தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வெளியீடு—44

புவி அமைப்பு இயல்

(GEOLOGY)

சி. விசுவநாதன், எம்.ஏ., எம்.எஸ்ஸி., எஃப்.எம்.எஸ்.
துணைப்பேராசிரியர், புவி அமைப்பியல் துறை,
மாநிலக் கல்லூரி, சென்னை.

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழ்நாடு — அரசாங்கம்

First Edition—March, 1964.
B.T.P. No. 44

GEOLOGY

C. Viswanathan

© Bureau of Tamil Publications

Price Rs. 4-75.

Printed by
Sentamil Achagam,
59, C. P. Koil Street,
MADRAS-1-

அணிந்துரை

(திரு. எம். பக்தவத்ஸலம், தமிழக முதலமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கி நான்கு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ., வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வருகின்றனர். தொடக்கத்தில் இருந்த இடர்ப்பாடுகள் மெல்லமெல்ல மறைந்துவருகின்றன. நாடு முழுதும் பரந்துள்ள மாணவர்களின் ஆர்வம், 'தமிழிலேயே கற்பிப்போம்' என முன்வந்துள்ள கல்வி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளில் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித்தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே திருப்திகரமாக நடைபெற்று வருகிறது.

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

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், புவியியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், தத்துவம் ஆகிய பல துறைகளில் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான **புவி அமைப்பு இயல்** என்ற இந்நூல் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகத்தின் 44ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இது வரை 79 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

கணக்கிலடங்காத் தடைகளை எல்லாம் அகற்றித் தமிழன்னை கல்லூரிக் கலையாசனத்தில் அமர்ந்துள்ளாள். எனவே, இவ்வன்னையை வாழ்த்துவோமாக. உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெற வேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். சென்னைப் பல்கலைக் கழகத்தின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

எம். பக்தவத்ஸலம்.

எனது மதிப்பிற்குரிய
ஆசிரியரும் நண்பருமான
டாக்டர் N. லீலானந்தராவ், M.Sc., PH.D.,
(புவியியற் பேராசிரியர்,
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம்)
அவர்களுக்கு
இந் நூலை உரிமையாக்குகிறேன்.

ஆசிரியர்

முன்னுரை

இரசாயனம், பௌதிகம், விலங்கு இயல், புவியியல் முதலியன உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் தமிழ் மொழியில் போதிக்கப்படுகின்றன. ஆனால், புவி அமைப்பு இயலைப் பற்றி இன்றுவரை தமிழ் மக்கள் பலர் நன்கு அறிந்திலர். அக் குறையை நீக்கி, இவ்வியலை, தமிழ் மக்கள் அனைவரும் அறிந்துகொள்ளும் வகையில் எளிய நடையில் தமிழில் நூல் ஒன்று எழுதவேண்டும் என்பது என் வெகு நாளைய அவா. அவ்வெண்ணம் நிறைவேற, சென்னை அரசாங்கத்தார் அளித்த வாய்ப்பைப் பயன்படுத்தி இந் நூலை எழுதினேன். ஆங்கிலத்தில் வெளிவந்துள்ள பல புவி அமைப்பியல் புத்தகங்களைப் படித்ததன் விளைவாகவும், பல புவி அமைப்பியலறிஞர்களின் சொற்பொழிவுகளைக் கேட்டதன்மூலமாகவும், ஆசிரியராகக் கடந்த பதினைந்து ஆண்டுகளாக இவ்வியலைக் கற்பித்ததன் பயனாகவும், உருவாகியதே 'புவி அமைப்பு இயல்' என்ற இந் நூல். மாணவர்களுக்கும், தமிழ் மக்கள் அனைவருக்குமே இந் நூல் பெரிதும் பயன்படும் என்று கருதுகிறேன்.

தொல்லுயிரியல் அத்தியாயத்தில் வரும் படங்களை வரைந்தளித்த என் மாணவர்கள் திரு. L. S. சூரிய நாராயணன், திரு. N.சேஷாசலம் ஆகியோர்கட்கும், பல அரிய புகைப்படங்களை அளித்து உதவிய என் நண்பரும் மாநிலக் கல்லூரி ஆசிரியருமான திரு. P. A. அனந்தகிருஷ்ணன் அவர்கட்கும், மற்றும் என் மாணவர்கள் பலருக்கும் எனது நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்கிறேன். இந் நூலின் கைப் பிரதிகளைத் தட்டெழுத்தில் அமைத்துக் கொடுத்த திரு. V. R. சுந்தரம் அவர்களுக்கும் என் நன்றி உரித்தாகுக.

சி. விசுவநாதன்.

பொருளடக்கம்

அதிகாரம் — பக்கம்

1. அறிமுகம் — 1

பௌதிக புவி அமைப்பியல்—பாறை அமைப்பியல்—கனிய இயல்—பாறை இயல்—தொல்லுயிரியல்—அடுக்கியல்—பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல்—பயனுள்ள புவி அமைப்பியல்.

2. பௌதிகப் புவி அமைப்பியல் — 9

பூமியின் தோற்றம்—பிறப்பு—'நெபுலா' கொள்கை—கோள்பிறப்புக் கொள்கை—அலைச் சுருள் கொள்கை—தூசிமேகக் கொள்கை—வளி அல்லது வாயு மண்டலம்—பாறைகளின் சிதைவு—ரசாயனப் பாறைச் சிதைவு—வானிலைச் சிதைவினால் ஏற்படும் தனிப்பட்ட நில உருவங்கள்—வானிலைச் சிதைவில் உண்டாகும் இயற்கைப் பொருள்கள்—வீசும் காற்று—ஓடும் நீர்: ஆறுகள் — பனியாறுகள் — நிலநீர்: ஊற்றுகள்—ஏரிகள் — கடல்கள் — கடற் படிவுகள்—எரிமலைகள்—எரிமலைப் பொருள்கள்—பூகம்பம் அல்லது பூமி அதிர்ச்சி—மலைகள் — பூமியின் உட்பாகம் — பூமியின் வயது.

3. புவி ஓட்டின் சேர்க்கையும் அமைப்பும் — 63

கனிய இயல்—கனியங்களின் வகைகள்—நன்மை பயக்கும் கனியங்கள்.

4. பாறை இயல் — 100

நெருப்புப் பாறைகள் அல்லது இக்னியஸ் பாறைகள்—படிவுப் பாறைகள்—உருமாறிய பாறைகள்.

5. புவி அமைப்பு இயலில் பாறை அமைப்பு இயல் — 131

படிவுப் பாறைகளின் பல அமைப்புகள்—மடிப்புகள்—மூட்டுகள்—பிளவுகள்—படிவுத் தடைகள்.

6. தொல்லுயிரியல் — 146

பகுப்பு முறை—புரோடோசோவா—போரிஃபெரா—சிலன்டிரா—எகினோடெர்மா—பிராக்கியோபோடா—மொலஸ்கா—ஆர்த்ரோபோடா—முதுகெலும்பிகள்—தாவரங்கள்.

7. அடுக்கு இயல் 163

உயிர் தோன்று யுகம்—ஆதி உயிர் யுகம்—தொல்லுயிர் யுகம்—நடுவுயிர் யுகம்—நவ உயிர் யுகம்

8. பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் 187

தாதுக் கனியங்கள் உண்டாகும் முறைகள்—உலோகக் கனியங்கள்—உலோகமற்ற கனியங்கள்—எரிபொருள் கனியங்கள்.

9. பயனுள்ள புவி அமைப்பியல் 208

கட்டட மனைகள்—மலைச் சரிவுகளின் உறுதித்தன்மை—பாறைகளின் அமைப்பும் மலைச் சரிவுகளின் உறுதித் தன்மையும்—அணைக்கட்டுகளும் நீர்த் தேக்கங்களும்—மலைக்குகைப் பாதைகள்—கட்டடக் கற்கள்—சாலைகள் அமைக்கும் கற்கள்.

10. புவி அமைப்பியல் படம் தயாரித்தல் 219

செங்குத்தாக அமைந்த பாறைகள் — சாய்வான அடுக்குப் பாறைகள்.

11. இந்தியாவில் புவி அமைப்பியல் வளர்ச்சி 223

கலைச் சொல்லகராதி (தமிழ் ஆங்கிலம்) 227

கலைச் சொல்லகராதி (ஆங்கிலம்-தமிழ்) 236

படிக்கவேண்டிய நூல்கள் 242

குறிப்பகராதி 243

புவி அமைப்பு இயல்

1. அறிமுகம்

இயற்கைக் காட்சிகளைக் கண்ணுறும்போது நம் வாழ்நாட்களில் குறிப்பிடத்தக்க பெரிய மாறுதல்கள் காணப்படுவதில்லை. நாட்டுப் புறங்களில் நாம் காணும் ஆறுகளும், குன்றுகளும், மலைகளும் என்றும் நிலையாக இருந்து வருவதாக எண்ணிவருகிறோம். 'மன்னும்' இமயமலை, விந்தியமலை, மேற்குத் தொடர்ச்சி மலை, கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலை, நீலகிரி, ஏற்காடு மலைகள், இன்னும் எண்ணற்ற பல குன்றுகள், கங்கை, சிந்து, காவிரி போன்ற பெரிய ஆறுகள், நீரோடைகள் முதலியன யாவும் தொன்றுதொட்டு, இன்றிருப்பன போல என்றும் இருந்துவருவனவாகவே பலர் அறிவர். ஆயினும், எரிமலைகள் உள்ள பாகங்களில் வாழும் மக்களும், பூகம்பம் அல்லது புவி அதிர்ச்சி ஏற்படும் இடங்களில் வாழும் மக்களும், பூமியின் மேற்பரப்பில் பல மாறுதல்களைப் பார்க்கின்றனர்.

தீர ஆராய்ந்து பார்த்தால் இயற்கைக் காட்சிகளில் பல அரிய மாறுதல்கள் புலப்படுகின்றன. இம் மாறுதல்கள் பூமியின் மேற்பரப்பில் ஒவ்வோர் இடத்திலும் வெவ்வேறு வகைகளில் ஏற்படுகின்றன. புயல் வீசும்போது மண்மாரி பொழிந்து பல தோட்டங்கள், தென்னை, பனை மரங்கள் மணல் மேடுகளில் பதிந்து போவதை இராமேசுவரம், திருச்செந்தூர் போன்ற தமிழ்நாட்டுக் கடற்கரையோரமுள்ள இடங்களில் காணலாம். ஆறுகள் வெள்ளப் பெருக்கெடுக்கும்பொழுது நிலங்கள் நீரில் மூழ்கிக் கூழாங் கற்கள், வண்டல் மண் முதலியவைகளால் மூடப்படுவதைக் காணலாம். நல்ல மழை பெய்யுங்கால் உதகை செல்லும் மலைச்சரிவுப் பாதைகளில் பாறைகள் உருண்டு விழுந்து, போக்குவரவிற்குத் தடை ஏற்படுவதும் நாம் அறிந்ததே. கடற்கரையோரங்களில் அலைகள் மோதுவதும், நீர் வரம்பு அவ்வப்போது மாறிக்கொண்டிருப்பதும் அனைவரும் அறிந்ததே.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட மாறுதல்களைத் தவிர, மற்றும் பல அதிசயமான உண்மைகள் மனித சமுதாயத்தின் சரித்திர ஏடுகளைப்

புரட்டிப் பார்க்கும்பொழுது தெரியவருகின்றன. பல பெரிய நகரங்கள் எரிமலை, புவி அதிர்ச்சி போன்ற நிகழ்ச்சிகளால் உருமாறி இருக்கின்றன. பண்டைய காலத்தவர் படகு ஓட்டிச் சென்ற பல ஏரிகள் இன்று சதுப்பு நிலங்களாகக் காட்சியளிக்கின்றன. லண்டன் நகரில் புதிய பெரிய கட்டடங்களின் அடித் தளங்களுக்காகக் குழிகள் தோண்டப்பட்டன. அப்பொழுது சிலவிடங்களில் நாணயங்கள், உலோகத்தாலான பாத்திரங்கள், ஆயுதங்கள், வேலைப்பாடுகள் நிறைந்த பீங்கான், கண்ணாடிச் சாமான்கள் முதலியன அகப்பட்டன. இன்னும் ஆழமாகத் தோண்டப்பட்டவிடங்களில் உடைந்த சட்டிப் பானைகள், கூர்மையான கற்களாலான ஆயுதங்கள் முதலியன புதைந்திருந்தன. பூமியின் மேல்பாகத்தில் புதைந்திருக்கும் சின்னங் கள் உரோமானிய காலத்து லண்டன் மக்களின் நாகரிகத்தை எடுத்துக்காட்டுவனவாகவும், பூமியின் கீழ்ப்பாகத்தில் காணப்படும் சின்னங்கள் உரோமானிய காலத்திற்கும் முற்பட்ட கற்காலத்து மக்களின் வாழ்க்கையை எடுத்துக்காட்டுவனவாகவும் தொல்பொருள் ஆராய்ச்சிகளில் தெரியவருகிறது.

இயற்கையில் ஏற்பட்டுள்ள மாறுதல்களைக் குறிக்கும் மற்றும் பல சுவையூட்டும் எடுத்துக்காட்டுகளை நம் நாட்டிலும் காண்கிறோம். தமிழ் நாட்டில் மூவேந்தர்கள் காலத்தில் கொற்கை, காவிரிப்பூம் பட்டினம் என்ற துறைமுக நகரங்கள் இருந்தனவாகச் சரித்திர ஏடுகள் கூறுகின்றன. அவ்விடங்கள் இப்பொழுது கடற்கரைக்கு உள்ளடங்கிய நிலப் பாகங்களாக இருக்கின்றன. தற்போது நாம் காணும் கிழக்குக் கடற்கரை தென்னிந்தியாவின் உட்பாகம்வரை வியாபித்திருந்து, பின்னர் இப்பொழுது உள்ள வரம்பிற்குப் பின் வாங்கியிருக்கவேண்டும் என இதிலிருந்து அறிகிறோம்.

கொற்கை, காவிரிப்பூம்பட்டினம் முதலிய இடங்களில் கடல் பரவியிருந்ததற்குச் சான்றாக, அடிக்கடல் வாழ் உயிரினங்களின் சிப்பிகள் இவ்விடங்களில் ஏராளமாகக் காணப்படுவது மறுக்க முடியாத அதிசயிக்கத்தக்க உண்மையாகும். பூமியின் மேற்பரப்பில் காணும் பாறைகளை ஆராயுங்கால், சில பாறைகள் கூழாங் கற்களாலான சுவர்களாகக் காட்சியளிக்கின்றன. வழவழப்பான, உருண்டையான கூழாங்கற்களை ஆறுகள் பாயுமிடங்களில், கடல், ஏரி ஓரங்களில், தண்ணீரின் வேகமுள்ள இடங்களில்தான் இன்று நாம் பார்க்கிறோம். கூழாங்கற்களாலான பாறைகள் இன்று காணப்படும் இடங்களில் ஏரியோ, நதியோ இல்லை. எனவே, பழங்காலத்தில் அவ்விடங்களில் நீரோட்டம் இருந்திருக்கவேண்டுமென்று தெரிய வருகிறது.

மேலே கூறப்பட்ட உண்மைகள் யாவும் ஆராய்ச்சியின் அனுபவங்களில் புலப்பட்டனவாகும். இதனையே 'லையல்' என்ற புவி அறிஞர் 'நிகழ்காலமே கடந்த காலத்தின் திறவுகோல்' என்று கூறுகிறார். இன்று நாம் இயற்கையில் காணும் காட்சிகளில் நிகழும் நிகழ்ச்சி விவரங்களையும் விஞ்ஞான அறிவுடன் ஆராய்ந்து, அவ்வுண்மைகளைக் கொண்டு, பூமியில் பாறைகளாலான நிலப் பாகங்களின் இரகசியங்களைப் புரிந்துகொள்ளுகிறோம். பூமி உருவான காலம் முதல் இன்று வரை பூமியின் மேற்பரப்பில் ஏற்பட்டுள்ள பல மாறுதல்களை அறியவும் முடிகிறது. இவ்விதமாக இயற்கை ஆராய்ச்சியில் உருவெடுத்த விஞ்ஞானமே புவி அமைப்பு இயலாகும். இது கணிதம், பௌதிகம், ரசாயனம், உயிரியல் போன்ற இயல்கள் உருவெடுத்தபின் பிறந்த நவீன விஞ்ஞானம். தொன்றுதொட்டுப் பல நாடுகளில் பல அறிஞர்களின் சிந்தனைச் சிறப்புகள் இப் புவி அமைப்பியல் வளர்ந்து திகழ உதவியாக இருந்தன. அச் சரிதையைச் சற்றுக் கவனிப்போம்.

கி.மு. மூன்றாவது நூற்றாண்டில் 'அரிஸ்டாடில்' (Aristotle) என்ற பேரறிஞர் இயற்கையில் ஏற்படும் பல நிகழ்ச்சிகளின் காரணங்களை ஆராயத் துணிந்தார்; மத்தியதரைக் கடற் பிரதேசங்களை ஆராய்ந்து, அவ்விடங்களில் எரிமலைகளும் பூகம்பங்களும் அதிகமாக ஏற்படுவதால், இந் நிகழ்ச்சிகள் இரண்டும் நெருங்கிய உறவு கொண்டுள்ளவை என அறிந்தார். எரிமலைகளால் பூமி அதிர்ச்சி ஏற்படலாம்; பூமி அதிர்ச்சியினால் எரிமலைகள் விழித்துக்கொள்ளலாம் என்றும் அவர் தெரிவித்தார். பின்னர், ஸ்டிராபோ பிளினி (Pliny), மற்றும் பல மேதைகள் புவி ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டனர்.

பதினாறாம் நூற்றாண்டில் இத்தாலி நாட்டு அக்ரிகோலா (Agricola) என்பவர் பூமியில் அகப்படும் கனியப் பொருள்களை ஆராய்ந்து, குறிப்புகளைப் புத்தகங்களாக லத்தீன் மொழியில் எழுதியுள்ளார். எனவே, அவர் 'கனிய இயலின் தந்தை' என்று இன்றும் போற்றப்படுகிறார். பின்னர், பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் புவி அமைப்பியல் தனி விஞ்ஞானமாக உருவெடுத்து, விஞ்ஞானங்களில் தனக்கு ஒரு தனி இடம் தேடிக்கொண்டது. அக்ரிகோலாவிற்குப் பின் ஜெர்மனியைச் சார்ந்த வெர்னர் (Werner) என்ற கனி இயல் பேராசிரியர் பூமியின் கனியங்கள், பாறைகள் இவைகளை விரிவாக விவரித்து அவைகளைப்பற்றிய அவர் கருத்துகளைத் தெரிவித்துள்ளார். வெர்னரின் ஆராய்ச்சியின்படி புவியோட்டில் காணப்படும் பாறைகள் யாவும் கடல் நீரிலிருந்து படிந்த ரசாயனப் படிவுகளாகும். இவை பூமியின் புராதனக் கடல்களிலிருந்து உப்புப் படிவங்களாக உண்டானவையாகும். இக் கூற்றினைப் பல அறிஞர்கள்

ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. ஸ்காட்லாந்து தேசத்து ஜேம்ஸ் ஹட்டன் (James Hutton) என்பார் இயற்கை வெளிதனிலே பல ஆண்டுகள் சலிக்காமல் பாறைகளின் உண்மைகளை அறிய ஆராய்ச்சியில் இறங்கினர். புவி அமைப்பியல் ஆராய்ச்சியின்பொருட்டு அந் நாட்களில் தம்பொருள், சக்தி ஆகியவற்றைத் தாராளமாகச் செலவழித்த பெரியார்களில் ஹட்டன் மிக முக்கியமானவர். பாறைகளில் பல வகைகள் இருக்கவேண்டுமென்றும், அவைகள் பல்வேறு வழிகளில் உண்டாகியிருக்க வேண்டுமென்றும் முதன் முதலாக அவர் உலகிற்கு அறிவித்தார். சுண்ணும்புக் கல் (Limestone), சேற்றுக்கல் (Mud-stone), மணற்பாறை (Sandstone) முதலிய பாறைகள், நீர்த் தேக்கங்களில் படியும் வண்டல் மண், களிமண் போன்ற படிவுப் பொருள்கள் தங்கிவிடுவதால் உண்டாகிவிடுகின்றனவென்றும், கிரானைட், கருங்கல் முதலியன அதிக வெப்பமான திரவ நிலையிலிருந்த பூமியின் பாகங்கள் உறைந்து பாறைகளாக மாறியவை எனவும், திட்டவட்டமாக அவரது கொள்கைகளை வெளியிட்டார். புவி அமைப்பியலின் பிரிவாகப் பின்னர் பாறையியல் தோன்றப் பெரிதும் காரணமாக அவரது கொள்கைகள் அமைந்தன. அதே காலத்தில் ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் குவியர் (Cuvier, 1769—1832), லாமார்க் (Lamark, 1744—1829) என்ற புவி விஞ்ஞானிகள் ஹட்டனின் கொள்கைகளை ஆதரித்தனர். பாரிஸ் நகரத்துச் சுற்றுப்புறப் பாறைகளை ஆராய்ந்து, அவைகள் அடுக்கடுக்காக அமைந்த படிவுப் பாறைகள் என்று கண்டனர். அப் பாறைகளில் படிவுகள் படியும் பொழுது நீர்த்தேக்கங்களில் வாழ் உயிரினங்கள் மடிந்து, அவைகளின் சிப்பிகள் புதைந்திருப்பதையும் கண்டனர். அச் சிப்பிகளுக்கும் இன்றைய கடல் சிப்பிகளுக்கும் சில ஒற்றுமைகளும் வேற்றுமைகளும் இருப்பதாகவும் அறிந்தனர். இவ்வாராய்ச்சிகள், பின்னர் தொல்லுயிரியல் (Palaeontology) என்ற பிரிவு, புவி அமைப்பு இயலின்கீழ் வளரக் காரணமாக இருந்தனவெனலாம்.

சுண்ணும்புக்கல், கிரானைட் போன்ற பாறைகளைத் தவிர, புதிய அமைப்புகளைக் கொண்ட வேறு ஒரு பாறையினமிருப்பதை ஹட்டன் கண்டுபிடித்துக் காட்டினர். அவரைப் பின்பற்றி அவர் கொள்கைகளுக்கு அழகான விளக்கங்கள் அளித்து, ஹட்டன் கண்டு பிடித்த பாறைகளுக்கு உருமாறின பாறைகள் (Metamorphic Rocks) எனப் பெயர் கொடுத்தவர் சர் சார்லஸ் லையல் (Sir Charles Lyell) என்பவர்.

பின்னர், இங்கிலாந்தின் புவி இயல் தந்தை என்று இன்றும் போற்றப்படும் வில்லியம் ஸ்மித் (William Smith, 1769—1839) என்பவர் படிவுப் பாறைகளின் பல உண்மைகளை அறிந்தார்.

பாறைகளின் அமைப்பைச் சரியாகப் புரிந்துகொண்டால், அவைகள் எக்காலத்தில் உண்டாயின என்பதை அறியலாம் எனத் தெரிவித்தார். அடுக்குகளாக அமைந்திருக்கும் படிவுப் பாறைகளை ஆராயும்பொழுது மேலாகக் காணப்படும் அடுக்குகள், கீழே காணப்படுவன படிந்தபின் படிந்து இருக்கவேண்டும்; எனவே, கீழே காணப்படுவன புவி அமைப்பியல் காலத்தின்படி முன்னால் உண்டானவையாதலால் காலத்தில் முதிர்ந்தவை. அதுமட்டுமல்ல. 'ஃபாசில்கள்' (Fossils) என்று கூறப்படும் தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களை (படிவுப் பாறைகள் படியும்பொழுது புதைக்கப்பட்ட விலங்குகளின் எலும்புகள் தாவரங்களின் தண்டு, இலை, பூ, கனி போன்ற பாகங்கள்) ஆராய்ந்தால், ஒவ்வோர் அடுக்குப் பாறையிலும் குறிப்பிட்ட தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களே புதைந்திருக்கின்றன. இவை அப் பாறைகள் உண்டான காலத்தில் வாழ்ந்த விலங்குகள், தாவரங்கள் இவைகளின் உருவ அமைப்புப்பற்றிய குறிப்புகளைத் தருகின்றன. அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட ஃபாசில்களைக் கொண்டுள்ள பாறைகள் உலகின்கண் பலவிடங்களில் இருப்பினும், அவை ஒரே காலத்தில் உண்டானவை என எளிதில் அறியலாம். இவ் உண்மைகளே பின்னர்த் தொல்லுயிரியல் (Palaeontology), புவி அடுக்கு இயல் (Stratigraphy) என்ற பிரிவுகள் உண்டாவதற்கு அடிகோலின. எனவே, பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில்தான் புவி அமைப்பு இயலின் பல பிரிவுகள் திட்டமாக வகுக்கப்பட்டு ஆராய்ச்சிகள் தொடங்கின வெனலாம்.

இன்றைய புவி அமைப்பியலின் பல பிரிவுகள் முழுமையான வளர்ச்சியடையக் காரணமாகப் பல அறிஞர்களின் ஆற்றலும் அறிவு விளக்கங்களும் இருந்தனவென்பதை இதுவரை அறிந்துகொண்டோம். இன்றும், பல நாடுகளில் இத் துறைகளில் நடந்துவரும் ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகப் புவி அமைப்பியலில் பிரிவுகள் நாளுக்கு நாள் முன்னேறி வருகின்றன.

இன்றைய புவியியலின் பல பிரிவுகளைப்பற்றியும் அவைகளின் நோக்கங்களைப்பற்றியும் இனிக் கவனிக்கலாம்.

பூமி ஒரு கோளம். சுமார் ஏழாயிரத்துத் தொள்ளாயிரம் மைல் விட்டமுள்ளது. பூமியின் மேற்பரப்பில் நீர், நிலப் பாகங்கள் உள்ளன. நான்கில் மூன்று பங்கு கடற் பிரதேசங்களாக அமைந்துள்ளன. பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து மையம் நோக்கி, சுமார் ஏழு மைல் ஆழத்திற்குள் என்னென்ன பாறைகள், கனியங்கள் அகப்படு கின்றனவோ அவைகளைப்பற்றித்தான் இன்று புவியியலில் சேகரிக்கப்பட்டுள்ள உண்மைகள் கூறுகின்றன. மலை உயரங்களிலும்

சரிவுகளிலும், பள்ளத்தாக்குகளிலும் காணப்படும் நிலங்களை ஆராய்ந்தும், சுரங்கங்கள், குகைப் பாதைகள் இவ்விடங்களின் உட்புறங்களைச் சோதித்துப் பார்த்தும் கிடைத்த விவரங்கள் அடங்கியது புவி அமைப்பு இயலாகும் (Geology).

புவி அமைப்பு இயலின் பல பிரிவுகளாவன :

1. பௌதிகப் புவி அமைப்பியல் (Physical Geology)
2. பாறை அமைப்பியல் (Structural Geology)
3. கனிய இயல் (Mineralogy)
4. பாறை இயல் (Petrology)
5. தொல்லுயிரியல் (Palaeontology)
6. அடுக்கியல் (Stratigraphy)
7. பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் (Economic Geology)
8. பயனுள்ள புவி அமைப்பியல் (Applied Geology)

மேலே கூறப்பட்டுள்ள பிரிவுகளின்கீழ் இன்னும் பல உப பிரிவுகள் உள்ளன. ஆராய்ச்சிகள் வளரவளர இயல்களின் வரம்பு விரிவாகிப் பல துணைப் பிரிவுகளாகக் கையாளப்பட்டுவருகின்றது.

பௌதிகப் புவி அமைப்பியல் (Physical Geology)

இவ்வியலில் பூமியின் மேல்பாகத்தில் காணப்படும் பல நில உருவங்களின் தோற்றங்களை ஆராய்வோம். காற்று, மழை, பனி, ஆறு முதலிய இயற்கைச் சாதனங்களின் சூழ்ச்சியால், பூமி ஓட்டின் மேற்பரப்பு பலவித மேடுபள்ளங்கள் உள்ளதாயிருக்கிறது. எரிமலை, பூகம்பம் போன்ற நிகழ்ச்சிகளாலும் மேற்பரப்பின் உருவங்கள் மாறுதலடைகின்றன. இயற்கைச் சாதனங்களின் வேலைகளை ஒத்து பூமியின் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் உள்ள இயற்கைக் காட்சிகள் அமைகின்றன. இவ்வுண்மைகளைக் காரணங்களோடு ஒரு கதையாக எடுத்துரைக்கும் நூல் பௌதிகப் புவி அமைப்பியலாகும் (Physical Geology).

பாறை அமைப்பியல் (Structural Geology)

இவ்வியலில் பூமியின் ஓட்டின் அமைப்பும், பாறைகளின் கனியங்களின் அமைப்பும், படிவுப் பாறைகள் முதலியவைகளின் அமைப்புச் சிறப்புகளும் விவரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வமைப்புகளுக்குக் காரணமாயிருந்த சக்திகளும், பாறை அசைவுகளும், கணித, பௌதிக உதவி கொண்டு இவ்வியலில் ஆராயப்படுகின்றன.

கனியவியல் (Mineralogy)

கனியங்களின் பௌதிக, ரசாயன குணங்களை விரிவாக எடுத்துரைக்கும் இயல் கனியவியலாகும். நுண்ணிய ஒளிச் சாதனங்களைக் கொண்டு ஆராய்ந்து, பல்வேறு கனியங்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கனியங்கள் யாவும் குறிப்பிட்ட ரசாயனப் பகுப்பைக் கொண்டவை; படிக குணங்களுடையவை. எனவே, அப் படிக குணங்களை ஆராயப் படிக இயல் (Crystallography) அறிவு நிரம்ப அவசியமாகிறது.

பாறை இயல் (Petrology)

பல கனியங்களாலானவை பாறைகள். பாறைகளின் பல பிரிவுகளையும் உற்பத்தி நுணுக்கங்களையும் பாறையியலில் பார்க்கிறோம்.

தொல்லுயிரியல் (Palaeontology)

இது முதுகெலும்பு உள்ளனவும், இல்லாதனவுமான பழங்கால விலங்குகளின் எலும்புக் கூடுகளின் பல பாகங்களின் அமைப்புகளை விவரிக்கும் இயலாகும். பழங்கால விலங்கினங்களைப் பல குடும்பங்களாகவும் இனங்களாகவும் பிரித்து, அவைகளின் வாழ் முறைகளை ஆராய்கிறது இவ்வியல். விலங்குகளைப் போன்று பழங்காலத்தில் பரவியிருந்த தாவரங்களின் தண்டு, இலை, கொடி, பூ, காய் முதலிய பாகங்களின் உருவ அமைப்புகளும் 'ஃபாசில்'களாகப் பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. தொல்லுயிரியலின் பிரிவாகத் தொல் தாவர இயல் திகழ்கிறது.

அடுக்கியல் (Stratigraphy)

அடுக்கடுக்காக அமைந்துள்ள படிவுப் பாறைகளைக் கால முறைப்படிப் பாகுபாடு செய்து ஆராயும் நூல் அடுக்கியலாகும். ஒவ்வொரு அடுக்கியலும் தனிப்பட்ட 'ஃபாசில்'கள் காணப்படுவதை யொட்டி பூமியின் கால அட்டவணையில் உயிரினங்களின் வளர்ச்சிச் சிறப்புகளையும் எடுத்துக்காட்டுகிறது. எனவே, இவ்வியலைச் சரித்திரப் புவி அமைப்பு இயல் (Historical Geology) என்றும் கூறுவர்.

பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் (Economic Geology)

பொருளாதாரத்திற்கு இன்றியமையாத கனிய, தாது வகைகளின் உற்பத்தி அமைப்பு முதலியன ஆராயப்படுவதுடன் ஒரு நாட்டின் கனிய தாதுச் செல்வங்களின் இருப்பு, தேவைப்பாடு, மற்றும்

அவைகளின் உற்பத்தி வெளியீட்டு அளவுகளும் இவ்வியலில் விவரிக்கப்படுகின்றன.

பயனுள்ள புவி அமைப்பியல் (Applied Geology)

இவ்வியலினுல் புவி அமைப்பியலின் அறிவு, பொறி இயலில் எவ்வளவிற்குப் பயன்படுகிறது என்பது தெரியவருகிறது. அணைகள் கட்டும்பொழுதும், இருப்புப் பாதைகள் போடுவதற்கு முன்னும், குகைப் பாதைகள் அமைக்கும்போதும் அவ்விடங்களின் பாறை அமைப்புகளை அறியவும், கட்டட வேலைகளுக்காகவும், பாதைகளுக்கும் வேண்டிய பல்வேறு பாறைக் கற்களின் பயன்களைக் குறித்தும் இவ்வியலில் விவரங்கள் அடங்கி இருக்கின்றன. மற்றும் தரைமட்டத்தின்கீழ்ப்பாயும் நில நீர், ஊற்றுகள், ஆர்டீசியன் ஊற்றுகள் இவைகளின் சிறப்புகளும் ஆராயப்படுகின்றன. பூமியின் அதிக ஆழங்களில் உள்ள பாறைகளின் அமைப்பைப் பௌதிகக் கருவிகளின் உதவியைக் கொண்டு அறியும் முறைகளும் இவ்வியலில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

புவி அமைப்பியல் பிறந்து வளர்ந்த சரிதையை இதுவரை பார்த்தோம். புவி அமைப்பியலின் பல பிரிவுகள் என்ன கூறுகின்றன என்பதனையும் அறிந்தோம். இனி, பின்வரும் பகுதிகளில் ஒவ்வொரு பிரிவையும் விரிவாக ஆராய்ந்து அறிவோம்.

2. பௌதிகப் புவி அமைப்பியல்

(Physical Geology)

இவ்வியலின் உண்மைகளை விவரிக்குமுன்னர் அதன் நோக்கங்களை ஆராய்தல் நலம். பூகோளம் அல்லது புவியியல் (Geography) என்ற இயலில் ஒரு பகுதியாக இவ்வியல் கூறப்படும் கருத்துகளை நில உருவநூல் (Physiography), புவிப்புற இயல் (Geomorphology) என்ற இயல்களிலும் பார்க்கிறோம். இவ்வியல் உருவெடுக்கக் காரணமாக, புவி இயல் விஞ்ஞானிகளின் உழைப்பே அமைந்ததென்பதை இவ்வியலில் அவர்கள் ஆர்வம்காட்டி ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டிருப்பதிலிருந்து அறிகிறோம்.

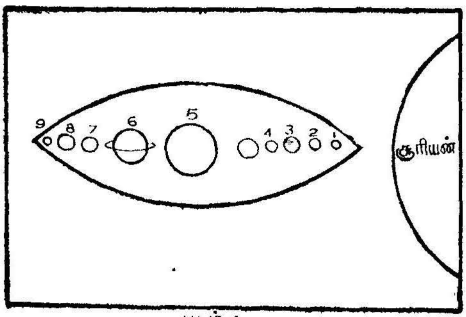
பூமியாகிற கோளத்தை மூன்று பாகங்களாகப் பிரிக்கலாம். அவைகள் நிலக்கோளம் (Lithosphere), நீர்க்கோளம் (Hydrosphere), காற்றுக்கோளம் (Atmosphere) அல்லது வளிமண்டலம் ஆகும். பூமியின் திடப்பொருள்களாகிய பாறைகள் அமைந்த நிலப்பாகமும், பூமியின் ஓட்டிற்கும் கீழே, பூமியின் மையம்வரையிலுள்ள பகுதியும் நிலக்கோளமாகும். பூமியின் மேற்பரப்பில் நீர் நிலைகள் உள்ள பாகம் நீர்க்கோளமாகும். ஆறு, பனியாறு, ஊற்று நீர் அல்லது அடிநில நீர் பாயும் இடங்களில் நீர் ஓட்டத்தில் இருக்கிறது. குளம், ஏரி, கடல் முதலியன உள்ளவிடங்களில் நீர் தேக்கத்தில் இருக்கிறது. நிலக் கோளத்தை யொட்டியே நீர்க்கோளம் இருக்கிறது. வான மண்டலம் நில, நீர்க்கோளங்களை மூடியிருக்கிறது. பிராணவாயு (ஆக்சிஜன்), நைட்ரஜன், கரியமிலவாயு முதலிய வாயுக்களின்கலவையே காற்றாகும். கடல் மட்டத்திற்கு, நிலக்கோளத்தின் மேற்பரப்பில் சதுர அங்குலத்திற்கு 14·7 பவுண்டுகள் காற்றின் அமுக்கம் இருக்கிறது.

நிலக்கோளத்தின் மேற்பரப்பு சமதளமானதல்ல; மலைகளும் மடுக்களும் நிறைந்தது. பலவித உருவங்களுள்ள மேடுகளையும்

பள்ளங்களையும், நிலக்கோளத்தின்மேல் செதுக்கும் சிற்பிகள் நீர், காற்றுக்கோளங்களில் காணும் இயற்கைச் சாதனங்களான வீசும் காற்று, காற்றுக் கோளத்தின் மாறும் காலநிலை, வெப்பநிலை, நீர்க் கோளத்தின் ஆறு, பனியாறு முதலியவையாகும்.

பூமியின்தோற்றம்—பிறப்பு (Origin of the Earth)

கோபர்நீகஸ் (1473-1543) காலத்திற்கு முன் இப் பேரண்டத்தில், பூமியை மற்றக் கோள்களாகிய சூரியன், சந்திரன், நட்சத்திரங்கள் சுற்றி வருகின்றன என்ற எண்ணம் நிலவிவந்தது. சூரியனை மையமாகக் கொண்டு பூமி, மற்றும் உள்ள கோள்கள் சுற்றி வருகின்றன என்பதைக் கண்டுபிடித்தவர் கோபர்நீகஸ் (Copernicus). இப்பேரண்டத்தின் திறந்தவெளியில் பல நட்சத்திரக் கூட்டங்கள் (Galaxies) இருக்கின்றன. அப்பேர்ப்பட்ட 'பால் வழி' (Milky Way) என்ற ஒரு கூட்டத்தில் சூரியன் ஒரு நட்சத்திரமாகும். நட்சத்திரங்கள் தனியாகப் பிரகாசிக்கக்கூடியவை. கோள்கள் இந்த நட்சத்திரங்களின் வெளிச்சத்தைப் பிரதிபலிப்பவையே. சூரியனை மையமாகக்கொண்டு, படத்தில் (படம்-1) காட்டியபடி, கோள்கள் சுற்றி வருகின்றன. இக் கோள்களை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். உள்ளடங்கிய பிரிவில் சுக்கிரன் (Venus), புதன் (Mercury), பூமி (Earth), செவ்வாய் (Mars) ஆகிய நான்கு சிறிய கோளங்களும், வெளிப்பிரிவில் வியாழன் (Jupiter), சனி (Saturn), யுரேனஸ் (Uranus), நெப்டியூன் (Neptune), ப்ளூடோ (Pluto) என்ற ஐந்தும் உள்ளன. கோள்களை உபகோளங்கள் அல்லது சந்திரன்கள் (Satellites) சுற்றி வருகின்றன. பூமியைச் சுற்றிச் சந்திரன் சுற்றுகிறது. சனியைச் சுற்றி 9 உபகோளங்களும், வியாழனைச் சுற்றி 12 துணைக் கோளங்களும், செவ்வாய், நெப்டியூன் ஒவ்வொன்றையும் சுற்றி 2 துணைக் கோளங்களும், யுரேனஸைச் சுற்றி 5 துணைக் கோளங்களும் வளைய வருகின்றன.



படம்-1:

சூரியனும், பூமியும், மற்றக் கோள்களும் சேர்ந்த குடும்பம் சூரிய மண்டலம் (Solar System) எனப்படுகிறது. சூரிய மண்ட

லத்தின் பிறப்பை விளக்கும் எந்தக் கொள்கையும் (theory) பின் வரும் உண்மைகளுக்கு ஒத்து இருக்கவேண்டும்.

(1) கோளங்கள் சூரியனைச் சுற்றுகின்றன.

(2) அவைகள் மேற்கிலிருந்து கிழக்காகத் தன்னைத்தானேவே சுழலுகின்றன.

(3) சூரியனைச் சுற்றி வரையும் பாதைகள் (orbits) யாவும் அநேகமாக ஒரே களத்தில் அமைந்திருக்கின்றன.

(4) அதே போன்று துணைக் கோளங்களும் தங்களைத் தாங்களே சுழலுவதுடன், கோள்களையும் சுற்றி வருகின்றன.

(5) சூரியனும் தன்னைத்தானே மற்றக் கோள்களைப் போன்று சுற்றிக்கொள்கிறது.

(6) சூரியனின் சுழலும் சக்தி சந்திர மண்டலத்தின் சக்தியின் (பௌதிகக் கணக்கின்படி) நூற்றில் இரண்டு பங்கே யாகும்.

பூமியின் பிறப்பை விளக்கும் முக்கியமான கொள்கைகளை இனிப் பார்ப்போம்.

'நெபுலா' கொள்கை

காண்ட் (1755), லாப்லாச் (1796) என்ற அறிஞர்கள் சூரிய மண்டலம் ஓர் உருண்டையான ஒளி வீசும் அதிக வெப்பமான சுழலும் வாயுக்கோளத்திலிருந்து உருவாயிற்று என எண்ணினர். 'நெபுலா' என்ற இவ் வாயுக்கோளம் குளிர்ந்து கன உருவம் (volume) குறையும்பொழுது அதன் சுழலும் வேகம் அதிகரித்து, அதனால் மையம் விலகும் சக்தி அதிகமாகி, நெபுலாவிலிருந்து 'வாயு வளையங்கள்' ஒன்றன்பின் ஒன்றாக வெளிவந்தன. இவ் வளையங்கள் சுருண்டு, உருண்டு கோளங்களாக மாறித் தாமாகச் சுழன்றுகொண்டு, சூரியனையும் சுற்றிவரத் தொடங்கினவாம். இது போன்று வளையங்கள் சுழலும் கோள்களிலிருந்தும் பிரிந்து திண் கோளங்கள் உண்டாயினவாம். எஞ்சிய நெபுலா இன்றைய சூரியனைக் காட்சியளிக்கிறதாம்.

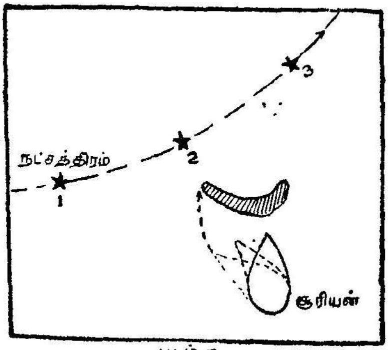
கோள் பிறப்புக்கொள்கை (Planetesimal Hypothesis)

சாம்பர்லின் (Chamberlin) என்ற புவி விஞ்ஞானியும், மூல்டன் (Moulton) என்ற வானயியல் அறிஞரும் தங்களது கோள் பிறப்புக்

கொள்கையைப் பின்வருமாறு அறிவித்தனர். கோள்கள் ஒரே ஒரு நெபுலாவிலிருந்து உண்டானவையல்ல. இரண்டு நட்சத்திரங்கள் உராய்வதால் பிறந்தவை. நட்சத்திரமான சூரியனை மற்றொரு நட்சத்திரம் அணுகும்போது, சூரியனிலிருந்து 'போல்ட்'கள் என்று பெயரிடப்பட்ட பொருள்கள் வெளிவந்து, குளிர்ந்து, திடமான சிறு கோள்களாக மாறிச் சூரியனைச் சுற்றி வந்தன. சிறு கோள்கள் ஒன்றையொன்று மோதிக்கொண்டு இணைந்து பெரிய கோள்களாயின. எஞ்சியுள்ளவை திரண்டு அங்கங்கே துணைக் கோளங்களாக மாறி, கோள்களைச் சுற்றி வரலாயின.

'அலைச்சுருள்' கொள்கை (Tidal Filament Hypothesis)

ஜீன்ஸ் (Jeans), ஜெஃப்ரீஸ் (Jeffreys) என்ற இரு பௌதிக விஞ்ஞானிகள் சூரியனும், மற்றொரு நட்சத்திரமும் உராய்வதால் கோள்கள் உண்டாயின என்று ஒப்புக்கொள்கின்றனர். ஆனால், கோள்கள் பிறக்கும் முறையில் புதிய கருத்துகளை தெரிவித்திருக்கிறார்கள். படத்தில் (படம்-2) காட்டியபடி நட்சத்திரம் சூரியனை அணுகி விலகும்போது சூரியனிடமிருந்து நீண்டு நடுவில் பருத்து, முனைகளில் சிறுத்த ஒரு வாயுச் சுருள் பிரிந்து, பின் குளிர்ந்து கோளங்களாக மாறினதாம். இக்கொள்கை கோள்களின் இன்றைய கனப் பரிமாணங்களைச் சரியாகக் காட்டுகிறது.



படம்-2

'தூசி-மேகக்' கொள்கை (Dust-cloud Hypothesis)

வைசாகர் (Weizsarker), ச்மிட் (Schmidt) என்ற விஞ்ஞானிகள் நட்சத்திர மண்டலத்தில் சூரியனைச் சுற்றி ஓர் அடர்த்தியான தூசி மேகம் படர்ந்ததாகவும், அம் மேகப் படலத்திலிருந்து கோள்கள் உருவெடுத்தன என்றும் நம்புகிறார்கள். அவர்கள் தூசி மேகத்தின் பல்வேறு பௌதிக ரசாயன குணங்களை ஆதாரமாகக்கொண்டு தங்கள் கொள்கைகளை விவரமாக வெளியிட்டுள்ளனர்.

வளி அல்லது வாயு மண்டலம் (Atmosphere)

பூமியின் பிறப்பைப்பற்றின குறிப்புகளை இதுவரை அறிந்தோம். இனி, பூமியின் மேற்கோளமான வளி அல்லது வாயு

மண்டலத்தை ஆராய்வோம். இம் மண்டலம் பூமியின் நிலக்கோளத்திற்குமேல் சுமார் 21,000 மைல்கள் பரவியிருக்கிறது. நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், கரியமிலவாயு, இவைகளின் கலவையைத் தவிர, ஆர்க்கான், ஈரம், தூசி, தாவரங்களின் மகரந்தப்பொடி முதலியனவும் உள்ள காற்று இம் மண்டலத்திலுள்ளது. ஆனால், சுமார் 10 மைல் உயரம் வரைக்கும் உள்ள மாறன் மண்டலம் (Troposphere) என்ற பாகத்தில் வளி மண்டலத்தின் காற்றின் 75 சதவிகிதம் உள்ளது. காற்று (Air) அசையும்பொழுது வீசும் காற்று (Wind) எனப்படுகிறது. எங்கெல்லாம் பூமியின் நிலப் பாகம் இவ் வளி மண்டலத்தை நோக்கி இருக்கிறதோ அங்கெல்லாம் பூமியின் மேல்பாகத்தில் தெரியும் பாறைகள் வளி மண்டலத்தின் காலநிலையால் பாதிக்கப்பட்டுத் துண்டு துண்டுகளாக (fragments) பிரிவுபட்டு, முறிந்து, மண்களாக மாறுகின்றன. இம் மாறுதல்களுக்குப் பாறைச் சிதைவு (Weathering) அல்லது வானிலைச் சிதைவு என்பது பெயர்.

பாறைகளின் சிதைவு

பாறைகளின் சிதைவில் இரு வழிகள் உள்ளன. ஒன்று, பெரும் பாறை சிறு கற்களாக மாறி, பின்னர் இன்னும் சிறிய மண்களாக (Soils) மாறுதல். மற்றொன்று, பாறைகளின் சில கனியங்கள் காற்றிலும், மழை நீரிலும் பட்டு, ரசாயன மாறுதல்கள் அடைந்து, கனியத்தின் ஒரு பகுதி நீரில் கரைந்துபோவதும், கரையாப்பகுதி சிதைவுறும் பாறையில் தங்கிவிடுவதும் உண்டு. முதல் வகைச் சிதைவைப் 'பௌதிகப் பாறைச் சிதைவு' (Physical Weathering) என்றும், இரண்டாவது வகைப் பாறைச் சிதைவை 'ரசாயனச் சிதைவு' (Chemical Weathering) என்றும் கூறுவர்.

பௌதிகப் பாறைச் சிதைவு (Physical Weathering) எவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதை இனிப் பார்ப்போம். வெப்பநிலை மாறுதல்கள், காற்று, மழை, உறைபனி இவைகள்தாம் பெரும்பாலும் இச்சிதைவை உண்டாக்குகின்றன. பகல் நேரங்களில் சூரியனுடைய கிரணங்கள் பாறைகளின் வெளித்தெரியும் பாகங்களில் படும் பொழுது சூடேறிப் பாறைகளின் அப் பாகங்கள் விரிகின்றன. அப் பொழுது பாறைகளின் உட்பாகங்கள் அவ்வளவு சூடாக இருக்க மாட்டா. எனவே, அப் பாகங்களின் விரிவு குறைவாக இருக்கும். பாறைகளின் வெவ்வேறு பாகங்கள் வெவ்வேறு அளவில் விரிவதால் பாறைகள் வலிவு இழக்கின்றன. இரவு நேரங்களில் பாறைகளிலிருந்து சூடு வெளியேறுவதால் பாறைகள் சுருங்குகின்றன. இச் சுருக்கமும் வெளி உட்பாகங்களில் மாறுபடுகிறது. இவ்வாறு அடிக்கடி விரிந்து சுருங்குவதால், பாறைகள் உதிருகின்றன.

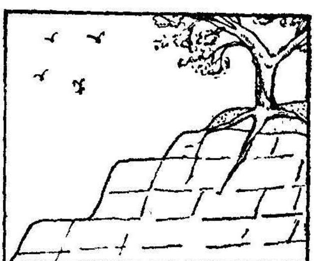
பாறைகள் உதிர உதிர, உட்பாகங்கள் இக் காலநிலை மாறுதல்களுக்கு இலக்காகின்றன. இவ்விதமாகப் பாறைச் சிதைவு இடைவிடாமல் இயற்கையில் நடந்துவருகிறது.

வீசும் காற்றின் (wind) வேகம் அமைதியான நிலையிலிருந்து சுமார் மணிக்கு 272 மைல்கள் வரை போகும். வளிமண்டலத்தில் உள்ள பாகங்களில் அமுக்கங்களின் மாறுதல்கள் இதற்குக் காரணம். வீசும் காற்றில் மிதந்துவரும் பொடிக்கற்களும் தூசியும் பாறைகளின் மேற்பரப்பை நெருடுகின்றன. இதனால், பாறைகள் தேய்கின்றன.

மழை பலமாக அடிக்கும்பொழுது அவ் வேகம் தாங்கமுடியாமலும், ஏற்கெனவே மற்றக் காரணங்களால் வலிவு இழந்திருக்கும் பாறைகள் எளிதில் சிதைவடைகின்றன. ஆயினும், ரசாயனப் பாறைச்சிதைவில்தான் மழை நீர் நிறையப் பங்குகொள்கிறது.

குளிர் நாடுகளில் பாறைகளின் கீரல்களிலும் (fissures), மூட்டுகளிலும் (joints), மற்றத் துவாரங்களிலும் (openings) செல்லும் நீர் உறைந்து உறைபனி (Frost) ஆகிறது. நீர் பனிக்கட்டியாக மாறும்பொழுது அதன் பரிமாணம் 10 சதவிகிதம் அதிகமாகிறது. 'பெருக்கும்' உறைபனி, பாறைகளின் உட்சுவர்களை அழுத்தி, அவைகளை உடைக்கின்றது.

மேலே கூறப்பட்ட வளிமண்டலத்துச் சாதனைகளைத் தவிர, மரங்களின் வேர்கள், மண் புழுக்கள் முதலியனவும் பாறைச் சிதைவிற்கு உதவியாக இருக்கின்றன. பாறைகளின் இடுக்குகளிலும் பிளவுகளிலும் வேர்கள் சென்று (படம்-3) பாறைச் சுவர்களை அழுத்துகின்றன. பாறைகள் உடைந்து சிதைய இச் செய்கை பெரிதும் பயன்படுகிறது. மண் புழுக்கள் சிறிது சிதைந்த பாறைகளைக் குடைந்து, அவை இலகுவில் அகற்றப் படுவதற்கு உதவுகின்றன.


படம்-3
பாறைச் சிதைவில் வேர்களின் பங்கு

ரசாயன பாறைச் சிதைவு

காற்றும் மழைநீரும் பாறைகளின்மீது படும்பொழுது காற்றிலுள்ள பிராணவாயு, மழை நீரில் கரைந்துள்ள கரியமிலவாயு, மற்றும் மக்கிப்போன இலைகள்மீது பட்டுவருவதால், ஏற்படும் அங்கக அமிலங்கள் (organic acids)—இவை கனியங்களின் ரசாயன

அமைப்பைக் குலைத்துவிடுகின்றன. உப்புப் பாறைகள் நீரில் கரைகின்றன. கரியமிலவாயு கரைந்த நீரில் சுண்ணும்புக் கற்கள் கரைகின்றன. கிரானைட் போன்ற பாறைகளில் உள்ள 'சிலிகேட்' கனியங்களும் நீரில் கரைந்த கரியமில வாயுவினுல் ரசாயன மாறுதல்கள் அடைகின்றன. கடினமான 'ஃபெல்ஸ்பார்' (Felspar) (என்ற கனியம்) கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சமன்பாட்டின்படி (equation)

சமன்பாடு

பெல்ஸ்பார் + நீர் + கரியமிலவாயு =
வெள்ளைக் களிமண் (Kaolin) + குவார்ட்ஸ் +
பொட்டாசிய கார்பனேட்.

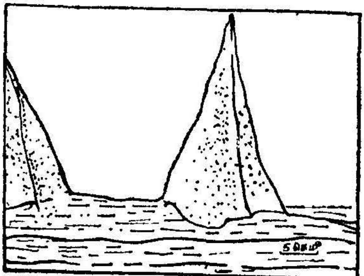
மிருதுவான வெள்ளைக் களிமண்ணுக மாறுகிறது.

இரும்பு கலந்த கனியங்கள் பிராணவாயுவுடன் எளிதில் சேர்ந்து பழுப்பு நிறமான 'ஆக்ஸைடு'களாக மாறுகின்றன. படிகக் கல் அல்லது குவார்ட்ஸ் என்ற கனியம்மட்டும் எவ்வித மாறுதலும் அடைவதில்லை. பாறைகளின் பல கனியங்கள் ரசாயன மாறுதல்களுக்குட்பட்டு, பௌதிகக் குணங்களிலும் வேறுபட்டு, மழைநீரில் கரைந்தோ அல்லது மழைநீரால் அடித்துக்கொண்டோ போகப்படுகின்றன. எஞ்சிய கனியங்கள் பாறைகளின் மேற்பரப்பில் மண்களாகவும், நிலப் போர்வைகளாகவும் காணப்படுகின்றன. பாறைகளின் சிதைவை, கற்களாலான கட்டடங்களையும், கல்லறைகளையும் ஆராயுங்கால் நன்கு தெரிந்துகொள்கிறோம். கல்லறைகளில் சலவைக் கற்களில் செதுக்கப்பட்ட கல்வெட்டுகள் நாளடைவில் மழுங்கிப்போகின்றன. தாஜ்மஹாலின் வெளிப்புறக் கட்டட முகப்பில் சலவைக் கற்கள் புதுப்பிக்கப்பட்டு வருவதை நாம் அறிந்ததே. இவை யெல்லாம் வானிலைச் சிதைவின் விளைவுகளைக் காட்டுகின்றன.

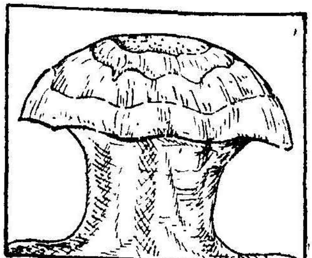
வானிலைச் சிதைவினுல் ஏற்படும் தனிப்பட்ட நில உருவங்கள் (Land forms)

மலை மேடுகள், கிளைக்குன்றுகள், பள்ளத்தாக்குகள், மலை இடுக்குகள் போன்ற மேடு பள்ளங்களைக் கொண்ட பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு வானிலைச் சிதைவு பெரிதும் காரணமாகிறது. கோபுரங்கள் போலவும், தூண்கள் போலவும், பலவிடங்களில் பாறைகள் தனித்து நிற்பதைப் பார்க்கலாம் (படம்-4). அவ்வண்ணம் தெரிபவை கடினமான பாறைகள். அவைகளைச் சுற்றியுள்ள பாகங்களிலுள்ளவை மெதுவான களிமண் வகைகள். காளான்கள் வடிவங்களுடன்

எகிப்து போன்ற இடங்களில் சிதைவை எதிர்க்கும் பாறைகள் 'காளான் பாறைகள்' (Mushroom Rocks) எனப்படுகிறது (படம்-5). தவிர, பல இடங்களில் சிதைவில் எஞ்சிய திரண்ட

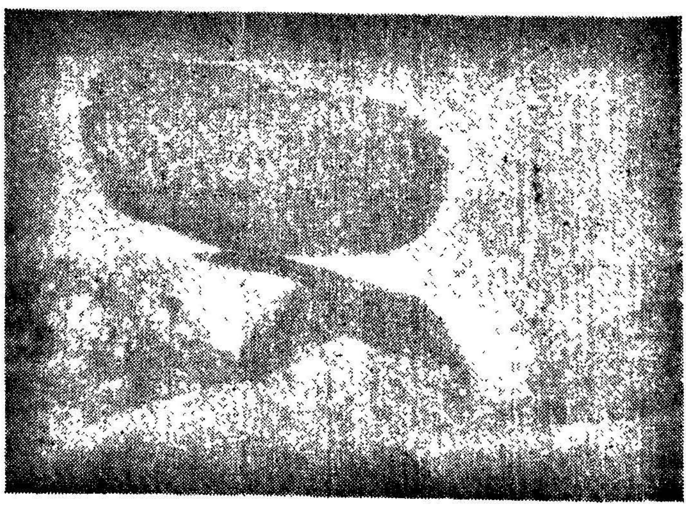


படம்-4
ஜங்கேரியா பாலைவனத்து ஊசிக் கோபுரங்கள்



படம்-5
காளான் பாறை

பாறைகள் மலை உச்சிகளிலோ, சரிவுகளிலோ 'வந்து தங்கிய (Perched Boulders) கற்களாக' (படம்-6) காட்சியளிக்கின்றன.



படம்-6

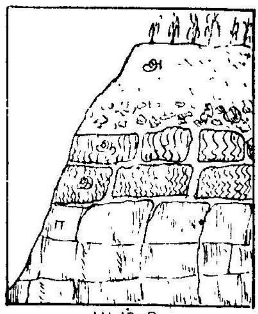
இவ்வாறு பல்வேறு உருவங்களைக் கொண்ட சிற்பங்களைத் தவிர, மலைச் சரிவுகளில் உள்ள பாறைகளில் பல உருவுள்ள பள்ளங்களையும் காணலாம் (படம்-7). தேன் கூடுகளைப் போன்ற அமைப்பை உடைய பள்ளங்களும், குழாய்கள் போன்ற உருவுள்ள பள்ளங்களும் வானிலைச் சிதைவில் உண்டாகின்றன.

வானிலைச் சிதைவில் உண்டாகும் இயற்கைப் பொருள்கள்

1. மண் வகைகள்

சாதாரணமாக பூமியின்கண் காணப்படும் மண்கள் எல்லாம் பாறைச் சிதைவினால் உண்டானவையே 'கல் தோன்றி மண் தோன்றாக் காலம்' என்பதன் பொருளும் அஃதேயாம். வானிலைச் சிதைவடையும் பாறைகளிருப்பிடம் சென்று பார்த்தால், படத்தில் காட்டியபடி (படம்-8) மேல் பாகத்தில் மண் (soil) காணப்படுகிறது. மண்ணுள்ள பாகத்தின் கீழ் உள்ள 'அடிமண்' (subsoil) பகுதியில், மண்ணுடன் பொடிக் கற்களும் கலந்திருக்கின்றன. அடிமண்ணின் கீழ் மக்கின பாறையும் (Mantle), அதனடியில் கடினமான பாறையும்

படம்-7



படம்-8
கல்லிலிருந்து மண் தோன்றல்

காணப்படுகின்றன. கீழிருந்து மேலே போகப் போக, பாறைகள் மக்கிப் போயும் உடைபட்டும் காணப்படுகின்றன. இப் பகுதிகளில் மரம் செடிகளின் வேர்கள் பின்னிக் கிடக்கின்றன. மண்ணுள்ள பாகத்தின் மேல் பகுதிகளில் மக்கிப்போன, அழுகின தாவரப் பொருள்கள் (humus) மண்ணுடன் இரண்டறக் கலந்திருக்கின்றன. களிமண், செம்மண், 'லோம்' போன்ற பல மண் வகைகள் உள்ளன.

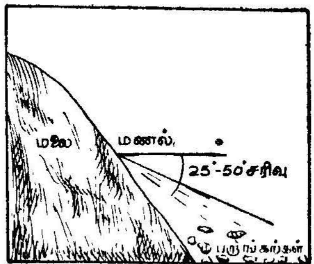
உழவுத் தொழிலுக்கு அவசியமான மண்கள் உண்டாவது வானிலைச் சிதைவினால் என்று அறியும்பொழுது, இயற்கையின் கருணையை நாம் நன்கு உணர்கிறோம்.

2. கழிவு மேடுகள் (அல்லது) உடைகற்குவைகள் (Talus, Scree)

குன்றுகளின் பாறைகள் வானிலைச் சிதைவினால் பாதிக்கப்பட்டுக் கழிவுப் பொருள்கள்—மண், பொடிக்கற்கள் முதலியன—குன்றுகளின் அடிவாரங்களில் மேடுகளாகக் குவிக்கப்படுகின்றன. சரிவாக அமைந்துள்ள இச்சரிவுகளின் கோணங்கள் 30°—35° ஆகும் (படம்-9).

3. பாலைவன வார்னிஷ் (Desert Varnish)

பழுப்பு அல்லது கருநிறமுள்ள தகடு போன்ற படிவுகள் பாலைவன நிலங்களில் உண்டாகின்றன. நிலத்தின் அடியில் பாயும் நீர் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு வருகிறது. அந்நீரில் கரைந்துள்ள இரும்பு, மாங்கனீஸ், 'சிலிகான்' போன்ற மூலங்களின் உப்புகள் நீராவியாகும்பொழுது பூமியின் மேற்பரப்பில் ஒரு மெல்லிய தகடாகப் படிந்துவிடுகின்றன. இவ்வுப்புப் போர்வையைப் 'பாலைவன வார்னிஷ்' என அழைக்கின்றனர்.



படம் - 9
பாறைக் கற்கள்

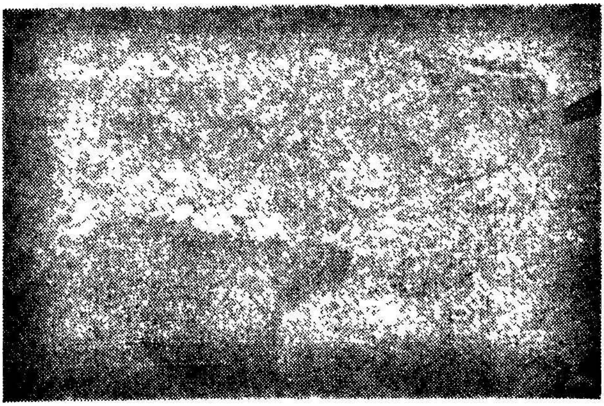
4. தோடுரிதல் அல்லது பொறை நீங்குதல் (Exfoliation)

பாறைகள் சிதைவில் கனியங்கள் மாத்திரம் ஒன்றையொன்று பிரிந்து போவதில்லை. பாறைகளில் காணப்படும் மூட்டுகள் (joints) இச்சிதைவின் அமைப்பைப் பாதிக்கின்றன. சிலவிடங்களில் பாறையின் வெளிப்புறங்கள் காலநிலையால் பாதிக்கப்பட்டுத் தோலுரிவதுபோல உடைகின்றன. இதைப் பொறை நீங்குதல் என்பர்.

5. பொறைவிட்டுச் சிதைதல் (Spheroidal Weathering)

ரசாயனச் சிதைவின் விளைவினால், ஒவ்வொரு மூட்டுப் பாகத்திலும் பாறையின் வெளிப்புறத்தின் ஒரு பகுதி தகடாக உடைகிறது. பின்னர், இதே போன்ற பல தகடுகளாகப் பாறை விடுபடுகிறது. இந்நிகழ்ச்சி தொடர்ச்சியாக இருப்பதால், வெங்காயத்தின் பல

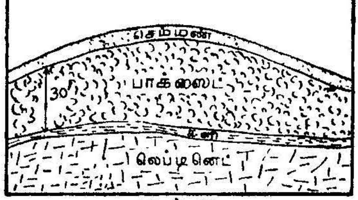
தோடுகளைப் போன்று பாறைகள் காட்சியளிக்கின்றன (படம்-10). இவ்வமைப்பைப் பல்லாவரம் குன்றுகளிலுள்ள 'சார்னகைட்' என்ற பாறைகளில் காணலாம். இதைப் பேர்றைவிட்டுச் சிதைதல் (Spheroidal Weathering) என்பர்.



படம்-10

6. செம்மண் (Laterite), பாக்ஸைட் (Bauxite)

செம்மண், பாக்ஸைட் போன்ற நிலப் பொருள்கள் அலுமினியம் கலந்துள்ள கனியங்களாலான பாறைகளின் வானிலைச் சிதைவால் உண்டாகின்றன. மாத வெப்ப நிலை 20° சென்டிகிரேடாகவும், ஆண்டிற்கு 65 அங்குல மழை பெய்யும் பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களின் பாறைகளிலுள்ள 'அலுமினிய சிலிகேட்' கனியங்கள் ரசாயன மாறுதல் அடைந்து 'அலுமினிய ஹைட்ராக்ஸைட்' அல்லது 'பாக்ஸைட்' ஆகவும், 'சிலிகா' வாகவும் பிரிந்து, 'சிலிகா' இக்கலவையிலிருந்து மழை நீரில் எடுத்துச் செல்லப்படுவதால், எஞ்சிய 'பாக்ஸைட்' பாறைமீது ஒரு தொப்பி போன்று காட்சியளிக்கிறது. சேலம் மாவட்டத்து ஏற்காடு சேர்வராயன் மலைகளில் 'லெப்டினைட்' என்ற பாறைமீது படிந்திருக்கும் 'பாக்ஸைட்'டின் அமைப்பைப் படத்தில் (படம்-11) பார்க்கலாம்.



படம்-11
சேர்வராயன் மலையில் 'பாக்ஸைட்'டின் வெட்டு முகத் தோற்றம்

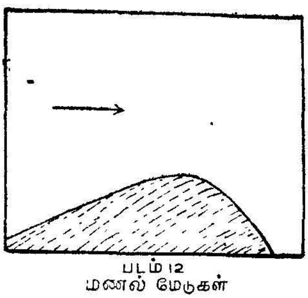
7. நிலச்சரிவுகள் (Landslides)

நிலச்சரிவுகள் மலைச்சாரல்களில் ஏற்படுவதற்கும் வானிலைச் சிதைவே காரணம். கடினமான பாறைகளின் மேல்பாகம் சிதைந்து, பலமற்று இருப்பதால், மழையின் வேகத்திலும், பூமியின் ஈர்ப்பினாலும், சிதைந்த பாகங்கள் சரிகின்றன. இதையே நிலச் சரிவுகள் (landslides) என்கிறோம். எனவே, வானிலைச் சிதைவு, உலகின்கண் எல்லாப் பாகங்களிலும், வெவ்வேறு வானநிலை மாறுதல்களில், வெவ்வேறு வகையான நில உருவ அமைப்பை ஏற்படுத்துகிறது என்பது தெள்ளத்தெரிகிறது.

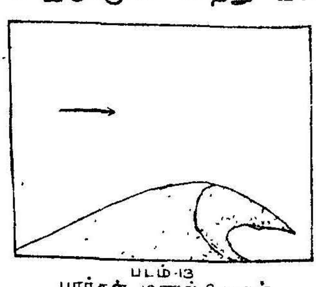
வீசும் காற்று (Wind)

வீசும் காற்று, அதில் மிதந்து செல்லும் தூசி, புழுதி, மணல் முதலியவைகளின் உதவியால் பூமியின் மேற்பரப்பில் மாறுதல்களை ஏற்படுத்துகிறது. சைனு, தெற்கு ரஷ்யா, ஸைபீரியா முதலிய பாகங்களில் புழுதிப் புயல்கள் அதிகம். இப்புயல்களில் பெரிய பாறைக்கற்கள் பஞ்சாய்ப் பறக்கின்றன. காற்றின் வேகம் தணியும் பொழுது, புழுதி மணல் முதலியன பூமியின் மேற்பரப்பில் இறக்கப் படுகின்றன. மணல் மேடுகள் (sand dunes) இவ்விதமாக உண்டானவையே.

மணல்மேடுகள் (படம்-12) உண்டாவதற்குக் காற்று வீசும் இடங்களில் செடி, கொடிகள் தேவை. காற்றின் வேகம் குறையும் பொழுது இறக்கப்பட்ட மணற் குவியல்கள் இடம் விட்டு நகராமல் இத்தாவரங்கள் தடுக்கின்றன. சாதாரணமாக மணல் மேடுகள் 10 அடிகளிலிருந்து 400 அடிகள் வரை உயரமாயிருக்கும். பரப்பு சில சதுர அடிகளிலிருந்து பல சதுர மைல்கள் இருக்கும். காற்று வீசி வரும் பக்கம் சரிவு குறைவாக இருக்கும். காற்றில் மணற் சுமை குறைவாக இருந்தால் உண்டாகும் மணல்மேடு படத்தில் காட்டியபடி பிறைச் சந்திரனைப் போல வடிவுள்ளதாக இருக்கும். காற்று வீசி



படம் 12
மணல் மேடுகள்

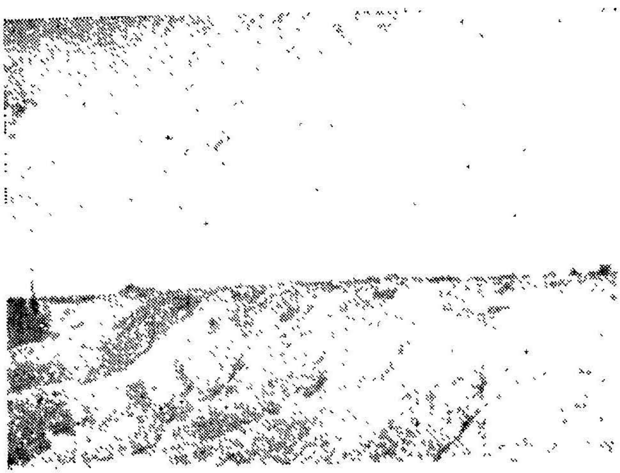


படம்-13
பார்கன் மணல் மேடுகள்

வரும் பக்கம் அதிகச் சரிவில்லாமலும், மற்றப் பக்கத்தில் இரண்டு கொம்புகள் போன்ற மணல் மேடுகள் ஒரே நிலையில் இராமல் இடம் பெயர்ந்து கொண்டிருக்கும். இவைகள் பார்க்கான்கள் (Barchanes) (படம்-13) அல்லது அசையும் பிறை உரு மணல் திட்டுகள் எனப் படுகின்றன.

லோயஸ் அல்லது காற்றடி வண்டல் (Loess)

மிகவும் பொடியான மாவு போன்று, மஞ்சள் நிறமான மணற் குவியல்கள் சைனாவில் இருக்கின்றன. இவை வீசும் காற்றினால் கொண்டு வரப்பட்டவை. 'லோயஸ்' என்றழைக்கப்படும் இப்படிவு சுமார் *400* அடி முதல் *1,000* அடி வரை உயரத்திற்குக் காணப்படு



படம்-14

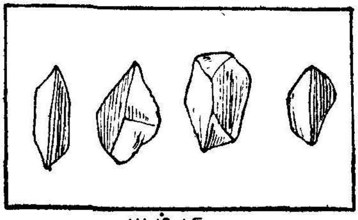
கிறது. மத்திய ஆசியாவிலிருந்து வீசும் காற்றினால் கொண்டு வரப் பட்ட பாறைச் சிதைவுப் பொருள்கள் 'லோயஸ்'ஸாகப் படிந் துள்ளன என்பது விஞ்ஞானிகளின் கருத்து.

பாழ் நிலங்கள் (Bad lands)

நல்ல மழை, காற்று இவைகளால் பாதிக்கப்படும் அதிகக் கடின மில்லாத நிலங்களில் சிறு சிறு பள்ளங்கள் நிறைய இடங்களில் வெட்டப்பட்டு, அந்நிலங்கள் ஒன்றுக்கும் உதவாத நிலையிலிருப்பதால், அவை 'பாழ் நிலங்கள்' என அழைக்கப்படுகின்றன. அவ்வித நிலங்கள் திருச்சி மாவட்டத்தில் 'காரை' என்ற கிராமத்திற்கருகே காணப்படுகின்றன (படம்-14).

வீசும் காற்றின் அரிப்பு (Wind Erosion)

வீசும் காற்றில் மிதந்து செல்லும் புழுதி, சிறு மண் முதலியன பூமியின் மேற்பாகத்தில் தெரியும் சிறு கற்களை உருட்டிச் செல்வதுடன் அவைகளின் உருவங்களைத் திருத்தி அமைக்கின்றன. இவ்வாறு திருத்தி அமைக்கப்பட்ட பல கற்கள் இரண்டு அல்லது மூன்று வழவழப்பான முகங்களை உடைத்தாயிருக்கின்றன (படம்-15).



படம்-15.

ஓடும் நீர் : ஆறுகள் (Rivers)

வளி மண்டலத்தின் வேலைகளை ஆராய்ந்தோம். வானிலைச் சிதைவில் ஏற்பட்ட சிதைவுப் பொருள்களை எடுத்துச் செல்லும் பொழுது செல்லும் பாதையிலுள்ள பாறைகளைச் 'சுரண்டி' எடுத்துச் செல்லும் வேலையை ஓடும் நீரும் பனியாறுகளும் (Glaciers) செய்கின்றன. பாயும் ஆறுகள் நிலக்கோளத்தின் மேற்பரப்பில் பல விதமான நில உருவங்களைச் சமைக்கின்றன. வளி மண்டலத்து ஈரமானது, வானம் குளிர்ந்து மழையாகப் பொழிந்து, சிறு துளி பெரு வெள்ளமாகப் பெருகுவது போல், சிறு ஓடைகள் பல சேர்ந்து பெரிய ஆறுகளாகின்றன. நதிகள் பாயும்பொழுது, பாதையில் அமைந்த பாறைகளை அரித்து, பள்ளத்தாக்குகளை உண்டுபண்ணுகின்றன. அரிக்கப்பட்ட பாறைப் பொருள்கள் நீரில் கரைந்தோ, மிதந்தோ செல்கின்றன. ஆறுகளின் அரிக்கும் திறன் நீரின் அளவையும், நீரின் வேகத்தையும், ஆறு பாயும் நிலத்தின் சரிவையும், அந்நிலத்தின் பாறை இனத்தையும் பொருத்திருக்கிறது. அதிகமான நீர், அதிகமான பாயும் வேகம், செங்குத்துச் சரிவு, மிருதுவான பாறைகள்—இவை ஆற்றின் அரிப்புத்திறனை அதிகரிக்கும்.

ஆறுகள் நிலத்தின் உயர் பகுதிகளில் உற்பத்தியாகி, சமவெளிகளில் பாய்ந்து, இறுதியில் கடலை அடைகின்றன. நிலப்பாகங்களைக் கடல் மட்டத்திற்கு அரித்துச் சமதளமாக்குவதே (peneplanation) ஆறுகளின் புவியியற் செய்கையாகும்.

ஆறுகளின் அரிப்பினால், பூமியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் நில உருவங்கள் பலவற்றுள் பக்கம் 23-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளவை முக்கியமானவை.

1. பாணைத்துவாரங்கள் அல்லது குடக் குடைவுகள் (Pot holes)
2. மலை இடுக்குகள், பள்ளத்தாக்குகள் (Canyons, Valleys).
3. அருவிகள் (Water-falls).
4. மேசை நிலம் (Mesa).
5. மொட்டைக் குன்று (Butte).
6. நீண்ட குன்றுகள் (Cuesta, Hogback).
7. மியாண்டர் (ஆற்று வளைவுகள்) (Meanders).
8. குருட்டு ஆறு (Oxbow).

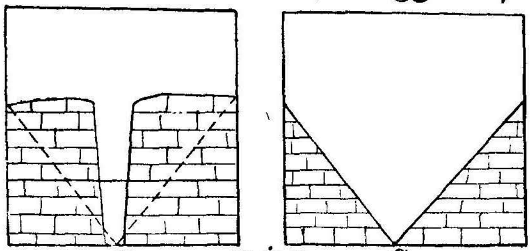
குடக்குடைவுகள்: ஆற்றின் படுகையில் ஓடும் நீரின் சுழலும் வேகத்தில், நீரில் மிதந்தும், ஆற்றினடியில் உருண்டும் செல்லும்

படம்-16

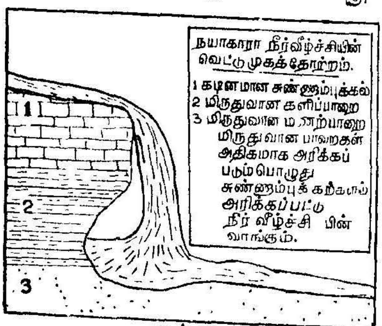
சுழாங்கற்களின் மோதலால் உண்டாகும் குழிகள் 'குடக்குடைவுகள்' எனப்படுகின்றன. ஆற்றின் கரைகளிலுள்ள பாறைச் சுவர்களில் குகைகள் போன்ற குடைவுகள் ஏற்படுவதும் உண்டு (படம்-16).

பள்ளத்தாக்குகள்: ஆறுகள் பாயும் பள்ளத்தாக்குகளின் சுவர்கள் செங்குத்தாக இருப்பின், அவை 'கான்யான்கள்' அல்லது குறுகிய பள்ளத்தாக்குகள் என்றும், மலை இடுக்குகள் என்றும் கூறப்படுகின்றன. இவைகளின் உட்சுவர்கள் சிதைவுறும் பொழுது பள்ளத்தாக்குகள் 'V' வடிவை அடைகின்றன (படம்-17).

அருவிகள்: ஓடும் நீர் நல்ல உயரத்திலிருந்து விழும்போது அருவியாகிறது. இந்நிகழ்ச்சியைக் கடினமாகவும் மிருதுவாகவும் உள்ள பாறைகள் அடுத்தடுத்து இருக்கும் இடங்களில் ஆறுகள் அமைந்திருந்தால் நாம்காணலாம் (படம்-18). பிளவுகள், மூட்டுகள் இவைகளாலும் அருவிகள் ஏற்படலாம் (படம்-19).



படம்-17



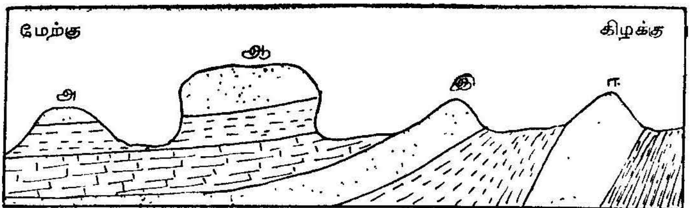
படம்-18

மேசை நிலங்கள்: சமதளமான உச்சியையுடைய குன்றுகள் மேசை நிலங்கள் எனப்படுகின்றன (படம்-20ல்-அ). ஒன்றல்லது இரண்டு மைல் விட்டத்திற்குக் குறைவாக உள்ளவை மொட்டைக் குன்றுகளாம் (படம்-20ல்-ஆ). இவை ஆறுகளின் அரிப்பில் எஞ்சிய நிலப் பாகங்கள்.

மொட்டைக் குன்றுகள், நீண்ட குன்றுகள் (Cuesta, Hogback) அடுத்தடுத்துக் கடினமான பாறைகளும் மிருதுவான பாறைகளும் அமைந்திருப்பின், ஆறுகளின் அரிப்பினால் மிருதுவான பாறைகள் சிதைவுறுகின்றன. கடினமான பாறைகள் பாறைகளின் தளவெட்டிற்கு இணையாக நீண்ட குன்றுகளாகக் காட்சியளிக்கின்றன. சுமாரான

படம்-19

சாய்மானமுள்ள அடுக்குப் பாறைகளில் குவெஸ்டா (Cuesta) என்ற நீண்ட குன்று உருவாகிறது (படம்-20ல்-இ). இதில் ஒரு பக்கம் அதிகச் சரிவும் (escarpment), மற்றொரு பக்கம் பாறைகளின் சாய்மானத்திற்கு இணையான சரிவும் (dipslope) அமைந்துள்ளதைப் பார்க்கலாம். பாறைகளின் சாய்மானம் அதிகமாக இருப்பின், இரண்டு பக்கங்களிலும் செங்குத்தான

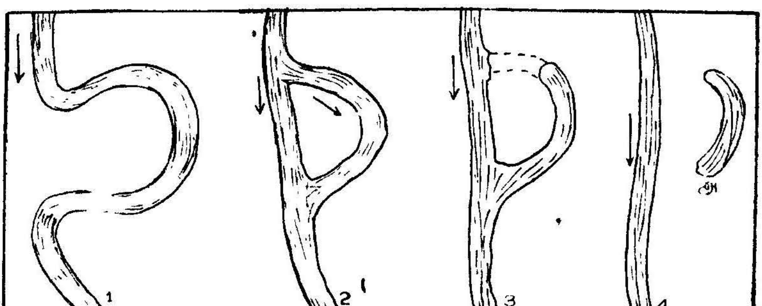


படம்-20
அ-மொட்டைக்குன்று ஆ-மேசைநிலம். இ,ஈ-நீண்ட குன்றுகள்.

சரிவுகள் உள்ள ஹாக்பாக் (Hogback) (படம்-20ல்-ஈ) என்ற நில உருவம் ஏற்படுகிறது.

மியாண்டர்கள்: கடல் அடையும் இடங்களில் சுமக்க முடியாத பாறைக் கழிவுகளை எடுத்து வரும் ஆறுகளின் பாதைகள் வளைந்து செல்கின்றன (படம்-21ல்-1). இவ்வளைவுகள் 'மியாண்டர்' களாகும்.

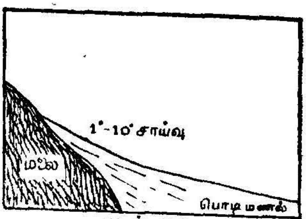
குருட்டு ஆறுகள்: மியாண்டர்களில் திடீரென நீர்ப்பெருக்கு எடுத்தால் துண்டிக்கப்பட்ட ஆற்று வளைவுகள் படத்தில் காட்டியபடி ஏரிகளாகத் தேங்கும். இவை குருட்டு ஆறுகளெனப்படும் (படம்-21ல்-2, 3, 4).



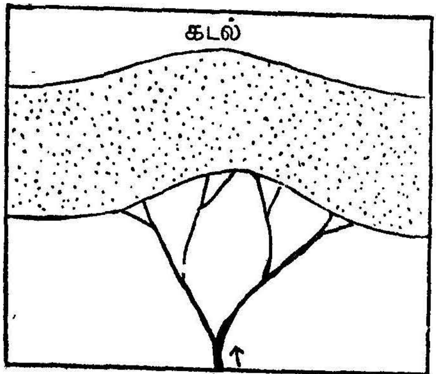
படம்-21
1. மியாண்டர் 2,3,4 குருட்டு ஆறு (OXBOW) 'அ' உண்டாகும் பலபடிகளை விளக்குகின்றன.

ஆறுகளின் படிவுகள் (River Deposits)

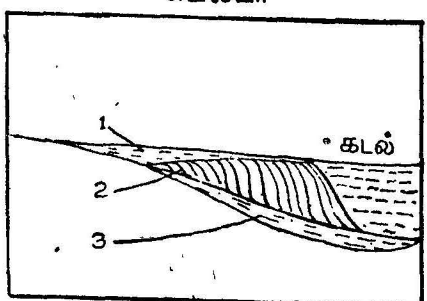
ஆற்று நீரை ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் சிறிது நேரம் வைத்திருந்தால், பாத்திரத்தினடியில் வண்டல் மண் படிவதைப் பார்க்கிறோம். ஆற்றின் வேகம் குறையும் பொழுதும், அடித்துச் செல்லப் படும் வண்டல் மண் திட்டாகப் படிகிறது. மலைப் பாகங்களிலிருந்து சமவெளிக்கு இறங்கும் இடங்களில் 'வண்டல் விசிறி'களும் (alluvial fans) (படம்-22), சமவெளிகளில் வண்டல் சமவெளிகளும் (alluvial plains) உண்டாகின்றன.



