சமுத்திரவியல்

(Oceanography)

கோ. இராமசாமி

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

தமிழ்நாடு—அரசாங்கம்

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வெளியீடு—27

சமுத்திரவியல்

Oceanography

ஆசிரியர்

கோ. இராமசாமி எம். ஏ

துணை விரிவுரையாளர், புவியியல் துறை
அரசினர் கலைக் கல்லூரி, கோவை

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழ்நாடு - அரசாங்கம்

முதற் பதிப்பு : டிசம்பர், 1963

© தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

விலை ரூ. 6 · 50

விற்பனை உரிமை :
மெஸர்ஸ் ஹிக்கின்பாதம்ஸ் (பி) லிமிடெட்,
சென்னை-2.

அச்சிட்டோர் :
முத்துக்குமரன் பிரஸ்,
14-ஏ, குப்பையர் வீதி,
சென்னை-1.

அணிந்துரை

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கி மூன்று ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பீ. ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வருகின்றனர். தொடக்கத்தில் இருந்த இடர்ப்பாடுகள் மெல்ல மெல்ல மறைந்து வருகின்றன. நாடு முழுதும் பரந்துள்ள மாணவர்களின் ஆர்வம், "தமிழிலேயே கற்பிப்போம்" என முன் வந்துள்ள கல்வி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன் வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே திருப்திகரமாக நடைபெற்று வருகிறது.

பல துறைகளில் பணி புரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில், அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர். இவற்றுள் ஒன்றான 'சமுத்திரவியல்' என்ற இந் நூலை அனைவரும் வரவேற்பார்கள் என நம்புகிறோம்.

கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளிவந்த 35 நூல்களுடன் சேர்த்து இதுவரை வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், புவியியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், தத்துவம் ஆகிய பல துறைகளிலும் 62 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

இத் துறையை இன்னும் விரிவுபடுத்த சென்னை அரசினர், தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம் ஒன்றை நிறுவியுள்ளனர். அதன்மூலம் இன்னும் வேறு பல நூல்கள் தமிழில் வெளிவர இருக்கின்றன.

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 குறிக்கோளு மாகும். சென்னைப் பல்கலைக் கழகத்தின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

எம். பக்தவத்ஸலம்,
தமிழக முதலமைச்சர்.

முன்னுரை

கல்லூரிகளில் பாடங்களைத் தாய்மொழியில் போதித்தல் அவசியம் என்பது மறுக்க முடியாத ஓர் உண்மையாகும். இவ்வகையில் தமிழ்நாட்டு அரசு கலைப் பாடங்களைத் தமிழில் போதிக்கும் முயற்சியில் ஈடுபட்டது. அதற்கு உறுதுணையாய் அமையும் வகையில் தமிழில் பாடப் புத்தகங்கள் தயாரித்தல் மேற்கொள்ளப்பட்டது. அதன் விளைவே இப்புத்தகமாகும்.

இப் புத்தகத்தின் குறிக்கோள் என்ன? உலக மக்களது ஆர்வத்தைத் தூண்டும் அண்மைக் கால ஆராய்ச்சியான சமுத்திரவியலைப்பற்றி இயம்பும் இந் நூல், ஆழ்கடல்களது மர்மங்களை வெளிப்படுத்தி, அவை மானிட இனத்திற்கு விடுக்கும் சில வினுக்களுக்கு விடை தேட முயலுகின்றது.

இப் புத்தகத்தைத் தயாரிப்பதில் எளிமைக்குப் பெரும் முக்கியத்துவம் தரப்பெற்றுள்ளது. இப் புத்தகம் மிகவும் சிக்கலான ஓர் அறிவியலைப் போதிப்பதால் இதனை எளிமையாய்த் தயாரித்தல் அவசியமாகும்.

இப் புத்தகம் பலரது முயற்சியின் விளைவாகும். இதனைத் தயாரிப்பதில் பெருமளவு ஊக்கமும், அவ்வப்பொழுது எழும் பிரச்சினைகளுக்கு விடையும் அளித்து உதவிய எங்கள் துறைத் தலைவர் திரு. என். அனந்த பத்மநாபன் அவர்களுக்கும், எனது துறையில் பணியாற்றும் எனது நண்பர் திரு. கோ. சே. நரசிம்மன் அவர்களுக்கும் நான் பெரிதும் கடமைப்பட்டுள்ளேன். அவ்விதமே தற்பொழுது புதுக்கோட்டை பயிற்சிக் கல்லூரியில் புவியியல் துறையில் பணியாற்றிவரும் திரு. வே. சு. அனந்தபத்மநாபன் அவர்களுக்கும் என் நன்றி உரித்தாகும். நான் எழுதிய அதிகாரங்கள் சிலவற்றின் திறனுய்ந்து இவர் உதவியமைக்கு நான் எந்நாளும் கடமைப்பட்டுள்ளேன்.

இப் புத்தகத்தின் ஆறும் பாகமாம் 'கடல் வாழ் உயிரிகள்' பகுதியைத் தயாரிப்பதற்குப் பெரிதும் உதவிய திரு. இராஜேந்திரன் (உதவி விரிவுரையாளர், விலங்கியல் துறை, அரசினர் கலைக் கல்லூரி) அவர்களுக்கும், அத் துறைத் தலைவரும், எனது நண்பருமான திரு. நாகராஜன் அவர்களுக்கும் என் நன்றி உரித்தாகுக.

இப் புத்தகத்தின் கையெழுத்துப் பிரதியைப் படித்து இலக்கணப் பிழைகளைத் திருத்தி, நடையை வளமாக்கித் தந்த தமிழ்த்துறை ஆசிரியர் திரு. பெரியசாமி அவர்களுக்கு என் உளமார்ந்த நன்றி. மேலும், என் பழைய மாணவர்களுக்கும் என் நன்றி உரித்தாகும். முக்கியமாகப் படங்கள் போட்டுத் தருவதிலும், மற்ற வகையிலும் பெரிதும் உதவிய கில்பர்ட்

ரொஸாரியோ, சுவாமிக்கண், பால்பாண்டியன், தங்கவேலு ஆகியோருக்கு என் நன்றி உரித்தாகும். அவ்விதமே சில கடினமான படங்களை வரைந்து உதவிய என் நண்பர் திரு. பார்த்தசாரதி அவர்களுக்கும் என் அன்பு கலந்த நன்றி.

கடைசியாக என் நன்றி மற்றும் இருவருக்கு உரித்தாகும். ஒருவர் எனது நண்பரும், எனது கல்லூரி பௌதிகத் துறையில் பணியாற்றியவருமான திரு. வி. வெங்கடேசன் ஆவர். அவ்வப்பொழுது நான் நம்பிக்கை யிழந்தபோது, அன்னார் எனக்கு ஊக்கமளித்து இப் புத்தகம் வெளிவருவதற்குக் காரணமாயமைந்தார். மற்றவர் எனது ஆசிரியர் திரு. கே. இராமமூர்த்தி அவர்கள் (விவேகானந்தா கல்லூரி, முன்னாள் புவியியல் பேராசிரியர், தற்பொழுது பூனாப் பல்கலைக் கழகத்தில் பணியாற்றி வருபவர்). புவியியல் துறையில் நான் ஈடுபடுவதற்குப் பெரும் காரணமாயமைந்தவர் இவரே.

தவிர, இப் புத்தகத்தை நன்கு அச்சிட்டுக் காலதாமதம் இன்றி வெளிக் கொணர்ந்த முத்துக்குமரன் அச்சகத்தாருக்கும், அவ்விதமே இதை வெளியிடும் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகத்திற்கும் என் நன்றி உரியது.

கோ. இராமசாமி

கோவை,
21—11—'63.

பொருளடக்கம்—Contents

அணிந்துரை :

முன்னுரை :

சமுத்திரவியலின் வளர்ச்சி—சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி முறை—ஆராய்ச்சியில் பயன்படும் கருவிகள்.

1. சமுத்திர அடிநிலத் தோற்றம் : 10—56

பூமியும் கடலும்—நில நீர் பரப்பு—கடலடி நிலத்தோற்றம்—கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் — கண்டத்திட்டு வரையறுக்கப்படல் — கண்டத்திட்டுகளின் அமைப்பு — கண்டத்திட்டு வகைகள்—கண்டத்திட்டுகளின் தோற்றம் — கண்டச்சரிவுகள்—கண்டச்சரிவுகளின் அமைப்பு—கண்டச்சரிவு வகைகள்—கண்டச்சரிவுகளின் தோற்றம்—கடலடிக் கென்யான்கள்—கடலடிக் கென்யான்களின் அமைப்பு—ஒருசில கென்யான்களின் அமைப்பு—கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றம்—ஆழ்கடல் சமவெளி—சில சிறப்பான அமைப்புகள்—அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தின் இயற்கையமைப்பு—பசிபிக் சமுத்திரத்தில் நிலத் தோற்றம்—இந்திய சமுத்திரத்தின் இயற்கையமைப்பு—ஆர்க்டிக் அடிநிலத் தோற்றம்.

2. கடல் நீர் – அதன் தன்மை : 57—77

வெப்பநிலை—கடலின் மேல்தள வெப்பநிலையைப் பாதிக்கும் காரணிகள்—வெப்பநிலையின் கிடைப்பரவல்—வெப்பநிலையின் செங்குத்துப் பரவல்—கடல் நீரின் உப்பளவு—கடல் நீரில் காணப்படும் உப்புக்கள்—உப்பளவின் பரவல்—கடல் நீரின் அடர்த்தி—நீர்ப் பகுதிகள்.

3. சலனங்கள் : 78—138

அலைகள் — கடல் நீரோட்டங்கள் — தோற்றத்திற்கான காரணங்கள் — வெப்பநிலை வேறுபாடு — உப்பளவு வேறுபாடு—வளிமண்டல அமுத்த வேறுபாடு—காற்றோட்டம்—நீரோட்டத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்—திசை மாறும் விசை—நில அமைப்பு—அட்லான்டிக் நீரோட்டங்கள்—வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம்—கல்லைப் நீரோட்டத் தொகுப்பு—ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம்—கல்லைப் நீரோட்டம்—வட அட்லான்டிக் நீரோட்டம்—தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம்—பிரேசில் நீரோட்டம்—சார்ந்த கடல் நீரோட்டங்கள்—பசிபிக் நீரோட்டங்கள் — இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள் — கடல் நீரோட்டங்களின் விளைவுகள்—ஓதங்கள்—ஓதங்களின் அமைப்பு—ஓதங்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய கொள்கைகள்—சமநிலைக் கொள்கை—முன்னேறும் அலைக்கொள்கை—நிலையான அலை அல்லது அலைவுக் கொள்கை—அதி, மித ஓதங்கள்—ஓதங்களின் வகைகள்—ஆறுகளில் ஓதங்கள்—குடாக்களின் ஓதம்.

4. முருகைப் பார்கள் : 139—165

முருகைகளின் அமைப்பு—முருகைப்பார்களின் பரவல்—முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குச் சாதக சூழ்நிலைகள்—முருகைப்பார்களின் வளர்ச்சியளவு—முருகைப்பார்களின் இயற்கையமைப்பு — முருகைப்பார் வகைகள் — முருகைப்பார்களின் செங்குத்துவசத் தோற்றம் — முருகைப்பார்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய கொள்கைகள்—டார்வின் - டானா—மர்ரேயின் கொள்கை—டாலியின் கொள்கை—கடலடிப் பள்ளத்தாக்குகளின் நிலத்தோற்றம்.

5. கடல் படிவுகள் : 167—189

கடல் படிவுகளின் உருபுகள்—கடல் படிவு வகைகள்—கண்டவரை அடிமண்—கடலடிப் படிவுகள்—உயிரினம் சம்பந்தப்பட்ட படிவுகள்—சுண்ணும்புச்சத்து நிரம்பிய சேறுகள்—சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகள்—உயிரின சம்பந்தப்படாத படிவுகள்—கடலடிப் படிவுகளின் பரவல்—க்ளோபிஜெரினு சேறு—டையடொமபாடு—ரேடியோ லேரியன்—டையாடம்—சிவப்புக் களிமண்—படிவுகளின் படிதலளவு.

6. கடல் வாழ் உயிரிகள் : 190—196

பிற்சேர்க்கை

பல்கலைக்கழக வினாத்தாள்

கலைச் சொற்கள்

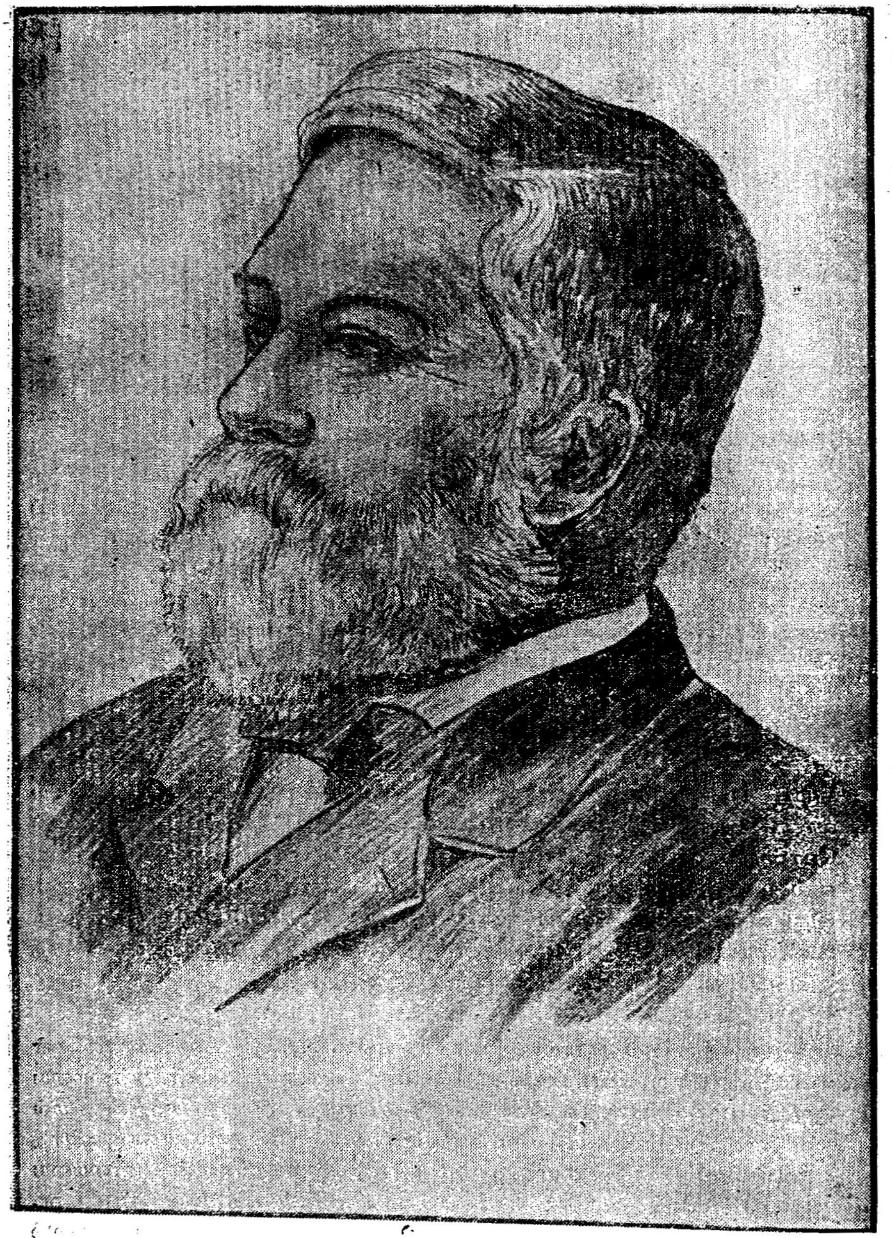
அறிமுகவுரை

சமுத்திரவியலின் வளர்ச்சி

சமுத்திரவியல், புவியியல் ஆராய்ச்சியின் ஒரு பகுதியாக அமைந்துள்ளது. பொதுவாகப் புவியியல் (Geography) இருபெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. ஒன்று பௌதிகப் பிரிவாகும் (Physical Geography); மற்றது மனிதப் பரப்பியலாகும் (Human Geography). புவியியலின் மற்ற அங்கங்களான பிரதேசப் புவியியல் (Regional Geography), பொருளாதாரப் புவியியல் (Economic Geography) இவையெல்லாம் இவ்விரண்டு பகுதிகளின் இணைப்பாகும். பௌதிகப் புவியியலைக் குறிக்கும்போது, "ஆதாரமான" (basis), "பின்னணியான" (background) என்பவை போன்ற அடைமொழிகள் உபயோகப்படுகின்றன. உண்மையில், புவியியலின் பௌதிகப் பிரிவு இல்லையென்றால் புவியியலே இல்லை என்று சொல்லிவிடலாம்.

அவ்விதம் மிக முக்கியமான பௌதிகப் புவியியலின் ஒரு பகுதியான சமுத்திரவியலைப் பற்றி நாம் இங்கு ஆராய்கின்றோம். பௌதிகப் புவியியலானது பொதுவாக மனிதப் பரப்பியல், பிரதேசப் புவியியல் இவற்றைப் போன்றல்லாமல், சமீப காலம்வரை ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்படவில்லை. அதிலும் சமுத்திரவியல் மிகவும் பின்தங்கிய நிலையிலிருந்தது. இது விஞ்ஞான ரீதியில் சமீப காலமாகத்தான் ஆராயப்பட்டு வருகின்றது. உண்மையில் 20ஆம் நூற்றாண்டின் முற்பகுதியில்தான் இது நன்கு வளரத் துவங்கியது.

சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி பின்தங்கியுள்ளமைக்குப் பல காரணங்கள் உண்டு. ஒன்று, சமீப காலம்வரை மனிதன் சமுத்திரங்களின் தன்மையை அறிவதில் அதிகம் ஈடுபடவில்லை. இரண்டாவதாக, சமுத்திரத்தின் மேல் தளத்தைத் தவிர்த்து, மற்றப் பகுதிகள் எல்லாம் கண்ணால் காணமுடியாத அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. மூன்றாவதாக, சமுத்திரங்களின் தன்மையை அறிய சமீப காலத்தில்தான் செம்மையான கருவிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அப்பொழுதுங்கூட, விவரங்கள் சேகரிப்பது, சிக்கலானதும், பெருங்காலம்



ஸர். வைவில் தாம்ஸன் (Sir Wyville Thomson)

எடுத்துக்கொள்வதுமான காரியமாக வுள்ளது. இவற்றையெல்லாம் விட மிக முக்கிய காரணம் சமீப காலத்தில்தான் விஞ்ஞானிகள் கடலின் தனித் தன்மையை யறிந்தனர் என்பதாகும். சமீப காலம்வரை சமுத்திரம் சம்பந்தப்பட்ட விவரங்கள் மாலுமிகளால் சேகரிக்கப்பட்டு, மற்ற விஞ்ஞானிகளால் ஆராயப்பட்டன. அவ்விதம் கிடைத்த விவரங்கள் மாலுமிகளின் கப்பற் பயணத்திற்குத் தேவையான விவரங்களாயமைந்தன. எனவே சமுத்திரவியலின் ஆராய்ச்சியில் அதிக முன்னேற்றம் காணப்படவில்லை. இதனால்தான் மாலுமிகளிடமிருந்து கிடைக்கும் விவரங்களை நிலத்திலுள்ள விஞ்ஞானிகள் ஆராய்வதைவிட நேரடியாக விஞ்ஞானிகளே கடலுக்குச் சென்று விவரங்கள் சேகரித்தல் சாலச் சிறந்தது என்று நியூடன் கருதினர். 20ஆம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திற்றான் இவ்வித ஆராய்ச்சிக் கப்பல்கள் உருவாக்கப்பட்டன. எனவே நாம் 20ஆம் நூற்றாண்டை "சமுத்திரவியல் நூற்றாண்டு" (Age of Oceanography) என்று கூறலாம் (பலர் இதை அணு யுகம், வானவெளியுகம் என்று கூறுவர். ஆனால் அணு ஆராய்ச்சி, வானவெளி ஆராய்ச்சி ஆகியவை மனித இனத்திற்குப் புதிய பிரச்சினைகளையே தோற்றுவித்தன).

நாம் இப்பொழுது சமுத்திரவியலின் தொடர்ச்சியான வளர்ச்சியைப் பற்றி ஆராய்வோம். சமுத்திரவியலின் வளர்ச்சி மூன்று பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படலாம். முதல் பகுதி பண்டைக் காலமாகும். இக்காலத்தில் கப்பலில் முதன் முதல் நெடுந்தூரப் பிரயாணம் செய்தல் காணப்பட்டது. மனிதன் எப்பொழுது கப்பல் பிரயாணம் செய்ய ஆரம்பித்தான் என்பது பற்றிய திட்டவட்டமான விவரங்கள் இதுவரை கிடைக்கவில்லை. கடற் பிரயாணத்தைப்பற்றிக் கிடைத்துள்ள மிகப் பழைய விவரம், 700 கி.மு. வுக்கு முன்னால் போனிஷியர்கள் (Phoenicians) செங்கடலிலிருந்து கிளம்பி ஆப்பிரிக்காவைச் சுற்றி ஜிப்ரால்டரை (Gibralter) அடைந்ததைப் பற்றியதாகும்.

இதற்கப்பால் நார்வேயிலிருந்து கிளம்பிய வைகிங் (Viking) என்போர் ஐஸ்லாந்திற்கும், பிறகு கிரீன்லாந்திற்கும், அங்கிருந்து வட அமெரிக்காவிற்கும் சென்று குடியேறினர். இவர்கள் பல கடற்பிரயாணங்கள் செய்தனர். இக்காலத்தில் கடற்பிரயாணம் ஒரு கலையாக இருந்ததேயல்லாமல் விஞ்ஞான ரீதியில் நடத்தப்படவில்லை. திசை காட்டும் கருவி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட காலத்திலிருந்துதான் கடற்பிரயாணம் விஞ்ஞான அடிப்படையைப் பெற்றது.

இதற்கப்பால் பல நூற்றாண்டுகள் சமுத்திரவியலின் இருண்ட காலமாகும். பொதுவாகவே இக்காலம் விஞ்ஞானத்தின் இருண்ட காலமாகும். பண்டைக் காலத்தில் உலகம் உருண்டை என்ற கருத்தே பெரும்பான்மை

நிலவி வந்தது. இக்காலத்தில் உலகம் மறுபடியும் தட்டையாக மாறிற்று.

இதற்கப்பால் உலகம் உருண்டை என்பதைக் கலிலீயோ (Galileo) கண்டறிந்தார். இந்தியாவையடைய மேற்காகப் பிரயாணம் செய்வது ஆரம்பமாகியது. கொலம்பஸ் (Columbus), மேகல்லன் (Magellan) போன்ருேர் பொருளாசை, நாடு பிடித்தல் போன்ற எண்ணங்களுடன் கடற் பிரயாணம் செய்ய ஆரம்பித்தனர் என்ருலும், அவர்களாலுங்கூட சமுத்திர வியல் ஓரளவு வளர்ந்தது.

இதற்கப்பால் காப்டன் குக் (Captain Cook) என்பவர் கடற்பிரயாணம் செய்தார். குக்கின் பிரயாணம் பல வகையில் சிறப்பானதாகும். உலகி லேயே விஞ்ஞான ரீதியில் முதன் முதல் செய்யப்பட்ட கடற்பிரயாணம் இதுவேயாகும். அதற்கேற்ப இப்பிரயாணம் ராயல் கழகத்தால் (Royal Society) ஏற்படுத்தப்பட்டதாகும். இவர் செய்த மூன்று பிரயாணங்களின் பலனுகத் தென் கோளார்த்தத்தைப் பற்றிய அறிவு அதிகரித்தது.

இதற்கப்பால் சமுத்திரவியலின் பொற்காலம் ஆரம்பமாகின்றது. இக் காலத்தில் இங்கிலாந்தில் ஃபோர்பஸ் (Forbes) என்பவர் சமுத்திர வியல் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டார். இவர் சமுத்திரவியலின் உயிரினப் பகுதியில் பெருங்கவனம் செலுத்தியமையால் அவ்வியலின் தந்தை என அழைக்கப்படுகின்ருர். அமெரிக்காவில் மாரி (Maury) என்பவர் பௌதிகப் பகுதியில் பெருமளவு ஈடுபட்டார். இவர் முயற்சியால் கப்பல் தலைவர்கள் தாங்கள் பிரயாணம் செய்யும் பகுதிகளில் காணப்படும் அமைப்புக்களை அறிந்து, மத்தியக் கழகத்திற்குத் தெரிவித்தனர். அங்கு இவை தொகுக்கப் பட்டு, அவற்றின் விளக்கம் கப்பல் தலைவர்களுக்குக் கொடுக்கப்பட்டது. இதனுல் கப்பல் பிரயாணம் செய்தல் எளிதாயிற்று. இம்மத்தியக் கழகத் தையே சமுத்திரவியல் சோதனைச் சாலைகளின் ஆரம்பமாகக் கொள்ள லாம்.

இக்காலத்தில் சமுத்திரவியல் வானில் இரு நக்ஷத்திரங்கள் தோன் றின. ஒருவர் ஸர் வைவில் தாம்ஸன் (Sir Wyville Thomson); மற்றவர் ஸர் ஜான் மர்ரே (Sir John Murray) ஆவர். தாம்ஸன் முதலில் சாலஞ்சர் (Challenger) என்னும் கப்பலில் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டார். இவர் சமுத்திரவியலுக்குச் செய்துள்ள தொண்டுகளைப் பாராட்டும் வகை யில் ஆர்க்டிக், அட்லான்டிக் சமுத்திரங்களைப் பிரிக்கும் தொடர்க் குன்றிற்கு இவர் பெயரிடப்பட்டுள்ளது (வைவில் தாம்ஸன் தொடர்க்குன்று).

வைவில் தாம்ஸனின் இரண்டாவது பிரயாணத்தின்போது சாலஞ்சர் கப்பலின் உயிரின வல்லுநர் திடீரென்று வர முடியாதுபோகவே, மர்ரே உயிரினப் பகுதியின் உதவியாளராக எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டார். எதேச்சையாக ஏற்பட்ட இவ்விளைவு சமுத்திரவியலின் வளர்ச்சிக்குப் பெருமளவு காரணமாகியது. இவர் திரும்பும்பொழுது சமுத்திரவியலின் ஆராய்ச்சியில் முக்கிய உறுப்பினராகத் திரும்பினர். இவர் செய்த ஆராய்ச்சியின் விளைவுகள் தாம் பிற்காலத்தில் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சிக்கு அடிப்படையாக அமைந்தன.

இக்காலத்தில் சமுத்திரவியலின் ஆராய்ச்சியின் முக்கிய அமிசம் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சிக் கப்பல்களில் விஞ்ஞானிகள் தாங்களே நேரில் சென்று விவரங்கள் சேகரித்ததாகும். இதே சமயத்தில் பல ஆராய்ச்சிக் கழகங்களும் தோற்றுவிக்கப்பட்டன. இவற்றில் முக்கியமானவை மொனகோவில் (Monaco) உள்ள சமுத்திரவியல் பொருட்காட்சி சாலை, அமெரிக்காவில் ஏற்பட்ட ஸ்கிரிப்ஸ் (Scripps கலிஃபோர்னியாவிலுள்ளது) கழகம், வுட்ஸ்ஹோல் (Woods Hole) கழகம் (கிழக்குக் கரையில் அமைந்துள்ளது) போன்றவையாகும்.

சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி முறை

சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி பலகாலம் மாலுமிகள் கொடுக்கும் விவரங்களைத் தொகுத்து, அவற்றிலிருந்து கடலின் தன்மையை ஆராய்தலுடன் நின்றுவிட்டது. மாலுமிகளிடமிருந்து கிடைக்கும் விவரங்கள் அவர்களின் பிரயாணத்தைச் சார்ந்திருக்குமேயல்லாமல் விஞ்ஞான முறையில் அமையாது. ஆதலால் அண்மைக் காலம்வரை கடலின் உபயோகத்தைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி நடைபெற்றதேயொழியே அதன் தன்மையை அறிவதில் எவ்விதமான முயற்சிகளும் எடுத்துக்கொள்ளப்படவில்லை.

சமீப காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் தாங்களே கடலுக்குச் சென்று விவரங்கள் சேகரிக்க ஆரம்பித்தனர். இக்காலத்தில்தான் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சிக்குத் தேவையான சாதனங்களுடன் கூடிய கப்பல்களில், மர்ரே போன்றோர் கடல் பயணம் மேற்கொண்டு விவரங்கள் சேகரித்தனர். இவ்விதக் கப்பல்களில் சிலவற்றினைப் பற்றிய விவரங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

ஆல்பர்ட் (Prince Albert of Monaco)

அட்டவணை 1

கப்பல் பெயர்	தேசம்	ஆராய்ச்சி ஆண்டு	மாலுமிகள்	விஞ்ஞானிகள்
டிஸ்கவரி II (Discovery)	இங்கிலாந்து	1930	46	6
மீடியார் (Meteor)	ஜெர்மனி	1924	114	10
ஸ்னீலியஸ் (Snellius)	ஹாலந்து	1929	84	6
ஆர்மர் ஹான்ஸன் (Armauer Hansen)	நார்வே	1913	5	6
அட்லான்டிஸ் (Atlantis)	அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்	1931	17	5
ஸ்கிரிப்ஸ் (Scripps)	,,	1938	7	6

இதற்கப்பால் இவ்வாராய்ச்சியில் மிகுந்த முன்னேற்றம் காணப்பட்டது.

இப்பொழுது நாம் இக்கப்பல்களில் உபயோகப்படும் கருவிகளைப் பற்றி ஆராய்வோம். கடலில் முதன் முதல் ஆராய்ச்சிக்கெடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது அதன் அடிநிலத் தோற்றமே. பலகாலம் கடலடியின் ஆழம் அறிய இரும்புக் கயிறுகள் உபயோகப்பட்டு வந்தன. இவ்விரும்புக் கயிறுகளின் முனையில் ஓர் எடை காணப்படும். இவை கடலின் அடித்தளம் வரையில் இறக்கப்படுகின்றன. இதிலிருந்து ஆழத்தையறிதல் சாத்தியமாகும். ஆனல் இம்முறைப்படி ஓர் அளவு எடுக்கப் பல மணி நேரமாகும். எனவே தற்காலத்தில் ஒலியின் மூலம் ஆழம் அறியும் (Sonic sounding) முறை பெருமளவு உபயோகத்திலிருந்து வருகின்றது.

ஒலி மூலம் ஆழம் அறியும் கருவியில் மூன்று பகுதிகள் உள்ளன:

1. ஒலி வெளியிடும் பாகம்.
2. வெளியேறும் ஒலி, உள்ளே வரும் ஒலி இவற்றைக் குறிக்கும் கருவி.
3. இவற்றிடையே காணப்படும் கால வேறுபாட்டை அளக்கும் பகுதி.

இருவகையான ஒலிக்கருவிகள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன:

1. கேட்கக் கூடிய ஒலியினை எழுப்பக்கூடிய கருவிகள்.
2. கேட்க முடியாத சிறு அலை ஒலிகள்.

முதல்வகைக் கருவியில் ஒலியினுல் ஆடக்கூடிய வில் ஒன்று காணப் படுகின்றது. இரண்டாவதில் க்வார்ட்ஸ் (Quartz) படிகங்கள் அதிக சக்தி வாய்ந்த மின்அலைகளால் பாதிக்கப்பட்டுச் சிற்றலைகளை எழுப்புகின்றன. இரண்டாவது வகைக் கருவி மாறுபட்ட இயற்கை அமைப்புக்களுடன் கூடிய பகுதிகளை ஆராய உபயோகப்படுகின்றது. கருவிகள் குறிப்பிட்ட வேகத் தில் செல்லக்கூடிய வகையில் இயக்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் ஒலி திரும்பி வர ஆகும் காலத்தைக் கணக்கிடலாம்.

கடலடிப் படிவுகளை ஆராயக் கடலடி மாதிரிகள் (Bottom samplers) உபயோகப்படுகின்றன. இவை படிவுகளின் தன்மை, நீராழம் இவற்றைப் பொறுத்தமைந்துள்ளன. ட்ரெட்ஜ் (Dredge) எனப்படும் கருவி கடலடி யில் காணப்படும் ஒன்றுசேராத படிவுகளை அறிய உபயோகப்படுகின்றது. ஸ்னேப்பர் (Snapper) எனப்படும் வகைக்கருவிகள் படிவுகளின் மேற்புறப் பகுதியை ஆராயப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படிவு அடுக்குக்களை ஆராயக் "கோரர்" (Corer) எனப்படும் கருவி உபயோகப்படுகின்றது. இம்முறை யில் 4000 மீட்டருக்கு மேற்பட்ட ஆழங்களிற்கூட மீட்டர் ஆழத்திற்குப் படிவுகளின் மாதிரி எடுக்கப்படலாம்.

வெப்ப நிலையை அளக்க மூன்று விதமான கருவிகள் பயனில் இருந்து வருகின்றன. ஒன்று, மேற்றள நீரை அளக்க ஒரு பாத்திரத்தில் நீர் எடுக்கப்பட்டு, வெப்ப மானிகளின் மூலம் வெப்பநிலை அளக்கப்படுகின்றது. மேற்றளத்திற்குக் கீழ் நீரின் வெப்பநிலை அறிய, மாறக்கூடிய வெப்ப நிலை மானிகள் (Reversing thermometers) உபயோகிக்கப்படுகின்றன. ஆழ்கடலின் அடுக்குக்களின் வெப்ப நிலையைத் தொடர்ச்சியாக அறியப் பல முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. தற்சமயம் ஸ்பில்ஹாஸ் (Spilhaus) என்பார் தயாரித்த "ஆழ்கடல் வெப்பநிலை பதி கருவி" (Bathy thermograph) உபயோகப்படுகின்றது. வெப்பநிலை அளப்பதில் 0·05°c அளவில் நேர்த்தியிருக்க வேண்டுமாதலால் மிகச் செம்மையான வெப்ப மானிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

நீர் மாதிரியறிய நீர்க்குப்பிகள் (Water bottles) உபயோகப்படு கின்றன. இவை தானே மூடிக்கொள்ளும் தன்மை பெற்றவை. ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்தில் நீர் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்ட பிறகு இவை நன்கு மூடிக்கொள்கின்றன. எனவே, இவை மேலே கொண்டுவரப்படும் பொழுது மேற்றள நீர் இந்நீருடன் கலப்பதில்லை. சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சியில் இரண்டுவித நீர் மாதிரிக் குப்பிகள் (Water sampling bottles) உபயோகப்படுகின்றன. ஒன்று நான்ஸன் (Fridtjof Nansen) குப்பி; மற்றது எக்மன் (Ekman) குப்பி ஆகும்.

ஓதங்களின் அளவை அறியப் பல கருவிகள் உபயோகிக்கப்படு கின்றன. ஓதங்களை அளக்க உபயோகிக்கும் கருவிகளில் மிக எளிமையானது

ஓத அளவுக் கோல் (Tide staff) ஆகும். நீண்ட பலகையில் அளவுகள் குறிக்கப்பட்டு, பாறையுடன் இப்பலகை பொருத்தப் பெறுகின்றது. இப்பலகை உச்ச ஓத அளவைவிட அதிக நீளமுள்ளதாயிருத்தல் அவசிய மாகும். அலைகள் குறைந்த பகுதிகளில் அளவுக் கோல் உபயோகமாகும்; ஆனால் அலைகள் மிகுந்த பகுதியில் இதன் மூலம் கிடைக்கும் விவரங்கள் சரியானவையல்ல.

அலை மிகுந்த பகுதியில் ஒரு குழாயில் மிதவை (float) காணப்படும். நீர் மட்டம் உயரும் காலத்தில் இம்மிதவை உயரும். இதனால் ஏற்படும் நீர் மட்ட வேறுபாடு அறியப்படுகின்றது. இதற்கு டேப் அளவைகள் (tape gauges) என்று பெயர்.

நீரோட்டங்களை அறியும் முறைகளில் ஒன்று மிதத்தல் முறையாகும். மிதவைகள், மரக்கட்டைகள் ஆகியவை மிதந்து செல்லும் திசையைக் கொண்டு நீரோட்டங்களது திசை அறியப்படுகின்றது. இவ்விதம் கிடைக்கும் விவரங்கள் செம்மையாக அமைவதில்லை. இக்குறைபாட்டைச் சரி செய்யும் நிமித்தம் மிதக்கும் குப்பிகள் (drift bottles) உபயோகிக்கப் பட்டன. இவற்றில் மண் நிறைந்திருப்பதால் இதன் சிறு பகுதியே நீருக்குமேல் காணப்படும். இக்குப்பிகளில் இவை ஆரம்பித்த இடம், தேதி ஆகியவை கொடுக்கப்பட்டிருப்பதால் இவற்றின் திசை, வேகம் இவற்றை யறிதல் எளிதாகும்.

நீரோட்டங்களை அறிய மற்றொரு முறை பாய்தல் முறையாகும் (flow method). கப்பல்களின் பக்கத்தில் நீரினுள் சக்கரங்களைப் பொருத்தி, அவை நீரோட்டத்தினால் பாதிக்கப்பட்டுச் சுற்றும் வட்டங்களின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு நீரோட்டத்தின் வேகம் அறியப்படுகின்றது.

நீரோட்ட மீட்டர்களை உபயோகிப்பதன் மூலம் நீரோட்டங்களை அளந்தறியலாம். இவ்வித மீட்டர்களில் ஒன்றான எக்மன் நீரோட்ட மீட்டர்கள் (Ekman current meters) அதிக அளவில் உபயோகப்படு கின்றன.

பிரிவு 1

அடி நிலத் தோற்றம் (Relief)

பூமியும் கடலும்

பூமியை நாம் துருவ மண்டலத்தில் தட்டையான ஒரு கோளமாகக் (Oblate spheroid) கருதலாம். இதற்கு இரண்டு அச்சுக்கள் உண்டு. இவற்றில் சிறியது துருவ அச்சு ஆகும்.

பூமியின் பரிமாணம்

பூமத்திய ரேகை ஆரம் : 6, 378.4 கி. மீ.

துருவ ஆரம் : 6, 356.9 கி. மீ.

இவ்விரு அச்சுக்களின் இடையே

காணப்படும் வித்தியாசம் : 21.5 கி. மீ.

புவிக்கோளத்தின் வெளிப்பரப்பு : 510,100,934 ச. கி. மீ.

புவியின் கன அளவு: 1,083,319,780,000 கன. கி. மீ.

பூமியில் காணப்படும் ஓர் இடத்தைக் குறிக்க அக்ஷரேகை, தீர்க்க ரேகை, உயரம், ஆழம் எனப்பட்ட நிலை—நிறுத்தல் அளவுகளை (Co-ordinates) உபயோகப்படுத்துகிறோம். இவைகளில் அக்ஷ, தீர்க்க ரேகைகளைக் கிடை அச்சாகவும் (Horizontal axis), உயரம், ஆழம் ஆகியவை களைச் செங்குத்து அச்சாகவும் (Vertical axis) உபயோகப்படுத்துகிறோம். உதாரணமாகக் கடல் மட்டத்திலுள்ள ஓர் இடத்தைக் குறிக்க அக்ஷ தீர்க்க ரேகைகளே போதுமானதாகும். ஆனால் உதகமண்டலம் போன்ற இடத்தைக் குறிக்க அக்ஷ தீர்க்க ரேகைகளுடன் அவ்விடத்தின் உயரமும் கொடுக்கப்பட வேண்டும். இம்மாதிரியே சமுத்திரத்தின் அடித்தளத்தில் ஓர் இடம் குறிக்கப்பட அதன் ஆழமும் கொடுக்கப்பட வேண்டும்.

ஓர் இடத்தின் உயரத்தையோ அல்லது ஆழத்தையோ குறிக்க ஒரு பொதுவான மட்டம் அவசியமாகும். ஓர் இடத்தின் உயரம், அவ்விடத்தின் சராசரி, கடல் மட்டத்திலிருந்து கணக்கிடப்படுகிறது. இச் சராசரி, கடல் மட்ட ஓதப்பெருக்கின் (Tidal) உயர் நிலை, நீச நிலை இவற்றின் சராசரியாகக் கணக்கிடப்படுகின்றது.

ஓர் இடத்தின் ஆழத்தைக் கணக்கிடும்போது பல வேறுபட்ட பொது மட்டங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் அட்லான்டிக் கடற்கரைப் பிரதேசத்தில் சராசரி நீச்ச நீர் மட்டமும் (mean low water), பஸிபிக் கடற்கரைப் பிரதேசத்தில் சராசரி நீச்ச நீர் மட்டத்தின் குறைந்த அளவும் (mean lower low water) பொது மட்டங்களாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தியா, அர்ஜன்டீனு, ஜப்பான் போன்ற பிரதேசங்களில் இந்தியப் பௌர்ணமி தின ஓதத்தின் நீச்ச நீர் மட்டம் (Indian spring low water) பொது மட்டமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இப்பொது மட்டங்கள் அளவில் வேறுபட்டு இருப்பதால் இவற்றைக்கொண்டு கணக்கிடப்படும் ஆழங்களும் சிறிது வேறுபட்டே காணப்படும். இவ்வேறுபாடு மிகவும் சிறியதாக இருப்பதால் இதைக் கணக்கில் கொள்ளாமல் எல்லாப் பிரதேசங்களிலும் நடைமுறையில் பொது மட்டம் ஒன்ருகவே இருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

நில நீர்ப் பரப்பு :

புவியில் நில நீர்ப்பகுதிகள் ஒரே அளவில் அமைந்திருக்கவில்லை. வடகோளார்த்தத்தில் பெரும்பகுதி நிலமாக இருப்பதால் அதை நிலக் கோளார்த்தம் (land hemisphere) என்று அழைக்கின்ருேம். தென் கோளார்த்தத்தில் நீர்ப்பகுதி அதிகமாகக் காணப்படுவதால் அதை நீர்க் கோளார்த்தம் (water hemisphere) என்று அழைக்கின்ருேம். வடதுருவத்தைச் சுற்றி ஆர்க்டிக் சமுத்திரமும் (Arctic Ocean), தென் துருவத்தில் அன்டார்க்டிக் கண்டமும் (Antarctic Continent) எதிர் எதிராக (Antipodal) அமைந்திருக்கின்றன. ஆர்க்டிக் மஹாசமுத்திரத்தைச் சுற்றி அமெரிக்க யூரேஷியக் கண்டங்கள் காணப்படுகின்றன. தென் கோளார்த்தத்தில் அன்டார்க்டிக் கண்டத்தை அடுத்துத் தென் துருவக் கடல் (South polar sea) அல்லது அன்டார்க்டிக் சமுத்திரம் (Antarctic Ocean) காணப்படுகின்றது. அட்லான்டிக் (Atlantic), பஸிபிக் (Pacific) சமுத்திரங்கள் வடதுருவக் கடலிலிருந்து தென் துருவக் கடல்வரை வடக்கு—தெற்காக வியாபித்துள்ளன.

புவியின் மேற்பரப்பில் 29·2% அளவில் நிலப்பகுதியும், 70·8% நீர்ப்பகுதியும் காணப்படுகின்றன. இந்நில, நீர்ப்பரப்புக்கள் உலகில் எல்லாப் பகுதியிலும் ஒரே அளவில் அமைந்திருக்கவில்லை. கீழே சில குறிப்பிட்ட அக்ஷரேகைகளுக்கு இடையே நில, நீர்ப்பரப்பின் அளவுகள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

அட்டவணை 2

வட அக்ஷம்	நீர்ப்பகுதி %	நிலப்பகுதி %	தென் அக்ஷம்	நீர்ப்பகுதி %	நிலப்பகுதி %
90·85	100·0	...	90·85	....	100·0
75·70	65·5	34 · 5	75·70	38 · 6	61·4
60·55	45·0	55 · 0	60·55	99 · 9	0·1
45·40	51·2	48 · 8	45·40	96 . 4	3·6
25·20	65·2	34 · 8	25·20	75 · 4	24·6
5·0	78·6	21 · 4	5· 0	75 · 9	24·1
வடகோளார்த்தம் முழுவதும் நீர்ப்பகுதி				60·7%	
நிலப்பகுதி				29·3%	
தென் கோளார்த்தம் முழுவதும் நீர்ப்பகுதி				80·9%	
நிலப்பகுதி				19·1%	

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அளவுகள் உலகம் முழுவதற்கும் கொடுக்கப்படவில்லையானாலும், கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் அளவுகள் மற்றப் பகுதிகளுக்கும் ஏற்றுக்கொள்ளக் கூடியவையாகும். நிற்க, மேலே குறிப்பிட்டபடி புவியின் மேல் பரப்பில் 70·8% நீர்ப்பகுதியாகும். இந்நீர்ப் பகுதியில் பஸிபிக் சமுத்திரமும் அதைச் சார்ந்த கடல்களும் 50% அளவில் அமைந்துள்ளன.

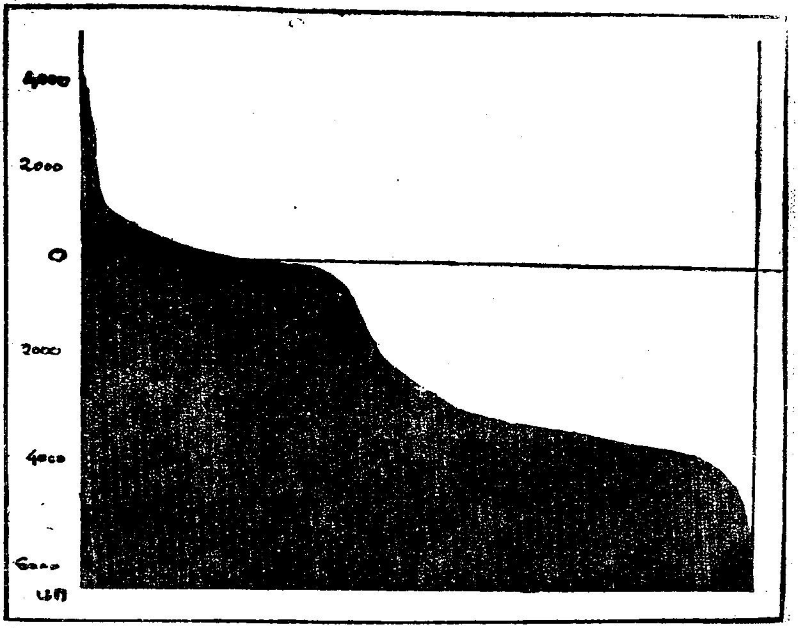
அட்டவணை 3

சமுத்திரங்கள்	பரப்பு மில்லியன் சதுர. கி. மீ.	பரிமாணம் மில்லியன் க. கி. மீ.
அட்லான்டிக்	106·463	354·679
பசிபிக்	179·679	723·699
இந்திய சமுத்திரம்	74·917	291·945
	361·059	1370·323

கடல் அடிநிலத் தோற்றம் (Relief of the Ocean)

நீர்ப்பகுதி புவியின் பரப்பில் 70·8% ஆக இருப்பதால் புவியின் புறத் தோற்றத்தைக் கொண்டே புவியின் அமைப்பைக் காணுதல் அரிது. கடல் அடி நிலத்தின் அமைப்பை ஆராய்தல் அவசியமாகின்றது. மேலும் கடல் அடிநிலத்தின் ஆராய்ச்சி பூமியின் வயதைக் கணக்கிடுவதிலும், அதன் வரலாறு (history), பல் வகைப்பட்ட நிலைகள் (evolution) இவற்றை அறிவதிலும் உபயோகப்படுகின்றது.

கடல் ஆழத்தின் பொதுப்பரப்பை உயரத் தாழ்வுக் கோட்டின் மூலம் (Hypsographic curve) மிக எளிதாகக் காட்டலாம்.



படம் 1·1

கடலடி நிலத்தின் வெவ்வேறு மட்டத்தின் பரப்பைக் காட்டும் உயரத்தாழ்வுக் கோட்டுப்படம் (Hypsographic Curve) X-அச்சில் நிலப்பரப்பின் சதவீதம், Y-அச்சில் உயரம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வரைபடத்தின் மூலம் சில முக்கிய உண்மைகளை அறியலாம்:

(1) கடல் மட்டத்திற்குமேல் 0-1000 மீட்டர் வரை அதிகமான பரப்புக் காணப்படுகிறது.

(2) கடல் மட்டத்திற்குமேல் கண்டங்களின் சராசரி உயரம் 840 மீட்டர் ஆகும்.

(3) கடலடிப் பிரதேசத்தில் 3000—6000 மீட்டருக்கு உட்பட்ட (சுமார் 1500—3000 ஃபாதங்கள் — Fathoms) பிரதேசம் பெருமளவில் காணப்படுகின்றது.

(4) கடலடிப் பிரதேசத்தின் சராசரி ஆழம் 3800 மீட்டர் அல்லது சுமார் 1900 ஃபாதங்கள் ஆகும்.

(5) கடல்கள் மலைகளின் சராசரி உயரத்தைவிட அதிக ஆழத்துடன் காணப்படுகின்றன.

(6) பல ஆழ் கடல் மடுக்கள் (trench) மலைச் சிகரங்களின் அதிகபக்ஷ உயரத்தைவிட அதிகமான ஆழத்தில் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக மரியானஸ் மடுவில் (Marianna Deep) அதிகபக்ஷ ஆழம், 5,940 ஃபாதம் அளவில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

அட்டவணை 4

ஆழம்	அட்லான்டிக்	பசிபிக்	இந்திய சமுத்திரம்
0·200 மீட்டர்	13·3	5·7	4·2
200-3000 ,,	21·2	12·2	13·9
3000-6000 ,,	64·9	80·3	81·5
6000 மீட்டருக்கு மேல்	0·6	1·8	0 4
	100·0	100·0	100·0

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையின் உதவியால் நாம் கடலடிப் பிரதேசத்தை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) 200 மீட்டர் அல்லது 120 ஃபாதங்கள் வரை வியாபித்துள்ள கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் (Continental Shelf).

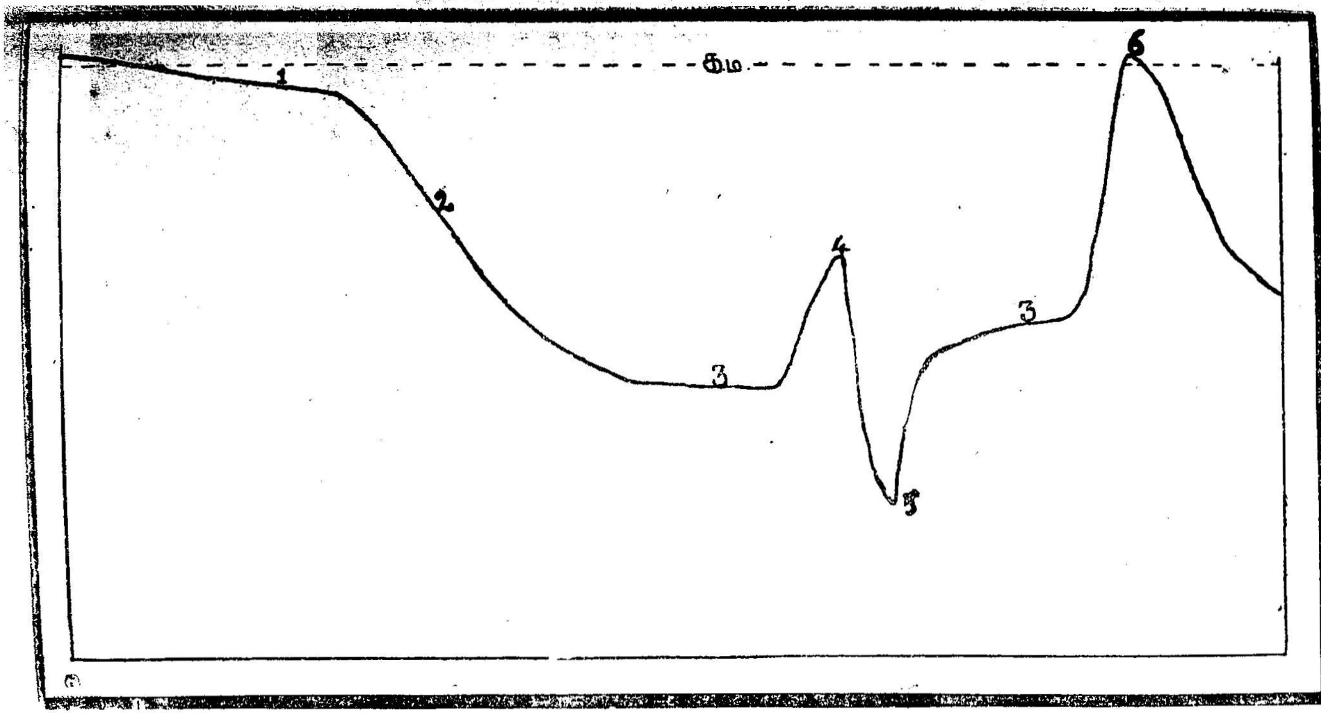
(2) 200—3000 மீட்டர் (120—2000 ஃபாதங்கள்) வரை வியாபித்துள்ள கண்டச் சரிவுப் (Continental slope) பிரதேசம்.

(3) 3000 - 6000 மீட்டர் (2000 - 4000 ஃபாதங்கள்) வரை வியாபித்துள்ள ஆழ்கடல் சமவெளிப் (Deep-sea or abyssal plain) பிரதேசம் ஆகியனவே அம்மூன்று பிரிவுகளாம். இவற்றுடன்கூட 6000 மீட்டருக்கு மேல் ஆழமுள்ள சிற்சில ஆழ்கடல் மடுக்கள் (Oceanic deeps) காணப்படுகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்ட கடலடிப் பகுதிகளைப்பற்றிச் சிறிது விரிவாக ஆராய்வோம்.

கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் (Continental Shelf)

கண்டத் திட்டுக்கள் கடற்கரைச் சமவெளிகளை அடுத்து அதிக அகலமுள்ளனவாயும், மலைப்பிரதேசக் கடற்கரையை அடுத்துக் குறுகியும் காணப்



படம் 1·2

கடலடி நிலத்தில் காணப்படும் அமைப்புக்கள் : 1. கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் (Continental Shelf), 2. கண்டச் சரிவு (Continental slope), 3. ஆழ்கடல் சமவெளி (Abyssal or deep-sea plain), 4. எழுச்சி (Rise), 5, அகழி (Trench;, 6. தீவு (Island), க-ம. என்பது கடல் மட்டம்.

படுகின்றன. பொதுவாக இப்பிரதேசம் கடற்கரைச் சமவெளியின் தொடர்ச்சியாகவே கருதப்படுகின்றது. வடமேற்கு ஐரோப்பியக் கடற்கரை, ரஷியாவின் வடக்குக் கடற்கரை, சீனக் கடலையடுத்துள்ள பகுதி, வட அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரை இவற்றையடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் ஆகியவை அதிக அகலமுள்ளனவாயமைந்துள்ளன.

வட தென் அமெரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரை, நியூ கினி (New Guinea), ஆசியாவின் பசிபிக் கடற்கரை ஆகிய இவற்றை அடுத்துக் கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் குறைந்த அகலமுள்ளதாய் அமைந்து கிடக்கின்றது.

பிரான்ஸ் தேசத்தின் தெற்குப் பகுதியில் ப்ரோவன்ஸ் (Provence) கடற்கரையை அடுத்துக் கண்டத்திட்டுப் பிரதேசம் பெரும்பாலும் காணப்படுவதில்லை.

1953ஆம் ஆண்டு சர்வதேசக் கழகம் கண்டத்திட்டுக்களைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் வரையறுத்தது. இதன்படி நீச ஓத (low tide) மட்டத்திலிருந்து, கடலடித்தளம் அதிகச் சரிவில் சாயும் மட்டம் வரை, கண்டங்களைச் சுற்றிக் காணப்படும் பகுதிக்குக் கண்டத்திட்டு (Continental Shelf) என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டது.

கண்டத்திட்டுக்களின் அமைப்பு: கண்டத்திட்டுக்கள் சில சிறப்பான அமைப்புக்களுடன் காணப்படுகின்றன. ஷெப்பர்டு (Shepard) என்பவர் கண்டத்திட்டுக்களின் சாரசரி அகலம் 42 மைல்கள் அளவிலுள்ளதாகக் கருதுகின்றார். பொதுவாக மலைப்பிரதேசங்களை அடுத்துள்ள பகுதிகளில் கண்டத்திட்டு அகலம் குறைந்து காணப்படுகின்றது. அதேபோல் சமவெளிகளை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுக்கள் அகலம் மிகுந்தும் அமைந்து கிடக்கின்றன. இவ்வியல்புக்கு மாறாகவும் ஆங்காங்கே அமைப்புக்கள் உள. பிராட் (Birot) என்பவர் சிற்சில மலைப்பிரதேசங்களை அடுத்துக் கண்டத்திட்டுச் சற்று அதிகமான அகலத்துடன் (சுமார் 12·5 மைல்) காணப்படுவதைச் சுட்டிக்காட்டியுள்ளார். உதாரணமாகக் கலிசியாப் (Galicia) பிரதேசத்தின் கடற்கரையில் 1200 - 1500′ வரை உயரமுள்ள தொடர் குன்றுகளும் ஓங்கல்களும் (cliffs) காணப்பட்ட போதிலும், கண்டத்திட்டு 15 லிருந்து 20 மைல்கள் வரை பரந்திருப்பதைச் சுட்டிக்காட்டுகிறார்.

பொதுவாகக் கண்டத்திட்டுக்கள் 600′ ஆழம் வரை வியாபித்துள்ளனவாகக் கருதப்பட்டாலும், ஷெப்பர்டு இதைவிடக் குறைந்த ஆழம் வரைதான் கண்டத்திட்டு உள்ளதாகக் கருதுகிறார். இவர் கணக்கின்படி கண்டத்திட்டுக்களின் சராசரி ஆழம் 400 - 450′ வரையுள்ளது. கண்டத்திட்டும் கண்டச் சரிவும் (continental slope) சேரும் பகுதி இடத்திற்கிடம் வேறுபடுகின்றது.

கண்டத்திட்டுகள் பொதுவாகக் குறைந்த சரிவுடன் காணப்படுகின்றன. அதன் சரிவு சராசரியாகக் 0°, 07′ கோண அளவில் அமைந்துள்ளது. பனிப்பாறைப் பிரதேசங்களை அடுத்துள்ள சரிவுகள் அதிக ஆழத்துடனும், முருகைப்பார்களையடுத்துள்ள பகுதிகளும், ஆர்க்டிக் சமுத்திரத்தை அடுத்து சைபீரியக் கண்டத்திட்டும் குறைந்த ஆழத்துடனும் காணப்படுகின்றன. மேலும் மலைப்பிரதேசங்களையடுத்துக் கண்டத்திட்டுகள் அதிகச் சாய்வுடனும் (slope) சமவெளிகளை அடுத்துக் குறைந்த சாய்வுடனும் காணப்படுகின்றன. கண்டத்திட்டு முழுவதில் ஒரே அளவு சரிவு அமைந்திருப்பதில்லை. நிலத்திற்கருகில் இச்சரிவு சராசரியைவிட அதிகமாயும், கடலை நோக்கிச் செல்லக் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது.

முற்காலத்தில் கண்டத்திட்டுகள் எல்லாம் மேடு பள்ளமற்ற சமவெளிகளாகக் கருதப்பட்டன. ஆனால் சமீப காலத்தில் கிடைத்துள்ள விவரங்களிலிருந்து அவ்விதம் கருதுவது சரியானதல்ல என்று தெரியவருகின்றது. இந்திய மேற்குக் கடற்கரை, சைபீரியாவின் வட, கிழக்குக் கடற்கரை ஆகியவற்றை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுகள் பெரும்பாலும் சமவெளிகளேயாகும். ஆனால் மற்றக் கண்டத்திட்டுகளில் பல குறுக்கீடுகள் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாகத் தென் நியூ இங்கிலாந்தை (South New England) அடுத்துள்ள பகுதியைக் கூறலாம். இவ் வேறுபாடுகள் முதலில் அலைகளின் அரிப்பால் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால் பெர்த்தாய் (Berthois) என்பவர் நீச்ச ஓத அளவுக்குக் கீழ் அலைகளின் அரிப்பு சக்தி மிகக் குறைவு என்று கண்டறிந்தார். இதனால் கண்டத்திட்டுகளில் காணப்படும் இயற்கை வேறுபாடுகள் அலைகளின் அரிப்பால் ஏற்பட்டிருக்க முடியாது என்று கருதுகிறார். மேலும் கண்டத்திட்டுகளில் காணப்படும் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் அலைகளின் அரிப்பால் ஏற்பட்டதாகக் கருதுதல் சரியானதல்ல. பெரும்பாலான கண்டத்திட்டுகள் கடற்கரைச் சமவெளிகள் நீரினுள் அமிழ்தலால் ஏற்பட்டவையாகும்.

இவ்வித வேறுபாடுகள் காணப்பட்டாலும் கண்டத்திட்டுகள் சமவெளி போன்ற அமைப்புடன்தான் இருக்கின்றன. கண்களால் பார்க்கக்கூடிய குறைந்த அளவுச் சரிவு 17′ ஆகும். ஆனால் கண்டத்திட்டுகளின் சராசரிச் சரிவு 07′ ஆக இருப்பதால் இது சமவெளியாகவே தோன்றுகின்றது.

கண்டத்திட்டுப் பிரதேசங்கள் பொருளாதார வகையில் மிக முக்கியமானவையாகும். இவைகளில் சிலவற்றில் உலகிலேயே மிகச் சிறந்த மீன் பிடிக்கும் தலங்கள் அமைந்துள்ளன. இவற்றிற்கு உதாரணமாக வடகடலில் உள்ள டாக்கர் திட்டையும் (Dogger Banks), நியூ பவுண்ட்லாந்தை (New Foundland) அடுத்துள்ள கிராண்ட் திட்டையும் (Grand Banks) கூறலாம்.

2

கண்டத்திட்டுகளைப்பற்றி ஆராய்வதற்கு அவற்றைப் பலவகைகளாகப் பிரித்து அறிதல் அவசியமாகும். இவ்விதம் கண்டத்திட்டுகளைப் பிரிக்க அவற்றின் இயற்கையமைப்பு, அவற்றில் காணப்படும் படிவுகள் இவை பெருமளவில் உபயோகப்படுகின்றன. இவை தனித் தனியாகவோ அல்லது சேர்ந்தோ கண்டத்திட்டுகளைப் பல வகையாகப் பிரித்துக் காட்டுகின்றன. ஒவ்வொரு வகையையும் விளக்க உதவும் உதாரணங்கள் அமெரிக்கக் கடற்கரையை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுகளிலிருந்தே எடுக்கப்பட்டுள்ளது தவிர்க்க முடியாததொன்றாகும். ஏனெனில் அமெரிக்கக் கடற்கரையை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுகளைப் பற்றி அதிக அளவில் ஆராய்ச்சி நடந்திருக்கின்றது. உலகின் மற்றப் பகுதிகளைச் சார்ந்துள்ள கண்டத்திட்டுகளைப்பற்றி நமக்குக் கிடைத்துள்ள விவரங்கள் மிகக் குறைவாகும்.

கண்டத்திட்டு வகைகள்

கண்டத்திட்டுகளின் அமைப்புப் பெரும்பாலும் அது அடுத்துள்ள நிலப்பகுதியை ஒத்து அமைந்துள்ளது என்று முன்னரே கண்டோம். இதன்படிக் கண்டத்திட்டுகளைப் பல வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றில் முக்கியமான சிலவற்றை மட்டுமே இங்கு நாம் ஆராய்வோம்.

உறைபனிப் பிரதேசங்களை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுகள் பல சிறப்பான அமிசங்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை கண்டத்திட்டுகளின் இயல்பான அமைப்பிலிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. இவை கண்டச் சரிவைச் சார்ந்தவை அல்ல என்பதைக் குறிக்கும் பொருட்டே இவற்றைக் கண்டத் திட்டுகள் என்று கூறுகிறோம். மற்றப்படி, கண்டத்திட்டுகளின் முக்கிய அமைப்பாக விளங்கும் ஒரே சீரான அடிநிலத்தோற்றத்தை இவை பெற்றிருக்கவில்லை.

உறைபனிப் பிரதேசங்களையடுத்துக் கடற்கரையில் பல குடாக்கள் உள் நாட்டில் வெகுதூரம் வரை பரவியிருக்கின்றன. இக்குடாக்கள் ஆழம் மிகுந்தவையாகும். நார்வே (Norway), பிரிட்டிஷ் கொலம்பியா (British Columbia) முதலிய பிரதேசங்களில் இவற்றைப் ஃபியர்ட்டுகள் (Fiords) என்று அழைக்கின்றனர். இவை நீண்டு குறுகிய கடற்கரைப் பகுதிகளாம். இவற்றின் வெளி முனையில் ஆழம் குறைவாயுள்ளது. உட்பகுதியில் பல கொப்பரைகள் அமைந்து காணப்படுகின்றன. இவற்றை அடுத்துள்ள நிலப்பகுதியிலும் இவ்விதக் கொப்பரைகள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் இவை கடல் மட்டத்திற்கு மேல் உள்ளமையால் நீர் நிரம்பிய ஏரிகளாகக் காணப்படுகின்றன.

உறைபனிப் பிரதேசங்களையடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுகளில் பல சிறு குன்றுகள் காணப்படுகின்றன. கண்டத்திட்டின் உட்புறத்தில் இக்குன்று

கள் பெரும்பாலும் பாறை அடி நிலத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. கண்டத் திட்டுகளின் வெளிப்பகுதியில் பல மேடுகள் கடல் மட்டத்திற்குச் சிறிது கீழ்வரை அமைந்துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் மணலால் அமைந்து காணப்படுகின்றன. இம்மணல் மேடுகளில்தான் மீன் பிடித்தலுக்கேற்ற பல திட்டுகள் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக ஜார்ஜ் திட்டுகளையும் (George Banks), கிராண்ட் திட்டுகளையும் (Grand Banks) கூறலாம். இம்மேடுகளில் நீரோட்டங்கள் அதிக அளவில் காணப்படுவதால், பிளாங்டான் உணவுப் பொருள் அதிக அளவில் காணப்படுதல் இதற்குக் காரணமாகச் சுட்டிக் காட்டப்படுகின்றது.

மேலே குறிப்பிட்ட கண்டத்திட்டு அமைப்பு நியூ இங்கிலாந்துக் கடற்கரையை அடுத்துக் காணப்படுகின்றது. இதற்குத் தெற்கே 'காடு' முனை (Cape Cod)யிலிருந்து கண்டத்திட்டு முற்றிலும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது. இவை பெரும்பாலும் சமதளமாகவே அமைந்துள்ளன. இவை நியூயார்க்கிற்குத் தெற்கே ஆரம்பித்து, மேரிலாந்தின் (Maryland) தெற்குப் பகுதிவரை காணப்படுகின்றது. இக்கண்டத்திட்டுகளில் குறைந்த உயரம் கொண்ட பல வளை குன்றுகள் (Arcuate Ridges) ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவுள்ளன. வளை குன்றுகளுக்கிடையே அவற்றிற்கிணையாகப் பல நீண்ட பள்ளங்கள் குறைந்த ஆழத்துடன் காணப்படுகின்றன. இவ்வித நில அமைப்பினை நியூ ஜெர்ஸி (New Jersey) மாநிலத்தின் கடற்கரையில் காணலாம். இவ்வளைகுன்றுகளையும் அவற்றிடையே அமைந்து கிடக்கும் பள்ளங்களையும் முறையே கடற்கரையில் காணப்படும் மணல் மேடுகளுடனும் (sand dunes) சதுப்பு நிலங்களுடனும் ஒப்பிடலாம்.

இத்திட்டுகளிற் கிடக்கும் படிவுகளைப் பற்றி ஹென்ரி ஸ்டெட்ஸன் (Henry Stetson), ஜார்ஜ் கோஹி (George Cohee), ஷெப்பர்டு (Shepard) முதலியோர் ஆராய்ந்துள்ளனர். இதன் பயனாகப் படிவுகளின் தன்மையிலும், அவற்றின் பரவலிலும் யாதொரு விதமான ஒழுங்கும் காணப்படவில்லை என்ற முடிவுக்கு இவர்கள் வந்தனர். கண்டத்திட்டுகளின் பெரும் பகுதியில் மணல் காணப்படுகின்றது. இதனுடன் சிற்சில இடங்களில் மண்ணும் சேர்ந்துள்ளது. மணல் திட்டுகளில் பரல் (Gravel) காணப்படுகின்றது. இம்மணல் திட்டுகள் பெரும்பாலும் நிரந்தரமான தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன. முக்கியமாக நியூயார்க்கிற்குத் தெற்கிலுள்ள மணல்திட்டுகள் இடம் மாறாமல் அமைந்துள்ளன. ஆனால் வடக்கில் நான்ட்யுகெட் (Nantucket) பகுதியிலும் ஆங்கிலக் கால்வாய்க்குச் சிறிது வடக்கில் வடகடலிலும் காணப்படும் மணல்திட்டுகள் புயற்காற்றினால் பாதிக்கப்பட்டு இடமாற்றமடைகின்றன. இவை கப்பல் போக்குவரத்திற்குப் பெருந் தடையாக அமைந்துள்ளன.

மூன்ருவது வகையான கண்டத்திட்டுகள் கடல் நீரோட்டங்களால் பாதிக்கப்பட்டவையாகும். இவற்றிற்கு உதாரணமாக ஃப்ளாரிடாவின் (Florida) கிழக்குக் கடற்கரையை ஒட்டியுள்ள கண்டத்திட்டுகளைக் கூறலாம். இங்கு ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியிலிருந்து (Straits of Florida) கல்ஃப் நீரோட்டம் (Gulf Stream) வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. ஜார்ஜியாவின் எல்லையில் அமைந்துள்ள ஜாக்ஸன்வில்லில் (Jacksonville) கண்டத்திட்டு அகலம் மிகுந்து காணப்படுகின்றது. இங்கு இதன் அகலம் 60 மைலாகும். தெற்கே செல்லச் செல்லக் கண்டத்திட்டின் அகலம் குறைகின்றது. பாம் பீச்சுக்கு (Palm Beach) அருகில் இது ஒரு மைல் அகலமேயுள்ளது. இதற்கும் தெற்கே கண்டத்திட்டே காணப்படுவதில்லை. மேலும் தெற்கே இதன் அகலம் மட்டுமன்றி ஆழமும் குறைகின்றது. மத்திய அட்லான்டிக் நாடுகளை (Mid Atlantic States) அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டுகளின் சராசரி ஆழம் 420′ வரை உள்ளது. ஜாக்ஸன்வில்லிற்கருகில் இதன் ஆழம் 180′ ஆகக் குறைகின்றது. ஆனால் பாம் பீச்சை அடுத்து இதன் ஆழம் ஒரு சில அடிகளுக்குக் குறைந்து விடுகின்றது. ஆனல் ஃப்ளாரிடாவின் மேற்குக் கடற்கரையில் 300 அடிக்கும் அதிகமான ஆழத்துடனும், சுமார் 150 மைல்கள் அகலத்திற்கும் கண்டத்திட்டு அமைந்து கிடக்கின்றது. இவ்விதமாக ஃப்ளாரிடாவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் மட்டும் கண்டத்திட்டு ஆழம், அகலம் குறைந்து காணப்படுவதற்கு கல்ஃப் நீரோட்டம் காரணமாகக் கூறப்படுகின்றது. கல்ஃப் நீரோட்டத்திற்கும் கரைக்கும் இடையே நீர் அசைவற்றிருக்கின்றது. அதனல் நிலத்திலிருந்து ஆறுகளால் கொண்டுவரப்படும் படிவுகள் பெருமளவில் கடற்கரையை அடுத்தே படிந்துவிடுகின்றன. மேலும் கடலில் சிறிது தூரம் வரை எடுத்துச் செல்லப்படும் படிவுகள், கல்ஃப் நீரோட்டத்தால் வடக்கு நோக்கிக் கடத்தப்படுகின்றன. இதனல் கரையை அடுத்து மட்டும் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. இதற்கப்பால் படிவுகள் இல்லை. இதனல் இங்குக் கண்டத்திட்டுக் குறுகியும் ஆழம் குறைந்தும் உள்ளது. இக்கண்டத்திட்டில் பரல்களும் (Gravel), பெருமணல்களும், பிராணிகளின் கூடுகளும் படிந்து கிடக்கின்றன.

கண்டத்திட்டில் கடல் நீரோட்டங்களால் ஏற்படும் மற்ருெரு மாறுதல் அவற்றில் காணப்படும் ஆழம் மிகுந்த குழிகளாகும். நீரோட்டம் அதிக வேகத்துடன் அமைந்திருக்கும் பகுதிகளில் இக்குழிகள் ஏற்பட்டுள்ளன. இவற்றிற்கு உதாரணமாக அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் மேற்குக் கரையில் ஸான் ஃபிரான்ஸிஸ்கோ (San Francisco) வுக்கு எதிரில் அமைந்துள்ள கோல்டன் கேட் (Golden Gate) குழியையும், ஜப்பான் கடலில் (Japan Sea) பங்கோ ஜலசந்தியில் (Bungo Straits) 1000′ ஆழம் வரை காணப்படும் குழிகளையும் கூறலாம்.

மற்ருெரு வகையான கண்டத்திட்டுகள் டெல்டாப் பிரதேசங்களை அடுத்துக் காணப்படுகின்றன. டெல்டாக்கள் ஆறுகளின் படிவு

களால் ஏற்படுகின்றன என்பதும், அவை பல வகைப்படும் என்பதும் அறிந்ததே. ஆறுகள் இந்த டெல்டாக்களைக் கடலை நோக்கி விஸ்தரித்துக் கொண்டே செல்கின்றன. ஆறுகள் கொண்டுவரும் படிவுகள் இக்கண்டத் திட்டுகளில் படிகின்றன. இதனால் இக்கண்டத் திட்டுகள் மற்றவற்றி லிருந்து வேறுபட்டுள்ளன. உதாரணமாக மிஸிஸிபி டெல்டாவை (Mississippi delta) எடுத்துக்கொள்வோம். மிஸிஸிபி ஆற்றின் டெல்டா பறவையின் காலை ஒத்து அமைந்துள்ளது. இதன் நிலப்பகுதிகள் கடல் நோக்கிப் பரந்து காணப்படுகின்றன. இந்நிலப் பகுதிகளுக்குப் பாஸ்கள் (Passes) என்று பெயர். இருபாஸுகளுக்கு இடையே குடா (bay) காணப்படுகின்றது. தெற்குப் பாஸுக்கருகில் மெக்ஸிகோ வளைகுடாவின் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளுக்கு நிலம் சரிந்து செல்கின்றது. ஆனால் தெற்குப் பாஸுக்கு (South pass). இருபுறத்திலும் முறையே 140', 210', 300 அடிகளில் படிப்படியாகத் திடல்கள் (terraces) அமைந்துள்ளன. சிந்து நதியின் முகத்துவாரத்தில் டெல்டாவுக்கு இணையாக 300' ஆழத்தில் ஒரு திடல் காணப்படுகின்றது. இவ்விதமே நைஜர் ஆற்றின் டெல்டாவிற்கு இணையாகவே கண்டத்திட்டு அமைந்துள்ளது. இதிலிருந்து கண்டத்திட்டுகளின் அமைப்பு ஆறுகளின் முகத்துவாரங்களில் படிவுகளின் தன்மையைப் பொறுத்துள்ளது என்பது நன்கு விளங்கும். மிஸிஸிபி ஆறு கொண்டு வரும் படிவுகள் நுண்ணியதாக அமைந்துள்ளமையால் அவை கடலின் அடியில் வெகுதூரம் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. இதனால் கடலின் அடியில் மிஸிஸிபி ஆறு பல கிளைகளாக அமைந்து காணப்படுகின்றது. இக்கிளைகளுக்கு இருபுறத்திலும் படிதல் ஏற்படுகின்றது. சிறிது சிறிதாக இக்கிளைகளின் கரைகள் நீருக்குமேல் வந்து பாஸுகளை (passes) உண்டாக்குகின்றன. இதனால்தான் மிஸிஸிபி டெல்டாவில் திடல்கள் பாஸுகளுக்கு இணையாக அமைந்துள்ளன. டெல்டாக்களை அடுத்துப் பெரும் அளவு களிமண் (clay) கொண்ட மண் பரவியுள்ளது. இவற்றுடன் கூட மரத்துண்டுகளும் சேர்ந்துள்ளன. மண்ணில் மைகா (Mica) சத்து அதிகமாக அடங்கியிருக்கிறது. சிற்சில ஆறுகளின் முகத்துவாரங்களை அடுத்து முதலில் மண்ணும் அப்பால் மணலும் காணப்படுகின்றது. முக்கியமாகக் கிழக்காசிய ஆறுகளையடுத்து இவ்வமைப்பு இருக்கின்றது. உதாரணமாகச் சைனாவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் கரையை ஒட்டி மண்ணும் அதற்கப்பால் மணலும் காணப்படுகின்றன.

மற்றொரு வகையான கண்டத்திட்டுகள் குறைந்த சரிவுடன் கூடியவை. இதனால் இவற்றில் படிந்துள்ள படிவுகளில் ஒரு வகையான தரப்படுத்துதல் அமைந்துள்ளது. கடலை நோக்கிப் படிவுகள் நுண்ணியனவாக மாறுகின்றன; அதாவது கரைகளுக்கும் படிவுகளுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் மிகுதியாகச் செல்லச் செல்லப் படிவுகள் நுண்ணியனவாக மாறுகின்றன. சமீப காலம்வரை இவ்வகையான கண்டத்திட்டுகள்தாம்

இயல்பானவையென்றும், உலகின் கண்டத்திட்டுகளில் பெரும்பாலானவை இவ்வித அமைப்புடன் கூடியவை என்றும் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனால் தற்பொழுது கிடைத்துள்ள விவரங்களிலிருந்து அவ்விதக் கருத்துச் சரியான தல்ல என்று தெரிகின்றது. உலகில் உள்ள கண்டத்திட்டுகள் வேறுபட்ட பல அமைப்புக்களுடன் காணப்படுகின்றன என்பதுடன், இவ்வித அமைப்புக் கொண்டுள்ள திட்டுகள் உண்மையில் அபூர்வமானவையென்றும் தெரியவருகின்றது. உண்மையில் இவ்வித அமைப்பு மத்திய டெக்ஸாஸ் (Central Texas) கடற்கரையை அடுத்துள்ள கண்டத்திட்டில்தான் காணப்படுகின்றது. இங்குக் கரைக்கருகில் மணலும், அதற்கப்பால் நுண்ணிய படிவுகளும் படிந்து கிடக்கின்றன. இக்கண்டத்திட்டின் வெளிப்புறத்தில் ஃபெராமினிஃபெரா (Foraminifera) நுண்ணிய படிவுகளாக அமைந்துள்ளன. இவை பெரும்பாலும் கோளவடிவம் கொண்ட க்ளோபிஜெரினா (Globigerina) என்ற வகையைச் சார்ந்தவை. இப்படிவுகள் உயிருடன் இருக்கும்போது கரையை நோக்கி வந்து அங்குப் படிந்தவையாகும்.

மிஸிஸிபி நதியின் முகத்துவாரத்தையடுத்து மற்றொரு வகையான அமைப்புக் காணப்படுகின்றது. கண்டத்திட்டின் வெளிப்புறத்தில் சிறு குன்றுகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றால் கண்டத்திட்டின் சரிவு பாதிக்கப்படுகின்றது. இக்குன்றுகளில் ஒன்று 370′ ஆழத்திலிருந்து 200′ உயரத்திற்கு எழுகின்றது. இக்குன்றுகளின் வெளித்தளம் கடினமானதாக அமைந்துள்ளது. இக்குன்றுகளின் உட்புறத்தில் முருகை அல்கா (Coral Alga) காணப்படுகின்றது. ஷெப்பர்டு இக்குன்றுகள் உப்பு நிறைந்தவை என்று கருதுகின்றார். ஹென்ரி ஸ்டெட்ஸன் இவற்றைப் பயோ ஹெர்ம் (Bio herum) என்று கருதுகின்றார். (பயோ ஹெர்ம் என்பவை சுண்ணாம்புச் சத்துச் சம்பந்தப்பட்ட உயிரினங்களால் நிறுவப்பட்ட குன்றுகளாகும்). இக்குன்றுகளின் தண்டு உப்பு மேலெழுந்ததால் ஏற்பட்டது என்பதற்கு சமீபகாலத்தில் வேறு ஒரு சான்றும் கிடைத்திருக்கின்றது. இக்குன்றுகளிலிருந்து மாதிரிகள் (Samples) எடுக்கப்பட்டபோது இவற்றில் மியோஸீன் (Miocene) காலத்து ஃபாஸில்கள் (Fossils) கிடைத்தன. ஆனால் கரையில் இக்காலத்துப் படிவுகள் சுமார் 10000′ ஆழத்திலமைந்துள்ளன. ஆதலால் கண்டத்திட்டில் உப்பு 10000′ மேலெழுந்து வந்திருக்க வேண்டும் என்று தெரிகின்றது.

இவை உப்புக் குன்றுகளானாலும் அல்லது ஸ்டெட்ஸன் கருதுகின்றபடி பயோ ஹெர்ம்களாலும், லூயிஸியானா (Louisiana), டெக்ஸாஸ் (Texas) பகுதிகளில் காணப்படும் இக்குன்றுகளிலிருந்து கந்தகம், உப்பு முதலியவைகளை வெட்டியெடுக்கின்றனர். இக்குன்றுகள் பலகை வளைதலின் மேல் வளைவாக அமைந்திருப்பதால், பெட்ரோலியத் தேக்கங்களாகவும் (Reservoirs of Patroleum) அமைந்து கிடக்கின்றன.

குறுகிய அகலம் கொண்ட கண்டத்திட்டுகளின் அடித்தளம் பெருமளவிற்குப் பாறையால் அமைந்துள்ளது. இக்கண்டத்திட்டுகளின் வெளிப் பகுதியில் பல பாறை எழுச்சிகள் காணப்படுகின்றன. கண்டத்திட்டுப் பாறை விளிம்பில் முடிகின்றது. இவ்வகையான பாறை விளிம்புடன் கண்டத்திட்டு கலிஃபோர்னியாவில் ஸான்டியாகோ (Santiego) பகுதியில் காணப்படுகின்றன. கண்டித்திட்டின் வெளிப்புறத்தில் அமைந்துள்ள பாறைகள் மியோஸின் (Miocene), ப்ளியோசின் (Pliocene) காலத்தவை என்று தெரிய வருகின்றது. இக்கண்டத்திட்டில் படிவுகளின் தரத்தில் மாறுபாடு காணப்படுகின்றது. கரைக்கு அருகில் வண்டல்மண் படிந்துள்ளது. அதற்கப்பால் பெருமணல் படிந்து காணப்படுகின்றது.

சிற்சில கண்டத்திட்டுகளில் ஆழம் குறைந்த பள்ளத்தாக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவை கண்டத்திட்டின் பொதுமட்டத்திற்குச் சிறிதளவு கீழே காணப்படுகின்றன. இவை தொடர்பற்று அமைந்துள்ளன. சுந்தா (Sunda) திட்டில் இவ்விதப் பள்ளத்தாக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவை நிலத்தில் காணப்படும் ஆறுகளைப் பொறுத்தே காணப்படுகின்றன. பனியுகங்களில் ஏற்பட்ட நீர்மட்டக்குறைவால் சுந்தாப்பகுதி நிலமாக இருந்திருக்க வேண்டும்; அப்பொழுது இவ்வாற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும்; பிறகு நீர்மட்டம் உயர்ந்த காலத்தில் இவை நீரினுள் அமிழ்ந்திருக்க வேண்டும் என்று க்யூனன் (Kuenen) கருதுகின்ருர்.

ஆங்கிலக் கால்வாயில் காணப்படும் பள்ளத்தாக்குகள் ஓதப் பெருக்கினல் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று கருதப்படுகின்றது. ஏனெனில் இப்பள்ளத்தாக்குகளின் அச்சு ஓதம் பரவும் திசையை ஒத்து அமைந்துள்ளது.

அயன மண்டல கடல்களில் பல எழுச்சிகள் காணப்படுகின்றன. இவை முருகைப் பார்களாலானவை. இதனுல் முருகைப்பார்கள் அமைந்துள்ள கண்டத்திட்டுகள் ஆழம் குறைந்து காணப்படுகின்றன. இவ்வகையான கண்டத்திட்டுகளுக்கு உதாரணமாக கரை விலகிய பார்களுடன் (Great Barrier Reef) காணப்படும் ஆஸ்திரேலியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையை யடுத்துள்ளதைக் கூறலாம்.

கண்டத் திட்டுகளின் வகைகளைப் பற்றி ஆராயப் புகுவோமேயானுல் அது விரிந்துகொண்டே செல்லும். ஆதலால் கண்டத்திட்டுகளின் வகைகளைப்பற்றி விவரிப்பதை இதனுடன் நிறுத்திக்கொண்டு, அவற்றின் தோற்றத்திற்கான காரணங்களை ஆராய்வோம்

கண்டத்திட்டுகளின் தோற்றம் (Origin of the Continental Shelf)

கண்டத்திட்டுகள் சமீப காலத்தில்தான் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. இதன்படி கண்டத்திட்டுகளின் உட்பகுதி அலையால் வெட்டப் பட்ட திட்டாகவும் (Wave cut terrace), கடற்புறம் உள்ள கண்டத் திட்டின் வெளிப்பகுதி அலையால் கட்டப்பட்ட திட்டு (Wave built terrace) என்றும் கருதப்பட்டது. இவ்விதம் உட்பகுதி அரிப்பினலும் (erosion) வெளிப்பகுதி படிதலாலும் (deposition) ஏற்பட்டதாகக் கருதப்பட்டது. தற்காலத்தில் நமக்குக் கிடைத்துள்ள விவரங்கள் இவ்விதக் கருத்திற்குப் பாதகமாகவேயமைந்துள்ளன. கண்டத்திட்டுகள் மேலே கொடுக்கப் பட்டுள்ள காரணத்தால் ஏற்பட்டவை என்று கருத முடியாது. மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விளக்கத்தின்படி கண்டத்திட்டுகளின் உட்பகுதி, அலை அரிப்பால் (wave erosion) ஏற்பட்டதாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. ஆனல் அலைகளின் அரிப்புத் தன்மை நீச்ச ஓத மட்டத்திற்குக் கீழ் வெகு வாகக் குறைந்து விடுகின்றது. மேலும் அலைகளின் அரிப்பால் பாதிக்கப் பட்ட கண்டத்திட்டுகள், அவ்வாறு பாதிக்கப்படாத கண்டத்திட்டுகளைவிட ஆழம் குறைந்து காணப்படுகின்றன. ஆதலால் கண்டத்திட்டுகளின் உட்பகுதி அலையின் அரிப்பால் ஏற்பட்டது என்று கூறுதல் சரியல்ல. கண்டத்திட்டுகளின் வெளிப்பகுதி படிதலால் ஏற்பட்டிருக்குமேயானல் அங்கு மண், மணல் போன்ற துகள்கள் காணப்படவேண்டும். ஆனல் பெரும்பாலான கண்டத்திட்டுகளின் வெளிப்பகுதி, பாறையடித்தளம் கொண்டு அமைந்துள்ளன. இதனல் கண்டத்திட்டுகள் அலைகளின் அரிப் பாலும் படிதலாலும் ஏற்பட்டவை என்று கூற முடியாது. பெரும்பாலான கண்டத்திட்டுகளின் தோற்றம் சென்ற கால (past) அமைப்பைக் கொண்டு தான் விளக்கப்படவேண்டும். தற்கால நிலை அவ்விதம் ஏற்பட்ட கண்டத் திட்டுகளின் அமைப்பைப் பாதிக்கும் அளவிலேயே அமைந்துள்ளன.

புவியின் சரித்திரத்திலே பல பனியுகங்கள் (ice-ages) ஏற்பட்டன என்று அறிவோம். முக்கியமாக பிளைஸ்டொசீன் (Pleistocene) காலத்தில் நான்கு பனியுகங்கள் ஏற்பட்டன என்று அறிவோம். இவை முறையே குன்ஸ் (Gunz), ரிஸ் (Riss), மிண்டல் (Mindel), வெர்ம் (Wurm) என்பன வாகும். இவற்றிற்கிடையே பனியில்லாக் காலம் (Inter-glacial period) காணப்பட்டது. இப்பனியுகங்களின் போது பூமியின் வெப்பநிலை தற்பொழுதுள்ளதைவிடக் குறைவாக இருந்தது. ஆதலால் உலகின் பெரும்பகுதியில் வெப்ப நிலை உறை நிலைக்கும் கீழே காணப்பட்டது. ஆதலால் இப்பகுதிகளில் மழை வீழ்ச்சி (Precipitation) பெரும்பாலும் பனி உருவிலேயே ஏற்பட்டது. பனி திடப் பொருளாகையால் இது கடலைத் திரும்பியடையவில்லை. ஆதலால் கடல் நீரின் பெரும் பகுதி நிலப்பகுதி யிலேயே தங்கிவிட்டது. எனவே படிப்படியாகக் கடலின் நீர்மட்டம்,

குறையலாயிற்று. இவ்விதம் ஏற்பட்ட கடல் மட்டத் தாழ்வு 250′—500′ அளவில் ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்று கருதுகிறார்கள். இவ்வளவும் தோராய மானதே. ஆனால் பனியுகக் காலங்களில் தற்பொழுது உள்ளதைவிட அதிக அளவில் நிலப்பரப்பும் பனியினால் மூடப்பட்டிருந்தது என்பதும், இதனால் கடல் மட்டத்தில் குறிப்பிடத்தக்க தாழ்வு ஏற்பட்டது என்பதும் மறுக்க முடியாதவையாகும்.

இக்கடல் மட்டத்தாழ்வு நீண்ட காலத்திற்கு நிலையாக இருக்குமே யானால் இக்குறைந்த நீர்மட்ட அளவில் அலையின் அரிப்பினால் பல அமைப்புகள் ஏற்படும். அலைகள் மிருதுவான மணலில் திட்டுகளை வெட்டும். திட்டுகளின் உட்புறம் அக்காலத்துக் கடல்மட்ட அளவைக் குறிக்கும். பிறகு பனியுகம் முடியும்போது பூமியின் வெப்பம் சிறிது சிறிதாக அதிகரிப்பதால் நிலப்பகுதியில் காணப்படும் உறைபனி உருகி, நீர் சிறிது சிறிதாகக் கடலை வந்தடைகிறது. இதனால் கடல் மட்டம் உயர ஆரம்பிக் கின்றது. எனவே பனியுகக் காலங்களில் வெட்டப்பட்ட திட்டுகள் நீருக் கடியில் சென்றுவிடுகின்றன. அலைகளின் அரிப்புத் தன்மை அலையுடையும் பிரதேசத்தில் (surf zone) அதிகமாயிருப்பதால் அலையால் வெட்டப்பட்ட திட்டுகள் பனியுக நீர் மட்டத்தற்குச் சிறிதளவு கீழே அமைந்து கிடக்கும். இதனால் பனிக் காலத்தில் ஏற்பட்ட நீர்மட்டக் குறைவைக் கணக்கிடலாம். ஆனால் பல திட்டுகள் பிற்காலப் படிவுகளால் மூடப்பட்டுள்ளன. உதாரண மாக, கலிபோர்னியாவிலுள்ள ஸான்டா பார்பரா (Santa Barbarra) கடற் கரையில் கண்டத் திட்டுகள் இவ்வகையான படிவுகளால் மூடப்பட்டிருக் கின்றன. மேலும் பல கண்டத் திட்டுகள் பனியுகங்களுக்கப்பால் புவிப் பெயர்ச்சியால் (earth movements) பாதிக்கபட்டுள்ளன. ஆதலால் பல கண்டத்திட்டுகள் பனிக்கால நீர்மட்டத்தைவிட உயர்ந்தோ தாழ்ந்தோ காணப்படுகின்றன.

கண்டத்திட்டுகளின் அமைப்பில் காணப்படும் மற்றொரு சிக்கல் அதன் படிவுகளில் தரப்படுத்துதல் (grading) காணப்படாமையாகும். நீர்மட்டம் ஒரே அளவில் பெருங்காலத்திற்கு அமைந்திருக்குமேயானால் கண்டத் திட்டுகளின் வெளிப்புறத்தில் நுண்ணிய படிவுகள் காணப்படவேண்டும். ஆனால் சிற்சிலப் பகுதிகளில் கடல்புறப் படிவுகள் உருவம் அதிகரிக் கின்றது. இதற்குக் காரணம் பனியுகங்களைத் தொடர்ந்து நீர்மட்டத்தில் ஏற்பட்ட வேறுபாடாகும். தற்பொழுது ஆழம் மிகுந்து காணப்படும் கண்டத் திட்டுகளின் வெளிப்பகுதி பனியுகக் காலங்களில் ஆழம் குறைந்து காணப்பட்டன. இங்குப் பெரு மணற்படிவுகள் படிந்தன. பனி உருகிய பொழுது நீர்மட்டம் உயர்ந்தது. இதனால் பல ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் நீரினால் கொள்ளப்பட்டுக் குடாக்களாக (bays) மாறின. தற்பொழுது படிவுகள் எல்லாம் இந்தக் குடாக்களிலேயே படிந்துவிடுவதால் பழைய பெரும் படிவுகள் நுண்ணிய படிவுகளால் மூடப்படாமல் அமைந்துள்ளன.

