9 സമുദ്രങ്ങൾ
(OCEANS)

C2Q9H4

9.1 ആമുഖം

ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ 70 ശതമാനത്തിലേറെ ഭാഗവും സമുദ്രജലത്താൽ മൂടപ്പെട്ട് കിടക്കുന്നുവെന്ന് താഴ്ന്ന ക്ലാസുകളിൽ വെച്ച് ഭൂഗോളമാതൃക നോക്കി നിങ്ങളിൽ പലരും മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടാകുമല്ലോ. ഭൂമിയുടെ ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിൽ കൂടുതലായി സമുദ്രങ്ങളും ഉത്തരാർധ ഗോളത്തിൽ കൂടുതലായി ഭൂഖണ്ഡങ്ങളും കേന്ദ്രീകരിച്ചു കിടക്കുന്നതായും നിങ്ങൾ ശ്രദ്ധിച്ചിരിക്കും. ലോകത്തിലെ വൻകരാഖണ്ഡങ്ങ (ഭൂഖണ്ഡങ്ങൾ) ളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി സമുദ്രങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടാണ് കിടക്കുന്നത്. എല്ലാ സമുദ്രങ്ങളെയും ഒന്നിച്ച് ലോകസമുദ്രമെന്ന് (World Oceans) പറയുന്നു. ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ മിക്കഭാഗത്തെയും ആവരണം ചെയ്തുകൊണ്ട് നിലകൊള്ളുന്നതും പരസ്പര ബന്ധിതവുമായ ഉപ്പുവെള്ള പരപ്പാണ് ഈ ലോകസമുദ്രം. ഇക്കാരണത്താൽ തന്നെ പലരും നമ്മുടെ ഈ ഗ്രഹത്തെ ജലഗ്രഹം (the watery planet) എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്. ജലമണ്ഡലത്തിന്റെ (hydrophere) സിംഹഭാഗവും നിലകൊള്ളുന്നതിവിടെയാണ്. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ കൂടുതൽ ഭാഗവും സമുദ്രങ്ങളാൽ ആവൃതമായതിനാൽ ബഹിരാകാശത്ത് നിന്ന് ഭൂമിയെ നിരീക്ഷിച്ചാൽ ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും നീലനിറമായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്.

സമുദ്രങ്ങളും കടലുകളും ചേർന്ന് നമ്മുടെ ഗ്രഹോപരിതലത്തിന്റെ 361 ദശലക്ഷം ചതുരശ്ര കി.മീറ്റർ പ്രദേശത്തെ ആവരണം ചെയ്യുന്നു. ലോകസമുദ്രത്തെ വൻകരകളുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി പരമ്പരാഗതമായി പ്രധാന സമുദ്രഭാഗങ്ങളായും ചെറിയ കടലുകളായും വിഭജിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പസഫിക്, അറ്റ്ലാന്റിക്, ഇന്ത്യൻ, ആർട്ടിക്ക്, ദക്ഷിണ അന്റാർട്ടിക്ക് എന്നിങ്ങനെ അഞ്ചായി ലോകസമുദ്രത്തെ വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. അവസാനത്തെ രണ്ട് സമുദ്രങ്ങൾ, ആദ്യത്തെ മൂന്ന് സമുദ്രങ്ങളുടെ ഭാഗമായി ഗണിക്കപ്പെടാറുണ്ട്.

തീരരേഖ (Coast line) അഥവാ കടൽത്തീരം (Sea shore) എന്നാൽ കടലും (സമുദ്രവും) കരയും കൂട്ടിമുട്ടുന്ന സറലമെന്ന് പറയാം. വേലിയുടെ (Tide) ചലനാത്മകത കാരണം തീരരേഖയെ കൃത്യമായി നിർണയിക്കാനാവില്ല. പകരം നമുക്ക് തീരമേഖല (Coastal Zone) എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്. കരയും സമുദ്രവും തമ്മിൽ പ്രതിപ്രവർത്തിക്കുന്ന സറലസംബന്ധിയായ മേഖലയാണ് തീരമേഖല എന്ന് വിവക്ഷിക്കാം. ഇത് തീരത്ത് നിന്ന് കരഭാഗത്തേക്ക് ഭൂപ്രകൃതിയിൽ പ്രകടമായ മാറ്റം ദൃശ്യമാകുന്നത് വരെയുള്ള ഏറെക്കുറെ വീതിയുള്ള കരപ്രദേശമാണ്.

തീരരേഖയിൽ നിന്നും കരഭാഗത്തേക്കുള്ള കടലിന്റെ ഏതൊരു ഭാഗവും ഒരു എംബേയ്മെന്റ് (embayment) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് പദം കൊണ്ടാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. രണ്ട് മുനമ്പുകൾക്കിടയിലുള്ള എംബേയ്മെന്റിനെ ഉൾക്കടൽ എന്ന് പറയുന്നു. അതായത് കര ഭാഗങ്ങളിലേക്ക് കയറിനിൽക്കുന്ന കടൽഭാഗമാണ് ഉൾക്കടൽ (Bay).

താരതമ്യേന ചെറിയ ഉൾക്കടലുകളെ കോവ് (Cove) എന്നാണ് പറയുന്നത്. ഉൾക്കടലുകളിൽ വെള്ളം ചുറ്റുമുള്ള കടലിലേതിനേക്കാൾ ശാന്തമായിരിക്കും. അതിനാൽ ചെറിയ ജലയാനങ്ങൾക്ക് നങ്കൂരമിടാൻ ഉൾക്കടലിൽ സൗകര്യമാണ്. വലിയ അളവിൽ കരയിലേക്ക് കയറി നിൽക്കുന്ന ഉൾക്കടലുകൾ ഗൾഫ് എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെടുന്നത്. കരഭാഗങ്ങൾക്കിടയിൽ കൂടുതൽ ഉള്ളിലേക്ക് വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്ന ഇടുങ്ങിയ കടൽ ഭാഗമാണ് കടലിടുക്ക് (Gulf). ഉദാഹരണം : ഗൾഫ് ഓഫ് മാന്നാർ, പേർഷ്യൻ ഗൾഫ്.

നമുക്ക് ചെയ്തുനോക്കാം

1. ലോകസമുദ്രത്തിന്റെ ഒരു ഭൂപടമെടുത്ത് അതിൽ പ്രധാന സമുദ്രതടങ്ങൾ, കടലുകൾ, ഉൾക്കടലുകൾ, ഗൾഫുകൾ എന്നിവ തിരിച്ചറിയുക.

9.2. സമുദ്രജലം (Ocean Water)

ജലപരിവൃത്തിയുടെ (water cycle) അവിഭാജ്യഘടകമായ സമുദ്രം, ബാഷ്പീകരണ-വർഷണ പ്രക്രിയകൾ വഴി ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ജലസംഭരണികളുമായും ബന്ധപ്പെട്ട് കിടക്കുന്നു. നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തിൽ ലഭ്യമാകുന്ന ജലത്തിന്റെ 97 ശതമാനത്തോളം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് സമുദ്രത്തിലാണ്. അവശേഷിക്കുന്ന 3 ശതമാനം, അന്തരീക്ഷത്തിലും, ഭൗമോപരിതലത്തിലും ശിലാമണ്ഡലത്തിലുമായി വിവിധങ്ങളായ രൂപത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. വിശാലമായ സമുദ്രജലാശയത്തിന് ഏകദേശം 3.8 കി.മീറ്റർ ശരാശരി ആഴമുണ്ട്.

സമുദ്രജലത്തിന്റെ രാസഘടന (Composition of the ocean water)

സമുദ്രജലത്തിൽ പലതരത്തിലുള്ള പദാർഥങ്ങളും ലയിച്ചു ചേർന്നിട്ടുണ്ട്. സാധാരണ ഉപ്പ് രൂപത്തിൽ നിലകൊള്ളുന്ന സോഡിയം (Na^-), ക്ലോറൈഡ് (Cl^-) അയോണുകളാണ് ഇവയിൽ ഏറ്റവും കൂടുതലായിട്ടുള്ളത്. സമുദ്രജലം എല്ലായിടത്തും സമാനമായ ലവണസ്വഭാവം പുലർത്തുന്നില്ല. 1000ഗ്രാം ജലത്തിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ലവണത്തിന്റെ അളവിനെയാണ് ലവണത്വം (Salinity) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. സമുദ്രജലത്തിന്റെ ശരാശരി ലവണത്വം 35 സഹസ്രാംശം (3. 5%) അഥവ 35ഗ്രാം/ലിറ്റർ ആണ്. അതായത് 1000 ഗ്രാം ജലത്തിൽ 35 ഗ്രാം ലവണാംശം ഉണ്ട് എന്ന് കാണാം. ശതമാനത്തിലാക്കിയാൽ ഇത് 3.5% ആണ്. വർഷപാതം, ബാഷ്പീകരണം, നദിയിൽ നിന്നുമെത്തുന്ന നീരൊഴുക്ക്, ഹിമാനി രൂപീകരണം എന്നിവയെല്ലാം ലവണതയിൽ പ്രാദേശികമായ വ്യതിയാനത്തിനിടയാക്കുന്നു. ശുദ്ധജലത്തിന്റെ ലവണത 0.5 സഹസ്രാംശം (0.5ppt) ആണ്. 0.5 ppt ക്കും 17 ppt ക്കും ഇടയിൽ ലവണത്വമുള്ള ജലത്തെ ക്ഷാരജലം (brackish water) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. നദികളിൽ നിന്നുമുള്ള ശുദ്ധജലവും സമുദ്രജലവും തമ്മിൽ കൂടിച്ചേരുന്ന അഴിമുഖങ്ങളിലെ വെള്ളം ക്ഷാരജലത്തിന് (ഓരു വെള്ളം) ഉദാഹരണമാണ്. അലിഞ്ഞ് ചേർന്നിട്ടുള്ള ലവണങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം കാരണം കടൽവെള്ളം ശുദ്ധജലത്തേക്കാളും (സാന്ദ്രത 1 ഗ്രാം/മി.ലിറ്റർ) സാന്ദ്രമാ

ണ്. താപം, ലവണത്വം എന്നിവയ്ക്കനുസരിച്ച് ഉപരിതല സമുദ്രജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത ഏകദേശം 1.020 മുതൽ 1.029 ഗ്രാം/ഘന.സെ.മീറ്റർ വരെയാകാവുന്നതാണ്. ലവണ സാന്ദ്രത കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് കടൽ ജലത്തിന്റെ ഖരാങ്കം (freezing point) കുറയുന്നതാണ്. സാധാരണയായി സമുദ്രജലം $2^{0}C$ യിൽ തണുത്തുറയ്ക്കുന്നതാണ്.

സമുദ്രം ശുദ്ധജലത്തിന് പകരം ലവണജലത്താൽ നിറഞ്ഞിരിക്കുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണെന്ന ചോദ്യം നിങ്ങളെ എപ്പോഴെങ്കിലും അതിശയിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടോ? കരയിലെ ശിലകളുടെ അപരദനം, അഗ്നി പർവ്വത ഉൽസർജനം, കടൽത്തറയിൽ നടക്കുന്ന രാസ പ്രവർത്തനങ്ങൾ, അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നുള്ള നിക്ഷേപണം തുടങ്ങിയവ മൂലമെല്ലാം കടൽ ജലത്തിലേക്ക് വിവിധ ലവണങ്ങൾ എത്തുന്നുണ്ട്. ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങളായി മഴ, നദികൾ, അരുവികൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം കരയിലെ സോഡിയവും ക്ലോറിനുമടങ്ങിയ ശിലകളെ തഴുകിയൊലിച്ച് വഹിക്കപ്പെട്ട് കടലിൽ എത്തിച്ചേർന്നതാണ് കടൽജലത്തിലെ മൂലകങ്ങൾ. കരയിൽ നിന്നുമെത്തിയതിന് പുറമെ ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് രൂപം കൊണ്ടത് മുതൽ തന്നെ സമുദ്രതറയിൽ നിന്നും കടലിലേക്ക് സോഡിയം എത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ട്. ഭൗമാന്തർഭാഗത്ത് നിന്നും അഗ്നി പർവ്വതങ്ങളിലൂടെയും ജലതാപീയ രന്ധ്രങ്ങൾ (hydro thermal vents) വഴിയും പുറത്ത് വരുന്ന ക്ലോറൈഡ് വാതകങ്ങളും സമുദ്രജലത്തിലെ ക്ലോറൈഡുകളുടെ സാന്നിധ്യത്തിന് കാരണമാകുന്നുണ്ട്. കാലക്രമേണ സോഡിയത്തിന്റെയും ക്ലോറൈഡിന്റെയും അയോണുകൾ സമുദ്രലവണത്തിൽ ഏറ്റവും സുലഭമായിത്തീരുന്നു. ശതകോടി വർഷങ്ങളായി സമുദ്രജലത്തിന്റെ ലവണത്വം ഏറെക്കുറെ മാറ്റമില്ലാതെ തുടർന്നുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നുവെന്നാണ് ഭൂവൈജ്ഞാനികരുടെ നിഗമനം. ഭൗമചരിത്രത്തിലുടനീളം സമുദ്രജലത്തിൽ നിന്നും നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്ന (വിവിധ രാസ-വിവർത്തനിക പ്രക്രിയകൾ വഴി) ലവണത്തിന്റെ അളവും സമുദ്രജലത്തിലേക്ക് എത്തിച്ചേരുന്ന ലവണത്തിന്റെ നിരക്കും തുല്യമായി അവശേഷിക്കുന്നുവെന്നതാണ് ഇതിന് കാരണം.

സമുദ്ര ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയും മർദ്ദവും

നമുക്ക് അനുഭവവേദ്യമല്ലെങ്കിൽക്കൂടിയും ചതുരശ്ര സെന്റീമീറ്ററിന് ഒരു കിലോഗ്രാമെന്ന തോതിൽ മർദ്ദം സമുദ്രനിരപ്പിൽ സറിതി ചെയ്യുന്ന നമ്മുടെ ശരീരത്തിനുമേൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇതേ ബലത്താൽ നമ്മുടെ ശരീരം തിരിച്ചും മർദ്ദം ചെലുത്തിക്കൊണ്ട് ഇത് പരിഹരിക്കപ്പെടുകയാണ്. ജലം വായുവിനേക്കാൾ കൂടുതൽ സാന്ദ്രമായതിനാൽ കൂടുതൽ ആഴത്തിലേക്ക് പോകുന്തോറും ഈ മർദ്ദം കൂടി വരുന്നതാണ്. കടൽ ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത 1025 കി.ഗ്രാം / ഘന മീറ്റർ ആയി കണക്കാക്കിയാൽ തന്നെ ഓരോ 10 മീറ്റർ ആഴത്തിനും 1 അറ്റ്മോസ്ഫിയർ (atm) എന്ന തോതിൽ മർദ്ദം വർധിക്കുന്നതാണ്. 10 മീറ്റർ താഴെ, മർദ്ദം 1.99.209 atm ആണെങ്കിൽ 100 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ 10.9204 atm ആയിരിക്കും. ഇത്രയും ഉയർന്ന മർദ്ദമുള്ള പരിസ്ഥിതിയിലേക്ക് യാത്ര ചെയ്യണമെങ്കിൽ പ്രത്യേക ക്രമീകരണങ്ങൾ തന്നെ ഏർപ്പെടുത്തേണ്ടതുണ്ട്. ബാഹ്യ സംരക്ഷണ കവചത്തിന്റെ സഹായമില്ലെങ്കിൽ, മനുഷ്യർക്ക് മൂന്ന് മുതൽ നാല് അറ്റ്മോസ്ഫിയർ മർദ്ദം ആഴമുള്ളിടത്തേക്ക് വരെ മാത്രമേ യാത്രചെയ്യാനാവുകയുള്ളൂ. അതിനപ്പുറം

ആഴത്തിലേക്ക് യാത്ര ചെയ്യാൻ അന്തർവാഹിനികളോ മറ്റ് സംരക്ഷണ യന്ത്രോപകരണങ്ങളോ ആവശ്യമാണ്.

സമുദ്രജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത നിർണയിക്കുന്ന രണ്ട് പ്രധാന ഘടകങ്ങളാണ് ലവണത്വവും ഊഷ്മാവും. സമുദ്ര ജലത്തിൽ കൂടുതൽ ലവണം ലയിച്ച് കിടന്നാൽ സാന്ദ്രതയും കൂടുതലായിരിക്കും. ഊഷ്മാവും സാന്ദ്രതയെ ബാധിക്കുന്നതാണ്. വെള്ളം കൂടുതൽ തണുപ്പാകുന്തോറും സാന്ദ്രതയും കൂടുതലായിരിക്കും. ഊഷ്മാവ് വ്യാപ്തത്തെയാണ് ബാധിക്കുന്നത്, പിണ്ഡത്തെയല്ലാ എന്നതാണിതിന് കാരണം.

ലവണങ്ങളടങ്ങിയ ശീതജലം ശുദ്ധമായ ഉഷ്ണജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്രമായതിനാൽ അത് സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ പാളിയുടെ അടിയിലേക്ക് താഴുന്നതാണ്. സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ജലം ഉപരിതല മിശ്ര മേഖല (surface mixed zone) എന്ന പേരിൽ ഒരു മേൽപാളിയായി രൂപം പ്രാപിക്കുന്നതാണ്. ഈ പാളിയുടെ സാന്ദ്രതയും ഊഷ്മാവും ഇടയ്ക്കിടെ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതാണ് കാരണം അത് അന്തരീക്ഷവുമായി നേരിട്ട് സമ്പർക്കത്തിലാണ്. രണ്ടാമത്തെ പാളി തെർമൊക്ലൈൻ (പിക്നോക്ലൈൻ) അല്ലെങ്കിൽ സംക്രമണ മേഖലയാണ്. ഇവിടെ സമുദ്ര ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രത കൂടുതൽ മാറ്റത്തിന് വിധേയമല്ല. മുകളിലെ ഉപരിതല പാളിയുടേയും താഴെയുള്ള പാളിയുടേയും അതിർത്തിയായി നിലകൊള്ളുന്ന ഈ സംക്രമണ മേഖല ഈ രണ്ട് മേഖലകൾക്കിടയിലും അല്പം വെള്ളം കടത്തിവിടാനാനുവദിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആഴങ്ങളിലേക്ക് നോക്കുമ്പോൾ തെർമൊക്ലൈനിൽ സമുദ്രജലത്തിന്റെ താപനിലയിൽ കാര്യമായ കുറവ് അനുഭവപ്പെടുന്നതായി കാണുകയും താഴെത്തട്ടിൽ കുറവ് അതിന്റെ പരമാവധിയിൽ എത്തുന്നതായും കാണുന്നു. അതിനുശേഷം ഊഷ്മാവ് സമാനമായി നിലകൊള്ളുന്നതാണ്. ഏറ്റവും താഴെയുള്ള പാളിയായ അഗാധമേഖലയിൽ (deep zone) വെള്ളം ശീതവും സാന്ദ്രവുമായി അവശേഷിക്കുന്നു.

ജലം ശബ്ദത്തിന്റെ വളരെ നല്ല ചാലകമാണ്. ഇതിനർഥം ജലം ശബ്ദത്തെ കാര്യമായി ആഗിരണം ചെയ്യുന്നില്ല എന്നാണ്. അതിനാൽ ശബ്ദത്തിന് കൂടുതൽ ദൂരത്തേക്ക് ജലത്തിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നു. വെള്ളത്തിൽ ശബ്ദത്തിന് സെക്കന്റിൽ 1448 മുതൽ 1570 മീറ്റർ വരെ വേഗത കാണപ്പെടുന്നു. ഡോൾഫിനുകളും ചിലയിനം തിമിംഗലങ്ങളും പ്രതിധ്വനിസഹാന നിർണയം (echolocation) എന്ന ഒരു പ്രക്രിയ അഗാധവും ഇരുണ്ടതുമായ സമുദ്ര മേഖലകളിൽ പ്രയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. കടന്ന് പോകുന്ന വഴിയിലെ മറ്റ് മൽസ്യങ്ങൾ, ബോട്ടുകൾ, കടൽത്തറ, പുറ്റുകൾ തുടങ്ങിയ വസ്തുക്കളിൽ തട്ടി തിരിച്ച് വരുന്ന പ്രതിധ്വനിയെ ഇവ ശ്രദ്ധിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ഈ പ്രതിധ്വനിയുടെ ദിശയും തീവ്രതയും മനസിലാക്കി, ഈ ജീവികൾക്ക് അവരുടെ ഭൗതിക പരിസ്ഥിതിയെക്കുറിച്ച് ഒരു മനോപ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുത്തിയെടുക്കാനാവുന്നതാണ്. അതുമൂലം കടന്ന് പോകുന്ന വഴിയിലെ വസ്തുക്കളിലേക്കുള്ള ദൂരവും വലിപ്പവും അവയ്ക്ക് നിർണയിക്കാനും സാധ്യമാണ്.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. ഏറ്റവും വലിയ സമുദ്രതടം ഏത്?
2. സമുദ്രത്തിന്റെ ശരാശരി ആഴം എത്ര?
3. കടൽ ജലത്തിന്റെ ശരാശരി ലവണത്വം എത്ര?
4. കടൽ ജലത്തിന്റെ സാന്ദ്രതയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ ഏവ?

9.3 സമുദ്രജലത്തിന്റെ ചലനങ്ങൾ (Movements of Ocean Water)

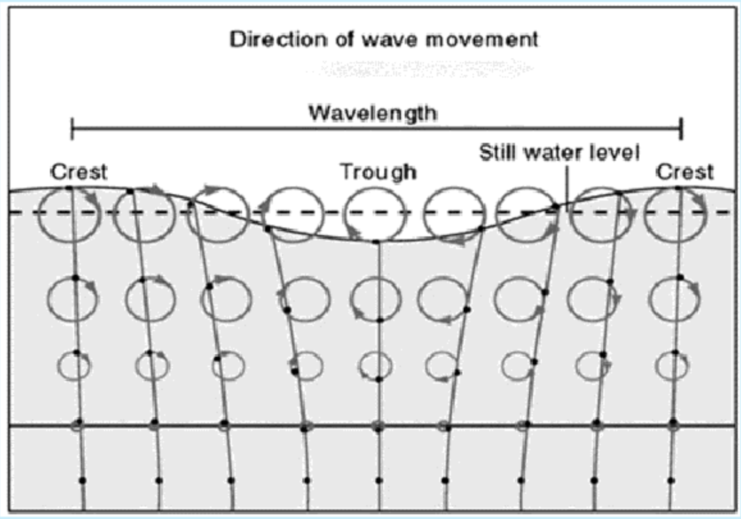
സമുദ്രജലം തുടർച്ചയായി ചലിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. വിവിധ ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണ് സമുദ്രജലത്തിന്റെ ചലനം. സമുദ്രങ്ങളിലെയും കടലിലെയും ജലം, കാറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം, സൂര്യന്റെയും ചന്ദ്രന്റെയും ആകർഷണം, ഊഷ്മാവ്, ലവണത്വം, സാന്ദ്രത എന്നിവ മൂലമുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയ്ക്ക് വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ട്. ഈ ഘടകങ്ങളെല്ലാം പൊതുവെ മൂന്നു തരത്തിലുള്ള ചലനങ്ങളാണ് സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. തിരമാലകൾ, ജലപ്രവാഹങ്ങൾ, വേലികൾ എന്നിവയാണവ.

