பொறியியலுக்கான நிலப்பொதியியல்

ஆசிரியர்
ம. ச. ஆனந்த், எம்.எஸ்ஸி., ஏ.ஐ.எஸ்.எம்.,
விரிவுரையாளர்,
நிலப்பொதியியல் துறை அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—560

பொறியியலுக்கான நிலப்பொதியியல்

ஆசிரியர்
ம. ச. ஆனந்த், எம்.எஸ்ஸி., ஏ.ஐ.எஸ்.எம்.,
விரிவுரையாளர்,
நிலப்பொதியியல் துறை, அரசினர் பொறியியற் கல்லூரி,
சேலம்.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—January, 1974

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 560

© Tamil Nadu Text Book Society

GEOLOGY FOR ENGINEERING

M. S. Anand

Price Rs. 10-60

Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of Books and Literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Printed by
Metro Printers & Packaging Industry
Madras-29

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன்ருண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்றுவருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்ருன 'பொறியியலுக்கான நிலப்பொதியியல்' என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 560ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க்குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 595 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப்படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை ; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

முன்னுரை

புவி எவ்வாறு உண்டாகியது? அதன் மேலும் உள்ளும் பொதிந்துள்ள பொருள்கள் யாவை? உலகில் வாழும் உயிர்களும் மற்றுமுள்ள பொருள்களும் தொன்றுதொட்டு என்னென்ன மாற்றங்கள் கண்டுள்ளன? இவற்றை எல்லாம் அறியும்பொருட்டு கல் தோன்றி மண் தோன்ருக் காலம் முதல் இந்நாள் வரை பாறைகளிலும் பற்பல நிலக் கூறுகளிலும் பதிவாகியுள்ள சான்றுகளை ஆராய்ந்து பார்ப்பதே நிலப்பொதியியல் (Geology) வல்லுனரின் குறிக்கோள். இத்தகைய அரும் பெரும் சாதனையைத் திறம்படச் செய்யும் பொருட்டுத் தம் முயற்சிகளைப் பல பிரிவுகளாகப் பிரித்துக்கொண்டுள்ளனர். இவற்றுள் முக்கியமாக மூன்று பிரிவுகள் உள்ளதாகக் கருதலாம். முதல் பிரிவு, நிலத்தின் பொருள்களைப்பற்றியது. இதில் கனிம இயலும் பாறை இயலும் (Mineralogy, petrology) அடங்கும். இரண்டாவது பிரிவு, உலகில் நடைபெறும் எல்லா விதமான மாற்றங்களையும் உண்டாக்கும் நிலப் பொதியியல் இயக்கங்களைப் பற்றியது. இதை பௌதிக நிலப்பொதியியல் (Pyhsical geology) எனலாம். இவையனைத்துக்கும் உள்ள தொடர்ச்சியைக் காலத்தின் போக்கில் காணும் நிலப் பொதியியல் வரலாறே (Historical geology) மூன்ருவதாகும்.

இப் புவி பலவிதமான பொருள்களால் ஆனது. காற்று, நீர், பனிக்கட்டி, உயிரினங்கள், தாவர வகைகள், கனிமங்கள், பாறைகள், உலோக தாதுக்கள் ஆகிய பலவும் சேர்ந்தே நிலமென்னும் நல்லாளுக்கு நல்லுருவம் நல்கியுள்ளன. காற்று, மழை, ஆறு, கடல், பனியாறு ஆகியவற்றின் இயக்கத்தாலும், உயிரினங்கள், தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் வாழ்வியக்கங்களினலும், எரிமலையினுல் அறியப்படும் நிலத்தினுள் இயங்கும் அக்கினிப் பிழம்புகளின் ஓட்டத்தாலும் புவியின் மேலும் உள்ளும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டவாறே உள்ளன. பழைய பாறைகளில் இருந்து புதிய பாறைகள் உண்டாகின்றன. புவிப் பொருக்கில் புதிய புதிய அமைப்புகள் (structures) உண்டாகின்றன. நிலமும் கடலும், மலையும் சமவெளியும், வானிலையும், தட்பவெப்ப நிலையும்கூட மாறுபட்டு நிலத்தின் தோற்றங்களை மாற்றிக்கொண்டே இருக்கின்றன. நாம் நிலம், நீர் என இன்று

காண்பதைப் புவியின் நாடகமேடையில் நடைபெறும் ஒரு நாடகத்தின் தற்போதைய காட்சி என்றே கொள்ளவேண்டும்.

பௌதிக நிலப்பொதியியல் நிலத்தின் மேற்பரப்பில் நடைபெறும் மாற்றங்களையும் இவற்றின் விளைவான இயக்கங்களையும் விளக்குகிறது. நிலப்பொதியியலின் இந்தப் பிரிவு இன்றைய நிலக்காட்சிகளைப் பற்றிய புவிப்புற இயல் (Geomorphology) என்னும் பௌதிகப் புவியியல் (Physical geography) சம்பந்தப்பட்ட ஒன்று மட்டுமல்ல. இதன் முக்கிய ஆராய்ச்சி இப் புவியில் பண்டைதொட்டு நடைபெறும் இயக்கங்களையும் அவற்றால் இன்றும் அன்றும் உண்டாக்கப்பட்டு வரும் விளைவுகளையும் பொருத்ததே. இன்றைய நிலக்காட்சிகள் இந்த விளைவுகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகளே.

புவிப்பொருக்கில் கடந்த சுமார் 3000 மில். ஆண்டுகளாகவே தொடர்ந்து மாற்றங்கள் ஏற்பட்டவாறே உள்ளன. நிலப்பொதியியலாளரின் கண்களுக்கு ஒரு பாறை கனிமங்களால் ஆன ஒரு கூட்டுப் பொருளாக மட்டும் காட்சியளிப்பதில்லை. அது இப் புவி தன் சொந்த வரலாற்றை எழுதிவைத்துள்ள ஒரு நூலின் ஓர் ஏடாகவே தோன்றும். அங்கு பதிவாகியுள்ள வரலாறு எந்த 'மொழியில்' எழுதப்பட்டிருப்பினும் அதை அறிந்துகொள்ளவேண்டும் என்ற அவாவையே பெருக்கும். இத்தகைய ஏடுகளைக் கால வரிசைப்படுத்திப் பார்த்துப் புவி வரலாற்றை ஆக்கித் தருவதே நில அடுக்கியல் (Stratigaphy). சில வகைப் பாறைகளில் தொன்மையில் வாழ்ந்த தாவரங்கள் உயிரினங்கள் ஆகியவற்றின் சான்றுகள் பொதிந்திருப்பதை எல்லோரும் அறிவர். இச் சான்றுகள் கல்லாக மாறிய சிப்பிகளாகவோ எலும்புக் கூடுகளாகவோ இலைப் பதிவுகளாகவோ பாதுகாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றைப் புதைபடிவங்கள் (Fossils) என்பர். தொல்லுயிரியல் (Palaeontology) என்பதே இதுபற்றிய படிப்பாகும். ஆகவே, வரலாற்று நிலப்பொதியியல் என்பது பௌதிக இயக்கங்களால் உண்டாகும் மாறுபாடுகளைப்பற்றியதாக மட்டுமல்லாது காலாகாலமாக உலகில் நடைபெறும் உயிர் வாழ்க்கையின் வரலாற்றுத் தொடர்ச்சியின் படிப்பாகவும் இருப்பதைக் காணலாம்.

மேலும், நிலப்பொதியியல் மனித வாழ்க்கைக்குத் தேவையான எல்லாப் பொருள்களின் ஆக்கத்தொழிற் துறைகளிலும் செய்முறையில் பயன்படுகிறது. ஆயிரக்கணக்கான நிலப்பொதியியலாளர் (Geologists) கனிமங்களைக் கண்டெடுக்கும்

ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டுள்ளனர். உலோகத் தாதுப்பொருள் களுக்காகவும், மண் ணெய்க்காகவும் (Petroleum), நிலக்கரிக் காகவும் இப் புவியின் மூலைமுடுக்குகளையும் மலையென்றும் மடுவென்றும் கடலடி என்றும் பாராது துருவி ஆய்கின்றனர். குடிநீர் வசதிகளையும் தொழிற்றுறைகளுக்கான நீர் வசதி களையும் செய்யும் பணியிலும் நிலப் பொதியியலாளர் ஈடுபட் டுள்ளனர். சுரங்கம், கால்வாய், துறைமுகம், நீர்த்தேக்கம் ஆகியவற்றைக் கட்டும் ஆக்கப் பணிகளை மேற்கொள்ளும் பொறியியலாளர் அவற்றை எங்கு, எப் பொருள்கொண்டு அமைப்பது என்பதைத் தீர்மானிக்க நிலப் பொதியியலாளரின் உதவியை நாடுவர்.

நிலப் பொதியியல் துறையை திறந்தவெளிக் கல்வி என்றே சொல்லவேண்டும். பாறைகளையும், களிமண்களையும், புதை படிவங்களையும் கொண்டு ஆய்வுக் கூடங்களில் ஆராய்ச்சி நடத்துவதுடன் நில்லாமல் இப் புவியின் விந்தையான போக்கை அறிந்துகொள்ள வேண்டுமானல் மலையுச்சிகளையும், பணியாறுகளையும், பவளத் தீவுகளையும், நீர்வீழ்ச்சிகளையும், இயற்கைக் குறைகளையும், எரிமலைகளையும் இன்னும் பற்பல வற்றையும் நேரில் காணவேண்டும்; கண்டு வியக்கவேண்டும்; வியந்து உணரவேண்டும். இயற்கையின் எல்லா நிலைகளிலும் அதனுடன் ஒன்றித்திளைத்து நிற்கும் நிலப் பொதியியலாளரின் உடல் நலமாகவும் மனம் தூயதாகவும் அறிவுக் கூர்மையான தாகவும் இருக்க வாய்ப்பு உண்டு.

பொறியியலாளர் சிறிதளவேனும் நிலப் பொதியியலில் பயிற்சிபெற வேண்டுமென்பது வெளிப்படை. இந்நூல் பொறி யியல் கல்லூரிகளில் பொதுப் பொறியியல் (Civil Engineering) பயிலும் மாணவர்களின் B.E. பட்டப் படிப்புத் தேவைக்கு ஏற்ப அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந் நூலில் அடிப்படைக் கருத்துகளுக்கே முக்கியத்துவம் தரப்பட்டுள்ளது. தற்போது பொறியியல் பாடங்கள் ஆங்கில மொழியில் பயிற்றப்பட் டாலும் கல்லூரி வகுப்பறையில் நடைபெறும் ஆங்கில விரி வுரைகளைப் புரிந்துகொள்ளு மளவுக்குப் பெரும்பாலான மாணவர்களின் ஆங்கில மொழி அறிவு இருப்பதில்லை. ஆகவே, தமிழைத் தாய்மொழியாகக் கொண்டுள்ள மாணவர்கள் இந் நூலின் வாயிலாகத் தம் நிலப்பொதியியல் அறிவை வளர்த்துக் கொள்ளமுடியும்.

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
1.	கனிம இயல்	...	1
	படிக இயல்	...	5
	கனிமங்களின் வடிவங்கள்	...	26
	பௌதிகக் கனிம இயல்	...	29
	கனிமங்களின் ஒளியியல் குணங்கள்	...	35
	பாறை-ஆக்கு கனிமங்களின் இயலமைப்பு	...	42
	கனிமங்களின் சொல் விளக்கம்	...	46
2.	பாறை இயல்	...	90
	தணற் பாறைகள்	...	91
	படிவுப் பாறைகள்	...	108
	மாற்றியல் பாறைகள்	...	120
	சில முக்கிய பாறைகளின் பௌதிக குணங்கள்	...	130
3.	பௌதிக நிலப் பொதியியல்	...	134
	சூரிய மண்டலத்தின் பிறப்பு	...	134
	உலகின் வயது	...	143
	பாறைகளின் உகலியக்கம்	...	150
	காற்றின் வேலை	...	161
	ஆறுகளின் வேலை	...	171
	பனியாற்றின் வேலை	...	187
	கடலின் வேலை	...	198
	நில அதிர்ச்சி	...	211
	எரிமலையியக்கம்	...	217
	உலகின் உட்புறம்	...	225
	மலைகள்	...	232
4.	நிலப்பொதி அமைப்பியல்	...	238
	மடிப்புகள்	...	247
	பிளவுப் பெயர்ச்சிகள்	...	255

பக்கம்

	உடன்படாப் படிவு அமைப்புகள்	...	265
	நிலப் பொதியியல் தலப் படங்கள்	...	267
5.	நில அடுக்கியல்	...	280
	நிலப் பொதியியல் காலநிரல்	...	288
	இந்திய நிலத்தின் முப்பிரிவுகள்	...	292
	ஆர்க்கேயன் பாறைகள்	...	295
	கடப்பை தொகுதி	...	300
	விந்தியன் தொகுதி	...	303
	கீழ் கோண்டுவானு தொகுதி	...	306
	கிரிடேஷியஸ் தொகுதி	...	311
	தக்கண 'டிராப்' பாறை	...	314
	டெர்ஷியரி ஊழித் தொகுதிகள்	...	316
	டெர்ஷியரி மண்ணெய் தழைவுகள்	...	320
	இந்தியக் கட்டடக் கற்கள்	...	321
6.	பொறியியல் வய நிலப் பொதியியல்	...	327
	கட்டடக் கற்கள்	...	327
	நீரின் நிலப் பொதியியல்	...	335
	நிலம் சரிதலும் சார்பான இயல் நிகழ்ச்சிகளும்	...	357
	நெய்தல் நிலக் கரை காப்பு	...	370
	குடைவுகள்	...	382
	நீர்த்தேக்கமும் அணைக்கட்டும்	...	396
	நிலை பனித்தரையில் கடைக்கால்கள்	...	410
	நுருவு நுளைகள்	...	413
	கற்சுரங்கங்களும், வெடி மருந்தும்	...	417
	பூ பௌதிக ஆய்வு முறைகள்	...	425
	மேற்கோள் நூற்பட்டியல்		440
	கலைச்சொற்கள்		442

1. கனிம இயல்

கனிமம் என்பது இயற்கையில் உண்டாகியுள்ள ஒருபடித்தான (Homogeneous) உயிர்ச்சத்துச் சார்பற்ற (கனிம-inorganic) ஒரு கடினப் பண்டம்; இதற்குத் தனிப்பட்ட பௌதிகக் குணங்களும், பெரும்பாலும் சீரான அணுக்கட்டுக் (Molecular) கோப்புடைய உள்ளமைப்பும் உள்ளன. இயற்கையில் இந்த விதிக்கு விலக்காக நிலக்கரி, மண்ணெண்ணெய் போன்ற கரிமவயமான (Organic) கனிமங்களும் உள்ளன. மற்றும் நீர், பாதரசம், மண்ணெண்ணெய் போன்ற திரவவயக் கனிமங்களும் உள்ளன. கனிமஇயல் 'இயற்கை வேதியியப் பண்டங்கள்' என்று சொல்லக் கூடிய கனிமங்களையும் படிகங்களையும் பற்றிய படிப்பாகும்.

கனிமங்கள் பலவிதங்களில் உண்டாகின்றன:

1. உருகிப் படிகமாதல் (Fusion)

பாறைக் குழம்பு குளிர்ந்து உறைந்து கட்டியாவதால் தணற் பாறைகளும் எரிமலைப் பாறைகளும் உண்டாகின்றன. கனிமப் படிகங்கள் உருகிய பாறைக் குழம்பிலிருந்து தனித் தனியே ஒன்றன்பின் ஒன்று படிகின்றன (Crystal settling).

2. கரைசல்களில் இருந்து படிதல் (Solution)

நிலத்தின் மேலே குளிர்ச்சியான கரைசல்களில் இருந்தும் நிலத்தின் உள்ளே ஆழப்பகுதிகளில் வெம்மையான கரைசல்களில் இருந்தும் கனிமங்கள் உண்டாகின்றன. உவர் நீர்கள் ஆவியாவதால் உப்புக் கனிமங்கள் படிகின்றன. நிலத்தின் உள் ஊறும் நீரில் இருந்து கனிமப் படிகங்கள் வீழ்படிகின்றன.

3. ஆவியாகிப் பதங்கமாதல் (Vapourisation)

எரிமலைகள் ஆவிகளைக் கக்கும்போது பாதரசம் கந்தகம் போன்ற கனிமங்கள் பதங்கமாகி எரிவாயின் அருகே படிகின்றன.

கனிமங்கள் மூன்று முறைகளில் உண்டாவதாகவும் சொல்லலாம் :

(i) தணவியல் முறை (Magmatic)

மூலப் பாறைக் குழம்பு புவியினுள் இருக்கையில் அதை 'மேக்மா' (Magma) என்பர்; வெளியே எரிமலைகளின் வாயிலாகப் பாறைக் குழம்புபோல் வழியும்போது 'லாவா' (Lava) என்பர். பாறைக்குழம்பு குளிர்ந்து கெட்டியாவதால் பாறை வழிவுகள் (Flows), குறுக்கு நுழை பாறைகள் (Dykes), இணை நுழை பாறைகள் (Sills), போழ்வுப் பொதிகள் (Fissure fillings), கனிமத் தாரைகள் (Veins) ஆகிய கனிமப் பொதிகள் அல்லது பாறைகள் உண்டாகின்றன. பாறைக் குழம்பில் முக்கியமாகத் தீயகம் (Oxygen), சிலிகா (Silica) ஆகியவை உள்ளன. இதில் மேலும் அலுமினியம், இரும்பு, கால்சியம், மெக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம், நீரகம் (Hydrogen) மற்ற எல்லாத் தனிமங்களும் இம்மி அளவுகளில் (In traces) உள்ளன. பாறைக் குழம்பில் வாயுக்களும், எளிதில் ஆவியாகும் (Volatiles) பல தனிமங்களும் செறிந்துள்ளன. இப் பாறைக் குழம்பு நிலத்தினுள் மிகுந்த அழுத்தத்தால் சமநிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. நில அரிப்பு மலைகளின் ஆக்கம் ஆகிய காரணங்களால் இந் நிலை குலைவதுண்டு. பாறைக் குழம்பு வெடிப்புகள், முறிவுத் தளங்கள், உட்புழைகள் ஆகிய அழுத்தம் குறைவான வழிகளில் புகுந்து மேலே வர முயல கிறது; இவ்வாறு குளிர்ந்த பாறைகளினிடையே நுழைந்து வரும் போது உறைகிறது. மிகுந்த ஆழங்களில் குளிர்ச்சி அடையும் முன்னரே கனமான சில கனிமங்கள் படிகமாகிக் கீழே படிந்து விடுகின்றன. இவ்வாறு படிந்துள்ள படிகங்கள் ஒரே இடத்தில் இருக்க அதன்மேல் உள்ள பாறைக் குழம்பு பிழியப்பட்டு (Filter pressing) வேறு இடம் சென்றுவிடக் கூடும்.

பாதாளப் பகுதிகளில் முறையே இரும்பு ஆக்சைடுகள், இரும்பும் மெக்னீசியாவும் மிகுந்துள்ள மிகுகாரப் பாறைகள் (Ultra basic rocks), காரம் (Basic) பாறைகள், அமிலப் (Acidic) பாறைகள், கிரேனைட்டுகள் ஆகியவை ஒன்றன்பின் ஒன்றாக உண்டாகின்றன. எளிதில் ஆவியாகும் தனிமங்கள் தப்பியோடி ஆங்காங்கு முன்னைய பாறைப் பொருள்களுடன் வேதியியல் இயக்கங்களில் ஈடுபடுகின்றன. பின்தங்கியுள்ள பாறைக் குழம்பில் சிலிகா, சோடியம், பொட்டாசியம், அலுமினியம் அரிது உலோகங்கள் (Rare metals) முதலிய தனிமங்கள் செறிவடை கின்றன. இப் பாறைக் குழம்பு வெடிப்புகளிலும் பிளவு

களிலும் நுழைந்து பெக்மடைட் தரைகளாகப் படிகின்றன. குளிர்ந்து வரும் பாறைக் குழம்பிலிருந்து எழும் நீராவி, தங்கம், செம்பு, ஈயம், துத்தநாகம், ஸ்டிப்னைட், பாதரசம் ஆகிய பல உலோகங்கள் கொண்ட கரைசல்களாக மாறுகிறது. இதுவே நீர் - வெப்ப இயக்கக் கரைசலாகிறது (Hydrothermal solution). இவையனைத்துமே மிகவும் மெதுவாக நடைபெறக்கூடிய நிகழ்ச்சிகள். பாறைக் குழம்பின் ஓடும் தன்மையும் அதிலிருந்து கனிமங்கள் படிகமாகும் வெப்பமும் நீராவி, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, புளோரின், போரிக் அமிலம், கந்தகம், குளோரின் போன்ற கனிம ஊட்டிகளைப் (Mineralisers) பொறுத்துள்ளது.

கனிமங்கள் பாறைக் குழம்பில் இருந்து கீழ்க்காணும் வரிசையில் படிகமாகின்றன. முதலில் காரக் (Basic) கனிமங்கள். பிறகு அமிலக் (Acidic) கனிமங்கள், கடைசியாகச் சிலிகா. இது பின் தங்கிய பொருளாகும். அதாவது முதலில் மேக்னடைட் போன்ற இரும்பு ஆக்ஸைடுகள்; பிறகு பைராக்சீன் போன்ற அய-மெக்னீசியக் கனிமங்கள்; பிறகு பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்கள்; பிறகு ஆர்த்தோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்கள்; கடைசியாகக் குவார்ட்ஸ்.

பாறைக் குழம்பு உள்ள பாதாள அறையிலிருந்து நிலத்தின் வெளிப்புறம் வரையுள்ள இடங்களில் கனிம ஊட்டம் (Mineralisation) கீழ்க்காணும் வரிசையில் நடக்கிறது.

மிகுந்த ஆழத்திலுள்ள பாறைக் குழம்பு அறையுள் (Magma chamber):

மேக்னடைட், குரோமைட், ஆலிவீன், பெல்ஸ்பார், மைகா, அரிது உலோகத் தாதுக்கள் கொண்ட தாரைகள் (Veins).

பாறைக்குழம்பு அறைக்கு அப்பால் சிறிது தூரத்தில்:

வெள்ளீயம் (Tin), டேன்டலம், நியோபியம், டூர்மலின், பெரில், டோபஸ், தங்கம் பொதிந்த குவார்ட்ஸ் தாரைகள்.

நிலமேற்பரப்புக்கு அருகே :

வாயுக்களில் இருந்தும் வெப்பநீர்க் கரைசல்களில் இருந்தும் உண்டாகும் டங்ஸ்டன், மாலிப்டினம், செம்பு, துத்தநாகம், ஈயம், வெள்ளி ஆகியவற்றின் கனிமங்கள்.

பாறைக்குழம்பு அறைக்கு மிகவும் தொலைவில்:

பாறைக்குழம்பு நீர்களில் இருந்து வீழ்படிவாகவும் எரிமலை வாயுக்களில் இருந்து பதங்கமாகிப் படிந்தவையாகவும் உள்ள அன்டிமனி, ஆர்சினிக், சின்னபார்.

(ii) படிவு ஆக்க முறை (Sedimentary)

மேற்பரப்புகளில் குளிர்ந்தும் நிலத்தினுள் வெப்பமாகவும் உள்ள கனிமங்கள் அடர்ந்த கரைசல்களில் இருந்து வீழ்படிவாக உண்டாகின்றன. வெப்பநீர் குளிர்ந்ததும் அதிகப்படியாகக் கரைந்து அடர்ந்துள்ள கனிமம் படிகமாகி வீழ்படிந்து விடும்.

மற்றும் பாறைகள் சிதைந்தபின் விடுபட்ட கனிமங்கள் ஆற்றுநீர், கடல்நீர் ஆகியவற்றின் கொழிப்பால் ஆங்காங்கு அடர்ந்து படிகின்றன. இவை பிறந்த இடம் ஒன்று, சென்று அடைந்து அடர்ந்துள்ள இடம் வேறு.

கடல்நீர் ஆவியாவதால் உப்புகள் கீழ்க்காணும் வரிசையில் வீழ்படிகின்றன: முதலில் கேல்சியம், மெக்னீசியம் ஆகியவற்றின் கார்பொனேட்டுகள். பிறகு முறையே கேல்சியம் சல்பேட்டு, சோடியம் குளோரைடு, மெக்னீசியம் குளோரைடு, மெக்னீசியம் சல்பேட்டு, கடைசியில் பொடாசியம்குளோரைடு.

கடல் நீரில் உள்ள உப்புகள்: சோடியம் குளோரைடு ($NaCl$) 78%; மெக்னீசியம் குளோரைடு ($MgCl_2$) 9%; மெக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4$) 6%; கேல்சியம் சல்பேட் ($CaSO_4$) 4%; பொட்டாசியம் குளோரைடு (KCl) 2%.

(iii) மாற்றியல் முறை (Metamorphic)

வெப்பம், அழுத்தம் ஆகியவை மாறுபடும்போது பாறைகளும் கனிமங்களும் மாற்றம் காண்கின்றன. புதிய கனிமங்களும் புதிய பாறைகளும் உண்டாகின்றன.

கனிம இயலின் நோக்கெல்லை (Scope)

கனிம இயல் கீழ்க்காணுமாறு பகுக்கப்பட்டுள்ளது:

(1) உருவ வயமானது (Morphological): படிக இயல் படிகங்கள், படிகக்கொவ்வைகள், படிகமல்லாத கனிமங்களின் ஒப்புமை உருவங்கள் ஆகியவற்றைப்பற்றிய ஆய்வு.

(2) பௌதிக வயமானது (Physical): நிறம், தூள் நிறம் ஒளியியல் பண்புகள், மிளிர்வு (Lustre), பிளவு (Cleavage), முறிவு (Fracture), கடினத்தன்மை (Hardness), அடர்வு எண் (Specific gravity), விகுவைத் தன்மை (Tenacity), வெட்டுபடு

தன்மை (Sectility), கம்பியாந் தன்மை (Malleability), மீண்மை (Elasticity) ஆகியவைபற்றிய ஆய்வு.

(3) வேதியியல் வயமானது (Chemical) : கனிமங்களின் வேதியியல் தன்மை பற்றிய ஆய்வு. இதன் அடிப்படையில் கனிமங்களைப் பல வகுப்புகளாகப் பாகுபடுத்திக் காட்டும் பட்டியலைக் காண்க. பொதுவாக, பொறியியல் கல்விக்கு வேதியியல் கூறுகள் அவ்வளவாகத் தேவையில்லை என்பதால் இந் நூலில் இப் பகுதி அதிகமாக விவரிக்கப்படவில்லை.

(4) கனிமத் தழைவு உண்டாகும் விதம், உடன்சேர்க்கை (Occurrence and Association) : காலத்திலும் இடத்திலும் கனிமங்கள் பரவிக் காணப்படும் விதம்.

(5) தொழில்துறைப் பயன்கள்

படிக இயல்

பெரும்பாலான கனிமங்கள் படிகவயமாக இருப்பதால் படிகங்களைப்பற்றிய பௌதிகக் குணங்கள் நமக்குத் தெரிந்திருக்க வேண்டும்.

வரையுறை : வேதியியல் கலவையொன்று தக்க சூழ்நிலைகளில் தனது உள்–அணுச்சக்திகளின் இயக்கப்படி வாயு அல்லது திரவநிலையில் இருந்து திண்ம (திட) நிலையை அடையும்போது ஏற்படும் வழவழப்பான, தட்டையான, பல பக்கங்களைக் கொண்ட நேர்த்தியான உருவத்தையே படிகம் (Crystal) எனலாம்.

ஒரு படிகத்துக்கு அதன் வெளிஉருவம் மட்டுமல்லாது அதன் உள்-அணு-அமைப்பும் உற்ற குணமாகும். ஒரு படிகம் அல்லது படிகத்துகளில் எல்லா ஒத்ததிசைகளும் மீண்மை (Elasticity), முறிவு, பிளவு, பிணைவு (Cohesion), ஒளி ஊடுருவு தன்மை ஆகிய எல்லா பௌதிகக் குணங்களிலும் ஒத்திருக்கும். பொய்யுருக்களில் (Pseudomorphs) உள்ளமைப்பும் வெளி உருவமும் உறவு உடையவை அல்ல.

படிகவயப் பொருள்கள் பலதரப்பட்டவை :

திண்ணியவை (Massive) : குறிப்பிட்ட வெளிஉருவம் இல்லை ; உள்ளமைப்பு மட்டும் உண்டு.

படிகவயமானவை (Crystalline) : குறிப்பிட்ட அணுக்கட்டு அமைப்பும் வெளி உருவமும் உண்டு. ஆனால், வெளித்தோற்றம் நேர்த்தியாக உருவாகவில்லை.

படிகவயக் கோவ்வைகள் (Crystalline aggregates) பௌதிகக் குணங்கள் ஒரு சீரான திசையில் தொடர்ந்து இருப்பதில்லை. பல படிகங்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் ஒன்று சேர்ந்தவாறு வளர்ந்துள்ளன.

தொடக்கப்படிக வயமானவை (Crypto – crystalline) : படிக வளர்ச்சி தொடக்க நிலையில் உள்ளது. நுண்நோக்கியைக் (Microscope) கொண்டுதான் படிகங்களைப் பார்க்கமுடியும். எ. கா: குவார்ட்சின் வகைகளான தீத்தட்டிக்கல் (Flint), கொப்பரைப் பளிங்கு (Chalcedony).

படிக அல்லது அபடிகவயமானவை (Amorphous) : நுண் நோக்கியிலும் உள்ளமைப்பு எதையும் கொண்டதாகத் தெரியாதவை. எ. கா: உபலம் (Opal), கண்ணாடி (Glass).

வெளி உருவம் : ஒரு படிகம் வழவழப்பான, தட்டையான பல முகங்களைக் (Face) கொண்டது. இம் முகங்கள் குறிப்பிட்ட கணித நியதிகளில் ஒன்றுக்கொன்று உறவுகொண்டு சால்பான (Characteristic) சமச்சீர்மையுடன் (Symmetry) வளர்ந்துள்ளன.

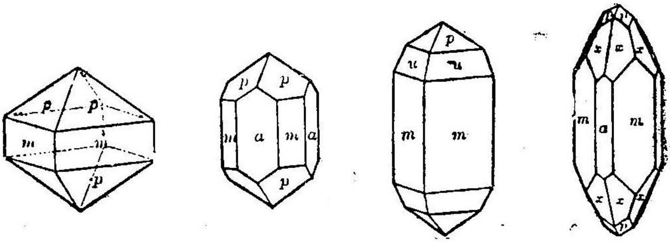
I. மாறு முகத்திடைக் கோண விதி (Law of Constancy of inter-facial angles)

எந்த ஒரு கனிம இனத்தை (Species) எடுத்துக்கொண்டாலும் அது எங்கு உண்டானதாக இருப்பினும் அதன் ஒத்த முகங்களுக்கு இடையே உள்ள சாய்மானக் கோணங்கள் பெரிதும் மாறுமலே இருக்கின்றன. கிடைக்கும் இடம், அளவு ஆகியவை இவற்றைப் பாதிப்பதில்லை

உருவம் அல்லது வடிவத்தில் மாறுபாடுகள் (Diversity of form or habit)

ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த கனிமமாயினும் அதன் படிக வடிவங்கள் (Forms) பல விதமாக இருப்பதைக் காணலாம். இத்தனை முகங்கள்தாம் இருக்கவேண்டும் என்று அறுதி ஏதும் இல்லை. படிகங்கள் உண்டாகும் போதுள்ள சூழ்நிலைகளின் வேறுபாடே இவ்வாறு மாறுபாடுகளை உண்டாக்குகின்றன. படிகம் உண்டாகும் கரைசலில் ஏதேனும் வேற்றுப் பொருள் இருந்தாலும் படிகத்தின் வடிவம் மாறுபடக்கூடும். எடுத்துக் காட்டாக ஜிர்கான் (Zircon) முதல் வகைப் (I order) பட்டகத்தையும் (Prism) பட்டைக் கூம்பையும் (Pyramid) உடையதாகவோ, முதல் வகை இரண்டாம் வகைப் பட்டகங்களையும் முதல்வகைப் பட்டைக் கூம்பையும் பெற்றதாகவோ,

முதல்வகைப் பட்டகத்தையும் இரண்டு வித முதல் வகைப் பட்டைக் கூம்புகளையும் கொண்டதாகவோ, முதல்வகை இரண்டாம் வகைப் பட்டகங்களையும் முதல்வகைப் பட்டைக் கூம்பையும் இரட்டை நீள்சதுர (Ditetragonal) பட்டைக் கூம்பையும் வாய்த்ததாகவோ இருப்பதைக் காணலாம்.



படம் 1

அளவில் மாறுபாடுகள் (Diversity of size)

படிகங்கள், நுண்ணோக்கி கொண்டு பார்த்தால்தான் தெரியுமளவுக்குச் சிறியவையாகவோ மிகப் பெரியவையாகவோ இருக்கின்றன. ஒரு பெரில்(beryl) படிகம் 18 டன் எடையையும் 5·5 மீட்டர் (18 அடி) நீளத்தையும் 1·2 மீட்டர் (4 அடி) விட்டத்தையும் பெற்றிருந்ததாம்.

சமச்சீர்மை (Symmetry)

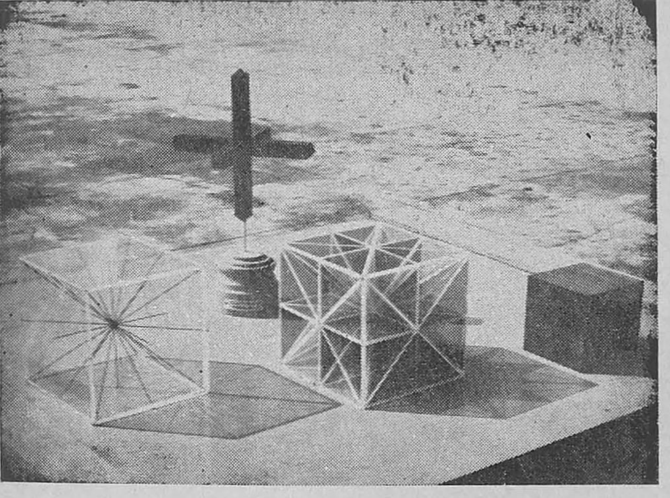
ஒரு படிகத்தின் சமச்சீர்மை அதனுள் இருப்பதாகக் கற்பனை செய்யக்கூடிய சமச்சீர்மைத் தளங்கள் (Planes), சமச்சீர்மை அச்சுகள் (Axes) அல்லது கோடுகள் (lines), புள்ளி அல்லது மையம் (Centre) ஆகியவை சம்பந்தப்பட்டதாக இருக்கும்.

ஒரு படிகத்தை ஒரு பாதி மற்றப் பாதியின் நேர் எதிர்ப் பிம்பமாக (முகம் பார்க்கும் கண்ணாடியில் காண்பது போல்) இருக்குமாறு இரண்டாக வெட்டக்கூடிய தளத்தைச் சமச்சீர் தளம் (Plane of symmetry) என்பர்.

ஒரு படிகத்தை எந்த ஓர் அச்சில் ஒரு முறை ஒரு முழுச் சுற்று (360°) சுழற்றினால் ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட முறைகள் ஒரே மாதிரியான நிலையில் வந்து நிற்கிறதோ அந்த அச்சைச் சமச்சீர் அச்சு (Axis of symmetry) என்பர். இவ்வாறு, 180°-க்கு

ஒரு முறை ஒரே நிலையை அடையும்போது, இருமடங்குச் சமச்சீர்மை (2-fold) உடைய அச்சு என்றும்—120°-க்கு ஒரு முறை ஒரே நிலையை மேற்கொள்ளும்போது மும்மடங்குச் சமச்சீர் அச்சு என்றும், 90°-க்கு ஒருமுறை அதேநிலைக்கு வரும் போது நான்மடங்குச் சமச்சீர் அச்சு என்றும், 60°-க்கு ஒருமுறை முன்னைய நிலையை அடையுமாயின் அறுமடங்குச் சமச்சீர் அச்சு என்றும் குறிப்பிடுவர்.

ஒரு படிகத்தில் இருக்கக்கூடிய சமச்சீர் தளங்கள், சமச்சீர் அச்சுகள், சமச்சீர் மையம் ஆகியவற்றைச் சமச்சீர்மைக் கூறுகள் (Elements of symmetry) என்பர்.



படம் 2.

II. மாறுச் சமச்சீர்மை விதி (Law of constancy of symmetry)

ஒரு கனிமத்தின் ஒரு படிகத்திலுள்ள சமச்சீர்மைக் கூறுகளையே அதன் மற்ற எல்லாப் படிகங்களிலும் காண்கிறோம். ஒன்றைப் போலவே உள்ள சமச்சீர்மைக் கூறுகளை உடைய எல்லாப் படிகங்களும் ஒரே படிக வகுப்பைச் (crystal class) சேர்ந்தவை. சமச்சீர்மைக் கூறுகளுக்கு ஏற்பப் படிகங்களை 32 வகுப்புகளாகப் பிரித்துள்ளனர்.

படிக இயல்வய அச்சுகள் (Crystallographic axis)

படிகத்தின் மையத்தினூடே செல்லக் கூடிய குறிப்பிட்ட மூன்று அல்லது நான்கு கற்பனைக் கோடுகளுக்குப் படிக

இயல்வய அச்சுகள் என்று பெயர். இவை வெவ்வேறு தளங்களில் அமைந்துள்ளன. இவை வழக்கமாகச் சமச்சீர்மை அச்சுகளாகவே இருக்கின்றன; சமச்சீர்மை தளங்களுக்குச் செங்குத்தாகவே அமைந்திருக்கின்றன; முக்கியப் படிக விளிம்பு களுக்கு இணையாக இருக்கின்றன. திண்மஉருக் கணிதத்தில் (Solid geometry) வெளியில் உள்ள ஒரு தளத்தின் நிலைமையை குறிப்பிட்ட மூன்று கோடுகள் அல்லது அச்சுகளை அந்தத் தளம் குறுக்கிட்டு வெட்டக் கூடிய இடங்களைக் குறிப்பதன் மூலம் விளக்கலாம். படிக இயல்வய அச்சுகளும் இத்தகைய குறியீட்டுக் கோடுகளே. இவை தொடக்க மையத்தில் (Origin) ஒன்றையொன்று குறிக்கிடுகின்றன.

படிகத் தொகுதிகள் (Crystal systems)

அச்சுக் கோப்பு ஒன்றைக் கொண்டே விளக்கக்கூடிய படிகங்கள் அனைத்தும் ஒரே படிகத் தொகுதியையே சேர்ந்த தாகக் கொள்ள வேண்டும். மொத்தம் ஆறு படிகத் தொகுதிகள் உள்ளன.

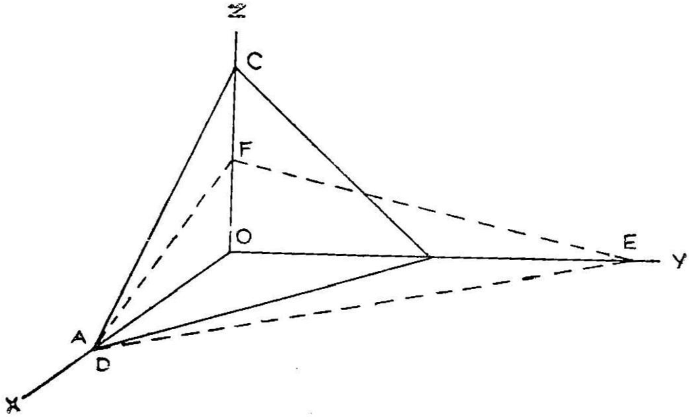
படிக இயல் குறியீடுகள் (Crystallographic notation)

படிக அச்சுகளைக் குறுக்கிடும் வெட்டிடங்களைப் பொறுத்துப் படிகத்தின் முகம் ஒன்றை விளக்கலாம். இந்த வெட்டிடத் தூரங்களின் (Intercepts) விகிதங்களையே அந்த முகத்தின் அளவெண்கள் என்பர்.

'வைஸ்' அளவெண்கள் (Weiss' Parameters)

மூல அலகு அச்சு நீளங்களின் மடங்குகளாகக் (Unit axial lengths) குறிப்பிடப்படுவதே வைஸ் அளவெண்களாகும். ஒரு கனிமத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். அதன் படிகத்தில் எல்லாப் படிக அச்சுகளையும் முடிவான (Finite) தூரங்களில் குறுக்கிட்டு வெட்டும் முகக் குடும்பம் ஒன்று (A group of face) அதிகமாகக் காணப்படக்கூடும். இதையே மூல அலகு வடிவம் (Unit form) எனக்கொண்டு இதன் ஒருமுகம் எல்லாப் படிக அச்சுகளிலும் ஏற்படுத்தும் வெட்டுத் தூரங்களையே அக் கனிமத்தின் மூல அலகு அச்சு நீளங்களாகக் (a, b, c) கொள்வர் (Unit axial length). மூல அலகு வடிவமல்லாத படிக முகங்களின் வெட்டுத் தூரங்களை மூல அலகு அச்சு நீளங்களின் மடங்குகளாக அளந்து அக் கனிமத்தின் வைஸ் அளவெண்களைக் குறிப் பிடுவர்.

மில்லர் சுட்டெண்கள் (Miller's Indices) : மூல அலகு அச்சு நீளங்களைக் கொண்டு அளந்த குறுக்கு வெட்டுத் தூரங்களைத் தலைகீழ்ப் பின்னமாக்கி (Reciprocal) அதன் பின்ன உருவைப் (Fraction) போக்கி முழு எண் விகிதமாக்கி மில்லர் சுட்டெண்களைக் குறிப்பிடுவர். வைஸ் அளவெண்கள் *a*: 2 *b*: 2 *c* என்றால் இதுவே மில்லர் சுட்டெண்களில் 211 என மாறும். மூன்று படிக அச்சுகளையும் வெட்டும் ஒரு முகத்தின் பொதுக் குறியை (தகைசால் குறி-Type symbol) மில்லர் முறைப்படி *hkl* எனக் கொள்வர்.



வைஸ்		மில்லர்
ABC	*a*, *b* , *c*	111
DEF	*a*. 2*b*, $\frac{1}{2}c$	214

படம் 3

III. முழுமைச் சுட்டெண் விதி (Law of Rational Indices)

ஒரு படிகமுகம் படிக அச்சுகளில் ஏற்படுத்தும் வெட்டுத் தூரங்களை (Intercepts) மூல அலகு வடிவம் ஏற்படுத்தும் வெட்டுத் தூரங்களின் எண்ணற்ற சிறு சிறு மடங்குகளாகவோ முடிவில்லாததாகவோ கொள்கிறோம். ஆகவே, வைஸ் அளவெண்கள் சாதாரண எண்கள் அல்லது பின்னங்கள் அல்லது முடிவின்மையாக (Infinity) இருக்கின்றன. மில்லர் சுட்டெண்கள் சாதாரண எண்கள் அல்லது சுன்னமாக (Zero) இருக்கின்றன.

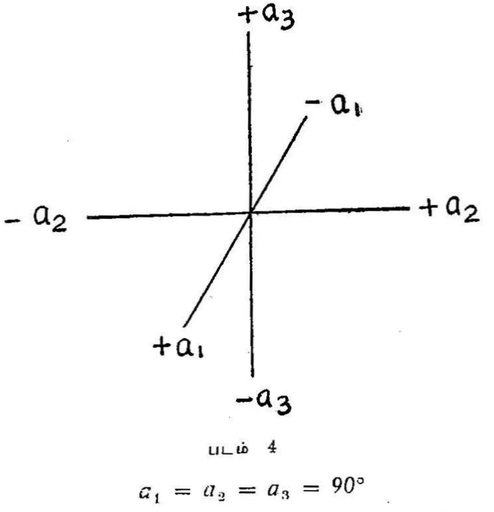
படிக வடிவங்கள் (Forms of Crystals) : ஒரு படிகத்தின் சமச்சீர்மை வாய்ப்புக்குத் தேவையான ஒத்த முகங்களால் ஆன

படிகமுகக் குழுவையே படிக வடிவம் என்பர். ஒரு படிக வடிவத்தில் எல்லா முகங்களும் ஒத்த சுட்டெண்களை உடையவை. இவற்றுள் ஒரு முகத்தின் சுட்டெண்களை அடைப்புகளுள் (Brackets) எழுதி அப் படிக வடிவத்தின் பொதுக் குறியீடாகக் (General symbol) கொள்வோம்.

ஒரு படிகத் தொகுதியில் எல்லாவற்றுக்கும் அதிகமான சமச்சீர்மைக் கூறுகளைக் கொண்ட வடிவத்தை முழுமை வடிவம் (Holo-hedral form) என்பர். முழுமை உருவங்களில் படிகவய அச்சுகளுக்குச் சம்பந்தப்பட்ட மூத்தநிலைகள் எல்லாவற்றிலும் இருக்கக்கூடிய அத்தனை உருவங்களும் காணப்படும்.

இனி ஆறு படிக இயல் தொகுதிகளிலும் இருக்கக்கூடிய அத்தனை சமச்சீர்மைக் கூறுகளையும் கொண்ட நேர்யல் வகுப்புகளையும் (Normal classes) அவற்றில் உள்ள முழுமை வடிவங்களையும் விளக்குவோம். குறைந்த சமச்சீர்மை கொண்டமற்ற வகுப்புகளைக் கனிம இயல் நூல்களில் காண்க.

கனசதுரத் தொகுதி அல்லது சமஅச்சுத் தொகுதி (Cubic or Isometric System)



படம் 4

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 90^\circ$$

அச்சுகள் நேர் குறுக்கானவை; ஒரே நீளம் கொண்டவை.

நேரியல் வகுப்பின் (Normal class) சமச்சீர்மைக் கூறுகள்:
தகைசால் கனிமம் : கலீனு

தளங்கள்	9 — 3	அச்சுவயப்பட்டவை
	6	மூலைவிட்ட வயப்பட்டவை (Diagonal)
அச்சுகள்	13 — 3	நான்மடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்ட படிக இயல்வய அச்சுகள்
	4	மும்மடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்ட மூலை விட்ட வய அச்சுகள்
	6	இருமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்ட மூலை விட்டவய அச்சுகள்

சமச்சீர்மை மையம் உண்டு.

முழுமை வடிவங்கள்

1. கன சதுரம் (Cube): 6 சதுரமுகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் ஒரே ஒரு படிக இயல்வய அச்சினை வெட்டுகிறது; மற்ற இரண்டு அச்சுகளுக்கும் இணையாக அமைந்துள்ளது. பொதுக் குறியீடு (100).

2. பன்னிரு முக வடிவு (Dodecahedron): 12 சாய்சதுரமுகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் இரண்டு அச்சுகளை ஒரே தூரத்தில் வெட்டும்; மூன்றாவது அச்சுக்கு இணையாக இருக்கும். பொதுக் குறியீடு (110).

3. எண் முக வடிவு (Octahedron): 8 சமபக்க முக்கோண முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் 3 அச்சுகளையும் சம தூரத்தில் வெட்டுகிறது. இதுவே சம அச்சுத் தொகுதியின் நேரியல் வகுப்புக்கு மூல அலகு வடிவம் (Unit form). பொதுக் குறியீடு (111). மாதிரிக் கனிமங்கள்: புளோரைட், மேக்னடைட்.

4. அறு நான்முக வடிவு (Tetrahexahedron): 24 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் இருசம பக்க (Isosceles) முக்கோணமாகும். ஒரு கன சதுரத்தின் ஒவ்வொரு பக்கத்துக்கும் ஒரு தாழ்வான நான்முகக் கூம்பு இருப்பது போன்றது. ஒவ்வொரு பக்கமும் ஓர் அச்சுக்கு இணையானது.

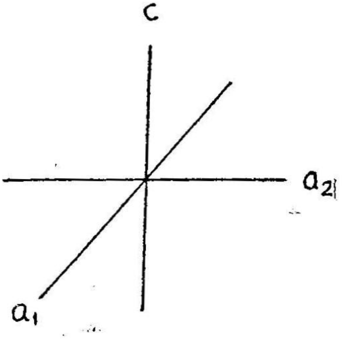
மற்ற இரண்டு அச்சுகளை வேறுபட்ட தூரங்களில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (*hko*) மாதிரிக் கனிமம் : புளோரைட்.

5. மூவெண்முக வடிவு (Trisoctahedron): 24 இருசம பக்க முக்கோணங்கள் கொண்டது. எண்முக வடிவின் ஒவ்வொரு முகத்துக்கும் மும்முகக் கூம்பு இருப்பது போன்றது. ஒவ் வொரு முகமும் இரண்டு அச்சுகளைச் சமதூரத்தில் வெட்டுகிறது. மற்றொன்றைச் சற்று அதிகத் தொலைவில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (*hhl*). மாதிரிக் கனிமம்: வைரம் (Diamond).

6. கோடகை (Trapezohedron): 24 கோடக (Trapezoid) முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் இரண்டு அச்சு களை ஒரே தூரத்திலும் மற்றொன்றைச் சற்று குறைந்த தூரத் திலும் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (*hll*). மாதிரிக் கனிமம்: கார்னெட்.

7. எண் ஆறு முக வடிவு (Hexoctahedron): 48 அசம பக்க முக்கோண வடிவுள்ள (Scalene) முகங்கள் கொண்டது. ஒவ் வொரு பக்கமும் மூன்று அச்சுகளையும் வெவ்வேறு தொலைவு களில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (*hkl*). மாதிரிக் கனிமம்: வைரம்.

நாற்கோணத் தொகுதி
(Tetragonal System)



படம் 5

$$a_1 = a_2 \neq c = 90^\circ$$

நேரியல் வகுப்பின் சமச்சீர்மைக் கூறுகள்

தகைசால் கனிமம்: ஜிர்கான் (Zircon)

தளங்கள் 5 — 3 அச்சுவயப்பட்டவை (1 கிடைவாட்ட மானது; 2 செங்குத்தானவை)
2 மூலைவிட்ட வயப்பட்டவை.

அச்சுகள் 5 — 4 இருமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டவை (2 கிடைவாட்டமான அச்சுவயப்பட்டவை; 2 மூலைவிட்ட வயப்பட்டவை);
1 நான்மடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டது. செங்குத்து அச்சு வயப்பட்டது.

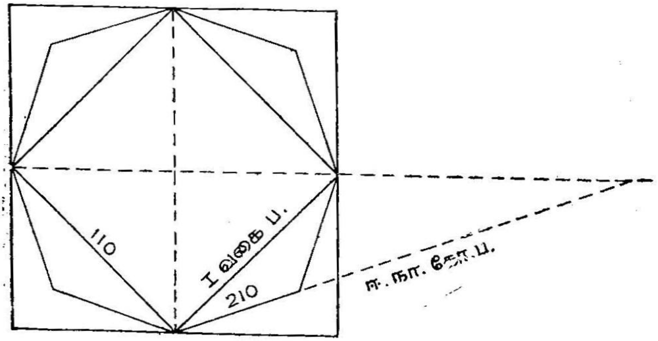
சமச்சீர்மை மையம் உண்டு.

முழுமை வடிவங்கள்

1. அடி இணை வடிவு (Basal Pinacoid): 2 நீள்சதுர முகங்கள். ஒவ்வொரு முகமும் C அச்சை வெட்டுகிறது; மற்ற இரண்டு அச்சுகளுக்கும் இணையாக உள்ளது. திறந்த வடிவம் (Open form). பொதுக் குறியீடு (001). மாதிரிக் கனிமம்: ரூட்டைல்.

2. இரண்டாம் வகைப் பட்டகம் (Prism of II order): 4 நீள் சதுர முகங்கள் கொண்டது. அச்சுகள் முகத்தின் மையத்தில் வெளிவருகின்றன. ஒவ்வொரு முகமும் C அச்சுக்கும் ஒரு கிடை அச்சுக்கும் இணையாக இருக்கும். பொதுக் குறியீடு (100). திறந்த வடிவம். மாதிரிக் கனிமம்: கேசிடெர்ரைட்.

3. முதல்வகைப் பட்டகம் (I Order prism): 4 நீள்சதுர முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் 2 கிடை அச்சுகளைச் சமதூரத்தில் வெட்டுகிறது; C அச்சுக்கு இணையானது.



படம் 6 (கிடைப்படம்)

அச்சுகள் செங்குத்தான விளிம்புகளின் மையத்தில் வெளிவருகின்றன. பொதுக் குறியீடு (110). திறந்த வடிவம். மாதிரிக் கனிமம்: ரூட்டைல்.

4. ஈர் நாற்கோணப் பட்டகம் (Ditetragonal prism): 8 பக்கங்கள் கொண்ட திறந்த வடிவம். ஒவ்வொரு முகமும் 2 கிடை அச்சுகளை வெவ்வேறு தூரங்களில் வெட்டுகிறது; *C* அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது. பொதுக் குறியீடு (*hko*).

5 இரண்டாம் வகைப் பட்டைக் கூம்பு (Pyramid of II order): இரண்டாம் வகைப் பட்டகத்தைப் போன்றது. ஆனால், ஒவ்வொரு முகமும் *C* அச்சையும் வெட்டுகிறது. மூடிய வடிவம். ஒவ்வொரு பக்கமும் ஒரு கிடை அச்சையும் செங்குத்து அச்சையும் வெட்டுகிறது. மற்றக் கிடை அச்சுகளுக்கு இணையாக உள்ளது. 8 சமபக்க முக்கோண முகங்கள் கொண்ட இரட்டைக் கன பட்டைக் கூம்பு. பொதுக் குறியீடு (*hol*).

6 முதல்வகைப் பட்டைக் கூம்பு (Pyramid of I order): 8 இருசம பக்க முக்கோணப் பக்கங்கள் கொண்டது. முதல் வகைப் பட்டகத்தைப் போன்றது. ஒவ்வொரு பக்கமும் கிடை அச்சுகளை ஒரே தூரத்தில் வெட்டுவதோடு *C* அச்சையும் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (111) (112 அல்லது 221 ஆகவும் இருக்கும்). இது ஒரு மூல அலகு வடிவமாகும்.

7. ஈர் நாற்கோணப் பட்டைக் கூம்பு (Ditetragonal pyramid): 16 அசம பக்க முக்கோண முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் எல்லா அச்சுகளையும் வெவ்வேறு தூரங்களில் வெட்டுகிறது. ஈர் நாற்கோணப் பட்டகத்தைப் போன்றது. பொதுக் குறியீடு (*hkl*).

அறுகோணத் தொகுதி
(Hexagonal System)

மொத்தம் நான்கு அச்சுகள் கொண்டது. இவற்றுள் 3 சமநீளக் கிடை அச்சுகள்; 120° கோண இடைவெளி விட்டு அமைந்தவை; ஒன்று செங்குத்து அச்சு.

இத் தொகுதியில் இரண்டு பிரிவுகள் உள்ளன.

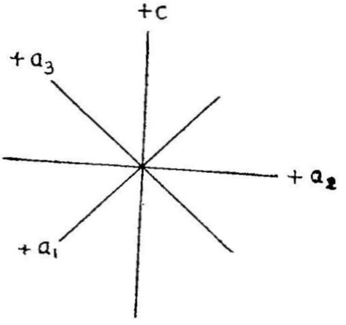
அறுகோணப் பிரிவு (Hexagonal Division)

செங்குத்து அறுமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டது.

முக்கோணப் பிரிவு (Trigonal Division)

செங்குத்து அச்சு மும்மடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டது.

அறுகோணப் பிரிவு: ஈராறுகோண-இருபட்டைக் கூம்பு வகுப்பு (Dihexagonal dipyramidal class). தகைசால் கனிமம் : பெரில். (நாற்கோணத் தொகுதியின் ஜிர்கான் வகையைப் போன்றது.)



படம் 7

சமச்சீர்மைக் கூறுகள்

தளங்கள்	7 —	4 அச்சுவயமானவை (1 கிடைவாட்டமானது; 3 செங்குத்தானவை).
		3 மூலை விட்டவயமானவை; செங்குத்தானவை.
அச்சுகள்	7 —	6 இருமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டவை. கிடைவாட்டமானவை. (3 அச்சுவயமானவை ; 3 மூலை விட்ட வயமானவை.)
		1 அறுமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டது. செங்குத்தான அச்சு வயமானது.

சமச்சீர்மை மையம் உண்டு.

முழுமை வடிவங்கள்

1. அடி இணை வடிவு (Basal Pinacoid) : திறந்த வடிவம். 2 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு பக்கமும் செங்குத்து அச்சை வெட்டுகிறது. கிடை அச்சுக்கு இணையானது. பொதுக் குறியீடு (0001).

2. இரண்டாம் வகைப் பட்டகம் (Prism of II order) திறந்த வடிவம். 6 முகங்கள் கொண்டது. 3 கிடை அச்சுக்களும் நேர் எதிரில் இணையாக உள்ள முகங்களின் மையத்தில் வெளி வருகின்றன. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சுக்கு இணை யாக உள்ளது. கிடை அச்சுக்களில் ஒன்றை ஒரு தொலைவிலும் மற்ற இரண்டை இதற்கு இரு மடங்குத் தொலைவிலும் வெட்டு கிறது. பொதுக் குறியீடு (1120).

3. முதல் வகைப் பட்டகம் (Prism of I order). திறந்த வடிவம். 6 முகங்கள் கொண்டது, 3 கிடை அச்சுக்கள் செங் குத்தாக உள்ள விளிம்புகளின் மையத்தில் வெளிவருகின்றன. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சுக்கும் ஒரு கிடை அச்சுக்கும் இணையாக உள்ளது; மற்ற இரண்டு கிடை அச்சுக்களை ஒரே தூரத்தில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு $(10\bar{1}0)$.

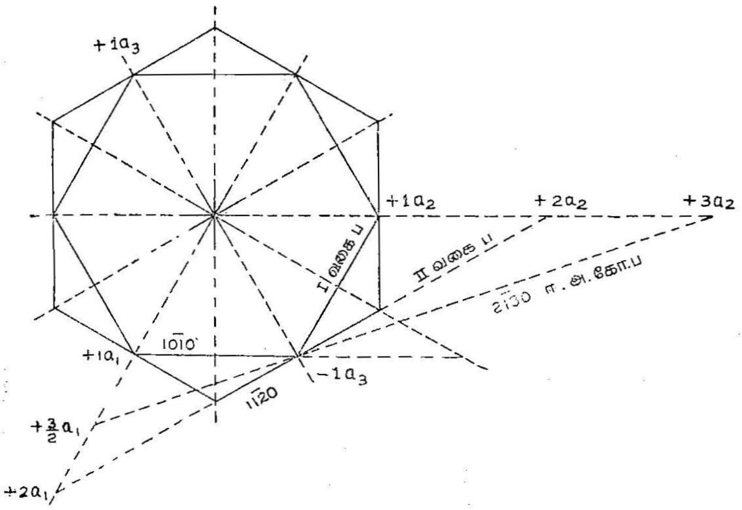
4. ஈராறு கோணப் பட்டகம் (Dihexagonal prism): திறந்த வடிவம். 12 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் செங் குத்து அச்சுக்கு இணையானது. 3 கிடை அச்சுக்களையும் வெவ் வேறு தொலைவுகளில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (hkio)

5. இரண்டாம் வகைப் பட்டைக் கூம்பு (Pyramid of II order): முடிய வடிவம். II வகைப் பட்டகத்தைப் போன்றது. 12 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சை வெட்டுகிறது. கிடை அச்சு ஒன்றை மூல அலகுத் தொலைவிலும் மற்ற இரண்டை அதைப்போல் இரண்டு மடங்குத் தொலைவிலும் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு $(hh_{2}hl)$.

6. முதல் வகைப் பட்டைக் கூம்பு (I order pyramid): முடிய வடிவம். I வகைப் பட்டகத்தைப் போன்றது. 12 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சை வெட்டு கிறது. கிடை அச்சுக்கள் இரண்டை ஒரே தொலைவில் வெட்டு கிறது; மற்றொரு கிடை அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது பொதுக் குறியீடு (hohl)

7, ஈராறுகோண பட்டைக் கூம்பு (Dihexagonal Pyramid): 12 பக்கங்கள் கொண்ட இரட்டைப் பட்டைக் கூம்பு. ஒவ் வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சை வெட்டுகிறது. 3 கிடை

அச்சுக்களையும் வெவ்வேறு தொலைவுகளில் வெட்டுகிறது. பொதுக் குறியீடு (hkil).



படம் 8.

முக்கோணப் பிரிவு : சாய்சதுர வகுப்பு (Rhombohedral class). தகைசால் கனிமம். கேல்சைட்

சமச்சீர்மைக் கூறுகள் :

தளங்கள் 3 மூலைவிட்டவயமானவை. செங்குத்தானவை;

அச்சுக்கள் 4 — 3 இருமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டவை. கிடைவாட்டமானவை; அச்சுவயமானவை. 1 மும்மடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டது. செங்குத்துப் படிக இயல் அச்சு.

சமச்சீர்மை மையம் உண்டு.

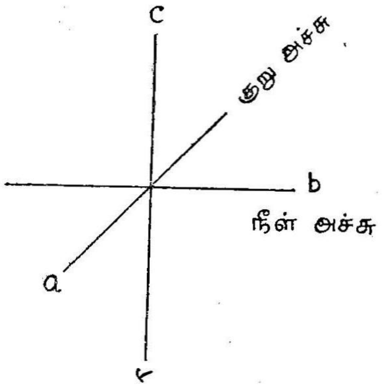
முழுமை வடிவங்கள் :

1. சாய்சதுர வடிவு (Rhombo hedron) : சாய்சதுர வடிவம் கொண்ட 6 பக்கங்கள் கொண்டது. சாய்சதுர முகங்களின் அகன்ற கோணங்கள் ஒன்று சேர்வதால் உண்டாகும் இரண்டு கன கோணங்களையும் (Solid angles) C அச்சு வெட்டுகிறது. கிடை அச்சுக்கள் எதிராக உள்ள விளிம்புகள் இரண்டின் மையத்தில் வெளிவருகின்றன. பக்கவாட்ட விளிம்புகள்

இரம்பம் போன்று மேலும் கீழுமாக (Zig zag) படிகத்தைச் சுற்றியுள்ளன. பொதுக் குறியீடு (hohl).

செவ்வகத் தொகுதி (Orthorhombic System)

$a \neq b \neq c = 90^\circ$



படம் 9.

தகைசால் கனிமம் : பேரைட்

நேரியல் வகுப்பின் சமச்சீர்மைக் கூறுகள் :

தளங்கள் 3 அச்சுவயமானவை.

அச்சுக்கள் 3 இருமடங்குச் சமச்சீர்மை கொண்டவை படிஇயல் அச்சுக்கள்

சமச்சீர்மை மையம் உண்டு.

முழுமை வடிவங்கள் :

1. அடி இணை வடிவு (Basal Pinacoid) : திறந்த வடிவம். 2 முகங்கள் கொண்டது. முகங்கள் இரண்டும் செங்குத்து அச்சை வெட்டுகின்றன; கிடை அச்சுக்கு இணையாக உள்ளன. பொதுக் குறியீடு (001)

2. நீள் அச்சு இணைவடிவு (Macro Pinacoid) : திறந்த வடிவம். 2 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் குட்டையான கிடை அச்சை மட்டும் வெட்டுகிறது. முகங்கள் இரண்டும் நீள் அச்சுக்கு இணையானவை. பொதுக் குறியீடு (100).

3. குறு அச்சு இணை வடிவு (Brachy Pinacoid) : திறந்த வடிவம். 2 முகங்கள் கொண்டது. முகங்கள் இரண்டும் நீள மான கிடை அச்சை மட்டும் வெட்டுகின்றன. குட்டையான அச்சுக்கு இணையாக உள்ளன. பொதுக் குறியீடு (010).

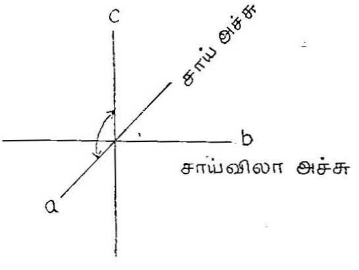
4. பட்டகம் (Prism) : திறந்த வடிவம். 4 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சுக்கு இணை யாக உள்ளது. பொதுக் குறியீடு (110).

5. நீள் அச்சு இணை கூரை (Macro dome) : 4 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் நீள் அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது. பொதுக்குறியீடு (okl).

6. குறு அச்சு இணை கூரை (Brachy dome) : திறந்த உருவம் 4 முகங்களைக்கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் குறை அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது. பொதுக் குறியீடு (Okl).

7. பட்டை கூம்பு (Pyramid) : 8 முகங்கள் கொண்டது. பொதுக் குறியீடு (hkl).

ஒரு சாய்த் தொகுதி (Monoclinic System)



படம் 10.

$a \neq b \neq c$

a அச்சு b யும் c யும் உள்ள தளத்துக்குச் சாய்ந்தவாறு உள்ளது. b யும் c யும் நேர் குறுக்கு வெட்டாக உள்ளன. பார்க்கும்போது சாய் அச்சை நம்மை நோக்கிச் சாயுமாறு படிகத்தைப் பிடிக்கவேண்டும்.

நேரியல் வகுப்பின் சமச்சீர்மைக் கூறுகள் :

தளம் 1 இதில் சாய்வு அச்சும் செங்குத்து அச்சும் உள்ளன.

அச்சு 1 சாய்வில்லாதது.
சமச்சீர்மை மையம் உண்டு.
தகைசால் கனிமம் ஜிப்சம்.

முழுமை வடிவங்கள் :

1 அடி இணை வடிவு : 2 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சை மட்டும் வெட்டும். மற்ற இரண்டு அச்சுக்களுக்கும் இணையாக இருக்கும். பொதுக் குறியீடு (001).

2. சாய்விலா இணை வடிவு (Ortho Pinacoid) : 2 முகங்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு முகமும் சாய் அச்சை வெட்டுகிறது. மற்ற இரண்டுக்கும் இணையாக உள்ளது. இதை முன்பக்க இணை வடிவு எனலாம். பொதுக் குறியீடு. (100)

3. சாய் இணை வடிவு (Clino pinacoid) : 2 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் சாய்விலா அச்சை மட்டும் வெட்டும்; மற்ற இரண்டு அச்சுக்களுக்கும் இணையாக இருக்கும். இதை பக்க இணை வடிவு எனலாம். பொதுக் குறியீடு (010).

4. பட்டகம் (Prism) : 4 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு பக்கமும் செங்குத்து அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது. பொதுக் குறியீடு. (hko).

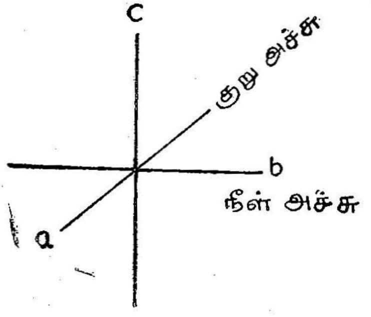
5. சாய்விலாக் கூரை (Orthodome) : 4 முகங்கள் கொண்டது. இரண்டு முகங்கள் இரண்டுவகை (நேர்வகை எதிர் வகை) கூரைகள் அடங்கியது. உருவங்கள் கொண்ட முகங்கள் இணை இணையாக அமைந்துள்ளன. பொதுக் குறியீடுகள் (hol) hol)

6. சாய் கூரை (Clinodome) : 4 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் சாய் அச்சுக்கு இணையானது. பொதுக் குறியீடு (okl).

7. பட்டைக் கூம்பு (Pyramid) : 4 முகங்கள் கொண்ட இரண்டு அறைக் கூம்புகள் பொதுக் குறியீடு (hkl) ஒவ்வொரு பொதுக் குறியீட்டுக்கும் இரண்டு தனித்தனி வடிவங்கள் உண்டு. (hkl) நேர் வகை ($\overline{h}$hl) எதிர் வகை.

முச்சாய் தொகுதி (Triclinic System)

$a \neq b \neq c \neq 90°$



படம் 11.

நேரியல் வகுப்பின் சமச்சீர்மைக் கூறுகள் :

தளம் – இல்லை அச்சு – இல்லை. சமச் சீர்மையம் உண்டு தகைசால் கனிமம்: ஆக்சினைட்

முழுமை வடிவங்கள் :

1. அடி இணை வடிவு : 2 இணையான முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் செங்குத்து அச்சை மட்டும் வெட்டும். பொதுக்குறியீடு (001).

2. முன்பக்க இணை வடிவு (Front Pinacoid): 2 இணையான முகங்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு முகமும் குறு அச்சு ஒன்றை மட்டும் வெட்டும் பொதுக் குறியீடு (100).

3. பக்க இணை வடிவு (Side Pinacoid) : 2 இணையான முகங்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு முகமும் நீள் அச்சை மட்டும் வெட்டும் பொதுக்குறியீடு (010).

4. அரை பட்டகம் (Hemi prism) : இரண்டு வடிவங்கள் சேர்ந்தது. ஒவ்வொரு வடிவத்திலும் 2 இணை இணையான முகங்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு முகமும் குறு அச்சு நீள் அச்சு இரண்டையும் வெட்டும். செங்குத்து அச்சுக்கு இணையாக இருக்கும். பொதுக் குறியீடு (110); (hko) ($h\bar{k}o$) என்னும் நேர், எதிர், வடிவங்களைக் கொண்டது.

5. நீள் அச்சுக்கூரை (Hemi macrodome) : 2 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் நீள் அச்சுக்கு இணையாக

இருக்கும்; மற்ற இரண்டையும் வெட்டும் பொதுக் குறியீடு (101) ($\bar{h}$ol) (hol) என்னும், நேர், எதிர் வடிவங்களைக் கொண்டது,

6. குறு அச்சுக் கூரை (Hemi Brachydome) : 2 முகங்கள் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் குறு அச்சுக்கு இணையானது; மற்ற இரு அச்சையும் வெட்டும் பொதுக் குறியீடு (011) (okl) (o$\bar{k}$l) என்னும் நேர், எதிர் வடிவங்களைக் கொண்டது.

7. பட்டகம் (Quarter pyramid) : 2 இணையான முகங்களைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு முகமும் எல்லா அச்சுக்களையும் வெட்டும் பொதுக்குறியீடு (111) (khl) ($\bar{h}\bar{k}$l) ($\bar{h}\bar{k}$l) (hkl) என்னும் நான்கு வடிவங்களைக் கொண்டது.

இரட்டைப் படிகங்கள் (Twin Crystals)

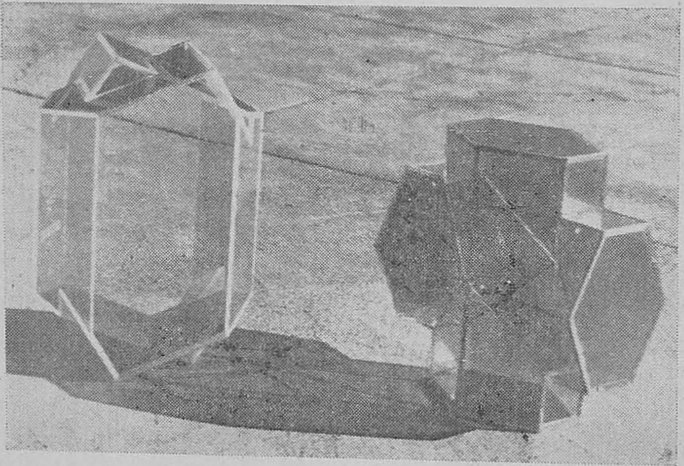
இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட படிகங்கள் பிணைந்து வளர்வதால் அப்படிகங்களில் ஒரு சில பகுதிகள் இணையாகவும் மற்ற சில பகுதிகள் நேர்மாறான நிலைகளிலும் அமைந்துவிடுவதுண்டு. இத்தகைய வளர்ச்சிக்கு இரட்டித்தல் (Twrinning) என்று பெயர். இரண்டு அல்லது அதற்கும் அதிகமான படிகங்கள் வெளித்தோற்றத்துக்கு சமச்சீர்மையான முறையில் ஒன்றோடொன்று இணைந்தவாறு வளர்ந்திருக்கின்றன. இவை சிலுவை (Cross), விண்மீன் (Star) போன்ற உருவங்களைப் பெற்றிருக்கின்றன. கனிம இரட்டிப்பு கீழ்க் காணும் முறைகளில் ஏற்படுகின்றன.

1. ஒரு படிகத்தின் ஒரு பாதி மற்ற பாதிக்கு எதிராக 90° அல்லது 180° சுழல்வதால் (Rotation) இரட்டிப்பு ஏற்படும். ஓர் இரட்டைப் படிகத்தில் இத்தகைய திருப்ப அச்சாகக் கருதக் கூடிய அச்சு பொதுவாக சமச்சீர்மை அச்சாக இருப்பதில்லை (Rotation Twins).

2. இரண்டு பாதிகள் ஒரு பொதுவான தளத்தின் எதிராக சமச்சீர்மையுடன், கண்ணாடியில் உண்மை உருவமும் பொய் யுருவமும் காட்சியளிப்பதுபோல், வளர்ந்திருக்கின்றன. (Reflection Twins).

3. ஒரு பொதுவான மையத்தின் (Point) இருபுறமாக தலை கீழான (Inverse) சமச்சீர்மையுடன் இரண்டு பாதிகள் காணப் படுவதும் உண்டு.

இரட்டிப்புப் படிகம் இரண்டே பகுதிகளைக் கொண்டதாகவோ பல பகுதிகளைக் கொண்டதாகவோ இருப்பதுண்டு (Simple and Multiple Twins) ஒரு படிகத்தின் இரண்டு பகுதிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட சம தளத்தில் ஒட்டிவைத்தாற்போல் இருப்பதும் உண்டு (Contact Twins). இரண்டு தனி ஒன்றினுள் ஒன்று செருகி வைத்தாற்போல் இருப்பதும் உண்டு (Penetration Twins)



படம் 12.

அணுவெளி - சட்ட அமைப்பு (Space Lattice)

திரவ அல்லது வாயு நிலையில் இருந்து திட நிலைக்கு மாறும் போது அதன் உள்ளணுச் சக்திகள தடையின்றி இயங்கி அமைவதால் ஒரு குறிப்பிட்ட சமச்சீர்மை அமைவுடன் குறிப்பிட்ட வகையான படிகங்கள் உண்டாகின்றன என்பதை முன்பே கண்டோம். இவ்வாறு இயற்கையாக உண்டாகும் படிகத்தின் உருவம் அணுக்கள் எவ்வாறு இயல்பாக நிலைத் தன்மையுடன் தொகுக்கப்படுகின்றன என்பதைப் பொருத்த தாகும் என்று கருதுகின்றனர்.

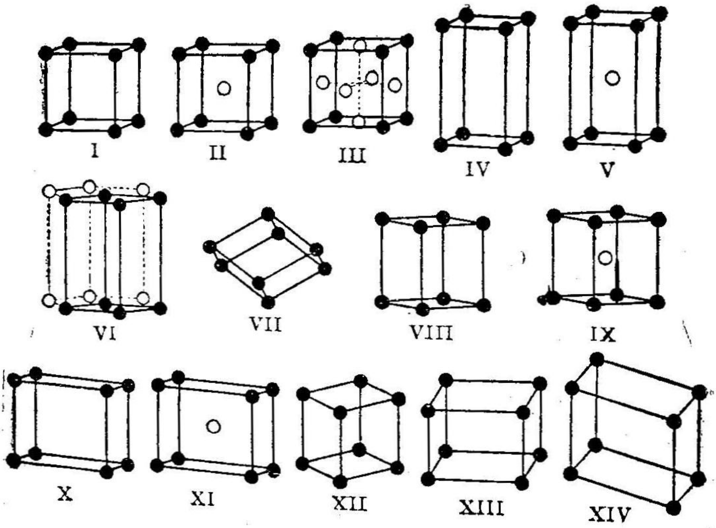
படிக ஆக்க விசைகள் அளவிலும் திசையிலும், ஒருவகைப் படிகத்துக்கும் மற்றொரு வகைப் படிகத்துக்கும் மாறுபாடாக உள்ளன. ஆகவே இதன் விளைவாக உண்டாகும் படிக மூல

அலகுத் தொகுப்புகளும் மாறுபடுகின்றன. இந்த மூல அலகுத் தொகுப்புகள் அமைந்துள்ள தளங்களுக்கு இடையேயுள்ள கோணங்களும், அத் தொகுப்புகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரங்களும் முக்கியமாக மாறுபடுவதை நோக்கவேண்டும். இதை புள்ளி வரிசைகள் எவ்வாறு தொகுக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைக் காட்டும் வடிவியற் படங்களின் மூலம் விளக்கலாம் இத்தகைய புள்ளிகளில் வேதியல் அணுக்களின் இருப்பிடங் களையோ அல்லது அணுக்கட்டுகளின் மைய இருப்பிடங் களையோ குறிக்கலாம். இவ்வாருன புள்ளியமைப்பு ஏற்பாட்டை புள்ளித் தொகுப்பு அல்லது அணுவெளி—சட்டம் (Space Lattice என்பர்.

இயற்கையில் 14 விதமான வெளி-சட்டங்கள் உள்ளன இவை முன்கண்ட 7 படிக இயல் தொகுதிகளிலும் (அறு கோணத் தொகுதியின் சாய் சதுரத் (முக்கோண) தொகுதி யையும் சேர்த்து ஏழு) உள்ள சமச் சீர்மைகளுக்கு இயைந் துள்ளன. பதினான்கில் மூன்று தொகுப்பு முறைகள் சம அச்சுத் தொகுதியையும், இரண்டு நாற்கோணத் தொகுதியையும், ஒன்று அறுகோணத் தொகுதியையும், ஒன்று சாய்சதுரத் தொகுதி யையும், நான்கு செவ்வகத் தொகுதியையும், இரண்டு ஒரு சாய் தொகுதியையும், ஒன்று முச்சாய் தொகுதியையும் சார்ந்தவை. கீழ்க்காணும் படங்களில் (1) கன் சதுர அணு வெளி-சட்டத்தை யும் (2) உடல்-நடு கன சதுர அணுவெளி–சட்டத்தையும் (Body Centered Cubic Lattice) இதில் இரண்டு கன சதுர சட்டங் கள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று நுழைந்தவாறு உள்ளன, ஒரு சட்டத் தின் மூல அலகுகளின் மையத்தில் மற்றதன் புள்ளிகள் அமைந்த வாறு இருக்கும், (3) மிகம் நடு (Face centred) கன சதுர அணு வெளி-சட்டத்தையும் (இதில் நான்கு கன சதுர சட்டங்கள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று நுழைந்தவாறு இருக்கின்றன), (4) நாற் கோண அல்லது சதுரப் பட்டக (Tetragonal or square prism) சட்டத்தையும், (5) உடல்-நடு நாற்கோண அல்லது சதுர பட்டகச் சட்டத்தையும் (6) 120° பட்டகச் சட்டத்தையும் (இதைப்போன்று மூன்று ஒன்று சேர்ந்தால் அறுகோண பட்டகம் கிடைக்கும்), (7) சாய் சதுர சட்டத்தையும் (8) செவ் வகப் பட்டகச் சட்ட்த்தையும் (Orthorhombic) (9) உடல்-நடு செவ்வகப் பட்டகச் சட்டத்தையும், (10) இணைவக நீள் சதுர (Rectangular Parallel piped) சட்டத்தையும், (11) உடல்-நடு இணைவக நீள் சதுர சட்டத்தையும், (12) ஒரு சாய்பட்டகச் சட்டத்தையும், (13) ஒரு சாய் இணைவகச் சட்டத்தையும் (14) முச்சாய் சட்டத்தையும் காணலாம்.

கனிமங்களின் வடிவங்கள்

வெளித்தோற்ற உருவங்களைக் கொண்டே பெரும்பாலான கனிமங்களைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். செங்குத்தான முகங்கள் பலவற்றால் சூழப்பட்டுள்ள தூண்போன்ற உருவமுடைய கனி மங்களை பட்டகவய வடிவம் (Prismatic form) கொண்டுள்ள தாகக் கூறலாம்.



படம் 13.

ஒரு கனிமத்தின் படிகத்தில் தட்டையான பரப்புக்கள் எடுப்பாக இருக்குமானால் அதை தட்டை (Tabular) வடிவம் உடையதாகச் சொல்லலாம்.

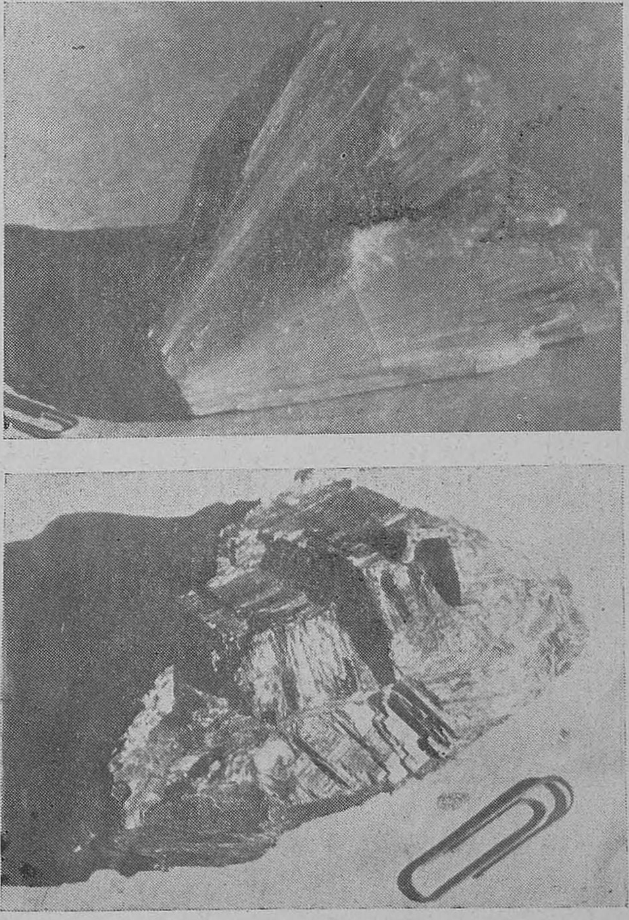
இரண்டு கூருன முனைகளை உடைய கனிமம் பட்டைக் கூம்பு (Pyramidal) வடிவம் கொண்டது. என்போம்.

ஊசிபோன்று மெலிந்து நீண்டு காணப்படும் கனிமங்களை ஊசி அமைப்புடைய (Acicular) கனிமம் என்பர்.

ஒரு கனிமப் படிகத்தின் ஒரு பகுதி மற்ற பகுதிக்கு நேர் மாருக அமைந்துள்ள போது அதை இரட்டைப் படிகம் (Twi crystal) என்பர். ஒன்றேபோல் காட்சியளிக்கும் இரட்டைப் படிகம் ஒன்றில், கனிமப் பிளவு போன்ற பௌதிகப் பண்பாடு

கள் ஒரு பகுதியில் ஒரு திசையில் ஒரு போலவும் மறு திசையில் வேறு போலவும் இருக்கும்.

ஒரு **கனிமம்** அதற்குரிய படிக வடிவமல்லாத வேறு வடிவத்தை உடையதாக இருக்கையில் அதை பொய் உரு (Pseudo-**morph)** கொண்ட கனிமம் என்பர், ஒரு கனிமப் படிகம்



படம் 13 —1, 2

சீதைவு அடைந்தோ, அல்லது கரைக்கப்பட்டோ, அல்லது மாற்றப்பட்டோ தான் முன்னிருந்த இடதத்தில் வேறு கனிமம்

ஒன்று உண்டாக இடம் கொடுத்து விடுவதால் இத்தகைய பொய்யுருக் கனிமங்கள் உண்டாகின்றன, எடுத்துக்காட்டாக மேலகைட் (Malachite) என்னும் கனிமம் குப்ரைட் (Cuprite என்னும் கனிமத்தின் எண்முக வடிவு (Octohedron) வாய்ந்த தாக இருக்கலாம் குப்ரைட் நசிவடைந்து அங்கிருந்து நீக்கப் பட்டதால் அதன் இடத்தில் மேலகைட் வளர்ந்துள்ளது. படிக உருவான உட்புழையில் பொருக்கு போல் படிவதாலும் ஒரு கனிமம் மற்றென்றைக் கரைக்காமலே மாற்றுவதாலும் (Replacement) பொய்யுருக் கனிமங்கள் உண்டாக்கக் கூடும். வெவ் வேறு கனிமங்கள் ஒரே வேதியியல் சேர்வையும் வெவ்வேறு பௌதிகக் குணங்களையும் பெற்றிருப்பதை பல்படிக அமைப்பு (Poly Morphism) என்பர். கிராபைட், வைரம் இரண்டுமே கரியாலானவை. கேல்சைட், அரகொனைட் இரண்டுமே கேல் சியம் கார்பொனேட்டுகளே.

கனிமங்களின் ஒப்புமை உருவங்கள் (Imitative Shapes)

சீரற்ற பட்டகவயப் படிகங்கள் இணையாக அமைந்தவா றுள்ள கனிமக் கொல்வையை (Aggregate) தூண் அமைப்பு (Columnar structure) உடையாதகக் கூறலாம். எ. கா. டூர்ம லின் கத்தி போன்று தட்டையான பரப்புக்களைக் கொண்ட அமைப்பை பட்டை அமைப்பு (Bladed structure) எனலாம். எ, கா. கையனைட் நார் போன்ற இழைகளைக் கொண்ட கனிம அமைப்பை நார் அமைப்பு (Fibrous) என்பர். எ. கா. கல்நார், ஜிப்சம் இழைகளை பிரிக்க முடியாமலும் இருக்கலாம். பிரிக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கலாம்.

ஒரு மையத்திலிருந்து விரிந்து செல்வது போன்று அமைந் துள்ள நார் போன்ற அல்லது ஊசி போன்ற மென்மையான தூண் போன்ற அமைப்பை மையம் விரி அமைப்பு (Radiated) எனலாம் எ. கா. செலஸ்டைட், நேட்ரோலைட்.

சிறிய எடுபோன்ற தட்டுக்களாகப் பிளக்கக் கூடிய கனி மங்கள் ஏடு அமைப்பு (Foliated) உடயவை. எ. கா. அப்ரகம் (மைகா).

மிகவும் சன்னமான ஏடுகளாகப் பிரிக்கக் கூடிய கனிமம் அப்ரக அமைப்பு (Micaceous) உடையது எனலாம். எ. கா. ஹேமடைட்.

ஒரே அளவான படிகத்தின் துகள்களைக் கொண்ட கனிமக் கொவ்வை திண்துகள் வயமானது (Granular) எனலாம். எ. கா. குரோமைட்.

மீனின் முட்டைக் கொத்து (Fish roe) போன்ற சிறு சிறு கோளங்கள் ஒன்று சேர்ந்தாற்போல் இருக்கும் கனிமம் நுண் முட்டைத் திறன் அமைப்பு (Oolitic) உடையது. எ. கா. ஹேமடைட்.

பட்டாணி போன்ற கோளங்கள் பிணைந்திருக்கையில் பட்டாணி அமைப்புடையதாகக் (Pisolitic) கொள்ளலாம் எ. கா. பாக்சைட்.

திராட்சைக் குலைபோன்ற அமைப்புடைய கனிமத்தை குமிழ்க்குவை வடிவம் (Botryoidal) உடையதாகக் கூறலாம். எ. கா. சிலோமிலேன்.

தாழ்வான நீர்க்குமிழ் போன்ற எடுப்பான புடைப்புக்கள் கொண்ட கனிமம் கொம்மை வடிவம் அல்லது குமிழ் வடிவம் (Mammilary) உடையாது. எ. கா. சால்சிடொனி. ஹேமடைட் போன்ற கனிமங்கள் சில முந்திரி வடிவம் (Reniform) உடையவை.

குகைகளின் கூரையிலிருந்து சொட்டுச் சொட்டாக விழும் கனிமநீர் சிறுகச் சிறுக ஆவியாவதால் படியும் கனிம வளர்ச்சி கொடிஞ்சி அல்லது விழுது போன்ற வடிவத்தைப் பெறும். இதை கல் விழுது (Stalactitic) அமைப்பு எனலாம். தரையிலிருந்து கூரையை நோக்கி வளரும் வடிவத்தை கல் புற்று (Stalagmite) எனலாம் எ. கா. கேல்சைட், லிமோனைட்.

சில கனிமங்கள் உருண்டையான கட்டிகளால் ஆனவை. இவை கணுக்கல் (Nodular) அமைப்பு உடையவை. எ. கா. பாஸ்பேட் கணுக்கல் படல இடைத் தளங்களில் நுண் புழைக் கரைசல்களால் ஏற்படும் பாசி அல்லது இலைத்தளிர் வளர்ச்சி போன்ற கனிமப் படிவுக்கு இலைத்தளிர் (Dendritic) அமைப்பு என்று பெயர். எ. கா. பைரோலூசைட், அய ஆக்சைடு.

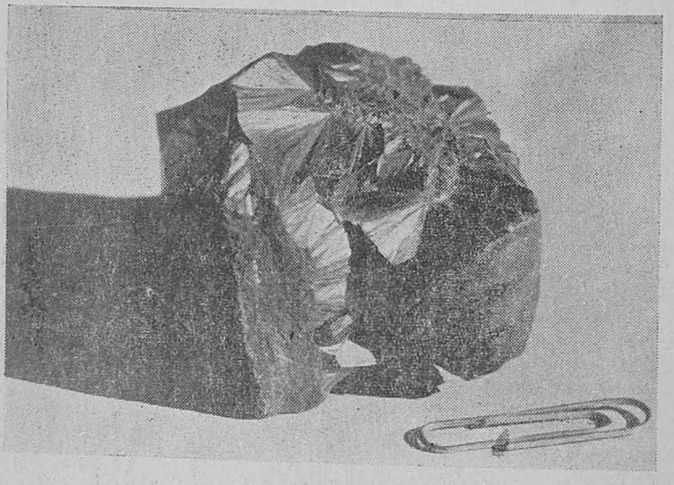
பௌதிகக் கனிம இயல் (Physical Mineralogy)

நிறம் (Colour) :

பல கனிமங்களை அவற்றின் நிறத்தைக் கொண்டே அறிந்து கொள்ளலாம் உலோகவயக் கனிமங்களின் பௌதிகக்

குணங்களில் மிகவும் சால்பானது கனிமநிறம் ஆனல் பல அவுலோகவயக் (Non-metallic) கனிமங்கள் பல நிறங்களை உடையன.

சில கனிமங்களைத் திருப்பிப் பார்க்கும் போது பலநிறங்கள் தென்படுகின்றன. இந் நிறங்கள் கனிமத்தின் நிறங்களல்ல. கனிமத்தின் சில உள்ளமைப்புக்களினல் வெள்ளை ஒளி பாதிக் கப்படுவதால் இவ்வாறு தெரிகிறது வைரம், உபலம் (Opal), லேபரடோரைட் ஆகிய கனிமங்களின் வான வில்லின் நிறங் களைப் போன்று விந்தை வண்ணமாக (Ploy of Colours



படம் 14.

தோன்றுவதும், செப்பு பைரைட் போன்ற கனிமங்களின் மேற் பரப்பில் தோன்றும் நிற மினிர்வு (Iridescence) வண்ணங்களும், உபலம், நிலாக்கல் (Moonstone) ஆகியவற்றில் காட்சிதரும் பால் மினர்வும் (Opalescence) அவுலோகவய ஹைபர்ஸ்தீனில் உள்ள உலோக நிற மினர்வும் (Schiller) இவ்வாறே உண்டா கின்றன.

நாம் எத்திசையிலிருந்து பார்க்கிருேமோ அதற்கேற்ப வேறுபட்ட நிறங்களில் காட்சியளிக்கும் வண்ணக் கனிமப் படி கங்கள் உள்ளன. ஹார்ன் பிளெண்டு, கார்டியரைட் (Cordier-ite) ஆகிய கனிமங்களில் காணும் திசை நிற மாற்றம் (Pleochro-ism) இத்தகையது.

சில கனிமங்கள் ஊடேபாயும் ஒளியில் ஒரு நிறமும் மேலே பட்டுத் தெரிக்கும் ஒளியில் வேறு ஒரு நிறமும் கொண்டுள்ளன. புளேரைட் போன்ற கனிமங்களின் மேல் புற ஊதாக் கதிர்களை (Ultraviolet radiation) படச் செய்வதல் அவற்றின் நிறம் வேறுபடுகிறது. இதற்கு கிளர் ஒளிர்வு (Fluorescence) என்று பெயர்.

தூள் நிறம் (Streak)

சில கனிமங்களின் தூள்களின் நிறங்கள் அவற்றை முழுதாகக் காணும் போதுள்ள நிறங்களுக்கு முற்றிலும் வேறுபட்டவாறு இருப்பதுண்டு சொரசொரப்பான பீங்கான் கல்லில் (Streak Plate) கனிமத்தைத் தேய்த்தால் உண்டாகும் கரை அல்லது கோடு கனிமத்தூளின் நிறத்தை உடையதாகும் எடுத்துக் காட்டாக பைரைட் பொன்னிறமான கனிமம்: இதன் தூள் கருநிறமானது ஹேமடைட் இரும்பு நிறம் கொண்டது. இதன தூள் செம்பழுப்பு நிறமானது. குரோமைட் கருப்பானது; இதன் தூள் கரும் பழுப்பானது லிமோனைட் பழுப்பானது இதன் தூள் மஞ்சளானது. சால்கோபைரைட் பித்தளை நிறமானது; இதன் தூள் பசுங்கருப்பானது.

மிளர்வு (Lustre)

பட்டெதிரும் ஒளியில் கனிமத்தின் மேற்பரப்பின் தோற்றமே அதன் மிளிர்வு. கவிஞவின் மிளிர்வு பளபளப்பான உலோகத்தின் தன்மை வாய்ந்தது. இது உலோகவய மிளர்வு (Metallic lustre). இதற்கும் சற்று குறைந்த பளபளப்புடையது.

குறை—உலோகவய மிளர்வு (Sub-metallic)

எ. கா. குரைாமைட் உலோகம் போன்று இல்லாதது அவுலோக மிளர்வு (Non-metallic lustre) உடைந்த கண்ணுடி போல் தோன்றுவது பளிங்கு மிளர்வு (Vitreous lustre) எ. கா. குவார்ட்ஸ் எண்ணெய்யில் தோய்ந்த கண்ணுடிபோல் தெரிவது எண்ணே மிளர்வு (Greasy lustre) எ. கா. நெபிலீன். வைரம் போன்றது. வைர மிளர்வு (Adamentine lustre) எ. கா. வைரம் பிசின் போன்ற தோற்றம் உடையது. பிசின் மிளர்வு (Resinous lustre) எ. கா. உபலம், டால்க் போன்ற கனிமங்கள் முத்து மிளர்வு (Pearly lustre) உடையவை. கல்நார் பட்டு மிளர்வு (Silky lustre) கொண்டது. கெயோலின் களிமண் மிளர்வு earthy lustre) கொண்டது.

கனிமப் பிளவுத் தன்மை (Cleavage)

படிகவயமான சில கனிமங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட இணையான திசைகளில் வெகு எளிதில் உடைந்து பளப்பளப்பான சமதளங்களை (Cleavage planes) உண்டாக்கும் தன்மையை பிளவு படுந்தன்மை என்று கூறுவர். கனிமப் பிளவு தளங்கள் கனிமப் படிகத்தில் உள்ள, அல்லது இருக்கக் கூடிய ஒரு படிக முகத்துக்கு இணையாகவே அமையும். கனிமத்தின் கூட்டணுக்கள் (Molecules) அதன் கனிமப் பிளவு தளத்துக்கு நேர் செங்குத்தான திசையில் செறிந்துள்ளன. இதனுல்தான் கனிமம் கனிமப் பிளவு தளத்தில் மற்ற திசைகளைவிட எளிதாகப் பிளக்கிறது. கனிமங்களில் 1, 2, 3, 4, அல்லது 6 கனிமப் பிளவுத் திசைகளைக் காணலாம்.

கனிமப் பிளவு எந்தப் படிக முகத்துக்கு இணையாக இருக்கிறதோ அதையொட்டி, அது, அடித்தளவய (Basal) பட்டகவய (Prismatic) சாய்சதுரவய (Rhombohedral) கனசதுரவய, பட்டை கூம்புவய, எண்முகவய, பன்னிருமுகவயமாக இருப்பதாகக் கூறுவர் அடித்தளவயப் பிளவு ஒருதிசையையும் பட்டகவயப் பிளவு இரண்டு திசைகளையும், சாய் சதுர வயப் பிளவும் கனசதுரவயப் பிளவும் மூன்று திசைகளையும் கூம்புவயப் பிளவும் எண்முகவயப் பிளவும் ஆறு திசைகளையும் கொண்டிருக்கின்றன. கனிமத்தைக் தெரிந்து கொள்வதற்கு கனிமப் பிளவு பயன்படும்.

பிரிவுத் தளம் (Parting)

இது முறிவு, வழுக்கம், கூட்டணுப் பிசக்கமாகிய பின்னுறு (Secondary) இரட்டிப்பு ஆகியவற்ருல் ஏற்படும் போலிப் பிளவு ஆகும். இரட்டிப்பு ஏடமைப்புகள் (Twinning lamellae) போன்ற குறிப்பிட்ட தளங்களில் கனிமப் பிரிவு ஏற்படும். ஆனுல் கனிமப் பிளவோ குறிப்பிட்ட திசையில் கனிமப்படிகத்தின் எந்தப் பகுதியிலும் ஏற்படும்.

முறிவுத் தன்மை (Fracture):

கனிமப் பிளவுத் திசையல்லாத வேறு ஏதேனும் ஒரு திசையில் கனிமத்தை உடைத்தால் கிடைக்கும் உடைந்த பக்கத்தின் தன்மைக்கு முறிவுத் தன்மை என்று பெயர். இது சங்குபோல் வழவழப்பாக வளைந்திருந்தால் சங்கு முறிவு (Conchoidal fr.) என்பர். எ. கா. ஆப்சிடியன் பிளிண்ட் மழமழவென்று இருந்தால் சீரான முறிவு (Even fr.) என்பர். எ. கா.

செர்ட் (Chert) பெரும்பாலான கனிமங்களில் உள்ளதை சீரற்ற முறிவு (Uneven fr.) என்பர். மூங்கிலை உடைத்தால் உண்டாகும் குச்சிக் குச்சியான முறிவு போன்றதை சுளளி முறிவு (Splintery fr.) என்பர். எ. கா. சர்பென்டின் சொரசொரப்பான முறிவுக்கு சருச்சரை முறிவு (Hackly fr.) என்று பெயர். எ. கா. வார்ப்பு இரும்பு, செம்பு.

கடினத் தன்மை (Hardness)

அரிப்பு அல்லது கீறலை எதிர்க்கும் தன்மைக்கு கடினத் தன்மை என்று பெயர். இதை 1 முதல் 10 வரையுள்ள எண் களைக் கொண்டு குறிப்பிடுவது வழக்கம். இந்த கடினத்தன்மை வரிசைக்கு மோஸ் கடினத்தன்மை எண் வரிசை (Moh's Scale of Hardness) எனப் பெயர் இது கீழ் வருமாறு :

டால்க் —1	ஆர்த்தோகிளேஸ்—6
ஜிப்சம் —2	குவார்ட்ஸ்—7
கேல்சைட் —3	டோபஸ்—8
புளோரைட்—4	குருவிந்தம்—9
அபடைட் —5	வைரம்—10

டங்ஸ்டன் கார்பைடு என்னும் செயற்கைப் பொருளின் கடினத்தன்மை 9க்கும் 10க்கும் இடையில் உள்ளது.

எளிய முறையில் கடினத் தன்மையை ஏறத்தாழ அறிந்து கொள்ள வழி :

விரல் நகத்தால் கீறக்கூடிய கனிமத்தின் கடினத்தன்மை 2க்கும் குறைவானது. செப்பு நாணயத்தாலோ பித்தளை ஊசியாலோ கீறக்கூடிய ஆனல் விரல் நகத்தால் கீற முடியாத கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 2.5க்கும் 3–க்கும் இடையில் இருக்கும். பேனுககத்தியால் கீறக்கூடிய ஆனல் செப்பு நாணயத்தால் கீறமுடியாத கனிமத்தின் கடினத்தன்மை 3·5க்கும் 4.5க்கும் இடையில் இருக்கும். கண்ணுடியால் சுலப மாக கீறக் கூடிய, ஆனல் பேனுக்கத்தியால் சுலபமாக கீற முடியாத கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 5க்கும் 5.5க்கும் இடையில் இருக்கும். எஃகு அரத்தால் கீறக்கூடிய ஆனல் கண்ணுடியால் கீறமுடியாத கனிமத்தின் கடினத் தன்மை 6–க்கும் 6·5க்கும் இடையே இருக்கும். எஃகு அரத்தால் கீறப்படாத, ஆனல் கண்ணுடியைக் கீறும் கனிமத்தின் கடினத்தன்மை 7க்கும் 10க்கும் இடையில் இருக்கும்.

எச்சரிக்கை: இவ்வெண்கள் கடினத் தன்மையின் மடங்குகளைக் குறிப்பவை அல்ல. அதாவது 2 என்பது 1யை விட இரண்டு மடங்கு கடினம் வாய்ந்தது அல்ல; ஆனால் 1-யை விட கடினமானது.

விடு தன்மை (Tenacity)

கிராபைட், ஜிப்சம் போன்ற கத்தியால் வெட்டக் கூடிய கனிமங்கள் வெட்டுபடு தன்மை (Sectile) கொண்டவை. இயல் பொன் (Native gold). வெள்ளி, செப்பு போன்ற சுத்தியால் தட்டையாக்கக் கூடிய கனிமங்கள் தகடாகக்கூடிய தன்மை (Malleable) பெற்றவை. டால்க், செலினைட் போன்ற மடக்கக்கூடிய கனிமங்கள் மடங்கியது மடங்கியே இருக்கின்றன. இவை வளையும் தன்மை (Flexible) வாய்ந்தவை. மைகாபோன்ற கனிமங்களை மடக்கமுடியும் ஆனால் இவை மீண்டும் அழுத்தம் விடுபட்டதும் முன்னைய நிலையை அடைந்து விடுவதால் மீண்மை (Elasticity) உடையவை. பைரைட், புளோர்ஸ்பார், அபடைட் போன்ற கனிமங்களை வெட்டினால் அவை தூள் தூளாய் விடுகின்றன. இவை நொறுங்கும் தன்மை (Brittle) பெற்றவை.

அடர்வெண் (Specific gravity)

பெரும்பாலான கனிமங்களின் அடர்வெண் 2க்கும் 7க்கும் இடையில் இருக்கும். பிளாடினத்தின் அடர்வெண் 21.46 நீரின் அடர்வெண் 1. அடர்வெண்ணைக் கண்டுபிடிக்க 'வாக்கர் எஃகுத் துலாக்கோல் (Walker's steel yard), அல்லது ஜாலி சுருள் வில் தராசு' (Jolly's spring balance) போன்ற கருவிகள் பயன்படும். கனிமத்தை காற்றிலும் நீரிலும் எடைபோட்டு அதன் அடர்வெண் G-யை பின்வருமாறு கணக்கிடவேண்டும்.

$$G = W_1 / (W_1 - W_2)$$

இதில், W_1 = காற்றில் எடை; W_2 = நீரில் எடை.

பெரிய அளவுள்ள கனிமத்துண்டுகளுக்கு வாக்கர் கருவியையும் சிறிய துண்டுகளுக்கு ஜாலியின் கருவியையும் பயன்படுத்த வேண்டும். சிறு சிறு கனிமத் துகள்களின் அடர்வெண்ணை கனமான திரவங்களைக் கொண்டு கண்டு பிடிக்கலாம். புரோமோபாரத்தின் ($CHBr_3$) அ. எ. = 2·80 மீதைல் அயோடைட்டின் (CH_2I_2) அ. எ. = 3.33; தேலியம் போர்மெட்டும் தேலியம் மெலோனேட்டும் கலந்தவாறுள்ள

கிளெரிசி கரைசலின் அ. எ. 4·25. இவற்றை வேண்டிய அளவுக்கு பென்சீனலும் நீராலும் நிரவலாம்.

கனிமங்களின் ஒளியியல் குணங்கள்

கனிமங்களின் பொதிகக் குணங்களில் மிகவும் பயனுள்ளவை ஒளியியல் குணங்களே. மற்ற எளிய முறைகளால் ஒரு கனிமத்தை அறிந்துகொள்ள முடியாத போது வேதியல் முறைகளையும் ஒளியியல் முறைகளையும் கையாளவேண்டும். ஒளியியல் முறையில் கனிம நுண்நோக்கி (Petrological microscope) என்னும் கருவி இன்றியமையாதது. இக்கருவியின் உதவியால் கனிமத்தைக் கொண்டுள்ள பாறையின் மெல்லிய சில்லியை (Slice) பலவித ஒளியியல் ஆய்வுகளுக்கு உட்படுத்தலாம்.

பாறைச் சில்லி நழுவம் (Thin section slide)

ஒரு பாறையிலிருந்து சிறு துண்டு ஒன்றை உடைத்து அதன் ஒரு பக்கத்தை கார்பொரண்டம் அல்லது எமரி அரப்புத்தாள்களின் உதவியால் தட்டையாகத் தேய்க்க வேண்டும். இதற்கு மின் விசையால் சுழலும் ஒரு இரும்புத் தட்டின் மேல் அரப்புத் தூள்களை நீருடன் கலந்து இட்டு பாறைத் துண்டை அதன்மேல் அழுத்திப் பிடிக்கவேண்டும். படிப்படியாக சன்னமான அரப்புத் தூள்களை இட்டுத் தேய்ப்பதால் அப்பக்கம் பளபளப்பாகும். இவ்வாறு பளபளப்பாகத் தேய்த்தபின் அந்தப் பக்கத்தை ஒரு கண்ணாடிப் பட்டையின்மேல் (நழுவம்) கனடா பால்சம் (Canada Balsam) கொண்டு ஒட்டவேண்டும். கண்ணாடி நழுவம் 3" × 1" அல்லது $1\frac{3}{4}$'' × 1'' அளவு இருப்பது வழக்கம். பிறகு ஒட்டிய பாறைத்துண்டை மறு புறத்திலிருந்து அதே முறையில் தேய்த்துக் கொண்டே வரவேண்டும். கண்ணாடிப் பட்டையின் மேல் ஒரு மெல்லிய பாறைச் சில்லி மட்டும் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும் வரை தேய்க்கவேண்டும். இச் சில்லியின் கனம் சுமார் 0.003 மி.மீ. இருக்கும்போது தேய்ப்பதை நிறுத்தி விட்டு அதன்மேல் மிக மெல்லிய கண்ணாடியால் (Cover glass(கனடா பால்சம் கொண்டு பொத்த வேண்டும். கனடா பால்சம் தக்க அளவு சூடாக்கினல்தான் நல்லமுறையில் பிசுபிசுப்பு இல்லாமல் ஒட்டும். இவ்வாறு தயாரித்த மெல்லிய பாறைச் சீவலில் உள்ள பெரும்பாலான கனிமத்துகள்களின் ஊடே ஒளி எளிதில் புகும்.

கனிமச் சில்லியை நழுவத்தில் (Slide) ஒட்ட பயன்படும் கனடா பால்சம் என்னும் பிசினின் ஒளிக்கோட்ட எண் (Refractive Index) 1.54. இந்த எண்ணுக்குக் கிட்டத்தட்ட சம அளவான ஒளிக்கோட்ட எண்ணுடைய கனிமங்களை நுண்நோக்கியால் காணும்போது விளிம்புக் கோடுகள் எடுப்பாக இருப்பதில்லை. (எ.கா. குவார்ட்சின் ஒ.கோ.எ. 1.55). ஒ.கோ.எ. 1.54-க்கு மிகவும் மாறுபட்டதாக இருந்தால் கனிம விளிம்புக் கோடு எடுப்பாகத் தெரியும். (எ.கா. கார்னெட்டின் ஒ. கோ. எ. 1.83). இவ்வாறே கனிமத்தின் ஒ.கோ.எ. கனடா பால்சத்தின் அல்லது ஒட்டினுற்போலுள்ள அண்டைக் கனிமத்தின் ஒ.கோ. எண்ணை விட அதிகமானதா தாழ்ந்ததா என்பது விளங்கும்.

கனிம நுண் நோக்கியைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளுமுன் சாதாரண ஒளிக்கும் முறை அதிர்வு ஒளிக்கும் (Polarised light) உள்ள வேறுபாட்டையும் நுண்நோக்கியில் பயன்படும் நிக்கல் பட்டகத்துக்குள் (Nicol Prism) வைக்கப்பட்டுள்ள கேல்சைட் (Calcite) கனிமத்தின் இரட்டைக் கோட்டத்தைப் பற்றியும் (Double refraction) தெரிந்துகொள்வோம்.

முறை அதிர்வு ஒளி

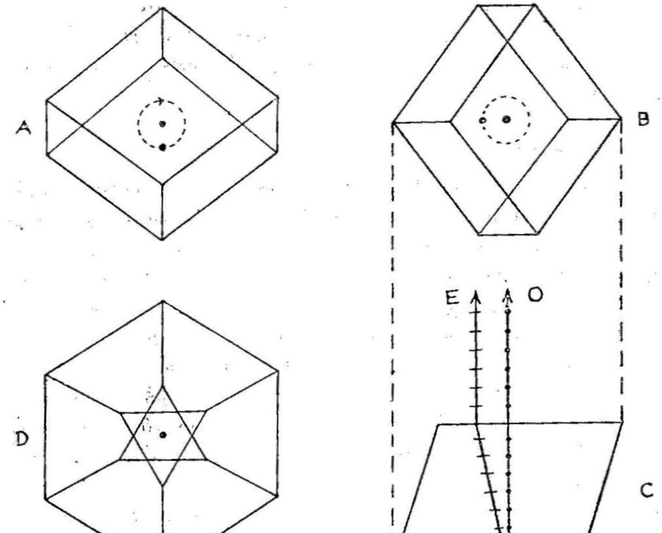
ஒளிக்கற்றை ஒரு திசையில் பாய்ந்து செல்ல அதன் பாதைக்கு நேர் குறுக்காக ஒளி அதிர்வுகள் (Vibrations) இயங்கவேண்டும் என்பதே ஒளியின் அலைமை கருத்தியல் (Wave theory of light). சாதாரண ஒளியில் பாய் திசையைக் கொண்ட எல்லாத் தளங்களிலும் இந்த ஒளி அதிர்வுகள் ஏற்படுகின்றன. முறை அதிர்வு ஒளியில் (Plane polarised light) ஒளி அதிர்வுகள் ஒரே தளத்தில்தான் நடைபெறும். இத்தகைய ஒளியில் கனிம நழுவத்தை நோக்குகையில் சாதாரண ஒளியை விட ஐயுறவில்லாதவாறு கனிமங்களை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. படிக இரட்டிப்புக்களையும், கனிம மாறுதல்களையும் கூட எளிதில் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது.

இரட்டைக்கோட்டம்

கன சதுரத் தொகுதியைத் தவிர மற்ற எந்த படிகத் தொகுதியைச் சேர்ந்த படிகமும் அதனூடே செல்லும் ஒளிக் கதிரை இரண்டாகப் பிரிக்கும் தன்மை வாய்ந்தது. இதில் ஒரு கதிர் மற்றதை விட அதிகமாகக் கோட்டமடைகிறது.

கேல்சைட் கனிமத்தின் கனிமப் பிளவுகளாகிய பக்கங்களைக் கொண்ட தெளிவான ஒளிபுகக்கூடிய சாய்சதுரக் கட்டி

யினூடே வெண்தாளில் இட்ட ஒரு கரும்பொட்டைக் கண்டால் அது இரண்டு பொட்டுக்களாகக் காட்சியளிக்கும். படிகக் கட்டியைச் சுழற்றினல் ஒரு பொட்டு இருந்த இடத்திலேயே இருக்க மற்ருெரு பொட்டு அதைச் சுற்றி வருவதுபோல் தோன்றும். கேல்சைட்டின் ஊடே செல்லும் ஒளிக்கதிர் சாதாரண கதிர் (O), அசாதாரண கதிர் (E) என்று இரண்டாகப் பிரிந்து விடுகிறது. மாருத பொட்டு சாதாரண கதிரையும், சுழலும் பொட்டு அசாதாரண கதிரையும் காட்டுகின்றன. இவை இரண்டும் முறை அதிர்ச்சி அடைந்துள்ளதால் ஒன்றுக்கொன்று நேர்குத்தாக உள்ள தளங்களில் செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக அதிர்ச்சி காண்கின்றன.



படம் 15.

கேல்சைட்டின் இரட்டைக் கோட்டம்

AB பிளவு சாய்சதுர வடிவின் ஊடே தெரியும் இரட்டைத் தோற்றம்

C சாய் சதுரத்தின் குறுக்குத் தோற்றம்

D C-அச்சின் திசையில் தெரியும் ஒரே தோற்றம்

இவ்வாறு ஒளிக்கதிரை இரண்டாகப் பிரிக்கும் கனிமம் இரட்டைக் கோட்டம் உடையது (Doubly refractive or birefringent). கனிமப் படிகத்துள் இந்த இரண்டு கதிர்களும் வெவ்வேறு வேகங்களில் செல்வதால் அந்த இரண்டு திசை

களில் அக்கனிமம் இரண்டு வேறுபட்ட ஒளிக்கோட்ட எண்களைக் கொண்டது. இந்த இரண்டு ஒளிக்கோட்ட எண்களுக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடே ஒளிக்கோட்ட வேற்றுமை (Birefringence). கேல்சைட்டில் இந்த வேற்றுமை அதிகமானது. உயர் ஒ.கோ.எ. 1.658 தாழ் ஒ.கோ.எ. 1.486; ஆகவே, வேற்றுமை 0.172 குவார்ட்சின் ஒ.கோ. வேற்றுமை 0.009 தான் உள்ளது.

எந்தப் பக்கத்திலிருந்து புகுந்தாலும் ஒளியின் கோட்ட எண் மாறாமலே இருக்கும் கனிமங்கள் ஒளி மாறாக் (Isotropic) கனிமங்கள். இவற்றினுள் செல்லும் ஒளிக் கதிர் இரண்டாகப் பிரிவதில்லை. கனசதுரத் தொகுதிப் படிகங்கள் எல்லாம் ஒளி மாறாக் குணமுடையவை அறுகோணத் தொகுதி, நீள் சதுரத் தொகுதி ஆகிய இரண்டின் அடித்தளக் குறுக்குச் சீவல்களும் ஒளிமாறாக் குணமுடையவை.

ஒளியியல் அச்சுக்கள்

கேல்சைட் படிகத்தில் ஒரு திசையினூடே பாயும் ஒளிக் கதிர் இரண்டாகப் பிரிக்கப் படுவதில்லை தளமுறை அதிர்வையும் அடைவதில்லை. இதுவே அக்கனிமத்தின் ஒளியியல் அச்சு (Optic axis) கேல்சைட் படிகத்தில் இது செங்குத்து அச்சுடன் இயைந்தது. இத்தகைய கனிமத்தை ஓரச்சுக் (Uniaxial) கனிமம் எனலாம். அறுகோணத் தொகுதியிலும் நீள் சதுரத் தொகுதியிலும் அடங்கும் கனிமங்கள் ஓரச்சுக் கனிமங்கள். செவ்வகத் தொகுதி, ஒரு சாய் தொகுதி, முச்சாய் தொகுதி ஆகியவற்றின் கனிமங்கள் இரண்டு ஒளியியல் அச்சுக்களை உடையவை. இவற்றில் குறிப்பிட்ட இரண்டு திசைகளில் ஒளி இரண்டாகப் பிரியாது செல்லக் கூடியதால் இவற்றை ஈரச்சுக் ((Biaxial) கனிமங்கள் என்பர். படிக செங்குத்து அச்சுக்கும் கனிம ஒளியியல் தொடர்பு வேகங்களைக் கொண்டு கனிமங்களை ஒளி நேரியல் (+) ஒளி எதிரியல் (−) வயப்பட்டவை என்று இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இதைப்பற்றி கனிம இயல் பாடநூல்களில் விரிவு காண்க.

நிக்கல் பட்டகம் (Nicol prism)

ஒரு தளத்தில் மட்டும் அதிர்ச்சி காணும் ஒளிகற்றையை உண்டாக்க உதவும் நிக்கல் பட்டகத்தில் கேல்சைட் கனிமத்தின் உயர்ந்த ஒளிக்கோட்ட வேற்றுமை பயன்படுகிறது கண்ணடிபோல் ஒளிபுகும் நீளவாட்டான கேல்சைட்

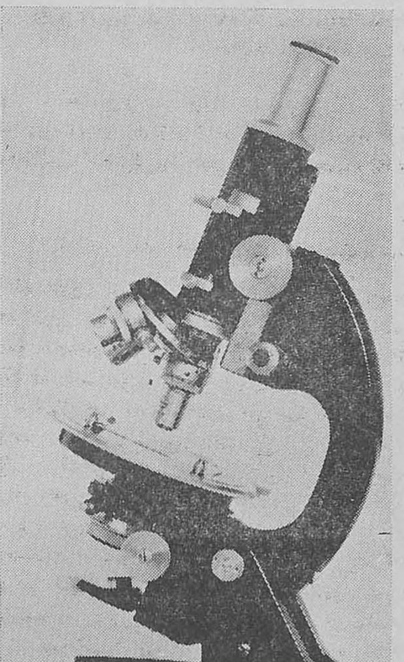
படிகத்தை மூலைவிட்டத் திசையில் அறுத்து பளபளப்பாக்கி மீண்டும் கனடா பால்சம் கொண்டு ஒட்டிவிட வேண்டும். பிறகு இரு முனைகளையும் நீளப் பக்கத்துக்கு 68° கோணம் இருக்கு மாறு தேய்த்துப் பளபளப்பாக்க வேண்டும். இப்போது நீள வாட்டத்தில் பட்டு உள்செல்லும் ஒளிக்கதிர் சாதாரண அசாதாரண கதிர்களாகப் பிரிந்து உள்ளே செல்லும். சாதாரண கதிர் கனடா பால்சம் போட்டு ஒட்டியுள்ள தளத்தில் பட்டு நீளப் பக்கத்தில படுமாறு உள் கோட்டமடைந்து விடும் (Total Internal Reflection). வேகம் அதிகமான அசாதாரண கதிர் மற்ற பாதியினூடே சென்று ஒருதளத்தில் அதிர்ச்சியுடன் மறுமுனையின் வெளியே வரும்.

தற்காலத்தில் நிக்கல் பட்டகத்துக்குப் பதிலாக போலராய்டுகள் (Polaroid) எனப்படும் செயற்கையான படிகப் படலங்களைக் கொண்டு ஒருதள அதிர்ச்சி ஒளியை உண்டாக்குகிறார்கள்.

கனிம நுண் நோக்கி (Polarising Microscope)

கனிம நுண் நோக்கியில் இரண்டு நிக்கல் பட்டகங்கள் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. கீழுள்ள ஒன்றை கீழ் ஒளி பகுப்பான் (Polariser) என்றும் மேலுள்ளதை மேல் ஒளி பகுப்பான் (Analyser) என்றும் கூறுவர். இவ்விரண்டு நிக்கல் பட்டகங்களும் ஒளிக்கதிரை ஒருதளத்தில் மட்டுமே அதிர்வுறுமாறு செலுத்தக் கூடியவை. இரண்டிலும் உள்ள அதிர்வுத் திசைத் தளங்கள் ஒன்றை ஒன்று நேர் குறுக்காக வெட்டுமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கீழ் ஒளி பகுப்பானின் ஒளி அதிர்வு தளத்தை சுழற்ற முடியும். மேல் ஒளிபகுப்பானை சுழற்ற முடியாது, ஆனால் அதை ஒளியின் வழியில் இருந்து வேண்டும் போது விலக்க முடியும். இரண்டு பகுப்பான்களும் தத்தம் இடத்தில் இருந்தால் ஒரு பட்டகத்தினூடே புகுந்து வரும் ஒளி மறுபட்டகத்தினூடே புக முடியாது தடைபட்டுவிடும் இந்த நிலைக்கு பட்டகங்கள் குறுக்கிடப்பட்ட (Crossed Nicols) நிலை என்று பெயர். இந்நிலையில் கருவியினுள் பார்வைக்கு இருட்டாக இருக்கும் (நிக்கல் பட்டகங்களுக்குப் பதிலாக செயற்கை போலராய்டுகளும் (Polaroid) பயன்படுகின்றன) இவ்வாறு இருக்கும் போது இரட்டைக் கோட்டமுடைய மெல்லிய கனிமச் சீவலை இரண்டு நிக்கல்களுக்கும் நடுவே நுண்நோக்கியின் நழுவ மேடையில் வைத்தால் அந்தக் கனிமத்தின் பிம்பம் பல வண்ணமாகத் தோன்றும். தடித்த கனிமச் சீவல் ஒரு நிறத்தையும் மெல்லிய கனிமச் சீவல் மற்றொரு நிறத்தையும் உண்டாக்கு

வதைக் காணலாம். ஏனென்றல், கீழ் ஒளிபகுப்பானி லிருந்து மேலே வரும் ஒளி ஒரு தளத்தில் அதிர்ச்சியுடையது. இது கனிமச் சீவலினுட்புகுந்து மேலே வரும்போது இரண் டாகப் பிரிந்து விடுகிறது. இதில் ஒன்று மற்றதைவிட வேக மாகச் செல்லுகிறது. இவை வெவ்வேறு தளங்களில் ஒன்றுக்கு ஒன்று நேர்குத்தான அதிர்ச்சிகளையுடையன. மேலும் இவை வெவ்வேறு வேகங்களில் பயன்படுவதால் ஒன்றுக் கொன்று அலை இடைப்படி எண்ணிக்கையில் வேறுபாடு (Phase



படம் 16. கனிம நுண்நோக்கி

difference) ஏற்பட்டுள்ளது. இவை இரண்டும் மேல் ஒளி பகுப்பானுக்குள் புகுந்து மேலே வரும்போது மீண்டும் இரண்டு இரண்டு ஒளிகளாகப் பகுக்கப்படுகின்றன. இப்போது இரண்டு சாதாரண ஒளிக்கதிர்களும் இரண்டு அசாதாரண ஒளிக் கதிர் களும் மேலே வர முயற்சிக்கின்றன. ஆனல் இரண்டு

சாதாரண கதிர்களும் மேல் பகுப்பானுக்கு உள்ளேயே கோட்டமடைந்து விடுகின்றன. மேலே வரும் இரண்டும் அசாதாரண ஒளிக்கதிர்களே. இவை இரண்டும் குறுக்கிட்டு (Interfere) அலையிலைப் படி எண்ணிக்கைகளில் (Phase) அதிகரித்தோ குறைந்தோ மேல்வருவதால் முறைஅதிர்வு வண்ணம் (Polarisation Colour) உண்டாகிறது. இது கனிமத்தை அறிந்துகொள்ள உதவியாக இருக்கிறது. இந்த நிறம் கனிமத்தின் இயல்பான தன்மையையும் அதன் சீவலின் தடிப்பையும் பொருத்துள்ளது.

மேலும் நுண் நோக்கியைக் கொண்டு ஒளிமறைவுக் கோணம் (Angle of extinction) நேராக உள்ளதா (Straight) சாய்வாக (Obique) உள்ளதா என்பதையும் கனிமம் அதிர்வுத் திசை நிற மாற்றம் (Pleochroism) உடையதா என்பதையும் அறிந்து கொள்ளலாம். இதைப் பற்றி விவரம் கனிமயியல் நூல்களில் காண்க.

பொதுவாக நுண்நோக்கியைக் கொண்டு சாதாரண ஒளியில் கனிமப் படிகத்தின் உருவம், கனிமப் பிளவு, நிறம், உள் அடக்கல்கள் (inclusion), கனிம மாற்றுப் பொருள்கள் ஆகியவற்றைத் தெரிந்து கொள்ளலாம் கனடா பால்சத்தைவிட ஒளிக் கோட்ட எண் உயர்ந்ததா தாழ்ந்ததா எனவும் அறியலாம்.

முறை அதிர்வு ஒளியில் ஒரு நிக்கலை மட்டும் இயக்கி அதிர்வு திசை நிறமாற்றத்தை கண்டு கொள்ளலாம். இரண்டு நிக்கல்களையும் குறுக்கிடவைத்து கன சதுரத் தொகுதி அல்லாத ஒளிமாறு (Anisotropic) கனிமங்களின் முறை அதிர்வு வண்ணம் ஒளி மறைவுக் கோணம், இரட்டிப்பு, கனிமமாற்றம் ஆகிய குணங்களை அறியலாம்.

ஒளிபுகாத தாதுக் கனிமங்களின் (Ore minerals) மெல்லிய சீவல்களிலும் ஒளிபுகுவதில்லை. ஆகவே இவற்றின் ஒரு பக்கத்தை மட்டும் தேய்த்து பளபளப்பாக்கி அப்பரப்பின் மேல் ஒளியை விழச்செய்து அதையே நுண் நோக்கியின் மூலம் பார்த்துப் பரிசீலனை செய்ய வேண்டும். இதற்கு ஏற்ற ஒளி அமைப்புக்கள் கொண்ட நுண் நோக்கியை உலோகயியல் (Metallurgical) நுண்நோக்கி என்பர். உலோகங்களையும் இதன் மூலம் அறிந்து கொள்ள முடியும். இதற்குரிய சிறப்பு நூல்களில் இதைப்பற்றி மேற்கொண்டு அறிந்து கொள்க.

பாறை-ஆக்கு கனிமங்களின் இயலமைப்பு

பல்லாயிரக் கணக்கான கனிம இனங்கள் இருந்தாலும் இவற்றில் ஒரு சிலவே பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. புவிப் பொருக்கின் வேதியியல் கூட்டினைப் பார்த்தால் அதில் 99% 12 தனிமங்களால் மட்டுமே ஆக்கப்பட்டுள்ளதை அறியலாம்.

வேதியியல் கூட்டணு	சதவீத அளவு
SiO_2	59.8
Al_2O_3	14.9
Fe_2O_3	2.7
FeO	3.4
MgO	3.7
CaO	4.8
Na_2O	3.2
K_2O	3.0
H_2O	2.0
TiO_2	0.8
CO_2	0.7
P_2O_5	0.3
மற்றவை	0.7
மொத்தம்	100.0

தனிமம்	சதவீத அளவுகள்	
	எடை	கன அளவு
O	46·60	93.8
Si	27.70	0.9
Al	8.10	0.5
Fe	5.00	0.4
Ca	3.60	1.0
Na	2.80	1.3
K	2.06	1.8
Mg	2.10	0.3
மற்றவை	1.5	—
மொத்தம்	100.00	100.00

(மற்றவை = Ti 0·44 H 0.14 P 0.12 Mn 0.10 S. 0.05 C. 0.03)

பாறை ஆக்கத்தில் பங்குகொள்ளும் முக்கிய தனிமங்களின் சில பௌதிக வேதியியல் கூறுகள் :

தனிமம் (Element)	குறியும் இணை திறனும் (Symbol & Valency)	மின்னணு ஆரை 10^8 செ.மீ. (Ionic radius)
ஆக்ஸிஜன்	O^{2-}	1.32
சிலிகான்	$S.^{4+}$	0.39
அலுமினியம்	Al^{3+}	0.57
இரும்பு; ஈரிணைவய (Ferrous)	Fe^{2+}	0.83
மூவிணைவய (Ferric)	Fe^{3+}	0.67
கேல்சியம்	Ca^{2+}	1.06
சோடியம்	Na^{+}	0.98
பொட்டாசியம்	K^{+}	1.33
மெக்னீசியம்	Mg^{2+}	0.78

சாதாரணமாகக் காணக் கூடிய பாறை ஆக்கு கனிமங்கள் மேற் குறிப்பிட்ட தனிமங்களால் ஆனவையே. இவை பெரும் பாலும் சில உலோகவயத் தனிமங்களுடன் சேர்ந்த ஆக்சிஜன் சிலிகான் ஆகியவற்றால் ஆன சிலிகேட்டுகளே. இவ்வாறு கூடும் தன்மையை இரண்டு ஆக்கக் கூறுகள் தீர்மானிக்கின்றன. முதலாவதாக அணுக்களை நுண்ணிய கோளங்களாகக் கருதலாம். இக் கோளங்களின் செயல் உரு ஆரை அளவு கனிம அமைப்பினுள் சரியாகப் பொருந்த வேண்டும். இரண்டாவதாக, ஒவ்வொரு அணு அல்லது (மின்னணுவின்) மின்னூட்டம் (Charge) படிக அமைப்பிலுள்ள எல்லா நேர் எதிர் மின்னூட்டங்களும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கவேண்டும். அமைப்பு மின்னியல்படி நடுநிலையில் இருக்கவேண்டும். இந்த இரண்டு காரணங்களால் சிலிக்கேட்டு அமைப்பு வகைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையோடு நிற்கிறது. பின்னர் காணப்போகும் பைராக்சீன், ஆம்பிபோல் போன்ற கனிம வகுப்புக்களில் உள்ள பல கனிமங்கள் ஒரே போன்ற பல பௌதிகக் குணங்

களைப் பெற்றுள்ளன என்பதைப் புரிந்து கொள்ள, சிலிக் கேட்டு அமைப்பு வகைகளைப் பற்றிய அடிப்படை அறிவு தேவை.

சிலிகான், ஆக்சிஜன் இரண்டையும் ஒப்பிட்டால் சிலிகான் மின்னணுவின் அளவு சிறியதாகவும் நேர் மின்னேட்டம் பேரளவிலும் இருக்க ஆக்சிஜன் மின்னணுவின் அளவு பெரிய தாகவும் எதிர் மின்னூட்டம் பேரளவிலும் இருப்பதைக் காண லாம். இதனுல் இவை இரண்டும் சேர்வதால் நிலையான மின் அணுக்கள் உண்டாகின்றன. நான்கு ஆக்சிஜன் மின்ன ணுக்கள் ஒரு சிலிகான் மின்னணுவைச் சூழ்ந்து கொண்டு ஒரு சமபக்க முக்கோணக் கூம்பு போல் அமைந்த நான்முக நேர் வடிவத் (Tetrahedron) தொகுப்பை உண்டாக்குகின்றன. சிலகானின் இணைதிறன் நான்கு. இணைதிறன் இரண்டுடைய நான்கு ஆக்சிஜன் மின்னணுக்கள் ஒரு நான்முக நேர் வடிவின் நான்கு மூலைகளில் உள்ளதுபோல் சூழ்ந்துள்ளதால் சிலகானின் இணை திறன் எஞ்சுவதில்லை. ஆனால் நான்கு ஆக்சிஜன் மின்ன ணுக்களிலும் ஒவ்வொரு எதிர் மின்னூட்ட அலகு எஞ்சியுள்ள தால் SiO_4 நான்முக அமைப்பு நடு நிலையில் இருப்பதில்லை. நேர் மின்னூட்டமுள்ள உலோகவய மின்னணுக்கள் நான்முக வடிவுடன் இணைவதாலோ அல்லது ஆக்சிஜன் அணுக்கள் ஒவ்வொன்றுடனும் அருகேயுள்ள நான்முக வடிவுகள் சேர்ந்து மின்னூட்டத்தைப் பகிர்ந்து கொள்வதாலோ இந்த எஞ்சிய மின்னூட்டம் நடுநிலைப்படுகிறது. இத்தகைய SiO_4 நான்முக வடிவே சிலிகேட்டுகளின் அடிப்படை அலகு அமைப்பாகும். இதன் முக்கிய ஐந்து வகைத் தொகுப்புக்களைக் காண்போம்.

1. தனித்தனியான SiO_4 தொகுப்புக்கள்

SiO_4 நான்முக வடிவுகள் இரும்பு, மெக்னீசியம், கேல்சியம் போன்ற உலோகவய மின்னணுக்களால் பிணைக்கப்பட் டுள்ளன. எ. கா ஆலிவீன் (Fe,Mg), SiO_4 இதனுல் ஆலிவீன் சீரற்ற முறையில் உடைகிறது.

2. ஒற்றைச்சங்கிலி அமைப்பு (Si_2O_6)

எ. கா. பைராக்சீன் Ca Mg (Si_2O_6). இதில் SiO_4 தொகுப்பு ஒவ்வொன்றும் இரண்டு ஆக்சிஜன் மின்னணுக்களை அருகே யுள்ள தொகுப்புடன் பகிர்ந்து கொண்டவாறு நீளமான சங்கிலி போல் அமைந்திருக்கும். இச்சங்கிலிகள் கனிமத்தின் C-அச் சுக்கு இணையாக Mg, Fe, Ca போன்ற மின்னணுக்களால்

பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறாக உள்ள சங்கிலிகளுக்கு இடையே காணும் கனிமப் பிளவுகள் 87° கோணத்தில் வெட்டு கின்றன.

3. இரட்டை சங்கிலி அமைப்பு (Si_4O_{11})

எ. கா. ஹார்ன் பிளெண்ட். Ca_2 $Na(Mg, Al)_5$ (Si_4O_{11}) $(OH)_2$. இதில் இரண்டு தனிச் சங்கிலிக் கோர்வைகள் அருகருகே பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை C-அச்சுக்கு இணையாக உள்ளன. இரண்டு சங்கிலிகளையும் இடையே உள்ள உலோகவய மின்னணுக்கள் இணைக்கின்றன. SiO_4 அலகுருக்கள் முதலில் 2 ஆக்சிஜன் மின்னணுக்களையும் அதற்கடுத்து 3 ஆக்சிஜன் மின்னணுக்களையும் இவ்வாறு பகிர்ந்து கொள்கின்றன. ஹார்ன்பிளெண்ட் வகைக் கனிமங்கள் நீளமான துண்டுகளாகப் பிளக்கின்றன. பிளவுத் தளங்கள் 124° கோணத்தில் ஒன்றையொன்று வெட்டுகின்றன.

4. தகடு அமைப்பு (Si_4O_{10}).

எ. கா. மைகா. K $((Mg, Fe)_3$ $(Al. Si_3$ $O_{10})$ $(OH)_2$ இதில் SiO_4 அலகமைப்புக்கள் ஒன்றோடொன்று 3 ஆக்சிஜன் மின்னணுக்களால் இணைக்கப்பட்டு நான்முக வடிவுகளின் அடித்தளங்கள் ஒரே பொதுத்தளம்போன்று அமைத்திருக்கும். இதனால் தான் மைகா போன்ற ஏடு அமைப்பு கொண்ட கனிமங்கள் எளிதில் தகடு தகடாகப் பிளக்கின்றன.

5. மூவளவைச் சட்ட அமைப்பு (Sio_2)

எ. கா. குவார்ட்ஸ் (SiO_2). ஒவ்வொரு நான்முக அலகமைப்பும் நான்கு ஆக்சிஜன் மின்னணுக்களை ஒன்றோடொன்று பகிர்ந்துகொள்கின்றன. இதனால் தொடர்ச்சியான மூலளவையில் அமைந்த (3 Dimensional) சட்டக் கோப்பு ஏற்படுகிறது. இதனால்தான் குவார்ட்ஸ் கடினமாகவும் சீரற்ற முறையில் உடைவதாகவும் உள்ளது. இதில் எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட திசையிலும் தனிப்பட்ட தளர்வு இல்லை.

பெல்ஸ்பாரும் குவார்ட்ஸ் வகை அமைப்பையே பெற்றிருந்தாலும் சில சிலிகான் மின்னணுக்களுக்குப் பதிலாக அலுமினியம் மின்னணுக்கள் மாறியுள்ளன. மேலும் பொட்டாசியம், சோடியம், கேல்சியம் ஆகியவற்றின் மின்னணுக்களும் வந்து சேர்ந்துள்ளன. ஆகவே குறிப்பிட்ட தளர்வுடைய பிளவுத் தளங்கள் இதில் காணப்படுகின்றன.

கை-மாதிரிகளில் கனிமத்தைக் கண்டறிதல்

பாறைகளின் கை மாதிரிகளில் (Hand-specimens) வெறுங் கண் கொண்டு பார்த்தே பெரும்பாலன பாறை-ஆக்கு கனிமங்களைக் கூறிவிடலாம். 1 மி.மீ. க்கும் சிறிதான கனிமத்துணுக்குகளை நல்ல பெருக்காடி (Lens) கொண்டு பார்த்தே கூறிவிடலாம். கீழ்வரும் சில கனிமத் தகைவுக்கூறுகள் இவ்வகையில் பயனுள்ளவை:

1. படிகத் தன்மையைப் பொருத்த கனிமத்துணுக்கு உருவம்.

2. வண்ணமும் ஒளிபுகும் தன்மையும்.
3. கனிமப் பிளவு உள்ள நிலை, இல்லாத நிலை
4. படிகங்களில் காணப்படும் இரட்டிப்பு வகை.
5. கடினத்தன்மை போன்ற பௌதிக குணங்கள்.
6. ஒப்பீட்டு எடை.

இதற்காகப் பயன்படும் எளிய கருவிகள்: பேனுக்கத்தி, கண்ணுடித்துண்டு, பெருக்காடி, சொரசொரப்பான பீங்கான் சில்லி.

பொறியியலாளர்கள் இம்முறையில் கனிமங்களைக் கண்டு தெரிந்துகொள்ள நெடு நாள் பழக்கம் தேவை. அடிக்கடி கனிமங்களைக் கையால் எடுத்துப்பார்த்தால் அவற்றைப் பார்த்தமட்டிலே கண்டுகொள்ளும் ஆற்றலைப் பெறலாம். பின் வரும் பகுதியில் எளிய பௌதிக குணங்களையே முக்கியமாகக் கருதி முக்கியமான சில கனிமங்களை விவரிப்போம். இதில் வேதியியல், ஒளியியல், பொருளாதாரக் கனிமயியல் சம்பந்தப்பட்ட குணங்களை மேலோட்டமாகக் குறிப்பிடுவோம்.

கனிமங்களின் சொல் விளக்கம்

கையாண்டுள்ள வகுப்பு முறை:

1. இயல் தனிமங்கள்: உலோக வகை-தங்கம்; அவுலோகவகை வைரம், கிராபைட்.

2. சல்பைடுகள்: கலீனு, பைரைட், சால்கோபைரைட்.

3. புளோரைடு: புளோரைட்.

4. ஆக்சைடுகள்: சிலிகாவின் ஆக்சைடு குவார்ட்ஸ், உலோகங்களின் ஆக்சைடுகள் -ஹேமடைட், மேக்னடைட், லிமோனைட், குரோமைட், பைரோலூசைட், குருவிந்தம், பாக்சைட்.

5. கார்பொனேட்டுகள் : கேல்சைட், டோலமைட், மேக்னசைட்.

6. சிலிகேட்டுகள் : பெல்ஸ்பார் குடும்பம், பைராக்சீன் குடும்பம், ஆம்பீபால் குடும்பம், ஆஸ்பெஸ்டாஸ் கல்நார், பெரில், நெபிலீன், கார்னெட், ஆலிவீன், ஆண்டலூசைட், சிலிமனைட். கையனைட், டூர்மலின், ஜியோலைட், மைகா குடும்பம்.

பின்னுறு கனிமங்கள் — எபிடோட், குளோரைட், சர்பென்டைன், டால்க், களிமப் கனியங்கள்.

7. பாஸ்பேட்டு : அபடைட்.

8 சல்பேட்டுகள் : பேரைட், ஜிப்சம்.

9. ஹைட்ரோ கார்பன்கள் : நிலக்கரி, பெட்ரோலியம்.

இப்பகுதியில் கனிமத்தின் சொல் விளக்கம் கீழ்க்காணும் கூறுபாடுகளைக் கொண்டுள்ளது. இவற்றை பலமுறை குறிக்க வேண்டியிருப்பதால் சுருக்க வடிவங்கள் பயன்படுத்தப் பட்டுள்ளன.

கனிமத்தின் பெயர்

வேதியியல் சேர்வு	(Chemical composition)	—வே.சே.
படிகத்தொகுதி	(Crystal system)	— ப தொ.
படிக வடிவம்	(Crystal form)	— ப வ.
உருவ அமைப்பு	(Structure, shape)	—உ.அ.
நிறம்	(Colou)	—நி.
தூள் நிறம்	(Streak)	—தூ.நி.
மிளிர்வு	(Lustre)	—மி.
கனிமப்பிளவு	(Cleavage)	—க பி.
முறிவுத் தன்மை	(Fracture)	— மு.த.
கடின எண்	(Hardness)	— க.எ.
அடர்வு எண்	(Specific gravity)	—அ.எ.
சிறப்புக்குணம்	(Outstanding property)	—சி.கு.
தழைவு விதம்	(Occurrence)	— த.வி.
உடன்சேர்க்கை	(Association)	—உ.சே.
இந்தியத் தழைவிடங்கள்	(Indian occurence)	—இ.த.
பயன்கள்	(Uses)	—ப.

இயல் தனிம உலோகம்

1. தங்கம் (Gold)

வே.சே. Au ப.தொ. சம அச்சுத் தொகுதி. ப.வ. எண்முக வடிவுள்ள படிகங்கள்; இலைத்தளிர் வடிவம்; சாதாரணமாக சீரற்ற பட்டைகள், செதிள்கள், திண்மங்கள். நி. மஞ்சள். மி. உலோக மிளிர்வு. ஒளிபுகாத் தன்மையது. மு.த. சருச்சரையானது (Hackly) கத்தியால் வெட்டுபடும். கம்பியாகுந் தன்மையும் தகடாகுந் தன்மையும் மிக்கது. க.எ. 2—5—3 அ.எ. 19.3.

த.வி. இயல் தனிமமாகக் கிடைக்கிறது. வெள்ளியுடன் சேர்ந்த திண்மக் கரைசலாக உள்ளது. இயற்கையில் தங்கத்துடன் வேதியியல் முறையில் சேரும் தனிமம் டெல்லூரியம் ஒன்றே. தங்கம் சிலிகாவய மணற்பாறைகளில் நீர்வெப்ப குவார்ட்ஸ் தாரைகளுடன் கலந்து தழைத்துள்ளது. மற்றும் தட்டையான துண்டுகளாகவும் நகதிகளாகவும் (Nuggets) கொழி படிவுகளாகக் (Placers) கிடைக்கிறது.

இ.த. இந்தியாவில் பரவலாகக் கிடைக்கிறது. உகலியல் அல்லது ஆற்றடிப் படிவுகளாக சிறு சிறு தழைவுகள் வட இந்தியாவில் எங்கும் காணப்படுகின்றன. தென் இந்தியாவில் தார்வார் பாறைத் தொகுதியின் ஹார்ன் பிளெண்ட், குளோரைட் சட்டுக்களில் உள்ள குவார்ட்ஸ் தாரைகளில் காணப்படுகிறது. தற்போது மைசூர் மாநிலம் ஒன்றில்தான் தங்கம் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. தங்கம் கண்ணுக்குத் தெரியாத அளவு நுண்ணிய துகள்களாக குவார்ட்சுடன் கலந்துள்ளது. மைசூரில் கோலார் தங்கவயலும் ஹட்டி தங்கவயலும் முக்கிய மானவை. ஒரு டன் பாறையில் நான்கு முதல் ஆறு பென்னி எடை தங்கம் கிடைக்கிறது. சேம்பியன் ரீப் சுரங்கம் சுமார் 2 மைல் ஆழமானது. தார்வார் (மைசூர்), வயநாடு (தமிழ்நாடு, கேரளம்), ராமகிரி (ஆந்திரம்) ஆகிய இடங்களில் தங்கச் சுரங்கங்கள் இருந்தன. பீஹாரில் (சிங்பூம், தனபாத்) குவார்ட்சைட்டிலும் குளோரைட் சட்டிலும் உள்ள குவார்ட்சுடன் தங்கம் கலந்துள்ளது. இங்கு ஆறுகளின் மணலை அரித்து சிறிது பொன்னை எடுக்கிறார்கள்.

ப. தங்கம் முக்கியமாக நாணய மதிப்புத் தகவாகவும் (Monetary standard), பொதுவாக அணிகலன்கள், அறிவியல் கருவிகள், முலாம்பூசல், தங்க ஜரிகை ஆகியவற்றுக்காக பயன்படுகிறது.

வெள்ளி, செம்பு, பாதரசம், ஈயம் ஆகிய தனிமங்களும் இயல் தனிம உலோகங்களாக கிடைப்பதுண்டு.

அவுலோக இயல் தனிமங்கள்

2. வைரம் (Diamond)

வே.சே. சொக்கக் கரி ப.தொ. சம அச்சுத் தொகுதி ப.வ. எண்முக வடிவு, மூவெண்முக வடிவு, சாதாரண இரட்டிப்பு அடைந்தது நி. நிறமற்றது, மஞ்சள் நீலம், கருப்பு மி. வைர மிளிர்வு க.பி. எண்முக வயமானது க.மு. சங்கு முறிவு க.எ. 10 அ.எ. 3.52 வைரத்தின் ஒளிக்கோட்ட எண் 2.417 ஒளி விரவு தன்மையும் (Dispersion) அதிகமாக இருப்பதால் வைரம் சுடர்மை பெற்றுள்ளது.

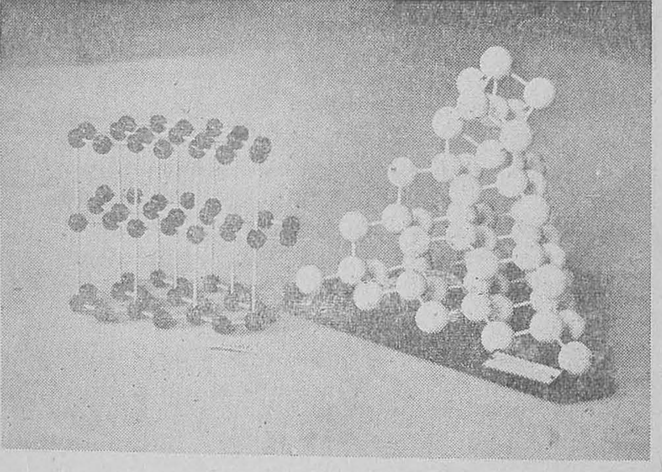
த.வி. மிகு காரப்பாறைகளிலும், காரப்பாறைகளிலும் உள்ள முதன்மைக் (Primary) கனிம உறுப்பாகும். ஆப்பிரிக்காவில் கிம்பர்லி எரிமலைக் குழாய்களில் உள்ளதுபோல் கரி வயக் களிமண் பாறைத்துண்டுகள் பாறைக் குழம்பில் தோய்ந்துள்ள நிலையில் மாற்றப்படுவதாலும் உண்டாகிறது. ஆற்றடிப் படிவுகளில் சாதாரண குவார்ட்ஸ் கூழாங்கற்களைப் போல் தோன்றும் வைரக்கட்டிகள் கொழிபடிவுகளாகவும் இருக்கும்.

இ.த. ஆந்திரத்தில் விந்தியன் தொகுதியின் கர்னூல் வரிசையின் அடியிலுள்ள உருட்கல் படிவுகளில் வைரக் கற்கள் உள்ளன. வைரக் கற்கள் எரியியற் பாறை அமைவுகளான எரிமலைக் கழுத்து குழாய், குறுக்கு நுழைவுகள், எரிசாம்பற் பொடி (Tuff), போன்ற சிதைந்த காரப்பாறைகள் ஆகியவற்றிலிருந்து அரிக்கப்பட்டு படிவுப் பாறைகளில் பொதிந்துள்ளன. மத்திய பிரதேசத்தில் (பன்னு) மஜ்கவான் எரிமலை கழுத்து போன்ற எரியியல் சாம்பல் கற்கலவையிலும், உருட்கல் படிவுகளிலும் ஆற்றடிப் படிவுகளிலும் வைரம் காணப்படுகிறது.

ப. சுத்தமான வைரங்கள் அணிகலக்கல்லாகவும், தரம் குறைந்த வைரங்கள், தொழிற் துறையிலும் பயன்படுகின்றன. கருப்பு நிறமுடைய போர்ட் (Bort) என்னும் வைரம் துரப்பணங்கள், கம்பி இழுக்கும் அச்சுக்கண்கள், அரப்புத்தாள்கள் ஆகியவற்றுக்குப் பயன்படுகிறது.

3. கிராபைட் (Graphite)

வே. செ. கரி (Carbon) ப.தொ. அறுகோணத் தொகுதி ப.வ. ஏடு அமைப்பு அல்லது செதிள் அமைப்பு. சுடர் விரிவமைப்பு, திண்துகள் அமைப்பு உடையவை. நி. சாம்பல் நிறம்,



படம் 17.

கருப்பு தூ.நி. கருப்பு கனிமத் விரலில் தொட்டாலோ ஒட்டிக் கொள்ளும். மி. உலோக மிளிர்வு மண் மிளிர்வு மு.த. ஏடுகள் வளையக்கூடியவை; தொடுவதற்கு வழவழப்பாக இருக்கும். வெட்டு படக்கூடிய கனிமம் க.த. 1—2 அ.எ. 2.2

த.வி. நைஸ் பாறைகளில் தாரைகளாகவும் ஏடு, அமைப்புடையது, அல்லது செதிள் அமைப்புடைய தின்மங்களாகவும் சுண்ணப் பாறையிடையே உள்ள படுகைகளாகவும் இலங்கையில் கிடைக்கிறது. நைஸ் பாறைகளில் குவிவில்லை வடிவிலும் நலப்பாறையில் தணற் பாறையைத் தொட்டாற்போலுள்ள இடங்களில் தூவலாகப் பதிந்தவாறும் கிடைக்கிறது.

இ.த. ஆந்திரத்தில் கோதாவரி, கிருஷ்ண, விசாகப்பட்டினம், வாரங்கல் ஆகிய மாவட்டங்களில் கோண்டலைட் என்னும் பாறையிலும், பெல்ஸ்பார் கொண்ட நைஸ்களிலும் கிராபைட் கிடைக்கிறது. கேரளத்தில் கார்னெட் வய நைஸ்களில் உள்ள பெக்மடைட்களிலும்; மைசூரில் கரிவய களிமண்

படிவுகளுடன் சேர்ந்த சட்டுக்களில் (Schists) அபடிக வகை யாகவும், கையனைட்-கிராபைட் சட்டுக்களில் செதின்போன்ற உருவிலும்; ஒரிஸ்ஸாவில் கோண்டலைட் பாறைகளில் சீரற்ற குவிவில்லைகள் அல்லது தாரைகள் போன்றும் மற்றும் பல மாநிலங்களிலும் கிராபைட் தழைவுகள் உள்ளன.

ப. வார்ப்பு அச்சுக்கள், மூசைகள், வண்ணங்கள் உயாவிகள், பென்சில்கள், மின்வாய்த் தண்டுகள் ஆகியவற் றைச் செய்யப் பயன்படுகிறது. அணுச்சக்தி உலையில் தணிப் பானாகவும் (Moderator) பயன்படுகிறது.

சல்பைடுகள்

4. கலீனா (Galena)

வே. சே. PbS. ப. தொ. கனசதுரத்தொகுதி. ப. வ. கன சதுரம், திண்கட்டிகள் நி. ஈயச் சாம்பல். தூ. தி. ஈயச் சாம்பல் மி. உலோக மிளிர்வு, மின்மினி மிளிர்வு (Splendent) ஒளிபுகாத் தன்மையுடையது. க. பி. சீரான கனசதுரப் பிளவு; மு. த தட்டையான முறிவு, சீரானது (Even) க. த. 2·5. அ. எ. 7·4–7·6.

த. வி. துத்தநாக சல்பைடு (பிளெண்டு) படிவுகளுடன் சேர்த்தவாறு மடுப்பு பாறை மாற்ற தூவல் படிவுகள் (Metasomatic replacements, disseminations), அல்லது பீறு (gash), உட்புழை (cavity), பிளவு (fissure) திணிப்புக்கள் (fillings); சுண்ணப்பாறைகள், டோலோமைட் பாறைகளின் முறிவு தளங்களில் உள்ள தழைவுகள், அல்லது நீர்வெப்ப மாற் றங்கள் (Hydro thermal replacements) உ. சே. பெரும்பாலும் துத்தநாகம் வெள்ளி கனிமங்களுடன் சேர்ந்திருக்கும்.

இ. த. முக்கியமான தழைவு இராஜஸ்தானில் உதய்பூர் மாவட்டத்திலுள்ள ஜாவர் என்னுமிடத்தில் உள்ளது. முக்கிய பாறைகள்: ஆரவல்லி மலைத்தொடரில் உள்ள குவார்ட்சைட், பலகைப் பாறைகள், மைகா சட்டுகள், பில்லைட்டுகள், தாதுக் குலவு (ore-body): தாரைகள், வெடிப்புத் திணிப்புக்கள், மாற்றுக் குலவுகள் (replacement bodies), குவார்ட்சைட்டுகளும் பில்லைட்டுகளும் இடையே அமைத்த முறிவுகளையும் பிளவு களையும் கொண்ட டோலோமைட் வய சுண்ணப் பாறைகளில் மட்டுமே உள்ளன. கலீனா வெள்ளியுடன் சேர்ந்துள்ளது ஸ்பேலரைட் (Sphalerite) என்னும் கனிமமும் உடன் தழைத துள்ளது.

ப. ஈயத்தின் முக்கிய தாதுப்பொருள். இதை உருக்கி எடுக்கும்போது வெள்ளியும் உடன் விளைவாகக் கிடைக்கிறது.

5. பைரைட் (Pyrite)

வே. சே. FeS. ப. தொ. கனசதுரத்தொகுதி. ப. வ. கோடுகள் வருவினுற்போலுள்ள பக்கங்களைக் கொண்ட கன சதுரங்கள். உ. அ. தூவலாகப் பதிந்த சிறிய படிகங்கள் திண்மங்கள் அல்லது துணுக்குகள். நி. வெளிர்நிற பித்தளை மஞ்சள். அல்லது வெண்கல மஞ்சள் தூ. நி. கருப்பு. மி. உலோகவயமிளிர்வு, மின்மினி மிளிர்வு: ஒளிபுகமுடியாதது. மு. த. சீரற்றது; சங்குபோன்றது. நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்தது. க. எ. 6—6·5. அ. எ. 4·9—5·1.

த. வி. தணற்பாறைகளில் உள்ள வழக்கமான துணைக் கனிமம். இது பாறைக் குழம்பிலிருந்து பிரிந்த திரட்சிகளாகவோ (segregation), வெப்ப மடுப்புப் பாறை மாற்றங்களாகவே (Pyrometasomatic), படிவுவயத் தழைவுகளாகவே உள்ளது.

இ. த. ஷாஹாபாதில் (பீஹார்) அம்ஜோர் என்னும் இடத்திலுள்ள படிவுகள் மேல்–கைமூர் மணற்பாறைகளின் அடியே தொட்டாற்போல் படிந்துள்ள, விந்தியன் காலத்தைச் சேர்ந்த பிஜய்கர் கரிமவயக் களிமண் பாறைகளில் உள்ளன. இவை சற்றே சாய்ந்துள்ள வடிநிலம் போன்று அமைந்துள்ளன. பைரைட் 1 மீட்டர் கனமுள்ள படலமாகத் தழைத்துள்ளது. பஞ்சாபில் சிம்லாவினருகே தாராதேவி மலைகளிலுள்ள பலகைப் பாறைகளில் பல குவிவில்லை போன்ற படலப் படிவுகள் உள்ளன.

ப. கந்தக அமிலம் தயாரிப்பதில் பெரிதும் பயன்படுகிறது. கனிம உரம், பேப்பர் தயாரித்தல், கெரோசீன் உவளிப்பு. ஆகிய தொழிற்துறைகளிலும் அய (Ferrous) சல்பேட்டுகள் தயாரிப்பதிலும் பயன்படுகிறது.

6. சால்கோ பைரைட் (Chalco pyrite)

வே. சே. $CuFeS_2$. ப. தொ. நாற்கோணத் தொகுதி. ப. வ. திண்மங்கள். நி. பித்தளை மஞ்சள்; மேற்புறம் நிற மிளிர்வு (Iridescent) கொண்ட மேல்மாசு படிந்திருக்கும் (Tarnish) தூ. நி. பச்சைவய கருப்பு மி. உலோகமிளிர்வு; ஒளிபுகாதது

மு. த. சீரற்றது, க. பி. (201) சீரானது. க. எ. 3·5 – 4. அ. எ. 4·1—4·3.