படம் 22
வண்டல் விசிறி



படம்-23
டெல்டா

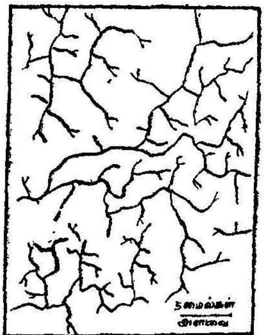


படம்-24
1.மேலிட்ட, 2முன்னிட்ட 3.கீழிட்ட டெல்டா படிவுகள்

படிவுகள் படிதலால் ஏற்படும் பாகங்களில் டெல்டா (Delta) முக்கியமாகும். படத்திற்காட்டியபடி (படம்-23) ஆறுகள் கடலுடன் சேருமிடங்களில் முக்கோண வடிவுகளுடன் டெல்டாக்கள் காணப்படுகின்றன. குறுக்கு வெட்டாக (படம்-24) டெல்டாவின் அமைப்பைக் காட்டுகிறது. கீழிருந்து மேலாகக் கீழிட்ட டெல்டா முகப் படிவுகள் (bottomset beds), முன்னிட்ட டெல்டாமுகப் படிவுகள் (forset beds), மேலிட்ட டெல்டாமுகப் படிவுகள் (topset beds) என்ற மூன்று வகைப் படிவுகளைக் காணலாம். சிந்து, கங்கை, நைல், போ, மிசிசிபி என்ற ஆறுகளின் டெல்டாக்கள் அதிக விசாலமானவை.

ஆறுகளின் அமைப்புகள் (Drainage Patterns)

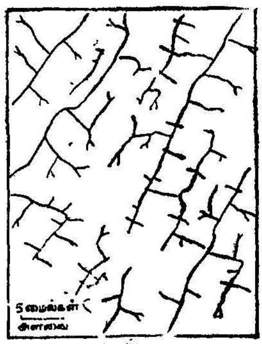
பூமியின் மேற்பரப்பில் நீரோடைகள் (Streams), ஆறுகள், கிளை ஆறுகள் இவைகளின் அமைப்பு முறைகளுக்கும், பூமியின் கீழே உள்ள பாறைகளின் அமைப்பிற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதைப் பார்க்கிறோம்.



படம்-25

ஆறுகள் பாயுமிடங்களின் பாறைகள் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்தவைகளாக இருந்தால் 'பின்னல் கொடி' போன்ற நீரோட்ட அமைப்பு முறையைக் காண்கிறோம் (படம்-25) (Trellis Drainage).

அடுத்தடுத்துக் கடினமாகவும் மிருதுவாகவும் உள்ள பாறைகளிருப்பின், பூமியின்கண் நீரோட்ட அமைப்பு முறை செவ்வக வாட்டமாக இருக்கிறது (Rectilinear Drainage) (படம்-26). தமிழ்நாட்டில் சேலம் மாவட்டத்தில் சங்ககிரி துர்க்கம் என்ற விடத்தைச் சுற்றிலும் சுமார் 50 சதுரமைல் பரப்புள்ள இடங்களை ஆராய்ந்து, பாறைகளின் சாய்மானங்களை அளந்து, இந்நூலாசிரியர் அப்பாறைகளின் அமைப்பு முறையை விளக்கும் 'புவி அமைப்பு இயல் மேப்பு' (Geological Map) ஒன்றைத் தயாரித்துள்ளார் (படம்-27).

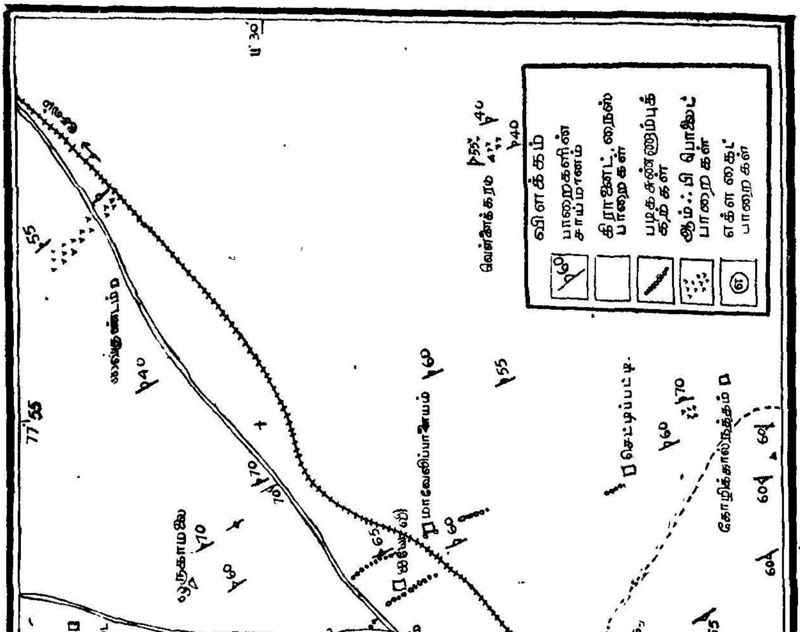


படம்-26

அரசாங்கச் சர்வே தயாரித்துள்ள இடவிவர மேப்பைக் (Topographic Map) (படம்-28) கவனிக்கும்பொழுது படத்திலுள்ள நீரோடைகள் (streams) படத்தின் மையமான இடத்திலிருந்து, அதாவது சங்ககிரி மலைப்பாகத்திலிருந்து பல திசைகளில் பாய்வதைப் பார்க்கிறோம். அதே திசைகளில் பாறைகளின் சாய்மானங்களும் (dips) இருக்கின்றன. இவ்வகை வடிகாலை ஆரை வடிகால் (Radial Drainage) எனக்கூறுவர். பாறைகளின் டோம் மடிப்பு இவ்விதமான வடிகாலுக்குக் காரணம் என்பது இவ்வெடுத்துக் காட்டிலிருந்து நன்கு புலனாகிறது.

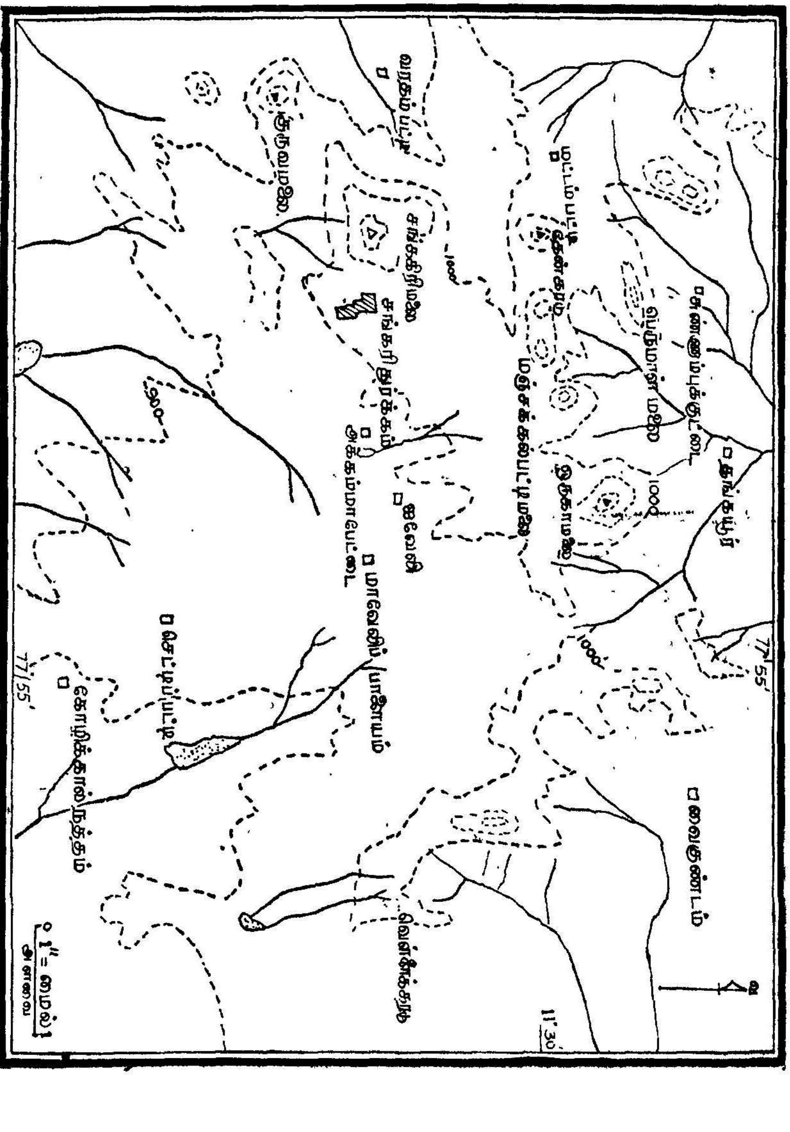
பனியாறுகள் (Glaciers)

பெரும் பனிக்கட்டிகள் ஊர்ந்து செல்லுதலைப் பனியாறுகள் என்பர். இவைகளை இமயமலை போன்ற மிக மிக உயரமான மலைச் சாரல்களிலும், பூமியின் கிரீன்லாந்து, அண்டார்டிகா போன்ற வடக்கு தெற்குத் துருவப் பிரதேசங்களிலும் காணலாம். பனியாறுகளில் மூன்று வகைகள் உள்ளன. பள்ளத்தாக்குப் பனியாறுகள்



படம்-27

(Valley Glaciers) என்பவை மலைச்சரிவுகளிலும் பள்ளத்தாக்குகளிலும் உள்ளன. பனி விரிப்புகள் (Ice Sheets) என்பவை கிரீன்லாந்து போன்ற இடங்களில் பெரிய பீடபூமி பாகங்களில் பரவியுள்ளன. சில்லி (Chile), அலாஸ்கா போன்ற பாகங்களில் மேற்கூறப்பட்ட இரண்டு வகைகளும் சேருகின்றன. அப்படிப்பட்டவை 'பீட்மான்ட்' அல்லது மலையடிப் (Piedmont Glaciers) பனியாறுகள்



படம்-28

எனப்படுகின்றன. நிலத்தின்மீது படிந்து நகரும் பனியாறுகள் உடைந்து பெரும் பனிக்கற்களாக (Icebergs) கடல் பாகங்களில் மிதப்பதும் உண்டு.

பனியாறுகளின் அரிப்பு வேலைகள்

பனியாறுகளின் அரிப்பில் ஏற்படும் பல நில உருவங்களாவன:

1. 'சர்க்' அல்லது 'வளைவுத் தொட்டி'கள் (Cirques).
2. 'U' வடிவான பள்ளத்தாக்குகள்.
3. தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகள் (Hanging Valleys).
4. 'பியர்ட்' கடற்கரைகள் (Fiords).
5. 'ரோசிஸ் மவுட்டனிகள்' என்ற கூட்டப் பாறைகள் (Roches Moutonnes).

பனியாறுகளின் அரிப்பில் சிதைந்து உண்டாகும் பாறைக் 'கூளங்கள்' பனியாறுகளால் இழுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவ்விதமாக எடுத்துச் செல்லப்படும் பொருள்கள், பனி ஆறுகள் உருகுமிடத்துப் பூமியின் மேற்பரப்பில் குவிந்து பல வடிவங்களடைகின்றன. அவை பின்வருமாறு:

1. நீளக் குன்றுகள் அல்லது டிரம்லின்கள் (Drumlins).
2. நீண்ட பாறைக்குன்று (Esker), படிவுத்திட்டை (Kame).
3. பனிக்கட்டியாற்றுப் படிவுகள் (Moraines) அல்லது மொரைன்கள்.

'சர்க்கு'கள் (Cirques)

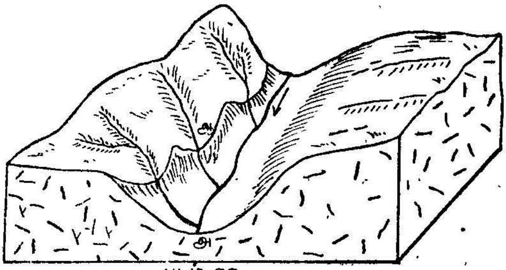
மலை உயரங்களில் பனியாறுகளின் அரிப்பால் பெரிய தொட்டிகளாக வெட்டப்படும் படிகங்கள் 'சர்க்கு'களாகும். பனி ஆறுகள் உருகி 'சர்க்குகள்' பின்னர் ஏரிகளாகக் காட்சியளிப்பதும் உண்டு.

'U' வடிவப் பள்ளத்தாக்குகள் ('U' Shaped Valleys)

ஆறுகள் செல்லும் பள்ளத்தாக்குகள் குறுக்கு வெட்டாக 'V' வடிவுடன் இருக்கும். பனியாறுகள் இவைகளில் போகும் பொழுது, பக்கத்துவாட்டமாக அரிப்பு அதிகமாக இருப்பதால், (பக்கத்து வாட்டமாகவும், அடிப்பாகத்திலும் பனியாற்றின் ஓடும் வேகம் அதிகம்) படத்திற்காட்டியபடி 'V' பள்ளத்தாக்கு 'U' வடிவமடைகிறது (படம்-29).

தொங்கும் பள்ளத்தாக்குள் (Hanging Valleys)

ஆறுகளில் கிளையாறுகள் சேரும் பொழுது, பிரதான ஆறுகளில் பனியாறுகள் வேலை செய்யுமாதலால், அவ்வாறுகளின் வடிவுகள் 'U'



படம்-29
அ. ப வடிவப் பள்ளத்தாக்கு
ஆ. தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு

ஆகின்றன. எனவே, கிளையாறுகள் பிரதான ஆறுகளை அதிக உயரமான இடங்களில் சேருகின்றன. அப்போது கிளையாறுகள் தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகளாகின்றன (படம்-29).

பியர்டுகள் (Fiords)

பூமியின் 49 வடக்கு அட்சரேகைக்கும், 41 தெற்கு அட்சரேகைக்கும் இடையில் உள்ள பாகங்களின் மேற்குக் கடற்கரை ஓரங்கள் பல செங்குத்தான சுவர்களையுடைய வளைவுகளுடன் காணப்படுகின்றன. இவ்விடுக்குகள் பனியாறுகளால் செதுக்கப் பட்டவைகளென நம்பப்படுகின்றன. நார்வே, தென் அமெரிக்காவின் சில்லியின் கடற்கரைப் பாகங்கள் தகுந்த எடுத்துக்காட்டுகள்.

ரோசிஸ் மவுட்டனிகள் (Roches Moutonnes)

பனியாறுகளின் அரிப்பில் எஞ்சிய பாறைகளை அதிக உயரங்களிலிருந்து காணுங்கால், ஆடுகளின் முதுகுகளைப் போன்று

படம்-30

தெரிகின்றன. இவைகள் 'ரோசிஸ் மவுட்டனிகள்' எனப்படுகின்றன (படம்-30).

மொரைன்கள் (Moraines)

பனியாறுகள் உருகியபின் அவைகள் விட்டுச்செல்லும் கற்குவியல்கள் 'மொரைன்'கள் எனப்படுகின்றன. இவை பனி யாறுகளின் பக்கவாட்டமாகவும் (lateral) (படம்-31ல்-அ), மற்றும் அவைகளின் எல்லை வட்டாரங்களிலும் (terminal) (படம்-31ல்-ஆ) காணப்படுகின்றன.

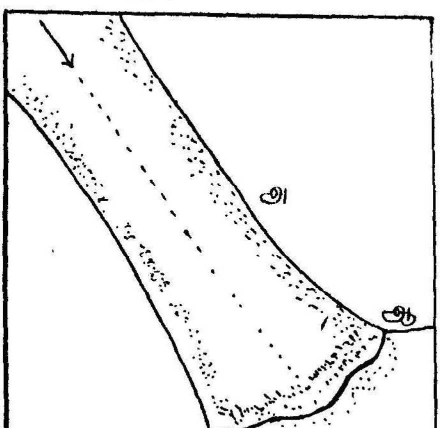
'டிரம்லின்கள்' (Drumlins)

பனியாறுகளால் எடுத்துச் செல்லப்படும் கழிவுப் பொருள்கள் (drifts) படிந்து, அநேக முட்டைவடிவமான சிறு குன்றுகளாகக் காட்சியளிக்கின்றன. இவைகள் 'டிரம்லின்கள்' எனப்படுகின்றன (படம்-32).

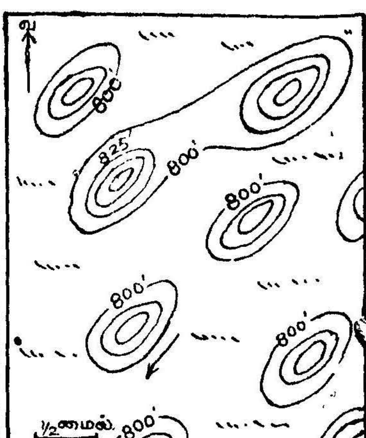
'எஸ்கர்'கள், கேம்கள் (Eskers and Kames, படம்-33).

பனியாறுகளின் ஊடே நீளவசமாகப் பல நீரோடைகள் உள்ளன. இவைகள் அடித்துச் செல்லும் கூழாங்கற்கள் போன்றவை படிந்து, நேரான நீளமான கூழங்கற் குவியல்களாகக் காணப்படு கின்றன. இவையே 'எஸ்கர்கள்' எனப்படுகின்றன.

பனியாறுகளின் எல்லைப்புறங்களில் பனி உருகி ஓடும் நீரோடைகளிலிருந்து படியும் மண், கூழாங்கற்கள் முதலியன 'கேம்கள்' எனப்படுகின்றன. எஸ்கர், கேம் இவ்விரண்டிலும்

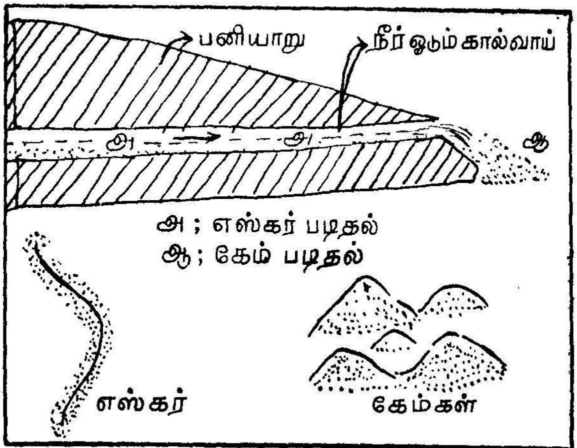


படம்-31
(அ,ஆ) பனியாறும், மொரைன்களின் இருப்பிடங்களும்.



படம்-32
டிரம்லின்கள் அமைந்த நிலப்பாகம் இட விவரப் படம்.

அதிகப் பெரிய கூழாங்கற்கள் கீழும், பொடி மணல்கள் மேலாகவும் அமைக்கப்பட்ட அடுக்குவரிசை உள்ளது.



படம்-33.

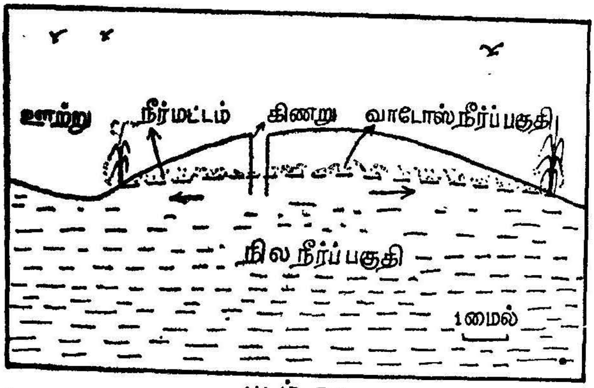
பனியாறுகளின் படிவுகளும் உறைபனி பரவுதலும்

பனியாறுகளின் அரிப்பில் ஏற்படும் படிவுகளில் பெருங்கற்கள், பொடி மணல், களிமண் முதலியன பல விகிதங்களில் கலந்திருக்கின்றன. பனியாறு ஓடுமிடங்களின் தரைப் பாகங்களின் மேற்பரப்பில் பல நேர் கோடுகள் வரிசையாக ஓடும் திசைகளில் வரையப்பட்டிருக்கின்றன (glacial strial). தவிர, சாதாரணமாக, இலகுவில் வெள்ளைக் களிமண்ணாக மாறக்கூடிய 'பெல்ஸ்பார்' கனியங்கள் பனியாற்றுக் கற்களில் மலிந்து கிடக்கின்றன. ஏனெனில், குளிர்ந்த வெப்ப நிலையில் ரசாயன வானிலைச் சிதைவு ஏற்படுவதில்லை.

இப்பொழுது நாம் காணும் இடங்களைத் தவிர, உறைபனி பரவல் (glaciation) பூமியின் வரலாற்றில் புவி அமைப்பு இயல் காலங்களில் 'ப்ளைஸ்டோசின்' (Pleistocene) என்ற காலத்திலும், 'பெர்மியன்கார்பானிபரஸ்' (Permian carboniferous) காலத்திலும் உலகின்கண் பல இடங்களில் பரவியிருந்ததாகப் பல பாறை அமைப்புகள் எடுத்துக்காட்டுகின்றன. பீஹார், ஒரிசா, ஆந்திரப் பிரதேச இராச்சியங்களிலும், மற்றும் நம் நாட்டில் நிலக்கரி அகப்படுமிடங்களின் பாறை வகைகளை ஆராயும்பொழுது, நிலக்கரி உண்டான 'கார்பானிபரஸ்' காலம் பிறக்கும் முன்பு இவ்விடங்களில் 'உறைபனிபரவல்' இருந்திருக்க வேண்டுமென்பது தெள்ளத் தெரிகிறது.

நில நீர் (Ground Water)

நிலத்தின் மீது பொழியும் மழை நீரில் மூன்றில் ஒரு பங்கு ஆறாகப் பாய்கிறது. இரண்டாவது பங்கு, ஆறு கடல் சேரும் வரை ஆவியாகி வாயு மண்டலத்தை அடைகிறது. மூன்றாவது பாகம் நிலத்தில் பாறைகளின் இடுக்குகள் வழியே நிலத்தின் கீழ்ச் செல்லுகிறது. இந்நீர் நில நீர் அல்லது அடிநில நீர் (Under Ground Water) எனப்படும். நிலத்தின் ஆழத்தில் ஒரு மட்டத்தின் கீழ் எப்பொழுதும் நில நீர் ஓடிக்கொண்டிருக்கிறது. இம்மட்டமே நில நீர்மட்டம் (Water Table) என்றழைக்கப்படுகிறது. நில நீர்



படம்-34

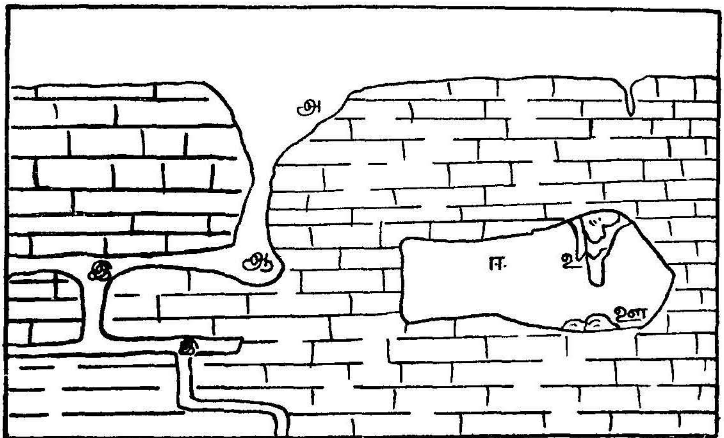
மட்டத்திற்கு அடியிலுள்ள பாகம் (Ground Water Zone) அதன் மேல் பாகத்தில் சிறிது தூரம் வரை நீர்த்திவலைகள் இருந்து கொண்டிருக்கும். இப்பாகம் 'வாடோஸ்' நீர்ப்பாகம் (Vadose Water Zone) எனப்படுகிறது. நில நீர்ப் பாகத்தில் படிதல் போன்ற ஆக்க வேலைகளும், 'வாடோஸ்' நீர்ப்பாகத்தில் அரிப்பு வேலைகளும் நடைபெறுகின்றன. நிலநீர் மட்டம் சமதளமாக இல்லாமல் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு இணையாக இருக்கும் (படம்-34).

நில நீரின் புவி அமைப்பியல் வேலைகள் (Geological Work of Ground Water)

நில நீரின் அரிப்பு வேலைகளை முக்கியமாகச் சுண்ணாம்புக் கற்கள் பரவியுள்ள இடங்களில் காணலாம். சுண்ணாம்புக் கற்கள் நில நீரினால் கரைக்கப்படுகின்றன. ஆதலால் கற்கள் கரைவதால், உறிஞ்சித்துளைகள் (sink holes), அடிநிலக் குகைகள் (under ground caves), குகைப் பாதைகள் (tunnels) முதலியன உண்டாகின்றன. இப்படிப்பட்ட நிலப் பாகங்கள் கொண்ட இடங்கள்

'கார்ஸ்ட் நிலங்கள்' (Karst) எனப்படுகின்றன. நில நீரின் ஓட்ட வேகத்தில் நிலங்கள் சரிதல் நன்றாகக் கடினப்படாத படிவுகளுள்ள இடங்களில் ஏற்படுகின்றன (Landslides). (படம் - 35-ல் 1) மேலே கூறப்பட்ட நில உருவங்களை விளக்குகிறது.

அடி நிலக் குகையின் மேல் சுவரில் காணப்படும் விரிசல்களிலிருந்து கால்சியம் கார்பனேட் கரைந்துள்ள நில நீர் சொட்டும்



படம் - 35 (1)
நிலநீர் வடிக்கும் சிற்பங்கள்
அ. உறிஞ்சித் துளை. ஆ. விழுங்கும் துளை. இ.குகைப்பாறைகள்
ஈ. அடிநிலக்குகை உ. ஸ்டாலக்டைட். ஊ. ஸ்டாலக்மைட்

பொழுது நீர் ஆவியாகுதலின் விளைவாகக் கால்சியம் கார்பனேட் குகைச் சுவரில் படிகிறது. இங்ஙனம் படியும் படிவுகள் குகையின் மேல் சுவரிலிருந்து தூண்களாகத் தொங்குவதைப் படங்களில் (படம்-35-ல் 1, 2) காணலாம். இத்தூண்களை 'ஸ்டாலக்டைட்கள்' (Stalactites) எனக் கூறுவர். ஆவியாகாமல் மிகுதியான நீர்த்துளிகள் குகையின் தரையில் சொட்டுகின்றன. இங்கும் நீர் ஆவியாகி கால்சியம் கார்பனேட் படிவு மேல் நோக்கி, 'ஸ்டாலக்மைட்கள்' (Stalagmites) என்ற தூண்களைக் கட்டுகிறது.

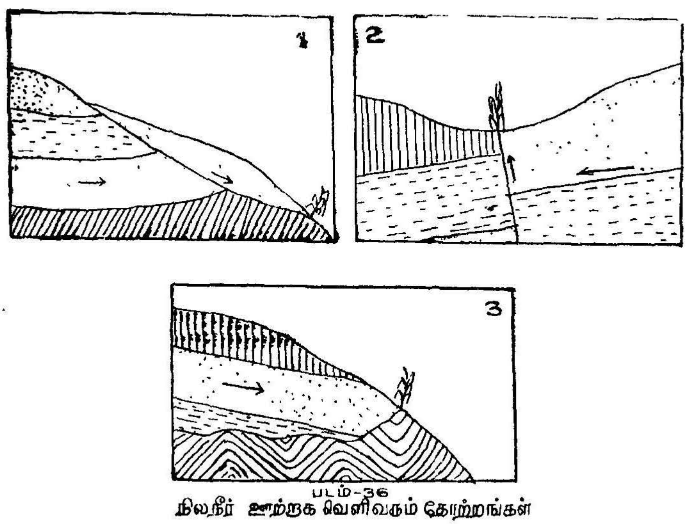
ஊற்றுகள் (Springs)

நில நீர் பூமியின் மேற்பரப்பை அடையும் பொழுது அது ஊற்று ஆகிறது. ஊற்றுகளில் பல வகைகள் உள்ளன. ஊற்று நீர்களின் சூடு, நிலை, ரசாயன அமைப்பு வேறுபடுகின்றன. ஊற்றுகள் பலவித பாறை அமைப்புகளினால் உண்டாகின்றன. அதாவது, பாறைகளின்

அமைப்பு விசேடங்களால் நில நீர் தரைக்கு வருகிறது. (படங்கள்-36-ல் 1, 2, 3) 'ஆர்டீஷியன்' ஊற்றுகளின் (படம்-37-ல் 2) பண்புகள் தனிப்பட்டவை. நில நீர், நீர்கொள்திறன் அதிகமாகவுள்ள

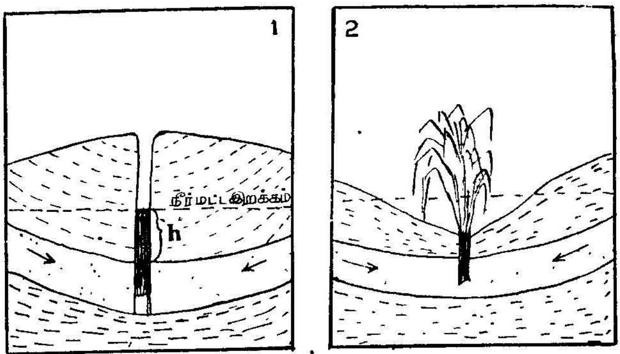
படம் 35 (2)

'மணற்பாறை' என்ற (நீர் செல்லும்) பாறைகளில் (Aquifers) அடைக்கப்பட்டு, அப்பாறையின் மேலும் கீழும் நீரைப் பாய



படம்-36
நிலநீர் ஊற்றாக வெளிவரும் தோற்றங்கள்

விடாமல் 'நீர் கொள்திறனற்ற களிமண் பாறைகள்' அல்லது (நீர் அணுகாப்பாறைகள்) (Aqui cludes) இருக்குமாயின், கீழே



படம்-37
1 ஆர்டீசியன் கிணறு 2 ஆர்டீசியன் ஊற்று h = ஹெட்

சொல்லப்பட்ட சில நிபந்தனைகளின் பேரில் 'ஆர்டீஷியன்' ஊற்றுகள் ஏற்படலாம்.

1. நிலநீர் ஓடும் நீர் கொள்திறன் கொண்ட பாறைகள் படத்தில் காட்டியபடி வளைவுடனிருக்க வேண்டும்.
2. நல்ல மழை பெய்து போதிய நில நீர் ஓடவேண்டும்.
3. நீர் செல்லும் பாறைகளும் (Aquifer) அவைகளையடுத்து இரு புறங்களிலும் நீர் அணுகாத பாறைகளும் (Aqui cludes) இருக்கவேண்டும்:

ஆர்டீஷியன் கிணறுகளில் (படம் 37-ல் 1) கிணறு தோண்டப்படும்பொழுது, எந்த நீர் மட்டத்தில் நீர் முதலில் தென்படுகிறதோ, அம்மட்டத்திலிருந்து உடனே நீர் உயரும். இவ்விரண்டு மட்டங்களுக்கும் உள்ள உயரவேறுபாடு 'ஹெட்' (Head) எனப்படுகிறது. ஆர்டீஷியன் ஊற்றுகள் தென்னார்க்காடு மாவட்டத்தில் நெய்வேலியிலும், அதைச் சுற்றிலுமுள்ள கிராமங்களிலும் இருக்கின்றன.

ஏரிகள் (Lakes)

பூமியின் மேற்பரப்பில் இயற்கையாகவே குறைந்தது ஐந்து அல்லது ஆறு சதுர மைல்கள் பரப்புள்ள குழிகள் நீரால் நிரப்பப்பட்டால், ஏரிகள் எனப்படுகின்றன. சில ஏரிகளில் நல்ல நீரும் சிலவற்றில் உப்பு நீரும் உள்ளன. நம் நாட்டில் பெரிய ஏரிகள்

அதிகமாக இல்லை. இருப்பினும், அவைகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றனவென்பதைக் கவனிப்போம்.

தக்காணத்தில் 'லோனர் ஏரி', 'எரிமலைவாய்' போன்ற பள்ளத்தில் நீர் தேங்கி உண்டானதாக எண்ணுகிறார்கள். குஜராத் பிரதேசத்தில் 'கச்ரான்' (Rann of Cutch) என்ற ஏரிப் பாகம் 1815ஆம் ஆண்டு ஏற்பட்ட பூகம்பத்தின் விளைவாக உண்டானதே.

அஸ்ஸாமில் காசி, செயிந்தியா மலைப் பாகங்களில் சுண்ணும்புக் கற்கள் அதிகம். அவ்விடங்களில் நில நீரின் வேலையால் உண்டான 'உறிஞ்சித் துளைகள்' நீரால் நிரப்பப்பட்டு, ஏரிகளாக மாறியுள்ளன. இமயமலை அடிவாரங்களில் பனியாறுகள் அடித்துக்கொண்டு வந்துள்ள 'மொரைன்கள்' சுவர்களாக நின்று, ஓடிவரும் ஆறுகளின் பாதைகளை அடைக்குங்கால், நீர்த்தேக்கங்கள் ஏற்பட்டு ஏரிகளாகின்றன. கிருஷ்ணு, கோதாவரி நதிகளின் டெல்டாப் பாகங்களுக்கு இடையே உள்ள பள்ளமான பாகம் நீரால் நிரப்பப்பட்டு, இன்று 'கோலார் ஏரி'யாகக் காட்சியளிக்கிறது.

தமிழ்நாட்டில் உதகை, கொடைக்கானல் போன்ற இடங்களில் உள்ள ஏரிகள், வானிலைச் சிதைவு, ஆறுகளின் அரிப்பு இவைகளால் இப்பாகங்களில் உண்டாக்கப்பட்ட பள்ளங்களில் நீர் நிரப்பப்பட்டு உண்டாயின எனலாம்.

ஆஃப்ரிக்க நாட்டு ஏரிகள் பிளவுப் பள்ளத்தாக்குகள் (Rift Valleys) என்ற பாதாளப் பள்ளங்கள் உள்ள பாகங்களில் உள்ளன. இவை பூமியின் மேற்பகுதியில் நிலப் பாகங்களின் இடப்பெயர்ச்சிகளால் உண்டாயிருக்க வேண்டுமென எண்ணப்படுகிறது. இவ்வேரிகளின் நீர் மட்டங்கள் கடல் மட்டத்திற்கும் கீழ் பல நூறு அடிகளில் உள்ளன.

ஏரிப்படிவுகள் (Lacustrine Deposits)

ஆறுகள் ஏரிகளைச் சேரும்போது படிவுகள் படிகின்றன. ஏரிகளிலிருந்து நீரோடைகள் வெளிச் செல்லாமல் இருப்பின் கொண்டு வரப்பட்ட படிவுகள் ஏரிகளிலேயே தங்கிவிடுகின்றன. இப்படிவுகளுடன் மரம், செடி, தாவரங்களின் இலைபோன்ற பொருள்களும் வந்து குவிகின்றன. நாளடைவில் ஏரிகள் மரம், செடி, கொடிகளால் நிரப்பப்பட்டு, சதுப்பு நிலங்களாக (Peat bogs) மாறுகின்றன. இன்னும் படிவுகளால் மூடப்பட்டுப் பல காலங்கள் கடந்து சதுப்பு நிலங்கள், பழுப்பு நிலக்கரியாக (Lignite) மாறுகின்றன. பழுப்பு நிலக்கரி அதிக ஆழத்திலிருப்பின் புவி அமைப்பியல் காலங்களில்

'நிலக்கரியாக' (Coal) மாறுகிறது. எனவே, நம் நாட்டின் நிலக்கரி அகப்படும் இடங்கள் பழமையான காலங்களில் ஏரிகளாக இருந்திருக்க வேண்டும் என அறிகிறோம். நிலக்கரி, பழுப்பு நிலக்கரி போன்ற இயற்கை எரிபொருள்களை ஆராயுங்கால், அவைகளுக்கும் அக்காலத் தாவரப்பொருள்களுக்கும் உள்ள நெருங்கிய உறவு நன்கு தெரிகிறது.

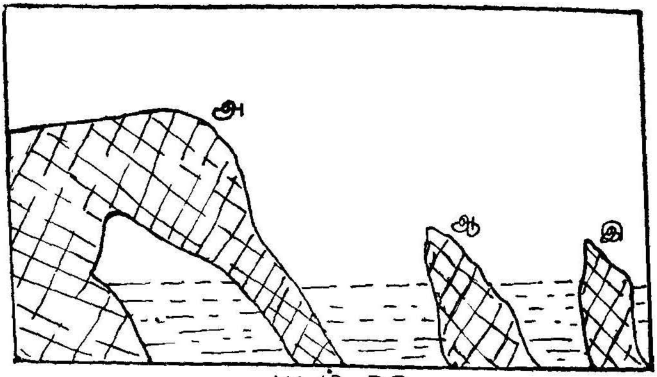
தவிர, ஏரிகளுக்கு உருகும் பனியாறுகளிலிருந்து நீர் வருவதாக இருந்தால், அவ்வேரிகளில் வெய்யில் காலங்களில் நீரோட்ட மிகுதியால் பெருங்கற்கள், மணல்கள் முதலியன வந்து குவிகின்றன. பனிக்காலம் வரும்பொழுது, பனி உறைவதால் ஆறுகளில் நீரோட்டம் குறைகின்றது. ஏற்கெனவே கொண்டுவரப்பட்ட படிவுகளில் களிமண் போன்ற நுண்ணிய படிவுகள் மெதுவாகப் படியத் துவங்குகின்றன. மறுபடியும் வெயிற்காலம் வரும்பொழுது அதிக கனபரிமாணமுள்ள கற்களும் மணல்களும் வந்து குவிகின்றன. எனவே, ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் இருவகைப்பட்ட வடிவங்கள் உண்டாகின்றன. ஏரிகளின் படிவுகளிலிருந்து அவ்வேரியில் படிவுகள் உண்டாகத் துவங்கின காலத்தைக் கணக்கிடலாம். பருங்கற்களாலான ஓர் அடுக்கும், அதன்மீது கருமையான களி மண் படுக்கையும் ஓர் ஆண்டைக் குறிக்கின்றன. இதுபோன்று இரட்டை அடுக்குகள் ஐம்பது இருப்பின், அவ்வேரியின் படிவுகள் படியத் தொடங்கி 50 ஆண்டுகள் ஆயின என்று பொருளாகும். இவ்விதமாக உண்டான ஏரிகளில் படிவுகளுக்கு வார்வு களிமண்கள் (Varved clays) என்று பெயர். மற்றும் சுத்தமான நீர் உள்ள ஏரிகளில் சுண்ணாம்புக் களிமண்கள் (marl) என்ற படிவுகளும் படிகின்றன. சாம்பல் நிறமுடைய இப்படிவுகள் சுண்ணாம்பு நிரம்பிய களிமண் (Calcareous clay), வண்டல்மண் (silt), மணல் (sand) இவைகளாலானவை.

உப்பு நீர் உள்ள ஏரிகளில் நீர் ஆவியாதலால் உப்புகள் படிகின்றன கால்ஷியம் கார்பனேட், கால்ஷியம் சல்பேட், (ஜிப்சம் அல்லது அன்ஹைடிரைட்) சாதாரண உப்பு, சோடியம் சல்பேட் ($Na_2SO_4 12H_2O$), சோடிய, பொட்டாசிய மக்னீசிய சல்பேட்டுகள் வரிசைக்கிரமமாகப் படிகின்றன. முடிவில் பொட்டாசிய மக்னீசியக்ளோரைடுகள் படிகின்றன. அமெரிக்காவில் பெரிய உப்பு ஏரியும், நம் நாட்டில் ராஜஸ்தானில் உள்ள சாம்பார் ஏரியும் உப்புகள் படியும் ஏரிகள்.

கடல்கள்

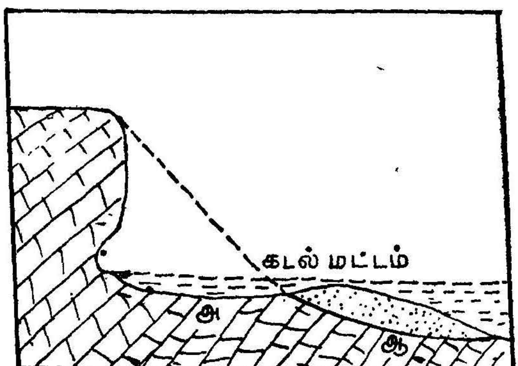
சிறிய நீர்த்தேக்கங்களான ஏரிகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொண்ட பின், அவைகளைவிட உருவில் மிகப்பெரிய நீர்த்தேக்கங்களான

கடல்களைப் பற்றி இவ்வத்தியாயத்தில் பார்ப்போம். மிகப் பெரிய கடல்கள் சமுத்திரங்கள் எனப்படுகின்றன. காற்றுகள் கடல் நீர்மீது வீசும்பொழுது, நீர்ப்பரப்பின் ஒவ்வொரு துளியும் மேலும் கீழுமாக அசைவதால், பெரிய அலைகள் உண்டாகின்றன. அதிக ஆழத்தில் அலைகளிருப்பதில்லை. சுமார் 600 அடி ஆழம்வரை நடுக்கடல்களில் புயலலைகள் வீசுகின்றன. புயல்கள் வீசின் அலைகள் ஆயிரக்கணக்கான மைல்களுக்குக் கரைகளில் மோதும் வரை கடல்களில்



படம்-38

செல்லும். அலைகள் கடற்கரையை அணுகும்பொழுது, உடைகின்றன. அப்பொழுது கடற்கரையை நோக்கிச் சிறிது தூரம் வரை அலைகள் சிதறலில் ஏற்படும் நீர் சென்று பின் கடலையடைகின்றது.



படம்-39

கடற்கரையை அடுத்து நிற்கும் நிலப் பாகத்தின் சுவர்களை அலைகள் மோதும்போது, அவைகளின் அடிப்பாகங்களின் பாறைகள் தேய்வுற்றுக் குழிகள் ஏற்படுகின்றன (Notches). சில இடங்கள் கடற்குகைகளாகக் காட்சியளிக்கின்றன (Sea caves) (படம் 39).

சிதைவுற்ற பாறைகள், கற்கள், மணல்கள், முதலியவைகளை எடுத்துக்கொண்டு இன்னும் அலைகள் வீசும்பொழுது பின்வரும் விசேட நில உருவங்கள் உண்டாகின்றன.

1. இயற்கைப் பாலங்கள் (Natural Bridges).

2. கடல் தூண்கள் (Sea Stacks).

3. அலைகள் வெட்டிய மேடை (Wave cut terrace).

கடல் அரிப்பின் காரணத்தால் மிருதுவான பாகங்கள் அரிக்கப் பட்டுக் கடினமான பாறைகள் அரிக்கப்படாமலிருந்தால், படத்தில் காட்டியபடி இயற்கைப் பாலங்கள் உண்டாகின்றன (படம் 38-ல் அ).

கடலரிப்பு அதிகமாக இருப்பின், அநேகமாகக் கடற்கரையை அடுத்துச் சில இடங்களில் மாத்திரம் பாறைகள் தூண்கள் போன்று தனித்து நிற்கும். இவை 'கடல் தூண்கள்' எனப்படும் (படம் 38-ல் ஆ)

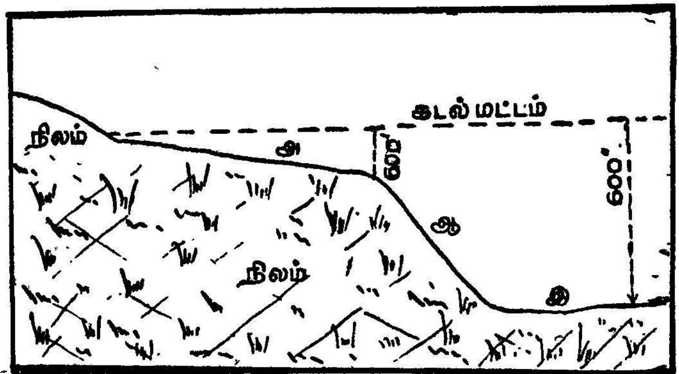
நீர் மட்டத்திலிருந்து கடலின் பகுதியில் சிறிது தூரத்திற்கு, நீரில் மூழ்கியிருக்கும் நிலப் பாகத்தில் கடல் அலைகளின் அரிப்பினால் பாறைகள், அரிக்கப்பட்டுச் சாய்வான மேடையொன்று ஏற்படுகிறது. இதுவே, 'அலைகள் வெட்டிய மேடை' (Wave cut terrace) (படம் 39-ல் அ).

கடலின் அடித்தளத்தின் அமைப்பு

கடற்கரையில் நீர்மட்டத்தின் விளிம்பிலிருந்து கடலை நோக்கி அடித்தளம் சரிந்து இருக்கிறது. இச்சாய்மானம், கரையிலிருந்து 600 அடி ஆழமுள்ள தூரம் வரை 1°-க்கு குறைவாக இருக்கிறது. இப்பாகம் கண்டத்திட்டு (Continental Shelf) எனப்படுகிறது (படம் 40-ல் அ).

உலகத்தில் கண்டத்திட்டுகள் பரவியிருக்குமிடங்களின் மொத்தப் பரப்பு 7,00,00,000 சதுர மைல்களாகும். இப்பாகத்திலிருந்து இன்னும் கடல் நோக்கிப் போயின் அடித்தளத்தின் சாய்மானம் திடீரென 5°—10°க்கு அதிகரிக்கிறது. இப்பாகம் 'கண்டச் சரிவு' (Continental Slope) (படம் 40-ல் ஆ) எனப்படுகிறது. கண்டச் சரிவையடுத்து, கடலின் பாதாளம் (Abyss) அல்லது ஆழ்கடல் உள்ளது (படம் 40-ல் இ). ஆழ்கடலின் ஆழம் 2 அல்லது 3 மைல்கள் எனக் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. கடல்திட்டு, சரிவுப் பாகங்களில்

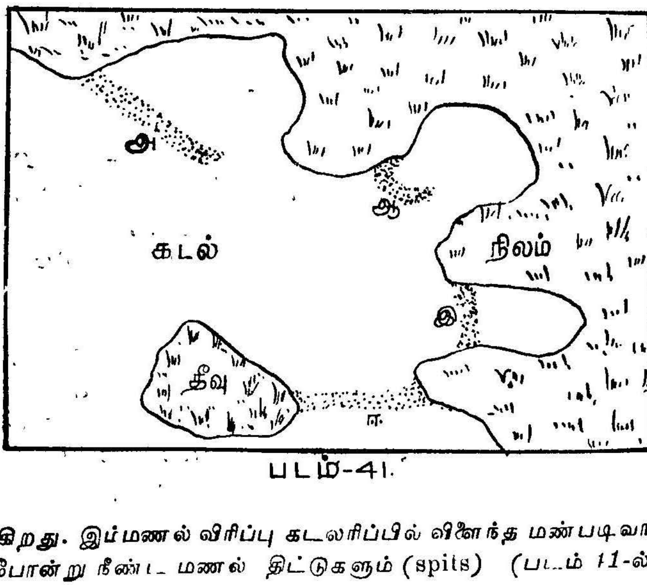
சில இடங்களில் ஆழமான பள்ளத்தாக்குகள் உள்ளன. இவைகளை அடிக்கடல் பள்ளத்தாக்குகள் (Submarine Canyons) என்று அழைக்கிறார்கள்.



படம்-40

கடலின் ஆக்க வேலைகள்: நில உருவங்கள் (Land forms)

'பீச்சு' என்ற பெயர் கடல் நீரின் விளிம்பிலிருந்து பாறைகளாலான நிலப்பாகம் வரையிலுள்ள மணற்பாங்கான இடத்தைக்



படம்-41

குறிக்கிறது. இம்மணல் விரிப்பு கடலரிப்பில் விளைந்த மண்படிவாகும். இது போன்று நீண்ட மணல் திட்டுகளும் (spits) (படம் 41-ல் அ),

வளைந்த மணல் திட்டுகளும் (hooks) (படம் 41-ல் ஆ). விரிகுடாக்களில் (Bays) காணப்படுகின்றன. மணல் திட்டுகள் விரிகுடாக்களில் ஒருகரையிலிருந்து மற்றொருகரையை நோக்கி வளர்ந்து, முடிவில் இருகரைகளையும் இணைக்கின்றன (படம் 41-ல் இ). அப்பொழுது அவை பார்கள் (Bars) எனப்படுகின்றன. ஒரு தீவையும் மற்றொரு தீவையுமோ, அல்லது ஒரு தீவையும் மற்றொரு பெரு நிலத்தையுமோ இணைக்கும் மணல் திட்டுகள் டோம்போலாக்கள் (Tombolos) என அழைக்கப்படுகின்றன. (படம் 41-ல் ஈ). அரிப்பில் ஏற்பட்ட படிவுகள், அலைகள் வெட்டிய மேடையை அடுத்து ஓர் அலைகள் கட்டிய மேடையைத் (Wave Built Terrace) தயாரிக்கின்றன (படம் 39-ல் ஆ).

கடற் படிவுகள் (Marine Deposits)

கடற்கரையிலிருந்து ஆழ்கடல்வரை படர்ந்துள்ள படிவுகள் பின்வருமாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன:

1. கடற்கரைப் படிவுகள் (Littoral Deposits)
2. கண்டத் திட்டுப் படிவுகள் (Shoal Water Deposits)
3. ஆழ்கடல் படிவுகள் (Deep Sea Deposits)

கடற்கரைப் படிவுகள்

கடற்கரைகளில் சாதாரணமாக அலைகளின் வேகத்தில் அரிக்கப்பட்ட பாறைகள் கூழாங்கற்களாகத் (pebbles) தானிருக்கும். காலம் கடந்தபின், இக்கூழாங்கற்கள் உராய்ந்து பொடி மணல்களாக மாறுகின்றன. மணலைத் தவிர உடைந்துபோன சிப்பிகள், 'இல்மனைட்', மாக்னடைட், மானசைட், கார்னட் போன்ற கனியங்கள் அங்கங்கே திட்டுத் திட்டாகப் படிந்திருக்கின்றன. சென்னைக் கடற்கரையில் உலோகங்களைப் போன்று மின்னும் கருப்புநிறப் படிவுத் திட்டுகளில் காணப்படுவது இல்மனைட் கனியமாகும். சிலவிடங்களில் சிவப்பு நிறமுள்ள கண்ணாடி மணல் போன்று காணப்படும் திட்டுக்களில் 'கார்னட்' என்ற கனியம் உள்ளது. கேரளத்தின் கடற்கரைகளில் 'மானசைட்' என்ற கனியம் பீச்சு மணல்களில் கிடைக்கிறது.

கண்டத் திட்டுப் படிவுகள் (Shoal Water Deposits)

கண்டத் திட்டுப் பாகத்தில் மணல், சேறு (mud), பவழப்பாறைகள் முதலியன உள்ளன. மணலும் களிமண் சேறும் கடலரிப்பினால் உண்டாகின்றன. முருகைகள் அல்லது பவழப்பூச்சிகளெனப்படும் (Corals) கடல் வாழ் உயிரினங்கள், கடலிலிருந்து 'கால்சியம்

கார்பனேட்' என்ற பொருளை எடுத்துத் தங்கள் உடல் பாகங்களைக் கட்டிக்கொள்கின்றன. அவை இறந்தபின் அவைகளின் சடலங்கள் குவிந்து பவழப் பாறைகளாகின்றன.

ஆழ்கடல் படிவுகள்

கண்டச் சரிவில் காணப்படும் படிவுகளின் வகைகளாவன:

1. **நீலச்சேறு** (Blue mud): கால்ஷியம் கார்பனேட் (Calcite), கிளாகனைட் (Glauconite), இரும்பு சல்பைடு, கரி-நீர் சத்துக்கள் (organic matter), களிமண் இவைகளாலான படிவு. ஆர்க்டிக் கடல், மத்திய தரைக் கடல் பாகங்களில் அதிகமாகக் காணலாம்.

2. **சிவப்புச் சேறு** (Red mud): களிமண்ணும், இரும்பு ஆக்ஸைடும், அதிகமாக உள்ள இச்சேறு அட்லாண்டிக் சமுத்திரத்தின் பிரேசில் கடற்கரையையடுத்துள்ள இடங்களில் உள்ளது. இச்சேற்றில் 'ஃபோரம்'கள் (Forams) எனப்படும் முதுகெலும்பற்ற உயிரினங்களின் சடலங்கள் மிகவும் அதிகமாக உள்ளன.

3. **பச்சைச் சேறு** (Green mud): இச்சேற்றில் களிமண்ணுடன் 'கிளாகனைட்' என்ற இரும்புக் கிலிகேட் கனியப் பொருள் கலந்திருக்கிறது. சுமாரான வெப்ப நிலையில் தான் இச்சேறு உண்டாகும்.

4. **பச்சை மணல்** (Green sand): இப்படிவு அநேகமாக 600 அடி ஆழமுள்ள இடங்களையொட்டிய பாகங்களில் இருக்கிறது.

5. **முருகைச் சேறு** (Coral mud): பவழப் பாறைகள் அல்லது முருகைக் கற்கள் அரிக்கப்பட்டு, உடைந்துபோன பவழப்பாறைகளின் பல பாகங்கள் ஆழத்திற்கு இழுத்துச் செல்லப்பட்டு, சேறுகளுடன் கலந்து, 'முருகைச் சேறு' என்ற படிவு உண்டாகிறது.

6. **எரிமலைச் சேறு** (Volcanic mud): எரிமலைகளிலிருந்து வெளியேறும் தூசிகள் காற்றில் எடுத்துச் செல்லப்பட்டுக் கடலில் அமிழ்ந்து, களிமண்ணுடன் கலந்து, எரிமலைச் சேறுகளாகின்றன.

கண்டச் சரிவையடுத்து, ஆழ்கடலில் உண்டாகும் படிவுகளாவன :

1. சவ்வுகள் அல்லது கசிவுகள் (Oozes)
2. சிவப்புக் களிமண் (Red clay).

30 சதவிகிதம் நுண்ணிய உயிரினங்களின் சடலங்களைக் கொண்டுள்ள மிருதுவான படிவுகள் சவ்வுகள் எனப்படுகின்றன. 'பொராமினிபெரா' என்ற பிரிவைச் சேர்ந்த 'குளோபிஜரினா' என்பவைகளின் உடல்களைக் கொண்டுள்ள சவ்வுகள், 'டையாடம்' என்ற தாவர வகையைச் சேர்ந்த சிலிகா அல்லது சிலிகான் டைஆக்ஸைடு என்ற பொருளாலான வகைகளின் சவ்வுகள், 'கடற் பஞ்சு' என்ற இனத்தைச் சார்ந்த 'ரேடியோலேரியா' என்பவைகளின் சிலிகாவாலான சவ்வுகள் ஆழ்கடல பாகங்களில் படிந்துள்ளன. ரேடியோலேரியா சவ்வுகள் பசிபிக் சமுத்திரத்திலும், டையாடம் சவ்வுகள் குளிர்ந்த அன்டார்க்டிக் கடலிலும், போரம் சவ்வுகள் வெதவெதப்பான அட்லாண்டிக் கடலிலும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

சிவப்புக் களிமண்ணில், களிமண்ணுடன் எரிமலையிலிருந்து வீசப்பட்ட 'பியூமிஸ்' அல்லது நுரைக்கல் என்னும் பொருள்களும் கலந்திருக்கின்றன. எலும்புகளும், கடல் மீனின் பற்களும் இக்களிமண்ணில் கிடக்கின்றனவாம்.

எரிமலைகள்

இதுவரை பூமியின் மேற்பரப்பில் நிலக்கோளத்தைச் சுற்றி அமைந்திருக்கும் நீர்க்கோளத்தைச் சார்ந்த ஓடும் நீர், பனியாறு, நிலநீர், மற்றும் நீர்த்தேக்கங்களான ஏரிகள், கடல்கள் இவைகளின் பல்வேறு அரிப்பு வேலைகளையும் ஆக்க வேலைகளையும் பற்றித் தெரிந்துகொண்டோம். இனி, பூமியின் நிலக்கோளத்தினுள்ளே ஏற்படும் மாறுதல்களால் உண்டாகும் நில உருவங்களையும், பொருள்களையும், நிகழ்ச்சிகளையும் ஆராய்வோம்.

பூமியின் உட்பாகங்களின் வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பது எரிமலைக் குழம்புகள் வெளிவருவதிலிருந்தும், பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து சுரங்கங்கள், கிணறுகள், துளைக்குழாய்கள் (Bore holes) இவைகளில் ஆழமாகப் போகும் பொழுது, வெப்பநிலை மைலுக்கு 100° F ஆக அதிகரிப்பதிலிருந்தும் தெரிகிறது. மற்றும் ஆர்டீசியன் ஊற்றுகள், வெப்ப ஊற்றுகள் (Geysers) இவை

களிலிருந்து வெளியாகும் நீர் 120° F-லிருந்து 190° F வரை வெப்ப நிலை உடையதாயிருக்கிறது. எரிமலைகள் எக்காரணங்களால் உண்டாகின்றன என்பதை நாம் திட்டமாகக் கூறமுடியாது. ஏரி களிலும் கடல்களிலுமுள்ள நீர் பூமியின் நிலக்கோளத்தின் உட் பகுதிகளை அடையும்பொழுது நீராவியாக மாறி அதிக வெப்ப நிலையிலும், மற்றும் அதிக அமுக்கத்திலும் இருக்கலாம். நீராவி அதன் மூலகங்களான ஹைட்ரஜன் ஆக்சிஜன் இவ்வாயுக்களின் அமுக்கம், பாறைகளின் அமுக்கத்தைவிட அதிகமாக இருப்பின், எரிமலைகளாக நிலக்கோளத்தின் அதிக வெப்பமான பொருள்கள் வெளிவருகின்றன. இது தவிர, எரிமலைகள் ஏற்படும் சில இடங் களில் பூமியின் மேற்பகுதிப் பாகங்கள் இடம் பெயர்க்கப்படுகின்றன. அங்குள்ள பாறைகளின் அமைப்பு அத்தகைய கண்டங்களின் அசைவு அல்லது இடப்பெயர்ச்சியை ருசுப்படுத்துகிறது.

எரிமலைகள் என்றால் எரியும் மலைகளென்று பொருளல்ல. எரிமலைகள் எரிவதில்லை; அவை மலைகளுமல்ல. எரிமலை என்பது பூமியின் உள்ளேயுள்ள இளகின பொருள்களை மேற்பரப்புடன் இணைக்கும் ஒரு பிளவு அல்லது குழாய் போன்ற பாதை. இக் குழாயின் வாயிலிருந்து வெளிவரும் அதிக வெப்பநிலையிலுள்ள பொருள்கள், இவ்வாயைச் சுற்றிலும் வழிந்து சேர்ந்து, ஒரு குன்று அல்லது மலையளவுக்கு வளர்ந்து விடுகின்றன.

எரிமலைகளில் இரு வகையுண்டு. ஒன்றில் சில வட்டமான முகப்பிலிருந்து (circumscribed vent) பொருள்கள் வெளிப்படு கின்றன. மற்றொன்றில் ஓர் உடைப்பிலிருந்தோ (fissure) அல்லது பல உடைப்புகளிலிருந்தோ வெடிப்புகள் (eruptions) ஏற்படு கின்றன. முதல் வகை, 'மத்திய வெடிப்பு' (central eruption) என்றும், இரண்டாவது வகை 'உடைப்பு வெடிப்பு' (fissure eruption) என்றும் கூறப்படுகிறது. முதல் வகையில் உண்டான எரிமலைகள் கூருருளை வடிவுடன் இருக்கும். இவைகளிலிருந்து திடப் பொருள்களும் பல வாயுக்களும் தீவிரமாக வெடித்துக்கொண்டு வெளி வருகின்றன. 'உடைப்பு வெடிப்பில்' பிரதானமாக 'இளகிய பாறை' அல்லது லாவா அதிக சந்தடியில்லாமல் வெளி வருகிறது. இவ்விதமாகப் பல உடைப்புகளின் வழியே வெளிவந்த 'லாவா'க்கள் உறைந்து பாறைகளாகிய விந்தையை, நம் நாட்டில் தக்காணப் பீடபூமிபாகங்களில் பார்க்கிறோம். சுமார் 20,000 சதுர மைல்களுக்கு இப்பாறைகள் பரவியுள்ளன.

எரிமலைப் பொருள்கள் (Volcanic products)

எரிமலைப் பொருள்களை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை:

1. சூடான வாயுக்கள்.
2. இளகின பாறைக் குழம்புகள் (லாவா).
3. துண்டுப் பொருள்கள் (Fragmentary materials).

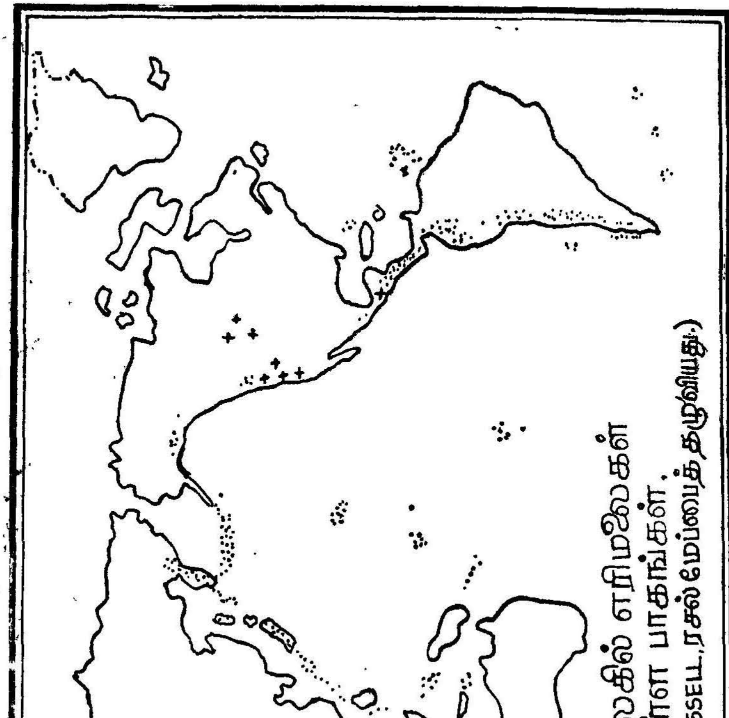
சூடான வாயுக்கள்: எரிமலைத் தூசிப் படலத்துடன், அதிக சூடான நீராவி-மேகங்கள் அதிக உயரங்களுக்குப் படர்கின்றன. ஹைட்ரஜன் சல்பைடு, கந்தக டை-ஆக்ஸைடு, ஹைட்ரஜன், குளோரின், அமோனியா, கரியமில வாயு, நைட்ரஜன் முதலிய பல வாயுக்கள் எரிமலை வாயினின்றும் வெளிவருகின்றன.

லாவாக்கள்: சாதாரணமாகக் கால் அல்லது அரை மைல் அகலமும், 25 முதல் 100 அடி ஆழமும் உள்ள லாவா ஓட்டங்கள் மணிக்கு 10 முதல் 20 மைல்கள் வேகத்தில் சரிவுகளில் வழிந்தோடுகின்றன. லாவாக்களின் வெப்பநிலை சுமார் 220° F ஆகும். இவைகளின் மேல் பாகங்கள் நுரைத்து நிறைய வெளியிடங்கள் (cellular) உள்ளவையாகவும், மற்றப் பாகங்கள் கிரல்களுடனும், கீழ்ப் பாகங்கள் நிறைய வெளியிடங்களுடனும் இருக்கின்றன. லாவாக்களின் மேற்பரப்புகள் கயிறுகளைப் போலவும் (Ropy lava), தலையணைகளைப் (Pillow-lava) போலவும், குவியல்களைப் போலவும் காணப்படும். லாவாக்களில் சிலிகான், அலுமினியமுள்ள அமில வகைகளும் (acid lava), மக்னீஷியம் இரும்பு அதிகமாயுள்ள கார லாவாக்களும் (basic lava) உள்ளன.

துண்டுப் பொருள்கள்: வாயுக்கள் அதிக வேகத்தில் லாவாக்களிலிருந்து வெளிவரும்பொழுது, எரிமலைப் பாறையிலிருக்கும் 'லாவா'ப் பொருள்களையும் மேலே எடுத்துச் செல்லுகின்றன. அப்பொழுது, லாவா குளிர்ந்து உண்டாகும் பாறைப் பொருள்கள் பல விதமாக உடைக்கப்படுகின்றன. பெரிய பாறைத் துண்டுகளுக்கு எரிமலைக்குண்டுகள் (Volcanic Bombs) எனவும், சிறிய விதைகளைப் போன்றவைகளுக்கு 'லாபில்லி' (Lapilli) எனவும் பெயர்களாகும். தவிர, எரிமலைச் சாம்பல்கள் (volcanic ash), மணல்கள் (sand), தூசிகள் (dust) இவை போன்றவைகளும் உள்ளன.

எரிமலைகள் இருப்பிடம் (Distribution of Volcanoes)

உலகில் 1950-லிருந்து கணக்கெடுத்தால், 486 எரிமலைகள் உள்ளன. இவைகளில் 403 பசிபிக் கடல் பாகங்களிலும்,


உலகில் எரிமலைகள்
உள்ள பாகங்கள்.
(RUSSELL, ரசல் மேப்பைத் தழுவியது.)
விழித்திருக்குமிடங்கள்
உறங்குமிடங்கள்

படம்-42.

83 அட்லான்டிக் இந்துமகா சமுத்திர பாகங்களிலும் உள்ளன. எரிமலைகள் ஏற்படும் இடங்களைச் சில பாகங்களில்தான் அதிகமாகக் காண்கிறோம். ஆஸ்திரேலியாவில் எரிமலைகளில்லை; ஆசியாவில் காம்சட்காவிலும், வடகிழக்குச் சைனாவிலும் எரிமலைகள் உள்ளன. ஐரோப்பாவில் இத்தாலி நாட்டில்தான் எரிமலைகளைக் காண்கிறோம். ஆஃப்ரிக்காவில் சில உள்ளன. அமெரிக்காவில் நிறைய எரிமலைகள் உள்ளன. பழங்காலங்களில் அவ்வப்போது ஏற்பட்ட எரிமலைகளையும் கணக்கிட்டால், எரிமலைகளில்லாத பாகம் உலகின்கண் எங்கும் இல்லை எனலாம். அநேக எரிமலைகள் பசிபிக் கடற்கரையை அடுத்த கண்டங்களில் அமைந்திருக்கின்றன. இப் பாகம் 'பசிபிக்கின் நெருப்பு வளையம்' (Pacific Ring of Fire) எனப்படுகிறது. சுமத்ராவின் வடமேற்கு எல்லையிலிருந்து தொடங்கி ஜாவா, மொலூகஸ், பிலிப்பைன், பர்மோசா, ஜப்பான், குரில் கரம்சட்கா வழியாக இவ்வளையம் அலூஷியன் தீவுகளையும் அலாஸ்காவையும் அடைகிறது.

மற்ெருரு எரிமலைப் பாகம் மத்திய அமெரிக்காவிலிருந்து கானரி தீவுகள், மத்தியதரைக் கடல், ஆசியா மைனர், தெற்கு அரேபியா, கிழக்கு ஆஃப்ரிக்கா, கிழக்கு இந்தியா, கிழக்கு இந்தியத் தீவுகள் வழியாக ஹவாய் தீவுகள் வரை பரவியிருக்கிறது (படம் 42).

ஹவாய் தீவிலுள்ள 'மௌனலோவா,' அலாஸ்காவிலுள்ள 'காட்மாய்,' ஜப்பானிலுள்ள 'ஃப்யூஜியாமா', இத்தாலியிலுள்ள 'வெசூலியஸ்' மற்றும் பல எரிமலைகள் உலகில் மிகப் பிரசித்தி பெற்றவை.

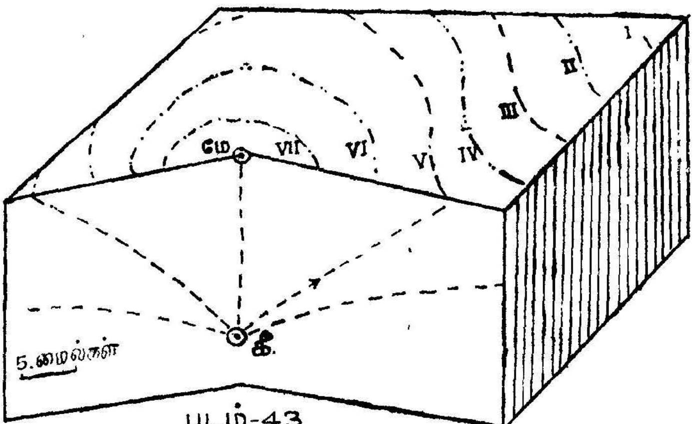
பூகம்பம் அல்லது பூமி அதிர்ச்சி

இயற்கையான காரணங்களால் பூமியின் மேற்பகுதி அசைந்து, அதனால் தரைப்பாகம் நடுக்கமுற்றாலோ, அதிர்ச்சியடைந்தாலோ அதை பூகம்பம் அல்லது பூமி அதிர்ச்சி என்கிறோம். ஆண்டிற்கு எண்ணாயிரம் முதல் பதினாயிரம் பூகம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆனால், இவைகளில் சுமார் ஐயாயிரம் பூகம்பங்கள்தாம் செயற்கை முறைகளைக் கையாளாமல் கண்டு பிடிக்கப்படுகின்றன. நமது புலன்களுக்குத் தெரியாமலிருக்கும் பூமி அதிர்ச்சிகளை நில அதிர்ச்சி குறி கருவியின் (Seismograph) உதவியைக் கொண்டு கண்டுபிடிக்கலாம்.

பலமான புவி அதிர்ச்சிகள் பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து இருபத்தைந்திலிருந்து நூறுமைல்கள் ஆழத்தில் உற்பத்தியாகின்றனவென்று ஆராய்ச்சிகளின்மூலம் தெரியவருகிறது. எந்த இடத்திலிருந்து புவி அதிர்ச்சி கிளம்புகிறதோ, அவ்விடத்திற்குப் புவி அதிர்ச்சிக் கிழ்

மையம் (Focus or hypocenter) என்பது பெயர். கீழ்மையத்திற்கு நேர் உயரே பூமியின் மேற்பரப்புப் பாகத்திற்கு மேல்மையம் (Epicenter) என்று பெயர் (படம் 43). தரை அதிர்ச்சியின் விளைவுகளின் தீவிரம், மேல்மையத்தில் அதிகமாகவும், அதை விட்டு வெளியே நகர நகரக் குறைவாகவும் இருக்கும். ஒரே மாதிரி புவிஅதிர்ச்சி விளைவுள்ள இடங்களை இணைத்து, சம புவி அதிர்ச்சிக் கோடு (Isoseismal Line) வரையப்படுகிறது. அதிக தீவிரமான விளைவுகளுடைத்த இடங்களைக் குறிக்கும் சம புவி அதிர்ச்சிக் கோட்டிற்குள் 'மேல்மையம்' அமைகிறது.

புவி அதிர்ச்சி உண்டாவதற்குக் காரணங்கள் பல விருக்கலாம். நிலச்சரிவுகள் (landslides), அடிநிலக் குகைகள் (under ground caves) நொறுங்குதல், மற்றும் எரிமலைகள் ஏற்படுதல், பூமியின்



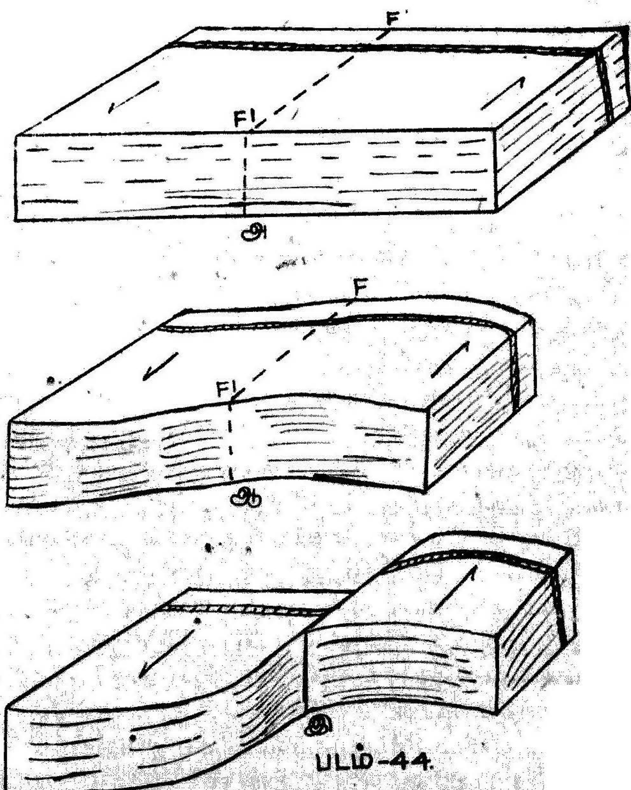
படம்-43
மே. மேல்மையம் (ENICENTER)
கீ. கீழ்மையம் (FOWS)
I-VII சம புவி அதிர்ச்சிக்கோடுகள்.

மேற்பகுதியில் ஏற்படும் சில நிலப் பாகங்களின் இடப் பெயர்ச்சிகள் அல்லது அசைவுகள் (Tectonic causes) முதலியன அவற்றுள் பல.

எரிமலைகள் ஏற்படும்பொழுது சில இடங்களில் பூகம்பங்கள் உண்டாகின்றன. அவ்விதமாக உண்டாகும் பூகம்பங்கள் அவ்வளவு தீவிரமாக இருப்பதில்லை. மேலும், சில சமயங்களில் எரிமலைகள் கக்குவதற்கு முன்னரே புவியதிர்ச்சிகள் உண்டாவதும் இயல்பு.

எரிமலைகள் சம்பந்தப்படாத இடங்களில் புவிஅதிர்ச்சி பலமாக இருப்பதுமுண்டு. எனவே, சில புவி அதிர்ச்சிகள் எரிமலைகளின் எழுச்சியின் காரணமாக இருக்கலாம் என்று நம்பப்படுகிறது.

பூமியின் மேற் பகுதியில் ஏற்படும் மாறுதல்களினால் பூமி அதிர்ச்சி ஏற்படுதலை இனி கவனிப்போம். படத்திற்காட்டியபடி (படம் 44) பூமியின் மேற்பகுதியின் ஒரு பாகத்தில் (அ) செங்குத்தாக அழுத்தும் தகைவுகள் (stresses) வேலைசெய்யும்பொழுது, முதலில்



படம்-44.
மீள்சக்தி உதைப்புக் கொள்கையை விளக்கும் படங்கள்.

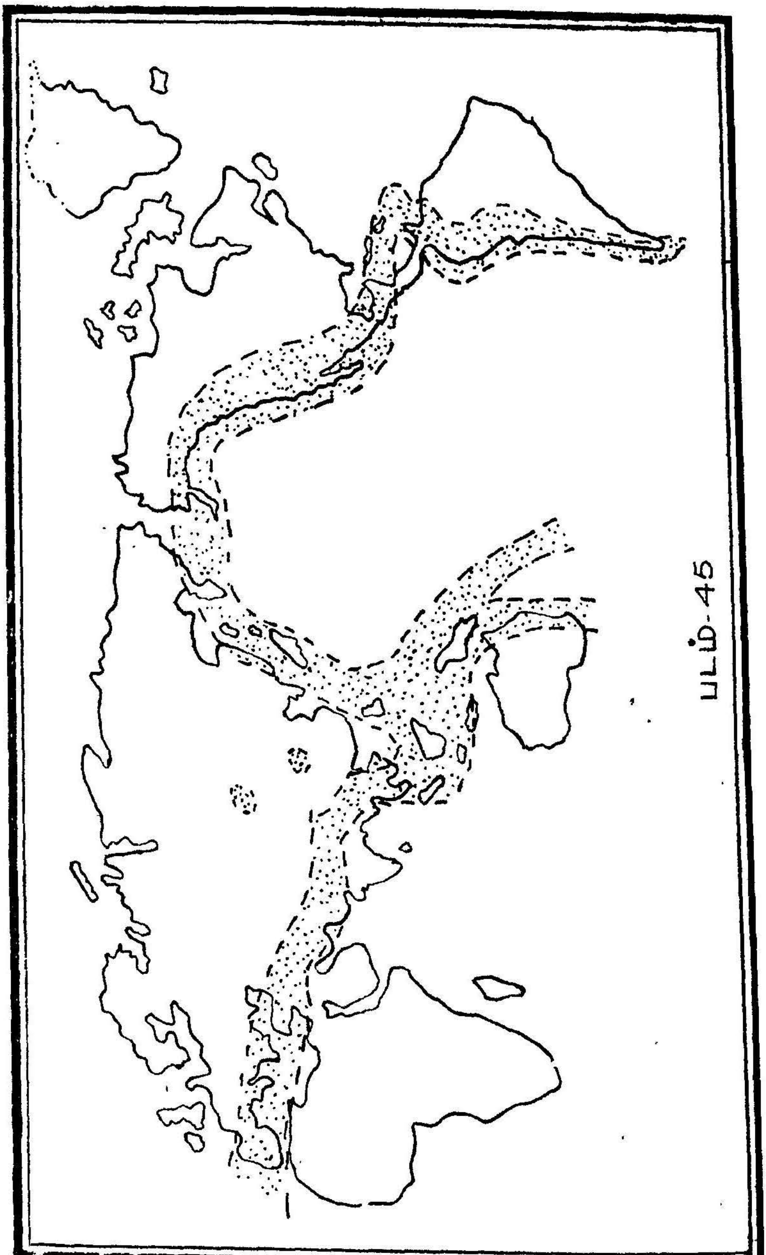
அப்பாகம் வளைந்து கொடுக்கிறது. (ஆ) பின்னர், தகைவுகளின் அழுத்தம், பாறைகளின் மீள்சக்தி எல்லையை மிஞ்சிவிட்டால் FF'

என்ற கிறலை உண்டாக்கிப் பின் பாறைகள் நகரத் துவங்குகின்றன. (இ) இப்படி நகரும்பொழுது இரண்டாகத் துண்டிக்கப்பட்ட பாகங்கள் பலமாக அதிர்கின்றன. இவ்வதிர்வு அடுத்து உள்ள பாகங்களின் வழியாக அலைகளாகப் பூமியின் மேற்பரப்பை அடையும் பொழுது தரைப்பாகம் நடுக்கமுறுகிறது. இவ்வதிர்ச்சியே பூகம்பம் எனப்படுகிறது. ஒரு மேசைமீது ஒன்றையொன்று ஒட்டினாற்போல கூழாங்கற்களைச் சமதளமாக அடுக்கிவைத்து, ஒரு சுத்தியால் ஒரு முனையிலுள்ள கல்லைத் தட்டினால் மற்றொரு முனையிலுள்ள கல் நகருகிறது அல்லவா? இவ்விதமாகவே, பூமியின் ஆழத்தில் ஏற்பட்ட அதிர்ச்சி தரைப்பாகத்தை வந்து அடைகிறது. இப்புவி அதிர்ச்சியின் போக்குக் கொள்கை அல்லது மீள் சக்தி உதைப்புக் கொள்கையை (Elastic Rebound Theory) அறிவித்த பெருமை பேராசிரியர் எச். எஃப். ரீட் (H. F. Reid) என்பாரைச் சாரும்.

புவி அதிர்ச்சியினால் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள் பலப் பல 1755ஆம் ஆண்டு போர்ச்சுகல் நாட்டில் லிஸ்பன் நகரில் ஏற்பட்ட பூகம்பத்தில் நகரமே அழிந்து 60,000 மக்கள் மாண்டனர். அதேபோன்று 1897ஆம் ஆண்டு அஸ்ஸாம் பூகம்பத்தினால் ஏற்பட்ட உயிர்ச்சேதமும் பொருட்சேதமும் கணக்கிலடங்கா. பூமியின் மேற்பரப்பில் திடீரெனப் பள்ளங்கள் உண்டாவதும், சில பள்ளங்கள் திடீரென மூடிக்கொள்வதும் உண்டு. சில இடங்களில் ஆறுகள் வெள்ளப் பெருக்கெடுப்பதும், மற்றும் சில் இடங்களில் நீர் வற்றிப்போவதும் இயற்கை. மலைப்பாங்கான இடங்களில் நிலச்சரிவுகள் ஏற்படுகின்றன. ஜப்பான் போன்ற தீவுகளை அடுத்துள்ள கடல் பாகங்களில், புவி அதிர்ச்சியினால் பிரமிக்கத்தக்க அலைகள் மணிக்குப் பல மைல்கள் வேகத்தில் மோதுகின்றன. இவைகளுக்கு 'சுனாமி' (Tsunamis) என்று பெயர். புவி அதிர்ச்சிக்குச் சில விநாடிகளுக்கு முன் பறவைகள் கூட்டமாக அங்குமிங்கும் வழிதெரியாமல் வெகுண்டு பறக்கின்றன. ஆடுமாடுகள் பதறி மிரண்டு ஓடுகின்றன. நீரில் மீன்கள் பதட்ட மடைகின்றன. புவி அதிர்ச்சியின் வேகத்தை (Intensity) அதன் விளைவுகளிலிருந்து அறியலாம். வேகத்தைக் குறிக்கும் அளவைகளை (scales) பல விஞ்ஞானிகள் தயாரித்துள்ளனர். மெர்க்காலி என்பவரது அளவையில் ஒன்றிலிருந்து பன்னிரண்டு எண்கள் உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் அதிர்ச்சியால் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகளைக் குறிக்கிறது. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் விவரங்களைக் காணலாம்:

அட்டவணை 1

அளவை எண்.	புவி அதிர்ச்சியால் ஏற்படும் நிகழ்ச்சிகள்
1.	புவி அதிர்ச்சி சிலரால் உணரப்படுகிறது.
2.	மேல்மாடிகளில் அசையாமல் இருப்பவர்களால் அதிர்ச்சி உணரப்படுகிறது.
3.	வீட்டினுள் இருப்பவர்கள் பலரால் புவி அதிர்ச்சி உணரப் படுகிறது. டிரக், லாரி போன்ற சாதனங்கள் போவது போன்ற இரைச்சல் கேட்கப்படலாம்.
4.	பகலில் வீட்டினுள்ளிருப்பவர்களுக்கும், வெளியிலிருப் பவர்கள் சிலருக்கும் அதிர்ச்சி புலனாகிறது. தட்டுகள், கதவுகள் அசைகின்றன. நிற்கும் கார்கள் இடம்விட்டு நகர்கின்றன.
5.	புவி அதிர்ச்சி எல்லோரையும் நடுங்க வைக்கிறது. சாளரங்கள், கதவுகள், தட்டுகள் கீழே விழுந்து உடை கின்றன. சுவர்க் கெடிகாரங்கள் நின்றுவிடுகின்றன. சுவர்களிலிருந்து காரை உதிர்கிறது.
6.	அநேகர் பயந்து வெளியே ஓடுகின்றனர். மேசை, நாற் காலிகள் இடம் பெயர்கின்றன. சில புகைக்கூண்டுகள் இடிந்து விழுகின்றன.
7.	காரில் சவாரி செய்பவர்களாலும் அதிர்ச்சி உணரப்படு கிறது. நல்ல கட்டடங்களில் சேதம் அதிகமில்லை. சாதாரண கட்டடங்களில் அதிகச் சேதம் ஏற்படுகிறது.
8.	எல்லாக் கட்டடங்களுக்கும் சேதம் ஏற்படுகிறது. புகைக் கூண்டுகள், சுவர்கள், தூண்கள் சாய்கின்றன. கிணறு களில் நீர்மட்டம் திடீரென மாறுபடுகிறது.
9.	கட்டடங்களுக்கு நல்ல சேதம் ஏற்படுகிறது. சில கட்ட டங்கள் அநேக இடங்களில் பாழடைந்து விடுகின்றன. தரைகளில் கீறல்கள் ஏற்படுகின்றன. தரையின் கீழ் உள்ள குழாய்கள் உடைகின்றன.
10.	கட்டடங்கள் அஸ்திவாரங்களோடு நாசமடைகின்றன. தரைகள் சின்னாபின்னமாக்கப்படுகின்றன, தண்ட வாளங்கள் வளைக்கப்படுகின்றன.
11.	பாலங்கள் அழிக்கப்படுகின்றன. நிலத்தில் அகலமான பள்ளங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஒரு சில கட்டடங்களின் சுவர்களே காணப்படுகின்றன.
12.	மொத்த அழிவுப் (total destruction) பொருள்கள் காற்றில் எறியப்படுகின்றன. நிலப்பரப்புகள் அலைகள் போன்று அசைந்து போவதைப் பார்க்கலாம்.