9.3.1. തിരമാലകൾ (Waves)

ദ്രവ്യത്തിലൂടെയോ ശൂന്യതയിലൂടെയോ ഊർജത്തെ വഹിക്കുകയും കൈമാറുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള താളാത്മകമായ ഒരു ചലനമാണ് തരംഗ (തിര) മെന്ന് കണക്കാക്കാം. ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ, ഭൂകമ്പതരംഗങ്ങൾ, വൈദ്യുതകാന്തികതരംഗങ്ങൾ (പ്രകാശതരംഗങ്ങൾ, റേഡിയോ തരംഗങ്ങൾ) തുടങ്ങിയവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

സമുദ്രതിരമാലകളുടെ വലിപ്പം

സമുദ്രതിരകൾ മിക്കതും കാറ്റിനാൽ രൂപപ്പെടുന്നവയാണ്. സമുദ്രതിരകളുടെ വലിപ്പം നിർണയിക്കുന്നത് മൂന്ന് ഘടകങ്ങളാണ്. 1) കാറ്റിന്റെ വേഗത 2) കാറ്റ് വീശുന്ന ദൂരം 3) കാറ്റ് വീശുന്ന സമയ ദൈർഘ്യം. ഈ ഘടകങ്ങൾ വർധിക്കുന്നതിനുസരിച്ച് തരംഗ വലിപ്പവും വർധിച്ചിരിക്കും. ഇനി തന്നിട്ടുള്ള ചിത്രം (ചിത്രം 9.1) അപ്രഗ്രഥിച്ച് ഒരു തരംഗത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുക.



ചിത്രം 9.1

തിരകളൊന്നുമില്ലാത്ത അവസ്ഥയിലുള്ള പരന്ന സമുദ്രജലവിതാനമാണ് നിശ്ചല ജലരേഖ. (still-water line) തിരയിൽ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഭാഗമാണ് തിരാശിഖരം (crest). തിരയുടെ ഏറ്റവും താഴ്ന്ന ഭാഗത്തെ തിരാതടം (trough) തിരാതടവും തിരാശിഖരവും തമ്മിലുള്ള ലംബദൂരമാണ് തിരാഉന്നതി (wave height). രണ്ടു തിരകൾക്കിടയിലുള്ള ദൂരമാണ് തിരാദൈർഘ്യം (wave length (L)) ഒരു തിരാ ശിഖരം മുതൽ അടുത്ത തിരാശിഖരം വരയോ ഒരു തിരാതടം മുതൽ അടുത്ത തിരാതടം വരെയോ ഉള്ള ദൂരമാണ് സാധാരണ

ഇതിനായി തിട്ടപ്പെടുത്താറുള്ളത്. തരംഗം ഒരു നിശ്ചിത നിരീക്ഷണ ബിന്ദുവിനെ കടന്ന് പോകാൻ എടുക്കുന്ന സമയത്തെ തരംഗ കാലയളവ് (wave period) എന്നു വിളിക്കുന്നു. സമുദ്ര തിരകൾ കടന്നുപോകുമ്പോൾ സമുദ്രത്തിലെ ജലകണികകൾ തരംഗത്താൽ കാര്യമായി സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല. വെള്ളത്തിന്റെ വെറും ദോലന ചലനം മാത്രമാണ് നടക്കുന്നത്. ജലകണികകൾ എവിടെയാണോ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്, ഏറെക്കുറെ അവിടെത്തന്നെ നില കൊള്ളുന്നതാണ്. പക്ഷെ അവ ഒരു വർത്തുളാകാര ചലനത്തിന് വിധേയമാകുന്നതാണ്.

തിരകളുടെ വലിപ്പം കാറ്റ് ജലത്തിലേക്ക് കൈമാറുന്ന ഊർജത്തെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. കാറ്റ് സഞ്ചരിക്കുന്ന ദൂരത്തെ ഫെച്ച് (fetch) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

ഒരു തീരത്തേക്കെത്തുന്ന എല്ലാ തിരകളും ഒരേ വലിപ്പത്തിലുള്ളവയല്ല. ശരാശരി വലിപ്പത്തേക്കാൾ കുറഞ്ഞവയും കൂടിയവയുമൊക്കെയുണ്ട്. മണിക്കൂറിൽ ഒരിക്കലെന്ന തോതിൽ മുമ്പുള്ള തിരയുടെ ഇരട്ടി വലിപ്പമുള്ള തിര തീരത്തേക്ക് എത്തുന്നതായി കാണുന്നു.

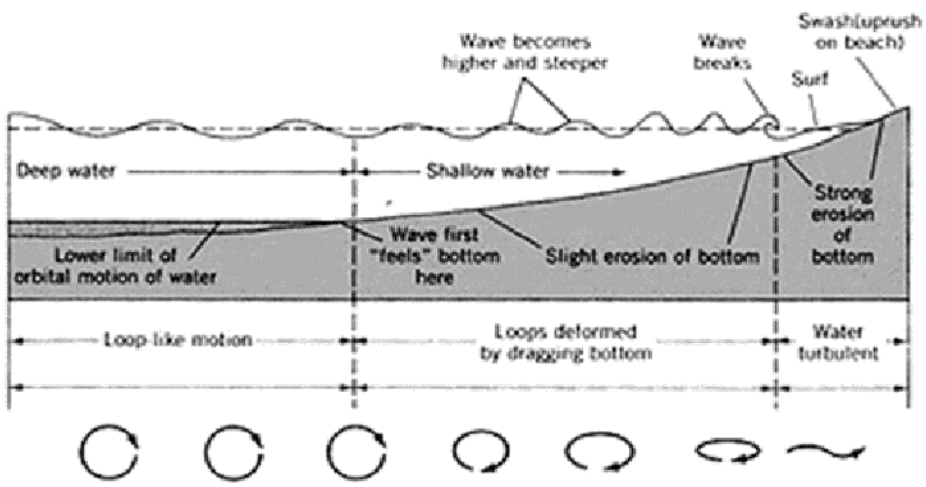
തിരകളെ സംബന്ധിച്ച ഇത്തരം അളവുകൾ ഈ പ്രധാന്യത്തോടെ കാണുന്നതെന്തിന് എന്ന് ഒരു പക്ഷേ ചോദിച്ചേക്കാം. നാവികർ, അവരുടെ സഞ്ചാരം ആസൂത്രണം ചെയ്യുന്നതിന് തിരകളുടെ വലിപ്പം സംബന്ധിച്ച വിവരങ്ങളെ ആശ്രയിക്കാറുണ്ട്. തിരമാലകൾക്ക് മുകളിലൂടെ അഭ്യാസം കാണിക്കുന്നവർ (surfers) അനുയോജ്യമായ സ്ഥലങ്ങൾ അന്വേഷിക്കുമ്പോൾ തിരകളുടെ വലിപ്പം സംബന്ധിച്ച് വിവരം ആരായുന്നതാണ്. തീരദേശ അപരദനം, ജല പ്രവാഹങ്ങൾ എന്നിവയ്ക്ക് മേൽ തിരകളുടെ സ്വാധീനം ഏറെ വലുതാണ്.

ദീർഘദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്ന തിരകളെ (തിരകൾക്ക് നിദാനമായ കാറ്റ് ഉത്ഭവിച്ച സ്ഥാനത്ത് നിന്നും വളരെ അകലേക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്ന) സ്വെൽസ് (swells) എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്നു. കൂടുതൽ പരന്ന തരംഗശിഖകളോട് കൂടിയവയും വ്യക്തമായ ആകൃതിയും വലിപ്പവുമുള്ളവയാണ് സ്വെല്ലുകൾ. കാറ്റിന് പുറമെ സമുദ്രാന്തരഭൂകമ്പങ്ങൾ കൊണ്ടോ മറ്റോ സമുദ്രജലത്തിന് സംഭവിക്കുന്ന ദ്രുതഗതിയിലുള്ള മാറ്റവും തിരകൾക്ക് കാരണമാകാറുണ്ട്. സുനാമികൾ (tsunamis) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന കൂറ്റൻ തിരമാലകൾ മറ്റ് തിരകളുടെ ദിശയിൽ നിന്നും വിഭിന്നമായി പലപ്പോഴും തനിയെ ദീർഘദൂരം സഞ്ചരിക്കുന്നതാണ്. മണിക്കൂറിൽ 800 കി.മീറ്റർ വേഗതയിൽ വരെ ഇവയ്ക്ക് സഞ്ചാരിക്കാനാവും. ഇത്തരം തിരമാലകൾ തീരത്തോക്കടുക്കുമ്പോഴാണ് പലപ്പോഴും ദൃശ്യമാവുന്നത്. താഴ്ന്ന തീരദേശങ്ങളെ സംരക്ഷിക്കാൻ സുനാമി മുന്നറിയിപ്പ് സംവിധാനം അനിവാര്യമാണ്.

ഒരു ജലതന്മാത്രയിൽ നിന്നും അടുത്ത തന്മാത്രയിലേക്കുള്ള ഊർജത്തിന്റെ കൈമാറ്റമാണ് യഥാർഥത്തിൽ സമുദ്രജലതരംഗം. കാറ്റ് ജലത്തിലേക്ക് കൈമാറുന്ന ഊർജമാണ് തരംഗരൂപത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത്. തുറന്ന കടലുകളിൽ കടൽത്തിരകൾക്ക് ഏതാണ്ട് ഘർഷണവിമുക്തമായി ഉപരിതലത്തിലൂടെ ദീർഘദൂരം സഞ്ചരിക്കാനാകുന്നതാണ്. കാറ്റും ജലവും തമ്മിലുള്ള ഘർഷണ ഫലമായി കാറ്റിൽ നിന്നുള്ള ഊർജം ജലത്തിലേക്ക് കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. തരംഗത്തിലൂടെ (തിരയിലൂടെ) ഊർജം മാത്രമാണ് ചലിക്കുന്നത്. ജലകണങ്ങൾ മുന്നോട്ട് സഞ്ചരിക്കുന്നില്ല. വായുവിന്റെ ചലന സ്വാധീനത്താൽ ജലകണികകൾ മുകളിലേക്കും താഴേക്കുമായി വർത്തുകളാകാരത്തിൽ ചലിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ആഴക്കുറവുള്ള ഇടങ്ങളിലേക്ക് തിരമാലകളെത്തുമ്പോൾ അവ വ്യത്യസ്തമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു (ചിത്രം 9.2). ആഴക്കുറവുള്ള കടൽത്തറയുമായുള്ള ഘർഷണം നിമിത്തം തരംഗവേഗം കുറയുന്നതാണ്. അതിനാൽ തരംഗ ദൈർഘ്യം കുറയുന്നതോടൊപ്പം തരംഗത്തിന്റെ ഉയരം കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇപ്ര

കാരം കടലോരത്തെത്തുന്ന തിരകൾ ആഴക്കുറവ് അനുഭവപ്പെട്ട് വേഗം കുറഞ്ഞ് തീരത്തടിച്ച് തകരുകയും അവയുടെ ഊർജം വിമോചിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

തീരത്തോടടുക്കുമ്പോൾ ആഴം കുറയുന്നതിനാൽ സമുദ്രത്തിന്റെ അടിഭാഗം സമുദ്രജലത്തിന്റെ ചലനത്തെ ബാധിക്കുന്നതാണ്. തീരത്തിന് സമീപമെത്തുന്ന തിരമാലകൾ കടൽത്തറയിലെ വസ്തുക്കളുമായി ഘർഷണത്തിലാകുന്നതിനാൽ ജലകണികകളുടെ വർത്തുളാകാരത്തിലുള്ള ചലനം തടസപ്പെടുന്നതാണ്. ഇതിന്റെ ഫലമായി തിരമാലയുടെ മുകൾഭാഗം താഴ്ഭാഗത്തേക്കാൾ വേഗത്തിൽ ചലിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. തിരയുടെ മുകൾഭാഗത്തെ ശിഖരങ്ങൾ (crest) മുന്നോട്ടാഞ്ഞു നിലംപതിക്കുകയും തരംഗങ്ങൾ തകർന്ന് വീഴുകയും ചെയ്തു ബ്രേക്കർ (breaker) രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു.



ചിത്രം 9.2

തിരകൾ തീരത്ത് തകർന്നടിയുമ്പോൾ അവയുടെ ഊർജം കടലോരത്ത് ജലമിരച്ചു കയറുന്നതിനു കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്.

തരംഗത്തിന്റെ ഉയരത്തേക്കാൾ വെള്ളത്തിന്റെ ആഴം അല്പം കൂടുതലാകുമ്പോൾ പൊതുവെ തിരകൾ പൊട്ടിപ്പോകുന്നതാണ്. വെള്ളത്തിന്റെ ആഴം തരംഗഉന്നതിയുടെ 1.3 മടങ്ങോ അതിൽ കുറവോ ആകുമ്പോഴാണ് സാധാരണ തിരകൾ തകരുന്നത്. 30 സെ.മീറ്റർ ഉയരമുള്ള ഒരു തിരമാല 40 സെ.മീ ആഴമുള്ള വെള്ളത്തിൽ തകരുമെന്നർഥം.

തിരകളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന്റെ താഴ്ന്ന പരിധിയാണ് തരംഗപാദം (wave base) എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. തരംഗ ദൈർഘ്യത്തിന്റെ പകുതിയേക്കാൾ കൂടുതൽ ആഴത്തിൽ തിര

കൾക്ക് യാതൊരു സ്വാധീനവുമില്ല. അതിനാൽ, L എന്നത് തരംഗ ദൈർഘ്യമാണെങ്കിൽ $L/2$ വിനേക്കാൾ കൂടുതൽ ആഴത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിലെ അവസാദങ്ങളെ ചലിപ്പിക്കുവാനോ അടിത്തട്ടിൽ അപരദനം നടത്തുവാനോ തിരമാലകൾക്കാവില്ല എന്ന് മനസിലാക്കേണ്ടതാണ്.

9.3.2. വേലികൾ (Tides)

സമുദ്രോപരിതല തിരമാലകൾക്ക് കാരണമാകുന്ന പ്രാഥമിക ചാലകശക്തി കാറ്റ് ആണെങ്കിലും വേലി ചലനങ്ങൾക്കത് കാരണമാകുന്നില്ല. ദിവസേന വേലി ചലനങ്ങൾ നിമിത്തം സമുദ്രജലോപരിതലം ഉയരുകയും താഴുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. നിശ്ചിത സമയം ഇടവിട്ട് ജലോപരിതലത്തിന് ഉണ്ടാകുന്ന ഉയർച്ചയും താഴ്ച്ചയുമാണ് വേലിയേറ്റവും വേലിയിറക്കവും. ഒരു സമുദ്രഭാഗത്ത് സാധാരണയായി പ്രതിദിനം രണ്ടു വേലിയേറ്റവും വേലിയിറക്കവും വീതമാണ് ഉണ്ടാകുന്നത്.

സമുദ്രജലത്തിനു മേൽ സൂര്യനും ചന്ദ്രനും പ്രയോഗിക്കുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവും ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണവും കാരണമാണ് വേലികളുണ്ടാകുന്നത്. ചന്ദ്രൻ ഭൂമിയുടെ അടുത്ത് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നതിനാൽ ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണബലമാണ് സമുദ്രജലത്തിൽ കൂടുതൽ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നത്. ചന്ദ്രന്റെ ഏറ്റവും അടുത്തുള്ള, ഭൂമിയുടെ സമുദ്രഭാഗം ചന്ദ്രന്റെ അടുത്തേക്ക് ആകർഷിക്കപ്പെടുകയും അവിടെ വേലിയേറ്റം ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യുന്നു. അതേ സമയത്ത്, ഭൂമിയുടെ മറുവശത്തും വേലിയേറ്റം അനുഭവപ്പെടുന്നതാണ്. ഈ രണ്ട് വേലിയേറ്റ പ്രദേശങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള സ്ഥലങ്ങളിൽ വേലിയിറക്കമാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. ഭൂഭ്രമണം നിമിത്തം വേലി ചലനങ്ങൾ സമയ ക്രമമനുസരിച്ച് മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. തീരദേശത്ത് വേലിയേറ്റവും വേലിയിറക്കവും മൂലമുണ്ടാകുന്ന ഫലങ്ങൾ ചിത്രം 9.3 കാണിക്കുന്നു.

ചിത്രം 9.3

വേലിയേറ്റത്തിനും വേലിയിറക്കത്തിനുമിടയിൽ സമുദ്രജല വിതാനത്തിന് ഉണ്ടാകുന്ന ലംബദിശയിലുള്ള വ്യത്യാസത്തെ വേലിപരിധി/വേലിവ്യാപ്തി (tidal range) എന്നാണ് പറയപ്പെടുന്നത്. കടൽത്തറയുടെ പ്രകൃതത്തിനും ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ സ്ഥാനത്തിനുമനുസരിച്ച് വേലി ചലനങ്ങൾക്ക് ഏതാനും സെന്റിമീറ്ററുകൾ മുതൽ മീറ്ററുകളോളം വ്യാപ്തി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്.

വേലിക്രമം (TIDAL PATTERN)

മൂന്ന് പ്രധാന വേലി ക്രമമാണ് ലോകത്ത് കാണപ്പെടുന്നത്. 1) ദൈനംദിന വേലിക്രമം (Diurnal tidal pattern), 2) അർധദിന വേലിക്രമം (Semi - diurnal tidal pattern) 3) മിശ്ര വേലിക്രമം (Mixed tidal pattern). ഒരു വേലി ദിനത്തിന്റെ ദൈർഘ്യം 24 മണിക്കൂറല്ല – മറിച്ച് 24 മണിക്കൂർ 50 മിനിട്ടാണ്. ദൈനംദിന വേലികളുടെ സവിശേഷത ഓരോ വേലിദിനവും ഒരു വേലിയേറ്റവും ഒരു വേലിയിറക്കവുമെന്നതാണ്. ഓരോ വേലീദിനവും രണ്ട് വീതം അർധദിന വേലികളുണ്ടാകുന്നതാണ്. ഒരേ ഉയരത്തിലുള്ള രണ്ട് വേലിയേറ്റവും ഒരേ ആഴത്തിലുള്ള രണ്ട് വേലിയിറക്കവും ഓരോ വേലിദിനത്തിലും നടക്കുന്നു. എല്ലാ 12 മണിക്കൂർ 25 മിനിട്ട് കൂടുമ്പോഴും അർധദിന വേലികളുണ്ടാകുന്നതാണ്. ലോകമാകെ നടക്കുന്ന പ്രധാനയിനം വേലികൾ ഇത്തരത്തിലുള്ളവയാണ്. മിശ്രവേലിക്രമം അർധദിന വേലിക്രമത്തോട് സമാനമാണെങ്കിലും വേലിയേറ്റത്തിലോ വേലിയിറക്കത്തിലോ രണ്ടിലുമോ വലിയ അളവിൽ അസമത്വം കാണിക്കുന്നുണ്ട്. ഇവിടങ്ങളിൽ രണ്ട് വേലിയേറ്റവും വേലിയിറക്കവും വീതം സംഭവിക്കുന്നുമുണ്ട്. എന്നാൽ ഈ രണ്ട് വേലിയേറ്റങ്ങളുടെ / വേലിയിറക്കങ്ങളുടെ ഉയരങ്ങൾ വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും.

ഇവയ്ക്ക് പുറമെ വേലികൾക്ക് പ്രതിമാസ ചക്രവുമുണ്ട്. രണ്ട് തരത്തിലുള്ള പ്രതിമാസ വേലികളാണ് - വാവുവേലി (Spring tide) യും സപ്തമീവേലി (neap tide) യും. സൂര്യനും ഭൂമിയും ചന്ദ്രനും എല്ലാം നേർരേഖയിലായി വരുന്ന സമയങ്ങളിൽ (അമാവാസി, പൗർണ്ണമി ദിനങ്ങളിൽ) വേലീ വ്യാപ്തി കൂടുതൽ വലുതാവുന്നതാണ്. കാരണം, ഈ സമയത്ത് സൂര്യന്റേയും ചന്ദ്രന്റേയും ഒരുമിച്ചുള്ള ഗുരുത്വാകർഷണ ബലം വേലിയെ സൃഷ്ടിക്കുന്നുവെന്നതാണ്. വാവു വേലികൾ പൂർണ്ണ ചന്ദ്രദിനത്തിലും ഒന്നാം പിറ ദിനത്തിലുമായി മാസത്തിൽ രണ്ട് തവണയുണ്ടാകുന്നു. ഈ സമയത്ത് സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഒരേ രേഖയിലായി വരുമ്പോൾ അവയുടെ ആകർഷണ ബലങ്ങൾ സംയോജിക്കപ്പെട്ട് വലിയ വേലിവലിവുകളും വേലിതള്ളലുകളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഓരോ ചാന്ദ്രമാസത്തിലുമുള്ള രണ്ട് സപ്തമികളിലാണ് സപ്തമിവേലിയേറ്റം ഉണ്ടാകുന്നത്.

9.3.3. സമുദ്രജലപ്രവാഹങ്ങൾ (Ocean Currents)

സമുദ്രജലം സ്ഥിരം ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ചിലയിടങ്ങളിൽ തിരശ്ചീനമായും മറ്റ് ചിലയിടങ്ങളിൽ താഴേക്കും മറ്റ് പലയിടങ്ങളിൽ മുകളിലേക്കുമൊക്കെയാണ് ഈ ചലനങ്ങൾ. നദീപ്രവാഹം പോലെ ഒരു ദിശയിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു ദിശയിലേക്കുള്ള ജലത്തിന്റെ ഒഴുക്കാണ് സമുദ്രജല പ്രവാഹം. ഓരോ സ്ഥലത്തും ഓരോ തോതിലാണ് പ്രവാഹവേഗത. സമുദ്രത്തിലെ മൊത്തം ജലവും 1800 വർഷത്തിലൊരിക്കൽ പൂർണ്ണമായും കൂടിക്കലരുന്നുവെന്ന് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ജലപ്രവാഹങ്ങളിൽ യഥാർഥത്തിൽ കൂടുതൽ ദൂരങ്ങളിലേക്ക് വെള്ളം സഞ്ചരിക്കുന്നുണ്ട്. ഊഷ്മാവ്, ലവണത്വം, തുടർച്ചയായും ഇടവിട്ടും വീശുന്ന കാറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനം തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ഇതിന് കാരണമായേക്കാം. രണ്ട് തരത്തിലുള്ള സമുദ്ര ജലപ്രവാഹങ്ങളുണ്ട്. (i) ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങളും (ii) ആഴക്കടൽ പ്രവാഹങ്ങളും.

(എ) ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങൾ (Surface currents)

കാറ്റുമൂലം രൂപം കൊള്ളുന്ന ജലപ്രവാഹങ്ങളാണ് ഉപരിതല സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ. ഈ പ്രവാഹങ്ങൾ പ്രാഥമികമായി തിരശ്ചീന ചലനങ്ങളാണ്. ഭൂമിയിലെ പ്രധാന വാതമേഖലകളാണ് (wind belts) ഉപരിതല സമുദ്രപ്രവാഹത്തിന്റെ രൂപീകരണത്തെയും അവയുടെ സഞ്ചാരദിശയെയും സ്വാധീനിക്കുന്നത്. സമുദ്രോപരിതലത്തിന്റെ ഉപരി ഭാഗങ്ങളിലൂടെ വെള്ളം തിരശ്ചീനമായി പ്രവഹിക്കുന്ന രൂപത്തിലുള്ള ചലനങ്ങളാണ് ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങൾ. ആഗോള കാലാവസ്ഥയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന പ്രധാന ഘടക ങ്ങളാണ് ഉപരിതല സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളെന്നതിനാൽ അവ ഏറെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കു ന്നുണ്ട്.

