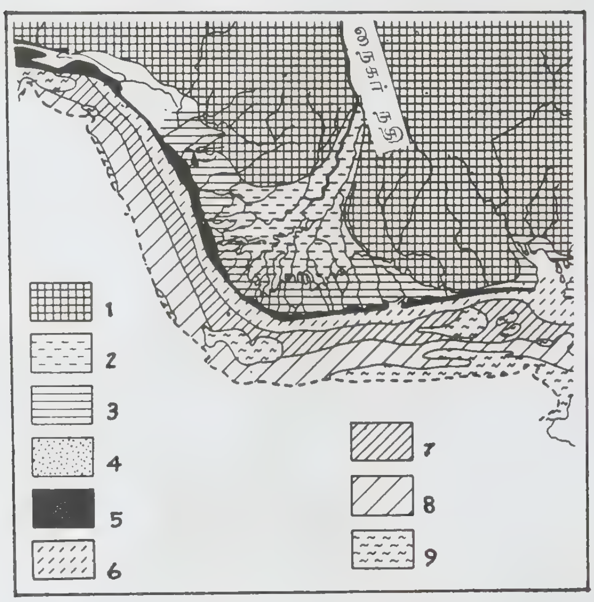


படம் 3. கழிமுகப்படிவு பரவல்களின் எடுத்துக்காட்டுகள்

-கரை, கால்வாய் படிவுகள்; மணற்குன்று, கடற்கரை, கரை உகலோட்டம், -கழிமுக முன்புறப் படிவுகள் -சதுப்புநிலம், வெள்ளப்படிவுகள் -கடற் கரை, கழிமுக முன்புறப் படிவுகள்.

வரப்படும் நீரில் உணவுச்சத்துப் பொருள்கள் இருப்பதால், கழிமுகங்களின் உற்பத்தித் திறன் மிகுதி. ஆனால் நீரின் இயல்பு எப்போதும் மாறிக்கொண்டே இருப்பதால், சிலவகை உயிரினங்களே அங்கு வாழ முடியும். அவை எப்போதும் மாறி வரும் உப்பு மற்றும் வெப்பத் தன்மைகளைத் தாங்கிக் கொண்டு உயிர் வாழ்கின்றன. புவியில் உயிரினங்கள் தோன்றியதே கழிமுகங்களில்தான் என்று சில உயிரியல் வல்லுநர்கள் கருதுகின்றனர். உயிரினம் கடலில் தோன்றியிருந்தாலும், பல இலட்சக்கணக்கான ஆண்டுகளுக்குப் பின் கழிமுகங்கள் வழியாக உயிரினங்கள் நிலப்பகுதியை அடைந்து நன்கு வாழத் தொடங்கின என்பதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன.

மிசிசிபி கழிமுகம். உலகிலுள்ள அனைத்துக் கழிமுகங்களிலும் மிசிசிபி நதியால் உண்டாக்கப்பட்டதே மிகப்பெரியதாகும். தொடக்ககாலத்தில் இக்கழிமுகத்



படம் 4. நைகர் படிவுகள்

1 உயர்ந்த - மேடுகள்; 2 - வண்டல் சமவெளி, மணற் பொதிகள், கால்வாய்; 3 – சதுப்புநிலம், ஓதச்சமவெளி; 4 - கடற்கரை மணல் சமவெளி; 5 - கடற்கரைகள்; 6 - கழிமுகத்தளம்; 7 - வெளிப்புற மேற்படுகைகள்; 8 அடிப் படுகைகள்; 9 - முன்னர் இருந்த கடற்தளம்

தின் மணற் பள்ளத்தாக்கு இல்லினாய்ஸ், கெய்ரோ நகருக்கு அருகிலே அமைந்து இருந்தது. கழிமுகத்தின் சமவெளி பல துணை நதிகளைக் கொண்டுள்ளது. மிசிசிபியின் கழிமுகம் எண்ணற்ற நுண் துகள்களையும், பெரும்பகுதிக் களிமண் இடைப்பட்டதான மணற் பொதிகளையும் கொண்டு அமைந்துள்ளது. இவை நீரின் வேகத்தால் கழிமுகத்தின் வெளிப்புறமாகப் படிகின்றன. மிசிசிபி கழிமுகம் பறவைக் கால் (bird foot) வடிவத்தில் அமைந்துள்ளது. (படம்-2, படம்-3).

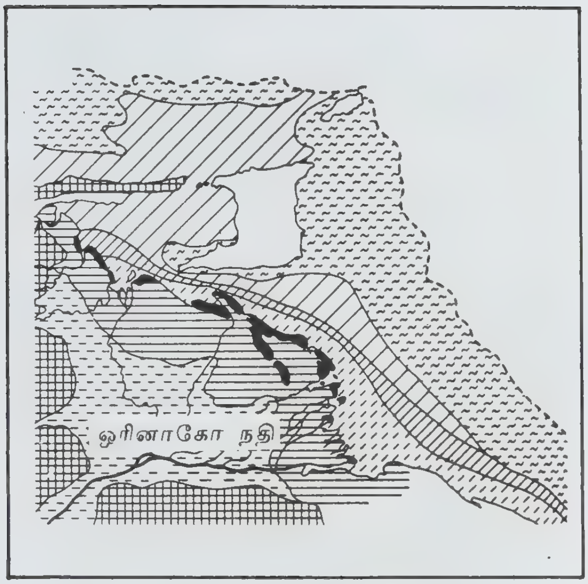
பெரும் துணை நதியான அட்சபாஃலயாவால் பற்பல படிவுகள் இக்கழிமுகத்தின் கீழ்த்தளங்களில் படிந்துள்ளன. இக்கழிமுகத்தின் பரப்பு, சதுப்பு நிலங்களையும் கொண்டுள்ளது. துணை நதிகளில் ஏற்படும் வெள்ளப்பெருக்கால், உண்டாகும் பெரும் மணற்பரப்பு இக்கழிமுகத்தின் பக்கவாட்டுப் பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

நைகர் கழிமுகம். மேற்கு ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள நைகர் நதியால் உருவாக்கப்பட்ட நைகர் கழிமுகம் உலகிலுள்ள முக்கிய கழிமுகங்களில் ஒன்றாகக் கருதப்படுகிறது. இக்கழிமுகம் சமச்சீரான வட்டமான பரப்பைக் கொண்டுள்ளது. இதன் படிவுகள் சீரான முறையில் நதி நீரின் குறைந்த வேக நீரோட்டத்தால் அமையும். இந்நதி, துணை நதிகளின் படிவுகளையும் கடலில் படியச் செய்வதன் மூலமாகக் கினியா வளைகுடா உருவாகத் துணை புரிகிறது. மிசிசிபி நதியைப் போலவே இந்நதியும் துணைக் கால்வாய்களையும் (channel) மணற் பொதிகளையும், குளங்களையும் (swamp) கொண்டுள்ளது (படம்-4).

ஒரினாகோ கழிமுகம். தென் அமெரிக்காவின் பெரிய கழிமுகங்களில் இதுவும் ஒன்றாகும். ஒரினாகோ கழிமுகத்தில் காணப்படும் நுண்துகள் படிவுகள், அகன்ற வடிநிலப் பகுதியாலும், வடதிசையில் பாயும் வடதுருவ நீரோட்டத்தாலும் உருவானவை. இப்படிவுகள் அமேசான் நதியால் கைவிடப்பட்ட நுண் படிவுகளேயாகும். கழிமுகத்தின் வடபகுதி, நீண்டு ஈரமான மணற் பரப்பையும், சில இடங்களில் மண் மேடுகளையும் கொண்டுள்ளது. இந்த நீண்ட மண் பரப்புகள் தோன்றுவதற்கு மிகப் பெரிய அலைகள் இல்லாமையே காரணமாகும். கழிமுகத்தின் தெற்குப் பகுதி கைவிடப்பட்ட நிலையில், எண்ணற்ற கழிமுகங்களைக் கொண்டுள்ளது. இக்கழிமுகங்களில் குறைந்த அளவிலேயே படிவுகள் தோன்றுகின்றன.

கழிமுகத்தின் உட்பகுதி மணலையும், களிமண்ணையும் (alluvial sand and clay) வெளிப்பகுதி சதுப்பு நில மண்ணுடன் கூடிய களிமண்ணையும் கொண்டுள்ளன. மண் மேடுகள் இக்கழிமுகத்தின் தென்பகுதியைத் தவிரப் பிற இடங்களில் பரவியுள்ளன. உலகில் இன்று அமைந்துள்ள 150-க்கும் மேற்பட்ட கழிமுகங்கள் அனைத்தையும் நதியாலோ பெருவெள்ளத்தாலோ ஏற்பட்டவையாகக் கொள்ள முடியாது. சில இடங்களில் காணப்படும் கழிமுகங்கள், முன்னர் புவியில் நிகழ்ந்த பனிக்கால மாற்றத்தாலும், கடல்நீர் மட்டத்தில் ஏற்பட்ட உயர்வாலும் உருவானவை. இவை மிக ஆழமாக உருவாகியுள்ளன. இதற்கு அமேசான் கழிமுகத்தை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம் (படம்-5).

கழிமுகங்களில் காணப்படும் படுகைகளில் இடத்திற்கு இடம் தடிமன் வேறுபடுகிறது. நைல் நதி உருவாக்கியிருக்கும் படிவுகள் 50 அடி தடிமனானவை.



படம் 5. ஒரினாகோ படிவுகள்

[1] உயர்ந்த மேடுகள்; [2] வண்டல் சமவெளி, மணற்பொதிகள், கால்வாய்; [3] சதுப்பு நிலம், ஓதச்சமவெளி; [4] கடற்கரை மணல் சமவெளி; [5] கடற்கரைகள்; 6.கழிமுகத்தளம்; [7] வெளிப்புற மேற்படுகைகள், 8.அடிப்படுகைகள்; [9] முன்னர் இருந்த கடற்தளம்.

இவை ஆழமற்ற பகுதியில் அமைந்துள்ளன. மிசிசிபி நதியால் உருவாக்கப்பட்ட படிவுகள் 850 அடி (260 மீ.) தடிமனானவை. இவை கடலின் ஆழமான பகுதியில் அமைந்துள்ளன. மிகப்பெரிய தடிமனாக உருவான படிவுகள், கீழ் உள்ள மென்மையான படிவுகளை அழுத்தும்போது, அவை சுமை தாங்காமல் வளைய ஆழமான பகுதி தோன்றும்.

இந்தியாவிலுள்ள கழிமுகங்களும் அவற்றின் மீன் வளமும். இந்தியாவின் இரு கடற்கரையோரங்களிலும் பல கழிமுகங்கள் உள்ளன. இவற்றின் பரப்பளவு ஏழாயிரம் சதுர கிலோமீட்டர் ஆகும். இவை அனைத்தும் தடைச்சுவர்க் கழிமுகங்களாகும். தென் மேற்குப் பருவ மழையின்போது பெருமளவு நன்னீர் கடலுடன் கலப்பதால் அனைத்துக் கழிமுகங்களிலும் அச்சமயம் உப்புத்தன்மை குறைகிறது. மழை இல்லாத காலங்களில், உப்புத்தன்மை கடல்நீர் அளவிற்கு உயர்கிறது. எ.கா: ஹுக்ளி-மாட்லா கழிமுகம். கங்கையின் முக்கிய கிளை நதியான ஹுக்ளி-கடலுடன் இணையுமிடமே இக்கழிமுகம். ஏறத்தாழ 2,340 கி.மீ. பரப்பளவுள்ள இது மேற்கு வங்கத்தில் உள்ள சுந்தரவனச் சதுப்பு நிலக்காடுகளிடையே உள்ளது.

கழிமுகம் கடலுடன் இணையுமிடத்தில் உப்புத்தன்மை 32% ஆகவும் மறுமுனையில் 0.2% ஆகவும் காணப்படும். பல நுண்மிதவை உயிரிகளும் அவற்றை உணவாகக் கொண்டுள்ள மடவை, காலா, கத்தாழை, கொடுவா, கெழுத்தி போன்ற 172 வகை மீனினங்களும் இங்கு வாழ்கின்றன. கடல்மீன்கள் இடம் பெயர்ந்து ஆற்றில் முட்டையிடுவதற்கும், ஆற்று மீன்கள் கடலில் முட்டையிடுவதற்கும் இக்கழிமுகத்தையே பாதையாகப் பயன்படுத்துகின்றன. ஒரிசாவிலுள்ள மஹாநதிக் கழிமுகத்தில் கடல் பெருக்கு நீர்க் கழிமுகம் 42 கி.மீ. வரை பரவியுள்ளது. இக்கழிமுகத்தில் மடவை, கொடுவா, கிழங்கான், காரை போன்ற மீன்கள் மிகுதியாக உள்ளன.

சில்கா ஏரி. ஒரிசாவில், கடலுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள மிகபெரிய ஏரி சில்கா ஏரியாகும். கோடையில் இதன் பரப்பளவு 906 ச.கி.மீ, மழைக் காலத்தில் 1,165 ச.கி.மீ. ஆகும். இது ஒரு பெரிய வாய்க்காலாக வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது. ஆண்டிற்கு 2,000-3,000 டன் மீன் இங்கு கிடைக்கிறது.

கோதாவரிக் கழிமுகம். ஆந்திராவில் உள்ள கோதாவரிக் கழிமுகத்தின் பரப்பளவு 310ச.கி.மீ. தென்மேற்குப் பருவமழையின்பேர்து இக்கழிமுக நீர் நன்னீராக மாறிவிடுகிறது. இங்கு ஆண்டிற்கு 5,000 டன் இறாலும், 185 டன் மீன்களும் கிடைக்கின்றன.

பழவேற்காட்டுக் கழிமுகம். தென் ஆந்திராவிலும், வட தமிழ்நாட்டிலும் உள்ள பழவேற்காட்டுக் கழிமுகத்தின் பரப்பளவு 777ச.கி.மீ. கடல்நீர்ப் பெருக்கம் குறைவாகவேயுள்ள இந்த ஏரியும் வங்காள விரிகுடாவில் கலக்கிறது. 65மீனினங்கள் உள்ள இக்கழிமுகத்தில் ஆண்டிற்கு ஏறக்குறைய 2,750 டன் மீன் கிடைக்கிறது.

காவேரிக் கழிமுகம். தமிழகத்தில் கடலுடன் இணையும் காவேரியின் கழிமுகங்களில் கழுவேலி, பெண்ணையாறு, கெடிலம், வெள்ளாறு, கிள்ளை, கொள்ளிடம் போன்றவை குறிப்பிடத்தக்கவையாகும். இவற்றுள் வெள்ளாறு கழிமுகத்தைப் பற்றிப் பெருமளவில் ஆய்வு நடத்தப்பட்டு வருகிறது. இறால், மடவை, காரை, கருத்தாழை, கெழுத்தி போன்ற மீன்களும் ஆண்டிற்கு ஏறக்குறைய முப்பது டன் கிடைக்கும். இவை தவிர அடையாறு, எண்ணூர் போன்ற இடங்களிலுள்ள கழிமுகங்களும் தமிழகத்திலுள்ள குறிப்பிடத்தக்க கழிமுகங்களாகும்.

கேரளக் கழிமுகம். கேரளத்தில் சிறு ஆறுகள், ஏரிகள், காயல்கள் பல இடங்களில் ஒன்று சேர்ந்து அரபிக் கடலில் கலக்கின்றன. அவற்றின் மொத்தப் பரப்பு 500 ச. கி. மீ. இவற்றிலிருந்து ஆண்டிற்கு 15, 000 டன் மீன்களும், இறால்களும் பிடிக்கப்படுகின்றன. இவற்றுள் 60-70% இறாலும், 11% மடவையும் 9 % கெழுத்தியும் ஆகும். கேரளாவின் கழிமுகங்களுள் 256 ச. கி. மீ. பரப்

பளவுள்ள வேம்பாடு ஏரி மிகவும் பெரியது. இதன் வடபகுதியைக் கொச்சிக் கழிமுகம் என்றும், தென் பகுதியை வேம்பநாடு என்றும் கூறுகின்றனர். கொச்சியில் இந்த ஏரி 450 மீட்டர் அகலமுடன் உள்ளது. அது கடலில் கலக்குமிடத்தில் 15 மீட்டர் ஆழத்துடன் உள்ளது. இவை தவிர மண்டோனி, சுவாரிக் கழிமுகங்கள் கோவாக் கடற்கரையிலும் நர்மதா, தபதிக் கழிமுகங்கள் குஜராத்திலும் அரேபியக் கடலில் கலக்கின்றன.

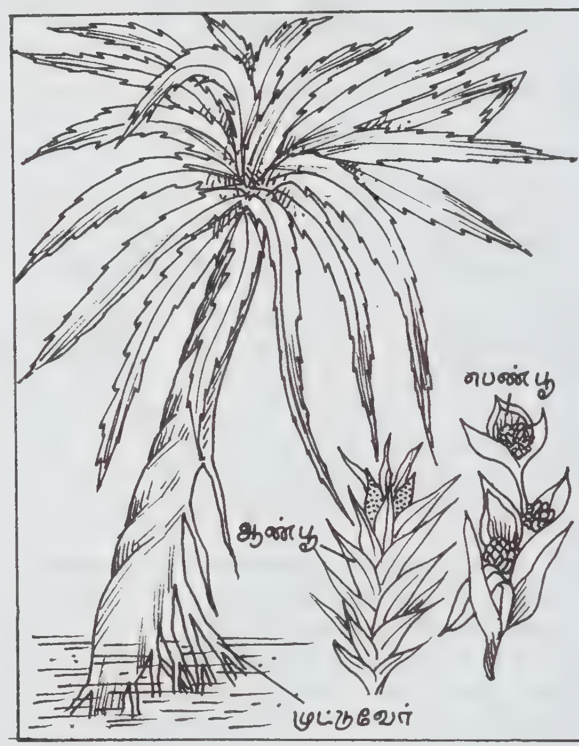
கழிமுகத்தின் விளைவுகள். கல்கத்தா, வெனிஸ், சான்ங்கி, அலெக்ஸாண்டிட்ரியா, நியூஆர்லின்ஸ் போன்றவை கழிமுகங்களில் அமைந்துள்ள பெரிய நகரங்களாகும். கழிமுகத்தில் காணப்படும் பல நீர் வழிகள் நகரம் உருவாவதற்கு மிக இடையூறாக இருக்கும். மணற்பொதிகளில் உயர்ந்த கட்டடங்களைக் கட்ட முடியாத சூழ்நிலைகள் உருவாகின்றன. கழிமுகத்தில் உருவாகும் படிவுகள் நன்கு கெட்டியாக மாற, அதாவது 5 அடிப் படிவுகள் திண்மையாக மாறுவதற்கு ஒரு நூற்றாண்டுக் காலம் வரை தேவைப்படுகிறது. கழிமுகத்தில் வடிகால் வசதி குறைவு. மேலும் கழிமுகத்தில் எப்போதும் பெருவெள்ளத்தை எதிர் பார்க்கும் சூழ்நிலை உருவாகிறது. புயலாலோ, கடற் சூறாவளியாலோ சூழ்நிலையை உருவாக்கும் கழிமுகத்தில் அமைந்துள்ள மைய, பெரிய நீர்வழியைக் கப்பல் போக்குவரத்திற்காகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். எனினும் இம்மைய நீர்வழி, நதியில் ஏற்படும் பெருவெள்ளத்தால், நீர்வழிப் பாதையும் மாறலாம்.

கழிமுகத்தின் பயன்கள். இந்தியாவில் கழிமுகங்களிலிருந்தும், மீன் வளர்ப்பின் மூலமும் ஆண்டிற்கு 75, 000 டன் மீன் கிடைக்கிறது. இது தற்போதைய மொத்த மீன் உற்பத்தியில் 25% ஆகும். கழிமுகம் நீர் மிகு ஆக்க வளம் கொண்டுள்ளதால், அதைத் தகுந்த முறையில் பயன்படுத்தி மீன் உற்பத்தியைப் பெருக்க வாய்ப்புள்ளது. பல கடல்மீன்களும், ஆற்று மீன்களும், உணவு தேடவும், முட்டையிட்டு இனத்தைப் பெருக்கவும் கழிமுகங்களை நாடி வருகின்றன. கழிமுகங்கள், துறைமுகங்கள் அமைவதற்கு ஏற்றவாறு இருப்பதால் அவற்றைச் சுற்றி வணிகமும், தொழிற்சாலைகளும் பெருகி வருகின்றன. அதனால் அவற்றின் இயற்கை அமைப்பும், வளமும் குன்றிச் சுற்றுப்புறத் தூய்மைக் கேடு ஏற்பட வாய்ப்புள்ளது.

– எஸ். சுதர்சன்
- வி. விவேகானந்தன்

கழிமுள்ளி

இதன் வேறுபெயர் தாழை (*pandanus odoratissimus*) என்பதாகும். இதன் அடிமரம் வளைவாகக் காணப்படும். கடற்கரை, குளம், நீரோடைகளின் ஓரங்களில் வளர்வதால் முட்டுவேர் (sticet roots) கீழே விழாமல் மரத்தைக் காக்கிறது. நீண்ட இலையின் ஓரத்தில் கூரிய முன்னோக்கி வளைந்த முள்களும் நடு நரம்பில் பின்னோக்கி வளைந்த முள்களும் உள்ளன. தாழையின் பூ, பல பூக்கள் சேர்ந்த பூங்கொத்தாகும். ஆண் பூ, பெண் பூ என்று தனித்தனியாக உண்டு. அளவற்ற மகரந்தத் தூள்கள் ஆண் பூவில் தோன்றுவதால் காற்றின் மூலம் மகரந்தச்சேர்க்கை நடைபெற ஏதுவாகிறது. பூவின் கவர்ச்சிமிக்க பூவடிச் செதில்களும், பூச்சிகள் மூலம் மகரந்தச் சேர்க்கை நடக்க உதவுகின்றன. தாழையின் கனி அன்னாசிப்பழம் போன்ற திரள் கனியாகும். தாழையின் பூ, இலை, வேர் இவற்றைப் பல நோய்களை நீக்கப்பயன்படுத்துகின்றனர். தாழம்பூவிலிருந்து நறுமணமிக்க தைலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.



தாழை அந்தமான் கடற்கரையில் மிகுந்தும் குளம் நீரோடைகளின் ஓரங்களில் குறைந்தும் காணப்படுகிறது. அலைகள் மோதுவதால் மணல் பறிக்கப்படும். அப்போது முட்டுவேர்களே மரத்தைத் தாங்குகின்றன. கட்டிகளைப் போக்குவதற்கும் குட்டத்தை நீக்குவதற்கும் உடம்பின் வெப்பத்தைக் குறைப்பதற்கும் தாழை இலை பயன்படும். பூவிலிருந்து நறுமணத் தைலம் தயாரிக்கலாம். சிறுநீரக நோயைப் போக்கப் பழம் பயன்படுகிறது. தலைவலி, வெண்குட்டம் இவற்றைப் போக்க மகரந்தத்தூள் பயன்படும். பூவிலிருந்தும் வேரிலிருந்தும் எண்ணெய் தயாரிக்கப்

படுகிறது. தாழையின் இலை குடை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

- மு. ராசாங்கம்

கழிவு உறுப்புகள்

உடலில் ஏற்படும் பல்வேறு வேதி மாற்றங்களாலும், செரிமான மண்டலத்தாலும் பல கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவை வெளியேற்றப்படாவிடில் பல்வேறு நோய்கள் உண்டாகும். மூச்சு விடுவதால் இரத்தத்தில் உள்ள கார்பன் டைஆக்சைடு நுரையீரல் வழியே வெளியேற்றப்படுகிறது. சுரப்பிகள், தோலின் வழியே வியர்வையை வெளியேற்றி உடலைக் குளிரச் செய்வதோடு தேவையற்ற நீரையும் வெளியேற்று கின்றன. இரத்தத்தில் உள்ள பல்வேறு கழிவுப் பொருள் மற்றும் மிகுதியான நீர் ஆகியவை உடலின் முக்கிய உறுப்பாகிய சிறுநீரகத்தின் வழியே வெளி யேற்றப்படும். இதனால் இரத்தத்தின் வேதித் தன்மை மாறாமல் உள்ளது.

சிறுநீரகத்தின் முக்கிய பணிகளில் ஒன்றான சிறு நீரைப் பிரித்தெடுப்பது கிளோமருலஸ் என்னும் பகுதி யில் நடைபெறுகிறது. நாளொன்றுக்கு ஏறக்குறைய 14 லிட்டர் சிறுநீர் பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. அடுத்து நாளப்பகுதியில் பிரித்தெடுத்த சிறுநீரில் ஒரு பகுதி நீரையும், குறிப்பிட்ட அயனிகளையும் மீண்டும் உள்ளேற்கிறது. நாளச்செல் இரத்தத்தின் கார, அமிலத் தன்மையைப் பொறுத்து ஹைட்ரஜன் மற்றும் அம்மோனியாவைச் சிறுநீரில் சுரக்கிறது. இறுதியாக நாளும் 1.5 லிட்டர் சிறுநீர், சிறுநீர்ப் பையை அடைகிறது. இது பிட்டியூட்டரி சுரப்பியின் சுரப்பாகிய ஆன்ட்டிடையூரடிக் ஹார்மோனின் (ADH) கட்டுப்பாட்டில் உள்ளது. இதன்மூலம் குளிர் காலத்தில் மிகுதியான சிறுநீரும், வெயில் காலத்தில் அளவு குறைந்த-அடர்த்தி மிகுந்த சிறுநீரும் வெளி யேற்றப்படுகின்றன.

காண்க: சிறுநீரகம், தோல், நுரையீரல்

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கழிவு நீக்கம், கதிரியக்க

அணு ஆற்றல் கழிவுகளை அழிப்பது எளிதன்று. கதிரியக்க கழிவுநீக்கச் செயல்முறையில் பல ஆய்வு கள் மேற்கொள்ளப்பட்டபோதிலும் இதுவரை முழுமையான பயன் கிட்டவில்லை. அணு ஆற்றலை முழுமையாகப் பயன்படுத்துவதில் கதிரியக்கக் கழிவு நீக்கம் முக்கிய காரணியாக உள்ளது. வெயின்பர்க், ஹேமாண்ட் என்போர்தம் கூற்றுப்படி கதிரியக்கத் தால் அளவற்ற ஆற்றல் பெறப்பட்டாலும் இப்பெரும் ஆற்றல் உற்பத்தி, சூழ்நிலைக் கேடு ஏற்படவும் காரணமாகும். அணு ஆற்றலை ஆக்க வேலை களுக்குப் பயன்படுத்தினாலும் அதனால் உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்களும் அதை அழிக்க எடுக்கும் முயற்சிகளும் சூழ்நிலையை மாசுறச் செய்கின்றன. கதிரியக்கக் கழிவுகள் மூன்று வகைப்படும்.

உயர் மட்டக் கழிவுகள். திண்ம, நீர்ம கதிரியக்கக் கழிவுகளைப் பாதுகாப்புடன் வைக்க வேண்டும். உயிர் மண்டலத்தில் (biosphere) இவை வெளிவிடப் பட்டால் மிக ஆபத்தான விளைவுகள் ஏற்படும். ஒரு டன் அணு எரிபொருளிலிருந்து 100 காலன் உயர்மட்டக்கழிவு (high level waste) உண்டாகிறது. இக்கழிவுகள் நிலத்தடித் தொட்டிகளில் தேக்கி வைக்கப்படுகின்றன. இவற்றின்சேமிப்பு தற்காலத்தில் பல மடங்கு பெருகியுள்ளது. இதற்கு அணு ஆற்றல் உற்பத்தி மிகுதியானதே காரணமாகும். மிகையான கழிவுகளைத் தேக்கி வைப்பதைவிட அவற்றை மந்தத் திண்மங்களாக மாற்றி ஆழ்பள்ளங்களில் புதைத்து விடுவதாலும், திரவ திண்ம நிலைக் கழிவு களை ஆழ்மட்ட உப்புச் சுரங்கங்களில் இட்டு மூடி விடுவதாலும் கதிரியக்கக் கழிவால் விளையும் தீமையைத் தவிர்க்கலாம். உயர்மட்டக் கழிவுகளி லிருந்து வெளிவரும் வெப்பம் மிகவும் தீங்கானது. சில வேளைகளில் உப்புச் சுரங்கங்களில் சுவரை உருகச் செய்யும் அளவுக்கு வெப்பம் வெளிவரும். புவிப்பிளவுகளில் இக்கழிவுகளைச் செலுத்தினால் நில அதிர்வும் உண்டாகும்.

தாழ்மட்டக் கழிவுகள். குறைந்த கதிரியக்கம் உள்ள திண்ம, நீர்ம, வாயுக்கழிவுகளும் நன்றாக மூடி வைக்கப்பட வேண்டும். உயிர் மண்டலத்தில் வாழும் பல்வேறு உயிரினங்களிடையே ஏற்படும் உணவுத் தொடர் சீர்நிலை கெடாமல் இருக்க இக்கழிவுகள் சிறிது சிறிதாக வெளியேற்றப்பட வேண்டும்.

இடைமட்டக் கழிவுகள். இவை தேக்கி வைத் துள்ள இடத்தைப் பாழ்படுத்தக்கூடிய அளவுக்கு உயர் கதிரியக்கத்தைக் கொண்டனவாகவும் ஆனால் உயர்மட்டக் கழிவுகளிலிருந்து தனிப்படுத்தி இடை மட்டக் கழிவுகளாக வெளியேறுமாறும் உள்ளன. அணு ஆற்றல் உற்பத்தியில் பயன்படும் யுரேனியம் எரிபொருள் சுழற்சியில் பல படிகள் உள்ளன. அவை: கனிமம் வெட்டியெடுத்தல், பிரித்தெடுத்தல், தூய் மைப்படுத்தல், யுரேனியம்-235 இன் அளவைச் செறி வூட்டல், அணு எரிபொருள் மூலக்கூறை உண்டாக்கு தல், அணு உலையில் அணு எரிபொருளை எரித்தல், பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருளை மீளப் பயன்படுத் தல், கழிவுகளைப் புதைத்தல் ஆகியன. இவற்றில் பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள்களிலிருந்து பிளவு

பட்ட அணுப் பொருள்களை நீக்கும் முறை மிகவும் கடினமானது.

மீள் செயல்முறை நிலையமும், புதைக்கும் இடங்களும் அணு ஆற்றல் உலை உள்ள இடத்திற்குத் தொலைவில் தனித்தனியே அமைக்கப்படுகின்றன. இதனால் பயன்படுத்தப்பட்ட எரிபொருள்களையும், உயர்மட்டக் கழிவுகளையும் ஓர் இடத்திலிருந்து வேறோர் இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லும்போது மிகவும் கவனமாக இருக்க வேண்டியுள்ளது.

சுரங்கம் வெட்டும் போதும், அணு ஆற்றல் உற்பத்தி செய்யும் போதும் உண்டாகும் தாழ்மட்ட (low level) இடை மட்டக் (intermediate) கதிரியக்கக் கழிவுகளை அவ்வப்போது அகற்ற வேண்டும். இவ்வாறு அகற்றும்போது சூழ்நிலை மாசுபடும் அச்சம் உள்ளது. இந்த ஆபத்தைக் குறைக்க தனியாகப் பாதுகாக்கப்பட்ட இடங்கள் (சிறப்பாக படிகள் 5, 6 & 7) ஒதுக்கப்படவேண்டும். சான்றாக, அணு புதை குழிகள் மிகவும் பெரியனவாக இருக்க வேண்டும். 50,000 க.அடி உயர் மட்டக் கழிவு அல்லது 100,000 க. அடி. இடை, தாழ்மட்டக் கழிவுகளைப் புதைத்து வைக்க ஓர் ஏக்கர் நிலம் தேவைப்படுகிறது. கதிரியக்கக் கழிவுகளை தேக்கி வைத்த இடத்தைக் கவனமாகக் கண்காணிக்க வேண்டும். ஏனெனில் நிலத்தடி நீர், மேல்மட்ட நீரோட்டம், காற்று போன்றவை இதனால் பாதிக்கப்படலாம்.

யுரேனியம், தோரியம், புளுட்டோனியம் போன்ற பிளவுறு தனிமங்களை எரிபொருள் மூலங்களாகப் பயன்படுத்துவதால், பெருமளவு பிளவுப் பொருள்கள் கழிவாக மாறுவதுடன் எஞ்சிய ஏனைய பிளவுறும் அணுப் பொருள்களும் சேர்ந்து சூழ்நிலையைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகளாக மாறுகின்றன. தற்போது பயன்படும் அணு உலைகள் விரைவில் யூரேனியம்-238, தோரியம்-232, அல்லது லித்தியம்-6 ஆகிய ஐசோடோப்புகளைப் பயன்படுத்தி அணுக்கருச் சிதைவை மிகுதியாக உண்டாக்கும் உலைகளாக மாற்றப்படலாம். இவ்வகை உலைகளமைப்பை மாற்றுவது எரிபொருள் சுழற்சியால் எரிபொருள் தேவையைக் குறைக்குமேயன்றிக் கழிவுகளை அகற்றுவதில் உள்ள சிக்கலைத் தீர்க்காது.

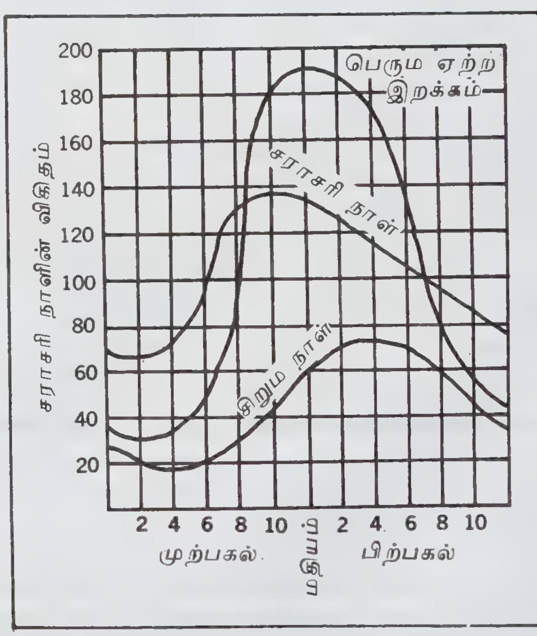
அணு ஆற்றலில் கதிரியக்க கழிவுகள் என்னும் காரணி மட்டுமன்றிக் கழிவு வெப்பமும் (waste heat) முக்கிய காரணியாக உள்ளது. வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருள்களைவிட அணு எரிபொருள்களைப் பயன்படுத்தும்போது காற்றுமாசடைதல் ஓரளவு குறைகிறது எனினும் நீர் மாசடைவும், வெப்ப மாசடைவும் மிகுதியாகும். சான்றாக, வழக்கமாகப் பயன்படுத்தப்படும் எரிபொருளைப் பயன்படுத்தி ஒரு கிலோ வாட்/மணி மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யவும் நீரைக் குளிர்விக்கவும் முறையே 1600, 5300 BTU வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் அணு உலையில் இதே அளவு மின்சாரம் உற்பத்தி செய்ய முறையே 500, 7600 BTU வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. எனவே, 3000 மெகா வாட் மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யும் அணு உலை 20×10^9 BTU / மணி கழிவு வெப்பத்தை உண்டாக்குகிறது.

- பா. அண்ணாதுரை

கழிவு நீர்

வீடுகள், கல்விக்கூடங்கள், கடைகள், தொழிற்சாலைகள்போன்றவற்றிலிருந்து வெளியாகும் பயன்படுத்திய நீர், நிலநீர் (ground water), மழைநீர், நிலமேற்பரப்பிலிருந்து (surface) வரும் நீர் முதலியவற்றின் கலவையே கழிவுநீர் (sewage) எனப்படும்.

கழிவுநீரின் அளவு, பயன்படுத்திய நீரின் அளவைவிடக் குறைந்தே காணப்படும். ஏனெனில் தீ எதிர்த்தல், புல்வெளிப் பாசனம், சாலைகளைத் தூய்மை செய்தல், தொழிற்சாலைகளில் பயன்படுத்துதல், குழாய்களிலிருந்து கசிவு ஏற்படுதல் ஆகிய காரணங்களால் முழு அளவு நீரும் சாக்கடையைச் சென்று அடைவதில்லை. இக்குறைபாடு பொதுக் கிணறுகள், நிலநீர் வடிதல், கூரை வடிகால் (roof drain) போன்றவற்றிலிருந்து கிடைக்கும் நீரோடு சரிசெய்யப்படுகிறது. ஒவ்வோர் இனத்தின் அளவு, இயல்புகளைப் பொறுத்து நீர் உட்கொள்ளுதல் அதிகரிக்கிறது. குறிப்



படம் 1. கழிவுநீர்ப் பாய்வின் வேறுபாடுகள் (ஒரு மணி நேரத்திற்கு)

பிட்ட தகவல் அறிவதறகு ஒவ்வோர் ஊரின் இயல்பு களையும் படித்து ஆராய வேண்டும். பொதுவாக, ஆயிரத்திற்கும் குறைவாக உள்ள மக்கள் தொகையில் ஒருவருக்கு நாளொன்றுக்கு 60 காலன் நீர் செலவா கிறது. ஒரு லட்சத்திற்கும் அதிகமான மக்கள் தொகையில் ஒருவருக்கு நாளொன்றுக்கு 140 காலன் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

658,000 உள்ள மக்கள் தொகையின் நீர் உட்கொள்ளளவு ஒருவருக்கு நாளொன்றுக்கு 154 காலன் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. வீடுகளிலிருந்து கழிவுநீரின் பாய்வு நாளொன்றுக்கு ஒருவருக்கு நூறு காலன் என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

நிலத்திலிருந்து வடியும் நீரின் அளவு குறைந்தே இருக்க வேண்டும். அதன் அளவு நாளொன்றுக்கு 1.5 கி.மீ உள்ள சாக்கடையில் 30,000 காலனுக்குச் சமமாகவோ குறைந்தோ இருக்கலாம். சாக்கடைக் கட்டுமானத்தின் தரத்தைச் சார்ந்து, இந்த அளவு அமைகிறது.

சரியான இணைப்புகள் இல்லாத சாக்கடை, முறையான கட்டுமானம் இல்லாமல் கசிவுடன் உள்ள ஆள்துளை (man hole), தடைசெய்யப்பட்ட சாக் கடை ஆகியவற்றுள் நீர் புகுவதற்கு வழி உள்ளது. நீர் மட்டம் மிகுந்துள்ள ஈரமான நிலத்தில் உள்ள சாக்கடைகளில் வடிகால் மிகுதியாக இருக்கும். அழுத்தம் மிகுந்துள்ள சாக்கடையிலிருந்து வடிகால் அல்லது கசிவு சுற்றியுள்ள இடங்களுக்கு மிகுதியாக இருக்கும். கசிவுள்ள சாக்கடைகளால் நிலநீர் மாசுபடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும். காண்க, கழிவு நீர் சேகர முறைகள்.

மாறிக்கொண்டிருக்கும் கழிவுநீரின் ஓட்டத்திற் கும், நீரைப் பயன்படுத்தும் இயல்பிற்கும் தொடர்பு உண்டு. காலம், நாள், நேரம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து கழிவுநீர் மாறுபடுவதால் சாக்கடை, கழிவு நீரேற்று நிலையம், தூய்மைப்படுத்தும் நிலையம் போன்றவற்றை வடிவமைப்பதற்கு இந்த மாறுபடுந் தன்மை இடையூறாக அமைகிறது.

காலத்திற்கும், நாளுக்கும் உள்ள ஓர் இடத்தின் இயல்பைப் பொறுத்து காலத்திற்கும், நேரத்திற்கும் ஏற்பக் கழிவுநீர் அமைகிறது. வாரத்தில் உள்ள நாளைவிட வார இறுதியில் உள்ள நாள்களில் கழிவு நீரின் பாய்வு குறைவாகவே இருக்கும். மே, ஜூன் ஆகிய மாதங்களிலும், பருவகாலத்திலும், ஓர் ஆண்டிலும் சேரும் கழிவுநீரின் அளவு ஏறத்தாழ ஒரே அளவாக இருக்கும். கோடையில் கழிவுநீரின் பருவ சராசரி 124% இருக்கும். குளிர் காலத்தில் 87% ஆகக் குறைந்துவிடும். உச்சநீர் பாய்வு (peak flow) தூய்மைப்படுத்தும் இடத்தில் சராசரியாக 200%, குறுக்குச் சாக்கடையில் (laterals), சரா சரியாக 300% இருக்கும். ஒருவருக்கு நாளொன்றுக்கு 400 காலன் நீர் என்னும் விகிதத்தில் குறுக்குச் சாக்கடையும், ஒருவருக்கு நாளொன்றுக்கு 250 காலன் நீர் என்னும் விகிதத்தில் முதன்மைச் சாக்கடையும், கிளைச் சாக்கடையும் வடிவமைக்கப் படுகின்றன.

வடிவமைக்கப்படும் காலம் (*design periods*). சாக் கடையின் கட்டுமானத்தைப் பொறுத்து,வடிவமைக்கப் படும் காலம் அமைகிறது. குறுக்குச் சாக்கடைகள், கட்டப்படுகின்ற இடத்தில் உள்ள கழிவுநீரின் அறுதிப் பாய்வைப் பொறுத்து வடிவமைக்கப்படுகின்றன. தேவை ஏற்படும்போது, சிறுசிறு கிளைகளை முதன்மைக் கிளைக்கு இணையாகவோ தனித்தோ ஏற்படுத்துவதற்குக் கிளைச் சாக்கடைகள் வடி வமைக்கப்படும்போது இவற்றுக்கும் சேர்த்தே வடி வமைக்கப்படுகின்றன. பொருளாதாரம் பண, வசதி, தொழில்நுட்ப முடிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்தே சாக்கடையின் வடிவமைப்புக் காலம் அமைகிறது.

மழையின் கழிவுநீர் (*storm sewage*). மழை பொழியும்போது வரும் நீர் சாக்கடைகளில் செல் கிறது. சாக்கடைகள் வடிவமைக்கப்படும்போது மழையால் ஏற்படும் கழிவுநீருக்கும் சேர்த்தே வடிவமைக்கப்படுகின்றன. மழையின் காலம், வேகம், சாக்கடை இருக்கும் தொலைவு, ஊடுருவும் அளவு, மேற்பரப்பின் சரிவான இயல்பு, பரப்பளவின் மொத்த அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மழை யால் ஏற்படும் கழிவுநீரின் அளவைக் கணக்கிட லாம். $Q = CAIR$ என்னும் சமன்பாடு மேற் கூறிய இயல்புகளைப் பொறுத்து அமைகிறது. இச்சமன்பாடு சேமித்தலைத் தவிர்த்து மேல்நீர் வெளியோட்டத்தைக் (run-off) குறிக்கிறது. Q என்பது ஒரு நொடிக்கு ஒரு கன அடி; A என்பது பரப்பளவு; I என்பது பரப்பளவின் ஊடுருவும் தன்மை; R என்பது ஒரு மணி நேரத்தில் பொழியும் மழைநீர் அளவு (அங்குலத்தில்) ஆகும். C என்பது ஒரு கெழுவாகும். $C = 1$ எனக் கொண்டால் அச் சமன்பாடு $C = AIR$ என்றாகும்.

கழிவு நீரேற்று நிலையங்கள். எல்லாக் கழிவுநீரும் சுற்றுவழி (circuitous routing) அல்லது ஆழ் அகழ்வு (deep excavation) முறையில் புவி ஈர்ப்பினால் அகற்றப்படுவதில்லை. அதனால் கழிவு நீரேற்று நிலையம் மிகவும் இன்றியமையாததாகும். மிகப் பெரும் கட்டடங்களில் நீரேற்று நிலையங்கள் அடித் தளத்தில் (basements) அமைக்கப்படுகின்றன. நீரேற்று நிலையத்தில், போதுமான கொள்ளளவுடைய கழிவு நீர் இறைப்பான்கள், இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்டுப் பொருத்தப்படுகின்றன. ஏனெனில் ஓர் இறைப்பான் இயங்காவிட்டால், மற்ற இறைப்பான் இயங்கி, கழிவு நீரை வெளியேற்றுகிறது. கழிவு நீர் இறைப்பான்கள், தன்தூய்மைத் (selfcleaning) தன்மையைப் பெறாவிடின், சலித்தல் (screening)

முறை தேவைப்படுகிறது. தனியான ஈரமான கிணறு களில் கழிவுநீரும், உலர்ந்த கிணறுகளில் கழிவுநீர் இறைப்பான்களும் நிறுவப்படுகின்றன.

சிறிய கழிவு நீரேற்று நிலையங்கள், தனித் தொகுதியாக இயங்குகின்றன. மேலும் இது தன்னி யக்க முறையில் இயங்குகிறது. காப்பு நடவடிக்கை கள் மேற்கொள்ளப்பட வேண்டும். பெரிய நிலையங் களில் மைய விலக்குக் கழிவுநீர் இறைப்பான்கள் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சிறிய நிலை யங்களில் வளி வெளியேற்றுத் தொகுதிகள் நிறுவப் படுகின்றன.

கழிவுநீரை ஆய்தல். கழிவுநீர் என்பது குறைந்த அளவு கழிவுகளைக் கொண்ட நீராகும். இக்கழிவு களின் விளைவுகளை அறிந்து கொள்வதற்கு ஆய்வு முறைகள் தேவைப்படுகின்றன. கழிவுநீரின் தன்மை கள், உட்கூறு, நிலை ஆகியவற்றைக் கண்டறி வதற்குப் பலவகை ஆய்வுகள் பயன்படுகின்றன. சான்றாகப் புறநிலை ஆய்வு, திண்ம உள்ளடக்கம் கண்டறிதல், கரிமப் பொருளின் ஆக்சிஜன் தேவையை ஆய்வுகள் மூலம் கண்டறிதல், வேதி மற்றும் நுண்ணு யிர் ஆய்வுகள், நுண்ணோக்கியால் ஆய்தல் ஆகிய வற்றைக் குறிப்பிடலாம்.

நாற்றம், நிறம், வெப்பநிலை மற்றும் கலங்கல் (turbidity) ஆகியவற்றை அறிவதற்குப் புறநிலை ஆய்வுகள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. இயல்பான புதிய கழிவுநீர் சாம்பல் நிறத்திலும், சிறிது நாற்ற முடனும், ஒளி ஊடுருவாத் தன்மை பெற்றும், நீரை விடச் சிறிது உயர் வெப்பநிலை பெற்றும் உள்ளது. கரிமப் பொருள்களின் வேதிப்பிரிகையால், கழிவுநீர் கறுத்து அழுகி நாற்றமடிக்கும்.

எச்சம் அல்லது திண்மப்பொருள்களுக்கான ஆய்வுகள், திண்மப் பொருள்களின் வகை, கழிவு நீரின் வலிமை, திண்மப் பொருள்களின் புறநிலை (physical state) ஆகியவற்றை அறிவதற்கு உதவு கின்றன. மொத்தத் திண்மத்தைக் கண்டறியும்போது மிதக்கும் திண்மங்கள் (suspended solids), கரைந்த பொருள்கள் (dissolved solids) ஆகியவையும் அறியப் படுகின்றன. கழிவுநீரின் ஒரு பகுதி வடிகட்டப் படுகிறது. வடிகட்டும்போது தங்கும் பொருள்களைக் காய வைத்து, மிதக்கும் தூள்களின் அளவு கணக் கிடப்படுகிறது. வடிகட்டிய நீரை நீராவியாக்குவதன் மூலம் கரைந்த பொருள்களின் அளவைக் காணலாம். திண்மங்களின் எச்சத்தைக் கரிமப் பொருள்கள் காற்றாகும் வரை சூடுபடுத்துவதால், நிலையான திண்மத்திலிருந்து ஆவியாகும் திண்மப் பொருள்கள் (volatile solids) பிரிகின்றன. எரிப்பதால் ஏற்படும் இழப்பு ஆவியாகும் திண்மப் பொருள்கள் அல்லது கரிமப் பொருளின் அளவைக் குறிக்கும்.

உயர் எடையுடைய மிதக்கும் தூள்களின் ஒரு பகுதி இம்ஃகாப் கூம்பில் (imhoff cone) அளக்கப் படுகிறது. கரிமப் பொருள்களுக்கான ஆய்வுகள், கழிவுநீரின் ஆக்சிஜன் தேவை, வேதி ஆக்சிஜன் தேவை (chemical oxygen demand), ஆக்சிஜன் நுகர்வு ஆய்வு, சார்பு நிலைப்பு ஆய்வு ஆகியவை கரிமப் பொருள்களுக்கான ஆய்வுகளில் அடங்கும். கழிவு நீரில் உள்ள நுண்ணுயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு ஆக்சிஜன் தேவைப்படுகிறது. நிலையான வெப்பநிலையில் குறிப் பிட்ட நேரத்தில், கரிமப் பொருளில் ஏற்படும் வேதிப் பிரிகையில் கரைந்த ஆக்சிஜனின் தேவை அளவை உயிர்வேதி ஆக்சிஜன் (BOD) தேவை ஆய்வு கணக்கிடு கிறது.

20° C இல் ஐந்து நாளுக்குக் குறிப்பிட்ட அளவு கள் அளக்கப்படுகின்றன. இது கழிவுநீரின்வலிமையை (sewage strength) அறிவதற்குச் சிறந்த முறையாகும். கழிவுநீரில், பொட்டாசியம் டைக்குரோமேட் போன்ற ஆக்சிஜனேற்றியின் முன்னிலையில் சூடேற்றப்படு கிறது. ஆக்சிஜனின் தேவையால், வேதிச் செரிமானம் ஏற்பட்டு அனைத்துக் கிருமிகளும் அழிகின்றன. இந்த ஆய்வுகள் அதிகரித்துக் கொண்டு வருகின்றன. ஆக்சிஜன்நுகர்வு ஆய்வு பொட்டாசியம் டைக்குரோ மைட்டை ஆக்சிஜனேற்றியாகப் பயன்படுத்துகிறது.

நுண்ணுயிர் ஆய்வுகள், கழிவுநீரில் நுண்ணுயிர் கள் உள்ளனவா என்று அறிவதற்கு மேற்கொள்ளப் படுகின்றன. வெப்ப இரத்த விலங்குகளின் குடலில் இந்த நுண்ணுயிர்கள் உள்ளன. மாசு நீர், கழிவுநீர் ஆகியவற்றில் வயிற்றுப் போக்கை ஏற்படுத்தும் நுண்ணுயிர்களைக் கண்டறிவதற்குச் சிறப்பு ஆய்வு கள் மேற்கொள்ளப்படுகின்றன. நுண்ணோக்கி ஆய்வுகள் மூலக் கழிவுநீரில் செய்யப்படுவதில்லை. ஆல்கே, முன்னுயிரி (protozoa), பாக்டீரியா, பூஞ்சை, புழுக்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றிய ஆய்வுகள் தேவைப்பட்டால் நடத்தப்படுகின்றன.

- இரா. சரசவாணி

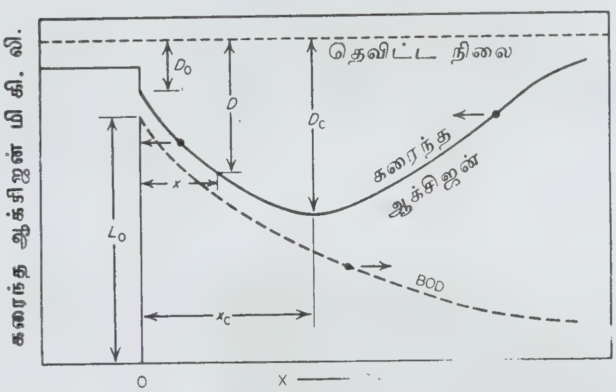
கழிவுநீர் அகற்றல்

வீடு, தொழிலகம், அலுவலகம் போன்றவற்றில் அன்றாடம் மனிதனின் இயல்பான வாழ்க்கையால் தோன்றும் நீர்மநிலைக் கழிவுகளை அப்புறப்படுத்தும் முறையே கழிவுநீர் அகற்றம் (sewage diposal) எனப் படும்.

நாகரிக வளர்ச்சியாலும், மக்கள் தொகைப் பெருக்கத்தாலும் கழிவுநீரின் அளவு ஒவ்வோர் ஆண்டும் பெருகி வருகிறது. இந்நீர்மநிலைக் கழிவு களை முறையாக அகற்றாவிடில், நீரால் பரப்பப்படும் நோய்கள் உண்டாகும். கழிவுநீர் அகற்ற முறைகள்

பெரும்பாலும் மூன்று முறைகளில் அடங்குகின்றன. அருகாமையில் உள்ள நீர்நிலையில் கலத்தல், அழுகுத்தொட்டி (septic tank), காயல் (lagoon) ஆகிய அமைப்புகளைப் பயன்படுத்தித் திருத்துதல், விளைநிலத்திற்கு உரமாக மறுசுழற்சி (recycling) செய்தல்.

கழிவு நீரை அகற்றுவதற்கும், மாசகற்றம் செய்வதற்கும் முன்பாக அதன் பண்புகளை அறிதல் வேண்டும். கழிவுநீரில் 99.9% நீரேயாயினும், மீதமுள்ள பொருள்கள் பொதுநலத்திற்கு ஊறுவிளைவிக்கக் கூடியவையாகும். ஹைட்ரஜன் சல்ஃபைடின் நெடியும், கறுப்பு நிறமும் கொண்ட பல நாள்கள் தேங்கிய கழிவுநீர் அருவருப்புத் தருகிறது. கழிவுநீரின் இயைபு (composition) பின்வருமாறு இருக்கும்: (மி.கி./லி)



படம் 1. **நீரோடைகளில் ஆக்சிஜன் குறைவு மற்றும் உயிர்-வேதி ஆக்சிஜன் தேவையை நீக்குதல்.**

மொத்த சிதறிய திண்மங்கள் = 100—350
எளிதில் ஆவியாகும் திண்மங்கள் = 75-250
உயிர்வேதி ஆக்சிஜன் தேவை (biochemical oxygen demand or BOD) = 100-400.
வேதி ஆக்சிஜன் தேவை (chemical oxygen demand or COD) = 175-600
மொத்த கரிம வகைக் கார்பன்(TOC) = 100-400.
அமோனியாவகை-நைட்ரஜன் = 5-20
கரிமவகை-நைட்ரஜன் = 8-40
பாஸ்பேட் வகை = 7-20

இவை தவிர ஒரு மி.லி. இல் 500,000-5,000,000 வரை நுண்ணுயிர்கள் இடம் பெற்றுள்ளன. சூழலியல் பொறியியலார் பாக்டீரியாக்களைக் கணக்கிடுவதில்லை. ஆனால் நீரில் சிதறிய திண்மப் பொருளை எடையிலிருந்து கணக்கிடுகின்றனர்.

ஒரு நீர்நிலை, கழிவுநீரால் எந்த அளவுக்குப் பாதிப்பு அடைந்துள்ளது என அறிவதற்கு உயிர் வேதி ஆக்சிஜன் தேவை என்னும் துணையலகே சிறந்ததாகும். உயிர்வேதி ஆக்சிஜன் தேவை அல்லது உ.ஆ.தே. என்பது நீரில் கரைந்து, மிதந்து சிதறியுள்ள கரிமப் பொருள்களும், பாக்டீரியாக்களும் முறையே ஆக்சிஜனேற்றத்திற்கும் வளர்சிதை மாற்றத்திற்கும் வேண்டும் ஆக்சிஜன் அளவு; இந்த அளவு கூடக்கூட, நீர்நிலைகளில் வாழும் மீன்போன்ற உயிரினங்களுக்கு ஆக்சிஜன் போதுமான அளவு கிடைக்காமல் இறக்கக்கூடும். எனவே, கழிவு நீரில் உ. ஆ. தே. ஐக் குறைப்பதே கழிவுநீர் திருத்த முறைகளின் முதன்மையான நோக்கமாகும்.

நீர் நிலைகளில் கலத்தல். ஆறு போன்று ஓடும் நீரில் கழிவுகளைக் கலத்தல் உலகெங்கும் பின்பற்றப்படும் தவறான வழிமுறையாகும். ஆற்றில் கலக்கப்பட்டு வெள்ளத்தில் அடித்துச் செல்லப்படும்போது, ஆற்று ஓட்டத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவுக்கு அப்பால் நீர் மீண்டும் தூய்மையாக இருப்பதைக் காணலாம். இவ்வியக்கத்திற்கு ஆற்றின் தன் தூய்மையாதல் (self purification) எனப் பெயர். தன் தூய்மையாதலின் காரணிகளாவன:

விளாவல். கரைந்த நிலை ஆக்சிஜனைக் கூடுதலாகப் பெற்ற நீரை நிறைந்த அளவில் சேர்த்தல். நீரோட்டம், கழிவு நீரை ஆற்று நீருடன் நன்கு கலக்க உதவி, ஓரிடத்திலும் செறிவு கூடுதலாகாமல் பாதுகாக்கிறது. ஆற்று நீரோட்டத்தின் விரைவு, கழிவு நீரில் காற்றூட்டத்தை (aeration) மேம்படுத்துகிறது; பழைய நிலைக்கு (தூய நிலைக்கு) மீட்சியை விரைவில் அடையச் செய்கிறது. ஆனால் அதே நேரத்தில், நீண்ட தொலைவுக்கு ஆற்றில் கழிவு தங்கும் நிலை ஏற்படுகிறது.

சுழல்களும், காயல்களும் கழிவு நீரில் சிதறிய திண்மங்களைப் படியச்செய்து கரைகளில் கசடு (sludge) தேங்கும் நிலையை உருவாக்கலாம். நாளடைவில் இது தாங்கொணா நெடி வீசும். விளாவலுக்கு முன், விளாவலின் அளவுக்குத் தகுந்தாற்போல் கழிவு நீரைத் திருத்த வேண்டும். 500 மடங்குக்கு மேல் விளாவுவதாக இருந்தால், கழிவை நேரடியாக நீர்நிலையில் கலக்கலாம். 300-500 என்னும் வரம்பில் விளாவுவதாக இருந்தால், படிவித்தல் செய்து சிதறிய திண்ம அளவை 150 மி.கி./லி. க்கு கொண்டுவர வேண்டும். 150-300 என்னும் வரம்பில் வேதி வீழ்படிதல் தேவை. 150க்கும் குறைவாக விளாவல் காரணி இருப்பின், கழிவு நீரில் உ. ஆ. தே. 20க்கு மேல் இருத்தல் கூடாது. கழிவகற்றம் செவ்வனே செய்யப்பட வேண்டும்.

படிவித்தல் *(sedimentation)*. சிதறிய திண்மங்கள் படிதல், நீரோட்டத்தில் அக்கட்டத்திற்கு அப்பால் நீரின் மாசு குறைய உதவும். இவ்வாறு வீழ்படியும்

கழிவு மீண்டும் நீரோட்டத்தில் கலந்தாலோ, அவை சிதைவுற்று, அவற்றின் சிதைவு விளைபொருள்கள் நீரோட்டத்தில் கலந்தாலோ நீரின் தூய்மை கெட லாம்.

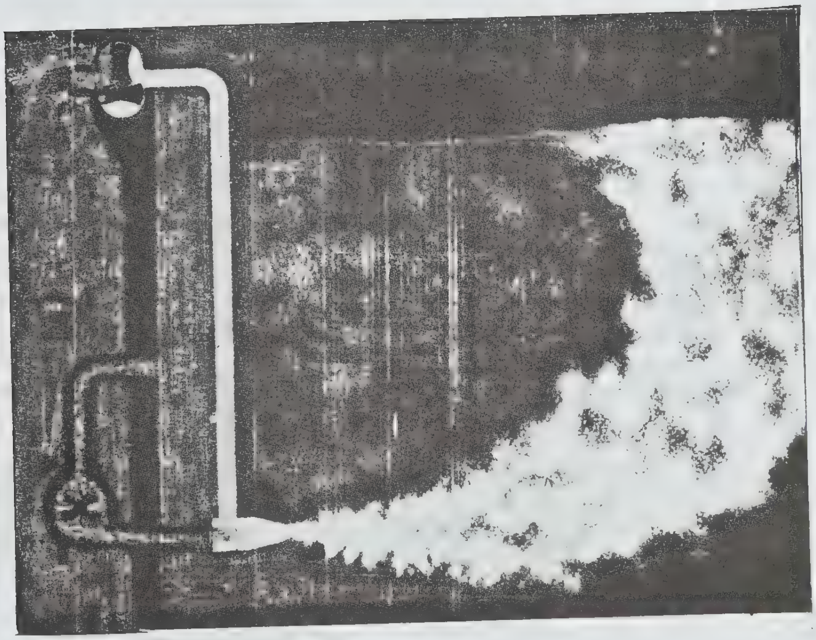
சூரிய ஒளி. இதிலுள்ள 5% புறஊதாக்கதிர்கள் தொற்று நீக்கம் செய்யவல்லன; ஆல்கா (Algae) போன்ற பாசிகளை வளரச் செய்யவல்லன. ஆல் காக்கள் பகல் நேரத்தில் ஆக்கிஜனை (ஒளிச்சேர்க்கை வாயிலாக) வெளிவிடுகின்றன. இரவு நேரத்தில் ஆக்சிஜனைப் பயன்படுத்துகின்றன. எனவே ஆல்கா நிறைந்த நீரில் (கரைந்த) ஆக்சிஜன் பகலில் நிறைந் தும், இரவில் குறைந்தும் காணப்படும். மொத்தத் தில் சூரிய ஒளி நீரின்மீது படுவது நன்மையே தரும்.

வெப்பநிலை. நீரில் ஆக்சிஜனின் கரைதிறனை வெப்பநிலை பாதிக்கிறது. மேலும் உயர் வெப்ப நிலைகளில் சில பாக்டீரியாக்களின் செயல்திறன் கூடலாம் அல்லது குறையலாம். காற்றூட்ட விரை வும் (airflow velocity) வெப்பநிலையைப் பொறுத்த தாகும்.

கடலில் கலத்தல். அலை நீரில் கழிவுகளைக் கலப்பது கடற்கரை ஓரங்களில் அமைந்த நகரங்களில் தொழிற்சாலைகள் பின்பற்றிவரும் வழிமுறையாகும். தூய நீரைவிட உப்புநீருக்கு அடர்த்தி கூடுத லாகையில் கழிவு, உப்புநீரின் மேற்பரப்பில் பரவும் வாய்ப்பு உள்ளது. மேலும் உப்புநீரில் கரைந்த ஆக்சிஜனின் செறிவும் மிகக்குறைவு. இதனால் கழிவு கலந்த கடல்நீரின் உ. ஆ. தே. உயரக்கூடும். கரைக்கு மிகத்தொலைவில் கடலின் ஆழமான பகுதியில் இரும்பு அல்லது சிமெண்ட் காங்கீரிட் குழாய்களின் மூலம் எடுத்துச்செல்லப்படும் கழிவுநீர் பல துளைகள் வழியே பீச்சி அடிக்கப்படுகிறது. இதற்குச் செலவு கூடுதலாகும்.

விளைநிலத்தில் இடுதல். நீர்ப்பாசனத்திற்குக் கழிவு நீரைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்பாகத் துணை நிலை திருத்த முறைகளைக் (secondary treatment) கையாளுதல் இன்றியமையாத் தேவையாகும். இம் முறையைச் செயல்படுத்துவதற்கு மூன்று முறைகள் உள்ளன. அவை, தெளிபாசனம் (spray irrigation), விரைவு உட்பரத்தல் (rapid infiltration), நிலத்தின் மீது பாயவிடல் (overland run off) ஆகும். முதல் இரு முறைகளும் மண்ணின் உள்ளூறல் (percolation)

படம் 2. மையப் பாசன முறை



படம் 3. தாரை காற்று உட்செலுத்துதல் முறை

திறனைப் பொறுத்தன. முதல் முறையில் உள்ளூறல் விரைவு நிமிடத்திற்கு 6-25 மி. மீ. ஆகவும், இரண்டாம் முறையில் உள்ளூறல் விரைவு நிமிடத்திற்கு 2-6 மி. மீ. வரையிலும், மூன்றாம் முறையில் நிமிடத்திற்கு 2 மி. மீட்டருக்கும் குறைவாகவும் காணப்படும்.

ஆவியாக்கல் (*evaporation system*). இதை முழுக் கழிவு இருத்தி வைத்தல் (total retention system) என்றும் குறிப்பிடலாம். வெளிவாய் (inlet) இல்லாத ஒரு பெரிய குட்டையில் கழிவுநீரைத் தேக்கி, ஆக்சிஜனேற்றம் இயற்கையாக நிகழ்வதற்கும் நீர் சூரிய ஒளியில் ஆவியாவதற்கும் வசதி செய்யும் முறை கீழ்க்காணும் வாய்பாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்துள்ளது.

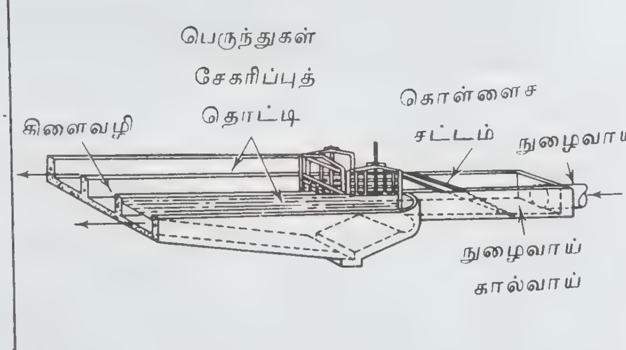
$$A(Q_i) + Q_w = (Q_e + Q_p)A$$

Q_i : ஓராண்டில் மொத்த மழையளவு

Q_w : ஓராண்டில் சேரும் கழிவு அளவு

Q_e : ஓராண்டில் ஆவியாகும் நீரின் அளவு (ஓர் ஆழம் குறைந்த, நியம பரிமாணங்கள் கொண்ட தட்டில் ஆய்வு வாயிலாக அறியப்பட்ட ஆவியாதலில் 70%)

Q_p : ஓராண்டில் நிகழும் செரிமாண அளவு



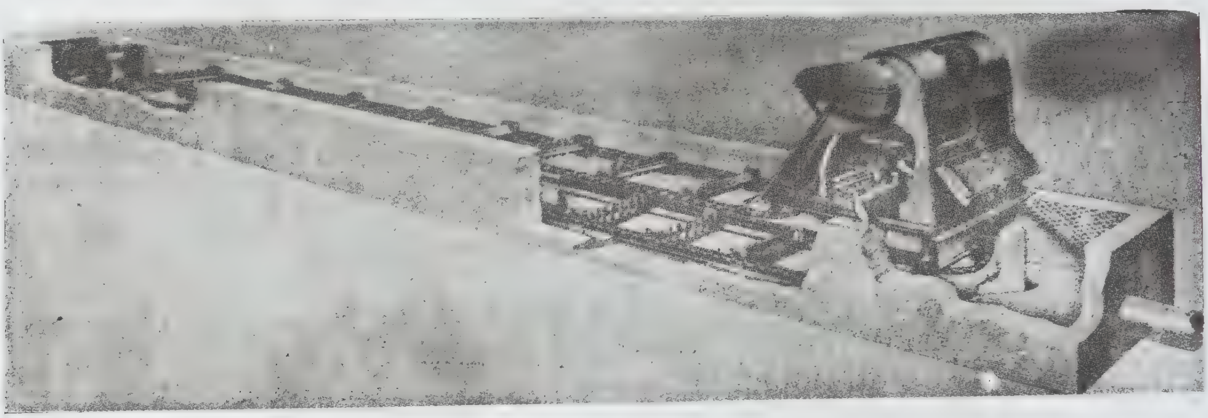
படம் 4. பெருந்துகள் சேகரிப்புத்தொட்டி

கழிவுநீர் திருத்தம். கழிவுநீரை விரிவான வழி முறைகளைப் பயன்படுத்தி ஓரளவு நீராக மாற்றுவதற்கு முன்பாக, சில இயற்பியல் முறைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். முதலாவதாக கழிவில் இடம் பெறும் பெரிய உருவளவு கொண்ட திண்மங்களைச் சல்லடைகளின் உதவியால் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு நிறுத்தி வைக்கப்படும் திண்மங்களை உலர்த்திப் புதைக்கலாம் அல்லது எரிக்கலாம். கழிவிலுள்ள உயவுப்பொருளை (grease) அகற்றுவதற்கு மிதப்பு முன்றகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

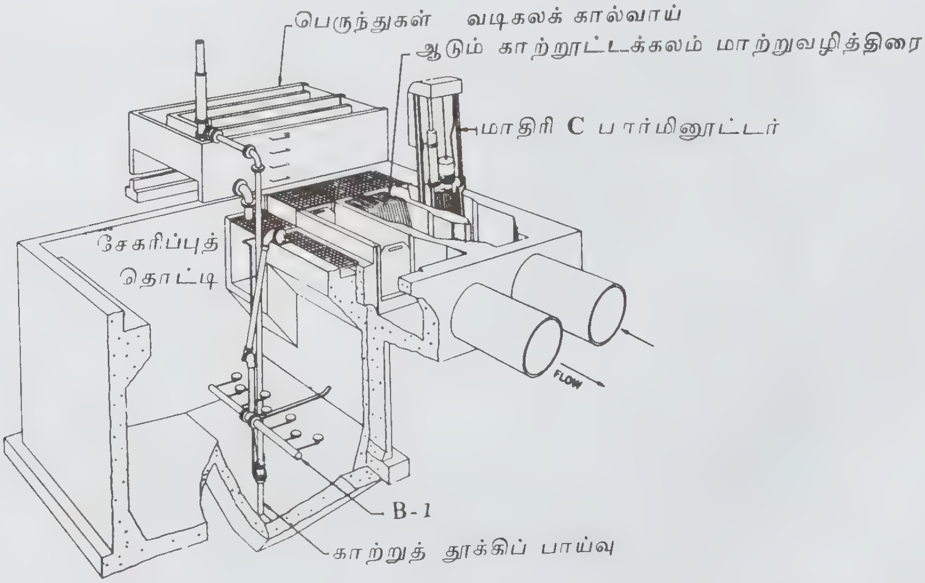
காற்றை உட்செலுத்துதல் (aeration). காற்றைச் செலுத்தி, பின்பு காற்று அழுத்தக்குறைவைத் தோற்றுவித்து வெளியேற்றுதல், வெற்றிடத்தை உருவாக்கிக் கொழுப்புப் பொருள்களை மிதக்க வைத்தல்.