உதாரணமாகச் செஸாபிக் குடா (Chesapeake Bay) வில் படிவுகள் எல்லாம் படிந்து விடுவதால் வெளிக் கண்டத் திட்டில் பழைய பெரும் படிவுகள் மூடப்படாமல் அமைந்துள்ளன.

மேலே நாம் பனியுகங்களில் நீர்மட்டத்தில் ஏற்பட்ட வேறுபாட்டைக் கண்டத்திட்டுகளின் தோற்றத்திற்கான காரணமாகக் குறிப்பிட்டிருக்கின்ரேம். இங்கு ஒரு வினு எழலாம். கடல்மட்ட வேறுபாடு ஏற்படாமல் இருக்குமேயானல் கண்டத்திட்டுகள் தோன்றியிருக்குமா? இராதா? என்பதே அக்கேள்வியாகும். அப்பொழுது கடற்கரையை ஒட்டி அலைகளால் வெட்டப்பட்ட திட்டுகள் காணப்படலாம். ஆனல் அவை கண்டத் திட்டுகளின் ஆழத்துடன் ஒப்பிடக்கூடிய அளவில் அமைந்து இரா. மேலும் அவற்றின் அகலமும் கண்டத்திட்டின் அகலத்துடன் ஒப்பிடக் கூடிய அளவிலிருக்காது. எல்லாக் கடற்கரைகளிலும் அவ்விதத் திட்டு அமையாது. அவற்றில் காணப்படும் படிவுகளில் தரப்படுத்துதல் காணப்படும். மேலும் ஆழம் மிகுந்த திட்டுகளும் அமிழ்ந்த டெல்டாக்களும் கடல்மட்ட வேறுபாடு இல்லாமல் ஏற்பட்டிருக்க முடியாது. எனவே எவ்விதம் நோக்கினும் கண்டத்திட்டுகளின் தோற்றத்திற்கான விளக்கம் பனிக்கால நீர்மட்ட வேறுபாட்டைச் சார்ந்தே அமைந்துள்ளது என்பது மறுக்க முடியாததோர் உண்மையாகும்.

கண்டச் சரிவுகள் (Continental Slopes)

கண்டத்திட்டுகளுக்கப்பால் கடலடி நிலம் அதிகச் சரிவுடன் காணப்படுகின்றது. இப்பிரதேசம் கண்டத்திட்டின் வெளிமுனையிலிருந்து ஆழக் கடலின் பெருமடுக்கள் வரை வியாபித்துள்ளது. இச்செங்குத்துச் சரிவிற்குக் கண்டச் சரிவு என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கண்டச் சரிவுகள் சராசரியாக 9000′—12000′ வரை காணப்படுகின்றன. சிற்சில பிரதேசங்களில் இச்சரிவுகள் 30000′ ஆழம் வரை காணப்படுகின்றன. இக்கண்டச் சரிவுகள் நிலத்தில் காணப்படும் மலைச்சரிவுகளைப் பெருமளவு ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. மலைகளில் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் உள்ளதே போன்று இச்சரிவுகளிலும் பள்ளத்தாக்குகள் உள்ளன. இவை செங்குத்தான பக்கங்களுடன் காணப்படுகின்றன. கண்டச் சரிவுகளில் காணப்படும் இப்பள்ளத்தாக்குகள் கடலடிக் கென்யான்கள் (Submarine Canyons) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. மலைப்பிரதேசத்தை அடுத்துக் காணப்படும் கண்டச் சரிவுகள் பெரும்பாலும் மலைச்சரிவுகளின் தொடர்ச்சியாகவேயமைந்துள்ளன. உதாரணமாக ஆண்டிஸ் மலைச்சரிவுகள் தொடர்ந்து நீரினுள் செல்கின்றன. ஆதலால் மலை உச்சியிலிருந்து 40000′ ஆழம் வரை ஒரேவிதச் சரிவு காணப்படுகின்றது. இது இமய மலையின் தென் சரிவைப் போன்று இருமடங்காகும்.

கண்டச் சரிவுகளைத் தோராயமாக 600′—9000′ வரை வியாபித்து உள்ளதாகக் கொள்ளலாம். கண்டச்சரிவின் ஆரம்பத்தைத் திட்டமாகக் கூறலாம். கடலடிநிலம் கண்டத்திட்டின் சராசரி சரிவைவிட அதிகக் கோண அளவில் சரியும் பகுதியிலிருந்து கண்டச்ச்சரிவு ஆரம்பமாவதாகக் கொள்ளலாம். ஆனல் இக்கண்டச் சரிவுகள் எங்கு முடிகின்றன என்பதைத் திட்டமாகக் கூற முடியாது. சில கண்டச்சரிவுகள் ஒரே மாதிரியான சரிவுடன் ஆழ்கடல் சமவெளியையடைகின்றன. இவ்வகையான கண்டச்சரிவுகள் பசிபிக் சமுத்திரத்தை அடுத்துக் காணப்படுகின்றன. மற்றக் கண்டச்சரிவுகள் செங்குத்துச் சரிவு சிறிது ஆழத்தில் முடிந்து, பிறகு குறைந்த சரிவுடன் பல மைல்கள் தூரம் வியாபித்து ஆழ்கடல் சமவெளியையடைகின்றது. இவ்வெளிக் கண்டச்சரிவு கண்ட எழுச்சி (Continental Rise) என்றும், ஆழ்கடல் விசிறி (deep-sea fan) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றது. இவ்வெளிக் கண்டச்சரிவு உட்கண்டச் சரிவை விடக் குறைந்த கோணத்துடன் சரிவதுடன் உட்கண்டச் சரிவைவிட குறைந்த நில வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுகின்றது. வேறு சில கண்டச் சரிவுகளில் படிப்படித்திடல்கள் (Terraces) அமைந்துகிடக்கின்றன. இத்திட்டுகளிலிருந்து தொடர்க் குன்றுகள் நீர்மட்டத்திற்கும் உயர்ந்து பல தீவுகளாகக் கடற்கரையையடுத்துக் காணப்படுகின்றன. கண்டச்சரிவுகளில் காணப்படும் இக்குறுக்கீடுகளுக்குக் கண்ட எல்லை நிலம் (Continental border land) என்று பெயராகும்.

கண்டச் சரிவுகளின் அமைப்பு

கண்டச்சரிவுகளின் சராசரிச் சாய்வு 3° அளவிலமைந்துள்ளது. ஆனல் பல கண்டச்சரிவுகள் சுமார் 6000′ ஆழம் வரை 4° 07′ அளவில் சரிகின்றன. கண்டச் சரிவுகளின் கோணம் சற்றேறக்குறைய 6000′ ஆழத்திற்கு அப்பால் குறைந்து காணப்படுகின்றது. ஷெப்பர்டு 500 கண்டச் சரிவுகளின் குறுக்குவசத் தோற்றத்தை ஆராய்ந்தார். அதன்படி மலைப் பிரதேசங்களை அடுத்துள்ள கண்டச்சரிவுகள் சராசரியாக 3° 30′ கோண அளவிலும் சமவெளிகளை அடுத்தமைந்துள்ள கண்டச் சரிவுகள் சராசரியாக 2° கோண அளவிலும் சரிவதாகக் கண்டார். சமவெளிகளையடுத்துள்ள சிற்சில கண்டச்சரிவுகள் மிகக்குறைந்த அளவு சரிவுடன் (சுமார் 1° 20′ கோண அளவில்) அமைந்துள்ளன. இதைப் போன்றே பிளவுகளால் (faults) பாதிக்கப்பட்டுள்ள பிரதேசங்களை அடுத்துள்ள கண்டச்சரிவுகள் சராசரியைவிட அதிகக்கோணத்தில் (சுமார் 5° 40′) அமைந்துகிடக்கின்றன. ஆனல் அதிகச் சரிவுடன் காணப்படும் கண்டச்சரிவுகள் எல்லாம் புவிப் பிளவுகளால் ஏற்பட்டவை என்று கருத முடியாது. உதாரணமாக ஃப்ளாரிடாவின் மேற்குக் கடற்கரையை அடுத்தும், ப்ரேஜில் நாட்டுக் கடற்கரையையடுத்தும் உலகிலேயே மிகச் செங்குத்தான சரிவுடன் கூடிய

கண்டச்சரிவுகள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் இவை சமீபகாலத்தில் புவிப் பிளவுகளால் பாதிக்கப்பட்டமைக்கு யாதொரு சான்றும் கிடையாது.

கண்டச்சரிவுகளைப்பற்றி அறிய பல நீராழச் சோதனைகள் நடத்தப் பட்டன. அப்பொழுது கண்டச்சரிவுகளில் பல குறுக்கீடுகள் அமைந் துள்ளமை தெரிந்தது. இக்குறுக்கீடுகள், தொடர்க்குன்றுகளாகவோ அல்லது பள்ளத்தாக்குகளாகவோ இருக்கலாம்; அகன்ற கொப்பரைக ளாகவும் இருக்கலாம்.

கண்டச்சரிவுகள் எல்லாம் ஒரேவிதமான அமைப்புடன் காணப் படுவதில்லை. எல்லாக் கண்டச்சரிவுகளுக்கும் பொதுவான பல அமைப்புக் களுடன், அவற்றிடையே வேறுபட்ட சில அமைப்புக்களும் காணப்படு கின்றன. இவ்வேறுபட்ட அமைப்புக்கள் கண்டச்சரிவு அமைந்துள்ள பகுதியின் சிறப்பியல்புகளைப் பொறுத்தமைந்துள்ளன. இவ்வித சிறப்பமைப்புக்களைக் கொண்டு கண்டச்சரிவுகளைப் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவற்றில் முக்கியமான சிலவற்றைப்பற்றி மட்டும் இங்கு ஆராய்வோம். இங்கும் இவற்றை உதாரணம் கொண்டு விளக்கப் பெரு மளவு அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டுக் கடற்கரையையே நம்பியிருக்க வேண்டி யுள்ளது. கண்டச்சரிவுகள் கீழ்க்கண்டபடி சிறப்பியல்புகளுடன் பிரிக்கப் படுகின்றன :

1. கென்யான்களுடன் காணப்படும் கண்டச்சரிவுகள்.
2. திடல் அமைப்புடன் கூடிய கண்டச்சரிவுகள்.
3. பிளவுகளால் ஏற்பட்ட கண்டச்சரிவுகள்.
4. குன்றுகள், கொப்பரைகள் இவற்றுடன் கூடிய கண்டச் சரிவுகள்.
5. தொடர்க் குன்றுகளுடன் கூடிய கண்டச்சரிவு.
6. சிக்கலான கண்டச்சரிவுகள்.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் வடகிழக்குக்கடற்கரையை அடுத்துள்ள கண்டச்சரிவில் பல கடலடிக் கென்யான்கள் காணப்படுகின்றன. இவ்வகையான கண்டச்சரிவு நியூயார்க் நகரத்திற்கு 100 மைல் கிழக்கே ஆரம்பித்து, அட்லான்டிக் ஸிடி (Atlantic City)க்கு 7 மைல் கிழக்கே வரை வியாபித்துள்ளது. இக்கண்டச் சரிவு அவ்வளவு செங்குத்தானதல்ல. இதன் சாரசரிச் சாய்வு சுமார் 4° கோண அளவிலிருந்து 7° கோண அளவு வரை காணப்படுகின்றது. இக்கென்யான்களின் பக்கச் சுவர்கள் அதிக பட்சமாக 2000′ லிருந்து 4000′ வரை உயர்ந்து காணப்படுகின்றன. இக்கண்டச்சரிவு சுமார் 6000′ வரை அறுபட்டுக் காணப்படுகின்றது.

இக்கண்டச் சரிவில் காணப்படும் பதினைந்திற்கு மேற்பட்ட கென்யான் களில் முக்கியமானது ஹட்சன் கென்யான் (Hudson Canyon) ஆகும். ஹட்சன் கென்யானைத் தவிர்த்து மற்றக் கென்யான்கள் கண்டச் சரிவிலேயே ஆரம்பமாகின்றன. ஆனால் ஹட்சன் கென்யான் மட்டும் ஹட்சன் முகத் துவாரத்தில் ஆரம்பமாகிக் கண்டத் திட்டைக் கடந்து, கண்டச் சரிவுப் பிர தேசத்தில் வியாபித்துள்ளது. இக்கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத் தைப் பற்றிப் பல கொள்கைகள் உள்ளன. இவை படிவுகள் நிரம்பிய கலங் கலான நீரோட்டத்தால் (Jurbidity currents) ஏற்பட்டவை என்று கருதப்படுகின்றன. இக்கடலடிக் கென்யான்கள் கடலடி நிலைத் தோற்றத் தில் முக்கிய அமைப்பாகையால் அவற்றைப் பற்றிப் பிறிதொரு அத்தியா யத்தில் விவரமாக ஆராய்வோம்.

இக் கண்டச் சரிவு பெரும்பாலும் மணற்படிவுகளால் மூடப்பட்டுள்ளது. படிவுகள் அதிக கனத்திற்கு அமையாமல் மெல்லியதாகவேயமைந்துள்ளன. மேலும் இக்கண்டச் சரிவின் அடித்தளத்தில் பல வெளித் தோன்றும் பாறைகள் (out crops) காணப்படுகின்றன. கண்டச் சரிவின் அடித் தளத்தில் காணப்படும் ஃபாஸில்களிலிருந்து (fossils) இவை மியோஸின் கிரெட்டேஷியஸ் (Miocene - Cretaceous) காலத்தியவை என்று தெரிகின்றது.

ஹட்டராஸ் முனையிலிருந்து தெற்கே செல்லச் செல்ல செங்குத்துச் சரிவு கண்டச்சரிவின் விளிம்பிலிருந்து விலகிச் செல்கின்றது. செங்குத்துச் சரிவிற்கும் கண்டச் சரிவின் விளிம்பிற்குமிடையே பிளேக் பீடபூமி (Blake Plateau) எனப்படும் ஒரு திடல் காணப்படுகின்றது. இத்திடல் (Terrace) 1500-2500′ ஆழம் வரை அமைந்து கிடக்கின்றது. ஸ்டெட்ஸன் இப் பீட பூமியின் அடித்தளம் பாறையால் அல்லது சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய கடினமான பொருளால் அமைந்திருக்க வேணடும் என்று கருதுகின்ருர். இப்பீட பூமியின் விளிம்பில் காணப்படும் பாறைகள் பெரும்பாலும் மியோஸீன் காலத்தவை என்று தெரிகின்றது.

பிளேக் பீடபூமியின் தோற்றத்தைப் பற்றிப் பலவிதக் கருத்துகள் நிலவு கின்றன. கண்டத் திட்டின் வெளிப்பகுதி (கடல்புறம் உள்ளது) பிளந்து கீழே சென்றதால் இப்பீடபூமி ஏற்பட்டது என்பது ஒன்ருகும். இதன்படி கண்டத் திட்டின் ஒரு பகுதியே கண்டத் திட்டுகளின் சராசரி ஆழத்தைவிட அதிக ஆழத்தில் பிளேக் பீடபூமியாகக் காணப்படுகின்றது. இவ்விதமாக பிளேக் பீடபூமியேற்பட்டிருக்குமேயானுல் இப் பீடபூமியின் உட்புறச் சரிவு (கண்டத் திட்டையும் பீட பூமியையும் இணைக்கும் சரிவு) செங்குத்தானதாக அமைந்திருக்க வேண்டும். அவ்விதமில்லாமை இக்கொள்கைக்கு ஒரு பலவீனமேயாகும்.

பிளேக் பீடபூமியின் தோற்றத்தைப் பற்றிய இரண்டாவது விளக்கம் அது கடல் நீரோட்டத்தால் ஏற்பட்டது என்பதாகும். இப்பகுதியில் கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் ஓர் அங்கமான ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் (Florida Current) காணப்படுகின்றது. இந்நீரோட்டம் இப்பகுதியில் மணிக்கு 6 மைல் வேகத்தில் பாய்கின்றது. இந்நீரோட்டத்தின் மத்தியில் வேகம் அதிகமாகவும் இருபுறங்களிலும் உராய்வினல் வேகம் குறைந்தும் காணப்படும். எனவே இப்பீடபூமி ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் அரிப்பினுல் (erosion) ஏற்பட்டிருக்குமேயானல் இப்பீடபூமியின் அடித்தளம் நில அமைப்பு வேறுபாடுகளுடன் அமைந்து காணப்படவேண்டும். ஆனல் பிளேக் பீடபூமியின் அடித்தளம் சமதளமாகவே அமைந்துள்ளது. எனவே இவ்விளக்கமும் ஏற்றதாக அமையவில்லை.

மூன்ருவதாகக் கொடுக்கப்படும் விளக்கமும் கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் சம்பந்தமுள்ளதேயாகும். டெர்ஷியரி (Tertiary) காலத்தில் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் (கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் ஓர் பகுதி) ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி வழியாகப் பாய ஆரம்பித்தது. இதனல் கரையையடுத்துத் தேங்கிய நீர் காணப்பட்டது. கரையிலிருந்து வரும் படிவுகள் (deposits) இத் தேங்கிய நீரிலேயே படிந்துவிட்டன. ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தால் அப் பகுதிக்கு வரும் படிவுகள் வடக்கு நோக்கி அடித்துச் செல்லப்பட்டன. அதனல் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் பாயும் பகுதியில் படிவுகள் காணப்படுவதில்லை. இதே சமயத்தில் இப்பகுதி நில அசைவால் பாதிக்கப்பட்டு, சிறிது சிறிதாகக் கீழே சென்றது. கீழே செல்லும் பகுதியில் படிதல் ஏற்படாமல் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் தடை செய்தது. எனவே செங்குத்துச் சரிவிற்கும் கரையை அடுத்துள்ள பகுதிக்குமிடையே இப்பீடபூமிப் பிரதேசம் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்படுகின்றது. இக்கொள்கைப்படி பிளேக் பீடபூமி யேற்பட, பிளவுகளால் ஏற்படும் அதிக அளவு தாழ்தல் தேவைப்படுவதில்லை. அதே சமயத்தில் பிளேக் பீடபூமியின் அடித்தளம் சமதளமாயிருப்பதற்கான காரணத்தையும் இக்கொள்கை விளக்குகின்றது. எனவே இக்கொள்கை பல வகையிலும் சிறப்பானதாகவே படுகின்றது.

சில கண்டச் சரிவுகள் மிக அதிகக் கோண அளவில் சரிகின்றன. இவற்றின் இறக்குக்கோணம் (angle of depression) சுமார் 30° வரை காணப்படுகின்றது. இக் கண்டச் சரிவு ஃப்ளாரிடாவின் மேற்குக் கடற்கரையை அடுத்து அமைந்துள்ளது. இக் கண்டச் சரிவு சுமார் 500 மைல்களுக்கு ஒரே சீராக அமைந்திருக்கின்றது. இக்கண்டச் சரிவு 2 மைல்கள் கிடைத் தூரத்தில் 1 மைல் ஆழம் செல்கின்றது. அதாவது இக்கண்டச் சரிவு 25° கோண அளவில் சரிகின்றது. கியூபாவின் கண்டச் சரிவும் இவ்விதமே அதிகக் கோண அள்வில் சரிகின்றது. இக்கண்டச் சரிவு 45° சாய்வில் சுமார் 20000' ஆழம் வரை செல்கின்றது.

ஃப்ளாரிடாவின் மேற்குக் கடற்கரையில் கண்டச் சரிவின் செங்குத்துச் சரிவு கண்டத்திட்டிலிருந்து ஆரம்பிக்காமல் 3000-4500′ ஆழத்திலிருந்து ஆரம்பிக்கின்றது. இவ்வாழம் வரை கண்டச் சரிவு 1° கோண அளவில்தான் சரிகின்றது.

இச் செங்குத்துச் சரிவு, பிளவுகளால் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்படுகின்றது. ஆனால் தற்பொழுது இப்பகுதி புவி அசைவால் பாதிக்கப்படுகின்றது என்று கருதச் சான்றுகள் இல்லை.

இக்கண்டச் சரிவுகளுக்கு மேற்கில் மிஸிஸிபி முகத்துவாரத்தில் சிறு குன்றுகள், கொப்பரைகளுடன் கூடிய கண்டச் சரிவு காணப்படுகின்றது. இக்கொப்பரைகள் நீண்டு அகலம் குறைந்து காணப்படுகின்றன. (இக் கொப்பரைகளின் அச்சு, சரிவிற்கு இணையாக இருக்கின்றது. எனவே இவை, பள்ளத்தாக்குகள் படிவுகளால் அணையிடப்பட்டதால் ஏற்பட்டதாகக் கருதலாம்). இந்நீண்ட கொப்பரைகள் 30 மைல் நீளமும் 1500′ ஆழமும் கொண்டு காணப்படுகின்றன. திருமதி பெட்டி கீலி (Mrs. Betty Gealy) என்பவர் இப்பள்ளத்தாக்குகள் நிலச் சரிவால் அடைபட்டதாகக் கருதுகின்றார். ஆனால் சரிவின் குறைந்த கோணத்தில் (சுமார் 1°) நிலச் சரிவு ஏற்படுதல் சாத்தியமானதா என்பதில் சந்தேகமேற்படுகின்றது.

தென் கலிஃபோர்னியாவை அடுத்து, கண்டச் சரிவு, தொடர்க் குன்றுகள் அவற்றிடையே கொப்பரைகள் ஆகியவற்றுடன் அமைந்து காணப்படுகின்றது. தொடர்க்குன்றுகள் கடலடித் தளத்திலிருந்து சுமார் 8000′ வரை எழுந்து காணப்படுகின்றது. சிற்சில கொப்பரைகளின் ஆழம் 9000′ வரை அமைந்துள்ளது. இங்குக் காணப்படும் இயற்கை அமைப்பு இதையடுத்துள்ள நிலப் பகுதியில் காணப்படும் இயற்கை அமைப்பைப் பெருமளவு ஒத்தமைந்துள்ளது. ஆனால் கொப்பரைகளின் அடித்தளம் நிலத்தில் காணப்படும் கொப்பரைகளின் அடித்தளத்தைப் போலன்றி, சமதளமாக அமைந்துள்ளது. கடலடியில் படிவுகள் ஒரே சீராகப் பரவியிருத்தல் இதற்குக் காரணமாயிருக்கலாம். இவ்விதக் கொப்பரைகள் பிளவுகளாக ஏற்பட்டிருக்கலாம் என்று கருதப்படுகின்றது. செங்குத்துச் சரிவின் அடிவாரத்தில் காணப்படும் நீண்ட பள்ளங்கள் புவிப் பிளவால் (fault) ஏற்பட்டவை என்பதில் யாதொரு ஐயமுமில்லை.

அலூஷியன் தீவுகளையடுத்து சிக்கலான கண்டச் சரிவுகள் காணப்படுகின்றன. இத்தீவுகளையடுத்து தெற்குச் சரிவு சுமார் 20000′ வரை சரிந்து, அலூஷியன் அகழியை (Aluetian Trench) அடைகின்றது. இங்கு இதன் சரிவு 15° கோண அளவிலமைந்துள்ளது. இங்குச் சமமான அடித்தளம் செங்குத்துச் சுவர் இவற்றுடன் கூடிய கொப்பரை போன்ற பள்ளத்

தாக்குகள் காணப்படுகின்றன. இவை பிளவுகளால் ஏற்பட்டவை என்று கருதலாம். இக்கண்டச் சரிவு புவி அசைவால் அதிக அளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. அலூஷியன் தீவுகளின் வடகண்டச் சரிவு இதைவிட அதிகமான கோண அளவில் சரிகின்றது. இதன் சரிவு 25° கோண அளவிலமைந்துள்ளது.

கண்டச் சரிவுகளின் தோற்றம்

கண்டச் சரிவுகள் கண்டத் திட்டுகளையும் ஆழ்கடல் சமவெளியையும் (சுமார் 12000′ ஆழத்தில் காணப்படும் நிலப்பகுதி) இணைக்கும் சரிவாகும். இது ஒரு குறுகிய நிலப்பகுதியாகும். இதன் அகலம் 10-20 மைல்கள் அளவிலுள்ளது. இதன் சரிவு குறைந்த பட்சம் 1° கோண அளவிலிருந்து (க்யூபாவையடுத்து) 45° கோண அளவுவரை காணப்படுகின்றது.

கண்டச் சரிவு ஃப்ரென்ச் மொழியில் டாலுஸ் கான்டினன்டல் (Talus Continental) என்று அழைக்கப்படுகின்றது; அதாவது இவை நிலத்திலிருந்து வரும் படிவுகளால் ஏற்பட்டவை என்பதாகும். பலகாலம் கண்டச் சரிவுகள், கடல் அலைகளால் வெட்டப்பட்ட திட்டுகளுக்கப்பால் படிதலால் ஏற்பட்ட டெல்டாக்களாகக் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆனல் கண்டத் திட்டுகளைப் பற்றி ஆராயும்பொழுது அவை அலைகளால் வெட்டப்பட்ட திட்டுகளாகக் கருதப் போதுமான அத்தாட்சிகள் இல்லை என்று கண்டோம். எனவே இக்கண்டச் சரிவுகளைக் கண்டத் திட்டுகளுக்கப்பால் படிதலால் ஏற்பட்டவை என்று கருதுதல் முடியாது. படிதலால் கண்டச் சரிவுகள் ஏற்பட்டன என்று கருத இரு தடைகள் உள்ளன. அவையாவன:

1. கண்டச் சரிவுகளின் வெளிப்பகுதியில் அடி நிலம் பாறையால் அமைந்ததாகக் காணப்படுகின்றது. அடித்தளத்தில் படிவுகள் இல்லாமல் இருக்கின்றது.

2 கரையிலிருந்து தூரம் செல்லச் செல்லப் படிவுகளின் தரப்படுத்துதல் (Grading) காணப்படுவதில்லை; படிவுகள் கடற்புறம் நுண்ணியனவாக மாறுவதில்லை

கண்டச் சரிவுகளின் தோற்றத்தை விளக்க முயலும் மற்றொரு கொள்கை, அவை பலகை வளைதலால் (warping) ஏற்பட்டவை என்பதாகும். இக்கொள்கைப்படி அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் இருபுறத்திலும் காணப்படும் கண்டச்சரிவுகள் மியோஸீன் காலத்துப் பெனிப்ளேன் (peneplain) நிலத்தின் கீழ்நோக்கி வளைதலால் (down-warping) ஏற்பட்டதாகக் கருதப்படுகின்றது. இக்கொள்கையை ஆதரிக்கும் ஒரே அத்தாட்சி

அட்லான்டிக்கின் இரு கரைகளும் பிளவுகளால் பாதிக்கப்படாமல் இருத்த லேயாகும். ஆனால் இக்கொள்கையும் கண்டச் சரிவுகளின் தோற்றத்தை நன்கு விளக்கவில்லை. இக்கொள்கைக்குப் பாதகமான இரு அமைப்புக்கள் உள்ளன. ஒன்று கண்டச் சரிவுகள் பலகை வளைதலால் ஏற்பட்டிருக்கு மேயானால் சரிவுகள் குறைந்த கோணத்தில் காணப்படவேண்டும்; ஆனால் அவை அதிக கோணத்தில் சரிகின்றன என்பதாகும். இரண்டாவதாகப் பலகை வளைதலால் ஏற்படும் கீழ்வளைவு அதிக அளவு படிவுகளால் மூடப் பட்டிருக்க வேண்டும். ஆனால் கண்டச்சரிவுகள் பெரும்பாலும் படிவு களில்லாமல் பாறை அடி நிலத்துடன் அமைந்துள்ளன.

கண்டச்சரிவுகள் பிளவுகளால் ஏற்பட்டவை என்பது மூன்ருவது கொள்கையாகும். கண்டச்சரிவுகள் முதற்கண் பிளவுகளால் ஏற்பட்டவை என்பதற்கு அத்தாட்சிகள் பல உள. இதற்குப் பிறகு அவை அரிப்பு (erosion), படிதல் (deposition) இவற்ருல் பாதிக்கப்பட்டுப் பல மாறுபாடு களை அடைந்திருக்கலாம். கண்டச்சரிவுகள் பிளவுகளால் ஏற்பட்டவை என்று முடிவுகட்ட இரு முக்கிய அமைப்புக்கள் காணப்படவேண்டும். ஒன்று, பிளவுகள் ஏற்பட்ட கண்டச்சரிவுகள் அதிகக் கோணத்தில் சரிய வேண்டும் என்பதாகும். ஆனால் எல்லாக் கண்டச்சரிவுகளும் செங்குத்தான சரிவுடன் காணப்படுவதில்லை. மேலும் ஆறுகளை அடுத்துள்ள கண்டச் சரிவுகள் குவிந்து காணப்படுகின்றன என்பது மற்ருெரு சிக்கலாகும். இவ்விரண்டு மாறுபட்ட அமைப்புக்களை விதிவிலக்காகக் கொள்ள வேண்டுமேயல்லாது இயல்பான அமைப்புக்களாகக் கொள்ளுதல் சரியல்ல. ஏனெனில் ஆறுகளின் டெல்டாக்களை யடுத்துள்ள கண்டச்சரிவுகள் படிவு களால் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றன. கிடைத்துள்ள விவரங்கள் பெருமளவில் கண்டச்சரிவுகள் பிளவுகளால்தான் ஏற்பட்டிருக்க வேண் டும் என்பதைச் சுட்டிக்காட்டும் வகையில் அமைந்துள்ளன. இவ்விதம் பிளவுக்கொள்கையை ஆதரிக்கும் காரணங்களை இங்கு ஆராய்வோம் :

1. ஆழ்கடல் சமவெளியின் மட்டத்திற்கும்கீழ் நீண்ட பள்ளங்கள் கண்டச் சரிவுகளின் அடிவாரத்தில் காணப்படுகின்றன. இவ்வகழிகள் பிளவுகளால் அல்லாது, வேறு முறையில் தோன்றியிருக்க முடியாது என்பது திண்ணமாகும்.

2. கண்டச் சரிவின் பிரதேசம் அதிக அளவில் நில நடுக்கங்களால் (earthquakes) பாதிக்கப்படுகின்றது. முக்கியமாக ஆசியாவின் கிழக்குக் கடற்கரையிலமைந்துள்ள கண்டச்சரிவு உலகிலேயே மிக அதிக அளவில் நிலையற்ற பகுதியையடுத்தமைந்துள்ளது. உதாரணமாக, பிலிப்பைன், ஜப்பான் போன்றவை நிலநடுக்கம் மிகுந்த பகுதிகளாகும்.

3. அகழிகள் அமைந்த சரிவுகளும் அவ்விதமில்லாச் சரிவுகளும் அமைப்பில் ஒப்புமையுடையனவாகக் காணப்படுகின்றன.

4. குறுகிய கண்டத்திட்டுக்களை அடுத்தமைந்த கண்டச்சரிவுகளின் அச்சுக் கரைப்படிவுகளுக்குக் குறுக்காகக் காணப்படுகின்றது.

5. கண்டச்சரிவில் காணப்படும் பாறைகள் வெளித் தோன்றும் பாறைகள் (outcrops) ஆகும்.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள காரணங்களால் கண்டச்சரிவுகள் பிளவு களால்தாம் ஏற்பட்டிருக்கும் என்றே தோன்றுகின்றது.

கடலடிக் கெனியான்கள் (Submarine Canyons)

கடலடி நிலத்தின் அமைப்பைப் பற்றி ஆராயும்பொழுது கண்டச் சரிவுகளைப் பற்றி ஆராய்ந்தோம். அப்பொழுது இவ்விதக் கண்டச்சரிவு களில் காணப்படும் குறுக்கீடுகளைப் பற்றி அறிந்தோம். சிற்சில குறுக் கீடுகள் பள்ளத்தாக்குகளின் தன்மைபெற்று அமைந்துள்ளன என்று கண்டோம். இவற்றைக் கடலடிக் கெனியான்கள் என்று அழைக் கின்றனர்.

கடலடியில் பல நீண்ட பள்ளங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் சில மிகப் பெரிய அளவில் அமைந்துள்ளன. இவற்றைக் கடலடிப் பள்ளங்கள் (deep-sea troughs) என்று கூறலாம். சில பள்ளங்கள் குறுகிக் காணப்படுகின்றன. இவற்றைப்பற்றித் தற்பொழுது நாம் ஆராய் வோம். கடலடியில் நான்கு வகையான பள்ளத்தாக்குகள் காணப்படு கின்றன. அவையாவன :

1. அலூசியன் தீவுகளையடுத்துக் கடலடிச் சரிவில் செங்குத்தான பக்கச் சுவர்களுடனும் அகன்ற அடித்தளத்துடனும் காணப்படும் பள்ளத் தாக்குகள்.

2. குறைந்த ஆழமுள்ள நீண்ட பள்ளங்கள்; இவை பல மைல்களுக்கு ஆழ்கடல் பிரதேசத்தையடுத்துக் காணப்படுகின்றன.

3. அமிழ்ந்த டெல்டாப் பகுதிகளில் காணப்படும் அரிநீர்ப் பள்ளங் கள் (gullies).

4. வளைந்த (V) உருக்கொண்ட பள்ளத்தாக்குகள். இவை பெரும் பாலும் நிலத்தில் காணப்படும் பள்ளதாக்குகளைப் போன்றே அமைந் துள்ளன. இவற்றில் பல கிளைப்பள்ளத்தாக்குகளும் காணப்படுகின்றன. இவைதாம் உண்மையில் கடலடிக் கெனியான்கள் (Submarine Canyons) என்று கூறத் தக்கவையாகும்.

19ஆம் நூற்றுண்டின் முடிவிலேதான் கடலடிக் கென்யான்களைப் பற்றி முதன் முதல் அறியப்பட்டது. இவற்றின் அமைப்பு நிலத்தில் காணப்படும் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளைப் பெருமளவில் ஒத்திருந்தமையால் அவை நிலம் கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ் தாழ்ந்ததனுல் ஏற்பட்டதாகக் கருதினர். ஷெப்பர்ட் இக்கடலடிக் கென்யான்களின் அமைப்பைப் பற்றிய விவரங்களைச் சேகரித்தார். மேலும் இக்கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிக் கொடுக்கப்பட்ட பல்வேறு கொள்கைகளை ஆராய்ந்து, அவற்றின் தராதரத்தை மதிப்பிட்டார். இவரைத் தொடர்ந்து ஸ்டெட்ஸன், வெட்ச் (Veatch), ஸ்மித் (Smith) முதலானுேர் கடலடிக் கென்யான்களைப் பற்றி ஆராய்ந்தனர். மேலே குறிப்பிட்டோர்களுக்கு நாம் கடலடிக் கென்யான்களின் அமைப்பைப் பற்றிய விவரத்திற்கும், முக்கியக் கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத்தை விளக்கும் வகையில் அவர்கள் வெளியிட்ட பல சம ஆழக்கோட்டுப் படங்களுக்காகவும் பெரிதும் கடமைப்பட்டுள்ளோம். இவ்வகையில் அமெரிக்கப் புவி உருவ இயல் சர்வே (American Geodetic Survey) பெருமளவு முயற்சிகளை மேற்கொண்டுள்ளது.

கடலடிக் கென்யான்களின் அமைப்பு

கடலடிக் கென்யான்கள் எல்லாம் பொதுவாகச் செங்குத்தான குறுகிய பள்ளத்தாக்குகளாகவே ஆரம்பமாகின்றன. இவை சில கிலோ மீட்டர் தூரம் வரை கண்டத்திட்டை வெட்டிக்கொண்டு செல்லுகின்றன. பிறகு இவை தொடர்ந்து கண்டச்சரிவிலும் காணப்படுகின்றன. இங்கு இவை ஆழமான பள்ளத்தாக்குடன் அமைந்துள்ளன. கென்யான்களின் அடித்தளம் கண்டச்சரிவின் விளிம்பில் கரைகளிலிருந்து பல்லாயிரக்கணக்கான அடி ஆழத்தில் அமைந்திருக்கலாம். சிற்சில இடங்களில் இவை 3000 அடிக்கு மேற்பட்ட ஆழத்தில் அமைந்து காணப்படலாம். கென்யான்களின் பக்கச் சுவர்கள் அதிகக் கோணத்தில் சரிகின்றன. சிற்சில இடங்களில் இப்பக்கச் சுவர்கள் செங்குத்தாகவே அமைந்துள்ளன. இப்பள்ளத்தாக்குகள் 'V' உருவில் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகளை ஒத்துக் காணப்படுகின்றன. இப்பள்ளத்தாக்குகள் வளைந்து வளைந்து காணப்படுகின்றன. இப்பள்ளத்தாக்குகள் தலைப்புறத்தில் அதிகச் சரிவுடன் காணப்படுகின்றன. தூரம் செல்லச் செல்ல சரிவின் கோணம் குறைகின்றது. கென்யான்களின் தலைப்புறச் சரிவின் கோணம் 15° அளவிலும், இடையில் குறைந்து கொண்டே வந்து கடைசியில் சரிவின் கோணம் 3-4° அளவிலும் காணப்படுகின்றது. பெரும்பாலான கென்யான்களின் அடித்தளம் வாட்டம் (Grade) அமைந்து காணப்படலாம். இதன் நீள்வசத்தோற்றத்தில் குறுக்கீடுகள் காணப்படுதல் இயல்பாகும். ஒரு சில கென்யான்கள் வாட்டமமையாத அடித்தளத்துடன் காணப்படுகின்றன. ஆனுல் இக்கென்யான்களில் நீர்வீழ்ச்சிகள் (Water falls) போன்றவற்றிற்குச் சாதகமான அமைப்புக்கள் இல்லை. சாதாரணமாகக் கென்யான்களுக்குப் பல உப கென்

யான்கள் காணப்படுகின்றன. ஆதலால் கென்யான்கள் பல கிளை வடிவுடன் (Dendritie) காணப்படுகின்றன. ஒரு சில தொங்கு கென்யான்களைத் (Hanging Canyons) தவிர மற்ற எல்லா உப கென்யான்களும் முக்கியக் கென்யானுடன் ஒத்த மட்டத்தில் சேருகின்றன.

பொதுவாகக் கென்யான்களைப் பற்றி நமக்குக் கிடைத்துள்ள விவரங்கள் குறைவாகும். ஆனாலும் ஒரு சில கென்யான்களைப் பொறுத்தவரை சற்று அதிகமான விவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானவை ஸ்கிரிப்ஸ் கழகத்திற்கெதிரில் கலிபோர்னியக் கடற்கரையை யடுத்துக் காணப்படும் லா ஜோலா (La Jolla) கடலடிக் கென்யான், ஸான் லுகாஸ் (San Lucas) முனையைச் சார்ந்துள்ள கென்யான், கார்மல் (Carmel) கென்யான், மான்டரே (Monterey) கென்யான், காங்கோ (Congo) நதியின் முகத்துவாரத்தையடுத்துக் காணப்படும் கென்யான் முதலியவையாகும். இவற்றில் சில கென்யான்களின் அமைப்பைப் பற்றி அறிதல் அவற்றின் தோற்றத்தை விளக்குவதில் பெருமளவு உபயோகப்படும்.

லா ஜோலாக் கென்யான்: இக் கென்யான் ஸ்கிரிப்ஸ் (Scripps) கழகத்திற்குச் சிறிது வடக்கில் ஆரம்பமாகி, கரைக்குக் குறுக்காகக் காணப்படுகின்றது. கரையிலிருந்து ஒரு மைலுக்கப்பால் திடீரென இதன் சரிவு அதிகரிக்கின்றது. இதன் ஆழம் சுமார் 500′ ஆகும். தூரம் செல்லச் செல்ல அதன் சுவர்களின் சரிவு அதிகரிக்கின்றது. இவை பெரும்பாலும் செங்குத்தாகவேயமைந்துள்ளன. சிற்சில இடங்களில் இதன் அகலம் 10′க்கும் குறைவாகவேயமைந்துள்ளது.

மான்டரே கென்யான்: இது பெருமளவுக்கு கிராண்ட் கென்யானை (Grand Canyon) ஒத்தமைந்துள்ளது. நிலத்திலுள்ள கென்யான்களைப் போன்றே பல கிளைக் கென்யான்களுடன் இது காணப்படுகின்றது. மான்டரே கென்யான் கரையிலிருந்து சிறிது தூரத்தில் ஆரம்பமாகின்றது. நிலத்திலுள்ள ஸலினஸ் (Salinas) பள்ளத்தாக்கின் முடிவிற்கும் இக் கென்யானின் ஆரம்பத்திற்கும் இடையே இடைவெளி காணப்படுகின்றது. இக்கென்யான் சுமார் 400′ ஆழத்தில் ஆரம்பமாகின்றது. இதனுடன் பல உப கென்யான்கள் வந்து சேருகின்றன. கடைசியாகச் சுமார் 6000′ ஆழத்தில் இதனுடன் கார்மல் (Carmel) கென்யான் வந்து சேருகின்றது. மான்டரே கென்யான்களின் சுவர்களில் பிளையோஸீன் (Pliocene) காலத்திய படிவுப் பாறைகள் காணப்படுகின்றன. இதற்குக் கீழ் மியோஸின் (Miocene) காலத்திய படிவுகளும், அதற்கும் கீழ் கிரெனைட் (Granite)டும் காணப்படுகின்றன. பள்ளத்தாக்கின் அடித்தளத்தில் கூழாங்கற்கள், மணல், மண் இவை ஒன்றின்மேல் ஒன்றாகக் காணப்படுகின்றன. மான்டரே கென்யான் 9000′ ஆழத்தில் முடிவதாகக் கொள்ளலாம். இதற்கப்பால் 12000′ வரை வேறொரு பள்ளத்தாக்குக் காணப்படுகின்றது.

ஹட்சன் கென்யான் (Hudson Canyon): வடஅமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் உள்ள கண்டச்சரிவு பல கென்யான்களுடன் அமைந்துள்ளது என்று முன்னரே கண்டோம். இங்குச் சுமார் பதினைந்திற்கு மேற்பட்ட கென்யான்கள் காணப்பட்டாலும், அவற்றில் முக்கியமானது ஹட்சன் கென்யானே ஆகும். ஹட்சன் கென்யானின் அமைப்பில் ஒரு முக்கிய அமிசம், அதன் பல உப கென்யான்களாகும். இக்கென்யான் 600′ ஆழத்தில் ஆரம்பித்து, சுமார் 6000 அடி ஆழம் வரை காணப்படுகின்றது. இதன் பக்கச் சுவர்கள் 4,000′ உயரம் வரை காணப்படுகின்றன. இதன் படிவுகளில் க்ரெட்டேஷியஸ் (Cretaceous) காலத்திய பாஸில்கள் (Fossils) பல காணப்பட்டன. ஹட்சன் கென்யான் 180 மைல் நீளத்திற்குக் காணப்படுகின்றது. இதன் முடிவில் இதன் ஆழம் 14000′க்கு மேற்பட்டு அமைந்துள்ளது.

காங்கோ கென்யான்: இக்கென்யான் காங்கோ நதியின் ஓத முகப் பகுதியினுள்ளும் (estuary) வியாபித்துள்ளது. இக்கென்யான் இங்கிருந்து 145 மைல் நீளத்திற்குக் காணப்படுகின்றது. காங்கோ முகத்துவாரத்தைத் தவிர மற்றப் பகுதிகளில் ஆப்பிரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரை நேராக இருப்பதால் ஓதமுகத்தினுள் காணப்படும் கென்யான் பகுதி அமிழ்தலால் ஏற்பட்டது என்று கூற முடியாது. ஓத முகத்தின் முகப்பில் 3000′ ஆழமுள்ள பகுதி காணப்படுகின்றது. இது எவ்விதம் ஏற்பட்டது என்று விளக்குவது சிறிது கடினமாகும்.

சிந்து நதி கென்யான்: சிந்து நதியின் முகத்துவாரத்தில் செங்குத்தான சரிவுடன் ஒரு கென்யான் காணப்படுகின்றது. சிந்து நதியின் டெல்டாவிற்கு 3 மைலில் ஆரம்பித்து, 70 மைல் நீளத்திற்கு இக்கென்யான் காணப்படுகின்றது. கண்டச்சரிவின் விளிம்பில் இக்கென்யானின் ஆழம் சுமார் 3500′ ஆகும்.

கென்யான்களை விவரிப்பதை இதனுடன் நிறுத்திக்கொண்டு, அவற்றின் தோற்றத்திற்கான காரணங்களை ஆராய்வோம். சமுத்திரவியலில் காணப்படும் எந்த அமைப்பின் விளக்கத்திலும் காணப்படாத சர்ச்சை இக்கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத்தை விளக்குவதில் காணப்படுகின்றது. கொடுக்கப்பட்டுள்ள கொள்கைகளில் எவையும் கென்யான்களின் தோற்றத்தைத் திருப்திகரமாக விளக்கவில்லை. நாம் இப்பொழுது ஒரு சில முக்கியக் கொள்கைகளையும், அவை எவ்வளவு தூரம் கென்யான்களின் தோற்றத்தை விளக்குவதில் வெற்றி பெற்றுள்ளன என்றும் ஆராய்வோம்.

பலர் இக்கென்யான்கள் ஒட்டுரு அழிதல் (diastrophism) மூலம் ஏற்பட்டதாகக் கருதுகின்றனர். இவை பிளவுகளை அடுத்து நிலம் தாழ்தலால் ஏற்பட்டதாக இவர்கள் கருதுகின்றனர். இக் கொள்கைக்கு எதி

ராகக் கீழ்க்காணும் அமைப்புக்கள் உள்ளன. இவை கென்யான்களின் வளை வமைந்த உருவமும், வாட்டம் அமைந்த நீள்வசத் தோற்றமும், சார்ந்த கடற்கரைப் பகுதிகளில் காணப்படும் புவியோட்டமைப்பிற்குக் குறுக்காக அமைந்திருத்தலும் ஆகும். மேலும் இவை சமீப காலத்தில்தான் தோன்றியிருக்கவேண்டும் என்பதும் இக்கொள்கைக்குப் பாதகமாயமைந் துள்ளது.

ஒட்டுரு அழிதல் கென்யான்களின் தோற்றத்திற்கு முழுக் காரண மாகா விட்டாலும், ஆங்காங்கு இது பெருமளவில் கென்யானின் தோற்றத் திற்குக் காரணமாயுள்ளது. ஷெப்பர்ட் மான்டரே, கென்யான் இவ்வித ஒட்டுரு அழிதலால் ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்று கருதுகின்றார். லாஸன் (Lowson), கார்மல் கென்யான் கிரெனைட் பாறையில் முன்னர் காணப்பட்ட புவிப்பிளவுப் பகுதியில் வெட்டப்பட்டதாகக் கருதுகின்றார். ஆனாலும் கென்யான்களை அமைப்பதில் ஒட்டுரு அழிதலின் பங்கு சர்ச்சைக்குட் பட்டதாகவே அமைந்துள்ளது.

கென்யான்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிய இரண்டாவது கொள்கை, அவை கண்ட எல்லை நிலத்தின் (Continental Border land) பலகை வளைத லால் (Warping) ஏற்பட்டவை என்பதாகும். இக்கொள்கைப்படி கென் யான்கள் நீர்மட்டத்திற்குமேல் ஆறுகளால் வெட்டப்பட்ட பள்ளத்தாக்குக ளாகும்; இவை பலகை வளைதலால் நீருக்கடியில் தாழ்ந்தன என்றும் கருதப்பட்டது. ஆனால் சரிவில் பல கென்யான்கள் காணப்படுவதும், வேறு பல பகுதிகளில் இக்கென்யான் இருப்பதும் இக்கொள்கையின் தரத்தைக் குறைக்கின்றன. மேலும் சமீபகாலத்தில் பல்லாயிரக்கணக்கான அடிகளுக்கு நிலம் தாழ்ந்ததாகவும் கொள்ளவேண்டும். மேலும் இவை அமிழ்ந்த பள்ளத்தாக்குகளாய் இருக்குமேயானால் அமிழ்வதற்கு முன் நிலப்பகுதி கடற்கரையை அடுத்து ஆயிரக் கணக்கான அடிகள் உயரத் திற்கு அமைந்திருக்கவேண்டும். அவ்வித கருத்திற்குச் சாதகமான அமைப்புக்கள் இல்லை. எனவே இக்கொள்கை பெரும்பாலோரால் ஒப்புக்கொள்ளப்படவில்லை.

ஜான்ஸன் கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத்திற்குக் கடலடி ஊற்றுக்களைக் காரணமாகக் கூறினர். இக்கொள்கை இரு குறைபாடு களுடன் காணப்படுகின்றது. அவையாவன:

1. இக்கொள்கைப்படி ஊற்று நீர் சரிவிற்கு எதிராக மேல் நோக்கிச் செலுத்தப்படவேண்டும்.

2. இதற்கான அடுக்குகளின் அமைப்புத் தனியானதாக அமைந் திருக்க வேண்டும்.

மேலும் எல்லாக் கென்யான்களும் கண்டச்சரிவு வரை காணப்படுவதற்கான காரணம் இக்கொள்கையால் நன்கு விளக்கப்படவில்லை.

கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிய மற்ருெரு கருத்து, அவை நிலச்சரிவால் (Landslides) ஏற்பட்டவை என்பதாகும். கென்யான்கள் சரிதலால் ஏற்பட்டவை என்பதில் யாதொரு ஐயமுமில்லை. நிலச்சரிதலால் நீர் கலங்கிக் கலங்கல் நீரோட்டம் (Turbity currents) தோன்றலாம். இதனுல் கடலடிக் கென்யான்கள் வெட்டப்படலாம். இவ்வமைப்பைப் பற்றி விரிவான ஆராய்ச்சி நடத்தப்படுதல் அவசியமாகும்.

பௌஷர் (Boucher), கடலடிக் கென்யான்கள் நில நடுக்கத்தால் கடலில் தோன்றும் அலைகளால் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்று கருதுகின்ருர். இவ்வலைகள் அலைவுத் தன்மை பெற்றிருப்பதால் இவை திரும்ப எடுத்து வரும் பொருள்களுக்கு ஈடுசெய்யும் வகையில் பொருளைக் கரையை நோக்கி எடுத்துச் சென்றிருக்கும். மேலும் சிறு பள்ளம் ஏற்பட்ட பிறகு இப்பள்ளத்தின் அடித்தளத்தைவிட இதன் சுவர்கள் அதிக அளவில் அரிப்பினுல் பாதிக்கப்படும். எனவே இவ்வகையில் ஆழம் மிகுந்த பள்ளத்தாக்குகள் தோன்ற முடியாது. மேலும் பௌஷர் பிளைஸ்டொஸீன் காலத்தில் அதிக நிலநடுக்கம் காணப்பட்டதாகக் கருதுகின்ருர். இதற்கான சான்றுகள் யாதொன்றும் இல்லை.

டேவிஸ் இதை ஓதப்பெருக்கால் ஏற்பட்டவை என்று கருதுகின்ருர். ஓதங்களாலோ (Tides) அல்லது காற்ருலோ நீர் கரைக்கு அருகில் குவிகின்றது. இந்நீர் மறுபடியும் கடலையடையும்போது அடித்தளத்தை அணைத்துச் செல்லும். இதனுல் இக்கென்யான்கள் தோன்றியிருக்கக்கூடும். ஆனுல் கடல் நீர் அடுக்குகளின் அடர்த்தியால், மேலடுக்கு நீர் தாழ்தல் முடியாது என்பது விளங்கும். எனவே இக்கொள்கையும் குறைபாடுள்ளதேயாகும்.

இங்கு நாம் ஒன்றை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும். பெரும்பாலான கென்யான்கள் ஆறுகளை அடுத்துள்ள கடலடியில் காணப்படுகின்றன. எனவே, இவை ஏதோ ஒரு வகையில் ஆறுகளுடன் சம்பந்தப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பது விளங்கும்.

மற்ருெரு முக்கிய அமிசம் இக்கென்யான்கள் குறைந்த காலத்தில் துரிதமாக வெட்டப்பட்டுள்ளது என்பதாகும். பல காலமாகச் சிறு பிளவுகள், பள்ளத்தாக்குகள் இவை காணப்பட்டாலும், பிளைஸ்டொஸீன் காலத்தில்தான் இவை துரிதமாக வெட்டப்பட்டன என்பதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன. இக்காலத்தில் தோன்றிய முக்கிய அமைப்பு, பனியுகங்கள் ஆகும். எனவே பனியுகங்களில் கடல் மட்டத்திலேற்பட்ட வேறுபாடு கென்யான்களின் தோற்றத்தைப் பாதித்திருக்க வேண்டும் என்று

விளங்குகின்றது. அப்பொழுது இருவகையில் இக்கென்யான்கள் தோன்றியிருக்கலாம். ஒன்று கடல்மட்டம் அதிக அளவு குறைந்ததால் கடலடியின் பெரும் பகுதி நீர்மட்டத்திற்குமேல் வந்து, அவற்றில் ஆற்றுப் பள்ளத்தாக்குகள் தோன்றியிருக்கலாம்; மற்றொரு வகை கடல் மட்ட வேறுபாடு குறைவாயிருந்து, கடலடி நீரோட்டங்களால் இவை வெட்டப்பட்டிருக்கலாம் என்பதாகும்.

ஷெப்பர்ட் முதல்வகை அமைப்பை ஆதரித்தார். பனியுகத்தின்போது ஏற்பட்ட பனிப்பரவலின் அளவு, கனம் இவற்றை மற்றவர்கள் கருதியதைவிட அதிக அளவில் இருந்ததாகக் கருதினார். இதன் மூலம் கடல்மட்ட வேறுபாடு 1100 மீட்டர் வரை காணப்பட்டதாகக் கருதினார். கண்டங்களில் பனிப்பரவலால் அழுத்தம் அதிகரித்து, கண்டங்களின் அடியிலிருந்து பொருள் கடலை நோக்கிப் பாய்வதால் கண்டச் சரிவுகள் உயர்த்தப்படுகின்றன. இதன்மூலம் கடல்மட்டத்தில் காணப்படும் நிகர வேறுபாடு 2000 மீட்டர் வரையிருக்கலாம் என்று கணக்கிட்டுள்ளார்.

இவர் கொள்கைப்படி வெர்ம் (கடைசி) பனியுகத்திற்கு முற்பட்ட பனியுகங்களின் பனிப்பரவல் வெர்ம் காலத்திலிருந்ததைவிட 20 மடங்கு அதிகமாயிருத்தல் வேண்டும். ஆனால் ஆல்ப்ஸ் மலையில் காணப்படும் பனிப் பரவலின் சான்றுகள் இதற்கு எதிராக உள்ளன. எனவே பனியுகக் கடல்மட்ட வேறுபாடு அதிகமாயிருந்திருக்க முடியாது என்பது விளங்குகின்றது.

டாலி, கென்யான்கள் கலங்கல் நீரால் (Turbid water) தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்று கருதுகின்றார். பனியுகத்தின்பொழுது கடற்பகுதிகள் புயல்களால் பெருமளவு பாதிக்கப்பட்டன. இதனால் கடல் நீர் சுழற்சியடைந்து, கலங்கிய நீராக மாறிற்று. எனவே இந்நீரின் அடர்த்தி அதிகரித்தது. இந்நீர் கடலடியில் பாய்ந்து கென்யான்களைத் தோற்றுவித்தன என்பதாகும். இக்கொள்கைக்குக் கலங்கிய நீரோட்டக் கொள்கை (Turbidity current theory) என்று பெயராகும்.

இக்கொள்கைக்குச் சாதகமான சான்றுகள் கீழ்வருமாறு:

1. கலங்கிய நீரின் அடர்த்தியதிகரிக்கின்றது. உதாரணமாகக் கடல் நீரின் சராசரி அடர்த்தி 1·026 ஆகும். ஆனால் இந்நீரில் 1% வண்டல் சேருமேயானால் இதன் அடர்த்தி 1·040 ஆக அதிகரிக்கின்றது. எனவே இந்நீர் கடலடியை நோக்கி அமிழ்கின்றது.

2. கென்யான்களின் ஆரம்பம் கண்டச்சரிவில் காணப்படுதல். இப்பகுதி பனியுகத்தின்போது கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ் சிறிதளவே காணப்படும். எனவே புயற் காலங்களில் கரைக்கு அருகில் தேக்கப்

மட்டுச் சுழலும் நீர் கலங்கிப் படியும்போது இப்பகுதியைப் பாதிக்கின்றது.

3. கலங்கிய நீரோட்டம் சரிவு காணப்படும் பகுதியில் அதிக வேகத்துடன் பாயும் தன்மை பெற்றிருத்தலாகும். கியுனன் (Kuenan), க்ரோனின்ஜன் புவியமைப்பியல் கழகத்தில் (Geological Institute of Groningen) நடத்திய சோதனைகள் மூலம் இவ்விவரம் கிடைத்துள்ளது. இதன்படி அடர்த்தியளவு 2-ஆகவுள்ள நீர் 4 மீட்டர் கனத்திற்குப் பாயுமேயானல் 3° சரிவில் வினடிக்கு 3 மீட்டர் அளவில் அதன் வேகம்இருக்கும் என்று தெரிகின்றது. இது மணிக்குச் சற்றேறக்குறைய 7 மைல்கள் ஆகும்.

4. கென்யான்களின் அடித்தளத்தில் படிவுகள் அதிகமில்லாதிருத்தல். இக்கொள்கைக்குப் பாதகமாயுள்ள ஒரு சான்று, கென்யான்கள் பாறை அடித்தளத்தில் வெட்டப்பட்டுள்ளதாகும்.

வேறு பல காரணிகள் காணப்பட்டாலும் பொதுவாகக் கலங்கிய நீரோட்டங்கள் கடலடிக் கென்யான்களின் தோற்றத்திற்குக் காரணமாகின்றன என்பதில் ஐயப்பாடு ஒன்றுமில்லை. பாறை அடித்தளத்தில் காணப்படும் கென்யான்கள் கடல்மட்டத்திற்கு மேல் வெட்டப்பட்டு நீரினுள் அமிழ்ந்தவையென்றும், மற்றவை கலங்கிய நீரால் ஏற்பட்டவையென்றும் கியூனன் கருதுகின்றார். இக் கருத்துப் பெரும்பாலும் ஒப்புக்கொள்ளக் கூடியதாயுள்ளது.

ஆழ்கடல் சமவெளி (Abyssal or Deep Sea Plain)

கடல் அடித்தளத்தின் மூன்ருவது பெரும் பிரிவான ஆழ்கடல் சமவெளியைப் பற்றித் தற்பொழுது ஆராய்வோம். ஆழ்கடல் சமவெளியைப் பற்றி அறிவதில் நமக்குப் பெருமளவில் உதவியாயிருப்பது நீராழம் காணல் (Sounding) மூலம் கிடைத்துள்ள விவரங்களேயாகும். கடலின் பரப்பு அதிகமாகையாலும், சமீப காலம் வரை ஆழம் காணுதல் சிக்கலானதாகவும், மிகுதியாகக் காலம் எடுக்கக்கூடியதாகவும் இருந்தமையாலும், இவ்விதம் நமக்குக் கிடைத்துள்ள விவரங்கள் ஆழ்கடலில் நில அமைப்பைப் பற்றி விரிவாக அறியப் போதுமானவை அல்ல. விவரங்கள் பல வேறுபட்ட பகுதிகளிலிருந்து கிடைத்துள்ளன. இவற்றைக் கொண்டு நாம் ஆழ்கடல் சமவெளியின் அமைப்பைப் பற்றித் தோராயமாகவே அறிய முடியும். ஆனல் நம் ஆராயும் பகுதி பெரும் பரப்பானமையால் இவ்விதக் குறைபாடு தவிர்க்க முடியாததாகும். ஆங்காங்குச் சிறு அமைப்புக்களில் வேறுபாடு இருந்தாலும் இவ்விதம் கிடைக்கும் அமைப்பு ஆழ்கடலின் பெரும்பான்மையான அமைப்பிற்கு ஒத்தே காணப்படுகின்றது.

ஆழ்கடல் சமவெளியைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் பல நாட்டினரும் பங்கெடுத்துக் கொண்டுள்ளனர். இவ்வாராய்ச்சியில் வடமேற்கு ஐரோப்பிய நாட்டினரான ஆங்கிலேயர்கள், டச்சுக்காரர்கள், அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டினர் இவர்கள் முக்கியப் பங்கு கொண்டுள்ளனர். இவ்வாழ்கடல் ஆராய்ச்சியில் பங்கு கொண்ட கப்பல்களில் சில சரித்திர முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை, இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த டிஸ்கவரி-II (Discovery II), சாலஞ்சர் (Challenger)-(இதன் நினைவாகவே மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க் குன்றுகளின் ஒரு பகுதிக்குச் சாலஞ்சர் தொடர்க்குன்று என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது), அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளைச் சேர்ந்த ஹொரைஸன் (Horizon), அட்லான்டிஸ் (Atlantis), ஜெர்மனியைச் சேர்ந்த மிடியார் (Meteor), டச்சு நாட்டைச் சேர்ந்த ஸ்னெலியஸ் (Snellius) என்பனவாகும்.

ஆழ்கடல் சமவெளியைப் பற்றி ஆராயும்போது சில சிறப்பான அமைப்புக்களைக் காண்கிறோம். அவை கீழ்வருமாறு:

1. கொப்பரைகள் (Basins): இவை வட்டமான அல்லது முட்டை வடிவிலுள்ள பெரும் பள்ளங்களாகும். பெரும்பாலான கொப்பரைகள் நிலத்தோற்ற வேறுபாடு (Relief) அதிகமில்லாத அடித்தளத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவ்விதமாக நில வேறுபாடு இல்லாத அடித்தளத்தைப் பெற்றிருக்கும் கொப்பரைகளுக்கு உதாரணமாக வடபசிபிக் கொப்பரையின் மத்திய பாகத்தைக் கூறலாம். அரேபியக்கடலில் (Arabian Sea) கொப்பரைப் பிரதேசம் சுமார் 6000′ ஆழத்தில் சமதளமாக அமைந்துள்ளது. சிற்சில கொப்பரைகளின் அடித்தளம் நிலத்தோற்ற வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுகின்றன. இம்மாதிரியான கொப்பரைகள் பல அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திலும் இந்திய சமுத்திரத்திலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் ஒன்று பிரேசில் (Brazil) கொப்பரையாகும்.

2. நீண்ட பள்ளங்கள் (troughs): இவை நீண்டும் அகலமுள்ளவையாயும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் பக்கச் சுவர்கள் குறைந்த சரிவுடன் காணப்படுகின்றன.

3. அகழிகள் (trenches): இவை நீண்ட குறுகிய பள்ளங்களாகும். இவற்றின் பக்கச் சுவர்கள் செங்குத்தான சரிவுகளுடன் காணப்படுகின்றன. இவ்வகையான அகழிகளில் சில ஜப்பான் அகழி, ப்யூர்டோ ரிகோ அகழி, அடகாமா அகழி என்பனவாகும்.

அகழிகளின் மொத்தப்பரப்பு கடலடி நிலத்தின் பரப்பில் 1% இருந்த போதிலும் இவற்றின் இயற்கையமைப்பைப் பற்றியறிதல் அவசியமாகின்றது. இவற்றில் சில 30,000′ க்கு மேற்பட்ட ஆழமுள்ளவையாகும். பெரு - சிலி அகழியைத் தவிர்த்து, மற்ற அகழிகள்

எல்லாம் எரிமலைத் தீவுக் கூட்டங்களையடுத்து அமைந்துள்ளன. எரிமலைத் தீவுக் கூட்டங்களுக்கும் கண்டங்களுக்குமிடையே 8000′ வரை ஆழமுள்ள கொப்பரைகள் காணப்படுகின்றன. அகழிகளுக்கும் சமுத்திரங்களுக்குமிடையே எழுச்சிகள் அமைந்துள்ளன. இவ்வகழிகள் புவிஈர்ப்பின் ஒழுங்கற்ற தன்மையால் (Gravity anomaly) ஏற்பட்டதாக அம்க்ரோவ் (Umbgrove) கருதுகின்றார். புவிப்பிளவினால் தற்பொழுது அகழியுள்ள பகுதியில் அதிக அளவு ஸியால் (Sial) குவிந்தது. இதனால் ஸியாலுக்கடியில் அமைந்து கிடக்கும் ஸிமா (Sima) கண்டங்களை நோக்கி நகர்ந்தது. இதனால் கண்டங்களையடுத்து நிலப்பகுதியில் மேல் வளைவும் (Upwarping), அகழிகள் உள்ள பகுதியில் கீழ் வளைவும் (Down warping) ஏற்பட்டதாகக் கருதுகின்றனர். இதனால்தான் புவி ஈர்ப்பின் நேரான ஒழுங்கற்ற தன்மை (Positive anomaly) தீவுக் கூட்டங்களை அடுத்தும், எதிரான ஒழுங்கற்ற தன்மை (Negative anomaly) அகழிப்பகுதியிலும் காணப்படுகிறது என்று கருதுகின்றார்.

4. மடுக்கள் (Deeps): அகழிகளில் காணப்படும் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளுக்கு மடுக்கள் என்று பெயர். முதலில் 18,000′ க்கு மேற்பட்ட ஆழமுள்ள பகுதிகளையெல்லாம் மடுக்கள் என்று அழைத்தனர். ஆனால் சமீப காலத்தில் 20,000′ க்கு மேற்பட்ட ஆழமுள்ள பகுதிகள்தாம் மடுக்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. முக்கியமாக அகழிகளின் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகள்தாம் மடுக்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு உதாரணமாக பிரௌன்ஸன் மடு (Brownson deep), மிண்டனோவோ மடு (Mindanao deep) என்று இவற்றைக் கூறலாம்.

5. எழுச்சிகள் (Rises): இது ஆழ்கடலின் அடித்தளத்தில் காணப்படும் உயர்ந்த நிலப்பரப்பாகும். இவை கடலின் அடித்தளத்திலிருந்து குறைந்த சரிவுடன் எழுகின்றன.

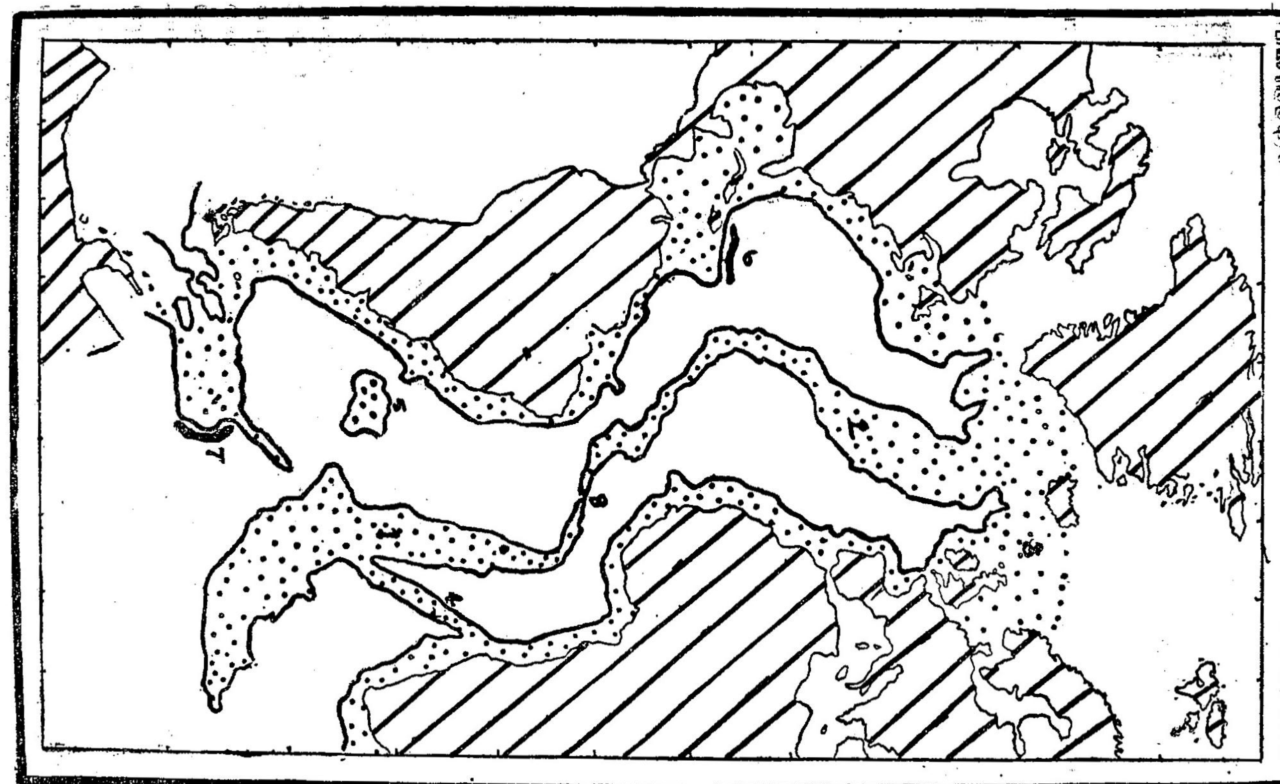
6. தொடர்க் குன்றுகள் (Ridges): இவை ஆழ்கடலில் காணப்படும் நீண்ட உயர்ந்த பகுதிகளாகும். இவற்றின் பக்கங்கள் அதிகச் சரிவுடன் காணப்படுவதால் இவை எழுச்சிகளிலிருந்து வேறுபடுகின்றன. இம்மாதிரியான அமைப்புக்கள் கொப்பரைகளையடுத்துக் காணப்படுகின்றன. இவை கடலடியிலிருந்து எழுந்து கடல் மட்டத்திற்கு 6000′ ஆழத்தில் முடிகின்றன. தொடர்க் குன்றுகளில் சில சிகரங்கள் நீர் மட்டத்திற்கு மேல் எழுந்து தீவுகளாகக் காணப்படுகின்றன. மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க் குன்றுகள் (Mid atlantic ridge) இவ்விரு அமைப்பிற்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாகும்.

7. கடலின் சுற்றுப்புற அடிநிலத்தைவிடச் சுமார் 3000′ உயரம் வரை எழும் மலைகளுக்குக் கடல் மேடுகள் (Sea-mounts) என்று பெயர். இவற்றின் மேல் பரப்பு சமதளமாக இருக்குமேயானால் இவற்றிற்கு குயாட்டுகள் (Guyots) என்று பெயராகும்.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறிப்புக்களை மனத்தில் கொண்டு நாம் இப்பொழுது ஒவ்வொரு சமுத்திரத்தின் இயற்கையமைப்பையும் பற்றி ஆராய்வோம். வடக்கிலிருந்து தெற்காகச் சமுத்திரங்கள் வியாபித்துள்ளன. தெற்கே அன்டார்க்டிக் சமுத்திரம் துருவ மண்டலங்களைச் சுற்றியமைந்துள்ளது. சமுத்திரங்கள் கண்டங்களால் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஆனால் இவற்றிடையே தொடர்பு அமைந்து காணப்படுகின்றது. தென்பகுதியில் அன்டார்க்டிக் சமுத்திரம் மூன்று சமுத்திரங்களையும் இணைத்துக் காணப்படுகின்றது. சமுத்திரங்களிடையே தொடர்பு காணப்பட்டபோதிலும் அவற்றைப் பிரிக்கும் வகையில் தொடர்க் குன்றுகள் அமைந்துள்ளன. அதே விதமாகச் சமுத்திரங்கள் அவற்றைச் சார்ந்துள்ள கடல்களிலிருந்து நுழைப் படிவங்களால் (Sills) பிரிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக அட்லான்டிக் சமுத்திரம் மத்தியதரைக் கடலிலிருந்து ஜிப்ரால்டர் நுழைப் படிவத்தாலும் (Gibraltar Sill), இந்திய சமுத்திரம் செங்கடலிலிருந்து பாப்-எல்-மண்டெப் (Bab-el Mendeb) நுழைப்படிவத்தாலும் பிரிக்கப்படுகின்றன.

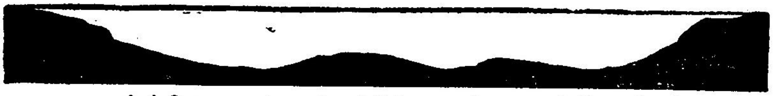
அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தின் இயற்கையமைப்பு

அட்லான்டிக் சமுத்திரம் சுமார் 32 மில்லியன் சதுர மைல்கள் பரப்புள்ளதாகும். இதைச் சார்ந்துள்ள கடல்களையும் சேர்த்துக்கொண்டால் இதன் மொத்தப் பரப்பு 42 மில்லியன் சதுர மைல்களாகும். அட்லான்டிக்கின் அமைப்பு ஆங்கில எழுத்தாகிய 'S' போன்று அமைந்துள்ளது. ஆப்பிரிக்கா, தென் அமெரிக்கா இவற்றின் கடற்கரைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக அமைந்துள்ளன. இதனால் இவ்விரண்டு நிலப்பகுதிகளும் முற்காலத்தில் ஒன்றாக இணைந்திருந்தன என்று கருதப்படுகின்றது. பூமத்திய ரேகைப் (Equatorial) பகுதியில் ஆப்பிரிக்காவும் தென் அமெரிக்காவும் ஒன்றையொன்று நெருங்கிக் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக லைபீரியா (Liberia) வின் கடற்கரை பிரேசில் நாட்டின் கிழக்குக் கரையிலுள்ளது. ஸான் ராக் முனையி (Cape San Raque) லிருந்து சுமார் 1600 மைல்களுக்குள் காணப்படுகின்றது. அட்லான்டிக் சமுத்திரம் இதற்கு வடக்கிலும் தெற்கிலும் விரிந்தமைந்துள்ளது. இதனால் அட்லான்டிக் சமுத்திரம் வட அட்லான்டிக் கொப்பரை (North Atlantic Basin) என்றும், தென் அட்லான்டிக் கொப்பரை (South Atlantic Basin) என்றும் இரு கொப்பரைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. அட்லான்டிக் சமுத்திரம் தெற்குப் பகுதியில் விரிந்து அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்தின் ஒரு பகுதியாக அமைந்து கிடக்கின்றது. வட பகுதியில் துருவ மண்டலங்களுக்கு அருகில் கிரீன்லாந்து, ஐஸ்லாந்து



படம் 1.3 : அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் காணப்படும் தொடர்க்குன்றுகளும் அகழிகளும்

(1) சாலஞ்சர் தொடர்க்குன்று, (2) டோல்ஃபின் தொடர்க்குன்று (மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்று), (3) வைவில் - தாம்ஸன் தொடர்க்குன்று, (4) வால்விஸ் தொடர்க்குன்று, (5) ரியோ கிரேண்டித் தொடர்க்குன்று, (6) பியூர்டோ ரிகோ அகழி, (7) தென் சாண்ட்விச் அகழி, (8) ரோமன்ச் அகழி.



படம் 1.3 a: அட்லான்டிக்கின் குறுக்கு வசத் தோற்றம்

முதலிய நிலப்பகுதிகளால் அட்லான்டிக்கின் அகலம் குறைந்து காணப் படுகின்றது.

அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தைப் பற்றிச் சில விவரங்கள் கீழே தொகுத்துக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 5

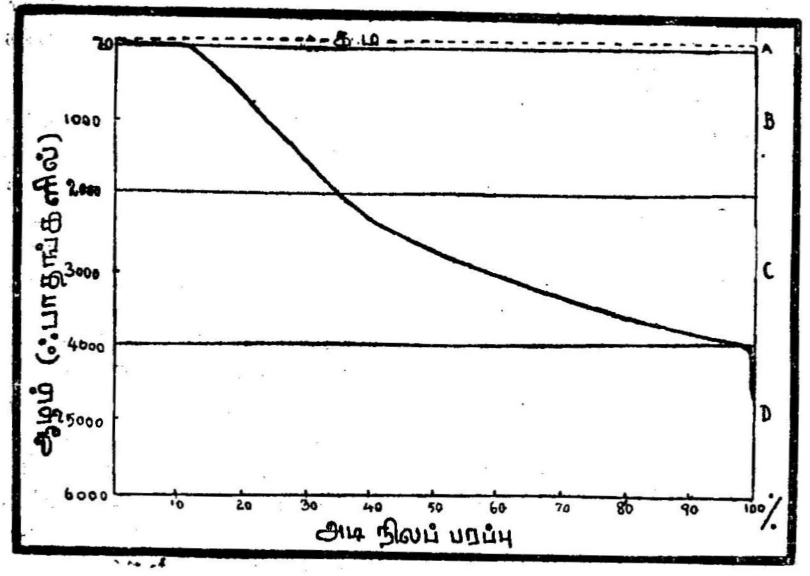
அட்லான்டிக்கின் வெவ்வேறு மட்டங்களின் பரப்பளவு

ஆழம்	பரப்பு மிலியன் ச. மை.	மொத்தப் பரப்பில் அதன் சதவீதம்(%)
0 -6000′	11	26%
6000′-12000′	8	19%
2000′-18000′	20	48%
18000′	3	7%
	42	100%

அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தின் சராசரி ஆழம் 13,000′ ஆகும். அதைச் சார்ந்துள்ள கடல்களையும் எடுத்துக்கொண்டால் இதன் சராசரி ஆழம் 10,000′ ஆகும்.

அட்லான்டிக்கின் இயற்கையமைப்பில் தொடர்க்குன்றுகள் முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றன. இவற்றில் முக்கியமானது மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்று (Mid Atlantic Ridge) ஆகும். இது தெற்கில் அன்டார்க் டிக் சமுத்திரத்திலிருந்து ஆரம்பித்து வடக்கில் ஐஸ்லாந்து வரை காணப் படுகின்றது. இங்கு, இது டெலிகிராப் பீடபூமியில் (Telegraph Plateau) முடிகின்றது. இத் தொடர்க்குன்று கடலின் அடித்தளத்திலிருந்து ஆரம் பித்து நீர்மட்டத்திற்குக் கீழ் 9000′ வரை எழுகின்றது. இதன் உயரம் சுமார் 6000′ ஆகும். இது சிற்சில பகுதிகளில் நீர்மட்டத்திற்கு மேல் எழுகின்றது. இவை அஸோர்ஸ் (Asores), ட்ரிஸ்டன்-டா-கன்ஹா(Tristan-da-Cunha) போன்ற தீவுகளாக அமைந்துள்ளன. இத் தீவுகள் பெரும் பாலும் அமில லாவாவால் (Acid Lava) அமைந்து காணப்படுகின்றன. அஸோர்ஸ் தீவுகளுக்குத் தெற்கில் இத் தொடர்க்குன்று சிக்கலான அமைப் புடன் காணப்படுகின்றது. நிலத்தில் காணப்படுவதே போன்று சிகரங் களும் பள்ளத்தாக்குகளும் இத் தொடர்க்குன்றில் அமைந்துள்ளன. இத்

தொடர்க்குன்றின் இரு புறத்திலும் சமமான அடித்தளத்துடன் கூடிய திடல் (Terrace) காணப்படுகின்றது.



படம் 1.4: அட்லான்டிக்கின் அடிநிலப் பரப்பைக் காட்டும் உயரத் தாழ்வுக் கோட்டுப் படம்: A. கண்டத் திட்டு B. கண்டச் சரிவு C. ஆழ் கடல் சமவெளி D. மடு.

மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்றின் தோற்றத்தைப் பற்றிப் பல மாறுபட்ட கருத்துகள் நிலவுகின்றன. அவற்றில் ஒன்று கீழ்வருமாறு:

தென்னாப்பிரிக்காவைச் சார்ந்த டுடாய்ட் (Du Toit) வெகினரின் கண்ட நகர்வுக் கொள்கைக்குச் (Theory of Continental Drift) சாதக பாதகமான ஆதாரங்களைப்பற்றி ஆராய்ந்தார். மேற்படி கொள்கைக்குச் சாதகமான ஓர் ஆதாரம் தென் அமெரிக்கக் கிழக்குக் கடற்கரையும், ஆப்பிரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரையும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாயிருத்தலாகும். இக் கொள்கையை ஏற்றுக்கொள்ளாதவர்கள், ஆப்பிரிக்காவும் தென் அமெரிக்காவும் அருகருகே கொண்டு வரப்பட்டாலும், அவை பொருந்தா என்று கருதுகின்றனர். தென் அமெரிக்காவிற்கும் ஆப்பிரிக்காவிற்குமிடையே பல நூறு கிலோ மீட்டர் அகலத்திற்கு இடைவெளி காணப்படும் என்று இவர்கள் கூறுகின்றனர். டுடாய்ட் இவ்விதம் இடையே காணப்பட்ட பகுதி தற்பொழுது மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்ருக உள்ள பகுதியாக இருக்கலாம் என்று கருதுகிருர். கண்டங்கள் மேற்கு நோக்கி அசைந்த

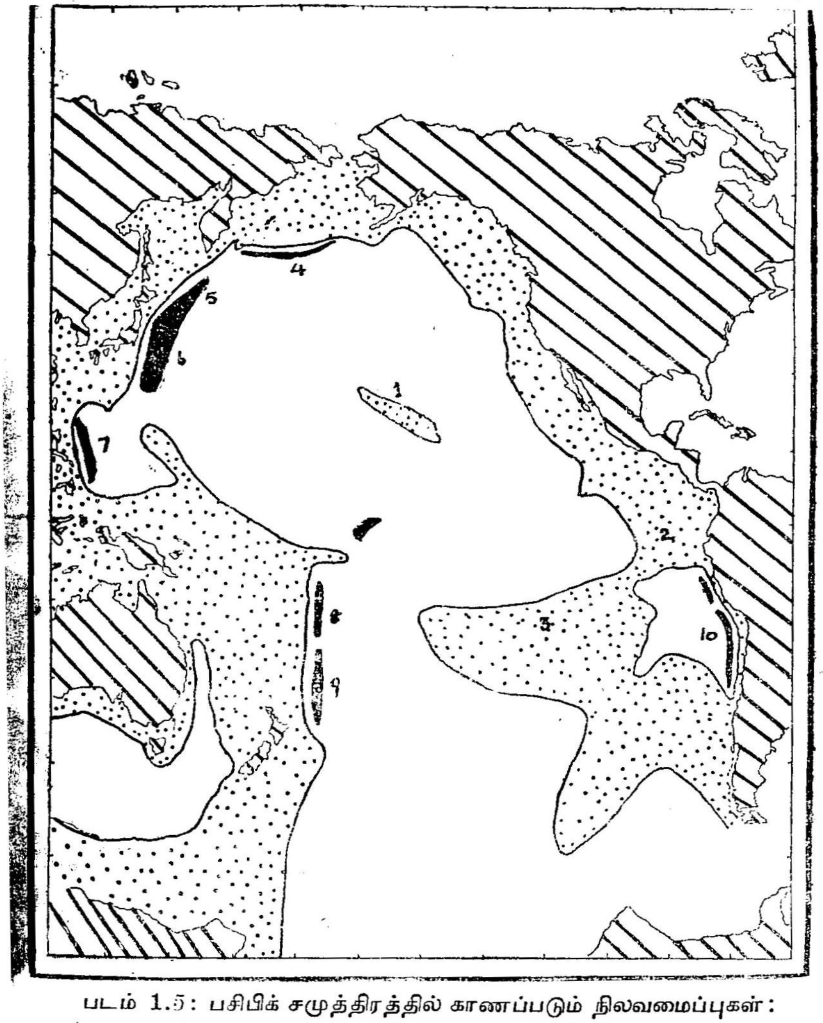
போது கண்டங்களின் மேற்குப் பகுதி பின் பகுதியைவிட அதிக வேகத்தில் நகர்ந்தமையால் இப்பகுதி பின் தங்கியிருக்கலாம் என்பது டு டாய்ட்டின் கருத்தாகும். இத் தொடர்க்குன்று தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா இவற்றின் கடற்கரைக்கு இணையாயிருத்தலை நோக்குங்கால், இவ்வித விளக்கம் கவனித்தற்குரியது என்றே தோன்றுகிறது.

அட்லான்டிக்கின் இயற்கையமைப்பில் மற்றொரு முக்கிய அமைப்பு மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்றிலிருந்து பிரியும் கிளைத் தொடர்க் குன்றுகளாகும். தெற்கில் 30° அட்ச ரேகைப் பகுதியில் மத்திய அட்லான் டிக் தொடர்க்குன்றிலிருந்து இரு புறத்திலும் கிளைக்குன்றுகள் கண்டங்களை நோக்கி விரிந்து காணப்படுகின்றன. இவற்றில் தென் அமெரிக்காவை நோக்கிச் செல்லும் தொடர்க்குன்றிற்கு ரியோ கிராண்டித் தொடர்க்குன்று (Rio Grande Ridge) என்றும், ஆப்பிரிக்காவை நோக்கிச் செல்லும் தொடர்க்குன்றிற்கு வால்விஸ் தொடர்க்குன்று (Walvis Ridge) என்றும் பெயராகும். இவற்றில் ரியோ கிராண்டித் தொடர்க்குன்று தென் அட் லான்டிக்கின் மேற்குக் கொப்பரையை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றது. வடக்கிலுள்ள கொப்பரை பிரேஜில் கொப்பரை (Brazilian Basin) என்றும், தெற்கிலுள்ள கொப்பரை அர்ஜென்டின கொப்பரை (Argentine Basin) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்விதமே வால்விஸ் தொடர்க்குன்று தென் அட்லான்டிக்கின் கிழக்குக் கொப்பரையை அங்கோலா கொப்பரை (Angolan Basin) என்றும், கேப் கொப்பரை (Cape Basin) என்றும் பிரிக் கின்றது. இவ்விதமே வட ஸ்காட்லாந்திலிருந்து கிரீன்லாந்தின் (Greenland) தென் கிழக்குப் பகுதிவரை ஓர் அகன்ற தொடர்க்குன்று காணப்படு கின்றது. ஸ்காட்லாந்திற்கும் (Scotland), ஐஸ்லாந்திற்கும் (Iceland) இடையே காணப்படும் வைவில் தாம்ஸன் தொடர்க்குன்று (Wyville Thomson Ridge) அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தை ஆர்க்டிக் சமுத்திரத்திலிருந்து பிரிக்கின்றது.

மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்று பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் ரோமன்ச் அகழியால் (Romanche Trench) இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படு கின்றது. வடக்கிலுள்ள பகுதி டோல்ஃபின் (Dolphin) தொடர்க்குன்று என்றும், தெற்கிலுள்ள பகுதி சாலஞ்சர் (Challenger) தொடர்க்குன்று என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்றின் இரு புறத்திலும் 12,000′ ஆழம் வரையிலுள்ள கொப்பரைகள் காணப்படுகின்றன. சிற்சில இடங்களில் இவற்றின் ஆழம் 18,000′க்கு மேலும் காணப்படுகின்றது. இவற்றை மடுக்கள் (Deeps) என்று அழைக்கிறார்கள். அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் ஆழம் மிகுந்த மடு, பியூர்டோ ரிகோ (Puerto Rico) அகழியில் காணப்படும் பிரௌன்ஸன் மடு (Brownson deep) ஆகும். இதன் ஆழம் சற்றேறக்குறைய

29,000′ ஆகும். தென் அட்லான்டிக்கில் தென் அமெரிக்காவையடுத்துத் தென் ஸாண்ட்விக் அகழி (South Sandwich Trench) பிறைவடிவில் அமைந்துள்ளது.



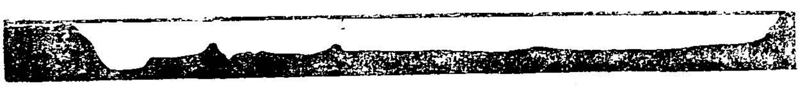
படம் 1.5: பசிபிக் சமுத்திரத்தில் காணப்படும் நிலவமைப்புகள்:

1. ஹவாய் எழுச்சி 2. அல்பெட்ராஸ் பீடபூமி 3. கிறிஸ்துமஸ் தீவு எழுச்சி 4. அலுஷியன் அகழி 5. க்யுரைல் அகழி 6. ஜப்பான் அகழி 7. பிலிப்பைன் அகழி 8. டோங்கா அகழி 9. கார்மடெக் அகழி 10. பெரு-சிலி (அடகாமா) அகழி.

பசிபிக் சமுத்திரத்தின் நிலத்தோற்றம்

பூமியின் பரப்பில் மூன்றில் ஒரு பகுதி பசிபிக்கும் அதைச் சார்ந்துள்ள கடல்களும் ஆகும். இது நிலப்பகுதியின் பரப்பைவிட எட்டில் ஒரு பகுதி அதிகமாகும். பசிபிக்கின் தோற்றத்தை ஒரு முக்கோணத்திற்கு ஒப்பிடலாம். இம் முக்கோணத்தின் உச்சி (Apex) பெர்ரிங் ஜலசந்தியாகக் (Bering Strait) கருதலாம். இதன் அடிப்பாகம் (Base) அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்தின் ஒரு பகுதியாகும். இம் முக்கோணத்தின் இரு பக்கங்களாகக் கண்டப் பகுதிகள் அமைந்துள்ளன. கிழக்கில் வட, தென் அமெரிக்கக் கண்டங்களும், மேற்கில் ஆசிய, ஆஸ்திரேலிய கண்டங்களும் இதன் பக்கங்களாக அமைந்துள்ளன. இதன் அளவு வடக்குத் தெற்காக 9,000 மைல்களும், பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் கிழக்கு மேற்காக 10,000 மைல்களும் ஆகும்.

பசிபிக் சமுத்திரம் எவ்விதம் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதைப்பற்றி பல்வேறு கருத்துக்கள் உள்ளன. இதில் ஒன்று, பூமியிலிருந்து ஒரு பகுதி பிரிந்து சந்திரனுக மாறியபோது ஏற்பட்ட பள்ளமே பசிபிக் சமுத்திரம் என்பதாகும். பசிபிக்கின் பரிமாணம் சுமார் 174 மில்லியன் கன மைல்களாகும். ஆனல் சந்திரனின் பரிமாணம் இதைப் போன்று 30 மடங்குகள் அதிகமாயிருப்பது இக்கொள்கையின் தரத்தைக் குறைக்கின்றது. மற்ருெரு கொள்கைப்படி வடக்கில் ஒரு கண்டப்பகுதியும், தெற்கில் ஒரு கண்டப்பகுதியும் நீரினுள் தாழ்ந்ததால் பசிபிக் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்படுகின்றது.



படம் 1.5 a: பசிபிக்கின் குறுக்குவசத் தோற்றம்

பசிபிக் அடித்தளத்தில் பெரும்பகுதி ஆழ்கடல் சமவெளியாகும். இதன் சராசரி ஆழம் மற்றச் சமுத்திரங்களின் சராசரி ஆழத்தைவிட அதிகமாகும். பசிபிக் சமுத்திரத்தை ஒட்டிக் கடலடி நிலத்தின் சரிவு அதிகமாகும். பசிபிக் கடற்கரையிலிருந்து அதிகச் சரிவுடன் ஆழ்கடல் சமவெளியை அடைகின்ருேம். பசிபிக்கின் அடித்தளம் பெரும்பாலும் சமதளமாகவே யமைந்துள்ளது. பசிபிக்கில் பல அகன்ற எழுச்சிகள் (Rises) காணப்படுகின்றன. ஹவாய் எழுச்சி, சுமார் 1,900 மைல்கள் நீளமும், 600 மைல்கள் அகலமும் கொண்டதாகும். இந்த ஹவாய் எழுச்சியில் பல எரிமலைகள் காணப்படுகின்றன. சிற்சில எழுச்சிகள் மிகப் பரப்புள்ளவையாய் அமைந்துள்ளமை கொண்டு அவற்றைக் கடலடிப் பீடபூமிகள் (Submarine plateau) என்றே அழைக்கிருர்கள். இதற்கு ஓர் உதாரணமாக மத்திய அமெரிக்காவை அடுத்துக் காணப்படும் அல்பெட்ராஸ் பீடபூமியைக் (Albatross plateau) கூறலாம்.

பகுதிக்குப் பாய்வதால் இது ஒரு குளிர்ந்த நீரோட்டமாகும். இதற்குக் கலிஃபோர்னிய நீரோட்டம் (Californian Current) என்று பெயராகும். இளவேனிற்காலத்தில் (Spring) கலிஃபோர்னியாவில் வடக்கு, வடமேற்கிலிருந்து காற்று வீசுகின்றது. இதனால் பெருமளவில் நீர் மேலெழுதல் (upwelling) காணப்படுகிறது. இது மார்ச்சிலிருந்து ஜூலை முடியக் காணப்படுகின்றது. நீர் அதிகமாக மேலெழும்பும் பகுதிகளில் குளிர் கால வெப்பநிலையைவிட இளவேனிற்கால வெப்பநிலை குறைவாயுள்ளது. முக்கியமாகக் குளிர்காலக் காலநிலை, கோடைகாலத்தின் முற்பகுதியிலும் காணப்படுகின்றது. இதனால்தான், ஸான்பிரான்ஸிஸ்கோவின் உச்ச வெப்பநிலை செப்டம்பரில் காணப்படுகின்றது. இக் காலத்தில் குளிர்ந்த நீர் பல கிளைகளாகப் பிரிந்து கடலை நோக்கிப் பாய்கின்றது. இக் குளிர்ந்த நீரோட்டங்களுக்கிடையில் வெப்ப நீர் கரையை நோக்கிப் பாய்கின்றது. வெப்ப நீரும் குளிர்ந்த நீரும் சந்திக்குமிடங்களில் பல சுழல்கள் காணப்படுகின்றன. இந் நீர் மேலெழும்புதல் 35° வட அட்சப் பகுதியிலும், 41° வட அட்சப் பகுதியிலும் சிறப்பாக அமைந்துள்ளது. இந் நீர் சுமார் 200 மீட்டர் ஆழத்திலிருந்துதான் மேலெழும்புகின்றது. கோடை காலத்தில் நீர் மேலெழும்புதல் நின்றுவிடுகின்றது. அப்பொழுது கரைக்கருகில் டேவிட்ஸன் எதிர் நீரோட்டம் (Davidson Counter Current) காணப்படுகின்றது.