വളരെ വലിയ തരത്തിലുള്ള ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങളുണ്ട്. ഉത്തര അറ്റ്ലാന്റിക്കിലെ ഉപരിതല പ്രവാഹമായ ഗൾഫ് സ്ട്രീം മിസിസ്സിപ്പി നദിയിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലത്തിന്റെ 4500 മടങ്ങ് വെള്ളം വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകുന്നുണ്ട്. ഓരോ സെക്കന്റിലും 90 ദശ ലക്ഷം ഘനമീറ്റർ വെള്ളമാണ് ഗൾഫ് സ്ട്രീം കൊണ്ട് പോകുന്നത്. ചില സമുദ്ര പ്രവാഹങ്ങൾ ആഴമുള്ളതും വീതികുറഞ്ഞവയുമാണ്. മറ്റ് ചിലത് കുറഞ്ഞ ആഴത്തി ലൂടെ വീതിയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രവാഹങ്ങളാണ്. ചില പ്രവാഹങ്ങൾ വേഗത്തിൽ ചലിക്കുമ്പോൾ മറ്റ് ചിലത് സാവധാനത്തിൽ നീങ്ങുന്നതായിരിക്കും. ഒരു പ്രവാഹ ത്തിന് തന്നെ കാലക്രമേണ ആഴത്തിലും സഞ്ചാരവേഗതയിലും മാറ്റത്തിന് വിധേയ മാകാറുമുണ്ട്. നാവികർക്ക് സമുദ്രത്തിലൂടെയുള്ള സഞ്ചാരപാത ആസൂത്രണം ചെയ്യു ന്നതിലും ഉപരിതല സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ നിർണായകമാണ്. സമുദ്രജീവികളെ ചുറ്റു മുള്ള ലോകത്തേക്ക് വഹിച്ചുകൊണ്ട് പോകുന്നതിനാലും സമുദ്ര ആവാസ വ്യവസ്ഥി തിയിലെ താപനിലയെ ബാധിക്കുന്നതിനാലും ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങൾ സമുദ്രജീവി കളെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു.

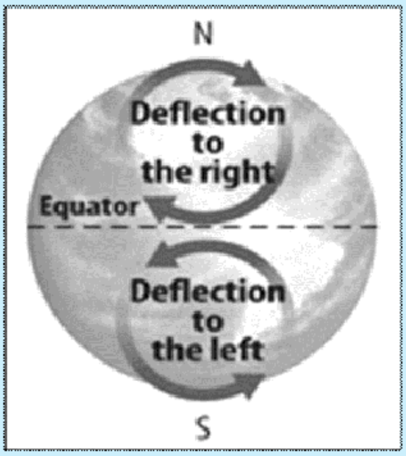
സമുദ്ര പ്രവാഹങ്ങളെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ (FACTORS CONTROLLING OCEAN CURRENTS)

സമുദ്ര ജല പ്രവാഹങ്ങൾ നിർണയിക്കപ്പെടുന്ന മൂന്ന് ഘടകങ്ങളാണ് ആഗോള വ്യാപക വാത മാതൃകകൾ (overall global wind patterns), ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണം, സമുദ്രത ടത്തിന്റെ ആകൃതി എന്നിവ.

ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രദേശവും ധ്രുവ പ്രദേശവും തമ്മിലുള്ള ഊഷ്മാവിലുള്ള വ്യത്യാസം അന്തരീക്ഷത്തിലെയും സമുദ്രത്തിലെയും ദ്രവങ്ങളുടെ ചലനത്തിന് കാരണമാകു ന്നു. ഭൂമിയുടെ മധ്യരേഖാഭാഗങ്ങൾ സൂര്യനിൽ നിന്നുള്ള നേരിട്ടുള്ള കിരണങ്ങ ളേറ്റ് ചൂട് പിടിക്കുന്നതിനാൽ, മധ്യരേഖാപ്രദേശത്തെ വായു ഉത്തര ദക്ഷിണ ഭാഗ ങ്ങളേക്കാൾ കൂടുതൽ ചൂടുള്ളതായിരിക്കും. ചൂടുള്ള ഈ വായു മധ്യരേഖാഭാഗത്തു നിന്ന് ഉയർന്ന് പൊങ്ങുകയും ധ്രുവഭാഗത്തെ തണുത്ത വായു തൽസ്ഥാനത്തേക്ക് എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ കാറ്റ് വീശാൻ തുടങ്ങി സമുദ്രത്തിൽ തിരക ളെയും ജലപ്രവാഹങ്ങളെയും ചലിപ്പിക്കുന്നു. കാറ്റിന് സമുദ്രത്തിന്റെ ഉപരിഭാ ഗത്തെ ചലനവിധേയമാക്കുവാൻ ഉപരിതല ജലപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടാക്കാൻ കഴിയു ന്നു. സമുദ്രത്തിന് മുകളിലൂടെ വീശുന്ന കാറ്റിന്റെ സമുദ്രജലവുമായുള്ള ഘർഷണം നിമിത്തമാണ് ഉപരിതലസമുദ്ര പ്രവാഹങ്ങളുണ്ടാകുന്നത്. ഉപരിതലപ്രവാഹങ്ങൾ

ഏകദേശം 400 മീറ്റർ താഴേക്ക് വ്യാപിക്കുകയും ഒരു ദിവസം 100 കി. മീറ്റർ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഭൂഭ്രമണം നിമിത്തം ഉപരിതല ജലപ്രവാഹങ്ങളും കാറ്റും അവയുടെ ഉദ്ഭവകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും വ്യതിചലിക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് കോറിയോലിസ് പ്രഭാവം (Coriolis Effect) വിശദീകരിക്കുന്നുണ്ട് (ചിത്രം 9.4)



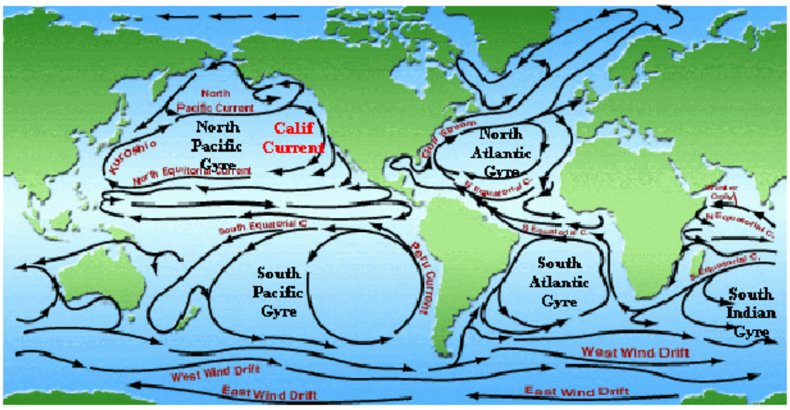
ചിത്രം 9.4 കോറിയോലിസ് പ്രഭാവം

ഉത്തരധ്രുവത്തിൽ നിന്നു വീക്ഷിക്കുമ്പോൾ ഭൂമി സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിൽ വിപരീത ഘടികാര ദിശയിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യുന്നതായി കാണാവുന്നതാണ്. കാറ്റ് അല്ലെങ്കിൽ സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ ചലിക്കുന്ന സമയം ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണം അവയെ ബാധിക്കുന്നതാണ്. ഭൂമിയിൽ വടക്കോട്ടോ തെക്കോട്ടോ സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തു നേർരേഖയ്ക്ക് പകരം വക്രദിശയിലേക്ക് ചലിക്കുന്നതായി അനുഭവപ്പെടുന്നു. കോറിയോലിസ് പ്രഭാവം ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങളെ അത്തരത്തിലുള്ള ദിശാവ്യതിയാനത്തിന് കാരണമാക്കുന്നു. വ്യതിചലിക്കപ്പെടുന്ന ദിശ അവ നിലകൊള്ളുന്ന അർധഗോളത്തിനനുസരിച്ചായിരിക്കും. കാറ്റും ജലപ്രവാഹങ്ങളും വർത്തുള്ള പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുവാനുള്ള കാരണമിതാണ്.

സമുദ്രതടത്തിന്റെ ആകൃതി ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങളുടെ ദിശയെ നിർണയിക്കുന്ന മൂന്നാമത്തെ ഘടകമാണ്. ഉപരിതലപ്രവാഹം, കരയോടടുക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ദിശ മാറുന്നതാണ്. ഒരു കുളിത്തൊട്ടിയിലെ വെള്ളം തൊട്ടിയുടെ അറ്റത്തേക്ക് തള്ളുകയാണെന്ന് സങ്കൽപിച്ച് നോക്കുക. വെള്ളം തൊട്ടിയുടെ അറ്റത്തെത്തുമ്പോൾ അതിന്റെ ദിശ മാറുന്നത് കാണാൻ കഴിയുമല്ലോ.

വർത്തുള ജലധാരകൾ (ഓഷ്യൻ ജയറുകൾ) (Ocean Gyres)

ഉപരിതലസമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ ജയറുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന വർത്തുളാകാരത്തിലുള്ള വലിയ (ആഗോള തലത്തിൽ) ചലനങ്ങളായിട്ടാണ് രൂപപ്പെടുന്നത്. സമുദ്രതടമൊന്നാകെ വ്യാപിച്ചതോ നൂറ് മുതൽ ആയിരക്കണക്കിന് കിലോമീറ്റർ ദൈർഘ്യത്തിലോ ഉള്ള ജലപിണ്ഡങ്ങളുടെ വലിയ ചുഴി രൂപത്തിലുള്ള ചലനമാണ് വർത്തുള ജലധാരകൾ (gyres). തുറസ്സായ കടലുകളിൽ കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്ന ഈ പ്രവാഹങ്ങൾ ഉപരിതലസമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളുടെ ദീർഘകാല ശരാശരി മാതൃകയെയാണ് പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നത്. കോറിയോലിസ് പ്രഭാവം നിമിത്തം ഉത്തരാർധഗോള സമുദ്രങ്ങളിൽ പ്രദക്ഷിണദിശയിലും ദക്ഷിണാർധഗോള സമുദ്രങ്ങളിൽ അപ്രദക്ഷിണദിശയിലുമായിരിക്കും വർത്തുള ജലധാരകൾ നീങ്ങുന്നത്. ഭൂമിയുടെ ധ്രുവത്തിന് സമീപം അവ വിപരീത ദിശയിലേക്ക് ഒഴുകാൻ പ്രവണത കാണിക്കുന്നതാണ്. വർത്തുള ജലധാരയുടെ അഗ്രഭാഗത്ത് അതിർത്തിപ്രവാഹങ്ങൾ താപാധിക്യമുള്ള ഉഷ്ണമേഖലാ ജലത്തെ ഉയർന്ന അക്ഷാംശമേഖലകളിലേക്കും ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ തണുത്ത ജലത്തെ താഴ്ന്ന അക്ഷാംശമേഖലകളിലേക്കും എത്തിക്കുന്നു.



ചിത്രം 9.5 ലോക സമുദ്രത്തിലെ അഞ്ച് പ്രധാന വർത്തുള്ള ജലധാരകൾ.

സമുദ്രങ്ങളിലെ പ്രധാന വർത്തുളാകാര ജലധാരകളാണ് ഉത്തര അറ്റ്ലാന്റിക്, ദക്ഷിണ അറ്റ്ലാന്റിക്, ഉത്തര പസിഫിക്, ദക്ഷിണ പസിഫിക്, ഇന്ത്യൻ മഹാസമുദ്ര വർത്തുള ജലധാരകൾ. ഇവയുടെ ലളിതമായ ചിത്രീകരണം ചിത്രം 9.5 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഉത്തര അക്ഷാംശം അല്ലെങ്കിൽ ദക്ഷിണ അക്ഷാംശം 30°ക്ക് അടുത്ത കേന്ദ്രീകൃത മായ മിതോഷ്ണമേഖല വർത്തുളാകാര ജലധാരകൾ, ഭൂമധ്യരേഖാ ജലപ്രവാഹം, പശ്ചിമാതിർത്തി ജലപ്രവാഹങ്ങൾ, ഉത്തര അല്ലെങ്കിൽ ദക്ഷിണാതിർത്തി ജലപ്രവാ ഹങ്ങൾ, പൂർവ്വാതിർത്തി ജലപ്രവാഹങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം പ്രമുഖ വർത്തുള ജല ധാരകളിലുൾപ്പെടുന്നവയാണ്. ഇതിന് പുറമെ ഉപധ്രുവീയ വർത്തുളാകാര ജലധാര കളും ഭൂമധ്യരേഖാ എതിർ പ്രവാഹങ്ങളും ഉപരിതല ജലപ്രവാഹങ്ങളിൽ പ്രാമുഖ്യമു ള്ളവയിൽ പെടുന്നവയാണ്.

വർത്തുള ജലധാരകളിൽ വലുതായ ഗണത്തിൽ പെടുന്ന ഉത്തര പസിഫിക് വർത്തുള ജലധാര ബൃഹത് പസിഫിക് മാലിന്യത്തുണ്ട് (Great Pacific Garbage Patch) എന്നറി യപ്പെടുന്ന പ്രദേശത്തിന് താവളം നൽകുന്നിടമാണ്. ഈ പ്രദേശത്ത് ഏകദേശം 3 ദശലക്ഷം ടൺ പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യങ്ങളടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. നഗ്നനേത്രങ്ങൾക്ക് ദൃശ്യമാ കാത്ത വിധം ചെറുകഷണങ്ങളാക്കി ഈ പ്ലാസ്റ്റിക് മാലിന്യങ്ങളെ മുറിച്ച് ചെറുതാ ക്കിയ നിലയിലാണെന്ന് മാത്രം.

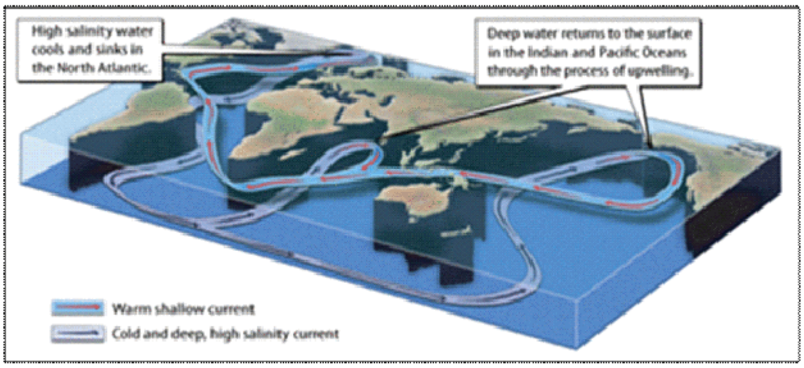
(ബി) അഗാധ സമുദ്രജല പ്രവാഹങ്ങൾ/ആഴക്കൽ ജല പ്രവാഹങ്ങൾ (Deep Sea Currents)

ഉപരിതലസമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ സമുദ്രജലോപരിതലത്തിനോട് ചേർന്ന് നിലകൊള്ളു ന്നവയും കാര്യമായും ഉപരിഭാഗത്തെ ബാധിക്കുന്നവയുമാണ്. എന്നാൽ തുല്യ പ്രാധാ ന്യമുള്ള സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളാണ് അഗാധസമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളെന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെ ടുന്ന ആഴക്കടലിലെ സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ. ഈ ജലപ്രവാഹങ്ങൾ കാറ്റിനാൽ രൂപം കൊള്ളുന്നവയല്ല, മറിച്ച് ജല പിണ്ഡങ്ങളുടെ സാന്ദ്രതാ വ്യത്യാസത്തിന്റെ ഫലമായു ണ്ടാകുന്നവയാണ്. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, ഈ സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ ഊഷ്മാവിലും ലവണത്വത്തിലും പ്രാദേശികമായുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസങ്ങൾ നിമിത്ത

മുണ്ടാകുന്ന സാന്ദ്രതാ വ്യത്യാസങ്ങൾ വഴി രൂപം കൊള്ളുന്നവയാണ്. അഗാധപ്രവാഹങ്ങൾ തിരശ്ചീനദിശയിലും ലംബദിശയിലും ചലിക്കുന്നുണ്ട്. ജലപിണ്ഡങ്ങളിലെ സാന്ദ്രതാ വ്യത്യാസത്തിന്റെ ഫലമായിട്ടുണ്ടാകുന്ന ഒരിനം അഗാധലംബ ജലപ്രവാഹങ്ങളാണ് സാന്ദ്രതാപ്രവാഹങ്ങൾ (density currents). ലവണത്വത്തിലുള്ള വർധനവോ താപനിലയിലുള്ള കുറവോ സമുദ്രജലസാന്ദ്രതാ വർധനവിന് കാരണമാകാവുന്നതാണ്. അഗാധ സമുദ്രതരംഗങ്ങൾ ഉയർന്ന അക്ഷാംശമേഖലകളിൽ നിന്നാണ് പ്രവാഹമാരംഭിക്കുന്നത്. ബാഷ്പീകരണാധിക്യം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ലവണത്വവർധനവിനാലും സാന്ദ്രതാ പ്രവാഹങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതാണ്.

സാന്ദ്രത കൂടുതലുള്ള ജല പിണ്ഡങ്ങൾ സമുദ്രതടത്തിലേക്ക് താഴുന്നതാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിലെ സംവഹനപ്രവാഹങ്ങളെപ്പോലെ സാന്ദ്രത കൂടുതലുള്ള ജലം താഴേയ്ക്ക് പതിക്കുമ്പോൾ തൽസ്ഥാനം സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ജലം മുകളിലേക്ക് ഉയർന്ന് നികത്തപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. സമുദ്രത്തിന്റെ ആഴങ്ങളിൽ വൻതോതിലുള്ള ജലചലനങ്ങൾ ഇത്തരം സംവഹനപ്രവാഹങ്ങൾ വഴി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങൾ വഴി ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രദേശത്ത് നിന്നും ധ്രുവഭാഗത്തേക്കെത്തുന്ന ജലം തണുക്കുന്നു. തണുത്ത ജലത്തിന് സാന്ദ്രത കൂടുതലായതിനാൽ അത് താഴ്ന്ന് കീഴ്പ്പോട്ട് ചലിക്കുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഉപരിതല പ്രവാഹവും അഗാധസമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളും പരസ്പരബന്ധിതമാണ്. കാറ്റ് മൂലം ഉപരിതലപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടായി ജലത്തെ സമുദ്രത്തിന് ചുറ്റുമായി ചലിപ്പിക്കുന്നു. അതേ സമയം, സാന്ദ്രതാവ്യത്യാസത്തിന്റെ ഫലമായി അഗാധപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടായി ഈ ജലത്തെ ആഗോളതലത്തിൽ തിരിച്ചെത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ലഘുവായ മാതൃകയിൽ സമുദ്ര ജലചംക്രമണം ഒരു കൺവെയർ ബെൽറ്റ് പോലെ, അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിൽ നിന്നും ഇന്ത്യൻ സമുദ്രത്തിലൂടെ പസിഫിക് സമുദ്രത്തിലേക്കും അവിടെ നിന്ന് തിരിച്ചും സഞ്ചരിക്കുന്നതായി കാണാം (ചിത്രം 9.6). മഹാസമുദ്രത്തിലെ ഈ കൺവെയർ ബെൽറ്റ് മാതൃക ഏകദേശം 1000 കൊല്ലം കൊണ്ട് ഒരു പൂർണ്ണവട്ടം പൂർത്തീകരിക്കുന്നതാണെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞർ കണ്ടെത്തിയിട്ടുള്ളത്.



ചിത്രം 9.6 ഒരു കൺവെയർ ബെൽറ്റിനോട് സമാനമായ സമുദ്ര ജല ചംക്രമണം.

അപ്‌വെല്ലിംഗ്/ഊർദ്ധ്വധാര (Upwelling)

സാന്ദ്രത കൂടുതലുള്ള ജലം താഴേക്ക് പതിക്കുന്നുവെന്ന് നേരത്തെ നിങ്ങൾ മനസിലാക്കിയല്ലോ. എന്നിരുന്നാലും ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ഈ പ്രക്രിയ നേരെ മറിച്ചായിരിക്കും. ഊർധ്വദിശാപ്രവാഹം വഴി ആഴക്കടലിലെ സാന്ദ്രത കൂടുതലുള്ള ജലം ഉപരിതലത്തിലേക്ക് കയറി വരുന്നതാണ്. ഉപരിതലത്തിലെ ചൂടുള്ള വെള്ളത്തിന് പകരം ആഴത്തിൽ നിന്നും തണുത്ത വെള്ളം ഉയർന്ന് വരുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ഊർധ്വധാര/ അപ്‌വെല്ലിംഗ് (upwelling) നൈട്രേറ്റുകളും ഫോസ്ഫേറ്റുകളും പോലെയുള്ള വിലേയ പോഷകങ്ങളെ വലിയ തോതിൽ സമുദ്രോപരിതലത്തിലേക്കെത്തിക്കാൻ ഈ പ്രക്രിയ കാരണമായിത്തീരും.

ശക്തമായ കാറ്റുകൾ കരയിൽ നിന്നും കടലിലേക്ക് വീശുന്ന ഭാഗങ്ങളിൽ പൊതുവെ ഊർധ്വദിശാപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടാകുന്നതാണ്. ഉപരിതലത്തിലെ വെള്ളം ഇവിടുത്തെ തീരത്ത് നിന്നും അകന്ന് പോകുമ്പോൾ താഴെ നിന്നുമുള്ള തണുത്ത വെള്ളം പകരം അവിടെയെത്തിച്ചേരുന്നു. അടിയിലെ ജലപ്രവാഹം മുകളിലേക്ക് വരുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഇവിടെ വെള്ളം പോഷകങ്ങളെകൊണ്ട് സമ്പന്നമായിരിക്കും. തീരദേശത്തെ പ്ലവജീവികളുടെ (plankton) വളർച്ച കൂടുതലായതിനാൽ ഇവിടം പരിസ്ഥിതി വ്യൂഹത്തിലെ മറ്റു അംഗങ്ങൾക്കും അനുകൂലമായിരിക്കും. ജൈവോത്പാദനക്ഷമത കൂടുതലായി നടക്കാൻ സഹായകരമായ ഈ പ്രക്രിയ നിലനിൽക്കുന്നതിനാൽ കാലിഫോർണിയ, തെക്കെ അമേരിക്ക, ദക്ഷിണാഫ്രിക്ക, അറബിക്കടൽ എന്നിവയെല്ലാം ഇത്തരത്തിൽ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ഉത്തര-ദക്ഷിണ ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രവാഹങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രദേശത്തും ഊർധ്വദിശാ പ്രവാഹങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ട്.

ഉപരിതലസമുദ്രജലപ്രവാഹങ്ങൾ, സമുദ്രവർത്തുളാകാര ജലധാരകൾ, അഗാധസമുദ്ര ജലപ്രവാഹങ്ങൾ, അന്തരീക്ഷം എന്നിവയെല്ലാം ഭൗമ വ്യൂഹത്തിന്റെ ഭാഗമാണ്. ആഗോള കാലാവസ്ഥ വ്യതിയാനങ്ങളും ഭൗമവ്യൂഹത്തിലെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലൂടെ ജലം, ഊർജം, പോഷകങ്ങൾ, മാലിന്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം സഞ്ചരിക്കുകയും അകപ്പെടുകയും വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിന്റെ യാന്ത്രിക രഹസ്യവും മനസിലാക്കുന്നതിന്റെ പ്രധാന സൂചകമാണ് സമുദ്രവും അന്തരീക്ഷവും തമ്മിലുള്ള ഈ പാരസ്പര്യം തിരിച്ചറിയുകയെന്നത്.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. തീരത്തേക്കെത്തുമ്പോൾ തിരകൾ തകരുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?
2. ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങളും അഗാധ സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളും തമ്മിൽ എങ്ങനെ വേർതിരിക്കാനാകും?
3. വേലി ചലനങ്ങളെ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിൽ ...... ന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലമാണ് കൂടുതൽ പ്രധാനം.
4. ബൃഹത് വേലികളും ലഘുവേലികളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്താണ്?