படம்-45

புவி அதிர்ச்சி அதிகமாக ஏற்படும் இடங்கள்

புவி அதிர்ச்சி ஏற்படும் இடங்களின் அமைப்பு (படம் 45), எரிமலைகள் உண்டாகும் இடங்களின் அமைப்பை (படம் 42) அநேகமாக ஒத்திருக்கிறது. நூற்றுக்கு 50 புவி அதிர்ச்சிகள் மெக்சிகோவிலிருந்து அட்லான்டிக் கடல், மத்தியதரைக் கடல், கஸ்பியன் கடல் வழியாக இந்தியாவின் இமயமலைச் சாரல் வரையிலுள்ள பாகங்களில் ஏற்படுகின்றன. 40 சதவிகிதம் பூகம்பங்கள் பசிபிக் கடற்கரையையொட்டி மாகெல்லன் நீர்ச்சந்தியிலிருந்து, அலூஷியன் வழியாக நியூசிலாந்தையடையும் ஒரு மண்டலத்தில் (Belt) உண்டாகின்றன. மீதி, பத்து சதவிகிதம் கீழ்க்கண்ட இடங்களில் ஏற்படுகின்றன.

1. பிளவு பள்ளத்தாக்குகளில் உள்ள ஆஃப்ரிக்காவின் ஏரிப் பாகங்கள், சிவப்புக் கடல் (Red Sea), சவக் கடல் (Dead Sea) பாகங்கள்.
2. டியன்ஷான், மலைப்பகுதிகள், பாமீர் பீடபூமி.
3. சைபீரியாவில் பைகால் ஏரிக்குத் தென் பாகம்.

மலைகள் (Mountains)

இதுகாறும் நாம் இயற்கையில் உள்ளும் புறமும் ஏற்படும் மாறுதல்களின் விளைவுகளைப்பற்றி அறிந்தோம். இவ்வத்தியாயத்தில் பலகாலம் இயங்கிவரும் புவியியல் சாதனங்களின் முயற்சியால் இன்று வானளாவ நிற்கும் மலைகளின் பல வகைகளை ஆராய்வோம். தரை மட்டத்திலிருந்து சுமார் ஆயிரம் அடிக்கு மேல் உயரமாக உள்ள நிலப் பாகங்களை மலைகள் எனவும், அதற்கும் குறைவான உயர முள்ளவைகளைக் குன்றுகளெனவும் அழைக்கிறோம். மலைகளைக் கீழ்க் கண்டவாறு பிரிக்கலாம்:

1. அரிப்பு மலைகள் (Erosional Mountains).
2. பிண்ட மலைகள் (Block Mountains).
3. எரிமலைக் குன்றுகள் (Volcanic Mountains).
4. மடிப்பு மலைகள் (Fold Mountains).

அரிப்பு மலைகள்: நிலப் பாகத்தில் வானிலைச் சிதைவு, மற்றும் ஆறுகளின் அரிப்பு இக்காரணங்களைக் கொண்டு மாத்திரம் மலைகள் உருவெடுப்பின் அவை அரிப்பு மலைகள் எனப்படுகின்றன. கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகள், மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைகள் இம்மாதிரி உண்டானவை.

பிண்ட மலைகள்: புவி ஓட்டின் பல பாகங்கள் பிளவுபட்டு, அவைகளில் சில பிண்டங்கள் (Blocks) அமுங்கும்பொழுது, மற்றவை அதிக உயரங்களில் இருக்கும். இவ்வமுங்காத பிண்டங்கள் மலைகளாகத் தோன்றுகின்றன. விந்திய மலைகள் இவ்வகை மலைகளுக்கு எடுத்துக் காட்டாகும்.

எரிமலைகள்: எரிமலைகளால் ஏற்படும் மலைகள் பூமியிலிருந்து வெளிவரும் 'லாவா' மற்றும் பல எரிமலைப் பொருள்கள் குவிந்து உண்டாகின்றன. உலகின் எரிமலைகள் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

மடிப்பு மலைகள்: ஐரோப்பாவின் ஆல்ப்ஸ் மலைகள், அமெரிக்காவின் அப்பலேசியன் மலைகள், இந்தியாவின் இமயமலைகள் மடிப்பு மலைகளாகும். இவைகளின் பிறப்பு ஒரு நீண்ட புவி அமைப்பியல் சரிதையாகும். இப்பொழுது இம்மலைகளிருக்கும் பாகங்களில் சுமார் 75 மைல்கள் அகலமும், பல நூறு மைல்கள் நீளமும் உள்ள ஜியோசின்கிளைன்கள் (Geosynclines) என்ற புவி மடுக்கள் இருந்திருக்கின்றன. இம்மடுக்களின் இருபுறங்களிலுமுள்ள கண்டங்களின் அரிப்பில் விளைந்த படிவுகள் (sediments) இம்மடுக்களில் படிந்திருக்கின்றன. பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்குப்பின் இம்மடுக்கள் படிவுகளால் நிரப்பப்பட்டிருக்கின்றன. பின்னர், இவ்விதமாகப் படிந்துள்ள படிவுகள் அடுக்குப் பாறைகளாக மாறி, இருபுறமும் உள்ள கண்டங்களால் நசுக்கப்படும்போது மடிப்புகளாகி (Folds) இருக்கின்றன. அப்பொழுது அடுக்குப் பாறைகள் மலைகளாக உயர்ந்திருக்கின்றன. இப்பொழுதும் இமயமலையில் பல பகுதிகளின் உயரங்கள் ஆண்டுக்கு ஆண்டு அதிகமாவதாகக் கருதுகிறார்கள். 'மலை வளருகிறது' என்பர் பாமரர். 'இல்லை, மலை உயருகிறது' என்பர் இயலாளர்.

அப்பலேசியன் மலைகளில் படிவுப் பாறைகளின் உயரம் (thickness) 25,000 அடி முதல் 35,000 அடி வரையிலிருக்கிறது. ஆனால், இப்படிவுகள் அதிக ஆழத்தில் படிந்திருக்கமாட்டா. எனவே, இவ்வளவு கனமுள்ளதாக இருப்பதற்குக் காரணம், படிதல் நடக்கும்பொழுது ஜியோசின்கிளைனின் ஆழமில்லாத அடிப்பாகம் பூமியின் கீழ்நோக்கி அமிழ்ந்துகொண்டே இருந்திருக்கவேண்டும் என்பதேயாகும்.

இவ்விதமாக உண்டானவை மடிப்பு மலைகள். ஆல்ப்ஸ், இமய மலைகள் 'டெதிஸ்' (Tethys) என்ற பெயருடைய ஜியோசின்கிளைனிலிருந்து உண்டானவை.

பூமியின் உட்பாகம் (Interior of the Earth)

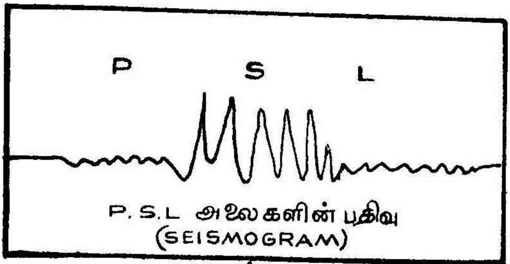
பூமியின் மேற்பரப்பைப் பற்றி இதுவரை தெரிந்து கொண்டோம். பூமி ஓட்டின் கனியங்களைப் பற்றியும் பாறைகளைப் பற்றியும் தனி அத்தியாயங்களில் கவனிப்போம். மரங்கள், செடிகள் வளரும் மண் பரவியிருக்கும் பரப்பிலிருந்து கீழே போனால், முதலில் சிதைவுறும் பாறைகளும், பின்னர் கடினமான பாறைகளும் தெரிகின்றன. அநேக இடங்களில் அடுக்கடுக்காகப் படிவுப் பாறைகள் (ஒரு விரிப்புப் போன்று) அமைந்திருக்கின்றன. இவ்விரிப்பின்கீழ் ஒருமுகமாக 'கிரானைட்' என்ற நெருப்புப் பாறை (Igneous Rock) இருக்கிறது. சில இடங்களில் படிவுப் பாறைகளின் விரிப்பு காற்று, நீர் முதலிய இயற்கைச் சாதனங்களால் அரிக்கப்பட்டு, கீழேயிருக்கும் கிரானைட் பூமியின் மேற்பரப்பில் தோன்றுகிறது. 'கிரானைட்' பாறையைத் தவிர 'பசால்ட்' என்ற எரிமலைக் குழம்புகள் (Lava) உறைந்து உண்டான பாறை பூமியில் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

கிரானைட், பசால்ட் பாறைகளுக்குக் கீழே பூமியின் உட்பாகத்தில் இருக்கும் பொருள்கள் என்ன? அவை திடப்பொருள்களா? அல்லது திரவங்களா? சுரங்கங்கள் (Mines), குழாய்த்துளைகள் (Boreholes) இவைகளின் உதவியால் சுமார் 20,000 அடி ஆழம் வரையுள்ள புவி ஓட்டின் பொருள்கள் ஆராயப்பட்டன. கிரானைட், பசால்ட் பாறைகளே இவ்வாழம்வரை இருக்கின்றன. இவ்வாழத்திற்கும் கீழ் வெப்பநிலை மிக அதிகமாக இருப்பதால், மனிதனின் ஆராய்ச்சிக்கு அவ்விடங்கள் இடம் கொடுக்கவில்லை. இருப்பினும், மறைமுகமான இயல் வழிகளைக் கொண்டு அப்பொருள்களின் பௌதிக ரசாயன குணங்களை ஊகிக்கலாம்.

புவி ஓட்டின் பல கனியப்பொருள்களின் அடர்த்தி விகிதங்களைச் (specific gravity) சோதனை செய்து பூமியின் சராசரி அடர்த்தி விகிதம் 5·5 எனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. கிரானைட்டின் அடர்த்தி விகிதம் 2·5. பசால்ட்டின் அடர்த்தி விகிதம் 3·5-லிருந்து 4 வரை வேறுபடுகிறது. இதிலிருந்து நாம் அறிவது என்ன? பூமியின் உட்பாகத்தில் இன்னும் கனமான (அடர்த்தி விகிதம் 6-க்குக் குறைவில்லாத) பொருள்கள் இருக்கவேண்டுமென்பதே.

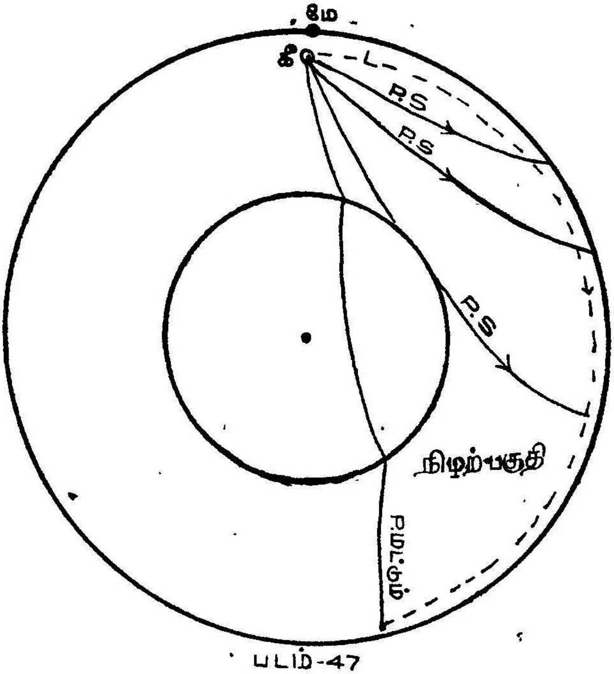
தவிர, பௌதிக விஞ்ஞான அறிவைக்கொண்டும், இப்புதிருக்கு விடை கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஏற்கெனவே நுண்ணிய அதிர்ச்சியைக் கண்டுபிடிக்க (Seismograph) நில அதிர்ச்சி குறி கருவி ஒன்று உள்ளது எனப்படித்தோம். புவி அதிர்ச்சி ஏற்படும்

பொழுது அசைவுகள் மூன்றுவித அலைகளாகக் கீழ்மையத்திலிருந்து பல இடங்களுக்குச் செல்லுகின்றன. பி-எஸ்-எல் (P, S, L) என்ற இவ் அலைகள் நில அதிர்ச்சி குறி கருவியில் பதிவு செய்யப்



படம்-46.

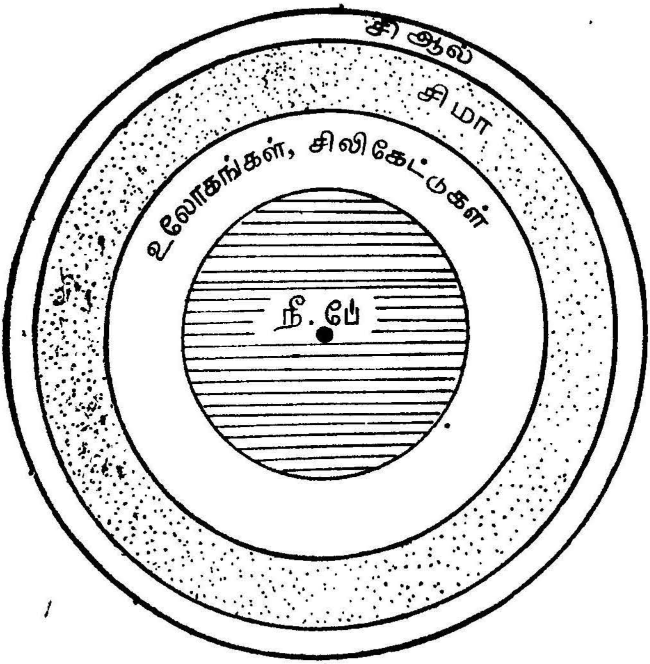
படுகின்றன (படம் 46). பி-எஸ்-எல் அலைகள் மேல் மையத்திலிருந்து சுமார் 11,000 கிலோமீட்டர் (அல்லது 103°) தூரத்திற்கு இக்



படம்-47

கருவியில் பதிவாகின்றன. 103°க்கும் 143°க்கும் இடையில் உள்ள தூரத்திற்கு எல் அலைகள் மாத்திரம் பதிவாகின்றன. பி,எஸ்

அலைகள் பதிவாவதில்லை. விலக்கோளத்தின் இப்பகுதிக்கு 'நிழற் பகுதி' (Shadow Zone) என்று பெயர். 143°யிலிருந்து பி-அலைகளும் எல்-அலைகளும் பதிவாகின்றன. ஆனால், எஸ்-அலைகள் பதிவாவதில்லை. 103°க்குக் குறைவான தூரமுள்ள இடங்களுக்கு பி-அலைகள் வந்து சேரும் நேரத்தையும், 143°க்கு மேல் அதிக தூரமுள்ள இடங்



படம்-48
பூமியின் அமைப்பைக் காட்டும் வெட்டு முகத் தோற்றம்.

களுக்கு அவ்வலைகள் வந்து சேரும் நேரத்தையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால் பூமியின் உட்பாகத்தின் வழியாகச் செல்லும்பொழுது அவ்வலைகளின் வேகம் குன்றுகிறது. கடைசியாக, பி-எஸ்-எல் அலைகள் மூன்றும் பதிவாகும்பொழுது இவ்வலைகளின் பாதையை ஆராய்ந்தால், பூமியின் உட்பாகத்தின் (Interior) அரைவிட்டம் (Radius), பூமியின் அரைவிட்டத்தின் பாதிக்குச் சற்றுக் கூடவே இருப்பதை விளக்குகிறது (படம் 47). 'எஸ்' அலைகள் பூமியின்

உட்பாகம் வழியே செல்ல இயலாமல் இருப்பதற்கு அப்பாகம் திரவமாயிருப்பதுதான் காரணம் எனப் புவி-பௌதிக விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள்.

வான் டர் கிராச்ட் (Van der gracht) என்பவர் பூமியின் நிலக் கோளத்தில் கீழ்க்கண்ட அமைப்பை விவரிக்கிறார். நிலப் பரப்பிலிருந்து 60 கிலோமீட்டர் ஆழம் வரையுள்ள பாகம் பூமியின் ஓடு (crust) எனப்படுகிறது. இதற்கு சிஆல் (Si Al) என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது; ஏனெனில், இப்பாகத்தில் சிலிகானும் அலுமினியமும் அதிகமான அளவில் உள்ள மூலகங்கள் (elements). பூமியின் ஓட்டிற்குக் கீழே 1,140 கிலோமீட்டர் கனமுள்ள சிமா (Sima) என்ற சிலிகான், மக்னீஷியம் உள்ள போர்வை (Mantle) உள்ளது. இப்போர்வையைத் தாங்கி 1,700 கிலோமீட்டர் கனமுள்ள உலோகங்கள், சிலிகேட்டுகள் கலந்த கலவையாலான மண்டலமும், அதற்கும் கீழே பூமியின் மையம்வரை நிஃபே (Nife) அல்லது நிக்கலும் இரும்பும் கலந்த கலவைப் பொருளும் உள்ளதாகப் பலரும் நம்புகிறார்கள் (படம் 48).

பூமியின் வயது (Age of the Earth)

பூமியின் தோற்றம், தோன்றியபின் அதன் மேற்பரப்பில் ஏற்பட்டுவரும் மாறுதல்கள், இன்றைய பூமியின் உள் அமைப்பு இவைகளை இதுவரை ஆராய்ந்தோம். இவ்வத்தியாயத்தில் பூமி தோன்றி இன்றுவரை எவ்வளவு ஆண்டுகள் கடந்துவிட்டன என்பதை அறிய புவி விஞ்ஞானிகள் எடுத்துக்கொண்ட முறைகளைச் சிறிது பார்ப்போம். பல மத ஏடுகளும், இலக்கியங்களும் பூமியின் வயதை 7,000 ஆண்டுகள், 55,000 ஆண்டுகள், மில்லியன் ஆண்டுகள் எனப் பலவிதங்களில் கூறுகின்றன. விஞ்ஞான வழிகளில் பூமியின் வயதைக் கணக்கிடும் முறைகளை இனி ஆராய்வோம்.

புவி விஞ்ஞானிகள், உயிரினங்கள் பூமியில் தோன்றிய காலம் முதல் பூமியின் பல இடங்களில் உள்ள படிவுப் பாறைகளின் உயரத்தைக் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர். குன்று, கண்டத்திட்டுகளிலும் ஆழ்கடல்களிலும் படியும் படிவுகளின் உயரத்தையும் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர். தவிர, உலகத்தின் பல ஆறுகள் எடுத்துச்செல்லும் பாறைக் கழிவுகளின் (படிவுகள்) அளவுகளைக் கணக்கிட்டிருக்கின்றனர். இவ் அளவை, கண்டத்திட்டுகளின் பரப்பைக் (area) கொண்டு வகுத்தால் படியும் படிவுகளின் உயரத்தைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். பல ஆண்டுகளுக்கு எவ்வளவு உயரம் படிதல்

நடக்கிறது என்பதைக் கணக்கிட்டால் அதுவே படிதலின் வேகத்தைக் காட்டும். உலகில் பல இடங்களில் 'கேம்பிரியன்' என்ற பூமியில் ஆதி உயிரினங்கள் உண்டான காலம் தொட்டுத் தொடர்ச்சியாகப் படிந்த படிவுப் பாறைகளின் மொத்த உயரத்தைக் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். இந்த அளவை, படிதலின் வேகத்தால் வகுத்து, பூமியின் வயதைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். ஜாலி (Joly) என்ற விஞ்ஞானி கடல்களில் கரைந்துள்ள சோடியம் அல்லது சாதாரண உப்பின் (சோடியம் குளோரைடு) அளவைக் கொண்டு, கடல்கள் உண்டான காலம் அல்லது பூமி உண்டான காலத்தைக் கணக்கிட்டிருக்கிறார். பூமி உண்டான காலத்தில் கடல்களில் சுத்தமான நீர் இருந்ததாகவும், பின்னர் ஒவ்வொரு ஆண்டும் நிலப் பாகத்திலிருந்து உப்புகள் கடலில் சேர்க்கப்பட்டு வருவதாகவும் அவர் கருதினார். கடல் நீரிலுள்ள உப்பின் அளவு ஆண்டுதோறும் அதிகரித்து வருவது உண்மை. இவ்வதிகரிப்பின் வேகம் பூமி உண்டான காலம் முதல் மாறவில்லை என்பது ஜாலி அவர்களின் கூற்று. கடல் நீரிலுள்ள மொத்த உப்பின் அளவைத் தெரிந்து கொண்டு, இவ் அளவை உப்பு அதிகரிக்கும் வேகத்தால் வகுத்தால், சுத்தமான நீர் கடலில் இருந்த காலம் முதல் இன்று வரை கடந்துள்ள காலத்தைக் கணிக்கலாம். ஜாலியின் கணக்கின்படி பூமியின் வயது 90 முதல் 100 மில்லியன் ஆண்டுகளிருக்கலாமென நம்பப்படுகிறது.

கதிர்வீச்சு (Radio activity) என்ற பல கனியங்களிலுள்ள மூலகங்களின் சிறப்புக் குணத்தை அடிப்படையாகக்கொண்டு பல முறைகள் விஞ்ஞானிகளால் கையாளப்பட்டு வருகின்றன. இம்முறைகளில் எல்லாம் ஒரு மூலம் (தந்தை மூலம் - parent element) மற்றொரு மூலமாக (மகள் மூலம் - daughter element) காலத்தில் தானாகவே மாறுதலடைகிறது. அப்பொழுது சில கதிர் வீச்சுகள் வெளிப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சி மாறுதல் ஒரு குறிப்பிட்ட கணித வேகத்தில் நடைபெறுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வலிவு மகள் மூலம் கிடைக்கப்பெறுகிறது. ஒரு பாறையில் இம்மூலகக் கலவைகளின் சேர்க்கை தெரியுமானால், பூமியின் வயதை அதாவது அப்பாறை உண்டான காலத்தை அறியலாம்.

ஆர்தர் ஹோம்ஸ் (Arthur Holmes) என்பவர் யுரேனியக் கதிர் வீச்சினால் ஏற்படும் மாறுதல்களிலிருந்து பூமியின் வயதைக் கண்டு பிடிக்கும் முறையைப் பின்வருமாறு விளக்குகிறார். யுரேனியம், கதிர் வீச்சினால் காரீயமாகவும் ஹீலியமாகவும் மாறுகிறது. ஹீலியம் வாயுவாக (ஆல்பாதுணு) வெளியேறுகிறது. ஒரு மில்லியன் கிராம் யுரேனியம், ஓர் ஆண்டில் 1/74,000 கிராம் காரீயமாக மாறுகிறது.

இந்தக் குறிப்பிட்ட கதிர்வீச்சு விகிதத்தைப் பயன்படுத்திக் கீழே கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டின்படி யுரேனியம், தோரியம் இவ்விரு மூலகங்களையும் கணக்கிலெடுத்துப் பூமியின் வயதைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

$$\text{வயது (காலம்)} = \frac{\text{காரீயம்}}{(\text{யுரேனியம்} + 0{\cdot}38\ \text{தோரியம்})} \times 7{,}400 \text{ மில்லியன் ஆண்டுகள்.}$$

காரீயத்திற்குப் பதிலாக வெளியேறும் ஹீலியத்தின் பரிமாணத்தை கணக்கிலெடுத்துக்கொண்டால், பின்வரும் சமன்பாட்டைப் பயன் படுத்திப் பூமியின் வயதை அறியலாம்.

$$\text{வயது} = \frac{\text{ஹீலியம்}}{\text{யுரேனியம்}} \times 9{\cdot}6 \text{ மில்லியன் ஆண்டுகள்.}$$

யுரேனியம்-காரீயம் முறையைத் தவிர, ஆர்க்கான்-பொட்டாசியம், சட்ரான்சியம்-ரூபிடியம், கார்பன்-14 என்ற பல்வேறு கதிர்வீச்சு முறைகளும் உள்ளன. மேலே கூறப்பட்டுள்ள வழிகளைக் கடைப் பிடித்து, பூமியின் ஓட்டில் மிகப் பழைமையான பாறைகளின் வயதைக் கணக்கிட்டதில், அவைகளின் வயது 2,000 முதல் 3,000 மில்லியன் ஆண்டுகளாக இருக்கலாமெனக் கணக்கிட்டுள்ளனர்.

3. புவி ஓட்டின் சேர்க்கையும் அமைப்பும்

(Composition and Structure of the Earth's Crust)

சுமார் 10 மைல் ஆழத்திற்கு பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து பரவியிருக்கும் பாகம் புவி ஓடு எனப்படுகிறது (Crust of the Earth). புவி ஓட்டில் கடினமான திடப்பொருளாகவுள்ள யாவும் பாறை என அழைக்கப்படுகிறது. இப்பாறைகள் அடுக்கடுக்காகவும், பல உருவங்களிலும், அளவிலும் அமைந்துள்ளன. மற்றும் அவைகள் உண்டாகும் முறைகளும் மாறுபடுகின்றன. பாறைகளில் சில பகுதிகள் மாத்திரம் அங்ககப் பொருள்கள் என்னும் கரிசேர்ந்த பொருள்களாலானவை (Organic). நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். அநேகமாகப் பாறைகள், அங்ககப் பொருள்கள் என்னும் கரி சம்பந்தமற்ற (Inorganic), கனியங்கள் (Minerals) என்ற பொருள்களாலானவையே.

பாறைகள் பலவித கனியங்களாலானவை. இக்கனியங்கள் பல்வேறு மூலகங்களின் (elements) சேர்க்கைகளாலானவை. ஒவ்வொரு மூலகமும் பல்வேறு அணுக்களாலானவை (Atoms). சுமார் 96 ரசாயன மூலகங்கள் பலவித சேர்க்கைகளில் அமைந்துள்ளன. பல இடங்களிலிருந்தும், பல ஆழங்களில் புவி ஓட்டிலிருந்து எடுக்கப் பெற்ற பாறைகளைப் பரிசோதித்ததில் இருக்கக் கூடிய 96 மூலகங்களில், எட்டு மூலகங்கள் எடைப்படி புவி ஓட்டின் 98·58 சதவிகிதமாகும். யுரேனியம், தோரியம், கோபால்ட் (Cobalt) என்ற மூலகங்கள் பாறைகளில் காணக்கிடைப்பது அரிது. அதேபோன்று தங்கம், வெள்ளி, செம்பு, ஈயம் போன்ற உலோகங்களும் புவி ஓட்டின் பாறைகளின் மொத்த அளவில் மிகக் குறைவேயாகும். அமெரிக்காவில் க்ளார்க் (Clarke) என்பாரும், வாஷிங்டன் (Washington) என்பாரும், ரஷ்யாவில் விஜேக்ராடோவ் என்பாரும், ஆய்கூடப் பரிசோதனை மூலம் புவி ஓட்டிலுள்ள மூலகங்களின்

அளவை சதவிகிதத்தில் கொடுத்துள்ளனர். அப்பட்டியலைக் கீழே உள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை 2

	கிளார்க், வாஷிங்டன்	விணேக்ரா டோவ்
பிராணவாயு	46·71	46·80
சிலிகான்	27 69	26·00
அலுமினியம்	8·07	7·45
இரும்பு	5·05	4·20
கால்சியம்	3·65	3·25
சோடியம்	2·75	2·40
பொடாசியம்	2·58	2·35
மக்னீசியம்	2·08	2·35
ஹைட்ரஜன்	0·14	1·00
மற்றவை	1·28	4·20

புவி ஓட்டின் எடையில் நூற்றில் தொண்ணூற்றெட்டு பாகம் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஒன்பது மூலகங்களின் எடையேயாகும். பிராணவாயுவும் சிலிகானும் நான்கில் மூன்று பாகமும், அலுமினியம், இரும்பு, ஆல்கலிகள், கால்சியம், மக்னீஷியம் இவைகள் சுமார் 28 சதவிகிதமுமாகப் புவி ஓட்டில் சேர்ந்துள்ளன.

கனியங்களைப் பற்றிக் கூறும் கனிய இயல் (Mineralogy), கனியங்களாலான பாறைகளை விவரிக்கும் பாறையியல் (Petrology), இப்பாறைகளின் அமைப்பை விளக்கும் இயல் (Structural Geology) இம் மூன்று இயல்களின் கருத்துகள் புவி ஓட்டின் அமைப்பையும் சேர்க்கையையும் விவரிக்கின்றன.

கனிய இயல் (Mineralogy)

கனியங்கள் என்றால் என்னவென்பதை முதலில் பார்ப்போம். புவி ஓட்டில் இயற்கையாக உண்டான திடப்பொருள்கள் கனியங்களாகும். அது மட்டுமல்ல. கனியங்களில் சேர்ந்துள்ள மூலகங்கள் கரிக்கலப்பற்றவை (inorganic). தவிர, ஒரு கனியத்தில்

மூலகங்கள் ஒரே விகிதத்தில் சேர்ந்துள்ளன அதாவது, மூலகங்களின் சேர்க்கை அளவுகள் மாறுபடா. இக்கனியங்களில் அமைந்துள்ள மூலகங்களின் அணுக்கள் ஒரு கட்டுப்பாடான அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. அநேக கனியங்களில் இவ்வமைப்பு அக்கனியங்களின் படிக வடிவுகளிலிருந்து (crystal forms) தெரிய வருகிறது. சில கனியங்களில் படிக வடிவுகள் வெளித்தோன்றாம லிருக்கலாம். ஆயினும், அக்கனியங்களின் படிக குணங்களை 'போலரைசிங் மைக்ராஸ்கோப்' என்ற கருவியை உபயோகித்துக் கண்டு பிடிக்கலாம். அக்கனியங்கள் படிக குணமுடையவை (crystalline) எனலாம். அநேகமாக எல்லாக் கனியங்களும் இக்குணமுடையவையே. மற்றவை படிக உருவற்றவை (amorphous). கனியங்களின் படிக வடிவம் வெளித்தோன்று மாயின் படிக நூல் (Crystallography) ஆராய்ச்சியின் பயனாக அவைகளின் படிகச் சிறப்பைஅறிந்து கொள்ளலாம்.

கனியங்களின் பௌதிக, ரசாயன, ஒளியியல் (Optical) குணங்களைக் கொண்டு புவி ஓட்டில் அவைகளைக் கண்டுகொள்ளலாம். முதலில் கனியங்களின் பௌதிகக் குணங்களை (Physical Properties) ஆராய்வோம்

பௌதிகக் குணங்களில் சிறப்புற்றவை பின் வருமாறு:

1. உருவம் (Form) படிகம் அல்லது ஏனைய உருவம்.
2. நிறம் (Colour).
3. வரை (Streak).
4. ஒளி வீச்சு (Luster).
5. பிரிவு (Cleavage).
6. முறிவு (Fracture).
7. கடினத்தன்மை (Hardness).
8. அடர்த்தி எண் (Specific Gravity).

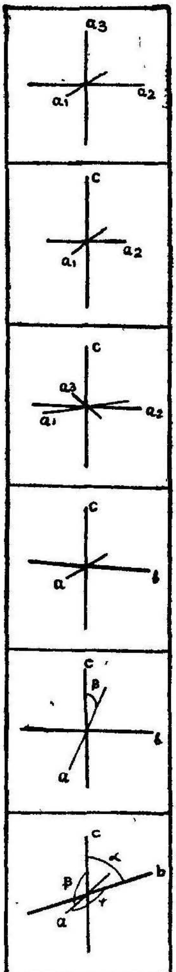
1. உருவங்கள்

கனியங்கள் படிக உருவங்களுடன் இருப்பின் அவைகளை அறியப் படிக நூலின் அறிவு மிகவும் பயனளிக்கும். படிக நூலில் ஆராயப்பட்டுள்ள சில சிறப்பான உண்மைகளை இனி கவனிப்போம். படிகங்கள் என்பவை யாவை? சமதளமான வெளித்தோற்றமுடைய முகங்கள் (faces) பலவற்றையுடைய திடப்பொருள்கள் படிகங் களாகும். ஒரே மாதிரியான அமைப்பையுடைய முகங்கள் பல கொண்டது ஒரு வடிவம் (Form). ஒன்றோ அல்லது ஒன்றுக்கு

மேற்பட்ட வடிவங்களையோ உடைத்தாயிருக்கலாம் ஒருபடிகம் (Crystal).

ஒரு படிகத்தின் மையம் வழியாக மூன்று திசைகளில் அச்சுகளைக் (axes) கற்பனை செய்தால், முக அமைப்புகள் வேறுபடுகின்றன. இவ்வமைப்பில் அச்சுகளின் அமைப்பு வேறுபாட்டைப் பயன்படுத்தி படிகங்களை ஆறு அமைப்பு விதங்களாகப் பிரிக்கலாம்.

அச்சுகளின் அமைப்பைக் காட்டும் படங்களையும் அவைகளின் பெயர்களையும் (படம் 49-ல் 1முதல் 6 வரையில்) காணலாம்.



படம்-49

'ஐசோமெட்ரிக்' அல்லது கனசதுர அமைப்பு
(Isometric or Cubic System)

அச்சுகளின் நீளங்கள்: $a_1=a_2=a_3$

அச்சுகளின் இடையே அமைந்த கோணங்கள் $a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 = 90^\circ$

$a_1=a_2\neq c$ 'டெட்ரகோனல்' அமைப்பு

$a_1 \wedge a_2 \wedge c = 90^\circ$ (Tetragonal System)

$a_1=a_2=a_3\neq c$ 'ஹெக்சகோனல்' அமைப்பு

$a_1 \wedge a_2 \wedge a_3 = 120^\circ$ (Hexagonal System)

$a_1, a_2, a_3 \wedge c = 90^\circ$

$a\neq b\neq c$ 'ஆர்தோராம்பிக்' அமைப்பு

$a \wedge b \wedge c = 90^\circ$ (Orthorhombic System)

$a\neq b\neq c$ 'மானோகிளினிக்' அமைப்பு

$a \wedge c = \beta$ (Monoclinic System)

$a \wedge b = 90^\circ$

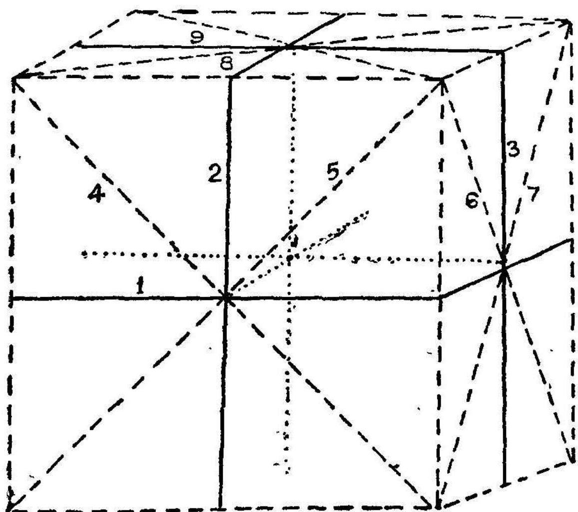
$a\neq b\neq c$

$a \wedge b = \gamma$ 'டிரைக்ளினிக்' அமைப்பு

$a \wedge c = \beta$ (Triclinic System)

$b \wedge c = \alpha$

ஒவ்வொரு அமைப்பிலும் (System) பல வகுப்புகள் (classes) உள்ளன. ஒவ்வொரு வகுப்பில் ஏழு வடிவங்கள் (forms) உள்ளன. ஒவ்வொரு அமைப்பும் வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்படுவது படிகங்களில் வடிவங்களின் சமவமைப்பைப் (symmetry) பொறுத்து இருக்கிறது. இச்சமவமைப்பு ஒரு தளத்தையொத்தோ அல்லது அச்சு அல்லது



படம்-50

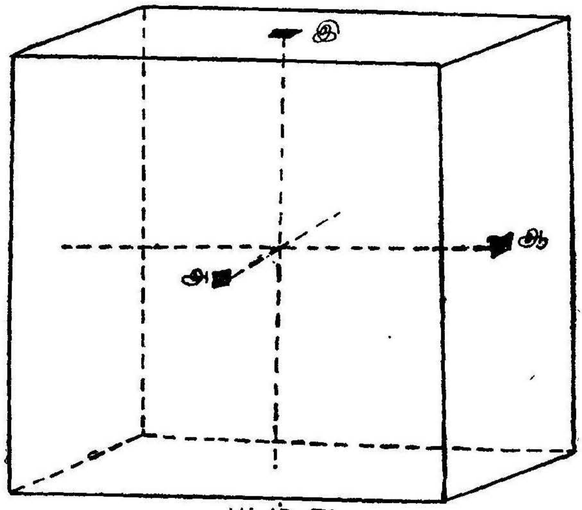
இருசுகளையொத்தோ, மையத்தை ஒட்டியோ இருக்கவேண்டும். கனச்சதுரவமைப்பில் நான்கு வகுப்புகள் உள்ளன. முழுவகுப்பு (Normal class) எனப்படுவதில் சமவமைப்பு அதிகமாக இருக்கும்.

படிகங்களில் சம அமைப்புகள்

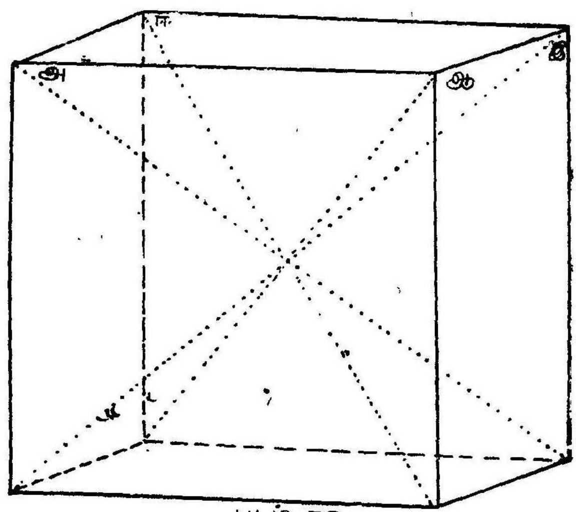
1. **சமவமைப்புத் தளம்:** கனச்சதுர அமைப்பிலுள்ள 'கனச் சதுரம்' (Cube) என்ற படிகத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். படத்தில் காட்டியபடி (படம் 50) ஒன்பது சமவமைப்புத் தளங்கள் இதில் உள்ளன. சமவமைப்புத் தளம் படிகத்தின் மையத்தைக் கொண்டிருக்கும்.

2. **சமவமைப்பு அச்சு:** அதேபோன்று அ, ஆ, இ என்ற அச்சுகளைக்கொண்டு படிகத்தை ஒரு தரம் 360° சுற்றினால் அப்படிகத்தின் முகங்கள் நான்கு தடவைகள் தெரிகின்றன. எனவே

நான்முக அச்சுகள் (axes of four fold symmetry) இப் படிகத்தில் மூன்று உள்ளன. இவை படங்களில் (படம் 51) காட்டப் பட்டுள்ளன.



படம்-51

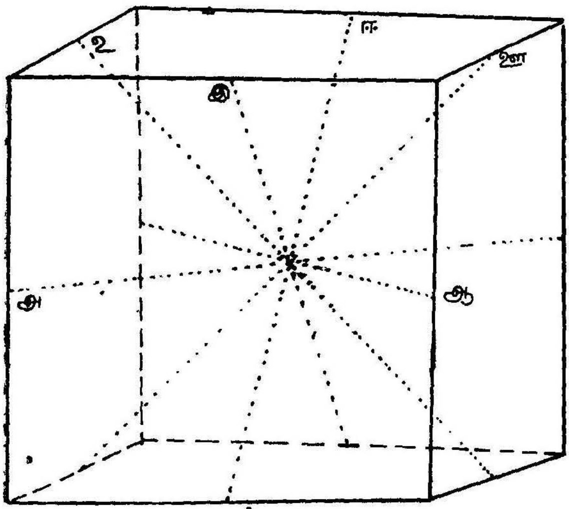


படம்-52

அ, ஆ, இ, ஈ என்ற அச்சுகளை வைத்துச் சுற்றினுல், மூன்று தடவைகள் ஒரு படிகம் ஒரே மாதிரியான தோற்றத்தை அளிக்கிறது.

மும்முக அச்சுகள் (axes of three fold symmetry) நான்கு இருப்பதை (படம் 52 ல்) காணலாம்.

3. சமவமைப்பு மையம்: அ, ஆ, இ, ஈ, உ, ஊ என்ற அச்சுகளைச் சுற்றினால் இரண்டு தடவைகள் ஒரு படிகம் ஒரே



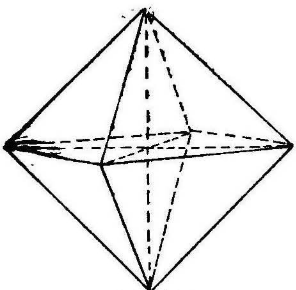
படம்-53

மாதிரியான தோற்றத்தை அளிக்கிறது. இவ்விரு முக (axes of two fold symmetry) அச்சுகள் ஆறு (படம் 53-ல்) காணலாம்.

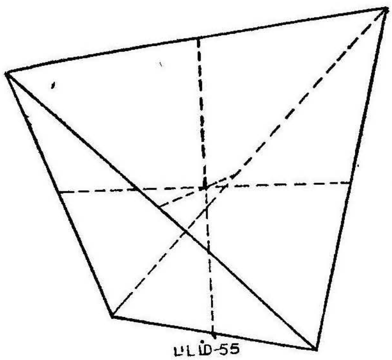
படிகத்தின் ஒரு முகத்தில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து, படிகத்தின் மையம் வழியாக ஒருகோடு வரைந்தால், அப்புள்ளி மையத்திலிருந்து எவ்வளவு தூரம் இருக்கிறதோ, அவ்வளவு தூரத்தில் அடுத்த பக்கத்தில் மற்றொருபுள்ளி காணப்படும். இதற்குச் சமவமைப்பு மையம் (center of symmetry) என்று பெயர். படம் 54-ல் படிகத்திற்குச் சமவமைப்பு மையம் இருக்கிறது. படம் 55-ல் படிகத்திற்குச் சமவமைப்பு மையம் இல்லை.

படிக அமைப்புகளில் 32 வகுப்புகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு வகுப்பிற்கும் சமவமைப்புத் தளங்கள், அச்சுகள், மையம் இவை வெவ்வேறாக இருக்கும். கனச்சதுர அமைப்பில் (Isometric System)

இரு வகுப்புகளின் சமவமைப்பைப் பார்ப்போம். முழுவகுப்பில் (Normal class) 9 சமவமைப்புத் தளங்களும், 3 நான்முக அச்சுகளும் 4 மும்முக அச்சுகளும், 6 இருமுக அச்சுகளும் உள்ளன. மையம்



படம்-54



படம்-55

உண்டு. கார்னட், மக்னடைட், சாதாரண உப்பு எடுத்துக்காட்டுகள். நான்முக வகுப்பு (Tetrahedral class) என்ற வகுப்பில் 6 சமவமைப்புத் தளங்களும், 3 இருமுக அச்சுகளும், 4 மும்முக அச்சுகளும் உள்ளன. சமவமைப்பு மையம் இருக்காது. டெட்ரா ஹீட்ரைட் (Tetrahedrite), ஸ்ஃபாலரைட் (Sphalerite) என்ற கனியங்கள் எடுத்துக்காட்டுகளாகும்.

குவார்ட்ஸ், கார்னட், பெரில், மாக்னடைட் போன்ற கனியங்கள் நல்ல படிக உருவங்களில் கிடைக்கின்றன. ஆனால், பல கனியங்கள் படிகக் கூட்டுகளாகக் (crystal aggregates) கிடைக்கின்றன. இவைகளில் முழு படிக உருவங்களை நாம் பார்க்கமுடியாது. அப்படிப்பட்ட கனியங்களைப் பல்வேறு வகைகளில் விவரிக்கின்றனர்.

1. முகங்கள் மூன்று பக்கங்களிலும் பட்டையாக இருந்தால், முப்பட்டை (Tabular) என்பது பெயர். எடுத்துக்காட்டு, பெல்ஸ்பார்.

2. கயனைட் (Kyanite). மற்றும் சில கனியங்கள் ஒரு பக்கம் மாத்திரம் அகலமாக இருப்பின் தட்டையாகக் (Bladed) கத்திகள் போன்று இருக்கின்றன.

3. சில கனியங்கள் ஒரு பக்கம் நீளமாகவும், மற்றப் பக்கங்கள் குறுகியும் ஊசிகள் போன்று இருக்கும். ஊசிபோன்றவை

(Acicular) என அவைகளை விவரிக்கின்றனர். உதாரணம்: ஜிப்சம் (சாடின்ஸ்பார் வகை).

4. சில கனியங்கள் நார் போன்றும் இருக்கின்றன. உதாரணம்: கல்நார் (Asbestos).

5. சில சிறு சர்க்கரைக் (Saccharoidal) குவியலைப்போல உள்ளன. உதாரணம்: ஆலிவின்.

கனியங்களின் படிக உருவு வெளித்தோன்றுதலை பல உருக்களில் தோன்றுகின்றன; உருவேயில்லாமல் மேடுபள்ளமாகக் களிமண் உருண்டைபோல இருப்பின் (Massive), உருவற்றவை எனப் படுகின்றன. சில கனியங்கள் திராட்சைக் கொத்துகள் (Botryoidal) போலவும், சில சிறு கொடிகளைப் போலவும் (Dendritic), மற்றும் சில சிறு முட்டைகளைப் (Oolitic) போலவும், சில முந்திரிப் பருப்புகளைப் போலவும் (Amygdaloidal) தோற்றமளிக்கின்றன.

2. நிறம் (Colour)

ஒரு கனியம் நீலமாகவிருந்தால், சூரிய ஒளியின் மற்ற அலை நீளங்களுள்ள நிறக் கதிர்களை விட்டு, நீல நிறமுள்ள கதிர்களை மாத்திரம் அக்கனியம் பிரதிபலிக்கிறது என்று பொருளாகும். பல கனியங்கள் பல நிறங்களில் உள்ளன. சில கனியங்களை அவைகளின் நிறங்களைக் கொண்டே அறிந்துகொள்ளலாம். 'பயடைட்' என்ற அப்ரகம் கருப்பாக இருக்கும். 'மாக்னசைட்', 'கயலின்'—இவை வெள்ளையாக இருக்கும். 'ஆலிவீன்' என்ற கனியத்தின் நிறம் பச்சை.

3. வரை (Streak)

கனியங்கள் பெரிய கற்களாக இருப்பின் ஒரு நிறத்துடனும், பொடி செய்யப்பட்டால் வேறு நிறங்களுடனும் காட்சியளிக்கும். 'பயடைட்' என்ற கறுப்புக் கனியத்தைப் பொடி செய்தால், வெண்மையாகவோ, சற்றுச் சாம்பல் நிறமாகவோ இருக்கும். பச்சை நிற 'ஆலிவீன்' (olivine), சிகப்பு நிற 'பெல்ஸ்பார்', மற்றும் நிற முள்ள 'சிலிகேட்' (சிலிகான் பிராணவாயு சேர்ந்த சேர்க்கை) கனியங்கள் பொடி செய்யப்பட்டால் நிறம் அற்று இருக்கின்றன. பெரும் கற்களைப் பொடி செய்வதற்குப் பதிலாக அவைகளைச் சொர சொரப்பான பீங்கான் பட்டையில் தேய்த்தால், 'வரை' அல்லது பொடியின் நிறம் ((Streak) கிடைக்கும்.

4 ஒளிவீச்சு (Lustre)

ஒளிவீச்சு என்பது கனியத்தின்மீது பட்டுப் பிரதிபலித்து, வரும் ஒளியின் அளவைக் குறிக்கிறது. ஒளிவீச்சில் இருவகைகள் உள்ளன. ஒன்று பளபளக்கும் உலோகங்களைப் போன்றது (metallic luster). உலோகக் கலப்புள்ள கனியங்கள் அல்லது தாதுக்கள் (ores). எடுத்துக்காட்டுகள். உலோகமற்ற ஒளிவீச்சை உடைய கனியங்கள் ஒளியை விளிம்புகளில் அல்லது கனமற்ற துண்டுகளில் ஊடுருவச் செய்யும். பைரைட், மாக்னடைட், இல்மனைட், மாங்கனீஸ் தாதுக்கள் உலோக ஒளிவீச்சையுடையன. குவார்ட்ஸ், ஜிப்சம் முதலிய உடைந்த கண்ணாடியைப் போன்று (vitreous) பளபளக்கின்றன. கல்நார் போன்ற கனியங்கள் பட்டினைப்போன்று (silky) மின்னுகின்றன. ஆல்பைட், ஒபல் என்ற கனியங்கள் வெண் பவழத்தைப்போல் (pearly) ஒளிவீசுகின்றன. நெபிலீன் என்ற கனியம் எண்ணெய் தடவிய பாகங்கள்போல் (oily) தோன்றுகிறது. மாக்னசைட், வெள்ளைக் களிமண் முதலியன மண்போன்று அல்லது பளபளப்பற்ற தோற்றத்தையுடைத்தாயிருக்கின்றன (dull or earthy lustre). ஒரு சில கனியங்கள் வைரத்தைப் போல் (adamantine) ஒளி வீசுகின்றன.

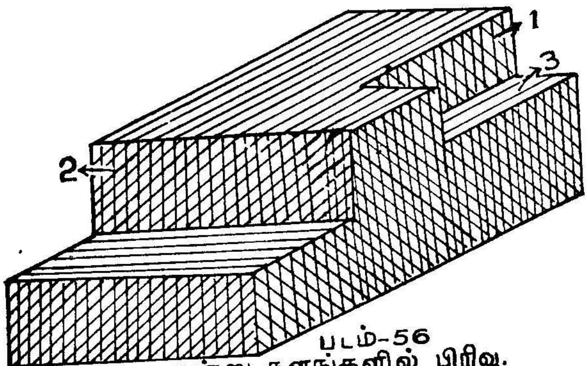
5. பிரிவு (Cleavage)

கனியங்களை அதிக அழுத்தமில்லாமல் உடைத்தால் சில எளிதில் உடைந்து பல பாகங்களாகப் பிரிகின்றன. உடையும் பாகங்கள் சமமான பரப்புடன் இருப்பதுடன், அவை ஒரு தளத்திற்கு (plane) இணையாக (parallel) இருக்கின்றன. அத்தளம் கனியப் படிகத்தின் ஒரு முகத்திற்கு இணையாகவும் உள்ளது. இவ்விதமாக உடைதலைக் கனியங்களின் பிரிவு என்கிறோம். கால்சைட், கலீனா (galena) போன்ற கனியங்களில் இப்பிரிவு நல்ல தெளிவாகவும், பைராக்சின், போன்றவைகளில் சிறிது மட்டமாகவும் தென்படும் (படம் 56). குவார்ட்ஸ் போன்ற கனியங்களில் இப்பிரிவு இல்லை. அபிரகங்களில் ஒரு திசையிலும், பெல்ஸ்பார் கனியத்தில் இரண்டு தளங்களிலும், கால்சைட்டில் மூன்று திசைகளிலும் பிரிவுகள் (cleavage) காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பிரிவுத்தளத்திற்கும் நடுவே அணுக்களின் சேர்க்கை அல்லது பற்று (cohesion) பலமற்றதாக இருப்பதே இப்பிரிவிற்கு அல்லது பிரிவுபடும் தன்மைக்குக் காரணமாகும்.

6. முறிவு (Fracture)

கனியங்களை உடைக்கும்பொழுது அவைகளின் பிரிவுத் தளங்களைத் தவிர மற்றத் திசைகளில் அவைகளின் தோற்றத்தை முறிவு

என்கின்றனர். சில கனியங்களில் அவ்விடங்களில் சிப்பிகளின் உட்புறம் போன்ற பள்ளங்களாகக் காட்சிதரும். அதற்குச் சிப்பி முறிவு (Conchoidal fracture) என்று பெயர். மாக்னசைட், குவார்ட்ஸ்



படம்-56
மூன்று தளங்களில் பிரிவு.

போன்ற கனியங்கள் எடுத்துக்காட்டுகள். பெல்ஸ்பார் போன்ற கனியங்களில் கரடுமுரடான முறிவு (uneven fracture) காணப்படுகிறது.

7. கடினத்தன்மை (Hardness)

ஒரு கனியத்தின் மேற்பரப்பில் மற்றொரு கனியத்தால் கீறினால், கீறப்பட்ட கனியத்தில் நல்ல ஆழமான கோடு விழுந்தால், அக் கனியம் கீறும் கனியத்தைவிட கடினத்வம் (கடினத் தன்மை) குறைவு என்று பொருள். 'மோஸ்' (Mohs) என்ற கனிய இயல் விஞ்ஞானி வரிசைக்கிரமமாகப் பத்துக் கனியங்களைக் கடினத்வம் அதிகரிக்கும் அளவை ஒன்றை அமைத்துள்ளார். இதற்கு 'மோசின்' கடினத்வ அளவை (Moh's Scale of Hardness) என்று பெயர். இவ் அளவையையும் (கடினத்வ எண்களையும்), அதற்கேற்ப கனியங்களையும் அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை 3

கடினத்வ எண்	கனியம்
1.	டால்க் (Talc)
2.	ஜிப்சம் (Gypsum)
3.	கால்சைட் (Calcite)
4.	ஃப்ளூரைட் (Fluorite)
5.	அபடைட் (Apatite)
6.	ஆர்தோக்ளேஸ் பெல்ஸ்பார் (Orthoclase)
7.	குவார்ட்ஸ் (Quartz)
8.	டோபாஸ் (Topaz)
9.	கொரண்டம் (Corundum)
10.	வைரம் (Diamond)

இப்பத்துக் கனியங்களைக் கொண்டு ஒரு கனியத்தின் கடினத்வத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். நடைமுறையில் இதற்குப் பதிலாக பின்வரும் முறை கையாளப்படுகிறது. விரல் நகத்தினால் (க : 2·5) கீறப்பட்டால், கடினத்தன்மை 2.5 க்குக் குறைவு. செப்புக் கம்பியால் (க : 4) கீறப்பட்டால் கடினத்தமை 4-க்குக் குறைவு. பேனாக்கத்தியால் (க : 5·5) கீறப்பட்டால் கடினத்தன்மை 5·5 க்குக் குறைவு. எனவே, மேலே சொல்லப்பட்ட உபகரணங்களால் 6-க்குக் குறைவாக உள்ள கடினத்தன்மை எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம் கடினத்தன்மைக்கு மேலாக உள்ள கனியங்கள் கண்ணாடிப் பரப்பில் கீறல் போடும்.

8. அடர்த்தி விகிதம் (அல்லது) அடர்த்தி எண் (Specific Gravity)

வாக்கர் அளவுகோல் (Walker's Steel Yard). ஜாலியின் சுருள் கம்பித் தராசு (Joly's Spring Balance) முதலிய கருவிகளைக் கொண்டு கனியங்களின் அடர்த்தியைக் கண்டு பிடிக்கலாம். அடர்த்தி எண் 3-க்கு மேற்பட்டால், அடர்த்தி எண் அதிகம் என்பர். பாரைட், கலீனா முதலியன அதிக அடர்த்தி எண்களையுடையன. அப்ரகம், ஜிப்சம், லிக்னைட் முதலியனவற்றின் அடர்த்தி எண்கள் மிகக்குறைவு.

கனியங்களின் வகைகள்

சுமார் 3,000 கனியங்கள் புவி ஓட்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுள் சுமார் ஐம்பது கனியங்களே மிகவும் அதிகமாக உள்ளன. கனியங்களில் பாறைகளை உண்டாக்கும் கனியங்கள் அல்லது பாறைகளாக அமையும் கனியங்கள் பாறைகளின் பல

விதங்களை அறியப் பயன்படுகின்றன. தவிர, பொருளாதாரத்திற்கு இன்றியமையாத பல கனியங்களும் உள்ளன. உலோகங்களை எளிதில் பிரித்து எடுக்கக்கூடிய கனியங்கள் தாதுக்கனியங்கள் (ore minerals) எனப்படுகின்றன.

பாறைகளாக அமையும் கனியங்கள்
(Rock forming Minerals)

மூன்றுவகைப் பாறைகளான நெருப்புப் பாறைகள் (Igneous Rocks), படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary Rocks), உருமாறிய பாறைகள் (Metamorphic Rocks) இவைகளில் உள்ள பல கனியங்களின் பௌதிக குணங்களை இனி ஆராய்வோம். கனியங்களை நன்றாகத் தேய்த்து மிகவும் மெல்லிய தகடுகளாகச் செய்து நீண்ட சதுரக் கண்ணாடித் தாள்களில் (ஸ்லைடுகளில்) பொருத்தி, ஒரே தளத்தில் அசையும் ஒளிக்கதிர் கொடுக்கும் அணுதர்சினியில் (Polarising microscope) பரிசோதித்தால் பல திட்டமான வேறுபாடுகளைக் கனியங்களுள் காணலாம். கனியங்களின் ஒளியியல் குணங்கள் (optical properties) இங்கு விவரிக்கப்படவில்லை.

நெருப்புப் பாறைகளிலுள்ள கனியங்கள்

நெருப்பு அல்லது இக்னியஸ் பாறைகளிலுள்ள கனியங்கள் அநேகமாக யாவும் 'சிலிகேட்டு'களாகும் (Silicates-சிலிகான், ஆக்ஸிஜன் இவைகளின் சேர்க்கைகள்) 'குவார்ட்ஸ்' என்ற கனியம் சிலிகான் ஆக்ஸிஜன் சேர்ந்த சேர்க்கை (Silicon dioxide). மற்றவைகளில் சிலிகான், ஆக்ஸிஜன், மற்றும் அலுமினியம், சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம் முதலிய மூலகங்களும் உள்ளன. சில சிலிகேட்டுகளில் நீர் கலந்திருக்கின்றன. சிலிகேட்டுகளில் சிலிகான் ஆக்ஸிஜன் விகிதம் 1 : 3 என்றிருந்தால் அவை 'பாலிசிலிகேட்டுகள்' (Polisilicates) எனவும், 2:1 என்ற விகிதத்திலிருந்தால், 'மெடாசிலிகேட்டுகள்' (Metasilicates) எனவும், 1 : 1 என்ற விகிதத்திலிருந்தால், 'ஆர்தோசிலிகேட்டுகள்' (Orthosilicates) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன.

பின்வரும் கனியங்கள் நெருப்புப் பாறைகளை அமைக்கின்றன:

1. குவார்ட்ஸ் (Quartz)
2. ஃபெல்ஸ்பார்கள் (Feldspars)
3. பைராக்சின்கள் (Pyroxenes)
4. ஆம்ஃபிபோல்கள் (Amphiboles)
5. ஆலிவீன் (Olivine)
6. ஃபெல்ச்பதாய்டுகள் (Feldspathoids)
7. அப்ரகங்கள் (Micas)

1. குவார்ட்ஸ் (Quartz)

இது சிலிகான் டை-ஆக்சைடு என்ற ரசாயன சேர்க்கையை (chemical composition) உடைய கனியம். நல்ல படிக வடிவங்களுடன் உள்ளவை, பாறைப் படிகங்கள் (Rock crystals) எனப்படுகின்றன. இது உருவமற்றும் (massive) பலவித வெளி அமைப்புகளை உடைத்தாயுமிருக்கிறது. நிறமற்றும், மற்றும் வெள்ளை, சிகப்பு, நீலம், ஊதா போன்ற நிறங்களிலும் உள்ளது. நிறமற்ற வரையும் (Streak), கண்ணாடி போன்ற ஒளி வீச்சும், குழிவுள்ள சிப்பி முறிவும் இயற்கை. கடினத்தன்மை : ஏழு. (மோஸ் அளவில்) அடர்த்தி எண் : 2·65. கனியப் பிரிவு தெரிவதில்லை.

குவார்ட்ஸ் வகைகள்: பாறைப்படிகம், ஊதா நிற அமிதிஸ்ட் (Amethyst), நீல நிற குவார்ட்ஸ் முதலியன படிகங்களாகவோ, உருவற்றோ (massive) அகப்படுகின்றன. நொங்கு நிற சால்ஸ்டனி (Chalcedony), பல அழகான கோடுகள் உள்ள அகேட் (Agate), சிவப்பு நிற ஜாஸ்பர் (Jasper), பால்வெண்மையான 'ஓபல்' (Opal) முதலியன குவார்ட்ஸின் பல வடிவங்கள். இவை சாதாரணமாக 'பசால்ட்' என்ற எரிமலைப் பாறைகளின் குடைவுகளில் (cavities) காணப்படுகின்றன. ஃப்ளின்ட் (Flint) அல்லது சிக்கி-முக்கிக் கல் கறுப்பு நிறமான குவார்ட்ஸ் சாதாரணமாக சாக் (chalk) என்ற நுண்ணிய மெதுவான சுண்ணாம்புப் படிவங்களில் உண்டாகிறது. ஆற்றுமணல், கடற்கரை மணல் முதலியன 'குவார்ட்ஸ்' ஆல் ஆனவையே.

பயன்: நல்ல நிறமுள்ள ஒளிவீசும் வகைகள் அழகு செய்யும் கற்களாகப் (gem stones) பயன்படுகின்றன. மற்றவை 'உப்புத் தாள்'(sandpaper) பீங்கான் கண்ணாடி இவைகளின் தயாரிப்புகளிலும் பயன்படுகின்றன. மணற்பாறை என்ற படிவுப்பாறை 'குவார்ட்ஸ்' ஆல் ஆனதே. இப்பாறை, கட்டடங்கள் கட்டப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. பாறைப் படிகம் (Rock crystal) ரேடியோ சாதனங்களில் பயன்படுகிறது.

2. ஃபெல்ஸ்பார்கள் (Feldspars)

ஃபெல்ஸ்பார்கள் என்ற பிரிவின் கீழ் அநேக கனியங்கள் உள்ளன. இக்கனியக் குடும்பத்திலுள்ள பல அங்கத்தினர்களுக்கும் அநேக வகைகளில் ஒற்றுமை காணப்படுகிறது. எனவே, இவைகளுக்குப் பொதுவான பௌதிக குணங்களை முதலில் ஆராய்வோம். இவை யாவும் அலுமினியம் சிலிகேட்டுகள். முப்பட்டை (Tabular) உருவமுடையவை. வெள்ளை, சிகப்பு, சாம்பல் நிறமுள்ளவை.

சற்றுக் குறைவான கண்ணாடி ஒளிவீச்சு (subvitreous) உடையவை. கடினத்தன்மை : 6. பிரிவு, இரண்டு தளங்களில் தெரிகின்றன. பலதடவை கனிய இரட்டிப்புகள் (multiple twinning) காணபபடுகின்றன. ஃபெல்ஸ்பார்கள் கயோலின அல்லது வெள்ளைக் களிமண்ணாக மாறுகின்றன. நெருப்பு (இகனியஸ்), உருமாறிய (மெட்டமார்பிக்) பாறைகளாகத் தோற்றமளிக்கின்றன. பீங்கான் தயார் செய்ய மிகவும் அவசியமான கனியங்கள்:

ஃபெல்ஸ்பார் கனியங்களாவன:

1. ஆர்தோகிளேஸ் (Orthoclase) } பொட்டாசியம் ஃபெல்ஸ்
2. மைக்ரோகிளைன் (Microcline) } பார்கள்.

3. ஆல்பைட் (Albite)—சோடியம் ஃபெல்ஸ்பார்.

4. ஆலிகோகிளேஸ் (Oligoclase) } சோடியம் கால்சியம்
5 ஆண்டிசின் (Andesine) } ஃபெல்ஸ்பார்கள்.

6. லாப்ரடரைட் (Labrodorite) } கால்சியம்-சோடியம்
7. பிடுவனைட் (Bytownite) } ஃபெல்ஸ்பார்கள்.

8. ஆனார்தைட் (Anorthite)—கால்சியம் ஃபெல்ஸ்பார்கள்.

முதல் மூன்றும் காரஃபெல்ஸ்பார்கள் (Alkali Feldspars) எனப்படுகின்றன. ஆல்பைட் முதல் ஆனார்தைட் வரையுள்ள கனியங்கள் 'பிளேசியோ கிளேஸ்' (முத்தளச் சாய்வு) ஃபெல்ஸ்பார்கள் (Plagioclase Feldspars) எனப்படுகின்றன ஆல்பைட், ஃபெல்ஸ்பார் சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட்டாலானது. ஆனார்தைட் என்பது கால்சியம் அலுமினியம் சிலிகேட் ஆகும். இவ்விரண்டு கனியங்களுக்குமிடையில் சோடியமும் அலுமினியமும் பல்வேறு விகிதங்களில் கலந்து உள்ளன. எனவே, பல்வேறு கனியங்கள் உள்ளன. இந்த ரசாயன வேறுபாடுகளைச் சாதாரணமாக ஒளியியல் (optical) குணங்களின் மூலமாகத் தெரிந்துகொள்ளலாம். இவ்விதமாக, இரண்டு கடைக் கனியங்களுள் (end members) சரளமாக ரசாயனக் கலவை காணப்பட்டுப் பல இடைக்கனியங்கள் (intermediate members) இருப்பதனால், இவை உருவ ஒற்றுமையுள்ள கலப்புக் குடும்பமாகும் (isomorphous series). சிறப்பான ஃபெல்ஸ்பார் கனியங்களின் விவரிப்பைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் (அட்டவணை 4) காணலாம்.

அட்டவணை 4

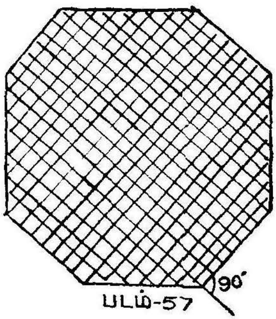
ஃபெல்ஸ்பார்கள்

வருணனை.	ஆர்தோகிளேஸ் (Orthoclase).	மைக்ரோகிளைன்.	ஆல்பைட்.	லாபிரடரைட்.
உருவம் (Form) ...	முப்பட்டை ...	முப்பட்டை ...	முப்பட்டை ...	முப்பட்டை அல்லது உருவமின்மை.
படிக அமைப்பு (System of Crystallization).	மானோகிளினிக் ...	டிரைகிளினிக் ...	டிரைகிளினிக் ...	டிரைகிளினிக்.
பிரிவு (Cleavage) ...	இரண்டு தளங்களில் எல்லா வகைகளிலும் காணப்படுகிறது.			
முறிவு (Fracture) ...	கரடுமுரடான முறிவு எல்லா ஃபெல்ஸ்பார்களிலும் காணப்படுகிறது.			
கடினத்தன்மை (Hardness).	6	6	6	6·5
அடர்த்தி எண் (Specific gravity).	2·56	2·56	2·62	2·65
நிறம் (Colour) ...	வெள்ளை, சிகப்பு ...	சிகப்பு, பச்சை ...	வெள்ளை ...	... சாம்பல் நிறம்.
வரை (Streak) ...	நிறமற்ற வரையை எல்லா வகைகளும் கொடுக்கின்றன.			
ஒளிவீச்சு (Lustre) ...	கண்ணாடிபோன்ற ஒளி வீச்சு (Vitreous)		பவழம் போன்றது... (pearly).	சில வகைகள், பல நிறங்களைக் காட்டுகின்றன (play of colours).

ரசாயன இயைபு (Chemical composition).	பொட்டாசிய அலுமினிய சிலிகேட்.	பொட்டாசிய அலுமினிய சிலிகேட்.	சோடியம் அலுமினியம் சிலிகேட்.	சோடிய-கால்சிய அலுமினிய சிலிகேட்.
கனியம் அமைந்துள்ள பாறை இனம்.	கிரானைட், சயனைட் ...	கிரானைட், சார்னகைட், பெக்மடைட், நைஸ்.	கிரானைட், நைஸ் ...	அனுர்த்தசைட் காப்ரோ பாறைகள்.
பயன்கள் ...	பீங்கான் தொழிலில் பெரிதும் பயன்படுகிறது.	பீங்கான் செய்ய அழகுபடுத்தும் கற்களாகப் பச்சை நிற 'அமேசான் கல்' பயன்படுகிறது (Amazon Stone).	பீங்கான் தொழிலில் பயன்படுகிறது. அழகு அளிக்கும் சந்திரகாந்தக் கல் (Moon stone) ஆல்பைட் இனத்தைச் சார்ந்ததே.	பல நிறங்கள் காட்டும் வகைகள் ஆபரணக் கற்களாகும்.
கிடைக்குமிடங்கள்	தமிழ் நாட்டின் எல்லா மாவட்டங்களிலுமுள்ள (குறிப்பாக சேலம், ஆர்க்காடு மாவட்டங்களிலும்) கிரானைட், நைஸ் பாறைகள்.			அனுர்த்தசைட் பாறைகள் உள்ள சேலம் மாவட்டத்து சித்தம்பூண்டி, திருச்சி மாவட்டத்துக் கடவூர், மற்றும் பழனி மலைகள்.

3. பைராக்சின்கள் (Pyroxenes)

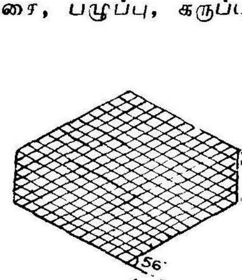
இவை மக்னிஷியம், கால்ஷியம் இரும்பு மெட்டாசிரகேட் கனியங்கள் ஆர்தராம்பிக் அல்லது மாஞேகிளினிக் படிக அமைப்பையுடையவை. சிறு பட்டைகளாகவும், அல்லது உருவமற்றனவாகவும் உள்ளன. கனியப் பிரிவுகள் இரண்டு தளங்களில் உள்ளன. இவ் விரு தளங்கள் குறுக்காக வெட்டும் பொழுது இவைகளுக்கு இடையில் உள்ள கோணங்கள் 89°—93° ஆகும் (படம் 57). அதாவது, அநேகமாக நேர்கோணமாக இருக்கிறது. பழுப்பு, பச்சை, கருப்பு நிறங்களையுடையன. ஆயினும், வரை அல்லது கோடு நிறமற்ரே, வெள்ளையாகவோ இருக்கும். ஒளிவீச்சு, சிலவற்றில் கண்ணுடியைப்போன்றும், சிலவற்றில் உலோகத்தைப் போலவும் இருக்கும். கடினத்தன்மை: 5-லிருந்து 6 வரை இருக்கும். அடர்த்தி எண்: 3·1 லிருந்து 3·5 வரை இருக்கும். இக்னியஸ், மெட்டமார்பிக் பாறைகளில் உள்ளன. சிறப்பான கனியங்களின் வரலாற்றை அட்டவணையில் காணலாம் (அட்டவணை 5).



படம்-57

4. ஆம்ஃபிபோல்கள் (Amphiboles)

இவை அநேகமாக பைராக்ஸின் கனியங்களைப் போன்றவை. இவைகளும் மெடாசிலிகேட்டுகள். ஆர்தராம்பிக் மாஞேகிளினிக் படிவ அமைப்புகளையுடையன. வெள்ளை, பச்சை, பழுப்பு, கருப்பு நிறங்களில் உள்ளன. ஆயினும், அணுக்கள் அமைப்பில் வேறுபாடுகள் உள்ளன. மற்றும், பல குணங்களிலும் வேறுபாடுகளைக் காண்கிரும். சாதாரணமாக ஆம்ஃபிபோல்கள் நீண்டு பட்டையாக இருக்கும் (slender prisms). சில நார்கள் (fibrons) போன்று இருக்கின்றன. இக்கனியங்களின் பிரிவு இருதளங்களில் உள்ளன (prismatic cleavages). இப்பிரிவுகளுக்கிடையில் உள்ள கோணங்கள் 56°-124° ஆகும் (படம் 58). பைராக்சின்களைப் போன்ற ரசாயன அமைப்பு உள்ள ஆம்ஃபிபோலகளின் அடர்த்தி எண் குறைவு. தவிர



படம்-58

கால்சிய மக்னீசிய மூலகங்களின் விகிதம் ஆம்ஃபிபோலில் 1 : 3 ஆக இருந்தால், பைராக்சின்களில் 1 : 1 ஆக இருக்கும். மற்ற விவரங்களை அட்டவணையில் (அட்டவணை 6-ல்) காண்க.

5. ஆலிவின் (Olivine)

இக்கனிமம் மக்னீஷிய இரும்பு ஆர்தோசிலிகேட் என்ற ரசாயனச் சேர்க்கையை உடையது. சாதாரணமாகச் சர்க்கரையைப் போன்று (Saccharoidal) வடிவுடையதாக இருக்கும். படிக அமைப்பில் ஆர்தராம்பிக்கைச் சேர்ந்தது. பிரிவு தெளிவாகத் தெரியாது. சிப்பி முறிவு நன்றாகத் தெரியும். கடினத்தன்மை 6·5—7. அடர்த்தி 3·27—3·37. நிறம், ஆலிவ் பச்சை. வரை நிறம் அற்றது. ஒளிவீச்சு கண்ணாடியைப்போன்றது. சாதாரணமாகப் பெரிடோடைட் (Peridotite) என்ற நெருப்புப் பாறைகளின் பெரும்பங்கில் ஆலிவின் உண்டு. டூனைட் (Dunite) என்ற பாறை முழுதும் ஆலிவினாலானதே. சேலம், மைசூர் மாகனைசைட் அகப்படும் வட்டாரங்களில் டூனைட் பாறைகளைக் காணலாம். 'பெரிடாட்' (Peridot) என்றழைக்கப்படும் அழகுக்கல் ஆலிவின் இனத்தைச் சார்ந்தது.

6. ஃபெல்ஸ்பதாய்டுகள் (Felspathoids)

ஃபெல்ஸ்பார்களைப் போன்று இவை அலுமினியம் சிலிகேட்டுகள் ஆயினும், சிலிகாவின் அளவு இவைகளில் குறைவு. நெபிலீன், லூசைட் (Leucite), சோடலைட் (Sodalite), லாபிஸ் லசூலி (Lapis Lazuli) இன்னும் பல கனியங்கள் இக்குடும்பத்திலுள்ளன. இவைகளில் மிகவும் சிறப்பான நெபிலீனின் (Nepheline) குணாதிசயங்களைக் கீழே காணலாம்:

1. உருவம்—வடிவற்றது.
2. படிகஅமைப்பு—'ஹெக்சகோனல்'
3. பிரிவு—இல்லை.
4. முறிவு—சுமாரான சிப்பி முறிவு.
5. கடினத்தன்மை—5·5—6.
6. அடர்த்தி எண்—2·55—2·65.
7. நிறம்—பழுப்புநிறச் சிகப்பு.
8. வரை—நிறமற்றது.
9. ஒளிவீச்சு—எண்ணெய் போன்றது.
10. ரசாயன இயைபு—சோடியம் அலுமினியம் ஆர்தோ சிலிகேட்.
11. பாறை இனம்—சயனைட்கள்.
12. கிடைக்குமிடம்—கோவை மாவட்டச் சிவமலைக் குன்றுகள்.

அட்டவணை 5

பைராக்சின்கள்

வருணனை	ஹைபர்ஸ்தீன் (Hypersthene)	டையாப்சைடு (Diopside)	ஆகைட் (Augite)
உருவம் ...	சிறுட்டையான படிகக் கூட்டுகள்.	நல்ல படிகங்களாக மணல் போன்ற (granular) சிறு பட்டைகள்.	சிறு தடித்த பட்டைகள் அல்லது உருவமற்ற.
படிக அமைப்பு ...	ஆர்தராம்பிக்	மானோகிளினிக்	மானோகிளினிக்.
பிரிவு ...	இரண்டு நேர்த்தளங்களில் பிரிவு. இப்பிரிவுகளுக்கு இடையிலுள்ள கோணங்கள் 87°—93°		
முறிவு ...	கரடுமுரடான முறிவு எல்லா வகைகளிலும் உண்டு.		
கடினத்தன்மை ...	5—6	5·5—7	5 5—6
அடர்த்தி எண் ...	3·40—3·50	3·20—3·38	3·35—3·45
நிறம் ...	பழுப்பு, கறுப்பு	பச்சை	பச்சை, கறுப்பு.

ரை ...	எல்லா வகைகளிலும் வரை நிறமற்றது.		
ளிவீச்சு ...	உலோகத்தை யொத்தது (Schiller).	கண்ணாடியைப் போன்றது ...	சற்று மங்கின உலோக ஒளிவீச்சு (Sub-metallic).
சாயன இயைபு ...	இரும்பு மக்னிஷிய மெடா சிலிகேட்.	கால்சிய - மக்னிஷிய மெடா சிலிகேட்.	கால்சிய, மக்னிசிய, இரும்பு சோடிய, அலுமினிய மெடா சிலிகேட்.
ாறை இனங்கள் ...	சார்னகைட், டயரைட் காப்ரோ முதலிய நெருப்புப் பாறைகள்.	சிறப்பாக உருமாறிய பாறைகளான சலவைக் கற்கள், கிரானுலைட் பாறைகள்.	சயனைட் காப்ரோ, பைராக்சினைட், டாலரைட், பசால்ட் பாறைகள்.
டைக்குமிடங்கள்	சார்னகைட் பாறைகள் தென்படும் பல்லாவரம் குன்றுகள், நீலகிரிமலைகள்.	மதுக்கரை, தாழையூத்து, சங்ககிரிதுர்க்கம், இவ்விடங்களில் உள்ள சலவைக் கற் பாறைகள்.	சிவமலைக் குன்றுகளில் உள்ள சயனைட் பாறை. தமிழ் நாட்டின் பல விடங்களில் உள்ள டாலரைட் பாறைகள்.

அட்டவணை 6

ஆம்பிபோல்கள்

வருணனை	ஆன்தோபில்லைட் (Anthophyllite)	டிரமொலைட் (Tremolite)	ஆக்டினலைட் (Actinolite)	ஹார்ன்பிளண்டு (Hornblende)
உருவம் ...	ஊசிகள் போன்று, நார் நாராக.	நீண்ட குறுகிய தகடுகள் நார்போன்று	நீண்ட குறுகிய பட்டைகள் நார் போன்று.	குறுகிய பட்டைகள் அல்லது உருவமற்று.
படிக அமைப்பு ...	ஆர்தராம்பிக் ...	மானோகிளினிக் ...	மானோகிளினிக் ...	மானோகிளினிக்.
பிரிவு ...	இரண்டு செங்குத்தான தளங்களில் பிரிவுகள். இடையிலுள்ள கோணங்கள் 56°—124°			
முறிவு ...	எல்லா வகைகளிலும் கரடுமுரடான முறிவு காணப்படுகிறது.			
கடினத்தன்மை ...	5·5—6	5—6	5—6	5—6
அடர்த்தி எண் ...	2·85—3·0	2·9—3·2	2·98—3·44	2·9—3·6
நிறம் ...	மஞ்சள், பழுப்பு ...	வெள்ளை ...	பச்சை ...	கருப்பு.

வரை ...	நிறமற்ற வரை எல்லா வகைகளிலும் காணப்படுகிறது.			
ஒளிவீச்சு ...	நார்போன்ற வகைகள் பட்டினையொத்த ஒளிவீச்சைக் காட்டுகின்றன. மற்றவை கண்ணாடி ஒளிவீச்சையுடைத்தாயிருக்கின்றன.			கண்ணாடி ஒளிவீச்சு அல்லது மங்கலான உலோக ஒளிவீச்சு.
ரசாயன இயைபு ...	இரும்பு மக்னீசிய சிலிகேட்.	கால்சிய மக்னீசிய சிலிகேட்.	கால்சிய மக்னீசிய இரும்பு சிலிகேட்.	கால்சிய, மக்னீசிய, இரும்பு, சோடிய, பொடாசிய சிலிகேட்.
பயன்கள் ...	நார்போன்ற இனங்கள் கல்நாராகப் (Asbestos) பயன்படுகின்றன.			
பாறை இனங்கள்	'ஷிஸ்ட்' என்ற உருமாறியபாறை.	'ஷிஸ்ட்' மற்றும் சலவைக் கற்பாறைகள் (Marbles).		கிரானைட், டயரைட், காப்ரோ என்ற நெருப்புப் பாறைகளிலும் 'நைஸ்' 'ஷிஸ்ட்' போன்ற பாறைகளிலும்.
கிடைக்குமிடங்கள்	சேலம் மாவட்டத்தில் வைகுண்டம் என்றஊர் அருகில்.	சேலம் மாவட்டத்து சங்ககிரிதுர்க்கம் அருகில் உள்ள சுண்ணாம்புக்கல் சுரங்கங்களில்.		மைசூர் கிரானைட் தமிழ்நாட்டில் பல மாவட்டங்களில் உள்ள 'நைஸ்' பாறைகள்.

அட்டவணை 7

அப்ரகங்கள்

வருணனை.	வெள்ளை அப்ரகம், மஸ்கோவைட் (Muscovite).	கருப்பு அப்ரகம் (பயடைட்) (Biotite).	சிகப்பு அப்ர ஃப்ளோகபை (Phlogopite)
உருவம் ...	பெரிய புத்தகங்கள் படிகங்கள், செதிள்கள்.	படிகங்கள், செதிள்கள்.	படிகங்கள், செதிள்கள்.
படிக அமைப்பு.	எல்லா வகைகளிலும் 'மானோகிளினிக்' அமைப்பை உடையன.		
பிரிவு ...	ஒரு தளப்பிரிவு எல்லாவற்றிலும் உண்டு.		
முறிவு ...	சமமற்ற முறிவு எல்லாவற்றிலும் காணப்படுகிறது.		
கடினத்தன்மை	2—2·5	2·5—3	2·5—3
அடர்த்தி எண்	2·76—3	2·7—3·1	2·78—2·85
நிறம் ...	நிறமற்று, பச்சை	கறுப்பு ...	செம்புபோன்ற சிகப்பு.
வரை ...	நிறமற்ற வரையைக் கொடுக்கின்றன.		
ஒளிவீச்சு	கண்ணாடிபோன்ற ஒளிவீச்சு; பிரிவிற்கு இணையான அகலமான பரப்புகளில் பவழம்போன்ற ஒளிவீச்சு.		
ரசாயன இயைபு.	நீர் ஊன்றிய பொடாசிய அலுமினிய ஆர்தோ சிலிகேட்.	நீர் ஊன்றிய பொடாசிய அலுமினிய இரும்பு மக்னீசியசிலிகேட்.	நீர் ஊன்றிய பொடாசிய அலுமினிய மக்னீசிய இரும்புசிலிகேட்.
பயன்கள்	உலைக்கதவுகள், (Furnace doors) மின்சாரத் தொழிலில்,	...	மின்சாரத் தொழிலில்.
பாறை இனம்.	கிரானைட், பெக்மடைட், பாறைகள்.	கிரானைட், நைஸ், ஷிஸ்ட் பாறைகள்.	சிலபெரிடடைட் பாறைகள், சலவைக் கற்கள்.
டக்கு டம்.	பீஹாரில் சிங்பும், ஆந்திராவில் நெல்லூர், தமிழ் நாட்டில் எடப்பாடி, (சேலம் மாவட்டம்) நீலகிரி மாவட்டம், ராஜஸ்தான்.	தமிழ்நாட்டில் 'எல்லாமாவட்டங்களிலுமுள்ள 'நைஸ்' பாறைகள்.	திருவிதாங்கூரில் உள்ள ரெனியல்.

7. அப்ரகங்கள் (Micas)

அப்ரகங்கள் பெரும்பாலும் அலுமினியம் ஆர்தோசிலிகேட்டுகள். நான்கு அல்லது ஐந்து சதவிகிதம் தண்ணீர் அப்ரகங்களின் அணு அமைப்பில் அடங்கியிருக்கிறது. அப்ரகங்களின் படிக அமைப்பு மானோகிளினிக்கைச் சேர்ந்தாலும், ஹெக்சகோனல் படிகங்களைப் போல ஆறுமுகங்களுள்ள படிகங்களாகக் கிடைக்கின்றன. ஒரே தளத்திலுள்ள கனியப்பிரிவு பலமாக இருப்பதால், செதில் செதிலாக அப்ரகங்கள் பிரிகின்றன. நிறமற்று அல்லது பச்சை, பழுப்புக் கறுப்பு முதலிய நிறங்களில் அப்ரகங்கள் உள்ளன. கடினத்தன்மை 2—3. அடர்த்தி எண் 2·76—3·3. அப்ரகக் கனியங்களின் வரலாற்றை அட்டவணை 7-ல் காணலாம்.