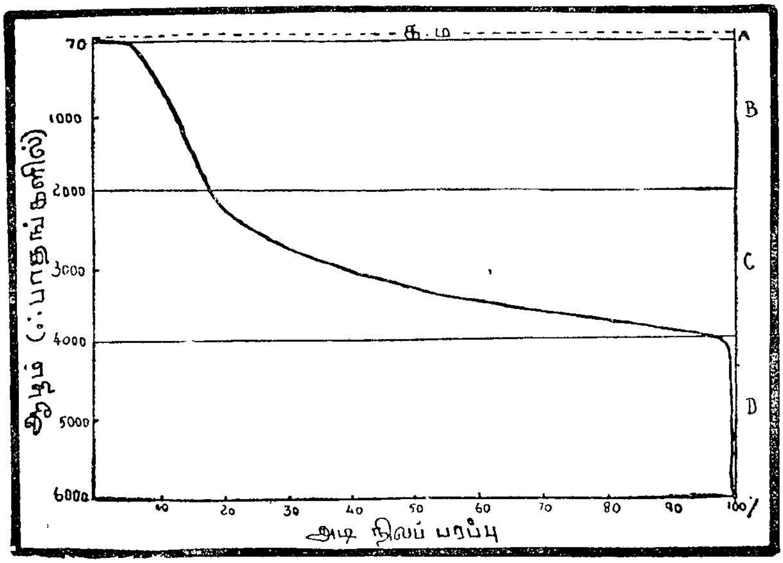
தென் பசிபிக் நீரோட்டங்கள்

தென் பசிபிக்கில் மிக முக்கியமான நீரோட்டம் பெரு நீரோட்டம் (Peru Current) ஆகும். இதை ஹம்போல்ட் (Humboldt) நீரோட்டம் என்றும் கூறுவர். இது ஒரு குளிர்ந்த நீரோட்டமாகும். அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்திற் காணப்படும் மேல்காற்று நீரோட்டம் (West Wind Drift) திசைமாறித் தென் அமெரிக்காவில் மேற்குக் கடற்கரையோரம் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இதைப் பெரு நீரோட்டத்தின் (Peru Current) ஆரம்பமாகக் கொள்ளலாம். இதன் மேற்கு எல்லை 30° தென் அட்சத்தில், கரையிலிருந்து 9,000 கிலோ மீட்டர் தூரத்திலுள்ளதாகக் கருதப்படுகின்றது. ஆனால், இதன் அகலம் ஒரு வரையறைக்கு உட்பட்டதல்ல. இந் நீரோட்டம் பூமத்தியரேகைக்குச் சிறிது தெற்கில், மேற்கு நோக்கி வளைந்து, தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்தின் (South Equatorial Current) ஒரு பகுதியாக மாறுகின்றது. இந் நீரோட்டத்தின் கடற்கரையை அடுத்துள்ள பகுதிகளில் பெருமளவில் நீர் மேலெழும்புதல் காணப்படுகின்றது. இதனால், இப் பகுதியில் சுழல்கள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. பெரு நீரோட்டத்தின் பரவல் பருவக் காலங்களுக்கு ஏற்ப மாறுபடுகின்றது. வடகோளார்த்தக் கோடை காலத்தில் (Northern Summer) இந் நீரோட்டம் பூமத்தியரேகையைக் கடந்து வட பகுதியில் பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டத்துடன் சேருகின்றது. குளிர் காலத்தில்

பசிபிக் சமுத்திரத்தில் வெவ்வேறு மட்டங்களில் காணப்படும் பரப்பளவு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 6

ஆழம்	பரப்பளவு மிலியன் ச. மை.	மொத்தப் பரப்பில் சதவீதம் (%)
0—6000′	7	10%
6,000′—12,000′	12	18%
12,000′—18,000′	45	65%
> —18,000′	5	7%
	69	100%



படம் 1.6: பசிபிக்கின் கடலடிப் பரப்பைக் காட்டும் உயர்தாழ்வுக் கோட்டுப்படம். A. கண்டத்திட்டு B. கண்டச் சரிவு C. ஆழ்கடற் சமவெளி D. மடு. க. ம. - கடல் மட்டம்

பசிபிக்கின் சராசரி ஆழம் 14,000′ ஆகும். இதைச் சார்ந்துள்ள கடல்களையும் எடுத்துக்கொண்டால் இதன் சராசரி ஆழம் 13,200′ ஆகும்.

பசிபிக்கின் நிலத்தோற்றத்தில் அதில் காணப்படும் அகழிகள் முக்கிய மானவையாகும். அட்லான்டிக்கில் தொடர்க்குன்று வகிக்கும் தானத்தை இவ்வழிகள் பசிபிக்கில் வகிக்கின்றன. சில அகழிகள் பல்லாயிரக்கணக் கான மைல்கள் நீளம் கொண்டவையாகும். உதாரணமாகப் பெரு - சிலி அகழி (Peru-Chile Trench). இது அடகாமா அகழி என்றும் அழைக்கப்படு கின்றது; சுமார் 2,500 மைல்கள் நீளமுள்ளதாகும் உலகிலேயே ஆழம் மிகுந்த மடுக்கள் பசிபிக்கில் காணப்படுகின்றன. கீழே சில மடுக்களின் ஆழங்களும், அவை அமைந்திருக்கும் அகழிகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 7

	மடுக்கள் (deeps)	அமைந்துள்ள அகழிகள்	ஆழம் (அடிகளில்)
1.	மிண்டனுவ் (Mindanao)	பிலிப்பைன் அகழி (Philipine Trench)	34,428'
2.	சாலஞ்சர் (Challenger)	மரியனஸ் அகழி (Marianas Trench)	35,616' (சமீப காலத்தில் ரஷ்யர்கள் 36,000' ஆழமுள்ள ஒரு மடுவை இதில் கண்டனர்.)
3.	ஹொரைஸன் (Horizon)	டோங்கா அகழி (Tonga Trench)	34,860'
4.	ராமபோ (Ramapo)	ஜப்பான் அகழி (Japan Trench)	33,000'
5.	விட்யாஸ் (Vityaz)	க்யூரைல் அகழி (Kurile Trench)	34,020'

பசிபிக் சமுத்திரம் அகழிகளால் சூழப்பட்டிருக்கின்றது. அகழி அமையாத ஒரே ஒரு பகுதி மெக்ஸிகோவிற்கும் அலாஸ்காவிற்கும் இடையே காணப்படும் வட அமெரிக்காவின் மேற்குக் கடற்கரைப் பகுதியாகும். வடக்கே அலூசியன் அகழியிலிருந்து ஆரம்பமாகி, க்யூரைல் அகழி, ஜப்பான் அகழி, மரியனஸ் அகழி, கார்மடெக் - டோங்கா அகழி, பெரு-சிலி அகழி இவற்றால் பசிபிக் சூழப்பட்டுள்ளது. ஜப்பானுக்குத் தெற்கில் ஒரு கிளை பிலிப்பைன் அகழியாக அமைந்துள்ளது.

பசிபிக்கில் பல தொடர்க்குன்றுகள் அமைந்துள்ள போதிலும், அவை ஒரே திசையில் அமைந்திருக்கவில்லை. மேலும் மத்திய அட்லான்டிக் தொடர்க்குன்றைப் போன்று தொடர்ச்சியாக இவை அமைந்திருக்கவில்லை. தென் பசிபிக்கில் அன்டார்க்டிக் பகுதியையும், தென் அமெரிக்காவையடுத்

துள்ள தென் கிழக்குப் பசிபிக் கடலடிப் பீடபூமியையும் இணைக்கும் வகையில் பசிபிக்-அன்டார்க்டிக் தொடர்க்குன்று (Pacific-Antarctic Ridge) அமைந்துள்ளது. பசிபிக்கின் கிழக்குப் பகுதியில் கிறிஸ்துமஸ் தொடர்க்குன்று (Christmas Ridge) அமைந்துள்ளது.

பசிபிக்கில் பல கொப்பரைகள் காணப்படுகின்றன. அவற்றில் முக்கியமானவை பசிபிக்-அன்டார்க்டிக் கொப்பரை (Pacific-Antarctic Basin), தென் பசிபிக் கொப்பரை (South Pacific Basin), பிலிப்பைன் கொப்பரை (Philippines Basin), வட பசிபிக் கொப்பரை (North Pacific Basin) முதலியனவாகும்.

பசிபிக்கின் நிலத்தோற்றத்தில் மற்றெருரு முக்கிய அமிசம் அதிலமைந்து காணப்படும் பல்லாயிரக் கணக்கான தீவுகள் ஆகும். இங்கு அமைந்துள்ள தீவுகளின் எண்ணிக்கை சுமார் 20,000 ஆகும். இவற்றில் பெரிய தீவுகள் கண்டப்பகுதி நீரினுள் மூழ்கியதால் ஏற்பட்டவையாகும். வட, தென் அமெரிக்கக் கடற்கரையோரம் அலூசியன் தீவுகள், பிரிட்டிஷ் கொலம்பியாவை (British Columbia) அடுத்துள்ள தீவுகள், சிலித் தீவுகள் முதலியவை அமைந்துள்ளன. பசிபிக்கின் மேற்குப் பகுதியில் பல தீவுக் கூட்ட வளைவுகள் (Island Arcs) அமைந்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானவை க்யூரைல் தீவுகள் (Kurile Islands), ஜப்பான் தீவுகள் (Japan Islands), பிலிப்பைன் தீவுகள், நியூஜிலாந்து (New Zealand) போன்றவையாகும். தெற்கில் மாலினீஷிய, மார்ஷல், பாலினீஷியத் தீவுக் கூட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. வடபசிபிக்கில் ஹவாய்த் தீவுகள் காணப்படுகின்றன. வடகிழக்கு, கிழக்குப் பகுதிகளில் சில சிறிய தீவுகளைத் தவிர்த்து வேறு தீவுகள் இல்லை. பசிபிக்கின் மற்றெருரு முக்கிய அமைப்பு முருகைத் தீவுகள் ஆகும். தீவு வளைவுகள் பிளவுகளால் ஏற்பட்டவை என்று கருதப்படுகின்றன. ஹவாய் போன்றவை எரிமலைக் குழம்பினுல் ஏற்பட்டவை என்று கருதப்படுகின்றன.

தீவு வளைவுகளுக்கும் அவற்றையடுத்துள்ள அகழிகளுக்கும் நெருங்கிய தொடர்பு இருப்பதாகத் தோன்றுகின்றது. தீவு வளைவுகள் ஸிமா பாய்வதால் ஸியாலின் மேல் வளைதலாலும், அகழிகள் ஸியாலின் கீழ் வளைவாலும் ஏற்பட்டவை என்று கருதப் போதிய சான்றுகள் உள்ளன. முக்கியமாக எரிமலைத் தொடர்களின் அச்சும் இவ்வகழிகளின் அச்சும் இணையாக அமைந்திருத்தல் கவனத்திற்குரியது.

இந்திய சமுத்திரத்தின் இயற்கையமைப்பு

இந்திய சமுத்திரம் மற்ற இரு சமுத்திரங்களிலிருந்தும் வேறுபட்டுள்ளது. இது வடக்கில் கடகரேகை (Tropic of Cancer) வரைதான் அமைந்துள்ளது. இதன் எல்லைகள் பெரும்பாலும் நில அசைவால்

பாதிக்கப்படாத பீடபூமிகள் ஆகும். தெற்கில் அன்டார்க்டிக் கண்டத்தின் ஒரு பகுதி எல்லையாக அமைந்துள்ளது. மேற்கில் ஆப்பிரிக்கப் பீடபூமியும், வடக்கில் தக்காணப் (Deccan) பீடபூமியும், கிழக்கில் ஆஸ்திரேலியப் பீட பூமியும் இதன் எல்லைகளாகும்.

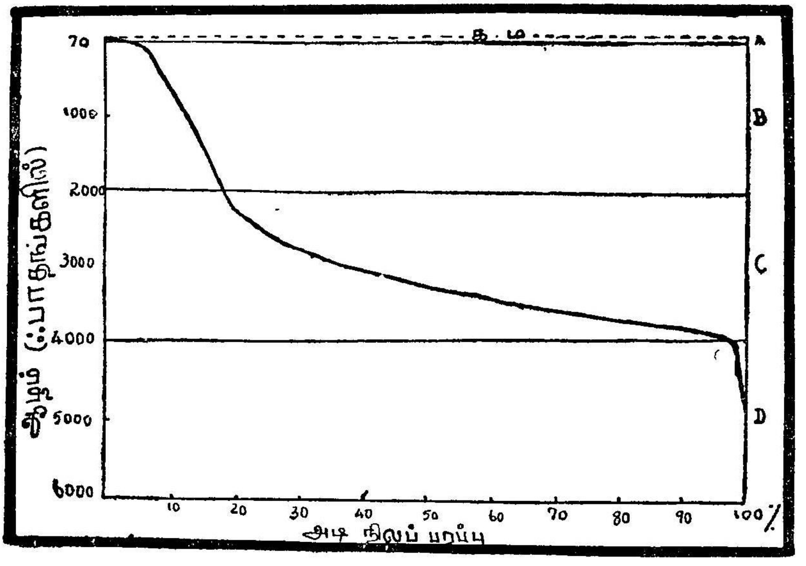
படம் 1.7: இந்திய சமுத்திரத்தில் காணப்படும் நில அமைப்புகள்: 1. சாக்கோஸ் தொடர்க்குன்று 2. ஸெண்ட் பால் தொடர்க்குன்று 3. ஸெண்ட் பால்-ஸெண்ட் ஆம்ஸ்டர்டாம் தொடர்க்குன்று 4. ஸகோட்ரா-சாக்கோஸ் தொடர்க்குன்று 5. ஸெய்ச்சலாய் தொடர்க்குன்று 6. மடகாஸ்கர் தொடர்க்குன்று 7. சுந்தா அகழி.

நிலத் தோற்றத்தில் இந்திய சமுத்திரம் பெரும்பாலும் அட்லான்டிக்கை ஒத்தே அமைந்துள்ளது. நீண்ட அகழிகள் அதிகம் இல்லை. உண்மையில் இங்குக் காணப்படும் ஒரே ஓர் அகழி சுந்தா அகழி (Sunda Trench) ஆகும். இதன் ஆழம் சுமார் 25,000′ ஆகும்.

அட்டவணை 8

ஆழம்	பரப்பளவு மிலியன் ச. மைல்கள்	மொத்தப் பரப்பில் சதவீதம்
0 - 1000 ஃபா	3	11
1000 - 2000 ஃபா	7	24
2000 - 3000 ஃபா	17	59
> 3000 ஃபா	2	6

அட்லான்டிக்கில் காணப்படுவதே போன்று பல கடலடித் தொடர்க் குன்றுகள் இந்திய சமுத்திரத்திலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றில்



படம் 18: இந்திய சமுத்திரத்தில் அடிநிலப் பரப்பைக் காட்டும் உயர் தாழ்வுக் கோட்டுப்படம்: A. கண்டத் திட்டு B. கண்டச் சரிவு C. ஆழ் கடல் சமவெளி D. மடு. க. ம.-கடல் மட்டம்.

ஒன்று குமரி முனையிலிருந்து (Cape Comerin) ஆரம்பித்துத் தொடர்ச்சியாகத் தெற்கு நோக்கிச் செல்கின்றது. இதற்கு ஆங்காங்கே பல பெயர்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இதன் பகுதிகள் வடக்கிலிருந்து முறையே சாகோஸ் தொடர்க்குன்று (Chagos Ridge), ஸெண்ட் பால் தொடர்க்குன்று

(St. Paul Ridge), ஸெண்ட் ஆம்ஸ்டர்டாம்-செண்ட் பால் தொடர்க்குன்று (St. Amsterdam-St. Paul Ridge) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இத் தொடர்க்குன்றுடன் ஸகோட்ரா-சாகோஸ் (Sacotra-Chagos) தொடர்க் குன்றும், ஸைச்சலாஸ் (Seychellas) தொடர்க்குன்றும் மேற்கிலிருந்து வந்து சேருகின்றன. மடகாஸ்கரிலிருந்து மடகாஸ்கர் தொடர்க்குன்று தெற்கு நோக்கி அமைந்துள்ளது. இதனுல் இந்திய சமுத்திரத்தின் மேற்குக் கொப்பரை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. வடக்கிலுள் ளது ஸோமாலி (Somali) கொப்பரை என்றும், தெற்கிலுள்ளது கேப் கொப் பரை என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

இந்திய சமுத்திரத்தில் காணப்படும் பல தீவுகள் கண்டப்பகுதி மூழ்கி யதால் ஏற்பட்டவையேயாகும். உதாரணமாக, இலங்கை, மடகாஸ்கர், ஸீமத்திரா போன்றவற்றைக் கூறலாம். இவை பெருநிலப் பகுதியிலிருந்து ஆழம் குறைந்த கடற்பகுதிகளாலேயே பிரிக்கப்படுகின்றன. அந்தமான்-நிகோபார் தீவுகள் அர்க்கன் யோமாவின் மூழ்கிய பகுதியேயாகும். இவற் றைத் தவிர மாலத்தீவுகள் போன்று முருகைப் பார்களாலான தீவுகள் பல உள்ளன.

ஆர்க்டிக் நிலத்தோற்றம்

ஆர்க்டிக் சமுத்திரம் வட்ட வடிவில் அமைந்துள்ளது. இது நான்கு புறமும் நிலத்தால் சூழப்பட்ட ஒரு மத்தியதரைக் கடலாகும். இதன் பரப்பு சுமார் 5½ மிலியன் சதுர மைல்களாகும். அட்லான்டிக்குடன் கிரீன் லாந்து-ஐஸ்லாந்து-இங்கிலாந்து இடைவெளி மூலமும், பசிபிக்குடன் பெர்ரிங் ஜலசந்தி மூலமும் இது தொடர்பு கொண்டுள்ளது. இதன் பெரும் பகுதி ஆண்டு முழுவதும் பனியால் மூடப்பட்டிருப்பதால் இதன் நிலத்தோற்றத்தைப் பற்றித் திட்டமாகக் கூற முடியாது. ஆர்க்டிக்கின் மையத்தில் வட துருவக் கொப்பரை (North polar Basin) காணப்படு கின்றது. இதன் சராசரி ஆழம் சுமார் 12,000′ ஆகும். அதிகபட்ச ஆழம் சுமார் 18,000′ ஆகும்.

2. கடல் நீர் — அதன் தன்மை

(Sea Water — Its Properties)

வெப்பநிலை (Temperature)

கடல் ஒரு வெப்பத் தேக்கமாகும். கடல் நீரின் வெப்பம் (Heat) அதிகமாயுள்ளது. இதற்கான காரணங்கள் பலவாகும். சூரியனின் கதிர் வீச்சால் கடலின் அதிகப் பரப்பும் பாதிக்கப்படுகின்றது. இதனுல் சூரியனிலிருந்து வரும் வெப்பத்தின் பெரும் பகுதி சமுத்திரங்களால் கிரஹிக்கப்படுகின்றது. மேலும், கடல் நீரின் சுயவெப்பம் (Specific heat) (அமோனியாவைத் தவிர்த்து) மற்றெல்லாத் திரவங்களையும்விட(Liquids)அதிகமாகும் எனவே, கடல் நீரின் வெப்பநிலையைச் சிறிது உயர்த்தப் பெருமளவு வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது. இதைப் போன்றே கடல்நீரின் வெப்பநிலை சிறிதளவு குறையுங்கால் அதிக அளவு வெப்பம் வெளியேற்றப்படுகின்றது. இதனுல்தான் வெப்ப நீரோட்டங்கள் மிதவெப்ப மண்டலங்களை அடைந்து, குளிருங்கால் பெருமளவு வெப்பம் வளிமண்டலத்திற்கு வெளியேறுகின்றது. இதனுல் இக் கடற்பகுதிகளைச் சார்ந்துள்ள பிரதேசங்களில் வெப்பநிலை பெருமளவு அதிகரிக்கின்றது.

நீர் ஆவியாதலின் மூலம் பெருமளவு வெப்பம் வளிமண்டலத்தை அடைகின்றது. நீரை ஆவியாக்கப் பெருமளவு வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது. இவ் வெப்பம் நீராவியில் உள்ளடங்கிக் காணப்படுகின்றது. இதற்கு நீராவியாதலின் மறைநிலை வெப்பம் (Latent heat of vapourization) என்று பெயர். இந் நீராவி வளிமண்டலத்தில் சுருங்கி நீராக மாறுங்கால் இவ் வெப்பம் வெளியேறி வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கின்றது. சமுத்திரங்கள் வெப்ப உபரியில் (Heat surplus) 90% அளவை, நீரை ஆவியாக்குவதில் உபயோகிப்பதால் சமுத்திரங்களின் வெப்பச் சமநிலையில் (Heat balance) நீராவியாதல் முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றது. இவ்விதமே நீர் உறையும்பொழுது பெருமளவு வெப்பம் வெளியேறுகின்றது. இதற்கு உறைதலின் மறைவெப்பம் (Latent heat of freezing) என்று பெயர். ஆதலால் குளிர்ந்த பிரதேசங்களில் வீடுகளின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்க நீராவிக் குழாய்களை உபயோகிக்கின்றனர்; அவ்விதமே குளிர்பதனப் பெட்டிகளில் பனிக்கட்டியை உபயோகிக்கின்றனர்.

புவியிலுள்ளவற்றிற்கெல்லாம் வெப்பநிலை யளிக்கும் ஒரு காரணி சூரியனேயாகும். அவ்விதமே சமுத்திரத்தின் வெப்பம் சூரியனிடமிருந்தே வருகின்றது. இது சூரியனின் கதிர்வீச்சின் (Radiation) மூலம் சமுத்திரங் களையடைகின்றது. ஆனால், சூரியனின் கதிர்வீச்சு எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒரே அளவில் அமைந்திருக்கவில்லை. இது அயன மண்டலங்களில் அதிக மாயும், துருவத்தை நோக்கிச் செல்லச் செல்லக் குறைந்தும் காணப்படு கின்றது.

சமுத்திரங்களின் வெப்பநிலை சூரியனிலிருந்து வரும் கதிர் வீச்சின் அளவு, கடலின் மேற்பரப்பிலிருந்து பிரதிபலிக்கப்படும் ஒளியின் அளவு, ஆழம் செல்லச் செல்ல கதிர்வீச்சு குறையும் அளவு, இவற்றைப் பொறுத் துள்ளது. சூரியனின் கதிர்வீச்சு அட்சரேகையைப் பொறுத்துள்ளது என்று முன்னரே பார்த்தோம். ஓர் அட்சரேகைப் பகுதியில் சூரியனின் கதிர்வீச்சு, தினத்திற்குத் தினம் வேறுபடுகின்றது. கதிர்வீச்சைப் பாதிக்கும் மற்றொரு காரணி மேகமூட்டமாகும். இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாய்ப் பரவலாக மேக மூட்டம் காணப்படுமேயானால், தூய வானத்திலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சைவிட அதிக அளவு கதிர்வீச்சு கடலையடையலாம். ஏனெனில் கடல் மேல்தளத்தால் பிரதிபலிக்கப்படும் கதிர்வீச்சு வான வெளியை அடையாமல் மேகத்தால் பிரதிபலிக்கப்பட்டு, மறுபடியும் கடலையே அடை கின்றது. ஆனால், வானம் முழுவதும் மேக மூட்டத்தால் மூடப்பட்டிருக்கு மேயானால் சூரியனிலிருந்துவரும் கதிர்வீச்சு, தூய வானத்திலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சின் அளவில் 10% அளவிற்கும் குறைந்து காணப்படலாம். மாதந் தோறும் கடலையடையும் சூரியனின் கதிர்வீச்சு அட்டவணை 9-ல் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது.

சூரியனிலிருந்து வரும் கதிர்வீச்சு முழுவதும் கடலால் கிரகிக்கப்படுவ தில்லை. இதில் ஒரு பகுதி பிரதிபலிக்கப்படுகின்றது. கடலின் பிரதி பலிப்பின் அளவு சூரியனின் உயரத்தைப் (Altitude) பொறுத்துள்ளது. ஸ்மிட் (Schmid) சூரியனின் உயரம் 90°,60°,30°,10° அளவிலிருக்குங்கால் சூரியனின் கதிர்வீச்சில் முறையே 2·0%, 2·1%, 6·0%, 34 0% அளவில் பிரதிபலிப்புக் காணப்படுவதாகக் கணக்கிட்டுள்ளார்.

இவ்விதமாக வரும் சூரியனின் கதிர்வீச்சு, கடலால் கிரகிக்கப்படு கின்றது. நீரில் சூரியனின் கதிர்வீச்சு ஊடுருவும் அளவு அந்நீரின் தன் மையைப் பொறுத்துள்ளது. சுத்தமான நீரில் 10 மீட்டர் ஆழத்திற்குள் சூரியனின் கதிர்வீச்சில் 83·9% கிரகிக்கப்படுகின்றது. கலங்கிய நீரில் இதே ஆழத்திற்குள் 99·55% அளவு கிரகிக்கப்படுகின்றது.

கடல் நீர் வெப்பப்படுத்தப்படுவதால், அதுவும் கதிர்வீச்சின் மூலம் வெப்பத்தைக் கடத்துகின்றது. கடலின் எதிர்க்கதிர் வீச்சு (Back radiation) கடல் மட்ட வெப்பம், வளிமண்டலத்தின் ஈரப்பசை இவற்றைப் பொறுத்

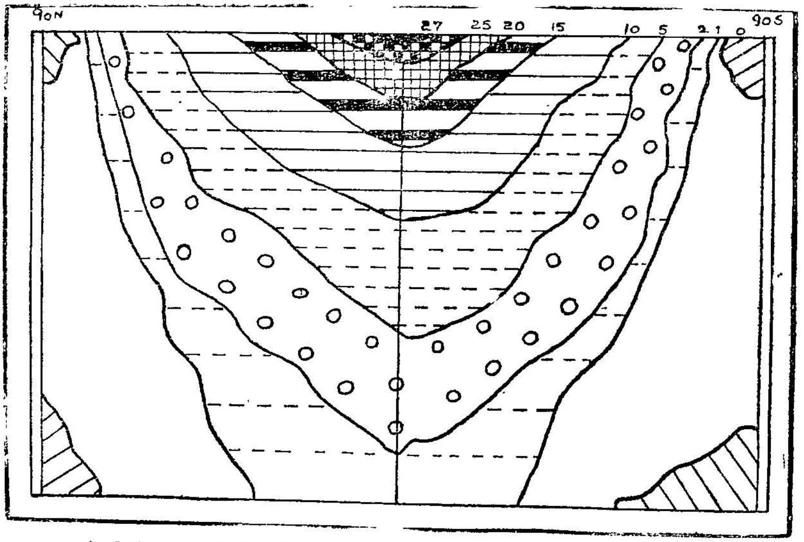
அட்டவணை 9

சூரியனின் கதிர்வீச்சளவு (நிமிடத்திற்கு ச. செ. மீ.க்கு கிராம் கலோரிகளில்)

(Gram caloris/Sq. Cm/Min.)

அட்சரேகைப் பகுதி	ஜனவரி	பிப்பிரவரி	மார்ச்	ஏப்ரல்	மே	ஜுன்	ஜுலை	ஆகஸ்டு	செப்டம்பர்	அக்டோபர்	நவம்பர்	டிசம்பர்
60° வட அட்சம்	·002	·058	·125	·207	·272	·292	·267	·212	·147	·074	·006	·0
30° வட அட்சம்	·146	·165	·238	·285	·317	·310	·301	·282	·239	·174	·113	·092
0°	·261	·265	·282	·297	·309	·300	·300	·340	·360	·362	·339	·278
30° தென் அட்சம்	·452	·406	·340	·254	·186	·148	·166	·214	·274	·362	·401	·430
60° தென் அட்சம்	·213	·171	·105	·056	·011	0	·003	·054	·111	·156	·204	·221

துள்ளது. ஒரே வெப்பநிலையில் ஈரப்பசை அதிகரிக்க அதிகரிக்க, கடலின் எதிர்க்கதிர்வீச்சுக் குறைகின்றது. உதாரணமாக, 15°C வெப்பநிலையில் ஈரப்பசை 70% ஆக இருக்கும்பொழுது எதிர்க்கதிர்வீச்சு நிமிடத்திற்கு ச. செ. மீட்டருக்கு 0·180 கிராம் கலோரி (0·180 g. cal/Sq.cm/min.) அளவில் உள்ளது. இதே வெப்ப நிலையில் ஈரப்பசை 100% ஆக இருக்கும் பொழுது எதிர்க்கதிர்வீச்சு நிமிடத்திற்கு ச. செ. மீக்கு. 0·163 கிராம் கலோரி (0·163 g. cal/Sq. cm/min.) அளவில் உள்ளது. இவ்விதமே ஒரே ஈரப்பசையில் வெப்பநிலை **அதிகரிக்கு**ங்கால் எதிர்க் கதிர்வீச்சுக் குறைகின்றது. 80% ஈரப்பசையில் 0°C வெப்பநிலையில் எதிர்க்கதிர்வீச்சு ஒரு நிமிடத்திற்கு 0·188 கிராம் கலோரி (0·188 g. cal/Sq. cm/min.) அளவிலும், 25° வெப்பநிலையில் 0·167 கிராம் கலோரி (0·167 g. cal/Sq. cm/min.) அளவிலும் உள்ளது. இவ்வித அமைப்பிற்குக் காரணம் அதிக வெப்பநிலை, அதிக ஈரப்பசை இவை காணப்படும்பொழுது வளிமண்டலத்திலிருந்து வெப்பம் மறுபடியும் கடலுக்குத் திருப்பப்படுவதேயாகும். கடலின் எதிர்க்கதிர்வீச்சுக்கிடையாகவும் வேறுபடுகின்றது. அயன மண்டலங்களில் சூரியனுடைய கதிர் வீச்சைவிடக் குறைவாகவும், துருவ மண்டலங்களில் அதிகமாகவும் கடலின் எதிர்க்கதிர்வீச்சு அமைந்துள்ளது. **மோஸ்பி** (Mosby) 0-·10° இடைப்பட்ட பகுதியில் சூரியன் கதிர்வீச்சு நிமிடத்திற்கு ச.செ. மீக்கு 0·170கிராம் கலோரி அளவிலும், 60-70° அட்சரேகைப் பகுதியில் 0·040 கிராம் கலோரி அளவிலும் மிகுதி உள்ளதாகக் கணக்கிட்டுள்ளார்.



படம் 2.1 : சமுத்திர வெப்பநிலையில் செங்குத்து (vertical), கிடைப் (horizontal) பரவலைக் காட்டும் படம்.

நீராவியின்மூலம் வளிமண்டலத்திற்குக் கடத்தப்படும் வெப்பம் கடலின் எதிர்க்கதிர்வீச்சின் மூலம் கடத்தப்படும் வெப்பத்தைவிட அதிகம் என்று கண்டோம். வுஸ்ட் (Wüst), சமுத்திரங்களிலிருந்து ஆண்டுதோறும் சராசரியாக 3,34,000 க. கிலோ மீட்டர் அளவில் நீர் ஆவியாவதாகக் கணக்கிட்டுள்ளார். இதில் 2,97,000 க. கி. மீ. மழையாகவும் 37,000 க. கி. மீ. ஆறுகளின் மூலமும் கடலையடைகின்றது. (படம் 2·1)

கடலின் வெப்பநிலை பரவல் நிலத்திலுள்ளதைப்போன்று அதிக வேறுபாடுகளுடன் காணப்படுவதில்லை. அட்சங்களுக்கிடையே நிலத்திலுள்ளதே போன்ற பெரும் வெப்பநிலை வேறுபாடு காணப்படுவதில்லை. இதற்கான காரணங்களைத் தற்பொழுது நாம் ஆராய்வோம்.

நீர் ஆவியாதல் இந்நிலைக்கு ஒரு முக்கிய காரணமாகும். வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்பொழுது நீர் ஆவியாதல் அதிகரிக்கின்றது. வெப்பத்தில் பெரும்பகுதி நீரை ஆவியாக்கி மறைநிலை வெப்பமாக (Latent heat) மாறுவதால் கடலின் வெப்பநிலை பெருமளவு அதிகரிப்பதில்லை. துருவ மண்டலப் பகுதிகளில் வெப்பநிலை 0°Cக்குக் குறையும்பொழுது, நீரின் ஒரு பகுதி பனிக்கட்டியாக மாறுகின்றது. நீர் பனிக்கட்டியாக மாறும்போது உறைதலின் மறைவெப்பம் (Latent heat of freezing) வெளியேறி, வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கின்றது. நீர் முழுவதும் பனிக்கட்டியாக மாறும் வரை வெப்பநிலை 0°Cக்கும் குறைவாகச் செல்வதில்லை. இதனால் அயன மண்டலங்களுக்கும், துருவ மண்டலங்களுக்குமிடையே பெரும் வெப்பநிலை வேறுபாடு காணப்படுவதில்லை. மேலும், நிலத்தில் காணப்படுவதேபோன்று மிகக் குறைந்த வெப்பநிலைகள் காணப்படுவதேயில்லை. கடல் வெப்பநிலை 0°Cக்குக் குறைந்து காணப்படுவதில்லை. (உதாரணமாக நிலத்தின் வெர்கோயான்ஸ்க்கில் (மத்திய சைபீரியாவில் உள்ளது) ஜனவரி மாத வெப்பநிலை—48°F (—45°C) ஆகும்; இதனால் வெப்பநிலை வியாப்தி (Range of temperature) கடலில் குறைவாகவே உள்ளது.

இரண்டாவது காரணம் கடலில் காணப்படும் நீரோட்டங்களாகும். ஆதலால் வெப்பம் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு எளிதில் கடத்தப்படுகின்றது. அயன மண்டலங்களில் கடலின் மேல்தளநீர் சூரியனால் வெப்பப்படுத்தப்படுகின்றது. இந்நீர் வெப்பம் குறைந்த பகுதிகளை நோக்கிக் கடத்தப்படுகின்றது. இக் கடத்தலை ஈடுசெய்ய, கடலின் அடித்தளத்திலிருந்து குளிர்ந்த நீர் மேலெழும்புகின்றது. இதனால், அயன மண்டலங்களில் வெப்பநிலை குறைகின்றது. குளிர்ந்த பிரதேசங்களை நோக்கிப் பாயும் வெப்ப நீர் அப்பிரதேசத்தின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது. உதாரணமாக தென்மேற்கு அயர்லாந்தில் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தை யடுத்துள்ள வாலன்சியா (Valencia)வில் ஜனவரி மாதத்திலும் 50°Fக்குக் குறையாத அளவில் வெப்பநிலை காணப்படுகின்றது. இதற்குக் காரணம் வட அட்லான்டிக் வெப்ப நீரோட்டமாகும்.

வெப்பநிலைக் கிடைப்பரவல் (Horizontal distribution of temperature)

வெப்பநிலை அட்சத்திற்கு அட்சம் வேறுபடுவதற்கான காரணங்களை முன்னர் கண்டோம். பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்திலிருந்து துருவத்தை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைகின்றது. கீழே சில அட்சப் பகுதிகளிடையே காணப்படும் வெப்பநிலைப் பரவல் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 10

சமுத்திரங்களில் அட்சங்களிடையே வெப்பநிலைப் பரவல்.

வட அட்சங்கள்	அட்லான்டிக்	பசிபிக்	இந்திய சமுத்திரம்	தென் அட்சங்கள்	அட்லான்டிக்	பசிபிக்	இந்திய சமுத்திரம்
70—60	5·60	......	......	70—60	-1·30	-1.30	-1·50
60—50	8·66	5·74	......	60—50	1·76	5·00	1·63
50—40	13·16	9·99	......	50—40	8·68	11·16	8·67
40—30	20·40	18·62	......	40—30	16·90	16·98	17·00
30—20	24·16	23·38	26·14	30—20	21·20	21·53	22·53
20—10	25·81	26·42	27·3	20—10	23·16	25·11	25·85
10—0	26·66	27·20	27·88	10—0	25·18	26·01	27·41

புத்தகத்தின் கடைசியில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள சமுத்திர மேல் தள வெப்பநிலைக்கிடைப்பரவல் படத்தை உற்று நோக்குங்கால் கீழ்க்கண்ட விவரங்கள் கிடைக்கின்றன. (படம் 2·2; 2·3; 2·4)

1. கடலின் உச்ச அளவு வெப்பநிலை பூமத்தியரேகைக்கு வடக்கிலேயே ஆண்டு முழுவதும் காணப்படுகின்றது. இதற்கு முக்கிய காரணமாக வளிமண்டல வெப்பநிலைப் பரவலைக் கூறலாம். மேலும் வெப்பநிலை மண்டலங்களில் பருவகாலங்களுக்கேற்ப இடமாற்றம் காணப்பட்ட போதிலும் கடலில் இவ்விட மாற்றத்தின் அளவு குறைவாகவேயுள்ளது. சிற்சில பகுதிகளில் மட்டும் வெப்பப் பூமத்திய ரேகை (Thermal Equator) பூமத்திய ரேகைக்குத் (Geographical Equator) தெற்கில் காணப்படுகின்றது.

2. அட்சத்திற்கு அட்சம் தென் கோளார்த்தத்திலுள்ளதைவிட அதிக வெப்பநிலை வட கோளார்த்தத்தில் அமைந்து காணப்படுகின்றது. தென் கோளார்த்தத்தின் சமுத்திரங்களில் குறுக்கீடுகள் காணப்படாமையால் பல்வேறுபட்ட வெப்பநிலைகளிலுள்ள நீர் கலந்துவிடுவதால் வெப்பநிலையில் வேறுபாடு அதிகமில்லை. வட கோளார்த்தத்தில் தொடர்க்குன்றுகள் சமுத்திரங்களைப் பல கொப்பரைகளாகப் பிரிக்கின்றன. இதனால் வட கோளார்த்தத்தில் நீர்க்கலப்பு (Mixing) செவ்வையாக அமையவில்லை.

3. அட்லாண்டிக்கில் பசிபிக்கைவிடக் குறைந்த வெப்பநிலை பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்தில் காணப்படுகின்றது. இந்திய சமுத்திரத்தில் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் உச்ச வெப்பநிலை (27·88°C) காணப்படுகின்றது. துருவப் பிரதேசத்தில் இந்நிலை மாறுகின்றது. பசிபிக்கைவிட அட்லாண்டிக்கில் துருவப் பகுதிகளில் அதிக வெப்பநிலை காணப்படுகின்றது. அட்லாண்டிக்கில் வெப்ப நீரோட்டம் (வட அட்லாண்டிக் நீரோட்டம்) தடைபடாமல் துருவப் பிரதேசத்தையடைகின்றது. உதாரணமாக பெர்ஜன் (Bergen) 60° வட அட்சத்தில் காணப்பட்டபோதிலும் இங்குக் கடல் உறைவதில்லை. பசிபிக் சமுத்திரத்தின் மிகுதியான பரப்பினுல் வெப்ப நீரோட்டங்கள் துருவப் பகுதிகளையடையுமுன் குளிர்ந்துவிடுகின்றன. மேலும், ஆர்க்டிக் சமுத்திரப் பகுதியில் வெப்பநிலை அட்லான்டிக்கையடுத்து அதிகமாகவும் பசிபிக்கையடுத்துக் குறைவாகவும் உள்ளது. இதற்கு முக்கிய காரணம் ஆர்க்டிக்கையும் பசிபிக்கையும் இணைக்கும் பகுதி குறுகலாய் அமைந்துள்ளமைதான் ஆகும். ஆர்க்டிக் சமுத்திரம் சைபீரியா, அலாஸ்கா இவற்றிற்கிடையே அமைந்துள்ள குறுகிய பெர்ரிங் ஜலசந்தியால் (Bering Straits) பசிபிக்குடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே வெப்ப நீரோட்டங்கள் பசிபிக் பகுதியில் ஆர்க்டிக் சமுத்திரத்தை அதிகமாக அடைவதில்லை.

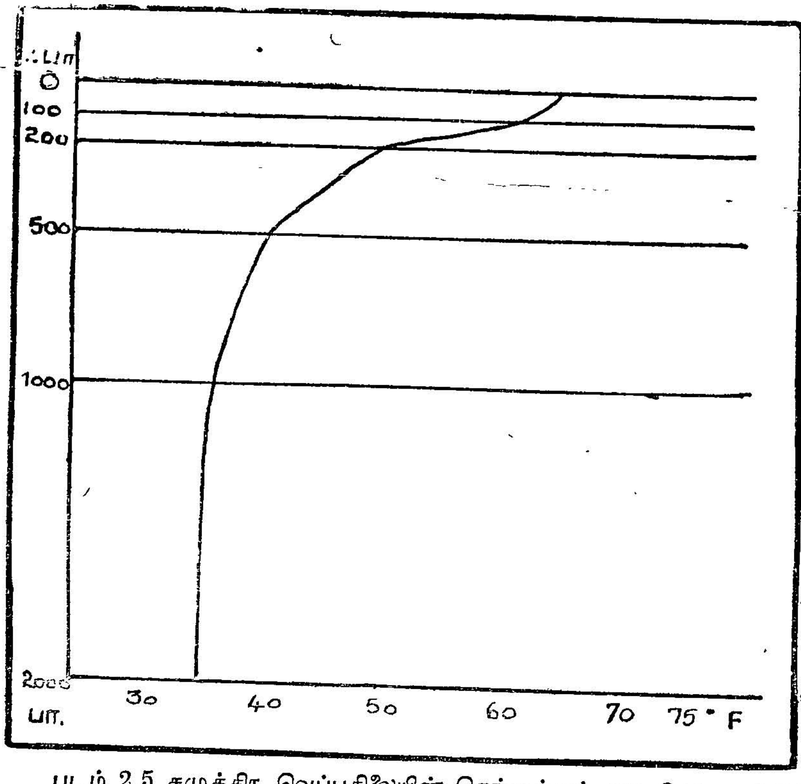
பொதுவாக நோக்கின், வெப்பநிலை பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் அதிகமாயும், துருவப் பகுதியில் குறைவாயும் உள்ளது நன்கு விளங்கும். ஆனுல் இடைப்பட்ட பகுதியில் சமவெப்பநிலைக்கோடுகள், காற்று, நிலப்பகுதி இவற்றுல் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றன.

பூமத்தியரேகைக்கு இரு புறத்திலும் அகன்ற பகுதியில் சுமார் 80°F அளவில் வெப்பநிலை காணப்படுகின்றது. இதற்கப்பால் துருவங்களை நோக்கி வெப்பம் குறைகின்றது. 40° வட, தென் அட்சங்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியில் 60°Fக்கு அதிகமான வெப்பநிலை காணப்படுகின்றது. ஆனுல் அட்லான்டிக்கில் இவ் வெப்பநிலை 40° வட அட்சத்திற்கப்பாலும் காணப்படுகின்றது. 40°F அளவில் வெப்பநிலை அட்லான்டிக்கில் 70° வடஅட்சம் வரை காணப்படுகின்றது. இவ் வெப்பநிலை 55° தென் அட்சம் வரை காணப்படுகின்றது.

அட்லான்டிக்கிலும், கிழக்குப் பசிபிக்கிலும் வெப்பநிலை மிகுந்த பகுதி பூமத்தியரேகைக்கு வடக்கிலேயே அமைந்துள்ளது. ஆஸ்திரேலியாவின் கிழக்குக் கரையோரமாக வெப்பமிகுந்த பகுதி 20° தென் அட்சம் வரை காணப்படுகின்றது. அயன மண்டலப் பகுதிகளில் வடகிழக்கு, தென் கிழக்கு வியாபாரக் காற்றுகள் வீசுகின்றன. இதன் பயனுக அயன மண்டலக் கடற் பகுதிகளின் கிழக்குப் பகுதியிலிருந்து மேல்தள நீர் மேற்கு நோக்கிக் கடத்தப்படுகின்றது. இதை ஈடு செய்யும் வகையில் நீர் கடலின்

கிழக்குப் பகுதியில் மேலெழும்புகின்றது (Upwells). இதனால் அயன மண்டலங்களில் சமுத்திரங்களின் மேற்குப் பகுதியில் வெப்பநிலை மிகுந்தும் கிழக்குப் பகுதிகளில் வெப்பம் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது. மிதவெப்ப மண்டலங்களில் சமுத்திரங்களின் மேற்குப் பகுதியில் வெப்பநிலை குறைவாயும் கிழக்குப் பகுதிகளில் வெப்பநிலை மிகுந்தும் காணப்படுகின்றது.

கடல் வெப்பநிலையின் தின வியாப்தி (Duirnal range) மிகக் குறைவாகும். இது சராசரியாக 0·35°F அளவிலுள்ளது. ஆகாயம் நிர்மலமாக இருக்கும்பொழுது தின வியாப்தி (Duirnal range) அதிகமாகவும், முகில்களுடன் காணப்படும்பொழுது தினவியாப்தி குறைவாகவும் அமைந்துள்ளது. அவ்விதமே காற்றில்லாக் காலங்களில் தினவியாப்தி அதிகமாக இருக்கும்.



படம் 2.5 சமுத்திர வெப்பநிலையின் செங்குத்துப் பரவலைக் காட்டும் வரை கோட்டுப் படம். x - அச்சில் வெப்பநிலை (°F) y - அச்சில் ஆழம் (ஃபாதங்களில்)

வருட வெப்பநிலை வியாப்தியும் நிலத்திலுள்ளதைப் போன்று அதிகமாக இருப்பதில்லை. வருட வியாப்தி சராசரியாக 10°F அளவில் உள்ளது. 40—50° வடஅட்சப் பகுதியிலும், 30—40° தென் அட்சப் பகுதியிலும் வருட வெப்பநிலை வியாப்தி அதிகமாயுள்ளது. வடக்கில் நிலப்பகுதி மிகுந்திருப்பதால் வடகோளார்த்தத்தில் வெப்பநிலை வியாப்தி அதிகமாயுள்ளது. அயன மண்டலங்களில் வெப்பநிலை வியாப்தி 1—5°F அளவிலுள்ளது. (படம் 2·5).

வெப்பநிலைச் செங்குத்துப் பரவல் (Vertical distribution of temperature): துருவமண்டலங்களைத் தவிர்த்து மற்றப் பகுதிகளில் ஆழம் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைகின்றது. முதல் 200 மீட்டர் வரை காணப்படும் நீரில் வெப்பநிலைக் குறைவு சிறிதளவே காணப்படுகின்றது. இதை நாம் மேல்தளத்தைச் சார்ந்துள்ள நீராகக் கருதலாம். 200 மீட்டர் ஆழத்திலிருந்து 400 மீட்டர் ஆழம் வரை வெப்பம் வெகுவாகக் குறைகின்றது. 500 மீட்டருக்குக் கீழ் வெப்பநிலைக் குறைவு மிக நுண்ணிய அளவிலேயே அமைந்துள்ளது. கடல்நீரில் ஆறில் ஐந்து பாக நீர் 35-40° வெப்பநிலை அளவில் காணப்படுவதாக அறியப்படுகின்றது. ஆழ்கடற் கொப்பரைகளிலும் பொதுவாக 30°F-க்குக் குறைந்த வெப்பநிலைப் பரவல் காணப்படுவதில்லை.

துருவமண்டலக் கடல்களின் மேல்தளத்தில் பனிப்பாறை (Icebergs) உருகுவதால் குளிர்ந்த நீரும் (உப்பளவு குறைவாயிருப்பதால் அடர்த்திக் குறைவு), அதற்குக் கீழ் வெப்பநிலை மிகுந்த நீரும் காணப்படுகின்றது. இவ்வகையான வெப்பநிலைத் தலைகீழ்த் திருப்பம் (Inversion of temperature) 200 மீட்டர் வரை காணப்படுகின்றது. இதற்குக் கீழ் மறுபடியும் ஆழம் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைகின்றது.

அட்டவணை 11

சமுத்திரங்களின் வெப்பநிலைச் செங்குத்துப் பரவல் (°F)

ஆழம் ஃபாதங்களில் (Depth in Fathoms)	வெப்பநிலை (°F)
100	60·7
200	50·0
500	40·1
1,000	36·5
2,200	35·2

கடல் நீரின் உப்பளவு (Salinity of the Sea water)

கடல் நீர் ஒரு கரைசலாகும். இதில் பல உப்புக்கள் கரைந்துள்ளன. கடல் நீரில் கரைந்துள்ள பொருள்களுக்கும் மொத்தக் கரைசலுக்கும் இடையேயுள்ள விகிதம் உப்பளவு (Salinity) என்று குறிக்கப்படுகிறது.[1] பொதுவாக இது 1000 கிராம் கரைசலில், கரைசலில் கரைந்திருக்கும் பொருள் களின் எடையாகக் (‰) கொடுக்கப்படுகின்றது. கடல் நீரை ஆவியாக்கி, மிகுந்திருக்கும் திடப்பொருளை நிறுத்து உப்பளவு கணக்கிடப்படுகிறது. இவ்விதம் கடல் நீரை ஆவியாக்கும்பொழுது கடல் நீரில் காணப்படும் குளோரைடுகள் (Chlorides) மறைந்துவிடுகின்றன. ஆதலால், நிறுக்கும் பொழுது உப்பின் எடை சிறிது குறைவாகவே காணப்படும். ஆதலால் கடல் நீரின் உப்பளவைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடுதல் கடினமாகும். டைட்ரேஷன் (Titration) முறையில் சில்வர் நைட்ரேட்டை (Silver nitrate) உபயோகித்து, கடல் நீரிலுள்ள குளோரினுடைய அளவைக் கணக்கிட லாம். குளோரின் அளவு தெரிந்துவிட்டால் கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்திக் கடல்நீரின் உப்பளவைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

உப்பளவு = 0·03 + 1·805 × குளோரின் அளவு.

கடல் நீரின் சராசரி உப்பளவு 34·5‰ - 35·0‰ அளவில் கணக்கிடப் படுகிறது. கடல்நீரில் கரைந்துள்ள உப்புக்களில் பெரும்பகுதி சோடியம் குளோரைடு (Sodium chloride) எனப்படும் சாதாரண உப்பாகும். அட்டவணை 12-ல் கடல்நீரில் காணப்படும் முக்கிய உப்புக்களும், அவற்றின் அளவுகளும் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 12-ல் உப்புக்கள் கூட்டுப் பொருள்களாகக் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. ஆனால், கடல் நீரின் உப்புக்கள் பெரும்பாலும் அயனி களாகக் (Ions) காணப்படுகின்றன. அதன்படி கடல் நீரில் காணப்படும் உப்புக்களை அட்டவணை 13-ல் கண்டவாறு தொகுக்கலாம்.

கடல் நீரின் உப்பளவு இடத்திற்கிடம் வேறுபடுகின்றது. ஆனால் அவ்வுப்பளவில் தனித்தனி உப்பளவுகளின் விகிதம் அட்டவணை 13-ல் குறிப்பிட்ட அளவுகளிலிருந்து மாறுவதில்லை.

கடல் நீரின் உப்புத் தன்மைக்குக் காரணம் யாது? கடல் நீரில் காணப்படும் உப்புக்கள் பெரும்பாலும் ஆறுகளால் கொண்டுவரப்பட்டவை

---

1 In 1902, an International Commission defined salinity, as the total amount solid materials in grams, contained in one kilogram of sea water, when all carbonates have been converted to oxides, the bromine and the iodine replaced by chlorine and all organic matter completely oxidised.

அட்டவணை 12

உப்புக்கள்		எடை (கிராம்களில்) (1000 கிராம் கடல் நீரில்)	மொத்த உப்பளவில் அவற்றின் சதவீதம் (%)
சோடியம் குளோரைடு (Sodium Chloride)	Na Cl	27·21	77·76
மக்னீஷியம் குளோரைடு (Magnesium Chloride)	$Mg Cl_2$	3·81	10·88
மக்னீஷியம் சல்ஃபேட் (Magnesium Sulphate)	$Mg So_4$	1·66	4·74
கால்சியம் சல்ஃபேட் (Calcium Sulphate)	$Ca So_4$	1·26	3·60
பொட்டாசியம் சல்ஃபேட் (Pottasium Sulphate)	$K_2 So_4$	0·86	2·46
கால்சியம் கார்பனேட் (Calcium Carbonate)	$Ca Co_3$	0·12	0·34
மக்னீஷியம் புரோமைடு (Magnesium Bromide)	$Mg Br_2$	0·08	0·22
		35·00	100·00

அட்டவணை 13

		கடல் நீரில் அளவு	மொத்த உப்பளவில் சதவீதம் (%)
சோடியம் (Sodium)	Na	10·72 ‰	30·64
மக்னீஷியம் (Magnesium)	Mg	1·32 ‰	3·76
கால்சியம் (Calcium)	Ca	0·42 ‰	1·20
பொட்டாசியம் (Pottasium)	K	0·38 ‰	1·09
குளோரின் (Chlorine)	Cl	19·32 ‰	55·21
சல்ஃபேட் (Sulphate)	So_4	2·70 ‰	7·70
கார்பனேட் (Carbonate)	Co_3	0·07 ‰	0·21
புரோமைடு (Bromide)	Br	0·07 ‰	0·19

யாகும். நீர் கரைக்கும் தன்மை (Solvent) உள்ளதாகும். மழைநீரில் ஆக்சிஜன் (Oxigen), நைட்ரஜன் (Nitrogen), கார்போனிக் அமிலம் (Carbonic acid) ஆகியன ஓரளவு கரைந்துள்ளன. கார்போனிக் அமிலம் நீரின் கரைக்கும் தன்மையை அதிகரிக்கிறது. இதனால், நீர், பாறைகளில் காணப்படும் உப்புக்களைக் கரைத்து எடுத்துச் செல்கிறது. ஆதலால், ஆற்று நீரில் உப்பு ஓரளவுக்குக் காணப்படுகின்றது. ஆற்று நீரின் உப்பளவு அது பாயும் பிரதேசத்தைப் பொறுத்து அமைந்துள்ளது. கிரனைட் (Granite) நிலத்தில் பாயும் நீரில் காலனுக்கு 2 கிரெய்ன் (Grain) அளவிலும், சுண்ணாம்புச்சத்து (Calcium) நிரம்பிய நிலத்தில் பாயும் நீரில் 50 கிரெய்ன் (Grain) அளவிலும் உப்புக் காணப்படுகின்றது. ஆனால், ஆற்று நீரின் சராசரி உப்பளவு 0·18‰ ஆகும். கடலில் ஆறுகளால் கொண்டு சேர்க்கப்படும் உப்பளவு மிகவும் குறைவாகும். ஆனால், ஆறுகள் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாக உப்பைக் கொண்டுவந்து சேர்ப்பதால் கடல் நீரின் உப்பளவு அதிகரிக்கலாம். ஆனால், இங்கு மற்றொரு சிக்கல் உள்ளது. அதாவது கடல் நீரில் காணப்படும் உப்புக்களின் விகிதத்திற்கும் ஆற்று நீரில் காணப்படும் உப்புக்களின் விகிதத்திற்கும் வேறுபாடு காணப்படுகிறது. நிலப்பரப்பில் கார்பனேட்டுகள் 57·7%, சல்ஃபேட்டுகள் 11·4%, சிலிக்கேட்டுகள் (Silicates) 9·9%, குளோரைடுகள் 2·2% அளவிலும் காணப்படுகின்றன. ஆதலால், ஆற்று நீரில் காணப்படும் உப்பளவில் பெருமளவு கார்பனேட்டுகள், முக்கியமாகக் கால்சியம் கார்பனேட்டு ($CaCo_3$) ஆகும். ஆனால், கடல் நீரில் சோடியம் குளோரைடு (Nacl) 77·8%, சல்ஃபேட்டுகள் 10·8%, சிலிக்கேட்டுகள் 0·004%, கால்சியம் கார்பனேட்டு ($CaCo_3$) 0·345% என்ற அளவில் காணப்படுகின்றன. அதாவது, கடலுப்பில் பெரும்பகுதி சோடியம் குளோரைடு என்பதுடன், ஆற்று நீரில் பெருமளவில் காணப்பட்ட கால்சியம் கார்பனேட்டு, கடல் நீரில் மிகக் குறைந்த அளவிற்கே காணப்படுகின்றது. ஆனால், கடல் நீரின் உப்பு ஆறுகளால் கொண்டு சேர்க்கப்படுகின்றது என்பது ஒரு மறுக்கவியலா உண்மையாகும். எனவே, இவ் வேறுபாட்டிற்கான காரணம் காட்டுதல் அவசியமாகிறது. இதற்கான காரணங்கள் பலவாம்.

1. கால்சியம் கார்பனேட்டை முடுகை போன்ற கடற்பிராணிகள் தங்களுடைய கூடுகளைக் (Shells) கட்டப் பயன்படுத்திக்கொள்வதால் கடல் நீரின் உப்பளவில் அதன் விகிதம் பெருமளவு குறைகிறது.

2. டயாடம் (Diatom), ரேடியோ லேரியன் (Radio larian) போன்ற உயிரிகள் (Organisms) சிலிக்காவை (Silica) எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன.

3. ப்ளாங்க்டன் (Plankton) போன்ற கடல் தாவரங்கள் பொட்டாசியம் (Pottasium), அயோடின் (Iodin) போன்றவற்றை எடுத்துக்கொள்ளு

கின்றன. உதாரணமாகச் சமீப காலம் வரை அயோடின் கடல்தாவரங்களி லிருந்துதான் பெருமளவில் தயாரிக்கப்பட்டு வந்தது.

4. சோடியம், குளோரின் ஆகிய இரண்டுமே கடல் உப்புக்களில் எவ்விதப் பயனும் அற்றுள்ளன. இதனுல் காலப்போக்கில் சோடியம் குளோரைடின் விகிதம் அதிகரிக்கலாம்.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட உப்பு விகிதங்கள் வேருெரு வகையில் உப யோகமாயின. ஜோலி (Joly) என்பவர் புவியின் வயதைக் கணக்கிடுவதில் இவ்விகிதங்களை உபயோகித்தார். அவருடைய கணக்குப்படி, சோடியம் தற்பொழுது உள்ள அளவில் அமைவதற்குச் சுமார் 90-100 மில்லியன் ஆண்டுகள் பிடிக்கும் எனத் தெரிகின்றது.

உப்பளவின் பரவல் (Distribution of Salinity)

கடலின் சராசரி உப்பளவு 35·0‰ எனக் கண்டோம். ஆனல், உப்பளவு இடத்திற்கிடம் வேறுபடுகின்றது என்பது தெளிவு. உதாரணமாக, பால்டிக் கடலில் (Baltic Sea) உள்ள போத்தினியா வளைகுடாவில் (Gulf of Bothinia) உப்பளவு சுமார் 5‰ ஆகும். செங்கடலில் (Red Sea) உப்பளவு சுமார் 40‰ ஆகும். இதற்கான காரணங்கள் முறையே: (1) ஆவியா தல் (Evaporation), (2) சுத்த நீரின் (Fresh water) சேர்க்கை ஆகியவை யாகும். இவை எவ்வாறு உப்பளவைப் பாதிக்கின்றன என ஆராய்வோம்.

ஒரு கரைசலின் உப்பளவை அதிகரிக்க திடப்பொருளை மேலும் சேர்க்கலாம்; அல்லது நீரை ஆவியாக்கலாம். அதைப் போலவே, நீரைக் குறைந்த அடர்த்தி (நீர்த்ததாக) உள்ளதாக்கத் திடப்பொருளைச் சிறிதளவு நீக்கலாம்; அல்லது சுத்த நீரை மேலும் சேர்க்கலாம். இவ்விதம் நோக்குங்கால், கடலைப் பொறுத்தவரை செயற்கையாக உப்பைச் சேர்த்தல் முடியாத ஒரு செயலாகும். இவ்விதமே உப்பை எடுப்பதால் உப்பளவு கணிசமாகக் குறையாது. ஆதலால் நீர் ஆவியாதலும், சுத்தநீர் சேர்தலுமே கடலிற் காணப்படும் உப்பளவின் வேறுபாட்டிற்குக் காரணங்களாய் இருக் கின்றன.

ஆவியாதலின் வாயிலாக உப்பளவு அதிகரிக்கின்றது. முதலில் நாம் 1000 கிராம் கடல் நீரை எடுத்துக்கொள்வோம். இக் கரைசலின் உப்பளவு 35·0‰ எனக் கொள்வோம். கரைசல் ஆவியாகும்பொழுது சுத்த நீர் மட்டும் ஆவியாகும். ஆனல், கரைசலிற் காணப்படும் உப்புக்கள் கரைசலி லேயே தங்கிவிடும். மேலே குறிப்பிட்ட கரைசலில் 100 கிராம் நீர் ஆவி யாவதாகக் கொள்வோம். தற்பொழுது கரைசலின் அளவு 900 கிராம் ஆகும். உப்பின் எடை எவ்வித மாற்றமும் அடையாது, அதே 35 கிராமாக,

இருக்கின்றது. ஆதலால், உப்பளவு அதிகரிக்கின்றது ($\therefore \frac{35}{900} \times 1000 = 39{\cdot}00$ *i.e.* > 35).

சுத்தமான நீர் சேர்ப்பதால் கரைசல் நீர்த்த (Dilute) கரைசலாகின்றது. மேலே உள்ளபடி 1000 கிராம் கரைசலை எடுத்துக்கொள்வோம். உப்பளவு 35‰ என்று கொள்வோம். 100 கிராம் சுத்த நீர் சேர்ப்பதாகவும் வைத்துக்கொள்வோம். உப்பின் எடை மாறவில்லை. ஆனல், உப்பளவு மாறுகின்றது; உப்பளவு குறைகின்றது. ($\therefore \frac{35}{1100} \times 1000 = 32$ *i.e.* < 35).

சுத்தமான நீர் மூன்று வகைகளில் கடல் நீருடன் கலக்கலாம்.

1. மழைவீழ்ச்சியினுல் (Precipitation) மழைநீரில் ஓசோன் (Ozone) போன்ற சில வாயுக்கள் கலந்துள்ளபோதிலும், அது மிகவும் சுத்தமான நீராகக் கருதப்படுகின்றது.

2. ஆறுகள் கொண்டு சேர்க்கும் நீரின் மூலமாக, மிஸிஸிபி, அமேசான் போன்ற ஆறுகள் பெருமளவு சுத்தமான நீரைக் கொண்டு சேர்க்கின்றன. இதனுல் இவ்வாறுகளின் முகத்துவாரங்களையடுத்து உப்பளவு குறைந்து காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக, அமேசான் ஆற்றின் முகத்துவாரத்தையடுத்து 100 மைல்களுக்குச் சுத்தமான நீர் கடலில் காணப்படுகின்றது.

3. மிதக்கும் பனிப்பாறைகளின் (Icebergs) வாயிலாகப் பனிப்பாறைகள் உருகுவதால் நீரளவு அதிகமாகின்றது. துருவ மண்டலங்களிலிருந்து பெரிய பனிப்பாறைகள் கடலில் மிதந்து வருகின்றன. இவை வெப்பம் மிகுந்த பகுதிகளை அடையும்போது உருகுகின்றன.

மேலே குறிப்பிட்ட காரணங்களால் நாம் வெப்பம் மிகுந்த பகுதிகளில் அதிக உப்பளவையும், சுத்தமான நீர் அதிகமாகக் கலக்கும் பகுதிகளில் குறைந்த உப்பளவையும் எதிர்பார்க்கலாம். இவ்வாறு நோக்குங்கால், அயன மண்டலங்கள் அதிக உப்பளவு கொண்டவை எனவும், மிதவெப்ப, துருவ மண்டலங்கள் குறைந்த உப்பளவு கொண்டவை எனவும் கொள்ளலாம். சில வெப்பம் மிகுந்த பகுதிகளில் நீர் சேர்தல், நீராவியாதலைவிட அதிகமாக இருப்பதால் (Excess of addition of fresh water over evaporation), இப் பிரதேசங்களில் உப்பளவு குறைகின்றது. உதாரணமாகப் பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் வெப்பம் மிகுந்து, அதிக நீராவியாதல் காணப்பட்டாலும், அதிக மழை பெய்வதாலும், ஆறுகள் நிரம்ப நீர்கொண்டு சேர்ப்பதாலும் உப்பளவு குறைவாகவே இருக்கின்றது.

சமுத்திரங்களின் உப்பளவு அட்சரேகைகளைப் (Latitudes) பொறுத்து அமைகின்றது. பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் உப்பளவு குறைவாக

இருக்கின்றது. துருவங்களை (Poles) நோக்கிச் செல்லச் செல்ல உப்பளவு அதிகரித்து, உப அயனமண்டலங்களில் (Sub-tropics) சுமார் 20—30° அட்சாம்சத்தில் உச்ச அளவை அடைகின்றது. பிறகு உப்பளவு குறைந்து கொண்டே சென்று துருவ மண்டலங்களுக்கருகில் மிகக் குறைந்து காணப் படுகின்றது. வுஸ்ட் (Wust) என்பவர் சமுத்திரங்களில் உள்ள உப்பளவின் வேறுபாடு ஆவியாதலின் அளவு, மழையளவு இவற்றினிடையேயுள்ள வித்தியாசத்தைப் பொறுத்துள்ளதாகக் கருதுகிருர். இவர் உப்பளவைக் கணக்கிட, கீழ்க்கண்ட சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தியுள்ளார்:

$$S = 34{\cdot}60 + 0{\cdot}0175 \quad (E - P)$$

(E = ஆவியாதலின் அளவு, P = மழையின் அளவு)

அட்டவணை 14

சமுத்திரப் பகுதிகளிற் காணப்படும் உப்பளவுகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன

அட்சரேகை (latitude)	அட்லான்டிக் சமுத்திரம் ‰	பசிபிக் சமுத்திரம் ‰	இந்திய சமுத்திரம் ‰	சமுத்திரங்களின் சராசரி உப்பளவு
40°N	35·8	33·64	——	34·54
30°N	36·8	34·77	——	35·56
20°N	36·5	34·88	35·05	35·44
10°N	35·6	34·29	34·90	34·72
0°	35·7	34·85	35·14	35·08
10°S	36·45	35·88	34.57	35·34
20°S	36·54	35·70	35·15	35·69
30°S	35·70	35·40	35·89	35·62
40°S	34·65	34·61	35·10	34·79
50°S	33·94	34·16	33·87	33·99

(புத்தகத்தின் கடைசியில் படம் 2·6-ல் சமுத்திரங்களின் உப்பளவுப் பரவல் காட்டப்பட்டுள்ளது).

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையிலிருந்து பசிபிக் சமுத்திரத்தில் உப்பளவு அதிக வேறுபாடுகளின்றிக் காணப்படுகின்றது. இதற்குக் காரணம் அட்லான்டிக், இந்திய சமுத்திரங்களில் உள்ளதைப் போலச் சார்ந்த (Adjacent) கடல்களிலிருந்து உப்பளவு மிகுந்த நீர் பசிபிக் கடலில் அதிகமாகக் கலப்பதில்லை (உதாரணமாக, உப்பளவு மிகுந்த மத்திய தரைக் கடல் நீர், செங்கடல் நீர் முறையே அட்லான்டிக், இந்திய சமுத்திரங்களில் கலக்கின்றன). மேலும் பசிபிக்கில் மற்ற இரு சமுத்திரங்களையும்விட அதிக மழையளவு காணப்படுகிறது. (உதாரணமாக, 20° N-ல் அட்லான்டிக், பசிபிக் சமுத்திரங்களில் மழையளவு முறையே 40 செ. மீ., 74 செ.மீ. ஆகும்).

மற்றும் வேறுபட்ட உப்பளவுள்ள நீர் ஒன்றேடொன்று நன்ருகக் கலப்ப தாலும் (Mixing) அவற்றிற்கிடையேயுள்ள வேறுபாடுகள் மறைந்துவிடு கின்றன.

கடல் நீரில் காணப்படும் உப்பின் அளவு மேற்பரப்பிற்குச் சிறிது கீழ் இருந்துவரும் நீராலும் பாதிக்கப்படுகின்றது. கடல்நீரின் மேற்பரப்பின் உப்பளவு, பருவத்திற்குப் பருவம் வேறுபடுகின்றது. உப்பளவு மார்ச்சு மாதத்தில் உச்சமாகவும் (Maximum), நவம்பர் மாதத்தில் நீசமாகவும் (Minimum) காணப்படுகிறது.

பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் சராசரி உப்பளவு 35‰ ஆகும். வுஸ்ட் (Wust), பல கடற்பகுதிகளில் காணப்படும் ஆவியாதலினளவு, மழையளவு இவற்றைக் கணக்கிட்டுள்ளார். கீழேயுள்ள அட்டவணையில் சில அளவுகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 15

சமுத்திரங்களின் ஆவியாதல், மழை இவற்றின் அளவுகள்.

அட்சரேகை	ஆவியாதல் அளவு (E) செ. மீ. வருடம்	மழையளவு (P) செ. மீ. வருடம்	P—E
50° N	110	177	+67
40° N	94	93	— 1
30° N	120	65	—55
20° N	133	65	—68
10° N	129	127	— 2
0°	119	102	—17
10° S	130	96	—34
20° S	134	70	—64
30° S	111	64	—47
40° S	81	84	+ 3
50° S	43	84	+41

பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் வெப்பநிலை அதிகம். ஆதலால் நீர் ஆவியாதலும் அதிகம். ஆனுல், இப்பிரதேசத்தில் மழையளவும் அதிகம் (E = 119, P = 102, P—E = —17). 5° வடக்கு அட்சத்தில் ஆவியாதல் 110 செ.மீ., மழையளவு 117 செ.மீ. ஆதலால் இப் பிரதேசத்தில் கடல்நீர் நீர்த்துக் (Dilute) காணப்படுகின்றது. மேலும் இப்பிரதேசத்தில் ஆறுகள் அதிக அளவில் நீரைக்கொண்டு சேர்க்கின்றன. அயன மண்டலத்தில் (Tropics) வெப்பம் மிகுந்திருப்பதால் நீர் ஆவியாதல் அதிகம்; மழையளவு மிகக் குறைவு. (20° வட அட்சத்தில் ஆவியாதல் (E) = 133 செ. மீ., மழையளவு (P) = 65 செ.மீ.

P—E = —68 செ.மீ.). மேலும் இப் பிரதேசத்தில் பெரும் ஆறுகள் கிடையா. ஆதலால் இப்பிரதேசங்களில் அதிக உப்பளவு 35·7‰—36·00‰ காணப்படுகின்றது. துருவத்தை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல மழையளவு குறைகிறது. (பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தைவிட) வெப்பநிலையும் குறைவாக இருப்பதால் நீர் ஆவியாதல் குறைவு. (40° தென்அட்சத்தில் E = 81 செ.மீ. P = 84 செ.மீ.; P—E = 3 செ. மீ.). மேலும் பனிப்பாறைகள் உருகுவதாலும் சுத்தமான நீர் அதிகமாகச் சேருகின்றது. ஆதலால் உப்பளவு 34‰க்குக் குறைவாகவே காணப்படுகிறது.

மேலே குறிப்பிட்ட உப்பளவுகள் சமுத்திரங்களிற் காணப்படுகின்றன. இங்குக் கடல் நீரோட்டங்களால் பலவகைப்பட்ட நீர்கள் ஒன்றுகலந்து உப்பளவில் ஓரளவு சமநிலை காணப்படுகின்றது. ஆனல், இச் சமுத்திரங்களைச் சார்ந்துள்ள கடல்களில் (Partially enclosed seas) தலக்காரணிகள் (Local factors) உப்பளவை வெகுவாகப் பாதிக்கின்றன. இதனுல் உப்பளவில் பெரும் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, மத்திய தரைக்கடலை எடுத்துக்கொள்வோம். மத்தியதரைக்கடல் நாற்புறமும் நிலத்தால் சூழப்பட்டிருக்கிறது. மேற்கிலும் வடக்கிலும் ஐரோப்பாவும், கிழக்கில் ஆசியாவும், தெற்கில் ஆப்பிரிக்காவும் இக் கடலைச் சூழ்ந்தமைந்துள்ளன. இக்கடல் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்துடன் ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியின் (Strait of Gibralter) மூலமும், செங்கடலுடன் சூயஸ் கால்வாயாலும் (Suez Canal) இணைந்துள்ளது. இக்கடல் உப அயனமண்டலத்தையடுத்துக் காணப்படுவதால் வெப்பநிலை அதிகம்; மழை குறைவு. இக்கடலுடன் சேரும் நீரின் அளவும் மிகக் குறைவு. இதற்கோர் உதாரணமாக, நைல் நதியின் நீர்ப்போக்களவைக் கூறலாம். ஆவியாதல் மிக அதிகமாக இருப்பதால் இக்கடலின் நீர்மட்டம் குறைந்துகொண்டே செல்கின்றது. அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திற்கும் இக்கடலுக்கும் இடையே நீர்மட்ட வேறுபாடுள்ளதால், அட்லான்டிக்கிலிருந்து நீர் ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியின் மூலம் இக்கடலுக்குள் பாய்கிறது. இந்த நீரும் ஆவியாகிறது. ஜிப்ரால்டரின் அடித்தளத்தில் நீர் மத்தியதரைக் கடலிலிருந்து அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திற்குப் பாய்ந்தாலும் உப்பளவு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. இதன் சராசரி உப்பளவு 38‰, கிழக்குப் பகுதியில் உப்பளவு 40‰ ஆகும். இம்மாதிரியே செங்கடல், பெர்சியன் வளைகுடா (Persian Gulf) முதலியவற்றில் உப்பளவு அதிகமாக இருக்கின்றது. முறையே 40‰, 43‰ ஆகும்.

பால்டிக் கடலில் உப்பளவு குறைவு. உதாரணமாக, ஸ்வீடன் நாட்டின் தென் கரையை அடுத்துள்ள கடற்பகுதியில் உப்பளவு 11‰. இதற்கான காரணங்கள் :

1. இப்பிரதேசம் மிதவெப்ப மண்டலத்திற்கும் அப்பால் இருப்பதால் வெப்ப நிலை குறைவு. அதனுல் நீராவியாதலும் குறைவு.

2. வருடம் முழுவதும் மழை பெய்கிறது.

3. பனியுருகி அதிக நீர் கடலுடன் சேருகிறது. முக்கியமாக இளவேனிற் காலத்தில் (Spring) கடல் நீர் மிகவும் நீர்த்துக் காணப்படுகிறது. இக்காலத்தில் போத்தினியா வளைகுடாவின் தலைப்புறத்தில் உப்பளவு 2‰க்கும் குறைவாகவே காணப்படுகிறது. இம்மாதிரியே கருங்கடலில் டான்யூப் (Danube), நீபர் (Dneiper), டான் (Don) போன்ற ஆறுகள் கலப்பதால் மிகக் குறைவான உப்பளவே காணப்படுகின்றது (17—18‰).

நாற்புறமும் நிலத்தால் சூழப்பட்ட கடல்களில் (Enclosed Seas) உப்பளவு மிக அதிகமாகும். உதாரணமாக, காஸ்பியன் கடலில் (Caspion Sea) உப்பளவு அதிகமாயுள்ளது. வடக்குப் பகுதியில் வோல்கா (Volga), யூரல் போன்ற ஆறுகள் சேர்வதால் உப்பளவு குறைகிறது. இதனளவு 13‰ ஆகும். ஆனால், காஸ்பியன் கடலின் தென்பகுதியில் உப்பளவு அதிகம். அதுவும் காஸ்பியன் கடலில் ஒரு பகுதியான கரபுகாஸ் குடாவில் (Gulf of Karabogaz) உப்பளவு மிக அதிகமாகும் (180‰). கரபுகாஸ் குடா, காஸ்பியன் கடலிலிருந்து மணல்திட்டால் பிரிக்கப்படுகின்றது. உச்ச ஓதத்தின் போது நீர் காஸ்பியன் கடலிலிருந்து கரபுகாஸ் குடாவில் பாய்கிறது. இது ஆவியாவதால் இப்பகுதியில் உப்பினளவு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கிறது. டெட் ஸீ (Dead Sea), வான் ஏரி (Lake Van) போன்ற உள்நாட்டு ஏரிகளில் உப்பளவு முறையே 240‰, 330‰ ஆகும். இதைவிட அதிகமான உப்பளவு ஆசியாவிலுள்ள சில உள்நாட்டு ஏரிகளில் காணப்படுகின்றது.

கடல் நீரின் அடர்த்தி (Density of the Sea water)

கடல் நீரின் அடர்த்தி, அந்நீரின் வெப்பநிலை, உப்பளவு இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது என்று கண்டோம். ஆதலால் வெப்பநிலை, உப்பளவு இவற்றைப் பாதிக்கும் காரணிகள் எல்லாம் அடர்த்தியையும் பாதிக்கும். கடல் நீரின் அடர்த்தி, கீழ்க்கண்ட காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றது:

அடர்த்தியைக் குறைக்கும் காரணிகள்

1. வெப்பநிலை (Temperature) அதிகரித்தல்
2. மழையால் ஏற்படும் நீர்ச்சேர்க்கை
3. பனி உருகி வரும் நீர்
4. ஆறுகள் கொண்டுசேர்க்கும் நீர்

அடர்த்தியை அதிகரிக்கும் காரணிகள்

1. வெப்பநிலை குறைதல்
2. நீராவியாதல்
3. நீர் உறைதல்

கடல் நீரின் மேல்தள அடர்த்தி அதற்குக் கீழுள்ள பகுதிகளைவிட அதிகமாயிருக்குமேயானால் செங்குத்துச் சலனம் (Vertical movement) ஏற்பட்டு, ஒரே மாதிரியான அமைப்புள்ள (Homogeneons) நீர் ஏற்படு கின்றது. வெப்பக் குறைவு, நீராவியாதல் இவை எங்குத் தீவிரமாகக் காணப்படுகின்றனவோ, அங்கு இச் செங்குத்துச் சலனம் (Convection) அதிக ஆழம் பரவி மேல்தளத்திலிருந்து அடித்தளம் வரை ஒரே அமைப் புடன் கூடிய நீரை உண்டாக்குகின்றது. அதாவது, கடல் நீர் ஒரே மாதிரி யான அடர்த்தியுள்ளதாக மேலிருந்து கீழ்வரை காணப்படுகின்றது. [இங்கு மேல்தளத்தில் (Surface) காணப்படும் நீரைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வதில்லை. மேல்தளத்திற்குச் சிறிது கீழுள்ள அடுக்கிலிருந்து (Sub surface layer) அடித்தளம் வரை என்று கொள்ளவேண்டும்]. இந் நிலைக்கும் மேல் அடர்த்தி அதிகரிக்குமேயானால், அடர்த்தி மிகுந்த நீர் கடலின் அடித்தளத்திற்கு மூழ்குகின்றது. இந்நீர் அப்பால் கடலடியில் கிடையாகப் பரவுகின்றது. அடர்த்தி மிகுந்த நீரின் சலனம் கடலடியை அடையும் முன் நின்றுவிடுமேயானால் இந்நீர் கடலின் இடைப்பகுதியில் சேர்ந்து இடைப்பகுதி நீராகக் (Intermediate water) கிடையாகப் பரவு கின்றது.

அயனமண்டலப் பகுதிகளில் வெப்பநிலை அதிகமாக இருப்பதால், நீர் அதிக உப்பளவுடன் காணப்பட்டபோதிலும், இதன் அடர்த்தி குறை வாகவே யுள்ளது. இப்பிரதேசங்களில் செங்குத்துச் சலனம் மேல்தளத்தை அடுத்துள்ள பகுதியை மட்டும் பாதிப்பதால், இவ் அயனமண்டலப் பகுதி களில் அடிநீரோ (Bottom water), மடுநீரோ (Deep water) ஏற்படுவ தில்லை. இதற்கப்பால் மிதவெப்ப மண்டலங்களில் வெப்பநிலை குறைவா யிருந்தாலும், மழையளவு அதிகமாயுள்ளமையால் கடல் நீர் நீர்த்துக் காணப்படுகின்றது. இதன் அடர்த்தி குறைவு. இங்கும் செங்குத்துச் சலனம் கடலடிவரையில் காணப்படவில்லை. எனவே, இப்பகுதியில் இரு வகையில்தான் அடித்தள நீர், மடு நீர் இவை ஏற்படுகின்றன.

1. உப்பளவு மிகுந்த நீர், கடல் நீரோட்டங்களால் இப்பகுதிகளுக்குக் கடத்தப்பட்டு, குளிர்ச்சியடையுங்கால் இவற்றின் அடர்த்தி அதிகரிக் கின்றது. உதாரணமாக, வட அட்லான்டிக் நீரோட்டம் உப்பளவு மிகுந்த கல்ஃப் நீரோட்டத்தை மிதவெப்ப மண்டலங்களுக்குக் கொண்டுசெல்கின் றது. மிதவெப்ப மண்டலத்தில் இந்நீர் குளிர்ச்சியடைவதால் இதன் அடர்த்தியதிகரித்து நீர் மூழ்குகின்றது. இதன் பயனாக இர்மிஞ்சர் கடற் பகுதியில் (Irminger Sea) அடி நீரும் (Bottom water), மடு நீரும் (Deep water) ஏற்படுகின்றன.

2. உப்பளவு மிகுந்த நீர் உறையும்பொழுது அடிநீரும் மடுநீரும் ஏற்படுகின்றன. அன்டார்க்டிக் கண்டத்திற்கருகில் நீர் உறைவதால் உப்பளவு அதிகரித்து, அடிநீரும் மடுநீரும் ஏற்படுகின்றன.

பொதுவாக அதிக அடர்த்தியுள்ள நீர் மிதவெப்ப மண்டலங்களில் ஏற்படுகிறது. இந்நீர் அமிழ்ந்து கடற்கொப்பரைகளையும் மடுக்களையும் நிரப்புகிறது. இதனுல் சிற்சில கொப்பரைகளைத் தவிர்த்து, மற்றவற்றி லெல்லாம் வெப்பநிலை குறைந்தே காணப்படுகின்றது. மிக அடர்த்தியான நீர் காணப்படும் பகுதியில்தான் அமிழ்தல் காணப்படவேண்டும் என்ப தில்லை. எங்கெங்கு நீரோட்டங்களின் குவிதல் (Convergence) காணப்படு கின்றதோ, அங்கெல்லாம் அமிழ்தலும் காணப்படும். இவ்விதக் குவிதல் களில் முக்கியமானது அன்டார்க்டிக் குவிதலாகும் (Antarctic Convergence). அன்டார்க்டிக் கண்டத்தையடுத்து உப்பளவு குறைந்த, ஆனுல் வெப்பநிலை குறைந்த நீர் காணப்படுகின்றது. எனவே, இதன் அடர்த்தி அதிகமா யுள்ளது. இந்நீர் அமிழ்வதால் அன்டார்க்டிக் இடைப்பகுதி நீர் (Antarctic Intermediate water) தோன்றுகின்றது. இது தென் சமுத்திரங்கள் எல்லாவற்றிலும் சுமார் 800—1200 மீட்டர் (சுமார் 3000′—4500′) ஆழத் தில் காணப்படுகின்றது. ஆர்க்டிக் குவிதல் வட அட்லான்டிக்கில் காணப் படுவதில்லை. ஆனுல், வட பசிபிக்கில் ஆர்க்டிக் இடைப்பகுதி நீர் சிறப் பாகக் காணப்படுகின்றது.

குவிதல் காணப்படும் பகுதிகளில் அமிழ்தல் காணப்படுவதே போன்று, பிரிதல் (Divergence) காணப்படும் பகுதிகளில் நீர் மேலெழுதல் (Upwelling) அமைந்து கிடக்கின்றது. அன்டார்க்டிக் கண்டத்தைச் சுற்றி இவ்வித நீர் மேலெழுதல் காணப்படுகின்றது.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வெப்பநிலை, உப்பளவு இவற்றைக் கொண்டு கடல் நீர் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. இவை நீர்ப் பகுதிகள் (Water masses) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஹெவ்லாண்ட்-ஹன்ஸன் (Haveland-Hansen) என்பவர் நீர்ப்பகுதிகளை வரையறுக்க வெப்பநிலை-உப்பளவுப் படத்தை (Temperature-Salinity diagram) உபயோ கித்தார். இம்முறைப்படி x-அச்சில் உப்பளவும், y-அச்சில் வெப்பநிலையும் குறிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு மட்டத்திலும் காணப்படும் நீரின் வெப்ப நிலை-உப்பளவு குறிக்கப்பட்டு அவை இணைக்கப்படுகின்றன. மேலே குறிப் பிட்ட விவரங்கள், எடுக்கப்பட்ட மட்டங்கள் ஆங்காங்குப் படத்திலேயே குறிக்கப்படுகின்றன. பெரும்பாலான நீர்ப்பகுதிகள் வளைகோட்டின் (Curve) மூலம் வரையறுக்கப்பட்டாலும், சிற்சில ஒரே ஒரு வெப்பநிலை-உப்ப ளவுப் புள்ளியாலும் வரையறுக்கப்படுகின்றன. இவ்வித இயல்புக்கு மாறுன அமைப்பு ஒரேவித நீர் காணப்படும் கொப்பரைகளில் காணப்படு

கின்றது. வளிமண்டல ஆராய்ச்சியில் வளிப்பகுதிகள் வகிக்கும் தானத்தை சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சியில் நீர்ப் பகுதிகள் வகிக்கின்றன.

நாம் இப்பொழுது சில முக்கிய நீர்ப் பகுதிகளைப் பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்:

1. **அன்டார்க்டிக் அடிநீர்** (Antarctic bottom water): இது அன்டார்க்டிக் கண்டத்திற்கருகில் முக்கியமாக வெட்டல் கடலில் (Weddel Sea) தோன்றுகிறது. கண்டச் சரிவில் இதன் உப்பளவு 34·62‰ அளவிலும், வெப்பநிலை—1·9°C அளவிலும் காணப்படுகின்றன. இதன் அடர்த்தி அன்டார்க்டிக்கைச் சுற்றியுள்ள துருவ (Circum-polar) நீரைவிட அதிகமாயுள்ளமையால் அமிழ்கின்றது. அமிழும்போது துருவ நீருடன் கலப்பதால் இதன் உப்பளவு 34·66‰ ஆகவும், வெப்பநிலை—0·4°C ஆகவும் அதிகரிக்கின்றன.

2. **வட அட்லான்டிக் அடிநீர், மடுநீர்:** இவை லாப்ரடார் கடலிலும், கிரீன்லாந்து, ஐஸ்லாந்து இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட பகுதியிலும் தோன்றுகின்றன. 1000 மீட்டர் ஆழத்தில் இதன் வெப்பநிலை 2·8—3·3°C அளவிலும், உப்பளவு 34·90—34·96‰ அளவிலும் காணப்படுகின்றன.

3. **அன்டார்க்டிக் இடைப்பகுதி நீர்** (Antarctic Intermediate water): இது அன்டார்க்டிக் குவிதலில் தோன்றுகின்றது. இதன் வெப்பநிலை 2·2°C அளவிலும், உப்பளவு 33·8‰ அளவிலும் அமைந்துள்ளன. வட பசிபிக்கில் 40° வட அட்சத்திற்கு வடக்கில் பசிபிக்-ஆர்க்டிக் இடைப் பகுதி நீர் (Pacific-Arctic Intermediate water) காணப்படுகின்றது. முன்னே கூறியபடி வட அட்லான்டிக்கில் இடைப்பகுதி நீர் சிறப்பாக அமையவில்லை.

உப அயனமண்டலப் பகுதிகளிலும் அமிழ்தல் ஏற்படுகின்றது. என்றாலும், இவை அவ்வளவு சிறப்பாக அமையவில்லை. இங்குத்தான் சமுத்திரங்கள் எல்லாவற்றின் மத்திய நீர் (Central water) காணப்படுகின்றது.

மேலே கூறப்பட்டவைகளையும் தவிர்த்து, இரு இடைப்பகுதி நீர்கள் முக்கியமானவையாகும். இவைதாம் ஜிப்ரால்டர் நுழைப்படிவத்தின் (Sill) மூலம் வெளியேறும் மத்தியதரைக் கடல் நீரும், பாப்-எல்-மெண்டப் (Bab-el-Mendeb) மூலம் இந்திய சமுத்திரத்தையடையும் செங்கடல் நீரும் ஆகும்.

3. சலனம் (Movement)

அலைகள்—(Waves)

கடல்நீர் நிலையாயிருப்பதில்லை. காற்று, கடலில் அலைகளை எழுப்புகின்றது. கடல் மட்டம் ஓதங்களால் உயர்ந்து தாழ்கின்றது. கடல் நீரோட்டங்களால் நீர் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குக் கடத்தப்படுகின்றது. இவ்விதமாகக் கடலில் சலனங்கள் (Movements) காணப்படுகின்றன.

அலைகளில் காணப்படும் சலனம் அலைவுத் தன்மை (Oscillatory) கொண்டவையாகும். கடலில் நீர் மட்டம் ஏறி இறங்குவதன் மூலமே அலைகள் அறியப்படுகின்றன. அலைகளைப் பற்றிப் பல காலமாகவே ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டுவந்துள்ளன. என்றாலும், சமீப காலமாகத்தான் அவ்வாராய்ச்சிகளில் மிகுந்த கவனம் செலுத்தப்பட்டுள்ளது. இவ்விதம் அலைகளைப்பற்றி நாம் அறிந்தவற்றிற்குக் கார்னிஷ் (Cornish), க்ருமல் (Krummel), மார்மர் (Marmer), டிஃபான்ட் (Defant) போன்றோர் பெரிதும் காரணமாயுள்ளனர். அலைகளைப் பற்றிப் பல விவரங்கள் கிடைத்துள்ளபோதிலும் அறியவேண்டியது மிகவுள்ளது.

கடல் அலைகள், காற்றிலிருந்து சக்தி நீருக்கு மாற்றப்படுவதால் தோன்றுகின்றன. அலைகளின் மேற்பரப்பு வளைந்த (Curve) கோட்டின் உருவிலமைந்துள்ளது. இவ் வளைந்த கோட்டில் உச்சிகளும் (Crusts) பள்ளங்களும் (Troughs) ஒன்றின் பின் ஒன்றாய் அமைந்துள்ளன. உச்சிக்கும் பள்ளத்திற்கும் இடையே காணப்படும் செங்குத்து உயரத்திற்கு அலை உயரம் (Wave-height) என்று பெயர். ஒரே இடத்தில் இரண்டு உச்சிகள் தோன்றுவதற்கு ஆகும் காலத்திற்கு அலைகாலம் (Wave-period) என்று பெயராகும். இரு உச்சிகளுக்கிடையே கடலின் மேல்தளத்தில் காணப்படும் கிடைத்தூரத்திற்கு (Horizontal distance), அலைநீளம் (Wave length) என்று பெயராகும். ஒரு வினாடியில் அலை கடக்கும் தூரத்துக்கு அலைவேகம் (Wave velocity) என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. அலைகளில் இரண்டு வகைகள் உண்டு. ஒன்று முன்னேறும் அலைகள் (Progressive waves) என்றும், மற்றது நிலையான அலைகள் (Standing waves) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. எதிரெதிர்த் திசையில் செல்லும் இரு முன்னேறும் அலைகளின் தொகுப்பே நிலையான அலை என்று கொள்ளலாம்.

கடலில் நீர் அலைவடிவில் கடத்தப்படுகின்றது. அலைகள் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் செல்லுகின்றன. ஆனால், இவ் அலையில் ஒரு கார்க்கைப் (cork) போட்டால் அது எத்திசையிலும் செல்வதில்லை. அது மேலும் கீழும் செல்கின்றது. இதனால் அலைகளில் நீர்த்துளிகள் (Water particles) வட்டவடிவில் செல்லுகின்றன என்பது நன்கு விளங்கும். எனவே, அலைகள் குறிப்பிட்ட திசையில் சென்றாலும், அதில் காணப்படும் நீர்த்துளிகள் சலனமடைந்தாலும் ஓரிடத்திலேயே உள்ளன என்பது விளங்கும். அலைகளில் நீர்த்துளிகளின் சலனம், வண்டியின் சக்கரம் நகரும்போது வரையப்படும் வரை கோட்டை (Graph) ஒத்தமைந்துள்ளது. ஆனால், இது தலைகீழாக அமைந்துள்ளது.

அலைகளில் காணப்படும் சலனங்களை ஆராயும்பொழுது இரண்டு விதமான சலனங்களை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஒன்று அலைகளின் சலனம்; மற்றது நீர்த் துளிகளின் சலனம் ஆகும். முன்னேறும் அலையில் நீர்த்துளிகள் வட்ட (Circular), நீள்வட்டப் (Elliptical) பாதையில் நகருகின்றன. நிலையான அலையில் இவற்றின் சலனம் குவியும் புள்ளிகளில் (Nodes) கிடையாகவும், இரு குவியும் புள்ளிகளுக்கிடையே செங்குத்தாகவும் அமைந்துள்ளது.

ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் நீர்த்துளிகளின் சலனம் வட்ட வடிவில் அமைந்துள்ளது. முன்னேறும் அலையின் உச்சியில் முன்னோக்கியும், பின் சரிவின் மையத்தில் கீழ் நோக்கியும், பள்ளத்தில் பின்னோக்கியும், முன் சரிவின் மையத்தில் மேல் நோக்கியும் அமைந்துள்ளது. அலைகள் நீருக்கடியிலும் காணப்படுகின்றன. ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் கீழே செல்லச் செல்ல வேகம் குறைகின்றது. செங்குத்து வேகம் கிடை வேகத்தைவிடத் துரிதமாகக் குறைவதால் நீர்த்துளிகள் நீள் வட்டவடிவில் சலனமடைகின்றன. அலையின் நீளத்திற்கு (Wave length) ஏற்ற அளவு ஆழத்தில் காணப்படும் வேகம் கடலின் மேல்தளத்தில் காணப்படும் வேகத்தில் ஐந்நூற்றில் ஒன்ருகும். ஆதலால், மேல்மட்டத்திற்குச் சிறிது கீழ்வரைதான் அலைகளின் சக்தி காணப்படுகின்றது. கரைக்கு அருகில் நீர் அலையால் தூக்கியெறியப்பட்டாலும், அலைகளின் உயரம் மிக அதிகமில்லை. அலையின் அதிகபட்ச உயரம் 50′-க்கு மேல் காணப்படுவதில்லை.

அலைகளை நாம் வேறுவகையில் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று இயக்கப்பட்ட அலைகள் (Forced waves); மற்றது இயல்பான அலைகள் (Free waves) ஆகும். இவற்றில் இயக்கப்பட்ட அலைகள் காலவரையறைக்குட்பட்ட விசைகளால் தோன்றுவன. இவற்றின் அலை காலம் (Wave period) இவ்வித விசைகளின் காலத்தை ஒத்தமைந்திருக்க வேண்டும். இயல்பான அலைகள் நீர்நிலைகள் விசையால் பாதிக்கப்படும் பொழுது ஏற்படுவனவாம். இவை நீர்நிலைகளின் நீளம், ஆழம், உராய்வு (Friction) இவற்றைப் பொறுத்துள்ளன.

ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் அலைவேகம் நீர்நிலையின் ஆழத்தைப் பொறுத்துள்ளது. ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் அலைவேகம் அதன் அலை நீளத்தைப் பொறுத்துள்ளது. ஆழம் இடைப்பட்ட பகுதிகளில் அலை வேகம், அலையின் நீளம், நீர்நிலையின் ஆழம் ஆகிய இரண்டையும் பொறுத்துள்ளது. நீர்நிலையின் ஆழம் அலைநீளத்தின் பாதியளவிற்கு மேல் இருக்குமேயானுல், அலையின் வேகம் அலைநீளத்தைப் பொறுத்திருக்கும். ஆழம் இதற்குக் குறைவாக இருக்குமேயானுல் அலை வேகம் நீர்நிலையின் ஆழத்தைப் பொறுத்திருக்கும். அலைநீளத்தைப்

பொறுத்துள்ள அலைகளுக்குச் சிற்றலைகள் (Short waves) என்றும், நீர் நிலையின் ஆழத்தைப் பொறுத்துள்ள அலைகளுக்குப் பேரலைகள் (Long waves) என்றும் பெயர். சிற்றலைகள் அழிக்கும் தன்மையை அதிகம் பெற்றுள்ளன; எனவே, இவற்றை அழிக்கும் அலைகள் (Destructive waves) என்றும், பேரலைகளை ஆக்கும் அலைகள் (Constructive waves) என்றும் பெயரிட்டழைக்கின்றனர்.

கடற்கரையை அணுகும்போது அலைகளின் அடிப்பாகத்தில் உராய்வு ஏற்படுவதால் வேகம் குறைகின்றது. எனவே, காற்று எத்திசையிலிருந்து வீசினாலும் கடற்கரையை அடுத்து அலைகள் பெரும்பாலும் கரைக்கு இணையாகவேயுள்ளன; முக்கியமாக மணற்கடற்கரையை அடுத்து இவ்வித அமைப்புக் காணப்படுகின்றது.

அலைகள் கரையை அணுகும்போது அவற்றின் அடிப்பாகம் நிலத்துடன் உராய்கின்றது. எனவே, அதன் வேகம் அடித்தளத்தில் குறைகின்றது. ஆனால் அலையின் மேற்பகுதி அதே வேகத்தில் முன்னேறுகிறது. இதனால் அலையின் மேற்பகுதி முன்னும், கீழ்ப்பகுதி பின்னும் காணப்படுகின்றது; மேற்பகுதி முன்னேக்கிச் சாய்ந்து கரையில் மோதுகின்றது. கரையை அடுத்து ஆழம் அதிகமாயிருக்குமேயானால் ஓங்கல்களில் நீர் மேபதி அதிக உயரத்திற்கு எழும்புகின்றது.

கடல் நீரோட்டங்கள் (Ocean Currents)

கடல் நீர் ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. அதில் பல அசைவுகள் காணப்படுகின்றன. கடலிற் காணப்படும் சலனங்களை இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று அலைவுத் தன்மையுள்ள (Oscillatory) சலனமாகும். மற்றதில் நீர் இடமாற்றம் (Displacement) ஏற்படுகின்றது. இரண்டாவது வகையான சலனங்களுக்கு உதாரணமாகக் கடல் நீரோட்டங்களைக் கூறலாம். இவ்விதக் கடல் நீரோட்டங்களால் ஏற்படும் பலன்கள் முக்கியமானவையாய் இருப்பதால் கடல் நீரோட்டங்களைப்பற்றி விரிவாய் ஆராய்தல் அவசியமாகின்றது. கடல் நீரோட்டங்களின் திசை, வேகம் இவற்றை ஆராய நீரோட்டப் பாட்டில்கள் உபயோகப்படுகின்றன.

(புத்தகத்தின் கடைசியில் படம் 3·1-ல் கடல் நீரோட்டங்கள் காட்டப் பட்டுள).

கடல் நீரோட்டத்திற்கான காரணங்கள்

கடல் நீரோட்டம் ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள் பல கூறப் படுகின்றன. ஆனால், எந்த ஒரு நீரோட்டத்திற்கும் திட்டமான ஒரு காரணம் கூறுவதற்கில்லை. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள காரணங்களில்

ஒன்றினாலோ அல்லது பலவற்றின் சேர்க்கையாலோ கடல் நீரோட்டங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பதில் யாதொரு ஐயமுமில்லை. இக் காரணங்களைச் சற்று விரிவாகவே இங்கு ஆராய்வோம். கடல் நீரோட்டங்கள் ஏற்படு வதற்கு நான்கு முக்கிய காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன.

1. **வெப்பநிலை வேறுபாடு** (Difference in Temperature) : வளி மண்டலத்தின் காற்றோட்டம் (Wind circulation) அயன மண்டலங்களுக்கும், முக்கியமாகப் பூமத்தியரேகைப் பகுதிக்கும், துருவ மண்டலங்களுக்கும் இடையே காணப்படும் வெப்பநிலை வேறுபாட்டால் ஏற்பட்டது என்பதை நாம் அறிவோம். அவ்விதமே கடலின் வெப்பநிலையிலும் பூமத்தியரேகைப் பகுதிக்கும் துருவ மண்டலங்களுக்குமிடையே வேறுபாடு காணப்படு கின்றது பூமத்தியரேகைப் பகுதியிலிருந்து துருவங்களை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைகின்றது என்று அறிவோம். வெப்ப நிலையைப் பொறுத்து கடல் நீரின் அடர்த்தி யமைந்துள்ளது என்பதும் நாம் அறிந்ததே. எனவே, பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் வெப்பம் மிகுந் திருப்பதால் அப் பகுதியில் நீர் விரிவடைகின்றது. இதனால், பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் கடல் மட்டம் உயருகின்றது. அதே சமயத்தில் துருவ மண்டலங்களை யடுத்துள்ள பகுதிகளில் வெப்பநிலை குறைவாய் இருப்பதால் நீர் சுருங்குகின்றது. எனவே, நீர் அடர்த்தி (Density) மிகுந்ததாக மாறு கின்றது. இதனால், இந்நீர் அமிழ்கின்றது. ஆதலால், துருவ மண்டலங் களின் கடல் மட்டம் தாழ்கின்றது. இதனால், பூமத்தியரேகைப் பகுதிக்கும் துருவ மண்டலப் பகுதிகளுக்குமிடையே கடல் மட்டச் சரிவு (Gradient) காணப்படுகின்றது. ஆதலால், நீர் மேற்பரப்பில் பூமத்தியரேகைப் பகுதியி லிருந்து துருவ மண்டலப் பகுதிகளை நோக்கிப் பாய்கின்றது. இதை ஈடு செய்யக் கடலின் அடித்தளத்தில் நீர் துருவ மண்டலப் பகுதிகளிலிருந்து பூமத்தியரேகைப் பகுதியை நோக்கிப் பாய்கின்றது. இவ்விதம் வெப்பமிகு நீர் கடலின் மேற்பரப்பில் பூமத்தியரேகைப் பகுதியிலிருந்து துருவ மண்டலப் பகுதிகளை நோக்கியும், கடலின் அடித்தளத்தில் துருவ மண்டலப் பகுதிகளிலிருந்து குளிர்ந்த நீர் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியை நோக்கியும் பாய்கின்றது.

2. **உப்பளவில் வேறுபாடு** (Difference in Salinity) : கடல் நீரின் அடர்த்தியைப் பாதிக்கும் காரணிகளில் உப்பளவும் ஒன்றாகும். ஒரே வெப்ப நிலையில் உப்பளவு மிகுந்த நீர் அடர்த்தி மிகுந்ததாகவும், உப்பளவு குறைந்த நீர் அடர்த்தி குறைந்ததாகவும் காணப்படும். உப்பளவு மிகுந்த நீர் அடர்த்தி மிகுந்திருப்பதால் அமிழ்கின்றது. இதனால் உப்பளவு மிகுந்த நீர்நிலைக்கும், உப்பளவு குறைந்த நீர் நிலைக்கும் இடையே நீர்மட்டத்தில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இதனால், உப்பளவு மிகுந்த பகுதியை நோக்கி உப்பளவு குறைந்த பகுதியிலிருந்து நீர் கடலின் மேற்பரப்பில் பாய்கின்றது. இதை ஈடு

செய்யும் வகையில் நீர் உப்பளவு மிகுந்த பகுதியிலிருந்து கடலின் அடித் தளத்தில் உப்பளவு குறைந்த பகுதியை நோக்கிப் பாய்கின்றது. உதாரணமாக, மத்தியதரைக் கடலின் உப்பளவு (சுமார் 38‰) அதை அடுத்துள்ள அட்லான்டிக் சமுத்திரப் பகுதியின் உப்பளவை (சுமார் 35‰) விட அதிகமாகும் எனவே, அட்லான்டிக் சமுத்திர நீர்மட்டம் மத்தியதரைக் கடல் நீர்மட்டத்தைவிட உயர்ந்து காணப்படுகின்றது. ஆதலால், அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திலிருந்து நீர் கடலின் மேற்பரப்பில் ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியின் (Straits of Gibraltar) மூலம் மத்தியதரைக் கடலுக்குள் பாய்கின்றது அதே சமயத்தில் ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியின் அடித்தளத்தில் நீர் மத்தியதரைக் கடலிலிருந்து அட்லான்டிக்கிற்குப் பாய்கின்றது. (படம் 3.6 பார்க்கவும்.)

3. வளிமண்டல அழுத்த வேறுபாடுகள்: வளிமண்டல (Atmosphere) அழுத்தம் குறைந்த பகுதிகளில் கடல் மட்டம் உயர்ந்தும், அழுத்தம் மிகுந்த பகுதிகளில் கடல் மட்டம் தாழ்ந்தும் இருத்தல் இயல்பே யாகும். இதனுல், வளிமண்டல அழுத்தம் குறைந்த பகுதிகளிலிருந்து அழுத்தம் மிகுந்த பகுதிகளை நோக்கி நீர் பாய்கின்றது.

மேலே குறிப்பிட்ட நீரோட்டங்கள் எல்லாம் கடல் மட்ட வேறு பாட்டினுல் ஏற்பட்டவை யாகும். அவற்றில் கடல் மட்ட வேறுபாட்டிற்கான காரணங்கள்தான் வேறுபடுகின்றன. இவற்றைச் சரிவு நீரோட்டங்கள் (Currents due to Gravity) என்று கூறலாம்.

கடலின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் நீர் காற்ருல் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. காற்று வீசும்பொழுது கடலின் மேற்பரப்பு நீர் காற்றின் திசையில் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றது. ஆழம் செல்லச் செல்லக் காற்றின் விளைவுகள் குறைகின்றன. எனவே, காற்றினுல் ஏற்படும் நீரோட்டம் குறைந்த அளவு ஆழத்திற்கே காணப்படுகின்றது. இவ்விதம் காற்றினுல் ஏற்படும் நீரோட்டம் காற்று வீசும் காலம், வேகம், திசை, கடலின் ஆழம் இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. காற்றினுல் ஏற்படும் நீரோட்டத்தின் வேகம் காற்றின் வேகத்தில் $1\frac{1}{2}$‰ அளவில் உள்ளதாகக் கணக்கிட்டு இருக்கிருர்கள். இவற்றிற்கு உதாரணமாகப் பூமத்தியரேகைக் கடல் நீரோட்டங்களைக் கூறலாம்.

மேலே கூறப்பட்ட காரணங்களால் ஏற்படும் நீரோட்டங்கள் இரு பெரும் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. அவையாவன:

1. திசை மாற்றும் விசை (Coriolis Force): இவ்விசைக்குக் காரணம் பூமி தன்னைத் தானே சுற்றிக் கொள்ளுதலாகும். இது பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் குறைவாகவும், துருவப் பகுதிகளை நோக்கி அதிகரித்தும்

காணப்படுகின்றது. இத் திசை மாற்றம் வட கோளார்த்தத்தில் வலக் கைப் புறமும், தென் கோளார்த்தத்தில் இடக் கைப்புறமும் அமைந்துள்ளது. இவ்விதம் ஏற்படும் திசை மாற்றம் சாதகமான சூழ்நிலையில் 40°யிலிருந்து 45° வரை அமையலாம்.

2. நில அமைப்பு (Shape of the land masses): கடல் நீரோட்டங்கள் நில அமைப்பால் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, தென் கோளார்த்தத்தில் கிழக்கு நோக்கிப் பாயும் மேல்காற்று நீரோட்டத்தின் (West Wind Drift) ஒரு பகுதி தென் அமெரிக்கா, ஆப்பிரிக்கா, ஆஸ்திரேலியக் கண்டப் பகுதிகளால் தடை செய்யப்பட்டு, முறையே பெரு (Peru), பெங்குலா (Benguela), மேற்கு ஆஸ்திரேலிய (West Australian) நீரோட்டங்களாக மாறுகின்றது. அவ்விதமே அரேபியக் கடல் (Arabian Sea), வங்காள விரிகுடா (Bay of Bengal) இவற்றில் காணப்படும் நீரோட்டங்கள் பெருமளவு நில அமைப்பைப் பொறுத்தே அமைந்துள்ளது. இவ்விதமே தென் அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டம் ஸா ராக் முனையினுல் பிரிக்கப்பட்டு, ஒரு பகுதி வடக்கு நோக்கியும், மற்றொரு பகுதி தெற்கு நோக்கியும் பாய்கின்றது.

மேலே கடல் நீரோட்டங்கள் ஏற்படுவதற்கான காரணங்களையும், அவ்விதம் ஏற்பட்ட கடல் நீரோட்டங்களைப் பாதிக்கும் காரணிகளையும் விவரித்தோம். கடல் நீரோட்டங்கள் ஒரே காரணத்தால் ஏற்படுவதில்லை; ஒரே காரணியால் மட்டும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆதலால், கடல் நீரோட்டங்களுக்கான தனிக் காரணம் கூறுதல் எளிதல்ல. உதாரணமாகப் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டங்களையும், வட அட்லான்டிக் பகுதியையும் எடுத்துக்கொள்வோம். பூமத்திய ரேகைக்கும் துருவ மண்டலங்களுக்கும் இடையேயுள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டால் மேல்தளத்தில் துருவங்களை நோக்கி நீர் பாய்கின்றது என்று கண்டோம். இதனுல் வடக்கு நோக்கி நீர் பாய்கின்றது. அயன மண்டலப் பகுதியில் வடகிழக்கிலிருந்து வியாபாரக் காற்று (Trade winds) வீசுகின்றது. இதனுல், வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்ற நீர் தென்மேற்காக உந்தப்படுகின்றது. ஒரு பொருள் வெவ்வேறு திசையில் இயங்கும் இரு விசைகளால் பாதிக்கப்படும்பொழுது, அப்பொருள் இரண்டு விசைகளுக்கும் இடைப்பட்ட திசையில் நகருகின்றது என்பதை இணைகர விசைக் கோட்பாட்டின் (Law of Parallelogram force) மூலம் அறிவோம். ஆதனுல், நீர் வடக்கு, தென்மேற்கு இவற்றிற்கு இடைப்பட்ட திசையில், மேற்கு, வடமேற்காகப் (West, North-west) பாய்கின்றது. இந் நீர் அயன மண்டல மேற்குப் பகுதியில் குவிகின்றது. மேற்காகச் செல்லும்போது திசை மாற்றமடைகின்றது. இந் நீரின் ஒரு பகுதி மெக்ஸிகோ வளைகுடாவினுட் சென்று, குறுகிய ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி

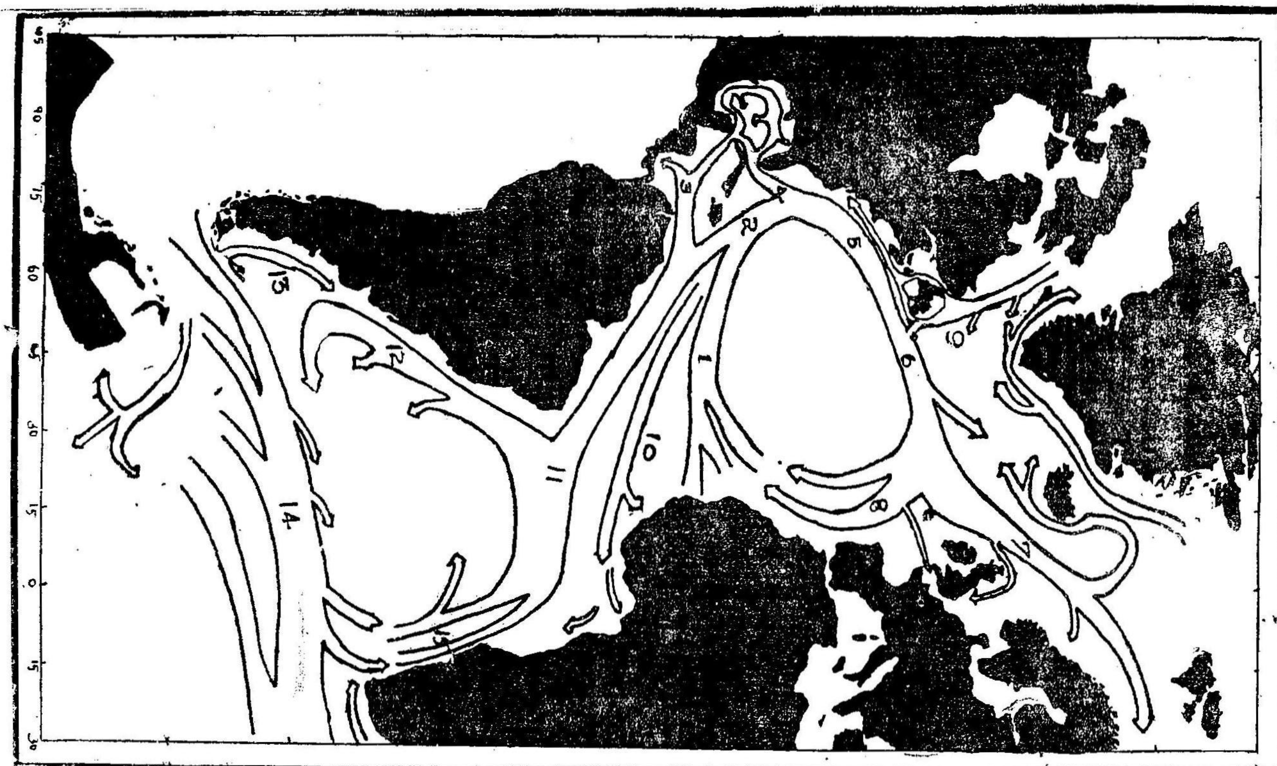
வழியாக ஃப்ளாரிடா நீரோட்டமாகப் பாய்கின்றது. இவ்விதமாக, ஒரே நீரோட்டம் நான்கு விதக் காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகிறது.

அட்லான்டிக் நீரோட்டங்கள் (Currents of Atlantic Ocean)

அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் காணப்படும் கடல் நீரோட்டங்களைப் பற்றிய விவரங்கள் நமக்கு அதிக அளவில் கிடைத்துள்ளன. அட்லான்டிக் நீரோட்டங்களை வட, தென் அட்லான்டிக் நீரோட்டங்கள் என்று பிரித்து ஆராய்தல் விளக்கமாக இருக்கும்.

வட அட்லான்டிக் நீரோட்டங்கள், மற்ற எல்லா நீரோட்டங்களையும் விட விரிவான முறையில் ஆராயப்பட்டுள்ளன. இதற்கு முக்கிய காரணம் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சியில் அதிக அளவு ஈடுபட்டுள்ள நாட்டினர் எல்லோரும் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தைச் சார்ந்துள்ள பகுதிகளில் வாழ்வோராவர். வட அட்லான்டிக்கில் காணப்படும் நீரோட்டங்கள் எல்லாம் பெருமளவு வட அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தைப் பொறுத்தே அமைந்துள்ளன. வட அட்லான்டிக் நீரோட்டங்களில் முக்கியமானவை தெற்கில் வட அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டமும், வடக்கில் கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்புமே (Gulf Stream System) ஆகும்.

அயன மண்டலத்தில் வடகிழக்கிலிருந்து 'வியாபாரக் காற்றுகள் வீசுகின்றன. இக் காற்றால் வட அட்லான்டிக்கின் கிழக்குப் பகுதியிலுள்ள மேல்மட்ட நீர் மேற்கு நோக்கி அடித்துச் செல்லப்படுகின்றது. இதற்கு வட அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டம் (North Atlantic Equatorial Current) என்று பெயர். வட அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டம் மேற்கு நோக்கிப் பாய்கையில் திசை மாற்றமடைந்து, வடமேற்காகப் பாய்கின்றது. அட்லான்டிக்கின் மேற்குப் பகுதியில் இந் நீரோட்டத்துடன் தென் அட்லான்டிக் பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்தின் ஒரு பகுதி கலக்கின்றது. இதனுல், வட பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. தென் அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்ட நீர், வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்தினின்றும் வேறுபட்ட குணங்கள் கொண்டதாகும். இக் கலப்பு வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்தின் தெற்குப் பகுதியை மட்டும் பாதிக்கின்றது. ஆதலால், வட பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் வடபகுதியில் கலப்பில்லாத நீரும், தெற்குப் பகுதியில் கலப்பு நீரும் (Mixed water) காணப்படுகின்றது. இவ்விதச் சேர்க்கையால் மாறுபட்ட வட பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் தெற்குப் பகுதி கரிபியன் கடலுள் (Caribbean Sea) பாய்கின்றது. வட பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் வட பகுதி கரிபியன் கடலுக்குக் கிழக்கில் அன்டிலிய (Antilles) நீரோட்டமாக வடக்கு நோக்கிப்



படம் 3·2. அட்லான்டிக் சமுத்திர நீரோட்டங்கள்: 1. வட பூமத்திய ரேகை நீரோட்டம், 2. அன்டிலிய நீரோட்டம், 3. கரிபியன் நீரோட்டம், 4. ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம், 5. கல்ஃப் நீரோட்டம், 6. வட அட்லான்டிக் நீரோட்டம், 7. நார்வே நீரோட்டம், 8. கானரி நீரோட்டம், 9. லாப்ரடார் நீரோட்டம், 10. பூமத்திய ரேகைஎதிர் நீரோட்டம், 11. தென் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டம், 12. ப்ரேஸில் நீரோட்டம், 13. ஃபாக்லந்து நீரோட்டம், 14. மேல்காற்று நீரோட்டம், 15. பெங்குலா நீரோட்டம்.

பாய்கின்றது. இவ்விதப் பிரிவினை யுகாடன் கால்வாய்க்கு (Yucaton Channel) அருகில் ஏற்படுகின்றது. ஆதலால், யுகாடன் கால்வாய்ப் பகுதியை வட அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் முடிவாகவும், கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பின் ஆரம்பத் தலமாகவும் கொள்ளலாம். கரிபியன் கடலுள் பாயும் நீர், அதன் (யுகாடன் கால்வாய்) வழியே நாற்புறமும் நிலத்தாற் சூழப்பட்டுள்ள மெக்ஸிகோ வளைகுடாவினுட் பாய்கின்றது. இவ்விதம் மெக்ஸிகோ வளைகுடாவினுள் (Gulf of Mexico) சேரும் நீர், மெக்ஸிகோ, டெக்ஸாஸ் (Texas) இவற்றின் கரையில் தேக்கப்படுகின்றது. இவ் வளைகுடாவிற்கும் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திற்கும் இடையே குறுகிய ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியின் மூலமே யன்றி, வெளியேற வேறு பாதையில்லாமையால், மெக்ஸிகோ வளைகுடாவில் நீர்மட்டம் உயருகின்றது உதாரணமாக, ஃப்ளாரிடாவின் மேற்குக் கரையிலுள்ள ஸிடார் கீஸுக்கும் (Cedar Keys), கிழக்குக் கரையிலுள்ள ஸெயின்ட் அகஸ்டினுக்கும் (St. Augustine) இடையே நீர்மட்டத்தில் சுமார் 19 செ. மீ. அளவில் வித்தியாசம்

படம் 3·3. மெக்ஸிகோ வளைகுடாவில் நீரோட்டங்கள் :

M. G. மெக்ஸிகோ வளைகுடா, Y. C. யுகாடன் கால்வாய், F. St. ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி, F.C. ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம், A.C. அன்டிலிய நீரோட்டம்.

காணப்படுகின்றது. எனவே, இந் நீர்மட்ட வேறுபாட்டால் இந் நீர் ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி வழியே கல்ஃப் நீரோட்டமாகப் பாய்கின்றது.

வட அட்லாண்டிக் நீரோட்டங்களில் கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பு மிக முக்கியமானதும், விரிவாக ஆராயப்பட்டதும் ஆகும். இந் நீரோட்டம் ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியிலிருந்து நார்வேக் கடல் வரை பரந்து காணப்படு கின்றது.

கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பு (Gulf System)

கல்ஃப் நீரோட்டம் 16ஆம் நூற்ருண்டின் ஆரம்பத்தில் முதன் முதல் அறியப்பட்டது. 1513ஆம் ஆண்டு மார்ச்சு மாதம் பான்ஸ் - டி - லியான் (Ponse – de - Leon) என்பவர் ப்யூர்டோ ரிகோ (Puerto Rico) விலிருந்து மூன்று கப்பல்களுடன் புறப்பட்டார். ஃப்ளாரிடாவின் கிழக்குக் கடற்கரை யோரம் தெற்கு நோக்கிப் பிரயாணம் செய்கையில், கப்பலின் போக்கு அதிக அளவிற்குத் தடைப்படுவதைக் கண்டார். இதற்குக் காரணம், மிகுந்த வேகத்துடன் வடக்கு நோக்கிப் பாயும் ஒரு நீரோட்டமே என்று கண்டார். இந் நீரோட்டம் அக் கப்பலில் பிரயாணம் செய்த அலேமினுஸ் (Alaminos) என்ற மாலுமியால் கண்டு அறியப்பட்டது. இவ்விதம் கல்ஃப் நீரோட்டம் முதன் முதல் அறியப்பட்டது.

இந் நீரோட்டத்தை நன்கு விளக்கும் முதற் படம் 18ஆம் நூற்ருண்டில் வரையப்பட்டது. இதைப் பற்றிய விரிவான ஆராய்ச்சி 1845 ஆம் ஆண்டுக் குப் பிறகுதான் தொடங்கப்பட்டது. இருந்தபோதிலும், இதற்கு முன்னு லேயே ஃப்ராங்லின் (Franklin) என்பவர் இந் நீரோட்டத்தின் இரு புறத் திலும் கடல் நீரின் வெப்பநிலை அதிகமாயிருத்தலைக் கண்டறிந்தார்.

கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பின் ஆரம்பம் கரிபியன் கடலில் உள்ளது இத் தொகுப்பின் முடிவாக நார்வே நீரோட்டம் (Norway Current) கருதப் படுகின்றது. கரிபியன் கடலிலிருந்து ஆர்க்டிக் சமுத்திரம் வரை இத் நீரோட்டத் தொகுப்பு 6000 மைல்கள் நீண்டு காணப்படுகின்றது. இந் நீரோட்டத் தொகுப்பு முழுவதும் ஒரேவித அமைப்புடன் காணப்படுவ தில்லை. உண்மையில் இது பல வேறுபட்ட அமைப்புகளைக் கொண்ட நீரோட்டங்களின் சேர்க்கையே யாகும். ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியில்தான் இந் நீரோட்டத் தொகுப்பு தனது இயல்பான ஆற்றின் தன்மையுடன் காணப்படுகின்றது. இங்கு, இது ஓர் ஆருகவே பெருகிப் பாய்கின்றது. தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, இது தன் இயல்பான தன்மையை இழந்துவிடு கின்றது. ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியில் இதன் வெப்பநிலை, உப்பளவு, வேகம் எல்லாம் அதி அளவிலேயே அமைந்துள்ளன. நார்வேக் கடலிற் காணப் படும் நீரோட்டத்தின் மேற்கண்ட குணங்கள் அதன் ஆரம்பத்திலுள்ளதி னின்றும் பெருமளவு வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இவ்விதம் வேறுபட்ட

படம் 3·4. கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பு: C H. ஹட்டராஸ் முனை, G.Ba. கிராண்ட் பஹாமாஸ், G.B. கிராண்ட் திட்டுக்கள் (Grand Banks), A.C. அன்டிலிய நீரோட்டம், F.C ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம், G.S. கல்ஃப் நீரோட்டம், N.A.D. வட அட்லாண்டிக் நீரோட்டம் (சலனம்), S. ஸார்க்கஸோ கடல், S.W. சரிவு நீர், C.W. கடற்கரை நீர்.

குணங்களைக் கொண்டு கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பை ஐஸ்லின் (Islin) என்பவரைப் பின்பற்றி மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை யாவன :

1. ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியிலிருந்து ஆரம்பமாகி, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் கிழக்குக் கரையில் அமைந்துள்ள ஹட்டராஸ் முனையைச் (Cape Hatteras) சார்ந்த பகுதி வரையில் காணப்படும் பிரிவாகும். இதற்கு ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் (Florida Current) என்று பெயர் ஆகும்.

2. ஹட்டராஸ் முனையிலிருந்து இந் நீரோட்டம் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் கரையை விட்டு விலகிச் செல்கின்றது. இங்கிருந்து 45° வட அட்சத்தில் நியூ ஃபவுண்ட்லாந்தைச் (New Foundland) சார்ந்துள்ள கிராண்ட் பாங்க்ஸ் (Grand Banks) வரை உள்ளது இரண்டாவது பகுதி யாகும். இதற்குத்தான் கல்ஃப் நீரோட்டம் (Gulf Stream) என்று பெயராகும்.

3. மூன்றாவது பிரிவு கிராண்ட் பாங்க்ஸிலிருந்து கிழக்கு, வடகிழக்காகப் பாயும் பகுதியாகும். இது பொதுவாக வட அட்லான்டிக் நீரோட்டம் (North Atlantic Drift) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இங்கு மேற்குக் காற்று ஒரே திசையிலிருந்து வீசாமல் வேறுபட்டு வீசுவதால் நீரோட்டத்தின் திசையிலும் பல வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. மேலும், இதன் வேகம் மிகக் குறைவாயுள்ளமையால் இதை நீரோட்டம் (Current) என்று கூறுவதைவிடச் சலனம் (Drift) என்று கூறுதல் சாலச் சிறந்ததாகும். இது ஐரோப்பாவை நெருங்குகையில் பல கிளைகளாகப் பிரிகின்றது. இந் நீரோட்டம் ஆர்க்டிக் சமுத்திரத்திற்கருகில் இர்மிஞ்சர் நீரோட்டம் (Irminger Current), நார்வே நீரோட்டம் என்பவைகளில் முடிகின்றது.

ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் (Florida Current)

ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் நீர்மட்ட வேறுபாட்டால் ஏற்படுவது என்று கண்டோம். மெக்ஸிகோ வளைகுடாவின் நீர்மட்டம் அட்லான்டிக் சமுத்திர நீர்மட்டத்தைவிட 19 செ. மீ. அதிக உயரத்தில் உள்ளது. மெக்ஸிகோ வளைகுடாவையும் அட்லான்டிக்கையும் இணைக்கும் ஒரே மார்க்கம் ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியாகும். இது அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் தெற்குப் பகுதியில் உள்ள ஃப்ளாரிடாவிற்கும் க்யூபாவிற்கும் (Cuba) இடையே யுள்ள ஒரு கடற்பகுதியாகும். இதன் வழியே நீர் மெக்ஸிகோ வளைகுடாவிலிருந்து அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திற்குப் பாய்கிறது. இதனை கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் ஆரம்பமாகக் கருதுகிறார்கள். ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியின் அகலம் சுமார் 100 மைல்கள் ஆகும். கிழக்கே செல்லச் செல்ல அகலம் குறைகின்றது. பஹாமாத் (Bahamas) தீவுகளுக்குச் சிறிது வடக்கில்

இதன் அகலம் மறுபடியும் அதிகரிக்கின்றது. லிட்டில் பஹாமாத் திட்டுகளுக்கு (Little Bahama Banks) வடக்கில் இதன் அகலம் சுமார் 50 மைல்கள் ஆகும்.

இந் நீரோட்டம் ஆரம்பத்தில் சுமார் 6000' ஆழம் வரை காணப்படுகின்றது. கிழக்கே செல்லச் செல்ல, இதன் ஆழம் குறைகின்றது. இறுதியில் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தையடையும் பொழுது இதன் ஆழம் 2400' ஆகும். இந் நீரோட்டம், முதல் 400 மைல்களுக்கு அதிக வேகத்துடன் பாய்கின்றது. ஆனால், இதன் எல்லாப் பகுதிகளிலும் வேகம் ஒரே அளவாய் இருப்பதில்லை. இதன் மையத்தில் வேகம் அதிகமாயும், இரு புறங்களிலும் வேகம் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது. இதன் சராசரி வேகம் சுமார் 3 மைல்கள் ஆகும். இதன் வேகம் அலைப் பகுதிக்குச் சிறிது கீழ் அதிகமாயும், ஆழம் செல்லச் செல்லக் குறைந்தும் அமைந்து உள்ளது. ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் வெப்பநிலையும் ஒரே அளவாயில்லை. இதன் மேற்பரப்பில் வெப்பநிலை 80°F வரை காணப்படுகின்றது. கீழே செல்லும் போது வெப்பநிலை படிப்படியாகக் குறைகின்றது. அடித்தளத்தில் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் வெப்பநிலை 45° Fக்குமேல் இல்லை; இதைவிடக் குறைவாகவே இருக்கலாம். கிடையாகவும் இதன் வெப்பநிலையில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது மேற்கிலுள்ளதைவிடக் கிழக்கில் வெப்பநிலை அதிகமாகும். உதாரணமாக, ஃப்ளாரிடாவின் மேற்குக் கரையில் இதன் வெப்பநிலை 50°F ஆகும். ஆனால், பஹாமாத் தீவுகளுக்கு அருகில் இதன் வெப்பநிலை 70°F ஆக உள்ளது.

இந் நீரோட்டத்தின் உப்பளவும் அதிகமாயுள்ளது. இதன் சராசரி உப்பளவு 36‰ ஆகும். (சமுத்திரங்களின் சராசரி உப்பளவு 35‰ ஆகும்). இவ் உயர்ந்த உப்பளவு இந் நீரோட்டத்தின் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றது. பிறகு உப்பளவு 600' வரையில் அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கின்றது. 600' ஆழத்தில் இந் நீரோட்டத்தின் உப்பளவு சுமார் 36. 5‰ ஆகும். பிறகு உப்பளவு கீழ்நோக்கிக் குறைகின்றது.

இவ்விதமாக உப்பளவு மிகுந்த நீர் ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியின் வழியாக ஃப்ளாரிடா நீரோட்டமாகப் பாய்கின்றது. இதன் மேலடுக்குகள் வெப்பநிலை மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இதன் நிறம் கறுத்த நீலநிறமாகும். வுஸ்ட் (Wust) என்பவர் ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி வழியே பாயும் நீரின் அளவு வினாடிக்குச் சுமார் 26 மிலியன் கன மீட்டர்கள் (26 million cubic feet/sec.) என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார். இந்த அளவு ஆண்டிற்காண்டு சிறிதளவு வேறுபாட்டுடன் காணப்படலாம்.

ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியிலிருந்து வெளிவந்தவுடன், ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம் கரையை அடுத்துப் பாய்கின்றது. கரைக்கும் இந் நீரோட்டத்திற்கும்

இடையே ஆழம் குறைந்த கரைநீர் (Coastal water) காணப்படுகின்றது. கரைநீரிலிருந்து ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தை அடைதல் குறைந்த தூரத்திலேயே அமைந்துள்ளமையால், கரையிலிருந்து கறுத்த நீல நிறத்துடன் பாயும் கல்ஃப் நீரோட்ட நீரைத் தெளிவாகக் காணலாம் ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியிலிருந்து வெளிவந்தவுடன் ஸெண்ட் அகஸ்டினுக் (St. Augustine) கருகில் 30° வட அட்சத்தில் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்துடன் அன்டிலிய நீரோட்டம் (Antilles Current) சேருகின்றது. அன்டிலிய நீரோட்டம் மேற்கிந்தியத் தீவுகளுக்குக் கிழக்கில் வடக்கு நோக்கிப் பாயும் வட அட்லான்டிக் பூமத்திய நீரோட்டப் பகுதி என்று கண்டோம். எனவே, 30° வடக்கு அட்சத்திற்கப்பால் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டம், ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி வழியாக வந்த நீர், அன்டிலிய நீரோட்டம் இவற்றின் சேர்க்கையாகும். இதனுல் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் வேகம் தடைப்படுகிறது. மற்றப்படி இதன் குணங்களில் பெரும் மாறுபாடுகள் ஏற்படுவதில்லே. அன்டிலிய நீரோட்டம் விநாடிக்குச் சுமார் 12 மிலியன் கன மீட்டர்கள் நீரைக் கடத்துவதாக வுஸ்ட் (Wust) கணக்கிட்டுள்ளார். இங்கு ஆழம் 2500′ க்கும் குறைவாகவே அமைந்துள்ளமையால், நாம் இந் நீரோட்டத்தை ஓர் ஆழம் குறைந்த நீரோட்டமாகவே கருதவேண்டும். இதன் அடித்தள நீரின் வெப்பநிலே இங்கு 45°F க்கு அதிகமாகவே யுள்ளது. ஐஸ்லின் இந் நீரோட்டத்தின் அளவு ஸார்க்கஸோ நீரின் சேர்க்கையால் அதிகரித்துள்ளதாகக் கருதுகின்ருர். ஆனுல், ஸார்க்கஸோ நீரின் வெப்பநிலே 50°F அளவிலேயே உள்ளது இவ்விதக் கருத்திற்கு ஒரு தடையாகும்.

இந் நீரோட்டம் ஹட்டராஸ் முனேவரையில் சுமார் 800 மைல்களுக்கு 100 ஃபாதம் (600′) சமஆழக் கோட்டிற்கு (Isobaths) இணையாக அமைந்துள்ளது. இதற்கப்பால், இந் நீரோட்டம் கண்டத்தின் அமைப்பாலும் பூமியின் சுழற்சியாலும் பாதிக்கப்படுகின்றது. இதனுல், இது கரையை விட்டு விலகிச் செல்கின்றது. இப் பகுதியிலும் நீரோட்டத்தின் மையத்தில் அதிக வெப்பநிலே, வேகம் இவை காணப்படுகின்றன.

ஹட்டராஸ் பகுதியில் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் மேற்கு எல்லே திட்டவட்டமாக அமைந்துள்ளது. ஆனுல், இதன் கிழக்கு எல்லே திட்டமாகத் தெரியவில்லே. ஹட்டராஸ் பகுதியை கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் டெல்டா (Delta) என்று அழைக்கிருர்கள். ஏனெனில், இங்குத்தான் கல்ஃப் நீரோட்டம் பல்வேறு அகலம் கொண்ட பட்டைகளாகப் பிரிகின்றது. இந் நீரோட்டம் கிழக்காகத் திசைமாறி நியூஃபவுண்ட்லாந்துக் கருகிலுள்ள கிராண்ட் திட்டுக்களே அடைகின்றது. ஹட்டராஸ் முனேயிலிருந்து கிராண்ட் திட்டுக்கள் (Grand Banks) வரையுள்ள கல்ஃப் நீரோட்டத் தொகுப்பின் நடுப்பகுதிக்கு கல்ஃப் நீரோட்டம் (Gulf Stream) என்ற பெயர் வழங்கு.

கின்றது. இதன் வேகம் இங்குக் குறைகின்றது. கிராண்ட் திட்டுக்கருகில் இந் நீரோட்டம் தெற்கு நோக்கிப் பாயும் குளிர்ந்த லாப்ரடார் நீரோட்டத்துடன் (Labrador Current) சேருகின்றது. இதன் வேகம் இங்கு மணிக்கு ஒரு மைல் அளவிற்குக் குறைந்துவிடுகின்றது.

கல்ஃப் நீரோட்டம் (Gulf Stream)

கல்ஃப் நீரோட்டத்திற்கும் கரைக்கும் இடையே சரிவு நீர் (Slop water) காணப்படுகின்றது. சரிவு நீருக்கும் கடற்கரைக்கும் இடையே கரைநீர் (Coastal water) காணப்படுகின்றது. சரிவு நீர்ப் பகுதியில் வெப்பநிலை துரிதமாகக் குறைகின்றது. கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் வலப்புறத்தில் ஸார்க்கஸோ கடல் (Sargasso Sea) அமைந்துள்ளது. ஸார்க்கஸோ கடல், சரிவுநீர் இவற்றிற்கிடையே கல்ஃப் நீரோட்டம் குறுகிய பகுதியாகப் பாய்கின்றது. இங்கு கல்ஃப் நீரோட்டம் விநாடிக்கு 120 செ. மீ. (மணிக்கு 2 மைல்கள்) வேகத்தில் பாய்வதாகத் தெரிகின்றது. இவ் வேகம் சிறிது சிறிதாக அதிகரித்து 38° வட அட்சத்தில் விநாடிக்கு 140 செ. மீ அளவில் அமைந்துள்ளது. 2000 மீட்டர் ஆழத்தில் ஓட்டம் நின்றுவிடுவதாகக் கொண்டு பார்க்கும்பொழுது, கல்ஃப் நீரோட்டம் செஸாபிக் குடாவிற்கு (Chesapeake Bay) அருகில் விநாடிக்கு 74—93 மிலியன் கனமீட்டர் நீரைக் கடத்துவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இவ்விதம் நோக்கும்பொழுது, ஸார்க்கஸோ கடலிலிருந்து கல்ஃப் நீரோட்டத்துடன் சேரும் நீரின் அளவு விநாடிக்குச் சுமார் 53 மிலியன் கனமீட்டர் என்று தெரிகின்றது. ஏனெனில், ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியிலிருந்து வரும் நீரின் அளவு விநாடிக்கு 26 மிலியன் கனமீட்டர். இத்துடன் அன்டிலிய நீரோட்டத்தின் மூலம் சேரும் நீரின் அளவு விநாடிக்கு 12 மிலியன் கனமீட்டர் ஆகும். ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் மொத்த அளவு 38 மிலியன் கனமீட்டர் ஆகும். ஆதலால், மிகுதியான 53 மிலியன் கனமீட்டர் நீர் ஸார்க்கஸோக் கடலிலிருந்துதான் வரவேண்டும். கிராண்ட் திட்டுக்கருகில் கல்ஃப் நீரோட்டம் கடத்தும் நீரின் அளவு விநாடிக்கு 40 மிலியன் கனமீட்டருக்கும் குறைவாயுள்ளது. ஆதலால், விநாடிக்கு 34—53 மிலியன் கனமீட்டர் அளவில் நீர் தெற்கு நோக்கித் திரும்புவதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்களைச் சோதனை மூலம் அறியப்பட்ட விவரங்களுடன் ஒப்பிடும்போது அதிசமானதாகவே தோன்றுகின்றது. ஆனாலும், கணக்கிடுவதில் வேறுபாடுகள் காணப்படுதல் இயல்பாகும்.

கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் தோற்றம் (Origin of the Gulf Stream)

கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் தோற்றத்தைப் பற்றிப் பலவிதக் கொள்கைகள் உள்ளன. அவையாவன :

1. கல்ஃப் நீரோட்டம் மெக்ஸிகோ வளைகுடாவிற்கும், அட்லான்டிக் சமுத்திரத்திற்கும் இடையேயுள்ள நீர்மட்ட வித்தியாசத்தால் ஏற்பட்டதாகக் கொள்ளப்படுகின்றது.

2. உப்பளவு வித்தியாசத்தால் நீரின் அடர்த்தியில் வேறுபாடு காணப்படலாம். இதனுல், கடல்மட்டத்திற்கு அடியிலிருந்து நீர் மேலே வரலாம்.

3. வளிமண்டல அழுத்தத்தில் காணப்படும் வேறுபாடுகளால், அழுத்தம் குறைந்த பகுதிகளிலிருந்து நீர் அழுத்தம் மிகுந்த பகுதிகளுக்குப் பாய்வதால் கல்ஃப் நீரோட்டம் தோன்றியிருக்கலாம்.

4. காற்று வீசும் திசை, வேகம் இவற்ருல் கல்ஃப் நீரோட்டம் தோன்றியிருக்கலாம்.

ஃப்ராங்க்லின் (Franklin) என்பவர் கல்ஃப் நீரோட்டங்களுக்குக் காரணம் வியாபாரக் காற்றுகள் என்று கருதுகின்ருர். வியாபாரக் காற்றுகள் அயன மண்டலக் கடல்களின் கிழக்குப் பகுதியிலிருந்து மேற்குப் பகுதிக்கு நீரைக் கடத்துகின்றன. இவ்விதம் கடத்தப்படும் நீரின் ஒரு பகுதி மெக்ஸிகோ வளைகுடாவினுட் சென்று தேங்குகின்றது. இங்கிருந்து ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியின் மூலம் வெளிப்படுகின்றது. ஆதலால், கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் தன்மை வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்தைப் பெருமளவு பொறுத்துள்ளது. இவ்விதமாக, கல்ஃப் நீரோட்டம் வியாபாரக் காற்ருல் தேக்கப்பட்ட நீரால் ஏற்பட்ட சாய்வு நீரோட்டமாக ஃப்ராங்க்லின் கருதுகின்ருர்.

வால்கார்டு (Walgard) என்பவர் மெக்ஸிகோ வளைகுடாவை ஒரு பெரும் நீர்த்தேக்கமாகக் கருதுகின்ருர். இந் நீர்த்தேக்கம் கடல்மட்டத்தைவிட 3′ உயரம் உள்ளது. இந் நீர்த்தேக்கத்திலிருந்துதான் கல்ஃப் நீரோட்டம் ஏற்படுவதாக அவர் கருதுகின்ருர்.

கல்ஃப் நீரோட்டத்தைத் திருப்திகரமாக விளக்க முயற்சிக்கும் எக்கொள்கையும் இரு முக்கிய சிக்கல்களை விளக்கவேண்டும்.

ஒன்று, கல்ஃப் நீரோட்டத்தால் கடத்தப்படும் நீரின் அளவு, தூரம் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கின்றது. ஆனுல், இந்நீர் முழுவதும் தெற்கிலிருந்து வருவதில்லை என்பதாகும்.

இரண்டாவது, வடக்கே செல்லச் செல்ல நீர்மட்டம் உயருகின்றது என்பதாகும்.

ராஸ்பி (Rossby) என்பவர் ஃப்ளாரிடா, கல்ஃப் நீரோட்டங்களை ஒரு வேக் (Wake) நீரோட்டத்திற்கு ஒப்பிடுகின்றார். (ஒரே நிலையிலுள்ள நீரில் வேக் நீரோட்டத்தின் அளவு, தூரம் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கும். பக்கங்களிலிருந்து வந்து சேரும் நீரால் இவ்வதிகரிப்பு ஏற்படுகின்றது.) இவ்விதம் கல்ஃப் நீரோட்டத்தை ஒரு வேக் நீரோட்டமாகக் கருதுவோமேயானால், இதன் வலப் புறத்திலிருந்து நீர் வந்து சேரும்; இதன் இடப் புறத்தில் நீர் வெளியேறும் கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் அமைப்பை நோக்குங்கால் இவ்வித விளக்கம் சரியானதாகவே தோன்றுகின்றது. ஏனெனில், கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் வலப்புறத்தில் ஸார்க்கஸோ கடலிலிருந்து நீர் கல்ஃப் நீரோட்டத்தினுள் வந்து சேருகின்றது. இடப் புறத்தில் சரிவு நீராக வெளியேறுகின்றது. இவ்விதம் முதல் பிரச்சினை விளக்கப்படலாம்.

இரண்டாவது சிக்கலை இப்பொழுது எடுத்துக்கொள்வோம். அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் வடக்கே செல்லச்செல்ல நீர்மட்டம் அதிகரிக்கின்றது. ஸெண்ட் அகஸ்டினுக்கருகில் நீர்மட்டத்தை 0 வாக எடுத்துக் கொண்டால், நியூஜெர்ஸியிலுள்ள அட்லான்டிக் சிடிக்கு (Atlantic City) அருகில் கடல் மட்டம் 16 செ. மீ. அளவிலும், மாஸசு ஸெட்ஸிலுள்ள போஸ்டன் (Boston) நகருக்கு அருகில் 25 செ. மீ. அளவிலும் கடல் மட்டம் உயர்ந்து காணப்படுகின்றது. இதனால், கல்ஃப் நீரோட்டம் உயரம் குறைந்த பகுதியிலிருந்து உயரம் மிகுந்த பகுதிக்குப் பாய்வதாகத் தோன்றுகின்றது. கரைக்கு அருகில் நீர்த்தேக்கம் காணப்படுகின்றது. உயர வேறுபாடு கரைக்கு அருகிலேயே காணப்படுகின்றது. இத் தேக்கம் கண்டச் சரிவில்கூட அதிக தூரத்திற்குக் காணப்படுவதில்லை. எனவே, உண்மையில் கல்ஃப் நீரோட்டம் உயரம் குறைந்த பகுதியிலிருந்து உயரம் மிகுந்த பகுதிக்குப் பாய்வதில்லை. கரையை அடுத்து நீர்மட்டம் தெற்கிலிருந்து வடக்கு நோக்கி உயருவதால், வடக்கிலிருந்து தெற்கு நோக்கி கரைக்கருகில் ஒரு நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. இந் நீரோட்டத்திற்குச் சரிவு நீரோட்டம் (Slop water) என்று பெயராகும். இது நீள் வட்ட வடிவாய் அமைந்துள்ளது.

கிராண்ட் திட்டுக்களுக் கப்பால் கல்ஃப் நீரோட்டம் வட அட்லான்டிக்கில் வடகிழக்காகப் பாய்கின்றது. இப் பகுதியில் இதற்கு வட அட்லான்டிக் சலனம் (North Atlantic Drift) என்று பெயராகும். கல்ஃப் நீரோட்டம் இப் பகுதியில் தன்னுடைய சிறப்பான பல அமிசங்களை இழந்துவிடுகின்றது. மேலும், இங்கு வட அட்லான்டிக் சலனம் பல கிளைகளாகப் பாய்கின்றது. வட அட்லான்டிக் சலனம் ஐரோப்பாவை அணுகுகையில் இரு பிரிவாகப் பிரிகின்றது. ஒன்று, வடக்கு, வடகிழக்கு 50—52° வட அட்சத்தில் பாய்கின்றது. இக் கிளையில் கல்ஃப் நீரோட்ட நீர் லாப்ரடார் (Labrador) நீரோட்ட நீர் இவை கலந்து காணப்படுகின்றன. இரண்டாவது கிளை தெற்கு நோக்கி 45° வட அட்சத்தில் பாய்கின்றது.

வட அட்லாண்டிக் சலனத்தின் தோற்றத்தைப் பற்றி இருவிதக் கொள்கைகள் நிலவுகின்றன. ஒன்று, வட அட்லாண்டிக் சலனம் அயன மண்டல கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் தொடர்ச்சியே என்பதாகும். மற்றொன்று, கல்ஃப் நீரோட்டம் கிராண்ட் திட்டுக்களுடன் நின்றுவிடுகின்றது என்றும், மிதவெப்ப மண்டலத்தில் காணப்படும் மேல்காற்றால் கடலின் மேற்பரப்பில் உள்ள நீர் கிழக்கு நோக்கிக் கடத்தப்படுவதே வட அட்லாண்டிக் சலனமாக அமைகின்றது என்பதாகும். இக் கொள்கையை ஆதரிப்போர், கல்ஃப் நீரோட்டத்திற்கும் வட அட்லாண்டிக் சலனத்திற்குமிடையே அமைந்துள்ள குண வேறுபாடுகளைத் தங்கள் கருத்திற்கு ஆதரவாகச் சுட்டிக் காட்டுகின்றனர். ஆனால், கல்ஃப் நீரோட்டம் தனது வெகுதூரப் பயணத்தில் மாறுபாடு அடைவதுடன், வேறுபட்ட நீரின் கலப்பினால் தன்னுடைய அயனமண்டலக் குணங்களைத் தவிர்த்து இருத்தல் இயல்பேயாகும். ஆனாலும், இப் பிரச்சினைகள் இன்றும் திருப்திகரமாகத் தீர்க்கப்படவில்லை. இப் பிரச்சினைகளை இத்துடன் நிறுத்திக்கொண்டு தொடர்வோம்.

வட பகுதி வடகிழக்காகப் பாய்ந்து பல பிரிவுகளாகப் பிரிகின்றது. ஒரு பகுதி வைவில் தாம்ஸன் (Wyville-Thomson) கடற் குன்றுகளைக் கடந்து நார்வேக்கு அண்மையிற் பாய்கின்றது. இதற்கு நார்வே நீரோட்டம் (Norwegian Current) என்று பெயராகும். மற்றொரு பகுதி வடக்கு, வடமேற்காக ஐஸ்லாந்தின் தெற்குக் கரையில் பாய்கின்றது இதற்கு இர்மிஞ்சர் நீரோட்டம் (Irminger Current) என்று பெயரிடப்பட்டுள்ளது. இந் நீரோட்டம் கடைசியில் தென் கிரீன்லாந்து நீரோட்டத் (South Greenland Current) துடன் சேருகின்றது. ஃபார்வல் முனைக்கு (Cape Farewell) அண்மையில் கல்ஃப் நீரோட்டம் முடிவதாகக் கொள்ளலாம். இங்குக் கரைக்குச் சிறிது தூரத்தில் 35·00‰ அளவில் உப்பளவு காணப்படுகின்றது.

தெற்கு நோக்கிப் பாயும் பகுதி அஸோர்சுக்கும் (Azores) ஸ்பெயினுக்கும் இடையில் பாய்கின்றது. இதனால், பிஸ்கே வளைகுடாவில் (Bay of Biscay) சுழல்கள் ஏற்படுகின்றன. இந் நீரோட்டத்தின் பெரும்பகுதி தெற்கு நோக்கிப் பாய்ந்து, வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்துடன் சேருகின்றது.

அயன மண்டலத்தில் சமுத்திரங்களின் கிழக்குப் பகுதியில் மேற்பரப்பிலுள்ள நீர் மேற்கு நோக்கிப் பாய்வதால், இதை ஈடுசெய்யக் கடலின் கீழ் மட்டத்திலிருந்து அடர்த்தி மிகுந்த, வெப்பநிலை குறைந்த நீர் மேலெழும்புகின்றது (Upwells). வட அட்லாண்டிக்கில் இதற்குக் கானரி நீரோட்டம் (Canaries Current) என்று பெயராகும். இது ஒரு குளிர்ந்த நீரோட்டமாகும்.

லாப்ரடார்க் கடற் பகுதியில் மேற்கு கிரீன்லாந்து நீரோட்டம் (West Greenland Current) வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. லாப்ரடார்க் கடலிலிருந்து தெற்கு நோக்கி ஒரு நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. இதற்கு லாப்ரடார் நீரோட்டம் என்று பெயராகும். இது ஒரு குளிர்ந்த நீரோட்டமாகும். இந் நீரோட்டம் வட அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற் கரையை அடுத்து வெகுதூரம் தெற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. தெற்கே செல்லச் செல்ல, இது மேல் மட்டத்திலிருந்து அமிழ்கின்றது. இந் நீர் நியூயார்க் வரை கரையை யொட்டிக் காணப்படுகின்றது.

தென் அட்லான்டிக் நீரோட்டங்கள்

இப்பொழுது நாம் தென் அட்லான்டிக் பகுதியை எடுத்துக்கொள்வோம். இங்கு வட அட்லான்டிக்கில் உள்ளதே போன்று ஒரு நீரோட்ட வட்டம் (Gyral) காணப்படுகின்றது. தென் அட்லான்டிக் நீரோட்டங்களில் மிக முக்கியமான ஒரு நீரோட்டம் பெங்குலா (Benguela) நீரோட்டமாகும். இது ஒரு குளிர்ந்த நீரோட்டமாகும். இந் நீரோட்டம் தென் ஆப்பிரிக்காவின் மேற்குக் கடற் கரையோரம் காணப்படுகின்றது. இங்கு அயனமண்டலங்களில் தென் கிழக்கிலிருந்து வீசும் வியாபாரக் காற்றுகள் (South-east Trade winds) கடலின் மேற்பரப்பு நீரை மேற்கு நோக்கிச் செலுத்துகின்றன. இதனால், இங்குக் கடல் மட்டம் குறைகின்றது. இதை ஈடுசெய்யக் கடலின் அடித்தளத்திலிருந்து நீர் மேலெழும்புகின்றது. இந் நீர் குறைந்த வெப்பநிலையிலுள்ளது. இதனால், கரையை அடுத்து 200 கிலோ மீட்டர் அகலத்திற்கு அடர்த்தி மிகுந்த வெப்பநிலை குறைந்த நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. பூமத்திய ரேகையை நெருங்குகையில் பெங்குலா நீரோட்டம் கரையைவிட்டு விலகிச் செல்கின்றது. பிறகு தென் அட்லான்டிக் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் வடபகுதியாக 0—20° தென் அட்சப் பகுதியில் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தின் குறுக்காக மேற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது.

அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தின் குறுக்காகப் பாயும் நீரோட்டத்திற்குத் தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் (South Equatorial Current) என்று பெயராகும். இது தென் அமெரிக்காவை நெருங்குகையில் இரு பிரிவாகப் பிரிகின்றது. தென் அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற் கரையில் ஸா ராக் முனையில் (Cape Sao Raque) நிலம் கடலினுள் சென்று காணப்படுகின்றது. இதனால், தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் இரு பகுதிகளாகப் பிரிகின்றது. ஒரு பகுதி வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இது பூமத்திய ரேகையைக் கடந்து வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்துடன் சேருகின்றது என்பதை முன்னரே கண்டோம். மற்றொரு பகுதி தென் அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற் கரையோரம் தெற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இதற்கு பிரேஸில் நீரோட்டம் (Brazilian Current) என்று பெயராகும்.

இந் நீரோட்டம் தெற்கில் செல்லச் செல்லக் கரையைவிட்டு விலகிச் செல்கின்றது. பிறகு, இது மேல்காற்று நீரோட்டத்துடன் சேர்ந்து கிழக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் அதிக வெப்பநிலை, உப்பளவு இவற்றுடன் விளங்குகின்றது.

தெற்கிலிருந்து ஒரு குளிர்ந்த நீரோட்டம் கரைக்கும் பிரேஸில் நீரோட்டத்திற்கும் இடையில் காணப்படுகின்றது. இந் நீரோட்டம் அர்ஜின்டினாவின் கிழக்குக் கடற்கரையில் காணப்படுகின்றது. இதற்கு ஃபாக்லாந்து நீரோட்டம் (Falkland Current) என்று பெயராகும். இதன் பகுதி ஒன்று சுமார் 30° தென் அட்சம் வரையில் வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது.

வட, தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டங்களுக்கிடையில், பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்தில் ஒரு நீரோட்டம் பூமத்தியரேகை நீரோட்டங் களுக்கு எதிர்த் திசையில் அமைந்துள்ளது. இந் நீரோட்டத்திற்குப் பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம் (Equatorial Counter Current) என்று பெயராகும். கிழக்கிலிருந்து வீசும் வியாபாரக் காற்றுகளால் உந்தப்பட்டு நீர், தென் அமெரிக்காவின் வடபுறத்தில் குவிகின்றது. மேலும், தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்தின் ஒரு பகுதியும் வடக்கு நோக்கிப் பாய்வ தால், இங்குக் குவியும் நீரின் அளவு அதிகமாயுள்ளது. நிலப்பகுதி தொடர்ச்சியாக இந் நீரோட்டங்களுக்குக் குறுக்காக அமைந்துள்ளமையால், இந் நீர் தேக்கப்படுகின்றது. இதனால், நிலப்பகுதியை அடுத்து நீர்மட்டம் உயருகின்றது. எனவே, பூமத்தியரேகைக்குச் சிறிது வடக்கில் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தின் மேற்குப் பகுதிக்கும் கிழக்குப் பகுதிக்கு மிடையே நீர்மட்ட வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இதனால், மேற்கி லிருந்து கிழக்காகச் சரிவு நீர் மட்டத்தில் காணப்படுகின்றது. இந் நீர் மட்டச் சரிவு 1000 கி. மீட்டருக்கு 4 செ. மீ. அளவில் ($\frac{1}{25000000}$) உள்ளதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இதனால், நீர் மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கிப் பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டமாகப் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் வட கோளார்த்தத்தின் கோடையில் (மார்ச்சிலிருந்து செப்டம்பர் முடிய) அமைந்து காணப்படுகின்றது.

நாம் இதுவரை அட்லான்டிக் சமுத்திர நீரோட்டங்களைப்பற்றி ஆராய்ந்தோம். தற்பொழுது அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தைச் சார்ந்துள்ள கடல்களில் காணப்படும் நீரோட்டங்களைப்பற்றி ஆராய்வோம். ஏனெனில், இக் கடல்களிற் காணப்படும் நீரோட்டங்கள் அட்லான்டிக் நீரோட்டங் களைப் பெருமளவு பாதிக்கின்றன. உதாரணமாகக் கரிபியன் கடலை எடுத்துக் கொள்ளலாம். கரிபியன் கடலிற் காணப்படும் சிறு நீரோட் டங்கள் ஒன்று சேர்ந்து, பிறகு ஃப்ளாரிடா நீரோட்டமாக மாறுகின்றது.

இவ்வகையில் சிறு கடலிற் காணப்படும் பல நீரோட்டங்கள் சேர்ந்து உலகிலேயே மிக முக்கியமானதோர் நீரோட்டத் தொகுப்பிற்குக் காரணமாய் அமைந்துள்ளன.

கரிபியன் கடல், மெக்ஸிகோ வளைகுடா நீரோட்டங்கள்

வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் மேற்கிந்தியத் தீவுகளுக்குக் கிழக்கில் இரு பிரிவாகப் பிரிகின்றது என்று கண்டோம். ஒரு பகுதி வடக்கு நோக்கி அன்டிலிய நீரோட்டமாகப் பாய்கின்றது. இதுதான் பிறகு பஹாமாத் தீவுகளுக்கு அருகில் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்துடன் சேருகின்றது. மற்றொரு பகுதி கரிபியன் கடலுக்குள் பிரவேசிக்கின்றது. இந் நீரோட்டம் மறுபடியும் இரு பிரிவாகப் பிரிகின்றது. ஒன்று யுகாடன் கால்வாய் (Yucaton Channel) வழியாக வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இது ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தியின் மேற்குப் பகுதியை அடைகின்றது. மற்றொரு கிளை கரையோரமாக மெக்ஸிகோ வளைகுடாவினுட் செல்கின்றது. இதனால், மெக்ஸிகோ வளைகுடாவினுள் நீர்மட்டம் உயருகின்றது. இதுவே ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்திற்குக் காரணமாகின்றது.

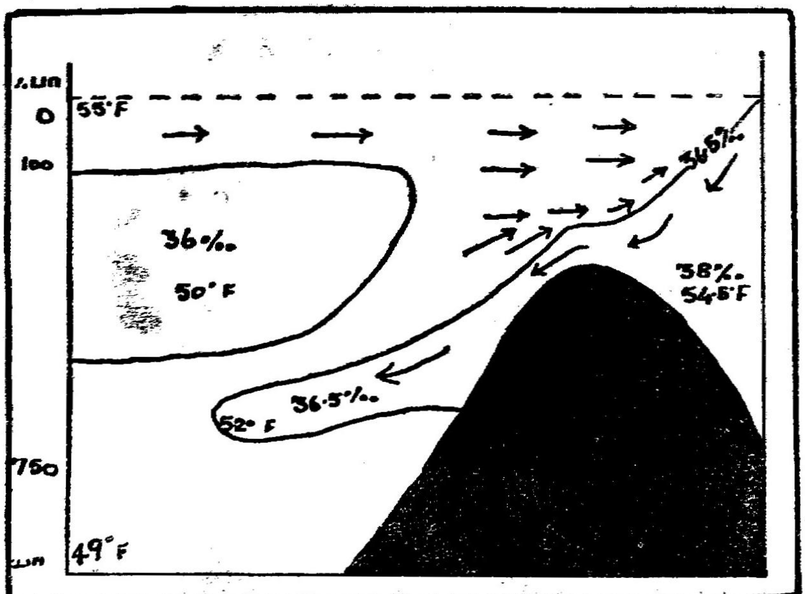
மத்தியதரைக் கடல் நீரோட்டங்கள்

மத்தியதரைக் கடல் பல கொப்பரைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. அவற்றில் முக்கியமானவை: மேற்கு மத்தியதரைக் கடலிலுள்ள அல்ஜியர்ஸ் பிரோவன்கள் கொப்பரை (Algiers – Provencal Basin), டிர்ஹினியன் (Tyrrhenian) கொப்பரை, கிழக்கு மத்தியதரைக் கடலிலுள்ள அயோனியன் (Ionian) கொப்பரை, லாவன்டைன் (Lavantine) கொப்பரை முதலியவையாகும். பொதுவாக மத்தியதரைக் கடல் அட்லான்டிக் நீரால் பாதிக்கப்படுகின்றது. ஆனால், மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கொப்பரைகளுக்குள்ளும் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு கொப்பரைக்குள்ளும் உப-நீரோட்டங்கள் அமைந்து கிடக்கின்றன.

மத்தியதரைக் கடற்பகுதியில் நீர் ஆவியாதல் (Evoporation) மழை அளவைவிட (Precipitation) அதிகமாயுள்ளது. செங்குத்து நீரோட்டங்களால் உப்பளவு மிகுந்த நீர் இங்குக் காணப்படுகின்றது. இதன் சராசரி உப்பளவு 38·00‰ ஆகும். நீர் ஆவியாதல் அதிகமாயுள்ளமையால் நீர்மட்டம் அடுத்துள்ள அட்லான்டிக் சமுத்திர நீர்மட்டத்தைவிடக் குறைவாயுள்ளது. ஆதலால், ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியின் மூலம் அட்லான்டிக்கிலிருந்து நீர் மத்தியதரைக் கடலினுட் பாய்கின்றது. இவ் உப்பளவு குறைந்த நீர், உப்பளவு மிகுந்த மத்தியதரைக் கடல் நீருடன் துரிதமாகக் கலந்துவிடுகின்றது. இக் கலப்பு மேற்குப் பகுதியில் அதிகமாயும், கிழக்கே செல்லச் செல்லக் குறைந்தும் காணப்படுகின்றது.

படம் 3·5. மத்தியதரைக் கடல் நீரோட்டங்கள்

எனவே, கிழக்கே உப்பளவு சராசரிக்கு அதிகமாகவேயுள்ளது. ஆசியா மைனரை (Asia Minor) அடுத்துக் காணப்படும் மத்தியதரைக் கடற் பகுதியில் உப்பளவு 39·00‰ அளவில் உள்ளது.



படம் 3·6.

அட்லான்டிக் - மத்தியதரைக் கடல் இவற்றிடையே காணப்படும் நீரோட்டத்தை விளக்கும் படம்

அட்லான்டிக்கிலிருந்து பாயும் நீர் மேல்தள நீராகும். இதன் வெப்ப நிலை 13°C ஆகும். இதன் உப்பளவு 36·00‰. ஆனால், மத்தியதரைக் கடல் அடித்தள நீரின் வெப்பநிலை 18°C, உப்பளவு 38‰ ஆகும். ஆதலால், வெப்பநிலை, உப்பளவு இவை குறைந்த நீர் அட்லான்டிக்கி லிருந்து மத்தியதரைக் கடலுக்குள் பாய்கின்றது.

தொடர்ந்து ஆவியாதல் காணப்படுவதால், மத்தியதரைக் கடல் நீரின் உப்பளவு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்லவேண்டும். ஆனால், மத்திய தரைக் கடல் நீரின் உப்பளவு அதிகமாயுள்ளபோதிலும், அது அதிகரிப்ப தில்லை; குறைவதுமில்லை. எனவே, அட்லான்டிக்கிலிருந்து பாயும் நீரின் அளவை ஈடுசெய்யும் வகையில், மத்தியதரைக் கடலினின்றும் எதிர் நீரோட்டம் காணப்படவேண்டும். இந் நீரோட்டம் வெப்பநிலை, உப்பளவு மிகுந்ததொன்றாகும். அட்டவணை 16 இவ்வித அமைப்பை நன்கு விளக்கிக் காட்டுகின்றது.

அட்டவணை 16

மத்தியதரைக் கடலினுள் வரும் நீர், வெளியேறும் நீர் இவற்றின் அளவு

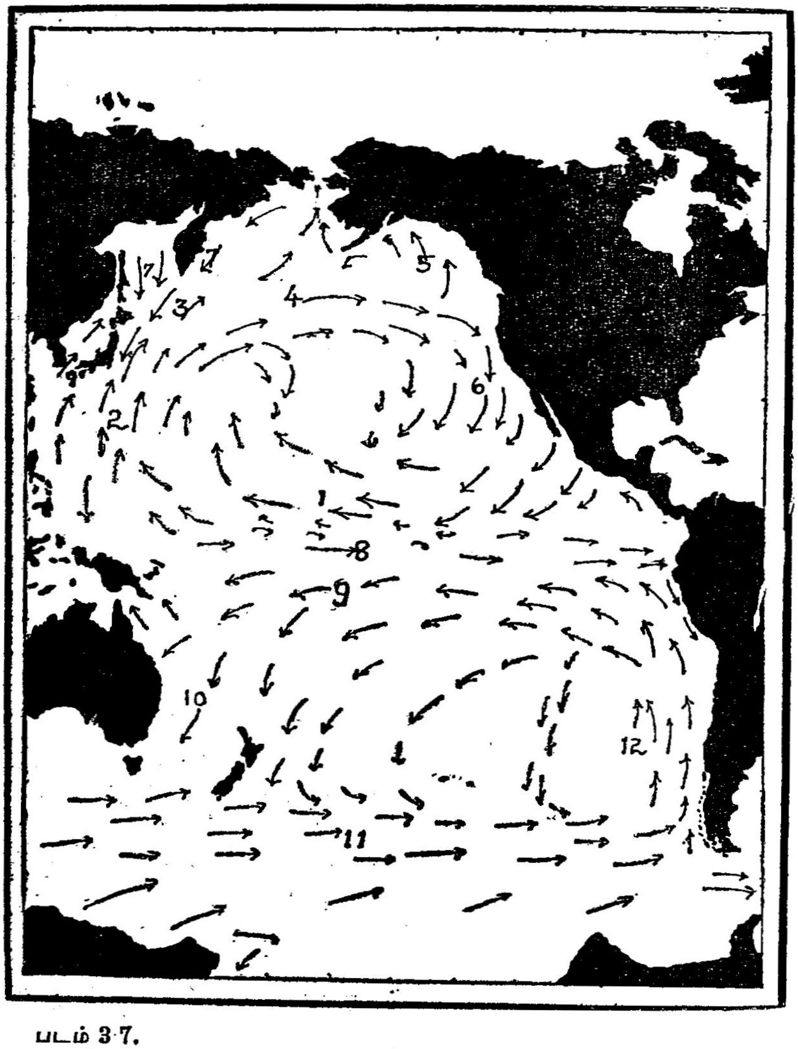
வரவு	வினாடிக்கு கன மீட்டர்	வெளியேற்றம்	வினாடிக்கு கன மீட்டர்
அட்லான்டிக்கிலிருந்து	17,50,000	அட்லான்டிக்கிற்கு	16,80,000
கருங்கடலிலிருந்து	12,600	கருங்கடலுக்கு	6,100
மழையால்	31,600	ஆவியாதலால்	1,15,140
ஆற்று நீர்	7,300		
	18,01,000		18,01,000

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையை நோக்கும்போது, மத்திய தரைக் கடலுக்குள் வரும் நீரின் அளவுக்குச் சற்றேறக்குறைய சமமான அளவு நீர் மத்திய தரைக் கடலிலிருந்து வெளியேறுவது நன்கு விளங்கும். இந் நீரோட்டம் ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியின் அடித்தளத்தில் அட்லான்டிக்கிலிருந்து வரும் நீருக்கடியில் காணப்படுகின்றது. இந் நீர் ஆரம்பத்தில் 13°C அளவில் வெப்பநிலையிலும், 38·48‰ அளவில் உப்பளவிலும் இருந்தது. ஆனால், ஜிப்ரால்டர் ஜலசந்தியில் அட்லான்டிக் நீருடன் கலப்பதால், இதன் உப்பளவு குறைகின்றது. இதன் வெப்பநிலை 13°C-க்கும் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. இதன் உப்பளவு அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் பிரவேசிக்கும்போது 37·00‰ ஆகக் குறைகின்றது.

இவ்விதமே, கருங் கடலுக்கும் (Black Sea) மத்தியதரைக் கடலுக்குமிடையே நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. கருங் கடலிலிருந்து 16·00‰ உப்பளவுள்ள நீர் பாஸ்பரஸ் (Bosphorus) வழியாக மத்தியதரைக் கடலுக்குள் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் மேற்பரப்பில் காணப்படுகின்றது. இதற் கெதிராக மத்தியதரைக் கடலிலிருந்து 38·50‰ உப்பளவுள்ள நீர் பாஸ்பரஸின் அடித்தளத்தில் கருங் கடலுக்குள் பாய்கின்றது. பாஸ்பரஸில் பெருமளவுக்கு நீர்க்கலப்பு (mixing) காணப்படுகின்றது. மத்திய தரைக் கடலுக்குள் வரும் நீரின் உப்பளவு 16·00‰ லிருந்து 30·00‰ ஆக அதிகரிக்கின்றது. அதே சமயத்தில் கருங் கடலுக்குள் வரும் உப்பளவு 35·00‰ லிருந்து 30·00‰ அளவுக்குக் குறைகின்றது.

பசிபிக் நீரோட்டங்கள்

பசிபிக் சமுத்திரத்தின் நீரோட்டங்கள் அமைப்பில் அட்லான்டிக் நீரோட்டங்களை ஒத்துக் காணப்பட்டாலும், தன்மையில் பலவிதத்திலும்



படம் 3·7.

பசிபிக் நீரோட்டங்கள்

1. வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம், 2. குரோ சியோ நீரோட்டம், 3. குரோசியோ தொடர்ச்சி, 4. வட பசிபிக் நீரோட்டம், 5. அலாஸ்கா நீரோட்டம், 6. கலிஃபோர்னிய நீரோட்டம், 7. ஒயாசியோ நீரோட்டம், 8. பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம், 9. தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம், 10. கிழக்கு ஆஸ்திரேலிய நீரோட்டம், 11. மேல்காற்று நீரோட்டம், 12. பெரு (ஹம்போல்ட்) நீரோட்டம்.

வேறுபட்டுள்ளன. இவ்வித வேறுபாடு வட பசிபிக் நீரோட்டங்களில் பெருமளவு காணப்படுகின்றது. இதற்கு முக்கிய காரணம் உப ஆர்க்டிக் நீர் (Sub-Arctic water) பசிபிக் நீரில் பெருமளவில் கலப்பதேயாகும். இவ்வுப ஆர்க்டிக் நீர் பசிபிக்கின் வடக்கு, கிழக்குப் பகுதிகளில் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றது. வட பசிபிக்கின் தெற்கு, மேற்குப் பகுதிகளில்தான் வட பசிபிக் நீரோட்டங்கள் அட்லான்டிக் நீரோட்டங்களை ஒத்துக் காணப் படுகின்றன.

அட்லான்டிக்கில் உள்ளதே போன்று இங்கும் வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் (Pacific North Equatorial Current) காணப்படுகின்றது. இது கிழக்கிலிருந்து மேற்காகப் பாய்கின்றது. மேற்கே செல்லச் செல்ல இதன் பரிமாணம் அதிகரிக்கின்றது. முதலில் இந் நீரோட்டத்துடன் வெப்பப் படுத்தப்பட்ட கலிஃபோர்னிய நீரோட்டத்தின் (Californian Current) ஒரு பகுதி சேருகின்றது. ஹாவாய் தீவுகளுக்குக் (Hawaii) கிழக்கில், வட பசிபிக்கின் கிழக்குப் பகுதி நீரும் (Eastern North Pacific water), மேற்கில் வட பசிபிக்கின் மேற்குப் பகுதி நீரும் (Western North Pacific water) இத்துடன் சேர்ந்து இதன் பரிமாணத்தை (Volume) அதிகரிக்கின்றன. 160° மேற்குத் தீர்க்கரேகைப் பகுதியில், இந் நீரோட்டம் வினடிக்கு 45 மிலியன் கன மீட்டர் (45 m.c. ft/sec.) அளவில் நீரைக் கடத்துகின்றது. இதன் வேகம் வினடிக்கு 20 செ. மீ. (மணிக்கு ½ மைல்) அளவிற்கும் குறைவாய் அமைந்துள்ளது. இந் நீரோட்டம் அதிக ஆழமுள்ளதாயும் (சுமார் 3,500 அடி ஆழம்), அதிக அகலமுள்ளதாயும் அமைந்துள்ளது. இது மேற்குப் பகுதியில் பல கிளைகளாகப் பிரிகின்றது. இவற்றில் முக்கியமானது பிலிப்பைன் தீவுகளுக்கு அருகில் இரண்டாகப் பிரிவது ஆகும். ஒன்று, மிண்டனேவா (Mindanao) தீவையடுத்துத் தெற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. மற்றது வடக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இக் கிளையே குரோ சியோ (Kuro Shio) நீரோட்டத் தொகுப்பின் ஆரம்ப மாகக் கருதப்படுகின்றது.

குரோ சியோ நீரோட்டத் தொகுப்பு (Kuro Shio System)

ஃபார்மோஸா (Formosa) தீவுக்கப்பால் சைனக் கடலுக்கும் (China Sea), ரியுகியு (Ryukyu) தொடர்க் குன்றுகளுக்குமிடையில் வட பூமத்திய ரேகை நீரோட்டத்தின் வட பகுதியில் இது பாய்கின்றது. இங்கிருந்து குரோ சியோத் தொகுப்பு ஆரம்பமாவதாகக் கொள்ளலாம். குரோ சியோத் தொகுப்பைக் கீழ்க்கண்ட பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. குரோசியோ நீரோட்டம் (Kuro Shio Current) ஃபார்மோஸாவி லிருந்து ரியுகியு வரையிலும், அதற்கப்பால் ஜப்பானையடுத்து 35° வட அட்சம் வரையிலும் காணப்படும் பகுதியாகும்.

2. குரோ சியோத் தொடர்ச்சி (Kuro Shio Extension): குரோ சியோவின் தொடர்ச்சியாக இந் நீரோட்டம் 160° கிழக்கு தீர்க்கரேகை வரை காணப்படுகின்றது.

3. வட பசிபிக் நீரோட்டம் (North Pacific Current): 160° கிழக்குத் தீர்க்க ரேகையிலிருந்து 150° மேற்குத் தீர்க்க ரேகைவரை இந் நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது.

4. ட்சுஷிமா (Tsushima) நீரோட்டம்: குரோ சியோவின் இடப் புறத்தில் ஜப்பான் கடலில் பிரவேசிக்கும் குரோ சியோவின் கிளையே இந் நீரோட்டமாகும்.

குரோ சியோ நீரோட்டம்: இதன் அமைப்பு ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்துடன் ஒப்பிடும் வகையில் அமைந்துள்ளது. வுஸ்ட் (Wust), ஃபார்மோஸாவுக்கும் ரியுகியுவுக்கும் இடையிலுள்ள பகுதியைக் கரிபியன் நீரோட்டத்திற்கும், ரியுகியுத் தொடர்க் குன்றுகளைத் தாண்டிச் செல்லும் பகுதியை ஃப்ளாரிடா ஜலசந்தி வழியாகப் பாயும் நீருக்கும் ஒப்பிடுகின்றார். குரோ சியோ ஒரு வெப்ப நீரோட்டமாகும். கொனுமா (Koenuma) என்பவர் இந் நீரோட்டம் 2,500′ ஆழத்திற்குக் காணப்படுவதாயும், இதன் வேகம் வினாடிக்கு 89 செ. மீட்டர் அளவில் உள்ளது என்றும் கணக்கிட்டுள்ளார். இந் நீரோட்டத்தால் விநாடிக்கு 20 மிலியன் கன மீட்டர் அளவில் நீர் கடத்தப்படுகின்றது. ரியுகியு தீவுகளுக்கருகில் ஓர் எதிர் நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. இதனால், இங்குக் குரோ சியோவின் வேகம் விநாடிக்கு 80 செ. மீட்டராகக் குறைகின்றது. ரியுகியு தீவுகளுக்கப்பால் குரோ சியோ கரையையொட்டிப் பாய்கின்றது. இங்கு, இதன் அகலம் 140 கிலோ மீட்டரளவே அமைந்துள்ளது. ஆனால், இதன் வேகம் மணிக்கு 4 மைல் அளவிலுள்ளது. இப் பகுதியில் குரோ சியோ நீரோட்டம் பலவிதங்களிலும் ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்துடன் ஒப்பிடக் கூடியதாயுள்ளபோதிலும், உப்பளவில் வேறுபடுகிறது. குரோ சியோவின் உச்ச உப்பளவு 35·00‰-க்குச் சிறிது குறைந்த அளவிலேயே உள்ளது. ஆனால், ஃப்ளாரிடா நீரோட்டத்தின் உப்பளவு 36·50‰ ஆக உள்ளது. குரோ சியோ நீரோட்டத்தின் வெப்ப நிலையில் பெரும் வியாப்தி (Range) காணப் படுகின்றது. குரோ சியோ நீரோட்டத்தின் வெப்பநிலை வியாப்தி (Range of Temperature) 10°C அளவிலுள்ளது.

சுமார் 35° வட அட்சரேகையில் குரோ சியோ ஜப்பான் கரையை விட்டு விலகிச் செல்கின்றது. இதற்கப்பால் இதற்குக் குரோ சியோத் தொடர்ச்சி (Kuro Shio Extension) என்று பெயராகும். இது இரண்டு கிளைகளாகப் பிரிகின்றது. ஒன்று கிழக்குத் திசையில் பாய்கின்றது.

மற்றது 40° வட அட்சம் வரை வடகிழக்காகப் பாய்ந்து, பிறகு கிழக்காகத் திரும்புகின்றது. இதில் முதலாவது நீரோட்டம் குளிர்காலத்தில் கடல் நீரின் வெப்பநிலைக்கும் வளிமண்டல வெப்பநிலைக்கும் பெருமளவு வித்தியாசத்தை உண்டாக்குகின்றது. இதில் ஒரு பகுதி 4 C வெப்பநிலை வித்தியாசத்துடன் 170° கிழக்குத் தீர்க்கரேகை வரை காணப்படுவதாக ஷாட் (Schott) கருதுகின்றார். 155° - 160° கிழக்குத் தீர்க்கரேகைகளுக்கு இடையில் இந் நீரின் ஒரு பகுதி தெற்கு நோக்கித் திரும்பிக் குரோ சியோ எதிர் நீரோட்டமாகப் (Kuro Shio Counter Current) பாய்கின்றது.

குரோ சியோத் தொடர்ச்சியின் வடபகுதி, வடக்கிலிருந்து பாயும் குளிர்ந்த ஒயாசியோ (Oyashio) நீரோட்டத்தைச் சந்திக்கின்றது. குரோ சியோத் தொடர்ச்சிக்கும் ஒயாசியோவுக்கும் இடையில் பல சுழல்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் கலப்பினால், பசிபிக்கின் வடமேற்குப் பகுதியில் உப ஆர்க்டிக் நீர் (Sub - Arctic water) தோன்றுகின்றது. இதுவே பிறகு அமிழ்ந்து 1,000′ ஆழத்தில் 36° வட அட்சத்தில் காணப்படும் இடைப்பட்ட நீருக்குக் (Intermediate water) காரணமாகின்றது. இவ்விடைப்பட்ட நீரின் உப்பளவு 33·80‰ ஆகும்.

160° கிழக்குத் தீர்க்கரேகைக்குக் கிழக்கில் வட பசிபிக் நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. இது பசிபிக்கின் குறுக்காக முழுவதும் பாயாமல் ஹவாய்த் தீவுகளுக்கு மேற்கிலேயே தெற்கு நோக்கித் திரும்புகின்றது. ஒரு சிறு பகுதிதான் ஹவாய்த் தீவுகளுக்கும் மேற்கு அமெரிக்கக் கடற்கரைக்குமிடையேயும் தெற்கு நோக்கித் திரும்புகின்றது.

வட பசிபிக் நீரோட்டத்திற்கு வடக்கில் குரோ சியோவும், ஒயாசியோவும் சேர்ந்ததால் ஏற்பட்ட நீர் காணப்படுகின்றது. இதற்கு அலூசியன் (Aleutian) அல்லது உப ஆர்க்டிக் (Sub-Arctic) நீரோட்டம் என்ற பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. இந் நீரோட்டம் வினாடிக்கு 15 மிலியன் கன மீட்டரளவில் நீரைக் கடத்துகின்றது. இதன் சிறு கிளை ஒன்று பெர்ரிங் ஜலசந்தியினுள் (Bering Strait) நுழைகின்றது. இங்கு இது மேலும் குளிர்ந்து, குளிர்ந்த ஒயாசியோ நீரோட்டமாகப் ஜப்பானின் வட பகுதியை அடைகின்றது.

அலூசியன் நீரோட்டம் அமெரிக்கக் கடற்கரையை அடையுமுன் இரு கிளைகளாகப் பிரிகின்றது. ஒன்று வடமேற்காகத் திரும்பிக் கடற்கரையோடு பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் அலாஸ்காவின் கடற்கரையை அடுத்தும் காணப்படுகின்றது. இது ஒரு வெப்ப நீரோட்டமாகும். இதற்கு அலாஸ்கா நீரோட்டம் (Alaska Current) என்று பெயராகும்.

மற்றக் கிளை அமெரிக்கக் கடற்கரையோரம் தெற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இது வெப்பம் குறைந்த பகுதியிலிருந்து வெப்பம் மிகுந்த

(டிசம்பர், ஜனவரி, பிப்ரவரி மாதங்கள்) இந் நீரோட்டம் பூமத்தியரேகைக்குச் சிறிது தெற்கிலேயே நின்றுவிடுகின்றது. இந் நீரோட்டத்தின் ஒரு பகுதி வெப்ப நீரோட்டமாகக் கரையை அடுத்துத் தெற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டத்திற்கு எல் நினோ (El Nino) என்று பெயராகும். இந் நீரோட்டம் பொதுவாக ஒரு சில அட்சாம்சங்கள்தான் தெற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இவ்விதம் இந் நீரோட்டம் சிறியதாயினும், இதன் விளைவு பெரியதாகும். ஆனால், இதன் பரவல் அதிக அளவில் வேறுபடக் கூடியதாய் அமைந்துள்ளது. எல் நினோ எனப்படும் இந் நீரோட்டம் சிற்சில சமயங்களில் 12° தென் அட்சம் வரையில் வியாபிக்கின்றது. அப்பொழுது இதனால் ஏற்படும் பலன்கள் பெருமளவில் பாதகமானவையாகும். இவ் வெப்ப நீரோட்டத்தால் பெருமளவில் மீன் முதலிய கடல் வாழும் பிராணிகள் இறந்துவிடுகின்றன. மீன் முதலிய பிராணிகள் வாழ்வதற்குத் தேவையான பிளாங்க்டான் (Plankton) உணவுப் பொருள்களும் அழிந்து படுகின்றன. இவ்விதம் வெப்பம் அதிகரிப்பதால், இங்கு வாழும் மீன்கள் குளிர்ந்த நீரைத் தேடிச் சென்றுவிடுகின்றன. இம் மீன்களை உணவாகக் கொள்ளும் குவானோ (Guano) பறவைகள் உணவின்மையால் இறந்து விடுகின்றன. மேலும், இந் நீரோட்டத்தைத் தொடர்ந்து மழை மண்டலங் களும் தெற்கு நோக்கி இடமாற்றம் அடைகின்றன. இதனால், பொதுவாக வறண்ட நிலையில் இருக்கும் பகுதிகளில் திடீரெனக் கனத்த மழை ஏற்பட்டு வெள்ளச் சேதம் காணப்படுகின்றது.

வட பசிபிக்கில் உள்ளதே போன்று, தென் பசிபிக்கிலும் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் நீர் மேற்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் (South Equatorial Current) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இதைத் தென் அட்லான்டிக் பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்துடன் ஒப்பிடலாம். பெரு நீரோட்டத்தின் மேற்கு எல்லையில் கரைக்கு 900 கிலோ மீட்டருக்கப்பால் தெற்கு நோக்கிப் பாயும் நீரோட்டம் ஒன்று காணப்படுகின்றது. 40°—50° தென் அட்சங்களுக் கிடையில் மேல்காற்று நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. ஆஸ்திரேலியா வின் கிழக்குக் கடற்கரையை அடுத்துத் தெற்கு நோக்கிப் பாயும் வெப்ப நீரோட்டம் ஒன்று காணப்படுகின்றது. இதற்குக் கிழக்கு ஆஸ்திரேலிய நீரோட்டம் (East Australian Current) என்று பெயராகும். மற்றப்படி தென் பசிபிக் நீரோட்டங்களைப்பற்றி நமக்குக் கிடைத்துள்ள விவரங்கள் மிகக் குறைவானவையே யாகும்.

அட்லான்டிக்கில் காணப்படுவதே போன்று, பசிபிக்கிலும் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் ஓர் எதிர் நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. இதற்கு பசிபிக் பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம் (Pacific Equatorial Counter Current) என்று பெயர். இந் நீரோட்டம் பசிபிக்கில் ஆண்டு முழுவதும் காணப்படுகின்றது. இவ்வகையில், இது அட்லான்டிக் பூமத்தியரேகை

நீரோட்டத்தினின்றும் வேறுபடுகின்றது. இந் நீரோட்டம் ஆண்டு முழுவதும் பூமத்திய ரேகைக்கு வடக்கிலேயே அமைந்துள்ளது. பசிபிக்கின் மேற்குப் பகுதியில் நீர் சேருவதால் இந் நீரோட்டம் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. பசிபிக்கின் மேற்குப் பகுதியில் அட்லாண்டிக்கிலுள்ளதைப் போன்ற நிலச் சுவர் காணப்படாதபோதிலும், பசிபிக்கில் இவ்வெதிர் நீரோட்டம் அதிக விசையுடன் காணப்படுகின்றது. நியூகினிக்கு வடக்கில் சுமார் 5° வட அட்சத்தில் தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டத்துடன் சேருகின்றது. இங்கும் பூமத்திய ரேகை எதிர் நீரோட்டம் ஆரம்பமாகின்றது. டிசம்பரிலிருந்து பிப்ரவரி வரை வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் பிலிப்பைன் பகுதியிலிருந்து தெற்கு நோக்கி ஒரு கிளையைச் செலுத்துகின்றது. இந் நீரோட்டம் நியூகினி வரை காணப்படுகின்றது. மற்றொரு கிளை எதிர் நீரோட்டமாகக் கிழக்கு நோக்கிப் பாய்கின்றது.

இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள்

இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள், மற்றக் கடல் நீரோட்டங்களினின்றும் வேறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன. இதற்கான காரணங்களில் முக்கியமானவை கீழ்வருமாறு:

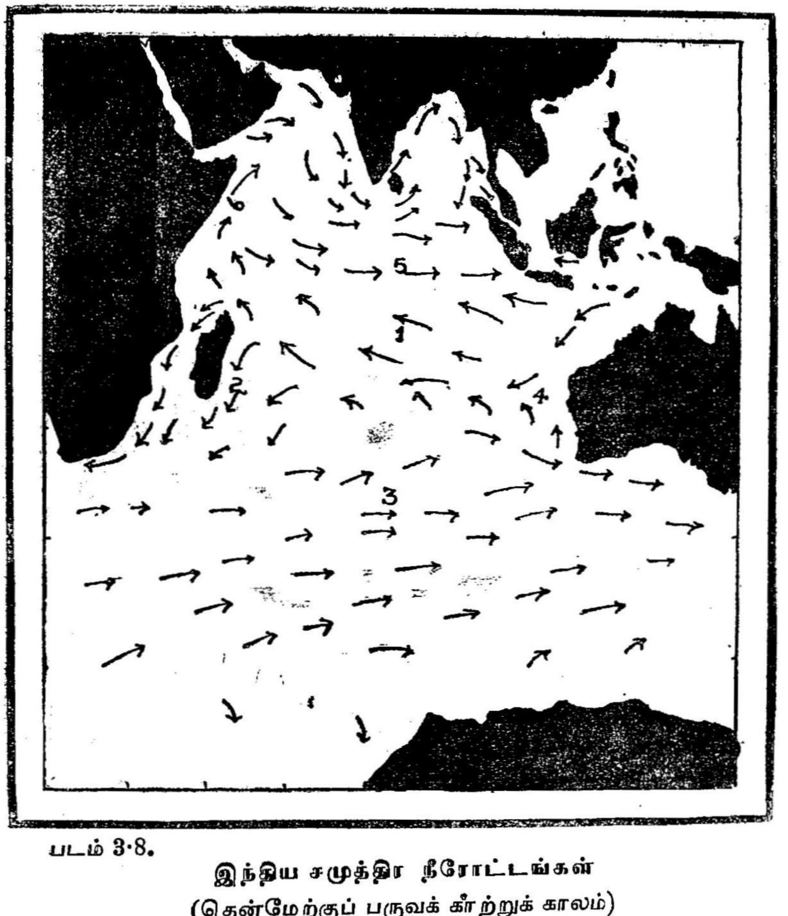
1. இந்திய சமுத்திரம் ஓர் அரைக் கோளார்த்த சமுத்திரமாகும். இது தெற்குப் பகுதியில் மட்டும் மற்றச் சமுத்திரங்களுடன் ஒப்பிடக்கூடியதாய் அமைந்துள்ளது. வடக்கே இது நிலப்பகுதியால் சூழப்பட்டுள்ளது. ஆதலால், இங்கு மற்ற எல்லாச் சமுத்திரங்களையும்விட நில அமைப்பு கடல் நீரோட்டங்களைப் பாதிக்கின்றது.

2. இப் பிரதேசம் பருவக் காற்றுகளால் பாதிக்கப்படுகின்றது. ஆதலால், காற்றின் திசை மாறும்போது கடல் நீரோட்டங்களின் திசையும் மாறுகின்றது. பருவக்காற்றுகள் வடக்கிலிருந்து தெற்கு நோக்கியும், தெற்கிலிருந்து வடகோளார்த்தத்தை நோக்கிப் பருவக் காலங்களுக்கு ஏற்ப மாறிமாறியும் வீசுவதால், நீரோட்டங்களின் அமைப்பில் பெரும் மாறுபாடு காணப்படுகின்றது.

மேலே கூறப்பட்டுள்ள காரணங்களால் இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள் பல சிறப்பான அமிசங்களுடன் அமைந்து காணப்படுகின்றன.

இந்திய சமுத்திரத்தின் தெற்குப் பகுதியைப் பொறுத்தவரை, அதில் காணப்படும் நீரோட்டங்கள் மற்றச் சமுத்திரங்களில் உள்ளதைப் போன்ற அமைப்புடன் காணப்படுகின்றன. 20° தென் அட்சத்திற்கு வடக்கில் தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் கிழக்கிலிருந்து மேற்காகப் பாய்கின்றது. இந் நீரோட்டம் தென் மேற்குப் பருவக்காற்றுக் காலங்களில் (ஜூன் முதல்

செப்டம்பர் முடிய) அதிக விசையுடன் காணப்படுகின்றது. இக் காலத்தில் பசிபிக்கிலிருந்து சிறிதளவு நீர் இச் சமுத்திரத்தையடைகின்றது. இந் நீரோட்டம் ஆப்பிரிக்கக் கடற்கரையை அடைந்தவுடன் தெற்கு நோக்கித் திரும்புகின்றது இங்கு, இதன் அகலம் 100 கிலோ மீட்டர்கள் ஆகும். இது ஒரு வெப்ப நீரோட்டமாகும். இதற்கு அகுல்ஹாஸ் நீரோட்டம் (Agulhas Current) என்று பெயராகும். இதன் சிறு பகுதி நன்னம்பிக்கை முனை (Cape of Good Hope) வழியே அட்லாண்டிக் சமுத்திரத்தையடைந்த போதிலும், பெரும்பகுதி கிழக்கு நோக்கித் திரும்பி, மேல்காற்று



படம் 3·8.

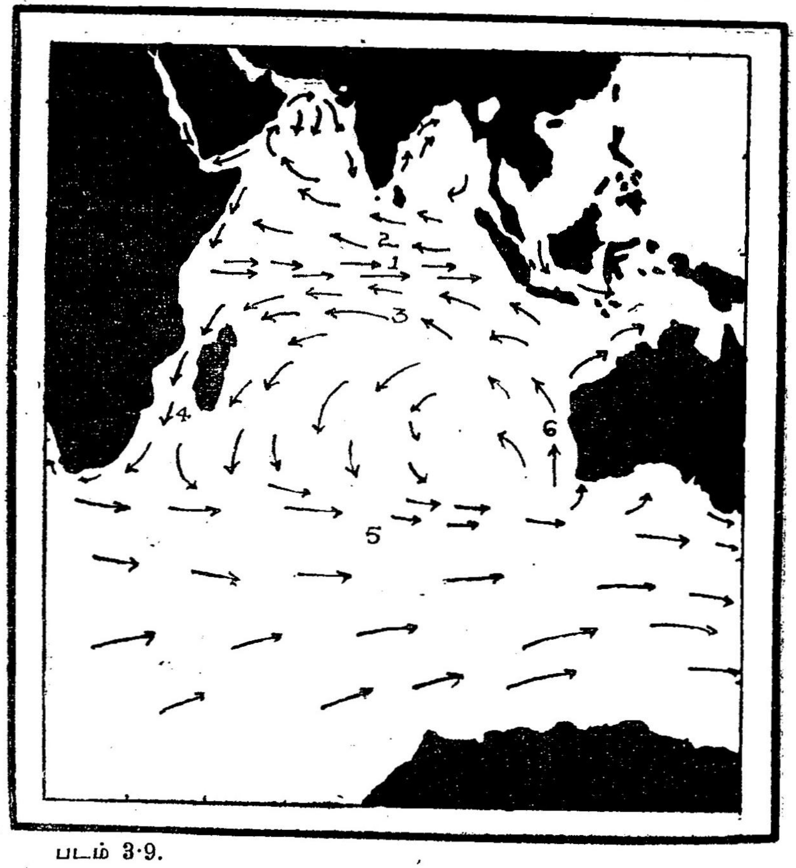
இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள்

(தென்மேற்குப் பருவக் காற்றுக் காலம்)

1. தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம், 2. அகுல்ஹாஸ் நீரோட்டம், 3. மேல் காற்று நீரோட்டம், 4. மேற்கு ஆஸ்திரேலிய நீரோட்டம், 5. பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம், 6. ஸோமாலி நீரோட்டம்.

நீரோட்டத்தின் வட பகுதியாக மாறுகின்றது. குளிர்காலத்தில் மேல் காற்று நீரோட்டம் பெரும்பாலும் ஆஸ்திரேலியாவுக்குத் தெற்காகவே பாய்கின்றது. ஆஸ்திரேலியாவின் மேற்குக் கடற்கரையை அடுத்துக் குளிர்ந்த நீர் மேலெழும்புகின்றது. இந் நீரோட்டத்திற்கு மேற்கு ஆஸ்திரேலிய நீரோட்டம் (West Australian Current) என்று பெயர்.

இந்திய சமுத்திரத்தின் வடபகுதியில் பருவக் காலங்களைப் பொறுத்து நீரோட்டங்களின் அமைப்பில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. வட



படம் 3·9.

இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள்
(வட கிழக்குப் பருவக் காற்றுக் காலம்)

1. பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம், 2. வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் 3. தென் பூமத்தியரேகை நீரோட்டம், 4. அகுல்ஹாஸ் நீரோட்டம், 5. மேல்காற்று நீரோட்டம், 6. மேற்கு ஆஸ்திரேலிய நீரோட்டம்.

கோளார்த்தக் கோடையில் (Northern Summer) தென் பூமத்திய ரேகை நீரோட்டம், தென்மேற்குப் பருவக்காற்ருல் உந்தப்பட்டு பூமத்திய ரேகையைக் கடந்து வட பகுதியிலும் பாய்கின்றது. இக் காலத்தில் வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் காணப்படுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாக மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கிப் பாயும் நீரோட்டம் ஒன்று காணப்படு கின்றது. ஆனல், இதைப் பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம் என்று கூறுதல் சரியல்ல. ஸோமாலிலாந்தை (Somaliland) அடுத்துப் பெரிய அளவில் நீர் மேலெழும்புதல் காணப்படுகின்றது. இதற்கு ஸோமாலி நீரோட்டம் (Somali Current) என்று பெயர்.

குளிர்காலத்தில் (அக்டோபர் முதல் மார்ச் வரை) வடக்கில் வட பூமத்தியரேகை நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. சுமார் 7° தென் அட்சத்தில் பூமத்தியரேகை எதிர் நீரோட்டம் காணப்படுகின்றது. வட பகுதியில் மற்ற நீரோட்டங்கள் பெரும்பாலும் நில அமைப்பைப் பொறுத்தே அமைந்துள்ளன.

இந்திய சமுத்திர நீரோட்டத்தில் ஒரு முக்கிய அமிசம், இந்திய சமுத்திரத்திற்கும், அதைச் சார்ந்துள்ள செங்கடலுக்குமிடையே (Red Sea) காணப்படும் நீரோட்டமாகும். குளிர்காலத்தில் உப்பளவு மிகுந்த நீர் செங்கடலிலிருந்து பாப்-எல்-மெண்டப்பின் (Bab-El-Mende்) அடித் தளத்தில் வெளியேறுகின்றது. இது இடைப்பட்ட நீராகப் பூமத்திய ரேகைக்குத் தெற்கில் இந்திய சமுத்திரத்தில் காணப்படுகின்றது. கோடையில் காற்றின் திசை மாற்றத்தால் மேற்பரப்பு நீர் இந்திய சமுத்திரத்தினுள் பாய்கின்றது.

கடல் நீரோட்டங்களின் விளைவுகள்

கடல் நீரோட்டங்களால் தோன்றும் விளைவுகளை இரு வகையாகப் பிரிக்கலாம். ஒன்று, கடல் நீரோட்டங்களால் காலநிலையில் (Climate) தோன்றும் வேறுபாடு; மற்றது, உயிரினப் பரவலில் காணப்படும் வேறு பாடு ஆகும். இவற்றைப் பற்றி விவரமாக இங்கு ஆராய்வோம்.

1. காலநிலையில் காணப்படும் வேறுபாடுகள்—வெப்பநிலை: வெப்பநிலை மிகுந்த நீரோட்டங்களால் பாதிக்கப்படும் கடற்கரைப் பகுதிகளில் வெப்பநிலை மிகுந்து காணப்படும். அயன மண்டலங்களில் வியாபாரக் காற்றுகளால் கடலின் கிழக்குப் பகுதியிலிருந்து மேல்தள நீர் மேற்கு நோக்கிக் கடத்தப்படுகின்றது. இதை ஈடு செய்யக் கிழக்குப் பகுதிகளில் அடித்தள நீர் மேலெழும்புகின்றது. எனவே, சமுத்திரங்களின் கிழக்குப் பகுதியில் வெப்பம் குறைந்து காணப்படுகின்றது. அயன

மண்டலங்களில் சமுத்திரங்களின் மேற்குப் பகுதியில் வெப்ப நீர்த் தேக்கம் காணப்படுவதால் வெப்பநிலை அதிகமாயுள்ளது. இவ் வெப்ப நீர்த் தேக்கம் அயன மண்டல ஸைக்லோன்களின் ஆரம்பத் தலமாகும்.

அட்டவணை 17

அயன மண்டலங்களின் கடற்கரை வெப்பநிலை

இடம்	ஜன.	பிப்.	மார்ச்	ஏப்ரல்	மே	ஜூன்	ஜூலை	ஆக.	செப்.	அக்.	நவ.	டிச.
டாகர் (அட்லான்டிக் கிழக்கு)	73	73	73	73	75	81	82	81	82	82	80	75
ஸான் பிரான்ஸிஸ்கோ (கிழக்கு)	50	53	54	55	57	59	59	59	61	61	57	51
ஹாங்காங் (மேற்கு)	60	59	63	70	77	81	82	82	81	76	69	63

இவ்விதமே மிதவெப்ப மண்டலங்களில் வெப்ப நீரோட்டங்களால் வெப்பநிலை அதிகரிக்கின்றது. மேற்குப் பகுதியில் குளிர்ந்த நீரோட்டங்கள் காணப்படுவதால் வெப்ப நிலை குறைவாயுள்ளது. சமுத்திரங்களின் கிழக்குப் பகுதியில் (கண்டங்களின் மேற்குக் கடற்கரை) வெப்ப நீரோட்டங்கள் காணப்படுவதால் வெப்ப நிலை அதிகமாயுள்ளது. உதாரணமாக, வட மேற்கு ஐரோப்பாவில் உள்நாட்டில் செல்லச் செல்ல வெப்பநிலை குறைகின்றது. குளிர்காலச் சம வெப்பக் கோடுகள் அட்சரேகைகளுக்கு இணையாக இராமல், அட்லான்டிக் கடற்கரைக்கு இணையாகவுள்ளன. இப் பகுதியில் வட அட்லான்டிக் வெப்ப நீரோட்டம் காணப்படுவதும், காற்று மேற்கிலிருந்து வீசுவதும் இந் நிலைக்குக் காரணமாகும். இவ்விதமே, வட அமெரிக்காவின் கிழக்குக் கடற்கரையோரம் குளிர்ந்த லாப்ரடார் நீரோட்டம் காணப்படுவதால், கோடையிலும் இப் பிரதேசத்தில் வெப்பநிலை குறைந்தே காணப்படுகின்றது. குளிர்காலத்தில் நியூயார்க் துறைமுகம் மூன்று வாரங்களுக்கு நீர் உறைந்து காணப்படுகின்றது.

அட்டவணை 18

மித்வெப்ப மண்டலக் கடற்கரை வெப்பநிலை

இடம்	ஜன.	பிப்.	மார்ச்	ஏப்ரல்	மே	ஜுன்	ஜுலை	ஆக.	செப்.	அக்.	நவ.	டிச.
வாலன்சியா	45	44	45	47	52	56	59	59	56	52	47	45
லண்டன்	41	41	43	47	55	59	63	62	57	51	44	41
பெர்ஜன் (60° வட)	34	34	36	42	49	55	58	57	52	55	39	36
பெர்லின்	31	32	38	46	56	61	64	62	56	47	38	33
வார்ஸா (போலந்து)	26	28	35	46	57	63	66	64	56	46	36	29

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளவைகளில் வாலன்சியா, லண்டன், பெர்லின், வார்ஸா ஆகியவை சற்றேறக்குறைய ஒரே அட்சரேகையில் அமைந்துள்ளன.

மழையளவு : கடல் நீரோட்டங்களால் மழையளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. வெப்ப நீரோட்டங்கள் காணப்படும் பகுதியில் மழையளவு அதிகமாயுள்ளது. இதற்கு உதாரணமாக, அயர்லாந்து, இந்தியா இவற்றைக் கூறலாம். குளிர்ந்த நீரோட்டத்தை அடுத்துள்ள பகுதிகளில் மழையளவு குறைகின்றது. இவ்வமைப்பை ஓர் உதாரணம் மூலம் நன்கு விளக்கலாம். ஸஹாராப் பாலைவனத்தில் கோடையில் வெப்பநிலை மிகுந்து ஓர் அழுத்தக் குறைவுப் (low pressure) பிரதேசம் அமைந்துள்ளது. இவ்வழுத்தம் குறைந்த பிரதேசத்தை நோக்கி அட்லான்டிக்கிலிருந்து ஈரப்பசை (humid) மிகுந்த காற்று வீசுகின்றது. இதனால், சாதாரணமாக ஸஹாராவில் மழையேற்பட வேண்டும். கடற்கரையை யடுத்துக் கானரி (Canaries) குளிர்ந்த நீரோட்டம் பாய்கின்றது. காற்று இதன்மேல் வீசும் பொழுது காற்றின் அடிப்பாகம் குளிர்ந்து சுருங்கல் (condensation) ஏற்படுகின்றது. இதனால், இங்கு மூடுபனி ஏற்படுகின்றது. காற்று ஸஹாராப் பாலைவனத்தை அடையும்பொழுது, அது நிலையான (stable) சம நிலையில் காணப்படுகின்றது. எனவே, ஸஹாராப் பாலைவனத்தில் மழை பொழிவதில்லை. தென் அமெரிக்காவின் மேற்குக் கடற் கரையோரம் காணப்படும் எல் நினோ வெப்ப நீரோட்டம் தெற்கில் அதிகம் பரவும்பொழுது, எவ்விதம் மழை அதிகரித்து வெள்ளம் ஏற்படுகின்றது என்று முன்னரே கண்டோம்.

8

உயிரினப் பரவல்: தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான பொருள்கள் எல்லாம் கடலிற் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இவற்றிற் சில குறைந்த அளவிலேயே அமைந்துள்ளன. இவற்றில் முக்கியமானவை நைட்ரேட்டுகள் (Nitrates), பாஸ்பேட்டுகள் (Phosphates) ஆகும். நைட்ரேட்டுகளும், பாஸ்பேட்டுகளும் குளிர்காலத்தில் அதிகமாகச் சேருகின்றன. இளவேனிற் காலத்தில் இவை அதிக அளவில் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. இதனால், கோடையில் உணவுப் பஞ்சம் ஏற்படு கின்றது. இதனால், உயிரினங்கள் இறக்கின்றன. இவை நீரில் அமிழ்ந்து கடலின் அடித்தளத்தை அடைகின்றன. இங்குப் பாக்டீரியாக்களால் நைட்ரேட்டுகளாகவும் பாஸ்பேட்டுகளாகவும் இவை சிதைபடுகின்றன. இப் பொருள்கள் கடல் நீரோட்டங்களால் மேல்தளத்திற்குக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. இதனால், தாவரங்களுக்குத் தேவையான உணவுப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன. இத் தாவரங்களை உண்டு சிறு மீன்களும், அவற்றை உண்டு பெரு மீன்களும் உயிர் வாழ்கின்றன. இதனால் நீர் மேலெழும் பகுதிகளில் உயிரினங்களின் பெருக்கம் அதிகமாயுள்ளது. எனவே, கலிஃபோர்னியா போன்ற பகுதிகளில் மீன்பிடித்தல் முக்கியத் தொழிலாகும். உலகிலேயே மிகச் சிறந்த மீன்பிடிக்கும் தலங்கள் குளிர்ந்த நீரும் வெப்ப நீரும் கலக்கும் பகுதிகளில் அமைந்துள்ளன. நியூ பவுண்ட் லாந்திற்கு (New Foundland) அருகிலுள்ள கிராண்ட் மேடுகளை (Grand Banks) இதற்கு ஓர் உதாரணமாகக் கூறலாம். குளிர்ந்த நீரில் உணவுப் பொருள்களும், வெப்ப நீரில் இனப் பெருக்கத்திற்குத் தேவையான ஊக்கமும் அமைந்துள்ளதே இந் நிலைக்குக் காரணமாகும்.

ஓதங்கள் (Tides)

கடலிற் காணப்படும் அலைகளிலேயே மிக நீண்டவை ஓதங்களால் ஏற்பட்ட அலைகள் ஆகும். பண்டைக் காலந்தொட்டுக் கடற் கரையோரம் வாழும் மக்கள் ஓதங்களுக்கும் சந்திரனுக்கும் தொடர்பு இருக்க வேண்டும் என்று கருதினர். ஆனால், தொடர்பு எவ்வகைப்பட்டது, எதனால் ஏற்பட்டது என்பதுபற்றி அவர்கள் ஒன்றும் அறிந்திருக்கவில்லை. அமாவாசை, பௌர்ணமி தினங்களில் அதி ஓதங்களும் (Spring tides), அஷ்டமியன்று (அமாவாசை, பௌர்ணமி இவற்றையடுத்து வரும் எட்டாவது தினம்) மித ஓதங்களும் (Neap tides) ஏற்படுகின்றன. ஓர் இடத்தில் பௌர்ணமியன்று சந்திரன் உச்சிக்கு வரும் நேரத்திற்கும், உச்ச ஓதம் ஏற்படும் நேரத்திற்கும் இடையே காணப்படும் கால வேறுபாடு ஒரே அளவில் மாறுபடாமல் உள்ளது. ஆனால், இக் கால வேறுபாடு இடத்திற்கிடம் வேறுபடுகின்றது. சில இடங்களில், இக் கால வேறுபாடு ஒருமணியளவிலும், சில இடங்களில் அதற்கு மேலும் காணப்படுகின்றது.

ஓதங்களின் வகைகள், அவை ஏற்படுவதற்கான காரணங்கள் இவற்றை ஆராயும் முன் அவற்றின் அமைப்பைப்பற்றி ஆராய்தல் அவசியமாகும். கடலில் காலவரையறைக் குட்பட்டு ஏற்படும் கடல் மட்ட ஏற்றத்

தாழ்வுகளுக்கு ஓதங்கள் என்று பெயர். ஓத அளவுக் கருவி கொண்டு கடல் மட்டத்தில் ஏற்படும் வித்தியாசம் அளக்கப்படுகின்றது. இக் கருவி ஓதங்களின் அலையமைப்பை (Wave-structure) நன்கு எடுத்துக் காட்டுகின்றது. ஓதங்களினுல் ஏற்படும் நீர்மட்ட வித்தியாசம் அலையுருவில் அமைந்துள்ளது. இவ் அலையின் உச்சி (crust) உச்ச ஓதத்தையும் (high tide), பள்ளம் (trough) நீச ஓதத்தையும் (low tide) குறிக்கும். இரு உச்ச ஓதங்களுக்கிடையே ஒரு நீச ஓதமுள்ளது. உச்ச ஓதத்தின் உயரத்திற்கும், நீச ஓதத்தின் பள்ளத்திற்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடு ஓத வியாப்தி (Tidal-Range) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. சமுத்திரங்களின் மத்தியில் ஓத வியாப்தி மிகக் குறைவாகவே அமைந்திருக்கும். ஆனுல், குடாக்களிலும் (Bays) கடற்கரையை அடுத்துள்ள பகுதிகளிலும் ஓத வியாப்தி 30′ வரை காணப்படுகின்றது. ஓதமுகங்களில் (estuary) இது 40′ வரை அமைந்துள்ளது. உதாரணமாக, ஸவுத்தாம்டனில் (Southampton) 12′ அளவிலும், தேம்ஸ் (Thames) ஓதமுகத்தில் 17′ அளவிலும், லண்டன் பாலத்துக் (London Bridge) கருகில் 23′ அளவிலும் ஓத வியாப்தி காணப்படுகின்றது. இவ்விதமே ஸெவரன் முகத்துவாரத்தில் அவன் மௌத்துக்கு (Avon mouth) அருகில் 44′ அளவில் அமைந்துள்ளது. சில குடாக்களின் முகத்தில் ஓத வியாப்தி குறைவாகவும், தலைப்புறம் செல்லச் செல்ல அதிகரித்தும் காணப்படுகிறது. உதாரணமாக, ஃபண்டி வளைகுடாவின் (Bay of Fundy) முகத்தில் 8′ அளவிலும், தலைப்புறத்தில் 50′ அளவிலும் ஓத வியாப்தி அமைந்துள்ளது.

ஓதங்களில் பல வகைகளுண்டு. ஒன்று, நாளுக்கு இருமுறை உச்ச, நீச ஓதங்கள் ஏற்படுதலாகும். இவற்றிற்கு அர்த்த தின ஓதங்கள் (Semi-diurnal tides) என்று பெயர். இவ்வகையான ஓதங்கள் அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் காணப்படுகின்றன. இரண்டாவது வகை ஓதங்களில் நாளுக்கு ஒரே உச்ச, நீச ஓதங்கள் மட்டும் காணப்படுகின்றன. இவை தின ஓதங்கள் (diurnal tides) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இவ்வகையான ஓதங்கள், மெக்ஸிகோ வளைகுடா, பிலிப்பைன் தீவுகளைச் சார்ந்துள்ள கடற்பகுதி, அலாஸ்கா (Alaska) கடற்கரை இவற்றில் காணப்படுகின்றன. பசிபிக் சமுத்திரம், இந்திய சமுத்திரம் இவற்றின் பெரும் பகுதியில் வேறொரு வகையான அர்த்த தின ஓதங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் உச்ச ஓதங்களுக்கிடையே ஓத வியாப்தியில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இரு உச்ச ஓதங்களில் ஒன்று மற்றதைவிடக் குறைந்த கடல் மட்டத்துடன் காணப்படுகின்றது. இவ்வித ஓதங்களுக்குக் கலப்பு ஓதங்கள் (mixed tides) என்று பெயர். இவற்றைப்பற்றிப் பின்னுல் விரிவாக ஆராய்வோம்.

ஓதங்களுக்கும் சந்திரனுக்கும் சம்பந்தமுண்டு என்று முன்னரே கண்டோம். இதை முக்கிய காரணியாகக் கொண்டு ஓதங்களின் தோற்றம்

விளக்கப்படுகின்றது. ஓதங்களைப் பற்றி மூன்று விதக் கொள்கைகள் நிலவுகின்றன. அவையாவன :

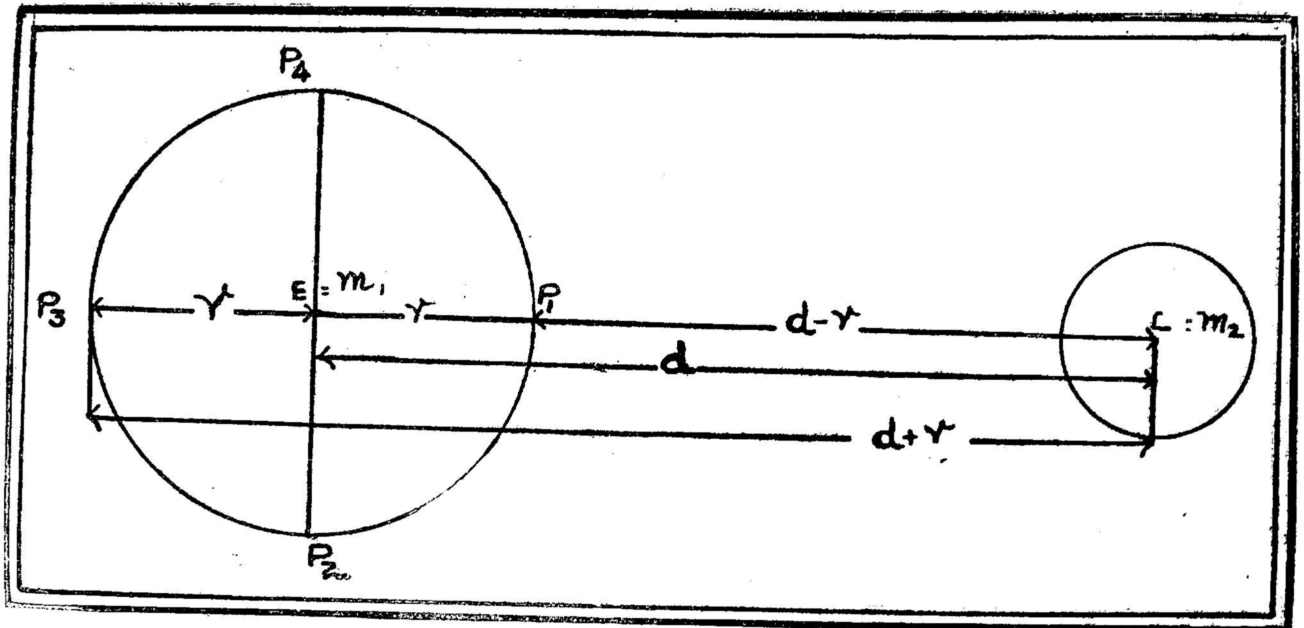
1. சமநிலைக் கொள்கை (Equilibrium theory)
2. முன்னேறும் அலைக் கொள்கை (Progressive wave theory)
3. நிலையான அலை அல்லது அலைவுக் கொள்கை (Stationary wave or oscillatory wave theory)

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள கொள்கைகளைச் சிறிது விரிவாக ஆராய்வோம்.

சமநிலைக் கொள்கையின்படி ஓதங்கள், சந்திரன், சூரியன் இவற்றின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் ஏற்பட்டதாகக் கருதப்படுகின்றது. இது எவ்விதம் என்று பார்ப்போம்.

ஈர்ப்பு விசையைப்பற்றி நியூடன் (Newton) அறிந்து வெளியிட்டார். நியூடன் கொள்கைப்படி அண்டத்திலுள்ள கிரகங்கள் எல்லாம் ஒன்றையொன்று ஈர்க்கும் தன்மையைப் பெற்றிருக்கின்றன என்பது விளங்கும். பூமி சந்திரனை ஈர்க்கின்றது. அவ்விதமே பூமி சந்திரனால் ஈர்க்கப்படுகின்றது. கிரகங்களிடையே காணப்படும் ஈர்ப்பளவு, அவற்றின் பொருண்மைக்கு நேர் விகிதத்திலும், அவற்றிடையேயுள்ள தூரத்திற்கு எதிர்விகிதத்திலும் அமைந்துள்ளது. இரு கிரகங்களின் மையத்திற்கிடையேயுள்ள தூரம்தான் அவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரமாகக் கணக்கிடப்படுகின்றது. சந்திரன், பூமியின் ஒவ்வோர் அணுவையும் ஈர்க்கின்றது. தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க ஈர்ப்பின் அளவு குறைகின்றது. ஆதலால், சந்திரன், பூமியின் மேற்பரப்பில் தனக்கருகில் உள்ள பகுதியை அப்பால் உள்ள பகுதியைவிட அதிக அளவில் ஈர்க்கின்றது. இத் தன்மை எல்லாக் கிரகங்களுக்கும் பொதுவாயமைந்துள்ளது.

கிரகங்களுக்கிடையே ஈர்ப்புவிசை மட்டுமேயிருக்குமானால் அவை ஒன்றையொன்று நெருங்கி மோதல் ஏற்படக்கூடும். அவ்விதம் மோதல் ஏற்படவில்லை என்பது கண்கூடாகும். ஆதலால், இவ் ஈர்ப்பு விசைக் கெதிராக இதை ஈடு செய்யும் வகையில் வேறு ஒரு விசை இருக்கவேண்டும் என்பது விளங்கும். இவ் விசைக்கு மையம் விலகும் விசை (Centrifugal force) என்று பெயர். இது ஈர்ப்பு விசையின் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் காணப்படுகின்றது. கிரகங்களின் மையத்தில் ஈர்ப்பு விசையின் அளவும், மையம் விலகும் விசையின் அளவும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாயுள்ளமையால்தான் கிரங்கள் ஒன்றையொன்று நெருங்காமல் குறிப்பிட்ட வான வெளிப் பாதையில் (orbit) சஞ்சரிக்கின்றன.



படம் 3·10:

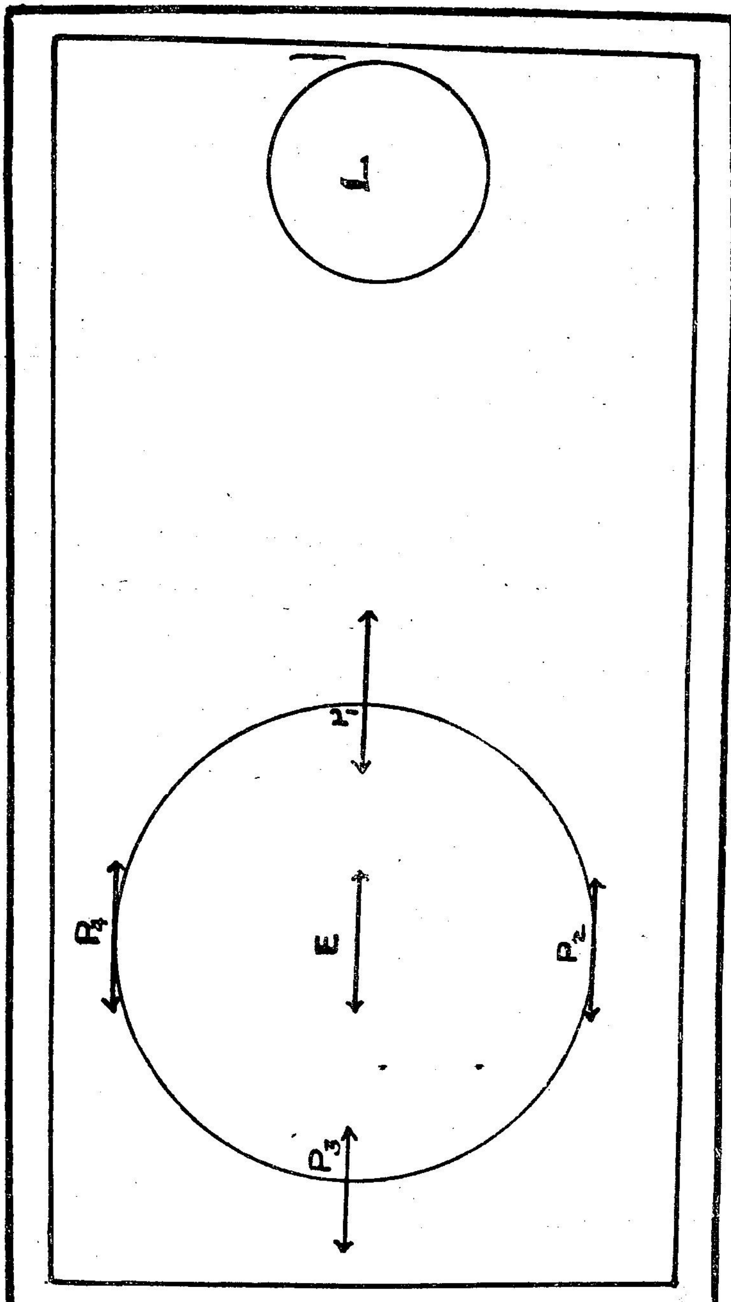
சந்திரனின் ஈர்ப்பு விசையை விளக்கும் படம்.

E-பூமி, L-சந்திரன், m_1, m_2-முறையே பூமி, சந்திரன் இவற்றின் பொருண்மை, d-அவற்றிடையே உள்ள தூரம், r-பூமியின் ஆரம்
P_1, P_2, P_3, P_4-பூமியின் மேற்பரப்பில் ஒன்றுக்கொன்று $90°$ அளவில் அமைந்துள்ள புள்ளிகள்.

மேலே குறிப்பிட்ட கிரகங்களின் ஈர்ப்புத் தன்மையை (Gravitational force) அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைந்ததே சமநிலைக் கொள்கையாகும். இக் கொள்கைப்படி ஓதங்கள், பெருமளவு சந்திரனின் ஈர்ப்புச் சக்தியாலும், குறைந்த அளவு சூரியனின் ஈர்ப்புச் சக்தியாலும் ஏற்படுவதாகக் கருதப் படுகின்றது. சூரியனின் ஈர்ப்புச் சக்தியின் விளைவு மிகக் குறைந்த அளவி லேயே யிருப்பதால், நாம் பூமியில் சந்திரனின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் ஏற்படும் பலன்களை முதலில் ஆராய்வோம்.

கிரகங்களின் ஈர்ப்பளவு, அவற்றின் பொருண்மைக்கு (mass) நேர் விகிதத்திலும், அவற்றிடையேயுள்ள தூரத்திற்கு எதிர் விகிதத்திலும் உள்ளது என்று முன்னரே கண்டோம். பூமியின் பொருண்மையை M_1 என்றும், சந்திரனின் பொருண்மையை M_2 என்றும் கருதுவோம். இவற்றிற்கிடையேயுள்ள தூரத்தை d என்று குறிப்போம். (படம் 3·10-ஐப் பார்க்கவும்.) ஆதலால், பூமி, சந்திரன் இவற்றிடையே காணப்படும் ஈர்ப்பளவு $\frac{M_1 M_2}{d^2}$ அளவிற்குச் சமமாகும். ஆதலால், பூமியின் மையத்தில் சந்திரனின் ஈர்ப்பளவு $\frac{M_1 M_2}{d^2}$ என்ற அளவிலுள்ளது. இதை ஈடுசெய்ய மையம் விலகும் விசை பூமியின் மையத்தில் இதற்குச் சமமாயிருத்தல் வேண்டும். $\left[\text{அதாவது, மையம் விலகும் விசை} = \left(\frac{M_1 M_2}{d^2}\right)\right]$ மையம் விலகும் விசை பூமியின் எப் பகுதியிலும் ஒரே சம அளவா $\left(\frac{M_1 M_2}{d^2}\right)$ யுள்ளது. ஆனால், ஈர்ப்பு விசை இடத்திற்கிடம் இடையேயுள்ள தூரத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. இவற்றை மனத்திற்கொண்டு ஓதங்களைப் பற்றி ஆராய்வோம்.

படம் 3·11-ல், P_1, P_2, P_3, P_4 பூமியின் மேற்பரப்பில் ஒன்றுக் கொன்று 90° கோண வித்தியாசத்தில் அமைந்துள்ள பகுதிகளைக் குறிக்கின்றன. இவற்றில் P_1 சந்திரனை நோக்கியும், P_2, P_3, P பூமியின் மேற்பரப்பில் P_1-க்கு முறையே 90°, 180°, 270° கோண அளவில் அமைந்துள்ளன. அதாவது P_3 சந்திரனுக்கு எதிர்த் திசையில் பூமியின் மேற்பரப்பில் அமைந்துள்ளது. முதலில் நாம் நடுநிசியை (12-0'clock-Mid night) எடுத்துக்கொள்வோம். இப்பொழுது P_1 சந்திரனை நோக்கியுள்ளது.



படம் 3.11 : பூமியின் மேற்பரப்பில் சார்பு விசைக்கும் மையம் விலகும் விசைக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டைக் காட்டும் படம்.

அமைப்பு : 1

P_1-ல் சந்திரனின் ஈர்ப்புச் சக்தி $= \frac{M_1 M_2}{(d-r)^2}$

P_1-ல் மையம் விலகும் விசை $= \frac{M_1 M_2}{d^2}$ (r-பூமியின் ஆரமாகும்)

$\therefore \frac{M_1 M_2}{d^2} < \frac{M_1 M_2}{(d-r)^2}$ அல்லது ஈர்ப்பு விசை, மையம் விலகும் விசையை விட அதிகமாகும். ஆதலால் P_1-ல் பொருள்கள் சந்திரனை நோக்கி ஈர்க்கப்படும்.

P_3 தற்பொழுது சந்திரனுக்கு நேர் எதிர்த் திசையில் அமைந்துள்ளது.

P_3-ல் சந்திரனின் ஈர்ப்புச் சக்தி $= \frac{M_1 M_2}{(d+r)^2}$

P_3-ல் மையம் விலகும் விசை $= \frac{M_1 M_2}{d^2}$

$\therefore P_3$-ல் $\frac{M_1 M_2}{d^2} > \frac{M_1 M_2}{(d+r)^2}$ அல்லது மையம் விலகும் விசை, ஈர்ப்பு விசையைவிட அதிகமாகும். எனவே, P_3-ல் பொருள்கள் சந்திரனுக்கு எதிர்த் திசையில் தள்ளப்படுகின்றன.

ஓரிடத்தில் சந்திரனின் ஈர்ப்பளவிற்கும், மையம் விலகும் விசைக்கும் இடையேயுள்ள வித்தியாசம் சந்திரனின் ஓத விசையாகக் (Tidal force) கருதப்படுகின்றது. இவ் ஓத விசையின் அளவைத் தற்பொழுது கணக்கிடுவோம்.

சந்திரனுக்கும் பூமிக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் சுமார் 2,40,000 மைல்களாகும். சந்திரனுக்கும் P_1-க்கும் இடையேயுள்ள தூரம் $(d-r)$ $= 2,40,000 - 4,000 = 2,36,000$ மைல்கள் ஆகும்.

$\therefore$ சந்திரனின் ஈர்ப்பளவு : மையம் விலகும் விசை

$$= \frac{M_1 M_2}{(d-r)^2} : \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

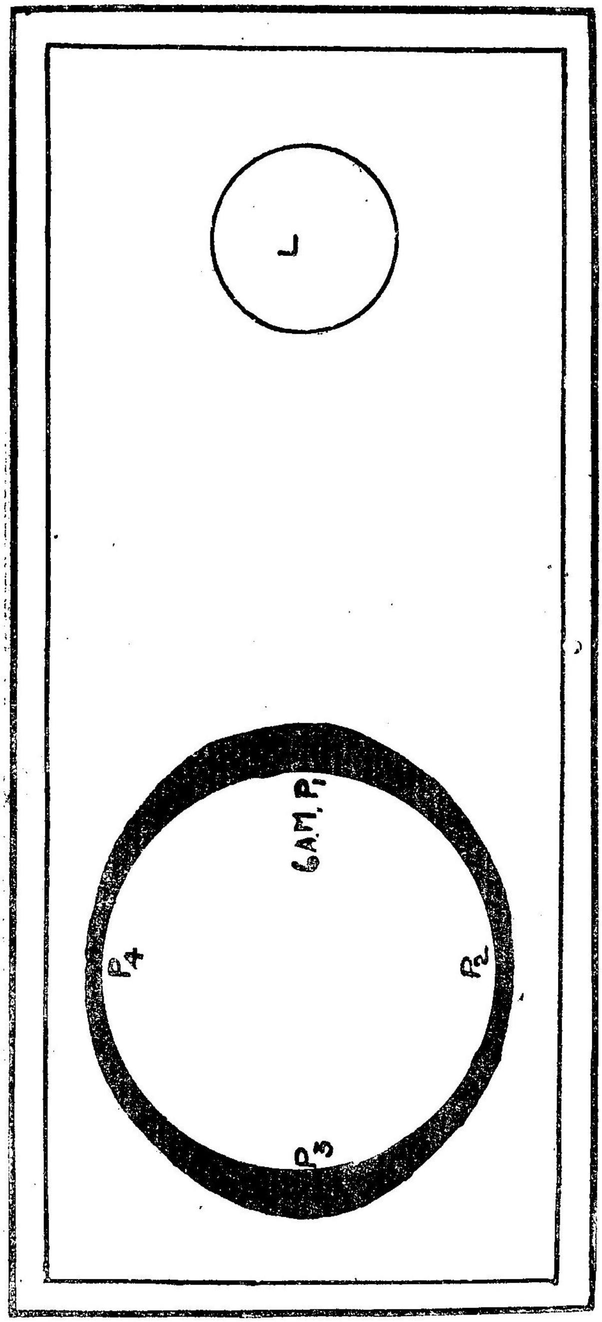
$$= d^2 : d\text{-}r^2$$

$$= 2,40,000^2 : 2,36,000^2$$

$$= 31 : 30 \quad \text{(தோராயமாக)}$$

சந்திரனின் ஓத விசை $= +\frac{1}{30}$ (சந்திரனை நோக்கிஅமைந்துள்ளது)

(சந்திரனின் ஈர்ப்பளவு மையம் விலகும் விசை)



படம் 3·12 : உச்ச, நீச ஓதங்கள்

P_3-ல் சந்திரனின் ஈர்ப்பளவு : மையம் விலகும் விசை

$$= \frac{M_1 M_2}{(d-r)^2} : \frac{M_1 M_3}{d^2}$$
$$= d^2 \quad : (d+r)^2$$
$$= 2{,}40{,}000^2 : 2{,}44{,}000^2$$
$$= 30 : 31 \text{ (தோராயமாக)}$$

∴ சந்திரனின் ஓத விசை $= -\frac{1}{30}$ (சந்திரனுக்கு எதிர்த் திசையில் அமைந்துள்ளது)

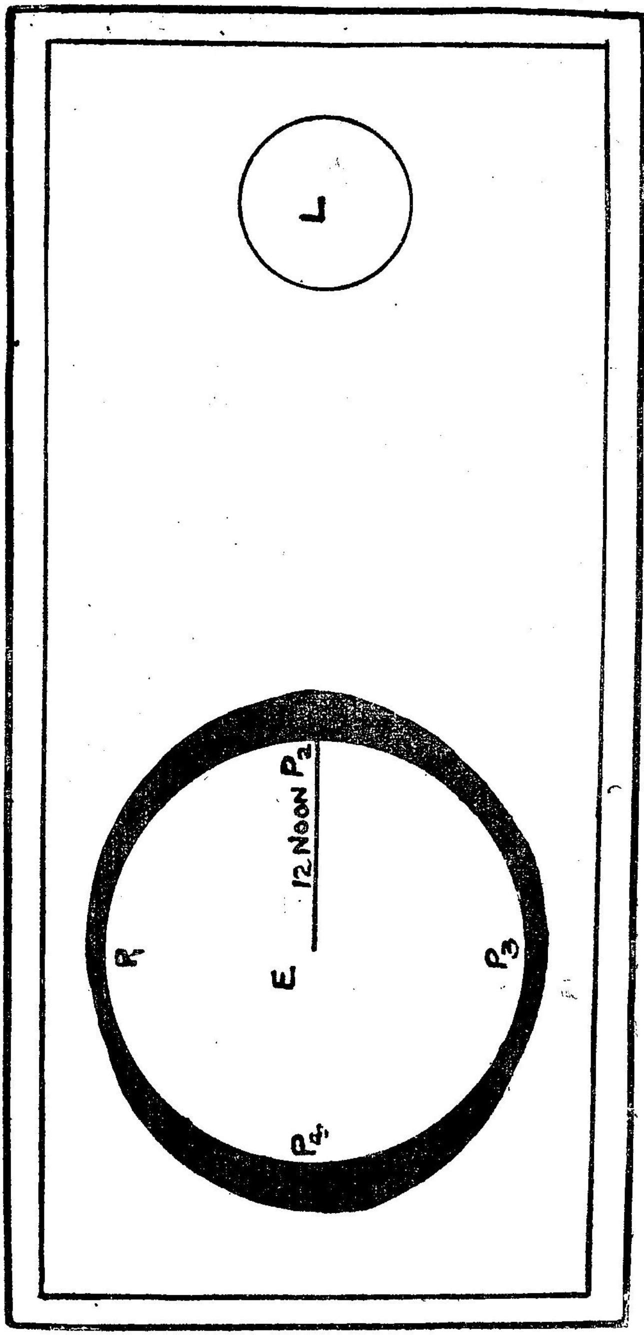
திடப் பொருள்கள் ஈர்ப்புச் சக்தியைத் திரவப் பொருள்களைவிட அதிக அளவில் எதிர்க்கின்றன. எனவே, திரவப் பொருளான நீர் சந்திரனின் ஓத விசையால் அதிகம் பாதிக்கப்படுகின்றது. P_1-ல் சந்திரனை நோக்கியும், P_3-ல் சந்திரனுக்கு எதிர்த் திசையிலும் நீர் குவிகின்றது. இக் குவிதலுக்கான நீர் மற்றப் பகுதிகளிலிருந்து கொண்டுவரப்படுவதால், P_2, P_4-ல் நீர் மட்டம் குறைகின்றது. ஆதலால், P_1, P_3-ல் உச்ச ஓதமும், P_2, P_4-ல் நீச ஓதமும் ஏற்படுகின்றன.

பூமி தன்னைத்தானே ஒரு முறை 24 மணி நேரத்தில் சுற்றி வருகின்றது. அதாவது, 24 மணி நேரத்தில் 360° கோண அளவில் பூமி சுற்றுகின்றது. ஆதலால், 6 மணி நேரத்தில் 90° கடந்திருக்கும். இப்பொழுது காலை 6 மணியை (6 a. m.) எடுத்துக்கொள்வோம். இப்பொழுது P_2 சந்திரனை நோக்கிக் காணப்படும். P_4 சந்திரனுக்கு நேர் எதிர்த் திசையில் பூமியின் மேற்பரப்பில் காணப்படும். P_1, P_3, P_2, P_4-க்கு முறையே 90° கோண அளவில் அமைந்திருக்கும். இப்பொழுது P_2, P_4-ல் உச்ச ஓதங்களும், P_1, P_3-ல் நீச ஓதங்களும் ஏற்படும்.

நடுப் பகலில் P_3 சந்திரனை நோக்கியும், P_1 சந்திரனுக்கு நேர் எதிர்த் திசையிலும் அமைந்துள்ளது. P_2, P_4 முறையே P_1, P_3-க்கு 90° கோண அளவில் உள்ளன. ஆதலால், P_1-ல் மையம் விலகும் விசை அதிகமுள்ளமையாலும், P_3-ல் ஈர்ப்பு விசை அதிகமாயுள்ளமையாலும் உச்ச ஓதங்கள் ஏற்படும். P_2, P_4-ல் நீச ஓதங்கள் ஏற்படும்.

இவ்விதமே, மாலை 6 மணிக்கு P_2, P_4-ல் முன் கூறிய நிலைக்கு எதிரான நிலையிலுள்ளமையால் உச்ச ஓதமும், P_1 P_3-ல் நீச ஓதமும் ஏற்படும்.

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விளக்கத்தில் சந்திரனின் ஓத விசையின் விளைவுகளை மட்டும் ஆராய்ந்தோம். சூரியனும் பூமியை ஈர்க்கின்றது. சூரியனின் பொருண்மை மிக அதிகம். ஆதலால், அதன் ஈர்ப்புச் சக்தி மிக அதிகமாகும். ஆனால், அது பூமியிலிருந்து வெகு தூரத்திலிருப்பதால்



படம் 3·13 : உச்ச, நீச ஓதங்கள்

அதன் ஈர்ப்புச் சக்தி பூமியை அதிக அளவில் பாதிப்பதில்லை. இது எவ்விதம் என்று பார்ப்போம்.

பூமியிலிருந்து சூரியனின் தூரம் = 9,30,00,000 மைல்கள்

P_1-லிருந்து சூரியனின் தூரம் = 9,29,96,000 மைல்கள்

P_1-ல் சூரியனின் ஈர்ப்பளவு : மையம் விலகும் விசை

$= 9{,}30{,}00{,}000^2 : 9{,}29{,}96{,}000^2$

$= 1{,}00{,}086 : 1{,}00{,}000$

$\therefore$ சூரியனின் ஓத விசை $= \frac{86}{1{,}00{,}000}$

சூரியனின் பொருண்மை சந்திரனின் பொருண்மையைவிட 2,55,00,000 மடங்கு அதிகமாயிருந்தபோதிலும், சூரியன் பூமியிலிருந்து அதிக தூரத்திலுள்ளமையால், சூரியனின் ஈர்ப்பளவு சந்திரனின் ஈர்ப்பளவைப்போன்று 169 மடங்குகளே அதிகமாகும்.

எனவே, சூரியனின் ஓத விசை : சந்திரனின் ஓத விசை

$= \left(\frac{86}{100000} \times 169\right) : \frac{1}{30}$

$= 4 : 9$

அதாவது சூரியனின் ஓத விசை சந்திரனின் ஓத விசையில் 4/9 பங்கேயாகும்.

எனவே, ஓதங்களை உண்டாக்கும் முக்கிய காரணியாகச் சந்திரனின் ஈர்ப்பளவைக் கொள்ளலாம். ஆனால், இவ்விதம் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஓதங்கள் சூரியனின் ஈர்ப்புச் சக்தியால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இது எவ்விதம் என்று பார்ப்போம்.

சந்திரனும் பூமியும் ஒரே நிலையிலிருப்பதில்லை. பூமி தன்னைத்தானே சுற்றி வருவதுடன் சூரியனையும் சுற்றி வருகின்றது. ஒரு முறை சுற்றிவர ஓராண்டுக் காலம் ஆகின்றது. இதனால், சூரியன் பூமத்தியரேகையை ஓராண்டுக்கு இரு முறை கடப்பதாகத் தோன்றுகின்றது. அதே விதத்தில் சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வருவதால் பூமத்தியரேகையை மாத மிருமுறை கடக்கின்றது. சந்திரன் பூமத்தியரேகையிலிருந்து அதிக தூரத்திலிருக்கும் பொழுது உச்ச, நீச ஓதங்களின் அளவுகளில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது ஆனால், சந்திரன் பூமத்தியரேகைக்கு நேர் உச்சியில் இருக்கும் போது உச்ச, நீச ஓதங்களின் அளவுகளிடையே வேறுபாடு காணப்படுவதில்லை.

நாம் இதுவரை சந்திரனும் சூரியனும் ஒரே நேர்க் கோட்டிலிருப்பதாகக் கருதுகிறோம். ஆனால், சந்திரன் மாத மொருமுறை பூமியைச் சுற்றி வருவ

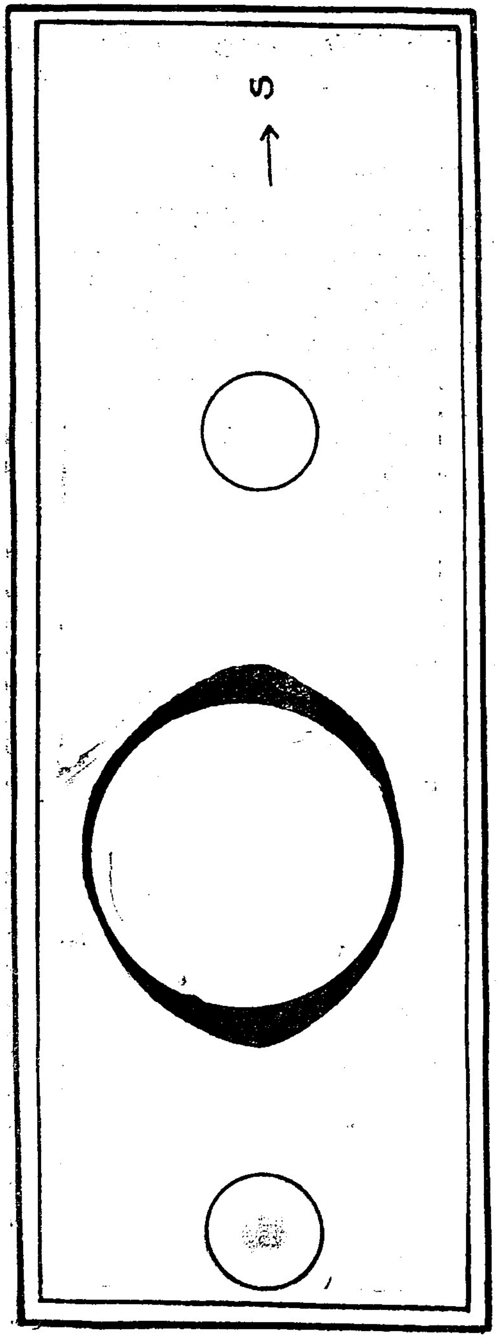
தால் சூரியன், சந்திரன் இவற்றின் திசைகளுக்கிடையே கோண வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இதனுல், ஓதங்களில் வேறுபாடுகள் காணப்படுகின்றன.

அதி, மித ஓதங்கள் (Spring and Neap tides)

பௌர்ணமியன்று சந்திரனும் சூரியனும் பூமிக்கு எதிரெதிர்த் திசையில் ஒரே கோட்டிலமைந்துள்ளன. அதே விதமாக அமாவாசையன்றும் பூமிக்கு ஒரே திசையில் சந்திரனும் சூரியனும் ஒரே கோட்டிலமைந்துள்ளன. இவ்வித அமைப்பிற்கு ஸைஸிஜி (syzygy) என்று பெயர். அமாவாசையன்று P_1, P_3-ல் சூரியன், சந்திரன் இவற்றின் ஓத விசைச் சேர்க்கையால் சராசரியைவிட அதிக அளவில் உச்ச ஓதம் காணப்படும். இவ்வதிகரித்த உச்ச ஓதத்திற்கான நீர், மற்றப் பகுதிகளிலிருந்து வரவேண்டியிருப்பதால், P_2, P_4-இவற்றில் சராசரியைவிடக் குறைந்த அளவில் நீச ஓதம் ஏற்படுகின்றது. அதாவது உச்ச, நீச ஓதங்களிடையேயுள்ள வித்தியாசம் அல்லது ஓத வியாப்தி அதிகரிக்கும்.

பௌர்ணமியன்று சூரியனும் சந்திரனும் பூமிக்கு எதிரெதிர்த் திசையிலுள்ளன. P_1-ல் சந்திரனின் ஈர்ப்பாலும், சூரியனின் ஈர்ப்புக்கு ஈடு செய்யும் வகையில் அமைந்துள்ள மையம் விலகும் விசையாலும் உச்ச ஓதம் ஏற்படும். இவ்விதமே P_3-ல் சூரியனின் ஈர்ப்பாலும், சந்திரனின் ஈர்ப்புக்கு ஈடு செய்யும் வகையில் அமைந்துள்ள மையம் விலகும் விசையாலும் உச்ச ஓதம் ஏற்படும். P_2, P_4-ல் முன் கூறியபடியே சராசரியைவிடக் குறைந்த நீச ஓதம் ஏற்படும். இவ்விதம் சராசரியைவிட அதிக உச்ச ஓதமும், குறைந்த நீச ஓதமும் ஏற்படும்போது அவற்றை **அதி ஓதங்கள்** (Spring tides) என்று அழைக்கின்றுர்கள்.

அஷ்டமியன்று (அமாவாசை, பௌர்ணமிக்கு எட்டாவது தினம்) சூரியனும் சந்திரனும் ஒன்றுக்கொன்று 90° கோண அளவில் அமைந்துள்ளன. இந்நிலைக்கு க்வாட்ரேச்சர் (quadrature) என்று பெயர். P_1, P_3-ல் சூரியனின் ஈர்ப்பால் உச்ச ஓதம் ஏற்படும். அதே சமயத்தில் சந்திரன் P_2-க்கு எதிரில் அமைந்துள்ளது. ஆதலால், P_2, P_4-ல் சந்திரனின் ஈர்ப்பால் உச்ச ஓதம் ஏற்படும். P_1, P_3-ல் சந்திரனுல் நீச ஓதமும், P_2, P_4-ல் சூரியனுல் நீச ஓதமும் ஏற்படும். சந்திரனின் ஈர்ப்பும், சூரியனின் ஈர்ப்பும் எதிரெதிர்த் திசையில் அமைந்திருப்பதால் உச்ச, நீச ஓதங்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. சந்திரனின் ஓதவிசை சூரியனின் ஓதவிசையைவிட அதிகமாதலால் P_2, P_4-ல் சராசரியைவிடக் குறைந்த உச்ச ஓதமும், P_1, P_3-ல் சராசரியைவிட அதிக நீச ஓதமும் ஏற்படுகின்றன. எனவே, ஓத வியாப்தி சராசரியைவிடக் குறைவாயுள்ளது. இவ்வித ஓதங்களுக்கு **மித ஓதங்கள்** (Neap tides) என்று பெயர்.

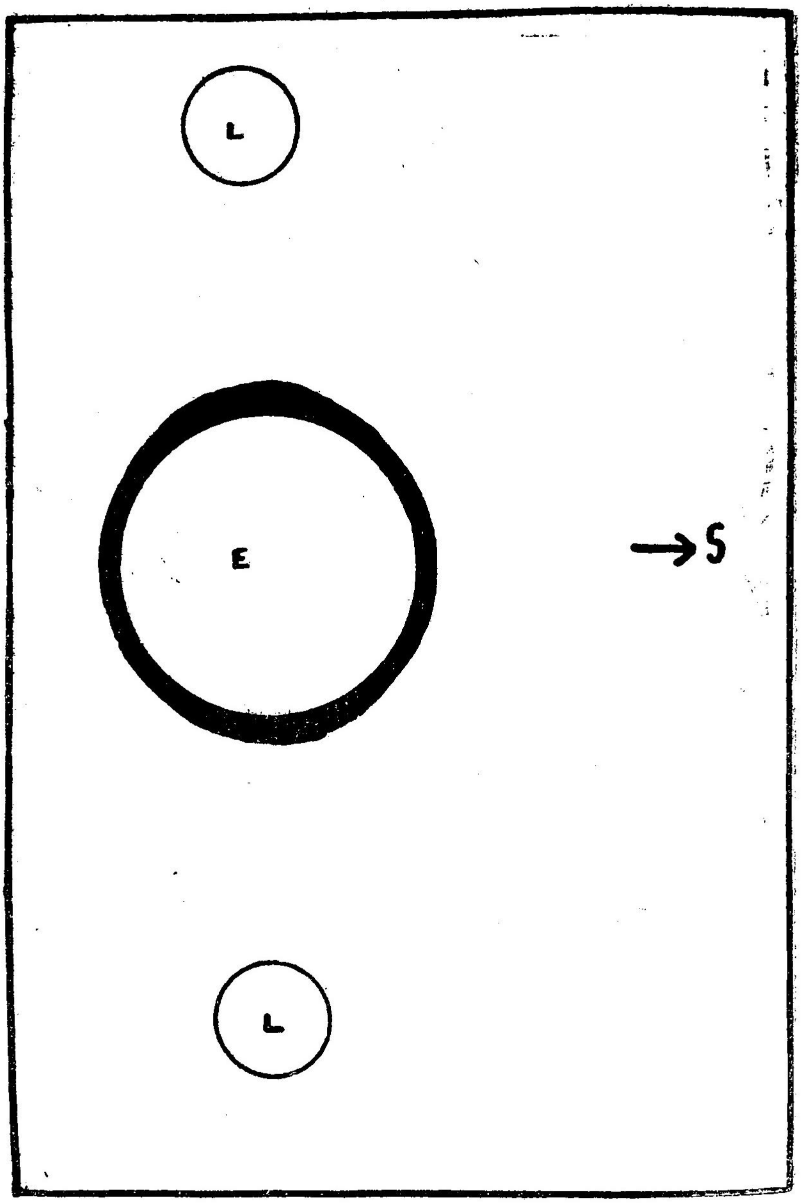


படம் 3·14 : அதி ஓதங்கள்

இவ்விதப் பெரும் மாறுபாடுகளையும் தவிர்த்து, வேறு பல மாறுபாடு களும் ஏற்படுகின்றன. சந்திரனின் வான வெளிப் பாதை நீள் வட்டமாய் (elliptic orbit) அமைந்துள்ளமையால், சந்திரன் சில சமயங்களில் பூமிக்கு அருகிலும், மற்றும் சில சந்தர்ப்பங்களில் பூமிக்கு அதிக தூரத்திலும் காணப்படும். பூமிக்கு அருகிலிருக்கும் நிலைக்கு பெரிஜீ (Perigee) என்றும். அதிக தூரத்திலிருக்கும் நிலைக்கு அபோஜீ (Apogee) என்றும் பெயராகும், ஓதங்கள் பூமிக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தைப் பொறுத் திருப்பதால், பெரிஜீ காலத்தில் ஓத வியாப்தி சராசரியைவிட 20% அதிகமாகவும், அபோஜீ காலத்தில் சராசரியைவிட 20% குறைவாகவும் அமைந்துள்ளது. இவ்விதமே, சூரியனின் அண்மை (perihelion), தூரம் (aphelion) இவற்ருலும் ஓதங்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன.

மேற்கூறிய முறையில் ஓதங்களின் தோற்றத்தைச் சமநிலைக்கொள்கை (Equilibrium theory) விளக்குகின்றது. இக் கொள்கைப்படி ஒரே தீர்க்க ரேகை (Longitude) யிலுள்ள எல்லா இடங்களிலும் ஒரே சமயத்தில் உச்ச ஓதங்களும், நீச ஓதங்களும் ஏற்படவேண்டும். ஏதேனும் மாறுபாடு காணப்பட்டாலும் மாறுபாட்டின் அளவு குறைந்தே இருக்கவேண்டும். ஆனல், உண்மையில் அவ்வித நேர் ஒருமைப்பாடு காணப்படுவதில்லை. உதாரணமாக, லீத் (Leith), லிவர்பூல் (Liverpool) என்ற இரு நகரங்களும் 3° மேற்குத் தீர்க்க ரேகையில் அமைந்துள்ளன. எனவே, அவை இரண்டிலும் உச்ச, நீச ஓதங்கள் ஒரே நேரத்தில் ஏற்படவேண்டும். ஆனல், இவ் விரண்டு இட உச்ச ஓதங்களிடையே 3 மணி நேரக் காலவேறுபாடு காணப் படுகின்றது. ஓதங்கள் ஏற்படுவதற்கு முக்கியமான காரணம் சந்திரன், சூரியன் இவற்றின் ஈர்ப்பு என்பதில் யாதொரு சந்தேகமுமில்லை. ஆனல், அவை வேறு பல காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே, சமநிலைக் கொள்கை ஓதங்களின் தோற்றத்திற்கான முக்கிய காரணத்தைக் கொடுத்த போதிலும், ஓதங்களின் உண்மை நிலையை விளக்கும் வகையில் அமைந் திருக்கவில்லை. சமநிலைக் கொள்கை விளக்குவதே போன்று, ஓதங்களின் அமைப்பு, தோற்றம் இவை எளிதாக அமையாமல் இயற்கையில் பல வேறு பாடுகளுடன் சிக்கலாக அமைந்துள்ளது. இவ்வித வேறுபாடுகளுக்கான காரணங்களை ஆராய்தல் அவசியமாகும். முன்னேறும் அலைக் கொள்கை (Progressive wave theory) இவ்வித வேறுபாட்டிற்கான விளக்கம் தர முயற்சித்தது.

ஓதங்கள் ஏற்படும் நேரங்களில் இடத்திற்கிடம் வேறுபாடு காணப் படுகின்றது. இதற்கான காரணங்கள் இரண்டாகும். ஒன்று, ஓதங்கள் அலை வடிவில் உள்ளன. இவை சந்திரன், சூரியன் இவற்றைத் தொடர்ந்து கிழக்கிலிருந்து மேற்காகச் செல்கின்றன. ஒரு அட்சரேகையில் இவ் ஓத அலையின் நீளம், அவ் அட்சரேகையின் நீளத்தில் பாதியாகும். இவ் ஓத அலையின் வேகம், அலையின் நீளம், அது காணப்படும் நீர் நிலையின் ஆழம்



படம் 3·15 :

மித ஓதங்கள்

இவற்றைப் பொறுத்தமைந்துள்ளது. துருவ மண்டலங்களைத் தவிர்த்து மற்ற இடங்களில் அலையின் நீளம், நீர்நிலையின் ஆழம் இவற்றிடையே யுள்ள விகிதம் குறைவாயுள்ளது. பூமத்தியரேகைப் பிரதேசத்தில் கடலின் சராசரி ஆழம் 13 மைல்கள் இருக்குமேயானால், ஓத அலையின் வேகத்திற்கும் சூரியனின் வேகத்திற்கும் மாறுபாடு காணப்படாது. ஆனால், கடலின் எப் பகுதியிலும் இவ்வாழம் காணப்படவில்லை. எனவே, ஓத அலை சூரியனின் வேகத்திற்குக் குறைந்த வேகத்தில் பூமியைச் சுற்றிவரும்.

மற்றொன்று பூமி முழுவதும் நீரால் சூழப்பட்டிருக்கவில்லை என்பதாகும். கண்டங்கள் தெற்கு வடக்காக வியாபித்துச் சமுத்திரங்களைப் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றன. ஆதலால், ஓத அலைகள் கண்டங்களால் தடைப்படுகின்றன. அன்டார்க்டிக் சமுத்திரப் பகுதியில் மட்டும் நிலம் குறுக்காகக் காணப்படாமையால், ஓத அலை தடைபடாமல் உலகைச் சுற்றிவருகின்றது. இது நீண்ட, ஆழம் குறைந்த அலையாகக் காணப்படுகின்றது. அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தையடைந்தவுடன் ஒரு கிளை அலை தெற்கிலிருந்து வடக்காக அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் முன்னேறுகின்றது. ஆதலால், உச்ச ஓதங்கள் ஏற்படும் நேரத்தில் கிழக்கிலிருந்து மேற்காக மாறுபடுவதுடன், வடக்கே செல்லச் செல்லவும் வேறுபடுகின்றது. ஆதலால், ஒரே தீர்க்கரேகையில் அமைந்துள்ளபோதிலும் அட்சரேகையைப் பொறுத்து நேரம் வேறுபடுகின்றது. இவ்விதமே இந்திய, பசிபிக் சமுத்திரங்களிலும் ஓதம் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது.

ஒரே நேரத்தில் உச்ச ஓதம் ஏற்படும் இடங்களைச் சம ஓதக் கோடுகளின் (co-tidal lines) மூலம் இணைக்கலாம். இவ்விதம் வரையப்பட்ட சம ஓதக் கோடுகளை நோக்கும்போது, ஓத அலைகள் நடுக்கடலில் அதிக வேகத்துடனும், கரையை யடுத்துள்ள ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் உராய்தலால் குறைந்த வேகத்துடனும் செல்வது விளங்கும். எனவே, அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்திலிருந்து தூரம் செல்லச் செல்லச் சம ஓதக்கோடு வளைந்து காணப்படுகின்றது. தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, இக் கோடு கிழக்கு மேற்காக இருப்பதற்கு மாறாக, வடக்குத் தெற்காக அமைந்துள்ளது. எனவே, ஐரோப்பிய மேற்குக் கடற்கரையில் ஓத அலை மேற்கிலிருந்தும், அமெரிக்கக் கீழ்க் கடற்கரையில் ஓத அலை கிழக்கிலிருந்தும் வருவதாகத் தோன்றுகின்றது. எனவே, இங்கு உச்ச ஓத நேரம் மறுபடியும் கிழக்கிலிருந்து மேற்கே வேறுபடுகின்றது. இவ்விதம் ஓத நேரங்களில் காணப்படும் வேறுபாட்டை முன்னேறும் அலைக்கொள்கை விளக்குகின்றது.

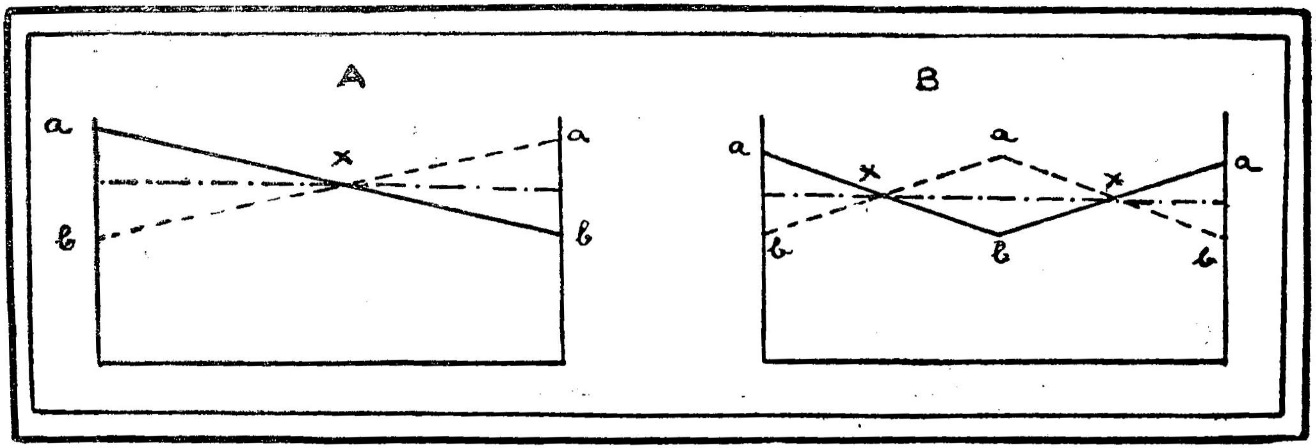
எனவே, முன்னேறும் அலைக்கொள்கைப்படி அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்தில் கிழக்கிலிருந்து மேற்காக ஒரு முக்கிய அலையும், அட்லான்டிக், இந்திய, பசிபிக் சமுத்திரங்களில் அதன் கிளையும் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது.

ஆனால், உச்ச ஓத நேரம் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையிலோ, அல்லது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிலோ வேறுபடுவதில்லை. உதாரணமாக, லீத், லிவர்பூல் என்ற இரு நகரங்கள் ஒரே தீர்க்கரேகையில் அமைந்திருந்தபோதிலும் அவற்றின் உச்ச ஓத நேரங்களில் 3 மணி நேரம் கால வேறுபாடு காணப்படுகின்றது என்று கண்டோம். ஆனால், தென் அமெரிக்காவின் தெற்குக் கோடியிலமைந்துள்ள ஹார்ன் முனைக்கும் (Cape Horn), கிரீன்லாந்தில் உள்ள ஃபார்வல் முனைக்கும் இடையே ஓத நேரத்தில் யாதொரு வேறுபாடும் காணப்படுவதில்லை. மேலும் எல்லா இடங்களிலும் ஒரே விதமான ஓதங்கள் காணப்படுவதில்லை. அட்லான்டிக்கில் இரு உச்ச ஓதங்களின் மட்டத்தில் வேறுபாடு காணப்படுவதில்லை. ஆனால், கலிஃபோர்னியாப் பகுதியில் இரு உச்ச ஓதங்கள் காணப்பட்டபோதிலும் அவற்றின் மட்டத்தில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. எனவே, முன்னேறும் அலைக்கொள்கையும் ஓதங்களின் சிக்கலான அமைப்பை விளக்கும் முயற்சியில் தோல்வியே கண்டது. உண்மையில் தற்காலத்தில் முன்னேறும் கொள்கை சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் காணப்படும் ஓதங்களை விளக்குவதில் மட்டுமே உபயோகப்படுகின்றது.

தற்காலத்தில் அலைவுக் கொள்கையின் விளக்கமே ஏற்றதாகப் பெரும்பாலும் கொள்ளப்படுகின்றது. அலைவுக் கொள்கை, ஓதங்கள் ஏற்படுவதற்குத் தலக் காரணிகள் முக்கியப் பங்கு பெறுகின்றன என்று கொள்கின்றது. முன்னேறும் அலைக்கொள்கையைப் போலன்றி, அலைவுக் கொள்கை, பூமி முழுவதிலும் காணப்படும் ஓதம் ஒரே இடத்தில் ஆரம்பமாகிப் பல கிளைகளாகப் பிரிந்து ஏற்பட்டது என்று கருதவில்லை. பிரதேசத்திற்குப் பிரதேசம் மாறுபட்ட காரணிகளால் ஏற்படுகின்றது என்பதே அலைவுக் கொள்கையாகும். இதனால், உலக ஓதம் தல ஓதங்களின் தொகுப்பாகக் கருதப்படுகின்றது.

இக் கொள்கைப்படி ஓதம் ஏற்படுவதை ஓர் உதாரணத்தின் மூலம் நன்கு விளக்கலாம். ஆழம் குறைந்த நீண்ட சதுரத் தொட்டியொன்றை எடுத்துக் கொள்வோம். அதில் பாதியளவிற்கு நீர் நிரப்பிக்கொள்வோம். தொட்டியைப் பக்கவாட்டில் அசைத்தால் நீர்மட்டம் ஒருபுறம் உயரும்; மறுபக்கம் தாழும். தொட்டியை வேகமாக அசைத்தால் மத்தியில் நீர்மட்டம் உயர்ந்தும், இருபுறங்களிலும் தாழ்ந்தும் காணப்படும். பிறகு, மத்தியில் நீர்மட்டம் தாழ்ந்தும், இரு புறங்களில் உயர்ந்தும் காணப்படும். முன் குறிப்பிட்டதில் நீர்மட்டம் ஒரு கோட்டைச் சார்ந்தும், பின்னதில் இரு கோடுகளைச் சார்ந்தும் நீர்மட்டம் வேறுபடுகின்றது.

இங்கு மற்றொரு முக்கிய அமிசத்தையும் கவனிக்கவேண்டும். அலைகளின் அலைவு நேரம் கீழ்க்காணும் சூத்திரத்தினால் கிடைக்கின்றது. $T = \frac{2L}{\sqrt{gh}}$ [இங்கு T என்பது அலைவு நேரம், L அலையில் நீளம்



படம் 3·16:

நீர்நிலையில் வேறுபட்ட அலைவுகளைக் குறிக்கும் படம்

A-ஒரு கோட்டைச் சார்ந்து ஏற்படும் நீர்மட்ட அலைவு, B-இரு கோட்டைச் சார்ந்து ஏற்படும் அலைவுகள்
a. உச்ச ஓதம், b. நீச ஓதம், x. மையப்புள்ளி.

(wave length), g என்பது ஈர்ப்பின் முடுக்கம் (acceleration due to gravity), h-என்பது நீரின் ஆழம்.] ஒரு நீர்ப்பகுதியின் அலைவு நேரம், அலையின் நீளம், தொட்டியின் நீளம், அதில் காணப்படும் நீரின் ஆழம் இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது என்பது தெரிகின்றது. இதனால் ஒவ்வொரு நீர்ப்பகுதிக்கும் ஓர் இயல்பான அலைவு நேரம் உண்டு என்று தெரிகின்றது. (இப் பகுதியின் முடிவில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறிப்பைப் பார்க்க.)

இப்பொழுது மேலே கொடுத்துள்ள உதாரணத்தைத் தொடர்வோம். தொட்டியைப் பலவகையில் அசைக்கும்போது பலவகைப்பட்ட சிக்கலான அலைவு அமைப்புக்கள் காணப்படும். ஆனால், அசைப்பதை நிறுத்திவிட்டால் அலைவு சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து நின்றுவிடும். ஆனால், அசைவினால் ஏற்பட்ட அலைவு நீர்த்தொட்டியின் இயல்பான அலைவுக்கு ஏற்ப இருக்குமேயானால், அசைவு நின்ற பிறகும் அலைவு தொடர்ந்து காணப்படும்.

அலைவுக் கொள்கைப்படி, சமுத்திரங்கள் பல நீர்நிலைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஓதங்கள் சந்திரன், சூரியன் இவற்றின் ஈர்ப்பளவால் ஏற்படுகின்றன என்று கண்டோம். பூமி சூரியனை ஒரு முறை சுற்றிவர 24 மணி நேரம் ஆகின்றது என்று கண்டோம். ஆதலால், சூரியனின் ஈர்ப்பால் ஏற்படும் ஓதங்கள் 12 மணிக்கு ஒரு தரம் திரும்பும். சந்திரன் இதற்கு 24 மணி 50 நிமிடங்கள் எடுத்துக்கொள்கிறது. எனவே, சந்திரனின் விசையால் 12 மணி 25 நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை ஓதம் ஏற்படும். ஆதலால், சூரியனால் ஏற்படும் ஓதங்களுக்கும், சந்திரனால் ஏற்படும் ஓதங்களுக்கும் நேரத்தில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. சமுத்திரப் பகுதிகள் வெவ்வேறு வித ஈர்ப்பின் முடுக்கத்தால் பாதிக்கப்படுகின்றன. இதனால், நீர்நிலைகளில் இயல்பான அலைவு காணப்படும். இவ்வித இயல்பும் ஓதவிசையும் ஒன்று கூடும்போது ஓதங்கள் ஏற்படுவதாகக் கருதப்படுகின்றது. உதாரணமாக, ஒரு நீர்நிலையின் இயல்பான அலைவு நேரம் 12 மணி 25 நிமிடங்கள் என்று கொள்வோம். இவ் அலைவு நேரம் சந்திரனின் ஓதவிசைக்கு ஏற்ப அமைந்திருப்பதால் சந்திரனால் உண்டாக்கப்படும் ஓதங்கள் சிறப்பாக அமைந்துள்ளன.

இத்துடன் மற்றொரு சிக்கலும் காணப்படுகின்றது. பூமி தன்னைத் தானே சுற்றி வருவதால் இவ்விதச் சிக்கல் ஏற்படுகின்றது. இதனால், அலை திசைமாற்றம் அடைகின்றது. இதனால், ஓத அலை வட்டமான போக்குடன் காணப்படுகின்றது. ஆகவே, நீர்மட்டம் ஒரு கோட்டைச் சார்ந்து வேறுபடுவதற்குப்பதில், ஒரு புள்ளியைச் சுற்றிவருகின்றது. இப் புள்ளிக்கு அம்பிட்ரோமிக் புள்ளி (amphidromic point) என்று பெயர். இவ்வகையான புள்ளிகள் எல்லாச் சமுத்திரங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் எண்ணிக்கை, நீர், கொப்பரைகளின் ஆழம், கொப்பரைகளின் அமைப்பு

இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. இப் புள்ளியை மையமாகக்கொண்டு பல சம ஓதக்கோடுகள் (co-tidal lines) வரையப்படுகின்றன. வட கடலில் கிழக்கு அங்கலியாவிற்கும் (Angelia), நெதர்லாந்திற்கும் இடையே இவ்வித அம்பிட்ரோமிக் புள்ளி ஒன்று காணப்படுகின்றது. இவ் அம்பிட்ரோமிக் புள்ளியில் நீர் ஒரே மட்டத்திலமைந்துள்ளது. ஓத அலையின் நீளம் இப் புள்ளியிலிருந்து தூரம் செல்லச் செல்ல அதிகரிக்கின்றது.

ஓதங்களின் வேறுபாட்டிற்கு முக்கிய காரணம் கடல் வேறுபட்ட ஓதவிசைகளால் பாதிக்கப்படுதலே யாகும். இவை தின, அர்த்த தின ஓதவிசைகளாகும். ஆதலால், நாம் ஓதங்களைப் பல ஓதப் பகுதிகளாலான பெரும் அலையாகக் கருதலாம். உதாரணமாகச் சூரியனின் ஓத விசைக்கும், சந்திரனின் ஓதவிசைக்குமிடையே, நேரத்தில் 25 நிமிடங்கள் வித்தியாசம் காணப்படுகின்றது. ஆதலால், ஒரு நாளில் இரண்டுக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடு 50 நிமிடங்கள் ஆகும். முதலில் இரண்டும் சேர்ந்து ஏற்படுகின்றது. பிறகு நாள் ஒன்றுக்கு 50 நிமிடங்கள் வீதம் வேறுபடுகின்றது. பிறகு இவை மறுபடியும் சேர்வது இவற்றிடையே 12 மணி அளவில் வித்தியாசமுள்ளபோதுதான் ஆகும். இதற்கு $\frac{12\times6}{5}=14{\cdot}4$ நாட்கள் ஆகும். இவை யிரண்டும் சேரும்போது அதி ஓதமும் (spring tides), ஒன்றை யொன்று தடுக்கும்போது மித ஓதமும் ஏற்படுகின்றன.

இவ் அலைவுக் கொள்கைமூலம் சமுத்திரங்களிடையே ஓத நேரத்தில் காணப்படும் வித்தியாசம் எவ்விதம் ஏற்படுகின்றது என்பது நன்கு விளக்கப்படுகின்றது. மேலும், இடத்திற்கிடம் ஓத வியாப்தி (Tidal Range) வேறுபடுகின்றது என்பதும் விளங்குகின்றது. இவ்வித வேறுபாடு அம்பிட்ரோமிக் புள்ளியிலிருந்து உள்ள தூரத்தைப் பொறுத்துள்ளது. தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, ஓத வியாப்தி அதிகரிக்கின்றது என்பது இக் கொள்கையின் முடிவாகும்.

மற்ற எல்லாக் கொள்கைகளையும்விட அலைவுக் கொள்கை பலவகையிலும் சிறந்து காணப்படுகின்றது.

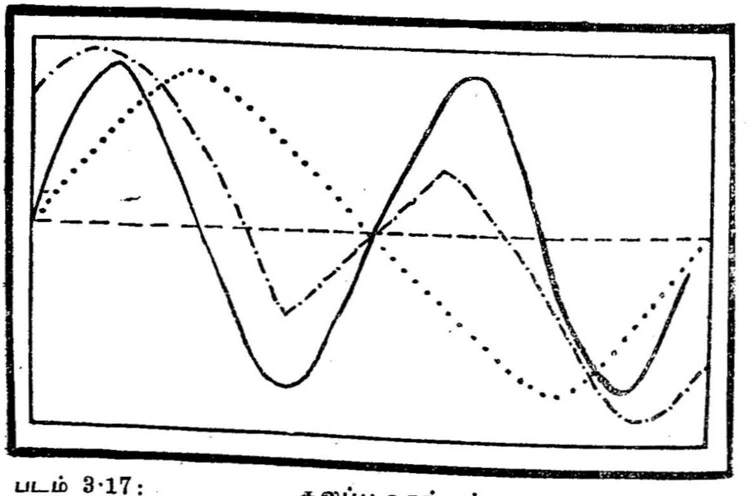
ஓதங்களின் வகைகள்

ஓதங்களை மூன்று வகையாகப் பிரிக்கலாம் என்று முன்னரே கண்டோம். மெக்ஸிகோ வளைகுடா, பிலிப்பைன் தீவுகள் இவற்றை அடுத்து ஓர் உச்ச, நீச ஓதம்தான் காணப்படுகின்றது. இவற்றிற்குத் தின ஓதங்கள் (diurnal tides) என்று பெயர். அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் இரு உச்ச, நீச ஓதங்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கு அர்த்த தின ஓதங்கள் (semi diurnal

tides) என்று பெயர். இவற்றைத் தவிரக் கலப்பு ஓதங்களும் (mixed tides) காணப்படுகின்றன. இவ்வகை ஓதங்களிலும் இரு உச்ச, நீச ஓதங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இரு உச்ச, நீச ஓதங்களிடையே காணப்படும் வியாப்தியில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. இதற்கு முக்கிய காரணம் ஓத விசைகளின் வேறுபாடு ஆகும். தின ஓத விசையும் (diurnal tide producing force), அர்த்த தின ஓதவிசையும் ஒன்றுடன் ஒன்று இணையும் பொழுது கலப்பு ஓதத்தில் உச்சம் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது. இவ் விதமே நீச ஓதமும் அதிகமாயுள்ளது. ஆனால், இவை எதிரெதிராக அமையும்பொழுது உச்ச, நீச ஓதங்களின் அளவு குறைகின்றது. எனவே, ஓத வியாப்தி குறைவாயுள்ளது

அர்த்த தின ஓதவிசைகள் பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் அதிகமாகவும், துருவப் பகுதியில் குறைவாகவும் உள்ளன. தின ஓதவிசைகள் இதற்கு நேர்மாறாக அமைந்துள்ளன. ஆனால், நில நீர் அமைப்பு இவ்வெளிப் பரவலைப் பெருமளவு மாற்றுகின்றது. ஆதலால், அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் அர்த்த தின ஓதங்களும், இந்திய, பசிபிக் சமுத்திரங்களில் கலப்பு ஓதங்களும், சிற்சில பகுதிகளில் தின ஓதங்களும் அமைந்து காணப்படுகின்றன.

கலப்பு ஓதங்களிலும் பல வகைகள் உண்டு. தின. அர்த்த தின விசையின் வேறுபாட்டால் உண்டாவதால் பல வகையான கலப்பு ஓதங்கள் உள்ளன.

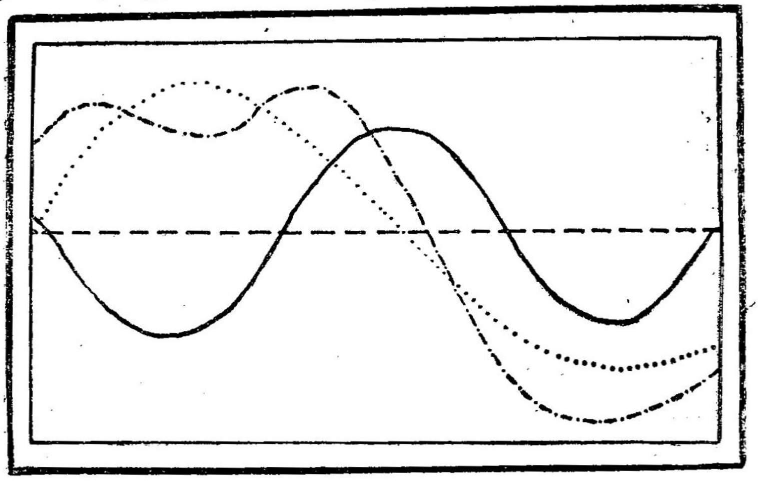


படம் 3·17: கலப்பு ஓதங்கள்

தொடர்ச்சியான கோடு - அர்த்த தின ஓதவிசை

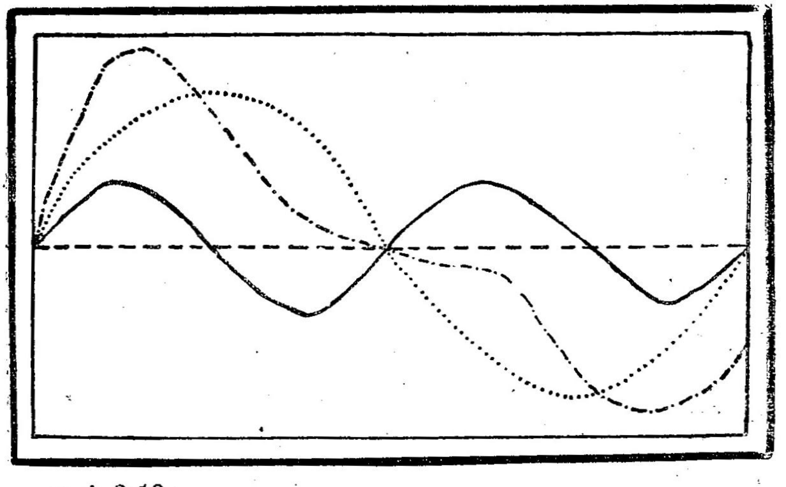
புள்ளிக்கோடு - தின ஓதவிசை

1. பொதுவாக எங்கும் காணப்படுவது கலப்பு ஓதங்களாகும். இங்கு இரு உச்ச, நீச ஓதங்களிடையே வேறுபாடு காணப்படுகின்றது



படம் 3·18 :
உச்ச ஓதங்களிடையே வேறுபாட்டுடன் காணப்படும் கலப்பு ஓதங்கள்

2. உச்ச ஓதங்களிடையே மட்டும் வேறுபாடு காணப்படுதல்.



படம் 3·19 :
மறையும் ஓதங்கள் (Vanishing tides)

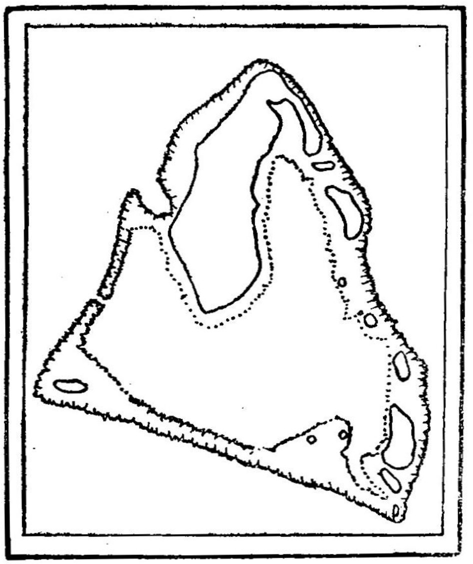
3. உச்ச நீச ஓதங்களிடையே ஒரே அளவில் நீர்மட்டம் பல மணி நேரம் காணப்படுகின்றது. இவற்றிற்கு மறையும் ஓதங்கள் (vanishing tides) என்று பெயர். இங்கு தின, அர்த்த தின விசைகள் ஒன்றை யொன்று ஈடுசெய்யும் வகையில் அமைந்துள்ளமையால் நீர் ஒரே மட்டத்தில் காணப்படுகின்றது

ஆனால், சிற்சில இடங்களில் ஏற்படும் ஓதங்கள் இவற்றில் எவ்வகையையும் சாராமல் அமைந்துள்ளன. உதாரணமாக, ஸௌதாம்டனில் (Southampton) நான்கு உச்ச ஓதங்கள் ஒரு தினத்தில் காணப்படுகின்றன. இங்கு உச்ச ஓதங்கள் மூன்று மணி நேரத்திற்குக் காணப்படுகின்றன. இந் நேரத்தில் இரு உச்ச ஓதங்கள் 2′ வித்தியாசத்தில் காணப்படுகின்றன. தின, அர்த்த தின ஓத விசைகள் எதிரெதிராக அமைந்துள்ளதும், கடல் ஆழம் குறைந்து காணப்படுவதுமே இதற்குக் காரணமாகும்.