9.4 സമുദ്രതടത്തിന്റെ ഭൂപ്രകൃതി (Topography of the ocean floor)

സമുദ്രത്തിലൂടെ നാവികസഞ്ചാരം നടത്തുകയോ അല്ലെങ്കിൽ വിശാലമായ സമുദ്ര

പരപ്പുകൾക്ക് മുകളിലൂടെ പറക്കുകയോ ചെയ്യുന്നയാൾക്ക് താഴെ മറഞ്ഞ് കിടക്കുന്ന കടൽത്തറയുടെ സ്ഥലാകൃതിയെ സംബന്ധിച്ച് കാര്യമായ സൂചനകളൊന്നും കിട്ടിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. എന്നാൽ, കരപ്രദേശത്തെപ്പോലെതന്നെ ക്രമരഹിതവും അദ്ഭുതകരവും വ്യത്യസ്തവുമാണ് സമുദ്രാന്തർഭാഗ സ്ഥലഘടന. ഭൂമിയിലെ ഉയർന്ന കൊടുമുടികളും അഗാധതാഴ്വരകളും വിശാലമായ സമതല പ്രദേശങ്ങളും കിടക്കുന്നത് സമുദ്രത്തിലാണ്. വലിയ പർവ്വതനിരകൾ, താഴ്വരകൾ, ഗിരികന്ദരങ്ങൾ/ഗിരി ഗഹ്വരങ്ങൾ, വിശേഷരൂപമില്ലാത്ത സമതലങ്ങൾ, വലിയ ചെങ്കുത്തായ കുന്നുകൾ, കിഴുക്കാംതൂക്കായ വശങ്ങളോട് കൂടിയ അഗ്നിപർവ്വത സ്തംഭങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം കടൽത്തറയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നുണ്ട്. യഥാർഥത്തിൽ സമുദ്രാന്തര ഭൂപ്രകൃതി സവിശേഷ നിമ്നോന്നത കാണിക്കുന്നതും കരയിലേതുപോലെ ക്രമരഹിതവും പരുക്കൻ പ്രകൃതത്തോട് കൂടിയതുമാണ്.

ഏറ്റവും ആഴമേറിയതും വലുതുമായ ജലസഞ്ചയമായ പസിഫിക് സമുദ്രം ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ പകുതിയോളം പ്രദേശത്തെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നുണ്ട്. അതിന്റെ ശരാശരി ആഴം 4200 മീറ്ററാണ്. ഇതുവരെ രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ടതിൽ വച്ചേറ്റവും ആഴമേറിയ ഭാഗം മറിയാനാ ഗർത്തത്തിലെ (പശ്ചിമോത്തര പസിഫിക് സമുദ്ര തടത്തിലെ ഒരു അഗാധ ഗർത്തം) ചാലഞ്ചർ ഡീപ് (ബ്രിട്ടീഷ് പര്യവേക്ഷണ കപ്പലായ എച്ച്.എം.എസ്. ചാലഞ്ചർ II എന്നത് ചേർത്ത് നാമകരണം ചെയ്തത്) ആണ്. യു.എസ്. ദേശീയ സാമുദ്രിക അന്തരീക്ഷ കാര്യനിർവഹണ വിഭാഗം (US National Oceanic and Atmospheric Administration) ചാലഞ്ചർ ഗർത്തത്തിന്റെ ആഴം സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നും 11030 മീറ്ററായി നിർണയിച്ചിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രങ്ങളിലെ ശരാശരി ആഴം ഏകദേശം 3800 മീറ്ററും ശരാശരി കരയുടെ ഉയരം 840 മീറ്ററുമാണ്.

സമുദ്രതടത്തെ സാമ്പ്രദായികമായി മൂന്ന് പ്രത്യേക മേഖലകളായി വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വൻകരയോരം / ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട് (Continental shelf), വൻകരചരിവ്/ഭൂഖണ്ഡ ചായ്വ് (Continental slope), ആഴക്കടൽ സമതലങ്ങൾ/സമുദ്രാഗാധസമതലങ്ങൾ (abyssal plains) എന്നിവയാണിവ.

i) ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട് (Continental Shelf)

സമുദ്രതടത്തിന്റെ ഏറ്റവും പരിചിതവും കൂടുതൽ പഠനവിധേയമാക്കിയിട്ടുള്ളതുമായ ഭാഗം ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട് ആകുന്നു. ഭൂഖണ്ഡഭാഗത്തിന്റെ അഗ്രമെന്നോണം കരയോട് ചേർന്ന് കിടക്കുന്ന ആഴം കുറഞ്ഞ തീരെ ചെരിവില്ലാത്ത സമുദ്രാന്തർ ഭാഗമാണ് ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട്. ഭൂഖണ്ഡത്തിന്റെയോ ദ്വീപിന്റെയോ തീരത്തിനും ഭൂപ്രകൃതിയിൽ കാര്യമായ ചരിവ് കാണപ്പെടുന്ന കടൽത്തറാഭാഗ (Shelf break) ത്തിനുമിടയിലുള്ള ഈ മേഖലക്ക് പരമാവധി 200 മീറ്റർ വരെ ആഴം കാണാവുന്നതാണ്. ഭൂഖണ്ഡാതിരുകളുടെ നീളത്തിലുള്ള ഒരു പരിഛേദം (പ്രൊഫൈൽ) പരിശോധിക്കുമ്പോൾ ശരാശരി 132 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ കടൽത്തറയുടെ ചെരിവ് വലിയളവിൽ കൂടുന്നതായി മനസിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഇത്തരത്തിൽ ചരിവ് പൊടുന്നനെ വർധിക്കുന്ന ഭാഗം ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടിന്റെ അതിരായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു.

ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടിന് ശരാശരി 0.1 ഡിഗ്രി ചരിവ് ആണുള്ളത്. വിഭിന്ന തീരങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്ത അളവിൽ വീതിയാണെങ്കിലും ശരാശരി 65 കി.മീറ്റർ വീതി ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടുകൾക്കുണ്ടാകുന്നതാണ്. വടക്കെ ആസ്ട്രേലിയ, സൗത്ത് അമേരിക്കയിലെ അർജന്റീന

എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടുകൾക്ക് വളരെയധികം വീതിയുണ്ട്. സൈബീരിയൻ തീരത്ത് നിന്നും ആർട്ടിക്ക് സമുദ്രത്തിലേക്ക് വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്ന ഭൂഖണ്ഡത്തിന് 1500 കി.മീറ്റർ വീതിയാണ്. എന്നാൽ തെക്കെ അമേരിക്കയുടെ പസിഫിക് തീരത്ത് ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടിന് തീരെ വീതിയില്ല. ഇന്ത്യയുടെ കിഴക്കൻ തീരത്ത് ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടിന് വീതി കുറവും, അതേ സമയം പടിഞ്ഞാറൻ തീരത്ത് വീതിയേറിയതുമാണ്. ഇന്ത്യയുടെ ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട് ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 9.7) കാണിക്കുന്നു.

ചിത്രം 9.7 ഇന്ത്യയുടെ വൻകരാതട്ട്

ഭൂഖണ്ഡ (കര) ഭാഗത്തോടു ചേർന്ന് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട് മൊത്തം സമുദ്ര വിസ്തൃതിയുടെ 8 ശതമാനം ഭാഗത്തെയുൾക്കൊള്ളുന്നുണ്ട്. ഈ മേഖലയ്ക്കു വർധിച്ച രാഷ്ട്രീയ സാമ്പത്തിക പ്രാധാന്യമാണുള്ളത്. ധാതുസമ്പത്ത്, എണ്ണ-പ്രകൃതി വാതക വിഭവങ്ങൾ, പോഷക പദാർഥങ്ങൾ, മണൽ നിക്ഷേപങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയാൽ സമ്പന്നമാണ് ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടുകൾ. സൂര്യപ്രകാശം ആഴ്ന്നിറങ്ങുന്നതും കരയിലെ പോഷകങ്ങൾ വന്നു ചേരുന്നതും ഊർധ്വധാര (upwelling) മുഖേന പോഷക വസ്തുക്കൾ ലഭിക്കുന്നതുമായ പ്രദേശമായതിനാൽ പ്രധാന മത്സ്യബന്ധന മേഖലകളാണ് ലോകത്തിലെ ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടുകളെല്ലാം തന്നെ. ജൈവീക പ്രവർത്തനങ്ങളാൽ സമൃദ്ധമായ ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടുകൾ ഭക്ഷ്യഉറവിട മേഖലകളായി നിലകൊള്ളുന്നു. ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടിന് മുകളിലുള്ള സമുദ്രജലഭാഗത്തെ എപികോണ്ടിനന്റൽ കടൽ (epicontinental sea) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ട്.

ii) ഭൂഖണ്ഡ ചായ്‌വ് (Continental slope)

ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട് അവസാനിക്കുന്നിടത്ത് (shelf break) പൊടുന്നനെ ചരിവ് കൂടുതലുള്ള കടൽഭാഗം ആരംഭിക്കുന്നു. ചെങ്കുത്തായ ചെരിവുള്ള ഈ പ്രദേശം ഭൂഖണ്ഡ ചായ്‌വ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ശരാശരി 4" മുതൽ ചരിവ് കൂടി വരുന്ന ഈ പ്രദേശം ചെന്നവസാനിക്കുന്നത് സമുദ്രാഗാധ സമതലത്തിലാണ് (abyssal plain). മൊത്തത്തിൽ 3,00,000 കി.മീ. നീളം ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വുകൾക്കുണ്ട്.

വലിയ നദികളൊന്നുമില്ലാത്ത തീരങ്ങൾക്കകലെ ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വിന് ചരിവ് ഏറ്റവും കുറവും പഴക്കം കുറഞ്ഞ പർവ്വത നിരകളോട് ചേർന്നതും ഇടുങ്ങിയ ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ടുകളോട് കൂടിയതുമായ തീരങ്ങൾക്കപ്പുറം ചരിവ് വളരെ കൂടുതലുമാണ്. പസിഫിക് സമുദ്രത്തിന്റെ മിക്ക ഭാഗങ്ങളിലും അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിനുള്ളതിനേക്കാൾ ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വിന് ചെങ്കുത്തായ ചെരിവ് കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്.

ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വിനും അഗാധസമതലത്തിനുമിടയിലുള്ള അതിർത്തി താഴ്ച കുറവുള്ള ഭൂഖണ്ഡ ഉന്നതി (continental rise) എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വിലൂടെ ഊർന്ന് വീഴുന്ന അവസാദങ്ങൾ അടിഞ്ഞ് കൂടിയാണ് ഇത്തരം ഉന്നതികൾ രൂപം കൊള്ളുന്നത്.

ലോകത്തിലെ പകുതിയോളം ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വുകളും ചെന്നെത്തുന്നത് ആഴമേറിയ സമുദ്രഗർത്തങ്ങളിലേക്കോ ആഴം കുറഞ്ഞ താഴ്ചകളിലേക്കോ ആണ്. മറ്റുള്ളവ സമുദ്രാവസാദങ്ങൾ അടിഞ്ഞുകൂടി രൂപം കൊള്ളുന്ന സമുദ്രാവസാദവിശറികളിലോ ഭൂഖണ്ഡഉന്നതികളിലോ ചെന്നവസാനിക്കുകയാണ്.

ഭൂഖണ്ഡ ഉന്നതി (continental rise) എന്ന പദം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഭൂഖണ്ഡ ചായ്‌വിനും അഗാധസമതലത്തിനുമിടയിൽ അടിഞ്ഞ് കൂടുന്ന ഭൂഖണ്ഡജന്യശിലാപദാർഥങ്ങളും അവസാദങ്ങളും കൊണ്ട് നിർമിതമായ നിക്ഷേപണ ഭൂരൂപത്തെയാണ്. ഭൂഖണ്ഡ ചായ്‌വിന്റെ അടിഭാഗത്തായി ഉയർന്ന തിട്ടകളുടെ രൂപത്തിൽ കുമിഞ്ഞ് കൂടിയുണ്ടാകുന്ന ഇത്തരം സവിശേഷ നിക്ഷേപണ രൂപത്തെ കോണ്ടിനെന്റൽ ആപ്രണുകൾ (continental aprons) എന്ന പേരിലുമറിയപ്പെടുന്നുണ്ട്. സമുദ്രാന്തര ഭൂദ്രവ്യശോഷണം, (submarine mass wasting) ജലപ്രവാഹങ്ങൾ വഴിയുള്ള നിക്ഷേപണം, ജൈവജന്യ പദാർഥങ്ങളും അവസാദങ്ങളും, നേരെ കുത്തനെ അടിയൽ, പ്രക്ഷുബ്ധപ്രവാഹങ്ങൾ (turbidity currents) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ഉയർന്ന വേഗതയിലുള്ള അവസാദ വാഹക സാന്ദ്രതാപ്രവാഹങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ഭൂഖണ്ഡ ഉന്നതികളുടെ രൂപം കൊള്ളലിന് നിദാനമായ അവസാദങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നുണ്ട്.

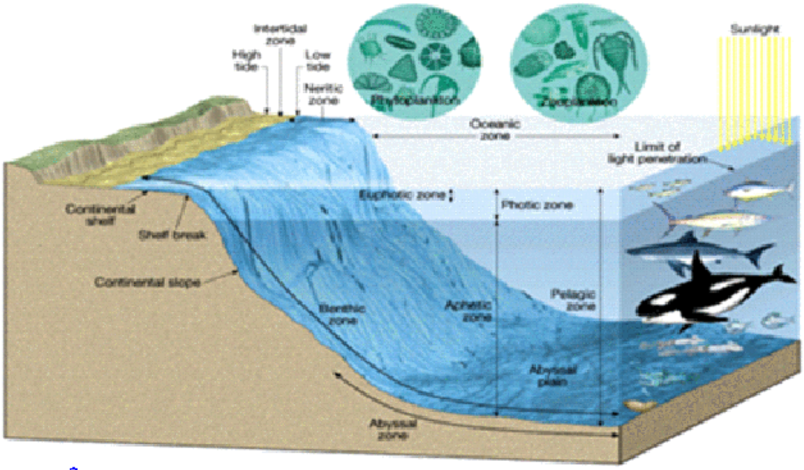
സമുദ്രാടിത്തട്ടിന്റെ 8.5 ശതമാനത്തോളം ഭാഗം ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വ് - ഭൂഖണ്ഡ ഉന്നതി മേഖലകൾ കൊണ്ടാവൃതമായി കിടക്കുന്നു. ഭൂഖണ്ഡാതിരായി നിലകൊള്ളുന്ന ഭൂഖണ്ഡ ഉന്നതിയാണ് ഭൂഖണ്ഡ ഭൂവൽക്കത്തിൽ നിന്നും സമുദ്ര ഭൂവൽക്കത്തിലേക്ക് സംക്രമിക്കുന്ന മേഖല. (മുൻ ഹിമയുഗത്തിലെ വൻകരാഹിമാനികൾ ഉരുകിയെത്തി സമുദ്രത്തിൽ ചേർന്ന വെള്ളം കൊണ്ട് ഭാഗികമായി മൂടപ്പെട്ട് കിടക്കുന്നതാണ് നിലവിൽ എല്ലാ വൻകരകളുടെയും അതിരുകൾ. വെള്ളത്തിലാഴ്ന്ന് കിടക്കുന്ന ഈ ഭൂഖണ്ഡാഗ്രങ്ങൾ യഥാർഥത്തിൽ ഒരു ഭൂവൈജ്ഞാനികനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം ഭൂഖണ്ഡ ഭാഗമെന്നതിനേക്കാളുപരി സമുദ്രഭാഗമായിട്ടാണ് കരുതിപ്പോരുന്നത്. ഭൂഖണ്ഡ/വൻകരാ ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ 20 ശതമാനത്തോളം ഇത്തരത്തിൽ സമുദ്ര ജലത്തിനടിയിലാണ്. ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വുകളോടനുബന്ധിച്ച് നിരവധി സമുദ്രാന്തര ഗഹ്വരങ്ങളും (submarine canyons) കുന്നുകളും ഉണ്ട്. പർവ്വത പ്രദേശങ്ങളിൽ നദികളുടെ അപരദനം വഴി രൂപപ്പെടുന്ന താഴ്‌വരകളോട് സമാനമാണ് സമുദ്രാന്തര ഗഹ്വരങ്ങളെങ്കിലും മിക്കതും അതിനേക്കാൾ അഗാധവും വലിപ്പമുള്ളവയുമാണെന്ന് കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്.

ഭൂഖണ്ഡത്തിട്ട്, ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വ്, ഭൂഖണ്ഡഉന്നതി എന്നിവയെല്ലാം ചേർന്നു നിലകൊള്ളുന്ന മൊത്തം പ്രദേശത്തെയും ഉൾക്കൊള്ളിച്ചുകൊണ്ട് ഭൂഖണ്ഡാതിര് (continental margin) എന്ന പദം പ്രയോഗിച്ച് വരുന്നുണ്ട്. മൊത്തം സമുദ്ര വിസ്തൃതിയുടെ 28 ശതമാനം ഭാഗം ഭൂഖണ്ഡാതിരുകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. ഭൂഖണ്ഡാതിരുകളുടെ പ്രകൃതത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളാണ് ഭൂവൽക്കവിരൂപണ പ്രക്രിയകൾ, സമുദ്രജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനങ്ങൾ, പ്രധാന നദികളുടെ സാമീപ്യം, അവസാദ ലഭ്യതയുടെ അളവ്, ഊർജാവസ്ഥകൾ (സമുദ്ര തിരമാലകളുടെയും പ്രവാഹങ്ങളുടെയും കരുത്ത്) മുതലായവ.

ഫലകവിവർത്തനികത്തിന്റെ പശ്ചാത്തലത്തിൽ നിരീക്ഷിച്ചാൽ ഭൂഖണ്ഡാതിരുകളെ രണ്ട് വിഭാഗമായി കാണാം. (1) നിഷ്ക്രിയാതിരുകളും (Passive margins) - ഫലകസീമകളോട് ചേർന്ന് നിൽക്കാത്തവയും (2) സക്രിയാതിരുകളും (active margins) ഫലകസീമകളോട് ചേർന്ന് കിടക്കുന്നവയും.

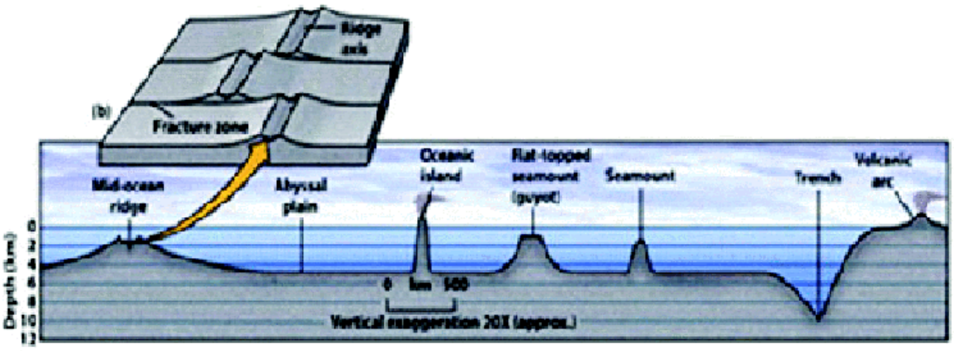
iii) അഗാധ സമതലങ്ങൾ (Abyssal plains)

ഭൂഖണ്ഡ ചായ്‌വിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തിനപ്പുറം സമുദ്രഭാഗത്തേക്ക് വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നു അഗാധസമതലപ്രദേശങ്ങൾ. ഭൂഖണ്ഡാതിരുകളിൽ നിന്നുമാരംഭിച്ച് തുറസായ സമുദ്രാഗാധതകളിലേക്ക് തുടരുന്നതാണ് സമുദ്രാഗാധ സമതലങ്ങൾ (ചിത്രം 9.8). തുറസ്സായ സമുദ്രതടത്തിലെ ഈ സമുദ്രാന്തര സമതലങ്ങൾക്ക് ശരാശരി 3000 ത്തിനും 6000 ത്തിനുമിടയിൽ മീറ്റർ ആഴം കാണപ്പെടുന്നു. അഗാധസമതലങ്ങളുടെ ഉപരിതല ചരിവ് മിക്കപ്പോഴും 1000 ത്തിന് 1 എന്ന അളവിലും കുറവായിരിക്കും. അങ്ങേയറ്റം പരന്ന വിതാനത്തിലുള്ള ഈ പ്രദേശങ്ങൾ, ഭൂമിയിലെ ഏറ്റവും വലിയ പരപ്പുള്ള സമതലങ്ങളാണെന്ന് മാത്രമല്ല അഗാധ സമുദ്രതടങ്ങളുടെ ഏതാണ്ട് പകുതിയോളം ഭാഗത്തോളം ഉൾക്കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ഉത്തര അറ്റ്ലാന്റിക്കിലെ സോം സമതലത്തിന് (Sohm plain) മാത്രം ഉദ്ദേശം 9,00,000 ചതുരശ്ര കി.മീ വിസ്തൃതിയുണ്ട്. അഗാധ സമതലങ്ങളിൽ കൂടുതലും ഏറ്റവും വലുതുമെല്ലാം അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിലാകുന്നു. ഇന്ത്യൻ സമുദ്രത്തിൽ അവ അത്ര കൂടുതലില്ല. എന്നാൽ പസിഫിക് സമുദ്രത്തിലാകട്ടെ വളരെ അപൂർവ്വവും ഉള്ളവ തന്നെ ചെറിയതും അതിർത്തി കടലുകളുടെ പരന്ന തടങ്ങളായോ ഗർത്തങ്ങളുടെ വീതി കുറഞ്ഞതും നീളമുള്ളതുമായ അടിത്തട്ടായിട്ടോ ആണ് കാണപ്പെടുന്നത്. സമുദ്രതടത്തിലെ ക്രമരഹിതമായ സ്ഥലഘടനകളെയോ, മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന കുന്നുകളെയോ മാർദ്ദവമാക്കിക്കൊണ്ട്, അഗാധ തലങ്ങളിലെ താഴ്ചകളിൽ അടിഞ്ഞ് കൂടിയ കരജന്യ അവസാദങ്ങളാൽ ആവരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു കിടക്കുകയാണ് ഈ അഗാധസമതലങ്ങളെന്ന് കരുതപ്പെടുന്നു. സമുദ്രഭൂവൽക്കത്തിലെ ബസാൾട്ടിക്ക് ശിലകൾക്ക് മുകളിൽ അടിഞ്ഞ് കൂടിയ 5 കിലോമീറ്ററോളം കനം വരുന്ന അവസാദങ്ങളുടെ ആവരണമാണ് ഇത്തരം സമതലങ്ങളുടെ പരപ്പിന് കാരണമാകുന്നത്. മുമ്പുള്ള സ്ഥലഘടനയിൽ പൂർണ്ണമായി അവസാദങ്ങളാൽ മറയ്ക്കപ്പെടാതെ അവശേഷിക്കുന്നവ അഗാധ സമതലങ്ങളിൽ ഒറ്റപ്പെട്ട് ഉയർന്ന് നിൽക്കുന്ന അഗ്നിപർവ്വതജന്യകുന്നുകളോ, കുന്നിൻ സമൂഹങ്ങളായോ ആയി നിലകൊള്ളുന്നു. ഭൂഖണ്ഡാതിരുകളിൽ നിന്നുള്ള അവസാദങ്ങൾ ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വുകളിൽ അടിഞ്ഞ് കൂടുന്നുണ്ടെന്ന് നിങ്ങൾ നേരത്തെ മനസിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. നെടിയ തരം



ചിത്രം 9.8 അഗാധ സമുദ്ര മേഖലയും അഗാധ സമതലവും

അവസാദങ്ങളടങ്ങിയ ഇത്തരം പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇടയ്ക്കുണ്ടാകുന്ന ഉരുളിടിച്ചിൽ നിമിത്തം സംക്ഷുബ്ധ/പ്രക്ഷുബ്ധ പ്രവാഹങ്ങളെന്നറിയപ്പെടുന്ന സാന്ദ്രമായ ഒരു തരം അവസാദവാഹക ചെളികളെയുണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്നുണ്ട്. ഇവ ഗുരുത്വാകർഷണബലത്തിനനുസൃതമായി ചെരിവുകളിലൂടെ താഴേക്ക് ഒഴുകുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്. ഈ പ്രക്ഷുബ്ധ പ്രവാഹങ്ങളിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അവസാദങ്ങളുടെ ഒരു ഭാഗം ഭൂഖണ്ഡ ചായ്‌വിന്റെ അടിവാരത്ത് അടിഞ്ഞ് കൂടി ഭൂഖണ്ഡ ഉന്നതികളെ സൃഷ്ടിച്ചെടുക്കുന്നു. എന്നാൽ കുറെ നെടിയതരം അവസാദങ്ങൾ അഗാധതലങ്ങളിലെ താഴ്ചകളിലേക്കെത്തിച്ചേരുന്നുണ്ട്. സെന്റിമീറ്ററിന്റെ ഒരംശം മുതൽ മീറ്ററുകൾ കനത്തിൽ മണലും ചെളിയും ചരലുമടങ്ങിയ തിരശ്ചീന പാളികൾ, അഗാധ സമതലാവസാദങ്ങളുടെ 2 മുതൽ 90 ശതമാനം വരെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. അഗാധ സമതലങ്ങളും മറ്റ് സമുദ്രതട ടോപോഗ്രഫിക് രൂപങ്ങളും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം ചിത്രം 9.9 എടുത്ത് കാണിക്കുന്നു.