உருமாறிய பாறைகள்

உருமாறிய பாறைகளில் (Metamorphic Rocks) அமையும் கனியங்கள் பின்வருமாறு :

1. கார்னட் (Garnet).
2. கயனைட் (Kyanite).
3. ஸ்டாரோலைட் (Staurolite).
4. ஸில்லிமனைட் (Sillimanite)
5. பெரில் (Beryl).
6. டூர்மலின் (Tourmaline).
7. டால்க் (Talc).
8. க்ளோரைட் (Chlorite).
9. ஸெர்பன்டைன் (Serpentine).
10. எபிடோட் (Epidote).
11. அபடைட் (Apatite).

இக்கனியங்களின் விவரணையை அட்டவணை 8, 9, 10-ல் காண்க.

படிவுப் பாறைகள்

படிவுப் பாறைகளாக அமைந்திருக்கும் கனியங்களில், குவார்ட்ஸ் மற்றும் சிறப்பானவைகள் பின்வருமாறு:

1. கயலின் அல்லது களிமண் கனியம் (Kaolin).
2. கால்சைட் (Calcite).
3. டோலமைட் (Dolomite).

1. கயலின் (Kaolin) அல்லது சைனா மண் (China Clay)

சாதாரணமாக உருவற்று, சில இடங்களில் ஃபெல்ஸ்பார் கனியங்களின்மேல் பூசப்பட்டும் (encrustation) கிடைக்கிறது.

அட்டவணை 8

உருமாறிய பாறைகளின் கனியவகைகள்

வருணனை	கார்னட்	கயனைட்	ஸ்டாரோலைட்	ஸில்லிமனைட்
உருவம் ...	படிகங்கள், சிறு மணல்கள்.	கத்திகள் போன்று	படிகங்கள் ...	நீண்ட ஊசிகள் போன்று.
படிக அமைப்பு	கனச்சதுர (Cubic) ...	டிரைகிளினிக் ...	ஆர்தராம்பிக் ...	ஆர்தராம்பிக்.
பிரிவு ...	கிடையாது ...	உண்டு ...	தெரியாது ...	உண்டு.
முறிவு ...	சமமற்றது ...	சமமற்றது ...	சுமாரான சிப்பி முறிவு.	சமமற்றது.
கடினத்தன்மை	6·5—7·5	நீளமாக 4·5 குறுக்காக 6—7 }!	7—7·5	6—7
அடர்த்தி எண்	3·4—4·3	3·59	3·76	3·24
நிறம் ...	சிகப்பு, பச்சை ...	நீலம் ...	சிகப்பு ...	நிறமற்றது.
வரை ...	நிறமற்றது ...	நிறமற்றது ...	நிறமற்றது ...	நிறமற்றது.

ஒளிவீச்சு ...	கண்ணாடிபோன்றது	கண்ணாடி போன்றது	சுமாரான கண்ணாடி போன்றஒளிவீச்சு.	கண்ணாடியைப் போன்றஒளிவீச்சு.
ரசாயன இயைபு	கால்சிய, மக்னீசிய, இரும்பு, அலுமினிய சிலிகேட்கள். (பல இனங்கள்உள்ளன.)	அலுமினியம் சிலி கேட்.	நீர் கலந்த இரும்பு அலுமினியம் சிலி கேட்.	அலுமினியம் சிலி கேட்.
பயன் ...	சிலவகைகள்ஆபரணக் கற்களாகவும், சில சாணைக்கற்களாகவும் (Abrasive) பயன் படுகின்றன.	வெப்பம் தாங்கும் செங்கல்கள் செய் யப் பயன்படுகின் றன.	சில வகைகள் ஆப ரணக் கற்களா கும்.	வெப்பம் தாங்கும் செங்கல்கள்(Ref-rartory Bricks) செய்ய.
பாறை இனங்கள்	பெக்மடைட்,ஷிஸ்ட், நைஸ், எக்ளகைட் (Eclogite).	ஷிஸ்ட் பாறைகள்	ஷிஸ்ட் பாறைகள்	'நைஸ்' பாறைகள், கோண்டலைட் (Khondalite).
கிடைக்குமிடங்கள்	பீஹார், ஆந்திரம், மைசூர்,ராஜஸ்தான், தமிழ்நாட்டில் சேலம், நெல்லை மாவட்டங்கள்.	பீஹார், மகாராஷ் டிரம், ராஜஸ்தான்.	மைசூர் மாநிலத்தில் உள்ள ஹோல நர்சபூர்.	அஸ்ஸாமிலுள்ள காசி குன்றுகள், ஆந்திரம், மைசூர்.

அட்டவணை 9

உருமாறிய பாறைகளின் கனியவகைகள்

வருணனை	டூர்மலின்	பெரில் (Beryl)	டால்க்	குளோரைட்
உருவம் ...	படிகங்கள் ...	படிகங்கள் ...	உருவமற்று, செதிள்களாக.	உருவமற்று செதிள்களாக.
படிக அமைப்பு	ஹெக்சகோனல் ...	ஹெக்சகோனல்	மானோகிளினிக் ...	மானோகிளினிக்.
பிரிவு	கிடையாது ...	சரியாகத் தெரியாது.	உண்டு ...	உண்டு.
முறிவு	சமமற்றது ...	சமமற்றது ...	சமமற்றது ...	சமமற்றது.
கடினத்தன்மை ...	7—7·5	7·5—8	1—2	2—2·5
அடர்த்தி எண் ...	3·06—3·16	2·70	2·7	2·1
நிறம்	கறுப்பு, வெளிறின சிகப்பு, பச்சை.	நீலம், வெள்ளை ...	வெண்மை ...	வாடின பச்சை.

வரை ...	நிறமற்றது ...	நிறமற்றது ...	நிறமற்றது ...	பச்சை.
ஒளிவீச்சு ...	கண்ணாடியை யொத்தது.	கண்ணாடியை யொத்தது.	பவழம் போன்றது	பவழம் போன்றது.
ரசாயன இயைபு ...	இரும்பு, சோடிய அலுமினிய போரான்சிலிகேட்.	பெரிலியம் அலுமினியம் சிலிகேட்.	நீர் கலந்த மக்னீசியம் சிலிகேட்.	நீர் கலந்த மக்னீசியம் அலுமினியம் சிலிகேட்டுகள்.
பயன்கள் ...	ஆபரணக்கற்கள் ...	அணுசக்தி சாதனங்கள் மற்றும் பல பொறியியற்கருவிகளில் பயன்படும் பெரிலியம் உலோகத்தின் சிறப்பான தாது.	முகப் பூச்சுத்தூள் (Talcum powder) துப்புரவற்ற வகைகளில் (Steatite) கற்சட்டிகள் செய்யப்படுகின்றன. சிலைகள் வடிக்கப்படுகின்றன.	...
பாறைகள் ...	பெக்மடைட்	பெக்மடைட் ...	'ஷிஸ்ட்' பாறைகள்	'ஷிஸ்ட்' பாறைகள்.
கிடைக்குமிடங்கள்	நெல்லூர் பெக்மடைட் பாறைகள்.	நெல்லூர், எடப்பாடி பெக்மடைட்கள்.	மத்தியப்பிரதேசத்து ஜபல்பூர், ராஜஸ்தான், ஆந்திராவில் அனந்தபூர் மாவட்டம்.	மைசூர் மாநிலத்து ஹோலநர்சபூர்.

அட்டவணை 10
உருமாறிய பாறைகளின் கனியவகைகள்

வருணனை	செர்பன்டைன்	எபிடோட்	அபடைட்
உருவம்	உருவமற்று	நீண்டப்பட்டைகள் உருவமற்று	படிகங்களாக உருவமற்று.
படிக அமைப்பு	மானோகிளினிக்	மானோகிளினிக்	ஹெக்சகோனல்.
பிரிவு	கிடையாது	சுமாராகத் தெரியும்	சுமாராகத் தெரியும்.
முறிவு	சிப்பி முறிவு	சமமற்றது	சமமற்றது.
கடினத்தன்மை	3—5	6—7	5
அடர்த்தி எண்	2·7	3·5	2·7—2·3
நிறம்	மஞ்சள், பச்சை	'பிஸ்தா' பச்சை	நீலம்.
வரை	நிறமற்றது	நிறமற்றது	நிறமற்றது.
ஒளிவீச்சு	மெழுகையொத்தது	கண்ணாடிபோன்றது	கண்ணாடிபோன்றது.
ரசாயன இயைபு	நீர் கலந்த மெக்னீஷியம் சிலிகேட்.	நீர் கலந்த கால்சிய அலுமினிய இரும்பு சிலிகேட்.	குளோரின் ப்ளூரின் (Flurine) கலந்த கால்சியம் பாஸ்பேட்.
பயன்கள்	...	ஆபரணக் கற்கள்	சூபர்பாஸ்பேட் உரங்கள் தயாரிக்க
பாறைகள்	செர்பன்டினைட் பாறைகள்.	எபிடசைட் (Epidosite) என்ற எபிடோட் — குவார்ட்ஸ் பாறைகள்.	சலவைக்கற்களிலும், நீர் வெப்ப (hydro-thermal deposits) படிவுகளாகவும் மற்றும் பக்மடைட்போன்ற நெருப்புப் பாறைகள்.
கிடைக்குமிடங்கள்	மைசூர், சேலம்மாவட்டம்.	தமிழ்நாட்டின் பல வட்டங்களில் சிறிதளவில் கிடைக்கிறது.	பீஹார், ஆந்திரம், தமிழ்நாட்டின் திருச்சி மாவட்டத்து பாஸ்பேட் உருண்டைகள் (Phosphaticnodules).

மானோகிளினிக் படிக இயல்பைக் கொண்டிருக்கிறது. நூறு மைக்ரானிலிருந்து 0·1 மைக்ரான் விட்டமுள்ள கண்ணுக்குத் தெரியாத இப்படிகங்களை 'எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ்கோப்' மூலம் பார்த்தால், கயலினில் பல வகைகளிருப்பதும் தெரியவரும். வெள்ளை நிறமும் வரையும் கொண்டது. ஒளிவீச்சு மண்ணையொத்திருக்கும். கடினத்தன்மை இரண்டுக்குக் குறைவு. பிரிவு கிடையாது. முறிவு ஒழுங்கற்றது. அடர்த்தி எண்: 2·60—2·63. ரசாயனப் பகுப்பு—நீர் கலந்த அலுமினியம் சிலிகேட். சிலிகா—46·5%; அலுமினியம் ஆக்ஸைடு—39·5%; நீர்—14%; பிங்கான் சாமான்கள் செய்யப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. சைன நாட்டில் அதிகமாக அகப்படுகிறது. அம்மொழியில் 'காலிங்' என்றால் உயர்ந்த குன்றென்று பொருள். இக் கனியம் ஜாசாபூ என்ற இடத்திற்கு அருகேயுள்ள குன்றில் முதலாவதாகக் கண்டெடுக்கப்பட்டு, விவரிக்கப்பட்டதின் விளைவாகக் 'கயலின்' என்ற பெயர் இந்த வெள்ளைக் களிமண்ணிற்கு வந்தது. பீகாரிலும் தமிழ்நாட்டின் பல மாவட்டங்களிலும் கயலின் வெட்டி எடுக்கப்படுகிறது.

2. கால்ஸைட் (Calcite)

கால்சியம் கார்பனேட் என்ற ரசாயன பகுப்பைக்கொள்ள இக்கனியம் நல்ல படிகங்களாகவும், சில பாறைகளில் கண்ணுக்குப் புலப்படாதவைகளாகவும், மற்றும் பல உருவங்களிலும் கிடைக்கிறது. ஹெக்சகோனல் படிக இயல்பு உள்ளது. ஆனல், பின்வரும் பௌதிக, ரசாயனக் குணங்களினால் இக்கனியத்தை எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாம். கடினத்தன்மை 3. அடர்த்தி எண் 2·71. எளிதில் நீர்த்த ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலத்துடன் நுரை கொடுக்கும். படிகங்களில் பிரிவு மூன்று திசைகளில் உண்டு. ஒரு முகத்தில் இரு பிரிவுகளின் கோடுகள் தெரியும். அவைகளுக்கு ஊடே உள்ள கோணங்கள் 75°—105° நிறமற்று, அல்லது வெண்மை, மஞ்சள் நீலம், சிகப்பு முதலிய பல நிறங்களில் கால்ஸைட் அகப்படுகிறது. கண்ணாடி போன்ற ஒளிவீச்சையுடையது. நல்ல ஒளிவிடும் (Transparent) வகை, ஐஸ்லாண்டு ஸ்பார் (Iceland Spar) எனப் படுகிறது. இதன் வழியே ஒருமைப்புள்ளி உற்றுநோக்கின் இரு புள்ளிகளின் பிம்பங்கள் நம் கண்களுக்குப் புலப்படும். அப்பொழுது 'கால்சைட்'டைச் சுற்றினால், ஒரு புள்ளி அசையாது. மற்றொன்று

அரைச்சுற்றி வட்டமிடும். இந்நிகழ்ச்சி 'இரு ஒளிப்பிரிவு' எனப் படுகிறது (Double Refraction). வரை (Streak) வெண்மையாக இருக்கும். இது சிமிட்டி செய்யவும், பிளீச்சிங் பவுடர், கால்சியம் கார்பைடு முதலியன தயாரிக்கவும் உபயோகப்படுகிறது. 'ஐஸ்லாண்டு ஸ்பார்' கால்ஸைட் 'போலறைஸிங் மைக்ராஸ்கோப்' என்ற கருவியில் பயன்படுகிறது.

சுண்ணும்புக் கற்களும், சலவைக்கற்களும் 'கால்ஸைட்' கனியத்தாலானவை. தமிழ்நாட்டில் மதுக்கரை, டால்மியாபுரம், தாழையூத்து, சங்கரிதுர்க்கம் போன்ற பலவிடங்களில் கால்ஸைட் ஏராளமாக அகப்படுகிறது.

3. 'டோலமைட்' (Dolomite)

இது பெரும்பாலும் கால்சைட்டைப் போலவேயுள்ளது. ரசாயனப் பகுப்புக் கால்சியம் மக்னீஷியம் கார்பனேட் ஆகும். அவ்வளவு எளிதில் அமிலத்துடன் நுரைக்காது. கடினத்தன்மை—4. அடர்த்தி எண்: 2·87. சுண்ணும்புக் கற்களிலும் சலவைக் கற்களிலும் கால்ஸைட்டுடன் டோலமைட்டும் அமைந்திருக்கும்.

நன்மை பயக்கும் கனிமங்கள்
(Economic Minerals)

இதுவரை பாறைகளாக அமைந்திருக்கும் கனிமங்களைப் பற்றிப் படித்தோம். இனி அவைகளோடு சிறிய அளவில் அங்கங்கே அமையும் பலவகை நன்மை பயக்கும் கனிமங்களை ஆராய்வோம். இவை ஒரு நாட்டின் பொருளாதார வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாதவை. இவைகளிலிருந்து இலகுவாக ரசாயன முறைகளில் உலோகங்கள் எடுக்கப்படுமேயானல், இக் கனிமங்கள் உலோக கனிமங்கள் அல்லது தாதுக்கள் (ores) எனப்படுகின்றன. இவைகளை ரசாயனப் பகுப்பின்படி பிரித்து, அவைகளின் குணங்கள் பயனகள் முதலிய வரலாறுகளை இனி பார்ப்போம்.

கனிமங்கள்	ரசாயனப் பகுப்பு
மூலகங்கள் (Elements)	
1. கிராஃபைட் (செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் முதலியன).	கார்பன் (C).
ஆக்சைடுகள் (Oxides)	
கொரண்டம் (Corundum)	அலுமினிய ஆக்சைடு (Al_2O_3).
ஹெமடைட் (Hematite) ...	இரும்பு ஆக்சைடு (Fe_2O_3)
பைராலுஸைட் (Pyrolusite)	மாங்கனீஸ் ஆக்சைடு ($Mn\ O_2$).
மேக்னடைட் (Magnetite) ...	இரும்பு ஆக்சைடு (Fe_3O_4).
குரோமைட் (Chromite) ...	இரும்பு, குரோமியம் ஆக்சைடு. ($FeO\ Cr_2O_3$).
இல்மனைட் (Ilmenite) ...	இரும்பு டைட்டேனியம் ஆக்சைடு ($FeO\ Ti\ O_2$).
நீர் கலந்த ஆக்சைடுகள் (Hydrous Oxides)	
பாக்ஸைட் (Bauxite) ...	நீர்கலந்த அலுமினியம் ஆக்சைடு ($Al_2O_3.\ n\ H_2O$).
லிமனைட் (Limonite) ...	நீர்கலந்த இரும்பு ஆக்சைடு ($Fe_2O_3.\ nH_2O$).
சல்பைடுகள் (Sulphides)	
கலீனா (Galena) ...	காரீய ஸல்பைடு ($Pb\ S$).
பைரைட் (Pyrite) ...	இரும்பு ஸல்பைடு ($Fe\ S$).
சால்கோபைரைட் (Chalcopyrite).	செம்பு, இரும்பு, ஸல்பைடு ($Cu\ Fe\ S$).
சல்பேட்டுகள் (Sulphates)	
பாரைட் (Barite) ...	பேரியம் சல்பேட் ($Ba\ SO_4$).
செலஸ்டைட் (Celestite) ...	ச்ட்ராண்ஷியம் சல்பேட் ($Sr\ SO_4$).
நீர் கலந்த சல்பேட் (Hydrous Sulphate)	
ஜிப்சம் (Gypsum) ...	நீர் கலந்த கால்சியம் சல்பேட் ($Ca\ SO_4 \cdot 2H_2O$).
கார்பனேட்டுகள் (Corbonates)	
மாக்னசைட் (Magnesite) ...	மக்னிஷியம் கார்பனேட் ($Mg\ CO_3$).
மாலகைட் (Malachite) அஸுரைட் (Azurite) ...	செம்பு கார்பனேட்டுகள் ($Cu\ (OH)\ 2 \cdot Cu\ CO_3$).

கிராபைட் (Graphite)

நல்ல கறுப்பு நிறத்தோடும், உருவமற்று, ஆனால் செதிளாகப் பிரியும் பிரிவுடன் உலோக ஒளிவீச்சையுடையது. கடினத் தன்மை 1—2. தொடுவதற்கு எண்ணெய்போன்ற பரப்பையுடையது. 'எலக்ட்ரோடுகள்', பென்சில்கள், பௌண்ட்ரிகள் முதலியன தயார் செய்ய உபயோகப்படுகிறது. ஆந்திர நாட்டின் கோதாவரி, விசாகப் பட்டின மாவட்டங்களில் கோண்டலைட் (Khondalite) என்ற உருமாறின பாறைகளில் அகப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் நெல்லை மாவட்டத்தில் கிடைக்கிறது.

கொரண்டம் (Corundum)

பீப்பாய் உருவப்படிகங்களாகப் பல நிறங்களில் உள்ளது. கடினத்தன்மை 9. எனவே, கண்ணாடிகளை எளிதில் வெட்டிவிடுகிறது. அடர்த்தி எண் 4·1. கண்ணாடி போன்ற ஒளிவிச்சைக் கொண்டது. நீலக்கல் (Sapphire), சிகப்பு நிறக் கெம்பு (Ruby) என்ற கற்கள் இக்கனியத்தாலானவை. கிடைக்குமிடங்கள் : திருச்செங்கோடு, சேலம் மாவட்டம், சிவமலை, கோவை மாவட்டம்.

ஹெமடைட் (Hematite)

சிகப்பு அல்லது கறுப்பு நிறத்தை உடையது. உருவற்று அல்லது பல உருவங்களில் கிடைக்கும். சிகப்பு வரையைக் (Streak) கொடுக்கும். கடினத்வம் 6; அடர்த்தி எண் 5·2. சில மிருதுவான வகை 'சிவப்புக்காவி' (Red Ocher) எனப்படுகிறது. மைசூரில் பாபாபுடான் மலைகளில் அகப்படுகிறது. இரும்பு உற்பத்திக்கு வேண்டிய மூலப் பொருள்.

பைராலுசைட் (Pyrolusite)

நல்ல உலோக ஒளிவீச்சு உள்ள மற்றொரு தாது. நிறமும் வரையும் நல்ல கறுப்பு. கடினத்வம் 2. அடர்த்தி எண் 4·5. தொட்டால் கனிமத்தின் தூள் ஒட்டிக்கொள்ளும். மைசூரைச் சார்ந்த ஸாண்டூர், மற்றும் ஜபல்பூர், நாக்பூர், கஞ்சம், விசாகப் பட்டினம் முதலிய இடங்களில் இக்கனிமம் அகப்படுகிறது. மாங்கனீஸ் எடுக்க மூலப்பொருள்.

மாக்னடைட் (Magnetite)

இது உருவமற்றோ அல்லது எண்முகப் படிகங்களாகவோ கிடைக்கிறது. நிறம் வரை கறுப்பு. கடினத் தன்மை 6·7. அடர்த்தி எண் 5·18. சில வகைகள் இயற்கைக் காந்தங்களாகவே உள்ளன. இவை காந்தக்கற்கள் (Lode Stones) எனப்படுகின்றன.

மாக்னடைட் சேலம், திருச்சி மாவட்டங்களிலும், மைசூர், பிஹார் நாடுகளிலும் அகப்படுகிறது.

குரோமைட் (Chromite)

இது பச்சை கலந்த கறுப்பு நிறமும், பழுப்புக் கலந்த சாம்பல் நிற வரையும், சுமாரான உலோக ஒளிவீச்சும் கொண்டது. கடினத் தன்மை 5·5; அடர்த்தி எண் 4·1—4·9; கிடைக்குமிடங்கள்: கிருஷ்ணு மாவட்டம், ஆந்திரா, மற்றும் சேலம், தமிழ்நாடு, சிங்பும், பீஹார். குரோமியத்தின் மூல தாதுவாகவும், நல்ல வெப்பத்தைத் தாங்கும் காளவாய் கற்கள் (Refractory Bricks) செய்யவும் பயன்படுகிறது.

இல்மனைட் (Ilmenite)

இது உலோக ஒளிவீச்சையுடைய கறுப்பு மணிகளாகக் கடற்கரை மணல்களில் தூவப்பட்டிருக்கிறது. கடினத்வம் 5—6. அடர்த்தி எண் 4·5—5. வெள்ளைநிற வர்ணப் பூச்சுகள் (paints) செய்யப் பயன்படுகிறது. நம் நாட்டின் மேற்குக் கடற்கரை மணல் களில் அதிகமாகக் கிடைக்கிறது. சென்னைக் கடற்கரை மணல்களில் மின்னும் கறுப்பு நிறத் திட்டுகளில் இல்மனைட்டைக் காணலாம்.

பாக்ஸைட் (Bauxite)

உருவமற்று, களிமண்ணையொத்த தோற்றத்துடன் பழுப்பு நிறத்தில் அகப்படுகிறது. கடினத்வம் இரண்டிலிருந்து ஆறுவரை வேறுபடுகிறது. கோலாப்பூர், பெல்காம், ஜபல்பூர், கட்னி, மற்றும் சேலம் சேர்வராயன் மலைகள் முதலிய இடங்களில் கிடைக்கிறது. அலுமினியம் தயார் செய்யவும், மற்றும் அசுத்தமான இரும்பு கலந்த பாக்ஸைட் 'எமரி' (Emery) என்ற மிருதுவாக்கும் பொருள் (Abrasive) செய்யவும் பயன்படுகிறது.

லிமனைட் (Limonite)

உருவமற்றோ அல்லது கொடிகள் போன்ற உருக்களிலோ கறுப்பு அல்லது பழுப்புக் கலந்த கறுப்பு நிறத்திலோ அகப்படுகிறது. சற்று மங்கலான பழுப்பு மஞ்சள் நிற வரையை யுடையது. கடினத்வம் 5—5·5. அடர்த்தி எண் 3·3—4·0. 'மஞ்சள் காவி' (Yellow Ocher) என்ற மிருதுவான 'லிமனைட்' மஞ்சள் வர்ணப் பூச்சு தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

கலீனு (Galena)

இது நல்ல உருக்குச் சாம்பல் நிறம். பிரகாசமான உலோக ஒளிவீச்சு. கறுப்புவரை. நல்ல மூன்றுதளப் பிரிவு. கடினத்வம் 6. நல்ல கனம். அடர்த்தி எண் 7·5. இவை கலீனுவின் சிறப்புக்

குணங்கள். ஆந்திராவில் கடப்பை மாவட்டம், ராஜஸ்தானில் உள்ள மீவார், ஜெய்ப்பூர் பாகங்களில் அதிகமாக உள்ளது. கலீனாவுடன் பழுப்பு நிற 'ஸ்பாலரைட்' (Sphalerite) என்ற துத்தநாக சல்பைடு கனியமும் கூடவே அகப்படுகிறது.

பைரைட் (Pyrite)

'முட்டாள்களின் தங்கம்' (Fool's Gold) என்றழைக்கப்படும் இக்கனிமம் மஞ்சள் நிறத்துடன் உலோகப் பளபளப்பையும் கொண்டது. கறுப்பு நிற வரையை உடையது. நல்ல படிகங்களாகவோ, உருவற்றோ கிடைக்கிறது. பிரிவு இல்லை. கடினத்வம் 6—6·5. அடர்த்தி எண் 4·95—5·10. கந்தகத்துக்காகவே இக்கனியம் தேடப்படுகிறது; பம்பாய், மைசூர் நாடுகளிலும் மற்றும் வடஆர்க்காடு, போளூர் பாகத்திலும், தமிழ்நாட்டின் பல மாவட்டங்களிலும் சிறிதளவில் கிடைக்கிறது.

சால்கோபைரைட் (Chalcopyrite)

இது பித்தளையைப் போன்ற மஞ்சள் நிறமுடைய உருவற்ற பாறைகளில் வரிகளாகவும் கொடிகளாகவும், அங்கங்கே அடர்த்தியாகவும் காணப்படுகிறது. வரை கறுப்பு. கடினத்வம் 3·5—4·0 அடர்த்தி எண் 3·4—4·3. நெல்லூர், ஜபல்பூர், ஜெய்ப்பூர், மற்றும் நேபாளம், பீஹார் பிராந்தியங்களிலும் ஏராளமாக அகப்படுகிறது. இது ஒரு சிறப்பான செம்புத் தாது (Copper ore).

பாரைட் (Barite or Barytes)

இது நிறமற்று அல்லது வெள்ளை, இளஞ்சிவப்பு, பச்சை நிறங்களில் கண்ணாடி போன்று முப்பட்டைப் படிகங்களாகவும், உருவ மற்றும் கிடைக்கிறது. கடினத்தன்மை 4. பிரிவு நன்றாகத் தெரியும். நல்ல கனமுடையது. அடர்த்தி எண் 4·3—4·6. எனவே, கனமான கல் (Heavy Spar) எனப்படுகிறது. ஆந்திராவில் கடப்பை, அனந்தபுரம், கர்நூல் மாவட்டங்களில் அதிகமாக அகப்படுகிறது. சர்க்கரை சுத்தம் செய்யவும், வர்ணப் பூச்சுகளிலும் பயன்படுகிறது.

செலஸ்டைட் (Celestite)

இது வெண்மையாகவும், கனமான பட்டைகள் போன்ற படிகக் கூட்டாகத் திருச்சி மாவட்டத்தில் 'ஜிப்சம்' அகப்படுமிடங்களில் கிடைக்கின்றது. ஜிப்சத்தைவிட கனமாகவும், 'பாரைட்'டைவிட கனம் குறைவாகவும் உள்ள இக்கனியத்தின் கடினத்தன்மை 3—3·5. அடர்த்தி எண் 3·95—3·97. பிரிவு காணப்படுகிறது. சர்க்கரை சுத்தம் செய்யவும் பட்டாசுகளிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஜிப்சம் (Gypsum)

இது கண்ணாடி போன்ற தகடுகளாகவோ, ஊசிகள் கோவை போன்ற படிகக் கூட்டாகவோ, உருவமற்றோ கிடைக்கிறது. கடினத்வம் 1·5—2. அடர்த்தி எண் 2·31—2·33. பிரிவு தெளிவாக உள்ளது. நிறமற்றோ, வெள்ளையாகவோ காணப்படும். அமோனியம் சல்பேட் உரங்கள் செய்யவும், சிமிட்டி தயாரிப்பிலும் பயன் படுகிறது.

மாக்னைஸைட் (Magnesite)

இது தூய வெண்மை நிறத்தோடு, வெள்ளைக் களிமண்ணைப் போல் காட்சி தரும். ஆனால் கடினத்வம் 3·5—4·5 ஆகவும், அடர்த்தி எண் 3·0—3·12 ஆகவும் இருப்பதிலிருந்து வேறுபாட்டை அறிந்து கொள்ளலாம். தவிர, சிப்பி முறிவு மிகத்தெளிவாகத் தெரியும். எப்சம் உப்பு, மற்றும் பல மக்னீஷிய உப்புகள் தயாரிக்கவும், உலோகம் உருக்கும் ஆலைகளின் வெப்ப அடுப்புகளின் (furnaces) உள்புற வெப்பம் காக்கும் (Refractory Bricks) அல்லது தாங்கும் செங்கல்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மைசூர் மாநில தோட் கன்யாவிலும் (Dodkanya), சேலத்தை அடுத்துள்ள 'சாக்' குன்றுகள் (Chalk Hills), மற்றும் பல இடங்களிலும் அகப்படுகிறது.

மாலகைட் (Malachite), அஷூரைட் (Azurite)

மாலகைட் (Malachite), பச்சை நிறமான பூச்சுகளாகவும் (encrustation), அஷூரைட் (Azurite) நீல நிறமுள்ள உருவமற்றும். மற்றும் பல உருக்களிலும் அகப்படுகின்றன. கடினத்வம் 3·5—4. பச்சை, நீலநிற வரைகளைக் கொடுக்கின்றன. இவை செம்புத் தாதுக்கள்.

4. பாறை இயல்
(Petrology)

பத்துமைல் கனமுள்ள புவி ஓட்டின் தொகுப்பை ஆராய்ந்தால் தாவரங்களைத் தாங்கும் மண்களைச் சுமந்து நிற்கும் பாறைச் சுவர்களே காணப்படுகின்றன. பாறைகள் என்பன பல கனியங்களாலான ஒரு கூட்டுப்பொருள் எனலாம். ஒவ்வொரு பாறையிலும் பலவகைக் கனியங்களிருக்கலாம். ஒரே கனியம் பல பாறைகளில் பல விகிதங்களில் இருக்கலாம். இவ்வுண்மைகளை அறிந்து பாறை இனங்களை அறியலாம். பூமியில் காணும் பாறைகளை மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவையாவன:

1. நெருப்புப் பாறைகள் (Igneous Rocks).
2. படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary Rocks).
3. உருமாறிய பாறைகள் (Metamorphic Rocks) அல்லது மாற்றுருவப் பாறைகள்.

நெருப்புப் பாறைகள் அல்லது இக்னியஸ் பாறைகள்
(Igneous Rocks)

நெருப்புப் பாறைகள் அல்லது இக்னியஸ் பாறைகள் என்பன பூமியின் மேற்பரப்பின்கீழ் பலமைல்கள் ஆழத்தில் அதிக வெப்பமாகவுள்ள மாக்மா (magma) என்ற பாறைத் திரவம் உறைந்து பாறைகளாக மாறுவதால் உண்டாகின்றன. இப்பாறைத் திரவம் புவி ஓட்டின் பல பகுதிகளிலுள்ள பாறைகளில் திணிக்கப்படுகிறது. எரிமலைகள் ஏற்படும்பொழுது மேற்பரப்பின்மேல் 'லாவா' (Lava) என்ற பெயருடன் இத்திரவம் உறைந்து பாறையாகிறது. இப்பாறைகளும் இக்னியஸ் பாறைகளே.

படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary Rocks)

ஏற்கெனவே அமைந்துள்ள பாறைகள் சிதைந்து, இயற்கைச் சாதனங்களான ஆறு, பனியாறு, காற்று முதலியவைகளால் படிவுகளாக (sediments) எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, கடல் போன்ற ஆழங்களில் நிரப்பப்படும்பொழுது, அடுக்கடுக்காகப் படிந்து படிவுப் பாறைகளாகின்றன.

உருமாறிய பாறைகள் (Metamorphic Rocks) அல்லது மாற்றுருவப் பாறைகள்

இவை மேலே கூறப்பட்ட பாறைகள், அமுக்கத்திற்கும் (pressure) அதிக வெப்பத்திற்கும் உட்பட்டு, அமைப்பிலும் இயைபிலும் மாறுதல்களடைந்து, புதிய பாறைகளாகப் பரிணமிப்பதாக விஞ்ஞானிகள் கருதுகின்றனர்.

புவி ஓட்டின் பாறைகளின் அமைப்பைக் கண்ணுற்றால், கீழ்க் கண்ட விகிதங்களில் மேலே கூறப்பட்டுள்ள பாறைகள் அமைந்திருப்பதாக நாம் அறிகிறோம்.

	சதவீதம்
நெருப்புப் பாறைகள், உருமாறிய நெருப்புப் பாறைகள்.	95
படிவுப் பாறைகளும் அவைகளின் உருமாறியவைகளும்.	5
படிவுப் பாறைகளின் ஐந்து சத விகிதத்தில் களிமண் பாறை.	4·00
களிப் பாறை (Shale) ...	4·00
மணற் பாறை (Sandstone) ...	0·75
சுண்ணாம்புக் கல் (Limestone)	0·25

நெருப்புப் பாறைகள் அல்லது இக்னியஸ் பாறைகள்

நெருப்புப் பாறைகளில் நுழைந்த (intrusive) பாறைகளெனவும், வெளிவந்த (extrusive) பாறைகள் எனவும் இரு வகைகள் உள்ளன. முந்தியவை மாக்மாக்களிலிருந்தும், பிந்தியவை லாவாக்களிலிருந்தும் உண்டானவை. இவைகள் புவி ஓட்டில் அமைந்துள்ள உரு அமைப்புகளிலும் (forms), இவ்விரு பாறைகளிலுமுள்ள கனியங்களின் அமைப்புத் தரங்களிலும் (textures) வேறுபாடுகள் உள்ளன. இப்பாறைகளின் ரசாயன பகுப்பை ஆராய்ந்தால், கீழ்க்கண்ட அட்டவணையின்படி (அட்டவணை 11)

சாதாரணமாகப் பதின்மூன்று ஆக்ஸைடுகள் உள்ளன. அவை சிலிகன் டைஆக்ஸைடு அல்லது சிலிகா டைடானியம் ஆக்ஸைடு, அலுமினியம் ஆக்ஸைடு அல்லது அலுமினு இரும்பு ஆக்ஸைடுகள், மக்னீஷியம் ஆக்ஸைடு, கால்சியம் ஆக்ஸைடு, தண்ணீர் (ஹைட்ரஜன் ஆக்ஸைடு), சோடியம் பொடாசியம் ஆக்ஸைடுகள் முதலியன வாகும். மாங்கனீஸ் ஆக்ஸைடு, கரியமிலவாயு, பாஸ்வர ஆக்ஸைடு ஆகியவைகளும் உள்ளன.

அட்டவணை 11

நெருப்புப் பாறைகளின் ரசாயன பகுப்பு

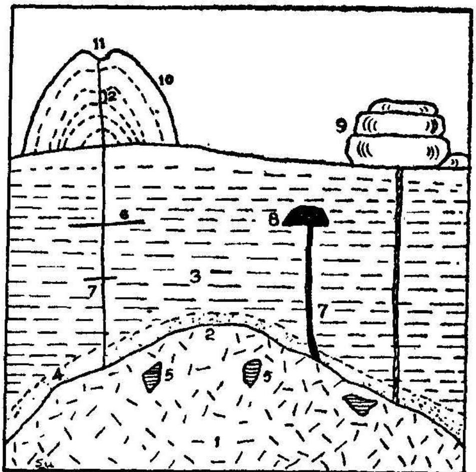
ரசாயன பகுப்புகள் (Chemical constituents).	சதவிகித எடை (weight percentage).
SiO_2 சிலிகா	59·120
TiO_2 டைடேனியம் ஆக்ஸைடு ...	1·050
Al_2O_3 அலுமினு	15·340
Fe_2O_3 (Fe_2O_3) இரும்பு ஆக்ஸைடு ...	3·080
FeO (FeO) இரும்பு ஆக்ஸைடு ...	3·800
MnO மாங்கனீஸ் ஆக்ஸைடு	0·124
CaO கால்சியம் ஆக்ஸைடு	5·080
Na_2O சோடியம் ஆக்ஸைடு	3·840
K_2O பொடாசியம் ஆக்ஸைடு	3·130
H_2O தண்ணீர்	1·150
CO_2 கரியமிலவாயு	0·102
P_2O_5 பாஸ்வர ஆக்ஸைடு	0·299
மற்றவை (rest)	3·885
மொத்தம் ...	100·000

பத்து மைல் புவி ஓட்டின் சராசரி ரசாயன இயைபும், இக்னியஸ் பாறைகளின் சராசரி ரசாயன இயைபும் அநேகமாக ஒன்றுபோல இருப்பது, புவி ஓட்டில் இக்னியஸ் பாறைகள் அதிகமாக அமைந்திருப்பதைக் காட்டுகிறது.

புவி ஓட்டில் இக்னியஸ் பாறைகளின் தோற்றம்

நுழைந்த பாறைகள் (intrusive rocks) படத்தில் காட்டியபடி (படம் 59) பல உருவங்களில் உள்ளன. இவ்வுருவங்கள் மாக்மா பூமியின் மேற்பரப்பை அடையுமுன், புவி ஓட்டில் 'காட்டுப்

பாறைகள்' (Country Rocks) என்றழைக்கப்படும். ஏற்கெனவே அமைந்துள்ள பாறைகளின் ஊடே நுழைந்து உண்டாகின்றன. பல நூறு சதுர மைல்கள் பரப்பளவும் அதிக ஆழங்களுக்குப் பரவி இருக்கும் உருவத்திற்கு பாதோலித் (Batholith) என்று பெயர். சிறிய பாதோலித்களுக்கு 'ஸ்டாக்' (Stock), 'பாஸ்' (Boss) என்ற பெயர்கள் உள்ளன. இந்த பாதோலித்களாலான இக்னியஸ் பாறை



படம்-59
1. பாதோலித் 2. ஸ்டாக், பாஸ் 3. நாட்டுப் பாறை 4. உருமாறிய பாறை பரிவேடம் 5 கூரைத் தொங்கட்டங்கள் 6. சில் 7. டைக் 8. லாகோலித் 9 லாவா. 10. எரிமலைக் கூம்பு 11. எரிமலை வாய் 12. எரிமலைக் குழாய்.

களையடுத்து. உள் நாட்டுப்பாறைகள் உருமாறி, உருமாறிய பாறைகளின் பரிவேடம் (metamorphic aureole) அமைந்திருக்கும். தவிர, பாதோலித்களின் உள்பாகங்களில் நாட்டுப் பாறைகளின் துண்டுகள் அங்கங்கே அகப்பட்டுக் கொண்டிருப்பதும் இயற்கை. இவை பாதோலித்களின் 'கூரைத் தொங்கட்டங்கள்' (Roof-Peudants)எனப்படுகின்றன.

நாட்டுப் பாறைகளின் 'பாறைப் படிமானத்தின்' (bedding plane) வழியே நுழையும் மாக்மா 'சில்' (Sill) அல்லது நுழைந்த படிவம் என்றழைக்கப்படுகிறது. பாறைப் படிமானத்தை வெட்டிச் செல்லும் மாக்மாவின் சுவர் போன்ற அமைப்புள்ள உருவம் (Dyke) டைக் எனப்படுகிறது. சில சில்களில் அதிகமாக மாக்மா செல்லுமானால் அரைக்கோள வடிவை எடுத்துக் கொள்கின்றன. அவ்வுருவங்கள் 'லாக்கோலித்'கள் (Laccoliths) எனப்படுகின்றன.

வெளிவந்த பாறைகள் (Extrusive) லாவாக்கள் அல்லது எரிமலைக் குழம்புகள் உறைந்து தலையணைகளைப் போன்றும் (pillow lavas), கயிறுகளைப் போன்றும் (ropy lavas), கற்களின் குவியல் களைப் போன்றும் (block lavas) பல வடிவங்களில் உள்ளன. நம் நாட்டில் தக்காண பீடபூமி என்றழைக்கப்படும் பாகங்களில் 'பசால்ட்' என்ற எரிமலைக் குழம்பு, பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே பல நீண்ட பிளவுகளின் வழியாகப் பல தட வைகள் அடுக் காக வெளிவந்து உறைந்துள்ளது. இவ்வெளிவந்த பாறைகளில் வாயுக்களின் வெளிப்போக்கால், பல அளவுகளில் வெளியிடங்கள் (cavities) உள்ளன. சில எரிமலைகளிலிருந்து (volcanoes) பொங்கி வரும் லாவாக்களில், அதிக அளவு வாயுக்கள் அதிக அமுக்கத்தி லிருந்து வெளிவரும்போது திடப்பொருள்கள் வீசி எறியப்படு கின்றன. பமிஸ்கல் (Pumiscle), ஸ்கோரியா (Scoria) போன்ற நுரைக்கற்கள், மலைபோல் குவிந்து எரிமலைக் கூம்புகள் (volcanic cones) உண்டாகின்றன. கூம்புகளின் உச்சியில் எரிமலை வாய்கள் (volcanic craters) உள்ளன. இக்கூம்புகளில் நுழைந்த லாவாக்கள் எரிமலைக் குழாய்களாக (volcanic pipes) காட்சியளிக் கின்றன.

அமைப்புத் தரம் (Texture)

நெருப்புப் பாறைகளில் கனியங்களும், மற்றும் 'கண்ணாடி (glass) என்றழைக்கப்படும் பொருளும் உள்ளன. இப்பொருள் களின் அமைப்புக் கோலம் அமைப்புத் தரம் (Texture) எனப்படும். பாதோலித்களாகவும் 'ஸ்டாக்', 'பாஸ்' நுழைவு உருவங்களாகவும் அமைந்துள்ள பாறைகள், அதி ஆழ அல்லது பாதாளத்தில் அமைந்த (Plutonic) பாறைகள் எனவும், சில், டைக் போன்ற சிறு நுழைவுப் பாறைகள் நடு ஆழ அல்லது மிகுந்த ஆழத்தில் அமைந்த (Hypabyssal) பாறைகள் எனவும், வெளி வந்த பாறைகள் எரிமலைப் பாறைகள் (Volcanic) எனவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. புவி ஓட்டின் இம்மூன்று ரகப் பாறைகளின் உருவ அமைப்பிற்கும் (forms) அமைப்புத் தரங்களுக்கும் (textures) இணைப்பு இருக்கிறது. விஞ்ஞான வழியாக ஆராயுங்கால் உண்மை புலப்படுகிறது.

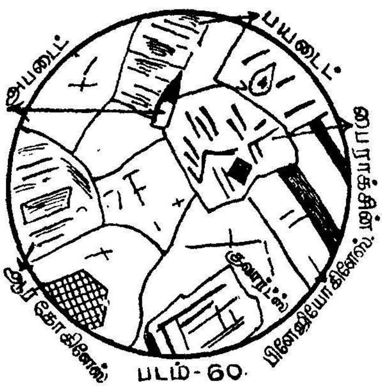
பாதாளத்தில் அமைந்த பாறைகள் (Plutonic Rocks)

இவை 'மாக்மா' அதிக ஆழத்தில் உறைவதால் உண்டாகின்றன. அதிக ஆழத்தில் அமுத்தம் (pressure) அதிகம். மாக்மா மெது வாகவும், நல்ல அமுத்தத்திலும் சூட்டை இழக்குமானால், அது உறைந்து கனியப் படிகங்களாலான பாறைகள் அமைகின்றன. இப் பாறைகளில் கனியங்கள் ஒன்றையொன்று பின்னிக்கொண்டிருக்

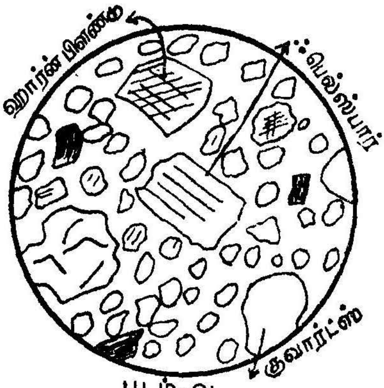
கின்றன. பெரிதாக்கும் கண்ணாடியின் உதவியைக் கொண்டோ, இல்லாமலோ கனியங்களை நாம் பார்க்க முடியும். கண்ணுக்குப் புலப்படும் அமைப்புத்தரம் (Phaneritic Texture) என்று இதற்குப் பெயர். கனியங்கள் அநேகமாக ஒரே அளவுள்ளனவாகவே இருக்கின்றன (equigranular) (படம் 60).

மிகுந்த ஆழத்திலுள்ள பாறைகள் (Hypabyssal Rocks)

மிகுந்த ஆழத்திலுள்ள பாறைகளில் கனியங்கள் மிகவும் சிறியனவாக இருக்கின்றன. பெரிதாக்கும் கண்ணாடியில் கனியங்கள் தெரி



படம்-60



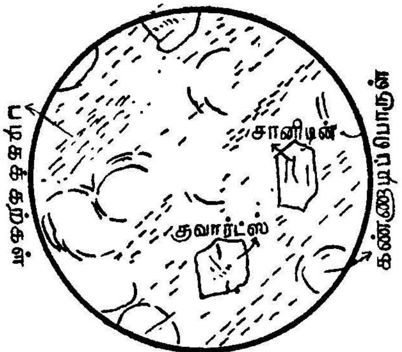
படம்-61.

வதில்லை. ஆனால், மைக்ராஸ்கோப் உதவி கொண்டு பார்க்க முடிகிறது. இதற்குக் கண்ணுக்குத் தெரியாத அமைப்புத்தரம் (Aphanitic Texture) என்று பெயர்.

தவிர, மைக்ராஸ்கோப்பில் ஆராயுங்கால் கனியங்களின் அளவுகள் (grain sizes) மாறுபடுகின்றன. பெரிய படிகங்களைச் சூழ்ந்து, சிறு படிகங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வாழத்தில் சுமாரான அழுக்கத்தில் சுமாரான அளவில் வெப்பமிழந்து கனியங்கள் உண்டாகின்றன. இந்நிலையில் சிறிய படிகங்களே அதிகமாக உண்டாகின்றன. பெரிய படிகங்கள் இன்னும் ஆழத்திலிருந்து மாக்மா வரும் பொழுதே கொண்டு வந்தவை என நம்பப்படுகின்றன. சமஅளவு இல்லாத கனியங்களைக் கொண்ட அமைப்புத்தரம் (Inequigranular, Porphyritic) என்று இதற்குப் பெயர் (படம் 61).

எரிமலைப் பாறைகள் (Volcanic Rocks)

எரிமலைப் பாறைகளில் கனியங்களின் அளவு மிகக் குறைவு. மாக்மாவானது லாவாவாக வெளிவந்து, காற்றின் அழுக்கத்தில் திடீரென வெப்பமிழக்கிறது. இந்நிலையில் எரிமலைக் குழம்பிலிருந்து, கனியப் படிகங்கள் உண்டாவதில்லை. கண்ணாடி போன்ற (volcanic glass) பொருளாக உறைகிறது. எனவே, இப்பாறைகளும் கண்ணுக்குத் தெரியாத (aphanitic) அமைப்புத் தரத்தையே உடைத்தாயிருக்கின்றன. தவிர, மைக்ராஸ்கோப்பில் ஆராய்ந்தால் ஒருசில கனியங்கள் சிறப்புக் குணங்கள் ஏதுமில்லா, நிறமற்ற கண்ணாடி ஆதாரத்தில் (glassy base) மிதப்பது தெரியவரும். இக்கண்ணாடி பாகத்தில் மிகச் சிறு கனியக் கருக்கள் (embryo crystals) புள்ளிகளாகவும், கோடுகளாகவும், வரிசை வரிசையாக அமைந்து 'லாவா'வின் ஓட்டத்தை (flow lines) எடுத்துக் காட்டுவனவாக இருக்கும் (படம் 62).



படம் 62

நெருப்புப் பாறை இனங்கள்
(Igneous Rock Suits)

பாதாளத்தில் அமைந்த பாறைகள் (Plutonic Rocks)

இவை எந்தெந்தக் கனியங்கள், எவ்வளவு அளவில் இருக்கின்றன என்பதிலிருந்து, பல இனங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. சிறப்பான சில பாறை இனங்களில் காணும் கனியங்கள், அவைகளின் விகிதங்களையும் அவைகளைப் பற்றிய மற்ற விவரங்களையும் இனி பார்ப்போம்.

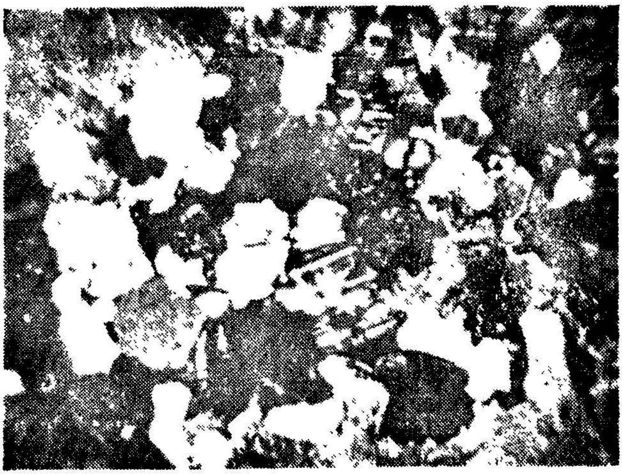
கிரானைட்கள் (Granites)

குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் அநேகமாக சம அளவுகளில் உள்ளன. ஃபெல்ஸ்பார் வகைகளில் ஆர்தோகிளேஸ், மைக்ரோகிளைன்-பொட்டாசிய வகைகளும், ஆல்பைட் என்ற சோடா ஃபெல்ஸ்பாரும் உள்ளன. இவை எல்லாவகை கிரானைட்களிலும் உள்ளன. இவை

தவிர அப்ரகம், பைராக்சின், ஹார்ன்பிளண்ட் முதலியனவும் கிரானைட்களில் உள்ளன. இந்தக் கனியங்களின் இருப்பைப் பொறுத்து அப்ரக கிரானைட், பைராக்சின் கிரானைட், ஆம்பிபோல் கிரானைட் என்ற வகைகள் உள்ளன. நுண்ணோக்கியில் சங்கரி துர்க்கத்து கிரானைட்டின் தோற்றத்தைப் படத்தில் (படம் 63) காண்க.

சார்னகைட் (Charnockite)

சார்னகைட் என்ற பாறையில் பளபளக்கும் கருப்புநிற ஹைப்பர்ஸ்தீன் உள்ளன. எனவே இதை ஹைப்பர்ஸ்தீன் கிரானைட்



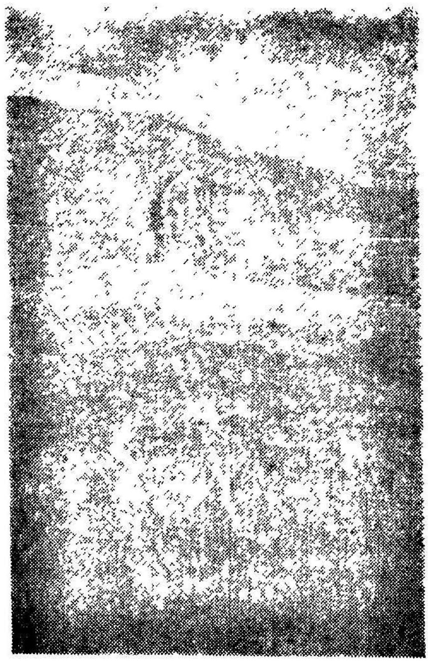
படம் 63

எனலாம். கல்கத்தா நகரத்தை நிறுவிய ஜாப்சார்னக் (Job Charnock) என்பவரது கல்லறைக் கற்களை முன்னாள் பாரதப் புவியியல் சர்வே விஞ்ஞானி சர் தாமஸ் ஹாலண்டு (Sir Thomas Holland) என்பவர் ஆராய்ந்து, அப்பாறைக்கு சார்னகைட் (Charnockite) என்று பெயர் சூட்டினார். இப்பொழுது பல்லாவரம், பறங்கிமலைகளை அடுத்துள்ள பாகங்களில் சார்னகைட் பாறைகளில் பல வகைகள் உள்ளன. வெளிநாட்டுப் புவி விஞ்ஞானிகள் சென்னை வந்தால், பல்லாவரத்திற்குப் புனித யாத்திரை செய்கின்றனர். நீலகிரி, சேர்வராயன் மலை, ஆனை மலை முதலிய மலைகளிலும், கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகளிலும், இலங்கையிலும், சார்னகைட் பாறைகள்

உள்ளன. சாலைகள் அமைக்க வேண்டிய கற்களுக்கு (road metals) சார்னகைட் பயன்படுகிறது.

பெக்மடைட் (Pegmatite)

பெக்மடைட் என்ற பாறையில் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் இவை இரண்டுமே அதிக அளவுகளிலிருக்கும். பெரிய படிகங்களாக இவை ஒன்றையொன்று பின்னிக் கொண்டிருக்கும். கிரானைட் பாதோலித்துகளிலாவது உருமாறிய பாறைகளிலாவது பெக்மடைட் பாறை 'டைக்'கள் போன்ற உருவத்துடனே அல்லது, 'சில்'கள் போன்றே காணப்படுகிறது. சில இடங்களில் படிகங்கள் பத்துப் பதினைந்து அடிகள்கூட இருக்கும். பெக்மடைட் பாறைகளில் நல்ல அப்ரகம், புத்தகங்களாக அகப்படுகிறது. அப்ரகத்தைத் தவிர, பெரில், டூர்மலின் மற்றும் பிச்பிளண்ட், சமார்ஸ்கைட் போன்ற அரிதான கனியங்களும் (rare minerals) கிடைக்கின்றன



படம் 64

பயனுள்ள அப்ரகச் சுரங்கங்கள் ஆந்திராவில் நெல்லூர், மற்றும் பீஹாரில் கோதர்மா முதலிய இடங்களில் உள்ளன. மிகச் சிறிய அளவுகளுள்ள கனியங்களாக இருப்பின் அப்பாறை 'அப்லைட்' (Aplite) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

சங்கரிதுர்க்கம் அருகில் இலட்சுமிதீர்த்தம் என்றவிடத்தில் நைஸ் பாறைகளில் நுழைந்து செல்லும் பெக்மடைட் ஒன்றைப் படத்தில் காணலாம் (படம் 64).

சயனைட் (Syenite)

இப்பாறையில் குவார்ட்ஸ் கிடையாது. பொட்டாஷ், சோடா, ஃபெல்ஸ்பார்களும், அப்ரகம், பைராக்சின் போன்ற கனியங்களும் உள்ளன. சிலவகைகளில் 'நெபிலீன்' என்ற கனியம் இருக்கும். 'நெபிலீன் சயனைட்' என்ற அப்பாறை கோவை மாவட்டத்துச் சிவ மலைக்குன்றுகளில் அகப்படுகிறது. அங்கு 'கொரண்டம்' படிகங்களும் காணக்கிடக்கின்றன.

டயரைட் (Diorite)

சோடா, கால்சிய ஃபெல்ஸ்பார்கள், அதாவது பிளேஜியோக்ளேஸ் வகைகளும், பைராக்சின் அல்லது ஹார்ன்பிளண்டு கனியங்களும் அநேகமாக ஒரே அளவில் உள்ளன.

காப்ரோ (Gabbro)

டயரைட்டில் உள்ளன போலவே, கனியங்கள் இருக்கின்றன. ஆனால், பைராக்சின் அதிக அளவில் இருக்கும். தவிர, ஆலிவின், ஹார்ன்பிளண்டு கனியங்களும் கலந்து அகப்படலாம்.

ஒருகனியப் பாறைகள் (Monomineralic Rocks)

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள பாறைகளில் அதிக அளவில் ஒரே கனியமே இருக்கும்.

டூனைட் (Dunite)

இப்பாறையில் உள்ள கனியம் ஆலிவின். பைராக்சினும் கூட இருப்பின் பெரிடோடைட் (Peridotite) என அழைக்கப்படுகிறது. இப்பாறைகளில் மாக்னடைட், க்ரோமைட் தாதுக்கள் அகப்படுகின்றன. தவிர, மாக்னசைட், கல்நார் போன்ற கனியங்களும் டூனைட் பாறைகள் மாறுதலடைந்த 'செர்பன்டைன்' (Serpentine) பாறைகளிலிருந்து உருமாறி உண்டாகின்றன.

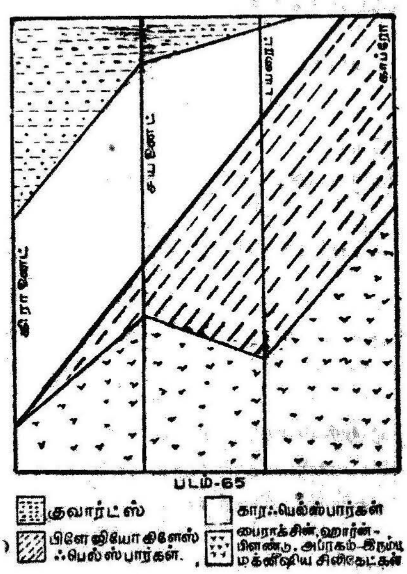
அனார்தசைட் (Anorthosite)

இதில் லாபரடரைட் ஃபெல்ஸ்பார் அதிகமாக இருக்கும். ஹார்ன்பிளண்டு மிகக் குறைந்த அளவில் இருக்கும். சேலம் மாவட்டம் சித்தம்பூண்டி அருகே இப்பாறை இருக்கிறது. திருச்சி மாவட்டக் கடவூர் என்ற இடத்திலும் பழனி மலைகளிலும்கூட இப்பாறை இருப்பதாகத் தெரிகிறது. சித்தம்பூண்டியில் க்ரோமைட், கொரண்டம் கனியங்கள் இப்பாறைகளில் அகப்படுகின்றன.

பைராக்சினைட் (Pyroxenite)

ஆகைட் (Augite), டையாப்ஸைடு (Diopside), ஹைப்பர்ஸ்தீன் (Hypersthene) இக்கனியங்களாலேயே ஆன பாறை பைராக்ஸினைட் எனப்படுகிறது.

மேலே கூறப்பட்ட பாறைகளில் கனியங்களின் விகிதங்களை வரைபடம் எடுத்துக் காட்டுகிறது (படம் 65). 'கிரானைட்' முதல் 'காப்ரோ வரை பல விகிதங்களில் அமைந்துள்ள கனியக் கூட்டைப் பொறுத்துப் பல பெயர்களைப் பாறைகளுக்குக் கொடுத்திருக்கிறார்கள். அவைகளில் எடுத்துக் காட்டாகவும், அதிகமாகப் புவி ஓட்டில் காணப்படுவனவாகவுமிருக்கும் பாறைகளைப்பற்றியே இதுவரை பார்த்தோம்.



படம்-65

மிகுந்த ஆழத்திலுள்ள பாறைகள் (Hypabyssal Rocks)

சில், டைக், லோகோலித் முதலிய உருவங்களில், பாதோலித்களுக்கு மேலும், பூமியின் மேற்பரப்பின் கீழும் உள்ள இப்பாறைகளையும் கனிய வகைகளைக்கொண்டு பிரித்திருக்கிறார்கள். கிரானைட், சயனைட், டயரைட் போன்ற பாறைகளின் கனியப் பொருள்கள் காணப்பட்டால், கிரானைட், சயனைட், டயரைட் பார்ஃபைரிகள் (Porphyries) என அழைக்கப்படுகின்றன. இவைகளில் பெரிய படிகங்களைச் சுற்றி சிறியவை உள்ளன. 'காப்ரோ'வைப் போன்ற கனியியற் பகுப்பைக் (mineralogial composition) கொண்டுள்ள பாறை 'டாலரைட்' (Dolerite) எனப்படுகிறது. இப்பாறையில் அகலமான பைராக்ஸின் தட்டுகளில் (plates) சிறிய வாபரடரைட் ஃபெல்ஸ்பார் செவ்வகப் பட்டைகள் (laths) அடங்கியிருக்கின்றன

இதற்கு ஒபிடிக் அமைப்புத்தரம் (Ophitic Texture) (படம் 66) என்று பெயர். ஒற்றைக் கனியவகைப் பாறைகள் இடையா.

எரிமலைப் பாறைகள் (Volcanic Rocks)

'கிரானைட்'டைப் போன்ற ரசாயனப் பகுப்பைக் கொண்ட பாறைகள் பல இப்பகுதியில் உள்ளன. ஆப்சிடியன் (obsidian), கரிப்பிசின் பாறை (Pitch stone) முதலியன கண்ணாடிப் பாறைகள் (glassy rocks). இவைகளில் கனியப் பொருள்கள் ஒன்றிரண்டே சிதறிக் கிடக்கும். ஆப்சிடியன் கறுப்பாகக் கண்ணாடி போன்று, சிப்பிமுறிவு உள்ள பாறை. கரிப்பிசின் பாறை பழுப்பு நிறத்துடன், கரிப்பிசினை ஒத்த ஒளிவீச்சையுடைத்தாயிருக்கும். 'ரயலைட்' (Rhyolite) என்ற பாறையில் குவார்ட்ஸ், ஸானிடைன் (Sanidine) என்ற ஆர்தோகிளேஸ் வகையைச் சேர்ந்த பெல்ஸ்பார், 'பயடைட்', அப்ரகம் முதலியன கண்ணாடிப் பொருளைப் பின்னணியாகக்கொண்டு (groundmass or matrix) அமைந்திருக்கின்றன. மற்றும் சயனைட், நெபிலின் சயனைட், டயரைட் போன்ற பாறைகளிலுள்ள கனியங்கள் கண்ணாடிப் பொருளில் அமைந்திருக்குமானால், டிராகைட் (Trachyte), ஃபோனலைட் (Phonolite), ஆண்டிஸைட் (Andesite) என அழைக்கப்படுகின்றன. 'காப்ரோ' அல்லது 'டாலரைட்' என்று

படம்-66
நுண்ணோக்கியில் டாலரைட்டின் அமைப்புத் தரம்.

படம்-67
நுண்ணோக்கியில் பசால்டின் தோற்றம்

பாறைகளுக்கு ஒப்பான எரிமலைப் பாறைக்கு 'பசால்ட்' என்று பெயர் (படம் 67). பசால்ட் கறுப்பாகவும் கனமாகவும் இருக்கும். வாயுக்கள் வெளிச் சென்றமையால் பல இடைவெளிகள் (cavities) உள்ளன. இவ்விடைவெளிகளைச் சில இடங்களில் கால்ஸைட்,

ஜாஸ்பர் (jasper), சியோலைட் (zeolite) போன்ற கனியங்கள், பின்னர் நிரப்பிக்கொள்வதுமுண்டு. நம் நாட்டில் தக்காணத்தில் 2,00,000 சதுரமைல்கள் பரப்பிற்குப் பரவியுள்ள 'பசால்ட்' பாறைக்குத் தக்காண டிராப் (Deccan Trop) என்ற பெயரும் உண்டு. இப்பாறை, சாலைகள் அமைக்கப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்களிலிருந்து, ஒரு 'மாக்மா' அதிக ஆழத்தில் உறைந்து 'கிரானைட்' பாறை உண்டானால், அதே மாக்மா, பூமியின் மேற்பரப்பிற்குச் சற்று ஆழத்தில் உறைந்து கிரானைட் பார்பைரி என்ற பாறையையும், பூமியின் மேற்பரப்பில் 'லாவா'வாக வெளிவந்தபின் உறைந்து ஆப்சிடியன் அல்லது ரயலைட் என்ற பாறைகளையும் உண்டாக்குகிறது என்பது தெளிவாகிறது. பவன் (Bowen), மற்றும் பல புவி விஞ்ஞானிகள் ஒரே மாக்மாவி லிருந்து பல பௌதிக ரசாயன மாறுபாடுகளின் காரணமாகப் பல பாறைகள் உண்டாயின என்பர். அவ்வித மூல மாக்மா 'பசால்ட்' (Basalt) பாறையின் ரசாயனப் பகுப்பையுடைத்தாயிருக்கும் என்றும் கூறுவர். புன்ஸன் (Bunsen) என்பார் ஆதியில் இரண்டு தொடக்க மாக்மாக்கள் (primary magmas) இருந்தனவென்றும், ஒன்று 'கிரானைட்'டில் ரசாயன இயைபையும், மற்றொன்று 'பசால்ட்'டின் ரசாயன இயைபையும் கொண்டிருந்தது என்றும், இம்மாக்மாக்களின் கலவையில் பல நடுத்தரப் பாறைகள் உருவாயின என்றும் ஒரு கொள்கையை விடுத்துள்ளார்.

இதுவரை நெருப்புப் பாறைகளின் வெளி அமைப்பு, உள் அமைப்பு (அமைப்புத்தரம்), பாறை இனங்கள் முதலிய விவரங்களைத் தெரிந்து கொண்டோம். இனி, அடுத்து அடுக்குப் பாறைகளான படிவுப் பாறைகளின் வரலாற்றைப் படிப்போம்.

படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary Rocks)

தோற்றம் (Origin)

அநேகமாக பூமியின் மேற்பரப்பில் காணும் பாறைகள் நிலையற்றவை. அதற்கு நேர்மாறாகக் கடலடியில் படியும் படிவங்களும், அதிக ஆழங்களில் 'பாதோலித்'களாக உறையும் பாதாளப் பாறைகளும், தீவிரமாக உருமாறிய பாறைகளும் நிலைபெற்றவை! இவை புவி அமைப்பு இயலின் சரித்திரச் சிறப்புகளுக்கு அழியாச் சான்றுகளாக உள்ளன. அதிக ஆழங்களிலிருப்பதாலும், பிரமிக்கத் தக்க உருவை உடைத்தாயிருப்பதாலும், 'பாதோலித்'களாக உள்ள பாறைகள், பெரும் அரிப்புகளுக்குப் பிறகும் அழியாமல் இருந்து

வருகின்றன. ஆயினும், பூமியின் மேற்பரப்பில் படிவுப் பாறைகளே பெரிதும் காணப்படுகின்றன. இதற்கு மூன்று நிகழ்ச்சிகளின் கூட்டு வேலையே காரணமெனலாம்.

ஒன்று, ஆறுகளின் அரிப்பு. இதனால் பாறைக் கழிவுகள் கடலை அடைகின்றன. இரண்டாவதாகக் கடற்கரைக்கப்பால் அதிக ஆழமில்லாத இடங்களில் மறுபடியும் இவை கலக்கப்பட்டு, பிரிக்கப் பட்டு, இடம் பெயர்க்கப்பட்டு,படிவுகளாகப் படிகின்றன. மூன்றாவது நிகழ்ச்சி இப்படிவுகள் காப்பாற்றப்படுகிற வழி, இந்நிகழ்ச்சி ஓட்டுருவழிவு (Diastrophism) அல்லது புவி ஓட்டின் செங்குத்தான அசைவு எனப்படுகிறது. ஓட்டுருவழிவு மூன்று வகைகளில் நடக்கிறது. ஒன்று, சில இடங்கள் மிகவும் மெதுவாக, செங்குத்தாகக் (vertical subsidence) கீழே அமிழ்ந்து கொண்டிருக்கின்றன. இதனால் அதிகப் பரப்பளவு நிலங்களில் படிவுகள் படிந்திருக்கின்றன. அப்பாகங்கள் இன்றைய கண்டத்திட்டுகளைப் (continental shelf) போன்றிருந்திருக்க வேண்டும். இரண்டாவது, இன்றைய கண்டங் களின் விளிம்புகளுக்கு உள் அடங்கிய சில பாகங்களும், சுற்றியுள்ள பாகங்களைவிட வேகமாகக் கீழ்நோக்கி அமிழ்ந்திருக்கலாம். இவை களுக்கு பேசின்கள் (Basins) அல்லது படிவுப்பள்ளங்கள் என்று பெயர். இங்கு சுமார் 20,000 அடிகள் கனத்திற்குப் படிவுகள் படிகின்றன. மூன்றாவதாக, 'ஜியோஸின்க்ளைன்'கள் (Geosynclines) என்ற அதிக நீட்டுப்போக்குள்ள பெரும் ஆழமான புவிப் பள்ளங் களில், அடுத்துள்ள நிலப்பாகங்களிலிருந்து பல ஆயிரமடிகளுக்குப் படிவுகள் வந்து குவிகின்றன. இப்படிவுகளே பின்னர் உண்டாகும் உருமாறிய பாறைகளுக்கு மூலப்பொருள்கள் ஆகின்றன. ஏனெனில், இப்பள்ளங்களிலிருந்துதான் புவி அமைப்பியற்காலங் களில் மடிப்பு மலைத் தொடர்கள் (Folded Mountain Chains) ஏற்படுகின்றன.

கண்டங்களின் சில அதிகப் பரப்பளவில்லாத பாகங்கள் தாழ்வதினால் உண்டாகும் பள்ளங்களில் சேரும் படிவுகள் மிகவும் அதிகம். நிலப்பாகங்களில் உள்ளடங்கின இவ்விடங்களில் கடற் படிவுகளே அதிகமாயினும், ஏனைய படிவுகளும் ஆயிரக்கணக்கான அடிகள் குவிகின்றன. பூமியில் செங்குத்தான அசைவு (Diastrophism) ஏற்படும்பொழுது, நிலம் உயர்ந்தால் (uplift) கடல் விலகுகிறது (regression). படிவுகள் அரிப்பிற்கு இலக்காகின்றன. மறுபடியும் நிலம் தாழும்போது (sudsidence) படிவுகள் சேருகின்றன. எனவே, புவி அமைப்பியற் காலங்களில் பல்வேறு இடங்களில் பலவாறாக இப்படிவுப் பாறைகள் பாதுகாக்கப்பட்டு வருகின்றன.

வகைப்படுத்துதல் (Classification)

படிவுகளில் இருவகை உள்ளன. சில நீரோட்டத்தில் அடித்துக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. இவைகள் சேர்ந்து உண்டாகும் பாறைகள் கூட்டுப்பாறைகள் (Clastic Rocks) எனப்படுகின்றன. சில நீரில் கரைந்து படியும் பள்ளங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. நீர் ஆவியாதலால் அவை ரசாயனப் படிவுகளாகப் படிகின்றன. இவ்வகைப் பாறைகள் கூட்டற்ற அல்லது ரசாயனப் (Non-clastic or Chemical) பாறைகள் ஆகும்.

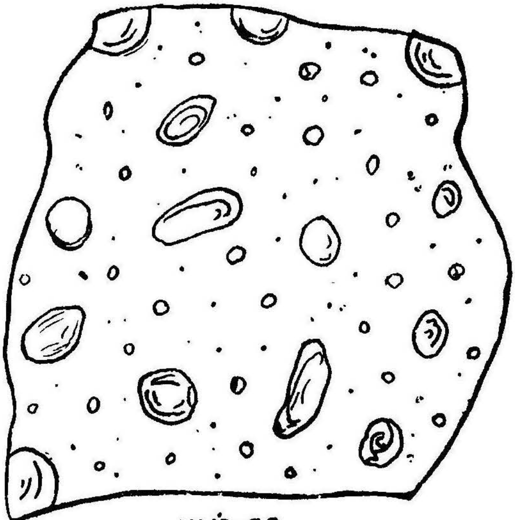
கூட்டுப்பாறைகள் (Clastic Rocks)

கூட்டுப்பாறைகளில் பாறைத்துகள் (fragments) களும் மற்றும் இவைகளைப் பிணைக்கும் ரசாயனப் பிணைப்புப் பொருளும் (cement) உள்ளன. பாறைத்துகள்களின் அளவுகளைப் பொறுத்து, பலவகைப் படிவு இனங்கள் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. படிவு இனங்கள் துகள்களின் விட்ட அளவுகள், படிவுகள் கடினமாகி உண்டாகும் பாறை இனங்கள் முதலிய விவரங்களைக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை 12
கூட்டுப் பாறைகளின் பிரிவுகள்

படிவு இனம்.	துகள்களின் விட்ட அளவு விவரம்.	பாறை இனம்.
பாறுங்கல் (Boulder)	200 மில்லி மீட்டருக்கு மேல்.	பரற்பாறை (Breccia) அல்லது கலவைக் கற்பாறை (Conglomerate).
கூழாங்கல் (Pebble)	50 மி.மீ முதல் 200 மி மீ. வரை.	
சரல் (Gravel)	10 மி.மீ. முதல் 50 மி.மீ. வரை	
பருமணல் (Coarse Sand)	1 மி.மீ. முதல் 0.50 மி.மீ. வரை.	மணற் பாறை (Sandstone)
சுமாரான மணல் (Medium Sand)	0·50 மி.மீ. முதல் 0·25 மி.மீ. வரை.	
சிறுமணல் (Fine Sand)	0·25 மி.மீ. முதல் 0·10 மி.மீ. வரை.	
களிமண் (Silt)	0·1 மி.மீ. முதல் 0·01 மி.மீ. வரை.	களிமண் பாறை (Siltstone).
களி, சேறு (Clay, Mud)	0·0 மி.மீ. முதல் 0·01 மி.மீ. வரை.	களிப்பாறை (Clay). சேற்றுப் பாறை (Mudstone).

கலவைக் கற்பாறைகள் (Conglomerate): இப்பாறைகளில் பெரிய கற்கள் நீரோட்டத்தில் நீண்ட காலமிருந்தபடியால், உருண்டையாக (படம் 68) இருக்கும். இணைக்கும் பாறைப் பொருள்கள் களிப்பொருள் (Clays), இரும்பு ஆக்ஸைடு (Iron Oxide), சிலிகா

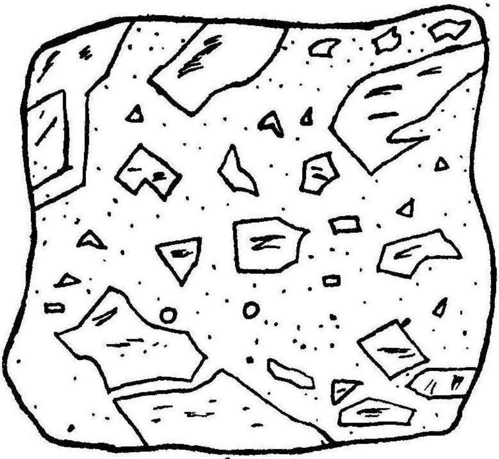


படம்-68.

(Silica) இவை அதிகமாகவும், கால்ஷியம் கார்பனேட் அல்லது கால்ஸைட் சில இனங்களிலும் காணப்படுகின்றன. பெரிய கற்கள் எப்பாறைகளின் சிதைவிலிருந்து உண்டாயினவோ, அவைகளை ஒத்து இருக்கும். அநேகமாக அவை குவார்ட்ஸ் கற்களாக இருக்கும். அப்பொழுது அப்பாறை 'குவார்ட்ஸ் கலவைக் கற்பாறை' (Quartz-Conglomerate) எனப்படுகிறது.

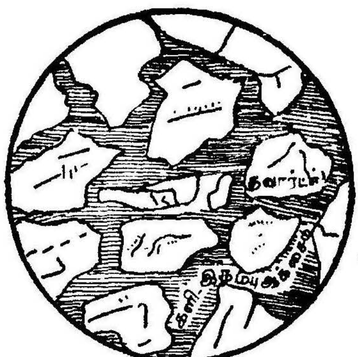
பரற் பாறை (Breccia): இப்பாறையும் கலவைக் கற்பாறையைப் போன்றதே. ஆயினும், இணைக்கப்படும் பெரிய கற்கள் உருண்டையாக இல்லாமல் பட்டையாக இருக்கும் (augular) (படம் 69). இதிலிருந்து, இக்கற்கள் நீரோட்டத்தில் அதிக தூரம் இழுத்துச் செல்லப்படவில்லை என அறியலாம். அதாவது, இப்பரற்பாறைக்கு மிகச் சமீபமாகவே, இப்பாறைக்கு வேண்டிய படிவுகளை அளித்துள்ள மூலப்பாறைகள் இருக்கின்றன என்றும் ஊகிக்கலாம்.

மணற்பாறை (Sandstone) : பெரும்பாலும் மணல் விட்ட அளவுக்குப் பாறைப் பொருள்கள் உள்ளன. மணல் அளவுள்ள 'குவார்ட்ஸ்' துகள்கள் (grains) களிமண்ணால் நன்றாகப் பிணைக்கப்



படம்-69.

பட்டிருக்கின்றன. இவ்வமைப்பு நுண்ணோக்கியில் (படம் 70) நன்றாகத் தெரியும். சில மணற் பாறைகளில் இரும்பு ஆக்ஸைடு இணைப்புப் பொருளாக இருப்பின், இப்பாறைகள் சிவப்பு நிறமுடைத் தாயிருக்கின்றன. சிவப்பு மணற் பாறை (Red sandstone) டெல்லி செங்கோட்டை, ஆக்ரா கோட்டை, சென்னை மாநிலக் கல்லூரி மற்றும் பல கட்டடங்களில் பயன்படுத்தப் பட்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம்.



படம்-70
நுண்ணோக்கியில் மணற்பாறையின் தோற்றம்.

மணலளவைவிடத் துகள்களின் அளவுகள் அதிகமாக இருப்பின் அப்பாறை பெருமணற்பாறை அல்லது கிரிட் (Grit) எனப்படுகிறது. 'குவார்ட்ஸ்' துகள்களுடன் ஃபெல்ஸ்பார் துகள்களும் காணப் பட்டால் அப்பாறை ஆர்கோஸ் (Arkose) என்றழைக்கப்படுகிறது.

மணற்பாறையில் கிரானைட், டாலரைட், நைஸ், சுண்ணும்புக்கல் போன்று பல இனப் பாறைத்துண்டுகள் காணப்படின், அப்பாறை 'கிரேவாக்' (Graywarke) அல்லது நரைக்கல்திரள் ஆகும். 'குவார்ட்ஸ்' துகள்களை இணைக்கும் பொருளும் கூழான சிலிகா (colloidal silica) வாக இருப்பின் அவ்வகைப் பாறை படிவுக் குவார்ட்சைட் (Sedimentary Quartzite) எனப்படும்.

களிப்பாறை (Shale): இப்பாறையின் துகள்களின் விட்ட அளவுகள் ·01 மில்லி மீட்டருக்கும் குறைவாக இருக்கின்றன. சேறு, களி, மண் கலந்த இப்பாறை வெண்மை, மஞ்சள், பச்சை, கருப்பு நிறங்களில் கிடைக்கிறது. கரி போன்ற சேதனப் பொருள்கள் அல்லது அங்ககப் பொருள்கள் (organic matter) இரும்பு ஸல்பைடு, மற்றும் சுண்ணும்புக்கற் பொடிகளும் கலந்து இருக்கலாம். ஆந்திராவில் கடப்பை, கர்நூல் மாவட்டங்களிலும், செங்கற்பட்டு மாவட்டத்தில் ஸ்ரீபெரும்புதூர் அருகிலும், ஜபல்பூர் மற்றும் நிலக்கரி அகப்படுமிடங்களிலும் இப்பாறை உள்ளது. சாதாரணமாக இப் பாறைகளில் தாவர ஃபாசில்கள் (plant fossils) பாதுகாக்கப்படு கின்றன. களிப்பாறையைவிட அதிக விட்ட அளவுள்ள துகள்கள் இருப்பின் அப்பாறை களிமண் பாறை (Silt Stone) என அழைக்கப் படுகிறது.

கூட்டற்ற (Non-clastic) பாறைகள்

இத்தலைப்பின் கீழ் கரைசல்களிலிருந்து உப்புகள், பாஸ்பேட், கால்ஸியம் கார்னேட், சிலிகா கூழ் (colloidal) இவை படிவதும், மற்றும் கடற்பிராணிகளின் சடலங்கள், மக்கிப்போன தாவரங்கள் இவை குவிந்தும் ஏற்படும் பாறைகள் விவரிக்கப்படுகின்றன. இவை களில் சிறப்பானவை பின்வருவனவாகும் :

1. சுண்ணும்புக் கற்கள் (Limestones).
2. சிக்கிமுக்கிக் கற்கள் (Chert and Flint).
3. பாஸ்பேட் உருண்டைகள் (Phosphatic nodules).
4. நிலக்கரிப் பாறைகள் (Carbonaceous Rocks).
5. உப்புப் பாறைகள் (Saline Deposits).

சுண்ணும்புக் கற்கள் (Limestones) : சுண்ணும்புக் கற்களில் பல இனங்கள் உள்ளன. கால்சியம் கார்பனேட் அல்லது கால்சைட் கனியத்துகள்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. சிறிது மண், களிமண் இவை கலந்தும் இருக்கின்றன. பல நிறங்களில் அகப்படும் இப்பாறைகள் மஞ்சள் அல்லது சாம்பல் நிறத்தில் அதிகமாகக் காணப்

படுகின்றன. சிப்பி முறிவும், செப்புக் காசால் கீறப்படுதல், நீர்த்த அமிலத்துடன் நுரைத்தல் இவை சுண்ணும்புக் கற்களின் தனிக் குணங்கள். முருகைகள் (Corals), சிப்பிகள் (Shells), மற்றும் பல வகைப் பாசில்கள் கால்சியம் கார்பனேட்டால் இணைக்கப்பட்டிருப் பின் சிப்பிச் சுண்ணும்புக்கல்(Shell Limestone) என்றழைக்கப்படும். திருச்சி மாவட்டத்தில் கருடமங்கலம் என்ற இடத்தருகே இப்பாறை களைக் காணலாம். இவ்வகைச் சுண்ணும்புக் கற்களை டால்மியாபுரம், ஷாஹாபாத் முதலிய இடங்களில் சிமிட்டி செய்யப் பயன்படுத்து கின்றனர். சுண்ணும்புக் கல்லிலுள்ள கால்சைட் கனியம் டாலமைட் டாக மாறுவதும் உண்டு. அப்பொழுது டாலமைட் சுண்ணும்புக்கல் (Dolomitic Limestone) என அதை நாம் அழைக்கலாம். சாக் (Chalk) என்பதும் ஒருவகைச் சுண்ணும்புக் கல்லேயாகும்.

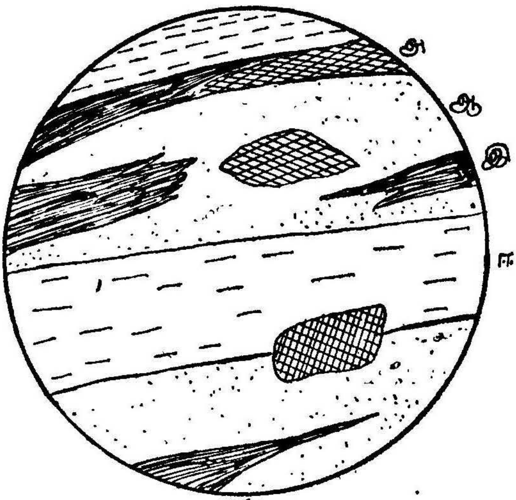
சிக்கிமுக்கிக் கற்கள் (Chert and Flint) : உருண்டையாகவும் கறுப்பு நிறத்துடனும், அநேகமாக 'சாக்' என்ற சுண்ணும்புப் படிவில் அகப்படும் கூழான சிலிகா (colloidal silica) அங்கங்கே படிந்தபடி யால், இக்கற்கள் உண்டாயின எனக் கருதப்படுகிறது. இக்கற்கள் உராய்வதால் நெருப்பு எளிதில் உண்டாகிறது. இவைகளே சரித் திரத்தில் கூறப்படும் சிக்கிமுக்கிக் கற்கள் ஆகும்.

பாஸ்பேட் உருண்டைகள் (Phosphatic nodules) : திருச்சி மாவட்டத்தில் சுண்ணும்புக் கற்களுடன் பாஸ்பேட் உருண்டைகளும் அகப்படுகின்றன. ஒரு சிப்பித் துண்டு அல்லது மணல்துகள் இதை மையமாகக் கொண்டு பல படைகளாகக் கால்சியம் பாஸ்பேட் படிவ தால் இவை உண்டாகின்றன என எண்ணப்படுகிறது. இவை பாஸ் பேட் உரம் தயாரிக்கப் பயன்படுகின்றன.

நிலக்கரிப் பாறைகள் (Carbonaceous Rocks) : ஏரிகளில் உண்டாகும் படிவுகளை விவரிக்கும் அத்தியாயத்தில் நிலக்கரி தோன்றும் முறை விளக்கப்பட்டுள்ளது. பீட் (Peat), லிக்னைட் (Lignite) அல்லது பழுப்பு நிலக்கரி, புகைமிகு நிலக்கரி (Bituminous coal), அனல் மிகு நிலக்கரி (Anthracite) முதலியன கரியாலான பாறைகளாகும்.