பெருமணற்கற்களை (grits) அகற்றுவதற்கு ஒரு பெரிய படிய வைப்புத் தொட்டியில் (sedimentation tank) துகள்களைப் படியவைத்து, நீரைமட்டும் தொட்டியின் அடிப்பகுதியில் நிறுவப்பட்ட சாக்கடை வழியே வெளியேற்றவேண்டும். 0.2 மி.மீ.க்கு மேல் குறுக்களவு கொண்ட துகள்கள் யாவற்றையும் அகற்றுதல் கழிவு நீரை அடுத்தடுத்த கட்டங்களில் திருத்தும் வழிமுறைகளுக்கு ஏற்றதாகும். பெருந் துகள் அகற்றும் இக்கட்டத்தில் கரிமக் கழிவுகளை அகற்றக் கூடாது. கரிமக் கழிவுகள் பெருந்துகள் சேகரிப்புத் தொட்டிகளில் (grit chambers) தங்கிவிடுமாயின், அவை நாளடைவில் அழுகிவிடும். பெருந் துகள்களை, பொடியாக்கிகளைக் (comminutors) (படம் 6) கொண்டு நொறுக்கலாம். இத்தொட்டிகளின் குறுக்களவு 1.3 மீட்டரும், கால்வாய்ப் பகுதியின் நீளம் 13. 5 மீட்டரும் இருக்கும். இவ்வறைகளிலிருந்து வெளிவரும் கழிவு நீரில் கொழுப்புப் பொருள்களின் (உயவுநெய், செறிவு குறைந்திருக்கும். திண்மச் சிதறல் சீராக அமையும், நெடி குன்றும்.

கழிவுநீர் இத்தொட்டியில் நிலைத்து நிற்கும் நேரம் ஏறத்தாழ 30 நிமிடங்களாகும். கழிவு நீரைப் பெரிய தொட்டியிலிட்டுத் திண்மங்களைப் படிய வைத்து, தெளிந்த பகுதியை இறுத்தல் அடுத்த கட்டமாகும். இத்தொட்டியில் திண்மக் கழிவுகள் சிதைவுறும் நிலைவரை இருத்திவைத்தல் கூடாது.

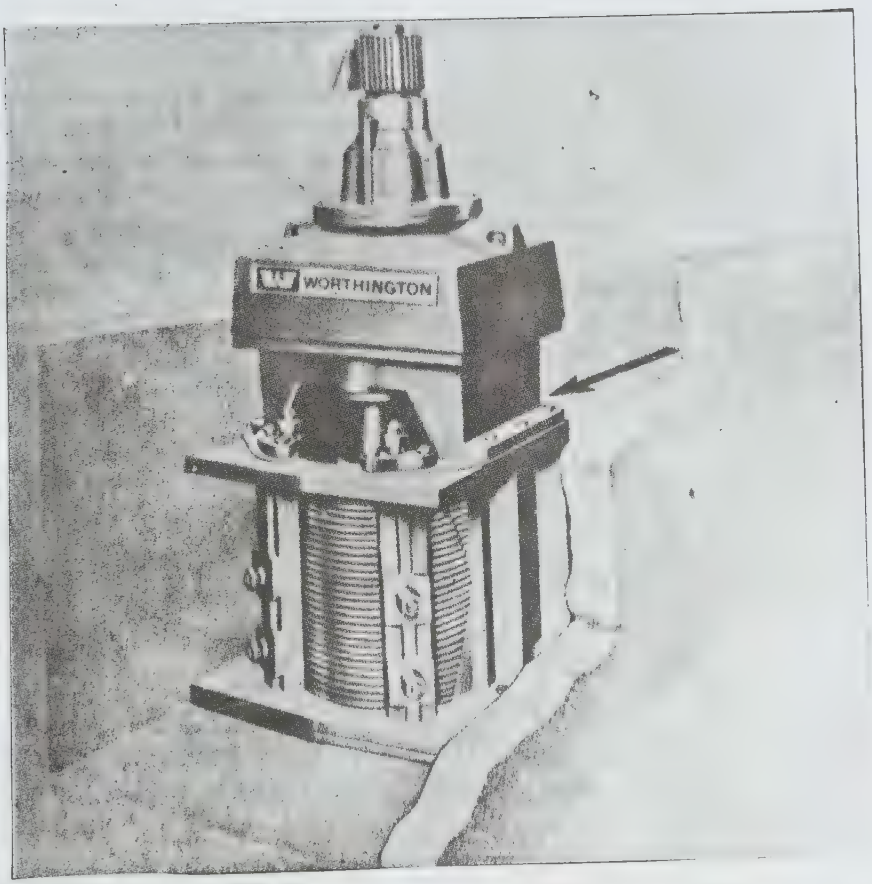


(அ)



(ஆ)

படம் 5. (அ) செவ்வக ஈர்ப்புச் சேகரிப்புத் தொட்டி (ஆ) காற்றூட்டச் சேகரிப்புத் தொட்டி

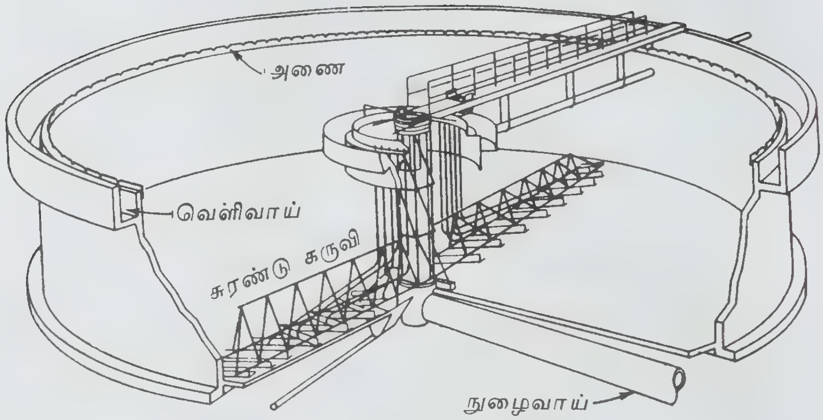


படம் 6. பொடியாக்கி

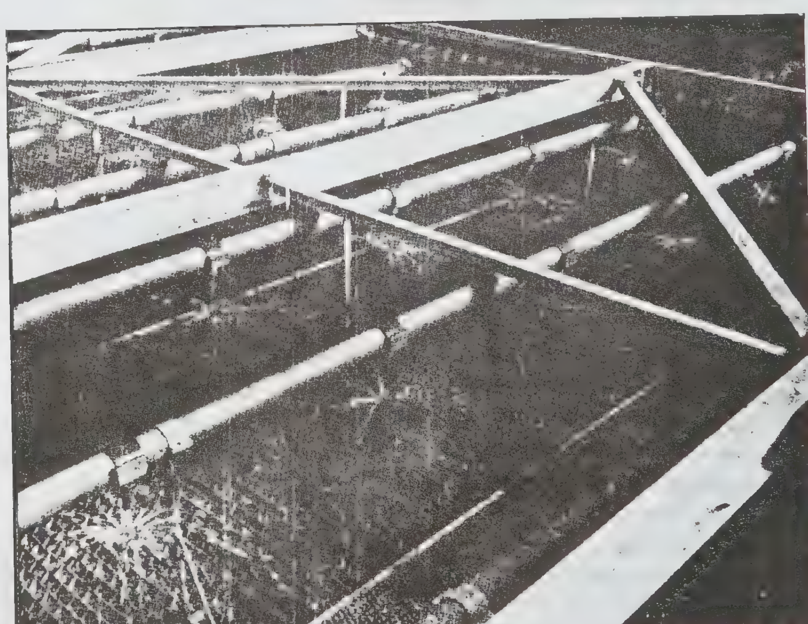
படியவைப்புத் தொட்டிகளைக் கழிவு நீரை நேரடியாகத் தூய்மைப்படுத்துவதற்கும், கிளர்வுபெற்ற சகதி (activated sludge process) முறையில் தூய்மையாக்கப்பட்ட நீரையோ, சொட்டும் வடிகட்டி (trickling filters) முறையில் தூய்மையாக்கப்பட்ட நீரையோ தெளியவைப்பதற்கும் பயன்படுத்தலாம். இத்தொட்டியிலுள்ள நீரில் மிதக்கும் ஏடு வடிவிலான கசடைக் கரண்டிகளால் அப்புறப்படுத்தலாம்.

அழுகு தொட்டி (septic tank) இத்தொட்டியில், மேல் பகுதியில் கழிவு நீரிலிருந்து படியவைத்தலும், அடிப்பகுதியில் காற்றில்லா வழிச் சிதைவும் (anaerobic decomposition) நிகழ்கின்றன. சகதி செரிப்பு நிகழ்கையில் வளிமங்கள் வெளியாகி, நீரின் பரப்பில் அழுக்கு நுரை தோன்றுகிறது. தொட்டியின் வெளிவாய்க்கு முன்பாக பொருத்தப்பட்டிருக்கும் தடையமைப்பு (baffle) இந்நுரையைத் தொட்டியிலேயே நிறுத்திவைக்கிறது. தொட்டியின் உள் வழியில் (inlet) உள்ள மற்றொரு தடையமைப்பு உட்புகும் கழிவு நீரின் செறிவு, தொட்டி முழுதும் சீராக இருக்க உதவுகிறது. அழுக்கு நுரை, சகதி வெளியேறும்

படம் 7. நெகிழி சொட்டும் வடிகட்டி



படம் 8. வட்டவடிவப் படிவித்தல் தொட்டி



படம் 9. தகட்டு நெகிழி சொட்டும் வடிகட்டி

வளிமத்தால் ஏற்படும் கலத்தல் ஆகியவற்றின் விளைவால் தொட்டி முழுதும் நுண்ணிய துகள்கள் சிதறிப் பரவுகின்றன. இந்நிலையில் கருமைநிறம், ஒவ்வாத நெடி, உயர் உ.ஆ.தே. (BOD) ஆகியன தொட்டி நீரின் தன்மைகளாகும்.

பொதுவாக இத்தொட்டிகள் செவ்வக அமைப்புடையவை. மூடப்பட்டவை; நகராட்சி, ஊராட்சி, போன்ற பொதுத் தொட்டிகளுக்கு 4 முதல் 10 மணி நேரமும், வீடுகளிலுள்ள தொட்டிகளுக்கு ஏறத்தாழ 24 மணி நேரமும் செரிக்கும் (digestion) நேரங்களாகும். ஆறு முதல் எட்டு மாதங்களுக்கு ஒரு முறை சகதி அகற்றம் (sludge removal) நிகழ்த்த வேண்டும். சகதியின் கொள்ளளவு

$$V = \frac{V_1 (100-P_1)}{(100-P)}$$

என்னும் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடப்படுகிறது. இங்கு V-உம், V_1-உம் முறையே தூய்மைப் படுத்துவதற்கு (treatment) முன்பும் பின்பும் உள்ள சகதிகளின் பருமன், P-உம், P_1-உம் முறையே திருத்தத்திற்கு முன்பும் பின்பும், உள்ள ஈரப்பதன் ஆகும்.

இம்ஃகாஃப் தொட்டி என்பது அழுகுத்தொட்டியிலிருந்து சற்றே வேறுபடுகிறது. திண்மங்கள் படிதல் நிகழ்வது ஒரு தொட்டியிலும், சகதி செரிப்பு மற்றொரு தொட்டியிலும் நிகழ்த்தப்படுகின்றன. இது கார்ல் இம்ஃகாஃப் எனும் ஜெர்மானியரால் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட முறையாகும். இத்தொட்டி அடிப் பகுதி கூம்பு வடிவு கொண்டது.

வேதி வகை வீழ்படியவைத்தல். படிகாரம் சுண்ணாம்பு, காப்பரஸ் அல்லது ஃபெரஸ் சல்ஃபேட் ஆகிய திரிப்பிகளைச் (coagulants) சேர்த்துச் சகதி விரைவில் வீழ்படியுமாறு செய்யலாம். ஆனால், இவ்வேதிப் பொருள்களின் விலையையும், கிடைக்கும் தன்மையையும் பொறுத்து இம்முறை கடைபிடிக்கப்படுகிறது. திரிதல் முறையில் உ.ஆ.தே. 80% வரை குறைக்கப் படுகிறது, என்பது இம்முறையைப் பரிந்துரைப்பதற்கு ஏற்ற கூறாகும்.

வடிகட்டல். கழிவு நீரை மணல்களினூடேயோ, வேறுவகைப்படுகைகளினூடேயோ வடிகட்டலாம். படியும் சகதி உலர்த்திப் புதைக்கப்படுகிறது அல்லது எரிக்கப்படுகிறது. சொட்டும் வடிகட்டி (trickling filter) எனும் அமைப்பில் நொறுக்கப்பட்ட கற்கள், ஜல்லி, சரளைக்கல் ஆகியன அடுக்கப்பட்டு, கழிவு நீர் தெளிக்கப்படுகிறது. கழிவு நீர் வடிகட்டும் திண்மத்தின் பரப்பின்மீது மெல்லிய படலமாகப் படிந்து, ஒரு கட்டத்தில் பாக்டீரிய வளர்ச்சி அடைகிறது. காற்று உட்புக வசதியும் வாய்ப்பும் உள்ளமையால் வளிவாழ் நுண்ணுயிர்கள் (aerobic bacteria) படலத்தின் மீது செழித்து வளர்ந்து சகதியை நிலையிறக்கம் காணச் செய்கின்றன. இதனால், உ. ஆ. தே., அம்மோனியா, கரிம வழி நைட்ரஜன் ஆகியவற்றில் சரிவு ஏற்படுகிறது. இம்முறையில் கழிவுநீர் சிறிது நேரத்திற்குள்ளாகவே நன்கு தூய்மையாக்கப்படுகிறது. புதிதாக நிறுவப்பட்ட வடிகட்டிமீது பாக்டீரியப் படலம் (zoogloeal film) தோன்றிய பின்பே அது பயன்படுத்த ஏற்றதாகிறது. இது நிகழ்வதற்கு ஏறத்தாழ இரண்டு வார இடைவெளி தேவைப்படுகிறது. வடிநீர்மத்தை மீண்டும் மறு சுழற்சி செய்து இக்கால இடைவெளியைக் குறைப்பதுடன் தொடக்க நிலையில் கழிவகற்றம் ஆகாத நிலையில் வடிகட்டியிலிருந்து நீர்மம் வெளியேறுவதைத் தவிர்க்கலாம்.

சில நேரங்களில் வடிகட்டியின் மீது படரும் சகதிப்படலம் தடித்து, வடிகட்டிப் பரப்பிலிருந்து உதிர்ந்து வடிநீர்மத்துடன் கலந்துவிடக்கூடும். இதனால் வெளிவரும் நீர்மத்தைப் படியவைப்புத் தொட்டிகளில் இருத்த வேண்டிவரும். இவ்வமைப்புகளில் மேல் மட்டத்தில் நிகழும் அளவுக்குச் செரிமானம் கீழ்மட்டங்களில் நிகழுவதில்லை. கோடைக்காலத்தில் காணப்படும் செயல்திறனில் 85% மட்டுமே மழைக்காலத்திலும், குளிர்காலத்திலும் காணப்படுகிறது.

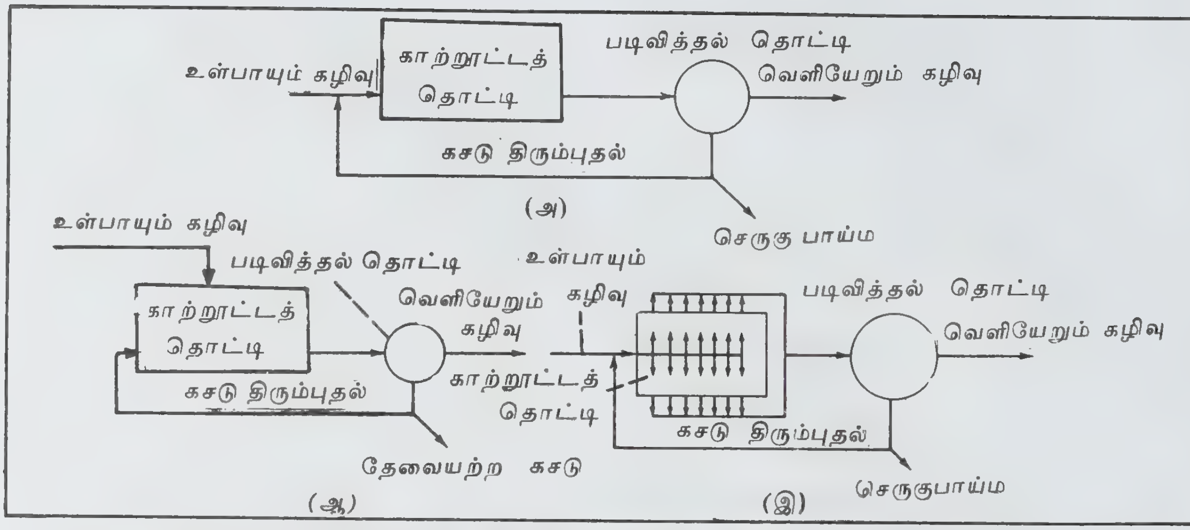
வடிகட்டிகளில் மெல்லச் செயல்புரியும் அமைப்புகள், விரைந்து வடிகட்டும் அமைப்புகள் என இரு வகை உள்ளன. பிந்தைய வகையில் மட்டுமே மறு சுழற்சி பின்பற்றப்படுகிறது. கழிவு நீரேற்றம் (loading) ஓர் ஏக்கருக்கு நாளொன்றுக்கு எவ்வளவு லிட்டர் கழிவுநீர் தெளிக்கப்படுகிறது என்பதைக் கொண்டு அளக்கப்படுகிறது. சொட்டும் வடிகட்டியின் செயல் திறனை

$$E = \frac{100}{1 + 0.0085\ W/VF}$$

எனும் வாய்பாடைப் பயன்படுத்திக் கணக்கிடலாம். V – வடிகட்டியின் கொள்ளளவு F-வடிகட்டி வழியே நீர்மம் எவ்வளவு முறை பாய்ந்துள்ளது என்பதைக் குறிக்கும் துணையலகு. W-கழிவுநீரின் உ.ஆ.தே (5 நாள்களுக்குரியது). உ.ஆ.தே. இன் எண் மதிப்பு எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைகிறதோ அந்த அளவுக்கு வடிகட்டியின் செயல்திறன் உயரும்.

இரண்டாம் கட்டமாக மீண்டும் ஒரு சொட்டும் வடிகட்டி பயன்படுத்தப்பட்டால், அதன் திறனை அறிவதற்கு மேற்கூறிய வாய்பாட்டைச் சற்றே திருத்தி மற்றொரு வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

கிளர்வு பெற்ற சகதி முறை. (activated sludge process). முன்பே காற்றூட்டத்திற்குட்படுத்தப்பட்ட சகதியை, சிறிதளவு கழிவு நீருடன் கலந்து, இக் கலவையில் காற்றை உயர் அழுத்தத்தில் செலுத்தினால், செரிமானம் விரைவுபடுத்தப்படுகிறது. சகதியில் ஒட்டியிருக்கும் வளிவாழ் நுண்ணுயிர்கள் கழிவு நீரில் சிதறிய மற்றும் கரைந்துள்ள கரிமப்பொருள்



படம் 10. கிளர்வு பெற்ற சகதி முறை (அ) பழங்காலமுறை (ஆ) படிப்படியாகக் காற்றூட்டம் செய்தல் (இ) முழுமையான கலப்பு

களை ஆக்சிஜனேற்றமடையச் செய்கின்றன. வெறும் காற்றூட்டத்தை விட இம்முறையில் காற்றூட்டத்தின் காலம் கூடுதலாகும். காற்றூட்டத்தின் இறுதியில் கழிவு நீரும் சகதியும் ஒரு நிலைப் படிவுத் தொட்டிக்கு இட்டுச் செல்லப்படுகின்றன. இங்கு படியவைத்தல் நிகழ்ந்த பின்பு தெளிந்த நீர் வெளியேற்றப்படுகிறது. அவ்வப்போது சகதிப் பொருள் மீண்டும் காற்றூட்டத் தொட்டியில் நுழையும் கழிவு நீருடன் கலக்கப்படுகிறது.

கிளர்வு பெற்ற சகதி ஒரு கரும் பழுப்பு நிற மெல்லிழைத் திரளான (flocculent) பொருளாகும். நுண்ணோக்கி வழியாக ஆராய்கையில், சகதியின் ஊன்பசை போன்ற பகுதியின்மீதுஎண்ணிறந்த முன் தோன்றிகள் (protozoa) ஒற்றைச் செல் நுண்ணுயிர்கள், ஆல்காக்கள் ஆகியன ஊர்வது தெரியும். இந்த ஆய்வினால் பின்வரும் உண்மை தெளிவாகிறது: கிளர்வு பெற்ற சகதியை மீண்டும் கழிவுநீரில் சேர்த்தல் செரிமான நிகழ்ச்சிக்கு இன்றியமையாத செயல்முறையாகும். இவ்வாறு திருப்பப்படும் சகதி (return sludge) மொத்தச் சகதியில் 20-25% வரை இருக்கக்கூடும். திருப்பப்படும் சகதியின் அளவுக்கும், காற்றூட்டத் தொட்டியில் கழிவுநீருக்குத் தேவைப்படும் கொள்ளளவுக்கும் எதிர் விகிதத் தொடர்பு உள்ளது. எனவே இவ்விரண்டுக்கும் இடையே ஒரு சம நிலையை உருவாக்கவேண்டிவரும்.

கழிவுநீர் அகற்றத்தில் மூன்று கட்டங்கள் இருப்பதை எளிதில் அறியலாம். அவை முதல்நிலை (primary), துணைநிலை (secondary), கடைநிலை(tertiary) எனப்படும். முதல்நிலை செரிமானத்தில் படியவைப்புத்தொட்டிகளும், பெருந்துகள் இருத்தி அறைகளும் (grit chambers) அடங்கும். இங்கு மொத்தத் திண்மப் பொருளில் 60%உம், ஆக்சிஜன் வேண்டும் கழிவுகளில் 33% உம் அகற்றப்படுகின்றன. கிளர்வுபெற்ற சகதி, சொட்டும் தொட்டி ஆகிய அமைப்புகள் துணைநிலை அமைப்புகளாகும். இக்கட்டத்தில் 90% வரை ஆக்சிஜனுடன் வினையுறும் கழிவுகள் அகற்றப்படுகின்றன. இவ்விரு கட்டங்ளைத் தாண்டிய நிலையிலும், உ.ஆ.தே இல் 10% உம், சிதறிய திண்மங்களில் 10% உம், நைட்ரேட் வகை நைட்ரஜனில் 50% உம் பாஸ்பேட் வகை பாஸ்பரசில் 70% உம் கரைந்த உப்புகளில் 90% உம், கதிரியக்க ஐசோடோப்புகள் முழுமையும், பூச்சிகொல்லி போன்ற கரிமப்பொருள்களும் கழிவு நீரில் எஞ்சியுள்ளன. கடைநிலைச் செரிமான முறைகள், சிறப்பு முறைகள்; செலவின்ம் மிக்கவை. வேதிப்பொருள் சேர்த்து வீழ்ப்படிய வைத்தல், கிளர்வூட்டப்பட்ட கரியைக் கொண்டு உட்கவருதல் (absorption on activated charcoal) மின் வழிக்கூழ்மப்பிரிப்பு, எதிரிடைச் சவ்வூடு பரவல் (reverse osmosis) ஆகியன இவற்றுள் அடங்கும். இவற்றுடன் தொற்றுநீக்கியைக் கலப்பதும் கடைநிலை முறையேயாகும் (குளோரினேற்றம்).

மூடிய சாக்கடை வசதி இல்லாத இடங்களில் ஏறத்தாழ 6 மீட்டர் ஆழத்தில் குழி வெட்டப்பட்டு, கழிவு நிரம்பும் வரை பயன்படுத்தப்படுகிறது. பிறகு புதிய இடத்தில் மற்றொரு குழியை வெட்ட வேண்டும். சிறிய அளவிலான பாக்டீரியத் தொட்டியையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

- மே. ரா. பாலசுப்பிரமணியன்

நூலோதி. E.W. Steel & Terence J.McGhee, *Water Supply Sewerage*, Fifth Edition, McGraw-Hill Co, Singapore, 1979.

கழிவுநீர் சேகரிக்கும் முறைகள்

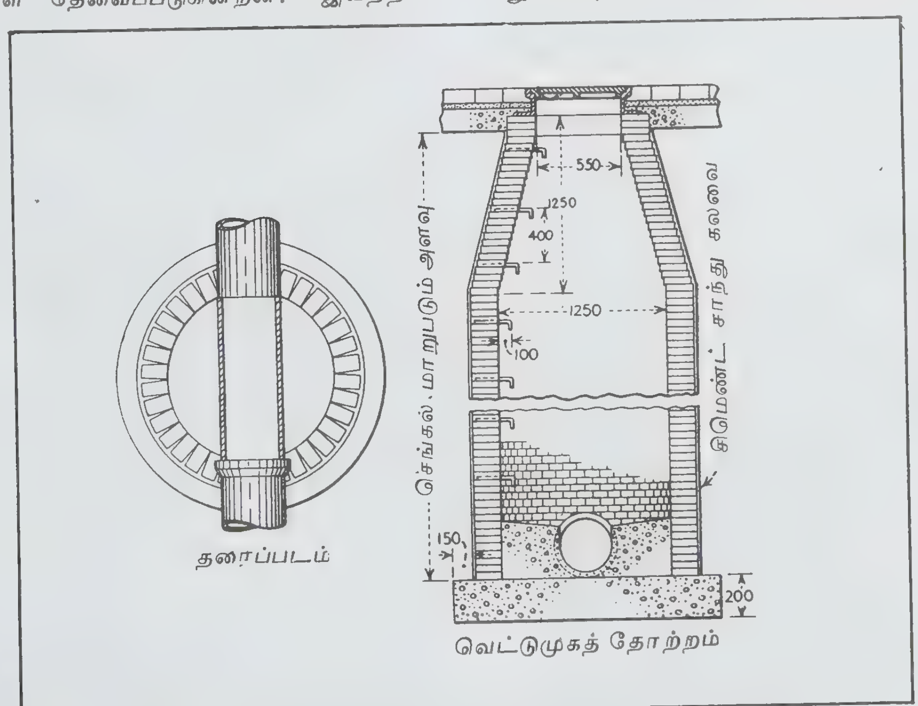
வீட்டிலும், அலுவலகங்களிலும் தோன்றும் கழிவு களை ஒரு மைய அமைப்புக்குக் கொண்டு செல்லும் முறையே கழிவுநீர்ச் சேகர முறை (sewage collection system) எனப்படும். பாதாளச் சாக்கடைத் திட்டம் நன்கு செயல்படுகிறது. இப்பாதாளச் சாக்கடை களுக்கு ஒவ்வொரு கட்டிடங்களிலிருந்தும் கழிவு நீரை இட்டுச் செல்வது, குழாய் அமைப்பு (plumbing system) செவ்வனே செயல்படுவதைப் பொறுத்தது. குழாய் அமைப்புக்கு அடிப்படையான கொள்கைகளாவன.

வீட்டுச் சாக்கடைகள் வீட்டுக்கு வெளியே அமைக்கப்படுதல் வேண்டும். இதனால் சாக்கடைக் குழாய்களைப் பழுது பார்த்தல் எளிதாகும். இரு ஆள் துளைகளுக்கிடையே (man-holes or inspection chambers) சாக்கடைகள் வளையாமல் நேராக இருக்க வேண்டும். படம் 1,2 இல்லையெனில், வளைந்த பகுதிகளில்கழிவு சேர்ந்துவிடும். முழு அமைப்பும் ஆங் காங்கே காற்றோட்டம் உள்ளதாக இருக்க வேண்டும். வீட்டுச் சாக்கடைகள் பாதாளச் சாக்கடையை விட மேல் மட்டத்தில் இருக்க வேண்டும். இவ்வமைப்பில் ஆங்காங்கே நிறைந்த எண்ணிக்கையில் வளைவுப் பிடிப்பான்கள் (traps) பொருத்தப்படுதல் வேண்டும்.

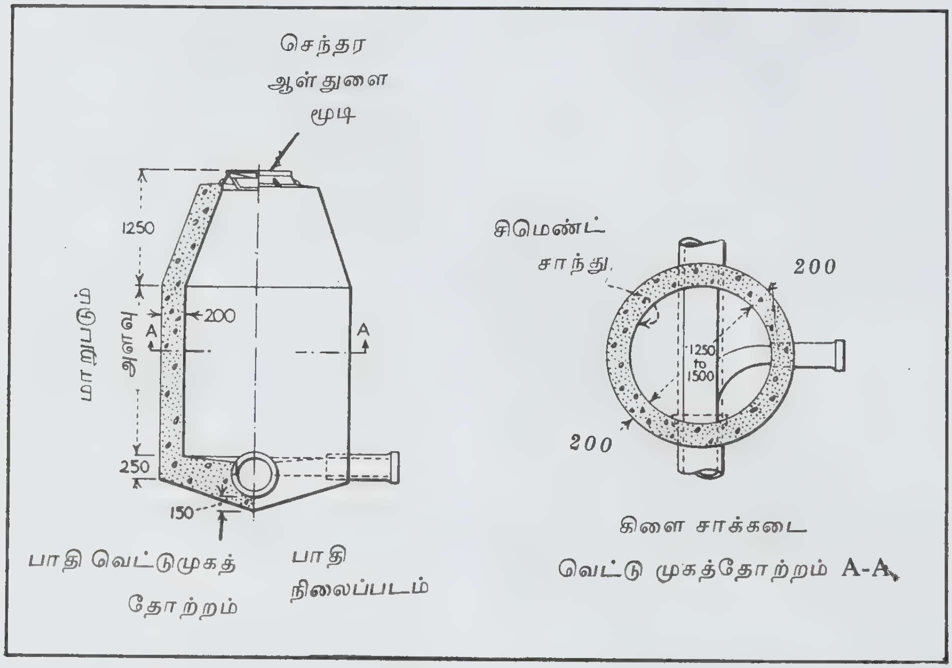
கழிவுநீர்க் குழாய்களிலிருந்து நெடி வீசும் வளிமங் கள் வெளியேறிக் காற்றில் கலக்காமல் இருப்பதற்கு இப்பிடிப்பான்கள் தேவைப்படுகின்றன. இவற்றில் நீரை அடைப்புப் பொருளாகப் (water seal) பயன் படுத்துதல் வழக்கம். இப்பிடிப்பான்கள் அவற்றின் வடிவுக்குத் தக்கவாறு P -வகை, Q-வகை, S-வகை எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன (படம் 3). பயன்படுத்தும் முறைக்குத் தக்கவாறும் பிடிப்பான்கள் வகை யிடப்படலாம். எ.டு: தரையில் அமைந்த பிடிப்பான் கள் (floor traps), கழிவான் வளைவுப்பிடிப்புகள் (gully traps), இடையீட்டுப் பிடிப்பான்கள் (intercep- ting traps).

குளியல் அறைகளிலிருந்து, கழிவுநீர், வீட்டின் முதன்மைச் சாக்கடைக்குச் செல்வதற்கும், சாலை களில் வழிந்து ஒழுகும் மழைநீர் பாதாளச் சாக்க டையை அடைவதற்கும் தரை அமைப்புப் பிடிப் பான்கள் பயனாகின்றன. மழைநீர் மேல்நிலையிலி ருந்தும், கழிவுநீர் கீழ்நிலையில் பக்கக்குழாயிலிருந்தும் பெரிய சாக்கடைக்குள் விழுவதற்கு முன்பாக, கழிவாய் பிடிப்பான்கள் வழியேசெலுத்தப்படுகின்றன. இடையீட்டுப்பிடிப்பான்கள் வீட்டுச் சாக்கடைக்கும் பொதுப் பாதாளச் சாக்கடைக்கும் இடையேயான சந்திப்பில் நிறுவப்படுகின்றன. இவை பாதாளச் சாக்கடையிலிருந்து கழிவுவகை வளிமங்கள் வீட்டுச் சாக்கடையில் நுழையாமல் தடுக்கின்றன.

குழாய் அமைப்பு வகைகள். இரு குழாய் அமைப்பு (Two pipe system) ஒரு குழாய், கழிப்பு வகைக் கழிவுகளுக்கும் மற்றொன்று சமையல், குளியல், துணி அலசல் வகைக் கழிவுகளுக்கும் தனித்தனியே



படம் 1. செங்கல் ஆள்துளை (அளவுகள் மில்லிமீட்டரில்)



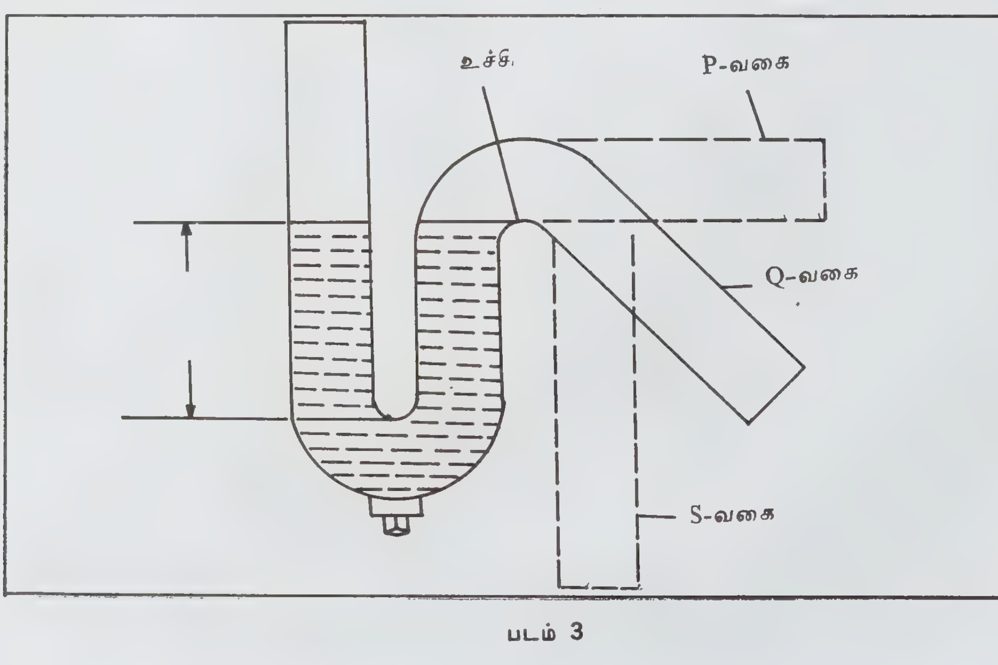
படம் 2. கிளை சாக்கடை கற்காரை ஆள்துளையுடன் இணைந்துள்ளது. (அளவுகள் மில்லிமீட்டரில்)

அமைக்கப்படுகின்றன. இது செலவு மிகுந்த அமைப்பாகும்.

ஒற்றைக் குழாய் அமைப்பு (one pipe system). அனைத்து வகைக் கழிவுகளுக்கும் ஒரு குழாயையே பயன்படுத்தும் முறை.

ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பு (single stack system). ஒற்றைக் குழாய் அமைப்பில் காற்றோட்ட அமைப்பு (ventilation system) இணைக்கப்பட்டிருப்பின் ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பாகும்.

பகுதிக் காற்றோட்ட ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பு



படம் 3

கழிவுநீர் அகற்றக் குழாய்களின் குறுக்களவுகள் (வீடுகளைப் பொறுத்தவரை) பின்வருமாறு பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன.

கழிப்பு செல்லும் குழாய்: 100 மி.மீ.

கழிவு செல்லும் குழாய்: 75 மி.மீ.

வளி வெளியேற்றக்குழாய்(vent pipe): 50 மி.மீ. சிறுநீர்க்கழிப்பறை, கழிவுநீர்த் தொட்டி (wash basin) ஆகியன சிறு, தற்காலிகச் சேகரிப்பு அமைப்புகளாகும்.

- மே. ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி Edward D. Schroeder, *Water and Waste Water* ,McGraw-Hill Book Company, New York, 1977.

கழிவுநீர்த் திண்மங்கள்

சாக்கடை மற்றும் அழுகு தொட்டி நீரில் இடம் பெறும் திண்ம நிலைப் பொருள்கள் பின்வருமாறு வகையிடப்படுகின்றன; சிதறிய, படியாத திண்மங்கள், படியும் திண்மங்கள் (settleable solids). கரைந்த நிலைத் திண்மங்கள் இவை யாவும் சேர்ந்தது மொத்தத் திண்மமாகும். திண்மங்களை எளிதில் ஆவியாகக்கூடிய (volatile) திண்மங்கள், நிலையான திண்மங்கள் (fixed solids) எனவும் பிரிக்கலாம்.

கழிவுநீரில் நீரின் சதவீதத்துடன் (99.9%) ஒப்பிடுகையில், மொத்தத் திண்மங்களின் சதவீதம் (0.05—0.1%) மிகச் சிறிதேயாகும். சிதறிய திண்மங்கள் சாக்கடை நீரில் மிதக்கவல்லன. கழிவுநீரை 2 மணிநேரத்திற்குச் சலனமின்றி தேக்கி வைத்திருந்தால் படியும் திண்மம் நிலைப்படிவுத் திண்மம் எனப்படும். ஏறத்தாழ 1000 கி.கி. கழிவு நீரில்,0.45 கி.கி. மொத்தத் திண்மங்களாகவும், 0.225 கி.கி. கரைந்த நிலையானவாகவும், 0.112 கி.கி. சிதறியனவாகவும், 0.112 கி.கி. படியத் தக்கனவாகவும் உள்ளன. மொத்தத் திண்மத்தில் கரிம வகை ஏறத்தாழ 45% ஆகும். கனிம வகைத் திண்மங்களுள் மணல், பெரு மணல், கரைந்த உப்புகள் உடைதுண்டுகள் (debris) ஆகியனவும், கரிம வகையில் கார்போஹைட்ரேட்டுகள், எண்ணெய் (மற்றும் கொழுப்பு), புரதப்பொருள்கள் ஆகியனவும் அடங்கும். இவற்றுள் கரிம வகைத் திண்மங்களே கேடு தருபவை.

அளவறிதல். மொத்தத் திண்ம அளவை அறிவதற்குக் கழிவு நீரை ஆவியாக்கி, எஞ்சியுள்ள உயர்ந்த திண்மப் பொருளை எடையிட வேண்டும். மொத்தத் திண்மத்தில் எளிதில் ஆவியாகும் பகுதியின் சதவீதத்தை அறிவதற்கு, உலர்ந்த திண்மத்தை நன்கு சூடாக்க வேண்டும். சூடுபடுத்துவதால் நிகழும் எடை இழப்புச் சதவீதம் ஆவியாகும் திண்மமாகவும் எஞ்சிய பொருள் நிலைத்த திண்மமாகவும் கருதப்படும். பொதுவாக, ஆவியாகக்கூடிய திண்மப்பொருள் கரிம நிலைப் பொருள் எனக் கொள்ளலாம்.

சிதறிய நிலையில் உள்ள திண்மப்பொருள் சதவீதத்தை அறிவதற்குக் கழிவுநீர் மாதிரியைக் கல்நார் வடிகட்டியின் மீது ஊற்றி, வடிநீர்மத்தில் மொத்தத் திண்ம அளவை (S_2) அறிதல் வேண்டும். S_2 என்பது கரைந்த நிலையிலுள்ள திண்மத்தின் எடையாகும். மொத்தத் திண்ம எடையிலிருந்து S_2 ஐக் கழித்துப் பெறுவது சிதறியநிலைத் திண்ம எடையாகும்.

படியக்கூடிய திண்ம அளவை அறிவதற்கு இம்ஃகாஃப் கூம்பு எனும் கலம் பயன்படுகிறது. இம்கூம்பு அளவீடு (graduated) கொண்டது. கண்ணாடியாலான இக்கூம்பில் கழிவு நீரை இரண்டு மணி நேரத்திற்குத் தேங்க வைக்க வேண்டும். பின்பு தேங்கி நிற்கும் திண்மத்தின் அளவை அளவீட்டிலிருந்து அறியலாம்.

நகராட்சியின் பெரிய அழுகுத் தொட்டியில் தேங்கும் கழிவு நீரில் பலவகைத் திண்மங்களின் அளவுகள் (மி.தி, வி):

மொத்தத் திண்மங்கள் = 1250

மொத்த ஆவியாகும் திண்மங்கள் = 810

சிதறிய திண்மங்கள் = 360

ஆவியாகக்கூடிய சிதறிய திண்மங்கள் (volatile suspended solids) = 2·15

படியக்கூடிய திண்மங்கள் = 7 (மி.லி/வி)

ஈதரில் கரைவன = 22

அகற்ற முறைகள்

பெருமணற்கல் அறைகள். மணல், பெருமணல், சரளைமண், எலும்பு, முட்டை ஓடு, கந்தல் துணி போன்ற 2 மி.மீக்கும் மேற்பட்ட குறுக்களவு கொண்ட துகள்களைப் படிய வைத்து அகற்றுவதற்குப் பெரிய தொட்டிகள் பயன்படுகின்றன. கனிம வகைப் பொருள்கள் இத்தொட்டியில் படிகின்றன. இலேசான கரிம வகைத் துகள்கள் நீரோட்டத்தில் கலந்து அடுத்த கட்டத்தை அடைகின்றன.

எண்ணை, கொழுப்பு, மசகு (grease), மெழுகு போன்ற பொருள்கள் காற்றூட்டத்தால் மேல்பரப்புக்கு நுரைவடிவில் சேர்க்கப்பட்டுச் சட்டுவங்களால் அகற்றப்படுகின்றன. அடுத்த கட்டத்தில் பெரிய நிலைப்படிவுத் தொட்டிகளில் (settling or sedimentation tanks) நீண்ட நேரம் கழிவு நீரைத் தேங்கவைத்துத் திண்மங்களைப் படிய வைக்கலாம்.

இறுதியாக, கழிவு நீரை அழுகு தொட்டிகளில் (septic tanks) நிலைத்திருக்கச் செய்தால் கழிவு செரிமானமடைகிறது. பெருவாரியான திண்ம நிலைப் பொருள்கள் வளிமமாகச் சிதைவடைகின்றன. ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் சேகரிக்கப்படும் திண்மத்தை (sludge) அப்புறப்படுத்துவதற்கு மூன்று முறைகள் பரிந்துரைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை,

தாழ்வான பகுதிகளை நிரப்புதல்; எரித்தல்; நீர்நிலைகளில் கலத்தல்; நுண் தூளாக்கி உரமாகப் பயன்படுத்துதல் போன்றவை ஆகும்.

- மே.ரா. பாலசுப்ரமணியன்

நூலோதி. S.K. Garg, *Sewage and Waste Disposal Engineering*, Fifth Edition, Khanna Publishers, New Delhi, 1987.

கழிவுநீர் பதப்படுத்தல்

முதன்மைப் பதப்படுத்தும் முறை (*primary treatment*). மரத்துண்டுகள், கம்பித் துண்டுகள், கத்தையான துண்டுகள் (bundles of rags), பெரிய அளவிலுள்ள பொருள்கள் இவற்றைக் கழிவு நீரில் இருந்து திரை உதவியால் நீக்குவது வடிகட்டுதல் (screening) எனப்படும். இவ்வகைப் பொருள்கள் எக்கிகளைப் (pump) பாதிக்கும். சரியாகத் தெரியும் துளைகள் கொண்ட வடிகட்டிகள் பல வழிகளில் பயன்படுகின்றன. துளைகளின் குறுக்களவு 1.5 அங்குலம் வரை இருக்கும். மின்னணுக் காலங்காட்டுங் கருவியின் மூலம் குறிப்பிட்ட இடைவெளிக்கு ஒரு முறை வடிகட்டிகள் தூய்மை செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறு வடிகட்டியின் மூலம் நீக்கப்படும் பொருள்கள் கழிவு நீரில் உள்ள திண்மப் பொருள்களின் மொத்த அளவில் ஒரு சிறிய பகுதியே ஆகும். ஆனால் மிகப் பெரிய நகரங்களில் இவை பல மடங்கு மிகுதியாக இருக்கும். இப்பொருள்களைப் பதப்படுத்துவதன் மூலமாகவோ, எரிப்பதன் மூலமாகவோ, அரைத்துக் கழிவு நீரோடு சேர்ப்பதன் மூலமாகவோ அகற்றலாம்.

மணல் துகள்களை நீக்குதல். (grit removal). உராய்வைக் கொடுக்கக் கூடிய பொருள்களான மணல், சாம்பல் தூள் முதலியவற்றை நீக்குவதன் மூலம் எக்கியின் தேய்மானம் குறைகிறது. மேலும் இவ்வகைப் பொருள்கள் பதப்படுத்தும் எந்திரங்களின் சில இடங்களில் தொடர்ந்து சேர்வதால் இடையூறுகள் ஏற்படுகின்றன. கழுவும் வேகத்தை ஈடு செய்வதன் மூலம் மணல் துகள்கள் லேசான திண்மத் துகள்களிடமிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன. இம்முறை கனிமங்களிலிருந்து உலோகத் தாதுவைக் கழுவும் முறையால் பிரிப்பதை ஒத்ததாகும்.

தெளிய வைத்துப் படிதல். கழிவு நீரிலிருந்து வடிகட்டிய பொருள்களும், மணல் துகள்களும் நீக்கப்பட்ட பின்பும், சில திண்குழைமப் பொருள்கள் இருக்கும். பத்து லட்சம் காலன் கழிவு நீரில் இவற்றின் அளவு ஏறக்குறைய ஒரு டன் ஆகும். ஐந்து லட்சம் மக்கள் தொகை கொண்ட ஒரு நகரத்தில் ஒரு நாளைக்கு வெளிப்படும் கழிவு நீரின் அளவு ஏறத்தாழ ஆயிரம் லட்சம் காலன் இருக்கும். எனவே ஒரு

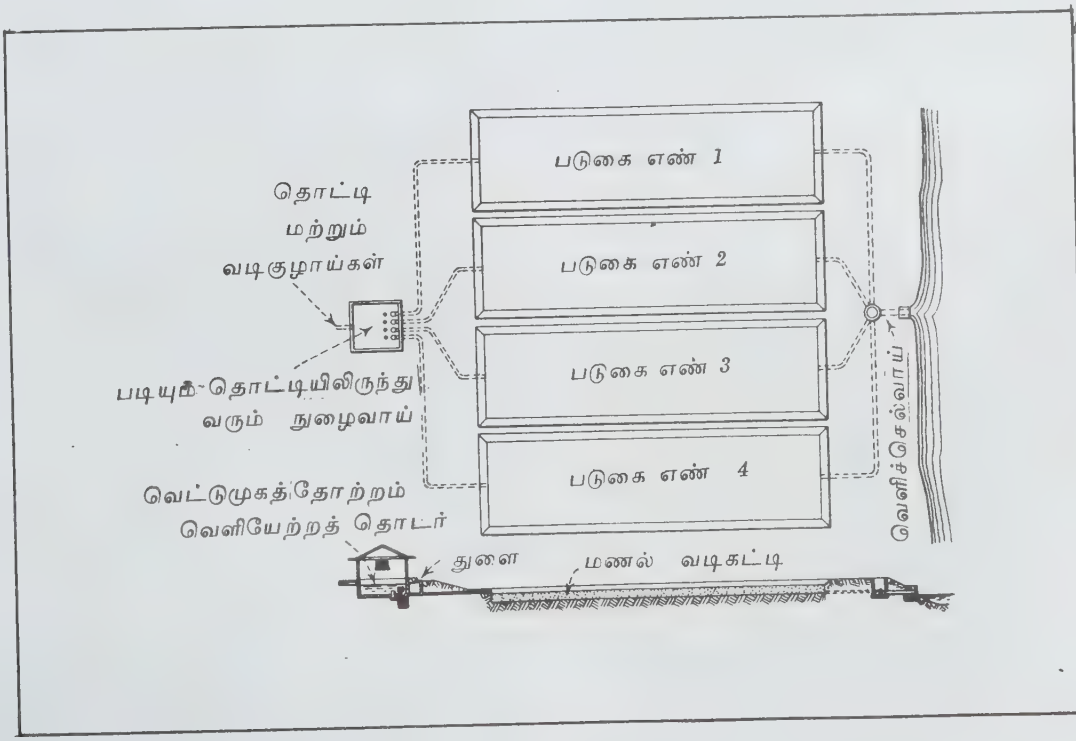
படம் 1. வளைந்து வளைந்து செல்லும் அணை.

நாளைக்கு நூறு டன் அளவுள்ள திண்மப் பொருள்களை அகற்ற வேண்டியுள்ளது. கழிவு நீரைத் தெளிய வைக்கும்போது திண்மப் பொருள்களின் ஒரு பகுதி தங்கிவிடுகிறது. இம்முறைக்குத் தெளிய வைத்துப் படிதல் (sedimentation) என்று பெயர். இம்முறையால் கழிவு நீரை நீண்ட நேரம் தெளிய வைக்கும்போது குழைமத் திண்மப் பொருள்கள் தெளிய வைக்கும் தொட்டியின் அடியில் சென்று தங்கிவிடும். தெளிய வைத்துப் படிதலுக்கு இரு வகைப்பட்ட தொட்டிகள் பயன்படுகின்றன. வட்ட வடிவத் தொட்டிகளின் நடுப்பகுதியில் கழிவு நீர் செலுத்தப்பட்டு ஓரமாக உள்ள வாரணையின் (weir) மூலமாகத் திண்மப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்படுகின்றன. படம் 1

நீள் சதுரத் தொட்டிகளின் நீளம் அவற்றின் அகலத்தைப் போல நான்கு அல்லது ஐந்து மடங்கு மிகுதியானது. இவற்றின் ஒரு முனையில் கழிவு நீர் வாங்கப்பட்டு மறு முனையில் வெளியேற்றப்படுகிறது. தொட்டிகளில் படிதல் நடைபெறும்போது கழிவு நீரின் வேகம், படிதலைத் (settling) தடை செய்யாமல் இருக்கப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. வட்டத் தொட்டிகளின் நடுவில் பொருத்தப்படும் புனல் போன்ற அமைப்பின் மூலம் கழிவு நீரில் உள்ள திண்மப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. நீள் சதுரத் தொட்டிகளில் கழிவு நீர் வாங்கும் இடத்தில் வைக்கப்படும் சுரண்டிகள் (scraper) இப்பணியைச் செய்கின்றன. இம்முறை தொடர்ச்சியாகவோ ஒரு நாளில் பல முறைகளிலோ கையாளப்படுகிறது.

படிதல் முறையில் 40 - 55% வரை திண் குழைமப் பொருள்கள் நீக்கப்படுகின்றன, இதனால் உயிர் வழி ஆக்சிஜன் தேவை (biological oxygen demand) அதே அளவு குறைக்கப்படுகிறது. நடைமுறையில், கழிவு நீரில் கரைந்த நிலையில் உள்ள எந்தப் பொருளும் நீக்கப்படுவதில்லை. ஜெர்மானியப் பொறியியல் வல்லுநர் கார்ல் இம்காஃப் ஒரு புதிய தொட்டியை வடிவமைத்தார். இத்தொட்டியின் மேல்தட்டு, திண் குழைமப் பொருள்கள் தங்குவதற்கும், கீழ்த் தட்டு எஞ்சிய திண்மப் பொருள்கள், பாக்டீரியாக்களால் சிதைவடைவதற்கும் பயன்படுகின்றன. இந்தத் தொட்டியில் நகரும் பகுதி எதுவும் இல்லை. இவ் வகைத் தொட்டிகள் உலகம் முழுதும் பயன்படுகின்றன. எனினும், அண்மைக் காலமாகப் பெருமளவில் கழிவு நீரைப் பயன்படுத்தும் தொட்டிகளால் இவை மாற்றப்பட்டு வருகின்றன. இம்காஃப் தொட்டிகள் பெரும்பாலும் வடிகட்டுதலுக்கு முன் பயன்படுகின்றன.

வேதி வீழ்படிவாக்கம். பெரிய நதிகளின் மீது உள்ள நகரங்களில் கழிவு நீர் முதலில் படிதலுக்கு



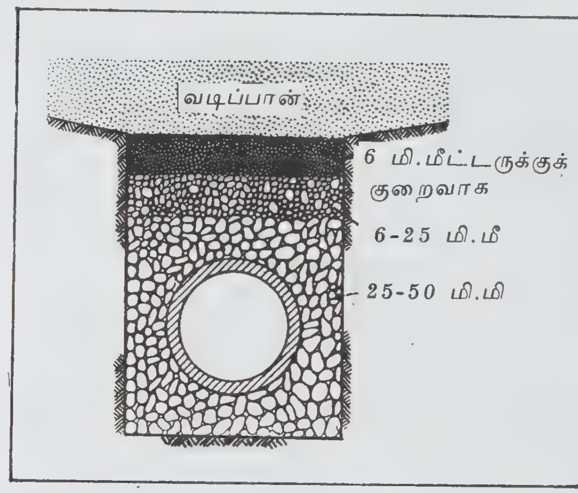
படம் 2. இடைவிட்டு வடிகட்டும் மணல் வடிகட்டியின் அமைவுப்படம்

உட்படுத்தப்பட்டுப் பின் அடியில் தங்கிய திண்மப் பொருள்கள் வெளியேற்றப் படுகின்றன. படிதலுக்குப் பின் உள்ள நீர் (effluent) குளோரினூட்டம் செய்யப் பட்டு ஆற்றில் கலக்கிறது. ஆனால் சிறிய ஆறுகளை மட்டுமே கொண்ட நகரங்களில் வேதி வீழ்படிவாக்கம் (chemical precipitation) தேவைப்படுகிறது. வேதி முறையில் வீழ்படிவாக்கம் செய்வதற்கும் சில வேதிப்பொருள்கள் கழிவு நீருடன் சேர்க்கப்படு கின்றன. இவ்வாறு சேர்ப்பதால் கழிவு நீரில், கூழ்ம நிலையில் உள்ள பொருள்கள் படியக்கூடிய நிலைக்கு மாற்றப்படுகின்றன. இம்முறையில் பயன்படும் பொது வான வேதிப்பொருள்கள் அலுமினியம் சல்பேட், ஃபெரிக், ஃபெரஸ் சல்பேட்டுகள், ஃபெரிக்குளோரைடு ஆகும். இப்பொருள்களில் ஒன்றை, கழிவு நீரோடு சேர்த்துத் தொட்டியில் கலக்கும்போது கூழ் (floc) போன்ற பொருள் உண்டாகிறது.

பிறகு கழிவு நீர் (கூழோடு) படியும் தொட்டி களுக்கு (settling tank) அனுப்பப்படுகிறது. இத் தொட்டிகளின் அடியில் கூழ்படிகிறது. கழிவு நீரின் தன்மையைப் பொறுத்துத் தேவையான வேதிப் பொருள்களின் அளவு மாறுபடும், பத்து லட்சம் காலன் கழிவு நீருக்கு 180-315 கிலோ கிராம் வேதிப்பொருள்கள் தேவைப்படும். கழிவு நீரோடு வேதிப்பொருள்களைச் சேர்ப்பதன் மூலம் 80 - 90% வரை திண் குழைமப் பொருள்களும், கூழ்மப் பொருள்களும் நீக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இம்முறை யின் மூலம் நீக்கப்படும் பொருளகள் மிகக் குறைவே யாகும்.

இரண்டாம்தரப் பதப்பாடு (*secondary treatment*). முதன்மைப் பதப்பாட்டு முறையில் படிதலுக்குப் பிறகு வெளிவரும் கழிவு நீரில் திண்மக் குழைம நிலையில் சிறிது பொருள்களும் கூழ்ம நிலையிலும், கரைந்த நிலையிலும் மிகுதியான பொருள்களும் உள்ளன. இவ்வகைப் பொருள்கள் சிதையும்போது கெடு நெடி உண்டாகிறது. அதனால் முதன்மைப் பதப்பாட்டுக்குப் பிறகு உள்ள கழிவு நீரையும் பதப் படுத்துவது இன்றியமையாததாகிறது. இரண்டாம் தரப் பதப்பாட்டில் பல முறைகள் கையாளப்படுகின் றன. இவற்றில் முக்கியமானவை: துளிவிழும் வடி கட்டிகள் (trickling filter), செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை (activated-sludge process), மணல் வடிகட்டி கள் (sand filter) ஆகியன.

துளி விழும் வடிகட்டிகள் (trickling filters). துளி விழும் வடிகட்டி என்பது இரண்டு முதல் நான்கு அங்குல விட்டமுடைய சிறு கற்களாலான படுக்கை கள் கொண்ட 6-8 அடி ஆழமுள்ள தொட்டியாகும். கழிவு நீரை இத்தொட்டிகளின் மேல் துளித்துளி யாகச் செலுத்தும்போது, வடிகட்டிய கழிவு நீர் தொட்டியின் அடியில் கசிவாக வெளிவரும். இம் முறையில் கல்படுக்கைகளின் மீது இருக்கும் களி போன்ற பாக்டீரியாப் படலங்களாலும் சில உயிர் களாலும் கழிவு நீர் தூய்மையாக்கப்படுகிறது. குறிப் பிட்ட கால இடைவெளியில் கழிவு நீர் கல் படுக்கை கள் மீது நுண் திவலைகளாகத் தூவப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்வதன் மூலம், காற்று, கல்படுக்கை களுடன் தொடர்பு கொள்ள, படுக்கைகளின் மேல் உண்டாகும் விலங்கினப் பொருள்களின் (zoogleal growth) வளர்ச்சி ஆக்ஸிஜனேற்றத்தால் தடுக்கப் படுகிறது.



படம் 3. இடைவிட்டு வடிகட்டும் மணல் வடிகட்டியின் கீழ்வடிகால்

செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை (activated sludge process). கழிவு நீரில் உள்ள கரிமப் பொருள்களைச் சிறப்பாக நீக்கும் வேறொரு முறையை ஆங்கிலேயர் கள் 1912-1915 ஆண்டுகளில் வடிவமைத்தனர். துளி விழும் வடிகட்டிகளில் கரிமப் பொருள்களுக்குக் காற்றில் உள்ள ஆக்ஸிஜனேற்றம் ஏற்படும் தொடர்பைக் கருத்தில் கொண்டு கழிவு நீர்த் தொட்டியில் அழுத்தமுள்ள காற்றை அனுப்பும் முறையைக் கண்டுபிடித்தனர். இவ்வாறு செய்வதன் மூலம் பதப்படுத்தும் முறையைக் கட்டுப்படுத்த முடியும். அதே சமயத்தில் பதப்பாட்டில் ஒரு குறிப் பிட்ட அளவையும் அடைய முடியும். இம்முறையில் காற்றைக் கழிவு நீரில் செலுத்தும்போது, உயிர் வினைகள் நடப்பதற்குத் தேவையான பரப்பளவு கிடைக்கிறது. அதாவது கழிவு நீரில் உள்ள உயிர் களும், காற்றில் உள்ள ஆக்சிஜனும் அதிக வினையில் ஈடுபடுகின்றன. உள்ளே அனுப்பப்படும் காற்றின் அளவையும், மீண்டும் கிடைக்கும் கழிவின் அளவை யும் மாற்றுவதன் மூலம் அதிக அளவு பதப்படுத்த முடியும். கழிவு உயிரினங்களோடும் பாக்டீரியாக்க ளோடும் கூட்டாக இருப்பதால் இக்கழிவைச் செயலூக்கம் அடைந்த கழிவு என்றும் (activated

sludge) இம்முறைக்குச் செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை என்றும் பெயர். சிறப்பாகக் கழிவு நீரைத் தூய்மை செய்வதால் இம்முறை உலகத்தின் பல நகரங்களில் கையாளப்படுகிறது.

தற்கால முறை. பழங்காலத்தில் உயிர் அல்லது இயற்பியல் முறைகளைக் கொண்டு கழிவு நீரைப் பதப்படுத்தி வந்தனர். இக்காலத்தில் வேதிப்பதப் படுத்துதல், வேதி வீழ்படிவாக்கம் போன்ற முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

வேதிப்பதப்பாடு. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் இம்முறை கையாளப்பட்டு வந்தது. ஆனால் செலவு மிகுதியாவதன் காரணமாக இம்முறைகள் கைவிடப் பட்டன. இதைத் தொடர்ந்து வந்த முறைகளில் குறிப்பிடத்தக்கது வேதி வீழ்படிவாக்கம் ஆகும்.

தனி வடிகால் முறை. பொதுவாக மழை நீருக்கும் கழிவு நீருக்கும் ஒரே வடிகால் இருந்தாலும், தனித் தனி வடிகால் (sewer) இருந்தால் மேலும் சிறக்கும். அவ்வாறு இல்லாமல் ஒரே வழியாக இரு வகை நீரும் செல்வதால் மழைக்காலங்களில் கழிவு நீரைப் பதப் படுத்தும் எந்திரங்களின் சுமை மிகுதியாகும். இதன் காரணமாகக் கழிவு நீர் தூய்மையாகாமல் வெளி யேறும். இந்தக் கழிவுகள் நலவாழ்வுக் கேட்டிற்கு (pollution) அடிப்படையாக அமையும். இதற்கு மாறாக இரண்டு வகை நீருக்கும் தனித்தனியாக வடிகால் அமைத்தால் அவற்றின் தேவையையும், தன்மையையும் பொறுத்துப் பதப்படுத்த இயலும். மழை நீரை புவிக்கடியில் உள்ள பெரிய நீர்த் தொட்டிகளில் (reservoir) தேக்கி வைத்துப் பதப் படுத்தும் நிலையங்களுக்கு அனுப்பும் முறை ஆய்வில் உள்ளது.

மீள் சுழற்சி. உலகில் நீர் குறைவாக உள்ள இடங்களில் கழிவு நீரைத் தூய்மை செய்து மீண்டும் பயன்படுத்தும் வழக்கம் உள்ளது. இத்தூய நீர் பாசனத்திற்கும், தொழிற்சாலைகளில் குளிரூட்டு வதற்கும் பயன்படுகிறது. நீர் அளிப்பதற்கும் (supply) நீர் மூலம் நலவாழ்வுக் கேட்டைக் கட்டுபடுத்துவதற் கும் உள்ள தொடர்பு சீராக மேலோங்கக்கூடும்.

- கி.மு. மோகன்

கழுகு

இது ஆக்சிபிட்ரிடே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தது. பிணந் தின்னிக் கழுகு, கருடன், வல்லூறு ஆகியவையும் இக்குடும்பத்தனவே. வேட்டையாடி இரையுண்ணும் பறவையான கழுகு அதற்கு ஏற்றவகையில் நீண்டு வளர்ந்த இறக்கைகளையும், கூர் நகங்களோடு கூடிய வளைந்த விரல்களை உடைய உறுதியான கால் களையும், முனை வளைந்த தடித்த அலகையும் பெற்றுள்ளது. இவற்றின் கண் கூர்மையான பார்வை யுடையது. பெரிதும் மனித நடமாட்டமற்ற பகுதி களையே சார்ந்திருப்பதாலும், உயரப் பறந்து திரிவ தாலும் கழுகுகளின் பல்வேறு இனங்களை வேறுபாடு கண்டுகொள்வது கடினம். ராஜாளி என்னும் பெயர் வழக்கே பறவைகளுக்கு அரசன் என்பதைக் குறிப்ப தாகும். இவற்றின் ஆற்றலும் பெருமையும் கருதிப் பல அரச குலங்கள் இவற்றைத் தங்கள் கொடியில் சின்னமாகக் கொண்டிருந்தன. இன்றும் ஐக்கிய அமெரிக்க நாட்டு அரசின் சின்னமாகவும், தேசியப் பறவையாகவும் இது போற்றப்படுகிறது.

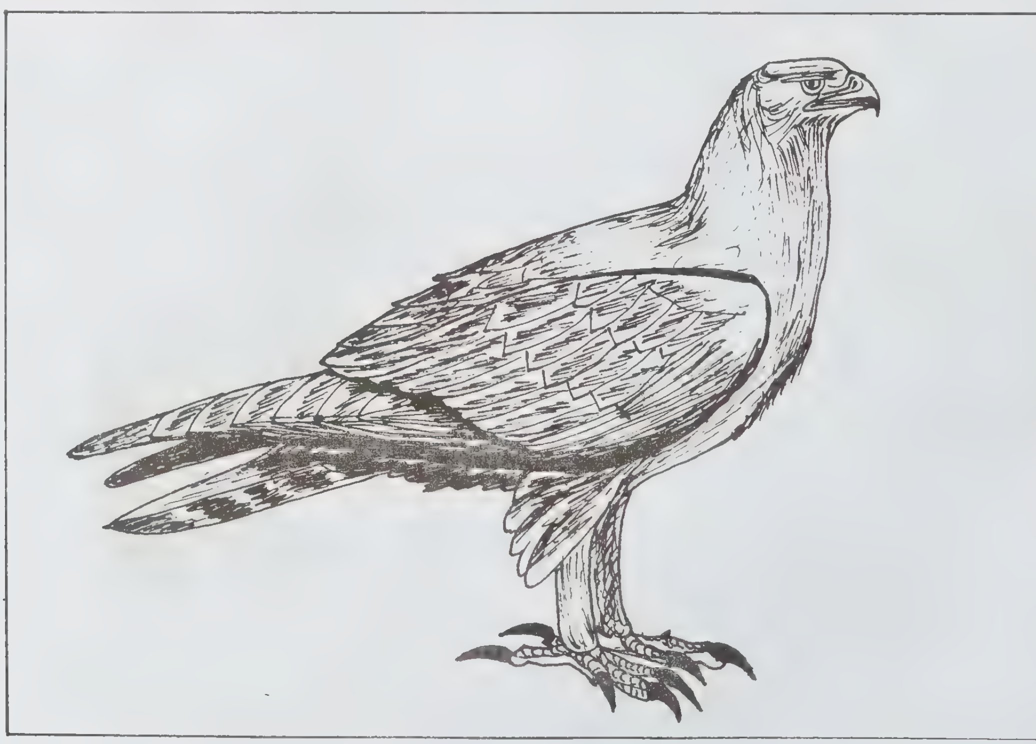
உணவுப்பழக்க வழக்க அடிப்படையில் பாம்பு தின்பவை, தேனடைகளில் நாட்டமுடையவை, நீரில் மீன்பிடிப்பவை பிற பறவைகளின் கூடுகளை வேட்டையாடுபவை, பிணம் தின்பவை என இவற் றைப் பாகுபடுத்தலாம். பெரும்பாலும் ஒரே முட்டை யிடும் இது இரண்டு முட்டை இடும்போது முட்டை களிடப்படும் கால இடைவெளியின் காரணமாக முதலில் இடப்படும் முட்டையிலிருந்து வெளிவரும் குஞ்சு இரண்டாம் முட்டையிலிருந்து வரும் குஞ்சைக் கொத்திக் கொன்றுவிட்டுத் தாய் தந்தை கொண்டு வரும் இரை முழுவதையும் தானே தின்று வளர்கிறது. கழுகு ஏறத்தாழ நாற்பது ஆண்டுகள் வரை உயிர் வாழும் எனினும் ஒருமுறை இணை சேர்ந்த ஆணும் பெண்ணும் தம்மில் ஒன்று இறக்கும் வரை வேறு துணையை நாடிச் செல்வதில்லை.

வெண் கழுகு

மலை சார்ந்த காடுகளிலும் பள்ளத்தாக்குகளிலும் அரிதாகக் காணப்படும் போனெல் கழுகை (*Hieraaetus fasciatus*) மக்கள் ராஜாளி என்றே கூறுகின்றனர். சற்று மெலிந்த தோற்றம் கொண்ட இது கருடனைவிடச் சற்றுப் பெரியது. வால் நீண்டிருக்கும். உடலின் மேற்பகுதி ஆழ்ந்த மஞ்சள் கலந்த பழுப்பு நிறமாக இருக்கும். கருங்கோடுகளோடு கூடிய வெள்ளை வயிறும் மார்பும், நீண்ட வாலும் பறக்கும்போது இதைப் பிற கழுகுகளிலிருந்து வேறுபடுத்தி அறிய உதவுகின்றன. தன் எடையைவிட மிகு எடையுள்ள இரைகளையும் துணிவாக அடித்துத் தூக்கிச் செல்லும். இரையைப் பற்றி எடுக்கும்போதே கூர்மையான நகங்களைப் பறவை அல்லது விலங்குகளின் உடலில் செலுத்திக் கொன்றுவிடும். கவுதாரி, காட்டுக்கோழி, பச்சைப்புறா, காகம் போன்ற பறவைகளையே இது வேட்டையாடும்.

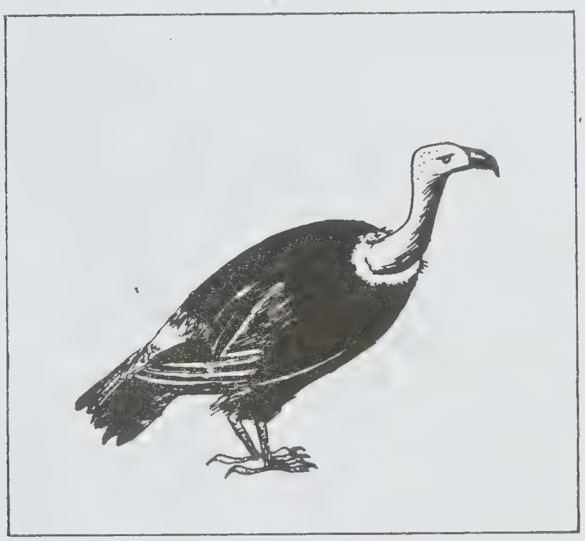
கூட்டமாக இராத் தங்கலுக்காகப் பறக்கும் காகம் புறா போன்ற பறவைகளுள் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுத்து இரண்டு கழுகுகள் கூட்டாகச் சேர்ந்து மாறிமாறித் துரத்திக் களைப்புறச் செய்து வேட்டையாடும் பழக்கமும் உண்டு. காடுகளில் உயரவளர்ந்துள்ள மரங்களிலும், மனிதர்கள் நெருங்க இயலாத பாறை இடுக்குகளிலும் கூடுகட்டி ஓரிரு முட்டைகளை இடும். தோற்றத்தில் போனல் கழுகை ஒத்த ஆனால், அளவில் சிறிய மற்றொரு ராஜாளிக்கழுகு (*H. Pennatus*) இறகு போர்த்த காலுடையது. கால் முழுதும் வளர்ந்துள்ள இறகுகளைக் கொண்டு இதைக் கள்ளப் பருந்திலிருந்து வேறுபடுத்தி அறியலாம். ஆணும் பெண்ணுமாக வட்டமடித்துப் பறந்து இரை தேடும். இது எலி, அணில், வானம்பாடி, கொண்டைக் குருவி போன்ற சிறு உயிர்களையே வேட்டையாடும். கோழிக்குஞ்சுகளையும் தூக்கிச் செல்லும். டிசம்பர் முடிய ஏப்ரல் வரையான பருவத்தில் மரங்களில் உயரக் கூடுகட்டிச் சிவப்புக் கறைகளோடு கூடிய வெள்ளை நிற முட்டைகள் இரண்டை இடும்.