ചിത്രം 9.9 - സമുദ്രതട ടോപോഗ്രഫിക് രൂപങ്ങൾ

9.4.1 അഗാധ സമുദ്രതടത്തിലെ സവിശേഷ രൂപങ്ങൾ (Features of the Deep Ocean Floor)

സമുദ്രാന്തര വരമ്പ് വ്യൂഹം/സമുദ്രാന്തര പർവ്വതനിരാ വ്യൂഹം ആണ് അഗാധസമതലങ്ങളിലെ ഏറ്റവും പ്രാമുഖ്യമുള്ള സമുദ്രാന്തര വിശേഷ രൂപം. അഗാധക്കുന്നുകൾ (abyssal hills), തലപരപ്പൻ കുന്നുകൾ/ഗയോകൾ (Guyots) ചെങ്കുത്തായ കടൽ കുന്നുകൾ (Sea scarps) തുടങ്ങിയ പലതും അഗാധതലങ്ങളിലെ സവിശേഷ ഭൂരൂപങ്ങളായി നിലകൊള്ളുന്നു. താഴെയുള്ള ശിലകളെ പൂർണ്ണമായും ആവരണം ചെയ്യാൻ മാത്രം അവസാദങ്ങൾക്ക് കനമില്ലാത്തിടത്താണ് ഇത്തരം ഭൂരൂപങ്ങളൊക്കെ നിലകൊള്ളുന്നത്.

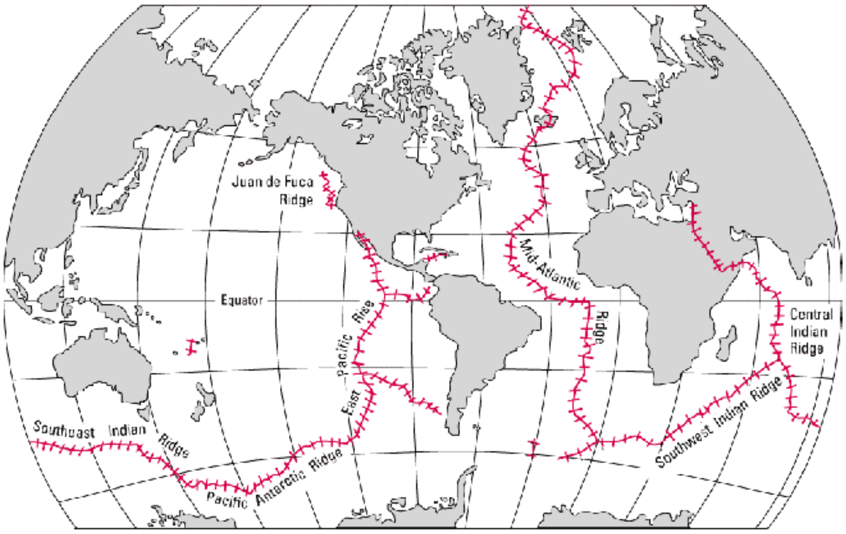
i) സമുദ്രാന്തരവരമ്പ് വ്യൂഹം (Oceanic Ridge System)

സമുദ്രാന്തരവരമ്പ് (മധ്യ സമുദ്രാന്തര പർവ്വതനിര എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെടുന്നു) അതിന്റെ പേര് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പോലെ ഭൂഖണ്ഡങ്ങൾക്കിടയിലൂടെ മിക്ക സമുദ്രങ്ങ

ളുടെയും മധ്യഭാഗത്തുകൂടെ കടന്ന് പോകുന്ന പർവ്വത നിരകളാണ്. ലോക സമുദ്രത്തിലൂടെയൊന്നാകെ ഏകദേശം 80,000 കി.മീ വ്യാപ്തിയിൽ തുടർച്ചയായി കിടക്കുന്ന പർവ്വതനിരകളാണ് സമുദ്രാന്തരവരമ്പ് വ്യൂഹം. സമുദ്രജലത്തിൽ ഏതാണ്ട് മുഴുവനായും മറഞ്ഞ് കിടക്കുകയാണ് ഈ പർവ്വത നിരകൾ. വേറിട്ട് നോക്കിയാൽ സമുദ്രാന്തര പർവ്വത നിരകൾ സമുദ്രതടങ്ങളിലെ ഏറ്റവും വലിയ സവിശേഷ ഭൂപ്രകൃതി തന്നെയാണ്.

സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകൾ എല്ലാ സമുദ്രതടങ്ങളിലും നിലകൊള്ളുന്നതായും മൊത്തം ഭൂമിയെ ചുറ്റിക്കെട്ടി കിടക്കുന്നതായും കാണപ്പെടുന്നു. ഭൂഖണ്ഡങ്ങൾ, സമുദ്രതടങ്ങൾ എന്നിവ കഴിഞ്ഞാൽ ഭൗമോപരിതലത്തിലെ മൂന്നാമത്തെ സവിശേഷ ഭൂരൂപമാണ് സമുദ്രാന്തരവരമ്പ് വ്യൂഹമെന്ന് ചിത്രം 9.10ൽ നിന്നും നിങ്ങൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്. വിവർത്തനിക ഫലകങ്ങൾ അകന്ന് നീങ്ങുന്ന വിയോജന സീമകളിൽ മാഗ്മ ഇരച്ച് കയറി നികത്തപ്പെട്ട് രൂപപ്പെടുന്നതാണ് സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകൾ. ഈ വരമ്പ് വ്യൂഹങ്ങളുടെ അക്ഷതലത്തിലൂടെ പ്രത്യേകമായ ഒരു പിളർപ്പ് തന്നെ കടന്ന് പോകുന്നുണ്ട്. മധ്യസമുദ്രാന്തര വരമ്പിൽ നിന്നും സമുദ്രഗർത്തങ്ങളിലേക്ക് മാന്റിലിലൂടെയുള്ള ചംക്രമണ ചലനത്തിന്റെ ഫലമായി ഫലകാതിരുകളോട് ചേർന്ന് അഗാധ താഴ്വരകളും സമുദ്രഗർത്തങ്ങളുമെല്ലാം സംജാതമായിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകൾ ആദ്യകാലത്ത് മധ്യസമുദ്രാന്തര വരമ്പുകളെന്ന പേരിലാണറിയപ്പെട്ടിരുന്നത്. എന്നാൽ പൂർവ്വ പസിഫിക് ഉന്നതി (East Pacific Rise) പോലെയുള്ള പല വലിയ സമുദ്ര വരമ്പുകളും സമുദ്രങ്ങളുടെ മധ്യഭാഗത്ത് കൂടെയല്ല കടന്ന് പോകുന്നത്. അതിനാൽ ഇവ സമുദ്രാന്തരവരമ്പുകൾ (സമുദ്രന്തര പർവ്വതനിരകൾ) എന്ന് ചുരുക്കിയാണ് അറിയപ്പെടാറുള്ളത്.

അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിന്റെ തെക്ക് വടക്ക് അക്ഷത്തിലായി കിടക്കുന്ന ഒരു സമുദ്രാന്തരവരമ്പാണ് മധ്യഅറ്റ്ലാന്റിക് വരമ്പ്. ആർട്ടിക് സമുദ്രം മുതൽ ആഫ്രിക്കയുടെ



ചിത്രം 9.10 സമുദ്രാന്തര വരമ്പ് വ്യൂഹം

തെക്കെ അറ്റംവരെ ഏകദേശം 16,000 കി.മീറ്റർ നീളത്തിൽ വർത്തുളമായ പാതയിലായി വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്ന ഒരു വലിയ പർവ്വത നിരയാണിത്. അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തെ വിഭജിച്ചുകൊണ്ട് ഇരുവശത്തുമുള്ള ഭൂഖണ്ഡങ്ങളിൽ നിന്നും ഏറെക്കുറെ തുല്യമായ അകലത്തിലാണ് ഈ വരമ്പ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്. ഈ പർവ്വത വരമ്പിന് 16,000 മീറ്റർ വീതി കാണപ്പെടുന്നു. ഈ പർവ്വതനിരകളുടെ ചില ശിഖരങ്ങൾ സമുദ്രജലനിരപ്പിന് മുകളിലായി കാണപ്പെടുമ്പോൾ ദ്വീപുകളോ ദ്വീപസമൂഹങ്ങളായോ ആയി പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. അസോറസ്, സെന്റ് ഹെലീന, സെന്റ് പോൾ റോക്ക്സ്, ട്രിസ്റ്റാൻഡ കുൻഹ തുടങ്ങിയ ദ്വീപ്സമൂഹങ്ങൾ ഇത്തരത്തിലുള്ളവയാണ്. മധ്യഇന്ത്യൻ വരമ്പ് (Mid-Indian Ridge) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ഇന്ത്യൻ സമുദ്രത്തിലെ സമുദ്രാന്തര വരമ്പ് മധ്യഅറ്റ്ലാന്റിക് വരമ്പിന്റെ നേർ തുടർച്ചയാണ്. ഇവ രണ്ടും ലോകവ്യാപകമായി കിടക്കുന്ന സമുദ്രാന്തര വരമ്പ് വ്യൂഹത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങളുമാണ്.

ഈ വരമ്പുകൾ സമുദ്രതടത്തിൽ അഗാധ സമതലങ്ങളിൽ നിന്നും 5 കി.മീ ആഴം വരെ ഉയർന്ന് നിൽക്കുകയും ആയിരക്കണക്കിന് കിലോമീറ്റർ വ്യാപ്തിയിലായി പരന്ന് കിടക്കുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. പൊതുവെ, ഈ വരമ്പുകളുടെ ഉയർന്ന കൊടുമുടി ഭാഗം ഏകദേശം 2.6 കി.മീ ഏകീകൃത ആഴത്തിൽ ഉയർന്ന് നില്ക്കുന്നുവെന്ന് തീർത്ത് പറയാവുന്നതാണ്. (നേരത്തെ മനസിലാക്കിയത് പോലെ സമുദ്ര ജലനിരപ്പിന് മുകളിൽ വരെയെത്തുന്ന ഭാഗങ്ങളുമുണ്ട്). സമുദ്ര വരമ്പുകളുടെ നെടുകെയുള്ള പരിച്ഛേദം ഏറെക്കുറെ സമിതീയമാണ്. ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ഈ സമുദ്രവരമ്പുകൾ പാർശ്വദിശകളിലേക്ക് സ്ഥാനഭ്രംശം നടന്നതായി കാണിക്കുന്ന ട്രാൻസ്ഫോം ഭ്രംശനങ്ങൾ (transform faults) എന്ന സ്ട്രക്ച്ചറുകളാൽ വിലങ്ങ് സൃഷ്ടിക്കാറുണ്ട്. സമുദ്രവരമ്പുകളുടെ പാർശ്വങ്ങളിൽ വരമ്പിന്റെ പൊതുവായ ഗതിക്ക് സമാന്തരമായി നീണ്ട് കിടക്കുന്ന മലനിരകളും കുന്നുകളുമൊക്കെ സ്പഷ്ടമായി കാണുന്നുണ്ട്.

സമുദ്രതടവ്യാപന കേന്ദ്രമായ സമുദ്രാന്തരവരമ്പുകളുടെ ശിഖരഭാഗങ്ങളിൽ പുതിയ സമുദ്രഭൂവൽക്കം അഥവാ ശിലാമണ്ഡലം (ഭൂവൽക്കവും ഉപരിമാന്റലിന്റെ മുകൾഭാഗവും കൂടി ചേർന്നതാണ് ശിലാമണ്ഡലം അല്ലെങ്കിൽ ലിത്തോസ്ഫിയർ) ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. പുതിയ ബസാൾട്ടിക് ലാവ ഇടക്കിടെ ഈ സമുദ്രവരമ്പുകളുടെ അക്ഷമേഖലകളിലൂടെ മുകളിലേക്ക് കയറി വന്നു കൊണ്ടാണിത് നടക്കുന്നത്. ഇവിടെ നിന്നും ഇരുവശത്തേക്കുമായി സമുദ്ര തടം വ്യാപിക്കുന്ന മുറക്ക് ഉയർന്ന് വരുന്ന ഈ ലാവ തണുത്ത് ദൃഢീകരിച്ച് താഴ്ന്നിറങ്ങി പാർശ്വഭാഗങ്ങളിൽ അവസാദങ്ങൾ കൊണ്ട് മൂടപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

(ii) അഗാധ കയങ്ങൾ/സമുദ്രഗർത്തങ്ങൾ/കിടങ്ങുകൾ (Deep Sea Trenches or Oceanic Trenches)

ആഴമേറിയ സമുദ്രതടങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രധാന സ്ഥലാകൃതീയ സവിശേഷതയാണ് സമുദ്രഗർത്തങ്ങൾ. സമുദ്രത്തിലെ ഏറ്റവും ആഴം കൂടിയ ഭാഗങ്ങളാണിവ. ചില ഭൂഖണ്ഡങ്ങളുടെ അതിരുകളായി കിടക്കുന്ന സമുദ്രതടങ്ങളിൽ വലിയ വക്രമായ ഗർത്തങ്ങളിലാണ് സമുദ്രത്തിലെ ആഴമേറിയ ഭാഗങ്ങൾ കിടക്കുന്നത്. പല ഗർത്തങ്ങളും 10,000 മീറ്ററിലധികം ആഴത്തിൽ വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നവയാണ്. ഇവയ്ക്ക് 200 കി.മീറ്റർ വരെ വീതിയും 2400 കി.മീറ്ററോ അതിലധികമോ നീളവും കാണുന്നുണ്ട്. വടക്കെ അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിലെ പ്യൂർട്ടോറിക്കോ ഗർത്തം ഇതിനുദാഹരണമാ

ണ്. പസിഫിക് സമുദ്രത്തിന്റെ അതിരുകളിലായിട്ടാണ് മിക്ക സമുദ്രഗർത്തങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നത്. മരിയാന കിടങ്ങിലെ ചലഞ്ചർ ഡീപ്പാണ് രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ടതിൽ വെച്ചേറ്റവും ആഴം കൂടിയ ഭാഗം. ഇതിന് 11,030 മീറ്റർ ആഴമുണ്ട്.

(iii) ദ്വീപുകമാനങ്ങൾ (Island Arcs)

ശിലാമണ്ഡലഫലകങ്ങൾ നിമജ്ജനം ചെയ്യപ്പെടുന്നത് സമുദ്രഗർത്തങ്ങളാകുന്ന ഫലകസീമക്കളിലാണ്. ആഴത്തിലെത്തുന്ന ഫലകങ്ങൾ ഉരുകി നശിക്കുന്നിടങ്ങളുമാണിവ. അടിയിലേക്ക് തെന്നിയിറങ്ങുന്ന ഫലകങ്ങൾ ഉരുകിയുണ്ടാകുന്ന മാഗ്മ മെല്ലെ ഉപരിതലത്തിലേക്ക് അഗ്നി പർവ്വതങ്ങളായി പുറത്തുവരുന്നു. സമുദ്രഗർത്തങ്ങൾക്ക് സമാന്തരമായി വക്രരേഖയിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന ഈ അഗ്നിപർവ്വത ദ്വീപസമൂഹങ്ങളെ ദ്വീപുകമാനങ്ങൾ എന്നുപറയുന്നു. ദ്വീപുകമാനത്തിനും അടുത്തുള്ള ഭൂഖണ്ഡത്തിനുമിടയിൽ ഒരു അതിർ സമുദ്രതടം നിലകൊള്ളുന്നുണ്ടാകും. ഉദാഹരണം: ജപ്പാൻ ദ്വീപുകൾ.

(iv) കടലിനടിത്തട്ടിലെ കുന്നുകൾ (Abyssal Hills)

സമുദ്രതടത്തിൽ നിന്നും ഏതാനും ദശ മീറ്ററുകൾ മുതൽ ശത മീറ്ററുകൾ ഉയരത്തിൽ മുകളിലേക്ക് പൊങ്ങി നിൽക്കുന്ന ചെറുകുന്നുകളെയാണ് സമുദ്രാഗാധക്കുന്നുകൾ എന്നു വിളിക്കുന്നത്. സമുദ്രാഗാധക്കുന്നുകൾ പലപ്പോഴും മധ്യസമുദ്രാന്തര പർവത വരമ്പുകൾക്ക് സമാന്തരമായി കാണപ്പെടുന്നതും ഒറ്റയായോ കൂട്ടമായോ നിലകൊള്ളുന്നവയുമാണ്.

(v) സമുദ്രഉന്നതികൾ/കടലുയർച്ചകൾ (Oceanic Rises)

സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകളുടെ ഭാഗമല്ലാത്ത നിലയിൽ സമുദ്രതടത്തിൽ നിന്നും ഉയർന്നു നിൽക്കുന്ന ഒറ്റപ്പെട്ട ഭാഗങ്ങളാണ് സമുദ്രഉന്നതികൾ. ഈ ഭൂരൂപങ്ങൾ ചുറ്റുമുള്ള അഗാധ സമതലങ്ങളിൽ നിന്നും നൂറ് കണക്കിന് മീറ്ററുകൾ ഉയർന്ന് കാണപ്പെടുകയും നൂറ് കണക്കിന് കിലോമീറ്ററുകൾ വീതിയോട് കൂടിയവയുമായിരിക്കും. 40 മീറ്റർ മുതൽ 100 മീറ്റർ വരെ ഉയരവും 3 മീറ്റർ മുതൽ 16 കി.മീ.വരെ വീതിയുമുള്ള സമുദ്രാന്തര കുന്നായ ബെർമുഡ ഉന്നതി (ബെർമുഡ ദ്വീപ്) ഒരുദാഹരണമാകുന്നു.

(vi) കടൽക്കുന്നുകൾ (Sea Mounts)

സമുദ്രത്തറകളിൽ നിന്നു പൊങ്ങി ചുരുങ്ങിയത് 1000 മീറ്ററെങ്കിലും ഉയർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന വലിയ സമുദ്രാന്തര അഗ്നിപർവ്വത മലകളാണ് കടൽക്കുന്നുകൾ. എല്ലാ പ്രധാന സമുദ്രതടങ്ങളിലും കടൽക്കുന്നുകൾ ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. പസഫിക് സമുദ്രത്തിൽ വളരെയധികം കടൽക്കുന്നുകളുണ്ട്. പസഫിക് സമുദ്രതടത്തിൽ നിന്ന് മാത്രം 1970 കളുടെ അവസാനത്തോടെ 10,000 കടൽക്കുന്നുകൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ലോകത്തെ സമുദ്രങ്ങളിൽ ഏകദേശം 20,000 കടൽക്കുന്നുകൾ ഉള്ളതായി കണക്കാക്കുന്നു. സമുദ്രോപരിതലത്തിൽ ദൃശ്യമാകുന്ന കടൽക്കുന്നുകൾ ഹവായിയൻ ദ്വീപുകളെപ്പോലെയുള്ള അഗ്നിപർവ്വത ദ്വീപുകളാണ്. ചെറിയ സമുദ്രാന്തര അഗ്നിപർവ്വതങ്ങളെ സീ നോൾസ് (Sea knolls) എന്നാണു വിളിക്കുന്നത്. ജലോപരിതലത്തിനു താഴെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന പരന്ന ഉപരിതലത്തോട് കൂടിയ കടൽക്കുന്നുകളെ ഗയോസുകൾ (തലപരപ്പൻ കുന്നുകൾ) എന്നാണ് പറയപ്പെടുന്നത്. ഉത്തരപൂർവ്വ അറ്റ്ലാന്റിക്കിൽ ചുറ്റുമുള്ള കടൽത്തറയിൽ നിന്നും 4000 മീറ്ററിലധികം ഉയരത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഗ്രേറ്റ്

മീറ്റിയോർ ടേബിൾ മൗണ്ട് (Great Meteor Table Mount) 110 കി.മീ പാദ വ്യാസത്തോട് കൂടിയതാണെന്നറിയുമ്പോൾ ഇത്തരം ആകാരരൂപങ്ങളുടെ വലിപ്പം വ്യക്തമാകുമല്ലോ.

(vii) ഗയോകൾ/പീഠക്കുന്നുകൾ (Guyots/Table Mounts)

പരന്ന ശിഖരത്തോട് കൂടിയ ഒറ്റപ്പെട്ട സമുദ്രാന്തര അഗ്നിപർവ്വതജന്യ മലയാണ് ഗയോ (പീഠക്കുന്ന്/തലപരപ്പൻ കുന്ന്). സമുദ്രജലനിരപ്പിൽ നിന്നും 200 മീറ്ററിലധികം താഴെ നിലകൊള്ളുന്ന ഈ കുന്നുകളുടെ മുകൾഭാഗം തിരമാലകളുടെ പ്രവർത്തനത്താൽ ഛേദിക്കപ്പെട്ട് പോയതാണ്. ഇത്തരം പരന്ന ശിഖരഭാഗങ്ങൾക്ക് 10 കി.മീറ്ററിലധികം വ്യാസം ഉണ്ടായിരിക്കും. (ആർനോൾഡ് ഹെന്റി ഗയോ (Arnold Henry Guyot) എന്ന സ്വിസ് അമേരിക്കൻ ഭൂവിജ്ഞാനീയനോടുള്ള ബഹുമാനാർഥം ഈ തലപരപ്പൻ കുന്നുകൾ ഗയോസ് എന്നപേരിലാണറിയപ്പെടുന്നത്). ഗയോകൾ പസിഫിക് സമുദ്രത്തിലാണ് കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നത്. ഇവയുടെ ശിഖരങ്ങൾ സമുദ്രജല നിരപ്പിൽ നിന്നും 1000 മുതൽ 2000 വരെ മീറ്റർ ആഴത്തിലാണ് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്.

മധ്യസമുദ്രവരമ്പുകളുടെയും സമുദ്രഉന്നതികളുടെയും ആഴം കുറഞ്ഞ ശിഖരങ്ങളിൽ അഗ്നിപർവ്വത ദ്വീപുകളുടെ രൂപത്തിലാണ് ഗയോകൾ ഉത്ഭവിക്കുന്നത്. ഉത്ഭവസമയത്തും ശേഷവും സമുദ്രതിരമാലകളുടെ പ്രഹരമേറ്റ് അപരദനം സംഭവിച്ച് ഈ ദ്വീപുകളുടെ ശിഖരങ്ങൾ പരന്നുപോകുന്നു. സമുദ്രതടവ്യാപനപ്രക്രിയ മൂലം ഇവ കൂടുതൽ ആഴമുള്ള കടൽ മേഖലകളിലേക്ക് നീങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു.