பீட், பழுப்பு நிறமுள்ள கரிப்பாறை. மக்கின தாவரங்களைக் கொண்டது. நார் நாராகவும், பஞ்சுபோலவும் ஆன பொருட்களா லானதாகத் தோற்றமளிக்கும். களிமண் முதலிய கரிப் பொருளல் லாத கனியப் பொருள்களும் அதில் கலந்துள்ளன.

லிக்னைட் நல்ல பழுப்பு நிறமுடையது. 'பீட்'டை விடக் கடினமானது. உலர்ந்து, பொடிப் பொடியாக மாறுவதுமல்லாமல் கருமை நிறத்தை அடைகிறது. தமிழ் நாட்டில் தென்னார்க்காடு மாவட்டத்தில் நெய்வேலியில் லிக்னைட் வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது; மற்றும்



படம்-71
நுண்ணோக்கியில் நிலக்கரியின் தோற்றம்
அ. ப்யூசெயின். ஆ. கிளாரெயின்
இ. ட்யூரெயின். ஈ. விட்ரெயின்

கேரளக் கடற்கரைப் பாகங்களில் வர்க்கலே (Warkala) என்ற இடத்தில் மணற்பாறைகளில் படிவுகளாக அகப்படுகிறது.

புகைமிகு நிலக்கரி (Bituminous coal) நல்ல கறுப்பு நிறத்தையுடையது. பாளம் பாளமாக எளிதில் விண்டுவிடக்கூடியது. அங்கங்கே மிருதுவாகவும் எளிதில் பொடியாகக் கூடியவையாகவும் அவை உள்ளன. அவ்விடங்களில் ஃப்யூசெய்ன் (Fusain) அல்லது கனிய நிலக்கரி (Mineral Charcoal) என்று அழைக்கப்படும் பாகம் இருக்கிறது. பளிச்சென ஒளிவீசும் சில தகடுகளும் (laminae) உள்ளன. இவைகளில் 'கிளாரைன்' (Clarain) என்ற பாகம் இருக்கிறது. செப்பி முறிவுடன் கூடிய இடங்களில் 'விட்ரயின்' (Vitrain) என்ற பாகமும், நல்ல மங்கலான இடங்களில் ட்யூரைன் (Durain) என்ற பாகமும் உள்ளன. இந்நிலக்கரியின் தோற்றத்தை மைக்ராஸ்கோப்பில் காணலாம் (படம் 71).

உப்புப் பாறைகள் (Salt Deposits) : கடல்கள் வற்றிப் போவதால் படியும் உப்புகள் பாறைகளாக அமைந்திருப்பதை, உலகின்கண் பல இடங்களில் பார்க்கிறோம். நம் நாட்டில் பஞ்சாபில் உள்ள உப்பு மலைகளில் (Salt Range) சாதாரண உப்பு (Rock Salt), ஜிப்சம் உள்ள படிவுப் பாறைகள் உள்ளன. ருமேனியா, அமெரிக்கா நாடுகளில் படிவுப் பாறைகளிலே நுழைந்த படிவங்களாக உப்புக் குமிழ்கள் (Salt Domes) உள்ளன. இவ்வமைப்புகளில் பெட்ரோலியம் என்ற பாறை எண்ணெய் தேங்கியுள்ளது.

படிவுப் பாறைகளின் அமைப்புச் சிறப்புகள் (Structures)

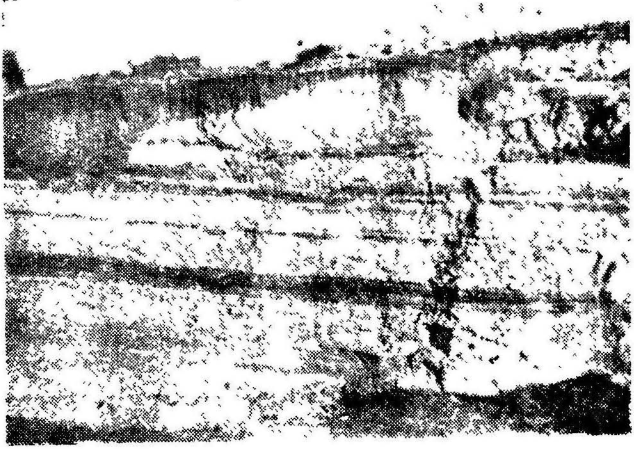
படிவுப் பாறைகளின் அமைப்புச் சிறப்புகள், அவைகளை மற்ற வகைப் பாறைகளினின்றும் எளிதில் பிரிக்க வகை செய்கின்றன. அடுக்கடுக்காகப் படிந்துள்ள இப்பாறைகளின் ஒவ்வொரு பெரிய அடுக்கிலும் (Stratum) தகட்டு அடுக்குகள் (laminae) காணப்படு

படம் 72

கின்றன. இவை தவிர, அலைச்சுவடுகள் (Ripple Marks), மழை அச்சுகள் (Rain prints), சேற்று வெடிப்புகள் (Mud-cracks) குறுக்குப் படுக்கைகள் (Cross-bedding) காணப்படுகின்றன. பாஸில்கள் அல்லது தொல்லுயிர்ச் சின்னங்களும் இப்பாறைகளில் தான் அமைந்துள்ளன.

அடுக்குகள் அமைதல் (Stratification)

படிவுப் பாறைகளின் இனம் மாறுபடும்பொழுது அவைகளை வெவ்வேருகப் பிரிக்க இயலும் (படம் 72). களிக்கல், மணற் பாறை இவ்விரண்டு பாறைகளும் தனியான அமைப்பு, தோற்றம் கொண்



படம் 73A

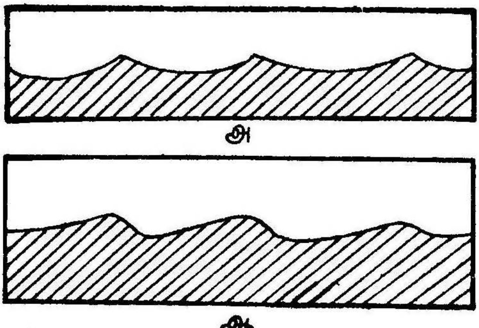
படம் 73B

டவை. தவிர, ஒரேவிதமான பாறைத் துகள்களின் விட்ட அளவு வேறுபடுமாறுலும், அடுக்குகளாகப் பிரிக்கலாம். பருமணற்

பாறையை அடுத்துச் சிறு மணற்பாறை இருக்குமேயானால், இவைகளைத் தனித்தனியே அடையாளம் கண்டுகொள்ள முடியாதா?

தகட்டு அடுக்குகள் (Laminae)

மணற்பாறை அடுக்கு ஒன்றை ஆராய்வோமானால் பல சிறு பிளவுகளைப் பார்க்கலாம். அப்ரகம் போன்ற தகடு போன்ற



படம் 74

கனியங்கள் மிகச் சிறிய துகள்களாகப் பல வரிசைகளில் அடுக்குகளாகப் படிந்திருப்பதால், கனம் (thickness) அதிகமில்லாத சிறு அடுக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவை தகட்டு அடுக்குகள் (Laminae) எனப்படுகின்றன (படம் 73).

படம் 75

அலைச்சுவடுகள் (Ripple Marks)

அடுக்குகளின் மேற்பரப்பில் மேடும் பள்ளமுமாகக் காணப்படும் அமைப்புகள் அலைச்சுவடுகளாகும். இவ்வடிச் சுவடுகள், படிவுகள் படியும்பொழுது நீர் மட்டத்திற்குமேல் வீசும் காற்றின் ஓட்டத்தினால் உண்டாகும் அசைவுகள் படிவுகளின் மேற்பரப்பைப் பாதிப்பதால் ஏற்படுகின்றன (படம் 74-ல் அ). நீர் ஓட்டத்தினாலும்

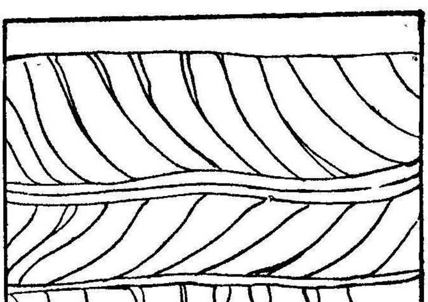
(current) மற்றொரு வகை அலைச் சுவடுகள் உண்டாகின்றன (படம் 74-ல் ஆ).

சேற்று வெடிப்புகள் (Mud cracks)

மழைக் காலங்களில் சேற்றுலான பாகங்கள் பின்னர் வெயிலில் காயும்பொழுது உலர்ந்து, சேற்றின் மேற்பரப்பில் பல வடிவுகளுள்ள வெடிப்புகள் காணப்படுகின்றன (படம் 75). இவை சேற்று வெடிப்புகளெனப்படும். இவை படிவுப் பாறைகளில் உள்ளன. ஒரு அடுக்கின் மேற்பரப்பில் வெடிப்பு இருந்தால் பின்னர் அதன் மேல் படியும் படிவுப் பொருள்கள் அவ்வெடிப்புகளை நிரப்பிக் கொள்கின்றன. களிமண் வெடிப்புகளில் பின்னர் மணல்கள் வடியக் கூடும். அப்பொழுது இவ்வெடிப்புகளின் உருக்கள் பாதுகாக்கப் படுகின்றன.

குறுக்குப் படுக்கைகள் அல்லது தவறான படிவுத்தளங்கள் (Cross Bedding or False Beddings)

சில படிவுகளின் படிவுத்தளத்திற்கு (plane of bedding) குறுக்காகத் தகட்டு அடுக்குகள் சாய்ந்து காணப்படுகின்றன. இவை குறுக்குப்படுக்கைகள் ஆகும். படிவுகள் படியும்பொழுது, நீரோட்டத்தின் ஆற்றல், ஓடும் திசையில் மாற்றம். இவைகளால் இக் குறுக்குப் படுக்கைகள் உண்டாகின்றன (படம் 76).



படம் 76

தொல்லுயிர்ச் சின்னங்கள் (Fossils)

பாசில்கள் படிவுப் பாறைகளில்தான் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. பூமியில் உயிர் தோன்றிய காலம்தொட்டு, பலவிடங்களிலும் பல புவிஅமைப்பு இயற்காலங்களில் வாழ்ந்துவந்த விலங்குகள், தாவரங்கள், இவைகளின் சின்னங்கள் படிவுப்பாறைகளில் உள்ளன.

பின் அமையும் அமைப்புகள் (Secondary Structures)

படிவுகள் படிந்து பாறைகளாகும்பொழுது, அடுக்குகள் கிடை அமைப்பை (horizontal attitude) உடையனவாயிருக்கின்றன. பின்னர், இவை சாய்க்கப்பட்டோ (Tilted), மடிப்புகளுடனோ (Folds) அல்லது பிளவுகளுடனோ (Faults) காட்சியளிக்கின்றன. இவ்வமைப்பு விவரங்களைப் பாறை அமைப்பு இயலில் காணலாம்.

உருமாறிய பாறைகள்
(Metamorphic Rocks)

பாறைகளின் உருமாற்றம் (metamorphism) என்னும் நிகழ்ச்சி எவ்வாறு நிகழ்கிறது? என்னென்ன அமைப்புச் சிறப்புகள் உருமாறிய பாறைகளுக்கே உடைத்தானவை? இப்பாறைகளின் இனங்கள் எவ்வாறு வகுக்கப் பட்டுள்ளன? இவ்வினுக்களுக்கு விடைகளை இப்பகுதியில் காண்போம்.

பாறைகளின் உருமாற்றம் புவி ஓட்டில் ஏற்படுகிறது. ஏற்கெனவே பல ஆழங்களில் தோன்றியுள்ள நெருப்புப் பாறைகளும், படிவுப் பாறைகளுமே உருமாற்றங்கள் அடைகின்றன. இப் பாறை வகைகள் அமைந்துள்ள பாகங்கள் தங்களிருப்பிடங்களிலிருந்து, பூமியின் மையம் நோக்கித் தாழ்ந்தால் (subsidence), வெப்ப நிலை உயர்வின் காரணமாகவும், அதிக அழுத்தம் இருப்பதனுலும் பாறைகளிலுள்ள கனியங்களின் அணு அரிப்புச் சிதைந்து முற்றிலும் வேறுபாடான அணுச்சீரமைப்பு (atomic rearrangement) அதாவது, மறுபடிகமாதல் (recrystallisation) நடைபெறுகிறது. இந் நிகழ்ச்சி திட நிலையில் (solid state) நடைபெறுகிறது. இதைத் திடப் பரவல் (solid diffusion) என்பர். இத்திடப்பரவலில் ரசாயன மாறுதல்களால் புதிய கனியங்கள் உண்டாகலாம்; அல்லது புதிய படிக அமைப்புகள் ஏற்படலாம்; இல்லையேல் இரண்டும் நிகழலாம்.

வெப்ப நிலை உயர்வு, மாக்மா பாறைகளைக் குடைந்து செல்லுவதினுலும் ஏற்படலாம். அப்பொழுது, நாட்டுப் பாறைகள் உருமாற்றம் அடையும் பொழுது, மாக்மாவிலிருந்து குளோரின், போரான் போன்ற வாயுப்பொருள் மூலகங்களும் உருமாறும் பாறைகளில் உண்டாகும் கனியங்களின் இனங்களைத் தீர்மானிக்கின்றன. இவ்வகை உருமாற்றம் மெடாஸோமாடிஸம் (metasomatism) அல்லது மூலகங்கள் சேர்க்கப் படும் பாறைகள் உருமாற்றம் ஆகும். உருமாற்றத்தினுல் உண்டாகும் மாற்றுப் பாறைகளைத் தீர்மானிப்பவை:

1. உருமாறும் மூலப்பாறைகளின் தன்மை
2. வெப்பம் (Temperature)
3. அமுக்கம் (Pressure)
4. பக்கவாட்டத் தகைவு (Stress)

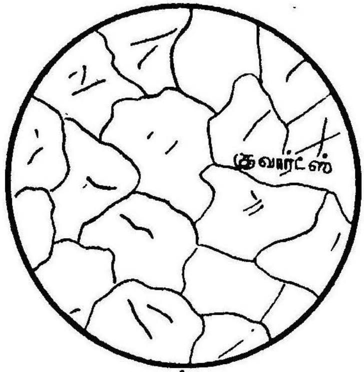
பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழமதிகமாக ஆக, வெப்பமும் அமுக்கமும் அதிகமாகின்றன. பக்கவாட்டத் தகைவு மாத்திரம் புவி ஓட்டின் பரப்பிலிருந்து கொஞ்ச ஆழம் வரையே உள்ளது. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் (அட்டவணை 13) உருமாறிய சில பாறைகளும் அவைகள் உருவாகும் பௌதிக ரசாயனத் தொடர்புகளையும் பார்க்கலாம்.

அட்டவணை 13

மூலப்பாறை அல்லது தொடக்கப்பாறை (Original Rock).	வெப்பஅமுக்க அளவுகள் (Temperature-pressure conditions).	உருமாறிய பாறை (Metamorphic Rock).
மணற் பாறை (Sandstone).	அதிக வெப்பம், சுமாரான அமுக்கம்.	உருமாறிய குவார்ட்ஸைட் (Metamorphic Quartzite).
சுண்ணாம்புக்கல் (Limestone).	சுமாரான அமுக்கம்; அதிக வெப்பம்.	சலவைக்கல் (Marble).
களிப்பாறை (Shale)	குறைவான வெப்பம் அமுக்கம்.	பலகைப் பாறை(Slate) அல்லது மின்னும் பலகைப் பாறை (Phyllite).
	சுமாரான வெப்பம் அமுக்கம்.	அப்ரக டால்க், குளோரைட்-ஷிஸ்ட் பாறைகள்.
	அதிக வெப்பம், அதிக அமுக்கம்.	அப்ரக- ஆம்ஃபிபோல் -நைஸ் பாறைகள், சில்லிமனைட் நைஸ், கிரானுலைட் (Granulite)
மாங்கனீஸ் உள்ள களிப் பாறை.	அதிக வெப்பம், அதிக அமுக்கம்.	கோடுரைட் (Kodurite) கோண்டலைட் (Khondalite).
கிரானைட் ...	சுமாரான வெப்பம் அதிகத் தகைவு.	கிரானைட் நைஸ்.
காப்ரோ முதலியன	சுமாரான வெப்பம், அதிகத் தகைவு.	ஹார்ன்பிளெண்டு ஷிஸ்ட் (HornblendeSchist).

குவார்ட்சைட் (Quartzite)

மணற்பாறை உருமாறும்பொழுது குவார்ட்ஸ் துகள்களில் மறு அணு அமைப்பு ஏற்பட்டு, ஒன்றுக்கொன்று பிணைத்துக் கொண்டுள்ள படிக அமைப்பு (படம் 77) உண்டாகிறது; மாற்றுரு குவார்ட்ஸைட் (Metamorphic Quartzite) என்ற பாறையாகிறது.



படம்-77
நுண்ணோக்கியில் குவார்ட்சைட் பாறையின் அமைப்பு

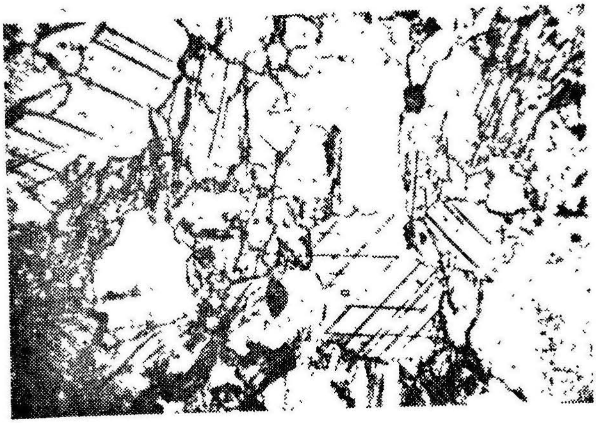
படிவுக் குவார்ட்சைட்டை உடைத்தால், துகள்களின் எல்லைகளையொட்டி பாறை உடையும். ஆனால், இம்மாற்றுரு குவார்ட்சைட் உடைபட்டால், துகள்களின் குறுக்கேயும் பாறை உடையும். மணற் பறையில் இணைக்கும் பொருள்களான களிமண், இரும்பு ஆக்சைடு அதிக அளவுகளிலிருப்பின், ரசாயன மாற்றங்கள், ரசாயன சேர்க்கைகள் ஏற்பட்டு, புதிய கனியங்களும் உண்டாகின்றன. ஹிமடைட் - குவார்ட்சைட், மாக்டைட் - குவார்ட்சைட், அப்ரகத் தூள்கள் உள்ள குவார்ட்சைட் முதலியன இவ்வகையில் தோன்றியவை. சேலம் மாவட்டம் கஞ்சமலைக் குன்றுகளில் மாக்னடைட்-குவார்ட்சைட் பாறையும், மைசூரில் பாபாபுடான் குன்றுகளில் ஹிமடைட்-குவார்ட்சைட் பாறையும் கிடைக்கின்றன.

சலவைக்கல் (Marble)

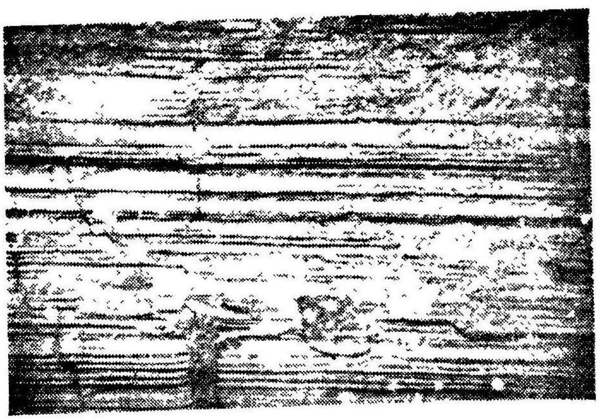
சுண்ணம்புக் கற்கள் உருமாறினால், கால்ஸைட் அல்லது கால்சியம் கார்பனேட் படிகங்கள் ஒன்றையொன்று பின்னிக் கொண்டுள்ள படிக அமைப்பைப் பெறுகின்றன (படம் 78). இதனால் சலவைக்கல் (Marble) உருவாகிறது.

சுண்ணம்புக் கற்களில் 'டாலமைட்' இருக்குமானால் டாலமைட் சலவைக்கல் உண்டாகிறது. சிலிகா அல்லது மணல் துகள்கள் சுண்ணம்புக் கற்களில் இருந்தால் ரசாயன மாறுதலால் கால்ஷியம் சிலிகேட் என்ற ரசாயன பகுப்பைக் கொண்ட வொல்லாஸ்டனைட் (Wollastonite) என்ற கனியம் உண்டாகிறது. அப்பாறை வொல்லாஸ்டனைட் சலவைக்கல் எனப்படுகிறது. இதுபோன்று, களிமண் முதலிய துப்புரவு அற்ற பொருள்கள் இருப்பின் பல்வேறு

கால்சிய, மக்னீஷிய, அலுமினிய சிலிகேட் கனியங்கள் உண்டாகின்றன. இக்கனியங்களைப் பொறுத்துச் சலவைக்கற்கள் வெண்மை, கருப்பு, பச்சை முதலான நிறங்களில் காணப்படுகின்றன.



படம் 78



படம் 79

பலகைப் பாறை (Slate)

களிப்பாறைகளில் சிலிகா, அலுமினியம் ஆக்ஸைடு, இரும்பு ஆக்ஸைடு முதலிய ஆக்ஸைடுகளும், மற்றும் பொட்டாசியம், சோடியம் ஆக்ஸைடுகளும் உள்ளன. வெப்பம் குறைவாக இருப்பின், களிப்பாறை கடினமாகி, பலகைப் பாறை அல்லது சிலேட் என்ற பாறையாகிறது (படம் 79). பாளம் பாளமாக உடையும் இந்த

சிலேட் பாறை கறுப்பு அல்லது சிவப்பு நிறத்தை உடைத்தா யிருக்கும். இப்பாறைத் தகடுகள் எழுதும் பலகைகளாகப் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.

சிலேட் பாறையில் களிமண் கனியங்கள், சிலிகா, கரிப் பொருள்கள் (Carbonaceous matter) முதலியன உள்ளன.

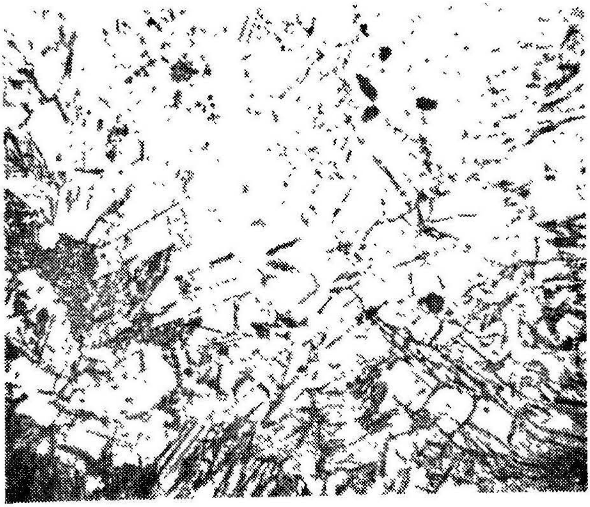
ஃபில்லைட் (Phyllite)

வெப்பம் சிறிது அதிகமானால், மறுபடிகமாதல் நிகழ்ச்சியால் சிறு அப்ரகப் படிகங்கள் உண்டாகின்றன. ஃபில்லைட் என்ற மின்னும் பலகைப் பாறை தோன்றுகிறது. சிலேட்டைப் போன்ற அமைப்பை உடையது. அதிக அளவில் அப்ரகமிருப்பதால், பளபளப்பான ஒளிவீச்சை உடைய தோற்றமிருக்கும்.

ஷிஸ்ட் (Schist) பாறை : இன்னும் வெப்பம் அதிகமானால் அப்ரகக் கனியங்கள் அதிக அளவில் உண்டாகின்றன. இதனால் விளையும் பாறை 'ஷிஸ்ட்' எனப்படுகிறது. அப்ரகக் கனியங்களுடன், குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார், கார்னட் போன்ற கனியங்களும் உண்டா கின்றன. 'ஷிஸ்ட்' பாறையில் நீண்ட செவ்வகத் தகடுகள் போன்ற அல்லது செதில்கள் போன்ற கனியங்கள் இணை அல்லது ஒருபோகு அமைப்பில் உள்ளன. இக்கனிய வரிசைகளுக்கு நடுவே குவார்ட்ஸ் போன்ற சம அளவுகளுள்ள கனியங்களின் கூட்டுகள் உள்ளன. இவ்வமைப்பிற்குப் பொறை (foliation) என்று பெயர். மேலும், செவ்வகத் தகடுகள் போன்ற கனியங்கள் ஒரு திசையில் அதிக நீளம் உள்ளனவாயிருக்கும். இவ்வமைப்பிற்கு நீட்டல் (lineation) என்று பெயர். இப் பொதுவமைப்பிற்கு ஷிஸ்ட்-அமைப்பு (Schistose structure) என்று பெயர் (படம் 80). 'ஷிஸ்ட்' பாறைகளில் கிராபைட், கயனைட், ஸ்டாரலைட், டிரமலைட், டால்க், ஆக்டினலைட் போன்ற நீண்ட பட்டையான கனியங்கள் உள்ள இனங்களும் (types) உள்ளன.

நைஸ் (Gneiss)

நைஸ் என்ற பாறையில் குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார் கனியங்கள் அதிகம். நீண்ட தகடுகள் போன்ற கனியங்களான அப்ரகங்கள், ஆம்ஃபிபோல் கனியங்கள் அங்கங்கே பொறை அமைப்பை வெளிக் காட்டும். நைஸ் பாறைகளில் குறிப்பாக அடுத்தடுத்து கருநிறமான செவ்வகக் கனியங்களும், வெளுத்த நிறமுள்ள (light-coloured) கனியங்களும் வரிசை வரிசையாக அமைந்திருத்தலைக் (layering) காணலாம். இவ்வமைப்பு நைஸ் அமைப்பு (Gneissose structure) எனப்படும் (படம் 81).



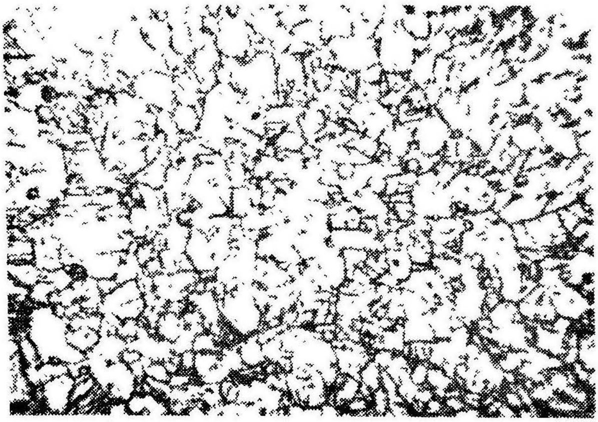
படம் 80

படம் 81

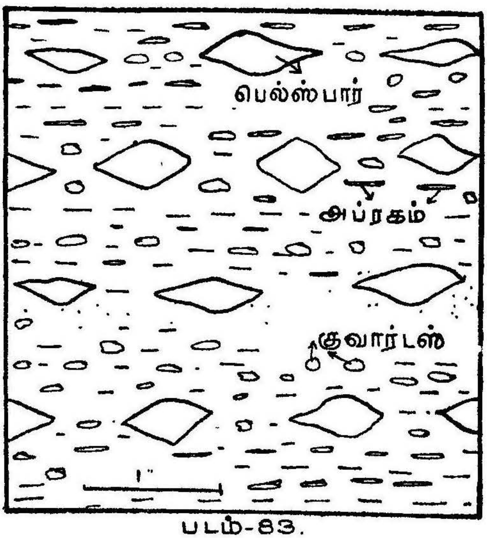
கிரானுலைட் பாறை (Granulite)

'கிரானுலைட்' பாறைகளில் செவ்வகக் கனியங்கள் சொற்பம். பொறை, நீட்டல் அமைப்புகள் இல்லை. கனியங்களின். அமைப்பு அநேகமாக நெருப்புப் பாறைகளில் பாதாள வகைகளின் அமைப்பைப் போன்று இருக்கும். குவார்ட்ஸ், ஃபெல்ஸ்பார், கார்னட், கால்ஸைட், பைராக்ஸின் முதலிய சமஅளவுள்ள கனியங்கள் அதிகம்,

இவ்வமைப்பிற்கு கிரானுலைட் அல்லது மணியுருவான அமைப்பு (Granulose Structure) என்று பெயர் (படம் 82).



படம் 82



படம்-83.

மேலே விவரிக்கப பட்டுள்ள பாறைக் குணங்களைத் தவிர புவி ஓட்டின் மேற் பகுதிகளில் பக்க வாட்டத் தகைவின் காரணமாக, கிரானைட் போன்ற பாறைகள் நைஸ் பாறைகளின் அமைப்பைக் கொள்கின்றன. தகைவின் காரணமாக பெல்ஸ்பார் கனியங்கள் 'கண்' உருவை (Augen Structure) உடைத்தாயிருக்கின்றன (படம் 83). இதுபோல, பலவகைப் பாறை இனங்களும் உள்ளன. இவை நசுக்கப்பட்ட (Cataclastic) பாறைகளாகும். மைசூர், தமிழ்நாடு, ஆந்திரம், மகாராட்டிரம், இராசஸ்தான் பிரதேசங்களில் உருமாறிய பாறை இனங்கள் அதிக அளவில் காணக்கிடக்கின்றன.

5. புவி அமைப்பு இயலில், பாறை அமைப்பு இயல்

(Structural Geology)

பாறைகளின் பல்வேறு அமைப்புத் தன்மைகளைப் பாறையியல் பகுதியில் பார்த்தோம். நெருப்புப் பாறைகள் பாதோலித், டைக், எரிமலைக் குழம்பு ஓட்டம் (lava flow) போன்ற உருவில் அமைந்திருக்கின்ற விந்தைகளையும், பாறைகளின் வெளித்தோற்றம், மற்றும் 'மைக்ராஸ்கோப்'பில் தெரியும் உள் அமைப்பு இவை யாவும் நாம் இதுவரை கண்டோம். அதேபோன்று படிவுப் பாறைகளின் அடுக்குத் தன்மை, அவைகளில் காணும் அலைச்சுவடுகள் போன்ற, அப்பாறைகள் உண்டாகும்பொழுதே தோன்றின அமைப்புச் சிறப்புகளையும் (primary structures) ஆராய்ந்தோம். உருமாறிய பாறைகளிலும் ஷிஸ்ட், நைஸ் போன்ற அமைப்பு விவரங்களைக் கண்டறிந்தோம். இப்பகுதியில் பாறைகள் உண்டானபின், புவியியற் காலங்களில் ஏற்படும் அமைப்பு மாறுதல்களின் பல உண்மைகளை ஆராய்வோம். குறிப்பாகப் படிவுப் பாறைகளில் ஏற்படும் அமைப்புகளையே விரிவாக இவ்வியலில் காண்கிறோம்.

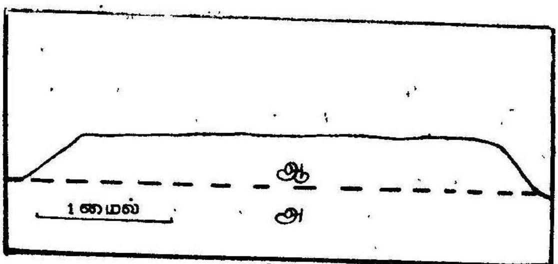
படிவுப் பாறைகளின் பல அமைப்புகள்

படிவுப் பாறைகளின் அடுக்குகள் (strata) கடல் மட்டத்திற்கு இணையாக இருப்பின், அவ்வமைப்பைக் 'கிடை அமைப்பு'(horizontal attitude) என்கிறோம் (படம் 84). பின்னர் இவ்வடுக்குகள் புவித் தகைவுகளுக்குக் கட்டுப்பட்டுச் சாய்க்கப்படலாம். இவ்வமைப்பிற்கு ஒருகோணச் சாய்வு (homocline) என்று பெயர் (படம் 86). சில இடங்களில் அடுக்குகள் செங்குத்தாகவும் (vertical) இருக்கலாம். இடை அமைப்பைக் கொண்ட அடுக்குகள், பின்னர்ப் பக்க

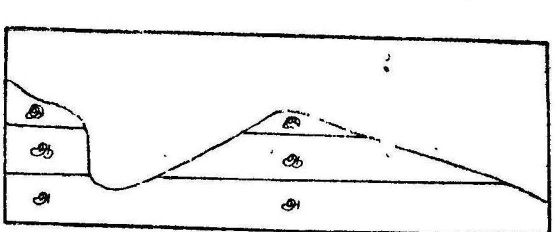
வாட்டத் தகைவுகளின் காரணமாக வளைந்து பல்வேறு மடிப்புகளாகவும் (folds) மாறலாம். சில பாறைகளில் மூட்டுகள் (joints) என்ற வெடிப்புகள் உள்ளன. மற்றும், பல இடங்களில் கிடை அமைப்பு, ஒருகோணச் சாய்வு அல்லது மடிப்புகள் ஆக உள்ள அடுக்குகளில், சில குறிப்பிட்ட தளங்களில் பாறைகள் உடைந்து, பிளந்து, அத்தளங்களை ஒட்டி அவை நகர்வதும் உண்டு. இவ்வமைப்புகள் பிளவுகள் (faults) என்றழைக்கப்படுகின்றன. தவிர, படிதல் தடைப்பட்டிருப்பதைக் குறிக்கும் அமைப்புகளும் உள்ளன. சற்று விரிவாக இவ்வமைப்புகளை இனி கவனிப்போம்.

கிடை அமைப்பு (Horizontal Strata)

இவ்வாறு அமைந்துள்ள பாறைகளின் 'வெளித்தெரிதல்' (outcrop) சமதளமான நிலத்தில் அதிகப் பரப்பளவு உள்ளதாக இருக்கும் (படம் 84). சமதளமற்ற நிலங்களில், சாய்வைப் (slope) பொறுத்துப் பாறைகளின் வெளித்தெரிதல் (outcrop) மாறுபடும். அ, ஆ, இ என்ற மூன்று அடுக்குகளில் 'ஆ' பாறையின் வெளித்



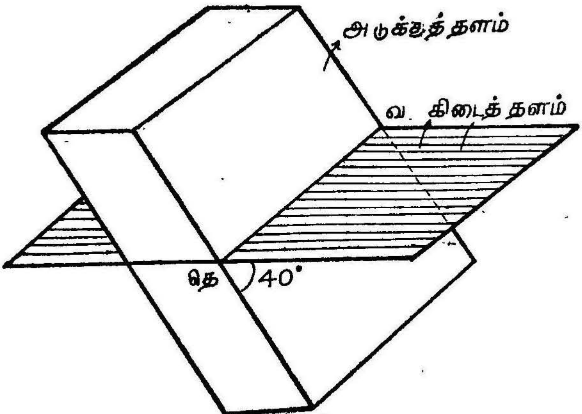
படம் 84
சமதள நிலப்பரப்பில் கிடை அமைப்புப் பாறைகளின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்



படம் 85
நிலச்சாய்வுகளும் வெளித்தெரிதலும் (கு. வெ. தோற்றம்)

தெரிதலிலிருந்து பூமியின் மேற்பரப்பில் அப்பாறையின் அகலம் மாறுபடுவதை அறிகிறோம். செங்குத்தான சாய்வு (vertical slope)

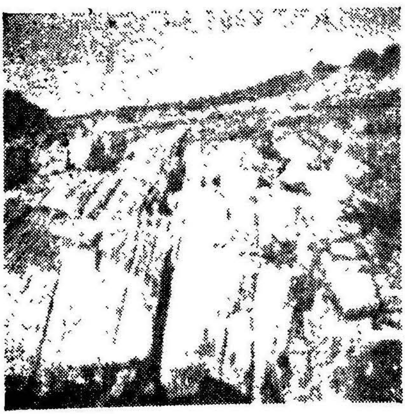
உள்ள நிலத்தில், வெளித்தெரிதலின் அகலம் குறைவாக இருப்பதையும், சாய்வு குறையக்குறைய வெளித்தெரிதலின் அகலம் அதிகமாவதையும் படங்களிலிருந்து (படம் 85) அறியலாம்.



படம் 86

ஒருகோணச் சாய்வு (Homocline)

ஒரு கோணச் சாய்வு கொண்ட அடுக்குப் பாறைகளை (படம் 87) தளவெட்டுச் (strike) சாய்மானம் (dip) சம உயரக் கோடு என்ற இரு சிறப்புச் சொற்களால் விவரிக்கலாம். படத்திற் காட்டியபடி (படம் 86) 'கிடைத்தளம் (horizontal plane) பாறையின் அடுக்குத் தளத்தை (bedding plane) வெட்டும்பொழுது ஏற்படும் வ-தெ என்ற கோட்டைத் தளவெட்டு' (strike) எனக் கூறலாம்.

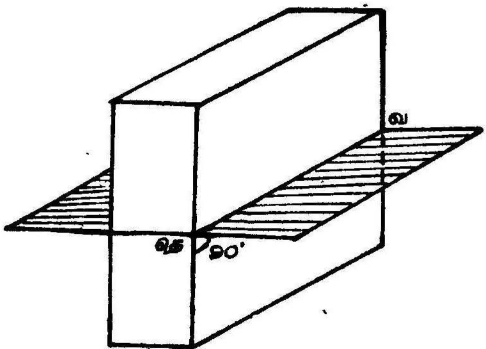


படம் 87

தளவெட்டும் சாய்மானமும் (Strike and Dip)

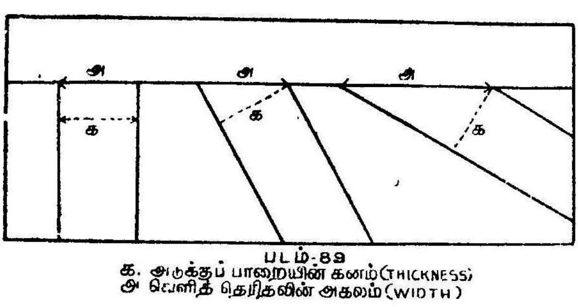
தளவெட்டு ஒரு சம உயரக்கோடு (contour). ஒருகோணச் சாய்வைக் கொண்ட அடுக்கில் அது ஒரு நேர்கோடாக இருக்கிறது. எனவே, தளவெட்டை, அது எந்தத் திசைகளை நோக்கியிருக்கிறது

என்பதை வடக்கு-தெற்கு, கிழக்கு-மேற்கு, வடகிழக்கு-தென்மேற்கு என்ற வகையில் குறிப்பிடலாம். படத்தில் வ-தெ என்ற தளவெட்டு



படம்-88

தென்வடலாக அமைந்திருப்பதாக வைத்துக்கொள்ளலாம். சாய்மானத்தைக் (dip) குறிக்கக் கோண அளவும் (magnitude) திசையும் (direction) தேவை. சாய்மானம் என்பது கடைத்தளத்திற்கும், படுக்கை அல்லது அடுக்குத் தளத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோணம் ஆகும். இக்கோணத்தைப் பாகைகளில் (degrees) கணக்கிடுகிறோம். இக்கோணம் 40° என வைத்துக் கொள்வோம். படுக்கைத் தளம் கிழக்கு நோக்கிச் சாய்ந்திருக்கிறது. எனவே, சாய்



படம்-89
க. அடுக்குப் பாறையின் கனம் (THICKNESS)
அ வெளித் தெரிகவின் அகலம் (WIDTH)

மானத்தை 40° கிழக்கு எனக் குறிப்பிடுகிறோம். தளவெட்டிற்கும், சாய்மானத் திசைக்குமிடையில் உள்ள கோணம் 90° ஆகும்.

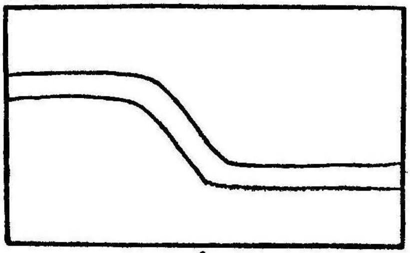
தளவெட்டையும் சாய்மானத்தையும் கண்டறிய சாய்வுமானி-காம்பஸ் (Clinometer-compass) என்ற கருவி பயன்படுகிறது. இது பாறை அமைப்பியல் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு மிகவும் இன்றியமையாத ஒரு கருவியாகும்.

செங்குத்தாள அடுக்கிற்குத் தளவெட்டு உள்ளது. சாய்மானம் 90° ஆக இருக்கும். சாய்மானத்திசை குறிப்பிட இயலாது (படம் 88).

சமதளப் பரப்பில் ஒரு கோணச் சாய்வுற்ற ஒரே கனமுள்ள அடுக்கின் வெளித்தெரிதலை ஆராய்ந்தால், சாய்மானம் குறையக் குறைய வெளித்தெரிதலின் அகலம் அதிகமாகிற உண்மை புலப்படுகிறது (படம் 89).

மடிப்புகள் (Folds)

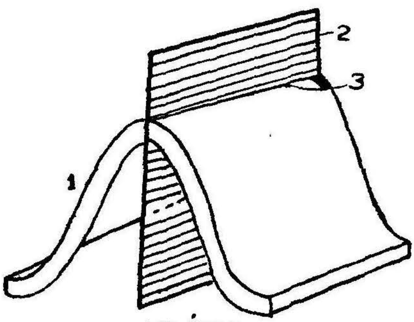
மடிப்புகளில் பல வகைகள் உள்ளன. கிடை அமைப்பைக் கொண்ட அடுக்குகள் திடீரென ஒருகோணச் சாய்வைக் கொண்டு, பின்னர், சற்றுத் தூரத்திற்குப்பின் மறுபடியும் கிடை அமைப்பைக் கொண்டால், எவ்விடத்தில் சாய்வைக் காட்டுகின்றனவோ, அவ்வமைப்பிற்கு 'ஒரு மடிப்பு' (monocline) என்று பெயர் (படம் 90). வளைந்து வளைந்து காணப்படும் அமைப்புகளில், மேல் நோக்கி வளைந்த மடிப்பிற்கு மேல் வளைவு (anticline) எனவும் கீழ்நோக்கிய வளைவிற்குக் கீழ்வளைவு (syncline) எனவும் பெயர் (படம் 91).


படம் 90

படம் 91

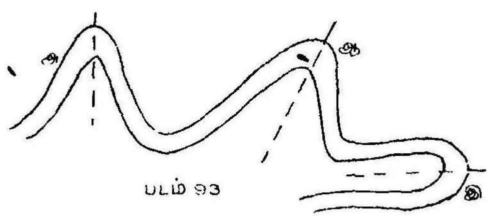
இம்மடிப்புகளில் பல பாகங்கள் உள்ளன. சாய்ந்திருக்கும் அடுக்குகள் உறுப்புகள் (limbs) எனப்படுகின்றன. இவ்வுறுப்புகளைச் சம பாகங்களாகப் பிரிக்கும் தளத்திற்கு மடிப்பு அச்சுத் தளம் (fold axial plane) என்பது பெயர். இத்தளமும் அடுக்குத்தளமும் வெட்டும் கோடு மடிப்பு அச்சு (fold axis) ஆகும். இப்பாகங்களைப் படம் 92 விளக்குகிறது.

ஒரு மேல்வளைவின் (anticline) உறுப்புகளின் சாய்மானக் கோணங்கள் சமமாக இருப்பின், அம்மடிப்பு சமச்சீர் மடிப்பு (symmetrical fold) (படம் 93-ல் அ), எனவும், இல்லையேல் சமச்சீரற்ற மடிப்பு (asymmetrical fold) (படம்93-ல்ஆ)எனவும்கொள்ளலாம். மடிப்பின் அச்சுத் தளம், செங்குத்தாகவோ (படம் 93-ல் அ), சரிந்தோ (படம் 93-ல் ஆ), கிடைநிலையிலோ(படம் 93-ல்இ) இருக்கலாம். அப்பொழுது, அம் மடிப்புகள் செங்குத்து மடிப்புகள், சாய்மடிப்புகள் (over folds),கிடைநிலை மடிப்புகள் (recumbent fold) என அழைக்கப்படுகின்றன.

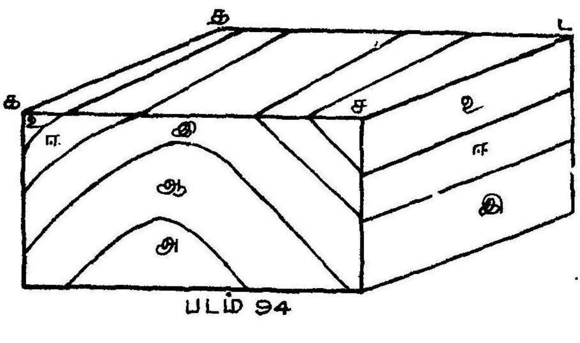


படம் 92
மடிப்பின் பாகங்கள்
1. உறுப்பு (LIMB) 2 மடிப்பு அச்சுத்தளம்
3 மடிப்பு அச்சு

மடிப்பின் அச்சு கிடைநிலையிலிருந்தால், இயல்பான மடிப்பு (normal fold) எனப்படுகிறது (படம் 92, 94).



படம் 93

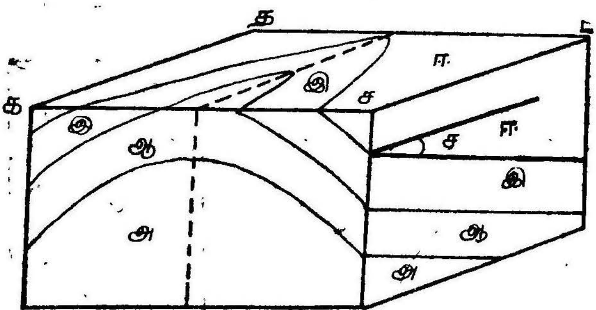


படம் 94

க-ச என்ற வெட்டுமுகத்தில் மேல்வளைவு அமைப்புத் தெரிகிறது. ச-ட என்ற வெட்டுமுகத்தில் அடுக்குகள் கிடைநிலையில்

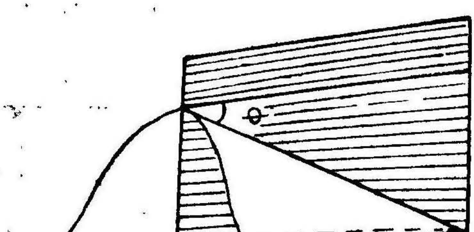
இருக்கின்றன. க த ட ச-சமதள நிலப்பரப்பில் (horizontal ground) பாறைகளின் வெளித்தெரிதலைக் காட்டுகிறது. ஈ-கு-ஆ-இ-ஈ—என அடுக்குகள் இரண்டு தடவைகள் வெளித்தெரிகின்றன.

மடிப்பு அச்சுச் சாய்வாக இருப்பின் (படம் 96), அம்மடிப்புகள் க-ச என்ற வெட்டுமுகத்தில் இயல்பான மடிப்புகளைப் போன்று



படம் 96

காட்சியளிக்கின்றன. ஆனால், வெளித்தெரிதற்கோடுகள் V போன்று வளைந்திருப்பதை க-ச-ட-த முகத்தில் அதாவது சமதள நிலப்பரப்பில்

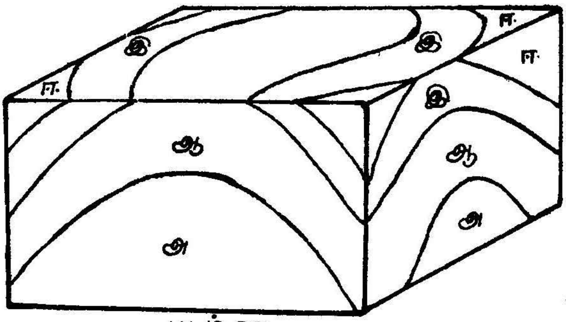

படம் 95

காணலாம். தவிர, ச ட என்ற வெட்டு முகத்தில் அடுக்குகள் சாய்ந்திருக்கின்றன. (θ) என்ற இச்சாய்மானம் (படம் 95) அச்சுச் சாய்வு (Plunge) எனப்படுகிறது. இம்மடிப்பு அச்சுச் சாய்வு மடிப்பாகும். படத்திற் காட்டப்பட்டிருப்பது அச்சுச் சாய்வுடைய மேல்வளைவு (pitching or plunging anticline).

மேலே கூறப்பட்ட வகைகள் தவிர, 'டோம்' மடிப்பு (dome fold) 'பேசின்' மடிப்பு (basin fold) என்ற வகைகளும், பல

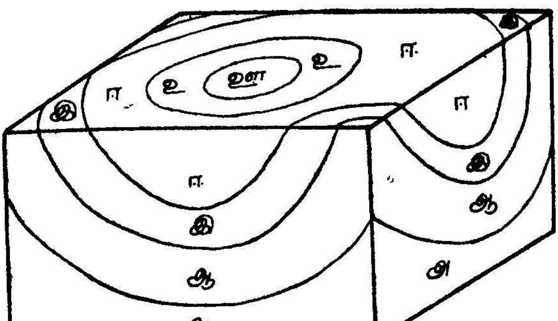
மடிப்புகள் கொண்ட மேல்வளைவு (anticlinorium), கீழ் வளைவு களும் (synclinorium) இயல்பாகக் காணப்படும் மடிப்பு அமைப்பு களாகும்.

டோம் மடிப்பு அடுக்குத் தளங்களில், ஒரு மையத்திலிருந்து பல் வேறு திசைகளிலும் சாய்மானங்களிருக்கும் (படம் 27). சமதளப் பரப்பில் வெளித்தெரிதற் கோடுகள் வட்டங்களாகவோ (circular)



படம் 97

நீண்ட வட்டங்களாகவோ (elliptical) அமைகின்றன. எந்தத் திசையில் வெட்டுமுக அமைப்பைப் பார்த்தாலும், அது ஒரு மேல் வளைவைக் காட்டும் (படம் 97).

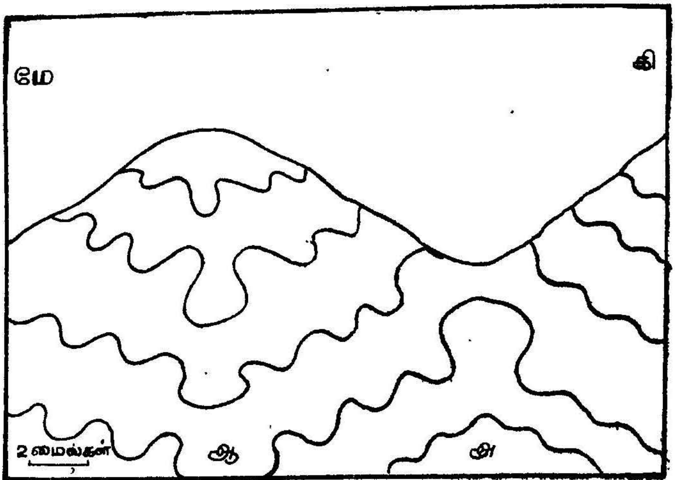


படம் 98

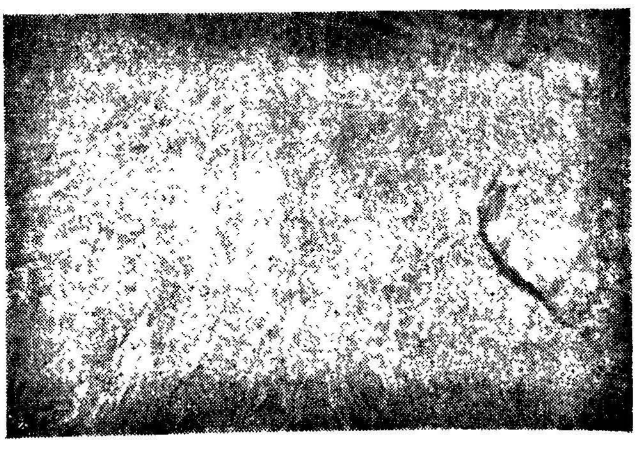
பேசின் மடிப்பில் சாய்மானங்கள் மையத்தை நோக்கி இருக்கும். எனவே, வெட்டுமுகங்களில் கீழ்வளைவுகள் காணப்படுகின்றன. (படம் 98).

பல மடிப்புகளையுடைய மேல்வளைவு கீழ்வளைவுகளைப் (anti-clinorium, synclinorium) படத்தில் காணலாம் (படம் 99).

'னைஸ்' இன்னும் பல உருமாறிய பாறைகளில், உறையும் கிரானைட் மாக்மா திரவம் பொறைத்தளங்களின் வழியாகவும்,



படம் 99
அ ஆன்டிகிளைனேரியம் ஆ. சின்கிளைனேரியம்



படம் 100

மூட்டுகள் வழியாகவும் நுழைகிறது. அப்பொழுது அப்பாறைகள் தகைவுகளுக்கு இலக்கானால், படத்திற் காட்டியபடி. (படம் 100) எண்ணற்ற வளைவுகளைக் கொண்ட டிக்மாடிக் மடிப்புகள் (ptygmatic folds) ஏற்படுகின்றன.

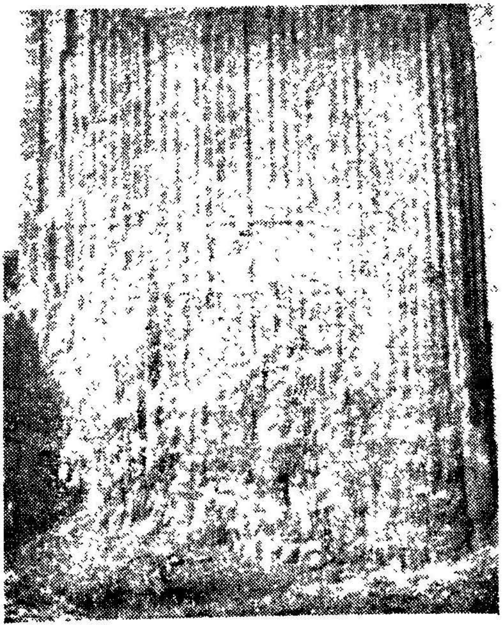
மேல்வளைவுகள், 'டோம்' மடிப்புகள் முதலிய அமைப்புகளில் பெட்ரோலியம் எண்ணெய் தேங்குகிறது. கீழ் வளைவுகளில் ஆர்டிசிய ஊற்றுகளும் கிணறுகளும் அமைகின்றன. நிறைய மடிப்புகள் ஏற்படும்பொழுது, பாறை அடுக்குகளில் கிடக்கும் நிலக்கரி போன்ற கனியங்கள் பூமியின் மேற்பரப்பிற்கு அருகே அமையப் பெறுகின்றன. ஒரே அடுக்கு பல தடவைகள் வெளித்தெரிகின்றன. இதனால், கனியங்களைக் கண்டுபிடித்தலும், வெட்டி எடுத்தலும் எளிதாகின்றன.

மூட்டுகள் (Joints)

பாறைகளில் சீராக அமைந்துள்ள வெடிப்புகள் (fractures) உள்ளன. இவைகளுக்கு மூட்டுகள் அல்லது இணைப்புகள் (joints) என்று பெயர். இங்கிலாந்து நாட்டு நிலக்கரிச் சுரங்க ஊழியர்கள் இவ்வெடிப்புத் தளங்களால் பாறைகள், கட்டடக் கற்களைச் சுண்ணும்புச் சாந்து இணைப்பது போன்று இணைக்கப்பட்டிருப்பதாக எண்ணி மூட்டுகள் (joints) என்று பெயர் வைத்தார்கள். மூட்டுத் தளங்களை அடுத்துள்ள பாறைகள் நகருமாயின், அவ்வமைப்புகளைப் பிளவுகள் (faults) எனக் கூறுவர். மூட்டுகள் சில அடிகள் நீளங்களிலிருந்து பல ஆயிரமடிகள் நீளங்களும் உயரங்களும் உள்ளனவாயிருக்கும். இவை எப்பொழுதும் தனியாகத் தென்படா. பசால்ட் போன்ற எரிமலைப் பாறைகள் நிரல் மூட்டுகள் (columnar joints) என்ற ஆறு பக்கங்களுடைய தூண்கள் போன்ற பாறை நிரல்களைக் காட்டுகின்றன.

இம்மூட்டுகள், எரிமலைக் குழம்பு அல்லது லாவா உறைந்து பாறையாகும் பொழுது ஏற்படும், இழுவிசைத் தகைவுகளினால் (tensile stresses) உண்டானவை எனக் கருதப்படுகிறது. இவ்வகை மூட்டுகள் பம்பாய் நகரத்திற்கு அண்மையிலுள்ள அந்தேரி (Andheri) என்ற இடத்திலுள்ள பசால்ட் பாறைகளில் வானளாவத் தெரிகின்றன (படம் 101). கிரானைட் போன்ற பாறைகளில் மூன்று வெவ்வேறு தளங்களில் மூட்டுகள் அமைந்துள்ளன. கிடைநிலையில் ஒரு மூட்டுத் தளமும், செங்குத்தாக இரண்டு தளங்களும் உள்ளன. இம்மூட்டுகள் கனசதுர (cuboidal joints) மூட்டுகளெனப்படும் (படம் 102). சிறப்பாக நெருப்பு, உருமாறிய

பாறைகளின் மூட்டுகளில் நிலநீரோட்டம் (ground water) நடை பெறுகிறது. மூட்டுகளின் இடைவெளிகளிலே தாதுக்கனியப்



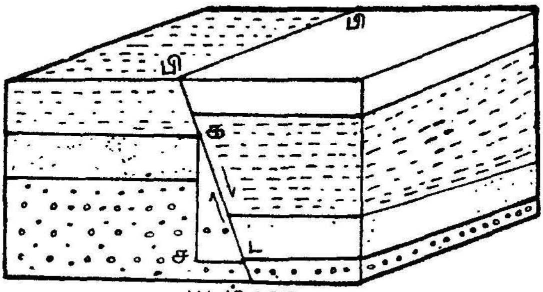
படம் 101

படம் 102

பொருள்கள் இடம்பெறுகின்றன. பாறைகளை உடைத்தெடுக்கவும் மூட்டுகள் பயன்படுகின்றன.

பிளவுகள் (Faults)

பாறைகளில் கீறல்கள் (fissures) ஏற்பட்டு, அவைகளுக்கு இணையாகப் பாறைகள் நகர்ந்தால், பிளவுகள் எனப்படுகின்றன. ஒரு பாறையில் பிளவு ஏற்பட்டால், ஒரு பகுதி நிலையாக நிற்கும். அதற்கு



படம் 103

அடிச்சுவர் (foot wall) என்று பெயர். மற்றொரு பகுதி நகரும். இப்பகுதி தொங்கும் சுவர் (hanging wall) எனப்படுகிறது. பிளவு ஏற்படும் தளம் பிளவுத் தளம் (fault plane) எனப்படுகிறது. இத்தளம் தொங்கும் சுவரை நோக்கிச் சாய்ந்திருக்கும்.

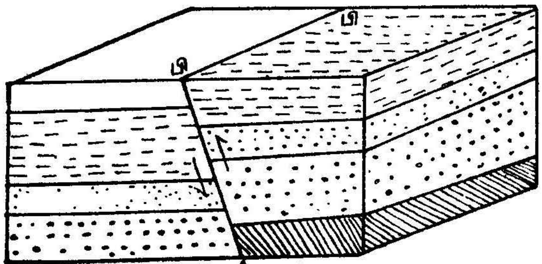
படம் 104

பிளவடைவதற்கு முன் க-ட புள்ளிகள் சேர்ந்திருக்கவேண்டும். ச-ட புள்ளிகள் ஒரே தளத்தில் இருக்கின்றன. க-ச என்ற நேர்குத்தாக அளக்கப்படும் தூரத்திற்கு நேர்குத்து விலக்கம் (throw) எனப் பெயர். ∠கடச = பிரிவுத் தளத்தின் சாய்மானம். ∠சகட-என்ற கோணம் ஹேடு (hade) அல்லது பிளவுக் கோணம் எனப்படுகிறது. பி பி என்ற கோடு பிரிவுத்தளத்தின் தளவெட்டு (strike) ஆகும்.

பிளவுகளில் சில வகைகள்

தொங்கும் சுவர் கீழ்நோக்கி நகர்ந்தால், இயல்பான பிளவு (normal fault) எனவும், மேல்நோக்கி நகர்ந்தால் இயல்பற்ற பிளவு (reverse) எனவும் கூறுவர்.

ஜபல்பூர் அருகே உள்ள சூயி குன்றுகளில் கோண்டுவானு பாறைகளில் அமைந்த இயல்பான பிளவு ஒன்றைப் படத்தில் (படம் 104)



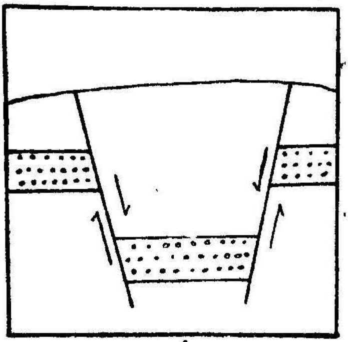
படம் 105

காணலாம். பிளவுத் தளம் பாறைச் சிதைவினுல் ஏற்படும் கற் குவியல்களால் மறைக்கப்பட்டுள்ளது. இயல்பற்ற பிளவைப் படம் 105 சித்திரிக்கிறது.

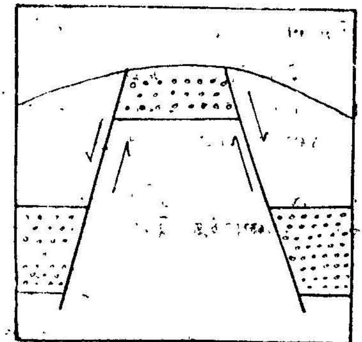
சில இடங்களில் பிரிவுத் தளத்தின் தளவெட்டிற்கு (strike) இணையாகவும், பாறைச் சுவர்கள் நகரும். கிழியும் பிளவு அல்லது தள வெட்டு நகர்வுப் பிளவு (tear fault or strike slip fault) என இதற்குப் பெயர் (படம் 106).

படம் 106

மடுப்பிளவுகள் (trough faluts), மலைப்பிளவுகள் (ridge faults), படிப் பிளவுகள் (step faults) முதலியன மற்றும் பல வகைகளாம். இவ்வகைகளைப் படங்களிற் (107, 108, 109) காணலாம்.



படம் 107



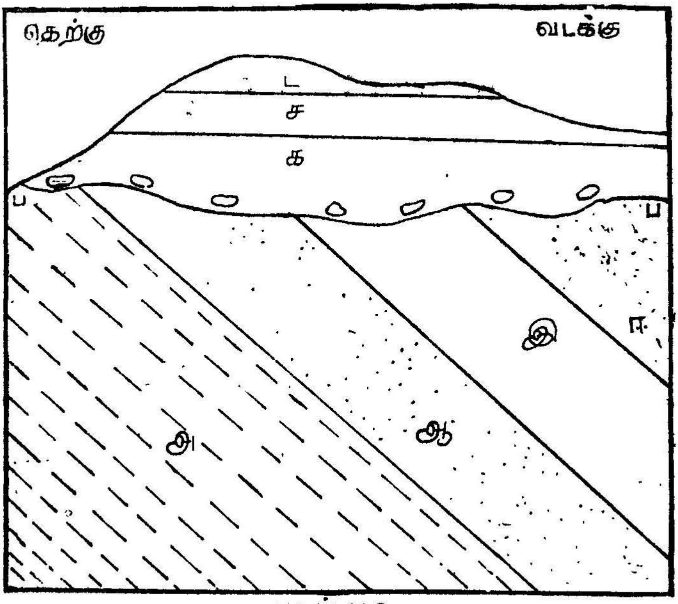
படம் 108

படம்-109

படிவுத் தடைகள் (Unconformities)

தொடர்ந்து படிவுப் பாறைகள் உண்டாகிவரும்பொழுது, பல காரணங்களால் படிதல் நிறுத்தப்படுகிறது. அது மட்டுமல்ல, படிவுப் பாறைகள் உயர்த்தப்பட்டு, காற்று மண்டலத்தின் வேலையால் அப்பாறைகள் சிதைவுறுகின்றன. மேலும், ஆறுகள் போன்ற பல சாதனங்களால் அரிக்கப்படுகின்றன. இக்காலத்தில் படிதல் தடைப்படுகிறது. பின்னர், அரிக்கப்பட்ட (eroded) பாறைகள் தாழ்கின்றன. அவைகளின் மேற்பரப்பில் படிதல் மறுபடியும் தொடர்ந்து நடக்கத் தொடங்குகிறது. படிதலில், தடை ஏற்பட்டுள்ளதை இரண்டு காலங்களில் படிந்துள்ள படிவுகளின் அமைப்பு மாறுபாடுகளிலிருந்து அறிகிறோம். அடுக்கு இயல் அத்தியாயத்தில் படிவுத் தடைகளைக் காட்டும் பல எடுத்துக்காட்டுகள் உள்ளன.

இங்கு கொடுக்கப்பட்டுள்ள படத்தில் (படம் 110) அ, ஆ, இ, ஈ—என்ற படிவுகள் கிடைநிலையில் படிந்து பாறைகளாகி, பின்னர் வடக்குமுகமாகச் சாய்வை அடைந்துள்ளன. பின்னர், அவை மேலே உயர்த்தப்பட்டு, சிதைவு அரிப்புகளுக்கு இலக்காகி, கீழே தாழ்த்தப்



படம்-110.

பட்டு, மறுபடியும் படிதல் தொடர, க, ச, ட—என்ற படிவுகள் உண்டாகியிருக்கின்றன. பின்னர், எல்லாப் பாறைகளுமே உயர்த்தப் பட்டு, சிதைவு அரிப்புகளின் காரணங்களால் படத்திற் காட்டியுள்ள மேற்பரப்பை உடைய நில உருவமாக அமைந்துள்ளன.

க, ச, ட,—என்ற இரண்டாவது படிதலில் உண்டான பாறைகளில் அடித்தளமான (ப—ப), படிவுத் தடைச் சேர்மானம் (unconformity contact) எனப்படுகிறது. அது ஒரு நேர் தளமாக இல்லாமல் வளைந்து வளைந்து இருக்கும். அரிக்கப்பட்ட முதல் படிதலின் பாறைகள் இத்தளத்தை முட்டிக்கொண்டிருக்கும். இத் தளத்தில் அ—முதல் ஈ—வரையுள்ள பாறைகளால் உண்டான கலவைக்கற் பாறைகளையும் காணலாம்.

6. தொல்லுயிரியல்

(Palaeontology)

பழங்காலந்தொட்டுப் பாறைகளில் கடல்வாழ் உயிரினங்களின் உடம்புகளையும், மற்ற உறுப்புகளையும் போன்ற உருவங்களைப் பலர் பல இடங்களில் பார்த்துள்ளனர். இவ்வுருக்களை இயற்கையின் விளையாட்டுகளில் ஒன்றாகவும், உலகில் வாழ்ந்த கடல் விலங்கு களுக்கும், பாறைகளிற் காணும் விலங்குகளைப் போன்ற இவ்வுருக் களுக்கும் தொடர்பேயில்லை என்றும் ஒரு சாரார் கருதினர். பாறை உண்டான காலத்துக் கடல்வாழ் உயிரினங்களின் பாதுகாக்கப் பட்ட கடினமான உறுப்புகளே இவையென்பது மற்றொரு சாராரின் கூற்று. பின்னவரின் கருத்துகளே ஐயந்திரிபற ஒப்புக்கொள்ளப் பட்டு, ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக இவ்வுருக்களிலிருந்து பல புவி அமைப்பு இயற்காலங்களில் வாழ்ந்த விலங்கினங்களைப் பற்றிய உண்மைகள் தொகுக்கப்பட்டன. பாசில்கள் அல்லது உயிர்ச் சுவடு களெனப் (fossils) பெயர் கொண்ட இவ்வுறுப்புகளின் ஆராய்ச்சி களிலிருந்து பண்டைவாழ் விலங்கினங்கள், தாவரங்கள் இவைகளின் உறுப்பு அமைப்புகள், மற்றும் அவைகளின் வாழ்க்கை விவரங்களை அறியலாம்.

பாசில்கள் எவ்வாறு பாறைகளில் பாதுகாக்கப்படுகின்றன என்பதைச் சற்றுக் கவனிப்போம். ஒரு விலங்கோ, தாவரமோ பாசிலாக வேண்டுமானால், கடினமான பாகங்களை உடையதாயிருக்க வேண்டும். எனவே, சில மிருதுவான உடல்களையுடைய கடல்வாழ் விலங்கினங்கள் பாசில்களாகப் பாதுகாக்கப்படுவதில்லை. தவிர, அவை வண்டல் மண் போன்ற படிவுகளால் மரித்தவுடனேயே மூடப் பட்டுவிட வேண்டும். நிலத்தில் வாழும் விலங்கினங்கள் மணல் மேடு களிலோ, எரிமலைக் குழம்புகளிலோ புதைக்கப்படுகின்றன. அவை களின் உடல்கள் ஆற்று நீர், பனியாறு முதலியவைகளால் இழுத்துச்

படிவுகளால் மூடப்படுவதும் உண்டு. பாசில்களாக எளிதில் பாதுகாக்கப்படும் விலங்கினங்களில் கடலில் வாழ்வனதாம் அதிகம்.

சில இடங்களில் விலங்கினங்கள் தங்கள் மிருதுவான பாகங்களுடன் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மாமத் என்ற ரோமமடர்ந்த யானை, ரோமமுள்ள காண்டாமிருகம் முதலியன வடக்குச் சைபீரியாவின் பனிக்கட்டியும் சகதியும் மிகுந்த பாகங்களில் புதைக்கப்பட்டு இன்று வரை பாதுகாக்கப்பட்டுவருவது ஒரு விந்தையே. அதே போன்று ஆம்பர் என்ற ஒருவகைத் தாவர மெழுகில் சில பூச்சிகள் சிக்கி இன்று வரை பாதுகாக்கப்பட்டுவருவதைப் பிரசியாவின் 'பால்டிக் கடற்கரைகளில்' உள்ள ஆலிகோசீன் (Oligocene) காலத்துப் பாறைகளில் பார்க்கலாம்.

படம் 111

கடினமான எலும்புக்கூடுகள் மட்டும் அப்படியே காப்பாற்றப்பட்டு, பாசில்களாக அமைவதும் உண்டு. சில தாவரங்களிலும், கிராப்டோலைட் போன்ற விலங்கினங்களிலும், அவைகளின் அங்கக அல்லது கனிமக் கூட்டுப் பொருள்கள் (organic compounds) ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன் இவைகளை இழந்துவிடுவதால், கரி மட்டும் மிஞ்சுகிறது. மற்றும் சில இடங்களில் எலும்புகள் கரைக்கப்பட்டு, பாறைகளின் உட்புற எலும்பு அமைப்பின் வெளிப்பாக வுருவமும் உட்பாகவுருவமும் பதிந்துவிடுகின்றன. இவைகளை அச்சுகள் (moulds) எனலாம். இன்றும் சில இடங்களில் எலும்புப் பொருள்கள்

மற்றக் கனியங்களால் வெளித்தள்ளப்படுகின்றன. 'கல்லாதல்' (petrification) என இதைக் கூறுவர். திருச்சி மாவட்டத்தில் சாத்தனூர் என்ற இடத்திற்கு அருகே கிரடேசியஸ் காலத்தில் (கி.மு. 120 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்) நிழல் கொடுத்துவந்த மரங்கள் சிலிகாவால் கல்லாக்கப்பட்டுக் கிடப்பதை இன்றும் பார்க்கலாம் (படம் 111). சில பாறைகளில் விலங்கினங்களின் காலடிப் பதிவுகள் (foot-prints) காணப்படுகின்றன.

இனி, பாசில்களின் பயன்களில் சிலவற்றை ஆராய்வோம். பாசில்கள், படிவுப் பாறைகளான அடுக்குப் பாறைகளைக் காலப்படி பிரித்து ஆராயப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. படிவுகள் படியும் காலங்களின் காலநிலைகளை அறியவும், புவி அமைப்பு இயற்காலங்களில் புவியியல் பரப்பு (Palaeogeography), அதாவது தொல்லுயிர்க் காலத்து நீர் நில அமைப்பை அறியவும், தொல்லுயிரியல் இன்றியமையாததாக இருக்கிறது. உயிரியலறிஞர்கள் (Biologists) உயிரிக் கூர்தலறச் சான்றுகளாகப் (evidences of evolution) பல காலங்களில் படிந்துள்ள அடுக்குகளிற் காணப்படும் பாசில்களைப் பயன்படுத்திக் கொண்டுள்ளனர். புவியியற் காலத்தில், பழங் காலந் தொட்டு உயிரினங்களின் உடலமைப்புகளில் தொடர்ச்சியான உயர்வு அல்லது முன்னேற்றம் (evolution) காணப்படுகிறது.

பகுப்புமுறை (Classification)

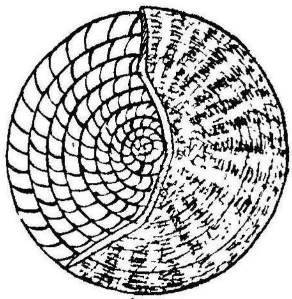
தொல்லுயிரினங்களை விலங்குகளெனவும், தாவரங்களெனவும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். விலங்குகளில் இருவகைகள் உள. அவை முதுகெலும்புள்ளவை, முதுகெலும்பில்லாதவை என்பனவாம்.

முதுகெலும்பில்லாத விலங்குகளை (Invertebrates) ஒன்பது குடும்பங்களாகப் பிரித்துள்ளனர். அவைகளில் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஏழு குடும்பங்களில் பாசில்கள் அதிகமாகவுள்ளன:

1. புரோடோசோவா (Protozoa)
2. போரிஃபெரா (Porifera)
3. சீலன்டிரா (Coelentera)
4. எகினோடெர்மா (Echinoderma)
5. பிரேக்கியோபோடா (Brachiopoda)
6. மொலஸ்கா (Mollusca)
7. ஆர்த்ரோபோடா (Arthropoda)

புரோடோசோவா

ஒரே ஒரு 'செல்'லை (cell)யுடைய விலங்கினங்கள் இக்குடும்பத்தி லுள்ளன. இக்குடும்பத்தில் ஃபொராமினிஃபெரா, ரேடியோலேரியா என்ற வகுப்புகள் (orders) உள்ளன. பொராமினிஃபெரா குடும்பத்தில் உள்ள விலங்குகள் கடலில் வாழ்பவை. இன்றும் வெப்பமான கடல்களின் ஆழமான இடங்களில் அவையுள்ளன. இவைகளின் உடல் மிகச் சிறியனவாக இருக்கின்ற படியால், இவைகளின் எலும்புக் கூடுகளை மைக்ராஸ்கோப் அல்லது நுண்ணோக்கியின் உதவி கொண்டு தான் பார்க்கலாம். தொல்நுண்ணுயிரியல் (Micropalaeontology) என்ற தனி இயல் இன்று சிறப்படைந்திருப்பதற்குப் பெரும்பாலும், நுண்ணிய விலங்கினங்களான ஃபொராமினிஃபெராவே காரணமெனலாம். பழவுயிர் யுகத்தில் (Palaeozoic Era) சில இனங்களும் (genera), நடுவுயிர் யுகத்தில் (Mesozoic Era) வேறு சில இனங்களும் வாழ்ந்துள்ளன. சிறப்பாக நவவுயிர் யுகத்து (Kainozoic) இனங்களே அதிக எண்ணிக்கைகளுள்ளவை. பெட்ரோலியம் அல்லது பாறை எண்ணெய் (petroleum) ஊற்றுகள் உள்ள பாறைகளில் நும்முலைடிஸ் (Nummulites) (படம் 112) போன்ற இனங்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.



படம் 112

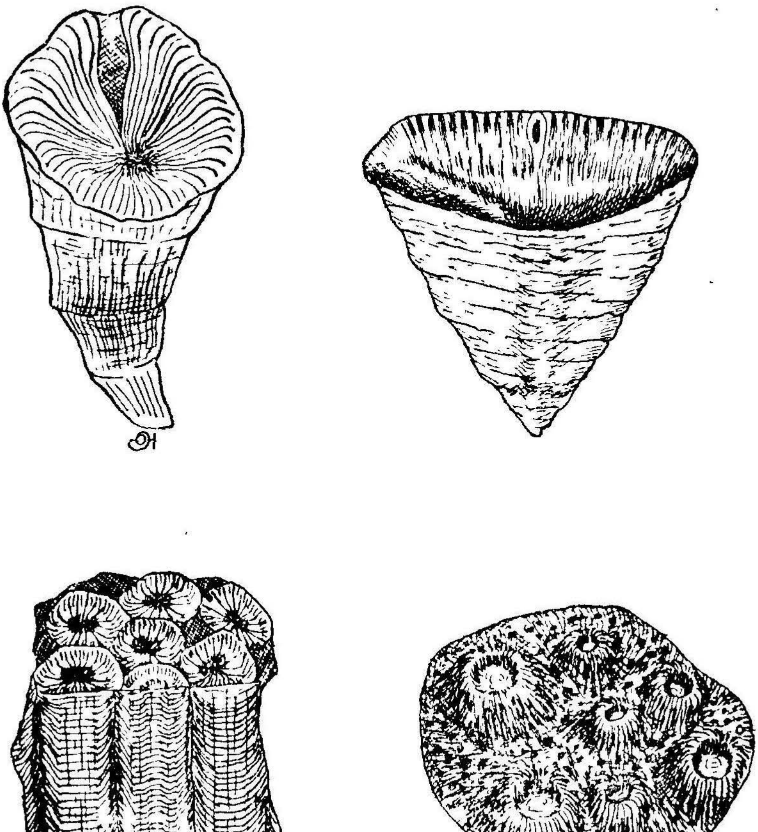
போரிஃபெரா

இக்குடும்பத்தைச் சார்ந்த கடற்பஞ்சுகள் (sponges) எனப்படும் விலங்கினங்களின் எலும்புக்கூடுகள் சிலிகாவாலானவை. நடுவுயிர் யுகத்தில் பல இனங்கள் உள்ளன. சிறப்பான உடலமைப்புகள் இல்லை. சமீப உயிர் யுகத்தில் அவைகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து காணப்படுகிறது.

சீலன்டிரா

இக் குடும்பத்தில் சிறப்பாகக் கருதப்படும் விலங்குகள் முருகைகள் (corals) எனப்படுவன. இவைகளின் எலும்புக் கூடுகள் கால்சியம் கார்பனேட்டால் ஆனவை. பெரும்பாலும் சுண்ணாம்புப் பாறைகளில் பாசில்களாக அமைந்தவை. இவை தனித்தனியாகவோ (simple) அல்லது கூட்டாகவோ (compound) வாழ்கின்றன. ஒவ்வொரு யுகத்திலும் ஒவ்வொரு வகுப்பு முருகைகள் வாழ்ந்

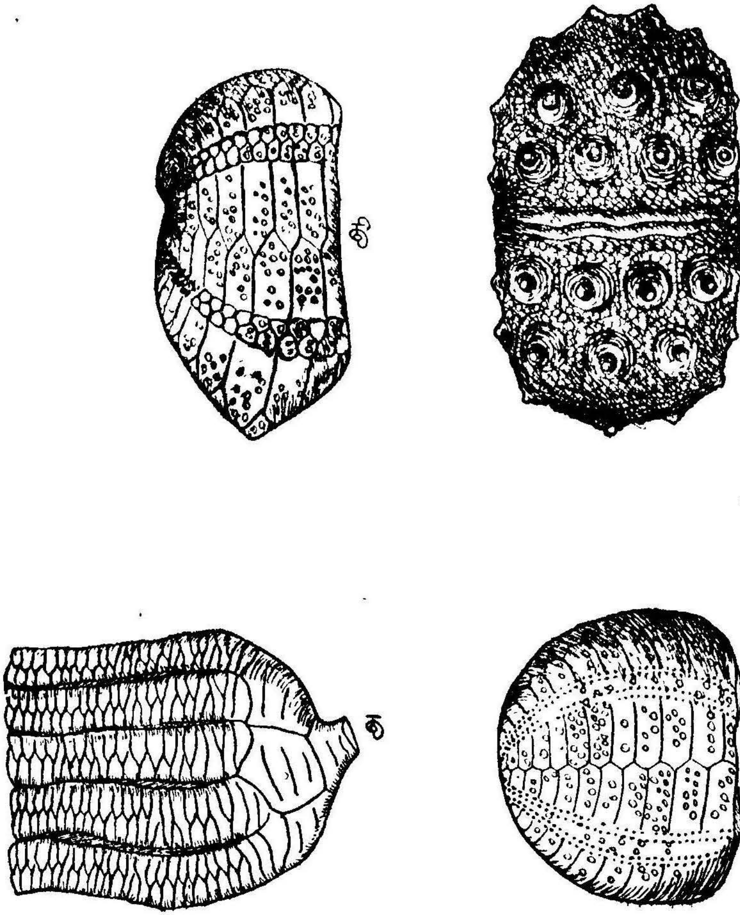
துள்ளன. நம் நாட்டு அடுக்குப் பாறைகளில் காணப்படும் சில முருகைகளின் தோற்றங்களைப் படங்களில் (படம் 113) காணலாம். (அ) சாப்ரன்டிஸ் (Zaphrentis), (ஆ) லித்தோச்ட்ரோசன் (Lithostrotion), (இ) ஹீலியோலிடிஸ் (Heliolites), (ஈ) கால்சியோலா (Calceola) முதலியன சிறப்பான இனங்களாம்.



படம் 113

எகினோடெர்மா (Echinoderma)

இக்குடும்பத்தில் எகினொய்டியா (Echonoidea), கிரைனொய்டியா (Crinoidea) என்ற இரு வகுப்புகள் உள்ளன. கடல்வாழ் விலங்கு

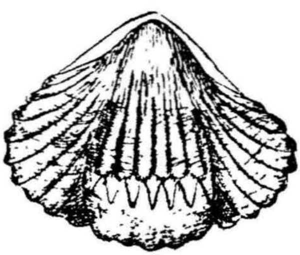


படம் 14

களான இவைகளைச் சார்ந்தவையே கடற்பூசணி (seacucumber), நட்சத்திர மீன் (star fish) முதலியன. பலவிதமான தகடுகளாலான எலும்புக்கூடுகளில் மிகவும் சீரான அமைப்புகள் உள்ளன. இக்கூடுகளின் வெளிப்புறங்களில் உள்ள கடற்குச்சிகள் (spines) இவ்விலங்குகளைக் காக்கவும், நீரில் நீந்தவும் பயன்படுகின்றன. 'சிடாரிஸ்' (Cidaris) என்ற இனம் நடுவுயிர்க் காலத்தில் தோன்றியதாயினும், இன்றும் இந்து, பசிபிக் கடல்களில் வாழ்கிறது. ஹோலாஸ்டர் (Holaster), மைக்ராஸ்டர் (Micraster), ஸ்டிக்மாடோபைகஸ் (Stygmatopygus) என்ற பல் வேறு இனங்களின் பாசில்கள் திருச்சி மாவட்டத்துக் கிரடேசியஸ் (Cretaceous) காலத்துப் பாறைகளில் காணக்கிடக்கின்றன. கிரைனுய்டு வகுப்பில் என்கிரைனஸ் (Encrinus), அபியோகிரைனஸ் (Apiocrinus), மார்சுபைடிஸ் (Marsupites) என்பவை சிறப்பானவை. இவை நடுவுயிர்க் காலத்தவையாயினும், பழவுயிர்க் காலத்திலும் பல இனங்கள் வாழ்ந்தன. நவவுயிர்க் காலத்தில் கிரைனுய்டுகள் அரிதாகி விட்டன. சில சிறப்பான எகினோடெர்மா குடும்பத்து இனங்களைப் படத்தில் (படம் 114) காணலாம்.

பிராக்கியோபோடா (Brachiopoda)

இரண்டு மூடிகள் (bivalve) உடைய இவ்விலங்குகளின் ஒரு மூடி பெரிதாகவும், மற்றொன்று சிறிதாகவும் ஒன்றையொன்று பற்களால் பின்னிக்கொண்டிருக்கும். மூடிகளைத் திறந்து மூடத் தசைகள் உள்ளன. பாசிலாக உள்ள மூடிகளின் உட்புறங்களில் இத்தசைகளின் அடையாளங்கள் உள்ளன. பழவுயிர் யுகத்திலும், நடுவுயிர் யுகத்திலுமே இக் கடல் விலங்குகள் அதிகமாக வாழ்ந்துள்ளன. கார்பானிபரஸ் காலத்து புரொடக்டஸ் (Productus) என்றஇனமும், கிரடேசியஸ் காலத்து 'ரிங்கானல்லா (Rhynconella) என்ற இனமும் பெருமளவில் வாழ்ந்துள்ளன (படம் 115).