த. வி. முறிவு தளங்களில் முறுக்கு நுழை பாறைகளுடன் சேர்ந்த நீர்-வெப்ப, அல்லது மடுப்பு மாற்ற தாரைகள். மற்றும் வெப்ப-மடுப்புப் பாறை மாற்றப் படிவுகள் மற்ற சல்பைடு களுடன் சேர்ந்தவாறு இருக்கும்.

இ. த. பீஹாரில் 130 கி. மீ, நீளமான செப்புப்பட்டை உள்ளது. முறிந்தேறிய பிளவுப் பெயர்ச்சியின் (overthrust) வெடிப்புக்களில் செப்புத்தாது தழைத்துள்ளது. தாது தாரை களாகவும், கனிமக் குவைகளாகவும் (Lodes), வெடிப்புத் திணிப்புக்களாகவும் தழைத்துள்ளது. மொசபானியில் 800 மீட்ட ருக்குமேல் ஆழமான தரையடிக் குடைவுச் சுரங்கங் களில் இதை வெட்டி எடுக்கிறார்கள்.

இராஜஸ்தானில் ஜெய்பூரில் 60 கி. மீ, நீளமுடைய செப்புப் பட்டை ஒன்றில் கேத்ரி ஆகிய இடங்களில் சுரங்கங்கள் உள்ளன. செப்புத்தாது டெல்லி தொகுதியின் அஜப்கார் வரிசையிலுள்ள பில்லேட், பலகைப் பாறை, சட்டுக்கள் ஆகிய வற்றில் சீரற்ற கனிம இழைகளாகவும், சட்டுப்பாறை தள இடைவெளிகளிலும் வெடிப்புக்களிலும் திணிப்புக்களாகவும், தாய்ப்பாறை தூவல் படிவுகளாகவும் உள்ளது.

ப. செப்புத்தாது.

புளோரைடு

7. புளோரைட் (Fluorite)

வே. சே. CaF_2. ப. தொ. கனசதுரத் தொகுதி. ப. வ. இரட் டிப்பு கன சதுரங்கள், திண்மக்கட்டிகள். நி. வெளிர் பச்சை, நீலப் பச்சை, ஊதா. ஒளி கசியக் கூடியது அல்லது ஒளிபுகக் கூடியது, மி. கண்ணடி மிளிர்வு புற ஊதாக் கதிர்கள் பட்டதும் கிளர் ஒளிர்வு (Fluorescence) பெறுகிறது. க. பி. எண்முக வடிவு வயப்பட்டது. சீரானது. மு. த. தட்டை, சங்கு அல்லது சுள்ளி முறிவு. நொறுங்கும் தன்மையது. க. எ. 4. அ. எ. 3·18.

த. வி. உ. சே. டூர்மலின், அபடைட் ஆகியவற்றுடன் சேர்ந்தது. வாயுபாறை மாற்றப் படிவுகளாக (Pneumatolytic) குவார்ட்ஸ், கேல்சைட். பேரைட் ஆகிய கனிமங்களுடன்

சேர்ந்துள்ளது. சுண்ணப்பாறை, டோலோமைட் ஆகியவற்றிலும், எரியியல் பாறைகளில் பதங்கமாகிப் படிந்த தழைவுகளாகவும் காணப்படும். கலீனவுடன் சேர்ந்தும் தழைத்திருக்கும்.

ப. எனுமல், கண்ணடிகள் தயாரிக்கவும், எஃகு தயாரிப்பில் இளக்கி (Flux) ஆகவும் பயன்படும்.

சிலிகாவின் ஆக்சைடு

8. குவார்ட்ஸ் (Quartz)

வெங்களிச்சாங்கல், வெங்கச்செங்கல், வே. சே. SiO_2. ப. தொ. அறுகோணத் தொகுதி. ப-வ., உ-அ. பட்டகப் படிகங்கள்; பட்டக முகங்களில் கிடை வாட்டமாக சால் வரிகள் (striations) உள்ளன. திண்மங்கள் பொதுப்படை. பெரு-அல்லது சிறு-படிகவயத் துகள்கள். சில வகைகள் தீத்தட்டிக்கல் போன்றவை, அல்லது துவக்கப்படிக நிலையில் உள்ளவை. சிலபோது குமிழ்வடிவம், கல் விழுது அமைப்பு, முடிச்சுக்கள் போன்ற உருவங்கொண்டவை, மணல் போன்றும் உள்ளது. க. பி. சங்கும், குறை சங்கு - பிளவுகள். நொறுங்கும் தன்மையது, கெட்டியானது. க-எ. 7. அ-எ. 2·65. மி- கண்ணடி அல்லது எண்ணெ மிளிர்வு. நி. நிறமற்றது. சில வகைகள் பல நிறங்களைக் கொண்டுள்ளன (கீழே காண்க) தூ.நி. வெள்ளை ஒளிபுகக்கூடியது அல்லது ஒளிபுகாதது.

த.வி. மிகவும் சாதாரணமாகக் காணக் கூடிய கனிமம். கிரேனைட், பெக்மடைட் போன்ற அமிலத் தணழ் பாறைகளிலும் நைஸ்களிலும், குவார்ட்சைட்டுகளிலும், மணற்பாறையின் மணற் பொதியாகவும் காணப்படும். பலவிதமான பாகைகளிலும் தாரைகளாக இருக்கும். ஆற்றடி சானை அல்லது மணற் படுகைகளிலும் கடற்கரை மணலிலும் முக்கியமாக குவார்ட்ஸ் திண் துகள்களே காணப்படுகின்றன. பஸால்ட் போன்ற பாறைகளின் கொப்பறைகளிலும் (Yeorde) நிறை பொந்துகளிலும் பின்னுறு திணிப்புக்களாக சுகந்திக்கல், வரிப்பளிங்கு, சல்சிடொனி ஆகியவை தழைத்துள்ளன.

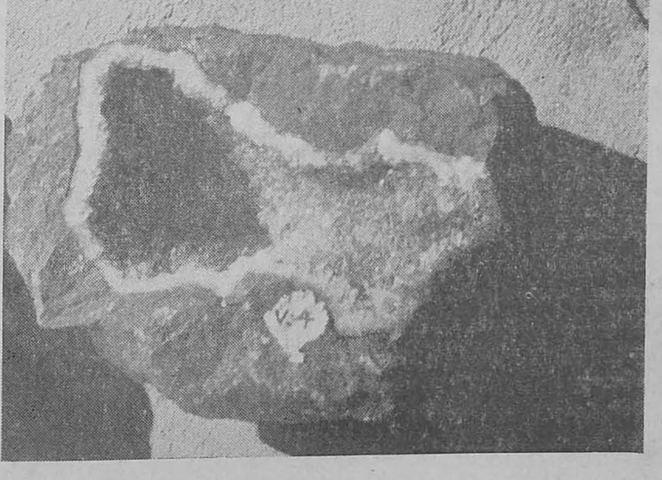
வகைகள்

தாழ் வெப்ப குவார்ட்ஸ் : (முக்கோண கோடகை வடிவம்) இது சாதாரண வெப்ப நிலைகளில் நிலையானது. தாழ்வெப்ப குவார்ட்சை 573°செ. வரை காய்ச்சினல் உயர்வெப்ப குவார்ட்ஸ்

(அறுகோண கோடகை வடிவம் (Trapezo hedral) உண்டாகும். இது 870° செ. வரை தாங்கும். பிறகு டிரைடிமைட் (Tridymite அறுகோண வடிவம்) ஆகமாறும். 870 முதல் 1470° செ. வரை டிரைடிமைட் நிலைக்கும். அதன் பிறகு 1713° செ. வரை கிரிஸ்டோபலைட் (Cristobalite கனசதுரவடிவம்) ஆகமாறும். 1713° செ.க்கும் மேல் உருகிய கண்ணாடி போலாகும். உலைக் கற்களைச் செய்யும்போது டிரைடிமைட்டின் விலைவைக்கொண்டு சுடுவெப்பத்தைக் கண்காணிப்பார்கள்.

படிகப் பளிங்கு (Rock Crystal). கண்ணாடிபோல் தெளிவான ஒளிபுகக்கூடிய நிறமற்ற முழுபடிகம். 5 டன் எடையுள்ள பெரிய படிகங்களும் கிடைத்துள்ளன

சுகந்திக்கல் அல்லது செவ்வந்திக்கல் (Amethyst) தெளிவான ஊதா அல்லது கத்தரிப்பூ நிறம்கொண்டது. இதில இம்மி அளவில் மெக்னீசியாவும் டைடேனியமும் இருப்பதால் நிறம் கண்டுள்ளது. 290° செ. காய்ச்சினல் நிறம் மாறிவிடுகிறது. குறை-மணிக்கல் (Semi-Precious).



படம் 18.

சிட்ரைன் (Citrine) மஞ்சள் நிறமான, ஒளிபுகும். கூழ் நிலைக் கனிமம். அய (Ferric) ஹைட்ராக்சைடு கொண்டது. குறை-மணிக்கல்.

புகை குவார்ட்ஸ் (Smoky-Quartz). புகைபடிந்தாற்போல் உள்ள கருப்பு அல்லது கரும் பழுப்பு நிறமுடையது. நிறம் கரிமப் பொருள்களால் ஆனது.

பால் குவார்ட்ஸ் (Milky Quartz). நுண்ணிய நீர்த்திவலைகளை உள்ளடக்கிய பால் போன்ற நிறமுடைய ஒளிபுகாத கனிமம்.

கொப்பறைப் பளிங்கு (Chalcedony): ஒளிகசியும் தன்மையது.

அ. எ. 2.60. வெள்ளை, நீலம், சாம்பல், கருப்பு நிறமுடையது. குமிழ்க்குவை, கொம்பை, கல்விழுது போன்ற உட்புழை பூசு அல்லது திணிப்பாக உள்ள துவக்கப் படிக நிலை கனிமம்.

பிளாஸ்மா (Plasma) பச்சைப் பளிங்கு. ஒளிகசியும் தன்மை உடையது. இதில் பொட்டுப் பொட்டாக ஜாஸ்பர் (jasper) உள்ளபோது 'குருதிக்கல்' அல்லது 'இரவிக்கல்' (Blood stone or Helio trope) எனப்படும். குறை மணிக்கல்.

ஜர்ஸ்பர் (Jasper) : ஒளிபுகமுடியாத சிவப்பு நிறமான வரி வரியான குவார்ட்ஸ் வகை. குறை மணிக்கல். இது ஹேமடைட்டுடன் மாறி மாறிப் படிந்துள்ள படலங்களாகக் கிடைக்கிறது.

வரிப்பளிங்கு (Agate). இது வரி வரியாக நிறம் மாறியுள்ளது. கொப்பறைப் பளிங்கு. குறைமணிக்கல் வகை பௌதிகத் தராசுகளில் உள்ள ஆடுதானக் கூர் முனைகள் செய்யவும், மருந்து அரைக்கப் பயன்படும் கல்வம் (morter) அல்லது குழியம்மி செய்யவும் பயன்படுகிறது

தீத்தட்டிக் கல் (Flint) : சக்கிமுக்கிக்கல் கூரான விளிம்புகளுடன் உடைவதால் கற்கால கைபுனைக் கருவிகள் இதில் செய்யப்பட்டன. இது வெண் சுண்ணப் பாறைகளில் கட்டிக் கட்டியாகப் பொதிந்துள்ளது; சிலிகாவய கடல் பிராணிகளின் கூடுகளின் பொருளாலானது.

உபலம் (Opal) அபடிக கூழ் நிலை சிலிகா. மணிக்கல் வகை. இதன் வண்ணப் பால் மிளிர்வு தனிச்சிறப்புடையது. கொப்பறைப் பளிங்குடனும் தீத்தட்டிக் கல்லுடனும் சேர்ந்தவாறு கிடைக்கிறது.

ரோஜாப் பளிங்கு (Rose Quartz) இம்மியளவுகளில் மாங்கனீயமும் டிடானியமும் இருப்பதால் நிறம் பெற்றுள்ளது.

நீலப்பளிங்கு (Blue quartz) இதில் நுண்ணிய ஊசிபோன்ற ரூட்டைல் கனிமப் படிகங்கள் ஒரு போக்காகப் பொதிந்துள்ளதால் நீல நிறமாகத் தோன்றுகிறது.

அக்கிக்கல் (Chrysoprase) பச்சை மணிக்கல் நிக்கல் ஆக்சைடு பச்சை நிறத்தை அளிக்கிறது.

ப. அணிகலக் கல்லாகவும், கட்டட அணிக் கல்லாகவும் கண்ணாடி செய்வதிலும், உலோகயியலில் இளக்கியாகவும், ஒளியியல் பகுப்பு முறைகளுக்கான கருவிகள் செய்யவும், ரேடியோக் கருவிகள் செய்யவும் பயன்படுகிறது. மற்றும் உப்புக் காகிதம் சோப்பு, காகிதம் முதலியவற்றில் திணிப்பியாகவும் (filler) பயன்படுகிறது.

உலோக ஆக்சைடுகள்

9. ஹேமடைட் (Hematite)

வே. செ. Fe_2O_3, Fe = 70% O = 30% ப.தோ. அறுகோணத் தொகுதி ப.வ. சாய்சதுர வடிவு உ.அ குமிழ்க் குவை—முந்திரி வடிவுகள்; மைகா போன்றுள்ள ஏடு அமைப்பு; மீன் முட்டைத் திரள் அமைப்பு. நி. செம்பழுப்பு கருப்பு, தூ. நி. செம்பழுப்பு (cherry red); செங்காவி நிறம். ஹேமடைட்டை இதன் மூலம் அறிந்துகொள்ள முடியும் மி. உலோக மிளிர்வு ஒளிபுகாதது. க பி. வறியது (poor) க.மு. சீரற்றது க.எ. 5.5—6.5 அ.எ. 4.9 – 5.3.

த.வி. படிவுப் பாறைகளாக இருந்து மாறிய அயவய சிலிகேட்டுகளும் கார்பொனேட்டுகளும் வேதியல் சிதைவால் மாறுபட்டதால் ஆங்காங்கு மலையுச்சிகளில் பாளம்பாளமாகவும் பெருமளவில் ஹேமடைட் தழைத்துள்ளது; படிவுப் பாதைகளாகவும், சுண்ணப் பாறைகளில் குவிவில்லை போன்ற தழைவுகளாகவும் காணப்படுகிறது.

இ.த. பீஹாரில் சிங் பூமிலும், அதையொட்டி ஒரிஸ்ஸாவில் கியோன்ஜார், போனய், மயூர்பஞ்சு ஆகிய இடங்களிலும் மலையுச்சிகளில் உள்ள முன் கேம்பிரியன் அமைவுகளின் அயவயகி களிமண் படிவுகள், பட்டைவய குவார்ட்ஸ் ஹேமடைட் பாறைகள் ஆகியவற்றுடன் கலந்தவாறுள்ள அயத்தாது வரிசைப் பாறைகளில் மிகப் பெரிய அயத்தாதுச் சுரங்கங்கள் உள்ளன. இதேபோல் மத்திய பிரதேசத்தில் பஸ்தார் மாவட்டத்தில் பைலாடிலா மலையுச்சிகளில் பெரிய தழைவுகள்

உள்ளன. மைசூரில், பாபாபுடான் மலை உச்சியிலும், பெல்லாரி ஹோஸ்பெட், சாந்தூர் மலைபுச்சிகளிலும் கோவிலிலும் அயத் தாதுச் சுரங்கங்கள் உள்ளன.

ப. இரும்பின் முக்கியதாது.

10. மேக்னடைட் (Magnetite)

வே. சே. Fe_3O_4 Fe = 72.4% ப.தொ. கன சதுரத் தொகுதி. ப.வ. எண்முக வடிவு. உ.அ. திண்மங்கள். திண்துகள்கள். இரும்புபோல் காந்தத்தால் கவரப்படும். ஒரு வகை மேக்னடைட் இயல்பாகவே காந்த சக்திவாய்ந்தது இதற்கு காந்தக் கல் (Lodestone) என்று பெயர். நி. இரும்புக் கருப்பு. தூ.நி. கருப்பு மி. உலோக மிளிர்வு. ஒளி புகாதது க.பி. வறியது மு.த. குறை சங்கு முறிவு க.எ. 5.5—6.5 அ.எ. 5.18.

த.வி. அக்கினிப்பாறைகளில் முதன்மைக் கனிம உறுப்பாக உள்ளது. பாறைக் குழம்பிலிருந்து பிரிந்த திரட்சிகளாகவும் (Magmatic segregations) உள்ளன. சில படிகவய சட்டுக் களிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் கூட உள்ளன.

இ.த. பிஹாரில் சிங்பூமில் மேக்னடைட் அபடைட் பாறை உள்ளது. பாலமோவில் உயர்தர மேக்னடைட் கிடைக்கிறது. ஆந்திரத்திலும், தமிழ்நாட்டில் சேலம், திருச்சி மாவட்டங் களிலும் ஹேமடைட் வயப் பாறைகள் மாற்றியல் மையப்பட் டுள்ளதால் மேக்னடைட்—குவார்ட்சைட் பாறைகள் உண்டாகி யுள்ளன. ஹிமாசலத்தில் குவார்ட்சைட்டில் ஹேமடைட்டும் மேக்னடைட்டும் பட்டைபட்டையாக உள்ளன.

ப. இரும்பின் உயர்தாது.

11. லிமோனைட் (Limonite)

வே. செ. நீர்வய பெர்ரிக் ஆக்சைடு. கூழ்வயப் படிவு (Colloidal) உ.அ. கல்விழுது, குமிழ்வடிவம், நார்போன்றது; சுடர்விரிவமைப்பு ஆகிய அபடிக அமைப்புக்கள் நி பழுப்பு, மஞ்சள். தூ. நி. மஞ்சள் பழுப்பு மி குறை உலோக மிளிர்வு. க.எ. 5—5.5 அ.எ. 3.6—4.

த.வி. மற்ற அயவயக் கனிமங்கள் சிதைவுறுவதாலும், மற்ற அயத்தாதுக்கள் மாறுவதாலும் உண்டாகிறது. இது ஒரு

பின்னுறு (Secondary) கனிமம். சுரிக்கல்லில் (laterite) லிமோனைட் பெரிதும் கலந்துள்ளது. செம்மண்ணின் காவி நிறம் இதனுல் உண்டாவதே.

ப. இரும்பின் வறிய தாது. மஞ்சள் வண்ணப் பொடி தயாரிக்க உதவுகிறது.

12, குரோமைட் (Chromite)

வே.செ. $FeCr_2O_4$. ப தொ. கன சதுரத் தொகுதி ப வ. எண் முக வடிவு உ.அ. திண்மம், திண்துகள்; கெட்டியானது நி. பழுப்பு சாயல் கொண்ட கருப்பு; இரும்பு கரும்பு நூ.நி. கரும் பழுப்பு மி. உலோக அல்லது குறை-உலோக மினிர்வு மு.த. சீரற்றது; நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்தது. க எ. 5.5 அ.எ. 4.6

த. வி. அதிகபனுவாக இருப்பதால் குளிர்ந்து உறையும் பாறைக் குழம்பிலிருந்து முதலில் பிரிந்து படிகத்திண் துகள்க ளாகப் படிகிறது. சார்பென்டீன் பாறைகளுடன் சேர்ந்தவாறு உள்ளது. பெரிடோடைட் (மிருகாரப் பாறை) பாறைகளில் பட்டைகளாகவும் குவிவில்லைகளாகவும் தழைத்துள்ளது.

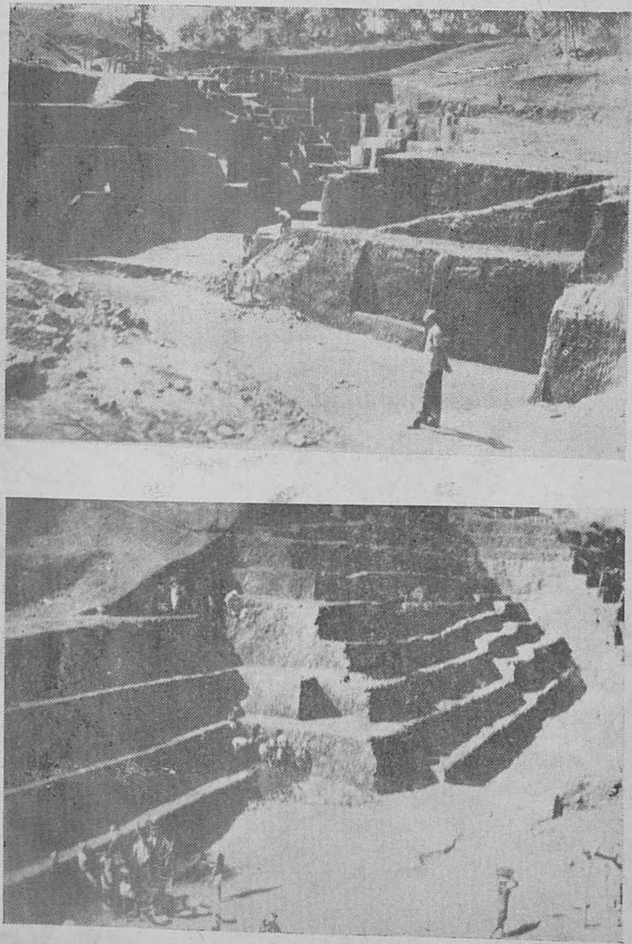
இ.த. தூவல் துகட்படிவுகளாகவும் (disseminations) பிரிந்த திராட்சிகளாகவும் (segregations), குவிவில்லையாகவும், படலப் பட்டை அடுக்குகளாகவும் கிடைக்கிறது. முக்கிய சுரங்கங்கள் பீஹாரில் சிங்பூமிலும், ஒரிஸ்ஸாவில் கிேயான்ஜாரிலும்; கட்டக் மாவட்டத்தில் சுகிந்தாவிலும மைசூரில் சிந்து வல்லி ஆகிய இடங்களிலும் உள்ளன.

ப. குரோமியம் குரோமிய வேதியம் உப்புக்கள், அய-குரோம் மாழைகள் (alloys), அனலபொறு கற்கள (refractory bricks) ஆகியவற்றை தயாரிக்க உதவுகிறது.

13. பைரோலூசைட் (Pyrolusite)

வே.சே. MnO_2 ப. தொ. நான் முகத்தொகுதி ப. வ. பட்டகப் படிகங்கள் உ. அ. பொய் உருப்படிகங்கள் .திண்மங்கள், அல்

லது முந்திரி வடிவம் நி எ.ஃ.குச் சாம்பல், இரும்புச் சாம்பல், கருப்பு தூ. நி நீலக் கருப்பு. கருப்பு மி. உலோக மிளிர்வு ஒளி



படம் 19. 1—2. குரோமைட் சுரங்கம் ஒரிசா

புகாதது. க. எ. 2—2.5 நொறுங்கும் தன்மையுடையது. தொட்டால் கை விரல் கருப்பாகும் அ.எ. 4 8.

த.வி. படிகத் தழைவுகளாகவும், மேங்கனீஸ் சிலிகேட்டுகள் சிதைவுறுவதால் உண்டாகும் பின்னுறு தழைவுகளாகவும் மாற்றியல் படுகைத் தழைவுகளாகவும் உள்ளன. உ. சே. அயவய கனிமங்களுடனும் (லிமோனைட்) சிலோமிலேன் என்னும் மாங்கனீய வய கனிமத்துடனும் சேர்ந்தவாறு இருக்கிறது.

இ.த. ஆர்க்கேயன் தொகுதியின் கோண்டைட் (gondite) பாறைகளிலுள்ள மாற்றியல் வய படுகைத் தழைவுகள் மத்திய பிரதேசத்திலும் மஹாராஷ்டிரத்திலும், குஜராத்திலும் உள்ளன. ஆந்திரத்தில் கோடுரைட் (Koderite) பாறைகளில் தழைத்துள்ளது.

ப. மாங்கனீயத்தின் தாது.

14. குருவிந்தம் (Corundum)

வே.சே. Al_2O_3 ப.தொ. அறுகோணத் தொகுதி, சாய்சதுரப் பிரிவு. ப.வ. பட்டக வடிவம், பட்டைக்கூம்பு வடிவம். இரட்டிப்புப் படிகங்கள், திண்துகள்கள் நி சாம்பல், ஊதா, மஞ்சள், சிவப்பு தூ.நி. நிறமற்றது மி கண்ணுடி மிளிர்வு அவ்வப்போது கதிர்வம் (asterism) உடையது. ஒளிபுகாதது. மணிக்கல் வகைகளில் ஒளிபுகும் க.பி. மனிமப் பிரிவு உண்டு; பிளவு இல்லை. மு.த சீரற்றது; சங்கு முறிவு நொறுங்கும் தன்மையுடையது. கெட்டியானபோது உரப்பானது. க.எ. 9 அ.எ. 3.95—4.10,

த.வி. அலுமினியத்தை மிகுதியாகவும் சிலிகாவை குறைந்த அளவிலும் கொண்ட நெபீலின் சையனைட் தணற்பாறைகளில் திண்துகள்களாகவும், படிகங்களாகவும் தழைத்துள்ளது.

இ. த. மத்திய பிரதேசத்தில் பிப்ராவுக்கும் கடோபானிக்கும் இடையே உள்ள மலையுச்சியில் கிரேனைட்டுடன் சேர்ந்த சட்டுக்களில் உள்ளது. அஸ்ஸாமில் சோனு பஹாரிலுள்ள சில்லிமனைட்டுகளுடன் கூடிய தழைவுகள் உள்ளன. தமிழ் நாட்டில் சேலத்தில் திருச்செங்கோடு-நாமக்கல் பகுதியில் அனுர்தைட்நைஸ்ங்களில் $3\frac{1}{2}\%$ குருவிந்தம் உள்ளது. கோவையிலும் மதுரையிலும் திருச்சியிலும் மற்ற தழைவுகள் உள்ளன

ப. குவிந்தம் இயற்கையில் காணப்படும் நல்ல அரப்புப் பொருள். இதன் மணிக்கல் வகைகளான இரத்தினமும் (Ruby) நீலக்கல்லும் (Sapphire) விலையுயர்ந்தவை.

15. பாக்சைட் (Bauxite)

வே. சே. Al_2O_3 $2H_2O$. ப தொ. (கிப்சைட் (gibbsite) வகை மட்டும் ஒரு சாய்த்தொகுதி) உ. அ. மண்போன்ற பட்டாணி அமைப்புடைய திண்மங்கள் ; முடிச்சுக் கற்கள். நி. அழுக்கான வெள்ளை. மஞ்சள், பழுப்பு, மி. மண்மிளிர்வு. (க. எ. 3. அ. எ. 2.35 கிப்சைட்டுக்கு மட்டும்)

த. வி. மிகுவெப்பம் பருவமழை உள்ள இடங்களிலுள்ள மலையுச்சிகளில் அலுமினா அதிகம் கொண்ட பலவகையான பாறைகளின் சிதைவாய் உண்டாகும் எச்சப்படிவாகக் (residual) கிடைக்கிறது. பெரும்பாலும் லேட்டிரைட் பாறைகளுடன் சேர்ந்தவாறு இருக்கிறது.

இ. த. காஷ்மீர், பீஹார், மத்திய பிரதேசர், ஒரிஸ்ஸா, மஹாராஷ்டிரம், குஜராத், மைசூர், தமிழகம், கேரளம் ஆகிய மாநிலங்களில் உள்ள சில மலைகளின் உச்சிகளில் பாக்சைட் படிவுகள் உள்ளன.

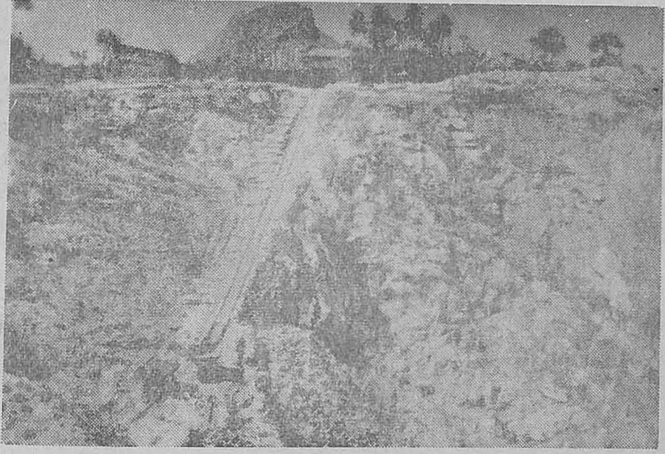
ப. அலுமினியம், அரப்புப் பொருள்கள், அனல்பொறு கற்கள் ஆகியவற்றை உற்பத்திசெய்ய பயன்படுகிறது,

கார்பொனேட்டுகள்

16. கேல்சைட் (Calcite)

வே. சே. $CaCO_3$ இதன்மேல் ஒரு சொட்டு வீரியம் குறைவான ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் (HCl) விட்டதும் வாயுக் குமிழ்விட்டுப் பொங்கும். ப. தொ. அறுகோணத் தொகுதி சாய்சதுரப் பிரிவு. ப. வ. அடி இணை வடிவையோ அல்லது முக்கோண வெட்டுவாயுடைய சாய்சதுர மணியுருவையோ முனையாகக் கொண்ட பட்டகவடிவு; சாய்சதுர மணியுரு வடிவு (Rhombohedron). மற்ற கனிமங்களைவிட கேல்சைட் அதிக வடிவ வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுகிறது. நி. நிறமற்றது. வெள்ளை, மஞ்சள், சாம்பல், வெளிர்சிவப்பு. மி. கண்ணாடி

மிளிர்வு; மண் மிளிர்வு. க. பி சாய்சதுர வயமானது. மு. த. சங்கு முறிவு; கிடைப்பது கடினம். க. எ. 2.5—3. அ. எ. 2.972



படம் 20.

த. வி. படிவுப் பாறைகளில் சாதாரண உறுப்பு. சுண்ணப் பாறைகளில் உள்ள குகைகளில் கல்விழுதுகளாகவும் கல் புற்றுக்களாகவும் (Stalactites and stalagmites) தழைத்துள்ளது. தணற்பாறைகளில் பின்னுறு கனிம உறுப்புக்களாகவும், எரிமலை (லாவா) பாறைகளின் உட்புழைகளில் சீரான படிகங்க ளாகவும் தழைத்துள்ளது கனிம அல்லது உயிரியல்வய ஆக்கம் கொண்ட சுண்ணப் படிவுகள் மாற்றியல் காரணமாக சலவைக்கல்லாக மாறும்போது கேல்சைட் படிகங்கள் உண்டாகின்றன. சேலம் மாவட்டத்தில் சங்கரி துர்கத்திலும் கோவையில் மதுக்கரையிலும், திருச்சியில் கரூரிலும் இத்தகைய தழைவுகளையே சுண்ணக்கல்லாக வெட்டி எடுத்து சிமெண்டு தயாரிக்கப் பயனபடுத்துகிறார்கள். இவை நுண் படிக வய சுண்ணப்பாறைகள் கேல்சியம் கரைசலைக்கொண்ட வெந்நீர் ஊற்றுக்களின் வெளிவாயில் ஊற்றுச் சுண்ணப்பாறை (Travertine or tufa) படிகிறது.

ப. தெளிவான, ஒளிபுகும் படிகங்கள் (Iceland spar) 'நிக்கல்' பட்டகம் போன்ற ஒளியியல் கருவிகளைத் தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது. சுண்ணப்பாறை உருவில் களிமண்ணுடன் சேர்த்து சிமெண்ட் தயாரிக்கிறார்கள். வெளுப்புக் காரம்

(bleaching powder), கேல்சியம் கார்பைடு, கண்ணுடி, சோப்பு, காகிதம், வண்ணங்கள் (திணிப்பி) தயாரிக்கவும், இரும்பை உருக்கி எடுக்கவும் (இளக்கி), உரங்களாகவும் பயன் படுகிறது.

17. டோலோமைட் (Dolomite)

வே. சே. $CaMg(CO_3)_2$ கேல்சைட்டைப்போல் அவ்வளவு எளிதில் அமிலம் விட்டால் பொங்குவதில்லை. ப. தொ. அறுகோணத் தொகுதி முச்சாய்சதுரப் பிரிவு. ப. வ. சாய்சதுர வடிவு. முகங்கள் சற்று வளைந்துள்ளன. பெருந்துகள் கட்டிகள், நுண்துகள் படிகமுடைய கெட்டித் திண்மங்கள். நி. வெள்ளை ரோஜா, நிறமற்றது. ஒளி கசியக்கூடியது. ஒளிபுகக்கூடியது. மி. கண்ணுடி மிளிர்வு. க. பி. சாய்சதுர வயமானது. சீருடையது. மு. த. சங்கு முறிவு, சீரற்றது. நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்தது. க. எ. 3.5-4. அ. எ. 2.8-2.9.

த. வி. (கேல்சைட்டின் கீழுள்ளவாறே) சாதாரண சுண்ணப் பாறையின் கேல்சைட் வேதியல் முறையில் மெக்னீஷியத்தால் மாற்றி அமைக்கப்படுவதுண்டு. இவ்வாறு டோலோமைட் பின்னுறு பாறைத்தின் மங்களாக இருக்கக்கூடும். உலோக வயத் தாதுத் தாரைகளின் உடன் சேர்ந்தவாறும் டோலோமைட் காணப்படுகிறது.

ப. மெக்னீசிய அனற்பொறு கற்கள், தயாரிக்கவும், கட்டடக் கல்லாகவும் பயன்படும். சுண்ணக்கல் பாறையில் அதிக அளவு டோலோமைட் கலந்திருந்தால் அதை இளக்கியாகவும். சிமெண்டு தயாரிக்கவும் பயன்படுத்துவதில் சில இடைஞ் சல்கள் ஏற்படும். சுரங்க வேலையின் போதே டோலோ மைட்டை குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் கலக்காமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். பழகிய கண்களுக்கு கோல்சைட் வய சுண்ணப்பாறைக்கும், டோலோமைட் வய சுண்ணப்பாறைக் கும் வேற்றுமை தெரியும்.

18. மேக்னசைட் (Magnesite)

வே. சே. $MgCO_3$. ப. தொ. அறுகோணத் தொகுதி. சாய் சதுரப்பிரிவு. உ. அ. திண்ணியது. நார்வயமானது. நீ. வெள்ளை. மி. படிக உருவில் இருக்கும்போது கண்ணுடி மிளிர்வு

கொண்டது. சாதாரணமாக மண்போன்று மிளிர்வு அற்றது. மு. த. சங்கு முறிவு. க, எ. 3.5-4.5. அ. எ. 2.8-3.

த. வி. மெக்னீசிய சத்து அதிகமாக உள்ள சர்பென்ஷீன் ஆலிவீன் நிறைந்த தனற்பாறைகள் உறையும்போது சுருங்கு வதால் வெடிப்புக்கள் உண்டாகின்றன. இந்த வெடிப்புக்களி னூடே ஊறும் கரியமிலவாயு கலந்த வெந்நீர் கரைசல்களால் மெக்னீசிய சத்து கார்பொனேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. ஆகவே மேக்னசைட் வெடிப்புத் திணிப்புத் தாரைகளால் காணப்படுகிறது. சேலத்தில் உள்ள வெள்ளைக்கல் கரட்டில் இத்தகைய தழைவே உள்ளது. சில இடங்களில் டோலோ மைட்டையும் சுண்ணப்பாறையையும் தனற்பாறைத் திரவங் கள் தாக்குவதால் மேக்னசைட் விளைந்துள்ளது உ; சே. குரோமைட், கல்நார் ஆகியவை மேக்னசைட்டுடன் சேர்ந்த வாறு உள்ளன.

படம் 21.

இ. த. முக்கிய படிவுகள் சேலம் மாவட்டத்தில்கருப்பூருக்கு அருகே உள்ளன. இங்குள்ள கனிமத் தாரைகள் ஒரு சில செ. மீ. முதல் ஒரு மீட்டர் கனம்வரை உள்ளன. இவை பல மீட்டர் நீளம் உள்ளன. 50 மீட்டர் ஆழத்திலும் காணப் படுகின்றன. மற்ற தழைவுகள் மைசூரிலும், உத்தர பிரதேசத் தில் அல்மோராவிலும் உள்ளன.

ப. அனல்பொறு கற்கள், 'சோரல்' சிமெண்டு மெக்னீசியம் உறுப்புக்கள் தயாரிக்க பயன்படுகிறது.

சிலிகெட்டுகள்

19. பெல்ஸ்பார் குடும்பம் (Felspars)

இது கனிமங்களில் மிகப்பெரிய வேதியல் வகுப்பு சிலிகேட்டுகளில் மிகவும் அதிகமாக உள்ளவை இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்களே. பல கனிம இனங்களுக்கு ‘பெல்ஸ்பார்’ என்னும் பொதுப்பெயர் இட்டுள்ளனர். இவற்றை படிகத் தொகுதியைக் கொண்டும் வேதியச் சோர்வைக் கொண்டும் இரண்டு வகைகளாகப் பகுக்கலாம்.

படிகத்தொகுதி பகுப்பு :

1. ஒருசாய் தொகுதி
   ஆர்த்தோ கிளேஸ் (Orthoclase)

2. முச்சாய் தொகுதி
   மைக்ரோகிளின் (Microcline)
   பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்கள் (Plagioclase felspars)

வேதியல் சேர்வு பகுப்பு

1. பொடாஷ் பெல்ஸ்பார்
   ஆர்த்தோ கிளேஸ்
   மைக்ரோகிளின்

2. சோடியம்-கேல்சியம் பெல்ஸ்பார்கள்
   பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்களான ஆல்பைட் (Albite). ஓலிகோகிளேஸ் (Oligoclase).
   ஆண்டிசீன் (Andesine), லேப்ரடோரைட் (Labradorite பைடவுனைட் (Bytownite), அனுர்த்தைட் (Anorthite.)

20. ஆர்த்தோகிளேஸ் (Orthoclase)

வே. சே. $KAlSi_3O_8$ ப. தொ. ஒருசாய்த்தொகுதி ப. வ. சாதாரண அல்லது இரட்டித்த படிகங்கள், பட்டகமுகங்கள், அடிஇணை வடிவு, பக்க இணைவடிவுகள் கூரைகள் சேர்ந்த வடிவுகள். உ. அ. திண்மங்கள் அல்லது பெருந்துண்டுகளாகப் பிளக்கக்கூடியவை. க. பி. (001) சீரானது, (010) அவ்வளவு

சீரானது அல்ல, மு. த. சீரற்றது, நொறுங்கும் தன்மை உடையது. க. எ. 6. அ. எ. 2.56. மி. கண்ணடி மிளிர்வு. நி. தசைச்சிவப்பு, நிறமற்றது அல்லது வெள்ளை.

சி.கு. 90° கோணத்தில் வெட்டும் இரண்டு நல்ல பிளவுத் திசைகள் உள்ளன.

த. வி. தனற் பாறைகளுடன் உண்டாகிறது. அமிலவயத் தணற் பாறைகளில் சாதாரணமாகக் காணப்படுகிறது. கிரேனைட்டுகளிலும் சையனைட்டுகளிலும் முக்கிய (Essential) கனிமம். பெக்மடைட்டுகளில் சீரான பெரிய படிகங்கள் காணப் படுகின்றன. வெகு எளிதில் சிதைந்து வெண்களியாகும் குண முடையாது.

$$2K\,Al\,Si_3O_8 + CO_2 + 2H_2O \rightarrow H_4Al_2Si_2O_9 + {}_2SiO_2 + K_2CO_3$$

ஆர்த்தோகிளேஸ் கேயோலினைட்

ப. பிங்கான் தயாரிக்க பயன்படும்.

வகைகள்

சேனடின் (Sanidine) கண்ணடி போன்ற தட்டை படிகம். உயர் வெப்ப வகை. எரிமலைப் பாறைகளில் காணப்படுகிறது.

அடுலேரியா (Adularia) சுத்த பொடாசியம் சிலிகேட் நிற மற்றது. ஒளிபுகும் படிகங்கள். பால் நிற மிளர்வு. தாரைக ளாகத் தழைத்துள்ளது. ஆர்த்தோ கிளேசும் ஆல்பைட்டும் சேர்ந்த பெர்த்தைட்டை நிலாக்கல் (Moon stone) என்பர். படிகவய சட்டுக்களின் பொந்துக்களில் இது படிக உருவில் கிடைக்கிறது.

பெர்த்தைட் (Perthite) ஆர்த்தோகிளேஸ், மைக்ரோகிளின், ஆல்பைட் ஆகியவை ஒன்றியவாறு படிகமாகியுள்ளபோது அதற்கு பெர்த்தைட் என்று பெயர்.

21. மைக்ரோகிளின் (Microcline)

வே. சே. $KAl.Si_3O_8$ ப. தொ. முச்சாய் தொகுதி. ப. வ. (ஆர்த்தோகிளேசின் கீழ் காண்க) உ. அ திண்மம்; துகள் வய மானது; அடர்ந்து கெட்டியானது. நி. வெள்ளை வெளிர்பச்சை மஞ்சள், சாம்பல், ஒளிபுகக் கூடியது; ஒளிகசியக் கூடியது. மி. கண்ணடி மிளிர்வு க. பி. (001) சீரானது; (010) அவ்வளவு சீரானது அல்ல; (100) இருப்பதுண்டு. க. எ. 6-6.5 அ. எ. 2-66, ந வீ., உ. சே., ப. ஆர்த்தோகிளேஸ் போன்றது. வகை:

அமேசான் ஸ்டோன் (Amazonstone) பச்சை நிறமுடையது. கட்டட அணிகலக்கல். பெக்மடைட் தாரைகளில் கிடைக்கிறது.

22. பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்கள்

இவை ஒத்த இயல்புடைய (Isomorphous) ஒரு திண்மக் கரைசல் வரிசையே (Solid Solution series) உண்டாக்குகின்றன.

இவையாவன :

	ஆல்பைட் 7.	அனார்தைட் 7.
ஆல்பைட் ($Na.Al.Si_3O_8$)	100—90	0—10
ஆலிகோகிளேஸ்	90—70	10—30
ஆண்டிசீன்	70—50	30—50
லேப்ரடோரைட்	50—30	50—70
பைடொனைட்	30—10	70—90
அனார்நைட் ($Ca\ Al\ Si_2O_8$)	10—0	90—100

ஆல்பைட்-அனார்நைட் வரிசை: வே. சே. ஆல்பைட் $Na.Al\ Si_3O_8$ அனார்நைட் $Ca\ Al_2\ Si_2O_8$. மற்ற இடைக் கனிமங்கள் மேலே கண்டவாறு கலந்துள்ளன. ப.தொ. முச்சாய் தொகுதி ப. வ. சாதாரண மற்றும் பன்மை இரட்டிப்பு படிகங்கள். தட்டைப் படிகங்கள். உ. அ. பிளக்கக்கூடிய கட்டிகள் தணற் பாறைகளில் சீரற்ற துகள்படிகங்கள். க. பி. (001) சீரானது: (010) நல்லது; (110) வறியது. க. எ. 6. ஆல்பைட் 2.62 அனார்தைட் 2.76. மற்றவைகளில் அ. எ. இவையிரண்டினுக்கும் இடையில் உள்ளன. நி. நிறமற்றது, வெள்ளை, சாம்பல். மி. கண்ணாடி போன்றது; முத்து போன்றது. ஒளிபுகாதது; ஒளி புகக்கூடியது.

த. வி. சோடியம் (சோடா) பெல்ஸ்பார்கள் கிரேனைட் சையனைட், ரையலைட், டிராகைட் போன்ற அமிலப் பாறைகளில் அதிகமாகவும், கேல்சியம் (லைம்) பெல்ஸ்பார்கள் பேரிடோடைட், கேப்ரோ, டோலரைட் போன்ற காரப் பாறைகளில் அதிகமாகவும் தழைத்துள்ளன. இவை மிகப்பரவலாகக் காணப்படும் பாறை-ஆக்கு கனிமங்கள்.

அனார்த்தோசைட் (Anorthosite) என்னும் பாறை லேப்ரடோரைட்டால் மட்டும் ஆனது.

வகைகள் : சந்திரகாந்தக் கல் (Moonstone), சூரியகாந்தக் கல் (Sunstone or Aien Turine) எனப்படும் மணிக்கல் வகைகளும் உள்ளன.

ப. பீங்கான் பாத்திரங்கள் செய்யப்பயன்படும் லேப்ரடோரைட் என்னும் நீலமான விந்தை நிறமுடைய (Play o Colours) இனம் கட்டட அணிக்கல்லாகப் பயன்படுகிறது.

பைராக்சீன் குடும்பம்

பைராக்சீன் (Pyroxene) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த கனிமங்கள் இரண்டு படிகத் தொகுதிகளைச் சார்ந்தவை.

1. செவ்வகத் தொகுதி: எண்ஸ்டடைட் (Enstatite)
   ஹையர்ஸ்தீன் (Hypersthene)

2. ஒருசாய்த் தொகுதி: ஆகைட் (Augite)
   டையோப்சைட் (Diopside)
   ஏஜரீன் (Aegerine)

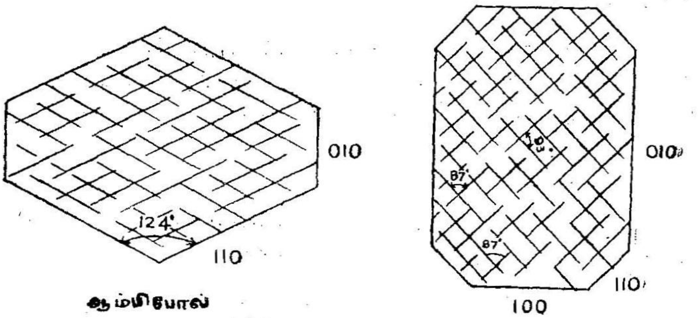
முச்சாய் தொகுதியில் படிகமாகும் ரோடோனைட்டையும் (Rhodonite) ஒரு பைராக்சீனுகவே கருதலாம்.

பைராக்சீன் கனிமங்கள் 8 முகங்களுடைய படிகங்களாக உள்ளன. இவை அய-மெக்னீசிய சிலிகேட்டுகளாக இருப்பதால் இவற்றின் நிறம் பெரும்பாலும் கருமையாகவே உள்ளது. இவை அனைத்திலும் பட்டக முகங்களுக்கு இணையாக இரண்டு நல்ல கனிமப் பிளவு திசைகள் உள்ளன. இந்த இரண்டு பிளவுகளும் ஒன்றையொன்று 93°, 87° கோணங்களில் வெட்டுகின்றன. இது இந்த வகுப்பின் சால்பான குணமாகும்.

23. ஆகைட் (Augite)

வே. சே. முக்கியமாக Ca Mg Si_2O_6 இதனுடன் (Mg, Fe. (Al, $Fe)_2SiO_6$-ம் சேர்ந்தவாறு உள்ளது. ப. தொ. ஒருசாய் தொகுதி. ப. வ. குட்டையான, தடித்த படிகங்கள், பட்டகவய உருவம். க. பி. பட்டக வய (110) பிளவுகள் சீரானவை, இவை 87°, 93° கோணங்களில் ஒன்றையொன்று வெட்டுகின்றன) இதைக்கொண்டே பைராக்சீன் வகுப்புக் கனிமங்களை எளிதில் தெரிந்து கொள்ளலாம். நி. ஆழ்ந்த பச்சை, கருப்பு. ஒளிகசியும் தன்மையது க. எ. 5—6. அ. எ. 3.2—3.4. மி. கண்ணாடி மிளிர்வு.

த. வி. அதிகமாகக் காணப்படும் பைராக்சீன் கனிமம். முக்கிய பாறை-ஆக்கு கனிமம். சிலிகா அதிகமாக உள்ள



ஆம்பிபோல் பைராக்சீன்

படம் 22.

பாறைகளில் இருப்பதில்லை. பசால்ட்வயலாவா பாறைகள், கேப்ரோ, பெரிடோடைட் ஆகிய வற்றில் நிறைந்துள்ளன.

24. ஹைபர்ஸ்தீன் (Hypensthene)

வே. சே. Mg Fe, SiO_3 ப. தொ. செவ்வகத்தொகுதி. ப. வ. திண்மம் அல்லது ஏடு அமைப்புடையது. நி. பழுப்பு, பச்சை, பசுமை நீலம். ஒளிபுகாதது; ஒளிபுகக்கூடியது. மி. குறை உலோக மிளிர்வு. தகைசால் உலோக நிற உள்-மிளிர்வு (Schiller) க. பி. (110) சீரானவை. மு. த. சீரற்று நொறுங்கும் தன்மையுடையது. க. எ. 5—6. அ. எ. 3—5

த. வி. கேப்ரோ, நோரைட், ஆண்டிசைட் போன்ற காரத் தணற்பாறைகளிலும் சார்னோகைட் போன்ற மாற்றியதணற் பாறைகளிலும் தழைத்துள்ளது.

ஆம்பிபோல் குடும்பம்

பைராக்சீன்களைப் போலவே ஆம்பிபோல்களும் (Amphiboles) பெரிய கனிமக் குடும்பமாக உள்ளன. இவை ஒருசாய் தொகுதி செவ்வகத் தொகுதி முச்சாய் தொகுதி ஆகிய படிகத் தொகுதிகளில் படிகமானாலும் ஒரு சாய்தொகுதியைச் சேர்ந்த ஆம்பிபோல்களே முக்கியமானவை இவை நீளமான பட்டக வடிவ படிகங்களாக உள்ளன. கனிமப் பிளவு பட்டக முகங்களுக்கு இணையாக உள்ளன. இவை 124°, 56° கோணங்களில்

ஒன்றை—ஒன்று வெட்டுகின்றன. இதைக்கொண்டு இக் குடும்பத்தின் கனிமங்களைக் கண்டு கொள்ளலாம்.

25. ஹார்ன் பிளெண்ட் (Hornblende)

வே. சே. சிக்கலானது. முக்கியமாக Ca, Mg, Fe ஆகியவற்றின் நீர் வய அலுமினோ சிலிகேட்டுகள். ப. தொ. ஒரு சாய் தொகுதி. ப. வ. மெல்லிய நீளமான பட்டகவய படிகங்கள். தூண் போன்றது. நார்போன்றது. பெருந்துகள் அல்லது நுண்துகள் வயமானதுக பி. பட்டகவயமான இரண்டு பிளவுகள் ஒன்றையொன்று 124°, 56° கோணங்களில் வெட்டுகின்றன. மி. கண்ணாடி போன்றது. நார் வகையில் பட்டு மிளிர்வு நி. கரும் பச்சை, கருப்பு, ஒளிகசியும் தன்மையுடையது.

த. வி. இது பரவலாகக் காணப்படும் பாறை ஆக்கு கனிமம் தணற் பாறைகளிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் தழைத்துள்ளது (படம் 22 காண்க)

26. டிரிமோலைட் (Tremolite)

வே. சே. $Ca_2\ Mg5\ (OH)_2\ (Si_4\ O_{11})_2$ கேல்சியம்—மெக்னீசியம் ஆம்பிபோல் இது ஆக்டினோலைட்டுடன் தொடர் வரிசையாக அமைந்துள்ளது. மெக்னீசியத்தை அகற்றிவிட்டு ஈரிணைவய அயம் (ferrous) இருந்தால் ஆக்டினோலைட்டாகிறது. ப. தொ. ஒரு சாய் தொகுதி. ப வ. படிகங்கள் நீளமான மெல்லிய தூண் அமைப்பு அல்லது நார் அமைப்பு, அல்லது நீளமான கத்தி அமைபபுடைய கனிமக் கொவ்வை என பலவாறு இருப்பதுண்டு. நி. வெள்ளை சாம்பல். குறை - ஒளிக் கசிவு தன்மையுடையது. அல்லது, ஒளிபுகாத் தன்மையுடையது. தூ. நி. நிறமற்றது. மி. கண்ணாடி மிளிர்வு. க. பி. (110) சீரானது. மு. த. சீரற்றது. க. எ. 5—6. அ. எ. 2·9—3·2.

த. வி. சுண்ணப் பாறைகள், சுண்ண சிலிகேட் பாறைகள் போன்ற மாற்றியல் பாறைகளில் மட்டுமே காணப்படுகிறது.

27. ஆக்டினோலைட் (Actinolite)

வே. சே. கேல்சியம்—மெக்னீசியம்—இரும்பு ஆம்பிபோல். $Ca_2\ (Mg\ Fe)_5\ (Si_4\ O_{11})_2\ (OH)_2$ ப தொ. ஒரு சாய் தொகுதி. ப. வ. குட்டையான அல்லது நீண்ட கத்தி அமைப்புடைய தூண்போன்ற அல்லது நார்வயமான படிகங்கள். நி. ஒளிமிக்க

பச்சை, சாம்பல் பச்சை. ஒளிபுகும் அல்லது கசியும் தன்மை யுடையது. மி. கண்ணுடி மிளிர்வு. க. பி. (110) சீரானது. மு. த. சீரற்றது. க. எ. 5—6. அ. எ. 3—3 2.

த. வி. பைராக்சீன், ஹார்ன் பிளெண்ட் ஆகிய கனிமங் களின் மாற்றியல் காரணமாக மாற்றியல் பாறைகளில் தழைத் துள்ளது.

28. கல்நார் (Asbestos)

டிரிமோலைட், ஆக்டினேலைட் ஆகிய ஆம்பிபோல்களின் சில வகைகள் நார் போன்று நீளமாக வளையக் கூடியதாக இருக்கின்றன. சில வகைகள் பார்க்க நார்போல் இருந்தாலும் உரிக்க முடியாதவாறு உள்ளன; ஆனல் சுள்ளிபோல் உடையும் தன்மையுடையன. பொதுவாக இத்தகைய கனி மங்கள் கல் நார் எனலாம். தொழிற்துறையில் கல்நார் என்ருல், சர்பன்டீன் வகையான கிரைசோடைல் (Chrvsotile) கல் நாரையும், சோடா ஆம்பிபோல் ஹார்ன்பிளெண்ட்டின் வகையான கிராசிடோலைட் (Crocidolite) கலநாரையுமே குறிக்கும் ப. இக்கனிமங்களை நார்போல் உரித்து நூல்போல் நூற்று துணிபோல் நெய்து தீயணைக்கும் படையினருக்கான உடுப்புக்களைத் தயாரிக்கிருர்கள். இது தீயை எதிர்க்கும் சக்தி யுடையது. கார்களின் பிரேக் உள்வேய்வு, கூரைப்பலகை ஆகியவற்றைச் செய்யவும் பயன்படுகின்றன.

இ. த நல்ல கிரைசோடைல் கல்நார் ஆந்திரத்தில் கடப்பா கர்னூல் மாவட்டங்களில் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. இங்கு சர்பென்டீன் வயமாகியுள்ள மெக்னீசியவய சுண்ணப் பாறை களிலும் டோலோமைட் பாறைகளிலும் டிராப் பாறை இணை நுழைவாக (sills) உள்ளது. இதைத் தொட்டாற் போலுள்ள பாறைகளில் கிரைசோடைல் தழைத்துள்ளது. இங்கு சராசரி 2 செ. மீ. நீளமுள்ள நார்கள் கனிமத் தாரையின் குறுக்காகச் செறிந்தவாறு உள்ளன.

இந்தியாவில் சாதாரணமாகக் கிடைப்பது ஆம்பிபோல் வகை கல்நார். இது ஆந்திரத்தில் அனந்தபூர், கர்னூல் மாவட் டங்களிலும், பிஹாரில் சிங்பூம், ராஞ்சி மாவட்டங்களிலும் கிடைக்கிறது.

29. பெரில் (Beryl)

வே. சே. பெரில்லியம் அலுமினியம் சிலிகேட்டு. ப. தொ அறுமுகத் தொகுதி. ப. வ. பெரியதூண் போன்ற பட்டகவய படிகங்கள். க. பி. அடி இணை திசையில் சீரற்ற முறையில் சற்று உண்டு. க. மு. சங்கு முறிவு, சீரற்றது. நி. வெளிர்நீலம், வெளிர் பச்சை மி. கண்ணடி மிளிர்வு. பிசின் மிளிர்வு. க. எ. 7-5-8. அ. எ. 2-7.

த. வி. கிரேனைட்டுகளிலும் பெக்மடைட்டுகளிலும் துணைக் கனிமமாகவும், மாற்றியல் பாறைகளிலும் தழைத்துள்ளது.

இ. த. இந்தியாவில் உள்ள பெக்மடைட் தழைவுகளில் (பீஹார், ஆந்திரம், இராஜஸ்தானம்) ஓரளவுக்கு பெரில் கிடைக்கிறது.

ப. பெரில்லியத்தின் தாது. இலேசான மாழைகள் செய்யவும் அணுச்சக்தி உலைகளில் தணிப்பானுகவும் (Moderator) பயன்படுகிறது. பச்சை மணிக்கல் வகையை மரகதம் (Emerold) என்றும் வெளிர்நீல வகையை கடல் நீலக்கல் (Aquo marine) என்றும் போற்றுவர்.

30. நெபிலீன் (Nepheline)

வே. சே. சோடியம், பொடாசியம் அலுமினியம் சிலிகேட்டு, இது வேதியல் முறையில் பெல்ஸ்பார்களுடன் ஒற்றுமையான ஒரு கனிமக் குடும்பமான பெல்ஸ்பதாய்டுகளில் (Felspathoids) முக்கியமானதாகும்.

ப. தொ. அறுகோணத் தொகுதி. ப. வ. பட்டகம், அடி இணைமுகம் கொண்ட படிகங்கள். நி. மஞ்சள், பழுப்பு கலந்த சிவப்பு. மி. எண்ணெ மிளிர்வு க. மு. சீரற்றது குறை சங்கு முறிவுடையது. க. எ. 5·5—6 அ. எ, 2·5-2.6.

த. வ. இவ்வகைக் கனிமங்கள் தணற்பாறைகளில் மட்டுமே உள்ளன. இவற்றில் சிலிகா குறைந்த அளவில் இருக்கிறது. ஆகவே இத்தகைய பாறைக் குழம்பில் தனி-சிலிகா, குவார்ட்ஸ் என்னும்' கனிமமாக இருக்காது கூட்டு சேர்ந்து பெல்ஸ்பாராக மாறிவிடும். இதனுல் குவார்ட்ஸ் இல்லாத சையனைட் பாறைகளில் நெபிலீன் காணப்படும்.

இ. த. குஜராத்தில் கிர்நாரிலும், கோவையில் சிவன்மலை யிலும் உள்ள சையனைட்டுகளில் நெபிலீன் தழைத்துள்ளது.

31. கார்னெட் (Garnet)

ஆல்மண்டைட் (Almandite) இது சாதாரண கார்னெட் வகையாகும்.

வே. சே- $Fe_3 Al_2 (SiO_4)_3$ ப. தொ. கன சதுரத் தொகுதி. ப. வ. பன்னிரு முகவடிவு. கோடகை வடிவு. க. பி. இல்லை. மு. த. குறை சங்கு முறிவு, சீரற்றது. நி. பழுப்பு வய சிவப்பு, ஒளிகசியும் தன்மையுடையது. ஒளி புகாதது. மணிக்கல் வகை கள் நல்ல சிவப்பாகவும் ஒளிபுகுமாறும் உள்ளன. க. எ 6·5.7-5 அ. எ. 3 9-4-2.

த. வி. மைகா சட்டு. நைஸ் போன்ற மாற்றியல் பாறை களில் அடிக்கடி காணப்படும். கிரேனைட்டிலும் துணைக் கனிம மாகக் காணப்படும்.

32. ஆலிவீன் (Alivine)

இதற்கு கிரைசோலைட், பெரிடோட் என்னும் பெயர்களும் உண்டு. வே. சே. $(Mg Fe)_2 SiO_4$ ப. தொ. செவ்வகத் தொகுதி. உ. அ. நுண் துகள்கள், திண்மங்கள், கெட்டியான கட்டிகள். க.பி. (010) விளக்கமற்றது. மு. த. சங்கு முறிவு. நி. ஆலிவ் பச்சை மா. கண்ணடி போன்றது. ஒளிபுகக் கூடியது; ஒளி கசியக்கூடியது.70க. எ. 6.5-7. அ. எ. 3.27-4·37.

த. வி. பாறை ஆக்கு கனிமம். முக்கியமாக கருநிறமான அய-மெக்னீசிய தணறபாறைகளில் உள்ளது. டியூனைட் (Dunite) என்னும் பாறை முற்றிலும் ஆலிவீனல் ஆனது. பைராக்சீன், கேல்சியம்-பிளேஜியோகிளேஸ், மேக்னடைட், குருவிந்தம், குரோமைட், சர்பெண்டைன் ஆகிய கனிமங்களுடன் சேர்ந்தவாறு காணப்படும், குவார்ட்ஸ் உள்ள பாறைகளிலும், படிவுப் பாறைகளிலும் இருப்பதில்லை.

33. ஆண்டாலூசைட் (Andolusite)

வே. சே. Al_2SiO_5 ப. தொ. செவ்வகத் தொகுதி. ப. வ. சதுரப்பட்டகங்கள் க. பி. (110) தெளிவானது, (100) சீரான

தல்ல. மு. த. சீரற்றது. நொறுங்கும் தன்மை வாய்த்தது. க. எ. 7·5 அ. எ. 3·16-3.2.

த. வி. களிமண்வய படிவுப்பாறைகளிலும் களிவய சட்டுப் பாறைகளிலும் கிரேனைட் நுழையும் போது படும் இடங்களில் மாற்றியல் கனிமமாகத் தழைக்கிறது.

வகை இதன் உட்பகுதியில் சிலபோது கரிச்சத்து பொதிந் திருக்கும். படிகத்தை குறுக்காக வெட்டினுல் இது கூட்டல் குறிபோல் சீராக காணப்படும். இதற்கு சியாஸ்டோலைட் (Chiastolite) என்று பெயர்.

ப. யந்திரங்களின் ஸ்பார்க் பிளக்கில் உள்ள உயர்வெப்ப பீங்கான் இதைக் கொண்டு செய்யப்படுகிறது.

34. சில்லிமனைட் (Sillimanite)

வே. சே. Al_2SiO_5 ப. தொ. செவ்வகத் தொகுதி. ப. வ. மெலிந்து நீண்ட படிகங்கள், நார் வயமானது. ஊசிபோல இணையான கட்டமைந்தது. க: பி. (010) சீரானது. மு. த. சீரற்றது. நி. பழுப்பு, வெளிர் நிறங்கள், வெள்ளை மி. கண்ணுடி போன்றது. ஒளிபுகும் தன்மையது. ஒளிகசியும் தன்மையது. க.த. 6-7. அ. எ. 3-2.3.

தா. வி. இது எளிதில் கிடைப்பதில்லை. மிகு வெப்ப மாற்றியல் பாறைகளில் மட்டும் உள்ளது. குருவிந்தத்துடன் சேர்ந்து காணப்படுவதுண்டு.

இ. த. உலகிலேயே மிகச் சிறந்த படிவு அஸ்ஸாமில் காசி மலையில் சோனுபூரில் உள்ளது. இங்கு 40 டன் வரை எடையுள்ள திப்வைகளாக திண்ணிய சிலலிமனைட் பாறைகள் உள்ளன. குருவிந்தமும் உடன் உள்ளது மத்திய பிரதேசத்தில் ரேவாவில் சில்லிமனைட் சட்டுப் பாறைகள் உள்ளன.

ப. கண்ணாடி உற்பத்திக்கான உருக்கு பாத்திரங்களையும் உயர்வகை அனற்பொறு கலன்களையும் சில் லிமனைட் கொண்டு செய்கிருர்கள்.

35. கையனைட் (Kyanite)

வே.சே. Al_2SiO_5. ப.தொ. முச்சாய் தொகுதி ப.வ. கத்தி போன்ற படிகக் கட்டுக்களாக உள்ளது. க.பி. (100) மிகவும்.

சீரானது (010) சீர் குறைந்தது. மு.த. சீரற்றது. நி. நீலம், வெள்ளை சாம்பல் நிறம் திட்டுத் திட்டாக இருக்கும். மி. கண்ணடி போன்றது. முத்துபோன்றது ஒளிபுகு தன்மை உடையது. ஒளி கசியும் தன்மையுடையது. க எ. நீளவாட்டில் 5. குறுக்குவாட்டில் 7. அ.எ. 3.6.

த.வி. மைகா சட்டு, நைஸ் போன்ற மாற்றியல் பாறைகளில் துணைக் கனிமமாகத் தழைத்திருக்கிறது. உ.சே. கார்னெட், ஸ்டாரோலைட்.

இ.த. பெரிய தழைவுகள் பீஹாரில் சிங்பூமில் லாப்சா புருவில் கயனைட்—குவார்ட்ஸ் பாறையில் படுகைகளாக உள்ளன. ஆந்திரத்தில் நெல்லூரிலும் சில தழைவுகள் உள்ளன.

ப. பீங்கான், அனல் பொறு பொருள்கள் செய்யவும் உலோக இயல் வேதியல், மின்னியல், சிமெண்டு தொழில் ஆகிபவற்றிலும் பயன்படுகின்றது.

36. டூர்மலின் (Tourmaline)

வே.செ. அலுமினியத்தின் சிக்கலான போரா சிலிகேட்டு இதில் Na, Mg. Fe-யும் சேர்ந்துள்ளன. ப.தொ. அறுகோணத் தொகுதி ப.வ. குறுக்கு வெட்டாக மூன்று பக்கங்களைக்கொண்ட பட்டகவய படிகங்கள் நெடுக்கு வாட்டத்தில் வரிப்பள்ளங் களை உடையன. சுடர்விரிவான படிகக் கொத்தாகவும் திண்ம மாகவும் கூட இருக்கும். க.பி. சாய்சதுர வயமானது. சீரற்றது. மு.த. குறை சங்கு முறிவு அல்லது சீரற்றது. நி. கருப்பு ஒளி புகும் வகைகள் பல நிறங்களை உடையன. க எ. 7—7-5 அ எ. 2.95—3.2.

த வி. கிரேனைட், சயனைட் போன்ற தணற்பாறைகளில் துணைக்கனிமமாகவும், பெக்மடைட்டில் நல்ல படிகங்களாகவும் பல மாற்றியல் பாறைகளிலும் தழைத்துள்ளது.

ப. ஒளியியல் ஆய்வுகளுக்கான கருவிகள் செய்யவும் மணிக்கல்லாகவும் பயன்படுகிறது.

37. ஜியோலைட் கனிமங்கள் (Zeolites)

இக் குடும்பத்தில் அனல்சைட், சேபசைட், நேட்ரலைட், ஸ்டில்பைட்போன்ற பல கனிமங்கள் உள்ளன. இவை கேல்

சியம், சோடியம் போன்ற தனிமங்களின் அலுமினவய சிலிகேட்டுகள், இவை கன சதுரத்தொகுதி, சாய்சதுரத்தொகுதி, செவ்வகத் தொகுதி, ஒரு சாய் தொகுதி ஆகிய படிகத் தொகுதிகளைச் சேர்ந்தவை.

இவற்றைக் காய்ச்சினல் அணுக்கட்டு-நீர் எளிதில் வெளியேறிவிடுகிறது. இது ஜியோலைட்டின் சிறப்புக் குணமாகும். இவை இந்த நீரை மீண்டும் உள்ளே இழுத்துக்கொள்ளவும் செய்கின்றன. இவற்றின் இரா மாற்றம் (base exchange) என்னும் குணத்தால் நீரை மென்மைபடுத்தும் வேலைகளுக்குப் பயன்படுகின்றன. இதற்காக செயற்கை முறையிலும் ஜியோலைட்டுகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. ஒரு சோடியம் ஜியோலைட் நீரிலுள்ள கேல்சியம் பைகார்பொனேட்டிலிருந்து கேல்சியம் மின்ன

படம் 23.

ணுக்கள் உள்ளே ஏற்றுக்கொள்கிறது. இந்த ஜியோலைட்டை உப்பு நீரில் பாடம் செய்வதால் மீண்டும் சோடியம் மின்னணுக்களைப் பெற்று புத்துயிர் பெறும். இவை எரிமலைப் பாறைகளில் உள்ள வாயு வெளியேற்ற உட்புழைகள் உள்வேய்வாகவோ திணிப்பாகவோ காணப்படுகின்றன. இவை வெள்ளை நிறமாக, கண்ணுடிபோன்ற அழகான கொத்துக் கொத்தான படிகங்களாகவும் ஊசிபோன்ற படிகக் கற்றைகளாகவும் தழைத்துள்ளன.

மைகா குடும்பம்

மைகா குடும்பத்தின் (அப்பரகம்—mica) கனிமங்களை எளிதில் மிக மெல்லிய ஏடுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஏடுகள் மீண்மை சக்தி பெற்றவை. இவற்றின் அடி கிளை பிளவுத் தன்மை மாகச் சீரானது. மைக கனிமங்கள் அனைத்தும் ஒரு சாய் தொகுதியில் படிகமாகின்றன. ஆயினும் இவை பார்ப்ப தற்கு அறுகோணத் தொகுதியில் படிகமாகயுள்ளதுபோல் காணப்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் இவற்றின் சாய்வு அச்சு அதிகமாகச் சாய்ந்து இருப்பதில்லை. இவற்றின் சமச் சீர்மைக் கூறுகள் சாய்சதுரத் தொகுதி அல்லது செவ்வகத் தொகுதிக்கு ஏறத்தாழச் சமமாக இருக்கின்றன. மைக்காவை வெளிர் நிறமானவை. கரு நிறமானவை என்று இருவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

38. அப்ரகம் மஙகோவைட் (Muscovite)

இதை காக்காய்ப் பொன் என்பர். வே.செ. அலுமினியம் பொடாசியம் ஆகியவற்றின் நீர் வய சிலிகேட்டு ப.வ. புத்தகக் கட்டுபோலும் செதிள்கள் போலும் அமைந்திருப்பதுண்டு: நி. நிறமற்றது. சிவப்பு, பச்சை, மஞ்சள் ஆகிய இள நிறங்கள் மி. கண்ணடி போன்றது. முத்து போன்றது. ஒளிபுகக் கூடியது. க. எ. 2—2.5 அ.எ. 2.76—3.

த.வி. சாதாரண பாறை ஆக்கு கனிமம். பெக்மடைட் டுகளில் சால்பாகத் தழைத்திருக்கும். கிரேனைட் சயனைட், நைஸ்கள், சட்டுக்கள் ஆகிய பாறைகளிலும் காணப்படும். படிவுப்பாறைகளில் செதிள் துகள்களாக இருக்கும்.

இ. த. இந்தியா அப்ரக உற்பத்திக்கு பெயர் பெற்றது. ஆர்க்கேயன் பாறைகளில் பெக்மடைட் தாரைகள் உள்ள எல்லா இடங்களிலும் மைகா கிடைக்கிறது. முக்கிய தழை வுகள் பீஹார், இராஜஸ்தான், ஆந்திரம் ஆகிய மாநிலங்களில் உள்ளன.

ப. இது மின்சாரம், வெப்பம் இரண்டையும் கடத்துவ தில்லை. இதனுல் மின்னியல் தொழிற்துறையில் பெரிதும் பயன் படுகிறது. களங்கமற்ற மைகா அதிக விலை பெறும் பெயிண்டு மிளிர்வுகளாகவும், ரப்பரிலும் பிளாஸ்டிக்கிலும் திணிப்பாணு கவும், கூரைக் காகிதம், உயாவிகள், வெப்பக் காப்பீடுகள் ஆகியவற்றைச் செய்யவும் பயன்படுகிறது.

வகை : லெபிடோலைட் (Lepidolite) என்னும் ஒரு வகை மைகாவில் லிதியம் (Lithium) என்னும் தனிமம் இருப்பதால் லிதியம் தயாரிக்க பயன்படுகிறது. இது சிவப்பு கலந்த ஊதா நிறமான செதிள்துகள்வயக் கட்டிகளாக பெக்மடைட்டுகளில் கிடைக்கிறது. மத்திய பிரதேசத்தில் பஸ்தாரில் நல்ல தழைவு கள் உள்ளன.

39. பயோடைட் (Biotite)

வே.சே. K, Mg, Fe, Al ஆகியவற்றின் நீர் வய சிலிகேட்டு உ.அ. சீரற்ற தட்டையான திண்மங்கள், செதிள்போன்ற துணுக்குகள் நி. கருப்பு. மி. பளபளப்பானது. க.எ. 2.5—3.

அ.எ. 2.8—3.2.

த.வி. முக்கிய பாறை ஆக்கு கனிமம். கிரேனைட் போன்ற பாறைகளில் பெரும்பாலும் காணப்படும். வெள்ளை மைகாவை விட கருப்பு மைகா அதிகவிதமான பாறைகளில் காணப்படும் நைஸ்களிலும் சட்டுகளிலும் கூட இருக்கும். எளிதில் சிதைந்து விடும் தன்மைபெற்றுள்ளதால் படிவுப்பாறைகளில் காணப் படுவதல்லை.

வகை : வெர்மிகுலைட் (Vermiculite) இதுபயோடைட் சிதைந்து மாறுவதால் உண்டாகிறது. இதன் நிறம் வெளிர் பழுப்பு அல்லது பொன்னிற மஞ்சள். இதன் ஏடுகள் வளையக் கூடியவை. இக்கனிமத்தை தழலில் வறுத்தால் 12 மடங்கும் மேலாக பொரைவிட்டு அளவில் பெருக்கிறது. இது கனமற்ற தாகவும், அனல் பொறு தன்மை பெற்றதாகவும் இருப்பதாலும் வெப்பம் கடத்தாது இருப்பதாலும் இதை வெப்பக் காப்பீட்டு வேலைகளுக்கும், ஒலிக்காப்பீட்டுப் பலகை செய்யவும் பயன் படுத்துகின்றனர். இதை பீஹாரில் ரான்சியிலும், மைசூரிலும், தஞ்சாவூருக்கு அருகிலும் வெட்டி எடுக்கிறார்கள்.

பின்னுறு கனிமங்கள்

முன்னதாக வளைந்த கனிமங்கள் சில நசிவடைந்து மாறுவ தால் பின்னுறு கனிமங்கள் தோன்றுகின்றன.

40. எபிடோட் (Epidote)

வே.சே. கேல்சியம் அலுமினியம், இரும்பு ஆகியவற்றின் நீர்வய சிலிகேட்டு க.தொ. ஒரு சாய் தொகுதி ப.வ. பட்டகவய படிகங்கள். படிக்கட்டுகள், துகள்வயத் திண்மங்கள் நி பிஸ்தா பருப்பு நிறம் ஒளிபுகாதது. ஒளிபுகக் கூடியது. மி. கண்ணடி போன்றது. க.பி. (001) சீரானது. 100 அவ்வளவு சீரானது அல்ல.. மு.த. சீரற்றது. கா.எ. 6—7.

அ.எ. 3.25—3.50.

த.வி: நைஸ், ஆம்பிபோல் சட்டு போன்ற படிகவய பாறைகளில் சாதாரணமாகத் தழைத்திருக்கும். பெல்ஸ்பார், பைராக்சீன், ஆம்பி (போல்), பையோடைட் ஆகிய கனிமங்கள் கசிவடைந்து மாறுபடுவதாலும் எபிடோட் உண்டாகிறது.

6 பையோடைட் $+20\ CaCO_3+4CO_2+3O \rightarrow$ 2 எபிடோட் $+6\ SiO_2+18\ Mg\ CO_3+6K_2CO_3+H_2O$.

41. குளோரைட் (Cohlorite)

வே.சே. Mg, Al, Fe ஆகியவற்றின் நீர்வய சிலிகேட்டு. ப.தொ. ஒரு சாய் தொகுதி ப.வ. பட்டகவய வடிவு. சாதாரண ஏடு அமைப்பு அல்லது இலைக்கட்டு அமைப்பு உடையது. நுண் செதிள் கட்டியாகவும் திண்மமாகவும் கூட இருக்கும். நி. பச்சை மி. கண்ணடி அல்லது முத்துபோன்றது. க.பி. (001) சீரானது. பிளந்த ஏடுகள் வளையக்கூடியவை மு.த. சீரற்றது.

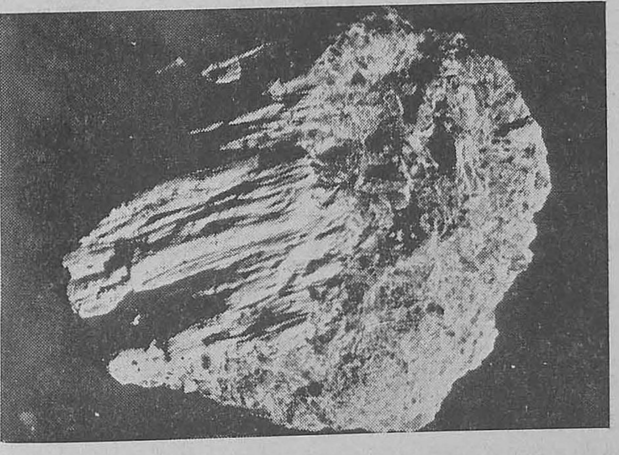
க.எ. 2—2.5 அ.எ. 2.65—29.4.

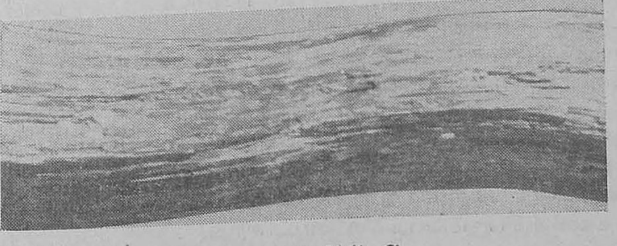
த,வி. பலகைப் பாறை, பில்லைட்போன்ற மாற்றியல் பாறைகளில் ஏராளம் டையோரைட், ஹார்ன்பிளெண்ட் முதலிய கனிமங்கள் நசிவடைவதால் ஏற்படும் பின்னுறு கனிமம். சட்டுப் பாறைகளுக்கு பச்சை நிறம் ஊட்டுவது இக்கனிமமே.

42. சர்பென்டீன் (Serpentine)

வே. சே. நீர்வய மெக்னீசியம் சிலிகேட்டு, ப தொ. ஒருசாய் தொகுதி ப. வ. திண்மம், துவக்கப்படிக நிலையிலுள்ள சன்னப் படிக நிலை. நார்வயமான நிலை, அல்லது இலையடுக்கு அமைப்பு நி. பச்சை. பழுப்பு, மஞ்சள். மி. குறைபிசின் தலைமை எண்ணை மிளிர்வுடையது. ஒளிபுகாதது. ஒளிகசியக்கூடியது. தொடு

வதற்கு சோப்பு போன்று வழவழப்பாக இருக்கும். க-பி. (010) மு. த. சங்கு முறிவு. உரப்பானது. க. எ. 3-4. அ.எ. 2-5—2-6.





படம் 24 (1—2).

த-வி. மெக்னீசியம் உள்ள (ஆலிவீன், பைரான்சீன், ஆம்பிபோல் உள்ள) பாறைகள் நசிவடைந்து மாறுபடுவதால் சர்பென்டீன் உண்டாகிறது. இத்துடன் சேர்ந்தவாறு குரோமைட், கல்நார். மேக்னசைட், மேக்னடைட் ஆகிய கனிமங்களைக் காணலாம்.

$$6\ MgFe\ SiO_4 + 4H_2O + O_2 \rightarrow {}_2H_4Mg_3\ Si_2O_4 + {}_2Fe_3O_4 + {}_2SiO_2$$

ஆலிவீன் சர்பென்டீன் மேக்னடைட்

சேலத்திலுள்ள (வெள்ளைக்கல்காடு) மேக்னசைட் சுரங்கங்

களில் தாதுக்களைக் கொண்டுள்ள டியூனைட் (ஆலிவீன் பாறை) பெரும்பாலும் சர்பென்டீனாக மாறியுள்ளதால் மேக்னசைட் தாரைதாரையாக அங்கு தழைத்துள்ளது,

$$4(Mg_2SiO_4)+4(H \cdot OH)+2CO_2 \rightarrow Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8+2MgCO_3$$

ஆலிவீன் சர்பென்டீன் மேக்னசைட்

இது ஒரு வெப்பநீர்வய வேதியல் இயக்கம், மிகுந்த ஆழத்தி லுள்ள தணற்பாறை வயப் புறம்பொழிவுகளால் நிகழ்வது.

சில சலவைக் கற்களில் சர்பென்டீன் கலந்துள்ளதால் அவை அழகான பசுமை நிறம் பெறுகின்றன. (Ophicaleite).

கிரைசோடைல் (Chrysotile) எனப்படும் கல்நார் சர்பென் டீனின் நார் வகையே. (கல்நார் அடியில்காண்க.)

43. டால்க் (Talc)

வே. சே. நீர்வய மெக்னீசியம் சிலிகேட் ப. தொ. ஒருசாய் தொகுதி அல்லது செவ்வகத் தொகுதி. ப. வ. திண்மம் அல்லது இலைக்கட்டு அமைப்பு உடையது. நி. வெள்ளை, சாம்பல், வெளிர் பச்சை. மி. பட்டு மிளிர்வு. குறை-ஒளிபுகு தன்மை யுடையது. அல்லது ஒளிகசியும் தன்மையது. க. பி. 001 சீரானது. ஏடுகள் வளையக்கூடியவை. க. எ. 1. சோப்புபோல வழுக்கும் தன்மையுடையது. அ. எ. 2-7—2-8.

த-வி. மெக்னீசியம் உள்ள டோலோமைட் போன்ற பாறைகள் அல்லது ஆலிவீன், பைராக்சீன், ஆம்பிபோல் போன்ற கனிமங்கள் மாறுபடுவதால் உண்டாகிறது. படிகவய சட்டுக்களில் பெரும்பாலும் உண்டாகிறது.

இ-த. பல மாநிலங்களில் கிடைக்கிறது, உயர்தரத் தழைவுகள் மத்திய பிரதேசத்தில் ஜபல்பூரிலும், இராஜஸ் தானில் ஜெய்பூர், உதய்பூரிலும், பீஹாரிலும், ஆந்திரத்திலும் உள்ளன. சேலத்தில் மாக்கல் (Steatite) வகை கிடைக்கிறது.

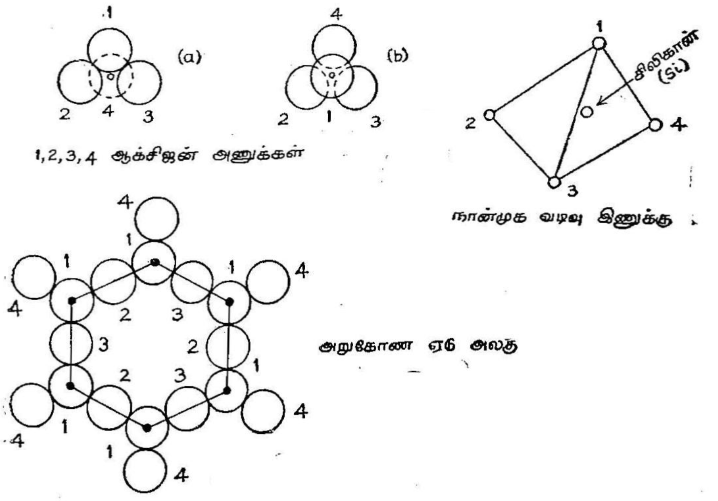
ப. பெயிண்ட்டு. காகிதம், ரப்பர் ஆகியவற்றில் நிரைப் பானகவும், முகப்பவுடர் செய்யவும் பயன்படுகிறது. திண்ணிய தாழ்தர வகையான மாக்கல் அல்லது சட்டிக்கல் (Pot stone, Soap stone, Steatite) அமிலத்தால் கெடாத கல்சட்டிகள் செய்யவும் உலைக்கள உள்வேய்வுகளாகவும், உயாவித் தூள்கள் செய்யவும் பயன்படுகிறது.

கனிவயக் கனிமங்கள் (Clay Minerals)

பொறியியலில் களிமண் எனப்படுவது ·005 மி. மீ. விட்டத்துக்கும் குறைந்த அளவான துகள்களைக்கொண்ட நெகிழ்ச்சியான குழைமக் கனிமப்படிவு. கனிம இயலில் கனிவயக் கனிமம் என்பது மிக நுண்ணிய படிகவயப் பொருள். இதில் இரண்டு வகை உண்டு: (1) கனிவயக் கனிமப் படிவுகள் (2) பாறைமாவு. (இது துகளின் நொய்மையைப் பொருத்தே களியெனப்படுகிறது)

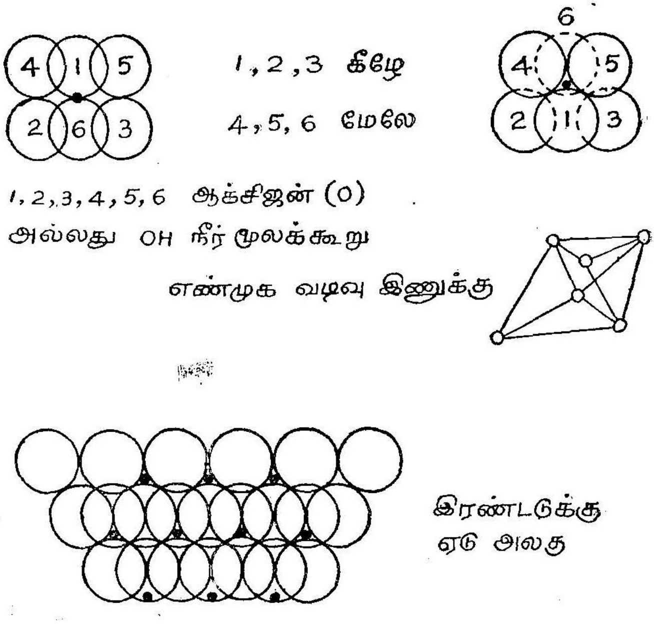
பெல்ஸ்பார்களும் மற்ற சிலிகேட்டுகளும் நசிந்து மாறுபடுவதால் கனிவயக் கனிமங்கள் உண்டாவதை முன்பே கண்டோம். கனிக்களிமங்களை X-கதிர்களைக் கொண்டும், எலெக்ட்ரான் நுண்நோக்கியைக் கொண்டும், வெப்ப இயல் ஆய்வு வழிகளைக் கையாண்டும் (Thermal analysis) கண்டுகொள்ள முடியும். இது கனிம இயலின் சிறப்புத் துறையாகும்.

களிகளில் இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட களிவயக் கனிமங்கள் இருக்கின்றன. இத்துடன் களியல்லாத கனிம, அகனிம பொருள்களும் கலந்திருக்கும்.



படம் 25.

களிக் கனிமங்கள் பெரும்பாலும் நீர் வய அலுமினிய சிலி கேட்டுகளே. சிறிதளவு நீர்வய மெக்னீசிய அல்லது அயசிலிக் கேட்டுகளும் உண்டு. கனிம இயலில் துகள் என்னும்போது அதையே களிவய-கனிம இயலில் மென்இனுக்கு (Fluke) என்போம்; அணுக்கட்டு அலகுருவை (Unitstructure) இங்கு ஏடு (Sheet) என்போம். ஏடுகள் இரண்டு வகைப்படும்: சிலிகா ஏடுகள் (SiO_2); அலுமின ஏடுகள் $Al(OH)_3$. இவை படத்தில் காணுமாறு உள்ளன :



படம் 26.

களிவயக் கனிமங்களில் முக்கியமாக மூன்று வகைகள் உள்ளன :

1. இல்லைட் (Illite) - அ. எ. 2·64—3·00

2. மாண்ட்மாரில்லனைட் (Montmorillonite) அ. எ. 2·2—2·7.

3. கெயோலினைட் (Kaolinite) அ. எ. 2·6—68.

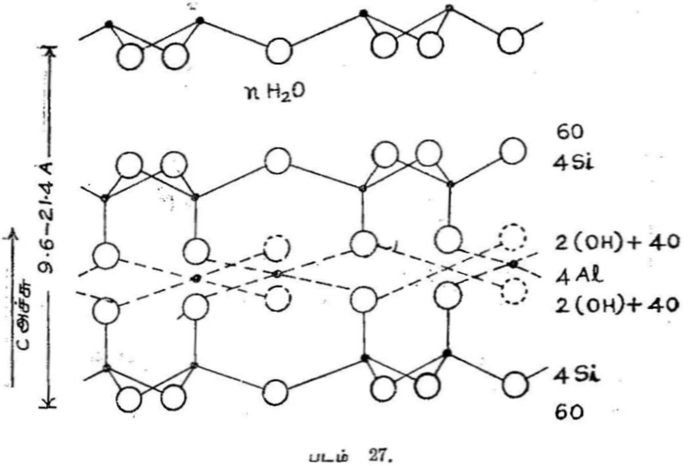
களிவயக் கனிமங்களின் சிறு இணுக்குகள் 0·005 மி. மீ. முதல் கூழ்நிலை அளவுகள் வரை குறைந்து இருக்கும். பெரும்பாலும் ·0002 மி. மீ-க்கும் குறைந்த விட்டமுடையவை.

44. இல்லைட் (Illite) வகுப்பு

இதில் மங்கோவைட் மைகாவை ஒத்த பல கனிமங்கள் அடங்கும்.

வே. சே. $(OH)_4$ $Ky(Al_4, Fe_4, Mg_4)Si\text{-}YAlyO_{20}$; $y=1$ முதல் 1·5 வரை மாறுபடும்.

இது கடலடிக் களிமண்களிலும் மற்ற பழைய களிமண் படிவுகளிலும் களிமண் பாறைகளிலும் மிகுதியாகக் காணப்படும். இதன் அணுவெளிச் சட்ட அமைப்பு (Latticc) படத்தில் காணுமாறு இருக்கும்.



படம் 27.

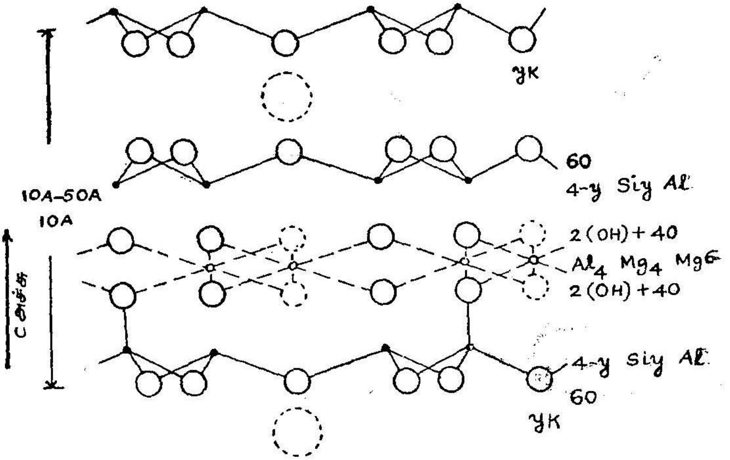
இச் சட்ட அமைப்பு நீர் சேர்க்கப்பட்டாலும் விரிவடைவதில்லை. இதில் 15% சிலிகா நிலைகளில் அலுமினா அமர்ந்துள்ளது. இதனால் விளையும் மின்னூட்ட எச்சத்தை சிலிகான் ஏடுகளுக்கு இடையேயுள்ள பொடாசியம் தணிக்கிறது. K மின்னணுக்கள் ஏடுகளைப் பிணைக்கின்றன. இவ்வகைக் கனிமங்களில் ஏடுகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 10A அலகுகள் முதல் 50A அலகுகளுக்கும் அதிகமாக இருக்கும். ($A=10^{-10}$ மீட்டர்).

45. மாண்ட் மாரில்லனைட் (Montmorillonite)

வே. செ. $(OH)_4$ (Aly. Fe_4 Mg_4) Si_8O_{20} nH_2O இது பல விதமான மண்களிலும் உள்ளது. சில படிவு இயல் களிமண் களிலும் உள்ளது. எரிமலைச் சாம்பல் படிவுகளில் இருந்து இயல் சிதைவால் உண்டாகும் களிமண் களில் மிகவும் அதிக மாகக் காணப்படும் இதன் அணு வெளிச் சட்ட அமைப்பு நீர் சேர்வதால் 8 முதல் 10 மடங்கு அளவில் அதிகரிக்கிறது. நீரில் ஊறியதும் கனிம இணுக்குகள் நீர் படலத்தால் சூழப்படுவதால் களி நெகிழ்வுத் தன்மை பெறுகிறது. ஆகவே களி காயும்போது சுருங்கி வெடிக்கிறது.

இதில், அலுமினிய எண்முக வடிவுவய அலகுக்கூறுகள் சேர்ந்த ஏடு ஒன்று, நான்முக சிலிகா அலகுக் கூறுகளாலான இரண்டு ஏடுகளுக்கு இடையே, இடையீட்டப்பம்போல் (Sandwich) அமைந்திருக்கும். ஏடுகள் தளர்த்தியாக பிணைக் கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகவே நீர் உள்ளபோது இதன் நிலை குலைந்துவிடுகிறது.

இதன் அணுவெளிச்சட்ட அமைப்பு படத்தில் காணுமாறு உள்ளது.



படம் 28.

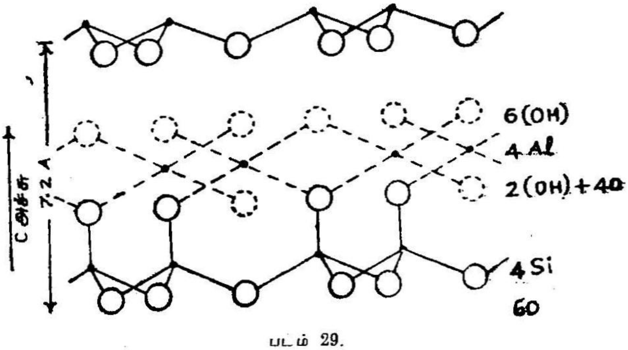
பெண்டோனைட் (Bentonite) என்னும் களிவயக் கனிமம் இதன் வகையே. பெண்டோனைட் உள்ள மண்ணில், கடைக்

கால்கொண்ட கட்டடம் மேலே உந்தப்படுமாறு நீர் களியுடன் சேர்ந்து கனிமத்தைப் பருக்கவைக்காதவாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். நீரை ஹிஞ்சிப் பருக்கும் குணத்தைப் பயன்படுத்தி நீர் நிலேகளில் உள்ள வெடிப்புக்களைத் திணிக்குமாறு செய்வதும் உண்டு.

46. கெயொலினிட் (Kaolinite)

வே. சே. $(OH)_8 Al_4Si_4O_{10}$ நீர்வய அலுமினியம் சிலிகேட்

ப. தொ. முச்சாய் தொகுதி. ப. வ. நுண் களிவய இணுக்குகள் மென்கட்டிகள். விரலிடையே எளிதில் நொறுங்கித் தூளாகும். இதன் அணுவெளிச் சட்ட அமைப்பு படத்தில் காணுமாறு இருக்கும்.



படம் 29.

இதன் அணுவெளிச் சட்ட அமைப்பில் சிலிகா ஏடு கீழே யும் அதன் மேல் அலுமின ஏடு. ரொட்டித்துண்டின்மேல் வெண்ணே பூசினற் போலும், மாறி மாறி அடுக்கப்பட்டிருக்கும்

நி. வெள்ளே மி. மண் மிளர்வு தொடுவதற்கு வழவழப்பாக இருக்கும். மண்போல் வாசனே உடையது க. எ. 2-2·5 அ. எ. 2. 6.

த. வி. கிரேனேட்டுகளிலும், சயனேட்டுகளிலுமுள்ள பெல்ஸ் பார்கள் சிதைந்து மாறுவதால் உண்டாகிறது. (பெல்பார் என் னும்) தலேப்பின் கீழ் காண்க. கெயோலினேட் நிலேதளராத களிப்படிவுகளாக உள்ளது. ஏனென்றல் இதன் அணுக்கட்டு அமைப்பு நீர் சேர்ந்ததும் பெருப்பதில்லே ஆகவே இது அதிகக்

குழைமத் தன்மை உடையதல்ல. ஆனால் இதன் ஒருவகை யான ஹேலோய்சைட் (Halloysite) வெற்றுக் குழாய்கள்போல் அமைப்புடையது. நீர் புகுந்ததும் இது உருளைகள்போல் பருத்து துகள்களை வழுக்கும்படி செய்து விடும்.

ப. பீங்கான் பாத்திரங்கள் செய்யவும், காகிதம் ரப்பர் பெயிண்ட்டு தொழில்களில் திணிப்பானாகவும் பயன்படுகிறது.

இ. த. பீஹாரிலும் இராஜஸ்தானிலும் ஆந்திரத்திலும் கேரளத்திலும் கிடைக்கிறது.

பொதுவாக கனிவயக் கனிமங்களின் குணங்கள் அணு அமைப்பால் மட்டுமல்லாது மின்னணு மாற்றம் (Ionexchange or base exchange) என்னும் குணத்தாலும் பெரிதும் பாதிக்கப்படு கின்றன. (ஜியோலைட் அடியில் காண்க.)

பாஸ்பேட்டுகள்

47. அபடைட் (Apatite)

வே. சே. (CaF) Ca_4 $(PO4)_3$
(CaCl) Ca_4 $(PO4)_3$

ப. தொ. அணு கோணத் தொகுதி ப. வ. நீளமான பட்டக வய படிகங்கள் நி. இளங்கடற்பச்சை, மஞ்சள், பசுமஞ்சள், மி. கண்ணாடி மிளிர்வு, குறைபிசின் மிளிர்வு ஒளிபுகாதது. ஒளி புகுவது, க பி. அடிஇணை பக்கம் வறியது ப. த சீரற்றது சங்கு முறிவு. நொறுங்கும் தன்மை உடையது.
க. எ. 5 அ. எ. 3. 17—3.23

த. வி. பெக்மடைட் போன்ற தணற் பாறைகளில் துணைக் கனிமமாகவும், மாற்றியல்வய படிகவய சுண்ணப்பாறைகளிலும் சிறிது அபடைட் காணப்படுகிறது.

ப. பாறை உரம்

சல்பேட்டுகள்

48. பேரைட் (Barite)

வே. சே. Ba SO_4 ப். தொ. செவ்வகத் தொகுதி. ப். வ. தட்டையான படிகங்கள் நி. வெள்ளை, நிறமற்றது. மி. கண்ணாடி

மிளிர்வு. ஒளிபுகாதது. ஒளிபுகுவது. தூ. நி. வெள்ளை க. பி. 001 சீரானது 210 சீர் குறைந்தது. மு. த. சீரற்றது நொறுங்கும் தன்மையுடையது கா.எ. 2.5—3.5 அ. எ. 4.5

த. வி. வெள்ளி, ஈயம், செம்பு, மேங்கனீஸ் ஆகியவற்றின் கனிமங்களுடன் சேர்ந்தவாறு தழைத்துள்ளது. சுண்ணப் பாறைகளில் தாரைகளாகவும் உள்ளது.

இ. த. ஆந்திரத்திலும், இராஜஸ்தானத்திலும் மட்டுமே வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது.

ப. இதன் எடை அதிகமாக இருப்பதால் இதை மண்ணெய் துருவுதுளைகளை இறக்கப் பயன்படும் துருவு மண்ணுடன் (Drilling mud) சேர்க்கப்பயன்படுகிறது.

இதன் பளுவான தன்மையும் அமிலம் விட்டால் பொங்காத நிலையும் இதை கேல்சைட்டில் இருந்து பிரித்துக் காட்டும்.

49. ஜிப்சம் (Gypsum)

வே. சே. Ca SO_4 H_2O·ப. தொ. ஒரு சாய் தொகுதி ப. வ. பட்டகவயமானது. உ. அ. திண்மம். இலையடுக்கு அமைப்பு, திண்துகள் திறன்கள். சேடின்ஸ்பாரில் (Satinspar) நார்வய மானது; அலபாஸ்டரில் (Alabaster) நுண்துகள் வய்மானது; செலீனைட்டில் (Scileanite) ஒளிபுகுப் படிகலமானது நி. நிறமற் றதுவெள்ளை சாம்பல். மி. கண்ணுடிமிளிர்வு. முத்து, பட்டு, மண் மிளிர்வுகள் ஒளிபுகாதது. ஒளிகசிவது. க. பி. (010) சீரானது மு. த. சீரற்றது. சங்கு முறிவு க. எ. 1.5—2 அ. எ. 2. 32

த. வி. சுண்ணப் பாறைகளுக்கும் களிமண்பாறைகளுக்கும் இடையே படலங்களாகவும், களிமண்ணில் (வண்டல்) சிதறிய வாறு பொதிந்துள்ள படிகங்களாகவும், தழைத்துள்ளது. ஏரி, கடல் நீர்கள் வரட்சியால் சுண்டுவதால் உண்டாகும் வீழ்படிவு களாக விளைகிறது. நீர்வயப்படாத ஜிப்சம் ஆன்ஹைட்ரைட் (Anhydrite) எனப்படும்.

இ. த. இராஜஸ்தான், தமிழகம், ஜம்மு-காஷ்மீர், குஜராத், உத்திர பிரதேசம் ஆகிய மாநிலங்களில் கிடைக்கிறது.

ப. பிளாஸ்டர்-ஆப்-பேரிஸ் தயாரிக்கவும், சிமெண்டு தயாரிப்பில் குறைப்பானுகவும் (Ratarder) அம்மோனியம் உரம் தயாரிக்கவும் ஜிப்சம் பயன் படுகிறது.

2. பாறை இயல்

பாறைகளைப் பற்றிய அறிவியலே பாறை இயல் (Petrology) புவிப் பெருக்கின் அடிப்படைக் கூறுகளே பாறைகள். பாறைகள் கனிமங்களால் ஆனவை. சில பாறைகள் ஒரு கனிமத்தால் மட்டும் ஆனவை; பெரும்பாலானவை இரண்டு அல்லது அதற்கும் மேலான கனிமங்களால் ஆனவை.

பாறைகளின் ஆக்க முறைக்கு (Mode of origin) ஏற்ப அவற்றை மூன்று வகுப்புகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(i) தணற் பாறைகள் (Igneous rocks) நிலத்தினுள் இயற்கைகையாகத் தோன்றிய பாறைக் குழம்பு (Magma) குளிர்ந்து உறைவதால் உண்டாகும் பாறைகளே தணற்பாறைகள்.

(ii) படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary rocks) இயல் உகவு அல்லது உகலியக்கத்தால் (Weathering) படிவுறும் பொருள்களாலும். நீரில் கரைசலாகவோ துகள் நீந்து நிலையிலோ (Suspension) ஒரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்துக்குக் கொண்டு வரப்பட்டு வீழ்படிவாகப் படியும் கற் பொருள்களாலும் உண்டாகும் பாறைகளே படுவுப்பாறைகள்.

(iii) மாற்றியல் பாறைகள் (Metamorphic rocks) முன்பே உண்டான பாறைகள் சிலபோது நிலப்பேருக்கினுள் இயற்கையாக நடைபெறும் நிலப்பொதியியல் கிளர்ச்சிகளின் விளைவாக வெப்பம், அழுத்தம் ஆகியவற்றினுல் பாறைக்குழம்பு மாற்றப் படுவதால் உண்டாகும் பாறைகளே மாற்றியல் பாறைகள்.

தணற்பாறைகள் முதன்மை நிலைப் பாறைகள் (Primary) மற்றவை இரண்டாம் நிலை அல்லது பின்னுறு நிலைப் (Secondary) பாறைகள். படிவுப்பாறைகளும் மாற்றியல் பாறைகளும் படிவுப்பாறைகளும் மாற்றியல் பாறைகளும் முற்றிலுமாக

உருகிக் கலந்து மீண்டும் தணற்பாறைக் குழம்பாகி இரண்டாவது முறையாக தணற்பாறைகளை விளைவிக்கலாம்.

பாறைகளை அவற்றின் அமைப்பு (Structure) நுண் இழைமை (Texture) கனிமச் சேர்வு (Mineral composition) மற்றும் கடினத் தன்மை, முறிவு தன்மை போன்ற பௌதிகக் குணங்களாலும் கண்டு கொள்ளலாம் குறைவாகக் காணப்படும் சில பாறைகளை வேதிய முறையிலும் நுண்நோக்கிக்கொண்டும் ஆராய்ந்த பின்னரே கண்டுகொள்ள முடியும்.

'அமைப்பு' என்று அளவில் பெரிய பாறை அமைப்புக் கூறுகளையே குறிக்க வேண்டும். பொதுவாக தணற்பாறைகள் திண்ணியவை. இவற்றிலுள்ள கனிமங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசை என்று இல்லாமல் வளர்ந்துள்ளன படிவுப் பாறைகள் ஏடுபோன்று அடுக்கான அமைப்புடையவை. மாற்றியல் பாறைகள் திண்ணிய அமைப்பையும், அடுக்கடுக்கான படல அமைப்பையும் பெற்றுள்ளன.

பாறையிலுள்ள கனிமங்களின் அளவு, உருவம்; அடுக்கம் ஆகியவற்றை 'நுண் இழமை' என்று குறுப்பிடவேண்டும். பாறைகளிலுள்ள கனிமங்களின் அளவைப் பொருத்து அவற்றை பருவெட்டானவை அல்லது பெருந்துகள் வயமானவை என்றும் (Coarse grained), நடுத்தர இடைத்துகள் வயமானவை (Medium grained, அல்லது நுண்துகள் வயமானவை (Fine grained) என்றும் சீரான துகள் அளவுகொண்டவை (even grained). மாறுபட்ட துகள் அளவு கொண்டவை என்றும் கூறலாம்.

தணற் பாறைகள்

பாறைக் குழம்புகள் முன்னைய பாறைகளினுள் நுழைந்தவாரோ அல்லது மேற்பரப்பின்மேல் வெளியே வழிந்தோடியவாரோ குளிர்ந்து இறுகிக் கெட்டியான பாறைகளாவதால் தணற்பாறைகள் உண்டாகின்றன. இவை உள் நுழை வகை (Intrusive) என்றும் வெளி உமிழ் (Extrusive) வகை என்றும் இரண்டுவகைப் படுகின்றன.

உள் நுழை தணற்பாறை வெகு ஆழத்தில் உண்டானதாக இருந்தால் ஆழ்நிலைப் பாறை (Plutonic) என்றும் அதற்கும் சற்று மேலான ஆழங்களில் உண்டானதாக இருந்தால் இடைநிலைப் பாறை (Hypabyssal) என்றும் பெயர்பெறும். இப்

பாறைகள் தற்போது மேற்பரப்பில் தெரியுமாறு இருக்கக் காரணம் என்ன? அப் பாறைகளின் மேல் சுமைபோல் இருந்த பெருமளவு பாறைகள் உகலியக்கத்தால் அரிக்கப்பட்டு அகற்றப்பட்டுள்ளன.

வெளி உமிழ்வுப் பாறைகள் அல்லது எரியியல் பாறைகள் (Volcanic rocks) மேற்பரப்பில் வழிந்தோடிய பாறைக் குழம்பும் (லாவா, Lava) எரிமலைக் கிளர்ச்சியால் வானத்தில் தூவப்படும் பாறைச் சாம்பல் விழுந்து படிவதாலும் உண்டாகின்றன. எரி பாறைக் குழம்பு எரிமலைக் குழாயின் ஊடாகவோ. மேற் பொருக்கில் உண்டான வெடிப்பின் ஊடாகவோ வெளியே வருகிறது.

ஆழ்நிலைப் பாறைகள் பொதுவாக கிரேனைட்டில் உள்ளது. போன்ற படிகத்துகள் வய (granitozid) நுண் இழைமை உடையவை. இவற்றின் கனிமத்துகள்கள் வெறுங்கண்ணுக்கே தெரியுமாறு பெரிய அளவுகொண்டுள்ளன. இதற்குப் புலனுகு (Phaneric) நுண் இழைமை என்று பெயர். இவற்றின் கனிமத்துகள்கள் ஏறத்தாழ ஒரே அளவுடையன (சமதுகள் வயமானவை); இவை ஒன்றோடொன்று பின்னிப் பிணைந்தவாறு வளர்ந்துள்ளன.

இடைநிலை பாறைகள் (சிலபோது ஆழ்நிலை பாறைகளும் எரி மலை பாறைகளும் கூட) திரன் படிக நுன் இழைமை (Porphyritictexture) கொண்டுள்ளன. திரன்படிகவயப் பாறைகளில் சில கனிமப் படிகங்கள் பெரியதாகவும் சீராகவும் வளர்ந்துள்ளன. இவற்றை பொதிபடிகங்கள் (Phonocrysts) என்றும் இவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள படிகக்காரையை பொதிபொருள் (ground mass) அல்லது பொதிகக்காரை நுண் இறைமை (Matrix) என்று கூறலாம். பொதிகாரை முழுதும் படிகங்களால் ஆனதாகவோ அல்லது ஒரு பகுதி படிகங்களாலும் ஒரு பகுதி படிமத்தாலும் (Glass) ஆனதாகவோ, முற்றிலும் படிமத்தால் ஆனதாகவோ காணப்படும்.

எரியியற் பாறைகள் (Volcanic rocks) மிக நுண்ணிய படிகங்களால் ஆனவை. இவை வெறுங் கண்ணுக்குப் புலனுகா (Aphanetic) எரியியற் பாறைகள் நிலத்தின் மேல் வழிந்தோடி விரைந்து குளிர்ச்சியடைந்து இறுகுவதால் கனிமங்கள் படிக உருவம் கொள்ளப் போதிய வாய்ப்பு இல்லை. இப்பாறை இறுகும் போது வாயுக்கள் வெளியே வந்துகொண்டிருப்பதால்

நுண்புழைகள் அல்லது வாயுக்குமிழ் புரைகள் உண்டாகின்றன இவ்வுட்புழைகள் பின்னுறு கனிமங்களால் (எ.கா. குவார்ட்ஸ் கேல்சைட், குளோரைட்) அடைபடுவதால் 'கண்ணடை' அல்லது 'புழைதிணி' (amygdaloidal) அமைப்பு உண்டாகிறது. எரியியல் சாம்பலாலும் துகள்களாலும் ஆன புரைமை மிக்க பாறையை தீ உகுபாறை (Pyroclastics) எனலாம்.

தணற்பாறைக் கனிமங்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. முக்கிய கனிமங்கள் (Essential minerals) : பாறைகளிலுள்ள சில கனிமங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டே அப் பாறைகளுக்குப் பெயரிட முடியும். இத்தகைய கனிமங்கள் அப் பாறைகளில் பெருமளவுக்கு இருப்பவை.

2. துணைக்கனிமங்கள் (Accessory minerals) சில கனிமங்கள் சிறு அளவில் பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றைக்கொண்டு பாறைக்குப் பெயரிடமுடியாது.

3. பின்னுறு கனிமங்கள் (Secondary minerals) முதன்மைக் கனிமங்கள் மாறுபட்டு இரண்டாவது தலைமுறையாக வேறு கனிமங்கள் உண்டாவதுண்டு, அல்லது பாறைகளின் உட்புழைகளில் கசியும் கனிமக் கரைசல்களில் இருந்து சில கனிமங்கள் உட்புழைகளைத் திணித்தவாறு உண்டாவதுண்டு இவை பின்னுறு கனிமங்கள்.

தணற்பாறை வகைகள்

தணற்பாறையில் அதிக அளவு சிலிகாவும் ஆல்கலிகளும் (Na_2O_3; K_2O) இருந்தால் அவற்றை அமிலப்பாறை என்றும் (Acidic or Salic); அதிக அளவு இரும்பு ஆக்சைடுகளும் மெக்னீஷியாவும்; கேல்சியமும் இருத்தால் அவற்றை காரப் பாறை (Basic or Femic) என்றும் பாகுபடுத்திக் கூறுவர். அமிலப் பாறைகள் வெளிர் (மென்,—இள) நிறமானவை; குறைவான எடை உடையவை.

கிரேனைட் போன்ற அமிலப் பாறையில் அதிக அளவு பொடாசியம் பெல்ஸ்பார்கள் உள்ளன. பஸால்ட் போன்ற காரப்பாறையில் அதிக அளவு Fe, Mg, Ca-உடைய கனிமங்கள் உள்ளன.

பாறைக் குழம்பு குளிர்ந்து வரும்போது அதிலுள்ள தனிமங்கள் பலவித சிலிகேட்டுகளாகவும் மற்ற கனிமங்களாகவும் கூட்டு சேர்ந்து படிகங்களை உண்டாக்குகின்றன. காரப் பாறைக் குழம்பில் ஆலிவீன், மேக்னடைட் போன்ற கனிமங்கள் முதலில் படிகமாகின்றன. இவை பாறைக் குழம்பிலிருந்து ஓரளவு சிலிகாவையும், மெக்னீசியாவையும், இரும்பு ஆக்சைடையும் எடுத்துக்கொள்கின்றன. அதன் பிறகு மீதம் உள்ள மெக்னீசியாவும் இரும்பும் சிறிது அலுமினாவும் மற்ற ஆக்சைடுகளும் ஆகைட் ஹார்ன் பிளெண்ட் பைரோலூசைட் ஆகிய கனமான கருநிறக் கனிமங்களால் எடுத்துக்கொள்ளப் படுகின்றன. இதற்கு மாறாக ஆல்கலின் சுண்ணமும், அலுமினாவுடனும் சிலிகாவுடனும் சேர்ந்து பெல்ஸ்பார்கள் பெல்ஸ்பதாய்டுகள், குவார்ட்ஸ் போன்ற இலேசான வெளிர் நிறக் கனிமங்களை உண்டாக்குகின்றன. காரப்பாறைக் குழம்பிலுள்ள சுண்ணத்தில் பெருமளவு லேப்ரடோரைட் போன்ற பிளேஜியோகிளேஸ் கனிமங்களையும் சிறிதளவு ஆகைட்டையும் உண்டாக்கும்.

பாறைக்குழம்பிலுள்ள எல்லா உலோகக் காரச்சத்துக்களுடனும் கலந்த பிறகும் எச்சமாக சிலிகா இருந்தால் அதை அதி-தெவிட்ட நிலையில் (Over saturated) உள்ளதாகக் கூறுவர். எச்சமாக உள்ள சிலிகா குவார்ட்ஸ் கனிமமாகிறது. ஆகவே கிரேனைட் போன்ற குவார்ட்ஸ் உடைய பாறைகள் அதிதெவிட்ட நிலையில் உள்ளன. எச்சமாக உள்ள தனி சிலிகா இருக்கும்போதே உடன் தோன்றியுள்ள கனிமங்கள் நிறைநிலையில் ((Saturated) உள்ளவை. ஆலிவீன், வெல்ஸ்பதாய்டுகள் போன்ற சில கனிமங்கள் தனி-குவார்சுடன் காணப் படுவதில்லை. இவை குறை-நிலையில் (Under saturated) உள்ளன. ஆகவே ஆலிவீன் (Mg_2SiO_4) சிலிகாவுடன் சேர்ந்தால் என்ஸ்டடைட் ($Mg_2Si_2O_6$) என்னும் நிறை-நிலைக் கனிமம் உண்டாகும். எனவே சிலிகாவை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ள பாறைகளின் கனிமங்களைப் பயன்படுத்திப் பாறைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம், அல்லது குறை-நிலையிலுள்ள பகுதியை மேலும் இரு கூறுக்கி, கீழ்வருமாறு, மொத்தம் நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) அமிலப் பாறைகள் : 66%-க்கும் அதிகமான சிலிகா உடையவை. (2) இடைநிலைப் பாறைகள் : 60—52% சிலிகா உடையவை. (3) காரப்பாறைகள் : 52—45% சிலிகா உடையவை. (4) மிகுகாரப் பாறைகள் : 45%-க்கும் குறைவான சிலிகா உடையவை.

அமில வகையில் குவார்ட்சும் பெல்ஸ்பாரும் விஞ்சிய (dominant) கனிமங்கள். இடைநிலைவகையில் குவார்ட்ஸ் தனி-சிலிகா இல்லை. பெல்ஸ்பார்கள் விஞ்சியவை- காரப்பாறைகளில் பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்களும், பைராக்சீன்களும் அதிகம் உள்ளன. மிகுகாரப் பாறைகளில் (Ultrabasic) பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார்கள் இருந்தாலும் இருக்கலாம். ஆலிவீனும் பைராக்சீனும் விஞ்சியவை.

தணற்பாறைகளை ஆழ்நிலைப்பாறை என்றும் இடைநிலைப் பாறை என்றும் ஏரியியல் பாறை என்றும் பிரிக்கலாம் என்று முன்பே கண்டோம். கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் தணற் பாறைகளின் பாகுபாட்டு முறைகளை ஒருங்கே காணலாம்.

தணற்பாறைகளின் வடிவ அமைப்பு

மேலே காணப்படும் அட்டவணையில் தணற்பாறைகளின் மூன்று நிலைகளையும் அவை கொண்டுள்ள வடிவ அமைப்பு களின் பெயர்களையும் குறிப்பிட்டோம். இங்கு அவற்றை விளக்கமாகக் காண்போம்.

1. பேதோலித் (Batholith). இது தணற்பாறைகளிலேயே மிகப்பெரிய ஆழ்நிலை (Plutonic) உள்நுழைவு. இது கீழே போகப்போக அளவில் பெருக்கிறது. இதற்கு அடித்தரை ஏதும் இல்லை. இது சுமார் 105 சதுர கி. மீ. (40 சதுர மைல்) பரப் பளவு உடையது.

2. ஸ்டாக் (Stock). இது சிறிய அளவுடைய பேதோலித்.

3. பாஸ் (Boss). இது வட்டமான கிடைதளக் குறுக்குத் தோற்றமுடைய ஸ்டாக். ஸ்டாக், பாஸ் ஆகியவை பேதோ லித்தின் கிளை உறுப்புக்களே.

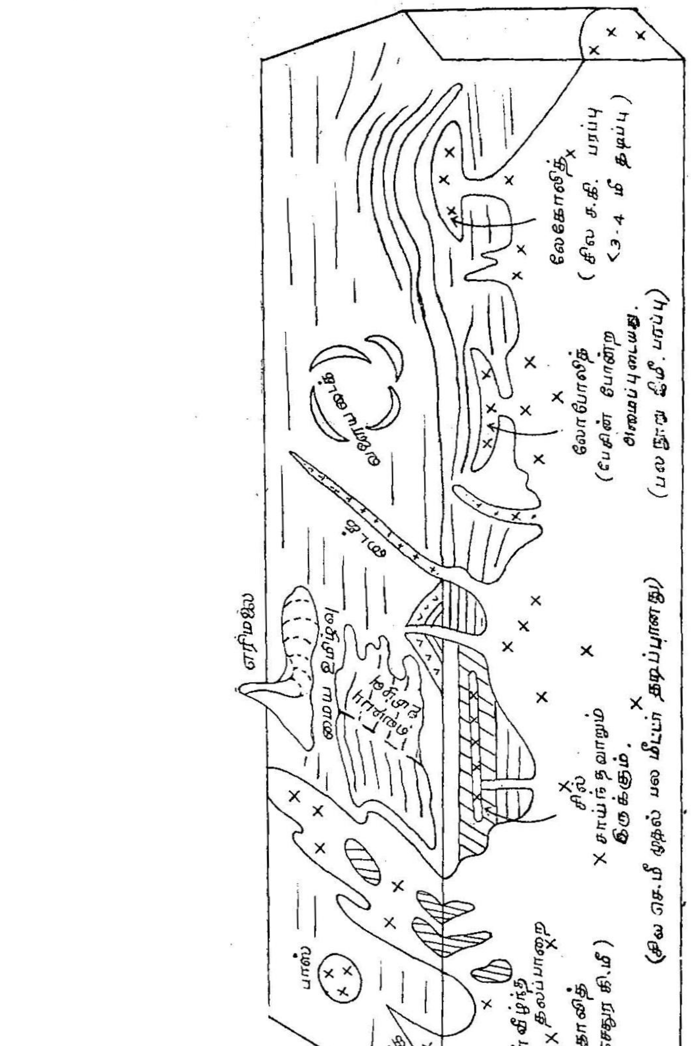
4. லேகோலித் (Laccolith) இது நாய்க்குடை போன்ற உருவமுடையது. பேதோலித்தைவிட சிறியது. இதன் பரப் பளவு சில சதுர கிலோ மீட்டர்களே. இதற்குச் சமதளமான அடித்தரை உண்டு. இதன் மேல் பகுதி தாழ்ந்த கொம்மை போல் வளைந்திருக்கும். பாறைக் குழம்பு ஒரு புகட்டுக் குழாய் மூலம் உள்ளே நுழைந்து பாறை அடுக்குகளிடையே புகுந்து லேகோலித்தாகத் திரள்கிறது.

தணற் பாறைகளின் பாகுபாடு

		வடிவ அமைப்பு	அதி தெவிட்ட நிலை (குவார்ட்ஸ் உண்டு)	நிறை-நிலை (குவார்ட்ஸ், வெல்ஸ்பதாய்டுகள், ஆலிவீன் இல்லை)			குறை-நிலை (வெஸ்பதாய்டும், ஆலிவீனும் உண்டு, குவார்ட்ஸ் இல்லை)	
நுண் இழைமை			பொடாஷ் பெல்ஸ்பார் விஞ்சியது	ஆல்கலி பெல்ஸ்பார் விஞ்சியம்	சோடியம்-சுண்ணம் பிளேஜியோகிலேஸ் பெல்ஸ்பார் விஞ்சியது	சுண்ணம்-சோடியம் பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார் விஞ்சியது	பெல்ஸ்பதாய்டுகளைக் கொண்ட பாஸல்ட்டுகளும், சையனைட்டுகளும்.	ஆலிவீன் கொண்டது
			+மைகா	+பையோடைட் +ஹார்ன்பிளெண்டு	+ஹார்ன்பிளெண்டு +பையோடைட்	+பைராக்சீன்		+பிளேஜியோகிளேஸ் பெல்ஸ்பார் +பைராக்சீன்
சமதுகள் வயமானவை புலனகு தன்மை உடையவை	ஆழ்நிலை	பேதோலித் ஸ்டாக் பாஸ் லேகோலித் (உள் நுழைவுகள்)	கிரேனைட்	சையனைட்	டையோரைட்	கேப்ரோ		பெரிடோடைட் டியூனைட்
பெருந்துகள் படிகவயமானவை		டைக் (குறுக்கு ஊட்டம்)	பெக்மடைட் அப்லைட்			டோலரைட்		மைகா பெரிடோடைட்

படம் 7

திரள் படிக வயமானவை பெருந்துகள் படிக நுண் கள் படிக வயமானவை	இடைநிலை	டைக்சில் (இணையூட்டம்) எரியியல் கழுத்துக்கள்	← பார்பைரிகள்-திரள்படிகவயப் பாறைகள்			—		→
நுண்படிக வயமானவை புலனுகாதவை	எரியியல் நிலை	மேற்பரப்பு ஓட்டங்கள்	ரையோலைட்	டிரேக்கைட்	ஆண்டிசைட்	பஸால்ட்		ஆலிவீன் பாஸால்ட்
படிமம் போன்றவை		மேற்பரப்பு ஓட்டங்கள்	ஆப்சிடியன்	← பிச்சுக்கல்	→			
சராசரி சிலிகா %			அமிலவகை >66%	இடைநிலை வகை 66—52%		கார வகை 52—45%		மிகு கார வகை <45 %



படம் 3).

5. பேகோலித் (Phacolith) மடித்த பாறை அடுக்குகளிடையே பாறைக் குழம்பு நுழைந்து மேல் வளைவிலும் கீழ் வளைவிலும் திரள்வதால் பேகோலித் உண்டாகிறது. இதன் அடிப்புறமும் மேல் புறமும் வளைந்தவாறு இருக்கின்றன.

6. சில் (Sil) பாறை அடுக்குகளுக்கு இடையே படிவு தளங்களுக்கு இணையாக, மிக உருகிய நிலையிலுள்ள, பாறைக் குழம்பு நுழைந்து படலமாகப் பரவுவதால் சில் உண்டாகிறது. இது மிகவும் மெல்லியதாகவும் பல நூறு அடி கனம் தடிப்பாகவும் இருக்கிறது. இது சம கிடையாகவோ சாய்ந்தவாறோ செங்குத்தாகவோ பாறை அடுக்கமைப்போடு இணைந்தவாறு இருக்கிறது. இது இணை நுழைவு (Concordant) வடிவமாகும்.

7. டைக் (Dyk) இது குறுக்கு நுழைவு வகையைச் சேர்ந்தது. தட்டையான, சுவர்போன்ற உருவமுடையது. சில செ. மீ. முதல் சில நூறு மீட்டர் வரை தடிப்பும் சில கி.மீ. நீளமும் உடையது. இது செங்குத்தாகவும் சற்று சாய்ந்தும் இருப்பதுண்டு. டைக்குகள் தனியாகவோ கூட்டங் கூட்டமாகவோ காணப்படுகின்றன.

மேற்குறிப்பிட்ட வடிவ அமைப்புடைய பாறைகளின் நுண் இழைமை போன்ற மற்ற குறிப்புக்கள் அட்டவணையில் இருந்து விளங்கும்.

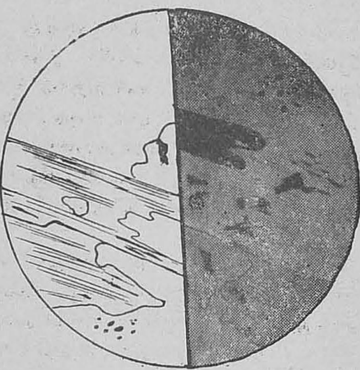
தணற்பாறைகளின சொல் விளக்கம்

1. கிரேனைட் (Granite):

நிறம்: வெள்ளை, சாம்பல் நிறம், மென்சிவப்பு போன்ற வெளிர் நிறமுடையது.

கனிமங்கள்: கிரேனைட்டின் முக்கிய கனிமங்கள் பெல்ஸ்பார் (ஆர்த்தோகிளேஸ்) 60 சதவீதம்; குவார்ட்ஸ் 20 முதல் 40 சதவீதம். சிறிதளவு மைகாவும் (மஸ்கோவைட் அல்லது பையோடைட்), ஹார்ன்பிளெண்டும் காணப்படுகின்றன. மற்ற துணைக் கனிமங்கள்: அபடைட், கார்னெட், மேக்னடைட் துணைக் கனிமங்களைப் பொருத்து கிரேனைட்டின் பெயர் பையோடைட் கிரேனைட், ஹார்ன்பிளெண்டு கிரேனைட் என்று வழங்கும்.

நுண் இழைமை : கனிமப் படிகங்கள் புலனுகும் தன்மையன (Phaneric) ; ஒரே அளவுடைய படிகங்களால் ஆனது. படிக அளவு சில பாறைகளில் சிறியதாகவும் சிலவற்றில் பெரியதா கவும் இருப்பதைக் காணலாம்.



படம் 31.
ஹார்ன் பிளெண்ட் கிரேனைட்

கிரேனைட்டில் ஒட்டப்பதிவு அமைப்பு போன்று காணப் பட்டால் பாறை பட்டை பட்டையான தோற்றமுடையதாக இருக்கும். பெல்ஸ்பார், மைகா, ஹார்ன் பிளெண்ட் போன்ற கனிமங்கள் சில இணையான திசைகளில் அடர்ந்திருக்கும். இவ்வாறு உள்ளபோது அந்த கிரேனைட்டை நைஸ்வய அமைப்பை உடையதாகக் கருதவேண்டும்.

ஆங்காங்கு கிரேனைட்டினுள் தலப்பாறையின் துண்டுகள் அழுந்துபட்டாற்போல் காணப்படுவதுண்டு. இத் துண்டுகள் கிரேனைட் மேக்மாவினுல் உருக்கப்பட்டு மீண்டும் படிக வயமாகாத தலப்பாறை எச்சங்களே. இவற்றை நுங்கு பாறை கள் (Xenoliths) எனலாம்.

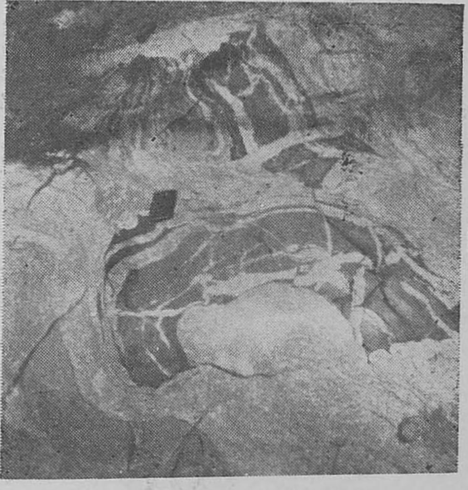
கிரேனைட்டின் மற்ற சில குணங்கள் கட்டடக் கற்கள் என்னும் தலைப்பில் விவரிக்கப்பட்டுள்ளன.

2. பெக்மடைட் (Pegmatite).

நிறம் : கிரேனைட்போலவே வெளிநிறமுடையவை.

கனிமங்கள் : கிரேனைட்டைப்போலவே குவார்ட்சும் பெல்ஸ் பாருமே முக்கிய கனிமங்கள். மற்றும் மைகா, பெரில்

கார்னெட் போன்ற பல அரிய கனிமங்களும் காணப்படு கின்றன. டூர்மலீன், ஆக்குவாமெரீன், டோபஸ் போன்ற குறை அணிக்கற்களும் பெக்மடைட்டில் வளர்ந்திருக்கின்றன.



படம் 32.

I. I. T. S. No 4319 LIBRARY.

நுண் இழைமை: பெக்மடைட் மிகவும் பருவெட்டான கனிமங்களால் ஆனது. தலப் பாறையினிடையே நுழைத் துள்ள தாரைகளாகவும், டைக்குகளாகவும் காணப்படும். கிரேனைட் மேக்மாவின் இறுதி இபக்கமாக, எச்சமாகப் பின் தங்கிய கனிம ஊட்டப் பொருள்களான (Mineralisers) நீர், புளோரின், போரான் போன்ற எளிதில் ஆவியாகும் பொருள் கள் நிறைந்த பாறைக்குழம்புகள் பெக்மடைட் தாரைகளை விளைவிக்கின்றன.

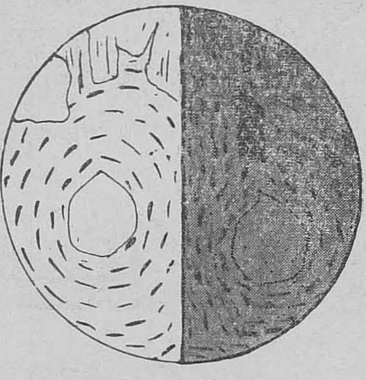
பெக்மடைட் பிணைத்து வளர்ந்துள்ள (Intergrowth) கனிம அமைப்புடையது.

3. அப்லைட் (Aplite):

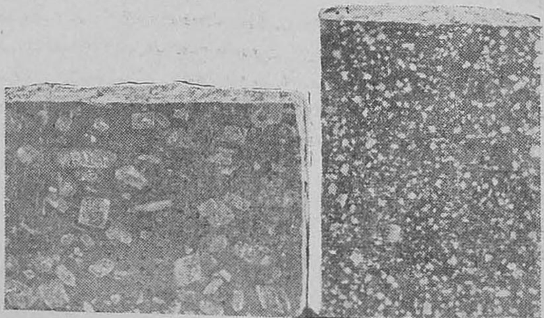
இப்பாறை பெக்மடைட்டுகளுடனும் கிரேனைட்டுடனும் காணப்படும். கனிமங்கள் பெக்மடைட்டில் உள்ளவையே. இதுவும் தாரைகளாகவும் சிறு சிறு டைக்குகளாகவும் காணப் படும். படிக அளவு நுண்ணியது. சமதுகள் வயமான நுண் இழைமையுடையது.

4. பார்பைரைட் (Porphyrite)

கிரேனைட்போல் வெளிர்நிறமுடையது. இதில் குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார், மற்றும் துணைக் கனிமங்கள் உள்ளன. இது கிரேனைட்டின் இடைநிலை அல்லது எரியியல் நிலையில் உண்டாகிறது. இதன் நுண் இழைமை திரள்படிக வயமானது (Porphyritic). சையனைட்-டையோரைட் ஆகிய பாறைகளின் திரள்படிகவய இடைநிலைப் பாறைவகைகளை சையனைட் பார்பைரி, டையோரைட் பார்பைரி என்றழைக்கலாம்.



படம் 33.
பார்பைரைட்



படம் 34.

5. ரையோலைட் (Rhyolite)

இது கிரேனைட்டின் எரியியல் நிலை இணைமாற்று (Equivalent) இது வெளிர்நிறமானது. இதன் கனிமப் படிகங்கள் மிக

நுண்ணியவை. வெறுங் கண்ணுக்குப் புலனாவதில்லை. ஒட்டப் பதிவு அமைப்பு இதன் நுண் இழைமையின் சால்பாகும். இதில் கிரேனைட்டில் உள்ள கனிமங்களே நுண்ணிய அளவில் உள்ளன. எரியியல் பாறைக்குழம்புபோல் வழிந்தபோது ஓடிய வாட்டத்தில் கனிமங்கள் அப்படியே இறுகிவிட்டுள்ளன.

ஆப்சீடியன், பிச்ஸ்டோன், பியூமிஸ் ஆகியவை ரையோலைட்டுடன் நெருங்கிய உறவுகொண்டுளள பாறை வகைகள் ஆப்சீடியன் படிம (Glass) உருவில் இறுகிவிட்ட கிரேனைட் பாறை. எரியியல் காரணமாகப் படிகங்கள் உண்டாகும்முன் குளிர்ந்துவிட்ட பாறை. இது கருப்பான கண்ணாடிபோல் இருக்கும். பிச் ஸ்டோனும் ஆப்சீடியனைப் போன்ற படிமப் பாறையே. ஆனால் இதில் சிலிகாச் சத்து சற்று குறைந்திருக்கும். காரச்சத்து அதிகமாக இருக்கும். பசுமை கலந்த கருப்பான பிச்சுக்கட்டிபோல் இருக்கும். பியூமிஸ் என்பது நுறைக்கல் இது எரிபாறைக் குழம்பின்மேல் இருந்த நுறை இறுகியதால் உண்டானது. இது மிகுந்த புரைமை உடையது. இது உட்புழைகளின் காரணமாக தண்ணீரில் மிதக்குமளவுக்கு இலேசாக இருக்கிறது.

6. சையனைட் (Syenite)

வெளிர்நிறமானது. புலனாகு படிகத்துகள்களைக் கொண்டது. சமதுகள் வலமான நுண் இழைமையுடையது. இது சூழ்நிலையில் படிகமான தணற்பாறை. இதன் முக்கிய கனிமம் பொடாஷ் பெல்ஸ்பார். இதில் குவார்ட்ஸ் இல்லை. சிறிதளவு மைகா, ஹார்ன்பிளெண்டு, பைராக்சீன் ஆகிய துணைக் கனிமங்கள உள்ளன. சையனைட்டில், சிலபோது, நெபிலீன் சோடாலைட் போன்ற பெல்ஸ்பதாய்டுகளும் கலந்துள்ளன.

இது பெருமளவில் கிடைக்காவிட்டாலும் கிடைக்கும் இடங்களில் நல்ல கட்டடக்கல்லாகப் பயன்படுகிறது.

சோடியம் மிகுந்துள்ள ($Na_2O = 6\%$) சையனைட் வகையொன்றில் அனார்த்தோகிளேஸ் என்னும் கனிமம் அதிகமாக இருக்கிறது. இது ஓர் அழகான ஆல்கலி பெல்ஸ்பாராகும். இதன் வேதியியல் சேர்வு மைக்ரோ கிளீனுக்கும் ஆல்பைட்டுக்கும் இடையே அமையும். இது நீல்நிறமான ஒருவகை உலோக உள்நிறமிளிர்வு கொண்டிருப்பதால் இப்பாறை அணிக் கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகிறது. இதை லார்வி

கைட் (Laurvikite) என்பர். விற்பனையாளர் இதை 'நீல கிரேனைட்' என்பர்.

7. டிரேக்கைட் (Trachyte)

சையனைட்டின் எரியியல் நிலை இணைமாற்று. வெளிர் நிறமானது. திரன்படிக வயமான கனிமஓட்ட நுண் இழைமை அமைப்புடையது. வெறுங்கண்ணுக்குப் புலனுகாத அளவு சிறிய கனிமங்களை உடையது. பொதிகாரை சிலபோது படிம மாகவே இருக்கும்.

8. டையோரைட் (Diorite)

இது பெருக்காடியின் உதவிகொண்டு காணக்கூடிய அளவுடைய கனிமங்களாலான கருநிறமான பாறை. படிகங்கள் வெவ்வேறு அளவுடையன; பின்னிப் பிணைத்தவாறு உள்ளன. இது ஓர் ஆழ்நிலை தணற்பாறை. இதன் முக்கிய மான கனிமங்கள் பிளேஜியோகிளேஸ் (ஆண்டிசீன்) பெல்ஸ் பாரும், ஹார்ன்பிளெண்டுமாகும். டையோரைட்டில் மைகா டையோரைட், ஆகைட் டையோரைட் என்று பல வகைகள் உள்ளன.

டையோரைட்டின் எரியியல் நிலை இணைமாற்றுப் பாறைக்கு ஆண்டிசைட் (Andesite) என்று பெயர்

9. கேப்ரே (Gabbro), டோலெரைட் (Dolorite), பசால்ட் (Basalt);

இவை மூன்றும் ஒருபெரிய காரப்பாறை வகுப்பைச் சேர்ந்தவை. இவை மூன்றுமே நல்ல சாலைக்கற்கள். இவை பேரளவு அய மெக்னிசியக் கனிமங்களைக் கொண்டவை. இதனுல் இவை கரிய நிறத்தையும் அதிக எடையையும் (அ. எ. 2·9—3·2) பெற்றுள்ளன.

எரியியல் காரப்பாறைக் குழம்பு (பசால்ட் லாவா) பொது வாக எளிதில் ஓடிப் படியக்கூடியது. ஆகவே இது பெரும் பாலும் நுண்படிக வயமான பசால்ட் பாறையாக உறைகிறது. ஆங்காங்கு இது டோலெரைட்டாகவும் மாறுவதுண்டு. இதே போல் டோலெரைட் பருவெட்டாக இருக்கும்போது கேப்ரோ வாகிவிடுகிறது.

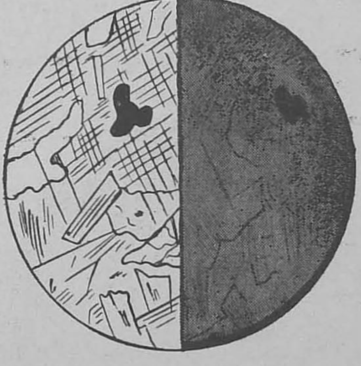
இவையே, சிலிகா குறைவாக உள்ளபோது ஆலிவீன்-கேப்ரோ. ஆலிவீன்-டோலெரைட், ஆலிவீன்-பசால்ட், பெல்ஸ் பதாய்டு வய வகைகள் என மாறிவிடுகின்றன.

10. கேப்ரோ

கருப்பு நிறமுடைய ஆழ்நிலை தணற்பாறை புலனாகும் பெரும் படிகத்துகள்களால் ஆனது; படிகத்துகள்கள் ஒரே அளவுடையவை. முக்கிய கனிமங்கள் லேப்ரடோரைட்-அனார்த்தைட் பிளேஜியோகிளேஸ் வகைகள். ஆகைட்டும் முக்கியமாக இருப்பதுண்டு. ஹார்ன்பிளெண்டு. பையோடைட் போன்ற கனிமங்களும் உடன் சேர்ந்துள்ளன. இல்மனைட்டும், அபடைட்டும் துணைக் கனிமங்கள்.

11. டோலெரைட்

இது கரிய நிறமுடைய, நுண்படிகங்களாலான, இடைநிலை (hypalyssel) தணறபாறை - கேப்ரோவிலுள்ள கனிமங்களே



படம் 35.
டோலரைட்

இதிலும் உள்ளன. இது குறுக்கு நுழைவுகளாகவும், இணை நுழைவுகளாகவும் (Dykes, Sills) காணப்படுகிறது.

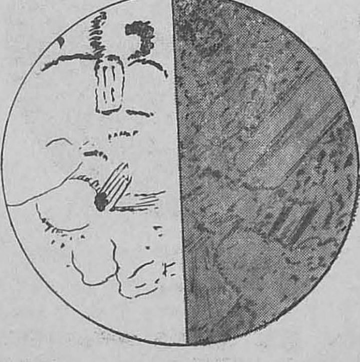
இது ஒருநல்ல சாலைக்கல். இதன் கெட்டியான தன்மைக்குக் காரணம் இதன் உள்-உறை படிக நுண் இழைமையே (Ophitic texture). இது பாறையிலுள்ள பெல்ஸ்பார்கள் ஆகைட் படிகங்களினுள்ளே செருகியவாறு வளர்ந்துள்ளதைக் குறிக்கும். இது கேப்ரோவின் இடைநிலை இணைமாற்று.

12. பசால்ட்

இது கருநிறமான எரியியல் பாறை பெரும்பாலான லாவாக்கள் இதனுல் ஆனவை. உலகிலுள்ள எரியியல் பாறைகளில் பசால்ட் மற்ற எல்லாவற்றையும் விட 5 மடங்கு அதிக அளவில் உள்ளது. சிதைவதால் பழுப்புநிறம் பெறுகிறது. ஆண்டிசீன், ஆலிகோசீன் போன்ற பிளேஜியோகிளேசுகளும், ஆகைட்டும் இதன் முக்கிய கனிமங்கள்; மேக்னடைட்டும் இல்மனேட்டும் சாதாரண துணைக்கனிமங்கள். இதை கேப்ரோவின் எரியியல் இணைமாற்று எனலாம்.

இதன் கனிமங்கள் மிக நுண்ணியவை; திரள்படிக அமைப்புடையவை. இதன் படிகப்பற்றுக் காரையில் படிமமும் (Glass) காணப்படுகிறது.

பசால்டில் வாயு வெளியேறிய உட்புழைகள் இருந்தால் உட்புழைவய பசால்ட் (Vesicular besait) என்று பெயர்பெறும். உட்புழைகள் பின்னுறு கனிமங்களால் அடைந்திருந்தால் புழைதிணி அல்லது கண்ணடை (Amyg lodoidal) பசாலட் என்று பெயர் பெறும். இவ்வாறு கண்ணடைத்து என பின்னுறு கனிமங்கள், கேல்சைட், ஜியோலைட், குளோரைட எபிடோட் போன்றவை.



படம் 36.

ஆலிவீன்பசால்ட்

13. பெரியோடைட் (Peridotite)

கருதிறமானது. இது ஒரு மிகுகார ஆழ்நிலை தணற்பாறை. இதன் அ. எ. 3—3·5. கனிமப்படிகங்கள் பருவெட்டானவை;

ஒரே அளவுடையவை. ஆலிவீனும் பைராக்சீனும் முக்கிய கனிமங்கள். ஆம்பிபோல் சிறிது உண்டு; இதில் பெல்ஸ்பார் இல்லை, மேக்னடைட், மைகா ஆகியவை துணைக்கனிமங்கள்.

பாறை முழுதுமே ஆலிவீனுல் ஆனபோது இதை டியூனைட் (Dunite) என்பர்.

14. சார்னேகைட் (Charnockite)

சென்னை நகரில் கருங்கல் எனப்படுவது ஒருவகை சார்னேகைட் பாறையே. பல்லாவரம் சார்னேகைட்டின் உருபுலன் (Type area) சார்னேகைட் பாறை சிக்கலான முறையில் ஆழ் நிலையில் உண்டாகியிருப்பதால் தணற்பாறைகளின் குணங்களையும் மாற்றியல் பாறைகளின் குணங்களையும் ஒருங்கே பெற்றுள்ளன,

பாறை கருநிறமானது. கனிமங்கள் - பருவெட்டானவை. படிகங்கள் ஒரே அளவுடையவை. கிரேனைட் போலவே, குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பாரை முக்கிய கனிமங்களாகப் பெற்றுள்ளது கிரேனைட்டில் இல்லாத ஹைபர்ஸ்தீன் இதில் கட்டாயமாகக் காணப்படுவதால் இதை ஹைபர்ஸ்தீன் கிரேனைட் என்றும் அழைக்கலாம். இதலுள்ள குவார்ட்ஸ் நீலம் அல்லது சாம்பல் நிறமானது. இதன் பெஸ்பார் சாம்பல் அல்லது கருநிற

படம் 37.
சார்னேகைட்

மான மைக்ரோகிளினின் ஒருவகை. ஆகவே பாறை கிரேனைட்டைப்போல் வெளிர் நிறமாக இல்லாது கருநிறமாக இருக்கிறது.

படிவுப் பாறைகள்

இயற்கையில் முன்னதாக உண்டான பாறைகள் நில அரிப்பு இயக்கங்களால் வேதியியல் முறைப்படியும் பௌதிக முறைப்படியும் தாக்குண்டு நிலைகுலைகின்றன. இவற்றின் ஒரு பகுதி சாற்றில் அடித்துக்கொண்டு போகப்பட்டு வேறிடத்தில் துகள் படிவாக விழுகிறது. மற்றொரு பகுதி நீரில் கரைந்தவாறோ அல்லது நீந்து துகள் நிலையிலோ (Suspension) ஓரிடத்திலிருந்து வேறோர் இடத்துக்குக் கொண்டுபோகப்படுகிறது. இவ்வாறு இடம்மாறி, சாதாரண வெப்ப அழுத்த நிலைகளில், அதாவது நிலமேற்பரப்பிலோ அதற்கு வெகு அண்மையிலோ விழுந்து பொதிவதால் படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary rocks) உண்டாகின்றன. இவை பொதுவாக நிலப்பெருக்கில் காற்றுபடுமாறு உள்ள பாறைகள் சிதைந்து நொய்ம்மை அடைவதால் விளைகின்றன.

படிவுப்பாறைகள் பின்னுறு பாறைகளே. இவற்றை நான்கு முறைகளில் பாகுபடுத்தலாம் :

1. பாறைகளின் ஆக்க இயல்பை அடிப்படையாகக் கொண்டு—

2. பௌதிக சூழ்நிலையையும் ஆக்க ஊடகப்பொருளின் தன்மையையும் பொறுத்து—

3. வேதியல் சேர்வினைக்கொண்டு—

4. துகள் அளவை ஆதாரமாகக் கொண்டு—

I. இவற்றுள் ஆக்க இயல்பை அடிப்படையாகக் கொண்ட பாகுபாடே முக்கியமானது. இது பின்வருமாறு :

(i) துகள்வய அல்லது நொறுங்குகல் படிவுகள் (Clastics) :

முன்னுறு பாறைகளின் துகள்கள் காரைப்பொருளால் பிணைக்கப்படுவதால் உண்டாகின்றன. துகள்கள் இரண்டு முறையில் உண்டாகக்கூடும் : 1. உகலியகத்தால் விளைத்த புலன் நீங்காச் (Residual) சிதைவு எச்சம். 2. காற்று நீர், பனிக்கட்டி ஆகிய உகலியக்கச் செயல்களால் இடம் மாற்றப்பட்டுள்ளவை.

(ii) வேதியியல் படிவுகள் :

ஓடும் நீரிலிருந்தும் ஏரி நீரிலிருந்தும் கடல் நீரிலிருந்தும் கரைசல் பொருள்கள் வீழ்படிந்து வேதியல் படிவுகளை உண்டாக்குகின்றன.

(iii) அங்ககப் படிவுகள் (Organic); உயிர் ஆக்கு படிவுகள் (Biogenic):

தாவரங்களும் உயிரினங்களும் மாண்டபின் விழுந்து சேரும் உடலெச்சப் பொருள்களாலும், உயிர்களாலோ நுண்கிருமிகளாலோ உண்டாக்கப்படும் பொருள்களாலும் ஆன படிவுகளே அங்ககப் படிவுகள்.

II. பௌதிகச் சூழ்நிலையையும் ஆக்க ஊடகப் பொருளின் தன்மையையும் பொருத்து இரண்டு வகையான படிவுகள் உண்டாகினறன. 1. கடல்-ஈன் படிவுகள் 2. தனர்-ஈன் படிவுகள்.

கடல்-ஈன் படிவுகளில் நான்கு வகைகள் உள்ளன:

1. கடலோரப் படிவுகள் (Littoral deposits)-
2. ஆழமற்ற நீர் படிகள்.
3. கண்டச் சரிவுப் படிவுகள் (Bathyal).
4. ஆழ்கடற் படிவுகள் (Abyssal).

தரை-ஈன் படிவுகளை ஏழு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) ஆற்றடிப்படிவு (fuviatile.) (2) ஏரிப்படிவு (Lacustrine) (3) காயல் படிவு (Lagoonal), (4) கழிமுகப் படிவு (Dellaic), (5) கடல் வாய்ப் படிவு (Estuarine) (6) காற்றடிப் படிவு படிவு (Aeolian), (7) பனியியற் படிவு (Glacial).

இவையனைத்தையும் மூன்று தலைப்புக்களில் அடக்கலாம்; நீரியக்கப் படிவுகள் (Aqueous); காற்றியக்கப் படிவுகள் (Aeolian); பனியியக்கப் படிவுகள் (Glacial);

III வேதியியல் சேர்வை அடிப்படையாகக்கொண்டுகளை ஏழுவகையாகப் பிரிக்கலாம்: சுண்ணவயமானவை (Calcareous) (2) சிலிகா வயமானவை (Siliceous) (3) அயவயமானவை (Ferrugenous) (4) கரிவயமானவை (Carbonaceous (5) பாஸ்பேட்வயமானவை (Phosphatic) (6) உப்புவயமானவை (Saline) (7) அலுமினுவயமானவை (Aliminous).

IV. துகள் அளவைப் பொருத்து பாறைத்துண்டுகளாலான பாறைகளை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம்:

1. உருட்கல் நிறை படிவு (Rudeceous).
2. மணல் நிறைபடிவு (Arenaceous)
3. களிநிறை படிவு (Argillaceous)

இந்தப் பாகுபாடு ஓரளவுக்கு வேதியல் வயப்பட்டும் கனிம வயப்பட்டும் இருப்பதைக் காணலாம். முதல் வகை பலவிதமான பாறைகளையும் கனிமங்களையும் கொண்ட கூழாங் கற்களால் ஆனது. இது பல படித்தானது (Heterogeneous) இரண்டாவது வகையில் குவார்ட்சும் சிறிது பெல்ஸ்பாரும் மட்டுமே உள்ளன. இது பெரும்பாலும் சிலிகா வயமானது. மூன்ருவது வகை உகலியக்கப் பொருள்களிலேயே மிகச் சின்னமான வண்டலாலும் களிமண்ணாலும் ஆனது. ஆகவே இது நீர்வய அலுமினியம் சிலிகேட்டுகளால் ஆனது.

அமைப்புக்கூறுகளும் நுண் இழைமையும் (Structures and-Textures).

படிவுப்பாறைகள் பொதுவாக படுகை அமைப்பையோ அடுக்கமைப்பையோ கொண்டவாறுள்ளன. பல படிவுப் பாறைகள் புதை படிவங்களைக் கொண்டிருக்கின்றன.

படிவுப் பாறையின் நுண் இழைமை அது வீழ்படிந்தபோது இருந்த சூழ்நிலைகளைப் பொருத்தது. பெருந்துகள்கள் ஆழமற்ற நீரிலோ வேகமாக ஓடும் நீரிலோ, பனியாற்றிலோ, கடற்கரை ஓரங்களிலோ படிகின்றன. வேதியல் முறைப்படி படிந்துள்ள படிவுகளின் படிக அளவு பெரியதாக இருந்தால் படிக வீழ்படிவு அமைதியான சூழ்நிலைகளில் தக்கபடி நடந்துள்ளதாகக் கருதவேண்டும்.

படிவுப் பாறைகளின் நுண் இழைமையை விவரிக்கும் போது பெருந்துகள் வயமானவை நடுத்தர அளவுத்துகள் வயமானவை, நுண்துகள் வயமானவை என்று கூறலாம். சில வற்றுக்காரைகள் கூழாங்கற்களையும் மணல்களையும், பிணைத்து உருட் கல்பாறைகளையும் (Conglomerate), மணற்பாறைகளையும் (Sandstone) உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய பற்றுக் காரைகள் களிமண் வயமாகவோ (Kaolin), சுண்ண வயமாகவோ (Calcite), அயவயமாகவோ (Limonite Hematite, Siderite), சிலிகா வயமாகவோ (Quartz) உள்ளன.

பௌதிகவய அல்லது நொறுங்குகல்வய அல்லது துகள் வயப் படிவுகள்—நொறுங்கி இடம் மாறிப்படிந்தவை:

குணம்	திணிவற்றவை (விட்டம் செ.மீ.)	திணிவு பெற்றவை
உருட்கல் வயமானவை (Rudaceous)	திரளைக்கல் > 20 செ.மீ. (Boulders)	திரளைப் படுகை
	பெருங்கூழாங்கல் 20-5 செ.மீ. (Cobble)	பெருங் கூழாற்கல் படுகை
	கூழாங்கல் 5-1 செ.மீ. சரளைக்கல் 1-0·2 செ.மீ. (Pebble, gravel)	உருட்கல் படுகை
	மலையடி உகவு (Talus, Scree)	மலையடி உகவுப் படுகை (Talus breccia)
	பிளவிடை கூர் துண்டுகள்	பிளிவு நொறுக்கு படுகை (Fault breccia)
மணல் வயமானவை (Arenaceous)	மணல 0-2 0-1 மி. மீ.	மணறபாறை
	கோணவயப் பெருமணற் துகள்கள்	பெருமணற்பாறை (Grit)
	சிதைவுறு பெல்ஸ்பார் கலந்த மணல்	ஆர்கோஸ் (Arkose)
	அயமெக்னீசிய கனிமங்கள் கலந்த மணல்	கிரேவேக் (Graywacke)
களிவயமானவை	வண்டல் 0-1—0-01 மி.மீ. (Silt)	வண்டல் பாறை
	களிமண் <0-01 மி.மீ.	களிமண் பாறை (பிளவு) படுவது
	மண் சேறு } <0-01 மி.மீ.	மண்பாறை (பிளவு படாதது)
	$CaCO_3$, $MgCO_3$ உள்ள களிமண்	சுண்ணவய மண் Marl)
	ஆல்கலிகள் குறைவாக உள்ள களிமண்	உலைக களி (Fire clay)
சுண்ணவய நுண்துகள்கள்	காற்றில் பரவிப்ப இல்லாத மஞ்சள் லெஸ் (Loess)	படியும்அடுக்கனம்பு வண்டலப மணல

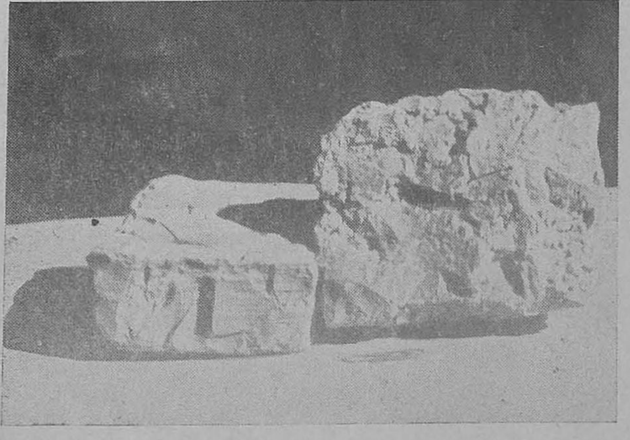
வேதியியல் முறைப் படிவுகள்:

கரைசலில் இருந்து படிந்தவை	உயிரியக்கத்திஞல் உண்டானவை (அங்ககப் படிவுகள்)
சுண்ண வயமானவை : சுண்ணப்பாறை ஒரு பகுதி, மீன் முட்டைத் திரள் வய சுண்ணப் பாறை கல் விழுது வயப் பாறை (Stalae ti tic) ஊற்றுச் சுண்ணப்பாறை (Travertine) சுதை பருக்கைக் கற்கள் : (சுக்கான் கல், ஓட்டைக்கல்- Kankar)	சுண்ணவயமானவை : சுண்ணப் பாறை ஒரு பகுதி, கிளிஞ்சல் சுண்ணப் பாறை பவளச் சுண்ணப் பாறை சீமைச் சுண்ணப்பாறை (Chalk)
அயவயமானவை : அழுவ அயத்தாது (ஒருபகுதி) (Boy iron ore) மீன் முட்டைத் திரள் வய அயத்தாது களி அயக் கல் ஹேமடைட் படுகைகள் செம்புரைக் கல் (Laterite)	அயவயமானது: அழுவ அயத்தாது (ஒருபகுதி) சிலிகா வயமானவை டையாடவயமண் (Diatomaceous) ரேடியோலேரிய வய மண் (Radiolarian)
அலுமினிய வயமானது பாக்சைட்	பஸ்பேட்டுகள் பாறை பாஸ்பேட்டு குவாஞே (Guane) (புள்ளெச்சம்)
சிலிகா வயமானவை: சிலிகாவய வெந்நீர் படிவு (Sinter) செர்ட் பிளின்ட் (சக்கிமுக்கிக் கல்)	கரிவயமானவை சக்கை நிலக்கரி (Peal) பழுப்பு நிலக்கரி (Lignite) புகைமலி நிலக்கரி (Bituminous) அனல்மலி நிலக்கரி (Anthracite) மண்ணெண்ணெய்க் களிமண் பாறை (Oilshale)
உவர் நிலப் படிவுகள் ஜிப்சம் ஆன்ஹைட்ரைட் கல்லுப்பு (Rocksalt)	

படிவுப்பாறைகள் : சொல்விளக்கம்

1. சுண்ணப் பாறை (Lime stone)

இது பொதுவாக வெளிர்நிறமுடையது சாம்பல், அல்லது, பழுப்பு நிறம் அல்லது கருநிறம் கொண்ட வகைகளும் உள்ளன இது கெட்டியான பாறை. இதன் துகள் உறுப்புக்கள் ஒரே அளவானவை. இது பெரும்பாலும் கேல்சைட்டால் ஆனது. நீர்த்த Hcl அமிலம் விட்டது பொங்குவதால் இதை எளிதில் தெரிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 38.