(viii) കടൽഗുഹകൾ (Submarine Canyons)

ഭൂഖണ്ഡചായ്‌വിലേക്കും അഗാധസമുദ്രതടത്തിലേക്കുമെത്തുന്ന, ഉയർന്ന ഭിത്തികളോടും ക്രമരഹിതമായ തറയോടും കൂടിയ, ഇടുങ്ങിയതും ആഴമേറിയതും V- ആകൃതിയിലുള്ളതുമായ സമുദ്രാന്തര താഴ്‌വരകളാണിവ. ഇത്തരം ഇടുങ്ങിയ, ആഴമേറിയ സമുദ്രാന്തര ഗഹ്വരങ്ങളുടെ ഉത്ഭവം ഇപ്പോഴും ഒരു തർക്ക വിഷയമാണ്. നദീ വ്യൂഹങ്ങളുമായി ഭൗതിക ബന്ധമുള്ള സമുദ്രാന്തര താഴ്‌വരകൾ (ഗഹ്വരങ്ങൾ) തീരദേശത്ത് നിന്നും അഗാധസമുദ്രതടങ്ങളിലേക്ക് അവസാദങ്ങളെ കൊണ്ടുപോകുന്ന പ്രധാന പാതകളിലൊന്നാണ്. യു.എസിന്റെ കിഴക്കൻ തീരത്തെ ജഡ്സൺ താഴ്‌വരയുടെ തുടർച്ചയായി കടലിനടിയിലുള്ള സമുദ്രാന്തരതാഴ്‌വര ഇത്തരത്തിൽ ഏറ്റവും പ്രസിദ്ധമാണ്. സമുദ്രോപരിതലത്തിൽ നിന്നും 4000 മീറ്ററോ അതിലധികമോ താഴെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന പല സമുദ്രതാഴ്‌വരകളുമുണ്ട്. ഈ രൂപത്തിലുള്ള താഴ്‌വരകൾ അറ്റ്ലാന്റിക്കിലും ഇന്ത്യൻ, പസഫിക് സമുദ്രങ്ങളിലുമുള്ളതായി കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്.

(ix) ഭൂചലനരഹിത വരമ്പുകൾ (Aseismic ridges)

നീണ്ട്, രേഖീയ പർവ്വതീയ ഘടനകളോട് കൂടിയ, സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകൾ മിക്ക സമുദ്രങ്ങളുടെയും അഗാധസമതലങ്ങളെ ഛേദിച്ച് കടന്ന് പോകുന്നതായി മനസിലാക്കപ്പെടുന്നു. ഈ വരമ്പുകളിൽ ഭൂചലനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നില്ല (അതായത് ഇവ ഭൂചലനരഹിതമാണ്). സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകളിൽ നിന്നും ഇവയെ വേർതിരിക്കുന്ന ഘടകമാണ് ഭൂകമ്പങ്ങളുടെ അല്ലെങ്കിൽ ഭൂചലനത്തിന്റെ അഭാവമെന്നത്.

പസിഫിക് സമുദ്രത്തിലെ ഹവായിയൻ എംപറർ നിര ഏറ്റവും പ്രസിദ്ധമായ ഭൂചലനരഹിത വരമ്പാണ്. ഹവായിയൻ-എംപറർ നിര, വലിയ ദ്വീപിൽ നിന്നും തുടങ്ങി

കുറൈൽ (Kurile) ഛേദിച്ചു കടന്ന് ഉത്തര പശ്ചിമ പസിഫിക്കിലെ അലൂഷ്യൻ ഗർത്തങ്ങൾ വരെ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നുണ്ട്. ഹവായിയൻ ഭാഗത്ത് ആയിരം കി.മീറ്ററിൽ ഏതാണ്ട് 18 എന്ന കണക്കിലും എംപറർ ഭാഗത്ത് ആയിരം കി.മീറ്ററിന് 13 എന്ന തോതിലും കടൽ കുന്നുകൾ അല്ലെങ്കിൽ അഗ്നിപർവ്വതങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഈ നിരയുടെ ഏറ്റവും പ്രായക്കുറവുള്ളതും-സമുദ്രജലനിരപ്പിന് മുകളിലേക്കുയർന്ന് കാണപ്പെടുന്നതുമായ ഒരു ഭാഗമാണ് ഹവായ് ദ്വീപുകൾ. ഇന്ത്യൻ സമുദ്രത്തിലെ നയൺന്റി ഈസ്റ്റ് റിഡ്ജും (Ninety East Ridge) ചാഗോസ്-ലക്ഷദ്വീപ് പീഠഭൂമിയും ദക്ഷിണ അറ്റ്ലാന്റിക്കിലെ വാൽവിസ് റിഡ്ജും (Walvis Ridge) റിയോ ഗ്രാൻഡെ റൈസും (Rio Grande Rise) മറ്റ് പ്രമുഖ ഭൂചലനരഹിതവരമ്പുകളിൽപ്പെടുന്നു.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. വൻകരാഭൂവൽക്കത്തിൽ നിന്നും സമുദ്രഭൂവൽക്കത്തിലേക്കുള്ള മാറ്റം നടക്കുന്നത് എവിടെ വെച്ചാണ്?
2. ഒരു മാതൃകാ ഭൂഖണ്ഡാതിരിൽ കാണപ്പെടുന്ന മൂന്ന് സമുദ്രഭാഗ ഘടകങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?
3. .... ആണ് ഭൂമിയിലെ ഏറ്റവും പരന്ന സ്ഥലങ്ങൾ.
4. ....അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിലെ ഒരു പ്രധാന സമുദ്രവരമ്പിനുദാഹരണമാണ്.

നമുക്ക് ചെയ്തു നോക്കാം

ഒരു അറ്റ്ലസ് എടുത്ത് മധ്യ അറ്റ്ലാന്റിക് പർവ്വത വരമ്പിലെ പ്രധാന ദ്വീപുകളുടെയും ദ്വീപസമൂഹങ്ങളുടെയും ലിസ്റ്റ് തയാറാക്കി അവയെ വടക്ക് നിന്നും തെക്കോട്ടു ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

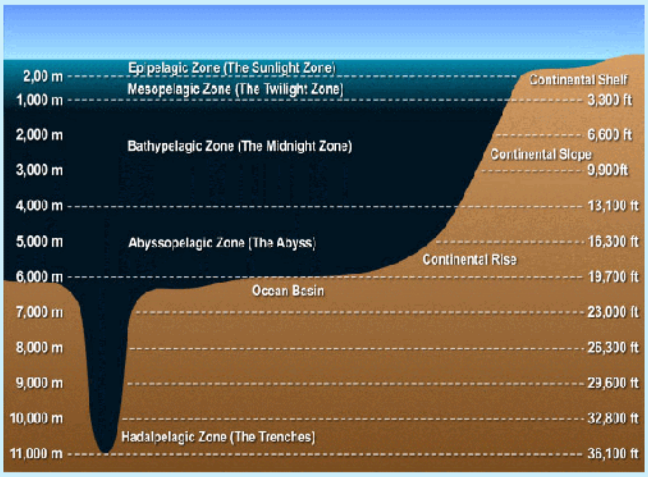
സമുദ്രതടത്തിന്റെ സ്ഥലാകൃതി സവിശേഷതകൾ കാണിക്കുന്ന ഒരു ത്രിമാന മാതൃക തയാറാക്കുക.

സമുദ്ര പരിസ്ഥിതി മേഖലകൾ (OCEANIC ENVIRONMENTAL ZONES)

സമുദ്ര പരിസ്ഥിതിയെ രണ്ട് വലിയ മേഖലകളാക്കി തരം തിരിച്ചിട്ടുണ്ട്. (1) കടൽത്തരിയോട് കൂടിയ ബെൻതിക് മേഖല (benthic realm) 2) സമുദ്ര ജലത്തോട് കൂടിയ പെലാജിക് മേഖല (pelagic realm). ഈ രണ്ട് മേഖലകളും വിവിധ ഉപമേഖലകളായി വെള്ളത്തിന്റെ ആഴത്തിനനുസരിച്ച് വീണ്ടും വിഭജിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്.

സമുദ്രമേഖലകൾ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും തുടങ്ങി താഴേക്ക് പ്രകാശം പോലും കടന്നെത്താത്ത ഭാഗങ്ങളിലേക്ക് വ്യാപിക്കുകയും വ്യത്യസ്ത തരം സസ്യ-ജന്തു ജാലങ്ങളെ ഉൾക്കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. സമുദ്രത്തെ അഞ്ച് വ്യത്യസ്ത മേഖല

കളാക്കി (ചിത്രം 9.11) ആഴത്തിനനുസരിച്ച് വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. അവ ചുവടെ കൊടുക്കുന്നു.



ചിത്രം 9.11 സമുദ്ര അഗാധതയിലെ അഞ്ച് പ്രധാന മേഖലകൾ

എ) എപ്പിപെലാജിക് മേഖല (Epipelagic Zone): സമുദ്രോപരിതലത്തിൽ നിന്നും താഴേക്ക് 200 മീറ്റർ ആഴം വരെ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന ഉപരിപാളിയാണിത്. ദൃശ്യ സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ കൂടുതൽ ഭാഗവും സ്വീകരിക്കുന്ന ഈ ഉപരിപാളിയെ ഫോട്ടിക് മേഖല (photic zone) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. പ്രകാശം ആഴ്ന്നിറങ്ങുന്നതിനാൽ ജലം ചൂടാകുന്നതിനനുസരിച്ച് ഈ പാളി ഊഷ്മാവിന്റെ വ്യാപ്തിയിൽ വൈപുല്യം പ്രകടമാക്കുന്നു. സമുദ്ര ജൈവ ലോകത്തിന്റെ 90 ശതമാനവും നിലകൊള്ളുന്നത് ഈ ഫോട്ടിക്മേഖലയിലാണ്.

ബി) മീസോപെലാജിക് മേഖല (Mesopelagic Zone): എപ്പിപെലാജിക് മേഖലക്ക് താഴെയുള്ള ഈ മേഖല 200 മീറ്റർ മുതൽ 1000 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിൽ വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നു. ഈ മേഖലയിലേക്ക് കുറച്ച് പ്രകാശമേ എത്തിച്ചേരുന്നുള്ളൂ. സന്ധ്യാവെളിച്ചം പോലെ തിളങ്ങുന്ന ഈ പ്രദേശത്ത് വൈവിധ്യമാർന്ന വിചിത്രവും ഭ്രമാത്മകവുമായ ജീവികൾ കാണപ്പെടുന്നു.

സി) ബാത്തിപെലാജിക് മേഖല (Bathypelagic Zone): 1000 മീറ്റർ മുതൽ 4000 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിൽ വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്ന ഈ മേഖല ഇരുണ്ട / അർധരാത്രി പ്രദേശമായി അറിയപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ ജീവികൾ സ്വയം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന പ്രകാശം മാത്രമേ ദൃശ്യയോഗ്യമായിട്ടുണ്ടാവുകയുള്ളൂ. ഈ ആഴത്തിൽ ജലത്തിന്റെ മർദ്ദവും ശക്തമാണ്. അത്യുന്നത മർദ്ദത്തിലും അതിശയകരമാം വിധം വലിയ ധാരാളം ജീവജാലങ്ങൾ ഇവിടെ കാണപ്പെടുന്നു. മുന്നിൽ വലിയ പല്ലുകളോട് കൂടിയ തിമിംഗലങ്ങൾ (Sperm whales) ഭക്ഷണം തേടി ഇവിടങ്ങളിലേക്ക് മുങ്ങിപ്പോകാറുണ്ട്. സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ അഭാവത്തിൽ ഇവിടെയുള്ള ജീവികളിൽ കൂടുതലും ചുവന്നതോ ഇരുണ്ടതോ ആയ നിറത്തോട് കൂടിയവയാണ്.

ഡി) അബീസോ പെലാജിക് മേഖല (Abyssopelagic Zone): അഗാധ മേഖലയായ ഈ പ്രദേശം 4000 മീറ്റർ മുതൽ 6000 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു. ജലോഷ്മാവ് ഇവിടെ ഖരാങ്കം (freezing point) ത്തോടടുത്ത് കിടക്കുന്നു. തീരെ പ്രകാശമെത്താത്ത ഈ മേഖലയിൽ വളരെ കുറച്ച് ജീവികളേ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. ചെറിയതരം കണവ (tiny squids), ബാസ്ക്കറ്റ് സ്റ്റാർസ് തുടങ്ങിയ അകശേരു ജീവികളാണിവിടെ കൂടുതലായി വസിക്കുന്നത്. കണ്ടെത്തിയതിൽ വച്ചേറ്റവും

ആഴത്തിൽ നിന്നും ലഭിച്ച മത്സ്യം 8372 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ പൂർട്ടോറിക്കോ ഗർത്തത്തിൽ നിന്നുള്ളതാണ്.

ഇ) ഹാഡൽപെലാജിക് (Hadalpelagic Zone): സമുദ്രത്തിലെ ആഴമേറിയ ഗർത്തങ്ങളോട് ചേർന്ന് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന സമുദ്ര മേഖലയാണിത്. 6000 മീറ്റർ മുതൽ തുടങ്ങി സമുദ്രത്തിന്റെ ആഴം കൂടിയ മേഖലകളിലേക്ക് ഈ മേഖല വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നു. ജലോഷ്മാവ് ഖരീകരണത്തിന് തൊട്ടു മുകളിൽ കിടക്കുന്ന ഇവിടം മർദ്ദം അത്യധികമാണ്. ഉയർന്ന മർദ്ദവും താഴ്ന്ന താപനിലയുമാണെങ്കിൽക്കൂടി ജീവൻ ഇവിടെയും കാണപ്പെടുന്നു. നക്ഷത്രമത്സ്യം (star fish), ട്യൂബ്‌വേംസ് (tube worms) പോലെയുള്ള അകശേരു ജീവികൾ സമുദ്രത്തിലെ ഇത്രയും ആഴങ്ങളിൽ നിവസിക്കുന്നതായി കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്.

9.5 സമുദ്രതടത്തിലെ അവസാദങ്ങൾ (Sediments of the Ocean Floor)

അവസാദങ്ങൾ അടിഞ്ഞ് കൂടാൻ അനുവദിക്കാൻ മാത്രം നീണ്ടകാലം ലഭിക്കാത്ത, പുതിയ കടൽത്തറ രൂപീകരണം നടക്കുന്ന, സമുദ്രതട വ്യാപന കേന്ദ്രങ്ങളുടെ ഉയർന്ന ഭാഗങ്ങളിലൊഴികെ, മറ്റെല്ലായിടത്തും സമുദ്രതടങ്ങൾ വ്യത്യസ്ത തരം അവസാദങ്ങളാൽ ആവൃതമാണ്. സമുദ്ര ഭൂവൽക്കത്തിലെ അവസാദങ്ങളുടെ കനം ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ പഴക്കം വർധിക്കുന്നതിനനുസരിച്ച് കൂടുന്നതായി കാണാം. സമുദ്രത്തിലെ അവസാദങ്ങളുടെ ശരാശരി കനം 450 മീറ്ററാണ്. പസഫിക് സമുദ്രത്തിൽ അവസാദങ്ങൾക്ക് ശരാശരി 300 മീറ്റർ മുതൽ 600 മീറ്റർ വരെയും അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിൽ ഏകദേശം 1000 മീറ്ററും കനമുണ്ട്. വൻകരകളോട് ചേർന്ന് കിടക്കുന്ന സമുദ്ര ഭൂവൽക്കം നിരവധി കിലോമീറ്ററുകൾ ആഴത്തിലേക്ക് അവസാദങ്ങളാൽ ആവൃതമായിക്കിടക്കുന്നു.

ഇന്ന് കാണപ്പെടുന്ന സമുദ്രാവസാദങ്ങളെ അവയുടെ സ്ഥാനത്തിനും ഉറവിടത്തിനുമനുസരിച്ചാണ് തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നത്. കടൽത്തട്ടിലെ അവയുടെ സ്ഥാനത്തിനനുസരിച്ച്, സമുദ്രാവസാദങ്ങളെ മൂന്ന് വിഭാഗങ്ങളായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

(i) തീരപ്രദേശ നിക്ഷേപങ്ങൾ (Littoral Deposits)

വേലിയേറ്റത്തിന്റെയും വേലിയിറക്കത്തിന്റെയും പരമാവധി പരിധിക്കുള്ളിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന സമുദ്രാവസാദങ്ങളാണിവ. ഉദാഹരണം : ബീച്ച് നിക്ഷേപങ്ങൾ.

(ii) ആഴം കുറഞ്ഞ ജല നിക്ഷേപങ്ങൾ (Shallow water Deposits)

വൻകരാതിട്ടുകളിലും സമാനമായി ദ്വീപുകൾക്കു ചുറ്റും കുറഞ്ഞ ആഴങ്ങളിലും നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന സമുദ്രാവസാദങ്ങളാണിവ. ഇവയെ അകം കടൽ (നെറിറ്റിക്) നിക്ഷേപങ്ങളെന്ന് (Neritic depostis) പറയപ്പെടുന്നു.

(iii) ആഴക്കടൽ അവസാദങ്ങൾ (Deep Sea Sediments)

വൻകരാതിട്ടിന്റെ അഗ്രത്തിനുമപ്പുറത്തും സമാനമായ ആഴത്തിൽ ദ്വീപുകൾക്ക് ചുറ്റിലും രൂപം കൊള്ളുന്ന സമുദ്രാവസാദങ്ങളാണിവ.

അവസാദങ്ങളുടെ ഉറവിടത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സമുദ്രാവസാദങ്ങളെ രണ്ട് വലിയ വിഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചാണ് പഠനവിഷയമാക്കി വരുന്നത്.

i) കരയിലുണ്ടായ അവസാദങ്ങൾ (Terrigenous Sediments)

കരയിലെ വിവിധ ഉറവിടങ്ങളിൽ നിന്നും നദികളാലും കാറ്റ് മൂലവും സമുദ്രങ്ങളി ലേക്ക് വഹിക്കപ്പെടുന്ന അവസാദങ്ങളാണ് കരജന്യ അവസാദങ്ങൾ. കരകളോട് ചേർന്ന് നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട സമുദ്രാവസാദങ്ങൾ കടൽത്തറയുടെ 25 ശതമാനത്തോളം ഭാഗത്തെ ആവരണം ചെയ്യുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ വ്യാപ്തത്തിൽ ഇവ മൊത്തം സമുദ്രാവസാദ നിക്ഷേപങ്ങളുടെ 90 ശതമാനത്തോളം വരുന്നുണ്ട് കരയുടെ അതിരിനോട് ചേർന്ന് കിടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ, വിശേഷിച്ച് വലിയ നദീമുഖങ്ങൾക്കകലെ വലിയ കന ത്തിലുള്ള നിക്ഷേപങ്ങളായിട്ട് ഇവ കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ മെല്ലെ വൻകരാതിട്ടുകളുടെ അഗ്രങ്ങളിലൂടെ ആഴക്കടലുകളിലേക്ക് സ്ഥാനചലനം ചെയ്യുന്നുമുണ്ട്. വൻകരാതിട്ടു കളിലെത്തുന്ന കരജന്യാവസാദങ്ങൾ താൽക്കാലികമായി കടൽ ഗുഹകളിൽ സംഭരി ക്കപ്പെടാറുണ്ട്. ഇവ പിന്നീട് പ്രക്ഷുബ്ധ പ്രവാഹങ്ങൾ (സാന്ദ്രതാ പ്രവാഹങ്ങൾ) വഹിച്ചുകൊണ്ട് പോയി കൂടുതൽ ആഴമുള്ള സമുദ്രഭാഗങ്ങളിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടു ന്നു. അങ്ങനെ വൻകരാചായ്‌വിന്റെ പാദഭാഗത്ത് സമുദ്രഗഹ്വരങ്ങളുടെ മുഖഭാഗങ്ങ ളിൽ ആഴക്കടൽ സമുദ്രാന്തര കൂന (deep-sea submarine fans) കളുടെ രൂപത്തിലുള്ള എക്കൽ കൂനകളായി മാറുന്നു. പ്രക്ഷുബ്ധ ജല പ്രവാഹങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനഫല മായി രൂപം കൊള്ളുന്ന ഇത്തരത്തിലുള്ള അഗാധസമുദ്ര അവസാദനിക്ഷേപങ്ങൾ പ്രക്ഷുബ്ധ നിക്ഷേപങ്ങൾ (turbidites) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നു.

ii) പെലാജിക് അവസാദങ്ങൾ (Pelagic Sediments)

സമുദ്രജലത്തിൽ നിന്നും നേരിട്ട് രൂപം കൊള്ളുന്ന സമുദ്രാവസാദങ്ങളെയാണ് പെലാ ജിക് അവസാദങ്ങൾ എന്ന് പറയുന്നത്. സമുദ്രജലത്തിലൂടെ താഴേക്ക് അടിഞ്ഞ് കൂടു ന്നത് മൂലമോ അല്ലെങ്കിൽ ഊറൽ (precipitation) വഴിയോ തുറസ്സായ സമുദ്രങ്ങളിൽ വളരെ സാവധാനത്തിലാണ് ഇവ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നത്. പെലാജിക് അവസാദങ്ങ ളുടെ അടിഞ്ഞ് കൂടുന്ന തോത് വളരെ സാവധാനത്തിലാണ്. സാധാരണയായി ഒരാ ണ്ടിൽ ഏതാനും മൈക്രോമീറ്ററുകളിൽ കൂടില്ല ഈ നിരക്ക്. അഗാധ സമുദ്രതടത്തിന്റെ ഏതാണ്ട് 75 ശതമാനം ഭാഗത്തോളം പെലാജിക് അവസാദങ്ങളാൽ ആവൃതമായിക്കി ടക്കുന്നു.

സമുദ്രതടത്തിലെ പെലാജിക് അവസാദങ്ങളിൽ ചിലത് കടൽ വെള്ളത്തിൽ നിന്നും നേരിട്ട് ക്രിസ്റ്റലീകരണം നടന്നുണ്ടാകുന്നതായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇവയെ ആതിജെ നിക് ധാതുക്കൾ (authigenic minerals) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. മാംഗനീസ് നോഡ്യൂളുകൾ വളരെ ശ്രദ്ധേയമായ ആതിജെനിക് നിക്ഷേപങ്ങളാണ്. ഇവയ്ക്ക് ശരാശരി 25 സെ.മീ വ്യാസം കാണപ്പെടുന്നു. ഇവ മുറിച്ചു നോക്കിയാൽ മാംഗനീസിന്റെയും ഇരുമ്പിന്റെയും ഓക്സൈഡുകൾക്ക് പുറമെ, വളരെ വിരളമായ പല മൂലകങ്ങളുടെയും ഓക്സൈഡു കളും കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. പസഫിക് സമുദ്രത്തിൽ മാത്രം, അഗാധ സമുദ്രതടങ്ങളുടെ 20 ശതമാനത്തോളം ഭാഗത്ത് ഇവ വ്യാപിച്ച് നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെന്നാണ് ഏകപഠ നങ്ങൾ കാണിക്കുന്നത്. ഈ നോഡ്യൂളുകൾ (ഉരുളകൾ) മാംഗനീസിന്റെ മാത്രമല്ല, മറിച്ച് ടൈറ്റാനിയം, ക്രോമിയം പോലുള്ള അപൂർവ്വ മൂലകങ്ങളുടെ കൂടി വാണിജ്യ ഉറവിടങ്ങളായ സുപ്രധാന നിക്ഷേപങ്ങളാണ്.

വളരെയധികം ചെറിയ തരികളോട് കൂടിയ അവസാദ നിക്ഷേപങ്ങളായ ചുവന്ന കളിമണ്ണ് (red clays) അഥവാ തവിട്ട് കളിമണ്ണ് (brown clays) അഗാധ സമതലങ്ങളിൽ പലയിടത്തും നിക്ഷേപങ്ങളായി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഈ കളിമൺ നിക്ഷേപങ്ങൾ പെലാജിക് (തുറസായ സമുദ്ര) പ്രദേശത്ത് ഉത്ഭവിക്കുന്നവയല്ല, പക്ഷെ കരജന്യ അവസാദങ്ങൾ ആഴം കുറഞ്ഞ സമുദ്ര മേഖലയിൽ നിന്നും ഈ മേഖലകളിലേക്ക് സ്ഥാനചലനം സംഭവിച്ച് രൂപമെടുത്തവയാണ്.