இந்தியாவில் இமயமலையின் வடகிழக்குப் பகுதிகளிலும், மேற்குத் தொடர்ச்சிமலையில் வடக்கு மைசூர், கேரளம் ஆகிய பகுதிகளிலும், இலங்கையின் தென்பகுதியிலும் மட்டுமே காணப்படும். கருஞ்சிவப்பு வயிற்றுக் கழுகு (*Lophotriorchis Kienerii*) கொண்டையனைப் போலத் தலையில் கொண்டையோடு பறக்கும்போது கருஞ்சிவப்பு நிற வயிற்றைக்கொண்டு இதை அடையாளம் கண்டு கொள்ளலாம். வாலில் சாம்பல் நிறப்பட்டைகள் காணப்படும். மார்பு கருங்கோடுகளோடு கூடிய வெள்ளை நிறங்கொண்டது. வானில் இறக்கை அடித்தவாறு வட்டமிட்டு இரை தேடும். இது காட்டுக்கோழி, பச்சைப்புறா, அணில் முதலியவற்றை அடித்து உண்பதோடு, வளர்ப்புப் புறாக்கள், வீட்டில் வளர்க்கும் கோழிகளின் குஞ்சுகள் ஆகியவற்றையும் தூக்கிச் செல்லும். மரங்களில் உயரக் கூடு கட்டி டிசம்பர்-மார்ச் முடிய இனப்பெருக்கம் செய்யும். இது சிலசமயங்களில் இரண்டு கூடுகளைக் கட்டிக் கொண்டு அவற்றைப்



பருவத்திற்கு ஒன்றாக மாறிமாறிப் பயன்படுத்துவதும் உண்டு. ஆணும் பெண்ணும் அடைகாத்துக் குஞ்சுகளைப் பேணுவதில் பங்குகொள்கின்றன.

கள்ளப் பருந்தைவிடச் சற்றுப் பெரிய கரும் பழுப்புக் கழுகு (*Aquila rapex*) இந்தியத் துணைக் கண்டம் முழுதும் வறண்ட நிலஞ்சார்ந்த பகுதிகளில், கேரளம், அசாம் போன்ற மழைவளம்மிக்க மலைப் பகுதிகள் தவிர எங்கும் காணப்படும். மரங்களில் உயர அமர்ந்து கூர்ந்து நோக்கி இரைதேடும் இக் கழுகு இனங்கள், பிற பறவைகள் வேட்டையாடிப் பிடிக்கும் இரையைப் பிடுங்கித்தின்னும். ஊர்ப்புறங் களில் பிணந்தின்னிக் கழுகு, கருடன், காகம் ஆகிய வற்றோடு சேர்ந்து இறந்து கிடக்கும் உடல்களையும் தின்னக் காணலாம். இனப்பெருக்க காலமான நவம்பர் - ஏப்ரல் முடிய உள்ள பருவத்தில் உயரப் பறந்து பின் ‘கெக்...கெக்...கெக்...’ எனக் கத்தியபடி தலைகீழாகப் பாய்ந்து விளையாட்டு வேடிக்கை காட்டும். இது கருவேலம் முதலான மரங்களில் உயரக் கூடுகட்டி இரண்டு அல்லது மூன்று முட்டை களிடும். செம்புள்ளிகள் கொண்ட முட்டைகள் வெளிர் நிறத்தன.



கருங்கழுகு

தென்னிந்தியாவில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைப் பகுதிகளிலும், அதை ஒட்டிய பகுதிகளிலும் காணப் படும் கருங்கழுகு (*Ictinaetus malayensis*) கருடனை விடப் பெரியது. உயரப் பறக்கும்போது கறுத்த உடல்கொண்டது. இதன் அகன்ற இறக்கைகள் உடல் பட்டத்தைவிட மேல்நோக்கி விரிந்து V வடிவில் காணப்படும். உயர வளர்ந்துள்ள காட்டு மரங்களி டையே இணையாகப் பறந்து திரிந்து இரை தேடும். மரங்களில் கூடு வைத்துள்ள பிற பறவைகளின் முட்டைகள், குஞ்சுகள் ஆகியவற்றைக் கவர்ந்து செல்வதோடு சில சமயங்களில் கூட்டை முழுதுமாக அப்படியே கால்களால் பற்றி எடுத்துச் செல்லும். பிற ராஜாளிகளைப் போலத் தரையில் திரியும் சிறு உயிர்களையும் வேட்டையாடுவது உண்டு, எனினும் பறவைக் கூடுகளில் உள்ள முட்டைகளும் குஞ்சுகளுமே இதற்குப் பெரும்பாலும் உணவாகின்றன. நவம்பர்- மார்ச் முடிய இனப்பெருக்கம் செய்யும் இது செம் புள்ளிகளோடு கூடிய வெளிர்நிற முட்டை ஒன்றை மிக உயரமான மரங்களிடையே மறைவாகக் கட்டிய கூட்டில் இடுகின்றன.

- க. ரத்னம்

கழுகுத் திருக்கை

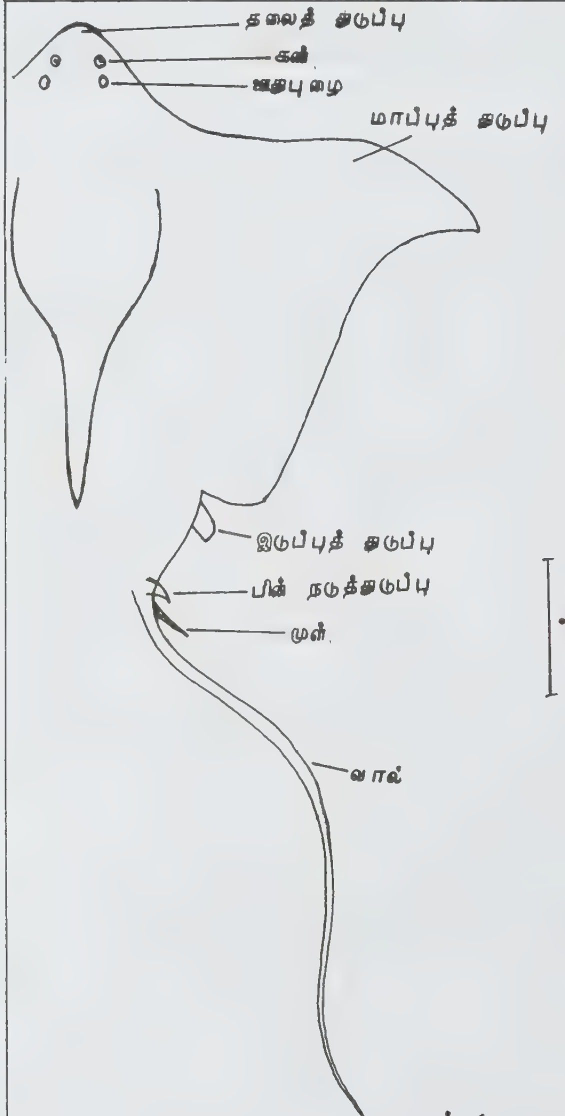
பறவை போல் விரிந்த உடலையும், உடலினின்று நீண்டு தனித்திருக்கும் தலையையும் பெற்றுப் பக்க வாட்டில் பார்ப்பதற்கு ஒரு கழுகைப்போல் தோன்றுவ தாலும், சிலவேளைகளில் நீரினின்று உயரே எழுந்து பறந்து, மீண்டும் நீரில் விழுவதாலும் திருக்கை மீன் கழுகுத் திருக்கை (eagle ray) என்று சிறப்பாகக் கூறப்படுகிறது. துருவப் பகுதிகளைத் தவிர அனைத்து வெப்ப, மிதவெப்பக் கடல்களில் காணப்படும் கொட்டுந்திருக்கைகள், (sting ray) வகையைச் சேர்ந்த இக்கழுகுத் திருக்கைகள் மைலியோபேட்டிடே குடும்பத்தில் மைலியோ பேட்டினே துணைக்குடும்பத்தைச் சார்ந்தவை. இதில் ஏட்டோபேட்டஸ், 'ஏட்டோமைலியஸ், மைலி யோபேடிஸ், டீரோமைலியஸ் எனும் நான்கு பேரினங் களில் அடங்கும் 24 சிற்றின வகைக் கழுகுத் திருக்கை கள் உள்ளன. இவை நூற்றுக்கும் மேற்பட்ட எண்ணிக்கையில் ஒரே நேரத்தில் கடல் பகுதியில் கூட்டம் கூட்டமாகத் தென்படும். வணிக நோக்கில் இக்கழுகுத் திருக்கைகள் மிகுதியாகப் பிடிக்கப்படு கின்றன.

ஏறக்குறைய 2.5 மீட்டர் அகலம் வரை வளரும் இக்கழுகுத்திருக்கையின் உடல் பகுதியைவிட வால் பகுதி மிக நீளமாகவும், சாட்டைபோல் நுனி நீண்டும், அடி பருத்தும் காணப்படும். வாலில் ஒரு முதுகுத் துடுப்பும், இரம்பப் பற்களைப்போல விளிம்பைக் கொண்ட நச்சு முள்களும் காணப்படும். இந்த நச்சு முள்களால் இவை மிகக் கடுமையான காயங்களை உண்டாக்கும் திறன் பெற்றவை. இம் மீனுக்கு வால்துடுப்பு இல்லை. தோல் துடுப்புகள் முகத்தின் நுனிவரை நீண்டிருக்கவில்லையெனினும் முன்முகத்தின் கீழே இவை இரண்டும் இணைந்து தலைத்துடுப்புகள் (cephalic fins) எனப்படும் தசை

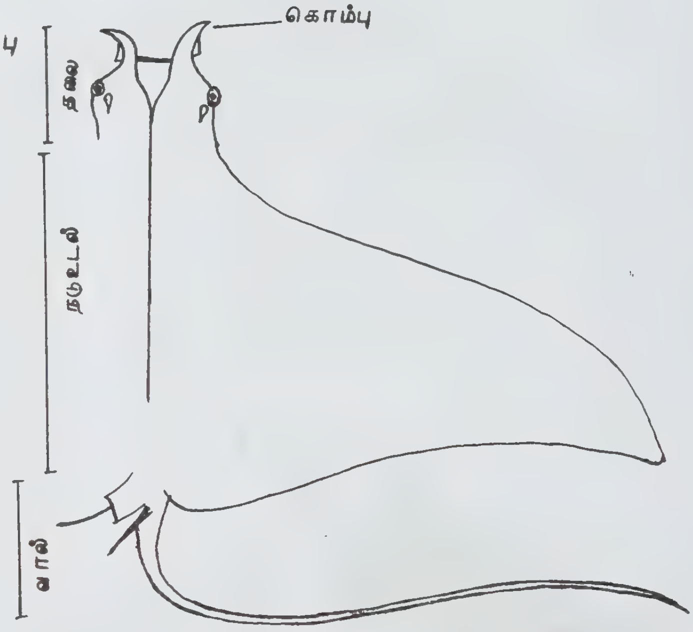
மடிப்புகளாக அமைகின்றன. தலை நீண்டிருப்பதால். கண்களும், மூக்குத்துளைகளும், தலையின் பக்கத்தில் அமைந்துள்ளன. செவுள் துளைகள், கண்களின் பின்னால் ஏறக்குறைய கண்களின் நீளத்திற்குக் காணப்படுகின்றன.

தலையின் கீழ்ப்புறத்தில் அமைந்துள்ள அகன்ற வாய்ப்பகுதியில் ஒன்று முதல் ஏழு வரிசைகளில் தட்டையான, நாற்கோண அமைப்புப் பெற்ற பற்கள் தளவரிசைபோல் காணப்படுகின்றன. உணவை நொறுக்கி அரைத்து உண்ணுவதற்கேற்றவகையில் அமைந்த பற்களால் இம்மீன்கள் மிகக் கடினமான ஓடுகளைக் கொண்ட கிளிஞ்சல்கள், சிப்பி, ஆளி நண்டு, இறால் போன்ற கடலின் தரைப் பரப்பில் காணப்படும் உயிரினங்களை வேட்டையாடி உண்ணுகின்றன. முத்துச்சிப்பி, கிளிஞ்சல் போன்ற வற்றை வணிகநோக்கில் வளர்ப்பவர்களுக்கு இத்திருக்கை பேரிழப்பை உண்டாக்கி விடுகிறது.

வழவழப்பு மிக்க, செதில்களற்ற தோலைக் கொண்ட இத்திருக்கை மீன்களின் வண்ணங்கள், அவற்றின் பேரின வகைகளுக்கு ஏற்ப வேறுபடும். ஏறக்குறைய 2.35 மீட்டர் நீளமும், 225 கி.கி. எடையும் கொண்ட ஏட்டோபேட்டஸ் நரிநரி



படம். 1. மைலியோபேடினே சார்ந்த கழுகுத் திருக்கை



படம். 2. டைசெரோபேடினே சார்ந்த கழுகுத் திருக்கை

(*Aetobatus narinari*) எனும் பெரிய கழுகுத்திருக்கை மஞ்சள் வண்ணப்புள்ளிகளைக் கொண்டிருப்பதால் புள்ளிக்கழுகுத்திருக்கை (spotted eagle ray) எனப்படுகிறது. மேலும் அட்லாண்டிக் கடல் பகுதியில் வசிக்கும் கழுகுத் திருக்கைகள் வெப்பக் காலத்தில் கடல் நீர் சூடாகும்போது, அவ்விடத்திலிருந்து வெளியேறிப் பின்னர் தகுந்த பருவக் காலங்களில் மீண்டும் அங்கு கூடுகின்றன.

திருக்கை மீன்கள் தம் வலிய தோள் துடுப்புகளின் அசைவால் மிகவேகமாக நீந்தும் திறன் அழகாகத் தோன்றும். இவ்வகை மீன்கள் ஆழமற்ற கடலோரப் பகுதிகளிலேயே மிகுதியும் காணப்படுகின்றன என்றாலும் ஆழ்கடல்களிலும் இரைதேடிச் செல்லும். பெரும்பாலும் கடலின் மேற்பரப்பில் நீந்தித் திரியும் இத்திருக்கைகள் சிலவேளைகளில் நீரிலிருந்து மேல் எழுந்து காற்றில் சறுக்கிச் சென்று மீண்டும் நீரிலேயே மிகு ஒலியுடன் விழுவதைக் கடல்பரப்பில் காணலாம். இவ்வாறு இவை நீரிலிருந்து மேலே எழுந்து பறப்பதற்குரிய சரியான காரணம் என்னவென்று கண்டறியப் படவில்லையெனினும், தன் உடலில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் ஒட்டுண்ணி போன்றவற்றை உதறித் தள்ளவே இவ்வாறு பறந்து நீரில் விழுவதாகச் சில ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன.

மேலும், இம்மீன்கள் பிற மீன்களைப்போல் முட்டை இடுவதில்லை; முட்டை உள்ளேயே வளர்ந்து குஞ்சுகளே வருகின்றன. இதன் இனங்களைப் பொறுத்து மீன்குஞ்சுகளின் எண்ணிக்கையும் இதன் சூல் காலமும் வேறுபடுகின்றன. 2 - 10 வரை மீன் குஞ்சுகளை ஈனும் இத்திருக்கையின் சூல்காலம் ஓர் ஆண்டு வரை எனக் கூறப்படுகிறது பிற மீன்களைப் போலவே திருக்கை மீன்களின் புலால் உணவாகவும், கருவாடாகவும் பயன்படுத்தப்படுவதுடன், இதன் தோல் முரசின், தோலாகவும், கத்தி உறையாகவும் பயன்படுகிறது. இதன் வால், கொடிய சாட்டை போன்ற ஆயுதமாகப் பயன்படுகிறது. இதன் கல்லீரல் எண்ணெய் உயர்நத வைட்டமின் நிறைந்த மருந்துப் பொருளாகும். இம்மீன்களைப் பிடிப்பது கடினமான பணியாக இருப்பினும், புதிய மீன்பிடி கருவிகளைப் பயன்படுத்தி இத்திருக்கைகளைப் பிடித்து வருகின்றனர்.

- ச. பரிமளா

கழுத்து

தலைப்பகுதியை உடல் பகுதியினுடன் இணைக்கும் பகுதி கழுத்து எனப்படும். இது ஏழு முள் எலும்புகளால் ஆனது. இதன் வழியே தண்டுவடம் மூளையிலிருந்து உடலுக்குச் செல்லுகிறது. கழுத்து முள் எலும்புகளைச் சுற்றி பல்வேறு தசைகள் கழுத்தை அசைக்கவும் எத்திசையிலும் திருப்பவும் உதவுகின்றன. கழுத்தின் முன்புறத்தில் முள் எலும்பை அடுத்து உணவுக்குழலும் அதற்குமுன் மூச்சுக் குழலும் மார்புக்குள் இறங்குகின்றன. மூச்சுக்குழலின் மேற்புறம் தைராய்டு சுரப்பி ஒரு பட்டாம்பூச்சி போல் அமைந்துள்ளது. கழுத்தின் இருபுறமும் தண்டுவடத்திலிருந்து வரும் முக்கிய நரம்புகள் புயநரம்புப் பின்னலாக (brachial plexus) வெளிவந்து கைகளை அடைகின்றன.

பெருந்தமனியிலிருந்து மூளைக்குச் செல்லும் இரு முக்கியமான கழுத்துத் தமனிகள் மேல் நோக்கி மண்டை ஓட்டுள் நுழைகின்றன. மூளை, முகம், தலை போன்ற பகுதியிலிருந்து வரும் சிரைகள் இணைந்து உள்ளும் புறமும் உள்கழுத்துச் சிரைகளாக மேற் பெருஞ்சிரையில் வந்து முடிகின்றன. எண்ணிலடங்கா நிணநீர்க் கணுக்கள் தாடையின் கீழும் கழுத்தின் இருபக்கமும் ஸ்டெர்னோமாஸ்டாய்டு (sternomastoid) தசையின் கீழும் தோலின் கீழுமாகக் காணப்படும்.

முள் எலும்பின் தேய்வாலும் நழுவலாலும் தண்டுவடம் நசுங்க, நாலங்கவாதம், கழுத்தில் வலி, வர ஏதுவாகும். நிணநீர்க் கணுக்களில் காசநோய் மற்றும் புற்றுக் கட்டிகள் முதல் அல்லது இரண்டாம் நிலைத் தாக்கத்தை உண்டாக்க அவை வீர்த்துக் காணப்படும். தைராய்டு சுரப்பு வீர்ப்பு, கழுத்துத் தமனியில் இரத்தக்குடா என்பவை கழுத்தில் வீக்கத்தை உண்டாக்கும். கழுத்தில் ஏற்படும் காயங்கள் இம்முக்கிய உறுப்புகளைச் சேதப்படுத்தலாம். உடனடியாக ஆய்வும் அறுவையும் செய்தல் வேண்டும். மூச்சுக் குழல் அடைப்பு நோயில் மூச்சுக் குழலில் துளையிட்டு மாற்றுப்பாதையும் உண்டாக்கலாம்.

- மா.ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கழுத்துத் தமனி இரத்தக் குடா

பெருந்தமனி மற்றும் வயிற்றுப்பகுதி பெருந்தமனியில் இரத்தக்குடா மிகுதியாகக் காணப்பட்டாலும் புறத் தமனிகளிலும் இத்தாக்கம் ஏற்படலாம். கழுத்துத் தமனியில் காணப்படும் இரத்தக்குடா நாற்பது வயதுக்கு மேற்பட்டவர்களிடம் பொதுவாக அதிரோஸ்கிளிரோஸினால் (atherosclerosis) உண்டாகிறது. நலிவுடன் தோன்றும் தமனி அழற்சி, தொற்று, சிபிலிஸ் போன்ற பால்நோய்த் தாக்கம், காயங்கள் இவற்றால் இரத்தக்குடா இத்தமனியில் தோன்றலாம். இது பொதுக்கழுத்துத் தமனியின் உள், வெளிக்கழுத்துத் தமனி பிரியும் இடத்திலும்,

உள்கழுத்துத் தமனியிலும், வெளிக் கழுத்துத் தமனியிலும், உண்டாகலாம்.

இரத்த அழுத்தம் கூடும்போது, அதிரோஸ்கிலிரோசிஸ் தாக்கத்தால் கழுத்து, பெயரற்ற (innominate) தமனி நீண்டு, வளைந்து, சுருண்டு காணப்படும். இதனால் தமனி S போன்ற வளைவுடன் இரத்தக்குடா போல் தோற்றமளிக்கும். இதைப் பிரித்து உணர்வது இன்றியமையாதது. பொதுக் கழுத்துத் தமனி பிரியும் இடத்தில் உண்டாகும் கட்டிகள் குருதிக்குடா போலவே தோற்றமளிக்கும். நோயாளி மூச்சை உள்ளிழுத்து, நிறுத்திப் பிடிக்க மடங்கிய கழுத்துத் தமனியில் துடிப்புக் குறையும் என்றாலும் இரத்தக் குடாவில் மாற்றம் காணப் படுவதில்லை.

அறிகுறிகள். கழுத்துத் தமனி உள்ள இடத்தில் துடிப்புடன் கூடிய மென்மையான கட்டியின் ஒவ்வொரு துடிப்பும் விரிவதால், இத்துடிப்பைக் கண்ணால் காணவும் கையால் தொட்டு உணரவும் முடியும். இக்கட்டிக்குக் கீழ்ப்புறத்தில் அழுத்தி இரத்த ஓட்டத்தைக் குறைக்க, கட்டியில் துடிப்பு மறைவதுடன் அளவும் குறையும். இந்த இரத்தக் குடாவுள் இரத்தம் உறைந்து கால்சியம் படிவதால் துடிப்புக் குறைவாகவும் தொடும்போது கடினமாகவும் தோன்றும். அரிதாக இந்த இரத்தக் குடாவின் பரிவு நரம்பைக் கழுத்தில் அழுத்துவதால் ஹார்னரின் கூட்டியம் (Horner's syndrome) தோன்றும். அதாவது முகத்தில் தாக்கமுற்ற பகுதியில் வியர்வையின்மை, கருவிழிச் சுருக்கம் முதலியவை காணப்படும்.

தமனி இரத்தக்குடா அடுத்துள்ள முக்கியமான உறுப்புகளை அழுத்த எடுத்துக்காட்டாகப் புய நரம்புத் தொகுப்பை (*bracheal plevus*) அழுத்த கை, தோள்பட்டைகளில் வலியும், உணவுக்குழல் அழுத்தப் பட்ட விழுங்குதலில் கடினமும் உண்டாகும். கைகளாலும் செவியாலும் இந்த இரத்தக் குடாவில் ஏற்படும் புரு புரு ஒலியைக் கேட்டுணரலாம்.

தமனி இரத்தம் குடாவில் ஏற்படும் மாற்றங்கள். அளவில் பெரியதாகவும் துடிப்புடனும் காணப்படும் இரத்தக் குடாவுள் இரத்தம் உறைய வாய்ப்புண்டு. இதன் சுவரில் கால்சியம் படிய, அரிதாக வெடித்து மரணமும் நேரலாம். இரத்தம் உறைதல் ஏற்பட்ட இரத்தக் குடாவில் நாட்பட இரத்த ஓட்டம் நடைபெறப் புதிய வழி ஒன்றும் அரிதாக உண்டாக்கப் படலாம்.

மருத்துவம். இரத்தக் குடாக்கள், தக்கையுரு (emboli) அல்லது சிறு சிறு இரத்தக் குழாயால் உண்டாகும் இரத்தக் கட்டிகள் (thrombosis) உள்ளுறை படிமம் மூளையில் அடைப்பு நோய் உண்டாக்கி வாத நோய் உண்டாக்குவதாலும், வெடித்து மரணத்தை உண்டாக்கக்கூடிய வாய்ப்பு இருப்பதாலும், உடனடியாக அறுவை மூலம் தாக்கமுற்ற பகுதியை வெட்டி எடுத்துவிட்டு ஒட்டு உறுப்பு அறுவை மருத்துவம் செய்யலாம். செயற்கை இழை கொண்டு பின்னிய குழாய்கள், டெக்ரான், டெஃப்லான் போன்ற பொருள்களால் உண்டாக்கிய குழாய்களையும் பயன்படுத்தலாம். இவ்வறுவை மருத்துவம் செய்யப்படும்போது மூளை பாதிக்கப்படா வண்ணம் நோயாளியின் வெப்பநிலையை மிகக்குறைந்த அளவிற்குக் கொண்டு வருவதன் மூலம் அல்லது இரத்த ஓட்டத்திற்கு மாற்று வழி செய்வதன் மூலம் அறுவை செய்யலாம்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கழுத்துத் தமனித் தடங்கல் நோய்

மூளை தொடர்ந்து வேலை செய்ய குளுக்கோஸ், ஆக்சிஜன் ஆகியவை தொடர்ந்து இரத்தம் மூலம் கிடைக்க வேண்டும். இரத்த ஓட்டத்தில் ஏற்படும் தடை காட்டாக, குறை இரத்த அழுத்தம், இரத்தக் குழாய்களில் ஏற்படும் தடை போன்றவை சுற்றுப்புற அழுத்தம், இரத்தத்தின் அடர்த்தி போன்றவற்றைப் பொறுத்தே அமையும். இவற்றில் ஏதாவது ஒன்றில் ஏற்படும் மாற்றத்தை மற்றொன்று இயல்பாகவே ஈடு செய்துவிடும். ஆனால் இரத்தக் குழாய் அடைப்பு நோய்களில் ஏதாவது ஒன்று மூளைக்கு இரத்த ஓட்டத்தைக் குறைப்பதுடன், மூளையில் இரத்த ஓட்டத் தடையால் சிதைவும் உண்டாகலாம்.

பொதுவாகக் கழுத்துத் தமனியில் தடங்கல் நோய் உண்டாக அதிரோஸ்கிலிரோஸிஸ் (atheroscleroses) காரணம் ஆகும். இந்நோயில் இரத்தக் குழாயுள் ஒரு வகைக் கொழுப்புப்பொருள், மாவுப் பொருள் போன்றவை படிவதால் தமனியின் உட்சுற்றளவு குறைந்து இரத்த ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படும். இதனால் தக்கையுரு (embolism) தமனி இவற்றில் இரத்தம் உறைதல் ஏற்பட ஏதுவாகும். மூளைக்குச் செல்லும் இரத்த ஓட்டமும் குறையத் தொடங்கும்.

அறிகுறிகள். கழுத்துத் தமனித் தடங்கல் நோயில், தடையின் தன்மையைப் பொறுத்து நோய்க் குறிகள் மாறும். எதிர்பாராமல் தோன்றும் நிலையில்லா மயக்கம், கண் இருண்டு போதல், சில நிமிடங்களுக்குத் தன் நினைவு அற்றுப்போதல் முதலியவை தொடக்கநிலைக் குறிகளாகும். முகத்தின் ஒரு பக்கம் கைகால் இவற்றின் தற்காலிகமான தொய்வும், மதமதப்பும் தோன்றும். இடப்பக்கக் கழுத்துத் தமனித் தடை தற்காலிகமாகப் பேச்சின்மையை

உண்டாக்குவதோடு கண் பார்வையையும் தாக்கும். இதை அமரோசிஸ் ஃபியூகாக்ஸ் (amaurosis fugax). என்றும் கூறுவர். இவ்வாறு நோய்க் குறிகள் தோன்றும்போதே கழுத்துத் தமனியைத் தொட்டு நாடித் துடிப்பை ஆய்ந்தால் தாக்கமுற்ற தமனியில் துடிப்பின் குறைவு புலப்படும்.

கண் விழித் தமனியில் அழுத்தம் குறைவ தோடு, தக்கையுரு (emboli) அல்லது சிறு சிறு இரத்தக் கட்டிகள், விழித்திரையின் சிறு தமனியில் அடைப்பை உண்டாக்குவதையும் விழி அக நோக்கி (*ophthalmoscope*) மூலம் காணலாம். தாக்க மடைந்த கழுத்துத் தமனியிலும் விழிக்கோளத்திலும் ஒருவகைப் புரு புரு ஒலி (*Bruits*) கேட்கும். அரிதாக மற்ற கழுத்துத் தமனியிலும் கேட்கலாம். தமனியின் சுற்றளவு குறைவதால் வேகமாகச் செல்லும் இரத்த ஓட்டம் குறுகிய பாதையில் செல்லும்போது இந்த ஒலி உண்டாகிறது. அதிரோஸ்கிவிரோசிஸினால் உண்டாகும் தடங்களில் பொதுவாக இதயம் சுருங்கும் போது ஒலி கேட்கும். குழாய் மிகுதியாகத் தாக்க முற்றுச் சுருங்கும்போதும் இதயம் விரியும் போதும் ஒலி கேட்கும். முற்றிலும் தடைப்பட்ட தமனியில் ஒலி கேட்பதில்லை.

அரிதாக ஒலி கேட்கும் தமனியை எக்ஸ் கதிர் வரைபடம் எடுத்து நோக்கும்போது தடை எதுவும் இல்லாமலிருக்கும். அப்போது இதயத்தில் உள்ள வால்வுகளில் குறைபாடுள்ளதா என்று ஆய்ந்தறிய வேண்டும். மெதுவாகத் தொடர்ந்து கேட்கும் சிரை களில் உண்டாகும் ஒலியை வேறுபடுத்தி உணர்வது இன்றியமையாதது.

கழுத்துத் தமனித்தடையால் உண்டாகும் சிக்கல்கள். தொடக்க நிலையில் தற்காலிகமாகத் தோன்றும் இரத்த ஓட்டத் தடை மூளையின் வேலையைத் தாக்கு வதால் தன் நினைவில் மாற்றம் தோன்றும். இரத்த ஓட்டம் குறையக்குறைய, மூளையில் இரத்த ஓட்டத் தடையால் வரும் நலிவு, பக்கவாதம் போன்ற நலக் கேட்டையும் உண்டாக்கும்.

மருத்துவம். தற்காலிகமான இரத்த ஓட்டத் தடையை நீக்குதல், நாட்பட்ட தடையால் மூளைப் பாதிப்பு, முழுத்தடையால் மூளை நசிவு, வாதம் ஆகியவை உண்டாகாமல் பாதுகாத்தல், வாதம் வந் தோருக்கு இயற்கைப் பயிற்சி மருத்துவம் கொடுத்தல் என்பவை, கழுத்துத் தமனித் தடங்கல் நோயில் பொதுவாகக் கவனிக்க வேண்டியவையாகும்.

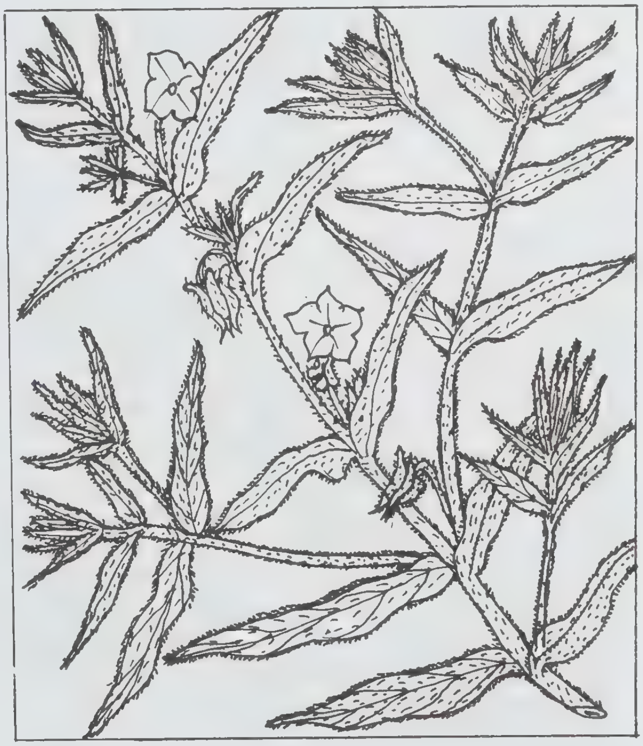
மருத்துவமாக ஆஸ்ஃபிரின், சல்ஃபின்பைரசோன் மற்றும் தட்டை அணுக்கள் ஒட்டாவண்ணம் (reducing platelet aggregate) டைபைரிடமோல் கொடுக் கலாம். தமனியினுள் இரத்தம் உறைதலைத் தடுக்க ஹெப்பாரின் மருந்து பயன்படும்.

அறுவை மருத்துவம். தடங்கல்தோன்றியதமனியை எக்ஸ் கதிர் வரைபடம் கொண்டு தாக்கமுற்ற பகுதி எவ்வளவு பாதிக்கப்பட்டுள்ளது என்று உறுதி செய்த பிறகு அறுவை மூலம், தமனியைப் பிளந்து உட் சுவருடன் ஒட்டிய அத்தெரோமா என்னும் உறை படலங்களைக் களைந்தபிறகு தமனியில் உள்ள பிளந்த காயத்தைச் சிரையின் பகுதி கொண்டு தைத்து விடலாம். மாறாகத் தமனியில் உண்டாக்கிய துளை சிறியதாக இருந்தால் நேரடியாகத் தையலிட்டும் மூடலாம். அரிதாக மாற்றுப்பாதை அறுவை மூலம் தாக்கமுற்ற பகுதியைத் தவிர்த்து, மாற்றுக் குழாய் அல்லது சிரை இணைக்கப்படும் அறுவை செய்யலாம்.

- மா. ஜெ. ஃபிரெடரிக் ஜோசப்

கழுதைத் தும்பை

இதன் தாவரவியல் பெயர் ட்ரைகோடெஸ்மா இண்டிகம் (*Trichodesma indicum*) என்பதாகும்.



கழுதைத் தும்பை

பொராகோ இண்டிகா (*Borago indica*) என்பது இதன் பழைய பெயராகும். இது போராஜினேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடி. இச்செடிகளை இந்தியச் சமவெளி, பலுசிஸ்தான், ஸ்ரீலங்கா, மொரிஷியஸ், ஆஃப்கானிஸ்தான், பெர்ஷியா ஆகிய நாடுகளில் காணலாம். கவிழ்தும்பை என்னும் பெயரே காலப் போக்கில் கழுதைத்தும்பை ஆயிற்று என்பார்.

செடி. கழுதைத்தும்பை, நேராக வளரும் ஒரு பருவச் செடியாக நன்கு கிளைத்து வளரும். செடி முழுதும் மயிரடர்ந்து 15-45 செ.மீ. உயரம் வளரும். இலைகள் 3- 8-10 செ. மீ. 0. 6-5 செ. மீ. அளவுடையவை. இலை காம்பற்று முட்டைவடிவம் அல்லது நீள் முட்டை வடிவமானது. இலை நுனி மழுங்கியோ சற்றுக் கூராகவோ இருக்கும். பூக்கள் செங்கரு நீல நிறமானவை. இவை இலைக்கெதிராகத் தனித்தனியாக இருக்கும். செடி நுனியில் சில பூக்கள் சைம் மஞ்சரியாக இருக்கும். பூக்காம்பு 6-13மி.மீ. நீளமுடையது. புல்லிவட்டம் 11மி.மீ. நீளமுடையது.

இலை மற்றும் புல்லிகளின் மீது நீளமான மயிர் இருக்கும். அல்லிவட்டம் 1.3செ.மீ. நீளமானது. அல்லிவட்டக் குழல் 6மி.மீ. நீளமாயிருக்கும். இதில் ஒவ்வொரு கதுப்பும் 3-4மி.மீ நீளமிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் அல்லிவட்டக் குழலில் தோன்றும், சூல்பை (ovary) முட்டை வடிவிலிருக்கும். சூல்தண்டு 6மி.மீ. நீளத்தில் பளபளப்பாக இருக்கும். காய்கள் பிரமிடுகள் வடிவிலிருக்கும். பழுத்த காய்கள் நீலம் கலந்த வெள்ளை நிறமாகவோ, வெள்ளை நிறமாகவோ இருக்கும்.

பயன்கள். கழுதைத் தும்பை மருந்தாகப் பயன்படுகிறது. இது சிறுநீரைப் பெருக்கும்; இரத்தத்தைத் தூய்மை செய்யும். புதிய இலைகளிலிருந்து சாறு தயார் செய்து புண்களைக் கழுவ, அவை விரைவில் ஆறும். இலையைத் தேன் விட்டு வதக்கி நீர் சேர்த்துச் சாறு தயாரித்து அருந்தி வரப் பெரும்பாடு நீங்கும். இலைகளைத் தூய்மை செய்து அரைத்து ஆமணக்கு எண்ணெயுடன் கிளறி அரையாப்புக் கட்டிக்கு வைத்துக் கட்டினால் நலம் பெறலாம். இச்செடியை எடுத்துக் கல், மண் போக்கி ஒரு கைப்பிடியளவு பொடித்து ஒரு லிட்டர் நீர்விட்டு கஷாயம் செய்து காலை மாலை 125 மில்லி வீதம் கொடுத்துவர அரையாப்புக் கட்டி, வாதநோய், இரத்தமும் சீதமும் கலந்து வெளிவரும் கடுப்பு முதலிய நோய்கள் நீங்கும். இறந்த கருவை (dead foetus) வெளிவரச் செய்யும் மருந்துக் குணம் இச்செடிக்கு உண்டு. இதன் வேரைத் தனித்தெடுத்து நசுக்கி அரைத்துப் பசையாக்கி வீக்கங்களுக்கும் மூட்டு வீக்கங்களுக்கும் தடவிவர நலமாகும். காய்ச்சலைக் குணமாக்கும் தன்மையும் இச்செடிக்கு உண்டு. இதன் இலைகளுக்குப் பாம்பின் நஞ்சை முறிக்கும் குணமுண்டு என ஒரு சாராரும் இச்செடிக்கு அத்தகைய குணமில்லை என வேறுசாராரும் குறிப்பிடுகின்றனர்.

- கோ. அர்ச்சுனன்

கழுதைப்புலி

கனத்த உடலையும், கூரிய பெரிய காதுகளையும் அடர்ந்து வளர்ந்துள்ள பிடரி மயிரையும் பெற்றுள்ள கழுதைப்புலிகள் புறத் தோற்றத்தில் நாயை ஒத்துள்ளன. இரவில் திரியும் இவை திறந்தவெளிக் காடுகளிலும், பாலை நிலங்களிலும் வாழ்ந்து, இறந்து கிடக்கும் விலங்குகளையோ, அவற்றின் எலும்புகளையோ உண்டு சுற்றுப்புறத்தைத் தூய்மைப்படுத்துகின்றன. உயரமான முன் கால்களையும் சரிந்து தாழ்ந்துள்ள பின்பகுதியையும் கொண்டுள்ளன. ஆண்கழுதைப்புலியில் இரு விந்தகங்களும் இரு மடிப்புள்ள விந்தகப் பைக்குள் உள்ளன. பெண் விலங்கின் புணர்ச்சி உறுப்பு இரண்டு கழுதைப்புலி இனங்களிலும் வெவ்வேறு அமைப்பில் காணப்படுகிறது. இரண்டு குட்டிகள் முதல் நான்கு குட்டிகள் வரை ஈன்றெடுக்கும் இவற்றின் பேறு காலம் ஏழு மாதங்களென்றும், ஆயுள் காலம் பதினாறு ஆண்டுகளென்றும் கணக்கிட்டுள்ளனர். குட்டையான மீசை மயிரும், குதத்தைச் சுற்றிச் சுரப்பிகளும், எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும் உள்ளன.

மனிதரைக் கண்டு அஞ்சும் பண்புடைய கழுதைப் புலிகள் பிற விலங்கினங்களால் தாக்கப்படும்போது இறந்தவை போல் நடித்துத் தப்புகின்றன. வரித்தோல் கழுதைப் புலிகள் ஆஃப்பிரிக்காவிலும், இந்தியாவிலும், பழுப்புத்தோல் கழுதைப் புலிகள் ஆஃப்பிரிக்காவிலும் காணப்படுகின்றன. பொதுவான புறத்தோற்றத்திலும், கால்கள், பாதங்கள் ஆகியவற்றின் வடிவமைப்பிலும் கழுதைப்புலிகள் நாயின் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால், அவற்றின் மண்டை ஓட்டு அமைப்பும், பற்களின் வடிவமும், அமைப்பும் பூனைக் குடும்பத்தைப் போன்றுள்ளன.

கழுதைப் புலியின் கனத்த உடல் அகன்ற தலையைச் சுமந்துள்ளது. கூர்மையான பெரிய காதுகளில் மிகுதியான மேடுகள் காணப்படுகின்றன. பெரிய கழுதைப்புலிகளில் மட்டுமே பிடரி மயிர் காணப்படும் கீழ்நோக்கிச் சரிந்து தொங்கிய நிலையில் அமைந்துள்ள உடலின் பின்பகுதியைப் பின்புறக் குட்டைக் கால்கள் தாங்கியுள்ளன. சிறுத்த பருமனுள்ள முன்கால்கள் இரண்டும் உயரமாகவும் உறுதியாகவும் அமைந்துள்ளன.

பாதங்களால் தரையைத் தொடாமல் விரல்களால் மட்டுமே தரையைத் தொட்டு நடக்கின்றன. ஒவ்வொரு பாதத்திலும் அமைந்துள்ள நான்கு விரல

களிலும் கூர்மையற்ற, சிறிய நகங்கள் உள்ளன. உள்ளிழுத்துக் கொள்ள முடியாதவாறு நகங்கள் விரல்களுடன் மட்டுமே தரையைத் தொட்டு நடக்கின்றன. ஒவ்வொரு பாதத்திலும் அமைந்துள்ள நான்கு விரல்களிலும் கூர்மையற்ற சிறிய நகங்கள் உள்ளன. உள்ளிழுக்க முடியாதவாறு நகங்கள் விரல்களுடன் இறுகப் பொருந்தியுள்ளன. விரல்களைச் சமச் சீரான இணைகளாகப் பிரிக்கின்ற சவ்வாலான உறை ஒன்று பாதத் திண்டு வரை பரவியுள்ளது. விரல் சவ்வு வெளியில் தெரியாவண்ணம் அடர்ந்த மயிர் மறைத்துள்ளது. பாதத் திண்டு விரியும் தன்மையுடையது. கழுதைப்புலியின் பொதுவான புறத் தோற்றம் அவை வேட்டையாடி இரையை உண்ணும் வகையைச் சேர்ந்தவையல்ல என்பதையே காட்டுகிறது. முகத்தில் கொத்தாக மீசை மயிர் அமைந்துள்ளது.

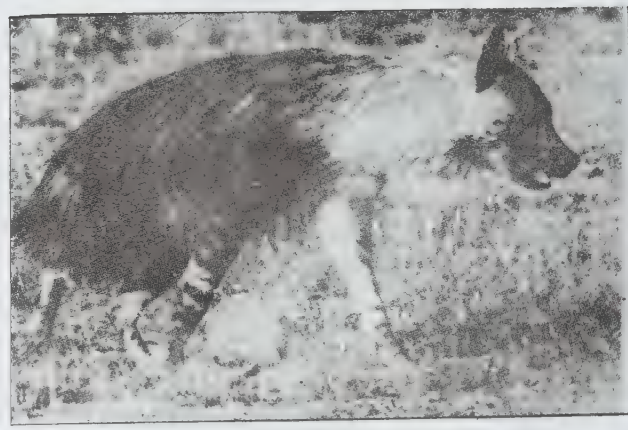
ஆண் கழுதைப் புலிகள் மூன்றடி உயரமும், ஐந்தடி நீளமும், 38.5 கி.கிராம் எடையும் கொண்டவை. பெண் கழுதைப்புலிகள் 2.5 அடி உயரமும், ஐந்தடி நீளமும், 34.5 கி.கிராம் உடல் எடையும் கொண்டவை. பெண் வரித்தோல் கழுதைப்புலிக்கு இயல்பான புணர்ச்சி உறுப்பு அமைந்திருக்க, புள்ளித் தோல் கழுதைப்புலியின் புணர்ச்சி உறுப்பு ஆணின் புணர்ச்சியுறுப்புப்போல் நீளமாக அமைந்துள்ளது. கபாலத்தில் வலிமையான தாடைகளும், பற்களும் அமைந்துள்ளன. செயலடிப்படையில் பற்கள் சிறப்பாக வடிவப் பொருத்தம் பெற்றுள்ளன. மூன்று கடைவாய்ப் பற்களில் முதலிரண்டு கடைவாய்ப் பற்களும் கூம்பு வடிவத்திலும், மூன்றாம் கடைவாய்ப் பல் படுக்கை அமைப்பில் கூர்மையாகவும் அமைந்துள்ளன. இரையைக் கொன்று உண்ணும் இறைச்சி உண்ணிகளின் கோரைப் பற்கள் கூர்மையாகவும், வலிமையாகவும் காணப்படுகின்றன. ஆனால், கழுதைப்புலியின் கோரைப் பற்களோ வடிவில் சிறியவையாகவும், வலிவற்றவையாகவும் அமைந்துள்ளன.

கழுதைப் புலிகள் இறந்து கிடக்கும் விலங்குகளை உண்டு வாழ்பவை. உணவைத் தேடிப் பெறுவதற்குப்

கழுதைப்புலி இறந்துகிடக்கும் விலங்கை உண்கிறது

பார்வைப் புலனும், செவிப்புலனும் அவற்றிற்கு எவ்வகையிலும் உதவவில்லை. உணவைப் பெறு வதற்கு நுகர்ச்சிப் புலனே முதன்மையாக உதவு கிறது. உணவின் தன்மையைப் புலனறிவதற்குப் பூனைகளுக்கும், புனுகுப் பூனைகளுக்கும் பெரிய மீசை மயிர் பெரிதும் பயன்படுகிறது. கழுதைப் புலி களின் மீசை மயிர் அவ்வாறு பயன்படுவதில்லை. எனவே, அவை பெரும்பாலும் இறந்த விலங்கு களையும், புலி, சிறுத்தை ஆகிய விலங்குகள் உண்ணாமல் விட்டுச் சென்றுள்ள தசைகளையும், எலும்புகளையுமே உண்டு உயிர் வாழ்கின்றன. அதிலும் கழுதைப் புலிகளுக்கு முழு உரிமை இல்லை. பிணந்தின்னிக் கழுகுகளும், குள்ள நரிகளும் போட்டிக்கு வந்துவிடுகின்றன. அவை விட்டுச் செல்கின்ற கடினமான தசைப் பகுதிகளும், எலும்பு களுமே கழுதைப் புலிகளுக்குக் கிடைக்கின்றன. எலும்புகளைக் கடித்து, நொறுக்கியுண்பதற்கேற்ற வாறு வலிமையான தாடைகளும், பற்களும் அமைந்துள்ளன. வலிமையான தசைநாண்கள் தாடை களை மண்டை ஓட்டுடன் இணைத்துள்ளன. பெரிய, வலிமையான வடிவம் பெற்றுள்ள கடைவாய்ப்பற்கள் எலும்புகளைக் கடித்து, நொறுக்கி, அரைத்து உண் பதற்கு மிகவும் உதவுகின்றன. கடைவாய்ப் பற்களின் தோற்றப் பகுதியில் காணப்படும் மேடுகள் எலும்புத் துண்டுகள் பற்களின் ஈறுகளைக் குத்திக் காயப்படுத்தி விடாமல் காக்கின்றன. மிகச் சில இறைச்சி உண்ணி களுக்கே இந்தச் சிறப்பமைப்பு உள்ளது.

ஹையானா கழுதைப்புலி குரோகுட்டா கழுதைப் புலி என இரு வகைக் கழுதைப் புலிகள் உள்ளன. ஹையானா கழுதைப்புலி இனத்தில் வரித்தோல் கழுதைப்புலியும், பழுப்புத் தோல் கழுதைப்புலியும்



பழுப்புத் தோல் கழுதைப்புலி

சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. புள்ளித்தோல் கழுதைப்புலிகள் குரோகுட்டா கழுதைப்புலி இனத்தைச் சேர்ந்தவை யாகும். வரித்தோல் கழுதைப் புலிகள் இந்தியாவிலும், புள்ளித்தோல் பழுப்புத்தோல் கழுதைப்புலிகள் ஆஃப்ரிக்காவிலும் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகக் கழுதைப்புலிகளின் பிறப்பிடம் ஆஃப்ரிக்காவே என விலங்கியலார் கருதுகின்றனர். வரித்தோல் கழுதைப் புலிகளுக்குப் பிடரி மயிர் உண்டு. புள்ளித்தோல் கழுதைப்புலிகளுக்குப் பிடரி மயிர் இல்லை. மேலும் மேல்தாடைக் கடைவாய்ப்பல் வரித்தோல் கழுதைப்

புள்ளித்தோல் கழுதைப்புலி

புலிகளில் அமைந்திருக்க, அந்தப் பல் புள்ளித்தோல் கழுதைப் புலிகளில் காணப்படவில்லை. பெண் வரித் தோல் கழுதைப்புலி இயல்பான புணர்ச்சி உறுப்பைப் பெற்றுள்ளது. ஆனால் புள்ளித்தோல் கழுதைப் புலியின் புணர்ச்சி உறுப்போ ஆணின் புணர்ச்சி உறுப்பைப் போன்று நீளமாகக் காணப்படுகிறது.

புள்ளித்தோல் கழுதைப் புலிகள் இருபாலினத் தனவோ (hermaphrodite) என்னும் ஐயமும் உள்ளது.

மரங்களற்ற திறந்தவெளி நிலங்கள், பாலை நிலங்கள், புதர் மண்டிய பாறை நிலங்கள், மலைகள், நீர்ச்சுனைகளை ஒட்டிய நிலங்கள் ஆகியவையே கழுதைப் புலிகளின் வாழிடங்களாகும். அடர்ந்த காடுகளை அவை தவிர்க்கின்றன. பகல் நேர வெம்மையிலிருந்து தப்பிச் சென்று குகைகளிலும், பாறைகளின் இடுக்குகளிலும், முள்ளம்பன்றியின் மறைவிடங்களிலும் இளைப்பாறுகின்றன. அடர்ந்து செழிப்பாக வளர்ந்துள்ள மென்மையான மேற்பரப்பு மயிரும் அடிப்பரப்பு மயிரும் கடுமையான குளிர் காலத்திலிருந்து தப்புவதற்கான தகவமைப்புகளாக அமைகின்றன.

பெரும்பாலும், சண்டை போடுவதைத் தவிர்க்கும் இயல்பே கழுதைப்புலியிடம் மேலோங்கி நிற்கிறது. காட்டு நாய்களால் தாக்கப்படும் போது இறந்து போன விலங்கைப்போல் அசையாமல் படுத்து விடும். காட்டு நாய்கள் இறந்துபோன விலங்குகளை உண்ணா. எனவே, அவை அகன்று செல்லும். இறந்துவிட்டவை போல் (shaming dead) நடிக்கும் தன்மை கழுதைப் புலிகளின் இயற்கையான பழக்க உணர்வாகும். வெள்ளாடு, செம்மறியாடு, கன்று, வீட்டில் வளர்க்கப்படும் நாய் ஆகியவற்றையும் கழுதைப்புலிகள் தாக்குகின்றன. ஆஃப்பிரிக்காவில் காணப்படும் வரித்தோல் கழுதைப்புலிகள் ஆட்டு மந்தைக்குள் புழுந்து பல ஆடுகளைத் தாக்கிக் கொல்கின்றன என்பதற்கான சான்றுகள் கிடைத்துள்ளன. பெரும்பாலும் மனிதனை அவை தாக்குவதில்லை. மத்திய பிரதேசத்தில் நங்காங் என்னும் ஊரினருகே ஒரு கழுதைப் புலி பெண்ணொருத்தியைத் தாக்கிக் கொன்று பிணத்தைத் தின்றதென்று பர்ட்டன் என்னும் வேட்டையாளர் தெரிவித்துள்ளார்.

இந்தியாவின் சில பகுதிகளில் கழுதைப்புலிகளை வேட்டையாடி அவற்றின் நாக்கையும், கொழுப்பையும் மருந்துகளாகப் பயன்படுத்துகின்றனர். அவற்றின் நாக்கு, கட்டிகளையும், வீக்கங்களையும் குணப்படுத்துகின்றதென்றும், கொழுப்பு மூட்டு வலிகளைக் குணப்படுத்துகிறதென்றும் அவர்கள் நம்புகின்றனர். எகிப்தியர்கள் கழுதைப்புலியின் இதயத்தை உண்பதால் துணிவும், வீரமும் உண்டாகும் என்று நம்புகின்றனர். அவற்றின் மீசை மயிரை வசிய மருந்தாகவும் பயன்படுத்துகின்றனர். மனிதர்களின் சிரிப்பொலியைப் போன்று கழுதைப் புலிகள் ஒலியெழுப்புகின்றன. உணவைக் கண்டவுடன் அவ்வாறு ஒலி எழுப்புகின்றன என்று விலங்குக் காட்சி சாலைகளில் வளர்க்கப்படும் கழுதைப்புலிகளின் நடவடிக்கைகளை ஆய்வு செய்வோர் கருதுகின்றனர். அவை குளிர்காலத்தில் உடலுறவு கொள்கின்றன வென்றும், கோடைக் காலத்தில் குட்டிகளை ஈன்றெடுக்கின்றனவென்றும், அவற்றின் பேறு காலம் ஏழு மாதங்களென்றும் குட்டிகளைக் குகைகளிலும், பொந்துகளிலும் வைத்துப் பேணுகின்றனவென்றும், தாய்க் கழுதைப் புலிகளே குட்டிகளை நன்கு பேணிக் காக்கின்றனவென்றும், ஹெயின்ரோத் என்பார் கூறுகிறார்.

ஒரு பேறுகாலத்தில் 3 - 4 குட்டிகள் வரை பிறக்கின்றன. பிறக்கின்ற குட்டிகளின் கண்களும், காதுகளும் மூடிய நிலையிலே உள்ளன. இளங்குட்டிகளின் உடல் மயிர் வெண்மை நிறத்தில் காணப்படும். கழுதைப் புலிகள் 12-24 ஆண்டுகள் வரை வாழ்கின்றன. அவற்றின் சராசரி ஆயுள் காலம் பதினாறு ஆண்டுகளாகும்.

வரித்தோல் கழுதைப்புலி. (Striped Hyaena, - *Canis hyaena Linn*), இவை தென்மேற்கு ஆசியா, இந்தியா ஆகிய இடங்களில் காணப்படுகின்றன. திறந்தவெளிகளிலும், மலைகள், பாறை நிலங்கள் முதலான வாழிடங்களிலும் இவ்வகை வரித்தோல் கழுதைப்புலிகள் வாழ்கின்றன. குகைகளிலும், முள்ளம்பன்றிகளின் பொந்துகளிலும் அவை தங்குகின்றன. இரவில் திரியும் இவை உணவுக்காக நீண்ட தொலைவு சென்றுவிட்டுத்தம் மறைவிடங்களுக்குத் திரும்புகின்றன. விடியற்காலையில் வாய்ப்பேற்படும் போது அவை ஆடுகளையும், வளர்ப்பு நாய்களையும் கொன்று அவற்றின் இறைச்சியை உண்கின்றன. இந்நிலை தொடரும்போது அவை கால்நடைக் கொல்லிகளாக மாறிவிடுகின்றன.

வரித்தோல் கழுதைப்புலி

பெரிய விலங்குகளை அவை தாக்குவதில்லை. தம் உணவை இழக்க விரும்பாமல் சிலசமயங்களில் சிறுத்தையை விரட்டியடிக்க முற்படுகின்றன. குளிர் காலத்தில் உடலுறவு கொண்டு, கோடைக் காலத்தில் குட்டிகளை ஈன்றெடுக்கின்றன. வரித்தோல் கழுதைப் புலிகளைப் பழக்கப்படுத்தி வீட்டு விலங்குகளாகவும் வளர்க்கலாம். வரித்தோல் கழுதைப் புலிகளில் மற்றொரு வகை, இந்தியாவில் உள்ளது. இந்தியாவில், சிந்துவிலிருந்து கீழ் வங்காளம் வரையிலும், கீழ்க்காஷ்மீரிலிருந்து நேபாளம்-கன்னியா குமரி வரையிலும், பரவியுள்ள இவ்வகை வரித்தோல் கழுதைப் புலிகள் திருவாங்கூரிலும், ஸ்ரீலங்கா, அசாம், பர்மா ஆகிய இடங்களிலும் காணப்பட வில்லை.

வரித்தோல் கழுதைப் புலியைப் பற்றி டன்பார் பிராண்டர் என்னும் வனவிலங்கியலார் சிறப்பான குறிப்புகளைத் தருகிறார். அவை அடர்ந்த காடுகளைத் தவிர்த்துக் காடுகளின் வெளிப்புற எல்லைகளிலும், நீர்ச்சுனை சார்ந்த நிலங்களிலும், பாறைகள் நிறைந்த பகுதிகளிலும் வாழ்கின்றன. பகலில் பாறைப் பிளவுகள், முள்ளம்பன்றியின் பொந்துகள், குகைகள் ஆகிய மறைவிடங்களில் மறைந்துள்ளன. பெரும்பாலும் இணையாகவும், அரிதாகத் தனியாகவும் எப்போதாவது ஐந்து அல்லது ஆறு குட்டிகளுடனும் திரியும் இவை, இரவில்தான் உணவு தேடி நீண்டதொலைவு செல்கின்றன.

இவ்வகை வரித்தோல் கழுதைப்புலிகளை எளிதாகப் பழக்கிவளர்க்க முடியுமென்றும், அவ்வாறு வளர்த்த ஒரு கழுதைப்புலி பல நாய்க் குட்டிகளுடன் அன்புடன் வாழ்ந்தது என்றும் கெய்பாசா என்னும் வேட்டையாளர் குறிப்பிடுகிறார். இவை கடுமையான கோடைக்காலத்தில் 2-4 குட்டிகள் ஈன்றெடுக்கின்றன என்றும், தாய் விலங்கு குட்டிகளை நன்கு வளர்க்கின்றனவென்றும் இவற்றின் பேறு காலம் ஏழு மாதங்களென்றும் கருதப்படுகிறது.

- துரை. சுந்தரமூர்த்தி

கழை (புனர்பூசம்)

இராசிச் சக்கர விண்மீன்குழுவான (zodiacal constellation) ஆடவை (Gemini) விண்மீன்குழுவில் உள்ள ஒளிமிக்க β -ஜெமினோரம் (β -Geminorum)என்னும் விண்மீன், கழை (pollux) எனப்படும். இந்த விண்மீனைப் புனர்பூசம் என்று குறிப்பிடுகின்றனர். ஆரஞ்சு வண்ணமுடைய இவ்விண்மீன் K-வகை நிறமாலையைச் (spectral) சார்ந்ததாகும். இதன் தோற்ற ஒளித்தரம் (Visual magnitude) தோராயமாக 1.15 ஆகும். இது மூன்றாம் வகை ஒளிர்மைத் (luminosity) தன்மையுடையதாகும். சூரியனைப் போல் 45 மடங்கு பெரியதாகும். இது புவியிலிருந்து 37 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் அமைந்துள்ளது. இந்த விண்மீனுடன் காஸ்டர் (castor) விண்மீனைச் சேர்த்து இரட்டையர்கள் (twins) எனப் புராணக் கதைகளில் குறிப்பிடுகின்றனர்.

- பெ. வடிவேல்

கள்ளி

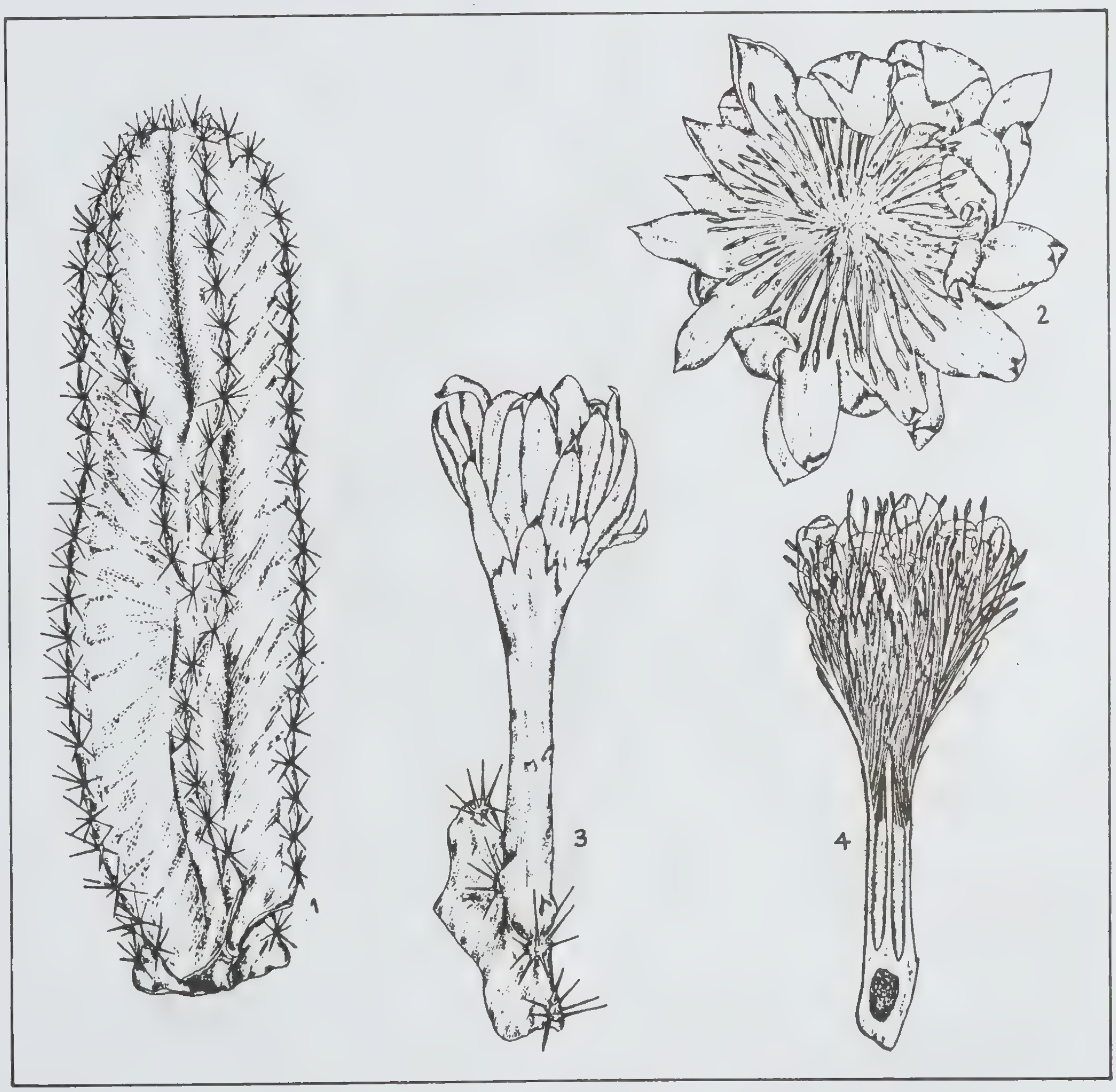
இதன் தாவரப் பெயர் யூஃபோர்பியா ஆன்டிகோரம் (*Eupliorbia antiquorum*) என்பதாகும். சதுரக்கள்ளி யுபேர்பியேசி (Euphorbiaceal) குடும்பத்தைச் சார்ந்தது. கள்ளிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படுபவை சதுரக்கள்ளி, சப்பாத்திக்கள்ளி திருகுக்கள்ளி, சிப்பாய்க் கள்ளி ஆகியவை. சதுரக்கள்ளிக்குச் சதுர்முக வேதி, முக்கோணக்கள்ளி, வச்சிராங்கம், வச்சிரவிருக்கம், கண்டீர்வம் என்னும் பெயர்களுண்டு. சதுரக்கள்ளி வறட்சி நிலங்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படும் தாவரமாகும்.

காடுகளிலும் பொட்டல் நிலங்களிலும் வளரும் கள்ளி வெப்பமண்டலக் காடுகளில் இயல்பாகவும் புஞ்சை நிலங்களில் வேலியாகவும் வளர்கிறது. இதன் கிளையை வெட்டி மண்ணில் நட்டு வைத்தால் இனப்பெருக்கமடையும். சிறு மரமாக வளரும். இதன் கொழுந்தை ஆடுகள் தின்னும். இக்கள்ளியில் வெள்ளை நிறமான கசப்புத் தன்மையுள்ள பால் உள்ளது. கிளைகள் பொதுவாக மூன்று கோணங்களையுடையவை. பட்டை தடித்துச் சொரசொரப்பாக முதலில் பச்சையாகவும் முதிர்ச்சியடைந்த பின் பழுப்பு நிறமாகவும் வெடித்து இருக்கும். இலைகள் குறுகிய காலத்திலேயே உதிர்ந்து விடுகின்றன.

இதன் காம்பு மிகமிகக் குட்டையானது. இலைகள் தலைகீழ் முட்டை அல்லது நீள்சதுர வடிவில் சதைப்பற்றுடன் பளபளப்பாக 6 - 12 மி.மீ. நீளத்திலிருக்கும். மஞ்சரி சிறியது. இவை இலைப்புறம் சைம் (cyme) மஞ்சரியாகப் பச்சை கலந்த மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். சதுரக் கள்ளியின் மஞ்சரியைப் பெரும்பாலும் ஆகஸ்ட் - பிப்ரவரி வரை காணலாம். கனி முப்பட்டையான உறைக்கனி (apsule) ஆகும். கனியின் குறுக்களவு 12.5 மி.மீ. இருக்கும். கள்ளியில் கோடையில் தான் கனிகள் உண்டாகின்றன. இம்மரம் காய்ந்ததும் அதை விறகாக அடுப்பெரிக்கப் பயன்படுத்தலாம். இக்கள்ளியின் பால், தண்டு, வேர்ப்பட்டை முதலியவை மருந்தாகின்றன. பொதுவாக இக்கள்ளிக்கு கரப்பான், நமைச்சல், காணாக்கடி, கபநோய், வாதக்குன்மம் ஆகிய நோய்களைப் போக்கும் தன்மை உண்டு.

கள்ளியிலிருந்து வடியும் பாலை (latex) நல்லெண்ணெயில் கொதிக்க வைத்து வாதப்பிடிப்பு, சூலை நோய் ஆகியவற்றிற்கு மேல்பூச்சாகப் பூசலாம். கண்டமாலை, சிரந்தி, தீராவிரணம் முதலியவற்றிற்கு இக்கள்ளியின் பால், பிசின், நல்லெண்ணெய் மூன்றையும் கலந்து மேலே பூசவேண்டும். சூலைக்கட்டு, வாதவீக்கம், யானைக்கால், கால்வீக்கம் ஆகியவற்றிற்குக் கள்ளிப்பாலைத் தடவி மணலை அதன் மீது தூவ வேண்டும். உறைந்த பாலை உள்ளுக்குத் தர மேக நோய்கள் போகும் எனக் கருதப்படுகிறது. கள்ளிப்பால் மயக்கம், பேதி, வாந்தி முதலியவற்றை உண்டாக்குவதால் இதை மிகவும் கவனத்துடன் கையாள வேண்டும்.

கள்ளிப்பாலை உலர்த்தி 35 கிராம் எடை கொடுத்தால் பேதி உண்டாகும். இப்பாலைப் புளி, சீரகத்துடன் அரைத்து 65 - 130 மி. கிராம் தர வயிற்றுப்போக்கு ஏற்படும். மூட்டுவீக்கங்கள் கரையும், குட்டம் நீங்கும். இதன் அடி மரப் பட்டையை எடுத்துக் கஷாயமாக்கிச் சூலை நோய்க்கும் நரம்பு நோய்கள், பாண்டு, பாரிச வாயு, செவிடு, குருடு



சிப்பாய்க் கள்ளி

1. தண்டு 2. மலர்-மேற்புறத் தோற்றம் 3, 4. மலர் - நீள்வெட்டுத் தோற்றம்

முதலிய நோய்களுக்கும் தரலாம். இதன் தண்டைச் சுட்டுச் சாம்பலாக்கிப் புண்களின் மீது தூவினால் அவை உலர்ந்துவிடும். வேருடன் பெருங்காயத்தைச் சேர்த்து அரைத்து வயிற்றுப் பூச்சிகளால் ஏற்படும் கோளாறுகளுக்குக் குழந்தைகளின் வயிற்றின் மீது பூசவேண்டும். வேர்ப்பட்டையைச் சிதைத்து நரம்புச் சிலந்திக்கு வைத்துக் கட்டலாம்.

சப்பாத்திக்கள்ளி. இதற்கு நாகதாளி, முள்பேரி, விஷதாளிக்கள்ளி, பலகைக்கள்ளி, மஞ்சள் நாக தாளி என்னும் பெயர்களும் உண்டு. இதன் தாவரப் பெயர் ஒபன்ஷியா டில்லெனியை (*opuntia dillenil*) என்பதாகும். இதன் பழங்கள் பேரிவடிவிலும், முள்கள் நிறைந்ததும் இருப்பதால் இதைப் 'பிரிக்ளி பியர்' என்பதுண்டு. கேக்டேசி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இது காடுகளில் காணப்படும் புதர் முள்செடி யாகும் தரிசு நிலம் சாலை ஓரங்களில் வேலியாக இருப்பதைக் காணலாம். இதன் பழத்திலும் முள் ளுண்டு பழத்திலுள்ள முள், பழத்தோல் ஆகிய வற்றை நீக்கியபின் உள்ளிருக்கும் சிவப்புச் சதைப் பகுதியுடன் கொட்டையையும் காணலாம். பழச்

சப்பாத்திக் கள்ளி

சாற்றைச் சப்பிச் சாப்பிட்டுக் கொட்டையைத் துப்பி விடுவது இன்றும் ஆடு, மாடு மேய்ப்போரின் பழக்க மாகும். மிகவும் சுவையுடையது. காய்கறியாகப் பயன் படுத்தவே கொண்டுவரப்பட்ட சப்பாத்தி இந்தியாஎங் கும் கொடிய களையாக மாறிவிட்டது. இது தென் னிந்தியாவிற்கு 1786 ஆம் ஆண்டு கொண்டுவரப் பட்டது. இது வளம் குன்றிய நிலத்திலும், வறட்சி யான நிலங்களிலும் வளர்கிறது. இதன் அழிவைக் கால்நடைகளிடமிருந்து பாதுகாப்பதற்கு இச்செடியில் பல முள்கள் உள்ளன. இருப்பினும் இக்கள்ளியில் தோன்றிய வெள்ளை நிறக் கொச்சியில் பூச்சியே (மாவுப்பூச்சி) இதை அழித்தது.