கிளிஞ்சல்களின் புதை படிவங்களால் ஆன சுண்ணப் பாறை கிளிஞ்சல் சுண்ணப்பாறை (Shell limestone) எனப் படும். கிளிஞ்சல்கள் கேல்சியம் கார்பொனேட்டால் ஆனவை ஆதலால் இதை சுண்ணப்பாறை வகையில் சேர்க்கலாம்.

அதிக ஆல்கலி சத்துள்ள ஆழமற்ற கடல்களில் நீர் அதிகம் ஓடாத இடங்களில் சிறுசிறு துகள்கள் மேல் சுண்ண கார்பொனேட்டு கூடு கூடாக வேதியியல் முறைப்படி படிவதால் மீன் முட்டை போன்ற சிறுசிறு கோணங்களாக உள்ள சுண்ணப் பாறை (Oolitic limestone) உண்டாகிறது. வேதியியல் வகைகள் சிலவற்றில் சுண்ணச் சத்து கூழ்நிலை திண்மமாகவும் வேறு சிலவற்றில் படிகவயத்துக்கள்களாகவும் உள்ளது.

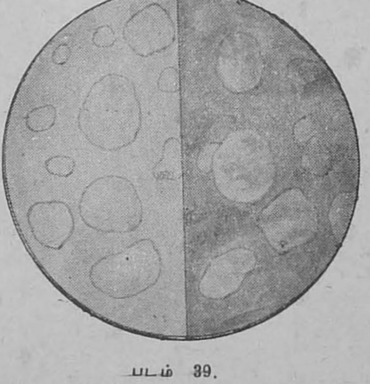
பவள வளர்ச்சிகள் விழுந்து படிவதால் பவளச் சுண்ணப் பாறை உண்டாகிறது. (Coral limestone) சீமைச் சுண்ணம்பு (Chalk) சுதைவயமான 'ஆல்கே' (Algae) எனப்படும் கடல் வாழ் செடிகள் உதிர்க்கும் வெண் சுண்ணப் பொடி.

சுண்ணப்பாறை அதிக கிலிகாப் பொருள்களைப் பெற்றிருந்தால் சிலிகாவய சுண்ணப் பாறை என்றும் அதிக களிமண் பொருள்களைப் பெற்றிருழ்தால் களிவய சுண்ணப் பாறை என்றும் அதிக அயச்சத்து உடையதாக இருந்தால் அவய சுண்ணப்பாறை என்றும் பெயர் பெரும்.

2. மணற் பாறை (Sand stone)

மணற்பாறை வெளிர் மஞ்சள் அல்லது பழுப்பு அல்லது சாம்பல் நிறமுடையது. இது கெட்டியானது ; ஓரளவு புரைமை யுடையது. இது பெரும்பாலும் மணலால் ஆனது. மணல் துகள்கள் நீரோட்ட இயக்கத்தால் ஓரளவு மழுங்கிய கோள வடிவமுடையவை. தினை போன்று மிக மழுங்கிய கோளவடிவ முடைய மணற்துகள்கள் காற்று இயக்கத்தால் மட்டும் உண்டாகின்றன.

மணற்பாறைகளின் மணற்துகள்கள் சிலிகா அல்லது சுண்ணம் அல்லது அயச்சத்தினுல் ஆன காரைப் பற்றுகளினுல் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 39.

கோணவயமான பெருமணல் துகள்கள் ஆன மணற் பாறைக்கு கிரிட் (Grit) என்று பெயர்.

3. உருட்கல் பாறை (Conglomerote)

வெளிர் நிறம் அல்லது பழுப்பு, சிவப்பு நிறமுடையது. வெவ்வேறு அளவுடைய துகள்கள் இப்பாறையில் ஒன்ருக உள்ளன; இத்துகள்கள் பெரும்பாலும் நீரியக்கத்தால் உண்டாக்கப்பட்ட கூழாங்கற்களாலானவை இக் கூழாங்கற்கள் கெட்டியான பாறைகளின் சிறு சிறு திரள்களாலும் பிளவு இல்லாத கெட்டியான குவார்ஸ்போன்ற கனிமத்துண்டுகளாலும் ஆனவை. இவை நீரோட்டத்தினிடையேயுள்ள படுகையிலுள்ள குழிகளில் விழுந்து நீரினல் கடையப்பட்டு உருண்டை வடிவம் பெற்றுள்ளன. அல்லது வெகுதூரம் நீரால் அடித்துச் செல்லப்படும்போது முனைகள் அரிக்கப்படுவதாலும் மழுங்கி உருண்டயாகியுள்ளன.

உருட்கல் படிவுகளிடையே தங்கம், வைரம், வெள்ளீயக் கல் (Cassiterite) போன்ற கனமான கனிமங்களின் துண்டுகளும் சேர்ந்திருப்பதுண்டு.

4. நொறுங்குகற்பாறை (Breccia)

வெவ்வேறு உருவமும் அளவும் கொண்ட உடைந்த அல்லது நொறுங்கிய பாறைத்துண்டுகள் பற்றுக் காரையால் ஒன்ருகப் பிணைக்கப்பட்டு நொறுங்குகற் பாறையை உண்டாக்குகின்றன.

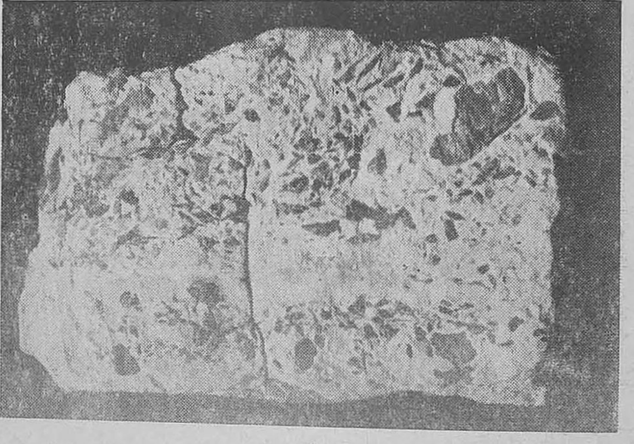
புவிப் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளின் விளைவாக நொறுங்கிய பாறைத் துண்டுகளைக் கொண்ட வகையை பிளவு நொறுங்குகற் பாறை (Faultbreccia) என்பர். குகைபோன்ற பொந்துகளின் கூரைப் பகுதியிலிருந்து இடிந்து விழுந்த துண்டுகள் பிணைந்து உள்வீழ் நொறுங்கு கற் பாறைகளாகின்றன. (Collapse breccia) மலையடிவாரத்திலுள்ள உகு பொருள்களைக் கொண்டது. உகல் பாறை (Talus breccia).

நொறுங்கு கற்படிவுகளிடையே பொருளாதாரக் கனிமங்கள் தழைத்திருப்பதுண்டு.

5. களிமண்பாறை (Shale)

நுண்துகள்களாலான களிமண் அல்லது சோறு போன்ற பசையுள்ள படிவுகள் இறுகிகெட்டியாவதால் களிமண் பாறை உண்டாகிறது. இதில் 10—15% நீர் உள்ளடங்கி இருக்கும்

இறுக்கம் அதிகமாக அதிகமாக நீரின் அளவு குறைந்து கொண்டே வரும். இது மெல்லிய அடுக்குகளாக உள்ளதால்



படம் 49.

எளிதில் பிளவு படக்கூடியது. பிளவு இல்லாத களிமண் பாறைகளை மண்பாறை (Mudstone) என்பர். களிமண் பாறையில் பலவித களிவயக் கனிமங்கள் உள்ளன. இவற்றின் குணங்களைப் பற்றி கனிம இயலினடியில் காண்க.

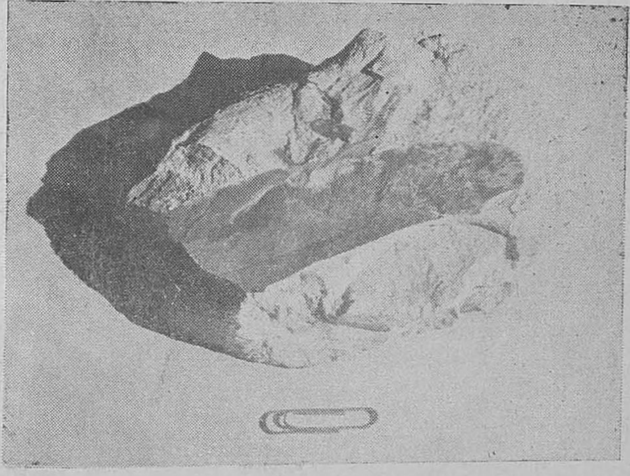
களிச்சத்து இல்லாத நுண்ணிய பாறைப் பொடியால் ஆன பாறைக்கு வண்டல் பாறை (Siltstone) என்று பெயர் இதில் வேதியியல் முறைப்படி சிதைந்த துணுக்குகள் இல்லை. பௌதிக முறையில் மட்டும் நொய்யப்பட்டுள்ள துகள்கள் உள்ளன.

தாவரச் சந்து அதிகம் உள்ள களிமண் பாறைகள் கருப்பு நிறமாக உள்ளன. தாவரச்சத்து ஓரளவுக்குமேல் இருந்தால் நிலக்கரிப் படிவு ஏற்படுகிறது. மண்ணெய் சத்து அதிகமிருக்கும்போது மண்ணெய் களிமன் பாறை (Oil shale) உண்டாகிறது. பல களிமண் பாறைகளில் புதை படிவங்கள் (Fossils) கிடைக்கின்றன.

6. நிலக்கரி (Coal)

படிவுப் பாறைகளின் இடையே படிந்துள்ள தாவரப் பொருள்கள் கரிமகிக்கப்படுவதால் (Carbonisation) நிலக்கரி

உண்டாகிறது. தாவரப் பொருள்கள் விளையும் இடத்திலேயே புலன் நீங்காமலோ (Insitu) அல்லது நீரினால் அடித்துச் செல்லப்



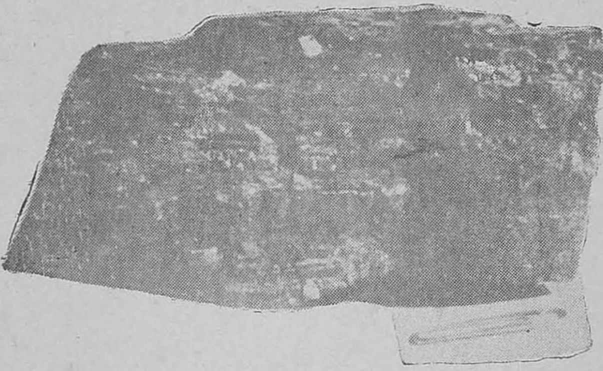
படம் 41.

பட்டு வேறு இடங்களில் படிந்தோ நிலக்கரிப் படிவுகளாக மாறுகின்றன. இந்திய நிலக்கரிப் படிவுகள் அனைத்தும் இடம் பெயர்ந்து படிந்தவையே.

நிலக்கரி முக்கியமாக கரி (Carbon) நீரியம் அல்லது ஹைட்ரோஜன் (Hydrogen) இரண்டையும் கொண்டது; இத்துடன் மற்றும் சிறிதளவு ஆக்ஸிஜனும், நைட்ரோஜனும்கூடக் கலந்தவாறு உள்ளன.

நிலக்கரி பெரும்பாலும் பட்டைப் பட்டையான அடுக்கு அமைப்புடையது. பட்டைகளில் சில பளபளப்பாகவும் சில மிளிர்வு இல்லாது மங்கலாகவும் உள்ளன. ட்யூரெய்ன் (Durain) எனப்படும் மங்கலான பட்டையில் அங்ககப் பொருள்களும் அயல் கனிமப் பொருள்களும் கலந்திருக்கும். இதுவே நிலக்கரியில் சாம்பலை உண்டாக்குகிறது. விட்ரெய்ன் (Vitrain) எனப்படும் பளபளப்பான பட்டை தூய்மை மிக்கது. இதில் ஆவியாகும் பொருள்கள் (Volatile matter) அதிகம் உள்ளன. கிளேரைன் (Clarain) எனப்படுவது பட்டுபோல் உள்ள பகுதி. பியூசெய்ன் (Fusain) எனப்படும் மென்மையான கரிந்தூள் போன்ற பகுதி எளிதில் தொடும்கையைக் கரியாக்குகிறது.

நிலக்கரியில் பல தரங்கள் உள்ளன. தாழ்தரம் முதல் உயர்தரம்வரை வரிசைப்படுத்திச் சொன்னுல், இவை சக்கை நிலக்கரி (Lignite), புகைமலி நிலக்கரி (Bituminous coal), அனல்மலி நிலக்கரி (Anthracite) எனப்படுபவை. ஆங்காங்கு புகைமலி நிடிக்கரிப் படலங்கள் அயல கனிமங்கள் (சாம்ப லாகும் கனிமச் சத்து) கலந்துள்ளதால் கரிவயக் களிமண்



படம் 42

நிலக் கரித் தரம்	ஈரப் பதன் (Moisture) %	ஆவியாகும் பொருள்கள் (Volo matter) %	பொதிகரி Fixed Carbon %	சாம்பல (Ash) %	வெப்ப அளவு கலோரி அளவு (B. T. U.)
சக்கை நிலக்கரி	85	10·5	4·5	மாறுபட்டது	1300
பழுப்பு நிலக்கரி	20 முதல் 45 வரை	35	30 முதல் 75 வரை	7	10,000
புகைமலி நிலக்கரி	2 முதல் 10 வரை	14 முதல் 30 வரை	60 முதல் 75 வரை	8 முதல் 25 வரை	14,000
அனல் மலி நிலக்கரி	1 முதல் 2 வரை	1 முதல் 2 வரை	75 முதல் 90 வரை	8	15,000

பாறைகளாக (Carbonaceous shales) மாறிவிடுகின்றன. ஒரு களிமண் பாறையை நிலக்கரி என்று சொல்லவேண்டுமானால் அதில் 30%-க்கும் குறைவான சாம்பல் சத்துதான் இருக்க வேண்டும்.

அட்டவணையில் காணப்படும் அளவுகள் நிலக்கரிக்கு நிலக்கரி பெரிதும் மாறுபடுகிறது.

நல்ல கோக்காகும் நிலக்கரியில் ஈரம் 3 முதல் 5 சதவீதம் வரையிலும் ஆவியாகும் பொருள்கள் 17 முதல் 30 சதவீதம் வரையிலும் இருக்கவேண்டும். நீர் கொதிகலன் (Boiler) பயன்களுக்கு நீர் 5 முதல் 12%வரை இருக்கவேண்டும்.

7. செம்புரைக்கல் (Laterite)

இப்பாறைக்கு செம்புராங்கல், சொறிக்கல், செம்பரங்கல் என்ற மற்ற பெயர்களும் உள்ளன.

இது பழுப்பு அல்லது சிவப்பு நிறமுடைய புரைமை மிகுந்த சொரசொரப்பான பாறை. இதில் புரைமை குறைந்த வகைகளும் உள்ளன. பலவிதமான பாறைகளின் வேதியியல் சிதைவால் செம்புரைக்கல் உண்டாகிறது. பாறைகளில் உள்ள சிலிகாவும், ஆல்கலிகளும் கரைசல்களால் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. அய ஆக்சைடும், அலுமினாவும், மேங்கனீஸ்-டை-ஆக்சைடும் செறிவாக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக மிகு வெப்ப மழைக்காட்டு நிலமண்டலங்களின் மலையுச்சிகளிலுள்ள காரைப்பாறைகள் நல்ல செம்புரைக்கல்லாக மாறுகின்றன. மலையுச்சிகளில் மழை மிகுதியாக இருக்கும்; அதே சமயம் விரைவில் நீர் வடிந்தும்விடும். செம்புரைக்கல் வயமாக மாறியுள்ள மலையுச்சிகளின் தட்டையான சிறு பீடபூமிபோல் மழுங்கியவாறு காட்சியளிக்கின்றன.

செம்புரைக்கல் நிலத்திலிருந்து வெட்டி எடுக்கும்போது மென்மையாக இருக்கிறது. காற்றில் உலர்ந்ததும் கெட்டியாகி விடுகிறது இந்தியாவின் மேற்கு கிழக்கு மலைப்பகுதிகளில் இதை மண்வெட்டியால் அல்லது கத்தியால் வெட்டித் தறித்தும் பெரிய செங்கல் போன்ற திப்பைகளாக்கிக் கட்டடங்களைக் கட்டுகிறார்கள்.

பழுப்பு அல்லது சிவப்பு நிறமுடைய வகைகள் அயவயமானவை. சாம்பல் அல்லது வெளிர்மஞ்சள் நிறமுடைய

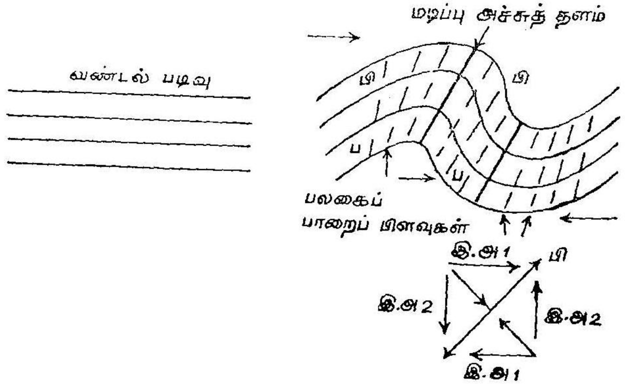
வகைகள் அலுமினிய வயமானவை; இவற்றில் பாக்சைட் கனிமம் பெருமளவு கலந்திருக்கும். கருநிறமானவற்றில் மேங்கனீஸ் தாது அதிகம் காணப்படும்.

மாற்றியல் பாறைகள்

நில மேற்பரப்பின் அருகே உகலியக்க மண்டலத்துக்கும் (Zone of weathering) காரைப் பிணைப்பு (Cementation) மண்டலத்துக்கும் கீழே வெப்பம், அழுத்தம், வேதியியல் சூழ்நிலை ஆகியவற்றில் ஏற்படும் மாற்றத்துக்கு இணங்க பாறைகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளையே பாறை மாற்றம் (Meta morphism) என்று குறிப்பிடவேண்டும், உகலியக்கம் இதைச் சேர்ந்தது அல்ல. புதிதாக உருவான சூழ்நிலைகளில் கனிமங்கள் பௌதிக-வேதியிய மாற்றங்கண்டு மாறுபட்ட நிலைகளை அடைவதால் நடுநிலைமையை எய்துகின்றன. ஆகவே பாறை மாற்றத்தால் புதிய கனிமங்களும் புதிய அமைப்புக்களும் உண்டாகின்றன.

பொதுவாக மாற்றியல் பாறைகள் படிவுப் பாறைகளில் இருந்து உண்டானுல் வரிவரியான தோற்றமுடையதாகவும் தணற் பாறைகளில் இருந்து உண்டானுல் திண்ணியதாயும் இருக்கின்றன.

நொறுங்கல் பாறை மாற்றம் (Cataclastic Metamorphism).



படம் 43.

ஒரு குறிப்பிட்டதிசையில் இயங்கும் அழுத்தம் (Directed Pressure) மட்டும் உள்ளபோது பலகைப்பாறை அமைப்பு

(Slaty Struc ure) உண்டாகிறது. பாறை எளிதில் பலகை பலகையாக வழவழப்பான தட்டையான பாளங்களாகப் பிளக்கிறது. இப்பிளவுத்தளங்கள் அழுத்தத் திசைக்கு நேர் குறுக்காக உள்ளன.

இந்தப் பாறை மாற்றத்தால் பழைய பாறை நொறுங்கிப் பொடியாகி கெட்டிக்கப்படுகிறது. புதிய கனிமங்கள் உண் டாவதில்லை. பலகைப் பாறைகள் இவ்வாறு உண்டாகின்றன.

தொடுபாறை மாற்றம் (Contact Metamorphism).

கிரேனைட், கேப்ரோ போன்ற பெரிய அளவுள்ள தணற் பாறை நுழைவுகள் அவற்றைத் தொட்டவாறு அடுத்துள்ள பாறைகளைச் சூடாக்குகின்றன. வெம்மையின் காரணமாக சில படிவுப்பொருள்கள் படிக உருவம் கொள்கின்றன. எடுத்துக் காட்டாக சுண்ணப்பாறைப் படிவில் இருந்து படிகவய கேல் சைட் உண்டாகிறது. இதனால் சலவைக்கல் (Marble உண்டா கிறது. மணற்பாறையின் காரைப்பொருளான சிலிகாவும் படிகவய குவார்ட்சாக மாறுவதால் குவார்ட்சைட் (Quartzite) உண்டாகிறது.

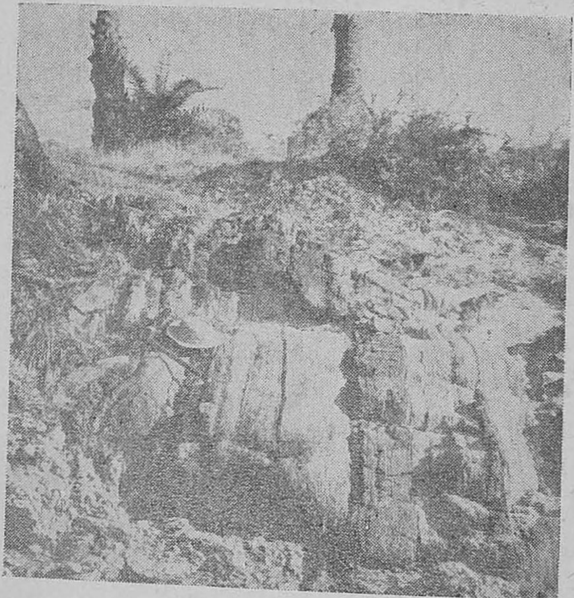
பலகைப் பாறைகளில் புதிதாக மைகா, ஆண்டலூசைட் போன்ற கனிமங்கள் உண்டாவதால் ஆங்காங்கு பொட்டுப் பொட்டாக கனிம வளர்ச்சி ஏற்படுகிறது. தணற்பாறை நுழைவுக்கு அருகே வெப்பம் அதிகமாக இருக்குமாதலால் பாறையின் வேதியியல் சேர்வைப்பொருத்து, மைகா, சில்லிமனை போன்ற அதிக வெப்பம் தாங்கும் கனிமங்கள் இங்கு உண்டா கின்றன ; தொலைவில் போகப்போக தாழ்ந்த வெப்பத்தில் உண்டாகும் ஆண்டலூசைட் போன்ற கனிமங்கள் உண்டா கின்றன.

தொடுபாறை மாற்றத்தால் பாறையின் மொத்த வேதியியல் சேர்வு மாறுவதில்லை.

வெப்ப-அழுத்த பாறை மாற்றம் (Dynamo-thermal Metamorphism) அல்லது பெரும்புலப் பாறை மாற்றம் (Regional Metamorphism) :

வெப்பமும், அழுத்தமும் ஒருங்கே இயங்கும்போது ஏற்படும் தகைவுகளின் காரணமாக பாறைகள் உருகிப் படிக உருவம் கொள்கின்றன; புதிய கனிமப் படிகங்களும் புதிய

நுண் இழைமை அமைப்புக்களும் உண்டாகின்றன. புதிய படிகங்கள் அழுத்தம் இயங்கும் திசையில் தட்டையாகவும் அதற்கு நேர் எதிர் திசையில் நீளமாகவும் வளர்கின்றன.



படம் 44.

இவ்வாறு மைகா, ஹார்ன்-பிளெண்டு, குளோரைட்போன்ற கனிமங்கள் உண்டாவதால் இலையடுக்கமைப்பு கொண்ட (Foliated) சட்டுப் பாறைகள் (Schists) உண்டாகின்றன.

இத்தகைய பாறை மாற்ற முறைப்படி சட்டு, நைஸ் குவார்ட்சைட், சலவைக்கல் ஆகிய பாறைகள் உண்டாகின்றன. இப்பாறை மாற்றம் பேரளவுள்ள நிலப்பகுதிகளைப் பாதிக்கிறது.

சேர்க்கைப் பாறை மாற்றம் (Additive metamorphism)

இதுவும் வெப்பப்பாறை மாற்ற வகையேயாகும். இதில் வெப்பம், அழுத்தம் ஆகியவற்றுடன் பாறைக் குழம்புகளிலிருந்து வெளிப்படும் வாயுக்களும் கரைசல்களும் கலந்து இயங்குகின்றன. இதனை முன்னூறு பாறைகளோடு புதிய

பாறைப்பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு நைஸ் பாறை (Gneiss) உண்டாகிறது. இது வரிவரியான அமைப்புடையது. அதில், பலவிதக் கனிமங்களாலான படிகத் துகள் வயமான சீரற்ற பட்டைகள் அல்லது வரிகள், குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார் போன்ற கனிமங்களாலான குவிவில்லைபோன்ற அமைப்புக்களிடையே காணப்படுகின்றன. இதில், மைகா, ஹார்ன்பிளெண்டு போன்ற ஏடு அமைப்புடைய கனிமங்களின் படல அடுக்குகள் ஆங்காங்கு நிறவரிக்கோடுகள் காணப்படுகின்றன. இவ்வாறு நைஸ்கள் கனிமப்பொருள் ஊட்டத்தால் விளைகின்றன. சட்டுப் பாறைகளின் ஏடு அடுக்குத்தளங்களின் இடையே கிரேனைட் குழம்பு புகுந்து இறுகுவதால் பட்டை பட்டையான ஒருவித நைஸ்பாறை உண்டாகிறது. வெம்மையின் காரணமாக பாறையின் இளக்கம் அதிகமாகி விடுவதால் குழம்போட்டம் ஏற்பட்டு பாறை பலவிதமாக மடிந்துள்ளதை கனிமநிற வரிக்கோடுகள் காட்டிக்கொடுக்கின்றன.

படம் 45.

மடுப்புப்பாறை மாற்றம் (Metasomatism)

சிலபோது, ஒரு கனிமம் வேதியியல் முறையில் அகற்றப்பட்டு வேறொரு கனிமம் அதனிடத்தைப் பிடித்துக்கொள்வதுண்டு. இவ்வாறு கனிமங்களும் பாறைகளும் மாற்றப்படுவ

தோடு படிவுப் பாறைகளில் பொதியும் உயிரின புதைவடிவங்களும் மாற்றப்படுகின்றன. புதைவடிவ மரத்திப்பைகள் பார்க்க மரம்போல் இருந்தாலும் அவை முற்றிலும் கல்லாகச் சமைந்திருப்பது மடுப்புப்பாறை மாற்ற விந்தையாகும். சிலிகா, அல்லது அய ஆக்சைடான லிமோனைட் இவ்வாறு மரப்பொருள் மாற்றிவிடுகிறது. முன்னுறு கனிமத்தின் (அல்லது புதை பொருளின்) உருவமும் உள் அமைப்பும் அப்படியே இருக்க கனிமத்தின் (அல்லது புதைபொருளின்) வேதியியல் சேர்வு வேருக மாறிவிடுகிறது.

ஆழ்நிலைப்பாறை மாற்றம் (Plutonic metamorphism)

ஆழ்நிலைத் தணற்பாறைகள் உள்ள பாதாள நிலைகளில் பேரளவு வெப்பமும், பாறைகள் குழம்புபோல் உருகி இருப்பதால் நிலை-நீரியக்க அழுத்தம் போன்று (Hydrostatic pressure) எல்லாத் திசைகளிலும் இயங்கும் அழுத்தமும் இருக்கின்றன. ஆகவே, தணற்பாறைகளில் உள்ளவாறே சமதுகள்வயமான கனிமப படிகங்கள் உண்டாகின்றன. படிகத்துகள்வய கிரேனுலைட்டுகள் (Granulites) உண்டாகின்றன. சார்னேகைட் வகைகளும் இவ்வாறே உண்டாகியிருக்கலாம்.

இதற்கு அடுத்தபடி நிலையில்தான் பாறைக்குழம்பு மீண்டும் புதுப்பிக்கப்படுகிறது. முன்னுறு பாறைகள் மீண்டும் இளகி உருகி புதிய மேக்மாக் குழம்புகளாகின்றன. இவ்வாருக பாறை-ஆக்க இயக்கச் சக்கரத்தின் ஒரு முழு சுற்று முடிகிறது.

மேலே கண்ட மாற்றியல் வகைகள் ஒவ்வொன்றும் ஒன்றோடொன்று கலந்து விரவியுள்ளதை இயற்கையில் காணலாம். சுருங்கச் சொன்னுல் முதல்பாறையின் கனிமச் சேர்வு + பாறை மாற்ற வகை→புதிய கனிமங்கள் + புதிய நுண்ணிழைமை + புதிய பாறை அமைப்பு. திசை அழுததம் ஏற்படும்போது அருகில் அழுத்தம் அதிகமாயும் தூரத்தில் அழுத்தம் குறைவாயும் இருப்பதுபோல், வெம்மையும் உள் நுழைவுத் தணற்பாறையின் அருகே அதிகமாகவும் தொலைவில் குறைவாயும் இருப்பது இயல்பே. இவ்வாறே புதிய கனிமங்களும் சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்பவே உண்டாகின்றன. சில கனிமங்கள் மிக்க அழுத்தத்தையும் வெப்பத்தையும் தாங்குகின்றன; மற்றும் சில மிக்க அழுத்தத்தைமட்டும் தாங்குகின்றன; வேறு சில குறைந்த வெப்பத்திலும் மாறுபட்டுவிடுகின்றன. ஆகவே மாற்றியல் கனிமங்களைக்கொண்டே பாறைமாற்ற இயக்கத்தினைக் கற்பனை செய்ய முடியும். ஆண்டலூசைட், டால்க்,

சர்பெண்டைன், குளோரைட், சியாஸ்டோலைட், கையனைட், சில்லிமனைட் போன்ற சில கனிமங்கள் மாற்றியல் பாறைகளில் மட்டுமே காணப்படுகின்றன.

மாற்றியல் பாறைகள் : சொல்விளக்கம்

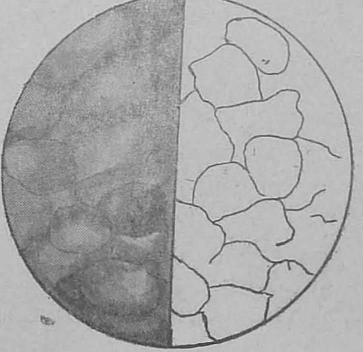
பலகைப் பாறை (Slate)

சாம்பல் நிறமானது, கெட்டியானது; மெல்லிய பலகைகளாகப் பிளவுபடக்கூடியது. இதன் பிளவுத்தளம் சீரான தட்டையாக இருக்கிறது. இப்பாறையின் கனிமத்துகள்களை நுண்நோக்கியால்தான் காணமுடியும். இவை பெரும்பாலும் மைகா, குளோரைட் போன்ற கனிமங்களின் நுணதுகள்களே. குவார்ட்ஸ், பெல்ஸ்பார் ஆகியவையும் சிறிதளது காணப்படுகின்றன.

களிமண்வய படிவுப்பாறைகள் திசை அழுத்தத்துக்கு உட்பட்டு நொறுகல்பாறை மாற்றமடையும்போது பலகைப் பாறைகள் உண்டாகின்றன.

குவார்ட்சைட் (Quartzite)

இது இளநிறம் அல்லது வெள்ளைநிறம் கொண்ட, ஒரு படித்தான, கெட்டியான கடினமான பாறை. இதில் குவார்ட்



படம் 46.
குவார்ட்சைட்

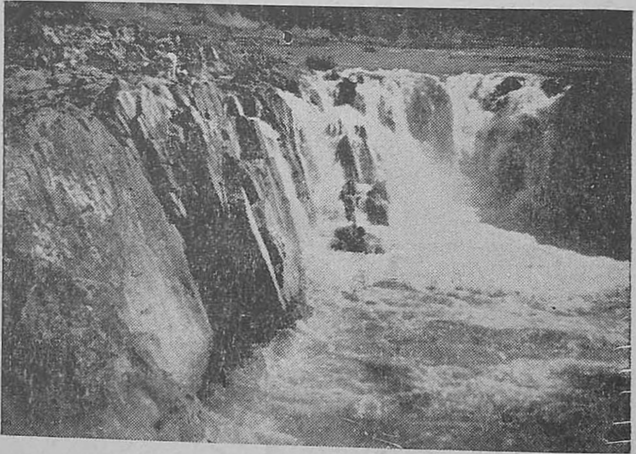
சைத் தவிர வேறு கனிமங்கள் இல்லை. இது தனித்தன்மை வாய்ந்த கண்ணடி மிளிர்வு உடையது. இப்பாறையை உடைத்

தால் அதன் கனிமத்துகள்களின் குறுக்கே முறிவு ஏற்படுகிறது. மணற்பாறையைப்போல் காரைப்பொருள் இதில் இல்லையாதலால் படிகமில்லாத சிலிகாவே இதில் இல்லை. இதன் படிகங்கள் ஒரே அளவுடையவை.

சலவைக்கல் (Marble) :

பெரும்பாலும் வெள்ளையானது. கருப்பு' சாம்பல், மஞ்சள் பழுப்பு, பச்சை போன்ற பல நிறமான சலவைக்கற்களும் உள்ளன. சலவைக்கல் சுண்ண கார்போனேட்டால் ஆனது. இது ஒரு படித்தான துகள்வய நுண் இழைமையுடையது; சுண்ணப் பாறைகள் வெப்பத்தால் படிகவயமாக்கப்படுவதால் உண்டாகிறது.

சலவைக் கற்கள் கெட்டியானவை இவற்றைத் தேய்த்து நல்ல மெருகு ஏற்றலாம். இது ஒரு நல்ல கட்டடக் கல். சிற்பங்கள் செய்ய இதுவே தலை சிறந்தது. தாஜ்மஹாலும், கல்கத்தாவிலுள்ள விக்டோரியா நினைவுக் கட்டடமும் சலவைக் கல்லால் கட்டப்பட்டவையே.



படம் 47.

ஒருவகைச் சலவைக் கல்லில் சர்பென்டீன் சேர்ந்திருப்பதால் அது அழகான பசுமை நிறத்தைப் பெற்றுள்ளது. (Serpentine marble).

பில்லைட் (Phyllite)

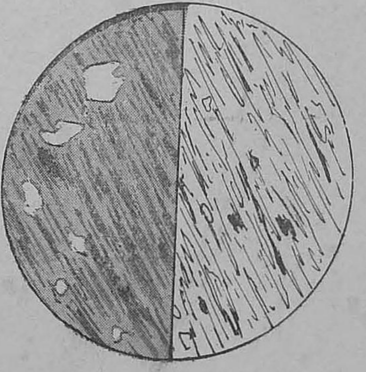
இது பலகைப் பாறையைப் போலவே இலையடுக்கு அமைப்புடையது; எளிதில் மெல்லிய ஏடுகளாக பிளவுபடக் கூடியது. மிக நுண்மையான தட்டையான தட்டையான கனிமத் துகள்களால் ஆனது. இதில் மைகா செரிசைட், குவார்ட்ஸ் ஆகிய கனிமங்களை வெறுங்கண்ணால் காணலாம்.

களிமண் பாறைகள் வெப்பத்தாலும் அழுத்தத்தாலும் பாகிக்கப்படுவதால் பில்லைட் உண்டாகிறது. இது மைகா சட்டுக்கும் பலகைப் பாறைக்கும் இடையே அமைந்த ஒரு மாற்றியல் நிலையைக் குறிக்கும்.

சட்டு (Schist)

இது இலையடுக்கமைப்புகொண்டது. ஏடுகள் அல்லது செதிள்கள் அல்லது பிதிர்களால் ஆன மிக மெல்லிய படலங்கள் அடுக்காக உள்ளதுபோல் காணப்படுகிறது. குளோரைட், மைகா, ஹார்ன்பிளெண்டு. சில்லிமனைட் போன்ற கனிமங்கள் அதிகமாக இருப்பதைக்கண்டு அவற்றுக்கு மைகா சட்டு, குளோரைட் சட்டு என்று பெயரிடுவர்.

சட்டுகள் வெப்பம், அழுத்தம் இரண்டாலும் ஏற்படும் பெரும்புலப் பாறை மாற்றத்தால் உண்டாகின்றன. இவற்றில் பாறைக் குழம்புப் பொருள் சேர்க்கப்படுவதில்லை.

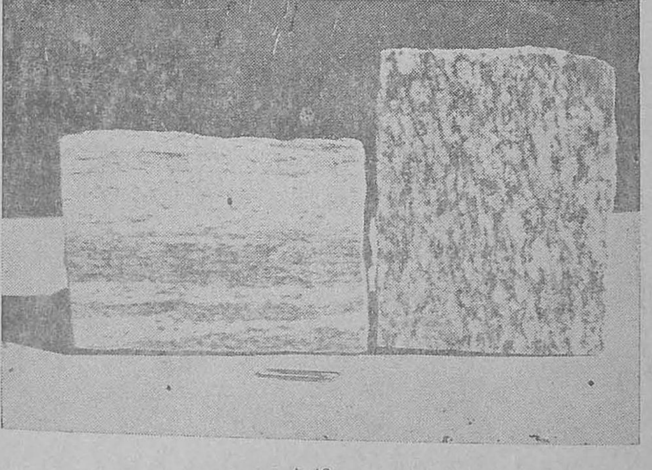


படம் 48.

நைஸ் (Gneiss)

இது தணற்பாறையைப் போல் மிகவும் கெட்டியானது.

ஆனால் பட்டை பட்டையான அமைப்புடையது. கருநிறமான கனிமப் படிகங்களும், வெண்மையான (குவார்ட்ஸ்-பெல்ஸ்பார்) கனிமப் படிகங்களும் தனித்தனி வரிகளாகவும் பட்டைகளாகவும் கீற்றுக் கீற்ருகவும், கற்றை கற்றைபாகவும், இணை இணையாகவும் காணப்படுகின்றன. சேர்க்கைப் பாறை மாற்றத்தால் சட்டுக்களின் இடையே கிரேனைட் போன்ற பாறைக் குழம்பு புகுந்து பட்டை பட்டையான அமைப்பை உண்டாக்குகிறது. இந்திய தீபகற்பத்தின் பெரும் பகுதி இத்தகைய பாறைகளால் ஆனதே. ஆழ்நிலை நைஸ்களுக்கும், கிரேனைட்களுக்கும் அதிக வேற்றுமை இல்லை. பொறிபாளர்கள் கிரேனைட் என்று கூறும் பாறைகளில் பல உண்மையில் நைஸ் பாறைகளே. சார்னேகைட்டும் ஒருவகை ஆழ்நிலை நைஸ் என்று சிலர் கருதுவர். நைஸ்களில் உள்ள கனிமங்களைப் பொருத்து அவற்றுக்கு மைகா நைஸ், கார்னெட் நைட் என்று பெயரிடுவர்.



படம் 49.

கோண்டலைட் (Khondalite)

ஒரிஸ்ஸாவிலுள்ள 'கோண்டுகள்' என்னும் பழங்குடியினரின் பெயரைக்கொண்டது. இப்பாறையில் முக்கியமாக குவார்ட்ஸ், சில்லிமனைட், கார்னெட் ஆகிய கனிமங்கள் இருக்கின்றன; சிறிது பெல்ஸ்பாரும் இருக்கும் இதில் கிராபைட் கனிமம் செதிள் திரளைகளாக ஆங்காங்கு தழைத்திருக்கிறது. இப்பாறை நைஸ் போலவும், சட்டு போலவும் அமைப்பு உடையது.

இதை ஒரு சில்லிமனைட் கிராபைட் சட்டு அல்லது நைஸ் என்று சொல்லாம். இது ஒரிஸ்ஸாவிலும். ஆந்திரத்திலும் உள்ள ஆர்க்கேயன் பாறைகளுடன் சேர்ந்தவாறு உள்ளது; இது சார்னேகைட்டுகளுடனும் சேர்ந்தவாறு உள்ளது. இது அதிக அலுமினவும் அயச் சத்தும் உள்ள படிகளின் உயர்தர மாற்றியல் பாறை வகை. அதாவது, அதிக வெப்பத்தாலும் அதிக அழுத்தத்தாலும் உண்டானது. கிரேனுலைட் நிலையிலுள்ள ஆழ் நிலை மாற்றியல் இயக்கத்தாலும் உண்டாகிறது.

இது சுமாரான கட்டடக்கல்.

கோடுரைட் (Kodurste)

விசாகப் பட்டணத்திலுள்ள கோடுரின் பெயரைக் கொண்டது. இதில் குவார்ட்ஸ், மேங்கனீஸ் கார்னெட் (இஸ்பெசார்டைட் (Spessartite), ஆர்த்தோகிளேஸ், அபடைட், மேங்கனீஸ் பைராக்சீன் ஆகிய கனிமங்கள் காணப்படுகின்றன. இது மேங்கனீஸ்வய படிவுப் பாறைகளும், அபடைட் நிறைந்துள்ள அமில அல்லது இடைநிலை தணற் பாறைகளும் சிக்கலான மாற்றியல் இயக்கங்களினுல் மாற்றம் கண்டதன் விளைவாக ஏற்பட்ட பாறை.

கோடுரைட் பாறைகள், ஆத்திரத்தின் கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலையிலுள்ள ஆர்கேயன் பாறைகளில் காணப்படும் மேங்கனீஸ் தாதுத் தழைவுகளுடன் சேர்ந்துள்ளது.

கோண்டைட் (Gondite)

குவார்ட்சும் மேங்கனீஸ் கார்னெட்டும் (Spessartite) இதன் முக்கிய கனிமங்கள் மற்றும் மேங்கனீஸ் பைராக்சீன் (ரோடோனைட்), ஆம்பிபோல், எபிடோட் ஆகிய கனிமங்களும் உடன் காணப்படுகின்றன, பைரோலூசைட், சிலோமிலேன் போன்ற மேங்கனீஸ் தாதுக்களும் இதனுடன் சேர்ந்துள்ளன. இந்த மேங்கனீஸ் ஆக்சைடுகள் கோண்டைட்டின் சிலிக்கேட்டுகளிலிருந்து உகலிபக்கத்தால் உண்டாகின்றன. மகாராஷ்டிரம் மத்திய பிரதேசம் ஆகிய மாநிலங்களின் ஆர்கேயன் பாறைகளில் (சிவராஜ்பூர், சித்தவாரா பாலகாட், கங்கபூர்) கோண்டைட் காணப்படுகிறது.

சில முக்கிய பாறைகளின் பௌதிக குணங்கள்

பாறைகளின் எடை

	கிலோ கிராம்/கனமீட்டர்	பவுண்டு/கன அடி
கிரானைட்	2600 மு. 2800 வ.	162 மு. 174 வ.
சலவைக் கல்	2650 மு. 2860 வ.	165 மு. 179 வ.
சுண்ணப் பாறை	1870 மு. 2860 வ.	117 மு. 175 வ.
பலகைப் பாறை	2680 மு. 2900 வ.	168 மு. 180 வ.
குவார்ட்சைட்	2650 மு. 2700 வ.	165 மு. 170 வ.
மணற் பாறை	1900 மு. 2680 வ.	119 மு. 168 வ.

(1016.05 கிலோ கிராம் = 1 டன்)

பாறைகளின் வளைவு வலிமை (Flexural strength)

	கி.கி./சசெ.மீ.	பவுண்டு/ச.அங்.
கிரேனைட்	97 மு. 390 வ.	1380 மு. 5550 வ.
சலவைக்கல்	42 மு. 280 வ.	600 மு. 4000 வ.
சுண்ணப் பாறை	35 மு. 140 வ.	500 மு. 2000 வ.
பலகைப் பாறை	420 மு. 1050 வ.	6000 மு. 15,000 வ.
மணற்பாறை	50 மு. 160 வ.	700 மு. 2300 வ.

மூலம் : U.S. Burean of Standards. Research paper P.P 1320; 1940.

பாறைகளில் நடத்திய ஆய்வுகளின் பயனாகப் பொதுவாக பாறைகளின் நொறுக்க வலிமை (Crushing strength) அவற்றின் கத்தரிப்பு அழுத்த எதிர்ப்பு வலிமையைப்போல் Shearing strength) 10 மடங்கு அதிகமாக இருப்பதாகவும், கத்தரிப்பு அழுத்த எதிர்ப்பு வலிமை விகுவை வலிமையைவிட (Tennile strength) இரண்டுமடங்கு அதிகமாக இருப்பதாகவும் கண்டுள்ளனர்.

பாறைகளின் உடைப்பு எதிர்ப்புத் திறன் (Rupture Strength)

பாறை	அழுத்த வலிமை (Compressive Strength) (கி.கி. சதுர செ.மீ.)		இழுவிசை வலிமை (Tensile Strength) (கி.கி. சதுர செ.மீ.)	அழுத்த முறிவு வலிமை (Shearing Strength) (கி.கி./சதுர செ.மீ.)
	சராசரி	வீச்சு	வீச்சு	வீச்சு
கிரேனைட்	1480	370 மு. 3790 வ.	30 மு. 50 வ.	150 மு. 300 வ.
சையனைட்	1960	1000 மு. 3440 வ.	—	—
டையோரைட்	1960	960 மு. 2600 வ.	—	—
கேப்ரோ	1800	460 மு. 4700 வ.	—	—
	2450	2000 மு. 2900 வ.	—	—
பெல்சைட்	2750	2000 மு. 3500 வ.	—	—
பசால்ட்	740	111 மு. 2520 வ.	10 மு. 30 வ.	50 மு. 150 வ.
மணற்பாறை	960	60 மு. 3600 வ.	30 மு. 60 வ.	100 மு. 200 வ.
கண்ணப்பாறை	1480	600 மு. 3130 வ.	250.	150 மு. 250 வ.
பலகைப்பாறை	2020	260 மு. 3200 வ.	—	—
குவார்ட்சைட்	1020	310 மு. 2620 வ.	30 மு. 90 வ.	100 மு. 300 வ.
சலவைக்கல்	1560	810 மு. 3270 வ.	—	—
நைஸ்	1230	630 மு. 1230 வ.		
சர்பென்டின்			60 மு. 110 வ.	180 மு. 340 வ.

மூலம் : International Critical Tables Vol. 2., PP. 47-49. 1927. McGraw Hill Book Co. N.Y.
Hand-book of physical constants. Geol. Soc of Amer. Spl. Paper No. 36. 1942 P. 111.

பாறைகளின் மீண்மை உறுதகவு (Modulus of Elasticity)

பாறை	கி. கி./சதுர செ. மீ.		பவுண்டு/ச. அங்.	
கிரேனைட்	220,000மு.	4,611,000வ.	4,545,000மு.	8,700,000வ.
சலவைக்கல்	510,000மு.	710,000வ.	7,250,000மு.	10,150,000வ.
பலகைப் பாறை	612,000மு.	914,000வ.	8,700,000மு.	13,050,000வ.
சுண்ணப் பாறை	306,000மு.	611,000வ.	4.350,000மு.	8,700,000வ.
மணற் பாறை	132,000மு.	163,000வ.	1,885,000மு.	2,320,000வ.

பாறைகளின் நீர் உட்கவர்ச்சியும் (Absorption)
புரைமையும் (Porosity)

	நீர் உட்கவர்ச்சி எடை%		புரைமை கன அளவும்	
கிரேனைட்	0.07மு.	0-30வ.	0.4மு.	3.85வ.
சலவைக்கல்	0-06மு.	0-45வ.	0-4மு.	2-10வ.
பலகைப்பாறை	0-01மு.	0-60வ.	0-1மு.	1-70வ.
குவார்ட்சைட்	0-10மு.	2-00வ.	1-5மு.	2-90வ.
மணற்பாறை	0-20மு.	30-00வ.	—	—
சுண்ணப்பாறை	—	—	1-1மு.	31-00வ.

பாறைகளின் உரப்பு அல்லது கெட்டித்தன்மை (Toughness)

உரப்பு அதிகமான பாறை — கிரேனைட்

↑

டையோரைட்
பசால்ட்
டோலெரைட் வகை
டையபேஸ்
குவாட்சைட்
(கிரோனைட்)

↓

உரப்பு குறைந்த பாறை — மணற்பாறை

பாறைகளின் தன்மை (Hardnes)

கடினத்தன்மை மிகுந்தது	கிரேனைட்
↕	சலவைக்கல்
	மணற்பாறை
	சுண்ணப்பாறை
கடினத்தன்மை குறைந்தது	பலகைப்பாறை

மூலம் : U.S. Bureau of Standards. Research paper R. P. 1320 1940.

3. பௌதிக நிலப்பொதியியல்

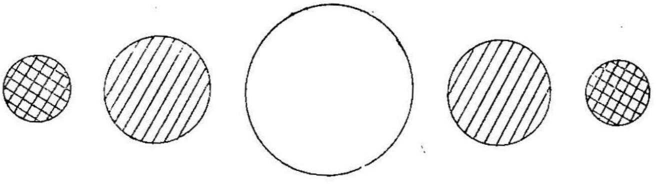
சூரிய மண்டலத்தின் பிறப்பு

அகண்டம் (Universe) எல்லையற்றது. இதன் சிக்கலான மறை பொருள்களைப் புரிந்துகொள்வது எளிதல்ல. மனித மனித மூளைக்கு இது அப்பாற்பட்ட செயல் என்றே கருதலாம். அகண்டத்தில் பால் வழி மண்டலம் (Milky-way) போன்ற பல விண்மீன்களை உள்ளடக்கியவாறுள்ள கேலக்சிகள் (Galaxy) எனப்படும் விண்மீன் குழுக்கள் உள்ளன. சூரியனைச் சுற்றி கோள்கள் இருப்பதுபோல் சில விண்மீன்களைச் சுற்றி கோள்கள் இருக்கின்றன. கோள்கள் சிலவற்றைச் சுற்றி துணைக் கோள்கள் (Satellites) உள்ளன. ஆகவே, கேலக்சிகளே தீவு அகண்டங்களாகத் திகழ்கின்றன. இது தவிர அகண்ட வெளியில் பனிப் புகை போல் காட்சிதரும் நெபுலாக்களும் (Nebulac) உள்ளன. இவை அகண்ட வெளியில் எவ்வளவு தொலைவுகளில் உள்ளன. இத் தொலைவுகளை இத்தனை பில்லியன் ஒளியாண்டுகள் (அமெரிக்காவில் 1000 மில்லியன்; இங்கிலாந்தில் மில்லியன் × மில்லியன், இந்நூலில் ஆங்கில முறை கையாளப்பட்டுள்ளது. என்று கணக்கிடுகின்றனர். ஓர் ஒளியாண்டு 9.46×10^{12} கி.மீ. அல்லது 5.88×10^{12} மைல் தொலைவாகும். ஒளியின் வேகம் நொடிக்கு (Seconds) 1,86,282 மைல்கள். ஒளி ஓராண்டில் கடக்கும் தொலைவையே ஓர் ஒளியாண்டு என்கிறோம்.

சூரிய மண்டலம் பால்வழி (Milky way) எனப்படும். கேலக்சியில் உள்ளது. பால்வழி மண்டலம் மையத்தில் உப்பலான ஒரு சக்கரத்தைப் போன்ற உருவம் கொண்டது. இதில் சக்கரத்தின் ஆரைகள் போலச் சுருள் வடிவமான (Spiral) கைகள் உள்ளன. இதன் விட்டம் 10,000 ஒளியாண்டுகள். இதன் கேலச்சியின் சுருள் வடிவுக் கை ஒன்றில உலகம் (கேலக்சியின்) மையத்திலிருந்து 30,000 ஒளியாண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது.

கேலச்சிகள் சுழலும் தன்மை பெற்றவை. இவை ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகிச் சென்றுகொண்டே இருக்கின்றன. இதன் விளைவாக அகண்டம் ஓயாது விரிவடைந்துகொண்டே இருக்கிறது. அகண்டம் மூன்று விதமாகத் தோன்றியிருக்கலாம் என்று நவீன அறிவியலாளர் கருதுகிருர்கள்.

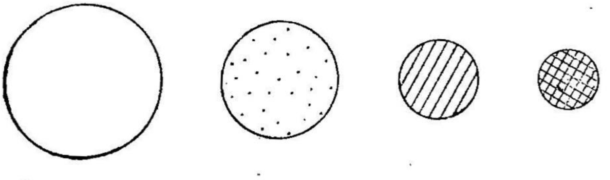
ஊசலாடும் (Oscillating) அல்லது பருத்து மெலியும் அகண்டக் கொள்கை :



படம் 50.

கேலக்சிகள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று அகலுவதால் நம் கேலக்சி ஒருநாள் அகண்டத்தில் தனித்து நிற்கக்கூடும். அகண்ட வெளி இவ்வாறு பருத்துக்கொண்டே போய் ஒரு நிலையில் மீண்டும் சுருங்க ஆரம்பித்து கேலக்சிகள் ஒன்றையொன்று அணுகிவரக்கூடும். இவ்வாறு மில்லியன் கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு ஒருமுறை அகண்டப் பொருள்கள் அனைத்தும் நெருங்கிவருவதும் பிறகு மீண்டும் பிரிந்து செல்வதுமாக ஒரு பிரமாண்டமான சுவாசப்பை போல் இயங்கும்.

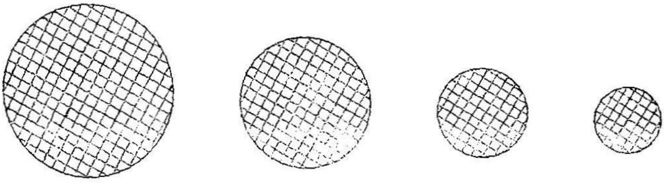
பரிணாமக்கொள்கை அல்லது அகண்டப் பெருவெடிக் கொள்கை (Evolutionary or Big Bang Theory) :



படம் 51.

சுமார் 10 பில்லியன் ஆண்டுகளுக்குமுன் வெறும் ஆற்றலால் ஆன கோளமாக (Globe of energy) இருந்து இன்னும் இறுக்கமாக மாறமுடியாமல் வெடித்துச் சிதறி பொருட்கோளங்களாக மாறியது. பொருட்கோளங்கள் கேலக்சிகளாயின.

தனித்தனி விண்மீன்களும் இவற்றினுள் உண்டாயின. இன்றைக்கும் கூட நம் சொந்த கேலக்சியிலேயே இவ்வாறு நடைபெறுவதாகக் கருதுகிறார்கள். இதன்படி விண்மீன்கள் பரிணமித்து முதிர்ச்சி அடைந்ததும் கேலக்சிகளின் வளர்ச்சி நின்றுவிடுவதாகக் கருதுகிறார்கள். பொருள் ஆற்றலாகவும் ஆற்றல் பொருளாகவும் மாறுபடக் கூடும் என்பது நவீன அறிவியல் முடிவு அல்லவா?



படம் 52.

ஒரே அளவான அகண்ட நிலை (Steady state theory): கேலக்சிகள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகி வெளியே சென்றுவிட்டாலும் புதிய ஹைட்ரோஜன் வாயு எப்படியோ உண்டாகத் தொடங்கி புதிய கேலக்சியை ஆக்கித் தருகின்றன. இதன்படி அகண்டம் என்றும்போல் ஒரே நிலையில்தான் இருக்கும்.

சூரிய மண்டலம் சுழலும் தன்மை வாய்ந்தது. இதன் மையத்தில் சூரியன் உள்ளது. சூரியனை புதன் (Mercury), வெள்ளி (Venus), புவி (Earth), செவ்வாய் (Mars), வியாழன் (Jupiter), சனி (Satturn), யுரேனஸ் (Uranus), நெப்டியூன் (Neptune), புளூட்டோ (Pluto), ஆகிய கோள்கள் நீள்வட்டமான கோள் வழிகளில் (Orbits) சுற்றிவருகின்றன.

சூரியன் வாயுக்களாலும் வாயு வய திரவங்களாலும் ஆன பெரும் பிழம்பு. இதைச் சுற்றிலும் உள்ள மிக வெண்மையான வாயு மண்டலத்தில் எல்லாவிதமான தனிமங்களும் வாயு நிலையில் உள்ளன. சூரியன் தன் அச்சில் தன்னைத்தானே சுற்றுகிறது. அது பிரமாண்டமான ஈர்ப்புச் சக்தியைக் (gravitational force) கொண்டுள்ளது.

கோள்கள் சூரியனைவிட சிறியவை. இவை சூரியனிலிருந்து பெரிதும் மாறுபட்ட வெவ்வேறு தொலைவுகளில் உள்ளன.

யுரேனஸ் தவிர மற்ற கோள்கள் சூரியனை தங்களுடைய கோள் வழியில் மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுற்றுகின்றன. சூரியனும் தன்னுடைய வழியில் மேற்கிலிருந்து கிழக்காகவே

சூரிய மண்டலம்

பெயர்	நடுக் கோட்டு விட்டம் (கி. மீ.)	அடர்வு எண்	அச்சு சுழற்சி	சூரியனி லிருந்து தூரம் மில். கி. மீ	கோள் வழி வேகம் கி மீ./ நொ.	சூரியனை சுற்றி 1 முறை வர (நாட்கள்)	துணைக் கோள்கள்
சூரியன்	1·39 மில்,	1·41	24·65 நாட்கள்	—	—	—	—
புதன்	4828	3·73	88 நாட்கள்	57.94	48.25	88	—
வெள்	12,231	5·21	—	107.83	35.41	225	—
புவி	12,757	5·52	23 ம. 56 நி. 4 நொ.	149.67	29.77	365	1
செவ்	6759	3·94	24 ம. 37 நி. 23 நொ.	228.53	24.14	687	2
அஸ்டிராய்டுகள் இவற்றுள் சிரிஸ் (Ceres) மிகப் பெரியது. இதன் விட்டம் சில நூறு கி. மீட்டர்கள்.							
வியா	0.143 மி.	1.34	9 ம. 50 நி.	775·92	12·87	12	12
சனி	0.121 மி.	0.69	10 ம. 15 நி.	1427.49	10.46	29	10
யுரேனஸ்	0.05 மி.	1.36	10 ம. 48 நி.	2872.67	6.44	84	5
நெப்டியூன்	0.053 மி.	1.32	15 ம. 40 நி.	4501.33	5.36	165	2
புளூட்டோ	12713	?	?	5906.3	4.83	248	—
திங்	3476	3.34	27 நா. 7 ம. 43 நி. 11.5 நொ.				

சுழல்கிறது. இதற்கு முன்னேக்குத் திசை (Forward direction) என்று பெயர். யுரேனஸ் பின்னேக்குத் திசையில் சுற்றுகிறது. புதனும் வெள்ளியும் ஒருகால் புளுட்டோவும் தவிர மற்ற எல்லாக் கோள்களும் துணைக்கோள்களைப் பெற்றுள்ளன. பூமிக்கு 1, செவ்வாய்க்கு 2, வியாழனுக்கு 12, சனிக்கு 10 யுரேனசுக்கு 5, நெப்டியூனுக்கு 2 என்னும் வீதத்தில் துணைக்கோள்கள் உள்ளன. பெரும்பாலான துணைக்கோள்கள் கோள்களைப் போலவே முன்னேக்கு திசையிலேயே சுற்றுகின்றன. சனியின் ஒரு துணைக்கோளும் ஜுபிடரின் இரண்டு துணைக்கோள்களும் பின்னேக்கு திசையில் சுற்றுகின்றன. செவ்வாய்க்கும் வியாழனுக்கும் இடையே சுமார் 50,000 சிறு சிறு கோள்திரள்கள் அல்லது அஸ்டிராய்டுகள் (Asteroids) உள்ளன.

சூரிய மண்டலத்தின் பிறப்பை விளக்கும் எந்தக் கொள்கையும் கீழ்க்காணும் உண்மைகளை விளக்கவேண்டும்.

1. சூரிய மண்டலம் மற்ற வான்-பொருள்களிலிருந்து தனித்துள்ளது. இதன் பெரும்பகுதி வெற்றிடமே.

2. கோள்கள் ஒரே திசையில் சுழலுகின்றன. பின்னேக்கு திசையில் சுற்றும் கோள்களைத் தவிர மற்ற எல்லாக் கோள்களின் கோள வழிகளும் ஏறத்தாழ ஒரே தளத்தில் உள்ளன.

3. அடர்த்தி வேதியியல் சேர்வு ஆகிய இரண்டு குணங்களின் அடிப்படையில் கோள்களில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன.

புவிவயக் கோள்கள் (Terrestrial planet): புதன், வெள்ளி புவி. இவை அதிக அடர்த்தியுடையவை.

ராட்சஸக் கோள்கள் (Giants): வியாழன், சனி, யுரேனஸ், நெப்டியூன், புளுட்டோ இவை குறைந்த அடர்த்தியுடையவை இவற்றின் வாயு மண்டலத்தில் ஹைட்ரோஜன் வாயு மிகுந்து தங்கியுள்ளது.

4. சூரியனைச் சுற்றிலும் சீரற்ற முறையில் வெவ்வேறு தொலைவுகளில் கோள்கள் உள்ளன.

காண்ட்டின் நெபுலாக்கொள்கை

சூரிய மண்டலம் மாபெரும் வாயு-துகள் மேகங்களிலிருந்து உறைந்துள்ளதாக காண்ட் (Kant 1755) கருதினர், நெபுலா போன்ற ஒரு மேகத்தின் நடுப்பகுதியிலிருந்து உறைந்து சூரியன்

உண்டானது என்றும், உறைந்தபோது ஏற்பட்ட சுருக்கத்தின் காரணமாக சுழற்சி ஏற்பட்டது என்றும் அவர் விளக்கினர்.

லேப்லாசின் நெபுலாக் கொள்கை

அகண்டத்தில் காணப்படும் வாயுபோன்ற நெபுலாக் களையும் சனியின் வளைய அமைப்பையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு லாப்லாஸ் (Laplace, 1796) தன் கொள்கையை உரு வாக்கினர். இவர் கொள்கையின்படி, முதலில் வெப்பமிக்க வாயுமேகம் (நெபுலா) மெல்லச் சுழன்றுகொண்டிருந்தது. இது மெதுவாகக் குளிர்ந்து உறைந்து வந்தது. சுருக்கம் காரணமாக சுழற்சி அதிகரித்தது. இந்த நெபுலா, தற்போது வெளிக்கோடி லுள்ள கோளின் கோள்வழி இருக்குமிடம் வரை சுருங்கியதும், கோளநடுக்கோட்டின் அருகேயிருந்த சுழல் வீச்சுவிசை (Centrifugal force) நெபுலாவின் கவர்ச்சி விசையைவிட அதிக மாக இருந்ததால் அதன் கோள நடுக்கோட்டு விளிம்பில் இருந்து வாயுதுகள் பொருளாலான ஒரு பெரிய வளைய வடிவம் சுழன்று பிரிந்தது. முக்கிய நெபுலாப் பகுதி மேலும் குளிர்ந்து சுருங்கிவந்தது. இடையிடையே மேற்குறிப்பிட்டவாறு ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வளைய - உருவில் பொருள் கழலுதல் நடை பெற்றது. நெபுலா எவ்வளவு வேகத்தில் எத்திசையில் சுழன்றதோ அதேபோல் இந்த வளையமும் சுழன்றதாக லாப்லாஸ் கருதினர். இவ்வளையங்கள் பிறகு உடைந்து கோள மாகச் சுற்றிக்கொண்டு குளிர்ந்து சுருங்கிக் கோள்களாக மாறி விட்டன. இதேபோல் குளிர்ந்து சுருங்குகையில் கோள்களின் கோள நடுக்கோட்டிலிருந்தும் வளையங்கள் பிரிந்து துணைக் கோள்களாகியுள்ளன.

இக் கொள்கைக்கு முரணான சில உண்மைகள்

1. சனி தன்னுடைய துணைக்கோள்களில் ஒன்றை ஈர்த்துத் தகர்த்துவிட்டதால் உண்டாகிய துகள் மண்டலமே அதன் அழகிய வளையமாகக் காட்சியளிக்கிறது.

2. வாயு குளிர்ந்து உறைவதால் உண்டாகக் கூடிய துணைக்கோள் 4025 கி. மீ.க்கும் (2500 மைல்) குறைவான விட்ட முடையதாக இருக்கமுடியாது.

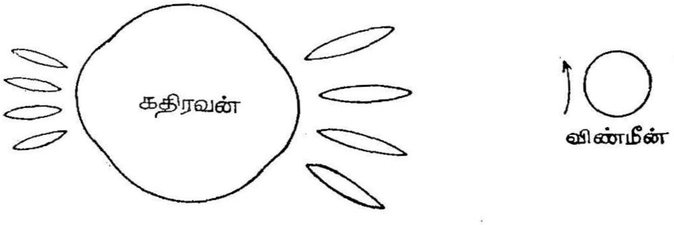
3. சூரியன் தன்னுடைய வாழ்நாளில் அதிக மாற்றம் எதையும் கண்டுள்ளதாகத் தெரியவில்லை.

4. சூரியன், கோள்கள் இவற்றின் கோண இயங்கு விசைகள் (Angular momentum) ஒப்புவதில்லை.

5. நெப்டியூனின் பின்னோக்கு சுழற்சி இக்கொள்கைக்கு ஏற்றதல்ல.

கோளணுக் கொள்கை (Plane tesimal Hypothesis)

இது சேம்பர்லினும் மவுல்டனும் (Chamberlin and Moulton, 1905) உருவாக்கிய கொள்கை. புவியின்மேல் திங்களின் கவர்ச்சியால் ஏற்படும் கடல் ஓதத்தைப்பற்றி (உவா ஏற்றம், Tides) எல்லோரும் அறிவர் இத்தகைய கவர்ச்சி பெருமளவில் இருந்தால் உலகின் மேலுள்ள பொருள்களை உறிஞ்சி இழுத்துக்கொள்ளக்கூடும். எல்லையைமீறிக் குறுக்கிடும் ஒரு விண்மீன் சூரியனுக்கு வெகு அருகே வந்துவிட்டால் அதன் ஈர்ப்புக்கு ஆளாகிய சூரிய மேற்பரப்பின் பொருள் அழையா விருந்தாளியின் கவர்ச்சிக்கு உட்பட்டு அதனுடன் வெளியேறும். இக்கொள்கையின்படி சூர்யனின் மேற்பரப்பிலிருந்து வாயுக்கள் புதிய விண்மீனின் நேர்கீழாகவும் சூரியனின் மறுபக்கத்தில் நேர் எதிராகவும் தடித்த அம்புகள்போல் தெரித்தோடின. இவை தனித்தனியாக திடமான துகள்களாக இறுகிப்பின் கோளங்களாக மாறின.



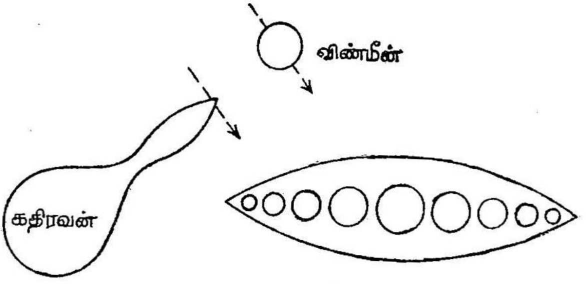
படம் 53.

பொங்கோதக் கொள்கை (Tidal theory)

ஜீன்சும் ஜெப்ரீசும் சேர்ந்து (Jeans and jeffreys) உருவாக்கியுள்ள கொள்கை கோளணுக்கொள்கைக்கு சம்பந்தப்பட்டதே. இதன்படி அருகே வந்த விண்மீன் சூரியனின் மேற்பாரப்பிலிருந்து சுருட்டு வடிவத்தில் ஒரு பெரிய வாயு இழையைத் தன்னோடு இழுத்துச்சென்றது. சுருட்டின் நடுப்பாகம் தடிப்பாகவும் முனைகள் மெலிந்தவாறும் இருந்த இவ்வாயுக் கற்றை உறைந்து பெரிதும் சிறிதுமான கோள்களை உண்டாக்கின.

நோவா கொள்கை (Nova theory)

இது ஹாயில், லிட்டில்டன் (Hoyle and lyttleton, 1945) ஆகிய இரண்டு இளைஞர்களால் உருவாக்கப்பட்ட கொள்கை. வான் வெளியில் விண்மீன்களுக்கு இடையேயுள்ள பெரிய



படம் 54

ஹைட்ரஜன் மேகங்களின் மையத்தை நோக்கி இயங்கும் ஈர்ப்புச்சக்தியால் மேலும் மேலும் பொருள்கள் மையத்தை நோக்கிச்சென்று அங்கு சேர்த்துகொண்டே வருகின்றன இதனால் இந்த மேகங்களின் மையத்தில் அணுச்சக்தி வேதியியல் மாற்றங்கள் நிகழுமளவுக்கு மிக்க வெப்பம் உண்டாகி ஹைட்ரஜன் வாயு கதிரியமாக (Helium) மாறுகிறது. இவை மேன் மேலும் அதிக அளவு பொருள்களை உட்கொள்ளாமல் இருந்தால் சாதாரண விண்மீன்களாகவே பல மில்லியன் ஆண்டுகள் வாழ்கின்றன. இல்லாவிட்டால் வெகு விரைவாக வெப்பமடைந்து சூரியனையும்விட அதிகச் சூடாகிவிடுகின்றன. கனமான இரும்பு யுரேனியம் போன்ற தனிமங்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இதனால் விரைவாகச் சக்தி அழிக்கப்படுகிறது. முடிவில் விண்மீன் சுருங்கித் திடீரென்று வெடித்துவிடுகிறது இன்று சூபர் நோவா என்று குறிப்பிடும் இத்தகைய வெளி வானின்வாணவேடிக்கைக் காட்சிகள் இக்கொள்கைக்கு ஆதாரமாக உள்ளன. ஆகவே இத்தகைய நோவா சுருங்குவதன் காரணமாக சூரியனைவிட அதிக வேகத்தில் சுழல்கிறது.

ஹாயிலின் கருத்துப்படி நம் சூரியமண்டலமும் இத்தகைய சூபர் நோவா வெடியினால் உண்டானதே. இக்கருத்துப்படி வெடித்துவிட்ட விண்மீன் ஓர் இரட்டை விண்மீன் கோப்பில் ஒன்றாக இருந்தது. நம் சூரியனே அக்கோப்பின் மற்ற விண்மீன். இவை இரண்டுக்கும் இடையே இருந்த தூரம் இன்று சூரியனுக்கும் சனிக்கோளுக்கும் இடையே இருக்கும் தூரத்துக்குச் சமமாக இருந்திருக்கும்.

இந்த நோவா சமச்சீரான முறையில் வெடிக்கவில்லை. வெடிப்பு மையம் ஏதோ ஒரு பக்கமாக இருந்தது. வெடித்துத் தெறித்த பெருமளவுப் பொருளில் ஓரளவையே சூரியன் தன் வசப்படுத்திக் கொண்டது. இதுவே பல கோள்களாக பின்னர் உறைந்துள்ளது.

படம் 55

வெடித்தபோது உண்டான பின் உதைப்பு (Recoil) நோவாவை இரட்டைக் கோப்பிலிருந்து விடுவித்துவிட்டது. இக்கொள்கை கோள்களின் சுழற்சியை விளக்கவில்லை.

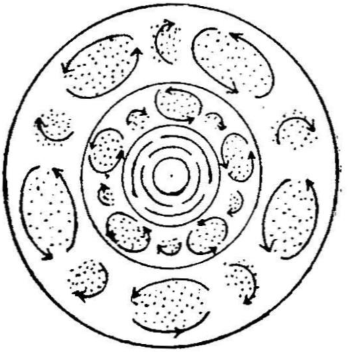
மேகக் கொள்கை (Cloud theory)

நவீன கொள்கைகள் பழைய நெபுலாக் கொள்கைகளுக்கே புத்துயிரளிக்கின்றன. பேரளவுள்ள குளிர்ந்த வாயுத்துகள் மேகத்திலிருந்து (நெபுலாவிலிருந்து) சூரியனும் கோள்களும் உண்டாயின என்பதே இக்கொள்கையின் அடிப்படை. இத்தகைய நெபுலாக்கள் இன்றும்கூட விண்மீன்களாக உறைவதை வான்வெளியில் கண்டுள்ளனர். சுழற்சி சுற்ற நெபுலாக்கள் தனி விண்மீன்களாக உறைகின்றன. வேகமாகச் சுழலும் நெபுலாக்களினுள் பெரிய சுழலலைகள் (Eddies) அல்லது சுழியோட்டங்கள் (Whirlpools) உண்டாவதால் இவை இரண்டு அல்லது மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிந்து அத்தனை விண்மீன்களாக உறைகின்றன.

நெபுலாவின் சுழற்சி நடுத்தர வேகத்தைப் பெற்றிருக்குமானால் ஒரே சீரான முறையில் சுழலலைகள் உண்டாகின்றன.

மையத்திலிருந்து தொலைவான சுற்றுப் பகுதிகளில் உண்டாகும் பெரிய சுழலலைகள் பெரிய கோள்களை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றினிடையே சற்று சிறிய சுழியோட்டங்கள்

உண்டாகின்றன. இவை பெரிய கோள்களின் துணைக்கோள்களைத் தருகின்றன. ராட்சஸ கோள்களான வியாழனும் சனியும்



படம் 56

முறையே 12, 10 துணைக்கோள்களைப் பெற்றுள்ளதை இது ஒருவாறு விளக்குகிறது. உள் சுற்றுப்பகுதியிலிருந்து உண்டாகியுள்ள கோள்களுக்கு "துணைக்கோள் குடும்பங்கள்" இல்லை என்பதையும் கவனிக்கவும்.

நம் உலகம் தனிச்சிறப்புடையது. உலகமும் அதன் துணைக்கோளான திங்களும் சேர்ந்து ஓர் இரட்டை கோளாக இருக்குமென நினைக்கிறார்கள். செவ்வாயின் இரண்டு சிறிய துணைக் கோள்களும் பிடிபட்டுள்ள இரண்டு ஆஸ்டிராய்டுகளே என்று கருதுகிறார்கள்.

சுழலும் சக்கரத்தில் தோன்றிய சுழலலைகள் விளிம்புப் பகுதியை வேகமாகச் சுழலச்செய்தன. ஆகவே மையப்பாகம் தனியே சுருங்கி மெதுவாகச் சுழலும் சூரியனாக மாறியுள்ளது.

இது ஒரு சிக்கலான கொள்கையே ஆனாலும் எதிர் காலத்தில் பெரிதும் பயன்படக் கூடியது.

உலகின் வயது

உலகின் வயது சுமார் 4500 மில்லியன் (10^6) ஆண்டுகள் என்று அண்மையில் நடந்த ஆராய்ச்சிகளால் அறியலாம். பண்டையகாலந் தொட்டே அறிவியலாளர் எவ்வெவ்வாறு

உலகின் வயதைக் கண்டுபிடிக்க முனைந்துள்ளனர் என்பதை வரலாற்று நோக்கத்தோடு இங்கு சுருக்கமாகக் குறிப்பிடலாம்.

இறைமை நூல்முறை (Theologians method)

மேலைநாட்டு இறைமை நூல்கள் உலகின் வயது 6000 முதல் 55,000 ஆண்டுகளுக்கு உள்ளாகவே இருக்குமென்று குறிப்பிடுகின்றன. ஆனால் இந்திய மெய்ந் நூல்கள் 2000 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று குறிப்பிடுகின்றன. இது வியப்புக்குரியது. கி.மு. 150-ல் எழுதப்பட்ட மனுஸ்மிர்தி பிரம்மாவின் ஒரு பெரிய நாளை 14 பகுதிகளாகப் பிரித்துள்ளது. இதன்படி ஒவ்வொரு பிரிவும் 308,448,000 ஆண்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. அந்திக் கருக்கல் வேளையாக 1,728,000 ஆண்டுகள் ஒதுக்கப்பட்டுள்ளன. விஷ்ணு புராணத்தில் நம் உலகம் தற்போது 7-வது பகுதியில் இருப்பதாகக் குறிப்பு உண்டு. ஆகவே உலகம் பிறந்து 1,972,949,048 ஆணடுகள் ஆகின்றன. நவீன வானியலின் விரிவுறும் அகண்டக் கொள்கையின் படியும் அகண்டத்தின் வயது 2000.மில்லியன் ஆண்டுகளே.

வானியல் முறை (Astronomical methods)

புதனின் கோள்வழியின் மையம் விலகிய தன்மையை அடிப்படையாகக்கொண்டு உலகின் வயது 10^9 ஆண்டுகளுக்கும் மேலானது எனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். துவக்கத்தில் புதனின் கோள்வழி நீள் வட்டமாக இருந்து பின்னர் சிறிது சிறிதாக அகண்டவெளியில் உள்ள துகள்களின் தடைத் திறனால் வட்டமாக மாற்றப்பட்டுள்ளது. இந்த மாற்றம் நிகழ்ந்துள்ள வீதத்தின்படி இம்மாற்றம் எற்பட 10^9 ஆண்டுகள் பிடித்திருக்கும் என்று கணக்கிட்டுள்ளனர். புதன் உலகுக்குப்பிறகு பிறந்த கோளம். ஆகவே உலகத்தின் வயது இதைவிட அதிகமாகவே இருக்கவேண்டும்.

திங்கள் பூமியை விட்டு விலகிச்சென்றுள்ள வீதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு உலகின் வயது 4000 மில். ஆண்டுகள் என்று ஜெப்ரீஸ் கணக்கிட்டுள்ளார். திங்கள் பூமியின் பசிபிக் கடற் பள்ளத்தில் இருந்து வெளியேறிய பகுதியே என்பது இதன் அடிப்படைக்கொள்கை. இன்றும் திங்கள் நம்மைவிட்டு 100 ஆண்டுகளுக்கு 1·5 மீட்டர் (5 அடி) வீதம் விலகியவாறு உள்ளது என்பது உண்மை.

சூரியனின் வெப்ப அளவுகளைக் கொண்டு ஹெல்ம் ஹோல்ட்ஸ் என்பவர் உலகின் வயது 22 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று கணக்கிட்டுள்ளார்.

பூமி குளிர்வடையும் வீதத்தைப் பொருத்து கெல்வின் (1897) இதன் வயது 30 முதல் 100 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று கூறினர். உலகின் உட்புறத்தில் கதிரியக்கத்தால் (Radio-activity) வெப்பம் உண்டாவதை அவர் கணக்கில் சேர்க்கவில்லை சூரியப்பொட்டு (Sun-spot) காலத்தில் சூரியன் அதிக வெப்பத்தைக் கக்குவதையும் அவர் பொருட்படுத்தவில்லை.

கேலக்சிகள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகும் வீதத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஜெப்ரீஸ் உலகின் வயது 3000மில். ஆண்டுகள் என்றார்.

நிலப் பொதியியல் முறைகள்

படிவு இயல் முறை (Sedimentation) : சேலன்ஜர் என்னும் ஆராய்ச்சிக் கப்பலில் *(1859)* சென்ற டார்வின் ஆண்டொன்றுக்கு (10 முதல் 20 வரை) $\times 10^9$ டன் என்னும் வீதத்தில் வண்டல் படிவதாகவும், இதனல் படிவுப் பாறைகளின் வயது *70 முதல் 200 மில்லியன் ஆண்டுகள்* என்றும் அறிவித்தார்.

தற்காலத்தில் ஆராய்ச்சிகளின் பயனுக சராசரியாக 880 ஆண்டுகளுக்கு *30 செ. மீ. (1 அடி)* வீதம் படிவுப் பாறைகள் படிகின்றன என்று தெரிகிறது. இதனல் மொத்தம் 161 கி. மீ. (100 மைல்) உயரத்துக்குப் படிந்துள்ள படிவுப் பாறைகள் *400 மில்லியன் ஆண்டுகளாகப்* படிந்து வருகின்றன என்று முடிவுகட்டலாம்.

கடல் உப்பின் அளவும் கடலின் வயதும் :

கடல்நீர் துவக்கத்தில் நன்னீராக இருந்து பிறகு நில அரிப்பின் காரணமாகச் சிறுகச்சிறுக உவர்ப்பாக மாறியுள்ளது. லேன் (Lane), ஜாலி (Joly 1898) ஆகியோர் கடலில் உள்ள மொத்த சோடியத்தின் அளவைக்கொண்டு கடலின் வயது 100மில். ஆண்டுகள் என்று முடிவு செய்தனர். ஆண்டுக்கு 16×10^7 டன் சோடியம் கடல்நீரில் கலக்கிறது; கடல்நீரில் மொத்தம் 16×10^{15} டன் சோடியம் இருக்கிறது என்று கருதி இந்த முடிவுக்கு வந்தனர்.

தற்காலத்தில் உப்புப் படிவு வீதம் முதலில் இருந்ததை விட நான்கு மடங்கு அதிகமாக இருப்பதாக இன்றைய அறிவியலாளர்கள் கருதுகிறார்கள். இன்று கடலில் மொத்தம் 12,000 பில்லியன் டன் உப்பு உள்ளது. ஆறுகள் ஆண்டுக்கு 30 முதல் 40 மில்லியன் டன் உப்பைக் கொட்டுகின்றன. ஆகவே. 1600 மில்லியன் $(12 \times 10^{15} \div 30 \times 10^{6} \times 4)$ ஆண்டுகளாக நீரினால் நிலம் அரிக்கப்பட்டு படிவுப்பாறைகள் படிந்து வருகின்றன என்பதை அறியலாம்.

உயிரியல் முறை :

டார்வின், உயிர்களின் பரிணாமத்தின் அடிப்படையில் உலகில் உயிரியக்கம் 200மில் ஆண்டுகளாக நடைபெறுவதாகக் கருதினார். தற்கால ஆராய்ச்சிகள், ஒரு-செல் உயிரினத்திலிருந்து இன்றுள்ள மனிதன் வரை உயிரினக் கூர்ப்பு ஏற்பட 1000மில். ஆண்டுகள் பிடித்துள்ளதென அறிவிக்கின்றன. ஆனால், உலகில் உயிர்களே இல்லாத நிலையில் எவ்வளவுகாலம் கழிந்தது?

கதிரியக்க முறை : (Radio-activity Method)

கதிரியக்கக் கனிமங்களின் சிதைவு வீதங்கள் அடிப்படையாகக் கொண்ட இதுவே எல்லாவற்றையும்விட நவீனமுறை, பாறைகளிலுள்ள ஈயத்துக்கும் யுரேனியத்துக்கும் இடையேயுள்ள விகிதத்தையும், ஈயத்துக்கும் தோரியத்துக்கும் இடையேயுள்ள விகிதத்தையும், பாறைக் கனிமங்களில் கதிரியக்கத்தால் ஏற்பட்டுள்ள அதிர்வு திசைமாற்றும் தன்மை வாய்ந்த புள்ளி சூழ்நிறப்பொட்டுக்களின் (Pleochroic halos) தன்மையையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு உலகின் மிகப் பழைய பாறைகளின் வயது சுமார் 4500 மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று முடிவு செய்துள்ளனர்.

$$\text{காலம் (வயது)} = \frac{7.37 \times 10^{9}\ (Pb)}{(U) \times 0.35\ (Th)} \text{ ஆண்டுகள்}$$

(Pb, U, Th ஆகியவை அத்தனிமங்களின் அளவை (மாதிரியில்) குறிக்கின்றன.

கதிரியக்கக் கனிமங்களின் சிதைவு நல்ல நிலப்பொதியியல் கடிகாரம், யுரேனியம் 238 என்னும் ஓரகத்தனிமம் *(Isotope)

---

* ஒரே பொருண்மையுடைய, ஆனால் எடைமட்டும் வேறாக உள்ள தனிம வகை.

ஆல்ஃபா (Alpha) துகளை வெளியிட்டு தோரியத்தின் ஓர் ஓரகத்தனிமமாக மாறுகிறது. இது ஒரு பீட்டா (Beta) துகளை வெளியிட்டு புரோட்டாக்டினியத்தின் ஓர் ஓரகத்தனிமமாக மாறுகிறது. இவ்வாறு 14 படி நிலைகள் கடந்த பிறகு நிலையான ஈயம் 206 உண்டாகிறது. யுரேனியம் 238-ன் அரை வாழ் நாள் ** காலம் (Half-life) 4-5 மில்லியன் ஆண்டுகள்.

யுரேனியமும் தோரியமும் சிதைவதால் ஹிலியமும் (Helium) ஈயமும் உண்டாகின்றன. ஹீலியம் வாயு தப்பித்துக் கொள்கிறது. ஈயம் நிலையாக உள்ளது. ஜிர்கான், பிச்பிளெண்டு, யுரேனினைட், சமார்ஸ்கைட், மோனசைட் போன்ற கதிரியக்கக் கனிமங்கள் கதிரியக்கத்தால் உண்டான ஈயத்துடனும் சாதாரண ஈயத்துடனும் கலந்தவாறு உகலியக் கத்துக்கு ஆளாகாமல் இருக்குமானால் அவற்றைப் பயன் படுத்தி கதிரியக்கம் எந்த வீதத்தில் நடைபெற்றது என்பதைக் கணக்கிட்டு காலத்தைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். தாய்க் கனிம மான யுரேனியம் வேதியல் முறைப்படி இணைபிரியாத U^{238}, U^{235} ஆகிய இரண்டு ஓரகத் தனிமங்களையும் 1/139 = U^{235}/U^{238} என்னும் விகிதத்தில் பெற்றுள்ளது. U^{235} U^{238}யை விட விரைவாகச் சிதைகிறது. ஆகவே 1/139 என்னும் வீதம் காலம் பின்னுறப் பின்னுற அதிகரித்தவாறு இருந்திருக்கும்.

$$U^{231} \rightarrow Pb^{206} + 8\,He$$
$$U^{235} \rightarrow Pb^{207} + 7\,He$$
$$Th^{232} \rightarrow Pb^{228} + 6\,He$$

ஈயம் இந்த மூன்று ஓரகத்தனிமங்களும் Pb^{204}-ம் சேர்ந்த கலவையாகும். Pb^{204} கதிரியக்கத்தால் உண்டாவதில்லை. ஆகவே திண்ம அளவையால் (Man-spectrogrephy) Pb^{204}-ன்

** கதிரியக்கப் பொருளின் அரை-வாழ்நாள் காலத்தில் அதன் பாதி அளவு சிதைந்துவிடும். அதற்கடுத்த அரை-வாழ்நாள் காலத்தில் அந்தப் பாதியில் பாதி சிதைந்துவிடும். இவ்வாறு குறைந்துகொண்டே செல்லும் காலவீதத்தில் கதிரியக்கப் பொருள்கள் சிதைவுறுகின்றன.

U^{238}-ன்	அரை-வாழ்நாள்	காலம்	$= 4510 \times 10^{6}$	ஆண்டுகள்
U^{235}-ன்	,,	,,	$= 710 \times 10^{6}$	,,
Th^{232}-ன்	,,	,,	$= 150 \times 10^{8}$	,,
K^{40}-ன்	,,	,,	$= 1.30 \times 10^{9}$	,,
C^{14}-ன்	,,	,,	$= 5700$	,,
ரேடியத்தின்	,,	,,	$= 1600$	,,

விகிதத்தை அளந்து தொடக்கத்தில் சாதாரண ஈயம் எவ்வளவு இருந்தது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். இன்று, ஓராண்டில் கதிரியக்கத்தால் 1/7,600,000 கிராம் ஈயம் உண்டாகிறது என்பதை நாம் அறிவோம். இந்த விகிதம் சுமார் 1000மில். ஆண்டுகளாக மாறவில்லை என்பதை பையோடைப் போன்ற கனிமங்களிலுள்ள கதிரியக்கப்பொட்டுகள் (Pleochroic holos) காட்டியுள்ளன.

கனிமத்தின் வயதை கதிரியக்க ஈயத்துக்கும் தாய்க் கனிமத்துக்கும் உள்ள பின்வரும் மூன்று வீதங்களைக்கொண்டு கணக்கிடலாம். Pb^{209}/U^{236}, Pb^{207}/U^{235}, Pb^{208}/Th^{232} U^{238} 139 மடங்கு அதிகமாக உள்ளது. மேலும் Pb^{207}/Pb^{206} என்னும் விகிதத்தில் இருந்தும் வயதைக் கணக்கிடலாம், கனிமம் உகலியக்தால் சிதையாமல் இருக்கும்போது இந்த நான்கு விகிதங்களும் ஒரே அளவாக இருக்கின்றன. இவை ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டிருந்தாலும் உண்மையான வயதை அவற்றினிடையே உள்ள உறவு முறையைக் கொண்டு அறியலாம்.

ரேடான், U^{238} குடும்பத்தின் வாயு. இது தப்பித்து வெளியேறிவிட்டிருக்கக் கூடுமாதலால் கனிமத்தில் Pb^{206} குறைந்தாற்போல் காணப்படும். அப்போது Pb^{207}/U^{235} என்னும் விகிதத்தைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

Pb அல்லது U அல்லது இரண்டுமே குறைந்த வாறோ அதிகரித்த வாறோ காணப்பட்டால் Pb^{207}/Pb^{206} என்னும் விகிதம் பயன்படும்.

கனிமம்	இடம்	நி. பொ, இ. காலம்	வயது மில் ஆண்டுகள்
பிச்பிளெண்டு	கொலராடோ	டெர்சியரி	58
பெக்மடைட்	கொனக்டிகட்	துவக்கம்	
டில் இருந்த	(போர்ட்	(ஈயோசீன்)	
	லாந்து)	டெவோனி	255
சமார்ஸ்கைட்		யன் முடிவு	
யுரேனினைட்	ராஜஸ்தான்	முன்-	755
		கேம்பிரியன்	
,,	கயா		955
	பெங்களூர்	,,	
மோனசைட்	மேனிடோபா	,,	2300
யுரேனினைட்	தென்-	,,	2475
மோனசைட்	ரோடேசியா	,,	2650

இவ்வாறாக தனிமத்தின் அரை வாழ்நாள் காலமும், தாய்க் கனிமத்துக்கும் கதிரியக்கத்தால் உண்டாகியுள்ள தனிமத் துக்கும் உள்ள விகிதமும் தெரிந்திருந்தால் அக்கனிமத்தின் வயதை அளக்க முடியும்.

ஆகவே, உலகில் மிகவும் முதிய பாறை சுமார் 3000 மில். ஆண்டு வயதுடையது எனலாம். ஆனால் உலகத்தில் வயது இதைவிட அதிகமானது. ஆகவே உலகின் குறைந்த அளவு வயது 3000 மில் ஆண்டுகள்.

உலகத்தில் முதன் முதலில் Pb^{207} இல்லை. இப்போழுது உள்ள Pb^{207} அவ்வளவும் U^{235}-ல் இருந்தே உண்டாகியிருக் கிறது. இதன்படி உலகின் வயது 5400மில். ஆண்டுகள் இருக்கக் கூடும். இது உலகின் உயர்ந்த அளவு வயது.

ஆகவே உலகின் சராசரி வயது 4500 மில். ஆண்டுகள் என்று கொள்ளலாம்.

கதிரியக்கக் கரி :

கதிரியக்கக் கரியைக்கொண்டு 50,000 ஆண்டுகளுக்குள் உள்ள காலத்தை அளக்கலாம். வானத்தின் மிக உயர்ந்த மட்டங்களில் நியூட்ரான்கள் (வானியற் கதிர்கள்–Cosmic rays) வானத்திலுள்ள நைட்ரோஜன் அணுககளைத் தாங்குகின்றன.

N^{14} + நியூட்ரான் = கதிரியக்கக் கரி C^{14} + புரோடான்

$$C^{14}+O_2 \rightarrow C^{14}O_2$$

இன்று வாழும் உயிர்ப்பொருள்கள் அனைத்திலும் உலகும் முழுமையிலும் C^{14}-க்கும் C^{12}-க்கும் உள்ள விகிதம் ஒரே அளவாக உள்ளதைக் காணலாம். மரம், எலும்பு. தசை, கிளிஞ்சல், சக்கை நிலக்கரி ஆகியவை புதைத்துள்ளவாறு உள்ள படிவுகளின் வயதை இவ்வாறு தெரிந்துகொள்ள முடிகிறது.

பொடாசியம்–ஆர்கான்

கதிரியக்க பொடாசியம் சிதைந்து கேல்சியம் ஆர்கான் ஆகிய இரண்டு தனிமங்களை விளைவிக்கிறது. இதைக்கொண்டு படிவுப் பாறைகளில் வயதைக் கணக்கிடலாம். 10^5 ஆண்டு களுக்கும் மேற்பட்ட வயதுடைய படிவுப்பாறைகளின் வயதை

இம்முறையில் அளக்கலாம். மைகா, ஹார்ன் பிளெண்டு போன்ற கனிமங்கள் இம்முறையில் பயன்படுகின்றன.

பாறைகளின் உகலியக்கம்

நிலத்தில் பொதிந்துள்ள பாறைகள் காற்று, நீர், உயிர்ப் பொருள் ஆகியவற்றுடன் படாதவரை நிலைப்புத்தன்மை பெற்றவாறு உள்ளன. காற்று நீர் உயிர்ப்பொருள் ஆகியவற்றுடன் படும் இடங்களில் சூழ்நிலை மாறுபட்டவாறு இருப்பதால் பாறைகள் இப்புதிய சூழ்நிலைகளுக்கு ஏற்ப சில மாறுதல்களை அடைந்து புதிய நடுநிலைமையை நாடுகின்றன.

உகலியக்கம் (Weathering) பாறைகளை வாயுமண்டலத்தில் வெளிப்படவைத்து அவற்றை கட்டிழக்கச் செய்கிறது. ஆகவே உகலியக்கம், நில அரிப்பு (Erosion or denudation) இயக்கங்களில் முக்கியமானது. காற்று, நீர், பனிக்கட்டி ஆகியவையே நில அரிப்பின் செயலிகள்.

உகலியக்கம் இரண்டு வகைப்படும் :—

1. பௌதிக உகலலியக்கம் (Mechanical weathering)
2. வேதியியல் உகலியக்கம் (Chemical Weathering)

பாறைகளின் வெடிப்புக்களிலுள்ள காற்று, நீர் ஆகியவற்றின் வெப்பத்தில் மாறுபாடு ஏற்படுவதால் பௌதிக உகலியக்கம் உண்டாகக்கூடும். தாவரங்களும், மற்ற உயிரினங்களும்கூட பௌதிக உகலியக்கத்தை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வாறு பாறை சிறுசிறு துணுக்குகளாக மாறும சிதைவுக்கு கட்டழிவு (Disintegration) என்றும் பெயர் உண்டு.

பௌதிக உகலியக்கம்

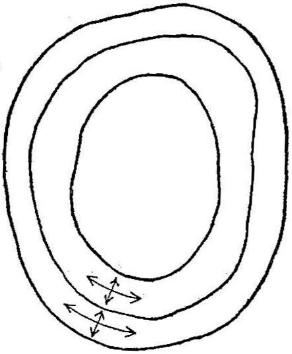
1. வெப்ப இயக்கம் (Insolation)

கிரேனைட் போன்ற பாறைகளின் மேற்பரப்பு பகற்பொழுதில் சூரிய ஒளிபட்டு சூடாகிறது. பாறை வெப்பத்தை எளிதில் கடத்துவதில்லை. ஆகவே பாறையின் மேற்பரப்பு மட்டும் வெப்பத்தால் அளவில் பருக்கிறது. இரவில் பாறைப் பரப்பு விரைவாகக் குளிர்ந்து விடுகிறது. விரிந்து சுருங்கும் மேற்பரப்பு பொரை பொரையாகப் பிளந்து நீங்குகிறது. நீங்கிய

பாறைத்துண்டுகள் வெவ்வேறு அளவுடையனவாக இருப்பதால் பாறையின் மேற்பரப்பு சீரற்றதாகக் காணப்படுகிறது. இத்தகைய உகலியக்கத்தை பாலை நிலங்களில் அதிகமாகக் காணலாம்

2. பொருக்குச் சிதைவு (Exfoliation)

பாறையின் மேற்பரப்பு அடை அடையாகவோ மரப் பட்டை அல்லது ஓடுபோலவோ உரிந்து விழுந்து சிதைவதை பொருக்குச் சிதைவு எனலாம். பாறையில் கூரான பகுதிகளும் பிளவு அல்லது வெடிப்பானமுனைகளும் முதலில் மழுக்கப்படுவதால் உருண்டையான உருவத்தைப் பெறுகின்றன. வெங்காய உகலியக்கம் (Onion weathering) என்றும் கோளச் சிதைவு (Sphoroidal weathering) என்றும் இதற்குப்பெயருண்டு.



படம் 57.

பொருக்குச் சிதைவு வெப்பமாற்றங்களால் மட்டும் நிகழ்வதாகச் சிலர் கருதினாலும் வேதியியல் இயக்கமும் இதில் பங்கு கொண்டுள்ளது என்பதில் ஐயம் இல்லை. ஏனென்றால் கோளச் சிதைவுற்ற பாறைப்பகுதிகள் தரை மேற்பரப்பில் புலன் நீங்கா மண்ணால் போர்த்தப்பட்டிருப்பதைக் காண்பது எளிது. மேலும் இத்தகைய சிதைவு ஈரம் இல்லாத பாலைகளில் காணப்படுவதில்லை. மண்ணில் உள்ள ஈரம் பாறையின் கனிமங்களை மாற்றிவிடுவதால் மேற்பகுதிகள் ஆங்காங்கு அளவில் பருக்கின்றன. இதனால் ஏற்படும் தகைவின் (Strain) காரணமாக பாறையின் வெளிப்பகுதிகள் ஓடுபோல் உடைத்து விழுகின்றன. வெடிப்புக்கள் முதன் முதலில் வெப்பத்தின் காரணமாக ஏற்பட்டாலும் வெடிப்புக்களின் உள்ளே ஊறும் ஈரம்

விரைவில் கனிமச் சிதையை உண்டாக்குகிறது. வெடிப்புக்கு மேலே உள்ள பாறை சிதையாவிட்டாலும் அது விண்டு விழுந்து விடுகிறது.

3. பனிக்கட்டியாக உறையும் நீரின் இயக்கம் (Frost Action)

பனி உறையுமளவுக்குக் குளிர்ந்த இடங்களிலுள்ள பாறைகளின் வெடிப்புக்களிலும் உட்புழைகளிலும் புகுந்துள்ள நீர் உறைவதாலும் உருகுவதாலும் அப்பாறைகள் தகர்க்கப்படுகின்றன. தண்ணீர் உறையும்போது அதன் கன அளவு பத்தில் ஒரு பாகம் அதிகரிப்பதால் பக்கங்களை அழுத்தித் தள்ளுகிறது. பெருமலை யுச்சிகளிலும், துருவங்களுக்கு அருகேயுள்ள குளிர் நாடுகளிலும் இத்தகைய பனிக்கட்டி இயக்கம் சாதாரணமாக ஏற்படுகிறது.

4. தாவரங்களாலும் உயிரினங்களாலும் உண்டாகும் சிதைவு:

மரங்களின் வேர்களும் அடிப்பகுதிகளும் பாறைப் பிளவுகளுக்குள்ளே வளர்வதால் பிளவுகள் ஆப்பு வைத்துத் தகர்த்தாற்போல் பெரிதாகிக்கொண்டே வருகின்றன. இவ்வாறு சிறு சிறு வெடிப்புக்களில் நுழையும் வேர்கள் சிறிது சிறிதாக வெடிப்புக்களை பெரியதாக்கிவிடுகின்றன. இவ்வாறு விரிவடையும் பிளவுகளினுள் மண்ணும் நீரும் புகுந்து வேதியியல் சிதைவையும் நடத்துகின்றன. வெகுவிரைவில் வேதியியல் சிதைவு பௌதிகச் சிதைவை மிஞ்சிவிடுகிறது.

நிலப் புழுக்கள், குழி முயல்கள், துன்-எலி வகைகள் (moles), நீர் நாய்கள் (beavers), கரையான்கள் (termites) போன்ற உயிரினங்களினால் உண்டாகும் பௌதிகச் சிதைவு குறைந்த அளவில் நடைபெறுவதனாலும் குறிப்பிடத்தக்கது. மனிதனும் பாறைகளின் சிதைவை ஊக்குவிப்பதில் ஐயம் இல்லை.

வேதியல் சிதைவு

பௌதிகச் சிதைவு நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பரவலாக நிகழும் உகலியக்கம், ஆனால் வேதியல் சிதைவு (chemical weathering or decomposition) மேற்பரப்புக்கும், நிலநீர்-மட்டத்துக்கும் இடையே உள்ள காற்றூட்டப் பகுதியில் (zone of aeration) நிகழ்கிறது. ஈரமும் வெப்பமும் நிறைந்த வெப்ப-தட்ப நிலையும், மேற்பரப்பின் சரிவு மென்மையாக இருத்தலும், தாவரங்கள் செழுமையாக வளர்ந்திருத்தலும் வேதியயில் சிதைவை ஊக்குவிக்கும் சூழ்நிலைகளாகும். பௌதிகச் சிதைவின் விளைவாக பாறைகள் நொறுக்கப்படுவதால்

வேதியயில் சிதைவின் செயலிகள் வேலைசெய்ய பாறைப்பரப் பளவு மிகுதியாவதைக் கவனிக்கவேண்டும். இவ்வாறுக வேதியல் சிதைவுக்கும் பௌதிகச் சிதைவுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. இவை இரண்டும் எங்கு ஆரம்பித்து எங்கு முடிகின்றன என்று அறுதியிட்டுக் கூறமுடியாது. வேதியயில் சிதைவு வகைகள் சிலவற்றைக் காண்போம்.

தீயகித்தல் (oxidation)

ஈரக்காற்று படும் இடத்தில் போட்டுவைததுள்ள இரும்புத் துண்டு துருப்பிடித்து பழுப்பு நிறமான பொடியாக மாறிவிடுவது தீயகிப்பினுல் ஏற்படும் சிதைவுக்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டு. இரும்பும் ஆக்சிஜன் வாயுவும் நீரும் சேர்ந்து நீர்வய அய ஆக்சைடாகிய லிமோனைட் என்னும் பழுப்பு நிறக் கனிமத்தை உண்டாக்கியுள்ளன. இதேபோல் கிரேனைட்டிலுள்ள மைகா அல்லது பசால்டிலுள்ள பைராக்சீன் போன்ற அயச்சத்துக் கனிமங்கள் நீருடனும் ஆக்சிஜனுடனும் சேர்ந்து லிமோனைட்டை உண்டாக்குகின்றன. இதனுல் பாறை சிதைந்து பழுப்பு நிறத்தைப் பெறுகிறது; நாளடைவில் தளர்ந்து பொடியாகிவிடுகிறது.

கரிமகித்தல் (Carbonation)

கரியமிலவாயு (CO_2), சோடியம் பொட்டாசியம் போன்ற காரச் சத்துக்களுடன் சேர்ந்து கார்பொனேட்டுகளை உண்டாக்குகிறது, மேலும், CO_2 சேர்ந்த நீரில் (கார்பானிக் அமிலம் H_2CO_3) பாறைகள் எளிதில் கரைந்துவிடுகின்றன. கிரேனைட் போன்ற பாறைகளின் சிதைவுக்கும் கரியமிலவாயுவின் சேர்க்கை தேவை.

வேதிநீர் வயப்படல் (Hydration)

வேதியியல் முறைப்படி நீர் மற்ற வேதியியக் கூட்டணுக்களுடன் சேருவதை வேதிநீர் வயப்படல் என்பர், அலுமினியத்தையுடைய பெல்ஸ்பார் போன்ற கனிமங்கள் இவ்வாறுகச் சிதைந்து களிமண்ணை உண்டாக்குகின்றன.

$$2K(AlSi_3O_8) + H_2CO_3 + H_2O \rightarrow Al_2Si_2O_5(OH)_4 + K_2CO_3 + 4SiO^2$$

ஆர்த்தோகிளேஸ் வெண்களி

எடுத்துக்காட்டாக ஒரு கிரேனைட் பாறையின் கனிமங்கள் வேதியியல் சிதைவினுல் எவ்வாறு மாற்றப்படுகின்றன என்பதைக் காண்போம்:

கனிமம்	வேதியியல் சேர்வு	மாற்றம்	விளைவு
குவார்ட்ஸ்	SiO_2	சிதைவதில்லை	மணல்
ஆர்த்தோ கிளேஸ்	K_2O Al_2O_3 $6SiO_2$	கார்பொனேட், குளோரைடாகி கரைந்துவிடும். நீர் வயப்பட்டு அலுமினியம் சிலிகேட்டாகிறது. கரையும் சிலிகாவையும் தருகிறது.	கரையும் பொருள் களி கரையும்
ஓலிகோ கிளேஸ்	$3Na_2O$ CaO $4Al_2O_3$ $20SiO_2$	கார்பொனேட், குளோரைடு கரைசல் கார்பொனேட்டாகி கார்பானிக் அமிலத்தில் கரைகிறது. ஆர்த்தோகிளேசில் உள்ளபடி மாறுகிறது.	கரையும் பொருள் கரையும் பொருள் களி
மஸ்கோவைட் மைகா	$2H_2O$ K_2O $3Al_2O_3$ $6SiO_2$	மாறுவதில்லை	மைகா துணுக்குகள்
பையோடைட் மைகா	H_2O K_2O $2(Mg.Fe)O$ Al_2O_3 $3SiO_2$	கார்பொனேட். குளோரைடாக மாறி கரைகிறது. கார்பொனேட் குளோரைட் கரைசல்கள் அயக்கார்பொனேட், ஹேமடைட், லிமோனைட்டாகத் தீயகிக்கப்படுகிறது நீர்வய அலுமினியம் சிலிகேட் கரையும் சிலிகா	கரையும் பொருள் கரையும் பொருள் நிறம்தரும் பொருள் களி கரையும் பொருள்
ஜிர்கான்	ZrO_2 SiO_2	மாறுவதில்லை	ஜிர்கான் மணல்
அபடைட்	$Ca_3(PO^4)2$ (FCl)	கரைந்துவிடும்	கரையும் பொருள்

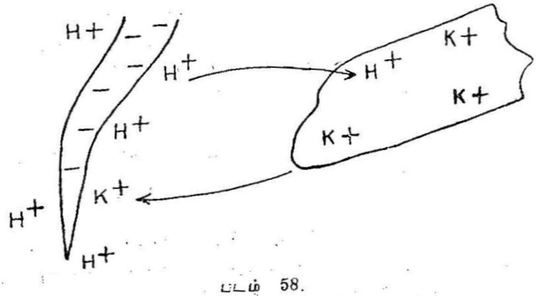
கரைதல் (Solution)

வேதியியல் சிதைவில் கரைதல் பெரும்பங்குகொண்டுள்ளது. சில கனிமங்கள் நீரில் கரைந்து விடுவதால் உகலியக்கம் விரைவாக்கப்படுகிறது. சுத்தமான நீரில் ஒருசில கனிமங்களே கரைகின்றன ; ஆனால் கரியமிலவாயு சேர்ந்த கார்பானிக் அமில நீரில் பல கனிமங்கள் கரைகின்றன. ஆனால் கரியமில வாயு சேர்ந்த கார்பானிக் அமிலநீரில் பல கனிமங்கள் கரைகின்றன. கேல்சைட் ($CaCO_3$) சுத்தமான நீரில் சிறிதே கரையும். ஆனால் கார்பானிக் அமிலம் இதை கேல்சியம் பைகார்பொனேட்டாக மாற்றிவிடுகிறது. இப்புதிய வேதியியம் நீரில் வெகுவிரைவில் கரைகிறது. இவ்வாறு பாறையில் இருந்து பல உறுப்புக்கள் பிரிக்கப்படுவதால் பாறைதளர்ந்துவிடுகிறது

கரைதலை வேதியியல் சிதைவில் சேர்க்காமல் நிலநீர் இயக்கத்தில் சேர்ப்பதும் உண்டு.

தாவரங்களின் வேதியியல் இயக்கம்

கரைவுப் பகுதியில் (zone of leaching) தாவரங்கள் நீரைச் சேமிக்கின்றன. இதனல் அழுவ அமிலங்களும் (húmic acids) கிருமிகளும் (bacteria) உண்டாகின்றன. தாவர வேர்கள் ஆர்த்தோ கிளேசைகளியாக மாற்றுகின்றன. தாவர வேர்கள் வெளிவிடும் கரியமில வாயு (CO_2) ஈரத்துடன் சேர்ந்து கார்பானிக் அமிலத்தை உண்டாக்குகிறது. கார்பானிக் அமிலத்தில் இருந்து வெளியாகும் ஹைட்ரோஜன மின்னணுக்கள் (ions) வேதியியல் சிதைவை அதிகரிக்கின்றன.



படம் 58.

$$H_2O + CO_2 \longleftrightarrow H_2CO_3$$
$$H_2CO_3 \longleftrightarrow H^+ + HCO_3$$

தாவரவேர் எதிர்மின்னூட்டம் உடையது. ஆர்த்தோகிளேஸ் துணுக்கு நேர்மின்னூட்டம் உடையது. வேரின் அருகேயுள்ள ஹைட்ரோஜன் மின்னணு ஆர்த்தோகிளேஸ் கனிமத்தின் ஒரு பொடாசியம் மின்னணுவின் இடத்தையும், அங்கிருந்து பெயர்ந்த பொடாசியம் மின்னணு வேரின் அருகே இருந்து பெயர்ந்த ஹைட்ரோஜனின் இடத்தையும் அடைவதால் சிதைவு ஆரம்பிக்கிறது. பொடாசியம் செடிக்கு உணவாகிறது ஹைட்ரோஜன் கனிமத்திலுள்ள ஆக்சிஜனுடன் கலந்து வெண் களியை உண்டாக்குகிறது.

உகலியக்க வேகத்தையும் பண்பையும் பாதிக்கும் ஆக்கக் கூறுகள்

1. பாறை வேதியியச் சேர்வு (Composition) : மாறுபட்ட வேதியியச் சேர்வுடைய பாறைகள் உகலியக்கத்தால் வெவ் வேறு விதமாக பாதிக்கப்படுவதைக் காணலாம். குவார்ட்ஸ் மிகவும் நிலையான கனிமமாதலால் இதையே பெருமளவில் கொண்ட குவார்ட்சைட் போன்ற பாறைகள் எளிதில் சிதைவ தில்லை. கிரேனைட் எல்லாவிதமான வெப்பதட்ப நிலைகளிலும் விரைவில் சிதைவுறுகிறது. மழை மிகுந்த நிலப் பகுதிகளில் பெல்ஸ்பார் சிதைந்து களியாகிறது; பாலை நிலத்தில் பெல்ஸ்பார் துகள்களும் தனித்தனியாகப் பிரிந்து உதிர்ந்துவிடுகின்றன.

போதிய அளவு நீர் இருக்குமானால் சுண்ணப் பாறைகள் கரைந்துவிடுகின்றன. முதலில் பாறையின் இடையிடையே குகைகளும், புதை குழிகளும் (Sink-holes) உண்டாகின்றன. போகப்போக சுண்ணச்சத்து கரைந்து போய்விடுகிறது; பாறையில் கலப்பாக இருந்த களிமண், மணல் போன்ற கரையாப் பொருள்கள் மட்டும் பின்தங்குகின்றன. ஆகவே மழைமிக்க இடத்தில் சுண்ணப்பாறைகள் தாழ்நிலங்களை உண் டாக்குகின்றன; ஆனால் பாலை போன்ற நிலங்களில் நில அரிப்பை எதிர்த்து நிற்கின்றன.

இதேபோல் களிமண் பாறையும் (Shale) நீர் மண்டிய நிலையில் எளிதில் மென்மையான களிமண்ணாக மாறுகிறது

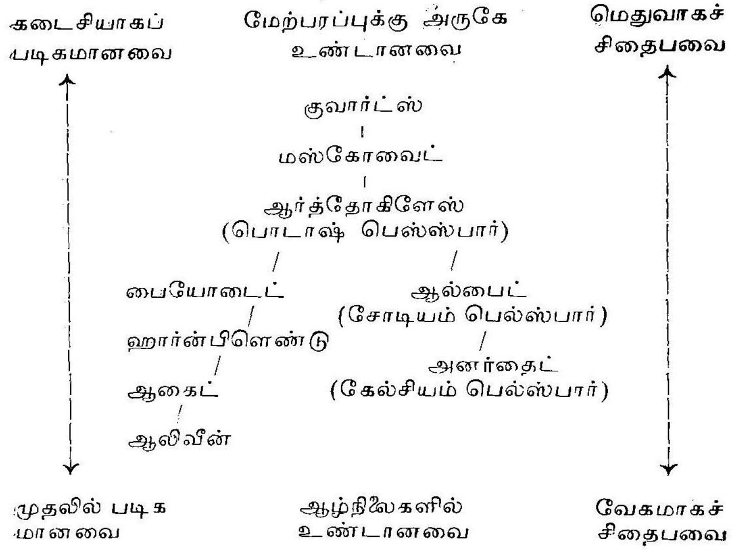
2. வெப்ப தட்ப நிலை (Climate) : வாயுமண்டலச் செயலி களால் பாறைச் சிதைவு ஏற்படுவதை வெப்ப தட்ப நிலைகள் பெரிதும் கட்டுப்படுத்துகின்றன. நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதி களில் அதிக வெப்பமும் அதிக மழையும் இருப்பதால் அங் கெல்லாம் வேதியியல் சிதைவு முக்கியமாக நடைபெறுகிறது பாலைப்பகுதிகளில் பகல் வெப்பத்துக்கும் இரவு வெப்பத்துக்கும்

வேறுபாடு அதிகமாக இருப்பதால் பாறைச் சிதைவு முக்கிய மாக பாறை விரிவதாலும் சுருங்குவதாலும் நடைபெறுகிறது. மிதமான வெப்ப-தட்ப நிலையுள்ள பகுதிகளில் வேதியியல் சிதை வும், பௌதிகச் சிதைவும் கலந்தாற்போல் நடைபெறுகின்றன. நீர் பனியாவதும் உருகுவதுமாக மாறிமாறி நிகழும் பனிக்கட்டி இயக்கத்தால் (Frost action) விளையும் சிதைவு முக்கியமானது.

3. நிலமேற் கூற்றியல் (Topography): பல காரணங் களால் உயரமான மட்டங்களும், செங்குத்தான சரிவுகளும் பொதுவாக உகலியக்கத்தை ஊக்குவிக்கின்றன. உயரம் அதி கரிக்க அதிகரிக்க சராசரி வெப்பம் குறைகிறது. ஆகவே வெப்ப நாடுகளிலும், உயரமான மலையுச்சிகளிலும் பனிக்கட்டி இயக்கம் நிகழ்கிறது. உயரமான மலைகளில் பருவகால வெப்ப வேறுபாடும், பகல் இரவு வெப்ப வேறுபாடும் மிகுதியாக இருப் பதால் பாறைகள் விரிவதாலும் சுருங்குவதாலும் சிறுகச் சிறுக கட்டிழக்கின்றன. தளர்த்தியாக்கப்பட்ட பாறைத் துண்டுகள் (உகுபாறை) கீழ்வாட்டாக விழுவதற்கும், உருண்டு சரிந்து செல்வதற்கும், நீரால் அடித்துக்கொண்டு செல்லப்பட்டு கீழ் மட்டங்களை அடைவதற்கும் செங்குத்தான மலைச்சரிவுகள் நல்ல வாய்ப்பு அளிக்கின்றன. இவ்வாறு புதுப்புதுப் பாறைப் பரப்புகள் மேற்கொண்டு வானிலையின் உகலியக்கத்துக்கு ஆளாக்கப்படுகின்றன. மலையின் உயரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க பெய்யும் மழையும் அதிகமாவதால் வேதிநீர்வயச் சிதைவும் மேலோங்குகிறது.

கனிமப் பிறப்புக்கும் கனிமச் சிதைவுக்குமுள்ள உறவு :

மிகுந்த வெப்பமும் அழுத்தமும் உள்ள ஆழ்நிலைகளில் உண்டான கனிமங்கள் குறைந்த வெப்பமும் அழுத்தமும் உள்ள மேற்பரப்பில் எளிதில் நிலை குலைகின்றன. எடுத்துக் காட்டாக ஆலிவீன் மேற்பரப்பில் எளிதில் சிதைந்து விடுகிறது. மேற்பரப்புக்கு அருகே குறைந்த வெப்பத்திலும் அழுத்தத் திலும் உண்டாகக் கூடிய குவார்ட்ஸ் எளிதில் சிதைவதில்லை. இக்கருத்தை கீழே காணும் சொல் விளக்கப் படத்தால் தெளி வாக்கலாம்.



உகலியக்க விளைவுகள்

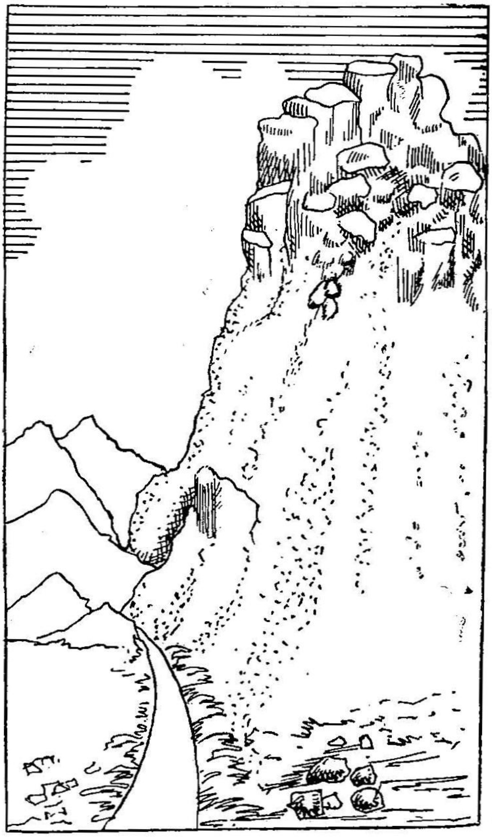
மலையடி உகுப்பு (Talus or Scree)

செங்குத்தான மலைச் சரிவில் உடைந்த பாறைகள் உதிர்ந்து விழுந்து குவிகின்றன. அல்லது உருண்டோடி வந்து சேரு கின்றன, அல்லது நீரால் அடித்துக் கொண்டு வரப்பட்டு படி கின்றன. மேன்மேலும் புதிய பாறைப் பரப்புக்கள் உகலியக் கத்துக்கு ஆளாகின்றன. மலையடிவாரத்தில் உகுபாறைக் குவியல் நாளுக்கு நாள் பெருகுகிறது. மலையடி உருப்பின் குறுக்குத் தோற்றம் மேற்புறம் குழிவான வளைவுபோல் காணப் படும். இதன் மேல்பக்கம் அங்குள்ள பெருந்துண்டுகள் எவ் வளவு செங்குத்தாகச் சரிந்து கிடக்க முடியுமோ அவ்வளவு செங்குத்தாகச் சரிந்து இருக்கும்.

மண் ஊர்தல் (Creep)

செடி கொடிகள் வளர்ந்துள்ள மண் அல்லது தளர்த்தியான பாறையாலான மிகக் குறைந்த சரிவுடைய தரையின் மேற் பரப்பு புலப்படாத அளவுக்கு மெதுவாக ஊர்ந்து கீழ்நோக்கிச் செல்வதை மண் ஊர்தல் எனலாம். இதில் தாவரங்களும் மண் ணோடு சேர்ந்து ஊர்ந்து செல்கின்றன. புவி ஈர்ப்பே இதன் முக்கிய விசையாகும்.

பனி உறையுமளவுக்குக் குளிர்ந்த குளிர்காலத்தையுடைய நிலப் பகுதகளின் மண் போர்வையின் புரைகளிலுள்ள நீர்



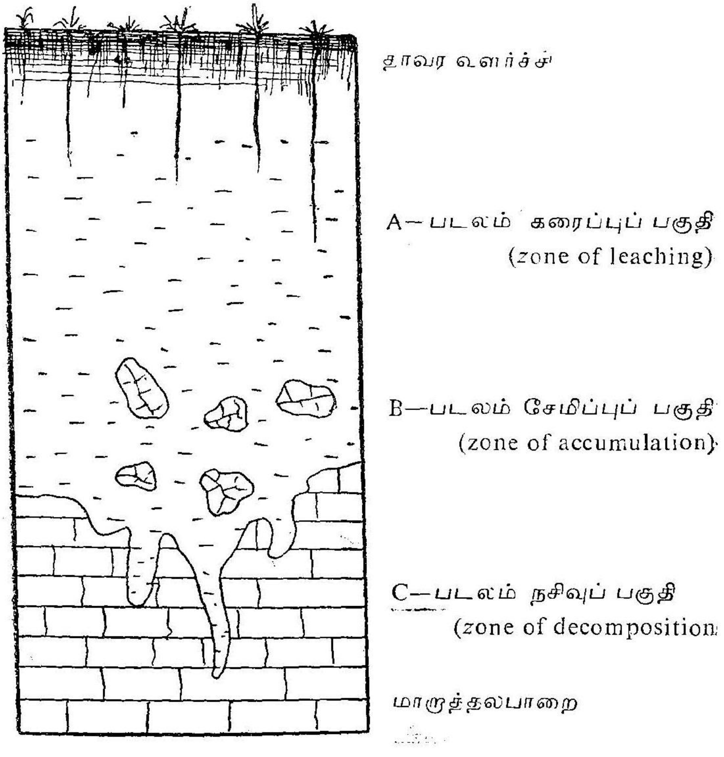
படம் 59.

உறையும் போது மேற்பரப்பு சரிவுக்கு நேர் குத்தாகப் பருத்து மேலெழுகிறது. இதற்கு பனிஎறிவு (Frost heaving) என்று பெயர். பனி உருகும் போது சரிவின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் முன்னிலைக்குத் திரும்பாது நேர் கீழ் வாட்டாக விழுகின்றன. வெறும் வெப்பத்தால் ஏற்படும் விரிவும் இவ்வாறே துகள்களைச் சரிவின் கீழ் ஊர்ந்து செல்ல வைக்கிறது.

சாய்வுடைய பாறை வெளிப்புக்கள் (dipping outcrops. சரிவின் பக்கம் சாய்வதால் உண்டாகும் முனை ஊர்தல் (Terminal creep) நில உள்ளமைப்பை மாற்றிக் காட்ட வல்லது. இதைப் பற்றி சரிவுகளைப் பற்றிய (Landslides) பகுதியில் காண்க.

நிலச் சறுக்கங்கள் (Landslide)

பெரும் சேதம் விளைவிக்கும் நிலச் சறுக்கங்கள் மலைப் பக்கங்களை எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதைப் பற்றி படத்தில் காண்க.



படம் : 60. மண் சாயல்(Soil-profile)

உகலியக்கத்தால் உண்டாகும் பயன்

புலன் நீங்காச் சிதைவு மண்

உகலியக்கம் பாறைகளை உடைத்து உதிரியான திரளைகளாகவும், களிமண்ணுகவும், கலப்பு மண்ணுகவும் மாற்றிவிடுகிறது. இவ்வாறு மாற்றப்பட்ட பொருள்களைப் பாறைப் போர்வை (rock mantle) என்பர். பல இடங்களில் பாறைப் போர்வை உண்டான இடத்தில் அப்படியே புலன் நீங்காது இருப்பதைக் காணலாம். இதற்குப் புலன் நீங்காப் பாறைப் போர்வை (residual mantle) என்று பெயர். பாறைப் போர்வை இடம் பெயர்ந்து விட்டாலும் சில பெரிய பாருங்கற்கள் புலம் நீங்காத் திரளைகள் (residual boulders) என்பர்.

மண் (Soil)

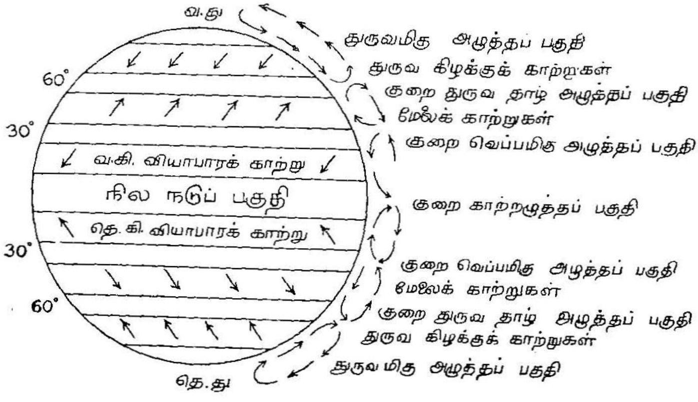
பாறைப் போர்வைக்கும் (mantle) மண்ணுக்கும் வேற்றுமை உண்டு. தாவரங்கள் வேர்கொண்டு செழிக்குமளவுக்கு உதிரியாகவும், சிதைவுற்றும், மாற்றப்பட்டுமுள்ள போர்வைப் பகுதியையே மண் என்று குறிக்க வேண்டும். நல்ல மண் மிகவும் மெதுவாகவே உண்டாகிறது. மண்ணைக் காப்பது மனிதனைக் காப்பதை விட உயர்ந்த பணி.

காற்றின் வேலை

நில நடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில் சூரிய வெப்பம் அதிகமாக உள்ளது. ஆகவே அங்குள்ள காற்று விரிவடைகிறது. இதனுல் அழுத்தம் குறைந்து தரையைவிட்டு மேலெழுகிறது. துருவ முனைப் பகுதிகளில் காற்று குளிர்ந்த நிலையில் இருக்கிறது. ஆகவே அழுத்தம் அதிகமாகித்தரையை நோக்கி அழுத்திய வாறு உள்ளது. நில நடுக் கோட்டுக்கு 30° வடக்கிலும் தெற்கிலும் உள்ள குறை-வெப்பப் பகுதியில் (sub-tropical) காற்று அழுத்தம் அதிகமாக உள்ளது. நில நாடுக் கோட்டுக்கு 60° வடக்கிலும் தெற்கிலும் உள்ள குறை துருவப் பகுதியில் (sub-polar) காற்று அழுத்தம் குறைவாக உள்ளது. அழுத்தம் அதிகமான பகுதியில் இருந்து அழுத்தம் குறைவான பகுதியை நோக்கி காற்று வீசுகிறது. இவ்வாறு வீசும் காற்றின் திசையை பூமியின் சுழற்சி சிறிது மாற்றிவிடுகிறது. இதற்கு கோரியோலி விளைவு (Coriolis effect) என்று பெயர். இவ்விளைவின் பயனுக வடகோளத்தில் காற்ரேட்டம் (நம் பார்வை காற்ரேட்டத் திசைக் குறியோடு இயைந்திருக்கையில்) வலது புறமாகவுத்

தென்கோளத்தின் இடதுபுறமாகவும் திரும்புகிறது. காற்றோட்டம் மட்டுமல்லாது பறக்கும் பொருள்கள் (பறவை, விமானம், ஓரளவுக்கு ஓடும் ஆறுகளும் கார்களும்கூட) அனைத்துமே இவ்வாறு தத்தம் பாதையில் சற்று திரும்புகின்றன.

காற்று எத்திசையிலிருந்து வீசுகிறதோ அத்திசையின் பெயரை அதற்கு இடுவது வழக்கம். எடுத்துக்காட்டாக மேலைக்காற்று மேற்குத் திசையிலிருந்து வீசும் தென்றலும் வாடையும் கூட நினைவுக்கு வரும்.



படம் 61.

பாலைகள் (Deserts)

நில நடுக்கோட்டை நோக்கி வீசும் காற்று வெப்பமடைவதால் அதிக அளவு நீரை ஏந்திக் கொள்ளும் ஆற்றலைப் பெறுகிறது. காற்று குளிர்ச்சியடைய நேரும்போது அதன் நீர் பெருமழையாகப் பெய்கிறது. ஆனால் குளிர்ச்சியடையக் கூடிய வானிலை இல்லாத பகுதிகளில் மழை பெய்வதில்லை. ஆகவே 30° கிடைக்கோடுகளுக்கு இடையே பல பாலை நிலங்கள் உள்ளன. (எ. கா. ஆஸ்திரேலியா, ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, தெ. மே. வடஅமெரிக்கா). மற்றும் மித வெப்பப் பகுதிகளிலும் (temperate zone), கடலுக்கு வெகுதூரத்திலுள்ள உள் நிலத்திலும் கடல் காற்றைத் தடுக்கும் பெருமலைத் தொடர்களின் உள்—நில அடிவரங்களிலும் (எ. கா. நடு ஆசியா, வட அமெரிக்கா) பாலைகள் உள்ளன. இப்பாலைகளில் குளிர் காலம் கடுமையாக இருக்கும். காற்றின் வெப்பம் கடல் நீரோட்டங்களினால் மாற்றப்படுவதாலும் நிலத்தின் வெப்ப தட்ப நிலை மாறு

படுவதுண்டு. இவற்றைப்பற்றி புவியியல் (Geograhy or Earth Science) நூல்களின் விவரம் காண்க.

காற்றினுல் பொருள்கள் இடம் பெயர்தல்

காற்றியக்கத்தால் தரையினருகேயுள்ள பொருள்கள் அதிகமாக இடம் பெயர்வதில்லை; சற்று உயரமான இடத்தில் தான் வேகமாக இடம் பெயர்கின்றன. நிலப்பரப்பைத் தொட்டாற் போலுள்ள படலத்தில் காற்றின் திசை வேகம் சுன்னம் தரையில் சிறியதும் பெரியதுமான கற்துகள்கள் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அப்போது துகள்களின் சராசரி விட்டத்தில் 30 ல் ஒரு பாகத்துக்கு ஈடான ஆழம் வரை காற்றினுல் ஒரு வித இடப் பெயர்ச்சியும் நிகழ்வதில்லை. அதாவது சுமார் 30 மி. மீ. விட்டமுடைய கற்களின் அடியிலுள்ள 1 மி. மீ, விட்டமுள்ள மணல்கள் காற்றினுல் நகர்த்தப்படுவதில்லை காற்ருேட்ட வேகங்கள் நீரோட்ட வேகங்களைவிட அதிகமாக இருந்தாலும் சுழலலை ஓட்டங்கள் (Turbunlence) அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இதனுல் சிறு சிறு துகள்கள் கடத்தப்படுவதை மேலெழும் அசைவு பாதிக்கிறது.

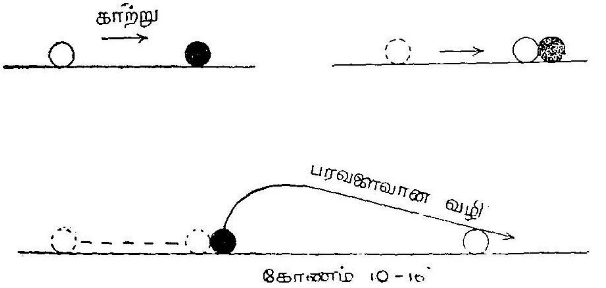
புழுதிப் புயல்களும் மணல் புயல்களும்

காற்றினுல் அடித்துச் செல்லப்படும் பொருள்கள் இருவகைப்படும். இவற்றை மணல்கள் என்றும் புழுதி (Dust) என்றும் கூறலாம். 0·06 மி. மீட்டருக்கும் குறைவான விட்டமுடைய பாறைத்துணுக்குகளை துகள் அல்லது புழுதி எனலாம். பொதுவாக 0·15 முதல் 0·30 மி.மீ. விட்டமுடைய மணல்களையே காற்று அடித்துச் செல்லும்.

புழுதிப் புயல்கள் புழுதியைப் பல்லாயிரம் அடி உயரம் வரை தூக்கிச் செல்கின்றன. மணற் புயல்கள் மணல் மணிகளை ஒரு மீட்டர் உயரம் வரை தூக்கிச் செல்கின்றன. அதற்கும் மேலான உயரங்களில் காற்று தெளிவாகவே காணப்படும்.

நீரின் சுழலலையால் மணல் மணிகளை ஆற்றின் படுகையிலிருந்து தூக்கமுடியும். ஆனுல் காற்றின் சுழலலையால் புழுதியைத் தரையிலிருந்து தானுகத் தூக்க முடியாது. ஒரு துகள் மற்ருென்றின் மேல் பட்டு மேலே குதித்தெழுந்த பிறகே அதைக் காற்று தூக்கி எடுத்துச் செல்கிறது, காற்ருேட்டத்க்குத் துகள்களை உருட்டிச் செல்லும் ஆற்றல் உண்டு.

மணல் படிவின் $\frac{1}{5}$ பாகம் உருண்டு இடம் பெயர்கிறது. மற்ற $\frac{4}{5}$ பாகம் துளும்பலால் (Saltation) இடம் பெயர்கிறது. புழுதி தட்டி மேலெழுப்பப்பட்ட பிறகே இடம் பெயர்கிறது. 0·03 மி. மீ. விட்டத்துக்கும் குறைந்த விட்டமுடைய புழுதியைக்



படம் 62.
துளும்பல்

காற்றின் சுழலலையால் மட்டும் தூக்க முடிவதில்லை. மணிக்கு 40 முதல் 80 கி. மீ. வேகத்தில் மேலிருந்து கீழாகக் குத்தும் காற்றோட்டத்தால் புழுதியைச் சிலுப்ப முடியும்.

1901 ஆம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் வீசிய புயல்காற்று அல்ஜீரியா பாலையிலிருந்து 1·75 மில். டன் புழுதியை 3200 கி. மீ. தூரத்திலுள்ள ரஷ்ய சமவெளிகளுக்கு எடுத்துச் சென்றது.

காற்றினால் தேய்க்கப்பட்ட மணற்துகள் மணிபோல் உருட்சி பெற்றுள்ளதால் 'தினை-மணல்" (Millet-seed) எனப் படுகிறது. ஆற்றடி மணல் இவ்வளவு சீராக உருட்சி பெறுவதில்லை.

காற்றினால் ஏற்படும் நில அரிப்பு

காற்று இரண்டு விதமாக நிலத்தை அரிக்கிறது : (1) தேய்வு அல்லது உராய்வு (Abrasion) அரிப்பு. (2) ஊதிப் பெயர்த்தல் (Deflation).

உராய்வு அரிப்பு :

காற்றினால் ஓட்டப்படும் துகள்கள் ஒன்று மற்றொன்றின் மேலும், கூழாங் கற்களின் மேலும், பாறைப் பரப்புக்களின் மேலும் மோதுகின்றன. இதனால் துகள்கள் அரைக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் மேற்பரப்பு தேய்ந்து மழுங்குகிறது. கூர்

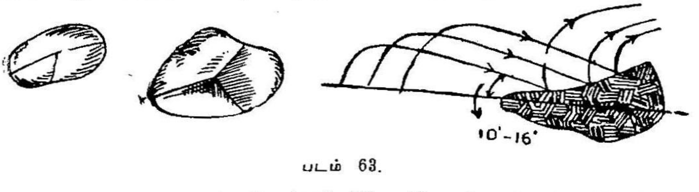
முனைகள் உடைவதால் புதிய துணுக்குகள் உண்டாகின்றன நீரோட்டத்தில் பாறைத் துணுக்குகள் கருவிகளைப்போல் பயன் படுவதைப் போலவே காற்றோட்ட அரிப்பிலும் செயப்படு கின்றன.

பாலைவனத்திலுள்ள வீடுகளின் சாளரக் கண்ணுடிகளும் மணற்புயலில் அகப்பட்டுக்கொண்ட மோட்டார் கார்களின் கண்ணுடிகளும் மணல் தோய்ந்த காற்றினல் அரிக்கப்பட்டு ஒளிபுகு தன்மையை இழக்கின்றன பாலைவனத்திலுள்ள தொலைபேசிக் கம்பிக் கம்பங்களின் அடிப்பாகங்கள் காற்றினல் அடித்துச் செல்லப்படும் மணற்துகள்களால் அரிக்கப்பட்டு மெலிகின்றன.

வரண்ட வானிலையும், தாவரங்கள் இல்லாத பொட்டலான நிலையும், இடைவிடாது வீசும் வலிவான காற்றும், கடினமான மணற்துகள்களும், மென்மையாகவும் தளர்த்தியாகவும் உள்ள பாலை நிலங்களும் காற்றரிப்பை ஊக்குவிக்கின்றன.

உராய்வினல் ஏற்படும் காற்றரிப்பு காற்றோட்ட வேகத்தையும், காற்றினல் வீசப்படும் மணல் துணுக்குகளின் கடினத் தன்மைக்கும் பாறைகளின் கடினத் தன்மைக்குமுள்ள வேற்றுமையையும், துகள்களிடையே மோதல் எத்தனைமுறை நடக்கிறது என்பதையும் பொறுத்துள்ளது.

காற்றரிப்பு நிகழக் கூடிய நிலத்தின்மேல் நெடுங்காலமாகக் கிடந்த கல்லின் காற்றை எதிர்க்கும் பக்கம் தட்டையாகத் தேய்த்து மழுக்கப்படுகிறது. காற்றோட்டம் திசை மாறுவதாலோ, கற்களின் நிலை மாறுபடுவதாலோ ஒன்றுக்கும் மேற் பட்ட தட்டையான தேய்வு முகங்கள் ஏற்படுகின்றன. பொது

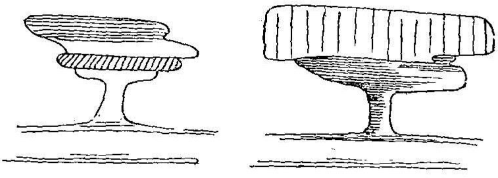


படம் 63.

வாக இவற்றை காற்றரி கற்கள் (Ventifacts) என்பர். இவற்றில் ஒரு முகக்கல் (Einkanter), மும்முகக்கல் (Dreikanter) ஆகியவையும் உள்ளன. மணல் மணிகளின் தாக்குதலே இதற்கு முக்கிய காரணம்.

கடினமான பாறைப்படிவும் மென்மையான பாறைப் படிவும் மாறிமாறியுள்ள பாலைப் பகுதியில் கத்தி போன்ற கூர் முனைகளைக் கொண்ட உச்சிகளையுடைய நீளமான உயர்ச்சி களும் படகுபோல் குழிவான நீளமான பள்ளங்களும் இணை இணையாகக் காணப்படுகின்றன. துருக்கிஸ்தானத்தில் மிகுதி யாகக் காணப்படும் இப்பாலைக் காட்சிக்கு யார்டாங்கு (Yardang) என்று பெயர். இப்பள்ளங்கள் காற்றோட்டத் திசைக்கு இணை யாக நீண்டுள்ளன. பள்ளங்கள் சுமார் 7 மீட்டர் ஆழம் வரை உள்ளன. இது மணல் தோய்ந்த காற்றின் அரிப்பால் உண் டாகும் ஒரு நிலக்காட்சி.

நாய்க் குடைகளைப் போல் உருவம் கொண்ட திண்ணைப் பாறைகளை சில பாலைகளில் காணலாம். இவை கடினமான தட்டைப் பாறைகளை மேற்பலகைகளாகக் கொண்டுள்ளன. கீழுள்ள சமகிடைப் படிவுகள் காற்றரிப்பினால் குறுகிய தண்டு போல் தேய்ந்துள்ளன. காற்றரிப்பு மட்டுமல்லாது பாறை



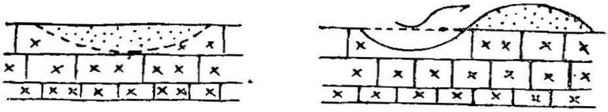
படம் 64.

அடுக்குப் படலங்களின் வேறுபட்ட கடினத்தன்மையும் இத்தகைய உருவங்களை உண்டாக்குவதற்கு உதவியுள்ளன. இவற்றை திண்ணைப் பாறைகள் (Pedestal rocks) என்பர்.

ஊதிப் பெயர்த்தல் (Deflation)

காற்று நிலத்திலுள்ள உதிரியான மணலையும் உலர்ந்த மண்ணையும் அடித்துக்கொண்டு போய்விடும். கெட்டியான பாறைகளையும், தலப் பாறைகளையும் மட்டுமே காற்றினால் நகர்த்தமுடியாது. சுண்ணவய பற்றுக் காரையுடைய மணற் பாறையின் சுண்ணச்சத்து மழைக் காலத்தில் கரைக்கப்பட்டு விடும். இதனால் தளர்த்தியாக்கப்பட்டுள்ள மணல் துகள்களைக் கோடையில் வீசும் காற்று ஊதி இடம் பெயரச் செய்யும். இவ் வாறு உகலியக்கத்தால் சிதைவுறும் மென்மையான பகுதிகளி லுள்ள மண்ணைக் காற்று ஊதிப் பெயர்த்து விடுவதால் வடி நிலம் போன்ற பள்ளங்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றை ஊது குழிவு (Blow out) எனலாம்.

உடைந்த பாறைகளின் மேல் தங்கி இருந்த மணணும் மணலும் காற்றினுல் இடம் பெயர்ந்து சென்று விட்டதால்



படம் 65

பாறைத் துண்டுகள் மட்டும் கிடக்கும் வரண்ட இடத்துக்கு பாறைப்பாலை (Hamada) என்று பெயர்.

காற்றரிப்பினுலும், மற்ற பலவித உகலியக்கங்களினுலும் உண்டான வரண்ட நிலக்காட்சிகளைப் பற்றி தனியே காண் போம்.

காற்றினுல் உண்டாகும் படிவுகள்

லெஸ் (Loess)

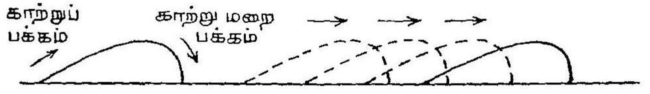
லெஸ் காற்றினுல் படியும் ஒருவகை சுதைவய வண்டல்; இது சுதைவய குறுமண் (Loam) போன்றது; மஞ்சள் நிற முடையது. இதன் துகள்கள் வண்டல் மண் துகளுக்கும் சம மான நொய்ம்மை உடையன. துகள்கள் கோண வயமானவை. லெஸ் படிவு அடுக்கமைப்பு வாய்ந்ததல்ல. ஒரு சில செ. மீ. முதல் 10 மீட்டர் வரை தடிப்புடைய படிவுகள் காணப்படு கின்றன. நீர்ப்பாசன வசதி இருந்தால் இது செழிப்பான மண்ணுகிறது. வரண்ட இடங்களில் உகலியக்கத்தால் எளிதில் பாதிக்கப்படுவதில்லை. நீரினுல் அரிக்கப்பட்டோ அல்லது செயற்கையாக வெட்டப்பட்டோ உள்ள பள்ளங்களின் சுவர்கள் செங்குத்தாக நிற்கின்றன.

சிலவகை லெஸ் படிவுகள் முதன் முதலில் பனியாற்றினுல் ஆக்கப்பட்ட பாறைத் துகள்களாக இருந்திருக்கலாம். வட சீனுவிலும், ஆசியாவின் வரண்ட நடுப்பகுதிகளின் ஓரங் களிலும் நல்ல லெஸ் படிவுகள் உள்ளன. ரஷ்யாவிலுள்ள கரிசல் மண் தாவரச்சத்து கலந்த லெஸ் வகையிலொன்று. இத் தகைய கருப்பு லெஸ் வகைகள் நடு ஐரோப்பாவிலும், நடு அமெரிக்காவிலும் கூட காணப்படுகின்றன.

எக்கர் (Dune) :

இடுமணல். மணற்குன்று என்னும் பெயர்கொண்ட எக்கர் தமிழ்நாட்டுத் தெற்குக் கடற்கரையோரங்களில் காணப்படு

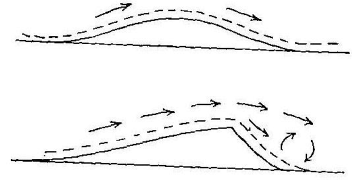
கின்றன. கடற்கரைகளிலும், பாலை நிலங்களிலும், மணற் பரப்புக்கள் உள்ள எல்லா இடங்களிலும் காற்றோட்டத்தால் மணல் அலைபோல் மேடிட்டுக் குவிந்து பரவுவது இயற்கை. காற்றினால் அடித்து உருட்டப்படும் மணற் துகள்களின் போக்கில் கல், புதர் அல்லது சிறுமேடு குறுக்கிட்டுத் தடையாக நின்றால் அவை அங்கேயே விழுந்து குவியத் தொடங்குகின்றன, சிறு தடை பெரு மேடாக வளர்கிறது. மணல் உருண்டு மேட்டின் மேல் ஏறுவதும் மறுபுறம் சரிவில் சொரிவதுமாக இடைவிடாமல் நடப்பதால் மணற்குன்று ஓரிடத்தில் நில்லாது இடம் பெயர்ந்தவாறே உள்ளது.



படம் 66.

காற்றுப் பக்கமாக உள்ள மணல் சரிவின் மேல் உருண்டு சென்று காற்று மறையும் பக்கச் சரிவில் விழுகிறது. இவ்வாறு ஒரு புறத்திலுள்ள மணல் மறுபுறம் சென்று விடுவதால் எக்கர் ஏகுகிறது. ஆனால் இதற்கு காற்றோட்டம் இடைவிடாது ஒரே திசையில் இயங்கியவாறு இருக்க வேண்டும்.

காற்று-மறை பக்கத்தில் சரிவு செங்குத்தாக இருப்பது ஏன்? காற்றுப்பக்கத்தில் காற்றோட்டம் குறுகுவதால் மணல் செறிவடைகிறது. ஆனால் காற்று-மறை பக்கத்தில் காற்று விரிவடை



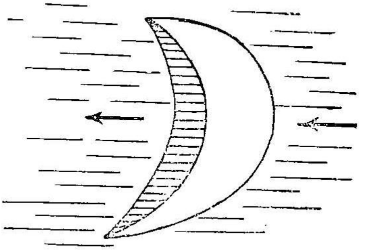
படம் 67.

வதால் அகல்வு ஏற்பட்டு மணல் கீழே விடப்படுகிறது. இவ்வாறு விழும் மணல் தன் இயல்பான குவிகோணமான 34° உள்ள சரிவை ஏற்படுத்துகிறது. ஆகவே மேன்மேலும்

சொரிவுறும் மணல் சேரச் சேர இப்பக்கத்தில் மணல்தானே சரிந்து விழுவதால் (Slip-surface) மேடு முன்னேறுகிறது.

பிறை ஏக்கர் (Barchans)

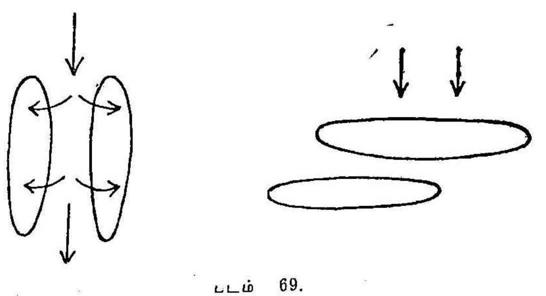
பிறை நிலாவைப்போல் உருவம்கொண்ட எக்கருக்கு 'பார்க்கன்' என்று பெயர். இது 30 மீட்டர் வரை உயர முடையது: பிறைக் கொம்புகளுக்கு இடையே 300 மீட்டர் தொலைவு இருக்கும். இது ஆண்டுககு 8 மீட்டர் முதல் 15 மீட்டர் ஏகுகிறது. பிறை வடிவத்தின் கொம்புகள் காற்றோட் டத்திசையில் நீண்டிருக்கின்றன.



படம் 68.

காற்றோட்டம் திசைமாறுமல் வீசுவது மணல் அளவிஉ குறைந்தவாறு இருப்பது தாவரங்கள் இல்லாத நிலை, தட்டை யான நிலப்பரப்பு ஆகியவை பிறை ஏக்கர் ஆக்கத்துக்கு ஏற்ற சூழ் நிலை.

இதற்கு நேர்மாருக பரவளைவு ஏக்கரில் (Parabolicdune) பிறையின் கொம்புகள் காற்றோட்டத திசைக்கு எதிராக உள்ளன.



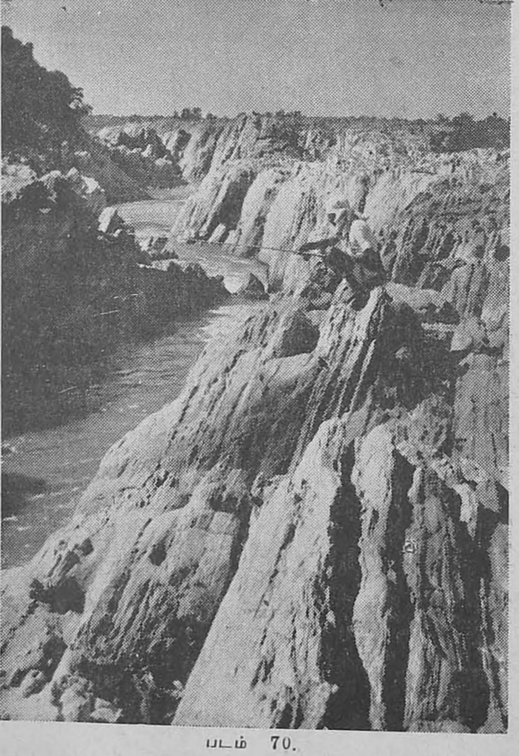
படம் 69.

காற்றோட்டத்திசைக்கு நேர் குறுக்கே நீண்டுள்ள இரு மணல் குன்றுகளுக்கு குறுக்குவாட்ட ஏக்கர் (Transverse dunes) என்று பெயர்.

மற்றும் காற்றோட்டத்திசைக்கு இணையாக நீண்டுள்ள இடுமணல் குன்றுகளுக்கு நெருக்குவாட்ட ஏக்கர் (Longitudinal dunes) என்று பெயர். இவை சில இடங்களில் 80 கி. மீ. நீளமுள்ளன. இவற்றை வாள் ஏக்கர் (Seif dunes) என்றும் கூறுவர்.

பொறியியல் நோக்கக் குறிப்பு :

பாலை மணல் இடம் பெயர்ந்து வந்து அண்மையிலுள்ள நல்ல விளைநிலங்களையும், சோலைகளையும், ஊர்களையும்கூட புதைத்து விடுவதைத் தடுப்பது ஒரு முக்கிய நிலக்காப்புப் பணியாகும் (Soil conservation).



படம் 70.

சரிவுகளின்மேல் தாவரங்கள் வேரூன்றி வளரும்படிச் செய்வதும், படல் வேய்வுகளைப் (Thatchings) பொருத்தி

வைப்பதும் முக்கிய தடுப்பு முறைகள். காற்றுத் தடைகளாக செடிகளை வளர்ப்பதும் உண்டு.

பாலைப்பகுதிகளில் மணற்குன்றுகளின் அடியில் பெரு மளவு நிலநீர் இருப்பதுண்டு. மணலைத் தேக்கங்களைக் கொண்ட பாறைப்படிவுகளும் பாலைகளுக்கு அடியில் உள்ளன.

பாலைக் காட்சி தற்காலக் காட்சியாகும். பாலையின் அடித் தளப் பாறைகள் பண்டைய நிலப் பொதியியல் நிலைகளை உள்ளடக்கியிருப்பதை இவை மறைத்துள்ளன என்பதை மறக்கக்கூடாது.

ஆறுகளின் வேலை

பொதுவாக ஓராண்டில் 25 செ. மீட்டருக்கும் (10 அங்.) குறைவான மழை உள்ள இடத்தை பாலைநிலம் என்றும், 25 முதல் 50 செ மீ. மழை பெய்யும் இடத்தை குறை-பாலை என்றும், 50 செ. மீட்டருக்கும் அதிகமான மழையுள்ள இடத்தை ஈரமான நிலம் என்றும் குறிப்பிடலாம்.

நிலத்தின்மேல் பெய்யும் மழைநீரில் ஒருபகுதி மேலாக வடிந்து (run-off) ஆறுகளில் கலந்து முடிவில் கடலை அடை கிறது. மற்றொரு பகுதி நிலத்தினுள் ஊறிச் செல்கிறது. (infiltration); பிறிதொரு பகுதி ஏரிகளிலும் குளங்களிலும் சேமிக்கப்படுகிறது; ஒரு பகுதி ஆவியாக மாறியோ (Evaporation) அல்லது தாவரங்களினால் உபயோகப்படுத்தப் பட்டோ (Transpiration) செலவாகிறது.

ஒருகன மீட்டர் நீரின் எடை சுமார் 910 கிலோகிராம் (2205 பவுண்டு). நீரோட்டத்தின் வேகத்துக்கும் சுமக்கும் தன் மைக்கும் உள்ள உறவுகளை கீழ்வருமாறு குறிப்பிடலாம் :

மணிக்கு 0·3 கி. மீ. (0·2 மைல்) ஓடும்நீர் களிமண்ணைச் சுமந்து செல்லும்.

மணிக்கு 0·8 கி. மீ. (0·5 மைல் ஓடும்நீர் மணலைக் கொண்டு செல்லும்.

மணிக்கு 1·6 கி. மீ. (1 மைல்) ஓடும்நீர் சிறு கூழாங்கற்களை எடுத்துச் செல்லும்.

மணிக்கு 3·2 கி. மீ. (2 மைல்) ஓடும்நீர் 5 செ. மீ கூழாங்கல்லை அடித்துச் செல்லும்.

மணிக்கு 8 கி. மீ. (5 மைல்) ஓடும்நீர் சிறுபாறைத்
திரள்களை உருட்டிச் செல்லும்
ஓடும் வேகம் இரட்டித்தால் சுமக்கும் திறன் 64 மடங்கு
அதிகரிக்கிறது
ஓடும் வேகம் மும்மடங்கானால் சுமக்கும் திறன்
729 மடங்கு அதிகரிக்கிறது.

I. ஆற்றியல் செயன் முறைகள் (Fluvial Processes).

நில அரிப்பு (Erosion) ஆறுகள் செய்யும் அழிவுவேலை.
வண்டல் படிதல் (Deposition) ஆறுகள் செய்யும் ஆக்கவேலை.

நீரினால் பொருள்கள் நேரடியாகத் தூக்கப்படுவதை நீரியக்கவினை என்றும் (Hydraulic action) கலுழ் ஓட்ட (Turbulent) நீரினால் மேலெழுப்பப்பட்டு தாமாக விழுவதை துளும்பல் (Saltation) என்றும் குறிப்பிடலாம். இதல்லாது பொருள்கள் ஆற்றோட்டத்தினால் உருளுவதும் சறுக்கிச் செல்வதும் உண்டு.