அ

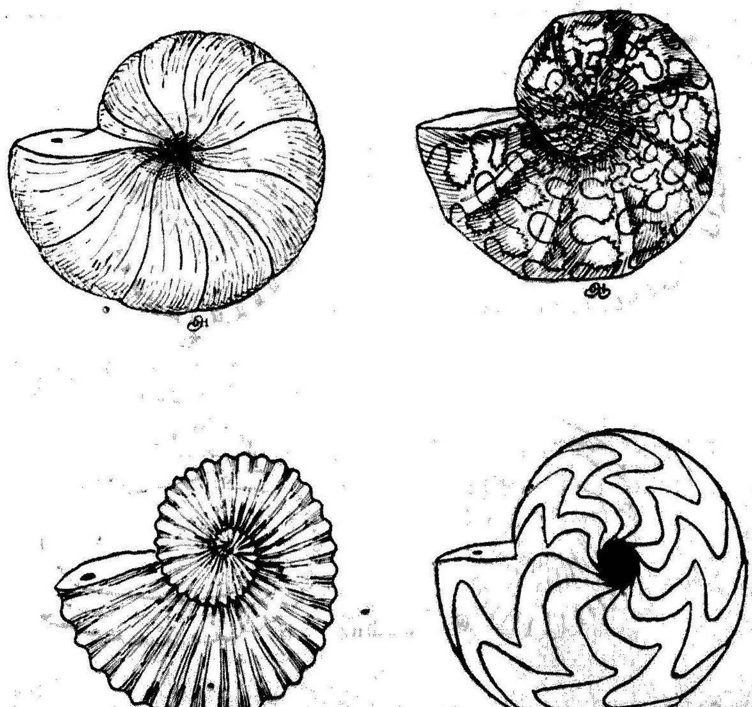
ஆ

படம் 115

மொலஸ்கா (Mollusca)

விலங்குகளின் குடும்பங்களிலே மிகப் பெரியது. அநேக இனங்களைக் கொண்டுள்ளது. தற்காலத்துக் கடல்களிலும் இக் குடும்பத்தைச் சார்ந்த இனங்கள் மிக அதிகம். செபலோபோடா (Cephalopoda), லாமலிபிராங்கியா (Lamellibranchia), காஸ்டரோ போடா (Gasteropoda) என்ற மூன்று பெரிய வகுப்புகள் உள்ளன.

செபலோபோடா (Cephalopoda): இவ்வகுப்பில் நாட்டிலாயிடியா (Nautiloidea), அம்மொனொயிடியா (Ammonoidea) என்ற இரு பிரிவுகள் உள்ளன. நாட்டிலாயிடியாவைச் சார்ந்த நாட்டிலஸ்

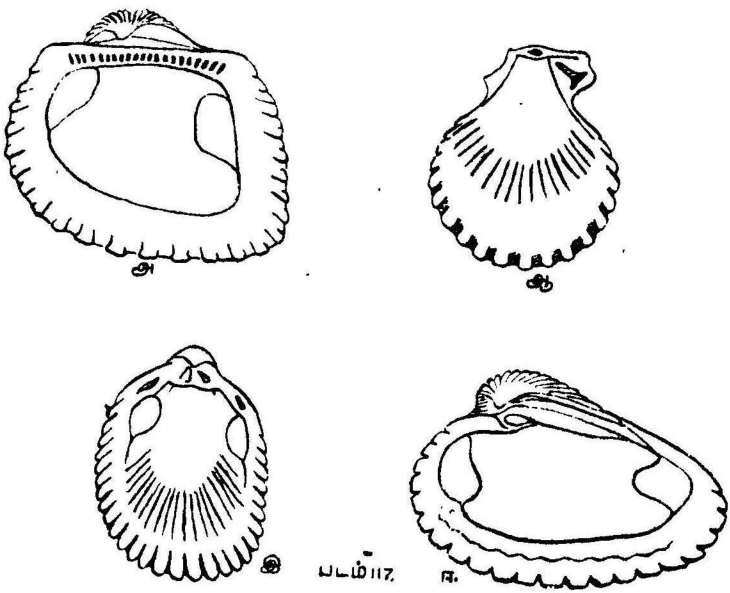


படம் 116

(Nautilus) (படம் 116) பழவுயிர்க் காலத்து முடிவில் தோன்றி, இன்றும் கடல்களில் ஆதிக்கம் செலுத்திவருகிறது. அம்மொனொயிடியா பிரிவில் சிறப்பாக மூன்று இனங்கள் மூன்று புவியியற் காலங்களில் அதிக எண்ணிக்கைகளில் வாழ்ந்துள்ளன. அவை கார்பானிபரஸ் காலத்துக் கோனியடைடிஸ் (Goniatites), டிரயாசிக் காலத்து சிரடை

டிஸ் (Ceratites), ஜுராசிக் காலத்து அகாந்தோசிரஸ் (Acanthoceras) என்பனவாம் (படம் 116). வளைந்து தட்டையான பல அறைகளைக் கொண்ட இவ்விலங்கினங்களின் எலும்புக் கூட்டில் அறைகளாகத் தடுக்கும் சுவர்கள் மேல் ஓட்டுடன் சேரும் இடங்களில் தையல்கள் (sutures) காணப்படுகின்றன. கார்பானிபரஸ் காலத்து இனத்தின் தையல் அமைப்பைவிட (suture pattern) ஜுராசிக் காலத்து இனத்தில் தையல்கள் அதிக வளைவுகளும் வேலைப்பாடுகளும் உள்ளனவாக இருக்கின்றன. இதை உயிரி கூர்தலறச் சான்றாக உயிரியலறிஞர் கூறுவர்.

லாமலிபிராங்கியா (Lamellibranchia) : பிராக்கியோபோடா (Brachiopoda) விலங்கினங்களைப் போல இரு மூடிகளை (valves) உடையவை. இரு மூடிகளும் ஒரே அளவு (equivalve) உள்ளவை.

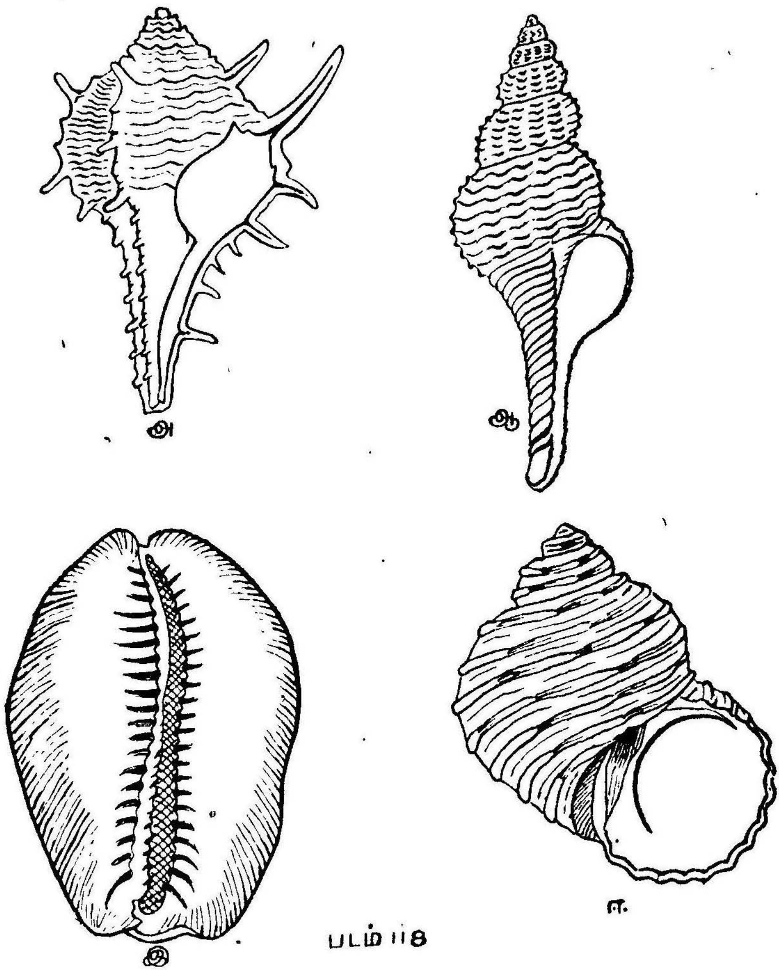


படம் 117.

ஆயினும், பக்கவாட்டமாகச் சமச்சீரமைப்பு இல்லை (inequilateral). வலது மூடி, இடது மூடியெனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இம்மூடிகள், விளிம்புகளின் பற்களாலும், தசை நார்களாலும் (adductors) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. பர்மாஷெல் கம்பெனியாரின் சின்னம், பெக்டன் (pecten) என்ற ஒரு லாமலிபிராங்கு சிப்பியேயாகும் (படம் 117). நடுவுயிர் யுகத்திலும், சமீப உயிர் யுகத்திலும் லாமலி பிராங்குகளின் இனங்கள் அதிகமாகப் பெருகியுள்ளன. சமீப

காலத்து இனங்களின் சிலவற்றைப் படங்களில் (படம் 117) பார்க்கலாம். முத்துகள் (pearls) ஒருவகை லாமலிபிராங்கு சிப்பிகளிலிருந்து (oysters) எடுக்கப்படுகின்றன.

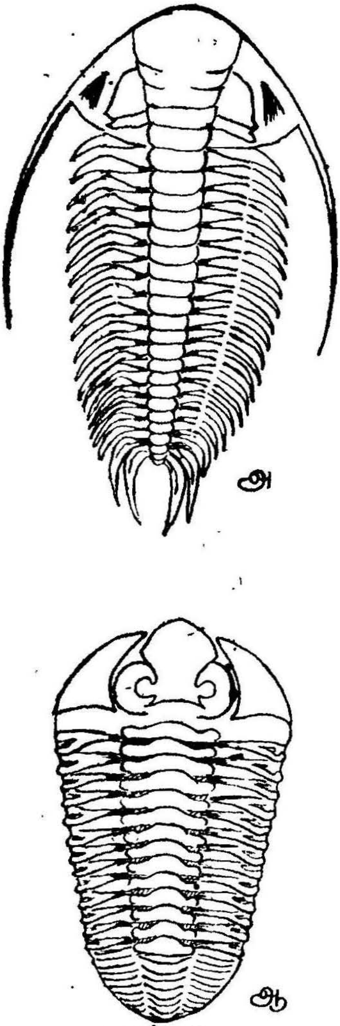
காஸ்டரோபோடா (Gasteropoda): கடலிலிருந்து எடுக்கப்படும் சோழிகளும் சங்குகளும் இவ்வகுப்பைச் சார்ந்தவை. ஃபியூசஸ் (Fusus) என்ற இனத்தையே வலம்புரிச் சங்கு



படம் 118

என்கிறோம். சங்குகள் முட்களாலும் கோடுகளாலும் அழகுபடுத்தப்பட்டுள்ளன. தொல்லுயிர், நடுவுயிர் யுகங்களில் லாமலி

பிராங்குகளைவிடக் குறைந்த எண்ணிக்கைகள் உள்ளவைகளாகவும், சமீப உயிர் யுகத்தில் அவைகளைவிட அதிக எண்ணிக்கைகளிலும் காணப்படுகின்றன. சில அழகான சங்குகளைப் படங்களில் (படம் 118) காணலாம்.



படம் 119

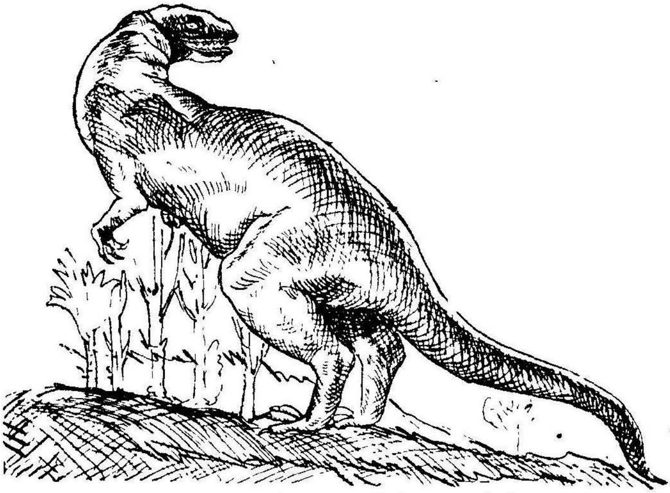
ஆர்த்ரோபோடா (Arthropoda)

இக்குடும்பத்தின் கீழ்க் கிரஸ்டேசியா (Crustacea) என்ற வகுப்பு உள்ளது. இவ்வகுப்பின் ஒரு பிரிவு டிரைலோபைடா (Trilobita) என்பதாகும். டிரைலோபைடா பிரிவைச் சார்ந்த இனங்களின் உடல்களில் மூன்று பாகங்கள் உள்ளன. தலை (head), மார்பு (thorax), வால் (pygidium) என்ற இவை படத்திற் காட்டியபடி (படம் 119) குறுக்காகவும் நெடுக்காகவும் பல துண்டுகளாகப் (segments) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்விலங்குகளும் நீரில் வாழ்பவையே. தொல்லுயிர் யுகத்தில் காணப்படுகின்றன. சிறப்பாகக் கேம்பிரியன் (Cambrian) காலத்தில் இவை அதிக வளர்ச்சியடைந்தன எனலாம். காலிமின் (Calymene), பாரடாக்ஸைடிஸ் (Paradoxides), ஓலீனஸ் (Olenus), அக்னாஸ்டஸ் (Agnostus) என்பவை சில சிறப்பான டிரைலோபைட் இனங்கள் (genera) ஆகும்.

முதுகெலும்பிகள் (Vertebrates)

இவைகளில் பல பிரிவுகள் உள. மீன்களின் மூதாதையர் என நம்பப்படும் ஆஸ்ட்ராகோடர்ம்கள் (Ostracoderms) என்ற விலங்கினங்கள் ஒரு குடும்பத்தைச் சார்ந்தவை. நீரில் முட்டையிட்டு, செதில்களால் சுவாசிக்கும் மீன்கள் (Pisces) மற்றொரு பெருங்

குடும்பத்தைச் சார்ந்தவை. தொல்லுயிர் யுகத்திலிருந்து இன்றுவரை பல வேறுபாடுகளைக் கொண்டு மீனினங்கள் வாழ்ந்துள்ளன. சைலூரியன் (Silurian) காலத்தில் முதன்முதலாக மீன்கள் தோன்றி



ஜுராசிக் இறுதியில் வாழ்ந்த
காம்டோசாரஸ் எனும் டைனேசார்

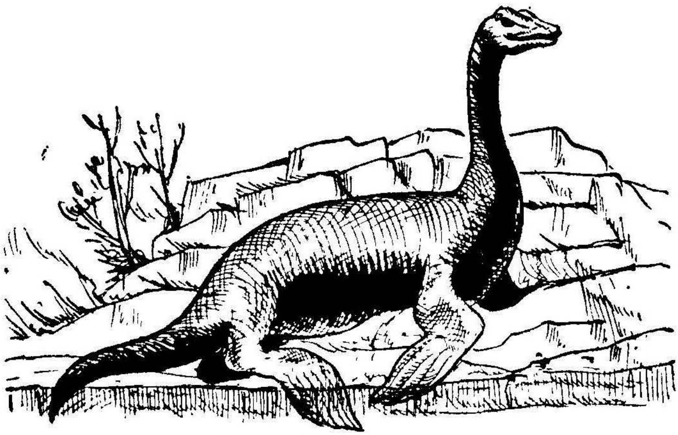
நடு உயிர்யுக முதுகெலும்பி
படம் 120-A

யுள்ளன. டெவோனியன் (Devonian) காலத்தில் இம்மீன்கள் நல்ல வளர்ச்சியுடன் பெருமளவில் வாழ்ந்துள்ளன.

நீரிலும் நிலத்திலுமாக ஈருடக வாழ்வுள்ள ஆம்ஃபிபியன்கள் (Amphibians) என்ற குளிர்ந்த இரத்த (cold blooded) விலங்கினங்கள் மற்றொரு குடும்பத்தைச் சார்ந்தவை. இன்றைய தவளைகள், தேரைகள் அக்குடும்பத்தின் சந்ததியார்களே. இவை நல்ல தண்ணீரில் முட்டையிடுகின்றன. நடுவுயிர் யுகத்தின் தோற்றத்தில் டிரயாசிக் (Triassic) காலத்தில் இவை காணப்படுகின்றன.

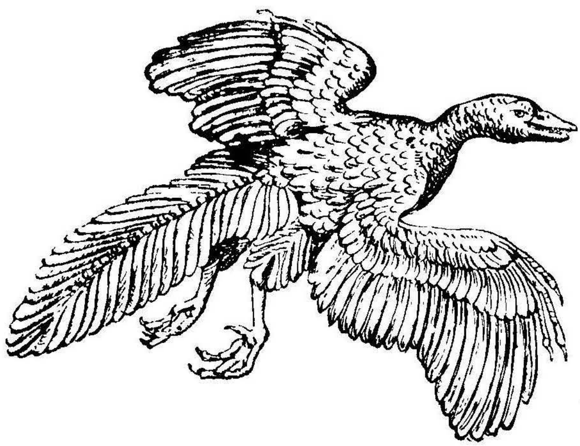
இவை ரெப்டைல்கள் (Reptiles) அல்லது ஊர்ந்து செல்லும் விலங்குகள் என்ற பெயருடன் நடுவுயிர் யுகத்தில் நீரிலும், நிலத்திலும், வானத்திலும் ஆட்சி செய்தன (படம் 120). அவைகளின்

நடு உயிர்யுக முதுகெலும்பிகள்



கிரடெசியஸ் காலத்து
எலாஸ்மோசாரஸ் எனும் ப்ளேசியேசார்

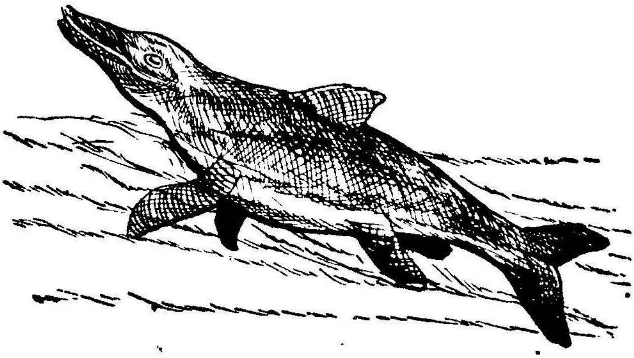
படம் 120-B



ஆர்கியாபடரிக்ஸ் எனும்
ஜுராசிக் பறவை.

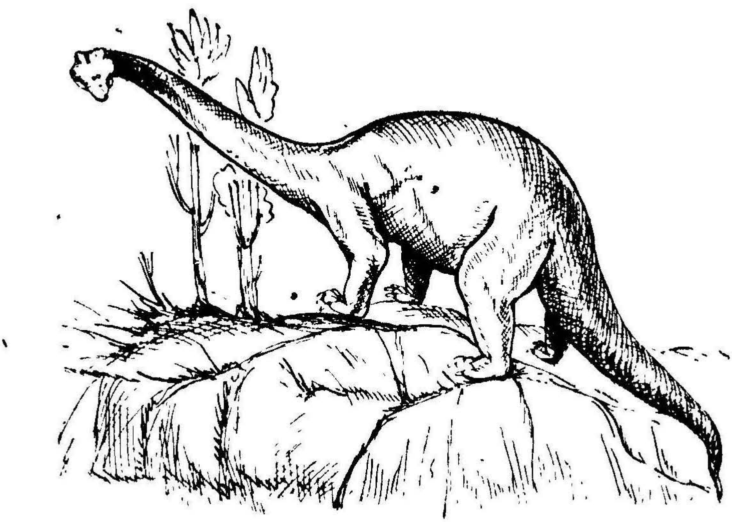
படம் 120-C

நடு உயிர்யுக முதுகெலும்பிகள்



டிரயாசிக் காலத்து
இக்தியோசார்

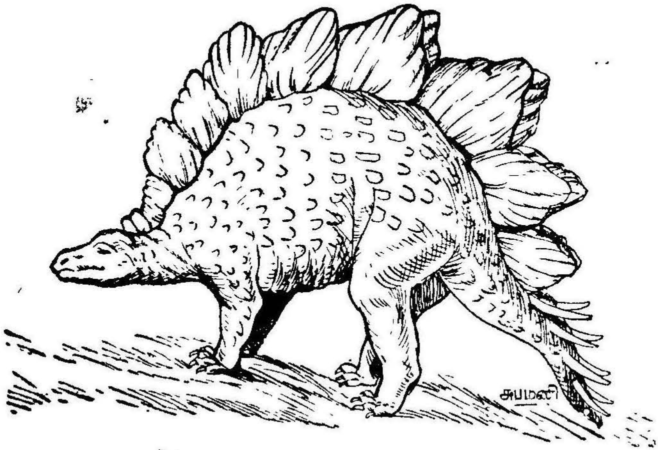
படம் 120-D



ஜுராசிக் காலத்து
பிரான்டோசாரஸ் எனும் டைனோசார்

படம் 120-E

பரம்பரையில் வந்தவை இன்று நாம் காணும் பாம்புகள், பல்லிகள், ஆமைகள், முதலைகள் முதலியன. பயங்கரப் பல்லிகள் என அழைக்கப் படும் டைனோசார்கள் (Dinosaurs), நீண்ட கழுத்துகளையுடைய பிளேசியோசார், பறக்கும் பல்லிகளான பிடரோசார், மீன் பல்லிக ளெனப்படும் இக்தியோசார் முதலியன பாசில்களாக அமைந்துள்ள ரெப்டைல் வகையைச் சார்ந்தவை. பறவைகள் சமீப உயிர் யுகத்தில் தான் தோன்றின. நடுவுயிர் யுகத்தில் ஜுராசிக் காலத்தில் வசித்த ஆர்கியாப்டெரிக்ஸ் (Archaeopteryx) (படம் 120) என்ற பறவையின்



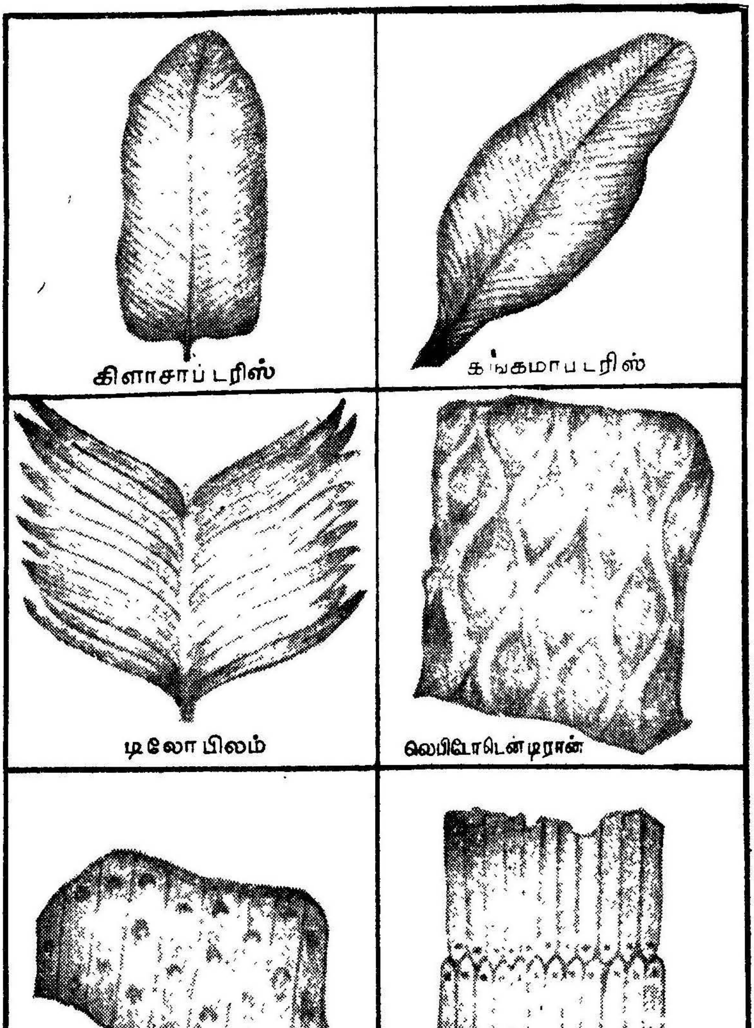
ஜுராசிக் காலத்து
ஸ்டெகோசாரஸ் எனும் டைனோசார்

நடு உயிர்யுக முதுகெலும்பி

படம் 120-F

அலகுகளில் பற்கள் உள்ளன. எனவே, இதை ரெப்டைல்கள், பறவை கள் இவைகளின் அமைப்புகளை இணைக்கும் விலங்கு எனக் கூறுவர்.

சமீப உயிர் யுகத்தின் தொடக்கத்திலிருந்து இன்றுவரை உலகத் திலே அதிக எண்ணிக்கையுடைய முதுகெலும்பிகளில் பாலூட்டிகள் (mammals) குடும்பமே மிகப் பெரியது. புழு பூச்சிகளை உண்ணும் பாலூட்டிகள், பறக்கும் வெளவால்கள், மாமிசம் தின்னும் விலங்குகள், குளம்புகளையுடைய சாகபக்ஷணிகள், கடற்பசுக்கள், மனிதக் குரங்குகள், ஆதிமனிதர் எனப்பல பொதுவினங்கள் பாலூட் டிகளாம்.



படம்-121

தாவரங்கள்

தொல்லுயிர் யுகத்திலிருந்தே தாவரங்கள் உலகின்கண் இருந்து வருகின்றன. காளான்கள் (algae, fungi) போன்ற தாவரங்களில் இலை, தண்டு, வேர் என்ற பாகுபாடுகள் இல்லை. இவை தாலோஃபைடா (Thallophyta) என்ற குடும்பத்தைச் சார்ந்தவை. பிரயோஃபைடா(Bryophyta)என்ற பிரிவிலடங்கிய தாவரங்களில் இலைகளும் தண்டுகளும் உள. மரத்திசுக்கள் (woody tissues) வேர்கள் இல்லை. கார்பானிபரஸ் காலத்திலிருந்து இன்றுவரை இப்பிரிவுத் தாவரங்கள் வளர்ந்து வந்துள்ளன. டெரிடோஃபைடா (Pteridophyta) என்று மற்றொரு பிரிவில் வேர்களும் மரத்திசுக்களும் உள்ளன. இவைகள் கருவுற ஈரம் அவசியம். லெபிடோடெண்ட்ரான் (lepidodendron), சிஜில்லேரியா (sigillaria), காலமைடிஸ் (calamites) என்ற தாவரங்கள் (படம் 121) பெரு மரங்களாக வளர்ந்து, கார்பானிபரஸ் காலத்துக் காடுகள் உண்டாக உதவின. அக்காடுகள் அழிந்து, எரிகலை அடைந்து, மக்கிப்போய்ப் படிவுகளால் மூடப்பட்டுப் பல புவி ரசாயன மாறுதல்களுக்குட்பட்டு, இன்று உலகில் பல பாகங்களில் நாம் பார்க்கும் நிலக்கரிகளாக மாறி உள்ளன.

ஸ்பெர்மாடோஃபைடிஸ் (Spermatophytes) என்ற விதைவிடும் பெரும் குடும்பத்தில் டெரிடோஸ்பர்ம் (pteridosperm), ஜிம்னோஸ்பர்ம் (gymnosperm), ஆஞ்சியோஸ்பர்ம் (angiosperm) என்ற மூப்பிரிவுகள் உள்ளன. டெரிடோஸ்பர்ம் பிரிவைச் சார்ந்த கிளாசாப்டரிஸ் (glossopteris), கங்கமாப்டரிஸ் (gangamopteris) (படம் 121) என்ற பாசில் இனங்கள் இந்தியாவின் நிலக்கரி பாகங்களில், கீழ் கோண்டுவானா (Lower Gondwana) பாறைகளில் உள்ளன. ஜிம்னோஸ்பர்ம் வகையிலுள்ள டில்லோஃபிலம் (ptillophyllum) (படம் 121) என்ற தாவரம் மேல் கோண்டுவானா (Upper Gondwana) பாறைகளில் காணக்கிடக்கிறது. பூக்கும் தாவரங்களான ஆஞ்சியோஸ்பர்ம் வகைகள் நவஉயிர் யுகத்தில்தான் தோன்றின.

7. அடுக்கு இயல்

(Stratigraphy)

சுமார் நாலாயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், அதிக வெப்பமான திரவ கோளமாக இருந்த பூமியின் வெளிப்புறங்கள் வெப்பத்தை இழந்து திடமான பாறைகளாக மாறின. அங்ஙனம் உண்டான பாறைகள் நெருப்புப் பாறைகளாகவே இருந்திருக்க வேண்டும். பின்னர், பாறைச் சிதைவு, ஆறு, பனியாறு இவைகளின் அரிப்புப்போன்ற இயற்கைச் சாதனங்களின் விளைவாக, படிவுப் பாறைகள் அங்கங்கே உள்ள பள்ளங்களில் உண்டாயின. பல புவி அமைப்பு இயல் காரணங்களால் நெருப்புப் பாறைகளும் படிவுப் பாறைகளும் உருமாறிய பாறைகளாகப் பல புவிஇயற் காலங்களில் மாறியிருக்கின்றன. இவ்வண்ணம் காலத்திற்குப் பல மாறுதல்கள் ஏற்பட்டுள்ள, நம் நாட்டின் புவி ஓட்டில் காணப்படும் பாறைகளைக் காலக்கிரமமாகப் பிரித்து, அவைகளை விவரிப்பது இந்திய அடுக்கு இயல் (Indian Stratigraphy or Geology of India) அல்லது இந்தியாவின் புவி அமைப்பியல் ஆகும்.

புவி அமைப்பியல் காலமானது மூன்று யுகங்களாக (Eras) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. தொல்லுயிர் யுகம் (Palaeozoic Era), நடு வுயிர் யுகம் (Mesozoic Era), நவஉயிர் யுகம் (Kainozoic Era) என்ற இவ் யுகங்களைக் காலங்களாகப் (periods) புவி அமைப்பியலறிஞர்கள் (Geologists) பிரித்துள்ளனர். ஒவ்வொரு காலமும், மற்றும் குறுகிய காலங்களாகப் (epochs) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு குறுகிய காலத்திலும், மற்றும் பல பிரிவுகள் (ages) அடங்கியுள்ளன. மேலே கொடுக்கப்பட்ட காலங்களுக்கேற்ப அக்காலங்களில் படிவுகள் படிந்து, உண்டாகி, அடுக்கடுக்காக அமைந்துள்ள படிவுப் பாறைகளும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன (அட்டவணை 14).

அட்டவணை 14

புவி அமைப்பியற் காலம் (Geological time)	பாறை அடுக்குகள் (Rock units)
யுகம் (Era)	தொகுதி (Group)
காலம் (Period)	பகுதி (System)
குறுகிய காலம் (Epoch)	வரிசை (Series)
வயது (Age)	நிலை (Stage)
	மண்டலம் (Zone)

புவி அமைப்பியற் காலத்தில் பல தொகுதிகளையும் பகுதிகளையும் அக்காலத்தில் வாழ்ந்த உயிரினங்களைப் பற்றிய குறிப்புகளையும் (பாசில்களிலிருந்து தொகுக்கப்பட்டவை) பக்கம் 166-ல் கொடுக்கப் பட்ட அட்டவணை 15-ல் காணலாம்.

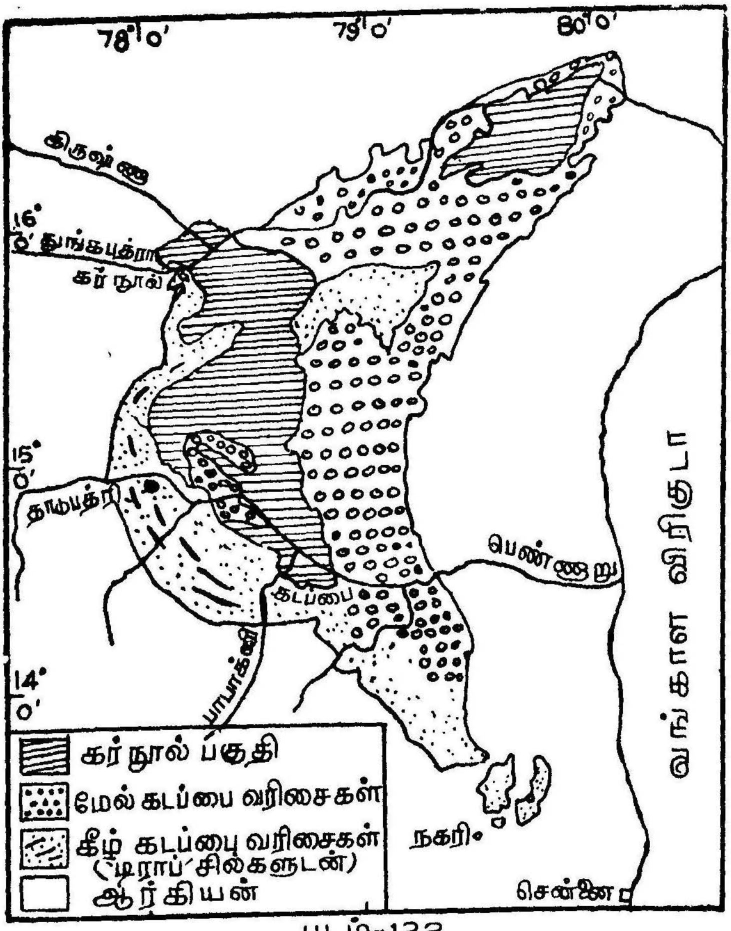
உயிர்தோன்று யுகம் (Archaean Era)

ஆர்க்கியன் யுகத்துப் பாறைகளில் பாசில்கள் இல்லை. நெருப்புப் பாறைகளும் உருமாறிய பாறைகளுமே உள்ளன. இப்பாறைகள் தமிழ்நாடு, ஆந்திரா, மைசூர், மத்தியப்பிரதேசம், ராஜஸ்தான், அசாம் முதலிய பாகங்களில் உள்ளன. மைசூர் நாட்டின் தார்வார் என்ற இடத்தில் இப்பாறைகள் முதன்முதலில் ஆராயப்பட்டன. எனவே, உருமாறிய பாறையினங்களைத் தார்வார் தொகுதி (Dharwar system) என அழைக்கின்றனர். பில்லைட், ஷிஸ்ட், நைஸ், கிரானுலைட், சலவைக்கல், குவார்ட்சைட் முதலிய உருமாறிய பாறைகளும், கிரானைட், பெக்மடைட், சயனைட், அனார்தசைட் (Anorthosite) சார்னகைட் (Charnerkite) முதலிய நெருப்புப் பாறைகளும், ஆர்க்கியன் பகுதியைச் சார்ந்த பல பாறை இனங்களில் சிறப்பானவை.

பொருளாதாரச் சிறப்பு : இப்பாறைகளில் தங்கம், செம்பு, குரோமைட், இரும்புத் தாதுக்கள், மாங்கனீஸ், காரீயத் தாதுக்களும், மற்றும் அபிரகம், கிராபைட், மாக்னசைட் போன்ற வாழ்விற்கு இன்றியமையாத கனியங்களும் உள்ளன. சென்னைப் பல்கலைக் கழகம், மாநிலக்கல்லூரி கட்டடங்களிலும், தமிழ் நாட்டின் பல கோவில்களிலும் நைஸ் பாறைகள் பெரிதும் பயன்படுத்தப்பட்டுள் ளன. மகாபலிபுரச் சிற்பங்கள் 'சார்னகைட்' பாறைகளில் செதுக்கப் பட்டுள்ளன.

ஆதி உயிர் யுகம் (Proterozoic Era)

ஆர்க்கியன் யுகத்துப் பாறைகளின்மீது அடுக்கடுக்காகப் படிந்துள்ள பழமையான பாறைகள் ஆந்திராவின் கடப்பை, கர்நூல் மாவட்டங்களிலும், விந்தியமலைப் பாகங்களிலும், ராஜஸ்தானிலும் காணப்படுகின்றன. கடப்பை, கர்நூல் மாவட்டங்களில் காணப்படும் அடுக்குப் பாறைகள் சுமார் 13,500 சதுரமைல்கள் பரப்பளவு உடையன. அங்கு அரிவாள் போன்ற தோற்றத்தை உடைய வெளித்தெரிதல்களைப் பார்க்கிறோம் (படம் 122). ஆதியுகத்துப் பாறை



படம்-122
ஆந்திரப் பிரதேசத்தில் ஆதி உயிர்யுகப் படிவுகள்

அட்டவணை 15

புவி அமைப்பியல் கால அளவை

தொகுதி	பகுதி	காலம்	குறிப்பான பாசில்கள் உயிரின விவரம்
நவவுயிர் யுகம் 60 மில்லியன் ஆண்டுகள். (Kainozoic Era).	பிளீஸ்டோசீன் (Pleistocene) ...	1	மனிதனின் தோற்றம். பல பாலூட்டிகள் உறைபனிக் காலங்களில் உயிர்நீத்தன.
	பிளையோசீன் (Pliocene) ...	11	பாலூட்டிகள், மொலஸ்கா, பூக்கும் தாவரங்கள்.
	மயோசீன் (Miocene) ...	13	
	ஆலிகோசீன் (Oligocene) ...	15	
	இயோசீன் (Eocene) ...	20	
நடு உயிர் யுகம் 120 மில்லியன் ஆண்டுகள் (Mesozoic Era).	கிரடேசியஸ் (Cretaceous) ...	50	பயங்கர ரெப்டைல்கள், அமொனைட்கள், பூக்கும் தாவரங்களின் அமோக வளர்ச்சி.
	ஜுராசிக் (Jurassic)	40	பறவைகள் முதன் முதலாகத் தோன்றல்.
	டிரயாசிக் (Triassic)	30	அமொனைட், ரெப்டைல், ஆம்பிபியன்கள்.

தொல்லுயிர் யுகம் 420 மில்லியன் ஆண்டுகள் (Palaeozoic Era).	பெர்மியன் (Permian) ...	35	டிரைலோபைட்கள் மறைவு.
	கார்பானிபரஸ் (Carboniferous)	60	பூக்காத தாவரங்களின் செழிப்பு, ரெப்டைல்ஸ் தோற்றம்.
	டெவோனியன் (Devonian) ...	50	பிராகியோபோடா, சுவாசமீன் (Lung fish).
	சைலூரியன் (Silurian) ...	35	முருகைகள் (Corals), முதல் நிலத் தாவரங்கள்.
	ஆர்டோவிசியன் (Ordovician)...	90	கிராப்டோலைட்கள் (Graptolites).
	கேம்பிரியன் (Cambrian) ...	150	டிரைலோபைட்கள் (Trilobites).
ஆதி உயிர் யுகம் (Proterozoic Era)	கேம்பிரியனுக்கு முன் (Pre cambrian).	900	மிக மிருதுவான உடல்களுடைய உயிரினங்கள், உண்மையான பாசில்கள் அருமை.
உயிர்தோன்றுயுகம் (Archaean or Azoic Era).	ஆர்க்கியன்	2500	உயிரினங்கள் பூமியில் உண்டாகவில்லை.

களில் கடப்பைப் பகுதி (Kadapa system) எனவும், விந்தியன் பகுதி (Vindhyan system) எனவும் இரு பிரிவுகள் உள. இப்பாறைகளில் பாசில்கள் இல்லை.

கடப்பைப் பகுதி (Kadapa System)

இப்பகுதிப் பாறைகளின் அடுக்குப் பிரிவுகள் (stratigraphic succession), அவைகளின் உயரங்கள் (thickness), பாறை இனங்கள் இவைகளை அட்டவணையில் (அட்டவணை 16) காணலாம்.

அட்டவணை 16

கர்நூல் பகுதி, கடப்பைப் பகுதி—படிவுத்தடை (unconformity)

வரிசைகள்	பாறை இனங்கள்
கிருஷ்ணு (Krishna) 2,000 அடிகள்.	குவார்ட்சைட்கள், களிப் பாறைகள்.
நல்லமலை (Nallamalai) 3,400 அடிகள்	'கம்பம்' களிப்பாறைகள், குவார்ட்சைட்கள்.
சேயாறு (Cheyair) 10,500 அடிகள்.	'நகரி' குவார்ட்சைட்கள், மற்றும் களிப்பாறைகள்.
பாபாக்னி (Papaghni) 4,500 அடி.	'வேம்பள்ளி' சுண்ணும்புக் கற்கள், களிப்பாறைகள். மற்றும் 'டிராப்' சில்கள், பாரைடிஸ், கல்நார் (Asbestos) முதலியன.

ஆர்க்கியனை அடுத்து உள்ள பெரும் படிவுத்தடை (Eparchaean unconformity)

ஆர்க்கியன் யுகத்து ஷிஸ்ட், நைஸ் பாறை வரிசைகளின் பெயர்கள் பெரும்பாலும் எங்கெந்த இடங்களில் சிறப்பான வெளிந்தெரிதல்கள் (outcrops) காணப்படுகின்றனவோ, அவ்விடங்களின் (நதிகள், மலைகள், ஊர்கள்) பெயர்களைக் கொண்டிருக்கும்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: பாரைடிஸ் (Barytes), கல்நார், டால்க் முதலிய கனியங்களும், குவார்ட்சைட், சிலேட், களிப்பாறைகள் போன்ற கட்டடக் கற்களும், இத் தொகுதிக்குத் தனிப்பட்ட சிறப்பையளிக்கின்றன.

விந்தியன் பகுதி (Vindhyan System)

சோன் பள்ளத்தாக்குகளில் (Sone Velley) இத்தொகுதிப் பாறைகளின் அமைப்பைக் காணலாம். அட்டவணையில் விவரங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 17

பகுதி	வரிசை	பாறைகள்	உயரம் (அடிகளில்)
மேல்விந்தியன் பகுதி (Upper Vindhyan).	பந்தர் வரிசை, வைரம் உள்ள கலவைக் கற்பாறை.	மண் பாறைகளும் சுண்ணாம்புக் கற்களும்.	1,500
	ரீவா வரிசை வைரம் உள்ள கலவைக் கற்பாறை.	மணற் பாறை	500—1,000
	கைமூர் ...	மணற் பாறை	500—1,300
கீழ் விந்தியன் பகுதி(Lower Vindhyan).	செம்ரி வரிசை	சுண்ணாம்புக் கற்கள்.	1,000—3,000

கர்நூல் பகுதி (Kurnool System) : கடப்பைப் பகுதிப் பாறைகளின்மீது கீழ் விந்தியன் பகுதி காலத்திற்கு இணையாக, அல்லது சமமாக அடுக்குப் பாறைகள் உள. இது கர்நூல் பகுதி (Kurnool system) என அழைக்கப்படுகிறது. வரிசைகளைப் பற்றிய விவரங்களை அட்டவணையில் காணலாம்.

அட்டவணை 18

பகுதி	வரிசைகள்	பாறைகள்
கீழ்விந்தியன்பகுதி.	குந்தார் (Kundair)	களிப் பாறைகள், சுண்ணாம்புக் கற்கள்.
	பனியம் (Paniam)	குவார்ட்சைட்கள்.
	ஜம்மல்மடுகு (Jammalmadugu).	களிப்பாறைகளும் சுண்ணாம்புக் கற்களும்.
	பங்கனபள்ளி(Banganapalle).	மணற்பாறைகள், வைரம் பொருந்திய கலவைக் கற்பாறைகள்.

பொருளாதாரச் சிறப்பு: மத்திய இந்தியாவில் பன்னு என்ற இடத்தில், மேல் விந்தியப் பகுதியின் பல வரிசைகளில் வைரம் (Diamond) அகப்படுகிறது. அதே போன்று பங்கனபள்ளி வரிசையிலும் வைரங்கள் பரல்களாகக் காணப்படுகின்றன. கடப்பைக் கற்கள் என்று பெயர் பொருந்தின பலகைகற் கற்கள் (flag stones) தளங்கள் பதிக்கவும், மற்றும் பல கட்டட வசதிகளுக்கும் பயன்படுகின்றன. விந்தியன் பகுதி மணற்பாறைகள் டெல்லி, செங்கோட்டை. பாராளுமன்றக் கட்டடங்களிலும், ஆக்ரா கோட்டை, இன்னும் சாரனாத், ஜான்சி போன்ற புத்த தலங்களின் தூண்கள் முதலியவற்றில் பெரிதும் கையாளப்பட்டுள்ளன.

தொல்லுயிர் யுகம் (Palaeozoic Era)

தொல்லுயிர் யுகத்துத் தொகுதியின் (group) கீழ் கேம்பிரியன், ஆர்டோவிசியன், சைலூரியன், டெவோனியன், கார்பானிபரஸ், பெர்மியன் என்ற ஆறு பகுதிகள் உள்ளன. இப்பகுதிப் பாறைகள் யாவும் இமயமலையைச் சார்ந்த இடங்களில் காணப்படுகின்றன. கேம்பிரியன் பகுதிப் பாறைகள் பஞ்சாப் நாட்டின் உப்பு மலைத் தொடர் (Salt Range) பாகங்களில் உள்ளன. அவைகளின் அடுக்கு இயலை அட்டவணை சித்திரிக்கிறது.

அட்டவணை 19

வரிசைகள் (Series)	பாறைகள் (Rocks)
உப்பை வெளியேற்றின களிப் பாறைகள் (Salt Pseudomorph Shales).	உப்புப் படிக உருவங்கள் உள்ள பலநிறக் களிப் பாறைகள்.
மக்னீசியன் மணற்பாறை (Magnesian Sandstone).	டாலமைட் உள்ள மஞ்சள் நிற மணற்பாறை.
நியோபோலஸ் படுகைகள் (Neobolus Beds).	'நியோபோலஸ்' மற்றும் பல பிராக்யோபாடு பாசில்கள் உள்ள களிப்பாறைகள், மணற் பாறைகள்.
பழுப்புநிற மணற்பாறை (Purple Sandstone).	பல நிற சிறு துகள்களுள்ள மணற்பாறைகளும் கீழ் பாகத்தில் களிமண்பாறைகளும்.
உப்பு வரிசைகள் (Saline Series)	உப்பு, ஜிப்சம், டாலமைட், எண்ணெய் தோய்ந்த களிப்பாறைகள் (Oil shales).

இமயமலைப் பாகத்தில் ஸ்பிடி பள்ளத்தாக்கிலும், காஷ்மீரத்திலும் கேம்பிரியன் பாறைகள் உள்ளன. அங்கு டைகோபேரியா (Ptychoparia), அக்னஸ்டஸ் (Agnostus), ரெட்லிசியா (Redlichia) போன்ற டிரைலோபைட் வகுப்பைச் சார்ந்த பாசில்கள் உள்ளன.

ஆர்டோவீசியன், சைலூரியன் பகுதிகளும் ஸ்பிடி பள்ளத்தாக்கில் பரவியுள்ளன. ஆர்டோவீசியனில் பிராக்யோபாடு பாசில்கள் அதிகம். சைலூரியனில் சாப்ரன்டிஸ் (zaphrentis), ஃபேவொசைடிஸ் (Favosites) முதலிய முருகை வகைகள் (corals) அதிகம். டெவோனியனைச் சேர்ந்த 'மத்' குவார்ட்சைட் (Muth quartzite) என்றழைக்கப்படும் பாறைகள் குமாவோன்-ஸ்பிடி பிரதேசங்களில் காணப்படுகின்றன. இப்பாறைகளில் பாசில்கள் இல்லை.

கார்பானிபரஸ்-பெர்மியன் பகுதிகள்

ஸ்பிடி, காஷ்மீர், அசாம் இமயமலைப் பாகங்களில் இப்பகுதிகளைக் காண்கிறோம். கார்பானிபரஸ் காலத்து எரிமலைப் பாறைகள் காஷ்மீரத்தில் காணப்படுகின்றன. பஞ்சாப் உப்பு மலைத்தொடர் வட்டாரங்களில் கேம்பிரியன் பாறைகளுக்குமேல் பெர்மியன் பகுதிப் பாறை அடுக்குகள் உள்ளன. புரொடக்டஸ் (Productus) போன்ற பிராகியோபாடு பாசில்கள் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன.

கோண்டுவானா தொகுதி (Gondwana group)

விந்தியன் பகுதிப் பாறைகள் தோன்றி, உயர்த்தப்பட்டு இயற்கையின் அரிப்பிற்குத் தலைவணங்கிக் கொண்டிருந்த காலத்து தென்னிந்தியாவின் அடுக்கு இயல் சரிதையிலே தேக்கம் (hiatus) அல்லது படிதல் நிறுத்தம் காணப்பட்டது. தொல்லுயிர் யுகத்தின் முடிவில் உலகத்தின் மேற்பரப்பில் ஏற்பட்ட பல மாற்றங்களின் விளைவாக நீர் நில பாகங்களின் அமைப்புகளில் வேறுபாடுகள் உண்டாயின. இவற்றிற்குக் காரணமாக இருந்த பூமியின் உட்சக்தியின் பயனாக ஏற்பட்ட அதிர்ச்சிகளையும் அசைவுகளையும் வாரிஸ்கன் அல்லது ஹெர்சினியன் (Variscan or Hercynian Revolution) புரட்சி எனக் கூறுவர். அக்காலத்தில் பூமியின் தென்பாகத்தில் ஒரு பரந்தகண்டம் இருந்ததாக நம்பப்படுகிறது. அக்கண்டம் கோண்டுவானா நிலம் (Gondwana land) என அழைக்கப்படுகிறது. இன்றைய ஆஸ்திரேலியா, இந்தியா, தென் அமெரிக்கா, ஆஃப்ரிக்கா, மடகாஸ்கர், அன்டார்டிகா போன்ற நிலப் பாகங்கள் இன்று இருப்பதுபோல அல்லாமல், ஒன்றோடொன்று இணைந்து ஒரே பரந்த கண்டமாக இருந்தன. கார்பானிபரஸ் காலம் தொட்டு ஜுராசிக் காலம்வரை,

என்னென்ன புவி அமைப்பு இயல் மாறுபாடுகள் ஏற்பட்டனவோ, அவையெல்லாம் இப்பாகங்கள் அனைத்திலும் காணப்படு கின்றன.

கார்பானிபரஸ் காலத்துப் படிதலுக்கு முன், பரந்த உறைபனி (Extensive Glaciation) கோண்டுவானு கண்டத்தை மூடியிருந்திருக் கிறது. இதற்குச் சான்றாக பனியாறுகளால் அமைக்கப்படும் படிவு கள் மேலே கூறப்பட்ட நாடுகள் எல்லாவற்றிலும் உள்ளன. பின்னர் காலநிலையில் மாறுதல் ஏற்பட்டு, தாவரங்கள் பல செழிப்புடன் வளர்ந்தன. ஆற்றுப் படிவுகளும், ஏரிப்படிவுகளும், அக்காலத்தில் உண்டான பாறைகளுக்குக் காரணங்களாக இருந்தன. மக்கினி அத்தாவரங்கள் படிவுகளுடன் பிணைந்து, பின்னர் நிலக்கரி அடுக்கு களாக மாறியுள்ளன. க்ளோசாப்டீரிஸ் (Glossopteris), கங்க மாப்டீரிஸ் (Gangamopteris) என்ற அக்காலத்தில் வாழ்ந்த தாவரங் களின் இலைகள் பாறைகளில் பாசில்களாக உள்ளன. இப்பாசில் களும், நிலக்கரி அடுக்குகளும் (coal seams) மேலே கூறப்பட்ட கண்டங்களில் உறைபனிப் பாறைகளை அடுத்துக் காணப்படுகின்றன. தவிரப் பேராசிரியர் வான் ஹ்யூன் (Van Huene) என்பவர் இக்கண் டங்களின் கோண்டுவானுப் பாறைகளிலுள்ள விலங்கு பாசில்களை ஆராய்ந்து, இந்தியாவின் மத்தியப் பிரதேசத்தில் அகப்படும் டைனோசார் (Dinosaur) பாசில்களுக்கும், மற்றும் பிரேசில் (Brazil), மடகாஸ்கர் (Madagascar) இவ்விடங்களில் கோண்டுவானு பாறைகளில் புதைந்திருக்கும் டைனோசார் பாசில்களுக்கும் நிறைய ஒற்றுமைகள் இருப்பதாகத் தெரிவித்துள்ளார்.

அக்காலத்தில் உண்டான படிவுப் பாறைகள் அதிக ஆழமில்லாத படிவுப் பள்ளங்களில் (basins of deposition) உண்டாயிருக்க வேண்டுமெனப் பாறை இனங்கள், பாசில்கள் மூலமாக அறிகிறோம். ஆயினும், பாறை அடுக்குகளின் மொத்த உயரம் 20,000 அடிமுதல் 30,000 அடிவரை மதிப்பிடப்படுகிறது. இதிலிருந்து படிதல் ஏற்படும்பொழுது, இப்பள்ளங்களும் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் கீழே தாழ்த்தப்பட்டிருக்க வேண்டும் (sinking) என்பது தெளிவாகிறது.

கிரடேசியஸ் (Cretaceous) காலத்தில் கோண்டுவானு நில மானது பல கூறுகளாகப் பிரிந்து, இடம் பெயர்ந்து பின்னர் இன்றைய நிலைகளைக் கண்டங்கள் அடைந்தன. கண்டங்களின் திரிதல் அல்லது கண்டப் பிளவு (Wandering of Continents or Continental Drift) என்ற இக்கொள்கையைத் தெளிவாகத் துணிவுடன் முதன் முதலில் வெஜினர் (Wegener) என்ற அறிஞர் வெளியிட்டார்.

நம் நாட்டில் கோண்டுவானுப் பாறைகள் மூன்று நீண்ட பாகங்களில் பரவியுள்ளன. தாமோதர், சான், நர்மதா பள்ளத்தாக்குகளிலும், வங்காளத்தில் தாமோதர் பள்ளத்தாக்கு வழியாக ராஜ்மஹால் குன்றுகள்வரையிலும் பரவியுள்ளது ஒரு பாகம். மற்றொன்று, மத்தியப் பிரதேசத்தில் மகாநதி பள்ளத்தாக்கின் பாதையிலுள்ளது. மூன்ருவது, கோதாவரி பள்ளத்தாக்கில் நாகபுரியினின்று, ஆற்றின் கழிமுக பாகம்வரையிலும் உள்ளது. இவ்விடங்களில் இவ்வடுக்குப் பாறைகளைத் தார்வார் பகுதிப் பாறைகள் தாங்கி நிற்கின்றன. கிழக்குக் கடற்கரையை அடுத்த பாகங்களில் ஒரிசாவிலிருந்து, தமிழ்நாடுவரை அங்கங்கே கோண்டுவானுப் பாறை வெளித்தெரிதல்கள் (out crops) உள்ளன. அட்டவணை 20-ல் கோண்டுவானுப் பாறைகளைப்பற்றின முழு விவரங்களைக் காணலாம்.

கடலோரத்து கோண்டுவானுப் பாறைகள் (Coastal Gonduwanas)

ஒரிசாவின் மகாநதி கழிமுக பாகத்தினின்று, ஆந்திராவின் கோதாவரி மாவட்டம், ஓங்கோல், வேமாவரம் என்ற இடங்கள், தமிழ்நாட்டில் ஸ்ரீபெரும்புதூர், சத்யவேடு மற்றும் திருச்சி, மதுரை, ராமனுதபுரம் மாவட்டங்கள்வரை இப்பாறைகள் பரவியுள்ளன. இப்பாறைகள் பெரும்பாலும் களிப்பாறைகளாலானவை. டில்லோஃபிலம் (Ptilophyllum), எலாடோக்ளாடஸ் (Elatocladus), ஓடோஸாமைடிஸ் (Otozamites) போன்ற தாவர பாசில்கள், இப்பாறைகள் மேல்கோண்டுவானுப் பகுதியைச் சார்ந்தவையென அறிவிக்கின்றன.

பொருளாதாரக் கனியங்கள்

களிமண்கள்: பராகர் நிலையில் அகப்படும் களிமண் வகைகள், பீங்கான் பொருள்கள் தயாரிக்க மிகப் பயன்படுகின்றன. ராணிகஞ்ச், ஜாரியா, ஜபல்பூர் போன்ற இடங்களில் இக்களிமண்கள் கிடைக்கின்றன.

மணற்பாறைகள்: பூரி, புவனேஸ்வர், கோனுரக் என்ற இடங்களிலுள்ள கோயில்கள் கோண்டுவானு மணற்பாறைகளால் கட்டப்பட்டவை. சத்யவேடு மணற்பாறைகளை மாநிலக் கல்லூரியின் பழைய கட்டடத்தின் சில அழகான தூண்களில் பார்க்கிறோம்.

அட்டவணை 20

கோண்டுவானு தொகுதி

பகுதி	காலம்	வரிசைகள்	நிலைகள்	பாறைகள்	பாசில்கள்
மேல்கோண்டுவானு	கீழ் கிரடேசியஸ்	ஜபல்பூர்	உமையா ...	சிறிது நிலக்கரி பாய்ந்த களிப் பாறைகளும்,	டிலோபிலம், பிரேகிபிலம் (Brachyphyllum), எஸ்திரியா (Estheria) என்ற நண்டு இனம்.
		....	ஜபல்பூர் ...	மிருதுவான மணற் பாறைகளும்.	
	ஜுராசிக்	இராஜ்மஹால்	கோடா ...	மணற்பாறை, களிமண் 'டிராப்' பாறைகளும், ஊடேகரிகலந்தகளிப் பாறைகளும்.	டிலோபிலம் (Ptilophyllum), எலாடோகிளாடஸ் (Elatocladus) தாவர வகைகள்.
		....	இராஜ்மஹால்		
	டிரயாசிக்	மகர்தேவா ...	மலேரி ...	சிவப்புநிறக் களிமண் பாறைகள்.	பாசில் மரங்கள்.
			பச்மாரி ...	சிவப்புநிற மணற் பாறைகள்.	ரெப்டைல்கள், செராடோடஸ் (Ceratodus) என்ற மீனினம்.
		பான்செட்	பான்செட்	பெரும் படிவுத்தடை பச்சை, பழுப்புநிற மணற்பாறை, களிப் பாறை, ஃபெல்ஸ்பார் உள்ள மணற்பாறைகள்.	ரெப்டைல்கள்.

கீழ்க் கோண்ட்வானா	பெர்மியன்	தாமோதர்	ராணிகஞ்ச ...	நிலக்கரி பாயும் மணற் பாறைகள்.	கிளாசாப்டரிஸ், கங்கமாப்டரிஸ், டாடாக்சிலன் (Dadoxylon) என்ற பாசில்மரம்.
			பாரன்மெஷர்ஸ்	மணற் பாறை, இரும்பு கார்பனேட் கலந்துள்ள களிப்பாறைகள்.	கிளாசாப்டரிஸ்.
			பராகர் ...	நிலக்கரி அடுக்குகள் அமைந்தமணற்பாறை களிப்பாறைகள்.	ஸ்பீனோபிலம் (Sphenopyllum).
			கர்ஹர்பரி ...	மணற்பாறைகள் ...	ஷைசோநியூரா (Schizoneura).
	மேல் கார்பானி பரஸ்	டால்சர் ...	ரிக்பா ...	ஊசிக் களிப்பாறைகள் (Needle shaesl) மணற்பாறைகள்.	கிளாசாப்டரிஸ் (Glossopteris) கங்கமாப்டரிஸ் (Gangamopteris)
			டால்சர் பாறுங் கல் படுக்கை.	பாறுங்கற்கள், கூழாங் கற்கள் நிறைந்த கலவைக் கற்பாறைகள்.	

இரும்புத் தாதுக்கள்: லிமனைட் என்ற இரும்புத் தாது மகா தேவாகிலே மணற்பாறைகளில் அங்கங்கே அகப்படுகிறது. சிடரைட் (Siderite) தாது ராணிகஞ்ச் நிலக்கரிச் சுரங்கத்தில் இரும்புக்கல் களிப்பாறைகளில் (ironstone shales) கிடைக்கிறது.

நிலக்கரி: பராகர்நிலைப் பாறை அடுக்குகளில்தான் நம் நாட்டில் வெட்டியெடுக்கப்படும் நிலக்கரியின் அதிகபாகம் அகப்படுகிறது. ராணிகஞ்ச், ஜபல்பூர் முதலிய நிலைகளிலும் (stages) நிலக்கரி உள்ளது.

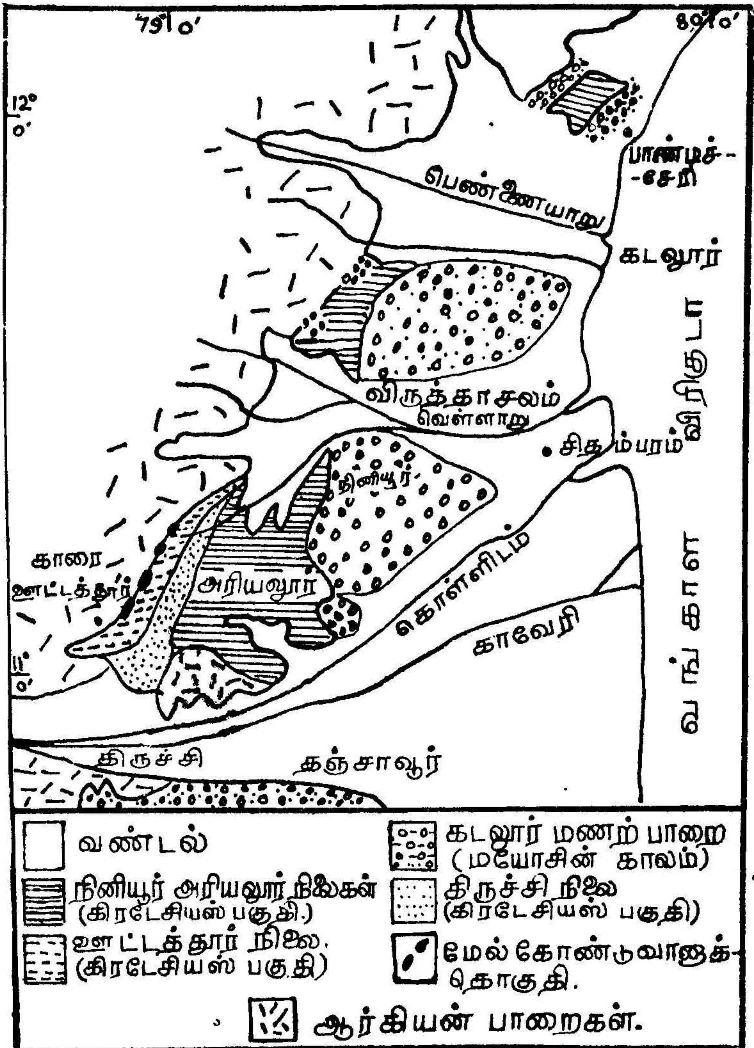
நடுவுயிர் யுகம் (Mesozoic Era)

இவ் யுகத்தின் பாறைகளில் டிரயாசிக், ஜுராசிக், கிரடேசியஸ் என்ற மூன்று பகுதிகள் (systems) உள்ளன. டிரயாசிக் பகுதிப் பாறைகள் இமயமலையின் ஸ்பிடி-குமாவோன் பாகங்களிலும், ஜுராசிக் பகுதி கட்சு தீபகற்பத்திலும், கிரடேசியஸ் பகுதி நர்மதைப் பள்ளத்தாக்கு, மற்றும் திருச்சி மாவட்டம், பாண்டிச்சேரி, இவ்விடங்களிலும் உள்ளன. டிரயாசிக், ஜுராசிக் பாறைகளில் சிறப்பான கனியங்கள் இல்லை. சிராடைட் (ceratite), மற்றும் பலவகை அமொனைடுகள், பிராகியோபாடுகள் டிரயாசிக் பகுதியில் உள. ஜுராசிக் பகுதியில் அமொனைட் வகுப்புப் பாசிகள் எண்ணற்ற இனங்களில் உள்ளன.

கிரடேசியஸ் பகுதியின் கீழ் (cretaceous system) நர்மதா பள்ளத்தாக்குகளில் தெரியும் பாறைகள் பாக் படுக்கைகள் (Bagh beds) எனப்படுகின்றன. ஆர்க்கியன் பாறைகள்மீது படிந்திருக்கும் இப்பாறைகளின் கீழ்பாகம் மணற்பாறைகளாலும், மேல்பாகம் சுண்ணாம்புக் கற்களாலும் ஆனவை. டரிடெல்லா (Turritella) என்ற கேஸ்ட்ரபாடும், கார்டியம் (Cardium), ஒஸ்டிரியா (Ostrea) போன்ற லாமலிபிராங்குகளும், பல எகினைடுகளும் இப்பாறைகளில் உள. தக்காண பசால்ட் பாறைகள் பாக் படுக்கைகளின்மேல் பரவி இருக்கின்றன.

திருச்சி மாவட்டத்தில் பரவியுள்ள கிரடேசியஸ் பகுதிப் பாறைகளின் அமைப்பைப் படத்தில் (படம் 123) காணலாம். அடுக்கு இயல் விவரங்கள் அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

1940-ல் திருச்சி மாவட்டத்துச் சாத்தனூர் என்ற இடத்தருகே பாரதப் புவி அமைப்பு இயல் சர்வே அலுவலர் திரு M. S. கிருஷ்ணன் பாசில் மரங்களில் ஒன்றைக் கண்டுபிடித்தார். அப் பாசில் மரத்தின் நீளம் 86 அடிகள்; விட்டம் 54 அங்குலங்கள்.



படம்-123
திருச்சி மாவட்டம் - கிரடேசியஸ் காலத்து கடற் படிவுகளின் இருப்பிடங்கள்.

அட்டவணை 21

திருச்சி கிரடேசியஸ் அடுக்கியல்

நிலைகள் (Stages)	பாறைகள் (Rocks)	பாசில்கள் (Fossils)
நினியூர் ...	வெள்ளை நிறச் சுண்ணாம்புப் பாறைகள்.	நாடிலஸ் (Nautilus), ஆர்பிடாய்டஸ் (Orbitoides).
அரியலூர் ...	மேல்பாகம்: மணல் அடுக்குகள்.	பாகுலைடிஸ் (Baculites), கிரைபியா (Gryphaea).
	கீழ்ப்பாகம்: மணல், களிமண்.	அலக்ட்ரியோனியா (Alectryonia), ஸ்டிக்மாடோபைகஸ் (Stygmatopygus).
திருச்சி ...	மேல்பாகம்: மணல், களிமண்.	ஷ்லோயன்பாசியா (Schloenbachia).
	கீழ்ப் பாகம்: மணல், களிமண், சிப்பி, சுண்ணாம்புக்கல்.	ஷ்லோயன்பாசியா, டிரைகோனியா (Trigonia), பாசில் மரங்கள் (Fossil Wood).
ஊட்டத்தூர்	மேல்பாகம்: மணல் அடுக்குகள்.	நாடிலஸ், அகாந்தோசிராஸ் (Acanthoceras).
	நடுப்பாகம்: களிமண்.	அகாந்தோசிராஸ், அலக்ட்ரியோனியா.
	கீழ்ப்பாகம் : சுண்ணாம்புக் கற்கள், முருகைக் கூட்டுப் பாறைகள் (Coral Rags).	பெலம்னைடிஸ் (Belemnites), ஹாமைடிஸ் (Hamites), தீகோஸ்மீலியா (Thecosmilia) முருகை.

பொருளாதாரச் சிறப்பு

டால்மியாபுரம் சிமிட்டிக்கு வேண்டிய சுண்ணாம்புக் கற்கள் ஊட்டத்தூர் நிலையைச் சேர்ந்த படிவுகளே. மற்றும் சில இடங்களில் ஜிப்சம் (gypsum) செலஸ்டைட் (celestite), பாஸ்பேடிக் முடிச்சுகள் (phosphatic nodules) முதலியவை வரிகளில் (veins) கிடைக்கின்றன. திருச்சி நிலை சிப்பிச் சுண்ணாம்புக்கற்கள் கட்டட வேலைகளுக்குப் பயன்படுகின்றன.

தக்காண டிராப்கள் (Deccan Traps)

இந்தியாவின் மகத்தான எரிமலைப் பாறைகள்

கிரடேசியஸ் காலத்து முடிவில் இந்திய தீபகற்பத்தில் (Peninsular India) பூமியின் ஆழத்திலிருந்து, பல்வேறு பிரிவுகளிலிருந்தும் உடைப்புகளிலிருந்தும் திரவ நிலையில் அதிக வெப்பமான எரிமலைக் குழம்பு அல்லது லாவா வெளியேறியது. இவ்விதமாக வெளிவந்த லாவா பூமியின் மேற்பரப்பில் கடைநிலையில் மத்திய, மேற்கு, தென்னிந்திய பாகங்களில் பரவிற்று. பல தடவைகளில் வெளியேறி அடுக்கடுக்காகவே இவ்வெரிமலைக் குழம்புப் பாறை ஓட்டங்கள் (lava flows) அமைந்துள்ளன. இப்பாறைகளைக் கொண்டுள்ள நில உருவங்கள் அநேகமாக பீடபூமிகளாக (Plateaus) இருக்கின்றன. பாறைகள் பசால்ட்கள் (basalts) வகைகளாகும். எனவே பீடபூமி பசால்ட்கள் (plateau basalts) என்பன இப்பாறைகளுக்குப் பெயர். இப்பாறைகளின் ஓட்டங்கள் (flows), படிகள் (steps) போன்ற வடிவுள்ளனவாக இருக்கின்றபடியால் டிராப்கள் (traps) என அழைக்கப்படுகின்றன. ('ட்ராப்' என்பது ஸ்காண்டிநேவிய நாட்டுச் சொல்).

தக்காணத்தில் சுமார் 200,000 சதுர மைல்கள் பரப்பளவிற்குப் பரவியுள்ள இவ்வெரிமலைப் பாறைகளைத் தக்காண டிராப்கள் (Deccan Traps) எனவும் கூறுவர். பம்பாய், கத்யவார், கட்சு, மத்தியப் பிரதேசம், மத்திய இந்தியா முதலிய பாகங்களில் டிராப்கள் பரவியுள்ளன. வடமேற்கே கட்சு, தெற்கே பெல்காம், தென் கிழக்கே ராஜமஹேந்திரபுரம், கிழக்கே அமர்கண்டக், ஜாஷ்பூர் இவை எல்லைகள். டிராப் பாறைகளின் உயரம் சுமார் 7,000 அடிகள் என பம்பாய்க் கடற்கரை பாகத்தில் கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. கிழக்கேயும் தெற்கேயும் போகப்போக உயரம் 200--500 அடிகளாகக் குறைகிறது.

ராஜமஹேந்திரபுரத்திலும், ஜபல்பூரின் வமீடா ஆற்ரு' மாகவும், டிராப் பாறைகளுக்கு அடியில் சுண்ணும்புக் கற்களாலான அடுக்குப் பாறைகள் உள. இவைகளில் காணப்படும் டரிடெல்லா (Turritella), கார்டேடா (Cardeta) என்ற மொலஸ்கா பாசில்கள், இப்பாறைகள் கிரடேசியஸ் காலத்தவை எனக் காட்டுகின்றன. டிராப் அடுக்குகளில் நடுநடுவே படிவுப் பாறைகளும் காணப்படுகின்றன. இப்பாறைகள் பொங்குமுக பாகங்களில் (estuarine) படிந்தவை என்பதைக் காட்டுகின்றன. இப்பாறைகளிலுள்ள சில தாவர பாசில்கள், பாசில் ஆமைகள், மீன்கள் முதலியவைகளை ஆராய்ந்ததன் பயனாக இப்படிவுகள் நவஉயிர் யுகத்தவை (Kainozoic) எனக் கருதப்

படுகின்றன. இப்படிவுப் பாறைகள் டிராப்பின் படிவுகள் (Inter-trappean beds) ஆகும்.

டிராப் பாறை கறுப்பாகவும், கனமாகவும், வரயுக்கள் வெளிவந்து நிறைய இடைவெளியுள்ளதாகவும் (vesicular) காணப்படுகிறது. சில இடங்களில் இவ்விடைவெளிகளில் அகேட், ஜாஸ்பர் போன்ற அழகுக்கற்கள் நிரம்பியிருக்கின்றன. மைக்ராஸ்கோப்பில் பாறைத் தகடை (rock slide) ஆராய்ந்தால் பிஜியனைட் (Pigeonite) என்ற பைராக்சினும், லாபரடைட் ஃபெல்ஸ்பாரும், கண்ணாடிப் பொருளும் (glass), இரும்புத் தாதுக்களும் காணப்பெறும். இப்பாறைகள் கட்டடங்கள் கட்டவும், இருப்புப் பாறைகள் அமைக்கவும் பயன் படுகின்றன. கோலாபூர், கட்னி இவ்விடங்களில் டிராப் பாறை களின் சிதைவினால் பாக்ஸைட் (bauxite) உருவாகியிருப்பதைப் பார்க்கிறோம். மற்றும் இப்பாறைகளின் சிதைவால் விளையும் ரீகர் (regur) எனப்படும் கருப்புமண் பருத்திக்கு மிகவும் ஏற்றது.

நவ உயிர் யுகம் (Kainozoic Era)

கிரடேசியஸ் காலத்தின் முடிவில் கடல் எல்லைகள் உள்ளடங்கத் துவங்கின (regression). இதன் விளைவாக நடுவுயிர் யுக அமொனைட்கள் ரெப்டைல் விலங்குகள் அழிந்து மறைந்தன. இயோசின் பகுதி (Eocene system), ஆலிகோசீன் பகுதிப் (Oligocene system) பாறைகள் சிந்து, பலுசிஸ்தானம், உப்பு மலைத் தொடர் பாகம், ஜம்மு, காஷ்மீர், போட்வார் பீடபூமி, அசாம் முதலிய இடங்களில் உள்ளன. நும்முலைடிஸ் (Nummulites) மற்றும் பல போராமினிபெரா குடும்பத்தைச் சார்ந்த பாசில்களும், காஸ்டிர போடா, லாமலிபிராங்கியாவைச் சேர்ந்தவைகளும், இயோசின் ஆலிகோசீன் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. அசாமில் ஆலிகோசீனின் 'பரைல்' வரிசைப் (Barail series) பாறைகளில் நிலக்கரி அகப்படுகிறது. ஆலிகோசீன்-மயோசீன் (Oligocene-Miocene) பகுதிகளடங்கிய சூர்மா-தீபம் வரிசைகளில் (Surma-Deepam series) பெட்ரோலியம் (பாறை எண்ணெய்) அகப் படுகிறது.

சிவாலிக் தொகுதி (Siwalik System)

இமயமலையின் அடிவாரத்தில் சிந்துநதி முதல் பிரமபுத்திரா வரை நடு மயோசீன் காலத்திலிருந்து கீழ் ப்ளைஸ்டோசீன் (Middle Miocene to Lower Pleistocene) காலம் வரை படியப் பெற்ற ஆற்றுப் படிவுகளான (river deposits) அடுக்குப் பாறைகளைக் காணலாம். சிவாலிக் அல்லது சிந்து பிரம் (Indo Brahm) என்ற ஆற்றின் படிவு

களென சிவாலிக் பாறைகளைக் கருதுகின்றனர் சிலர். மற்றும் சிலர், அப்பாறைகள் சிவாலிக் காலத்தில் கடல் ஏரிகளில் (Lagoons) படிந்த படிவுகளென எண்ணுகின்றனர். சுமார் 17,000 அடிகள் உயரமுள்ள இப்பாறைகள் கலவைக் கற்பாறைகள், மணற்பாறைகள், களிமண் முதலியவைகளால் ஆனவை. முதுகெலும்பிகளான பாலூட்டிகளின் பாசில்களே இப்பாறைகளில் அதிகம். அவைகளின் இனங்களைப் பொறுத்து, சிவாலிக் அடுக்கியல் வகுக்கப்பட்டுள்ளது. கீழ் சிவாலிக் பாசில்களில், பாசில் தாவரங்கள், ரெப்டைல் வகுப்பைச் சார்ந்த முதலையினம் (Crocodiles), பாம்பினங்கள், யானைகள் குடும்பத்து டைனோதீரியம் (Dinotherium), குதிரையினத்து ஹிப்பேரியன் (Hipparion), காண்டாமிருக இனத்து டைசராதீரியம் (Diceratherium), மனிதக் குரங்கினமான சிவாபிதீகஸ் (Sivapithecus) முதலியன குறிப்பிடத்தக்கவை. நடு சிவாலிக் பாறைகளில் ஸ்டகோடான் (Stegodon) என்ற பாறையினமும் காண்டாமிருகம் (Rhinoceros), எருதுகளினங்கள் (Bouidae), நீர்ப்பசுக்கள் (Hippopotamus), விஷ்ணுதீரியம் (Vishnutherium) என்ற ஒட்டைச்சிவிங்கி குறிப்பிடத்தக்க பாசில்கள். மேல் சிவாலிக் பாறைகளில் எலிஃபாஸ் (Elephas) போன்ற யானையினங்கள் ஸ்டகோடான் (Stegodon), மாஸ்டடான் (Mastodon), மற்றும் தற்காலத்துப் பாலூட்டிகளின் மூதாதையர்களின் (immediate ancestors) பாசில்களைக் காண்கிறோம். சிவாலிக் காலம் முடிவில் உறைபனி பரவுதலின் (glaciation) விளைவால் அநேக பாலூட்டி இனங்கள் அழிந்தன. பல இனங்கள் வெப்பமான பாகங்களை நோக்கி நகர்ந்தன (migration). இங்ஙனமே ஒட்டைச்சிவிங்கிகள், ஆஃப்ரிக்க நாட்டிற்கு ஓட்டம் பிடித்திருக்க வேண்டுமெனப் பலர் கருதுகின்றனர்.

மயோசீன் (Miocene)-ப்ளயோசீன் (Pliccene) கடற்படிவுப் பாறைகள்

மயோசீன் - ப்ளயோசீன் காலத்து கடற்படிவுப் பாறைகள் ஆந்திராவின் இராச மகேந்திரபுரம், நெல்லூர், சென்னை, பாண்டிச்சேரி, கடலூர், தஞ்சை, புதுக்கோட்டை, இராமேசுவரம் முதலிய கிழக்குக் கடற்கரைப் பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன.

கடலூர் மணற்பாறைகள் (Cuddalore Sandstones) எனக் கூறப்படும் பாறைகள் வங்காளக்குடாக் கடலை நோக்கிச் சுமார் 5 முதல் 10 பாகை சாய்மானங்களை உடையனவாகவும், மணல், களிமண், கூழாங்கற்கள் முதலிய அடுக்குகளானவைகளாகவும், காரைக்குடி, நெய்வேலி, கடலூர் முதலியவிடங்களில் காணப்படுகின்றன. தென்னார்க்காடு, பாண்டிச்சேரி பாகங்களில் இம்மணற் பாறைகளில் லிக்னைட் (Lignite) எனப்படும் பழுப்பு நிலக்கரிப் படுக்கைகள் அகப்

படுகின்றன. நெய்வேலியைச் (Neyveli) சுற்றி சுமார் 100 சதுரமைல்களுக்குச் சுமார் 2000 மில்லியன் டன்கள் எடையுள்ள லிக்னைட் பரவியிருப்பதாகச் சான்றுகள் உள. இதேபோன்று, கேரளக் கடற்கரைகளில் வர்க்கலை என்ற (Warkala) இடத்திலும் லிக்னைட் படுக்கைகள் கொண்ட 300—400 அடிகள் உயரமுள்ள மணற்பாறைகள் உள்ளன. கடலூர் மணற்பாறைகளில் ஃபோராமினிபரா, மொலாஸ்கா பாசில்களும், பல தாவர பாசில்களும் காணப்படுகின்றன. மற்றும், பாண்டிச்சேரியருகே தருவக்கரை என்ற இடத்தில் 60 முதல் 70 அடிகள் நீளமும், 3 முதல் 5 அடிகள் விட்டமும் கொண்ட ஆஞ்சியோஸ்பர்ம் (Angiosperm) மரங்களின் தண்டுகள் சிலிகாவால் கல்லாக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். கடலூர் மணற்பாறைகளில் செல்லும் நில நீர், ஆர்டீசியன் ஊற்றாக அமைந்திருப்பதைத் தென்னார்க்காடு மாவட்டத்தில் பல இடங்களில் பார்க்கிறோம். மணற்பாறைகளுடன் கலந்து அகப்படும் களிமண் படிவுகள் பீங்கான், மற்றும் அதிக வெப்பம் தாங்கும் செங்கல்கள் (Refractory Bricks) தயாரிக்கவும் பயன்படுகின்றன.

ப்ளைஸ்டோசீன் காலமும் நிகழ்காலமும்

நடு உயிர் யுகம் முடிந்து, நவ உயிர் யுகம் தொடங்கும் காலத்து, பூமியின் வடகோளத்தில் வெப்பநிலையில் குறைவு ஏற்பட்டு, முடிவில் பல கண்டங்களில் உறைபனி பரவுதல் (glaciation) பிடித்துக் கொண்டது. இப்பொழுது, மித வெப்ப நிலையிலுள்ள (temperate) ஐரோப்பாவின் வட அமெரிக்காவையும், ஆல்ப்ஸ்-இமயமலை பாகங்களையும் பனி ஆறுகளும், பனி விரிப்புகளும் (Ice Sheets) மூடியிருந்தன. டி-டெரா (De Terra), பாடர்சன் (Paterson) என்பவர்களின் ஆராய்ச்சியின் பயனாக ஐந்து உறை பனிக் காலங்கள் காஷ்மீர் மற்றும் இமயமலைப் பாகங்களில் விட்டுவிட்டுத் தோன்றியிருக்க வேண்டுமென நம்புகின்றனர். எனவே, உறைபனிக் காலங்களுக்கு (glacial periods) ஊடே, பனிக் குறைவு அல்லது இடைப்பனிக் காலங்கள் (Interglacial periods) இருந்திருக்க வேண்டும் என்பது புலனாகிறது. மனிதக் குரங்குகள் மயோசீன், ப்ளையோசீன் காலங்களில் தோன்றினும், முதன்முதலாக பாசில் மனிதன் தோன்றியிருப்பது ப்ளைஸ்டோசீன் காலத்தில்தான். மண்டை ஓடுகள், எலும்புகளைத் தவிர்த்து, பண்டைய மனிதன் பயன்படுத்தி வந்த ஆயுதங்கள் பலவும் ப்ளைஸ்டோசீன் படிவுகளில் உள்ளன. சமீப காலம்வரை ப்ளைஸ்டோசீனிலிருந்து மாறி வந்துள்ள மனிதப் பண்பாடு, உறைபனிக்காலங்கள் முதலிய விவரங்களை அட்டவணையில் (அட்டவணை 22) காணலாம்.