இதன் தாயகம் அமெரிக்கா ஆகும். இது 2.4-3.0 மீ. உயரம் வளரும் புதர்ச்செடியாகும். இச்செடியின் கிளைகள் கணுக் கணுவாகவும் தட்டையாகவும் சதையாகவும் இருக்கும். ஆங்காங்கே குச்சங்குச்ச மாகப் பல சுனைகளும் நீண்ட கூரான முள்களும் இருக்கும். இதன் முள்கள் 4-5 எண்ணிக்கையில் வெளிர் மஞ்சள் நிறத்தில் இருக்கும். முள்கள் வளைந் திருக்கும். பெரிய முள்கள் தடித்தும் 2.5 -3.8 செ.மீ. நீளத்திலும் நுனியில் வளைந்தும் இருக்கும். கணுக்களின் மேல் ஓரத்திலுள்ள குச்சங்களிலிருந்து பூக்கள் தனித்தனியாக உண்டாகும். இலை மஞ்சள் ஆரஞ்சு நிறம் கலந்து 7.5-10 செ.மீ. அளவில் காணப்படும். பூக்கள் ஆண்டு முழுதும் தோன்றும். ஆனால் அக்டோபர்-மே வரை பூக்கள் உண்டாகும். பூக்கள் பகலில் மட்டும் மலர்ந்திருக்கும்.

புல்லி இதழ்கள் பல. வெளியிலுள்ளவை சிறியவை யாக அகன்று முட்டை வடிவில் கூர்மையாக இருக்கும். உள்ளேயிருப்பவை பெரியவையாக ஆப்பு வடிவத்திலும் மெலிந்த ஓரங்களைக் கொண்டும் இருக்கும். அல்லி இதழ்கள் மஞ்சளாக 3.8 செ.மீ. நீளத்தில் 9 அல்லது அதற்கு மேலான எண்ணிக்கை யில் தலைகீழ் முட்டை வடிவில் இருக்கும். இதன் மேற்புறம் வட்ட வடிவமாக இருக்கும். மகரந்த தாள்கள் பல, தனித்தனியாக அல்லி இதழ்களின் உட்பக்கம் ஒட்டி இருக்கும். மகரந்தப்பைகள் இரு அறைகள் கொண்டிருக்கும். மகரந்தத்தாள்கள் ஒட்டும் தன்மையுடையவை. சூலகம் ஒரு சூலறை கொண்டிருக்கும் கீழ்மட்டச் சூல்பை (inferior ovary) ஆகும். சூல்கள் பல சூல்பையின் புக்கங்களில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். சூலகப தண்டு நேராக வும் தடித்தும் இருக்கும். சூலகமுடி ஏழு அல்லது அதற்கு மேலான கிளைகளைக் கொண்டிருக்கும.

கனி சதையாகவும், பேரிக்காய் வடிவில் இளம் பச்சையாகவும், பழுத்தபின்பு கருஞ்சிவப்பு நிறமாக வும் இருக்கும். இதன் முனையில் சில புடைப்புகள் இருக்கும். இப்புடைப்புகளில் சிறுசிறு முட்கொத்து கள் இருக்கும். இச்செடியின் கிளைகளிலிருந்து எளிதில் வேர் உண்டாகித் தனிச்செடியாக மாறும். பறவைகளும், மனிதர்களும் சப்பாத்திப்பழங்களை உண்பதால் இச்செடி பரவுகிறது.

பழத்தில் 8% சர்க்கரைச் சத்து உள்ளது. இதி லிருந்து சாராயம் தயாரிக்கலாம். பழங்களிலிருந்து காகிதக்கூழ் தயாரிக்கலாம். இதன் பூவில் ஐசோ ரேம்னெட்டின் என்னும் கிளைகோசைடு உள்ளது. இச்செடியைப் பயன்படுத்தி மட்கு எரு தயாரிக்க லாம். முன்பு சப்பாத்தியிலிருந்து சிவப்புச் சாயப் பொருள் தயாரிக்கப்பட்டு வந்தது.

குடலுக்கு வலிமைதரும் குணம் சப்பாத்திக்கு உண்டு. மகோதரம், சோகை, மண்ணீரல் வீக்கம் ஆகியவற்றைப் போக்கும் தன்மையும் உண்டு. சதைப் பற்றான பகுதியை வைத்துக் கட்டிவர வீக்கத்தைக் கரைக்கலாம். இலைகள் நஞ்சுக்கடிக்குச் சிறந்த மருந்து ஆகும். இலைகளைச் சிறுசிறு துண்டுகளாக்கி அதன் மீது மிளகுத் தூளைச் சேர்த்து நாளும் காலை, மாலை 5,6 துண்டுகளைச் சாப்பிட்டு வரத் தாவர நஞ்சு போகும். ஒலியுடன் போகும் வெப்ப பேதி குணமாகும், வெப்ப வயிற்றுவலி போகும், அடிக்கடி மலம் கழித்தல் நலமாகும். இலை களை ஆமணக்கு எண்ணெயில் வதக்கி முடக்குவாத நோயாளிகளுக்கு வலியுள்ள இடங்களில் ஒற்றடம் தரலாம். நரம்புச் சிலந்திப்புழு உள்ள இடத்தில் வைத்துக் கட்டவும் இது உதவும்.

மேக வெட்டைக்குப் பழம் உதவுகிறது. பழம் குளிர்ச்சியை உண்டாக்கும்; இரத்த பேதி, சீத பேதியையும் குணப்படுத்தும். பழச்சாற்றில் சர்க் கரையைச் சேர்த்து ஒரு தேக்கரண்டியளவு அருந்த எட்டி, ஊமத்தம், கலப்பைக் கிழங்கு, அலரி போன்ற தாவரநஞ்சு, இருமல் நீங்கும். பழத்திலிருந்து சாறு பிழிந்து சர்க்கரைப் பாகில் வேதிப் பொருள்களைக் கலந்து நாளும் ஓரிரு வேளை அருந்தி வர, உடல் வெப்பம் தணியும். கக்குவான் இருமலுக்குப் பழம் நல்ல மருந்தாகும். வங்காளத்தில் இச்செடிப் பாலில் 10 துளி எடுத்துச் சர்க்கரை சேர்த்து மருந்தாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

திருகுக்கள்ளி. இதன் தாவரப்பெயர் யூஃபோர் பியா திருகுக்கள்ளி (*Euphorpia tirucalli*) என்பது. இதை வேலிப்பயிராக வளர்க்கலாம். இதன் பால் மருந்தாகும். இக்கள்ளிப் பாலைத் தேள் கொட்டிய இடத்தில் தடவினால் வலி போகும். சீரியஸ் எக்கினோ காக்டஸ் (*Cereus echino cactus*) என்னும் சிப்பாய்க் கள்ளியின் தண்டு ஏறக்குறைய உருளை வடிவமாக இருக்கும். அதில் புழுவைப் போன்ற வரம்புகள் நீளத்தில் அமைந்திருக்கும். அவ்வரம்புகளில் முள் தொகுப்புகள் உண்டாகும்.

பூக்கள் தனித்தனியாக உண்டாகும். இவை முள் தொகுப்பின் நடு அல்லது ஓரத்திலிருந்து உண்டாகும். பூக்கள் பெரியவை, இதழ்கள் பல.

சூலகம் உள்ளடங்கியது சூல்தண்டு தனியானது. கனி சதைக்கனி அதிலுள்ள சதை சூல் காம்புகளின் (funicles) வளர்ச்சியாகும். பூக்கள் மணமாக இருக்கும் கண்ணாடிக் கள்ளி எனப்படும் பெடிலான்தஸ் தோட்ட அழகுச் செடியாகும். ப்ரையோ பில்லம் (Bryophyllum) என்னும் செடியை ரணகள்ளி என்பர்.

- கோ. அர்ச்சுணன்

கள்ளிக் குடும்பம்

இருவிதையிலைத் தாவரப்பிரிவைச் சார்ந்த கள்ளிக் குடும்பம் (Cactaceae) கேலிசிப்ளோரே என்னும் உட்பிரிவில் அடங்கும். இப்பிரிவில் புல்லிகள் தனியானவை. பகுதியாகவோ முழுமையாகவோ ஒரு குழலில் இணைந்து சூலகப்பையை ஒட்டியோ சுற்றியோ காணப்படும். மேலும் இவை நிலையானவை. க்குடும்பத்தில் 120 பேரினங்களும், (genera) 17,000 இனங்களும் (species) உள்ளன.

இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரங்கள் அமெரிக்கக் கண்டங்களின் வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளிலும், மெக்சிகோ நாட்டிலும் மிகுதியாகக்காணப்படுகின்றன இந்தியாவில் ஏறத்தாழ 6 இனங்களே தன்னிச்சையாக வளர்வன. இவற்றில் ஓபுன்சியா குறிப்பிடத்தக்கது. இது மேலும் நான்கு பிரிவுகளாகப் பின்வருமாறு வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. அவை ஓ. காக்கிநெல்லிஃபெரா, ஓ. மோனகாந்தா, அலேடியர், டில்லெனியா (*Dillenii*) என்பன. இப்பிரிவுகள் யாவும் மலர்களின் நிறத்தையும் முள்களின் அமைப்பையும் வைத்துப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பிரிவுகள் முழுதும் சப்பாத்திக் கள்ளி என்று குறிப்பிடப்படும்.

சிறப்புப் பண்புகள். தாவரங்கள் செடிகளாகவும், குறுஞ்செடிகளாகவும் உள்ளன. சில 6 மீ. உயரம் வரைவளரக்கூடியவை. இலைகள் மிகச் சிறியவையாக இருக்கும். இலைகள் முள்ளாக மாறிவிடும். இலை பல சேர்ந்து குஞ்சமாகவோ (tuft of spines) சிறு முள்களாகவோ (prickles) காணப்படும். சில தாவரங்களில் இலைகள் தோன்றிச் சில காலத்திற்குள் உதிர்ந்து மொட்டையாகக் காணப்படும். தண்டுகள் மிகுதியான நீர்ச்சத்துடன் காணப்படும். தண்டுகளில் பச்சையம் இருப்பதால் இவற்றில் ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது. மலர்கள் ஒழுங்கானவை. மஞ்சரி ஒற்றை மலரானது. மலர்கள் இருபாலானவை; மஞ்சள், சிவப்பு நிறங்களில் இருக்கும். புல்லிக்குழல் சூலகப்பையுடன் இணைந்திருக்கும். மடல்கள் மூன்று முதல் பலவாக இருக்கும். இலை மிகச் சிறியவையாகப் பிரிந்தோ, இணைந்தோ காணப்படும்.

மடல்கள் திருகு இதழமைப்புக் கொண்டவை. மகரந்தப்பைகள் பலவாகப் பிரிந்தோ அல்லிகளின் அடிப்புறம் இணைந்தோ காணப்படும். மகரந்தக் கம்பிகள் நூல் போன்றவை. சூலகப்பையில் ஓர் அறை மட்டுமே உள்ளது. சூலகத்தண்டு உச்சியில் அமைந்துள்ளது. சூலகமுடி 2 முதல் பல கிளைகளாகப் பிரிந்திருக்கும். கனி சதைப்பற்றுள்ள வகையைச்சார்ந்தது கனியில் ஓர் அறை மட்டுமே உள்ளது. கனியில் பல விதைகள் இருக்கும். பொதுவாக விதைகள் அவரை விதை வடிவத்தில் இருக்கும். விதையில் விதை இலைகள் பிரிந்தோ, இணைந்தோ காணப்படும்.

வகைகள். ஓபன்ஷியாவின் நான்கு பிரிவுகளில் தமிழ்நாட்டில் பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுவது ஒபுன்ஷியா டில்லெனியா (Opuntia Dillenii) ஆகும். இத்தாவரம் கிழக்குக் கடற்கரையோரமாகக் கடலுக்கு மிக அருகில் மிகுதியாக வளர்கிறது. தமிழ் நாட்டின் பல பகுதிகளிலும் வளர்கிறது. இச்செடியின் பூக்கள் மஞ்சள் நிறமாகவும், கனிகள் ஊதா நிறமாகவும் காணப்படும். கனிகளில் முள்கள் வளைந்து காணப்படும். இம்முள்செடி கி.பி, 1787இல் கலிஃபோர்னியாவிலிருந்து தமிழ்நாட்டிற்கு வந்ததாகக் கூறப்படுகிறது. இதுவே சப்பாத்திக் கள்ளி அல்லது நாகதாளி எனப்படுகிறது.

வறட்சியைத் தாங்கும் தன்மை. பொதுவாக இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரஙகள் வறட்சியைத் தாங்கும் சிறப்புப் பண்புகள் கொண்டவை. தண்டுகள் கடினமும், நீரை மிகுதியாகச் சேமிக்கும் தன்மையும் கொண்டவை. இலைகள் மிகச் சிறியவையாக இருக்கும். இலைகளின் மேல் தடித்த தோலுடன் முள்களும் இருப்பதால் நீராவிப் போக்கு குறைந்து காணப்படும். இலைத்துளைகள் இலையில் அழுந்தியவாறு காணப்படும். தண்டு, இலைகளில் பிசுபிசுப்புத் தன்மை உள்ளதால் நீராவிப்போக்கு குறைக்கப்படுகிறது. வேர்கள் ஆழமாகவும் உறுதியாகவும் வளரக் கூடியவை.

பொருளாதாரப் பயன்கள். இத்தாவரங்கள் களையாகக் கருதப்படுகின்றன. இவை சிற்றூர்களில் வேலி ஓரங்களிலும், சாலை ஓரங்களிலும் காணப்படுகின்றன. ஆனால் சில தாவரங்கள் பயனுள்ளவை எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. சில தாவரங்கள் வீட்டு அழகுப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. (எ.கா. மெம்மரில்லரியா). சில தாவரங்களின் பழங்கள் சுவையாக இருப்பதால், உணவாகப் பயன்படுகின்றன. பாலைவனப் பகுதியில் சில கள்ளி இனத்தாவரங்கள் மாட்டுத் தீவனமாகப் பயன்படுகின்றன. சில தாவரங்கள் நாட்டு மருந்தாக உள்ளன. சப்போனின் என்னும் நச்சுப் பொருள் அன்காலியம் என்னும் தாவரத்திலிருந்து பிரித்து எடுக்கப்பட்டுப் பல துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- கோ. பாலகிருட்டிணன்

கள்ளி மந்தாரை

இதன் வேறு பெயர்கள் ஆட்டலரி, சீமையலரி, பெருமாள் அலரி, ஈழத்தலரி, பொன்னலரி, பெருங் கள்ளி, மலையலரி, குப்பியலரி, நாவில்லாவலரி என்பனவாகும். இதன் தாவரவியல் பெயர் புளு மெரியா அக்கூட்டிஃபோலியா (*Plumeria acutifolia*) என்பதாகும். இது புளுமேரியா அக்குமினேட்டா (*P. acuminata*) புளுமெரியா ரூப்ரா வகை அக்கூட்டி ஃபோலியா (*Plumeria rubra var. acutifolia*) என்றும் குறிப்பிடப்படும். இம்மரம் அப்போசயனேசி குடும் பத்தைச் சேர்ந்தது. இது பிலிப்பைன்ஸ் நாட்டி லிருந்து இந்தியாவிற்குக் கொண்டு வரப்பட்டது.

இந்தியா முழுதும் இம்மரத்தை அழகுக்காக வளர்க்கின்றனர். உலகின் வெப்ப மண்டல நாடு களில் இதைக் காணலாம். இம்மரத்தின் அனைத்துப் பகுதியிலும் பால் உண்டு. இதன் தாயகம் மெக்சிகோ. இந்து கோவில்களில் இம்மரத்தை வளர்த்துப் பூக்களை வழிபாட்டிற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர். கல்லறைப் பகுதிகளிலும் இம்மரம் வளர்க்கப்படுகிறது. மரத்திலிருந்து போத்து வெட்டி நட்டு இனப்பெருக்கம் செய்யலாம். விதையிலிருந்து உண்டாக்கப்பட்ட மரம் தாவரத் தன்மையில் மாறுபட்டுள்ளது. மரக் கட்டை மென்மை, மஞ்சள் கலந்த வெண்மை நிறத் தில் இருக்கும்.

மரம். இம்மரம் 10-15 மீட்டர் உயரம் வளரும். அடிமரம் பல வடிவத்தில் நன்கு கிளைத்திருக்கும். ஆண்டு முழுதும் இலைகளுடன் இருக்கும் இம்மரத் தின் இலைகள் மாற்றடுக்கத்தில் இருக்கும். இலை

கள்ளி மந்தாரை (*PLUMERIA RUBRA*)

தலைகீழ் முட்டை வடிவானது, 20—30—×7—10 செ. மீ அளவானது; நுனி கூரானது; காம்புப் பகுதி ஓரம் ஆப்பு வடிவான கிளை நரம்புகள் 30-40 ஜோடி இருக்கும். பூக்கள் கிளை நுனியில் தோன்றும். தடித்த மஞ்சரிக் காம்பு இருக்கும். புல்லிவட்டம் 3 மி. மீ. அளவிலும் கிண்ணம் போன்றும் 5 சமமான கதுப்புகளுடனும் இருக்கும். இவை வட்டமானவை, முனை மழுங்கியவை. அல்லிவட்டம் மஞ்சள் நிற முடையது. இதன் குறுக்களவு 4 மி. மீ. புனல் வடிவமானது. அல்லிக்குழல் 2 செ. மீ நீளமுடையது. இதில் தலைகீழ் முட்டை வடிவான 5 கதுப்புகளைக் காணலாம். இவை முனை மழுங்கியும் 3×2 செ. மீ. அளவிலும் உள்ளன.

மகரந்தத்தாள்கள் 5. அல்லிக் குழலின் அடிப் பகுதியில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். சூல்பையில் பாதி கீழ்மட்டச் சூழ் பை அமைப்புடன் 2 மி. மீ அளவில் உருண்டையாயிருக்கும். சூல்கள் பல விளிம்புச் சூல மைப்பில் (marginal placentation) உள்ளன. சூலகமுடி இரண்டாகப் பிரிந்திருக்கும். பழுப்புக் கலந்த கறுப்பு நிற ஒரு புற வெடிகனி (follicle) இணையானது. 25×4 செ. மீ. அளவானது. விதைகள் தட்டையாகவும் இறக்கையுடனும் காணப்படும். இந்திய நாட்டில் விதைகள் அரிதாகவே கிடைக்கின்றன. இம்மரத்தின் இலைகள் ஜனவரி-பிப்ரவரி மாதங்களில் உதிர்கின்றன. புதிய இலைகள் மார்ச் மாதத்தில் தோன்றுகின்றன. ஏப்ரல்-ஜூன் மாதங்களில் பூக்கள் உண்டாகின்றன. இம்மரத்தின் பூக்கள் மணமுடன் இருக்கும். வெள்ளை நிறத்தில் மஞ்சள் நிற மையம் கொண்ட பூக்கள் மிகுதியாகக் காணப்படுகின்றன இளஞ்சிவப்பு நிறம் உள்ள மரங்களையும் சில இடங் களில் காணலாம்.

பொருளாதாரப் பயன்கள். பூங்காக்களில் அழகான பூக்களுக்காக இதை வளர்ப்பதுண்டு. மரத்தின் தோற்றமும் இலையமைப்பும் அழகாக இருக்கும். வழிபாட்டிற்கு உதவும் இதன் மலர்களைக் கொண்டு மாலைகள், மணப்பொருள்கள் தயாரிக்கலாம். மரத் தின் வகைக்கேற்றவாறு பூவின் மணம் மாறுபடும். நீராவி வடிமுறை மூலமாகப் பூக்களிலிருந்து 0.04-0.07% ஆவியாகும் எண்ணெயைத் தயாரிக்கலாம். ஆவியாகும் எண்ணெயில் ஜெரானியோல், சிட்ரோ நெல்லோல், ஃபார்னி சோல், ஃபீனைல் எத்தில் ஆல்கஹால் முதலியன அடங்கியுள்ளன. மணமுடைய இந்த எண்ணெய்க்குப் பூசணங்களைக் கொல்லும் தன்மை உண்டு.

பூக்களில் குவர்செட்டிலும் கேம்ஃபெராலும் உள்ளன. பூமொட்டுகளை வெற்றிலையுடன்சேர்த்துத் தரக் காய்ச்சல் குணமாகும். பட்டையின் சாறு பேதியை உண்டாக்கும், காய்ச்சலைக் குணப்படுத்தும் பட்டையில் கசப்பான புஜம்யெரைட் (plumieride) என்னும் குளூகோசைடும் ஃபிளேவோபுளூமி யெரினும் (flavoplumierin), அமிரின் அசெட்டேட் என்னும் உப்பும் உள்ளன. பட்டைச் சாறு, ஹெல் மிந்தோல் போரியம் சட்டைவம் (*helminthosporium sativum*) என்னும் பூசணத்தைக் கொல்லும் தன்மை கொண்டது. பட்டையைக் கொண்டு மேகநோயைக் குணப்படுத்தலாம். பட்டையைச் சிதைத்து வைத்துக் கட்ட வீக்கம் கரையும்.

வேர்ப்பட்டை சிறுநீர் சார்ந்த நோய்களுக்கும் மேகப்புண்களுக்கும் வாத வலிகளுக்கும் மருந்தா கிறது. வேர் விலங்குகளுக்கு நச்சாக விளங்குகிறது. இம்மரத்திலிருந்து வடியும் பால் வாதநோயைக் குணமாக்கும். பால், சந்தனத் தைலம், கற்பூரம் ஆகியவற்றைச் சேர்த்துக் குழைத்துச் சிரங்குகளுக்குப் பூசலாம். பாலுக்கு வாதவலி, புரை, விரணம், வாய்ப் புற்று, தொடைவாழை முதலியவற்றைப் போக்கும் குணங்களுண்டு. மரப்பால் பேதியை உண்டாக்கும்; இது மேல் பூச்சு மருந்தாக உடலில் உண்டாகும் அரிப்பு ஈறு நோய் போன்றவற்றைக் குணப்படுத்தும். இப்பாலைப் பெருமளவில் பயன்படுத்தினால் நஞ்சாக அமைகிறது. இப்பாலில் புளூமிமெரிக் அமிலத்தின் உப்பு உள்ளது. இதில் செரோட்டிக் அமிலம், அசெட் டைல் லூபியோல் முதலியவையும் உள்ளன.

- கோ. அர்சுனன்

பொருளடைவு

அக அலை 275
அக விசை 35
அகழ் கருவி 101
அகழ்வு எந்திரம் 103
அகழி 227
அகற்ற முறை 859
அகன்ற வால் கதிர்க் குருவி 442
அசையாக் கலத்தல் அமைப்பு 783
அட்டுனைட் 489
அட்ரோப்பா வகை 431
அட்லாண்டிக் கண்டத்திட்டு வரை முறை 178
அடர் பளுக் கனிமம் 167
அடிப்படைகள் - கணித நியதி 395
அடிப்படைப் பெயரிடும் முறை 630
அடிமானம் பதனிடுதல் 109
அடியுரம் 695
அடினோ வைரஸ் வகை 86
அடுக்குத் தொடர் 792
அண்டார்க்டிக்கா ஆய்வுப் பயணம் 254
அண்மைப் பார்வை 370
அணிகலக் கல் 768
அணு ஆற்றல எந்திரம் 146
அணு ஆற்றல் பொறி 297
அணு உலைகளின் பாகுபாடு 541
அணுக்கரு இடப்பெயர்ச்சி விதி 500
அணுக்கரு மருத்துவம் 455
அஃபாக்கியா 370
அம்பர் 170
அமில வகைக் கரைப்பான் 751
அமிழ் கோண நழுவற் பெயர்ச்சிப் பிளவு 68
அமிழ் கோண பெயர்ச்சிப் பிளவு 68
அமிழ்த்தல் முறை 52
அமீன் 657
அமைலாய்டு கலன் நலிவு 805
அமோசைட் 764
அயனி - அயனி இடையீடு 743
அயனி ஆக்காத கதிரியக்கம் 465
அயனி ஆக்குங் கதிரியக்கம் 464
அயனி - இருமுனை இடையீடு 743
அயனிப் பிணைப்பு 611
அயனியாக்க எண்ணி 493
அயனியாக்கச் செயலைப் பதிவு செய்யும் காணி 497
அரிக்கும் பிடரிப்படை 311
அரிக்கும் பெரும்படை 311
அரித்தல் - கரித்தல் 596
அரும்புதல் முறை 803, 804
அரைத் தலைகீழ்ச் சூல் 737
அரை நிழற் கூறு 689
அரோமாட்டிக் சேர்மம் 657
அரோமாட்டிக் வகை வினை 610
அல்க்கீன் 654
அல்க்கைல் ஆர்சின் 604
அல்க்கைன் 654
அல்புமின் பார்வைப்படல அழற்சி 368
அல்லி 320, 339
அல்லனைட் 489
அல்லி வட்டம் 11, 299. 428, 431
அலி வளையச் சேர்மம் 658
அலுமினியம் 41, 207
அலை 289
அலை அளக்கும் கருவி 276
அலை ஆற்றல் 253, 277
அலை கடல் அளிக்கும் மருந்து 253
அலைகளின் இயக்கம் 269
அலைத்துப் பிரித்தல் 7
அலைமறி 291
அழிக்கும் கப்பல் 538
அழுக்குகளைக் களைதல் 554
அழுகு தொட்டி 853
அளக்கும் கருவி 700
அளவறிதல் 635, 859
அளவி 301
அளவு வரைதல் 520
அறிகுறி 565, 690, 774, 775, 868
அறுவடை 696
அறுவை மருத்துவம் 869
அனற் பாறை அமைப்பு 38
அனைத்து இழுப்பி 102
அனைத்து வெட்டி 102
ஆக்சி அமிலங்கள் 513
ஆக்சிஜன் 208, 602
ஆக்சிஜனேற்றம் 608
ஆக்டினோலைட் 764
ஆட்சி அதிகாரக் கடல் 158
ஆடு தளம் 8
ஆந்தோஃபில்லைட் 764
ஆய்வில் நிகழும் வினை 634
ஆய்வுக் கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியலின் பயன் 49
ஆய்வுக் கப்பல்களும், பராமரிப்பும் 254
ஆர். என். ஏ. மிகு நுண்ணுயிர் 85
ஆர்செனிக் 207
ஆரஞ்சு தோல் வடிவ வாளி 103
ஆரஞ்சு தோல் கவ்வி 823
ஆர மற்றும் முனை வளையக் கடிகை 305

ஆவியாக்கல் 851
ஆழ்கடல் உலோகம் 170
ஆழ்கடல் சமவெளி 227
ஆழ்கடல் தொழில் நுட்ப ஆய்வு 254
ஆற்றல் பரவீடு 702
ஆற்றல் வளம் 252
இடத்திய வெளி 375
இடுங்குவிடர் கழிமுகம் 841
இடைக் கடற்கரை 292
இடைக்கால வளர்ச்சி 401
இடைமட்டக் கழிவு 845
இடைவெளிக் கடிகை 306
இணை வாழ்வுத் திறன் 162
இந்தியக் கணித வரலாறு 402
இந்திய வகை 562
இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடம் 489, 490
இந்தியாவிலுள்ள கழிமுகங்களும் அவற்றின் மீன் வளமும் 843
இமயமலைக் கரடி 501
இமைத் தட்டு 334
இமை தூக்கித் தசை 334
இமைத் தோல் 333
இமையிணைப் படல உலர் நோய் 364
இமையிணைப் படல நோய் 363
இமை விளிம்பு 334
இயக்கம் 97
இயக்கும் முறை 297
இயங்கு உறுப்பு 647
இயங்கு உறுப்பு வினை 649
இயல்பு 511
இயல்புக் கதிரியக்கம் 498
இயல்பு பெயர்ச்சிப் பிளவு 71
இயற்கை முறை 662
இயற்பியல் பண்பு 12, 811
இரட்டையர் புதிர் 300
இரண்டாம் தரப் பதப்பாடு 862
இரண்டாம் வகைக் கப்பி 545
இரத்த ஓட்ட மண்டலம் 798
இரத்தக் கசிவு 423
இரத்தக் குழாய் 334
இரத்தினக் கல் 169
இரும்பு 169, 208
இருமுனையி இடையீடு 742
இருவகைக் கணிதம் 383
இரைச்சல் 239
இலை 11, 17, 195, 299, 563, 668, 672
இலை உறை 693
இலைக் கதிர்க் குருவி 443
இலைத்தாள் 694
இலைவடு 693
இளம் மலைகளை அடுத்த கடற்கரையை ஒட்டிய கண்டச் சரிவு 345
இளவேனிற் சளி 364
இறால்கள், நண்டுகளின் வலசை 260
இறுகப் பிடித்தல் 826
இறுதியான வடிவமைப்பு 43
இனங்களின் வகைப்பாடு 584
இனங்களும் தோற்றமும் 692
இனப்பெருக்க உறுப்பு 799
இனப்பெருக்கச் செல் வகை 802
இனப்பெருக்கம் 161
இனப்பெருக்கமும் வளர்ச்சியும் 221
இனப்பெருக்க முறை 134
இன வழி வகை 432
ஈத்தர் 656
ஈர்ப்பு வழி முறை 6
ஈரிணைய ஆர்சின் 605
உட்கணம் 371
உட்கவர் நிறமாலை 113
உட்கனற் பொறி 297
உட்கனற்பொறி எந்திரம் 145
உட்கனற் பொறியின் கட்டுப்பாட்டிதழ் 96
உட்கூட்டுப்பொருள் 339, 592, 669, 674
உட்செலுத்துதல் முறை 52
உட்செலுத்தும் கருவி 409
உடல் அமைப்பு 436
உடல் நிறம் 436
உடல் போர்வை 796
உடலமைப்பு 543
உடலுக்கு வெளியே நிகழும் கருவுறுதல் 802
உடலுக்குள் நிகழும் கருவுறுதல் 802
உடற்குழி 796
உண்ணும் பொருள் 421
உண்மைச் சிரைப்பை 422
உணர்வு உறுப்பு 799
உணவு மண்டலம் 796
உதிரிக் கரிப்பூட்டை 598
உப்புத்தாளிடல் மெருகு ஏற்றல் 328
உமிழ் நிறமாலை 113
உயர் குறுங்கோடுகளின் திட்டு 347
உயர்த்தி 99
உயர் மட்டக் கழிவு 845
உயரங் கணிக்கும் கடிகை 301
உயிர்ப் பொருள்களில் ஏற்படும் விளைவு 483
உயிர் வளம் 251
உயிர் வேதியியல் ஆய்வு 775
உயிரினப் படிவு 184
உரமிடுதல் 695
உராய்வு எதிர்திறன் 51
உருக்கொடுத்தல் 352
உருகிய உப்புநிலைக் கரைப்பான் 755
உருகிய சிலிக்கா கண்ணாடி 354
உருச் செதுக்கல் 354
உருமாறிய பாறையின் அமைப்பு 39

உருவமும், வளர்ச்சியும் 838
உருவாக்குதலும், தோராயங்களும் 397
உருளை நிலமடிப்பு 59
உல்ஸ்கி கவ்வி 822
உலகக் கடல்வெளிகளின் எதிர்காலம் 192
உலக நடுவரை 116
உலகப் பெருங்கடல் படிவுகளின் அமைப்பும் செயலும் 225
உலர் துறை 542
உலர் பதனிடல் 52
உலையில் நிகழும் வினை 352
உலோக அளவறிதல் 601
உலோகக் கனிம மேற்பூச்சு 596
உலோகங்களைத் தூய்மையாக்கல் 597
உலோகச் செறிவுற்ற வண்டல் படிவு 172
உலோகமற்ற அல்லது அலோகப் பொருள் 597
உள் அமைந்த கடற்கரை 292
உள் கூட்டுப் பொருள் 429
உள்ளகம் 719
உள்ளமைப்பு 161
உள்ளுறுப்புத் தொகுதி 796
உளிகளுடன் நகரும் பகுதி 325
ஊசி இணைப்பு 33
ஊட்டச் சத்தும் ஊடகமும் 711
ஊட்டநிலை 678
ஊட்டுங்கோல் 326
ஊட்டும் அமைப்பு 326
எஃகு 41
எஃகைத் தூக்கி நிறுத்தல் 109
எக்கிப் பொறிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 96
எக்மன் கவ்வி 822
எச்சத் தேற்றம் 794
எடுத்துச் செல்லும் எந்திரம் 105
எண்ணெய் 17
எண்ணெய் வளம் 252
எதிர்ப்பு 341
எதிர் மின் முனை, நேர் மின் முனைப் பாதுகாப்பு 596
எதிர் முகக் கழிமுகம் 840
எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிக்கும் முறை 421
எந்திரக் கணிப்பான் 405
எந்திரங்களை நடுதல் 527
எப்பிலாக்னா வண்டு 434
எமரி கவ்வி 822
எரட்மோகெலிஸ் இம்பிரிகேட்டா 131
எரிபொருள் 155
எரிமலைத் தீவுத் தொடர் 192
எரிமலையால் உருவாதல் 284
எல்லை எச்சரிப்புக் கருவி 716
எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலி 648
எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினை 649
எலெக்ட்ரான் குறைவான பிணைப்பு 611
எலெக்ட்ரான் வழங்கி • ஏற்பி வகை இடையீடு 743
எளிய கடத்துகை 117
எளிய கலோரி அளவி 816
ஏஃபோடல் வகை 220
ஏற்றும் கருவி 99
ஒட்டு விழியாடி 370
ஒரினாகோ கழிமுகம் 842
ஒரு கோண நில மடிப்பு 58
ஒரு செல் உயிரினம் 197
ஒரு வித்திலைக் கருவளர்ச்சி 709
ஒழுங்கமைவு 374
ஒளிக்கோட்டம் 369
ஒளி கிரண வரைதல் 520
ஒளித் துடிப்பு எண்ணி 494
ஒளிப்பண்பு 12, 811
ஒளி மறைப்பு 122
ஒளி முனைப்படாமை 370
ஒளியியல் கதிர் வீச்சு 450
ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பு 858
ஒற்றைக் குழாய் அமைப்பு 858
ஒற்றை நோக்க ஒத்த அளவு வகைக் கணிப்பொறி 412
ஒற்றை மாறி முகடு கடி திருப்பம் 309
ஓகியன் கவ்வி 821
ஓங்கு பண்புக் கோட்பாடு 788
ஓட்டுச் சிறகுக் காலி 249
ஓடில்லாச் சிறகுக் காலி 250
ஓத அலை 274
ஓதம் 289
ஓதம் வழங்கும் ஆற்றல் 253
ஓந்தித் தூக்கி 100
ஓரச்சு நுண்முள் 217
ஓரிணைய ஆர்சின் 604
கக்குவான் இருமல் 1
தடுப்பு முறை 2
நோய் அறிதல் 2
நோயின் தன்மை 1
பரவும் விதம் 1
பிறகேடு 1
மருத்துவம் 2
ககனைட் 2
பரவல் 3
கங்காரு 3
வரலாறு 3
கங்கிரினைட் 4
கச்சாப் பொருள் செறிவூட்டும் முறை 4
காந்தப் பிரிப்பு 5
சலித்தல் 5
நிலைமின்னேற்றப் பிரிப்பு 6
மின் காந்தப் பிரிப்பு 5
வகைப்படுத்தும் முறை 6

அலைத்துப் பிரித்தல் 7
ஆடு தளம் 8
ஈர்ப்பு வழி முறை 6
மிதப்புக் கலன் 10
மிதப்பு முறை 8
வகையீட்டு அமைப்பு 7
கசகசா 10
அல்லி வட்டம் 11
இலை 11
கனி 11
சூலகம் 11
தண்டு 11
பயன் 11
புல்லி வட்டம் 11
பூ 11
மகரந்தத்தாள் 11
மஞ்சரி 11
வளரியல்பு 11
விதை 11
கசிட்டரைட் 12
இயற்பியல் பண்பு 12
இனம் சுட்டும் பண்பு 12
ஒளிப் பண்பு 12
பரவல் 12
கசிவு நீர்க் குட்டை 13
குட்டை அமைத்தல் 13
பயன் 13
கசையிழையுயிரி 14
கசையிழை 15
தாவரக் கசையிழையுயிரி 14
நன்மை தீமை 16
விலங்குக் கசையிழையுயிரி 15
கஞ்சா 16
இலை 17
எண்ணெய் 17
கஞ்சா 17
கனி 17
சரஸ் 17
சூழ்நிலை 17
தோற்றம் 17
நார் 17
பங்க் 17
பயிரிடும் முறை 18
பொருளாதாரப் பயன் 17
போதை ரெசின் 17
மலர் 17
வளரியல்பு 17
கட்குழி 18
கட்ச் வளைகுடா 19
கட்டக ஆய்வியல் 19
ஆய்வு முறை 22
நிலையியல் சார் அமைப்பு 22
நிலையியல் சார் கட்டகங்களின் ஆய்வு 23
புற நிலைப்பேறு 20
மிகைத் தடை அமைப்பு 22
மிகைத் தடை அமைப்புகளின் ஆய்வு முறை 25
கட்டகங்களின் பெயர்ச்சி 26
கிளைத்துறை 31
கீல் இணைப்புச் சட்டகங்களின் ஆய்வு 30
சரிவு விலக்க முறை 29
திருப்புமைப் பகிர்வு முறை 30
தூண் ஒப்புமை முறை 30
நகரும் சுமைக்கான ஆய்வு 30
படிம ஆய்வு 30
பெயர்ச்சி முறை 27
முத்திருப்புமைச் சமன்பாட்டு முறை 27
விசை முறை 25
கட்டக இணைப்பு 32
உயர் வலிமை மரையாணி 33
ஊசி இணைப்பு 33
சட்டக இடையிணைப்பு 32
தரையாணி அல்லது மரையாணி இடையிணைப்பு 32
தாங்கி சட்ட இணைப்பு 32
திருப்புமையைத் தடுக்கும் இணைப்பு 33
பற்ற வைக்கப்பட்ட இடையிணைப்பு 32
கட்டக எஃகு 33
ASTM - A242 33
ASTM - A441 33
ASTM - A440 33
ASTM - A572 33
கட்டக நிலஇயல் 36
கட்டகப் பசை 37
கட்டகப் பசை வகை 38
குறை 37
நன்மை 37
பயன் 37
பயன்படுத்தும் முறை 38
வடிவமைப்புத் தத்துவம் 37
கட்டகப் பாறை இயல் 38
அணு பாறை அமைப்பு 38
உருமாறிய பாறையின் அமைப்பு 39
படிவுப் பாறை அமைப்பு 39
கட்டகப் பொருள் 39
கட்டகக் கல் 40
கட்டுமான உலோகம் 40
கலப்பினப் பொருள் 4
களி மண் பொருள் 39
கற்காரை 40
மரம் 40

கட்டகத் தொய்வு 35
மாக்ஸ்வெல் தலை கீழ்த் தொய்வு விதி 35
கட்டகம் 34
அக விசை 35
கட்டுமானத் திட்டம் 34
தகைவுப் பகுப்பாய்வு 35
பணித் தேவை 34
கட்டக வடிவமைப்பு 41
அலுமினியம் 41
இறுதியான வடிவமைப்பு 43
எஃகு 41
கட்டக ஆய்வு 43
கட்டகத் திட்டம் 43
கற்காரை 41
கொத்து வேலை 42
திட்டத் தேவை 41
பொருள்களைத் தேர்வு செய்தல் 41
மரம் 42
கட்டட ஒலியியல் 43
கட்டடக் கல் 768
கட்டடக் கலைப் பொறியியல் 43
கட்டடங்களின் பேணலும் ஆய்வுக் கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியலும் 47
ஆய்வுக் கட்டுப்பாட்டுப் பட்டியலின் பயன் 49
கட்டடப் பராமரிப்பில் கவனிக்க வேண்டிய இன்றியமையா வழி முறை 48
பராமரிப்புப் பணியாளர் இன்மையும், பணக் குறைவும் 48
பல்வேறு வகைக் கட்டடம் 47
வரைபடமும், தொகு புள்ளி விவரமும் 48
கட்டடத்தை ஆயத்தம் செய்தல் 108
கட்டடப் பராமரிப்பில் கவனிக்க வேண்டிய இன்றியமையா வழி முறை 48
கட்டடப் படிமானங்கள் 50
ஆய்வு முறை 50
கட்டடம் 44
கட்டட வகை 46
கட்டுமானப் பொருள் 45
கட்டுமான முறை 46
கட்டுமான வகை 46
கட்டுமான விதி 46
கட்டுவோர் 47
செங்கல் 45
செய்முறை 47
பிற பொருள் 46
மரம் 46
வரலாறு 44
கட்டட மரங்கள் 50
கட்டட மரங்களின் பண்புகள் 51
உராய்வு எதிர் திறன் 51
கடினத் தன்மை 51
கெட்டித் தன்மை 51
தீ எதிர்ப்புத் திறன் 51
நீடித்த உழைப்புத் திறன் 51
மீள் திறன் 51
வடிவுமாறாத் திறன் 51
வலிமை 51
வளைதிறன் 51
வேலைக்காகும் திறன் 51
கட்டடங்களில் மரங்களின் பயன்பாடு 51
தென்னகத்தில் கட்டடங்களுக்குப் பயன்படும் மரம் 51
பயன்பாட்டுக்குத் தகுந்த மர வகை 52
கட்டட மரப் பாதுகாப்பு முறை 52
உலர் பதனிடல் 52
காற்றில் உலர் பதனிடல் 52
வளிம உலர்த்தல் 52
பாதுகாப்பிகளைப் பயன்படுத்தல் 52
அமிழ்த்தல் முறை 52
உட்செலுத்துதல் முறை 52
பூச்சு முறை 52
கட்டட மரங்களில் புதுமைப் பொருள் 52
கட்டட மரங்களின் பண்புகள் 51
உராய்வு எதிர் திறன் 51
கடினத் தன்மை 51
கெட்டித் தன்மை 51
தீ எதிர்ப்புத் திறன் 51
நீடித்த உழைப்புத் திறன் 51
மீள் திறன் 51
வடிவு மாறாத் திறன் 51
வலிமை 51
வளை திறன் 51
வேலைக்காகும் திறன் 51
கட்டட மரப் பாதுகாப்பு முறை 52
கட்டட வகை 46
கட்டமைப்புக் கூறுபாடு 56
நில மடிப்பு 56
உருளை நிலமடிப்பு 59
ஒருகோண நிலமடிப்பு 58
கவட்டு நிலமடிப்பு 58
கூர்ங்கோண நிலமடிப்பு 59
சறுக்கு நிலமடிப்பு 60
சாய்சரிவு நிலமடிப்பு 60
சிவ்ரான் நிலமடிப்பு 59
தாழ்சரிவு நிலமடிப்பு 57
முகட்டு நிலமடிப்பு 62
விசிறி நிலமடிப்பு 60
பெயர்ச்சிப்பிளவு 65
அமிழ்கோண நழுவற் பெயர்ச்சிப்பிளவு 68
அமிழ்கோண பெயர்ச்சிப்பிளவு 68

இயல்பு பெயர்ச்சிப்பிளவு 71
குறுக்கு நழுவற் பெயர்ச்சிப்பிளவு 68
பெயராப்பிளவு 73
கட்டமைப்பு வேளாண்மை 77
கால்நடைக் கட்டமைப்பு 77
குடியிருப்புக் கட்டமைப்பு 77
கோழிப்பண்ணைக் கட்டமைப்பு 79
சேமிப்புக் கட்டமைப்பு 79
நீர்வழிப்பகுதி 78
பண்ணை இல்லம் 77
பல்வகைக் கட்டமைப்பு 80
பன்றிகளுக்கான கட்டமைப்பு 79
பாசனக் கட்டமைப்பு 79
பால்பண்ணைக் கட்டமைப்பு 78
மாடுநிற்கும் பகுதி 78
கட்டப் படப்பதிவுக் கருவிகள் 53
கட்டுப்பாட்டு இயக்கப் பேனா வரைவி 55
நேர் பதிவுக் கருவி 53
மிகைப்பியால் இயக்கப்படும் மில்லி அம்மீட்டர் பதிவுக் கருவி 54
விரைவான துலங்கல் கொண்ட மில்லி அம்மீட்டர் பதிவுக் கருவி 54
கட்டம் 55
கட்டர்மன் வினை 80
கட்டவிதி (நிலைமை விதி) 80
கட்டின்மை எண் 81
கூறு 81
நிலைமை 81
நிலைமை வரைபடம் 81
நீரின் நிலைமை வரைபடம் 82
கட்டற்ற வீழ்ச்சி 83
சுழற்சி திசைவேகம் 84
தப்புதல் திசைவேகம் 84
கட்டா பர்ச்சா 85
கட்டி மிகு நுண்ணுயிர்கள் 85
அடினோவைரஸ் வகை - 12 வகை - 18, வகை 31 86
ஆர்.என்.ஏ. மிகு நுண்ணுயிர் 85
சைடோமெகலோ வைரஸ் 87
டி.என்.ஏ. மிகு நுண்ணுயிர் 86
பாபில்லோமா வைரஸ் 86
கட்டிலா ஆற்றல் 87
கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் 88
வெப்ப உமிழ் வினை 87
வெப்பக் கொள் வினை 87
கட்டுப்பாட்டிதழ் 93
உட்கனற் பொறியின் கட்டுப்பாட்டிதழ் 96
எக்கிப் பொறிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 96
காற்றழுத்தப் பொறிகளின் கட்டுபபாட்டிதழ் 96
குழாய்க் கட்டுப்பாட்டிதழ் 94
நீராவிப் பொறிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 95
நீரியல் சுழலிக் கட்டுப்பாட்டிதழ் 95
கட்டுப்பாட்டிதழ் இயக்கத் தொடர் 96
இயக்கம் 97
கட்டுப்பாட்டிதழ்களின் தோற்றம் 96
கட்டுப்பாட்டிதழ்ப் பிறப்பிடம் 96
நெம்புருள் இயங்கமைப்பு 98
நேரங்கணித்தல் 98
கட்டுப்படுத்திய திருத்தி 89
கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை (புள்ளியியல்) 90
கட்டுப்பாட்டு வரைபடம் (எந்திரப்பொறியியல்) 91
குறைகளின் எண்ணிக்கை வரைபடம் 92
குறைபாடு விகிதவரைபடம் 92
சராசரி வரைபடம் 92
வீச்சு வரைபடம் 92
கட்டுமானக் கருவி 99
அகழ் கருவி 101
அகழ்வு எந்திரம் 103
அனைத்து இழுப்பி 102
அனைத்து வெட்டி 102
ஆரஞ்சுத்தோல் வடிவ வாளி 103
உயர்த்தி 99
எடுத்துச்செல்லும் எந்திரம் 105
ஏற்றும் கருவி 99
ஒந்தித் தூக்கி 100
கடல் மண் அகழ்வி 105
குத்துத்தூண் சம்மட்டி 106
கெட்டிப்பான் 106
சாய்வுச் சீராக்கி 105
சாலைத் தளமாக்கி 106
சிறப்புக் கருவி 106
சுமைதூக்கு அமைப்பு 99
சுரண்டி 104
செலுத்தமைப்பு 101
தளமிடும் எந்திரம் 105
தானே சுமையேற்றுகின்ற சுரண்டி 105
துரப்பணச் சுரங்கப் பொறி 106
துரப்பணம் 106
தொடர் வாளி தோண்டி 104
தோண்டியும் இழுப்பியும் இணைந்த எந்திரம் 104
தோண்டும் வார் சுமையேற்றி 103
நில அகழ்வி 101
பிடிப்பான் 103
பெருமண் தள்ளி 104
மண் கோதி 101
மின் நிலையம் 106
முன்முனைச் சுமையேற்றி 102
கட்டுமானப் பொறியியல் 107
கட்டுப்பாடு 107

செயலாக்கம் 107
திட்டமிடல் 107
கட்டுமான முறை 108
அடிமானம் பதனிடுதல் 109
எஃகைத் தூக்கி நிறுத்தல் 109
கட்டடத்தை ஆயத்தம் செய்தல் 108
கற்காரைக் கட்டுமானம் 109
நிலச்சீர்திருத்தம் 108
பிட்டுமின் பரவுதல் 111
கட்டு விரியன் 111
நரம்பு நஞ்சு 120
பட்டைக் கட்டுவிரியன் 112
கட்டேகாட் நீர்ச்சந்தி 112
கட்புலன் நிறமாலையும் புற ஊதா நிறமாலையும் 113
உட்கவர் நிறமாலை 113
உமிழ் நிறமாலை 113
தொடர் நிறமாலை 113
பட்டை நிறமாலை 113
புற ஊதாக் கதிர்வீச்சு 115
வரி நிறமாலை 113
கடகம் 115
விண்மீன் குழு கடகம் 116
கடகவரை 116
உலக நடுவரை 116
சிறுவட்டம் கடகவரை 116
துருவ அச்சு 116
கடத்துதிறன் 120
கடத்து எலெக்ட்ரான் 120
கடத்துகை 117
எளிய கடத்துகை 117
மோ 117
கடத்துதல் (மின்) 118
கடத்துப்பட்டை 120
கடத்து எலெக்ட்ரான் 120
கடத்துதல் (வெப்பம்) 118
வெப்பக் கடத்துதிறன் 119
கடத்துமிஸழயம் 120
சைலம் 121
திசு 120
ஃப்ளோயம் 121
வகை 121
கடந்து செல்கை 122
ஒளி மறைப்பு 122
கதிர் கடப்பு 122
கதிரவன் மறைப்பு 122
கோள் மறைப்பு 122
சந்திரன் மறைப்பு 122
கடப்ப மரம் 123
பயன் 124
மரக்கட்டை 124
மருத்துவப் பண்பு 124
வளரிடம், வளரியல்பு 123
கடமான் 124
கடல் 270
கடல் அகழாய்வின் தோற்றம் 125
கடல் அட்டை 129
கடல் அப்பம் 129
கடல் அல்லி 130
காம்புடை அல்லி 130
கடல் ஆமை 131
இனப்பெருக்க முறை 134
எரட்மோகெலிஸ் இம்பிரிகேட்டா 131
கடல் ஆமைகளின் உணவுப் பழக்கம் 134
கடல் ஆமைகளின் மூச்சு 134
கெலோனியா மைதாஸ் 131
கேரட்டா கேரட்டா ஜைகாஸ் 133
டெர்மோடுகலிஸ் கோரிகேசியா 133
மீன்வளத்தில் கடல் ஆமைகளின் பங்கு 134
லெபிடோகேலிஸ் ஒலிவேசியா 133
கடல் இதயம் 135
கடல் உயிரியல் 135
கணுக்காலி 138
குழியுடலி 137
சைபோலாபோடா 138
முட்தோலி 139
மெல்லுடலி 137
கடல் உயிரியல் நிலையம் 141
கடல் உயிரினப்பூங்கா 143
கடல் உயிரினப் புகலிடம் 143
கடல் உயிரினப் பூங்காவின் நோக்கம் 143
கடல் உயிரினப் புகலிடம் 143
கல்வி விளக்க மையம் 143
சீரமைக்கும் சட்டதிட்டம் 144
சுற்றுலா மையம் 143
கடல் எந்திரம் 144
அணு ஆற்றல் எந்திரம் 146
உட்கனற் பொறி எந்திரம் 145
கட்டுப்பாடு ஏற்பாடு 147
சுழலி மின் இயக்கம் 147
டீசல் மின் இயக்கம் 147
நீராவி எந்திரம் 144
வளிமச் சுழலி 145
வேகங்காக்கும் விசை 147
வேகம் குறைக்கும் பற்சக்கரம் 146
கடல் கழுகு 147

கடல் காகம் 148
- கருந்தலைக் கடல் காகம் 149
- கருமுதுகன் கடல் காகம் 148
- பழுப்புத் தலைக் கடல் காகம் 149
- பெருந்தலையன் கடல் தாகம் 148

கடல் கிளி 149

கடல் குதிரை 150

கடல் குளிரூட்டல் 151
- நீர்மச் சரக்குகள் பாதுகாக்கும் முறை 152

கடல் குன்று 226

கடல் கொத்கலன் 153
- எரிபொருள் 155
- தனிப்பட்ட திட்ட அமைப்பு 155
- திட்ட அமைப்புக் கோட்பாடு 154
- பேணுதல் 155
- வகைப்பாடு 153

கடல்கோளும், மீள்வும் 155
- கடல் கோள் 156
- கடள் மீள்வு 156
- கடற்கரைக்கருகிலுள்ள பவளத்திட்டு 157
- பவளத்தீவு 157
- விளிம்புப் பாறை 157

கடல் சட்டம் 158

கடல் சாமந்தி 161
- ஆயுட்காலம் 162
- இணை வாழ்வுத்திறன் 162
- இனப்பெருக்கம் 161
- உணவு உட்கொள்ளல் 161
- உணவுப்பயன் 162
- உள்ளமைப்பு 161
- புலனுறுப்பு 161

கடல்சார் கனிமம் 163
- அடர்பளுக் கனிமம் 167
  - இரும்பு 169
  - குரோமியம் 169
  - சிர்கோனியம் 169
  - டான்ட்டலம் - நியோபியம் 169
  - டைட்டானியம் 168
  - தகரம் 169
  - தங்கம் 168
  - தோரியம் 168
  - பிளாட்டினம் 168
  - யுரேனியம் 168
- ஆழ்கடல் உலோகம் 170
  - மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சு 170
  - இரத்தினக் கல் 169
  - அம்பர் 170
  - பவளம் 170
  - முத்து 170
  - வைரம் 169
- உலோகச் செறிவுற்ற வண்டல் படிவு 172
- கடல் தளத்திற்கும் கீழே கிடைக்கும் தாதுப்படிவு 174
- கடல் நீரிலிருந்து கிடைக்கும் கனிமம் 176
- கால்சியம் கார்பனேட் 163
- சல்ஃபர் 165
- சியோலைட் 167
- நிலவளிமமும், எண்ணெயும் 178
  - அட்லாண்டிக் கண்டத்திட்டு வரைமுறை 178
  - குறுக்கீட்டுப் பெயர்ச்சிப் பிளவு 178
- பழுப்பு-சிவப்புக் களிமண் 167
- பாஸ்ஃபோரைட் 165
- பேரைட் 166
- மணலும் சரளைக் கல்லும் 163

கடல்சார் நிலவியல் 179

கடல்சார் படிவு 183
- உயிரினப் படிவு 184
- செந்நிறக் களி 185
- பவளப்பாறை 185

கடல் சிங்கங்களின் வலசை 263

கடல் சிங்கம் 186

கடல் சிலந்தி 188

கடல் சுவர் 189

கடல் சுவர் 287

கடல் தரைப்பரவல் 189
- உலகக் கடல் வெளிகளின் எதிர்காலம் 192
- எரிமலைத் தீவுத் தொடர் 192
- கடல்தரைப்பரவல் செயல்படும் விதம் 190
- தட்டு உள் நிகழ்ச்சி 190
- தட்டு நகரும் அளவு 192
- நீர் வெளிகளின் புவியியல் வரலாறு 192
- புவிக்காந்தவியல் சான்று 191
- வெப்ப ஓட்டம் 191

கடல் தறி 192, 288

கடல் தீவுகள் 192

கடல் தெங்கு 194
- இலை 195
- கனி 196
- தோற்றம் 194
- பயன் 196
- மஞ்சரி 196
- வளரியல்பு 195
- விதை முளைத்தல் 196

கடல் நச்சுயிரி 196
- ஒரு செல் உயிரினம் 197
- கடல் பாம்பு 199
- குழி உடலி 197
- மீன் 198
- முள் தோலி 197

மெல்லுடலி 198
கடல் நாய் 199
கடல் நீர் இயல்பு 199
அடர்த்தி 199
அழுத்தம் 200
கடல் நீரில் கரைந்துள்ள முக்கிய தனிமம் 207
கடல் நீரின் முக்கிய வளிமம் 208
கடலில் கரைந்துள்ள வளிமம் 208
கடலில் ஒலி 201
கடலில் பனிக்கட்டி தோன்றல் 205
கடலின் ஒளி ஊடுருவுதல் 203
கடலின் வெப்பத்திறன் 201
குழைம நிலை 201
சூரிய ஒளிக்கதிர்களின் வெப்ப ஆற்றல் 203
கடல் நீர் ஊடுருவல் 211
நன்னீர்க் கடல் நீரின் இணைதளம் 210
கடல் நீரிலிருந்து கிடைக்கும் கனிமம் 176
கடல் நீரிலிருந்து நன்னீர் 255
கடல் நுரை 213
கடல் பசு 214
கடல் பஞ்சு 216
இனப்பெருக்கமும் வளர்ச்சியும் 221
குறை உடல் உண்டாதல் 221
பாலினப் பெருக்கம் 223
மொட்டு விடுதல் 221
ஜெம்மியூல் ஆக்கம் 221
கடல் பஞ்சுகளின் சட்டகம் 217
கடல் பஞ்சுத் தொழில் 224
கடல் பஞ்சு வளர்ப்பு 224
கால்கேரியா 217
கால்வாய் மண்டலம் 219
சாதாரணமான சில கடல் பஞ்சு 223
டீமோஸ்பாஞ்சியா 217
நுண்முள் 217
பெரியமுள் 217
ஓரச்சு நுண்முள் 217
கோளம் 219
சிறிய நுண்முள் 219
சுருள் நுண்முள் 219
டெஸ்மா 219
தண்டு 217
நட்சத்திரம் 219
நான்கச்சு நுண்முள் 219
பல அச்சு நுண்முள் 219
மூவச்சு நுண்முள் 219
ரேப்டு 218
பொதுப்பண்பு 216
பொருளாதாரச் சிறப்பு 223
ஹெக்ஸாக்டினெல்லிடா 217
ஸ்பாஞ்சின் 217
கடல் படுகை 226
அகழி 227
ஆழ்கடல் சமவெளி 227
எழுச்சி 226
கடல்குன்று 226
தட்டைக் குன்று 226
தொடர் குன்று 227
நீண்ட பவளம் 227
பெரும் பவளம் 227
மடு 227
கடல் படிவங்களின் வகைப்பாடு 224
கரிமப் படிவு 225
கனிமப் படிவு 224
சுண்ணாம்புத் துகள் 225
கடல் படிவு 224
உலகப் பெருங்கடல் படிவுகளின் அமைப்பும் செயலும் 225
பயன் 225
கடல் வடிவங்களின் வகைப்பாடு 224
கரிமப் படிவு 225
கனிமப் படிவு 224
சுண்ணாம்புத் துகள் 225
கடல் பன்றி 227
தகவமைப்பு 228
வாழ்க்கை முறை 228
கடல் பாசி 229
கடல் பாசிகளிலிருந்து பெறப்படும் முக்கியப் பொருள்களும் பயன்களும் 230
பாசிகளின் சூழலும் அவற்றின் பரவலும் 229
குளோரைஃபைட்டா 229
பியோஃபைட்டா 229
ரோடோஃபைட்டா 229
பொருளாதாரச் சிறப்பு 229
கடல்பாசியும் அதன் இன்றியாமையும் 230
கடல்பாசி உணவு 232
கடல்பாசி எரிபொருள் 233
கடல்பாசி - கால்நடைத் தீவனம் 233
கடல்பாசியும் சர்க்கரைப் பொருளும் 233
பால் பண்ணையில் கடல்பாசி 232
கடல் பாம்பு 233
கடல் புல் 235
கடல் புறா 237
கடல்பேனா 238
கடல் பீச்சு 234
கடல மண் அகழ்வி 105
கடல் மாசடைதல் 283
இரைச்சல் 239
எண்ணெய் சிந்துதல் 230
கடல் மாசடைவதைத் தடுப்பதற்கான சட்டம் 243

கடற்கரைக் கழிவு 242
கடற்கரைக் காற்று மாசடைதல் 242
கப்பல் கழிவு 238
காற்றில் சேர்பவை 239
காற்றில் சேரும் மாசு 239
சாக்கடைக் கழிவு 241
திண்மக் கழிவு 239
துறைமுகக் கழிவு 239

கடல் மீன் முட்டை 243
கடல்தாழைகளில் ஒட்டக்கூடியவை 245
சிப்பி, கல், குழி இவற்றில் ஒட்டியிருக்கும் முட்டை 245
பின்இளவுயிரி 246
பெற்றோர்களால் பேணப்படுபவை 245
மிதக்கும் தன்மையற்ற முட்டை 244
மீன் குஞ்சு 245
முதிர்ச்சியடைந்த குஞ்சுப்பருவம் 246
முன் இளவுயிரி 246

கடல் முதலை 247
கடல் முதலைகளின் பெருக்கத் திட்டம் 248
கடல் முதலைப் பாதுகாப்பும் மேலாண்மையும் 249
கடல் முதலை வளர்ப்பும் பண்ணை வளர்ச்சியும் 248

கடல் வண்ணத்துப்பூச்சி 249
ஓட்டுச்சிறகுக்காலி 249
ஓடில்லாச் சிறகுக்காலி 250

கடல் வளம் 250
அலை ஆற்றல் 253
அலைகடல் அளிக்கும் மருந்து 253
ஆற்றல் வளம் 252
உயிர் வளம் 251
எண்ணெய் வளம் 252
ஓதம் வழங்கும் ஆற்றல் 253
கனிவளம் 251
சூரியக் கதிரியக்க ஆற்றல் 253
நன்னீர் வளம் 252
வெப்ப ஆற்றல் 253

கடல் வளர்ச்சித் துறை 253
அண்டார்க்டிக்கா ஆய்வுப் பயணம் 254
ஆய்வுக் கப்பல்களும், அவற்றின் பராமரிப்பும் 254
ஆழ்கடல் தொழில்நுட்ப ஆய்வு 254
கடல் தொடர்பான சட்ட வல்லுநர் குழாம் அமைத்தல் 255
கடல் நீரிலிருந்து நன்னீர் 255
கடல் வளர்ச்சித்துறையின் ஆய்வும் வளர்ச்சியும் 254
கடலறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் வளர்ச்சி நிதி 255
கடலறிவியலாளர்களைப் பயிற்சி மூலம் உருவாக்கும் திட்டம் 255
கடலின் உயிர் வளங்கள் பற்றிய ஆய்வு 254
கடலியல் புள்ளி விவரங்களைத் தொகுத்தலும், பயன்படுத்தலும் 255
கடலில் மாசு படிதல் பற்றிய ஆய்வு 254
கடலிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறுதல் 255
கனிப்பொருள் ஆய்வு 254
செயற்கைக்கோள் தொழில் நுட்ப ஆய்வு 254

கடல்வாழ் உயிர்ப் பொருள் தரக்கட்டுப்பாடு 255

கடல்வாழ் நுண்ணுயிர்த் தாவரம் 257
கடல்பாசிகளும் பூஞ்சைகளும் 257
கடல்வாழ் பாக்டீரியா 258
கடல்வாழ் பாக்டீரியாக்களின் பண்பு 258
கடற்சூழலில் பூஞ்சைகளின் பங்கு 257
கடற் பூஞ்சைகளின் சிதைக்கும் தன்மை 257
விலங்குகளில் கடற்பூஞ்சை 258

கடல்வாழ் விலங்குகளின் வலசை 259
இறால்கள், நண்டுகளின் வலசை 260
கடல் சிங்கங்களின் வலசை 263
சால்மனின் வலசை 261
சீல்களின் வலசை 263
திமிங்கிலங்களின் வலசை 262
மீன்களின் வலசை 260
லேம்ப் ரேக்களின் வலசை 260
வலசைத்தடம் 262

கடல் விசிறி 263
குறிப்பிடத்தக்க கடல் விமானம் 265
தோற்றமும் வளர்ச்சியும் பயன்களும் 265
நீர் சறுக்கி 264

கடல் வெள்ளரி 265

கடல் வேதாளம் 266

கடலரிப்பு 267
தரை இணை நீரோட்டம் 268

கடலலை 268
அக அலை 275
அலை அளக்கும் கருவி 276
அலை ஆற்றல் 277
அலைகளின் இயக்கம் 269
ஓத அலை 274
கடல் 270
காற்றலை 269
சிற்றலை 269
நிற்கும் அலை 273
புயல் பேரலை அல்லது புயல் நுரை 273
புவியதிர்ச்சி அலை 274
பெருக்கலை 271
மூழ்கும் உடையலை 271

கடலியல் நிலை மேடை 277
ஃபிலிப் எனப்படும் மிதக்கும் மேடை 279
மிதக்கும் தளவாட மேடை 279

கடலியல் புள்ளி விவரங்களைத் தொகுத்தலும் பயன்படுத்தலும் 255

கடலில் ஒலி 201
கடலில் கரைந்துள்ள வளிமம் 208
கடலில் பனிக்கட்டி தோன்றல் 205
கடலின் ஒளி ஊடுருவுதல் 203
கடலின் வெப்பத்திறன் 201
கடலோரத் தடுப்புச் சுவர் 279
கடலோரத் தடுப்புச் சுவர் 290
கடற்கரை 279
கற்களாலான கடற்கரை 281
சேற்றாலான கடற்கரை 280
தகவமைப்பு 280, 281
மணற்பாங்கான கடற்கரை 280
கடற்கரைக் கழிவு 242
கடற்கரைக் காற்று மாசடைதல் 242
கடற்கரைக்கருகிலுள்ள பவளத்திட்டு 157
கடற்கரைச் சமவெளி 281
கடற்கரை நில வடிவம் 281
எரிமலையால் உருவாதல் 284
கடலலை அரிப்பு 284
கழிமுகம் 282
குறுகிய நீள் மலைப் பாறை 283
குறுகிய மலைப்பள்ளத்தாக்கு 283
கூர்வட்ட முன்நிலப்பகுதி 284
நீண்டதடைக் கடல் திட்டு 284
பவளப்பாறை 285
பெயர்ச்சிப் பிளவு 284
மாங்குரோவ் கடற்கரைப் பகுதி 285
மூழ்கிய நீண்ட நதிப்பள்ளத்தாக்கு 282
கடற்கரைப் பாதுகாப்பு 286
கடல் சுவர் 287
கடல்தறி, கிராயின் 288
கரைவிலகு நீர்த்தடை 288
செயற்கை மணல் ஊட்டம் 288
கடற்கரைப் பொறியியல் 289
அலை 289
அலைமறி 291
ஓதம் 289
கடற்கரை அரிப்பு 289
கரை உகல் முறை 290
கரையைப் பாதுகாக்கும் கட்டுமானம் 290
கடலோரத் தடுப்புச் சுவர் 290
கடற்சுவர் 290
காப்புத் தளம் 290
செயற்கை மணற் குவியல் 290
நீர் ஓட்டம் 289
கடற்கரையண்மை நிகழ்வு 292
இடைக் கடற்கரை 292
உள் அமைந்த கடற்கரை 292
கடற்கரையின் அமைப்பு 292
கடற்கரையின் நில அமைப்பு 293
சிற்றலைக் குறி 293
பின்னமைந்த கடற்கரை 292
கடற்கரையின் மலையை ஒட்டிய திட்டு 347
கடற்சூழலில் பூஞ்சைகளின் பங்கு 257
கடற்படைக் கிடங்குப் பொருள் 294
கொழுப்பு மெழுகெண்ணெய் 294
மர ரெசின் 294
கடற்பாசிகளும் பூஞ்சைகளும் 257
கடற் பொறி 294
அணு ஆற்றல் பொறி 297
இயக்கும் முறை 297
பற்சக்கரத் தொடர்முறை 297
மின்னாக்கி முறை 297
உட்கனற் பொறி 297
டீசல் பொறி 297
நீராவிச் சுழல் 295
நீராவிப் பொறி 295
பெட்ரோல் பொறி 297
முன் பின்னசைவுப் பொறி 295
வளிமச் சுழலி 295
கடற் பொறியியல் 297
கடாரங்காய் 298
அல்லி வட்டம் 299
இலை 299
கனி 299
சூலகம் 299
தோற்றம் 298
பயன் 299
புல்லி வட்டம் 299
மகரந்தத் தாள் 299
மஞ்சரி 299
வளரியல்பு 299
கடிகாரப்புதிர் 300
இரட்டையர் புதிர் 300
கால நீட்டிப்பு 300
கடிகை, அளவி 301
அளவி 301
ஆரமற்றும் முனை வளையக்கடிகை 305
இடைவெளிக் கடிகை 306
உயரங் கணிக்கும் கடிகை 301
கடிகைப் பாளம் 305
கூம்பு வடிவக் கடிகை 305
சார்புக் கடிகை 302
செருகுக் கடிகை 302
சைன் தகடு 301
திருகு புரிக் கடிகை 306
நேர்நீள் முனைக்கடிகை 302
பரப்புக் கடிகை 302
பலகை மற்றும் கம்பிக் கடிகை 307

பாதரச கிடைமட்ட அளவி 302
மரை கடிகை 305
முகப்புடைக் கடிகை 307
வடிவக் கடிகை 306
வரம்புக் கடிகை 302
வளையக் கடிகை 305
வெளிவிட்ட கடிகை 305
கடி திருப்பக் கொள்கை 307
ஒற்றைமாறி முகடு கடி திருப்பம் 309
தாம் வகைப்பாட்டுத் தேற்றம் 308
பயன் 310
வரையறை 308
கடிப்படை 311
தடுப்பு மருத்துவம் 311
நோய்க் காரணம் 311
நோய்க் குறி 311
வகை 311
அரிக்கும் பிடரிப்படை 311
அரிக்கும் பெரும்படை 311
தலைப் பகுதியில் ஏற்படும் அரிக்கும் முடிச்சுப் படை 311
கடியும் கொட்டும் 311
தேள் நச்சு 312
நோய் அறிகுறி 312
பாம்புக் கடி 312
பாஸ்ஃபோலைஃபேஸ் 312
புரோடியேஸ் 312
மருத்துவம் 312
ஹைலுரோனியடேஸ் 312
கடின ஒட்டுக் கணுக்காலி 312
வகைப்பாடு 314
மேல் வகுப்பு எண்டமாஸ்ட்ரேகா 314
மேல் வகுப்பு மாலகாஸ்ட்ரேகா 314
கடினத்தன்மை 51
கடுக்கன் பூ 315
கனி 316
சூலகம் 316
பூவிதழ் 316
மகரந்தத் தாள் 316
மஞ்சரி 316
மலர் 316
வளரியல்பு 316
கடுக்காய் தாவரம் 318
கனி 319
சூல் 319
பயன் 319
மஞ்சரி 318
வகைப்பாடு 319
வளரியல்பு 318
கடுக்காய் (சித்த மருத்துவம்) 316
கடுகு 320
அல்லி 320
கடுகு விதையில் காணப்படும் பொருள் 321
காய் 320
சாகுபடி 321
சூலகம் 320
தோற்றம் 320
பயன் 321
புல்லி 320
மகரந்தத்தாள் 320
மஞ்சரி 320
மலர் 320
வகைப்பாடு 320
வளரியல்பு 320
கடுகு ரோகணி 321
கடைசல் பொறி 323
அடிப்பகுதி 324
உளிகளுடன் நகரும் பகுதி 325
ஊட்டும் அமைப்பு 326
ஊட்டுங் கோல் 326
தலைப்பகுதி 324
தலைமைத்திருகு 326
முழுமையான பற்சக்கர ஓட்டம் 324
வார்ப்பட்டை ஓட்டம் 325
வால் பகுதி 325
கடைதல், மரவேலை 326
உப்புத்தாளிடல் மெருகு ஏற்றல் 328
கருவி 328
மரக் கடைசல் வகை 328
மரவேலைக்கான கடைசல் பொறி 326
கடையாணி 328
கடைவாய்ப் பல் 329
கடோலினியம் 330
கடோலினைட் 331
இனம் சுட்டும் பண்பு 331
பயன்பாடு 331
பரவல் 331
மாற்றம் 331
கண் 331
கண்ணில் உருத்தோற்றம் உண்டாகும் முறை 333
பார்வைப் படலம் 332
விழிப்புறப் படலம் 331
விழியடிக் கரும்படலம் 332
கண் இமை 333
அமைப்பு முறை 333
இமைத் தட்டு 334
இமைத் தோல் 333
இமை விளிம்பு 334