ஆற்றுநீர் பல வழிகளில் பொருள்களை உடைத்துத் தேய்த்து மழுக்குகிறது. தேய்த்து அரிப்பதை அரிப்பு (Abrasion or corrosion) என்றும், மோதித்தாக்கி உடைப்பதை மோதிப் பொடிதல் (Attrition) என்றும், கரைத்துச் சிறியதாக்குவதை கரைப்பு (Corrosion, solution) என்னும், நீர்க் குமிழிகள் உடைவதால் ஏற்படும் சேதத்தை குமிழ்க்குடைவு (Cavitation) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

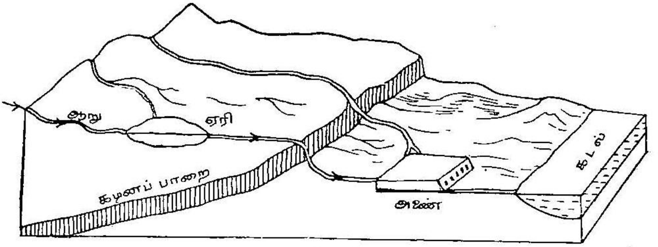
ஓடும் நீரின் நில அரிப்புத் தன்மையை கன அளவு, திசை வேகம், படுகைப் பாறை, சுமை, சாய்மானம் ஆகிய ஆக்கக் கூறுகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

நீரியக்கவினை, அரிப்பு, கரைப்பு, புடைபெயர்ச்சி (Trans portation), படிவு (Deposition) ஆகியவை ஆற்றின் முக்கிய செயல் முறைகள்.

II. ஆற்றியல் சுற்று (Fluvial Cycle).

அரிப்புத்தடை - மட்டம் (Base level) : ஆற்றின் போக்கினிடையே ஏரியோ, அணைக்கட்டோ, கடினமான பாறையோ கடல் மட்டமோ குறுக்கிடும்போது ஆற்றுநீரால் அதன் படுகையை அதற்குமேல் ஆழமாக அரிக்க முடிவதில்லை. இந்த மட்டத்தையே அரிப்புத்தடைமட்டம் என்பர்,

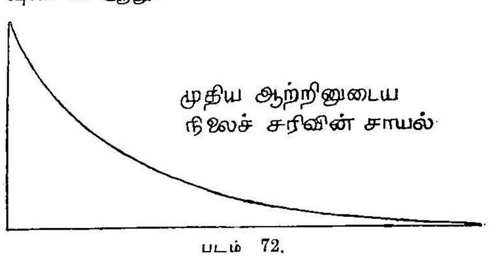
ஓடும் நீரின் இயங்காற்றல் (Dynamic energy) அரிப்புத் தடை மட்டங்களில் சுன்னமாகிவிடுகிறது; ஆனால் அதன் அடக்க ஆற்றல் (Potential energy) அதிகரிக்கிறது.



படம் 71.

நிலச் சரிவுடைய ஆறு (Graded river) :

இளமைப் பருவநிலையில் ஆற்றின் படுகை இடைவிடாமல் அரிக்கப்படுகிறது. நிலப் பெயர்ச்சிகளாலோ, வெள்ளப் பெருக்குகளாலோ பாதிக்கப்படாமல், இயல்பான முறையில், ஆறு இளமை முதல் ஓய்ந்த பருவம் வரை தன் படுகையை அரித்து வரும்போது எடுப்பான படுகைப் பகுதிகள் அரிக்கப் படுகின்றன. பள்ளமான பகுதிகள் அரிப்பு பொருள்களினால் நிரப்பப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஆற்றின் படுகை ஒரு சீரான சரிவை நிலையாக ஏற்படுத்திக்கொள்கிறது. இத்தகைய ஆறு நிலைச் சரிவுடைய ஆறு.



படம் 72.

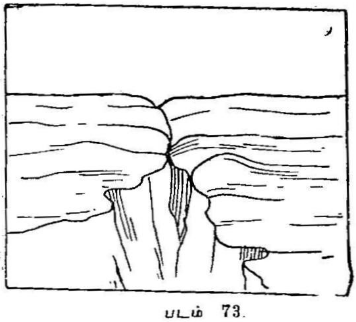
இத்தகைய ஆற்றில் எந்த ஒரு பகுதியை எடுத்துக்கொண்டாலும் அங்குள்ள நீரின் சுமை, நீரின் அளவு, படுகையின் உருவம், படுகையின் சாய்மானம் (Gradient) ஆகிய கூறுபாடுகளுக்கு இடையே சமநிலை காணப்படும்,

அரிசம நிலம் (Peneplain): மேடான பகுதிகளை ஆற்றுநீர் அரித்துத் தேய்த்துவிடுவதால் முடிவில் ஆங்காங்கு மட்டுமே

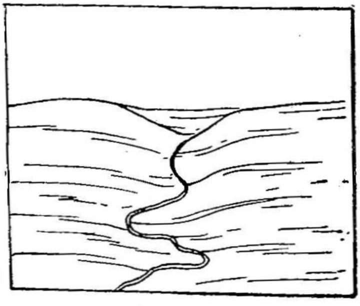
ஒருசில உயரமான மலைப் பகுதிகள் இருக்க நிலம் சமவெளி போல் மாறிவிடும். இதுவே அரிப்புச் சுற்றின் (cycle of erosion) கடைநிலை.

III. ஆற்றின் வளர்ச்சி

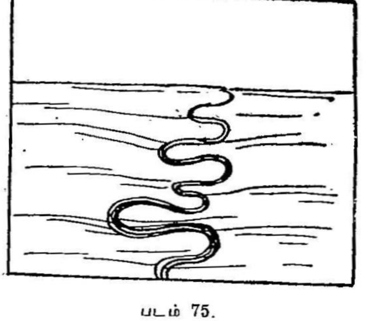
மழைநீர் சரிவுகளின்மேல் ஓடி வருகிறது; சரிவு ஆழமற்ற அறல் அல்லது நீர்க்கால்களால் (Rills) அரிக்கப்படுகிறது. நீரின் அளவு அதிகமாக இருக்கையிலும், மழைவிடாது பெய்யும்போதும் நீர்க்கால்கள் ஆழமாகி ஓடைக்கால்களாக (gulley) மாறுகின்றன. பாலைப் பகுதிகளிலுள்ள அறுகால்களில் (Rawines) மழை பெய்யும்போதுமட்டும் நீர் ஓட்டம் இருக்கும். பெரிதாகவும் ஆழமாகவும் இருக்கும் ஓடைக்கால்களை இடுக்குப் பள்ளம் (gorge) என்பர். இடுக்குப் பள்ளம் மிக ஆழமாகவும் நீளமாகவும் இருந்தால் அதற்கு ஆழ்பள்ளத்தாக்கு (canyon) என்று பெயர்.



படம் 73.



படம் 74.



படம் 75.

ஆறு தன் படுகையைத் தலைப்புறம் நோக்கி அரித்துக் கொண்டே செல்வதால் (headward erosion) வளர்ச்சியடை

	இளமை நிலை	முதிர்ந்த நிலை	ஓய்ந்த நிலை
சாயல் (Profile)	V-போன்ற உருவம் உடையது.	அகலமானது; மழுங்கியது, விரிவானது.	தட்டையானது, திறந்த வெளி போன்றது
அரிப்பு	மிகுந்த வேகமுடையது.	வேகம் குறைந்தது	இல்லை
படிவு	இல்லை	உண்டு	வெள்ளத்தின் போதும் அதன் பிறகும் மட்டும் உண்டு.
படிவுப் பொருள் பாகுபாடு	இல்லை	சிறந்தது	வண்டல் மட்டுமே படிகிறது.
போக்கு	நேரானது	சற்று வளைந்தது கிளைகளை உடையது	நெளிவுடையது
அகலம்	குறுகியது	சுமாரானது	அகலமானது
மேற்கூற்றியல்	அருவிகளும், குறிஞ்சிக் காட்சிகளும் நிறைந்தது.	மழுங்கியது; அருவிகள் இல்லை. முல்லை மருதக் காட்சிகள்	தட்டையானது; மருதம், நெய்தல் காட்சிகள்
நீர்வடிதல்	குறைவு. மேட்டுப் பகுதிகளும் அழுவம். ஏரி உடையது,	சிறந்தது	சிறந்தது (வண்டல் சமவெளியைத் தவிர)
தாவர வளர்ச்சி	குறைவு	மிகுதியானது	அழுவ வகை (Swampy)
வண்டல் சமவெளி	இல்லை	தொடக்க நிலை	அகலமானது; வண்டல் கரைகளுடைய ஆறுகள்
துணை ஆறுகள்	சில	பல	மிகச் சில

கிறது. அரிப்பு மேம்படுவதால் ஓடைக்கால்கள் ஆழமாகின்றன. இவ்வாறு ஓடைக்கால் தொகுதிகள் நிலத்தை சரிவாக்குகின்றன. வேறுபட்ட திசைகளில் ஓடும் ஓடைகளை மேடான நிலம் பிரிக்கிறது. ஆகவே இரண்டு ஓடைக்கால் தொகுப்புக்களைப் பிரிக்கும் மேட்டுக்கு நீர் பிரி நிலம் (Divide) என்று பெயர். தலைப்புற அரிப்பின் காரணமாக ஓடைக்கால் மேட்டு நிலத்தின் குறுக்கே வளர்ந்து சென்று மறுபக்கம் வடிந்து கொண்டிருந்த ஓடையைத் தன் பக்கம் வடியச் செய்யக் கூடும். இதை ஓடை கவர்வு (Stream Capture River Piracy) என்பர். புத்துயிர்ப்பு என்னும் தலைப்பின்கீழ் காண்க.

IV ஆற்றின் நிலைகள்

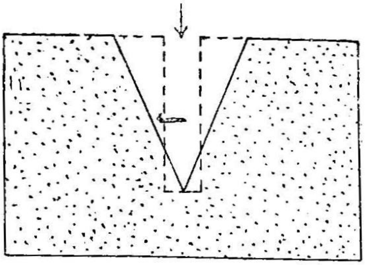
ஆற்றின் வாழ்நாளில் மூன்று பருவநிலைகள் உள்ளன: இளமைப் பருவம் (youth), முதிர்ந்த பருவம் (maturity), ஓய்ந்த பருவம் (old age). இம்மூன்று நிலைகளின் கூறுபாடுகளையும் கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் சுருக்கமாகக் காணலாம்.

இளமைப் பருவநிலை (Youthful Stage)

ஆற்றில் இளமைப் பருவநிலையில் அரிப்பு வேலைகள் விரைவாக நடைபெறுகின்றன.

V-உருவப் பள்ளத்தாக்குகள் :

அரிப்பு மிக விரைவாக நடைபெறும் செங்குத்தான சரிவுப் பகுதிகளில் நீரின் அரிப்பு மட்டும் நிகழ்வதால் ஓர் ஆழமான பள்ளத்தின் அடியில் ஆறு ஓடிக்கொண்டிருக்கும்; ஆனால்



படம் 73.

சரிவுகள் நீரினால் அரிக்கப்படுவதாலும், மொத்தமாகச் சரிந்து விழுவதாலும் இத்தகைய ஆழ்பள்ளத்தாக்குக்குப் பதிலாக

V-உருவக் குறுக்குத் தோற்றமுடைய பள்ளங்களே உண்டாகின்றன.

இடுக்குப் பள்ளம் (gorge)

இடுக்குப் பள்ளத்தின் சுவர்கள் செங்குத்தானவை பெருமளவு நில அரிப்பு செங்குத்தாக நிகழ்வதால் இவ்வாறு ஏற்படுகிறது. இத்தகைய இடுக்குப் பள்ளங்கள் உண்டாவதற்கு சுவர்ப்புறத்துப் பாறைகளும் அவற்றின் அமைப்புக்களும் அரிப்பை எதிர்ப்பனவாக இருக்கவேண்டும். அல்லது மழையில்லாத வரண்ட பகுதிகளில் காணப்படுவதுபோல் பக்கச் சரிவு அழியாமல் இருக்கவேண்டும். மலைப்பாங்கான பகுதிகளில் இளமை நிலையில் உள்ள ஆறுகள் இடுக்குப் பள்ளங்களை வெட்டுகின்றன.

விரைவிகள் – தொடர் அருவிகள் – அருவிகள் (Rabids-Cascades-Waterfalls)

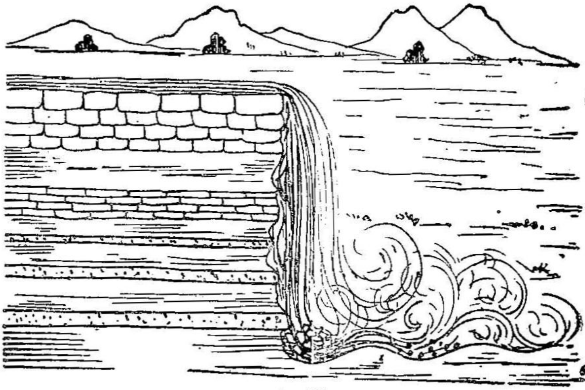
ஆற்றின் குறுக்கே கடினமான பாறைகள் இருந்தால் செங்குத்தான பகுதிகளைக் கொண்ட சீரற்ற சரிவுகள் உண்டாகின்றன. இவ்வாறு சீரற்ற கரடுமுரடான சரிவில் ஓடும் நீரோட்டங்களுக்கு விரைவிகள் (rapids) என்று பெயர்.

கரடுமுரடான சரிவில் செங்குத்தாக பல மீட்டர் உயரத்திலிருந்து ஆறுகள் இழிய நேரிடுவதால் அருவிகள் அல்லது நீர்-வீழ்ச்சிகள் (water-falls) உண்டாகின்றன.

நீர் படிக்கட்டு போன்ற பல மட்டங்களிலிருந்து ஒன்றன் பின் ஒன்ருக பலமுறை விழுந்தோடி வருவதை தொடர்-அருவிகள் (Cascades) என்பர்.

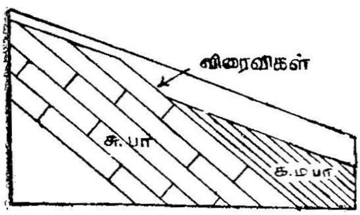
தலைப்புறத்திலுள்ள பாறைகள் அரிக்கப்படுவதால் நீர்-வீழ்ச்சிகள் பின்னேக்கிச் செல்கின்றன. நையாகரா நீர்வீழ்ச்சி கிடைவாட்டமான அடுக்குப்பாறைகளின் மேல் இருந்து விழுகிறது. கீழ் நிலைகளில் உள்ள மணற்பாறைகளும், களி மண்பாறைகளும் எளிதில் நீரினுல் அரிக்கப்படுகின்றன. இதனுல் மேலுள்ள சுண்ணப்பாறைப் படிவின் அடி அறுபடுவதால் அவ்வப்போது உடைந்து விழுகிறது. இதனுல் வீழ்ச்சி ஆண்டொன்றுக்கு 1.5 மீ (5 அடி) வீதம் பின்னேக்கிச் செல்கிறது.

நீர்வீழ்ச்சிகள் தொங்குபள்ளத்தாக்குகளிலும் (Hanging Valleys) பாளப் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளிலும் Block Faults)

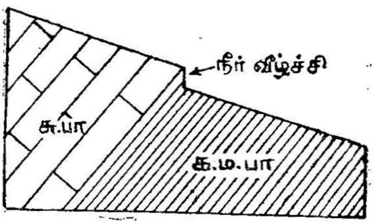


படம் 77.

மாறுபட்ட அரிப்புச் (Differential erosion) சரிவுகளிலும் காணப்படுகின்றன.



படம் 78-1

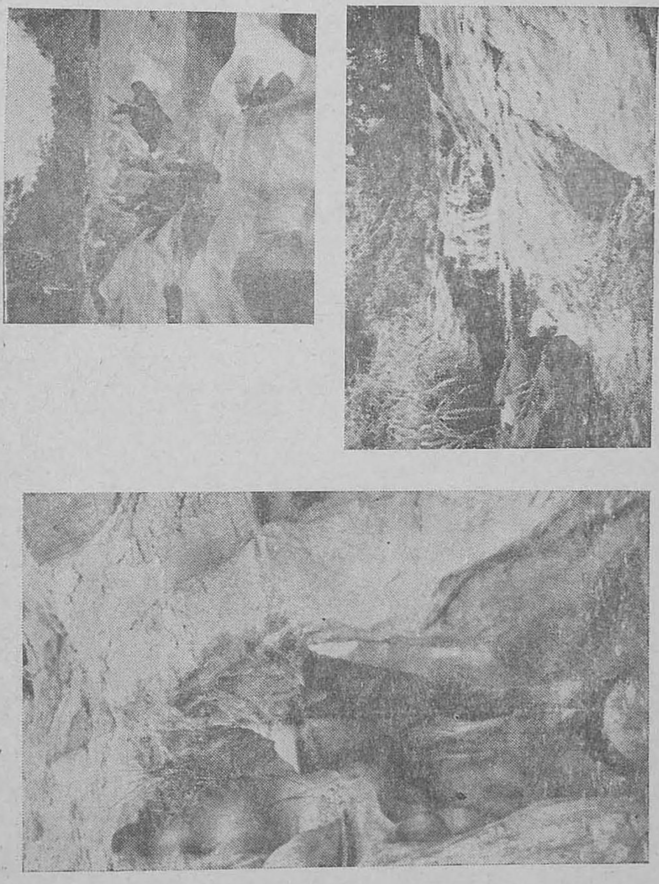


படம் 78-2

முடுக்கர் (குடக்குடைவு, Pot hole)

நீர்குத்தி விழும் இடங்களில் உண்டாகும் பள்ளங்கள் சட்டிபோன்ற உருண்டை வடிவமானவை. இவற்றினுள் விழுந்துள்ள பாறைத் துண்டுகள் நீரினல் சிலுப்பப்படுவதால் இக் குழிவுகள் அரிக்கப்பட்டு பெரிதாகின்றன. முடுக்கர்களை நீர்வீழ்ச்சிகளின் கீழும், விரைவிகளினிடையேயும் ஆறுகளின் படுகைகளிலுள்ள சிறு தடைகளின் கீழ்உள்ள பள்ளங்களிலும் காணலாம். பல குடக் குடைவுகள் ஒன்ருகச் சேர்ந்து கயம்

(Planye-pool) எனப்படும் படுகைப் பள்ளங்களை உண்டாக்கு கின்றன.



படம் 79.

முதிர்ந்த நிலை (Mature Stage)

முதிர்ந்த நிலையிலுள்ள ஆறு இளமை நிலையிலுள்ள ஆற்றைவிட வீட வீரியம் குறைந்தது. இது கீழ்நோக்கி அரிக்கும் அளவுக்கு ஆற்றல் பெற்றதல்ல. உகலியக்கத்தால் உண்டாகும் உருகு பொருள்கள் அவ்வளவு விரைவாக பள்ளத்

தாக்கில் அடித்துச் செல்லப்படுவதில்லை. ஆனால் ஆற்றுப் படுகையிலிருக்கும் பள்ளங்களில் படிந்து மேடுபள்ள நிலையை நிரவுகின்றன. முதிர்ந்த நிலையிலுள்ள ஆறு அகலமான வண்டல் சமவெளிகளை உண்டாக்குவதில் முனைந்துள்ளது.

விரைவிகளும், நீர் வீழ்ச்சிகளும் மறைந்து விட்டன முதிர்ந்த ஆறு தன் வேகத்தை இழந்துவிட்டது. தன் வழியிலுள்ள தடைகளைத் தகர்த்தெறிய முடியாது தடைகளை விட்டு பக்கவாட்டத்தில் விலகியவாறு அரித்தோடுகிறது. ஒவ்வொரு மட்டத்திலும் நீர் சிறிது தங்கியவாறு ஓடுவதால் பக்கவாட்டத்தில் அரிப்பு ஏற்பட்டு பள்ளத்தாக்குகள் அகலமாக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் பக்கங்களின் கூர்முனைகள் மழுங்கியவாறு உள்ளன.

வரண்ட பகுதிகளில் வெள்ளநீர் கொண்டுவரும் உகு பொருள்கள் ஆற்றின் வண்டல் சமவெளிகளின் ஓரங்களில் ஆற்றடி விசிறிகளாகக் (Alluvial Fan) குவிந்து படிகின்றன. முதிர்ந்த ஆறு உகு பொருள்களை நல்ல முறையில் தரம்பிரித்துப் படியவைக்கிறது.

ஓய்ந்த நிலை (Old Stage)

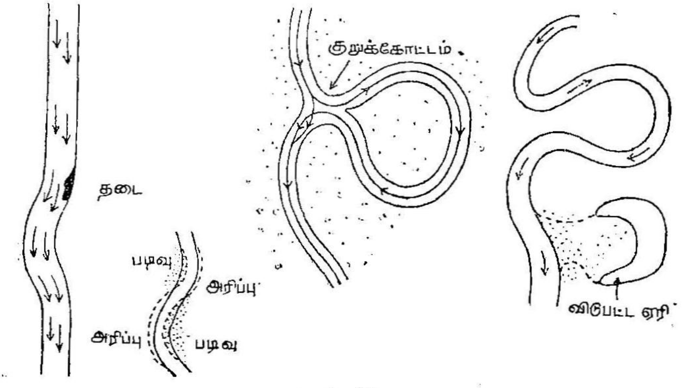
ஓய்ந்த நிலையிலுள்ள ஆற்றுக்குச் சிறிய தடையையும் எதிர்க்க ஆற்றல் இல்லாததால் தடையை விட்டுப் பக்கவாட்டத்தில் விலகிச் செல்கிறது. இதனால் இதன் வழி பலவாறு நெளிந்தாற்போல் காணப்படுகிறது. இதன் வண்டல் சமவெளி மிக அகலமாக உள்ளது. ஆற்றின் அகலம் அதிகமாக இருந்தாலும் அதன் அதன் படுகையில் படிவு அதிகமாக இருப்பதால் ஆழம் குறைவாக உள்ளது. ஆகவே மழை நாட்களில் வெள்ளம் கரைபுரண்டு ஓடுகிறது. ஆறுகளின் கரையோரங்களில் வண்டல் படிவதால் இயல்கரை மேடுகள் (Natural Levees) உண்டாகின்றன. இதனால் ஆற்றின் நீர்மட்டம் சமவெளியின் மட்டத்துக்கு மேலே உள்ளது. சமவெளியில் விழும் மழைநீர் ஆற்றுநீருடன் சேரமுடிவதில்லை. இதனால் சதுப்பு நிலங்கள் அல்லது அழுவங்கள் (Swamps) உண்டாகின்றன. ஓய்ந்த நிலை ஆறுகளுக்கு துணை ஆறுகள் அதிகம் இல்லாததற்கு இதுவே காரணம்

நெளி ஆறு (Meander):

ஆறு தன் படுகையை அரிப்புத் தடை மட்டத்துக்கு வெகு அண்மை வரை அரித்துவிட்டபிறகு மிகக்குறைந்த சாய்மானம்

கொண்டு மெதுவாக ஓடுகிறது. சிறு தடையையும் எதிர்க்க முடியாமல் பக்கவாட்டத்தில் நெளிகிறது. கரையின் பக்கங்கள் மட்டுமே அரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு வளைந்துள்ள கரையின் உட்குழிவான பகுதியில் கரையின் அடிப்பகுதி அறு படுவதால் கரை இடிந்துவிழுகிறது. இவ்வாறு கரை அரிப்பு அதிகரிக்கிறது, ஆனால் உகுபொருள்கள் ஆற்றினால் வெகு தூரம் கொண்டுசெல்லப்படுவதில்லை. அடுத்த வளைவின் உள் குவிந்த கரையில் வண்டல் சேர்க்கப்படுகிறது. ஆகவே ஒரு முறை வளைவு கண்ட ஆறு வெகு விரைவில் பலமுறை வளைந்து நெளிய நேரிடுகிறது,

இவ்வாறு வளைந்து நெளியும் ஆற்றுப்போக்கில் இரண்டு இடி கரைகள் மிக நெருங்கி வந்துவிட்டால் ஆற்றோட்டத்தில் குறுக்குப்பாதை ஏற்பட்டுவிடும். இத்தகைய குறுக்கோட்டம் (cut-off) ஏற்படும் இடத்தில் மீண்டும் வண்டல் படிவதால் முன்னைய வளைவுப் பாதை தனித்து விட்டுவிடப்படுகிறது. இதில் ஆறு ஓடாததால் நீர் தேக்கங்கண்டு வளைவான விடு பட்ட ஏரியாகிவிடுகிறது (cut-off lake or ox-bow lake)



படம் 80.

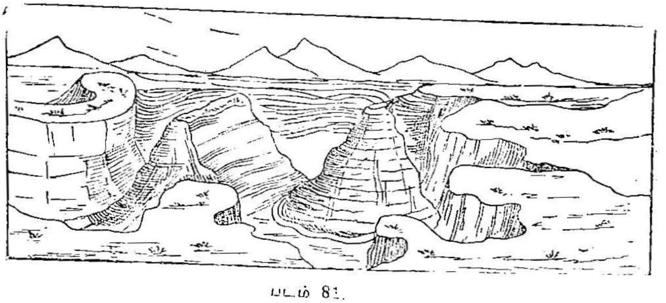
புத்துயிர்ப்பு (Rejuvenation)

முதிர்ந்த நிலையிலும் ஓய்ந்த நிலையிலும் உள்ள ஆறுகளை யுடைய நிலப்பகுதிகள் கண்டம் வளர் நிலக் கிளர்ச்சிகளினால் மேலெழுப்பப்படுவதுண்டு. இதனால் ஆறுகள் மீண்டும் இளமை நிலையைப் பெற்றுவிடுவதால் மீண்டும் நிலத்தைக் கீழ்நோக்கி அரிக்கத் தொடங்குகின்றன. இதனால் ஆழமான இடுக்குப்

பள்ளங்களும். ஆழ் பள்ளத் தாக்குகளும் (Canyon) உண்டாகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக கொலராடோவிலுள்ள கிரேண்ட் கேன்யான் சுமார் 4.5 கி.மீ. நீளமும் 1850 மீ. ஆழமும் கொண்ட, உலக விந்தைகளில் ஒன்ருன, ஓர் ஆழ் பள்ளத் தாக்கு.

பொதி-நிலை நெளி ஆறு (Incised or Entrenched Meander)

நிலப்பகுதி மேலெழுப்பப்பட்டதும் அதன் மேலுள்ள ஆறுகள் புத்துயிர் பெறறு தத்தம் போக்குகளிலுள்ள வளைவுகளை நேராக்கிக்கொள்கின்றன. மேலெழுச்சி மிக விரைவாக நடைபெறுமானல் ஆற்றின் பக்கவாட்ட அரிப்பு அதற்கு ஈடு கொடுக்க முடியாமற்போகும். அப்போது கீழ்வாட்ட அரிப்பு மட்டும் புத்துயிர் பெற்று நடைபெறும். இதனல் ஆற்றின் நெளிவுகள் அப்படியே இருக்க அதன் படுகை மட்டும் தாழ்ந்துவிடும். வளைந்து நெளியும் அகழிக்கு அடியில் ஓடுவது போலுள்ள பொதி-நிலை ஆறுகள் இவ்வாறு உண்டாகின்றன.



படம் 81.

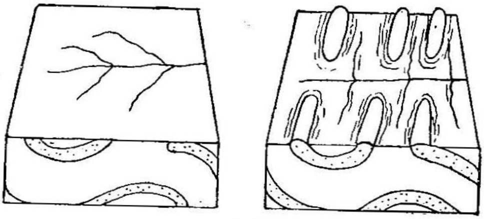
இதேபோல் ஆற்றுப் படுகையில் பல தளங்கள் (River Terraces) ஏற்படுவதும் உண்டு.

முந்திய ஆறு (Antecedent-River)

ஆறு தன் படுகையை கீழ்நோக்கி அரிக்கும் வேகமும் நிலம் மேலெழும் வேகமும ஒன்ருக இருக்கும்போது ஆற்றின் போக்குக் குறுக்கே ஒரு குன்று எழுந்தாலும் ஆறு அதை குறுக்காக வெட்டியவாறு தன் முன்னைய வழியில் ஓடிக்கொண்டே இருக்கும். இத்தகைய ஆறு தற்போதுள்ள நிலமேற்கூருன குன்று உருவாகுமுன் தோன்றியது. ஆகவே, இதை முந்திய ஆறு என்பர். முந்திய ஆற்றினல் வெட்டடப்பட்ட குன்றுப் பகுதியில் நீர் இடுக்கு உண்டாகிறது (Water-gap).

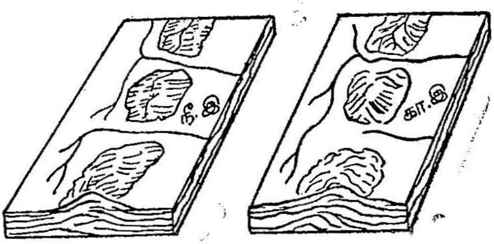
ஆறு கவர்தல் (River Piracy)

பல ஆறுகள் தலைப்புறமாகத் தத்தம் படுகைகளை அரித்துச் செல்லும்போது ஒன்று வேகமாயும் மற்றொன்று மெதுவாயும் நிலத்தை அரிக்கக்கூடும். ஏனென்றால், ஆற்றுப் படுகைகள் ஓரிடத்தில் மென்மையாகவும், மற்றோரிடத்தில் கடினமாகவும்



படம் 82.

கடினமாகவும் இருக்கலாம்; அல்லது மேற்பரப்பின் சரிவு குறைவாகவோ அதிகமாகவோ இருக்கலாம். முடிவில் ஏதாவது ஓர் ஆறு நீர்-பிரி நிலத்தை அறுத்துக்கொண்டு மறுபுறத்திலுள்ள ஆற்றின் மேல் பகுதியின் நீரைத் தன் வழியில் ஈர்த்துக் கொள்ளக்கூடும். இதற்கு ஆறு கவர்தல் (river capture) என்று பெயர். முந்திய ஆறு ஒன்று இவ்வாறு கவரப்பட்டால் முன்பு நீர் இடுக்காக இருந்த இடம் நீரற்ற காற்று - இடுக்காக (wind-gap) மாறிவிடும்.



படம் 83.

புவிப்புற இயல் சுற்று - நில அரிப்புச் சுற்று

மேலெழுச்சியினால் புதிதாக உண்டான ஒரு நிலத்தை அரிப்புத்தடை மட்டத்துக்கு அரித்துத் தாழ்த்த ஆறுகள் எடுத்துக்கொள்ளும் கால அளவை நில அரிப்புச் சுற்று (Cycle

of erosion) என்பர். நில அரிப்புச் சுற்றின் பல நிலைகளிலும் உள்ள நிலமேற்பரப்புக் கூறுகளை புவிப்புற இயல் சுற்று (Geomorphic cycle) என்பர். உகலியக்கம், காற்றின் வேலை ஆற்றின் வேலை ஆகிய அனைத்தும் சேர்ந்து நடத்தும் நில அரிப்பு பலவித நிலக்காட்சிகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றைப் பற்றி புவிப்புற இயல் (Geomorphology) என்னும் தனித்துறையில் விவரம் காணலாம். இது புவியியலின் (Geography) ஒரு சிறப்புக் கூறாக வளர்ந்துள்ளது. இது நிலப்பொதியியலுக்கும் சம்பந்தப்பட்டுள்ளது கண்கூடு. ஆறுகளின் மூன்று பருவங்களுக்கும் சம்பந்தப்படுத்தி நிலக்காட்சிகளையும் பிரித்துக் காண்பதுண்டு.

வரட்சிநிலை புவிப்புறக் கூறுகள்

மழை குறைவான வரண்ட நிலத்தில் தாவரங்கள் மிகக் குறைவாக வளர்ந்திருக்கின்றன; திடீரென்று வெள்ளப் பெருக்கெடுத்து ஓடும் ஆறுகள் உள்ளன; நிலத்தின் வடிகால்கள் உள்நில மையத்தை நோக்கி ஓடுகின்றன, பாலைக்காட்சிகள் சிலவற்றைக் காண்போம்.

பாலைத்தீவுமலை (Inselbery):

நிலத்தின் கிழமைப் பருவத்தில் மேட்டு நிலங்கள் பெரும்பாலும் மழுங்கித் தேய்ந்து தாழ்ந்து போயிருக்கின்றன. உகலியக்கம் பெரும்பாலும் சூரிய வெப்பத்தால் நிகழ்ந்துள்ளது. கடினமான பாறைகள் ஆங்காங்கு தனித்து நிற்கும் மலைகளாகின்றன. இம்மலைகளைப் பாலைத்திடங்கள் (Pediments or Bogada) சூழ்ந்துள்ளன. இங்குள்ள பாலை வடிநிலத்தின் அடிமட்டத்துக்கும் கடல் மட்டத்துக்கும் ஒருவித உறவும் இல்லை. ஏனெனில் இங்குள்ள வடிகால்கள் உள்-நிலத்தை நோக்கி வடிகின்றன.

காற்றினால் ஈரமான நிலத்தை அரிக்கமுடியாது. ஆகவே நில-நீர் மட்டமே பாலைகளில் அரிப்புத் தடை மட்டமாகிறது.

பாழ்நிலம் (Badland) :

பாலைநிலையிலும், குறை-பாலைநிலையிலும் உள்ள மெல்லிய பாறைப் படிவு அடுக்குகளில் எப்போதாவது பெய்யும் மழை அறிகால்களை ஊன்றுகின்றன. இவை நாளடைவில் எல்லாப் பக்கமும் ஓடும் சிறு சிறு ஓடைக்கால்களாக மாறுகின்றன. இவ்

வாறு நிலம் பரவலாக அரிக்கப்பட்டு மேடும் பள்ளமுமாகிக் கரடு முரடான தோற்றத்தைப் பெறுகிறது. இத்தகைய பாழ் நிலங்கள் உயர்ந்த பகுதிகளிலும் தாழ்வான நிலப் பகுதி களிலும் காணப்படுகின்றன, இவற்றிலுள்ள வடிகால் அமைப்பு முதிர்ந்த பருவத்தைக் காட்டும். ஆனால் கரடு முரடான மேற்பரப்பு இளமைப் பருவத்தைக் காட்டும்.

மென்மையான பாறைகள். தாவர வளர்ச்சியற்ற வரண்ட நிலே, களர்நிலங்கள் ஆகியவையே முக்கியமாகப் பாழ்-நிலங் களே உண்டாக்குகின்றன.

பாலே - ஏரிப் படுகை (Playa)

தாற்காலிகமாக பாலேவனங்களில் தங்கி நிற்கும் மழைநீர் ஏரிகளின் படுகைகள் மிகவும் தட்டையானவை. மண் காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்பட்டதால் குழிவாகியுள்ள அகல மான பாலே வடிநிலங்களில் (Bolsons) இத்தகைய எரிப்படுகை களேக் காணலாம், இப்படுகைகளில் களிமண். வண்டல், உப்புக்கள் ஆகியவையே படிந்துள்ளன.

பாலேப் படிவுத் திடல் (Bajada)

சரிவுகளிலுள்ள அறிகால்களில் இழியும் மழைநீரினால் கொண்டு வரப்படும் உருபொருள்கள் உள்குழிந்த பாலேப் பள்ளத்தின் ஓரத்தில் படிந்து தொடர்ச்சியான திடல்போல் பரவுகின்றன. இவை பல கிலோ மீட்டர் நீளம் உடையன. இத்தகைய படிவுகள் மேட்டு நிலத்திலிருந்து கீழே வந்து விசிறி வடிவில் படியும் ஆற்றடி வண்டலால் (alluvial fans) ஆனவை. இப்படிவுகள் நாளடைவில் திடல்போல் பரவிவிடுகின்றன. இவற்றினுள் நிலநீர் தேக்கங்கள் இருப்பதுண்டு. இத்திடல்கள் பாலே வடிநிலப் பள்ளத்தின் நடுவில் 1°-யும் மேட்டுநில அடி வார ஓரங்களில் 8° முதல் 10°-யும் சரிந்துள்ளன.

பாலே மலேயடி அரிப்பத் திடல் (Pediment)

பாலேநிலத்தில் தனித்து நிற்கும் மலேகளின் அடிவாரத்துப் பாறைகள் வெப்ப உகலியக்கத்தால் அரிக்கப்படுவதால் திடல் போல் காணப்படும் மலேயடிவார நிலம் உண்டாகிறது.

மேட்டு நிலக் கூறுகள்

இனி பாலே நிலங்களே விட்டுச் சற்று ஈரம் உள்ள மேட்டு நிலங்களுக்குச் செல்வோம்.

திண்ணை மலை (Mesa)

பீடபூமிகளில் தட்டையான திண்ணை போன்ற நில உருவங்கள் காணப்படுவதுண்டு. இவற்றின் பக்கங்கள் செங்குத்தான சரிவுகளாக இருக்கின்றன. கிடைவாட்டமான பாறை அடுக்குகளின் கடினமான படலங்கள் திண்ணைகளின் மேற்பரப்பாய் அமைந்துள்ளன. தொப்பி போன்ற இக் கடினமான மேற்பாறையின் பாதுகாப்பின் கீழ் உள்ள பாறைகள் எளிதில் அரிக்கப்படுவதில்லை. நிலம் உயர்ந்து மேடாகும் போது ஆறுகள் புத்துயிர் பெற்று ஆழ்பள்ளத்தாக்குகளில் ஓடுகின்றன. பின்னர் இப்பள்ளத்தாக்குகள் விரிவடைவதால் பீடபூமி பல திண்ணைகளாகப் பிரிக்கப்படுகிறது. நில அரிப்பின் காரணமாக, காலப்போக்கில் திண்ணை மலைகள் சிறுசிறு கப்புப் பாறைப் பகுதிகளாக (Buttc) மாறிவிடுகின்றன.

ஒண்டிமலை (Monadrock)

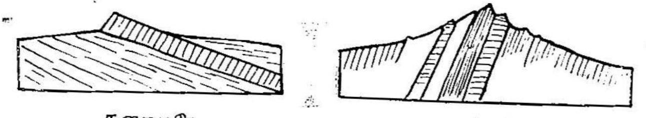
சுற்றுவட்டாரத்திலுள்ள மென்மையான பாறைசள் நில அரிப்பால் தாழ்ந்துவிட்டதால் கடினமான பாறைப்பகுதிகள் ஆங்காங்கு மலைகளாகத் தனித்து நிற்கின்றன. திருச்செங்கோடு, பழனிமலை ஆகியவை இத்தகைய ஒண்டிமலைகளே. இவை எச்சமலை வகையைச் சார்ந்தவை.

கரைமலைகளும், முள் மலைகளும்

சாய்ந்தவாறோ, மடிக்கப்பட்டோ பிளவுப்பெயர்ச்சிகளால் பாதிக்கப்பட்டோ உள்ள படிவுப்பாறைகளாலான நிலப் பகுதிகள் மலைப்பாங்காக இருந்தாலும், சமவெளியாக இருந்தாலும் நீண்டகால நிலஅரிப்புக்கு உட்பட்ட பிறகு நீளமான மலைத்தொடர்களை முக்கிய நிலக் காட்சிகளாகப் பெறுகின்றன.

பாறைப் படிவுகள் 60°க்கும் குறைவான சாய்வு உடைய போது கரைமலைகள் (Cuestas) எனப்படும் நீளமலைகள் உண்டாகின்றன. இவற்றின் குறுக்குத் தோற்றம் அசமச்சீர்மை உடையது. இவற்றின் மென்சரிவு கடினமான பாறைப் படலத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது; இதற்குச் சாய்வுப் பக்கம் (Dip slope) என்று பெயர். மற்ற சரிவு செங்குத்தாகச் சரிந்துள்ளது; இதற்கு குத்துச் சரிவு (Scarp) என்று பெயர். இவை குத்துச்சரிவு நிலக்காட்சியை (Escarpment topography) உண்டாக்குகின்றன.

படிவுப் பாறைகள் 60°க்கும் மேற்பட்ட சாய்வுஉடைய இடங்களில் முள்மலைகள் (Hog-back) என்னும் நீளமலைகள் உண்டாகின்றன. இவை சமச்சீரான குறுக்குத் தோற்றம் கொண்டவை. மலையின் இரண்டு பக்கங்களும் ஒரே அளவு சரிவுடையன. இவை மேடு பள்ளமான நிலக்காட்சியை உண்டாக்குகின்றன.



படம் 84.

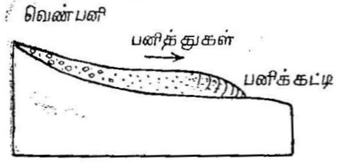
பனியாற்றின் வேலை

நில நடுக்கோட்டிலிருந்து துருவங்களை நோக்கிச் செல்வோமானல் வெப்ப-தட்ப நிலை குளிர்ந்துகொண்டே வருவதைக் காணலாம். இதேபோல் கடல் மட்டத்துக்கு மேலே உயர உயர குளிர் அதிகரிப்பதையும் காணலாம். மிகக் குளிர்ச்சியான இடங்களில் வாயுமண்டலத்திலுள்ள ஈரம் உறைந்து வெண்பனித் தூற்றலால் ((Snow-fall) நிலம் எப்போதும் வெண்பனித் துணுக்குகளாக நிலமேற்பரப்பில் விழுகிறது. போர்த்தப்பட்டுள்ளது. வெண்பனி மூடிய மேற்பரப்புக்கு வெண்பனிக் களம் ((Snow-field) என்று பெயர். மலைச்சாரலில் உள்ள வெண்பனிக்களத்தின் கீழ்மட்ட விளிம்புக்கு வெண்பனி மட்டம் (Snow-line) என்று பெயர். ஓரிடத்தின் வெண்பனி மட்டம் பலவிதமான வானிலைக் கூறுகளுக்கு ஏற்ப ஆண்டுக்கு ஆண்டு மலைச்சரிவின் மேலோ கீழோ நகர்ந்தவாறு இருக்கிறது. ஓரிடத்தின் வெப்ப தட்ப நிலையில் ஏற்படும் மிக மெதுவான மாறுதல்களை இதன்மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

பனிக்களத்தில் விழுந்து படியும் பனிக்கட்டித் துணுக்குகள் ஈரத்தாலும் அழுத்தத்தாலும் மெல்ல மெல்லத் துகள்வயமான நுண் இழைமையைப் பெறுகின்றன. இத்தகைய துகள்வயமான வெண்பனிக்குப் பனித்துகள் (Firn or neve) என்று பெயர். துகள் பொதி அதிகரிப்பதால் அதன் அடிப்பகுதிகளில் உள்ள துகளிடைக் காற்று அழுத்தப்பட்டு வெளியேற்றப்படுவதால் துகள்கள் அழுந்தி பனிக்கட்டியாக மாறுகின்றன. இப்பனிக்கட்டிப்பொதி தானுக மலைச்சரிவில் கீழ்நோக்கி நகர்ந்து

செல்வதால் பனியாறு (Glacier) உண்டாகிறது. ஊர்ந்து செல்லும் பனிக்கட்டிப் பொதியே பனியாறு.

பனியாறுகள் ஊர்ந்து செல்லும் விதம் :



படம் 85.

பனியாற்றின் பனிக்கட்டி தன்னுடைய சொந்த எடையின் விளைவாக உருகிப் பின் உறைவதால் (Regelation) புறமுருகி இணைந்துறைதல்) பெரும்பாலும் இடம் பெயர்கிறது. பனியாறு நடுப்பாகத்தில் வேகமாகவும் ஓரங்களில் மெதுவாகவும் நகர்கிறது. இதன் மேற்பாகம் அடிப்பாகத்தைவிட வேகமாக நகர்கிறது. பனியாற்றின் தடிப்பு, படுகையின் சரிவு, மேற்பரப்பின் உருவ அமைப்பு, வெப்பம், உருகு-நீர் அளவு, அதன் மேலுள்ள சுமை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து பனியாற்றின் வேகம் மாறுபடுகிறது. அதிகத் தடிப்பு, செங்குத்தான சரிவு, மழமழப்பான படுகை உயர்ந்த வெப்பம், அதிக அளவு நீர் ஆகியவை இருக்கும் போது பனியாறு வேகமாக இழியும். குளிர் காலத்தில் குறைந்த வேகத்துடனும் கோடைக் காலத்தில் அதிக வேகத்துடனும் நகரும்.

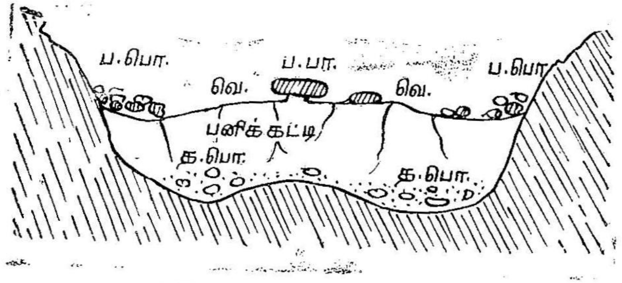
பனியாற்றின் சில பகுதிகள் அழுத்த இயக்கத்தால் அல்லாது சொந்த எடையின் காரணமாகக் கீழே படிய நேரும் போது அவற்றில் வெடிப்புக்கள் ஏற்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக மேற்பரப்பிலும் ஓரங்களிலும் வெடிப்புகள் எளிதில் உண்டாகின்றன.

பனியாறு வகைகள்

பனியாறுகளில் மூன்று-வகைகள் உள்ளன

1. பள்ளத்தாக்குப் பனியாறு அல்லது ஆல்பைன் பனியாறு (Valley or Alpine-glacier) : இது பள்ளத்தாக்கில் இயங்கும் பனியாறு. இவ்வகைப் பனியாறுகள் ஆல்ப்ஸ் மலையில் நன்றாக உருவாகின்றன. பொதுவாகப் பனியாற்றின் உருவம் அது உள்ள பள்ளத்தாக்கின் உருவத்தையே ஒக்கும். பள்ளத்தாக்கு வளைந்திருந்தால் பனியாறும் வளைந்திருக்கும். இப் பனியாற்றின் நடுப்பாகத்தில் ஓரங்களில் இருப்பதைவிட தடிப்பு அதிகம் இருக்கிறது. இதன் மேற்புறம் பாறைப் பொருள்கள் நிறைந்த மையறு கரடுமுரடாக இருக்கும். ஆல்ப்ஸ் மலையில் சுமார் 2000

பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் உள்ளன. இவற்றில் பெரும்பாலானவை 3 கிலோ மீட்டருக்கும் குறைந்த நீளம் உடையவை. காகாசஸ் மலையிலும், இமயமலைகளிலும் காரகோரம், பாமீர் ஆகிய பல மலைகளிலும் கூட பனியாறுகள் உள்ளன.



படம் 86. பனியாற்றின் குறுக்குத்தோற்றம்

ப. பா. பனி-மேல் பாறை (Ice-table)
வெ. பாள-வெடிப்பு (Crevasse)
ப. பொ. பக்கப்பொதி (Laterol moraine)
த. பொ. தரைப்பொதி (Ground moraine)

2. மலையடிவாரப் பனியாறு (Piedmont glacier): இது மலையடிவாரத்தில் உருவாகும் ஒருவகை பனி ஆறு: அலாஸ்காவில் உள்ள மலாஸ்பினு பனியாறு இதற்கு நல்ல எடுத்துக்காட்டு. இதன் நடுப்பாகத்தில் பாறைகள் பொதிந்திருப்பதில்லை. இதன்மேல் பாளம் பாளமான வெடிப்புக்கள் காணப்படுகின்றன.

3. கண்டப் பனியாறு அல்லது பனிப் போர்வை (Continental glacier or ice sheet): இவை நூற்றுக்கணக்கான சதுர கி. மீ. பரப்பளவுக்குப் பரவியுள்ள தடித்த பனிக்கட்டிப் படலங்கள்; இவை ஏறக்குறைய தட்டையானவை; இவற்றின் நடுப்பாகம் சற்று அதிக தடிப்பாக இருக்கும். அண்டார்டிகாவிலும், கிரீன்லாந்திலும் இவற்றின் சராசரி உயரம் 305 மீ. முதல் 4275 மீ. உள்ளது. இவற்றின் வெளி ஓரங்களிலிருந்து சிறு சிறு பனிக்கட்டிப் பாறைகள் (Ice bergs) பிரிந்துசென்று கடல் நீரின்மேல் மிதக்கத் தொடங்குகின்றன.

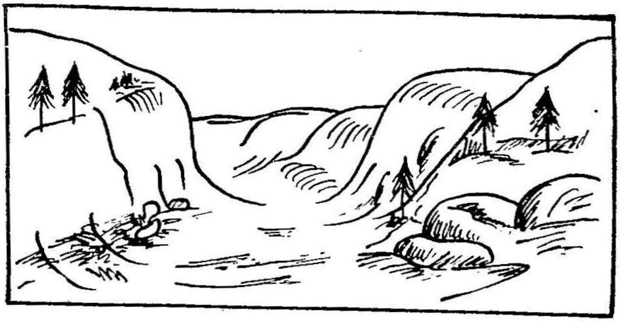
பனிக்கட்டித் தொப்பி (Ice cap) எனப்படுவது சிறு பனிப் போர்வையே.

பனியாற்றின் அரிப்பு :

பனியாறும் நீரோட்டத்தைப் போலவே தன் வழியை அரிக்கிறது; அரிப்புப் பொருளைச் சுமந்துச்சென்று வேறோர் இடத்தில் படிய வைக்கிறது. பனியாறு இரண்டுவிதமாக அரிப்பு வேலையைச் செய்கிறது: (1) தேய்த்தல் அல்லது உராய்தல் (Abrasion); (2) பறித்தல் (Guarrying or plucking).

பனியாறு தான் எடுத்துச்செல்லும் பாறைப் பொருள் களையே ஆயுதங்களாகப் பயன்படுததித் தன் படுகையைத் தேய்த்து அழிப்பதைத் "தேய்த்தல" என்றும், பனியாறு நகரும்போது பாறைகளின் தளர்த்தியான பகுதிகளை அப்படியே பற்றி எடுத்துச்செல்வதை "பறித்தல்" என்றும் கூறவேண்டும்.

பனியாற்று அரிப்பு, நிலவும் நில உருவங்களைமாற்றி புதிய உருவங்களை உண்டாக்குகிறது. பள்ளத்தாக்கின் சிக்கலான உருவத்தை மழுக்கி எளிமையாக்குகிறது. பனியாற்று அரிப் பால் பள்ளத்தாக்கின் தரை அகலமாகிறது; பக்கங்கள் நேராகவும் செங்குத்தாகவும் மாறுகின்றன. பனியாறு ஊர்ந்து செல்லும் வழியிலுள்ள பாறைகள் பளபளப்பாகத் தேய்க்கப் படுகின்றன; அவற்றின்மேல் வரிப்பள்ளங்கள் கீறப்படு கின்றன. பனியாற்று அரிப்பால் பாதிக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்கு U-போன்ற குறுக்குத் தோற்றமுடைய உருவத்தைப் பெறு கிறது.



படம் 87.

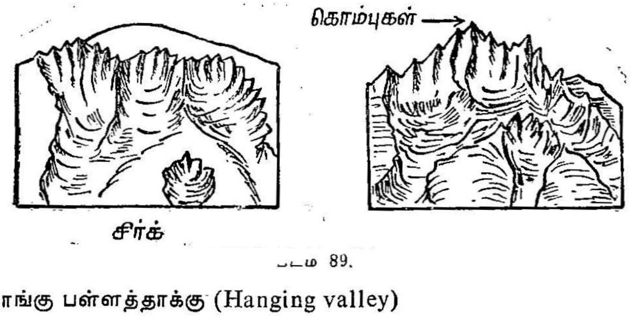
படம்: பனியாற்றல் அரிக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்கு.

பனியாற்றல் அரிக்கப்பட்ட ஒரு பள்ளத்தாக்கின் தலைப் பகுதி வழக்கமாக வட்டரங்கு (Amphitheatre) அல்லது கை-

பொருந்திய சாய்வு நாற்காலி (Arm-chair) போன்ற உருவத்தோடு காட்சியளிக்கிறது. இவ்வாறுன குழிந்த பனியாற்றுப் பள்ளத்தாக்குத் தலைப்பகுதிக்கு சிர்க் (Cirque) என்று பெயர்.

படம் 88.

சிர்க்கின் தரை வழ வழப்பாகத் தேய்வுற்றிருக்கும்; அதில் கீறல்களும் நிறைய இருக்கின்றன. பக்கச்சுவர்கள் செங்குத்தானவை. அவற்றில் கீறல்கள் இருக்க மாட்டா, சிர்க் பறித்தலால் உண்டாகிறது. பனியாறு ஊர்ந்து செல்லத் தொடங்கியதும் உச்சியில் மலைப்பக்கத்தே வெடிப்பு (Bergsehrund) உண்டாகிறது. இந்த வெடிப்பில் பகலில் உருகுநீர் நிரம்புகிறது. இரவில் இது உறையும்போது சற்று பருக்கிறது. இதனுல் பாறை தளர்த்தியாக்கப்படுகிறது, மறுமுறை மலைப் பக்க வெடிப்பு ஏற்படும்போது பாறையில் பிளவுகள் உண்டாகின்றன. மீண்டும் பிளவுகளில் நீர் உறைந்து பனியாகிறது உறைந்தவாறே இருக்கும்போது பனியாறு ஊர்ந்தால் பாறை பறிக்கப்படுகிறது. பக்கங்களிலிருந்து மேலே வளரும் சிர்க்குகள் ஒன்றையொன்று அணுகும்போது மலையுச்சியில் கூராக விளிம்புகள் அல்லது கொம்புகள் Horns) (எ. கா. மேட்டர்ஹார்ன்) உண்டாகின்றன.



படம் 89.

தொங்கு பள்ளத்தாக்கு (Hanging valley)

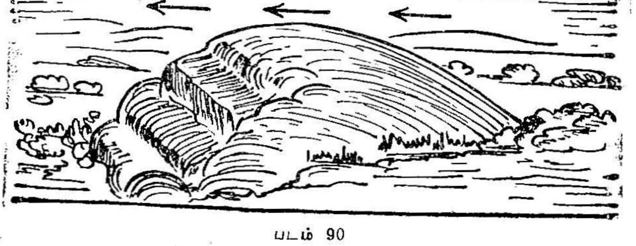
பனியாறு இழியும் பள்ளத்தாக்கின் பக்கங்களில் கிளை போல் உள்ள சிறுபள்ளத்தாக்குகளின் மட்டம் மாறுவது பனி

யாற்றின் மற்றொரு விளைவாகும். கிளைப் பள்ளத்தாக்குகளிலுள்ள சிறிய பனியாறுகள் நடுப்பள்ளத்தாக்கிலுள்ள பெரிய பனியாற்றைப்போல் அவ்வளவு வேகமாகத் தம் பள்ளத்தாக்குப் படுகைகளை அரிக்க முடிவதில்லை. இதனால் நடுப் பள்ளத்தாக்கு விரைவாக அரிக்கப்பட்டுத் தாழ்கிறது. கிளைப் பள்ளத்தாக்குகள் மேலேயே தொங்கியவாறு நின்றுவிடுகின்றன. இவ்வாறு தொங்கு பள்ளத்தாக்குகள் உண்டாகின்றன. தொங்கு பள்ளத்தாக்குகள் மாறுபட்ட வீத ஆற்று அரிப்பாலும், பிளவுப்பெயர்ச்சிகளாலும் கூட ஏற்படுவதுண்டு. ஆனால் அவை மழுக்கப்பட்டும் கீறப்பட்டும் இருக்கமாட்டா.

பனியாற்றுக் குடா (Fiord)

பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள் நேரடியாகக் கடலுள் பாயும்போது பள்ளத்தாக்கின் அடிப்பகுதிகள் ஆழமாக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு ஆழமாக்கப்பட்ட பள்ளத்தாக்கின் அடிப் பகுதிகளில் கடல்நீர் தங்குகிறது. இவ்வாறு கடல்நீர் பள்ளத்தாக்கினுள் புகுந்தவாறு இருப்பதையே பனியாற்றுக்குடா (Fjord) என்பர். பிரிட்டிஷ் கொலம்பியா, அலாஸ்கா, கிரீன்லாந்து, நார்வே, சில்லி, நியூஜீலாந்து கடற்கரைகளில் பனியாற்றுக் குடாக்கள் காணப்படுகின்றன.

ரோஷ் முட் நே (Roches Montonnees) எனப்படும் பாறைகளைக்கொண்டு பனியாற்று இயக்கம் எங்கு, எப்படி, எத்திசையில் நடந்தது என்பதைக் கண்டுகொள்ளலாம். இப்பாறைகளின் ஒருபுறம் பனிக்கட்டி ஆற்றால் இழைக்கப்பட்டும் மழுக்கப்பட்டும் கீறப்பட்டும் இருக்க மறுபுறம் பனியாற்றின் பறித்தலால் கரடுமுரடாக்கப்பட்டுள்ளது. ஆகவே கீறல்களையும், கரடுமுரடான பக்கங்களையும் கொண்டு பனியாறு எத்திசையை



படம் 90

நோக்கி ஊர்ந்தது எனக் கண்டு கொள்ளலாம், இவை வட வேல்ஸிலும் ஸ்காட்லாந்திலும் காணப்படுகின்றன.

பனியாற்றுப் படிவுகள்

அரிப்பினால் கிடைத்த பொருள்களைப் பனியாறு வெகு தூரம் கொண்டு போகிறது. முடிவாகப் பனி உருகும்போது அப்பொருள்கள் படிகின்றன. பனியாறு ஏற்றிச்செல்லும் எல்லாப் பாறைப் பொருள்களையும் பனியாற்றுப் பொதி (Moraine) என்பர். மேற்பரப்பில் சுமந்து வரப்படுவது பனியாற்று மேல் பொதி (Superglacial moraine), பனியாற்றின் உடலுக்குள் பொதிந்தவாறு வருவது உள்பொதி (Englacial moraine), அடிப்பாகத்தில் கடத்தப்படுவது அடிப்பொதி (Sub-Glacial moraine) மேலும் பக்கப்பொதிகளும்(Lateral Moraine), நடுப்பொதிகளும் (Medial m.) கடைப் பொதிகளும் (Terminal m.) உள்ளன. பக்கப்பொதி பனியாற்றின் பக்கத்துச் சரிவில் இருந்து அதன் மேல் விழுந்துள்ள சுமை; நடுப்பாகத்தில் சுமக்கப்படுவது நடுப் பொதி. அடுத்தடுத்துள்ள பனியாறுகளின் இரண்டு பக்கப் பொதிகள் ஒன்றாக இணைவதால் நடுப்பொதி உண்டாகிறது. பனியாற்றின் முடிவில் பொதிந்தவாறுள்ளது கடைப் பொதி.

பனியாறுகளின்மேல் பெரும்பாறைகள் சவாரி செய்தவாறு பெருந் தொலைவு சென்ற பிறகு புதிய வகையான வேறொரு பாறையின்மேல் இறக்கிவிடப்படுகின்றன. இவற்றைக் குந்து பாறைகள் (Perched boulder) அல்லது பனியாற்றடி கற்கள் (Erratics) என்பர்.

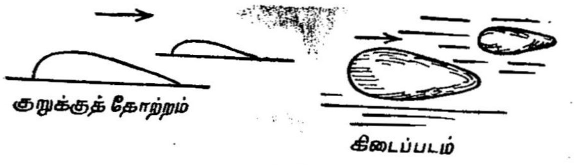
பனியாற்றின் உருகுநீர் பெருமளவு பாறைப்பொருள்களைக் கடத்திச் செல்கிறது. பாறை மாவு முதல் பாறுங்கற்கள் வரை இவ்வாறு படிகின்றன. இவற்றைப் பனியாற்றுப் படிவுகள் (Glacial drifts) என்பர். இவை இருவகைப் படுகின்றன. முதல் வகையை பனிக்களிப்பொதி (Till) அல்லது களிப்பாறைப் பொதி (Boulder clay) என்றும் இரண்டாம் வகையைப் பனி அடுக்குப்படிவு (Stratified drift) என்றும் கூறுவர்.

பனிக்களிப் பொதி அல்லது களிப்பாறைப் பொதியில் துகள்கள் வகைப்படுத்தப்பட்டிருப்பதில்லை. பெரிய கற்களும் சிறிய துகள்களும் அடுத்தடுத்துப் பொதித்துள்ளன. இவை அடுக்கடுக்காகப் படிவதில்லை. தரையில் கொட்டி வைத்தாற் போல் அல்லது அப்பி வைத்தாற்போல் உள்ளன. இவற்றில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. 1. தரைப்பொதி. (Ground moraine) 2. கடைப்பொதி (End moraine) 2. பொதிக்களி மேடு (Drumlin).

ஆழம் அதிகமல்லது, மேற்புறம் சீரற்றமாறுள்ள, மிகப் பெரிய பரப்பளவுடைய பனிக் களிப்பொதிக்கு .(Till) தரைப் பொதி என்று பெயர். பனியாற்றின் கீழ்ப்பகுதியில் பொதிந்த வாறு இழுத்துச் செல்லப்பட்ட பொருள்கள் இவ்வாறு படி கின்றன. கிழக்கு ஓகையோ, மோண்டான, ஜெர்மனி, போலந்து, ரஷ்யா போன்ற இடங்களில் தரைப் பொதிகளைக் காணலாம்.

பள்ளத்தாக்கின் குறுக்கே ஒருநீள் குன்றைப்போல் காட்சி யுடைய பனிக்களிப் பொதியைக் கடைபொதி (End moraine or Terminal moraine) என்பர். பனியாற்றின் முடிவிடத்தில் பனி உருகும்போது அதனல் கொண்டுவரப்பட்ட பொதி பொருள்கள் கீழே விழுந்து விடுகின்றன.

பொதிக்களிமேடுகள் பண்டைய காலத்தில் பனியாறுகள் இழிந்த திறந்த சமவெளிகளில் கூட்டங் கூட்டமாகக் காணப் படுகின்றன. இவை பனியாறு எத்திசை நோக்கிச் சென்றது என்பதைக் காட்டிக் கொடுக்கின்றன. இவை கவிழ்த்து வைத் துள்ள தேக்கரண்டி போன்ற உருவம் கொண்டவை. குவித்த பக்கத்தில் இருந்து மெலிந்த முனைப்பக்கத்தை நோக்கிப் பனியாறு நகர்ந்துள்ளது.



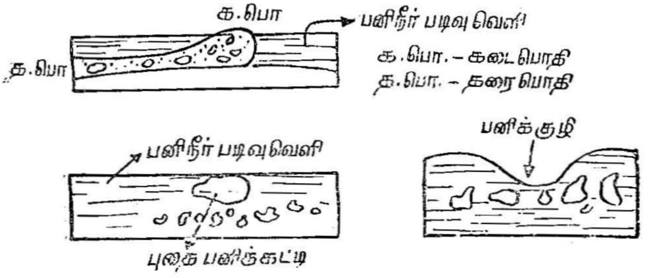
படம் 91.

இவை தரைப்பொதிப் பொருள்களால் ஆன பனிக்களிப் பொதிகளே. இவற்றில் பாறையும், களியும் அடுக்கமைப்பற்ற முறையில் பொதிந்துள்ளன. இவை சராசரியாக 1.5 கி.மி. நீளமும் 60 மீட்டர் உயரமும் உடையன.

பனியடுக்குப் படிவுகள் (Stratified drift)

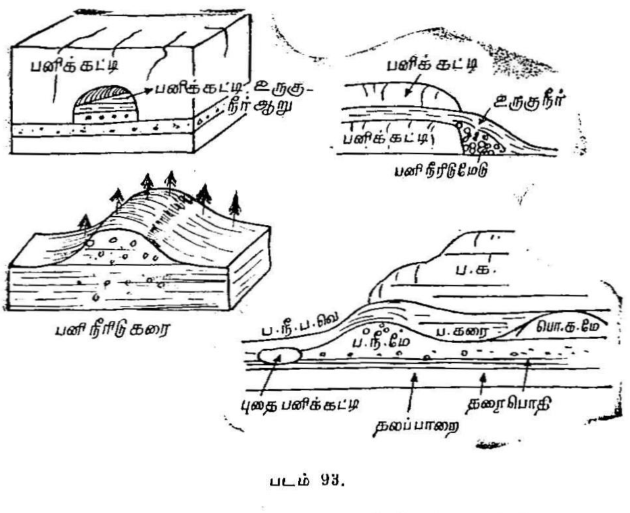
இவ்வகைப் படிவுகளில் பாறைப் பொருள்கள் பனியாற்று உருகு நீரினல் துகள் அளவுக்கு ஏற்ப வகைப்படுத்தப்பட்டு அடுக்கடுக்காகப் படித்துள்ளன. இவற்றில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. 1) பனிநீர் படிவு வெளி (Outwash plain); 3) பனி நீரிடுமேடு (Kemes); 3) பனிநீரிடு கரை (Esker).

பனியாறு உருகுவதால் உண்டாகும் நீர் ஆறுபோல் ஓடி பாறை உகுபொருளைச் சமவெளியில் அடுக்கடுக்காகப் படிய வைக்கிறது. இதனால் சமவெளியின் உயரம் அதிகரிக்கிறது. இத்தகைய சமவெளிக்கு பனிநீர்ப் படிவு (Outwash plain)எனப்



படம் 92.

பெயர். இத்தகைய படிவுகள் ஒருசில மீட்டர் முதல் ஒரு சில நூறு மீட்டர் உயரம் தடிப்புள்ளவை. இச் சமவெளிகளில் படிவுகளுடன் ஆங்காங்கு பனிக்கட்டித் திரளைகள் பொதிந்து விடுகின்றன. பின்னர் இவை உருகியதும் வட்டமான குழிகள் ஏற்படுகின்றன. இவற்றை பனிக்குழிகள் (Kettles) என்பர்.



படம் 93.

இவை தாற்காலிகமாக பனியாற்றிலிருந்து இழியும் உருகு நீர் ஓட்டங்களால் பனிநீரிடுமேடுகள் (Kames) ஏற்படுகின்ற.

இவற்றில் சிறிதளவு படிவு அடுக்கமைப்பு காணப்படுகிறது. இவை கூட்டம் கூட்டமாகவே காணப்படுகின்றன. சில மீட்டர் முதல் நூற்றுக்கும் அதிகமான மீட்டர் உயரம் உடையன.

பனிநீரிடுகரைகள் (Eskers)

பாம்புபோல் நீண்டு நெளிந்தவாறுள்ள பனிநீரிடு மேடுகளே. இவை பனியாற்றினுள்ளே காணப்படும் குடைவு களில் ஓடும் உருகு நீரோடைகளின் படுகைப் படிவுகள். ஆகவே இவை அடுக்கமைப்புடைய படிவுகளால் ஆனவை. இவை ரயில்பாதை மேட்டைப்போல் செங்குத்தான சரிவுகளை யும் தட்டையான உச்சியையும் உடையவை. இவை பல கி.மீ. நீளம் உடையவை. இவற்றின் உயரம் 20 மீட்டர் வரை இருக்கும். இவை பெரும்பாலும் மணலாறும் சரளை போன்ற கற்களாலும் ஆனவையே. இவை வட அமெரிக்காவில் அதிக மாகக் காணப்படுகின்றன.

பொறியியல் சம்பந்தப்பட்ட குறிப்புகள்

பனியாறுகள் இருந்த நிலப்பகுதிகளில் பொறியல் முக்கியத் துவம் வாய்ந்த பல நீர்வீழ்ச்சிகளும், ஏரிகளும், கடல், குடாக் களும் உள்ளன.

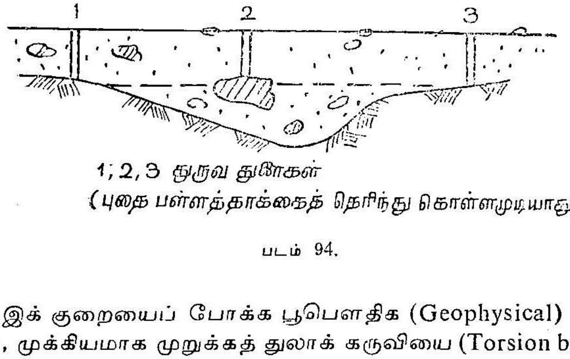
ஆற்றடிப் படிவுகளைப் போலவே பனியாற்றுப் படிவுகளும் கரடான (Coarse) கட்டடம் பொருள்களையும், நெடுஞ்சாலை மேடுகளுக்கும், சாலை அடிப்பகுதிகளும் தேவையான புரைமை மிக்க மண் பொருள்களையும் பெருமளவில் கொண்டுள்ளன.

பனிக்களிப் பொதிகள் (Tills) மணலையும் சரளைக் கல்லையும் போல் பயன்படா. இவை மண், சரளை. பாறுங்கல், மணற்பொடி போன்ற பல வகைப் பொருள்களால் ஆனவை. இவற்றில் மிகுதியாகப் பாறைத்தூள் கலந்துள்ளது.

பாறைக்-களி என்னும் (Boulder clay) பனிக்களிப் பொதியால் பொறியியல் வேலைகளுக்குப் பலவித இடையூறுகள் விளைகின்றன. பொறியியலாளர்களால் இதைவிட இடர்ப்பா டுடைய வேறு பாறைப் படிவு எதையுமே காணமுடியாது.

இது மணலவயமாகவோ, பாறையும் கல்லும் கலந்தவா றுகவோ, களிப்பற்றில் சரளைக்கற்கள் பொதிந்தவாறுகவோ,

மொத்தமே களிப்பொருளாகவோ பலவிதமாக மாறிமாறிக் கிடக்கின்றன. சிலபோது இவற்றினுள் மிகப் பெரிய பாறுங் கற்கள் புதைந்திருக்கின்றன. ஆகவே இப் படிவுகளைத் தோண்டி எடுப்பது அவ்வளவு எளிதல்ல. யந்திர உதவியால் குழி வெட்டுவதற்கு இந்தப்பாறைகள் இடையூருக அமை கின்றன. பெரும்பாறைகளை வெடிவைத்து உடைக்கவேண்டி வரும். பொதியின் பௌதிகத் தன்மைகள் அடிக்கடி மாறுபடு வதால் அதற்கேற்ற எந்திரங்களின் வகைகளையும் அதிகமாக வைத்திருக்கவேண்டும். பனிக்களிப் படிவுகள் தரையிலுள்ள ஆழமான பள்ளத்தாக்குகளையும், குழிகளையும் மூடிக்கொண் டிருப்பதை நாம் முன்கூட்டி உணரமுடிவதில்லை. அணைக்கட்டு களும், நீர்த்தேக்கங்களுக்கும் இவை உகந்தவை அல்ல. பனிக்களிப் பொதிகளினடியில் தலப் பாறைப் படுகை எவ்வளவு ஆழத்தில் உள்ளது என்பதை அறிய துருவு துளைகளை இடும்போது பொதி பாறைகள் பலவித இன்னல் களை விளைவிக்கின்றன. இவற்றினுல் துருவு துளைகள் சாய்க்கப்படுகின்றன; துரப்பணக் கருவிகள் எளிதில்உடைந்து விடுகின்றன. தலப்பாறையைத் தொட்டுவிட்டது என்று கருதி நிறுத்தப்பட்ட துருவுதுளை உண்மையில் பொதிபாறையின்மேல் நிற்கும் துளையாக இருப்பதுண்டு.



1, 2, 3 துருவ துளைகள்
(புதை பள்ளத்தாக்கைத் தெரிந்து கொள்ளமுடியாது)

படம் 94.

இக் குறையைப் போக்க பூபௌதிக (Geophysical) ஆய்வு களை, முக்கியமாக முறுக்கத் துலாக் கருவியை (Torsion balance) பயன்படுத்துவது நல்லது.

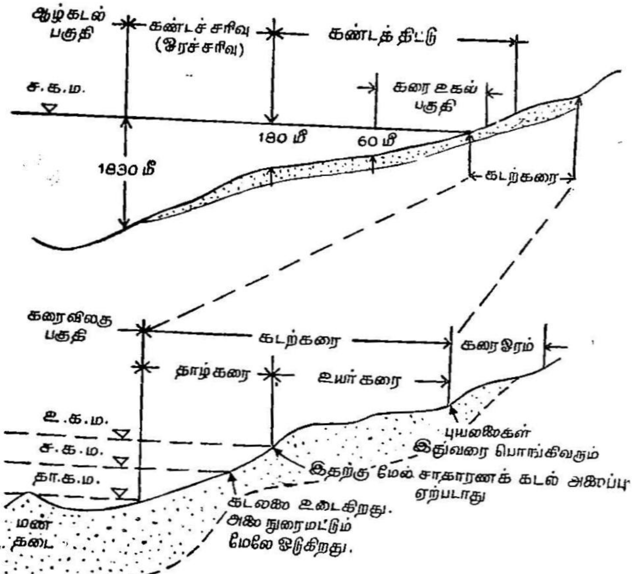
சிந்து நதியின் துணை ஆருன ஷியோகின் குறுக்காக கும்டான் பனியாறு தடையிட்டுள்ளதால் (150 மீ. உயரம் 300 மீ. கனமான பனித்தடை) பெரிய ஏரி உருவாகியுள்ளது. ஆனல் இத்தகைய ஏரிகள் தாற்காலிகமானவை. அமெரிக்கா வில் கொலம்பியாநதியின் குறுக்கே பனியாறு இட்ட தடையால் புத்துயிர் பெற்ற நீர் மேலே வழிந்தோடியதால்

உண்டான ஓர் ஆழ்பள்ளத்தாக்கின் குறுக்காக இன்று கிரேண்ட் கூலீ அணை கட்டப்பட்டுள்ளது.

கடலின் வேலை

கடல்-நிலப் பரப்பு உறவு

நிலமேற்பரப்பில் 71 சதவீதத்தைக் கடல் கொண்டுள்ளது. கடலின் சராசரி ஆழம் 3810 மீட்டர் (12,500 அடி). கடல் மட்டத்துக்குமேல் நிலத்தின் சராசரி உயரம் 700 மீட்டர் (2300 அடி). இமய மலையின் உச்சியாக மவுண்ட் எவரஸ்டின் உயரம் 8882 மீட்டர் (29,141 அடி). பிலிப்பைன்சுக்குக் கிழக்கேயுள்ள



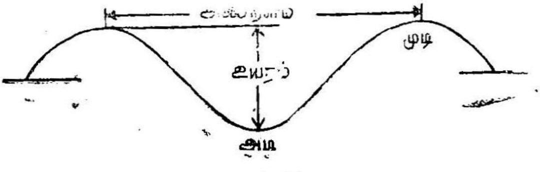
படம் 95. கடல் தரை உருவ அமைப்பு

குவாம் தீவினருகேயுள்ள சேலஞ்சர் என்னும் ஆழ்கடலின் ஆழம் சுமார் 12500 மீ. (35, 600 அடி). உலகின் மேற்பரப்பில் மேடுபள்ளங்கள் இல்லாமற் போகுமானால் நிலமே தெரியாதபடி எங்கும் 2286 மீ. (7500 அடி) ஆழமுள்ள கடல் பரவியிருக்கும். வட அரை கோளத்தில் நிலம் அதிகமாக இருக்கிறது. தென் அரை கோளத்தில் நீர் நிறைந்துள்ளது. வடதுரு

வத்தில் பனிக்கட்டிக் கடல் இருக்கிறது; தென் துருவத்தில் நிலத்தின்மேலே பனிக்கட்டி இருக்கிறது. உலகின் பரப்பில் 95 சதவீத நிலத்துக்கு நேர் எதிரில் (கோளத்தில்) கடல் உள்ளது. 1 சதவீத நிலத்துக்கு எதிரில் நிலம் உள்ளது; 44 சதவீத கடலுக்கு எதிரில் கடல் உள்ளது. கண்டங்கள் கிரேட்டாலான "தெப்பங்கள்". இவை பசால்ட் போன்ற பாறையின் மேல் "மிதக்கின்றன". ஆழ்கடலின் தரைகள் பசால்ட்வயப் பாறைகளால் ஆனவை.

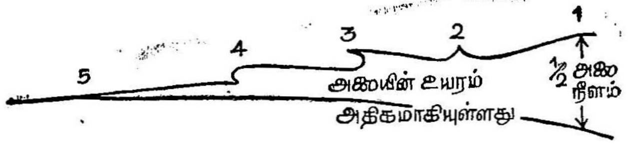
அலைகள் (Waves)

விம்மலை (Oscillatory waves) காற்று நீரின் மேற்பரப்பில் வீசி அடிக்கும்போது உண்டாகும் அலைகளுக்கு விம்மலைகள் என்று பெயர். இவை ஆழ்கடலில் இயங்கும் அலைகள். விம்மலையின் முடியில் (Crest) நீர்த்துணுக்குகள் முன்னோக்கியும் அடியில் (Trough) பின்னோக்கியும் நகருகின்றன.



படம் 96.

அலை இயக்கம் அலை நீளத்தில் பாதி ஆழத்துக்குள் தணிந்து விடுகிறது.

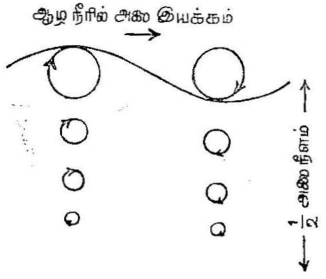


படம் 97.

விம்மலைகள் 9 மீட்டர் (30 அடி) வரை உயரமும் 180 மீ. (600 அடி) வரை நீளமும் உடையவை. விம்மலைகள் ஆழ்கடலில் மட்டும் உள்ளன. இவை நிலை நீரியக்கவிசை (hydrostatic stress) உடையன.

அலையின் அடி (Wave base) மேற்பரப்பிலுள்ள பேரலையால் அடித்தரையிலுள்ள மிகச் சிறு மணல் துணுக்குகளையும் நகர்த்த

முடியாமற் போகும் அளவுக்கு ஆழமான மட்டத்தையே அலையின் அடி என்பர்.

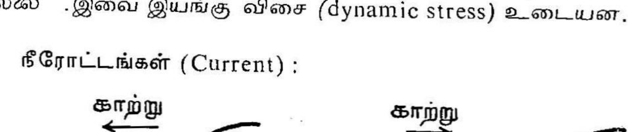


படம் 98

அலையெழுச்சி (swell) கடற்கரையை நோக்கி வருகையில் அதன் அலை நீளத்தில் பாதி அளவு ஆழம் உள்ள நீர் வந்ததும் 1 அலை கரைமேல் புரண்டோடுகிறது. 2 என்னும் இடத்தில் உள்ள ஆழமற்ற நிலையில் அலையின் உயரம் அதிகரிக்கிறது; அதன் அலைநீளம் குறைக்கப்படுகிறது. 3 என்னும் இடத்தில் மேலும் கீழும் விம்முவதற்கு இடம் இல்லை. எனவே அலை உருவம் உடைகிறது. 4 என்னும் இடத்தில் நுரைக்கோடு உண்டாகின்றது; நீர்த் துணுக்குகள் முன்னோக்கி வீசப்படுகின்றன. 5 என்னும் இடத்தில் அலை மெல்லக் கரைமேல் வருடினாற்போல் செல்கிறது.

நெட்டலை (Translatory waves): நெட்டலைகள் ஆழமற்ற நீரில் இயங்குகின்றன. இவை முன்னோக்கி ஓடுகின்றன. இவற்றின் நீர்த்துகள்கள் மீண்டும் முன்னைய நிலைக்குத் திரும்புவதில்லை .இவை இயங்கு விசை (dynamic stress) உடையன.

நீரோட்டங்கள் (Current) :



படம் 99,

கடல் நீரோட்டங்கள் பல வகைப்படும்: அடர்வு நீரோட்டம் (density C.), உவர்-நீரோட்டம்; ஆற்று நீரோட்டம்; பொ ஜ.

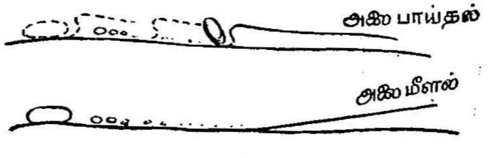
கோத நீரோட்டம் (Tidel C.); மீள் அலை நீரோட்டம் (under tow) கரை இணை நீரோட்டம் (Alongshore C.) கரை விலகு (off-shore) நீரோட்டம், கரை அணுகு (on-shore) நீரோட்டம் என்னும் காற்றினால் உண்டாகும் நீரோட்டங்களும் உள்ளன.

பொங்கோதம் (Tide)

பொங்கோதம் உலகினை இடைவிடாமல் சுற்றிவருகிறது. கதிரவன், திங்கள் ஆகியவற்றின் ஈர்ப்பும், புவியின் சுழல்வீச்சு விசையும் (Centrifugal force) சேர்ந்து பொங்கோதத்தை உண்டாக்குகின்றன. கடலின் நீர் பொங்கி எழுந்து வருவதே பொங்கோதம். நாளொன்றுக்கு இரண்டு பொங்கோதங்கள் ஏற்படுகின்றன- பொங்கோத எழுச்சிகள் விரிகுடாக்களின் குறுகிய பகுதிகளிலும் ஆறுகளின் அலைவாய்ப் பகுதிகளிலும் நன்ருகப் புலப்படுகின்றன. ஆற்றினுள் புகும் பொங்கோத அலை (Tidal bore) சுமார் 3.5 மீ. வரை (12 அடி) உயரம் இருத்தலை சாதாரணமாகக் காணலாம். பொங்கோத ஏற்றம் (flood-tide) இறக்கம் (ebb-tide) பற்றிய குறிப்புகள் கடல்நிலைப் பட்டியல்களில் (Nautical almanac) உள்ளன. அமாவாசை பௌர்ணமி நாட்களில் பொங்கோதம் மிகுதியாகக் காணப்படும். கலங்கள் இயங்கும் ஆற்று அலைவாய்ப் பகுதிகளில் பொங்கோதஇயக்கம் முக்கிய பிரச்சனைகளை விளைவிக்கிறது.

பாய் அலை (Surve)

வழக்கமான அலைக்கும் பொஸ்கோத அலைக்கும் இடையே பாய் அலை ஏற்படுகிறது. இதன் கிடைவாட்ட அலைவீச்சு நீளமானது. பாய் அலை கடற்கரைச் சரிவின்மேல் பாய்ந்தோடும் போது கூழாங்கற்கள் மேல்நோக்கி அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன.



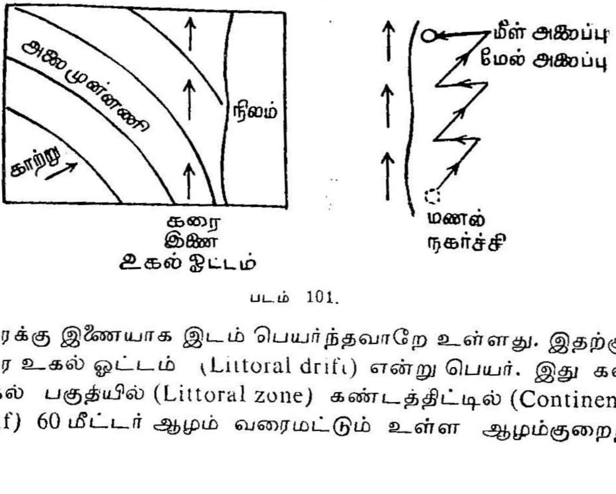
படம் 100.

ஆனல் அலை மீண்டும் கீழ்நோக்கி வடியும்போது மணலை மட்டுமே மீட்டுக்கொள்கிறது (Back-wash) இதனல்தான் கூழாங்கல் உள்ள கடற்கரையில் மணல் இருப்பதில்லை. மணல் உள்ள கடற்கரையில் கூழாங்கல் இருப்பதில்லை.

அடிபறிவு (Under-tow) : கரையின் மேல் அலைபாயும் போது பெருமளவு நீர் மேல் நோக்கி உந்தப்படுகிறது. அலை மீளும் போது இவ்வளவு நீரும் கீழ்நோக்கி வடிகிறது. உயரத்திலிருந்து வடியும்போது அதற்கு நீரியக்க ஆற்றல் உண்டு (Hydraulic head). இதுகீழ் நோக்கி வரும்போது மற்றொரு அலை மேல் நோக்கிப் பாய்ந்து வருவதால் கீழ்வடியும் அலை முன்னேறும் அலையின் முன்னே கரைக்கு இணையாகப் பரவுகிறது. கீழ்வடியும் நீர் மேலே பாயும் நீரைவிட ஆற்றல் மிக்கதாய் இருக்கையில் அலையை உடைத்துக்கொண்டு கீழ்நோக்கி ஓடுகிறது. (Rip-current)

கரை இணை நீரோட்டமும் கரை உகல் ஓட்டமும் (Along shore current and Littoraldrift)

நேராக உள்ள கடற்கரையைக் கோணவாட்டில் அணுகும் அலைகள் கரை இணை நீரோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. நிலத்தின் சரிவு சீராக உள்ளபோது அலைகளின் முன்னனி (crest) கரைப்பக்கமாக வளைகிறது. கரைமேல் செல்லும்போது கோணவாட்டில் முன்னேறி, பின் வாங்கும்போது கரைக்கு நேர்குத்தாகச் சரிவுவாட்டத்தில் வடிகிறது. அலையால் மேலே அடித்துச் செல்லப்பட்ட மணல் கரையின் குறுக்காகக் காற்றுத் திசையில் சற்று மேலே தள்ளப்படுகிறது. அலை பின்வாங்கும் போது கீழ்பறியும் அதே மணலின் ஒரு பகுதி, இதனால், முன்பு இருந்த இடத்தைவிட்டுச் சற்று காற்றுத் திசையில் நகர்ந்து விடுகிறது. இவ்வாறு மேலும் கீழுமாக அலைக்கப்படும் மணல்



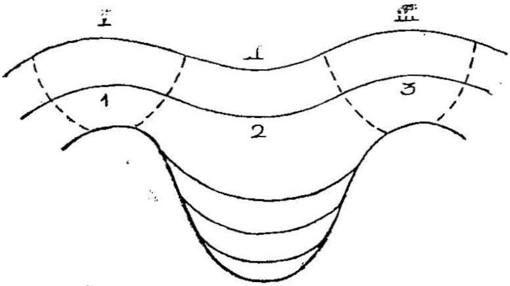
படம் 101.

கரைக்கு இணையாக இடம் பெயர்ந்தவாறே உள்ளது. இதற்குக் கரை உகல் ஓட்டம் (Littoral drift) என்று பெயர். இது கரை உகல் பகுதியில் (Littoral zone) கண்டத்திட்டில் (Continental shelf) 60 மீட்டர் ஆழம் வரைமட்டும் உள்ள ஆழம்குறைந்த

பகுதியில் நடைபெறுகிறது, இதைப் பற்றி மேலும் 'நெய்தல் நிலக் காப்பு' என்னும் தலைப்பின் கீழ்காண்க.

அலை ஆற்றல் பரவும் வகை

விரிகுடா (Bay) போல் அமைந்துள்ள வளைவான கடற்கரையின் ஓரத்தை நேராக அணுகும் அலையை எடுத்துக் கொள்வோம். புடைத்து நிற்கும் நில முனைப்புக்கு (head land) அருகே (1), (3) கடல் ஆழம் குறைந்துள்ளது. இத்தகைய இரண்டு முனைப்பான பகுதிகளுக்கு இடையே கடற்கரை விரிகுடாப் பகுதியாக உள்நோக்கி வளைந்துள்ளதால், கடல் ஆழம் அதிகமாக இருக்கிறது. (2) கடல் அலையை I. II, III என்று



படம் 102.

மூன்று சம பகுதிகளாக்குவோம். துவக்கத்தில் இவை மூன்றும் ஒரே அளவு ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. I, III என்னும் பகுதிகள் ஆழமற்ற முனைப்புக் கரையை (1) (3) முதலில் அணுகுகின்றன. ஆனால் II என்னும் பகுதி அதிகத் தொலைவு ஆழமான கடலைக் கடந்து நீளத்தில் அதிகமான விரிகுடாவின் கரையைத் தொடுகிறது. ஆகவே (1) (3) என்னும் இடங்களில் அலைகள் அதிக ஆற்றலுடன் முனைப்புப் பகுதியைத் தாக்கி அரிக்கின்றன ஆனால் (2) என்னும் பகுதியைக் கடக்கும் அலை (1) (3) என்னுமிடங்களில் ஏற்படும் அரிப்புப் பொருள்களை விரிகுடாவின் கரைகளில் கொண்டு சேர்க்கும் வேலையை மட்டும் செய்கிறது. இதன் ஆற்றல் கரை அரிப்பு வேலைக்கு ஏற்றவாறு அதிகமாக இல்லை.

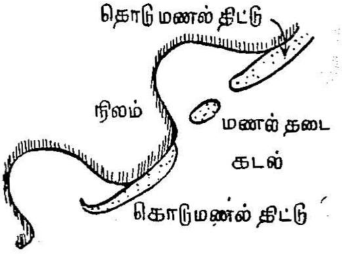
அலை முன்னணி கரையின் உருவத்துக்கு ஏற்ப வளைந்துள்ளதைப் படத்தில் காண்க.

கடல் அலைப்பினால் உண்டாகும் சில நில உருவங்கள்:

கடற்கரை (Beach) : கடலின் தாழ் அலை மட்டத்திலிருந்து உயர் அலைமட்டத்தின் மேல் வரம்பு வரையுள்ள பகுதியைக் கடற்கரை எனலாம். கடற்கரைகள் மணலாலோ, கூழாங் கற்களாலோ, பாறைகளாலோ ஆனவை. கரையில் உள்ள பாறைத்துகள்கள் அளவுக்கு ஏற்றபடி நல்ல முறையில் வகைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன (Graded). மணற் கடற்கரையில் ஏன் கூழாங்கல் இருப்பதில்லை, கூழாங்கல் உள்ள கடற்கரையில் ஏன் மணல் இருப்பதில்லை என்பதை முன்பே கண்டோம்.

மணல் தடை (Barrier beach)

இதை கரை விலகிய தடைக் கரை (Off-shore beaches) என்றும் குறிப்பிடலாம். இது கடற்கரைக்கு இணையாக நீண்டுள்ள இடுகரை. கடற்கரைக்கும் தடைக் கரைக்கும் இடையே கடற் கழி (Lagoon) இருக்கும். இதை கடல் அலைகளும் கரை இணை நீரோட்டமும் சேர்ந்து ஆக்கியுள்ளன.



படம் 103.

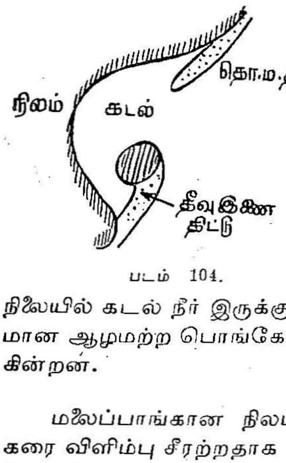
தொடு மணல் திட்டு, கொக்கித் திட்டு (Spit and Hook).

கடலலைகளும் கடல் உகல் ஓட்டமும் சேர்ந்து தொடுமணற் திட்டுகளையும் (Spits) கொக்கித் திட்டுகளையும் (Hooks) உண் டாக்குகின்றன. கரை இணை நீரோட்டம் ஆற்றின் கடல் வாய், அல்லது விரிகுடா போன்ற பகுதிகளில் காணப்படும் கரைக் திருப்பங்களை வந்தடைந்ததும் ஆழமான நீரைக் கடக்க நேரிடும். அப்போது அதன் வேகம் குறையும். ஆகவே அது கொண்டு வந்த உகல் பொருள் படிவு நில முனைப்பைத் (Head-land) தொட்டவாறு கடலின் ஆழ் பகுதிக்குள் நீண்டு இருக்கும் போது அதைத் தொடு மணற் திட்டு (Spit) எனலாம். இதன்

முனை அலைப்பினால் நிலம் நோக்கி வளைந்திருப்பதுண்டு. அப்போது இதைக் கொடு மணல் திட்டு (Hook) என்பர். இவற்றினால் சில இயற்கைத் துறைமுகங்கள் உண்டாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆயினும் கரை உகல் பொருள்கள் படிவதால் ஆற்றின் கடல் வாயில் போக்கு வரத்து தடைபடுவதைப் பற்றி நெய்தல் நிலக்காப்பில் காண்க.

தீவுகளின் காற்று-மறை பக்கத்தில் தொடுமணற்திட்டு வளர்ந்து தீவையுப் முக்கிய நிலத்தையும் சேர்ந்தாற்போல் இருப்பதுண்டு. இதைத் தீவு இணை திட்டு (Tombolo) என்பர்.

விரிகுடாவின் வாயைப் பொத்தியவாறு வளரும் மணற்தடை (Bar) அல்லது விரிகுடாத் தடைத்திட்டு (Bag mouth deposit) என்று பெயர். இவை தடைக் கரைகளைப் போல் நீளமாக உள்ளன. விரிகுடாவின் வளைந்த கரையோரத்தை வில்லாகக் கொண்டால் இவை அதன் நரண்போல் அமைகின்றன.



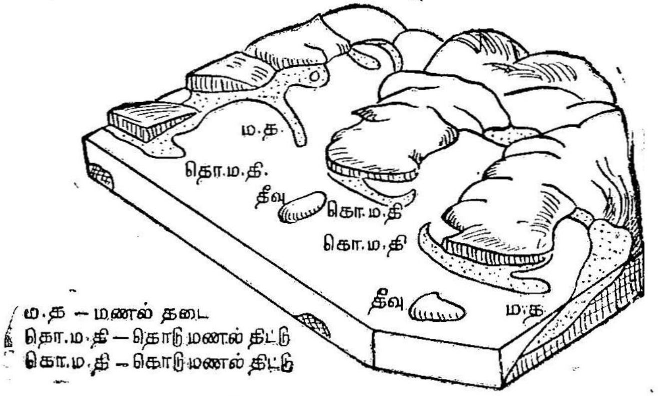
படம் 104.

அமிழ் கரை விளிம்புவகைகள் (Shorelines of sub-mergence) தட்டையான நிலப்பரப்பு அமிழ்வதாலோ அல்லது கடல் கோப்புக்கு ஆளாவதாலோ ஏற்படும் கரை விளிம்பு நேர்கோடாக இருக்கும். கடற் கரையை அடுத்து அகலமான தட்டையான நிலத்தின்மேல் ஆழமற்ற நிலையில் கடல் நீர் இருக்கும். ஆற்றின் பள்ளத்தாக்குள் அகலமான ஆழமற்ற பொங்கோதம் பாயும் கடல் அலை வாய்களாகின்றன.

மலைப்பாங்கான நிலம் மூழ்கிவிடுவதால் ஏற்படும் கடற்கரை விளிம்பு சீரற்றதாக இருக்கும். இது வளைந்து நெளிந்து வெகுநீண்டதாக இருக்கும். கடற்கரைக்கு வெகு அருகே சீரற்ற முறையில் ஆழங்கள் காணப்படும். தீபகற்பங்கள், தீவுகள், விரிகுடாக்கள், வளை குடாக்கள், கடல் அலைவாய்கள் ஆகியவற்றைக் காணலாம். (எ. கா, நார்வே, சில்லி, மேற்கு கனடா, அலாஸ்கா,

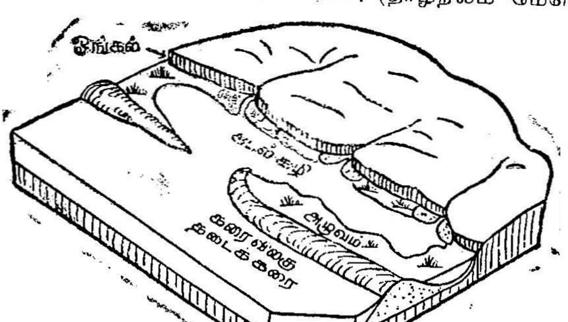
எழுகரை விளிம்பு (Shorelines of emergence). நிலம்மேலெழுவதால் அதன் கடற்கரைகள் கடல் அலையாலும், நீரோட்டத்

தாலும் அரிக்கப்பட்டு சமமாக்கப்படுகின்றன. நிலமுனைப்புகள் தகர்க்கப்பட்டு நேர்கோடான விளிம்புகள் உண்டாக்கப்படு



படம் 105

கின்றன, தீவுகளும் விரிகுடாக்களும் அவ்வளவாகக் காணப்படுவதில்லை. கரைக்கு அப்பால் சற்று விலகியவாறு கரை விலகு தடைக் கரைகள் (Barrier beaches) உண்டாகின்றன. கடல் மட்டத்துக்கு மேலே எழும்பியுள்ள கடற்கரை அமைப்புக் கூறுகள் துறக்கப்பட்ட, சுவர்போன்ற மலைப்பக்கங்கள் (Abandoned cliffs) ஆகியவை காணப்படுகின்றன. (தாழ்நிலம் மேலெழுவ



படம் 106.

தற்கு எ.கா. புளோரிடா கடற்கரை; மலைப்பங்கான நிலம் மேலெழுந்த கடற்கரைக்கு கலிபோர்னியா கடற்கரை)

கடல் நீரரிப்பு

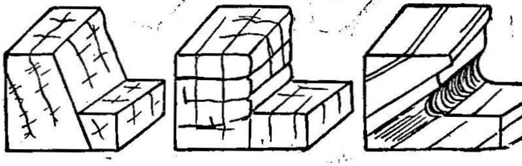
கடல் அலையை எறிநீர் என்றும் கூறுவர். (எறிநீர் அடைகரை இயக்கம் தன்னில் சிலம்புத்) எறிதில் என்னும் சொல் வீசுதல், அடித்தல், அறைதல், முறித்தல், தள்ளுதல், அலைத்தல் அறுத்தல் என்று பலவாறு பொருள்படுவதை நோக்கவும்.

கடல் நீர் கரைமேல் மோதி நிகழ்த்தும் வேலை நீர் இயக்க வினையாகும் (Hydraulic action) நீரினால் எறியம்படும் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று மோதுவதால் நிகழ்த்தப்படும் வேலையை மோதிப் பொடிதல் (attrition) என்போம். உகல்பெருள்கள் உராய்வதால் தேய்வுறுவதை தேய்ப்பு (Abrasion or Corrasion) என்போம்.

ஒரு கன மீட்டர் கடல்நீர் சுமார் 915 கி. கி. எடை இருப்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும். ஆகவே பேரலைகளால் 50 டன் பாறைகளையும் நகர்த்த முடியும். கடல் மட்டத்துக்குமேல் 20 மீ. உயரத்தில் இருந்த 13 டன் பாறையைப் புயல் காலக் கடலலை நகர்த்தியுள்ளது.

கரை ஓங்கல் (Sea-cliff)

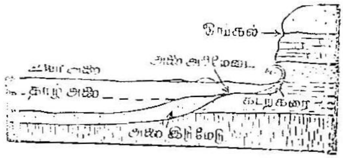
கடற்கரை ஓரத்தில் உள்ள செங்குத்தான மலை போன்ற பாறை உயர்ச்சிகளைக் கரை ஓங்கல் எனலாம். கடல் அலையால் கற்கள் கரைமேல் வீசப்படுவதால் கரை ஓரப்பகுதியின் அடிப்பக்கம் நொறுக்கப்பட்டு உள் குழிகிறது. இதனால் அடி பறிக்கப்பட்ட மேல் பாறைகள் விழுந்துவிடுகின்றன. கரை ஓங்கல் சாதாரணமாகவோ நீர்மேல் கவிந்தவாறோ (Overhanging) இருப்பதைக் காணலாம். கரை ஓரங்களின் சாய்வு பாறையின் படிவு அமைப்பையும் பிளவுகளையும் பொறுத்துள்ளது.



படம் 107.

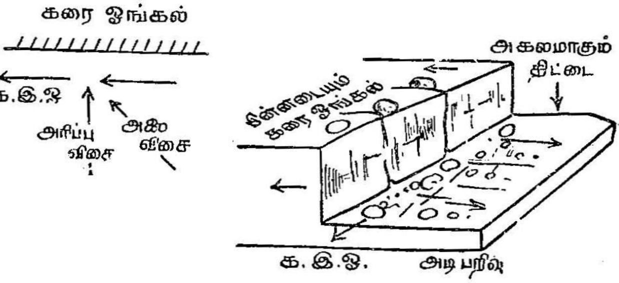
பாறைகளின் ஊனப் பிளவு தளங்கள் கடலை நோக்கிச் சாய்ந்துள்ளபோது கரை ஓரங்களின் சாய்வு குறைவாக

இருக்கும். கடலுக்கு எதிர்ப்புறமாகச் சாய்ந் திருந்தால் ஓரங் களின் சாய்வு செங்குத்தாக இருக்கிறது.



படம் 108. 1

கடலரிப்பினுல் கரை ஓங்கல் உண்டாகும்போது தேய்வுற்ற தட்டையான கரை ஓரப்பகுதிக்கு அலை அரி மேடை (Wavecut platform) என்று பெயர். இந்த மேடையின் கடல்வாட்டச் சரிவில் உகல் பொருள்கள் படிவதால் மேடை கடல் நோக்கி அகண்டு இருக்கும். இவ்வாறு மிகுந்துள்ள மேடையை அலை இடு மேடை (Wave built terrace) எனலாம்.



படம் 108, 2

கடல் தூண் இயல்-பாலம்

கடற்கரையின் பாறைகளில் செங்குத்தான பிளவுகள் இருந் தால் அவற்றின் இடுக்குகளிடையே பாயும் கடல் நீர் அவற் றைப் பெரிதாக்கிவிடுகின்றன, நாளடைவில் தூண்கள் அல்லது புகை போக்கிகள் (Stacks or chimney rocks) போன்ற பாறைகளே எஞ்சி நிற்கும்.

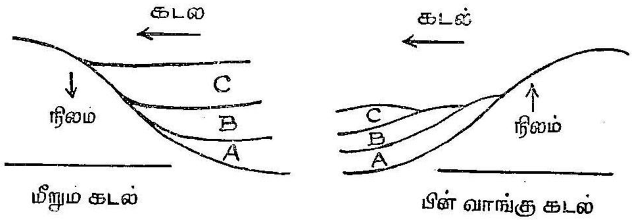
பிளவுகள் சீரற்ற முறையில் இருந்தால் கடற் குகைகளும் (Sea caves) இயல் பாலங்களும் (Natural Arches) உண்டா கின்றன.

பாறைகளின் பிளவுகளினுள் இருக்கும் காற்று கடல் மோதலால் தாக்குண்டு அமுழந்துகிறது. கடலலை மீண்டதும் அமுத்தப்பட்ட காற்று வெடித்து வெளியேறுகிறது. வெளியேறுகையில் பாறைத் துகள்களை உடைத்தெறிகிறது. இவ்வாறு முதலில் குகைகள் ஏற்படுகின்றன. பிறகு குகைகளின் கூரை உள் விழுவதால் நீண்ட கால்வாய் போன்ற இடுக்குகள் ஏற்பட்டு அதனுள் கடல் நீர் தங்குகிறது (Geo).

நீண்ட குடைவு போன்ற குகைகள் சிலவற்றின் உள்முனை மட்டும் இடிந்து உள் வீழ்வதால் துளை ஏற்பட்டு அங்கு அலை உள்ளேறும் போது காற்று ஊதினாற்போல் நீர் மேலே தூவும். இதை ஊது துளை (Blow hole or gloup) என்போம்.

ஏறு படிவு, இறங்கு படிவு

பண்டைய கடலியக்கத்தினைப் பற்றி படிவுப் பாறைகளின் சில அமைப்புக்களில் இருந்து அறியலாம். நிலம் அமிழ்வதால் கடல் நிலத்தின் மேல் மீறும் போது (transgression) ஏறு படிவுகள் (over-lop) உண்டாகின்றன.



படம் 109.

நிலம் மேலெழுவதால் கடல் பின் வாங்கும் போது (Regression) இறங்கு படிவுகள் (Off-lop) உண்டாகின்றன.

கடல் மட்டம் இவ்வாறு மாறுபடக்காரணம் பெரும்பாலும் நிலத்தின் பெயர்ச்சியாகும். மேலும்பெரும் பனியுகங்களில் கடலின் நீர் பனிக்கட்டியாக மாறுவதால் கடலின் உயரம் குறையும் என்று கருதுவர்.

பவழத்திட்டுகள் (Coral rleefs)

ஆழமற்ற, வெம்மையான தெளிவான நீரோட்டமுடைய கடற்கரையில் வாழும் (வெப்பம் : 68° முதல் 78°பே. : ஆழம் :

40 மீ. வரை) பலவகையான பவழப் பூச்சிகள் கூட்டங்கூட்டமாகக் கூடுகட்டி வாழ்கின்றன. இவை இறந்த பிறகு இக் கூடுகள் விழுந்து படிந்து சுண்ணாப்பாறைகளை உண்டாக்குகின்றன. இப்பாறைகள் மிகுந்த புரைமையுடையவை. இவை பல விதமான பவழத்தீவுகளையும் திட்டுகளையும் உண்டாக்குகின்றன. இவை 30° வடக்கு, 25° தெற்கு. கிடைக்கோடுகளுக்குமிடையே உள்ள கடற்கரை ஓரங்களிலும், தீவுகளைச் சுற்றிலும் காணப்படுகின்றன. இவை மூன்றுவிதமான கரைகளை உண்டாக்குகின்றன: (1) கரை அண்டைத் திட்டு (Fringing reef); (2) தடை கரைத் திட்டு (Barrier reef): (3) வளையத் தீவுத்திட்டு (Atol). கரை அண்டைத்திட்டு நிலத்தின் ஓரங்கள் ஒட்டினாற்போல் வளர்கிறது. தடைகரைத்திட்டு கரைவிட்டு விலகியவாறு அலைகளுக்குத் தடையாக வளர்ந்துள்ளது. கரைக்கும் திட்டுக்கும் இடையே அமைதியான கடல்கழி (Ragoon) உள்ளது. தடைகரை தொடர்ச்சியாக இல்லாமல் ஆங்காங்கு நீர்புக இடம் உள்ளவாறு அமைந்துள்ளது. தாழ்வான பவழத்தீவுகள், மிதக்கும் மாலைபோல், நடுவில் கடற்கழியொன்றைச் சுற்றி அமையும்போது வளையத் தீவுத்திட்டு உண்டாகிறது. எரிமலைத் தீவுகள் தாழ்வதாலும், கடல்மட்டம் உயருவதாலும் வளையத்தீவுகள் உண்டாவதாகக் கருதுவர். ஆஸ்திரேலியாவின் வடகிழக்குக்கரையில் சுமார் 1000 மைல் நீளமுள்ள தடைகரை பவழத்திட்டு உள்ளது. இது உலகில் மிக அழகிய இடங்களில் ஒன்று, (Great Barrier reef).

கடலியற் படிவுகள் (Marine deposits)

கடற்கரை ஓரமாகப் பருவெட்டான (Coarse) படிவுகளும் கடலடியை நோக்கிச் செல்லச் செல்லச் சன்னமான படிவுகளும் படிந்துள்ளதைப்பற்றி முன்பே கண்டோம். நீலம் ஈன் படிவுகள் கடலில் 1500 'பேதம்' (I Fathom = 6 அடி ஆழம்) வரை படிகின்றன.

ஓத உயர் மட்டத்துக்கு தாழ்மட்டத்துக்கும் இடையே படியும் கரையோர உகல் படிவுகள் (Littoral deposits) பாறை, கூழாங்கல், பெருமணல் ஆகியவற்றுல் ஆனவை.

குறை ஆழப் படிவுகள் (Shallow-water deposits)

தாழ் ஓத மட்டத்துக்கும் கீழே 100 பேதம் ஆழம்வரை (கண்டத்திட்டின் முடிவுவரை) அதாவது கடல் அலைப்பின் இயக்கம் உள்ளவரை படிகின்றன. இவை கிளிஞ்சல் சிப்பி

களுடன் கலந்தவாறுள்ள நுண் மணல்கள், வண்டல், களிமண், கிளிஞ்சல்-மணல் போன்ற பொருள்களால் ஆனவை.

கண்டச் சரிவுப் படிவுகள் (Bathyal deposits)

100 பேதம் ஆழத்துக்கும் கண்டச் சரிவில் படிகின்றன. இவை பெரும்பாலும் நிலம்-ஈன் களிமண்களே. 500 முதல் 1500 பேதம் வரை பச்சை, சிவப்பு, நீல நிறமுடைய களி மண்கள் காணப்படுகின்றன.

ஆழ்கடல் படிவுகள் (Abyssol deposits)

1500 பேதத்துக்கும் அதிகமான ஆழ்கடல் தரையில் படி கின்றன. சிவப்புக் களிமண்ணும் (Red clays), பல வகையான குழை சேறுகளும் (Oozes) இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை டையாடம் (Diatom), பிளேங்ட்டான் (Plankton) போன்ற மிதக்கும் கடல் உயிர்களின் சுண்ணவய, சிலிகாவய ஓடுகளால் ஆன குழைசேறுன படிவுகள்.

குளோபிஜெரினு குழை சேறு சுமார் 2000 பேதம் ஆழம் வரை உள்ளது. (அட்லாண்டிக், பசிபிக், இத்திய கடல்கள்) இது சுண்ண வயமானது.

ரேடியோ வேரியன் குழைசேறு 2000 முதல் 5000 பேதம் வரை யுள்ள ஆழங்களில் படிகிறது. இது சிலிகா வயமானது. (தென் பசிபிக் கடல்).

சிவப்புக்களி (Red clay) 2200 முதல் 5330 பேதம் வரையுள்ள ஆழங்களில் படியும் ஏரியியல் துகள் பொருள்களால் ஆன படிவு. இதனுடன், பசிபிக் தரையடியில் 300 பேதம் ஆழத்தில் மேங்கனீஸ் கணுக்கறகள் கலத்தவாறுள்ளன.

நில அதிர்ச்சி

இயற்கையாக உண்டாகும் நிலநடுக்கத்தை நில அதிர்ச்சி (Earth quake) என்கிறோம். இது நிலப்பரப்பின் கீழுள்ள துவக்க மையத்திலிருந்து புறப்பட்டு நிலத்தினூடே செல்லும் அதிர்ச்சி அலைகளினுல் உண்டாகிறது. இவ்வாறு ஏற்படும் நில அதிர்ச்சி உள் மையம் (Seismic focus) எனலாம். நில அதிர்ச்சி மையம் 0 முதல் 50 கி. மீ. ஆழத்துக்குள் இருக்குமானுல் அதை சாதாரண (normal) நிலே என்றும்; 50 முதல் 250 கி. மீ.

ஆழத்தில் இருக்குமானல் இடைநிலை (Medium) என்றும்; 250 கி. மீட்டருக்கும் அதிக ஆழத்தில் இருந்தால் ஆழ்நிலை (Deep) என்றும் குறிப்பிடுவர். நிலமேற்பரப்பில் அதிர்ச்சி மையத்துக்கு நேர் மேலேயுள்ள புள்ளி அல்லது கோட்டை நில அதிர்ச்சி வெளிமையம் (Epicentre) அல்லது வெளிரையக்கோடு (Epicentral line) என்பர். மூன்று வகையான நில அதிர்ச்சி அலைகள் உள்ளன:

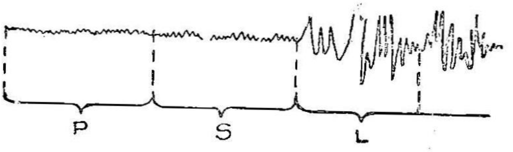
1. P. அல்லது முதல்தர (Primary) அலைகள். இவற்றைத் தள்ளு அலைகள் (Push waves) என்றும் நெடுக்கு (Longitudinal) அலைகள் என்றும்கூடக் கூறுவர். இவை மிக வேகமானவை. ஒலி அலைகளைப் போன்றவை; பதிவு நிலையத்தை முதலில் அடைகின்றன; திட திரவப்பொருள்கள் இரண்டின் ஊடேயும செல்கின்றன.

2. S - அல்லது இரண்டாந்தர (Secondary) அலைகள். அல்லது குலுக்கு அலைகள் (Shake waves). இவை குறுக்கு அதிர்ச்சியுடையவை. P - அலைகளைவிடக் குறைந்த வேகம் உடையவை. திடப்பொருளினூடே மட்டும் செல்கின்றன.

3. L - அல்லது நீள அலை (Long waves) அல்லது மேற்பரப்பு அலைகள் (Surface waves) அதிக நீளமான அலையுடைய குறுக்கு அதிர்ச்சிகள். இவை மேற்பரப்பில் மட்டும் செல்கின்றன; மிகுந்த சேதம் விளைவிக்கின்றன.

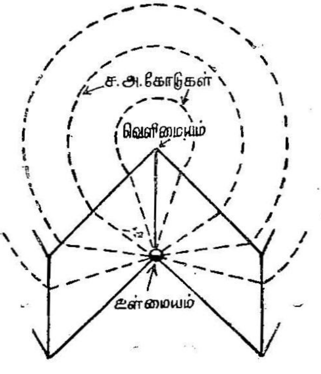
நில அதிர்ச்சிப் பொறிகளைக் கொண்டு (Seismograph) நில அதிர்ச்சிகளைப் பதிவுசெய்யலாம். நில அதிர்ச்சி அலைப் பதிவுப் படத்துக்கு நில அதிர்ச்சிவரை படம் (Seismogram) என்று பெயர். அதிர்ச்சிகளின் வடக்கு-தெற்குக் கூறினையும் கிழக்கு - மேற்குக் கூறினையும் பதிவுசெய்யும் பொருட்டு இரண்டு நில அதிர்ச்சிப் பொறிகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். நில அதிர்ச்சி வரைப்படங்களைக் கொண்டு அதிர்ச்சி அலைகள் வந்துசேரும் நேரத்தைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். அலைகளின் திசை வேகங்களைப் புனைவாக மேற்கொண்டு (Assume) அலை மையங்களை பதிவு நிலையங்களில் இருந்து எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கும் என்பதைக் கணக்கிடலாம். கிரேனைட்டில் P - அலையின் வேகம் நொடிக்கு 5-57 கி. மீ.: S - அலையின் வேகம் நொடிக்கு 3-36 கி. மீ. படிவுப் பாறைகளில் வேகம் இதைவிடக் குறைவாகவும், பசால்ட் போன்ற காரப் பாறைகளில் இதைவிட அதிகமாகவும் இருக்கும்.

நில அதிர்ச்சியின்போது ஏற்படும் அதிர்ச்சி உணர்வு இடத்துக்கு இடம் மாறுபடும். சில இடங்களில் ஒரே அளவு



படம் 110.

அதிர்ச்சி உணர்வு ஏற்படும். இத்தகைய இடப்புள்ளிகள் அனைத்தையும் ஒரு கோட்டால் இணைத்தால் அக்கோட்டுக்கு சம அதிர்ச்சிக் கோடு (Isoseismal line) என்று பெயர்,



படம் 111.

நில அதிர்ச்சி உணர்வை (Intensity) நில நடுக்கத்தால் நிலமேற்பரப்பில் உண்டாகும் அதிர்வு அளவு (Magnitude) எனலாம். நில அதிர்ச்சி உணர்வைக் குறிப்பிடச் சில அலகு களைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இவற்றுள் முக்கியமான இரண்டு அலகுகளைக் கீழே காணலாம்.

I. ரோசி - போரெல் அலகு (Rossi - forol scale)

1. ஒரு சில நில அதிர்ச்சிப் பொறிகளால் மட்டும் உணரப் படுவது. பழக்கப்படவர்களால் மட்டும் உணரப்படுவது.

2. எல்லா நிலஅதிர்ச்சிப் பொறிகளாலும் உணரப்படுவது. ஓய்வு நிலையில் உள்ள சிலரால் மட்டும் உணரப்படுவது.

3. ஓய்வு நிலையில் உள்ள பலரால் உணரப்படுவது.

4. நகர்ந்தவாறுள்ள பலரால் உணரப்படுவது.

5. உறங்குவோரை எழுப்பக்கூடியது.
6. எல்லோராலும் உணரப்படுவது.
7. நகர்த்தக்கூடிய பொருள்களைக் கவிழ்க்கக் கூடியது.
8. சுவர்களை வெடிக்கவும், புகைக்கூண்டுகளை விழவும் செய்வது.
9. கட்டடங்களை முழுதுமாகச் சிதைக்க வல்லது.
10. பேரிழப்பையும் சிதைவையும் உண்டாக்குவது.

II. மெர்சாலி அலகு (Mercali scale)

1. நில அதிர்ச்சிப் பொறியால் உணரப்படுவது,
2. உணர்வு மிகுந்தவர்களுக்குப் புலப்படுவது.
3. ஓய்வு நிலையில் உள்ளவர்களால் உணரப்படுவது.
4. நகர்த்தவாறு உள்ளவரால் உணரப்படுவது.
5. தூங்குவோரை எழுப்புவது; ஆலய மணிகளை ஒலிக்க வைப்பது.
6. சிறிதளவு சேதம் விளைவிப்பது
7. சுவர்களில் வெடிப்பை உண்டாக்குவது.
8. புகை போக்கிகளை விழ வைப்பது.
9. கட்டடங்களை விழவைப்பது.
10. கட்டடங்களைச் சிதைப்பது.
11. நிலத்தைப் பிளப்பது.
12. பெருஞ்சேதம் விளைவிப்பது.

நில அதிர்ச்சிகளால் ஏற்படும் விளைவுகள் :

மேலே குறிப்பிட்ட பட்டியல்கள் நில அதிர்ச்சிகளால் விளையும் சேதங்கள் பலவற்றையும் குறிக்கின்றன. கட்டடங்கள் உடைந்து விழுவதோடு மின்சாரக் கம்பிகள், தந்திக் கம்பிகள், தண்ணீர்க் குழாய்கள் ஆகியவை துண்டிக்கப்படுகின்றன. நிலத்தில் நிரந்தரமான வடுக்கள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன. சிறிய அதிர்ச்சிகளின் போது கட்டடங்கள் சிறிது பக்கவாட்டில் அசைகின்றன; நிலம் நடுங்குகிறது. பெரிய அதிர்ச்சிகளின் போது நடுக்கம் சீரியதாகிறது. சுவர்களில் X-வெடிப்புக்கள் தோன்றுகின்றன. நிலம் பெரும்பாலும் வெடிப்பு காண்கிறது அல்லது பிளவுப் பெயர்ச்சிகளுக்கு இடங்கொடுக்கிறது. படிவுகள் மேலும் கீழுமாகவும், பக்கவாட்டிலும் இடம் பெயர்கின்றன. நிலச் சறுக்கங்கள் உண்டாகின்றன. ஆங்காங்கு நிலத்தின் மேலே மண் வழிகிறது. சில போது வெடிப்புக்களிலிருந்து மணல் வெளியே உமிழப்படுகிறது. ஆழ்கடலுக்கு அடியில் ஏற்படும் நில அதிர்ச்சியால் மிகுந்த வேகமும்

மாபெருய் அளவும் கொண்ட கடல் அலைகள் (Tsunamis) உண்டாவதால் அருகேயுள்ள நிலப்பகுதிகள் கடல் கோதித்தலால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

நேரடியான சேதங்களைத் தவிர, வெள்ள நீராலும், புதை மண்ணாலும், தீவிபத்துக்களாலும் மறைமுகமாக இன்னல்களும் சேதமும் ஏற்படுகின்றன.

நில அதிர்ச்சிகள் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன ?

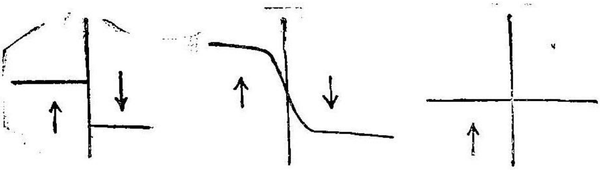
எறியியல் வினை (Volcanism): எரிமலைகள் குமுறி வெடித்து வன்மையான விதத்தில் பாறைப்பொருள்களை வெளியேற்றுவதால் நில அதிர்ச்சிகள் உண்டாவதாகச் சிலர் கருதுவர். ஆனால் உண்மையில் எறியியக்கமும் நில அதிர்ச்சியும் தற்செயலாகவே ஒன்றாக நிகழ்கின்றன.

நிலப்பரப்பில் சில பட்டைகளில் இளமை பொருந்திய மலைத் தொடர்கள் உள்ளன; நில மடிப்புக்களும், பிளவுப் பெயர்ச்சிகளும், முறிவுப் பெயர்ச்சிகளும் இவற்றுடன் சேர்ந்தவாறே காணப்படுகின்றன. மேலும் இதே பட்டைகளில்தான் எரிமலைகளும் நில அதிர்ச்சிகளும் ஏற்படுவதையும் காணலாம்.

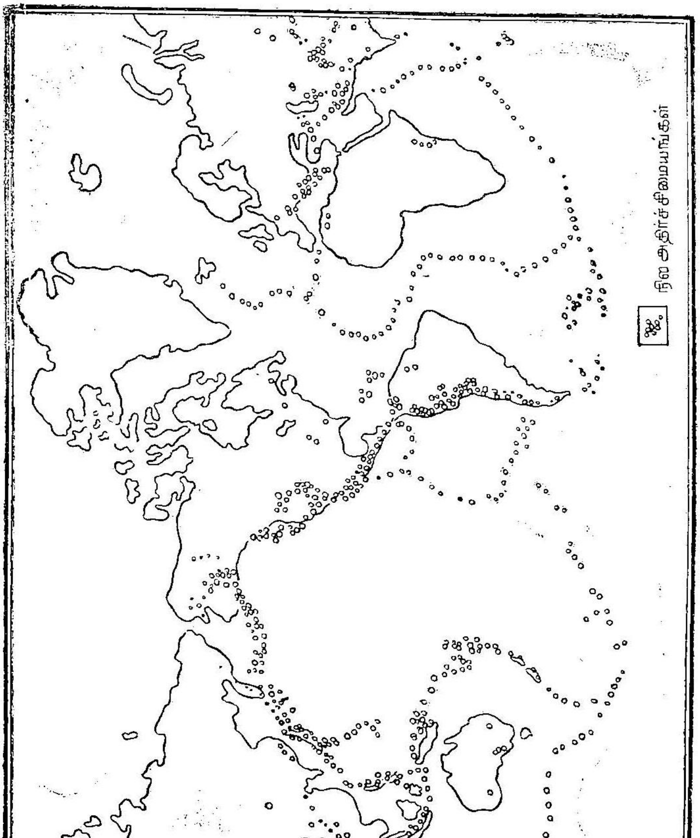
பிளவுப் பெயர்ச்சி (Faulting): பெரும்பாலான நில அதிர்ச்சிகள் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளாலும், வெடிப்புக்களால் தளர்த்தப்பட்ட நிலம் இடம் மாறுவதாலும்தான் ஏற்படுகின்றன. அழுத்தத்தால் தாக்குறும் பாறைகளில் ஆங்காங்கு விசைத் தகைவுகள் செறிவடைகின்றன, ஓரளவுக்குப் பிறகு பாறை முறிகிறது; முறிந்த பிளவின் இருமருங்கிலும் உள்ள நிலப்பகுதிகள் இடம் பெயர்கின்றன. மிகப் பெரிய நிலப் பகுதிகள் இவ்வாறு உராய்ந்து இடம் பெயரும்போது நில அதிர்ச்சி ஏற்படுகிறது.

மீண்மைப் பின் - உதைப்பு (Elastic Rebound): பாறைகளுக்கு ஓரளவு மீண்மைத் தன்மை உண்டு. ஆகவே அவை ஓரளவு தகை விளைவைத் (Strain) தாங்கிக்கொள்கின்றன. ஆனால் அளவுக்கு மேல் உண்டாகும் தகைவிளைவு பாறையை உடைக்கிறது. இவ்வாறு உடைபட்ட பாறை உராய்வின் சக்தியை வென்றதும் பிளவுப் பெயர்ச்சி காண்கிறது. இவ்வாறு இடம் பெயரும்போது அதிர்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. மேலும் பிளவு காணும் முன் வளைக்கப்பட்ட பாறை மீண்மையின் காரணமாக மீண்டும் நிமிர்ந்து கொள்ளும்போது மீண்மைப் பின்-உதைப்பு ஏற்படுகிறது.

உலகின் நில அதிர்ச்சிப் பட்டைகள்



படம் 112.



படம் 113.

உலகில் இரண்டு பட்டைகளில் நில அதிர்ச்சிகள் மிகுதியாக ஏற்படுகின்றன. ஒன்று பசிபிக் கடலைச் சுற்றியுள்ளது

மற்றொன்று ஆல்ப்ஸ் முதல் இமயம் வரை நீண்டுள்ளது. இவை இரண்டுமே கிழக்கு இந்தியத் தீவுகளில் இணைகின்றன.

ஆப்பிரிக்காவின் பாளப் பிளவுப்பள்ளப் பெயர்ச்சிகளில் (Rift-Valleys) நில அதிர்ச்சி ஏற்படுவதுண்டு. சில சமயம் பழைய பிளவுப்பெயர்ச்சி தளங்களில் நிலம் மீண்டும் நெகிழ் வதால் நில அதிர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன.

நில அதிர்ச்சியைத் தாங்கக் கூடிய கட்டடங்கள் :

நில அதிர்ச்சியை உண்டாக்கும் தகைவுகளுக்கு நெகிழ்ந்து கொடுக்கும் தன்மையையோ (Elasticity) அல்லது நில அதிர்ச்சிகளுடன் சேர்ந்து கட்டோடு மொத்தமாக அசையும் படியான விறைப்பான (Rigidity) தன்மையையோ கொண் டுள்ள கட்டடங்கள் நில அதிர்ச்சிகளால் அதிக சேதம் அடை வதில்லை. வண்டல் படிவுகள் போன்ற தளர்த்தியான நிலம் கெட்டியான நிலத்தைவிட அதிகமாகச் சேதமடைகிறது. ஆகவே கட்டடங்களை நல்ல கெட்டியான பாறைகளின்மேல் கட்டவேண்டும். இரும்பால் கெட்டியாக்கப்பட்ட சிமெண்டு கற் கலவையால் கட்டப்பட்ட கட்டடங்கள் சேதமடைவ தில்லை. வலிமை மிக்க கடைக்காலின்மேல் கட்டப்பட்ட விறைப்பான சட்டம் மொத்தமாக அதிரும்படி கட்டவேண்டும். தளர்த்தியான பகுதிகள் அதனுடன் இறுக்கமாக இணைக்கப் பட்டிருக்கவேண்டும்.

மென்மையான நிலத்தில் கற்கலவையாலான தெப்பம் போன்ற கடைக்கால் நல்லது (Rift foundation). கட்டடத்தின் உயரம் 30 மீட்டருக்கும் குறைவாக இருக்கவேண்டும். கன மான மேல் அடுக்குகள் இருக்கக்கூடாது.

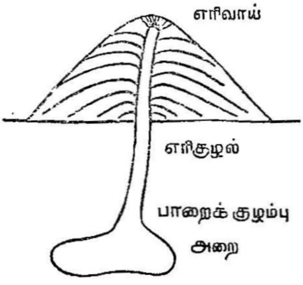
திண்கட்டுத் தூண்களின் மேல் (Pier) இருக்கும் செங்கல் கமான்கள் (Arches), இரும்பு கர்டர் பாலங்கள் ஆகியவை எளிதில் ஆட்டம் கண்டுவிடுகின்றன.

மரத்தால் கட்டப்பட்ட கட்டடங்கள் வளைந்து கொடுப்ப தால் கல் கட்டடங்களைவிட நல்ல முறையில் நில அதிர்ச்சியைத் தாங்குகின்றன.

எரிமலையியக்கம் (Volcanism)

நிலத்திலுள்ள துளைகளின் (Vent) வழியாக நிலத்தினுட் பகுதிகளில் இருந்து பாறைக் குழம்பும் சாம்பலும் வெளியே

வந்து, பொதுவாக. எரிவாயைச்சுற்றி கூம்பு வடிவுடைய மலைபோல் குவியும். இதையே எரிமலை என்கிறோம். கூம்பு வடிவான எரிமலையின் உச்சியிலுள்ள பெய்குழல் (Funnel) வடிவுடைய குழிவை எரிவாய் (Crater) என்பர். எரிமலையின் முக்கிய உறுப்பு எரிகுழல் (Conduit). இது எரிவாயைப் பாறைக்குழம்பு அறையுடன் (Magma chamber) இணைக்கிறது. பாறைக்குழம்பு வெளியே வழிந்தோடும்போது அதை லாவா (Lava) என்பர்.



படம் 114.

எரிமலை ஆக்கப் பொருள்கள்

எரிமலையின் துளைகளின் வழியாக திட, திரவ, வாயுப் பொருள்கள் மூன்றுமே வெளிவருகின்றன. வாயுக்களில் முக்கியமானது நீராவி. வெந்நீரும் பாறைக்குழம்பும் முக்கிய திரவப்பொருள்கள் அமில லாவாக்கள் பிசுப்பிசுப்பானவை (Viscuous) இவை கார லாவாக்களைப்போல் அவ்வளவு விரைவில் ஓடுவதில்லை.

SO_2, H_2S ஆகிய வாயுக்கள் வெளிவரும் எரிவாய்களின் அருகே கந்தகப் படிவுகள் காணப்படுகின்றன.

சில லாவாக்கள் குளிர்ந்து உறையும்போது சீரற்ற முறையில் வெடிப்பு இரண்டு கரடுமுரடான திப்பைகளாகக் காட்சியளிக்கின்றன. இவற்றை திப்பை லாவா (Block lava ; "aa" ; "Apalhraun" ; Aphrolith) என்பர்.

வழவழப்பான குறுக்கிழை கொண்ட கயிறுபோல் தோற்ற முடைய சில லாவாக்களை 'கயிறு லாவா' (Ropy lava ; paehoe hoe ; Dermolith) என்பர்.

லாவாக்கள் வழிந்தோடி ஆழமற்ற கடல்நீரில் மூழ்கும் போது தலையணைபோன்ற பலவித உருவங்களைப் பெறுவ துண்டு (Pillow lava).

எல்லா லாவாக்களும் தரையில் ஓடிப்படிந்து உறையும் போது வாயுக் குமிழிகள் வெளியேறுவதால் உண்டான உட் புழைகளைக் கொண்டுள்ளன.

லாவாக்களின் திடபொருள்கள் பல அளவுகளைக் கொண் டவை; இறுக்கமான எரிமலைச் சாம்பல் (Volcanic tuff) எரிமலைத் துகள் (V. dust) எரிமலை மணல், எரிமலைப் பெருந் துகள் (Lapilli) ஆகியவை சிறுசிறு அளவுடையவை. பீலியின் முடிக்கோப்பு (Peles' Hair) தலைமுடிபோல் உருவமுடையது. எரிமலை நுரைக்கல் (Pumice) நீரில் மிதக்குமளவு இலேசானது. இதை எரிபாறைக் குழம்பு நுரை எனலாம். எரிமலை சிட்டக் கல்லில் (Seoria) வாயுக் குமிழ்களால் பெரும் புழைகள் ஏற்பட்டுள்ளன. இது நுரைக்கல்லைவிட பளுவானது. அதிக சொரசொரப்பானது. நீளப் பந்துபோன்ற பருமையுள்ள உருவங்களை எரிமலை குண்டு (Volcanic bomb) என்பர். பல வகையான எரிமலைப் பொருள்கள் ஒன்ருகப்படிந்து இறுகி எரிமலைக் கலவைக்கல்லை (Agglomerate) உண்டாக்குகின்றன.

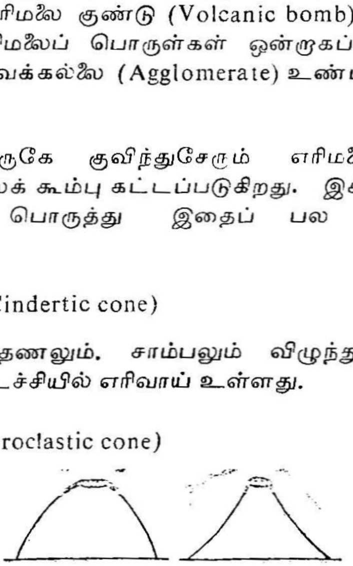
அமைப்பு

எரிவாயினருகே குவிந்துசேரும் எரிமலைப் பொருள் களினால் எரிமலைக் கூம்பு கட்டப்படுகிறது. இக்கூம்பின் உள் அமைப்பைப் பொருத்து இதைப் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

சாம்பல் கூம்பு (Cindertic cone)

எரிமலைத் தணலும், சாம்பலும் விழுந்து குவிந்துள்ள கூம்பு - இதன் உச்சியில் எரிவாய் உள்ளது.

தீஉகு கூம்பு (Pyroclastic cone)



படம் 115

பல அளவுகளிலுள்ள தீஉகு பொருள்களாலானது. இது சாம்பல் கூம்பைவிட செங்குத்தான சரிவுடையது. இதன்

சரிவு வெளிப்புறம் குழிந்தாற்போல் வளைந்துள்ளது. எரிவாய் உண்டு.

இவை இரண்டுமே வெடிக்கும் குணமுடைய தீவிர எரிமலை உருவங்கள்.

லாவாக் கூம்பு (Lava cone)

லாவாக்கள் எரிவாயினருகே வழிந்தோடி அடுக்கடுக்காக உறைந்துள்ளதால் ஏற்படும்மேடு. இதன் உயரம் அதிகமில்லை. ஆனால் பரப்பளவு அதிகமாயுள்ளது. பக்கங்கள் மென்சாய் வுடையன. இதைக் கேடய எரிமலை (Shield v.) என்றும் கூறுவர்.

கூட்டுக்கூம்பு (Composite cone)

லாவாக் குழம்போட்டமும் சாம்பல்பொடி உதிர்ப்பும் மாறி மாறி ஏற்பட்டுள்ளதால் உண்டான கலப்புக் கூம்பு.

எரிமலை முளை (Spine) என்பது எரிவாயிலிருந்து வெளியே சில மீட்டர் முதல் சில நூறு அடி உயரம்வரை நீட்டிக்கொண் டிருக்கும் கடினமான பாறை. (எ. கா. பீலி எரிமலை, மேற்கு இந்தித் தீவுகள்).

எரிமலைக்கழுத்து அல்லது ஆப்பு (Neck or plug) என்பது எரிக் குழாயினுள் வெளியாகிக்கொண்டிருந்த பாறைக் குழம்பு அப்படியே உறைந்து அடைத்துக் கொண்டுள்ளதால் ஏற்படுவது.

எரிமலைப் பெருவாய் (Coldera) எரிமலைக் கூம்பின் வாய்ப் பகுதி வெடித் தெறியப்படுவதால் பெரியதாய் விடுவதுண்டு. எரிமலைக் கூம்பின் மேற்பகுதி கூம்பின் உள்ளேயே உடைந்து அழுந்தி விடுவதாலும் இவ்வாறு உண்டாகலாம். எரிக்குழலின் வழியாக வெளிவந்த எரிக்குழம்பு மீண்டும் மேக்மா அறையை நோக்கி உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுவதால் இத்தகைய கூம்பு-உள் வீழ்ச்சி ஏற்படலாம்.

எரிமலை வகைகள்

பெயர்பெற்ற சில எரிமலைகளை எடுத்துக்காட்டாக வைத்துப் பல வகையான எரியியல் இயக்கங்களைக் குறிப்பிடு

வதுண்டு. மேற்கோள் எரிமலைகளின் பெயரையே இத்தகைய எரிமலை வகைகளுக்கு இட்டுள்ளனர்.

ஹாவாய் வகை (Hawaiian) இதன் இயக்கம் நிதான மானது. இதிலிருந்து வழியும் லாவாக்களால் சேதம் ஏதும் விளைவதில்லை; வாயுக்கள் விரைந்து வெளியேறுகின்றன. (எ. கா. மௌனு லோவா-ஹாவாய்).

ஸ்ட்ராம்போலீ வகை (Strombolian) சிலபோது நிதான மாகவும் சிலபோது கடுமையாகவும் லாவா வெளியேறுகிறது. செந்தணலாகக் காட்சியளிக்கும் துகள் மேகங்களைப்போல் பொருள்கள் வெளியே வீசப்படுகின்றன. (எ. கா. ஸ்ட்ராம் போலி, லிப்பாரி தீவு-வடசிசிலி).

வெசூவியஸ் வகை (Vesuvius) நீண்டகாலம் வரை நிதான மாக இயங்கிய பிறகு இருந்தாற்போலிருந்து கடுமையாக வெடித்துக் குமுறி எழுந்து பாறைப்பொடிகளை வீசுகிறது, அல்லது பெருமளவு லாவாக்களைக் கக்குகிறது. (எ. கா. வெசூவிலஸ், இத்தாலி)

வல்கன் வகை (Vulcanian) மிகக் கடுமையாகக் குமுறி வெடித்து காலிபிளவர் போன்று காட்சியளிக்கும் கனத்த மேகங்களாகப் பொருள்கள் மேலே வீசப்படுகின்றன. (எ. கா. லிப்பாரி தீவு எரிமலைகள்).

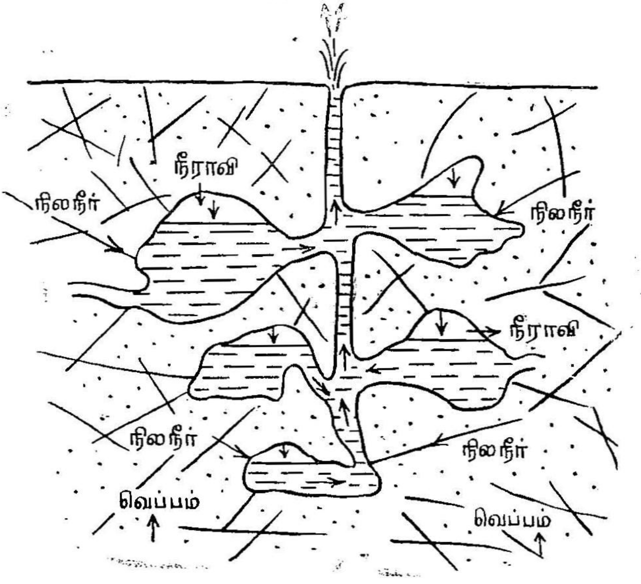
பீலி வகை (Pelean). இதுவே அனைத்தையும்விடக் கடுமை யான எரியியக்கம். எரிவாயிலிருந்து பெருமளவு திடப்பொருள் கக்கப்படுகிறது. பொருள்கள் கனத்த கரு மேகங்களாகப் பீறிட்டு வெளியே வீசப்படுகின்றன. (எ. கா. பீலி மார்டினிக் தீவு).

எரியியக்கம் தணிவுற்று இருக்கும் தறுவாயில் உள்ள எரிமலையை ஓயும் நிலை அல்லது உறங்கும் நிலையில் (Waning phase or dormant stage) உள்ள எரிமலை என்பர். இந்நிலையில் உள்ள பல எரிமலைகள் நீராவியையும் வாயுவையும் வெளிவிடு கின்றன. இவற்றை புகையும் எரிமலைகள் (Fumaroles) எனலாம். எரிமலையில் இருந்து வெளிவரும் வாயுக்களில் நீராவியே முக்கியமானது. மற்றும் CO_2 H_2S, HCl, SO_2, H_2, CH_4, S ஆகிய வாயுக்களும் வெளியேறுவதுண்டு. இத்தாலியில் கந்தக வாயுவை வெளியிடும் எரிமலைகள் உள்ளன. (Sulfa-

taras). ஜெர்மனியில் கரியமில வாயுவை வெளியிடும் எரிமலைகள் உள்ளன (Mofettes).

வெந்நீரும் நீராவியும் வெளிவரும் 'எரிமலையை'க் கொதி நீர்ப்பீச்சு (Glyser) என்பர். இவற்றில் கொதிநீர் இடைவிடாமல் வெளிவருவது ஒருவகை ; மற்றொரு வகையில் விட்டு விட்டு நீர் வெளியேறும்.

கொதிநீர்ப்பீச்சு ஒன்றின் எரிவாயை எரிகுழல் பாதாள கொதிநீர் அறையுடன் இணைக்கிறது. கொதிநீர் அறையில் எரிமலை இயக்கத்தால் சூடு உண்டாவதால் நீர் எளிதில் ஆவியாகிறது. கொதி அறையில் உள்ள நீராவியின் அழுத்தம் குழாயிலுள்ள நீரின் அழுத்தத்தைவிட அதிகமானதும் நீர் வெளியே விரைவாகத் தள்ளப்படுவதால் கொதிநீர் பீச்சு உண்டாகிறது. நில நீர் ஓட்டம் தொடர்ந்து நடைபெறுமானால் தொடர்ச்சியாக வெந்நீர் ஊற்று ஓடும்.



படம் 116.

'ஓல்டு பெய்த்புல்' (Old Faithful) என்னும் கொதிநீர்ப் பீச்சு அமெரிக்காவின் எல்லோஸ்டோனில் (Yellow stone National Park) உள்ளது. இது 65 வினடிகளுக்கு ஒரு முறை 75 மீ. (250 அடி) உயரத்துக்கு நீரை வெளியேற்றுகிறது. இதனுள்

123 மீ. (406 அடி) ஆழத்தில் நீரின் வெப்பம் 338° பா (F) உள்ளது. இது எவ்வாறு 65 விநுடிகளுக்கு ஒருமுறை நீரை இறைக்கிறது என்பதற்குப் பலவிதமான விளக்கங்கள் உள்ளன. நாம் ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடிய விளக்கம் பின் வருமாறு.

படத்திலுள்ளது போன்ற உட்புழைகளில் நில நீர் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் வந்து நிரம்புகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீர் ஆவியாகிறது. இக் குறிப்பிட்ட அளவு ஆவி ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவுள்ள உட்புழையான மேல் பகுதிகளில் அடைபடுகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அதன் அமுத்தம் குழாயிலுள்ள நீரின் அமுத்தத்தைத் தகர்த்து மேல் நோக்கி எழும் அளவுக்கு அதிகரித்து விடுகிறது. உறங்கும் நிலையிலுள்ள சில எரிமலைகள் பல்வண்ணச் சேற்றை உமிழும் எரிமலைகளாகிவிடுகின்றன (Mud volcanoes)

எரிமலைகளின் வேர்க்கால்கள

ஆழ் நிலைகளிலுள்ள தணற் பாறைகள் தலப்பாறைகளின் இடையே நுழைந்து மேல் நோக்கு வர முயற்சிக்கின்றன என்பதை பாறை இயலில் கண்டோம் பெதோலித், லேகோலித், டைக், சில் போன்ற நுழைவுப் பாறைகளே தரையை நோக்கி வரும் போது எரிமலைகளின் வேர்க்கால்களை உண்டாக்குகின்றன.

எரியியக்க வகைகள் (Types of eruption)

நிலத்தில் உண்டாகும் நீண்ட பெரும் பிளவு வெடிப்புக்களில் இருந்து எரிபாறைக் குழம்பு வெளிவருவதுண்டு. இதற்கு வெடிப்பு உமிழ்வு (Fissure eruption) என்று பெயர் (எ. கா. இந்தியாவில் டெக்கான் ட்ராப் பாறைகள்.

நிலத்திலுள்ள துளையின் வழியே எரிபாறைக் குழம்பு வெளி வருவதற்குத் துளை உமிழ்வு (Central eruption) என்று பெயர். இன்று நடைபெறும் பெரும்பாலான எரியியக்கங்கள் துளை உமிழ்வுகளே

உலகின் எரியிக்கப் பட்டைகள்

உலகில் இரண்டு நிலப் பட்டைகளில் எரிமலைகள் காணப் படுகின்றன. இவை நில அதிர்ச்சிப் பட்டைகளுடன் உறவு கொண்டுள்ளதை முன்பே கண்டோம். ஒரு பட்டை

ஆல்பீஸ் - இமயப்பட்டை. மற்றது பசிபிக்கடலைச் சூழ்ந் துள்ளது.

எரியியக்கம் உண்டாகும் விதம்

நிலத்தினுள் பாறை உருகுவதால் எரியிக்கம் உண்டாகிறது நிலத்தினுள் நிலநீர் மட்டத்தைப்போல் பாறைக் குழம்புமட்டம் என்று ஒன்றும் இல்லை. பாறைகளில், ஆங்காங்கு, வெப்பம் அதிகரிப்பதாலோ அல்லது அழுத்தம் குறைவதாலோ, பாறை கள் உருகி மேக்மாக் குழம்பு அறைகளாகின்றன.

ஆங்காங்கு வெப்பம் எவ்வாறு அதிகமாகக் கூடும்? இயல் பாகவே நிலத்தினுள் செல்லச் செல்ல ஒவ்வொரு கிலோ மீட்டர் ஆழத்துக்கும் 30° செ. (150° பா./மைல்) வீதம் வெப்பம் அதிக ரித்துக் கொண்டே செல்லும். மேலும் கனிமங்களின் கதிரியக்கச் சிதைவினுல் வெப்பம் ஏற்படுவதுண்டு. மற்றும் பல வேதியியல் கிளர்வுகள் வெப்பத்தை விளைவிக்கின்றன. பாறைகள் பிளவுப் பெயர்ச்சிகண்டு ஒன்ருேடொன்று உராய்வதால் வெப்பம் ஏற்படுகிறது. ஆனல் ஆழம் செல்லச் செல்ல வெப்பம் மட்டு மல்லாது அழுத்தமும் அதிகரிக்கும். ஆகவே பாறைகளின் உருகு வெப்பமும் அதிகரிக்கும். பசால்ட் பாறை சாதாரண மாக 1250° செ. (2280° பா.) வெப்பத்தில் உருகும் 32 கி. மீ. (20 மைல்) ஆழத்தில் 1400 செ. (2600 பா வெப்பத்தில் உருகும். வெப்ப அதிகரிப்பைவிட அழுத்தம் குறை வதுதான் எரியியக்கங்களை விளைவிக்கவல்லது. நிலத்தில் வெடிப்புக்கள் உண்டாவதால் நிலத்தின் உள்ளிருக்கும் அழுத் தம் குறையக் கூடும். உட்புறத்தே உள்ள பாறைகள் சுருங்கி உறைவதால் இத்தகைய வெடிப்புகள் உண்டாகக் கூடும். மற்றும் புவிப் பொருக்கில் ஏற்படும் நிலக்கிளர்ச்சிகளின் காரணமாக (மலை வளர்ச்சியைப் பற்றிய கட்டுரையில் காண்க) இவ்வாறு வெடிப்புக்கள் ஏற்படுகின்றன.

புவிப் பொருக்கில் இவ்வாறு வெடிப்பு ஏற்பட்டதும் அடி நிலைப் பாறையில் அழுத்தம் குறைவதால் பாறையின் உருகு வெப்ப நிலையும் குறைகிறது. அப்போது அங்குள்ள வெப்பமே பாறையை உருக்கவல்லதாகிவிடுகிறது. உருகிய பாறை மேலுள்ள பாறைகளின் அழுத்தத்தால் உந்தப்பட்டு வெடிப் பின் வழியே மேல் எழுகிறது. இத்தகைய எழுச்சிக்கு இவ் வளவு காலமாக அழுத்தப்பட்டிருந்து இப்போது விடுவிக்கப் படும் வாயுக்களின் பொங்குதல் உதவியாக இருக்கிறது.

உலகின் உட்புறம்

உலகின் உட்புறத்தில் எவ்வகைப் பாறைகள் எந்நிலையில் உள்ளன. என்பதை நேரடியாகப் பார்த்தறிய என்றுமே முடியாது. ஆப்பிரிக்காவிலும் (Witwatersrand) இந்தியாவிலும் (K. G. F.) உஇள தங்கச் சுரங்கங்கள் சுமார் 3000 மீ. (10,000') அல்லது 3 கி. மீ. (2 மைல்) ஆழம் சென்றுள்ளன. பெட்ரோலி யத்துருவுதுளை ஒன்று 8 கி. மீ. (5 மைல்) ஆழம் (Pecos county W. Texas) சென்றுள்ளது. ரஷ்யாவில் 15 கி. மீ. ஆழம் வரை துருவுதுளை போட்டு பெட்ரோலிய ஆய்வு நடத்த முயற்சி செய்கிறார்கள். ஆனால் உலகின் மையம் சுமார் 6437 கி. மீ. (4000 மைல்) ஆழத்தில் உள்ளது என்பதை நினைவு படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இன்று நிலத்தின் மேற்பரப்பில் வெளிப் பாடாகியுள்ள பழைய பெருமலைகளின் நடுப்பாகங்கள் நில அரிப்பினால் வெளிப்படுத்தப்படு முன் நிலத்திற்கு உள்ளே பல கி. மீ. ஆழத்தில் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று நம்புகிறோம். இருப்பினும் இவை எல்லாமே உலகின் வெளி-ஓட்டின் பகுதிகளே.

எனினும் உலகின் உட்புறத்தைப் பற்றிய கருத்துக்களை ஏற்படுத்தப்பலவிதமான மறை முகச் சான்றுகள் பயன்படு கின்றன. இதுவரை கிடைத்துள்ள சான்றுகளை அடிப்படை கொண்ட சில கருத்துக்கள் பின்வருவன.

உலகம் பலவிதமான பாறைப் படலங்களால் ஆனது. இப்படலங்களுக்கு இடையே தெளிவான அறுதியிட்டவாறு உள்ள பாகுபாடுகள் இல்லை. இவற்றை மூன்று முக்கிய அடுக் குகளாகப் பிரிக்கலாம்.

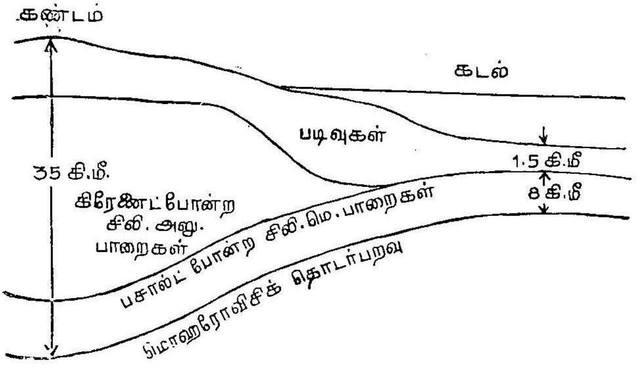
I கரு (Core) திட உள் கரு (Innear core) 1
திரவ மேல் கரு (Outer core 2

II போர்வை (Mantle) உள்போர்வை 3
மேல் போர்வை அல்லது உள் பொருக்கு 4

III புவிப் பொருக்கு (Outer crust) வெளிப் பொருக்கு 5

இவ்வைந்து படலங்களின் பௌதிகக் குணங்களையும் கீழ்க் காணும் அட்வணையில் காணலம்.

படலத்தின் எண்	5	4	3	2	1
ஆழவீச்சு (கி மீ.)	30-40	40-320-965	965—2900	2900-5000	5000—6375
அடர்வெண்	2.7—3.3	3.3—4.7	4·7—9·4	9·4—14.2	நடுவில் 16·8
நிலை	திடம்	திடம்-குழைமம்-மீள்மைத் திடம்	விறைப்பானது	திரவம்	திடம்
வெப்பம்	வானிலை அளவு	1800° செ. 320 கி. மீ. ஆழத்தில்	2800° செ. 965 கி. மீ. ஆழத்தில்	3900° செ. 2900 கி.மீ. ஆழத்தில	4000°—5000° செ. நடுவில்
அழுத்தம் (வானங்கள்)	←—வானம்	$0·1 \times 10^6$ வானங்கள் நடுவில்	$0·4 \times 10^6$ 965 கி.மீ. ஆழத்தில்	$1·5 \times 10^6$ 2900 கி.மீ ஆழத்தில்	3.5×10^6 நடுவில்



படம் 117.

மொஹரோவிசிக் தொடர்புறவு (Mohorovicic discontinuity) என்பது 4க்கும் 5க்கும் இடையே சராசரியாகக் கண்டங்களின்

கீழ், அதாவது அமில-கார பாறைகளுக்குக் கீழ் (Sial & Sima) 35 கி. மீ. ஆழத்திலும், கடலடியின்கீழ், 9.5 கி. மீ. ஆழத்திலும் அதாவது காரப்பாறையின் (Sima) கீழ் உள்ள பாறைவகை மாற்ற இடைத்தளம். இங்குள்ள வெப்பம் சுமார் 800 செ.; அழுத்தம் சுமார் 10^4 வாயுமண்டலங்கள்.

2900 கி. மீ. (1800 மைல்) ஆழத்தில் போர்வையையும் கருவையும் பிரிக்கும் வைச்சர்-கூடன்பெர்க் தொடர் பறவுந் தளம் (Weiehcr-Cutenberg dicontinuity) உள்ளது.

மேற்குறிப்பிட்ட அடுக்குகளிலுள்ள பாறை வகைகள் :

←ஓட்டுக் கோளம்→

வெளிப்பொருக்கு : (i) சிலி. அலு (Sial)—கிரேனைட் அடுக்கு, கண்டத்திட்பைகள்.

(ii) சிலி. மெக் (Sima)—சீரான பசால்ட் படலம் — கண்டங்களுக்கும் கடலடிக்கும் கீழே.

(i) க்கும் (ii)க்கும் மேல் படிவுப் பாறைகள் உள்ளன.

←கற்கோளம் (Lithosphere)→

உள்பொருக்கு/
மேல் போர்வை : பெருக்குக்கீழ் - 400 கி. மீ. ஆழம்வரை) மிகு-காரபபாறைகள்.குழைம பசால்ட்.

உள்போர்வை : மிகு-காரப் பாறைகளின் கீழ் அழுத்தப் பட்டுள்ள இருப்பு - மெகனீசியம் சிலிகேட்டுகள். 2900 கி. மீ. ஆழத்தில் சல்பைடு-ஆக்சைடு கூடு (Shell).

மேல் கரு : உருகிய நிக்கல் - இரும்பு (புவிக்கோளத்தில் 8ல் 1 பாகம்.)

உள் கரு : திடநிக்கல் - இரும்பு அல்லது இரும்பு சிலிக்கட்டுகள்.

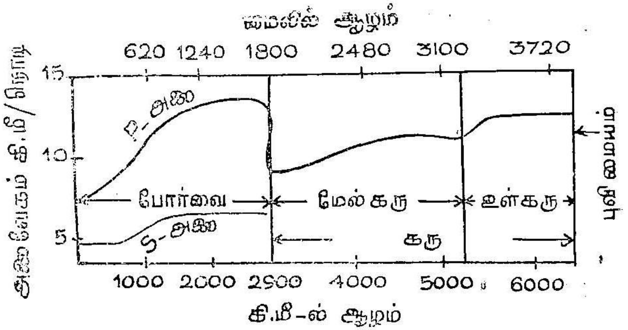
மேற்கண்ட முடிவுகளுக்குச் சான்றுகள் :

1. நில அதிர்ச்சி ஆய்வுகள்.

உலகத்தின் உட்புறத்தைப்பற்றிய சான்றுகளில் நில அதிர்ச்சி ஆய்வினுல் கிடைத்துள்ளவையே மிகவும் முக்கிய மானவை. நில அதிர்ச்சிகளின்போது உண்டாகும் நில அதிர்ச்சி அலைகள் உலகில் பல பாறை அடுக்குகளின் ஊடே செல்கின்றன.

முதல்தர—, இரண்டாம்தர அலைகள் இரண்டுக்குமே சுமார் 2900 கி. மீ. (1800 மைல்) ஆழம்வரை கீழே போகப்போக வேகம் அதிகரிக்கிறது. (நில அதிர்ச்சி என்னும் தலைப்பில் கீழ் காண்க) ஆழம் அதிகரித்தால் வேகம் அதிகரிப்பதன் முக்கிய காரணம் நிலக் கவர்ச்சியினால் ஏற்படும் அழுத்தமாகும். அழுத்தம் மிகும்போது பாறையின் விறைப்பும் (Rigidity) மிகும். சுமார் 2900 கி. மீ. ஆழம்வரை முதல்தர அலையும் (P-அலை; நெடுக்கு அலை), இரண்டாந்தர அலையும் (S-அலை; குறுக்கு அலை) தடையின்றி கடந்து செல்கின்றன. இரண்டாந்தர அலைகள் திடப்பொருள்களை மட்டும் கடக்கின்றன. ஆகவே, 2900 கி. மீட்டருக்கும் அதிக ஆழத்தில் திடப்பொருள் இல்லையென்று முடிவுசெய்யவேண்டும். அங்குள்ள பாறை அதிக வெம்மையாகவும் அதிக விறைப்பாகவும் உள்ள ஒருவித ‘திரவ’ நிலை உடையது என்று கருதலாம்.