ബയോജെനിക്/ജൈവജന്യ അവസാദങ്ങൾ (Biogenic sediments)

സൂക്ഷ്മ ജീവികളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ കൂടുതലായടങ്ങിയ അവസാദങ്ങളാണിവ. പെലാജിക് അവസാദങ്ങളിൽ കൂടുതലും ഊസ് (Oozes) കളാൽ നിർമിതമാണ്. വളരെചെറിയ സൂക്ഷ്മ ജീവികളുടെ കടുപ്പമുള്ള ശരീരഭാഗങ്ങൾ ചുരുങ്ങിയത് 30 ശതമാനമെങ്കിലും കാണപ്പെടുന്ന സമുദ്ര അവസാദങ്ങളാണ് ഊസുകൾ. സമുദ്രജലത്തിൽ അലിഞ്ഞ് ചേർന്നിട്ടുള്ള ധാതുപദാർഥങ്ങൾ കൊണ്ടാണ് ഈ ജീവികൾ അവയുടെ പുറന്തോട് പോലുള്ള കടുപ്പമേറിയ ഭാഗങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നത്. ജീവികളുടെ കാലശേഷം, അവയുടെ ഈ ഭാഗങ്ങൾ മെല്ലെ കടൽത്തറയിലേക്ക് താഴ്ന്നടിയുന്നു. രാസഘടനയനുസരിച്ച് ഊസുകളെ രണ്ടായി തിരിക്കാം. i) കാൽക്കേരിയസ് ഊസ് (Calcareous ooze) - കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ്/ചുണ്ണാമ്പ് ($CaCo_3$) അടങ്ങിയവ. ii) സൈലീഷ്യസ് ഊസ് (Siliceous ooze)- സിലിക്കാ അല്ലെങ്കിൽ SiO_2 കൊണ്ട് രൂപീകരിക്കപ്പെട്ടവ. കര സമീപ മേഖല (littoral zone) യിലെയും ആഴം കുറഞ്ഞ കടൽ ഭാഗത്തെയും ജൈവ അവസാദങ്ങൾ മിക്കതും കടൽ പായലുകൾ (Sea weeds), പവിഴപ്പുറ്റുകൾ (Corals), കടൽ ചേന (Sea urchins) തുടങ്ങിയവയുടെ കഠിന ശരീരഭാഗങ്ങളടങ്ങിയവയാണ്. ഇവയുടെ പുറം തോടുകളടങ്ങിയ അവസാദങ്ങൾ കരസമീപമേഖലയിലും കടലിന് ആഴമില്ലാത്ത മേഖലകളിലും അനുകൂലമായ ഇടങ്ങളിൽ അടിഞ്ഞ് കൂടി, പൊതുവെ ചിന്നിച്ചിതറിയ നിക്ഷേപങ്ങളായി നിലകൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവ കാലാന്തരത്തിൽ ഫോസിലുകളടങ്ങിയ സമുദ്ര ചുണ്ണാമ്പ് ശിലകൾ (fossiliferous marine limestone rocks) ആയി മാറുന്നു. കോറലുകളുടെ (പവിഴപ്പുറ്റ്) വളർച്ചയാൽ രൂപീകൃതമാവുന്നതും പ്രകടമായ വലിപ്പത്തോട് കൂടിയതുമായ ചുണ്ണാമ്പ് വരമ്പുകൾ സമുദ്രത്തിലെ ആഴം കുറഞ്ഞ ജല മേഖലകളിലെ ശ്രദ്ധേയമായ ജൈവ നിക്ഷേപങ്ങളാണ്.

9.6 പവിഴപ്പുറ്റുകൾ (Coral Reefs)

കോറൽ പോളിപ്സ് (Coral Polyps) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ചില സമുദ്ര ജീവികളാൽ നിർമിക്കപ്പെടുന്ന വളരെ വലിപ്പമേറിയ ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് പുറ്റുകളാണ് പവിഴപ്പുറ്റുകൾ (Coral reefs). പവിഴങ്ങൾ (മൃദുവായ ശരീരത്തോട് കൂടിയ, സമിതീയ ഘടനയോട് കൂടിയ ഒരിനം സമുദ്ര അകശേരു ജീവി) സംരക്ഷണാവശ്യാർഥം നിർമിക്കുന്ന കാൽസ്യം അടങ്ങിയ തോടുകളാണ് പവിഴപ്പുറ്റുകളായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നത്. ദശലക്ഷക്കണക്കിന് കോറലുകളുടെ തോടുകൾ പരസ്പരം ഒട്ടിപ്പിടിച്ച് ആയിരങ്ങൾ മുതൽ ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ കൊണ്ട് വിസ്തൃതിയേറിയ പവിഴപ്പുറ്റുകളായിത്തീരുന്നു. ഘടനപരമായും സങ്കീർണ്ണതയാലും വലിയ വൈവിധ്യം കാണിക്കുന്നുണ്ട് പവിഴപ്പുറ്റുകൾ.

അന്റാർട്ടിക്, പസഫിക്, ഇന്ത്യൻ സമുദ്രങ്ങളിലെ ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിലാണ് പവിഴപ്പുറ്റുകൾ കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ മഹാസമുദ്രതടങ്ങളിലൊന്നാകെ പരക്കെ ചിതറിക്കിടക്കുകയല്ല ഈ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ. ഉഷ്ണമേഖല സമുദ്രങ്ങളിലെ ആഴം കുറഞ്ഞഭാഗത്താണ് മിക്ക പവിഴപ്പുറ്റുകളും കേന്ദ്രീകരിച്ചു കിടക്കുന്നത്. ഇത് കേവലം ഒരു യാദൃശ്ചികതയല്ല. കാരണം പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ വലിയ അളവിലുള്ള വിന്യാസം, പുറ്റുകൾ നിർമിക്കുന്ന പവിഴങ്ങളുടെ വളർച്ചക്കാവശ്യമായ സവിശേഷ പരിസ്ഥിതി സാഹചര്യങ്ങൾ ഒത്തുവരുന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണ് ഇവ രൂപമെടുക്കുന്നത്. പരിസ്ഥിതി ഘടകങ്ങളിലെ വ്യതിയാനങ്ങളോട് സമരസപ്പെട്ട് പോകുവാനുള്ള ശേഷി ഓരോ ഇനം പവിഴങ്ങൾക്കും വ്യത്യസ്തമാണ്. എന്നാൽ, ഒരു പ്രത്യേക താപനിലയോട് ഒത്തുവരുന്ന പരിമിത മേഖലകളിലാണ് ഇവക്ക് ഏറ്റവും നന്നായി നിലകൊള്ളുവാൻ സാധിക്കുന്നത്. അതിനാൽ, ഉഷ്ണമേഖലാ കടൽ പ്രദേശങ്ങളിലെ ആഴം കുറഞ്ഞ ഭാഗമാണ് ഇത്തരം സവിശേഷ സാഹചര്യത്തോടുകൂടി പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് പാകമായ പരിസ്ഥിതി പ്രദാനം ചെയ്യുന്നത്.

പ്രഥമമായി, പുറ്റുകളുണ്ടാക്കുന്ന പവിഴങ്ങൾക്ക് സൂര്യപ്രകാശം വേണ്ടതുണ്ട്. അതുകൊണ്ട് നല്ല തെളിഞ്ഞ, ആഴം കുറഞ്ഞ സമുദ്രജലത്തിലാണിവ കാണപ്പെടുന്നത്. പവിഴങ്ങളാകുന്ന ജീവികളുടെ പങ്കാളികളായി വർത്തിക്കുന്നതും പവിഴ ജീവികളുടെ സമാനകോശങ്ങളുടെ സംയുക്തഘടന (tissues) അധിവസിക്കുന്നതുമായ പായലുകളുടെ മേലുള്ള ഇവയുടെ ആശ്രിതത്ത്വവും ഇവിടെ പ്രധാനമാണ്. ഏറ്റവും തെളിമയാർന്ന ഉഷ്ണമേഖല കടലുകളിൽ പോലും മുകളിലെ 30 മുതൽ 60 മീറ്റർ വരെയുള്ള ജലപരപ്പിലാണ് പ്രകാശ സംശ്ലേഷണം നടക്കുന്നത്. പുറ്റുകളുണ്ടാക്കുന്ന പവിഴങ്ങൾക്ക് ഉഷ്ണ ജലവുമാവശ്യമാണ്. അപൂർവ്വം ചിലയിനം കോറൽ വർഗങ്ങൾ വർധിത താപനിലയെ അതിജീവിക്കുമെങ്കിലും ദീർഘകാലാതിജീവനം സാധ്യമാകണമെങ്കിൽ താപനില 17° മുതൽ 34° വരയുള്ള പരിധിയിലൊതുങ്ങേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

വിവിധയിനം പവിഴപ്പുറ്റുകൾ (Types of coral reefs)

മൂന്ന് തരം പവിഴപ്പുറ്റുകളെ തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. പ്രാന്തീയ കടൽപ്പുറ്റ് (Fringing reef), വിലങ്ങൻ അഥവാ പ്രതിബന്ധ പവിഴപ്പുറ്റ് (Barrier reef), വർത്തുളാകാര പവിഴ ദ്വീപ് (Atoll) എന്നിവയാണിവ (ചിത്രം 9.12)

(1) പ്രാന്തീയ കടൽപ്പുറ്റുകൾ (Fringing Reefs):

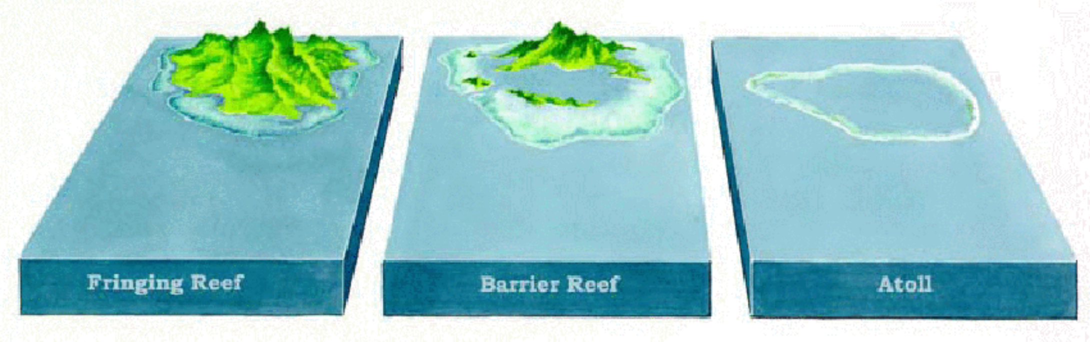
തീരത്തോട് ചേർന്ന് വളരുന്ന പവിഴപ്പുറ്റുകളാണിവ. കടൽഭാഗത്തേക്ക് വെള്ളത്തിലാഴ്ന്നു കിടക്കുന്ന തറകളുടെ രൂപത്തിൽ ഇവ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നതാണ്.

(2) വിലങ്ങൻ (പ്രതിബന്ധ) പുറ്റുകൾ (Barrier Reefs):

കരയിൽ നിന്നും വിശാലമായ ജലാശയത്താൽ വേർപ്പെട്ടും തീരരേഖക്ക് സമാന്തരമായും കാണപ്പെടുന്നു.

(3) വർത്തുളാകാര പവിഴദ്വീപ് (Atolls):

സമുദ്രത്തിൽ ഒരു താഴ്ന്നു കിടക്കുന്ന ദ്വീപിന്റെ ശീർഷഭാഗത്തെ ചുറ്റി കാണപ്പെടുന്ന വൃത്താകാര പവിഴപ്പുറ്റുകളാണിവ. ഇവ ഇന്ത്യൻ സമുദ്രത്തിലും ദക്ഷിണ പസഫിക് സമുദ്രത്തിലും കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നു.



ചിത്രം 9.12 വിവിധയിനം പവിഴപ്പുറ്റുകൾ

ഇന്ത്യയിലെ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ (Coral Reefs of India)

മിതോഷ്ണ കാലാവസ്ഥയും 7500 കി.മീറ്റർ വ്യാപ്തിയിൽ കടൽത്തീരവുമുള്ള ഇന്ത്യയിൽ വളരെക്കുറഞ്ഞ ഭാഗങ്ങളിൽ മാത്രമേ പവിഴപ്പുറ്റുകളുള്ളൂ. ബംഗാൾ ഉൾക്കടലിൽ പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ അഭാവത്തിന് കാരണം, നദികൾ ഒഴുക്കിക്കൊണ്ട് വരുന്ന വർധിത അളവിലുള്ള ശുദ്ധജലവും ചളിയുമാണ്. പുറമെ ശക്തമായ മൺസൂൺ വർഷപാതവും തീരരേഖയിലെ ഉയർന്ന ജന സാന്നിധ്യവും കൂടി കാരണമാകുന്നുണ്ട്.

ഇന്ത്യയുടെ മുഖ്യ വൻകരാതീരത്ത് വളരെയധികം വേർപെട്ട് കിടക്കുന്ന രണ്ട് പവിഴപ്പുറ്റ് പ്രദേശങ്ങളാണുള്ളത്: വടക്ക് പടിഞ്ഞാറ് ഭാഗത്ത് കച്ച് ഗൾഫും (ലോകത്തിലെ വടക്കെ അറ്റത്തെ പുറ്റാണിത്), പാക്ക് ഉൾക്കടലും തെക്ക് കിഴക്ക് ഭാഗത്ത് മാന്നാർ ഗൾഫും (ചെറു ദ്വീപുകളോട് ചേർന്ന് കാണുന്ന നിരവധി പ്രാന്തീയ കടൽ പുറ്റുകൾ) ഇവയിൽപ്പെടുന്നു.

വ്യാപകമായ അളവിൽ പുറ്റുകൾ വളർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന ഇന്ത്യയിലെ ബാഹ്യ തീര ദ്വീപ സമൂഹങ്ങളാണ് ബംഗാൾ ഉൾക്കടലിലെ ആന്തമാൻ-നിക്കോബാർ ദ്വീപുകളും അറബിക്കടലിലെ ലക്ഷദ്വീപ് ദ്വീപ്സമൂഹങ്ങളും. ആന്തമാൻ-നിക്കോബാർ ദ്വീപുകളിൽ പ്രാന്തീയ പുറ്റുകളും 320 കി.മീറ്റർ നീളത്തിൽ പടിഞ്ഞാറെ തീരത്ത് വിലങ്ങൻ പുറ്റുകളുമുണ്ട്. ലക്ഷദ്വീപ് ദ്വീപ്സമൂഹങ്ങൾ മിക്കതും വൃത്താകാര പവിഴ ദ്വീപുകളാൽ (atolls) നിർമിതമാണ്.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. രണ്ടിനം പെലാജിക് അവസാദങ്ങളേവ?
2. കരയിൽ നിന്നുമകലെ സമുദ്രജലത്തിലെ ഊറൽ മൂലമുണ്ടാകുന്ന അവസാദങ്ങൾ .... എന്നറിയപ്പെടുന്നു.
3. വിലങ്ങൻ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ എന്നാലെന്ത്?

നമുക്ക് ചെയ്തു നോക്കാം

ഇന്ത്യൻ ഉപഭൂഖണ്ഡത്തിനോട് ചേർന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന വിവിധതരം പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ ചിത്രങ്ങൾ ശേഖരിക്കുക.

9.7. തീരപ്രദേശത്തെ ജിയോളജിക്കൽ പ്രക്രിയകൾ (Geological Processes of Coastal Zone)

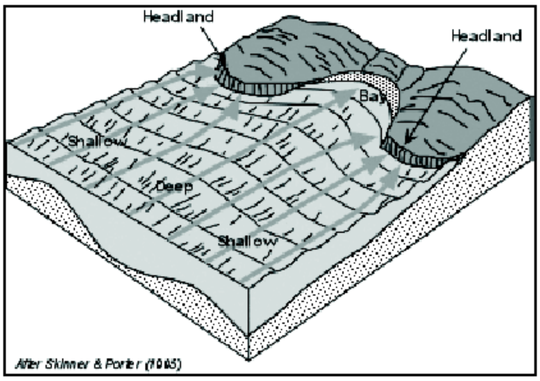
തീരദേശ പ്രക്രിയകൾ ഭൗമ പ്രക്രിയകളിൽ ഏറ്റവും ചലനാത്മകമായ ഒന്നാകുന്നു. പല തീരങ്ങളുടെയും രൂപരേഖയിൽ വരുന്ന മാറ്റം വാർഷിക (ചുരുങ്ങിയ) കാലയളവ് മാനദണ്ഡമാക്കി തന്നെ നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതാണ്. കടലിൽ കാറ്റ് മൂലം രൂപപ്പെടുന്ന തിരമാലകൾ തല്ലിവീഴുന്നതിലൂടെ വർധിത അളവിലുള്ള ഊർജം വൻകരകളുടെ തീരത്ത് വിമോചനം ചെയ്യപ്പെടുകയും തീരപ്രദേശത്തിന് നിരന്തരമായ രൂപമാറ്റം വരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു.

9.7.1 തീരദേശത്തെ അപരദന പ്രക്രിയകൾ (Erosional processes of the coastal zone)

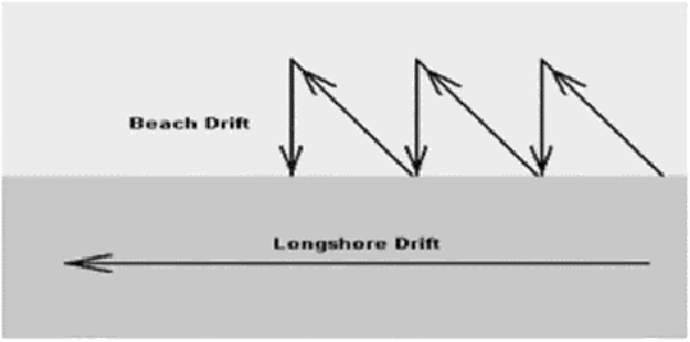
തീരദേശത്ത് പാറ, മണ്ണ് മറ്റ് ജൈവിക അജൈവിക ഭൗമ വസ്തുക്കൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം അപരദനത്തിന് വിധേയമാകുന്നുണ്ട്. വിവർത്തനികപ്രക്രിയ, സമുദ്രജല നിരപ്പ് വ്യതിയാനങ്ങൾ, തിരമാലകളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം തീരദേശഭൂരൂപങ്ങളുടെ പ്രകൃതത്തെയും ഘടനയെയും സ്വാധീനിക്കുന്ന മുഖ്യ ഘടകങ്ങളാണ്. തിരമാലകളും വേലിയേറ്റ വേലിയിറക്ക പ്രതിഭാസങ്ങളും തീരരേഖകളെയും ബാധിക്കുന്നുണ്ട്. ഹൈഡ്രോളിക് പ്രവർത്തനം (മുനമ്പുകളിൽ നിന്നും ശിലാഖണ്ഡങ്ങൾ തിരമാലകളുടെ ശക്തിയാൽ അടർന്നു പോകൽ), അബ്രേഷൻ അഥവാ കൊറേഷൻ (ശിലാശകലങ്ങൾ മുനമ്പ് ഭാഗത്തെ ശിലകളുമായി ഉരസി അപഘർഷണം നടത്തിയുള്ള അപരദന പ്രക്രിയ), അട്രീഷൻ (ശിലാശകലങ്ങൾ പരസ്പരം കൂട്ടിയിടിച്ച് ചെറുതാകൽ) എന്നീ പ്രക്രിയകൾ വഴിയാണ് തിരമാലകളാൽ അപരദനവും അനുബന്ധമായ അവസാദ പ്രവാഹവും നടക്കുന്നത്.

എ) കടലോരജല പ്രവാഹവും കടലോരഅവസാദ ചലനവും (Long shore current and long shore drift)

തിരമാലകൾ തീരത്തേക്കടിക്കുമ്പോൾ വെള്ളം കയറുന്നതിനനുസരിച്ച് ബീച്ചിലൂടെ അവസാദങ്ങളെ മേല്പോട്ട് കയറ്റിക്കൊണ്ട് വരികയും വെള്ളം താഴോട്ടിറങ്ങിപ്പോകുമ്പോൾ അവസാദങ്ങളെ കീഴോട്ട് ഒലിച്ചിറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പൊതുവെ, തിരമാലകൾ തീരത്തിന് സമാന്തരമായി തീരരേഖയെ സമീപിക്കാറില്ല. ഒരു പ്രത്യേക കോണളവിലായി തിരമാലകൾ ബീച്ചിലേക്കെത്തുമ്പോൾ, ആഴം കുറവുള്ള ഭാഗത്തെ തിരകൾ വേഗത കുറഞ്ഞ്, തീരത്ത് നിന്ന് അല്പം അകലെയായിക്കിടക്കുന്ന ഭാഗത്തെ തിരകൾ കൂടുതൽ മുമ്പോട്ട് ഗമിക്കു



ചിത്രം 9.13 മുനമ്പുകളിൽ വച്ചുള്ള സമുദ്രതിരമാലകളുടെ അപവർത്തനം



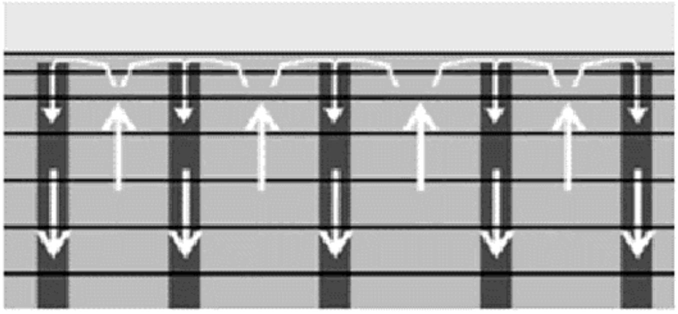
ചിത്രം 9.14 കടലോര സമുദ്രജല പ്രവാഹം

ന്നതിനിടയാകുന്നതുമാണ്. അങ്ങനെ തിരമാലകൾ അപവർത്തനത്തിന് (വളയൽ) വിധേയമായി അല്പം സമാന്തരമായി തീരത്തേക്കടിക്കാൻ കാരണമാകുന്നു. തിരമാലകളുടെ അപവർത്തനം മൂലം തിരയുടെ ശക്തി തീരത്തെ മുനമ്പുകളിലേക്ക് കൂടുതലായി കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടുന്നതാണ് (ചിത്രം 9.13) അതേ സമയം ഉൾക്കടൽ ഭാഗങ്ങളിൽ തിരമാലകൾ ക്ഷയോന്മുഖമായിരിക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കും. മുനമ്പുകളായി കിടക്കുന്ന ഭാഗത്തിന് ചുറ്റും താരതമ്യേന വലിയ തിരകൾ കാണപ്പെടുന്നതാണ്. ഉൾക്കടലുകളിൽ വെള്ളം ശാന്തമായതിനാൽ (അതുകൊണ്ടു തന്നെ കപ്പൽ നങ്കൂരമിടാൻ അനുയോജ്യമായിരിക്കും) നിക്ഷേപണം നടക്കുന്ന ഇടങ്ങളാണ്.

തിരമാലകൾ തീരരേഖയിലടിക്കുന്നത് അല്പം ചരിഞ്ഞ ഒരു കോണിലായതിനാലാണ് കടലോര ജല പ്രവാഹം (Long shore current) ഉടലെടുക്കുന്നത്. അപവർത്തനത്തിന് ശേഷവും മിക്ക തിരമാലകളും അല്പം ചരിഞ്ഞ കോണിലായിട്ട് തന്നെയാണ് തീരരേഖയിലെത്തുക (ചിത്രം 9.14) അത്തരം തിരകളുടെ പ്രവേഗം തരംഗശിഖയ്ക്ക് ലംബമായ ഒരു ദിശയിലേക്ക് തിരിക്കപ്പെടും. അതേസമയം തീരത്തിന് ലംബമായ ഒരു ഘടകമായും (Vp) തീരത്തിന് സമാന്തരമായ മറ്റൊരു ഘടകമായും (V_1) ഇത് തിരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്. തീരത്തിന് സമാന്തരമായ ഘടകത്തിന് അവസാദങ്ങളെ ചലിപ്പിക്കാനാവുന്നതാണ്. ഇതിനെയാണ് കടലോര അവസാദ ചലനമെന്ന് വിളിക്കുന്നത്. തീരത്തിന് സമാന്തരമായി തീരത്തിനടുത്തുള്ള അവസാദങ്ങളുടെ ചലനമാണ് കടലോര അവസാദ ചലനമെന്ന് സാരം.