கண் முனை நாண் 334
இரத்தக் குழாய் 334
கண் குமிழ்த் தடுப்பிழைமம் 334
நரம்பு 334
நிணநீர் நாளம் 334
பொட்டு சார்ந்த கண் முனை நாண் 334
மூக்குச் சார்ந்த கண் முனை நாண் 334
தசை 334
இமை தூக்கித் தசை 334
கண் வளையத் தசை 334
முல்லர் தசை 334
விழிவெளி இழைமம் 334
கண் இமைப் படல நோய் 362
இளவேனிற் சளி 364
இமையினைப் படல உலர் நோய் 364
இமையினைப் படல நோய் 363
கடும் சளி அழற்சி 362
கண்ணிமை நோய் 362
டிராக்கோமா 364
கண்ட் குறி படம் 335
கண்டக் கழலை 336
கண்டங்களின் இடப்பெயர்ச்சி 340
எதிர்ப்பு 341
பழங்காலக் காந்தத் தன்மை 341
புவி விரிவடையும் கொள்கை 341
வெகினர் கொள்கை 340
வெகினரின் கொள்கைக்குச் சான்று 341
கண்டங்களின் தோற்றம் 342
நான்முகக் கோட்பாடு 342
பிற கொள்கை 343
கண்டங்கத்தரி (சித்த மருத்துவம்) 337
கண்டங்கத்தரி (தாவரம்) 338
அல்லி 339
உட்கூட்டுப் பொருள் 339
கனி 339
சூலகம் 330
புல்லி 339
பொருளாதாரப் பயன் 339
மகரந்தத் தாள் 339
வளரியல்பு 338
கண்டச் சரிவு 344
இளம் மலைகளை அடுத்த கடற்கரையை ஒட்டிய கண்டச் சரிவு 345
கண்டச் சரிவின் அமைப்பு 344
கண்டச் சரிவின் வகை 344
பெயர்ச்சிப் பிளவு கடற்கரையை அடுத்த கண்டச் சரிவு 345
பெரும் ஆறுகள் இல்லாத நிலையான கடற்கரைகளை அடுத்த கண்டச் சரிவு 345
பெரும் கழிமுகத்திற்கு முன் அமைந்துள்ள கண்டச் சரிவு 345
கண்டத் திட்டு (கடலியல்) 345
கண்டத் திட்டு (நிலவியல்) 346
உயர் குறுங்கோடுகளின் திட்டு 347
கடற்கரையின் மலையை ஒட்டிய திட்டு 347
கண்டத்திட்டின் பரவல் 347
கண்டத்திட்டுகளின் வகை 347
கழிமுகத்தை அடுத்துள்ள திட்டு 347
குறையாழப் பள்ளத்தாக்குகள் உள்ள திட்டு 347
பனியாறுகள் பாதித்த நிலம் ஒட்டிய திட்டு 347
மிகு வெப்ப மண்டலத் திட்டு 347
வலிமையான நீரோட்டங்களுடன் தொடர்புடைய திட்டு 347
கண்டம் 348
கண்டமாலை 349
கண்டறியும் கதிரியக்கவியல் 453
கண்ணருகு வில்லை 350
ராம்ஸ்டென் கண்ணருகு அமைப்பு 350
ஹைஜன்ஸ் கண்ணருகு அமைப்பு 350
கண்ணாடி 351
உருக்கொடுத்தல் 352
உலையில் நிகழும் வினை 352
தயாரிப்பு 352
தொட்டி உலை 352
நிறமூட்டும் பொருள் 352
பண்படுத்தல் 352
பானை உலை 352
மெல்ல ஆறவிடல் 353
வகை 353
உருகிய சிலிக்கா கண்ணாடி 354
சோடா-காரீயக் கண்ணாடி 353
சோடா சுண்ணாம்புக் கண்ணாடி 353
நிறமேற்றப்பட்ட கண்ணாடி 354
போரோ-சிலிக்கேட் கண்ணாடி 354
உருச் செதுக்கல் 354
கண்ணாடிப் பொருள் 355
கண்ணாடியும் கண்ணாடிப் பொருள்களும் 354
அமைப்பு 355
கண்ணாடிப் பொருள் 355
தனி வகைக் கண்ணாடி 357
பண்பு 358
வேதிப் பண்பு 354
கண்ணாடி விரியன் 358
கண்ணாடி வீடு 360
அமைவிடமும், அமைப்பும் 361
கண்ணாடி வீடுகளின் வகை 361
கண் நோய் 362
அண்மைப் பார்வை 370

அஃபாச்கியா 370
அல்புமின் பார்வைப் படல அழற்சி 368
இமையிணைப் படல உலர் நோய் 364
இமையிணைப் படல நோய் 363
இளவேனிற் சளி 364
ஒட்டு விழியாடி 370
ஒளிக்கோட்டம் 369
ஒளி முனைப்படாமை 370
கடும் சளி அழற்சி 362
கண் இமைப் படல நோய் 362
கண்ணிமை நோய் 362
கண் படலம் 366
கண் பாதுகாப்பு வழி 371
கருவிழிப் படல நோய் 364
கிளாக்கோமா 366
குமிழ் ஊனீர்ச் சுரப்பி 368
டிராக்கோமா 364
தூரப் பார்வை 369
தொற்றுப் பார்வைக் குறைவு 368
நடுப் பார்வைச் சிதையில் இரத்தக்கட்டு 368
நீரிழிவுப் பார்வைப் படல நோய் 368
பார்வை நரம்பழற்சி 368
பார்வை நரம்பு நலிதல் 369
பார்வைப் படல அழற்சி 367
பார்வைப் படல இரத்தப் பெருக்கு 368
பார்வைப் படல பிரிதல் நோய் 368
பார்வைப் படல மையத் தமனி அடைப்பு 368
விழித் திரை நோய் 365
விழியடிக் கரும்படல அழற்சி 367
வெள்ளெழுத்து 370
ஹெர்ப்பீஸ் சிம்ப்ளெக்ஸ் 365
கண் படலம் 366
கண் பாதுகாப்பு வழி 371
கணக் கோட்பாடு 371
இடத்திய வெளி 375
உட்கணம் 371
ஒழுங்கமைவு 374
கணக் கணிப் பொறி 371
கணச் சேர்க்கை 371
வெட்டுக் கணம் 371
நிரல் கணம் 371
சார்பு 375
தொடர்ச்சி 375
பூலே இயற்கணிதம் 373
கணச் சேர்க்கை 371
கணத் தாக்கு 375
கணித அறிவியல் நிறுவனம் 376
கணிதக் குறிகளும், குறியீடுகளும் குறி முறைகளும் 377
கணிதச் சிறப்பியல்பு 384
கணிதத்தில் வெளி 398
கணிதத்தின் இயல்பு 382
இரு வகைக் கணிதம் 383
கணிதச் சிறப்பியல்பு 384
தேவைக்காகக் கணிதம் வளர்ச்சி பெறல் 382
பொதுமைப்படுத்தலும் அருவப்படுத்தலும் 383
மனித அறிவின் வளர்ச்சி 382
கணிதப் படிமம் 384
கணிதப் புவியியல் 389
கணிதப் புள்ளியியல் 389
கணிதப் பொருளியல் 391
கணிதம் 392
அடிப்படைகள் - கணித நியதி 395
அறிவியலுடன் தொடர்பு 392
உருவாக்குதலும், தோராயங்களும் 397
கணிதத்தில் வெளி 398
படைக்கும் வாய்ப்பாடு 393
மறுப்பு எடுத்துக்காட்டு 395
கணித வரலாறு 400
இடைக்கால வளர்ச்சி 401
இந்தியக் கணித வரலாறு 402
தற்கால வளர்ச்சி 401
கணிப்பான் (இயற்பியல்) 402
மின்னணுக் கணிப்பான் 403
கணிப்பான் (மின்னணுப் பொறியியல்) 404
உட்செலுத்தும் கருவி 409
எந்திரக் கணிப்பான் 405
கணிப்பான்களின் உறுப்பு 408
கணிப்பானின் மொழி 409
கணிப்பானைப் பயன்படுத்தும் முறை 409
நினைவகம் 409
பகுதி எந்திர மற்றும் பகுதி மின்சாரக் கணிப்பான் 406
மின்னணுக் கணிப்பான் 407
வரலாறு 404
வெளியிடு கருவி 409
வேலை செய்யும் விதம் 408
கணிப்பான்களின் உறுப்பு 408
கணிப்பானின் மொழி 409
கணிப்பானைப் பயன்படுத்தும் முறை 409
கணிப்பு வழி (அல்கோரிதம்) 409
கணிப்பொறி 411
ஒற்றை நோக்கு ஒத்த அளவு வகைக் கணிப்பொறி 412
பயன் 412
கணிப்பொறி நினைவு 412
கணிப்பொறி வரைதல் 521
கணிப்பொறி வரைபட இயல் 413
காகிதத்தில் வரையப்படும் படம் 414
திரையில் தோன்றும் படம் 414

பயன் 417
கணு 693
கணுக்காலி 418
உண்ணும் பொருள் 421
எதிரிகளிடமிருந்து தப்பிக்கும் முறை 421
கணுக்காலிகளின் பொதுப்பண்பு 418
பல்வேறு விதமான பழக்க வழக்கம் 420
புவிப் பரவல் அளவு 420
வகை தொகை 420
வகைப்பாடு 418
கணையக் காயம் 421
கணையக் காயம் 426
கணையக் குழாய்களில் ஏற்படும் கட்டி 832
கணையக் கொடை 427
கணையச் சிறைப்பை 422
இரத்தக் கசிவு 423
உண்மைச் சிறைப்பை 422
கிருமித் தாக்குதல் 423
போலிச் சிறைப்பை 422, 423
போலிச் சிறைப்பைத் துளை 423
போலிச் சிறையால் வரும் கோளாறு 423
மருத்துவம் 423
வயிற்றில் மழுங்கிய அடிபடுதல் 423
கணைய நீர் 423
அமிலேஸ் 424
பை கார்பனேட் 424
லைப்பேஸ் 424
கணையம் 424
கணையமகற்றல் 426
கணையக் காயம் 426
செய்முறை 426
நாட்பட்ட கணைய அழற்சி 426
பிற உறுப்புகளில் புற்று நோய் 426
புற்று நோய் 426
பெரி ஆம்புலரி புற்று நோய் 426
லாங்கர்ஹான் சிறு தட்டுகளின் பரவலால் அதிகப்படி இன்சுலின் சுரக்கும் நோய் 426
வீரியக் கணைய அழற்சி 426
கணைய மாற்றம் 427
கணையக் கொடை 427
கத்தரி 428
அல்லி வட்டம் 428
உள் கூட்டுப்பொருள் 429
காய் 428
சாகுபடி 429
சூலகம் 428
சேமிப்பு 429
நோய் 429
பயன் 429
புல்லி வட்டம் 428
மகரந்தச் சேர்க்கை 429
மலர் 428
வகைப்பாடு 428
வளரியல்பு 428
கத்தரிக் குடும்பம் 430
அட்ரோப்பா வகை 431
அல்லி வட்டம் 431
கனி 431
கேப்ஸிகம் ஃபுருடீசென்ஸ் 432
சூலகம் 431
சொலானம் வகை 431
டாட்ரோ வகை 431
பிரக்மான்சியா 432
புல்லி வட்டம் 431
பொருளாதாரச் சிறப்பு இனம் 432
மகரந்தச் சேர்க்கை 431
மகரந்தத் தாள் 431
மஞ்சரி 431
மலர் 431
வகைப்பாடு 431
வளரியல்பு 430
வெட்ஸ்சீன் 431
கத்தரிச் செடி 432
இனவழி வகை 432
கலப்புயிர் வீரியம் 433
தட்ப வெப்பநிலையும் மண் வளமும் 432
நோய் 433
எப்பிலாக்னா வண்டு 434
சிற்றிலை நோய் 434
சிறப்பு உண்ணி 434
தேமல் நோய் 434
ஃபோமாப்சிஸ் இலைப்புள்ளி நோய் 434
வாடல் நோய் 434
பருவம் 432
விதை உற்பத்தி 433
கத்தரி மூக்குப் பறவை 434
கத்தாளை மீன் 435
கத்தி மீன் 436
உடல் அமைப்பு 436
உடல் நிறம் 436
பெற்றோர் பாதுகாப்பு 436
பொதுப் பண்பு 436
வாழிடம் 436
கதம்ப உரு 437
குரோமோசோம் கதம்ப உரு 438
பகுதிக் கதம்ப உரு 438
பெலார்கோனியம் 438
மிகைக் கதம்ப உரு 438

விளிம்பு வட்டக் கதம்ப உரு 438
கதிர் 439
கூட்டுக் கதிர் மஞ்சரி 439
சிறு கதிர் மஞ்சரி 439
சைப்பிரேசீக் குடும்பத்தின் சிறுகதிர் 440
புல் குடும்பத்தின் சிறு கதிர் மஞ்சரி 440
மடல் கதிர் மஞ்சரி 440
கதிர் 444
கதிர் உயிரியல் 462
கதிர்க் குருவி 440
அகன்ற வால் கதிர்க் குருவி 442
இலைக் கதிர்க் குருவி 443
சாம்பல் ரென் கதிர்க் குருவி 441
புல் கதிர்க் குருவி 442
பெரிய நாணல் கதிர்க் குருவி 442
விசிறி வால் கதிர்க் குருவி 441
வெண் தொண்டைக் கதிர் குருவி 443
கதிர்ப்பு 444
கதிர் மருத்துவம் 445
கதிர் விளக்கு 445
கதிர் வீச்சளவியல் 451
கதிர் வீச்சளவு 446
வெப்ப மின் விளைவு 448
வெளி விடு திறன் 447
கதிர் வீச்சு அலைப் பிரிகை 451
கதிர் வீச்சு அழுத்தம் (இயற்பியல்) 451
கதிர் விச்சு அழுத்தம் (எந்திரப் பொறியியல்) 451
கதிர் வீச்சு இயற்பியல் 452
அணுக்கரு மருத்துவம் 455
கண்டறியும் கதிரியக்கவியல் 453
கணிப் பொறி 462
கதிர் உயிரியல் 462
கதிர் வீச்சிலிருந்து பாதுகாப்பு 462
கதிர் வீச்சு மருத்துவம் 459
கதிரியக்க ஊசி 462
கேளா ஒலி வரையியல் 458
வெப்ப வரைமுறை 458
கதிர் வீச்சு உமிழ்தலும் உட்கவர்தலும் 701
கதிர் வீச்சு நுண்ணளவி 466
கதிர் வீச்சுப் பயன்பாடு 466
செயற்கைக் கதிர் இயக்கப் பயன்பாடு 466
கதிர் வீச்சு 450
ஒளியியல் கதிர் வீச்சு 450
கதிர் வீச்சுக் கொள்கை 450
துகள் கதிர் வீச்சு 450
மின் காந்தக் கதிர் வீச்சு 450
கதிர் வீச்சுக்குட்படுத்தல் 364
அயனி ஆக்காத கதிரியக்கம் 465
அயனி ஆக்குங் கதிரியக்கம் 464
கதிர் வீச்சுக்குட்படும் செல்லில் ஏற்படும் மாறுதல் 465
கதிர் வீச்சு மண்டலம் 467
கால மாறுதல் 468
சிக்குண்ட துகள்களின் துகள் தொகை 468
சிக்குண்டு விடும் துகள்களின் தோற்றமும் மறைவும் 471
செயற்கைக் கதிர் வீச்சு மண்டலம் 470
பிற கோள்களின் கதிர் வீச்சு மண்டலம் 472
பிற நிகழ்வுகளுடன் உள்ள தொடர்பு 471
மின்னூட்டத் துகளின் இயக்கம் 467
விண்கலன்கள் மீது ஏற்படும் விளைவு 472
கதிர் வீச்சு வானியல் 472
கதிர் வீச்சு வானியலின் வரலாறு 473
கதிர் வீச்சு வேதியியல் 474
கதிர் வீச்சு வேதியியல் 474
கதிர் வீசலின் தன்மை 700
கதிரவன் மறைப்பு 122
கதிரியக்க அணுக்கருவினம் 476
கதிரியக்க அலகு 497
கதிரியக்க உயிரியல் 482
உயிர்ப் பொருள்களில் ஏற்படும் விளைவு 483
கதிரியக்கச் சுழற்சி 483
கதிரியக்கத்தின் பயன் 484
கதிரியக்கப் பொருள் 483
கதிரியக்க ஐசோடோப் 484
கிளர்வூட்டிப் பகுத்தல் 487
தொழில் துறைப் பயன் 487
நிலவியல் பயன் 487
பயன் 486
மருத்துவப் பயன் 488
வேதியியல் பயன் 487
வேளாண்மைப் பயன் 487
கதிரியக்கக் கழிவு 490
கதிரியக்கக் கனிமம் 488
இந்தியாவில் கிடைக்கும் இடம் 489
கனிமம் 488
அட்டுனைட் 489
கம்மைட் 489
கார்னோடைட் 489
டோர்பெர்னைட் 489
பிட்சுபிளெண்டு 488
யுரேனினைட் 489
பயன் 488
யுரேனியம் 488
தோரியக் கனிமம் 489

அல்லனைட் 489
சிர்கோனியம் 490
பெரீலியம் 490
மோனசைட் 489
மோனோசைட் 489
கதிரியக்கங்காணல் 492
அயனியாக்க எண்ணி 493
அயனியாக்கச் செயலைப் பதிவு செய்யும் காணி 497
ஒளித்துடிப்பு எண்ணி 494
கதிரியக்க அலகு 497
குறை கடத்திக் காணி 496
துணைக் கருவி 496
பருப்பொருளில் கதிர் வீச்சின் இடையீட்டுச் செயல் 492
பிறகாணி 495
கதிரியக்கச் சுழற்சி 483
கதிரியக்கம் 497
அணுக்கரு இடப் பெயர்ச்சி விதி 500
இயல்புக் கதிரியக்கம் 498
கதிரியக்கச் சிதைவு கொள்கை 500
செயற்கைக் கதிரியக்கம் 499
கதிரியக்க முறைக் காலக் கணிப்பு 501
கதிரியக்கக் கரிமுறை 502
பொட்டாசியம் ஆர்கான் முறை 502
கதிரியல் 502
கதிரியல் ஆய்வும் முறைகளும் 503
கதிரியல் படப்பிடிப்பாளர் 503
கதிரியல் படம் 503
கதிரியல் மருத்துவர் 504
கதுப்புத் துடுப்பு மீன் 504
கந்தக அமிலம் 507
கந்தகம் (கனிமம்) 507
இனம் சுட்டும் பண்பு 509
பயன் 509
கந்தகம் (சித்த மருத்துவம்) 509
கந்தக அணு 615
கந்தகம் 207
கந்தகம் (வேதியியல்) 510
ஆக்சி அமிலங்கள், உப்பு 513
ஆக்சைடு 513
இயல்பு 511
கிளாஸ் முறை 511
சிசிலியன் முறை 511
நீர்மக் கந்தகம் 511
நெகிழிக் கந்தகம் 511
பயன் 515
பர்ப்பிள் கந்தகம் 511
பிற உருவம் 512
மோனோகிளினிக் கந்தகம் 511
ராம்பிக் கந்தகம் 511
வளிம நிலைக் கந்தகம் 512
வேதிப்பண்பு 512
ஹாலைடு 512
கப்பல் 532
அழிக்கும் கப்பல் 538
காவல் கப்பல் 538
நில நீர்த் தொடர்புடைய போர்க் கப்பல் 538
நீர் மூழ்கிக் கப்பல் 539
போர்க் கப்பல் 538
விமான தளக் கப்பல் 538
வேவுக் கலம் 539
கப்பல் கட்டுதல் 515
அளவு வரைதல் 520
ஆய்வுத் தேர்வுச் சோதனை 531
எந்திரங்களை நடுதல் 527
ஒளிக் கிரண வரைதல் 520
கணிப்பொறி வரைதல் 521
கப்பல் வரைதலும், பொறியியலும் 518
கொடுப்பதும், ஏற்றுக் கொள்வதும் 532
கோத்தல் - பூட்டுதல் 521
தகடுகள் வெட்டுதலும் வளைத்தலும் 521
தயாரிப்புக் கட்டுப்பாடும், தரக் கட்டுப்பாடும் 520
தயாரிப்புத் திட்டமிடுதல் 518
தற்காலக் கப்பல் தளங்களிலுள்ள வசதி 516
தன்னியக்க முறை 526
திட்டமிட்ட நேர வரை முறை 516
பற்ற வைப்பு முறை 526
பூட்டுதல் 525
முழு அளவில் வரைதல் 520
வரைதல் 517
வாங்கும் முறை 517
வெள்ளோட்டமிடல் 526
கப்பல் செலுத்த அணு உலை 540
அணு உலைகளின் பாகுபாடு 541
நம்பகத் தன்மையும், பேணலும் 541
நிலையப் பாதுகாப்பு 541
கப்பல் துறை 541
உலர் துறை 542
நீர்த் துறை 542
மிதக்கும் உலர் துறை 542
கப்பல் புழு 542
உடலமைப்பு 543
கப்பல் வரைதலும், பொறியியலும் 518
கப்பி 543
இரண்டாம் வகைக் கப்பி 545
முதல் வகைக் கப்பி 545
மூன்றாம் வகைக் கப்பி 545

கப்பிட்சா தடை 548
கப்பியும், வடமும் 548
கபாலம் (சிசு) 549
கம்பளி 551
கம்பளி இழையின் அமைப்பு 551
கம்பளியின் வகை 553
நுண் அமைப்பு 552
பயன் 554
கம்பளி இழையின் அமைப்பு 551
கம்பளி நூல் உற்பத்தி 554
அழுக்குகளைக் களைதல் 554
கலத்தல் 554
கில்லிங் 555
கார்டிங் 554
சீவுதல் 555
நீட்டித்தல் 557
நூல் நூற்றல் 557
நோபல் சீப்பு 556
பிரென்ச் வீவுதல் 556
மியூலினால் நூற்கும் முறை 555
முறுக்கிய கம்பளி நூலின் நிலை 555
ரிங்பிரேமினால் நூற்கும் முறை 555
கம்பளிப் புழு 557
வகை 553
கம்பி 559
கம்பி அமைப்பு, மின் 559
அமைப்பு முறை 560
கம்பி அமைப்பு விளக்கப் படம் 561
கம்பி வால் கரிச்சான் 588
கம்பின் கரிப் பூட்டை நோய் 599
கம்பு 561
இந்திய வகை 562
இலை 563
கனி 563
சாகுபடி 563
சிறு தூவி 563
தோற்றம் 562
நோய் 564
பயன் 564
பயிராகும் வகை 562
மகரந்தச் சேர்க்கை 563
மஞ்சரி 563
வகைப்பாடு 562
வளரியல்பு 563
கம்புச் செடியில் பசுங்கதிர் நோய் 564
அறிகுறி 565
பரவுதல் 565
கட்டுப்பாடு 565
கம்மாரஸ் 565
கம்மைட் 489
கமியோ 566
கயிற்று ஓட்டு 567
கயிற்று வளை 569
கயிறு 570
மணிலாக் கயிறு 571
கயனைட் 566
உற்பத்தி 567
தோற்றம் 567
பயன் 567
கயோலினைட் 572
கர்ப்பத்தில் எடை கூடுதல் 572
கர்ப்ப காலத்தில் எடை கூடுதலுக்கான காரணம் 572
கர்ப்பத்தின் எடை கூடுதலுக்குரிய தாய்மைக் காரணி 573
பனிக்குட நீர் 573
கர்ப்பமும் பால் சுரப்பும் 574
பால் சுரப்பு 574
பால் சுரப்பும் புரொலாக்டின் ஹார்மோனின் தொடர்பும் 575
பெண்களின் மார்பகங்களின் உள் அமைப்பு 574
கர்ப்பூரப்புல் 575
கர்ப்பூரம் 576
தயாரிப்பு 576
பண்பு 576
பயன் 576
வளர்ச்சி 576
கரட்டாடு 577
கரடி 578
இமயமலைக் கரடி 581
இனம் 581
கரடிகளின் சமுதாய வாழ்க்கை 580
கரடி வாழுமிடம் 580
குளிர் காலத் தூக்கத்திற்குக் காரணம் 580
குளிர் காலத் தூக்கம் 580
செங்கரடி 581
கரண்டி அலகன் 582
மலர்ச் செண்டு கரண்டி அலகன் 583
கரந்தை 583
கரப்பான் பூச்சி 584
இனங்களின் வகை 584
கரிக்குருவி 586
கரிச்சான் 587
கம்பிவால் கரிச்சான் 588
கரும்பச்சைக் கரிச்சான் 588
சாம்பல் கரிச்சான் 588

கரிச்சுழற்சி 588
கரிம மட்கும் பொருள் 589
கார்பன் டைஆக்சைடு வெளிப்படுதல் 589
கரிசல் நிலத்தில் நீர் நில வளம் பேணுதல் 589
கரிசல் நிலத்தில் சிக்கல் 590
கரிசலில் நீரியக்கம் 589
தன்மை 589
நிலப்பண்பாட்டு முறை 590
கரிசலாங்கண்ணி (தாவரவியல்) 591
உட்கூட்டுப் பொருள் 592
செடி 591
மருத்துவப் பண்பு 592
கரிசலில் நீரியக்கம் 587
கரிசலாங்கண்ணி (சித்த மருத்துவம்) 591
கரிசாக்கும் ஒண்முகிற்படலம் 593
கரித்தல் 593
அரித்தல் - கரித்தல் 596
உலோக, கனிம மேற்பூச்சு 596
உலோகங்களைத் தூய்மையாக்கல் 597
உலோகமற்ற அல்லது அலோகப் பொருள் 597
எதிர் மின்முனை நேர்மின்முனைப் பாதுகாப்பு 596
கரித்தல் தடுப்பு வழி 596
கரிம மேற்பூச்சு 596
கலவையாக்கல் 596
குழிப்புக் கரித்தல் 595
சிறுமணி உள் கரித்தல் 595
சீரான கரித்தல் 595
சூழ்நிலை மாற்றம்597
செறிவுக்கலன் கரித்தல் 595
தகைவு கரித்தல் 596
துத்தநாக நீக்கம் 596
நீர்மக் கரைசல் கரித்தல் 593
வடிவமைப்பு 597
வளிமக் கரித்தல் 597
கரிப்பூட்டை நோய் 598
உதிரிக்கரிப்பூட்டை 598
கட்டுப்பாடு 598, 599
கம்பின் கரிப்பூட்டை நோய் 599
கரும்பில் கரிப்பூட்டை நோய் 599
கட்டுப்பாடு 600
பரவுதல் 600
கோதுமையில் உதிரிக்கரிப்பூட்டை நோய் 599
தலைக்கரிப்பூட்டை 599
நீளக் கரிப்பூட்டை 599
பரவுதல் 598, 599, 600
மணிக்கரிப்பூட்டை 598
கரிபியன் கடல் 600
கரிம அளவறி பகுப்பாய்வு 601
ஆக்சிஜன் 602
உலோக அளவறிதல் 601
கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அளவறி பகுப்பு 601
நைட்ரஜன் 602
பிற தனிமம் 602
பிற முறை 603
வினையுறு தொகுதி 603
கரிம ஆர்செனிக் சேர்மம் 604
அல்க்கைல் ஆர்சின் ஆர்சின் 604
ஈரிணைய ஆர்சின் 605
ஓரிணைய ஆர்சின் 604
நான்கிணைய ஆர்சோலியம் 605
மூவிணைய ஆர்சின் 605
கரிம ஆர்சனிக் சேர்மங்களின் முப்பரிமான வேதியியல் 606
கேகொடில் 606
கேகொடில் ஆக்சைடு 605
கேகொடிலிக் அமிலம் 606
பண்பு 605
லூயிசைட் 606
கரிம உலோக அணைவுச் சேர்மம் 607
அரோமாட்டிக் வகை வினை 610
ஆக்சிஜனேற்றம் 608
செயலுற அணு எண் கொள்கை 609
தயாரிப்பு முறை 607
படிக அமைப்பு 607
பிணைப்பு வமு 608
18 - எலெக்ட்ரான் விதி 609
கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் 611
கரிம உலோகச் சேர்மங்கள் தொகுக்கும்முறை 612
சேர்க்கை வினை 613
பதிலீட்டு வினை 612
பலவகை வினை 613
கரிம உலோகச் சேர்மப்பிணைப்பு 611
அயனிப் பிணைப்பு 611
எலெக்ட்ரான் குறைவான பிணைப்பு 611
பல அணுக்கரு கொண்ட அமைப்புகளில் காணப் படும் நிலைமைத் தன்மையற்ற இணைப்பு 611
சக பிணைப்பு 611
கரிமக் கந்தகச் சேர்மங்கள் 615
உருவாக்கம் 618
கந்தக அணு 615
கனிம கந்தக அமிலங்களின் கரிமப் பெறுதி 623
கார்போனிக் அமிலம் 623
கிடைத்தலும், தயாரித்தலும் 621
சல்ஃப்யூரஸ் அமிலம் 623
சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் 623
சல்ஃபாக்சைடுகளும், சல்ஃபோன்களும் 620
சல்ஃபைடு, சல்ஃபோனியம் உப்பு 618
சல்ஃபோனிக்,சல்ஃபைனிக், சல்ஃபீனிக்அமிலம் 622

சாக்கரின் 621
டைசல்ஃபைடு 619
தயாகார்போனைல் சேர்மம் 620
தயால் 615
தயோசல்ஃயூரிக் அமிலம் 623
பாலிசல்ஃபைடு 620
பாஸ்ஃபோரிக் அமிலம் 624
வினை 618, 619, 621
வேற்றணு வளைய கந்தகச் சேர்மம் 624
கரிமக் கரைப்பான் 755
கரிமக் கழிவுப் பொருள் மீட்சி 624
கரிமக் கழிவு 625
கரிமக் கழிவுகளின் சிதைவு 625
கரிமக் கழிவுகளின் வேதிச் சேர்க்கை 625
கரிமக் கழிவுப் பொருள் மீட்சியின் இன்றியமையாமை 627
கார்பன் வட்டம் 627
சிதைவு நிலை 625
நைட்ரஜன் வட்டம் 627
மண்வாழ் நுண்ணுயிர் 625
கரிம கால பாறைப் படிவு 628
கரிமச் சேர்மங்களின் பெயரிடும் முறை 630
அடிப்படைப் பெயரிடும் முறை 630
கார்போ வளையச் சேர்மம் 633
வளையமில்லா ஹைட்ரோகார்பன் 631
ஜெனிவா பெயரிடும் முறை 630
கரிமச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடும் முறை 654
கரிமச் சேர்மங்களின் வகைப்பாடு 652
கரிமத் தனிமப் பகுப்பாய்வு 633
அளவறிதல் 635
ஆய்வில் நிகழும் வினை 634
கந்தகம் 634
கெல்டால் 636
நைட்ரஜன் 634
நைட்ரஜன் அளவறிதல் 635
ஹாலோஜன் 634, 636
கரிமத் துணிப் பொருள் 636
காலிக்கோ நாடா 637
மெல்லிய வெண் நாடா 637
ஹெர்ரிங்குபோன் நாடா 637
கரிமப் படிவு 225
கரிமப் பாஸ்ஃபரஸ் சேர்மம் 637
தயாரிப்பு 638
பயன் 638
வினை 638
கரிம மட்குப் பொருள் 589
கரிம மண் 639
நில மட்கு 639
பீட் மண்ணின் பயன் 639
பீட் மண்ணின் வகை 639
கரிம மேற்பூச்சு 596
கரிம வினை வழிமுறை 640
கிளர்வுற்ற அணைவு 641
கொள்ளிட விளைவு 646
கரிம வேதித் தொகுப்பு முறை 647
இயங்கு உறுப்பு 647
எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலீட்டு வினை 649
கரிம வேதித் தொகுப்பு 647
கரிம வேதி வினைகளின் வகை 648
கருகவர் பதிலீட்டு வினை 648
கார்பன் எதிர் அயனி 647
கார்பன் நேரயனி 647
கார்பீன்களும் நைட்ரீன்களும் 647
கிளர்வுற்ற மூலக்கூறு 648
கூட்டு வினை 649
இயங்கு உறுப்பு வினை 649, நீக்கல் வினை 649
நிலையற்ற மூலக்கூறு 648
பதிலீட்டு வினை 648
வினை இடைப்பொருள் 647
வினைக் காரணிகளின் வகையீடு 648
எலெக்ட்ரான் கவர் பதிலி 648
கருகவர் பதிலி 648
கரிம வேதியியல் 651
அலக்கீன் 654
அல்க்கைன் 654
கரிமச் சேர்மங்களின் வகைப்பாடு 652
கரிமச் சேர்மங்களுக்குப் பெயரிடும் முறை 654
கார்பாக்சில் தொகுதிச் சேர்மம் 656
அமீன் 657
ஈத்தர் 656
கார்போ வளையச் சேர்மம் 657
கார்போனைல் பெறுதி 655
சல்ஃபோனிக் அமிலம் 657
தயால் 657
நீள் சங்கிலி ஹைட்ரோ கார்பன் 654
ஹாலோஜன் பெறுதி 655
ஹைட்ராக்சில் பெறுதி 655
ஹைட்ரோகார்பன் பெறுதி 655
கரியூட்டி 659
சங்கிலி ஒட்டுக் கரியூட்டி 660
பரவு வகைக் கரியூட்டி 660
கருக்காலம் (கால்நடை) 662
கருக்கோள உறுப்பாகு பகுதி 662
இயற்கை முறை 662
செயற்கை முறை 662
கருக்கோளம் 663
கருக்கோளத்தின் இன்றியமையாமை 664
கருகவர் பதிலி 648

கருகவர் பதிலீட்டு வினை 648
கருங்கடல் 665
கருங்காடு 666
கருங்குரங்கு 667
கருங்கோட்டா மரம் 668
இலை 668
உட்கூட்டுப் பொருள் 669
கனி 669
பயன் 669
மஞ்சரி 669
மலர் 669
வளரியல்பு 668
கருச் சவ்வுடையவை 669
பனிக்குடம் 670
கருச்சிதைவு 670
கருஞ்சீரகம் 672
இலை 672
உட்கூட்டுப் பொருள் 674
கனி 674
சாகுபடி 674
பயன் 674
மகரந்தச் சேர்க்கை 674
மஞ்சரி 672
மலர் 672
வளரியல்பு 672
விதை 674
கருஞ்செம்பை 674
மரம் 675
மருத்துவப் பயன் 676
கருடன் 677
கருணைக் கிழங்கு 677
ஊட்டநிலை 678
செடி 677
பயன் 678
பயிர் முறை 678
மருத்துவப் பண்பு 678
கருத்தியல் இயற்கணிதம் 679
கருத்தியல் படிமங்களிலிருந்து நடைமுறை உலைகளின் வேறுபாடு 680
கருதுகோள் ஆய்வு 684
கருந்தலைக் கடல் காகம் 149
கருந்துளை விண்மீன் 684
கருநாகம் 687
கருநிழல் 688
அரை நிழற் கூறு 689
கருப்பையில் அடினோகார்சினோமா 833
கரும்பச்சைக் கரிச்சான் 588
கரும்பில் சிவப்பழுகல் நோய் 689
அறிகுறி 690
கட்டுப்பாடு 690
பரவுதல் 690
கரும்பில் கரிப்பூட்டை நோய் 599
கட்டுப்பாடு 600
பரவுதல் 600
கருட்பிறவித் தன்மை 690
கரும்புச் சர்க்கரை 697
கரும்பின் தரம் 695
கரும்பு 691
அடியுரம் 695
அறுவடை 696
இலை உறை 693
இலைகளின் மேல் யூரியா தெளித்தல் 695
இலைத்தாள் 694
இலைவடு 693
இனங்களும் தோற்றமும் 692
உரமிடுதல் 695
கணு 693
கணுவிடைப் பகுதி 693
கரும்பின் தரம் 695
கலப்புப் பயிரி முறை 696
கனி 694
காலநிலை 694
சாம்பல் பட்டை 694
சூழ்நிலையியல் 694
தேன்பாகு 696
நடவுக்காலம் 695
நிலம் 694
நிலம் தயாரிப்பு 695
நீர்ப்பாசனமும் வடிகாலும் 695
பயிர்ச்சுழற்சி 696
பயிர்ப்பாதுகாப்பு 696
பின் செய் நேர்த்தி 695
மஞ்சரி 694
மேலுரம் 695
மொட்டு 693
வளர்ச்சி வளையம் 693
வளரியல்பு 692
விதைக்கரணைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் 695
வேர்ப்படை 693
கரும்பொருள் 698
கருமபொருள் கதிர்வீச்சு 699
அளக்கும் கருவி 700
ஆற்றல் பரவீடு 702
கதிர்வீச்சு உமிழ்தலும் உட்கவர்தலும் 701
கதிர்வீசலின் தன்மை 700
கருப்பொருள் 699
கிரிச்சாப்.விதி 702

பிரிவோஸ்ட்டின் பரிமாற்றுக்கொள்கை 701
பிளாங்கின் விதி 703
ஸ்டீபர்ன் - போல்ட்ஸ்மன் விதி 702
கருமருது 701
பயன் 704
கருமலம் 706
கருமுதுகன் கடல்காகம் 148
கருவளர்ச்சி 707
கருவளர்ச்சியின் வகை 707
கருவளர்ச்சி (தாவரவியல்) 707
ஒருவித்திலைக் கருவளர்ச்சி 709
கருவளர்ச்சி 707
கருவளர்ச்சியின் வகை 707
கருவளர்ப்பு 710
ஊட்டச்சத்தும் ஊடகமும் 711
கரு வளர்ப்பின் பயன் 711
கரு வளர்வதற்கான ஊட்டச்சத்து 711
விதையுறக்கத்தையும், வாழ்வுக் காலத்தையும் குறைத்தல் 711
கருவாகை 712
பொருளாதாரப்பயன் 714
மரம் 712
கருவி இறங்கும் அமைப்பு 715
எல்லை எச்சரிப்புக் கருவி 716
நிலையுணர்த்தி 716
கருவி இயல் 714
கருவி இயலின் இன்றைய போக்கு 715
செய்தி நிகழ்த்தும் கருவி 715
நம்பகத் தன்மை 715
பயன் 715
கருவி மின்மாற்றி 716
தறுவாய்க் கோணம் 719
மின்னோட்ட மாற்றி 717
மின்னோட்ட மாற்றியில் தோன்றும் பிழை 718
மின்னோட்ட மாற்றியின் கோட்பாடு 717
வடிவமைப்புக் காரணி 718
உள்ளகம் 719
சுருணை 719
செந்தர விகிதம் மற்றும் ஏற்றுக் கொள்ளப்படும் பிழை 721
மின்காப்பு 719
மின்னழுத்த மாற்றி 720
மின்னழுத்த மாற்றிகளால் உருவாகும் பிழை 721
மின்னோட்ட மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தல் 719
மின்னோட்ட மாற்றிச் செந்தரம் 719
மின்னோட்ட மாற்றியின் இரண்டாம் சுற்றின் திறப்பு 720
முதல் சுருணை ஆம்பியர் சுற்று 719
வடிவமைப்புக் காரணி 719
விகிதச் சமன்பாடு 721
கருவி முறைப் பகுப்பாய்வு 722
மின் அல்லது காந்தப்புலன் 722
மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு 722
வெப்ப அல்லது எந்திரஆற்றல் 729
வேதி வினைத்திறன் 722
கருவியல் 729
கருவியல் ஆய்வு முறை 730
அமைப்பி 731
கரு வளர்ச்சியின்போது இயற்கைச் சூழ்நிலையை மாற்றுவது 731
கருவியைச் சிற்றளவாக்கல் 732
காரணக்கூறு 732
டிங்கர்டாய் 734
தானியங்கு தொகுப்பு 733
பயன் 732
கருவுறுதல் 734
சூல் உறை 734
சூலின் வகை 736
அரைத் தலை கீழ்ச் சூல் 938
தலைகீழ்ச் சூல் 736
நேர் சூழ் 736
வளைந்த சூழ் 736
மகரந்தத் துகள் 735
விலங்குகளில் கருவுறுதல் 737
கருவேலமரம் 738
குச்சி 740
நெற்று 740
பிசின் 740
மரப்பட்டை 740
மரம் 739
மருத்துவப்பண்பு 740
முள்வேலி 740
கரைசல் 741
அயனி - அயனி இடையீடு 743
அயனி - இரு முனையி இடையீடு 743
இருமுனையி இடையீடு 742
எலெக்ட்ரான் வழங்கி - ஏற்பி வகை இடையீடு 743
கரைசலுக்கான அடிப்படை உந்து விசை 741
கரைதிறன் 747
சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் 744
நல்லியல்பற்ற கரைசல் 745
நல்லியல்புக் கரைசல் 743
லண்டன் விசை 741
கரைதிறன் பெருக்கமாறிலி 748
கரைநீர்மச் சேர்க்கை 749

கரைப்பான் 750
அமிலவகைக் கரைப்பான் 751
உருகிய உப்புநிலைக் கரைப்பான் 755
கரிமக் கரைப்பான் 755
காரவகைக் கரைப்பான் 752
புரோட்டானற்ற கரைப்பான் 754
நீர் 750
நீரற்ற கரைப்பான் 751
கரைப்பானால் சாறு இறக்கம் 756
ஆய்வுக்கூடப் பயன் 758
சாறு இறக்கல் வழிமுறை 758
தேவையான கலன் 757
பயன் 756
கல்கரி 760
நீர்வளிமம் 760
கல்கவுதாரி 760
கல்காரினைட் 762
கல் திருப்பி 762
கல்நார் 763
அமோசைட் 764
ஆக்டினோலைட் 764
ஆந்தோஃபில்லைட் 764
கிரைசோடைல் 763
குரோசிடோலைட் 764
ட்ரிமோலைட் 764
கல்நார்த் துகள்களும் புற்றுநோயும் 766
நுரையீரல் புற்றுநோய் 767
நுரையீரல் மேலுறையில் காணும் தழும்பு 767
நோயில் காணப்படும் படப்பிடிப்பு மாற்றம் 767
நோயின் அறிகுறி 767
நோயினால் தாக்கமுற்ற நுரையீரலின் தோற்றம் 767
மூச்சுக் குழல் புற்றுநோய் 766
கல்நார் நோய் 765
அறிகுறி 767
கல்நார்த் துகள்களும் புற்றுநோயும் 766
நுரையீரல் புற்றுநோய் 767
நுரையீரல் மேலுறையில் காணும் தழும்பு 767
நோயினால் தாக்கமுற்ற நுரையீரலின் தோற்றம் 767
மூச்சுக்குழல் புற்றுநோய் 766
நோயின் தோற்றம் 765
கல் மற்றும் கல் பொருள் 768
அணிகலக் கல் 768
கட்டடக் கல் 768
சுண்ணாம்புக் கல் 771
பாவு கல் 769
மணற்கல் 769
கல்யாணப் பூசணிக்காய் 771
கல்யாண முருக்கு (சித்த மருத்துவம்) 771
கல்யாண முருங்கை 773
கூட்டிலை 772
மருத்துவப் பண்பு 773
கல்வாழை 778
பயன் 779
கல்லீரல் இரத்தக் குழாய்க் கட்டி 774
அறிகுறி 774
கல்லீரல் தமனி போர்ட்டல் சிரை இணைப்பு 774
அறிகுறி 774
கல்லீரல் தமனிப்பிறவி மாறுதல் 775
போர்ட்டல் சிரை தேன்கூடு மாறுபாடு 775
போர்ட்டல் சிரை நுனி பிறவியில் இல்லாமை 775
போர்ட்டல் சிரைப் பிறவி மாறுபாடு 775
கல்லீரல் நார் மிகைத்தல் 774
அறிகுறி 775
உயிர் வேதியியல் ஆய்வு 775
நோய் 776
மருத்துவம் 776
கல்லீரல் நோய் 776
கல்லீரல் மாற்றங்களால் உண்டாகும் மஞ்சள் காமாலை 776
குழந்தைப் பருவ மஞ்சள் காமாலை நோய் 776
கல்லுக்குருவி 777
கல்லோனி வளைகுடா 777
கலங்கரை விளக்கு 779
கலங்கல் நீரோட்டம் 781
கலத்தல் 554
கலத்தல் 781
அசையாக் கலத்தல் அமைப்பு 783
தாரை கலத்தல் 783
கலப்பகாஸ் தீவு 784
கலப்பினப் பொருள் 40
கலப்புப் பயிரிடுதல் 786
கலப்புப் பயிர் விதைப்பு 787
நன்மை 787
கலப்புப் பயிரி முறை 696
கலப்புயிர் வீரியம் 433
கலப்பு வீரியம் 787
ஓங்கு பண்புக்கோட்பாடு 788
நிலைத்திராத கலப்பு வீரியம் 789
கலப்பெண் பகுப்பாய்வு 789
அடுக்குத்தொடர் 792
எச்சத்தேற்றம் 794
கலப்பெண் 789
கோணம் மாறா மாற்றம் 792
கோஷியின் தத்துவம் 794

சார்பின் வகைக் கெழு 791
சார்பு 791
சார்புத் தொடர்ச்சி 791
டெய்லர் தொடர் 793
நீள்வளையச் சார்பு 794
பகு இயல் தொடர்ச்சி 793
வாரன்ஸ் தொடர் 793
கலப்பைக்காலி 795
இரத்த ஓட்ட மண்டலம் 798
இனப்பெருக்க உறுப்பு 799
உடல் போர்வை 796
உடற் குழி 796
உணர்வு உறுப்பு 799
உலைவு மண்டலம் 796
உள்ளுறுப்புத் தொகுதி 796
கழிவு மண்டலம் 798
நரம்பு மண்டலம் 799
பாதம் 796
மூச்சு மண்டலம் 797
கலப்பைக் கிழங்கு 800
கலவி இனப்பெருக்கம் 802
இனப்பெருக்கச் செல்வகை 802
உடலுக்கு வெளியே நிகழும் கருவுறுதல் 802
உடலுக்குள் நிகழும் கருவுறுதல் 802
கலவியிலா இனப்பெருக்கம் 803
அரும்புதல் முறை 803, 804
பிளவுபடுதல் முறை 803
ஜெம்யூல் முறை 803,804
கலவையாக்கல் 596
கலன் நலிவு 804
அமைலாய்டு கலன் நலிவு 805
கொழுப்புக் கலன் நலிவு 804
நீர் வீக்கத்துடன் கூடிய கலன் நலிவு 804
ஹயலிஸ் கலன் நலிவு 804
கலாயிஸ் 805
கலாயின் களம் 805
நூல் 805
வாழ்க்கை வரலாறு 805
கலானஸ் 806
கலிஃபோர்னியம் 806
கலிலியோ 807
கலிலியோவின் மாற்றம் 808
கலிலீக் கடல் 810
கலீனா 810
இயற்பியல் பண்பு 811
ஒளிப்பண்பு 811
தோற்றம் 811
பரவல் 811
கலை மான் 812
கலோமல் 813
கலோமல் மின்முனை 813
அமைப்பு 813
மின் அழுத்த அளவு 814
கலோரி அளவி 816
எளிய கலோரி அளவி 816
நென்ஸ்ட் கலோரி அளவி 817
புன்சன் கலோரி அளவி 818
வெடி கலோரி அளவி 818
ஜாலி நீராவிக் கலோரிக் அளவி 818
கலோரி (இயற்பியல்) 814
சராசரி கலோரி 814
கலோரி மருத்துவம் (815)
கலோரிக் கொள்கை 818
கவ்வி 819
ஆரஞ்சு பீல் கவ்வி 823
ஆலன் கவ்வி 823
உல்ஸ்கி கவ்வி 822
எக்மன் கவ்வி 822
எமரி கவ்வி 822
ஓகியன் கவ்வி 821
கிலாசன் கவ்வி 822
கெல்லன் கவ்வி 824
செகி அடிமட்டக்கவ்வி 822
ஃபார்ஸ்ட் பீட்டர்சன் கவ்வி 822
பீட்டர்சன் கவ்வி 820
புல்டாக் கவ்வி 823
ராஸ் மட்டி கவ்வி 823
லீகர் கவ்வி 822
வான்வீன் கவ்வி 821
ஸ்மித் மெக்கின்டையர் கவ்வி 824
ஹன்டர் கவ்வி 821
கவ்வி, பொருத்திகளின் வடிவமைப்பு 824
இறுகப் பிடித்தல் 826
கவ்வி, பொருத்திகளின் அமைப்பு 825
நிலை நிர்ணயிக்கும் முறை 825
கவ்வை (ஆயில்யம்) 826
கவசமிடல் மின் 826
கவசமிடப்பட்ட கம்பிகளும், முழுக் கம்பிகளும் 827
காந்த நிலைமக் கவசம் 827
மின்காந்தக் கவசமிடல் 827
மின் நிலைமைக் கவசம் 826
கவட்டாணி 827
கவட்டு நிலமடிப்பு 58
கவரிமா 829
கவுதாரி 829

சாம்பற் பழுப்புக் கவுதாரி 831
வண்ணக் கவுதாரி 830
கழலை (கால்நடை) 831
கணையக் குழாய்களில் ஏற்படும் கட்டி 832
கணையத்தில் உண்டாகும் கட்டி 832
கதிர்வீச்சு மருத்துவம் 833
கருப்பையில் அடினோர்சினோமா 833
கழலைக் கட்டிகளைக் கண்டுபிடிக்கும் முறை 833
கால்நடைகளில் கழலைக் கட்டி 832
மருத்துவம் 833
வேதி மருத்துவம் 833
கழலை (மருத்துவம்) 833
காரணம் 834
தீங்கற்ற கழலை 833
தீங்குறு கழலை 833
வகை 834
கழற்சி 835
கொடி 835
மருத்துவப் பண்பு 835
கழற்சிக் கொடி 836
கழித்தல் 837
கழிமுக நுண்ணுயிரியல் 837
கழிமுகம் 838, 282
இடுங்குவிடர் கழிமுகம் 841
இந்தியாவிலுள்ள கழிமுகங்களும் அவற்றின் மீன் வளமும் 843
காவேரிக் கழிமுகம் 843
கேரளக் கழிமுகம் 843
கோதாவரிக் கழிமுகம் 843
சில்கா ஏரி 843
பழவேற்காட்டுக் கழிமுகம் 843
உருவமும், வளர்ச்சியும் 838
எதிர்முகக் கழிமுகம் 840
ஓரினாகோ கழிமுகம் 842
கழிமுகங்களின் உயிரினம் 841
கழிமுகத்தின் விளைவு 844
தடைச்சுவர்க் கழிமுகம் 841
தடையிலாக் கழிமுகம் 841
நேர்முகக் கழிமுகம் 840
நைகர் கழிமுகம் 842
மிசிசிபி கழிமுகம் 841
கழிமுள்ளி 844
கழிவு உறுப்பு 845
கழிவு நீக்கக் கதிரியக்கம் 845
இடைமட்டக் கழிவு 845
உயர் மட்டக் கழிவு 845
தாழ் மட்டக் கழிவு 845
கழிவு நீர் 846
கழிவு நீரேற்று நிலையம் 847
கழிவு நீரை ஆய்தல் 847
மழையின் கழிவு நீர் 847
வடிவமைக்கப்படும் காலம் 847
கழிவுநீர் அகற்றல் 848
அழுகு தொட்டி 853
ஆவியாக்கல் 851
சூரிய ஒளி 850
கடலில் கலத்தல் 850
கழிவு நீர் திருத்தம் 851
காற்றை உட்செலுத்தல் 852
கிளர்வு பெற்ற சகதி முறை 855
நீர் நிலைகளில் கலத்தல் 849
படிவித்தல் 849
வடிகட்டல் 855
விளாவல் 849
விளைநிலத்தில் இடுதல் 850
வெப்பநிலை 850
வேதி வகை வீழ்படியவைத்தல் 855
கழிவு நீர் சேகரிக்கும் முறை 857
ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பு 858
ஒற்றைக் குழாய் அமைப்பு 858
குழாய் அமைப்பு வகை 857
பகுதிக் காற்றோட்ட ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பு 858
கழிவு நீர்த் திண்மம் 859
அகற்ற முறை 859
பெருமணற்கல் அறை 859
அளவறிதல் 859
கழிவு நீர் பதப்படுத்துதல் 860
இரண்டாம் தரப் பதப்பாடு 862
செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை 862
தற்கால முறை 863
தனி வடிகால் முறை 863
துளி விழும் வடிகட்டி 862
தெளிய வைத்துப் படிதல் 860
மணல் துகள்களை நீக்குதல் 860
மீள் சுழற்சி 863
முதன்மைப் பதப்படுத்தும் முறை 860
வேதிப் பதப்பாடு 863
வேதி வீழ்படிவாக்கம் 861
கழுகு 863
கழுகுத் திருக்கை 865
கழுத்து 867
கழுத்துத் தமனி இரத்தக் குடா 867
அறிகுறி 868
தமனி இரத்தக் குடாவில் ஏற்படும் மாற்றம் 868
மருத்துவம் 868
கழுத்துத் தமனி தடங்கல் நோய் 868
அறிகுறி 868

அறுவை மருத்துவம் 869
கழுத்துத் தமனி தடையால் உண்டாகும் சிக்கல் 869
மருத்துவம் 869
கழுதைத் தும்பை 869
செடி 870
பயன் 870
கழுதைப் புலி 870
வரித்தோல் கழுதைப்புலி 873
கழை (புனர்பூசம்) 874
கள்ளி 874
சப்பாத்திக் கள்ளி 876
திருகுக்கள்ளி 877
கள்ளிக் குடும்பம் 878
சிறப்புப் பண்பு 878
பொருளாதாரப் பயன் 878
வகை 878
வறட்சியைத் தாங்கும் தன்மை 878
கள்ளி மந்தாரை 879
பொருளாதாரப் பயன் 879
மரம் 879
களிமண் பொருள் 39
கற்களாலான கடற்கரை 281
கற்காரை 40
கற்காரைக் கட்டுமானம் 109
கனி 11,17,196,299,3⁝6,319,339,431,563,669 674,694
கனிப்பொருள் ஆய்வு 254
கனிம கந்தக அமிலங்களின் கரிமப்பெறுதி 623
கனிமப் படிவு 224
கனிமம் 488
அட்டுனைட் 489
கம்மைட் 489
கார்னோடைட் 489
டோர் பெர்னைட் 489
பிட்சுபிளெண்டு 488
யுரேனினைட் 489
கனிவளம் 251
காகிதத்தில் வரையப்படும் படம் 414
காந்த நிலைமக் கவசம் 827
காந்தப்பிரிப்பு 5
காப்புத் தளம் 290
காம்புடை அல்லி 130
காய் 320, 428
கார்டிங் 554
கார்பன் 207
கார்பன் எதிர் அயனி 647
கார்பன் டைஆக்ஸைடு 209
கார்பன் டைஆக்ஸைடு வெளிப்படுதல் 589
கார்பன் நேரயனி 647
கார்பன் மற்றும் ஹைட்ரஜன் அளவறி பகுப்பு 601
கார்பன் வட்டம் 627
கார்பாக்சில் தொகுதிச் சேர்மம் 656
கார்பீன்களும் நைட்ரீன்களும் 647
கார்போ வளையச் சேர்மம் 657
கார்போனிக் அமிலம் 623
கார்போனைல் பெறுதி 655
கார்னோடைட் 489
காரணக்கூறு 732
காரணம் 834
காரவகைக் கரைப்பான் 752
கால்கேரியா 217
கால்சியம் 207
கால்சியம் கார்பனேட் 163
கால்நடைக் கட்டமைப்பு 77
கால்நடைகளில் கழலைக்கட்டி 832
கால்வாய் மண்டலம் 219
காலநிலை 694
கால நீட்டிப்பு 300
காலமாறுதல் 468
காலிக்கோ நாடா 637
காவல் கப்பல் 538
காவேரிக் கழிமுகம் 843
காற்றலை 269
காற்றழுத்தப் பொறிகளின் கட்டுப்பாட்டிதழ் 96
காற்றில் உலர் பதனிடல் 52
காற்றில் சேர்பவை 239
காற்றில் சேரும் மாசு 239
காற்றை உட்செலுத்துதல் 852
கிடைக்கும் இடம் 490
கிடைத்தலும் தயாரித்தலும் 621
கிப்ஸ் கட்டிலா ஆற்றல் 88
கிரிச்சாப் விதி 702
கிருமி தாக்குதல் 423
கிடைசொடைல் 763
கில்லிங் 555
கிலாசன் கல்வி 822
கிளர்வு பெற்ற சகதி முறை 855
கிளர்வுற்ற அணைவு 641
கிளர்வுற்ற மூலக்கூறு 648
கிளர்வூட்டிப் பகுத்தல் 487
கிளாக்கோமா 366
கிளாஸ்முறை 511
கிளைத்துறை 31
கீல் இணைப்புச் சட்டகங்களின் ஆய்வு 30
குச்சி 740
குட்டை அமைத்தல் 13
குடியிருப்பு கட்டமைப்பு 77
குத்துத்தூண் சம்மட்டி 106
குமிழ் ஊனிர்ச்சுரப்பி 368
குரோசிடோலைட் 764

குரோமியம் 169
குரோமோசோம் கதம்ப உரு 438
குழந்தைப் பருவ மஞ்சள் காமாலை நோய் 776
குழாய் அமைப்பு வகை 857
குழாய்க் கட்டுப்பாட்டிதழ் 94
குழி உடலி 197
குழிப்புக் கரித்தல் 595
குழியுடலி 137
குழைமநிலை 201
குளிர்காலத் தூக்கத்திற்குக் காரணம் 580
குளிர்காலத்தூக்கம் 580
குளோரின் 207
குளோரைஃபைட்டா 229
குறிப்பிடத்தக்க கடல் விமானம் 265
குறுக்கீட்டுப் பெயர்ச்சிப் பிளவு 178
குறுக்கு நழுவற் பெயர்ச்சிப்பிளவு 68
குறுகிய நீள் மலைப்பாறை 283
குறுகிய மலைப்பள்ளத்தாக்கு 283
குறை உடல் உண்டாதல் 221
குறை கடத்திக் காணி 496
குறைகளின் எண்ணிக்கை வரைபடம் 92
குறைபாடு விகித வரைபடம் 92
குறையாழப் பள்ளத்தாக்குகள் உள்ள திட்டு 347
கூட்டுக் கதிர் மஞ்சரி 439
கூட்டு வினை 649
கூட்டிலை 772
கூம்பு வடிவக் கடிகை 305
கூர்ங் கோண நிலமடிப்பு 59
கூர்வட்ட முன்நிலப்பகுதி 284
கூறு 81
கெட்டித்தன்மை 51
கெட்டிப்பான் 106
கெல்டால் முறை 636
கெல்லன் கவ்வி 824
கேகொடில் 606
கேகொடில் ஆக்ஸைடு 605
கேகொடிலிக் அமிலம் 606
கேப்ஸிகம்ஃபுருடீசென்ஸ் 432
கேரட்டா கேரட்டா ஜைகாஸ் 133
கேரளக் கழிமுகம் 843
கேளா ஒலி வரையியல் 458
கொம்பணை 291
கொழுப்புக் கலன் நலிவு 804
கொழுப்பு மெழுகெண்ணெய் 294
கொள்ளிட விளைவு 646
கோணம் மாறா மாற்றம் 792
கோத்தல் - பூட்டுதல் 521
கோதாவரிக் கழிமுகம் 843
கோதுமையில் உதிரிக்கரிப்பூட்டை நோய் 599
கோழிப்பண்ணைக் கட்டமைப்பு 79
கோள் மறைப்பு 122
கோளம் 219
கோஷியின் தத்துவம் 794
சங்கிலி ஓட்டுக்கரியூட்டி 660
சட்டக இடையிணைப்பு 32
சந்திரன் மறைப்பு 122
சப்பாத்திக் கள்ளி 876
சரஸ் 17
சராசரிக் கலோரி 814
சராசரி வரைபடம் 92
சரிவு விலக்க முறை 29
சல்ஃப்யூரஸ் ஆமிலம் 623
சல்ஃப்யூரிக் அமிலம் 623
சல்ஃபர் 165
சல்ஃபாக்ஸைடுகளும், சல்ஃபோன்களும் 620
சல்ஃபைடு, சல்ஃபோனியம் உப்பு 618
சல்ஃபோனிக் அமிலம் 657
சல்ஃபோனிக், சல்ஃபைனிக், சல்ஃபீனிக் அமிலம் 622
சலித்தல் 5
சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் 744
சறுக்கு நிலமடிப்பு 60
சாக்கடைக் கழிவு 241
சாக்கரின் 621
சாகுபடி 321, 493, 563, 674
சாதாரணமான சில கடல்பஞ்சு 223
சாம்பல் கரிச்சான் 588
சாம்பல் பட்டை 693
சாம்பல் ரென் கதிர்க்கருவி 441
சாம்பற் பழுப்புக் கவுதாரி 831
சாய்சரிவு நிலமடிப்பு 60
சாய்வு சீராக்கி 105
சார்பின் வகைக்கெழு 791
சார்பு 375, 791
சார்புக் கடிகை 302
சார்புத் தொடர்ச்சி 791
சால்மனின் வலசை 261
சாலைத் தளமாக்கி 106
சாறு இறக்கல் வழிமுறை 758
சிக்குண்ட துகள்களின் துகள் தொகை 468
சிக்குண்டுவிடும் துகள்களின் தோற்றமும் மறைவும் 471
சிசிலியன் முறை 511
சிதைவு நிலை 625
சிப்பி, கல், குழி இவற்றில் ஒட்டியிருக்கும் முட்டை 245
சியோலைட் 167
சிர்கோனியம் 169, 490
சில்கா ஏரி 843
சிலிகான் 207
சிவ்ரான் நிலமடிப்பு 59
சிற்றலை 270
சிற்றலைக் குறி 293
சிற்றினல் நோய் 434
சிறப்பு உண்ணி 434

சிறப்புக் கருவி 106
சிறப்புப் பண்பு 878
சிறிய நுண்முள் 219
சிறுகதிர் மஞ்சரி 439
சிறு தூவி 563
சிறுமணி உள் கரித்தல் 595
சிறுவட்டம் கடகவரை 116
சீரமைக்கும் சட்டதிட்டம் 144
சீரான கரித்தல் 595
சீல்களின் வலசை 263
சீவுதல் 555
சுண்ணாம்புக் கல் 771
சுண்ணாம்புத் துகள் 225
சுமை தூக்கு அமைப்பு 99
சுரண்டி 104
சுருணை 719
சுருள் நுண்முள் 219
சுழலி மின் இயக்கம் 146
சுழற்சித் திசைவேகம் 84
சுற்றுலா மையம் 143
சூரிய ஒளி 850
சூரிய ஒளிக் கதிர்களின் வெப்ப ஆற்றல் 203
சூரியக் கதிரியக்க ஆற்றல் 253
சூல் 319
சூல் உறை 734
சூலகம் 11,299,316,320,339,428,431
சூலின் வகை 736
சூழ்நிலையியல் 694
செகி அடிமட்டக்கவ்வி 622
செங்கரடி 581
செங்கல் 45
செடி 591,677,870
செந்தர விகிதம் மற்றும் ஏற்றுக்கொள்ளப்படும் பிழை 721
செந்நிறக் களி 185
செம்பு 208
செய்தி நிகழ்த்தும் கருவி 715
செய்முறை 47,426
செயலாக்கம் 107
செயலுறு அணுஎண் கொள்கை 609
செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை 862
செயற்கைக் கடற்கரை 290
செயற்கைக் கதிர் இயக்கப் பயன்பாடு 466
செயற்கைக் கதிர்வீச்சு மண்டலம் 470
செயற்கைக் கதிரியக்கம் 499
செயற்கைக் கோள் தொழில்நுட்ப ஆய்வு 254
செயற்கை மணல் ஊட்டம் 288
செயற்கை மணற் குவியல் 290
செயற்கை முறை 662
செருகு கடிகை 302
செலுத்தமைப்பு 101
செவ்வமிழ்திசை நழுவப் பெயர்ச்சிப் பிளவு 67
செறிவுக்கலன் கரித்தல் 595
சேமிப்பு 429
சேமிப்புக் கட்டமைப்பு 79
சேர்க்கை வினை 613
சேற்றாலான கடற்கரை 280
சைடோ மெகலோ வைரஸ் 87
சைப்பிரேசீக் குடும்பத்தின் சிறுகதிர் மஞ்சரி 440
சைபோலா போடா 138
சைலம் 121
சைன் தகடு 301
சொலானம் வகை 431
சோடா - காரீயக் கண்ணாடி 353
சோடா சுண்ணாம்புக் கண்ணாடி 353
சோடியம் 207
ட்ரிமோலைட் 764
டாட்டுரா வகை 431
டான்ட்டலம்-நியோபியம் 169
டி.என்.ஏ.மிகு நுண்ணுயிரி 86
டிங்கர்டாய் 734
டிப்ளோடல் வகை 221
டிராக்கோமா 364
டீசல் பொறி 297
டீசல் மின் இயக்கம் 147
டீமோஸ்பாஞ்சியா 217
டெய்லர் தொடர் 793
டெர்மோகெலிஸ் கோரிகேசியா 133
டெஸ்மா 219
டைட்டானியம் 168
டோர்பெர்னைட் 489
தகடுகள் வெட்டுதலும், வளைத்தலும் 521
தகரம் 169
தகவமைப்பு 228,280,281
தகைவு கரித்தல் 596
தகைவுப் பகுப்பாய்வு 35
தங்கம் 168
தசை 334
தட்டு உள்நிகழ்ச்சி 190
தட்டு நகரும் அளவு 192
தட்டைக் குன்று 226
தட்பவெப்பநிலையும் மண் வளமும் 432
தடுப்பு மருத்துவம் 311
தடுப்பு முறை 2
தடைச்சுவர்க் கழிமுகம் 841
தடையிலாக் கழிமுகம் 841
தண்டு 11, 217
தமனி இரத்தக்குடாவில் ஏற்படும் மாற்றம் 868
தயா கார்போனைல் சேர்மம் 620
தயாரிப்பு 352, 576, 638
தயாரிப்புக் கட்டுப்பாடும், தரக்கட்டுப்பாடும் 520
தயாரிப்புத் திட்டமிடுதல் 518
தயாரிப்பு முறை 607
தயால் 615, 657

தயோசல்ஃப்யூரிக் அமிலம் 623
தரையாணி அல்லது மரையாணி இடையிணைப்பு 32
தலைக்கரிப்பூட்டை 599
தலைகீழ்ச் சூல் 736
தலைப்பகுதியில் ஏற்படும் அரிக்கும் முடிச்சுப்படை 311
தலைமைத் திருகு 326
தளமிடும் எந்திரம் 105
தற்காலக் கப்பல் தளங்களிலுள்ள வசதி 516
தற்கால முறை 863
தற்கால வளர்ச்சி 401
தறுவாய்க் கோணம் 718
தன்னியக்க முறை 526
தனிப்பட்ட திட்ட அமைப்பு 155
தனிவகைக் கண்ணாடி 357
தனி வடிகால் முறை 863
தாங்கு சட்ட இணைப்பு 32
தாரை கலத்தல் 783
தாவரக் கசையிழையுயிரி 14
தாழ்சரிவு நிலமடிப்பு 57
தாழ்மட்டக் கழிவு 845
தானியங்கு தொகுப்பு 733
தானே சுமையேற்றுகின்ற சுரண்டி 105
திசு 120
திட்ட அமைப்புக் கோட்பாடு 154
திட்டமிட்ட நேரவரைமுறை 516
திட்டமிடல் 107
திண்மக் கழிவு 239
திமிலங்களின் வலசை 262
திருகுகள்ளி 877
திருகுபுரிக் கடிகை 306
திருப்புமைப் பகிரிவு முறை 30
திருப்புமையைத் தடுக்கும் இணைப்பு 33
திரையில் தோன்றும் படம் 414
தீ எதிர்ப்புத் திறன் 51
தீங்கற்ற கழலை 833
தீங்குறு கழலை 833
துகள் கதிர்வீச்சு 450
துத்தநாக நீக்கம் 596
துரப்பணச் சுரங்கப்பொறி 106
துரப்பணம் 106
துருவ அச்சு 116
துளி விழும் வடிகட்டி 862
துறைமுகக் கழிவு 239
தூண் ஒப்புமை முறை 30
தூரப்பார்வை 369
தெளிய வைத்துப் படிதல் 860
தென்னகத்தில் கட்டடங்களுக்குப் பயன்படும் மரங்கள் 51
தேமல் நோய் 434
தேவைக்காகக் கணிதம் வளர்ச்சி பெறல் 382
தேள் நச்சு 312
தேன்பாகு 696
தொட்டி உலை 352
தொடர் குன்று 227
தொடர் நிறமாலை 113
தொடர் வாளி தோண்டி 104
தொற்றுப் பார்வைக் குறைவு 368
தோண்டியும் இழுப்பியும் இணைந்த எந்திரம் 104
தோண்டும் வார் சுமையேற்றி 103
தோரியக் கனிமம் 489
தோரியம் 168
நகரும் சுமைக்கான ஆய்வு 30
நட்சத்திரம் 219
நடவுக் காலம் 695
நடுப்பார்வைச் சிரையில் இரத்தக்கட்டு 368
நரம்பு 334
நரம்பு நஞ்சு 120
நரம்பு மண்டலம் 799
நல்லியல்பற்ற கரைசல் 745
நல்லியல்புக் கரைசல் 743
நன்னீர்க்கடல் நீரின் இணைதளம் 210
நன்னீர் வளம் 252
நாட்பட்ட கணைய அழற்சி 426
நார் 17
நான்கச்சு நுண்முள் 219
நான்கிணைய ஆர்சோலியம் 605
நான்முகக் கோட்பாடு 342
நிணநீர் நாளம் 334
நிரல் கணம் 371
நில அகழ்வி 101
நிலச்சீர் திருத்தம் 108
நிலப்பண்பாட்டு முறை 590
நிலமட்கு 639
நிலமடிப்பு 56
நிலவளிமமும், எண்ணெயும் 178
நிலைத்திராத கலப்பு வீரியம் 789
நிலை நிர்ணயிக்கும் முறை 825
நிலை மின்னேற்றப் பிரிப்பு 6
நிலைமை 81
நிலைமை வரைபடம் 81
நிலையப் பாதுகாப்பு 541
நிலையற்ற மூலக்கூறு 648
நிலையியல் சார் அமைப்பு 22
நிலையியல்சார் கட்டகங்களின் ஆய்வு 23
நிலையுணர்த்தி 716
நிற்கும் அலை 273
நிறமூட்டும் பொருள் 352
நிறமேற்றப்பட்ட கண்ணாடி 354
நினைவகம் 409
நீக்கல் வினை 649
நீட்டித்தல் 557
நீடித்த உழைப்புத் திறன் 51
நீண்ட தடைக் கடல் திட்டு 284
நீண்ட பவளம் 227