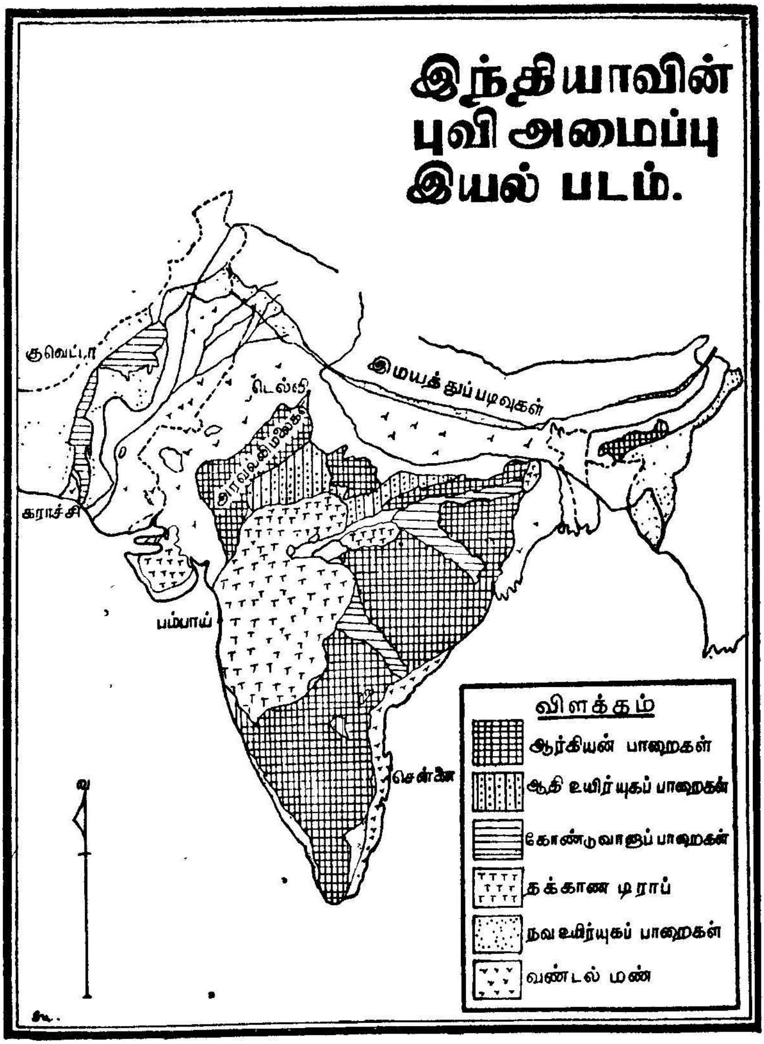
அட்டவணை 22

காலம்.	உறைபனி பரவுதல்.	மனிதப்பண்பாடு, வாழ்க்கை முறை.
சமீபகாலம் (Recent).	இடைப் பனிக் காலம் (Inter glacial period).	கி.மு. 2000 (Iron-Age) இரும்புக் காலம். கி.மு.3500 (BronzeAge) வெண்கலக் காலம். கி.மு. 8000 (Neolithic or New Stone Age) நியோலிதிக் அல்லது புதுக் கற்காலம். கி.மு. 20,000 (Mesolithic) நடு கற்காலம்.
மேல்ப்ளீஸ்டோசீன் (Upper Pleistocene).	நாலாவது உறை பனிப் பரவல் (IV-glacial).	மேல் பழங்கற்காலம் (Upper Palaeolithic).
	மூன்ருவது இடைப் பனிக் காலம் (III-Inter glacial).	நடு பழங் கற்காலம் (Middle Palaeolithic).
நடு ப்ளீஸ்டோசீன் (Middle Pleistocene).	மூன்ருவது உறைபனிப் பரவல் (III-glacial). இரண்டாவது இடைப் பரவல் காலம் (II-Inter glacial). இரண்டாவது உறை பனிப் பரவல் (II-glacial).	கீழ் பழங் கற்காலம் (Lower Palaeolithic).
கீழ் ப்ளீஸ்டோசீன் (Lower Pleistocene).	முதலாவது இடைப் பனிக் காலம் (I-Inter glacial). முதலாவது உறை பனிப்பரவல் (I-glacial).	மிகப் பழங் கற்காலம் (Pre Palaeolithic).

கீழ் ப்ளீஸ்டோசீனிலிருந்து நடு ப்ளீஸ்டோசீனின் தொடக்கம் வரையிலுள்ள படிவுகளில் மிகவும் பழமையான கைக்கோடரிகள்

காணக்கிடக்கின்றன. இரண்டாவது இடைப் பனிக் காலத்தில் கூர்மையான, கனமுள்ள கோடரிகள் காணப்படுகின்றன. மேற்கு பஞ்சாபின் போட்வார் பீடபூமி பாகங்களில் அக்காலத்தைச் சேர்ந்த அரிவாள்கள் (Choppers) உள்ளன. அக்காலம் பீகிங் மனிதன், ஜாவா மனிதன் என்ற இனத்தினர் வாழ்ந்த காலமாகும். மிகப்பழங் கற்காலம் என்பது அதன் பெயர். கற்களின் உதவியால் நெருப்பை உண்டாக்கினர் அம்மக்கள். அக்காலத்தில் மனிதனை மனிதன் கொன்று தின்று வந்ததாகவும் (cannibals), வேட்டையாடிக் காலம் கழித்ததாகவும், குகைகளில் வாழ்ந்துவந்ததாகவும் தக்க சான்றுகள்மூலம் தெரிய வருகிறது.

மூன்றாவது இடைப் பனிக் காலத்துத் தோன்றிய நியான்டர்தல் மனிதன் சற்றுச் சீராக அமைக்கப்பெற்ற கல்லாயுதங்களைத் தயாரித்துக் கொண்டதாகப் பலர் நம்புகின்றனர். பின்னர்த் தோன்றிய 'க்ரோமாக்னன்' (Cro-Magnon) மனிதன் மேல் பாலியோலிதிக் காலத்தில் நீண்டு கூர்மையான ஆயுதங்கள், கற்கத்திகள் முதலியவைகள் தயாரித்ததாகவும், சிலைகள் வடிக்கவும் குகைச் சுவரோவியங்கள் வரையவும் தெரிந்துகொண்டான் எனவும் தெரிய வருகிறது. அம்மனிதர்களில் சில இனத்தினர் குகையில் வாழ்ந்தனர் என்றும், மற்றும் சிலர் நாடோடிகளாகத் திரிந்தனர் என்றும் கருதப்படுகிறது. மீசோலிதிக் காலத்தில் மனிதன் வேட்டையாடத் தெரிந்துகொண்டதோடு, நாய் போன்ற விலங்கினங்களைப் பழக்கவும் தெரிந்துகொண்டானென அறிகிறோம். அக்காலத்தில் ஐரோப்பாவில் உறைபனி மூடி இளகி மறைந்து பின்வாங்கியதாகவும் அறிகிறோம். 'நியோலிதிக்' காலத்தில்தான் நாகரிக வளர்ச்சி ஏற்பட்டது. அக்காலத்தில்தான் பசு, ஆடு, கழுதை, குதிரை மற்றும் பல விலங்கினங்களை மனிதன் தனக்குப் பயன்படுத்திக்கொள்ளத் தெரிந்து கொண்டான். நைல், சிந்து போன்ற ஆற்றுச் சமவெளிகளில் குடும்பம் குடும்பமாக ஒற்றுமையுடன் மனிதன் வாழத் துவங்கியதும், புல்லை வளர்த்துப் பயிர் செய்யத் தொடங்கியதும் அக்காலத்தேதான். சுமார் கி.மு. 4000 ஆண்டில் செம்பு, வெங்கலம் போன்ற உலோகங்கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. பின்னர்த் தோன்றிய மக்கள் பானைகள், செங்கற்கள் முதலியவற்றைத் தயாரித்துப் பயன்படுத்திக் கொண்டனர். நம் நாட்டில்தான் முதன்முதலில் சுமார் கி.மு. 2000 ஆண்டில் இரும்பு தயாரிக்கும் முறை அறியப்பட்டது என்றும், பின்னரே பெர்சியா, மெசபடோமியா நாடுகள் நம்மிடமிருந்து இம்முறையைத் தெரிந்துகொண்டன என்றும் தொல்பொருள் இயல் அறிஞர் கூறுவர். பிளைஸ்டோசீன் காலம் முடியும்வரை ஏற்பட்டுள்ள படிவுப்பாறைகளின் அடுக்கு இயல் அறிவை வளம்பெறச் செய்வதில்தான் புவி இயல் அறிஞர்கள் தங்களதாகக் கொண்டுள்


இந்தியாவின்
புவி அமைப்பு
இயல் படம்.
குவெட்டா
டெல்லி
இமயத் துப் படிவுகள்
ஆரவல்லி மலைகள்
கராச்சி
பம்பாய்
சென்னை
வ
விளக்கம்
ஆர்கியன் பாறைகள்
ஆதி உயிர் யுகப் பாறைகள்
கோண்டுவானப் பாறைகள்
தக்காண டிராப்
நவ உயிர்யுகப் பாறைகள்
வண்டல் மண்

படம் 124

ளனர். சமீபகாலத்து, அதாவது சுமார் 20,000 ஆண்டுகளுக்கு முன்பிருந்து படிந்துள்ள படிவுகளும், அவைகளில் காணப்பெறும் புதைபொருள்களும் தொல்லுயிரியலில் (Archaeology) ஆராயப்படுகின்றன.

இந்தியக் கண்டத்தின் மேற்பரப்பில் ஒளித்தெரியும் பல்வேறு புவி அமைப்பியல் காலங்களில் படிந்துள்ள பாறைகளின் அமைப்பை இந்தியப் புவி அமைப்பியல் படத்தில் (Geological Map of India) (படம் 124) காணலாம்.

8. பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல்

(Economic Geology)

புவியமைப்பியல் அறிவு பல துறைகளில் பயன்படுகிறது. பண்டைய காலந்தொட்டுக் கனியங்கள், உலோகங்கள் முதலியன மனிதனின் வாழ்க்கை வசதிகளில் அதிக இடம்பெற்று வந்துள்ளன. போர்க்காலங்களிலும், அமைதி நாட்களிலும் பல உலோகங்களை அளிக்கும் தாதுக் கனியங்களும், அணுசக்திக்கு இன்றியமையாத மூலப் பொருள்களடங்கியுள்ள கனியங்களும், மற்றும் பல்வேறு தொழில்களில் பயன்படும் கனியங்களும் நமக்கு இன்றியமையாதவை. தவிர, நிலக்கரி, பெட்ரோலியம் போன்ற ஒரு நாட்டின் தொழில் வளத்திற்குத் தூண்கள் போன்ற கனிய எரிபொருள்கள், ஒரு நாட்டின் முன்னேற்றத்திற்கும் நாகரிகத்திற்கும் மிக மிக அவசியமாகும். நம் உணவிற்கு வேண்டிய, மற்றும் பயனுள்ள தாவரங்களைப் பயிர் செய்து உண்டாக்கலாம். ஆனால், கனியங்களை அங்ஙனம் உண்டாக்க இயலாது. பூமியின் பாறைகளில் பல்வேறு அமைப்புகளுடன் அமைந்துள்ள கனியத் தாதுப்பொருள்களின் அளவுகளைக் கணக்கிட்டு, சுரங்கப் பொறியியல் அறிஞர்களுக்கு (Mining Engineers) அப் பொருள்களை வெட்டியெடுக்கும் வேலையில் நல்ல துணையாக இருந்து, தொழில்புரிய வேண்டியது புவி அமைப்பியல் அறிஞர்களின் பணியாகும். அதேபோன்று, சுரங்கப்பாதைகள் (Tunnels), அணைக் கட்டுகள், நீர்த்தேக்கங்கள் முதலியன அமைக்கவும், இருப்புப் பாதைகள் கட்டடங்கள் முதலியவைகளுக்கான கற்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவும், பொறியியல் வல்லுநர்களுக்குப் பெருந்துணையாகப் புவி அமைப்பியலாளர்கள் இருக்கவல்லர். இவ்விதமாக, பலவகைகளில் ஒரு நாட்டின் பொருளாதார அமைப்பிற்கு உறுதுணையாக உள்ள புவி அமைப்பியலின் பிரிவிற்குப் பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் என்பது பெயர்.

பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியலின்கீழ் ஆராயப்படுகின்ற பல பொருள்கள் பின்வருமாறு:

1. தாதுக்கனியங்கள் உண்டாகும் பல்வேறு முறைகள்—தாதுக்களின் வகுப்பு (Classification of ores).
2. உலோகக் கனியங்கள் (Melallic Minerals) அவைகளின் தோற்றம், அமைப்பு, அவை அகப்படுமிடங்கள், பூமியில் இருக்கும் அளவு (Reserves), வெட்டியெடுக்கப்படும் அளவு (outpnt).
3. உலோகமற்றக் கனியங்களைப் (Non-metallic Minerals) பற்றின முழுவிவரங்கள்.
4. எரிபொருள்களாகப் பயன்படும் (Mineral Fuels) கனியங்களின் பொருளாதாரமும் புவி அமைப்பு இயலும்.

இன்று, பொறி இயலில் பயன்படுத்தப்படும் புவி அமைப்பியல் முறைகள், கனியங்களை வெட்டியெடுக்கும் சுரங்கவியல் முறைகள் (Mining methods), தாதுக்களிலிருந்து தாதுக்கனியங்களைப் பிரித்தெடுக்கும் முறைகள் (Ore-Beneficiation), பூமியின்கீழ் வெகு ஆழங்களில் அமைந்திருக்கும் தாதுக்களின் அமைப்புகளை அறியப் பயன்படுத்தப்படும் புவி பௌதிக (Geophysical), புவி ரசாயன (Geochemical) முறைகள், பயனுள்ள புவி அமைப்பியல் (Applied Geology) என்ற தனி இயலின்கீழ் ஆராயப்படுகின்றன. அவ்வியலின் சிறப்பான பகுதிகளை அடுத்த அத்தியாயத்தில் பார்ப்போம்.

தாதுக்கனியங்கள் உண்டாகும் முறைகள்

தாதுக்கனியங்கள் (ore minerals) என்பன உலோகம் கலந்த கனியங்கள். இவைகளிலிருந்து உலோகங்களை எளிய ரசாயன முறைகளில் பிரித்தெடுக்க இயலும். இத் தாதுக்கனியங்களுடன் பல்வேறு பயனற்ற உலோகங்களற்ற (non-metallic minerals) கனியங்களும் சேர்ந்து அகப்படுகின்றன. இக் கலவைப்பொருள்களைத் தாதுக்கள் (ores) என்று கூறுவர்.

தாதுக்கனியங்கள் யாவும் பாறைகளினூடே காணப்படுவதால், பாறைகள் உண்டாகும் முறைகளுக்கும் தாதுக்கனியங்களுக்கும் நெருங்கிய உறவுகளிருக்கின்றன. ஆயினும், சில தாதுக்கனியங்களின் தன்மை, அமைப்பு இவைகளை ஆராய்ந்தால், அவைகளையடுத்து இருக்கும் பாறைகளுக்கும் அவைகளுக்கும் உறவுகளிருக்கக் காரணங்களில்லை. பல்வேறு தாதுக்கனியங்கள் உண்டாகும் முறை

களை இனி கவனிப்போம். புவி ஓட்டில் பலவிதங்களில் உண்டாகும் தாதுக்கனியங்களின் இருப்பிடங்களைப் படத்திற் காண்க.

மாக்மாவிலிருந்து படிகமாதல் (Crystallisation from Magmas)

மாக்மா என்ற திரவமான சிலிகேட் கரைசலிலிருந்து, பாதாளப் பாறைகள் (Plutonic rocks) உண்டாகின்றன என்பதைப் பாறையியல் அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். பாறைகளாக அமைந்த சிலிகேட் கனியங்கள் படிகங்களாவதற்கு முன்னரே சில கனமான தாதுக் கனியங்கள் படிகங்களாக அங்கங்கே கொத்துக் கொத்தாகவும் (pockets) சில பாறைகளில் பரவலாகவும் (Disseminations) உண்டாகியுள்ளன. சில உலோகங்கள் சில பாறை இனங்களில்தான் அகப்படுகின்றன. பிளாடினம் படிவுகள், டூனைட் (Dunite), பெரிடடைட் Peridotite) போன்ற பாறைகளிலும், வைரங்கள் கிம்பர்லைட் (Kimberlite) என்ற பாறைகளிலும், க்ரோமைட், பெரிடடைட், செர்பன்டீன் (Serpentine) பாறைகளிலும், கொரண்டம் (Corundum), குவார்ட்ஸ் இல்லாத சயனைட் (Syenite), அனூர்தசைட் (Anorthosite)பாறைகளிலும், நிக்கல் சல்பைட் தாதுக்கள் நோரைட் (Norite), காப்ரோ (Gabbro) பாறைகளிலும், யுரேனியம், தோரியம் கனியங்கள், மற்றும் பெரில் (Beryl) போன்ற கனியங்கள் கிரானைட், பெக்மடைட் (Pegmatite) பாறைகளிலுமே காணப்படுகின்றன. எம்மன்ஸ் (Emmons) என்ற பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் அறிஞர் நெருப்புப் பாறைகளில் உள்ளிருந்து வெளிப்பக்கமாக, மேல்கீழாகவோ, பக்கவாட்டமாகவோ, பல தாதுக்கள் ஒரு வரிசையில் அடுத்தடுத்து அமையப் பெற்றிருக்கின்றனவென்பதாக அறிவித்துள்ளார். பாறைகளின் உட்பாகத்திலிருந்து, வெளியே செல்லச்செல்லக் குறைந்த வெப்பநிலையில் படிகமாகக்கூடிய தாதுக்கள் உண்டாகின்றனவென்பது அவரது கூற்று. அதன்படி நெருப்புப் பாறைகளில் உள்ளிருந்து வெளிப்புறமாகக் கீழே கொடுக்கப்பட்ட வரிசையில் தாதுக்கனியங்கள் அமைந்துள்ளன.

1. முழுதும் குவார்ட்சால் ஆன தாதுக்கனியங்கள் இல்லா வரட்சிப் பாகம் (Barren zone)
2. வெள்ளீயம் (Tin)
3. டங்ஸ்டன் (Tungsten)
4. பிஸ்மத்-மாலிப்டனம் (Bismuth-Molybdenum)
5. தங்கம் (Gold)
6. செம்பு (Copper)
7. துத்தநாகம் (Zinc)

8. காரீயம் (Lead)

9. வெள்ளி (Silver)

10. தாது வரட்சிப் பாகம் (Barren zone)

11. தங்கமும் வெள்ளியும் (Gold and Silver)

12. ஆன்டிமனி (Antimony)

13. பாதரசம் (Mercury)

14. தாது வரட்சிப் பாகம் (Barren zone)

எரிமலை ஏற்படல் (Volcanism)

எரிமலை கக்குதலின்போதும் (Volcanic eruption), பல தாதுக் கனியங்கள் பதங்கமாதல் (sublimation) உண்டாகின்றன. கந்தகம், மற்றும் இரும்பு, செம்பு, துத்தநாகக் குளோரைடுகள், சாதாரண உப்பு முதலியனவும் இவ்வாறே உண்டாகின்றன.

படிவுப் பாறைகளில் படிதல் (Sedimentary Deposits)

இரும்புத் தாதுக்களான ஹிமடைட், லிமனைட், சிடரைட் (Siderite) முதலியன மணற்பாறைகளிலோ களிப்பாறைகளிலோ அடுக்குகளாக அகப்படுகின்றன. பாஸ்பேட் கனியங்கள் சுண்ணாம்புக் கற்களில் உருண்டையான கற்களாக (nodules) படிந்திருப்பதைத் திருச்சிமாவட்டத்து கிரடேசியஸ் (Cretaceous) படிவுப்பாறைகளில் காண்கிறோம். மற்றும் ஜிப்சம் (Gypsum), செலஸ்டைட் (Celestite), உப்புப்பாறை (Rock Salt) முதலியன படிவுப்பாறைகளைப் போன்று கடல் நீரிலிருந்து உப்புகளாகப் படிந்தவையாகும் மண் பாறைகள், சிலேட் பாறைகள் இவைகளில் செம்புத்தாதுக்கள் இதே முறையில் பரவலாகப் படிவதும் இயற்கை.

உருமாறிய பாறைகளில் தாதுக்கனியங்கள் (Contact Metamorphic Minerals)

பாறைக்குழம்பு அல்லது மாக்மா நாட்டுப் பாறைகளில் ஊடுருவிச் செல்லும்போது, பல வாயுக்களும், நீராவியும், இரும்பு, வெள்ளிய, டங்ஸ்டன் ஆக்ஸைடு கனியங்களையும், இரும்பு, பிஸ்மத் (Bismuth) மாலிப்டனம் (Molybdenum) சல்பைடுகளையும் நாட்டுப் பாறைகளில் படியவைக்கின்றன. தவிர, நாட்டுப் பாறைகளில் கரிக் கலப்பிருந்தால் (Carbonaceous impurities) அக்கரி, கிராபைட் (Graphite) ஆக மாறுகிறது. மாக்னடைட், சால்கோபைரைட், ஷீலைட் (Scheelite) கனிகள் இங்ஙனம் உண்டாகும் தாதுக்கனியங்களாம்.

நீர்வெப்பப் படிவுகள் (Hydrothermal Deposits)

மாக்மா உறைந்த பின்னர், எஞ்சிய திரவத்தில் நீர், மற்றும் பல உலோகத் தாதுப்பொருள்கள் சிதறிக் கிடக்கின்றன. அதிக வெப்ப நிலையிலுள்ள இத்திரவம் நாட்டுப் பாறைகளின் ஈரல்கள், உடைப்புகள், மூட்டுகள், பிளவுகள் (faults), மற்றும் பாறைக் கனியங்களுக்கு ஊடேயுள்ள இடைவெளிகள் இவைகளில் தாதுக் களைப் படியவைக்கிறது (cavity filling). சில இடங்களில் ஏற்கெனவே உள்ள கனியங்களை வெளியேற்றி இத் தாதுக்கள் படிகின்றன (Replacement Deposits).

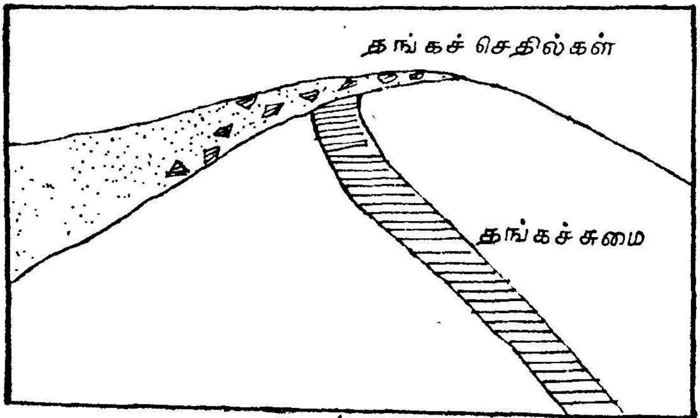
அதிக வெப்பநிலையில் படியும் தாதுக்கள் அதிக ஆழத்திலும், சுமாரான வெப்ப நிலையில் படியும் தாதுக்கள் சுமாரான ஆழத்திலும், குறைந்த வெப்பநிலையில் படிபவை பூமியின் மேற்பரப்பிற்குச் சமீபமாகவும் அமைந்துள்ளன. அதிக ஆழ நீர் வெப்பப் படிவுகளில் (Hypothermal Deposits) தங்கம், செம்பு மற்றும் இரும்பு, வெள்ளீயம் (Tin), டங்ஸ்டன், மாங்கனீஸ் முதலியன அதிகம். நடு ஆழ நீர்வெப்பப் படிவுகளில் (Mesothermal Deposits) வெள்ளி, காரீயம், துத்தநாகம், மற்றும் செம்பு, தங்கம், இரும்பு முதலியனவும் உள்ளன. ஆழமில்லாத நீர்வெப்பப் படிவு களில் (Epithermal Depcsits) ஆன்டிமனி, பாதரசம் (Mercury) மற்றும் வெள்ளி, காரீயம், துத்தநாகம் முதலியனவும் உண்டா கின்றன. நாட்டுப் பாறைகளில் பல திசைகளில் பரவியிருக்கும் இத்தாதுக்கனியங்கள் குவார்ட்ஸ் கனியத்துடன் ஒன்றியிருக்கும். அதிக ஆழமில்லாத இடங்களில் கால்சைட், டாலமைட், பாரைட் (Barite) போன்ற கனியங்கள் தாதுக்களுடன் கலந்து இருக்கின்றன. கிரானைட், பெக்மடைட் பாறைகளில் அப்ரகம் (Mica) பெரிய புத்த கங்களாகக் கிடைக்கின்றது.

மீதி தங்குதல் (Residual Concentration)

வானிலையால் பாறைகள் சிதைவுறும் நிகழ்ச்சி விவரங்களைப் பற்றி ஏற்கெனவே அறிந்துள்ளோம். இச்சிதைவு சுமார் 100 அடிகள் முதல் 200 அடிகள் ஆழம் வரை பாறைகளைப் பாதிக் கிறது. பாக்ஸைட் கனியமும், களிமண் படிவுகளும், சயனைட், பசால்ட், லெப்டினைட், ஷிஸ்ட் (Schist) பாறைகளிலிருந்து உண்டா கின்றன. இந்நிகழ்ச்சியில் பாக்ஸைட், களிமண் முதலியன அவை உண்டான இடங்களிலேயே தங்கிவிடுவதால், இதை மீதி தங்குதல் என்பர். சில மாங்கனீஸ், இரும்பு தாதுக்களும் இவ்வாறே உண்டாகின்றன.

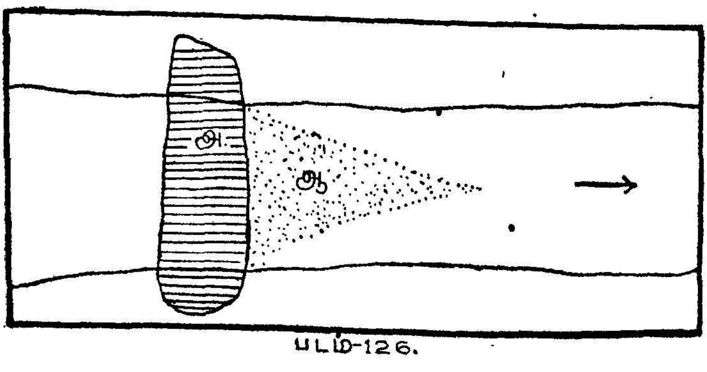
இடம் பெயர்ந்து சேருதல் அல்லது ஒதுங்குதல் (Mechanical Consentration)

ஏற்கெனவே பாறைகளில் சிதறிக் கிடக்கும் கனியங்கள் முதலில் பாறைச் சிதைவினுல் விடுபடுகின்றன. பின்னர், காற்று அல்லது நீரோட்டத்தின் விளைவால் கனமான கனியங்கள் புவி ஈர்ப்பு ஆற்றலால் ஒரேயிடத்தில் சேருகின்றன. இவ்விதமாக இடம்



படம்-125

பெயர்ந்து சேரும் கனியங்கள் அதிக அடர்த்தி எண் உடையனவாகவும், வானிலைச் சிதைவினுல் பாதிக்கப்படாதனவாகவும், எளிதில் அழியாதனவாகவும் இருக்கவேண்டும். படத்தில் காட்டியிருப்பது போன்று (படம் 125) தங்கம் கலந்துள்ள தாதுச்சுமையிலிருந்து



படம்-126.

(Gold Lode) வானிலைச் சிதைவினுல் தங்கச் செதிள்கள் விடுபட்டு, மலைச்சரிவில் புவி ஈர்ப்பினுல் கூட்டுச் சேருவதைப் பார்க்கிறோம்.

இங்ஙனம் உண்டாகும் படிவுகள், வண்டல் (Placer deposits) கனிப் படிவுகள் எனப்படுகின்றன. படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கும் வகையில் வண்டல் கனியங்கள் மூலத்தாதுக்களுக்கு அருகிலேயே உள்ளன. தாதுச்சுமையிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட தாதுக்கனியங்களும், உலோகங்களும் ஆற்றுநீரால் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, சில தனிப் பட்ட அமைப்புகள் உள்ளவிடங்களில் கூட்டுச் சேர்ந்து, நீரோட்ட வண்டற்கனியங்களாகக் (Stream Placers) காட்சியளிக்கின்றன.

படத்தில் (படம் 126) கிழக்காக ஓடும் நதி 'அ' என்ற தங்கம் பரவியுள்ள தாதுக்களின்மீது பாயும்பொழுது, கீழ்ப்பக்கமாக 'ஆ' என்ற பாகத்தில் தங்கச் செதில்கள் குவிகின்றன. அப்பாகம் மதிப்புத் திட்டு (pay streak) என அழைக்கப்படுகிறது.

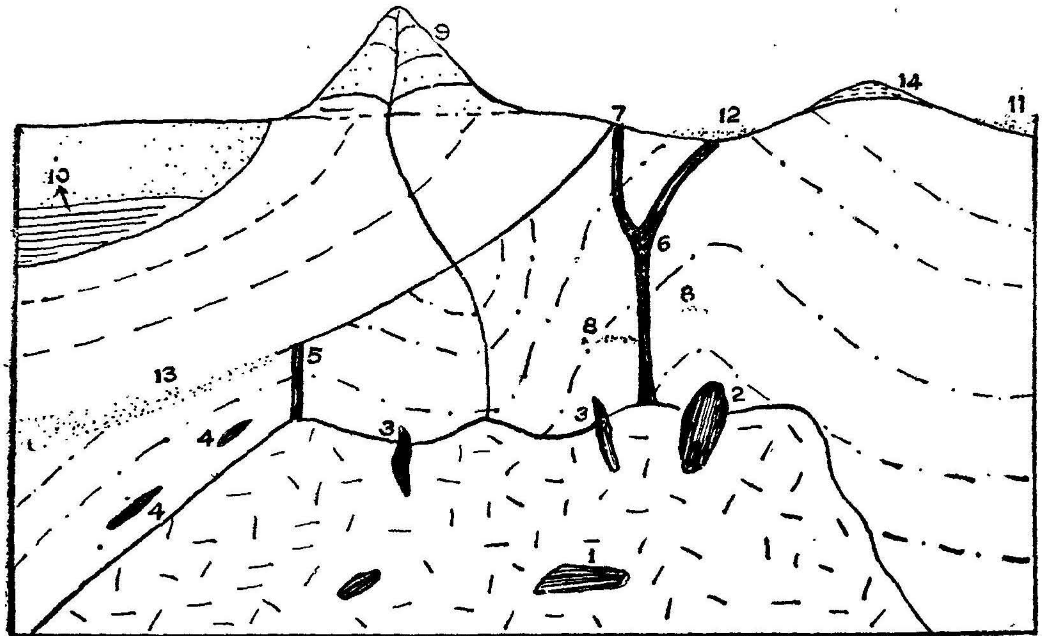
தென்னிந்தியாவின் கிழக்கு, மேற்குக் கடற்கரைப் பாகங்களில் கடற்கரை மணல்களில் பல தாதுக்கனியங்கள் அங்கங்கே கூட்டுச் சேர்ந்திருக்கின்றன. இல்மனைட் (Ilmenite), மாக்னடைட் (Magnetite) மானசைட் (Monazite) முதலியன சிறப்பானவை. இவை கடற்கரை வண்டல் கனிப்படிவுகள் (Beach Placers) எனப் படுகின்றன. கேரளக் கடற்கரை மானசைட் மணல்கள் உலகப் பிரசித்திபெற்றவை.

தாதுக்கனியங்களின் மறுவளர்ச்சி (Secondary Enrichment of ores)

நிலநீரின் உதவியால் ஏற்கெனவே படிந்துள்ள பல உலோக சல்பைடுகள் பல ரசாயன மாறுதல்களுக்கு உட்பட்டு, நிலநீர்ப் பகுதியில் ஒருசில உலோகங்களைக் கொண்ட தாதுக்கனியங்களே வளர்ச்சியடைகின்றன. இம் முறையில் கனிகள் வளம் பெறுவதைக் கனியங்களின் மறுவளர்ச்சி (secondary enrichment) எனக் கூறுவர். இங்ஙனம் உண்டான கனிகள் அடங்கிய பாகத்திற்கு நேர் கீழாக ஏற்கெனவே படிந்துள்ள சல்பைடு தாதுப்படிவுகள் (primary sulphide ores) காணப்படும். இங்ஙனம் பல்வேறு முறைகளில் தோன்றி அமைந்துள்ள தாதுக்களின் இருப்பிடங்களைப் படம் 127 நன்கு சித்திரிக்கிறது.

உலோகக் கனியங்கள் (Metallic Minerals)

தங்கம், வெள்ளி, செம்பு, காரீயம், துத்தநாகம், வெள்ளீயம், அலுமினியம், மற்றும் இரும்பு, மாங்கனீஸ், நிக்கல், குரோமியம், டங்ஸ்டன், யுரேனியம், தோரியம், டைடேனியம் முதலிய உலோ கங்களைக் கொண்டுள்ள கனியங்களிலிருந்து இவ்வுலோகங்கள்



படம்-127
பல்வேறு தாதுப் படிவுகளைக் காட்டும் படம்.
1,2-மாக்மாப் படிவுகள். 3,4-உருமாறிய பாறைகளில் படிவுகள். 5,6,7,8-நீர் வெப்பப் படிவுகள்
9-எரிமலைப் படிவுகள். 10-படிவுப் பாறைகளில் தாதுப் படிவுகள். 11,12-வண்டற் படிவுகள்.
13-பழங்கால வண்டற் கனிப்படிவு. 14-மீதி தங்கிய படிவு

பல ரசாயன முறைகளில் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. இவ்வுலோகங்களின் நன்மைபயக்கும் குணங்களோ, அவைகள் எங்தெந்தத் தொழில்களில் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகின்றன என்பதோ இங்குக் கூறப்படவில்லை. மற்றும், ஒவ்வோர் உலோகத்தின் கனியங்களின் புவி அமைப்பியலையும், விரிவாக இங்கு விவரிக்க இயலாது. நம் நாட்டில் இவ்வுலோகக் கனியங்கள் பெருவாரியாகக் காணப்படும் இடங்களைப்பற்றிய விவரங்களையும், நம் நாட்டின் கனிவளத்தையும் பின்வரும் பத்திகளில் காண்போம்.

தங்கம்: இயற்கைத் தங்கம் (Native Gold), குவார்ட்ஸ் பாறைக் கொடிகள் (veins) சிறுசிறு துளிகளாகவும், சிலவிடங்களில் கண்ணிற்குத் தெரியுமளவிற்கும் (nuggets) அகப்படுகிறது. மைசூரின் கோலார் மாவட்டத்தில் தங்கம் தாங்கும் குவார்ட்ஸ் பாறைக் கொடிகள் 50 மைல் நீளமும், 4½ மைல்கள் அகலமும் உள்ள பிரதேசத்தில் ஆர்க்கியன் காலத்து உருமாறிய பாறைகளில் காணப்படுகின்றன. சுமார் 3 அல்லது 4 அடி அகலமுள்ள கொடிகள் முப்பது இருக்கின்றன. மைசூர், நந்திதுர்க்கம், ஊர்காம், சாம்பியன் என்ற நான்கு சுரங்கங்கள் உள. ஒரு டன் தாதுவிலிருந்து 6·83 அந்தர் எடை தங்கம் கிடைக்கிறது.

வெள்ளி: நம் நாட்டில் வெள்ளி தனியாகக் காணப்படுவதில்லை. ராஜஸ்தானிலுள்ள காரீய, துத்தநாகத் தாதுக்களிலும், கோலார் தங்கத்தைச் சுத்தப்படுத்தும்பொழுதும், சிறிது வெள்ளி கிடைக்கிறது.

செம்பு: பீஹாரில் சிங்பும் மாவட்டத்தில் சுமார் 80 மைல் நீளத்திற்குச் செம்புத் தாதுக்கள் உள்ள பாறைகள் பரவியுள்ளன. மொசபானி (Mosabani), பாடியா (Badia) என்ற இடங்களில் சுரங்கங்கள் உள்ளன. சுமார் 2·51 சதவிகிதம் செம்பு உள்ள தாதுக்கள் 3,085,195 டன்கள் இப்பகுதிகளில் உள்ளனவாகக் கருதுகின்றனர். ஆந்திராவில் நெல்லூர் அருகிலுள்ள கரிமணிபெண்டா, மத்தியப் பிரதேசத்தில் ஜபல்பூர் அருகே சிலீமனபாத் என்ற இடங்களிலும் செம்புத் தாதுக்கள் உள. நம் நாட்டின் தேவைக்கு வேண்டிய செம்பில் எட்டில் ஒரு பங்கே நம் நாட்டில் எடுக்கப்படுகிறது.

காரீயம், துத்தநாகம்: இவ்விரு உலோகங்களின் சல்பைடு தாதுக்களும் ராஜஸ்தானத்தின் உதயபுரி அருகேயுள்ள ஸாவார் (Zawar) சுரங்கங்களிலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றன. இங்கு சுமார் 700,000 டன்கள் முதல்தரத் தாதுக்களும், எட்டு மில்லியன் கீழ்த்தரத் தாதுக்களும் (low grade ore) இருக்கலாம் என மதிப்பீடுகள் கூறு

கின்றன. நம் நாட்டில் காரீய, துத்தநாகத் தாதுக்கள் மிகமிகக் குறைந்த அளவில்தான் அகப்படுகின்றன.

வெள்ளீயம் (Tin): பீஹாரில் ராஞ்சி, கயா மாவட்டங்களில் வெள்ளீயம் மிகச் சிறிதளவு இருப்பதாகக் கூறப்படுகிறது.

அலுமினியம்: சுமார் 250 மில்லியன் டன்கள் பாக்சைட் என்ற அலுமினியத் தாது நம் நாட்டில் உள்ளதெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. பீஹார், மத்தியப் பிரதேசம், மகாராஷ்டிரம், காஷ்மீர் முதலிய பாகங்களிலும், தமிழ் நாட்டில் சேலம் மாவட்டத்துச் சேர்வராயன் மலைகளிலும் பாக்சைட் கிடைக்கிறது. தற்சமயம் மேற்கு வங்காளத்தில் அசன்சால், கேரள நாட்டு ஆல்வாய் என்ற இடங்களில் அலுமினியம் எடுக்கும் தொழிற்சாலைகள் உள்ளன. தமிழ் நாட்டின் மேட்டூர் அணைக்கட்டுக்கு அருகிலும், உத்தரப் பிரதேசத்தில் ரிகாண்டு (Rigand) என்ற இடத்திலும் தொழிற்சாலைகள் நிறுவப்பெற்றுள்ளன. இப்பொழுது, ஆண்டிற்கு 70,000 முதல் 75,000 டன்கள் பாக்சைட் வெட்டியெடுக்கப்படுகிறது. நம் நாட்டின் தேவைக்கு ஏற்ற அளவு பாக்சைட் அகப்படுகிறது என்பதறிந்து மகிழ்ச்சியுறலாம்.

இரும்பு: இந்தியாவில் உயர்ந்த ரக இரும்புத் தாதுவான ஹிமடைட் சுமார் 21,240 மில்லியன் டன்கள் இருக்கலாமெனக் கணக்கிட்டுள்ளனர். பீஹார் மாநிலத்தின் சிங்பும் மாவட்டத்திலும், ஒரிசாவின் பல பகுதிகளிலும் சுமார் 8,000 மில்லியன் டன்கள் உள்ளன. தமிழ் நாட்டில் கிடைக்கப்பெறும் ஹிமடைட் தாதுக்களின் அளவு சுமார் 135 மில்லியன் டன்கள் ஆகும். தவிர, மாக்னடைட் கனியங்கள் சுமார் 600 மில்லியன் டன்கள் இருக்கலாம். இதில் சேலம் மாவட்டத்திலிருந்து சுமார் 325 மில்லியன் டன்கள் எதிர்பார்க்கப்படுகின்றன. நம் நாட்டின் ஐந்தாண்டுத் திட்டங்களில் உருக்கு அல்லது எஃகுத் (Steel) தொழிற்சாலைகளுக்கு முதலிடம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது யாவரும் அறிந்ததே. மத்தியப் பிரதேசத்தில் பிலாய் (Bhilai), ஒரிசாவில் ரூர்கேலா (Rourkela), மேற்கு வங்காளத்தில் துர்க்காபூர் (Durgapur), பீஹாரில் பொகாரோ (Bokaro) என்ற இடங்களில் எஃகுத் தொழிற்சாலைகள் அரசாங்கத்தினரால் நிறுவப்பெற்றுள்ளன.

மாங்கனீஸ்: நம் நாட்டில் சுமார் 112 மில்லியன் டன்கள் மாங்கனீஸ் தாதுக்கள் உள்ளனவெனக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மத்தியப் பிரதேசத்தில்தான் அதிக அளவு மாங்கனீஸ் தாது கிடைக்கிறது. மற்றும் பீஹார், ஒரிசா, ஆந்திராவில் உள்ள விசாகப்பட்டினம்

மாவட்டம், மைசூரைச் சார்ந்த சாந்தூர் (Sandur) முதலிய பாகங்களிலும் மாங்கனீஸ் கனியங்கள் உள்ளன.

நிக்கல்: நிக்கல் தாதுக்கள் நம் நாட்டில் மிகக் குறைவு. நேபாளத்தைச் சேர்ந்த காட்மாண்டு நகருக்கு அருகில் நிக்கல் தாதுக்கள் உள்ளன.

குரோமியம்: க்ரோமைட் என்ற க்ரோமியத் தாது பீஹாரில் சிங்பும் மாவட்டத்திலும், ஒரிசாவிலும், ஹாசன் மைசூர் மாவட்டங்களிலும், ஆந்திராவின் கிருஷ்ணா மாவட்டத்திலும், தமிழ் நாட்டில் சேலம் மாவட்டத்திலும் அகப்படுகிறது. மொத்தமாக சுமார் 200,000 டன்கள் நல்ல வகை க்ரோமைட் தாது இருக்கலாமென்று நம்பப்படுகிறது. எல்லா ரகங்களையும் சேர்த்தால், 2 மில்லியன் டன்கள் ஆகும். குரோமைட் கனியம் குரோமியம் தாதுவாக மட்டுமல்லாமல், பல தொழில்களில் பயன்படும் க்ரோமியம் உப்புகள் (க்ரோமேட்கள்) தயாரிக்கவும், அதிக வெப்பம் தாங்கும் செங்கல்கள் (Refractory Bricks) செய்யவும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

டங்ஸ்டன்: டங்ஸ்டன் தாதுக்கள் பீகார், மத்தியப் பிரதேசங்களில் அகப்படுகிறது. மகாராஷ்டிரத்திலுள்ள பாரியா (Baria) தொகுதிகளிலும், திருச்சி மாவட்டக் கடலூர் பகுதிகளிலும் டங்ஸ்டன் தாதுக்கள் உள. ராஜஸ்தானத்திலுள்ள டெகானா (Degana) தாதுப் படிவுகள் பிரசித்திபெற்றவை.

யுரேனியம்: யுரேனியத் தாதுக்களான பிச்பிளண்டு (Pitchblende), டிரிப்லைட் (Triplite) முதலியன பீஹாரில் கயா மாவட்டத்திலும், ஆந்திராவின் நெல்லூர் மாவட்டத்திலும், ராஜஸ்தானிலும் அதிக அளவில் உள்ளன. சுமார் 14,000 டன்கள் யுரேனியத் தாதுக்கள் இப்பாகங்களிலிருந்து கிடைக்கப் பெறலாமென நம்புகின்றனர்.

தோரியம்: மானசைட் என்ற தோரியக் கனியம் கேரளாவின் கடற்கரை மணல்களில் அகப்படுகிறது. இம் மானஸைட் (Monazite) சுமார் 150,000 டன்கள் முதல் 180,000 டன்கள்வரை இருக்கலாமெனத் தெரிகிறது. கிழக்குக் கடற்கரையூர்களான தூத்துக்குடி, வால்டைர் (Waltair), கஞ்சம், இவ்விடங்களின் கடற்கரை மணல்களிலும் மானஸைட் உளது.

டைடேனியம்: இல்மனைட் என்ற டைடேனிய தாது கேரளக் கடற்கரையில் சுமார் 100 மைல் நீளத்திற்கு அங்கங்கே படிவுகளாகக் காணப்படுகிறது. சென்னைக் கடற்கரை, மற்றும் கிழக்குக்

கடற்கரையோரங்களிலும் கறுப்பு நிற இல்மனைட் கனியக்கூட்டுகளைக் காணலாம். இந்தியக் கடற்கரை மணல்களில் சுமார் 300 முதல் 350 மில்லியன் டன்கள் இல்மனைட் இருக்கலாம் என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இல்மனைட்டிலிருந்து வெள்ளை வர்ணங்கள் (paints) தயாரிக்கின்றனர்.

உலோகமற்ற கனியங்கள் (Non-metallic Minerals)

உலோகமற்ற கனியங்கள் பல தொழில்களில் மூலப்பொருள்களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவைகளை ஆராயவேண்டுமானால், கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையிலுள்ளபடி, எந்தெந்தத் தொழில்களில் எந்தெந்தக் கனியங்கள் பயன்படுகின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொண்டு, அக்கனியங்களின் பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் சிறப்புகளை விவரிக்கலாம். இக்கனியங்களைப் பற்றிய வருணனைகளைக் கனிய இயல் அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

அட்டவணை 23

தொழில்கள்	மூலப்பொருள்கள்
1. பீங்கான்	வெண்களிமண், ஃபெல்ஸ்பார், குவார்ட்ஸ்
2. வெப்பம் தாங்கும் செங்கல்கள், காப்புகள் (Insulators)	க்ரோன்மைட், மாக்னஸைட், கிராஃபைட், கயனைட், சில்லிமனைட், கல்நார்.
3. கண்ணாடி	கண்ணாடி மணல், குவார்ட்ஸைட்
4. வர்ணங்கள்	பாரைட், இல்மனைட், காவிகள்
5. மின்சாரம்	அப்ரகம், கிராஃபைட்
6. சிமிட்டி	களிமண், சுண்ணாம்புக்கல், ஜிப்சம்.
7. கட்டடக் கற்கள்	பலவிதப் பாறைகள்.

1. பீங்கான் தொழில் (Ceramic Industry)

பீங்கான் செய்ய ஃபெல்ஸ்பார், குவார்ட்ஸ், கயலின் அல்லது சைனுக்களிமண் (Kaolin or China Clay) முதலானவை மூலப்பொருள்களாகும். வீட்டிற்கு வேண்டிய பாண்டங்கள், மற்றும் தண்ணீர், கழிவுநீர் (sewage pipes) முதலியன எடுத்துச் செல்லும் குழாய்கள், சில மின்சாரத் தொழிலில் பயன்படும் காப்பிடலுக்கான கருவிகள்

(insulators) முதலியன பீங்காலுல் (porcelain) ஆனவை. செங்கற் பட்டு மாவட்டத்தில் 'ஸ்டோன்வேர் பைப்ஸ்' என்ற பீங்கான் தொழிற்கூடத்திற்குக் கடப்பாவில் உரம்பாடு என்ற இடத்திலிருந்தும், திருவெள்ளூர் அருகிலுள்ள அடிகாதூர் என்ற இடத்திலிருந்தும் வெண்களி அல்லது சைனுக்களி வருகிறது. கூடூரிலிருந்து (Gudur) குவார்ட்சும், ஃபெல்ஸ்பாரும் வருகின்றன. நல்ல வெள்ளைக் களி கேரளாவில் குண்டாராவிலும் (Kundara), திண்டிவனத்தருகே பிரமதேசத்திலும், மற்றும் மைசூர், பீஹார், மத்தியப் பிரதேசம் முதலிய பாகங்களிலும் கிடைக்கின்றன.

2. வெப்பம் தாங்கும் செங்கல்லும், காப்புகளும் (Refractory Bricks and Insulators)

அதிக வெப்பநிலைகளில் உலோகங்களை எடுக்கும், இளக்கும் அடுப்புகளின் பாகங்கள் சேதமடையாவண்ணம் காக்க, அவைகளின் உட்சுவர்களில் அதிக வெப்பம் தாங்கும் செங்கற்கள் பதிக்கப்படுகின்றன. இச் செங்கற்களில் களிமண் தவிரக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கனியங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன:

1. மாக்னசைட் (Magnesite)
2. க்ரோமைட் (Chromite)
3. கிராஃபைட் (Graphite)
4. சிலிகா (Silica)
5. கயனைட் (Kyanite)
6. சில்லிமனைட் (Sillimanite)
7. கல்நார் (Asbestos)

நம் நாட்டில் சுமார் 100 மில்லியன் டன்கள் மாக்னசைட், 1,320,000 டன்கள் குரோமைட் புதைந்துள்ளன எனக் கணக்கிடப்படுகிறது. மைசூர், தமிழ் நாட்டின் சேலம் மாவட்டத்தில் இவை அகப்படுகின்றன. படத்தில் (படம் 128) மைசூரில் தோட்கன்யா என்றவிடத்து டூனைட் பாறைகளில் நீண்ட சுவர்களாகப் பாயும் தூய வெண்மை மாக்னசைட்டைப் பார்க்கலாம். கிராஃபைட் படிவுகள் அவ்வளவு அதிகமாக இல்லை. சிலிகா அல்லது குவார்ட்ஸ், கனியமாகவும், மணற்பாறைகளிலும், மணல்களிலும் உள்ளது. கண்ணாடி, பீங்கான் முதலியன செய்யவும், வெப்பம் தாங்கும் செங்கற்களிலும் சிலிகா பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கயனைட்: பீஹாரில் சிங்பும் மாவட்டத்தில் லாப்சா புரு என்ற இடத்துப் படிவுகள் உலகத்திலேயே மிகப் பெரியதாகக் கருதப்படு

கின்றன. இங்கு சுமார் 750,000 டன்கள் கயனைட் இருக்கலாமென மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

படம் 128

சில்லிமனைட்: அசாமில் சுமார் 250,000 டன்களும், மத்தியப் பிரதேசத்தில் பிப்ரா (Pipra) என்ற இடத்தில் 200,000 டன்களும்,

படம் 129

மைசூர் சித்தல்துர்க்க மாவட்டத்தில் 10,000 டன்களும் சில்லிமனைட் படிவுகள் உள்ளன.

கல்நார் (Asbestos): இக்கனியத்திலிருந்து நார் அல்லது நூல் போன்ற இழைகள் பிரிக்கப்பட்டு, நெருப்பினால் பாதிக்கப்படாத துணிகள் நெய்யப்படுகின்றன. வெப்பம் தாங்கும் சிமிட்டிகள், பலகைகள் (Sheets) தயாரிக்கவும், அமிலங்கள் வடிகட்டவும், மற்றும் பல்வேறு பொறியியல் தொழில்களிலும் கல்நார் பயன்படுகிறது. ஆந்திராவின் கடப்பை, அனந்தபூர் மாவட்டங்களில் உயர்ந்த ரகக் கல்நார் அகப்படுகிறது. கல்நார் சுரங்கவாயிலையும், கல்நார் அமைந்துள்ள கடப்பைப் பகுதி அடுக்குப் பாறைகளையும் படத்தில் (படம் 129) காணலாம். நம் நாட்டில் கல்நாரின் இருப்பு நம் தேவைக்குக் குறைவாகவேயுள்ளது.

3. கண்ணாடித் தொழில்

இத்தொழிலுக்கு வேண்டிய இன்றியமையாத மூலப்பொருள் தனிச் சிறப்புகள் கொண்டுள்ள சிலிகா அல்லது குவார்ட்ஸ் கனிய வகைகள். சாதாரணமாக இவை மணல்களாக அகப்படுகின்றன. பீஹார், ஒரிசா பாகங்களின் ராஜ்மஹால் குன்றுகள், உத்தரப் பிரதேசம், ராஜஸ்தான், மகாராட்டிரம், சென்னை அருகே உள்ள எண்ணூர், தஞ்சை மாவட்டத்தில் வல்லம், இன்னும் பல இடங்களிலும் கண்ணாடி மணல்கள் உள்ளன.

4. வர்ணங்கள் (Paints)

வர்ணங்கள் தயாரிக்க பாரைட் (Barite), இல்மனைட் (Ilmenite), சிவப்பு, மஞ்சள் காவிகளும் (Ochres) பயன்படுகின்றன. பாரைட் ராஜஸ்தானிலும், ஆந்திராவின் கடப்பை மாவட்டத்திலும் அகப்படுகிறது. கேரள, தமிழ் நாட்டுக் கடற்கரை மணல்களில் இல்மனைட் உள்ளது. மத்தியப் பிரதேசம், குஜராத் முதலிய பாகங்களிலும், தமிழ் நாட்டின் திருச்சிராப்பள்ளி, ஆந்திராவின் கர்நூல் மாவட்டங்களிலும் சிவப்பு, மஞ்சள் காவிப்படிவுகள் உள்ளன.

5. மின்சாரத் தொழில்

அப்ரகம், கிராஃபைட் இத்தொழிலில் அதிகமாகப் பயன்படுகின்றன. கிராஃபைட் மின்கல அடுக்குகளிலும், மின்வாய்களாகவும் பயன்படுகிறது. கிராஃபைட், கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைகள், பீஹார் ஒரிசா, கேரளம், மைசூர் முதலிய மாநிலங்களில் கிடைக்கிறது. அப்ரகம் மின்சாரக் காப்பிற்கும் (insulation), அதிக வெப்பத்தைத் தாங்கும் கண்ணாடி போன்ற பொருளாதலால், பெரிய உலைகளின்

(furnaces) கதவுகளில் பொருத்தப்பட்டு எரிபொருளின் (fuel) அளவைக் காண்பதற்கும் உதவுகிறது. பல பொறியியற் கருவிகளுக்கு வேண்டிய உயவுகள் (lubricants) செய்யவும் அப்ரகம் பயன்படுகிறது. பீகாரின் கயா, ஹாசாரிபாக் (Hazaribagh) என்ற மாவட்டங்களில் சுமார் 60 மைல்கள் நீளத்திற்கும், 14 மைல்கள் அகலத்திற்கும் பரவியுள்ள பெக்மடைட் பாறைகளில் ஏராளமான அப்ரகம் அகப்படுகிறது. ராஜஸ்தானிலும், ஆந்திராவின் நெல்லூர் மாவட்டத்திலும், அப்ரகச் சுரங்கங்கள் உள்ளன. சுமார் $\frac{3}{4}$ சதுர அங்குலம் பரப்புள்ள அப்ரகத் தகட்டிலிருந்து 100 சதுர அங்குலங்கள் பரப்புள்ள தகடுகள்வரை பல தொழில்களில் பயன்படுகின்றன.

6. சிமிட்டித் தொழில்

சிமிட்டிக்கு வேண்டிய மூலப்பொருள்கள், களிமண், சுண்ணாம்புக் கல், ஜிப்சம் இம் மூன்றுமேயாம்.

சுண்ணாம்புக் கல்: சுண்ணாம்புக் கற்கள் நம் நாட்டில் எல்லா மாநிலங்களிலும் உள்ளன. ஆண்டிற்குச் சுமார் 4 மில்லியன் டன்கள் சிமிட்டி செய்யப்படுகின்றன. சுமார் 1 மில்லியன் டன் சுண்ணாம்புக் கல் உருக்கு ஆலைகளின் உலோக உலைகளில் பயன்படுகிறது. தமிழ் நாட்டில் தாழையூத்து, மதுக்கரை, டால்மியாபுரம் முதலிய இடங்களில் சிமிட்டி தயாரிக்கப்படுகிறது.

ஜிப்சம்: இத்தொழிற்சாலைகளுக்கு வேண்டிய ஜிப்சம் திருச்சி மாவட்டத்திலிருந்து செல்கிறது. திருச்சி மாவட்டத்தில் சுமார் 15 மில்லியன் டன் ஜிப்சம் இருக்கலாமென நம்பப்படுகிறது. ராஜஸ்தானத்தில் 50 மில்லியன் டன்கள் ஜிப்சம் உள்ளது. ஜிப்சத்திலிருந்து பீகாரின் சிந்திரி (Sindri), கேரளத்து ஆல்வாய் இவ்விடங்களில் அமோனியம் சல்பேட் உரம் தயாரிக்கின்றனர்.

7. கட்டடக் கற்கள் (Building Stones)

கிரானைட், பசால்ட் போன்ற நெருப்புப் பாறைகளும், மணற் பாறை, களிப்பாறைகள் போன்ற படிவுப் பாறைகளும், சலவைக் கற்கள், நைஸ்கள் என்ற உருமாறிய பாறைகளும் கட்டடவேலைகளில் பயன்படுகின்றன. நம் நாட்டில் பலவகைப் பாறைகளின் இருப்பிடங்

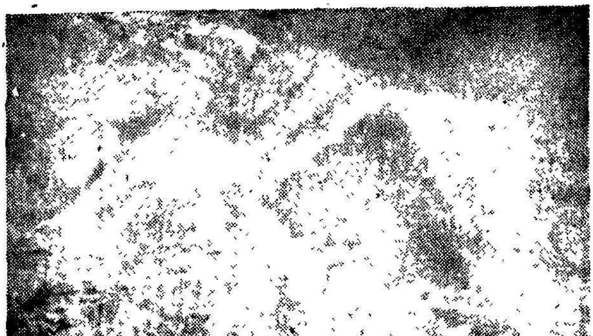
களைப் பற்றிய விவரங்களை அடுக்கு இயலை விளக்கும் அத்தியாயத்தில் காணலாம்.

8. நானாவிதமான தொழில்களில் கனியங்களின் பயன்கள்

ஆபரணங்களாக அமையும் நவரத்தினங்களில் சிறந்தவை பின் வருமாறு:

1. வைரம் (Diamond)
2. புஷ்பராகம் (Topaz)
3. நீலம் (Sapphire)
4. சிவப்பு (Ruby)
5. மரகதம் (Emerald)
6. வைடூரியம் (Lapis Lazuli)

இவைகளும், இவை தவிர மற்றும் பலவகை அழகுக் கற்களும் (precious stones) கனியங்களாலானவையே. வைரம், கிம்பர்லைட் போன்ற எரிமலைக் குழாய்ப் பாறைகளிலும், நீலம், சிவப்பு, மரகதம்,



படம் 130

வைடூரியம் முதலியன சயனைட் போன்ற நெருப்புப் பாறைகளிலும், புஷ்பராகம் மற்றும் பல இனங்கள் பெக்மடைட் பாறைகளிலும் அகப்படுகின்றன.

வைரம், கொரண்டம், கார்னட் முதலிய கனியங்களை உலோகங்கள், மரங்கள் முதலியவைகளை மிருதுவாக்கும் சாணைப் பொருள்

களினும் (Abrasives), பாறைகள், உலோகங்கள், கண்ணாடி போன்ற பொருள்களை வெட்டவும் அறுக்கவும் பயன் படுத்து கின்றனர்.

முகப்பூச்சுக்குப் பயன்படும் தூளில் (Talcum powder) டால்க் உள்ளது. அனந்தபூர் மாவட்டத்துத் தாடுபத்ரி அருகே கடப்பைப் பகுதிகளில் டால்க் மடிப்புகளாக அமைந்துள்ளது (படம் 130). ஜிப்சம், அபடைட், பாஸ்பேட் பாறைகள் முதலியன ரசாயன உரங்கள் தயாரிக்க உதவுகின்றன. இவைபோன்று கனியங்கள் பயன்படுத்தப்படும் சிறு பெருந்தொழில்கள் பலப்பல.

எரிபொருள் கனியங்கள் (Mineral Fuels)

நிலக்கரியும் (Coal), பெட்ரோலியம் அல்லது பாறை எண்ணெயும் (Petroleum) கனிய எரிபொருள்களில் மிகச் சிறந்தவை யாகும்.

நிலக்கரி (Coal)

வெப்பம் அளிக்கவல்ல பொருளாகவும், தொழிற்சாலைகளுக்கு வேண்டிய சக்தி அல்லது திறன் (power) கொடுக்கவல்ல பொருளா கவும் நிலக்கரி பயன்படுகிறது. தாதுக்கனியங்களிலிருந்து உலோகங் களைப் பிரித்தெடுக்கப் பயன்படும் கோக்கு அல்லது கற்கரி (Coke) நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடித்தலின் மூலம் (destructive distillation) கிடைக்கிறது. இம்முறையில் மிகவும் பயனுள்ள துணைப்பொருள் களான (by-products) நிலக்கரி வாயுக்கள், அமோனியா, கீல் எண்ணெய் அல்லது தார் முதலியனவும், மற்றும் பலவும் கிடைக் கின்றன. உலகில் பல இடங்களில் நிலக்கரி அகப்படுவதால், இன்னும் பல நூறு அல்லது ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு மனித சமுதா யத்திற்குப் போதிய அளவு நிலக்கரி உள்ளது என நம்புகின்றனர்.

பழுப்பு நிலக்கரி (Lignite), புகைமிகு நிலக்கரி (Bituminous Coal), அனல்மலி நிலக்கரி (Anthracite) என்ற மூன்று வகை நிலக்கரி வகைகள் உள்ளன. நிலக்கரி உண்டாதல், மற்றும் நிலக்கரி வகைகளின் புவி அமைப்பு இயலைப் பற்றிய குறிப்புகளைப் பாறை யியல் அத்தியாயத்தில் காணலாம். நம் நாட்டில் நிலக்கரி விளைச்சலில் (out put) 83·5 சதவிகிதம் வங்காளம், பீகார், ஒரிசா மாநிலங்களி லிருந்தும், 9 சதவிகிதம் மத்தியப் பிரதேசத்திலிருந்தும், 3·5 சதவிகி தம் ஆந்திராவிலிருந்தும், 2 சதவிகிதம் விந்தியப் பிரதேசத்திலிருந்தும் வருகின்றன. இந்த 98 சதவிகித நிலக்கரி எடுப்பு கோண்டுவானு தொகுதி பாறைகளிலிருந்து நடைபெறுகிறது. மீதி 2 சதவிகிதம்

அசாம், காஷ்மீர், மற்ற நவ உயிர்யுக இமயமலைப் படிவுகளிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது.

நம் நாட்டில் சுமார் 20,000 மிலியன் டன்கள் நிலக்கரி இருப்பு தாகவும், அதில் 5,000 மிலியன் டன்களே உயர்ந்த தரத்தையுடையன எனவும் சிலர் கருதுகின்றனர். எல்லாத் தர நிலக்கரிகளையும் கணக்கிட்டால், மொத்த அளவு சுமார் 60,000 மில்லியன் டன்கள் இருக்க லாம் என்றும் நம்பப்படுகிறது. புது உயிர்யுக நிலக்கரிப் படிவுகளின் அளவு சுமார் 4,500 மில்லியன் டன்கள் என்று கணித்துள்ளனர். சமீபத்தில் மத்தியப் பிரதேசத்திலுள்ள சிங்ராலி (Singrauli) நிலக்கரி வயலில் 432 அடிகள் கனமுள்ள நிலக்கரிப் படிவு கண்டுபிடிக்கப் பட்டுள்ளது. இந்நிலக்கரிப் படிவு (Coal Seam) உலகத்திலேயே இரண்டாவது அதிகக் கனமுள்ளது எனச் சொல்லப்படுகிறது.

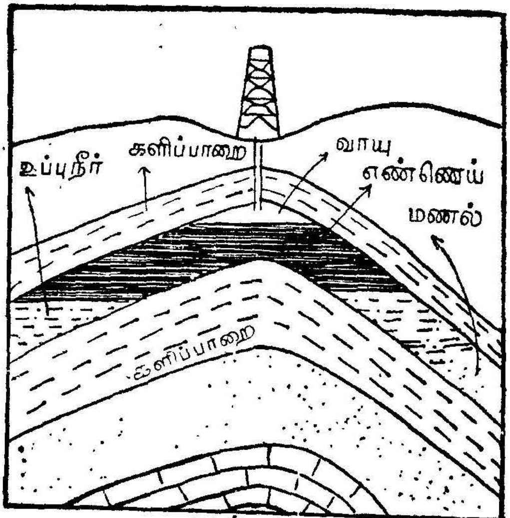
நெய்வேலியைச் சுற்றி 100 சதுர மைல்கள் பரப்பில், மேலும் தென்னார்க்காடு மாவட்டத்தில் சுமார் 2,000 மில்லியன் டன்கள் பழுப்பு நிலக்கரி (Lignite) அகப்படுகிறதெனவும் கணக்கிட் டுள்ளனர்.

பெட்ரோலியம் அல்லது பாறை எண்ணெய் (Petroleum)

எகிப்து, பெர்சியா, ஜப்பான், சீனு நாடுகளில் பழங்காலந் தொட்டுப் பாறை எண்ணெய் பலவிதங்களில் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்திருக்கிறது. பெட்ரோலியம் என்பது கரியும், ஹைட்ரஜனும் பலவிதங்களில் சேர்ந்த சேர்க்கைக் கலப்பு. ஆக்சிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம் முதலிய மூலகங்களும் சிறிதளவில் சேர்ந்துள்ளன. படிவுப் பாறைகளான மணற்பாறை, கலவைக்கற் பாறை, நுண்ணிய இடை வெளிகளுள்ள (porous) சுண்ணும்புக் கற்கள் முதலியவற்றில் எண் ணெய்க் குளங்கள் (Oil pools) அமைந்துள்ளன. கேம்பிரியன் காலத்திலிருந்து பிளையோசீன் காலத்துப் பாறைகள் வரையில் எல்லாக் காலத்து அடுக்குப் பாறைகளிலும் பெட்ரோலியம் அமையப் பெற்ருலும், நவ உயிர் யுகப் பாறைகளில்தான் பெட்ரோலியம் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. டையாட்டம் (Diatom), ஆல்கே (Algae) போன்ற கடல்வாழ் தாவரங்களும், விலங்கினங்களும் மடிந்து, இவைகளின் உடல்கள் அழுகி, உருமாறி, பாறை எண்ணெய் உண்டாகிறது என்பது பலர் கூற்று. கடல் அடியில் உள்ள பாக்டீரியா (Bacteria) அல்லது சண்ணிற்குப் புலப்படா உயிரினங் களின் உதவியால் இம்மாறுதல் ஏற்படுகிறது என்பர் சிலர். படிவுப் பாறைகளில் புதைக்கப்பட்ட பின்பு சில புவி ரசாயன மாறுதல்களின் விளைவால் எண்ணெய் உண்டாவதாகவும் பலர் கருதுகின்றனர்.

இந்த மாறுதல்களில் இயற்கை வாயு உண்டாகிறது. மீதேன் (Methane) என்ற அங்கக அல்லது சேதன (organic) வாயுவே இவ்வியற்கை வாயுவில் அதிக அளவில் உள்ளது. பாறைகளில் உள்ள கனியங்களிலிருந்து வெளிப்படும் கதிர்வீச்சுகள் இம்மாறுதல்களைத் துரிதப்படுத்துவதாக ஆராய்ச்சியாளர் கூறுகின்றனர்.

சுரக்கும் எண்ணெய்த் துளிகள் பல சேர்ந்து எண்ணெய்க் குளம் (Oil pool) உண்டாகிறது. இதற்கு வசதியாகச் சில பாறை அமைப்புகள் உள்ளன. மேல் வளைவு (Anticline) என்ற மடிப்பில் எண்ணெய்க் குளம் தேங்குவது இயற்கை. படத்திற் காட்டியபடி

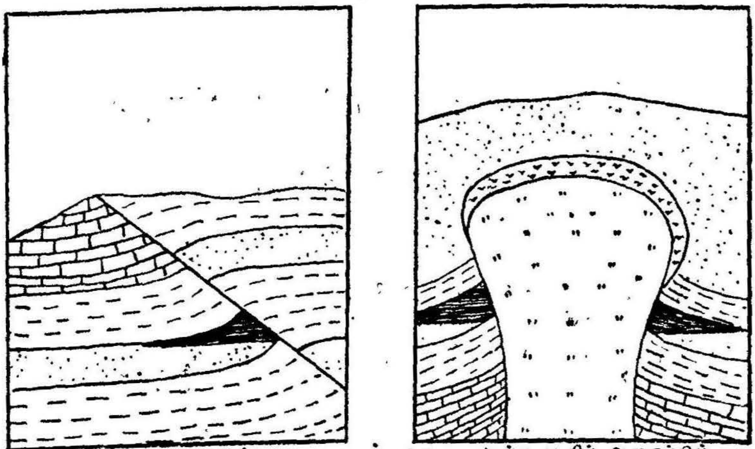


படம்-131
மேல் வளைவு அமைப்பில்-பாறை-எண்ணெய்.

(படம் 131) எண்ணெய்த் தேக்கம் மணற்பாறையில் உள்ளது. எண்ணெயின்கீழ் உப்பு நீர் உள்ளது. எண்ணெய்மீது இயற்கை வாயு உள்ளது. சாய்மானம் குறைவாக உள்ள உறுப்பில் எண்ணெய் அதிகமாகச் சேர்ந்திருப்பதையும் படத்தில் காணலாம்.

பிளவுகள் (Faults), உப்புக் குமிழிகள் (Salt Domes) முதலிய அமைப்புகளிலும் எண்ணெய் தேங்கி நிற்க உதவியாக இருப்பதைப் படங்களில் காணலாம் (படம் 132). இந்தியாவில் பெட்ரோலியம் குஜராத், சிந்து, பலுசிஸ்தானம், பஞ்சாப், அசாம் பிரதேசங்களை இணைக்கும் நீண்ட வளைவான பாகத்தின் நவ உயிர்யுகப் பாறை அடுக்குகளில் கிடைக்கிறது. அசாமின் கச்சார் (Cachar) மாவட்டத்தில் டிக்பாய் (Digboi) என்ற இடத்திலும், மற்றும் நகர்கோடியா,

மோரான், பதர்பூர் என்ற பாகங்களிலும் எண்ணெய்க் கிணறுகள் உள. குஜராத்தில் அங்க்ளேஷ்வர் (Ankleshwar), பரோடா முதலிய விடங்களிலும், அசாமில் சிப்சாகர் (Sibsagar), பஞ்சாபில் ஜ்வாலாமுகி, ஹோஷியாபூர் போன்ற இடங்களிலும், ராஜஸ்தானில் ஜெய்சல்மர் (Jaisalmer) என்ற இடத்திலும் எண்ணெய் இயற்கை



பிளவு அமைப்பில் பாறை-எண்ணெய் படம்-132 உப்பு குழிழ் அமைப்பில் பாறை-எண்ணெய்

வாயுக் குழு (Oil and Naturalgas Commission) என்ற அரசாங்கத் துறையின்கீழ் எண்ணெய்க் கிணறுகள் வெட்டப்பட்டுள்ளன. தமிழ் நாட்டில் காவேரி டெல்டாவில் எண்ணெய் இருக்கிறதாவென அறியப் புவி, பௌதிக சோதனைகள் நடைபெறவிருக்கின்றன.

பாறை எண்ணெய் ஆலைகளில் (Oil-Refineries) துப்புரவு செய்யப்பட்டு, பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய் (Kerosene), டீசல் எண்ணெய், மெழுகு, பிடுமன் (Bitumen) மற்றும் எண்ணற்ற அங்கக அல்லது சேதனப் பொருள்கள் பிரித்தெடுக்கப்படுகின்றன. நம் நாட்டின் தேவையில் ஏழு சதவிகிதத்தையே இன்று எடுக்கப்பட்டு வரும் நம் நாட்டு எண்ணெய்க் கிணறுகள் நிறைவேற்றுகின்றன.

9. பயனுள்ள புவி அமைப்பியல்

(Applied Geology)

இவ்வத்தியாயத்தில் பொறியியல் பிரச்சினைகளில் புவி அமைப்பியல் அறிவு எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதே சிறப்பாக விளக்கப்படுகிறது. கட்டடங்கள் கட்டப்படும் மனையில் எவ்வகையான கட்டடம் கட்டலாம், கட்டடத்தின் பளுவை நிலம் தாங்குமா என்றறியவும், இருப்புப் பாதைகள், சாலைகள், குகைப்பாதைகள் (Tunnels) அமைக்கும் பாகங்களில் மலைச்சரிவுகளின் உறுதித்தன்மைகளை (stability of hill sides) அறியவும், புவி அமைப்பியல் மிகவும் உதவுகிறது. மற்றும், அணைக்கட்டுகள், நீர்த்தேக்கங்கள் (Dams and Reservoirs) நிறுவுமிடத்தும், கட்டடங்களுக்கும் இருப்புப் பாதைகளுக்கும் வேண்டிய கற்களை (building stones and road metals) தேர்ந்தெடுக்கவும், இக்கற்களை வெட்டி எடுக்கவும் (quarrying) புவி அமைப்பியல் மிகவும் பயன்படுகிறது.

கட்டட மனைகள் (Building Sites)

மணல்கள், மணற்பாறைகள், சுண்ணாம்புக் கற்கள் அமைந்துள்ள மனைகள், களிமண், களிப்பாறைகள் இவையுள்ள இடங்களைவிடச் சிறந்தவை எனலாம். களிமண் நிலங்கள் மழைக்காலங்களில் விரிந்து பெருக்கின்றன. வெயிற்காலங்களில் நீரிழந்து சுருங்குகின்றன. இதன் விளைவால் மனையின் பல பாகங்களில் ஒழுங்கற்ற தகைவுகள் பரப்பப்பட்டுக் கட்டடங்களின் சுவர்களில் கீறல்கள், உடைப்புகள் உண்டாகின்றன.

புவி அதிர்ச்சி ஏற்படும் பாகங்களில், கட்டடங்கள் கட்ட வேண்டிய மனைகளைப்பற்றி ஆல்ஃப்ரட் மான்டல் (Alfred Montal)

என்ற அறிஞர் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கருத்துகளைத் தெரிவித்துள்ளார்:

1. திடமான ஒன்றுசேர்ந்த மண்ணடர்ந்த நிலமாக இருக்க வேண்டும்:

2. எளிதில் உதிரும், வேறுபடும் விட்ட அளவுள்ள துகள்கள் கொண்டுள்ள மணற்பாகங்கள் அதிக உயரமில்லாவிடில், தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

3. ஆறுகள், கால்வாய்கள், ஏரி, கடற்கரைகள் அருகில் மனைகளைக் கட்டக்கூடாது.

4. மணல்களின் சாய்வுகளில் மாறுதல்கள் இருக்கக்கூடாது.

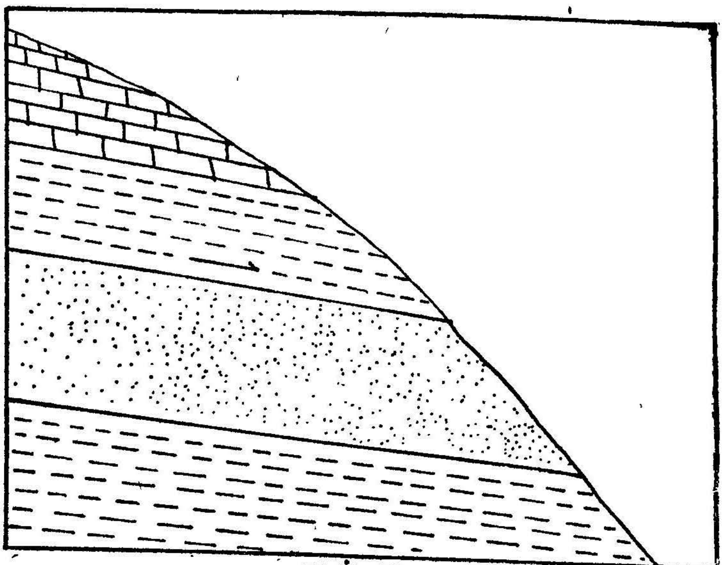
எனவே, பூமியின் மேற்பரப்பு, அதன்கீழ் அமைந்துள்ள மண், பாறை முதலியவற்றின் அமைப்பு, இவைகளைப் பற்றிய உண்மைகளைக் கட்டடம் கட்டுமுன்னர் அறிந்துகொள்ள வேண்டுமென்பது தெளிவாகிறது.

மலைச்சரிவுகளின் உறுதித்தன்மை

இருப்புப் பாதைகள் அமைக்கும்பொழுது, மலைஓரங்களில் பாறைகள், மணல் மூடிகள் (soil covers) இவைகளின் அமைப்பைத் தெரிந்துகொள்ளவேண்டும். இல்லையென்றால் நில, இடப்பெயர்ச்சிகள் (landslides) ஏற்பட்டு, பெரும் பாறைகள் (boulders) பாதைகளில் விழுந்து போக்குவரத்திற்குத் தடை ஏற்படுகிறது. நன்றாக இறுகாத மண் வகைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட பாகையையுடைய சரிவில் தான் இடம்பெயராமல் இருக்கும். இப்பாகை சமநிலைப் பாகை (angle of repose) எனப்படும். இக்கோணம் அல்லது பாகை சாதாரணக் களிமண், பொடிமண் இவைகளில் 25°லிருந்து 45°வரை வேறுபடுகிறது. ஈரமான மண்ணின் சமநிலைப் பாகை 15°—30° வரையிலிருக்கும். மணற்பாறை (sandstone), கலவைக் கற்பாறை (conglomerate) முதலிய பெருந் துகள்கள்கொண்ட (coarse-textured) பாறைகளில் சமநிலைப் பாகை 35° ஆகவும், பலகைப் பாறை (slate), களிமண் பாறை முதலியவற்றில் சமநிலைப் பாகை 28° ஆகவும் உள்ளது.

பாறைகளின் அமைப்பும், மலைச்சரிவுகளின் உறுதித்தன்மையும்:

1. படத்தில் காட்டியவாறு (படம் 133) பாறை அடுக்குகளின் சாய்வுமானம் (dip of the strata) சரிவின் (slope) சாய்வு திசையிலேயே இருந்து சரிவின் சாய்வைவிடக் குறைவாக இருந்தால், சரிவுகள் உறுதியற்றவை (unstable).

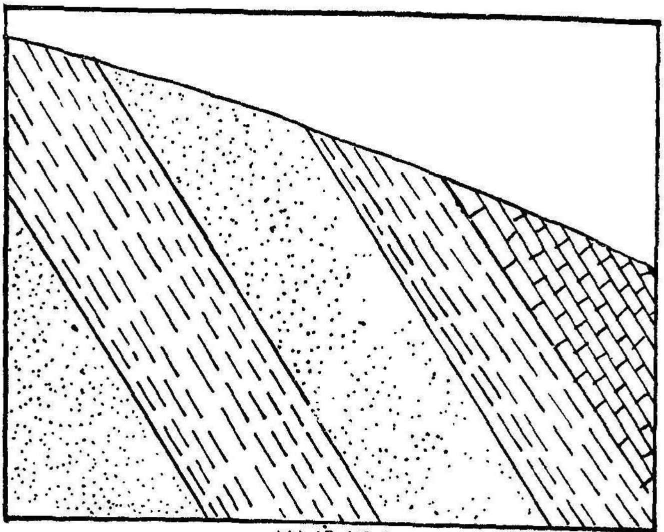


படம்-133.

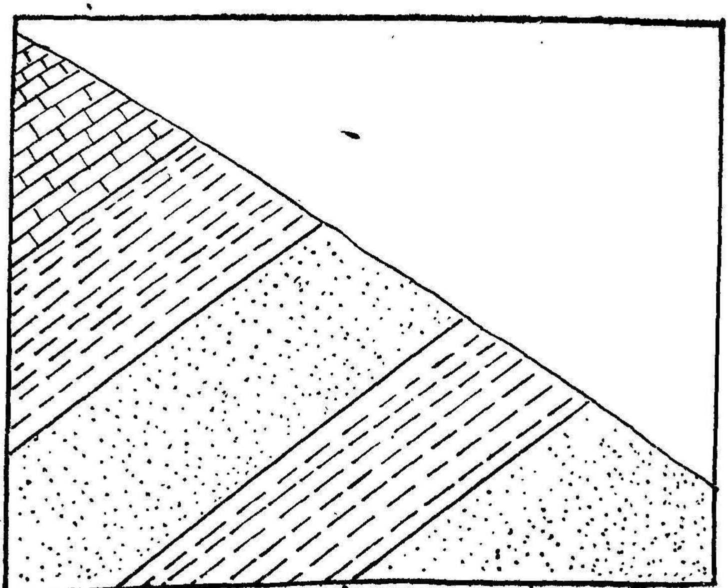
2. பாறைகளின் சாய்வுமானம் அதிகமாக இருப்பின், மலைச் சரிவின் உறுதித் தன்மையைப் (stability) பற்றிக் கவலை வேண்டா (படம் 134).

3. பாறைகளின் சாய்வுமானம் மலைச்சரிவுக்கு எதிர் திசையிலிருப் பினும் சரிவு உறுதியானதே (படம் 135).

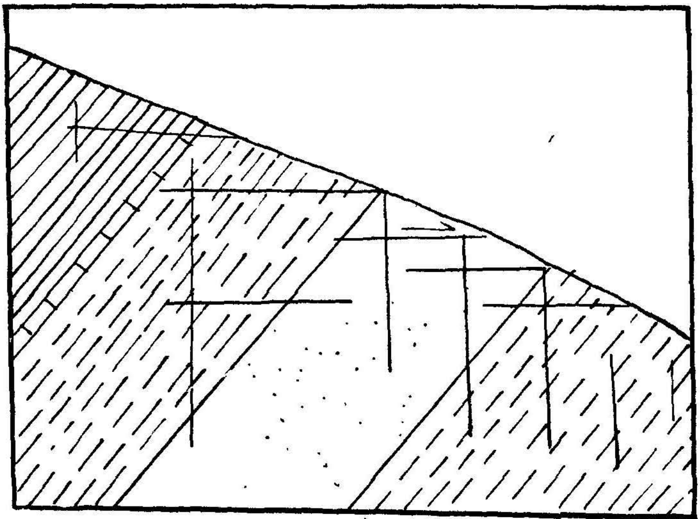
4. ஆயினும், வேறுவிதமான மூட்டுகள், வெடிப்புகள் இருக்கக் கூடாது. அங்ஙனம் இருப்பின் (படம் 136), மிக ஆபத் தாகும்.



படம்-134



படம்-135.



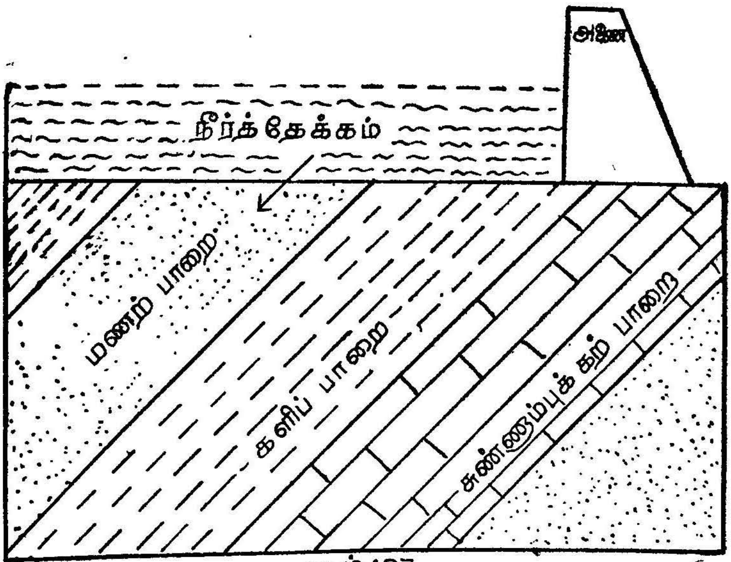
படம் 136

அணைக்கட்டுகளும் நீர்த்தேக்கங்களும்

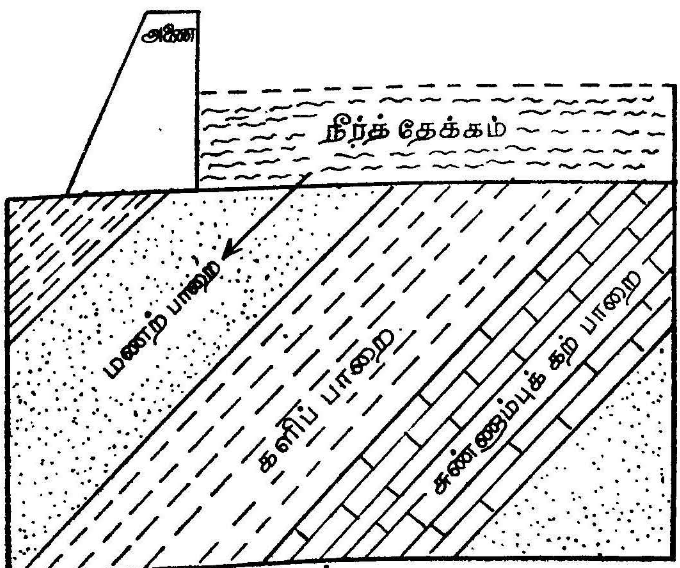
ஆற்றில் பாயும் நீரை ஓரிடத்தில் அணைபோட்டு (Dam) நீரைத் தேக்கி வைத்து (Reservoir) மின்சக்தி உண்டாக்கவும், பாசனங்களுக்கு வேண்டிய நீரைச் சேமித்து வைத்துக் கால்வாய்கள் மூலமாக வயல்களுக்குப் பரிமாறவும் பயன்படுத்துகின்றனர் பொறியியல் வல்லுநர்கள். அணை கட்டுமிடத்திலும், நீர்த்தேக்கம் அமையும் பாகத்திலும் பாறைகளின் அமைப்பு, நிலைமை இவைகளை அறிதல் மிக அவசியமாகும்.