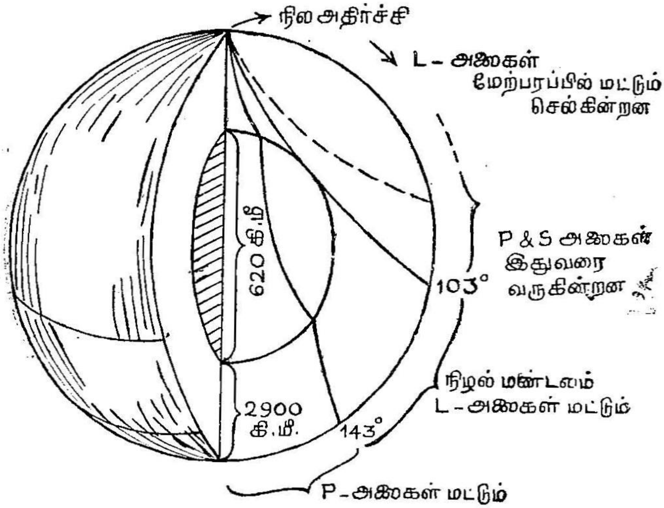
2900 கி. மீட்டருக்கும் கீழே முதல்தர அலையின் வேகம் நொடிக்கு 13 கி. மீ. (8 மைல்)-ல் இருந்து 8 கி. மீ. (5 மைல்) அளவுக்குக் குறைந்து விடுகிறது. இரண்டாந்தர அலை மறைந்து விடுகிறது அல்லது மிகவும் நலிந்து விடுகிறது. அதிக ஆழம் ஊடுருவும் முதல்தர அலையின் பாதை மடக்கப்படுகிறது (Refracted).



படம் 118.

நில அதிர்ச்சிமையம் சாதாரணமாக சுமார் 30 கி. மீ. (18 மைல்) ஆழத்தில் உள்ளது. முக்கிய நீள் அலை (L-அலை) மேற்பரப்பினூடே செல்கிறது. முதல்தர இரண்டாந்தர அலைகள் இரண்டும் உலகினை ஊடுருவிச் செல்கின்றன. வெளிமையத்திலிருந்து 11265 கி. மீ. (7000-மைல்) தொலைவுவரை

உள்ள நில அதிர்ச்சி நிலையங்களுக்கு P-. S-, அலைகள் வருகின்றன. 4800 கி. மீ. (3000 மைல்) அகலமான நிழல் மண்டலத்தில் (Shadow zone) நீள அலைகள் மட்டும் வருகின்றன. வெளி மையத்திலிருந்து 16000 கி. மீ. (10,000 மைல்) தூரத்தில் P-அலைகள் மட்டும் வருகின்றன.



படம் 119.

S-அலைகள் திடபொருள்களை மட்டுமே ஊடுருவ வல்லவை. ஆகவே வெளி மையத்திலிருந்து 103°க்கும் அப்பாற்பட்ட நிலையங்களுக்கு அவை வருவதில்லை. அப்படி வந்தாலும் மிகவும் நலிந்துதான் வருகின்றன. சுமார் 4800 கி. மீ. அகலமுள்ள நிழல் மண்டலம் எனப்படும் பட்டையில் (103°மு. 143° வ.) P-அலைகளும் வருவதில்லை.

143°-க்கும் அப்பாற்பட்ட நிலையங்களுக்கு P-அலைகள் முதலில் குறைந்த வேகத்துடனும் பிறகு அதிகரிக்கும் வேகங்களுடனும் வருகின்றன. ஆகவே, உலகின் கரு 'திரவ' நிலையில் (விறைப்பல்லாத நிலையில்) உள்ளது. இது 6920 கி. மீ. (4300 மைல்) விட்டம் உடையது என அறியலாம். கருவில் P-அலைகளின் வேகம் திடீரென்று அதிகரிப்பதைக் கொண்டு கருவின் 1330 கி. மீ. (825 மைல்) விட்டமுள்ள உள்கோளம் திடமாக உள்ளதென அறியலாம்.

2. எரிமலைகளில் இருந்தும் சுரங்கங்களில் இருந்தும் கிடைத்துள்ள சான்றுகள் :

நிலப்பரப்பின்மேல் நேர்கோடுகளாக உள்ள வெடிப்புக் களில் எரிமலைகள் உள்ளன. இத்தகைய வெடிப்புக்கோடுகள் இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் சுமார் 30 கி. மீ. இருப்பதைக் காணலாம். ஒரு திடப்பொருளை வளைப்பதால் அதன் தடிப்பைவிடச் சிறிய துண்டுகளாக உடைக்கமுடியாது. ஆகவே எரிமலை யியக்கமுள்ள இடங்களில் மேற்பொருக்கு சுமார் 30 கி. மீ. தடிப்பு உடையது என்று கருதலாம். மற்ற இடங்களில் இது இதைவிட தடிப்பாக இருக்கக்கூடும்.

புவியின் திடமான பொருக்கின்கீழ் உள்ள பாறைப் பொருள்களின் மாதிரிகளை எரிமலைகள் மேற்பரப்புக்குக் கொண்டு வருகின்றன. நிலத்தின் கீழுள்ள பாறை வெம்மையான நிலையில், வாயுக்கள் செறிந்தவாறு, அழுத்தப்பட்ட நிலையில் உள்ளது. வெடிப்பு ஏற்பட்டதும் அழுத்தம் குறைவதால் உருகி மேல்நோக்கிக் கொப்புளித்தவாறு பெருகி வந்து எரிவாயினூடே வெளியேறுகிறது. இது பெரும்பாலும் உருகிய காரப்பாறையாகவே உள்ளது.

ஆழமான சுரங்கங்களில் புவி வெப்ப ஏற்றத்தின் (Geothermal gradient) விளைவாக ஒவ்வொரு 30 மீ, (100 அடி) ஆழத்துக்கும் 1° செ. வெப்பம் அதிகரிக்கிறது ; அல்லது 1 கி. மீட்டருக்கு 30° செ. (1 மைலுக்கு 150° பா.) அதிகரிக்கிறது. ஆகவே சுமார் 30 கி. மீ. (20 மைல், 100,000 அடி) ஆழத்தில் சுமார் 1000° செ. வெப்பம் இருக்கும். இதில் பாறை திரவமாகா விட்டாலும் இளகிய நிலையில் இருக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை.

3. விண் கற்களின் சான்று :

விண் கற்களில் (Meteorites) மூன்று வகைகள் உள்ளன. முதல் வகை தணற்பாறைகளைப்போல் இருக்கிறது. முக்கியமான இரண்டாம் வகை நிக்கல் சேர்ந்த இரும்பால் ஆனது. மூன்றுவது வகை, இரும்பும் பாறையும் சேர்ந்தவாறுள்ளது. உலகமும் விண்ணிலுள்ள ஒரு பெருங்கல் என்பதால் விண் கற்களைப் போலவே இதனுள்ளும் நிறைய இரும்பு இருக்க வேண்டுமல்லவா ?

4. உலகின் அடர்வெண் :

இரும்பின் அடர்வெண் 7.8. உலகில் இரும்பு நிறைய இருக்க வேண்டுமானால் அது உலகின் மையத்தில்தான் இருக்க வேண்டும். ஏனெனறால் உலகின் மேறபரப்பிலுள்ள பாறைகளின் சராசரி அடர்வெண் 2.7 ஆக இருக்க உலகின் மொத்த அடர்வெண் 5-5 ஆக உள்ளது.

மேலும் ஓர் உடலின் பொருண்மை (Mass) பரவியுள்ள விதம் அதன் சுழற்சி (Rotation) வீதத்தைக் கட்டுப்படுத்தும். உலகின் பொருள் சேர்வு ஒருபடித்தானதாக இருப்பதாக வைத்துக்கொண்டு அதன் சுழற்சி இயக்க ஆற்றலைக் (Kinetic energy of rotation) கணக்கிட்டால் விடை 260 அலகுகள் எனத்தெரிகிறது. ஆனால் வானியல் முறைப்படி (ஒரு பம்பரத்தின் அச்சு எவ்வாறு ஆடுகிறது என்பதை அளப்பதைப் போன்றது) உலகின் உண்மையான சுழற்சி இயக்க ஆற்றல் 214 அலகுகள்தான் இருப்பதைக் கண்டுள்ளனர். உலகின் பொருண்மை மையத்தில் செறிந்தவாறுள்ளது என்பதே இத்தகைய மாற்றத்தைவிளக்கும்.

5. உலகின் காந்தக் கவர்ச்சி

உலகின் இரு துருவங்களும் காந்தக் கவர்ச்சியுடையவை. உலகின் மையத்தில் காந்தவயப்படக்கூடிய பொருள் இருந்தால்தான் இவ்வாறு நிகழ முடியும். ஆகவே உலகின் கரு இரும்பாலும் நிக்கலாலும் ஆனது என்பதை ஒப்புக் கொள்ளலாம்

உலகின் உட்புறம் ஏன் சூடாக இருக்கிறது ?

உலகம் முதன் முதலில் சூரியனில் இருந்து வெளிப்பட்ட ஒரு திரவ-வாயுப் பிழம்பாக இருந்து சிறுகச் சிறுகக் குளிர்ந்து வருவதாகவும், இன்றும் கூட அதன் உட்புறம் குளிர்ச்சியடையவில்லை என்றும் ஒரு கருத்து இருந்தது. கதிரியக்கப் பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின்னர் இத்தகைய பொருள்கள் உலகினுள் சிதைவடைந்துகொண்டே இருப்பதால் வெப்பம் உண்டாகிறது என்று கருதுகிறார்கள். உலகின் உட்பாகம் மிகப்பெரிய இடம். இதனுள்ளிருந்து வெப்பம் அதிகமாக வெளியே கடத்தப்படுவதில்லை. ஏனென்றால் பாறைக்கு வெப்பம் கடத்துத்திறன் மிகக்குறைவு. ஆகவே உலகின் உட்புறத்தில் சூடு ஆறுவதே இல்லை. கதிரியக்கப் பொருள்கள்

முற்றிலும் சிதைந்த பிறகே இதைப்பற்றி நினைக்கவேண்டும். இன்னும் சுமார் 2000 மில் ஆண்டுகளுக்குப் போதுமான கதிரியக்கத் தீயிரை (Fuel) உலகினுள் இருப்பதாகக் கருது கின்றனர். ஆயினும் இன்று உலகத்தின் சூடு ஏறுகிறதா தணி கிறதா அல்லது இரண்டுமே இல்லையா என்பதே சரியாகத் தெரியவில்லை.

உட்புறப் பாறைப் பொருள்களின் தன்மை

உலகின் மையத்தில் இரும்பாலும் நிக்கலாலும் ஆன ஒரு கோளமும் அதற்குமேல் அயம் சேர்ந்தவாறுள்ள காரசிலி கேட்டுப் பாறைகளாலான கோளப் படலம் ஒன்றும் அதன் மேல் தெப்பங்கள் போல் அமிலப்பாறையாலான குண்டங்கள் மிதப்பதாகக் கருதலாம்.

ஒரு சதுர அங்குலத்துக்கு 150 மில்லியன் பவுண்டு அழுத் தமும் பெருமளவு வெப்பமும் உள்ளபோது இரும்பும் நிக்கலும் எத்தன்மை பெற்றதாக இருக்கலாம் என்று யாருக்கும் தெரி யாது. இவை மனிதனின் கற்பனைக்கும் உள் அடங்காத நிலையில்தான் இருக்க முடியும்.

ஆகவே உலகின் உட்புறத்திலுள்ள பாறைகள் பிச்சுக் கட்டி, எப்படி சுத்தியால் தட்டினால், திடபொருள்போல் இருந் தாலும். அதிக நேரம் இயங்கும் அழுத்தத்திற்கு விட்டுக் கொடுத்து விழிகிறதோ அதைப் போன்ற தன்மை பெற்றுள்ள தாகக் கருதுவதில் பிழையில்லை.

மலைகள்

சூழ்நிலைகளுக்கு மேல் எழுந்தவாறுள்ள கண்கூடான தனிப்பெரும் பாறைத் திண்மைகளை மலைகள் என்கிறோம். பிறப்பின் அடிப்படையில் மலைகளை ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. அரிப்பு மலை (Erosional mtn.) அல்லது எச்சமலை (Relect or residual mtn.)
2. எரியியல் மலை (Volcanic or accumulation mtn.)
3. கொம்பை மலை (Dome or Loccolith mtn.)
4. பிளவுப் பெயர்ச்சி மலை (Block or Fault mtn.)
5. மடிப்பு மலை (Fold and Complet mtn.)

அரிப்பு மலை அல்லது எச்சமலை

உயர்ந்த நிலப்பகுதி ஆறுகள், பனியாறுகள், காற்று ஆகியவற்றின் இயக்கத்தால் நெடுங்காலமாக நில அரிப்புக்கு ஆளாவதால் அரிப்புமலை உண்டாகிறது. உயரமான நிலம் அரிக்கப்பட்டு தாழ்வுறும்போது ஆங்காங்குள்ள கடினமான பாறைப்பகுதிகள் அரிக்கப்படாமல் உயரமான பகுதிகளாக நின்று விடுகின்றன. மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகள், ஆனைமலை ஆகியவை அரிப்பு மலைகளே. தென்னிந்தியாவிலுள்ள பெரும் பாலான குன்றுகளும் சிறுமலைகளும் அரிப்பு மலைகளே. இவை முன்பு உயரமான நிலப்பகுதிகளினுள் பொதிந்தவாறு இருந் தவையே.

எரியியல் மலை

எரியியக்கத்தால் நிலத்தின் வெளியே உமிழப்படும் பாறைப் பொருள்களும் எரிசாம்பலும் படிந்து குவிவதால் எரியியல் மலைகள் உண்டாகின்றன. ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள பனிமுகடு உடைய கிலிமாஞ்சாரோவும், ஆண்டீஸ் மலைகளில் உள்ள சிம்போராஜோ, அகான்காகுவா, ஆகிய மலைகளும் எரியியல் மலைகளே.

கொம்மை மலை

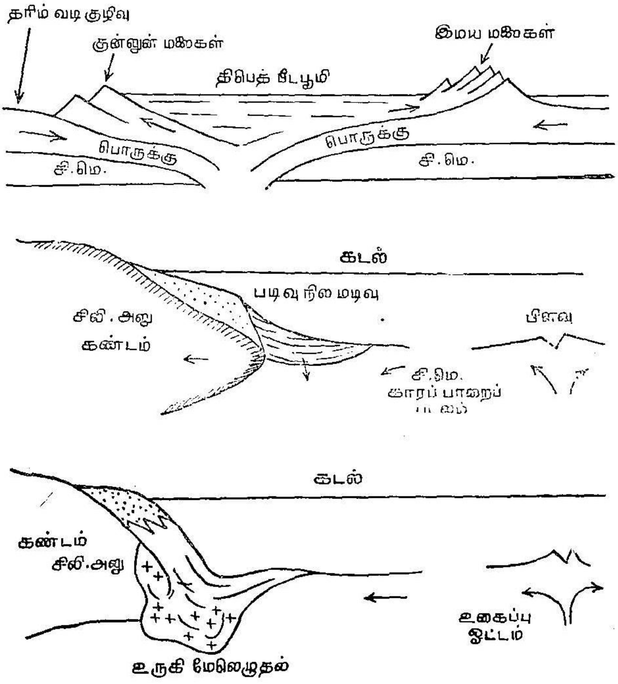
படிவுப் பாறைகளினடியில் நுழையும் தணற்பாறைகள் (லேகோலித்) படிவுகளை மேலே கொம்மை போல் எழச் செய் செய்வதால் கொம்மை மலைகள் உண்டாகின்றன. இவை அரி தாகவே காணப்படுகின்றன. ஜெர்மனியில் உள்ள பிளேக் ஹில், குஜராத்திலுள்ள கிர்ணர்மலை ஆகியவை இவ்வாறு உண் டானவை.

பிளவுப் பெயர்ச்சி மலை

பிளவுப் பெயர்ச்சிகளினால் நிலத்தின் ஒரு பகுதி மலைபோல் மேலே கிளப்பப்படுகிறது. அல்லது பிளவுப் பெயர்ச்சி கண்ட நிலத்தின் ஒரு பகுதி நிலத்தின் உள் தாழ்ந்துவிடுவதால் மற்ற பகுதி மலைபோல் ஓங்கி நிற்கிறது. நில அமைப்பியலில் பிள விடை பள்ளம் (graben), பிளவிடை மேடு (horst) என்பவை பற்றி காண்க.

மடிப்பு மலைகள்

படிவுப் பாறைகள் பக்கவாட்ட அழுத்தத்தாலும், பிளவுப் பெயர்ச்சிகளாலும், தணற்பாறை நுழைவுகளாலும் உருமாற்றப்படுவதால் மடிப்பு மலைகள் உண்டாகின்றன. கண்டங்களை அடுத்துள்ள ஆழமற்ற கடற்பகுதிகள் அவற்றில் படியும் வண்டலின் சுமையாலும் பக்கவாட்ட அழுத்தத்தாலும் தாழ்வுற்றவாறே இருக்கின்றன. இதனல் படிவுறும் வண்டலின் தடிப்பு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. இத்தகைய நிலத் தொய்வுக்கு இடலடித்தொய்வு அல்லது நிலமடிவு (Geosyncline) என்று பெயர். நிலமடிவுகள் பக்கவாட்ட அழுத்தத்தால்



படம் 120. (1, 2, 3).

பிழியப்பட்டுப் பெருமலைகளாக மேலெழும்போது பெரும்பாலான மடிப்பு மலைகள் உண்டாகின்றன. (எ. கா. ஆல்ப்ஸ் மலைகள், இமயமலைகள்).

மலைகளின் பிறப்பு-வளர்ச்சியை விளக்கும் கொள்கை படிவு நில மடிவுகள், நில மடிப்புக்கள், பிளவுப்பெயர்ச்சிகள், நிலம் மேலெழுதல் ஆகியவை எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன. பாறைக் குழம்பு எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதையெல்லாம் கருத்தில் கொண்டதாக இருக்கவேண்டும். இத்தகைய இயக்கங்களுக்கு வேண்டிய மாபெரும் நில அழுத்தங்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன?

நிலச் சுருக்கக் கொள்கை (Contraction Theory)

உலகம் முதன் முதலில் உருகிய பிழம்பாக இருந்தது. இதன் மேற்பொருக்கு முதலில் குளிர்ந்து உறைந்து கட்டியாக மாறியது. உட்புறத்தில் சூடு குறையக் குறைய அங்குள்ள பாறைகள் அளவில் சுருங்கின. இதனால் வெளிப் பொருக்கில் அழுத்தத்தகைவுகள் ஏற்பட்டன. இதன் விளைவாக எங்கெங்கு பாறைகள் மென்மையாக இருந்தனவோ அங்கெல்லாம் மேற்பொருக்கு சுருக்கங்கண்டது. சுருக்கம் மடிப்புக்களையும் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளையும் உண்டாக்கியுள்ளது. இக் கொள்கையில் கதிரியக்க வெப்பம் சேர்க்கப்படவில்லை.

கதிரியக்கக் கொள்கை (Radioactivity Theory)

இலேசான அமிலப் பாறைகளாலான கண்டங்கள் கனமான காரப்பாறைப் பரப்பின்மேல் மிதக்கின்றன. காரப் பாறைப் படலத்திலுள்ள கதிரியக்கக் கனிமங்கள் வெப்பத்தை உண்டாக்குவதால் அப்பாறைகள் உருகுகின்றன. இவ்வாறுகப் பருமையடையும் அடிப்புறத்தால் கண்டங்களைக் கொண்ட அமிலப்பாறைப் படலம் மேய் வாட்டத்தில் விகுவாக்கப் பட்டுள்ளது. காரப்பாறையில் வெப்பம் தணிந்ததும் அது உறையும்போது உண்டாகும் சுருக்கத்தால் மேலுள்ள அமிலப் படலம் மடிப்புக்கண்டு உள்ளே அழுந்துகிறது.

கண்டப்பெயர்ச்சிக் கொள்கை (Continental drift theory).

தென் இமெரிக்காவையும் ஆப்பிரிக்காவையிம் ஒன்ருகச் சேருமாறு, தெப்பங்களைப் போல், நகர்த்தி முடியுமானல் அவற்றின் கரையோரங்கள் ஒன்ருேடொன்று இயைந்தவாறு சேருவதைக் காணலாம். இவை இரண்டுடன் ஆஸ்திரேலியாவும், அண்டார்க்டிகாவும், இந்தியாவும் ஒன்ருகச் சேர்ந்தவாறு முன்பு ஒரு பெரிய தென் கண்டம் (கோண்டுவான நிலம்) இருந்தது. இந்தப் பெரிய கண்டம் சிறுசிறு துண்டுகளாக உடைந்து குழைவுத் தன்மைவாய்ந்த அடிப் பெருக்குப் படல்த்தின் மேல் நழுவியவாறு இடம் பெயர்ந்து இன்றைய

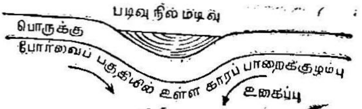
சிறு சிறு கண்டங்களாகக் காட்சியளிக்கின்றன. பண்டைய யூரேசியா, ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா ஆகிய கண்டங்களை நோக்கி வந்தால் இடையே இருந்த டெதிஸ் கடலடியில் படிந்திருந்த படிவுகள் அழுத்தப்பட்டு ஆல்ப்ஸ் மலைகளாகவும் இமய மலைகளாகவும் மேலெழுந்துள்ளன.

நழுவும் கண்டங்கள் (Sliding Continents)

கண்டத் தெப்பங்களின் அடியில் இருக்கும் கீழ் பாறைப் படலம் படிமவயமாயுள்ள (Glassy) குழைமமாய் உள்ளதால் கண்டங்கள் கரை ஓரக் கடலடி மடிவுகளையும் ஆழ்கடல் சரிவுகளையும் நோக்கி மெதுவாக வழுக்கி நழுவியவாறே உள்ளன. இதனால் நழுவும் இரண்டு கண்டத் திப்பைகளுக்கு இடையேயுள்ள கடலடிப் படிவுகள் பிழியப்பட்டு மேலெழுகின்றன.

உகைப்பியக்கக் கொள்கை (Convection Current Theory)

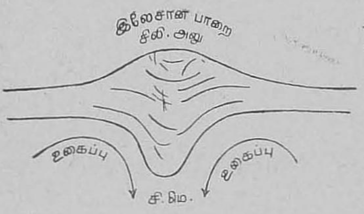
காரப்பாறைப் படத்தில் மெதுவாக இயங்கும் உகைப்பு ஓட்டங்கள் கடலடித் தொய்வின் படிவுகளைக் கண்டங்களின் பக்கமாகி அழுத்தித் தள்ளுகின்றன. இவ்வாறு அழுத்தப்படும் படிவுப் பாறைகள் மேல்வாட்டாக எழுவதற்கு மாறாக கண்டத் தெப்பங்களின் அடியே பேராழுங்களுக்கு மூழ்கி ஆழ்கின்றன. பேராழுங்களிலுள்ள வெப்பத்தால் இவை மீண்டும் உருகுகின்றன. ஆனால் இவை அமிலப் பாறைகளால் ஆனதால் பாறைக் குழம்புகள் கிரேனைட் போன்ற இரண்டாந்தர தணற் பாறைக் குழம்புகளாகின்றன. இவை குழம்பானாலும் தமது இலேசான தன்மையால் மேலெழுந்து நுழைவுப் பாறைகளாக மாறுகின்றன.



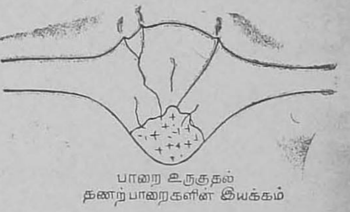
படம 121.

கடலடித் தொய்விலுள்ள படிவுப் பாறைகள், உகைப்பு நீரோட்டங்களால் எதிரெதிராக இரண்டு பக்கங்களில் இருந்தும் அழுத்தித் தள்ளப்படும் போது, கீழ் நோக்கி உளளிழுக்கப் படுகின்றன. இதனால் படிவுகளின் ஒரு பகுதி மடிந்து மேலெழுகிறன. மற்றொரு பகுதி கீழ் நோக்கி உள்ளிழுக்கப் படுகிறது. கீழ் நோக்கிச் செல்லும் படிவு உருகி அமிலத் தணற பாறையாகிவிடுகிறது. ஆகவே, கனமான காரப் பாறை

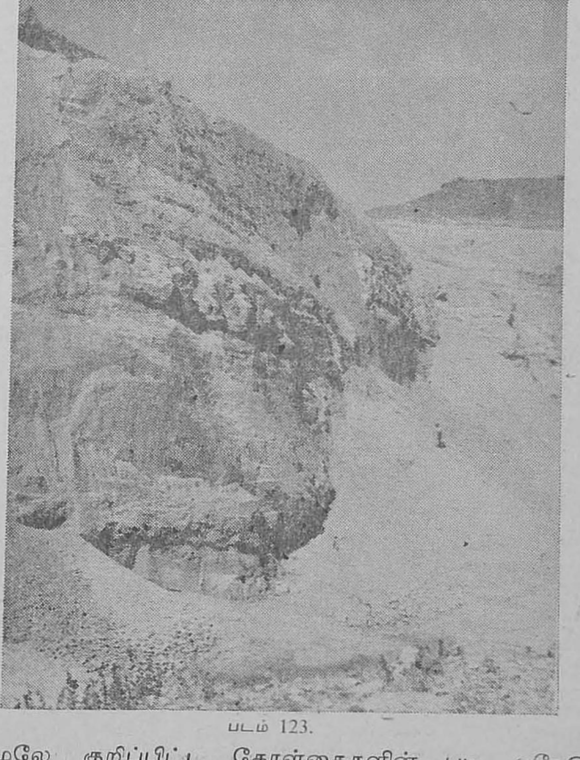
களால் மேல் நோக்கித் தள்ளப்பட்டு மடிப்புக்களிடையே நுழைவுப் பாறைகளாகப் புகுந்து உறைகிறது. இவ்வாருகவே சிக்கலான மடிப்பு மலைகள் உண்டாகின்றன.



படம் 122-1



படம் 122-2-



படம் 123.

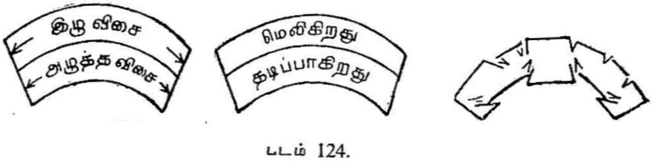
மேலே குறிப்பிட்ட கோள்கைகளின் படி ஒரேஇடத்திலுள்ள பாறைகளே பலவித இயக்கங்களுக்கு உட்படக் க. ((என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

4. நிலப்பொதி அமைப்பியல்

பாறைகள் பலவிதமான அமைப்புக்களுடன் நிலத்தில் பொதிந்துள்ளன. பாறைகள் உண்டாகும் போதே சில அமைப்புக்களைக் கொண்டிருப்பதுடன் பாறைப்பொருக்கில் நிகழும் நெகிழ்வுகளால் ஒரு சில புதிய அமைப்புகளைப் பெறுகின்றன, நிலப் பொருக்கில் நிகழும் நெகிழ்வுகளின் விளைவாக ஏற்படும் நிலத்தின் கட்டுக்கோப்புக் கூறுகளை ஆய்வதுதான் நிலப்பொதி அமைப்பியலின் (Structural Geology) நோக்கமாகும். திண்ணிய பாறைகளைப் பாதிக்கும் நெகிழ்ச்சிகள் நிலத்தினுள்ளேயே இயற்கையாக உண்டாகின்றன. இவை பாறைகளை வளைத்து முறிக்கின்றன. உந்தித்தள்ளிச் சாய்க்கின்றன.

நிலப்பொருக்கிலுள்ள பாறைகள் மீண்மை (Elastic) மாற்றம், குழைமை (Plastic) மாற்றம், முறிவு (rupture) மாற்றம் என்னும் மூன்று விதமான மாற்றங்களால் உருமாறுகின்றன.

மீண்மை உருமாற்றத்தால் வளைந்த பாறைப் பகுதி மீண்டும்தன் முன்னைய நிலையைப் பெறும்போது நிலஅதிர்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. இத்தகைய உருமாற்றம் நிலப்பொதியமைப்பியலாளர் கண்ணுக்குத் தெரிய வாய்ப்பில்லை.

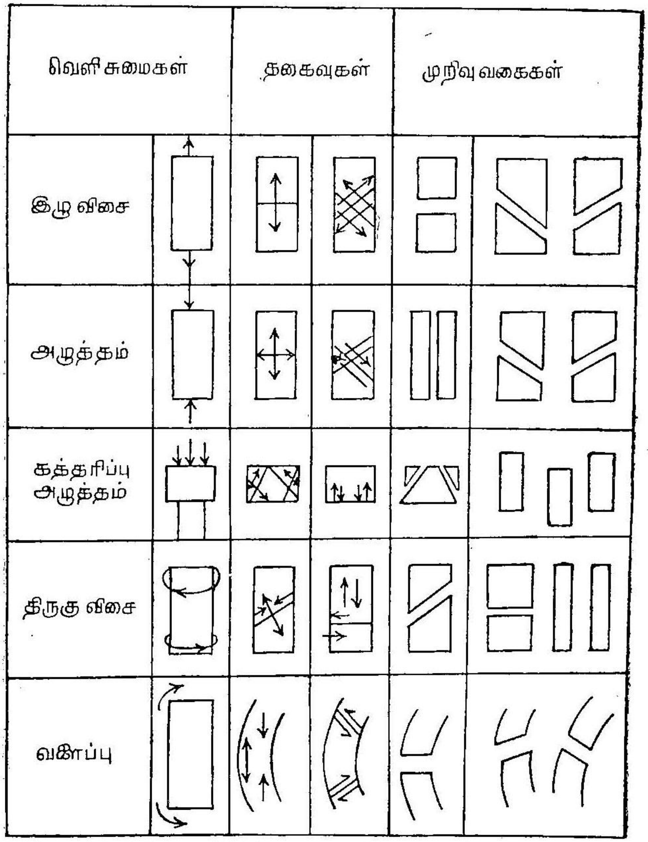


படம் 124.

குழைம உருமாற்றத்தால் பாறைகள் மடிக்கப்படுகின்றன. கிடைமட்டமானபடிவு அடுக்குகள் நிரந்தரமாக மடிக்கப்பட்டு விடுகின்றன. அடுக்குப் பாறைகள் மடியும் போது படிவுத்

தளங்களில் அவை நழுவுவதோடு ஒவ்வொரு படிவும் குழைம உருமாற்றமும் அடைகின்றன.

முறிவு உருமாற்றத்தால் பிளவுகளும் (joints) பிளவுப் பெயர்ச்சிகளும் (Faults) உண்டாகின்றன. பலவகையான



(After Y.B.Fridman) V.Belousov, Structural Geology P.49.

படம் 125.

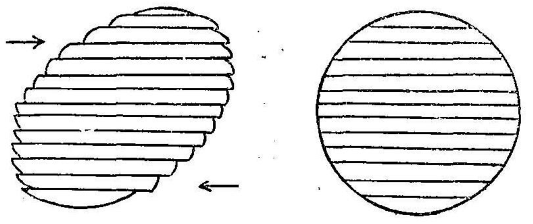
அழுத்தங்களையும் முறிவுகளையும் பற்றி பொறியியலாளர் அறிவர். அவற்றில் சிலவற்றை படத்தில் காண்க.

குழைம உருமாற்றத்தின் செயல்மை.

நிலப் பொதியமைப்பியலில் பாறைகளின் குழைம உருமாற்றமே மிகவும் முக்கியமானது. கண்ணுக்குத் தெரியும் படியான முறிவு இல்லாமல் பாறைகள் எவ்வபறு உருமாறுகின்றன? இத்தகைய உருமாற்றம் மூன்று வழிகளில் ஏற்படுகிறது. 1. துகளிடை பெயர்தல். 2. துகளுள் பெயர்தல் 3. மீண்டும் படிக்மாதல்.

துகளிடை பெயர்தலில் துகள்கள் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்தவாறு நெகிழ்கின்றன. கிரேனைட், சுண்ணப்பாறை, மணிற்பாறை போன்றவற்றில் ஒரே அளவுடைய படிகத் துகள்கள் உள்ளன. இப்படிகங்கள் ஓரளவுக்கு உருட்சி பெற்றும் உள்ளன. மணற் பாறையில் பற்றுக்காரைப் பொருட் எளிதில் நொறுங்கி விடுவதால் மணல் மணிகள் தளர்த்தியாகி விடுகின்றன. கிரேனைட் பாறையின் படிகங்கள் பின்னிப் பிணைந்தவாறு வளர்ந்திருப்பதால் இப்பாறை அழுத்தத்தின் காரணமாக முதலில் நொறுங்கி சிறுசிறு துகள்களாக மாறிய பிறகே துகளிடை நெகிழ்ச்சி ஏற்படுகிறது.

துகளுள் பெயர்தல் குழைம உருமாற்றத்தில் மிகமுக்கிய பங்கு கொள்கிறது. ஒவ்வொரு படிகத் துகளுக்கு உள்ளும் நுண்ணிய தள-நழுவல்கள் ஏற்பட்டு துகளின் உருவம் மாறுகிறது ஒவ்வொரு படிகத்துகளும் உருமாற்றம் அடைவதால் முழு பாறையும் உருமாற்றம் அடைகிறது. கனிமப் படிகங்களின் உள்-நழுவு-தளங்கள் (gliding planes) ஒன்று அல்லது அதற்கும் அதிகமான திசைகளில் அமைந்துள்ளன. நழுவு தளங்கள் படிகத்தின் உள் அணுக் கோப்பு முறையுடன் உறவு கொண்டிருப்பதால் படிகத்தின் சமச்சீர்மைக்கும் நழுவு



படம் 126.

தளத்துக்கும் உறவு உண்டு. (கனிமங்களின் பிளவு, இரட்டிப்பு பற்றிய பகுதிகளையும் காண்க.)

படத்தில் காண்பதுபோல் நீள் வட்டத்தின் விளிம்பு பல் போன்ற அமைப்புடையதாக இருந்தாலும் உண்மையான கனிமப் படிகத்தில் நழுவுதளங்கள் மிக நெருக்கமாக இருக்கு மாதலால் உருகுலைந்த படிகத்தின் விளிம்பு சன்னமாகவே இருக்கும்.

மீண்டும் படிகமாதல் என்னும் முறையில் பாறைகள் உரு வத்தில் மாறுபடாமலே மீண்டும் படிகமாகின்றன. எடுத்துக்காட் டாக சுண்ணற்பாறை தணற் பாறை நுழைவுகளின் வெப்பத் தால் மீண்டும் படிகமாகி சலவைக்கல்லாகிறது. இவ்வாறு உண்டான பாறையின் அளவு மாறுவதில்லை. ஒருமூல அளகு அளவினுக்குள் இருந்த படிகங்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து விட்டது; படிகங்களின் அளவு பெரியதாகிவிட்டது.

ஒரு பாறையில் ஒரு திசையில் அழுத்தம் அதிகமாக இருந் தால் அத்திசையில் பாறை அளவில் குறையும்; அதற்கு நேர் குறுக்கான திசையில் பாறையின் நீளம் அதிகரிக்கும். இது ரீகியின் கொள்கை (Rieckie Principle), அதிக அழுத்தத்தில் கனிமங்கள் எளிதில் கரைகின்றன. குறைந்த அழுத்தம் உள்ள இடத்தில் கரைந்த கனிமம் மீண்டும் படிகமாகப் படிகிறது. இதுபோல் ஒவ்வொரு கனிமத் துணுக்கும் உருகுலையும்போது பாறையின் மொத்த உருவமும் மாறுகிறது.

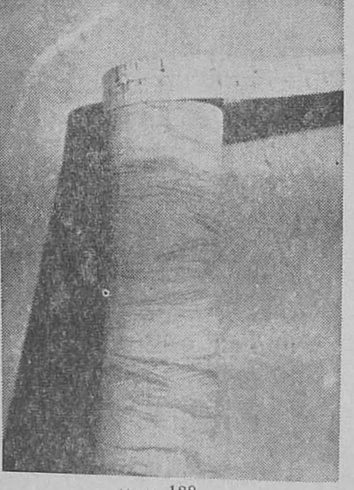
தணற் பாறைகளும் மாற்றியியல் பாறைகளும் உண்டாகும் போதே சில அமைப்புக்களைப் பெறுவதைப் பற்றி பாறையியல் என்னும் பகுதியிலேயே கண்டோம்.

படிவுப் பாறைகள் படியும்போதே துகள்கள் அளவுக்கு ஏற்பவும், நீரோட்டத்தின் இடத்து திறனுக்கு ஏற்பவும் தரம் பிரிந்து படிகின்றன என்றும் கண்டோம். சரிந்த படுகையில் மணல் படியும்போது சாய்வாகப் படியும். கழிமுகங்களிலோ மணல் மேடுகளிலோ மணல் திடர்களின் சரிவிலோ விழுந்து படியும்போது குறுக்கு வளைவுப் படுகைகளாகப் படிகின்றன.

மணற் பாறைகள், களிமண் பாறைகள், சுண்ணப் பாறைகள் போன்ற படிவுப் பாறைகள் ஒன்றன்மேல் ஒன்று அடுக்கடுக்காக கிடைவட்டமாகப் படிகின்றன என்பது பற்றி நில அடுக்கியல் என்னும் பகுதியில் காண்போம்.

படிவுப் பாறைகள் அடுக்கடுக்காக, அவை படிந்தபடியே, சமதளப் படிவுகளாக இருக்கும் அமைப்பு பாறை அடுக்கியலி

படம் 127.

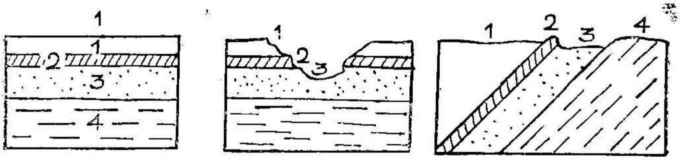


படம் 128.

லேயே மிக எளிய உருவம் எனலாம். ஆனல் பாறைகள் ஒரு நிலையில் இருப்பதில்லை. சம கிடைப்பாறைகள் ஒருபுறம்

தாழ்த்தப்படுவதால் சாய்ந்த பாறை அடுக்குகளாக மாறு கின்றன. பிறகு நில அரிப்புக்கு ஆளாகின்றன. அல்லது சம கிடையாகவே மேலெழுப்பப்பட்டு நில அரிப்புக்கு ஆளா கின்றன. சம நிலத்தின் மேலுள்ள பாறைகளை, மண்ணும் பலவித உகல்பொருள்களும், தாவரங்களும் மூடியவாறு இருக் கின்றன; அல்லது மற்ற படிகள் மூடியாவறு உள்ளன. நில அரிப்பு விரைவாக நடைபெறும் இடங்களில் மட்டும் உள்ளி ருக்கும் பாறைகள் வெளியே தெரிகின்றன. இவ்வாறு வெளிப் பாடாக உள்ள பாறைகளைக் கண்டே பாறைகளின் அமைப்பை அறிந்துகொள்ள முடிகிறது. மலைச்சரிவுகளிலும் ஆற்றின் அரிப்பால் ஏற்படும் பள்ளங்களிலும் படுகைகளிலும், ஓடைக் கால்களிலும் பாறைகள் வெளிப்பாடாக உள்ளன. இப் பாறைகளைக் கண்டு அவை எவ்வாறு அமைந்துள்ளன என்பதை நிலப் பொதியியல் தலப்படங்களில் (Geological maps) வரைந்துகொள்வது நிலப்பொதியியலாளர் செய்யும் முதல் வேலை. இவற்றை விவரிக்கும்முன் ஒருசில அடிப்படை யான படிவுப்பாறை அமைப்புக்களையும் அவற்றை விவரிக்கும் முறைகளையும் காண்போம்.

சமகிடையாக உள்ள பாறைகளை விவரிப்பது எளிது ஆனால் மேலே தெரியும் பாறை மட்டுமே நம் கண்ணுக்குப் படும். கீழுள்ள பாறைகள் தெரியவேண்டுமானால் நிலத்தின் பள்ளமான பகுதிகளில் காணவேண்டும். அப்போது கீழுள்ள படிவுகளின் குணங்கள், அவை எப்பாறைகளால் ஆனவை எவ்வளவு தடிப்பு உடையவை என்பதைப் பற்றி அறியலாம்.



படம் 129.

ஆனால் படிவுகள் சாய்ந்தவாறு இருக்கையில் கீழுள்ள பாறைப் படிவுகளும் மேற்பரப்பிலேயே வெளிப்பட்டிருக்கும். இப் படிவுகளில் மென்மையானவை அதிகமாக அரிக்கப்பட்டும் கடினமானவை குறைவாக மழுக்கப்பட்டும் இருக்கும் ஆகவே அரிப்பை எதிர்க்கும் பாறைகள் மேலே புடைத்து எழுந்து நிற் பதைக் காணலாம்.

இவ்வாறு மேலே தெரியும் பாறைப் பகுதிகளை பாறை வெளிப்பு அல்லது பாறைப் பொலிவு (outcrop) என்பர். பொதுவாக வெளியே தெரியும் பாறைகளை வெளிப்பாடுகள் (exposeres) என்பர். பாறை வெளிப்புகளைக்கொண்டு நிலத்தினுள் பொதிந்துள்ள பாறை அடுக்குகளின் அமைப்பை அறிவது ஒரு அறிவியற் கலையாகும். ஏனெனில் மேற்பரப்பு மேடுபள்ளமாக இருக்கும்போது வெளிப்படும் பாறைகளின் உருவம் அவற்றின் புதைந்துள்ள பகுதிகளின் அமைப்புக்கு எவ்வாறு சம்பந்தப்பட்டுள்ளன என்பதை உணரவேண்டும். இதற்கு நிலப் பொதியியல் தலப்படங்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன.

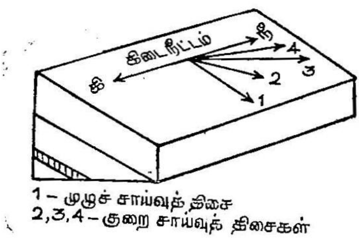
இங்கு அமைப்பியலின் அடிப்படைக் கருத்தினை விளக்கப் பயன்படும் சில கலைச் சொற்களைத் தெரிந்துகொள்வது நலம்.

படுகைத் தளம் (Bedding Plane)

படிவுப் பாறைகளின் படுகைகள் (beds) அல்லது அடுக்குகள் இரண்டுக்கு இடையேயுள்ள தளத்துக்கு படுகைத்தளம் என்று பெயர்.

சாய்வு (Dip) கிடைநீட்டம் (Strike).

கிடைமட்டத்திலிருந்து சாய்ந்தவாறுள்ள தட்டையான ஒரே சீரான ஒரு பாறைப் படுகையை எடுத்துக்கொள்வோம்.



படம் 130.1.

இப்படுகையின் சாய்வான மேற்பரப்பில் ஒருதிசைக்கு இணையாக சமகிடைக் கோடுகளை வரையலாம் (கி. நீ.) இதையே கிடைநீட்டம் என்பர். மேற்பரப்பில் வெளியாகியுள்ள பாறைப் படுகைத் தளத்தைக் கண்டு காந்தமுள் கருவியின் (Clinometer or Brunton compass) உதவியினால் அப்படுகையின் கிடை நீட்

டத்தின் திசையை அளந்தறியலாம். இந்தத் திசைக்கு நேர் குறுக்கான திசையே படுகையின் முழுச் சாய்வுத்திசை (dip). இத்திசையில் படுகைத் தளத்தின் மேல்பட்டவாறு உள்ள கோட்டுக்கும் சமகிடைக் கோட்டுக்கும் இடையே உள்ள

படம் 130-(2,3,4).

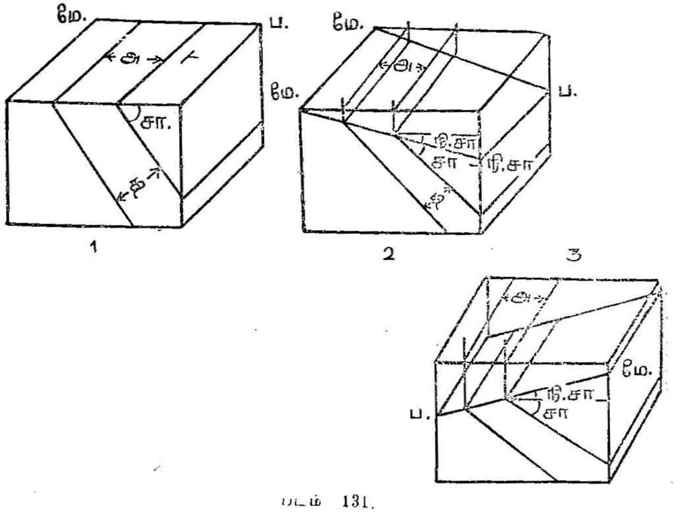
கோணமே சாய்வுக் கோண அளவாகும் (amount of dip வெளிப்புத் தளத்தைக் கொண்டு இக்கோணத்தை அளக்க காந்தமுள் சாய்வுக்கோணக் கருவியை (clinometer compass) பயன்படுத்தவேண்டும். படுகைத் தளத்தின் மேல்பட்டவா றுள்ள கிடை நீட்டத் திசைக்கோட்டுக்கும் முழுச்சாய்வுக்

கோட்டுக்கும் இடையே. 0° கோணத்துக்கும் முழுச் சாய்வுக் கோணத்துக்கும் இடையே உள்ள கோணங்களை குறை சாய்வுக் கோணங்கள் (apparent dip) என்பர். (படத்தில் 2,3,4,) இக் கோணங்களைக் குறிக்கும் கோடுகள் குறைசாய்வுக் கோணத் திசைகள்.

முழுச் சாய்வுக் கோணத்துக்கும், குறைசாய்வுக் கோணத்துக்கும், இடையேயுள்ள உறவை கணிதக் குறியீட்டின்படி:

$\tan a = \tan b \sin c$ என்று குறிக்கலாம். இதில் a = குறைசாய்வுக்கோணம் (apparant dip) b = முழுச்சாய்வுக் கோணம் (true dip); c = கிடை நீட்டக் கோட்டுக்கும் குறைசாய்வுத் திசையைக் காட்டும் கோட்டுக்கும் இடையே (படுகைத் தளத்தில் உள்ள கோணம்.

படுகை வெளிப்புக்கும் (outcrop), சாய்வுக் கோணத்துக்கும், படுகையின் தடிப்புக்கும் உள்ள கணித உறவுகளை கீழ்க்காணும் படங்களின் மூலம் விளக்கலாம்.

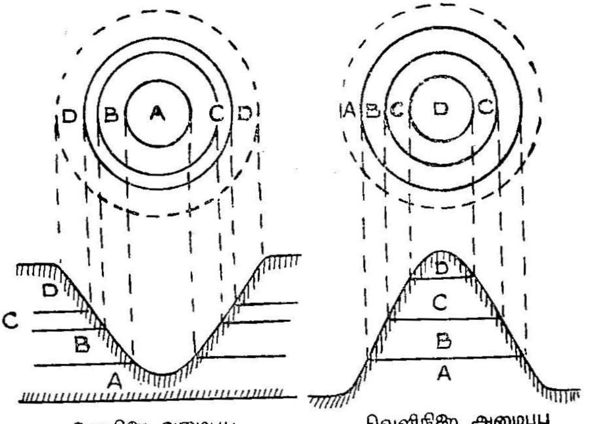


படம் 131.

உள்நிலை அமைப்பு (Inlier), வெளிநிலை அமைப்பு (Outlier)

கிடைப்படத்தில் (plan) இளைய பாறைகள் முதிய பாறைகளைச் சூழ்ந்திருந்தால் அதை உள்நிலை அமைப்பு என்பர். நில அரிப்பின் காரணமாக ஏற்பட்டுள்ள பள்ளத்தாக்குகளில் உள்

நிலை அமைப்புகளைக் காணலாம். இதற்கு மாறாக மூதிய பாறைகள் இளைய பாறைகளைச் சூழ்ந்தவாறு இருந்தால்(கிடைப் படத்தில்) வெளி நிலை அமைப்பு என்பர்.



உள நிலை அமைபபு வெளிநிலை அமைபபு

படம் 132.

மடிப்புகள் (Folds)

படிவுப்பாறைகள் கிடைவாட்டமாகப் படிந்தாலும் பிறகு ஏற்பட்ட அழுத்தங்களின் விளைவாகச் சாய்ந்தவாறும் பலவித மாக வளைந்தவாறும் மடிந்தவாறும் மாறி இருப்பதைக் காண லாம். மடிப்புகள் எப்படி உண்டாகின்றன என்பதுபற்றி இப் பகுதியின் இறுதியில் காண்போம். பலவிதமான பாறை வகை களிலும் மடிப்பைக் காணலாம். ஆனால் படிவுப்பாறை களிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் மடிப்புகள் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றன. பாறைப் படலத்தில் தொடர்ச்சி அறுமல் ஏற்பட்டுள்ள உருமாற்றங்கள் எல்லாமே 'மடிப்பு' என்னும் தலைப்பில் அடங்கும்.

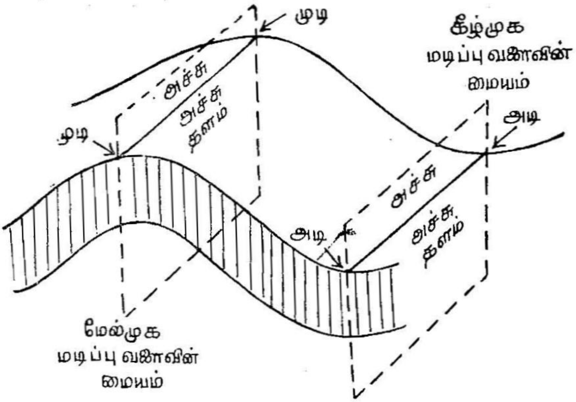
மடிப்புகளின் வகைகளை விளக்குமுன் ஒரு மடிப்பின் பகுதி களைப்பற்றி அறிந்துகொள்வோம் :

மடிப்பு தளம் (Axial plane)

ஒரு மடிப்பை இருசமக் கூறுகளாகப் பிரிக்கும் கற்பனைத் தளத்தை மடிப்புதளம் என்பர். இது செங்குத்தாகவோ சாய்ந்தோ, கிடைவாட்டமாகவோ இருக்கும்.

பக்கங்கள் (Limbs)

ஒரு மடிப்பின் இரு மருங்கிலும் சாய்வாக மடிந்துள்ள பகுதிகளே பக்கங்கள். படத்திலுள்ளவாறு இரண்டு மடிப்புகள் அருகருகே இருந்தால் இரண்டு மடிப்புக்கும் பொதுவாக ஒருபக்கம் இருக்கும். ஒருபக்கம் என்பது ஒருமடிப்பின் அச்சுதளத்திலிருந்து அடுத்த மடிப்பின் அச்சுதளம்வரை நீண்டிருக்கும்.



படம் 133.

மடிப்பு அச்சு (Fold axis)

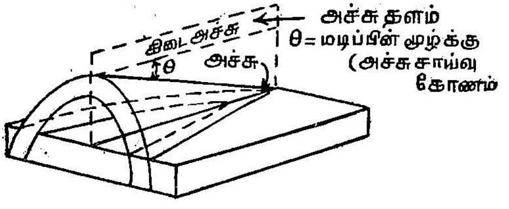
மடிப்புதளம் மடிப்பின் படுகை அடுக்குகளை வெட்டுவதினால் ஏற்படும் கற்பனைக் கோடுகளுக்கு மடிப்பு அச்சுகள் என்று பெயர். ஒரு மடிப்பில் எத்தனை அடுக்குகள் உள்ளனவோ அத்தனை மடிப்பு அச்சுகளைக் கற்பனை செய்ய முடியும். இவை எல்லாமே இணையாகவே உள்ளன. மடிப்பு அச்சு கிடைவாட்டமாகவோ சாய்வாகவோ இருக்கும்.

மடிப்பின் அச்சுச்சாய்வு அல்லது மூழ்க்கு (Plunge)

இதை அச்சுக்கோட்டையுடைய நேர்குத்தான தளத்தில் அளிக்கவேண்டும் (சம படிவின் சாய்வை (Dip) அளப்பது போல்). இதற்கு சாய்வு திசையும் உண்டு. இத்தகைய மடிப்புக்கு அச்சுச்சாய்வுமடிப்பு (Plunging fold) என்று பெயர்.

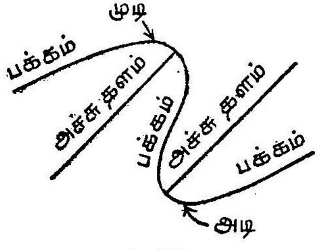
மடிப்பின் அடியும் முடியும்

மடிப்புகள் மேல் முகமாகவோ கீழ் முகமாகவோ மடிக்கப் பட்டிருக்கும்போது அவற்றின் பக்கங்களின் படுகைகளில் உச்சநிலையில் உள்ள புள்ளிகளைச் சேர்க்கும் கோட்டுக்கு முடி



படம் 134.

(Crest) என்றும் அடிநிலையில் உள்ள புள்ளிகளைச் சேர்க்கும் கோட்டுக்கு அடி (Trough) என்றும் பெயர். அடி முடிக் கோடு கள் மடிப்பின் அச்சுக்கோட்டுக்கு மாறுபட்டவை.



படம் 135.

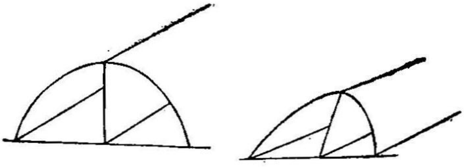
மடிப்பு வகைகள்

மேல்முக மடிப்பு (Anticline) மேற்புறத்தில் குவித்தாற் போல், இருபக்கங்களும் ஒன்றையொன்று விலகியவாறு சாய்ந்துள்ள மடிப்புக்கு மேல்முக மடிப்பு என்று பெயர். இவ்வகை மடிப்பில் முதிய பாறைகள் வளைவு மையத்தில் (Core) உள்ளன. இளைய பாறைகள் வளைவின் வெளிப்புற மாக உள்ளன.

கீழ்முக மடிப்பு (Syncline). மேற்புறத்தில் குழிவாக இருப் பதுபோல், இருபக்கமும் ஒன்றையொன்று நோக்கிச் சாய்ந் துள்ள மடிப்புக்கு கீழ்முக மடிப்பு என்று பெயர். இவ்வகை மடிப்பில் இளைய பாறைகள் வளைவின் மையத்தில் (Core) உள்ளன. முதிய பாறைகள் வெளிப்புறமாக உள்ளன.

மடிப்பு தளத்தின் நிலையை அடிப்படையாகக்கொண்டு சில மடிப்பு வகைகளுக்குப் பெயரிட்டுள்ளனர்.

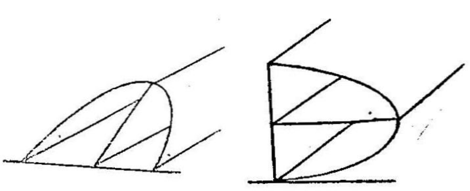
சமச்சீர் மடிப்பு (Symmetrical fold). இதில் மடிப்பின் பக்கங்கள் இருமருங்கிலும் ஒரே கோண அளவில் சாய்ந்திருப்பதால் மடிப்புதளம் நேர்குத்தாக அமைந்திருக்கிறது:



படம் 135. 137.

அசமச்சீர் மடிப்பு (Asymmetrical fold) மடிப்பின் பக்கங்கள் வெவ்வேறு அளவுகளுக்கு சாய்ந்திருபபதால் மடிப்புதளம் சாய்வாக உள்ளது.

மிகு மடிப்பு (Overturned fold or over-fold) இதன் மடிப்புத் தளம் மிகுதியாகச் சாய்ந்துள்ளது. பக்கங்கள் ஒரே திசையை நோக்கி வெவ்வேறு கோண அளவுகளில் சாய்ந்துள்ளன. இதன் பக்கங்களில் ஒன்று 90°-க்கும் மேல மடிக்கப்பட்டிருக் கிறது.

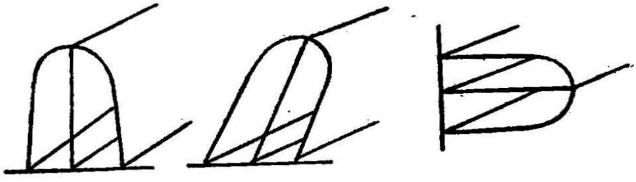


படம் 138, 139.

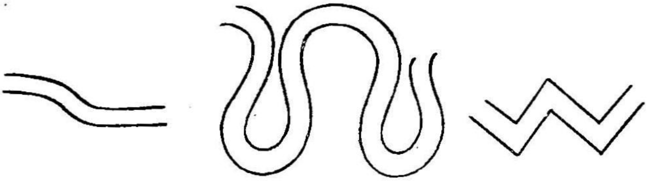
கிடைமடிப்பு (Recumbent fold). இதன் மடிப்புத்தளம் கிடைவாட்டமாக இருக்கும். இத்தகைய மடிப்புகள் ஆல்பீஸ் மலைகளில் காணப்படுகின்றன.

இணை சாய் மடிப்பு (Isoclinal fold) இதில் மடிப்பின் இரண்டு பக்கங்களும் ஒரே திசையில் ஒரே அளவு சாய்ந்திருக் கின்றன. மடிப்புதளம் செங்குத்தாகவோ சாய்ந்தவாறோ கிடைவாட்டமாகவே இருக்கும்.

மடிப்புகள் கூர்மடிப்பு (Chevron fold) என்றும் விசிறி மடிப்பு (Far fold) என்றும் ஒரு சாய்மடிப்பு (Monocline) என்றும் பலவிதமாக உள்ளன.

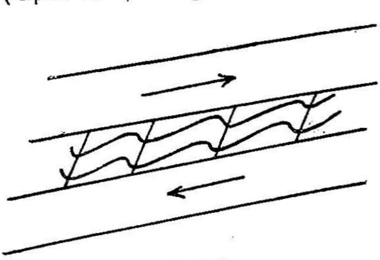


படம் 140.



படம் 141.

படிவுகள் மிகுந்த இறுக்கத்துக்கு உட்பட்டு மடிக்கப்பட்டால் பக்க அடுக்குகளின் பாறை குழைந்து நெகிழ்வதுண்டு. அப்போது மூடிய மடிப்பு (Clos d fold) உண்டாகும் இவ்வாறு நெகிழ்ந்து தடிப்பு மாறாத பக்கங்களையுடைய மடிப்புக்கு திறந்த மடிப்பு (Open fold) என்று பெயர்.



படம் 142.

இழுவை மடிப்பு (Drag fold). ஈடுடைய (Competent) வலிவான படிவுகளுக்கு இடையே வலிமைகுன்றிய ஈடற்ற (In competent) படிவுகள் இருக்கும்போது மடிப்பு ஏற்பட்டால் ஈடற்றபடிவில் சிறுசிறு மடிப்புக்கள் ஏற்படுகின்றன. ஈடுடைய படிவு எத்திசையில் நழுவியதோ அத்திசையில் இச் சிறு மடிப்பக்கள் சாய்ந்தவாறு காணப்படுகின்றன.

இழுவை மடிப்புக்களைக்கொண்டு பலவிதமான அமைப்பியல் பிரச்சனைகளுக்கு விடை காண முடிகிறது.

பெருமேல் முக மடிப்பு (Antic linorium) என்றும் பெருங் கீழ்முக மடிப்பு (Synclinorium) என்றும் மிகப் பெரிய அளவுள்ள மடிப்புகளைக் குறிப்பிடுவர். ஒரு பெரிய மலை அளவுள்ள மடிப்பின் பக்கங்களில் சிறுசிறு மடிப்புக்கள் அடங்கி இருப்பதைக் காணலாம்.

நிலமடிவு அல்லது கடலடித் தொய்வு (Geosyncline) என்பது ஆயிரமாயிரம் மீட்டர் கனமான படிவுகள் படியும் கடலோரக் குழிவு அல்லது தொய்வான பள்ளத்தைக்குறிக்கும். இதைப்பற்றி நில அடுக்கியல் பகுதியில் காண்போம்.

கொம்மை மடிப்பு (Dome) வட்டில் அல்லது கிண்ண மடிப்பு (Basin) அடுக்கமைப்புடைய பாறைகள் ஆங்காங்கு குடை அல்லது கவிகைபோல் மேலெழுந்தவாறும் கூடை அல்லது கிண்ணம்போல் குழிந்தவாறும் இருக்கின்றன. இவை நுழைவுப் பாறை இயக்கங்களால் ஏற்படுகின்றன. இவை வட்டமான வளைய வெளிப்புகளாக மேற்பரப்பில் காட்சி தருகின்றன.

பாறை மடிப்புகள் பலவிதமான பொருளாதாரத் தாதுக் கனிமங்களைக் கொண்டுள்ளன. கீழ்முக மடிப்புகளில் நிலநீர் தேக்கங்கள் உள்ளன. மேல்முக வளைவுகளும், கொம்மை களும். மண்ணெய் (Petroleum) தேங்குவதற்கு வாய்ப்பு அளிக் கின்றன.

நிலமடிப்பு செயல்படும் முறைகள் :

நிலமடிப்புகள் நான்குவிதமாக உண்டாகின்றன :

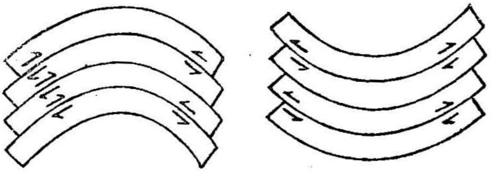
1. அழுத்தத்தால் (Flexure) உண்டாகின்றன ;
2. குழைந்து நெகிழ்வதால் (Flow) உண்டாகின்றன ;
3. தளமுறிவினுல் (Shear) உண்டாகின்றன ;
4. மேலும் கீழும் நகர்வதால் உண்டா கின்றன.

1. அழுத்தத்தால் உண்டாகும் மடிப்புகள் : ஒரு படித்தான படுகையின் மேல்பக்கம் இழுவிசைக்கு உள்ளாகிறது. அடிப் பக்கம் அழுத்த விசைக்கு உள்ளாகிறது.

படிவு குழைவாகி நெகிழக்கூடியதாக (Plastic) இருந்தால் மேல்பாகம் விரிவடைந்து மெலிந்து அடிப்பாகம் இறுக்கப் பட்டு தடிப்பாகிறது.

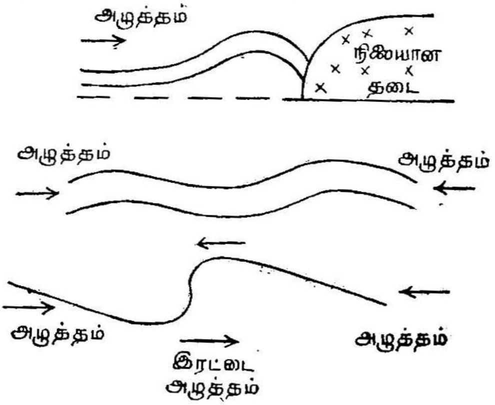
படிவு நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்ததாக இருந்தால் உடைவதால் (Rupture) வளைவு ஏற்படும்.

அழுத்தமும் படிவு நழுவுதலும் சேர்ந்த மடிப்பு வகையை விளக்க ஒரு சீட்டுக் கட்டைப் பயன்படுத்தியுள்ளதை படத்தில் காண்க. சீட்டுகள் நழுவுவதைத் தடுத்துவிட்டால் மடிப்புக்குப் பதில் முறிவுதான் ஏற்படும்.



படம் 143.

2. குழைந்து நெகிழ்தல் (Flow) : இழுவை மடிப்பில் கண்டவாறு ஒரு பகுதி மட்டுமோ அல்லது முழுதுமாகவோ பாறை அடுக்குகள் குழைந்து நெகிழ்வதால் மடிகின்றன. அதிக அழுத்தம் அல்லது வெப்பம் காரணமாக எல்லா அடுக்குகளும் குழையும் தன்மை பெறக்கூடும். அழுத்த மடிப்புக்கும் குழைவு மடிப்புக்கும் நெறுங்கிய தொடர்பு உண்டு.

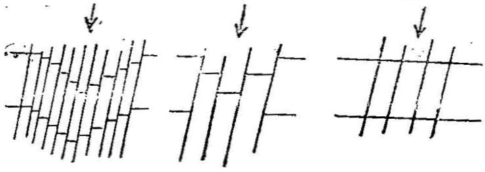


படம் 144.

3. தள முறிவு மடிப்பு (Shear fotd) : ஒரு படிவு அடுக்குக்குக் குறுக்காக அருகருகே அனேக தள முறிவுகள ஏற்பட்டு அத்தளங்களில் பாள நழுவல்கள் ஏற்படுவதால் தள முறிவு மடிப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த மடிப்பின்படி ஏற்பட்ட வளைவு

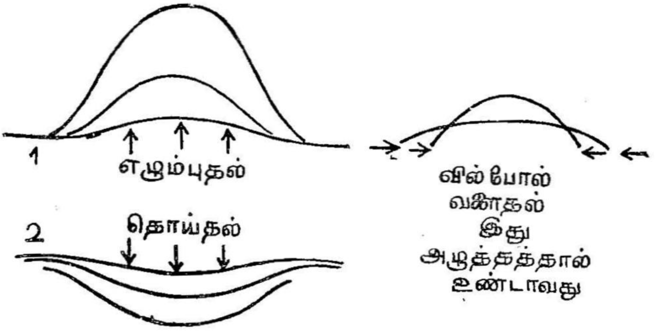
களில் பிளவுகள் காணப்படுவது இயல்பு.

4. மேலும் கீழும் நகர்தல்: பிளவுகளே இல்லாது மேல்



படம் 145.

உந்தும் விசைகளாலும் கீழ் உந்தும் விசைகளாலும் மடிப்பு உண்டாவதுண்டு.



படம் 146.

மேலுள்ள இரண்டு படங்களில் இத்தகைய மடிப்பின் இரு முனைகளும் இருந்த இடத்திலேயே இருக்க படிவுகள் இழுக்கப் பட்டவாறு வளைந்துள்ளதைக் காணலாம். இத்தகைய மடிப்புகள் பல விதங்களில் உண்டாகக்கூடும்.

1. தணற்பாறை நுழைவுகளால் மேல் படிவுகள் கொம்மை போல் உந்தப்படலாம்.

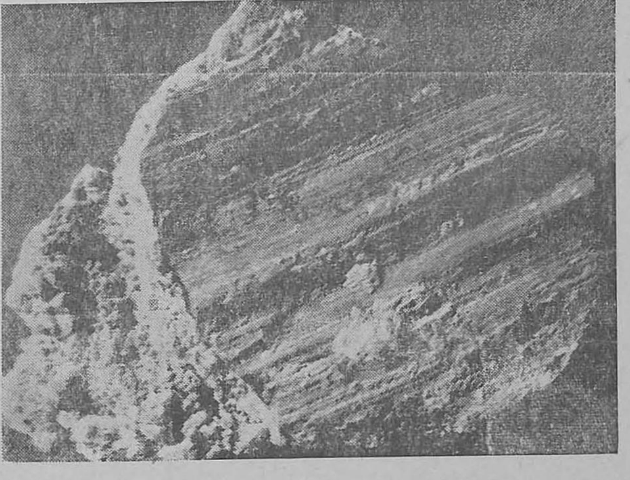
2. படிவுகள் விழவிழ சுமை தாங்காமல் கடலடி ஆழ்ந்து தொய்வுற்று மடிப்பு ஏற்படலாம். இது நிலச் சமன்பாட்டினால் (Isostacy) விளைகிறது.

4. பலவிதமான படிவுப் பாறைகள் படிந்தபின் அவற்றின் நிலைகளில் உள்ள படிவுகள் ஓரிடத்தில் அதிகமாகவும் ஓரிடத்தில் குறைவாகவும் இறுகுவதால் மேல் உள்ள படிவு அடுக்குகளில் மடிப்புகள் ஏற்படக்கூடும்.

பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் (Faults)

பாறைகளில் காணப்படும் பிளவு தளங்களின் இருபக்கத்திலுள்ள பாறைகளும் எதிரெதிராக நகர்ந்தவாறு இருந்தால் அப் பிளவுத் தளங்களுக்கு பிளவுப் பெயர்ச்சி தளங்கள் என்று பெயர். இத்தகைய பாறை அமைப்புக்கு பிளவுப் பெயர்ச்சி (Fault) என்று பெயர்.

சில பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் ஒரே சீரான உடைப்புத் தளத்தில் நிகழ்ந்துள்ளன. மற்றும் சில இணை இணையாக உள்ள முறிவுத்தளங்களில் சிறிது சிறிதாக உடைபட்டு மொத்தமாகப் பெயர்ச்சி அடைவதால் நிகழும். இவ்வாறு பல இணை தளங்களைக் கொண்ட பிளவுப் பெயர்ச்சிகளை முறிவு தளப் பகுதி (Shear zone) அல்லது பிளவுப் பகுதி (Fault zone) எனலாம். சீராக உடைந்த பாறைத்தளத்தின் இருமருங்கிலும் பாறைகள்

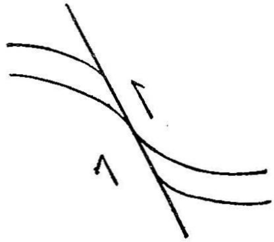


படம் 147.

ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து இடம் பெயர்ந்து செல்லுகையில் அத்தளம் தேய்க்கப்படுகிறது. அதன் மேலுள்ள சிறுசிறு எடுப்பான பகுதிகள் அறைக்கப்பட்டு பாறை மாவினலான சாந்து உண்டாகிறது. இச்சாந்து காரைபோல் பிளவு தளத்தில் பூசப்பட்டுள்ளதை பிளவிடைமா (Gonye) என்பர். பிளவிடைமா பூசப்பட்ட பாறை தளங்களில் காணப்படும் நழுவு நோட்ட வரிப்பள்ளங்களைப் (Slicken sides) பயன்படுத்தி

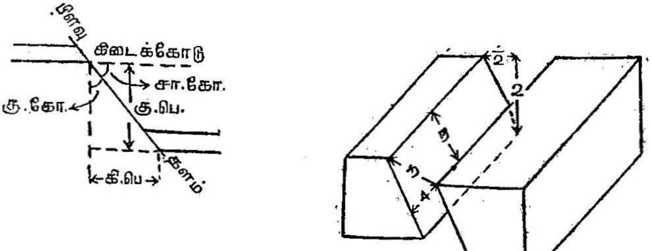
பாறைப் பகுதிகள் நழுவியுள்ள திசையை அறிந்துகொள்ள முடியும். இவற்றில் நழுவுதல் ஏற்பட்ட திசையில் விரலால் தேய்த்தால் வழவழப்பாகவும் எதிர்திசையில் சொரசொரப்பாகவும் இருக்கும்.

பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் நிகழும்போது ஏற்படும் உராய்வின் காரணமாக பாறை அடுக்குகள் இழுபட்டு வளைந்த முனைகளோடு பிளவு தளத்தைத் தொட்டவாறு அமைந்திருப்பதைக் காணலாம், இதைக் கொண்டு நெகிழ்ச்சி எத்திசையில் ஏற்பட்டுள்ளது என அறிய முடியும்.



படம் 148.

பாறை இடம் பெயரும்போது ஏற்பட்ட முறிவுகளின் விளைவாக நொறுங்கிய பாறைத்துண்டுகள் கூரான முனைகளைக் கொண்டுள்ளன. இத்துண்டுகள், பின்னர் ஊறும் கனிமக் கரைசல்களிலிருந்து படியும் படிவுகளால் காரைபோல் பிணைக்கப்பட்டு பிளவு நொறுக்கப் படிவுகளாகின்றன. (Fault breccia) என்று முன்பே கண்டோம்.



படம் 149.

பிளவுப் பெயர்ச்சிகளை விளக்குவதற்குப் பயன்படும் சில கலைச்சொற்கள் :

சாய்வுக்கோணம் (Dip) : இது பிளவுத் தளத்துக்கும் கிடைமட்டத்துக்கும் இடையே உள்ள கோணம், (சா. கோ.)

குத்துக் கோணம் (Hade) : இது பிளவுத் தளத்துக்கும் செங்குத்துத் தளத்துக்கும் இடையே உள்ள கோணம். (கு. கோ.)

கிடைப்பெயர்ச்சி (Heave) : படத்தில் 1 இது கிடைவாட்டத்தில் அளக்கக்கூடிய பெயர்ச்சி. (கி. பெ.)

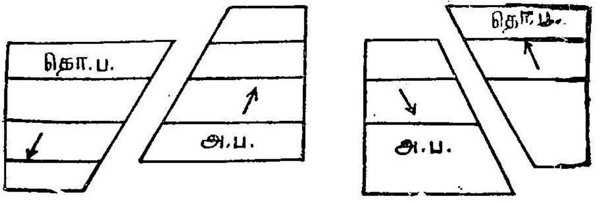
குத்துப்பெயர்ச்சி (Throw) : படத்தில் 2 இது செங்குத்து வாட்டத்தில் அளக்கக்கூடிய பெயர்ச்சி. (கு. பெ.)

நிகரப் பெயர்ச்சி (Net - slip) : படத்தில் 3. இது உண்மையான பிளவுத்தளத்தில் மூன்று ஒன்றாக இருந்து பிறகு பிரிந்துள்ள இரண்டு புள்ளிகளிடையே உள்ள தூரம்.

கிடைவாட்டப் பெயர்ச்சி (Strike - slip) : படத்தில் 4. இது பிளவுத்தளத்தின் கிடைவாட்டத் திசையில் அளக்கக்கூடிய பெயர்ச்சி.

சாய்வு வாட்டப் பெயர்ச்சி (Dip - slip) : படத்தில் 5. இது பிளவுதளத்தில் சாய்வு வாட்டத்தில் அளக்கக்கூடிய பெயர்ச்சி.

சாய்வாக உள்ள ஒரு பெரிய பிளவுப் பெயர்ச்சியின் பிளவில் நாம் நிற்பதாகக் கற்பனை செய்துகொண்டால் நாம் கால் ஊன்றியுள்ள தளத்தைக் கொண்ட பகுதியை அடிப் பிளவுப்பகுதி (Foot-wall side) என்றும் குறிப்பிடலாம்.

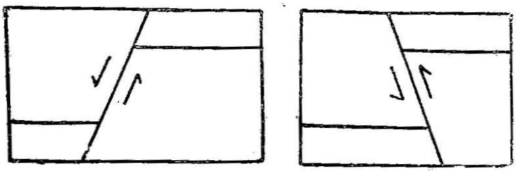


படம் 150.

பிளவுப் பெயர்ச்சி வகைகள்

ஒரு பிளவுப் பெயர்ச்சியின் தொங்கு பிளவுப் பக்கத்தையும் அடிப்பிளவுப் பக்கத்தையும் ஒப்பிடுகையில் தொங்கு பிளவுப் பகுதி கீழ்வாட்டாக நழுவி இருப்பதுபோல் தோன்றும்போது நேர் பிளவுப் பெயர்ச்சி (Normal Fault) ஏற்பட்டுள்ளதாகவும், அதற்கு மாறாக, தொங்கு பிளவுப் பக்கம் மேல் வாட்டமாகத் தள்ளப்பட்டிருப்பதுபோல் தெரிந்தால் எதிர்பிளவுப் பெயர்ச்சி

(Reverse fault) ஏற்பட்டுள்ளதாகவும் கூறவேண்டும். உண்மையில், பிளவுப் பெயர்ச்சிகளில் எந்தப்பக்கம் நிலைத்திருந்தது எந்தப் பக்கம் இடம் பெயர்ந்தது என்பதைச் சொல்ல முடியாது சார்பான முறையில்தான் இடப்பெயர்ச்சியை நாம் அறிந்துகொள்ள முடியும்.

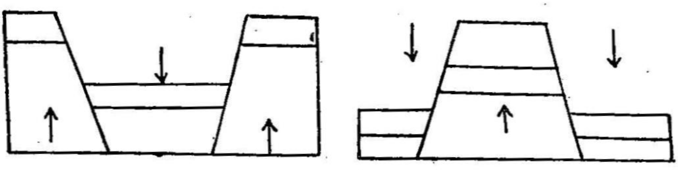


நே.பி.பெ.   எ.பி.பெ.

படம் 151.

நேர்பிளவுப் பெயர்ச்சியை புவிஈர்ப்புப் பிளவு பெயர்ச்சி (Gravity fault) என்றும் குறிப்பிடுவதுண்டு. நேர்பிளவுப் பெயர்ச்சி இழுவிசையாலும் உண்டாகக்கூடும்.

இரண்டு பிளவுகளுக்கு இடையே உள்ள பாளப்பகுதி மேலெழுந்தவாறு இடம் பெயர்ந்திருந்தால் அதற்கு புடை பெயர்ச்சி அல்லது பிளவிடை மேடு (Horst) என்று பெயர், இரண்டு பிளவுகளுக்கு இடையே உள்ள பாளப் பகுதி கீழே தாழ்ந்தவாறு இடம் பெயர்ந்திருந்தால் பிளவிடை பள்ளம் (Graben) என்று பெயர் பெறும். இவை இரண்டும் நேர்பிளவுப் பெயர்ச்சி வகைகளே. இவை புவிஈர்ப்பினால் நிலம் உள் வீழ்வதால் உண்டாவதாகக் கருதலாம்.



படம் 152

பிளவுப் பெயர்ச்சி தளம் பாறை அடுக்கின் கிடை நீட்டத்துக்கு இணையாக வெளிப்பட்டிருந்தால் அது கிடைநீட்டப் பிளவுப் பெயர்ச்சி (Strike Fault)

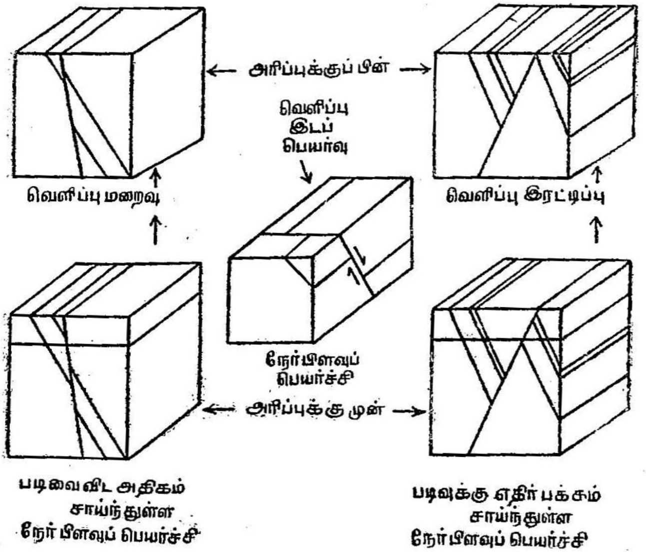
பிளவுப் பெயர்ச்சி தளம் பாறை அடுக்கின் சாய்வுத் திசைக்கு இணையாக வெளிப்பட்டிருந்தால் சாய்வுத்திசை பிளவுப்பெயர்ச்சி (Dip fault).

இவை இரண்டுக்கும் இடையில் உள்ளது கோணப் பிளவுப் பெயர்ச்சி (Oblique fault). இதன் தளம் பாறை அடுக்கின் கிடை நீட்டத்துக்கும் சாய்வுத் திசைக்கும் இணையாக இருக்காது.

பாறை வெளிப்புக்களும் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளும்

பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் ஏற்பட்ட பின்னர் பாறை அடுக்குகள் அரிக்கப்படுவதால் உண்டாகும் மேற்பரப்பில் தெரியும் படிவு அடுக்குகளில் சில வெளிப்புகள் (out crops) சிலபோது மீண்டும் வெளிப்பட்டவாறும் (repeated) சிலபோது விடுபட்டும் (omitted) உள்ளதைக் காணலாம்.

கீழ்வரும் படங்களில் இவ்வாறு ஏற்பட்டுள்ள சிலவெளிப்பு மாற்றங்கள் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

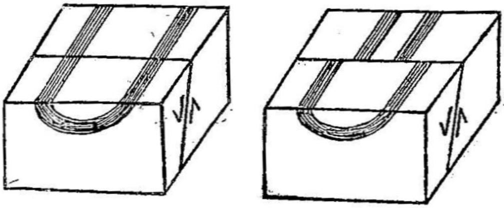


படம் 153.

மடிப்புக்கள் உள்ள இடத்தில் சாய்வு கோணவாட்டத்தில் உள்ள பிளவும் பெயர்ச்சியின் விளைவாகப் படிவுகளின் நிலை மாறிய வெளிப்புக்களைப் படத்தில் காணலாம். மடிப்பின் அடிப்பகுதி மேல் வந்துள்ளதால் அப்பக்கத்தில் வெளிப்புக்கள் அருகருகே உள்ளன.

பாறை உந்தல் தளங்கள் (Thrust Planes)

பாறைகள் பெருமளவுக்கு மடிக்கப்படும்போதே பிளவுபட்டு ஒரு பகுதி மற்ற பகுதியின்மேல் ஏறியவாறு உந்தப்படுவதை சிக்கலான முறையில் மடிக்கப்பட்டுள்ள மலைகளில் (ஆல்ப்ஸ், இமயமலை) காணலாம்.



படம் 154.

கிடை வாட்டமாக மிகுதியாக மடிக்கப்பட்ட பகுதி முறிவு கண்டு உந்து தளத்தின்மேல் வெகுதூரம் தள்ளப்பட்டவாறு இருக்கும்போது அதை முறிந்து ஏறிய மடிப்பு (nappe) என்று அழைப்பர்.

பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் நிகழ்ந்துள்ளதைத் தெரிந்து கொள்ளக் கீழ்வரும் சான்றுகள் உதவியாக இருக்கின்றன.

நழுவு நோட்டத் தளங்கள், நொறுங்குகல் படிவுகள், பிளவிடைமா, முறிவுப் பகுதிகள், இடப் பெயர்ச்சி, இழுக்கப்பட்ட படிவு முனைகள் ஆகியவை பாறையில் காணக்கூடிய சான்றுகள்.

செங்குத்தான மலைப் பக்கங்கள் ஒரே கோட்டில் காணப்படுதல், மலை நீட்டங்கள் பக்கவாட்டமாக இடம் பெயர்ந்துள்ள நிலை, வடிகால் அமைப்பு திடுமென மாறுபடுதல், இடப் பெயர்ச்சியால் உண்டான செங்குத்து மலைச்சரிவுகளின் அருகே ஊற்றுக்கள் ஒரே கோட்டில் ஏற்படுதல் போன்ற நிலமேற்கூறுகளும் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளைக் காட்டிக் கொடுக்கின்றன.

பாறைப் பிளவுகள் (Joints)

பெரும்பாலான பாறைகள் இயற்கையாகவே பல தட்டையான பிளவுத் தளங்களால் கட்டங்கட்டமாகவோ பாளம் பாளமாகவோ பிரிக்கப்பட்டவாறு இருப்பதைப் பார்க்கலாம். சில

பிளவுத் தளங்கள் தட்டையாக இல்லாமல் வளைந்தவாறும் இருப்பதுண்டு. இப் பிளவுத் தளங்களில் பாறை வெடிப்பு கண்டுள்ளதே தவிர அதிகமாக இடம் பெயரவில்லை. அப்படி கண்ணுக்குத் தெரிந்தவாறு இடப்பெயர்ச்சி நிகழ்ந்திருக்கு மாஞல் அவற்றைப் பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் (faults) என்பர்.

பாறைப் பிளவுகள் கண்ணுக்குத் தெரிந்தபடி திறந்த வாறும் கண்ணுக்குத் தெரிந்தும் மூடியவாறும் கண்ணுக்கே தெரியாதபடி உள்ளுறைவாயும் (latent) மூன்று விதமாக இருக் கின்றன, பாறையை உடைக்கும்போதுதான் உள்ளுறைவாய் உள்ள பிளவு தெரியும்.

பிளவுகள் பாறைகளினுள் நீளமாயும் ஆழமாயும் செல்வ துண்டு சில பிளவுகள் பாறை அடுக்கின் ஒரு படிவுடன் நின்று விடுகின்றன. சில பிளவுகள் எல்லாப் படிவு அடுக்குகளின் ஊடேயும் செல்லுகின்றன. பாறைப் பிளவுகள் செங்குத் தாகவோ, கிடைவாட்டமாகவோ, சாய்ந்தவாறோ காணப்படு கின்றன. பிளவுத் தளங்களின் கிடைநீட்டத்தையும் (strike) சாய்வுக் கோணத்தையும் (dip) பாறைப் படுகைகளின் கிடை நீட்டத்தையும் சாய்வுக் கோணத்தையும் அளந்தவாறே அளக்கவேண்டும்.

பிளவுகள் பெரும்பாலும் கூட்டங்கூட்டமாகக் காணப் படுகின்றன. இவை குறிப்பிட்டதிசைகளில் இணை இணையான கோப்புக்களாக (sets) உள்ளன. இரண்டு அல்லது இரண் டுக்கும் மேற்பட்ட பிளவுக் கோப்புக்களை பிளவுத் தொகுதி (system) என்பர்.

கடினமான பாறைகளிலும், தடிப்பான பாறைப் படிவு களிலும் பிளவுகள் தொலை தொலைவாக உள்ளன. மெல்லிய பாறைகளிலும் வலிவற்ற பாறைகளிலும் பிளவுகள் அருகருகே உள்ளன.

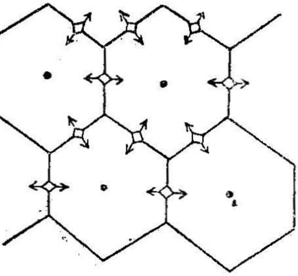
பாறைப்படிவின் கிடைநீட்டத்துக்கு இணையாகப் பிளவு களின் கிடைநீட்டமும் இருக்கும்போது அவற்றை கிடைநீட்டப் பிளவுகள் (strike-joints) என்றும்; பாறைகளின் சாய்வுக்கு இணையாக சாய்வுடைய பிளவுகளை சாய்வுப் பிளவுகள் (dip-joints) என்றும், இவை இரண்டுக்கும் இடையே கோண லாக உள்ளவற்றை கோணப் பிளவுகள் (oblique joints) என்றும் வகைப்படுத்தலாம்.

மேலும் பிறப்பு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டு பிளவுகளை வகைப்படுத்தலாம். பாறைப் பிளவுகள் இழுவிசையாலும் (tension) அழுத்தத்தாலும் (shear) உண்டாகின்றன. அழுத்தம் விடுபடும்போது (release) அழுத்தத்துக்கு நேர் குறுக்கான திசையில் விரிவு ஏற்பட்டுச் சில பிளவுகள் உண்டாகின்றன.

படிவுப் பாறை படிந்த பிறகு இறுக்கமாகும்போது பெருமளவு நீர் இழப்பு ஏற்பட்டு அதன் கன அளவு குறைகிறது. மேலும் வரட்சியால் உலரும்போது மீண்டும் கன அளவு குறைகிறது. இதனால் பாறை சுருக்கம் கண்டு பிளக்கிறது. தணற்பாறை குழம்பாக இருந்து குளிர்ந்து கட்டியாகும்போது சுருக்கம் கண்டு பிளக்கிறது. இவ்வாறு ஏன் உண்டாக வேண்டும்? பாறைகள் அந்தரத்தில் தொங்கும் கட்டிகளாக இருக்குமானால் குளிர்ந்து சுருங்கும்போது பிளவுகள் ஏற்படாது. ஆனால் தரையின்மேல் படிந்தவாறும் தரையினுள் பொதிந்தவாறும் இருக்கும் நிலையில் குளிர்ந்து சுருங்கும்போது ஒரு பாறையினுள் கனிமத்துகள்கள் நெகிழ்கின்றன. அடுத்தாற்போலுள்ள பாறையில் நெகிழ்வதில்லை. இதனால் உராய்வு ஏற்படுகிறது. ஆகவே உராய்வு எதிர்ப்பு ஏற்பட்டு இழுவிசைகளாக மாறுகின்றன. இதனால் பாறை சிறுசிறு பகுதிகளாகப் பிரிந்தவாறு வெடிப்பு காண்கிறது.

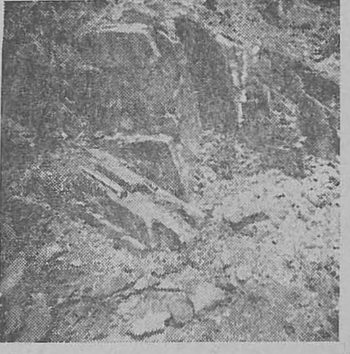
தரையின்மேல் படிந்தவாறுள்ள வண்டல் மண்ணில் வெடிப்புகள் சீரற்ற முறையில் பல கோண வடிவங்களில் காணப்படும். இதேபோல் பசால்ட் போன்ற தணற்பாறைக் குழம்பு (lava) தரையின் மேல் ஓடிப்படிந்து உறையும்போது, பாறை பல கோணப் பக்கங்களுடைய தூண்கள் போல் பிரியுமாறு, படலத்தின் குறுக்கே வெடிப்புகள் உண்டாகின்றன. இத்தகைய தூண் வெடிப்புக்கள் (Columnar joints) இழுவிசையால் உண்டாகின்றன. சுருக்கம் இதற்கு முக்கியகாரணம். எல்லாத் திசையிலும் ஒரே அளவு சுருக்கம் நிகழ்வதால் சுருக்க மையங்கள் சம தூரங்களில் உண்டாகி இழுவிசைகளின் விளைவாக பல கோணப் பிளவுகள் உண்டாகின்றன.

கிரேனைட் போன்ற தணற்பாறைகளில் மூன்று பிளவுக் கோப்புகள் (sets) உண்டாகின்றன. இவற்றில் இரண்டு செங்குத்தானவை. ஒன்று கிடைவாட்டமானது. இதனால் பாறைகள் ஒரே அளவுள்ள கன சதுரப் பாளங்களாகப் பிரிகின்கின்றன. இதனால் கிரேனைட் பாறையில் செங்குத்தான சுவர் போன்ற பக்கங்கள் உண்டாவதால் இவற்றுக்குச் சுவர் பிளவுகள் (Mural jointing) என்று பெயர்.



படம் 155.

கிரேனைட்டுகளிலும் நைஸ்களிலும் மேற்பரப்புக்கு இணையாக வளைந்தவாறு மெல்லிய பாளங்களாக பாறை பிளவுபடுவதை (Sheet jointing) திறந்த வெட்டுச் சுரங்கங்களிலும் பாறை வெளிப்புகளிலும் காணலாம். மேற்பரப்பினுக்கு அருகே பிளவுகள் அருகருகேயும் கீழே செல்லச் செல்ல பிளவுகள் தொலை தொலைவாகவும் இருக்கின்றன.



படம் 156.

மேலும் நுழைவுப்பாறை தலப்பாறையைத் தொட்டவாறு எந்த உருவத்தில் இறுகியதோ அதற்கு இணையாக ஏற்படும் சுருக்கத்தால் பிளவுபடுவதாகக் கருதுவதுண்டு. சேலத்தில் டியூனைட்டில் வெடிப்புத் திணிப்புத் தாரைகளாகத் தழைத்துள்ள மேக்னசைட் இவ்வாறு உண்டான சுருக்க வெடிப்புக்களில்தான் உண்டாகியுள்ளதாக இந்நூலாசிரியர் நடத்திய புள்ளியியல் ஆய்வுகள் குறிக்கின்றன.

மேற்பரப்பில் பாறையின் மேலுள்ள சுமை நிலஅரிப்பின் காரணமாகக் குறைவதால் உண்டாகும் அழுத்த விடுபாட்டினல் (Release) பிளவுகள் உண்டாவதாகவும் கருதுவதுண்டு.

மற்றும் மேற்பரப்பில் பகலிலும் இரவிலும் நடைபெறும் வெப்ப விரிவும் குளிர்ச்சிச் சுருக்கமும் பாறைகளைப் பிளப்பதாகவும் கருதுவர். கிரேனைட் போன்ற பாறைகளை வெட்டி எடுப்போர் நெருப்புத் தணலை பாறைமேல் போட்டுத் திடுமென நீர்விட்டுக் குளிர்வித்துப் பாறையை உடைப்பது இதை ஒக்கும்.

பாறைப் பிளவுகள் சுரங்க வேலைகளையும், குடைவு வேலை களையும், கல்லுடைக்கும் வேலைகளையும், சிறபக் கட்டட

படம் 157 (1, 2).

வேலைகளையும் பெரிதும் பாதிக்கின்றன. வெடி மருந்துகளைக் கொண்டு பாறையைத் தகர்க்க முனையும்போது பிளவுகளைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

பாறைகளில் நிலநீர் கிடைப்பதும், நீர்த்தேக்கங்களில் நில நீர் வடிந்து விடுவதும், கட்டடக் கடைக் கால்களின் வலிவு குறைவதும். உகலியக்கம் அதிகரிப்பதும் பிளவுகளால் ஏற் படக்கூடும் என்பதை ஆங்காங்கு குறிப்பிட்டோம்.

உடன்படாப் படிவு அமைப்புகள்

பாறைகள் பொதிந்த பிறகு சாய்க்கப்பட்டு, அழுத்தப்பட்டு மடிக்கப்படுவதை முன்பே தெரிந்துகொண்டோம். இவ்

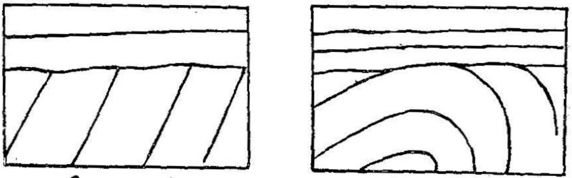
படம் 158.

வாறுகவே பாறைகள் தாழ்த்தப்படுகின்றன அல்லது மேலெழுப்பப்படுகின்றன. பாறைகள் மேலெழுவதாலோ அல்லது சுற்றியுள்ள பகுதிகள் தாழ்த்தப்படுவதாலோ நில அரிப்பு அதிகரிப்பதைப் பற்றி நில அடுக்கியலில் கண்டோம். நில அரிப்பின் காரணமாக சமவெளிகளில் பாறைகள் கடல் மட்டத்துக்கு அரிக்கப்பட்டாலும் மேலும் படிவு ஏற்படுவதில்லை என்றும் இதை படிவு விளிவு அல்லது இடை அறவு (Unconformity) என்றும் குறிப்பிட்டோம். படிவு விளிவை முதிய பாறைகளின் அரிக்கப்பட்ட தளம் காட்டிக் கொடுக்கும். ஆனல் முதிய பாறைகள் தாழ்த்தப்படுவதால் இத்தகைய தளத்தின்மேல் மீண்டும் ஒரு தலைமுறை இளைய படிவுகள் ஏற்படுவதுண்டு. இவற்றை உடன்படாப் படிவுகள் (Unconformable beds) என்பர்.

உடன்படாப் படிவு அமைப்புக்கள் படிவுப்பாறைகளால் மட்டுமே ஏற்படுவன அல்ல. தணற்பாறைகளும் மாற்றியல் பாறைகளும் கூட இதில் பங்கு கொள்கின்றன.

உடன்படாப்படிவு அமைப்பு வகைகள்

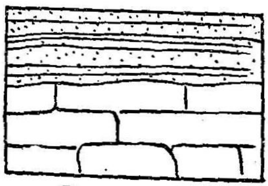
1. கோண உடன்படாப் படிவு அமைப்பு (Angular Unconformity) பெரும்பாலான உடன்படாப் படிவு அமைப்புக்களில் இளைய பாறை வரிசையும் மூத்த பாறை வரிசையும் இணையாகப் படியாது வெவ்வேறு கோணங்களில் படிந்திருப்பதுண்டு. இளைய பாறைகள் படியுமுன் முதிய பாறைகள் மேலெழுப்பப்பட்டபோது சாய்க்கப்பட்டும் மடிக்கப்பட்டும் உள்ளதால் இத்தகைய அமைப்பு உண்டாகிறது.



கோ.உ.ப. கோ.உ.ப.

படம் 159.

2. இணை-உடன்படாப் படிவு அமைப்பு (Discontinuity) இளைய பாறை வரிசையும் முதியபாறை வரிசையும் இணையான படிவுகளைக் கொண்டிருக்கையில் இணை-உடன்படாப் படிவு அமைப்பு ஏற்படுகிறது. இது மிகப் பெரிய பரப்புடைய படிவு விளிவாகும். இது நெடுங்காலம் நீடித்த விளிவாகும்.

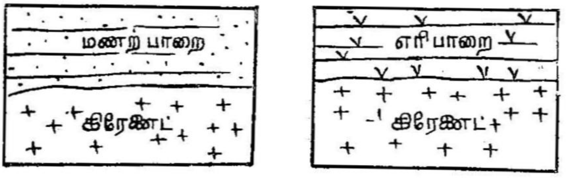


இ.உ.படிவு

படம் 160.

பாறை உடன்படாப் படிவு அமைப்பு (Non conformity) : முதிய பாறைகள் தணற்பாறைகளாக இருக்கும்போது ஏற்படும் உடன்படாப் படிவு அமைப்புக்குப் பாறை உடன்படாப் படிவு அமைப்பு என்று பெயர்.

பயன்கள் : நிலப்பொதியியல் காலத்தில் மலைவளர் நிலக் கிளர்ச்சிகளும் கண்டம்-வளர் நிலக் கிளர்ச்சிகளும் எப்போது நடந்தன என்பதை இப்படிவு விளிவுகளைக் கொண்டு அறியலாம்.



பா. உ. ப

படம் 161.

நில அடுக்குயல், படிவு இயல் (Sedimentation), வரலாற்று நிலப்பொதியியல் ஆகிய துறைகளில் படிவு விளிவுகள் மிக முக்கிய இடம் பெறுகின்றன.

பலவிதமான பொருளாதாரக் கனிமங்கள் (கொழி படிவுகள், – Placers) படிவு விளிவுத் தளங்களின் மேல் அடர்ந்துள்ளன. பல மண்ணெய்ப் படிவுகளின் நில அடித்தேக்கங்கள் உடன்படாப் படிவு அமைப்புக்களில் உள்ளன.

நிலப் பொதியியல் தலப் படங்கள்

ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தைப்பற்றித் தெரிந்துள்ள அத்தனை நிலப்பொதியியல் கூறுபாடுகளையும் பிழையில்லாமல் மிகவும் சுருக்கமாகச் சொல்ல நிலப் பொதியியல் தலப்படங்கள் (Geological maps) பயன்படுகின்றன. ஆகவே ஒரு குறிப்பிட்ட பாறையையோ கனிமத்தையோ தேடிச் செல்லுமுன் தலப்படங்களில் அக்குறிப்பிட்ட பாறையோ கனிமமோ இருக்கக்கூடிய இடங்களைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட பாறை நிலத்தினுள் எவ்வாறு அமைந்துள்ளது என்பதையும் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தின் அடியில் பாறைகளின் அமைப்பையும் தலப்படங்களில் காணும் நிலப்பொதியியல் செய்திகளில் இருந்தே அறிந்துகொள்ள முடியும். நிலப் பொதியியல் தலப்படங்களை ஒவ்வொரு நாட்டிலும் நிலப் பொதியியல் வல்லுனரைக் கொண்டு தயாரித்து வருகிறார்கள். இந்தியாவில் இந்திய நிலப்பொதியியல் சர்வே (Geological Survey of India), மாநில நிலப்பொதியியல் துறைகள் (State Geology Depts), இந்திய சுரங்க பீரோ (Indian Bureau of Mines), இந்தியக் கனிம வளர்ச்சிக் குழு (National Minerel

Development Corporation). இந்திய நிலக்கரி வளர்ச்சிக்குழு (National Coal Development Corporation), இந்திய நிலவாயு மண்ணெய் கமிஷன் (Oil and National Gas Commission), அணுச்சக்தி கமிஷன் (Atomic Energy Commission) ஆகிய அரசாங்க நிறுவனங்களும் பொருளாதாரக் கனிமங்களை வெட்டி எடுக்கும் சுரங்க கம்பெனிகளும், பல்கலைக்கழக ஆராய்ச்சி யாளர்களும் தயாரிக்கிறார்கள்.

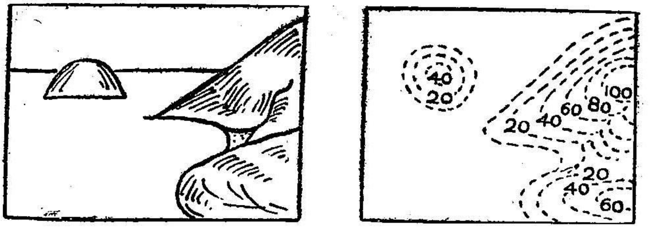
பொதுப்பணிகளில் ஈடுபட்டுள்ள பொறியியலாளர் தாமே நிலப்பொதியியல் தலப் படங்களைத் தயாரிப்பதில்லை. ஆனால் தக்க வல்லுனரின் துணையை நாடித் தயாரிக்கிறார்கள். ஆகவே, நிலந்பொதியியல் தலப்படங்களை எவ்வாறு புரிந்துகொள்வது என்பதில் பொறியியலாளர் மிக்க கவனம் செலுத்த வேண்டும்.

நிலப்பொதியியல் தலப்படலங்களில் இருந்து, ஓர் இடத்தில் எத்தகைய பாறைகள் உள்ளன? அவை எவ்வாறு அமைந்துள்ளன? பாறை வகைகளுக்கு இடையே உள்ள உறவு யாது? என்பதை எல்லாம் அறிந்து கொள்ள முடியும்.

நிலத்திலுள்ள பாறை அமைவுகளின் வெளிப்புகளை ஒரு கிடைப்படமாகக் காட்டுவதுதான் நிலப்பொதியியல் தலப்படம். படத்தில் உள்ள நிலப்பொதியியல் கோடுகள் படுகைத் தளங்கள், பிளவுகள், அமைவுகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைத் தள வெளிப்புக் கோடுகள் ஆகியவற்றைக் குறிக்கின்றன. கோடுகளுக்கு இடையே உள்ள பகுதிகள் பாறைகளின் பாப் பளவைக் காட்டுகின்றன. படிவுகளின் சாய்வு வெளிப்புகள், பிளவுப்பெயர்ச்சிகளால் கீழ் வீழ்த்தப்பட்ட பக்கம், மடிப்பு களில் அச்சுக் கோடுகள் போன்ற அமைப்பியல் தகவல்களை குறியிடுகளின் மூலம் (Symbols) தலப் படத்தில் குறிப்பிட் டிருக்கும்.

படிவு ஒன்றின் மேல் வரம்பாகவும் கீழ் வரம்பாகவும் உள்ள படிவு இடைத்தளங்களின் வெளிப்பு (Outcrop) படிவு அமைவின் உருவத்தையும் நிலமேற்பரப்பின் உருவத்தையும் பொருத்திருக்கும். ஆகவே நிலப்பொதியியல் தலப்படங்களை மேற்பரப்பின் உருவத்தை விளக்கும் சம உயரக்கோடுகள் (Contours) வரையப்பட்டுள்ள தலப்படங்களின்மேல் வரை கின்றனர். இந்தியாவின் சர்வே நிறுவத்தினர் (Survey of India) சுமார் நூறு ஆண்டுகளாக இந்தியாவின் மூலைமுடுக்குகளிலும், காட்டிலும் மேட்டிலும் சென்று இத்தகைய தலப்படங்களை 1 அங். = 1 மைல் அல்லது 1 அங். = 4 மைல் என்னும் அலகு களில் தயாரித்துள்ளனர்.

நிலத்தில் கடல் மட்டத்துக்குமேல் ஒரே ஏற்றம் (Elevation) உடைய அல்லது உயரத்தில் உள்ள எல்லாப் புள்ளிகளையும் சேர்த்து வரையப்பட்டுள்ள கோடுகளுக்கு சம உயரக் கோடுகள் (Contours) எனப்பெயர். ஒவ்வொரு சம உயரக்

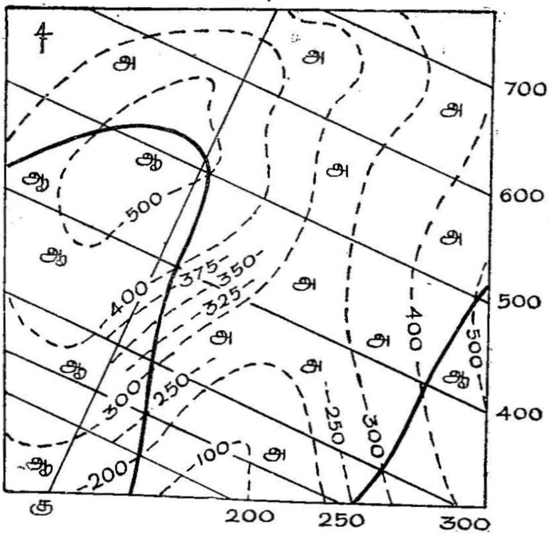


படம் 162.

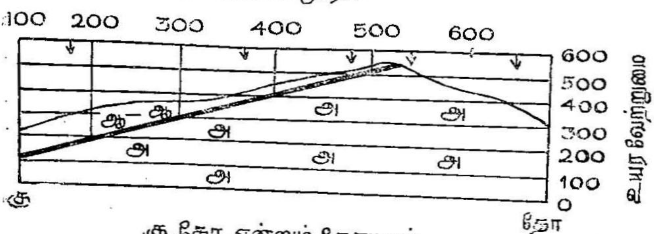
கோடும் கடல் அந்த மட்டத்தில் இருந்தால் கடற்கரை ஓரக் கோடு (Coast line) எப்படி இருக்கும் என்பதைக் குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம். தட்டையான ஓரிடத்தில் சம உயரக் கோடுகள் அதிகம் இருக்கமுடியாது. மலைப்பாங்கான இடத்தில் சம உயரக்கோடுகள் அருகருகே நிறைந்தவாறு இருக்கும். மேட்டுப் பக்கமாகக் குவிந்துள்ள சம உயரக்கோடுகள் உள்ள போது அங்கு ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்கு இருப்பதை உணர்ந்து கொள்ளலாம். தாழ்வான இடத்தை நோக்கி சம உயரக் கோடுகள் குவிந்துள்ளபோது அங்கு எடுப்பான மேடு அல்லது குன்று இருப்பதை உணரவேண்டும்.

முதிய ஆறுகள் ஓடும் மழுங்கிய நிலமேற் பரப்பில் ஒரு சில சம உயரக் கோடுகளே உள்ளன. ஆனால் இளமை மிக்க ஆறுகள் ஓடும் கரடுமுரடான மலைப்பகுதிகளில் ஆற்றின் போக்கில் சம உயரக்கோடுகள் நெருக்கமாகவோ அல்லது ஒன்று சேர்ந்தவாறு இருப்பதைக் காணலாம். அடர்ந்த கோடுகள் குத்துச்சரிவைக் (Escarpment) காட்டுகின்றன. விலகியவாறுள்ள கோடுகள் சமமான பரப்பைக் காட்டும். இந்திய சர்வே நிறுவனத்தால் தயாரிக்கப்பட்டுள்ள தலப்படங்களில் (Topo–Sheets of the Surveys of India) நிலப்பரப்பிலுள்ள மலைகள், கோயில்கள், வீதிகள், வீடுகள், ஏரிகள், கிணறுகள் போன்ற செயற்கையான அல்லது இயற்கையான உறுப்புக்கள் வரையப்பட்டுள்ளன. அதில் வடக்கு தெற்குக் கோடுகளும், கிழக்கு-மேற்குக் கோடுகளும் வரையப்பட்டுள்ளன. ஆகவே நிலப் பொதியியல் முக்கியத்துவம் உள்ள எந்த ஒரு புள்ளியையும் காந்தமுள் கருவியைக் கொண்டும், ஒரு சில கோண அல்லது தூர அளவுகளைக் கொண்டும் சாதாரண நில அளவை (Survey) முறைகளில்

படத்தில் குறிக்கலாம். இவ்வாறு வரையப்பட்ட பாறை வெளிப்புக் குறிப்புகளைக் கொண்டு பாறையின் உள் அமைப்பை எவ்வாறு புரிந்துகொள்வது?



படம். 163-1,



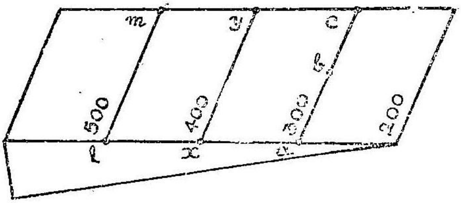
கு.தோ. என்னும் கோட்டில் குறுக்குத் தோற்றம்

படம் 163-2.

படத்தில் ஒரு மலையையும் அதன் அருகே ஒரு பள்ளத் தாக்கையும் காண்கிறோம். மலையின் உயரம் 500 மீட்டருக்கும் சற்று அதிகமாக உள்ளது. பள்ளத்தாக்கு சுமார் 100 மீட்டர் உயரத்தில் உள்ளது. இதில் அ ஆ என்னும் இரண்டு பாறைப் படிவுகளிடையேயுள்ள இடைத் தளத்தின் வெளிப்புக்கோடு (Traces of bedding plane) வரையப்பட்டுள்ளது. இதைக்

கொண்டு அ ஆ என்னும் இரண்டு படிவுகளுக்கும் இடையே உள்ள தொடுதளம் எத்திசையில் எவ்வளவு சாய்ந்துள்ளது எனக் கணக்கிடமுடியும். சம உயரக்கோடும் படிவு இடைக் கோடும் ஒன்றையொன்று வெட்டும் இடத்திலுள்ள புள்ளி ஒன்றை நோக்குவோம். இப் புள்ளியில் படிவு இடைத்தளத்தி லுள்ள புள்ளியின் உயரமும் சம உயரக்கோட்டின் உயரமும் ஒன்றே.

கீழ்க்காணும் படத்தில் a, b, c என்னும் புள்ளிகள் 300 மீ. உயரத்தில் உள்ளன. x, y என்னும் புள்ளிகள் 400 மீ. உய ரத்தில் உள்ளன. l m என்னும் புள்ளிகள் 500 மீ. உயரத்தில் உள்ளன.

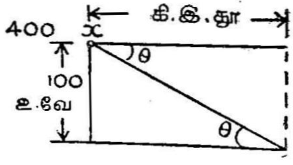


படம் 164.

படத்திலுள்ள அதே புள்ளிகளை நில மேற்பரப்புக்குள் உள்ள படிவு இடைத்தளத்தின்மேல் உள்ளவாறு கற்பனை செய்வது எளிதே. ஆகவே படிவுத்தளத்தில் ஒரே உயத்தில் உள்ள இப் புள்ளிகளை ஒன்ருகச் சேர்த்து வரைந்துள்ள கோடுகள் படிவுதளச் சமஉயரக்கோடுகளே (Structure contours) தளம் ஒரே அளவு சாய்வாக உள்ளதால் இத்தகைய நேர்கோடுகள் ஒரே இடைத தூரம் விட்டுவிட்டு அமைந்துள்ள. இக்கோடுகளை படிவு தளத்தின் கிடைநீட்டக் கோடுகள் (Strike line) எனலாம். இவற்றுக்கு இடையே உள்ளதூரம் கிடைநீட்ட இடைதூரம் (Strike interval) எனலாம்.

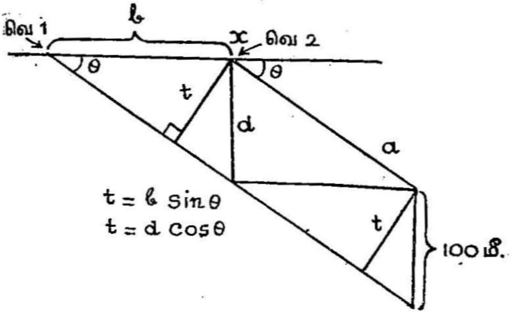
படத்தில் a-க்கும் x-க்கும் இடையே உள்ள நேர்குத்தான இடைவெளி 100 மீ. இது படத்தின் சம உயரக் கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள உயர வேற்றுமை (Contour intervel), கிடை வாட்டமாக உள்ளதூரம் கிடை இடைதூரம் (Strike interval x தலப்படத்தின் வரை அலகு (Scale).

வழக்கமான வரைபட கணிதத்தின்மூலம் கிடை மட்டத்திலிருந்து xa எவ்வளவு சாய்ந்துள்ளது என்பதை எளிதில் கணக்கிடலாம் : கிடைநீட்ட இடைதூரம் x படத்தின் அலகு = சம உயரக் கோடுகளுக்கு இடையே உள்ள உயர வேற்றுமை x Cot θ. இதில் θ என்பதே படிவு இடைத்தளத்தின் சாய்வுக் கோணம். (S. I Xscale = C. I. XCot θ)



படம் 165.

சாய்வு எத்திசையில் ஏற்பட்டுள்ளது என்பதையும் வெகு எளிதில் கண்டுகொள்ளலாம். ஒவ்வொரு கிடை நீட்டக் கோட்டுக்கும் நேர்குத்தாக அடுத்த தாழ் அளவிலுள்ள கிடை நீட்டக்கோட்டின் பக்கம் சாய்வு ஏற்பட்டுள்ளதை படத்தில் அம்புக் குறியால் காட்டலாம். இத்திசை படத்தின் வடக்குத் திசையிலிருந்து எத்தனை பாகை கோணம் கிழக்காகவோ மேற்காகவோ உள்ளது அல்லது தெற்குத்திசைக்கு எத்தனை பாகை கோணம் மேற்காகவோ கிழக்காகவோ உள்ளது என்பதை குறிப்பிடலாம். கிடைக்கோடுகளின் திசைகளையும், இவ்வாறே, வடக்குக்கு இத்தனை பாகை கிழக்கு—தெற்குக்கு இத்தனை பாகை மேற்கு என்றே, வடக்குக்கு இத்தனை பாகை மேற்கு—தெற்குக்கு இத்தனை பாகை கிழக்கு என்றே குறிப்பிடலாம்.

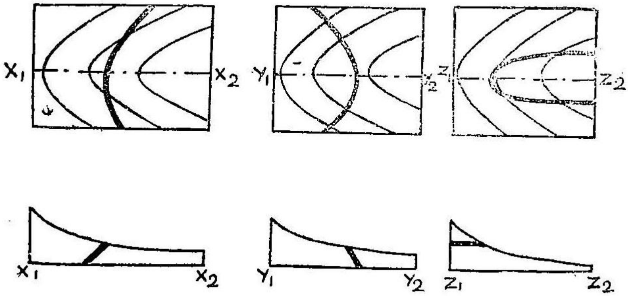


படம் 166.

இதைப்போலவே ஓரிடத்தில் மூன்று படிவுகள் இருந்தால் அங்கு இரண்டு படிவிடைத் தளங்களின் வெளிப்புக் கோடுகளை (வெ 1, வெ 2) நிலப்பொதியியல் படத்தில் காட்டலாம்.

அப்போது மற்ருெரு படிவு இடைத்தளத்தில் a xக்கு நேர்கீழே படம் காண்க)இரண்டு புள்ளிகள் இடைப்படிவின் கனத்துக்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளதைக் காணலாம். படத்தில் இவ்வாறு 100 மீட்டர் கீழே (d) ஒருதளம் அமைந்துள்ளதை துருவுதுளை ஆய்விஞல் தெரிந்து கொள்கிரும். இந்த 100 மீ உண்மை யான தடிப்பு அல்ல. உண்மையான தடிப்பை (t) கணிப்பது மிகவும் எளிதே.

நிலப் பொதியியல் தலப் படத்தில் காணப்படும் பள்ளத் தாக்குகளில் வரையப்பட்டுள்ள படிவு இடைக்கோட்டு வெளிப்புகளை கண்ட உடனே அப்படிவு அமைவின் அமைப் பைப் புரிந்துகொள்வது எளிது. கீழ்க்காணும் சில சாதாரண வெளிப்பு உருவங்களைக் கவனிப்போம். இவற்றில் v-போன்ற உருவம் கொண்ட வெளிப்புகள் காணப்படுகின்றன.



படம் 167.

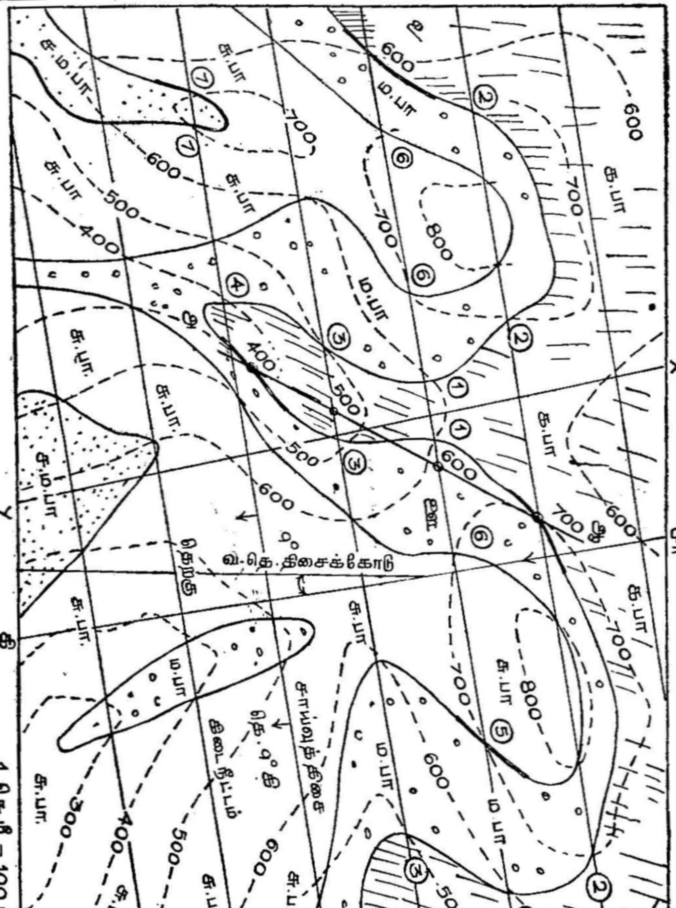
படிவுகளுக்கும் பள்ளத்தாக்கின் சம உயரக்கோடு களுக்கும் உள்ள உறவைக் கவனிப்போம் :

பள்ளத்தாக்கு கிழக்குப் பக்கம் தாழ்வாக உள்ளது.

முதல் படத்தில் படிவு வெளிப்பின் v-போன்ற உருவம் பள்ளத்தாக்கின் மேற்பகுதியைச் சுட்டுகிறது. படிவு பள்ளத் தாக்கின் சரிவுக்கு எதிராகச் சாய்ந்துள்ளது. இரண்டாவது படத்தில் படிவு வெளிப்பின் v-போன்ற உருவம் பள்ளத் தாக்கின் கீழ் பகுதியைச் சுட்டுகிறது. படிவு பள்ளத்தாக்கின் சரிவு வாட்டத்திலேயே சாய்ந்துள்ளது. நிலமேற்பரப்பின் சரிவை விட படிவு அதிகமாகச் சாய்ந்தவாறு உள்ளது. சரிவு குறைந்தவாருக இருக்கும்போது, மூன்ருவது படத்தில் உள்ள வாறு வெளிப்பின் v-போன்ற உருவம் பள்ளத்தாக்கின் மேற் புறத்தைச் சுட்டுகிறது.

இனி நிலப் பொதியியல் தலப்படம் ஒன்றை வரைவதுபற்றி விளக்கமாக ஆராய்வோம்.

ச.ம.பா.						
சு.பா.	600	700	800	900	1000	1100
ம.பா.	400	500	600	700	800	900
க.பா.	300	400	500	600	700	800



படம் 168.

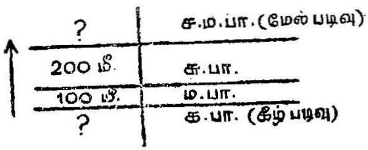
படத்தில் காணப்படுவது முழுமையாக வரையப்பட்டுள்ள ஒரு நிலப்பொதியியல் தலப்படம். இதை வரைய எடுத்துக் கொண்டபோது இதில் கொடுக்கப்பட்டிருந்த பயிற்சி: "நிலப் பொதியியல் தலப்படத்தை முழுமையாக வரைக. படுகைகள் ஒவ்வும் வரிசையைச் (conformable series) சேர்ந்தவை. பின் வருவனவற்றை கண்டுபிடிக்கவும்: 1. படுகைகளின் சாய்வு· 2. அடுக்கு முறைமை; 3. படுகைகளின் தோற்றத் தடிப்பு. x-y ஊடாக ஒரு குறுக்குத் தோற்றப்படம் வரைக."

படத்தில் களிப்பாறைக்கும் (க.பா.) மணற்பாறைக்கும் (ம. பா.) இடையே உள்ள தொடுதளத்தின் வெளிப்புக்கோடும் சுண்ணப் பாறைக்கும் (சு.பா.) சன்ன மணற் பாறைக்கும் (ச ம பா.) இடையே உள்ள தளத்தின் வெளிப்புக்கோடும் மணற்பாறைக்கும் (ம பா.) சுண்ணப் றைபாக்கும் (சு.பா.) இடையே உள்ள தளத்தின் வெளிப்புக் கோடும் தடிப்பாக வரையப்பட்டுள்ள இடங்களில் மட்டும் வரையப்பட்டிருந்தன. க,பா.—ம.பா. இடைதளம் 400, 600, 700 ஆகிய சம உயரக் கோடுகளை வெட்டியுள்ளதை முதலில் கவனித்து அ ஆ என்னும் கோட்டை 400, 700 ஆகிய சம உயரக் கோடுகளை வெட்டும் புள்ளிகளைச் சேர்த்து வரைந்தோம். 400க்கும் 700க்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை சமமாகப் பங்கிட்ட பிறகு 500, 600 ஆகிய உயரங்களில் உள்ள புள்ளிகளைக் குறிந்துக் கொண்டோம். இவ்வாறு கிடைத்த 600 மீ உயரப் புள்ளியை (1) 'உ' என்னும் 600 மீ. உயரப்புள்ளியுடன சேர்த்து ஒரு நேர் கோடு வரைந்தால் அத்தளத்தின் 600 மீ உயரக் கிடைக்கோடு கிடைத்தது. இக்கிடைக்கோடு 600 மீ. சம உயரக்கோட்டை வெட்டும் இடங்களில் எல்லாம் (1, ம. பா —க.பா இடைத் தளம் வெளிப்படுமாகையால் அப்புள்ளிகளில் வெளிப்புக் கோட்டை வரைய முடிந்தது. இக்கிடைக்கோட்டுக்கு இணை யாக அ. ஆவில் உள்ள 700, 500, 400 புள்ளிகளினூடே மற்ற இணை கோடுகளை வரைந்தோம் இதைய முறையே 700 (2), 500 (3), 400 (4) சம உயரக்கோடுகளை வெட்டும் இடங்களிலும் க.பா.—ம.பா. வெளிப்புக்களை வரைந்துகொண்டோம்.

இக்கிடைக்கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரமே கிடைக் கோட்டு இடைவெளி (Strike Interval). இதே இடைவெளியை வைத்து 400க்கும் அப்பால் 300, 200 ஆகிய உயரங்களிலுள்ள இடைக்கோடுகளையும் 700க்கு அப்பால் 800 மீ. உயரக்கிடைக் கோட்டையும் வரைந்தோம். இனி சு. பா.—ம.பா. படிவு (தடிப்பாகக் குறிப்பிட்டிருந்த) இடைத்தளம் (5) என்னும் இடத்தில் 700 மீ. சம உயரக்கோட்டை வெட்டுவதைக் கண்டோம். இப்

புள்ளியினூடே க. பா.—ம.பா.வின் 600 மீ, கிடைக்கோடு செல்வதைக் கண்டோம். ஆகவே இதே கோட்டை சு.பா.—ம.பா. இடைத்தளக் கிடைக்கோடாகக் கருதுகையில் இதற்கு 700 என்னும் மதிப்பைக் குறித்துக்கொண்டோம். ஆகவே, இக்கோடு 700 மீ. சம உயரக் கோடுகளை வெட்டும் இடங்களில் சு.பா.—ம.பா. இடைத்தள வெளிப்புக்களைக் குறித்துக்கொண்டோம். இது, க. பா.—வுக்கும் சு.பா.—வுக்கும் இடையே 100 மீ. தடிப்புள்ள ம.பா. இருப்பதைக் காட்டுகிறது. ஆகவே க.பா.—ம.பா இடைக்கோடுகளுக்குமேல் 100 மீ. உயரத்தில் உள்ள ம.பா—சு.பா; இடைத்தளத்தின் வெளிப்புக்களையும் குறிக்க முடிந்தது. இதற்கு உதவியாக இருக்க படத்தின் இடதுபுற விளிம்பில் சம கிடைக்கோடுகளின் மதிப்புகளை இடைத்தளங்களுக்கு ஏற்ப பட்டியல் உருவில், குறித்துக்கொண்டோம். இதன் சு.பா.—ச. ம. பா. இடைத்தள வெளிப்பை நோக்கினோம். அதிலிருந்து அத்தளம் முன்னிய ம.பா.—சு. பா. தளத்துக்குமேல் 200 மீ. உயரத்தில் உள்ளதை உணர்ந்தோம்(7). இதைக்கொண்டு கிடைக்கோடுகளுக்கு உயர அளவை குறித்து அக் கோடுகள் அதே உயரமுள்ள சமஉயரக் கோடுகளை வெட்டும் இடங்களைக் குறிப்பிட்டோம். இவற்றை முறையே இணைப்பதால் படிவுகளின் வெளிப்புக்களை முழுமையாக வரைந்தோம். இப்போதே தலத்தில் எத்தனை படிவுகள் உள்ளன, அவை எவ்வளவு தடிப்புடையன, எது மேலே உள்ளது, எது கீழே உள்ளது என்னும் விவரங்களை உணர்ந்துகொண்டோம்.

இப்படிவுகள் ஒவ்வும் படிவுகளாக இருப்பதால் கிடைக்கோடுகள் இணையாக உள்ளன. இவற்றுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி ஓர் அளவாக இருப்பதற்குக் காரணம் இவை சீராகச் சாய்ந்துள்ள சமதளங்களின் மேலுள்ள சம உயரப் புள்ளிகளை இணைக்கின்றன. மேலும் படிவுகள் எல்லா இடத்திலும் ஒரே தடிப்புடையவை.



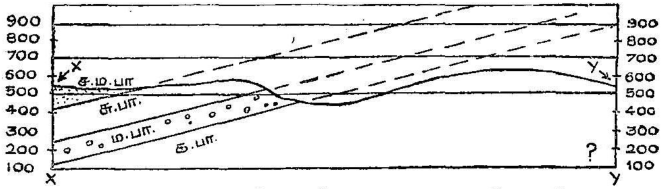
படம் 169.

இனி படிவுகளின் சாய்வுத் திசையையும் சாய்வுக்கோணத்தையும் எவ்வாறு தெரிந்துகொள்வது எனக்காண்போம். படத்தில் சா.தி. என்பது கிடைக்கோடுகளின் நேர் குறுக்காக வரையப்பட்டுள்ள ஒரு கோடு. இதில் குறித்துள்ள அம்புக்குறி படிவுகளின் சாய்வுத் திசையைக் குறிக்கும். கிடைக்கோடு

களின் உயர அளவுகளைப் பார்த்தால் இது விளங்கும். படத்தின் வடக்கு—தெற்குக் கோடு ஒன்றை இக்கோட்டை வெட்டும்படி வரைந்து இரண்டுக்கும் இடையே உள்ள கோணத்தை அளப்பதால் சாய்வுத் திசை கிடைத்துள்ளது. இதைத் தெற்கிலிருந்து 9° கிழக்கு (தெ. 9° கி.) என்று குறிக்கலாம்.

கிடைத்தளத்திலிருந்து படிவுகள் எத்தனை பாகை சாய்ந்துள்ளன என்பதைக் காண வழியை முன்பே கண்டோம். இதைப் படத்தில் சா. தி. கோட்டில் 2.2க்கு 1 என்று குறிக்கலாம் அல்லது கிடைநீட்ட இடைதூரம் X படத்தின் அலகு= சம உயரக் கோடுகளுக்கு இடையேயுள்ள உயர வேற்றுமை x Cot θ. (அதாவது S. I. $\times$Scaie=C. I.$\times$Cot θ) என்னும் சுருக்க விதியைப் பயன்படுத்தி 24°.30' என்று குறிக்கலாம்.

படத்திலுள்ள படிவுகள் மேற்பரப்பின்கீழ் (xy என்னும் கோட்டின் கீழ்) எவ்வாறு தோற்றமளிக்கின்றன என்பதை குறுக்குத் தோற்றப்படத்தில் காண்க.



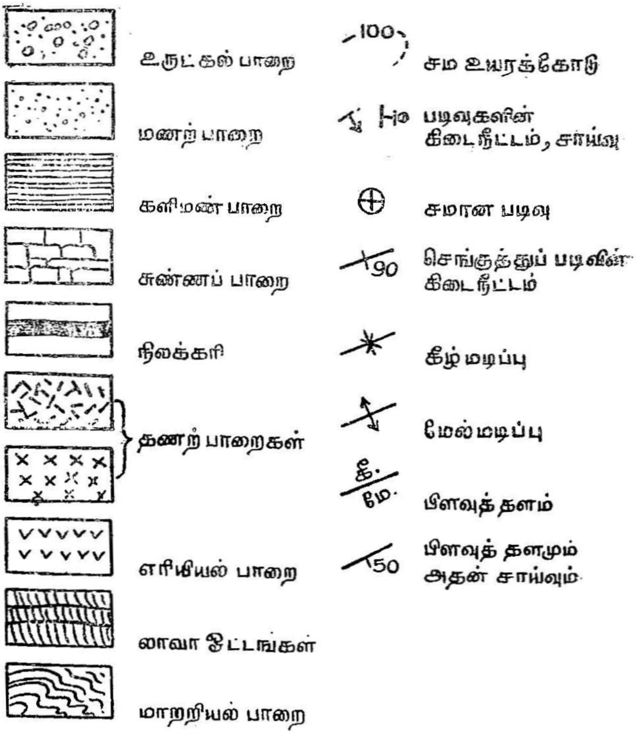
கிடை அலகு 1 செ.மீ = 100 மீ. உயர அலகு 1 செ.மீ=200 மீ.
(படிவுகளின் சாய்வு முழுச்சாய்வு அல்ல)

படம் 170.

இதை வரைவது எளிது. மேற்பரப்புத் தூரங்களுக்குப் படத்தில் கொடுக்கப்பட்ட அலகையும் (scale) உயரங்களுக்கு வேறொரு அலகையும் பயன்படுத்தி சம உயரக்கோடுகளைச் சேர்த்து மேற்பரப்பின் குறுக்குத் தோற்றத்தையும், கிடை நீட்டக் கோடுகளை (அந்தந்த இடைத் தளங்களுக்காகத் தனித் தனியே) ஒன்றுகச் சேர்த்துப் படிவுகளையும் வரையவேண்டும். படிவு இடைத்தளங்கள் வெளிப்படும் இடங்கள் நாம் கற்பனையாக வரைந்துள்ள மேற்பரப்பின் குறுக்குத்தோற்றக் கோட்டுப் பகுதிகளில் சரியாக உள்ளனவா என்பதைப்படத்தில் உள்ள வெளிப்புக்கோடு xyயை வெட்டும் இடத்துடன் சரிபார்த்து வரையவேண்டும். தோற்றத் தடிப்புக்களுக்கும் உண்மையான டிப்புக்களுக்கும் உள்ள வேற்றுமையை இப்படம் காட்டும்.

ஒருநிலப் பொதியியல் தலப்படத்தை விவரிக்க கீழ்க் காணும் முறைமையைப் பயன்படுத்தலாம் :

1. நிலமேற்பரப்பின் விவரம் (மலைகள், ஆறுகள், பள்ளத் தாக்குகள்).



படம் 171.

2. நிலப் பொதியியல் அமைப்புகள்.

(i) சாய்வுத் திசை, சாய்வுக்கோணம், கிடைநீட்டத் திசை.

(ii) படிவுகளின் வகை. எ. கா.—ஒவ்வும் படிகள், ஒவ்வாப் படிவுகள், படிவு விளிவுகள்.

(iii) படிவு மடிப்புகள், பிளவுப் பெயிற்சிகள், உள் நுழைவுகள் (Dyke)

(iv) படிவுகளின் வரிசைமுறை, தடிப்பு.

3. தலத்தின் நிலப்பொதியியல் வரலாறு. படிவுகள் முதலில் எவ்வாறு படிந்தன, எவ்வாறு உயர்த்தப்பட்டன, மடிக்கப்பட்டன, பிளந்து பெயர்ந்தன; தலம் எவ்வாறு தேய்வுற்றது; பிறகு எவ்வாறு தாழ்ந்தது; பிறகு இடையளவுக்குப்பின் எவ்வாறு படிவுகள் மீண்டும் படிந்தன ஆகியவை இதில் இடம் பெறவேண்டும்.

நிலப்பொதியியல் தலப்படங்களில் பயன்படும் பொதுவான குறியீடுகள் (symbols) சிலவற்றை கீழ்க்காணும் படத்தில் காண்க.

5. நில அடுக்கியல்

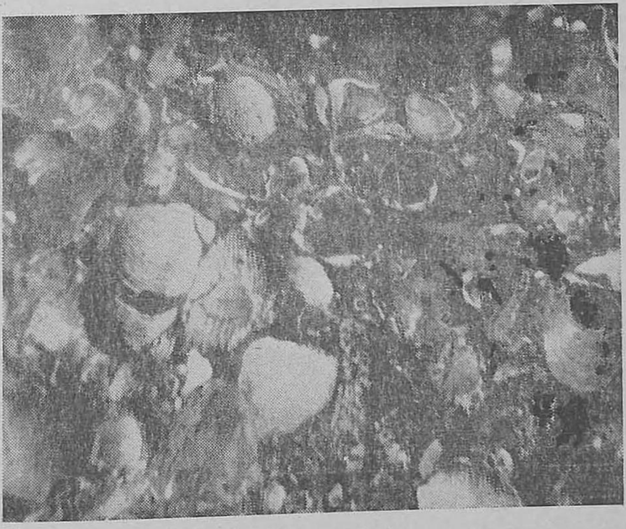
(Stratigraphy)

பாறைகளில் பதிந்துள்ள புவிவரலாறு புவிப்பொருக்கிலுள்ள அடுக்குப் பாறைகள் எவ்வாறு தோன்றியுள்ளன, அவை பொதிந்துள்ள முறைமையாது, வெவ்வேறு அடுக்குகள் எவ்வாறு உறவுகொண்டுள்ளன, அவற்றை எவ்வாறு விவரிப்பது என்பவற்றை ஆய்வதே நிலப்பொதியியலின் ஒரு பிரிவாகிய நில அடுக்கியல் (Stratigraphy) என்னும் அறிவியல் துறையின் நோக்கமாகும். நில அடுக்கியல்துறை, தொல்லுயிரியல் (Paloeontology) பாறைப் படிவு இயல் (Sedimentology) ஆகியவற்றுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது.

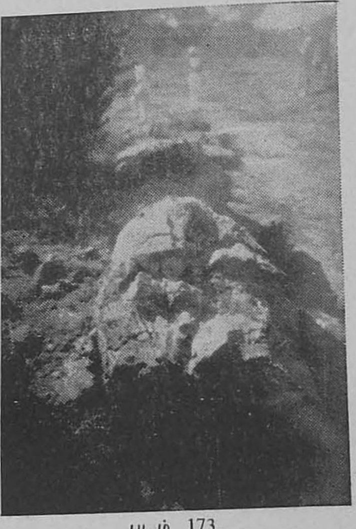
இப்புவியின் தொடக்க நிலையில் அதன் மேற்பரப்பில் நடந்த நிகழ்ச்சிகளைப்பற்றி நேரடியாக அறிந்துகொள்ள முடியாது. உலகம் முதலில் வாயுக்கோளமாக இருந்து பின் திரவக்கோளமாக மாறி முடிவில் பிழம்புருவாக இறுகியுள்ளது எனக் கருதுகிறோம். இக் கருத்துக்கு நேர் சான்று கிடையாது. ஏனெனில் மேற்பரப்பு குளிர்ந்து இறுகியபோது உண்டான அக்கினிப் பாறைகளில் புவிவரலாறு புரியும்படி பதிவாக வாய்ப்பு இல்லை.

மழைநீர் முதன் முதலில் பெய்யத் தொடங்கிய அன்றே புவிவரலாறு பாறைச் சுவடிகளில் பதிவாகத் தொடங்கியது; நில அரிப்பும் (Erosion) உடன் துவங்கியது; படிவுப் பொருள்கள் நீர்த்தேக்கங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டன; தாவரங்கள், மிருகங்கள் ஆகியவற்றின் உயிரற்ற உடல்கள் புதையுண்டு பாதுகாக்கப்பட்டன. இவ்வாறு பாதுகாக்கப்பட்ட உயிர் வாழ்க்கைச் சான்றுகளை புதை - படிவங்கள் (Fossils) அல்லது சமைகற்கள் அல்லது தொல்லுயிர்ச் சின்னங்கள் என்பர். உடல் பொதிந்த அச்சு, அச்சுத்திணிப்பு வடிவம்

காலடிச் சுவடு, கல்லாகச் சமைந்த முழுஉடல், கரியானஉடல், ஊறுகாய்போல் பாதுகாக்கப்பட்ட உடல், கல்லாக மாறி



படம் 172



படம் 173.

விட்ட உடல் அல்லது எலும்பு ஆகிய பலவிதமான புதை-படிவங்கள் உள்ளன.

உயிர் வாழ்க்கை முதலில் நீரில்நான் துவங்கியது என்று நம்புகின்றனர். நிலத்தில் ஏதாவது உயிர் வாழ்ந்திருந்தாலும் தொடக்க நிலையில் அது மென்மையான உடலைப்பெற்றிருக்கு மாதலால் இயற்கையின் வானிலைச் சக்திகள் அதன் உடலை எளிதில் அழித்துவிட்டிருக்கும். ஆகவே முதன் முதலில் உயிர் கண்டச்சரிவின் ஆழமற்ற கடல்நீரில் ஆரம்பித்ததாகக் கருத லாம். இன்றும் இத்தகைய இடத்தில் ஏராளமான உயிர் வகைகள் வாழ்கின்றன. கடற்கரைக்கு மிக அருகே கடல் அலை இயக்கத்தால் அடித்தரை சிலுப்பப்படுகிறது. ஆகவே உயிர்கள் சுமார் 100 ஃபேதம் ஆழமுள்ள வெது வெதுப்பான சூடான அமைதியான நீரில் வளருகின்றன. இந்த ஆழத்துக்கு வெய்யில் புகுவதால் அங்கு கடல் பாசிகளும் தாவரங்களும் செழிப்பாக வளருகின்றன. இத் தாவரங்களைத் தின்று வளரும் உயிரினங்கள் அங்கேயே வாழ்ந்து அங்கேயே மடிகின்றன. ஆறுகள் கொண்டுவந்த படிவுகளான மண், வண்டல், மணல் ஆகியவை கண்டத்திட்டில் கரை ஓரமாகப் படிகின்றன. இவை சிறுகச் சிறுக கண்டத் திட்டில் மடிந்து விழுந்த உயிர்களின் உயிரற்ற உடல்களைப் போர்த்திப் புதைக்கின்றன. இவ்வாறு உடல் கெடும்முன் மூடப்பட்ட உடல்களின் உருவம் பாது காக்கப்படுகிறது.

கடற்கரையை விட்டுச் செல்லச் செல்ல கடல்நீர் தெளி வாக இருக்கிறது. இங்கு படிவுப்பொருள்கள் வருவதில்லை. இங்கு கடல் தாவரங்கள் நன்ருகத் தழைத்திருக்கின்றன. ஏனென்ருல் இங்கு தெளிவான நீரினூடே அதிக சூரிய ஒளி பாய்கிறது. ஆகவே இங்கும் உயிர் வாழ்க்கை மிகுந்து காணப் படுகிறது. ஆனுல் இங்கு வாழ்ந்து மடியும் உயிர்களின் உடல்கள் சுண்ண வயக் கடற்பாசிகளால் உதிர்க்கப்படும் சுண்ணக் கார்பொனேட்டு வீழ்படிவுகளால் போர்த்திப் புதைக் கப்படுகின்றன.

காலப்போக்கில் மணல், சேறு, கேல்சியம் கார்பொனேட்டு ஆகிய படிவுகளே முறையாக மணற்பாறை, களிமண் பாறை சுண்ணப் பாறையாக மாறுகின்றன. இப்பாறைகளில் ஆழ மற்ற கடலில் வாழ்ந்த உயிரினங்களின் உடல்கள் புதை படி வங்களாகப் பொதிந்துள்ளன.

கரை ஓரமாக முதலில் படிந்த பாறைகளின் துகள்கள் அளவில் பெரிதாக இருக்கின்றன. ஏனெனில் முதலில் மிகவும் உயரமான இடங்களில் இருந்து மிக்க வேகமாக ஓடிவரும் ஆற்றுநீர் பெரிய பெரிய துகள்களை அடித்துவரும் ஆற்றல் வாய்ந்தது. பிறகு காலப்போக்கில் உயரமான இடங்கள் அரிக்கப்பட்டு தாழ்ந்து விடுகின்றன. அப்போது நீரின் வேகமும் குறைந்து கொண்டே வருகிறது. அவை கொண்டு வரும் படிவுகளும் நுண்ணிய அளவினதாக மாறிவிடுகின்றன) முதல் நிலம் கடல் மட்டத்துக்குச் சமமாக அரிக்கப்பட்டபின் ஆறுகளில் வண்டல் இருக்க வாய்ப்பு இல்லாததால் நீர் தெளிவாகிவிடுகிறது. ஆகவே, படிவுப் பாறைகளைப் பார்த்தே பண்டைய காலத்தில் எங்கு உயர்ந்த பீடபூமிகள் இருந்தன என்று தெரிந்துகொள்ளலாம். ஏனென்றால் பருவெட்டான படிவுகளான உருட்கல் பாறைகள் உயர்ந்த நிலத்தின் அடிப் பாகங்களில் வெகு அருகே படிகின்றன. உருட்கல் படிவுகளின்மேல் மணற்பாறைகள், அதன்மேல் களிமண்பாறைகள், அதற்கும் மேல் சுண்ணப்பாறைகள் என மாறிவருவதைக் கொண்டு உயர்ந்த நிலம் அரிப்பால் தாழ்ந்துவிட்டதை உணரலாம்.

நிலத்தின்மேலுள்ள பாறைப்பொருள்கள் கண்டச் சரிவின் இடவடியில் படிந்துகொண்டே வரும்போது நிலத்தின் சுமை குறைகிறது; கடலடியின்மேல் சுமை அதிகரிக்கிறது. நிலம் ஒரு தெப்பம்போல் இயங்குவதால் அதன் சுமை குறையக் குறைய அது நீர் மட்டத்துக்குமேல் எழுகிறது. இடவடித் தரைக்கும் நிலத்துக்கும் இடையே ஒருவிதச் சமன்பாடு (Isotacy) நடந்தவாறே இருக்கிறது. நிலம் மேலே எழுவதும் அமிழ்வதும் ஒவ்வோரிடத்திலும் ஒவ்வோர் வேகத்தில் நடைபெறும். விரைவில் மேலெழுந்த இடங்களில் இருந்து மீண்டும் உருட்கல் பாறைகள், மணற்பாறைகள், களிமண் பாறைகள், சுண்ணப் பாறைகள் முறையே படிகின்றன. நிலம் வேகமாக அமிழ்தையும் எழுவதையும் மலைவளர் நிலக்கிளர்ச்சி (Orogenic movements) என்றும் இத்தகைய மாறுபாடுகள் மெதுவாக நிகழ்வதை கண்டம் வளர் நிலக்கிளர்ச்சி (Epeirogenic movements) என்றும் கூறலாம். இத்தகைய நிலப் பெயர்ச்சிகள் நில வரலாற்றில் பன்முறை நிகழ்ந்துள்ளன.

நில வரலாற்றை பல காலப் பிரிவுகளாகப் (Periods) பிரித்துள்ளனர். இப் பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றும் மேலெழுச்சியில் (Uplift) துவங்கி அரிப்பால் நிலம் சமதளமாக்கபபடுவதில்

(Peneplanation) முடியும். படிவுப்பாறை அடுக்குகளில், பொதுவாக, முதலில் படிந்த அடிப்பகுதிகள் உருட்கல் படிவுகளாகவும் முடிவில் படிந்த மேல் பகுதிகள் சுண்ணப் பாறை படிவுகளாகவும் இருப்பதைக் காணலாம். நாம் இன்று கண்டச் சரிவில் நடைபெறுவதைப் பார்த்து நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பண்டைய காலத்திலும் இவ்வாறே நடந்திருக்குமென்று ஊகித்து அறிகிறோம். இவ்வாறு ஒரு களிமண் பாறை படலத்துக்குப் பிறகு சுண்ணப்பாறைகளுக்குப் பதிலாக உருட்கல்பாறை படிந்திருந்தால் நிலம் திடீரென்று மேலெழுந்ததாகக் கருதுகிறோம். நிலம் மேலெழுந்து அரிமானத்துக்கு உட்படும் ஒவ்வொருமுறையும் நில வரலாறு எழுதப்படாத அரிப்பு இடைகாலம் (Erosion intervel) உண்டு. இக் கால இடைவெளியில் உகல்பொருள் உண்டாவதில்லை. இது வரலாற்றில் ஒரு விடுபாடு. இரண்டு படிவு அடுக்கு வரிசைகளினிடையே உள்ள படிவு விளிவினுல் உண்டான உடன்படாப் படிவு (Uneon formity) அமைப்புக்களைக் கண்டு அறிந்து கொள்ளலாம். படிவுகள் பொதுவாக கிடை வாட்டத்தில் சமமாகவே படிகின்றன. ஆனுல் இவை மேலெழுச்சிகளின் போது வளைந்து விடுகின்றன அல்லது சாய்ந்து விடுகின்றன. பிறகு அரிப்பு மிகும்போது அவற்றின் மேல்பரப்பு முன்போல் அல்லது சீரற்றமுறையில் மேடும் பள்ளமுமாக மாறுகிறது. இத்தகைய அரிமானதளம் கீழே அமிழ்ந்த பிறகுதான் அதன் மேல் வேறொரு படிவு வரிசை படிகிறது.

நில வரலாற்றின் நிகழ்ச்சிகள் எத்தனை ஆண்டுகளாக நடைபெற்றுள்ளன என்பதை அறிய பல வழிகள் உண்டு. இதைப் பற்றித் தனி அத்தியாயத்தில் காண்போம். இங்கு சுருக்கமாக அடுக்கியல் முறைகளைப் பற்றிக் குறிப்பிடுவோம்.

ஏரிகளில் படியும் சடிவுகளில் பெரிய அளவுள்ள துகள்களும் மாறிமாறிப் படிகின்றன. மழை நாட்களில் பெருந்துகள்கள் படிகின்றன; மழை இல்லாத நாட்களில் நுண்துகள்கள் படிகின்றன. இவ்வாறு ஓராண்டிற்கு இரண்டு படலங்கள் காணப்படுகின்றன.

மேலும் நிலத்தின் மேல் சராசரியாக 30 செ. மீ. (1 அடி. கனமான படிவு அமைய 5,000 முதல் 10,000 ஆண்டுக்காலம் பிடிக்கிறது. புவி வரலாற்றில் இன்றுவரை சுமார் 15240 மீ. (50,000 அடி) கனமுள்ள படிவுகள் படிந்துள்ளதாகக் கணக்கிட்டுள்ளனர். இதற்கு சுமார் 500 மில்லியன் ஆண்டுகள் பிடித்திருக்கும் அல்லவா? இவ்வளவு கடினமான படிவும் தொடர்ச்சி

யாக ஒரே இடத்தில் படியவில்லை. ஆகவே அங்குமிங்குமாகப் பரவியுள்ள கடலடித் தொய்வுகளில் (Geosyncline) அவ்வப் போது படிந்த படிவுப் பாறைகளை ஒப்பு நோக்கி (Correlate) அவற்றை வரிசைப்படுத்திய பிறகுதான் மொத்ததடிப்பை கணக்கிட்டுள்ளனர்.

இயற்கையில் பாறைகள் இப்போதைப்போல் எப்போதும் படிந்து வருகின்றன ஆகவே "தற்காலமே தொன்மைக் காலத் தின் மறைகளை வெளிப்படுத்தும் சாவி" என்னும் (James Hutton, 1795) ஒரு படித்துவக் கொள்கை (Uniformitarianism); முதலில் படிந்த முதிய படிவு கீழேயும் பிறகு படிந்த இளைய படிவு மேலேயும் இருப்பதுதான் முறை என்னும் மேல் அடுக்கு முறைக் கொள்கையும் (Order of superposition) படிவுகளுக்கு இடையுள்ள உறவு முறைகளைத் தெரிந்துகொள்ள உதவு கின்றன.

பாறைகளை ஒப்புநோக்க அடுக்கமைப்பு வரிசை முறை பாறை வகைப் பொருத்தம், புதை படிவம் காட்டும் இன அடை யாளம் காணும் முறை, உயிரினங்களின் பரிணும நிலை ஒப்பீடு ஆகிய நிலப் பொதியியல் மற்றும் உயிரியல் முறைகள் பயன் படுகின்றன.

நிலப் பிறழ்ச்சியின் காரணமாக பாறை மாறுபட்டநிலையை அடைந்திருந்தால் கால உறவு முறைகளை எளிதில் கண்டறிய முடியாது. இதைப் பற்றி நிலப்பொதி அமைப்பியலில் கண் டோம். படிவுப் பாறைகளுள் ஒரு தணற் பாறை நுழைந்த வாறு இருந்தால் அப் பாறையின் வயது படிவுகளின் வயதை விடக் குறைவாக இருக்கும்.

படிவு வரிசைகளில் இடையிடையே ஏற்பட்ட நில மேலெழுச்சிகளையும் அமிழ்வுகளையும் கண்டுகொள்வதைப் பற்றி முன்பே தெரிந்துகொண்டோம். இவ்வாறு வெப்பதட்ப நிலைகளும், உயிர் வாழ்க்கையும் மற்ற சூழ்நிலைகளும் மாறிக் கொண்டே இருக்கின்றன. ஆகவே பாறையின் நுண் இழைமை (texture) மாறுபடும்போதே அதில் படியும் உயிரின உடல் களும் மாறுபடுவதைக் காணலாம். வாழ்வியக்கத்தின் மாறு பாடுகளை (பரிணுமத்தை) நமக்குக் காட்டிக்கொடுக்குமாறு படிவுப் பாறை வரிசைகளில் புதை படிவங்கள் பொதிந்துள் ளதை மறுக்க முடியாது.

ஒரு தனி படிவுப் படலம் அல்லது அதற்கு நெருங்கிய உறவு கொண்ட படல வரிசைகள் ஒன்றன்மேல் ஒன்று உடன் பட்ட நிலையில் இருப்பதை ஓர் அமைவு (Formation) என்பர். இதுவே பாறைச் சுவடியின் ஓர் ஏடு. ஒவ்வொரு அமைவை யும் அவற்றினுள் நெருங்கிய உறவுகொண்ட புதை வடிவங்கள் இருப்பதாலும், அவற்றின் பாறை வகையின் ஒத்ததன்மை யாலும் பிரித்து அறிந்து கொள்ளலாம்.

புதை படிவங்களைக் கொண்டு பாறையின் வயது, தொன்மை வெப்பதட்ப நிலைகள், தொன்மைப் புவியியல், அதாவது, கடல்—நிலக் காட்சி மாற்றங்கள், உயிரினக்கூர்ப்பு அல்லது பரிணமம் ஆகியவற்றைக் குறிப்பால் அறியலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக கடல்வாழ் உயிரினங்களின் புதை படி வங்கள் உள்ள பாறை முன்பு கடலடியாக இருந்திருக்க வேண்டும். பவளப் பாறைகள் உள்ள இடம் முன்பு வெப்பக் கடற்கரையோரப் பகுதியாக இருந்திருக்க வேண்டும். இன்று வடதுருவத்திலுள்ள சுண்ணப்பாறையில் பவளப் புதைவடி வங்கள் இருந்தால் முன்னர் வடதுருவம் அங்கு இருந்திருக்க முடியாது; அல்லது வடதுருவத்தில் பனிக்கட்டிக்குப் பதில் தெளிந்தநீர்கொண்ட வெப்பக் கடல் இருந்திருக்கும். ஒரே விதமான நில உயிரினங்களில் புதை படிவங்கள் கடலை இடை யில் கொண்ட இரண்டு கரைகளில் இருந்தால் முன்பு அந்த இரண்டு கரைகளும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டு இருந்திருக்க வேண்டும்.

உயிரினங்களின் புதை படிவங்களைக் கொண்டு, நிலத்தில் ஊர்வனவாக (Reptile) இருந்த மிருகங்களில் இருந்தே பின்னர் சிறகு முளைத்துப் பறக்கும் தன்மைவாய்ந்த ஆர்க்கியாப் டெரிக்ஸ் என்னும் ஜுராசிக் காலப்பறவை பரிணமித்துள்ளது என்பதை அதன் வாயில் பற்கள் இருந்தாலும், அதன் வாலில் சிறகுகள் இருந்தாலும், அதன் சிறகுகளில் கைகள் போல் விரல்களும் இருந்ததாலும் அறிகிறோம். பண்டைய குதிரைகள் நாய் அளவு இருந்தன என்றும், ஐந்து விரல்களைக் கொண்டிருந்தன என்றும் யானைகளில் ஒருவகை நீள மான கொம்பும், உடல் முழுதும் முடியும் கொண்டிருந்தது என்றும், அது பனியுகத்தில் வட துருவத்துக்கு அருகே வாழ்ந் தது என்றும், மையோசீன் காலத்தில் யானைகளுக்கு கீழ் முக வாயில் பின்புறமாகக் கீழே வளைந்தவாறு தந்தம் இருந்த தென்றும், நான்கு நீளமான தந்தங்களைக்கொண்ட யானைகளும்

இருந்தன் என்றும், புல் செதுக்கும் உழவாரப்படை போன்ற தந்தம் கொண்ட யானைகள் பிளையோசீன் காலத்தில் இருந்த தாகவும் சற்கால மனிதனுக்கும் இன்றைய மனிதனுக்கும் பல வித வேறுபாடுகள் இருந்தன என்றும், ராட்சஸ மிருகங்கள் சில ஜுராசிக் காலத்தில் இருந்தன என்றும் இன்று அவை இல்லை என்றும் உயிரினங்களின் பரிணாமத்தை புதை படிவங் களைக் கண்டே அறிகிறோம்.

நிலப் பொதியியல் ரெலாற்றின் அத்தியாயங்கள் எவ்வாறு வகுக்கப்பட்டுள்ளன என்பதைப் பற்றி பக்கத்திலுள்ள அட்டவணையில் காண்க. இதில் பெரும் பிரிவுகளான பேரூழிக் காலங்களை நிலப்பரப்பில் நடந்த பெரும் ஊழிப் பிறழ்ச்சிகள் பிரிக்கின்றன என்பதைக் காணலாம். இப் பிறழ்ச்சிகள் உலகின் மேற்பரப்பில் பரவலாகப் பெருமளவில் நடந்த கார ணத்தால் உலகப்படம் வெவ்வேறு ஊழிக்காலங்களில் வெவ்வேறு விதமாக மாறுபட்ட நிலைகளில் காட்சியளிப்பதைக் காணலாம்.