நீர் 750
நீர் ஓட்டம் 289
நீர் நிலைகளில் கலத்தல் 849
நீர்ப்பாசனமும் வடிகாலும் 695
நீர்மக் கந்தகம் 511
நீர்மக் கரைசல் கரித்தல் 593
நீர்மச் சரக்குகள் பாதுகாக்கும் முறை 152
நீர்மூழ்கிக் கப்பல் 539
நீர் வழிப்பகுதி 78
நீர் வளிமம் 760
நீர் வீக்கத்துடன் கூடிய கலன் நலிவு 804
நீர்வெளிகளின் புவியியல் வரலாறு 192
நீரற்ற கரைப்பான் 751
நீராவி எந்திரம் 144
நீராவிச் சுழலி 295
நீராவிப் பொறி 295
நீராவிப் பொறி - கட்டுப்பாட்டிதழ் 95
நீரியல் சுழலி கட்டுப்பாட்டிதழ் 95
நீரிழிவுப் பார்வைப்படல நோய் 368
நீரின் நிலைமை வரைபடம் 82
நீள் சங்கிலி ஹைட்ரோகார்பன் 654
நீள் வளையச் சார்பு 794
நீளக்கரிப்பூட்டை 599
நுரையீரல் புற்றுநோய் 767
நுரையீரல் மேலுறையில் காணும் தழும்பு 767
நூல் நூற்றல் 557
நெகிழிக் கந்தகம் 511
நெம்புருள் இயங்கமைப்பு 98
நெற்று 740
நென்ஸ்ட் கலோரி அளவி 817
நேர் சூழ் 736
நேர் நீள் முனைக் கடிகை 302
நேர் பதிவுக் கருவி 53
நேர்முகக் கழிமுகம் 840
நைகர் கழிமுகம் 842
நைட்ரஜன் 209.602,634
நைட்ரஜன் அளவறிதல் 635
நைட்ரஜன் வட்டம் 627
நோபல் சீப்பு 556
பகு இயல் தொடர்ச்சி 793
பகுதி எந்திர மற்றும் பகுதி மின்சாரக் கணிப்பான்406
பகுதிக் கதம்ப உரு 438
பகுதிக் காற்றோட்ட ஒற்றை அடுக்கு அமைப்பு 858
பசிபிக் கண்டத்திட்டு வரைமுறை 178
பட்டைக் கட்டுவிரியன் 112
பட்டை நிறமாலை 113
படிக அமைப்பு 607
படிம ஆய்வு 30
படிவித்தல் 849
படிவுப்பாறை அமைப்பு 39
படைக்கும் வாய்பாடு 393
பண்ணை இல்லம் 77
பயன்படுத்தல் 352
பதிலீட்டு வினை 612,648
பயன்பாட்டுக்குத் தகுந்த மரவகை 52
பயிர்ச்சுழற்சி 696
பயிர்ப் பாதுகாப்பு 696
பயிர் முறை 678
பயிராகும் வகை 562
பர்ப்பிள் கந்தகம் 511
பரப்புக் கடிகை 302
பரவுதல் 565, 598, 599, 600, 690
பரவு வகைக் கரியூட்டி 660
பராமரிப்புப் பணியாளர் இன்மையும், பணக்குறைவும் 48
பருப்பொருளில் கதிர்வீச்சின் இடையீட்டுச் செயல் 492
பல்வகைக் கட்டமைப்பு 80
பல்வேறு வகைக் கட்டடம் 47
பல்வேறு விதமான பழக்க வழக்கம் 420
பல அச்சு நுண்முள் 219
பல அணுக்கரு கொண்ட அமைப்புகளில் காணப் படும் நிலைமைத் தன்மையற்ற இணைப்பு 611
பலகை மற்றும் கம்பிக் கடுகை 307
பலவகை வினை 613
பவளத் தீவு 157
பவளப்பாறை 185, 285
பவளம் 170
பழங்காலக் காந்தத் தன்மை 341
பழவேற்காட்டுக் கழிமுகம் 843
பழுப்பு-சிவப்புக்களிமண் 167
பழுப்புத் தலைக் கடல் காகம் 149
பற்சக்கரத் தொடர் முறை 297
பற்ற வைக்கப்பட்ட இடையிணைப்பு 32
பற்ற வைப்பு முறை 526
பன்றிகளுக்கான கட்டமைப்பு 79
பனிக்குடம் 670
பனியாறுகள் பாதித்த நிலம் ஒட்டிய திட்டு 347
பாசனக் கட்டமைப்பு 79
பாசிகளின் சூழலும் அவற்றின் பரவலும் 229
பாதம் 796
பாதரசக் கிடைமட்ட அளவி 302
பாதுகாப்பிகளைப் பயன்படுத்தல் 52
பாபில்லோமா வைரஸ் 86
பாம்புக்கடி 312
பார்வை நரம்பழற்சி 368
பார்வை நரம்பு நலிதல் 369
பார்வைப்படல அழற்சி 367
பார்வைப்படல இரத்தப் பெருக்கு 368
பார்வைப் படலம் 332
பார்வைப்படலம் பிரிதல் நோய் 368
பார்வைப படல மையத்தமனி அடைப்பு 368
பால் சுரப்பு 574
பால்சுரப்பும் புரொலாக்டின் ஹார்மோனின் தொடர்பும் 575

பால் பண்ணையில் கடல்பாசி 232
பாலி சல்ஃபைடு 620
பாலினப் பெருக்கம் 223
பாவு கல் 769
பானை உலை 352
பாஸ்ஃபரஸ் 207
பாஸ்ஃபோரைட் 165
பாஸ்ஃபோலைஃபோஸ் 212
பிட்மிடுன் பரவுதல் 111
பியோஃபைட்டா 229
பிரக்மான்சியா 432
பிரிவோஸ்ட்டின் பரிமாற்றுக் கொள்கை 701
பிரென்ச் சீவுதல் 556
பிளவுபடுதல் முறை 803
பிளாங்கின் மாறிலி 703
பிளாட்டினம் 168
பிற உருவம் 512
பிற உறுப்புகளில் புற்றுநோய் 426
பின் இளவுயிரி 246
பின்னமைந்த கடற்கரை 292
பீட்டர்சன் கவ்வி 820
பீட் மண்ணின் பய்ன் 639
பீட் மண்ணின் வகை 639
புயல் பேரலை அல்லது புயல் நுரை 273
புரோட்டானற்ற கரைப்பான் 754
புரோட்டியேஸ் 312
புல்கதிர்க் குருவி 442
புல்குடும்பத்தின் சிறுகதிர் மஞ்சரி 440
புல்டாக் கவ்வி 823
புல்லி 320, 339
புல்லிவட்டம் 11,299,428,431
புலனுறுப்பு 161
புவிக்காந்தவியல் சான்று 191
புவிப்பரவல் அளவு 420
புவியதிர்ச்சி அலை 274
புவி விரிவடையும் கொள்கை 341
ஃபுளூரின் 207
புற்றுநோய் 426
புற ஊதாக் கதிர்வீச்சு 115
புன்சன் கலோரி அளவு 818
பூ 11
பூச்சு முறை 52
பூலே இயற்கணிதம் 373
பூவிதழ் 316
பெட்ரோல் பொறி 297
பெண்களின் மார்பகங்களின் உள் அமைப்பு 574
பெயர்ச்சிப் பிளவு 65, 284
பெயர்ச்சிப் பிளவு கடற்கரையை அடுத்து கண்டச் சரிவு 345
பெயர்ச்சி முறை 27
பெயராப்பிளவு 73
பெரி ஆம்புலரி புற்றுநோய் 426
பெரிய நாணல் கதிர்க்குருவி 442
பெரிய முள் 217
பெரிலியம் 490
பெருக்கலை 271
பெருந்தலையன் கடல் காகம் 148
பெரும் ஆறுகள் இல்லாத நிலையான கடற்கரைகளை அடுத்த கண்டச்சரிவு 345
பெரும் கழிமுகத்திற்கு முன் அமைந்துள்ள கண்டச் சரிவு 345
பெரும் பவளம் 227
பெருமண் தள்ளி 104
பெருமணற்கல் அறை 859
பெருமளவில் காணப்படும் கத்தரிமூக்குப் பறவை 435
பேணுதல் 155
பேரியம் 207
பேரைட் 166
பொட்டாசியம் 207
பொட்டாசியம் ஆர்கான் முறை 502
பொட்டுச் சார்ந்த கண்முனை நாண் 334
பொதுமைப்படுத்தலும் அருவப்படுத்தலும் 383
போதை ரெசின் 17
ஃபோமார்ப்சிஸ் இலைப்புள்ளி நோய் 434
போர்க்கப்பல் 538
போர்ட்டல் சிரை தேன் கூடு மாறுபாடு 775
போர்ட்டல் சிரை நுனி பிறவியில் இல்லாமை 775
போர்ட்டல் சிரைப்பிறவி மாறுபாடு 775
போரான் 207
போரோ-சிலிக்கேட் கண்ணாடி 354
போலிச் சிரைப்பை 421, 423
மகரந்தச் சேர்க்கை 428, 431, 563, 674
மகரந்தத் தாள் 11, 299, 316, 320, 339, 431
மகரந்தத் துகள் 735
மஞ்சரி 11, 196, 299, 316, 318, 320, 431, 563, 669, 672,694
மடல்கதிர் மஞ்சரி 440
மடு 227
மண் கோதி 101
மண்வாழ் நுண்ணுயிர் 625
மணல் துகள்களை நீக்குதல் 860
மணலும் சரளைக் கல்லும் 163
மணற்கல் 769
மணற்பாங்கான கடற்கரை 280
மணிக்கரிப்பூட்டை 598
மணிலாகயிறு 571
மரக்கடைசல் வகை 328
மரம் 40, 42, 46, 675, 712, 739, 879
மரவேலைக்கான கடைசல் பொறி 326
மருத்துவப் பண்பு 124, 592, 678, 740, 773, 835,
மருத்துவம் 2, 312, 423, 768‘ 776, 833, 868, 869
மரை கடிகை 306
மலர் 17, 316, 320, 428, 431, 669, 672

மலர்ச் செண்டு கரண்டி அலகன் 583
மாக்ஸ்வெல் தலைகீழ்த் தொய்வுவிதி 35
மாங்கனீஸ் 208
மாங்கனீஸ் கனிம முடிச்சு 170
மாங்குரோவ் கடற்கரைப் பகுதி 285
மாடு நிற்கும் பகுதி 78
மிகு வெப்ப மண்டலத் திட்டு 347
மிகைக் கதம்ப உரு 438
மிகைத் தடை அமைப்பு 22
மிகைத்தடை அமைப்புகளின் ஆய்வுமுறை 25
மிகைப்பியால் இயக்கப்படும் மில்லி அம்மீட்டர் பதிவுக் கருவி 54
மிசிசிபி கழிமுகம் 841
மிதக்கும் உலர்துறை 542
மிதக்கும் தளவாட மேடை 279
மிதக்கும் தன்மையற்ற முட்டை 244
மிதப்புக் கலன் 10
மிதப்பு முறை 8
மியூலினால் நூற்கும் முறை 555
மின் அல்லது காந்தப்புலன் 722
மின் அழுத்த அளவு 814
மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு 450,722
மின்காந்தக் கவசமிடல் 827
மின்காந்தப் பிரிப்பு 5
மின்காப்பு 719
மின்நிலைமைக் கவசம் 826
மின் நிலையம் 106
மின்னணுக் கணிப்பான் 403,407
மின்னழுத்த மாற்றி 720
மின்னழுத்த மாற்றிகளால் உருவாகும் பிழை 721
மின்னாக்கி முறை 297
மின்னூட்டத்துகளின் இயக்கம் 467
மின்னோட்ட மாற்றி 717
மின்னோட்ட மாற்றிகளைப் பயன்படுத்தல் 719
மின்னோட்ட மாற்றி செந்தரம் 719
மின்னோட்ட மாற்றியில் தோன்றும் பிழை 718
மின்னோட்ட மாற்றியின் இரண்டாம் சுற்றின் திறப்பு 720
மின்னோட்ட மாற்றியின் கோட்பாடு 717
மீள் சுழற்சி 863
மீள் திறன் 51
மீன் 198
மீன்களின் வலசை 261
மீன் குஞ்சு 245
மீன் வளத்தில் கடல் ஆமைகளின் பங்கு 134
முகட்டு நில மடிப்பு 62
முகப்புடைக் கடிகை 307
முத்திருப்புமைச் சமன்பாட்டு முறை 27
முத்து 170
முதல் சுருணை ஆம்பியர் சுற்று 719
முதல் வகைக் கப்பி 545
முதன்மைப் பதப்படுத்தும் முறை 860
முதிர்ச்சியடைந்த குஞ்சுப்பருவம் 246
முல்லர் தசை 334
முழு அளவில் வரைதல் 520
முழுமையான பற்சக்கர ஓட்டம் 324
முள்தோலி 139,197
முள்வேலி 740
முறுக்கிய கம்பளி நூலின் நிறை 555
முன் இளவுயிரி 246
முன் பின்னசைவுப் பொறி 295
முன்முனைச் சுமையேற்றி 102
மூக்குச் சார்ந்த கண்முனை நாண் 334
மூச்சுக்குழல் புற்றுநோய் 766
மூச்சு மண்டலம் 797
மூவச்சு நுண்முள் 219
மூவிணைய ஆர்சின் 605
மூழ்கிய நீண்ட நதிப் பள்ளத்தாக்கு 282
மூழ்கும் உடையலை 271
மூன்றாம் வகைக் கப்பி 545
மெல்ல ஆறவிடல் 353
மெல்லிய வெண்நாடா 637
மெல்லுடலி 137, 198
மேலுரம் 695
மொட்டு 693
மொட்டு விடுதல் 221
மோனாகிளினிக் கந்தகம் 511
மோனோஸைட் 489
யுரேனியம் 168
யுரேனினைட் 489
ராம்பிக் கந்தகம் 511
ராம்ஸ்டென் கண்ணருகு அமைப்பு 350
ராஸ்மட்டி கவ்வி 823
ரிங்பிரேமினால் நூற்கும் முறை 555
ரேப்டு 218
ரோடோஃபைட்டா 229
லண்டன் விசை 741
லாங்கர்ஹான் சிறுதட்டுகளின் பரவலால் அதிகப்படி இன்சுலின் சுரக்கும் நோய் 426
லாரன்ஸ் தொடர் 793
லீகர் கவ்வி 822
லூயிசைட் 606
லெபிடோகேலிஸ் ஒலிவேசியா 133
லேம்ப்ரேக்களின் வலசை 260
வடிகட்டல் 855
வடிவக் கடிகை 306
வடிவமைக்கப்படும் காலம் 847
வடிவமைப்பு 597
வடிவமைப்புக் காரணி 719
வடிவமைப்புத் தத்துவம் 37
வடிவு மாறாத் திறன் 51
வண்ணக் கவுதாரி 830
வயிற்றில் மழுங்கிய அடிபடுதல் 423

வரம்புக் கடிகை 302
வரித்தோல் கழுதைப்புலி 873
வரிநிறமாலை 113
வரைபடமும், தொகுபுள்ளி விவரமும் 48
வலசைத் திடம் 262
வளர்ச்சி வளையம் 693
வளரிடம், வளரியல்பு 123
வளிம உலர்த்தல் 52
வளிமக் கரித்தல் 597
வளிமச் சுழலி 145
வளிம நிலைக் கந்தகம் 512
வளைதிறன் 51
வளைந்த சூழ் 736
வளையக் கடிகை 305
வளையமில்லா ஹைட்ரோகார்பன் 631
வறட்சியைத் தாங்கும் தன்மை 878
வாடல் நோய் 434
வார்ப்பட்டை ஓட்டம் 325
வால் பகுதி 325
வாழிடம் 436
வான்வீன் கவ்வி 821
விகிதச் சமன்பாடு 721
விசிறி நிலமடிப்பு 60
விசிறிவால் கதிர்க்குருவி 441
விசைமுறை 25
விண்கலன்கள் மீது ஏற்படும் விளைவு 472
விண்மீன் குழு கடகம் 116
விதை உற்பத்தி 433
விதைக் கரணைகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் 695
விதை முளைத்தல் 196
விதையுறக்கத்தையும், வாழ்வுக் காலத்தையும் குறைத்தல் 711
விமானதளக் கப்பல் 538
விலங்குக் கசையிழையிரி 15
விலங்குகளில், கடற்பூஞ்சை 258
விலங்குகளில் கருவுறுதல் 737
விழித்திரை நோய் 365
விழிப்புறப்படலம் 331
விழியடிக் கரும்படல அழற்சி 367
விழியடிக் கரும்படலம் 332
விழிவெளி இழைமம் 334
விளிம்புப் பாறை 157
விளிம்பு வட்டக் கதம்ப உரு 438
விளை நிலத்தில் இடுதல் 850
வினை இடைப்பொருள் 647
வினைக்காரணிகளின் வகையீடு 648
வீச்சு வரைபடம் 92
வீரியக் கணைய அழற்சி 426
வெகினர் கொள்கை 340
வெகினரின் கொள்கைக்குச் சான்று 341
வெட்டுக்கணம் 371
வெட்ஸ்சீன் 431
வெடி கலோரி அளவி 818
வெண் தொண்டைக் கதிர்க்குருவி
வெப்ப அல்லது எந்திர ஆற்றல் 729
வெப்ப ஆற்றல் 253
வெப்ப உமிழ் வினை 87
வெப்ப ஓட்டம் 191
வெப்பக் கடத்துந்திறன் 119
வெப்ப கொள் வினை 87
வெப்ப மின் விளைவு 448
வெப்ப வரைமுறை 458
வெள்ளெழுத்து 370
வெள்ளோட்டமிடல் 526
வெளியிடு கருவி 409
வெளிவிட்ட கடிகை 305
வெளிவிடு திறன் 447
வேகங்காக்கும் விசை 147
வேகம் குறைக்கும் பற்சக்கரம் 146
வேவுக் கலம் 539
வேற்றணு வளைய கந்தகச் சேர்மம் 624
வேற்றணு வளையச் சேர்மம் 658
ஜாலி நீராவிக் கலோரி அளவி 818
ஜெம்மியூல் ஆக்கம் 221
ஜெம்யூல் முறை 803, 804
ஜெனிவா பெயரிடும் முறை 630
ஸ்ட்ரான்சியம் 207
ஸ்டீபான்-போல்ட்ஸ்மன் விதி 702
ஸ்பாஞ்சின் 217
ஸ்மித் மெக்கின்டையர் கவ்வி 824
ஹயலின் கலன் நலிவு 804
ஹன்டர் கவ்வி 821
ஹாலோஜன் 634, 636
ஹெக்ஸாக்டினெல்லிடா 217
ஹெர்ப்பீஸ் சிம்ப்ளெக்ஸ் 365
ஹெர்ரிங்குபோன் நாடா 637
ஹைலுரோனிடேஸ் 312
ஹைஜன்ஸ் கண்ணருகு அமைப்பு 350

கலைச்சொற்கள்

(தமிழ் - ஆங்கிலம்)

அக இயக்கமைவு - internal mechanism
அக இயல்பு - interinsic property
அக எதிரொளிப்பு - internal reflection
அகக்கடல் - internal waters
அகச் சிவப்புக் கதிர் - infrared ray
அகடு - hollone
அகணி - medulla
அகப்படை - endoderm
அகலாங்கு - latitude
அகழி - trench
அகழித்தோண்டி - trencher
அகிலக்கணம் - universal set
அங்க உற்பத்தி - organogenesis
அச்சு இழை - axoneme
அச்சு ஒட்டு முறை - axial placentation
அச்சுத்தண்டு - shaft
அச்சு விசை - axial force
அசை போடுபவை - ruminants
அசையா கலத்தல் அமைப்பு – motionless mixer
அடர் காடு - dense forest
அடர்த்தி - density
அடிக்கட்டை - keel
அடித்தளம் - basement
அடித்தளமிடுதல் - keel laying
அடித்து வடித்தல் - forging
அடிப்படுகை - bottom set
அடிப்படை - base
அடிப்படைச் சேர்மம், தாய்ச் சேர்மம் - parent compound
அடிப்படைத் துகள் இயற்பியல் - particle physics
அடிப்படை வரைவு - basic design
அடிப்பாதம் - sole
அடிப்பீடம் - chassis
அடிமானம் - foundation
அடுக்கு - series
அடுக்கு அமைப்பு - tier system
அடுக்குக் கணம் – power set
அடுக்குக் குறிச் சார்பு - exponential function
அடுக்குக் குறிப் பரவல் - exponential distribution
அடுக்குப்பாறை - stratified rock
அடுக்குப் பெயர்ச்சிப் பிளவு - bedding fault
அடுக்கு வளைகோடு - exponential curve
அடுப்பு - kiln
அடுப்புத் தளம் - grate
அடைகாக்கும் காலம் - incubation period
அடை காக்கும் பை - brood pouch
அடைகாப்பகம் - brooder house
அடைத்த கணங்கள் - closed sets
அடைப்பிதழ் - throttle valve
அண்மை ஒரு திசைநிலை அல்லது அண்மை இணையல் நிலை - inferior conjuction
அண்மை உயிரூழிக் காலம் - cenozoic period
அணிக்கோவை - determinant
அணிக்கோவை ஆற்றல், கட்டமைப்பு ஆற்றல் - lattice energy
அணு இயற்பியல் - nuclear physics
அணு எலெக்ட்ரான் - atomic electrons
அணுக்கப் புற ஊதாப் பகுதி - near infrared region
அணுக்கரு உலை - nuclear reactor
அணுக்கருப் பிணைப்பு - nuclear fusion
அணுக்கருப் பிளப்பு - nuclear fission
அணுக்கரு மருத்துவம் - nuclear medicine
அணுப்பிளப்புப் பொருள்கள் - fission products
அணு மின்கலம் - atomic battery
அணைவுச் சேர்மம் - complex compound
அணைவுப் பிணைப்பு - co ordination bond
அதி ஒலி வரைபடம் - ultrasona gram
அதிபர வளைய உருளை - hyperbolloid
அதிபெருக்குப் பரவல் - hyber geometric distribution
அதியியல் சமன்பாடு - transcendental equation
அதிர்ச்சி அலைகள் - shock waves
அதிர்ச்சி வாங்கி - shock absorber
அதிர்வி - vibrator
அதிர்வெண் - frequency
அதிவளையச் சார்பு - hyperbolic function
அபிரகம் - mica
அமிழ் கோணம் - dip
அமைப்பு, அமைவு - system
அமைப்பு மாற்றி - mappings
அமைவுப் படம் - lay-out
அயனி இணை, அயனி இரட்டை - ion pair
அயனிக் கோளம் - ionosphere
அயனிகளின் பிரிகை - dissociation
அயனிப் படிகம் - ionic crystal
அயனிப் பிணைப்பு - electrovalent bond
அயனியாக்க எண்ணி - ionization counter
அயனியாக்குக் கதிரியக்கம் - ionizing radiation
அயனியாக்கும் ஆற்றல் - ionisation energy
அயனியாக்கும் காரணி - ionising agent
அரங்கம் - domain
அரிப்பு - erosion
அருமண் - rare earth

அருவப்படுத்தல் - abstraction
அரை ஆயுட் காலம் - half life period
அல்லிகளற்றவை - apetalous
அல்லி வட்டம் - corolla
அலகு - blade, unit
அலை அளக்கும் கருவி - wave dynamometer
அலை ஆற்றல் - wave energy
அலை இயக்கம் - wave action
அலைக் குத்துகள் - wave normals
அலைச் சிகரம் - wave crest
அலை சக்தி - wave energy
அலை தாங்கி - break water
அலை நீளம் - wave length
அலைமானி, அலை அளவி - oscillator
அலை முகப்பு - wave front
அலை வடிப்பான் - wave filter
அலை வரைவி - oscillograph
அலைவாற்றல் நிலை - vibrational energy state
அலை வெண் - frequency
அலோகம் - non-metal
அழகூட்டும் கல் - ornamental stone
அழற்சி - inflammation
அழி நிலை - rupture point
அழியும் இடம் - subduction
அழுகு தொட்டி -septic tank
அழுத்தக் கலன் - pressure vessel
அழுத்த மின் விளைவு - piezoelectric effect
அளவறி பகுப்பாய்வு - quantitative analysis
அளவிலி, முடிவிலி - infinity
அளவின் பெருக்கல் - scalar product
அளவுக்கல் - dimensional stone
அளவு வகை - analog
அளவுறு கணங்கள் - measurable sets
அனற் பாறை - igneous rock
அனைத்துண்ணி - omnivore
ஆக்கச் சிதைமாற்றம் - metabolism
ஆக்கத் திசுக்கள் - meristematic tissues
ஆக்சிஜன் இறக்கி - reducing agent, reductant
ஆக்சிஜனேற்றி - oxidising agent, oxidant.
ஆட்சி மண்டலக் கடல் - territorial sea
ஆடி எதிர் வடிவம் - enantiomorph
ஆடும் தளம் - table
ஆண் இன உறுப்பின் முன் வளர்ச்சி, ஆண் இனச் செல் முன் பக்குவம் - protandry
ஆதாரத்தானம் - fulcrum
ஆதி காலத் தீப்பந்து - primordial fire ball
ஆப்பு வடிவம் - sphenoid
ஆயச் சட்டம் - coordinate frame
ஆர்பிட்டால், எலெக்ட்ரான் மண்டலம் - orbital
ஆர அமைப்பு - radial
ஆரச் சமச்சீர் - radial symmetry
ஆரத்திசை - radial direction
ஆரப் பெயர்ச்சிப் பிளவு - radial fault
ஆரவழிக் கலத்தல் - radial mixing
ஆரைத்துடுப்பு மீன்கள் - actinopterygri
ஆவியாகக்கூடிய - volatile
ஆழ்கடல் சமவெளி - abyssal plains
ஆழ் சிகிச்சை - deep therapy
ஆழ் நீர் மேலோட்டம் - upwelling
ஆகும் கொள்கை - control theory
ஆற்றல் - energy
ஆற்றல் பட்டை - energy band
ஆற்றல் மாற்றி - transducer
ஆற்றுதல் - curing
ஆற்று முகத்துவாரம் - estuary
இசைச் சராசரி - harmonic mean
இசைத் தொடர் - harmonic progression
இடஞ்சுழி - leaevo rotatory
இடத்தியல் தத்துவங்கள் - topological principles
இடத்திய வெளி - topological space
இடப்பெயர்ச்சி - displacement, transition
இடம் பெயர்தல் விதி - displacement law
இட மாற்றம் - rearrangement
இடுக்கி நுண்முள் - chela
இடுங்குவிடர்கழி - fiord
இடைக் கடற்கரை - fore shore
இடைக்காலம் - middle age
இடைநிலை - transition state, median
இடைநிலை உலோகம் - transition metal
இடைநிலைக் காலம் - mesozoic
இடைநிலைப் பொருள் - intermediate
இடைநீர் - inter flow
இடைப்படை - mesoderm
இடைமதிப்புக் காணல் - interpolation
இடைமுகப் பரப்பு விசை - interfacial tension
இடையாப்பு - sandwich
இடையிணைப்பு - web connection
இடையீட்டுப் பிடிப்பான் - intercepting trap
இடையுயிரூழிக்காலம் - mesozoic
இணக்கம் - compatable
இணை இசைச் சார்புகள் அல்லது பரிமாற்று இசைச் சார்புகள் - conjugate harmonic function
இணைதிறன் - valency
இணைந்த வாழ்க்கை - symbiosis
இணைப்பான் - fastner, linkage
இணைப்புக்கெழு - coefficient of contingency
இணைப்பு மறையாணி - erection bolt
இணைப்பு மாற்றி - switch
இணைப்பு மாற்றிப் பலகை - switch board
இணைப்பு முளைகள் - mating plugs
இணை - parallel
இணையுறுப்பு - appendage
இணைவி - gamete
இணை விட்டம் - conjugate beam

இதயக் கட்டை - heart wood
இதய வரைவியல் - echocardiography
இமைத்தட்டு - tarsal plate
இமை தூக்கித் தசை - levator palpebral superioris
இமை தூக்கித் தசையின் தாள் போன்ற நாண் விரிவு - levator aponeurosis
இமை முடிகள் - cilia or eye lashes
இமை விளிம்பு - inter marginal ship
இயக்க அமைப்புக் கொள்கை - dynamic system theory
இயக்க நிலை ஆய்வு - dynamic analysis
இயக்க வேகம், உந்தம் - momentum
இயக்கு நரம்புச் செல் - motor neuron
இயங்கு உறுப்பு, தனி உறுப்பு - free radical
இயங்கு சுமை - live load
இயங்கு வித்துகள் - zoospores
இயல் நிலைப் பரவல் - normal distribution
இயல் மாற்றல் - entropy
இயல்பான கதிரியக்கம் - natural radioactivity
இயல் மதிப்பு - norm value
இயல்பாக்கம் - instinct
இயல் வடிவக் கணிதம் - algebraic geometry
இயற்கணிதம் - algebra
இயற்கைத் தேர்வு - natural selection
இயற்பியல் தன்மைகள் - physical properties
இயைபு - composition
இரட்டுறல் - twinned
இரட்டுறல் தளம் - twining plane
இரட்டை ஒளி விலகல் - double refraction
இரட்டைப் பண்பு - dual nature
இரட்டையர் புதிர் - twin paradox
இரண்டாம் நிலை அயனியாக்கம் - secondary ionization
இரண்டாம் நிலை ஒப்பீட்டு மின்முனை - subsidiary reference electrode
இரத்த வெள்ளணுப் புற்று - leukemia
இராசிச் சக்கர விண்மீன் குழு - zodical constellation
இரு உருவத் தன்மையுடைய - dimorphic
இருண்ட ஒண்முகிற்படலங்கள் - dark nebulae
இருத்தி வைத்தல் - retention
இரு நிலைக் காலி - amphipod
இரு பக்கச் சமச்சீர்மை - bilateral symmetry
இருபடி - binary, dimer
இருபடைக் கருக்கோள் நிலை - gastrulation
இருபடைக் கருக்கோளம் - gastrula
இருபால் - bisexual
இருபால் பூ - bisexual flower
இருபாலி - hermaphrodite
இருமாற்ற அமைப்பு - bivariant
இருமுனைத் திருப்புத் திறன் - dipole moment
இரு முனையி - dipole
இரு மூலக்கூறு வினை - bimolecular reaction
இருவால் பகுதிச் சோதனை - two tailed test
இருவோட்டு மெல்லுடலி - bivalue
இல் எடுகோள் - null hypothesis
இலக்கமுறைக் கணிப்பொறி - digital computer
இலக்க வகை - digital
இலைக்காம்பு - petiole
இலைத்துளை - stomata
இலைப்பரப்பு - leaf blade
இலை வெளிக் கோணம் - extra axillary
இழுக்கும் கப்பல் - tug
இழுவலை - trawl net
இழுவைக் கப்பல் - tug
இழுவை நிலை நிறுத்துக் கயிறு - gay roper
இழைக் கண்டுகள் - fleece
இழை நயம், இழையாப்பு - texture
இளங்கரு - proembryo
இளவுயிரி - larva
இறக்குக் கோணம் - angle of depression
இறந்த கரு - dead fotus
இறால் வகை - shrimp
இறுக்கி - belt
இறுகிய சரளைக்கல் - cemented gravel
இறுதிச் சுமை - dead load
இறைமை நூல் முறை - theologian method
இன உறுப்பு - gonad
இனச் செல் - gamete
இனச் செல் உறுப்பு - gonad
இனச் செல்களின் சேர்க்கை - syngamy
இனமிலா இடைவெளி - non-confirmity
இனமூலச் செல்கள் - primitive germ cells
ஈர்க்கூறு (இரு கூறு) - bicomponent
ஈர்ப்பழிவு - gravitational collapse
ஈர்ப்பழுத்த புலம் - potential field
ஈர்ப்பாக்கச் சிவப்பு முனைப் பெயர்ச்சி - gravitational red shift
ஈர்ப்புப் பெயர்ச்சிப் பிளவு - gravity fault
ஈரப்பதம் - moisture
ஈரமுறும் இயல்பு - wettability
ஈரிணை அமைப்பு - binary system
ஈரிணைய - secondary
ஈரியல்புத் தன்மையான - amphoretic
ஈரில்ல வகை - dioecious
ஈருறுப்புக் கனசதுரம் - binomial cube
ஈருறுப்புக்கெழு - binomial coefficient
ஈருறுப்புப் பரவல் - binomial distribution
ஈனி, ஈந்தணைவி - ligand
உச்சிக் கடத்தல் - transit or culmination
உச்சிக்கடத்தல் காண் தொலைநோக்கி - transit instrument
உச்சிப்பகுதி - crest
உச்சி வட்டம் - meridian
உட்கணம் - sub set

உட்கவர்தல், உறிஞ்சல் - absorption
உட்கவர் நிரலியல் - absorption spectroscopy
உட்கரு - pronuclei
உட்கருமணி - nucleolus
உட்கூறு - component, constituent
உட்கோள்கள் - inferior planets
உட்கோளின் கடந்து செல்கை - transit of an inferior planet
உட்சுருள் - involute
உட்பகுதி - internal screw
உட்திருகு - core
உட்புகுத்துதல் - entrainment
உட்புழை உருளை - hollow cylinder
உடல் போர்வை - mantle
உடலச் சடுதி மாற்றம் - somatic mutation
உடலப் பெருக்கம் - vegetative propagation
உடற்குழி - coelom
உடன் தொடர்பு - comelation
உடனடியான படிமானம் - immediate settlement
உடனிசைவு - resonance
உடைதுண்டு -debris
உண்டாக்கும் செல் - formative cell
உண்ணும் சிப்பி - edible oyster
உணர்ச்சி நரம்புச் செல் - sensory neuron
உணர் சட்டம், உணர் கொம்பு - antenna
உணர் செல் - sensory cell
உணர்த்தி - relay
உணர் நீட்சி - tentacle
உணவுத் துருவம் - vegetar pole
உணர்வு நரம்பு -sensory nerve
உணவூட்டம் - nutrition
உத்தமப் பங்கீடு - optimum allocaltion
உதர விதானம் - diaphragm
உந்தம் - momentum
உந்து - piston
உந்துகைக் கால்வனோமீட்டர் - ballistic galvananometer
உந்து தள்ளி - impeller
உந்து விசைத் திட்டம் - propulsion plant
உப்பிட்டுப் பிரித்தல் - salting out
உப்புச் சத்துக்கள் - nutrient salts
உப்புத் தன்மை - salinity
உப்பு நீக்கி - desalinator
உமிழ் நீர்ச் சுரப்பி - salivay gland
உமிழ்வு - emission
உயர் அழுத்தம் - hypertension
உயர்த்தி - elevator
உயர்தல் - emergence
உயர் வலிமை - ultimate strength
உயரத்தை விளக்கும் வளைவு - hypsographic curve
உயவிடுதல் - lubrication
உயவுப் பொருள் - lubricant
உயிர் ஒளி - bio luminiscence
உயிர்க் கோளம் - biosphere
உயிர்ச் செயல் - vital function
உயிர்த்துருவம் - animal pole
உயிர் போக்கும் அளவு - lethal dose
உயிர் மீன் காட்சியகம் - aquarium
உயிரிலாக்காலம் - azoic
உயிரின ஒட்டுப் படிவு - ooze
உராய்வு - abrasion
உராய்வு மரங்கள் - rubbing trees
உரித்தல் - peel
உரிவெண்கள் - cardinal numbers
உரு ஒப்புமை - similarity
உருக்குலைவு - distortion
உருக்கொள்கை - image theory
உருகித் தாங்கி - fuse carrier
உருகு திறன் - fusibility
உருகு (மென்மை) நிலை - softening point
உருச்செதுக்கல் - etching
உருட்சிப்பிழை - astimatism
உருட்டப்பட்ட விட்டம் - rolled beam
உருட்டல் - rolling
உருட்டிக்கலத்தல் - tumbled
உருமாற்றம் - deformation, transformation
உருமாற்றமானி, உருமாற்ற அளவு - deformeter
உருமாறிய பாறை - metamorphic rock
உருவ அமைப்பு - configuration
உருவரை - contour
உருவாரங்கள் - terracota
உருவிலித் திண்மம் - inert solid
உருள் சல்லடை - trommel
உருளி - drum roller
உருளை -cylinder
உலக நடுவரை - terrestrial equator
உலர் எண்ணெய் - drying oil
உலர் துறை - dry dock
உலர் பதனிடுதல் - seasoning
உலை - furnace
உலையுறை வாழ்காலம் - residence time
உலோகக் கலவை - alloy
உவர் நீர் - brackish water
உவர் பகுப்புப் பட இயல் - hi resolution graphics
உழல் வாய் - bush
உள் நோக்கம் - motivation
உள் பெருக்கல் – inner product
உள் வித்து - ascospore
உள் வெற்றிடத் தண்டு - fistular
உள்ளகம் - core
உள்ளடங்கா, பரந்த - delocalised
உள்ளமைந்த கடற்கரை - off shore
உள்ளிட வேறுபாடு - local difference
உள்ளிழுக்கும் குழாய் - inhalent siphon

உள்ளுணர்வு - instinct
உள்ளுரை வெப்பம் - enthalpy
உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat
உளி - chisel
உறக்க நிலை - dormancy
உறவு முறை - relation
உறிஞ்சி - haustoria, sucker
உறிஞ்சுத் துளை - inhalent aperture
உறுப்படைத் தடுக்கு - mesentery
உறுப்படைத் தடுக்கு இழை - mesenterial filament
உறுப்பாகு பகுதிகள் - organ forming areas
உறுப்பு - constituent
உறை கலவை - freezing mixture
ஊசி இணைப்பு - pinned connection
ஊட்டப் பொருள் - nutrient
ஊடகம் - medium
ஊடு கடத்தும் ஆற்றல் - conductivity
ஊடு பண்பாடு - inter culture
ஊடுருவுதல் - permeability
ஊது குழல் - blow pipe
ஊர்வன - reptile
ஊனுண்ணி - carnivore
எச்ச உறுப்பு - vestigeal organ
எச்சத் தகைவு - residual stress
எச்சம் - residue
எடுகோள் - postulate
எடையிட்ட குறியீட்டெண்கள் - weighted index numbers
எண் கணிதம் - arithmetic
எண் கோட்பாடு - number theory
எண்ணுறு - countable
எதிர்ச்சீர் - antisymmetric
எதிர் பட்டக - antiprismatic
எதிர் பிணைப்பு - antibond
எதிர்மம் - negative
எதிர்மாறு அமைப்புமாற்றி - inverse mapping
எதிர் முழக்க நேரம் - reverberation time
எதிர் வினைச் சுழலி - reaction turbine
எதிரயனி - anion
எதிரிகள் - rivals
எதிரொலி-ஆழமறி கருவி - echosounder
எதிரொளிப்புக் குணகம் - reflectance
எந்திரம் நிறுவுதல் - machinery installation
எந்திர லாபம் - mechanical advantage
எரிதல் - combustion
எரிபொருள் - fuel
எல்லை எச்சரிப்புக் கருவி - beacon
எலும்பாக்கம் - ossification
எலும்பு உறை - periosteum
எலெக்ட்ரான் கவர் - electrophitic
எலெக்ட்ரான் கவர் தன்மை - electronegativity
எலெக்ட்ரான் கவர் பொருள் - electrophile
எறி பொருள் - projectile
ஏற்பி - acceptor
ஏற்புடைமை - susceptance
ஏற்புத்திறன் - susceptibility
ஒட்டிப்படர் விலங்கினம் - fouler
ஒட்டி வாழும் - sedentary
ஒட்டுக் கண்ணாடி - solder-glass
ஒட்டுதல் - adnation
ஒட்டும் அரும்புகள் - adhesive papirra
ஒடிநட்சத்திரம் - brittle star
ஒத்த நிலமடிப்பு - similar fold
ஒத்த விலக்கக்கெழு - coefficient of concurrent
ஒப்புமைக் கணிப்பொறி - analog computer
ஒரு குழுச் சேர்மங்கள் - homogeneous series
ஒருங்கமைச் சமன்பாடு - simultaneous equations
ஒருங்கல் தொடர் - convergent series
ஒருங்கிடும் தொடரிகள் - convergent sequence
ஒருங்கிணைந்த மின் சுற்றுகள் - integrated circuits
ஒரு பக்க மடக்கைத் தாள் - semilogarithmic graph paper
ஒரு படி - single stage, monomer
ஒரு பாலி - unisexual
ஒருமச் செயல் முறை - unit operation
ஒரு மூலக்கூறு வினை - unimolecular reaction
ஒரு வால் பகுதிச் சோதனை - one railed test
ஒரு விதையில் பல கருக்கள் - poly embryony
ஒரு விதை வெடியாக்கனி - indehiscent fruit
ஒலி பொருத்தமின்மை - acoustic mismatch
ஒலியியல் கதிர் வீச்சு - acoustic radiation
ஒழுங்குக் கூறுகள் - systematic sampling
ஒளி அளவியல் - photometry
ஒளி உமிழ் இரு முனையம் - light emitting diode (LED)
ஒளி ஊடுருவாத்தன்மை - opaque
ஒளிக்காலத்துவம் - photoperiodism
ஒளிக்குறைப் பகுதி - disphotic zone
ஒளிர்கோட்டத் தொலைநோக்கி - refractor telescope
ஒளிச் செலுத்தம் - light transmission
ஒளிச்சேர்க்கை - photosynthesis
ஒளி சுழல் தலைகீழ் மாற்றம், ஒளி வழி புரிமாற்றம் - optical inversion
ஒளித் திரை - video screen
ஒளிப்பட்டை, நிறமாலை, நிரல் - spectrum
ஒளிபன்மடங்காக்கி - photo multiplier
ஒளிப் புகாப் பொருள் - opaque material
ஒளிப்பேனா - light pen
ஒளி மறைப்பு அல்லது கிரகணம் - eclipse
ஒளி மிகு பகுதி - enphotic zone
ஒளி மைய சக்தி - radiant energy
ஒளியற்ற பகுதி - aphotic zone
ஒளியியல் முறை - optical method

ஒளியூட்டுதல் - illumination
ஒளிர் அளவியல் - flourimetry
ஒளிர் இயல் - fluroscopy
ஒளிக்கதிர் விளக்கு - fluorescent sunlamp
ஒளிர்தல் - luminescence
ஒளிர்மை - luminosity
ஒளிர்வு - fluorescence
ஒளி விரவல் - dispersion
ஒளி வேதி வினை - photochemical reaction
ஒற்றைக்கிடையுடைய - uniramous
ஒற்றைச் சரிவு - monoclinic
ஒன்றிற்கொன்றான சார்பு - one-one map
ஒன்றுக்கொன்று ஒத்தியையுடைய - one one correspondence
ஓட்டுச் சிறகுக்காலிகள் - thecosomata
ஓட்டும் எந்திரம் - propulsion engine
ஓடில்லாச் சிறகுக்காலிகள் - gymnosomata
ஓடு - tile
ஓடு பாதை - runway
ஓத அலைகள் - tidal waves
ஓத உள் வழி - tidal inlet
ஓதச் சக்தி - tidal energy
ஓந்தி - crane
ஓந்தி இழுவைப்பெட்டி - crane tractor trailer
ஓரகத் தனிமம், ஐசோடோப் - isotope
ஓரச்சு நுண்முள் - monaxon
ஓரணு வளைய - homocyclic
ஓரிணைய, முதன்மையான - primary
கசடு - sludge
கசிவுத்துகள்கள் - oozes
கசையிழை - flagellum
கசையிழையுயிரிகள் - flagellates
கட்டக்கல் அமைப்பு - checker brick work
கட்டக ஆய்வு - structural analysis
கட்டக இணைப்பு - structural connection
கட்டக இயக்கவியல் - structrual dynamics
கட்டகத் தொய்வு - structural deflection
கட்டக நிலவியல் - structural geology
கட்டகப்பாறையியல் - structural petrology
கட்டக வடிவமைப்பு - structural design
கட்டடச் செந்தரம் - building code
கட்டம் - phase
கட்ட வரைபடத்தாள் - graph sheet
கட்ட விதி - phase rule
கட்டற்ற வீழ்ச்சி - free fall
கட்டிலா ஆற்றல் - free energy
கட்டின்மை எண் - degree of freedom
கட்டுப்பாட்டிதழ், வால்வு - valve
கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை - control chart
கட்டுப்பாட்டு அளவுருக்கள் - control parameters
கட்டுப்பாட்டு இயக்கம் - servo operation
கட்டுப்பாட்டு முகப்புகள் - control panels
கட்டுப்பாட்டு வரைபடம் - control chart
கடகம், புற்று - cancer
கடகவரை - tropic of cancer
கடகவிண்மீன் குழு - cancer constellation
கடத்துகை - conductance
கடத்துதல் - conduction
கடத்து திறன் - conductivity
கடத்துமிழையம் - conducting tissue
கடந்து செல்கை - transit
கடல் குளிரூட்டல் - marine refrigeration
கடல்தறி - jetty
கடல் தாவரங்கள் - marine plants
கடல்நீர் ஊடுருவல் - sea water intrusion
கடல் பஞ்சுகள் - sponges
கடல் படுகை - ocean floor
கடல் மண்அகழி - marine excavator
கடல் மலை - sea mount
கடல் முகம் - shore face
கடல் மைல் - nautical mile (knot)
கடல் விளிம்பகம் - shore line
கடலடி - submarine
கடலடித்தளம் - ocean bed
கடலடிப் பள்ளத்தாக்கு - submarine canyon
கடலலை அரிப்பு - wave erosion
கடலோரத் தடுப்புச்சுவர் - bulk head
கடற்கரை அரிப்பு - beach erosion
கடற்கரைப் பாதுகாப்பு - beach protection
கடற்களை - sea weed
கடல் கொதிகலன் - marine boiler
கடற்கோளும், மீள்வும் - coastal transgression & regression
கடற்சுவர் - sea wall
கடற்தரை - sea bed
கடற்பஞ்சு வளர்ப்பு - sponge culture
கடற்படுகை - continental shelf
கடற் பாசிகள் - marine alagae
கடற்பாசி மாவு - sea weed meal
கடற் பொறி - marine engine
கடற் பொறியியல் - marine engineering
கடிகாரப் புதிர் - clock paradox
கடிதிருப்பக் கொள்கை - catastrophe theory
கடின உறை வித்துகள் - oospores
கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகள் - crustacea
கடினமாக்கல் - tempering
கடுகு எண்ணெய் - mustard oil
கடை உயிரூழிக்காலம் - cenozoic era
கடைசல் பொறி - lathe
கடைநிலை வார்ப்பு - final mould
கடையாணி - cotter pin
கடைவாய்ப்பல் - molar tooth
கண் இடைவெளி - span
கண்குழித் தடுப்பிழைமம் - orbital septum

கண்குழி முளை - orbital tubercle
கண்சார்ந்த விளிம்பு - posterior border
கண்சிரை - ophthalmic vein
கண்ட உயர்ச்சி - continental rise
கண்ட எல்லை நிலம் - continental border land
கண்ட எழுச்சி - continental rise
கண்டச்சரிவு - continental slope
கண்டத்திட்டு - continental shelf
கண்டத்திடல் - continental terrace
கண்டப்படுகை - continental shelf
கண்டப்பெயர்ச்சி - continental drift
கண்டம் - continent
கண்டறி கேளா ஒலியியல் - diagnostic ultrasonics
கண்ணருகு வில்லை - eye lens
கண்ணாடிப் பிம்பம் - mirror image
கண்ணாடி மிளிர்வு - vitreous lustre
கண்ணாடி வீடு - glass house
கண்ணி - loop
கண்ணிப்பாறை - trap rock
கண்ணிப்புலம் - trapping region
கண்ணீர்ச்சுரப்பி - lacrymal gland
கண்ணீர்ப்பை எலும்பு முன்சிகரம் - anterior lacrimal crest
கண்தமனி - opthalmic artery
கண்பாவை - pupil
கண்முனை நாண்கள் - canthal rendons
கண் வளையத்தசை - orbicularis palpebrum
கண் வளைவு - fornix
கணக்களம் - field of set
கணக்கிடு வழி - algorithm
கணத்தாக்கு - impulse
கணம் - set
கணவாய் - cuttle fish
கணித அறிவியல் நிறுவனம் - matiscience institute
கணிதச் செயல் முறைகள் - mathematical operations
கணிதப் புவியியல் - mathematical geography
கணிதப் பொருளியல் - mathematical economics
கணிதமுறைச் சமன்பாடுகள் - mathematical equations
கணிதவியல் தத்துவங்கள் - mathematical principles
கணிப்பான் - calculator
கணிப்பொறி - computer
கணியங்கள் - quantities
கணுக்காலிகள் - arthropoda
கணைய அழற்சி - pancreatitis
கணையக்காயம் - trauma of pancreas
கணையச் சிரைப்பை pancreatic cyst
கணையத்தமனி - pancreatic artery
கணையம் - pancreas
கணையமகற்றல் - pancreatectomy
கணையமாற்றம் - pancreatic transplant
கதம்ப உரு - chimera
கதிர் - ray
கதிர் உயிரியல் - radio biology
கதிர்க்குருவி - warbler
கதிர் கடப்பு - solar transit
கதிர்ப்பு - radiance
கதிர் விளக்கு - sun lamp
கதிர்வீச்சளவியல் - radiometry
கதிர் வீச்சு - radiation
கதிர்வீச்சு அழுத்தம் - radiation pressure
கதிர்வீச்சு அளவி - radiometer
கதிர்வீச்சு இயற்பியல் - radiological physcis
கதிர்வீச்சு எண் - emissivity
கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தல் - irradiation
கதிர்வீச்சுக் குளிர்விப்பான் - radiator
கதிர்வீச்சுச் சிகிச்சை - radiation therapy
கதிர்வீச்சு மண்டலம் - radiation belt
கதிர்வீச்சு வானியல் - radio astronomy
கதிர்வீசல் நுண் அளவி - radiomicrometer
கதிர்வீசி - radiator
கதிர்வீசு திறன் - emissive power
கதிரவன் மறைப்பு அல்லது சூரியக் கிரகணம் - solar eclipse
கதிரியக்க அணுக்கருவினம் - radio nuclides
கதிரியக்க ஐசோடோப்பு - radio isotope
கதிரியக்கக் கழிவு - radioactive waste
கதிரியக்கங் காணல் - radiation detection
கதிரியக்கம் - radioactivity
கதுப்புத் துடுப்பு மீன்கள் - crossoperygii
கப்பல் தளம் - ship yard
கப்பல் துறை - dock
கப்பல் புழு - ship worm
கப்பி - pulley
கப்பிட்சா தடை - kapitza resistance
கபாலமின்மை - anencephaly
கம்பியமைப்பு - wiring
கயிற்றிழை - sliver
கயிற்று வளை, சங்கிலி வளை - catenary
கயிற்று வளைவுத் திண்மம் - catenoid
கரிச் சுழற்சி - carbon cycle
கரித்தல் - corrosion
கரிம உலோக - organometallic
கரிமக்காலப்படிவு - carboniferous formation
கரிமப்பொருள் - organic matter
கரியூட்டி - stoker
கரு - embryo
கருக்கவர் - nucleophilic
கருக்கவர் பொருள் - nucleophile
கருக்காலம் - gestation period
கருக்கோளக்குழி - blastrocoel
கருக்கோளச் சிறிய செல்கள் - micromeres blastomere
கருக்கோளத் தட்டு - blastodise
கருக்கோளப் பெரிய செல்கள் - blastodise

கருக்கோளப்புற அடுக்கு - blastoderm
கருக்கோளப் பெரிய செல்கள் - macromeres
கருக்கோளம் - blastula
கருக்கோளமாதல் - blastulation
கருக்கோளவுறை - blastocyst
கருச்சவ்வற்றவை - anamniora
கருசூழ் சவ்வுடையன - amniola
கருச்சவ்வுப்பை - amnion
கருச்சிதைவு - abortion
கருடன் - brahming kite
கருத்தட்டு - blasto disc
கருத்தியல் இயற்கணிதம் - abstract algebra
கருதுகோள் - assumption
கருதுகோள் சோதனை - testing of hypothesis
கருந்துளை விண்மீன் - black holes
கருநாகம் (அரசு நாகம்) - king cobra
கருநிழல் - umbra
கருப்பிதுக்கம் - embryonic knob
கருப்பை - embryo sac
கருப்பையகம் - endometrium
கருப்பை வலி - ovaritis
கருமுட்டை - zygote
கரும்பொருள் கதிர்வீச்சு - blackbody radiation
கரும்பில் சிவப்பழுகல் நோய் - red rot
கருமூலந்தாள் - blastoderm
கருமூலந்தாள்குழி - blastocoel
கரும்பொருள் - black body
கருவழலைப்பாம்பு - bridal snake
கருவளர்ச்சி - embryogeny
கருவுணவு - yolk
கருவுறுதல் - fertilization
கரை இணை நீரோட்டம் - long shore current
கரை உகல் ஓட்டம் - littoral drift
கரைதிறன் பெருக்கம் - solubility product
கரைநீர்மச் சேர்க்கை - solvation
கரைப்பான் - solvent
கரைப்பானாற் பகுப்பு - solvolysis
கரைப்பானேற்றம் - solvation
கரைபொருள் - solute
கரை முகடு - beach cusp
கரையாக் கூறு - raffinate
கரையோரப்பகுதி - littoral zone
கல்கரி - coke
கல்லீரல் சிரை - hepatic vein
கலக்கி - agitator, stirrer
கலக்குத் திறன் எண் - mixing index
கலங்கல் நீரோட்டம் - tubidity current
கலப்பி - mixer
கலப்புப் பயிர் - mixed cropping
கலப்புப்பயிர் வீரியம் - hybrid vigour
கலப்பெண் பகுப்பாய்வு - complex analysis
கலப்பெண் மாறி - complex variable
கலவி - copulation
கலவை அடிதங்குவிப்பி - mixer settler
கலோரிமானி - calorimeter
கவ்வி - jig
கவசமிடல் - shielding
கவட்டாணி - clevis pin
கவட்டு உரு - synform
கவட்டுக் குழுமம் - anticlinoria
கவிமாடம் - dome
கவை - yoke
கழலையச் சிறைப்பைகள் - cystic tumours of the pancreas
கழிமுக நுண்ணுயிரியல் - microbiology of estuaries
கழிமுகம் - delta, estuary
கழிவுக்கட்டை அட்டை - wastewood board
கழிவுப்பொருள் - effluent
களம் - field
களிப்பலகை - slate
களிப்பாறை - shale
களிமண் - clay
களிமண்ணாலான - argillaceous
கற்பனை முழுமைத் தொகுதி - hypothetical population
கன்றுத் தொழுவம் - calf pen
கன்ன எலும்பு - parietal bone
கனித்தோல் ·pericarp
கனிப்பொருள் மாற்றம் - mineralization
கனிம நீருற்று - mineral spring
காசநோய்ப் புண் - tuberculous ulcer
காட்சி அமைப்பான் - display processor
காட்சிக் கட்டுப்படுத்தி - display controller
காட்சிக் கோணம் - field angle
காட்சி வளைவு - field curvature
காணி - detector
காந்தக்கூடு - magnetic shell
காந்தத்துருவம் - magnetic pole
காந்தப் பரிமாணமாற்ற முறை - magneto-striction method
காந்தப்பிரிப்பு - magnetic separation
காந்தப் புலம் - magnetic field
காந்த விசை - magnetic force
காப்பிடப்பட்ட - insulated
காப்புத்தளம் - revetment
காம்பற்றவை - sessile
காம்பு - peduncle
காய்ச்சி வடித்தல் - distillation
காரணிக் குலம் - factor group
காரத்தன்மை - alkalinity
காரப்பாறை - basic rock
காரம் - alkali
கால்நடைக் கட்டமைப்பு - cattle shed
கால்மான விலக்கம் - quartile deviation

காலடி வட்டம் - pedal disc
காலத்தொடர் வரிசை - time series
கால நீட்டிப்பு - time dilatation
காலவரைபடம் - chronograph
காற்றலை - wind wave
காற்றமுத்த அறை - pneumatic chamber
காற்றமுத்தி - air compressor
காற்றில்லாவழிச் சிதைவு - anaerobic decomposition
காற்றுக்கரைசல் - aerosol
காற்றுப்பை - air bladder
காற்றுப்போக்கி - air vent
காற்று முன்சூடாக்கி - air-preheater
காற்றூட்டம் - aeration
காற்றொளி - airglow
கிராம் மூலக்கூறு எடை - gram molecular weight
கிழிதல் - laceration
கிளர்ச்சி - excitation
கிளர்ச்சிக் கெழு - activity coefficient
கிளர்வுகொள் ஆற்றல் - activation energy
கிளர்வுபெற்ற சகதி - activated sludge
கிளர்வுற்ற அணைவு - activated complex
கிளரி - ripper
கீல்தாங்கி - hinge support
கீழ் ஒலி - infrasonic
கீழ்க்கண் குழித்தமனி - infra orbital artery
கீழ்ப் பெருஞ்சிரை - inferior venacava
கீழ்மட்டச் சூல்பை - inferior ovary
கீழ் ரெக்டஸ் தசை - inferior rectus muscle
குஞ்சுப்பருவம் - iuvenile
குட்டிப்போடுவன - viviparous
குடல்தாங்கித்தமனி - mesenteric artery
குடியிருப்புக் கட்டமைப்பு - dwelling structure
குடுவைப்பொருள் - container ware
குடை மஞ்சரி - umbel
குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு - canyon
குண்டு ஆலை - ball mill
குத்தூண் - pile
குத்தூண் இறக்கல் - pile driving
குமிழ் - bulb
குருத்தெலும்பு - cartilage
குருதிக்குழி - haemocoel
குழம்பு - slurry
குழாய் அமைப்பு - plumbing system
குழிப்புக் கரித்தல் - pitting corrosion
குழியுடலி - coelenterate
குழைமநிலை - viscosity
குளிர் திரவமாக்கி - condenser
குளிர் பதனம் - refrigeration
குளிர்கால உறக்கம் குளிர்கால ஒடுக்கம் - hibernation
குளிர் சுருள் - cooling coil
குளிரூட்டி குளிர்விப்பான் - refrigerant
குளிர்விப்பி - refrigrator
குற்றிழைகள் - cilia
குறடுகள் - tongs
குறியீட்டெண் - index number
குறியீடு - symbol
குறுக்க வினை - condensation reaction
குறுக்கீட்டு விளைவு - interference
குறுக்குச்சட்டம் - bracing
குறுக்குப் பகுப்பு - transverse division
குறுக்குப் பெருக்கல் cross product
குறுக்குவெட்டு வரைமுறை - tomography
குறுகிய நீள்மலைப்பாறை - drumlin
குறுகிய வீச்சு - short range
குறை ஒளிப்பகுதி - disphotic zone
குறைந்த வர்க்கக்கொள்கை - principle of least square
குறையழுத்தம் - hypotension
குறை வடிகால் - imperfect drainage
கூட்டமாக வாழ்பவை - gregarious habit
கூட்டிலைக் காம்பு - rachis
கூட்டுக்கண் - compound eye
கூட்டுக்கனி - multiple fruit
கூட்டுச்சராசரி - arithmetic mean
கூட்டுச் சார்புகள் - composite functions
கூட்டுச் சேர்ப்புவிதி - associative law
கூட்டுத்தொடர் - arithmetic progression
கூட்டுநிலைத் திசுக்கள் - complex permanent tissue
கூட்டு வினை, சேர்க்கை வினை - addition reaction
கூடு, வெளிச்சுற்று - shell
கூம்பின் வெட்டுமுகக் கோடுகள் - conic sections
கூம்புப் பகுதி - conic section
கூம்புவளை - conic
கூர்க்கோண நிலமடிப்பு - concertina fold
கூர்மூக்குத் திமிங்கிலம் -dolphin
கூர்வட்டம் - cuspate
கூரையுள்ள அணை - covered dock
கூழ்மம் - colloid
கூறு - component
கூறுபரவல் - sampling distribution
கூறெடுத்தல் முறை - sampling method
கூனிறால் - shrimp
கெட்டித் தன்மை - toughness
கெட்டிப்பான் - compactor
கேடயம் - shield
கேள் ஒலி - sonic
கேளா ஒலி வரையியல் - ultrasonography
கைமரம் - rafter
கைரோ திசைகாட்டி - gyro compass
கைவர்க்கப் பரவல் - chisquare distribution
கொட்டும் செல் - nematocyst
கொம்பணைப் புலம் - groin field
கொம்புத்துறை - pier

கொரிக்கும் பல், முன்பல் - incisor
கொழுப்பு அமிலம் - fatty acid
கொள்கைக் கண்ணோட்டம் - theoretical sense
கொள்ளிடத்தடை - steric hindrance
கொன்றுண்ணி - predator
கொட்டக்கெழுக்கள் - coefficient of skewness
கோட்டம் - skewness
கோண அளவு மாறா உருமாற்றம் - isogonal mapping
கோணக்கணிதவியல் - trigonometry
கோணம் - angle
கோண வீச்சம் - amplitude
கோப்புப்பட்டறை - fabrication shop
கோர்வு உத்திரம் - truss
கோரைப்பல் - canine tooth
கோளத்தசைகள் - oblique muscles
கோளம் - sphere
கோறுண்ணி - predator
சக பரிமாணம் - codimension
சக பிணைப்பு - covalent bond
சகிப்பு அளவு - tolerance dose
சங்கிலி - chain
சட்டக அமைப்பு, சட்ட அமைப்பு - form work, framed structure
சட்டகத்திட்டம் - frame scheme
சட்டகம், சட்டம் - frame, lattice, skeleton ties
சடுதி மாற்றம் - mutation
சந்திப்புப் பெட்டி - junction box
சந்திரன் மறைப்பு - lunar eclipse
சம்மட்டி - hammer
சமச்சீர் - symmetric
சமச்சீர்மை - symmetry
சமச்சீர்மையற்ற - heterocercal
சமச்சீரற்ற பிளவு - heterolytic devage
சமச்சீரான பிளவு - homolytic devage
சமதள - coplanar
சமதளக் குவி வில்லை - planoconvex lens
சமநிலை - equilibrium
சமநிலையின்மை - inequilibrium
சமமாக்கல் - neutralisation
சமன் செய்தல் - synchronize
சமன்பாடு - equation
சமனாக்கி - leveller
சமனி - equivalent
சமனியத் தொடர்பு - equivalence relation
சமான கடத்துகை - equivalent conductance
சமுதாய வாழ்க்கை - social life
சர்க்கரை அளவி - saccharimeter
சர்க்கரையின் தலைகீழ் மாற்றம் - inversion of cane sugar
சரக்கு - cargo

சரக்குப்பட்டியல் - invoice
சராசரி கடல் மட்ட அளவு - mean sea level
சராசரி விலக்கம் - mean deviation
சரிந்த வழுக்குப்பாதை - sloping slipway
சரிவு - cliff, slope
சரிவு வாட்டம் - gradient
சரிவுக்கோணம் - rake
சல்ஃபோன் ஏற்றி - sulphonating agent
சல்லடை - trommel
சல்லடைக்குழாய் - sieve tube
சல்லடைத்தட்டு - sieve plate
சல்லி, திரள் - aggregate
சலனம் - perturbation
சலனமற்ற - stagment
சலித்தல் - screening
சவ்வூடு பரவல் - osmosis
சாந்தூட்டல் - grouting
சாம்பல்கோடு - grey line
சாய்கோணம் - dip
சாய்சரிவு நிலமடிப்பு - cambering fold
சாய்தளம் - ramp
சார்பு - function
சார்புடைத் தத்துவம் - theory of relativity
சார்புயிரிகள் - commensals
சாரம், சாறு - scaffold, extract
சால்வரி அல்லது வடிநீர்க்கால் - gutter
சாற்றுக்கட்டை - sap wood
சாறு இறக்கல் - extraction
சாறு இறக்கி - extractor
சிக்கனப்படுத்தி - economiser
சிங்கிறால் - lobster
சிசு கபாலம் - foetal skull
சிசு பிண்டம் - foetus
சிதறல் - dispersion
சிதறல் விளக்கப்படம் - scatter diagram
சிதையும் உடையலைகள் - spilling breakers
சிதைவு - decay
சிதைவுக் கூளம் - detritus
சிதைவுப்பிரி மாற்றம் - mutarotation
சிதைவு மாறிலி - decay constant, disintegration constant
சிரை முடிச்சுகள் - venus plexuses
சிற்றச்சுக்கோளவுரு - oblate spheroid
சிற்றலை - ripple
சிற்றலைக்குறி - ripple mark
சிறகுக்காலிகள் - preropods
சிறகுத்தண்டு - rachis
சிறப்பினம் - species
சிறிய கொம்பு - antler
சிறிய பயணிப்படகு - launcb
சிறுகதிர் மஞ்சரி - spikelet
சிறுத்தைப்புலி - leopard

சிறுநீர்க் கழிப்பறை, தாவண அறை - water closet
சிறுமுள் - spine
சிறு மூலகம் - trace element
சிறு வெள்ளை விண்மீன் - white dwarf
சினை - ovum
சீர்சாய்வாக்கி - grader
சீரணக்குழி - enteron
சீரற்ற - oblique
சீரான - even
சீஸ் சுரப்பிகள் - zeis glands
சுத்திகரிப்பு, மீதுாய்மை - refine,
சுமை தாங்கும் அமைப்பு - load bearing structure
சுமை தாங்கும் ஓடு - load bearing tile
சுமை தூக்கி - crane
சுமைதூக்கு அமைப்பு - derrick
சுரங்கம் - tunnel
சுரண்டியள்ளி - scraper
சுருள் - spiral
சுருள் நுண்முள் - spire
சுவடு - imprint
சுவர்த் துளைப்பான் - jumper
சுவர்ப்பேழை - cupboard
சுவாசத் துளைகள் - ostia
சுவை - taste
சுழல் - spiral
சுழல்வான் - cyclone
சுழலா மையம் - dead spot
சுழலி - turbine
சுழற்சி - recycle rotation
சுழற்சி அச்சு - axis of rotation
சுழற்சித் திசை வேகம் - orbital velocity
சுழற்சியாற்றல் நிலைகள் - rotational energy stater
சுழிமாய் கலவை, இடவலம்புரி நடுநிலைக்கலவை - raceimic modification
சுழிமாறிய சர்க்கரை - invert sugar
சுற்றகம் - rotor
சுற்றுப்பாதை எலெக்ட்ரான் - orbital electron
சுற்றுவதால் உருவாகும் பரப்பு - surface of revolution
சூரியக்கதிரியக்கம் - solar radiation
சூரிய மறைப்பு - solar eclipse
சூரை - tuna
சூல்பை - ovary
சூல் வளை முளை - microphyler end
சூலகத்தண்டு - style
சூலகம் - gynoeeium
சூலுறை - intequment
செங்குத்துக்கடற்கரை - beach scarp
செங்குத்துப்பாறை - cliff
செங்குத்து வலசை -vertical migration
செஞ்சமச்சதுரப் படிகத்தொகுதி - isometric system
செஞ்சாய்சதுரப் படிகம் - orthorhombic crystal
செதில் - scale
செதில் இலை - scale leaf
செந்தள நகர்வு - translational movement
செந்நிறக்களி - red clay
செம்பாளப் பாறை - dyke
செய்கரை - embankment
செய்கை - operation
செயல்கள் பலன் - work function
செயலற்ற நிலை - passivity
செயலி – operator
செயலுட்படு நெடுக்கம் – operand range
செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை - activated sludge process
செயலூக்கி - activator
செயற்கைக் கதிரியக்கம் - artificial radioactivity
செரிப்பான் - digester
செரிப்பு, செரிமானம் - digestion
செருகு - plug
செல் உள் - intracelluar
செல் தொண்டை - cytopharynx
செலுத்தம் - transmission
செலுத்தமைப்பு - conveyor
செலுத்துகைக் குணகம் - transmittance
செவ்வகப்பரவல் - rectangular distributon
செவ்வமிழ் திசை - strike
செவிப்பறை - tympanic membrane
செவுள் அறை - branchial chamber
செவுளறைத்துளை - branchial aperture
செறிவு - concentration
செறிவு நிலை - saturation
சேகரிப்பி - collector
சேமிப்புக் கிடங்கு - stock pit
சேய் அணுக்கரு - daughter nucleus
சேர்ப்புக் கணம் - union of sets
சொட்டும் வடிகட்டி - trickling filter
சோதனைக்குழி - inspection pit
சோப்பாக்கம் - saponification
டென்சார் நுண் கணிதம் - tensor calculus
தகட்டுப்பாறை - sill
தகடு - plate
தகவமைப்பு - adaptation
தகவல் - data
தகாக் கணம் - improper set
தகு கணம் - proper set
தகைவு - stress
தகைவு விளைவு - stress resultants
தசைப்புற்று - sarcoma
தட்டைக்குன்றுகள் - guoyts
தட்டையளவு - kurtosis
தடங்காண் ஊடகம் - tracer
தடமறி தனிமம் - tracer element
தடுப்புணை - cofferdam