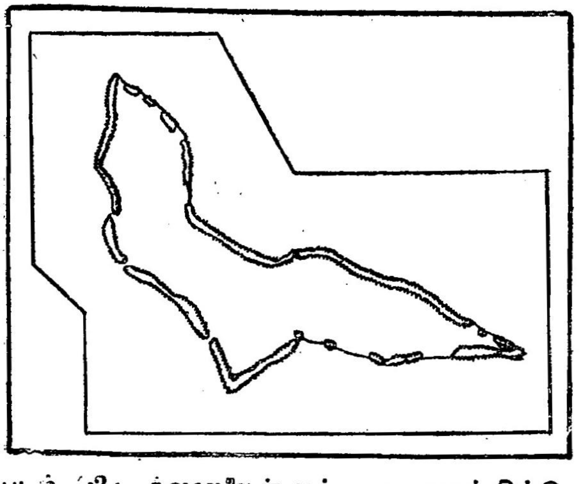
ஆறுகளும் ஓதமும்: ஆறுகளின் முகத்துவாரங்களில் காணப்படும் ஓதம், அவை சார்ந்துள்ள கடற்பகுதியின் ஓத அமைப்பைப் பொறுத்துள்ளது. ஆனால், அவற்றினுள் புகுந்து செல்லும் ஓதம் ஆற்றின் அமைப்பைப் பொறுத்துப் பெருமளவு வேறுபடுகின்றது. ஆற்றினுள் ஓதம் முன்னேறும்போது ஓதப்பெருக்கு ஆற்றின் சரிவை எதிர்த்துச் செல்ல வேண்டியிருக்கின்றது. இதனால், இவற்றின் முன்னேற்றம் தடைபடுகின்றது. எனவே, ஓத ஏற்றம் (flow tide) துரிதமாகவும், ஓத வற்றம் (ebb tide) மெள்ளவும் அமைந்துள்ளன. மேலும், இவை ஆறுகளின் நீரால் பாதிக்கப்படுவதால் ஓத ஏற்றம், ஓத வற்றம் இவை பருவக்காலங்களையும் பொறுத்தமைந்துள்ளன. ஓத வளைவு (tidal curve) முகத்துவாரத்தில் அலையின் முன்புறம், பின்புறம் இவற்றில் ஒத்து அமைந்திருக்கலாம். ஆற்றில் முன்னேற முன்னேற, ஓத அலையின் (tidal wave) முன்புறம் செங்குத்தாகவும், பின்புறம் குறைந்த சரிவுடனும் (slope) காணப்படுகின்றது; அதாவது, நீச-உச்ச ஓதங்களிடையே குறைந்த கால அளவும், உச்ச, நீச ஓதங்களிடையே அதிகக் கால அளவும் அமைந்துள்ளன. ஆற்றின் படுகை (bed) புனல் உருவில் அமைந்துள்ளபோது ஓத அலையின் முன்புறம் குத்தெதிராகவே அமைந்துள்ளது. இதற்கு ஓதப் பெருக்கு (tidal bore) என்று பெயராகும். இதற்கு உதாரணமாகக் கல்கத்தாவைக் கூறலாம். இன்று கல்கத்தா இந்தியாவின் முக்கியத் துறைமுகங்களில் ஒன்ருக இருப்பதற்குக் காரணம் அது ஹூக்ளி நதியைச் சார்ந்தமைந்துள்ளதேயாகும். ஹூக்ளி நதியில் ஓதப்பெருக்குக் காணப்படுவதால், கல்கத்தாவுக்கு அருகில் ஹூக்ளியின் ஆழம் 12′ அதிகரிக்கின்றது. ஸெவர்ன் (Severn) ஆற்றில் அதி ஓதத்தின்போது 3—4′ உயரம் ஓதப் பெருக்குக் காணப்படுகின்றது. உலகில் பெரும் துறைமுகங்களான லண்டன், நியூயார்க் இவை ஓதமுகம் கொண்ட (estuarine) ஆறுகளை அடுத்திருப்பதால்தான் அவை துறைமுகங்களாயிருக்க முடிகின்றது.

குடாக்களில் ஓதம்: ஆறுகளைப் போலவே குடாக்களில் காணப்படும் ஓதங்கள் பெரும்பாலும் அவற்றிற்கருகில் உள்ள கடற்பகுதியை ஒத்தமைந்துள்ளன. ஆனால், குடாக்களிலுள்ள கடற்கரையிலிருந்து தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க உச்ச ஓதம் காலஞ்சென்று ஏற்படுகின்றது. ஆதலால், ஓதங்களின் தோற்றம் முன்னேறும் அலைக்கொள்கையை ஒத்தமைந்துள்ளது. ஆனால், எல்லாக் குடாக்களிலும் இவ்விதம் ஓதம் அமைந்திருக்கவில்லை. உதாரணமாக, லாங்-ஐலாந்து ஸவுண்டை (Long-Island Sound) எடுத்துக்கொள்ளலாம். இக் குடாவின் ஆரம்பப் பகுதியில் உச்ச ஓத நேரத்திற்கும், குடாவின் தலைப்புறத்தின் உச்ச ஓதத்திற்குமிடையே $\frac{1}{2}$ மணி நேரம் கால வேறுபாடு காணப்படுகின்றது. முன்னேறும் அலைக் கொள்கைப்படி இக் கால வேறுபாடு $2\frac{1}{2}$ மணி அளவில் இருக்கவேண்டும். இது எவ்வாறு என்று பார்ப்போம்.

இக் குடாவின் நீளம் 90 மைல்களாகவும், ஆழம் 65′ ஆகவும் அமைந்துள்ளன. இந் நீர்நிலையின் இயல்பான அலைவு நேரம் $11\frac{1}{2}$ மணி ஆகும். ஓதவிசை நேரமும், அலைவு நேரமும் ஒத்தமைந்துள்ளமையால், இக் குடாவினுள்ளேயே ஒரு மையப் புள்ளி (nodal point - amphidromic point) அமைந்துள்ளது. ஆதலால், இங்கு ஓதம் அலைவுக் கொள்கைக்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளது. இவ்விதமே, ஃபண்டி வளைகுடாவிலும் (Bay of Fundy) ஓதங்கள் ஏற்படுகின்றன. இக் குடாவின் தலைப்புறத்திலமைந்துள்ள நோயல் குடாவில் (Noel Bay) அதி ஓதத்தின்போது 50′ அளவில் ஓத வியாப்தி காணப்படுகின்றது.



படம் 4·1 : ஐடுடாகி எனப்படும் முருகைப்பார்



படம் 4·2 : க்வாஜலேன் வட்ட முருகைத் திட்டு

4. முருகைப் பார்கள்

(Coral Reefs)

நிலத்தின் மேற்பரப்பில் பல வியக்கத்தக்க அமைப்புக்கள் காணப்படுகின்றன. பெரும் மலேகள், செங்குத்தான பள்ளத்தாக்குகள், ஆழம் மிகுந்த கொப்பரைகள் (basins) இவை அமைந்துள்ளன. அடர்ந்த பூமத்தியரேகைக் காடுகளிலிருந்து பரந்து காணப்படும் புல்வெளிகள், முட்புதர் நிரம்பிய பாலேவனப் பகுதிகள்வரை பல்வேறுபட்ட தாவர மண்டலங்கள் காணப்படுகின்றன. மிகச் சிறிய பாசிவகைகளிலிருந்து அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் மேற்குக் கடற்கரையில் வளரும் டக்ளஸ் ஃபிர் (Douglas fir) எனப்படும் 400' உயரம் வளரும் மரம்வரை காணப்படுகின்றது. இவையெல்லாம் நீரினுள் காணப்படும் அமைப்புக்களுடன் ஒப்பிடுங்கால் மிகச் சாதாரணமானவையாகும். கடலினுள் மலேத்தொடர்கள், கொப்பரைகள், பள்ளத்தாக்குகள் இவை பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. இவற்றுடன் நிலத்தில் காணப்படாத ஒரு சிறப்பான அமைப்பும் கடலில் காணப்படுகின்றது. இவைதான் முருகைப் பார்களாகும். இம் முருகைகளின் அமைப்பு, அவற்றின் விதவிதமான வண்ணங்கள், அவற்றிடையே நீந்தி விளேயாடும் மீன்களின் பல்வகை நிறங்கள் இவை காண்போருக்குக் கடலின் அடித்தளத்தின் ஓர் அமைப்பைக் காண்கின்ருேம் என்ற எண்ணமே தோன்ருவண்ணம் செய்கின்றன.

இவ் அதிசயமான முருகைப் பார்கள்தான் என்ன? அவற்றின் தன்மை என்ன? அவை எங்குக்காணப்படுகின்றன? அவற்றின் தோற்றத்திற்கும் பரவலுக்கும் காரணங்கள் என்னவென்று இங்கு ஆராய்வோம்.

கடலில் காணப்படும் அமிழ்ந்த முருகைப் பார்களும் முருகைத் தீவுகளும், கடலில் வாழும் தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றின் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய கூடுகள், உருபுகள் இவற்ருல் ஆனவையாகும். இக் கூடுகளின் சேர்க்கை, கிளேகளுடன் அமைந்து உறுதியுள்ளதாயிருக்கின்றது. இவை ஒருவகைச் சட்டம் (frame) போல் அமைந்துள்ளன. இதனுள் உயிரிகளின் எலும்புகள் சேருகின்றன. இவ்வகையான முருகைப் பார்கள் அயன மண்டலங்களிலேயே பெரும்பாலும் காணப்படுகின்றன. முக்கியமாகப் பசிபிக்கில் இவ்வித முருகைப் பார்கள் நூற்றுக்கணக்கில் அமைந்துள்ளன. இவ்விதமே, இந்திய சமுத்திரத்தில் அமைந்துள்ள

மாலத் தீவுகள் (Maladives) போன்றவை இவ்வகையான முருகைப் பார்களேயாகும்.

முருகைப் பார்களில் முதன்முதல் வசித்துவந்தோர் பாலினீசியர்கள் (Polynesian), மாலினீசியர்கள் (Malenesian) என்போர்களகும். எரிமலைத் தீவுகளைச் சுற்றியுள்ள முருகைப் பார்கள் இவர்களின் படகுகளை நிறுத்துவதற்குத் தேவையான தேங்கிய நீர்ப்பரப்பைக் கொடுக்கின்றன. ஆனல், முழுவதும் முருகைப் பார்களாலான தீவுகளில் வசித்தல் முடியாது. ஏனெனில், புயல் ஏற்படும் காலங்களில் இம் முருகைப் பார்கள் அலைகளால் பாதிக்கப்பட்டு உடைந்துவிடலாம். இம்மாதிரியான தீவுகளிலும் மக்கள் வசித்துவந்தனர்.

காப்டன் குக் (Captain Cook) தன்னுடைய பசிபிக் பிரயாணங்களின் போது, இத் தீவுகளுக்கு வந்து, இவற்றின் அமைப்பை முதன்முதல் கண்டறிந்து வெளியிட்டார். ஆனல், டார்வின் (Darwin) இவற்றை ஆராய்ந்து, இதன் தோற்றத்திற்கான காரணங்களை வெளியிடும்வரை இதைப்பற்றிய விவரம் அதிகம் கிடைக்கவில்லை. இவற்றின்பால் கவனம் செலுத்தப்பட்டதற்கு டார்வினே பெரிதும் காரணமாவார். இதற்கப்பால், டார்வினைத் தொடர்ந்து டேவிஸ் (W. M. Davis), டாலி (Daly) போன்றோர் முருகைப் பார்களைப்பற்றி ஆராய்ந்தனர். இவர்களையும் தவிர்த்து மற்றும் பலர் முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய விவரங்களைச் சேகரிக்க ஆரம்பித்தனர். இவர்களில் அமெரிக்கப் புவி அமைப்பியல் சர்வேயைச் (Geological Survery of America) சேர்ந்த டி. வேலண்ட் வான் (T. Weyland Vaughan), ஹாரி லாட் (Harry Ladd), கார்னகி கழகத்தைச் சேர்ந்த மேயர் (A. G. Meyer), கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த ஸ்டான்லி கார்டினர் (J. Stanley Gardiner) என்போரும் முக்கியமானோராகும். மேலும், அமெரிக்க அணுகுண்டு சோதனைச் சம்பந்தமாக இங்கு நிறுத்தப்பட்ட அமெரிக்கக் கடற்படையினர் முருகைப் பார்களின் அமைப்பை அறிவதில் பெருமளவு ஈடுபட்டனர். கலிஃபோர்னியாப் பல்கலைக் கழகத்தைச் சேர்ந்த எமரி (Kenneth O. Emery), ஸ்கிரிப்ஸ் (Scripps) கழகத்தைச் சேர்ந்த ரீவல் (Roger Revelle) என்பவர்கள் இவ்வாராய்ச்சியில் உறுதுணையாயிருந்தனர். இவர்களின் ஆராய்ச்சியின் பயனுக முருகைப் பார்களைப்பற்றிப் பெருமளவு விவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. இக் காலத்தை முருகைப் பார்களின் ஆராய்ச்சியின் பொற்காலம் என்று கூறலாம்.

அயனமண்டலக் கடல்களில் முருகைகள் (Corals) பெருமளவிற்கு வளர்கின்றன. இவை ஒன்றுசேர்ந்து பெரும் பாறைகளாகக் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் காணப்படுகின்றன. இவ்வகையான தீவுகள் நிலத்திற்கருகிலும் காணப்படலாம்; அல்லது கடலில் நெடுந்தூரத்திற்கப்பாலும் காணப்படலாம். முருகைத் தீவுகளின் உச்சி பொதுவாக உச்ச ஓத மட்டத்

திற்கு 20'க்கு மேல் அமைந்திருப்பதில்லை. ஆனால், புவி அசைவால் பாதிக்கப்பட்ட பிரதேசங்களில் முருகைப் பார்களின் உயரம் இதைவிட அதிகமாயிருக்கலாம். உயிருள்ள முருகைகள் நீர்மட்டத்திற்கு மேல் வளருவதில்லை.

முருகைகள், பாலிப்புகள் (Polyps)—இவற்றைப் பல்லடியன்கள் என்றும் கூறுகிறார்கள்—எனப்படும் கடல்வாழ் பிராணிகளால் ஏற்படுகின்றன. இப் பாலிப்புகள் சிற்சில சமயங்களில் தனித்தனியே வாழ்ந்தாலும், பெரும்பாலான சமயங்களில் கூட்டம் கூட்டமாகவே (colonies) சேர்ந்து வாழ்கின்றன. இப் பாலிப்புகள் பலவித உருவம், வண்ணம் இவற்றுடன் காணப்படுகின்றன. சில பாலிப்புகள் உருண்டையான உருவிலுள்ளன. சில ஸ்பாஞ்சுகள் (sponges) போன்று அடர்த்தியாகக் காணப்படுகின்றன. வேறு சில கிளைகளுடன் காணப்படுகின்றன. இவையெல்லாம் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய எலும்புகளாலானவையாகும். முருகைகள் இறந்தவுடன் இவற்றின் எலும்புகள் ஒன்றுசேர்ந்து கெட்டிப்படுகின்றன. முருகைப் பார்கள் (Coral reefs) முழுவதும் முருகைகளாலானவையல்ல. சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய ஆல்கேக்களும் முருகைகளைப் போன்றே முக்கியமானவையாகும். உதாரணமாக, நுல்லிப்போர் (nullipors) எனப்படும் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய ஆல்கா முருகைகளை இணைத்துப் பூசுகின்றது. மேலும், முருகைப் பார்களிலுள்ள படிவுகளில் ஃபொராமினிஃபெரா (Foraminifera), மொலஸ்குகள் (Molluscs), எகினோ டெர்ம்ஸ் (Echino derms—முள்ளுடன் கூடிய பிராணிகள்) இவற்றின் கூடுகள் (shells) காணப்படுகின்றன.

முருகைப்பார்களின் பரவல் (Distribution of Coral Reefs)

முருகைப் பார்கள் அயனமண்டலக் கடல்களில்தான் காணப்படுகின்றன. இவை சமுத்திரங்களில் 30° வட, தென் அட்சரேகைக்குட்பட்ட பகுதியில்தான் அமைந்துள்ளன. 30° வட அட்சத்திலுள்ள பெர்முடாத் தீவுகளிலும் (Bermuda Islands) முருகைப் பார்கள் காணப்படுகின்றன என்றாலும், அவை முருகைகளால் மட்டும் அமையாமல், சுண்ணும்புச்சத்து நிரம்பிய ஆல்காக்களாலும் பெருமளவு தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளன. அயனமண்டலக் கடல்களிலும் இவை மேற்குப் பகுதியிலேயே காணப்படுகின்றன. முக்கியமாகச் சமுத்திரங்களின் கிழக்குப் பகுதியில் இவை கிடையா. இங்கு வியாபாரக் காற்றுக்களால் வெப்பம் மிகுந்த மேல்தள நீர் சமுத்திரங்களின் மேற்குப் பகுதிக்கும் கடத்தப்படுகின்றது. இதை ஈடு செய்யும் வகையில் கடலின் கீழ்த் தளத்திலிருந்து நீர் மேலெழுதல் காணப்படுகின்றது. இதனால், இங்கு முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையானதைவிடக் குறைந்த அளவிலேயே வெப்பநிலை உள்ளது. எனவே, இங்கு முருகைகள் காணப்படுவதில்லை. பொதுவாக, அயனமண்டலப் பகுதிகளில் கண்டங்களின் கிழக்குக் கரைகளிலெல்லாம் முருகைப் பார்கள்

காணப்படுகின்றன. உதாரணமாக, அமெரிக்கா, ஆஸ்திரேலியா ஆகியவற்றின் கிழக்குக் கடற்கரையில் முருகைப் பார்கள் அமைந்துள்ளன. பசிபிக், இந்திய சமுத்திரங்களில் முருகைத் தீவுகளும், திட்டுக்களும் அதிகம் காணப்படுகின்றன. அட்லான்டிக்கில் மேற்கத்தியத் தீவுகளையடுத்து முருகைப் பார்கள் காணப்படுகின்றன.

உலகிலுள்ள முருகைப் பார்களில் மிகப் பெரியது கிழக்கு ஆஸ்திரேலியாவை அடுத்துள்ள கிரேட் பாரியர் முருகைப் பார் (Great Barries Reef) ஆகும். இது ஒரு கரை விலகிய முருகைப் பாராகும். இது குவின்ஸ்லாந்தின் கடற்கரைக்கு இணையாக 1,000 மைல்களுக்கு நீண்டு காணப்படுகின்றது. வடக்கில் கடற்கரையிலிருந்து இது 80 மைல்கள் தூரத்திலமைந்துள்ளது. தெற்கே செல்லச் செல்ல குவின்ஸ்லாந்தின் கரைக்கும் இதற்கும் இடையேயுள்ள தூரம் குறைகின்றது. மெல்வில் முனைக்கு (Cape Melville) அருகில் இவ் இடைவெளித் தூரம் 7 மைல்களாகக் குறைந்தமைந்துள்ளது. இம் முனைக்குத் தெற்கில் இவ் இடைவெளித் தூரம் மறுபடியும் அதிகரிக்கின்றது. பங்கர் தீவுகளை (Bunker Islands) இம் முருகைப் பார்களின் தெற்குக் கோடியாகக் கருதலாம். பிகினி (Bikini Atoll), எனிவிடாக் (Eniwitok Atoll), கிறிஸ்துமஸ் தீவுகள் (Christmas Islands) போன்ற முருகைத் தீவுகளும், வட்ட முருகைத் திட்டுக்களும் சமீப காலத்தில் அணுகுண்டுச் சோதனைகளால் பெருமளவு பிரபலம் அடைந்துள்ளன. இவற்றைத் தவிர, இந்திய சமுத்திரத்திலுள்ள மாலத் தீவுகளும் (Maladives) முருகைப் பார்களாலானவையேயாகும். அயனமண்டலக் கடல்களின் மேற்குப் பகுதியில் அமைந்துள்ள கடற்கரைகள் பெரும்பாலும் முருகைப் பார்களுடன் அமைந்துள்ளன. உதாரணமாக, இந்தியாவில் ராமேசுவரம் தீவுகளையடுத்து முருகைப் பார்கள் காணப்படுகின்றன.

முருகைப் பார்களின் வளர்ச்சிக்கேற்ற சூழ்நிலை என்னவென்று தற்பொழுது ஆராய்வோம். முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையானவை கீழ்வருமாறு :

1. உப்பு நிறைந்த நீர் : கடல் நீர் உப்பு நீராக உள்ளமையால், கடல்களில் இவற்றின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகள் காணப்படுகின்றன.

2. சுமார் 70°F அளவில் வெப்பநிலை.

3. படிவுகள் இல்லாமல் இருத்தல்.

முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குப் பொதுவாக 68°F அளவில் வெப்பநிலை அவசியமாகும். இதற்குக் குறைந்த வெப்பநிலை முருகைகளின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்றது அல்ல. ஆனல், பெர்ஸிய வளைகுடாவில் அரேபிய-அமெரிக்க எண்ணெய்க் கம்பெனியார் நடத்திய சோதனைகளின்போது குளிர் காலத்தில்

52°F அளவிற்கும் குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் சில முருகைகள் உயிருடன் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கோடையில் இப் பகுதியின் வெப்பநிலை 90°F அளவில் காணப்படுவதால், குளிர் காலத்தின் குறைந்த வெப்பநிலை ஈடுசெய்யப்படுவது இதற்கொரு காரணமாயிருக்கலாம். 96°F-க்கு மேற்பட்ட வெப்பநிலை முருகைகளைப் பொறுத்தவரை மிகவும் தீமை பயப்பதாகும். இவ்வதிக வெப்பநிலையில் முருகைகள் இறந்துவிடுகின்றன. 68°F-க்குக் குறைந்த வெப்பநிலையில் முருகைகள் உயிருடன் இருப்பதில்லையாதலால், முருகைகளின் வளர்ச்சி குறிப்பிட்ட ஆழத்திற்குக் கீழ்க் காணப்படவில்லை. பொதுவாக முருகைகள் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்குக் கீழ் உயிருடன் காணப்படுவதில்லை. ஆனால், முருகைப் பார்களின் கனம் (thickness) இதை விட அதிகமாயுள்ளது. இதுவே பின்னர் முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய பல சர்ச்சைகளுக்கு அடிகோலிற்று.

முருகைப் பார்களின் வளர்ச்சிக்கு ஒளி (light) மிக அவசியமாகும். கடலில் ஆழம் செல்லச் செல்ல ஒளி குறைகின்றது. ஏனெனில், ஒளி நீரால் கிரகிக்கப்படுகின்றது. பிளாங்க்டான் (plankton) சம்பந்தப்பட்ட தாவரங்களாலும் ஒளி கிரகிக்கப்படுகின்றது. மிகச் சுத்தமான நீரில் ஒளி அதிக ஆழம் ஊடுருவுவதால் முருகைப்பார்கள் 50 ஃபாதங்கள் ஆழம்வரை காணப்படுகின்றன. கலங்கிய நீரில் (turbid water) முருகைகள் 30 ஃபாதங்களுக்குக் கீழ்க் காணப்படுவதில்லை.

முருகைகளின் வளர்ச்சிக்கு அதிக அளவு ஆக்ஸிஜன் (oxygen) தேவைப்படுகின்றது. பகற்காலத்தில் ஆல்கா தேவையான அளவு ஆக்ஸிஜனை உற்பத்திசெய்கின்றன. ஆதலால், கலங்காத நீரில் நீரோட்டங்களும் (Currents) அலைகளும் அதிக அளவில் உபயோகப்படுகின்றன. வெர்வே (Verway) என்பவர் வினாடிக்கு 10 செ. மீ. வேகத்தில் 250 மீட்டர் நீளத்திற்கு முருகைப் பாரின்மேல் நீர் பாயுமேயானால், 1 மீட்டர் ஆழத்திற்கு இந் நீரிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் முழுவதும் முருகைகளால் உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றது என்று கணக்கிட்டுள்ளார். உணவுக் குறைவைவிட ஆக்ஸிஜன் குறைவு முருகைகளின் வளர்ச்சியைப் பெருமளவிற்குப் பாதிக்கின்றது.

முருகைகளின் வளர்ச்சிக்கு 27-40‰ அளவில் உப்பளவுள்ள நீர் தேவைப்படுகின்றது. ஆதலால், அதிக மழை பெய்து, கடல் நீர் நீர்த்துவிட்டால் முருகைகள் இறந்துவிடுகின்றன. எனவே, பெரிய ஆறுகளின் முகத்துவாரங்களை அடுத்து முருகைகள் வளருவதில்லை. மிகவும் வலுவான முருகைகள்தாம் நீச ஓத மட்டத்திற்கு (low-water-level) மேல் காணப்படுகின்றன.

மழை அதிகம் பெய்வதாலும், ஆறுகளின் வெள்ளத்தாலும் முருகைகள் மற்றொரு வகையில் பாதிக்கப்படுகின்றன. கடல்நீர், மழையாலும் ஆறுகள்

கொண்டுவரும் படிவுகளாலும் நிறைந்து கலங்கல் நீராக (turbid water) மாறுகின்றது. கலங்கிய நீரில் ஒளி ஊடுருவல் தடைபடுகின்றது. மேலும், படிவுகள் முருகைகளின்மேல் படிந்து அவற்றின் வளர்ச்சியையும் தடைசெய்கின்றன. ஆனல், முருகைகள் இப் படிவுகளை வெகு துரிதமாக வெளியேற்றும் தன்மை பெற்றுள்ளன.

முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான மற்றொரு சூழ்நிலை உணவுப் பொருளாகும். மாமிச பட்சணிகளான முருகைகள், நீரில் மிதக்கும் நுண்ணிய பிளாங்க்டான் (plankton) ஜந்துக்களை நீண்ட கரங்களால் பிடித்து உட்கொள்கின்றன. ஆதலால், இவற்றிற்குத் தேவையான உணவுப் பொருள்களைக் கொடுக்க நீரோட்டங்கள் அவசியமாகும். இந் நீரோட்டங்கள் தீவுகளின் காற்றுமுகப் பகுதியில் (windward side) அதிகமாயுள்ளமையால் முருகைகள் அங்கு அதிக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படுகின்றன.

மற்றொரு தேவையான அமைப்பு நிரந்தரமான பாறை அடிநிலமாகும். கலங்கிய நீர் காணப்படும் பகுதிகளில் நிலையான பாறை அடிநிலம் காணப்படுமேயானல், முருகைகள் வளருகின்றன. இதற்கு உதாரணமாக, படேவியா வளைகுடாவில் (Bay of Batavia) இவ்விதமாக கலங்கிய நீரில் முருகைகள் காணப்படுதலைச் சுட்டிக் காட்டலாம்.

முருகைப் பார்களின் வளர்ச்சியளவு (Rate of growth of Coral reefs)

முருகைகளின் வளர்ச்சியளவு அவைகளின் தோற்றத்தைப்பற்றிய சர்ச்சையில் முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றது. முருகைகளின் வளர்ச்சியை இரண்டு விதமாகக் கணக்கிடலாம்:

1. முருகைகள் வளரும் கால்வாயைச் சுத்தப்படுத்திவிட்டு, குறித்த காலத்திற்குப் பிறகு அங்கு வளர்ந்து காணப்படும் முருகைப் பார்களின் உயரத்தைக் கணக்கிடலாம். இம் முறைப்படி ஆராய்ந்ததில் மூன்ருண்டுகளில் முருகைப் பார்கள் $7\frac{1}{2}$ செ. மீ. அளவில் வளருவதாகக் கணக்கிடப்பட்டது. ஆனல், கால்வாயின் பக்கச் சுவர்கள் 13% அளவிற்குத்தான் முருகைகளால் மூடப்பட்டிருந்தன. எனவே, இம் முறை சிறந்ததல்ல.

2. குறிப்பிட்ட காலத்தில் முருகைகளின் எடையில் காணப்படும் அதிகரித்தலைக்கொண்டு கணக்கிடுதல் ஆகும். இம் முறைப்படி ஓர் ஆண்டில் முருகைகளின் எடை 300% அளவில் அதிகரித்திருப்பதாகக் கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. ஆதலால், நாம் முருகைகளின் வளர்ச்சி ஆண்டிற்கு $2\frac{1}{2}$ செ. மீ. அளவிலுள்ளதாகக் கொள்ளலாம்.

முருகைப் பார்களின் அமைப்பு (Structure of coral reefs): முருகைப் பார்கள் அமைப்பில் பலவித வேறுபாடுகளுடன் காணப்பட்டாலும் அவற்றினிடையே ஓர் ஒற்றுமை காணப்படுகின்றது. எல்லா முருகைப் பார்களும் நீருக்குமேல் காணப்படும் பாறை மேடுகளாகவும் திடல்களாகவும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் வெளியமைப்பு கிளைகளுடன் கூடிய முருகைகளின் கூடுகளால் அமைந்துள்ளது. இவற்றினுள்ளே முருகைகளின் எலும்புகள் நிரம்பியுள்ளன. இச் சட்டங்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்ருக அடுக்கப்பட்டு, கடல் நீர்மட்டம்வரை அமைந்து காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான முருகைப்பார்கள் நீச ஓத மட்டத்திலமைந்துள்ளன. சிற்சில முருகைப் பார்கள் நீச ஓத மட்டத்திற்கும் கீழ்க் காணப்படுகின்றன. இவை கப்பல் போக்குவரத்திற்கு மிகவும் ஆபத்தானவையாகும். முருகைப் பார்கள் நீச ஓத மட்டத்திற்குமேல் மேல்நோக்கி (vertically) வளருவதில்லை. ஆனல், அவை கிடையாகக் (horizontally) கடற்புறம் (seaward) வளருகின்றன.

முருகைப் பார்களின் மேல்தளம் சிறுசிறு மேடுபள்ளங்களுடன் காணப்படுகின்றது. முருகைப் பார்களின் கடல்புறச் சரிவு செங்குத்தாயமைந்துள்ளது. முருகைக் கூட்டங்கள் நீருக்கடியில் சிறிது ஆழத்தில் துரிதமாக வளருகின்றன. ஆழத்தில் முருகைகள் அலைகளால் அதிகம் பாதிக்கப்படாதிருத்தல் இதற்கு ஒரு காரணமாயிருக்கலாம். முருகைப் பார்கள் சில ஃபாதம் ஆழம்வரை குறைந்த சரிவுடன் காணப்படுகின்றன. அதிக ஆழத்தில் இதன் சரிவு மிகவும் அதிகரிக்கின்றது. முருகைப் பார்களின் கடல்புறச் சரிவு சில மீட்டர் அளவில் காணப்படலாம், அல்லது இச் சரிவு ஆழ்கடலினுள் செல்லும் செங்குத்துச் சரிவாக இருக்கலாம். அவ்விதமிருப்பின் முதல் 200 மீட்டர் ஆழத்திற்குச் செங்குத்துச் சரிவுடன் (சுமார் 70° முருகைப் பார்கள் அமைந்துள்ளன. ஆனல், 200 மீட்டர் ஆழத்திற்கப்பால் கற்குவியல் (talus) சரிவில் காணப்படுவதால் சாய்வு (slope) குறைகின்றது.

முருகைப் பார்களை உற்று நோக்கும்பொழுது கீழ்க்கண்ட அமைப்புக்களைக் காண்கின்ருேம்.

1. **முருகைத்தளம்** (Reef flat): இது இறந்த முருகைகளாலான ஒரு பகுதியாகும். இது நீச ஓதத்தின்போது நீர்மட்டத்திற்குமேல் காணப்படுகின்றது. இங்கு மணற்படிவுகள் காணப்படுகின்றன. சிற்சில இடங்களில் வலுவான சில முருகைகளும் காணப்படுகின்றன. மற்றப்படி இப் பிரதேசம் வேறுபாடற்றுச் சமதளமாகவே அமைந்துள்ளது. கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்கள் நிலப்புறப் பகுதி மணல் கடற்கரையில் முடிகின்றது. சிற்சில இடங்களில் சரிவு மேலெழுந்து சுண்ணும்பு ஓங்கலில் முடிகின்றது.

2. **படகு கால்வாய்** (Boat-channel): கரையொட்டிய முருகைப் பார்களுக்கும் கரைக்கும் இடையே ஒரு பள்ளம் உள்ளது. இது கடற் கரைக்கு இணையாக அமைந்துள்ளது. காற்றினுலும் அலையினுலும் நீர் முருகைத் தளத்திற்குமேல் வழியும்பொழுது இப் பள்ளம் வழியாக நீர் மறு படியும் கடலேயடைகின்றது. சாதாரணமாக இவை பல மீட்டர்கள் அகல மும், குறைந்த ஆழமும் கொண்டவையாகும். ஆனுலும், சில மிக அகலமாகக் காணப்படுகின்றன. அப்பொழுது இவற்றிற்கும் காயல்களுக்கும் பெரும் பாலும் வித்தியாசமே காணப்படுவதில்லை. இம்மாதிரியான பள்ளங்களைப் படகு கால்வாய்கள் (Boat-channels) என்று அழைக்கின்றனர்.

3. **லித்தோதாம்னியம்** (Lithothamnum) **குன்றுகள்:** முருகைப் பார்களின் விளிம்பிலும் உட்புறத்திலும் இவ்வகையான குன்றுகள் காணப் படுகின்றன. இவை நுல்லிப்போர் (Nullipore) எனப்படும் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய உயிரிகளால் ஏற்படுகின்றன. இவை முருகைகளை மூடி மறைத்துப் பூசுகின்றன.

4. **நீக்ரோ தலை** (Negro-head): முருகைப் பார்களின் வெளிப்புறம் அலைகளால் உடைக்கப்படுகின்றன. உடைக்கப்பட்ட பகுதிகள் முருகை களின் உட்புறம் தூக்கியெறியப்படுகின்றன. இவை கருநிறப் பாசியால் மூடப்பட்டிருப்பதால் இம் முருகைப் பகுதிகளுக்கு நீக்ரோ தலை (Negro-head) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

5. **மணல் தீவுகள்** (Sand cays): அலைகள் கொண்டுவரும் மணற் படிவுகள் முருகைப் பார்களின் உட்புறம் சேருகின்றன. இதனுல் முருகைப் பார்களின் உட்புறத்தில் பல மணல் திட்டுக்கள் தோன்றுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் நீச ஓத மட்டத்திற்குமேல் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் மேல்தளம் வேறுபாடற்றுச் சமதளமாகவே அமைந்துள்ளது. இவற்றிற்கு மணல் தீவுகள் அல்லது கேய்ஸ் (Cays) என்று பெயர்.

6. **பாறைக்கோட்டை** (Boulder rampart): முருகைப் பார்களின் வெளிப்புறத்தில் குறுகலான பாறைப் பகுதி அமைந்துள்ளது. இவை சிதைவுப் பொருள்களாலானதாகும். இவை லித்தோதாம்னியன் தொடர்க் குன்றுகளுக்குப் பின்னுல் காணப்படுகின்றன. இவற்றைப் பாறைக் கோட்டைகள் என்று அழைக்கிருர்கள்.

7. முருகைப்பார்களின் உட்புறத்தில் காயல் காணப்படுகின்றது. இதன் கரைகள் மணலால் ஆனவையாக அமைந்துள்ளன. காயல்களின் அடி நிலம் குறைந்த சரிவுடன் காணப்படுகின்றன. பொதுவாகக் காயல்கள் (**Lagoons**) எல்லாம் 50 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்குமேல் காணப்படுவதில்லை.

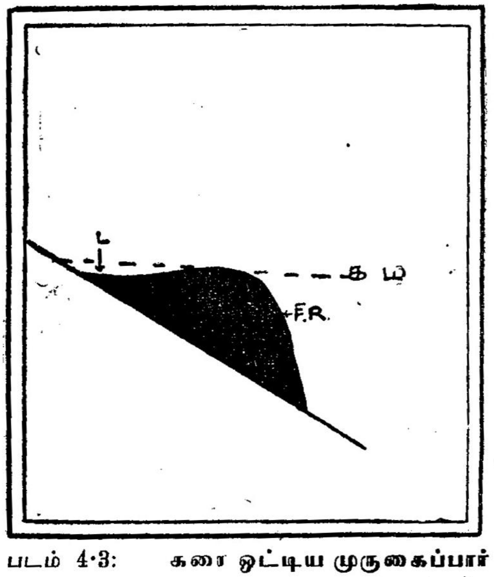
முருகைப் பார்களின் மேல்தளத்தில் இறந்த முருகைகள் காணப்படு கின்றன. முருகைப் பார்களின் காற்றுமுகச் சரிவில் முருகைக் கூட்டங்கள் அதிகமாயுள்ளன. வலுவற்ற முருகைகள், முருகைப்பார்களின் உட்புறத் தில் அலைகளினின்றும் பாதுகாக்கப்பட்டு காணப்படுகின்றன.

முருகைப் பார்களின் வகைகள் (Types of coral reefs): டார்வின் (Darwin) முருகைப் பார்களை மூன்றுவகையாகப் பிரித்தார்; அவை யாவன :

1. கரையொட்டிய முருகைப்பார் (fringing reef).
2. கரை விலகிய முருகைப்பார் (barrier reef).
3. வட்ட முருகைத் திட்டு (atolls).

இவற்றுடன்கூட வேறு ஒரு வகையான முருகைப்பார்களை நான்காவ தாக ஷெப்பர்ட் (Shepard) கருதுகின்றார். இவற்றை அவர் முருகைப் பிணுக்கில்கள் (Coral pinnacles) என்று அழைக்கின்றார்.

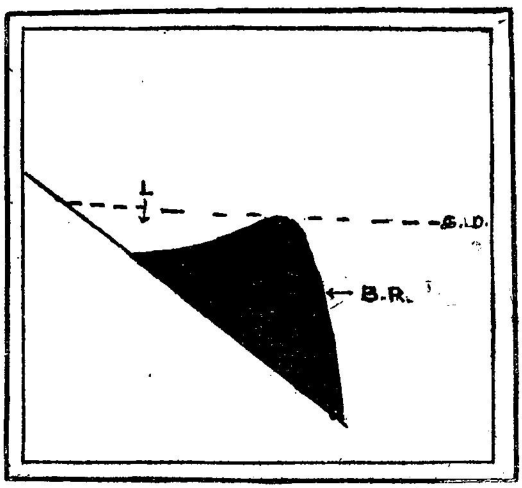
இவை ஒவ்வொன்றின் அமைப்பையும் சிறிது விரிவாகவே ஆராய் வோம்.



படம் 4·3: **கரை ஒட்டிய முருகைப்பார்**

F. R.—கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்; க. ம.—கடல் மட்டம்; L.—சாயல்.

கரை ஒட்டிய முருகைப்பார்: இவை கரையையொட்டி வளர்ந்திருக்கின்றன. இவற்றின் மேல்தளம் ஒரே சமதளமாக இருப்பதில்லை. முருகைப் பாருக்கும் கரைக்கும் இடையே குறைந்த ஆழம், அகலம் இவற்றுடன் கூடிய கடற்பகுதி காணப்படுகின்றது. கரையொட்டிய முருகைப் பார்களின் கடற்புறச் சரிவு செங்குத்தாக ஆழ்கடற் பகுதியை (abyssal region) அடைகிறது. இவை மிகக் குறைந்த அகலமுள்ள முருகைக் கூட்டங்களிலிருந்து பல நூற்றுண்டுகளாக வளர்ச்சியடைந்து காணப்படும் பெரும் முருகைப் பார்கள்வரை பல வேறுபட்ட அமைப்புக்களுடன் காணப்படுகின்றன. கரைகள் தொடர்ச்சியாகக் காணப்படும் அயனமண்டலப் பகுதிகளில் இவை அவற்றை யொட்டி யமைந்துகிடக்கின்றன ஆங்காங்கே ஆறுகளின் முகத்துவாரங்களால் இவற்றின் தொடர்ச்சி அறுபட்டுக் காணப்படுகின்றன.



படம் 4·4 : கரை விலகிய முருகைப்பார்

B. R —கரை விலகிய முருகைப்பார்; L.—காயல்; க. ம.—கடல் மட்டம்;

கரை விலகிய முருகைப் பார்கள்: இவை கரையிலிருந்து ஆழம் மிகுந்த காயல்களால் (lagoons) பிரிக்கப்படுகின்றன. இக் காயல்களின் ஆழம் முருகைகள் வளரக்கூடிய உச்ச ஆழத்தைவிட அதிகமாயிருப்பதால் இங்கு முருகைகள் காணப்படுவதில்லை. கரைவிலகிய முருகைப் பார்கள் தீவுகளைச் சுற்றியும் காணப்படுகின்றன. இம் முருகைப் பார்களைக் கரையிலிருந்து பிரிக்கும் காயல்கள் சுமார் 60 ஃபாதங்கள் ஆழம்வரை காணப்படுகின்றன. (முருகைகள் வளரும் உச்ச ஆழம் 30 ஃபாதங்களாகும்.) இவற்றின் அகலம் சில கிலோ மீட்டர்கள்வரை காணப்படலாம். பொதுவாகக் காயல்கள் கரைக்கு இணையாகவே யமைந்துள்ளன. ஆனல், காயல்கள்

தொடர்ச்சியாகக் காணப்படுவதில்லை. ஆங்காங்குக் கரை விலகிய முருகைப் பார்கள் கரையணுகி வந்து, கரையொட்டிய முருகைப் பார்களாக மாறு கின்றன. இதனுல் காயல்கள் தொடர்பற்றுக் காணப்படுகின்றன.

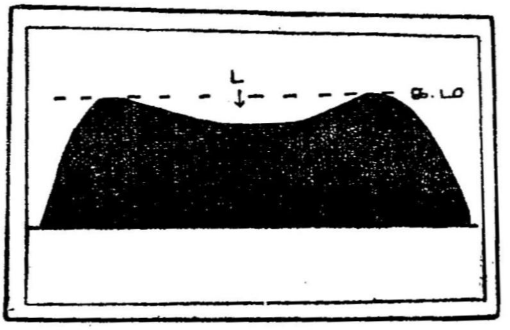
கரை விலகிய முருகைப் பார்கள் சாதாரணமாக 500 மீட்டர் அகலமுள்ள வையாய் அமைந்துள்ளன. ஆனுலும், சில முருகைப் பார்கள் பல கிலோ மீட்டர்கள் அகலம்வரை காணப்படலாம். கரை விலகிய முருகைப் பார்க ளிடையே காணப்படும் குறுக்கீடுகளுக்கு (interruptions) கணவாய்கள் (passes) என்று பெயராகும். இவை சாதாரணமாக ஆழம், அகலம் இவை குறைந்தே காணப்படும். ஆனுல், சிற்சில கணவாய்கள் கப்பல் போக்கு வரத்திற்கு ஏற்ற முறையில் அதிக அகலம், ஆழம் இவற்றுடன் காணப் படுகின்றன. கணவாய்களின் புறத்தில் முருகைப் பார்கள் காயல்களை நோக்கி வளைந்து காணப்படுகின்றன. காயல்களில் ஆங்காங்கே முருகைப் பார் பகுதிகள் (reef patches) காணப்படலாம். கரைகளை அடுத்துக் கரை ஒட்டிய முருகைப்பாரும் காணப்படுகின்றது.

இவ்வகையான கரை விலகிய முருகைப் பார்களுக்கு ஒரு சிறந்த உதாரணமாக குவின்ஸ்லாந்தின் கிழக்குக் கடற்கரையையடுத்துக் காணப் படும் கிரேட் பாரியர் முருகைப்பாரைக் (Great barrier reef) கூறலாம்.

வட்ட முருகைத் திட்டுக்கள் (atolls) : பசிபிக் சமுத்திரத்தில் வட்ட வடிவில் பல தீவுகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் மத்தி யில் காயல் காணப்படுகின்றது. இவற்றை வட்ட முருகைத் திட்டுக்கள் (atolls) என்று அழைக்கிருர்கள். இவை முருகைப்பார் வகைகளில் மிக முக்கியமானதாகும். கிழக்கில் டுவமாடுஸ் (Tuamatus) தீவுகளி லிருந்து, மேற்கில் கரோலைன் (Caroline) தீவுகள்வரை நூற்றுக்கணக்கான வட்ட முருகைத்திட்டுக்கள் பசிபிக்கில் பரந்து காணப்படுகின்றன. இவற் றின் விளிம்பிலோ, மத்தியிலோ பாறை நிலம் அமைந்திருக்கவில்லை. முருகைகளின் வளர்ச்சிக்கு இவ்விதப் பாறை நிலம் அவசியமாகும். எனவே, இவற்றின் அடித்தளத்தை யறிவதில் பெரு முயற்சி எடுத்துக்கொள்ளப் படுகின்றது. சமீப காலத்தில் அணுகுண்டு சோதனைகளுக்கு இவ்வித முருகைப்பார்கள் பெருமளவு உபயோகப்படுகின்றன. அணுகுண்டினுல் ஏற்படும் விளைவுகளையறிய இவ்வட்ட முருகைத்திட்டுக்களின் அமைப்பை யறிதல் மிக அவசியமாகும். வட்ட முருகைத் திட்டின் அமைப்பைத் தற்பொழுது ஆராய்வோம்.

வட்ட முருகைத் திட்டின் மத்தியில் காயல் காணப்படுகின்றது. இக் காயலைச் சுற்றி முருகைப்பார் உள்ளது. இவ் வட்டமான முருகைப்பார் ஆங் காங்கு கடலையும், மத்தியிலுள்ள காயலையும் இணைக்கும் கால்வாய் (chan- nels)களால் வெட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையான கால்வாய்கள் வட்ட

முருகைத் திட்டுக்களின் காற்றெதிர்முகப் பகுதியில் (leeward)தான் பெரும் பாலும் அமைந்துள்ளன. முருகைத் திட்டுக்கள் நீர் மட்டத்திலிருந்து சில அடி உயரமே காணப்பட்டாலும், அவற்றில் தென்னை முதலிய மரங்கள் வளர்கின்றன. வட்ட முருகைத் திட்டுக்களின் மேற்புறம் பெரும்பாலும் முருகைப் பார்கள் உடைந்துவரும் சுண்ணம்புக் கற்களாலானவையாகும். வட்ட முருகைத் திட்டுக்களில் காணப்படும் முருகைகள் காற்றுமுகப் பகுதியில் (windward side) அதிக வளர்ச்சியடைந்துள்ளன. சில முருகைத் திட்டுக்களின் உச்சி முருகைகளாலான குன்றுகளுடன் (dunes) காணப் படுகின்றன.



படம் 4·5 : வட்ட முருகைத் திட்டு

L—காயல்; க. ம—கடல் மட்டம்.

வட்ட முருகைத் திட்டின் வெளிப்புறத்தில் முருகைக் கரை (beach) காணப்படுகின்றது அதற்கப்பால் முருகைப்பார் திட்டும் (reef flat), லித்தோதாம்னியன் குன்றும் அமைந்துள்ளன. இதற்கப்பால் தாவரங் களுடன் கூடிய முருகைத் தீவுள்ளது. இதன் உட்புறம் திடல் (terrace) காணப்படுகின்றது. திடலுக்கப்பால் அடிநிலம் சுமார் 25° கோணத்தில் சாய்கின்றது. வட்ட முருகைத் திட்டின் காயற்புறத்தில் ஒரு திடல் காணப் படுகின்றது. இங்கிருந்து நிலம் குறைந்த சரிவில் கடலுக்கடியில் செல்லு கின்றது. இவ்வடிநிலம் சமதளமாயில்லாமல், பல முருகைப்பார்களுடன் காணப்படுகின்றது. மேலும் இவ்வடிநிலத்தில் சிறு கொப்பரைகள், எழுச்சிகள் இவை காணப்படுகின்றன. வட்ட முருகைத்திட்டின் காற்றெதிர் முகத்தில் மேலே குறிப்பிட்ட அமைப்பே காணப்படுகின்றது. ஆனால் அவை அகலம் குறைந்து காணப்படுகின்றன.

வட்ட முருகைத் திட்டுக்களின் மத்தியிலுள்ள காயல்களையும் கடலையும் இணைக்கும் கால்வாய்களின் ஆழம், காயல்களின் அதிகபட்ச ஆழத்துடன் சுமார் 30 ஃபாதங்கள்) ஒப்பிடக்கூடியதாயமைந்துள்ளது.

இந்திய சமுத்திரத்தில் மாலத்தீவுகளில் மோதிர உருவில் அமைந்த சிறு தீவுகள் காணப்படுகின்றன. சில பிறைச் சந்திர வடிவிலுள்ளன. மற்றவை மையத்தில் சிறு காயல்களுடன் மோதிர உருவிலமைந்துள்ளன. இவற்றிற்கு ஃபாரோக்கள் (Faros) என்று பெயர்.

முருகைப் பிஞக்கில்கள் : இவை வட்ட முருகைத் திட்டின் மத்தியிலுள்ள காயல்களில் அமைந்துள்ளன. இவை முட்டை வடிவில் காணப்படுகின்றன. காயல்களுக்கும் கடலுக்கும் இடையே தொடர்பு நன்கு இருக்கும் பகுதிகளில்தான் இவ்வித முருகைப் பிஞக்கில்கள் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன.

முருகைப் பார்களின் தோற்றம் (Origin of coral reefs): கடலில் ஆழம் குறைந்த பகுதியில் நிலப்பகுதியையடுத்தோ அல்லது தீவுகளையடுத்தோ, கரையொட்டிய முருகைப் பார்கள் வளருகின்றன. இவை முருகைகளாலும் (corals), மற்றச் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய உயிரிகளாலும் கட்டப்படுகின்றன. முருகைகள் நீர்மட்டத்திலிருந்து 30 ஃபாதங்கள் ஆழம்வரைதான் உயிருடன் காணப்படுகின்றன. இதற்குக் கீழ் முருகைகள் உயிரற்றுக் காணப்படுகின்றன. முருகைகள் வளர்ச்சிக்குக் கெட்டியான அடிநிலம் தேவையாகும். இவ்விதம் அடிநிலம் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்தில் காணப்படுமேயானல், இதிலிருந்து முருகைகள் வளருகின்றன. இவை மேல் நோக்கியும் வெளி நோக்கியும் பரவுகின்றன. முருகைப் பார்களின் வெளிப் பகுதியில் ஆக்ஸிஜனும் உணவுப் பொருளும் அதிகம் கிடைப்பதால் அங்கு முருகைகளின் வளர்ச்சி வேகமாகக் காணப்படுகின்றன. இதனல் முருகைப் பார்களின் வெளிப்பகுதி துரிதமாக மேல்நோக்கி வளர்ந்து முதலில் நீர் மட்டத்திற்குமேல் வருகின்றது. இதனல் நீர்மட்டத்திற்குமேல் வரும் முருகைப்பார் பகுதிக்கும் கரைக்கும் இடையே காயல் காணப்படுகின்றது. முருகைகள் நீர்மட்டத்தையடைந்தவுடன் மேல்நோக்கி வளருவது நின்றுவிடுகின்றது. ஆனல், இவை கடல்புறமாகக் கிடையாகத் தொடர்ந்து வளருகின்றன.

கரையொட்டிய முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப் பொறுத்தவரை யாதொரு கருத்து வேற்றுமையும் கிடையாது. அவை பாறைத் தளத்திலிருந்து மேல்நோக்கியும் வெளிப்புறமும் வளருகின்றன என்பதில் யாதொரு ஐயமுமில்லை. ஆனல், கரை விலகிய முருகைப் பார்களும் வட்ட முருகைத் திட்டுக்களும் எவ்விதம் தோன்றியிருக்கக் கூடும் என்பதைப்பற்றி பல்வேறுபட்ட அபிப்பிராயங்கள் நிலவுகின்றன. முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய பெருஞ் சிக்கல், முருகைப் பார்களின் வெளிச்சரிவு முருகைகள் வளரக்கூடிய அதிக பட்ச ஆழத்திற்கும் கீழிருந்து வளர்ந்து காணப்படுகின்றன என்பதேயாகும். இவற்றின் தோற்றம்பற்றிப் பல் வேறு கொள்கைகள் உள்ளன. அவற்றில் முக்கியமானவை வருமாறு :

1. டார்வின்—டானு (Darwin—Dana) இவர்களின் தாழ்தல் கொள்கையாகும் (subsidence theory).

2. நிலையான கொள்கை (non-subsidence theory): இக் கொள்கையை மர்ரே (Murrey), ஸெம்பர் (Semper), அகாஸிஸ் (Agassiz) போன்றோர் ஆதரிக்கின்றனர்.

3. டாலியின் (Daly's) பனிப் பரவலின் விளைவுக் கொள்கை (Glacial control theory) ஆகும்.

இவற்றைத் தவிர, டேவிஸ் (Davis, W. M.) என்பவர் கடற்கரையின் நில அமைப்பு, முருகைகளின் தோற்றத்திற்கான காரணத்தை யறிவதில் எவ்விதம் உபயோகப்படுகின்றது என்று கண்டறிந்தார்.

இக் கொள்கைகளின் தராதரத்தை யறியுமுன் முருகைப்பார்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிய சிக்கலைச் சற்று விரிவாக ஆராய்தல் அவசியாகும்.

முருகைகள் வெப்பம் மிகுந்த நீரில்தான் வளரும் என்பதும், அதன் செங்குத்துப் பரவல் கடல் மட்டத்திலிருந்து 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்குள் தான் இருக்கவேண்டும் என்பதையும் நாம் முன்னரே கண்டோம். ஆனால், பெரும்பாலான முருகைப் பார்கள் இவ்வாழத்திற்கும் கீழிருந்து வளர்ந்துள்ளன என்பதற்குச் சான்றுகள் உள்ளன. முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குப் பாறை அடித்தளம் மிக அவசியம் என்பது தெரியும். முருகைகளின் அமைப்பை யறிய முருகைப் பார்களின் மேற்பரப்பிலிருந்து செங்குத்தாக தொளை (bore) யிட்டபோது பாறை அடித்தளம் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்கும் கீழ் காணப்பட்டது. எனவே, முருகைப் பார்களின் செங்குத்து வசத் தோற்றத்தை இங்கு ஆராய்தல் அவசியமாகும்.

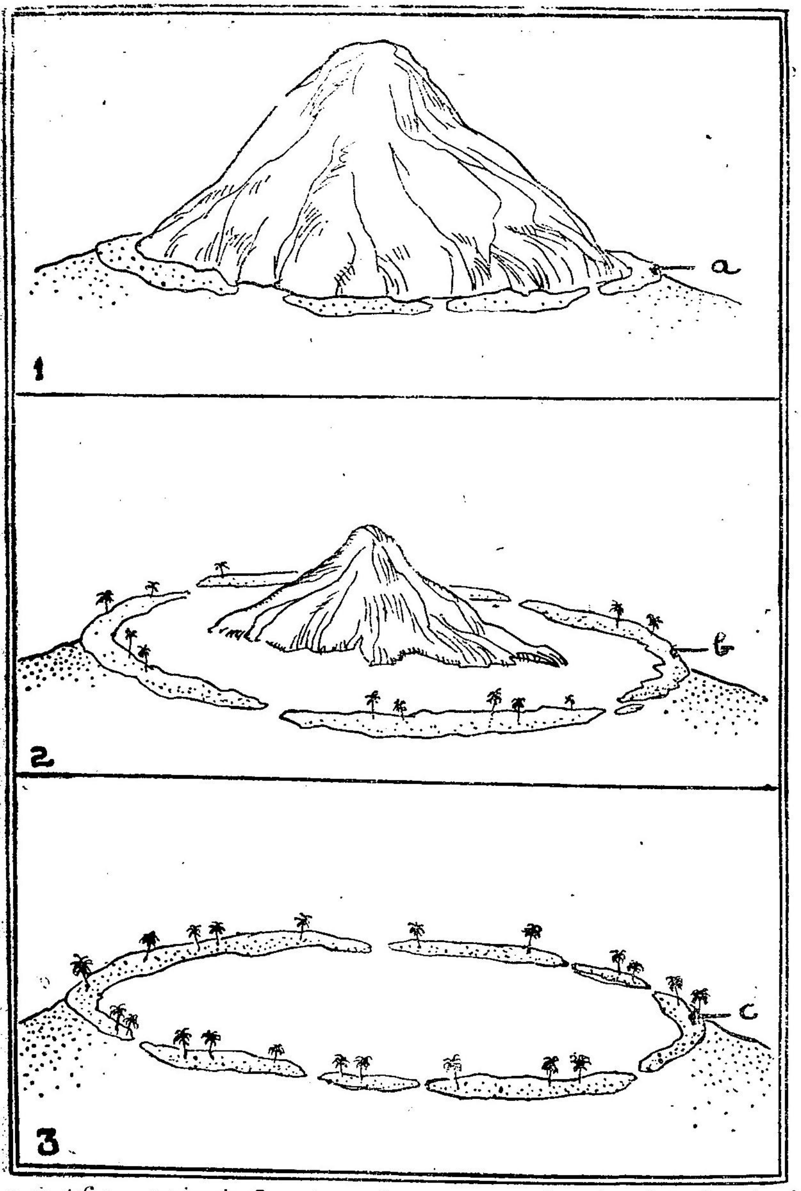
பல முருகைப் பார்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை ஆராய்ந்த போது 50 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்கும் கீழ் முருகைப்பார் படிவுகள் அமைந்துள்ளமை அறியப்பட்டது. உதாரணமாக, 1947 ஆம் ஆண்டு பிகினி வட்ட முருகைத் திட்டில் (Bikini atoll) ஐந்து தொளைகள் (bore holes) இடப்பட்டன. அத்தொளைகளில் ஒன்று சுமார் 2,556' ஆழம்வரை சென்றது. இத் தொளைகளின்மூலம் முருகைப்பார் அடுக்குகளின் அமைப்பு ஆராயப்பட்டது. முதலில் மேல் மட்டத்திலிருந்து உச்ச ஓத மட்டத்திற்குச் சிறிது கீழ்வரை மணலும் பரலும் (gravel) காணப்பட்டன. பிறகு 2' ஆழத்திற்குச் சுண்ணாம்புச் சத்து நிரம்பிய மணற்பாறையும் (sandstone), கங்கலாமரேட்டும் (conglomerate) காணப்பட்டன. இதற்குக் கீழ் 65-75' வரை ஒன்றுசேராத (unconsolidated) முருகைப் பாராலான சுண்ணாம்புப் பாறை காணப்பட்டது. இதற்குங் கீழ் 425' ஆழம்வரை வெள்ளை அல்லது

மஞ்சள் நிறத்துடன் கூடிய முருகைப் பார்கள் அமைந்திருந்தன. 425-725' வரை சுமார் 300'க்குச் சுண்ணும்புப் பாறை (limestone), ஃபாஸில்கள் நிரம்பிய மணல் இவை காணப்பட்டன. 725—1,100' வரை ஃபெராமினிஃபெரா முருகைக் கூடுகள் நிறைந்த மணல் அமைந்து காணப்பட்டது. இவ்வாழத்திற்குக் கீழ் அடித்தளம்வரை சுண்ணும்புத் துகள் காணப்பட்டது. மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்களிலிருந்து முருகைகள் பெரும் ஆழத்திலிருந்து காணப்படுகின்றன; ஆனல், முருகைப் பார்களின் மேல் 30 ஃபாதங்களில்தான் முருகைகள் உயிருடன் காணப்படுகின்றன என்பது நன்கு விளங்குகின்றது. முருகைகளின் இயல்பிற்கு மாருன இத் தோற்றத்தை விளக்கும் வகையில் மேலே குறிப்பிட்ட கொள்கைகள் (theories) வெளியிடப்பட்டன.

வட்ட முருகைத் திட்டுக்களின் தோற்றத்தைப்பற்றி வெளியிடப்பட்ட கொள்கைகளில் முதலாவது டார்வினின் தாழ்தல் கொள்கையாகும் (Theory of subsidence). டாஞ (Dana) என்பவரும் இதே காலத்தில் தான் நடத்திய சோதனைகளின் பயனுக மேலே குறிப்பிட்ட முடிவிற்கு வந்தார். எனவே, தாழ்தல் கொள்கையை டார்வின்—டாஞ கொள்கை என்று கூறுதல் சாலச் சிறந்ததாகும்.

1835 ஆம் ஆண்டு டார்வின், பீகிள் (Beagle) என்னும் ஆங்கில சோதனைக் கப்பலில் டஹிடி (Tahiti) தீவுகளுக்குச் சென்ருர். அங்குக் காணப்பட்ட முருகைப் பார்களை இவர் ஆராய்ந்தார். டஹிடி என்ற முருகைத் தீவு, கீலிங் (Keeling) என்ற வட்ட முருகைத் திட்டு ஆகிய இரண்டைமட்டும் ஆராய்ந்து சேகரித்து இவர் வெளியிட்ட கொள்கை தற்காலத்தில் பெரும்பாலோரால் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய வகையில் அமைந்திருத்தல் ஆச்சரியமேயாகும்.

டஹிடி தீவுகளில் டார்வின் நடத்திய சோதனைகளின் விளைவே தாழ்தல் கொள்கையாகும். இக் கொள்கைப்படி வட்ட முருகைத் திட்டுக்கள் கண்டங்களை அடுத்து அல்லது தீவுகளைச் சுற்றிக் கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்களாக (Fringing reef) முதலில் ஆரம்பித்தன. கடல் மட்டத்திலோ அல்லது நிலமட்டத்திலோ யாதொரு மாறுதலும் தோன்ருதவரை இவை கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்களாகவே அமைந்திருக்கும். முருகைகளின் செங்குத்து வளர்ச்சி கடல் மட்டத்துடன் நின்றுவிடும். இப்பொழுது முருகைப் பார்கள் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திலிருந்து வளர்ந்து காணப்படும். நிலம் தாழ்வதால் முருகைகளின் நின்றுவிட்ட செங்குத்து வளர்ச்சி மறுபடியும் தொடங்கும். இவற்றின் வளர்ச்சி கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்களின் உட்புறத்தைவிட வெளிப்புறத்தில் அதிகமாயிருக்கும். நிலத் தாழ்தல் நிதானமாகவும் (gradual), நீண்ட கால அளவிலும் (continuous) அமைந்து காணப்படும். கரை ஒட்டிய முருகைப்பாரின் உட்புறத்தை



படம் 4·6 : தாழ்தல் கொள்கைப்படி முருகைப் பார்களின் தோற்றம்

1. கரை ஒட்டிய முருகைப் பாராகத் தோற்றம்.
2. கரை விலகிய முருகைப் பாராக மாறுதல்.
3. வட்ட முருகைத் திட்டாக மாற்றமடைதல்.

விட வெளிப்புறத்தில் அதிகமாயிருக்கும். கரை ஒட்டிய முருகைப் பாரின் வெளிப்பகுதி இந்தத் தாழ்தலை ஈடு செய்யப் போதுமான வேகத்துடன் வளர்ந்தது. ஆதலால் முருகைப்பாரின் வெளிப்புறம் எப்பொழுதும் நீர்மட்ட அளவிலேயே காணப்படும். ஆனால், கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்களின் உட்புறத்தில் முருகைகளின் வளர்ச்சி குறைவாக இருப்பதால் கரைக்கும் முருகைப் பாருக்கும் இடையே அகன்ற, ஆழம் மிகுந்த காயல் காணப்படும். தாழ்தல் பல காலம் தொடர்ந்து காணப்படுமேயானால், இக் காயல்களின் ஆழம் 30 ஃபாதங்களுக்கு மேல் ஆகிவிடும். எனவே, முருகைப் பார்களின் உட்புறத்தில் முருகைகளின் வளர்ச்சி நின்றுவிடும். ஆனால், வெளிப்புறத்தில் முருகைகளின் வளர்ச்சி தொடர்ந்து காணப்படும். இப்பொழுது கரை ஒட்டிய முருகைப் பார் கரை விலகிய முருகைப் பாராக மாறியுள்ளது. இவ்விதமே கரை ஒட்டிய முருகைப் பார் ஒரு தீவைச் சுற்றி ஏற்பட்டு, அத் தீவு தாழ்ந்தால் வட்ட முருகைத் திட்டுத் தோன்றும். எனவே, டார்வின்—டானுக் கொள்கைப்படி கரை ஒட்டிய முருகைப்பாரே படிப்படியாகக் கரைவிலகிய முருகைப் பாராகவும், வட்ட முருகைத் திட்டாகவும் மாறியுள்ளது (படம் 4·6-ஐப் பார்க்கவும்).

இக் கொள்கைப்படி வட்ட முருகைத் திட்டுக்களின் தோற்றத்திற்குத் தாழ்தல் (subsidence) அவசியமாகும். ஆதலால் ஒவ்வொரு வட்ட முருகைத் திட்டும் ஒரு தாழந்த தீவைக் குறிப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

இக் கொள்கைகளுக்குச் சாதகமான சான்றுகளைப் பற்றித் தற்பொழுது ஆராய்வோம். டார்வினின் தாழ்தல் கொள்கைக்குத் தூண் போன்று அமைந்துள்ளது முருகைப் பார்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றமே ஆகும். ஜப்பானுக்குத் தெற்கிலமைந்த தீவு ஒன்றில் தொளையிடப்பட்டது. இத் தொளையின் மூலம் 103 மீட்டர் (65 ஃபாதங்கள்) வரை முருகைப் பார்கள் இருப்பது தெரியவந்தது. இம் முருகைப் பார்கள் ப்ளையோப்ளைஸ்டஸீன் (Plio-pleistocene) காலத்தவையாகும். இத் தொளை சுமார் 412' வரை சென்றும் பாறைத்தளம் காணப்படவில்லை. இவ்விதமே ஃபுனஃபுடி (Funafuti) தீவில் 339 மீட்டர்வரை முருகைப் பார்கள் காணப்பட்டன. போர்னியோவுக்கு (Borneo) வடகிழக்கில் அமைந்துள்ள மாரடவே (Maratoca) என்னுமிடத்தில் இடப்பட்ட தொளையின் மூலம் 429 மீட்டர் வரை முருகைப் படிவுகள் இருத்தல் அறியப்பட்டது. பிகினி (Bikini) வட்ட முருகைத் திட்டில் 640 மீட்டர்வரை முருகைகள் காணப்படுகின்றன. இதனால் இப் பகுதிகளில் தாழ்தல் ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று டார்வின் கருதினார்.

இக் கொள்கைக்குச் சாதகமாயுள்ள மற்றொரு சான்று வட்ட முருகைத் திட்டுகளின் செங்குத்துச் சரிவாகும். வட்ட முருகைத் திட்டுகளின் கடல்புறச் சரிவு 200 மீட்டர்கள் வரை 70° கோணச் சாய்வுடன் அமைந்து உள்

ளது (சிற்சில பகுதிகளில் இவ் அளவு 90° ஆகவும் உள்ளது). இதற்குக் கீழ் 600 மீட்டர்கள் ஆழம் வரை 50° கோண அளவில் சரிவு காணப்படு கின்றது. மிக அதிகமான சரிவுடன் கூடிய எரிமலையின் சாய்வும் 35° கோண அளவிற்குமேல் காணப்படுவதில்லை. எனவே, முருகைப் பார் களின் கடல்புறச் செங்குத்துச் சரிவு முருகைகளின் மேல்நோக்கியமைந்த வளர்ச்சியால்தான் ஏற்பட்டிருக்கமுடியும் என்பது விளங்குகின்றது. உதாரணமாக, ஸெலிபஸ் (Celebus) தீவுகளுக்குத் தெற்கில் டுகங்குபாஸி (Tukangubasi) கூட்டத்தில் முருகைத் திட்டுக்களின் சரிவும் எரிமலைச் சரிவும் மாறிமாறிக் காணப்படுகின்றன. இங்கு எரிமலையின் சரிவு குறை வாகவும், முருகைப் பார்களின் சரிவு அதிகமாகவு முள்ளது குறிப்பிடத்தக்க தாகும்.

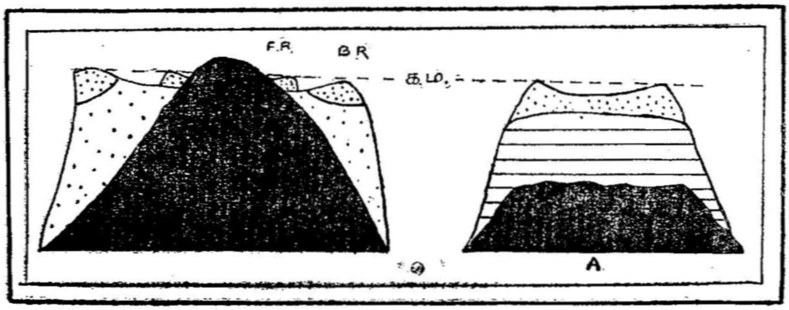
முருகைப் பார்களுக்கும் கரைக்கும் இடையே காணப்படும் காயலின் ஆழம் அதிகமாயுள்ளது, இக் கொள்கைக்குச் சாதகமான மற்றோர் சான்றாகும். இக்காயல்களின் ஆழம் 50 ஃபாதங்கள் வரையுள்ளது. மெலுகஸ் தீவுக் கூட்டங்களில் காணப்படும் காயல்களின் ஆழம் 90 - 120 ஃபாதங்கள்வரை கூட அமைந்துள்ளது.

நான்காவதாக, முருகைப் பார்களில் மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள் அமைந் திருத்தல் ஒரு முக்கியச் சான்றாகும். இப் பள்ளத்தாக்குகள் நிலம் நீர்மட்டத் திற்கு மேலிருந்த காலத்தில் ஏற்பட்டு, பிறகு நீரினுள் மூழ்கியிருக்க வேண்டும் என்று தோன்றுகின்றது. டார்வின் இப் பள்ளத்தாக்குகளைப் பற்றியறிந்திருந்த போதிலும் இதை நன்கு ஆராயவில்லை. டானு இவற்றை ஆராய்ந்து, எவ்விதம் இவை தாழ்தல் கொள்கையை ஆதரிக்கும் வகையில் அமைந்துள்ளன என்று வெளியிட்டார். ஆனால், இவற்றின் முக்கியத்தை நன்கு ஆராய்ந்து வெளியிட்ட பெருமை W.M. டேவிஸ் (Davis) ஸையே சாரும். இப் பள்ளத்தாக்குகளைப் பற்றிப் பின்னர் விரிவாக ஆராய்வோம்.

டார்வினின் கொள்கைக்குப் பாதகமாயமைந்துள்ள ஒரு சான்று முருகைப் பார்கள் காணப்படும் பகுதிகளில் எல்லாம் தாழ்தல் காணப்பட வில்லை என்பதாகும். சிற்சில முருகைப் பார்கள் மேலெழுந்த திட்டின் மேல் வளர்ந்துள்ளன என்று தெரிகின்றது. மேலும், இக் கொள்கைப்படி காயல்கள் மிக்க ஆழத்துடன் காணப்படவேண்டும். ஆனால், சிற்சில பகுதிகளைத் தவிர்த்து, மற்றப்படி காயல்கள் குறைந்த ஆழத்துடனேயே காணப்படுகின்றன. ஆதலால், டார்வினின் கொள்கைக்கு முதலில் பெரும் ஆதரவு காணப்பட்டபோதிலும், பின்னர் ஐயப்பாடுகள் தோன்றலாயின.

மேலே குறிப்பிட்ட கொள்கைக்கு முற்றிலும் மாறான ஒரு விளக்கத்தை மர்ரே என்பவர் கொடுத்தார். இக் கொள்கைப்படி நில அமைப்பில் யாதொரு மாறுதலும் ஏற்பட்டதாகக் கொள்ளப்படுவதில்லை. நிலம் நிலை யாக இருத்தலே இக் கொள்கையின் முக்கியக் கோட்பாடு ஆகும். இக்

கொள்கைப்படி முருகைப் பார்கள் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்குக் கீழ் காணப் படுதல் கீழ்க்கண்ட முறையில் விளக்கப்படுகின்றது. முதலில் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திலிருந்துதான் முருகைகள் வளர ஆரம்பிக்கும். இவை மேல்நோக்கி வளர்ந்து, அலையால் பாதிக்கப்படும் உயரத்திற்கு வந்தவுடன் அலைகளால் அரிக்கப்படுகின்றன. இவ் அலை அரிப்பினால் ஏற்படும் சிதைவுப் பொருள்கள் (முருகைக் கூடுகள்) முருகைப் பார்களின் வெளிப்புறத்தில் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்கும் கீழ் சரிவில் படிகின்றன. இவ்விதம் படிந்த சிதைவுப் பொருளாலான (detritus) பீடம் (platform) 30 ஃபாதங்களுக் குக் கீழிருந்து ஆரம்பிக்கின்றது. இது 30 ஃபாதங்கள் ஆழம்வரை வளர்ந்தவுடன் இதன் மேல் உயிருள்ள முருகைகள் வளர ஆரம்பிக்கின் றன. இவ்விதம் முன்னர் ஏற்பட்ட முருகைப் பார்களின் சிதைவுப் பொருளே பின்னர் முருகைப்பார்கள் வளருவதற்கு அடித்தளமாக மாறு கின்றன. இவ்விதம் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்குக் கீழிருந்து முருகைகள் காணப்படலாம். ஆனால், மேல் 30 ஃபாதங்களில்தான் உயிருள்ள முருகைகள் காணப்படும். இதற்குக் கீழே முருகைச் சிதைவுப் பொருளும் (Coral detritus), அதற்குங்கீழே பாறை அடித்தளமும் காணப்படுகின்றன.



படம் 4·7: மர்ரேயின் கொள்கைப்படி முருகைப் பார்களின் தோற்றம்

பரவலாக அமைந்த புள்ளிகள்——முருகைச் சிதைவுப் பொருள்
கிடையான கோடுகள் — கடலடிப் படிவாலான மேடை
கருநிறப் பகுதி—பாறை அடித்தளம்

முருகைப் பார்களின் வெளிப்பகுதி தடைபடாமல் வளரும்போது உட்புறமுள்ள முருகைகள் இறந்துவிடுகின்றன. இவ்விதம் இறந்து விட்ட முருகைகள் காயல் நீரில் கரைந்துவிடுகின்றன என்று மர்ரே (Murrey) கருதுகின்றார். இதனால் முருகைப் பார்களின் வெளிப்புறத்தில் முருகைகள் மேல்நோக்கி வளரும்பொழுது முருகைப்பாரின் உட்புறத்தில் முருகைகள் காயல் நீரில் கரைந்து விடுவதால் காயல்களின் ஆழம் அதிகரிக்

கின்றது. இவ்விதமாகச் சிறிது சிறிதாகக் கரையொட்டிய முருகைப் பார் கரை விலகிய முருகைப் பாராக மாறுகின்றது.

வட்ட முருகைத் திட்டுக்கள் கீழ்க்கண்ட முறையில் தோன்றியனவாக மர்ரே கருதுகின்ருர். கடலின் ஆழத்திலிருந்து உயிருள்ள முருகைகள் காணப்படும் ஆழம்வரை பல குன்றுகளும் பீடபூமிகளும் உயர்ந்து காணப்படுகின்றன இக் குன்றுகள், பீடபூமிகள் இவற்றின் உச்சியிலிருந்து முருகைப் பார்கள் வளருவதாக மர்ரே கருதுகின்ருர். முருகைகள் மேல் நோக்கியும் கடல் நோக்கியும் வளருகின்றன. வெளிப்புறத்தில் உட்புறத்திலுள்ளதைவிட அதிக வளர்ச்சி காணப்படுவதால் முருகைகளின் வெளிப்பகுதி முதலில் நீர்மட்டத்தையடைகின்றது இதனுல் முருகைப் பார்களின் உட்புறத்தில் நீரோட்டம் குறைகின்றது. உணவுப் பொருள் ஆக்ஸிஜன் போன்ற முருகைகளின் வளர்ச்சிக்கு அத்தியாவசியமான பொருள்கள் கிடைப்பது உட்புறத்தில் அரிதாகின்றது. இதனுல் உட்புறத்தில் முருகைகளின் வளர்ச்சி தடைபடுகின்றது; முருகைகள் இறந்தும் விடுகின்றன. இவ்வித முருகைகள் காயல் நீரில் கரைந்து விடுகின்றன. இவ்விதமாகக் காயல் அகன்றதாகவும், ஆழம் மிகுந்ததாகவும் மாறுகின்றது. இக் காயல்களைச் சுற்றி வட்ட வடிவமாக முருகைப் பார்கள் காணப்படுகின்றன.

இவ்விதம் வட்ட முருகைத்திட்டுக்கள் அமைய நீருக்கடியில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் மேல்தளத்துடன் கூடிய பல குன்றுகள், பீடபூமிகள் காணப்படவேண்டும். இவ்வாழம் 15—30 ஃபாதங்களுக்குட்பட்டு அமையவேண்டும். இவ்விதமான அமைப்பு இரு விதங்களில் ஏற்படலாம் என்று மர்ரே கருதுகின்ருர்.

சமுத்திரங்களின் மத்தியில் முருகைப் பார்களுடன் காணப்படும் தீவுகள் எல்லாம் எரிமலைக் குழம்பாலானவையாகும். எரிமலைக் குழம்பு உறைந்து ஒன்றுசேராமலுள்ளது (unconsolidated). இது அலையால் அரிக்கப்பட்டு, அரிமேடை (erosion platform) ஏற்படுகின்றது. இது சுமார் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்தில் காணப்படுவதால் இதன் மேல் முருகைகள் வளர்கின்றன.

மற்றும் சில பாறையடித் தளங்கள் 30 ஃபாதங்களுக்குக் கீழ் அமைந்துள்ளன. ஆனுல், இவற்றின்மேல் ஆழ்கடல் படிவுகள் படிந்து, இவற்றை 30 ஃபாதங்கள் உயரத்திற்கு உயர்த்துகின்றன. இங்கிருந்து முருகைகள் வளர்கின்றன.

இவ்விதம் நீர்மட்டத்தில் காணப்படும் பாறைகள் அரிப்பால் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்குச் சிதைபடுகின்றன. 30 ஃபாதங்களுக்கும் கீழ்க் காணப்படும் பாறைகள் படிதலால் உயர்த்தப்படுகின்றன என்று

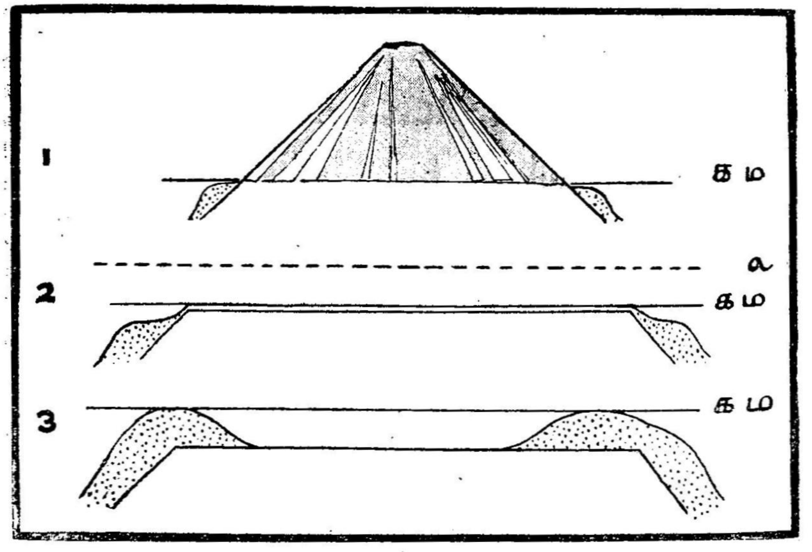
மர்ரே கருதுகின்ருர். இதில் இரண்டு குறைபாடுகள் உள்ளன. ஒன்று அரிமேடை அலைகளின் அரிப்பினுல் ஏற்பட்டதாக மர்ரே கருதினுர். ஆனுல், ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க அலைகளின் அரிப்புத்தன்மை குறைகின்றது. ஒரு குறிப்பிட்ட ஆழத்தில் அலைகள் அரிக்கும் தன்மையை முழுவதும் இழந்துவிடுகின்றன. ஆதலால், மலை உச்சிகள் எவ்விதம் 30 ஃபாதங்கள் ஆழம் வரை சிதைபடுதல் சாத்தியம் என்று விளங்கவில்லை.

இரண்டாவது குறைபாடு, அதிக ஆழத்தில் காணப்படும் பாறைத்தளம் எவ்விதம் படிவுகளால் 30 ஃபாதங்கள் உயரத்திற்கு உயர்த்தப்படும் என்பதாகும். இதற்கு மர்ரேயின் விளக்கம் வருமாறு: ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க, கால்ஷியம் கார்பனேட் ($CaCo_3$) நீரில் கரைந்துவிடுகின்றது. ஆனுல், குன்றுகளின் உச்சியில் இவ்விதம் கால்ஷியம் கார்பனேட் கரைவதில்லை. எனவே, இவை பாறை எழுச்சிகளில் படிந்து, அவற்றை உயர்த்துவதாகக் கருதுகின்ருர். ஆனுல், காயல்களின் தோற்றத்தைப் பற்றி மர்ரே விளக்கும்பொழுது காயல்களின் ஆழம் முருகைகள் (கால்ஷியம் கார்பனேட்டாலானவை) கரைவதால் அதிகரிப்பதாகக் கூறுகிருர். இவ்விதம் நீர்மட்டத்திற் கருகிலும் ஆழத்திலும் கால்ஷியம் கார்பனேட் கரைகின்றது. ஆனுல், முருகைகளின் வளர்ச்சி காணப்படும் பகுதிகளில், இவ்விரண்டு தளத்திற்கும் இடைப்பட்ட ஆழத்தில் மட்டும், கால்ஷியம் கார்பனேட் கரையாமல் படிகின்றது என்று கருதுகிருர். நீர் கால்ஷியம் கார்பனேட்டைக் கரைக்கும் தன்மை பெற்றுள்ளதுதான்; ஆனுல், மர்ரே எதிர் பார்க்கும் அளவிற்குப் பொறுக்கியெடுத்து (selective) கரைக்கும் தன்மை பெற்றதல்ல.

மர்ரேயின் கொள்கையில் வேருெரு குறைபாடும் காணப்படுகின்றது. அஃதாவது முருகைப்பார்கள் அலையின் அரிப்பால் பாதிக்கப்பட்டுச் சிதையும் பொருள்கள் சரிவில் படிந்து, முருகைகளின் தொடர்ச்சியான வளர்ச்சிக்கு அடித்தளமாக அமைவதாக அவர் கருதுகின்ருர். ஆனுல், முருகைச் சிதைவுப் பொருளைப் போன்ற ஒன்றுபடாத (unconsolidated) பொருள் 35° கோண அளவில் காணப்படும் சரிவுகளில் எவ்விதம் சேரும் என்று விளங்கவில்லை. மேலும், முருகைப் பார்களின் செங்குத்துச் சரிவு மர்ரேயின் கொள்கையால் நன்கு விளக்கப்படவில்லை.

இவ்விதமாக முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தைப்பற்றி இரு கட்சிகள் தோன்றின. ஒரு சாரார் டார்வினின் தாழ்தல் கொள்கையை ஆதரித்தனர். மற்ருெரு சாரார் மர்ரேயின் விளக்கத்தை ஏற்றுக்கொண்டனர். இவ்விரு கொள்கைகளையும் ஆதரிப்போரிடையே பலகாலம் விவாதங்கள் நடந்தன. இவற்றில் இருவர் முக்கியப் பங்கு கொண்டனர். அவர்கள் டாலி (Daly), டேவிஸ் (Davis) எனப்படுவோராவர். டாலி, தான் நடத்திய சோதனைகளின் பலனுகப் பனிப் பரவலுக்கும், முருகைப் பார்களின் தோற்றத்

திற்கும் இடையே நெருங்கிய உறவுள்ளதைக் கண்டறிந்தார். இதன் பயனாக டாலியின் பனிப் பரவலின் விளைவுக் கொள்கை (Glacial Control Theory) தோன்றியது. இக் கொள்கையின் முக்கிய அமிசம் நிலமட்டத் தாழ்தலால் அல்லாமல், நீர்மட்ட வேறுபாட்டால்தான் முருகைப் பார்களின் சிறப்பான அமைப்பு ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பதாகும். நிலப்பகுதியின் வேறுபாடு இல்லாததால் இக் கொள்கை ஓரளவிற்கு மர்ரேயின் கொள்கையைச் சார்ந்துள்ளது. டேவிஸ் முருகைப் பார்களைப்பற்றிப் பிரத்தியேகமாகக் கொள்கை ஒன்றும் வெளியிடவில்லை என்றாலும், அவர் கண்டறிந்த விவரங்கள் தாழ்தல் கொள்கையை (subsidence theory) பெருமளவு ஆதரிக்கின்றன.



படம் 4·8 : டாலியின் கொள்கைப்படி முருகைப் பாரின் தோற்றம்

1. கடல் மட்டம் மாறாத நிலையில் முருகைகளின் வளர்ச்சி.
2. பனியுகத்தின்பொழுது அரிமேடையில் முருகைப் பார்களின் வளர்ச்சி.

   இயல்பான கடல் மட்டம்
3. மறுபடியும் கடல் மட்டம் உயர முருகைப் பாரின் வளர்ச்சி.

டாலியின் பனிப் பரவல் கொள்கை

1915ஆம் ஆண்டு ஹவாய் (Hawaii) தீவுகளிலிருந்து திரும்பியவுடன் டாலி—(Daly) முருகைப் பார்களைப்பற்றிய தன் கொள்கையை வெளியிட்டார். இவர் ஹவாய் தீவிலிருக்குங்கால் அங்குக் காணப்பட்ட முருகைப்

பார்களின் அமைப்பை ஆராயும் வாய்ப்புப் பெற்ருர்; அங்கு முருகைப்பார்கள் குறைந்த அகலத்துடன் காணப்படுவதைக் கண்டார்; ஹவாய் மலைகளில் பனிப் பரவலின் சான்றுகள் பலவற்றைக் கண்டார்; ஆதலால், பனிப் பரவலுக்கும் முருகைப் பார்களின் தோற்றத்திற்கும் சம்பந்தமிருக்கவேண்டும் என்று கருதினர். அவர் வெளியிட்ட கொள்கையின் சாராமிசத்தை இங்கு ஆராய்வோம்.

ஹவாய்த் தீவுகளின் தற்போதைய வெப்பநிலை முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அளவே உள்ளது. ஆதலால், பனியுகங்களின் (ice-ages) போது இப் பிரதேசத்தின் வெப்பநிலை மிகக் குறைவாகவே இருந்திருக்க வேண்டும். ஆதலால், பனியுகங்களுக்கு முற்பட்ட காலத்தில் ஏற்பட்ட முருகைகள் குறைந்த வெப்ப நிலையில் இறந்துவிடும். அவை நீரில் கரைந்தும் விடுகின்றன. ஆதலால், அங்குத் தற்பொழுது காணப்படும் முருகைப் பார்கள் எல்லாம் பனியுகத்திற்குப் பிற்பாடு ஏற்பட்டவையாகும்.

ப்ளைஸ்டஸீன் (Pleistocene) காலத்தில் குன்ஸ் (Gunz), ரிஸ் (Riss), மிண்டல் (Mindel), வெர்ம் (Wurm) எனப்பட்ட நான்கு பனியுகங்கள் காணப்பட்டன. அக் காலத்தில் நிலத்தின் பெரும் பகுதியில் வெப்பநிலை உறைநிலையைவிடக் குறைவாயிருந்தமையால் அப் பகுதியில் மழை (Precipitation) பனிமழையாகவே அமைந்திருந்தது. கடலிலிருந்து ஆவியாகி, நிலத்தில் பொழியும் மழை உறைபனியாக நிலத்திலேயே தங்கி விடுகின்றது. இதனுல் கடலுக்குத் திரும்பும் நீரின் அளவு குறைவாகவே யுள்ளது. எனவே, பனியுகக் காலத்தில் கடல் மட்டம் குறைந்து காணப் பட்டது. இவ்விதம் நீர்மட்டத்தில் ஏற்பட்ட வேறுபாடு 200—300′ அளவில் இருந்ததாகக் கருதப்படுகின்றது. கடல் மட்டம் குறைந்துவிட்டதால் அலைகளின் அரிப்பு அம் மட்டத்திற்குச் சிறிது கீழ் காணப்படுகின்றது. இதனுல் கடல் மட்டத்திற்குச் சிறிது கீழ் அலைகளால் ஓர் அரிமேடை (erosion-platform) வெட்டப்படுகின்றது. பனியுகம் முடியும்பொழுது வெப்பநிலை அதிகரிப்பதால் நீர் சிறிது சிறிதாகக் கடலை யடைகின்றது. வெப்பநிலை அதிகரிப்பதால் இவ் அரிமேடையிலிருந்து முருகைகள் வளர ஆரம்பிக்கும். நீர் சிறிது சிறிதாகவே கடலையடைவதால் முருகைகளின் வளர்ச்சி கடல் மட்ட உயரத்திற்கேற்ப அமைந்துள்ளது. ஆதலால் கடல் மட்டம் உயர உயர முருகைகளும் வளர்ந்துகொண்டே வருகின்றன. இவ்விதமாக முருகைகளின் வளர்ச்சி 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்திற்கும் கீழிருந்து அமைந்துள்ளதாக டாலி கருதினர். ஹவாய் பகுதியில் சமீப காலமாகத்தான் வெப்பநிலை அதிகரித்திருப்பதால் அங்கு அரிமேடைக்கும், அவற்றில் வளர்ந்துள்ள முருகைப் பார்களுக்குமிடையே அகலத்தில் வித்தியாசம் காணப்படுகின்றது.

பனியுகக் காலத்தில் உலகின் எல்லாப் பகுதியிலும் கடல்மட்டம் குறைந்தது. பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் அப்பொழுதும் வெப்பநிலை முருகைகளின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அளவில் இருந்தமையால் முருகைகள் வளர்ந்தன. அப்பொழுதிருந்த கடல் மட்டத்திற்கும் கீழிருந்து முருகைகள் வளர்ந்தன. பனியுகம் முடிந்து, நீர்மட்டம் உயரும்பொழுது அதனுடன் முருகைகளின் வளர்ச்சியும் காணப்பட்டது. இவ்விதம் பூமத்திய ரேகைப் பகுதியில் முருகைகளின் வளர்ச்சி தொடர்ந்து காணப்பட்டமை யால் முருகைப் பார்களின் ஆழம் அதிகமா யமைந்து கிடக்கின்றது.

டாலியின் கொள்கைப்படி நிலம் மாறுபடாமல் நிலையாக இருந்தது; ஆனால், கடல் மட்டத்தில்தான் வேறுபாடு காணப்பட்டது; இதனால் நில மட்டத்திற்கும் கடல் மட்டத்திற்கும் வேறுபாடு ஏற்பட்டது என்பதாகும். டாலி இக் கொள்கைக்குச் சாதகமாகக் கீழ்க்கண்ட காரணங்கள் கூறினார் :

1. முருகைப் பார்களின் அகலம், காயல்களின் ஆழம் இவை ஒரே அளவில் அமைந்துள்ளன. எனவே, எல்லாப் பகுதிகளிலும் காணப்படும் முருகைப் பார்களும், சமீப காலத்தில் உலகம் முழுவதையும் பாதித்த (Global) காரணியால் விளைந்திருக்க வேண்டும். அவ்வித காரணி, பனியுகங்களில் ஏற்பட்ட கடல்மட்டத் தாழ்வுதான் ஆகும்.

2. அயன மண்டல எல்லைகளில் பனியுகத்தின்போது வெப்பநிலை குறைவதால் முருகைகள் இறந்துவிடுகின்றன.

3. முருகைகள் இறந்துவிடுவதால் அரிமேடைகள் வெட்டப்படு கின்றன. ஆதலால், தற்பொழுதுள்ள கடல் மட்டத்திற்குக் கீழ் பல அரி மேடைகள் (erosion-platforms) அமைந்துள்ளன.

4. பனியுகம் முடிந்தபொழுது வெப்பநிலை அதிகரித்து வளர ஆரம் பித்தன. இவை அரிமேடையிலிருந்து வளர ஆரம்பித்தன. நீர்மட்ட உயர்வுக்கு ஏற்ற வகையில் இம் முருகைகளின் வளர்ச்சி காணப்பட்டது. இம் முருகைப் பார்களின் அடித்தளம் சுமார் 250′ ஆழத்தில் காணப்படு கின்றது.

இக் கொள்கைக்குப் பாதகமாகவே சில காரணிகள் உள்ளன.

1. டாலி கருதியதுபோல் காயல்களின் ஆழம் ஒரே அளவில் அமைந் திருக்கவில்லை.

2. அரிமேடையின் அகலம் மிக அதிகமாக இருக்கின்றமையால், பனி யுகம் போன்ற குறுகிய காலத்தில் அலைகளின் அரிப்பினால் அவை ஏற்பட் டிருக்க முடியாது.

டேவிஸ், கடற்கரை நிலவமைப்பு எவ்விதம் முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தை விளக்குவதில் உபயோகப்படும் என்று குறிப்பிட்டார். டானு, மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகளைப்பற்றிக் குறிப்பிட்டபோதிலும், டேவிஸ் அதைப்பற்றி விரிவாக ஆராய்ந்தார்.

மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள், உடைந்த கடற்கரை இவை தாழ்தலின் சான்றுகளாக டேவிஸ் கருதினார். எனவே, முருகைப் பார்களில் இவ்விதம் மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள் காணப்படுவது இம் முருகைப் பார்கள் தாழ்தலால் தோன்றியிருக்க வேண்டும்; குறைந்தபட்சம் தாழ்தலால் பாதிக்கப் பட்டிருக்கவேண்டும் என்று டேவிஸ் கருதினார். டாலியின் கொள்கைப் படியும் மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள் காணப்படலாம் என்றாலும், அவற்றின் உச்ச ஆழம் 250′க்குள்தான் காணப்படவேண்டும். எனவே, இப் பள்ளத் தாக்குகளின் ஆழம் டாலியின் கொள்கை, தாழ்தல் கொள்கை ஆகிய இவற்றின் தரத்தை நிர்ணயிப்பதில் முக்கியச் சோதனையாக அமைந் துள்ளது. எனவே, இம் மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகளின் ஆழத்தைக் கணக் கிடுவதில் மிகுந்த கவனத்துடன் இருக்கவேண்டும். பள்ளத்தாக்குகள் ஆழம் மிகுந்ததாயிருந்தாலும் படிவுகள் காணப்படுவதால் சோதனையின் மூலம் குறைந்த ஆழமே கிடைக்கும். எனவே, பள்ளத்தாக்குகளின் ஆழத்தை அறியுங்கால் அவற்றில் படிவுகள் காணப்படுகின்றனவா அல்லவா என்று உறுதி செய்துகொள்ள வேண்டும். பொதுவாகப் பள்ளத்தாக்குகள் செங்குத்தான பக்கச்சுவருடனும், சமமான அடித்தளத்துடனும் காணப் படுமேயானால், அப் பள்ளத்தாக்குகள் படிதலால் பாதிக்கப்பட்டுள்ளன என்று கொள்ளவேண்டும். அப்பொழுது படிவுகளின் கனத்தை அறிந்து, பள்ளத்தாக்குகளின் ஆழத்தைக் கணக்கிடல் வேண்டும். பெரும்போக்காக நோக்குங்கால், மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள் டாலியின் கொள்கையையும் ஆதரிப்பவை போன்று தோன்றினாலும், அவற்றின் அதிக ஆழம் அவை தாழ்தலால் பாதிக்கப்பட்டவை என்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றன. மேலும், பனியுகம் போன்ற குறைந்த காலத்தில் ஆறுகள் இவ்விதப் பள்ளத்தாக்குகளைத் தோற்றுவிக்கப் போதுமானவை யல்ல என்பதை இங்குச் சுட்டிக் காட்டவேண்டும்.

அயன மண்டலங்களின் விளிம்பில் முருகைப் பார்களையடுத்து ஓங் கல்கள் காணப்படுவதை டேவிஸ் குறிப்பிடுகிறார். பனியுகங்களின் பொழுது அயன மண்டல எல்லையில் காணப்படும் முருகைகள் இறந்துவிடுகின்றன. இவை அலையால் அரிக்கப்பட்டுச் சிதைகின்றன. முருகைப்பார் இருந்த விடத்தில் தற்பொழுது ஓர் அரிமேடை காணப்படுகின்றது. இவ்வரி மேடையின் தலைப்புறத்தில் ஓங்கல் (Cliff) காணப்படுகின்றது. இவ்வித் மாக அயன மண்டல விளிம்புகளில் பனிப் பரவலின் விளைவு காணப் பட்டாலும் அயன மண்டலப் பகுதிகளில் தாழ்தலால்தான் முருகைப் பார்களின் சிறப்பான அமைப்பு ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பது விளங்கு கின்றது.

டேவிஸ் மற்றெரு முக்கிய அமைப்பைக் கண்டறிந்தார். முருகைப்பார் அமைந்துள்ள அடித்தளமும், முருகைப்பாரின் அடிப்பகுதியும் தகவமையாமல் (unconformable) உள்ளன. இதன் முக்கியத்துவத்தைப் பல காலம் எவரும் அறியவில்லை. டாலியின் கொள்கைப்படி முருகைப் பார்கள் தோன்றியிருக்குமேயானுல் முருகைப்பார் அடுக்குப் பாறை அடித்தளமும் தக அமைந்திருக்கவேண்டும். ஏனெனில், இக்கொள்கைப்படி முருகைப் பார்கள் அலைகளால் வெட்டப்பட்ட ஓர் அரிமேடையிலிருந்து வளர்ந்துள்ளன என்று கருதப்படுகின்றது. இவ்வம்சம் ஒன்றே தாழ்தல் கொள்கையின் ஏற்றத்திற்குப் போதிய சான்ருக உள்ளது.

முருகைப் பாரின் தோற்றத்தைப்பற்றிய கொள்கைகளின் தராதரத்தைத் தற்பொழுது நாம் ஆராய்வோம். முருகைப் பார்கள் 30 ஃபாதங்கள் ஆழத்தைவிட அதிக ஆழத்திலிருந்து காணப்படுகின்றன என்பதே முதல் சிக்கலாகும். மர்ரே இச் சிக்கலை விளக்கிய விதம் ஏற்கக்கூடிய விதத்தில் அமையவில்லை. ஆழம் குறைந்த குன்றுகள் 30 ஃபாதம் ஆழம் வரை அலையால் சிதைக்கப்படுவதாகக் கருதுதலும், அதிக ஆழத்தில் காணப்படும் பகுதி படிவினுல் உயர்த்தப்படுவதாகக் கருதுதலும் சிக்கலைத் தீர்ப்பதற்குப் பதிலாகப் பல சிக்கல்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. டாலியின் கொள்கை இவ்வமைப்பை ஓரளவு விளக்குகின்றது என்ருலும், முருகைப் பார்களின் மிகுந்த ஆழம் இக் கொள்கையின் சிறப்பைக் குறைக்கின்றது. டார்வினின் தாழ்தல் கொள்கை முருகைப் பார்களின் அதிகமான கனத்தை நன்கு விளக்குகின்றது. மேலும் முருகைப் பார்களில் அமைந்துள்ள மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள் அவை தாழ்தலால் பாதிக்கப்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பதைச் சுட்டிக் காட்டுகின்றன.

முருகைப் பார்களின் முக்கிய அமைப்புகளில் மற்றென்று அதன் கடல் புறச் சரிவு செங்குத்தாக அமைந்துள்ளமையாகும். மர்ரேயின் கொள்கைப்படி உயிருள்ள முருகைகளுக்குக் கீழ் கடல் சரிவில் முருகைச் சிதைவுப் பொருளாலான மேடை இருக்குமேயானுல் அம் மேடை செங்குத்தாக இருக்க முடியாது. எனவே, முருகைப் பார்களின் செங்குத்துச் சரிவிற்குக் காரணம் அவை உயிருள்ள முருகைகளால் கட்டப்பட்டவை என்பதாகும். மர்ரேயின் விளக்கத்தில் காணப்படும் மற்றெரு குறைபாடு கீழ்வருமாறு : கடல் அடிநிலச் சரிவுகள் அதிகக் கோணத்தில் காணப்படுகின்றன. ஆதலால், முருகைச் சிதைவுகள் எவ்விதம் ஆழ்கடலுள் சென்றுவிடாமல் சரிவுகளில் தங்கின என்பதாகும்.

டாலியின் கொள்கை நிலமட்டம் தாழவில்லை என்று கருதுவதால் மர்ரேயின் கொள்கையை ஓரளவு சார்ந்தமைந்துள்ளது. அதே சமயத்தில் கடல்மட்டம் வேறுபடுவதால் தாழ்தல் கொள்கையால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் இக்கொள்கை பெற்றுள்ளது. டாலியின் கொள்கை கீழ்க்

கண்ட குறைபாடுகளுடன் காணப்படுகின்றது. ஒன்று முருகைப் பார்களின் கனம் (thickness) கடல்மட்ட வேறுபாட்டின் அளவைவிட அதிகமாயுள்ளது. இரண்டாவது, அலைகளால் பனியுகம் போன்ற குறைந்த காலத்தில் டாலி எதிர்பார்க்கும் அளவிற்கு அரிமேடை வெட்ட முடியாது என்பதாகும். கடைசியாக மூழ்கிய பள்ளத்தாக்குகள் டாலியின் கொள்கைப்படி பனியுகக் காலத்தில் கடல் மட்டத்திற்குமேல் ஆறுகளால் வெட்டப்பட்டு, பிறகு பனியுகம் முடிந்து கடல்மட்டம் உயரும்போது நீரினடியில் செல்வதால் ஏற்பட்டவை என்று கருதப்படுகின்றது. குறைந்த காலத்தில் ஆறுகளால் ஆழம் மிகுந்த பள்ளத்தாக்குகளை வெட்ட முடியுமா என்பது ஐயமே யாகும்.

எனவே, எல்லாக் கொள்கையையும் சீர்தூக்கிப் பார்க்குங்கால், தாழ்தல் கொள்கை மற்றெல்லாக் கொள்கைகளையும்விட அதிக அளவில் முருகைப் பார்களின் விசேஷ அமைப்பை விளக்குகின்றது என்றே கொள்ள வேண்டும். இதனால் தாழ்தலால்தான் எல்லா முருகைப் பார்கள் தோன்றி யிருக்கும் என்று கொள்ளுதல் கூடாது. உண்மையில் சில முருகைப் பார்களில் எழுச்சி காணப்படுகின்றது. எனவே, முருகைப்பார்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிய பிரச்சினை இன்றும் தீர்க்கப்படாத நிலையிலுள்ளது.

படம் B. ஸர். ஜான் மர்ரே (Sir John Murrey)

5. கடல் படிவுகள்
(Marine Sediments)

கடலின் அடித்தளத்தில் சிதைவுப் பொருளாலான (detrital material) படிவுகள் ஒன்றுசேராமல் (unconsolidated) அமைந்திருக்கின்றன. உலகின் மேற்பரப்பில் காணப்படும் படிவுப் பாறைகள் (Sedimentary rocks) எல்லாம் இவ்விதப் படிவுகள் ஒன்றுசேர்ந்து ஏற்பட்டவையாகும். இப் படிவுப் பாறைகளின் தோற்றம், அவை படிந்த வரலாறு, இவற்றை யறிய இப் படிவுகளில் காணப்படும் ஃபாஸில்கள் (Fossils) எனப் படும் தொல்லுயிர் நுண்பொருள்கள் பெருமளவு உபயோகப்படுகின்றன. இப் ஃபாஸில்கள், பொருள்கள் படிப்படியாகப் படியும்பொழுது இரு அடுக்குகளிடையே அகப்பட்டுக்கொள்கின்றன. ஆதலால் இவை வெளி யேருமல் அவ்வடுக்குகளிடையே பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இப் ஃபாஸில் களை ஆராய்வதன்மூலம் இப் படிவுகள் படிந்த காலத்தை யறிகிருர்கள். இப் ஃபாஸில்களில் காணப்படும் மாறுபாடுகளைக்கொண்டு அப்படிவு களின் தன்மையையும், அவை படிந்த காலத்திலிருந்த கால நிலையையும் அறிதல் எளிதாகும். படிவுப் பாறைகள் மற்ருெரு வகையிலும் முக்கிய மானவையாகும். இப் படிவுப் பாறைகள் பெட்ரோலியத் தேக்கங்களாக அமைந்துள்ளன. நிலத்தில் காணப்படும் பண்டைக்காலத் தாவரங்கள், உயிரிகள் இவை பிற்காலப் படிவுகளால் மூடப்படுகின்றன. பிறகு இவை மேலுள்ள படிவுகளால் அழுத்தப்பட்டு, அழுத்தத்தாலும் வெப்பத்தாலும் காலக்கிரமத்தில் பெட்ரோலியமாக மாறுகின்றன. படிவுப் பாறைகளில் இடைவெளிகள் அதிகமாகையால் இவை தாழ்ந்த பகுதிகளை நோக்கிப் பாய்கின்றன. இவ்விதமாகத்தான் உலகில் மிக முக்கியமான பெட்ரோலியத் தேக்கங்கள் (Reservoirs of patroleum) தோன்றின.

இவற்றையும் தவிரப் படிவுகள் விஞ்ஞானிகளுக்குப் பலவகையில் உப யோகப்படுகின்றது. இப் படிவுகளின் படிதல் அளவைக் (Rate of deposi tion) கொண்டு பூமியின் கடந்தகால வரலாறு அறியப்படுகின்றது. பண்டைக் காலத்தில் பூமியில் காணப்பட்டுத் தற்பொழுது மறைந்துபட்டுள்ள (extinct) உயிரினங்களைப்பற்றி யறிய இப் படிவுகள் உபயோகப்படுகின்றன. எனவே, கடலில் தற்பொழுது படிந்துள்ள படிவுகளைப்பற்றி யறிதல் அவசிய மாகும்.

சமுத்திரவியலைப்பற்றிப் பொதுவாகக் காணப்படும் குறை, இது சமீப காலத்தில்தான் ஆராய்ச்சிக் கெடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது என்பது ஆகும். எனவே, கடல் படிவுகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியும் சமீப காலத்தில்தான் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது. வில்லியம் ஸ்கோர்ஸ்பி (William Scoresby) தன்னுடைய வடதுருவப் பிரயாணங்களில், அக் கடலில் பல டயாடங்கள் (Diatoms) இருப்பதை யறிந்த போதிலும் அவற்றின் முக்கியத்தை அறிந்திருக்கவில்லை. ஆங்கிலத் தாவர இயல் வல்லுநர் (botanist) ஹூக்கர் (Hooker) என்பவர்தாம் 1847ஆம் ஆண்டு டயாடம் என்பவை அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்தில் காணப்படும் மிக நுண்ணியத் தாவரங்கள் என்று அறிந்தார். இதற்குப் பிறகுதான் கடல் படிவுகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி துரிதப்படுத்தப்பட்டது. கடல் படிவுகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கு முன்னோடியாக அமைந்தவர் ஸர் ஜான் மர்ரே (Sir John Murrey) என்பவராவர். இவர் சாலஞ்சர் (Challenger) எனப்படும் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சிக் கப்பலில் உயிரின் ஆராய்ச்சியாளராக, ஆராய்ச்சிக் குழுவின் தலைவரான ஸர் வைவில் தாம்ஸனால் (Sir Wyville Thomson) எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டார். அப்பொழுது கடலில் காணப்படும் படிவுகளைப்பற்றி விரிவாக ஆராய்ந்து வெளியிட்டார். இன்றும் இவர் நடத்திய ஆராய்ச்சி முறையைப் பின்பற்றியே படிவுகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது. மேலும் கடல் படிவுகளைப் பிரிக்க இவர் உபயோகித்த காரணிகளே சிறுசிறு மாறுதல்களுடன் தற்பொழுதும் உபயோகமாகின்றது. படிவுகளின் பல்லுருபுகள் (constituents), அவற்றின் தன்மை, அமைப்பு இவற்றைக்கொண்டு இவர் படிவுகளை விவரித்தார். தற்காலத்தில் X-ரேயின் உதவி கொண்டு படிவுகளின் மிக நுண்ணிய படிகங்களைப் (Crystals) பற்றியும் தெளிவாக அறிய முடிகின்றது. மேலும் படிவுகளின் முக்கிய உருபான கால்ஷியம் கார்பனேட் (Calcium Carbonate) என்னும் பொருள் படியும் முறை, அது கரையும் முறை ஆகிய இவற்றை நன்கு அறிய முடிகின்றது.

கடல் படிவுகளின் உருபுகள்

தண்ணீரைவிட கனமான பொருள்களும், தண்ணீரில் கரையாத் தன்மை பெற்றுள்ள பொருள்களும் கடல் படிவுகளாக மாறும் தகுதி பெற்றவையே யாகும். இவ்விதம் நோக்குங்கால் கடல் படிவுகள் ஆறு முறையில் ஏற்படலாம் என்று தெரிகின்றது. அவையான :

1. கடலுக்கு அண்மையிலுள்ள நிலத்திலிருந்து அரித்துக்கொண்டு வரப்பட்ட சிதைவுப் பொருள்கள் (detrital material).

2. கடல் மட்டத்திற்கு மேலுள்ள எரிமலைகளும், கடல் மட்டத்திற்குக் கீழுள்ள எரிமலைகளும் கக்கும் எரிமலைக் குழம்பா (Lava) லான சிதைவுப் பொருள்கள் அல்லது படிவுகள்.

3. இறந்த உயிரினங்களின் எலும்புப் படிவுகள் (Organic remains of animals).

4. கடலில் படியும் உயிரினச் சம்பந்தமில்லாத (Inorganic) பொருள்கள்.

5. கடலில் இரசாயன மாற்றத்தால் (Chemical transformation) உண்டாகும் பொருள்கள்.

6. புவித் தொடர்பற்ற பொருள்கள் (Extra-terrestrial material).

மேலே குறிப்பிடப்பட்டுள்ள ஆறு வகைப்பட்ட மூலங்களைப் (sources) பற்றிச் சிறிது விரிவாக ஆராய்வோம்.

1. **நிலத்திலிருந்து வரும் படிவுகள்** : நிலத்தில் காணப்படும் பாறைகள் (அக்கினிப் பாறைகள், அல்லது படிவுப் பாறைகள்) வளி மண்டலச் சிதைவால் பாதிக்கப்பட்டு உடைகின்றன அல்லது இரசாயன மாற்றமடைகின்றன. இவ்விதம் ஏற்படும் பொருள்கள் ஒரே தரமுள்ளவையாய் அமைந்திருப்பதில்லை. ஆறுகள் இப் பொருள்களைக் கடலில் கொண்டு சேர்க்கின்றன. கடற்கரையில் பல உருவமுள்ள பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. சிதைவால் ஏற்படும் பொருள்களில் சில க்வார்ட்ஸ் (Quartz), மைகா (Mica), ஃபெல்ஸ்பார் (Felspar) போன்று எளிதில் அறியக்கூடியவையாகும். மற்றவை இரசாயன மாற்றம் அடைந்து களிமண் (Clay), அய ஹைட்ராக்ஸைடுகள் (Hydroxides of iron), அலுமினு (Alumina) போன்ற பொருள்களாகும். படிவுகளின் தரம் (Grade of the deposits) சிதைவின் அளவையும், பாறைகளின் தன்மை, ரசாயன மாற்றம் ஆகிய இவற்றைப் பொறுத்துள்ளது. கரைகளை அடுத்துக் காணப்படும் படிவுகள் பெரும்பாலும் இவ்வகையில் ஏற்பட்டவையேயாகும்.

2. **எரிமலைப் பொருள்கள்** : இவ்வகையான பொருள்கள் இரண்டு வகையில் தோன்றுகின்றன : (a) நீர்மட்டத்திற்கு மேலுள்ள எரிமலைகள் கக்கிய எரிமலைக் குழம்பானது, உறைந்து லாவாப் பாறைகள் ஏற்படுகின்றன. அவை வானிலைச் சிதைவால் (weathering) பாதிக்கப்பட்டுச் சிதைகின்றன. இப் பொருள்கள் நீர், பனி முதலிய கடத்திகளால் (Transporting agents) எடுத்துச் செல்லப்பட்டுக் கடலையடைகின்றன. மிக நுண்ணிய பொருள்கள் (சாம்பல் முதலியவை) காற்றினுல் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, கரைக்கு வெகு தூரத்தில் ஆழ்கடலில் படிகின்றன. உதாரணமாக, க்ரகடோவா (Karakatao) எரிமலையிலிருந்து கிளம்பிய சாம்பல் போன்ற நுண்ணிய பொருள்கள் பூமியைப் பல முறை சுற்றி வந்தன. இவை மழை பொழியும்போது மழை நீரால் பூமிக்குக் கொண்டுவரப்பட்டுக் கடல்

பகுதியில் படிகின்றன. இவ்வகையான படிவுகள் அவற்றின் ஆரம்பத் தலத்திலிருந்து வெகு தூரத்தில் படிகின்றன. இவ்வகைப் படிவுகளின் தரம் கரையிலிருந்து தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க நுண்ணியதாக மாறுகின்றது. கடற்கரையை அடுத்து அக்கினிப் பாறைத் துண்டுகளும், அதற்கப்பால் நுண்ணிய பொருள்களும் படிகின்றன. எரிமலைப் பிரதேசங்களையடுத்து இவ்வகையான படிவுகள் அதிகம் காணப்படும். (b) நீருக்கடியில் பல எரிமலைகள் உள்ளன. இவ்வெரிமலைகளால் கக்கப்படும் பஸால்ட் (Basalt) எனப்படும் பொருள் கடலடியில் படிகின்றன. இவ்வித உறைதலால் ஏற்படும் குன்றுகளில் சில கடல் மட்டத்திற்குமேல் எழுந்து தீவுகளாக அமைந்துள்ளன. உதாரணமாக ஹவாய், க்யூபா, மற்றும் பல பசிபிக் தீவுகள் இவ்வித எரிமலைக் குழம்பு உறைதலால் ஏற்பட்டதாகக் கருதலாம். உறைந்த பாறைகள் அலைகளால் பாதிக்கப்பட்டு, படிவுகள் ஏற்படுகின்றன. பசிபிக்கில் இவ்வித எரிமலைப் படிவுகள் அதிகமாகும்.

3. **இறந்த உயிரினங்களின் கூடுகள் :** கடலில் வாழும் உயிரினங்கள் இறந்த பிறகு அவற்றின் எலும்புக் கூடுகள் கடலடியில் படிகின்றன. இவை கடல் படிவுகளில் முக்கியமான அங்கம் வகிக்கின்றன. சில படிவுகள் சுண்ணும்புச் சத்து (Calcareous) நிரம்பியவையாகும், மற்றும் சிலிகா (Siliceous) சம்பந்தப்பட்டவையாகும். இப் படிவுகள் பௌதிக, இரசாயன சிதைவுகளால் பாதிக்கப்படுகின்றன. சில படிவுகள் முழு உருவுடன் அமைந்துள்ளன; சில உடைந்து காணப்பட்டாலும் எளிதில் அறியக் கூடிய நிலையில் உள்ளன; மற்றவை எவ்வகையானவை என்று அறிய முடியாத முறையில் துகள் துகள்களாக அமைந்து கிடக்கின்றன. இவ்வகையான படிவுகள் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பியவையா அல்லது சிலிகா சம்பந்தப்பட்டவையா என்பதைப் பொறுத்து வேறுபடுத்தப் படுகின்றன. மேலும், அவை பிராணி சம்பந்தப்பட்டவையா அல்லது தாவர சம்பந்தம் கொண்டவையா என்பதைப் பொறுத்தும் அவை வேறுபடுத்தப்படுகின்றன. சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட படிவுகள் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய படிவுகளைப்போன்று அதிக அளவில் காணப்படுவதில்லை. பிளாங்க்டான் (plankton) தாவர வகை சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய படிவுகளை அதிக அளவில் தருகின்றன. பிராணி வகையைச் சார்ந்த சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய படிவுகள் தாவர வகையைச் சார்ந்தவற்றை விட அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. முருகைகள் (Coral), க்ளோபிஜெரினு (Globigerina), டெரபாடு (pteropod) போன்ற பிராணி வகைகள் இவ்விதச் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய படிவுகளுக்குப் பெருமளவில் காரணமாகின்றன.

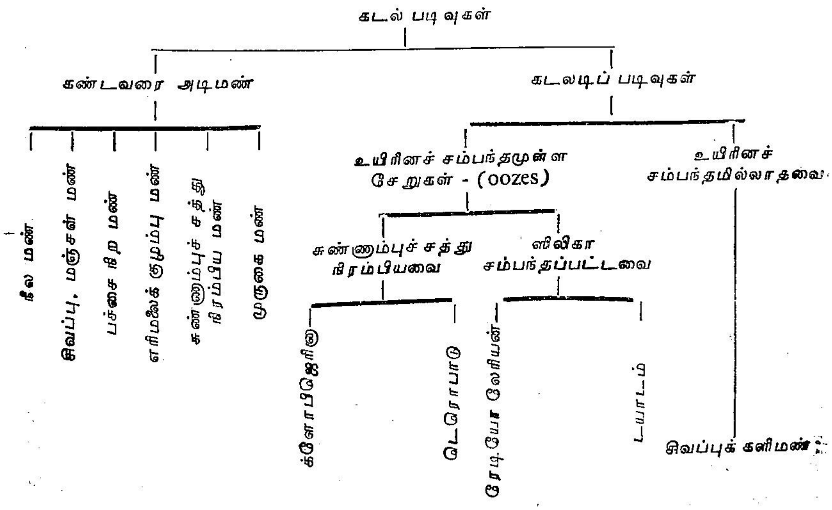
4. **உயிரின சம்பந்தமில்லாப் படிவுகள் :** கரைசல் அதிபூரித நிலை (super saturation) அடையும்பொழுது அதிகமாகவுள்ள திடப் பொருள் கடலடி நிலத்தில் படிகின்றது. இவ்விதமே கடலில் காணப்படும் கரைசல்

அதிபூரித நிலையடையும்பொழுது பொருள்கள் படிகின்றன. இவ்வித அதிபூரித நிலை கடலில் வெப்பநிலை மாற்றம், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வெளியேற்றப்படுதல் இவற்ருல் தோன்றலாம். இவ்வகையான படிவுகள் அளவில் குறைந்து காணப்பட்டாலும் அவற்றின் பரவலால் முக்கிய மானவையாகும். டாலமைட் (dolomite), படிகமல்லாச் சிலிகா (amorphous silica), அய, மாங்கனீஸ் ஆக்ஸைடுகள் (Oxides of iron and manganese) இவ்வகையில் படிந்திருக்கவேண்டும் என்று கருதப்படுகின்றது.

5. **இரசாயன மாற்றத்தால் ஏற்படும் படிவுகள்:** இவ்வகையான படிவுகள் கடல் நீருக்கும், திடப் பொருள்களுக்குமிடையே ஏற்படும் இரசாயன மாற்றத்தால் தோன்றுபவையாகும். க்ளுகோனைட் (Glauconite), பாஸ்போரைட் (Phosphorite), ஃபெல்ஸ்பார் (felspar) போன்ற பொருள்கள் இவ்வகையான இரசாயன மாற்றத்தால் ஏற்பட்டவை என்று கருதப்படுகின்றன.

6. **புவிக்கப்பாற்பட்ட படிவுகள்:** கடலின் பல இடங்களில் உலோக சம்பந்தப்பட்ட படிவுகள் காணப்படுகின்றன. இவை புவிக் கப்பால் இருந்து வந்தவையாகும். இவை மிக அபூர்வமான படிவுகள்; குறைந்த அளவிலேயே காணப்படுகின்றன. சிவப்புக் களிமண் (Red clay) போன்ற மிகக் குறைந்த வேகத்தில் படியும் படிவுகளில்தான் இவை முக்கியமாகக் காணப்படுகின்றன.

அட்டவணை 19



கடல் படிவு வகைகள் (Types of Marine Deposits)

ஸர் ஜான் மர்ரே (Murrey) கடல் படிவுகளை இரு பெரு வகையாகப் பிரித்தார். அவையாவன :

1. நிலத்தைச் சார்ந்துள்ள பொருள்கள் படிவதால் ஏற்பட்டவையாகும். இவற்றைக் கண்டவரை அடிமண் (Terrigenous deposits) என்று அழைக்கலாம்.

2. கடலடிப் படிவுகள் (Pelagic deposits) ஆழ்கடலில் கரைக்கப்பால் வெகுதூரத்தில் காணப்படும் படிவுகளாகும். இப் படிவுகள் இலேசான சிவப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்துடன் கூடியவையாகும். இவை நுண்ணிய படிவங்களாலானவையாகும். இவற்றில் பெருமளவு பிளாங்க்டான் எனப் படும் தாவரப் பொருள் கலந்து காணப்படுகின்றது. பெந்திக் (Benthic) பகுதியைச் சேர்ந்த படிவுகள் இதில் காணப்படுவதில்லை.

கண்டவரை அடிமண் படிவுகள்

இவை நிலத்திற்கு வெகு அருகில் காணப்படுகின்றன. இவை பெரும்பாலும் நிலப்பகுதியில் சிதையும் பொருள்கள் கடலில் கொண்டு சேர்க்கப்பட்டுப் படிவதால் ஏற்பட்டவையாகும். நிலத்தில் காணப்படும் பாறைகளில் க்வார்ட்ஸ் (Quartz) மிக அதிக அளவிலமைந்துள்ளது. எனவே, கண்டவரை அடிமண்ணில் மணல் முக்கியப் பங்கு பெறுகின்றது. கண்டவரை அடிமண் படிவுகள் பற்பல ஆழத்தில் காணப்படுகின்றன. அமைப்பு, தரம் இவற்றைப் பொறுத்து இப் படிவுகள், மணல் (sand), மண் (mud), களிமண் (clay), வண்டல் (silt) என்று பாகுபடுத்தப்படுகின்றன. பிளாங்க்டான் பொருள்கள் சிற்சில சமயங்களில் கலந்து காணப்பட்டாலும், இவை பெரும்பாலும் பெந்திக் பொருள்களாலேயே நிறைந்திருக்கின்றன. கண்டவரை அடிமண் இரு வகையாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது :

1. படிவுகளின் நிறம், தன்மை, படியும் வகை ஆகிய இவற்றைப் பொறுத்துப் பாகுபடுத்துதல். இம் முறை மர்ரே (Murrey), ரினர்டு (Renard) இவர்களால் கையாளப்பட்டது. இன்றும் இம் முறையைத் தழுவியே படிவுகள் பிரிக்கப்படுகின்றன.

2. படிவுகளின் இழையைக் கொண்டு அமைப்புத் தரம் (Texture) பிரித்தலாகும். இதை முன்னதிலிருந்து வேறுபட்ட முறையாகக் கொள்வதைவிட, முன்னதில் செய்யப்பட்ட ஒரு சிறப்பு என்று கொள்ளுதலே சரியானதாகும். இம் முறைப்படி கண்டவரை அடிமண் ஐந்து பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

a. மணல் → படிவுகளின் 80 சதவீதத்திற்கு மேற்பட்ட உருபுகள் 62 μ-விட அதிக விட்டமுள்ளவை என்பதாகும் (μ → microns -- இது ·001 மில்லி மீட்டருக்குச் சமமாகும்).

b. வண்டல் சேர்ந்த மணல் → படிவுகளில் 50 சதவீதத்திலிருந்து 80 சதவீதம் வரை 62 μ-விட அதிக விட்டமுள்ள உருபுகள் கொண்டவையாகும்.

c. மணற்பாங்கான வண்டல் → படிவுகளில் 50 சதவீதத்திற்கு மேற்பட்டவை 5 μ-விட அதிக விட்டமுள்ளவை; 20 சதவீதத்திற்கு மேற்பட்டவை 62 μ-விட அதிக விட்டமுள்ளவையாகும்

d. வண்டலான மண் → படிவுகளில் 50 சதவீதத்திற்கு மேல் 5 μ-விட அதிக விட்டமுள்ளவை; 20 சதவீதத்திற்குக் குறைவாகவே 62 μ-க்கு மேற்பட்ட விட்டமுள்ளவையாகும்.

e. களிமண் → படிவுகளில் 50 சதவீதத்திற்குக் குறைவாகவே 5 μ-விட அதிக விட்டமுள்ள உருபுகள் கொண்டவையாகும்.

மணலை மேலும் பெருமணல், நுண்ணிய மணல் என்று பிரிக்கலாம்.

படிவுகளின் நிறம், தன்மை இவற்றைப் பொறுத்துப் படிவுகளைப் பிரிக்கலாம் என்று முன்னரே கூறினேம். இவ்விதம் பிரிக்கும்பொழுது கீழ்க்கண்ட ஏழு வகையான படிவுகள் காணப்படுகின்றன. அவையான:

1. நீல மண் (Blue mud)
2. சிவப்பு மண் (Red mud)
3. மஞ்சள் மண் (Yellow mud)
4. பச்சை நிற மண் (Green mud)
5. முருகை மண் (Coral mud)
6. சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய மண் (Calcareous mud)
7. எரிமலைக் குழம்பு மண் (Volcanic mud)

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள படிவுகளில் சிலவற்றைக் கடலடிப் படிவுகளைச் சார்ந்தவை (Hemipelagic) என்று கூறுதல் தகும். ஏனெனில் இவற்றில் சில கடலடிப் படிவுகளைப் பெருமளவில் கொண்டுள்ளன. ஆனல், பிளாங்க்டான் சம்பந்த மேற்படாத படிவுகள் சிலவும் காணப்படுகின்றன. கண்டவரை அடிமண் வகைகளில் முக்கியமானதும் அதிக அளவில் காணப்படுவதும் நீல மண் ஆகும் (அட்டவணையைப் பார்க்கவும்).

அட்டவணை 20

கண்டவரை அடிமண் அளவு

கண்டவரை அடிமண் வகைகள்	பரப்பு மிலியன் ச. கி. மீ.	கடலடி நிலத்தில் இதன் சதவீதம் %
நீல மண்	56	15
எரிமலைக் குழம்பு மண்	2	0.5
சிவப்பு, மஞ்சள் மண்	0·5	0·2
பச்சை நிற மண்	4	1·0
முருகை மண்	10	3·0
	72·5	19·7

நீல மண் : இது கண்டவரை அடிமண் படிவுகளில் மிக முக்கியமானதாகும். இது பெரும்பாலும் நிலப்பகுதியிலிருந்து நுண்ணிய பொருள்களாலானதாகும். ஆனாலும், இதில் சில கடலடிப் பொருள்கள் காணப்படுகின்றன. முக்கியமாகப் பிளாங்க்டான் சம்பந்தப்பட்ட பொராமினிஃபெரா (Foraminifera) எனப்படும் பொருள் கலந்து காணப்படுகின்றது. சாதாரணமாக இம் மண் கரைக்குச் சிறிது தூரத்தே காணப்படுகின்றது. இங்கு நீரோட்டங்கள் விசையாகக் காணப்படாமையால் பெரு மணற் படிவுகள் காணப்படுவதில்லை. மேலும் இப் பகுதியில் சுண்ணும்புச் சத்தின் உற்பத்தி மிகக் குறைந்த அளவிலேயேயுள்ளது. இங்குச் சுண்ணும்புச் சத்தின் அதிகபட்ச அளவு 35% க்குக் குறைவாகவேயுள்ளது. இச் சுண்ணும்புச் சத்துப் பெரும்பாலும் கால்ஷியம் கார்பனேட் (Calcium carbonate) ஆகவே உள்ளது. இவ் விகிதத்திற்கு மேற்பட்ட அளவில் கால்ஷியம் கார்பனேட் காணப்படுமேயானுல் அதைச் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய (Calcareous) மண் என்று அழைத்தலே சரியானதாகும்.

இந் நீல மண்ணின் நிறம் ஈரமான நிலையில் ஈயச்சாம்பல் நிறத்திலிருந்து, கருநீலச் சாம்பல் வரை மாறுபட்டமைந்துள்ளது. காய்ந்த பிறகு, இந்நிறம் மஞ்சள் சாம்பல் நிறத்திலிருந்து நீலச்சாம்பல் நிறம் வரை மாறுபடும். இந்நிறம் இம் மண்ணில் உள்ள அயக்கூட்டுப் பொருள்கள் (Iron compounds) குறைந்த அளவிலேயே ஆக்ஸிஜன் சேர்க்கை (Oxidation) அடைந்திருப்பதே இதற்குக் காரணம். சிற்சில இடங்களில் இம் மண்ணில் மேற்பரப்பில் 0·5 செ. மீட்டரிலிருந்து 1 செ. மீட்டர் ஆழம் வரை கருஞ் சிவப்பு நிற அடுக்குக் காணப்படலாம். இதற்குக் காரணம் அப்பகுதி வளிமண்டலத்துடன் தொடர்புள்ளதாயிருத்தலே காரணமாகும். இதனுல் மண்ணின் மற்ற அடுக்குகளைவிட இம் மேலடுக்கு அதிக ஆக்ஸிஜன்

சேர்க்கையடைந்துள்ளது. இம்மண் படிவுகள் மேலடுக்கிற்குக் கீழ் இவை அய ஸல்பைடுகளாக (Ferrous sulphide) மாறுகின்றன. காலக்கிரமத்தில் இவையே பைரைட் (Pyrite) எனப்படும் தாதுப் பொருளாக மாறுகின்றது.

இப் படிவுகளில் பிளாங்க்டான் ஓரளவு காணப்பட்டாலும், கரையிலிருந்து வரும் படிவுகள் மிக அதிக அளவில் காணப்படுவதால், பிளாங்க்டானின் விகிதம் குறைவாகவே யுள்ளது.

அன்டார்க்டிக் கண்டத்தைச் சுற்றிச் சிறிது மாறுபட்ட நீல மண் காணப்படுகின்றது. இங்குக் களிமண்ணிற்குப் பதிலாக அதிக அளவில் பாறை நுண் படிவுகள் (வண்டல்) காணப்படுகின்றது இவ்வித நுண் பொடிகள் பனியின் அரிப்பினல் ஏற்பட்டதாகும். மேலும், இம் மண்ணில் சுண்ணும்புச் சத்துப் பெரும்பாலும் அமைந்து காணப்படுவதில்லே. இவற்றைப் பனி ஆற்றுக் கடல் படிவுகள் என்று அழைக்கிருர்கள்.

கருங்கடல் போன்ற நிலத்தால் சூழப்பட்ட கடல்களில் காணப்படும் நீல மண்ணில் அதிக அளவில் உயிரினப் பொருள்களும் (Organic matter), ஹைட்ரஜன் ஸல்பைடு (Hydrogen sulphide), அய ஸல்பைடு (Ferrous sulphide) களும் காணப்படுகின்றன.

மஞ்சள் மண், சிவப்பு மண் இவையெல்லாம் நீல மண்ணின் வகைகளேயாகும். இவற்றின் நிறம் இவை எடுத்துவரப்படும் பகுதியின் கால நிலேயைப் பொறுத்தமைந்துள்ளது. உதாரணமாக, சைனுவிலுள்ள மஞ்சள் ஆறு (Yellow River), வடமேற்குப் பகுதியிலுள்ள லேஸ் (Loess) பீடபூமியிலிருந்து பொருள்களேச் சிதைத்துக்கொண்டு வருகின்றது. இப் பகுதியில் பாலேவனக் காலநிலேக் காணப்படுவதால் இங்குள்ள பாறைகள் அதிகமான ஆக்ஸிஜன் சேர்க்கையடைந்து, மஞ்சள் நிறத்துடனிருக்கின்றன. இப் பிரதேசத்திலிருந்து வரும் படிவுகளும் மஞ்சள் நிறத்துடனிருக்கின்றன. இதன் விளேவாக மஞ்சள் கடலேயடுத்துக் கடல் படிவுகள் மஞ்சள் நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. இவ்விதமே லாட்டரைட் (laterite) பூமியிலிருந்து வரும் படிவுகள் சிவப்பு நிறத்துடனிருத்தல் இயல்பேயாகும். உதாரணமாக, பிரேஜில் பகுதியில் சிவப்பு மண் (Terra Rosa) அதிக அளவில் அமைந்துள்ளமையால் பிரேஜில் தேசத்தையடுத்துச் சிவப்பு மண் படிவுகள் காணப்படுகின்றன.

பச்சை நிற மண் நிறத்தில் மட்டும் நீல மண்ணிலிருந்து வேறுபடுகின்றது. இப் பச்சை நிறம் சிற்சில படிவுகளில் க்ளோரோபில் (Chlorophyll) எனப்படும் தாவரப் பச்சயத்தாலும், நிலத்திலிருந்து வரும் பச்சை நிறப் படிவுகளாலும் ஏற்படலாம் என்ருலும், பெரும்பாலும்

க்ளுகோனைட் (Glauconite) எனப்படும் பொருளின் சேர்க்கையால்தான் ஏற்படுகின்றது. க்ளுகோனைட் என்பது ஓர் அய ஸிலிகேட்டாகும் (Iron silicate). இவ் அய ஸிலிகேட் உயிரினப் பொருள்கள் (Organic matter) அழுகும்போது ஏற்படுகின்றது. இவ்விதம் ஏற்பட்ட க்ளுகோனைட் ஃபெராமினிஃபெரா (Foraminifera) கூடுகளில் சேருகின்றது. இக் கூடுகள் கரையும்போது க்ளுகோனைட் பின்தங்கி விடுகின்றது. இதனால் மண் படிவுகள் பச்சை நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. படிவுகள் அதிகமாயுள்ள பகுதிகளில் இப்பொருளின் விகிதம் குறைந்துவிடுகின்றது. எனவே ஆறுகள் அதிகமில்லாப் பகுதிகளில்தான் இப்பொருள், படிவுகளின் நிறத்தை அதிக அளவில் பாதிக்கின்றது. வெப்ப, தட்ப நீரோட்டங்களால் பாதிக்கப்படும் பகுதிகளில் க்ளுகோனைட் பாஸ்போரைட் உருண்டைகளுடன் (phosphorite noduls) சம்பந்தப்பட்டுக் காணப்படுகின்றது.

முருகை மண்: கரையை அடுத்து எங்கெங்கு முருகைப் பார்கள் (Coral reefs) காணப்படுகின்றனவோ, அங்கு எல்லாம் முருகைமண் கண்ட வரை அடிமண்ணில் முக்கியப் பங்காக உள்ளது. முருகைப்பார்களை அடுத்துக் கரையிலிருந்து வரும் படிவுகளின் அளவு மிகக் குறைவாகவே யுள்ளது. மேலும் ஆறுகளால் கொண்டுவரப்படும் பொருளின் அளவும் குறைவாகவேயுள்ளது. ஏனெனில், முருகைப்பார்கள் கலங்கிய நீரில் நன்ருக வளருவதில்லை. ஆதலால் முருகைப்பார்கள் காணப்படுவதே அப்பகுதியில் வேறுபடிவுகள் காணப்படாமைக்கு ஒரு சான்ருகும். எனவே, முருகைப்பார்களையடுத்துக் கரைப்படிவுகள் மிகக் குறைவாகும். ஆனல், இக் குறைபாட்டை ஈடு செய்யும் வகையில் முருகைப் பார்களையடுத்து முருகை மண் காணப்படுகின்றது.

முருகைப்பார்கள் அலைமட்டத்திற்கு ஏற்ப அமைந்துள்ளமையால் அலைகளால் சிதைவுபடுகின்றன. இச் சிதைவுப் பொருள்கள் முருகைப் பார்களை யடுத்துப் படிகின்றன. முருகைப் பார்களில் முருகைகளிலிருந்தும், அத்துடன் சம்பந்தப்பட்ட பென்திக் (Benthic), பிளாங்க்டான் உயிரிகளிலிருந்தும், சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய மண் பெருமளவில் கிடைக்கின்றது. இவற்றுடன் சுண்ணும்புச் சத்தை உற்பத்தி செய்யும் ஆல்காக்களும், ஃபெராமினிஃபெரா கூடுகளும் சேர்ந்து சுத்தமான சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய மண்ணுக மாற்றப்படுகின்றது. முருகைப்பார்களின் விளிம்பிற்கும் முருகை மண்ணிற்கும் இடையே முருகை மணல் காணப்படுகின்றது. முருகைப் பார்களிலிருந்து தூரம் அதிகரிக்க அதிகரிக்க முருகைப்பார் சிதைவுப் பொருளின் அளவு குறைகின்றது. இதன் இடத்தில் பிளாங்க்டான் சம்பந்தப்பட்ட பொருளோ, அல்லது வேறு கண்டவரை அடிமண் படிவுகளோ காணப்படலாம். இவ்விதம் முருகைமண் க்ளோபிஜெரினுகவோ அல்லது நீல மண்ணுகவோ படிப்படியாக மாறலாம்.

சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய மண் (calcareous mud): மத்தியதரைக் கடல் (Mediterranean Sea), செங்கடல் (Red Sea) பகுதிகளில் இவ்வகையான மண் படிவுகள் காணப்படுகின்றன. இவை நீல மண்ணினின்று சுண்ணும்புச் சத்து அதிகமாயுள்ளமையாலும், முருகை மண்ணினின்று முருகைச் சிதைவுப் பொருள்கள் காணப்படாமையாலும் வேறுபடுகின்றன. இங்குக் காணப்படும் சுண்ணும்புச் சத்துப் பெருமளவு கரையிலிருந்து வருவதால் இவற்றைச் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகளுடனும் (calcareous oozes) ஒப்பிடமுடியாது.

எரிமலைக் குழம்பு மண்: எரிமலைகள் கக்கும்பொழுது பெருமளவு தூசுகள் வெளியேற்றப்படலாம். இவை கண்டவரை அடிமண்ணில் முக்கியமானதாக, எரிமலைப் பகுதிகளை அடுத்துக் காணப்படலாம். இதற்கு எரிமலைக் குழம்பு மண் (volcanic mud) என்று பெயராகும். இது கறுத்த நிறத்துடன் காணப்படுகின்றது. இது பேரிழையான படிகங்களுடன் காணப்படுகின்றது.

கடலடிப் படிவுகள் (Pelagic deposits)

கடலடிப் படிவுகள் கரைக்கு வெகுதூரத்தில் ஆழ்கடலில் காணப்படுகின்றன. (இவற்றின் முக்கிய அம்சம் இவற்றில் எரிமலைக் குழம்புப் படிவுகளைத் தவிர்த்து, வேறு எந்தக் கண்டவரை அடிமண் படிவும் காணப்படுவதில்லை என்பதேயாகும்). ஆனுல், சிற்சில பகுதிகளில் மிக நுண்ணிய களிமண் படிவுகள் நீரோட்டங்களால் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு, ஆழ்கடலில் வெகுதூரத்தில் படிகின்றன. இவ்விதம் கண்டவரை அடிமண் படிவு 4,000′ ஆழத்திற்கப்பாலும் காணப்படலாம். இவ்விதம் கண்டவரை அடிமண் காணப்படுதல் விதிவிலக்கான ஓர் அமைப்பாகும். இதனுல் நாம் கடலடிப் படிவுகளுக்கும் (pelagic deposits) ஆழ்கடல் படிவுகளுக்கும் (abyssal deposits) இடையே உள்ள வேறுபாட்டை யறியவேண்டும். கடலடிப் படிவுகள் ஆழமான பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன என்ருலும் அவற்றைச் சுட்டிக் காட்டும் காரணிகள் அவை எதிலிருந்து தோன்றியவை என்று குறிப்பவையாகும். (புத்தகத்தின் கடைசியில் படம் 5·1 பார்க்கவும்)

கடலடிப் படிவுகள், கடலின் மேற்பரப்பில் மிதக்கும் தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றின் கூடுகளாலும், காற்றினுல் கொண்டுவரப்படும் படிவுகளாலும் நிரம்பியுள்ளன. கடலின் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் வெப்பநிலை, ஆக்ஸிஜன் இவை குறைந்து காணப்படுவதால் கடலின் அடித்தளத்தில் மிகக் குறைவாகவே பிராணிகள் காணப்படுகின்றன. இவற்றினுல் ஏற்படும் படிவின் அளவு மிகக் குறைவாகும். முதலில் வெளியே எடுக்கப்படும்பொழுது இப் படிவுகள் ஈரம் நிரம்பிக் காணப்படு

கின்றன. இவற்றைச் சேறுகள் (oozes) என்று அழைக்கின்றோம். காய்ந்த பிறகு இவை படிகமல்லாத் (amorphous) துகளாக மாறுகின்றன. இத் துகள்களில் சிறு கூடுகள் (shells) காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர உயிரினச் சம்பந்தமில்லாப் படிவுகளும் காணப்படுகின்றன.

எனவே, கடலடிப் படிவுகளை நாம் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

I. **உயிரினம் சம்பந்தப்பட்ட படிவுகள் :** இவற்றைச் சேறுகள் (oozes) என்றும் அழைக்கின்றோம். படிவுகளில் 30%-க்கு மேற்பட்டு உயிரினப் பொருள் கலந்து காணப்படுகின்றது. இவ்வகைப் படிவுகளை மேலும் இரு உப பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம் :

(a) சுண்ணாம்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் (calcareous oozes): இவை 30%க்கு மேற்பட்ட அளவில் கால்ஷியம் கார்பனேட் ($CaCo_3$) நிரம்பியவையாகும். இக் கால்ஷியம் கார்பனேட், பிளாங்க்டான் வகைத் தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றிலிருந்து கிடைக்கின்றது. சுண்ணாம்புச் சத்து நிரம்பிய படிவுகள் மூன்று வகையாகும். அவையாவன :

(i) க்ளோபிஜெரினா சேறு (Globigerina ooze): இதில் கால்ஷியம் கார்பனேட் ஃபெராமினிஃபெராக் கூடுகளில் அமைந்து கிடக்கின்றது.

(ii) டெரொபாடு (Pteropod).

(iii) கோகோலித்துகள் (Coccoliths).

(b) சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகள் (siliceous oozes): இவ் வகையான சேறுகளில் பிளாங்க்டான் தாவர, பிராணிகள் இவற்றின் சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட உருபுகள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இங்கும் கால்ஷியம் கார்பனேட் அதிக அளவிலேயே காணப்படுகின்றது. இவை இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

(i) ரேடியோலேரியன் சேறு (radiolarian oozes): இவை பெரும்பாலும் பிளாங்க்டான் பிராணிகளின் கூடுகளாலானவையாகும்.

(ii) டயாடம் (Diatom) சேறு : இவை பெரும்பாலும் டயாடம் எனப்படும் பிளாங்க்டான் தாவர உருபுகளால் ஆனவையாகும்.

II. **உயிரினச் சம்பந்தமில்லா மற்றப் படிவுகள் :** இவ்வகைப் படிவுகளில் மிக முக்கியமானது சிவப்புக் களிமண் ஆகும். இது பெரும்பாலும் எரிமலைக் குழம்புப் பொருளாலானதாகும்.

கடலடிப் படிவுகளின் பரவல் (Distribution of Pelagic deposits) :

புத்தகத்தின் கடைசியில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள படம் 5·1-ல் கடலடிப் படிவுகளின் பரவல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதை உற்று நோக்குங்கால் சில விவரங்கள் நமக்குக் கிடைக்கின்றன.

1. கடலடிப் படிவுகள் சமுத்திரங்களின் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் தான் அதிகம் காணப்படுகின்றன.

2. சிவப்புக் களிமண்ணும் (red clay), க்ளோபிஜெரினு சேறும் (Golobigerina ooze) கடலடிப் படிவுகளில் பெரும்பான்மையாகக் காணப் படுகின்றன.

3. டயாடம் சேறு (Diatom ooze) தென்துருவக் கடலிலும், வட பசிபிக்கில் துருவப் பிரதேசத்துக்கருகிலும் காணப்படுகின்றது.

4. ரேடியோலேரியன் சேறு (Radiolarian ooze) பசிபிக்கில் மட்டும் பூமத்தியரேகைப் பகுதியில் ஓர் அகன்ற பிரதேசத்தில் காணப் படுகின்றது.

5. டெரொபாடு (Pteropod) சேறு அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் மட்டும் காணப்படுகின்றது.

மேலே குறிப்பிட்ட படிவுகள் ஒன்றிலிருந்து மற்றது துல்லியமாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கவில்லை. படிப்படியாகத்தான் அவை மாறுகின்றன.

அட்டவணை 21

கடலடிப் படிவுகளின் பரவல் (மிலியன் ச. கி. மீ.)

படிவுகள்	அட்லான்டிக்	பசிபிக்	இந்திய சமுத்திரம்	மொத்தம்
சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் (calcareous oozes)				
க்ளோபிஜெரினு	40·0	52·0	34·5	
டெரொபாடு	1·5	......	......	
	41·5	52·0	34·5	128·0
சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகள் (siliceous oozes)				
டயாடம்	4·1	14·4	12·6	
ரேடியோலேரியன்	......	6·6	0·3	
	4·1	21·0	12·9	38·0
சிவப்புக் களிமண்	15·9	70·3	16·0	102·2

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணை, கீழ்க்கண்ட விவரங்களைச் சுட்டிக் காட்டுகின்றது :

1. கடலடிப் படிவுகளில் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன (சுமார் 47.7%). இவற்றில் பெரும் பகுதி க்ளோபிஜெரினு சேறு ஆகும் (சுமார் 46·8%). டெரொபாடு மிகக் குறைந்த அளவில் காணப்படுவதுடன், பசிபிக், இந்திய சமுத்திரங்களில் அது அமைந்திருக்கவில்லை.

2. சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய படிவுகளுக்குப் பிறகு, சிவப்புக் களி மண் அதிக அளவில் காணப்படுகின்றது. (கடலடித்தளத்தின்) பரப்பு 38% சிவப்புக் களிமண்ணுல் மூடப்பட்டுள்ளது.

3. சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகள் மிகக் குறைந்த பரப்பிலேயே காணப்படுகின்றன.

கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணைகளை நோக்குக:

அட்டவணை 22

கடலடிப் படிவுகளின் பரப்பு (சதவீதத்தில்)

படிவுகள்	அட்லான்டிக்	பசிபிக்	இந்திய சமுத்திரம்
சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள்	67·5	36·2	54·3
சிலிகா சம்பந்தப் பட்ட சேறுகள்	6·7	14·7	20·4
சிவப்புக் களிமண்	25·8	49·1	25·3
	100·0	100·0	100·0

அட்டவணை 23

	சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள்	சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகள்	சிவப்புக் களிமண்
அட்லான்டிக்	32·5	10·8	15·6
பசிபிக்	40·6	55·3	68·7
இந்திய சமுத்திரம்	26·9	33·9	15·7
	100·0	100·0	100·0

மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவரங்களை ஆராய்வோம்.

1. இந்திய, அட்லான்டிக் சமுத்திரங்களில் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் பெரும்பான்மையாக அமைந்துள்ளன. பசிபிக்கில் சிவப்புக் களிமண் முக்கிய பாகமாக அமைந்துள்ளது.

2. இந்திய, அட்லான்டிக் சமுத்திரங்களின் படிவுகளில் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் அதிகமாய் இருந்தபோதிலும் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகளின் மொத்த அளவில் அதிகபட்சம் பசிபிக்கில்தான் காணப்படுகின்றது (சுமார் 40·6%). எல்லாவிதக் கடல் படிவுகளின் அளவிலும் பசிபிக் சமுத்திரமே முதல் இடம் வகிக்கின்றது. இதற்குக் காரணம் பசிபிக் மற்றெல்லா சமுத்திரங்களையும்விட அதிகப் பரப்பிலமைந்துள்ளதேயாகும்.

கடற் படிவுகளைப்பற்றி நாம் விவரமாக இங்கு ஆராய்வோம்.

க்ளோபிஜெரினு சேறு (Globigerina Ooze): இது உயிரினச் சேறு வகைகளில் மிக முக்கியமானதாகும். இது கடலடிப் படிவுகளில் 46·7% அளவில் காணப்படுகின்றது. அட்லான்டிக் சமுத்திரப் படிவுகளில் பெருமளவு (சுமார் 67·5%) இவ் வகையைச் சார்ந்ததேயாகும். இச் சேறு தென் பசிபிக்கில் அதிக அளவில் பரவிக் காணப்படுகின்றது. இச் சேறு பசிபிக்கின் தென் மேற்கு, தென் கிழக்குப் பகுதிகளிலும், இந்திய சமுத்திரத்தின் மேற்குப் பகுதியிலும் அமைந்து கிடக்கின்றது. பொதுவாக அட்லான்டிக் சமுத்திரம் முழுவதும் இச் சேறு பரவிக் காணப்படுகின்றது. வட அட்லான்டிக்கில் கிரீன்லாந்து, நார்வே இவற்றிற்கிடையே ஆர்க்டிக் வட்டத்திற்கு (arctic circle) அப்பாலும் இச் சேறு காணப்படுகின்றது. வட அட்லான்டிக் நீரோட்டத்தால் இப் பகுதியில் கடல்மட்ட வெப்பநிலை அவ் அட்சத்திற்கு இயல்பானதைவிட அதிகமாயிருத்தலே இதற்குக் காரணமாகும்.

சிற்சில க்ளோபிஜெரினு சேறுகளில் கண்டவரை அடிமண் படிவுகள் காணப்படலாம். இச் சேறுகள் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பியவையாகும். இவற்றில் கால்ஷியம் கார்பனேட் ($CaCO_3$) ஃபொராமினிஃபெரா கூடுகளில் காணப்படுகின்றது. இக் கூடுகளின் விட்டம் 7 μ அளவில் அமைந்துள்ளது. இதில் கால்ஷியம் கார்பனேட் சராசரியாக 65% அளவில் அமைந்துள்ளது. ஆனுல், கால்ஷியம் கார்பனேட்டின் உச்ச அளவு 97% வரை இருக்கலாம்.

க்ளோபிஜெரினு சேறுகளின் நிறம் பால் போன்ற வெள்ளை நிறத்திலிருந்து பழுப்பு நிறம்வரை காணப்படலாம். கரைக்கு அருகில் இதன் நிறம் சாம்பல் அல்லது நீலமாகக் காணப்படுகின்றது. இச் சேறுகள் சராசரியாக 1,200—2,200 ஃபாதங்கள் வரை காணப்படுகின்றது. சிற்சில பகுதிகளில் அதிகமாகக் கண்டப்படிவுகள் காணப்படாமல் இருந்தால்

இதற்குக் குறைந்த ஆழத்திலும் (சுமார் 500 ஃபாதங்கள்) இச் சேறு காணப்படுகின்றது. சில பகுதிகளில் சுமார் 3,000 ஃபாதங்களுக்குக் கீழும் காணப்படலாம். ஆனால், இவை மடுக்களில் காணப்படுவதில்லை. அதிக ஆழத்தில் க்ளோபிஜெரினாவிற்குப் பதிலாக சிவப்புக் களிமண் அமைந்துள்ளது.

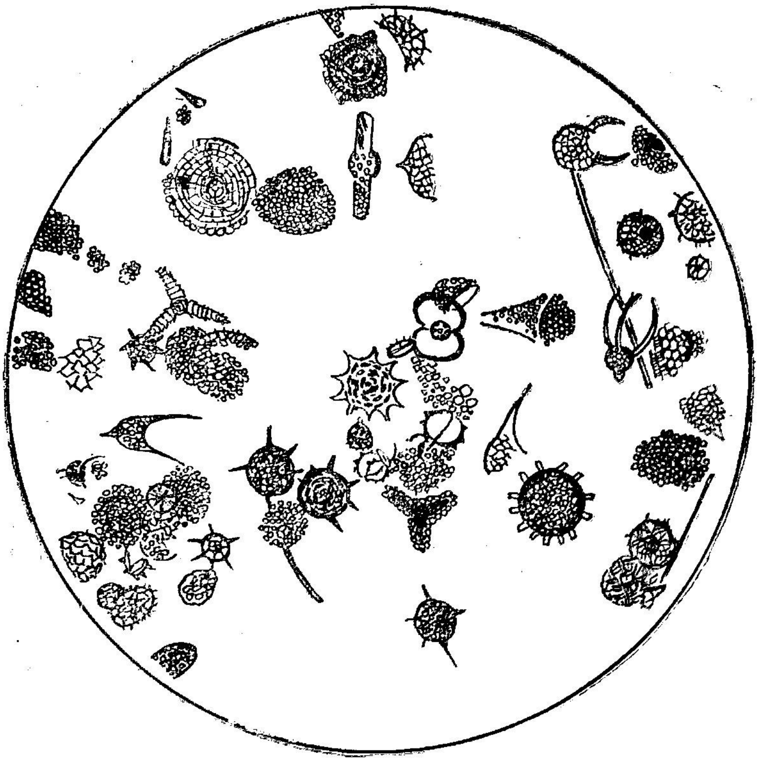
2. டெரொபாடு சேறு (Pteropod ooze): இது மிகக் குறைந்த அளவிலேயே பரவிக் காணப்படுகின்றது. இது கடலடிப் படிவுகளின் பரப்பில் 1% அளவிலேயே காணப்படுகின்றது. இவ்வகையைச் சேர்ந்த படிவு அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் மட்டும் காணப்படுகின்றது. இச் சேறு வெப்பம் மிகுந்த நீரில்தான் காணப்படும். எனவே, இது அயன மண்டலப் பகுதியில்தான் அமைந்துள்ளது. மேலும், இச் சேறு குறைந்த ஆழம் உள்ள பகுதிகளில்தான் காணப்படும். ஆதலால், இச் சேறு ஆழ்கடலில் காணப்படும் தொடர் குன்றுகளின் உச்சியில் காணப்படுகின்றது. உதாரணமாகத் தென் அட்லான்டிக்கில் மத்திய அட்லான்டிக் தொடர் குன்றுகளின் உச்சியில்தான் இச் சேறு வடக்குத் தெற்காகக் குறுகிய பகுதியாக அமைந்துள்ளது. பிரேஜிலை யடுத்தும் சிறிதளவு இச் சேறு காணப்படுகின்றது.

இச் சேறு மிதக்கும் நத்தைபோன்ற (இவற்றை ஆங்கிலத்தில் molluscs என்று அழைக்கிறார்கள்) பிராணிகளின் கூடுகள் நிறைந்ததாகும். இக் கூடுகள் மெல்லியவாகவும், எளிதில் நொறுங்கக் கூடியவாகவும் உள்ளன. இதன் உருவம் கூம்பு போன்று உள்ளது. இவற்றின் நீளம் அரை அங்குலத்திலிருந்து ஓர் அங்குலம் வரை காணப்படுகின்றது. இவை முழுவதும் கால்ஷியம் கார்பனேட்டால் ($Ca Co_3$) ஆனவையாகும். இதில் கால்ஷியம் கார்பனேட்டின் சராசரி அளவு 74% அளவில் அமைந்துள்ளது.

டெரொபாடுகளின் நிறம் வெள்ளையிலிருந்து இலேசான பழுப்பு நிறம் வரை காணப்படுகின்றது. இவற்றில் மஞ்சள், சிவப்பு இவற்றின் சாயைகள் (tinges) அமைந்து காணப்படலாம். டெரொபாடு சேறுகள் சராசரியாக 700—1,200 ஃபாதங்கள் வரை காணப்படுகின்றன. ஆனால், சிற்சில பகுதிகளில் 500 முதல் 2,000 ஃபாதங்கள் வரை காணப்படுகின்றன.

3. ரேடியோலேரியன் (Radiolarian): இது ஒரு சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறாகும். கடலடிக் படிவுகளில் இதன் அளவு 1—2% ஆகும். இச் சேறு பசிபிக் சமுத்திரத்திலும் இந்திய சமுத்திரத்திலும் மட்டும் காணப்படுகின்றது. இது வெப்பம் மிகுந்த நீரில்தான் அதிகமாகக் காணப்படும். எனவே, இச் சேறு பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசத்தையடுத்தே அமைந்துள்ளது. இது பசிபிக்கில் பூமத்திய ரேகைக்குச் சிறிது வடக்கில் 160° மேற்குத் தீர்க்க ரேகையிலிருந்து 90° மேற்குத் தீர்க்க ரேகை வரை

கிழக்கு மேற்காக வியாபித்துள்ளது. 160° மேற்குத் தீர்க்கரேகைக்கு மேற்கில் பூமத்திய ரேகைக்குக் குறுக்காக ஒரு சிறு பகுதியில் இச் சேறு காணப்படுகின்றது. எனவே, இச் சேற்றில் பெரும்பகுதி பசிபிக்கில் அமைந்துள்ளது. இந்திய சமுத்திரத்தில் பூமத்திய ரேகைக்குத் தெற்கில் 100° கிழக்குத் தீர்க்க ரேகைக்கு மேற்கில் சிறிதளவில் (0·3 மிலியன் சதுர கிலோ மீட்டர்) காணப்படுகின்றது. ஆனால், அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் இச் சேறு காணப்படுவதில்லை.



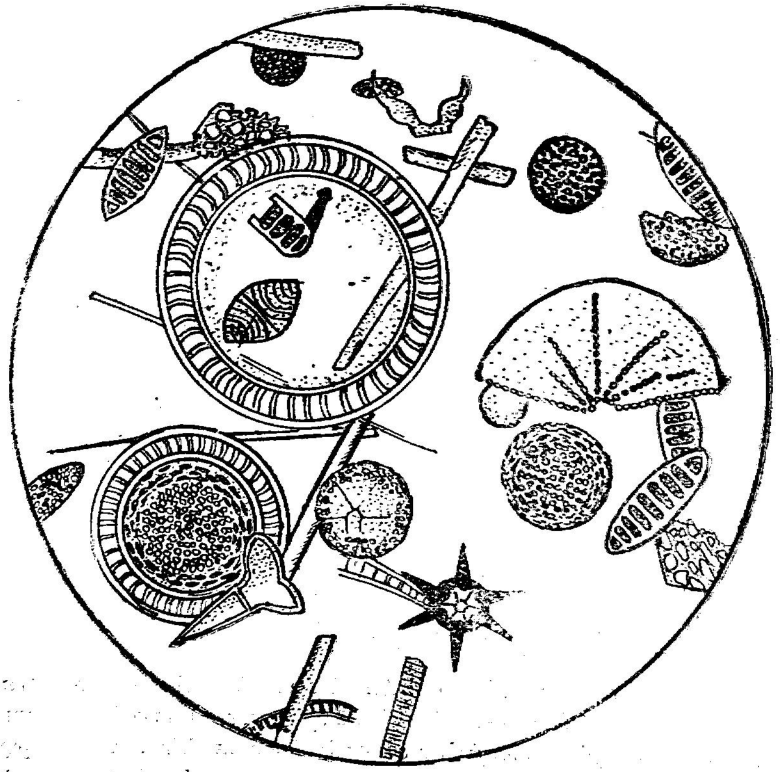
படம். 5·2: ரேடியோலேரியன்

இச் சேறு ரேடியோலேரியா எனப்படும் பிராணிகளின் கூடுகளாலானதாகும். இவை ஃபெராமிலிஃபெரா சேர்ந்துள்ள பிராணி வகையைச் சார்ந்தனவே யாகும். இவற்றின் கூடுகள் பிராணிகளின் உடம்பை முழுவதும் மூடியிராமல் தாங்கி நிற்கும் வகையில் அமைந்துள்ளன. இக் கூடுகள் பிரேம்கள் (frames) போன்று அமைந்துள்ளன.

இச் சேறுகள் சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகளானுலும் குறிப்பிட்ட அளவு சுண்ணும்புச் சத்துடன் காணப்படுகின்றன. இப் பிராணியின் கூடுகளில் சிலிகா அதிகமாக உள்ளது.

சுண்ணும்புச் சத்தின் அளவு (கால்ஷியம் கார்பனேட்)	4—20%
சிலிகா (SiO_2) அளவு	30—80%
சராசரி சிலிகா அளவு	54·4% ஆகும்.

ரேடியோலேரியன் சேறு சிவப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படுகின்றது. இச் சேறு அதிக ஆழத்தில்தான் அமைந்து கிடக்கின்றது. இது பெரும்பாலும் 2,000 ஃபாதங்களுக்குக் குறைந்த ஆழத்தில் காணப்படுவதில்லை. இது 2,000 முதல் 5,000 ஃபாதங்கள் வரை பரவியுள்ளது. இதன் சராசரி ஆழம் 3,000 ஃபாதங்களாகும்.



படம் 5·3 : டயாடம்

டயாடம் சேறு (Diatom ooze): இதுவும் சிலிகா சம்பந்தப் பட்ட சேருகும். இது டயாடம் எனப்படும் தாவரங்களின் சேர்க்கையால் ஏற்பட்டதாகும். இந்த டயாடம் தாவரங்களின் உருபுகள் சிலிகாவால் ஏற்பட்டதாகும். இவை மிக நுண்ணியவை ஆகும். கடல் படிவுகளில் இச் சேறு 9% அளவில் அமைந்துள்ளது. இச்சேறு பெரும்பாலும் குளிர்ந்த நீரில் வசிக்கும் தாவரங்களால் ஏற்பட்டதாகும். இச் சேறு அன்டார்க்டிக் கண்டத்தைச் சுற்றி ஒரு வளையமாகக் காணப்படுகின்றது. வட பசிபிக்கில் அலுசியன் தீவுகளையடுத்து ஓர் அகன்ற பட்டையாக இச் சேறு அமைந் துள்ளது. வட அட்லான்டிக்கில் இச் சேறு காணப்படுவதில்லை. வட அட்லான்டிக் நீரோட்டத்தால் இப்பகுதியின் வெப்பநிலை அதிகமாயுள்ளதே இந் நிலைக்குக் காரணமாகும். டயாடம் தாவர வகைகள் உப்பளவு குறைந்த பகுதியில் மண்டிக் கிடக்கின்றன. உதாரணமாக, ஆற்று முகத்துவாரங் களில் டயாடம் சேறு காணப்படுகின்றது.

டயாடம் சேற்றில் கால்ஷியம் கார்பனேட், சிலிகா கீழ்க்கண்ட அளவு களில் காணப்படுகின்றன.

கால்ஷியம் கார்பனேட்	உச்ச அளவு 36%	நீச அளவு 2%	—சராசரி 23%
சிலிகா	உச்ச அளவு 60%	நீச அளவு 41%	—சராசரி 20%

டயாடம் சேறுகள் மஞ்சள் நிறத்துடன் காணப்படுகின்றன. உலர்ந் தால் இது மங்கலான வெள்ளை நிறத்துடன் காணப்படும். இது சுமார் 600 ஃபாதங்கள் முதல் 3,000 ஃபாதங்கள் வரை அமைந்து கிடக்கின்றது. இதன் சராசரி ஆழம் 2,250 ஃபாதங்களாகும்.

சிவப்புக் களிமண்: இது உயிரினம் சம்பந்தமில்லா ஒரு படிவாகும். இது சமுத்திரங்களின் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில்தான் அமைந்துள்ளது. கடலடிப் படிவுகளில் இதன் அளவு சுமார் 38·1% ஆகும். இச் சேறு வட பசிபிக்கிலும், தென் பசிபிக்கின் மத்திய பகுதியிலும் அதிகப் பரப்பில் காணப்படுகின்றது. அட்லான்டிக் சமுத்திரத்தில் ஆழம் மிகுந்த பகுதி களிலும், இந்திய சமுத்திரத்தின் கிழக்குப் பகுதியிலும் பரவியிருக்கின்றது. இது உயிரினப் படிவுகளைவிட நுண்ணியதாகும். இப் படிவில் 80% மேற்பட்ட அளவில் 0·05 மில்லி மீட்டருக்குக் குறைவான விட்டமுள்ள படிவங்கள் காணப்படுகின்றன.

இப் படிவில் கால்ஷியம் கார்ப்பனேட்டின் அளவு 7%—10% ஆகும். ஊன்றி நோக்குங்கால் இப் படிவு பெரும்பாலும் களிமண் வகையைச் சேர்ந்த தாதுப் பொருள்களாலானதாகவே தெரிகின்றது. இப் பொருள் முழுவதும் எரிமலைக் குழம்பாலானதாகக் கருதப்பட்டது. ஆனால், X—ரே ஆராய்ச்சியின்மூலம் பெரும்பாலும் கண்டவரை அடிமண்ணில்

காணப்படும் பொருள்களால் ஆனது என்று தெரிய வந்தது. எனவே, இப் படிவுகளில் காணப்படும் பொருளும் நிலத்திலிருந்து வந்ததேயாகும். ஆதலால், இதை ஒரு வகையான கண்டவரை அடிமண் என்றே கூறலாம். ஆனால், நிலத்திலிருந்து வரும் நுண்படிவுகள், நீரோட்டங்களால் பலகாலம் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு ஆழ்கடல் பகுதிகளில் படிந்துள்ளன. இவற்றில் மாங்கனீஸ் உருண்டைகள் (manganese nodules) காணப் படுகின்றன.

சிவப்புக் களிமண் சிவப்பு அல்லது பழுப்பு நிறத்துடன் காணப்படு கின்றது. இதற்குக் காரணம் அய ஹைட்ராக்ஸைடு அல்லது ஆக்ஸைடும், சிறிதளவு மாங்கனீஸ் ஆக்ஸைடும் காணப்படுவதேயாகும்.

கால்ஷியம் கார்பனேட் ($CaCO_3$) உச்ச அளவு 28·8%; நீச அளவு 0; சராசரி 6·7%; சிலிகா (SiO_2) சராசரி 2·4% அளவிலும் அமைந்துள்ளது.

இப் படிவு கடலில் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் காணப்படுகின்றது. இதன் ஆழம் 2,250 முதல் 5,500 ஃபாதங்கள் வரை அமைந்துள்ளது. இது காணப்படும் சராசரி ஆழம் 3,000 ஃபாதங்கள். இது மிகவும் மெல்லப் படிகின்றது.

படிவுகளின் படிதல் அளவு (Rate of sedimentation): படிவுகளின் படிதல் அளவைக் கணக்கிடப் பல முறைகள் கையாளப்படுகின்றன. டௌன்ஹோஃபல் (Twenhofel) என்பவர் கடல் நீரில் மிதக்கும் பொருள் படியும் அளவைக் கொண்டு படிதல் அளவைக் கணக்கிட முயன்றார். இம் முறையில் பல குறைபாடுகள் காணப்பட்டாலும், அவர் இம் முறைப்படி கணக்கிட்ட படிதல் அளவு பெரும்பாலும் உண்மையான அளவை ஒத்தே அமைந்துள்ளது. பிறகு படிவுப் பொறிகள் (sedimentation traps) உபயோகப்படுத்தப்பட்டன. இம் முறையும் குறைபாடுகள் நிரம்பியதே ஆகும். பிறகு கடலில் உள்ள தொலைபேசி கம்பிகளில் (cables) காணப்படும் படிவுகளின் மூலம் படிதல் அளவைக் கணக்கிட முயற்சி செய்யப்பட்டது. ஆனால், பளுவான இக் கம்பிகள் படிவுகளில் அமுங்குவ தால் பிறகு ஏற்பட்ட படிவுகளின் அளவு சரியாகக் கிடைப்பதில்லை.

ஷாட் (Schott, W.) என்பவர் பனியுகப் படிவுகளின் அடுக்குகளைக் கொண்டு படிதல் அளவைக் கணக்கிட்டார். இவ்விதமாகக் கடைசிப் பனியுகத்திற்கு (last ice age) அப்பால் உள்ள காலத்தை 20,000 ஆண்டுகள் என்று கொண்டு வெவ்வேறு கடலடிப் படிவுகளின் படிதல் அளவைக் கணக்கிட்டார். இவ்விதம், க்ளோபிஜெரினா சேறு 1,000 வருடங் களில் சுமார் 1·2 செ.மீ. அளவிலும், சிவப்புக் களிமண் சுமார் 0·9 செ.மீ. அளவிலும் படிவதாகக் கணக்கிட்டுள்ளார். முக்கியமாகச் சிவப்புக் களிமண் குறைந்த அளவிலேயே படிவதாக எல்லோரும் ஒப்புக் கொள்கின்றனர்.

தற்காலத்தில் கடலடிப் படிவுகளின் படிதல் அளவை அறிய அணுக் கதிரியக்க முறை உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றது. யுரேனியம், அயோனியம் போன்ற பொருள்கள் சிதைவடைகின்றன. இவை முழுவதும் சிதைவடைய ஆகும் காலம் தெரியுமாதலால், இப் படிவுகள் அடைந்துள்ள சிதைவைக்கொண்டு அவை படிந்த காலத்தைக் கண்டுபிடிக்கலாம். அக் காலத்தில் படிந்துள்ள படிவுகளின் அளவைக் கொண்டு படிவுகளின் படிதல் அளவு கணக்கிடப்படலாம். இவ்விதம் நோக்கும்பொழுது வட அட்லான்டிக்கில் மிகப் பழைய படிவு 70,000 ஆண்டுகளுக்கு முன் படிந்தன என்று கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையான முறை துரிதமாகப் படியும் படிவுகளின் படிதல் அளவை அறிதல் கடினமாகும்.

க்யூனன் (Kuenan) என்பவர் சிவப்புக் களிமண் 0·4—1·3 செ. மீ. வரை படிவதாகக் கருதுகின்ருர். இவர் கணக்குப்படி க்ளோபிஜெரினு சேறு 0·8—4 செ. மீ. வரை படியலாம்; டயாடம் 0·7 செ. மீ. அளவில் படிகின்றது. ஷெப்பர்ட் சிவப்புக் களிமண் 1,000 ஆண்டுகளில் 0·6 செ.மீ. அளவிலும், க்ளோபிஜெரினு 1 செ. மீ. அளவிலும் படிவதாகக் கூறுகிருர்.

இப் படிவுகளின் பரவலில் இரு சிக்கல்கள் உள்ளன :

1. இப் படிவுகள் ஏன் குறிப்பிட்ட பிரதேசங்களில் மட்டும் காணப்படுகின்றன? இதைப்பற்றி ஆராய்வோம்.

அட்டவணை 24

படிவு	காணப்படும் பிரதேசம்
க்ளோபிஜெரினு சேறு	அட்லான்டிக், இந்திய சமுத்திரங்களிலும் தென் பசிபிக்கிலும் காணப்படுகின்றது. வெப்ப மிகுந்த பகுதிகளில் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றது.
டெரொபாடு சேறு	ஆழம் குறைந்த, வெப்பம் மிகுந்த பகுதிகளில் காணப்படுகின்றது. (தென் அட்லான்டிக்கில், மத்திய அட்லான்டிக் தொடர் குன்றுகளின் சிகரங்களில் காணப்படுகின்றது).
டயாடம் சேறு	குளிர்ந்த பிரதேசங்களில் காணப்படுகின்றது (அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்திலும் வடபசிபிக்கில் அலூசியன் தீவுகளுக்கு அண்மையிலும் உள்ளது).
ரேடியோலேரியன்	பசிபிக்கில் வெப்பம் மிகுந்த அயன மண்டலப் பகுதிகளில் அமைந்துள்ளது.
சிவப்புக் களிமண்	எல்லா சமுத்திரங்களிலும், முக்கியமாகப் பசிபிக்கிலும் காணப்படுகின்றது.

1. இவ்வகையான அமைப்பிற்கு முக்கிய காரணம் சூழ்நிலையேயாகும் (environment). குறிப்பிட்ட பிரதேசங்களில்தான் இப் படிவுகள் எவ்வகையான தாவர, பிராணி உருபுகளாலானதோ, அவற்றிற்குச் சாதகமான சூழ்நிலை காணப்படுகின்றது. உதாரணமாக மத்திய அட்லான்டிக் தொடர் குன்றுகளில்தான் டெரொபாடு சேறு அமைவதற்குச் சாதகமான வெப்பமிகு சூழ்நிலை காணப்படுகின்றது. டயாடம் சேறு டயாடம் என்னும் தாவர வகையால் ஏற்பட்டதாகும். இத் தாவரம் குளிர்ந்த நீரில்தான் காணப்படும். எனவே, இச் சேறு குளிர்ந்த துருவப் பகுதிகளில் மட்டும் காணப்படுகின்றது. இவ்விதமே ரேடியோலேரியன் சேறு ரேடியோலேரியா எனப்படும் பிராணிகளின் கூடுகளாலானதாகும். இவ்வுயிரிகள் வெப்பம் மிகுந்த பிரதேசங்களில்தான் காணப்படுவதால் இச் சேறு அயன மண்டலங்களில்மட்டும் காணப்படுகின்றது. சிவப்புக் களிமண் ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில்தான் காணப்படுகின்றது. இப் படிவு குறைந்த வேகத்துடன் படியும் தன்மையுள்ளது. ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் இதைவிடத் துரிதமாகப் படியும் படிவுகளால் இதன் அளவு மிகவும் குறைந்துவிடுகின்றது. எனவே, அதிக ஆழமுள்ள பசிபிக்கில் அதிக அளவில் இச் சேறு காணப்படுகின்றது.

2. படிவுகள் குறிப்பிட்ட ஆழத்தில்தான் காணப்படுகின்றன. ஏன்? கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் படிவுகள் காணப்படும் சராசரி ஆழங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 25

படிவுகள்	காணப்படும் சராசரி ஆழம்
டெரொபாடு	1,500 ஃபாதங்கள்
க்ளோபிஜெரினு	2,250 ஃபாதங்கள்
டயாடம்	2,440 ஃபாதங்கள்
ரேடியோலேரியன்	3,300 ஃபாதங்கள்
சிவப்புக் களிமண்	3,380 ஃபாதங்கள்

மேலே குறிப்பிட்டபடி ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கச் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகளின் அளவு குறைகின்றது. இதனுல், குறைந்த ஆழங்களில் சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறு இல்லை என்று கொள்ளுதல் தவருகும். ஆழம் குறைந்த சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகளுடன் ஸிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறு அமைந்து காணப்படுன்றது. ஆனுல், இவற்றின் விகிதம் ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் காணப்படும் கடலடிப் படிவுகளில் மிகக் குறைந்த பங்கே உள்ளமையால் இவை முக்கியமானவையல்ல.

ஆழம் மிகுந்த பகுதிகளில் ஸிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறு, சிவப்புக் களிமண் இவற்றின் அதிகப் பரப்பிற்குக் கீழ்க்கண்ட காரணம் கூறப்படுகின்றது. கடலில் ஆழம் அதிகரிக்க அதிகரிக்கக் கடல் நீரில் காணப்படும் ஆக்ஸிஜன் அளவு குறைகின்றது. ஆதலால் இந் நீரில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. இந் நீரில் கால்ஷியம் கார்பனேட் கரையும் தன்மை பெற்றிருப்பதால் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் இதில் கரைந்துவிடுகின்றன. எனவே, சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகளும், சிவப்புக் களிமண்ணும் மிகுந்து இவ்வாழத்தில் கடலடிப் படிவுகளில் முக்கியமானதாக மாறுகின்றன.

குளிர்ந்த பகுதிகளில் பெரும்பாலும் சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட சேறுகள், முக்கியமாக டயாடம், தாவர உருபுகளாலான சேறு அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. இதற்குக் கீழ்க்கண்ட காரணம் கொடுக்கப்படுகின்றது.

அன்டார்க்டிக் சமுத்திரத்தில் நீர் அமிழ்ந்து வடக்கு நோக்கி அடித்தளத்தில் பாய்கின்றது. இதனுல் பசிபிக், அட்லான்டிக், இந்திய சமுத்திரங்களின் நீர் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றன. இந் நீர் குளிர்ந்த பகுதியில் மூழ்கும்போது அங்குள்ள கால்ஷியம் கார்பனேட்டை முழுவதும் கரைத்து விடுகின்றது. ஆனுல், இந் நீர் அயனமண்டலப் பகுதிகளையடையும்பொழுது கால்ஷியம் கார்பனேட்டைப் பொறுத்தவரை பூரித நிலையிலுள்ளது. எனவே, அயனமண்டலப் பகுதிகளில் சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய சேறுகள் காணப்படுகின்றன.

6. கடல் வாழ் உயிரிகள்

(Life in the Sea)

கடல் ஆழம், பரப்பு மிகுந்த ஒரு தேக்கமாகும். இதன் நீரில் பல்வேறு உப்புக்கள் கலந்துள்ளன. அட்லான்டிக், பசிபிக், இந்திய, ஆர்க்டிக், அன்டார்க்டிக் சமுத்திரங்களெல்லாம் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து காணப் படுகின்றன. இவ் வமைப்பில் இவை நிலத்தினின்றும் வேறுபட்டமைந் துள்ளன. நிலத்தைப் போலல்லாமல் சமுத்திரங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்திருத்தல் நீரோட்டங்கள் ஏற்படுவதற்கு வசதியாயுள்ளது. இவ்வித அமைப்பே கடலில் காணப்படும் பல்வேறுபட்ட தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றின் பெருக்கத்திற்குக் காரணமாகின்றது.

கடலின் தன்மைகள் : புவியின் பரப்பில் மூன்றில் இரண்டு பாகம் கடலாகும். கடலின் மொத்தப் பரப்பு 361 மிலியன் சதுர கிலோ மீட்டர்கள்; நிலப் பரப்பு சுமார் 149 மிலியன் சதுர கிலோ மீட்டர்களாகும். இப் பெரு நீர்நிலை பல்வேறுபட்ட காரணிகளால் பாதிக்கப்படுகின்றது.

கடல்நீரில் பல உப்புக்கள் கரைந்திருப்பதால் சுத்தமான நீரைவிட கடல்நீர் அதிக அடர்த்தியுள்ளதாயுள்ளது. கடல்நீரில் ஆற்று நீரிலுள்ள தைப் போன்று 200 மடங்கு திடப்பொருள்கள் கரைந்துள்ளன. கடல் நீரின் சராசரி உப்பளவு 35‰ அளவிலுள்ளது. சுத்த நீரின் உப்பளவு எந்நிலையிலும் 5‰க்கு மேல் இருப்பதில்லை. சற்றேறக்குறைய 50 வித உப்புகள் கடல் நீரில் காணப்படுகின்றன. இவற்றில் முக்கியமானவை ஸோடியம் க்ளோரைடு, மக்னீஷியம் குளோரைடு முதலியவையாகும். கடல் நீரின் உப்பளவு கடலின் பௌதிகத் தன்மைக்கும், உயிரியல் பரவலுக்கும் மிக முக்கியமாகும்.

கடல் நீரில் காணப்படும் உயிரினப் பரவலுக்கு மற்றொரு முக்கியக் காரணி ஒளி (light) யாகும். ஒளி ஊடுருவும் ஆழம் உயிரினப் பரவலைப் பெருமளவு பாதிக்கின்றது. நீரினுள் ஒளி ஊடுருவும் அளவு சூரியனின் உயரத்தையும் நீரின் கலங்கலற்ற தன்மையையும் பொறுத்துள்ளது. அயனமண்டலங்களில் ஒளி ஊடுருவல் அதிகமாயும், துருவப் பகுதிகளில் நீச அளவிலும் உள்ளது. தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற அளவில்

ஒளி ஊடுருவல் 30 - 100 மீட்டர்கள் ஆழம்வரை காணப்படுகின்றது. 200 - 600 மீட்டர்கள்வரைகூட ஒளி ஊடுருவல் குறைந்த அளவில் காணப்படுகின்றது. இவ்வித ஒளி நிறைந்த (Euphotic) பகுதிக்குக் கீழ் இருள் நிலவுகின்றது.

கடலில் பருவகாலங்களுக்கு ஏற்பக் காணப்படும் வெப்பநிலை வேறுபாடு அதிகமாக இல்லை. இருண்ட பகுதியின் மேல்தள வெப்பநிலை 10 – 15° C அளவிலும், கடலின் அடித்தளத்தில் 0° C அளவிலும் காணப்படுகின்றது. கடலின் மேல்தள வெப்பநிலை அயனமண்டலங்களில் அதிகமாயும் துருவ மண்டலங்களில் குறைவாயும் காணப்படுகிறது.

கடல்நீரின் அழுத்தம் ஆழத்தைப் பொறுத்து வேறுபடுகின்றது. கடல்நீரின் அழுத்தம் 1000 ஃபாதங்களுக்கு, ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு ஒரு டன் வீதம் அதிகரிக்கின்றது. ஆழ்கடலின் அடித்தளத்தில் கடலின் மேல்தளத்தில் காணப்படும் வளிமண்டல அழுத்தத்தைப் போன்று ஆயிரம் மடங்கு அழுத்தம் அமைந்து கிடக்கின்றது. கடலில் வாழும் உயிரினங்களில் பல இவ்வதிக அழுத்தத்தைத் தாங்கும் தன்மை பெற்றுள்ளன.

கடல், ஓதங்களாலும் அலைகளாலும் பெருமளவு பாதிக்கப்படுகின்றது. மேலும், கடலில் பல நீரோட்டங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை உப்பளவு வேறுபாடு, வெப்பநிலை வேறுபாடு, காற்று இவற்றினால் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இந் நீரோட்டங்களும், மற்ற அசைவுகளும் கடல் உயிரினப் பரவலில் மிக முக்கியமான காரணியாகவுள்ளன. கடல் உப்பளவு நீராவியாதலால் அதிகரிக்கின்றது; நீர் சேருவதால் குறைகின்றது.

கடல்நீர் சுத்த நீரைவிட 20% குறைந்த அளவிலேயே ஆக்ஸிஜனைக் கரைக்கும் திறமை பெற்றுள்ளது. வெப்பமிகு நீரைவிட வெப்பம் குறைந்த நீர் (சுத்தமான அல்லது உப்பு நீராயிருந்தாலும்) அதிக ஆக்ஸிஜனைக் கரைக்கும் தன்மை பெற்றிருக்கின்றது. கடலடியில் காணப்படும் குளிர்ந்த நீரில் தேவையான அளவு ஆக்ஸிஜன் கரைந்துள்ளது. இவ்விதமே துருவ மண்டலங்களிலிருந்து வரும் நீரால் பாதிக்கப்படும் பகுதிகளிலும் நீரில் ஆக்ஸிஜன் அளவு அதிகமாயுள்ளது.

கடல் வாழ் உயிரிகள் (Life in the Sea)

கடலின் பரப்பு அதிகமுள்ளதாலும், உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகள் நிறைந்திருப்பதாலும், கடலில் அதிகமான உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. அன்டார்க்டிக் பனிப் பாலைவனம், மலைகளின் உச்சிகள் போன்று உயிரினங்கள் வசிக்காத பகுதிகள் கடலில்

கிடையா. மேலும், கடலில் செங்குத்தாகவும் உயிரினங்களின் பரவல் காணப்படுகின்றது.

இப் புவியின்கண் காணப்படும் உயிரினங்கள் பெரும்பாலும் கடலிலிருந்து தோன்றியவையாகும். எனவே, கடலில் இவை அதிக அளவில் காணப்படுகின்றன. உயிரினங்களின் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமான சூழ்நிலைகள் நிலத்திலுள்ளதைவிட கடலில் சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன. உலகில் காணப்படும் உயிரினங்களில் ப்ரெயோபைடா (Bryophyta), ட்ராகியோபைடா (Tracheophyta) என்ற தாவர வகைகள், ஸென்டிபீடு (Centipedes-பூரான் வகை), மில்லிபீடு (Millipedes--அட்டை போன்றவை), ஆம்பிபியன் (Amphibians—தவளை போன்றவை) இவற்றின் சந்ததிகள் இவற்றைத் தவிர்த்து மற்றெல்லா வகை உயிரினங்களும் கடலில் காணப்படுகின்றன.

இவ்விதம் சமுத்திரங்களில் பெருமளவு உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. நிலம், சுத்த நீர் இவற்றிலுள்ளதைவிட அதிக வகைகளிலும் அளவிலும் உயிரினங்கள் கடலில் காணப்படுகின்றன. இதற்கான காரணம் கீழ்வருமாறு: கடலில்தான் எல்லா உயிரினங்களும் தோன்றின. பிறகு நீண்டகால அளவில் வேறுபட்ட சூழ்நிலைகளுக்கேற்ப அவை தங்களை மாற்றிக்கொண்டன. இவ்விதமாகப் பல வகைகள் தோன்றலாயின. இவற்றில் சுத்த நீரை அடைந்து, பிறகு நிலத்தையடைந்தன. எனவே, நிலத்திலுள்ள உயிரினங்கள் கடல் உயிரினங்கள் சிலவற்றின் சந்ததிகளேயாகும்.

கடல் சூழ்நிலைகள் (Marine environment)

பௌதிக (Physical), பரவல் (Ecological), உயிரின (Biological) காரணிகளைக் கொண்டு கடல் பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றது. கடற்கரையையடுத்து லிட்டோரல் பகுதி (Littoral zone) காணப்படுகின்றது. இங்கு உயிரினங்கள் கடலடியில் காணப்படுகின்றன. லிட்டோரல் பகுதிக்கப்பால் நெரிடிக் (Neritic zone) காணப்படுகின்றது. இது ஓர் ஆழம் குறைந்த பகுதியாகும். இப் பகுதியில் ஒளி ஊடுருவல் காணப்படுகின்றது. இதற்கப்பால் பாதில் (Bathyl - ஆழமான) பகுதியும், ஆழ்கடல் பகுதியும் (Abyssal zone) அமைந்துள்ளன.

மேலே கூறப்பட்ட பகுதிகள் செங்குத்துத் திசையில் மூன்றடுக்குகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவற்றில் மேலடுக்கு மிதவைகளால் ஆனதாகும். இவை நீரோட்டங்களால் அங்குமிங்கும் கடத்தப்படுகின்றன. இவை ஒளிமிகுந்த பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இவை நுண்ணிய உருவுள்ளவையாகும். இவை பிளாங்க்டான் (Plankton - wanderers) வகையைச் சார்ந்தவையாகும். கீழடுக்கில் அடித்தளத்தை அண்டியுள்ள

உயிரினங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை அடிநிலத்தில் நகரக்கூடியவை யாகும். இவை பெரும்பாலும் அழுகிய (Decayed) பொருள்களை உண்டு வாழ்கின்றன. இவற்றைக் கடல் தோட்டிகள் (Scavengers) என்று கூற லாம். அவை பென்தாஸ் (Benthos - அடித்தள வாசிகள்) எனப்படும் வகையைச் சார்ந்தவையாகும்.

இவ்விரண்டு அடுக்குகளுக்கிடையே மீன், ஸீல், திமிங்கிலம் போன்ற நீந்தும் பிராணிகள் காணப்படுகின்றன. இவை தங்களுக்குத் தேவையான உணவைத் தேடி அடைகின்றன. மேலும், தங்களை உணவாகக் கொள்ளும் பிராணிகளிடமிருந்து தப்பிச் செல்லவும் முயல்கின்றன. இவை நெக்டான் (Nekton - நீந்துபவை) என்னும் வகையைச் சார்ந்தவையாகும்.