நீர்த்தேக்கம் அமையும் இடங்களில் அதிகமான கீறல்கள், வெடிப்புகள் இருப்பினும், சுண்ணும்புக் கற்கள், மணற்படிவுகள் போன்ற நீரை இழுக்கும் பாறைகள் இருப்பினும், தகுந்த தற்காப்பு முறைகளைப் பொறியியலாளர்கள் எடுத்துக்கொள்ளல் வேண்டும். சிலவிடங்களில் ஆற்று நீர் கொண்டுசெல்லும் படிவுகளே (sediments) நீர்த்தேக்கங்களைச் சிறிது காலங்களிலேயே நிரப்பி விடுவதும் உண்டு. அணைகள் அமையும் இடங்களில் இறுகாத பாறைக்களங்களிருப்பின், அதற்கேற்ப மண் அணைக்கட்டுகள் (earth dams) அமையவேண்டும். கடினமான பாறைகளில் அணைகள் அமைந்தாலும், பாறைகளின் சாய்வுமானம் நீர்த்தேக்கங்களை நோக்கியிருத்தல் நலம் (படம் 137). அணையை அடுத்து நீரை இழுக்கும் (porous)

பாறைகள் நீர்த்தேக்கத்திலிருந்து விலகிச் சாய்ந்திருக்குமானல், படத்திற் காட்டியபடி (படம் 138) நீர் தேங்குவது அரிதாகும்.



படம்-137

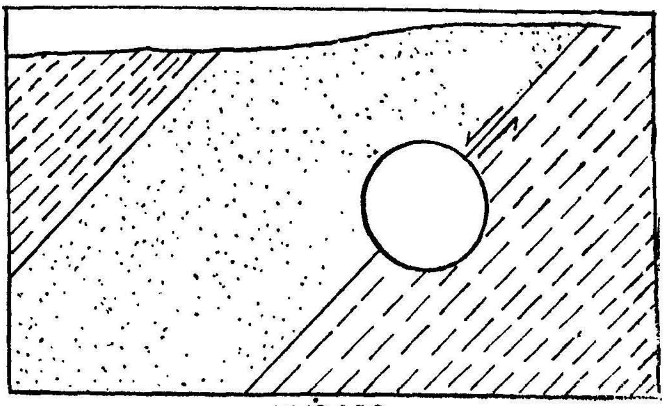


படம்-138.

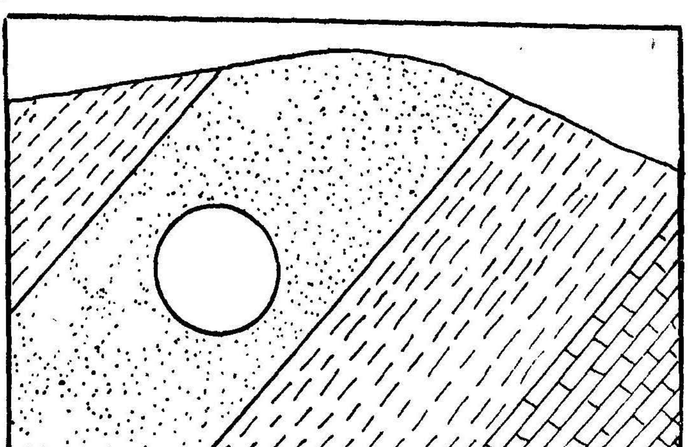
மலைக்குகைப் பாதைகள் (Tunnels)

ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குச் சில இடங்களில் மலைகளைச் சுற்றி வளைத்துப் புகைவண்டிப் பாதை (Railway) அமைக்க வேண்டிய நிலை ஏற்படும். கால்வாய் நீர் எடுத்துச் செல்வதிலும் அதே நிலை ஏற்படும். இக்குறையை நீக்க மலைக்குகைப் பாதைகள் அமைக்கின்றனர்.

இணைப்பு இல்லாத பொடி பருமணற்பாங்கான இடங்களில் அமைக்கப்படும் குகைப்பாதைகளில் தகைவுகளைத் தாங்கவல்ல

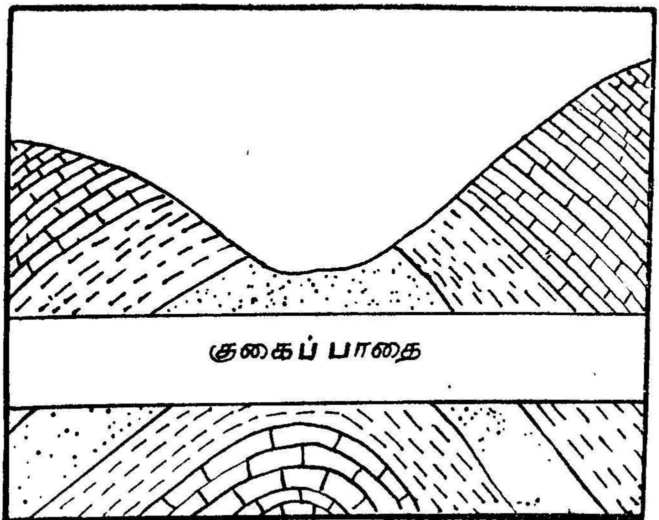


படம்-139

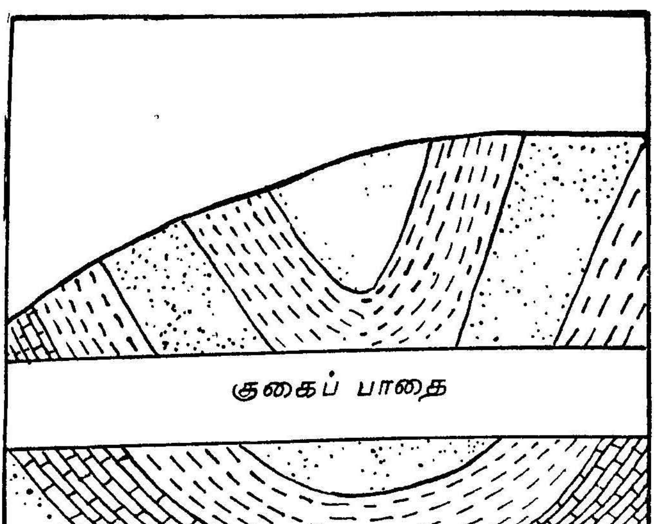


படம்-140

வளைவுகள் (Arches), உள் அணைப்புகள் (Linings) கட்டப்படுகின்றன. கிரானைட், பசால்ட் போன்ற பாறைகளில் குகைப் பாதைகள் அமைப்பது எளிது. ஆனால், படிவுப் பாறைகளில்



படம்-141



படம்-142

அமைக்கும்பொழுது, தீர ஆராய்ந்து அமைக்கவேண்டும். படிவுப் பாறைகளின் தளவெட்டிற்கு (Strike) இணையாகக் குகைப்பாதைகள் அமைவதால், ஒரேவிதமான பாறையின் திறன், அமைப்பு இவைகளையே சரிபார்க்க வேண்டியிருக்கும். தளவெட்டிற்குக் குறுக்காகப் பலவிதப் பாறைகள் அகப்படுமாதலால், பிரச்சினைகள் பல எழும்.

தளவெட்டிற்கு இணையாகக் குகைப்பாதைகள் அமைக்கும்பொழுதும், அவை படத்திற் காட்டியபடி இரண்டு பாறைகளில் (படம் 139) அமையக்கூடாது. குகைப்பாதை, பாதி மணற்பாறையிலும், பாதி களிப்பாறையிலும் உள்ளது. இவ்விரண்டு பாறைகள் சேரும் தளம் வழுக்கக்கூடியது. மழை பெய்யுங்கால், இன்னும் நிச்சயமாகப் பாறைகள் நகரும். இம்மாதிரியான இடங்களில் அதிகத் திறனுள்ள மணற்பாறைக்குள் மாத்திரம் குகைப்பாதை (படம் 140) அமைந்தால் ஐயமில்லை. மடிப்புகள் உள்ள பாறைகளில் மேல் வளைவின் (anticline) குகைப்பாதைகளிருக்கலாம் (படம் 141).

ஆனால், கீழ்வளைவுகளில் (syncline) அதிக அழுக்கத்தில் நீர் சுரக்க வழியுண்டு (படம் 142). எனவே, இவ்வளைவுகளிருக்குமிடங்களை விட்டு விலகிப் பாதைகள் செல்லவேண்டும்.

கட்டடக் கற்கள் (Building Stones)

கட்டடங்கள் கட்டப் பயன்படும் பாறைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சிறப்புக் குணங்கள் உடைத்தாயிருத்தல் வேண்டும்:

1. அதிக வலுவுள்ள (strength) பாறைகள் அதிக அளவு அழுக்கும் தகைவுகளுக்கு (compressive stresses) ஈடு கொடுக்கின்றன. நெருப்புப் பாறைகள் படிவுப் பாறைகளைக்காட்டிலும் அதிக வலுவுள்ளவை. பாறைகளில் ஈரமிருக்குமானால், அவைகளின் வலு குறைவு.

2. கடினத்தன்மை அதிகமாக உள்ள கனியங்களைக்கொண்ட பாறைகள் அதிகப் போக்குவரத்துள்ள (traffic) பாதைகளில் பதிக்கப்படுகின்றன. குவார்ட்சைட் பாறையில், குவார்ட்ஸ் கனியங்கள் நன்கு இணைந்திருப்பதால், மணற்பாறையைவிட அப்பாறை உறுதியானது.

3. மற்றும், அதிக அழுத்தம் (toughness), இடைவெளிக் (porosity) குறைவு, வானிலைச் சிதைவை எதிர்க்கும் திறன் (durability) முதலிய குணங்களும் கவனிக்கப்பட வேண்டும்.

தமிழ் நாட்டின் கட்டடக் கற்கள்

கிரானைட், சார்னகைட், நைஸ் பாறைகள் முதலியன தமிழ் நாட்டில் பெரும்பாலும் கட்டடங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. கிழக்குக் கடற்கரை ஓரங்களில் சில இடங்களில் மணற்பாறைகள் பயன்படுகின்றன. கோண்டுவானு தொகுதியைச் சார்ந்த பல நிற மணற்பாறைகள் செங்கற்பட்டு மாவட்டத்தில் அகப்படுகின்றன. சலவைக் கற்கள் பெரும்பாலும் வட இந்தியாவில் ஜபல்பூர் அருகிலும் (படம் 87), ஆந்திராவிலும், ராஜஸ்தானிலும் உள்ளன.

சாலைகள் அமைக்கும் கற்கள்
(Road Metals)

சாலைகள் அமைக்கப் பயன்படும் பாறைகள் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ள குணங்களை உடைத்தாயிருத்தல் நலம்:

1. பாறைகளின் கனியங்கள் ஒன்றையொன்று பிணைத்துக் கொண்டிருக்கவேண்டும்.

2. கனியங்களின் துகள்களின் விட்டம் நான்கு மில்லி மீட்டருக்கு அதிகமாகவும், இருபத்துமூன்று மில்லி மீட்டருக்குக் குறை வாகவும் இருக்கவேண்டும்.

3. கனியங்களின் அளவுகள் (sizes) அநேகமாக ஒரே மாதிரி யிருத்தல் மிக நன்று.

4. பாறைகள் கடினத்தன்மை அதிகமுள்ளனவாகவும், அழுத்த முள்ளனவாகவும் (tough) இருக்கவேண்டும்.

5. பாறைகள் அதிகத் துப்புரவாக இல்லாமலும், அதிக வானிலைச் சிதைவு அடையாதவையாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

6. பாறைகளின் அடர்த்தி எண் சற்று அதிகமாகவே இருப்பின், நல்லது.

7. பாறைகளின் சில கனியங்கள் ரசாயன மாறுதல்கள் அடைந்து, பிணைக்கும் அல்லது இறுக்கும் திறன் (cementing value) அதிகமாவதும் சிறந்ததே.

8. சாலை அமைப்பில் தண்ணீர் பயன்படுத்தப்பட்டால் 'டால ரைட்' போன்ற எரிமலைப் பாறைகள் மிக்க பயன்தரும்.

9. தார் (Tar) அல்லது கீல் பயன்படுத்தப்படும் சாலைகளில் சுண்ணும்புக் கற்கள் குவார்ட்சைட் பாறைகளைவிட அதிக மாக ஒட்டிக்கொள்வதால், சுண்ணும்புக் கற்களையே பயன் படுத்தலாம். கிரானைட், சார்னகைட் பாறைகளும் நல்ல பலன்களையே அளிக்கின்றன.

10. அதிகமான பளு ஏற்றிச் செல்லப்படும் பாதைகளில், குவார்ட் சைட், சலவைக்கல் பாறைகளைப் பயன்படுத்தக்கூடாது.

தமிழ் நாட்டின் சாலைக்கற்கள் (Road Metals)

கிரானைட், சார்னகைட், குவார்ட்சைட், நைஸ் பாறைகள் அதிக அளவில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இராமநாதபுர மாவட்டத்தில் காணும் முருகைச் சுண்ணும்புக் கற்களும் (Coral limestone), வட, தென்னர்க்காட்டு மாவட்டங்களில் அகப்படும் கங்கர் (Kankar) என்ற சுண்ணும்புக் கல்லும் சிறந்த சாலைக்கற்களாகும்.

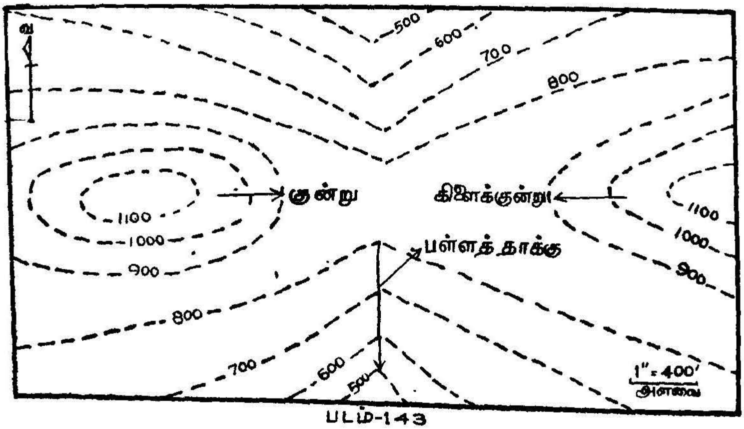
10. புவி அமைப்பியல் படம் தயாரித்தல்

(Geological Mapping)

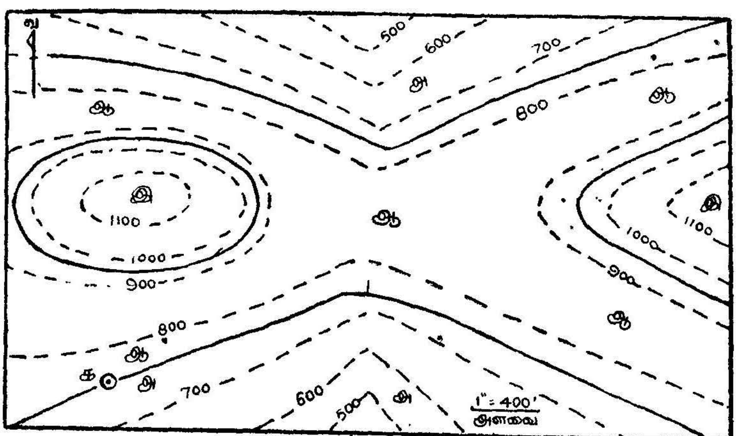
இடவிவரப் படம் ஒன்றை (Topographic Map) ஆதாரமாகக் கொண்டு, அதில் புவி அமைப்பியல் புள்ளிவிவரங்கள் வரையப்படு மாயின், அது புவி அமைப்பு இயல் படம் (Geological Map) ஆகும். இடவிவரப் படத்தில் உள்ள கான்டூர்கள் அல்லது சமஉயரக் கோடுகள் (contours), நிலப்பரப்பின் மேடு பள்ளங்களையும், பல நில உருவங்களையும் தெளிவுபடக் காட்டுகின்றன. படத்தின் மற்றச் சிறப்பான அம்சங்கள் அதன் அளவையும் (scale), திசைக்குறியும் ஆகும். படத்தின் அளவையை 1″—1000 அடி எனக் குறிப்பிட்டால், பூமியின் மேற்பரப்பில் இரண்டு இடங்களுக்கு இடையில் உள்ள தூரம் 1000 அடிகள் என்றால், படத்தில் அவ்விடங்களுக்கு இடையில் உள்ள தூரம் 1 அங்குலமிருக்கும்.

சமஉயரக் கோடுகள் என்பன கிடைநிலைத் தளங்கள் (horizontal planes) பல உயரங்களில் பூமியின் மேற்பரப்பைத் தொடும்பொழுது ஏற்படும் கோடுகள். கடல்வட்டத்தைத் தரவு மட்டமாகக் (datum level) கொண்டு, கடல் மட்டத்திற்கு மேல் நூறு அடிகள் உயரத்தில் ஒரு கிடைநிலைத் தளம் நிலப்பரப்பை வெட்டுமானால், அச் சம உயரக் கோடு நூறு அடி கான்டூர் அல்லது சமஉயரக் கோடு ஆகும். குன்றுகள் (hills), பள்ளத்தாக்குகள் (valleys), கிளைக் குன்றுகள் (spurs) இவைகளைச் சித்திரிக்கும் சமஉயரக் கோடுகளைப் படத்தில் (படம் 143) காணலாம். ஒரு சமஉயரக் கோட்டிற்கும், அடுத்த சமஉயரக் கோட்டிற்கும் இடையிலுள்ள உயர அளவு (contour interval) ஓர் இடவிவரப் படத்தில் ஒரே அளவாக இருக்கும். படம் 143 -ல் கான்டூரின் இடை உயர அளவு நூறு

இந்த இடவிவரப் படத்தில் புவி அமைப்பியல் குறிப்புகள் எவ்வாறு புகுத்தப்படுகின்றன வென்று இனிப் பார்ப்போம். முதலில், மிகவும் எளிதான கிடைநிலை அமைப்பையுடைய படிவுப் பாறைகள் எவ்வாறு படத்தில் காட்டப்படுகின்றனவென்று அறிவோம். அ, ஆ,



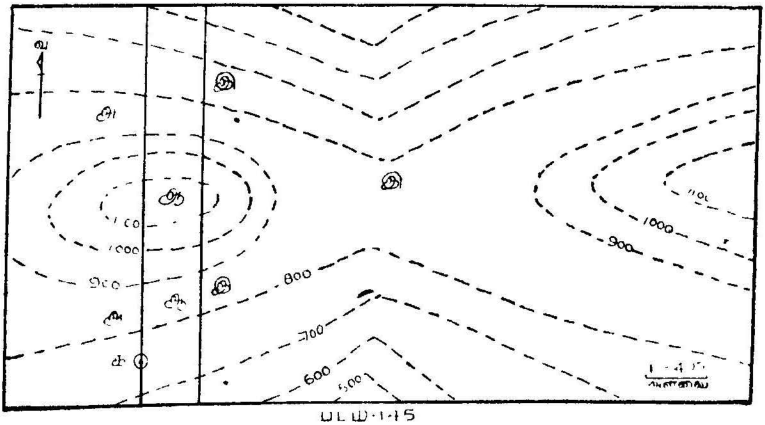
படம்-143



படம்-144.

இ என்ற மூன்று அடுக்குகள் (strata) ஒரு பிரதேசத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். அ—ஆ பாறைகள் சேரும் தளங்களை (contacts) எளிதில் அடையாளம் கண்டுகொள்ளலாம். இத்தளங்களின் வெளித் தெரிதலை, கோடுகள் (outcrop lines) மூலமாகப் படத்தில் காட்ட இயலும். இப்பிரதேசப் படத்தில் (படம் 144) 'க' என்ற இடத்தில் அ—ஆ சேருமிடம் தெரிவதாகவும், 'ஆ' அடுக்கின் உயரம் 200

அடிகள் எனவும் வைத்துக்கொள்வோம். 'க' என்ற இடம் 750 அடி உயரத்தில் இருக்கிறது. அ—ஆ தெரிதற்கோடும் 750 அடி கான்டூர் மீதே தெரியும். ஆ—இ தெரிதற்கோடு 950 அடி கான்டூர் மீது தெரியும். அதாவது, ஒரு புவி அமைப்பியல் படத்தில் பாறைகளின்



படம் 145

வெளித்தெரிதற்கோடுகள் இடவிவரப் படத்தின் கான்டூர்களுக்கு இணையாக இருப்பின், அப்பிரதேசத்தில் பாறைகள் கிடைநிலையில் கிடக்கின்றன என்று பொருள்.

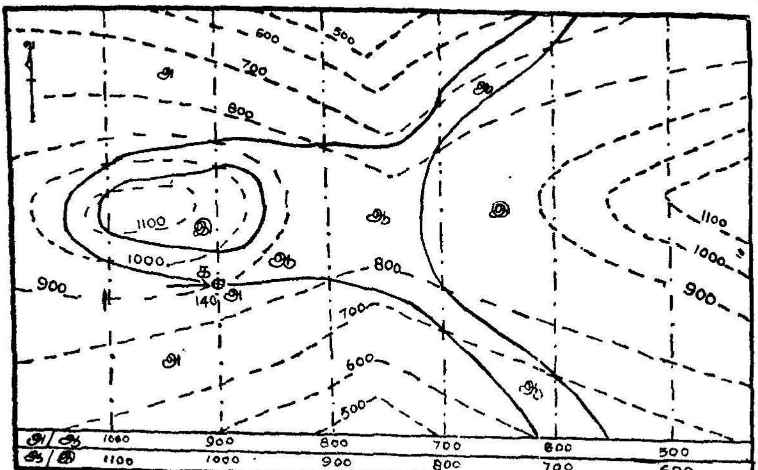
செங்குத்தாக அமைந்த பாறைகள் (Vertical Strata)

அ, ஆ, இ என்ற பாறைகள் செங்குத்தாக இருப்பின் (vertical), அவைகளின் தெரிதற்கோடுகள் அவைகளின் தளவெட்டிற்கு (strike) இணையாக நேர்கோடுகளாக அமைகின்றன. நில உருவம் எவ்வகையிலும் இருக்கலாம். இவ்வுண்மையைப் படம் 145 விளக்குகிறது.

சாய்வான அடுக்குப் பாறைகள் (Inclined Strata)

ஓரிடத்தில் பாறைகளின் சாய்மானக் கோணம், திசை (magnitude and direction of dip) தெரிந்தால், அப்பாறைகளின் வெளித்தெரிதற்கோடுகளைக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள முறையைப் பின்பற்றிப் பூர்த்தி செய்யலாம். கொடுக்கப்பட்ட பிரதேசப் படத்தில் (படம் 143), 'க' என்ற இடத்தில் அ—ஆ என்ற பாறைகள் சேருமிடம் தெரிவதாகக் கொள்வோம். அங்கு அப்பாறைகள் 14° கிழக்கு நோக்கிச் சாய்மானம் உள்ளனவாகவும் வைத்துக்கொள்வோம்.

பாறை அமைப்பியல் அத்தியாயத்தில் தெரிந்துகொண்டபடி, தள வெட்டுக் கோடு (strike) அ—ஆ பாறைத் தளத்திற்கு 'க' என்ற புள்ளி மூலமாகத் தென்வடலாக அமையும். இந்தப் படிவுத்தள சம உயரக் கோட்டின் (stratum contour) உயரம் 900 அடியாகும். பாறைகளின் சாய்மானம் கிழக்காக 14° அல்லது முக்கோணக் கணித விதிப்படி (trignometry) $\frac{1}{4}$ என்ற விகிதத்தில் இருக்கிறது. அதாவது 800 அடிக் கோடு (strike) 900 அடிக் கோட்டிலிருந்து கிழக்காக 400 அடித் தூரத்தில், அதாவது 1″—400′ அளவையுள்ள படத்தில் 1 அங்குலத் தூரத்தில் அமையும். இதுபோன்று 700 அடி, 600 அடி, 1000 அடிக் கோடுகளையும் வரையலாம். ஒரே உயரமுள்ள இடவிவர சமஉயரக் கோடுகளும், படிவுத்தளச் சமஉயரக் கோடுகளும் வெட்டும் இடங்களில் அ—ஆ பாறைத்தளம் தெரியும். இப்



படம்-146

1″ = 400′ அளவை.

புள்ளிகளை இணைத்து வெளித்தெரிதற் கோட்டை எளிதில் வரையலாம். 'ஆ' என்ற பாறையின் உயரம் 100 அடி எனவும், ஆ-வுக்கு மேல் 'இ' பாறை இருப்பதாகவும் வைத்துக்கொள்வோம். 'க' என்ற புள்ளி வழியாகச் செல்லும் ஆ—இ என்ற தளவெட்டின் (strike) உயரம் 1000 அடியாகும். இது போன்று மற்றக் கோடுகளின் அளவுகளும் 100 அடிகள் அதிகமாகும். பின்னர் அ-ஆ தெரிதற் கோடு வரைந்த மாதிரியே, ஆ—இ தெரிதற்கோட்டையும் வரையலாம்.

மேலே விவரிக்கப்பட்ட முறைகளைப் படம் 146 விளக்குகின்றது.

இன்னும் இதுபோன்று பாறைகளில் காணப்படும் பலவகை மடிப்புகள், படிவுத் தடைகள் (unconformities), பிளவுகள் (faults), நெருப்புப் பாறைகளின் பல்வேறு நுழைவு அமைப்புகள் (intrusive forms) புவி அமைப்பியல் படங்களில் மிகவும் அழகாகவும் அளவாகவும் சித்திரிக்கப்பட்டுள்ளன. பல பக்கங்களுக்குக் குறிப்புகள் எடுத்து வருணிப்பதைவிட, அவைகளைத் தெளிவாகத் தெளிய ஒரு புவியியல் படத்தில் காட்டலாம்.

இந்நூலாசிரியர் தயாரித்துள்ள புவி அமைப்பியல் படத்திலிருந்து (படம் 27) சேலம் மாவட்டச் சங்ககிரி துர்க்கத்தை அடுத்த பாகங்களில் உள்ள கிரானைட், நைஸ், சுண்ணும்புக் கல் போன்ற பாறைகளில் சாய்மானத் திசைகளிலிருந்து, அப்பாறைகளின் அமைப்பு ஒரு நீண்ட டோம் மடிப்பு (dome fold) என்பது தெரியவருகிறது. பாறைகளின் சாய்மான விவரங்களைச் சேகரித்துப் படத்தில் அப்போதைக்கப்போது வரைந்து, முடிவில் இந்த அமைப்பைக் கண்டுபிடிக்க ஆசிரியருக்குச் சுமார் ஆறு மாதங்கள் பிடித்தன.

11. இந்தியாவில் புவி அமைப்பியல் வளர்ச்சி

பண்டைய காலத்து இந்தியர்கள் உலோகங்களின் பல பயன்களை அறிந்திருந்தனர். வேதகாலத்தில் செம்பு, பொன், வெள்ளி, இரும்பு போன்றவை வெட்டியெடுக்கப்பட்டன. இன்று மகத்தான சுரங்கங்களாகக் காட்சியளிக்கும் மைசூரிலுள்ள கோலார் தங்க வயல்களும், பீஹாரில் உள்ள சிங்பும் செம்பு, தாதுச் சுரங்கங்களும், ராஜஸ்தானத்துச் சவார் காரீய-துத்தநாகக் கனியச் சுரங்கங்களும், தமிழ் நாட்டுச் சேலம் மாவட்ட இரும்புத் தாதுக்களும் பழங்காலந் தொட்டு அவ்வப் போது நம் முன்னோர்களால் பயன்படுத்தப்பட்டுவந்தவையே.

ஆனால், இன்று எண்ணற்ற உலோகங்களும், உலோகக் கலவைகளும் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக நம் வாழ்க்கையின் பல துறைகளில் மிக்க இன்றியமையாதவையாக இருக்கின்றன. உலோகக் கலப்பற்ற கனிகள் (non- metallic minerals) சிமின்ட், பீங்கான், கண்ணாடி, வெப்பம் தாங்கும் ஆலைச் செங்கற்கள், வர்ணப் பூச்சுகள், உரங்கள் முதலியன தயாரிக்கும் தொழில்களில் மூலப் பொருள்களாக உள்ளனவென்பதையும், பொருளாதாரப் புவியியல் அத்தியாயத்தில் படித்தோம். அரிதான அணுச்சக்திக் கனியங்களின் ஆற்றலை என்னவென்பது?

நம் நாட்டில் கி. பி. 1851 ஆம் ஆண்டு இந்தியப் புவி அமைப்பு இயல் சர்வே (Geological Survey of India) என்ற ஒரு துறை மத்திய அரசாங்கத்தின்கீழ் நிறுவப்பட்டது. தாமஸ் ஓல்டாம் (Thomas Oldham) என்ற டப்ளின் பேராசிரியர் அத்துறையின் மேற் கண்காணிப்பாளராக வேலையில் அமர்ந்தார். சுமார் இருபத்தைந்து ஆண்டுகளுக்குப்பின், கி. பி. 1877-ல் நம் நாட்டின் ...

இயல் படம் ஒன்று 1″—64 மைல்கள் என்ற அளவைக்கு (scale) முதன் முதலாகத் தயாராகியது. தொடக்கத்தில், பல ஆண்டுகளுக்குச் சர்வேயைச் சேர்ந்த இயலாளர்கள் நம் நாட்டின் பீஹார், மற்றும் பல பகுதிகளில் உள்ள நிலக்கரிப் படிவுகளையே ஆராய்ந்து, அப்பிரதேசங்களின் படங்களைத் தயார்செய்வதில் முனைந்திருந்தனர். அக்காலங்களில் சர்வேயில் பணியாற்றிய அலுவலர்களின் அவதிகள் கணக்கிலடங்கா. அவர்கள் குதிரைகள், ஒட்டகங்கள், யானைகள் முதலியனமீது சவாரி செய்து பலவிடங்களைக் கடக்கவேண்டியதாக இருந்தது.

ஓல்டாம் அவர்களுக்குப்பின் மெட்லிகாட் (Medlicott) என்பவர் பதவி ஏற்றார். அவர் காலத்தில்தான் சர்வே அலுவலர்களின் ஆராய்ச்சிக் குறிப்புகள் ஏடுகளாக அச்சடிக்கப்படத் தொடங்கின. மற்றும், 1880-ல் அவரது பதவிக் காலத்தில் பி. என். போஸ் (P. N. Bose) என்ற முதல் இந்தியர் சர்வேயில் உயர்ந்த பதவியுள்ள அலுவலராக வேலையேற்றார். பின்னர், டாக்டர் டபிள்யூ. கிங் (Dr. W. King), கிரீஸ்பாஷ் (Griesbach), ஸர் தாமஸ் ஹாலந்து (Sir Thomas Holland) என்ற ஆங்கிலேயர்கள் புவி அமைப்பு இயல் சர்வேயில் மிக ஆர்வத்துடன் பணி புரிந்தனர். அவர்கள் எழுதி வைத்துள்ள நினைவேடுகளே (Memoirs) அதற்குச் சாட்சிகளாம். இன்னும் ப்ரூஸ் ஃபுட் (Bruce Foote), மிடில்மிஸ் (Middlemiss), ஹிரான் (Heron), ஹேடன் (Hayden), கூல்சன் (Coulson), டன் (Dunn), ஃபெர்மர் (Fermor), ஸ்மீத் (Smeeth), ஆடன் (Auden), கீ (Gee), பாஸ்கோ (Pascoe), ஃபாக்ஸ் (Fox), வெஸ்ட் (West) இன்னும் பல ஆங்கிலேயப் புவி அமைப்பு இயலாளர்களின் மகத்தான பணிகள் மறப்பதற்கரியவை.

சர்வேயில் இரண்டாவது உலகப் போர் முடிவில், இருபத்து நான்கு புவி அமைப்பு இயலாளர்களிலிருந்தனர். ஆனால், 1947-ல் அவர்களின் எண்ணிக்கை நாற்பிருப்பத்தாருகப் பெருகிற்று. 1951-ல் சர்வேயின் நூற்றாண்டு விழாவும் கொண்டாடப்பட்டது. 1954-ல் அவர்கள் எண்ணிக்கை இருநூற்று இருபத்து நான்காக வளர்ந்துள்ளது. பின்னர், தமிழ் நாட்டைச் சேர்ந்த டாக்டர் எம். எஸ். கிருஷ்ணன் என்பவர் புவி அமைப்பியல் சர்வேயின் முதல் இந்திய இயக்குநர் பதவி ஏற்றார். 1955 முடிவில் 1 அங்.—1 மைல் அளவையில் (scale) நம் நாட்டின் நிலப்பரப்பில் இருபத்து நான்கு சதவிகிதத்திற்குப் புவி அமைப்பியல் படம் தயாரிக்கப்பட்டது. அவ்வேலை இன்றும் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. கனியங்களை ஆராயவும், பொறியியல் திட்டங்களுக்கு ஆலோசனைகள் கூறவும், நிலநீர் பிரச்சினைகளை ஆராயவும் (ground water problems) புவி பௌதிக

சர்வே (geophysical survey) நடத்தவும், பல பிரிவுத்துறைகள் இன்று சர்வேயில் இயங்குகின்றன. சர்வே அலுவலர்களின் ஆராய்ச்சி வருணனைகளை அவ்வப்போது வெளிவரும் நினைப் பேடுகள் (memoirs), ஆவணங்கள் (records), குறிப் பிதழ்கள் (bulletins), மற்றும் 'இந்தியக் கனியங்கள்' (Indian-Minerals), 'இந்தியாவில் தொல்லுயிரியல்' (Palaeontologia Indica) என்ற பல பிரசுரங்களில் காணலாம். இன்று, அநேகமாக ஒவ்வொரு மாநில அரசாங்கத்திலும் புவி அமைப்பியல் துறை நிறுவப்பட் டுள்ளது. அணுச்சக்தி ஆராய்ச்சி ஆய்வுக்குழு (Atomic Energy Commission), எண்ணெய், இயற்கைவாயு ஆய்வுக்குழு (Oil and Naturalgas Commission), இந்தியச் சுரங்கப் பீரோ (Indian Bureau of Mines), நீர் தேடும் குழாய்க் கிணறு ஸ்தாபனம் (Exploratory Tube Wells Organisation) முதலிய இந்திய அரசாங்கத் துறை களிலும், தனியார் சுரங்கங்களிலும் அநேக புவி அமைப்பு இயலாளர் கள் சேவை செய்கின்றனர். காசி, கல்கத்தா, கரக்பூர், நாக்பூர், மைசூர், சென்னை, அண்ணாமலை இன்னும் பல பல்கலைக் கழகங்களில் புவி அமைப்பு இயல் போதிக்கப்படுகிறது. ஆராய்ச்சிகள் பல நடக்கின்றன. தமிழ் நாட்டில் சென்னை, சிதம்பரம், திருச்சி, சேலம், காரைக்குடி இவ்விடங்களிலுள்ள கல்லூரிகளில் இவ்வியல் பாடமாக வுள்ளது. தகுந்த புவியமைப்பியலாளர்களை உருவாக்கி நம் நாட் டின் பணிக்கு அளிக்கவேண்டிய கடுமையான பொறுப்பு, நம் நாட்டுக் கல்லூரிப் பேராசிரியப் பெருமக்களதேயாம்.

கலைச்சொல்லகராதி

(GLOSSARY)

(தமிழ்-ஆங்கிலம்)

அ

அங்ககப் பொருள் — Organic matter
அச்சு — Axis
அச்சுச் சாய்வுடைய மேல் வளைவு — Plunging anticline
அடர்த்தி எண் — Specific gravity
அடிச்சுவர் — Foot wall
அடி ஆழ — Plutonic
அடி நிலக் குகை — Underground cave
அடிநில நீர் — Underground water, ground water
அடிமண் — Subsoil
அடுக்கு — Stratum
அடுக்கியல் — Stratigraphy
அப்ரகம் — Mica
அமைப்புத் தரம் — Texture
அரிப்பு மலைகள் — Erosional mountains
அருவி — Water-fall
அலைகள் வெட்டிய மேடை — Wave cut platform
அலைச் சுவடுகள் — Ripple marks
அலைச்சுருள் கொள்கை — Tidal filament hypothesis
அனங்ககப் பொருள் — Inorganic matter

ஆ

ஆதி உயிர் யுகம் — Proterozoic era
ஆழ் கடல் படிவுகள் — Deep-sea deposits

இ

இடம் பெயர்ந்து கூடுதல் — Mechanical concentration
இட விவர நிலப்படம் — Topographic map
இடைப் பனி காலம் — Interglacial period
இந்தியப் புவி அமைப்பியல் சர்வே — Geological survey of India
இயற்கைப் பாலங்கள் — Natural bridges
இரசாயன இயைபு — Chemical composition
இரு ஒளிப் பிரிவு — Double refraction

உ

- உடை கற்குவைகள் — Talus, screes
- உடைப்பு வெடிப்பு — Fissure eruption
- உயவு — Lubricant
- உயிர் தோன்றா யுகம் — Archaean era
- உருமாற்றம் (பாறைகளின்) — Metamorphism
- உருமாறின பாறைகள் — Metamorphic rocks
- உறிஞ்சித் துளைகள் — Sink holes
- உறைபனி — Frost
- உறைபனிக் காலம் — Glacial period
- உறைபனிப் பரவல் — Glaciation

ஊ

- ஊசி போன்று — Acicular
- ஊற்றுகள் — Springs

எ

- எரிமலை — Volcano
- எரிமலைக் குழம்பு ஓட்டம் — Lava flow
- எரிமலைப் பாறை — Volcanic rock

ஏ

- ஏரிப் படிவுகள் — Lacustrine deposits

ஒ

- ஒருகனியப் பாறை — Monomineralic rock
- ஒருகோணச் சாய்வு — Homocline
- ஒருமடிப்பு — Monocline
- ஒளி வீச்சு — Luster

க

- கசிவுகள் — Oozes
- கடற்கரைப் படிவுகள் — Littoral deposits
- கடல் குகைகள் — Sea caves
- கடல் தூண்கள் — Sea stacks
- கடினத் தன்மை — Hardness
- கண்டச்சரிவு — Continental slope
- கண்டத்திட்டு — Continental shelf
- கண்டத்திட்டுப் படிவுகள் — Shoal water deposits
- கண்ணாடியைப் போல — Vitreous
- கரிநீர்ச் சத்து — Organic matter
- கலவைக் கற்பாறை — Conglomerate
- கழிவு மேடுகள் — Talus, scree

களிப்பாறை — Shale
களிமண் பாறை — Siltstone
கன உருவம் — Volume
கனச் சதுர மூட்டு — Cuboidal joint
கனியம் — Mineral
கனியவியல் — Mineralogy

கா

காலம் — Period
காற்றடி வண்டல் — Loess

கி

கிடை அமைப்பு — Horizontal attitude
கிளைக் குன்று — Spur

கீ

கீழ் வளைவு — Syncline

கு

குகைப் பாதை — Tunnel
குடக் குடைவுகள் — Pot holes
குருட்டு ஆறு — Ox-bow lake
குறுகிய காலம் — Epoch
குறுக்குப் படுக்கை — Cross bedding

கூ

கூட்டுப் பாறை — Clastic rock
கூழாங்கற்கள் — Pebbles

கொ

கொள்கை — Theory, hypothesis

கோ

கோள் — Planet
கோள் பிறப்புக் கொள்கை — Planetesimal hypothesis

ச

சமதளமாக்கல் — Peneplanation
சமவமைப்பு அச்சு — Axis of symmetry
சமவமைப்புத் தளம் — Plane of symmetry
சமவமைப்பு மையம் — Centre of symmetry

சமச் சீர் மடிப்பு	—	Symmetrical fold
சமச் சீரற்ற மடிப்பு	—	Asymmetrical fold
சம உயரக் கோடு	—	Contour
சம உயரக் கோடுகளின் இடை உயரம்	—	Contour interval
சலவைக்கல்	—	Marble
சவ்வுகள்	—	Oozes

சா

சாய்மானம்	—	Dip

சி

சிக்கி முக்கிக் கல்	—	Flint, chert
சிப்பி முறிவு	—	Conchoidal fracture
சிப்பிச் சுண்ணும்புக் கல்	—	Shell limestone
சிற்ருறு	—	Stream

சு

சுக்கிரன்	—	Venus
சுண்ணும்புக்கல்	—	Limestone

சூ

சூரியன்	—	Sun
சூரிய மண்டலம்	—	Solar system

செ

செம்மண்	—	Laterite
செவ்வகமான	—	Rectilinear
செவ்வாய்	—	Mars

சே

சேற்றுக்கல்	—	Mudstone
சேற்று வெடிப்பு	—	Mud crack

த

தகட்டு அடுக்கு	—	Lamina, lamination
தகைவு	—	Stress
தரை மட்டம்	—	Datum level
தவருன படித்தளம்	—	False bedding
தளவெட்டு	—	Strike

தா

தாதுக் கனியம் — Ore mineral
தார்வார் பகுதி — Dharwar system

து

துணைக்கோள் — Satellite

தூ

தூசிமேகக் கொள்கை — Dust cloud hypothesis

தை

தையலமைப்பு — Suture pattern

தொ

தொகுதி — Group
தொங்கு சுவர் — Hanging wall
தொங்கு பள்ளத்தாக்குகள் — Hanging valleys
தொல்லுயிரியல் — Palaeontology
தொல்பொருளியல் — Archaeology
தொல் புவியியல் — Palaeo geography
தொல்லுயிர்ச் சின்னம் — Fossil

தோ

தோலுரிதல் — Exfoliation
தோற்றம் — Origin

ந

நடுங்கற்காலம் — Mesolithic
நட்சத்திரக் கூட்டம் — Galaxy

நா

நார் போன்று — Fibrous

நி

நிரல் மூட்டு — Columnar joint
நிலக்கரி — Coal
நில நீர் — Ground water, under ground water
நில நீர் மட்டம் — Water table
நிலச் சரிவு — Landslide
நிலச் சாய்வு — Slope
நில அதிர்ச்சிக் குறி கருவி — Seismograph

நீ

நீட்டல் — Lineation
நீண்ட குன்று — Cuesta, hogback
நீண்ட மணற்குன்று — Esker
நீண்ட மணல்திட்டு — Spit
நீரனுகாத }
நீர்கொள்திறனற்ற } — Impervious
நீரனுகாத பாறை — Aquiclude
நீரோட்ட அமைமுறை — Drainage
நீரோடை — Stream
நீர் செல்லும் — Pervious
நீர் செல்லும் பாறை — Aquifer
நீர் வெப்ப — Hydrothermal
நீர் வீழ்ச்சி — Waterfall

நெ

நெருப்புப் பாறை — Igneous Rock

நு

நுழைந்த பாறை — Intrusive rock

ப

படிகம் — Crystal
படிக உருவற்ற — Amorphous
படிக நூல் — Crystallography
படிக குணமுடைய — Crystalline
படிவு — Sediment, deposit
படிவுப் பாறை — Sedimentary rock
படிவுத் திட்டை — Kame
படிவுத் தடை — Unconformity
பயனுள்ள புவி அமைப்பியல் — Applied geology
பரற் பாறை — Breccia
பலகைப் பாறை — Slate
பழங்கற்காலம் — Palaeolithic
பள்ளத்தாக்குகள் — Valleys, canyons, gorges
பனி விரிப்பு — Ice sheet
பனிக் கற்கள் — Icebergs
பனியாறு — Glacier

பா

பாதாளத்திலமைந்த — Plutonic
பால்வழி — Milky way
பழுப்பு நிலக்கரி — Lignite

பாழ் நிலங்கள் — Bad lands
பாறை — Rock
பாறையியல் — Petrology
பாறைச் சிதைவு — Weathering
பாறை எண்ணெய் — Petroleum
பானைத் துவாரங்கள் — Pot holes

பி

பிண்ட மலை — Block mountain
பிரிவு — Cleavage
பிளவு — Fault
பிளவுத்தளம் — Fault plane
பிளவுக் கோணம் — hade
பிறப்பு — Origin
பின்னல் கொடி போன்ற — Trellis

பு

புகை மிகு நிலக்கரி — Bituminous coal
புதன் — Mercury
புதுக் கற்காலம் — Neolithic
(புவி) அடுக்கியல் — Stratography
புவியியல் — Geography
புவியமைப்பியல் — Geology
புவியமைப்பியல் அறிஞர் — Geologist
புவியமைப்பியலில் பாறை அமைப்பியல் — Structural geology
புவி அதிர்ச்சிப் பேர்க்குக் கொள்கை — Elastic rebound theory
புவி மடு — Geosyncline

பூ

பூமி — Earth

பொ

பொங்குமுக பாகம் — Estuary
பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல் — Economic geology
பொறை — Foliation
பொறை நீங்குதல் — Exfoliation
பொறைவிட்டுச் சிதைதல் — Spheroidal weathering

ம

மக்கிய தாவரப் பொருள்கள் — Humus
மடிப்பு — Fold
மடிப்பு அச்சு — Fold axis
மடிப்பு அச்சுத் தளம் — Fold axial plane
மடிப்பு மலை — Fold mountain
மண் — Soil
மணற்பாறை — Sandstone
மணல் மேடு — Sand dune
மத்திய வெடிப்பு — Center eruption
மழை அச்சு — Rain print
மலை இடுக்குகள் — Gorges, Canyons, Valleys

மா

மாறன் மண்டலம் — Troposphere

மி

மிகப் பழங்கற்காலம் — Prepalaeolithic
மிகுந்த ஆழத்திய — Hypabyssal
மின்னும் பலகைப் பாறை — Phylbite

மீ

மீறி தங்குதல் — Residual concentration

மு

முதுகெலும்பி — Vertebrate
முப்பட்டை — Tabular
முருகைச் சேறு — Coral mud
முறை வகுப்பு — Normal class
முறிவு (கனிம) — Fracture

மூ

மூட்டு — Joint
மூலம் — Element

மே

மேல் வளைவு — Anticline

மொ

மொட்டைக் குன்று — Butte

யு

யுகம் — Er

வ

வடிவம் — Form
வண்டல் — Alluvium
வண்டல் சமவெளி — Alluvial plain
வண்டல் குவியல் — Alluvial fan
வண்டற் கனியப் படிவுகள் — Placers
வந்து தங்கிய கற்கள் — Perched blocks
வயது — Age
வரிசைகள் — Series
வரை — Streak
வளி மண்டலம் — Atmosphere
வளைந்த மணல் திட்டு — Hook

வா

வாணிலைச் சிதைவு — Weathering

வி

வியாழன் — Jupiter
விளைச்சல் — Output

வீ

வீசும் காற்று — Wind

வெ

வெடிப்பு (பாறை) — Fracture
வெப்ப ஊற்று — Geyser
வெளித்தெரிதல் — Outcrop

வை

வைரத்தை யொத்த — Adamantine

கலைச்சொல்லகராதி

(GLOSSARY)

(ஆங்கிலம்-தமிழ்)

A

Acicular — ஊசி போன்ற
Adamantive — வைரத்தை யொத்த
Age — வயது
Alluvium — வண்டல்
Alluvial fan — வண்டல் குவியல்
Alluvial plain — வண்டல் சமவெளி
Amorphous — படிக உருவற்ற
Anticline — மேல் வளைவு
Applied geology — பயனுள்ள புவி அமைப்பியல்
Aquiclude — நீரணுகாப் பாறை
Aquifer — நீர் செல்லும் பாறை
Archaean era — உயிர்தோன்றா யுகம்
Archaeology — தொல்பொருளியல்
Asymmetrical fold — சமச் சீரற்ற மடிப்பு
Atmosphere — வளிமண்டலம்
Axis — அச்சு
Axis of symmetry — சமவமைப்பு அச்சு

B

Bad lands — பாழ் நிலங்கள்
Bituminous coal — புகைமிகு நிலக்கரி
Block mountain — பிண்டமலை
Breccia — பரற் பாறை
Butte — மொட்டைக் குன்று

C

Canyon — மலை இடுக்கு, பள்ளத்தாக்கு
Centre of symmetry — சமவமைப்பு மையம்
Central eruption — மத்திய வெடிப்பு
Chert — சிக்கிமுக்கிக் கல்
Chemical composition — இரசாயன இயைபு
Clastic rock — கூட்டுப் பாறை
Cleavage — பிரிவு
Coal — நிலக்கரி
Columnar joint — நிரல் மூட்டு
Conglomerate — கலவைக் கற்பாறை

Conchoidal fracture — சிப்பி முறிவு
Continental shelf — கண்டத்திட்டு
Continental slope — கண்டச்சரிவு
Contour — சம உயரக் கோடு
Contour interval — சம உயரக் கோடுகளின் இடை உயரம்
Coral mud — முருகைச் சேறு
Cross bedding — குறுக்குப் படுக்கை
Crystal — படிகம்
Crystalline — படிக குணமுடைய
Crystallography — படிக நூல்
Cuboidal joint — கனச்சதுர மூட்டு
Cuesta — நீண்ட குன்று

D

Datum level — தரவு மட்டம்
Deep sea deposits — ஆழ்கடல் படிவுகள்
Deposit — படிவு
Dharwar system — தார்வார் பகுதி
Dip — சாய்மானம்
Double refraction — இருஒளிப் பிரிவு
Drainage — நீரோட்ட அமைமுறை
Dust cloud hypothesis — தூசி மேகக் கொள்கை

E

Earth — பூமி
Economic geology — பொருளாதாரப் புவி அமைப்பியல்
Element — மூலம்
Epoch — குறுகிய காலம்
Era — யுகம்
Erosional mountain — அரிப்பு மலை
Esker — நீண்ட மணற் குன்று
Estuary — பொங்குமுக பாகம்
Exfoliation — தோலுரிதல், பொறை நீங்குத

F

False bedding — தவறான படிவுத்தளம்
Fault — பிளவு
Fault plane — பிளவுத்தளம்
Fibrous — நார் போன்று
Fissure eruption — உடைப்பு வெடிப்பு
Flint — சிக்கிமுக்கிக் கல்
Fold — மடிப்பு
Fold axis — மடிப்பு அச்சு

Fold axial plane — மடிப்பு அச்சுத்தளம்
Fold mountain — மடிப்பு மலை
Foliation — பொறை
Footwall — அடிச்சுவர்
Form — வடிவம்
Fossil — தொல்லுயிர்ச்சின்னம் (ஃபாசில்)
Fracture — முறிவு (கனிய), வெடிப்பு (பாறை)

G

Galaxy — நட்சத்திரக் கூட்டம்
Geology — புவி அமைப்பு இயல்
Geologist — புவி அமைப்பு இயலறிஞர்
Geosyncline — புவி மடு
Geyser — வெப்ப ஊற்று
Glacier — பனியாறு
Glacial period — உறைபனிக் காலம்
Glaciation — உறைபனிப் பரவல்
Gorge — மலை இடுக்கு, பள்ளத்தாக்கு
Groundwater — நில நீர்
Group — தொகுதி

H

Hade — பிளவுக் கோணம்
Hanging valleys — தொங்கும் பள்ளத்தாக்குகள்
Hanging wall — தொங்கு சுவர்
Hardness — கடினத் தன்மை
Hogback — நீண்ட குன்று
Homocline — ஒருகோணச்சாய்
Hook — வளைந்த மணற் திட்டு
Horizontal attitude — கிடைநிலை
Humus — மக்கிய தாவரப் பொருள்கள்
Hydrothermal — நீர் வெப்ப
Hypobyssal — மிகுந்த ஆழத்திய
Hypothesis — கொள்கை

I

Ice bergs — பனிக்கற்கள்
Ice sheets — பனி விரிப்பு
Igneous rock — நெருப்புப் பாறை
Impervious — நீரனுகாத, நீர் கொள் திறனற்ற
Inorganic matter — அனங்ககப் பொருள்
Interglacial period — இடைப்பனிக் காலம்

Intrusive rock — நுழைந்த பாறை

J

Joint — மூட்டு
Jupiter — வியாழன்

K

Kame — படிவுத்திட்டை

L

Lanustrine deposits — ஏரிப்படிவுகள்
Landslide — நிலச் சரிவு
Laterite — செம்மண்
Lava flow — எரிமலைக் குழம்பு ஓட்டம்
Lignite — பழுப்பு நிலக்கரி
Limestone — சுண்ணும்புக்கல்
Limeation — நீட்டல்
Littoral deposits — கடற்கரைப் படிவுகள்
Loess — காற்றடி வண்டல், லோயஸ்
Lubricant — உயவு
Luster — ஒளிவீச்சு

M

Marble — சலவைக்கல்
Mars — செவ்வாய்
Mechanical concentration — இடம் பெயர்ந்து கூடுதல்
Mercury — புதன்
Mesolithic — நடுங்கற்காலம்
Metamorphism — உருமாற்றம் (பாறைகளின்)
Metamorphic rocks — உருமாறின பாறைகள்
Mica — அப்ரகம்
Milky way — பால் வழி
Mineral — கனியம்
Mineralogy — கனியயியல்
Monocline — ஒரு மடிப்பு
Monomineralic rock — ஒரு கனியப் பாறை
Mud crack — சேற்று வெடிப்பு
Mudstone — சேற்றுக்கல்

N

Natural bridges — இயற்கைப் பாலங்கள்
Neolithic — புதுக் கற்காலம்
Normal class — முழு வகுப்பு

O

Oozes — சவ்வுகள், கசிவுகள்
Ore mineral — தாதுக் கனியம்
Organic matter — கரிநீர்ச் சத்து, அங்ககப்பொருள்
Origin — பிறப்பு, தோற்றம்
Outcrop — வெளித் தெரிதல்
Output — விளைச்சல்
Ox-bow lake — குருட்டு ஆறு

P

Palaeogeography — தொல் புவியியல்
Palaeolithic — பழங்கற்காலம்
Palaeontology — தொல்லுயிரியல்
Pebbles — கூழாங்கற்கள்
Peneplanation — சமதளமாக்கல்
Perched blocks — வந்து தங்கிய கற்கள்
Period — காலம்
Pervious — நீர் செல்லும்
Petroleum — பாறை எண்ணெய்
Petrology — பாறையியல்
Phyllite — மின்னும் பலகைப் பாறை
Physical geology — பௌதிகப் புவி அமைப்பியல்
Plane of symmetry — சமவமைப்புத் தளம்
Planet — கோள்
Planetesimal hypothesis — கோள் பிறப்புக் கொள்கை
Plunging anticline — அச்சுச் சாய்வுடைய மேல் வளைவு
Plutonic — அடி ஆழ, பாதாளத்தில் அமைந்த
Pot holes — பானைத் துவாரங்கள், குடக் குடைவுகள்
Prepalaeolithic — மிகப் பழங்கற்கால
Proterozoic era — ஆதி உயிர் யுகம்

R

Rain print — மழை அச்சு
Rectilinear — செவ்வக வட்டமான
Ripple marks — அலைச் சுவடுகள்

S

Sand dune — மணல் மேடு
Sandstone — மணற்பாறை
Satellite — துணைக்கோள்

Scree	—	உடை கற்குவைகள், கழிவு மேடுகள்
Sea caves	—	கடற் குகைகள்
Sea stacks	—	கடல் தூண்கள்
Seismograph	—	நில அதிர்ச்சி குறி கருவி
Sediment	—	படிவு
Sedimentary	—	படிவுப் பாறை
Series	—	வரிசைகள்
Shale	—	களிப்பாறை
Shell limestone	—	சிப்பிச் சுண்ணும்புக்கல்
Shoal water deposits	—	கண்டத் திட்டுப் படிவுகள்
Siltstone	—	களிமண் பாறை
Sink holes	—	உறிஞ்சித் துளைகள்
Slate	—	பலகைப் பாறை
Slope	—	நிலச் சாய்வு
Solar system	—	சூரிய மண்டலம்
Soil	—	மண்
Spheroidal weathering	—	பொறைவிட்டுச் சிதைதல்
Spit	—	நீண்ட மணல் திட்டு
Specific gravity	—	அடர்த்தி எண்
Spring	—	ஊற்று
Spur	—	கிளைக்குன்று
Stratum	—	அடுக்கு
Stratigraphy	—	அடுக்கியல்
Streak	—	வரை
Stream	—	சிற்றாறு, நீரோடை
Strike	—	தளவெட்டு
Subsoil	—	அடிமண்
Sun	—	சூரியன்
Suture pattern	—	தையல் அமைப்பு
Symmetrical fold	—	சமச்சீர் மடிப்பு
Syncline	—	கீழ் வளைவு

T

Tabular	—	முப்பட்டை
Talus	—	கழிவு மேடுகள், உடைகற் குவைகள்
Texture	—	அமைப்புத் தரம்
Theory	—	கொள்கை
Throw	—	நேர்குத்து விலக்கம்
Tidal filament hypothesis	—	அலைச் சுருள் கொள்கை
Topographic map	—	இடவிவர நிலப்படம்
Trellis	—	பின்னல் கொடி போன்ற
Troposphere	—	மாறன் மண்டலம்
Tunnel	—	குகைப்பாதை

படிக்கவேண்டிய நூல்கள்

	Author	*Name of the book*	*Publisher*
1.	Dana, E.S.,	A Text-book of Mineralogy.	John Wiley.
2.	Dapples, E.C.,	Basic Geology for Science and Engineering.	John Wiley.
3.	Emmons, W.H. *et al.*	Geology: Principles and Processes.	Mcgraw Hill.
4.	Edwards, F.H.,	Geology and Ourselves.	Philosophical Library, Inc., N.Y.
5.	Fox	Engineering Geology.	Technical Press Ltd., London.
6.	Field, R.M.,	Geology.	Barnes and Noble, Inc., N.Y.
7.	Geikie, A.,	Class Book of Geology.	Macmillan and Co., London.
8.	Krishnan, M.S.,	Geology of India.	Higginbothams.
9.	Madan, A.K.,	Economic Survey of Minerals in India.	Economic and Industrial Publications, New-Delhi.
10.	Obrucher, V.,	Fundamentals of Geology.	Foreign Languages Publishing House, Moscow.
11.	Tyrrel	Principles of Petrology.	Methuen & Co., London.
12.	Woods, H.,	Palaeontology.	Cambridge University Press, London.

குறிப்பகராதி

அ

அக்னுஸ்டஸ், 156
அக்ரிகோலா, 3
அகாந்தோசிரஸ், 154
அகேட், 180
அங்க்ளேச்வர், 207
அச்சுச் சாய்வு மடிப்பு, 137
அடர்த்தி எண், 65, 74
அடிநிலக் குகைகள், 34, 35
அடிநில நீர், 34
அடிமண், 17
அடிச்சுவர், 142
அடுக்குகள் அமைதல், 121
அடுக்கியல், 7
அடுக்குத் தளம், 133
அணைகட்டுகள், 212
அணுச்சீரமைப்பு, 124
அனல்மிகு நிலக்கரி, 118
அனொர்தஸைட், 109
அப்ரகங்கள், 75
அப்லைட், 108
அபடைட், 92
அபியோகிரைனஸ், 152
அமிதிஸ்ட், 76
அமைப்புத் தரம், 104
(நெருப்புப் பாறைகளின்)
அமோனையிடியா, 153
அரியலூர் நிலை, 178
அரிப்பு மலைகள், 55
அரிஸ்டாடில், 23
அருவி, 24
அலெக்ட்ரயோனியா, 178
அலைச்சுருள் கொள்கை, 12
அலைச்சுவடுகள், 122
அலைகள் வெட்டிய மேடை, 41
அலுமினியம், 196
அழகுக் கற்கள், 203
அஸுரைட், 99

ஆ

ஆக்டினலைட், 84
ஆகைட், 82
ஆப்சிடியன், 111
ஆம்பிபோல், 80
ஆம்பர், 147
ஆன்தோபிலைட், 84
ஆண்டிஸைட், 111
ஆர்தோகிளேஸ், 77, 78
ஆர்தரோபோடா, 156
ஆர்கியாப்டரிக்ஸ், 158
ஆலிவின், 75
ஆர்பிடாய்ட்ஸ், 178
ஆஸ்டிரியா, 176
ஆஸ்ட்ரகோடர்ம், 156
ஆல்பைட், 77, 78
ஆம்பிபியன்கள், 157
ஆர்தராம்பிக் அமைப்பு, 66

இ

இக்னியஸ் பாறைகள், 100
இக்தியோசார், 159, 160
இடவிவர மேப்பு, 27, 219
இடைப்பனிக்காலம், 182
இயல்பான பிளவு, 142
இயல்பான மடிப்பு, 136
இயல்பற்ற பிளவு, 143
இயற்கைப் பாலங்கள், 41
இயோசின் பகுதி, 180
இரும்பு, 196
இரும்புக் காலம், 183
இரும்புக் கல் களிப்பாறை, 176
இரு ஒளிப் பிரிவு, 94
இல்மனைட், 97, 193
இளகிய பாறை, 46, 47

உ

உடைகற் குவைகள், 18
உடைப்பு வெடிப்பு, 46
உப்புக் குமிழ், 206
உப்பு வரிசைகள், 170
உப்புப் பாறைகள், 120
உப்பை வெளியேற்றிய களிப்
பாறை, 170
உமையா நிலை, 174
உயிர்ச்சுவடுகள், 5, 146
பகுப்பு முறை, 148

உயிரியலறிஞர், 148
உயிரிக் கூர்தலறச் சான்று, 148
உயிர் தோன்று யுகம், 164
உருவற்ற (படிக), 71
உருமாறிய பாறைகள், 124
உருமாற்றம் (பாறைகளின்), 124
உலோகக் கனியங்கள், 193

ஊ

ஊர்ந்து செல்லும் விலங்குகள், 157
ஊற்றுகள், 35
ஊட்டத்தூர் நிலை, 178

எ

எகினோடெர்மா, 150, 151
எபிடோட், 92
எமரி, 97
எம்மன்ஸ், 189
என்கிரைனஸ், 151, 152
எரிமலைகள், 45
இருப்பிடம், 47
எரிமலைக் குன்றுகள், 55, 56
எரிமலைப் பொருள்கள், 47
எரிமலைக் கூம்பு, 104
எரிமலைப் பாறை, 106, 111
எரிமலைச் சேறு, 44
எலாஸ்மோசாரஸ், 174
எலிஃபாஸ், 181
எஸ்திரியா, 174
எஸ்கர், 32

ஏ

ஏரிகள், 37
ஏரிப்படிவுகள், 31

ஐ

ஐசோமெட்ரிக் அமைப்பு, 66

ஒ

ஒரு கோணச் சாய்வு, 133
ஒரு மடிப்பு, 135
ஒரு கனியப் பாறை, 109
ஒளிவீச்சு (கனிய), 65, 72

ஓ

ஓபிடிக் அமைப்புத் தரம், 111
ஓடோலாமைடிஸ், 173
ஓட்டுருவழிவு, 113
ஓல்டாம், தாமஸ், 224
ஓலீனஸ், 156

க

கங்கமாப்டரிஸ், 172, 175
கசிவுகள், 45
கடல்கள், 39
கடல் தூண்கள், 41
கடற்கரைப் படிவுகள், 43
கடலூர் மணற்பாறைகள், 181
கடல் ஏரி, 181
கடலோரத்துக் கோண்டுவானா பாறைகள், 173
கட்டடக் கற்கள், 216
கட்டட மனைகள், 208
கடப்பைப் பகுதி, 168
கண்டத்திட்டு, 41
கண்டச் சரிவு, 41
கண்டங்களின் திரிதல், 172
கடற் பஞ்சு, 149
கடற் பூசணி, 152
கடற் குச்சி, 152
கண்ணாடித் தொழில், 201
கடினத்தன்மை, 73
கதிர்வீச்சு, 61
கனியங்கள், 64
கனியவியல், 64
கனியக் கருக்கள், 106
கனச்சதுர அமைப்பு, 66
கனச்சதுர மூட்டு, 140
கனிய நிலக்கரி, 119
கயனைட், 88
கயலின், 87
கரிப்பிசின் பாறை, 111
கல்லாதல், 148
கலவைக் கற்பாறை, 115
கலீனா, 97
கர்நூல் பகுதி, 169
கர்ஹார்பாரி நிலை, 175
கழிவு மேடுகள், 18
களி, 114
களிமண், 114
களிப்பாறை, 114

களிமண் பாறை, 114

கா

காப்ரோ, 109, 110
கார்னட், 88
கார்டியம், 176
கார்டிடா, 179
காரீயம், 195
காரபெல்ஸ்பார், 77
கார்பானிபரஸ், 171
கால்ஸைட், 93
காலமைடிஸ், 161
காளான் பாறைகள், 16
காலிமின், 156
கான்ட், 11
காஸ்டரோபோடா, 155

கி

கிங், டபிள்யூ, 225
கிரிட், 116
கிரடேசியஸ், 176
கிரைபியா, 178
கிருஷ்ணன், 175, 225
கிருஷ்ணா வரிசை, 168
கிரானுலைட், 129
கிராபைட், 96
கிரானைட், 106, 110
கிளாகனைட், 44
கிளார்க், 63
கிளைக்குன்று, 15
கிடை அமைப்பு, 132
கிடைத்தளம், 133
கிழியும் பிளவு, 143

கீ

கீ, 225
கீழ்ப் பழங்கற் காலம், 183
கீழ்வளைவு, 135
கீழிட்ட டெல்டா
  முகப்படிவு, 26

கு

குந்தார் வரிசை, 169
குடக்குடைவுகள், 23
குருட்டு ஆறு, 25
குறுக்குப் படுக்கை, 123
குறுகிய காலம், 164
குரோமியம், 197
குரோமைட், 97
குவியர், 4
குவெஸ்டா, 24, 25
குவார்ட்ஸ், 76
குவார்ட்சைட், 126

கூ

கூட்டுப் பாறைகள், 114
கூட்டற்ற பாறைகள், 117
கூரைத்தொங்கட்டங்கள், 103
கூல்சன், 225
கூழாங்கல், 114

கே

கேம், 32
கேம்பிரியன், 170

கை

கைமூர் வரிசை, 169

கொ

கொரண்டம், 96

கோ

கோடா நிலை, 9
கோண்டுவானா தொகுதி, 174
கோண்டுவானா நிலம், 171
கோனியடைடிஸ், 153
கோள், கோளம், 10
கோள் பிறப்புக் கொள்கை, 11

க்

க்ளோரைட், 90
க்ரோமாக்னன் மனிதன், 184

ச

சங்குகள், 155
சதுப்பு நிலம், 38
சமவமைப்பு, 67
சமவமைப்பு அச்சு, 67

சமவமைப்புத் தளம், 67
சமவமைப்பு மையம், 69
சமவுயரக் கோடு. 219
சமவுயரக் கோட்டு இடை-
யுயரம், 219
சமச்சீர் மடிப்பு, 136
சமச்சீரற்ற மடிப்பு, 136
சமீப காலம், 183
சமப் புவி அதிர்ச்சிக் கோடு, 50
சயனைட், 109
சரல், 114
சர்க், 30
சலவைக்கல், 125, 126

சா

சாக், 118
சாப்ரன்டிஸ், 150
சாம்பர்லின், 11
சாம்பார் ஏரி, 39
சாய்மானம் (பாறைகளின்), 133
சாய்ந்த மடிப்பு, 136
சார்னகைட், 107
சால்ஸிடனி, 76
சால்கோ பைரைட், 98
சாலைக்கற்கள், 217

சி

சி ஆல், 59
சி மா, 59
சிக்கிமுக்கிக் கல், 76, 118
சிடாரிஸ், 151, 152
சிந்து பிரம் நதி, 180
சிப்சாகர், 207
சிமிட்டித் தொழில், 202
சியோலைட், 112
சிரடைடிஸ், 154
சில், 103
சிலிகா, 201
சிவாபிதிகஸ், 181
சிவாலிக் தொகுதி, 180
சிவப்புச் சேறு, 44
சிவப்புக் களிமண், 45
சிஜிஸ்லேரியா, 161

சீ

சீலன்டிரா, 149

சு

சுண்ணாம்புக் கல், 117
சுண்ணாம்புக் களிமண், 39
சுனாமி, 52

சூ

சூடான வாயுக்கள், 47

செ

செங்குத்து மடிப்பு, 136
செங்குத்தான அடுக்கு, 135
செபலோபோடா, 153
செம்பு, 195
செம்ரி வரிசை, 169
செம்மண், 19
செராடோடஸ், 174
செலஸ்டைட், 98

சே

சேயாறு வரிசை, 168
சேற்று வெடிப்பு, 122

சை

சைலூரியன், 171

ச்

ச்டிக்மாடோபைகஸ், 152
ச்மிட், 12

ட

டரிடெல்லா, 176
டயரைட், 109

டா

டால்க், 90
டால்சர் வரிசை நிலை, 175

டி

டிரம்லின், 32
டிரமொலைட், 84
டிரயாசிக், 166, 176
டிரடோரா, 182

டிரிப்லெட், 197
டிராகைட், 111
டிரைகோனியா, 178
டில்லோபிலம், 161, 174
டிரைலோபைடா, 156
டிரைகிளானிக் அமைப்பு (படிக), 66

டூ

டூனைட், 109
டூர்மலின், 90

டெ

டெட்ரகோனல் அமைப்பு, 66 (படிக)
டெதிஸ், 56
டெரிடோபைடா, 162
டெரிடோஸ்பர்ம், 162
டெல்டா, 26
டெவோனியன், 170

டை

டைக், 103
டைகோபேரியா, 171
டைனோசார், 160
டைனோதீரியம், 181
டைசராதீரியம், 181
டைடேனியம், 197

டோ

டோம்போலா, 43
டோம் மடிப்பு, 138
டோலமைட், 94

ட்

ட்யூரைன், 119

த

தகட்டு அடுக்கு, 122
தக்காண டிராப், 112
தகைவுகள், 51
தங்கம், 195
தவறான படிவுத்தளங்கள், 123
தளவெட்டு, 133

தா

தாதுக்கனியங்கள், 94
(உண்டாகும் முறைகள்), 188
தாலோஃபைடா, 162
தாமோதர் வரிசை, 175
தார்வார் தொகுதி, 164

தி

திடப்பரவல், 124
திருச்சி நிலை, 178

து

துண்டுப் பொருள்கள், 47 (எரிமலையின்)
துணைக்கோன், துணைக்கோளம், } 10,11
துத்தநாகம், 195

தூ

தூசிமேகக் கொள்கை, 12

தை

தையல் அமைப்பு, 154 (அமோனையிடியா)

தொ

தொங்கும் பள்ளத்தாக்கு, 31
தொல்லுயிரியல், 147
தொல் நுண்ணுயிரியல், 149
தொகுதி (அடுக்கியல்), 164
தொல்லுயிர் யுகம், 166,170
தொல்பொருள் இயல், 186

தோ

தோடுரிதல், 18
தோரியம், 197

ந

நசுக்கப்பட்ட பாறைகள், 130
நடு உயிர் யுகம், 166, 176
நடுக் கற்காலம், 183
நடுப் பழங்கற்காலம், 183
நட்சத்திர மீன், 152

நல்லமலை வரிசை, 168
நவ உயிர் யுகம், 180

நா

நாட்டிலாயிடியா, 153
நாட்டிலஸ், 153

நி

நிக்கல், 197
நினியூர் நிலை, 178
நியோபோலஸ் படுகைகள், 170
நியாண்டர்தால் மனிதன், 184
நியோலிதிக் காலம், 183
நிரல் மூட்டுகள், 140
நிலச்சாய்வு, 132
நிலக்கோணம், 9
நிலச்சரிவு, 20
நிலநீர், 34
நிலநீர் மட்டம், 34
நிலநீர்ப் பாகம், 34
நிலக்கரி, 39
நில அதிர்ச்சி குறி கருவி, 49, 57
நிலை (அடுக்கியல்), 164
நிழற்பகுதி, 58
நிஃபே, 59

நீ

நீர்க்கோளம், 9
நீர்வீழ்ச்சி, 24
நீரோட்ட அமைப்பு முறை, 27
நீண்ட குன்று, 24
நீளக் குன்று, 30
நீர் செல்லும் பாறை, 37
நீரனுகாத பாறை, 37
நீர்கொள் திறனற்ற பாறை, 37
நீண்ட மணல்திட்டு, 42
நீலச்சேறு, 44
நீர் வெப்பப் படிவுகள், 191
நீர்த்தேக்கங்கள், 212
நீட்டல், 128

நு

நுழைந்த பாறை, 101
நும்முலைடிஸ், 149

நெ

நெபிலீன், 81
நெபிலீன் சயனைட், 109
நெபுலா, 11
நெருப்புப் பாறைகள், 100, 101
நெய்வேலி, 205

நே

நேர்குத்து விலக்கம், 142

நை

நைஸ், 128

ப

பகுதி, 164
பங்கனபள்ளி வரிசை, 169
பசால்ட், 111
பசிபிக் நெருப்பு வளையம், 49
பச்சைச் சேறு, 44
பச்சை மணல், 44
பச்மாரி நிலை, 174
படிகம், 66
படிக வடிவம், 65
படிக நூல், படிக இயல், 65
படிகக் குணமுடைய, 65
படிகக் குணமற்ற, 65
படிகக் கூட்டுகள், 70, 71
படிவுப் பள்ளங்கள், 113
படிவுப் பாறைகள். தோற்றம், 112
,, வகைப்படுத்தல், 114
,, அமைப்புச் சிறப்பு, 120
படிவுத் தடை, 144
படிவுத் திட்டை, 32
படிப்பிளவு, 143
பமிஸ்கல், 104
பனியம் வரிசை, 169
பயடைட், 86
பயனுள்ள புவி அமைப்பியல், 8, 208
பராகர் நிலை, 175
பரைல் வரிசை, 180
பனியாறுகள், 29
பனிவிரிப்புகள், 29
பனிக்கற்கள், 29

பலகைப் பாறை, 125, 127
பலகைக் கற்கள், 170
பழுப்பு நிற மணற்பாறை, 170
பழுப்பு நிலக்கரி, 38, 181, 204
பவன், 112

பா

பாகுலேடிஸ், 178
பாக்ஸைட், 19, 97, 196
பாடர்சன், 182
பாசில்கள், 146
,, பகுப்பு முறை, 148
பாதோலித், 103
பாதாளத்தில் அமைந்த பாறை, 104
பாபாக்னி வரிசை, 168
பாரைட், 98
பாரடாக்ஸைடிஸ், 156
பார்ஃபைரி, 110
பாறைகள், 100
பாறையியல், 100
பாறைகளாக அமையும் கனியங்கள், 75
பாறை எண்ணெய், 205
பாறைப்படிகம், 76
பாறைச்சிதைவு, 13
பாறுங்கல், 114
பாறுங்கல் படுகை,
பாஸ்பேட் உருண்டைகள், 118
பான்செட் நிலை, வரிசை,
பானைத்துவாரங்கள், 23
பாழ்நிலங்கள், 21
பால்வழி, 10
பாலைவன வார்னிஷ், 18
பாலூட்டிகள், 160
பாரன்மெஷர்ஸ் நிலை, 175
பாஸ்கோ, 225

பி

பிச்பிளண்டு, 197
பிஜியனைட், 180
பிடரோசார், 160
பிராகியோபோடா, 152
பின்னற்கொடி நீரோட்ட அமைமுறை, 27
பியர்டு கடற்கரை, 31
பிண்டங்கள், 56
பிண்ட மலைகள், 56
பிளவுகள், 142
பிளவுத் தளம், 142
பிளவுக் கோணம், 142
பிளாஸ்டோசின், 182,
பிளேசியோகிளேஸ் ஃபெல்ஸ்பார்கள், 77, 78
பிளேசியோசார், 158
பிளினி, 3

பீ

பீச்சு, 42
பீட்மாண்ட் பனியாறு, 29
பீடபூமி பசால்ட், 179
பீகிங் மனிதன், 184
பீங்கான் தொழில், 198

பு

புகை மிகு நிலக்கரி, 119
புதுக் கற்காலம், 183
புரோடக்டஸ், 152
புரோடோசோவா, 149
புன்சன், 112
புவிப்புற இயல், 9
புவிமடுக்கள், 56
புவி அதிர்ச்சி, 49
,, மேல்மையம், 50
,, கீழ்மையம், 50
புவி அதிர்ச்சிப் போக்குக் கொள்கை, 52
புவி அமைப்பியல், அறிமுகம், 1
,, படம் தயாரித்தல், 219
,, இந்தியாவில் வளர்ச்சி, 224

பூ

பூமி, 5 10
,, உட்பாகம், 57
,, வயது, 60
,, ஓட்டின் சேர்க்கை அமைப்பு, 63
,, தோற்றம், பிறப்பு, 10
,, போர்வை 60
பூகம்பம், 49

பெ

பெரில், 90
பெர்மியன், 171, 175
பெக்மடைட், 180
பெட்ரோலியம், 205
பெக்டன், 154

பே

பேசின் மடிப்பு ,138

பை

பைராக்சின்கள், 80
பைராலுஸைட், 96
பைரைட், 98
பைராக்சினைட், 110

பொ

பொறை, 128
பொறை நீங்குதல், 18
பொறைவிட்டுச் சிதைதல், 18

போ

போல்ட், 12
போரிபரா, 149
போலரைசிங் மைக்ராஸ்
கோப், 65
போனலைட், 111
போஸ், 225

ப்

ப்ளயோசீன், 181
ப்ரேகிபிலம், 174
ப்ருஸ்ஃபுட், 225

ஃ

ஃப்யூசஸ், 155
ஃபாக்ஸ், 225
ஃபோராமினிஃபெரா, 149
ஃபில்லைட், 128
ஃப்யூஸெயின், 119
ஃபிளின்ட், 76
ஃப்ளோரோகோபைட், 86
ஃபெல்ஸ்பார், 76, 77, 78
ஃபெர்மர், 225

ம

மகாதேவா வரிசை, 174
மக்கின தாவரப் பொருள்கள், 17
மக்னீசியன் மணற் பாறை, 170
மத்குவார்ட்சைட், 171
மத்திய வெடிப்பு, 46,
மடிப்புகள், 135
மடிப்பு மலைகள், 56
மடிப்பு அச்சுத் தளம், 135
மடிப்பு அச்சு, 135
மடிப்பின் உறுப்புகள், 135
மடிப்பிளவு, 143
மதிப்புத் திட்டு,
மண், 17
மணல், 114, 116
மணற் பாறை, 116
மண்டலம் (அடுக்கியல்), 164
மயோசீன், 181
மலைப்பிளவு, 143
மலையடிப் பனியாறு, 29
மலை இடுக்குகள், 23
மலைச்சரிவுகள், 209
(உறுதித்தன்மை)
மலைக்குகைப் பாதை, 214
மலேரி சிலை, 174
மஸ்கோவைட், 86

மா

மாக்னடைட், 96
மாக்னஸைட், 99
மாங்கனீஸ், 196
மாமூத், 147
மானசைட், 193, 197
மாஜேனுகிளினிக் அமைப்பு
(படிக), 66
மார்சுபைடிஸ், 152
மாஸ்டடான், 181
மாலகைட், 99

மி

மிகப் பழங்கற்காலம், 183
மிகுந்த ஆழத்துப் பாறை, 110
மிடில்மஸ், 225

மியாண்டர், 25

மு

முதுகெலும்பிகள், 156
முன்னிட்ட டெல்டா முகப் படிவு, 26
முறிவு (கனிய), 72
முழு வகுப்பு (படிக) 67
முருகைகள், 149

மூ

மூட்டுகள், 140

மெ

மெடலோமாடிஸம், 124
மெட்லிகாட், 225
மெர்க்காலி அளவை, 53

மே

மேசை நிலம், 24
மேலிட்ட டெல்டா முகப் படிவு, 26
மேல்வளைவு, 135
மேல்பழங்கற்காலம், 183

மை

மைக்ராஸ்டர், 152
மைக்ரோகிளைன், 78

மொ

மொட்டைக் குன்று, 24
மொரைன்கள், 32
மொலஸ்கா, 153

மோ

மோஸ் கடினத்துவ அளவை, 73, 74

யு

யுகம், 164
யுரேனியம், 197

ர

ரசாயனப் பாறைச் சிதைவு, 13, 14
ரயலைட், 111
ராஜ்மகால் நிலை, வரிசை, 174
ராணிக்கஞ்சு நிலை, 174

ரி

ரிக்பா நிலை, 175
ரிங்கனெல்லா, 152

ரீ

ரீகர், 180
ரீவா வரிசை, 169

ரெ

ரெப்டைல்கள், 157
ரெட்லீசியா, 171

ரே

ரேடியோலேரியா, 149

லா

லாப்லாச், 11
லாபரடரைட், 78
லாமலிபிராங்கியா, 154
லாவா, 46, 47
,, ஓட்டக்கோடுகள், 106

லி

லித்தோச்டோசன், 150
லிவனைட், 97

லெ

லெபிடோடென்ட்ரான், 161

லை

லையல், 3, 4

லோ

லோனர் ஏரி, 38

வ

வகுப்பு (படிக), 67
வந்து தங்கிய கற்கள், 16
வரை (கனிய), 71
வரிசை (அடுக்கியல்), 164
வர்க்கலே, 182
வர்ணங்கள், 201
வளிமண்டலம், 8, 12
வளைவுத் தொட்டி, 30
வளைந்த மணல் திட்டு, 43
வண்டல் கனிப்படிவுகள், 193

வா

வானிலைச் சிதைவு, 13
வான் ஹப்யூன், 172
வான்டர் கிராச்ட், 60
வார்வு களிமண்கள், 39
வாடோஸ் நீர்ப்பகுதி, 34
வாஷிங்டன், 63, 64

வி

விட்ரயின், 119
விந்தியப் பகுதி, 169
விநோக்ராடோவ், 63, 64
வில்ஞாதிரியம், 181
வில்லியம் ஸ்மித், 4

வீ

வீசும் காற்று, 20

வெ

வெர்னர், 3
வெண்கலக் காலம், 183
வெள்ளி, 195
வெள்ளியம், 196
வெப்ப ஊற்று, 45
வெப்பம் தாங்கும் செங்கல், 199
வெஸ்ட், 225
வெளிவந்த பாறைகள், 101
வெளித்தெரிதல், 135

வை

வைசாகர், 12

ஸ

ஸர் தாமஸ் ஹாலண்டு, 225, 107

ஸி

ஸில்லிமனைட், 88

ஸெ

ஸெர்பன்டைன், 92

ஸ்

ஸ்கோரியா, 104
ஸ்டாரோலைட், 88
ஸ்ட்ராபோ, 3
ஸ்டாக், 103
ஸ்பெர்மாடோபைடிஸ், 162
ஸ்பிநோபிலம், 175
ஸ்டிக்மாடோபைகஸ், 178
ஸ்டகோடான், 181

ஜ

ஜபல்பூர் நிலை, 174
ஜம்மல் மடுகு நிலை, 169

ஜா

ஜாலி, 61
ஜாவா மனிதன், 184
ஜாப்சார்னக், 107

ஜி

ஜிப்சம், 99
ஜியோசின்கிளைன், 56
ஜிம்நோஸ்பார்ம், 162

ஜீ

ஜீன்ஸ், 12

ஜு

ஜுராசிக், 166, 176

ஜெ

ஜெப்ரீஸ், 12
ஜெய் சால்மர், 207

ஜே

ஜேம்ஸ் ஹட்டன், 4

ஷி

ஷிஸட், 128

ஷை

ஷைசோஸியூரா, 175

ஷ்

ஷ்லேயன் பாசியா, 178

ஹ

ஹட்டன், 4

ஹா

ஹாக்பாக், 24
ஹார்ன பிளன்டு, 84

ஹி

ஹிப்பேரியன், 181

ஹீ

ஹீரான், 225
ஹீலியோக்லேடிஸ், 150

ஹெ

ஹெக்சகோனல் அமைப்பு, 66 (படிக)
ஹெட், 37
ஹெமடைட், 96
ஹெர்சினியன் புரட்சி, 171

ஹே

ஹேடு, 142
ஹேடன், 225

ஹை

ஹைபர்ஸ்தீன், 82

ஹோ

ஹோலாஸ்டர், 152

பிழை திருத்தம்

பக்கம்.	வரி.	பிழை.		திருத்தம்.
9	19	வானமண்டலம்	—	வாயுமண்டலம்
11	7	களத்தில்	—	தளத்தில்
11	28	திண்கோளங்கள்	—	துணைக்கோளங்கள்
26	23	forset	—	foreset
34	10	(Ground water zone)		(Ground water zone) நில நீர்ப் பாகம் ஆகும்
50	படம் 43	ENICENTER		EPICENTER
,,	,,	FOWS		FOCUS
61	35	ஒரு மில்லியன் கிராம்	—	ஒரு கிராம்
65	11	படிக உருவற்றவை	—	படிகக் குணமற்றவை
73	14	Moh's Scale	—	Mohs' Scale
75	26	Polisili cates	—	Polysilicates
80	9	89° — 93°	—	87° — 97°
94		கனிமங்கள்	—	கனியங்கள்
104	13	Pumiscle	—	Pumice
117	3	Gray warke	—	Gray wacke
164	22	Charnsckite	—	Charnockite
179	31	Cardeta	—	Cardita
186	3	தொல்லுயிரியலில்	—	தொல் பொருளியலில்
192	2	Mechanical Consntration		Mechanical Concentration
212	15	பாறைக்காளங்களிருப்பின்		பாறைக்கூளங்களிருப்பின்