தடுப்பு மேடை - riffle
தடை எண் - resistivity
தடைக்கடல் திட்டு - barrier island
தடைத்தகடு, தடையமைப்பு - baffle
தடைபவழப்பாறை - barrier reef
தண்டு - styles
தணிப்பான் - quenching agent
தப்புதல் திசைவேகம் - escape velocity
தமர் ஊசி வடிவு - subulate
தயக்க விளைவு - hysteresis
தர்க்கரீதியான அறிதிறன், - logical reasoning
தர்க்க ரீதியான வளர்ச்சி – logical development
தரக்கட்டுப்பாடு - quality control
தரத் தொடர்புக் கெழு - rank correlation coefficient
தரம், செந்தரம் - standard
தரவரிசைப்படுத்தல் - grading
தலை - capitulum
தலைக்காலி - cephalopod
தலைகீழ்ச் சூல் - inverted ovule
தலைப்பகுதி - lead stock
தலைப்பிரட்டை - tadpole
தலைமார்பு - cephalothorax
தவறி திருத்த முறை - trial and error method
தள்ளு அமைவு - tappet
தளப்பாதுகாப்பு நிறுவனம் - dock safety board
தளமிடும் எந்திரம் - paver
தளவடிவக் கணிதம் - plane geometry
தளவாடங்கள் – armaments
தற்கலப்புச் செய்தல் - inbreeding
தற்சுழற்சி - spin
தறையாணி - rivet
தன் அயனியாதல் - autoionisation
தன் உயிரோட்டம் - self regeneration
தன் எடை - specific weight
தன் மலட்டுத்தன்மை - self sterility
தன்னியக்க - automatic
தனி இணை, இணை - lone pair
தனி இயற்பியல் - theoretical physics
தனி இயற்பியல் கருத்தரங்கு - theoretical physics seminar
தனிக்கணிதம் - pure methematics
தனித்தசாமான சிறப்புப்புள்ளி - essential singular point
தனித்த பொருளியல் மண்டலம் – exclusive economic zone
தனித்தியங்கும் உறுப்பு, இயங்கு உறுப்பு - free radical
தனித்தெளிவு – absolute clarity
தனிதகைவுறு விதி - idempotent law
தனி மதிப்பு - absolute value
தனிமம் - element
தனிம வரிசை அட்டவணை - speriodic table
தாங்கி - support, suspensor
தாங்கிச் செல் - suspensor cell
தாங்கு சட்ட இணைப்பு - seated connection
தாங்கு சட்டம் - bracket, gantry
தாங்கு சுவர் - bearing wall, foot wall
தாங்கும் எல்லை - tolerance limit
தாங்கு விட்டம் - supporting beam
தாடையற்றவை - agnatha
தாதுக்கள் - ores
தாய் அணுக்கரு - parent nucleus
தாரை கலத்தல் - jet mixing
தாரை செலுத்தம் - jet propulsion
தாவரக்கசையிழையுயிரி -phytomastigina
தாவரத்தந்தம் - vegetable ivory
தாவர மிதவை நுண்ணுயிர் - phytoplankton
தாவரவுண்ணி - herbivore
தாழ்சரிவு நிலமடிப்பு -plunging fold
தாழ்வான ஓட்டம் - down drift
தானழி நேர்மின்வாய் - sacrificial anode
திசு வேறுபாடு - histological differention
திசைமாற்றும் கருவி - steering gear
திசையமைப்பு - orientation
திசையன் - vector
திட்டப்பிழை - standard error
திட்ட விலக்கம் - standard deviation
திட்டுகள் உண்டாதல் - shoaling
திட்பக் கதிரியக்க வரைமுறை - stereoradiography
திடமான படிமானம் - consolidation settlement
திடீரெனப்பாய்தல் - saltation
திண்குழைமம், தொங்கல் கரைசல் - suspension
திமிசு - rammer
திரவப் படிகக் காட்சி - liquid crystal display
திரள் கனி - syncarpium
திரிதடையம் - transistor
திரிபு - strain
திருக்கக்கைக்குறடு - torque wrench
திருக்கம் - torque
திருகு கடத்தி - screw conveyor
திருகு சுழல் பிற்சக்கரம் - helical gear
திருகு சுழல் வடிவு அல்லது சுருளை - helical
திருகு புரி - screw pitch
திருத்தி - regulator, rectifier
திரும்பும் நிகழ்வு - periodicity
திறந்த கணம் - open set
திறந்த சாற்றுக்குழாய்த் திரள் - open vascular bundle
திறந்த தொகுதி பகுதி - open connected region
திறனாய்வுக் கனிமம் - critical mineral
தீதிலாக் கழலையச் சிறைப் பை - cystadenama
துகள் கதிர்வீச்சு - particle radiation
துண்டம் - byte
துணிப்பு விசை - shear force
துணிப்பொருள்கள் - textile material

துணைக்கலப்பெண் - conjugate complex number
துணைக்கோர்வை - sub assembly
துணைக்கோள் - satellite
துணை மதிப்பகம் - codomain
துணையலகு - parameter
துணை விளைவு - byproduct
துத்தநாக நீக்கம் - dezincification
துத்தநாகப்பூச்சு கரித்தல் - galvaniccorrosion
துரப்பணம் - auger
துரிதப்படுத்தல் - acceleration
துருப்பிடிக்காத எஃகு - stainless steel
துருவ அச்சு - polar axis
துருவ ஆயஅமைப்பு - polar coordinate system
துருவம் - pole
துருவெடு - grit blast
துல்லியத் தன்மை - accuracy
துலங்கள் - response
துளை திருத்தல் – reaming
துளைப்பான் - borer
துறைமுகத்தளம் அல்லது கப்பல்துறை - wharf
தூக்க நோய் - sleeping sickness
தூக்குமூட்டு - jack
தூண் - column
தூண்டல் - induction
தூண்டுகைச் சுழலி - impulse turbine
தூய கணிதம் - pure mathematics
தூய கணித வல்லுநர் - pure mathematician
தூர்வாரி - dredger
தூர்வாருதல் - dredging
தூலம், உத்திரம் - girder
தூவி - spike
தெவிட்டிய நிலை - saturation
தெளித்தல் - spray
தேக்கி - capacitor
தேக்குக் குத்துத்தூண் - timber pile
தேய்மானம் - wear
தேர்வு - trial
தேனிரும்பு - wrought iron
தொகுதி - batch group
தொகுப்பு - synthesis
தொகைசார் பண்பு – colligative property
தொகையீடு - integral
தொங்குதசை - polyp
தொங்கும் படலம் - suspension bridge
தொட்டிப்பெயர்ச்சிப் பிளவு - trough fault
தொடக்கி - trigger
தொடர்ச்சியில்லா வெப்ப நிலை - temperature discontinuity
தொடர் நிறமாலை - continuous spectrum
தொடர்பு - correlation
தொடர்புக் கெழு - correlation coefficient
தொடர்புடைச் சார்பு - continuous function
தொடர்பு விகிதம் - correlation ratio
தொடுகை உருமாற்றம் - contact metamorphism
தொடுகோட்டு வளை வரை - tractrix
தொடுகோடு - tangent
தொடு சிகிச்சை - contact theraphy
தொடுபாறை - fringing reef
தொடும் முறை - contact process
தொய்வுக் கணக்கிடு - deflection calculation
தொல் காந்தவியல் - paleomagnetism
தொலைக்கட்டுப்பாடு - remote control
தொலைநோக்கி - telescope
தொல்லுயிருழிக்காலம் -palaeozoic era
தொழில்நுட்ப விவரங்கள் - technical specifications
தொற்றுக் கிருமித்தாக்குதல் - infection
தொற்று நீக்கி - disinfectant
தோலுரித்தல் -moulting
தோள்துடுப்பு - pectoral fin
தோள்பட்டை - scapus
தோற்ற நண்பகல் - apparent noon
தோற்ற வேறுபாடு - apparent change
நகர்வு - movement
நஞ்சு முறிப்பு - antivenum
நடுநரம்பு - mid rib
நடுநிலையாக்கல், முறித்தல்-neutralisation
நடுப்படை - mesoderm
நடுவரை விலக்கம் - declination
நடை முறை மதிப்பு - practical value
நண்டு வடிவ ஒண்முகிற் மண்டலம் - crab nebula
நதி நோக்கி வலசை - anadromous
நம்பிக்கை இடைவெளி - confidence interval
நரம்புக் குழல் - neural tube
நரம்புத் தாக்கு வாயு - nerve gas
நரம்பு நஞ்சு - neurotosin
நரம்பு வலை – nerve net
நல்லியல்புக் கரைசல் - ideal solution
நல்லியல்புப் பாய்மம் - newtonian fluid
நவீன இயற்கணிதக் கோட்பாடுகள் - modern algebraic principles
நழுவல் - slip
நழுவு தொகுதி - shear zone
நாக்கு கரம் - radula
நாகப் பூச்சு பூசப்பட்ட - galvanised
நாட்பட்ட - chronic
நாண் - chord
நாற்கோணத் தொகுதி - tetragonal system
நான் கச்சு நுண்முள் - tetraxon
நான்கிணைய - quaternary
நாண்முகக் கோட்பாடு - tetrahedral hypothesis
நான்முகி - tetrahedron
நிகழ் தகவு - probability
நிகழ் தகவுச் சார்பு முறைகள் - stochaistic processes
நிகழ்வெண் பரவல் - frequency distribution

நிகழ்வெண் பல கோணம் - frequency polygon
நிகழ்வெண் வரை - frequency curve
நிணநீர் சுரப்பி - lymph gland
நிணநீர் நாளங்கள் - lymphatics
நிணநீர்ப் புற்று - lymphoma
நியம ஒளிச் சுழற்சி - specific rotation
நியமப் பாதை - locus
நியமம் - standard
நியூக்ளியக்கலப்பு - amphimyxis
நிரப்பி - complement, packing material
நிரப்பிக் கணம் - complement set
நிரப்புத் தகடு -plate fillet
நிரல், நிறமாலை - spectrum
நிரல் கணம் - complement set
நில அகழ்வி - land excavator
நில அளவை - survey
நிலக்கட்டமைப்பு இயல் - structural geology
நிலக்கீல் - asphalt
நிலக் கூற்றமைப்பு - physiography
நிலத்தடிக் கட்டமைப்பு - subsurface structure
நில நடுக்கோடு - equator
நில நீர்த்தளம் - ground water table
நில மேற்பரப்பியல், இடத்தியல் - topography
நிலை ஆற்றல் - potential energy
நிலைக்காட்டி - indicator
நிலைத் திசுக்கள் - permanent tissues
நிலைநிறுத்தும் கயிறு - guy
நிலைப்பியல் விதி - law of statics
நிலைப்புத் தன்மை - stability
நிலைமச் சட்டம் - inertial frame
நிலை மாறா கடற்பூஞ்சைகள் - obligatory marine fungi
நிலைமாறு நிலை ஆரம் - critical radius
நிலைமாறும் - labile
நிலை மாறும் கடற்பூஞ்சைகள் - facultative marine fungi
நிலை மின் இடையீடு - electrostatic interaction
நிலை மின்சாரம் - static electricity
நிலை மின்னேற்றப் பிரிப்பு - electrostatic separation
நிலை மேடை - platform
நிலைமை - phase
நிலையற்ற - unstable
நிலையான வளைவு - constant curvature
நிலையில்லாக் கட்டமைப்புடைய - metamict
நிலையின்மை எண் - fugacity value
நிலையுறு மாற்றம் - conformal mapping
நிழல் - image
நிற்கும் அலைகள் - standing waves
நிற அளவி - colorimeter
நிறச்சாரல் பிரிகை - chromatography
நிற நிரல் முறை, நிரலியல் - spectroscopy
நிறநீக்கு கண்ணருகு வில்லை - achromatic eyelens
நிறப்பிரிகை - dispersion
நிறமாலையியல் - spectrometry
நிறமாலை வெளியீடு - spectral emittance
நிறமி - pigment
நிறை - mass
நிறை ஆற்றல் சரியீடு - energy balance
நிறை தாக்க விதி - law of mass action
நிறைவுற்ற, தெவிட்டிய - saturated
நிறைவுறா, தெவிட்டாத - unsaturated
நினைவகம் - memory
நீக்கக்கூடிய சிறப்புப் புள்ளி - removable singular point
நீண்ட கடல் பள்ளம் - long shore trough
நீண்ட பள்ளங்கள் - troughs
நீர் ஏற்கும் - lyophilic
நீர் கொள் பாறை - aquifer
நீர்ச் சத்துள்ள தண்டு - succulent stem
நீர்ச் சந்தி - strait
நீர்ச் சறுக்கி - hydro-skis
நீர்ச் சுழல் - water current
நீர்த்தல் - deliguescence
நீர்த்தல், விளாவுதல் - dilution
நீர்த்துறை - wet dock
நீர் தருநிலம் - catchment
நீர் நில ஊர்தி - hover craft
நீர் நில வாழ்வன, இரு வாழ்வி - amphibia
நீர் மூழ்கிக் குண்டு தாங்கும் படகு - tarpedo
நீர் வளி, நீர் வாயு - water gas
நீராவிச் சுழலி - steam turbine
நீராவி டர்பைன் எந்திரங்கள் - steam turbine
நீராவித் தொட்டி - steam drum
நீராற் பகுப்பு - hydrolysis
நீராற்றலுள்ள - hydrostatic
நீரியல் கடத்தும் தன்மை - hydraulic conductivity
நீரியல் கரைசல் - aqueous solution
நீரிலி - anhydride
நீரிலிப் பாறை - aquiclude
நீரிறக்கி - dehydrating agent
நீருயிரி காட்சித் தொட்டி - aquarium
நீரை அகற்றுதல் - dewatering
நீரை உள்ளிழுக்கும் குழாய் - inhalent siphon
நீரை வெளிச் செலுத்தும் குழாய் - exhalent siphon
நீரோட்டம் - launching, current
நீலத் திமிங்கிலம் - blue whale
நீலம் - sapphire
நீள் அடுப்பு - lehr
நீள் அதிர்வெண் - stretching frequency
நீள் மீட்சி - resilience
நீள் வட்ட - oval, elliptic
நீள் வட்டத் தொகையீடுகள் - elliptic integrals
நீள் வட்டம் - ellipse
நீள் வெட்டு முகம் - longitudinal

நீளிழை - flagellum
நீறு பூத்தல் - efflorescence
நுண் கணிதம் - calculus
நுண் குழல் அலைகள் - capillary waves
நுண்ணிய முடிகள் - fine downy hairs
நுண்ணுருண்டை - crumb
நுண்ணோக்கி - microscope
நுண் துளை - cinclide
நுண் மின்வாயில் - micro electrode
நுழைவாய் - inlet
நுனி வளர் மஞ்சரி - panicle
நூற்றுமானங்கள் - percentiles
நூற்றுமான வரை - percentile curve
நெகிழ் தன்மை - flexibility
நெகிழ்மை - plasticity
நெடுங்கை - boom
நெம்புருள் - cam
நெய்வணம், வர்ணப்பூச்சு - paint
நெருக்கப் பிணைவு - cohesion
நெற்றி எலும்பு - frontal bone
நேர் கூட்டல் - direct sum
நேர் கோட்டியல் அலகிடுவான் - rectilinear scanner
நேர்மாறு - inverse
நேர் விகிதம் - linearity
நேர நிர்ணயம் - time bound
நேரயனி - cation
நேரியல் திட்டமிடல் - linear programming
நொதி - enzyme
நொறுக்கி - crusher
நோய் ஏற்புத் தன்மை - susceptibility
பக்கக் கால்கள் - parapodia
பக்க வாதம் - paralysis
பகா ஒளிரசம் - prime ideal
பகு இயல் தொடர்ச்சி பகு முறைத் தொடர்ச்சி - analytic continuation
பகு காற்று வெப்பநிலைமானி - differential air thermometer
பகுதி - zone
பகுதிக் கடத்தி - semi conductor
பகுதிக் கதம்ப உரு - sectoral chimera
பகுதித் தொகைத் தொடர் - sequence of partial sum
பகுதி தொடர்புக்கெழு - partial correlation coefficient
பகு முறை வடிவக் கணிதம் - differential geometry
பங்கீட்டு விதி - distributive law
பச்சையம் - chlorophyll
பசுமை வீடுகள் - green houses
பசை - adhesive
பசை எண்ணெய் - lubricant oil
பட்டக - prismatic
பட்டகம் - prism
பட்டியல் அமைத்தல் - tabulation
பட்டை - belt
பட்டை நிறமாலை (நிரல்) - band spectrum
படகுத் துறை - jetty
படத்துளி - schist
படலப்பாறை - crystal lattice
படிக உருவமிலா - amorphous
படிகத் திண்மம் - crystalline solid
படிகம் - crystal
படிதல் - sedimentation
படிமம் - model
படிமானம் - settlement
படியிறக்கம் - degradation
படியும் திண்மங்கள் - settleable solids
படிவித்தல் - sedimentation
படிவிலா இடைவெளி - unconfirmity
படிவு குறை இடைவெளி - disconformity
படிவுப் பாறை - sedimentary rock
படிவு மணல் - alluvial sand
படுகை - bed, strata
பண்ணை வாலை - farm still
பண்பகம், ஜீன் - gene
பண்பறி பகுப்பாய்வு - qualitative analysis
பண்புகளின் உறவு - association of attributes
பண்புகளின் சார்பற்ற தன்மை - independence of attributes
பத்தாயம் - silo
பத்துமானங்கள் - deciles
பதிலி - substituent
பதிலியுறுத்தும் தேற்றம் - representation theorem
பதிலீட்டு வினை - substitution reaction
பதிற்செயல் கோடு - responsecurve
பயன்படு இயற்பியல் - applied physics
பயன்படு கணிதம் - applied mathematics
பயன்பாட்டு நிலை - servicibility
பயிர்ப்பெருக்க முறை - plant breeding
பரப்பு - surface
பரப்பு ஒட்டல் திறன் - adsorption
பரல்கல் - gravel
பரவல் - diffusion
பரவற்படி பகுப்பாய்வு - analysis of variance
பரவியமைந்துள்ள துகள் - disseminated grain
பரவுகை - propagation
பரவுகை அளவைகள் - measures of dispersion
பரிமாணக் கட்டுப்பாடு - dimensional control
பரிமாணம் - dimension
பரிமாற்று விதி - commutative law
பரிவு நரம்புகள் - sympathetic nerves
பருமனறி பகுப்பாய்வு - volumetric analysis
பல் ஈறு - tooth gum
பல் கதிர் வரைமுறை - dental radiography
பல்மாறிப் பரவல் - multivariable distribution

பல்லுருப்புப் பரவல் - multimonial distribution
பல்லுருவத்தோற்றம் - polymorphism
பல்லுறுப்பாக்கல்,பலபடியாதல் -polymerisation
பல்லுறுப்பி, பாலிமர் - polymer
பல்வகை அமைப்பு - polymorphic
பல அச்சு நுண்முள் - polyaxon
பலகை உள்நிகழ்ச்சி - plate tectonics
பலசெல் உயிரிகள் - metazoa
பலதர இடைத் தொடர்பு - multiple correlation
பலதிசை அதிர்நிறமாற்றம் - pleochoric
பல படி - multistage
பலபுற வெடி கனி - capsule
பவளப் பாறை - coral reef
பவளம் - coral
பழுவெலும்பு முகமான் - rib faced deer
பள்ளத்தாக்கு - basin, valley
பள்ளம் - trough
பள்ள வரி - ridge
பளிங்குக்கல் - marble
பளுதாங்கும் ஓடு - load bearing tile
பளுவேந்தி - derrick
பற்சக்கரத் தொடர் - gear train
பற்சக்கரம் - gear
பற்றவைத்தல் - welding
பற்றுப்பொருள் - substrate
பறவைக்கால் - bird foot
பன்முக நிலமடிப்பு - polyphase fold
பன்னிரண்டு பட்டைக் கூம்பு வடிவு - dodecahedron
பனி உறைவு - glaciation
பனிப்பாறை - iceberg
பனிவேலி - snow fence
பாகுநிலை - viscosity
பாகுநீர் - syrup
பாசனக் கட்டமைப்பு - irrigation structure
பாசி - algae
பாதங்களால் நடப்பவை - plantigrade
பாதுகாப்பி - preservative
பாய்சான் பரவல் - poisson distribution
பாய்பொருள் இயக்கவிசையியல் - fluid dynamics
பாய்ம ஊடகம் - fluid medium
பாயம், இளக்கி - flux
பார வரைவி - barograph
பால்பண்ணைக் கட்டமைப்பு - dairy building
பால் முதிர்ச்சி - sexual maturity
பாலிலி இனப்பெருக்கம் - asexual reproduction
பாலினப் பெருக்கம் - sexual reproduction
பாலூட்டி - mammalia
பாளம் - block
பாறை உப்பு - rock salt
பாறை எண்ணெய், பெட்ரோலியம் - petroleum
பாறை மண்டலக் கீழ்ப்பகுதி - asthenosphere
பாறை மண்டலம் - lithosphere
பாறையியல்- petrology
பிடர் பகுதி - occipital region
பிடரிச் செதில் - occipital shield
பிடரி மயிர் - mane
பிடிப்பான் - grapler
பிடிப்பி - trap
பிடிப்புக்கருவி - vise
பிணந்தின்னி - carrion
பிதுக்கல் - extrusion
பிம்பம் - image
பிரசவ வேதனை -labour pain
பிரதிபலிக்கப்பட்ட அலை - reflected wave
பிரதிபலிப்பு - reflection
பிரதிபலிப்பு உறவுமுறை - reflection relation
பிரதிபிம்பம் - pre image
பிரிகைச்சமநிலை - dissociation equilibrium
பிரித்தநிலை, எதிர் எதிரான - staggered
பிரிபடு ஆணி - split pin
பிரிவமைப்பு - discomposition
பிளவிப்பெருகல் - cleavage
பிளவு - split
பிளவுத்தளம் - cleavage plane
பின்போக்கு வளர் உருமாற்றம் - retrogressive metamorphosis
பிறப்பிட உணர்வு இயல்பூக்கம் - homing instinct
பிறழ்ச்சி - aberration
பின் இறக்கச்சாறு - extract
பின் உதைப்பு - recoiling
பின் நிகழ்வுப்படம் - fate map
பின் வாங்குதல் (கடல்) - regression
பின்னடைவு - subscript
பின்னமைந்த கடற்கரை – back shore
பின்னிழுப்பி - dragline
பின்னேற்ற கடற்கரை - receding shoreline
பீசோ மின்னியற்றி முறை - piezo electric method
பீரங்கி - artillery
புட்பராகம் - topaz
புத்துயிர்ப்பு - rejuvenation
புதுப்பித்தல் - regeneration
புதைபடிவம் -fossil
புயற்காற்று - hurricane
புரவலர் - patron
புரை அடைத்தல் - grouting
புரைக் கட்டமைப்பு - cellular structure
புரைமை - permeability
புரோட்டனற்ற - aprotic
புரோட்டானிய - protic
புரோட்டானேற்றம் - protonation
புல்லி வட்டம் - calyx
புல்வெளி - grassland
புல வில்லை - field lens
புவிப்போர்வை - mantle (gest)

புவிமேற்தோடு - earth crust
புவியதிர்ச்சி அலைகள் - seismic waves
புவியீர்ப்பு மையம் - centre of gravity
புவியோடு -mantle
புழைகதிர் வீசுவான் - cavity radiator
புள்ளித்தொகுதி - set of points
புள்ளிப் பெருக்கல் - dot product
புள்ளிமுறை அச்சு எந்திரம் - dot matrix printer
புள்ளியின் இயக்கவியல் - statistical mechanics
புற இயல்பு - extensive property
புறஊதாக்கதிர் -ultra violet ray
புற ஒட்டுண்ணி - ectoparasite
புறக்கோள்கள் - superior planets
புறணி - cortex
புறத்தாக்குதல் காயம் - blunt injury
புறத்துப் பிறந்த - allogenic
புறத்தோல் செல் - dermatogen, epidermal cell
புறப்படை - ectoderm
புறப்பரப்பு விசை - surface tension
புறவேற்றுமை - allotropy
பூசணங்கள் - fungi
பூட்டுதல் தொழிலகம் - assembly industry
பூலேயின் இயற்கணிதம் - boolean algebra
பூவடிச் செதில்கள் - bracts
பூவடிச் செதிலிலைகள் - bracteoles
பூவிதழ்கள், பூவுறை - perianth
பெண் இணைவி - female gamete
பெய் கலம் - hopper
பெயர்ச்சி - displacement
பெயர்ச்சிப்பிளவு - fault
பெயராப்பிளவு joint
பெருக்கம் - accretion
பெருக்கல் நியதி - multiplication law
பெருக்கலைகள் - sivells
பெருக்குச் சராசரி - geometric mean
பெருக்குப் பரவல் - geometric distribution
பெருகுதல் - proliferation
பெருந்துகள் சேகரிப்புத்தொட்டி - grit chamber
பெருந்தூண் - mast
பெருந்தூவி - bristle
பெருமண்தள்ளி - bulldozer
பெருமணற்கல் - grit
பெரும நிலை காப்பு எல்லை - threshold limiting value
பெருமம் - maximum
பெறுதி - derivative
பேரகழி - trench
பேரண்டக் கதிர் - cosmic ray
பேரண்டம் - cosmos, universe
பேரினம் - genus

பை பாலூட்டி - marsupial
பொட்டெலும்பு - temporal bone
பொடியாக்கி - comminutor
பொதியுறை - capsule
பொதுப் புவியீர்ப்பு விதி - universal law of gravitation
பொதுமைப்படுத்தல் - generalisation
பொருத்தி - fixture
பொருள்துகள் - material particle
பொருளருகு வில்லையின் குவிமையம் - focal plane of the objective glass
பொருளியல் உருப்படிவம் - economic model
பொருளியல் பகுப்பாய்வு - economic analysis
பொருளியல் விளக்கம் - economic interpretation
பொலிவுக்கோல் - globar
பொறி தோன்று நிலை - flash point
பொறுதி - tolerance
போக்குவரத்து அமைப்பு - transportation schedule
போர்த்திறக்கனிமம் - strategic mineral
போலி ஓடு - pseudocarp
போலிச் சிரைபை - pseudocyst
போலிச் செவுள்கள் - pseudo brancheae
பௌலியின் தவிர்க்கை விதி - pauli's exclusion principle
மகரந்தச் சேர்க்கை - pollination
மகரந்தத்தாள் - stamen
மகரந்தத்தாள் வட்டம் - androecium
மகரந்தத்தூள் - pollen grain
மகரந்தப்பை - anther sac
மசகு - grease
மஞ்சரிக் காம்பு - peduncle
மஞ்சள் கரு - yolk
மட்டநிலத் தண்டு - rhizome
மட்டி - primer
மட்டிக்கல் கலக்கி - muller mixer
மடக்கை - logarithm
மடக்கைப் பின்னம் - mantissa
மடங்குத் தொடர் - geometric progression
மடல் கதிர் மஞ்சரி - spadix
மடவை - mullet
மண் குதிர் - earthen bin
மண் குழைப்பாலை - pug mill
மண்கோதி - shovel
மணச் சுரப்பி - scent gland
மணல் மேடு - dune
மதகு - sluice
மதகுப் பெட்டி - sluice box
மதலைப்பை - marsupium
மதிப்பகம் - domain
மரக்கூழ் - wood pulp
மரகதம் - emerald
மரச் சுத்தியல் - mallet

மரத்தாள் அட்டை - plywood board
மரத்தூள் அட்டை - particle board
மரப்பூச்சு - wood plaster
மடுங்குக் கால்கள் - parapodia
மருங்குத் தகடு - pleuron
மரை - bolt
மலட்டுத் தாள்கள் - staminode
மறி வினைச்செயல் - reflex action
மறு சுழற்சி - recycling
மறு சூடாக்கி - reheater
மறுதலை அமிழ்கோணம் - hade
மறைந்துள்ள வெப்பம், வெப்ப உள்ளுறை - latent heat
மறை நிலை - eclipse
மறையாணி - rivet
மாக்கல் - steatite
மாடம் - dome
மாணிக்கம் - ruby
மாய உருத்தோற்றம் - virtual image
மார்பக வரை முறை - mammography
மார்புத் தகடு - sternum
மாற்றியம் - isomerism
மாற்று உருப்பாறை - metamorphic rock
மாறா அமைப்பு - invariant system
மாறி - variable
மாறிகளின் தொடர்புக் கெழுக்கள் - regression coefficients
மாறிகளின் தொடர்புக் கோடுகள் - regression lines
மாறிலி - constant
மாறுபடு ஊடகம் - contrast medium
மாறொளிர் விண்மீன் - pulsar
மிகு ஒளிப்பகுதி - enphotic zone
மிகு குளிர்வு - super cooling
மிகு புற ஊதாப் பகுதி - far ultraviolet region
மிகைக் கதம்ப உரு - hyper chimera
மிகைச் சூடாக்கி - super heater
மிகைத் தடை அமைப்பு - indeterminate structure, redundant structures
மிகைத் தன்மைச் சோதித்தல் - test of significance
மிகை தெவிட்டியக் கரைசல் - super saturated solution
மிதக்கும் உலர்துறை - floating dock
மிதக்கும் கரு - buoyant embryo
மிதக்கும் முட்டைகள் - pelagic eggs
மிதப்பாற்றல் - buoyancy
மிதப்புக்கலன் - floatation cell
மிதவை அடிமானம் - raft foundation
மிதவை உயிரி - plankton
மிளிர்வு - lustre
மின் அழுத்தம் - electric potential
மின் உலைச் செயல் முறை - electric furnace process
மின் ஏற்பு - admittance
மின் கடத்தாப் பொருள் மாறிலி - dielectric constant
மின் கடத்துகை - electric conductivity
மின் கடத்தல் - electric conduction
மின்காந்தக்கதிர் வீச்சு - electromagnetic radiation
மின் காந்த நிறமாலை (நிரல்) - electromagnetic-spectrum
மின் காப்பி - insulator
மின்காப்பு நாடா - insulation tape
மின் தூண்டுக் கம்பிச் சுருள் - induction coil
மின் தேக்கி - capacitor
மின் தொடர்வான் உத்தி - seavenger technique
மின் நிலைமம் - inductance
மின்பகுளி - electrolyte
மின் மறுப்பு - reactance
மின் மாற்றி - transformer
மின் முனை - electrode
மின் முனைவற்ற - non polar
மின்னதிர்வு வாங்கி - electro receptor
மின்னழுத்த வாட்டம் - potential radient
மின்னாக்கி - generator
மின்னாற் பகுப்பு - electrolysis
மின்னியக்க ஊடு பரவல் - electro osmosis
மின்னெதிர்ப்பு - impedance
மீகடத்தி - super conductor
மீச்சிறு மதிப்பு காணல் - optimization
மீட்சிக் குணகம் - elastic modulus
மீட்சித் தன்மை, மீள் திறன் - elasticity
மீட்சி மட்டு - modulus of elasticity
மீட்சி மோதுகை - elastic scattering
மீப்பெரு இலாபம் - maximum profit
மீப்பெரு ஒளி ரகங்கள் - maximal ideals
மீப்பெரு வாய்ப்பு முறை - maximum likelihood method
மீள் வினை - reversible reaction
மீன் காட்சியகம் - aquarium
மீன் படகு - trawler
முகச் சுரப்பி - facial gland
முகட்டு உரு, எதிர் உரு - anti form
முகட்டு நிலமடிப்பு - diaperic fold
முகடு - hump, mode, ridge
முகத் தமனி - facial artery
முகப்பசை - face cream
முகப்பு - dial
முகவிடை - interface
முச்சரிவுத் தொகுதி - triclinic system
முட்டு வேர்கள் - stiet roots
முட்டையிடு திறன் - fecundity
முட்டையிடுவன - oviparous
முட்டையுறை - ootheea
முடிவிலா - infinite
முடிவுறாக் கணம் - infinite set
முடிவுறு இயல் எண் - finite natural numbei

முடிவுறு கணம் - finite set
முத்தலை நரம்பு - trigeminal nerve
முத்துச் சிப்பி - pearl oyster
முத்து மிளிர்வு - pearly lustre
முதல் நிலை ஒப்பீட்டு மின் முனை - primary reference electrode
முதற்தோன்றிகள் - protozoa
முதன்மைத் துகள் - primary particle
முதன்மைப் பதப்பாடு - primary treatment
முதிர்ந்த உயிரி - adult stage
முதுகுத் தகடு - tergum
முதுகுத் தண்டு - notochord
முதுகுத் துடுப்பு - dorsal fin
முதுகு நாணுள்ளவை - chordata
முதுகொட்டி - dorsifixed
முந்நீரகம் - peninsula
முப்பரிமாண வரைபட எறியங்கள் - tereographic projection
மும்மூலக்கூறு வினை - termolecular reaction
மும்மைப் புள்ளி - triple point
முழுக் கணிப்பு முறை - census method
முழுவளர் ஆற்றல் - totipotency
முள் தோலிகள் - echinodermata
முளை வேர் - radicle
முற்றம் - yard
முறிவு - fracture
முறுக்கப்பட்ட - twisted
முறுக்கம் - torque
முறுக்க விசை -torsion
முறுக்கிய கம்பளி நூல் - worsted
முறையான பூட்டுத் தொடர் முறை - assembly line
முன் உட்குழிவு வாயுரி - protostome
முன் உணவுப் பாதை - foregut
முன் உலை - fore hearth
முன் கரு - proembryo
முன் குஞ்சம் - tuft of spine
முன் நிலப்பகுதி - foreland
முன் பின்னியக்கப் பொறி - reciprocating engine
முன்னடைவு - super script
முனைக்கொம்பு - spike
முனைப்பு - orientation
முனைவுடைமை, முனைவு கொள் திறன் - polarity
மூக்குக் கண்ணாடிக் குறி - spectacle mark
மூக்குச் சார்ந்த கண்முனை நாண் - medial canthal tendon
மூச்சுத் துளைகள் - stigmata
மூச்சு மையம் - respiratory centre
மூசை - crucible
மூடிய காற்றுக்குழாய்த் திரள்கள் - closed vascular bundle
மூல அணு - constituent atom
மூல இனச் செல்லடுக்கு - germinal layer
மூலக் கூறிடை - intermolecular
மூலக்கூறியல் கடத்துகை - molar conductance
மூலக்கூறு - molecule
மூலக்கூறுள் - intramolecular
மூலத் திட்டம் - basic plan
மூலப் பொருள் - raw material
மூவச்சு நுண்முள் - triaxon
மூவிணைய - tertiary
மூழ்கும் உடையலைகள் - plunging waves
மூளையைத் தாக்கும் நச்சு - neurotoxic
மூன்றாம் மூளை நரம்பு - third cranial nerve
மூன்றாம் விலா எலும்பு - third rik bone
மெதுவாகக் குளிர்வித்தல், மெல்ல ஆறவிடல் - annealing
மெருகெண்ணெய் - varnish
மெருகேற்று - polish
மெல்லுடலி அட்டை - slug
மெல்லுடலிகள் – mollusca
மென் படிவுப் பாறை, மேலுறை - crust
மேடை - berth, horst
மேல் உச்சிக் கடத்தல் - upper transit
மேல் மட்டப் பொட்டுப் பகுதித் தமனி - superficial temporal artery
மேலுறை - casing, shield
மேலோட்ட சிகிச்சை - superficial therapy
மேற்படுகை - topset
மேற்பொருத்துதல் - superimposing
மேனிலை உருகி - aerial fuse
மைய நிலை - aximuth
மொட்டு விடுதல் - Budding
மொத்த நழுவல் - net-slip
மோது சக்கரம் - impact wheel
ரப்பர் கடினப்படுத்தல் - vulcanisation
ரீமான் வடிவக் கணிதம் - Riemanian geometry
லாங்கர்ஹான் நுண்திட்டுகள் - islets of langerhans
வகுத்த வேறுபாடு - divided difference
வகை - species
வகையிடுதல் - differentiation
வகையீட்டு அமைப்பு - classifier
வட்டச் சுழற்சி - circular orbit
வட்டப்பின்னல் வரி - reticle
வட்ட வடிவத் தகடு - circular disc
வட்டவாயின - cyclostomes
வட்டு - disc
வடம் - cable, tackle
வடிகட்டுதல் - screening, filtration
வடிநீர்மம் - filtrate
வடிப்பான் - filter
வடிவகணிதம், வடிவியல் - geometry
வடிவமைப்பு - design
வடிவவேறுபாடுகள் - morphological changes

வடிவிழப்பு - warping
வண்டல் படிவுத் தேக்கம் - silt detention tank
வண்ண அடுக்கு - colour layer
வண்ண அளவியல் - colorimetry
வண்ணப்படிவு பிரிகை - chromatographic separation
வண்ணமாறுபாடு - chromatic difference
வணரி - crank
வணரித் தண்டு - crank shaft
வயிற்றுக்காலி - gastropod
வயிற்றுப்புறப் பிறை - ventral crescent
வரிசையிட்ட மெய்யெண் ஓரிணை - ordered real pair
வரி நிறமாலை - line spectrum
வரிப்பள்ளம் - groove
வரிப்பாறை - gneiss
வரைபடம் - graph
வல ஏற்றம் - right ascension
வலசை - migration
வலசைத் தடங்கள் - migratory rutes
வலஞ்சுழி - clockwise, dextrorotatory
வலிவூட்டப்பட்ட கற்காரை - reinforced concrete
வலை - mesh
வழங்கி - donor
வழித்துவாரி - dredge
வழி நடத்தல் - navigation
வழுக்குப்பாதை - slipway
வளர் உருமாற்றம் - metamorphosis
வளர்ச்சி ஊக்கி - plant regulator
வளர்ச்சி மொட்டு - trophoblast
வளர்ச்சியில்லா நிலை - rudimentary
வளர்சிதைமாற்றம் – metabolism
வளர்துளை - germpore
வளர்ப்பகம் - nursery
வளர்வடங்கிய காலம் - period of dormancy
வளர்வூக்கி - growth promotor
வளரி - appendage
வளிமச் சுழலி - gas turbine
வளி மண்டலம் - atmosphere
வளிமத்தை வெளியிடும் பிளவு - fumerole
வளிம மும்முனையம் - thyratron
வளிவாழ்வி - aerobic
வளைத்தசைப் புழுக்கள் - annelida
வளை திறன் - flexibility
வளை பெயர்ச்சிப்பிளவு - peripheral fault
வளையம் - collar
வளையமிலா - acyclic
வளையும் தட்டுகள் - floppy diskketes
வளைவு - curvature, loop
வளைவுத்தடை - bending resistance
வளைவுத்திருப்புமை - bending moment
வளைவுப் பிடிப்பான் - gully trap
வாகனச்சக்கர இரப்பர் - volcanising rubber
வாதாம் பருப்பு அமைப்பு - amygdoloidal shape
வாய் ஊதல் - mouth blowing
வாய்க்கூம்பு - buccal cone
வாய்சார்ந்த வட்டம் - oral disc
வாயு, வளிமம் - gas
வாயெதிர்ப்புறம் - aboral side
வார்த்தல் - casting
வால் நாணுள்ளவை - urochordata
வாலை - retort
வாழிடம் - habitat
வான எந்திர இயல் - aerodynamics
வானியல் முறை - astronomical method
வானியற்கதிர் - cosmic ray
வானூர்தி சட்டக அமைப்பு - aircraft frame
விகித வரைபடம் - ratio chart
விகிதவியல் - stoichiometry
விசைத்தண்டு, உந்து - piston
விடுபடு தொகுதி - leaving group
விடுபடு வேகம் - escape velocity
விண்கதிர் கணிப்புக்கருவி - cosmic ray counter
விண் மீன் முடிச்சு - star cluster
வித்திலை - costyledon
வித்துக்கூடுகள் - sori
வித்துத்திரள் - acervuli
வித்துப்பை - speorangium
விதைக்காம்பு - funicle
விதைத் தழும்பு - hilum
விதை முண்டு - caruncle
விந்து மிகு ஆண் - milter
விமான ஓடுதளம் - run-way
விரல் திண்டு - digital pad
விரலிடைச் சவ்வு - web
விரவல் - diffusion
விரவல் வீதம் - rate of diffusion
விரிவளையம் - parabola
வில்சுடர் - arc
வில்லை - lens
விலக்கப் பெருக்கத் தொகை - moments
விலக்கப் பெருக்குத் தொகை உருவாக்கும் சார்பு - moment generating function
விலக்கம் - deflection
விலகும் ஒளி - stray light
விலங்கினங்கள் - fauna
விலங்கு கசையிழையுரி - zoomastigina
விலங்குத்துருவம் - animal pole
விழிப்புணர்ச்சி - alertness
விழி வெளி இழைமம் - conjunctiva
விளக்கப்படலம் - diagram
விளிம்பு - edge, flange
விளிம்புச் சூல் அமைப்பு - marginal placentation
விளிம்புப்பட்டை - flange
விளிம்பு வட்டக் கதம்ப உரு - periclinal chimera

விளைபொருள் - product
விறைப்பு - stiffness
விளைப்புடைய தாங்கு சட்டம் - stiffened seat
வினைத்திறன் - reactivity
வினைப்பொருள் - reagent
வினையுறு தொகுதி - function group
வினையூக்கி - catalyst
வினை வழிமுறை, இயங்குமுறை - mechanism
வினைவேக - kinetic
வீச்சு - amplitude, range
வீரிய அமிலம் - super acid
வீழ்படிவாக்கல், வீழ்படிவு - precipitation
வீழ்படிவாக்கி - precipitant
வெட்க மலர்கள் - shy bloomers
வெட்டி எடுத்தல் - blanking
வெட்டி நீக்கல் - piercing
வெட்டுக்கணம் - intersection set
வெட்டும் கருவிகள் - quillotine shears
வெடித்துளை - blast hole
வெடிப்பு - crack, fissure, flaw
வெண்ணிறப் பருத்தித்துணி - calico
வெண்திட்டுகள் - white parches
வெப்ப அழுத்தம் - thermal pressure
வெப்ப ஆற்றல் - heat energy
வெப்ப இயக்கச் சார்பு - thermodynamic function
வெப்ப இரட்டை - thermocouple
வெப்ப உமிழ் - exothermic
வெப்பக் கடத்தல் - conduction
வெப்பக்கடத்து ஆய்வுக்கருவி - thermal conductivity analyser
வெப்பக் கடத்து திறன் - heat conductivity
வெப்பக்காடு - tropical forest
வெப்பங்கொள் - endothermic
வெப்பங்கொள் தன்மை - thermal capacity
வெப்ப ஆற்றல் - thermal energy
வெப்பச் சலன ஓட்டம் - convection current
வெப்பச் சலனம் - convection
வெப்பத் தாழ்வுப்பகுதி - thermocline
வெப்பத்தாற் பகுப்பு, வெப்பச்சிதைவு - pyrolysis
வெப்பநிலை சார்தடை - thermistor
வெப்பப்பகுதி - tropical zone
வெப்பப்பதனிட்ட - heat treated
வெப்பப்பரிமாற்றி - heat exchanger
வெப்ப மின் அடுக்கு - thermopile
வெப்ப மின் விளைவு - pyroelectric effect
வெப்ப மின்னிரட்டை - thermocouple
வெப்பவி[illegible] உணர்[illegible] - thermal detector
[illegible] வி[illegible]டைவு - thermal expa[illegible]
வெளிக்கூடு, வெளிச்சுற்று - shell
வெளிச்செலுத்துத் துளை - exhalent aperture
வெளிச்செலுத்தும் குழாய் - exhalent siphon
வெளிநோக்கிய விளிம்பு - anterior border
வெளிப்பாடு - emission
வெளிப்பெருக்கல் - outer product
வெளியிடு தொடர்பம் - emission continuem
வெளிவாய் - outlet
வெளிவிடு திறன் - emissivity
வெளிவிடு நிறமாலை - emission spectrum
வேகக் கட்டுப்பாட்டுக் கருவி - speed governor
வேகம் - velocity
வேக மாறிலி - rate constant
வேதி ஈர்ப்பு, வேதி நாட்டம் - chemical affinity
வேர்க்கிழங்கு - root tuber
வேர்த்துண்டுப் பதியன்கள் - root cuttings
வேர்த் தூவி - root hair
வேர்ப்பட்டை - root band
வேர் முண்டுகள் - root nodules
வேற்றணுவளைய - heterocyclic
வேற்றிட வேர்கள் - adventitious roots
வேறுபட்ட படிமானம் - differential settlement
ஹாலோஜன், உப்பீனி - haiogen
ஹைட்ரஜனேற்றம் - hydrogenation

கலைச் சொற்கள்

(ஆங்கிலம் - தமிழ்)

aberration - பிறழ்ச்சி
aboral side - வாயெதிர்ப் புறம்
abrasion - தேய்வு, தேய்மானம்
absolute clarity - தனித்தெளிவு
absolute value - தனி மதிப்பு
absorbing material - உட்கவர் பொருள்
absorption - உட்கவர்தல், உறிஞ்சல்
absorption spectroscopy - உட்கவர் நிரலியல்
absorption spectrum - உட்கவர் நிறமாலை
abstract algebra - கருத்தியல் இயற்கணிதம்
abstraction - அருவப்படுத்தல், புனைவுச் செயல்
abyssal plains - ஆழ்கடல் சமவெளி
acceleration - துரிதப்படுத்தல்
acceptance sample - ஏற்புடைக் கூறு
acceptor - ஏற்பி
access time - நெருங்கும் நேரம்
accretion - பெருக்கம்
accuracy - துல்லியத் தன்மை
accurate - மிகவும் சரியான
acervuli - வித்துத் திரள்
achromatic eye lens - நிறநீக்கு கண்ணருகு வில்லை
acoustic mismatch - ஒலி பொருத்தமின்மை
acoustic phonon - ஒலிஃபோனான்
acoustic radiation - ஒலியியல் கதிர்வீச்சு
activated complex - கிளர்வுற்ற அணைவு
activated sludge process - செயலூக்கப்பட்ட கழிவு முறை
activation energy - கிளர்வுகொள் ஆற்றல்
activator - செயலூக்கி, கிளர்வூட்டி
activity coefficient - கிளர்ச்சிக் கெழு
acyclic - வளையமிலா
adaptation - தகவமைப்பு
addition reaction - கூட்டு வினை, சேர்க்கை வினை

adhesive - ஒட்டுப்பசை
adhesive papilla - ஒட்டும் அரும்புகள்
admittance - மின் ஏற்பு
adnation - ஒட்டுதல்
adsorption - பரப்பு ஒட்டல் திறன்
adult stage - முதிர்ந்த உயிரி
adventitious roots - வேற்றிட வேர்கள்
aeration - காற்றூட்டம்
aerial fuse - மேனிலை உருகி
aerobic - வளிவாழ்வி, காற்றுச் சூழலில்
aerodynamics - காற்று இயங்கியல்

aerosol - காற்றுக் கரைசல்
agitator - கலக்கி
agnatha - தாடையற்றவை
air bladder - காற்றுப்பை
air compressor - காற்றழுத்தி
aircraft frame - வானூர்தி சட்டக அமைப்பு
airglow - காற்றொளி
air-preheater - காற்று முன்சூடாக்கி
air vent - காற்றுப்போக்கி
alertness - விழிப்புணர்ச்சி
algae- பாசி
algebra - இயற்கணிதம்
algebraic geometry - இயல் வடிவக் கணிதம்
algorithm - கணக்கிடு வழி, அல்கோரிதம்
alkali - காரம்
alkalinity - காரத்தன்மை
allogenic - புறத்துப் பிறந்த
allotropy - புறவேற்றுமை
alloy - உலோகக் கலவை
alluvial sand - படிவுமணல்
amphibia - நீர் நில வாழ்வன, இருவாழ்வி
amphimyxis - நியூக்ளியக் கலப்பு
amphipod - இரு நிலைக்காலி
amphisile fish - கத்தி மீன்
amphoretic - ஈரியல்புத் தன்மையான
amplitude - வீச்சு
amnion - கருச்சூழ் சவ்வுப்பை
amniota - கருச்சூழ் சவ்வுடையன
amorphous - படிக உருவிலா
amygloidal shape - வாதாம் பருப்பு அமைப்பு
anadromous - நதி நோக்கி வலசை
anaerobic decomposition - காற்றில்லா வழிச்சிதைவு
analog - அளவு வகை
analog computer - ஒப்புமைக் கணிப்பொறி
analysis of variance - பரவற்படி பகுப்பாய்வு
anamniota - கருச்சூழ்சவ்வற்றவை
anchor - நங்கூரம்
androecium - மகரந்தத்தாள் வட்டம்
anencephaly - கபாலமின்மை
angle of depression - இறக்குக்கோணம்
anhydride - நீரிலி
animal pole - விலங்குத் துருவம், உயிர்த் துருவம்
anion - எதிரயனி, எதிர் அயனி
annealing - மெதுவாகக் குளிர்வித்தல், மெல்லஆற விடல்

annelida - வளைத்தசைப் புழுக்கள்
antenna - உணர்சட்டம், உணர்கொம்பு
anterior border - வெளி நோக்கிய விளிம்பு
anterior lacrimal crest - கண்ணீர்ப்பை எலும்பு முன் சிகரம்
anther sac - மகரந்தப்பை
antibond - எதிர் பிணைப்பு
anticlinoria - கவட்டுக் குழுமம்
antiform - முகட்டு உரு
anti prismatic - எதிர் பட்டக
antisymmetric - எதிர்ச்சீர்
antivenin - நஞ்சு முறிப்பு
antler - கிளையுடைய கொம்பு, சிறிய கொம்பு
apetalous - அல்லிகளற்றவை
aphotic zone - ஒளியற்ற பகுதி
apparent change - தோற்ற வேறுபாடு
appendage - இணையுறுப்பு,
applied physics - பயன்படு இயற்பியல்
applied mathematics - பயன்முறைக் கணிதம்
aprotic - புரோட்டனற்ற
aquarium - நீருயிரி காட்சித் தொட்டி, மீன் காட்சியகம், உயிர் மீன் காட்சியகம்
aqueous solution - நீரியல் கரைசல்
aquiclude - நீரிலிப்பாறை
aquifer - நீர்கொள் பாறை
arc - வில்
architecture - கட்டடக் கலையியல்
argillaceous - களி மண்ணாலான
arithmetic - எண் கணிதம்
arithmetic mean கூட்டுச் சராசரி
arithmetic progression - கூட்டுத் தொடர்
armament - தளவாடங்கள்
arthropoda - கணுக்காலிகள்
artificial radioactivity - செயற்கைக் கதிரியக்கம்
artillery - பீரங்கி
ascospore - உள் வித்து
asexual reproduction - பாலிலி இனப்பெருக்கம்
asphalt - நிலக்கீல்
assembly industry - பூட்டுதல் தொழிலகம்
assembly line - முறையான பூட்டுத் தொடர் முறை
association of attributes - பண்புகளின் உறவு
associative law - கூட்டுச் சேர்ப்பு விதி
assumption - கருதுகோள், எடுகோள்
aster - நட்சத்திரம்
asthenosphere - பாறை மண்டல கீழ்ப் பகுதி
astigmatism - உருட்சிப் பிழை
astronomical method - வானியல் முறை
atmosphere - வளி மண்டலம்
atoll - பவளத்திட்டு
atomic battery - அணு மின்கலம்
auger - துரப்பணம்
autoionisation - தன் அயனியாதல்
automatic - தன்னியக்க
axial force - அச்சு விசை
axile placentation - அச்சுச் சூல் வித்தமைப்பு
axis of rotation - சுழற்சி அச்சு
axoneme - அச்சு இழை
azoic - உயிரிலாக்காலம்
back hoe - அனைத்து வெட்டி
back shore - பின்னமைந்த கடற்கரை
back water - கழிமுகம்
ballistic galvanometer - உந்துகை கால்வனாமீட்டர்
ball mill - குண்டு ஆலை
banded krait - பட்டைக்கட்டுவிரியன்
band spectrum - பட்டை நிறமாலை
barking deer - குரைக்கும் மான்
barograph - பார வரைவி
barrier island - தடைக்கடல்திட்டு
barrier reef - தடைபவழப்பாறை
base - அடிப்படை
basement - அடித்தளம்
basic design - அடிப்படை வரைவு
basic plan - மூலத்திட்டம்
basic rock - காரப்பாறை
basin - பள்ளத்தாக்கு
batch - தொகுதி
beach cusp - கரை முகடு
beach erosion - கடற்கரை அரிப்பு
beach protection - கடற்கரைப் பாதுகாப்பு
beach scarp - செங்குத்துக்கடற்கரை
beacon - எல்லை எச்சரிப்புக் கருவி
bearing wall - தாங்கு சுவர்
bed - படுகை
bedding fault - அடுக்குப்பெயர்ச்சிப் பிளவு
belt - பட்டை
bending moment - வளைவுத் திருப்புமை
bending resistance - வளைவுத்தடை
berth - மேடை
bicomponent - ஈர்க்கூறு (இருகூறு)
bilateral symmetry - இருபக்கச் சமச்சீர்மை
bimolecular reaction - இரு மூலக்கூறு வினை
binary - இருபடி
binary system - ஈரிணை அமைப்பு
binomial coefficient - ஈருறுப்புக் கெழு
binomial cube - ஈருறுப்பு கன சதுரம்
binomial distribution - ஈருறுப்புப் பரவல்
biochemical oxygen demand - உயிர் வேதி ஆக்சிஜன் தேவை
bioluminescence - உயிர்வழி ஆக்சிஜன் தேவை, உயிர் ஒளி
biosphere - உயிர்க்கோளம்
bird foot - பறவைக்கால்
bisexual - இருபால்
bisexual flower - இருபால் மலர்

bivalve - இருவோட்டு மெல்லுடலி
bivariant - இருமாற்ற அமைப்பு
blackbody radiation - கரும் பொருள் கதிர்வீச்சு
black hole star - கருந்துளை விண்மீன்
black sea - கருங்கடல்
blade - அலகு
blanking - வெட்டி எடுத்தல்
blast hole - வெடித்துளை
blastocoel – கருக் கோளக்குழி
blastocyst - கருக் கோளவுறை
blastoderm - கருக் கோளப்புற அடுக்கு
blastodisc - கருக்கோளத்தட்டு
blastomere – கருக் கோளச்சிறு செல்கள்
blastula - கருக்கோளம்
blastulation - கருக் கோளமாதல்
block - தடுப்பு, பாளம்
blow pipe - ஊதுகுழல்
blunt injury - புறத்தாக்குதல் காயம்
bolt - மரையாணி
bony fish - எலும்பு மீன்
boolean algebra - பூலேயின் இயற்கணிதம்
boom - நெடுங்கை
borer - துளைப்பான்
boring - துளை பெரிதாக்கல்
bottom set - அடிப்படுகை
bouncing - அலைக்கழித்தல்
bracing - குறுக்குச்சட்டம்
bracket - தாங்குசட்டம்
brackish water - உவர்நீர்
bract - பூவடிச் செதில்
bracteole - பூவடிச் செதிலிலை
brahmini kite - கருடன்
branchial aperture - செவுளறைத்துளை
branchial chamber - செவுள் அறை
break water - அலைத்தாங்கி
brick - செங்கல்
bridal snake - கருவழலைப் பாம்பு
bristle - பெருந்தூவி
brittle star - ஒடி நட்சத்திரம்
brooder house - அடைகாப்பகம்
brood pouch - அடைகாக்கும் பை
buccal cone - வாய்க்கூம்பு
budding - மொட்டு விடுதல்
building code - கட்டடச் செந்தரம்
bulb - குமிழ்
bulk head - கடலோரத்தடுப்புச்சுவர்
bulldozer - பெருமண்தள்ளி
bungarus caerulaus - கட்டுவிரியன்
buoyancy - மிதப்பாற்றல்
buoyant embryo - மிதக்கும் கரு
bush - உழல்வாய்
byte - துண்டம்
cable - வடம்
calculator - கணிப்பான்
calculus - நுண்க்கணிதம்
calendar - நாள்காட்டி
calf pen - கன்றுத்தொழுவம்
calico - வெண்ணிறப் பருத்தித்துணி
calorimeter - கலோரிமானி, கலோரி அளவி
calyx - புல்லி வட்டம்
cam - நெம்புருள்
cambering fold - சாய்சரிவு நிலமடிப்பு
cand system - கால்வாய் மண்டலம்
cancer - கடகம், புற்றுநோய்
cancer constellation - கடக விண்மீன் குழு
canine tooth - கோரைப்பல்
canthal tendons - கண்முனை நாண்கள்
canyon - குடைவுப் பள்ளத்தாக்கு
capacitor – தேக்கி
capillary wave - நுண் குழல் அலை
capitulum - தலை
capsule - பொதியுறை, பலபுற வெடி கனி
carangid - பாறை மீன்
carbon cycle – கரிச் சுழற்சி
carboniferous formation - கரிமக் காலப் படிவு
cardinal number - இயல்எண், முதலெண்
cargo - சரக்கு
cargo ships - பண்டகக் கப்பல்கள்
carpet -கம்பளம்
carnivore - ஊனுண்ணி
carrion – பிணந்தின்னி
cartilage - குருத்தெலும்பு
caruncle - விதை முண்டு
casing - மேலுறை
casting - வார்த்தல்
catalyst - வினையூக்கி
catastrophe theory - கடிதிருப்பக் கொள்கை
catchment - நீர் தருநிலம்
catenary – கயிற்று வளை, சங்கிலி வளை, சங்கிலியம்
catenoid - கயிற்று வளைவுத் திண்மம்
cat fish - கெளுத்தி மீன்
cation - நேரயனி, நேர் அயனி
cavity - குழி
cavity radiator - புழை கதிர் வீசுவான்
ceiling - கூரை
cellular structure - புரைக் கட்டமைப்பு
cemented gravel - இறுகிய சரளைக்கல்
cenozoic era - அண்மை உயிரூழிக் காலம்
cenozoic period - அண்மை உயிரூழிக் காலம்
census method - முழுக் கணிப்பு முறை
cephalopod - தலைக்காலி
cephalothorax - தலை மார்பு
cereal - தானிய வகை
chassis - அடிப்பீடம்

checker brick work - கட்டக்கல் அமைப்பு
chela - இடுக்கி நுண்முள்
chemical affinity - வேதி ஈர்ப்பு
chip - துண்டு
chimera - கதம்ப உரு
chi square distribution - கைவர்க்கம் பரவல்
chlorophyll - பச்சையம்
chordata - முதுகு நாணுள்ளவை
chromatic difference - வண்ண மாறுபாடு
chromatography - நிறச்சாரல் பிரிகை, வண்ணப் படிவு பிரிகை
chronic - நாட்பட்ட
chronograph - கால வரைபடம்
cilia - இமை முடிகள், குற்றிழைகள்.
cinclide - நுண்துளை
cine radiology - திரைப்படக் கதிரியக்கவியம்
circular disc - வட்ட வடிவத் தகடு
circular orbit - வட்ட சுழற்சி
classifier - வகையீட்டு அமைப்பு
cleavage - பிளவிப் பெருகல், பிளவு
cleavage plane - பிளவுத்தளம்
clevis pin - கவட்டாணி
cliff - செங்குத்துப் பாறை
clock paradox கடிகாரப் புதிர்
clockwise - வலஞ்சுழி
closed sets - அடைத்த கணங்கள்
coal sack nebula - கரிசாக்கு ஒண்முகிற்படலம்
coastal transgression & regression - கடற்கோளும், மீள்வும்
cobra - நல்ல பாம்பு
codimension - சக பரிமாணம்
coefficient of concurrent deviation- ஒத்த விலக்கக் கெழு
coefficient of contingeney - இணைப்புக்கெழு
coefficient of skewness - கோட்டக்கெழுக்கள்
coelenterates - குழியுடலிகள்
coelom - உடற்குழி
cofferdam - தடுப்பணை
coherent tbinking - முரண்பாடற்ற சிந்தனைத் திறன்
cohesion - நெருக்கப் பிணைவு
coke - கல்கரி
collector - சேகரிப்பி
colligative property - தொகை சார் பண்பு
colloid - கூழ்மம்
colorimeter - நிற அளவி
colour layer - வண்ண அடுக்கு
column - தூண், நிரல், பத்தி
combustible - எரியும் தன்மை
combustion - எரிதல்
commensal - சார்புயிரி
comminutor - பொடியாக்கி
communication - தெரிவித்தல்
commutative law - பரிமாற்று விதி
compacter - கெட்டிப்பான்
compatible - இணக்கம்
complement - நிரப்பி
complementry set - நிரப்பிக் கணம், நிரல் கணம்
complex - அணைவு
complex analysis - கலப்பெண் பகுப்பாய்வு
complex permanent tissue - கூட்டு நிலைத் திசுக்கள்
complex variable - கலப்பெண் மாறி
component - உட்கூறு
composite function - கூட்டுச் சார்பு
composition - இயைபு
compound eye - கூட்டுக்கண்
computer - கணிப்பொறி
computer science - கணிப்பொறி அறிவியல்
concentration - செறிவு
concept – கோட்பாடு
concertina fold - கூர்ங்கோண நிலமடிப்பு
condensation reaction - குறுக்க வினை
condenser - குளிர் திரவமாக்கி
conducting tissue - கடத்தும்திசு
conduction - கடத்துதல்
confidence interval - நம்பிக்கை இடைவெளி
configuration - உருவ அமைப்பு
conformal mapping - நிலையுறு மாற்றம்
conic - கூம்பு வளை
conic section - கூம்புப் பகுதி
conjugate beam - இணை விட்டம்
conjugate complex numbers - துணைக் கலப்பெண்
conjugate harmonic - இணை இசைச் சார்புகள் (அ) பரிமாற்று இசைச் சார்புகள்
conjunction - விழிவெளி இழைமம்
connecting rod - இணைப்புத் தண்டு
constant - மாறிலி
constant curvature - நிலையான வளைவு
constituent - உறுப்பு, கூறு
constituent atom - மூல அணு
consolidation settlement - திடமான படிமானம்
contact metamorphism - தொடுகை உருமாற்றம்
contact process - தொடு முறை
contact therapy - தொடு சிகிச்சை
continental border land - கண்ட எல்லை நிலம்
continental drift - கண்டப் பெயர்ச்சி
continental rise - கண்ட எழுச்சி
continental shelf - கண்டத் திட்டு
continental slope - கண்டச் சரிவு
continental terrace - கண்டத் திடல்
continuous function - தொடர்புடைச் சார்பு
continuous spectrum - தொடர் நிறமாலை
contour - உருவரை
contrast medium - மாறுபாடு ஊடகம்

control panel - கட்டுப்பாட்டு முகப்பு
control chart - கட்டுப்பாட்டு அட்டவணை
control parameters - கட்டுப்பாட்டு அளபுருக்கள்
control theory - ஆளும் கொள்கை
convection current - வெப்பச் சலன ஓட்டம்
convergent sequence - ஒருங்கிடும் தொடரிகள்
convergent series - ஒருங்கல் தொடர்
conveyor - செலுத்தமைப்பு
cooling coil - குளிர் சுருள்
coordinate frame - ஆயச் சட்டம்
coordination bond - அணைவுப் பிணைப்பு
coplanar - சமதள
copulation - கலவி
coral reef - பவளப் பாறை
coral snake - பவளப் பாம்பு
core - உள்ளகம்
corona - அல்லி வட்டம், ஒளிர்மகுடம்.
correlation - தொடர்பு
correlation coefficient - தொடர்புக் கெழு
correlation ratio - தொடர்பு விகிதம்
corrosion - கரித்தல்
cortex - புறணி
cosmic ray - பேரண்டக் கதிர், வானியற்கதிர்
cosmic ray counter - விண்கதிர் கணிப்புக் கருவி
cosmogenous விண்வெளியிலிருந்து வந்த
cosmos - பேரண்டம்
cotter pin-கடையாணி
cotyledon - வித்திலை
countable - எண்ணுறு
covalent bond - சக பிணைப்பு
covered dock - கூரையுள்ள அணை
crab nebula - நண்டு வடிவ ஒண்முகிற் மண்டலம்
crane - ஒந்தி
crane tractor trailer - ஒந்தி இழுவைப் பெட்டி
crank shaft - வணரித் தண்டு
crest - உச்சிப் பகுதி
critical mineral - திறனாய்வுக் கனிமம்
critical radius - நிலைமாறு நிலை ஆரம்
cross product - குறுக்குப் பெருக்கல்
crucible - மூசை
crumb - நுண்ணுருண்டை
crusher - நொறுக்கி
crust - மென்படிவுப் பாறை, மேலாடை
crustacea - கடின ஓட்டுக் கணுக்காலிகள்
crystal - படிகம்
crystal lattice - படிக அணிக் கோவை
crystalline solid - படிகத் திண்மம்
cube - கனசதுரம்
cupboard - சுவர்ப்பேழை
curing - ஆற்றுதல்
current - நீரோட்டம்
curvature - வளைவு
cuspate - கூர் வட்டம்
cuttle fish - கணவாய்
cyclone - சுழல்வான்
cyclostomes - வட்டவாயின
cylinder - உருளை
cyst adenocarcinoma - புற்று நோய்க் கழலைச் சிறைப்பை
cyst adenoma - தீதிலாக் கழலையச் சிறைப்பை
cytopharynx - செல் தொண்டை
dairy building - பால்பண்ணைக் கட்டமைப்பு
dark nebulae - இருண்ட ஒண்முகற்படலங்கள்
daughter nucleus - சேய் அணுக்கரு
dead foetus - இறந்த கரு
dead load - இறுதிச் சுமை
deadspot - சுழலாமையம்
decay - சிதைவு
decay constant - சிதைவு மாறிலி
declination - நடுவரை விலக்கம்
deciles - பத்துமானங்கள்
deep therapy - ஆழ் சிகிச்சை
deflection - விலக்கம்
deflection calculation - தொய்வுக் கணக்கீடு
deformation, transformation - உருமாற்றம்
deformeter - உருமாற்றமானி
degradation - படியிறக்கம்
degree of freedom - கட்டின்மைக் கூறு
dehydrating agent - நீரிறக்கி
delocalised - உள்ளடங்கா, பரந்த
delta - கழிமுகம்
dense forest - அடர் காடு
density - அடர்த்தி
dental radiography - பல் கதிர்வரைமுறை
deposit - படிவு
deposition - படிதல்
derivative - பெறுதி
dermatogen - புறத்தோல் செல்
derrick - சுமைதூக்கு அமைப்பு
desalinator - உப்பு நீக்கி
design - வடிவமைப்பு
design of experiments - சோதனைத் திட்ட முறை
detector - காணி
determinant - அணிக்கோவை
detritus - சிதைவு கூளம்
development - வளர்ச்சி
dewatering - நீரகற்றுதல்
dextrorotatory - வலஞ்சுழி
dezincification - துத்தநாக நீக்கம்
diagnostic ultrasonics - கண்டறி கேளா ஒலியியல்
diagram - விளக்கப் படம்
dial - முகப்பு
diaperic fold - முகட்டு நிலமடிப்பு

diaphragm - உதரவிதானம்
dielectric constant - மின்கடத்தாப் பொருள் மாறிலி
differential air thermometer - பகு காற்று வெப்ப நிலைமானி
differential geometry - பகுமுறை வடிவகணிதம்
differential settlement - வேறுபட்ட படிமானம்
differentiation - வகையிடுதல்
diffusion - பரவல், விரவல்
digester - செரிப்பான்
digestion - செரிப்பு, செரிமானம்
digital - இலக்க வகை
digital computer - இலக்க முறைக் கணிப்பொறி
digital pad - விரல் திண்டு
dilution - நீர்த்தல், விளாவுதல்
dimension - பரிமாணம்
dimensional control - பரிமாணக் கட்டுப்பாடு
dimensional stone - அளவுக்கல்
dimer - இருபடி
dimorphic - இரு உருவத்தன்மையுடைய
dioecious - ஈரில்ல வகை
dipole - இருமுனையி
dipole moment - இருமுனைத் திருப்பு திறன்
direct sum - நேர் கூட்டல்
disannealing - வேகமாக குளிர்வித்தல்
disc - வட்டு
discomposition - பிரிவமைப்பு
disconformity - படிவு குறை இடைவெளி
disinfectant - தொற்று நீக்கி
disintegration constant - சிதைவு மாறிலி
dispersion - சிதறல், விரவல்
disphotic zone - குறை ஒளிப்பகுதி
displacement - இடப்பெயர்ச்சி
displacement law - இடம் பெயர்தல் விதி
display controller - காட்சிக் கட்டுப்படுத்தி
display processor - காட்சி அமைப்பான்
disseminated grain - பரவியமைந்துள்ள துகள்
dissociation - பிரிகை
dissociation equilibrium - பிரிகைச் சமநிலை
dissolved - கரைந்த
distillation - காய்ச்சி வடித்தல்
distortion - உருக்குலைவு
distributive law - பங்கீட்டு விதி
divided differences - வகுத்த வேறுபாடுகள்
dodecahedron - பன்னிரண்டு பட்டைக் கூம்பு வடிவு
domain - அரங்கம், மதிப்பகம்
dome - கவிமாடம்
dominant male - கூட்டத் தலைவன்
donor - வழங்கி
doppler shift - டாப்ளர் பெயர்ச்சி
dormancy - உறக்கநிலை
dorsal fin - முதுகுத் துடுப்பு
dorsifixed - முது கொட்டி
dot matrix printer - புள்ளி முறை அச்சு எந்திரம்
dot product - புள்ளிப் பெருக்கல்
double refraction. - இரட்டை ஒளிவிலகல்
down drift - தாழ்வான ஓட்டம்
drag line - பின்னிழுப்பி
dredger - தூர்வாரி
drift - நகர்வு இயக்கம்
drilling - துளையிடல்
drum - உருளி
drumlin - குறுகிய நீள்மலைப் பாறை
dry dock - உலர்த் துறை
drying oil - உலர் எண்ணெய்
dual nature - இரட்டைப் பண்பு
dune - மணல் மேடு
dust board - மரத்துகள் அட்டை
dwelling structure - குடியிருப்புக் கட்டமைப்பு
dyke - செம்பாளப்பாறை
dynamic analysis - இயக்க நிலை ஆய்வு
dynamic system theory - இயக்க அமைப்புக் கொள்கை
earth crust - புவி மேற்தோடு
echinodermata - முள்தோலிகள்
echocardiography - இதய வரைவியல்
echo-sounder - எதிரொலி-ஆழமறிகருவி
eclipse - ஒளி மறைப்பு, கிரகணம்
economic analysis - பொருளியல் பகுப்பாய்வு
economic interpretation - பொருளியல் விளக்கம்
economic model - பொருளியல் உறுப்படிவம்
economic problems - பொருளியல் பிரச்சினைகள்
economiser - சிக்கனப் படுத்தி
ectoderm - புறப்படை
ectoparasite - புற ஒட்டுண்ணி
edible oyster - உண்ணும் சிப்பி
efflorescence - நீறுபூத்தல்
effluent - கழிவுப் பொருள்
elasticity - மீட்சித்தன்மை, மீள்திறன்
elastic modulus - மீட்சிக்குணகம்
elastic scattering - மீட்சி மோதுகை
electric conductivity - மின்கடத்துகை
electric furnace process - மின்உலைச்செயல்முறை
electric ray - மின் திருக்கை
electrode - மின்முனை
electrolysis - மின்னாற்பகுப்பு
electrolyte - மின்பகுளி
electromagnetic radiation - மின்காந்த கதிர்வீச்சு
electromagnetic spectrum - மின்காந்த நிறமாலை
electronegativity - எலெக்ட்ரான் கவர் திறன்
electroosmasis - மின்னியக்க ஊடுபரவல்
electrophile - எலெக்ட்ரான் கவர் பொருள்
electrophilic - எலெக்ட்ரான் கவர்
electroreceptor - மின்னதிர்வு வாங்கி
electrostatic interaction - நிலைமின் இடையீடு
electrostatic separation - நிலைமின்னேற்றப்பிரிப்பு