கடல் தாவரங்கள் (The flora of the Ocean)

தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குச் சூரிய ஒளி மிக அவசியமாகும். ஏனெனில், சூரிய ஒளியைக் கொண்டுதான் ஒளிச்சேர்க்கை முறையால் தங்களுக்குத் தேவையான ஸ்டார்ச்சைத் (starch) தாவரங்கள் தயாரித்துக் கொள்கின்றன. இதனால் தாவரங்கள் பெரும்பாலும் கடலில் ஒளி ஊடுருவும் பகுதியிலேயே காணப்படுகின்றன. அயன மண்டலங்களில் மங்கிய ஒளி 500 மீட்டர்கள் ஆழம்வரை காணப்படலாமென்றாலும், முதல் 100

படம் 6·1: சார்கசோ பாசி

மீட்டர்களுக்குத்தான் சக்தி மிகுந்து காணப்படுகின்றது. எனவே, கடலில் தாவரங்கள் 100 மீட்டர்களுக்கு உட்பட்ட ஆழங்களிலேயே காணப்படு கின்றன. துருவப்பகுதிகளில் இதைவிடக் குறைந்த ஆழம்வரைதான் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இத் தாவரங்களை நம்பி வாழும் கடற் பிராணிகள் எல்லா ஆழங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

கடலில் காணப்படும் தாவரங்களில் மிக்ச் சாதாரணமானது சார்காஸோ போன்ற கடற்பாசிகள் ஆகும். இவற்றைத் தவிர பச்சை, பழுப்பு நிற ஆல்காக்களும் இங்குக் காணப்படுகின்றன. ஆனால், இவை உணவுப் பொருளாக அதிகம் பயன்படுவதில்லை. கடலில் காணப்படும் தாவரங்களில் மிக முக்கியமானவை ஒரு செல் (Cell)லுடன் கூடிய நுண்ணிய உயிரிகள் ஆகும். இவை மிதக்கும் தன்மையுள்ளவையாகும். இவற்றின் தொகுப்பிற்கு பைடோ - பிளாங்க்டான் (Phyto - plankton - தாவர பிளாங்க்டான்) என்று பெயராகும்.

கடல் மேய்ச்சல் நிலங்கள்: தாவர உணவு உற்பத்தியின் ஆரம்ப உருபு ஒளிச் சேர்க்கைக்கு உபயோகமாவது பைடோ - பிளாங்க்டான் (Phyto - plankton) ஆகும். இவை பெரும்பாலும் நுண்ணிய டயாடம் வகை, டைனோ ஃப்ளாஜெலேட்டுகள் (Dino flagellates - இரு நுண்ணிழை கொண்ட ஒரு செல் உயிரினம்) சேர்ந்து காணப்படுகின்றன. இவை நண்டு வகைகள், மீன் வகைகள் மற்றும் பலவற்றிற்கும் உணவாகின்றன. நிலத்தில் மாடுகளுக்குப் புல்வெளி எவ்விதம் முக்கியமானதோ, அதே விதத்தில் இவை கடல்வாழ் பிராணிகளுக்கு அமைந்துள்ளன. இவை நீரின் மேல்மட்டத்தில், முக்கியமாக ஆழம் குறைந்த பகுதிகளில் காணப்படுகின்றன. இவை மிகத் துரிதமாகப் பெருகுகின்றன. இவைதான் கடல் பிராணிகளின் ஆதார உணவாக அமைகின்றன. இவை நீரின் ஆழத்தில் செல்லும்போது இறந்து அமிழ்கின்றன. அப்பொழுது இவை ஆழத்திலும் அடித்தளத்திலும் வாழும் உயிரினங்களுக்கு உணவாகின்றன.

டயாடம் இறந்த பிறகும், அவற்றின் கூடுகள் பல மிலியன் ஆண்டுகளுக்குக் கரையாமல் உள்ளன. இவை பல மிலியன் ஆண்டுகளாகப் படிந்து, படிவுகளாக அமைந்துள்ளன. நில அசைவால் இவை மேலெழுந்து நிலமாக அமைந்துள்ளன.

பல் வேறுபட்ட வகைகள், பிராணிகள் சேர்ந்து அமைந்ததே ஜூ பிளாங்க்டான் (Zoo plankton) ஆகும். எல்லாப் பிராணிகளிலும் பிளாங்க்டான் உருபுகள் கலந்தே காணப்படுகின்றன.

நெக்டான் வகைப் பிராணிகள் பெரும்பாலும் மாமிசபட்சணிகளே ஆகும். திமிங்கிலம், மற்றும் பல மீன்வகைகள் சாகபட்சணிகளான இச் சிறு உயிரினங்களை உண்டு வாழ்கின்றன. பல்லுடன் கூடிய திமிங்கிலம், சுறுமீன், மற்ற நெக்டான் வகையைச் சேர்ந்த பிராணிகள் ஆகியவை இம் மாமிசபட்சணிகளை உண்டு வாழ்கின்றன.

நெக்டான் வகையைச் சார்ந்த உயிரினங்களில் அளவிலும், வகைகளிலும் மீன்கள் சிறந்து காணப்படுகின்றன. இவை பிராணி பிளாங்க்டானில் 90% அளவில் காணப்படும் கோபிபாடுக்களுடன் (Copipods) ஒப்பிடும் வகையில் அமைந்துள்ளன. மீன் பிடிக்கும் கப்பல்கள் 50 ச. மைல் பரப்பு முழுவதும் மக்காரல் போன்ற மீன்வகைகள் நிறைந்திருத்தலைக் கண்டுள்ளன. ஸ்ப்ராட் (Sprat) 5,000 முட்டைகள் இடுகின்றது. ஹெர்ரிங் (Herring) 25,000 முட்டைகள் இடுகின்றது. டர்பாட் (Turbot) 14 மிலியன் முட்டைகள் இடுகின்றது. இதை நோக்கும்போது கடலில் காணப்படும் உயிரினங்களின் மிகுதியை நன்கு அறிய முடிகின்றது; அதனுடன் நம்மைத் திகைக்கவும் வைக்கின்றது.

ஒளி நிரம்பிய அடுக்கிற்குக் கீழ் ஒளிச்சேர்க்கையில் ஈடுபடும் தாவரங்கள் கிடையா. இங்கு வாழும் உயிரினங்கள் அழுகிய (Decayed) பொருள்களை உட்கொண்டே வாழ்கின்றன. நீந்தும் பிராணிகள், மிதக்கும் தாவரங்கள் இவற்றின் மிகுதிப் பொருள்களே கடலடியில் படிந்து அழுகு கின்றன. ஆழ்கடலில் காணப்படும் பிராணிகளில் மிக முக்கியமானவை மீன்கள் ஆகும். இவை பல விநோதமான உருவுடன் காணப்படுகின்றன. ஒருசில, தங்களைவிட உருவம் பெரிதான பிராணிகளை உட்கொள்ளும் திறமை பெற்றுள்ளன. இவை வசிக்கும் பகுதியில் இருள் மிகுந்திருப்பதால் இவை சுய ஒளியுடன் காணப்படுகின்றன.

கடைசியாகக் கடலின் அடித்தளத்தில் மேலிருந்து வரும் அழுகிய பொருள்கள் படிகின்றன. இங்குக் கடல்தோட்டிகள் எனப்படும் பிராணிகள் வசிக்கின்றன. இவற்றில் ஸ்பாஞ்சுகள், புழுக்கள் போன்றவை சேர்ந் துள்ளன. பொதுவாக நோக்குங்கால் கடலடியில் வாழும் பிராணிகள் நீரின் மேல் மட்டத்திற்கருகில் வாழும் பிராணிகளைவிடச் சிறிய உருவில் அமைந்துள்ளன. மேலும் அவை மென்மையாக அமைந்துள்ளன.

கடலில் உணவுச் சக்கரம் (Cycle) கடைசியில் பாக்டீரியாக்களில் முடி கின்றது. இப் பாக்டீரியாக்கள் அழுகிய உணவுப் பொருள்களைப் பல அணுக் களாகச் சிதைக்கின்றன. நிலத்தில் இப் பொருள்கள் தாவரம் வளரும் பகுதி களில் உள்ளமையால், தாவரங்களால் எளிதில் உபயோகப்படுத்திக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஆனால், கடலில் இப் பொருள்கள் தாவரங்கள் வளராக் கடலடியில் காணப்படுவதால் இவை உடனே உபயோகப்படுவ தில்லை. இவை கடல் நீரோட்டங்களால் கடலின் மேல்மட்டத்திற்குக் கொண்டுவரப்பட்டுத் தாவரங்களால் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால்தான் நீர் மேலெழும் பகுதிகளில் அதிக அளவு தாவர வளர்ச்சி காணப்படுகின்றது.

லிட்டோரல் பகுதி, கடற்கரையை அடுத்துக் காணப்படும் பகுதி என் பதை முன்னரே கண்டோம். இப் பகுதியில் சிறப்பான சில அமைப்புகள்

காணப்படுகின்றன. நிலத்தில் காணப்படும் பிராணிகளின் நெருக்கம் இங்கும் காணப்படுகின்றது. இப் பகுதியின் முக்கிய அமைப்பு, இப் பகுதி நீருக்கடியிலும், நீருக்கு மேலும் ஓதங்களைப் பொறுத்துக் காணப்படுகின்றது என்பதாகும். உச்ச ஓதம் காணப்படும் காலத்தில் இங்குக் காணப்படும் உயிரினங்கள் நீரில் வாழ்கின்றன. நீச ஓதத்தின்போது இவை நிலம் வாழ் பிராணிகளை ஒத்துள்ளன. உச்ச ஓதத்தின்போது இவற்றிற்குத் தேவையான உணவுப் பொருள் கிடைக்கின்றது. நீச ஓதத்தின்பொழுது இவை தல காலநிலையால் பாதிக்கப்படுகின்றன.

பாறை நிலக் கடற்கரையில் இவை பலமாகத் தொற்றிக்கொள்ளும் வகையில் அமைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன. மேலும் அலைகளின் தாக்குதலைத் தாங்கும் வகையிலும் இவை அமைந்துள்ளன. இவற்றில் லிம்பட்டுகள் (Limpets), பார்னகில்கள் (Barnacles), நண்டு (Crab) முதலியவை முக்கியமானவையாகும். மணற்பாங்கான பிரதேசங்களில் குழிதோண்டி வசிக்கும் சிப்பிகள், புழுக்கள் முதலியவை காணப்படுகின்றன.

முருகைப் பார்கள்: கடலடித் தளத்திலிருந்து முருகைகள் வளருகின்றன. இவற்றின் கூடுகள் சேர்ந்து முருகைப் பார்கள் தோன்றுகின்றன.

பிற்சேர்க்கை 1

சமமான அடித்தளம் கொண்ட நீர்த்தொட்டி சாய்க்கப்பட்டு, மறுபடியும் நிமிர்த்தப்பட்டால் நீர்மட்டம் முன்னும் பின்னுமாக அசைகின்றது. இவ்வித அலைவுகளில் எளியது மையத்தில் நீர்மட்டம் மாருமல் இரு ஓரங்களில் மட்டும் மாறும் வகையில் தோற்றுவிக்கப்படுவதாகும். 1873ஆம் ஆண்டு டாக்டர். ஃபோரல் (Dr. Forel) என்பார் ஜினிவா ஏரியில் (Lake Geneva — ஸ்விட்சர்லாந்திலுள்ளது) இவ்வித அலைகளைப்பற்றி ஆராய்ந்தார். செவ்வகத் தொட்டியில் நீளவாட்டில் அலைவும், வட்டத் தொட்டியில் பக்கவாட்டில் அலைவும் காணப்படும். இந் நீர்நிலைகள் ஒழுங்கற்ற உருவம் பெற்றிருக்கின்றமைகொண்டு இவற்றில் பல்வேறுபட்ட அலைவுகள் காணப்படும்; அதாவது, அலைவுகள் ஒழுங்கற்றுக் காணப்படும். இவற்றிடையே ஏரி முழுவதற்கும் பொதுவான அலைவு உள்ளது என்றும், அதன் அலைவு நேரம் 1 ம.—25 நி. என்றும் ஃபோரல் கண்டறிந்தார். இது அந்த ஏரியின் இயல்பான அலைவு ஆகும். இவற்றிற்கு ஸைக்குகள் (Seiche) என்று பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. இயல்பான அலைவினுல் உண்டாக்கப்படும் அலைகளுக்கு இயல்பான அலைகள் (Free waves) என்று பெயர். இவை சிறிது சிறிதாக அளவு குறைந்து நின்றுவிடும். அவ்விதமில்லாமல் ஓத விசையால் உண்டாக்கப்படும் அலைகளுக்கு இயக்கப்பட்ட அலைகள் (forced waves) என்று பெயராகும். இயல்பான அலையின் அலைவு நேரமும், இயக்கப்பட்ட அலையின் அலைவு நேரமும் ஒன்ருக அமையும் பொழுது பெரிய அலைவுகள் தோன்றுகின்றன.

பிற்சேர்க்கை 2

சர்வதேச பூ பௌதிக ஆண்டும் சமுத்திரவியலும்

பூ பௌதிகம் (Geophysics) மற்ற அறிவியல்களினின்றும் பெருமளவு வேறுபட்டமைந்துள்ளது. மற்ற அறிவியல்களில் மனிதனே சோதனைகள்

நிகழ்த்தி விடைகளை அறிகின்றான். ஆனால், பூ பௌதிகப் பகுதியில் சோதனைச் சாலை (Laboratory) இவ் வையகமாகும்; சோதனை செய்வது இயற்கையாகும். மனிதனின் முயற்சி இச் சோதனைகளின் விளைவுகளை உற்று நோக்கி (Observe) விவரம் அறிவதுடன் நின்றுவிடுகின்றது. ஒரு வகையில் பூ பௌதிகத்தை மற்ற அறிவியல்களின் ஆதாரமாகக் கொள்ளலாம்.

பல நாடுகள் முதன் முறையாக ஒன்றுகூடி ஆராய்ச்சிகள் நடத்துகின்றன என்பது இப் பூ பௌதிக ஆண்டின் ஒரு சிறப்பாகும். சிறியது, பெரியது, வசதி பெற்ற நாடு, அல்லாதது என்ற பாகுபாடு ஏதுமின்றி, ஒவ்வொரு நாடும் தன்னாலியன்ற வகையில் இந் நன்முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளன. இது ஒருவகையில் நாடுகள் ஒத்து வாழ்வதற்கு முன்னோடியாக அமையலாம் என்று எதிர்பார்த்தல் தவறன்று. இவ்வாண்டில் மனிதனின் சூழ்நிலை — நிலம், கடல், வளி மண்டலம், சூரிய ஒளி—ஆகியவை ஆராய்ச்சிக் குரிய பொருள்களாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டுள்ளன.

இவ்வாண்டில் பல நாடுகள் ஒன்றுசேர்ந்து இயற்கையின் இரகசியங்களை அறியப் பெரு முயற்சி செய்கின்றன. பூமி, காற்று, கடல் இவற்றிடையே காணப்படும் உறவு நீர்ச் சக்கரத்தால் (Water cycle) நன்கு விளக்கப்படுகின்றது. சூரிய வெப்பத்தினால் கடல்நீர் ஆவியாக்கப்பட்டு மேலெழுகின்றது. பிறகு குளிர்ந்து, சுருங்கி முகில்களாக மாறுகின்றது. முகில்கள் காற்றினால் நிலத்தை நோக்கி அடித்துவரப்பட்டு, மழையாகப் பொழிகின்றன. இந் நீர் ஆற்றுமுகமாயும், அடி நீராகவும் கடலைத் திரும்ப அடைகின்றது. இதனால்தான் ஆறுகள் எல்லாம் நீரைக் கடலில் சேர்த்தாலும் கடல் மட்டம் உயருவதில்லை போலும்!

சமுத்திரங்கள் புவியின் வெப்பநிலைப் பரவலில் முக்கிய அமைப்பாகும். கோடையில் அதிக வெப்பநிலையை உட்கொண்டு, குளிர் காலத்தில் வெளியிட்டு வெப்பநிலைப் பரவலை ஒரளவு சமன்படுத்துகின்றன. இவ்வாண்டில் சமுத்திரவியல் பகுதியில் இரு அமைப்புகள் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. ஒன்று, ஆழ்கடலின் அடித்தளத்திற் காணப்படும் நீரோட்டங்களாகும். இவ் ஆய்வு பன்னெடுங்காலத் தேவையைத் தீர்க்கும் என்று எதிர்பார்க்கப்படுகின்றது. இதன் மூலம் சென்ற கால நிலையின் (Past climate) மாறுபட்ட அமைப்பிற்கான காரணங்கள் தெரியவரலாம். மேலும், சமுத்திரங்களின் உணவுப் பரவல் சக்கரத்தைப் (Nutrient cycle) பற்றியும் விவரம் அறியப்படும்.

இவ்வாண்டில் ஆராயப்படும் மற்றொரு முக்கிய அமைப்பு, கடல் மட்டமாகும். பொதுக் கடல்மட்டம் (Mean sea level) என்பது இடத்திற்கிடம் வேறுபடுவதாகும். இதைப்பற்றிய விரிவான ஆராய்ச்சி நடைபெறு

கின்றது. இவ்விரு ஆராய்ச்சிகளையும் மையமாகக்கொண்டு, கடல் அடி நிலத் தோற்றம், அடித் தளத்திற்குக் கீழ்க் காணப்படும் பாறைகள், நீர் கடத்தல் ஆகியவையும் ஆராயப்படும்.

கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடைக் கரைக்கும் திறனைக் கடல்நீர் எந்த அளவிற்குப் பெற்றுள்ளது என்பது ஆராய்ச்சியின் மற்றொரு பகுதியாகும். தொழில் வளர்ச்சியின் பயனாக அதிக அளவு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு வளிமண்டலத்தை அடைகின்றது. இதனால் வளிமண்டலத்தில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் சமநிலை கெடுகின்றது. இதை ஈடு செய்யக் கடல்நீரின் கரைக்கும் தன்மை முக்கியமான பங்கு பெறுகின்றது. இவ்விதம் சமநிலை வேறுபடுமேயானால் பல விளைவுகள் ஏற்படும். ஒரு விளைவு புவியின் வெப்பநிலை அதிகரிப்பதாகும். எனவே, இவ் ஆராய்ச்சி மிக முக்கியமானது என்பது சொல்லாமலே விளங்கும்.

பிற்சேர்க்கை 3

இந்திய சமுத்திரத்தில் சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி

1962 ஆம் ஆண்டு இந்திய சமுத்திரவியலின் வளர்ச்சியில் முக்கிய மைல்கல்லாகும். அவ்வாண்டில் இந்தியச் சமுத்திரத்தின் தன்மையை யறிய முழு முயற்சி எடுக்கப்பட்டது. இதைத்தொடர்ந்து மூன்று ஆண்டுகளுக்குச் சற்றேறக் குறைய நாற்பது கப்பல்கள் இந்திய சமுத்திரத்தின் அமைப்புகளை அறிவதில் ஈடுபடுகின்றன. இது ஒரு பெரிய கூட்டு முயற்சியாகும். இவ் ஆராய்ச்சியின் முக்கியத்துவத்தைப்பற்றி நாம் அதிகம் கூறவேண்டுவதில்லை. இந்திய சமுத்திரத்தின் அமைப்பு, தன்மை இவற்றைப்பற்றி நமக்கு அதிக விவரம் கிடைக்கவில்லை. இவ்வகையில் இந்திய சமுத்திரம் மற்ற இரு சமுத்திரங்களினின்றும் வேறுபட்டுள்ளது, இதற்கு முக்கிய காரணம் இந்திய சமுத்திரத்தில் அதிக ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்றதில்லை என்பதே.

இந்திய சமுத்திரத்தின் கரையில் உலக மக்கள் தொகையில் 25 சதவீதத்தினர் வசிக்கின்றனர். இவர்கள் சமீப காலத்தில்தான் சுதந்திரம் பெற்ற நாட்டினராவர். இவர்களின் வாழ்க்கைத்தரம் குறைந்து காணப்படுகின்றது. இவ்வாராய்ச்சிகளின் மூலம் இம் மக்களின் வாழ்கைத்தரம் (Standard of living) உயர்வதற்கான அடிப்படைகள் தோன்றும் என்பதில் யாதொரு ஐயமுமில்லை. இம் முயற்சியில் பொதுவாக இந்திய சமுத்திரத்தின் அடிநிலத் தோற்றம், பருவக் காற்றுகள், புயல்கள், நீரோட்டங்கள் ஆகியவை ஆராயப்படும்.

இவ் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடும் கப்பல்களில் நான்கு இந்தியக் கப்பல்கள் ஆகும். இவற்றில் முக்கியமானது இந்தியக் கப்பற் படையைச் சேர்ந்த 'கிருஷ்ணு' (I. N. S. Kistna) எனப்படுவதாகும். இக் கப்பலில் பூ பௌதிக (Geophysical) ஆராய்ச்சியைத் தவிர்த்து மற்றெல்லா வகை ஆராய்ச்சிக்கும் தேவையான கருவிகள் அமைந்துள்ளன. இவ் ஆய்வில் ஈடுபடும் மற்ருெரு கப்பல் 'வருணு' எனப்படுவதாகும். இக் கப்பல் பெருமளவில் உயிரின ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடும்.

இவ் ஆய்வுத் திட்டத்தின்படி சமுத்திரவியலில் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஆராய்ச்சி நடைபெறும். நீர்ப் பகுதிகள் (Water masses), அவற்றின் பௌதிகத் தன்மைகள், கிடை, செங்குத்து, நீரோட்டங்கள் ஆகியவை ஆய்விற்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. நீரின் உப்பளவு, பாஸ்பேட், நைட்ரேட் போன்ற உப்புக்களின் பரவல் இவையும் ஆராயப்படும். உயிரியல் பகுதியில் சமுத்திரங்களின் உணவு உற்பத்தியளவு, பரவல் ஆகியவையும், மீன் முட்டையிடும் பகுதிகள் (Spawning grounds), பிளாங்க்டான் உற்பத்தி, பரவல் ஆகியவையும் ஆராயப்படும்.

புவியமைப்பியல் பகுதியில் காந்தவிசை, ஈர்ப்பளவு, நில நடுக்க அலைகளின் வேகம் ஆகியவை ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டுள்ளன. இவை எல்லாவற்றையும்விட அதிக அளவில் வானிலை ஆராய்ச்சியில் இந்தியக் கப்பல்கள் ஈடுபடும். இது எவ்விதம் மிக முக்கியமானது என்பதனை விவரித்தல் தேவையில்லை. இந்தியா ஒரு விவசாய நாடாகும். இந்திய விவசாயம் எவ்விதம் பருவக் காற்றுகளை நம்பியுள்ளது என்பது புவியியல் அறிவு பெற்றோருக்கு நன்கு விளங்கும். இஃது ஒன்றே இவ் ஆராய்ச்சியின் தேவைக்குப் போதுமான விளக்கமாகும்.

இந்திய சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி, குழவிப் பருவத்திலுள்ளது. ஸேமூர் ஸீவல் (Col. Seymour Sewell) என்பார் 1933-34-ல் மர்ரேயின் அரேபியக் கடலாராய்ச்சிக்குத் தலைமை வகித்து நடத்தியதிலிருந்து இந்திய சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி தோன்றியதாகக் கருதலாம். 1950-க்குப் பிறகு இரு சமுத்திரவியல் கழகங்கள் தோன்றின; ஒன்று மண்டபத்திலுள்ள உயிரியல் ஆராய்ச்சிக் கழகம்; மற்றது, ஆந்திரப் பல்கலைக் கழகத்தின் சார்பில் தோன்றிய சமுத்திரவியல் கழகம் ஆகும்.

மூவாயிரம் மைல் கடற்கரையைப் பெற்றுள்ள ஒரு நாட்டிற்கு சமுத்திரவியல் ஆராய்ச்சி எவ்விதம் முக்கியமானது என்று விவரித்தல் மிகையாகும்.

பிற்சேர்க்கை 4

புவியமைப்பியல் காலம் (Geological time)

நிலப்பகுதி	யுகங்கள்	காலம்	காணப்பட்ட உயிரினங்கள்
புது உயிர்க் காலம் Cainozoic	குவார்டர்னரி :		
	1. ஹாலோஸீன்	25,000	தற்கால மனிதன்
	2. பிளீஸ்டஸீன்	10,00,000	கற்கால மனிதன்
	டெர்ஷியரி :		
	1. பிளீயோஸீன்	1,50,00,000	பாலூட்டும் உயிரிகள்
	2. மியோஸீன்	3,50,00,000	
	3. ஒலிகோஸீன்	5,00.00,000	பூவுடன் கூடிய தாவரங்கள்
	4. இயாஸீன்	7,00,00,000	
இடையுயிர்க் காலம் Mesozoic	கிரெட்டேஷியஸ்	12,00,00,000	பெரிய மிருகங்கள்
	ஜுராஸிக்	15,00,00,000	
	ட்ரியாஸிக்	19,00,00,000	
தொல்லுயிர்க் காலம் Palaeozoic	பெர்மியன்	22,00,00,000	அம்பிபியன்கள்
	கார்போனி ஃபெரஸ்	28 00,00,000	
	டெவோனியன்	32,00,00,000	மீன்கள்
	ஸைலுரியன்	35,00,00,000	
	ஆர்டோவிஷியன்	40,00,00.000	முதுகெலும்பில்லா உயிரிகள்
	கேம்ப்ரியன்	50,00,00,000	
உயிரற்ற காலம் Azoic	——————→	175,00,00,000	

பல்கலைக் கழக வினாத்தாளினின்று தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட வினாப் பட்டியல்.

1. சமுத்திரங்களின் அடிநிலத் தோற்றத்தில் காணப்படும் சில சிறப்பான அமைப்புகளைப் படத்துடன் விளக்குக.

2. படத்தில் அகழிகளையும் தீவு வளைவுகளையும் குறித்துப் பசிபிக் அடிநிலத் தோற்றத்தினை விளக்குக. (Sep. 1953)

3. படத்துடன் இந்திய சமுத்திர அடிநிலத் தோற்றத்தினை விளக்குக. (Sep. 1952)

4. அட்லான்டிக்கின் அடிநிலத் தோற்றத்தினை விவரி. (Mar. 1959)

5. வட அட்லான்டிக்கின் அடிநிலத் தோற்றத்தினைப் படத்துடன் விளக்குக. (Ap. 1962)

6. மத்தியதரைக்கடல், பால்டிக்கடல் இவற்றிடையே வெப்பநிலை, உப்பளவு வேறுபாட்டினை விளக்குக. (Mar. 1954)

7. வெப்பநிலை உப்பளவுப் பரவலை விவரித்துரைக்க.

8. உப்பளவுப் பரவலைப் பாதிக்கும் காரணிகளை விளக்குக.

9. கடல் நீரோட்டங்களைத் தோற்றுவிக்கும் முதற் காரணங்களை விவரி. தாழ்ந்த அட்சரேகை, உயர்ந்த அட்சரேகை இவற்றின் மேற்குக் கிழக்குக் கடற்கரைகளை எவ்விதம் இவை பாதிக்கின்றன என்று விளக்குக. (Sep. 1952)

10. இந்திய சமுத்திர மேல்தள நீரோட்டங்களை விவரி. (Mar. 1959)

11. அட்லான்டிக்கின் நீர்ப் பகுதிகள், நீரோட்டங்கள் இவற்றைப் பற்றி விவரி. அவை எவ்விதம் சார்ந்த கடல்களின் நீரினால் பாதிக்கப்படுகின்றன என்றும் விவரி.

12. பசிபிக் நீரோட்டங்களைப்பற்றிக் கட்டுரை வழங்குக.

13. இந்திய சமுத்திர நீரோட்டங்கள் எவ்விதம் பருவ காலங்களுக்கு ஏற்ப வேறுபடுகின்றன என்பதைக் காரணத்துடன் விளக்குக. அடுத்துள்ள கடற்கரை எவ்விதம் இந் நீரோட்டங்களால் பாதிக்கப்படுகின்றது.

14. கல்ஃப் நீரோட்டத்தின் தொடக்கம், பரவல் இவற்றை விவரி.

15. ஓதங்கள் யாவை? எவ்வாறு பெரும்பாலான இடங்களில் தினத்திற்கு இரு ஓதங்கள் உள்ளன என்று விளக்குக.

16. நிலையான அலைக் கொள்கை எவ்விதம் ஓதங்களை விளக்குகின்றது?

17. ஓதங்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன? அதி, மித ஓதங்களின் தோற்றத்தை விவரி. (Mar. 1960)

18. முருகைப் பார்களின் வகைகள் யாவை? அவற்றின் தோற்றத்தினை விளக்குக.

19. முருகைப் பார்களின் தோற்றத்தினை விளக்கும் கொள்கைகளை ஒப்பிட்டு விளக்குக.

20. கடலடிப் படிவுகளை வகைப்படுத்துக; அவற்றின் தன்மை, தோற்றம் இவற்றை விவரி. (Sep. 1953)

21. கண்டச் சரிவு, ஆழ்கடல் சமவெளி இவற்றின் தோற்றத்தினை விளக்குக. (Ap. 1961)

சமுத்திர வியலில் பேரறிவு பெற உதவும் ஆங்கில நூல்களின் பட்டியல் (List of References).

1. Oceans — Svendrup Johnson and Fleming
2. Marine Geology— Ph. Kuenen
3. Sub-Marine Geology— Shepard
4. Land Beneath the Sea— Shepard
5. Oceans— Murrey
6. Physical Geography— Lake
7. Principles of Physical Geography—Monkhouse
8. This Great and wide Sea— Coker
9. The Sea around us— Rachell Carson
10. Unstable Earth— Steers
11. The Coral Reef Problem— W. M. Davis.

கலைச்சொல் அகராதி

(ஆங்கிலம்—தமிழ்)

Abyssal deposits	ஆழ்கடல் படிவுகள்
Abyssal plain	ஆழ்கடல் சமவெளி
Acid lava	அமில லாவா
Alga	ஆல்கா
Alumina	அலுமினு
Amorphous	படிகமல்லாத
Amphidromic point	அம்பிட்ரோமிக் புள்ளி
Antipodal	ஆன்டிப்பொடிசு (எதிரெதிரான)
Apex	உச்சி முனை
Aphelion	1. சேய்மை நிலை உச்சம் 2. கதிரவன் உச்ச நிலை
Atoll	வட்டமுருகைத் திட்டு
Banks	திட்டுகள்
Barrier reef	கரை விலகிய முருகைப் பார்
Basalt	பசால்ட்
Basin	கொப்பரை
Bay	விரிகுடா
Benthic	பென்திக்
Blue mud	நீல மண்
Boat channel	படகுகால்வாய்
Bromine	ப்ரோமின்
Botanist	தாவர இயல் வல்லுநர்
Calcareous	சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய
Calcareous mud	சுண்ணும்புச் சத்து நிரம்பிய மண்
Calcium	கால்ஷியம்
Carbonic acid	கார்போனிக் அமிலம்
Centrifugal force	மையம் விலகும் விசை
Chloride	க்ளோரைடு
Chlorine	க்ளோரின்
Chlorophyll	பச்சயம்
Clay	களிமண்

Cliffs	ஓங்கல்
Coccoliths	கோகோலித்துகள்
Condensation	(நீராவி) சுருங்கல்
Continental borderland	கண்ட எல்லை நிலம்
Continental rise	கண்ட எழுச்சி
Constructive waves	ஆக்கும் அலைகள்
Continental shelf	கண்டத் திட்டு
Continental slope	கண்டச் சரிவு
Co-ordinates	நிலை நிறுத்தலளவு
Coral	முருகை
Coral mud	முருகை மண்
Coral pinnacle	முருகைப் பினுகில் (கோபுரம்)
Coral reef	முருகைப்பார்
Corialis force	திசை மாற்றும் விசை
Co-tidal lines	சம ஓத (நேர)க் கோடுகள்
Counter current	எதிர் நீரோட்டம்
Crust	உச்சி
Crystal	படிகம்
Current	நீரோட்டம்
Deeps	மடுக்கள்
Deep-sea fan	ஆழ்கடல் விசிறி
Deep-sea plain	ஆழ்கடல் சமவெளி
Delta	டெல்டா
Deposition	படிதல்
Destructive waves	அழிக்கும் அலைகள்
Detritus	சிதைவுப் பொருள்
Diatom	டயாடம்
Dilute	நீர்த்த
Displacement	இடமாற்றம்
Diurnal	தின
Diurnal range	தின வியாப்தி
Dolomite	டாலமைட்
Down-warping	கீழ் வளைவு
Drift	சலனம்
Earth movement	புவிப் பெயர்ச்சி
Ebb-tide	ஓத வற்றம்
Echinoderms	எகினோடெர்ம்ஸ்
Eddies	சுழல்கள்
Elliplical	நீளவட்ட

Emergence	மேல்தோன்றுதல்
Environment	சூழல்
Equator	பூமத்திய ரேகை
Equatorial region	பூமத்திய ரேகைப் பிரதேசம்
Equilibrium theory	சமநிலைக் கொள்கை
Erasion	அரிப்பு
Erasion platform	அரிமேடை
Estuary	ஓதமுகம்
Evaporation	நீராவியாதல்
Faroes	ஃபாரோக்கள்
Faults	பிளவுகள்
Felspar	ஃபெல்ஸ்பார்
Ferrous sulphide	அய ஸல்பைடு
Fiords	ஃபியர்டுகள்
Flow-tide	ஓத ஏற்றம்
Foraminifera	ஃபொராமினிஃபெரா
Forced waves	இயக்கப்பட்ட அலைகள்
Fossils	ஃபாஸில்கள்
Frame	சட்டம்
Free waves	இயல்பான அலைகள்
Friction	உராய்வு
Fringing reef	கரை ஒட்டிய முருகைப் பார்
Gallon	காலன்
Glauconite	க்ளுகோனைட்
Globigerina	க்ளோபிஜெரினு
Grading	தரப்படுத்துதல்
Grain	கிரெயின்
Granite	கிரானைட்
Gravel	பரல்
Gravity anomaly	ஈர்ப்பின் ஒழுங்கற்ற தன்மை
Gravity anomaly-positive	ஈர்ப்பின் நேரான ஒழுங்கற்ற தன்மை
,, ,, negative	ஈர்ப்பின் எதிரான ஒழுங்கற்ற தன்மை
Gravity current	சரிவு நீரோட்டம்
Green mud	பச்சைநிற மண்
Gulf	வளைகுடா
Guyot	குயாட்டு
Gyral	வட்டம்
Heat-balance	வெப்பச் சமநிலை

Heat-surplus	வெப்ப மிகுதி
Hemi pelagic	ஆழ்கடலைச் சார்ந்த
Horizontal axis	கிடை அச்சு
Hydrogen sulphide	ஹைட்ரஜன் ஸல்பைடு
Hypso-graphic curve	உயரத் தாழ்வுக் கோடு
Ice-age	பனியுகம்
Ice-bergs	பனிப்பாறைகள்
Igneous rocks	அக்கினிப் பாறைகள்
Inorganic	உயிரினச் சம்பந்தமில்லா
Inversion of temperature	வெப்பநிலைத் தலைகீழ்த் திருப்பம்
Iodine	அயோடின்
Ions	அயனிகள்
Iron compounds	அயக்கூட்டுகள்
Isobaths	சம ஆழக்கோடுகள்
Iso halines	சம உப்பளவுக் கோடுகள்
Lagoons	காயல்கள்
Land hemisphere	நில அர்த்தகோளம்
Latent heat of freezing	உறைதலின் மறை வெப்பம்
Latent heat of vapourization	ஆவியாதலின் மறை வெப்பம்
Latitudes	அட்சரேகைகள்
Lava	எரிமலைக் குழம்பு
Leeward	காற்றெதிர் முகம்
Lithothamnium	காற்று முகம்
Local factors	தலக் காரணிகள்
Longtitude	தீர்க்க ரேகை
Low tide	நீச ஓதம்
Magnesium chloride	மக்னீஷியம் க்ளோரைடு
Magnesium oxide	மக்னீஷியம் ஆக்ஸைடு
Marina deposits	கடற் படிவுகள்
Mass	பொருண்மை
Maximum	உச்ச அளவு
Mean low water	சராசரி நீச நீர் மட்டம்
Mica	மைகா (அபிரகம்)
Minimum	நீச அளவு
Mixing	கலத்தல்
Movements	சலனங்கள்
Molluscs	மொலஸ்குகள்
Neap tides	மித ஓதங்கள்
Nitrogen	நைட்ரஜன்

Nodal point	குவியும் புள்ளி
Nullipores	நுல்லிப் போர்கள்
Oceanography	சமுத்திரவியல்
Ocean currents	சமுத்திர நீரோட்டங்கள்
Orbit	வானவெளிப் பாதை
Organic	உயிரினச் சம்பந்தமுள்ள
Organism	உயிரி
Oscillatory	அலைவுத் தன்மை
Oxidation	ஆக்ஸிகரணம் (ஆக்ஸிஜன்சேர்க்கை)
Oxides	ஆக்ஸைடுகள்
Oxygen	ஆக்ஸிஜன் (பிராணவாயு)
Ozone	ஓஸோன்
Particles	துகள்கள்
Passes	கணவாய்கள்
Pelagic deposits	கடலடிப் படிவுகள்
Perihelion	ஞாயிற்று அண்மை
Petroleum	பெட்ரோலியம்
Phosphorite nodules	பாஸ்பாரைட் உருண்டைகள்
Phyto-plankton	தாவர பிளாங்க்டான்
Plankton	பிளாங்க்டான்
Poles	துருவங்கள்
Polyps	பாலிப்புகள்
Progressive-wave theory of tides	முன்னேறும் அலைக் கொள்கை
Pteropod	டெரொபாடு
Pyrite	பைரைட்
Quadrature	குவாட்ரேசர்
Quartz	குவார்ட்ஸ்
Radiation	கதிர்வீச்சு
Radiolarian	ரேடியோலேரியன்
Range of temperature	வெப்பநிலை வியாப்தி
Red clay	சிவப்புக் களிமண்
Red mud	சிவப்பு மண்
Reef	(முருகைப்) பார்
Reef-flat	(முருகைப்) பாரைத்தளம்
Ridges	தொடர்க் குன்றுகள்
Saline nature	உப்புத்தன்மை
Salinity	உப்பளவு
Sand cays	மணல் தீவுகள்
Sedimantary rocks	படிவுப் பாறைகள்

Sedimantation trap	படிவுப் பொறிகள்
Semi-diurnal tides	அர்த்த தின ஓதங்கள்
Shells	கூடுகள்
Siliceous	சிலிகா சம்பந்தப்பட்ட
Silicates	சிலிகேட்டுகள்
Sill	நுழைப் படிவம்
Silt	வண்டல்
Silver nitrate	ஸில்வர் நைட்ரேட்
Sodium chloride	ஸோடியம் க்ளோரைடு (சாதா உப்பு)
Solution	கரைசல்
Solvent	கரைப்பான்
Sonic-sounding	நீராழம் காணும் முறை
Specific heat	சுய வெப்பம்
Sponges	ஸ்பாஞ்சுகள்
Spring	இளவேனிற் காலம்
Spring tides	அதி ஓதங்கள்
Stable	உறுதியான
Standing waves	நிலையான அலைகள்
Straits	ஜலசந்தி
Submarine canyons	கடலடிக் கெண்யான்கள்
Submarine plateau	கடலடிப் பீடபூமி
Subsidence	தாழ்தல்
Sub-tropics	உப அயன மண்டலங்கள்
Super saturation	அதி பூரித நிலை
Surf-zone	அலையுடையும் பகுதி
Talus	கற்குவியல்
Terraces	திடல்கள்
Terrigenous deposits	கண்டவரை அடிமண்
Texture	இழை (அமைப்புத் தரம்)
Tides	ஓதங்கள்
Tidal bore	ஓத பெருக்கு
Tidal curve	ஓத வளைகோடு
Tidal force (tide producing force)	ஓத விசை
Tidal range	ஓத வியாப்தி
Titration	டைட்ரேஷன்
Transporting agents	கடத்திகள்
Trench	அகழி
Tropics	அயன ரேகைகள்
Tropical region	அயன மண்டலம்
Trough	பள்ளம்
Turbidity currents	கலங்கல் நீரோட்டங்கள்
Turbid water	கலங்கல் நீர்
Unconsolidated	ஒன்றுசேர்க்கப்படாத

Up-welling	மேலெழுதல் (ஊற்று)
Uranium	யுரேனியம்
Vanishing tides	மறையும் ஓதங்கள்
Vertical axis	செங்குத்து அச்சு
Volcano	எரிமலை
Volcanic mud	எரிமலைக் குழம்பு மண்
Warping	பலகை வளைதல்
Water hemisphere	நீர் அர்த்தகோளம்
Waves	அலைகள்
Wave-height	அலை உயரம்
Wave-length	அலை நீளம்
Wave-period	அலை நேரம்
Wave-structure	அலை அமைப்பு
Weathering	வானிலைச் சிதைவு
Windward	காற்று முகம்
X-ray	எக்ஸ்கிர
Yellow mud	மஞ்சள் மண்
Zoo-plankton	பிராணி பிளாங்க்டன்

கலைச்சொல் அகராதி

(தமிழ்—ஆங்கிலம்)

அக்கினிப் பாறைகள்	Igneous rocks
அகழிகள்	Trenches
அட்ச ரேகைகள்	Latitudes
அடைபட்ட கடல்கள்	Enclosed seas
அதி ஓதங்கள்	Spring tides
அதிபூரிதக் கரைசல்	Super saturation
அம்ப்பிட்ரோமிக் புள்ளி	Amphidromic point
அமில லாவா	Acid lava
அய ஆக்சைடு	Iron oxide
அயக்கூட்டுப் பொருள்	Iron compound
அய சல்பைடு	Ferrous sulphide
அயன மண்டலங்கள்	Tropics
அயனிகள்	Ions
அய சிலிகேட்	Iron silicate
அய ஹைட்ராக்சைடு	Hydroxide of iron
அயோடின்	Iodin
அர்த்த தின ஓதங்கள்	Semi diurnal tides
அரிப்பு	Erasion
அலுமினா	Alumina
அலைகள்	Waves
அலை காலம்	Wave period
அலை நீளம்	Wave length
அலையமைப்பு	Wave structure
அலையால் கட்டப்பட்ட திட்டு	Wave built terrace
அலையுச்சி	Crust
அலையுடையும் பிரதேசம்	Surf zone
அலையுயரம்	Wave height
அலைவுத் தன்மையுள்ள	Oscillatory
அழிக்கும் அலைகள்	Destructive waves
அழுத்தக் குறைவு	Low pressure

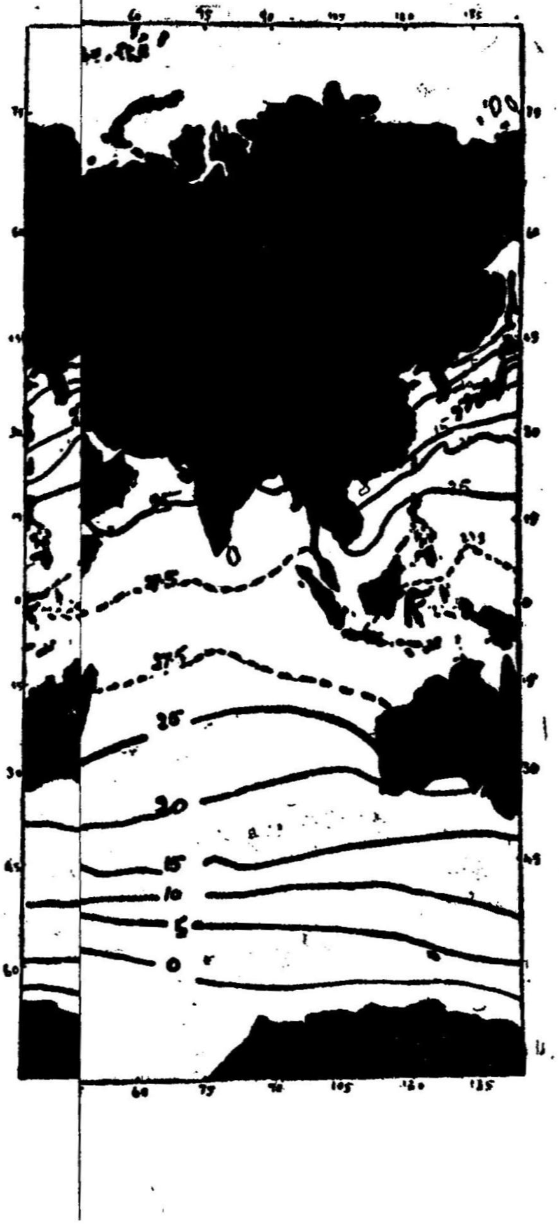
அன்டிலிய நீரோட்டம்	Antilia current
ஆக்கும் அலைகள்	Constructive waves
ஆக்ஸிஜன்	Oxygen
ஆக்ஸிஜன் சேர்க்கை	Oxidation
ஆக்சைடு	Oxide
ஆவியாதல்	Evaporation
ஆழ்கடல் சமவெளி	Abyssal plain
ஆழ்கடல் படிவு	Abyssal deposit
ஆழ்கடல் விசிறி	Deep sea fan
இணைகர விசைக் கோட்பாடு	Law of parallelogram force
இயக்கப்பட்ட அலைகள்	Forced waves
இயல்பான அலைகள்	Free waves
இர்மிஞ்சர் நீரோட்டம்	Irminger current
இரசாயன மாற்றம்	Chemical transformation
இழை	Texture
இளவேனிற்காலம்	Spring
உச்சி	Crust
உப்பளவு	Salinity
உப்பளவில் வேறுபாடு	Difference in salinity
உப்புத் தன்மை	Saline nature
உப அயனமண்டலங்கள்	Sub tropics
உயரத் தாழ்வுக்கோடு	Hypsographic curve
உயிரிகள்	Organism
உயிரினப் பொருள்	Organic matter
உயிரினத் தொடர்பற்ற	Inorganic
உயிரினங்களின் எலும்புப் படிவுகள்	Organic remains of animals
உராய்வு	Friction
உறைதலின் மறைவெப்பம்	Latent heat of freezing
எக்ஸ்-ரே	X-ray
எதிர் நீரோட்டம்	Counter current
எரிமலை	Volcano
எரிமலைக் குழம்பு	Lava
எரிமலைக் குழம்பு மண்	Volcanic mud
ஒன்று சேர்க்கப்படாத	Unconsolidated
ஓதங்கள்	Tides
ஓத ஏற்றம்	Flow tide
ஓதப் பெருக்கு	Tidal bore
ஓத முகம்	Estuary
ஓத வளைவு	Tidal curve

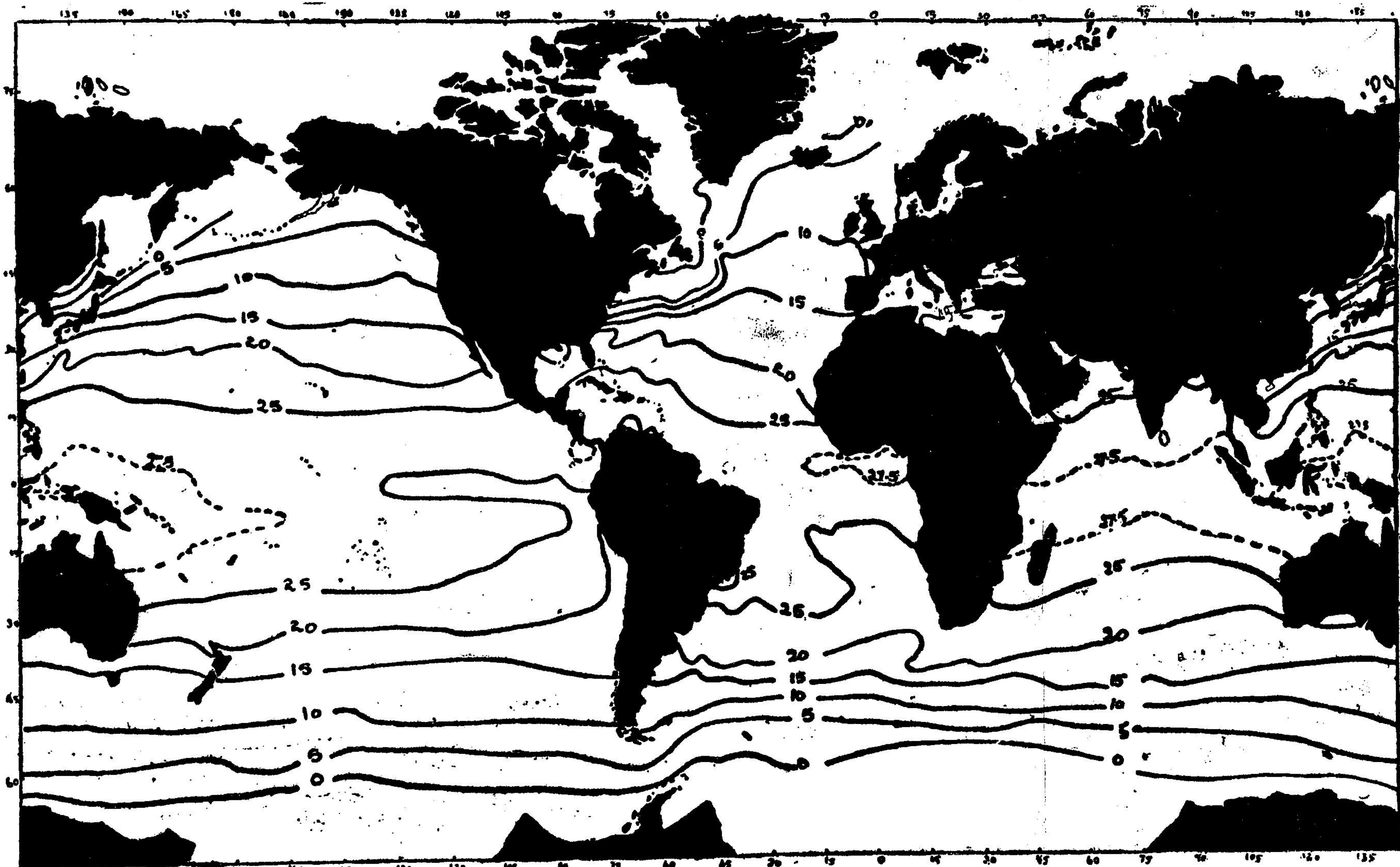
ஓத வற்றம்	Ebb tide
ஓத விசை	Tidal force
ஓத வியாப்தி	Tidal range
ஓஸோன்	Ozone
க்ளுகோனைட்	Gluaconite
க்ளோபிஜெரினு	Globigerina
க்ளோரோஃபில்	Chlorophyll
கடத்திகள்	Transporting agents
கடல் படிவுகள்	Marine deposits
கடலடிக் கென்யான்கள்	Submarine canyons
கடலடிப் படிவுகள்	Pelagic deposits
கடல் நீரோட்டங்கள்	Ocean currents
கண்ட எழுச்சி	Continental rise
கண்ட எல்லை நிலம்	Continental border land
கண்டவரை அடிமண்	Terrigenous deposits
கண்டச் சரிவு	Continental slope
கண்டத் திட்டு	Continental shelf
கணவாய்கள்	Passes
கதிர்வீச்சு	Radiation
கரைசல்	Solution
கரை நீர்	Coastal water
கரைப்பான்	Solvent
கரை ஒட்டிய முருகைப்பார்	Fringing reef
கரை விலகிய முருகைப்பார்	Barrier reef
கலங்கல் நீர்	Turbid water
கலத்தல்	Mixing
கலப்பு ஓதங்கள்	Mixed tides
களிமண்	Clay
கற்குவியல்	Talus
காயல்கள்	Lagoons
கார்போனிக் அமிலம்	Carbonic acid
கால்ஷியம் கார்பனேட்	Calcium carbonate
காலன்	Gallon
காற்றுமுகப் பகுதி	Windward region
காற்றெதிர்முகப் பகுதி	Leeward region
கிடை அச்சு	Horizontal axis
கிரானைட்	Granite
கிரெய்ன்	Grain

குயாட்டுகள்	Guyots
குளோரின்	Chlorin
குளோரைட்	Chlorite
குளோரைடு	Chloride
குவார்ட்ஸ்	Quartz
குவியும் புள்ளிகள்	Nodal points
கூடுகள்	Shells
கொப்பரைகள்	Basins
கோகோலித்	Cocolith
சட்டம்	Frame
சம ஆழக்கோடு	Isobath
சம ஓதக் கோடு	Co–tidal line
சமுத்திரவியல்	Oceanography
சராசரி நீச நீர்மட்டம்	Mean low water
சரிவு நீர்	Slope water
சரிவு நீரோட்டங்கள்	Gravity currents
சலனம்	Drift
சிதைவு (வானிலை)	Weathering
சிதைவுப் பொருள்	Detritus
சில்வர் நைட்ரேட்	Silver nitrate
சிலிகா	Silica
சிலிகாவைச் சார்ந்த	Silicious
சிலிகேட்டுகள்	Silicates
சிவப்பு மண்	Red mud
சிவப்புக் களிமண்	Red clay
சுண்ணும்புச்சத்து நிரம்பிய	Calcareous
சுத்த நீர்	Pure water
சுய வெப்பம்	Specific heat
இறுகல் (நீர்)	Condensation
சுழல்கள்	Eddies
செங்குத்து அச்சு	Vertical axis
சோடியம் குளோரைடு	Sodium chloride
டயாடம்	Diatom
டாலமைட்	Dolomite
டெல்டா	Delta
டெரொபாடு	Pteropod
டைட்ரேஷன்	Titration
தலக் காரணிகள்	Local factors
தரப்படுத்துதல்	Grading

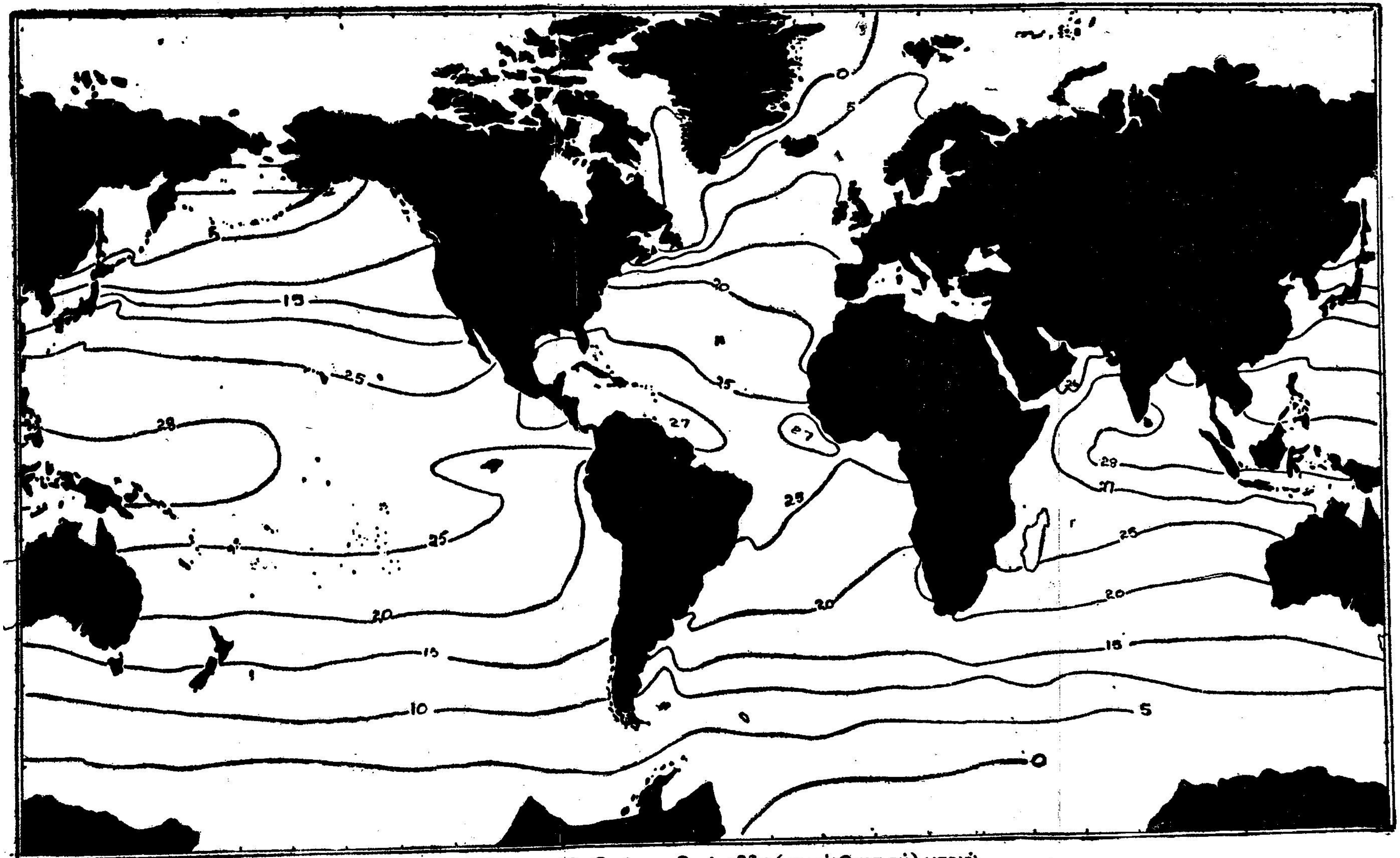
தாவர இயல் வல்லுநர்	Botonist
திசை மாற்றும் விசை	Coriolis force
திடல்	Terrace
தின ஓதங்கள்	Diurnal tides
தின வியாப்தி	Diurnal range
துல்லியமான	Accurate
துருவங்கள்	Poles
துருவ மண்டலம்	Polar region
தொடர் குன்றுகள்	Ridges
ப்ரோமின்	Bromine
பச்சை நிற மண்	Green mud
பசால்ட்	Basalt
படகு கால்வாய்	Boat channel
படிகம்	Crystal
படிகமல்லாத	Amorphous
படிதல்	Deposition
படிவு	Deposit
படிவுப் பாறைகள்	Sedimentary rocks
படிவுப் பொறிகள்	Sedimentation traps
பரவல்	Distribution
பலகை வளைதல்	Warping
பள்ளம்	Trough, depression
பனியுகம்	Ice age
பனிப் பரவல்	Glaciation
பனிப்பாறை	Iceberg
பாலிப்புகள்	Polyps
பாஸ்போரைட்	Phosphorite
பிளவுகள்	Faults
பிளாங்க்டான்	Plankton
புவிப் பெயர்ச்சி	Earth movement
பூமத்தியரேகை	Equator
பூமத்தியரேகைப் பிரதேசம்	Equatorial region
பெட்ரோலியம்	Petroleum
பென்திக்	Benthic
பைரட்	Pyrite
பொட்டாசியம் ஸல்பேட்	Potassium sulphate
பொருண்மை	Mass
ஃபாசில்கள் (தொல்லுயிர்ப் பொருள்)	Fossils
ஃபியர்டுகள்	Fiords

ஃபெல்ஸ்பார்	Felspar
ஃபொராமினிஃபெரா	Foraminifera
மக்னீஷியம் குளோரைடு	Magnesium chloride
மக்னீஷியம் சல்பேட்	Magnesium sulphate
மக்னீஷியம் ப்ரோமைடு	Magnesium bromide
மடுக்கள்	Deeps
மணல்	Sand
மணல் திட்டுகள்	Sand cays
மழை வீழ்ச்சி	Precipitation
மறையும் ஓதங்கள்	Vanishing tides
மாங்கனீஸ் ஆக்ஸைடு	Manganese oxide
மித ஓதங்கள்	Neap tides
முருகை	Coral
முருகை ஆல்கா	Coral alga
முருகைத் தளம்	Reef flat
முருகைப்பார்	Coral reef
முருகை மண்	Coral mud
முன்னேறும் அலைக் கொள்கை	Progressive wave theory
மூலங்கள்	Sources
மைகா	Mica
மையம் விலகும் விசை	Centrifugal force
மொலஸ்குகள்	Molluscs
ரேடியோலேரியன்	Radiolarian
லித்தோதாம்னியம்	Lithothamnium
வட்ட முருகைத் திட்டு	Atoll
வண்டல்	Silt
வளி மண்டலம்	Atmosphere
வான வெளிப்பாதை	Orbit
வியாபாரக் காற்றுகள்	Trade winds
வெப்ப உபரி	Heat surplus
வெப்ப சமநிலை	Heat balance
வெப்ப பூமத்தியரேகை	Thermal equator
ஸ்பாஞ்சுகள்	Sponges
ஹைட்ரஜன்	Hydrogen

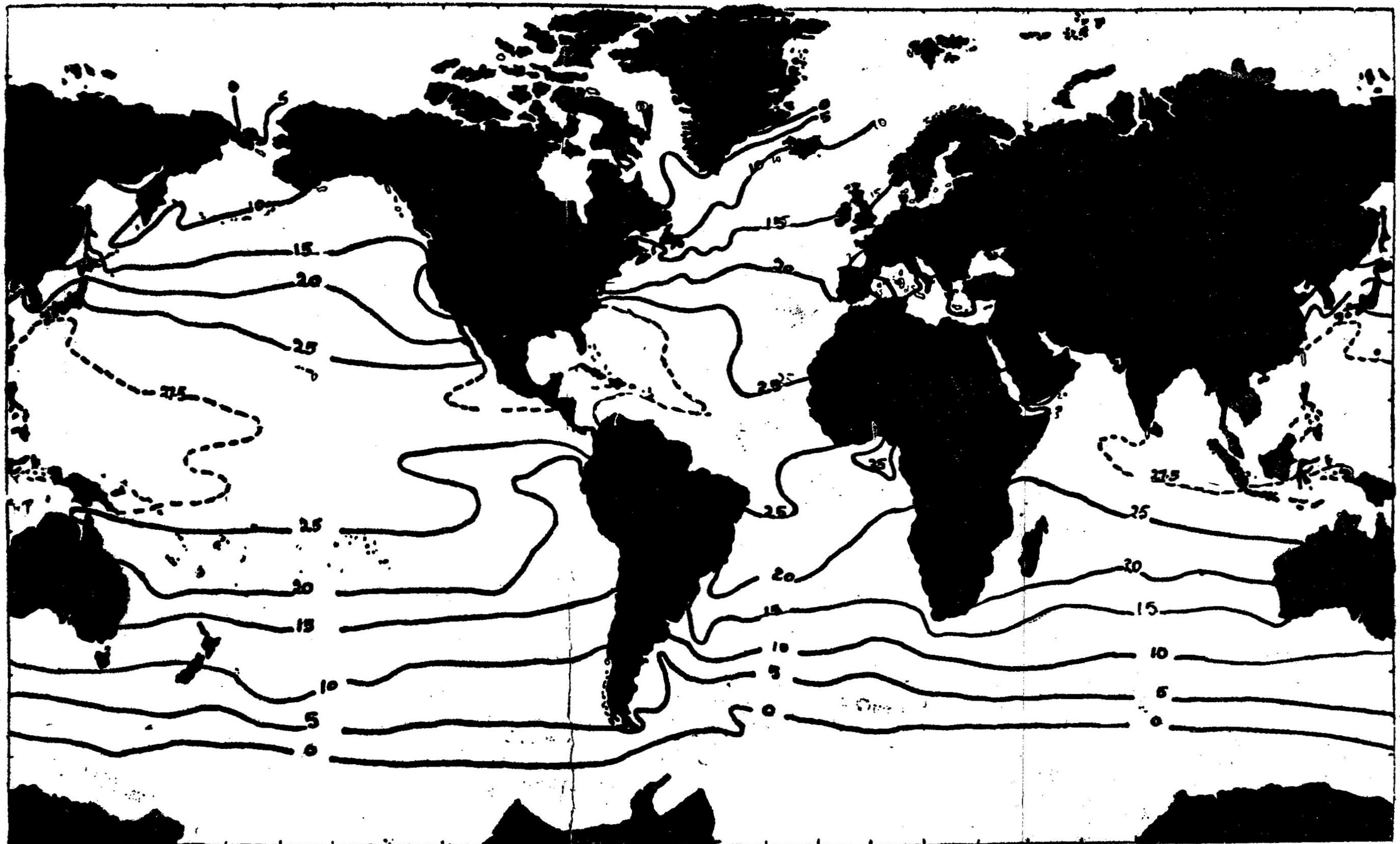

25
25
27.5
25
20
15
10
5
0



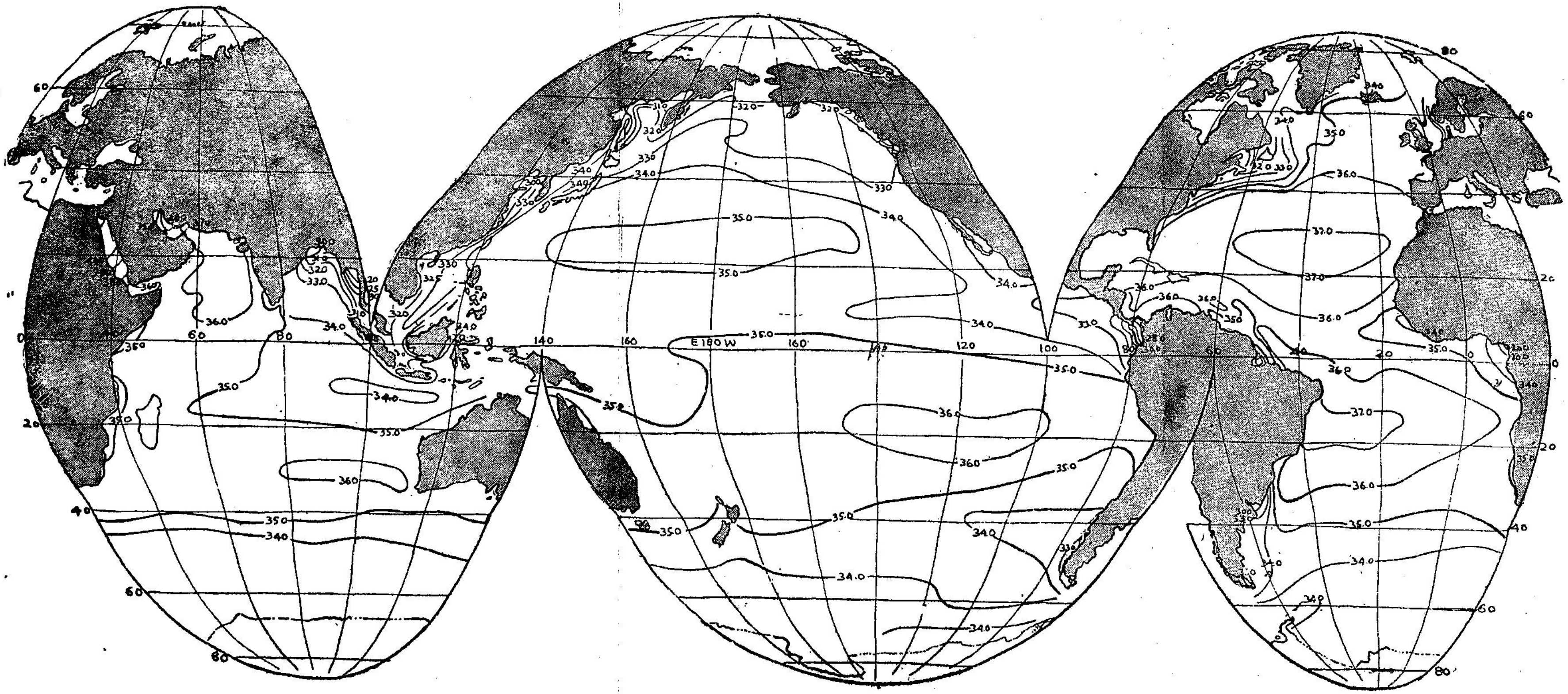
படம் 2·2. சமுத்திர மேல்தள வெப்பநிலை (பிப்ரவரி மாதம்) பரவல்.



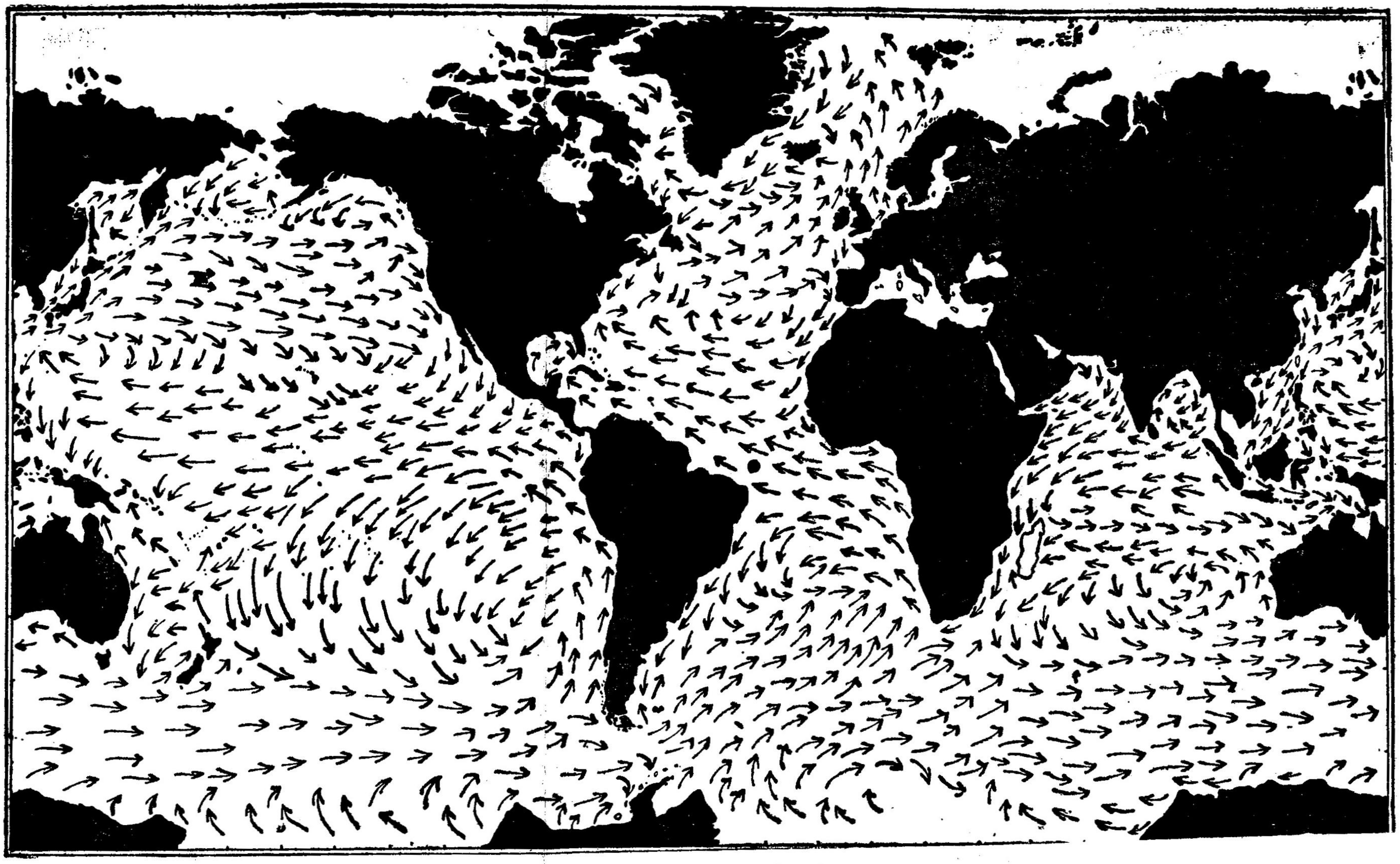
படம் 2·3. சமுத்திர மேல்தள வெப்பநிலை (ஆகஸ்டு மாதம்) பரவல்.



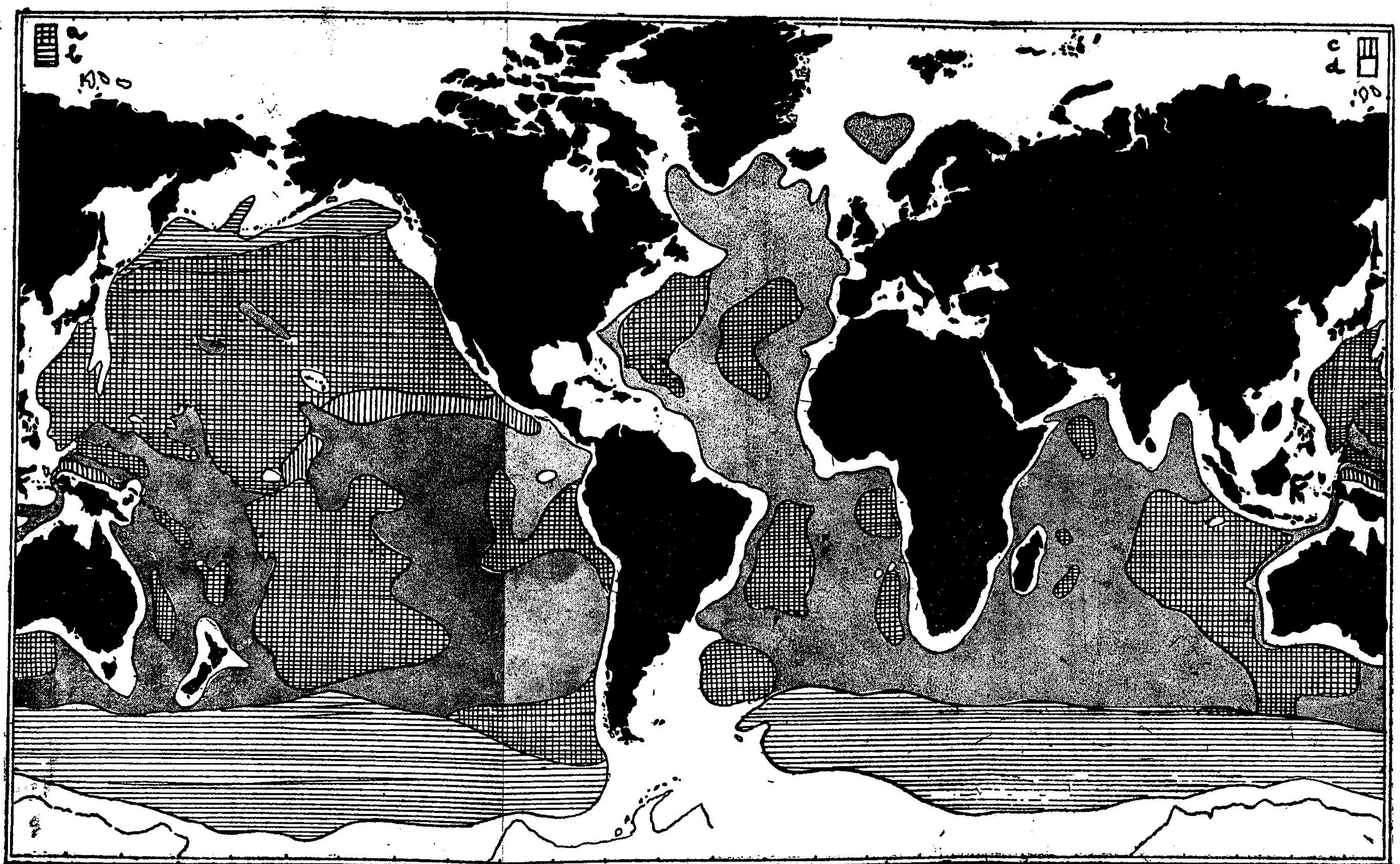
படம் 2·5. சமுத்திர மேல்தள வெப்பநிலை (ஆண்டு) பரவல்.



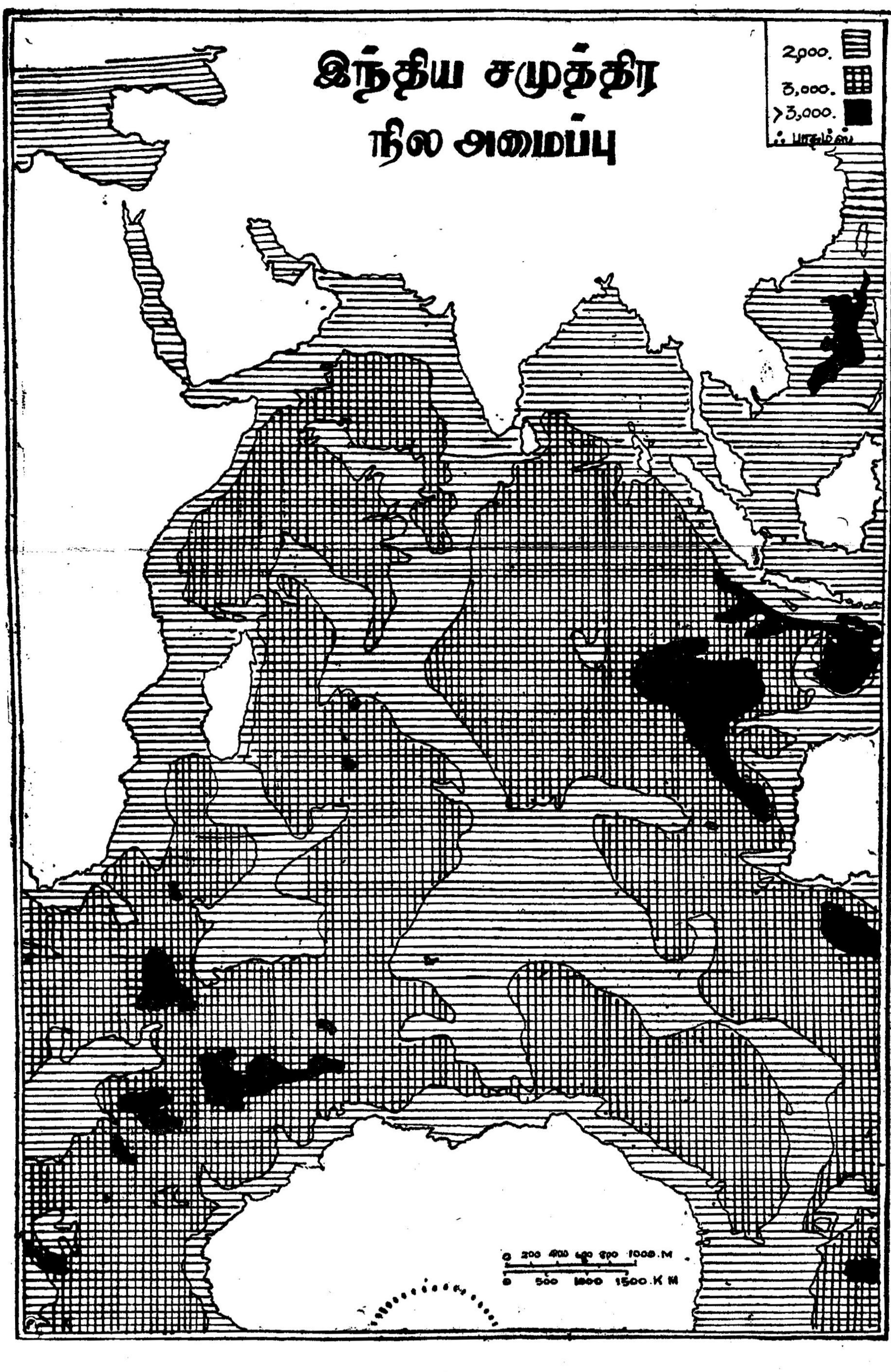
படம் 2·6: சமுத்திரங்களின் உப்பளவுப் பரவலைக் காட்டும் படம்

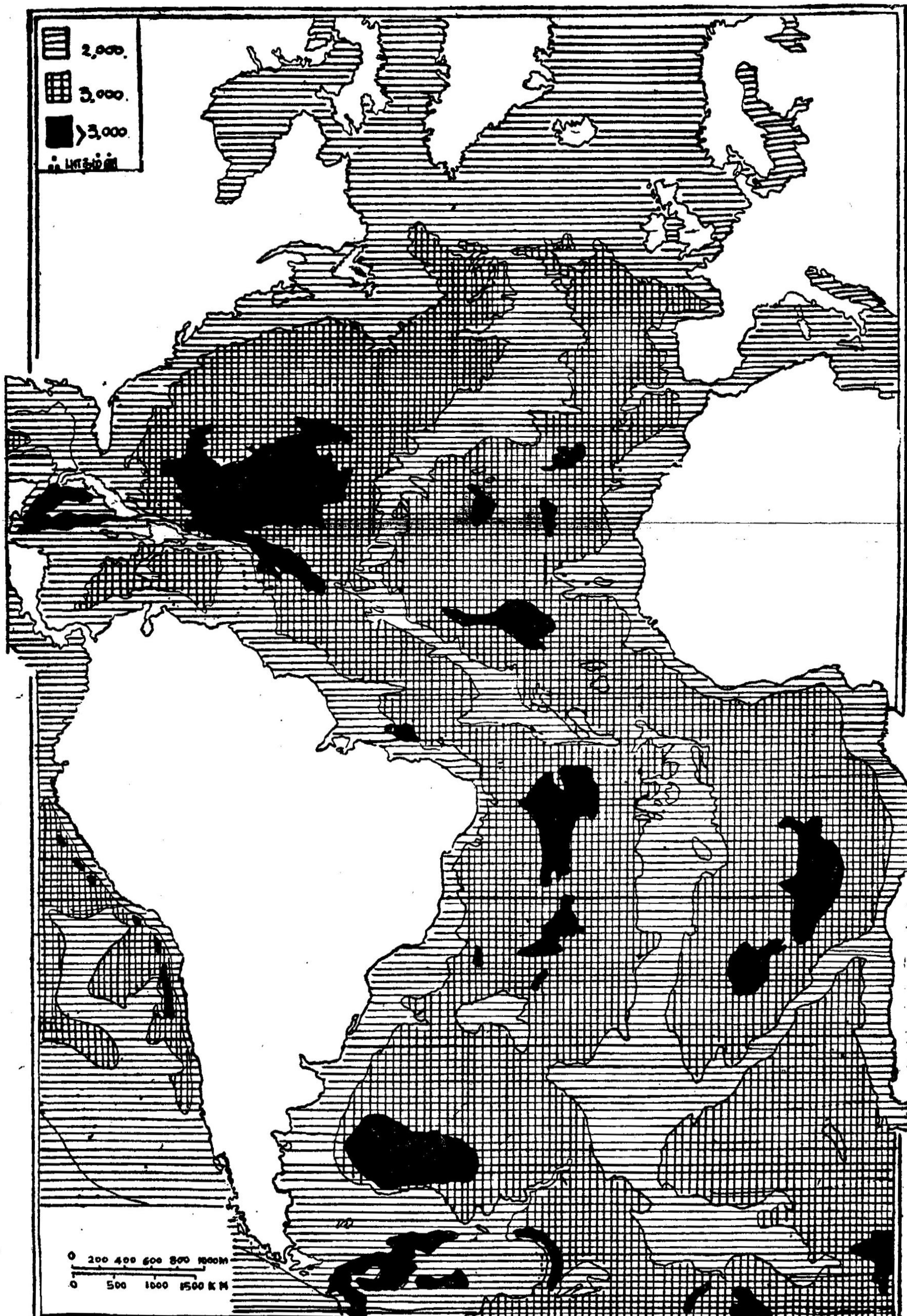


படம் 3·1 கடல் நீரோட்டங்கள்



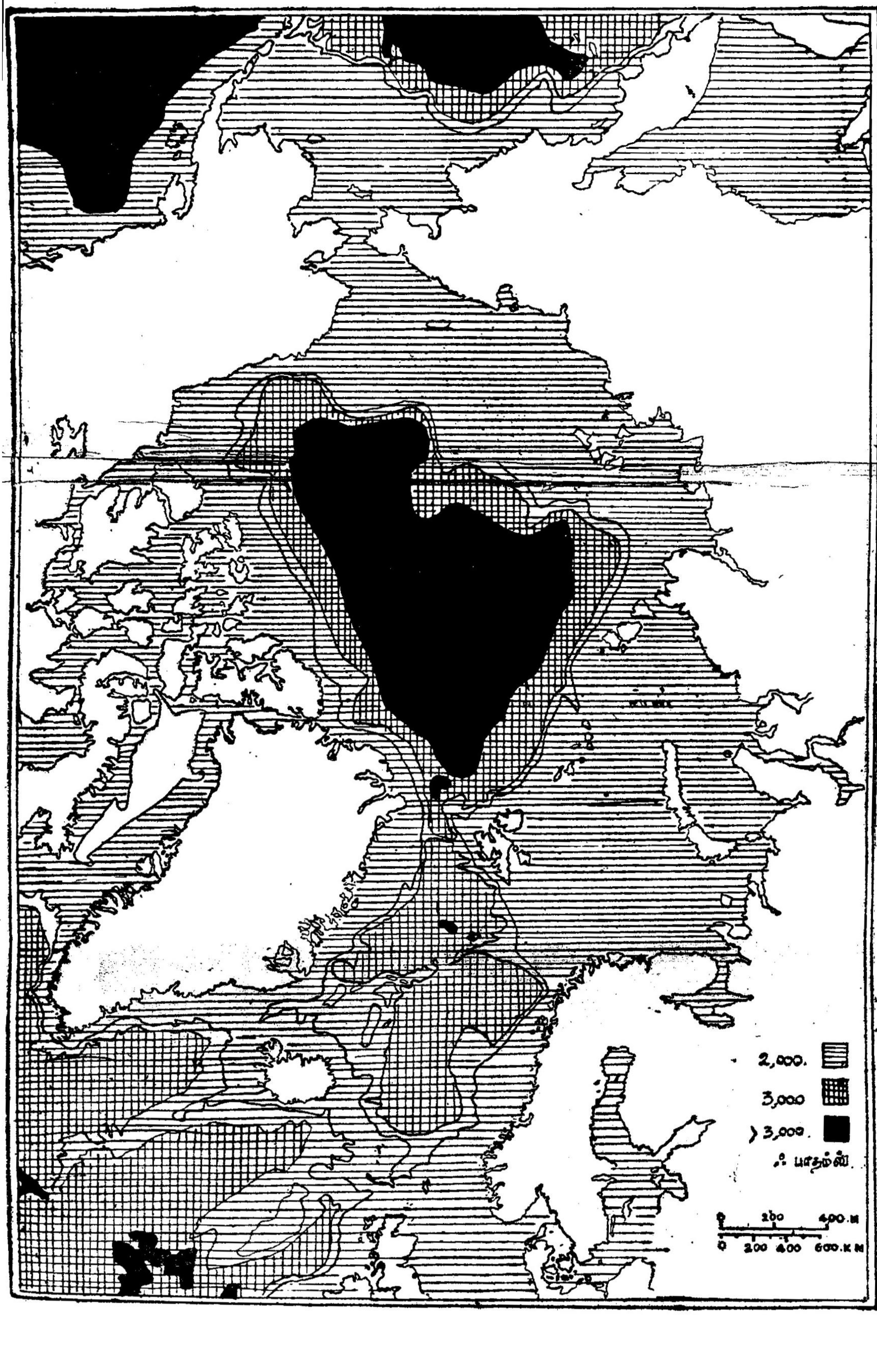
படம் 5.1: **கடலடிப் படிவுகள்**: சதுரங்களாலான பகுதி, சிவப்புக்களிமண், நிழலிட்ட பகுதி - க்ளோபிஜெரினு, செங்குத்துக் கோடு - ரேடியோலேரியன், கிடைக்கோடு - டயாடம், P. P.—டெரொபாடு.

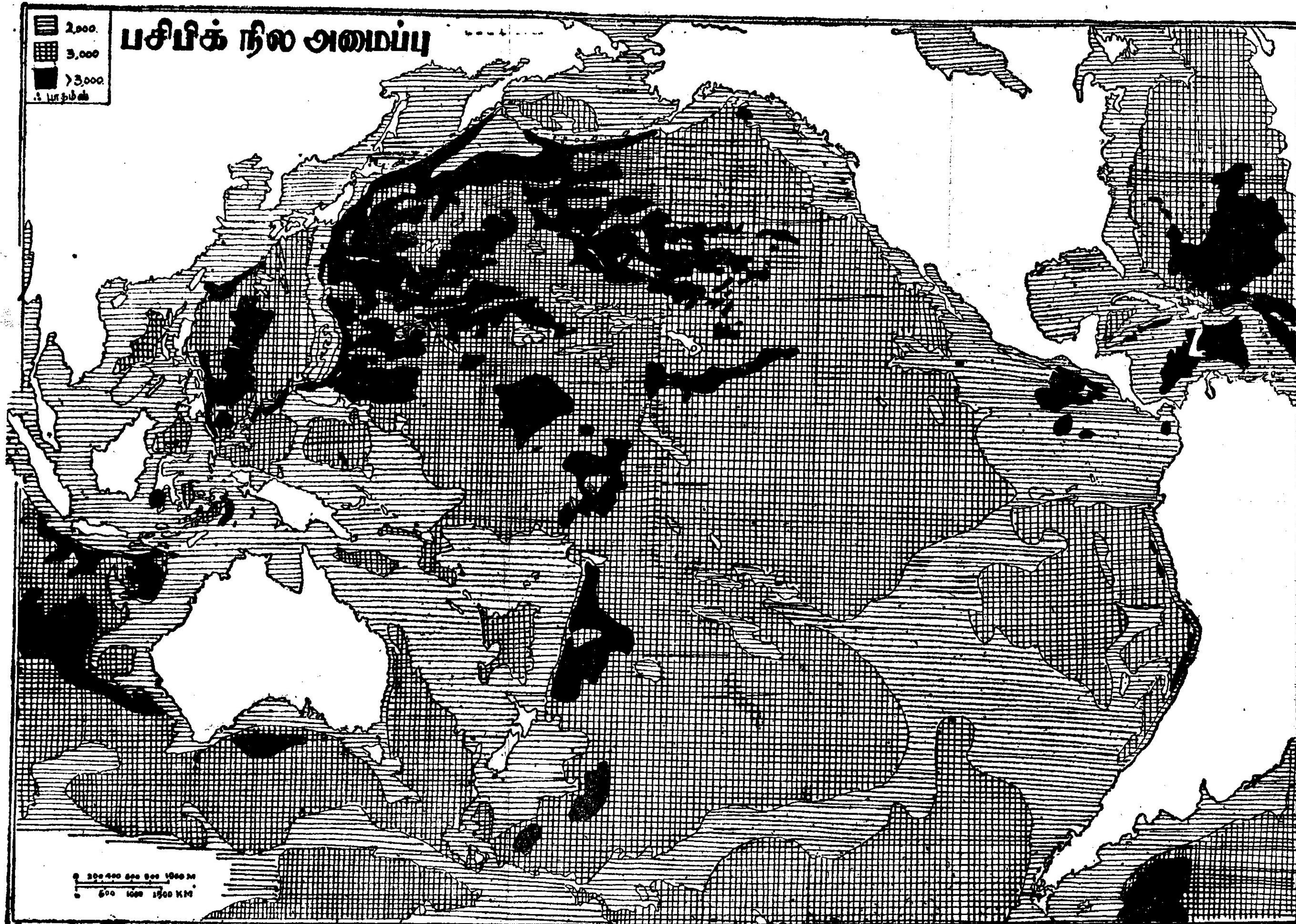

இந்திய சமுத்திர
நில அமைப்பு
2,000.
3,000.
>3,000.
0 200 400 600 800 1000 M
0 500 1000 1500 K M



அட்லாண்டிக் நில அமைப்பு

ஆர்க்டிக் நில அமைப்பு




பசிபிக் நில அமைப்பு
2,000.
3,000
>3,000.
பாதம்கள்
0 200 400 600 800 1000 M
0 500 1000 1500 KM

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வெளியீடுகள்

1. இந்திய அரசியலமைப்பு வரலாறு—V. கண்ணையா.
2. இங்கிலாந்து வரலாறு I&II —K. R. அநுமந்தன்.
3. ஐரோப்பிய வரலாறு —(A. J. கிராண்ட்) தமிழாக்கம்: V. விருத்தகிரீசன்
4. ஐரோப்பிய வரலாறு-I —T. V. சொக்கப்பா.
5. பொருளாதாரம்-II —S. வேலாயுதம்.
6. நவீன அமெரிக்கப் பொருளாதார வளர்ச்சி—(K. A. ஜொசப்) தமிழாக்கம்: T. C. மோகன்.
7. இந்தியச் செலாவணியும் பாங்கு முறையும்—P. V. சீனிவாசன்.
8. பணவியலும் பாங்கியலும்-II —S. வேலாயுதம்.
9. வணிகவியல் —K. ஆளுடைய பிள்ளை.
10. குழந்தை உளவியல் I&II —K. R. அப்புள்ளாச்சாரி.
11. சமூக உளவியல் —(அகோல்கர்) தமிழாக்கம்: N. வேதமணி மானுவேல்.
12. ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல்—A. S. நாராயணன்.
13. வட அமெரிக்கா —R. அலமேலு.
14. புவிப்புறவியல் —N. அனந்தபத்மநாபன்.
15. தென் கண்டங்கள் —ஆஸ்திரேலியா —H. நியூமன்.
16. மக்கட் பரப்பியல் —V. S. அனந்தபத்மநாபன்.
17. மானிடவியல் —M. S. கோபாலகிருஷ்ணன்.
18. ஆசியா I & II —K. சேஷ நரசிம்மன்
19. அரசாங்க நிதியியல் —R சேஷாசலம்.
20. சரித்திரவியல் —K. இராமசாமி.

கிடைக்குமிடம் :

மெஸர்ஸ். ஹிக்கின்பாதம்ஸ் (பிரைவேட்) லிமிடெட்,

மவுண்ட் ரோடு, சென்னை-2.