ஒவ்வொரு பேரூழிக் காலத்தையும் சிறுசிறு காலப்பிளவு களாகப் (Periods) பிரித்துள்ளனர். காலப் பிரிவு ஒவ்வொன் றின் துவக்கத்திலும் கடல் நிலத்தைக் கவர்ந்தது. பிறகு, அதன் முடிவில், மேலெழுச்சியின் காரணமாக கடல் பின்வாங்கிய தால் நிலம் மீண்டும் விடுபட்டது. பேரூழிப் பிறழ்ச்சிகளால் பெருஞ்சேதமோ, மாற்றமோ விளைந்ததில்லை.

ஆகவே பாறை ஏட்டுச் சுவடியின் அத்தியாயங்களைப் பேரூழிக் காலங்கள் என்றும், பத்திகளைக் காலப் பிரிவுகள் என்றும், வாக்கியங்களைப் பாறை அமைவுகள் என்றும் கருதலாம்.

இந்நூலில் பயன்படுத்தியுள்ள சில நில அடுக்கியல் கலைச் சொற்கள்:

கால அலகுகள்: பேரூழி (Era), தொகுதி (System), வரிசை (Series), காலநிலை (Stage), பகுதி அல்லது மண்டலம் (Zone).

காலம்—பாறை அலகுகள்: உயிர்க்காலம் (Group e.g. Mesozoic), காலப்பிரிவு (Period, e.g. Triassic), காலம் (Age,e.g. Carnic).

பாறை அலகுகள்: வகை (Group) அமைவு (Formation), உறுப்பு (Member), குவிவில்லை (Lentil), படுகை (Bed), படிவுப் படிநிலை (Facies).

நிலப் பொதியியல் கால நிரல்

ஊழி	தொகுதி	இந்திய நில அடுக்கியல் பகுதிகள்
கடைஊழிக் காலம் (Quarternary)	அண்மைக்காலம் (Recent) (.01) பிளீஸ்டோசீன் (Pleistocene)	தற்கால மேற்பரப்புப் படிவுகள்
மூன்றும் ஊழிக்காலம் (Tertiary) 60	பிளியோசீன் (Pliocene) 11 (12) மையோசீன (Miocene) 13(25) ஓலிகோசீன் (Oligocene) 15(40) இயோசீன் (Eocene) 20 (60)	இமயம் போன்ற புறதீபகற்பப் பகுதிகள். தென்னிந்தியக் கடற்கரைப் பகுதிகள்
இடையூழிக் காலம் (Mesozoic) 120	கிரிடேஷியஸ் (Cretaceous) 50(110)	டெக்கான் எரியியல் பாறைகள். தீபகற்பப் பகுதிகள்
	ஜுராசிக் (Jurassic) 40 (150) டிரையாசிக் (Triassic) 30 (180)	கோண்டுவானு தொகுதி தீபகற்பப் பகுதிகள்
தொல்லூழிக் காலம் (Palaeozoic) 330	பெர்மியன் (Permian) 35 (215) கார்பானிபரஸ் (Carboniferous) 60(275)	
	டெவோனியன் (Devonian) 50 (325) சைலூரியன் (Silurian) 35 (360) ஆர்டோவிசியன் (Ordovician) 90 (450) கேம்பிரியன் (Cambrian) 150 (600)	புறதீபகற்பப் பகுதிகள்
உயிர்த்துவக்கக் காலம் (Proterozoic)	முன்-கேம்பிரியன், (Pre-Combrian) (1500)	விந்தியன்-தொகுதி, தீபகற்பப்பகுதிகள். கடப்பா தொகுதி தீபகற்பப் பகுதிகள்
முது ஊழிக் காலம் அல்லது உயிரில் காலம் (Azoic)	ஆர்கேயன் (Arckaean) (4500)	தார்வார் தொகுதி, தீபகற்பப் பகுதிகள்

அடைப்பு இல்லாத எண் = கால வீச்சு (மில்லியன் ஆண்டுகள்)
அடைப்புக்களுள் உள்ள எண் = காலத்தொகுதியின் துவக்கம் முதல் இன்றுவரை கழிந்த காலம் (மில்லியன் ஆண்டுகள்)
உலகம் சுமார் 4500 மில்லியன் ஆண்டு வயதுடையது.

மேற்கண்ட கால நிரலில் உள்ள தொகுதிகளில் நடை பெற்ற முக்கிய நிலப்பொதியியல் வரலாற்றுக் கூறுகள் :

1. ஆர்க்கேயன் : உயிர் வாழ்க்கை இல்லை. நிலப் பொதியியல் வரலாறு தெளிவற்றது.

1-க்கும் 2-க்கும் இடையில் எப்-ஆர்க்கேயன் இடையறவு (படிவு விளிவு). இந்த நிலப் பிறழ்ச்சியின்போது ஆந்திரத் திலும் மத்திய பிரதேசத்திலும் பெரும்பகுதிகள் கடப்பைக் கடலினுள் மூழ்கின.

2. முன் கேம்பிரியன் : மென்மையான உடலைக் கொண்ட தாவர மிருக உயிரினங்கள். இந்தியாவில் மலைவளர் பிறழ்ச் சிகள் நின்றுவிட்டன. கடப்பா தொகுதி. விந்தியன் தொகுதிப் படிவுகள் உண்டாயின.

2-க்கும் 3-க்கும் இடையே படிவு இடையறவு (Unconformity) உண்டு.

3. கேம்பிரியன் : கடல் வாழ் உயிரினங்களின் புதை படிவங்கள் முதன முறையாகப் பெருமளவில் காணப்படு கின்றன. டிரைலோபைட்டுகளும் (Trilobite), பிரேக்கியோ பாடுகளும் ஏராளம்.

4. ஆர்டோவிசியன் ; கிராப்டோலைட்டுகள் (Graptolites) மேம்பட்டிருந்தன, டிரைலோபைட்டுகள் ஏராளம். ஐரோப்பா வுக்கும் வட அமெரிக்காவுக்கும் இடையே நிலப்பரப்பு தொடர்ந்து இருந்தது. கடல்கள் தாழ்ந்த கண்டங்களின் மேல் பரவியிருந்தன.

5: சைலூரியன் : நிலத்தில் உயிர் வாழ்க்கை ஆரம்பம் முதல் தேள்கள், மீன்கள், நிலத்தாவரங்கள், இக்கால முடிவில் வெப்பமான வரண்ட பாலை போன்ற வெப்ப-தட்ப நிலை. ஐரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும் கேலிடோனியன்

(Caledonian orogeny) மலைவளர் பிறழ்ச்சி கடல் பின்வாங்கல் எரிமலைக் கிளர்ச்சிகள்.

6. டெவோனியன் : மீன்களின் ஆட்சி. பவழங்கள், பிளேஸ்டாய்டுகள் (Blastoids), பிரேக்கியோபாடுகள் (Brachiopods) ஏராளம். செவுள்கள் (Gills) மூலமாகவும் சுவாசப்பை (Lungs) மூலமாகவும் மூச்சுவிட்ட முதல் நிலம்-தரை வாழ் பிராணிகள் (Amphibians) டெவோனியன் முடிவில் ஐரோப் பாவில் இருவிதப் படிவுப்படி நிலைகள் (facies) இருந்தன. 1. பிரிட்டனையும் அதனைச் சூழ்ந்த வடபிரதேசங்களிலும் வெப்பக் காடுகளும் பவழமும் மிகுந்த கடல்களும் இருந்தன. இவை கண்டச் சரிவுப் படிவுகள், 2. மத்திய தரைக்கடலில் ஆழ்கடல் படிவுநிலை.

7. கார்பானிபெரஸ் : இங்கிலாந்து வெப்பக் காட்டு நில மாக இருந்தது வெப்பமான ஈரம்மிக்க நிலக்கரிச் சதுப்பு நிலக் காடுகள்- முதல் ஊர்வன தோன்றின. தென் இந்தியா, தென் ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகிய கண் டங்கள் ஒன்ருகக்கூடிய கொண்டுவாறு நிலமும் (Gondwana Land) டெதிஸ் கடலும் (Tethys sea) இருந்தன. கோண்டு வாறு கண்டத்தில் பெரும் பனியுகம் இருந்தது. பனியாறுகள் அரவல்லி, கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் இருந்து ராஜஸ்தான் காஷ்மீரம் நோக்கி நகர்ந்தன. கார்பானிபெரஸ் முடிவில் ஹெர்சினியன் (Hercynian) மலைவளர் பிறழ்ச்சியின் காரண மாக நிலமும் கடலும் இடம் மாறத் தொடங்கின.

8. பெர்மியன் : ஹெர்சினியன் கிளர்ச்சி தொடர்ந்து நடந் தது. அபலாச்சியன் மலைகள் (கிழக்கு அமெரிக்கா) எழுந்தன பாலூட்டிகளைப் போன்ற முதல் ஊர்வன. பெர்மியன் முடிவில் டிரைலோபைட்டுகள் மறைந்தன. கோண்டுவாறு நிலம் இருந்தது.

9. டிரையாசிக் : கண்டம் வளர் பிறழ்ச்சிகள் (Epeirogenic) அம்மோனைட்டுகள், டினசார்வகை ஊர்வன (Dinasaur), நிலம், நீர் வாழிகள் ஏராளம். வரண்ட பாலை வெப்ப தட்ப நிலை கோண்டுவாறு நிலம் இருந்தது.

10. ஜுராசிக் : அம்மோனைட்டுகள் ஏராளம். முதல் பறவைகள் - ஆர்க்கியாப்டெரிக்ஸ் (Archaeopteryx), பூவிடும் மரங்கள், கடல் ஊமத்தை (Sea-urchins), முதல் பாலூட்டி

மேல் ஜுராசிக்காலத்தில் இந்தியாவின் கிழக்குக் கரை வெடிப்பு தோன்றியது. வங்காளக் கடல் தோன்றியது. ஆஸ்திரேலியா இந்தியாவை விட்டுப் பிரிந்து சென்றது.

11. கிரிடேஷியஸ் : பூவிடும் தாவரங்கள் ஏராளம். கிரிடேஷியஸ் முடியும் தருவாயில் அல்லது டெர்ஷியரி தொடங்கியதும் கோண்டுவான நிலம் உடைப்பு கண்டது. டெதிஸ் கடலடி மேலெழுப்பப்பட்டது. இந்தியாவின் மேற்குக்கரை பிளவுப்பெயர்ச்சிக் கண்டது. வெடிப்பிலிருந்து டெக்கான் எரியியல் குழம்பு வழிந்தது, இதேபோல் தென் ஆப்பிரிக்காவிலும் தென் அமெரிக்காவிலும் எரியியல் குழம்புகள் வழிந்தன. தென் இந்தியாவில் மேல் கோண்டுவான காலத்தில் சினோமேனியன் (Cenomanian) என்னும் கடல் கொந்தளிப்பு நடந்தது. இமயமலைக் கிளர்ச்சி துவங்கியது. சுமார் 150 மீ. (500 அடி) பிரிட்டிஷ் சுண்ணப் படிவுகள் 1·6 கி. மீ. (1 மைல்) ஆழ வெப்பக் கடலில் படிந்தன. கிரிடேஷியஸ் முடிவில் ராட்சஸ ஊர்வனவும் அம்மோனைட்டுகளும் மறைந்தன.

12. இயோசீன் : ஐந்து விரல்களைக் கொண்ட முதல் குதிரை "இயோ ஹிப்பஸ்" தோன்றியது. திமிங்கிலங்கள் தோன்றின. இங்கிலாந்திலும் கிரீன்லாந்திலும் மிகுவெப்பநிலை இருந்தது. கிரிடேஷியஸ் முடிவில் நடந்த எல்லா நிகழ்ச்சிகளும் இயோசீனின் தொடக்கத்திலும் தொடர்ந்து நடந்தன

13. ஒலீகோசீன் : தற்கால பாலூட்டிகள், குரங்குகள் மனிதக் குரங்குகள், பறவைகள் எல்லாமே தோன்றிவிட்டிருந்தன.

14. மையோசீன் : புல்மேயும் மாவினங்கள் பரிணமித்தன. தென்னிந்தியாவில் கடல்நீர் நிலத்தின்மேல் பொங்கி எழுந்தது. சிந்து—கங்கை முன் பள்ளம் (Fore deep) உண்டாயிற்று. இமயமலைக் கிளர்ச்சிகளில் வீரியம் மிக்க கிளர்ச்சி மையோசீனில் நிகழ்ந்தது. அட்லாஸ், பைரீனிஸ் ஆல்ப்ஸ் காகசஸ். மலேயா வளைவு ஆகிய பெருமலைகள் உண்டாயின.

15. பிளியோசீன் : மனிதனுக்கும், மனிதக் குரங்குகளுக்கும் வேறுபாடு தெரிகிறது. தற்காலக் குதிரை (Equus) ஒரு குளம்புடன் தோன்றிவிட்டது.

16. பிளீஸ்டோசீன் : குகைகளில் வாழும் மனிதனும் காட்டில் திரியும் மனிதனும் காணப்படுகிறான். இது முக்கிய பனியுகம், ஐரோப்பாவையும், வட அமெரிக்காவையும் நில.

சேர்த்து இருந்ததை உரோமம் நிறைந்த உடலையுடைய யானை Mammoth) காட்டிக் கொடுக்கிறது. ஐந்து பனியுகப் பிரிவுகள் (நிகழ்ந்தன. குளிரினால் பெருமளவு பாலூட்டிகள் மாய்ந்தன

17. தற்காலம் : 10 ஆண்டுகளாக உள்ள தற்போதைய நிலை.

இந்திய நிலத்தின் முப்பிரிவுகள்

நிலக் கூற்றியல் அடிப்படையில் இந்தியாவை மூன்று தனிப்பட்ட பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். 1. தீபகற்பம் (Pniensula). சிந்து-கங்கைச் சமவெளிக்குத் தெற்காக உள்ள பகுதி. 2. சிந்து-கங்கைச் சமவெளி (Indo gangetic alluvial plains) இது இந்தியாவின் வடபாகத்தில் அஸ்ஸாம் வங்காளம் முதல் பஞ்சாப் வரை பரவியுள்ள சமவெளியான நிலம். 3. புற தீபகற்பம் (Extra peninsula) இதில் இமயமலைத் தொடர்ச்சியும் அதை ஒட்டிய மலைகளும் அடங்கும். இந்த மூன்று பகுதிகளின் நிலக் கூற்றியல் (Physiography), அவற்றின் நில அடுக்கியலை யும் (Stratigraphy) அமைப்பையும் (Structure) பொருத்ததே

தீபகற்பம்

நிலக்கூற்றியல்படி இந்திய தீபகற்பம் ஏறக்குறைய அரிசம நிலமாக (Peneplain) மாறிவிட்ட ஒரு பழைய பீடபூமி. இதன் ஆறுகள் சமமான நிலங்களில் ஓடுகின்றன. இவை ஆழம் குறைந்த அகலமான பள்ளத்தாக்குகளை ஏற்படுத்திக் கொண் டுள்ளன. இங்குள்ள மலைகள் எச்சமலை (Relict) வகையைச் சேர்ந்தவை. பெருமலைகள் பெரும்பாலும் மேற்குக் கடற் கரைக்கு இணையாகவே உள்ளன.

நில அடுக்கியல்படி தொன்மையையும், நிலைப்புத் தன்மை யையும் கருதி தீபகற்பத்தை கேடய நிலம் (Shield) என்பர். இதன் பாதிக்கும் மேலான பரப்பளவை ஆர்க்கேயன் முன் கேம்பிரியன் பாறைகள் மூடியுள்ளன. மீதமுள்ள பரப்பில் கோண்டுவானு படிவுகளும், பின்னைய படிவுகளும், டெக்கான் எரியியல் படிப்பாறைகளும் (Traps) காணப்படுகின்றன.

அமைப்பியல்படி தீபகற்பம் நிலப் பொருக்கில் நிலைப்புத் தன்மை வாய்ந்த நிலக்கட்டு. இது பண்டைய கோண்டுவானு நிலத்தின் எச்சப் பகுதி. இதன் வடக்கே முன்பு டெதிஸ் கடல் இருந்தது. இதன் மேற்குக் கரையும் கண்டச் சரிவும் நேர்

கோடு போல் அமைந்துள்ளன. டெர்ஷியரி காலத் துவக்கத்தில் கோண்டுவான நிலம் உடைந்ததால் ஏற்பட்ட பிளவுப் பெயர்ச்சியே இதற்குக் காரணம். இதன் கிழக்குக் கடற்கரை சீரற்றது. ஜுராசிக் காலத்தில் கிழக்குக் கரை இன்றைய உருவத்தைப் பெற்றது. ஜுராசிக் காலத்திலும் (மேல் கோண்டு வான) கிரிடேஷியஸ், மயோசீன் காலங்களிலும் கண்டத் தாழ்வு ஏற்பட்டதால் கடல் நிலத்தைக் கவர்ந்தது.

கடுமையான மலை வளர் எழுச்சிகள் முன் கேம்பிரியன் காலத்தோடு முடிந்து விட்டன. பின் கேம்பிரியன் காலத்தில சிறு சிறு மடிப்புகளும், பாளப் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளும். கண்டம் வளர் மேலெழுச்சிகளும் மட்டுமே தீபகற்பத்தை பாதித்துள்ளன. இந்தியாவின் முக்கிய நிலக்கரி வயல்கள் பாளப் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளினாலேயே பாதுகாக்கப் பட்டுள்ளன.

புற தீபகற்பம்

நிலக் கூற்றியல்படி, புற தீபகற்பம், நிலப் பொதியியல் வய அண்மைக் காலத்தில் நிகழ்ந்த புவிப் பெயரைப் பெயர்ச்சி களாலும் (Tectonic), நில மடிவுகளாலும் (Folding) முறிந் தேறிய பிளவுப் பெயர்ச்சிகளாலும் (Over thrust) உண்டான மலைத் தொடர்ச்சிகளாவன.

நில அடுக்க—மடிப்பியல்படி தீபகற்பத்தின் வடக்கே இருந்த டெதிஸ் கடலடித் தொய்வில் (Geosyncline) பொதிந்த படிவு களால் ஆனதே புற தீபகற்பம். இது கேம்பிரியன் முதல் பிளைஸ்டோசீன் வரை படிந்த படிவுகளால் ஆனது. ஆகவே புற தீபகற்பத்தில் ஏறக்குறைய நிலப் பொதியியல் அடுக்குத் தூணின் முழுமையையும் காணலாம்.

தீப கற்பப் பகுதி மலைவளர் பெயர்ச்சிகளால் பாதிக்கப் படாது இருந்தபோது டெதிஸ் கடலடிப் படிவுகள் வடக்கி லிருந்து தெற்காக நிகழ்ந்து பேரழுத்தங்களால் மேலெழுப்பப் பட்டன. இவ்வாறு எழுந்தபோது அவை பலவிதமாக மடிக்கப் பட்டன, பிளந்து பெயர்ந்தன. முறிந்து ஏறின, நழுவி நெகிழ்ந்தன. இவ்வாறு பல நூறு மைல் அகலமான பகுதிகள் கிடைவாட்டமாக நில அழுத்தங் கண்டு சிக்கலான மடிப்பு மலைகளை உண்டாக்கியுள்ளன.

இப்புவிப் பெயரைப் பெயர்ச்சி மலைகள் வில்போல் வளைந்த உருவங் கொண்டுள்ளன. வளைவின் குவிந்த பக்கங்கள் தீபகற்பத்தை நோக்கியவாறு உள்ளன. இவை தீபகற்பத்தின் மேல் அழுத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு ஏற்பட்ட மூன்று வளைவுகள் உள்ளன. பலுசிஸ்தான் வளைவு, இமய வளைவு, பர்மிய வளைவு. இவ்வளைவுகள் ஒவ்வொன்றும் ஒன்றன் பின் ஒன்ருக அடுக்கடுக்காக உள்ள மலைகளால் ஆனவை.

மலை-ஆக்க விசைகள் கிரிடேஷியஸ், இயோசீன், மையோசீன், பிளைஸ்டோசீன் ஆகிய காலங்சளில் இயங்கின. இன்றும்கூட புற தீபகற்பப் பகுதிகளில் நில அதிர்ச்சிகள் அவ்வப்போது நிகழ்வதுண்டு.

சிந்து–கங்கை சமவெளி

நிலக் கூற்றியல்படி இப்பகுதி அகலமான, மாறுபாடில்லாத பரந்த சமவெளியே. இது அண்மைய ஆற்றடி வண்டல்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் ஆறுகள் மெதுவாகவே ஓடுகின்றன.

நில அடுக்கியல்படி கங்கைச் சமவெளி பிளைஸ்டோசீன் அல்லது தற்காலப் படிவுகளாகிய மணல், களிமண்கள், ஆங்காங்கு பழுப்பு நிலக்கரி, ஆகியவற்ருல் ஆனதே. படிவுகள் 1980 மீ. (6,500 அடி) முதல் 3050 மீ. (10,000 அடி) கனமாகப் படிந்துள்ளன. இமயமலை மேலெழுந்ததால்தான் கங்கைச் சமவெளி உண்டாயிற்று என்பதைக் கண்டோம். இதுவே இந்தியாவின் நிலப்பொதியியல் வரலாற்றின் கடைசி அத்தியாயம்.

அமைப்பியல்படி இது நிலப்பொருக்கின் ஒரு கீழ் மடிவு (down warp). இது பெருங் கீழ்முக மடிப்பு (Synclinorium) எனக் கூடிய அளவுக்குப் பெரியது. இது முன்னேறும் இமய மடிப்புகளின் உந்தலினல் இந்திய தீபகற்பத்தின் முன் நிலம் (Fore-land) கீழ் நோக்கித் தொய்வுற்றதால் ஏற்பட்ட முன் பள்ளம் (Fore-deep). இந்தக் கீழ் மடிவு இயோசீன் காலத்தில் ஆரம்பித்தது. அதன் பின் இமயமலை எழுச்சியினல் உண்டான நிலத்திலிருந்து இழிந்த படிவுகளினல் நிரப்பப்பட்டு மேன்மேலும் ஆழ்ந்துகொண்டே வந்துள்ளது.

இந்திய நிலத்தில் மிகவும் நிலையற்ற உறுப்பு கங்கைச் சமவெளியே. இதன் விளிம்புகளில் அல்லது இதன் உள்ளே தான் இந்தியாவில் நிகழும் பெரும்பாலான பெரிய நிலஅதிர்ச்சிகளின் வெளி மையங்கள் (Epicentre) இருப்பதைக் கவனிக்க வேண்டும்.

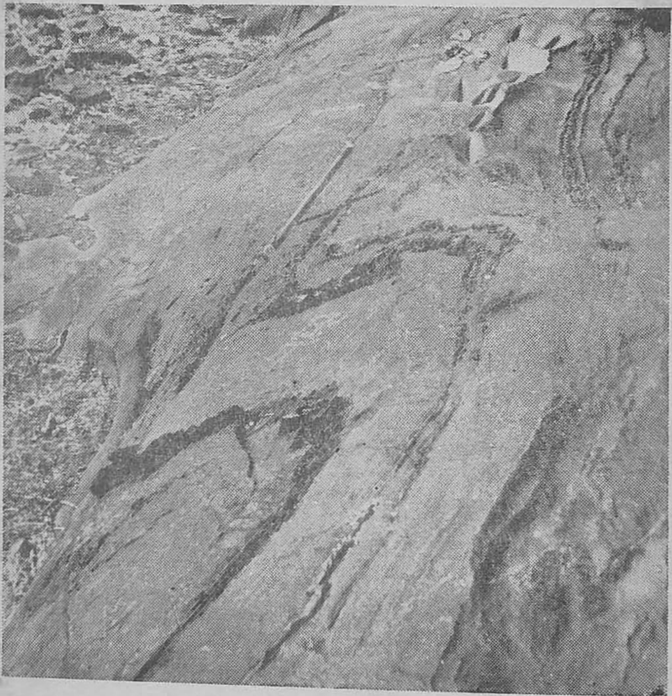
ஆர்க்கேயன் பாறைகள்

ஆர்க்கேயன் காலம் சுமார் 3000 ஆண்டுகள் நீடித்தது. அப்போது உலகில் உயிர் வாழ்க்கையே இல்லை. இருந்திருந்தாலும் அவை மென்மையான உடல் உறுப்புக்களையே பெற்றிருக்க முடியும். முதன்மையான நிலப் பொருக்கின் தணற் பாறைகள் பன்முறை கலைக்கப்பட்டு மாற்றப்பட்டுள்ளன, இன்று நாம் காணக்கூடிய மிகவும் பழைய பாறைகள் நைஸ்களே. இவற்றை அடிப்படைப் பாறை (Basement complex, Fundamental gneiss) என்பர். இவையே ஆர்க்கேயன் பாறைகள். இவை எப்-ஆர்க்கேயன் இடையறவு அல்லது படிவு விளிவினல் (Ep-Archaean unconformity) மழுக்கடிக்கப்பட்டு அவற்றின்மேல் படிந்துள்ள கடப்பைப் படிவுப் பாறைகளிலிருந்து பிரிக்கப்படுகின்றன.

படம் 174.

தீபகற்பத்தில் பாதிக்கும் மேலான பரப்பில் ஆர்க்கேயன் பாறைகளைக் காணலாம். இவை பல வகையான தணற்

பாறைகளாலும்-படிவுப் பாறைகளாலும் ஆனவை. மாற்றியல் இயக்கம், தணற் பாறை இயக்கம், பாறைக் குழம்பினுள் வீழ்தல் (Magmatic sloping), தணற் பாறையுடன் உருகிச் சேர்ந்துவிடல், கலத்தல் ஆகிய பல காரணங்களால் இவற்றின் முன்னைய தகைமைகள் பெரும்பாலும் மாற்றப்பட்டு விட்டன.



படம் 175.

ஆர்க்கேயன் தொகுதி படிவுப் பாறையாக முதன் முதன் தோன்றிப் பின் அழுத்தப்படடும் மடிக்கப்பட்டும் மாற்றியல் பாறைகளாக மாறிய ஒரு பாறைத் தொகுப்பால் ஆனது. இதன் கீழ்முக மடிவுப் பாகங்கள் நில அரிப்பிலிருந்து தப்பித் துக் கொண்டுள்ளன.

மைசூரில் இதற்கு தார்வார் தொகுதி என்று பெயர். ராஜஸ் தானில் ஆரவல்லிப் படிவுகள்; சோட்டா நாக்பூரில் இரும்புத் தாது வரிசை, கங்கபூர் வரிசை; மத்திய பிரதேசத்தில் சாசர், சகோலி வரிசைகள் போன்றவை இதற்கு இணை மாற்று

(Equivalent) மற்ற மாநிலங்களில் உள்ளன. இமயப் பகுதிகளிலும் ஆர்க்கேயன் பாறைகள் உள்ளன.

படம் 176. 1, 2.

தென்னிந்தியா,

மைசூரில் தார்வார் மாவட்டத்திலுள்ள ஆர்க்கேயன் பாறைகளில் மாற்றப்பட்ட (வெளியே வழிந்த அல்லது உள் நுழைந்த) காரத் தணற் பாறைகளும் பெரிதும் மாற்றப்பட்ட படிவுப் பாறைகளும் உள்ளயங்கியுள்ளன. தணலியல் தோற்றமுடைய பாறைகள் படிவியல் தோற்றமுடைய பாறைகளைவிட முதியவை. குளோரைட் பாறைகளும் ஹார்ண் பிளெண்டு பாறைகளும், கார்னெட், பைராக்சீன், சில்லிமனைட் துகள் படிகப் பாறைகளும் தணவியல் வகையைச் சேர்ந்தவை. மைகா, டால்க், குளோரைட் போன்ற கனிமங்களாலான

சட்டுப் பாறைகளும், குவார்ட்-சைட்டுகளும், அயவய குவார்ட் சைட்டுகளும் படிவியல் வகையைச் சேர்ந்தவை.

இத் தொகுதியின் பாறைகள் பிற்காலத்தில் நிகழ்ந்த நிலப் பிறழ்ச்சிகளினாலும் கிரேனைட் உள்நுழைவுகளினாலும் மடிக்கப் பட்டு வெவ்வேறு அளவுகளுக்கு மாற்றப்பட்டுள்ளன. மடி வுற்று மாறிய பிறகு தார்வார் பாறைகள் நெடுங்காலமாக நில அரிப்பால் தேய்வுற்று மழுக்கப்பட்டன. ஆகவே நைஸ் பாறைகளுக்கு இடையே தார்வார் பாறைகளின் கீழ் முக மடிப் புப் பகுதிகள் நீளமான கீற்றுகளாகக் காணப்படுகின்றன.

மைசூரில் ஆர்க்கேயன் பாறை முறை அடுக்கல்

பின் தார்வார்		டோலரைட் குறுக்கு ஊட்டம் (டைக்) பார்பைரி டைக். குளோஸ்பெட் கிரேனைட் சார்னோகைட்டுகள். (பைராக்சினைட்டுகள், டியூட்டுகள்) தீபகற்ப நைஸ்கள்
தார்வார் தொகுதி	மேல்	உருட்கற்கள், குவார்ட்சைட்டுகள், பலகைப் பாறைகள், அயவய பாறைகள் படிவு இயல் அயத்தாதுக்கள், மாங்கனீஸ் தாதுக்கள்.
	இடை	கிரேனைட்டுகளும் பார்பைரிகளும் நுழைந்தவாறு படிவியல் சார்ந்த மைகாவய குவார்ட்சைட்டுகள், அயவயப் பாறைகள், பலகைப் பாறைவய சட்டுகள், சுண்ணப்பாறைகள்.
	கீழ்	மைகா நைஸ், குவார்ட்ஸ் சட்டு, ஆம்பிபோலைட், குளோரைட் பாறை என்று பலவாறு மாற்றப்பட்டுள்ள அமில—கார—தணற்பாறைகள்.

சில இணைமாற்றுப் (Equivalent) பாறைகள் : உபல மிளிர்வு உடைய குவார்ட்ஸ் கொண்ட கோலார் சட்டுப் பட்டையில் உள்ள சேம்பியன் நைஸ் (Champion Gneiss); மைசூரில் உள்ள தீபகற்ப நைஸ் (அல்லது பலவகை நைஸ்) நீலகிரி நைஸ் அல்லது சார்னோகைட்; குளோஸ்பெட் கிரேனைட் (பையோடைட் உள்ள சிவப்பு அல்லது சாம்பல் நிற கிரேனைட்; சில இடங்களில் திரள் படிகவயமானதாயும் (Porphyritic) தங்கத்

துடன் சேர்ந்துள்ள சாம்பல் குவார்ட்ஸ் தாரைகளைக் கொண்ட தாயும் இருக்கும்.) நெல்லூரில் கர்னடிக் நைஸ் இது மைகா, பெரில்போன்ற கனிமங்கள் தழைத்துள்ள பெக்மடைட் தாரைகளை உடையது.

சேலம் ஆர்க்காடு ஆகிய இடங்களிலுள்ள பட்டைபட்டையான அயவய குவார்ட்சைடடுகளில் மேக்னடைட் ஏராளமாகக் காணப்படுகிறது.

கோவையில் சிவன்மலையில் உள்ள குருவிந்தத்தையும் நெபிலீனையும் கொண்ட சயனைட்டுகள்; சேலத்தில் சித்தம் பூண்டியிலுள்ள அனர்த்தோசைடுகள்; சேலத்தினருகே உள்ள மேக்னசைட் தாரைகளைக் கொண்ட ஆலிவீன் பாறைகள்; மைசூர் கிருஷ்ண மாவட்டங்களில் உள்ள குரோமைட் கொண்ட பைராக்சீனைட் போன்ற பல குறிப்பிடத்தக்க பாறைகளும் ஆர்க்கேயன் தொகுதியைச் சேர்ந்தவையே.

கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் சார்னேகைட்டுகள் இடையில் நுழைந்துள்ளதும் கோடுரைட்டுகளுடன் (மேங்கனீஸ் தாதுக்களையும் படிகவய சுண்ணப் பாறைகளையும் கொண்டது) சேர்ந்ததுமான கோண்டலைட்டுகள் (சில்லிமனைட், கிராபைட், கார்னெட் உடையன) காணப்படுகின்றன.

முதிய தார்வார் பாறைகள் மேங்கனீஸ்—சுண்ணச் சத்து சேர்ந்த பாறைகளுடன் கலந்தாற்போலிருக்க இளைய தார்வார்கள் அயத்தாதுக்களுடன் சேர்ந்தவாறு உள்ளன.

தார்வார் பாறைகளில் முதலில் கிரேனைட்டுகள் உள்நுழைந்திருப்பதால் பல படித்தான நைஸ்களும் பட்டைபட்டையான நைஸ்களும் உண்டாயின. பிற்கால உள் நுழைவுகள் ஏடு அமைப்பு இல்லாத திண்ணிய கிரேனைட்டுகள். இவற்றுடன் பெக்மடைட்டுகளும் குவார்ட்ஸ்தாரைகளும் சேர்ந்துள்ளன.

சேலத்தில் வெட்டி எடுக்கம்படும் படிகவய சுண்ணப் பாறைகளும் அவற்றைப் போலவே கரூர், திருநெல்வேலி, கோவை ஆகிய இடங்களில் உள்ள சுண்ணப் பாறைகளும் ஆர்க்கேயன் காலத்தவையே.

இத் தொகுதியில் காணப்படும் பொருளாதாரக் கனிமங்கள்:

மேக்னெடைட், ஹேமடைட், சுண்ணப்பாறை, கட்டடக் கற்கள் (கிரேனைட், நைஸ், சார்னேசைட், கோண்டலைட்

போன்றவை.) மேங்கனீஸ் தாதுக்கள், மங்கோவைட் மைகா குரோமைட், மேக்னசைட், தங்கம், பெரில், டோபஸ், புளோரைட், குருவிந்தம், மாலிப்டினம் போன்றவை.

கடப்பை தொகுதி

இன்றைக்கு 1500 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன் ஆர்க்கேயன் காலம் முடிவுற்றது. அப்போது நிலப் பிறழ்ச்சிகளும் கிரேனைட் உள் நுழைவுகளும் ஏற்பட்டன. இதைத் தொடர்ந்து நெடுங்காலம் நீடித்த படிவு விளவின்போது (இடையறவு)நிலக் கூறுகள் அரிக்கப்பட்டு மழுங்கின. அப்போது இந்திய தீப கற்பத்தின் பெரும் பகுதிகள் அன்றை கடப்பைக் கடலுள் மூழ்கின. தார்வார் பாறைகளும் நைஸ்களும் தேய்வுற்றதும் அவற்றின் சரிவான அடித்தரையின் விளிம்பில் படிவுப் பாறைகள் பொதிந்தன. எரியியல் பாறைகள் குழம்பாக ஓடிப்படிந்தன; அல்லது, படிவுகளின் குறுக்கே நுழைந்தன. கடப்பைக் கடல் ஆந்திரப் பிரதேசம், மத்திய பிரதேசம், ராஜஸ்தானம் ஆகிய மாநிலங்களின் பகுதிகளை மூடி இருந்தது. இக்கடல் இமயம் வரை நீடித்திருந்தது.

ஆந்திரத்திலும் மத்திய பிரதேசத்திலும் இந்தத் தொகுதியின் முக்கிய பாறை வெளிப்புகள் (Outcrop) அரைவட்டம் அல்லது பிறைவடிவம் கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றின் குழிவான பக்கங்கள் கிழக்கை நோக்கியவாறு உள்ளன. அரவல்லி மலைத் தொடரின் நீளவாட்டத்தில் கடப்பைக் காலத்துப் பாறைகள் ஒரு பெரிய கீழ்முக மடிப்பாக அமைந்துள்ளன. இதே காலத்தைச் சேர்ந்த பாறைகள் பெல்காமுக்கு வடகிழக்கேயும் (காலாட்கி வரிசை), கோதாவரி பள்ளத்தாக்கிலும் (பாக்கல் வரிசை) மத்திய பிரதேசத்திலும் (பிஜாவர் வரிசை) காணப்படுகின்றன.

கடப்பைத் தொகுதிப் பாறைகள்: குவார்ட்சைட்டுகள், பலகைப் பாறைகள், களிமண் பாறைகள், சுண்ணப் பாறைகள், பட்டையமான குவார்ட்சைட்டுகள், பட்டையமான ஜாஸ்பர்கள் ஆகியவற்றால் ஆனவை. இவை மடிக்கப்பட்டுள்ளன; தாழ்தர மாற்றியல் இயக்கங்களுக்கு உட்பட்டுள்ளன. ராஜஸ்தானத்தில் உள்ள கடப்பைப் பாறைகளில் கிரேனைட் உள் நுழைவுகள் உள்ளன.

இப்பாறைகளில் தெளிவான புதைபடிவங்கள் காணப்பட வில்லை. பஸ்தாரில் உள்ள பாறைகளில் சில பாசிகளின் புதை படிவங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆந்திர பிரதேசம்: கடப்பைத் தொகுதிப் பாறைகள் சுமார் 6100 மீ. (20,000) அடி கனமானவை. நில அடுக்கியல் முறை அடுக்கத்தை அட்டவணை உருவத்தில் பின்வருமாறு எழுதலாம்:—

கிருஷ்ணு வரிசை (610 மீ.)	குவார்ட்சைட்டுகளும், பலகைப் பாறைகளும் கடப்பா வடிநிலத்தின் வடபகுதியில், பீட பூமி போன்ற அமைப்புடன் விளங்கு கின்றன
— — — இடையறவு — — —	
நல்லமலை வரிசை (1035 மீ)	வார்ட்சைட்டுகள், பலகைப்பாறைகள் ,மர்கா பூரின் அருகே (கர்னூல் மாவட்டம்) கம்பம் பலகைப் பாறைகளை வெட்டி எடுக் கிருர்கள்.
— — — இடையறவு — — —	
செய்யாறு வரிசை (3200 மீ)	மேல் காலநிலை—புள்ளம்பெட், பலகைப் பாறைகளை தட்பத்ரியில் வெட்டி எடுக் கிருர்கள். கீழ்காலநிலை—நகரிகுவார்ட்சைட்டுகளை கட்ட டக் கல்லாகப் பயன்படுத்துகிருர்கள்.
— — — இடையறிவு — — —	
பாபாக்னி வரிசை (1370 மீ.)	மேல் காலநிலை—வேம்பள்ளி சுண்ணப் பாறைகளையும், பலகைப்பாறைகளையும், கிரைசோடைல் கல்நார் (புலிவெண்ட்லா வில் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது). டிராப் பாறைகளுடன் தொடும் இடங்களில் தழைத்துள்ளது. இந்த நிலையில் பேரைட் தாரைகளும் தழைத்துள்ளன. கீழ்கால நிலை — உருட்கல் படிவுகளும் குவார்ட்சைட்டுகளும், பலகைப் பாறை களும், சுண்ணப் பாறைகளும் அடங்கி யுள்ளன. கடப்பைக்குத் தெற்கே கடப்பா வடிநிலத்தின் கிழக்கே குவார்ட்சைட்டுகள் தாழ்வான மலைகளாக உள்ளன.
— — — பேரிடை யறவு — — —	

ஆர்க்கேயன் தொகுதி, பம்பாய்க்குத் தெற்கே

காலாட்சியிலும், பெல்காமிலும் உள்ள காலாட்சி வரிசை (3950 மீ.) உருட்கல் பாறைகள், குவார்ட்சைட்டுகள், பலகைப் பாறைகள், களிமண் பாறைகள், சுண்ணப் பாறைகள் ஹேமடைட் சட்டுக்கள் ஆகியவற்ருல் ஆனது.

கோதாவரிப் பள்ளத்தாக்கு, மத்தியப் பிரதேசம்

பாக்கல் வரிசையில் மணற்பாறைகள் பலகைப் பாறைகள், சுண்ணப் பாறைகள் உள்ளன. கடப்பைத் தொகுதிப் பாறைகள் பஸ்தார், சத்தீஸ்கர் பகுதிகளிலும் காணப்படுகின்றன.

மத்திய இந்தியா

பிஜாவர் வரிசையின் அடிநிலையில் மணற்பாறைகள், குவார்ட்சைட்டுகள் உள்ளன. அவற்றின்மேல் சுண்ணப் பாறைகளும் அயவய மணற்பாறைகளும் உள்ளன. பிஜாவர் படிவுகளில் உள்ள சில பட்டைவய ஜாஸ்பர்களை தாஜ்மஹால் கட்டடத்தில் அணிக்கல்லாகப் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

இராஜஸ்தானம்

உதய்பூர் மாவட்டத்திலுள்ள ஆஜ்மீரிலும் மேவாரிலும் பெருங்கீழ்முக மடிப்புபோல் காணப்படும் டெல்லி பாறைத் தொகுதி, ரையாலோ பாறைத் தொகுதியின்மேல் இடையறவுக்குப்பின் படிந்துள்ளன. இதன்மேல் விந்தியன் பாறைகள் படிந்துள்ளன. இவற்றினூடே எரின்புராகிரேனைட்டுகளும், மலனி ரையோலைட்டுகளும் நுழைந்துள்ளன. இவற்றினுள் (இன்று சர்பென்டீன் டால்க்காக மாறிவிட்டுள்ள மிகுகார நுழைவுகளும் காணப்படுகின்றன.

டெல்லி வரிசையில் இரண்டு துணைவரிசைகள் உள்ளன. கீழ்வரிசையாகிய ஆல்வார் வரிசை குவார்ட்சைட், பெருமணற் பாறை, உருட்கல் பாறை ஆகியவற்றாலும், மேல் வரிசையாகிய அஜப்கார் வரிசை, பலகைப் பாறை பில்லைட், பையோடைட் சட்டு, சுண்ணவய சட்டு ஆகியவற்றாலும் ஆனவை. பலகைப் பாறைகளையும் குவார்ட் சைட்டுகளையும் வெட்டி எடுக்கிறார்கள். ஆல்வார் வரிசையின் குவார்ட்சைட்டுகளில் பேரைட் தாரைகள் உள்ளன.

இராஜஸ்தானில் ஜிண்டு என்னும் இடத்திலுள்ள மணற்பாறை வளையும் தன்மை வாய்ந்தது. இதிலிருந்த பெல்ஸ்பார் கமனித் துணுக்குகள் நசிந்து கரைந்து போய் விட்டதால் உட்புழைகள் ஏற்பட்டுள்ளதே இதன் வளையும் தன்மைக்குக் காரணம்.

விந்தியன் தொகுதி

முன் கேம்பிரியன் காலத்தில் (1000 முதல் 600 மில். ஆண்டுகளுக்கு முன்) கடப்பைத் தொகுதிப் பாறைகள் மடிக்கப்பட்டு மேலெழுப்பப்பட்டு நில அரிப்புக்கு உள்ளாயின. இந்தப் படிவு விளிவுக்குப்பின் விந்தியன் தொகுதிப் பாறைகள் படிந்தன.

விந்தியன் மலைகளைச் சூழ்ந்துள்ள சுமார் 40,000 சதுர மைல் பரப்பில் விந்தியன் தொகுதிப் பாறைகள் படிந்துள்ளன. டெஹ்ரி-ஆன்-சோன் முதல் குவாலியர் வரையிலும், சித்தோர்கர் முதல் ஆக்ரா வரையிலும் பரவலாகக் காணப்படுகின்றன, இவை 1830 மீ. தடிப்புடையவை. இவை ஆந்திரத்தில் கடப்பை வடிநிலத்திலும் படிந்துள்ளன.

விந்தியன் பாறைகளில் புதை படிவங்கள் இல்லை. சிறிய வில்லை போன்ற படிவங்களும் நுண்ணிய தாவர புதை படிவங்களும் மட்டும் உள்ளன.

விந்திய மலைப்பகுதி

மேல்நிலை (மணல்வய ஆற்றடி வண்டல்கள்)	பந்தர் வரிசை (305 மீ.)
	ரேவா வரிசை (305 மீ.)
	————படிவு விளிவு————
	கைமுர் வரிசை (305 மீ.)
	———படிவு விளிவு———
கீழ்நிலை (சுண்ணவய கடலடிப் படிவுகள்)	செம்ரி வரிசை (915 மீ.)

கீழ் விந்தியன் படிவுகள் சோன் பள்ளத்தாக்கில் மட்டும் படிந்துள்ளன. இங்கு இவற்றின்மேல் ஒரு படிவுவிளிவின் பிறகு மேல் விந்தியன் பாறைகள் படிந்துள்ளன. மேல் விந்தியன் பாறைகள் ஆர்க்கேயன் பாறைகளின்மேல் நேரடியாகவோ அல்லது கடப்பைத் தொகுதியின் மேல்லா படிந்துள்ளன. பெரும்பாலான பரப்பை இவையே கவர்ந்துள்ளன.

செம்ரி வரிசை : சோன் ஆற்றுப்பள்ளத்தாக்கில் சுமார் 320 கி. மீ. நீளத்துக்கு கைமுர் மணற்பாறைகளின் கீழ் செம்ரி வரிசை வெளிப்பட்டுள்ளது. இது அடிநிலை உருட்கல் படிவுகள், சுண்ணப்பாறைகள், மணற்பாறைகள், களிமண்

பாறைகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது. ரோடாஸ் சுண்ணப்பாறை சிமெண்டு தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

கீழ் வித்தியனுக்கு இணைமாற்றாக உள்ள பாறைகள் அரவல்லிக்கு மேற்கே மேவாரிலும் உள்ளன. கீழ் வித்தியன் காலத்தில் அரவல்லி மலைக்கு வடமேற்கே உள்ள அரவல்லி-டெல்லி கடல் பள்ளத்தில் படிந்த பாறைகளினூடே "மலனிரையோலைட்" எனப்படும் தணற்பாறை ஊடுருவி வெளிப்பட்டது.

கைமூர் வரிசை : இது குவார்ட்ஸ், உருட்கல் படிவுகள், பெருமணற் படிவுகள் (Grit) போன்ற மணல் வய பாறைகளால் ஆனது. இதனிடையே சிடரைட்டும் பைரைட்டும் அடங்கிய மணற்பாறைகள் உள்ளன. அம்ஜோரில் குவார்ட்சைட்டுகளின் அடியில் 1 மீ. கனமான பைரைட்வய களிமண் படிவு உள்ளது.

ரேவா வரிசை : இவை சரிவுப்படிவு அமைந்த (Current bedded) பெருந்துகள் மணற்பாறைகளாலும், பாவுகற்களாலும் (Flagstones) ஆனவை. ரேவா வரிசையின் அடியிலும் பந்தர் வரிசையின் அடியிலும் வைரம் நிறைந்துள்ள உருட்கல் படிவுகள் உள்ளன. எரிமலைக் குழாய்கள்போல் நுழைநிலையில் உள்ள புரையான எரிசாம்பல் பொருள் போன்ற சுண்ணவய சர்பென்டைன் பாறைகளில் இருந்தே இந்த வைரங்கள் அரித்தெடுக்கப்பட்டு உருட்கல் பாறைகளில் பொதிந்துள்ளன. எனக் கருதுகிறார்கள். பன்னாவில் மஜ்கவானுக்கு அருகே உள் எரிகுழாய்களில் வைரம் கிடைக்கிறது.

பந்தர் வரிசை : இதில் மணற் பாறைகள், சுண்ணப் பாறைகள், களிமண் பாறைகள் உள்ளன. மணற்பாறைகள் மென்மையானவை; வெண் புள்ளிகளையுடைய இளஞ்சிவப்பானவை. இவை கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகின்றன. ராஜஸ்தானில் இவற்றினிடையே ஜிப்சம் தாரைகள் உள்ளன. இவை பாலை போன்ற வரண்ட வெப்ப-தட்ப சூழ்நிலைகளில் படிந்துள்ளன.

விந்தியன் மணற்பாறைகளைக் கொண்டு ஆக்ரா, டெல்லி, ஜோத்பூர் ஆகிய இடங்களிலுள்ள கோட்டைகளைக் கட்டியுள்ளனர். சார்நாத் சாஞ்சி ஸ்தூபிகளும் இந்த மணற்பாறைகளால் கட்டப்பட்டவையே.

ஆந்திரப் பிரதேசம்

கடப்பை வடிநிலத்தில் (Basin) கீழ் விந்தியன் காலத்தில் கடலடிப் படிவுகள் உள்ளன. இவற்றை கர்னூல் தொகுதி என்பர்,

கர்னூல் தொகுதி { குண்டர் வரிசை, பணியம் வரிசை, ஜம்பல மடுகு வரிசை, பங்கன பல்லி வரிசை }

பங்கன பல்லி மணற் பாறைகள் களிமண் வயமாகவோ, பெருமணல் வயமாகவோ. உருட்கல் வயமாகவோ உள்ளன. பெருமணல்களிலும் உருட்கல் படிவுகளிலும் வைரக் கற்கள் கிடைக்கின்றன.

ஜம்மல மடுகு வரிசை நார்ஜீ திண்ணப்பாறைகளேயும் மண் பாறைகளேயும், சுண்ணவய பலகைப் பாறைகளேயும் உடையது. நார்ஜி சுண்ணப் பாறைகள் சாம்பல் கலந்த மஞ்சள் அல்லது சிவப்பு நிறம் உடையவை. இவை கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகின்றன.

கடப்பைக் கல் என்று அழைக்கப்படும் பலகைக்கல் வய பாவுகற்கள் தமிழ்நாட்டிலும், ஆந்திரத்திலும் கட்டடக் கல்லாகவும், பாவுகல்லாகவும், கூரைக்கல்லாகவும் பயன்படுகின்றன. இவற்றை ஜம்மல மடுகுவிலும், எர்ரகுண்ட்லாவிலும், பெட்டம் செர்லாவிலும் வெட்டி எடுக்கிருர்கள். கற்களே 1-8. மீ $\times$ 1.2 மீ. $\times$ 15 செ. மீ. முதல் 1.5 மீ. ($6' \times 4' \times \frac{1}{2}'' — '5$) அளவுகளில் வெட்டி எடுக்கிருர்கள்.

இவ்வரிசையிலுள்ள மண் பாறைகளில் சைனுகளிகளும், தீக்களிகளும், காவிகளும் கிடைக்கின்றன.

பனியம் வரிசை மணற் பாறைகளாலும் குவார்ட்சைட்டுகளாலும் ஆனது.

குண்டைர் வரிசை சுண்ணப் பாறைகளாலும் களிமண் பாறைகளாலும் ஆனது.

பீமா, கோதாவரி பள்ளத்தாக்குகள் : கர்னூல் காலத்துப் பாறைகள் குல்பர்கா பீஜப்பூர் ஆகிய இடங்களிலும் உள்ளன.

இந்த பீமா வரிசையின் அடிப்பகுதி மணலால் ஆனது; நடுப் பகுதி சுண்ண வயமானது. மேல்பகுதி களிமண் வயமானது.

விந்தியன் காலத்தின் முடிவோடு இந்திய தீபகற்பத்தில் மலைவளர் நிலப் பிறழ்ச்சிகள் நின்றுவிட்டன. தீபகற்பம் அன்றிலிருந்து இன்றுவரை கண்டப் பகுதியாகவே உள்ளது.

கீழ் கோண்டுவானு தொகுதி

கார்பானிபரஸ் காலத்தின் மேல்நிலைக்கும் நடுநிலைக்கும் இடையே ஹெர்சீனியன் நிலப்புரட்சி நடைபெற்றது. இன்றைய பெர்சியன் வளைகுடாவிலும், மத்தியதரைக் கடலிலும், இன்று இமயமலை உள்ள பகுதியிலும் டெதிஸ் கடல் இருந்தது என்பதை முன்பே கண்டோம். இக்கடல் வடக்கி லிருந்த ஆசியா கண்டத்தையும் தெற்கிலிருந்த கோண்டுவானு கண்டத்தையும் (இந்தியா, மடகாஸ்கர், ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா, அண்டார்க்டிகா அனைத்தும் சேர்ந்தது) பிரித்தது.

கோண்டுவானு கண்டத்தில் படிந்த படிவுகளே கோண்டு வானு தொகுதிப் பாறைகள். கார்பானிபரஸ் இறுதிக்காலம் முதல் கிரிடேஷியஸ் தொடக்க காலம்வரை கோண்டுவானு காலம் நீடித்தது.

கோண்டுவானு தொடக்க காலம் பனியுகமாக இருந்தது. அப்போது களிமண் பாறைகளும் மணற்பாறைகளும் படிந்தன. அதன் பிறகு வெப்பதட்பநிலை வெம்மையாகவும் ஈரமாகவும் மாறியது. மாறிய பிறகு படிந்த பாறைகளில் நிலக்கரிப் படிவு கள் குறிப்பிடத்தக்கவை. குளோசாப்டெரிக்ஸ் வகைத் தாவரங்கள் தழைத்திருந்தன. இதன் பிறகு வெப்ப தட்பநிலை வரட்சியடைந்தது. சிவப்பு நிற மணற்பாறைகளும் களிமண் பாறைகளும் படிந்தன. இவற்றில் டிரையாசிக் கால ஊர்வன வும் தரை-நிலம் வாழ் பிராணிகளும் புதை படிவங்களாகப் பொதிந்துள்ளன. இதன் பிறகு சற்று வெப்பம் குறைந்தும் சிறிது ஈரமும் ஏற்பட்டதால் டில்லோபில்லம் வகைத் தாவரங் கள் தழைத்திருந்தன.

கோண்டு வானுக்கள் பெரும்பாலும் ஆற்றடிப் படிவுகளே. இவை நிலப் பிளவுகளுக்கு இடையேயுள்ள நிலப்பகுதி கீழே அமிழ்வதால் உண்டாகிய பள்ளங்களில் படிந்துள்ளன. இப்

பள்ளங்கள் தாமோதர், மேல் சோன், மேல் நர்மதை, கோதாவரி, மகாநதி ஆகிய ஆறுகளின் போக்கிலேயே உள்ளன.

கீழ்கோண்டுவானுத் தொகுதிப் பாறைகளில் பல பொருளாதார மதிப்புள்ள கனிமப் படிவுகள் உள்ளன. இத் தொகுதியை டால்சிர், தாமோதர், பேன்செட் என்னும் மூன்று வரிசைகளாகப் பிரித்துள்ளனர்:

டால்சிர் வரிசை : இதுவே கீழ்கோண்டுவானுவின் கீழ் கோடிப் பிரிவு. இப்பிரிவின் அடிமட்டத்தில் பனியியல் திரளைக் கற்படிவு உள்ளது. அதன்மேல் பசுமை நிற களிமண் பாறைகளும் மணற்பாறைகளும் உள்ளன. அப்போது குளிர் அதிகமாக இருந்ததால் மணறபாறைகளில் சிதைவுருத பெல்ஸ்பார் துகள்கள் காணப்படுகின்றன; டால்சிர் காலம் முடிவுறும் போது வெப்ப தட்ப நிலே சற்று வெதுவெதுப்பாகி தாவர வளர்ச்சியை ஊக்குவிப்பதாய் இருந்தது.

தாமோதர் தொகுதி : இதன் பெருமை கருதி இந்த வரிசையை தொகுதி என்றே அழைப்பது வழக்கம். இது டால்சிரின்மேல் படிந்துள்ளது. இதில் நான்கு வரிசைகள் அடங்கியுள்ளன. இவை கீழிருந்து மேலாக, கரர்பரி, பாரகர், பேரன் மெஷர், ராணிகன்ஜ் ஆகியவை.

கரர்பரி வரிசையில் கூழங்கல்வய பெருமணல் படிவுகளும், மணற் படிவுகளும், சிறு சிறு நிலக்கரிப் படிவுகளும் உள்ளன. இவை பராக்கர் வரிசையைப்போல் உள்ளன. 60 முதல் 120 மீட்டர் வரை தடிப்புடையவை.

பராக்கர் வரிசை : 762 மீட்டர் தடிப்பான இந்த வரிசை மணற் பாறைகள், பெருமணற் பாறைகள், கூழங்கல் பாறைகள் ஆகியவற்றுல் ஆனது. சிதைவுற்ற பெல்ஸ்பார் துகள்கள் உள்ளதால் இதன் மணற் பாறைகள் சீரற்ற கடினத்தன்மை பெற்றுள்ளன. ஜரியா நிலக்கரி வயல்களிலுள்ள பராக்கர் வரிசையில் 1·2 மீட்டருக்கும் மேலான தடிப்புள்ள 24 நிலக்கரிப் படிவுகள் உள்ளன. இதன் மொத்த தடிப்பான 610 மீட்டரில் நிலக்கரி மட்டும் 73 மீட்டர் உள்ளது. பொகாரோ ஹஸ்டோ நிலக்கரி வயல்கள் இரண்டிலும் 30 மீட்டருக்கும் அதிகமான கனமுடைய நிலக்கரிப் படிவு ஒன்று உள்ளது.

பராக்கர் படிவுகள் அகலமான ஆழமற்ற ஏரிகளில் படிந்துள்ளதாகக் கருதலாம். நிலத் தாவரங்கள் நீரினல் அடித்து வரப்பட்டு எரிகளில் படிந்துள்ளதால் நிலக்கரிப் படிவுகள் உண்டாகியுள்ளன.

படம் 177.

இமயப் பகுதிகளிலும் அஸ்ஸாமிலும்கூட பராக்கர் படிவுகள் உள்ளன.

பராக்கர்களுக்குமேல் அடுத்தாற்போல் உள்ள பேரன் மெஷர்ஸ் படிவுகளில் (அல்லது மலட்டுப் படிவுகளில்) நிலக்கரி இல்லை. ஆனல் ராணிகன்ஜ் நிலக்கரி வயலில் இரும்புக்கல் உடைய களிமண் பாறைகள் (425 மீ. கனம்) உள்ளன.

ராணிகன்ஜ் நிலக்கரி வயலில் ராணிகன்ஜ் வரிசை 900 மீ. கனம் உள்ளது. இதில் மணற்பாறைகள், களிமண்பாறைகள், நிலக்கரிப் படிவுகள் உள்ளன. இவ்வரிசையைச் சேர்ந்த படிவுகள் சாத்பூரா மலேயிலும், மத்திய பிரதேசத்திலும், மகாராஷ்டிரத்திலும் மகாநதி, கோதாவரி பள்ளத்தாக்குகளிலும் உள்ளன. இங்கெல்லாமே நிலக்கரி வயல்கள் உள்ளன.

பேன்செட் வரிசை : இதுவே கீழ் கோண்டுவான தொகுதியின் மேல்கோடி வரிசை, ராணிகன்ஞ் வரிசைக்குப் பிறகு

ஏற்பட்ட படிவு விளிவுக்குப்பின் பேன்செட் வரிசை படிந்துள்ளது. இவ்வரிசை மணற்பாறைகளாலும் களிமண் பாறைகளாலும் ஆனது. இதில் நிலக்கரி இல்லை. இது டிரையாசிக் காலததில் படிந்துள்ளது என்பதை அதில் உள்ள புதை படிவங்கள் காட்டுகின்றன.

கோண்டுவானுப் பாறைகளில் உள்ள பொருளதாரக் கனிமங்கள்.

மணற் பாறைகள் : பாரக்கர், ராணிகன்ஞ், பச்மர்ஹீ (மேல் கோண்டுவானுவின் கீழ் கோடிப்படிவு) ஆகிய வரிசைகளின் மணற்பாறைகள் கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகின்றன. இவை மேல் விந்தியன் பாறைகளைப்போல் அவ்வளவு தரமானவை யல்ல. மேல் கோண்டுவானு மணற் பாறைகளில் சில நல்ல கட்டடக்கற்களாக உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக ஒரிஸ்ஸாவிலுள்ள அத்கர் மணற் பாறைகளைக் கொண்டே பூரி, கோனுரக், புவனேஸ்வர் ஆகிய இடங்களிலுள்ள கோயில்களைக் கட்டியுள்ளனர். பாரக்கர் மணற்பாறைகளை யந்திரக் கல்லாகவும், அரப்புப் பொருளாகவும் பயன்படுத்தியுள்ளனர். இவற்றிலிருந்து நல்ல மணல் கிடைக்கிறது.

படம் 178.

மேல் கோண்டுவானு காலத்தைச் சேர்ந்த திருப்பதி, சத்தியவேடு மணற் பாறைகளும் நல்ல கட்டடக் கற்களே.

இரும்புத் தாது : ராணிகன்ஜ் வரிசையின் களிப்பாறைகளிலுள்ள இரும்புக் கல்லைக்கொண்டு இரும்பை உருக்கி எடுத்துள்ளனர். இக்கற்களில் 40 முதல் 45 சதவீதம் அயச்சத்து உள்ளது.

களிமண்கள் : பராக்கர் வரிசையிலுள்ள சில நிலக்கரிப் படிவுகளுடன் நல்ல உலைக்களிமண் (Fire clay) கிடைக்கிறது. இதைக்கொண்டு அனல் பொறு (Refractory) கற்கள் செய்கிறார்கள். செங்கல், மட்பாண்டம், பீங்கான் ஆகியவற்றை ராணிகன்ஞ், ஜரியா, ஜபல்பூர் ஆகிய இடங்களில் தயாரிக்கிறார்கள். ஜபல்பூரிலும் காட்னியிலும் உழைமண் (Fuller's earth) கிடைக்கிறது. ஸ்ரீபெரும்புதூருக்கு அருகேயுள்ள மேல் கோண்டுவானுக்களில் வெளுக்கும் தன்மை வாய்ந்த பெண்ட்டோனைட் களிமண் உள்ளன. பீஹாரிலுள்ள ராஜ் மஹால் மலையில் வெண்களியும். வார்ப்பு அச்சு மணலும் கிடைக்கின்றன.

நிலக்கரி: பராக்கர் பாறைகள் எங்கிருந்தாலும் அவற்றுடன் நிலக்கரியும் உள்ளது. ராணிகன்ஞ் வரிசையில் ராணிகன்ஜில் உள்ள படிவுகளில் மட்டுமே நிலக்கரிப் படிவுகள் உள்ளன.

பெரும்பாலான கோண்டுவானு நிலக்கரிகள் நல்ல நீராவி நிலக்கரியாகவும். வாயு நிலக்கரியாகவும் உள்ளன. இவற்றில் அனல் மலி (Anthracite) நிலக்கரியே இல்லை. ராணிகன்ஜ் கால நிலக்கரியில் ஈரமும், ஆவியாகும் பொருள்களும் பராக்கர் நிலக்கரியில் உள்ளதைவிட அதிகம் உள்ளன. நல்ல "கோக்"காகும் (Coke) நிலக்கரி பராக்கரில் மட்டுமே உள்ளது. பொதுவாக கோண்டுவானு நிலக்கரியில் சாம்பல் அதிகம் உள்ளது ராணிகன்ஜ் நிலக்கரி வயலில் நல்ல நீராவி நிலக்கரி கிடைக்கிறது.

இடத்தைப் பொருத்து இந்திய நிலக்கரி வயல்களைப் பல கூறுகளாக்கலாம்: இமயம், வட-வங்காளம், தாமோதர் பள்ளத்தாக்கு, மகாநதி பள்ளத்தாக்கு. சாத்பூரா, வார்தா கோதாவரி பள்ளத்தாக்கு, தாமோதர் பள்ளத்தாக்கில் மற்ற எல்லாவற்றையும்விட அதிக நிலக்கரி உற்பத்தியாகிறது. இதில் ஜரியா, ராணிகன்ஜ் நிலக்கரி வயல்கள் சிறப்பானவை.

கோண்டுவானு நிலக்கரியின் மொத்த இருப்பு (Reserve) 25,000 மில். டன்களானுலும் இதில் 6000 மில், டன்களே நல்ல தரமானவை. அதிலும் 2000 மில். டன்களே கோக்காகும் தரத்தவை.

கிரிடேஷியஸ் தொகுதி

கிரிடேஷியஸ் காலத்தில் மேலே ஐரோப்பாவில் மிகு வெப்பக் கடல்களில் சீமைச் சுண்ணும்புப் படிவுகள் படிந்தன என்பதை முன்பே கண்டோம்.

கிரிடேஷியஸ் தொகுதிப் பாறைகள் பெரும்பாலும் கடல் படிவுகளே. ஆனுலும் மற்ற படிவுப்படி நிலைகளும் (Facies) இந்திய கிரிடேஷியஸ் பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. கோண்டுவானு நிலத்தின் கீழ் கிரிடேஷியஸ் காலத்து தரைஈன் படிவுகளில் தாவரம், ஊர்வன, மீன் ஆகியவற்றின் புதை படிவங்கள் பொதிந்துள்ளன.

சினுேமேனியன் கடலெழுச்சி எனப்படும் கடல் கொந்தளிப்பு நிலப் பொதியியல் வரலாற்றில் குறிப்பிடத்தக்க நிகழ்ச்சியாகும். இது கிரிடேஷியஸ் காலத்தில் நிகழ்ந்தது. ஆர்கேயன் காலத்துக்குப்பின் இதுவே மிகப் பெரிய கடல் வெள்ளம்.

கீழ் கிரிடேஷியஸ் காலத்தில் டெதிஸ் கடலின் அடித்தரை மேலே எழுப்பப்பட்டது. மேல்–கிரிடேஷியஸ் காலத்தில் ஆல்ப்–இமய மலைவளர் நிலக் கிளர்ச்சி துவங்கியது. இதன் விளைவாக கோண்டுவானு நிலம் முற்றிலும் உடைந்துவிட்டது. இந்தியப் பெருங்கடலின் பிளவுகள் அகலமாயின. இந்தியாவிலும் தென் ஆப்பிரிக்காவிலும் மேற்கு ஆஸ்திரேலியாவிலும் படிந்துள்ள கடற்கரை ஓரப்படிவுகள் இந்த உண்மைக்கு அறிகுறியாக உள்ளன.

மேல் கிரிடேஷியஸ் காலத்தில் பர்மா மலை அரணின் நடு மலையினுள் பெரிடோடைட்டும் சர்பென்டைன் பாறைகளும் நுழைந்தன. இந்தியாவின் மேற்குக் கரை நெடுகிலும் இழுவிசை வெடிப்புகள் உண்டாயின. இத்தகைய வெடிப்புகளிலிருந்து எரிபாறைக் குழம்பு வழிந்து நிலத்தைப் போர்த்தியது. இதேபோல் பிரேசிலிலும் கிழக்கு ஆப்பிரிக்காவிலும் எரியியல்

நிகழ்ச்சிகள் ஏற்பட்டன. கிரிடேஷியஸ் முடிவில் தணற்பாறை நுழைவுகள் பெருமளவில் நடைபெற்றன,

இந்தியாவில் காணப்படும் கிரிடேஷியஸ் காலத்துப் படிவுப் படிநிலைகள் (Facies)

கடலடித் தொய்வுப் படிவுகள் (Geosynclinal facies) : இமயப் பகுதிகள்.

கடற்கரைப் படிவுகள் : தீபகற்பம், நர்மதா பள்ளத்தாக்கு, திருச்சி, அஸ்ஸாம்.

கடல்வாய் அல்லது எரிப்புடிவுகள் (Estuarine or Lacustrine) : மத்தியப் பிரதேசத்திலுள்ள லேமீட்டா என்னும் படிவுகள் டிராப் பாறைகளின் அடியில் உள்ளன. இவற்றிலிருந்து டினசார் (ராட்சஸ ஊர்வன) புதை படிவங்கள் கிடைத்துள்ளன. கத்தியவாரில் (கட்ச்) பாக் படிவுகளும், பரோடாவில் கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படும் நிமார் மணற் பாறைகளும் இத் தகையனவே.

தணற் பாறைதள் : உள் நுழைவுகளாகவும் வெளி உமிழ்வு களாகவும் உள்ள கிரேனைட்டுகளும், காரப் பாறைகளும் தணலியல் படிநிலைக்கு எடுத்துக் காட்டுகள்.

திருச்சி-தென் ஆர்க்காடு பகுதி

சுமார் 650 சதுர கி. மீ. பரப்பளவில் கிரிடேஷியஸ் பாறை கள் படிந்துள்ளன.

தற்கால ஆற்றடிப் படிவுகள்.

கிரிடேஷியஸ்	நன்னியூர் நிலை அரியலூர் நிலை திருச்சி நிலை ஊட்டத்தூர் நிலை.

மேல் கோண்டுவானு பாறைகள்.

ஆர்க்கேயன் பாறைகள்.

ஊட்டத்தூர் நிலை : (3000 மீ. முதல் 6000 மீ. வரை கன மாளவை). கிரிடேஷியஸ் படிவுகள் ஆங்காங்கு ஆர்க்கேயன் பாறைகளின் மீதும் மேல் கோண்டுவானுக்களின் மீதுமாய்ப் படிந்துள்ளன.

இவை சன்னமான வண்டல்களாலும், சுண்ண வய களி மண் படிவுகளாலும் மணற்பாங்கான களிப் படிவுகளாலும்

ஆனவை. இவற்றினிடையே அயவய பாஸ்பேட் வய-சுண்ண வய கணுக்கற்கள் (Nodules) உள்ளன.

அடி மட்டத்தில் பவழச் சுண்ணப் பாறைப் படிவு ஒன்று உள்ளது. இதை கள்ளக்குடியில் (தால்மியாரிரம்) சிமெண்டு தயாரிக்க வெட்டி எடுக்கிறுர்கள்.

இதற்குமேல் மஞ்சள் நிற களிமண்கள் உள்ளன. இவற்றில் 13 செ.மீ. வரை கனமான ஜிப்சம் தாரைகள் உள்ளன. சில இடங்களில் நார்வய செலஸ்டைட்டும் பேரைட்டும்; கேல்சைட்டும், சுண்ணவய பாஸ்பேட் கணுக் கற்களும் காணப்படுகின்றன. மேல் படுகைகள் அயவய மானவை. இவை சாய் சரிவுப் படுகைகளைக் கொண்டவை. இவை வரட்சி நிலையைக் குறிக்கின்றன.

ஊட்டத்தூர் நிலையின் முடிவுக்குமுன் திருச்சி கடல் வற்றி விட்டது. ஜிப்சம் படிவுகளும் உப்புப் படிவுகளும் இதற்குச் சான்றுகளாக உள்ளன. இங்கு நிலநீர் உப்பாக இருப்பதால் இதன்மேல் மக்கள் வசிப்பதில்லை.

திருச்சி நிலை : ஊட்டத்தூர் நிலைக்குப் பிறகு ஒரு சிறிய படிவு விளிவு ஏற்பட்டுள்ளது. திருச்சிநிலை படிவுகள் ஆழமற்ற நீரில் படிந்த கரை ஓரப் படிவுகள். இவை, மணற்பாறைகள், பெருமணற் படிவுகள், சுண்ண வய பெருமணற் படிவுகள், கிளிஞ்சல் சுண்ணப் பாறை ஆகிய படிவுகளால் ஆனவை. இந்நிலையிலுள்ள சாம்பல்நிற கிளிஞ்சல் சுண்ணப்பாறை ஒரு நல்ல அணிக்கல் (Ornamental stone). சாத்தனூருக்கு அருகே 25 மீ. நீளமான (1940) பெரிய மரத்திப்பை புதைபடிவமாக உள்ளதைக் காணலாம்.

அரியலூர் நிலை : இந்நிலையில் ஆழமற்ற கடலியற் படிவுகள் படிந்துள்ளன. இவை சாம்பல் முதல் இளம் பழுப்பு நிற முடைய களிவய மணற்பாறைகளாலும் வெள்ளையான மணற் பாறைகளாலும் ஆனவை.

நன்னியூர் நிலை : இதில் புதை படிவங்களைக்கொண்ட சாம்பல், பழுப்பு, காவிநிற மணற்பாறைகளும், களிமண் பாறைகளும் உள்ளன. இவற்றினிடையே சக்கிமுக்கிக்கல்லும் செர்ட் கல்லும் ஆங்காங்கு பொதிந்துள்ளன.

விருத்தாசலம் பகுதி

இங்கு அரியலூர் நிலைக்குமேல் மையோசீன் காலத்து கடலூர் மணற்பாறைகள் படிந்துள்ளன.

பாண்டிச்சேரி பகுதி

இங்கு அரியலூர், நன்னியூர் நிலைகளைச் சேர்ந்த படிவுகள் உள்ளன.

மற்ற பகுதிகள்

இமயம், பம்பாய், கட்ச் (பாக் படுகைகள்), நர்மதை பள்ளத்தாக்கு, ராஜமந்ரி, (அரியலூர் காலத்து கழிமுகப் படிவு களான மணற்பாறைகள், சுண்ணப்பாறைகள்) ஆகிய இடங் களில் உள்ளன.

அஸ்ஸாமில் (180 = 600 மீ.) கடலியல் படிவுகள் காரோ, காசி, ஜெய்ந்தியா மாவட்டங்களில் உள்ளன. காரோ மலை களில் நிலக்கரிப் படிவுகள் உள்ளன. அஸ்ஸாமில் உள்ள படிவுகள் இமய எழுச்சியின்போது உண்டான முன்நிலப் பள்ள வளைவினால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன.

தக்கண 'டிராப்' பாறை

இடையூழிக்கால முடிவில் கிரிடேஷியஸ் இறுதியில் தக்கண டிராப் எனப்படும் பாளப் பாறைகள் அல்லது படிப் பாறைகள் (Traps) படிந்தன. இவை எரிமலைக் குழம்புகள் நில வெடிப்புக்களிலிருந்து வெளிவந்து அடுக்கடுக்காக வழிந்தோடி இறுகியதால் உண்டாயின, சுமார் 520,000 சதுர கி. மீ. பரப் பளவைக் கவர்ந்துள்ளன. இவை பம்பாய், கட்ச், கத்தியவார், மத்திய பிரதேசம் ஆகிய இடங்களில் முக்கியமாக காணப்படு கின்றன. பம்பாயின் அருகே 900 மீ. கனத்துக்குப் படிந் துள்ளன. டிராப் பாறைகளின் ஒரு பகுதி அரபிக் கடலின் அடியே அமிழ்ந்து போயுள்ளது.

தக்கண டிராப்பின் செம்புரைக் கல் வயப்பட்ட (Laterised) எச்சப் பகுதிகள் மீஹாரில் ரான்சி மாவட்டத்திலுள்ள லோகார் டாகாவில் இன்று பாக்சைட், செம்புரைக்கல் தழைவுகளாக உள்ளன.

தக்கண எரிபாறை ஓட்டங்கள் பெரும்பாலும் வெடிப்பு-உமிழ் (Fissure eruption) வகையினவே. கிர்னர் மலை போன்ற (குஜராத்) ஒரு சில இடங்களில் மைய-உமிழ்வு (Central eruption) வகைப் பாறைகள் காணப்படுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் காரப் பாறைகளாலான பசால்ட்டுகளே. இவற்றை பீடபூமி பசால்ட் என்பர். டிராப் பாறைகள் படிகளைப்போல் காட்சியளிப்பதால் இப்பெயர் வந்தது.

டிராப் பாறைகளை மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்:

மேல் பகுதி: (450 மீ.) பம்பாயிலும் கத்தியவாரிலும் காணலாம். இடையிடையே பல இடைப்படிவுப் பாறைகளும் எரியிவல் சாம்பல் படிவுகளும் உள்ளன.

நடுப்பகுதி: (1200 மீ.) மத்திய பிரதேசம், மால்வா பீடபூமி இதில் இடைப் படிவுகள் இல்லை.

கீழ்ப்பகுதி: (150 மீ.) மத்திய பிரதேசம் மற்றும் கிழக்குப் பகுதிகள். இதில் இடைப் படிவுகள் உள்ளன. ஆனால் சாம்பல் படிவுகள் இல்லை. டிராப் பாறைகளுக்கு அடியில் லேமீடா படிவுகள் உள்ளன.

எரியியல் பாறை உமிழ்வுகள் விட்டு விட்டு நடைபெற்றதால் இடைக் காலங்களில் நில அரிப்பு ஏற்பட்டு படிவுப் பாறைகள் படிந்தன. இவை பெரும்பாலும் ஆற்றடிப் படிவுகளாகவும் ஏரிப் படிவுகளாகவும் காணப்படுகின்றன. இவற்றையே இடைப் படிவுகள் என்று குறிப்பிட்டோம்.

பயன்கள்: தக்கண டிராப் பாறை திண்ணியது, கடினமானது, நெடிதுழைக்கும் தன்மை பெற்றது. ஆகவே இதை கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுத்துகிறார்கள். இதன் கரிய நிறம் இதற்கு ஓர் இழுக்காக உள்ளது. இது நல்ல சாலைக் கல் (Road metal); நல்ல சிமெண்ட் கற்காரைக் கலவைக் கல்லும்கூட.

மேற்கு இந்தியாவின் தக்கணடிராப் பாறைகளிலுள்ள உட்கூடுகளில் குறை மணிக்கற்களான குவார்ட்ஸ், அமீதிஸ்ட் (செல்வந்திக்கல்), அகேட் (வரிப்பளிங்கு), கார்னீலியன், ஆனிக்ஸ் போன்ற கொப்பரைப் பளிங்கு (சால்சிடொனி) வகைகள், ஆகிய பலவும் செறிந்துள்ளன. ரத்னகிரி, ராஜ்பிப்லா, கேம்பே ஆகிய இடங்களில் வரிப் பளிங்குப் பாண்டங்களும் மணிக்கற்களையும் செய்யும் தொழில் வளர்ந்துள்ளது.

டிராப் பாறை உகலியக்கத்தால் தாக்குண்டு அலுமினிய வய செம்புராங் கல்லாகவும், அயவய செம்பரல் கல்லாகவும் மாறுகிறது. கோல்ஹாபூர், பெல்காம், காட்னி ஜபல்பூர் ஆகிய இடங்களில் பாக்சைட் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது. மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகளில் சொறிக்கல் (செம்புராங்கல்) கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகிறது.

கரிசல்மண் (Black cotton soil or regur) டிராப்பாறை களின்மேல் உண்டாவதைக் காணலாம். இதில் சுண்ணம், மெக்னீசியம், இரும்பு, ஆல்கலிகள் ஆகிய சத்துக்கள் நிறைந் துள்ளதால் இது ஒரு வளமுள்ள மண்ணாகும். இது ஈரமாக உள்ளபோது பிசுபிசுப்பாக இருக்கும். காய்ந்ததும் மிகச் சுருங்கிவிடுவதால் நிலத்தில் பெரும்பாள வெடிப்புகள் ஏற்படு கின்றன.

டிராப் பாறையில் பிளவுகளும், வெடிப்புகளும் உட்புழை களும் இருப்பதால் இதில் நிலநீர் கிடைக்க நல்ல வாய்ப்பு உண்டு. மேலும் இடைப்படிவுகளிலும் நீருடைய படிவுகள் இருக்கின்றன.

டெர்ஷியரி ஊழித் தொகுதிகள்

கிரிடேஷியஸ் கால முடிவில் உயிரினங்களிலும் தாவர இனங்களிலும் முக்கிய மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன. ராட்சஸ ஊர்வனவும் அம்மோனைட்டுகளும் மாய்ந்தொழிந்தன. டெதிஸ் கடலடி மேலெழுந்ததால் இமயப் பகுதியில் கடலின் ஆழம் குறைந்தது. கடலடி வரிவரியாகப் புடைத்துக்கொண்டு எழுந் தது. கோண்டுவானாக் கண்டம் உடைந்து பகுதி பகுதியாகப் பிரிந்துவிட்டது. பிரிந்த பகுதிகள் தெப்பங்கள் போல் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று நகர்ந்து சென்றுவிட்டன. கிழக்கு ஆப் பிரிக்காவிலும் செங்கடல் பகுதியிலும் இழுவிசையால் நிலம் பிளவுப் பள்ளங்களாக உடைந்தது. இந்தியாவில் எரியியலால் டிராப் பாறை உண்டாயிற்று.

இமய வளர்ச்சி

டெர்ஷிய காலம் முழுதும் விட்டுவிட்டு இமயமலை கிளர்ந் தெழுந்தவாறே இருந்தது. இதேபோல் அட்லாஸ் பைரினீஸ், ஆல்ப்ஸ், காகாசஸ், மலேயாமலைகள் ஆகியவையும் வளர்ந்து வந்தன. முக்கியமாக நிலம் ஐந்து முறைகள் மேல்வாட்டாகத் தள்ளப்பட்டதாகக் கருதுகின்றனர்.

முதலாவதாக நடு–மேல் கிரிடேட்ஷியஸ் காலத்தில் டெதிஸ் கடலடி மேடு பள்ளமாகக் கிளம்பியது. வங்காள விரிகுடாவில் இரண்டு வளைகுடாக்கள் இருந்தன. ஒன்று வட அஸ்ஸாமிலும் மற்றது வட பர்மாவிலும் இருந்தன. மேற்கே சிந்து வளை குடாவும் பலுசிஸ்தான் வளைகுடாவும் இருந்தன.

இரண்டாவது முறையாக இமயம் மேல்-இயோசீனில் மேல் வாட்டாக உந்தப்பட்டது.

மூன்றாவது முறையாக மிக்க விசையுடன் நடு மயோசீன் காலத்தில் மலைவளர் புரட்சி நடந்தது. இதனால் டெதிஸ் கடல் மறைந்தே போய் விட்டது. இடையிடையே அழுவங்களையும் (Swamps) அகலமான ஆற்றுப் பள்ளத் தாக்குகளையும் கொண்ட மேடு பள்ளமான மலைத் தொடர்கள் எழுந்தன. தீப கற்பத்தின் முன் நிலப் பகுதியில் கீழ்மடிவு ஏற்பட்டது. இமய அடிவாரத்தில் இருந்த இதில் சிவாலிக் படிவுப் பாறைகள் படியத் தொடங்கின. இவை மென் நீர்ப்படிவுகள்.

நான்காவது முறையாக பிளியோசீன கால முடிவில் நடந்த கிளர்ச்சியுடன் பனியுகமும் (Ice age) வந்து விட்டது. இப்பனி யுகத்தின்போது சுமார் 100 பாலூட்டி உயிரினங்கள் மாய்ந்து விட்டன என்பதை சிவாலிக் புதை படிவங்கள் தெரிவிக்கின்றன. அந்நாளில் இருந்த உயிரினங்கள் தற்கால உயிரினங்களைவிட இன எண்ணிக்கையில் (Species) அதிகமாக இருந்தன.

ஐந்தாவது முறையாக பிளைஸ்டோசீன் துவக்கத்தில் மலை வளர்ச்சி நிகழ்ந்தது. இதனால் பாஞ்சால் மலைகளும் காஷ்மீரமும் இன்றைய உயரத்தை எட்டிவிட்டன.

படிவுப் படி நிலைகள்

டெய்ஷியரி பாறைகள் துவக்க நிலைகளில் கடலடிப் படி நிலையில் இருந்தன (Marine); பின்னர் ஆற்றடிப் படி நிலையில் (Fluiurotilc) இருந்தன.

காணக்கூடிய இடங்கள்: புற தீபகற்பப் பகுதிகளில் டெர்ஷியரி பாறைகள் மிகுதியாக உள்ளன.

தீப கற்பத்தில் கட்ச், குஜராத், திருவனந்தபுரம், கொல்லம் போன்ற கேரளச் கரையோரப் பகுதிகள் மற்றும் பாண்டி, கடலூர் போன்ற கிழக்குக் கரைஓரப் பகுதிகள் டெர்ஷியரி படி

வுகளைப் பெற்றுள்ளன. ஆயினும் டெர்ஷியரி பாறைகளுக்கு சிந்து—பலுசிஸ்தானமே தகைசால் உருபுலனுகும். (Type-area).

பஞ்சாப் உப்பு மலைகளிலும் நல்ல டெர்ஷியரிபடிவுகள் உள்ளன.

சிவாலிக் (நடு-மையோசீன் முதல் கீழ்-பிளைஸ்டோசீன் 5200 மீ.) படிவுகளுக்கு உருபுலனுய் விளங்குவது போட்வார் பீடபூமி.

வெளி இமயத்தில் ஜம்மு-காஷ்மீரிலும், பஞ்சாபிலும் சிவாலிக் படிவுகள் தொடர்ந்து படர்ந்துள்ளன.

அஸ்ஸாம் வட அஸ்ஸாமும் மலை மாவட்டங்களும் முக்கியமானவை.

மையோ—பிளியோசீன்—டிஹிங் வரிசை F (1525 மீ.)

	— — — படிவு விளிவு — — —	
மையோசீன்	டீபம் வரிசை	(3660 மீ.)
	சூர்மா வரிசை	(3960 மீ.)
	— — — படிவு விளிவு	
ஓலிகோசீன்—மேல் இயோசீன்	பரைல் வரிசை	(4570 மீ.)
இயோசீன்	ஜெய்ந்தியா வரிசை	(915 மீ.)
	டிசாங் வரிசை	(3050 மீ.)

அஸ்ஸாமில் டெர்ஷியரி பாறைகளில், உருட்கல் பாறைகளும், மணற் பாறைகளும், களிப்பாறைகளும், களிமண்களும் உள்ளன, இவை நன்னீர் அல்லது சற்று உப்பான கழிநீரில் படிந்தவை. ஆகவே இவை கழிமுகம் அல்லது அழுவப் படிவுகளாக இருந்திருக்கக்கூடும்.

டெர்ஷியரி நிலப்பரிப் படிவுகள்

ஜம்மு-காஷ்மீர்: இங்கு கிடைக்கும் நிலக்கரி கீழ்-இயோசீன் காலத்தைச் சேர்ந்தது.

தமிழ் நாடு: மையோசீன் காலத்து கடலூர் மணற் பாறைகளில் பழுப்பு நிலக்கரிப் (Lignite) படிவுகள் உள்ளன. தென் ஆர்க்காடு மாவட்டத்தில் உள்ள கடலூர்-விருத்தாசலம்-நெய்வேலி பகுதியில் சுமார் 250 சதுர கி. மீ. பரப்பளவில் சுமார் 2000 மில்லியன் டன் பழுப்பு நிலக்கரி உள்ளது.

படிவுக்ள் 5 முதல் 30 மீட்டர் கனம் உள்ளன. பழுப்பு நிலக்கரி களிமண், மணற்பாறை, சாணைக்கல் படிவு ஆகியவை மையோசீன் கால கடலூர் வரிசைப் பாறைகளில் உள்ளன. இதில் சுமார் 5 முக்கிய லிக்னைட் படிவுகள் உள்ளன. இதில் மேலிருந்து கீழாக மூன்ருவது படிவு முக்கியமானது. இது 12 மீ. கனமானது. லிக்னைட் படிவுக்குமேல் அதிக அழுத்தத்திலுள்ள ஆர்டீசியன் நிலநீர் உள்ளது.

லிக்னைட்டை செய்கட்டிகளாக்கி அடுப்பெரிக்கப் பயன் படுத்துகிருர்கள்; பொடியாக்கி எரித்து அனல் மின்சாரம் தயாரிக்கிருர்கள். லிக்னைட்டுடன் வெண்களிப் படிவுகளும் உள்ளன. இதையும் பீங்கான் செய்யப்பயன்படுத்துகிருர்கள். வெட்டி எடுக்கும்போது லிக்னைட் 45 முதல் 50 சதவீதம் ஈரம் கொண்டது. கருப்புநிறம் கொண்டது. காய்ந்ததும் பழுப்பு நிறமாக மாறுகிறது; எளிதில் நொறுங்குகிறது.

கடலூர்—பாண்டிச்சேரி பகுதியில் கண்ணனூரின் அருகே 60 முதல் 90 மீ. ஆழத்தில் லிக்னைட் படிந்துள்ளது.

இராஜஸ்தானத்தில் பிக்கானேருக்கு 21 கி. மீ. தொலைவி லுள்ள பலானுவில் கீழ் இயோசீன், காலப்படிவுகளில் லிக்னைட் உள்ளது. இது 6 முதல் 15 மீ. தடிப்பான படிவுகளாக நிலத்தின்கீழ் 42 முதல் 66 மீ. ஆழத்தில் படிந்துள்ளது,

கேரளத்தில்: கடலூர் வரிசையைச் சார்ந்த வர்கலா படிவுகள் கொல்லம், வர்கலா ஆகிய இடங்களில் காணப்படு கின்றன. லிக்னைட்டுடன் சாய்வுப்படிவுகள் கொண்ட மணற் பாறைகளும், வரிவரியான களிமண் படிவுகளும் சேர்ந்தவா றுள்ளன.

அஸ்ஸாமில் மலைக் பகுதிகளில் ஷில்லாங் பீடபூமியில் நிலக் கிளர்ச்சிகளால் நொறுக்கப்பட்டுள்ள அனல்மலி நிலக்கரியும் (Anthracite) புகைமலி நிலக்கரியும் (Bitiuminous coal) உள்ளன. இவற்றில் பைரைட்டாகவும் அங்கக கந்தகமாகவும் 3 முதல் 8 சதவீதம் கந்தகம் உள்ளது,

இதில் சாம்பல் 2 முதல் 84 சதவீதம் உண்டு; ஆவியாகும் பொருள்களும் அதிகம் உள்ளன. இதைச் சுட்டால் நல்ல கோக் கிடைக்கிறது.

டெர்ஷியர் மண்ணெய் தழைவுகள்

அஸ்ஸாமின் குறுக்காக பர்மாவின் அரக்கான் எல்லை வரையிலும் நீண்டுள்ள டெர்ஷியரி பாறைகளைக் கொண்ட மண்ணெய் நிலப்பகுதி ஒன்று உள்ளது. இது நாகா-சின் மலைத் தொடர்ச்சியான அரக்கான் யோமாவின் மேற்குப் பக்கத்தில் கிடக்கிறது.

வட அஸ்ஸாமிலுள்ள டிக்பாய் மண்ணெய் வயல் நாகா மலையின் வடமேற்கு அடிவாரத்தில் உள்ளது. இது அதிகமாக வளைக்கப்பட்டதும், வடக்குப் பக்கத்தில் பிளவுப் பெயர்ச்சி கண்டுள்ளதுமான ஒரு சமச் சீரற்ற நில மேல் வளைவின்மேல் உள்ளது.

மண்ணெய்யும் நில வாயுவும் மேல் இயோசீன் முதல் நடு மையோசீன் வரை பல காலங்களைச் சேர்ந்த பாறைகளில் உள்ளன. பரைல் பாறை வரிசைக்கும் டீபம் பாறை வரிசைக்கும் இடையேயுள்ள மறை படலங்களே மிகவும் அதிகமான உற்பத்தியைத் தந்துள்ளன.

அஸ்ஸாமில் டிக்பாய்க்குத் தென்மேற்கே உள்ள ஆற்றடி படுகைப் பரப்பிலுள்ள நாஹோர் காட்டியாவிலும் ஹூக்ரிஜான் பகுதிகளிலும் உள்ள மண்ணெய் கிணறுகள் 4200 மீட்டர் ஆழம் வரை சென்றுள்ளன. இப்புதிய பகுதி (1953) ஆண்டுக்கு 2·5 மில்லியன் டன் கசட்டு மண்ணெய் உற்பத்தி செய்ய வல்லது. இது டிக்பாயைப் போல் 8 மடங்கு அதிகமான அளவாகும். இங்கு பரைல் பாறை வரிசையே மூலப்பாறையாக உள்ளது. இங்குள்ள மண்ணெய் டீபம் மணற்படிவிலிருந்து இடம் பெயர்ந்து வந்துள்ளது.

தென்மேற்கு அஸ்ஸாமிலும் அதனருகேயுள்ள திரிபுரா பகுதியிலும் சூர்மா பள்ளத்தாக்குப் பகுதியிலும் காசி மலைகளின் அடிவாரத்திலும் மண்ணெய் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

வடகிழக்கு குஜராத்தின் வண்டல் போர்த்த இடங்களின் பெரும் பகுதிகளிலும் கேம்பேவிலும்கூட மண்ணெய் உள்ளது. இவை இந்தியாவின் எதிர்கால மண்ணெய் வயல்களாகத் திகழலாம்.

இராஜஸ்தானில் ஜோத்பூருக்கும் ஜெய்சால்மருக்கும் அருகேயுள்ள இயோசீன் பாறைகளிலும் பஞ்சாபில் ஜூவால

முகியிலும், காங்ரா பள்ளத்தாக்கில் பல இடங்களிலும் மண்ணெய் கிடைக்க நல்ல வாய்ப்பு உண்டு.

இந்தியக் கட்டடக் கற்கள்

இப்பகுதியில் இந்திய நில அடுக்கியலில் கண்ட பாறைகளில் கட்டடக் கற்களாகப் பயன்படும் சிலவற்றை நோக்குவோம்.

படிகவய ஆர்க்கேயன் பாறைகள்: பொதுவாக ஆர்க்கேயன் கால நைஸ்களும், கிரேனைட்டுகளும், சார்னோகைட்டுகளும், பலகைப் பாறைகளும், குவார்ட்சைட்டுகளும், படிகவய சுண்ணப்பாறைகளும் குறைவில்லாத அளவுகளில் கிடைக்கக்கூடிய தலைசிறந்த கட்டடக் கற்களாகும். ராஜஸ்தானில் உள்ள புந்தல்கண்ட் கிரேனைட்டுகளும் வரிப்பட்டை வயநைஸ்களும், மத்திய பிரதேசத்திலும், பீஹாரிலும், ஆந்திரத்திலும், மைசூரிலும், தமிழ்நாட்டிலும் கிடைக்கும் கிரேனைட்டுகளும், நைஸ்களும், பல கோயில்களையும், கோட்டைகளையும், அரண்மனைகளையும், பெரிய கட்டடங்களையும் கட்டப் பயன்பட்டுள்ளன.

உலகச் சிறப்பு வாய்ந்த கட்டடக் கல்லான சார்னோகைட்டும், கிரேனைட் வய நைஸ்களும் தென்னிந்தியாவில் உள்ளன. இவற்றைப் பொதுவாக பொறியியலாளர் கிரேனைட் என்றே அழைப்பர். தென்னிந்திய சிற்பக் கோயில்களில் பெரும்பாலானவை இவற்றைப் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

ஹைதராபாத்திலுள்ள லிங்கம்பள்ளியிலிருந்து வெட்டி எடுக்கப்படும் கிரேனைட்டை பெருவாரியாக பம்பாய் துறைமுக வேலைகளில் பயன்படுத்தியுள்ளனர். பெங்களூரில் ஒரு தொழிற்சாலையில் இருந்து பளபளப்பாக மெருகேற்றிய கிரேனைட் திப்பைகளை நினைவுச் சின்னங்கள் அமைக்கும் பணிகளுக்காக வெளிநாடுகளுக்கு அனுப்புகிறார்கள்.

பூரி, கோனாரக், ஆந்திரம் ஆகிய இடங்களில் உள்ள பல கோயில்களும், கட்டடங்களும், கோட்டலைட்டினால் (Khondalite) கட்டப்பட்டுள்ளன. கோனாரக் புவனேஸ்வரில் உள்ள சிற்பங்கள் கோண்டலைட் பாறையில் செய்யப்பட்டுள்ளன இப்பாறை எளிதில் நசிந்துவிடுவதால் சிலைகள் அழகு கெட்டுள்ளன.

கிருஷ்ணகிரி மாவட்டத்தில் கிடைக்கும் கருப்பு டேரலரைட்டைக் பாறைகளில் பளபளப்பாக்கி கருப்பு கிரேனைட் என்னும் பெயரில் ஜப்பான் போன்ற நாடுகளுக்கு ஏற்றுமதி செய்கிறுர்கள்.

தக்காண டிராப் (Deccan Trap): மத்திய பிரதேசம் பம்பாய் தக்காணம் ஆகிய இடங்களில் சுமார் 200,000 சதுர மைல் பரப்பளவில் பரவலாகக் கிடைக்கும் லாவா குறுகிய டிராப் பாறை (பசால்ட் வகை) நல்ல கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகிறது.

மத்திய பிரதேசத்தில் கிடைக்கும் 'லம்மீடா' பாறைகள் (Lameta) அல்லது டிராப் பாறைகளின் அடியில் உள்ள படிவுப் பாறைகளைப் பாலங்களைக் கட்ட உதவும் பாறைத்திப்பைகளாக வெட்டி எடுக்கிறுர்கள்.

ராஜ் மகால் மலையில் கிடைக்கும் டிராப் பாறைகளை கல்கத்தாவில் சாலைக் கல்லாகவும் கங்கை நதியின் போக்குக்கு கட்டுப்பாட்டு வேலைகளுக்காகவும் பயன்படுத்துகிறுர்கள்.

அஜந்தா எல்லோரா குகைக்கோயில்கள் டிராப் பாறையில் குடையப்பட்டுள்ளன.

மணற் பாறைகள் விந்தியன் காலத்து மணற்பாறைகள் மௌரியர் காலம் முதற்கொண்டே (269-32 கி. மு.) கட்டடக் கல்லாகப் பயன்பட்டு வருகின்றன.

டெஹ்ரி-ஆன்-சோன் (பீஹார்), மிர்ஜாபூர், சூனுர் (உத்தர பிரதேசம்) ஆகிய இடங்களில் வெட்டி எடுக்கப்படும் கைமூர் மணற் பாறை கங்கை பள்ளத்தாக்குப் பகுதிகளில் பெயர் பெற்ற கட்டடக் கல்லாகும். இது கெட்டியானது, சன்னமான துகள் அளவுள்ளது. இதன் நிறம் சாம்பல் வெளிர் சிவப்பானது. இது நெடிதுழைக்கக்கூடியது. இக்கல்லை வீடு கட்டவும், நினைவுச் சின்னம் அமைக்கவும், கோயில்களை எழுப்பவும், சிலைகளைச் செதுக்கவும், பாலத் தளம் போடவும், சாலையோரத்தில் பாவு கல் போடவும், தரைகளுக்காகவும் பயன்படுத்துகிறுர்கள். இதை பிளவுகள் இல்லாத பெரிய திப்பைகளாக வெட்டி எடுக்கமுடியும், சூனுர் பகுதியில் 50 டன் எடையுடைய அசோகத் தூண்கள் இக்கல்லால் ஆனவை, இப்பாறைகளை அசோகக் கல்வெட்டுகளுக்காக 150 கி.மீ. தொலைவு வரை எடுத்துச் செல்லப்பட்டுள்ளன. இந்தியச் சிற்பங்களில் தலைசிறந்த சார்நாத் சிங்கத்தூண் இதனுல் ஆனதே. பாருத்தி

லிருந்து எடுக்கப்பட்டு இன்று கல்கத்தா தொல் பொருட்காட்சி சாலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு தூண் நுண்மையான வேலைப் பாடுகள் அமைந்த கைப்பிடிச் சுவர்போன்ற அமைப்புக்காகப் பெயர் பெற்றது. இதுவும் இப்பாறையால் ஆனதே.

போபாலில் சாஞ்சியில் 110 அடி விட்டமும் 77.5 அடி உயரமும் உடைய கோளப்பகுதிபோல் அமைந்த கொம்மை வடிவம் விந்தியன் மணற் பாறையைக்கொண்டு கட்டப் பட்டுள்ளது. புத்த மதம் சார்ந்த உயர்ந்த சிற்ப வேலைகள் அமைந்த இந்தக் கட்டடத்தைச் சுற்றியுள்ள 11 அடி உயர மான திண்ணிய தூண்களும் 34 அடி உயரமுள்ள நான்கு ஒப் பற்ற சிற்ப வாயில்களும் இக்கல்லால் ஆனவையே.

இதைப் போன்ற பாறைகளைக்கொண்டே குவாலியரில் உள்ள கோட்டைகளும், கோயில்களும், அரண்மனைகளும் கட்டப்பட்டுள்ளன.

விந்தியன் தொகுதியின்மேல்-படிவுகளான பந்தர் படிவு களை பாரத்பூர், ரூப்வாஸ் (ராஜபுத்னம்), ஃபடிபூர் சிக்ரி (ஆக்ரா) ஆகிய இடங்களில் வெட்டி எடுத்துப் பயன்படுத்தி யுள்ளனர். உலகப் புகழ்பெற்ற தாஜ்மஹாலின் பகுதிகளையும், ஃபடிபூர் சிக்ரியில் உள்ள அக்பரின் அரண்மனையையும், ஜம்மாமஸ்ஜீதையும், மற்றும் பல சிறந்த மசூதிகளையும் கல்லறைகளையும், ஆக்ரா, டில்லி, மதுரா ஆகிய இடங்களில்' குட்டிச் சுவர்கள் முதல் பெருமனைகள்வரை பல திறப்பட்ட கட்டடங்களையும் இந்த விந்தியன் மணற் பாறைகளினால் கட்டி யுள்ளனர்.

பாரத்பூர், ஃபடிபூர், சிக்ரி ஆகிய இடங்களிலிருந்து கொண்டு வரப்பட்ட விந்தியன் மணற் பாறைகளைக்கொண்டு லாஹீரின் வரலாற்றுச் சிறப்புடைய மொகலாய கட்டடங்கள் கட்டப்பட்டுள்ளன.

மேல் விந்தியன் மணற்பாறை வெளிர் சிவப்பு நிறம் உடையது. இதை எளிதில் செதுக்க முடிகிறது; இது நெடி துழைக்கவல்லது. ஆகவே இதை நுணுக்கமான சிற்ப வேலை களுக்கும் பயன்படுத்தியுள்ளனர். ஜோத்பூரில் உள்ள பழைய அரண்மனைகளும் கோட்டைகளும் இதற்கு எடுத்துக்காட்டு. கராச்சியிலுள்ள தற்கால சிறப்புக் கட்டடங்கள் இப்பாறை யால் ஆனவை. ஜோத்பூரின் அருகேயுள்ள மலைகளில் இப் பாறைகளை கிணறுகளிலும், தரை, கூரை. திராவிகள் (Beams போன்றும் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

கோண்டுவானு மணற்பாறை : வங்காளத்திலும், பீஹாரிலும் உள்ள நிலக்கரி வயல்களில் உள்ள நவீன கட்டடங்களும், ஒரிஸ்ஸாவிலும், மத்திய பிரதேசத்தில் சாந்தாவிலும் உள்ள பண்டைய சிற்பக் கோயில்களும் இப்பாறையால் கட்டப்பட்டவையே. இப்பாறைகள் கடினமானவை அல்ல. இவற்றில் சில சுமாரான துகள் அளவு உடையவை; சில பெருந்துகள் வயமானவை. இவை சாம்பல் நிறமுடையவை. பெல்ஸ்பார் கலந்துள்ளதால் விந்தியன் மணற்பாறைகளைப் போல் அவ்வளவு உறுதியானவை அல்ல.

சிங்பூமில் (பீஹார்) வெளிர் மஞ்சள் முதல் பசுமை கலந்த நிறமுடைய குவாட்சைட்டுகள் (மாற்றியல் வயப்பட்ட மணற்பாறைகள்) வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன.

கட்ச்சில் (குஜராத்) ஜீராசிக்கால மணற்பாறைகள் பயன்படுகின்றன.

அண்மைக்கால சுண்ணவயல் பெருந்துகள் மணற்பாறைகளை (Gritty calcareous sands tunes) தென்னிந்திய கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் திருநெல்வேலி மாவட்டத்திலும் உள்ள இந்து, கிருத்துவக் கோயில்களைக் கட்டப் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

ஆல்வார், ஆஜ்மீர், மெர்வாரா ஆகிய இடங்களில் ஆல்வார் குவார்ட்சைட்டுகள் வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன. மத்திய பிரதேசத்தில் பந்தாரா மாவட்டத்தில் தார்வார் கால குவார்ட்சைட்டுகள் வெட்டி எடுக்கப்படுகின்றன.

சுண்ணப் பாறைகள் : சுண்ணப்பாறை வகையில் சிறந்த கட்டடக் கல்லான "போர்பந்தர் பாறை" பம்பாயிலும் மற்ற பெரிய நகரங்களிலும் பயன்பட்டுள்ளது. இது நுண்துகள் வயமான வெள்ளை அல்லது வெளிர் மஞ்சள் நிற சுண்ணப் பாறை, இது பெரும்பாலும் ஃபொராமினிபெரா என்னும் நுண்ணிய கடல் பிராணிகளின் ஓடுகளால் ஆனது. இதன் காரைப்பற்று சுண்ணவயமானது (கேல்சைட்). இதை சௌராஷ்டிரத்தில் பந்தாரா மலைகளின் மேலமலையடிவாரங்களில் வெட்டி எடுக்கிறார்கள்.

ஆடிதானியா என்னுமிடத்தில் ஒரு சதுரமையில் 318 பாறை வெட்டுச் சுரங்கங்கள் உள்ளன. இச்சுரங்கங்கள் கடல் மட்டத்துக்குமேல் 296 அடி உரத்தில் உள்ளன. இங்குள்ள மிலியோலைட் (Milliolite) சுண்ணப்பாறைகள் 5 அடி முதல் 100 அடி கனமுள்ளன. இவை சௌராஷ்டிரா, பம்பாய்

கராச்சி, சென்னை, கல்கத்தா, ரங்கூன் ஆகிய இடங்களில் பொதுக்கட்டடங்கள், பெருமனைகள், கோயில்கள், கமான்கள் (Arches) போன்றவற்றைக் கட்டப் பயன்பட்டுள்ளன.

பிமா வரிசையில் உள்ள கீழ் விந்தியன் காலப் பாறைகளான பலகை வய சுண்ணப்பாறைகள் (Flaggy limes stone) பீஜப்பூர், குல்பர்கா மாவட்டங்களில் கிடைக்கின்றன. இவை சாம்பல் நிறமாகவும், கருப்பாகவும் உள்ளன. இவை நல்ல மெருகு ஏற்கின்றன.

ஹைதராபாதில் வாரங்கல் மாவட்டத்தில் படிகவய ஆர்க்கேயன் சுண்ணப்பாறைகள், தரைகளுக்காகவும், அணிவேலைகளுக்காகவும் பயன்படுகின்றன. புந்தியில் கனிவய ஆரவல்லி சுண்ணப் பாறைகளும். உதய்பூரில் நிம்பஹாரா சுண்ணப் பாறைகளும்; ஜெய்சால்மர் போன்ற ராஜஸ்தானத்து நகரங்களில் ஜுராசிக் கால சுண்ணப் பாறைகளும், நர்மதை பள்ளத்தாக்கில் பவளச் சுண்ணப் பாறைகளான கிரிடேஷியஸ் கால பாக் படுகைகளும் (Bagh beds) திருச்சியில் கிரிடேஷியஸ் கால சுண்ணப்பாறைகளும் கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படக் கூடியவை.

கடப்பை குண்ட்டூர், மாவட்டங்களில் முக்கிய கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படும் நார்ஜூ சுண்ணப்பாறை (கீழ் கர்னூல் வரிசை) கெட்டியானது, மிகவும் நுண்துகள் வயமானது. சாம்பல் முதல் கருப்பு நிறமுடையது. இதை சென்னை பல்கலைக் கழக கட்டடங்களில் இடை இடையே பயன்படுத்தியுள்ளனர். மேஜைமேல் போடவும், மற்றும் கைவேலை அணிப் பொருள்களைச் செய்யவும் பயன்படுத்துகின்றனர். இவை கீழ் விந்தியன் காலத்துச் சம காலத்தவை.

துர்க் மாவட்டத்திலிருந்து எடுக்கப்படும் நீலநிறமான கீழ் விந்தியன் கால சுண்ணப்பாறை ஒன்றை நாக்பூரில் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

திருநெல்வேலி, ராமநாதபுரம் கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் (80-90 மைல் பட்டை), மன்னார் வளைகுடாவின் தீவுகளிலும் கிடைக்கும் பவளச் சுண்ணப் படிவுகளை தூத்துக்குடி போன்ற பல இடங்களில் கட்டடக்கல்லாகப் பயன்படுத்துகின்றனர்

இந்திய சலவைக் கல்லில் (Marble) தலைசிறந்தது. ஜோத்பூரில் உள்ள மக்ரானுவில் கிடைக்கிறது. தாஜ்மஹால், கல்கத்தாவிலுள்ள விக்டோரியா நினைவுக் கட்டடம் ஆகியவை இதனால் ஆனவை. இந்தியாவில் பல நகரங்களில் இக்கல்லால் ஆன கட்டடங்களும் கோயில்களும் உள்ளன. ஜபல்பூரிலும் சலவைக் கற்கள் கிடைக்கின்றன.

சுரிக்கல் (Laterite) : திருவனந்தபுரம், கொச்சி. மலபார் பகுதிகள், பம்பாய், கோவா. தக்கணம், மத்திய பிரதேசம், ஒரிஸ்ஸா (பூரி). ஆந்திரம் (முக்கியமாக கிழக்குக் கோதாவரி), மைசூர் (முக்கியமாக தென் கானரா) சென்னையில் செங்கல் பட்டு ஆகிய இடங்களில் செம்புராங்கள் (சுரிக்கல்) கட்டடக் கல்லாகப் பயன்படுகிறது. இது வெட்டி எடுக்கும்போது மிருதுவாக இருந்தாலும் காற்றில் ஆறியதும் கடினமாகிவிடுகிறது;

பலகைப் பாறைகள் : கடப்பா காலத்தைச் சேர்ந்த பலகைப் பாறைகளை கம்பம் (கர்னூல் மாவட்டம்) தாட்பத்திரி, வேம்பள்ளி ஆகிய இடங்களில் வெட்டி எடுக்கிறார்கள். கர்னூல் (விந்தியன்) தொகுதியைச் சேர்ந்த பலகைக் கல்லை (கடப்பைக் கல்) ஜம்மல மடுகுவில் 2 மீ × 1 மீ × 15 செ. மீ. முதல் 1·5 மீ. கனம் உள்ள பலகைகளாகவும், திப்பைகளாகவும் வெட்டி எடுக்கிறார்கள்.

ஆல்வாரில் குண்ட் என்னும் இடத்தில் கடப்பைக் காலப் பலகைப் பாறைகளை வெட்டி எடுத்து பள்ளிப் பலகைகளைச் செய்கிறார்கள்.

6. பொறியியல்வய நிலப் பொதியியல்

கட்டடக் கற்கள்

நல்ல கட்டடக் கல்லாகப்பயன்படக்கூடிய பாறை எப்படி இருக்கவேண்டும் என்பதை அது எத்தகைய வேலைக்குப் பயன் படுகிறதோ அதைப் பொருத்து முடிவு செய்ய வேண்டும்,

முக்கியமாக எண்ணிப் பார்க்கவேண்டிய தகுதிகள்: நீடித்து உழைக்கும் தன்மை (Durability); நிறம் நகர்ப்புரத்தே வானிலை யால் உண்டாகும் உகலியக்கத்தை (weathering) எதிர்க்கும் இயல்பு; பணச் செலவு; தேவையான அளவுகளில் கிடைக்கக் கூடிய வாய்ப்பு.

நீடித்து உழைக்கும் தன்மை பாறையின் வேதியியல் கூட் டினையும் பௌதிக அமைப்பையும் பொருத்தது. திண்துகள் களால் ஆன பாறையில் துகளிடைக் காரையின் வேதியல் கூட்டும் முக்கியமானது.

பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படும் தணற் பாறை இனத் தைச் சேர்ந்த கிரேனைட்டிலும், சையனைட்டிலும் உள்ள பெல்ஸ் பாரில் கனிமப் பிளவுகள் நன்கு அமைந்துள்ளதால் அது விரை வில் சிதைக்கப்பட்டு வெண்களியாக மாறிவிடுவதுண்டு. இதனுல் பாறைகள் நலிவடைந்து விடுகின்றன.

ஒரு பாறை எவ்வளவு அழுத்தத்தைத் தாங்கும் என்பது அதன் நிலப் பொதியியல் வரலாற்றைப் பொருத்தது. பாறை மடிக்கப்படுவதாலோ, பிளவுப் பெயர்ச்சிகளால் தாக்கப்படுவ தாலோ அதன் கனிமங்களில் நுண்ணிய முறிவு தளங்களும் தகை வளைவுக் கோடுகளும் உண்டாகிவிடுவதால் வழக்கமான சுமைகளையும் தாங்குமளவுக்குக்கூட அப்பாறைக்கு வலிமை இருப்பதில்லை.

மாற்றியல் பாறைகளால் ஆன நைஸ், சட்டு, ஆகியவற்றில் தகை வளைவுப் (strain) பிளவுகள் நிறைய உள்ளன. இவற்றை அணிகற்களாகவோ (Ornamental stone) அல்லது குறைந்த அளவு பளுவைத் தாங்கக்கூடிய இடங்களிலோ பயன்படுத்த லாம். இப்பாறைகளை நுண்சில்லிகளாக்கி நுண்நோக்கி கொண்டு பார்ப்பதால் அவற்றிலுள்ள கோடுகளைத் தெரிந்து கொள்ள முடியும்.

முக்கிய படிவுப் பாறையான மணற் பாறைகளில் நம் கவனத்தை ஈர்ப்பது பிணைப்புக் காரை. திண் துகள்களைவிட பிணைப்புக் காரைப்பொருள் தளர்த்தியானதாக இருப்பதால் பாறை காரையினூடே உடையும். பிணைப்புக் காரை துகள் களுக்கு இடையே எவ்வாறு பரவியுள்ளது என்பதையும் அது எவ்வளவு செயல் உரப்பளுவை ஏற்கும் என்பதையும் அறிய வேண்டும். சுண்ணச் சத்து போன்ற காரைகள் மழை நீரில் கரைந்து விடுகின்றன. அல்லது அயக் கார்பொனேட்டு போன்ற காரைகள் இயல் உகலினுல் வேதியல் முறையில் சிதைவுறுகின்றன. அயக் கார்பொனேட்டு எளிதில் அய ஆக்சைடாக மாறிவிடும். அய ஆக்சைடு உறுதியான பொருளாகும்.

பாறையிலுள்ள காரைக்கும் காரையால் பிணைக்கப்பட் டுள்ள துகள்களின் அளவுக்கும் இயல்புக்கும் உள்ள தொடர்பைப் பொருத்து அப்பாறையின் நுண் இழைமையும் (Texture) வண்ணமும் அமையும்.

உகலியக்கத்தில் புரைமை முக்கிய பங்குடையது. பாறையி லுள்ள புரைமையால் உள்ளுறிஞ்சப்படும் மழைநீர் மேற் பரப்புக்குத் கீழ் சிறிது ஆழம்வரை காரையைத் தாக்கிக் கரைக் கிறது. இதற்கு மாருக பாலையிலுள்ள புரைமையின் காரணமாக உள்ளே இருக்கும் ஈரம் வெளிவந்து ஆவியாகி விடுவதால் கட்டடம் எப்போதும் உலர்ந்தவாறு இருக்கும். ஆகவே கட்டடக் கற்களைப் பிணைக்கும் காரையும் சிறிது நுழைமை பெற்றவாறு இருக்கவேண்டும்.

சில படிவுப் பாறைகளின் காரை காற்றுபடும் பரப்பில் ஒரு தோலைப்போல் கெட்டியாவதுண்டு. இதனல் பாறையின் புரைமை குறைந்து விடும். பாறையின் காரை நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும் திறனுடையதாய் இருந்தாலும், பாறையில் புரைகள் இருந்தாலும் பனிக்கட்டி இறுக்க வெடிப்பால் (Frost splitting) கேடு உண்டாகும். நீர் புரைகளினுள் புகுந்து பனிக்கட்டியாக

மாறும்போது ஏற்படும் அளவுப் பெருக்கம் இழுவிசைகளை ஏற்படுத்துவதால் பாறையில் வெடிப்புக்கள் ஏற்படுகின்றன.

புரைகளில் இவ்வாறு 9 சதவீதம் அளவுப் பெருக்கம் ஏற்படும். ஆகவே எந்த அளவுக்குப் புரைகள் நீரால் நிரம்பியுள்ளன என்பது முக்கியம். புரையின் விட்ட அளவும் முக்கியம். புரை அளவு பெரியதாய் இருந்தால் நீர் அதனூடே ஓடிவிடக்கூடும். மிக நுண்ணிய உட்புழைகளில் (Capillaries) நீர் 32° பாரன் ஹைட்டுக்கும் குறைந்த வெப்பத்தில்தான் பனிக்கட்டியாகும். இதனுல் கிரேனைட் குளிர்ந்த வெப்பதட்ப நிலைகளினுல் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

நகர்ப்புரத்தே கட்டடக் கற்களைச் சீர் குலைக்கும் இயக்கங்கள் வேதியல் அல்லது பௌதிக வயப்பட்டவை. பெருநகர்ப்புரங்களில் காற்றில் கரியமில வாயு (CO_2), கந்தக வாயுக்கள் (SO_2, SO_3) ஆகியவை மிகுந்திருக்கின்றன. இவை பாறைகளைக் கெடுக்கின்றன. கந்தக வாயுக்கள் நிலக்கரியை எரிக்கும் இடங்களில் மிகுந்துள்ளன. இந்த வாயு காற்றிலுள்ள நீருடன் கலந்து கந்தக அமிலமாகிப் (H_2SO_4) பாறைகளின் காரைகளைக் கரைக்கும்.

பாறை மேற்பரப்பின் அருகே சுண்ணச்சத்தும் ($Ca\ CO_3$) கந்தக அமிலமும் (H_2SO_4) சேர்வதால் சுண்ண சல்பேட்டு உண்டாகிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் சுண்ண சல்பேட்டும் சல்பைட்டும் படிக உருவம் பெறும்போது அளவில்பெருக்கும். இதனுல் பாறை மேற்பரப்பில் கொப்பளம் உடைவதுபோல் (Blister) உடைந்து உரிந்து விழுந்துவிடும். மெக்னீசியவய சுண்ணப் பாறையில் இத்தகைய நசிவு அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. இப்பாறைகளில் மழைநீர் அதிகமாகப்படுவதால் சல்பேட்டு, சல்பைட் ஆகிய உப்புக்கள் எளிதில் கரைக்கப்பட்டு நீக்கப்படுகின்றன. அப்போது பாறை கொப்புளங்களைப் போல் விரிவதில்லை. ஆனுல் பாதுகாப்பாக மூடியவாறு உள்ள இடங்களிலும், கட்டடத்தின் மேற்பகுதிகளில் சிறப வேலைப் பாடமைந்த பிதுக்கமான இடத்தின் (Cornice) கீழும், உள் மறைவிடங்கள் (Recess) போன்ற இடங்களிலும் மழைநீர் படுவதற்கில்லாததால் கல்லின் மேற்பரப்பில் இவ்வாறு தோல் உரிவதைக் காணலாம். இத்தகைய அமைப்புடைய கட்டடத்துக்கு சல்பேட்டு கொப்புளங்கள் உண்டாகாதவாறு இருக்க சிலிகா சத்துள்ள காரையுடைய பாறைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும்.

புரைகளில் அடர்த்த உப்புக் கரைசல் இருக்குமாயின் படிக வளர்ச்சி ஆரம்பமாகும். இதனால் நிலை நீரியக்க அழுத்தம் (Hydrostatic pressure) உண்டாகி பாறையைத் தகர்க்க முயலும்.

வேதிநீர்ச் சேர்ப்பு (Hydration) தொடர்ந்து நடப்பதால் படிகங்கள் அளவில் பெருக்கின்றன. இதனால் நிலைநீரியக்க அழுத்தம் பெருகுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக தீனார்டைட் உப்பு, கிளாபர் உப்பாக மாறும்போது ($Na_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 10H_2$) கூட்டணு கன அளவில் 400 சதவீதம் அதிகரிக்கிறது.

வெப்ப மாறுபாடுகளால் உண்டாகும் உகலியக்கங்கள் பௌதிக இயல்புடையவை. வறட்சியான வெப்பதட்ப நிலைகளில் உண்டாகிய பாறைகள் பொதுவாக ஈரமும் வறட்சியும் அடிக்கடி மாறிமாறி ஏற்படும்போது, நிலைப்பதில்லை. ஏனென்றால் அவை உண்டாகும்போது இருந்த வறட்சியான சூழ்நிலையில் இயற்கையான கரைப்பு (Leaching) மிகக் குறைவு.

கேல்சைட்டும் பெல்ஸ்பாரும் உள்ள பாறை வெப்பமும் குளிரும் மாறி மாறி ஏற்படுவதைத் தாங்குவதில்லை.

கேல்சைட் படிகத்தைச் சூடாக்கினால் (c-அச்சுவாக்கில் விரிவடைகிறது; a-அல்லது b-அச்சுவாட்டத்தில் சுருங்குகிறது. சலவைக்கல்லில் சர்க்கரை போன்று சொரசொரப்பான மேற்பரப்பு உண்டாவதற்குக் காரணம் (Suyarink or granulation) ஒன்றோடொன்று ஒட்டியவாறு செறிந்து வளர்ந்துள்ள கேல்சைட் படிவுகள் வேறுபட்ட அளவுகளில் விரிவடைவதேயாகும். சலவைக்கல் இவ்வாறாக 1% வரை கன அளவில் பருக்கிறது. ஆர்த்தோகிளேஸ் படிகம் a-அச்சுவாட்டத்தில் b-அச்க வாட்டத்தைவிட 12 மடங்கு அதிகமாகப் பருக்கிறது. குவார்ட்சும் பிளேஜியோகிளேசும் கூட இவ்வாறு செங்குத்தான உறவுகொண்ட இரண்டு அச்சுக்களில் வெவ்வேறு அளவுக்குப் பருக்கின்றன. இதனால் சூடாவதும் குளிர்வதும் மாறிமாறி நடந்தால் கிரேனைட்டுகளின் கனிமப் படிகங்களில் நிலை மீளாத வகையில் சறுக்கல்கள் ஏற்படுகின்றன, பாறை கன அளவில் பருக்கிறது (Bloating).

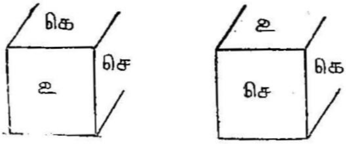
கட்டடக் கல்லைத் திறம்பட வெட்டி எடுப்பதாலும், நல்ல முறையில் கையாள்வதாலும், தக்கபடி வைத்துக் கட்டுவதாலும் அதன் கவர்ச்சியையும் நெடிதுழைக்கும் தன்மையையும் மேம்படுத்தலாம். படுகை அமைப்புடைய படிவுப் பாறைகளை

நிலத்தில் எந்த நிலையில் இருந்தனவோ அதேநிலையில் வைத்துக் கட்டவேண்டும். முறைப்படி வெட்டி எடுக்கப்பட்ட பாறையில் மேல் பக்கத்தைக் குறியிட்டுக் காட்டுவது வழக்கம். அதன் பிறகு அதில் எந்த வேலைப்பாட்டையும் இந்தக் குறியினைக் கவனித்தே செய்யவேண்டும். கட்டடத்தில் வைத்துக் கட்டும் போதும் இதை கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஏனென்றால் பாறையின் வலிமை படிவு தளத்துக்கு நேர் குத்துவாட்டில் அதிகமாக இருக்கும்; பாறைகள் படுகை வாட்டத்தில் எளிதில் பிளந்துவிடும். படிவுப் பாறைகளில் படுகைக்குப் படுகை மாறுபட்ட அளவுடைய துகள் வகைகளும் காரைப் பிணைப்புகளும் இருப்பது இயற்கை.

இயல்பான படுகைத் தளத்தை "முகம்" (face)என்றும் மற்ற பக்கங்களை "முனை" (end) என்றும் "ஓரம்" (edge) என்றும் குறிப்பிடலாம். "முகம்" செங்குத்தாகவும் "முனை"யின் மேல் உட்கார்ந்தவாறும் கல்லை வைத்துக் கட்டிய சுவற்றில் "முகம்' அல்லது "செறிமானம்" (grain) சுவற்றின் பக்கத்துக்கு இணையாகவோ அல்லது சுவற்றுக்கு உள்ளே குறுக்காகவோ அமைந்துவிடும். சுவற்றுப் பக்கத்துக்கு இணையாக படுகைத் தளம் அமைவதால் மழமழப்பான முகப்பு கிடைக்கலாம்; ஆனால், வெளிப் படலத்துக்குள் நீர் புகுந்து இறுகுவதாலும், வெப்ப மாற்றங்களாலும் வெளிமுகப்படலம் தளர்ந்து விழுந்துவிடும். இரண்டாவதாகக் கூறியதுபோல் சுவற்றுக்குள் குறுக்காக அமைத்தால நீர் சுவற்றினுள் உள்ளும் மேலும் புக வாய்ப்பு கிடைக்கிறது. பல திறப்பட்ட மெல்லிய படலங்களும், சற்று பெரிய திண்துகள்களைக் கொண்ட மற்ற படலங்களும், நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்த பிணைப்புக் காரைகளும் சேர்ந்து நுண்ணிய உட்புழைகளை உண்டாக்குகின்றன. இயல்பான படுகை வயமாகக் கிடத்தி வைத்தால் சுவரின் முகப்புப் பக்கத்தில் பொருக்குகள் விண்டு விழுவதில்லை. நீரும் சுவற்றின்மேல் ஏறுவதில்லை. உகலியக்கத்தால் உண்டாகும் அரிமானக் கோடுகள் இடைவாட்டத்தில் அழகாக அமைகின்றன. பாறையும் மிக்க வலிமை உடையதாக இருக்கும்; எளிதில் உடையாது.

தணற் பாறைகள் எந்தத் தளத்தில் எளிதாகப் பிளக்கின்றனவோ அதையே 'உடைமானம் (Rift) என்பர். இது சமகிடையாகவோ செங்குத்தாகவோ இருக்கும். இது நெடுக்குப் பிளவுகளுடன் (Longitudinal joints) ஒன்றியிருக்கும்.

உடைமானத்துக்குச் செங்குத்தாக உள்ள உடைப்புத் தளத்தை 'செறிமானம்' (Grain) என்பர். இது ஏடு அமைப் புடன் (Foliation plane) ஒன்றியது. மிகவும் கடினமான முறிவு தளத்தை "கெட்டிமானம்" (Hardway) எனலாம்.



படம் 179.

மைகா போன்ற தட்டையான கனிமங்களும் நுண்ணிய வெடிப்புகளும் பிரிவுத் தளங்களை உண்டாக்கவல்லன. படிவுப் பாறைகளில் உடைமானம் படுகைப் படிமானத்துடன் ஒன்றி யிருக்கும்.

சுரங்க ஈரம் (Quarry sap) புதிதாக வெட்டப்பட்ட பாறை யின் இயல்பான ஈரமாகும். இது கல்லை உயர்த்திஞல் காய்ந்து விடும். ஆகவே கல் உயருவதற்குமுன் செதுக்குவது எளிது. ஆனல் இந்த ஈரம் பனிக்கட்டி இயக்கத்துக்கு இடம் தருமாகை யால் கல்லைச் செதுக்கிய பிறகு பதமாக உலர்த்திய பின்னரே கட்டட வேலைக்கு எடுக்கவேண்டும்.

பாறையை வெடி மருந்தைப் பயன்படுத்தி உடைத்து எடுக்கும்போது அதிக வீரியமான வெடிகளை வைக்கக்கூடாது' ஏனென்ருல் கல் சிறு சிறு வெடிப்புக்கள் கண்டுவிடும். பிறகு வெடிப்பில் நீர் புகுந்து அவற்றின் பளு தாங்கும் திறனைக் குறைத்துவிடும்.

பெரிய பெரிய கனசதுரமான கற்களாகச் செதுக்கப்பட்டு பலவித கட்டுமான வேலைகளுக்கும் பயன்படும் கல்லை 'வரை யளவுக்கல்' (Dimension stone) என்பர். சிறிய அளவுள்ள சதுக்கமான செதுக்கு கல்லை 'மேவுகல்' (Ashler) என்பர். இது சாதாரண கட்டட வேலைக்கு ஏற்றது. தரையில் பரப்புவதற் கான தட்டையான பாறைகளை 'பாவுகல்' (Flag stone) என்பர்; பெயர் பெற்ற கருநிற கடப்பைக்கற்கள் ஒருவகை சுண்ணவய மணற்பாறையே. பலநிற சலவைக் கற்களையும், சுண்ணக் கற்களையும் சிறுசிறு துண்டுகளாக உடைத்துக் காரையில் பதித்துத் தட்டையான ஓடுபோன்ற குட்டிமக் கற்களை (Mosaic tiles) தயாரிக்கிருர்கள்.

சலவைக் கல்லை (Marble) பெரிய பெரிய திப்பைகளாக அறுத்தெடுக்க முடியும். இதை சிற்பங்கள் செதுக்கப் பயன் படுத்துவர். இத்தகைய கல்லை 'கெட்டிக்கல்' (Free stone) என்பர். இவை ஒரு படித்தான படிகத்துகள்களைக் கொண் டவை. சில தடிப்பான மணற் பாறைகளும் கெட்டிக்கல்லாகப் பயன் பட்டுள்ளன.

பலகைக் கல்லையும் (Slate), மெல்லிய படுகைகளாக அமைந்த சுண்ணப் பாறைகளையும், சுண்ணவய மணற்பாறை களையும் கூரைக்காகப் பயன்படுத்துகின்றனர். சில கெட்டி யான களிமண் பாறைகளையும் கூரைக்குப் பயன்படுத்துவர்.

கிரேனைட்டுகளையும் சுண்ணக்கற்களையும் (Lime stones) முகப்புக் கல்லாகப் (Facings) பயன்படுத்துவர். முகப்பு வேலைக்குப் பயன்படும் கல் நல்ல நிறமுடையதாகவும் ஒரு படித்தான படிகத்துகள் அளவுடையதாயும் இருக்கவேண்டும். பைரைட் (Pyrite) என்னும் அயசல்பைடு கிரேனைட்டில் பதிந் திருக்குமானுல் அது வெகுவிரைவில் துருபிடித்ததுபோல் நசி வுற்று முகப்பின் அழகைக் கெடுக்கும்.

சுண்ணம் பாறையிலும் பைரைட் இருக்கக்கூடாது. பொது வாக உகலியக்கத்தால் 50 ஆண்டிக்கு 1-6 மி. மீ. அரிக்கப்படு வதையும் நகர்ப்புரக் காற்றினுல் 450 ஆண்டுகளுக்கு 14.5 மி.மீ. அரிக்கப்படுவதையும் கண்டுள்ளனர். நகர்ப்புரங்களில் சுண் ணப்பாறையைவிட கிரேனைட்டும், சிலிகா பிணைப்புடைய மணற்பாறையும் நன்ருக உழைக்கின்றன.

நெடுஞ்சாலைகளுக்கும் ஆகாயவிமான ஓடு பாதைகளுக்கும் உகந்த கற்கலவைக்கான கற்கள்.

நெடுஞ்சாலைகளிலும் ஆகாய விமான ஓடுபாதைகளிலும் போடக்கூடிய கற்கள் சமகிடைத் திசையில் தாக்கும் விசைகளி ஞல் தேயக்கூடாது. இறுக்க அழுத்தத்தையும் (Compression) திடீர் தாக்கு விசைகளையும் (Impact) தாங்குமளவு கெட்டியாக (Tough) இருக்கவேண்டும். பளு தாங்கக்கூடிய கற்கலவைக்கு பசால்ட், ஆண்டிசைட், டையபேஸ், டையயோரைட் ஆகியவை உகந்தவை. கிரேனைட் உகந்ததல்ல; இது ஒருபடித் தான படிகத்துகள்களை உடையதால் எளிதில் தேய்ந்து விடு கிறது. இதன் கனிம நுண் இழைமையமைப்பின் காரணத்தால் இதை எளிதில் நொறுக்க முடிவதில்லை.

கற் கலவைக்கான கற்கள் கோணவயமாக இருக்க வேண்டும். களிமண் பாறையையும் பலகைக் கல்லையும் போலத் தட்டையான துண்டுகளாக உடையக்கூடாது. இறுகல் விரிதல், பனிக்கட்டி இயக்கம் ஆகியவற்றை எதிர்த்து நிற்க வேண்டும்; அதிகமாகப் பருக்கக்கூடாது; வேதியல் இயக்கத் திலும் ஈடுபடக்கூடாது.

70 சதவீதம் கேல்சிய மெக்னீசிய கார்பொனேட்டுகள் மீதம் சிலிகா என்னும் வேதியியல் கூட்டுடைய சுண்ணப் பாறைகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

பசால்ட் பாறைகளை நிலநீர் மட்டத்தின் கீழிருந்து வெட்டி எடுக்கக்கூடாது. பழுப்பு நிறமான பசால்ட் பாறைகளில் எண்ணெய் போன்ற நீல—ஊதா நிறக் கறை சிதைவைக் குறிக்கும்.

தாருடன் (Tar) சேர்க்கும் கற்கலவைக்கு அதிக சிலிகா வுடைய கிரேனைட் போன்ற அமிலப் பாறைகள் சரிப்படுவ தில்லை. இவை நீருடன் ஒட்டுமே தவிர தாருடன் ஒட்டுவ தில்லை. பசால்ட் போன்ற காரப் பாறைகள் தாருடன் சேரு கின்றன.

ரயில் பாதை உடைகல் (Ballast):

இருப்புப்பாதையின் அடியில் சுமைதாங்கவல்ல உடை கல்லுக்கு மீள்திறன் தேவை; ரயில் சென்ற பிறகு பாதை மீண்டும் முன்னைய நிலைக்குத் திரும்ப வேண்டும். இதில் துகள் ஏற்படக்கூடாது. செடிகள் வளரக்கூடாது, ஒரே அளவுள்ள உடைகல்லால் ஆனதாக இருந்தால்தான் எளில் சுத்தப்படுத்த முடியும்.

உடைக்கப்பட்ட கல்லே நல்ல ரயில் பாதைக்கல்லாகும். இது மோதித் தாக்கும் விசையை (Impact) எதிர்த்து நிற்க வேண்டும். ரயில் ஓடும்போது அதன் பளுவின் கீழ் கற்கள் ஒன்றோடொன்று உராய்வதால் உராய்வை எதிர்க்கும் திறனும் தேவை. குவார்ட்ஸ் போன்ற நொறுங்கு கனிமங்களை உடைய பாறைகள் மோதல் விசையை எதிர்த்து நிற்கா. டோலோமைட் பாறை சுண்ணப் பாறையை விட நான்கு மடங்கு அதிகமாக மழைநீரில் கரைவதால் அவை பயன்படமாட்டா. குவார்ட்சைட் போன்ற மணற்பாறைகள் சிலிகா வய பிணைப்புடன் கூடி இருந்தால் பயன்படுத்தலாம்.

முல்டானுக்கும் லாஹீருக்கும் இடையே 160 கி. மீ. நீளத்துக்கு ஹரப்பா காலத்தில் செய்யப்பட்ட (2500-1500 கி. மு.) சுட்ட செங்கல்லே (Bricks) உடைத்துப் போட்டு ரயில்பாதை அமைத்துள்ளனர்.

நீரின் நிலப்பொதியியல்

நாம் பயன்படுத்தும் நீர் பெரும்பாலும் வானின்று பொழியும் மழை நீராகும். பனித் துளிகளாகவும் வெண்பனி வீழ்ச்சியாகவும் சிறிது நீர் நமக்குக் கிடைக்கிறது. இவை விண் வீழ் (Meteoric) நீரினத்தைச் சேர்ந்தவை. வான் வழங்கும் நீரல்லாது தணற் பாறைகளில் இருந்து எழும் நீராவியாகவும் பாறைக் குழம்புகள் குளிர்ந்து படிகமாகிக் கெட்டியாகும்போது வெளியாகும் நீராகவும் "தணல் நீர்" (Javenile water) என்னும் ஒருவகை நீரை நிலமே வழங்குகிறது. மற்றும் படிவுப் பாறைகள் வீழ்படிவுகளாகப் படிந்து இறுகிக் கெட்டியாகும்போது உடன் தங்கியுள்ள "உடன் பொதி நீர்" (Connate water) என்னும் ஒருவகை நீரும் உண்டு. ஆயினும் மழைநீர் ஒன்றையே உலகின் உயிர் வாழ்க்கை நம்பியுள்ளது எனலாம்.

மழை இடத்துக்கு இடம் மாறுபட்ட அளவுகளில் பெய்வது இயற்கை. மாதம் மும்மாரி பெய்யினும் தினந்தோறும் எவ்வளவு மழை பெய்கிறது என்பதை மழைநீர் அளக்கும் கருவிகளேக்கொண்டு நிரலிட்டு வைக்கவேண்டும். பல ஆண்டுகளாக இவ்வாறு சேகரித்துள்ள மழை அளவுப் புள்ளி விவரங்களேக் கண்டு ஆய்ந்த பின்னரே பொதுப்பணிப் பொறியியல் சாதனேகளே மேற்கொள்ள வேண்டும்.

நிலத்தின்மேல் விழும் மழைநீரில் ஒரு பகுதி நீராவியாகியோ அல்லது செடிகளின் ஊடாகவோ மீண்டும் வானத்துக்கே திரும்பி விடுகிறது; மற்ெரு பகுதி ஆறுகளில் பாய்ந்து ஓடிவிடுகிறது; பிறிதொரு பகுதி மண்ணுள் ஊறிப் பாறைகளிடையே பொதிகிறது. இவற்றையே ஆவியாகிப் போதல் (Evaporation loss), வடிநீர் (Run-off), உள்வடிதல் அல்லது உள் ஊறல் (Percolation) என்பர். இந்த மூன்று போக்குகளுக்கிடையே நிலேயான ஒருவித விகிதமும் இல்லே. இது இடத்துக்கு இடமும், காலத்துக்கு ஏற்பவும், நிலப் பொதியியல் மற்றும் நிலக் கூற்றியல் (Topography), தாவரத் தழைவு ஆகியவற்றுக்கு ஏற்பவும் மாறுபடுவதைக் கரணலாம். நீர் ஆவியாவது காற்றின் வெப்ப அளவு, ஈரப்பதன். காற்றின்

அசைவு, நிலத்தின் வெப்ப அளவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. நீர் நிலத்துள் ஊறுவது மாரிக்காலத்தில் மிகுதியாகவும் கோடையில் குறைவாகவும் இருக்கும். கோடையில் ஆவியாதலே அதிகம். நில நீர் சேமிப்பு கோடையில் மிகக் குறைவாகவே இருக்கும்.

நிலத்தின் சரிவு, அதன்மேல் வளர்ந்துள்ள தாவர வகைகள் ஆகியவற்றுக்கு ஏற்ப உள்ஊறல் வேறுபடும். மலைகளின் குத்துச் சரிவுகளில் வடிநீர் மிகுதியாக இருக்கும். தாவர வகைகள் அடர்ந்திருக்கும் இடத்தில் வடிநீர் சற்று குறைவாகவே இருக்கும். சமவெளியில் வடிநீர் மிகக்குறைவு. ஆவியாதல் மிக அதிகம். கோடையில் தாவரங்கள் நீரை உறிஞ்சிக் கொள்வதால் உள்ஊறல் குறைத்துவிடுகிறது. தாவரவகைகள் மிகுதியாக இருப்பின் மழைநீர் உள்ஊறும். வெள்ளப் பெருக்கு குறையும். தாவரங்கள் இல்லாத பொட்டல் வெளியில் சிறிது மழை பெய்தாலும் அத்தனையும் மண்ணை அரித்துக்கொண்டு வெள்ளமாக ஓடிவந்துவிடும். இவ்வாறு வழித்தடங்களும் பயனுள்ள சொத்துக்களும் பெரிதும் சேதப்படுவதைக் காணலாம். பல ஆண்டுகளாக ஏற்படக்கூடிய இயற்கையான மண் அரிப்பை ஒரே ஒரு பலத்த மழை விளைவித்துவிடும்.

நிலத்தின் பரப்பு மணற் பாங்காக இருந்தால் மழைநீர் உள் ஊறும். களிப் பாங்காக இருந்தால் வடிநீர் உள்ஊற வாய்ப்பு இருக்கும். நிலை பனித்தரைகளிலும் உள்ஊறல் தடைபடும்.

ஓர் இடத்தில் ஆவியாதல், ஊள் ஊறல், வடிதல் ஆகியவை எந்தெந்த விகிதத்தில் நடைபெறுகின்றன என்பதை முன்கூட்டி கணக்கிட்டுச் சொல்ல முடியாது. தொடர்ந்து பல ஆண்டுகளாகச் சேமித்த புள்ளி விவரங்களைக் கொண்டே சில நிலவரங்களை அறிய முடியும்.

கிணறுகளிலிருந்து பெறக்கூடிய நீரின் அளவு, உள்ஊறிச் செல்லும் மழைநீரின் அளவைப் பொருத்துள்ளது. மேலும், இது பெரும்பாலும் மேற்பரப்பின் பல தன்மைகளைப் பொருத்துள்ளது. மேலும், இது பெரும்பாலும் மேற்பரப்பின் பல தன்மைகளைப் பொருத்துள்ளது.

ம. நீ = ஆ + வ + உ. ஊ.

ம. நீ. = மழை நீர்; ஆ = ஆவியாதல் (Evaporation) மற்றும் செடிகள் மூலம் செலவாதல் (Transpiration) மேற்பரப்பில் வடிதல் (Run off) ; உ. ஊ = உள்ஊறல் (Percolation) மேற்பரப்பில் வடியும் நீரின் அளவை அந்த இடத்திலிருந்து ஓடும்

ஆறுகளின் ஓட்டத்திலிருந்து அளந்து கொள்ளலாம். ஆவி யாதலையும் அளந்தறிய முடியும், காற்றின் வெப்பம், காற்றின் ஈரப்பதன், காற்று ஓட்டம், மழை விழும் நிலத்தின் வெப்பம் ஆகியவற்றைப் பொருத்து ஆவியாதலும் மாறுபடும்.

ஓர் இடத்தின் நீர் வளத்தை அளக்க பின்வரும் வழியைக் கையாளலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட மழைநீர் பிடிப்பு இடத்தில் (Catchment area) எவ்வளவு மழை சராசரியாகப் பெய்கிறது என்பதை அளக்கவேண்டும் சராசரி மழை ஆண்டுக்கு 76 செ. மீ. (30 அங்) என்று வைத்துக்கொள்வோம். 2.60 சதுர கி. மீ. (1 சதுர மைல்) பரப்பில் 1 ஆண்டுக்கு 2.5 செ.மீ. (1 அங்) மழை பெய்தால் அது ஒரு நாளுக்கு சுமார் 186720 லிட்டர் (40,000 கேலன்) நீருக்குச் சமமாகும். உள் ஊறுவதற்கும் மேல்வழிந் தோடுவதற்கும் கிடைக்கும் நீரானது பெய்யும் மழைநீரில் ஆவி யாதல் போக எஞ்சியதேயாகும். 40 செ. மீ. (16 அங்) ஆவியா கிறது என்று வைத்துக்கொண்டால் இது 76—40=36 செ. மீ. (14 அங்) ஆகும். உ. ஊ. + வ=36 செ. மீ. (ஆண்டுக்கு) ஆகவே நீர் அளவு ஒரு நாளுக்கு எத்தனை லிட்டர் என்பதை 36 (செ.மீ.) × மழை பிடிப்பு நிலப் பரப்பு (சதுர கி. மீ. × 186720 (லிட்டர்) என்னும் வீதம் கணக்கிடலாம்.

ஆற்றோட்ட அளவுகளில் இருந்து வடிதல் அளவு கிடைத் தால் உள் ஊறல் எவ்வளவு இருக்கும் என்று கணக்கிடலாம். உள் ஊறும் அவ்வளவு நீரையும் கிணறுகள் மூலம் திரும்பப் பெறுதல் அரிது. ஆனல் பெரும்பாலான நீரை தக்க இடங் களில் அமைத்த கிணறுகள் மூலம் பெறலாம்.

நிலநீர் அல்லது கூவநீர் (Ground water) நிலத்தில் நிலத்தில் மழையாக விழும் நீரில் ஒருபாகம் மேல் மண்ணுக்குள்ளும் தரையடி மண்ணுக்குள்ளும் ஊறிச் சென்று கீழேயுள்ள பாறை களில் சேமிக்கப்படுகிறது. ஆகவே ஆங்காங்கு வேறுபட்ட அளவு ஆழங்களில் பாறைகளின் வெடிப்பிலும், பிளவு களிலும், உட் புழைகளிலும் எப்போதும் நீர் நிரம்பியதாக உள்ள ஒரு பகுதி உண்டு. இதையே "நீர் அடர் பகுதி" zone of saturation) என்பர். இங்குள்ள நீரையே நிலநீர் என்பர். நிலநீர் அகழ்கிணறுகளிலும் துருவுதுளைக் கிணறுகளிலும் ஊறி வருகிறது. தக்க சூழ்நிலைகளில் ஊற்றாக வழிகிறது. நிலநீர் எப்போதும் பாறைகளின் உட்புழைகளில் மெதுவாக ஓடிக் கொண்டே இருக்கும். நீர்தங்கியுள்ள பாறை அமைவை நீர்

நிறைப்படுகை (Aquifer) எனலாம். நீர் அடர் பகுதியின் மேற் பகுப்பையே நிலநீர் மட்டம் (Water-table) என்பர்,

பாறைகளின் புரைமையும் (Porosity) நுழைமையும் (Permeability) பாறைகளில் பலவகையான உட்புழைகள் உள்ளன; 1. துகளிடை வெளிகள் அல்லது அகவரிச் செறி விடை வெளிகள் 2. பாறைகளைப் பகுதிகளாக்கும் பிளவுகள் (Joints), தள முறிவுகள் (Shear zones), வெடிப்புகள் (Fissures), கனிமப்பிளவுகள் (Cleavage), பிளவுப் பெயர்ச்சி தளங்கள் (Faults) 3. உட்புழைகள் (Vesicles),. கரைசல் உட்குடைவுகள் (Solution cavities).

பாறைகளின் நுண் இழைமை அமைதியையும் (Texture) பொது அமைப்பையும் (Structure)பொருத்து நிலநீர் நிலத்தினுள் எவ்வாறு தங்குகிறது, எவ்வாறு ஓடுகிறது என்பதைக் கவனிப் போம். பாறைகளின் கனிம அகவரிச் செறிவுகளிடையே உள்ள வெளி இடங்கள் (Inter granular space) பாறையின் புரைமைக்குக் காரணமாக இருக்கக்கூடும் என்பதைக் கண் டோம். புரைமை என்பதை பாறையின் உட்புழையான கன அளவுக்கும் பாறையின் மொத்த கன அளவுக்கும் உள்ள விகிதம் எனலாம்.

$$\text{புரைமை} = \frac{\text{உட்புழை கன அளவு} \times 100}{\text{மொத்த கன அளவு}}$$

நீர் உட்புழைகளில் புகுந்து புவிக்கவர்சியின்வயப்பட்டு கீழே ஊர்ந்துசெல்லும். புரைத்துளைகள் மிக நுண்ணிய புழை களாக இருக்குமானல் நீரியக்க (Hydraulic) அழுத்தத்தால் நீர் ஓட முடிவதில்லை. பெரிய உட்புழைகளில் நீர் எளிதில் ஓடும் ஆகவே களிமண்ணில் புரைமை அதிகமாக இருந்தபோதிலும் புழைகளின் நுண்மை காரணமாக இதனூடே நீர் பகுந்து ஓட முடிவதில்லை. ஒரு பாறையின் நுழைமை அதனூடே நீரினல் எவ்வளவு எளிதில் புகுந்து ஓடமுடியும் என்பதைப் பொருத்தது. மணல், சரளைக்கல் ஆகிய படிவுகளில் புரையும் அதிகம் நுழைமையும் அதிகம்.

புரைமையே இல்லாத அடர்ந்த பாறைகளிலும் பிளவுகள், பாறைப் படுகைத் தளங்கள் போன்ற புழைகள் இருக்குமானல் அவற்றினுள் நீர் புகுந்தோடும். இவற்றை நீர்புகு (Pervious) பாறைகள் எனலாம். பாறைகளில் இவ்வாறு பலவித உட் துளைகள் நிலப் பரப்பிலிருந்து ஒரு சில நூறு மீட்டர் ஆழம்வரை

தென்படுகின்றன. மிகுந்த ஆழங்களில் பாறைகளின் அழுத்தமே இத்தகைய உட்துளைகளை மூடிவிடுகின்றன. பாறைகளில் 2000 மீட்டர் ஆழத்திலும்கூட நீர் புகுந்தோடும் பிளவுகளைக் கண்டுள்ளனர். களிமண் (Clay), களிப் பாறைகள் (Shales), சுண்ண மண் (Marl), பிளவுகள் இல்லாத தணற் பாறைகள், செறித்த சுண்ணப் பாறைகள், சில வகை நசிவு எச்சப் படிவுகள் (Residual deposits) ஆகியவை எளிதில் நீர் நுழைந்தோட முடியாத பாறை வகைகள்.

சில பாறைகளின் புரைமை அளவு:

	புரைமை சதவீத வீச்சு
மண்	50–க்கும் மேம்பட்டது
களிமண்	45-க்கும் மேலானது
உதிரியான மணலும் சரளையும்	20 முதல் 47 வரை
மணற்பாறைகள்	5 முதல் 25 வரை
வெண் சுண்ணமண் பாறை (Chalk)	சுமார் 50
சுண்ணப் பாறை	5 முதல் 25 வரை
டோலோமைட் வய சுண்ணப் பாறை	5-க்கும் கீழானது
கிரேனைட் போன்ற தணற் பாறைகள்	1-க்கும் குறைவானது
குவார்ட்சைட்	1-க்கும் குறைவானது

மண்கள் (Soils), நில மேற் பரப்பிலுள்ள மண் படிவுகள் துகளிடை வெளிகளின் காரணமாக நல்ல புரைமை உடையனவாக இருப்பதால் மழை நீரைப் பெருமளவுக்கு உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. இதில் ஓரளவைத் தாவரங்கள் பயன்படுத்துகின்றன, சிறிதளவு ஆவியாகிச் செல்கிறது. ஆனாலும் மண்ணில் நீர் செறிந்துவிட்டால் கீழேயுள்ள மண்ணுள்ளும், பாறையினுள்ளும் நீர் வடிந்து செல்கிறது. களிமண்கள் (Clays) மிகவும் சன்னமான துகள்களால் ஆனவை. துகள்களினிடையேயுள்ள புதைகள் மிகவும் நுண்ணியதாக இருப்பதால் இதிலுள்ள நீர் நுண்புழைமை (Capillarity) சக்திகளால் அங்கேயே கட்டிவைக்கப்படுகிறது. ஆகவே களிமண்களை நீர் நுழையாத வகைப் படிவுகளாகக் கருதவேண்டும்.

குவார்ட்சைட்டுகள் போன்ற மாற்றியல் பாறைகளிலும் கிரேனைட் போன்ற தணற் பாறைகளிலும் புரைமை மிகவும் குறைவானதே. ஆனாலும் சுண்ணச் சத்து கரைந்துவிடுவதால் உட்புழைகளும், குகைபோன்ற கரைசல் உட்குடைவுகளும் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு.

எரிமலையிலிருந்து வழிந்தோடி இறுகிய பாறைகளில் இறுகும்போது உண்டான பிளவுகளுடன் (joints) வாயுக்கள் வெளியேறியுள்ள உட்புழைகள் (Vesicles) மிகுந்திருப்பதைக் காணலாம். கரைசல் குடைவுகளைப் போலவே இவையும் அளவில் பெரிதும் மாறுபடக் கூடியவை.

மணல்களிலும் மணற் பாறைகளிலும் உள்ள புரைமை கீழ்க்காணும் ஆக்கக் கூறுகளைப் (Factors) பொருத்துள்ளது:

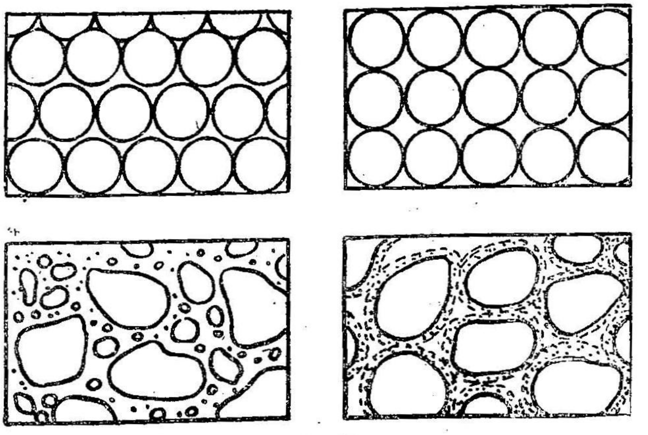
(1) துகள் அளவு ஒரே அளவுள்ள துகள்களை மட்டுமே கொண்ட மணலில் புரைமை மிகுதியாக இருக்கும். பல அளவுகளையுடைய துகள்கள் ஒன்றாகக்கலந்திருக்கும்போது மணலின் புரைமை குறைந்தே இருக்கும். ஏனெனில் சிறிய அளவுள்ள துகள்கள் உட்புழையான இடங்களுக்குள் சென்று அடைத்துக் கொள்கின்றன. மணற்பாறைகளுக்கும் இது பொருந்தும்,

(2) துகள் அடுக்கு முறை. ஒரே அளவுள்ள துகள்களிலும் அடுக்குமுறை வேறுபடுவதைக் காணலாம். கடையில் ஆரஞ்சு பழங்களை கூம்பு வடிவில் வெளியில் அடுக்கும்போது கீழுள்ள மூன்று பழங்களையும் தொட்டாற்போல் மேலே ஒரு பழத்தை வைக்கின்றனர். இதையே ஒரு பெட்டிக்குள் அடுக்கும்போது ஒரு பழத்தின் நேர்மேலே மற்றொன்றை வைத்து அடுக்கமுடியும். கூம்பு வடிவில் அடுக்கினால் கோளஇடைவெளி (புரைமை) 27% இருக்கும். ஒன்றின் நேர்மேலே மற்றொன்றை அடுக்கினால் புரைமை 47% இருக்கும்.

3. துகளிடையே உள்ள பற்றுக்காரை : பாறையின் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளியில் களிமண் நுண் கனிமம், சுழ்பசை போன்ற பல காரை வகைகள் திணிந்துள்ளன. இவை இடைவெளி அனைத்தையும் மூடி இருக்கலாம் அல்லது சிறிது இடைவெளியையே அடைத்திருக்கலாம். இவ்வாறு காரைகள் துகள்களைப் பிணைப்பதாலேயே மணற்பாறைகள் உண்டாகின்றன.

திண்துகள்வய ஊடகத்தில் (Granular medium) நீரின் ஒழுக்கம் நிலநீர் பெரும்பாலும் படல ஒழுக்கம் (Laminar flow

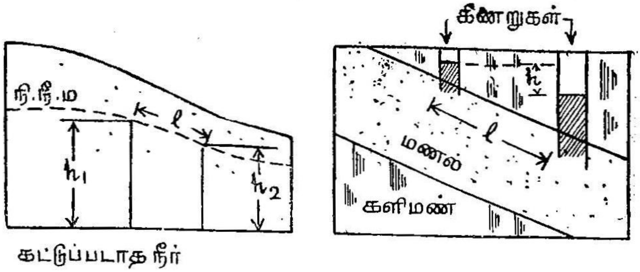
என்னும் சீரான, நிதானமான முறையில் தடைபடாத் துகள் அணுக்களின் ஓட்டமாக அமையும். இதுவே உள்ஊறல் (Percolation) முறையாகும். மணல் போன்ற திண்துகள் வய ஊடகத்தில் நீர் உள்ஊறி ஒழுகுவதை பின்வரும் ஆக்கக் கூறுகள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. 1. துகள்களின் அளவு 2. புரைமை விகிதம் 3. நீரியக்க இயல் சாய்மானம் (Hydraulic gradient) அதாவது எவ்வளவு உயரத்திலிருந்து எவ்வளவு



படம் 180.