electrovalent bond - அயனிப் பிணைப்பு
element - தனிமம், உறுப்பு
elevator - உயர்த்தி
elimination reaction - நீக்க வினை
elliptic integrals - நீள்வட்டத்தொகையீடுகள்
embankment - செய்கரை
embryo - கரு
embryogeny - கருவளர்ச்சி
embryo sac - கருப்பை
emerald - மரகதம்
emission - உமிழ்வு, வெளிப்பாடு
emission continuum - வெளியிடு தொடர்பம்
emission spectrum - வெளிவிடு நிறமாலை
emissive power - கதிர்வீசு திறன்
emissivity - வெளிவிடு திறன்
emotion - தீவிர உணர்ச்சி
endoderm - அகப்படை
endometrium - கருப்பையகம்
endothermic - வெப்பங்கொள்
energy - ஆற்றல்
energy balance - நிறை, ஆற்றல் சரியீடு
energy band ஆற்றல் பட்டை
energy density - ஆற்றல் அடர்த்தி
enantiomorph - ஆடி எதிர்படிவம்
enteron - செரிமானக்குழி
enthalpy - உள்ளுரை வெப்பம்
entrainment - உட்புகுத்துதல்
entropy - இயல்பாற்றல்
enzyme - நொதி
epidermal cells - புறத்தோல் செல்கள்
equation - சமன்பாடு
equator - நிலநடுக்கோடு
equilibrium - சமநிலை
equilibrium equation - சமநிலைச் சமன்பாடு
equivalence - சமான
equivalence relation - சமானத் தொடர்பு
equivalent - சமான, சமனி
equivalent conductance - சமான கடத்துகை
erection bolt - இணைப்பு மறையாணி
erosion - அரிப்பு
escape velocity - விடுபடு திசை வேகம்
estimation - அளவறிதல், மதிப்பியல்
estuary - ஆற்று முகத்துவாரம்
etching - உருச்செதுக்கல்
euphotic zone - ஒளி மிகு பகுதி
excitation - கிளர்ச்சி
exclusive economic zone - தனித்த பொருளியல் மண்டலம்
exhalent aperture - வெளிச் செலுத்தும்துளை
exothermic - வெப்ப உமிழ்
expedition - ஆய்வுப் பயணம்
exponential curve - அடுக்கு வளைகோடு
exponential distribution - அடுக்குக் குறிப்பரவல்
exponential function - அடுக்குக் குறிச்சார்பு
extract - சாறு இறக்கல்
extrusion - பிதுக்கல்
eye lens - கண்ணருகு வில்லை
fabrication shop - கோப்புப் பட்டறை
face cream - முகப்பசை
facial artery - முகத்தமனி
facial gland - முகச்சுரப்பி
factor group - காரணிக் குலம்
facultative marine fungi - நிலைமாறும் கடற்பூஞ்சைகள்
faint radio glow - மங்கிய கதிர்வீச்சுப் பொலிவு
farm still - பண்ணை வாலை
far ultraviolet region - மிகு புற ஊதாப்பகுதி
fastner - இணைப்பான்
fate map - பின் நிகழ்வுவரைபடம்
fatigue strength - அயர்வு வலிமை
fault - பெயர்ச்சிப்பிளவு
fault coast - பெயர்ச்சிப்பிளவி கடற்கரை
fauna - விலங்கினங்கள்
feather star - இறகு நட்சத்திரம்
fecundity - முட்டையிடு திறன்
feeble swimmers - மிகக்குறைவாக நீந்தவல்லன
female gamete - பெண் இணைவி
fertilization - கருவுறுதல்
field - காட்சிக்கோணம் களம்
field angle - காட்சிக்கோணம்
field curvature - காட்கி வளைவு
field lens - புலவில்லை
field of sets - கணக்களம்
filament - மகரந்தக் கம்பி
filter - வடிகட்டி
filtrate - வடிநீர்மம்
final mould - கடைநிலை வார்ப்பு
finite natural number - முடிவுறு இயல் எண்
finite set - முடிவுறு கணம்
fiord - இடுங்குவிடர்கழி
fission product - அணுப்பிளப்புப் பொருள்
fissure - வெடிப்பு
fistular - உள் வெற்றிடத்தண்டு
fixture - பொருத்தி
flagellate - கசையிழையுயிரி
flagellum - கசையிழை, நீளிழை
flange - விளிம்புப்பட்டை
flash point - பொறி தோன்று நிலை
flat fish - தட்டை மீன்
fleece - இழைக் கண்டுகள்
flexibility - வளைதிறன்
floatation cell - மிதப்புசெல
floating dock - மிதக்கும் உலர்துறை
flourimetry - ஒளிர் அளவியல்

fluid dynamics - பாய்பொருள் இயக்கவிசையியல்
fluid medium - பாய்ம ஊடகம்
fluorescence - ஒளிர்வு
fluorescent sunlamp - ஒளிர்கதிர் விளக்கு
fluroscopy - ஒளிர் இயல்
flux - பாயம், இளக்கி
focal plane of the objective glass - பொருளருகு வில்லையின் குவிமையம்
foetal skull - சிசு கபாலம்
foetus - சிசு பிண்டம்
foot wall - தாங்கும் சுவர்
foregut - முன் உணவுப்பாதை
fore hearth - முன் உலை
foreland - முன்நிலப்பகுதி
foreset - மத்தியப்படுகை
fore shore - இடைக்கடற்கரை
forging - அடித்து வடித்தல்
formative cell - உண்டாக்கும் செல்
fornix - கண் வளைவு
fossil - புதைபடிவம்
fouler - ஒட்டிப்படர் விலங்கினம்
foundation - அடிமானம்
fracture - முறிவு
frame - சட்டம்
framed structure - சட்டக அமைப்பு
frame scheme - சட்டகத்திட்டம்
free energy - கட்டிலா ஆற்றல்
free fall - கட்டற்ற வீழ்ச்சி
free radical - இயங்கு உறுப்பு, தனி உறுப்பு
freeze - உறைநிலை
freezing mixture - உறைகலவை
frequency - அதிர்வெண்
frequency curve - நிகழ்வெண் வரை
frequency distribution - நிகழ்வெண் பரவல்
frequency polygon - நிகழ்வெண் பலகோணம்
friction - உராய்வு
fringing reef - தொடுபாறை
frontal bone - நெற்றி எலும்பு
frother - நுரையூக்கி
fuel - எரிபொருள்
fugacity value - நிலையின்மை எண்
fulcrum - ஆதாரத்தானம்
fumerole - வளிமத்தை வெளியிடும் பிளவு
function - சார்பு
function group - வினையுறு தொகுதி
fungi - பூஞ்சை
funicle - விதைக்காம்பு
furnace - உலை
fuse carrier - உருகித் தாங்கி
fusibility - உருகுதிறன்
galvanising - துத்தநாகப்பூச்சிடல்
gamete - இனச்செல், இணைவி
gamma ray - சிற்றலைக்கதிர், r-கதிர்
gantry - தாங்குசட்டம்
gas - வளிமம்
gastropods - வயிற்றுக்காலிகள்
gastrula - இருபடைகருக்கோளம்
gastrulation - இருபடைக் கருக்கோள் நிலை
gas turbine - வளிமச் சுழலி
gear - பற்சக்கரம்
gear train - பற்சக்கரத் தொடர்
gene - பண்பகம், மரபுக்கூறு
genera - இனங்கள்
generalisation - பொதுமைப்படுத்தல்
generator - மின்னாக்கி
genus - பேரினம்
geometry- வடிவியல், வடிவகணிதம்
geometric distribution - பெருக்குப்பரவல்
geometric mean - பெருக்குச் சராசரி
geometric progression - மடங்குத்தொடர், பெருக்குத் தொடர்
germinal layer - மூல இனச்செல்லடுக்கு
germpores - வளர்துளைகள்
gestation period - கருக்காலம்
girder - தூலம், உத்திரம்
glaciation - பனி உறைவு
globar - பொலிவுக்கோல்
gneiss - வரிப்பாறை
gonad - இன உறுப்பு, இனச்செல் உறுப்பு
grader - சீர்சாய்வாக்கி
gradient - சரிவு, வாட்டம்
grading - தரவரிசைப்படுத்தல்
graduated - அளவீடு
gram molecular weight - கிராம் மூலக்கூறு எடை
granite - கருங்கல்
graph - வரைபடம்
graph sheet - கட்ட வரைபடத்தாள்
grapler - பிடிப்பான்
grassland - புல்வெளி
grate - அடுப்புத்தளம்
gravel - சல்லி, ஜல்லி, பரல்கள்
gravitational collapse - ஈர்ப்பழிவு
gravitational red shift - ஈர்ப்பாக்கச் சிவப்பு முனைப் பெயர்ச்சி
gravity - ஈர்ப்பு
gravity fault - ஈர்ப்புப் பெயர்ச்சிப்பிளவு
grazing (grass) land - மேய்ச்சல் காடு
grease - மசகு
green houses - பசுமை வீடுகள்
gregarious habit - கூட்டமாக வாழ்பவை
grey line - சாம்பல் கோடு
grit - பெருமணற்கல்
grit chamber - பெருந்துகள் சேகரிப்புத்தொட்டி

groin - கொம்பணை
groin field - கொம்பணைப்புலம்
grooming - சொரிந்து விடுதல்
groove - வரிப்பள்ளம்
group - தொகுதி
ground water table - நிலநீர்த்தளம்
grouting - சாந்தூட்டல்
growth promoter - வளர்வூக்கி
guoyt - தட்டைக்குன்று
gully trap - வளைவுப்பிடிப்பான்
gutter - சால்வரி, வடிநீர்க்கால்
guy - நிலைநிறுத்தும் கயிறு
gymnosomata - ஓடில்லாச்சிறகுக் காலிகள்
gynoecium - சூலகம்
gyrocompass - கைரோ திசைகாட்டி
habitat - வாழிடம்
hade - மறுதலை அமிழ்கோணம்
haemocoel - குருதிக்குழி
half rate - அரைகால அளவு
halogen - ஹாலோஜன், உப்பீனி
hammer - சம்மட்டி
harmonic mean - இசைச்சராசரி
harmonic progression - இசைத்தொடர்
haustoria, sucker - உறிஞ்சி
head stock - தலைப்பகுதி
health physics - உடல்நிலை இயற்பியல்
heart urchin - கடல் இதயம்
heart wood - இதயக் கட்டை
heat conductivity - வெப்பக் கடத்துதிறன்
heat energy - வெப்ப ஆற்றல்
heat exchanger - வெப்பப்பரிமாற்றி
heat treated - வெப்பப்பதனிட்ட
heave - தள்ளல்
helical - திருகுசுழல் வடிவு [அ] சுருணை
helical gear - திருகு சுழல் பற்சக்கரம்
hepatic vein - கல்லீரல் சிறை
herbivore - தாவரவுண்ணி
hermaphrodite - இருபாலி
heterocercal - சமச்சீர்மையற்ற
heterocyclic - வேற்றணு வளைய
heterolytic - சமச்சீரற்ற பிளவு
hibernation - குளிர்கால உறக்கம், குளிர்கால ஒடுக்கம்
hilum - விதைத்தழும்பு
hinge support - கீல்தாங்கி
hippocampus - கடல் குதிரை
hiresolution graphics - உவர் பகுப்புப் படஇயல்
histological differntiation - திசு வேறுபாடு
holder - பிடிப்பி
hollow cylinder - உட்புழை உருளை
homing instinct - பிறப்பிட உணர்வு இயல்பூக்கம்
homocyclic - ஓரணு வளைய
homogeneous series - ஒரு குழுச் சேர்மங்கள்
homolytic cleavage- சமச்சீரான பிளவு
hook - கொக்கி
hopper - பெய் கலம்
horst - மேடை
hover craft - நீர்நில ஊர்தி
hull - கப்பல் உடல்
hull line - கப்பல் வடிவக்கோடு
hump - முகடு
hybrid vigour - கலப்புயிர் வீரியம்
hydraulic conductivity - நீரியல் கடத்தும் தன்மை
hydrogenation - ஹைட்ரஜனேற்றம்
hydrolysis - நீராற்பகுப்பு
hydro-skis - நீர்ச்சறுக்கி
hydrostatic - நீராற்றுலுள்ள
hyperbolic function - அதி வளையச் சார்பு
hyper chimera - மிகைக் கதம்ப உரு
hyper geometric distribution - அதி பெருக்குப் பரவல்
hyperboloid - அதி பரவளைய உருளை
hypothetical population - கற்பனை முழுமைத் தொகுதி
hypsographic curve - உயரத்தை விளக்கும் வளைவு
hysteresis - தயக்க விளைவு
ideal solution - நல்லியல்புக் கரைசல்
idem potent law - தனி தகைவுறு விதி
igneous rock - அனற் பாறை
ignition - தீமூட்டி
illumination - ஒளியூட்டுதல்
image - பிம்பம், எதிர்உரு
image theory - உருக்கொள்கை
immediate settlement- உடனடியான படிமானம்
impact wheel - மோது சக்கரம்
impedance - மின்னெதிர்ப்பு
impeller - உந்துதள்ளி
imperfect drainage - குறை வடிகால்
imperfection - குறைபாடு
impregnation - உட்செலுத்தல் முறை
imprint - சுவடு
improper set - தகாக் கணம்
impulse - கணத்தாக்கு
impulse turbine - தூண்டுகைச் சுழலி
impurity - மாசு
inbreeding - தற்கலப்புச் செய்தல்
incisor - கொரிக்கும் பல், முன்பல்
increment - கூடுதல்
incubation period - அடைகாக்கும் காலம்
indehiscent fruit - ஒருவிதை வெடியாக்கனி
independence of attributes - பண்புகளின் சார்பற்ற தன்மை
indeterminate structure - மிகைத்தடை அமைப்பு
index number - குறியீட்டெண்
indicator - காட்டி

induction - தூண்டல்
induction coil - மின்தூண்டு கம்பிச் சுருள்
inelastic - மீட்சியிலா
inequilibrium - சமநிலையின்மை
inertial frame - நிலைமச் சட்டம்
inert - மந்த
interior conjunction - அண்மை ஒரு திசைநிலை (அ) அண்மை இணையல் நிலை
interior ovary - கீழ்மட்டச் சூல்பை
inferior planets - உட்கோள்கள்
inferior rectus muscle - கீழ் ரெக்டஸ்தசை
inferior vena cava - கீழ்ப் பெருஞ்சிரை
infinite - முடிவிலா
infinite dilution - முடிவிலா நீர்த்தல்
infinite set - முடிவுறாக் கணம்
infinity - அளவிலி, முடிவிலி
inflammation - அழற்சி
infra red rays - அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்
infra orbital artery - கீழ்க்கண் குழித்தமனி
infrasonic - கீழ் ஒலி
inhalent aperture - உறிஞ்சுத் துளை
inhalent siphon - உள்ளிழுக்கும் குழாய்
instinct - இயல்பூக்கம், உள்ளுணர்வு
insulation - மின்காப்பு
insulation tape - மின்காப்பு நாடா
integral - தொகையீடு
integrated circuits - ஒருங்கிணைந்த மின்சுற்றுகள்
integument - சூலுறை
intensive property - அக இயல்பு
intercepting trap - இடையீட்டு பிடிப்பான்
inter culture - ஊடு பண்பாடு
interface - முகவிடை
interfacial tension - இடைமுகப் பரப்பு விசை
interference - குறுக்கீட்டு விளைவு
inter flow - இடைநீர்
inter marginal ship - இமை விளிம்பு
intermediate - இடைநிலைப் பொருள்
intermolecular - மூலக்கூறிடை
internal mechanism - அக இயக்கமைவு
internal reflection - அக எதிரொளிப்பு
internal screw - உட்திருகு
internal waters - அகக்கடல்
interpolation - இடைமதிப்புக் காணல்
intersection set - வெட்டுக்கணம்
intracellular - செல் உள்
intramolecular - மூலக்கூறுள்
invariant system - மாறா அமைப்பு
inverse - நேர்மாறு
inversion of cane sugar - சர்க்கரையின் தலைகீழ் மாற்றம்
inverted oval - தலைகீழ்ச் சூல்
invert sugar - சுழிமாறிய சர்க்கரை
invoice - சரக்குப்பட்டியல்
involute - உட்சுருள்
ionic crystal - அயனிப்படிகம்
ionising agent - அயனியாக்கும் காரணி
ionization counter - அயனியாக்க எண்ணி
ionisation energy - அயனியாக்கும் ஆற்றல்
ionizing radiation - அயனியாக்குக் கதிரியக்கம்
ionosphere - அயனிக்கோளம்
ion pair - அயனி இணை
irradiation - கதிர்வீச்சுக்கு உட்படுத்தல்
islets of langerhans - லாங்கர்ஹான் நுண்திட்டுகள்
isogonal mapping - கோண அளவு மாறா உரு மாற்றம்
isomerism - மாற்றியம்
isometric system - செஞ்சமச்சதுரப்படிகத் தொகுதி
isotope - ஓரிடத்தனிமம், ஐசோடோப்
jack - தூக்குமூட்டு
jet mixing - தாரை கலத்தல்
jet propulsion - தாரை செலுத்தம்
jetty - கடல்தறி, படகு துறை, இறங்கு துறை
jig - கவ்வி
joint - பெயராப்பிளவு
jumper - சுவர்த்துளைப்பான்
junction box - சந்திப்புப்பெட்டி
juvenile - குஞ்சுப்பருவம்
keel - அடிக்கட்டை
keel laying - அடித்தளமிடுதல்
kiln - அடுப்பு
kinetic - வினைவேக
kurtosis - தட்டையளவு
labile - நிலைமாறும், எளிதில் விலக்கமுறும்
laceration - கிழிதல்
lacrymal gland - கண்ணீர்ச்சுரப்பி
lagoon - காயல்
land bridge - இணைநிலம், நிலப்பாலம்
land excavator - நில அகழ்வி
larva - இளவுயிரி
latent heat - உள்ளுறை வெப்பம்
lateral canthal tendon - பொட்டுச் சார்ந்த கண் முனை நாண்
lates - கொடுவாமீன்
latex - கள்ளிப்பால்
lathe - கடைசல் பொறி
latitude - அகலாங்கு
lattice - சட்டம்
lattice energy - அணிக்கோவை ஆற்றல், கட்டமைப்பு ஆற்றல்
launching - நீரோட்டம்
law of mass action - நிறை தாக்க விதி
law of statics - நிலைப்பியல் விதி
lay out - அமைவு படம்
leaf blade - இலைப்பரப்பு

leaving group - விடுபடு தொகுதி
levo rotatory - இடஞ்சுழி
leeward side - கரைப்பக்கம்
lehr - நீள் அடுப்பு
leukemia - இரத்த வெள்ளணுப்புற்று
lens - வில்லை
leopard - சிறுத்தைப்புலி
lethal dose - உயர் போக்கும் அளவு
levator aponeurosis - இமைத்தூக்கித்தசையின் தூள் போன்ற நாண்விரிவு
levator palpebrae superioris - இமைத்தூக்கித்தசை
leveller - சமனாக்கி
ligand - ஈனி, ஈந்தணைவி
light beam - ஒளிக்கற்றை
light emitting diode (LED) - ஒளி உமிழ் இருமுனையம்
light pen - ஒளிபேனா
light penetration - ஒளி ஊடுருவுதல்
light transmission - ஒளிச்செலுத்தம்
linear programming - நேரியல் திட்டமிடல்
line spectrum - வரி நிறமாலை, வரி நிரல்
linkage - இணைப்பான்
liquid crystal display (LCD) - திரலப் படிகக் காட்சி
lithosphere - பாறை மண்டலம்
littoral drift - கரை உகல் ஓட்டம்
littoral zone - கரையோரப் பகுதி
live load - இயங்கு சுமை
living fossil - வாழும் தொல்லினம்
load bearing structure - சுமை தாங்கு அமைப்பு
locus - நியமப்பாதை
lofting - அளவு வரைதல்
logarithm - மடக்கை
logical development - தர்க்க ரீதியான வளர்ச்சி
logical reasoning - தர்க்கரீதியான அறிதிறன்
lone pair - தனி இணை
longitudinal - நீள்வெட்டுமுகம்
long shore current - கரை இணை நீரோட்டம்
long shore trough - நீண்ட கடல் பள்ளம்
loop - வளைவு, கண்ணி
lower transit - கீழ் உச்சிக்கடத்தல்
lubricant - உயவுப்பொருள்
lubrication - உயவிடுதல்
luminescence - ஒளிர்தல்
luminosity - ஒளிர்மை
lunar eclipse - சந்திரன் மறைப்பு
lustre - மிளிர்வு
lycodon travancoricus - வெள்ளிக்கோல் வரையன்
lymphatics - நிணநீர் நாளங்கள்
lymph gland - நிணநீர்சுரப்பி
lymphoma - நிணநீர்ப்புற்று
lyophilic - நீர் ஏற்கும்
macromere - கருக்கோளப்பெரிய செல்
magnetic field - காந்தப்புலம்
magnetic force - காந்த விசை
magnetic pole - காந்தத் துருவம்
magnetic separation - காந்தப் பிரிப்பு
magnetic shell - காந்தக் கூடு
male gamete - ஆண் இணைவி
mallet - மரச்சாத்தியல்
mammal - பாலூட்டி
mammography - மார்பக வரைமுறை
mantissa - மடக்கைப் பின்னம்
mantle - ஓடு புவியோடு
marble - பளிங்குக்கல்
marginal placentation - விளிம்புச் சூல் அமைப்பு
marine algae - கடற்பாசிகள்
marine engineering - கடற்பொறியியல்
marine excavator - கடல் மண்அகழி
marsupial - பைப்பாலூட்டி
marsupium - மதலைப்பை
mass - நிறை
massive - திண்மம்
material particle - பொருள்துகள்
mathematical economics - கணிதப்பொருளியல்
mathematical equations - கணிதமுறைச் சமன்பாடுகள்
mathematical expectation - கணக்கியல் எதிர்பார்த்தல்
mathematical geography - கணிதப் புவியியல்
mathematical operation - கணிதச் செயல்முறை
mathematical principle - கணிதவியல் தத்துவம்
mating plug - இணைப்பு முளை
mating season - புணர்ச்சிப் பருவம்
maximal ideal - மீப்பெரு ஒளிரகங்கள்
maximum - பெரும
mean deviation - சராசரி விலக்கம்
mean sea level - சராசரி கடல்மட்ட அளவு
measurable set - அளவுறு கணம்
measure - அளவு
measures of dispension - பரவுகை அளவைகள்
mechanical advantage - எந்திர லாபம்
mechanism - வினை வழி முறை, இயங்கு முறை
medical canthal tendon - மூக்குச் சார்ந்த கண்முனை நாண்
median - இடைநிலை
medium - ஊடகம்
medulla - அகணி
meibomian glands - மெய்போமியன் சுரப்பிகள்
memory - நினைவகம்
meridian - உச்சி வட்டம்
meristematic tissue - ஆக்கத் திசு
mesenterial filament - உறுப்பிடைத்தடுக்கு இழை
mesenteric artery - குடல் தாங்கித் தமனி
mesentery - உறுப்பிடைத் தடுக்கு
mesh - வலை
mesoderm - நடுப்படை, இடைப்படை

mesozoic - இடைநிலைக்காலம், இடையுயிரூழிக்காலம்
metabolism - வளர்சிதைமாற்றம், ஆக்கச்சிதை மாற்றம்
metamorphosis - வளர் உருமாற்றம்
metazoa - பல செல் உயிரிகள்
meter board - அளவிப் பலகை
mica - அபிரகம்
microelectrode - நுண்மின்வாயில்
micromere - கருக்கோளச் சிறிய செல்
micropylar end - சூல் வளை முளை
microscope நுண்ணோக்கி
midrib - நடுநரம்பு
migration - வலசை போதல்
migratory routes - வலசைத்தடங்கள்
milters - விந்து மிகு ஆண்கள்
mineralization - கனிப்பொருள் மாற்றடு
mineral spring - கனிம நீரூற்று
minimal surface of a revolution - மிகச்சிறிய சுற்றின் மேற்பரப்பு
mirror image - கண்ணாடி பிம்பம்
mixed cropping - கலப்புப் பயிர் செய்தல்
mixer - கலப்பி
mixer settler - சலவை அடி தங்குவிப்பி
mixing index - கலக்குத்திறன் எண்
mobile phase - நகரும் நிலை
mode - முகடு
model - படிமம்
modern algebraic principles - நவீன இயற்கணிதக் கோட்பாடுகள்
modulus of elasticity - மீட்சி மட்டு
moisture - ஈரப்பதம்
molar conductance - மூலக்கூறியல் கடத்துகை
molar tooth - கடைவாய்ப்பல்
molecule - மூலக்கூறு
moll's sweat glands - மால் வியர்வைச் சுரப்பிகள்
mollusca - மெல்லுடலிகள்
moment - விலக்கப்பெருக்கத் தொகை
moment generating function - விலக்கப் பெருக்குத் தொகை உருவாக்கும் சார்பு
momentum - இயக்க வேகம், உந்தம்
monaxon - ஓரச்சு நுண்முள்
monoclinic - ஒற்றைச்சரிவு
monomer - ஒருபடி
moon stone - நிலாக்கல்
morphological changes - வடிவவேறுபாடுகள்
motionless mixer - அசையா கலத்தல் அமைப்பு
motivation - உள்நோக்கம்
motor neuron - இயக்கு நரம்புச்செல்
moulting - தோலுரித்தல்
mouth blowing - வாய் ஊதல்
muller mixer - மட்டிக்கல் கலக்கி
mullet - மடவை
multimonial distribution - பல்லுருப்புப் பரவல்
multiple correlation - பலதர இடைத்தொடர்பு
multiple fruit - கூட்டுக்கனி
multiplicative law - பெருக்கல் நியதி
multistage - பலபடி
multivariable distribution - பல்மாறிப் பரவல்
murmuring calls - முணுமுணுத்தல்
museum - அருங்காட்சியகம்
mushroom - நாய்க்குடை
mutarotation - சிதைவுபுரி மாற்றம்
mutation - சடுதி மாற்றம்
national institute of oceanography - தேசியக் கடலியல் நிறுவனம்
naturalist - இயற்கை அறிவியலார்
natural radioactivity - இயல்பான கதிரியக்கம்
natural selection - இயற்கைத் தேர்வு
nautical mile - கடல் மைல்
navigation - கடல் வழி நடத்தல்
negative binomial distribution - எதிர்மறை ஈருறுப் புப் பரவல்
nematocyst - கொட்டும் செல்
nerve gas - நரம்புத் தாக்கு வாயு
nerve net - நரம்பு வலை
nest - கூடு
net-slip - மொத்த நழுவல்
neural tube - நரம்புக்குழல்
neurotoxic - மூளையைத்தாக்கும் நச்சு
neurotoxin - நரம்பு நஞ்சு
neutralisation - நடுநிலையாக்கல், முறிதல்
newtonian fluid - நல்லியல்புப் பாய்மம்
nocturnal - இரவில் திரியும்
non-conformity - இனமிலா இடைவெளி
non-ionizing radiation - அயனி ஆக்கக் கதிரியக்கம்
non-metal - அலோகம்
non-polar - மின் முனைவற்ற
normal distribution - இயல்நிலைப்பரவல்
norm value - இயல்பு மதிப்பு
north temperate zone - வட மிதவெப்ப மண்டலம்
north torrid zone - வட வெப்ப மண்டலம்
notations - குறி முறைகள்
notochord - முதுகுத்தண்டு
nuclear fission - அணுக்கருப் பிளப்பு
nuclear fusion - அணுக்கருப் பிணைப்பு
nuclear medicine - அணுக்கரு மருத்துவம்
nuclear physics - அணு இயற்பியல்
nuclear reactor - அணுக்கரு உலை
nucleus - நியூக்ளியோலஸ்
nucleophile - நியூக்ளியஸ் கவர்பொருள்
null hypothesis - இல் எடுகோள்
number theory - எண்கோட்பாடு
nursery - வளர்ப்பகம்
nutrient - ஊட்டப்பொருள்

nutrient salts - உப்புச்சத்துக்கள்
nutrition - உணவூட்டம்
oblate spheroid - சிற்றச்சுக் கோளவுரு
obligatory marine fungi - நிலைமாறா கடற் பூஞ்சைகள்
oblique muscles - கோளத்தசைகள்
occipital region - பிடர் பகுதி
occipital shields - பிடரிச் செதில்கள்
occultation - மறைப்பு
ocean bed - கடலடித்தளம்
ocean floor - கடல்படுகை
off shore - உள்ளமைந்த கடற்கரை
oleoresin - எண்ணெய்க் குங்குலியம்
oligodon arnensis - ஓலைப்பாம்பு
omega explosions - ஓமேகா எழுச்சிகள்
omnivore - அனைத்துண்ணி
one railed test - ஒருவால் பகுதிச்சோதனை
oospores - கடின உறை வித்துகள்
ootheca - முட்டையுறை
ooze - உமிழ்தல், உயிரின ஓட்டுப்படிவு
ooze - சேறு
opaque - ஒளி ஊடுருவாத்தன்மை
opaque material - ஒளிப்புகாப் பொருள்
open connected region - திறந்த தொடுத்த பகுதி
open sets - திறந்த கணங்கள்
open vascular bundles - திறந்த சாற்றுக்குழாய்த் திரள்கள்
operand range - செயலுட்படு நெடுக்கம்
operation - செய்கை
operators - செயலிகள்
ophthalmic artery - கண்தமனி
ophthalmic vein - கண்சிரை
optical method - ஒளியியல் முறை
optical inversion - ஒளி சுழல் தலை கீழ் மாற்றம், ஒளி வழிபுரி மாற்றம்
optimization - மீச்சிறு மதிப்புகாணல்
optimum allocation - உத்தமப் பங்கீடு
oral disc - வாய்சார்ந்த வட்டம்
oral side - வாய்ப்புறம் (அ) வாய்ப்பக்கம்
orbicularis palpebrum - கண் வளையத் தசை
orbital - ஆர்பிட்டால், எலெக்ட்ரான் மண்டலம்
orbital electron - சுற்றுப்பாதை எலெக்ட்ரான்
orbital septum - கண்குழித்தடுப்பிழைமம்
orbital tubercle - கண்குழி முளை
orbital velocity - சுழற்சி திசைவேகம்
ordered real pair - வரிசையிட்ட மெய்யென் ஓரிணை
ores - தாதுக்கள்
organ forming areas - உறுப்பாகு பகுதிகள்
organic matter - கரிமப்பொருள்
organogenesis - உறுப்பு உற்பத்தி
organometallic - கரிம உலோக
orientation - திசையமைப்பு
ornamental stone - அழகூட்டும் கல்
orthorhombic crystal - செஞ்சாய்சதுரப்படிகம்
oscillator - அலைமானி
oscillograph - அலை வரைவி
osmosis - சவ்வூடு பரவல்
osmotic protection - சவ்வூடு பரவல் பாதுகாப்பு
ossification - எலும்பாக்கம்
ostia - சுவாசத் துளைகள்
outer product - வெளிப்பெருக்கல்
outlet - வெளிவாய்
oval - நீள்வட்ட
ovasitis - கருப்பை வலி
ovary - சூல்பை
oviparous - முட்டையிடுவன
ovum - சினை
oxidising agent - ஆக்சிஜனேற்றி
paint - நெய்வணம்
palaeozoic era - தொல்லுயிரூழிக்காலம்
palea - பூக்காம்புச் செதில்
paleomagnetism - தொல் காந்தவியல், பழங்கால காந்தத்தன்மை
pancreas - கணையம்
pancreatic artery - கணையத்தமனி
pancreatic cyst - கணையச் சிறைப்பை
pancreatectomy - கணையமகற்றல்
pancreatic transplant - கணைய மாற்றம்
pancreatitis - கணைய அழற்சி
panicle - நுனிவளர் மஞ்சரி
parabola - பரவளையம்
paralysis - பக்கவாதம்
parameter - துணையலகு
parapodia - மருங்குக்கால்கள், பக்கக்கால்கள்
parent compound - அடிப்படைச் சேர்மம், தாய் சேர்மம்
parent nucleus - தாய் நியூக்ளியஸ்
parietal bone - கன்ன எலும்பு
partial correlation coefficient - பகுதி தொடர்புக்கெழு
particle board - மரத்தூள் அட்டை
particle physics - அடிப்படைத்துகள் இயற்பியல்
particle radiation - துகள் கதிர்வீச்சு
passivity - செயலற்ற நிலை
patrol - கண்காணிப்புப் படகு
patron - புரவலர்
pauli's exclusion principle - பௌலியின் தவிர்க்கை விதி
paver - தளமிடும் எந்திரம்
paving - பதித்தல்
pay roll - ஊதியப் பட்டியல்
pearl - முத்து
pearl oyster - முத்துச்சிப்பி
pearly lustre - முத்து மிளிர்வு
pectoral fin - தோள் துடுப்பு

pedal disc - காலடி வட்டம்
peduncle - காம்பு, மஞ்சரிக் காம்பு
peel - உரித்தல்
pelagic eggs - மிதக்கும் முட்டைகள்
penetration - ஊடுறுவும்
peninsula - முந்நீரகம்
penumbra - அரை நிழற்கூறு
percentile curve - நூற்றுமான வரை
percentiles - நூற்றுமானங்கள்
perianth - பூவிதழ்கள், பூவுறை
pericarp - கனித்தோல்
periclinal chimera - விளிம்பு வட்டக்கதம்ப உரு
periodicity - திரும்பும் நிகழ்வு
periodic table - தனிம வரிசை அட்டவணை
period of dormancy - வளர்வடங்கிய காலம்
period of growth - வளர்ச்சிப்பருவம்
periostenum - எலும்பு உறை
peripheral fault - வளை பெயர்ச்சிப்பிளவு
permeability - ஊடுருவுதல், புரைமை
perturbation - சலனம்
petiole - இலைக்காம்பு
petroleum - பெட்ரோலியம்
petrology - பாறையியல்
pH - அமில காரத்தன்மை
phantom - அருவம்
pharynx - தொண்டை
phase - நிலைமை, கட்டம்
phase rule - கட்ட விதி
photochemical reaction - ஒளிவேதி வினை
photometry - ஒளி அளவியல்
photomultiplier - ஒளிப்பன்மடங்காக்கி
photoperiodism - ஒளிக்காலத்துவம்
photosynthesis - ஒளிச்சேர்க்கை
physical properties - இயற்பியல் தன்மைகள்
physiography - நிலக்கூற்றமைப்பு
phytomastigina - தாவரக் கசையிழையுயிரி
phytoplankton - தாவர மிதவை நுண்ணுயிரி
pier - கொம்புத்துறை
piezo-electric effect - அழுத்த மின் விளைவு
piggery house - பன்றிகளுக்கான கட்டமைப்பு
pigment - நிறமி
pile - குத்தூண்
pile driving - குத்தூண் இறக்கல்
pinned connection - ஊசி இணைப்பு
pipe fish - குழல்மீன்
piston - விசைத்தண்டு, உந்து
pitting corrosion - குழிப்புக் கரித்தல்
pixel - படத்துளி
plane geometry - தள வடிவ கணிதம்
plankton - மிதவை நுண்ணுயிரி, மிதவை உயிரி
planoconvex lens - சமதளக் குவி வில்லை
plant breeding - பயிர்ப் பெருக்க முறை
plantigrade - பாதங்களால் நடப்பவை
plant regulators - வளர்ச்சி ஊக்கிகள்
plaster cast models - பூச்சு வார்ப்புப் படிமங்கள்
plasticity - நெகிழ்மை
plate - தகடு
plate fillet - நிரப்புத்தகடு
plate tectonics - பலகை உள்நிகழ்ச்சி
platform - நிலைமேடை
pleochoric - பலதிசை அதிர்நிறமாற்றம்
pleuron - மருங்குத்தகடு
plug - செருகு
plumbing system - குழாய் அமைப்பு
plunging fold - தாழ்சரிவு நிலமடிப்பு
plunging waves - மூழ்கும் உடையலைகள்
plywood board - மரத்தாள் அட்டை
pneumatic chamber - காற்றழுத்த அறை
poison fang - நச்சுப்பல்
poisson distribution - பாய்சான் பரவல்
polar axis - துருவ அச்சு
polar coordinate system - துருவ ஆய அமைப்பு
polar ice - துருவ உறைபனி
polarity - முனைமை, முனைவுடைமை, முனைவு கொள்திறன்
pole - துருவம்
polish - மெருகேற்று
political arithmetic - அரசியல் கணிதம்
pollen grain - மகரந்தத்தூள்
pollination - மகரந்தச் சேர்க்கை
pollutant - மாசுபடுத்தி
pollution - மாசடைதல்
polyaxon - பல அச்சு நுண்முள்
poly embryony - ஒரு விதையில் பல கருக்கள்
polygamous - பலதாரமுறை
polyp - தொங்கு தசை
polyphase fold - பன்முக நிலமடிப்பு
polymer - பல்லுறுப்பி, பலபடி, பாலிமர்
polymerisation - பல்லுறுப்பாக்கல், பலபடியாதல்
polymorphic - பல்வகை அமைப்பு
polymorphism - பல்லுருவத் தோற்றம்
port - வாயில்
post - கம்பம்
postulate - எடுகோள்
potential - மின் அழுத்தம்
potential energy - நிலை ஆற்றல்
potential field - ஈர்ப்பழுத்த புலம்
potential gradient - மின்னழுத்த வாட்டம்
poultry shed - கோழிப்பண்ணைக் கட்டமைப்பு
power set - அடுக்குக் கணம்
prawn - இறால்
precipitant - வீழ்படிவாக்கி, வீழ்படிவாக்கல்
precipitation - வீழ்படிவு
predator - கொன்றுண்ணி

preimage - பிரதி பிம்பம்
preservative - பாதுகாப்பி
pressure - அழுத்தம்
pressure vessel - அழுத்தக் கலன்
prey - இரை
primary - ஓரிணைய
primary particle - முதன்மை துகள்
primary reference electrode - முதல்நிலை ஒப்பீட்டு மின்முனை
primary treatment - முதன்மை பதப்பாடு
prime ideal - பகா ஒளிரசம்
primer - மட்டி
primitive germ cells - இனமூலச் செல்கள்
primordial fire ball - ஆதிகாலதீப்பந்து
principle of least squares - குறைந்த வர்க்கக் கொள்கை
prism - பட்டகம்
prismatic - பட்டக
probability - நிகழ்தகவு
product - விளைபொருள்
proembryo - முன்கரு, இளங்கரு
progress - வளர்ச்சி
projectiles - எறிபொருள்கள்
proliferation - பெருகுதல்
propagation - பரவுகை
proper set - தகு கணம்
proper time - இயற்காலம்
propulsion engine - ஓட்டும் எந்திரம்
propulsion plant - உந்து விசைத் திட்டம்
protandry - ஆண் இன உறுப்பின் முன்னைய வளர்ச்சி, ஆண் இனச்செல் முன் பக்குவம்
protic - புரோட்டானிய
protonation - புரோட்டானேற்றம்
protostomes - முன் உட்குழிவு வாயுயிரிகள்
protozoa - முதலுயிரிகள்
pseudo branchia - போலிச் செவுள்கள்
pseudocyst - போலிச் சிறைப்பை
pseudoplastic fluid - போலிப்பாய்மம்
pteropods - சிறகுக் காலிகள்
public sector - அரசுத்துறை
puffin - கடற்கிளி
puffinus-shear water - கத்திரி மூக்குப்பறவை
pig mill - மண்குழைப்பாலை
pulley - கப்பி
pulsar - மாறொளிர் விண்மீன்
pupil - கண்பாவை
pure mathematics - தூய கணிதம், தனிக்கணிதம்
push rod - அமுக்கும் தண்டு
pyroelectric effect - வெப்ப மின்விளைவு
pyrolysis - வெப்பத்தாற் பகுப்பு, வெப்பச்சிதைவு
qualitative analysis - பண்பறி பகுப்பாய்வு
quality control - தரக்கட்டுப்பாடு
quantitative analysis - அளவறி பகுப்பாய்வு
quantities - கணியங்கள்
quarry - கற்சுரங்கம்
quartile deviation - கால்மான விலக்கம்
quaternary - நான்கிணைய
quenching agent - தணிப்பான்
quillotine shear - வெட்டும் கருவி
racemic modification - சுழிமாய் கலவை, இடவலம் புரி நடுநிலைக் கலவை
rachis - கூட்டிலைக்காம்பு
rachis - திறகுத்தண்டு
radial - ஆர அமைப்பு
radial direction - ஆரத்திசை
radial fault - ஆரப்பெயர்ச்சிப்பிளவு
radial mixing - ஆரவழிக்கலத்தல்
radial symmetry - ஆரச்சமச்சீர்
radiance - கதிர்ப்பு
radiant energy - ஒளிமைய சக்தி
radiation - கதிர்வீச்சு
radiation belt - கதிர்வீச்சு மண்டலம்
radiation detection - கதிரியக்கங்காணல்
radiation pressure - கதிர்வீச்சு அழுத்தம்
radiation therapy - கதிர்வீச்சு சிகிச்சை
radiator - கதிர்வீச்சு குளிர்விப்பான், கதிர்வீசி
radicle - முளைவேர்
radioactive waste - கதிரியக்கக் கழிவு
radio activity - கதிரியக்கம்
radio astronomy - கதிர்வீச்சு வானியல்
radio biology - கதிர் உயிரியல்
radiological physics - கதிர்வீச்சு இயற்பியல்
radio meter - கதிர்வீசல் அளவி
radiometry - கதிர்வீச்சளவியல்
radiomicrometer - கதிர்வீசல் நுண் அளவி
radio nuclides - கதிரியக்க அணுக்கருவினம்
radio isotope - கதிரியக்க ஐசோடோப்பு
radula - அராவு நாக்கு
raffinate - கரையாக்கூறு
rafter - கைமரம்
raft foundation - மிதவை அடிமானம்
rain forest - மழைக்காடு
rake - சரிவுக்கோணம்
rammer - திமிசு
ramp - சாய்தளம்
range - வீச்சு
rank correlation coefficient - தரத்தொடர்புக் கெழு
rape oil - கடுகு எண்ணெய்
rare earth - அருமண்
rate constant - வேக மாறிலி
rate of diffusion - விரவல் வீதம்
ratification - ஏற்புறுதி
ratio chart - விகித வரைபடம்

raw material - மூலப்பொருள்
ray - கதிர்
reactance - மின் மறுப்பு
reaction turbine - எதிர்வினைச் சுழலி
reactivity - வினைத்திறன்
reagent - வினைப்பொருள்
reality - உண்மை
reaming - துளைதிருத்தல்
rearrangement -இடமாற்றம்
receding shoreline - பின்னேற்ற கடற்கரை
reciprocating engine - முன்பின்னியக்கப் பொறி
recoiling - பின்-உதைப்பு
recreation hall - பொழுதுபோக்கு அரங்கம்
rectangular distribution - செவ்வகப்பரவல்
rectifier - திருத்தி
rectilinear scanner - நேர்கோட்டியல் அலகிடுவான்
recycling - மறு சுழற்சி
red clay - செந்நிறக்கிளி
red rot - கரும்பில் சிவப்பழுகல் நோய்
reducing agent, reductant - ஆக்சிஜன் இறக்கி
redundant structures - மிகைத்தடை அமைப்பு
reflection - பிரதிபலிப்பு
reflected wave - பிரதிபலிக்கப்பட்ட அலை
reflexius relation - பிரதிபலிப்பு உறவுமுறை
reflex action - அணிச்சைச்செயல்
refrigerator - குளிர்விப்பி
refigerant - குளிர்விப்பான்
refrigerant - குளிரூட்டி
refrigeration - குளிர் பதனம்
refine - சுத்திகரிப்பு, மீதூய்மை
refractor telescope - ஒளிக்கோட்டத்தொலைநோக்கி
reflectance - எதிரொளிப்புக் குணகம்
regeneration - புதுப்பித்தல்
register - பதிவேடு
regression - பின்வாங்குதல்
regression coefficients - மாறிகளின் தொடர்புக் கெழுக்கள்
regression lines - மாறிகளின் தொடர்புக்கோடுகள்
regulator - திருத்தி
re heater - மறு சூடாக்கி
reinforced concrete - வலுவூட்டப்பட்ட கற்காரை
rejuvenation - புத்துயிர்ப்பு
relay - உணர்த்தி
reliability - நம்பத்தக்க
remote control - தொலைக் கட்டுப்பாடு
removable singular point - நீக்கக்கூடிய சிறப்புப்புள்ளி
representation theorem - பதிலியுறுத்தும் தேற்றம்
reptiles - ஊர்வன
residence time - உலையுறை வாழ்காலம்
residual stress - எச்சத்தகைவு
residue - எச்சம்
resilience - நீள்மீட்சி
resistivity - எண் தடை
resonance - உடனிசைவு
resources - வளமூலங்கள்
respiratory centre - மூச்சுமையம்
response - துலங்கள்
response curve - பதிற்செயல்கோடு
retention - இருத்திவைத்தல்
reticle - வட்டப்பின்னல் வரி
retort - வாலை
retrogressive metamorphosis - பின்போக்கு வளர் உருமாற்றம்
reverberation time - எதிர்முழக்க நேரம்
reversible reaction - மீள்வினை
revetment - காப்புத்தளம்
rhizome - மட்ட நிலத்தண்டு
ribfaced deer - பழுவெலும்பு முகமான்
ridge - பள்ள வரி, முகடு
riemanian geometry - ரீமான் வடிவ கணிதம்
riffle - தடுப்பு மேடை
right ascension - வல ஏற்றம்
rigorous conditions - கடுமையான நிபந்தனைகள்
rings - வளையங்கள்
ripple mark - சிற்றலைக்குறி
ripper - கிளரி
ripples - சிற்றலைகள்
rivals - எதிரிகள்
rivet - மறையாணி
roaring - கர்ஜித்தல்
rock salt - பாறை உப்பு
rolled beam - உருட்டப்பட்ட விட்டம்
roller - உருளை
rolling - உருட்டல்
root band - வேர்ப்பட்டை
root cuttings - வேர்த்துண்டுப் பதியன்கள்
root hair - வேர்த்தூவி
root nodules - வேர் முண்டுகள்
root tuber - வேர்க்கிழங்கு
rope - கயிறு
rotor - சுற்றகம்
rotation – சுழற்சி
rotational energy states - சுழற்சியாற்றல் நிலைகள்
rubbing trees - உராய்வு மரங்கள்
ruby - மாணிக்கம்
rudimentary - வளர்ச்சியில்லா நிலை
ruminants – அசைபோடுபவை
runway - ஓடுபாதை
rupture point - அழிநிலை
russel's paradox - ரஸ்ஸலின் எதிர்மாறு தத்துவம்
sacrificial anode - தானழி நேர்மின்வாய்
saddle - சேணம்
sales methods - விற்பனைச் செயல்முறைகள்
sales techniques - விற்பனை உத்திகள்

salinity - உப்புத்திறன், உப்புத்தன்மை
salivary gland - உமிழ்நீர் சுரப்பி
saltation - திடீரெனப் பாய்தல்
salting out - உப்பிட்டு பிரித்தல்
sampling method - கூறெடுத்தல் முறை
sampling distributions - கூறுபரவல்கள்
sand deposition - மணற் சேர்ப்பு
sand dune - மணற்குன்று
sand levees - மணற்பொதிகள்
sandwich - இடையாப்ப
saponification - சோப்பாக்கம்
sapphire - நீலம்
sap wood - காற்றுக்கட்டை
sarcoma - தசைப்புற்று
satellites - செயற்கைக்கோள்கள், துணைக்கோள்கள்
saturated - நிறைவுற்ற, தெவிட்டிய
saturation - தெவிட்டியநிலை, செறிவுநிலை
scaffold - சாரம்
scalar product - அளவின் பெருக்கல்
scale - செதில்
scale leaf - செதில் இலை
scapus - தோள்பட்டை
scatter diagram - சிதறல் விளக்கப்படம்
scent gland - மணச்சுரப்பி
scheduling - கால அட்டவணை
schist - படலப்பாறை
sciaenid - கத்தாழை மீன்
scomberomorns - வஞ்சரம்
scouring - கால்வாய்த் துப்புரவு செய்யும்முறை
scraper - சுரண்டியள்ளி
screaming - அலறுதல்
screening - சலித்தல், வடிகட்டுதல்
screw conveyor - திருகு கடத்தி
screw pitch - திருகுபுரி
scud - சறுக்கு
saccharimeter - சர்க்கரை அளவி
secondary - ஈரிணைய
secondary ionization - இரண்டாம் நிலை அயனியாக்கம்
sectoral chimera - பகுதிக் கதம்ப உரு
sedentary - ஒட்டிவாழும்
sedimentary rock - படிவுப்பாறை
sedimentation - படிவித்தல், படிதல்
segment - கண்டம்
seismic waves - புவியதிர்ச்சி அலைகள்
self regeneration - தன் உயிரோட்டம்
self sterility - தன் மலட்டுத்தன்மை
semi conductor - பகுதிக் கடத்தி
semi logarithmic graph paper - ஒரு பக்க மடக்கைத் தாள்
sensory cell - உணர் செல்
sensory nerve - உணர்வு நரம்பு
sensory neuron - உணர்ச்சி நரம்புச்செல்
septic tank - அழுகு தொட்டி
sequence of partial sums - பகுதித் தொகைத் தொடர்
series - அடுக்கு
servicibility - பயன்பாட்டுநிலை
servo operation - கட்டுப்பாட்டு இயக்கம்
sessile - காம்பற்றவை
set - கணம்
set of points - புள்ளித் தொகுதி
sett - சுரணை
settleable solid - படியும் திண்மம்
settlement - படிமானம்
sexual maturity - பால்முதிர்ச்சி
sexual reproduction - பாலினப் பெருக்கம்
sea bed - கடற்தரை
sea cucumber - கடல் வெள்ளரி
sea dragon - கடல் வேதாளம்
sea eagle - கடல் கழுகு
sea island coconut - கடல் தெங்கு
seal - சீல்
sea lily - கடல் அல்லி
sea lion - கடல் சிங்கம்
sea mount - கடல் மலை
sea plane - கடல் விமானம்
seasoning - உலர்பதனிடுதல்
seasons - பருவங்கள்
sea star - கடல் நட்சத்திரம்
seated connection - தாங்குசட்ட இணைப்பு
scavenger technique - மின் தொடர்வான் உத்தி
sea wall - கடற்சுவர்
sea water intrusion - கடல்நீர் ஊடுருவல்
sea weed - கடற்களை
sea weed meal - கடற்பாசி மாவு
shaft - அச்சுத்தண்டு
shaggy - அலங்கோலமான
shale - களிப்பாறை
shark - சுறா
shear force - துணிப்பு விசை
shear zone - நழுவு தொகுதி
shell - வெளிக்கூடு, வெளிச்சுற்று, கூடு
shield - மேலுறை, கேடயம்
shielding - கவசமிடல்
ship worm - கப்பல் புழு
ship yard - கப்பல் தளம்
shoaling - திட்டுக்கள் உண்டாதல்
shock - அதிர்ச்சி
shock absorber - அதிர்ச்சி வாங்கி
shock waves - அதிர்ச்சி அலைகள்
shore face - கடல் முகம்
shore line - கடல் விளிம்பகம்
short range - குறுகிய வீச்சு

shovel - மண்கோதி
shrimp - இறால் வகை,கூனிறால்
shy bloomers - வெட்க மலரிகள்
sieve plate - சல்லடைத்தட்டு
sieve tube - சல்லடைக்குழாய்
signs - குறிகள்
sill - தகட்டுப்பாறை
silo - பத்தாயம்
silt detention tank - வண்டல் படிவுத் தேக்கம்
similar fold - ஒத்த நிலமடிப்பு
similarity - உரு ஒப்புமை
simultaneous equations - ஒருங்கமைச் சமன்பாடுகள்
skeleton - சட்டகம்
skewness - கோட்டம்
slate - களிப்பலகை
sleeping sickness - தூக்க வியாதி
sliding - சறுக்கல்
slip - நழுவல்
slip way - வழுக்குப்பாதை
sliver - கயிற்றிழை
slope - சரிவு
sloping slipway - சரிந்த வழுக்குப்பாதை
sludge - கசடு
slug - மெல்லுடலி அட்டை
sluice - மதகு
sluice box - மதகுப்பெட்டி
slurry - குழம்பு
smut disease - கரிப்பூட்டை நோய்
snow fence - பனிவேலி
social life - சமுதாய வாழ்க்கை
softening point - உருகு (மென்மை) நிலை
solar eclipse கதிரவன் மறைப்பு, சூரிய கிரகணம், சூரிய மறைப்பு
solar radiation சூரியக்கதிரியக்கம்
solar transit - கதிர் கடப்பு
solder-glass - ஒட்டுக்கண்ணாடி
sole - அடிப்பாதம்
solubility product - கரைதிறன் பெருக்கம்
solute - கரைபொருள்
solution - தீர்வு
solvation - கரைப்பானேற்றம், கரைநீர்மச் சேர்க்கை
solvent - கரைப்பான்
solvolysis - கரைப்பானாற் பகுப்பு
somatic mutation - உடலச் சடுதி மாற்றம்
sonic - கேள் ஒலி
sori - வித்துக் கூடுகள்
southern cross - தென் சிலுவை
spadix - மடல் கதிர்மஞ்சரி
span - கண் இடைவெளி
species - சிறப்பினம், வகைகள்
specific - தனித்த
specific rotation - நியம ஒளிச் சுழற்சி
specific weight - தன் எடை
spectacle mark - மூக்குக் கண்ணாடிக்குறி
spectral omittance - நிறமாலை வெளியீடு
spectrometry - நிறமாலையியல்
spectroscopy - நிறநிரல் முறை, நிரலியல்
spectrum - ஒளிப்பட்டை, நிரல், நிறமாலை
speed governor - வேகக் கட்டுப்பாட்டுக்கருவி
sphenoid - ஆப்பு வடிவம்
sphere - கோளம்
spicule - நுண்முள்
spider monkey - சிலந்திக் குரங்கு
spike - தூவி, முனைக் கொம்பு, கதிர்
spikelet - சிறுகதிர் மஞ்சரி
spilling breakers - சிதையும் உடையலைகள்
spin - தற்சுழற்சி
spine - சிறுமுள்
spinning - நூற்றல்
spiral - சுருள் சுழல்
spire - சுருள் நுண்முள்
split - பிளவு
split pin - பிரிபடு ஆணி
sponge culture - கடற்பஞ்சு வளர்ப்பு
spontaneous - இயல்பாக, தொடர்ச்சியாக
spoon bill - கரண்டி அலகன்
sporangium - விந்துப்பை
spray - தெளித்தல்
spring - வசந்தகாலம்
stable coast - நிலையான கடற்கரை
stability - நிலைப்புத் தன்மை
stag - ஆண்மான்
stage - நிலை
staggered – பிரித்தநிலை, எதிர் எதிரான
stagment – சலனமற்ற
stainless steel - துருப்பிடிக்காத எஃகு
stamen - மகரந்தத்தாள்
staminode - மலட்டுத் தாள்கள்
standard - நியமம், தரம்
standard deviation - திட்ட விலக்கம்
standard error - திட்டப்பிழை
standing waves - நிற்கும் அலைகள்
star clusters - விண்மீன் முடிச்சுகள்
static electricity - நிலை மின்சாரம்
stationary phase - நகராநிலை
statistical mechanics - புள்ளியல் இயக்கவியல்
steam drum - நீராவித் தொட்டி
steam turbine – நீராவிச் சுழலி
steatite - மாக்கல்
steering gear - திசைமாற்றும் சாதனம்
stereographic projection - முப்பரிமாண வரைபட எறியங்கள்
stereo radiography - திட்பக் கதிரியக்க வரைமுறை
steric hindrance - கொள்ளிடத்தடை

sterility - வளமின்மை
sternum - மார்புத்தகடு
stiffened seat - விறைப்புடைய தாங்குசட்டம்
stiffness - விறைப்பு, விறைப்புத்தன்மை
stigmata - மூச்சுத்துளைகள்
stilt roots - முட்டு வேர்கள்
stirrer - கலக்கிநிகழ்த்தகவுச் சார்பு முறைகள்
stock pit - சேமிப்புக்கிடங்கு
stoker - கரியூட்டி
stoichiometry - விகிதவியல்
stomata - இலைத்துளைகள்
stone - கல்
storage structure - சேமிப்புக் கட்டமைப்பு
storm surges - புயலலைகள்
strain - திரிபு
strait - நீர்ச்சந்தி
strange attraction - விந்தைக் கவர்ச்சி
strata - படுகை
strategic mineral - போர்த்திறக்கனிமம்
stratified rock - அடுக்குப்பாறை
stray light - விலகும் ஒளி
strength - வலிமை
stress resultants - தகைவு விளைவு
stretching frequency - நீள் அதிர்வெண்
strike - செவ்வமிழ்திசை
strongly compressed - வலுவான அழுத்தப்பட்ட
structural analysis - கட்டக ஆய்வு
structural connection - கட்டக இணைப்பு
structural deflection - கட்டகத் தொய்வு
structural design - கட்டக வடிவமைப்பு
structural dynamics - கட்டக இயக்கவியல்
structural geology - கட்டக நிலஇயல்
structural petrology - கட்டகப்பாறையியல்
stumps - மரத்துண்டுகள்
style - சூலகத்தண்டு
sub assemblies - துணைக் கோர்வைகள்
sub contract - துணை ஒப்பந்தம்
subduction - அழியும் இடம்
submarine - நீர்மூழ்கிக் கப்பல்
submarine canyon - கடலடி பள்ளத்தாக்கு
submergence - தாழ்தல்
subscript - பின்னடைவு
subset - உட்கணம்
subsidiary reference electrode - இரண்டாம்நிலை ஒப்பீட்டு மின்முனை
substituent - பதிலி
substitution reaction - பதிலீட்டு வினை
substrate - பற்றுப் பொருள்
subsurface structure - நிலத்தடிக் கட்டமைப்பு
subulate - தமர் ஊசி வடிவு
succulent stem - நீர்ச்சத்துள்ள தண்டு
sucker - உறிஞ்சி
sucking - உறிஞ்சுதல்
sulphonating agent - சல்ஃபோன் ஏற்றி
sun lamp - கதிர் விளக்கு
super acid - வீரிய அமிலம்
super conductor - மீ கடத்தி
supercooling - மிகு குளிர்வு
superficial temporal artery - மேல்மட்டப் பொட்டுப் பகுதித்தமனி
superficial therapy - மேலோட்ட சிகிச்சை
super heater - மிகைச் சூடாக்கி
superimposing - மேற் பொருத்துதல்
superior planets - புறக்கோள்கள்
supersaturated solution - மிகைதெவிட்டியக்கரைசல்
super script - முன்னடைவு
support - தாங்கி
supporting beam - தாங்குவிட்டம்
support reaction - தாங்குவிசை
surface - பரப்பு
surface of revolution - சுற்றுவதால் உருவாகும் பரப்பு
surface tension - புறப்பரப்பு விசை
survey - நில அளவை
susceptance - ஏற்புடைமை
susceptibility - ஏற்புத்தன்மை
suspension - திண் குழைமம், தொங்கல் கரைசல்
suspension bridge - தொங்கும் பாலம்
suspensor - தாங்கி
suspensor cell - தாங்கிச் செல்
swamp – குளம்
swells - பெருக்கலைகள்
switch - இணைப்புமாற்றி
switch board - இணைப்பு மாற்றிப் பலகை
symbiosis - இணைந்த வாழ்க்கை
symbol - குறியீடு
symmetry - சமச்சீர்மை
sympathetic nerves - பரிவு நரம்புகள்
syncarpium - திரள் கனி
synchronize - சமன் செய்தல்
synform கவட்டு உரு
syngamy - இனப்பெருக்க செல்களின் சேர்க்கை
synthesis - தொகுப்பு
syrup - பாகுநீர்
system - அமைப்பு, அமைவு, தொகுதி
systematic sampling - ஒழுங்குக்கூறுகள்
tabulation - பட்டியல் அமைத்தல்
tackle - வடம்
tadpole - தலைப்பிரட்டை
tailings - மீதப் பகுதி
tangent - தொடுகோடு
tappet - தள்ளு அமைவு
tarpedo - நீர் மூழ்கி குண்டு தாங்கும் படகு
tarsal plate - இமைத் தட்டு

taste - சுவை
technical specifications - தொழில் நுட்ப விவரங்கள்
telescope - தொலைநோக்கி
temperature - வெப்பநிலை
temperature discontinuity - தொடர்ச்சியில்லா வெப்பநிலை
tempering - கடினமாக்கல்
temporal bone - பொட்டெலும்பு
tensor calculus - டென்சார் நுண் கணிதம்
tentacle - உணர் நீட்சி
tergum - முதுகுத் தகடு
termite - கறையான்
termolecular reaction - மும்மூலக்கூறு வினை
terrace - திடல்
terracota - உருவாரங்கள்
terrestrial equator - உலக நடுவரை
territorial sea - ஆட்சி மண்டலக் கடல்
territory - எல்லை
tertiary - மூவிணைய
testing of hypothesis - கருதுகோள் சோதனை
test of significance - மிகைத் தன்மையை சோதித்தல்
tetragonal system - நாற்கோணத் தொகுதி
tetrahedral hypothesis - நான்முகக் கோட்பாடு
tetrahedron - நான்முகி
tetraxon - நான்கச்சு நுண்முள்
textile material - துணிப் பொருட்கள்
texture - இழைநயம், இழையாப்பு
thecosomata - ஓட்டுச் சிறகுக் காலிகள்
theologian method - இறைமை நூல் முறை
theoretical physics - தனி இயற்பியல்
theoretical problem - அறிமுறைப் பிரச்னை
theoretical sense - கொள்கைக் கண்ணோட்டம்
theory of relativity - சார்புடைத் தத்துவம்
thermal capacity - வெப்பங்கொள் தன்மை
thermal conductivity analyser - வெப்பக் கடத்து ஆய்வுக் கருவி
thermal detector - வெப்பவியல் உணர் கருவி
thermal energy - வெப்பச் சக்தி
thermal expansion - வெப்ப விரிவடைவு
thermal pressure - வெப்ப அழுத்தம்
thermistor - வெப்பநிலை சார்தடை
thermocline - வெப்பத் தாழ்வுப் பகுதி
thermocouple - வெப்ப மின்னிரட்டை
thermodynamic function - வெப்ப இயக்க சார்பு
thermography - வெப்ப வரைமுறை
thermopile - வெப்ப மின் அடுக்கு
thickness - தடிமன்
third cranial nerve - மூன்றாவது கபாலநரம்பு
threshold limiting value - பெருமநிலை காப்பு எல்லை
throttle value - அடைப்பிதழ்
thyratron - வளிம மும்முனையம்
tidal energy - ஓதச் சக்தி
tidal inlet - ஓத உள்வழி
tidal waves - ஓத அலைகள்
tide - ஓதம்
tier system - அடுக்கு அமைப்பு
ties - நாண்கள்
tilapia - திலேப்பிக் கெண்டை
tile - ஓடு
timber - தேக்கு
timber pile - தேக்குக் குத்துத்தூண்
time bound - நேர நிர்ணயம்
time dilatation - கால நீட்டிப்பு
time series - காலத் தொடர் வரிசை
tolerance - பொறுதி
tolerance dose - சகிப்பு அளவு
tolerance limits - தாங்கும் எல்லைகள்
tomography - குறுக்குவெட்டு வரைமுறை
tongs - குறடுகள்
tooth gum - பல் ஈறு
topaz - புட்பராகம்
topography - நில மேற்பரப்பியல்
topological principles - இடத்தியல் தத்துவங்கள்
topological space - இடத்தியவெளி
topset - மேற்படுகை
torsion - முறுக்கம்
torque - திருக்கம்
torque wrench - திருக்கக் கைக்குறடு
totipotency - முழு வளர் ஆற்றல்
toughness - கெட்டித்தன்மை
trace element - சிறு மூலகம்
tracer - தடங்காண் ஊடகம்
tracer element - தடமறி தனிமம்
track - தண்ட வாளம்
tractrix - தொடுகோட்டு வளைவரை
transcendental equation - அதியியல் சமன்பாடு
transducer - ஆற்றல் மாற்றி
transformation - உருமாற்றம்
transformer - மின்மாற்றி
transistor - திரிதடையம்
transit - கடந்து செல்கை
transitron - இடப்பெயர்ச்சி
transitation metal - இடைநிலை உலோகம்
transition state - இடைநிலை
transit instrument - உச்சிக் கடத்தல் காண் தொலைநோக்கி
transitive - உயர்த்திடு
transit of an inferior planet - உட்கோளின் கடந்து செல்கை
transitor culmination - உச்சிக்கடத்தல்
translational movement - செந்தள நகர்வு
transmission - செலுத்தம்
transmittance - செலுத்துகைக் குணகம்
transportation schedule - போக்குவரத்து அமைப்பு

transverse division - குறுக்குப் பகுப்பு
trap - பிடிப்பான்
traping region - கண்ணிப்புலம்
trap rock - கண்ணிப்பாறை
trıum a of pancreas - கணையக்காயம்
trawler மீன்படகு
trawl net - இழுவலை
trench - அகழி
trencher - அகழித்தோண்டி
trial - தேர்வு
trial and error method - தவறி திருத்த முறை
triaxon - மூவச்சு நுண்முள்
trickling filter - சொட்டும் வடிகட்டி
triclinic system - முச்சரிவுத்தொகுதி
trigeminal nerve - முத்தலை நரம்பு
trigger - தொடக்கி
trigonometry - கோண கணிதவியல்
triple point - மும்மைப் புள்ளி
trommel – உருள் சல்லடை
trophoblast - வளர்ச்சி மொட்டு
tropical forest - வெப்பக்காடு
tropical zone - வெப்பப்பகுதி
tropic of cancer - கடக வரை
trough - பள்ளம்
trough fault - தொட்டிப்பெயர்ச்சிப் பிளவு
truss - கோர்வு உத்திரம்
tsumanis - புவியதிர்ச்சி அலைகள்
tuber - கிழங்கு
tuberculous ulcer - காசநோய் புண்
tuft of spine - முள் குஞ்சம்
tug – இழுக்கும் கப்பல், இழுவைக் கப்பல்
tumbled - உருட்டிக் கலத்தல்
tuna – சூரை
tunnel - சுரங்கம்
turbidity current - கலங்கல் நீரோட்டம்
turbine - சுழலி
twined - இரட்டுறல்
twinning plane - இரட்டுறல் தளம்
twin paradox - இரட்டையர் புதிர்
twist - முறுக்கம்
two tailed test - இருவால் பகுதிச் சோதனை
tympanic membrane - செவிப்பறை
typhoon - சூறாவளி
ultrasonagram - அதி ஒலி வரைபடம்
ultra sonography - கேளா ஒலி வரையியல்
ultra violet ray – புற ஊதாக்கதிர்
umbel - குடை மஞ்சரி
umbra – கருநிழல்
unconfirmity - படிவிலா இடைவெளி
uniformitarianism - வேறுபாடின்மை
unimolecular reaction - ஒரு மூலக்கூறு வினை
union of sets - சேர்ப்புக்கணங்கள்
uniramons - ஒற்றைக்கிடையுடைய
unisexual - ஒரு பாலி
unisexual flower – ஒருபால் பூ
unit operation - ஒருமச் செயல்முறை
universal set - அகலக்கணம்
universe - பேரண்டம்
unsaturated - நிறைவுறா, தெவிட்டாத
upper transit - மேல் உச்சிக் கடத்தல்
upwelling - ஆழ்நீர் மேலோட்டம்
urochordata - வால் நாணுள்ளவை
valency - இணைதிறன்
valley - பள்ளத்தாக்கு
valve - கட்டுப்பாட்டிதழ்
variable - மாறி
varnish - மெருகெண்ணெய்
vector - திசையன்
vegetable ivory - தாவரத்தந்தம்
vegetal pole - உணவுத்துருவம்
vegetative propagation - உடலப்பெருக்கம்
velocity - திசைவேகம்
venn diagram - வெண்படம்
ventral crescent - வயிற்றுப்புறப் பிறை
venus plexus - சிரை முடிச்சு
vertical migration - செங்குத்து வலசை
vestigeal organ – எச்ச உறுப்பு
vibrational energy states - அலைவாற்றல் நிலைகள்
vibrator - அதிர்வி
video screen - ஒளித்திரை
virtual image - மாய உருத்தோற்றம்
viscosity - பாகுநிலை
vise - பிடிப்புக்கருவி
vision - பார்வை
vital function - உயிர்ச்செயல்
vitreous lustre - கண்ணாடி மிளிர்வு
viviparous - குட்டிபோடுவன
volatile - ஆவியாகக்கூடிய
volcanic neck - எரிமலை இடுக்குவாய்
volc anising rubber - வாகனச்சக்கர இரப்பர்
volumetric analysis - பருமனறி பகுப்பாய்வு
volcanisation - ரப்பர் கடினப்படுத்தல்
wall snake - சுவர்ப் பாம்பு
warbler - கதிர்க்குருவி
warping - வடிவிழப்பு
wastewood board - கழிவுக்கட்டை அட்டை
water closet - சிறுநீர் கழிப்பாறை, (அ) தாவண அறை
water current - நீர்ச்சுழல்
water fall - நீர்வீழ்ச்சி
water gas - நீர்வளி, நீர் வாயு
water seal - நீர் அடைப்பு
wave motion, wave action - அலை இயக்கம்
wave crest - அலைச்சிகரம்
wave energy - அலை ஆற்றல்

wave erosion - கடலலை அரிப்பு
wave filter - அலை வடிப்பான்
wave front - அலை முகப்பு
wave length - அலை நீலம்
wave normals - அலைக்குத்துகள்
wear - தேய்மானம்
web - விரலிடைச் சவ்வு
web connection - இடையிணைப்பு
weeds - துளைகள்
weighted index numbers - எடையிட்ட குறியீட்டெண்கள்
welding - பற்றவைத்தல்
wet dock - நீர்த்துறை
wettability - ஈரமுறும் இயல்பு
whale - திமிங்கிலம்
wharf - துறைமுகத்தளம் (அ) கப்பல்துறை
whiskers - முகமீசை
whistling - சீட்டியடித்தல்
white dwarf - சிறுவெள்ளை விண்மீன்
white patches - வெண்திட்டுகள்
wind wave - காற்றலை
wire - கம்பி
wool - கம்பளிம்
wood plaster - மரப்பூச்சு
wood-pulp - மரக்கூழ்
word processing - சொல் செயலாக்கம்
work function - செயல்சார் பலன்
worsted - முறுக்கிய கம்பளி நூல்
wrought iron - தேனிரும்பு
yard - முற்றம்
yoke - கவை
yolk - கருவுணவு, மஞ்சள் கரு
zircon - கோமேதகம்
zodiacal constellation - இராசிச் சக்கர விண்மீன்குழு
zone - பகுதி
zoomastigina - விலங்கு கசையிழையுயிரி
zoospore - இயங்குவித்து
zygote - கருமுட்டை

hemamala - akaram