தூரம் ஒழுக்கு ஏற்படுகிறது என்பது. சீரான ஒழுக்கத்தில் சுழல்களும் கலக்க ஓட்டங்களும் இல்லையாதலால் சக்தி வீணாவ தில்லை. உள்ஊறலின் திசை வேகம் (Velocity) நீரியக்க இயல் சாய்மானத்துக்கு நேர் விகிதத்திலும் நுழைமைக்கு(Permeability) எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கும். 4, நீரின் வெப்பநிலை வெப்பநீரின் பாகுமையைப் (Viscosity) பாதிக்கும். டார்சி (Darcy) என்பவர் 1856ம் ஆண்டு $V = K\frac{h}{l}$ என்னும் சுருக்க விதிமுறையைக் கண்டுபிடித்தார். இத்த விதியில் V = உள்ஊறல் திசை வேகம். h = ஒழுக்கு ஏற்படும் உயரம்; l = ஒழுக்கு ஏற்படும் தூரம்; K = ஒரு மாறு எண். இது துகள் ஊடகத்தின் பொருளைப் பொருத்தது. இதை நுழைமைக் கெழு அல்லது குணகம் (Coefficient of permeability எனலாம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட ஊடகப்பொருளில் நீரியக்கவியல் சாய்மானம் ஒன்றாக (Unity) இருக்கும்போது உள்ள நீரின் திசை வேகத்தைக் குறிக்கும். இதை நேரடியாக நிலத்திலேயே ஆராய்ச்சிசெய்து கணக்கிடலாம். ஒரு கிணற்றில் உப்பைக் கலந்து இன்னொரு

கிணற்றில் இந்த உப்புநீர் வந்துசேர எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தை அளக்கமுடியும். சாயங்களையும் பயன்படுத்தலாம். இரண்டு கிணறுகளுக்கும் இடையேயுள்ளதூரம், நீர்மட்ட



படம் 181.

உயர வேறுபாடு ஆகியவற்றையும் தெரிந்துகொள்ளலாம். டார்சியின் விதியைக் கொண்டே K-யைக் கண்டுபிடித்து விடலாம்.

இதையே ஆய்வுக் கூடத்திலும் கீழ்க்காணுமாறு ஆராய்ந்து அறியலாம். P = Qlt/Tah என்னும் சுருக்கவிதிக் குறியீட்டில் P என்பதே நுழைமை ஆக்கக்கூறுகிய K. ஊடகப்பொருளை வட்டுருவான ஜாடியில் (Cylinder) எடுத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையில் ஒரு குறிப்பிட்ட (தெரிந்த) உயரத்திலிருந்து நீரைவிடவேண்டும். மறுமுனையில் நீர் வழியும்போது உள் ஊறல் விகிதத்தை அளக்க வேண்டும். நுழைமையை P = Qlt/Tah என்னும் சுருக்க விதியைக்கொண்டு கணக்கிட வேண்டும். இக்குறியீட்டில் Q ஊடகத்தினூடே T நேரத்தில் எவ்வளவு நீர் ஊறிச் சென்றது என்பதையும், l ஊடகத்தின் நீளத்தையும், a அதன் குறுக்களவையும், h நீர்மட்ட உயரத்தையும், t வெப்பத் திருத்தத்தையும் (Correction) குறிக்கின்றன.

ஒரு சதுர அடி குறுக்களவுள்ள ஊடகத்தின் வழியாக 60° பாரன்ஹைட் வெப்பத்தில், 1 : 1 என்னும் நீரியக்கவியல் சாய்மானத்தில், நாளொன்றுக்கு, ஊறிச் செல்லும் நீரின் அளவை கேலன் கணக்கில் காட்டுவதே இந்த நுழைமைக்கெழு. இதுவே, நிலத்தில் உள்-ஊறல் திசைக்கு நேர்குத்தான திசையில் அளிக்கப்பட்ட ஒருமைல் நீளமுடைய நீர்வயப்படுகையின் ஒவ்வொரு அடிகனமுள்ள படுகையினூடேயும், ஒரு மைலுக்கு ஓர் அடி என்னும் நீரியக்கவியல் சாய்மானம் உள்ளபோது நாளொன்றுக்கு ஊறிச்செல்லக் கூடிய நீரின் அளவை கேலன்களில் காட்டும்.

* Tolman, C. F. "Groundwaler"; McGraw Hill Book Co. 1937 P. 208.

இயற்கையான திண்துகள் வயப் பொருள்களில் காணும் நீர் ஓட்டத் திசை வேக வீச்சுக்கள் (டோல்மனின் கூற்றுப்படி);

பொருள்	துகள் அளவு மி. மீ.	1% டீரியக்க இயல் சாய்மானத்தில் நாளுக்கு இத்தனை அடி என்னும் சராசரி திசை வேகம்
வண்டல் மண். நுண்மணல்	0.005 – 0.26	0.065
நடுத்தரமான மணற்பாறை	0.25—0.5	1.16
பெருமணல், மணற்சரளை	0,5—2.0	6.33
சரளை (Granel)	2.0—10	30.0
சரளையில் மிகுந்த திசை வேகம்	1.85 (பலன் விளை விட்டம், Effective diamcter).	110.0

டார்சியின் சுருக்க விதியை ஒரு பாறையின் ஊடே ஓர் அலகு நேரத்தில் (Unite Time) செல்லக்கூடிய நீரின் அளவுக்குச் (Q) சம்பந்தப்படுத்தியும் எழுதலாம்.

$$Q = P.I.A.$$

P = நுழைமைக் கெழு (Permeability Coefficient)

I = நீரியல் வயச் சாய்மானம் (Hydraulic gradient)

A = நீர் பாயும் இடத்தின் குறுக்களவு.

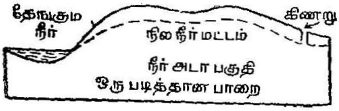
Q நாளொன்றுக்கு இத்தனை கேலன் என்னும் கணக்கிலும், A சதுர அடியிலும், I ஒன்றுக்குச் சமமாகவும் (அதாவது 100% சாய்மானம்) இருக்கையில் P திட்டத்தர அலகில் (Standard unit) இருக்கும். நீரியல் வயச் சாய்மானம் 1 : 1 ஆகவும் குறுக்களவு 1 சதுர அடியாகவும் இருக்கும்போது ஒரு நாளுக்கு இத்தனை கேலன் என்னும் P-ன் சுமாரான அளவுகள் பின்வருமாறு இருக்கும்-

படிவு	சராசரி நுழைமைக் கெழு
மிக நுண்ணிய மணல்	50
நுண் மணல்	300
நடுத்தர மணல்	600
பெருமணல்	1500
நுண் சரளை	5000
பெருஞ்சரளை	15,000ம் அதற்கும் மேலும்

இந்த சராசரி நுழைமைக் கெழு பெரிதும் மாறுபடக்கூடும் என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

நிலநீர் மட்டம் (Water Table)

நிலநீர் நீர் அடர்பகுதி என்னும் கலைச் சொற்களை முன்பே தெரிந்து கொண்டோம் (ப. 270, 271) நீர் அடர் பகுதியின் (Zone of saturation) மேல் பரப்பே நிலநீர் மட்டம். இந்த நீர்மட்டம் ஏரியின் நீர் மட்டத்தைப்போல் ஒரு சமதளமாக இல்லாது ஏற்றத் தாழ்வுகளுடன் அமைந்திருக்கிறது. மேற் பரப்பில் ஏற்றம் இருந்தால் நிலநீர் மட்டமும் அதனடியில் சற்று ஏற்றம் கண்டவாறு இருக்கிறது. மேற் பரப்பில் தாழ்வு இருந்தால் அதனடியிலும் நிலநீர்மட்டம் தாழ்ந்திருக்கிறது. இதனால்தான் மேட்டுப் பாங்கான இடங்களிலும் கிணறுகள் தோண்டி நிலநீர் மட்டத்தை எளிதில் அடைய முடிகிறது.



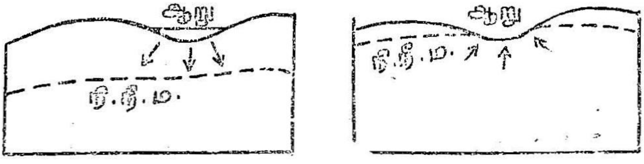
படம் 182.

நிலநீர் மட்டம் ஏரி அல்லது ஏரி அல்லது கடல் நீரின் மட்டத்துடன் முடிவாகக் கலந்துவிடுகிறது. கிணறுகளில் நீர் தங்கும் ஆழங்களைக் கொண்டு நிலநீர் மட்டத்தை அறியலாம். கிணறுகளில் நிலநீர் மட்டத்துக்கும் மேல் நீர் நிலைப்பதில்லை. அது உள் ஊறிச் சென்றுவிடும். அதிக மழையின் காரணமாக நிலநீர் மட்டம் மேலெழலாம்; அதிக வறட்சியினால் தாழலாம். இவ்வாறு ஏற்படும் மாற்றங்கள் விரைவாக நடைபெறுவதில்லை. இது உள் ஊறல் வீதத்தையும், சாய்மானத்தையும், புரைமையையும் பொருத்துள்ளது.

நிலத்தின் மேற் பரப்பிற்கும் நிலநீர் மட்டத்துக்கும் இடையே சிறிதளவு நீர் மேலும் கீழுமாக நகர்ந்தவாறு இருக்கும். இதை நிலையா நிலநீர் (Vadose water) என்பர். இந்தப் பகுதியை காற்றூட்டப் பகுதி (Zone of aeration) அல்லது நிலநீர் நிலையாப் பகுதி (Vadose zone) என்பர்.

நிலநீர் மட்டம் நிலமேற்பரப்புக்கு அடியில் இருக்கும் போது மழைநீர் உள்ஊறுகிறது (Influent). இந்த நிலையில் மேற்பரப்பில் ஓடும் ஆறுகளில் இருந்தும் நீர் உள்ஊறிச் செல்லும். இத்தகைய ஆற்றை உள்வடியும் ஆறு (Influent stream) என்பர், நிலநீர் மட்டம் நிலப்பரப்புக்குச் சமமாக

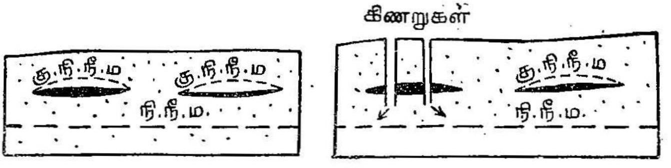
மேலேயே இருப்பின் மழை இல்லாவிட்டாலும் உள்ளிருந்து வெளியே வரும் ஊற்றுநீர் ஆறுகளில் ஓடும். இத்தகைய ஆற்றை நிலநீர் பெறும் ஆறு (Effluent stream) என்பர்.



படம் 183.

குத்து நிலநீர் மட்டம் (Perched water table)

மணற்பாங்கான அல்லது நுழைமை மிக்க படிவின் முக்கிய நிலநீர் மட்டத்துக்கு மேல் நிலநீர் நிலையாப் பகுதியில் ஆங்காங்கு நுழைமை அற்ற களிமண் படிவுகள் சிறு வில்லைகள் போல் அமைந்திருக்கும்போது அவற்றின் மேல் தனியாக சிறிதளவு நிலநீர் தங்கிஇருக்கும். முக்கிய நிலநீர் மட்டத்துக்கு மேல் ஆங்காங்கு தங்கி இருக்கும் இத்தகைய தனித்தனி நிலநீர் மட்டங்களை குத்து நிலநீர் மட்டங்கள் என்பர். சில கிணறுகளை ஆழமாக்கியதும் குத்து நிலநீர் முக்கிய நிலநீர் மட்டத்துக்கு வடிந்துவிடக்கூடும். ஏனெனில் குந்துநில நீரைத் தாங்கி இருந்த களிமண் படிவை கிணறு துளைத்துவிட்டிருக்கக் கூடுமல்லவா?

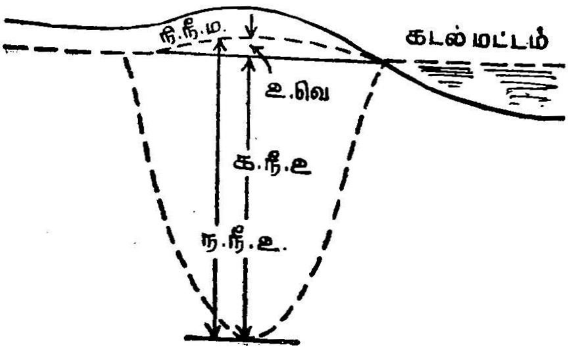


படம் 184.

கடற்கரை மணலில் நன்னீர்

மணற்பாங்கான கடற்கரைப் பகுதிகளிலும் சிறு தீவுகளிலும்கூட கடல்நீர் வெகு அருகே இருந்தாலும் குழிகளைத் தோண்டினல் ஆங்காங்கு நன்னீரை (fresh water) ஊற்றாகப் பெறலாம். மழை நாள் கழிந்தபிறகு நல்ல வெய்யில் நேரத்தில் மெரின கடற்கரையில் மணலைத் தோண்டி சிறுதகரக் குவளையில் நல்ல நீரைச் சிறிது முகந்து தந்து வழிப்போக்கனின் நீர் வேட்கையைத் தணிக்கும் சிறுவனுக்கு கூவநூலில் யாரும் பயிற்சி அளிக்கவில்லை!

நன்னீர் உலர் நீரைவிட இலேசானது, கடற்கரையின் அருகே உள்ள மணல். குறுமண் (Loam). பவழச் சுண்ணக்கல் ஆகியவற்றின் படிவுகளினுள் நன்னீர் தேங்கி இருக்கக் காண்கிறோம். தீவுகளில் தரைக்கு அடியில் நன்நில நீர் மட்டம். கடல் நீர் மட்டத்துக்குமேல் சிறிது உயரத்தில் இருப்பதைக் காணலாம். இந்த நீர் கீழ்நோக்கி ஏன் வடியவில்லை?



படம் 185.

படத்தில் உ. வே. என்பது நன்னீர் மட்டத்துக்கும் கடல் நீர் மட்டத்துக்கும் உள்ள வேற்றுமையைக் குறிக்கும் ந.நீ.உ = நன்னீர் உயரம்; க.நீ உ. = கடல் நீரின் உயரம். கடல் நீரின் அடர்த்தி = க.நீ.அ. = 1.025.; நன்னீரின் அடர்த்தி = 1. க.நீ.அ. × க.நீ.உ × (க.நீ.உ + உ.வே.) ×1 க.நீ.உ..

$$= \frac{\text{உ. வே}}{(\text{க.நீ.அ}-1)} = (40)\ (\text{உ.வே}) = 40.$$

40 அடி உயரமான கடல் நீர் 41 அடி உயரமான நன்னீருக்குச் சமமான எடை உள்ளதால் இரண்டும் சமநிலையில் உள்ளன. ஆகவே கடல் நீரின் உயரம் 40 அடி இருக்கும் போது நன்னீருக்கும் கடல் நீருக்கும் உள்ள வேற்றுமை 1 அடி ஆகும். நன்னீர் 41 அடி இருக்கும்.

$\frac{\text{ந.நீ.உ.}}{\text{க.நீ உ.}}$ என்னும் விகிதமும் $\frac{\text{1 அலகு அளவு நன்னீரின் எடை}}{\text{1 அலகு அளவு கடலநீரின் எடை}}$ என்னும் விகிதமும் ஒன்றாக இருக்கவேண்டும் என்பதே சமநிலைக்குத் தேவையான நியதி.

சுமார் 40° முதல் 60° பாரன்ஹைட் வெப்பம் இருக்கையில் கடல் நீரின் எடை 1 கன மீட்டருக்கு சுமார் 930 கிலோ கிராம்

(1 கன அடிக்கு 64 பவுண்டு), நன்னீரின் எடை 1 கன மீட்டருக்கு 910 கிலோ கிராம் (1 கன அடிக்கு 62.4 பவுண்டு).

நன்னீர் மட்டம் கடல் மட்டத்துக்குமேல் எவ்வளவு உயரத்தில் இருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்துகொண்டால் நன்னீர் எவ்வளவு ஆழம்வரை கிடைக்கும் என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம், ஆனாலும் நன்னீர் மட்ட விரைவில் தணியுமளவுக்கு நீரை வெளியேற்றுவோமாயின் கடல் நீர் மட்டம் நன்னீர் பகுதிக்குள் பாய்ந்து நன்னீர்த் தேக்கத்தையே கெடுத்துவிடும். கடலோரம் (Tides) இயங்கும் கடல் வாய்ப் பகுதிகளில் (Estuary) இத்தகைய சேதம் விரைவில் ஏற்படும்.

ஊற்று நீர் (Spring water) (நீரூற்று, சுனை, மலைச்சுனை) கசிவு, ஒழுக்கு

இயற்கையாக நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பொங்கி வழிந்து ஓடும் நிலநீரை ஊற்று (Spring) என்பர். ஒரு சில இடங்களில் சற்று பரவலாக நிலநீர் சிறிதளவு மேலே சுரந்து வருவதை ஒழுக்கு அல்லது கசிவு (Seep) என்பர். இந்த இரண்டு வகையுமே நிலநீர் மட்டம் தரையின் மேற்பரப்புக்கு மேலே தலைகாட்டுவதாலேயே உண்டாகின்றன.

நீரூற்றுக்கள் பின்வரும் வகையின -

1. படிவு ஊற்று (Stratum spring) தொடுதள ஊற்று (Contact spring).

2. பள்ளத்தாக்கு ஊற்று (Valley spring); நிலநீர் மட்ட ஊற்று அல்லது கசிவு (Water Table spring & seep).

3. பிளவு ஊற்று (Fault spring).

4. கரைசல் குடைவு ஊற்று (Solution spring. Karst spring).

5. ஆர்டீசியன் ஊற்று (Artesian spring).

6. வெந்நீரூற்று (Hot spring; Thermal spring).

படிவு ஊற்று : நீர் புகாத படிவு ஒன்று நீர், புகும் படிவு ஒன்றின் கீழ் அமைந்திருந்தால் நிலநீர் கீழ்நோக்கி ஊறுவதை நீர் புகாப் படிவு தடுத்து விடுகிறது. இத்தடுப்புப் படிவு சரிந்திருந்தால் அதன் சரிவு வாட்டத்தில் நிலநீர் வழியும். இத் தொடுதளம் இயற்கையான நில அரிப்பு அல்லது செயற்கை

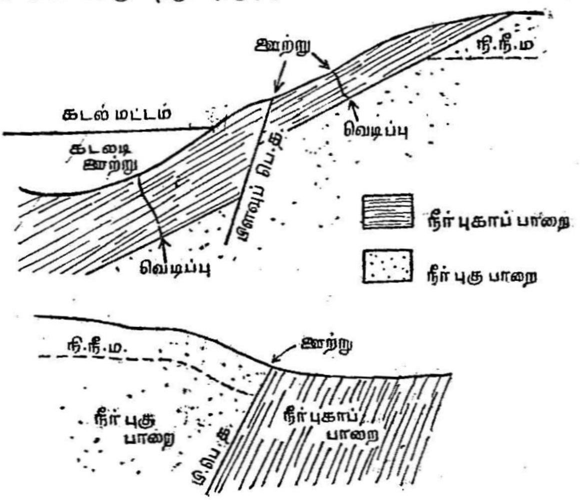
யான வெட்டுப்பள்ளம் ஆகிய இடங்களில் வெளிப்படும்போது நிலநீர் ஊற்றுக வெளிவரும். இதையே தொடுதள அல்லது கசிவு என்பர் (Contact spring or seep). இறுகாத மேல் மண் அடித்தளம் பறையைத் (Bedrock) தொடும் இடங்களிலும் தொடுதள ஊற்று உண்டாகும். பணியாற்றியல் படிவுகளுள்ள இடங்களில் நீர்புகாக் களிப்படிவுகளுக்கும் (Till) மேலுள்ள புரைமையுள்ள படிவுகளுக்குமிடையே உள்ள தொடுதளத் திலும் ஊற்று ஏற்படும். இத்தகைய ஊற்றுக்களை நிலச் சரிவுப் படிவுகளின் (Landslide debris) அடித்தளத்திலும் மலை, உகல் (Talus) சரிவுகளின் அடித்தளத்திலும். ஆற்றடி விசிறுப் படிவு களின் (Alluvia fan) அடித்தளத்திலும் காணலாம். கிரேனைட் பாறைகளில் ஆங்காங்கு புரைமை மிக்க நசிவடைந்த பகுதிகள் இருக்குமாயின் இவற்றின் விளிம்புகளில் நிலநீர் கசிவுகள் இருக்கும். ஏற்காடு, நீலகிரி போன்ற மலைகளில் மேல் மண் நசிவுப் படிவுகளாக இருப்பதால் சரிவுகளில் வெளிப்படும் பாறைத் தளத்தில் நீர் கசிவதைக் காணலாம். கடிதான சாய் மானத்தில் ஏறி தொட்ட பெட்டாவை அடையும் கார்களின் சூட்டைத் தணிக்க இத்தகைய ஒரு கசிவின் நீரே பயன்படு கிறது. கோவையிலுள்ள வெள்ளியங்கிரியின் உச்சியில் உள்ள ஊற்றும் இவ்வகை ஊற்றே.

சுரிக்கல் பாறை புரைமை மிகுந்ததாக இருப்பின் அதன் பாறை அல்லது வெண்களியால் ஆன அடித்தளத்தின்மேல் கசிவுகள் ஏற்படுகின்றன.

பள்ளத்தாக்கு ஊற்று: இவற்றையே நிலநீர் மட்ட ஊற்று என்றும் (Water Table spring) கூறுவர். எங்கெல்லாம் நில மேற்பரப்பு நிலநீர் மட்டத்துக்குக்கீழ் உள்ளதோ அங்கெல் லாம் ஊற்று உண்டாகும். ஏரிப் பள்ளங்களின் பக்கங் களிலும் சில ஓடைப் பள்ளங்களிலும் மழை நாட்களுக்குப் பிறகு அவ்வப்போது நீரூற்று வெளிப்படும். சேலத்திலுள்ள மாமரங்கம் என்னும் சிறு ஓடையின் நீரூற்று இத்தகையதே. இது போன்ற ஓடைகளில் நிலநீர் மட்டத்துக்கும் கீழான பகுதி களில் எப்போதும் நீர் தேங்கி சதுப்பு நிலமாக இருப்பதையும் காணலாம். இவ்விடங்களில் தாழைச் சோலைகளும் இருக்கும் கடற்கரை ஓரச் சமவெளிகளிலும் மருத நிலங்களிலும்கூட ஆங்காங்கு ஊற்றோடைகள் தாழைச் சோலைகளுடன் காணப் படும். சேலத்தின் அருகேயுள்ள கந்தகிரியிலும், சித்தர் கோயிலிலும்கூட பள்ளத்தாக்கு நீரூற்றுகள் உள்ளன இத்தகைய ஊற்றுக்களில் வறண்ட கோடைகாலத்தில்

நீரற்றுப் போகக்கூடும் அல்லது நீர் ஓட்டம் மிகக் குறைந்து விடும். பள்ளத்தாக்குப் பகுதிகளில் தாவரங்கள் அடர்ந்த மேல் மண் இருந்தால் மழை காலத்தில் பெய்த நீர் கோடையில் சிறுகச் சிறுக ஊற்றாக வெளிவரும். தாவரங்கள் இல்லாத நீர் பிடி நிலத்தில் உள்–ஊறிச் சென்ற நீர் மிகக் குறைவானதால் ஊற்று கோடையில் வற்றிவிடும்.

பிளவு ஊற்று பிளவுப் பெயர்ச்சிகளின் (Faults) காரணமாக நீர்புகாப் பாறைப் படிவுகள் நீர்புகு பாறைப் படிவுகளுக்கு எதிரில் கொண்டுவந்து நிறுத்தப்படலாம். அப்போது நிலநீர்



படம் 185.

மட்டம் பிளவு வெளிப்படும் இடத்துக்கு மேலுள்ளபோது பிளவு ஊற்று உண்டாகிறது. நீர்புகாப் பாறைகளிலுள்ள பிளவுகள் வெடிப்புக்கள் ஆகியவற்றினூடேயும் அவற்றினடியிலுள்ள நிலநீர் மேற்பரப்புக்கு வரக்கூடும்.

பிளவுகளில் மாவுபோன்ற சாந்து (பிளவிடைமா-gouge) படிந்து உட்புழைகளை மூடியிருந்தால் நீர் கசிவு ஏற்படமுடியாது என்பதையும் நினைவுபடுத்திக்கொள்ளவேண்டும்.

கரைசல் குடைவு ஊற்று நிலநீர் ஓட்டத்தால் கரைக்கப்பட்டதால் குடைவுக் குகைகளையும் (Coverns) புதை குழிகளையும் (Sink-holes) கொண்ட சுண்ணப் பாறைகளில் நிலநீர்

ஆறுகளைப் போல் நிலத்தினடியில் ஓடக்கூடும்; ஓடி பள்ளத் தாக்குப் பக்கங்களில் ஊற்றாக வெளிவரக்கூடும்.

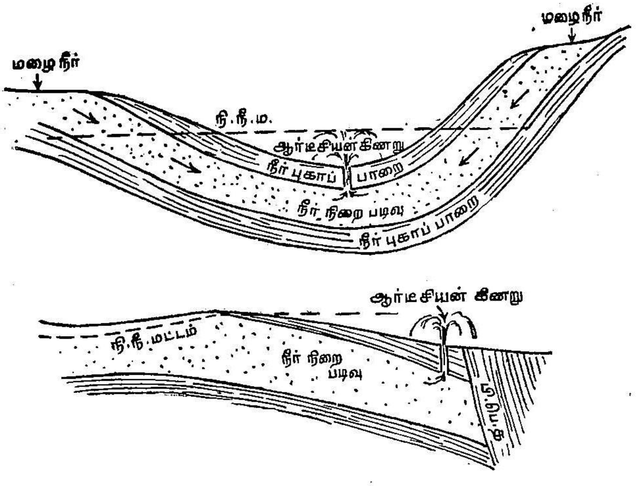
வெந்நீருற்று இந்தியாவில் பம்பாய், பஞ்சாப், பீஹார், அஸ்ஸாம், இமயப் பகுதிகள் காஷ்மீர் போன்ற பல இடங்களில் வெந்நீர் ஊற்றுகள் உள்ளன. வெந்நீரூற்றுகளில் கனிமச் சத்து மிகுந்து காணப்படுவதால் இவற்றை கனிம நீரூற்றுகள் (Mineral springs) என்றும் சொல்வர். பெரும்பாலான கனிம வெந்நீரூற்றுகளில் நீராடுவதால் பலவித நோய்கள் குணமாவதாக பொதுவான நம்பிக்கை உண்டு. இதனால் இவற்றினருகே கோயில்களும் கட்டப்பட்டுள்ளன. எல்லாவிதமான ஊற்றுகளின் அருகிலும் கோயில்கள் இருக்கும் காட்சி இந்தியாவின் ஒரு சிறப்பாகும். பீஹார், ஒரிசா காடுகளில் வசிக்கும் கோல்ஹன் இனத்தினர் காட்டிலுள்ள ஊற்றுகளின் அருகேயுள்ள மரங்களை வெட்டாது பாதுகாத்து அதையே 'தேசௌலி' அல்லது தேவதையின் வீடு என்று கூறுவதை இன்றும் காணலாம். சிறிய ஊற்றுகளின் சுரப்பிடங்களைக் கலைக்காமல் பாதுகாக்கவேண்டும். மரத்தின்வேர் வளர்ந்து உண்டாகிய பிளவின் வழியே நீர் ஊற்றெடுக்கக் கூடுமல்லவா? சில கனிம ஊற்றுகளில் கந்தக வாயு நாற்றம் வீசுவதுண்டு. பல வெந்நீர் ஊற்றுகள் எரிமலையியல்வயப்பட்டவை. எரிமலைக் கிளரிச்சியாலும் அணுச்சக்திக் கனிம நசிவாலும், மற்றும் பாறைப் பிளவுகளில் வெகு ஆழம்வரை செல்வதால் எழும் இயற்கையான நில-வெப்ப ஏற்றத்தாலும் (Geo-thermal gradient) உண்டாகும் வெப்பத்தில் நிலநீர் சூடாகிறது.

ஆர்ட்டீசியன் நிலநீர் (Artesian water)

முதன்முதலில் பிரான்ஸ் நாட்டில் ஆர்டாய் (Artois) என்னுமிடத்தில் அகழ்ந்த ஆழ் கிணறுகளிலிருந்து நீர் நிலமேற்பரப்புக்கு மேல் பீறிட்டு எழுந்ததாம். ஆகவே இயற்கையாக மேலே பீறிட்டு எழும் ஊற்றுக்களை ஆர்ட்டீசியன் ஊற்று எனக் கூறுவர். இவை சாதாரணமானவை அல்ல.

நீர்புகு படிவு ஒன்றிலுள்ள நிலநீர் இரண்டு நீர்புகாப் படிவுகளுக்கு இடையே அழுத்தப்பட்டு அடைபட்டு இருப்பதால் குழாய்க் கிணற்றின் வழியாக மேலெழும் அளவுக்கு விசையைப் பெறுகிறது. நீர் பிடிப்பிடத்தில் விழும் மழைநீர் நீர்புகுவடிவில் உள்-ஊறிச் சென்று நீர்-நிறை படிவை (Aquifer) அடைகிறது. இத்தகைய நீர் நிரைபடிவு ஒன்றில் உள்ள நீரை நிலநீர் மட்டத்

துக்கும் தாழ்வான நிலப் பகுதியிலிருந்து கிணறுவெட்டி வெளிப் படுத்த முயன்றால் அழுந்திக் கிடக்கும் நீர் பீறிட்டு எழுவது இயற்கை. ஆகவே ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகளின் நீர்மட்டம் வெகு தொலைவான பகுதியிலுள்ள நீர்மட்டத்தைப் பொருத்த தாகும்.



படம் 187.

நல்ல ஆர்ட்டீசியன் கிணறுகள் வாய்க்க கீழ்வரும் சூழ்நிலைகள் தேவை:

1. நீர்-நிறை படுகை. அல்லது, அல்லது நீர்-புகு படிவு, அல்லது புரைமை மிகுந்த பாறைப் பகுதி.

2. நீர்-நிறை பகுதியில் நிலநீரை அழுத்தி வைக்க மேலும் கீழும் நீர்-புகாப் பாறைக் காப்பு.

3. நீர்-நிறை பகுதியின் சாய்வு நீரியக்க அழுத்தத்தை ஏற் படுத்தும் அளவுக்கு குத்தாக இருக்கவேண்டும்.

4. நீர்-நிறை பகுதியில் நீர் வந்தடைந்தவாறே இருக்க ஏற்ற பரப்பளவுள்ள நீர்பிடிப்பு இடம்.

இந்தியாவில் குஜராத், தென்னார்காடு (நெய்வேலி ஆகிய இடங்கள்). பாண்டிச்சேரி, கிழக்கு-மேற்கு கோதாவரி மாவட் டங்கள் ஆகிய இடங்களில் ஆர்டீசியன் கிணறுகள் உள்ளன

நெய்வேலியில் பழுப்பு நிலக்கரியை வெட்டி எடுக்கும் வேலை களுக்கு குறை-ஆர்டீசியன் நீர் பேரிடைஞ்சலாக உள்ளது.

இங்கிலாந்தில் பனியாற்றுக் களிகளின் கீழிருந்து பிளவுகள் வழியாக மேலெழும் சில ஊற்றுக்கள் இத்தகையனவே. பீறிட் டெழும் வெப்ப ஊற்றுக்கள் சில எரிமலையைச் சார்ந்தவை. சில குழாய்க் கிணறுகள் செயற்கையான ஆர்டீசியன் ஊற்று களை உண்டாக்குகின்றன.

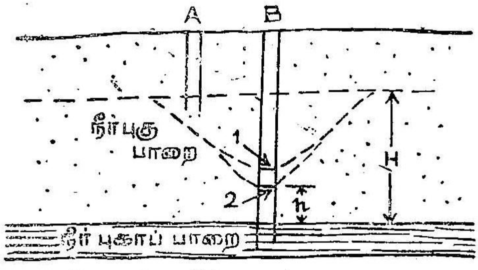
கிணறுகள்

கடற்கரை அருகே உள்ள வண்டல் சமவெளிகளில் வாழ் வோர் செங்கல் கட்டட அகழ் கிணறுகளையும் (Dug well) சிமெண்டு அல்லது சுட்டமண் உறைகிணறுகளையும், தற்கா லத்தில் பெரிதும் பயன்படுத்தப்படும் குழாய்க் கிணறுகளையும் (Bore wells), அடித்து ஆழ்த்தப்பட்ட சிறுகண்துகளைக் குழாய்க் கிணறுகளையும் (Driven wells) பொதுவாகப் பயன்படுத்துகின் றனர். உள்நாட்டுப் பகுதிகளில் இருப்போர் பாறைவெட்டுக் கிணறுகளைப் பெரும்பாலும் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

நிலநீர் மட்டத்தை எவ்வாறேனும் அணுகவேண்டும் என் பதே கிணறுகளை வெட்டுவதன் அடிப்படை நோக்கம். குழி பறித்தல் பக்கம் சரிந்துவிடக் கூடாதாகையால் அதற்கேற்ப கட்டடங்களையும், உறைகளையும், (குழாய்களையும்) வைத்துக் கொள்கிறோம். பாறைகள் உறுதியாக இருக்குமானால் குழியை அப்படியே ஆழமாக்கலாம். 20 மீ. முதல் 30 மீ. ஆழமான பாறை வெட்டுக் கிணறுகளை கோவை மாவட்டத்தில் காண்பது எளிது. சமவெளிகளில் ஆற்றுப் படுகையின் மணல் படிவு களில் நிலநீர் பாங்கு இருக்கும். மற்ற பாறைகளில் புரைமைக்கு ஏற்ப நிலநீர் கிடைக்கும். கிணற்றின் ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க நீரும் அதிகமாகக் கிடைக்கும் என்னும் எண்ணம் தவறானது. கோவை மாவட்டத்தில் சிதைவுற்ற பாறைகள் வெடிப்புக்கள், ஆகிய உட்புழையுள்ள பகுதிகளில் நிலநீர் சிறி தளவு உள்ளது. இந்த மாவட்டம் மழைநிழல் பகுதியில் உள்ளதை மறந்துவிடக்கூடாது. இங்கு கிணறுகள் அதிக ஆழ மாக இருப்பதற்கு பல காரணங்கள் உள்ளன; அவற்றுள் ஒன்று மக்களின் தவறான முயற்சி. அருகருகே கிணறுகள் இருக்கும்போது ஆழமான கிணற்றில் நீர் இருக்கும் மேலுள்ள கிணற்றின் நீர் வடிந்துவிடும். ஆகவே ஒருசில இடங்களில் யார் முதலில் ஆழமான கிணறு தோண்டுகிறார்களோ அவர் களுக்கே நிலநீர் சொந்தமாகிறது!

நிலநீர் வடி கூம்பு (Cone of depression)

மணற்பாங்கான மேல் ஊற்றுகளை நம்பியுள்ள கிணறுகளிலிருந்து மின்விசையால் நீரை இறைப்பதாலுல் நிலநீர் மட்டம் பெரிதும் பாதிக்கப்படும். ஒரு கிணற்றிலிருந்து நீரை இறைத்து வெளி ஏற்றுவதால் அக்கிணற்றினைச் சுற்றிலும் நிலநீர் மட்டம் தாழ்த்தப்படுகிறது. கிணற்றில் நீர் மட்டம் தாழ்கிறது. சிறிது நேரம் நீரை இறைக்காமல் விட்டால் நிலநீர் மட்டம் மேலெழுகிறது. நல்ல கிணற்றில் ஓரளவு நீர் வடிந்த பிறகும் மிதமாக இறைத்துக்கொண்டே இருந்தால் மேலும் நீர்மட்டம் வடிவதில்லை. இதற்கும் காரணம் நிலநீர் கிணற்றை நோக்கி வந்து சேரும் அளவும் வேகமும் நீர் இறைக்கும் அளவுக்கும் வேகத்துக்கும் சமமாக உள்ளது. கிணற்றினருகே நிலநீர் ஒருகூம்பு வடிவில் தாழ்வதாகக் கருதலாம்.



1. அன்றாட நிலை நீர் மட்டம்
2. நீர் இறைக்கையில் நிலை நீர் மட்டம்

படம் 188.

படத்தில் B என்னும் கிணற்றில் நீர் இறைக்கப்படுவதால் A என்னும் கிணற்றில் நீர் அற்றுவிட்டது. இவ்வாறு நிலநீர் மட்டம் தாழ்த்தப்படுவதை சுவறல் (Draw down) எனலாம். கூம்பின் விளிம்பிலிருந்து தாழும் நீரியக்க வியல் சாய்மானத்தைப் பொருத்து கிணற்றில் நீர் சுரந்து ஊற்றுப் பெருக்காக வருகிறது. இறைப்பும் சுரப்பும் ஒருநிலைக்கு வந்ததும் கூம்பின் வடிவம் நிலைக்கிறது. இந்த வடிவம் ஒரு படித்தான புரைமையுள்ள படிவுக்கே பொருந்தும். பெருமணல்களில் இக்கூம்பு அகலமாக இருக்கும். இதை கிணற்றில் இயக்க ஆரம் (Radius of influence) என்பர். நீர் நுழைமை குறைந்த படிவில் கூம்பின் சாய்மானக் குத்து அதிகரிக்கிறது. கூம்பின் ஆரம் குறைகிறது.

எடுத்துக்காட்டாக: வண்டல் மண்ணில் கூம்பின் ஆரம் 30 மீ. முதல் 90 மீ; நுண் மணல்-சிறு மணலில் 90 மீ. முதல் 180 மீ.; பெருமணல்-சரளையில் 180 மீ. முதல் 360 மீ ; சரளையில் 360 மீ. முதல் 730 மீ. கிணற்றைச் சுற்றிலும் வடிகூம்பின் ஆரத் திசைகளில் குழாய்க் கிணறுகளை அமைத்து அவற்றில் நிலநீர் மட்டத்தை அளப்பதால் இத்தகைய புள்ளிவிவரங்களைத் தயாரிக்கலாம்.

நீர்புகு படிவு ஒன்றில், நீர்புகாப்படிவு மட்டம் வரை தோண்டிய ஒரு கிணற்றின் நீர் ஈகைக்கும் (Yield) நீர்வடி கூம்பின் அளவுகளுக்கும் உள்ள உறவை பின்வரும் குறியீட்டு விதியால் விளக்கலாம்.

$$Q = \pi P (H^2 - h^2) \div 2.3 \log 10 R/r$$

இதில் Q = நாளொன்றுக்கு இறைக்கப்படும் நீரளவு (கேலன் களில்)

P = நுழைமைக் கெழு (Permeability Coefficient)

H = நீர் நிறைப் படுகையின் (Aquifer) அடிமட்டத் துக்கு மேல் நிலநீர் மட்ட உயரம் (அடிகளில்)

H—h = சுவறல் (Draw down)

R = நிலநீர் மட்டத்தில் வடிகூம்பின் ஆரம் (Radius)

r = கிணற்றின் ஆரம்

R தெரியவில்லை என்றால் அதை 1000 அடி என்று தோராயமாக வைத்துக்கொள்ளலாம். lay R/r மற்ற மாறுபாட்டுக் கூறுகளைவிட (Variables) குறைந்த அளவில் Q-வை பாதிக்கிறது. பல படிவு வகைகளின் P அளவை முன்பே குறிப்பிட்டோம்

இந்த விதியைப் படுத்தி ஒரு கிணறு வெவ்வேறுபட்ட சுவறல் அளவுகளுக்கு எவ்வளவு நீரைத் தரும் என்பதைக் கணக்கிடலாம்.

நிலநீர் துருவலும் (Exploration) தேட்டமும் (Exploitation)

மேற்பரப்பில் நீர் இல்லாதபோது நிலநீரைத் தேடுவது உயிரினங்களின் பொதுவான இயல்பு.

நிலநீர் பாங்கை மேலிருந்தவாறே உணர்ந்து உரைக்கும் சக்தி ஒருசிலருக்கு இருப்பதாக நம்பிக்கை உண்டு. தமிழில்

கூவநூல் என்று ஒரு அறிவியல் கலை இருந்தது. கூவநூல் வல்லோர் கூலவர் எனப்படுவர். கூவம் என்னும் சொல் கிணறு என்று பொருள்படும். அமெரிக்காவில் இவ்வாறு பாங்கு உணர்வோரை (Waterdiviners) அரசினரும் வேலையில் அமர்த்தி இருந்த காலம் உண்டு. ஓர் இடத்தினைப் பற்றிய இயற்கை யாவு பொது அறிவு நீர்பாங்கு உணர்வோருக்குப் பெரிதும் உதவியாக இருப்பதில் ஐயமில்லை. மனித உடலின் நுண்ணிய அறிவுகளுக்கும் உணர்வுகளுக்கும் இன்னும் எல்லை காண வில்லையாதலால் பாங்கு உணர்வோரைப் பறறி நாம் அறிவியல் முறையில் தற்போது ஒன்றும் சொல்லமுடியாது.

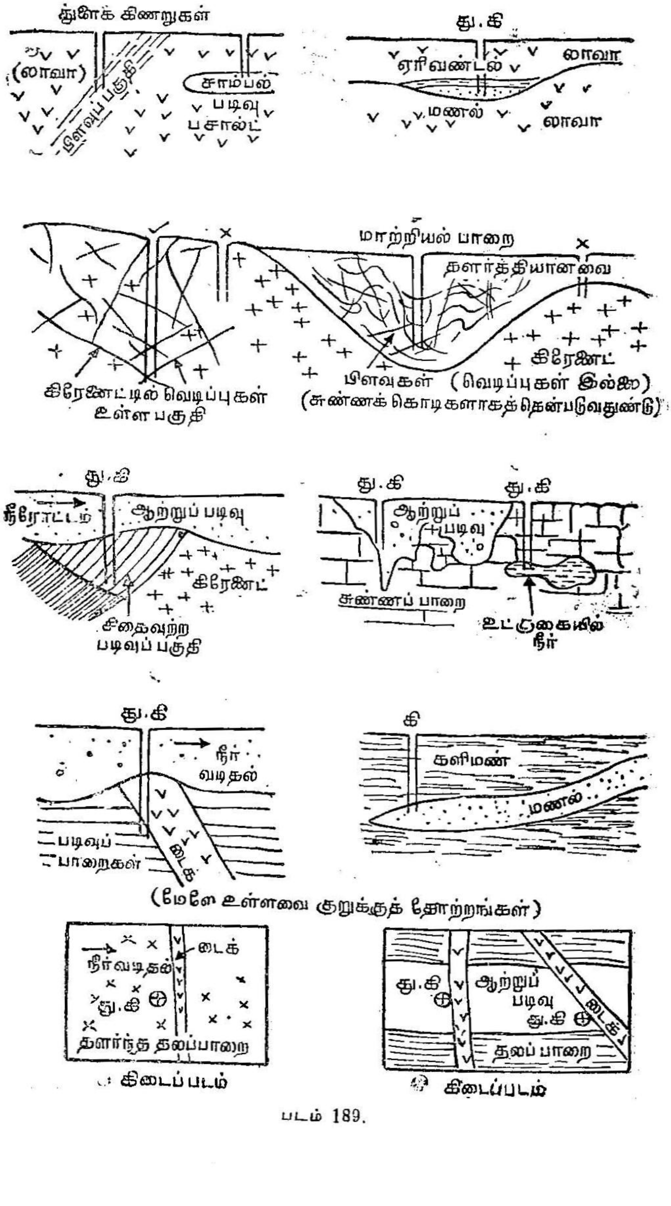
தற்காலத்தில் பூஔதிக முறையில் (Geophysical prospecting நிலத்தின் மின்தடைமை (Resisticity) அளவைகளால் நீர்ப் பாங்கு காண்பதில் வெற்றி கண்டுள்ளனர். இதைப் பற்றி வேறு பகுதியில் காண்போம்.

அதிக ஆழம் இல்லாத கிணறுகளுக்காக, வண்டல் மண் படிவுகளில் பாங்கு பார்க்க, முடிந்தவரை ஆழமான சோதனை குழியை வெட்டி அதனடியிலிருந்து மெல்லிய நீளமான இரும்பு தண்டினால் நிலத்தைக் குத்தி அங்கு தரையடியில் மணல் படிவுகள் உள்ளனவா என்பதைக் கண்டறிவது வழக்கம். மணலில் இரும்புத் தடி உரசும்போது சல்லென்ற ஒலிவரும். சேற்றில் இவ்வாறு ஒலி எழாது. இவ்வாறு 10 மீ. ஆழம் வரையில் துருவி ஆராய முடியும்.

குழாய்க் கிணறுகளுக்கான துருவல் வேலைகள் அண்மையில் பெருவாரியாக நடைபெறுவதை எல்லோரும் அறிவர். மண்ணிலும் பாறையிலும் துருவுதுளைகளை இட்டுநிலநீர் இருப்பை அறிவது ஓர் அறிவியல் கலையாகும். யத்திர விசை இல்லாமல் கை வேலையால் மட்டுமே ஆகர் (Augar) துரப் பணங்களைக் கொண்டு சுமார் 20 மீ. ஆழம் வரை எளிதில் துருவ முடியும். கப்பியந்திரங்களைக்கொண்டு (Winch) 40 மீ. வரை துருவ முடியும் மோட்டார் விசையைக் கொண்டு பல நூறு மீ. ஆழங்களுக்குத் துருவமுடியும்.

வண்டல் படிவுகளில் நல்ல மணலிலும், சரளைக் கல்லிலும் நீர் இருக்கும். இவையே முன்னாளில் ஆற்றுப் படுகைகளில் இருந்தன என்பதை இங்கு நினைவுபடுத்திக் கொள்ளவேண்டும். ஆகவே வண்டல் படிவுகளில் துளையிடும்போது மணல் படுகை களுக்காகப் பார்க்கவேண்டும்.

படிகப் பாறைப் பாங்கான இடங்களில் சிதைந்த பாறைகள், வெடிப்புகள் பிளவுகள், நொறுங்கிய பகுதிகள் போன்ற



படம் 189.

பல்வேறு புரைமைக் கூறுகளில் நீர் இருக்கும். ஆனல் போதிய அளவு வெடிப்புகள் உள்ளனவா என்று துருவு துளையிடுவதால் எளிதில் அறியமுடியாது. மேலும் வெடிப்பு இருந்தாலும் நீர் உள்ளதா என்பதையும் அறியவேண்டும். ஆகவே துருவு துளையிடும்போது குழாய்க் கிணற்றில் நீர் ஊறுகிறதா என்பதை அவ்வப்போது நீரை இறைத்து பரிசீலனை செய்யவேண்டும்.

படிவுப் பாறைகளில் மணற் பாறைகள் உள்ள படங்களைத் தேடவேண்டும். சுண்ணப் பாறைகள் சிலவற்றிலும் நீர் இருக்க வாய்ப்பு உள்ளதால் அவற்றையும் தேடவேண்டும்.

துருவு துளைகள் வெற்றுகரமாக நீரைப் பயக்கக்கூடிய சூழ் நிலைகள் சிலவற்றைக் காட்டும் படங்களைக் கீழே காண்க, நில அமைப்பியலில சிறிது தேர்ச்சி பெற்றவர்களுக்கு இப்படங் கள் பெரிதும் பயன்படும்.

நிலத்தினுள் ஊறும் நீரே நில நீராகிறது. அதை அளவுக்கு மீறி வெளியேற்றுவதால் விளையக்கூடிய கேடுகள் பல. அருகருகே உள்ள கிணறுகளில் நிலநீர் காப்பு பாதிக்கப்படு மளவுக்கு நீரை வெளியேற்றக்கூடாது. நிலநீர் மட்ட மாற்றத் தால் மலைச் சரிவுகளின் நிலைப்புத் தன்மை மாறுபடக்கூடும். கட்டடக் கடைக்கால்கள் நிலநீர் இயக்கத்தைப் பொருத்த வாறு அமைத்துக் கட்டப்படுவதால் கட்டடங்கள் உள்ள இடத்தில் நிலநீர் மட்டம் பெரிதும் மாருமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். நீர்த் தேக்கங்கள், கடைக்கால்கள், குடைவுகள் ஆகிய பகுதிகளிலும் நிலநீரின் முக்கியத்துவம் பற்றி பல குறிப் புக்களைக் காணலாம்.

ஆகவே, அரிதான நிலநீரை அறிவியல் முறைப்படி செல வழிப்பதால் சேதமின்றி எல்லோருக்கும் நெடுநாளைக்கு உதவு மாறு செய்யமுடியும். மிக அண்மையான வருங்காலத்தில் சில முக்கிய நிலப் பகுதிகளிலுள்ள நிலநீரைக் கையாளும் வகைகளை அறிவியல் நியதிகளுக்கும் விதிகளுக்கும் உட்பட்டவாறு அரசினர் கண்காணிக்க முன்வர நேரும் என்பதில் ஐயம் இல்லை. மேல்நாடுகளில் நிலநீர் சம்பந்தப்பட்ட பல பிரச்சனை கள் நீதி மன்றங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

நிலம் சரிதலும் சார்பான இயல் நிகழ்ச்சிகளும்

நிலத்தின்மேல் இயற்கையாக நடைபெறும் உகலியக்கச் செயலிகள் முனைப்பாக உள்ள நில உருவங்களைத் தாக்கி

அழிப்பதிலும், தாழ்வான பகுதிகளை நிரப்புவதிலும் தீவிரமாக ஈடுபட்டுள்ள எல்லா இடங்களிலும் நிலப் பெயர்ச்சிகள் ஏற்படு கின்றன. கால்வாய்கள், சாலைகள், ஆற்றங்கரைகள், மலை ஊர்கள். ஆற்றலகங்கள் (Power-Houses). அணைக்கட்டுகள் சுரங்க உகல் மேடுகள் ஆகியவற்றைக் கட்டுவதையும் கண் காணிப்பதையும் பணியாகக் கொண்டுள்ள பொறியாளர்கள் சரிவுகளை (Slopes) நிலைக்கச் செய்வதில் முழுக்கவனம் செலுத்தவேண்டும். திடீரென்று உண்டாகும் வெள்ளப் பெருக்கு. நிலநீர் வடிவதிலும் (Drainage) நிலநீர் மட்டத்திலும் மாறுதல்கள், திடீரென்று நீர்த் தேக்கத்தின் நீர் கலிங்கலில் மிகுதியாக வழிதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகள் நிலச் சரிவுகளினால் மறைமுகமாக ஏற்படக்கூடிய சில விளைவுகள்.

இத்தகைய இயல் நிகழ்ச்சிகளை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம் :

1. ஒழுகல் (Flow).—மண் ஊர்தல் (Creep), உறைமண் வழிதல் (Soiifluction), மண் வழிதல் (Earth flow), சேறோட்டம் (Mud flow).

2. சரிதல், சறுக்கல் அல்லது நழுவல் (Slides and slips).—உகுபாறைச் சரிவு (Debris slide), குலைதல் (Slump), உகு பொருள் வீழ்ச்சி (Debris falls), பாறை சறுக்கல் (Rock slide), பாறை நழுவல் (Rock slip), பாறை வீழ்ச்சி (Rock falls).

3. உள்வீழ்தல் (Subsidence.—நெகிழ்வு ஒழுக்கு (Plastic out flow), கெட்டிப்பு அமிழ்வு (Compaction), உள்வீழ்ச்சி (Collapse).

நிலத்திலுள்ள பொருள்களின் இயல்பு, அவை இடம் பெயரும் விதம். விரைவு ஆகிய மூன்றையும் பொருத்தே இவ்வாறு வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

முக்கிய வகைகளான சரிதலுக்கும் ஒழுகலுக்கும் இடையே தெளிவான வேறுபாடு உண்டு; சரிந்துள்ள நிலத்தில் இடம் பெயர்ந்த பகுதியை நிலையான பகுதியிலிருந்து பிரித்துக் காட்டுமாறு இரண்டுக்கும் இடையே ஒரு நழுவு தளம் (Slip plane) இருந்தால் இதை நிலச் சரிவு அல்லது நழுவல் என்று கூறலாம். இரண்டுக்குமிடையே நழுவுதளமே தென்பட வில்லையானால் அதை நில ஒழுகல் (Flow) என்று சொல்ல

வேண்டும், நெகிழ்ச்சியான இளகிய மண்ணில் வழுக்குதளம் இருக்காது உருமாற்றம் தொடர்ந்து நடைபெறும். உண்மை யான சறுக்கலில் வழுக்கு தளத்தின் மேல் நிலம் சறுக்கி விழும். இதில் உருமாற்றம் தொடர்ச்சியாக இல்லாது ஒரு குறிப்பிட்ட முறிவு தளத்தில் நின்றுவிடுகிறது. எனினும் எல்லா இயற்கை நிகழ்ச்சிகளையும் போலவே இந்த இரண்டு வகைகளையும் பிரிக்கும் வேற்றுமை தெளிவான வரையறைக்கு உட்பட்ட தல்ல.

ஒழுகல் (Flow)

ஊர்தல் (Creep): மண், மண்-பாறை, பாறை ஆகிய வற்றின் மேற்பரப்பில் உள்ள படலத்தில் மெதுவாக நடை பெறும் இடப்பெயர்ச்சியையே ஊர்தல் என்போம். தரையின் மேற்பரப்பில் முதல் ஒருசில மீட்டர் ஆழம் மட்டும் இதனல் பாதிக்கப்படும். இதனல் ஒரு படித்தான பொருள்கள், பலபடித் தான பொருள்கள் இரண்டுமே பாதிக்கப்படுகின்றன.

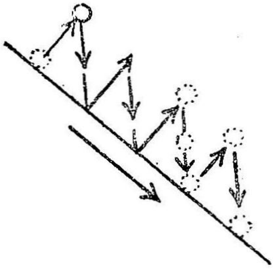
பாறை அடுக்குகள் சரிவின் கீழ்நோக்கி வளைந்து இருப்ப தாலும், வேலியின் பதிகால்களும் தொலைபேசிக் கம்பங்களும் சாய்க்கப்பட்டிருப்பதாலும், மரங்களின் அடிப்பகுதி வளைந்து இருப்பதாலும், பெரும்பாறைகளின் அடியில் புல்தரை பிதுங்கி மேல் வந்திருப்பதாலும், தாங்கு சுவர்கள் (Retaining walls) உடைந்தோ, சரிந்தோ இருப்பதாலும் நில ஒழுகல் நடைபெறு வதைத தெரிந்துகொள்ள முடியும்.

படம் 190.

ஒரு படிவு அடுக்கிலுள்ள ஈர அளவு மாறுபடுவதால் அதன் எடை மாறுபடும். அதன் புவிஈர்ப்பு நிலையும் மாறும்; ஆகவே அது இடம்பெயர நேரிடும்.

ஒரு சரிவிலுள்ள ஒரு துணுக்கு பனி உரைவாலோ வெப்ப விரிவாலோ சரிவு தளத்துக்கு நேர்குத்தாகத் தள்ளப்படுகிறது. பிறகு பனி உறுகுவதாலோ வெப்பம் குறைவதாலோ ஏற்படும் நிலை மாற்றத்தால் அத்துணுக்கு முன்னைய நிலையை அடைவ

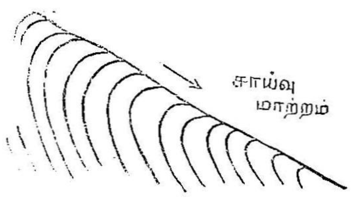
தில்லை ஆனல் நேர்குத்தாகக் கீழே விழுவதால் சரிவின் கீழ் வாட்டததில் சற்று நகர்ந்துவிடுகிறது. இவ்வாறே பலமுறை ஏற்படுவதால் சரிவின் கீழ் அது படிப்படியாக ஊர்ந்து செல்கிறது.



படம் 191.

பனி உறைதலும், பனி உருகுதலும், விரிவதும், சுருங்குவதும் ஊர்தலை அதிகப்படுத்தலாம் அல்லது நிறுத்தலாம். வானிலை வறட்சியாக இருக்கும்போது ஊர்தல் நின்றுபோகலாம்; எறும்புப் புற்று, மிருகங்கள் தோண்டும் வளைகள், அழுகிப்போகும் காய்ந்த தாவர வேர்கள் ஆகிய வற்ருல் உண்டாகும் நிலத் துளைகள் மேட்டின் மேலிருந்து கீழே நகரும் மண்ணினுல் தான் மூடப்படவேண்டும். மண் ஊர்தல் பருவங்களின் வெப்ப தட்ப நிலை மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடலாம் அல்லது தொடர்ந்து நடந்தவாறே இருக்கலாம்.

மேல்முனை ஊர்தல் : (Terminal creep) : சரிவு வாட்டத்தில் ஏற்படும் ஊர்தல் பாறை அடுக்குகளின் வெளிப்பிட (Outcrop) முனைகளின் சாய்வை மாறுபடச் செய்கிறது. இவ்வாறு அமைந்துள்ள சாய்வு மாருட்டத்தால் நிலப்பொதியியல் தரைப்படங்களின் மூலம் மட்டும் அறியப்படும் பாறை அமைப்பு தவருனதாக இருக்கும். ஆகவே ஊர்தல் விளைவுகளைத் தவிர்க்கும் பொருட்டு துருவு துளைகளைக் கொண்டு சாய்வு அளவுகளைச் சரிபார்க்க வேண்டும். பாறைச் சறுக்கல்களைப் பற்றிய பகுதியில் இதன் முக்கியத்துவம் விளங்கும்.



படம் 192.

உறைமண் வழிதல் (Solifluction): நிலை பனித்தரையாக உள்ள துருவங்களுக்கு அருகாமை இடங்களிலும் குளிர்நாடுகளிலும் கோடை மாதங்களில் வெய்யில் படுவதால் மேல்

மண்ணின் பனிஇளகி உருகுவதால் குழம்புபோன்ற மண் புவி ஈர்ப்பின் காரணமாகச் சரிவின் கீழே மெதுவாக வழியும். இது மண் வழிதலேவிடத் தொடர்ச்சியாக சரிவின் முழுபரப்பிலும் நிகழ்கிறது. குளிர் நாடுகளில் ஏற்படும் உறைமண் வழிதலுக்கு உதவியாக உள்ள ஆக்கக் கூறுகள் :

1. பனிக்கட்டி வெண்பனி ஆசியவை உருகுவதால் விளேயும் தொடர்ச்சியான நீர் இழிவு.

2. தாவர வளர்ச்சி இல்லாத மண் பரப்பு. இதில் மண்ணேப் பிடித்து நிலேக்கச் செய்ய வேர்கள் இருக்கா;

8. மேல் பரப்பிலிருந்து கீழ்நோக்கியவாறு பனிக்கட்டி உருகுவதால் மேல் மட்டத்தில் மட்டும் பனி உருகி நெகிழ்ச்சி கண்டுள்ள ஒன்றிரண்டு மீட்டர் ஆழம் வரையில் மட்டுமே நீர் வடிய முடியும். இதனுல் மேல் மண் குழம்பு போலாகி மொத்தமாக வழிவதைத் தவிர வேறு வழியில்லாது போகும்.

மண் வழிதல் (Earth flow): மழை அதிகம் பெய்யும் இடங்களிலும் மிகு வெப்பக் காட்டுப் பகுதிகளிலும் மண் வழிதல் பொதுவாகக் காணப்படும். இது அதிகச் சாய்வில்லாத சரிவுகளில் ஏற்படும். கண் வழிதலுக்குட்பட்ட சரிவின் மேல் பகுதியில், நிலம் குலேதல் (Slump) ஏற்படும். மண் அல்லது மண்-பாறைக் கலவையில் நெகிழ்ச்சி ஏற்பட்டால் மண் வழியும். இந்த நெகிழ்ச்சி, (i) நீர்ச் சேர்க்கை, (2) நில அதிர்ச்சித் தாக்கு, (3) நீர்-உணர்வு மிக்க களிமண்களின் நிலேமாற்றம், (4) வண்டல் படிவில் புரைநீர் அழுத்த அதிகரிப்பு ஆகிய காரணங்களால் ஏற்படலாம். நீர்த் தேக்க நீர் மட்டம் விரைந்து தாழ்வதால் (சுவறல்) கரைகளின் புரைநீர் அழுத்தம் அதிகமாவதால் கரைமண் நெகிழ்ந்து வழியும்.

சேற்ருேட்டம் (Mud Flow) : சேற்ருேட்டம் மண் ஊர்தலே விடச் சற்று வேகமாக நடைபெறும். பிசைந்த மாவு போன்ற குறை நெகிழ்வுடைய மண் முதல், சேறு அல்லது மண் தொங்கி நிற்கும் கலுழ் நீர் போன்ற ஓட்டம்வரை சேற்ருேட்ட வகைகள் பலவாறு உள்ளன.

அண்மையில் படிந்துள்ள சன்னமான எரிமலேச் சாம்பல் படிவும் (Ash or tuff) சுரங்கக் கழிவு மேடுகளும் நீர்மண்டிய நிலேயில் சேற்ருேட்டமாக மாறக்கூடும். சேற்ருேட்டத்துக்குத் தேவையான சூழ்நிலேகள் பின்வருவன ;

1. அதிக அளவு மழை அவ்வப்போது விட்டுவிட்டுப் பெய்யவேண்டும்.

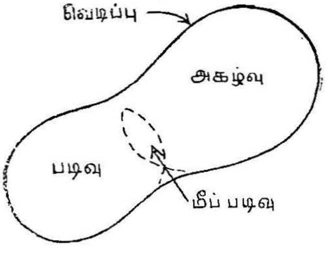
2. தாவரங்கள் வளர்ந்திருக்கக்கூடாது.

3. வழுக்கும் குணம் உடையதான களிமண் அல்லது வண்டல் மண்கொண்ட கெட்டிபடாத உகல்பொருள்.

4. சுமாரான சாய்வுள்ள சரிவுகள்.

நிலச்சரிவுகள் (Slides)

பொதுவாக உயர்ந்துள்ள மண் அல்லது பாறை அல்லது மண்-பாறைக்கலவை கண்ணுக்குத் தெரியும்படி கீழ் நோக்கிச் சரிந்தோ நழுவிச்சென்றோ அல்லது விழுந்தோ இருப்பதை நிலச்சரிவு (Landslide) எனலாம். இந்த நிகழ்ச்சியில் சரிவின் (Slope) சாய்வு அதிகமாக இருக்கும். மண் சரிதல் சுமாராக அல்லது மிக விரைவாக ஏற்படும்.



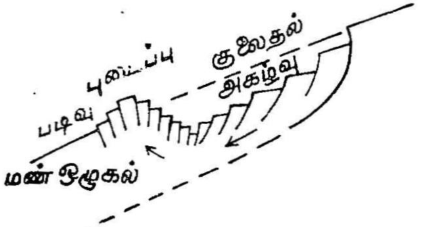
படம் 193.

ஒரு வட்டாரத்தின் நிலப் பொதியியல், நிலமேற்கூற்றியல். வெப்பதட்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொருத்து நிலச்சரிவு ஏற்படும். நிலச்சரிவிடத்தைச் சுற்றிலும் தொடர்ச்சியான ஓர் வெடிப்பு விளிம்புபோன்று அமையும். இந்த வெடிப்பு நிலச்சரிவுக்குச் சால்பானதாகும். இதுபோல் நில ஒழுகலிலும் மண் ஊர்தலிலும் இல்லை. ஒரு குறிப்பிட்ட புவிப்புறயியல் வட்டாரத்தில் (Geomorphic province) ஏற்படும் எல்லா நிலச்சரிவுகளும் ஒரேவிதமான இயல்புடையதாக இருப்பதை 'புலன் வயக்கருத்து' (Regional concept) என்பர்.

சுழல் சரிவு (Rotational slide) அல்லது குலைதல் (Slump) அல்லது உருபொருள் வீழச்சி (Debris slide)

களிமண் போன்ற ஒருபடித்தான பிணைப்புள்ள பொருள்களிலும் படலக்களிப் படிவுகள் (Oarued clays), சரளையுடைய

களிமண்கள், வெடிப்புக்களும் பிளவுகளும் உள்ள பொருள்கள் ஆகிய ஓரளவு - ஒருபடித்தான (Quasi - homogeneous) பொருள்கள் ஆகியவற்றில் இத்தகைய நிலச் சரிவுகள் உண்டாகின்றன. இவ்வகை நிலச்சரிவு வட்டுருப் பரப்புக்களில் (Cylindrical surface) நிலம் தளமுறிவு அல்லது கத்தரிப்பு (Shear) காண்பதால் உண்டாகிறது. இது அதிகச் சாய்வுள்ள சரிவுகளில் சிறு பகுதியில் மட்டுமே நடக்கிறது. செங்குத்தாகப் பிளவுகண்டோ வெடிப்புகண்டோ இருக்கும் வண்டல் பாறைகளும் களிமண் பாறைகளும் நீருடன் சேர்ந்தால் வெகு எளிதில் இளகிவிடும். இத்தகைய பொருள்கள் நீர்புகாப் படிவினால் போர்த்தப்பட்டிருக்கும் வரை நிலைத்திருக்கின்றன. போர்வை, அரிப்பால் நீக்கப்பட்டதும் சறுக்கல் எளிதில் ஏற்படும். ஒரு பள்ளத்தாக்கின் நடுப்பள்ளத்தை நோக்கி ஓடும் நீர் இத்தகைய நிலச்சரிவை உண்டாக்கும்.

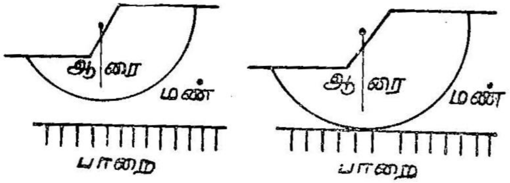


படம் 194.

வெடிப்புகண்ட சரிவில் நிலம் குலைதல் (Slump)

பிணைப்புடைய (Cohesive) மண்பிண்டம் அல்லது கத்தரிப்பை எதிர்க்கும் உரம் (Shear strength) உள்ள மண் ஆகியவற்றில் இரண்டு கருத்தியல் வய (Theoretical) வகைகளில் சரிதல் ஏற்படும். குறைந்த எதிர்ப்புத்திறன் நோட்டத்தில் (Pattern of least resistance) அழிவு ஏற்படும். அப்போது வழுக்கு தளம் அல்லது உடைப்புத்தளத்தால் தொடர்ந்து சூழப்பட்டவாறு உள்ள ஆப்பு (Wedge) போன்ற ஒருபகுதி உடைந்து தனிப்படுவதாகக் கருதலாம். இவ்வாறு உடைந்து பிரியும் துண்டு எப்போதும் மண் பகுதியில் இருக்கும், வட்டுருவில் உள்ள நழுவு தளத்தின் வளைவு மையத்தைச் சுற்றி (Centre of arc) இது சுழற்றப்படும். நழுவுதளம் மண்ணின் கத்தரிப்பை எதிர்க்கும் வலிமையையும், புரைநீர் அழுத்தத்தையும் பொருத்து இயங்கும்.

இவ்வாறு அழிவை உண்டாக்கும் விசை உடைந்து, நழுவும் பகுதியின் எடையைப் பொருத்தது. இந்த விசையை எதிர்ப்பது நழுவு தளத்தின் குறுக்காக உள்ள கத்தரிப்பு

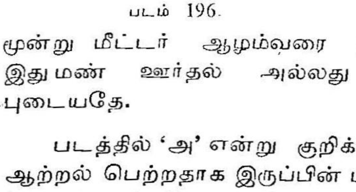


படம் 195.

எதிர்ப்பு உரம். இவை இரண்டுக்கும் இடையேயுள்ள விகிதமே காப்புப்பொருட்டு (Safety factor). இது 1-க்கும் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். 1 இடரார்ந்த (Critical) அளவாகும்.

பாளச் சறுக்கல் (Slab slide)

இது மென் சரிவுகளில் நிகழும். இதனுல் பலநூறு மீட்டர் நீளமான இடம் பாதிக்கப்படும். பெரும்பாலும் பாறைப் பொருளே இவ்வாறு இடம் பெயரும். பல விதமான மண் அடுக்குகளிலும் அடுக்கமைப்புப் பாறைகளிலும் ஏற்படும்; உடைந்த பகுதி சறுக்குவதால் இடம் பெயர்ந்து செல்லும்.



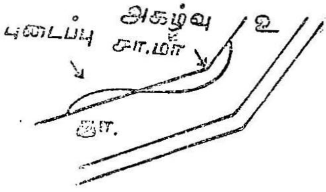
படம் 196.

மண்போன்ற நிலப் பொருளிலும் ஆழமற்ற பாளச் சறுக்கல் விளைவதுண்டு. பலகைப் பாறை அடித்தளத்தின் மேலோ மற்ற படுகைப் பாறைகளின் மேலோ உள்ள உகல் பொருளில் ஒன்று முதல் மூன்று மீட்டர் ஆழம்வரை இவ்வாறு சறுக்கல் நிகழும், இது மண் ஊர்தல் அல்லது மண் ஒழுகலுடன் தொடர்புடையதே.

படத்தில் 'அ' என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள இடம் தாங்கும் ஆற்றல் பெற்றதாக இருப்பின் மண் ஒழுகல் அல்லது புடைப்பு (Bulge) ஏற்படும். 'அ' என்னுமிடத்தில் மேற்பரப்பு கீழ் நோக்கி வளைந்திருந்தால் மண் கீழ்நோக்கி இழிந்து விழும்.

படிவின் சாய்மானம் மாறும் இடத்தில் நிலச் சறுக்கல்: நல்ல பிணைப்புள்ள நீண்ட சரிவில் நுழைமை மிகுந்த மேல்மட்டப்

படலமும் அதன் அடித்தளத்தில் நீர் நுழையாப் படிவு ஒன்றும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இத்தகைய சரிவில் மழைநீர் மேல்படலத்தில் உள்ளூறிச் சென்று நுழைமையற்ற படிவின் மேல் ஓடிக்கீழ்நோக்கி வடியும்.

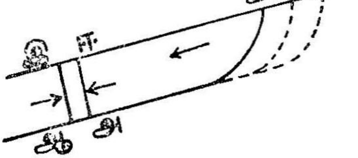


படம் 197.

சரிவின் சாய்மானம் மாறுபடாமல் ஒரே சாய்வாக இருந்தால் நீர் உள்வடிதல் தடைபடாமல் ஒரே வேகத்தில் இயங்கும், ஆனால் சரிவின் நடுவே சாய்மானம் மாறுபட்டிருந்தால் மென் சரிவின் ஊடே நீர் வடிதல் அவ்வளவு விரைவாக நடைபெருது. இதனுல் உயர் சரிவும் தாழ் சரிவும் கூடும் சாய்மான மாற்ற இடத்தில் நீர் மண்டிக் கிடக்கும்; அல்லது சேறுபோல் மேல் வழிந்து வரும். இதனுல் அகழ்வும் புடைப்பும் மண் இழிவும் ஏற்படும். இத்தகைய நிலச் சரிவைத் தடுக்க அச்சரிவின் நீர் வடியும் தன்மையை அதிகரிக்கவேண்டும்.

பின்னேறு நழுவல் (Retrogressive Slide)

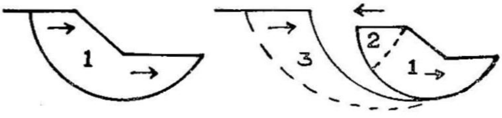
ஒரு சரிவில் நில நழுவல் ஏற்பட்டபின் அச்சரிவின் மேல் பகுதியில் இன்னொரு நில நழுவல் ஏற்படுவதை பின்னேறு நழுவல் என்பர். பெரும்பாலான பின்னேறு நழுவல்கள் பாளச் சறுக்கல்களாகவே இருக்கின்றன.



படம் 198.

படத்தில் உ ஆ இ இடரார்ந்த நடு நிலைமையில் உள்ளது. உ அ ஈ-ல் பிணைப்பு கெடுவதால் அ ஈ இ-ல் அழுத்தம் அதிகமாகிறது. அப்போது அ ஆ இ ஈ அழுத்தப்படுகிறது. உ அ ஈ கீழ்நோக்கி நழுவுகிறது. உ-வின் மேலுள்ள களிமண்ணைத் தாங்கும் பக்க வலிமை குறைந்துவிடுவதால் அதன்மேலிருந்து மீண்டும் ஒரு திப்பை கீழ்நோக்கிச் சரியும்.

பின்னேறு நழுவல் பொதுவாகச் சுழல் சரிவு போன்றும் நிகழும்.



படம் 199.

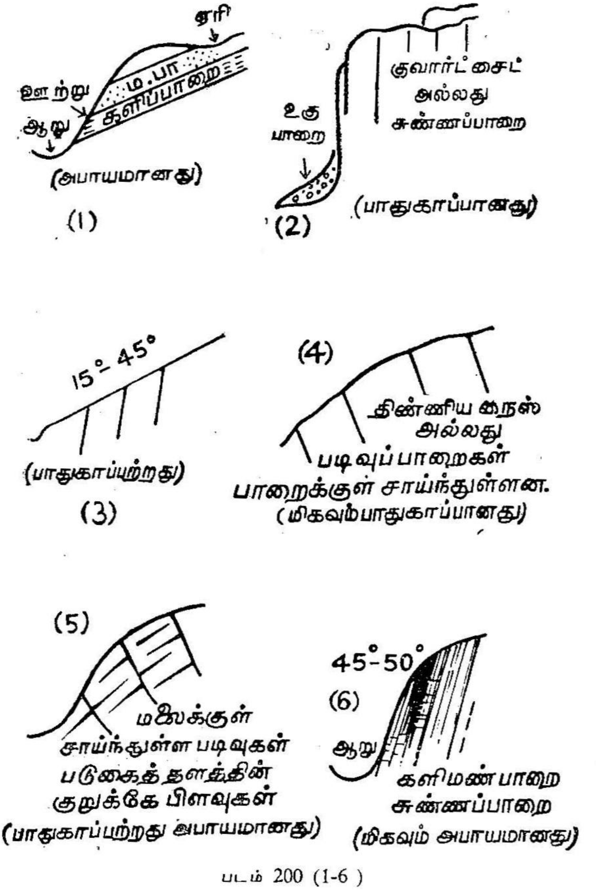
இதன்படி 1 என்னும் பகுதி முதலில் நழுவும் பிறகு 2, அதன் பிறகு 3 என்னும் வரிசையில் சுழல் சரிவுகள் ஒன்றன் பின் ஒன்று சரிவின் மேல்நோக்கி நழுகின்றன. இவ்வாறு அழிந்த சரிவில் அலை மேடுகளைப்போல் எடுப்பான பகுதிகள் முனைந்து நிற்பதைக் காணலாம்.

பாறைச் சறுக்கல் (Rock slide). படுகைத் தளங்கள் பிளவு அல்லது ஏடு அமைப்புத் தளங்கள் அல்லது மற்ற கெடு தளங் களில் பாறைச் சறுக்கல் நிகழ்கிறது. பெருமலைச் சரிவுகளில் உள்ள பாறைகளில் இவ்வாறு அடிக்கடி நிகழ்வதுண்டு. பாறைத் திப்பைகளுக்கு இடையே உள்ள பிணைப்பு காலப் போக்கில் நலிவடைவதால் பாறைகள் சரிந்து நழுவி இடம் பெயர்ந்துவிடுகின்றன. புவி ஈர்ப்பும் நீரும் முக்கியமான செயலிகள்.

இத்தகைய பாறைச் சரிவுக்கு உடனடியான காரணம் மழையாக இருந்தாலும் உண்மையான காரணம் பறைகளைப் பிணைத்து வைத்திருந்த காரைப்பொருள் காலப்போக்கில் சிறுகச் சிறுக சீர் குலைந்துபோனதேயாகும். காரைப் பொருள் வேதியியல் மாற்றங் காண்பதால் நழுவு தளங்களில் உயாவி (lubricator) போலாகிவிடும். எப்பொழும் நிகழும் உகலியக் கத்தாலும் நில அதிர்ச்சிகளாலும் பாறைகளில் உள்ள பிளவு களும் அமைப்பு முனைப்புக் கூறுகளும் அலுண்டுபோய்விடும்.

படம் 6ல் உள்ளதுபோன்ற நிலைமைக்கு எடுத்துக்காட்டாக நைனிடாலுக்கு மேலே கார்வாலில் பிரோகி கங்கை பள்ளத் தாக்கில் 1893ம் ஆண்டு நிகழ்ந்த கோஹ்னு நிலைச்சரிவைக் கூறலாம். இந்த நிலச் சரிவு தொடர்ந்து 3 நாட்களாக நடை பெற்றது. இது ஒரு பெரு மழையின் பின்னே நிகழ்ந்தது. 3.2 கி.மீ. நீளத்துக்கு ஆற்றின் கரைப்பகுதி இடிந்து விழுந்த தால் மறு கரையின் பக்கம் 260 மீ. (850") உயரம் வரை மண் மூடிக்கொண்டது. 1884ல் இவ்வாறு தடைபட்டு உண்டாகிய நீர்த்தேக்கம் வழிந்தோடியது. 4 மணி நேரத்தில் 300 மில்லியன்

கனமீட்டர் அளவு நீர் பாய்ந்ததால் ஆற்றில் நீர் 42 மீ.உயர்ந்து வெள்ளமாக ஓடியது. இன்னும் 48 கி. மீ. $\times$ 1.6 கி. மீ. $\times$ 90 மீ. ஆழம் உள்ள ஏரி ஒன்று உள்ளது.



படம் 200 (1-6)

பாறை வீழ்ச்சி (Rock Fall) ஆறுகள் பனிக்கட்டி ஆறுகள் கடல் அலைகள் ஆகியவற்றால் ஏற்படும் பலவகையான உகலியக்கங்களினால் செங்குத்தாக்கப்பட்ட மலைச் சரிவுகள் அல்லது கொடும் பாறைப் (cliff) பக்கங்களில் பாறை வீழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. பாறைகள் ஒரு சரிவின் பக்கத்திலிருந்து விடுபட்டு நேர் கீழே விழுவதைப் பாறை வீழ்ச்சி எனலாம். இதில்

வழுக்குதளம் ஏதும் இல்லை. பாறை விழும்போது உருண்டு உடைவதும் உண்டு. சரிவின் அடிவாரத்தில் பாறை உகுந்து குவியக்கூடும். பிளவுகளில் நீர் புகுந்து அங்கு பனிக்கட்டியாக உறைந்து விரிவதால் பாறைகள் தகர்க்கப்படுகின்றன. இரவு பகல் நேரங்களில் ஏற்படும் வெப்ப வேறுபாடுகளும் பிளவுகளை அதிகமாக்குகின்றன.

நையகாரா நீர்வீழ்ச்சியில் சுண்ணப் பாறைப்படுகைகள் சம கிடையாக உள்ளன. இவற்றின்மேல் ஆறு ஓடி விளிம்பில் விழுகிறது. சுண்ணப் பாறையின் அடியில் மணற்பாறைகளும் களிமண் பாறைகளும் உள்ளன. இவை எளிதில் நீரினால் அரிக்கப்பட்டு விடுவதால் தாங்கிப் பிடிக்க ஒன்றும் இல்லாது போய் சுண்ணப் பாறை அவ்வப்போது திப்பை திப்பையாக விழுந்து விடுகிறது.

நிலச்சரிவுகளுக்கு உட்படக்கூடிய பொருள்களும் காரணங்களும் (Susceptible materials and Causes) உகு பாறைச் சரிவுகள் (Talus slopes) அல்லது நீர் அல்லது பனியாற்றின் உதவியின்றிப் படிந்துள்ள அரிப்புப் பொருள்களிலும், இயற்கையாக புலம் நீங்காமல் ஆக்கப்பட்டுள்ள இயல் உக லியல் மண் வகைகளிலும் அடிக்கடி நிலச் சரிவுகள் ஏற்படுகின்றன.

படிவுப் பொருள்களில் களிமண் இருந்தால் அப்பொருளிலும் நிலச் சரிவுகள் ஏற்படும். சுத்தமான மணல், சரளை போன்ற படிவுகள் பொதுவாக நிலையானவை. களிமண் கலப்போ நிலநீரில் மாற்றமோ ஏற்படும்போது இவையும் நிலையாக இருப்பதில்லை.

சாய்வு (dip), படுகைத் தளங்கள், பிளவுகள் பிளவுபடக் கூடிய படல அமைப்பு ஆகிய அமைப்புக்களை உடைய பாறைகள் நிலச் சரிவினால் பாதிக்கப்படுவது இயல்பு. பாறையில் உள்ள நழுவு நோட்டதளங்கள் (Slicken sides) சரிவுகளை உண்டுபண்ணக் கூடியவை.

சர்பெண்டைன் தாரைகள், அன்ஹைறட்ரைட், கிளாகோனைட் பெண்டோனைட் களிகள் ஆகியவை இருப்பது அபாயகரமான நிலையாகும்.

அடுக்கமைப்புடைய சுண்ணவயப் பாறைகளில் படுகைத் தளத்துக்குக் குறுக்காக வெடிப்புகள் எளிதில் உண்டாகின்றன. மணற் பாறைகளில் படுகைக்குக் குறுக்காகப் பிளவு

களும் மற்ற வெடிப்புகளும் தோன்றுவது இயல்பு. படிகவய சுண்ணப் பாறைகள் கனிமப் பிளவு (Cleavage) நோட்ட வயமாக உடைவதுண்டு. தணற்பாறை வகைகளில் மேல் மட்டத்தில் விரைந்து குளிர்ச்சி அடைந்துள்ள பாறைகளில் பலவிதமான வெடிப்புகள் இருப்பதால் பாறை வீழ்ச்சி அடிக்கடி நிகழும். கிரேனைட்டுகளில் இவ்வித இடர் ஏதும் இல்லை. மலை–ஆக்க இயக்கங்களினால் பாதிக்கப்பட்டுள்ள பாறைகள் மிகவும் இடர்பாடுடையவை.

மற்ற காரணங்கள் : இயற்கை அல்லது செயற்கை நில அதிர்ச்சிகள், நில அரிப்பு இயக்கங்கள், பாறை அடுக்கமைப் பில் ஏற்படும் மாறுபட்ட விகித அரிப்புக்கள், சரிவின் அடியில் ஏற்படும் நில அரிப்பு, சுரங்கக் கசடுகளைக் கொட்டுவதால் ஏற் படும் பளு அதிகரிப்பு, மழை அல்லது நீர் வடிதல் ஆகிய வற்றால் ஏற்படும் நிலநீர் மாறுபாடுகள் ஆகியவை நிலச் சரிவு களை உண்டாக்கவல்லன. நீர் ஒரு பொருளுக்குள் ஊறி அதன் எடையை அதிகரிக்கும்; சறுக்கு தளங்களில் உயாவி யாக அமையும். பளு மாறுவதால் நிலம் புவிக் கவர்ச்சியால் பாதிக்கப்படுகிறது. நீர் அதிகமாக இருந்தால் நிலத்தின் கத்தரிப்பு எதிர்ப்புத் திறன் குறைகிறது. நீர்த் தேக்க மட்டம் விரைந்து தாழ்வதால் புரைநீர் அழுத்தம் அதிகரித்து கரையின் மண் திடுமென இழிந்து விடுவதுண்டு.

நிலச் சரிவின் உடனடியான காரணத்தையும் (Immediate cause) உண்மையான காரணத்தையும் (Real cause) பிரித் தறிதல் பொறியாளரின் முக்கிய பணியாகும்.

நிலச் சரிவுகள் ஏற்படாமல் காக்க வழிகள்.

சரிவின் பக்க பலமான முட்டு அமைப்புகளை விலக்கக் கூடாது. சரிவின் அடிப்பகுதியில் குழிபறிப்பதோ, அரிப்பை அதிகமாக்கும்படி எதையாவது செய்வதோ, இருக்கும் கட்ட டங்களை அகழ்ந்து எடுப்பதோ, பெருமரங்களை வெட்டி வேரோடு தோண்டி எடுப்பதோ கூடாது. ஆறுகளில் ஆழமாக தூர்வாறக்கூடாது. சரிவில் தாவரங்களை வளரவிட வேண்டும். நிலநீர் மட்டம் ஏறவோ இறங்கவோ செய்யக்கூடாது. நீர்த் தேக்கங்கள், கால்வாய்கள், வடிகால்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து நீர் உள்ளே ஊறுவதால் நிலநீர் மட்டம் மாறிவிடும். ஆகவே நிலத்தின் மேலும் உள்ளும் நீர் வடிய வசதிகள் செய்ய வேண்டும். சரிவின்மேல் அதிகச் சுமை ஏறுமாறு சுரங்க மண் கசடுகளைக் கொட்டக்கூடாது.

சரிந்த நிலத்தைத் திருத்தி அமைத்தல்

துருவு துளைகளை இட்டு நிலநீர் மட்டத்தைத் தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். நிலச் சரிவு ஏற்பட்ட இடத்தில் நழுவு தளம் எவ்வளவு ஆழத்தில் உள்ளது என்பதை அறிந்து கொள்ளவேண்டும்.

புரை அழுத்தம் அதிகமாக உள்ளபோது நிலநீரை முழுவது மாக வடிக்கக்கூடாது. குழாய்கள், உட்குடைவான கால்வாய் கள், அடிப்பகுதியில் தோண்டிய கால்வாயில் பெருங்கற்களைக் கொட்டி மூடிய வடிகால்கள் ஆகியவற்ருல் நீரை வடியச செய்யலாம். பக்க பலமாகப் பலவகையான மதில்களைக் கட்டலாம். அடித்தளத்தின் உள் செல்லுமாறு பதிகால்களைப் பதிக்கலாம். சிமெண்டைக் கொண்டு தளர்ந்துள்ள இடங் களைத் துற்றல் முறையால் (Grouting) கெட்டிக்கலாம். மேற் பரப்பினுள் மழைநீர் செல்லாதிருத்தச் சிமெண்டால் பூசிப் போர்த்தலாம் (Gunite).

மண் ஒழுகலை செயற்கை முறையில் பனிக்கட்டிபோல் இறுகச் செய்தும் தடுக்கலாம்.

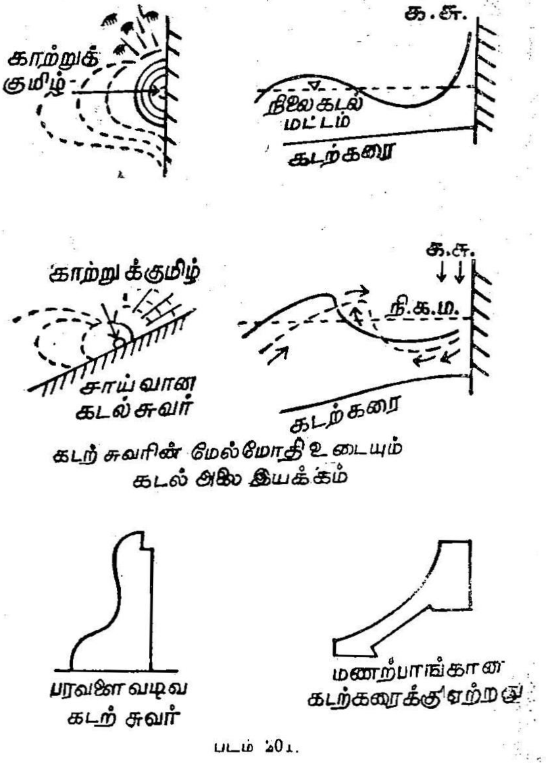
நெய்தல் நிலக் கரை காப்பு

நம் நாட்டில் பெரும்பகுதி கடலால் சூழப்பட்டிருப்பதால் கடலையும் கடல் சார்ந்த நிலத்தையும் ஐந்து நிலக் கூறிகளில் ஒன்ருக மதித்து நெய்தல் நிலம் என்று அழைத்தனர். ஒன்றுக்கொன்று முற்றிலும் வேறுபட்ட குணங்களை உடைய கடலும் நிலமும் சமநிலையை மேற்கொண்டு அமைதியுடன் காணும்போது மனிதன் எழில் மிகுந்த இயற்கைக்குக் கைகூப்பு கிருன். ஆனுல், கடல் இயற்கைச் சக்திகளின் சிறு சிறு மாறு பாடுகளால் அவ்வப்போது நிலத்தைக் கவரமுயலும்போது மனிதன் தன் பொறியியல் திறமையைக்கொண்டு கடலின் அழிவு வேலையை ஆக்க வேலையாக மாற்ற முயலுகிருன்.

கடற்கரைகள் மணல் நிரம்பியனவாகவோ, பாறைகள் நிறைந்தனவாகவோ காணப்படுகின்றன. கடல் ஓர் ஓயாத உழைப்பாளியாகையால் கடற்கரைகள் தொடர்ந்து மாறிய வண்ணமாகவே உள்ளன. நெய்தல் நிலத்தில் அரிப்பினுல் ஏற்படும் இழப்பைத் தடுக்கவும், மணல் படிவுகளைக் கட்டுப் படுத்தவும், தற்போதுள்ள கடற்கரையை நிலைப்படுத்தவும்

அல்லது சீர்படுத்தவும், துறைமுக வாய்ப்பு நலன்களை உண்டாக்கவும் அல்லது காக்கவும் பலவிதமான பொறியியல் வேலைகளை மேற்கொள்கின்றனர்.

கடற்கரையில் அரித்தலும் படிதலும் அலைகளாலும் கீழ் வடி அலையாலும் (Under tow, மீள் அலை) கரை இணை நீரோட்டத்தாலும் (Alongshore current) கடல் பொங்கோத (Tide) அலைகளாலும் நீரோட்டங்களாலும் நிகழ்ந்தாலும், இவற்றில், அலை இயக்கமும், கரை இணை நீரோட்டமுமே முக்கியமானவை. கடலின் எறிநீர் இயக்கத்தைப்பற்றி முன்பே கண்டோம்.



படம் 201.

திண் சுவர்கள், கொழிதடைகள் (Groynes), திண்கழி அரண்கள் (Pallisades), கடல் மடைச் சுவர்கள் (Jetties) ஆகியவையே வழக்கமான காப்பு வேலைப்பாடுகள்.

கடற் சுவர் (Sea wall).

புயல் காற்றினால் உண்டாகக்கூடிய சேதத்தைத் தடுக்கக் கடற் சுவர்களை எழுப்புவர். அளவில் பெரியனவாயும் திண்ணியனவாயும் உள்ள இவற்றை பெருஞ்செலவு செய்தே கட்டமுடியும். சுவர்களைக் கூடியவரை மேல்-நீர் மட்டத்துக்கும் மேலான உயரத்தில் கடற்கரையில் எவ்வளவு ஓரமாகப் பின் தள்ளி அமைக்கமுடியுமோ அவ்வளவும் நல்லது. சுவரின் போக்கிக் கோணத் திருப்பங்கள் இருந்தால் எறிநீர் இயக்கம் ஒரு முகப்பட்டு மிகுதியாகத் தாக்கும். சுவரின் நீர்ப் பக்கம் சாய்வாக இருந்தால் மோதும் அலையின் விசை எளிதில் செல வாகி அழிய வாய்ப்பு இருப்பதால் சுவரின் நிலைப்புத் தன்மை மிகும். இது சாய்மாலை வட்டவடிவில் (பரவளை-Parabolic) இருக்குமானல் அலையின் விசை திறம்படத் தடுக்கப்படும்.

கடற் சுவரின் அடியில் முன்-அடி-அரிப்பு (Toe-erosion) அதிகமாக இருப்பதால் அவற்றை பதிகால்களால் ஆன (Piles) கடைக்கால்களின்மேல் கட்டக்கூடாது. பிதுக்கமான அடிப் பக்கத்தினாலும் பயன் இருக்காது. ஆனல் முன் அடிப்பக்கத் தில் சிமெண்டு திரைக்கால் சுவர்களும் (Toe curtain) தகட்டுச் சுவர் பதிப்புகளும் (Sheet piles) கீழ் அரிப்புக்குத் தக்க பாது காப்பாய் அமைகின்றன. அலைகடற் சுவர்களில் மோதும் முன்பே, மரத்திப்பைகளைப் பதித்து உண்டாக்கிய திண் கொழு கால் வேலிகளால் தடுக்கப்படுமாறு அரண் அமைப்பதும் உண்டு. இது அலைதாங்கிச் சுவர் போல் பயன்படும்.

கரைச் சுவர் (Bulkhead)

இது அளவில் சிறிய கடற் சுவர். இதைக் கொழி தடை களுடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்துவர்.

தரிப்புச் சுவர் (Revetment)

தாழ்வான மண் கரைகளின்மேல் கற்களைப் பதித்து அலை அரிப்பைத் தடுக்கலாம். இவ் வேலைக்கு அலைகளால் நகர்த்த முடியாத அளவுக்குப் பெரிய கற்களைப் பயன்படுத்தவேண்டும். பெரிய கற்களின் இடுக்கில் சிறிய கற்களைச் செருகி இடைவெளி யைத் திணிக்கவேண்டும். தரிப்புச் சுவரை மென்சாய்வுடன் அமைக்கவேண்டும்.

இவை மூன்றும் கடற்கரை விளிம்புக்கு இணையாகக் கட்டப்படும் அரண்கள். இவற்றின் பின்புறத்திலுள்ள (நிலப் புறத்தில்) நிலத்தைப் பாதுகாக்கவே கட்டப்படுகின்றன.

மேலே விவரித்த மூன்றுவிதமான சுவர் அமைப்பாலும் கடற்கரையில் அடி பறித்தல் (Beach scour) அதிகரிக்கும். ஏனென்றால் அலை கரைமேல் ஏறுமல் தடுக்கப்படுகிறது; மீள் அலைப்பு (Backwash) அதிகமாகிறது. ஆகவே இதனல் விலையும் முன் அடி அரிப்பைத் (Toe erosion) தடுக்கத் தக்க கடைக்கால் முறை கையாளப்படவேண்டும்.

இனி கடல் ஓரப்பகுதியில் அலைக்கப்படும் சிறுகல்லும், கூழாங்கல்லும், மணலும், கடற்கரை ஆக்கத்தில் கொண்டுள்ள பங்கையும், கடற்கரையைப் பேணும் பொறியியல் முறைகளில் கரை உகல் ஓட்டத் தடைகளைப் பற்றியும் (Littoral Barriers) இங்கு காண்போம்.

கடற்கரையும் கரை உகல் ஓட்டமும்

மென் மணலால் ஆன கடற்கரையில் மணல் குவியக் காரணம் என்ன? கடலோரத்தில் திரைகள் ஓயாது ஒன்றன்பின் ஒன்ருக நிலத்தை நோக்கிப் புரண்டு வந்து கரையில் ஏறிச் சென்று பின் வடிந்து மீண்டும் கடலில் கலக்கின்றன. அவ்வாறு நீர் பின் வாங்கும்போது கரையிலுள்ள மணலையும் அரித்துச் செல்கின்றன. காற்றின் திசையைப் பொருத்து அலைகள் எழுந்து கரையை மோதுகின்றன. பெரும்பாலும் கடற்கரையைக் கோணவாட்டில் வந்து மோதுகின்றன. ஆகவே கரைமேல் செல்லும் அலை கோணவாட்டில் முன்னேறி, பின் வாங்கும்போது கரைக்கு நேர்குத்தாகச் சரிவு வாட்டத்தில் ஓடி வடிகிறது. அலை நீரால் மேலே அடித்துச் செல்லப்படும் மணல் கரையின் குறுக்காக காற்றின் திசையில் சற்று மேலே தள்ளப் படுகிறது. அலை பின்வாங்கும்போது கீழ்பறியும் அதே மண லின் ஒரு பகுதி இதனல் முன்பு இருந்த இடத்தைவிடச் சற்று காற்றுத்திசையில் நகர்ந்துவிட்டது! ஆகவே கரையோர மணல் ஓயாது அலைக்கப்பட்டு, முதலில் காற்ரோட்டத்திசையிலும் பின் கடல் நீரோட்டத் திசையிலும் நாடோடிபோல் நகர்ந்து சென்ற வாறே உள்ளது. சென்னை, விசாகப்பட்டினம் ஆகிய துறை முகங்களுக்கு அருகே இவ்வாறு கடல்நீரில் 185 மீட்டர் ஆழம் வரை உள்ள பகுதியில் நகரும் மணலின் அளவை கணக்கிட்ட தில் ஆண்டுக்குச் சுமார் 1 மில்லியன் டன் மணல் கடல் ஓரப் பகுதியில் (Littoral zone) தெற்கே இருந்து வடககாக ஓடிக் கொண்டே இருப்பதாகத் தெரிகிறது. இதுவே கரை உகல் ஓட்டமாகும் (Littoral drift) இதைக் கடலில் அலைப்பும் கரை ஓரக் கடல் நீர் ஓட்டமும் இயக்குகின்றன.

கடலுக்கு இந்த உகுபொருள் எங்கிருந்து கிடைக்கிறது? ஆறிறுப் படுகையையே ஆற்றுநீர் அரிப்பதுபோல் அல்லாது கடல்நீர் கரையோரப் பகுதியை மட்டுமே அரிக்கிறது. ஆழ் கடல் தரை அலுங்காது அப்படியே இருக்கிறது. கடலோரப் பகுதியில் ஓடும் உகுபொருள் அனைத்தையும் கடல்தானே தன் அலைகளைக்கொண்டு அரித்தெடுக்கவில்லை. மழை வடிநீரும் ஆற்று நீரும் நிலத்தை அரித்து வெள்ளக் கலுழிகளாகக் கொண்டு வந்து கடலில் கொட்டுவதால் பெரும்பகுதி உகல் பொருள் கிடைக்கிறது. கடல் ஓத வடிநீரும் புயல் காற்றும் கூட நிலத்துப் பொருளைக் கடலுக்கு அளிப்பதுண்டு. புயல் வீசும்போது எழும் பேரலைகள் கடற்கரையிலுள்ள கொடும் பாறைகளில் இருந்து பாறைகளைப் பெயர்த்து வீழ்த்துகின்றன. அலைகள் பின்னர் இவற்றைத் தாக்கித் தகர்த்துப் பொடியாக்கு கின்றன. பலவழிகளில் கடலை வந்தடையும் உகல் பொருள் கள் கடலோரப் பகுதியில் சுமார் 60 மீட்டர் கடலாழம் வரை அதிகமாக அலைக்கப்படுகின்றன.

கடல் அலைகளில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன. ஒன்றை விம்மலை (Oscillatory wave) என்றும் மற்றதை நெட்டலை (Translational wave) என்றும் கூறுவர். விம்மலை ஆழ் கடலில் இயங்கும். நெட்டலை ஆழமற்ற கடற்பகுதிகளில் இருந்து காணப்படுவது. விம்மலை மேலும் கீழும் எழுந்து விழுகிறது. இதைவிட நெட்டலையே உகல் பொருளை நெட்டித் தள்ளும் வேலையைத் திறம்படச் செய்கிறது. கிடைவாட்டாகத் தள்ளும் சக்தி இதற்கு உண்டு. கரை உகல் ஒட்ட வினையைப் பெரும் பாலும் இத்தகைய அலைகளே செய்கின்றன. மேலும் கடல் ஓத அலைகளும் கரை உகல் ஒட்ட வினையில் ஈடுபடுகின்றன.

கடற்கரைகள், ஓங்கல் கரையாகவும் (cliff). வெறும் பாறைக் கரையாகவும் கூழாங்கற்களால் ஆனதாயும், மணலால் ஆக்கப் பட்டதாயும் பலவாறு உள்ளன. கரையிலுள்ள பொருள்களைக் கடல் திரைகள் அளவுக்கு ஏற்ப கொழித்து நிரல் படுத்துவ தால், மணல்களையும் கூழாங்கற்களையும் ஒரே இடத்தில் காண முடியாது. பெருமணல் கரையை நோக்கியும் சிறுமணல கடலை நோக்கியும் நகர்வதுதான் இயற்கை. ஆகவே ஒரு கடற்கரை யிலுள்ள மணல் ஒரே துகள் அளவுடையதாக இருப்பதைக் காணலாம்.

கடற்கரை இயற்கையாக உண்டாகும் ஒன்று. பருவக்கால ஏற்றத் தாழ்வுகளுக்கு இணங்க ஒரே நிதானமாக இயங்கும்

இயற்கைச் சக்திகள் ஒவ்வோராண்டும் சற்று மாறுபடுவதால் கடற்கரைகளும் அதற்கேற்ப சற்று உருவமாற்றம் அடைகின்றன. மாபெரும் புயல்கள் அவ்வப்போது கரைகளைப் பெருமமளவுக்குச் சேதப்படுத்துகின்றன. கடல் ஓர உகல் பொருள் ஓட்டத்தில் சற்று மாற்றம் இருந்தாலும் மணல் கூழாங்கல் முதலியவற்ருல் ஆன அழகிய கரைகள் பாதிக்கப் படுகின்றன. உலகல் பொருள் இயற்கையாகவோ அல்லது செயற்கை முறையாலோ ஓரிடத்தில் அதிகம் கிடைத்தால் அவை மற்ற இடங்களுக்கு அடித்துச் செல்லப்பட்டுத் தேவை யான இடங்களில் குவிக்கப்படுகின்றன. உகலோட்டம் தடைப்பட்டதால் ஒரு கடையில் சாதாரணமாகக் கிடைத்து வந்த உகல்பொருள் குறைவதால் கரையில் ஏற்கனவே இருந்த மணலையும் கடலலைகள் அரித்து எடுத்துச் சென்றுவிடக்கூடும். வரவும் செலவும் ஒரே அளவில் இருப்பதுதான் கரைக்கு உகந்தது.

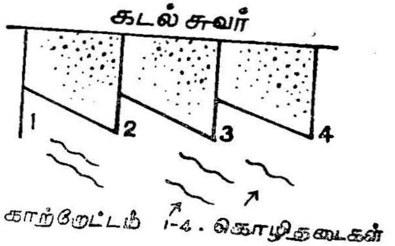
மணற் கரையைச் சற்று அகலப்படுத்தவும் அரிப்பைத் தடுக்கவும் பல வழிகள் உள்ளன. இவை அனைத்தும் இயற்கைச் சக்திகளுக்குச் சிறுசிறு அளவில் செயற்கை முறைகளால் தடைகளை இடும் வழிகளே. பேரளவில் தடைகளை ஏற்படுத்திஞல் கடல் அலை அவற்றைத் தகர்த்து எறியும்; அல்லது தடையற்ற மற்ருேர் இடத்தில் சேதத்தை அதிகரிக்கும்.

கரை ஓரச் சமநிலையைக் காக்கும் இயற்கைச் சக்திகளை அவை அனுமதிக்கும் அளவுக்கே அவற்றைத் தடுத்து மாற்றலாம். மணலை ஓரிடத்தில் அதிகமாக செயற்கை முறையில் தடையிட்டுக்குவித்தால் மற்ற கரை ஓரப் பகுதிகளில் அரிப்பு மிகும்.

கொழி தடைகள் (Groynes).

மணல் அல்லது கூழாங்கல்லால் ஆன கரைகளைக் காக்கவோ, ஆக்கவோ முறத்தின் இரு பக்கச் சுவர்களைப் போன்ற கொழிதடைகளை அமைக்கின்றனர். இவை கற் காரைத் திப்பைகளாலோ, மரத்தாலோ, பாறைக்குவியல் மேடுகளாலோ, எஃகுத் தகட்டுச் சுவர்களாலோ ஆக்கப்படுகின்றன. இவை கடற்கரையின் மணற் பகுதியின் அகலத்தைப்போல் சுமார் 1.5 பங்கு அதிக நீளம் உடையவை. இவற்றை கரைக்கு நேர் குறுக்காகவோ அல்லது நேர் கோணத்துக்கு 0° முதல் 10° அளவு காற்று மறைவுப் பக்கவாட்டமாக

மிகுந்தவாறே அமைக்கவேண்டும். இத்தடைகள் கரை மணலின் உச்சி மட்டத்தில் துவங்கி தாழ் அலைமட்டம்வரை நீடிக்கவேண்டும். குடலலை மட்டத்தை நோக்கி உயரம் குறைந்துகொண்டே வந்து மணலின் உள் ஆழ்ந்துவிட வேண்டும். கரையில் மணல் எவ்வளவு உயரம்வரை குவிய வேண்டுமோ அதையொட்டி உயரங்களை அமைக்கவேண்டும், எந்த ஓரிடத்திலும் கொழிதடையின் உயரம் அக்கரையின் உகல் பொருளின் நீர்-அமிழ் இயற்குவி கோணத்துக்குக் (Angle of Repose under water) குறைந்தே இருக்கவேண்டும். அடிபறிவு அதிகம் உள்ள இடங்களில் கொழிப்புத் தடைகளைக் கரையை அணைக்கும் கடற் சுவர்களுடன் சேர்ந்தவாறு அமைப்பதுண்டு. கொழிதடைகளை அவற்றின் நீளத்தைப் போல் ஒன்று முதல் மூன்று மடங்கு நீளம்வரை ஒன்றுக் கொன்று இடைவெளிவிட்டு அமைக்கவேண்டும். கரை உகல் ஓட்டம் அதிகம் இருந்தால் இன்னும் அதிக தூரத்திலும் அமைக்கலாம்.

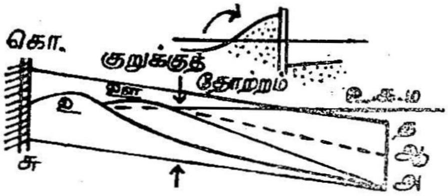


படம் 202.

கொழிதடையில் மணல் தொகுதல் (Accretion). அரிப்பால் கெடும் கடற்கரையைக் கரை உகல் ஓட்டப் பொருள்களின் தொகுதலால் வளரும் கரையாக மாற்ற கொழிதடைகள் பயன் படுகின்றன. இவை கரையைக் காப்பதுடன் அதை வளரவும் செய்கின்றன; கூடியவரை அதை இயற்கையான முறையில் நிலைக்கச் செய்கின்றன.

கொழிதடையின் காற்றெதிர் பக்கத்தில் (Wind-ward side தொகுதல் ஏற்படுகிறது. காற்று மறை பக்கத்தில் (Lee-ward side) மணல் அரிக்கப்பட்டு அருகுகிறது, அல்லது, தொகுதல் சற்று குறைந்த அளவில் நடக்கிறது. பெரிய கூழாங்கற்களை அலைகள்மேல் முலையை நோக்கித் தள்ளுகின்றன. கீழ்பறிவு (Unner tow) நுண்மணலை சரிவு வாட்டத்தில் கீழே ஈர்த்து வருகிறது.

கடல் அலைப்பு சாதாரணமாகக் கரைக்கும் கோண வாட்டாக இயங்கும். இதனால் கடற்கரை விளிம்பு மரஅரத்தின் பற்களைப்போல் உருவாக்கப்படுகிறது.



படம் 203.

கொத	கொழிதடை
புள்ளி இட்ட பாகம்	தொகுந்தமணல்/கூழாங்கல்
சுகொ	கடற் சுவர்
உ அ	துவக்கக் கடற்கரைச் சரிவு
ஊ	தொகுந்த கடற்கரைக் குவடு
ஊ அ	உ அ வைவிட உயர்ந்த சரிவு
உ.க.ம.	உயர் கடல் மட்டம்.

படத்தில் காணப்படும் சரிவுகளில் ஊ அ அவ்வளவு நிலையானது அல்ல. இச்சரிவு நிலையானதாக இருக்க வேண்டுமானால் தொகுதலால் உண்டாகும் புதிய சரிவு ஊ ஆ-வைத் தொடரவேண்டும். ஆயின் காற்று எதிர்ப்பக்கம் கடற்கரை மட்டம் உ அ-விலேயே இருப்பதால் ஆ-வுக்கு எதிர்பக்கம் பள்ளமாக இருக்கும். ஆகவே கொழிதடையின் கடல் முனையில் தொகுதல் ஏற்படாது. எதிர்பக்கத்திலும் தொகுதல் ஏற்பட்டால் தான் காற்றுப் பக்கக் கரையும் உயரமுடியும். கொழிதடையின் கடல் முனையின் உயரம் குறைவாக இருக்குமாயின் மணல் தடையின்மேல் வழிந்து மறுபுறம் சிந்தும். ஆகவே கரைமுகடு (Beach crest) கடலை நோக்கி வளரும் போது மறுபக்கம் சிந்தும்படி உயரம் அமைக்கப்பட்டிருந்தால் கரை ஆக்கம் திறம்பட நடக்கும்.

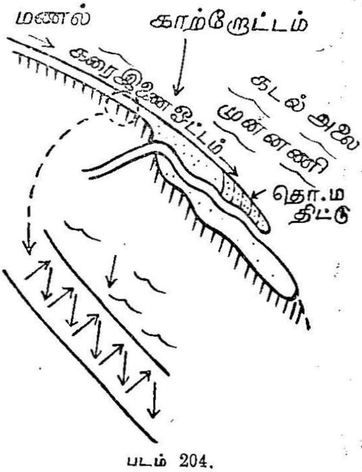
கொழிதடைகளை நீர் புகாச் சுவர்களைப்போல் அல்லாது விளியுடைய சல்லித் தடைகளாகவும் கட்டுகின்றனர். மாறுபாடு அதிகமில்லாத சீரான கரைகளை இதனால் ஆக்க முடிகிறது.

கொழிதடைகளை அமைக்கும்போது கடற்கரையில் மணலோ கூழாங்கல்லோ அதிகம் தொகுதல் ஒன்றையே மனத்தில் வைத்திருக்காமல் கடற்கரையின் அழகையும் நினைவில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். கொழிதடைகளை கற்களாலான மேடுகள், மரத்திப்பைகள், கறிசுவர் இவை போன்று எப்படி அமைத்தாலும் அழகுணர்ச்சியுடன் இருக்க வேண்டும்.

ஆங்காங்கு மனல் குவிந்த பின்னரும் அதைக் காக்க ஒரு சில முயற்சிகள் எடுக்க நேரும். காற்றினால் மணல் அடித்துக் கொண்டு போகாதிருக்க மரக்கிளைகளால் செய்த படல் வேய்வுகளைப் (Fascines and thatchings) பொருத்தி மணற் பரப்பினைக் காக்கலாம். தக்க தாவரங்களைப் பயிரிட்டும் சரிவினைக் காக்கலாம்.

கடல் வாய்ப் பகுதியில் கரைஉகல் ஓட்டம்

ஆறு கடலில் கலக்கும் இடத்தில் கடற்கரை ஆற்றினால் அரிக்கப்பட்டு ஆழமான கால்வாய்போல் இருக்கும். இவ்வழியை ஆறு மழைக்கால வெள்ள நீரின் வேகத்தையும் நீரில் தோய்ந்து வரும் மண், மணல் போன்ற உகல் பொருள்களையும் கொண்டு ஆக்குகிறது. ஆற்றின் நீரோட்டம் தணிந்து காணப்



படம் 204.

படும் மற்ற காலங்களில் கடல் அலை இயக்கம் கரை உகல் பொருள்களைக்கொண்டு ஆற்றின் கடல் வாயை அடைக்க முனைகிறது. கரை இணை நீரோட்டம் ஆற்றின் கடல் வாயை

வந்தடைந்ததும் ஆழ நீரைக் கடக்க நேரிடும்போது தான் ஏந்திவந்த உகல் பொருளை அங்கேயே போட்டு விடுகிறது. ஏனெனில் நீரோட்ட வேகம் குறைந்ததும் அதன் கடத்து திறன் குறைகிறது. இவ்வாறு வந்து சேரும் கரைஉகல் பொருள் கடல் வாயை அடைக்கும். தொடுமணல் திட்டு (Spit) ஒன்றை உண்டாக்குகிறது, ஆற்று நீரின் போக்கு தடைபட்டு ஆறு வேறு இடத்தை நோக்கி வளைந்து ஓட நேருகிறது. இவ்வாறு ஆற்றின் கழிமுகத்தில் ஆற்றின் போக்கு மாறுபட்டுக்கொண்டே இருந்தால் ஆற்றில் கப்பல் போக்குவரத்துக்கு இடையூருக இருக்கும்.

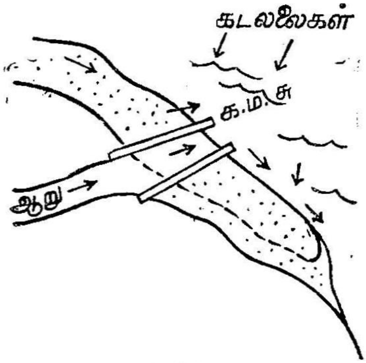
இதுமட்டும் அல்லாது ஆற்றின் கடல் வாய்ப்பகுதிகளில் கடல் பொங்கோதமும் பெரும் தீங்கு விளைவிக்கிறது. சூரியன் சந்திரன் இவற்றின் ஈர்ப்புச் சக்திகளின் பலனுக உலகின் கடல் பரப்பு எங்கும் எழுந்து இடைவிடாது ஓடித்திரியும் கடல் பொங்கோத அலைகள் குறுகிய இடங்களைக் கடக்கும்போது விம்மி எழுவதில் விந்தை இல்லை.

கடல் பொங்கோத அலை ஆற்றின் உள்பாய்ந்து ஓடிப் பிறகு தணியும்போது பின் வழிந்தோடி மீள்கிறது. இதனுல் ஆற்றின் வண்டல் அலைக்கப்பட்டு கருமுகத்தில் படிந்து இன்னல் விளைவிக்கிறது. இதைத் தடுக்க பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

கடல் மடைச் சுவர்கள் (Jetties)

கொழிதடைகளைப் போலவே சற்று பெரிய அளவில் கடலுக்கு உள்ளே ஆழநீர்வரை போகுமாறு அமைக்கும் சுவர்களை பாறைகளைக் கொட்டி மேடு இட்டு அமைக்கலாம் (Rabble mound structure) அல்லது பாறைக் குவிமேட்டின் மேல் கற்காரை கொட்டி அமைக்கலாம். பெரிய பெரிய வரையளவுக் கற்களாலும் (Dimension stone) முகப்பிட்டுக் கட்டலாம். மேட்டின் உள்பாகத்தில் சிறிய அளவுள்ள பாறைகளையும் வெளிப்புறங்களில் முறையே பெரிய பெரிய அளவு பாறைகளையும் கொட்டி அமைக்கவேண்டும். மேல் முகப்புக் கற்கள் பெரும் கடலலைகளாலும் நகர்த்த முடியாதவாறு 10 டன் எடைவரை இருக்கவேண்டும். பாறை இடுக்குகளில் நீர்புகுந்து உள்ளே உள்ள சிறு கற்களை வெளியே கொண்டுவர முடியாதபடி அத்துளைகளைத் துறுத்துக் கெட்டிக்க வேண்டும்.

ஆற்றின் கடல்-வாயின் இரு கரைகளிலிருந்தும் இரண்டு கடல் மடைச் சுவர்களை கடலை நோக்கிக் கட்டுகின்றனர். கடல்-வாயை இம்மடைச் சுவர்கள் குறுக்கி கடற்கரையிலிருந்து போதிய அளவு ஆழ்கடல்வரை நீட்டிவிடுகின்றன இதனுல் கரையோர உகலோட்டம் கடல் மடைகளால் தடுக்கப்படுகிறது. அப்படி அச்சுவர்களைக் கடந்து செல்ல முயலும்போதும் கடல் அடிப்பகுதியில் உகல் பொருள்கள் வீழ்த்தப்படுவதால் ஆற்றின் உள்அவை வரவே ஆற்றின் வாயை அடைக்கவோ முடிவதில்லை. கடல் இயக்கம் அவற்றை அப்புறப்படுத்தி மறுபுறம் எடுத்துச் சென்றுவிடும்.



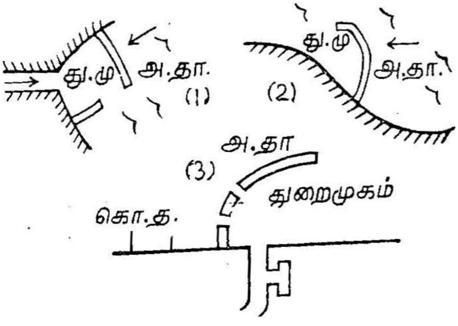
படம் 205.

மேலும் இம்மடைச் சுவர்கள் கடல் ஓதப் பெருக்கை குறுகிய வழியில் அனுப்புவதால் நீரோட்ட வேகம் அதிகமாக்கப்படுகிறது. கடல் ஓதம் ஏறும் போதும் இறங்கும் போதும் நீர் ஓட்டம் விரைவாக இருப்பதால் கடல்-வாயில் படியும் வண்டலையும் உகற்பொருளையும் அடி பறித்தலால் (Under scour) அப்புறப்படுத்தி ஆற்றை ஆழமாகவே வைத்திருக்க முடிகிறது.

அலை தாங்கிகள் (Break-waters).

கடலலையின் தாக்குதலைத் தணிக்கும் பொருட்டு அலை தாங்கிகள் கட்டப்படுகின்றன. இவற்றை துறைமுகப் பகுதிகளில் அதிகமாகக் கட்டுகிருர்கள். கரையுடன் பாலங்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ள அலைதாங்கிகளும் கரையுடன் இணைக்கப்படாத அலைதாங்கிகளும் கரையை அடுத்துள்ள துறைமுகப் பகுதியைக் காக்கின்றன. அலைதாங்கிகளை, பெரும்பாலும்,

முன்பு கூறியபடி பறைக் குவி மேடுகளாக அமைப்பதே எளிது. ஏனெனில், கடல் மதில்களைப்போல் அல்லாது இவற்றை எவ்வகையான ஆழங்களிலும் எந்தவித அடித்தளத்தின் மேலும் கட்டமுடியும்.



படம் 206.

அலைதாங்கிகள் முறைமுகத்திலுள்ள கலங்களை வளைத்து அணைத்துக் காக்கும் கரங்களைப்போல் இருக்கவேண்டும். துறைமுகத்தினுள் கலவகள் நுழையும் வழியினூடே கரை உகல் பொருள்கள் உள்ளே நுழையாதபடி அமைக்க வேண்டும். காற்றின் திசையில் வாயில் திறக்காமல் காற்றையும் அலையையும் தடுக்குமாறு அமைக்கவேண்டும். கடற்கரையின் இயல்பான வளைவுகளை முடிந்தால் இதற்காகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

விசாகப்பட்டினம் துறைமுகத்துக் கடல் வாய்ப் புறத்தில் "டால்பின் நோஸ்" (Dolphin Nose) கரைக்கு அருகே இரண்டு பழைய கப்பல்களை மூழ்க்கி அலைதாங்கியாக அமைத்துள்ளனர். இது 310 மீட்டர் நீளமானது. கரை உகல் ஓட்டத்தைத் தடுத்து ஓர் இடத்தில் சேகரிக்கவும், உகல் படிவுகளைத் தூர்-எடுக்கும் ஈடுபட்டுள்ள தூர்வாறிக் கப்பல்கள் இயங்கும் இடத்தைப் பேரலைகளிலிருந்து காக்கவும் பயன்படுகிறது. கரை உகல் பொருளை வாட்டமாகத் தன் அலைநிழல் பகுதியில் குவிக்குமாறு இத்தடையை தக்க கோணத்தில் அமைத்துள்ளனர். அங்கு சேரும் தூரை தூர்வாரிக் கப்பல்கள் வாரி எடுத்து மறுபுறம் உள்ள விளியுடை மடைக்கு அப்பால் கொண்டு போய்க் கொட்டுகின்றன. இவ்வாறு துறைமுக

வழியை கப்பல் போக்குவரத்துக்கு ஏற்ப எப்போதும் ஆழமாகவே வைத்திருக்கிறார்கள்.

மற்ற கரைகளின் காப்பு

ஏரிகள் அல்லது ஆறுகளின் கரைகளையும் நீரோட்ட அரிப்பிலிருந்து காக்க பல முறைகளைக் கையாளலாம். தரிப்பு மதில் (Revetments) போல் கரைச் சரிவுகளில் கற்களைப் பதித்துக் காப்பது ஒரு முறை. கொழிதடைகளைப் போன்ற முனைப்புக்களை கரையிலிருந்து ஆற்றினுள் நீரோட்டத் திசையில் சற்று சாய்ந்த கோணத்தில் சிறிது நீரினுள் செல்லுமாறு கட்டுவதால் கரையினருகே நீரோட்ட வேகம் தடைபட்டு கரை அரிப்பு தணிக்கப்படுவதோடு கொழிதடைகளினிடையே வண்டல் படிவுகள் ஏற்படவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. பிரம்மபுத்திரா போன்ற ஆறுகளின் கரைகளில் இத்தகைய கொழிதடைகளை குறைந்த செலவில் மரந் திப்பைகள், மூங்கில் ஆகியவற்றால் அமைத்துள்ளனர். சில ஆறுகளின் கரைகளில் பாறைக் கற்களால் நிரப்பப்பட்ட கம்பி வலைக் (குழல் உருவான) கூடைகளை (10 முதல் 15 மீ. நீளம்; 1 முதல் 2 மீ. விட்டம்) அடுக்கி அரிப்பைத் தடுக்கின்றனர். இவை கரையின் ஏற்றத் தாழ்வான உருவத்துக்கு ஈடுகொடுத்து அவற்றின்மேல் பதிந்து நல்ல காப்பாக அமைகின்றன. சிற்றோடைகளின் கரைகளையும் கரைகளிலுள்ள நிலத்தின் மதிப்புக்கு ஏற்ப கல் திப்பைகளையும் கற்காரைகளையும் கொண்டு கட்டிய கொழிதடை போன்ற அமைப்புக்களால் காப்பது நலம். ஆற்றின் நீர்ப்பக்கம் குழிவாக வளைந்துள்ள கரையே விரைவாக அரிக்கப்படுவதால் அத்தகைய வளைவுகளிலே காப்பீடுகளை அமைக்கவேண்டும்.

குடைவுகள் (Tunnels)

சுரங்கப் பாதைகளைப் பற்றி கேட்காதவர் இல்லை. மனிதர்கள் மறைவாக நடமாடுவதற்கும் நீர்க் கால்வாய்களுக்கும் தொன்று தொட்டே குடைவுகள் பயன்பட்டு வருகின்றன. நாகரிக மக்களில் எகிப்தியர்களும் ரோம் நாட்டவரும் பாறைக் குடைவுகளை முதன் முதலாகப் பயன்படுத்தினர் எனலாம்.

வான ஊர்திகளின் காலமாகிய இன்றும் கூடப் போக்குவரத்துக்கு நிலமேற்பரப்புப் பாதைகளின் தேவை நாளுக்கு நாள் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. நெடுஞ்சாலைகள்

ரயில் பாதைகளுக்குப் போட்டியாய் அமைகின்றன. நிலத்தின் மேற்பரப்பில் நெடுஞ்சாலைகளுக்கு மலைத்தொடர்கள் ஆறுகள், கடல் முதலியன தடைகளாக அமைகின்றன. இத்தடைகளைத் தகர்த்து எறியப் பொறியாளர் குடைவு வேலைகளில் ஈடுபட்டனர். நாகரிகம் வளர வளரக் குடைவு வேலைகளின் பயனும் அதிகரித்து வருகிறது.

இன்று, குடைவுப் பாதை, குடைவு ரயில் பாதை, குடைவு நீர்க்கால்வாய் (சுருங்கை) ஆகிய பலவும் பெருநகரங்களின் கீழும், ஆற்றின் கீழும், கடலின் கீழும், மலைகளின் ஊடாகவும் பல்வாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. குடைவுகளை வடிகால்களாகவும், நீர்-மின்னுக்கக் கூடத்துக்கு நீரைக் கொண்டுவரும் வழிகால்களாகவும், அணைகளின் குடைவு முறை கலிங்கல்களாகவும் (Glory-hole spillway) அமைப்பதும் உண்டு.

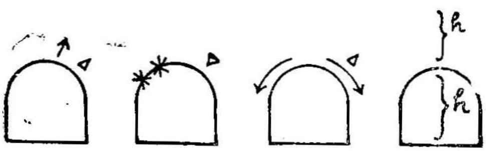
திறந்த வெட்டுக் கால்களைக் குறைந்த செலவில் தோண்ட முடியாத போதும், மேற்பரப்பில் தக்க நில வசதி கிட்டாத போதும் குடைவு வேலைகளை மேற்கொள்வர்.

குடைவுகள் இருவகைப்படும். முதல் வகை மண் அல்லது மண் போன்ற பொருளால் ஆன நிலத்தைச் சார்ந்தது (Earth tunnelling). இரண்டாவது வகை பாறையாலான நிலத்தைச் சார்ந்தது (Rock tunnelling). மண் நெகிழும் தன்மையது; பிணைப்பு அற்றது. இதிலுள்ள குடைவுச் சுவர்களில் நில அழுத்தம் எல்லாப் பக்கத்திலிருந்தும் உள்ளே தள்ளும். பாறை நசிவுபட்டு தளர்த்தியாக இருக்கும்போதும் அது மண்ணைப் போலவே இயங்கும். பாறைக் குடைவுகளில் கூரைப் பகுதியிலிருந்து கீழே விழக்கூடிய பாறைகளால் மட்டுமே அழுத்தம் ஏற்படும். தக்க தாங்குதுணை இல்லாத போது பாறைத் துண்டுகள் கீழே விழும். இதனால் உள் கவிந்த கூரைமோடு (Vault) உண்டாகிறது. இதைத் தொடர்ந்து கவிகை இயக்கம் (Arching) நிகழுகிறது. பாறையிலுள்ள பிளவுகள் எவ்வாறு, எவ்வளவு இடம் விட்டு அமைந்துள்ளனவோ அதைப் பொருத்து பாறைச் சுமை (Rock load) மாறுபடும். பெரும்பாலும் குடைவுகளில் மண்நிலை அல்லது பாறை நிலை இரண்டுமே கலந்தவாறு காணப்படும். மணல்கள், கப்பிகள், மென்மையான களிமண் பாறைகள் ஆகியவற்றில் மண் நிலையைக் காணலாம். கிரேனைட் போன்ற பாறைகளிலும் பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் அல்லது முடிவுகளுக்கு

அருகே நீரினல் நசிவுற்ற பாறை மண்ணைப் போன்றே தளர்த்தியான நிலையில் இருக்கும்.

புலம் நீங்காப் பாறைகளில் தகைவு (Stresses in Insitu rocks)

குடைவின் சுவர்ப் பாறையில் உள்ளே செல்லச் செல்ல தகைவு குறைந்துகொண்டே போகும். சுவர்ப் புறத்தில் சுவருக்குச் செங்குத்தாக இயங்கும் அரைவயத் தகைவு (Radialstress சுன்னம்; இது சுவருக்குள் செல்லச் செல்ல அதிதரித்துக் கொண்டேபோகும். சுற்று வரை (Circumferential) தகைவு சுவருக்குள்ளே செல்லச் செல்ல குறையும். இது குடைவு ஏற்படும்முன் இருந்ததைவிட குடைவு ஏற்பட்டபிறகு இருமடங்காகிவிடுகிறது. உண்மையான ஒரு படித்தான பாறைகளில் சுற்றுவரை தகைவு மேல் சுமை அழுத்தத்தைப் போல் இரு மடங்குக்கும் குறைலாகவே இருக்கும். இக் கருத்தியல்படி புரையுடைய மணற்பாறையில் சுமார் 1800 மீ. ஆழத்துக்குக் கீழும், கிரேனைட்டில் 11,600 மீ. ஆழத்துக்குக் கீழும் உள்ள குடைவுகளில்தான் தகைவு விளைவுகள் ஏற்படவேண்டும். ஆனல் பாறை பல விதங்களில் ஊனமுற்று இருப்பதால் இந்தக் கணக்கு தப்பாகிவிடுகிறது.



படம் 207.

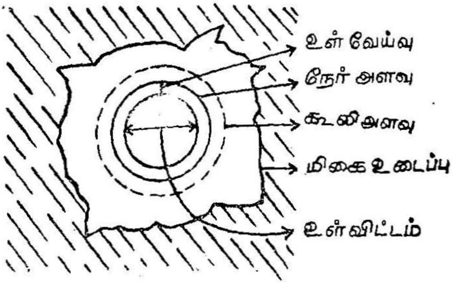
விள்ளுதல் அல்லது வெடித்துத் தெறித்தல் (Popping or Spalling)

கெட்டியான பாறைகளிலும் நொறுங்கும் தன்மை வாய்ந்த பாறைகளிலும் குடைவின் சுவரில் இருந்து மெல்லிய சிலம்பு போன்ற பாறைச் சில்லிகள் இருந்தாற்போலிருந்து தெறித்து விழும். இவ்வாறு விழுந்த சில்லியை எடுத்து எங்கிருந்து விழுந்ததோ அதே இடத்தில் பொருத்தினல் சரியாகப் பொருந்துவதில்லை. ஏனென்றல் பாறை அதற்குள் மேலும் நிலைகெட்டு நெகிழ்ந்துவிடுகிறது. குடைவு ஏற்படும்முன் பாறை மிகவும் அழுத்தப்பட்ட நிலையில் இருந்து பிறகு குடைவு ஏற்பட்டவுடன் அழுத்தம் குறைந்துவிட்டதால் அழுத்தப்பட்டபாறை விடுவிக்கப்படுகிறது. இந்த நிலையில் பாறை பருக்க முனைகிறது. பருப்பதால் மீண்டும் ஒரு நடுநிலைமையை ஏற்படுத்த

முயற்சிக்கிறது. வெடித்துத் தெறித்தல் கூரைப்பகுதிகளைவிட சுவர் பகுதிகளில் மிகுதியாகக் காணப்படும். கெடுதல் ஏதும் இல்லாத நல்ல பாறையும் இந்த முறையில் உடையக்கூடும்.

கோலார் தங்கச் சுரங்கத்தின் அடிமட்டப் பகுதிகளில் பாறை வெடித்துத் தெறிப்பதால் குடைவுகள் உள்விழுந்து முற்றிலும் மூடிக் கொள்வதுண்டு. ஆகவே பொன்வயக் கல்லை உடைத்து எடுத்துக்கொண்டவுடன் அவ்விடத்தைக் கூடிய விரைவில் மீண்டும் பாறையாலும் சிமெண்டுக் காரையாலும் முற்றிலும் திணித்துக் கட்டிவிடுகிறார்கள்.

மிகை உடைப்பு (Over break) குடைவுக்கான குறைந்த அளவு குடைவு விட்டம் = உள்வேய்வு இட்ட குடைவின் உள் விட்டம் + உள்வேய்வின் தடிப்பின் இரு மடங்கு. இதை "நேர் அளவு" (Neat line) என்றும், இதற்கும் சற்று கூடுதலான குடைவு விட்டத்தை "கூலி அளவு" (Payline) என்றும் கூறுவர் இதற்கும் அதிகமாக உடைப்பது வீண் செலவு. ஆகவே தற்செயலாக இவ்வாறு உடைவதை மிகை உடைப்பு (Over break என்பர். மிகை உடைப்பு ஏற்பட பின்வரும் நான்கு காரணங்கள் உள்ளன. 1. பிளவு இடைவெளி அளவு. 2. மருந்து வெடியதிர்ச்சியால் விளையும் தளர்வு. 3. வேலை நடக்கும் பாறை மூகத்துக்கும் கூரையைத் தாங்கும் தூணுக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளி. 4. இயற்கையான பாறையை நீக்கியதற்கும் செயற்கைத் தூணை நிறுத்தியதற்கும் இடையே கழிந்த கால இடைவெளி.



படம் 208.

கவிகை இயக்கம் (Arch Action) செயற்கையான தூண்களின் துணை இல்லாமல் இயற்கையாக உண்டாகும் உள் கவிந்த உட் கூட்டுக்கு கூரையோடு (Vault) என்று பெயர்.

மருந்து வைத்துப் பாறையை வெடித்த பின்னர் முதன் முதலாக கூரையிலிருந்து தானுகப் பாறை விழும்வரை கழிந்த இடை நேரத்தைப் பால இயக்க நேரம் (Bridge actiou period) என்பர். வெடிப்புக்குப் பின்னர் அரைக் கோள (Half dome) வடிவ உட்குகை ஏற்படும். பிறகு கவிகை இயக்கம் நடைபெறும். அதன் பிறகு நெடுநேரம்வரை தகர்த்துத் தளர்க்கப்பட்ட கூரையின் மேல்பகுதியில் நிலைவைச் சரிகட்டும் இயக்கம் நிகழும்.

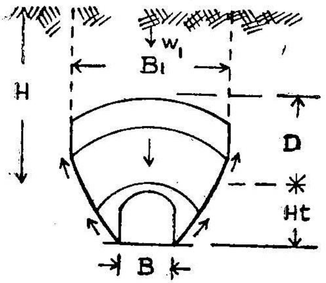
கிரேனைட் போன்ற திண்மை வாய்ந்த பாறைகளில் உள்ள குடைவுகளில் மோடு (Vault) போன்ற கூரை உருவாகிறது. கிரேனைட்டுகளிலுள்ள பிளவுகள் உகலியக்க வயப்பட்டிருந்தாலோ அல்லது நழுவு நோட்டதளம் (Slicken sided) உடையதாக இருந்தாலோ தவிர ஒன்றோடொன்று சொருகிய வாறு இணைந்துள்ளன. கூரைப் பகுதியில் பட்டுமே பாறைக் கட்டிகள் தளர்ந்து விழக்கூடும். ஆகவே திண்ணிய தணற் பாறைகள் நல்ல கவிகை இயக்கம் கொண்டவை.

வெடிப்பு கண்ட அல்லது நொறுங்கிய பாறையில் நல்ல கவிகை இயக்கத்தைக் காணமுடியாது. பருவெட்டான கிரேனைட் குவார்ட்சைட் போன்ற பாறைகளில் பிளவுப் பெயர்ச்சி கண்டு பெரிதும் நிலை குலைந்துள்ள பகுதியில் பாறை, மணல்போல் நொய்ய உடைந்திருக்கும்.

முற்றிலும் நொறுங்கிய, ஆனல் வேதியல் மாற்றங் காணுத உதிரியான பாறை உள்ள நிலத்தில் குடைவினுடைய கூரையின் மேலுள்ள பாறையின் எடையில் ஒரு பின்ன அளவே கூரைமேல் அழுத்தும் சுமையாக இருக்கும். மேல் சுமைப் பகுதியின் அளவு குடைவின் (அகலம்+உயரம்) 1.5 என்னும் அளவுக்கும் அதிகமாக இருக்கும்போது குடைவு உள்ள ஆழத்துக்கும் கூரையை அழுத்தம் பாறைச் சுமைக்கும் சம்பந்தம் இருக்காது. இதற்கு மண் கவிகை இயக்கம் (Ground arch action) என்று பெயர். உதிரியான பொருள் தனது மேல் சுமையின் பெரும் பகுதியைக் குடைவின் பக்கங்களிலுள்ள மண்-பாறைப் பொருள்களின்மேல் ஏற்றிவிடும் ஆற்றலைப் பொருத்தது. இவ்வாறு சுமையை ஏற்றிவிடும் மண்-பாறைப் பகுதியை மண்-கவிகை (Ground arch) என்பர்.

கீழ்க்காணும் படத்தைக்கொண்டு மண்-கவிகை இயக்கத்தின் செயல்மையை விளக்கலாம்.

B_1 = மண் கவிகையின் அகலம்; Hp = குடைவின் கூரையில் அழுத்தம்; C = நிலை எண் (Constant). நிலை எண் மண். பாறையின் கெட்டித் தன்மையையும் தாங்கு தூண் வைக்கு முன் மண் கவிகையின் தலை எவ்வளவு தாழ்ந்ததோ அந்த அளவையும் பொறுத்தது. இது 0.6 வரை எட்டும் (அடிக்



$$B_1 = B + Ht$$

$$D = C\,(B + H)$$

$$Hp = C \times B_1$$

படம் 209.

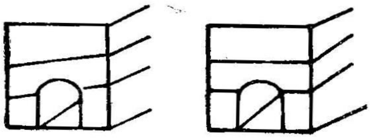
கணக்கில்). நிலநீர் மட்டத்தின் கீழுள்ள குடைவுகளில் D-யின் அளவு இரண்டு மடங்காக அதிகப்படும்.

மாற்றியல் மற்றும் அடுக்கமைப்புடைய பாறைகளின் தன்மை நைஸ்களிலும் சட்டுக்களிலும் உள்ள இலைக்கட்டு அமைப்பு (Foliation) அல்லது சட்டுமை (Schistocity) மற்றும் கனிம நெடுக்கமைப்பு (Lineation) போன்ற திசைக் கூறுடைய தளங்களும், படிவுப் பாறைகளின் படுகைத் தளங்களைப் போலவே செயல படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர பாறைப் பிளவு தளங்களும் கேடுடையன. படுகைத் தளத்துக்குக் குறுக்காக உள்ள பிளவுகளும் இடர் விளைவிக்கக் கூடியவை.

கிடைவாட்ட படுகைத் தளங்களின் குறுக்கே அமைந்த பிளவுகள் குடைவின் அகலத்தைவிட தொலை தொலைவாக அமைந்திருக்கையில் நல்ல பாலத்தன்மை பெற்றுள்ளன. இவற்றைத் தாக்கும் வளைப்புத் திறன் (Bending moment) பாறையின் முறிவு எதிர்ப்புத் திறனுக்கும் மேலாக இருக்கும் போது கூரையைத் தாங்க முட்டு கொடுக்கவேண்டும். குடைவின் கூரை வளைவான கமான் போன்று இருப்பது நல்லது. ஏனெனில் வளைந்த கூரைப் பகுதி தண்டையக் கட்டு போல் (Corbel) அமைவதால் பாறைத் திப்பையின் தொங்கு நீளம் குறைவாகிறது.

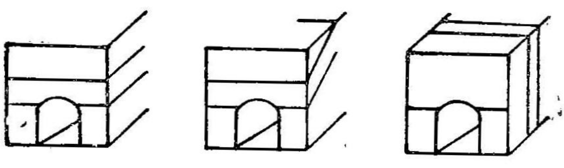
கிடை நீட்டம் (Strtke), சாய்வு கோணம் (Dip), மடிப்பு (Fold) பிளவுப் பெயர்ச்சி (Fault) ஆகியவற்றின் செயலாற்றல்.

குடைவின் உள் வேய்வைத் (Lining) தாக்கும் அழுத்த விசையின் மொத்த அளவும், அது பரவியுள்ள விதமும் பெரும்பாலும் பாறையின் அடுக்குத் தன்மையைப் பொருத்தவையே. பாறைக்குக் கவிகை ஆக்கு இயக்க ஆற்றல் இருப்பது நன்மை பயக்கும்.



படம் 210.

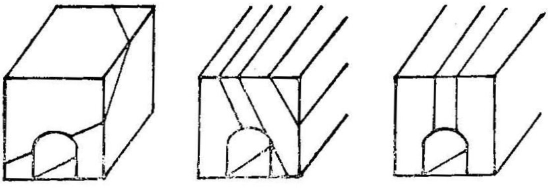
படம் 210-ல் கிடைவாட்டமான அல்லது சற்றே சாய்ந்துள்ள அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் கிடை நீட்டம் குடைவின் அச்சுக்கு இணையாக உள்ளது. படம் 210ல் சற்றே சாய்ந்துள்ள படிவு அமைவு காணப்படுகிறது. இதன் கிடைநீட்டம் குடைவு அச்சுக்கு நேர் குறுக்காக உள்ளது. இவ்விரண்டு வித பாறை அமைவுகளிலும் நல்ல கவிகை இயக்கம் உண்டு.



படம் 211. 1, 2 ,3.

படம் 211-ல் (1, 2, 3) ஆகிய மூன்று படங்களிலும் உள்ள குடைவுகளின் உள்வேய்வின் மீதும் ஒரே சீரான செங்குத்து அழுத்தம் ஏற்படும். கிடை நீட்டம் குடைவு நடுக்கோட்டுக்கு நேர் குறுக்காக இருக்கும்போது சுமை (Load) குறுக்குப் பிளவுகளைப் பொருத்திருக்கும். பிளவுத் தளங்கள் சொர சொரப்பாக இருக்குமானல் உராய்வு அதிகமாக இருக்கும். ஆகையால் திப்பைகள் ஒன்றையொன்று பிணைத்தவாறு உள்ளன, இதனல் தாங்கு தூண்கள் அதிகம் தேவையில்லை. பாறையின் திண்மை மிகும்போது தூண் வைப்பதைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம்.

கோணலான சாய்வையும், குடைவு நீள வாட்டாக உள்ள கிடை நீட்டத்தையும் கொண்ட செங்குத்துச் சரிவான அடுக்



படம் 212. 1,2,3.

கமைப்புகள் குடைவின் பக்கவாட்டத்தில் அழுத்தத்தை ஒரு முகமாக அதிகரிக்கின்றன (படம் 212 - 1, 2).

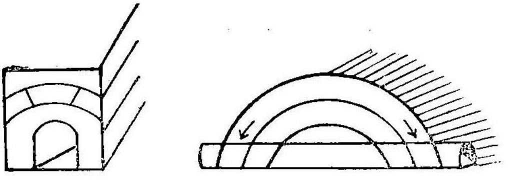
சாய்வான அடுக்குகளில், சீரற்ற முறையில் முகடுபட்ட (Peoked) கூரை உண்டாகும். திப்பைகள் படுகைத் தளங் களின் மேல் நழுவ வாய்ப்பு உண்டு. தாங்கு தூண்களில் மையம் விலகியவாறு (Eccentric) சுமை ஏற்படும்.

குடைவின் அச்சுக்கு இணையான கிடைநீட்டமுடைய செங்குத்துப் படிவுகள் (படம் 213-3) மிகுந்த பால இயக்கம் உடையனவாக இருந்தாலும் குடைவின் தலைக்கல்லில் (Key stone of arch) பெருஞ்சுமை ஏற்படும். கூரைப் பகுதியில் பாறை தளர்த்தியாக இருந்தால் திப்பைகளின் மொத்த எடையையும் தூண்களே தாங்கவேண்டும்.

மேற்குறிப்பிட்ட வழக்குகளில் (படம் 210-212) பிளவுந் தளங்களினூடே ஊறும் நீரின் உகவியக்கத்தின் காரணமாக பிளவுகளின்மேல் மண் படலம் காணப்டும். இதனுல் மிகவும் இடரார்ந்த நிலைகள் ஏற்படுகின்றன.

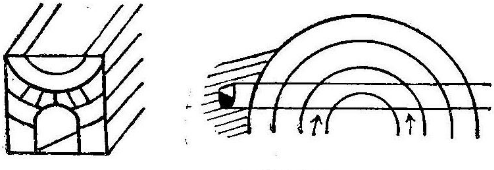
மேல்முக மடிப்பில் (படம் 214) குடைவை அமைப்பதால் உள்வேய்வின் மீதுள்ள செங்குத்தான அழுத்தம் குறைக்கப் படுகிறது. மேல் முக மடிப்பில் மேல்பக்க அடுக்குகள் அதிக மாக வளைந்திருக்கின்றன. ஆகவே இவை இழுவிசை தகை வினுல் (Tensile stress) வெடிப்பு கண்டுள்ளன. குடைவை மடிப்பின் நடுவில் அமைப்ப தால் வளைவு முகட்டில் தலைக்கல் இயல்பாகவே தளர்க்கப்பட்டவாறு இருக்கும்.

மேல்முக மடிப்பில் (படம் 214) புடைநிலை அழுத்தம் (Literal presure) குடைவின் நுழைவாயில் பகுதிகளில்



படம் 213, 214.

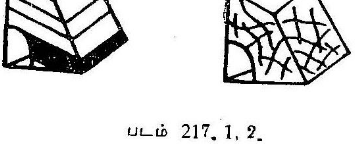
மையப் பகுதியைவிட அதிகமாக இருக்கும். கீழ்முக மடிப்பில் (படம் 216) அழுத்த நிலை இதற்கு நேர் மாறாக இருக்கும். கீழமுக மடிப்பிலுள்ள குடைவின் உள்வேய்வில் அழுத்



படம் 215, 216.

தம் அதிகமாக இருக்கும். வளைவு முகட்டுத் தலைக்கல் தளர்த்தியாக இருக்க வாய்ப்பு உண்டு. மடிப்புகளில் நீர் இருந்தால் குடைவினுள் ஊற்றுகப் பெருகும்.

மலைச் சரிவுகளிலும் செங்குத்தான கொடும்பாறைகளிலும் சரிவுப்பக்கம் சாய்ந்துள்ள படுகைகளும் (படம் 217-1)

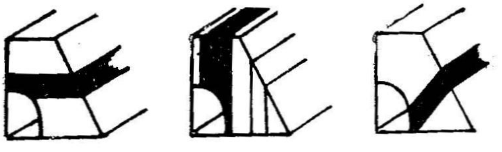


படம் 217. 1, 2.

வெடிப்பு கண்டுள்ள பாறைகளும் (படம் 217-2) கேடு உடையவை.

கிடை வாட்டமான அடுக்குகளும் (படம் 218 1) செங்குத்தான அடுக்குகளும் (படம்-219-2) சரிவுக்கு எதிராக உள் வாட்டமாகச் சாய்ந்துள்ள (படம்-218-3 படுகைகளும் நிலைப்புத் தன்மை வாய்ந்தவை. சரிவுக்கு எதிராக சாய்ந்தவாறு

இருக்கும். படுகைகளின் குறுக்கே இருக்கும் வெடிப்பு ஊனம் விளைவிக்கும் என்பதை மறக்கக்கூடாது.



படம் 218 1, 2, 3.

அண்மையில் பிளவு கண்டுள்ள பகுதிகள் இடர்பாடு உடையவை. பிளவில் பெயர்ச்சி நிகழக்கூடிய இடங்களை குடைவினுல் கடக்க முயற்சி செய்யக்கூடாது. இவ்வாறு இள பிளவு குறுக்கிட்டுள்ள குடைவை நிறுத்திவிட்டு வேறு இடம் பார்த்து குடைவு வேலையை மீண்டும் துவங்கவேண்டும்.. சில பிளவிடங்களில் ஓடும் நிலநீர்ப் பெருக்கை எவ்வழியிலும் தடுக்கமுடியாமல் போவதும் உண்டு. பிளவுப் பெயர்ச்சி அடைந்த இடங்களிலுள்ள பாறைகளில் மண் போன்ற பிளவிடைமா (Gouge) நிரம்பி இருப்பதால் பாறைப் பாளங்கள் எளிதில் தளர்ந்து விழக்கூடும். நேரிடையாக குடைவுகளின் குறுக்கே அமையாவிட்டாலும் மிக அண்மையிலுள்ள பிளவுப் பெயர்ச்சிகளும் பேரிடர், விளைவிக்க வல்லவை. பிளவுப் பெயர்ச்சி தளத்தை கட்டாயமாகக் கடக்க வேண்டு மானுல் பிளவு தளத்துக்கு நேர் குறுக்காக குடைந்து செல்ல வேண்டும். இவ்வாறு அணுகுவதால் குடைவின் குறுக்கே நிலை கேடான பகுதி மிகவும் குறைந்த அளவில்தான் இருக்கும்

களிமண்கள், சிதைவுற்ற பாறைகள் ஆகியவற்றின் செயலாற்றல்

களிவயக் கனிமங்களின் தனிப்பட்ட குணங்களைப் பற்றி கனிமஇயல் பகுதியில் கண்டோம். வேதியியல் இயல்பு தாழ்ந்த நுழைமை (Permeability). உயர்ந்த அழுந்துகை (Compressibility) ஆகியவற்றின் காரணமாக களிமண்கள் செயலாற்றல் தன்மையில் பெரிதும் மாறுபட்டவாறு உள்ளன. நீரை உறிஞ்சிக் கொள்வதால் 10 மடங்கு அளவில் பருக்கும் குண முடைய **மாண்ட்மாரில்யனைட், பெண்டோயனைட் போன்ற** கனிமங்களும் உள்ளன. வேதிநீர்ச் சேர்ப்பு இயக்க அழுத்தம் (Hydration pressure) ஒரு கன அடிக்கு 10 டன் வரையிலும் நிகழ்வதுண்டு.

களிமண்களின் தளமுறிவை எதிர்க்கும் குணம் வேதியியல் நீர்ச் சேர்ப்பினலும் பருத்தலினலும் மாறுபடுகிறது. ஆனல் ஒரே துகள் அளவுள்ள மணல் படிவுகள் அனைத்துமே ஒரே போல் செயலாற்றல் பெற்றுள்ளன.

சுமை நீக்கம் காரணமாக அளவு பருத்தல் : கனத்த சுமையின் கீழ்படிந்துள்ள களிமண் பாறையின் மேலுள்ள சுமை. நில அரிப்பின் காரணமாகவோ செயற்கையாகவோ நீக்கப்படுமாஞல் அக்களிமண் மெல்ல அளவில் பருக்கத் தொடங்கும். பருக்கும்போது அருகேயுள்ள நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளும் இக்களிமண்ணில் மாண்ட் மாரில்லனைட் கனிமம் கலந்திருந்தால் இச்செயல்மை மிகும்.

களிமண்களில் அழுத்தத்துக்கும் தளமுறிவை எதிர்க்கும் திறனுக்கும் உள்ள உறவு: துகள் வயமான (Granular) பொருள்களில் அழுத்தம் அதிகரித்தால் தளமுறிவு எதிர்ப்புத் திறன் அதிகரிக்கும். ஆனல் களிமண்களில் அப்படி இல்லை. களிமண்களில் நீர் நுழைமை குறைவாக இருப்பதால் அளவில் பருக்கும் வேகம் பல நாட்களாக நடைபெறும். முடிவில் தளமுறிவை எதிர்க்கும் திறன் குன்றிவிடும். ஆகவே தாங்கு தூண்களின் மேல்சுமை மாதக்கணக்காக அதிகரித்துக்கொண்டே வரும்.

குடைவின் சுவர்கள் தளர்தலும் (Slacking) பால இயக்க நேரமும் (Bride action period): விறைப்பான (Stiff) சில களிகண்களில் மயிரிழை போன்ற வெடிப்புக்கள் பின்னிப் பிணைந்தவாறு இருப்பதுண்டு. இத்தகைய களிமண்ணின் மேல்சுமை ஏற்பட்டால் அது தளர்ந்து துகள் துகளாக உதிர்ந்து விடும். இதையே தளர்தல் (Slacking) என்பர். இது காற்றில் படுவதால் ஏற்படுவதல்ல. ஆகவே களிமண்களில் பால இயக்க நேரம் சில மணி நேரம் முதல் சில நாட்கள்வரை நீடிக்கும்.

மென்மையான (Soft) களிமண் துகள் துகளாக நெறுங்குவதில்லை; ஆனல் பிழிவுற்று (Squeeze) நிலைகெடும்; ஆகவே இதில் பல இயக்கம் நேரிடுவதில்லை.

மென் நில வகைகள் (Soft grounds) பிழிவுறு நிலம்(Squeezing ground); பருமையுறு நிலம் (Swelling grounds) : பேரளவு களிமண்ணையுடைய நிலம் பிழிவுறும் தன்மை வாய்ந்தது. களிமண் பாறை, களிமண் நசிவுற்ற பொருள்கள் இத்தன்மையை உண்டாக்குகின்றன.

பருமையடைவதால் பிழிவு ஏற்படும் நிலம் பருமையுறு நில வகையைச் சேரும். புதிதாகத் தோண்டி எடுத்த மாதிரியை நீரில் ஊரவைத்த பிறகு 2% கன அளவு பெருக்கம் ஏற்பட்டால் அது பருமையுறும் குணம் உடையதாகக் கருதலாம். பருகக் கூடிய நிலம் உள்ளபோது குடைவின் ஆதாரங்களைக் கெட்டிக்க வேண்டியதில்லை.

ஆன்ஹைட்ரைட் (Anhydrite) நீர்ச் சேர்க்கை கண்டதும் ஜிப்சம் (Gypsam) என்னும் கனிமமாக மாறும்; மாறும்போது கன அளவில் சுமார் 30% அதிகரிக்கும்.

உறுதியான நிலம் (Firm ground). லெஸ் (Loess) எனப் படும் மணற் படிவும் தாழ்ந்த நெகிழ்வுத் தன்மை பெற்ற மார்ல் (Marl) எனப்படும் சுண்ணவய களிமண்ணும் நிலநீர் மட்டத் துக்கு மேல் இருக்கும்போது உறுதியான நிலமாக உள்ளன.

கட்டவிழ் நிலம் (Ravelling ground) காற்றுபடுமாறு வெளிப் படுத்தியபிறகு சிறிது நேரம் கழித்து உதிரத் தொடங்கும் நிலத்தை கட்டவிழ் நிலம் எனலாம். நீர் மட்டத்துக்குக் கீழ் உள்ள களிமண் கொண்ட மணலும் புலன் நீங்கா நசிவு எச்சப் (residual) பொருள்களும் வேகமாக கட்டவிழ்ந்து உதிர்ந்து விடுகின்றன. நிலநீர் மட்டத்துக்கு மேல் இவை மெதுவாகவே நிலைகுலைகின்றன.

எளிதில் வழியும் உதிரியான மணல் போன்ற பொருள்களை யுடையநிலம் ஓடும் நிலம் (running gro in l).

குழைமம் போல் (Viscous) வழிந்து எல்லாப் பக்கங்களில் இருந்தும் குடைவினுள் புகும் நிலம் வழியும் நிலம் (flowing ground). உறுதியான நிலமும் நீர் மண்டிய நிலையில் வழியும் தன்மை பெறும்.

மென் நிலத்தில் குடைவு முறைகள்: குடைவு வேலையைத் துவங்கும் முன்னர் கீழ்காணும் சில ஆய்வுகளைச் செய்வது இன்றியமையாததாகும். சுத்தமான மணல், சரளை போன்ற பொருள்களில் துருவுதுளைகளில் நெடுநாளைய (long term) நீர் மட்ட உயரப்புள்ளிவிவரம் சேகரிக்கப்படவேண்டும். வண்டல் வய மணல்களில் 15 மி. மீ. துருவு குழாய்களைப் பொருத்தி நில நீர் அழுத்தமட்ட (piezo metric lavel) அளவுகளை எடுக்கலாம்.

நுண் வண்டல் அல்லது களிமண்ணில் நிலநீர்மட்ட புள்ளி விவரங்கள் தேவையில்லை. இவற்றில் நீர் கொள் அளவும் (content), தன்மை மாறு நிலையுமே செயல் நிறைவேற்றும் தன்மையைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன.

உறுதியான மண்ணிலும் பிணிப்புடைய மண்ணிலும் யந்திரங்களைக் கொண்டு தக்க முட்டுக்களைப் பொருத்தி மண்ணைத் தோண்டிக் குடையலாம். ஆனால் நீர் மண்டிய மணல், வண்டல் களிமண் போன்ற மென் மண்வயமான பகுதிகளில் கேடய முறை (shield method) பயன்படும். இதில் குழாய் போன்ற ஓர் எஃகு உருளையை மண்ணில் நுழையுமாறு யந்திரங்களைக் கொண்டு தள்ளிப் புகுத்தவேண்டும். இதன் முன் வாய்ப்புறம் உளிபோல் அமைந்திருக்கும். இதன் உள் பக்கம் பல அறைகளாகப் பங்கிடப்பட்டிருக்கும். இவ்வறைகளினுட்புகும் மண்ணை அங்கிருந்து குடைவின் உட்புறமாகவே அகற்றி நிலத்தின்மேல் கொண்டுசெல்லமுடியும். இவ்வாறு குடைந்த உடனே தக்க அளவுகளில் முன்பே வார்த்து வைத்துள்ள உருளைகளை வைத்து குடைவு உள்வேய்வு (lining) இட்டுக் காக்கவேண்டும்.

குடர்வு வேலையில் எதிர்படும் இடர்பாடுகள்

பாறைகளின் செயலாற்றும் தன்மை. பாறை வகைக்கு ஏற்ப சராசரியான புள்ளிவிவரப்படி ஒருவாறு இருக்குமென நம்பப்படும். ஆனால் இத்தன்மை எதிர்பாராத விதமாக மாறிவிட்டிருந்தால் குடைவுவேலை அதிகச் செலவு வைத்துவிடுவதுடன் குறிப்பிட்ட காலத்துக்குள் முடிவதும் இல்லை. இதற்கு பலவிதமான இடர்பாடுகள் (Hazards) காரணமாகலாம்.

சுண்ணப்பாறை, மணற்பாறை: நிலநீர் மட்டத்துக்கு மேல் ஒரு குறையும் இல்லை. அதற்குக் கீழ் சுண்ணப் பாறையின் கரைசல் குடைவுகளில் நீர் நிறைந்திருக்கும். சுண்ணப்பாறையில் தளமுறிவு குறுகிய பகுதிகளையே பாதிக்கும். எரிமலைகளுள்ள இடத்தினருகே மட்டுமே CO_2, H_2S போன்ற வாயுக்களால் தீங்கு விளையும்.

களிமண் பாறைகள் (Shales). நல்ல பாறை முதல் பருக்கும் களிவரை தன்மையில் மாறுபட்ட பலவகை களிமண் பாறைகள் உள்ளன. ஆனால் ஓரிடத்திலுள்ள களிமண் பாறை ஒரே தன்மை வாய்ந்ததாக இருக்கும். ஆகவே குடைவில் சுமை குறைந்ததாகவோ அல்லது மிகுந்ததாகவோ ஒரேபோல் அமையும். புரைமையுடைய பாறைகளின் கீழ் இருந்தால் நீர் பெருக்கம் ஏற்படலாம். களி மண்ணுடன் நிலக்கரியும் அன்

ஹைட்ரைட்டும் உடன் சேர்ந்திருக்க வாய்ப்பு உண்டு. நிலக் கரியில் மீதேன் (Methane, CH_4) என்னும் வெடிக்கும் வாயு இருக்கும். அன்ஹைட்ரைட் நீருடன் சேர்ந்தால் பருக்கும் நீர் + அன்ஹைட்ரைட்→கேல்சியம் சல்பேட்டு, கேல்சியம் சல்பேட்டுகரைசல் சிமெண்ட் கற்காரைக்கு ஊனம் விளை விக்கும். H_2S வாயுவும் இருக்கக்கூடும். பைரைட் (pyrite) மார்கசைட் (marcasite) இருக்குமிடத்தில் H_2S அதிகமாக இருக்கும். பைரட் மார்கசைட் ஆகியவை தீயகிக்கப்பட்டால் (Oxidation) உலோகத்தை அரிக்கும் தன்மை வாய்ந்த அமிலங் களும் வெப்பமும் உண்டாகின்றன. பைரட் + உயிர்வயப் பொருள்கள் → H_2S வாயு + H_2SO_4 அமிலம் + வெப்பம். அதிக சுமைக்கு அடியில் இருக்கும் களிமண் பாறை கெடுத லானது.

சட்டுப் பாறைகள் (Schist). இவை வேதியியல் சிதைவுக்கு உட்பட்டிருந்தால் பிழிவுறு அல்லது பருமையுறு நிலத்தை உண்டாக்கும்.

நுழைவுப் பாறைகளும் (Intrusives) வெளி உமிழ் பாறை களும் (Extrusives) இடர்பாடு விளைவிக்கவல்லவை. இவற்றில் குளிர்ந்து இறுகுதல் ஒரே நிலையில் நடைபெருததால் பலவித பிளவுகளும், வெடிப்புக்களும் உள்ளன. வாயுக்கள் வெளி யேறியதால் உட்புழைகள் உண்டாகியுள்ளன. மற்ற பாறை களைத் தொட்ட இடங்களில் மாறுபாடுகள் ஏற்பட்டுள்ளன. ஆனல் இத்தகைய நிலைமைகளால் நிலம் எவ்வளவு பாதிக்கப் பட்டுள்ளது என்பதை முன் கூட்டி அறிய முடியாது.

இவ்வித இடர்பாடுகளைத் தவிர்க்கவேண்டி முன்னெச்ச ரிக்கையாக குடைவு வேலை முன்னேறும் திசையில் சுமார் 30 மீ நீளம் வரை துருவு துளைகளைச் செலுத்திக்கொண்டே போக வேண்டும். நீர்க்கோப்பு, பிளவுப்பெயர்ச்சி போன்ற இடர் நிலைகளை இத்துருவுதுளை காட்டிக்கொடுக்கும்.

வெடிப்புக்களில் நீர் இருந்தால் துற்றல் முறையைக் (Grouting) கையாண்டு சிமெண்டுகாரைக் குழம்பால் நிலத்தை இறுக்கி நீர் வழிவைத் தடுக்கலாம்.

குறைந்தது 20 சதவீதமாவது மணல் துகள்களைக்கொண்ட மண்களில் நீர் அதிகம் இருந்தால் வேதியியல் முறைத் துற்றல் பயன்படும். இதை கல்லாக்கு கெட்டித்தல் எனலாம் (Petrifaction). பொதுவாக உதிரியான புரைமை மிக்க பொருள்களில்

இந்த முறை பயனளிக்கும். ஆனால் மண்ணில் அதிக அளவு களியோ சுண்ணச் சத்தோ இருக்கக்கூடாது. இம்முறைப்படி தனிப்பட்ட துளைகளுடைய குழாய்களை நிலத்துள் சொருகி அவற்றின் மூலம் சோடியம் சிலிகேட்டு கரைசலை நிலத்துள் பாய்ச்ச வேண்டும். இக் குழாய்களை வெளியே இழுக்கையில் ஒருகுறிப்பிட்ட அளவு கேல்சியம் குளோரைட் கரைசலை நிலத்துள் பாய்ச்சவேண்டும். இந்த இரண்டும் வேதியியல் முறையில் உடனடியாகச் சேர்ந்து கேல்சியம் சிலிகேட்டாக மாறுவதால் நிலம் கெட்டிக்கப்படுகிறது. இந்த மாற்றம் உடனடியாக நடைபெறுவதால் அதிக அளவு நீர் இருந்தாலும் கவலையில்லை.

அன்ஹைட்ரைட் பெரும்பாலும் இரண்டு நுழைமை அற்ற களிப்படலங்களுக்கு இடையில் படித்திருக்கும் குடைவில் அன்ஹைட்ரைட் படலத்தைக் கண்டவுடன் காற்று புகாதவாறு அதை மூடிவிடவேண்டும். பெண்ட்டோனைட், கிளாகோனைட் ஆகியவற்றையும் இவ்வாறே நீருடன் சேரவிடக்கூடாது. இதனால் பருமையுறும் நிலை ஏற்படாதவாறு சிமெண்டுகொண்டு போர்த்தும் முறையைக் (Guniting) கையாளலாம். ஆனால் பிழிவுறும் நிலையை சிமெண்ட்டு கொண்டு போர்த்துவதால் கட்டுப்படுத்தமுடியாது.

நீர்த் தேக்கமும் அணைக்கட்டும்

நீரைத் தேக்கி வைக்கவும், ஊருணிகளை உண்டாக்கவும், தொழிற் துறைக்கான நீரைப் பெறவும், நீர்ப்பாசனத்துக்கான நீரை வடியாது சேமித்து வைக்கவும் நீர்மின்சார உற்பத்தியைப் பெருக்கவும் ஆறுகளைக் கால்வாய்கள் வழியாகப் பாய்ச்சவும், அவற்றில் வண்டல் படிதலைத் தடுக்கவும், சதுப்பு நிலங்களில் இருந்து நீரை வெளியேற்றவும் அணைக்கட்டுகள் (Dams) பயன்படுகின்றன. நீர்த்தேக்கத்தை (Reservoir) அணைக்கட்டின் ஓர் உறுப்பாகவே கருதலாம்.

தொன்று தொட்டே தமிழ்நாட்டில் பலவிதமான அணைக்கட்டுகளைக்கொண்டு நீர்த்தேக்கங்களை உண்டாக்கியுள்ளனர்.* அணை, ஏரி, பேரேரி, கோட்டகம், இலஞ்சி, ஊருணி, செறு என்ற பல பெயர்கள் நீர்த் தேக்கங்களுக்குப் பயன்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை பள்ளமான நிலப் பரப்பை வளைத்தாற்போல் கரையிட்டு அமைந்தவை; அல்லது சிறிய ஓடைகளின் குறுக்கே அணையிட்டுக் கட்டப்பட்டவை.

* ரா.பி, சேதுப்பிள்ளை, "ஊரும் பேரும்." ப, 19–26

பெரிய ஆறுகளின் குறுக்கேயும் ஒரு சில அணைகள் கட்டப் பட்டன.

"அணை நிலைத்திருக்க வேண்டும். எல்லா அணைகளும் நிலைத்திருப்பதில்லை; அவற்றைக் குறித்து பலவகையான ஐயப் பாடுகள் உள்ளன. நீர்த் தேக்கங்கள் நீரை வடியாமல் தேக்க வேண்டும். எல்லா நீர்த் தேக்கங்களும் அவ்வாறு செய்வ தில்லை; பலவகையான வழிகளில் நீர்வடிந்து போகக்கூடும். அணைகளைக் கட்டும் வேலை அபாயமில்லாத கட்டட வேலையாக நடக்கவேண்டும் எல்லாம் அவ்வாறு வாய்ப்ப தில்லை; பலவகையான அபாயங்கள் நேரிடக்கூடும். முழு கட்டடமும் நிலையானதாகவும் கணக்கிட்டதற்குமேல் செலவு வைக்காமலும் இருக்கவேண்டும். எல்லாம் அப்படி முடிவ தில்லை; அவை நிலையாது போவதற்கும் பெருஞ்செலவு வைத்து விடுவதற்கும் பல காரணங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் பெரும்பாலானவை நிலப்பொதியியல் சம்பந்தப்பட்டவை." சார்லஸ் பெர்கியின் இக்கூற்று ** பொறியியலாளர்களைப் பெரிதும் கவர்ந்துள்ளது.

அணையும் அதையொட்டிய நீர்த் தேக்கமும் வெற்றிகரமாக அமைய கீழ்க்காணும் நிலப் பொதியியல் கட்டுப்பாடுகள் வாய்க்கவேண்டும்.

1. நீர்த் தேக்க வடிநிலம் (Basin) நீர்ப் பிடிப்பான கட்டமைந்ததாக இருக்கவேண்டும். அதில் வந்து படியும் வண்டல் (Silt) மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்கவேண்டும்.

2. நீளம் குறைவான அணைக்கட்டால் தடை ஏற்படுத்தக் கூடிய குறுகிய ஆற்றுப் போக்கிடம் கிடைக்கவேண்டும்.

3. பாதுகாப்பான கடைக்கால் பொருத்தம் கிடைக்கப் பெறவேண்டும்.

4. வழிந்தோடும் வெள்ள நீரைத் தக்க வழியமைத்துச் செலுத்த வசதிகள் (மறுகால், கலிங்கல். மதகு.மடை-Spillway) கிட்டவேண்டும்.

5. அணையைக் கட்டுவதற்கான பொருள்கள் அருகாமை யிலேயே கிடைக்கவேண்டும்.

Berkey, C. P. Responsibilities of the Geologist in Engineering Projects, AIME Tech. Pub. 215 P.4 (1929)

இவ்வைந்து தேவைகளில் முதலாவது குறிப்பிட்டுள்ள ஒன்று நீர்த் தேக்கத்தின் வெற்றிக்கு உகந்தது. மற்ற நான்கும் அணைக்கட்டின் பொருளாதாரம் நிலைப்புத்தன்மை ஆகிய வற்றுக்கு முக்கியமானவை.

ஒரு நீர்த்தேக்கம் ஒழுக்கோட்டம் (Leakage) காரண மாகவோ அல்லது விரைவில் வண்டல் படிவதாலோ (Silting) பயனற்றதாகிவிடக்கூடும்.

ஒழுக்கோட்டம் (Leakage) : எந்த நீர்த் தேக்கமும் முற்றிலும் கசிவு இல்லாது இருப்பதில்லை. இக்கசிவு (Seepage) குறைவாக இல்லாமல் அளவுக்கு மிஞ்சிய ஒழுக்கெடுப்பாக மாறுமா என்று நிலப்பொதியியல் ஆய்வுகளைக்கொண்டு அறியவேண்டும். இது நீர்த்தேக்க வடிநிலத்தின் அடியில் துவக்கத்திலிருந்த நில நீர் மட்டத்தையும் வடிநிலத்தின் (Basin) பாறை உள்ளமைப்பு களின் பாங்கையும் பொருத்தது. அதன் நீர் பிடி நிலத்தில் பெய்யும் மழை அளவையும் வடிநீர் (Run off) அளவையும்கூட கணக்கிடவேண்டும். வடிநீர் அளவு பருவ காலங்களிலும் குறைவாக உள்ளபோது நீர் ஒழுக்கம் நல்லதல்ல. வெள்ளப் பெருக்குத் தடுப்பு முறையாகக் கட்டும் அணையில் நீர் ஒழுக்கம் அதிகம் இருந்தாலும் கெடுதல் விளையாது.

நீர் ஒழுக்கம் நீரைத் தாங்கித் தடுக்கும் தடைச் சுவரின் (அணைக்கட்டு) அடியிலும் அதனைச் சுற்றிலும் ஏற்படுவதுடன் நீர்த்தேக்கத்தின் விளிம்பிலும் ஏற்படுகிறது. இதை இயற்கை யான கசிவு எனலாம். ஒழுக்கெடுப்பு (Leakage) இயல்பு கடந்தது (Abnormal). இது பாறைகளிலுள்ள வெடிப்புக்கள். பிளவுகள் ஆகியவற்றின் மூலம் பெருமளவில் வெளியேறும் நீர்ச் செலவாகும் பிளவுகள், படிவு இடைத்தளங்கள், உட் புழைகள், புதை கால்வாய்கள், பொதுவான நிலமேற்கூற்றியல் (Topography), நிலப் பொதியியல் ஆகியற்வறை கூர்ந்து ஆராயவேண்டும். நீர்த்தேக்க விளிம்புப் பகுதியில் உள்ள புதைவுண்ட கால்வாய்களைத் தோண்டி எடுத்து நீர் நுழை யாதபடி மாற்றித் துறுக்கதேண்டும். பழைய பனி ஆறு ஓடிய இடங்களில் இவ்வாறு செய்ய நேரிடும். உட்புழையுள்ள சுண்ணப் பாறைகளிலும், எரிமலைப் பிழம்பு ஓட்டங்களிலும், பெருஞ்சரளை போன்ற படிவுகளிலும் நில நீர்மட்டம் தாழ்வாக இருப்பதை இடர்விளைவிக்க வல்லதாகக் கொள்ளவேண்டும்.

திண்ணிய தணற் பாறைகளிலும் மாற்றியல் பாறைகளிலும் உள்ள புரைமையும் நுழைமையும் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு

குறைந்தவையே. ஆனால் சிலபோது பிளவுகளாலும் பிளவுப் பெயர்ச்சிகளாலும் தளமுறிவுக்கு உட்பட்டதாயும் இருக்கும் போது அவற்றினுள் இருக்கும் உட்புழைகளின் வதியாக நீரொழுக்கு மிகுதியாகக் காணப்படும். இவ்விடங்ளெில் துளைகள் இட்டு அவற்றினூடே அழுத்த ஆய்வுகள் நடத்தி நீரொழுக்கு ஏற்படுமா ஏற்படாதா என்பதை அறியவேண்டும்

குவார்ட் சைட், நல்ல காரைப் பிணிப்புடைய மணற்பாறை களிமண் பாறை, சுண்ணப் பாறை, சலவைக்கல் ஆகியவையும் நீர்புகாத் தன்மை வாய்ந்தவை. ஆனல் இவற்றுள்ளும் வெடிப் புக்கள், பிளவுகள், உட்புழைகள் இருந்தால் கெடுதலே விளையும். கரையக்கூடிய கார்பொனேட் படிவுகளும் ஜிப்சம் படிவுகளும் எப்போதும நீர்த்தேக்கத்துக்கு ஊனமே.

ஆங்காங்கு உட்புழைகள் இயற்கையாக, காலப்போக்கில் வண்டல் மண்ணல் துறுக்கப்பட்டுள்ளதால் ஒழுக்கு குறைந் திருக்கக் கூடும். நீர்த்தேக்கத்தின் அடிப்பகுதியை காரைக் குழமபுகொண்டு துற்றல் (Grouting) எளிதல்ல. இந்த வேலை சிக்கனச் செலவுக்குள் அடங்காது.

பசால்ட் போன்ற எரிமலைப் பாறைகளில் பல கிலோமீட்டர் நீளமும் 10 மீ. விட்டமும் உள்ள உட்புழைகளைக்கூடக் கண் டுள்ளனர். இவற்றில் பிளவுகளும் மிகுதியாக உள்ளன; உட் துளைகளை துருவு துளையிட்டும் அறிய முடிவதில்லை.

வண்டல் படிதல் (Silting) வெள்ளப் பெருக்குகளின் போது வரும் கலங்கல் நீரிலிருந்து பெருமளவு வண்டல் மண் நீர்த்தேக்கத்தில் படிவதால் ஒரு பெரும் சிக்கல் உண்டாகிறது. பெரிய நீர்த்தேக்கத்தில் வண்டலை தூர்வாரி அகற்றுவது சிக்கன முறையல்ல. வண்டல் படிதல மிகக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். நீர்த்தேக்கத்தின் செயலுரம் மிக்க தேக்க அளவு (Effective s orage capacity) போதிய அளவு இருக்க வேண்டும். இந்த அளவு மிகவும் குறைந்துவிட்டால் வேறு இடத்தில் அணையொன்றை புதிதாகக் கட்டுவது நலம்.

வண்டல் படிதலைப் பாதிக்கும் ஆக்கக் கூறுகள் பின்வருவன வெப்பதட்ப நிலை. தாவரங்கள், பாறை வகை, ஆறு பாயும் புலனை மனிதன் பயன்படுத்தும் முறை. தாவர வகைகள் நன்கு வளர்ந்திருக்கும் மழை மிகுந்த ஈரப்பகுதிகளில் ஓடும் ஆறு களில் வண்டல் குறைவாக இருக்கும். பாறைகள் படிகப் படித்தாக இருக்குமானல், அவற்றின்மேல் ஓடும் ஆற்றுநீரில்

வண்டல் அதிகம் இருக்காது. வண்டல் மண் பாறைகளும், களிவய மணற்பாறைகளும், மணல்வயக் களிப்பாறைகளும் உள்ள நிலங்களில் ஓடும் ஆறு பெருமளவு வண்டல் மண்ணைக் கொண்டுவரும். கையாளும் வேளாண்மை முறைகள் தவருக இருந்தாலும், புல் தரைகளில் அளவுக்குமேல் கால்நடை மேய்ச்சல் இருந்தாலும், சுரங்கங்களில் இருந்து வெட்டி எடுக்கும் உதவாப் பாறைக் கழிவுகளை தவருன முறையில் கொட்டி வைப்பதாலும் வண்டல் படிதல் மிகுதியாகும்.

வண்டல் படிதலைக் கட்டுப்படுத்தும் முறைகள்: நீர்த்தேக்கத்தை தக்க அமைப்புடன் நிறுவ வேண்டும்; தக்க மதகுகள் அமைக்க வேண்டும். நீர்த்தேக்கத்துக்கு அப்பால் ஆற்றின் மேற் பகுதியில் தக்க தடை அணைகள், கால்வாய்கள், படிவு வடிநில நிலங்கள் (Settling basins) முதலியவற்றை அமைக்க வேண்டும். வெள்ளப் பெருக்கை நீர்த்தேக்கத்துள் பாய விடாமல் பக்க ஆற்று வழி மூலம் (by-pass) பாயவிடத்தக்க ஏற்பாடுகளைச் செய்யவேண்டும். நீர்பிடி நிலத்தில் தக்க ஆக்கச் செயல்முறைகளைக் கையாள வழிவகைகளைச் செய்யவேண்டும் (Water shed improvement) பல நீர்த்தேக்கங்களில் நடத்திய ஆராய்ச்சிகளின் பயனுக ஓர் உண்மையைக் கண்டுள்ளனர். அதாவது, வண்டல் திரண்டுவரும் கலங்கல் நீரை அணையின் வாயில் கதவுகளைப் பரக்கத் திறந்துவிட்டு விட்டு கனமான அடி ஓட்டம் வடித்த பின்னர் கதவுகளை அடைத்து நீரைத் தேக்குவதால் வண்டல் படிதல் மிகவும் குறையும். இவ்வாறு நீர்த்தேக்கத்தைக் கடக்கும் கனமான வண்டல் அடிப்படல ஓட்டம் நீர்த்தேக்கப் படுகையையும் சுத்தம் செய்யும். சட்லெஜ் ஆற்றில் கட்டப்பட்டுள்ள பாக்ரா அணையில் இந்த முறையைக் கையாளுகிருர்கள்.

அணைக்கட்டின் கடைக் கால்கள் (Foundation):

அணைக்கட்டின் நிலைப்புத் தன்மையும் (Stability), காப்பும் (Safety) அதன் கடைக்கால்களாகவும் (Foundations) முட்டிடமாகவும் (Abutment) அமையும் பாறைகளின் நுழைமை, அமைப்பு, வலிமை ஆகியவற்றையே பெரிதும் சார்ந்திருக்கும் உயரமான அணைக்கட்டின் கடைக்காலுக்கான பொருள்களின் அடிப்படைத் தகவுத் தேவைகள்:

1. அணைக் கட்டடத்தினுல் ஏற்படும் தகைவுகளைத் (Stresses) தாங்குமளவுக்கு உருதியாக இருக்கவேண்டும்.

2. தகுதியான அளவு நீர்புகாத் தன்மை பெற்றிருக்க வேண்டும்.

3. நீரினுல் மென்மை அடையவோ, கரைந்துவிடவோ கூடாது: அளவில் பெருக்கக்கூடாது.

4. கட்டடத்தைக் குலேக்கும் தன்மை வாய்ந்த இடப் பெயர்ச்சிகளுக்கு இடம் கொடுக்கக்கூடாது.

கடைக்காய் பகுதியில் உள்ள பாறைப்பொருள் அதன் மேல் கட்டப்படும் கடைக்கால்களே எந்தப் பொருளேக் கொண்டு கட்டுகிருர்களோ அந்த அளவுக்கு உறுதி வாய்ந்த தாக இருக்க வேண்டும். ஆகவே கட்டுமான அணேயின் (Masonry dam) கடைக்காலே நல்ல பாறையின் மேலேதான் எழுப்பவேண்டும். மண்ணுல் கட்டப்படும் அணேயை (Earth dam) சாதாரண மண்ணின் மேலும் ஆற்றின் படிவுப் படுகையின் மேலும்கூட எழுப்பலாம்.

ஒரு கட்டுமான அணேயின் கடைக்கால் மட்டத்தில் உள்ள பாறைகளே ஆய்வுக் கூடங்களுக்குக் கொண்டுவந்து அவற்றின் நொறுக்கு வலிமையை (Crushing strength) உலர்ந்த நிலேயிலும் நீரில் நன்ருக ஊறிய நிலேயிலும் கணக்கிடவேண்டும். நீர்த் தேக்கத்தின் காரணமாக நீர்மண்டிக் கிடக்கும் நிலேயில் பாறை எவ்வளவு உறுதியாக இருக்கும் இன்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும்.

பொதுவாக பாறைவயமான கடைக்காலில் படிவு (Bedding) அல்லது ஏடமைப்புத் தளங்கள் (Foliation), இளக்கமான அயல் பொருள் உள்ள இடைப்பகுதிகள் (Pockets), பிளவுகள், வெடிப்புகள், உட்புழையான சுண்ணப் பாறைகள், கரைசல் குடைவுகள் ஆகியவை கெடுதலான கூறுகளாகும் (Features). இவை நேர்முகமாகவோ, நீரொழுக்கு மேலுந்து அழுத்தம் (Uplift pressure) ஆகியவற்றை உண்டாக்குவதாலோ பாறைகளின் வலிமையைக் கெடுக்கின்றன. புழை துற்றல் (Grouting) என்னும் முறையைக் கையாள்வதால் இத்தகைய வலிமை குறைக்கும் கூறுகளேப் போக்கலாம். கற்காரைக் கலவை, சிமெண்டும் மணலும் கலந்த காரை, மணலும் தாரும் சேர்ந்த (Asphalt) கலவை ஆகியவற்ருல் புழைகளேத் துறுத்துவிடலாம். மணற்பாங்கான இடத்தில் வேதியியல் முறை துற்றல் (Chemical grouting) பயன்படும். பீச்சி அணேயில் (கேரளம்) 5 மீ. அகல

மான ஒரு முறிவு தளப்பகுதியை வேதியியல் முறையால் துறுத்து கெட்டித்துள்ளனர். ஆயினும் களிமண் படிந்துள்ள பிளவுத் தளங்களில் காரை அவ்வளவு எளிதில் புகுவதில்லை. இத் தகைய இடைஞ்சலைப் போக்க கடைக்காலுக்காக அதிக ஆழம் குறிப்றிக்க வேண்டி வரும். ஆகவே உட்புழை பெரு மளவு இருக்கும்போது துற்றல் சிக்கனமாக இருக்காது போக லாம். அப்போது அணையை வேறு இடத்கல்தான் அமைக்க வேண்டும்.

கடைக்கால் மூட்டிடப் பகுதிகளின் நிலப்பொதியியல்

கடைக்காலுக்கு ஏற்ற பாறைகளின் தகுதிகளில் உருதி, அமைப்பு, நுழைமை ஆகியவையே மூக்கிய கூறுகளாகும். கடைக்கால் பகுதிகளில் இருக்கக்கூடிய பாறை வகைகளை ஆறு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. உறுதியான திண்மப் பாறைகள் (Strong Massive rocks):

நசிவுருத தணலியல் நுழைவுப் பாறைகள், கிரேனைட், சயனைட் கேப்ரோ ஆகியவை எவ்வளவு பளுவையும் தாங்க வல்லவை. இவற்றில் உடைப்பு அல்லது முறிவுகளால் அதிக அளவு நீர் ஒழுக்கு உண்டாகும். நொறுக்கப்பட்ட பகுதிகளில் பாறை சிதைவுற்றதாக இருக்கும். பிளவுகள் இருப்பின் அவற்றை துற்றல் முறையால் சரிபபடுத்தலாம்.

கனமான திண்ம எரிமலைப் பாறை ஒழுக்கங்கள் நல்லவை. ஆனல் உட்புழை நிரைந்த அல்லது சிட்டக் கல் வயமான (Scoriaceous) பாறைகள் சரியானவையல்ல.

சிதைவுருத நைஸ். சட்டு. ஃபில்லைட், பலகைப் பாறை, குவார்ட்சைட் ஆகியவற்றில் பிளவுகள், முறிவுகள், வெடிப்பு கள், அமைப்பு வயமான மற்ற ஊனங்கள் ஆகியவற்றை குணப்படுத்தவேண்டும்.

இவ்வாறே, தடிப்பான, நல்ல முறையில் காரையால் பிணைக்கப்பட்ட மணற்பாறை, பெருமணற்பாறை (Grit), உருட்கல் பாறை, நொறுங்குகல் பாறை ஆகிய படிவுப்பாறை கள் பொதுவாக நுழைமையற்றவையாகவும் வலிமை பொருந் தியவையாயும் உள்ளன. இவற்றுள் இருக்கக்கூடிய பிளவு களையும் வெடிப்புகளையும்கூட துற்றல் முறையால் கெட்டித்து விடலாம். இத்தகைய பாறைகளிலுள்ள காரைப்பிணைப்பு,

சுண்ணச்சத்து ($CaCO_3$), சிலிகா, அய ஆக்சைடு மற்றும் நுண் உகல் (Clastics) பொருளால் ஆனதாக இருக்கலாம். நுண் உகல் பொருளால் பிணைக்கப்பட்ட மணற்பாறைகளும் உருட் கல் பாறைகளும் வலிமையானவையல்ல. மேலும் களிமண் பாறை அல்லது மண்வயப் படலங்கள் இருந்தால் அவற்றில் நிலம் நழுவக்கூடும் (Slip); சுண்ணவயச் சத்து கரைந்துவிடக் கூடும்.

2. உட்கூடான் பாறைகள் (Cavernous Rocks) கார்பொ னேட்டுகளான சுண்ணப்பாறைகளும் டோலோ மைட்டுகளும், சலவைக்கல்பாறையும், உட்துளையுள்ள தணலியல் ஒழுக்குப் பாறைகளும் இவ்வகையின. கார்பொனேட்டுப் பாறைகள் நிலநீரினுல் கரைக்கப்படுகின்றன; இவற்றிலுள்ள உட்புழை களைத்துற்றல் முறையால் நிரப்புவது எளிதல்ல. இத்தகைய பாறைகள் உள்ள இடத்தில் சிதைவால் உண்டாகியுள்ள மேல் மண்ணுக்கு அடியிலுள்ள அடித்தளம் சீரற்றமுறையில் மேடு பள்ளமாக இருக்கும்.

3. மெல்லிய படுகைப் படிவுகள் (Thin bedded sediments)- களிமண் பாறை, மணற்பாறை, சுண்ணப்பாறை ஆகியவற்றின் படுகைகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அடுக்கினுற்போல் அமைந் திருக்கலாம். இவற்றில் பளுதாங்கும் வன்மை (bearing strength) போதிய அளவு இருந்தாலும் படுகைத்தளங்களில் தழுவல்கள் ஏற்படக்கூடும் தளத்தியான மண்பாறைகள் அல்லது களிப்படலங்கள் வழுக்குதளங்கள் ஏற்படுத்த வல்லவை. களிமண்பாறை படுகைகள் கற்காரையுடன் நன்ருக ஒட்டுவதில்லை. ஆகவே இத்தகைய பகுதிகளில் அதிகம் தோண்டி எடுத்து சுத்தப்படுத்தவேண்டும். இவற்றில் மீள் மையின் காரணமாக உருகுலைவு (Elastic deformation) ஏற் படக்கூடும்.

4. வலிமை இல்லாத பாறைகள் (Weak rock) களிப் பாறைகள் (Claystones), எரி பொடிப்படிவு (Tuff), களிமண் பாறை (Shales) இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. சில களிமண் பாறைகள் கெட்டிப்பு (Compaction) ஒன்றினுலேயே திண்மை பெற்றுள்ளன; இவற்றில் காரைப் பசையே இருக்காது. சில வற்றில் காரைப் பசைப் பிடிப்பும் இருக்கும். கெட்டிப்பு மண் பாறைகளும்: எரிபொடிப் படிவுகளும் தளர்ந்துவிடக் (Slake) கூடியவை. நல்லபடி காரையால் பிணைக்கப்படாத களிவய

மணற்பாறைகளும், உருட்கல் பாறைகளும் வலிமை குன்றிய வையே. பல பாறைகள் நீரில் ஊறிய பிறகு வலிமையை இழக்கின்றன.

கெட்டிப்பு வகை களிமண் பாறைகளின்மேல் கற்காரை யைக் கொட்டும் முன் கடைக்கல் வெட்டுப் பகுதியை காய விடக்கூடாது. கற்காரைக் கட்டடத்தை இப்படிக் காயவிட்ட பிறகு அமைத்தால் கீழ் களிமண்பாறை தளர்ந்துவிடக்கூடும்

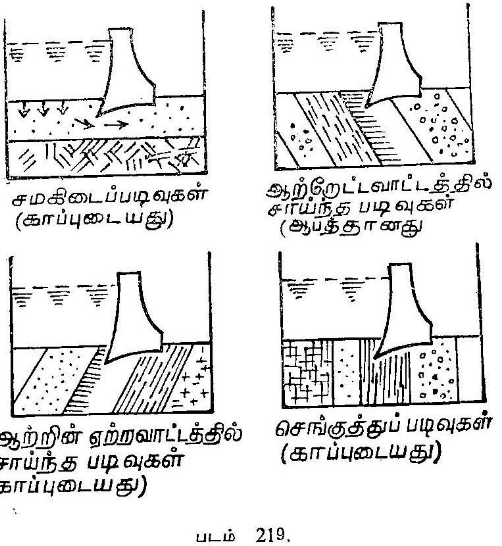
5. திண்மையுருத பாறைகள் (Unconsolidated rocks). உதிரியான மண் அல்லது ஆற்றடிப் படிவுகளைக் கொண்ட பகுதிகளில் சரளைக்கல், மணல், வண்டல், களிமண்போன்ற திண்மையுருத படிவுகளின்மேல் அணையைக் கட்ட வேண்டி வரும். இவற்றுள் பருவெட்டான சரளைகளும், மணல் படிவு களும் அதிக நுழைமை உடையனவாக இருந்தாலும் அணை யைத்தாங்கும் அளவுக்கு வலிமை பெற்றுள்ளன. ஆனால் வண்டல் மண்ணும் களிமண்ணும் தளர்த்தியானவை; இவை அதிக பளுவைத் தாங்கமாட்டா. மேலும் இவை பளுவின்கீழ் நெகிழ்ந்து உருமாறக் கூடியவை. இதைத் தடுக்க அடியி லுள்ள நீரை நன்ருக வடியச் செய்யவேண்டும். ஆகவே இத் தகைய நிலத்தில் அணையைக் கட்டநேர்ந்தால் அதன் நிலைப்புத் தன்மையையும் பாதுகாப்பையும் கருதி அணையின் செயல் உர பளுவைக் (Effective load) குறைக்கவேண்டி அவற்றின் அடிப் பகுதியில் பரப்பளவை அதிகமாக்கவேண்டும். அடியிலுள்ள படிவுகளின் நுழைமை அனுமதிக்கக்கூடிய அளவுக்குமேல் அதிகமாக இருந்தால் தகட்டுப்பதிகால் தறிகளையோ (Sheet pile), புதை சுவர்களையோ அமைக்கவேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் அணையை ஒட்டிய நீர்த்தேக்கப்பகுதியில் ஒரு நுழைமை அற்ற முகப்பு (Apron) உண்டாகிறது. இதனால் நீர் புகும் பொருளில் நீர் அதிகத் தொலைவு புகுந்து செல்ல வேண்டி இருக்குமாகையால் அதன் திசைவேகம் குறைக்கப்படுகிறது.

6. அடுக்கமைப்புப் படிவுப் பாறைகள் (Stratified rocks) அடுக்கமைப்பு உடைய படிவுப்பாறைகளில் படிவுத்தளங்கள் வெளிப்படையான திசைக்கூறுகளாகும் (Directional elements). படிவுப் பாறைகள் படுகைத் தளங்களுக்குச் செங்குத்தான திசையில் ஏற்படும். அழுத்தத்தை நன்ருகத் தாங்கக்கூடிய வன்மை பெற்றுள்ளன. மற்ற திசைகளில் ஏற்படும் அழுத் தங்களை அவ்வளவாகத் தாங்க அவற்ருல் முடிவதில்லை. ஆகை யால் அணைக்கட்டுகளைச் சம கிடையாக உள்ள படிவுப்

பாறைகள் நன்ருகத் தாங்குகின்றன. ஆயினும் நீரைத் தேக்கி வைக்கப் பயன்படும் அணைக்கட்டில் (Impoundingdam) ஏற்படும் விளைவு விசை (Resultant force) ஆற்றுப்போக்குத் திசையில் சாய்ந்திருக்கும். ஆகவே ஆற்றின் ஏற்றவாட்டத்தில் (Upstream) சிறிதளவு சாய்ந்துள்ள படுகைகள் விளைவு விசையை நல்லமுறையில் எதிர்க்க வல்லவை. இவை நீர் ஒழுக்குக்கும் இயற்கையான தடையாக அமைகின்றன. அடுக்கமைப்பு உள்ள பாறையில் படுகைத் தளத்தினூடேதான் எளிதில் இடப்பெயர்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன.

ஆற்றின் ஏற்ற வாட்டத்தில் மிகுதியாகச் சாய்ந்துள்ள படுகைகளில் அணையைக் கட்டுவதில் கெடுதல் இல்லை. செங்குத்தான படுகைகளும் ஆபத்தானவை அல்ல. இவை அணையின் பளுவை நல்லமுறையில் தாங்கவல்லவை; இவை அணையின் கீழே நீர் புகுவதையும் தடுக்கின்றன.

ஆற்றோட்ட வாட்டத்தில் தாழ்வான சாய்வுடைய படுகைப் பாறைகளில் அணையைக் கட்டினால் அவை வழுக்கிவிழ ஏதுவாகும்.



படம் 219.

பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் (Faults) - பிளவுப் பெயர்ச்சிகள் அணைக்கட்டுகளைப் பலவாறு பாதிக்கின்றன ; முக்கியமாக,

1. பிளவுப் பெயர்ச்சிக்கு உட்பட்ட பாறை உடைத்துத் தகர்க்கப்பட்டுள்ளதால் வலிமை குன்றியதாக இருக்கும்.

2. பிளவுப் பெயர்ச்சிகளின் இருபுறங்களிலும் முற்றிலும் வேறுபட்ட வகையான பாறைகள் இருக்கலாம்.

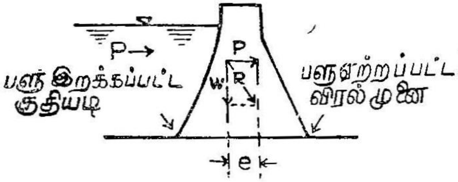
3. பிளவுப் பெயர்ச்சிகளைக்கொண்ட பாறையின்மேல் கட்டப்பட்ட அணை நிலநடுக்கம் ஏற்படும்போது பலத்த அதிர்ச்சிகளால் தாக்கப்படும்.

மடிப்புப் பாறைகள் (Folds) - மடிவு முறையடுக்குடைய பாறைப் பகுதிகளின் அச்சு வட்டாரத்தில் (Axial region) அணையைக் கட்டக்கூடாது. ஏனென்றால் அப்பகுதிகள் தான் மடிப்புக்களில் மிகக் குறைவான வலிமையுடையவை. கீழ்முக மடிப்புப் படுகைகளின் ஆற்று ஏற்றவாட்டத்து மடிப்புச்சரிவில் அமைந்த அணையின் கீழே நீரொழுக்கு ஏற்பட மிகுந்த வாய்ப்பு உண்டு.

கட்டுமான அணையைத் தாக்கும் விசைகள் :

செங்குத்தான நிலை - விசைகள் (Vertical static forces), அணையின் எடை, நீரின் எடை, அணையின் சரிந்த பக்கத்தில் படிந்துள்ள வண்டலின் எடை அணைத்தையும் எதிர்த்து நிற்க நீரின் மிதப்பாற்றல் (buoyancy) ஒன்றே உண்டு. இதுவே மேலெழுச்சியை உண்டாக்கும்.

கிடை வாட்ட விசைகள் (Horizontal forces). நீர். வண்டல் ஆகியவை பக்கவாட்டில் அழுத்துவதாலும், சிலபோது நீர்



படம் 220.

பனிக்கட்டியாய் உறையும்போதும் இத்தகைய கிடைவாட்ட விசைகள் உண்டாகின்றன.

புரை நீரழுத்தம் (Pore pressure) - புரை நீரழுத்தம் அணைக் கட்டின் உடலிலும் கடைக்காலிலும் இயங்கும். வில்லுருவ அணைகளில் வெப்பவேறுபாடுகள் கேடுவிளைவிக்கும்.

இயக்கவியல் விசைகள் (Dynamic forces) - அலை இயக்கம். நீர்மேல் வழிதல், அதிர்ச்சிகள், நிலநடுக்கம் ஆகியவை முக்கிய இயக்கவியல் விசைகள்.

சறுக்கல் (Sliding).

அணையைத் தாக்கும் விசைகளைப் படத்தில காணலாம். $\frac{P}{W}$—எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறைவாக உள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அணையின் நிலைப்புத்தன்மை அதிகமாகும். இந்த விகிதம் அணைக்கட்டின் கடைக்காலின் உராய்வுக்கெழுவான (Coefficient of friction) யை விட குறைவாக இருக்க வேண்டும். கட்டுமானத்தின்மேல் கட்டிய கட்டுமான அணையிலும், நல்ல பாறையின்மேல் கட்டிய கட்டுமான அணையிலும் fன் அளவு 0·6க்கும் 0·7க்கும் இடையில் இருக்கும். படலவயப் (Seamy) பாறைகளில் இதன் அளவு குறைவாகும். சரளை அல்லது மணலின் மேலுள்ள அணையில் f 0.5 அல்லது 0.4 ஆக இருக்கும்.

களிமண் பாறைகளும் எரித்துகள் பாறைகளும் வழுக்கக் கூடியவை. இவற்றில் மாண்ட் மாரில்லனைட் என்னும் களிவயக் கனிமம் இருப்பதுண்டு. இதனால் fன் அளவு பெரிதும் குறைக்கப்படும். ஆகவே அணையின் அடித்தள ஒட்டு (bonding) நன்றாக அமையவேண்டும். பாறையின் மேற் பரப்பை சொர சொரப்பாக்குவதும் கட்டடக் கடைக்கால் மையத்தை பாறையினுள் புதையுறச் செய்வதும் நலம். இவ்வாறு புதையுறும் பகுதியை குதியடிப் பகுதியில் புதை - சுவர்க்கால்போல அமைக்கலாம். மண் அணைகளில் இத்தகைய புதைச் சுவர் தேவையில்லை. மண் அணையின் பெரும் பளுவே சறுக்கலைத் தடுத்துவிடும். அணையின் அடியை ஆற்றின் எதிர்வாட்டத்தில் சிறிது சாய்ந்தவாறு அமைப்பதும் நல்லது.

படிவுப்பாறைகளில் நீரினால் உண்டாகும் சேதம்.

பெரும்பாலான அணைகள் பெருமழையின் பிறகு உடைகின்றன. நீர மூன்று விதங்களில் அணையின் கடைக்காலைக் கெடுக்கிறது.

1. உலர்ந்த பாறைப் பரப்பையும் நீர் வழுக்கச்செய்கிறது. பாறைகளுக்கு இடையேயுள்ள உலர்-உராய்வுக்கெழு இதனால்

குறைகிறது. இதற்கு வெள்ளப்பெருக்கு காரணமாவதில்லை. அதற்கு முன்பே இந்தக்கேடு விளைவதுண்டு.

2. படிவு அடுக்குத் தளங்களினூடே நுழைந்தோடும் நீர் காரைப் பொருளைக் கரைத்து பசைப் பிணிப்பைக் குறைக்கும். இயக்கவியல் விசையால் பொருள்களை அரித்துச் செல்லும். சிற்றிடை வெளிகளைப் பெரிதாக்கிவிடும்.

3. புரைகளில் உள்ள உட்புழை நீர் அழுத்தம் வெள்ள நீர்ப்பெருக்கால் ஏற்படும் நீர்மட்ட உயரத்தால் அதிகரிக்கும் கரைவதும், அரிப்பும் இதனுல் அதிகரிக்கும்.

மேல் எழுச்சி (Uplift),

நீர்த்தேக்கப் பகுதியில் நீர்மட்டம் உயர உயர நீரின் அழுத்த உயரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அணையில் எடை குறையுமாறு மேலெழுச்சி ஏற்படுவதுண்டு. இது புழைநீர் அழுத்தத்தால் ஏற்படுவதல்ல.

படிதலும் (Settlement) எதிர்தாக்குதலும் (Rebound).

அணையின் எடையின் காரணமாக பாறை நெகிழ் (Plastic) மாற்றத்தையும் மீண்மை (Elastic) மாற்றத்தையும் அடைகிறது. மீண்மை மாற்றம் அடைந்த பாறை அழுத்தம் விடுபட்டவுடன் மீண்டும் தன் பழைய நிலைக்குத் திரும்பி வந்துவிடும். திண்ணிய கிரேனைட் போன்ற பாறைகள் சிறிது பிளவு பட்டவாறு இருக்கையில் இத்தகைய சிக்கல் பெருங்கேடு விளைவிக்காது. ஆனுல் களிவயப் பாறைகளில் இடரார்ந்ததாகும் (Critical). மீண்மை மாற்றங்களால் அணைப்பகுதிகள் தகர்க்கப்படுவது இயற்கை. அணையின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் மீண்மைக்கு உட்பட்டாலும் அணை தகர்க்கப்பட்டு ஆங்காங்கு இறக்கம் கண்டுபடியும் (Settlement). ஜிப்சம் போன்ற கனிமங்கள் கரைவதன் காரணமாகவும் உட்புழை அதிகரித்தால் அணை இறக்கம் கண்டு படியுறும். வேறுபட்ட பாறைகளின்மேல் அமையும் அணையிலும் மாறுபட்டவாறு மீண்மை விசைகள் ஏற்படும். இதனுல் படிதலும் ஏற்படும்.

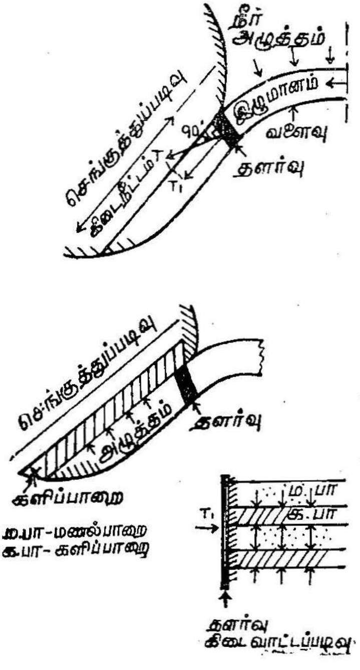
முட்டிடக் கேடுகள் (Abutment Problems)

தளர்ந்து உதிரும் பாறைகளான களிப்பாறைகளையும் தோண்டிய பிறகு காயவிடக்கூடாது. கற்காரையைக் கொட்டும்போதும் அவை ஈரமாகவே இருக்கவேண்டும்.

தாரை (Tar) ஊற்றிவைப்பதாலும் சிமெண்டுக் கலவையால் போர்த்துவதாலும் (Gunite) அப்பரப்புகளைக்காக்கவேண்டும்.

படிவுப்பாறைகள் மூட்டிடங்களில் தளர்த்தியாக இருக்கும் போது அவற்றை இரும்பு ஆணிகளைக்கொண்டு பொருத்தி வைக்கலாம்.

வில்லுருவ அணைகளில் மூட்டிடம் முக்கியமானது. பாறை நொறுங்கியவாறு இருக்கக்கூடாது; ஆழமாக நசிக்கப் பட்டிருக்கக்கூடாது; பிளவு கண்டிருக்கக் கூடாது; இடரார்ந்த படிவு அடுக்குகளைக் கொண்டிருக்கக்கூடாது; பிளவுகளும் வெடிப்புகளும் விசை அழுத்தத்திசையில் நீண்டிருக்கக்கூடாது; இவை ஆற்றின் போக்குவாட்டத்தில் விளங்கக்கூடாது.



படம் 221.

(படம் கிரனைட் & ஜட் எழுதியுள்ள நூலைப்* பின்பற்றியது)

---

* (Krynine & fudd, Principles of Engg geol. and geotechnipues. P. 568)

படங்களில் T என்பது விசை அழுத்தம் (Thrust). T பாறைத் திப்பையை அமுக்குகிறது. மீண்மை உருதகவு (Modulus of elasticity) குறையக் குறைய தளர்வு (yield) அதிகரிக்கும். பாறைத் திப்பை பக்கவாட்டத்தில் பருக்க முயலும். பாய்சானின் விகிதம் (Poisson's ratio) அதிகமாக இருந்தால் பருத்தல் அதிகமாகும். ஆகவே பக்கவாட்டில் களிவயப் படலம் இருந்தால் நசிவு அதிகமாகும். ஆய்வுக்கூடத்தில் கண்ட மீண்மை உருதகவு அளவில் பாதியையே கட்டட உரு அமைப்புக்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். மேலே கண்ட மூன்று படங்களும் இடரார்ந்த நிலைகளையே காட்டுகின்றன.

நிலை பனித்தரையில் கடைக்கால்கள்

புவியின் வடமுனைக்கு அருகே உள்ள யூரேசியாக் கண்டத்திலும் வட அமெரிக்காவிலும் 55° கிடைக் கோட்டுக்கும் வடக்கே உள்ள இடங்கள் கிரீன்லாந்திலும் தென்முனையிலுள்ள அண்டார்க்டிக் கண்டத்திலும் மற்றும் பெருமலைகளின் உச்சியிலும் குளிரின் விளைவாக நிலையாகவே நிலத்தில் பனி உறைந்திருக்கும். இவ்வாறு இறுகியுள்ள நிலத்தை நிலைபனித் தரை (Permofrost) என்பர். மொத்தமாக இவ்வுலகின் மேற்பரப்பில் 20% நிலைபனித் தரையாக உள்ளது. சுமார் 300 மீட்டர் ஆழம் வரை பனி உறைந்துள்ளதைக் காணலாம். அண்மை நிகழ்ச்சியாகிய பனியுகத்தின் எச்சமே இது எனலாம். நிலை பனித் தரையின் மேல் மட்டப் படிவுகள் கோடை வெய்யிலில் உருகிவிடும்; இதையே பனி இளகிய தரை (Active zone) என்பர். பனி உருகிய நீர் மண்டிக் கிடக்கும் மண்ணிலிருந்து நீர் கீழே ஊறிச் செல்ல முடியாது. எவ்வளவு ஆழம் இவ்வாறு பனி உருகும் என்பது இடத்தின் தரைக் கிடைக்கோடு (Latitude), மண் வகை, வெய்யில், தாவரங்கள் போன்ற பல ஆக்கக் கூறுகளுக்கு ஏற்ப மாறுபடும். சைபீரியாவில் கடலோரத்தில் 0·1 மீ. முதல் 1·6 மீ. வரையிலும் பனி இளகுவதைக் கண்டுள்ளனர்.

நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பனி உறையும் போது நிலத்தினுள் சற்று கீழேயுள்ள நிலைபனி மட்டத்துக்கு மேலுள்ள நீர் அழுத்தப்படுகிறது. இந்த நீர் ஆர்டீசியன் இயக்கம் போல் மேற்பரப்புக்கு ஊற்றெடுத்து வருவதுண்டு. இதனால் போக்குவரத்து சாலைகளுக்கும் விமான நிலையங்களுக்கும் மற்ற கட்டடங்களுக்கும் சேதம் உண்டாகும். நிலத்தின் கீழே பனி உறைவதால் நீரின் கன அளவு பருக்கும்போது நிலம் மேலே

உந்தப்படும். இவ்வாறு 100 மீ. உயரம் வரை நிலம் மேடாக எழுந்துள்ளதைக் கண்டுள்ளனர், தாவரச் சக்கைப் படிவு (Peat), களிமண், வண்டல் மண் உடைய நிலம் அதிகமாக நில விரிவால் பாதிக்கப்படும். மண் வழிதல் (Soliluction) பற்றி காண்க.

நிலை பனித்தரையில் வேலை செய்யும் போது இரண்டு வழிகளைக் கையாளலாம்.

1. இயக்கா முறை (Passive Method): நிலை பனியை எந்த வகையிலும் கலைக்கக்கூடாது. மேற்பரப்பிலுள்ள தாவரங்களைக் கூட செதுக்கி எடுக்கக் கூடாது. மேற்பரப்பை வெட்ட நேர்ந்தால் உடனுக்குடன் அந்த இடத்தை வெப்பக் காப்பான பொருள்களைக் கொண்டு மூடிவிட வேண்டும். பனி நிலை எந்த வகையிலும் இளகாது பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். வண்டல்வய, கிளிவய மண்களில் இயக்கா முறையைக் கையாள வேண்டும்.

படம் 222.

படத்தில் உள்ள திட்டுக்கள் வெப்பப் பாதுகாப்புக்காக தாவர மேற்பார்வையின் மேல் கொட்டப்பட்டுள்ளது.

2. இயக்கு முறை (Active Method): இயக்கு முறைப்படி நிலைபனியை உருக்குவதாலோ தோண்டி எடுப்பதாலோ அறவே போக்கிவிட வேண்டும். மணல் அல்லது சரளைக்கல் நிறைந்த மண்களில் இயக்குமுறை பயன்தரும். அதிர்வு உழக்கிகளைக் கொண்டு (Vibro flot) மணல் தரையை சிறுகச் சிறுக நீர்விட்டு கலக்க வேண்டும். வெந்நீர், நீராவி ஆகியவற்றையும் பயன்படுத்தலாம். இவ்வாறு வேண்டிய ஆழம் வரை பனி இறுக்கத்தை இளக்கிவிட்டு மணல் தரையைத் தோண்டி எடுக்கவோ நெருக்கமாகக் கெட்டித்துபடி படியவோ செய்யலாம்.

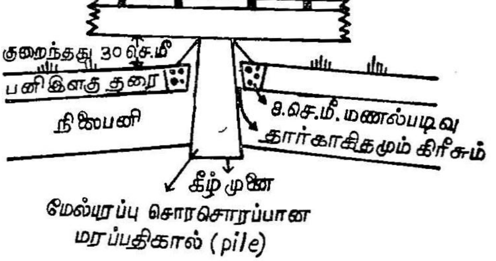
பனிக்கட்டிகள் ஆங்காங்கு உள் புதைந்துள்ள தரையின் மேல் கட்டக்கூடாது. முன்னதாக பனிக்கட்டியை இளக்கி

நிலத்தை கெட்டிப்படுத்திய பிறகே கட்டவேண்டும். இதை முதலில் பனியை உருக்கி, நீரை வெளியேற்றி, உட்புழையை சிமெண்டு அல்லது தார் கொண்டு நிரப்பவேண்டும். அல்லது வேதியல் முறைப்படி சோடியம் சிலிகேட்டை பயன்படுத்த வேண்டும்.

நிலையான கட்டடங்கள்

நிலையான கட்டடங்களை நிலைபனித் தரையில் கட்டுகையில் கட்டடத்தின் நடுகீழே நிலத்தின் இயல்பான வெப்ப ஆட்சியைக் கலைக்கக்கூடாது. நிலைபனித் தரையில் வெப்ப மாற்றம் ஏதும் ஏற்படாது இருக்க கட்டடத்தின் தரைக்கும் நில மேற்பரப்புக்கும் இடையே காற்று புகுமாறு இடைவெளி அமைத்துக் கட்டவேண்டும். தரையை பதிகால் தறிகளின் மேலோ உயரமான தூண்களின் மேலோ சரளைக்கல் திட்டின் மேலோ கட்டலாம். வானூர்திகள் தங்கும் கொட்டகைகளின் தரை அதிகமான பளுவைத தாங்கவேண்டுமாகையால் தரையின் அடியில் காற்று புகுந்தோடுமாறு கால்வாய்கள் வைத்துக் கட்டவேண்டும்: இல்லாவிட்டால் தரையின் அடியில் நிலைபனி உருகும். நடுவில் அதிக ஆழம் வரை நிலைபனி கெடும்; ஓரங்களில் குறைந்த அளவு கெடும்.

சரளைக்கல், மணல் ஆகியவை நிலைபனியையுடையதானுல் அவற்றைச் சூடாக்கி இளக்கி நீரை வெளியேற்றிக் கெட்டித்த பிறகு கட்டடத்தைக் கட்டலாம்.



படம் 223.

(படம் கிரைனேட் & ஜட் எழுதியுள்ள நூலைப் பின்பற்றியது*)

* (Krynine & judd, principles of Engg. geol. & geobibuq.p)ues. i 412

சூடாக்கப்படாத கட்டடம் ஒன்றை நிலத்தின்மேல் உள்ள தாவர வளர்ச்சியை அகற்றிய பிறகு கட்டினால் அது நிரப்பிடம் போல் (Fill) இயங்குமாகையால் நிலைபனி மட்டம் கட்டடத்தின் கீழே மேலெழும். சூடாக்கப்பட்ட கட்டடத்தின் கீழே நிலைபனி மட்டம் தாழ்ந்து போகும்.

உறை பிணிப்பு (Adfreenging)

கட்டடம் கட்டும்போது பனி உருகிய நிலையில் உள்ள நிலம் வெப்பம் தாழ்ந்த பிறகு பனி உறையும்போது கட்டடத்துடன் ஒட்டிக்கொள்ளும். இதுவே உறை பிணிப்பு எனப்படும். இது களிமண்ணைவிட மணலில் வலிவாக இருக்கிறது.

பனி இயகு பகுதி இறுகும்போது பருக்குமாகையால் படத்தில் காணும் அமைப்பு பயன்படும். பதிகால் - கடைக்கால்களில் உறை பிணிப்பு கெடுதல் விளைவிக்கும். ஆகவே இதைத் தடுக்க தார்-காகிதமும் கிரீசும் சுற்றி பிணைப்பைத் தவிர்க்கவேண்டும். பதிகால்கள் நிலைபனியுடன் பிணைய 3 முதல் 6 நாட்களாகும். மேல் பகுதி பிணைய சில வாரங்கள் ஆகும். பிணைப்பு முற்றிலும் ஏற்பட்ட பிறகே கட்டடம் கட்டப்படவேண்டும்.

எடை தாங்கித் தூண்கள் (Pier) நிலை பனிமட்டத்தின் மேல் அமரவேண்டும். பனி இளகு திரை 1·5 மீட்டருக்குள் இருந்தால் இவ்வாறு கட்டுவது எளிது.

துருவு துளைகள்

பொறியியல் பணிகளுக்காக அதிக ஆழமான அகழ்வுகளைத் துவங்கும் முன் அடித்தரையில் உள்ள பாறைகளைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும். மேற்பரப்பு நிலப்பொறியியல் படங்களைக் கொண்டு பாறை அமைப்புகளை ஓரளவுக்குத் தெரிந்துகொள்ள முடிந்தாலும் நேரடியான பரிசோதனைக்காக பாறை மாதிரிகளை அடியில் இருந்து எடுத்துப் பார்க்க ஆகர் துளைகள், ஆய்வுக் குழிகள். நீள அகழ்வுகள் (Trench), விடர் முகைக் குடைவுகள் (Headings, adits). துருவு துளைகள் (Bore holes) ஆகிய முறைகளைக் கையாளலாம்.

மென்மையான வண்டல் படிவுகளில் ஒரு சில செ. மீ. விட்டமுடைய ஆகர் துருவு துளைகளை சுமார் 7 மீட்டர் வரை போடுவது எளிய முறையாகும். பக்க மண் செங்குத்தாக நிற்கக் கூடிய நிலையில் இருந்தால் குழிகளைத் தோண்டுவது எளிது. மிகுந்த ஆழங்களிலுள்ள பாறைகளைப் பற்றி தெரிந்து

கொள்ள துருவு துளைகளே மேலானவை. 1 மீட்டர் விட்டமுள்ள துருவு துளைகளைக் கூட சில அமெரிக்க அணைகளின் கடைக்கால்களுக்காக போட்டிருக்கிறார்கள். துருவு துளைகள் சுரங்க வேலைகளுக்கும், மண்ணைப் ஆய்வுக்கும். கடைக்கால் பகுதியில் உள்ள பாறைகளின் வெடிப்புகளை கற்காரை கொண்டு துற்றல் முறையில் (Grouting) இறுக்கவும், நிலநீர் தேட்டத்திற்கும் பொதுவாக எல்லாவித வெடிமருந்து கொண்டு உடைக்கும் பொறியியல் வேலைகளுக்கும் பலவாறுகப் பயன் படுகின்றன.

மென்மையான படிவுகளில் 20 அல்லது 30 மீ. ஆழம் வரை கையால் இயக்கப்படும் துருவுதுளைக் கருவிகளே போதுமானவை. இதைவிட ஆழமான துளைகளுக்கு பெட்ரோல் அல்லது டீசல் மோட்டார் விசையால் இயங்கும் கருவிகள் தேவைப்படும். கடினமான பாறைகளில் துளையிட குத்தித் துளைக்கும் (Percussion) துரப்பணங்களும், துருவித் துளைக்கும் (Rotary) துரப்பணங்களும் வைரக் காழ்ப்புத் துரப்பணங்களும் (Diamond) தேவைப்படும்.

வெடிவைக்க உதவும் சிறு துளைகளை இட அழுத்தக்காற்று விசையால் இயங்கும் துரப்பணங்கள் (Jack-hammer drills) பயன்படுகின்றன. நில நீருக்காக குழாய்க் கிணறுகளைத் தோண்ட உதவும் நவீன துரப்பண யந்திரங்கள் 50 மீ. ஆழம் வரை கடினமான படிகவயப் பாறைகளையும் மிக விரைவில் துளைக்கின்றன. இவற்றில் நொறுங்கிய பாறைத்துகள் அழுத்தக்காற்று விசையால் மேலே ஊதித் தள்ளப்படுகிறது.

குத்தித் துளையிடும் முறையிலும் துருவித் துளையிடும் முறையிலும் உயரமான கூர்ங்கோபுரச் சட்டத்தின் (Derrick) உச்சியில் கப்பி கோத்து அதனூடே யந்திர விசையால் இழுக்கப்படும் கம்பிக் கயிறுகளைக் கொண்டு பாரமான குழாய்களையும் துருவுதுளை எஃகுத் தண்டுகளையும் தூக்கி இறக்க முடியும்

குத்தித் துளையிடும் முறைப்படி துளையைக் குத்தும் கூர் உலக்கையை கம்பிக் கயிற்றினல் தொங்கவிட்டு (குடத்தைக் கிணற்றில் இறக்கப்படுவதுபோல்) துளையினுள் இறக்கப்படும் துளையின் அடியில் பட்டபிறகு கம்பிக் கயிற்றை மேலே தூக்கி விட்டால் தன் எடையினல் குத்து உலக்கை கீழே விழும்போது தரையைக் குத்தும். இவ்வாறு தூக்கி தூக்கி விட்டுக்கொண்டே இருந்தால் துளையினடியிலுள்ள பாறை குத்தித் தூளாக்கப்படும்.

சிறிது நேரத்துக்குப் பிறகு குத்து உலக்கையை வெளியே எடுத்துவிட்டு அதற்குப் பதிலாக உட்புழையான அடிவாயுடைய குழாய் உலக்கையை துளையினுள் இறக்கிக் குறுக்கினல் உடைந்த பாறைத் துணுக்குகளால் ஆன சேறு போன்ற (அளறு) மண் குழம்பு (Sludge) உலக்கையினுள் புகும். பிறகு இதை மேலே எடுத்துச் சேற்றை வெளியே கொட்டிவிடலாம். இந்தச் சேற்றைக் காயவைத்து அதிலுள்ள பாறைத்துண்டுகளைப் பரிசோதித்துப் பார்க்கலாம். கம்பிக் கயிற்றின் நீளத்தால் எவ்வளவு ஆழத்திலிருந்து அச்சேற்றைக் கொண்டு வந்துள்ளோம் என்று அளந்து குறித்துக்கொள்ள முடியும். நிலத்தினுள் நிலநீர் இல்லாதபோது நாமே நீர்விட்டு ஈரமாக்கிக் குத்தித் துருவு வேலையை நடத்த வேண்டும்.

துருவுதுளை முறைகள் இருவகைப்படும். 1. சேற்றுத்துருவு முறை (Mud-rotary drilling), 2. தண்டு துருவு முறை (Core-drilling).

சேற்றுத் துருவு முறையில் உள் புழையான துருவுத் தண்டுகளின் (Rods) அடிமுனையில் துருவுத்தலை (bit) பொருத்தப்பட்டிருக்கும். உட்புழையினூடே சேற்று நீர் தொடர்ந்து செலுத்தப்படும். மொத்த துருவு தண்டும் வேகமாகக் கடைவது போல் ஒரு போக்காகச் சுற்றப்படும். சேற்று நீர் சுழலும் தண்டுகளுக்கும் பாறைக்கும் இடையேயுள்ள இடைவெளியில் தரையை நோக்கி மேலே வழியும்போது துளைப்பினல் உண்டாகும் பாறைத் துகள்களையும் வெளியே அடித்துவரும். இத்துகள்களைச் சேகரித்து ஆய்வு நடத்தலாம். மாதிரிகள் எடுக்கும் போது துருவு துளையின் ஆழம் (துரப் பணத் தண்டின் நீளம்) கவனமாகக் குறிக்கப்படவேண்டும். பொதுவாக துருவு தண்டுகள் சுமார் 6 மீட்டர் (20 அடி) நீளம் இருக்கின்றன. 6 மீட்டர் வரை துளை கீழே இறங்கியதும் மற்றொரு துருவுக் தண்டை இணைத்து இன்னும் 6 மீ. ஆழம் வரை துளைக்கலாம்.

தண்டு-துருவு முறையில் பயன்படுத்தப்படும் துருவுத்தலை (bit) குழாயின் கப்ளிங் போன்று இருக்கும். இது குழாயின் உட்புழை அளவுள்ள வாயை உடையது. இத்தலையின் கீழ் விளிம்பிலும் பக்கங்களிலும் மட்ட வைரங்கள் (Industrial diamonds) பதிக்கப்பட்டிருக்கும். சுமார் 5 செ. மீ. அல்லது 10 செ. மீ. விட்டமுடைய துருவு தலைகளை சாதாரணமான ஆய்வுகளுக்குப் பயன்படுத்துவர். துருவு துளைகள் செங்குத்தாகவோ குறிப்பிட்ட கோணத்தில் சாய்ந்தவாறோ போட வசதி

உண்டு. சேற்றுக் குழம்புக்குப் பதிலாக தெளிவான துருவுநீர் முன்பு குறிப்பிட்டபடியே இதிலும் உள் பாய்ச்சப்படும். இந்த முறையில் துருவுத்தலை பொருத்தப்பட்டுள்ள தண்டினுள்ளும் குழாய் போன்று உள்ளிடம் இருக்கும் (Barrel). துருவுதலை சுழலும்போது பாறை கடையப்படுகிறது. துருவுதலையின் விளிம்பு பாறையில் ஏற்படும் வட்டமான குழிவில் கீழே செல்லச் செல்ல பாறை மேன்மேலும் துருவப்படுகிறது. இதனால் துருவுதலையின் உள்விட்டத்துக்குச் சமமான அள வுள்ள பாறைத் தண்டு உட்புழைக் குழலுள் (Barrel) மேலே செல்கிறது. இத்தண்டு உடையாமலே குழாயுள் சென்று தங்கும். முழு குழாயின் உள்ளே தண்டு போன்ற பாறை அகப்பட்டதும் துருவு தலையை மிக வேகமாகச் சுழற்சி பாறைத் தண்டை உடைத்துவிடலாம். உள்ளே புகுந்த தண்டு கீழே விழாமல் இருக்க தக்கபடி உலோக வில்-பிடிப்பு பொருத்தப் பட்டிருக்கும். ஆகவே துருவுக் குழாய்க் கோர்வையை மேலே சேந்தி அடியிலுள்ள போலிலிருந்து பாறைத் தண்டை வெளியே எடுத்துப் பரிசோதனை செய்யலாம். இத்தண்டுகள் ஒரே நீளமாக இல்லாமல் உடைந்தவாறும் பொடிப் பொடி யாயும் கூட காணப்படும். நீளமான சால்வரிகளில் தண்டு களையும் சிறு துகள்களையும் வரிசை கெடாது வைத்து அவற்றின் ஆழங்களை மரக்கட்டைகளில் ஆங்காங்கு வைத்து பத்திரப் படுத்தவேண்டும். அனுபவம் மிக்க துரப்பணக் கருவி இயக்கு வோர் பாறைத் தண்டுகளை வெளியே எடுக்கு முன்பே பாறைப் படிவுகளில் மாறுபாடுகள் ஏதாவது இருக்குமா என்பதைக் கூறி விடுவர். யந்திரத்தின் விசை ஆற்றலில் காணப்படும் மாறுதல் துருவுக் குழாய்க் கோர்வை உள் ஆழும் வேகத்தில் மாறுதல், துருவுநீர் வெளிவராது துளையினுள்ளேயே ஊறி விடுதல் ஆகிய பலவற்றையும் கவனித்து இத்தகைய தகவல்களை முன்கூட்டியே கூறுவர். இத்தகைய மாறுதல்களைக் குறித்து வைப்பது துருவு துளையாளரின் (Driller) ஒரு முக்கிய வேலையாகும். ஏனெனில் பாறைத் தண்டு வெளியே கொண்டுவரப்படாது பொடியாகிப் போய்விட்டால் அந்த இழப்பை (Core loss) விளக்க இத் தகவல்கள் பயன்படும். பொடியாகிய பாறைத் தண்டு எவ் வளவு ஆழத்திலிருந்து வந்துள்ளதோ அதே ஆழத்தில் நீர் இழப்பும் அதிகமாக இருந்தால் அங்கு துருவுதுளை பிளவுப் பெயர்ச்சி தளத்தைக் கடந்துள்ளதை அறியலாம். பாறைக் குறிப்புகளைக் கொண்டு நிலத்தின் அடியிலுள்ள பாறை அமைப்புக்களை விளக்கும்போது பாறைத் தண்டுக் குறிப்புக் கள் சரியானபடி இல்லாது போனால் தவறான கருத்துக்களுக்கு இடம் கிடைத்துவிடும். பாறைத் தண்டு இழப்பு (Core loss)

சரியாகக் கணிக்கப்பட வேண்டும். துருவு துளையாளரும் நிலப் பொதியியலாளரும் இதில் பயிற்சி பெற்றிருப்பது தேவை.

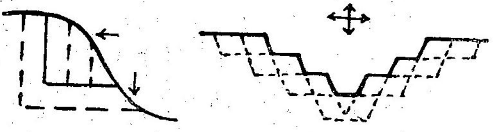
துருவுதுளை தகவல்களைக் கொண்டு (Log sheet) வரைந்த துளையின் பாறைக் குறிப்புப் படங்களைக்கொண்டு (Bore hole section) பாறை அமைப்புக்களை விளக்கும் முறைகளை பாறை அமைப்பியல் (Structural geology) என்னும் தலைப்பிலும், நிலப் பொதியியல் படங்கள் (Geological maps) என்னும் தலைப்பிலும் விவரித்துள்ளதைக் காண்க.

கற்சுரங்கங்களும் வெடிமருந்தும்

தரையின் மேற்பரப்பிலும் மலைச்சரிவுகளிலும் உள்ள தளர்த்தியான பாறைத் திப்பைகள் ஓரளவுக்கு உகலியக் கத்தால் சிதைந்தவாறுள்ளன. ஆகவே பலவிதமான பயன் களுக்கான கட்டடக்கற்களை நிலத்தினுள்ளிருக்கும் புதிதான பாறைகளில் இருந்து வேண்டிய அளவுகளில் உடைத்து எடுப்பதால் உண்டாகும் குழிகளையும், குடைவுகளையும் கற் சுரங்கங்கள் என்கிறோம். பொருளாதாரக் கனிமங்களை வெட்டி எடுக்கும் குழிகளையும் குடைவுகளையும் பொதுவாக சுரங்கம் என்கிறோம். ஆனால் பொறியியல் பயன்களில், அளவுத் திப்பைகள் (Dimension stone), தரிப்புக் கற்கள் (Riprap), உடைப்புக் கற்கள், கருங்கல் ஜல்லி ஆகிய கற்களை உடைத் தெடுக்கும் கற்சுரங்கங்களைப்பற்றி இங்கு குறிப்பிடுவோம். அணைக்கட்டுகள், பெரிய கட்டடப்பணிகள் ஆகியவற்றுக் கான கற்களை எடுக்கும் சுரங்கங்களை வேலை நடக்கும் இடத்துக்கு அருகே தேர்ந்தெடுப்பது நல்லது. கனமான பொருள்களை வெகுதூரம் கொண்டுபோவது வீண் செலவு ஆகும்.

கட்டடக்கற்கள் என்னும் தலைப்பில் பாறைகளில் படிவுத் தளங்களையும் மற்றபடி உடைக்க வசதியான தளங்களைப் பற்றியும் கண்டோம் (பக்கம்...). கோயில்களும் கோட்டை கொத்தளங்களும் நிரைந்துள்ள நம் நாட்டில் பாறைகளை வேண்டிய அளவுக்கு உடைத்தெடுக்கும் கலைதொன்று தொட்டே பழக்கத்தில் உள்ளது. ஆயினும் தற்காலத்தில் சாதாரண கட்டட வேலைகளுக்கான கடைக்கால் திப்பைகள், பாவுகற்கள், கருங்கல் ஜல்லி ஆகிய தேவைகளுக்கும், அம்மி குழவி போன்ற தேவைகளுக்கும் கற்களை உடைக்கும் தொழில் சாதாரணமாக நடைபெறுகிறது.

கற் சுரங்கங்களை மலைப்பக்கங்களையும் பெரும் பாறைகளையும் பிளந்தெடுப்பதால் உண்டாக்கலாம், அல்லது தரையின் கீழுள்ள பாறைகளை குழிபோல் வெட்டுவதால் உண்டாக்கலாம்.



படம் 224.

முடிந்தவரை வெடிமருந்தைப் பயன்படுத்தாமல் இரும்பு முளைகள், மரமுளைகள், தீவைத்துக் குளிர்வித்தல், நெம்பிப் பிளத்தல் ஆகியமுறைகள் கையாளப்படுகின்றன.

இரும்பு உளிகளைக்கொண்டு வரிசையாக குழிகளிட்டு அதில் இரும்பு ஆப்புகளைச் சொருகி சுத்தியால் அடித்து பாறைத் திப்பைகளை உடைக்க இரும்பு ஆப்புகளுக்குப் பதில் மர ஆப்புகளை குழிகளில் புதைத்து அவற்றின்மேல் நீர்விட்டு ஊறவைத்தும் பிளப்பது உண்டு. மரம் தண்ணீரை அறிஞ்சி அளவில் பருப்பதால் நெம்பித் தள்ளுவதால் பாறை விண்டு உடைகிறது. பாறையின் மேற்பரப்பில் தணலைக்கொட்டியோ மரத்திப்பைகளைக் கொண்டு தீ மூட்டியோ பாறைப் பரப்பைச் சூடாக்கிய பின் திடீரமான நீரைக்கொட்டி நெருப்பை அணைத்தலால் உண்டாகும் விரிவாலும் சுருக்கத்தாலும் பாறைகள் தட்டையான பாளங்களாகப் பிளக்கின்றன. பாவுகற்களுக்கு இம்முறை சிறந்தது.

ஆனால் அதிகமான அளவில் கற்கள் தேவைப்படும்போது பலவிதமான வெடிமருந்துகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கற் சுரங்கங்களுக்காக மட்டுமல்லாது, பாறைப் பாங்கான இடங்களில் கிணறுகளை வெட்டவும் சாலை அமைக்கவும் கூட பாறைகளை உடைக்க நேரும். ஆகவே வெடி மருந்துகளைப் பற்றிச் சிறிது தெரிந்து கொள்வது தேவை. வெடிமருந்துகளை யார் வேண்டுமானாலும் பயன்படுத்தக்கூடாது. அதற்கென பழக்கப்பட்டு அரசினர் அனுமதி பெற்றுள்ளவர்களே வெடிமருந்தைக் கையாளவேண்டும். மற்றவர்கள் கையாளும் போது உயிர்ச்சேதமும் பொருட்சேதமும் விளைவிக்கக் கூடிய விபத்துக்கள் ஏற்படுவதுண்டு..

வெடி மருந்து வகைகள்

வெடி மருந்துகள் முக்கியமாக இரண்டு வகைப்படும்.

1. கருப்பு வெடி மருந்துத்தூள். 2. வீரிய வெடிகள். கருப்பு வெடித்தூள் பாறைகளை அதிகமாக நொறுக்குவதில்லை; ஒருசில குறிப்பிட்ட தளமுறிவுகளில் பாறைகளை உந்தித் தள்ளிப் பிளக்கிறது. ஆனால் வீரிய வெடிகள் பாறையை பலத்த அதிர்ச்சியால் கதுமெனத் தாக்கி பொடிப்பொடியாக உடையவோ பலவேறு பிளவுகளில் பாளம்பாளமாக உடைப்புக் காணவோ செய்கின்றன. ஆகவே அளவுத் திப்பைகளை வெட்டி எடுக்கவும், நிலக்கரிச் சுரங்கங்களிலும் கருப்பு வெடி மருந்துத்தூள் பயன்படுகிறது. உடைப்புக்கல் சுரங்கத்தில் வீரிய வெடிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கருப்புத் தூள்களில் முதல் வகையில் கரிப்பொடியும், பொடாசியம் நைட்ரேட்டும், கந்தகமும் சுமரர் 15 : 75 : 10 என்னும் விகிததத்திலும், இரண்டாவது வகையில் கரிப்பொடியும், சோடியம் நைட்ரேட்டும், கந்தகமும் சுமார் 16 : 72 : 12 என்னும் விகிதத்திலும் கலந்துள்ளன. முதல் வகையை விட இரண்டாவது வகை மெதுவாக வெடிக்கும். ஆகவே இதை குறைந்த செலவில், வீரியம் குறைந்த முறைகளில் தரிப்புக் கற்களைப் போன்ற பாறைகளை உடைக்கப் பயன்படுத்தலாம்.

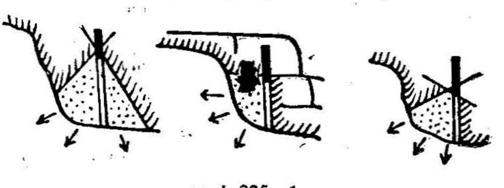
பொதுப் பணித்துறைகளில் பெரும்பாலும் வீரியம் மிக்க வெடிகளில் N G குறியிட்டுள்ள நைட்ரோகிளிசரின்-நைட்ரோ கிளைகால் வகையையே பயன்படுத்துவர்.(ராணுவப்பணிகளில் பயன்படும் வீரிய வெடிகளில் இந்த மருந்துகள் இல்லை. ஆனால் அவையும் வேறுவிதமான வீரிய வெடிகளே.. டைனமைட் என்று பொதுவான பெயர்கொண்ட இந்த வெடி மருந்துகளில் உள்ள மருந்துப்பசை பனியில் உறைவதில்லை இவற்றை நைட்ரோகிளிசரீனுடன் முக்கியமாக, அம்மோனியம் நைட்ரேட்டும் சோடியம் நைட்ரேட்டும் உறிஞ்சும் பொருள் களான மரத்தூள், தானிய மாவு ஆகியவைகளைச் சேர்த்து தயாரிக்கின்றனர். இவை காகிதத்தில் சுற்றப்பட்டு சிறு சிறு "குச்சிகள்" அல்லது தண்டுகளைப் போன்ற உருவத்தில் (Sticks or Cartridges) தயாரிக்கப்படுகின்றன. இவை நீரில் மூழ்கியபடியும் வேலைசெய்ய வல்லவை.

குழைமத்தன்மை பெற்றுள்ள இவற்றல் வெடித்துளைகளின் உள்ளே உட்புழைகளை மூடியவண்ணம் நன்ருகத் திணிக்க

முடியும். வெடி மருந்துத் தண்டுகளை வேண்டிய அளவு துளை யினுள் திணித்தபின் கடைசி தண்டில் (Primer) சிறிய பட்டாசு போன்ற துவக்க வெடியைச் (Detonator) செருகி வைப்பர் இத் துவக்க வெடியை காப்புவெடி திரி (Safety fuse) எனப் படும் வெடிமருந்து கருப்புப்பொடி உள்ளடங்கிய கயிறு போன்ற திரியுடன் இணைத்திருப்பர். துவக்க வெடியை வைத்த பிறகு துருவுதுளையை கெட்டியான களிமண் போன்ற பொருள் களால் மூடுவது மிக முக்கியம். இந்தத் திரியைத் தீ பற்ற வைத்ததும் அது ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் எரிந்து சென்று துவக்க வெடிக்குத் தீவைக்கும். துவக்க வெடி வெடித்த உடனே மொத்த வெடிமருந்துத் திணிப்பும் வெடிக்கும். வெடிக் காக வெடிமருந்து துளையில் தங்கிவிடுவது பிறகு நடக்கும் கல்லகற்றும் வேலைகளின்போது பேராபத்தான வெடிகளை உண்டாக்கும். ஆகவே வெத்துவேட்டுகள் (Misfire) கவன மாகக் களைத்தெடுக்கவேண்டும். தீப்பொறிகளை உண்டாக்கக் கூடிய இரும்புக் கருவிகளைக் கையாளக்கூடாது. மரம் அல்லது செப்புக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம். திரிக்குப் பதிலாக மின் பொறிகளின் வாயிலாக வெடியைத் துலக்குவது நல்ல முறை. இம்முறைப்படி பல வெடிதுளைகளை ஒரே சமயத்தில் வெடிக்கச் செய்யமுடியும்.

இவ்விதமான வெடிகளைத் தவிர ஆக்சிஜன் திரவ வெடிகள் தற்காலத்தில் பயன்படுகின்றன. ஆக்சிஜன் திரவத்தில் மரத்தூள் போன்ற பொருள்களால் திணிக்கப்பட்ட நீளப் பைகளை ஊரவைத்து அவற்றை துளைகளில் இட்டுமூடி வெடிக் கும் முறையில் பெருமளவு கற்பொருள் தகர்க்கப்படும்.

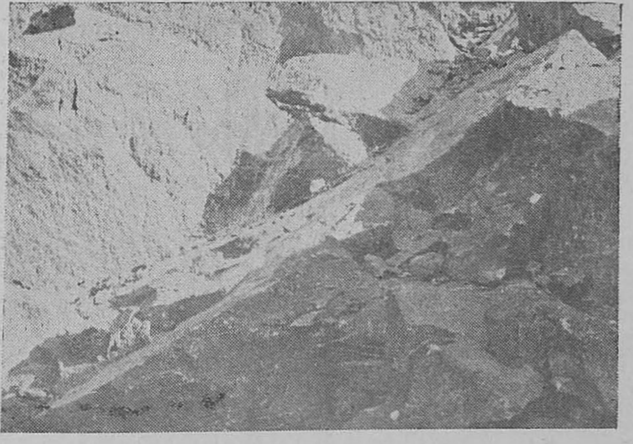
நொடிப்பொழுதில் பெருமளவு வாயுக்கள் வெளிப்படுவ தால் ஏற்படும் திடீர் அழுத்தமே வெடியின் இயக்கச் சக்திக்குக் காரணம். வெடி துளையின் வாய்திறந்திருந்தால் வாயுக்கள் வெகு எளிதில் வெளியேறிவிடுவதால் வெடி உண்டாவதில்லை.



படம் 225. 1,

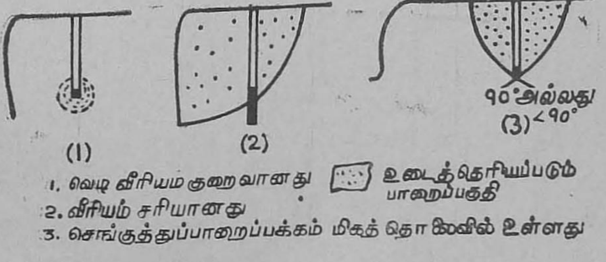
இதேபோல் பாறைகளிய் துருவு துளைகளுக்குக் குறுக்கே பிளவுத்தளங்கள் இருந்தாலும் வெடி வாயுக்கள் எளிதில் வீரியத்தை இழந்துவிடுகின்றன. வாயுக்களின் வீரியத்துக்கு

எதிரில் பாறைகளின் விகுவைத் தன்மை நிற்க முடியாவிட்டால் பாறை வெடித்துவிடுகிறது.



டடம் 225 2.

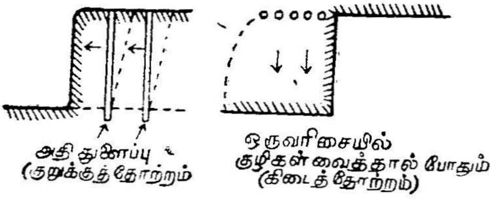
ஒரு திண்ணைபோன்ற பாறையின் ஒரு மூலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆழமான துருவுதுளையினுள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வெடி மருந்தை வைத்து வெடித்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பாறை தகர்த்தெறியப்படும். பாறையின் தன்மையையும் வெடி மருந்தின் வீரியத்தையும் பொருத்து வெடிக் குழியின்



படம் 226.

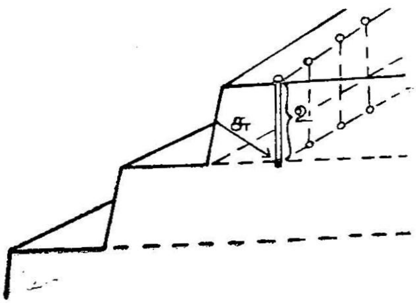
ஆழமும் பாறையின் செங்குத்துப் பக்கத்திலிருந்து வெடிக் குழாயின் அடி முனையின் தூரமும் அமைக்கப்படவேண்டும். பாறைச் சுமை அதிகமாகிவிட்டால் பாறைப்பக்கம் வெடியால் பாதிக்கப்படாது.

பாறைப்பக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழம்வரை மட்டுமே உடையுமாறு வெடி துளைகளின் ஆழத்தை அமைக்கவேண்டும். அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருப்பது வீணாகும். சுரங்கக் குழியை படிப்படியாக அமைக்கும்போது இது மிக முக்கிய



படம் 227.

மாகும். திண்ணைபோன்ற பக்கச் சுவரின் உயரத்தைவிட சற்று அதிக ஆழம்வரை துளைப்பது தேவை. இதை அதி துளைப்பு (Over - drillinx) என்பர். ஒரு முனையில் திண்ணை போல் வெடித்தெடுக்க ஒரே ஒரு பக்கத்தில் வரிசையாக குழிகளை அமைத்தால் போதும்.



படம் 228.

திறந்த குழிச் சுரங்கங்களில் வெடிவைக்க துருவுதுளைகளைப் போட கீழ்வரும் அட்டவணையிலுள்ள குறிப்பு பயன்படும்.

திண்ணைச் சாலின் உயரம் (உ) (மீட்டர்)	பாறைச் சுமை (சு) (மீட்டர்)
4·5 – 7·6	0·62 உயரம் + 0·33
7·6 – 18·2	0·24 உயரம் + 3·6
18·2-ம் அதற்கும் அதிகமானதும்	0.1 உயரம் + 6·1

ஒரு வரிசையில் வெடிக்கும் போது துருவு துளைகளின் இடையே உள்ள தூரம் (0-6-1·5) சு. இரண்டு வரிசைகளாகத் துளைகளை இடும்போது வரிசைகளின் இடையே (0·5-1·0) சு. தூரம் இருக்க வேண்டும்.

ஒரு துருவு துளையின் விட்டத்தையும் அதில் வைக்க வேண்டிய வெடிமருந்தின் அளவையும் கீழ்வரும் அட்டவணையைக் கொண்டு தெரிந்து கொள்ளலாம்.

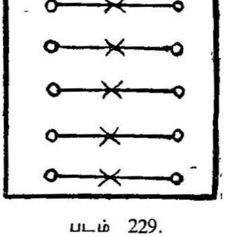
பாறை வகைகள்	ஒரு கன மீட்டர் பாறைக்கு எத்தனை கிலோ கிராம் வெடி மருந்து தேவை கி. கி./க. மீ.
கொட்டியான குவார்ட்சைட்	1·3 – 1·5
கெட்டியான பசால்ட்	1·2
கெட்டியான கிரேனைட்	1·1
நைஸ், ஆம்பிபோலைட், கிரேனைட்	1·0 – 0·9
கெட்டியன சுண்ணப்பாறை, மணற்பாறை	0·8
கெட்டியான களிமண் பாறை, சலவைக்கல்	0·5
மணற் பாறை, சுண்ணப் பாறை	0·4
படிவு வய மணற் பாறை, மணல்வய களிப்பாறை	0·2
கெட்டியான நிலக்கரி	0·1

பாறைகளின் அமைப்புக்கள், பிளவுகள், படிவுத் தளங்கள் ஆகிய பௌதிக குணங்களையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

தலத்தில் உள்ள பாறைகளின் எடை:

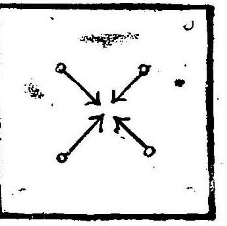
பாறைகள்	1 கன மீட்டரின் எடை (டன்கள்)
ஈரமான மணல்	1·95
உலர்ந்த மணல்	1·60
ஈரமான சரளைக்கல்	2·00
உலர்ந்த சரளைக்கல்	1·80
ஆற்று வண்டல்	1·80
மேல் மண்	0·80
தளர்த்தியான களிமண்	1·20
ஈரமான களிமண்	1·90
மணற் பாறை	1·8—2·5
குவார்ட்சைட்	2·5—2·8
களிமண்பாறை	2·3—2·6
சுண்ணப் பாறை	1·5—2·7
சலவைக்கல்	2·7—2·8
படிகவய பாறைகள்	2·6—2·9

குடைவுகளில் வெடி குழிகளை அமைக்கும் முறைகள் சில வற்றைப் பற்றி இங்கு காண்போம். இதைப் பற்றி மேலும் சுரங்க இயல் நூல்களில் விவரம் காண்க.



படம் 229.

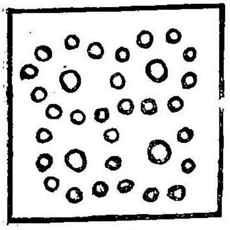
ஆம்பு வேட்டு (Wedge Cut). நல்ல கடினமான பாறைப் பகுதியில் பயன் படும். இம் முறையில் வெடி மருந்துவைக்கும் துருவு துளைகள் சுமார் 60° கோணத்திலோ அல்லது அதற்கும் குறைந்த கோணத்திலோ குவிய வேண்டும்.



படம் 230.

கூம்பு அல்லது டைமண்ட் வேட்டு. (Pyramid or Diamund Cut). இது பிரமிட் போன்று அமைந்த வெடி துளைகளைப் பயன் படுத்துவது. நான்கு துளைகளைச் சுமார் 1 மீட்டர் முதல் 2 மீட்டர் தொலை வில் ஒன்ருகக் குவியுமாறு துளைக்க வேண்டும்.

கொத்துக் குழிவேட்டு (Burn Cut) இம் முறை குடைவு வேலைகளுக்குச் சிறந்தது. இதில் சுமார் 10 செ. மீ. தொலைவுகளில் கொத்துக் கொத் தாக இணையான துருவு துளைகளைப் பாறை முகத்துக்கு நேர்குத்தாகக் குடைந்து அவற்றில் சிலவற்றில் வெடி மருந்தை வைக்காது விட்டு விட்டு மற்றவற்றில் மட்டும் வெடி மருந்தை வைக்க வேண்டும். இவ்வாறு வைப்ப தால் பாறை நொறுங்க வெடி வைக்காத குழிகள் உதவி செய்கின்றன. இவ்வாறு 3 மீட்டர் விட்டக் குடைவில் 4 மீட்டர் நீளம் வரை ஒரே முறை யில் வெடித்து உடைக்க முடியும் இம்முறையை நொறுங்கும் தன்மையுடைய ஒருபடித்தான பாறைகளில் பயன்படுத்தலாம். ஆனல் படலவயப்பட்ட அடுக்குப் பாறைகளில் பயன் படுத்த முடியாது.



படம் 231.

Tables based on L. Shevyakou, Mining of Mineral Deposits FLPH Moscow.

பூ பௌதிக ஆய்வு முறைகள்

பூ பௌதிக ஆய்வு முறைகளில் (Gophysical exploration methods) நான்கு வகைகள் உள்ளன. (1) புவிக்கவர்ச்சி முறை, (2) காந்தமுறை, (3) நில அதிர்ச்சிமுறை (Seismic) (4) மின்னியல் முறை. பொதுப்பணிப் பொறியியலில் எளிதில் பயன்படக்கூடியது மின்னியல் முறை. இதற்கடுத்தாற்போல் நில அதிர்ச்சிமுறையும் பயன்படும். அதிக ஆழங்களுக்கு ஆய்வு நடத்தும்போது (2-ம் மண்ணெய் ஆய்வுகள்) மின்னியல் முறையைவிட நில அதிர்ச்சி முறையே சிறந்ததாகும். மற்ற இரண்டு முறைகளும் பொருளாதாரக் கனிமங்களைக் கண்டு பிடிக்கப் பயன்படுகின்றன.

மின்னியல் முறை

மின்னியல் முறை அதிக செலவின்றி, விரைவாக மேற்பரப்பிலிருந்து சுமார் 1800 மீட்டர் (6000) ஆழம்வரை பயன்படும். பெரிய கட்டடங்கள், பாலங்கள், சாலைகள், அணைகள். குடைவுகள், துறைமுகங்கள் ஆகியவற்றுக்கான கடைக்கால்களுக்கு ஏற்ற நிலத்தின் அமைப்பு, பாறைப் பாங்கு நிலநீர் மட்ட விவரம் போன்ற பலவித குறிப்புக்களையும் மறைமுகமாக இம்முறையைக் கையாண்டு தெரிந்துகொள்ளலாம். நேரடியாக இத்தகைய ஆய்வுகளின் முடிவைச் சரிபார்க்க துருவுதுளைகள் சில சிலவே தேவைப்படும்.

பாறைகளின் மின்தடை ஆற்றல் (Resistivity of Rocks)

உலர்ந்த பாறையினூடே மின்னேட்டம் நடைபெறுது. செப்புத் தாதுக்கள் கிரேபைட், அயத்தாதுக்கள் போன்ற கனிமங்களை உடைய பாறைகள் இந்த விதிக்கு விலக்காக உள்ளன. ஆனல் இயற்கையில் மேற்பரப்புக்கு அருகேயுள்ள பாறைகளின் உட்புழைகளில் சிறிது நீர் இருப்பதுண்டு. நீர் வெறும் உட்புழைச் சுவரில் ஒட்டிஞற்போலுள்ள ஈரப்படலம் போன்றே அல்லது பாறை சோற ஊறியவாறே வெவ்வேறு அளவுகளில் இருக்கும். இத்தகைய நிலநீர் சுத்தமான நீராக இல்லாது சிறிது உப்புச்சத்து உடையதாகவே காணப்படுகிறது. சுத்தமான நீரில் மின்சாரம் பாயாது. ஆனல் உப்புச் சத்து சிறிது கலந்திருந்தாலும் இதில் மின்சாரம் பாயும். அதாவது நீரின் மின்தடை ஆற்றல் உவர்ப்பு அதிகரிக்க அதிகரிக்க குறைகிறது. ஆகவே பாறையின் மின் கடத்துதிறன் பெரும்பாலும் பாறையில் உள்ள நீரின் (ஈரத்தின்) அளவைப்பொருத்துள்ளது. இது பாறையின் புரைமையையும் உட்புழைகள் நீரால் நிரம்பி இருக்கும் நிலையையும் பொருத்துள்ளது. இவ்வாருக பாறையின் மின் தடைமையை (R = Resistivity) பின்வருமாறு குறிக்கலாம்.

$$R = \frac{Rw}{Ft\ Fs}$$

Rw = பாறையிலுள்ள நீரின் மின் தடைமை.

Ft = இது பாறையின் புரைமையின் செயற்கூறு. புரைமை அதிகரிக்க அதிகரிக்க இதன் அளவு அதிகரிக்கும். இதன் மிகுந்த அளவு 1. Fs = இது பாறையின் நீர்மையைப் பொருத்

துள்ளது. நீர்நிரை பகுதியில் (Zone of saturation) அதாவது நிலநீர் மட்டத்தின் கீழ் Fs பாறையின் நீள்த்துக்குச் சமமாகும். நிலநீர் மட்டத்துக்குமேல், அதாவது காற்றூட்டப் பகுதியில் Fsன் உயர் அளவு (அதாவது பாறையின் புரைகள் ஈரமாக இருக்கும்போது) பெருமணல், சரளைக்கல் படிவுகளில் 0·01 முதல் 0·02 ஆகவும் நுண் மண்ணில் 0·40 ஆகவும் இருக்கும். நுண்துகள் அளவுடைய படிவுகளின் நுன் புழைகளில் நீர் புவிக்கவர்ச்சிக்கு எதிராகத்தேங்கி இருக்கும். புரைகளில் காற்று உலர்ந்து இருந்தால் Fsன் அளவு குறைவாக இருக்கும். பாலை வெம்மையில் மேற்பரப்பில் Fs சுன்னமாகும். ஆகவே, மின் காம்புகளை (Electrodes) போதிய அளவு நிலத்தினுள் ஆழமாகச் செலுத்தினுல்தான் ஈரமான பகுதியை எட்ட முடியும்.

சில பாறைகளிலும் கனிமங்களிலும் காணப்படும் மின் தடைமை :

பசால்ட்	10,000	—	10,000000
கிரேனைட்	30,000	—	1,000,000,000
களிமண் பாறை	10,000	—	10,000,000
மணற் பாறை	30,000	—	100,000
சுண்ணப் பாறை	3000	—	400,000
சால்கோபைரைட்	0·1	—	10
பைரைட்	0·002	—	1·5
மேக்னடைட்	0·008	—	0·5

சுத்த நீரில் தோய்ந்துள்ளதை விட, உலர்நீரில் தோய்ந்திருக்கும்போது மின்தடைமை $\frac{1}{100}$ முதல் $\frac{1}{1000}$ மடங்காகக் குறைகிறது; அதாவது, கடத்துதிறன் அதிகரிக்கிறது.

பொதுவாக பாறைகளின் புரைமையைப் பொருத்து மின் தடைமை மாறுவதைக் காணலாம்.
தாழ்ந்த புரைமையுடைய

படிகவய பாறைகள்	50,000	—	1,000,000	ஓம் - செ. மீ
கெட்டியான படிவுகள்	5,000	—	100,000	ஓம் - செ. மீ

உயர்ந்த புரைமையுடைய

தளர்த்தியான படிவுகள்	50	—	10.000	ஓம் - செ. மீ.

ஒரு சிறிய இடத்தில் நில ஈரத்தின் உவர்ப்புத் தன்மை அதிக மாற்றங்காணுமல் இருக்கும்போது மின் தடைமையைக்-

கொண்டு அந்நிலத்தில் நீர் செறிந்த பகுதியை நீர் செறிவில் லாத பகுதியிலிருந்து பிரித்தறிய முடியும். மேலும், நீர் செறிந் துள்ள இடத்திலும்கூட புரைமையில் மாறுபடும் பாறைகளையும் பிரித்தறிய முடியும். ஆகவே, கெட்டியாகாத படிவுகளையும். கெட்டியான படிவுப் பாறைகளையும் அல்லது படிகவய தலப் பாறைப் படுகைகளையும் பிரித்து அறிய முடியும்.

ஒரு மின் கம்பியினூடே மின்சாரத்தைப் பாய வைக்கு மானல் அக்கம்பியின் இரு முனைகளிடையேயும் வோல்ட் எனப்படும் (V) மின் அழுத்த ஏற்றத்தாழ்வு (Potential difference) இருக்கவேண்டும். இத்தகைய மின்சார விசையை மின் சேமிப்புக் கலங்களைக்கொண்டு (பேட்டரிகள்) ஏற்படுத்து வதால் கம்பியின் மின் தடையை (R) எதிர்த்துக்கொண்டு எலக்ட்ரான்கள் (Electrons) கம்பியினூடே பாய்கின்றன. இவை பாயும் அளவையே கரண்ட் (Current) என்கிறோம். ஆகவே மின்னோட்டம் (கரண்ட்) மின் அழுத்த ஏற்றத் தாழ் வையும் மின் தடையையும் (Resistance) பொருத்துள்ளது.

$$V = IR$$

பூ பௌதிக முறையில் பாறைகளுக்கான Vயை மில்லி வோல்டுகளிலும் (ஓர் ஓல்ட்டின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு) கரண்டை மில்லி ஆம்பியர் (ஓர் ஆம்பியரின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு) என்னும் அளவிலும் கையாள்வர். ஓர் ஓல்ட் மின் னழுத்தம் (V) ஓர் ஓம் மின் தடையை (R) எதிர்த்து ஓர் ஆம்பியர் மின்னோட்டந்தைக் (I) கடத்த வல்லது.

நீளம் l-ம். குறுக்குப் பரப்பு S சதுர செ. மீ-ம் உடைய ஒரு மின் கம்பியை எடுத்துக்கொண்டால், இதன் மின் எதிர்ப்பு (R ஓம்கள்) நீளத்துக்கு நேர் விகிதத்திலும் குறுக்குப் பரப்புக்கு எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கும்.

$R = r\frac{l}{S}$ இங்கு r என்பது மின் கம்பியின் பொருள்தன்மை யைப் பொருத்துள்ள மின் தடைமை (Resistivity) ஆகும் இது நீளம், குறுக்களவு ஆகியவற்றுக்குச் சம்பந்தப்பட்டதல்ல,

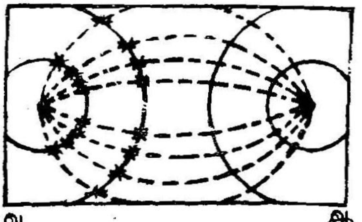
ஆகவே $r = \frac{R\ S}{l} = R$ ஓம் $\times$ S சதுர - செ. மீ. $=$

$\frac{R\ S}{l}$ ஓம் $\times$ செ. மீ^{2} $= \frac{R\ S}{l}$ ஓம் – செ. மீ.

ஒரு பொருளின் மூலதடை அலகான மின் தடைமை (Resistivity = v) அதன் ஒரு கன செ. மீ. அளவுள்ள கட்டியின் ஒரு பக்கத்துக்கும் அதற்கு எதிரான பக்கத்துக்கும் இடையே யுள்ள மின் எதிர்ப்பு (Resistance) ஆகும். இதை செ. மீட்ட ருக்கு இத்தனை ஓம் என்று குறிப்பிடவேண்டும். மின் தடை மையின் தலைகீழ் பங்கே மின்கடத்துதிறனாகும் (Conductivity =

$$Yr = \frac{I}{Y} -$$

மெல்லிய ஒரு படித்தான நீள் சதுரத்தகட்டின் ஒரு முனை யில் இருந்து (அ) மறு முனைக்கு (ஆ) மின்சாரம் பாய்வதாகக் கொள்வோம்.

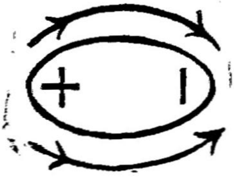


படம் 232.

மின்சாரம் பல்லாயிரக் கணக்கான ஓட்ட இறைகளாக அ-விலிருந்து ஆ-வுக்குப் போவதாகக் கருதலாம். இந்த ஓட்ட இழைகள் சிலவற்றை படத்தில் இடைவிட்ட கோடுகள் குறிக்கின்றன. ஒவ்வொரு இழையிலும் போகப்போக மின் அழுத்தம் குறைந்துகொண்டே செல்லும். ஒரே அளவான மின் அழுத்த நிலை வேற்றுமை கொண்ட புள்ளிகளை × குறிகள் காட்டுகின்றன. ஆகவே × குறிகளை இணைக்கும் தொடர்ச்சி யான கோடு சமமின் அழுத்த நிலைக்கோடாகும் (Equipotential line). மின் ஓட்டக் கோடுகளின் நேர் குறுக்காக இவ்வாறான பல்லாயிரக் கணக்கான சம மின் அழுத்த நிலைக் கோடுகளைக் கற்பனை செய்துகொள்ளலாம். பாறையினுள் இந்த சமமின் அழுத்தக்கோடு ஒரு சம மின்னழுத்தக் கோளப் பரப்பாக இருக்கும் என்பதை நினைவில் கொள்ளவேண்டும். ஆனல் நில மேற்பரப்பில் இது ஒரு கோடாகவே வெளிப்படும்.

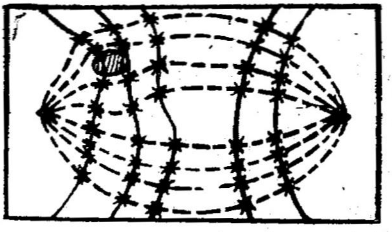
சில சல்பைட் தாதுக்குவைகள் இயற்கையாகவே மின்சார இயக்கம் (Spontaneous electricity) கொண்டுள்ளன. ஒரு செங்குத்தான தாதுக்குவையைச் (Lode) சுற்றியுள்ள நிலத்தின் அடிப்புறத்திலிருந்து மேற்புறம் நோக்கி மின்சாரம் பாயும்.

ஆகவே குவையின் நேர்மேலே மின் ஓட்டம் குவையை நோக்கி வரவர மின் அழுத்தம் குறைகிறது. சம மின் அழுத்தக் கோடுகளைக்கொண்டு எதிர்மின் முனையான தாதுக்குவையை எளிதில் கண்டு கொள்ளலாம். தாதுக்குவை தரையின் கீழ் 100 மீட்டர் ஆழத்துக்குள் இருக்கும் போது இம்முறை பயன்படும். ஆனல் பொதுவாக இயல்பான மின்சாரத்தைவிட செயற்கையாகப் பாய்ச்சப்படும் மின்சாரத்தையே பயன் படுத்துவர்.



படம் 233.

குறிப்பிட்ட ஒருபடித்தான நிலைக்கு மாருக மின் ஓட்டம் உள்ள தலத்தின் நடுவே வேறுபட்ட மின் கடத்துதிறன் உள்ள பாறை அல்லது கனிமக் குவை இருந்தால் மின்னேட்ட இழைகளும், சம அழுத்தக் கோடுகளும் ஒரு சீராக இருக்கா. கடத்துதிறன் அதிகமாயுள்ள பொருள் மின் ஓட்ட இழைகளை உள்ளே ஈர்க்கின்றன ; சம அழுத்தக் கோடுகளை வெளியே தள்ளுகின்றன. கடத்துதிறன் குறைவாக உள்ள பொருள்கள் இதற்கு நேர்மாருகச் செய்கின்றன. இதைப் பயன்படுத்தி



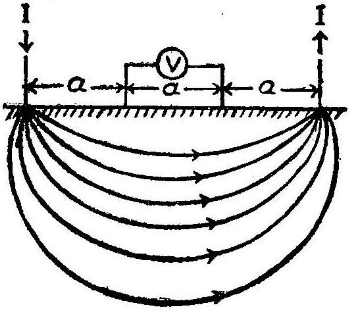
படம் 234.

தாதுக் குவைகளையும். பனியாற்றுப் படிவுகளையும் மண்ணின் கீழுள்ள அமைப்புக்களையும், புதைந்துள்ள உலோகங்களையும் கண்டுகொள்ளலாம். இதைக்கொண்டு செங்குத்தான தொடு தளங்களைக் கொண்ட பாறை அமைப்புகளையும் கண்டு கொள்ளலாம். இதற்கு இரண்டு மின் ஊட்ட காம்புகளும் இரண்டு தேடும் காம்புகளும் மின் ஊட்டப்பொறியும், ஆம்பி ளிபையரும், ஹெட்போனும் தேவை.

மின்தடைமை முறை (Resistivity Method).

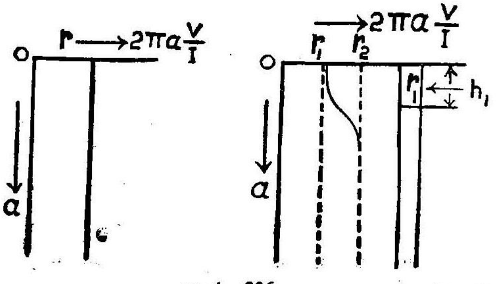
மின் தடைமை முறையே பொறியியல் பழக்கங்களில் தரையடி (Subsurface) ஆய்வுகளுக்கு அதிகமாகப் பயன்படு

கிறது. கிடைவாட்டமான அல்லது சற்றே சாய்வான பாறை அமைப்பு மாறுபாட்டுத் தளங்கள் உள்ளபோது இம்முறை தக்க பலன் அளிக்கும். அதிக பழக்கத்திலிருக்கும் வென்னர்-கிஷ்ரூனி (Wennera-Gish rooney) முறைப்படி நிலத்தில் a செ. மீ. இடைவெளிவிட்டு நான்கு உலோக மின் தண்டுகளை நட வேண்டும். வெளிப்புறமாக உள்ள இரண்டு தண்டுகளையும் ஒரு பேட்டரி அல்லது மின்-ஜெனரேட்டருடன் இணைத்து ஓர் ஆம்பியர் மின் ஓட்டத்தை ஒரு தண்டினூடே புகுந்துசென்று மறு தண்டினூடே திரும்பிவரச் செய்யவேண்டும். (இவை c தண்டுகள் - மின்னோட்டத் தண்டுகள்) - மின்னோட்ட இழைகள் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இருக்கும்.



படம் 235.

பிறகு உள்தண்டுகள் (P தண்டுகள்) இரண்டுக்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேற்றுமை V வோல்ட்டுகளை அளக்கவேண்டும். வெகு ஆழம்வரை ஒருபடித்தான நிலத்தில் $r = 2\pi a\, v/I$ ஓம்-செ. மீ. என்னும் பொது நிலைமையைக் காணலாம்.



படம் 236.

இதனல் a ன் அளவு எதுவானாலும் V யையும் I யையும் அளந்து $2\pi a\, V/I$ என்பதைக் கணக்கிட்டால் இந்த அளவு

ஒரே r என்னும் அளவையே கொடுக்கும். ஆகவே ‘a’க்கு எதிராக 2 π a V/I அளவைக் ‘கிராப்’ படமாக வரைந்தால் அது ஒரு நேர் கோடான படமாய் இருக்கும்.

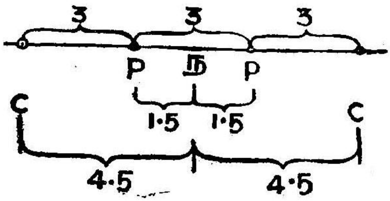
நிலம் ஒரு படித்தாய் இல்லாமல் h_1 என்னும் ஆழம்வரை r_1 என்னும் மின் தடைமையையும் அதற்கும் கீழ் r_1க்கும் அதிகமான r_2 என்னும் மின் தடைமையைப் பெற்றிருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்வோம். ‘a’யை ‘h_1’ க்கும் குறைவாக வைத்தால் எல்லா மின்னோட்டமும் r, மின் தடைமை கொண்ட படிவுப் பகுதியிலேயே செல்லும். ஆகவே 2πa V/I r_1 ஆக இருக்கும். a அதிகரிக்க அதிகரிக்க மின்சாரம் r_2 மின் தடைமையுள்ள அடிப்பகுதியிலும் செல்லத்துவங்கும். இதனல் r_1க்கும் r_2க்கும் இடையே ஒரு தோற்ற (Apparant) அல்லது சராசரி (Average) அல்லது செயலுறு (Offective) மின்தடைமை காணப்படும், a மிகவும் அதிகமாக இருக்குமானல் 2πa V/I கணக்கில் r_2 மேம்படும். இதனல் aக்கு எதிரில் 2πa V/I யைக்கொண்டு புதிதாக வரைந்த வரை படத்தில் காணப்படும் கோடு நேராக இல்லாமல் r_2-ன் பக்கம் வளைத்திருக்கும். இது நேர்கோட்டை விட்டு எவ்வளவு வளைந்துள்ளது என்பதைக் கொண்டு நிலத்தின் பகுதிகளிடையேயுள்ள வேறுபாட்டைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். 2πa V/I என்பதை ra அல்லது தோற்றத் தடைமை (Apparant resistivity) எனலாம். இதைத் தான் தலத்தில் அளக்கவேண்டும். aக்கு எதிரில் raவை வைத்து வரையும் வரைகோட்டை தடைமை வரைபடம் (Resistivity curve) என்போம்.

தலத்தில் கையாளும் முறைகள் இரண்டு வகைப்படும் :

1. **மின் தடைமை ஆழ ஆய்வு** (Elec - resistivity depth probe)- ஆய்வு நடத்தத் தேர்ந்தெடுத்துள்ள புள்ளியினருகே கருவிகளைப் பொருத்திக் கொள்ளவேண்டும். கருவியை நடுத்தண்டின் மூலம் நிலத்துடன் இணைக்கவேண்டும் (Earth electrode). இதன் ஒரு மருங்கே 1·5 மீ. தொலைவிலும் 4·5 மீ. தொலைவிலும் P, C. ஆகிய இரண்டு தண்டுகளை முன் கூட்டியே தேர்ந்தெடுத்த நேர்கோட்டின்மேல் நடவேண்டும். இதேபோல் நிலத்தண்டுக்கு மறுபுறத்திலும் P, C. தண்டுகளை நட வேண்டும்.

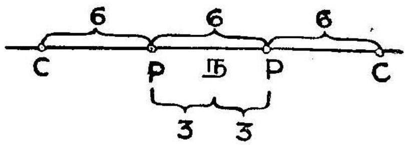
இந்தக்கோடு சமதளமான இடத்தில் இருக்கவேண்டும்; முடிந்தால் பாறைப் படிவின் கிடைநீட்டத்துக்கு (Strike) இணையாக இருக்கவேண்டும்.

P தண்டுகளின் இடையே 3 மீ. இடைவெளி வைத்து முதல் அளவுக் குறிப்புகளை (Readings) எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும். பிறகு P தண்டுகளை 3 மீட்டர் தொலைவிலும் C தண்டுகளை 9 மீ



படம் 237.

தொலைவிலும் நட்டு P தண்டுகளிடையே 6 மீட்டர் இடை வெளிக்கு அளவுக் குறிப்புகளை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்.



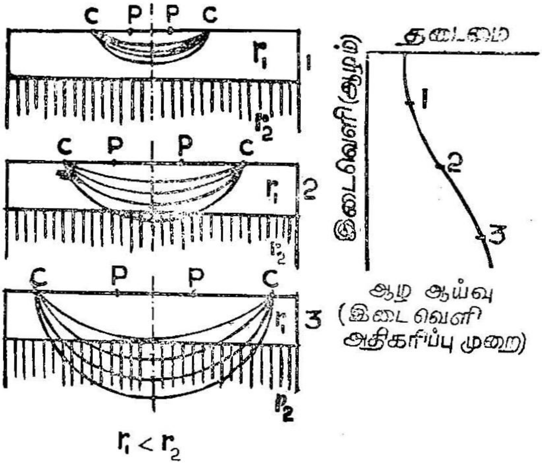
படம் 238.

இவ்வாறாக இடைவெளியை 3 மீட்டர் கணக்கில் அதிகரித்த வாறே அளவுக் குறிப்புகளை எடுக்க வேண்டும்.

தோற்றத் தடைமையை கிடை அச்சிலும் (abscissae) தோற்ற ஆழத்தை (இடைவெளித் தூரம்) குத்து அச்சிலும் தக்க அலகு அளவை (scale) மேற்கொண்டு குறித்து வரை படம் வரைய வேண்டும்.

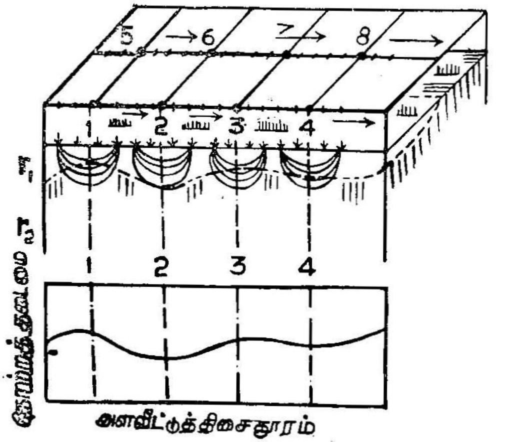
2. மாறு இடைவெளி முறை (Constant seperation Traverse) இந்த மின் தடைமை ஆய்வு முறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட கிடை மட்டத்தில் பாறைப் படிவுகள் மாறுகின்றனவா என்பதைக் கண்டு கொள்ளலாம். எந்த ஆழம் வரை ஆய்வு நடத்த வேண்டுமோ அதையே மின் தண்டுகளுக்கு இடையே இடை வெளியாக வைத்து அளவுகளைக் குறித்துகொள்ள வேண்டும். தண்டுகளை ஒரு குறிப்பிட்ட நேர்கோட்டில் ஒரு முனையை நோக்கி நகர்த்தியவாறு அளவுகளை எடுக்க வேண்டும், அல்லது முழு தலத்தையும் நேர்கோடுகளால் கட்டங்கட்டமாகப் பிரித் துக்கொண்டு அளவுகளை எடுத்து சமத்தடைமைப் புள்ளிகளைச்

சேர்க்துக் கோடுகளை வரைய வேண்டும். ஒவ்வொரு அள வெடுப்பு நிலையத்திலும் மேல் ஆழத்தில் ஒன்றும் கீழ் ஆழத்தில்



படம் 239.

மற்ருென்றுமாக இரண்டு அளவுகள் எடுப்பது நல்லது. இதனுல் மேற் பரப்புப் பொருள்களின் தடைமை தெளிவாகிவிடும்.



படம் 240.

படிவுப் பாறைகளில் கிடைநீட்டத்துக்கு நேர்குறுக்காகக் கோடுகளை இட்டு அதில் அளவுகளை எடுத்தல் நல்லது. தண்டு

களிடையே இடைவெளி நீட்டம் கிடைவாட்டத்துடன் இணைந்திருக்க வேண்டும்.

இந்த முறையைப் பயன்படுத்தி புதைத்துள்ள சுவர்போன்ற டைக் (Dyke) அல்லது மற்ற மாறுபட்ட பாறை நுழைவுகளைக் கண்டு பிடிக்கலாம். நல்ல பயன்பெற நுழைவுப் பாறைகளின் தடைமையில் வேற்றுமை அதிகம் இருக்க வேண்டும். மற்றும் புதைந்தவாறுள்ள பிளவுப் பெயர்ச்சிகளின் (Fault) தளங்களையும் இம் முறையால் கண்டுபிடித்து விடலாம். மேலும், புதையுண்ட ஆற்றுப்படுகைகளையும், சரளைக்கல்படிவுகளையும், பனியாற்றுபடிவுப் பொருள்களையும் கண்டு கொள்ளலாம். படிகவயப் பாறைகளில் இடைகிடையேயுள்ள சிதைவுற்ற பகுதிகளையும் கூட இம் முறையைப் பயன்படுத்தித் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

மின்தடைமை ஆய்வுகளில் பயன்படுத்தப்படும் கருவிகள் :

1, மில்லி அம்மீடர்-பொடன்ஷியோமீடர் கருவி. இதன் முக்கிய உறுப்புக்கள் :

(i) 45 V வேற்றுமைகளில் 45 முதல் 360 V வரை அளக்க ஏற்றவாறு கம்பிமுனைகள் பொருத்தப்பட்ட மின்கலங்களைக் கொண்ட பெட்டி.

(ii) இரட்டை கம்முடேடர்.

(iii) 0.001 ஆம்ப் நுட்பத்தில் 0.3 ஆம்ப் வுரை காட்டக் கூடிய துல்லியமான மில்லி அம்மீடர்.

(iv) 0.0005 V நுட்பத்தில் 1.5 V வரை காட்டக் கூடிய பொடன்ஷியோமீடர்.

ஒரு நழுவு கம்பியில் தெரிந்தபடி ஓரளரு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துவதால் உண்டாகும் தெரிந்தபடியான மின் அழுத்தத்துக்கு எதிரில் நிலத்திலுள்ள தெரியாத மின் அழுத்தத்தை சமன்படச் செய்வதே இந்த அளவீட்டு முறையின் அடிப்படை. நழுவு கம்பியின் மேல் ஒரு தொடு காம்பை இப்படியும் அப்படியும் இழுத்து நழுவு கம்பியின் அழுத்தத்துக்கும் நிலத்தின் V க்கும் இடையே உள்ள வேற்றுமையைக் காட்டும் கால்வனோமீடரில் (0.1 மைக்ரோ ஆம்ப்புக்கு ஓர் அலகுக் கோடு கொண்டது) முள் சுன்னத்தைச் சுட்டவைக்க வேண்டும். இதனல் V தெரிந்துவிடும். சாதாரண வேல்ட் மீடருக்குப்

பதில் பொடன்ஷியோ மீடரைப் பயன்படுத்தி அழுத்தத்தைச் சமன்படச் செய்யும்போது P மின் தண்டுகளினூடே மின்னோட்டம் ஏற்படாது. ஆகவே, இதனுல் முளையின் தடை (Peg resistance) தவிர்கப்படுகிறது. மேலும், முளைகளின் அருகே மின்னேட்ட இழைகள் உருகுலைவதில்லை.

2. மெக்கர் எர்த்டெஸ்டர் (Megger Earth Tester)

மேலே விவரித்த கருவியின் முக்கிய உறுப்புக்களை சிறிய பெட்டியினுள் அடக்கமாகக் கொண்ட "மெக்கர்" நிலத் தடையை அளக்கும் கருவி சிறிய வேலைகளுக்கு ஏற்றது. இது அவ்வளவு நுட்பமாக அளக்காது. இதில் பேட்டரிக்கு பதில் கையால் சுற்றுவதால் நேர்-மின்னேட்டத்தை (D. C.) உண்டாக்கக் கூடிய ஜெனரேட்டர் பொறுத்தப்பட்டுள்ளது. ஓர் இரட்டைக் கம்முடேடர், ஒரு மின் சுருள், ஒரு மின்னழுத்தச் சுருள் ஆகிய பலவும் உள் அடங்கியுள்ளன. சூத்திரத்தில் பயன்படும் V/I அளவை நேரடியாகப் பார்த்துக்கொள்ளும்படி ஓம்மீட்டர் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

நிலமின் தடைமை ஆய்வுகளைத் தீவிரமாக மேற்கொள்ள வேண்டுமானல் ஓர் ஆய்வாளரும், கம்முடேடர், மின் கம்பிகள், முளைகள் ஆகியவற்றைப் பார்க்க ஒரு பார்வையாளரும் கணக்கெடுத்துக் குறித்துக் கொண்டு வரை படம் தயாரிக்க மற்றொரு ஆய்வாளரும் மற்றும் ஒவ்வொரு மின் தண்டுக்கும் ஒருவர் வீதம் நான்கு ஆட்களும் முக்கியமாகத் தேவைப்படுவர்.

மில்லி அம்மீடர் கருவியோடு சேர்ந்த மொத்த சாமான்கள் :

(i) கருவிப்பெட்டி (இதில் பொடன்ஷியோ மீடர். அம்மீடர், கால்வனேமீடர், ரியோஸ்டாட் ஆகியவை உள்ளன.)

(ii) பேட்டரி பெட்டிகள்.

(iii) கம்யூடேடர்

(iv) மின் கம்பித் தடங்கள் (leads)

(v) கம்பித் தடங்களைக் கொள்ள சுருள் உருளைகள் (Drum

P-முளைகளுக்கு 105 மீ. நீளமும், C-முளைகளுக்கு 305 மீ. நீளமும் இருக்கவேண்டும்) இதனுல் சுமார் 210 மீ. ஆழம் வரை ஆய்வு நடத்தமுடியும். (vi) ஐந்து மின் முனைகளும் சுத்திகளும்

மின் முனைகள் 75 செ. மீ. முதல் 1 மீ. உயரம்வரை நீளமானவை. கார்பன்-எஃகு முனைகள் மேற்பரப்புத் தடைமை அதிக மிருக்கையில் பயன்படும். கம்பிச்சுருள் வில் பிடிப்புக்களால் கம்பித்தடங்களைத் தண்டுகளுடன் இணைக்கவேண்டும்.

(vii) இரண்டு $1\frac{1}{2}$ மீ. அளவைச் சங்கிலிகள். இரண்டு $4\frac{1}{2}$ மீ. அளவைச் சங்கிலிகள்.

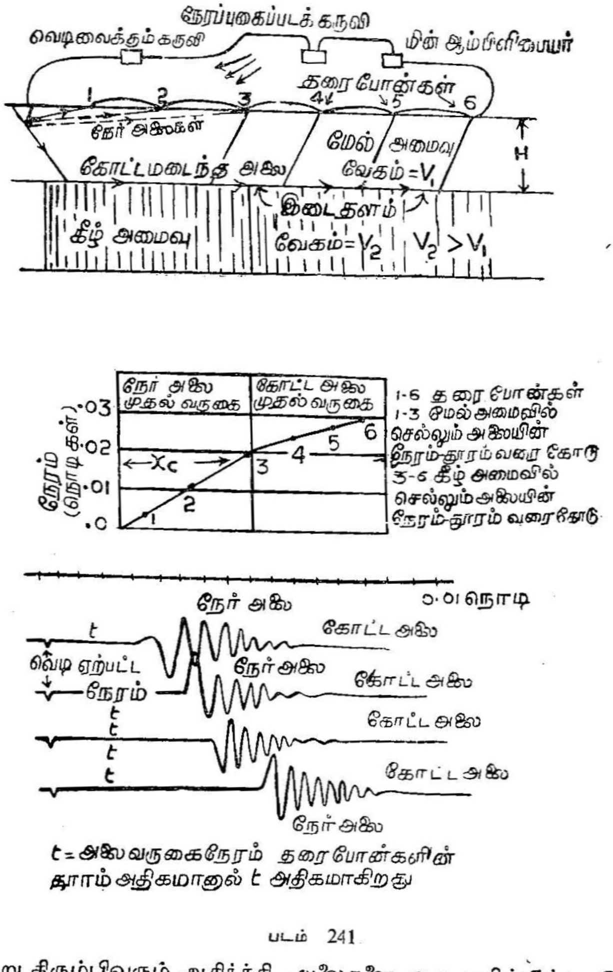
(viii) ஒரு மின் இணைப்புக் கருவிகள் அடங்கிய பெட்டி.

மெக்கர் டெஸ்டருக்கு மேற்குறிப்பிட்ட பட்டியலில் i—ivக்குப் பதில் இரண்டு உறுப்புக்களே உள்ளன. அதாவது 1. கை சுற்று-ஜெனரேட்டர், திருப்பும் கம்யூடேட்டர்கள், மின்னோட்டம் காட்டி, தடைமாற்றிகொண்ட பெட்டி. 2. ஓம்மீடர், புள்ளி கேல்வனோமீட்டர், ரேன்ஜ் சுவிச், அழுத்தம் பகுப்பு ரெஸிஸ்டர் ஆகியவை. இவை இரண்டையும் 7 புரிகொண்ட தடத்தால் இணைக்கலாம். மற்ற உறுப்புக்கள் v—viii வரை முன்பு குறிப்பிட்டவையே.

நில அதிர்ச்சி முறை (Seismic Method)

இம்முறை மிகுந்த ஆழம்வரை நடத்தப்படும் மண்ணெய் ஆய்வுகளுக்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இந்த முறையில் அதிக பொருள் செலவு ஆகும். இயற்கை நில அதிர்ச்சிகளைப் போன்றே வெடிமருந்து கொண்டு ஏற்படுத்தக் கூடிய செய்ற்கை நில அதிர்ச்சிகளை அளப்பதன்மூலம் பாறை அடுக்குகளைப்பற்றி தெரிந்துகொள்ள முடியும். நில அதிர்ச்சி முறை பாறைகளின் மீண்மைத்திறனும் (Elastic poperty) அடர்த்தியும் பெரிதும் மாறுபடுவதை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. கண்ணாடி, நீர், காற்று போன்ற ஒளி புகக் கூடிய ஊடகங்களினூடே செல்லும் ஒளிக்கற்றை பட்டெதிர்வதையும் (Reflect) கோட்ட மடைவதையும் (மடக்கப்படுவதையும்) (Refraction) போலவே நில அதிர்ச்சி அலைகளின் போக்கும் பாறைப் படலங்களால் மாற்றப்படுகின்றன. பாறை கெட்டியாக இருந்தால் நில அதிர்ச்சி அலை வேகமாகவும் தளர்த்தியாக இருந்தால் மெதுவாகவும் ஊடுருவிச் செல்லுகின்றன. கிரேனைட்டில் நில அதிர்ச்சி அலைவேகம் நொடிக்கு 6100 மீ. 20,000 அடி); மணலிலும் களிமண்ணிலும் நொடிக்கு 1500 மீ. (5000 அடி)-மேல் மண்ணில் வேகம் குறைவாக இருப்பதுண்டு (நொடிக்கு) 180 மீ. (600 அடி).

மண்ணில் 3 மீ. முதல் 30 மீ. ஆழங்களில் துருவு துளை களினுள் புதைக்கப்பட்ட வெடி மருந்தை வெடிக்கச்செய்ததும் அதனுல் நிலத்தில் உண்டாகும் நில அதிர்ச்சி அலைகள் பாறைப் படலங்களினூடே சென்று பாறைகளின் படல மாறுபாட்டுத் தளங்களில் பட்டுத் தெறித்தோ அல்லது கோட்டமடைந்தோ பயணப்பட்டு மீண்டும் மேற்பரப்பை அடைகின்றன. இவ்



படம் 241

வாறு திரும்பிவரும் அதிர்ச்சி அலைகளை ஒரு குறிப்பிட்ட இடை வெளிவிட்டு ஒருநேர்க் கோட்டில் முன் கூட்டியே வைக்கப்

பட்டுள்ள தரை போன்களின் (Geophone) உதவியால் உணர்ந்துகொள்ள முடிகிறது. இந்த அலைகள் வெடித்த பிறகு எத்தனை தூரம் கடந்து. எவ்வளவுநேரம் கழித்து தரைபோன் களை வந்தடைந்துள்ளன என்பதை நில அதிர்வுகளை மின் அதிர்வுகளாக்கி ஒரு குறிப்பிட்ட நேர அளவுக் குறிகளைக் கொண்ட ஓடும் புகைப்படப் பட்டைகளில் பதிவாக்கிக் கொள்ளமுடியும். ஒவ்வொரு தரைபோனுக்கும் ஒன்றன்பின் ஒன்ருகவரும் அதிர்ச்சிகளை இப்படங்களின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். அவை எடுத்துக்கொண்டுள்ள நேரம், கடந் துள்ளதூரம் இரண்டும் தெரிந்துள்ளதால் அவற்றின் வேகத் தைக் கணக்கிட்டுத் தெரிந்து கொள்ளலாம். ஆகவே வரை படத்தில் நெடுக்குக் கோட்டுத் திசையில் காலத்யையும் (செ.) கிடைமட்டக் கோட்டில் தூரத்தையும் (மீ.) வைத்து வரைபடம் வரைந்தால் கிடைக்கும் கோடுகளில் தென்படும் திருப்பத்தைக் கொண்டு பாறைகளினூடே செல்லும் அலைகளின் அதிர்ச்சி யின் வேகத்தில் மாறறம் உள்ளதை அறியலாம். இதனுல் பாறையின் பௌதிகக் குணம் எங்கு எவ்வாறு மாறுபடுகிறது என்பதைத் தெரித்துகொள்வதால் தரையினுள் உள்ள பாறை யின் அமைப்பையும் பொருள்களையும் கண்டுகொள்ள முடி கிறது.

படத்தில் 1-6 தரைபோன்கள் 1-3 மேல் அமைவில் செல்லு ம்அலையின் நேரம்-தூரம் வரைகோடு 3-6 கீழ் அமைவில் செல்லும் அலையின் நேரப்-தூரம் வரைகோடு. ஆழம் Hயை நேர-தூர கோட்டிலிருந்து கணக்கிடலாம்.

$H = \frac{X\ c}{2}\sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$ Xe என்பது ஈரொட்டு (Critical) தூரம். இதில் இரண்டு அலையுமே ஒன்ருக வரும்.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

BIBLIOGRAPHY

Army council, Military Engineering, Vol VI – water Supply, Supplement No 1. 1945.

Bate man, A. M., Economic Mineral Deposits. Asia Publishing House.

Billings, M. P., Structural Geology, Prentice Hall Inc.

Blyth: F. G. H., A Geology for Engineering, E. L. B. S., Arnold.

Bundred, J., Basic Geology for Engineers, Batterworths, London.

E. S. C. P., Investigating the Earth, Houghton Mifflinco., Boston.

Fearnsides, W. G., & O. M. B. Bulman, Geology in the Service of Man, Pelican Book.

Fletcher, G. L., Earth Science, A Physiography, D. C. Heath & Co.

Ford, W. E., Danes Text Book of Minerology, Johinwilcg & Sons, Inc.) London.

Harker, A., Petrology for Students, Cambridge Univ. Press.

Krinine D. P. & Judd, W. R. Principles of Engineering Geology and Geotechnics, Mc Grow Hill, Co Inc.

Krishnan, M. S. Geology of India and Burma, Higginbothoms (P) Ltd., Madras, 1968.

Leet, L. D. & Judson. S., Physical Geology; Prentice Hallo India Pot., Ltd., N. Delhi.

Legget, R. F. Geology and Engineering, Me Graw - Hill Book Co., Inc., N. Y.

Mutheyya, V. D., A Text Book of Geology, Oxford & 1 B H Publishing Co.

Ordway. R. J., Earth science Eastwest Press.

Parbin Singh, A Test Book of Engineering and General Geology, Katson Publishing House, Ludiana.

Peele, R., Mining Engineers' Hand Book Vol. I.

Read, H. H., Rutley's Mineralogy, Thomas Murby & Co.

Shevyakoce, L., Mining of Mineral Deposits, F. L. P. H., Moscow.

Smart, W. M., the Origin of the Earth Pelican Book.

Trefethen, J. m. Geology for Engineers, D. Van Neatural Co., Inc., N. y.

Tyrrell, G. W., The Principles of Petrology; Asia Publishing Home.

Wells, M. K, Smith Mineral and the Microscope, Thomas, Marby & Co.

கலைச்சொற்கள்

A

Abrasion or corrasion	—	தேய்ப்பு
Abutmant	—	முட்டிடம்
Abyssal deposits	—	ஆழ்கடல் படிவுகள்
Accessory mineral	—	துணைக் கனிமம்
Accretion	—	மணல் தொகுதல்
Adfreezing	—	உறை பிணிப்பு
Agglomerate	—	எரிமலைக் கலவைக் கல்
Aggregate	—	கனிமக் கொவ்வை
Alluvial fan	—	ஆற்றடி விசிறி
Alongshore current	—	கரை இணை நீரோட்டம்
Amorphous	—	படிம, அல்லது, அபடிகவயமான
Amygdaloidal	—	புழைதிணி, கண்ணடை
Angle repose	—	இயற்குவி கோணம்
—Submerged	—	நீர்-அமிழ் இ. கு. கோ.
Anticline	—	மேல் முகமடிப்பு
Anticlinorium	—	பெருமேல் முகமடிப்பு
Aphanetic	—	புலஞகா
Arch action	—	கவிகை இயக்கம்
Ashler	—	மேவுகல்
Asteroid	—	கோள்திரளை
Atoll	—	வளையத் தீவுத்திட்டு
Attrition	—	மோதிப் பொடிதல்
Axial plane	—	மடிப்புத் தளம்
Azoic	—	உயிரில் காலம், முது ஊழிக் காலம்

B

Backwash	—	மீள் அலைப்பு
Badland	—	பாழ் நிலம்
Bajada, Pedimedt	—	பாலைப் படிவுத் திடல்
Ballast	—	உடைகல்
Bar	—	மணற்தடை
Barchan	—	பிறை எக்கர்
Barrier Reef	—	தடை கரைத்திட்டு
Basal pinacoid	—	அடி இணை வடிவு
Base leval	—	அரிப்புத்தடை மட்டம்
Basement complex	—	அடிப்படைப் பாறை
Bathyal deposit	—	கண்டச்சரிவு படிவு
Beach	—	கடற்கரை
—Barrier b.		தடைக்கரை
Offshore b.		கரைவிலகிய தடைக்கரை
Beach crest,	—	கரைமுகடு
Beach Scour	—	அடிநித்தல்
Bedding plane	—	படுகைத்தளம்
Biaxial mineral	—	ஈரச்சுக் கனிமம்
Bire fringent	—	இரட்டைக் கோட்டை முடைய
Bladed structure	—	பட்டை அமைப்பு
Block fault	—	பாளப்பிளவுப் பெயர்ச்சி
Blowhole or gloup	—	ஊது துளை
Body centered cubic lattice	—	உடல் நடு கன சதுர அணு வெளிச்சட்டம்
Borehole	—	துருவ துளை
Bort	—	கருவைரம்
Botrgoidal structure	—	குமிழ்க் குவை வடிவம்
Boulder clay	—	களிப்பொதி
Breakwater	—	அலைதாங்கி
Breccia	—	நொறுங்கு கற்படிவு
Building stone	—	கட்டடக் கற்கள்
—bloating	—	பருத்தல்
—capillarity	—	உட்புழைமை
—grain	—	முகம், செறிமானம்
—hardway	—	கெட்டிமானம்
—laterite	—	சுரிக்கல்
—limestone	—	சுண்ணப்பாறை
—marble	—	சலவைக்கல்

—quarry sap — சுரங்க ஈரம்
—rift — உடைமானம்
Bulk head — கரைசுவர்
Butte — கப்புப்பாறை

C

Canyon — ஆழ்பள்ளத்தாக்கு
Carbonation — கரிமகித்தல்
Cascade — தொடர் அருவி
Cavitation — குமிழ்க்குடைவு
Chrysoprase — அக்கிக்கல்
Cindercone — சாம்பல்கூம்பு
Cleavage — கனிமப் பிளவு
Coal — நிலக்கரி
—Anthracite — அனல்மலி நிலக்கரி
—Bituminous — புகைமலி நிலக்கரி
—Lignite — பழுப்பு நிலக்கரி
—Peat — சக்கை நிலக்கரி
—Seams — நிலக்கரிப் படிவுகள்
Columnar structure — தூண் அமைப்பு
Compass — காந்தமுள் கருவி
Cone of depression — நிலநீர் வடிகூம்பு
Conformable series — ஒவ்வும் வரிசை
Conglomerate — உருட்கல் பாறை
Continental shelf — கண்டத்திட்டு
Contour — சமஉயரக்கோடு
Coral reef — பவழத்திட்டு
Core — கரு
Corrasion — அரிப்பு
Correlation — ஒப்புநோக்கல்
Corundum — குருந்தக்கல்
Creep — மண் ஊர்தல்
Crast — புவிப்பொருக்கு
Cryptocrystalline — துவக்கப்படிகவயமான
Crystallography — படிக இயல்
Cubic system — கனசதுரத் தொகுதி
Cuesta — கரைமலை
Current — நீரோட்டம்
—off-shore C — கரைவிலகு நீ
—on-shore C — கரைஅணுகு நீ

Cutoff — குறுக்கோட்டம்
Cutoff lake (or) ox-bow lake — விடுபட்ட ஏரி

D

Dam — அணைக்கட்டு
abutment — முட்டிடம்
—earthdam — மண் அணை
—Masonry dam — கட்டுமான அணை
Deccan trap — தக்கண படிப்பாறை
Deflation — ஊதிப் பெயர்த்தல்
Deudritic structure — இலைத்தளிர் அமைப்பு
Desert — பாலை
Defferential crosion — மாறுபட்ட அரிப்பு
Dimens,on stone — வரையளவுக்கல், அளவுத் திப்பைக்கல்
Dip — சாய்வு
—angle — சாய்வுக் கோணம்
—apparent — குறைசாய்வுக் கோணம
—slip — சாய்வு வாட்டப் பெயர்ச்சி
—slope — சாய்வுப் பக்கம்
Disconformity — இணை உடன்படாப் படிவு அமைப்பு
Disintegration — கட்டழிவு
Divide — நீர்ப்பிரி நிலம்
Dodecahedron — பன்னிரு முக வடிவு
Dorne — கொம்மை மடிப்பு
Double refraction — இரட்டைக்கோட்டம்
Downwarp — கீழ்மடிவு
Drawdown — சுவறல்
Drilling — துருவ துளையிடுதல்
Drumlin — பொதிக்களி மேடு
Dane — எக்கர்

E

Earth flow — மண் வழிதல்
Earth quake — நில அதிர்ச்சி
Effluent stream — நிலநீர் பெறும் ஆறு
Elasticity — மீண்மை

Elastic rebound — மீண்மைப் பின் உதைப்பு
Emerald — மரகதம்
Epeirogenic movement — கண்டம் வளர் நிலக்கிளர்ச்சி
Epicentre — வெளிமையம்
Epoch — காலவரை
Erosion, cycle of — அரிப்புச் சுற்று
Eruption central — துளை உமிழ்வு
—fissure — வெடிப்பு உமிழ்வு
Escarpment — குத்துச்சரிவு
Eskar — பனிநீரிடுகரை
Evolution — பரிணமம்
Exfoliation — பொருக்குச் சிதைவு
Extrasines — வெளி உமிழ்வுகள்

F

Facing — முகப்புக்கல்
Fascine — படல்வேய்வு
Fault — பிளவுப்பெயர்ச்சி
Fiord — பனியாற்றுக்குடா
Fire clay — உலைக்களி
Firn or 'neve' — பனிந்துகள்
Fissure filling — போழ்வுப்பொதி
Flagstone — பரவுகல்
Flint — தீத்தட்டிக்கல், சக்கிமுக்கிக் கல்
Fluorescence — கிளர் ஒளிர்வு
Flural cycle — ஆற்றியல் சுற்று
Fold — மடிப்பு
—assymmetrical b — அசமச்சீர் ம.
—axis — மடிப்பு அச்சு
—cheoron f — கூர் மடிப்பு
—closed f — மூடியமைப்பு
—crest — முடி
—dray f — இழுவை ம.
—fan f — விசிறி ம.
—flexure — அழுத்தம்
—isoclinal f — இணைசாய் ம.
—monocline — ஒருசாய் மடிப்பு
—open f — திறந்த ம.
—over fold — மிகு ம.

—plunging f — அச்சுச்சாய்வு ம.
—reeumbant f — கிடைமடிப்பு
—symmetrical f — சமச்சீர் ம.
Foliated structure — ஏடு அமைப்பு
Footwall side — அடிப்பிளவுப் பகுதி
Fore deep — முன் பள்ளம்
Formation — அமைவு
Fossil — புதை படிவம்
Fracture — முறியுத்தன்மை
—conchoidal f — சங்கு முறிவு
—splintery — சுள்ளி முறிவு
Freestone — கெட்டிக்கல்
Frostaction — உறைபனி இயக்கம்
Frost heaving — பனி ஏறிவு
Fuller's earth — உழை மண்
Fumarole — புகையும் எரிமலை

G

Geo — கடல் இடுக்கு
Geology — நிலப் பொதியியல்
Geomorphic cycle — புவிப்புற இயல் சுற்று
Geosyncline — கடலடித் தொய்வு, நிலமடிவு
Geothermal gradient — புவிவெப்ப ஏற்றம்
Geophysical exploration — பூ பௌதிக ஆய்வு
Geyser — கொதிநீர்ப்பீச்சு
Glacier — பனியாறு
Gorge — இடுக்குப் பள்ளம்
Gouge — பிளவிடை மா
Graben — பிளவிடை பள்ளம்
Grannlar structure — திண் துகள்வய அமைப்பு
Ground arch action — மண்கவிகை இயக்கம்
Groundness — பொதிகாரை

Groundmeter — நிலநீர்
—connatewater — உடன் பொதிநீர்
—juvenile w — தணல் நீர்
—meteoric w. — விண்வீழ் நீர், பெயல் நீர்
—vadose w. — நிலையா நிலநீர்
Ground water table — நிலநீர் மட்டம்
—zone of saturation — நீர் அடர் பகுதி

Group	—	உயிர்க்காலம்
Grouting	—	துற்றல்
Grozne	—	கொழிதடை
Gulley	—	ஓடைக்கால்
Gunniting	—	போர்த்தல் முறை, பூசிப் போர்த்தல்

H

Hade	—	குத்துக்கோணம்
Hamada	—	பாறைப்பாலை
Hanging valley	—	தொங்கு பள்ளத்தாக்கு
Hangingwall side	—	தொங்குபிளவுப் பகுதி
Hardness	—	கடினத்தன்மை
Head land	—	நிலமுனைப்பு
Heave	—	கிடைப் பெயர்ச்சி
Hexagonal system	—	அறுகோணத் தொகுதி
Hogback	—	முள்மலை
Hooks	—	கொக்கித்திட்டு
Horst	—	பிளவிடைமேடு
Hydration	—	வேதிநீர் வயப்படல்
Hydraulic action	—	நீர் இயக்க வினை
—gradient	—	நீரியல் வயச்சாய்மானம்
Hydrothermal solution	—	நீர்-வெப்ப இயக்கக்கரைசல்

I

Ice sheet	—	கண்டப்பனியாறு
Igneous rock	—	தணற்பாறை
Incisen or en tranched meander	—	பொதிநிலை நெளிஆறு
Iufluent stream	—	உள்வடியும் ஆறு
Inbier	—	உள்நிலை அமைப்பு
Inselberg	—	பாலைத்தீவுமலை
Insolation	—	வெப்ப இயக்கம்
Intrusines	—	உள்நுழைவுகள்
Ion exchange	—	மின்னணு மாற்றம்
Iridescence	—	நிறமிளிர்வு
Iroseismal line	—	சம அதிர்ச்சிக்கோடு
Isoslacy	—	நிலச்சமன்பாடு

J

Jetty	—	கடல் மடைச்சுவர்
Joints	—	பாறைப்பிளவுகள்

K

Kames	—	பனிநீரிடுமேடு
Kanker	—	சுக்கான் கல்
Kettles	—	பனிக்குழிகள்

L

Lagoon	—	கடற்கழி
Laudslide	—	நிலச்சறுக்கல்
—Creep	—	ஊர்தல்
—fiow	—	ஒழுகல்
Latarite	—	செம்புரைக்கல், சொரிக்கல்
Limb	—	பக்கம்
Limestone	—	சுண்ணப் பாறை
Littoral Barrier	—	கரைஉகல் ஓட்டத்தடை
Littoral drift	—	கரைஉகல் ஓட்டம்
Lustre	—	மிளிர்வு

M

Mantle	—	போர்வை
Marble	—	சலவைக்கல்
Matrix	—	பொதிகாரை
Meander	—	நெளிஆறு
Metamorphic rock	—	மாற்றியல் பாறை
Metasoma tism	—	மடுப்புப்பாறை மாற்றம்
Mesa	—	திண்ணைமலை
Mesozoic	—	இடையூழிக்காலம்
Mineralisation	—	கனிம ஊட்டம்
Mineralisers	—	கனிம ஊட்டிகள்
Mineral	—	கனிமம்
Monadnock	—	ஒண்டி மலை
Monoclinic system	—	ஒருசாய்த் தொகுதி
Mountains	—	மலைகள்

Moraine — பனியாற்றுப்பொதி
Mudflow — சேற்ரேட்டம்
Mudstone — மண்பாறை

N

Nappe — முறிந்து ஏறிய மடிப்பு
Natural bue இயல்கரை மேடு
Netslip — நிகரப் பெயர்ச்சி
Nonconformity — உடன்படாப் படிவுஅமைப்பு

O

Octahedron — எண்முக வடிவு
Off lap — இறங்கு படிவு
Oozes — குழை சேறுகள்
Opal — உபலம்
Opolescence — பால் மிளிர்வு
Ophitic texture — உள் உறை படிக நுண் இழைமை
Optic axis — ஒளியியல் அச்சு
Orogenic movements — மலேவளர்நிலக் கிளர்ச்சி
Orthorhombic system — செவ்வகத் தொகுதி
Outcrop — பாறைப் பொலிவு பாறை வெளிப்பு
Outlier — வெளிநிலே அமைப்பு
Outwash plain — பனிநீர் படிவுவெளி
Overbreak — மிகை உடைப்பு
Overlap — ஏறு படிவு
Oxbow lake (or) cut-off lake — விறிபட்ட ஏரி
Oxidation — தீயகித்தல்

P

Palaeontology — தொல்லுயிரியல்
Palaeoyoic — தொல்லூழிக்காலம்
Passive method — இயக்காமுறை
Pedestal rock — திண்ணைப் பாறை
Pediment (or) Bajada — பாலே மலேயடி அரிப்புத்திடல் பாலே படிவுத்திடல்

Peneplain	— அரிசம நிலம்
Peninsula	— தீபகற்பம்
Perched boulder	— குந்து பாறை
Perched water table	— குந்து நிலநீர் மட்டம்
Percolation	— உள் ஊறல்
Period	— காலப்பிரிவு
Permeability coefficient	— நுழைவுக்கெழு
Permeability	— நுழைமை
Permofrost	— நிலைபனித்தரை
Petrification	— கல்லாக்கு கெட்டிப்பு
Petroleum	— மண்ணெய்
Petrology	— பாறை இயல்
Phaneric	— புலனுகு
Phenocryst	— பொதி படிகம்
Piezomertic level	— நிலநீர் அழுத்த மட்டம்
Pina coid	— இணை வடிவு
Pisolitic structure	— பட்டாணி அமைப்பு
Placers	— கொழிபடிகள்
Planets	— கோள்கள்
Plastic deformation	— குழைம உருமாற்றம்
Playa	— பாலை ஏரிப்படுகை
Pleochroism	— அதிர்வு திசை நிறமாற்றம்
Plunge	— மடிப்பின் அச்சுச்சாய்வு, மூழ்க்கு
Plunge pool	— கயம்
Pola rised light	— முறை அதிர்வு ஒளி
Polymorphism	— பல் படிக அமைப்பு
Popping (or) spalling	— விள்ளுதல், வெடித்துத் தெறித்தல்
Porosity	— புரைமை
Porphyritic texture	— திரள் படிகநுண் இழைமை
Pot hole	— குடக்குடைவு, மூடுக்கர்
Pot stone	— மாக்கல், சட்டிக்கல்
Prism	— பட்டகம்
Proterozoic	— உயிர்த்துவக்கக்காலம்
Pseudomorph	— பொய்யுரு
Pyramid	— பட்டைக்கூம்பு
Pyroclastics	— தீ உகுபாறை
Pumice	— நுரைக்கல்

Q

Quarring (or) plucking — பறித்தல்

R

Radiated structure — மையம் விரி அமைப்பு
Radioactivity — கதிரியக்கம்
Rapid — விரைவி
Ravine — அறுகால்
Refractive index — ஒளிக்கோட்ட எண்
Regur — கரிசல் மண்
Rejuvenation — புத்துயிர்ப்பு
Reniform — முந்திரி வடிவம்
Reservoir — நீர்த்தேக்கம்
Residual boulder — புலன்நீங்காத் திரளை
Resistivity of rocks — பாறையின் மின்தடை ஆற்றல்
Revetment — தரிப்புச் சுவர்
Rhombohedron — சாய்சதுர வடிவு
Rhombohedral class — முக்கோணப் பிரிவு
Rift valley — பாளப்பிளவுப் பள்ளம்
Rills — நீர்க்கால்கள்
Rip current — உடைப்பு அலை
Rip rap — தரிப்பு கற்கள்
River, antecedent — முந்திய ஆறு
River capture, piracy — ஆறுகவர்தல், ஓடைகவர்வு
Rock, hypolyssol — இடைநிலைப் பாறை
—plutonic — ஆழ்நிலைப்பாறை
—primary — முதன்மைநிலை பாறை
—Residual — புலன் நீங்காப் பாறை
—Secondary — பின்னுறுநிலைபாறை
—Sedimentory — படிவுப் பாறை
—ultrabasic — மிகுகாரப் பாறை
—volcanic — எரியியல் பாறை
Rock slide — பாறைச் சறுக்கல்
Robble mound structure — கொட்டுமேடு அமைப்பு
Ruby — இரத்தினம்
Run off — வடிநீர்

S

Saltation — துளும்பல்
Saudstone — மணற்பாறை
Sopphire — நீலக்கல்
Satellite — துணைக்கோள்
Saturated — நிறைநிலை
Scarp — குத்துச்சரிவு
Schiller — உலோகநிற மிளிர்வு.
Schist — சட்டுபாறை
Scoria — சிட்டக்கல்
Seacliff — கரை ஓங்கல்
Secondary mineral — பின்னுறு கனிமம்
Sedimentary rock — படிவுப்பாறை
—arenaceous — மணல்நிறை படிவு
—argillaceous — களிநிறை படிவு
—biogenic — உயிர் ஆக்கு படிவு
—chemical — வேதியியப் படிவு
—clastic — துகள் வய அல்லது நொறுங்குகல் படிவு
—continental — தரை ஈன் படிவு
—marine — கடல் ஈன் படிவு
—organci — அங்ககப் படிவுகள்
—rudaceous — உருட்கல் நிறை படிவு
Sedimentology — பாறைப்படிவு இயல்
Seismic focus — நில அதிர்ச்சி உள் மையம்
Shale — களிமண் பாறை
Shear zone — முறிவு தளப்பகுதி
Shield — கேடயநிலம்
Siltstone — வண்டல் பாறை
Slacking — தளர்தல்
• Slate — பலகைப் பாறை
Slicken side — குழைவுநோட்ட வரிப்பள்ளம்
Slide — நிலச்சரிவு
—bulge — புடைப்பு, மண் நழுக்கல்
—debris slide — உருளிப்பாறைகள் வீழ்ச்சி
—retrogressive slide — பின்னேறு நழுவல்
—rotational slide — சுழல் சரிவு
—slab s. — பாளச் சறுக்கல்
—slump — குவிவு

Snow field	—	வெண்பனிக்களம்
Soapstone	—	மாக்கல்
Soil	—	மண்
Soil profile	—	மண்சாயல்
Solid solution	—	திண்மக் கரைசல்
Solifluction	—	மண் வழிதல்
Space lattice	—	அணுவெளிச்சட்டம்
Spalling (or) popping	—	விள்ளுதல்
Specific gravity	—	அடர் வெண்
Spheroidal weathering	—	கோளச் சிதைவு
Spit	—	தொடுமணல் திட்டு
Spring	—	ஊற்று
Stalactitic	—	கல் விழுது வடிவம்
Stalagmitic	—	கல்புற்று வடிவம்
Steatite (or) potstone (or) soapstone	—	மாக்கல், சட்டிக்கல்
Startigraphy	—	நில அடுக்கியல்
Streak	—	தூள் நிறம்
Stream capture	—	ஓடை கவர்வு
Strike	—	கிடை நீட்டம்
Structural geology	—	நிலப்பொதி அமைப்பியல்
Surge	—	பாய் அலை
Swamp	—	சதுப்புநிலம், அழுவம்
Swell	—	அலையெழுச்சி
Syncline	—	கீழ்முக மழப்பு
Synclinorium	—	பெருங்கீழ்முக மடிப்பு

T

Talus (or) scree	—	மலையடி உதிர்ப்பு
Terminal creep	—	மேல்முனை ஊர்தல்
Tetragonal system	—	நாற்கோணத் தொகுதி
Thatching	—	படல் வேய்வு
Throw	—	குத்துப் பெயர்ச்சி
Tide	—	பொங்கோதம்
Till	—	பனிக்களிப் பொதி
Time units	—	கால அலகுகள்
—era	—	பேரூழி
—series	—	வரிசை
—stage	—	காலநிலை

—system	—	தொகுதி
—zone	—	பகுதி மண்டலம்
Toe erosion	—	அடி அரிப்பு
Tambolo	—	தீவு இணைதிட்டு
Topo sheet	—	தலப்படம்
Trapezohedron	—	கோடகை
Traver line (or) tufa	—	ஊற்றுச் சுண்ணப்பாறை
Triclinic system	—	முச்சாய் தொகுதி
Trunamis	—	நில அதிர்வு கடல் அலை
Tufa	—	ஊற்றுச் சுண்ணப்பாறை
Turbulance	—	சுழல் ஓட்டம்
Tunnels	—	குடைவுகள்
—arching	—	கவிகை இயக்கம்
—ravelling ground	—	கட்டவிழ் நிலம்
—rock load	—	பாறைச் சுமை
—squeezing ground	—	பிழிவுறு நிலம்
—stresses	—	தகைவுகள்
—swelling	—	பருமையுறு நிலம்
—vault	—	கூரைமோடு
Twin crystal	—	இரட்டைப் படிகம்
Unconformable beds	—	உடன்படாப் படிவுகள்
Unconformity	—	உடன்படாப் படிவு இடை அறவு, படிவு விளிவு
Under tow	—	கீழ் பறிவு, அடி பறிவு
Uniformitarianism	—	ஒரு படித்துவக் கொள்கை
Universe	—	அகண்டம்
Uplift	—	மேலெழுச்சி

V

Vadose water	—	நிலையா நிலநீர்
Vein	—	கனிமத் தாரை
Ventifact	—	காற்றரிகல்
Volcanism	—	எரிமலை இயக்கம்

W

Water fall	—	நீர் வீழ்ச்சி
Water-gap	—	நீர் இடுக்கு
Water-table	—	நிலநீர் மட்டம்

Waves — அலைகள்
—base — அலையின் அடி
—Crest — முடி, அலைமுன்னணி
—Oscillatory w. — விம்மலை
—Translational w. — நெட்டலை
—Trough — அடி
Wave built terrace — அலை இடுமேடை
Wave cut plot form — அலை அரிமேடை
Weathering — உகலியக்கம்
—Chemical w. — வேதியல் உகலியக்கம்
—Mechanical w. — பௌதிக உகலியக்கம்
Well — கிணறு
—Bore, well — துருவு குழாய்க் கிணறு
—Driven well — சிறுகண் குழாய்க் கிணறு
—Dug-well — அகழ் கிணறு
Wind gap — காற்று இடுக்கு

X

Xenolith — நுங்கு பாறை

Y

Yield — நீர் ஈகை

Z

Zone of aeration — காற்றூட்டப் பகுதி
Zonc of leaching — கரைவுப் பகுதி-