ബി) റിപ് കറന്റ്സ് (Rip Currents)

തിരകൾ പൊട്ടി വെള്ളം പതയായി മാറുന്ന ഭാഗങ്ങളിലൂടെ, തീരത്തിന് ലംബമായി കടൽ ഭാഗത്തേക്ക് ശക്തമായ ജലധാര ഒഴുകുന്നതിനെയാണ് റിപ് കറന്റ് എന്ന് പറയുന്നത് (ചിത്രം 9.15) നേർവര പോലെയുള്ള തീരങ്ങളിൽ തിരമാലകൾ പൊട്ടിയാൽ വെള്ളം തിരിച്ച് കടലിലേക്ക് പരന്ന് പോകാൻ സാധ്യമാവാറില്ല. വീതികുറഞ്ഞ നേർപാതയിലൂടെ തീരത്തിന് ലംബമായി വെള്ളം തിരിച്ചൊഴുകുന്നു. കടൽ ഭാഗത്തേക്കുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ ഈ തിരിച്ചൊഴുക്ക് കടലിൽ നീന്തുന്നയാളുകളെ ധ്രുതഗതിയിൽ ആഴംകൂടിയ ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്ക് കൊണ്ട് പോകാനിടയാക്കാറുണ്ട്. ഇത്തരം അപകടകരമായ പ്രവാഹങ്ങളിലകപ്പെടാതെ രക്ഷപ്പെടാൻ, ഒരാൾ തീരത്തിന് സമാന്തരമായി നീന്തുകയും തീരത്തേക്ക് തിരിച്ചെത്താൻ തിരകളെ ആശ്രയിക്കുകയും വേണം.



ചിത്രം 9.15 റിപ് പ്രവാഹങ്ങളുടെ രൂപീകരണം

(സി) ബീച്ച് ഡ്രിഫ്റ്റ് (Beach Drift)

ബീച്ചിലേക്ക് ഒരു പ്രത്യേക കോണിലായി സമീപിക്കുന്ന തിരമാലകൾ, തീരരേഖയ്ക്ക് ലംബമായി തിരികെപ്പോകുന്നതാണ്. വരുന്ന തിരമാലകൾ കയറിയിറങ്ങുന്നതിനാൽ, ബീച്ചിലെ മണൽ തരംഗ ശിഖക്ക് ലംബമായ ദിശയിലേക്ക് കയറ്റുകയും തിരിച്ചുപോകുന്ന വെള്ളം തീരരേഖക്ക് ലംബമായി ബീച്ചിലെ മണലിനെ ഇറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തുടരെത്തുടരെയായി എത്തുന്ന തിരകൾ, തീരത്തിലുടനീളം വളഞ്ഞ് പുളഞ്ഞ ഒരു പാതയിലൂടെ മണലിനെ ഇങ്ങനെ നീക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കും.

9.7.2 തീരത്തെ അപരദന ഭൂരൂപങ്ങൾ (Erosional Landforms of the Coast)

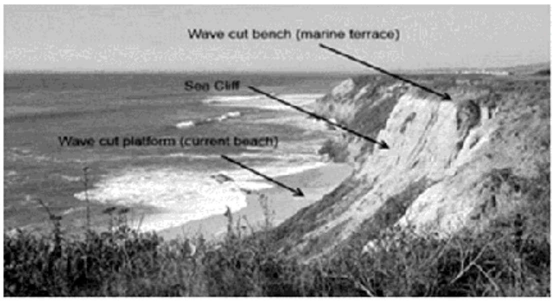
തീരദേശത്ത് പ്രധാനമായും ഉണ്ടാകുന്ന അപരദന ഭൂരൂപങ്ങൾ താഴെ വിവരിക്കുന്നു.

i) തീരദേശത്തെ കിഴുക്കാം തൂക്കായ പാറക്കെട്ടുകൾ (Coastal Cliffs)

ചെങ്കുത്തായതോ, ഏതാണ്ട് കുത്തനെയുള്ളതോ ആയിട്ടുള്ള പ്രകടമായ പാറയെ ഒരു ക്ലിഫ് (Cliff) എന്നാണ് പറയാറുള്ളത്. അപക്ഷയവും അപരദനവും മൂലമാണ് ഇത്തരം ഭൂരൂപങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. ശക്തമായ തിരകളടിക്കുന്ന തീരത്തെ പ്രധാന സവിശേഷതയായി ഇവ കാണപ്പെടാറുണ്ട് (ചിത്രം 9.16). ഇവിടെ തിരകൾ നേരിട്ട് തീരരേഖയിൽ തന്നെ തകർന്ന്, അവയുടെ ഊർജത്തിന്റെ കൂടുതൽ പങ്കും കരയെ അപരദനം നടത്തുന്നതിനായി വിനിയോഗിക്കപ്പെടുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്.

ii) തീരത്തട്ട് (Shore platform or Wave Cut Bench)

തിരമാലകളുടെ അപരദന പ്രക്രിയയായി രൂപപ്പെടുന്നതും, തീരരേഖയിലുടനീളമോ, കടൽ ക്ലിഫുകളുടെ പാദഭാഗത്തോ കാണപ്പെടുന്നതുമായ, ഇടുങ്ങിയതും പരന്നതുമായ തട്ടുകളാണ് തീരത്തട്ടുകൾ (അപഘർഷണതറ/തീരത്തറ/തിരമാല ഛേദിതതറ). (ചിത്രം 9.16). ജലവിതാനത്തിലോ അതിന് മുകളിലോ ആയി മുനമ്പുക

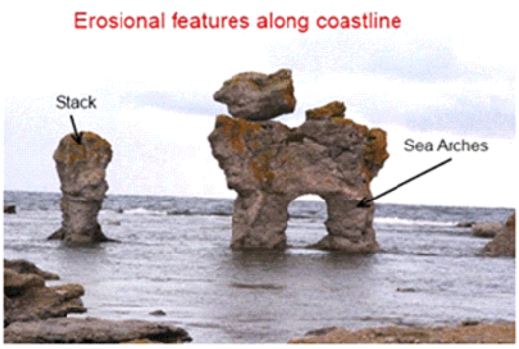


ചിത്രം 9.16 കിഴ്ക്കാം തൂക്കായ കടൽപ്പാറക്കൂട്ടങ്ങളും തിരാഛേദിത തിട്ടുകളും

ളിൽ അപരദനം നടന്നതിന്റെ ശേഷിപ്പുകൾ നിലകൊള്ളുന്നുണ്ടാകും. ചരിവു കുറഞ്ഞ ഈ പാറത്തട്ടുകൾ വേലിയേറ്റ നിരപ്പ് മുതൽ വേലിയിറക്ക ജലനിരപ്പ് വരെ വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നതായിക്കാണാം. വേലിയിറക്ക സമയത്ത് വിശാലമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ വളരെ വ്യക്തമായി ഇത് കാണാൻ കഴിയുന്നതാണ്. ഈ തറകളുടെ കരഭാഗത്തേക്കുള്ള അറ്റം പൊതുവെ ബീച്ചിലെ മണലിൽ ആവൃതമായിക്കിടക്കുകയായിരിക്കും.

iii) കടലോര കൽത്തൂണുകളും കമാനങ്ങളും (Sea Stacks and Arches)

തീരത്ത് ഇടവിട്ട് കഠിനവും മൃദുവായതുമായ ശിലകളാണെങ്കിൽ വ്യത്യസ്ത നിരക്കിൽ അപരദനം നടക്കുകയും മുനമ്പുകളും ഉൾക്കടലുകളുമെല്ലാമടങ്ങിയ ക്രമരഹിതമായ ഒരു തീരരേഖ രൂപം കൊള്ളുന്നതിനിടയാവുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്.



ചിത്രം 9.17 കടലോര കൽത്തൂണും കടൽ കമാനവും

തീരത്തിനടുത്ത് കടലിൽ ചെങ്കുത്തായതും ലംബവുമായ ശിലാതൂണുകളുടെ രൂപത്തിൽ ഉണ്ടാകുന്ന അപരദന ഭൂരൂപമാണ് കടൽത്തൂൺ (ചിത്രം 9.17). ബലഹീനമായ ശിലകളോട് കൂടിയ മുനമ്പുകളും കിഴുക്കാം തൂക്കായ പാറക്കൂട്ടങ്ങളുമെല്ലാം ഇടിഞ്ഞ് അടർന്ന് വീണ് വേഗത്തിൽ അപരദനം നടന്ന് ശിലാസ്തംഭങ്ങളായി മാറാൻ സാധ്യത കൂടുതലാണ്. ഗ്രാനൈറ്റ് പോലെയുള്ള കടുപ്പമുള്ള പാറകൾ പ്രത്യേക രീതിയിൽ അപരദനം നടക്കാത്തതിനാൽ ശിലാസ്തംഭങ്ങളായി മാറാറില്ല. തിരമാലകളുടെ അപവർത്തനത്താൽ മുനമ്പ് പ്രദേശങ്ങളിലെ ശിലകൾ, മൂന്ന് ഭാഗങ്ങളിലൂടെയും അപരദനം നടന്ന് ഒറ്റപ്പെട്ട ശിലാസ്തംഭങ്ങളെ അവശേഷിപ്പിക്കാനിടയാക്കുന്നതാണ്.

നിരന്തരമായി അപരദനം നടന്ന് ശിലാസ്തംഭങ്ങൾ തുരന്ന് ഗുഹകളായി മാറുകയും ഗുഹകൾ കൂടുതൽ ഉൾഭാഗത്തേക്ക് അപരദനം സംഭവിച്ച് പ്രകൃതി ദത്ത തുരങ്കമായിത്തീരുകയും ചെയ്തേക്കാം. ഇവ കാലക്രമേണ രണ്ടറ്റവും തുറക്കപ്പെട്ട കടൽ കമാനങ്ങൾ (Sea arches) ഉണ്ടാക്കിയെടുക്കുന്നു. (ചിത്രം 9.17). കടൽ ഗുഹകളുടെ മേൽഭാഗമാണ് ഇത്തരത്തിൽ കമാന രൂപമായിത്തീരുന്നത്. കരയിലേക്ക് തള്ളി നിൽക്കുന്ന മുനമ്പ് ശിലാഗ്രത്തെ കരയുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന ഒന്നായി ഈ കമാനം കാണപ്പെടുന്നതാണ്.

9.7.3 തീരദേശത്തെ നിക്ഷേപണ ഭൂരൂപങ്ങൾ (Depositional Land forms of the Coastal Zone)

i) ബീച്ച് (Beach)

ഉയർന്ന കടൽ ജലാതിർത്തിക്കും താഴ്ന്ന ജലാതിർത്തിക്കുമിടയിലുള്ള ചരിവ് കുറഞ്ഞ കരഭാഗത്തെയാണ് ബീച്ച് എന്ന് വിളിക്കുന്നത്. അവസാദങ്ങളെ തീരത്തിന് സമാന്തരമായി നീക്കുന്ന കടലോര ജല പ്രവാഹത്തിന്റെയും അവസാദങ്ങളെ തീരത്തേക്ക് വലിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന തിരമാലകളുടെയും സംയുക്ത പ്രവർത്തനമാണ് ബീച്ചുകളെയു

ണ്ടാക്കുന്നത്. മിക്ക ബീച്ചുകളും ക്വാർട്സ് (മണൽ) അടങ്ങിയതാകാമെങ്കിലും കൂടുതൽ വലിയ ശിലാതരികളായ ചരൽ ഉരുളൻ കല്ല്, ജീവികളുടെ തോട്, കാർബണേറ്റ് അസ്ഥികൂടങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം അടങ്ങിയ ബീച്ചുകളും കാണപ്പെടുന്നു. മണലടങ്ങിയ ബീച്ചുകൾക്കപ്പുറവും മുനമ്പുകളുടെ പാദഭാഗങ്ങളിലും ശക്തവും ഉയർന്നതുമായ തിരമാലകൾ മണലിനേയും അതിനേക്കാൾ വലിയ ശിലാശകലങ്ങളെയും വഹിച്ചു കൊണ്ടുവരുന്നിടത്ത് ചരിവ് കൂടുതലുള്ള ബീച്ചുകൾ നിലകൊള്ളുന്നുണ്ട്.

ബീച്ചുകൾ ചെറിയ തുണ്ടുകളായും തീരരേഖയിലൂടെ നാഴികകളോളം അകലത്തിൽ വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നവയായും കാണപ്പെടാം. ബീച്ചുകളിലെ അവസാദങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗവും നദികൾ മുഖേന കരയിൽ നിന്നും എത്തിയതാണെന്നത് ഒരു പ്രധാന വസ്തുതയാണ്. കടൽ ഭാഗത്തെ കീഴ്ക്കാം തൂക്കായ പാറക്കെട്ടുകൾക്ക് അപക്ഷയം, അപരദനം എന്നിവ സംഭവിച്ചും ഉരുൾപ്പൊട്ടൽ വഴിയും ബീച്ചിലേക്ക് ശിലാശകലങ്ങളെത്തിച്ചേരുകയുമാവാം. തിരമാലകളാൽ കരയിലേക്ക് കയറുന്ന വെള്ളം മണലിനെ തീരത്തേക്കടുപ്പിക്കുമ്പോൾ തിരിച്ച് പോകുന്ന തിരവെള്ളം ചെറിയ വലിപ്പത്തിലുള്ള ചളിയും കളിമണ്ണുമെല്ലാം തിരിച്ച് കടൽഭാഗത്തേക്കൊഴുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തീരരേഖയ്ക്ക് ചരിവ് തലത്തിലായി കയറി വരുന്ന തിരവെള്ളവും നേരെ കടലിലേക്ക് തിരിച്ചിറങ്ങിപോകുന്ന വെള്ളവും തീരത്തിലൂടെ സഞ്ചരിപ്പിക്കുന്ന അവസാദങ്ങളിൽ നിന്നും അവശേഷിച്ച് നിലനിന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന നിക്ഷേപമാണ് ബീച്ചുകളിൽ അപ്പപ്പോഴായി കാണപ്പെടുക.

ബീച്ച് പരിച്ഛേദം (Beach Profile)

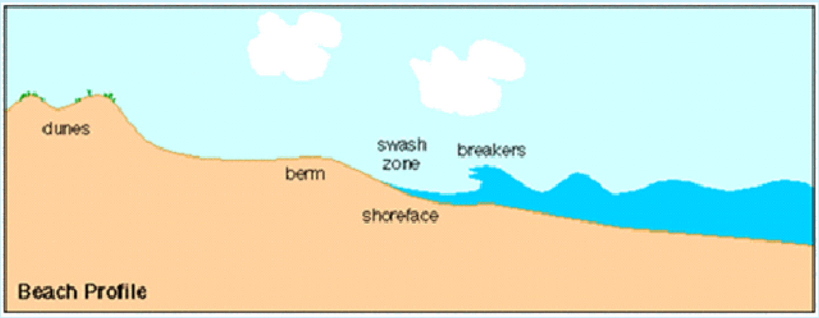
ബീച്ച് രണ്ട് ഭാഗങ്ങളോട് കൂടിയതാണ്: ഫോർ ഷോർ (fore shore), ബാക്ക് ഷോർ (back shore) എന്നിവയാണവ (ചിത്രം 9.18).

ഫോർഷോറിന് ബീച്ച് മുഖം കടൽത്തീരം എന്നെല്ലാം വിളിക്കാറുണ്ട്. വേലിയേറ്റ - വേലിയിറക്കത്തിനിടയിലുള്ള കടൽഭാഗമാണിത്. ബാക് ഷോർ അല്ലെങ്കിൽ ബേം (berm) എന്നത് വേലിയേറ്റ രേഖയ്ക്കും മുകളിലായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന തീരപ്രദേശമാണ്. ശക്തമായ തിരകളും വളരെ ഉയർന്ന വേലയേറ്റവും നടക്കുമ്പോൾ മാത്രമേ ഈ ഭാഗം വെള്ളത്താൽ മൂടപ്പെടാറുള്ളൂ. ഫോർഷോറിന് ചരിവ് കൂടുതലും ബേക്ക് ഷോറിന് പരപ്പ് കൂടുതലുമായിരിക്കും.

ബീച്ചുകളിൽ തിരമാലകളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി രൂപം കൊള്ളുന്ന തട്ടുകളാണ് ബേം അഥവാ ബേക്ക് ഷോർ ആയിത്തീരുന്നത്. ബീച്ചുകളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന ബേം പൊതുവെ വലിപ്പം കൂടിയ തരത്തിലുള്ള മണലുകളടങ്ങിയതാണ്. വിശാലമായ ബീച്ചുകളിൽ മൂന്നോ അതിലധികമോ സമാന്തരങ്ങളായ ബേമുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കുന്നത് ഓരോന്നും വ്യത്യസ്ത സാഹചര്യങ്ങളിൽ തിരമാലകളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ രൂപം കൊണ്ടവയായിരിക്കും. ചില ബീച്ചുകളിൽ ഓരോ ഉഷ്ണകാലത്തും നിരവധി മീറ്ററുകൾ വീതിയിൽ ബേം രൂപം കൊള്ളുകയും പിന്നീട് നശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്.

ഫോർഷോറിൽ നിന്നും കടൽ ഭാഗത്തേക്ക് വിവിധ മേഖലകളുണ്ട്. അകലെയായി സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ബ്രേക്കർ മേഖല (breaker zone) യിൽ തിരമാലകൾ വന്ന് കുത്തനെ ഉയർന്ന് തകരൽ ആരംഭിക്കുന്നു. തീരത്തോട് ചേർന്നുള്ള സർഫ്

മേഖലയിൽ (surf zone) വച്ചാണ് യഥാർഥത്തിൽ തിരകൾ തകർന്ന് കടലോര ജല പ്രവാഹം (long shore transport) ഉണ്ടാകുന്നത്.



ചിത്രം 9.18 ബീച്ച് പരിഛേദം

ii) കടലോര മണൽത്തിട്ട (Spit)

ഒരു തുറമുഖത്തിന്റെയോ ഉൾക്കടൽ മുഖത്തിന്റെയോ ഭാഗത്ത് കൂടി ശക്തമായ കടലോരജലപ്രവാഹം നീങ്ങുമ്പോൾ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന മണലും ചളിയും കൂടിയാണ് ഒരു കടലോരമണൽത്തിട്ടയായി മാറുന്നത്. ഈ മണൽത്തിട്ടകളുടെ ഒരറ്റം കരയുമായി ബന്ധിതമായിരിക്കുകയും അതേസമയം മറ്റേയറ്റം സമുദ്രത്തിലേക്ക് നീണ്ട് മുറിഞ്ഞു കിടക്കുന്നതുമായിരിക്കും (ചിത്രം 9.19). ഈ മണൽത്തിട്ടയുടെ തുറന്നുകിടക്കുന്ന ഭാഗം ശക്തമായ വേലിയേറ്റം നടക്കുന്നിടങ്ങളിൽ കരഭാഗത്തേക്ക് തിരിഞ്ഞ് വളഞ്ഞ രൂപത്തിൽ കിടക്കുകയാണെങ്കിൽ അവയെ കടലോര മണൽ കൊളുത്ത് (hook) എന്നു വിളിക്കാവുന്നതാണ്.

iii) ഉൾക്കടൽമുഖ മണൽത്തിട്ട (Baymouth Bar)

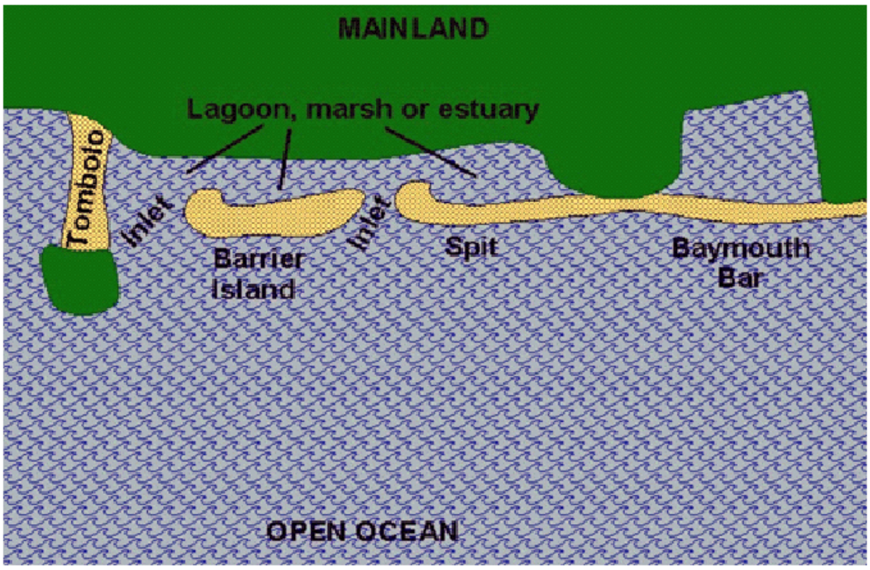
കടലോര മണൽത്തിട്ടകൾ വലുതായി ഉൾക്കടൽ മുഖത്തിലുടനീളം വ്യാപിച്ച് ഉൾക്കടൽ മുഖമണൽത്തിട്ടകളായിത്തീരാറുണ്ട് (ചിത്രം 9.19). തീരത്തിലുടനീളം സ്പിറ്റുകളും ബാറുകളും ഉണ്ടാക്കുന്നത് അവസാദങ്ങളെ വഹിക്കുന്ന കടലോര ജല പ്രവാഹമാണ്. തിരമാലകളുടെ ഊർജം മണൽത്തിട്ടകളിൽ വിനിയോഗിക്കപ്പെട്ട് ഉൾക്കടൽ ഭാഗം കടലിൽ നിന്നും അല്പം വേർപ്പെട്ട് കാണപ്പെടുന്ന കായലുകൾ (lagoons) ആയിത്തീരുകയും ചെയ്യാം. ഈ കായലുകൾ അവസാദങ്ങൾ കൊണ്ട് നിറഞ്ഞ് ലവണ ചതുപ്പ് നിലങ്ങളായി മാറുകയും ക്രമേണ അവസാദങ്ങൾ കടലിലേക്ക് പുരോഗമിച്ച് മുനമ്പുകളായിത്തീർന്ന് ക്രമരഹിതമായ തീരരേഖയായി മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

iv) ടൊംബോളോ (Tombolo)

ഒരു ദ്വീപിനെ കരയുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചു കൊണ്ട് രൂപപ്പെടുന്ന മണൽത്തിട്ടകളുടെയോ വീതികുറഞ്ഞ കരഭാഗത്തോട് കൂടിയതോ ആയ ഭൂരൂപമാണ് ടൊംബോളോ (ചിത്രം 9.19). കടലോര മണൽത്തിട്ട കരയിൽ നിന്നും വളർന്ന് വലുതായി ഒരു ദ്വീപിനെ ബന്ധിച്ച് ദ്വീപും കരയും തമ്മിൽ ബന്ധിതമാകുമ്പോഴാണ് ടൊംബോളോ ആയിത്തീരുന്നത്.

v) വിലങ്ങൻ ദ്വീപ് അഥവാ പ്രതിബന്ധ ദ്വീപ് (Barrier Island)

ബീച്ചിനപ്പുറം സമുദ്രാവസാദങ്ങളോ കാറ്റ് വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകുന്ന അവസാദങ്ങളോ ദീർഘകാലമായി അടിഞ്ഞു കൂടി രൂപപ്പെടുന്നതാണ് വിലങ്ങൻ മണൽതിട്ടകൾ. തുറസായ സമുദ്രഭാഗത്തെ കരയിൽ നിന്നും അതിനോട് ചേർന്ന ആഴം കുറഞ്ഞ കായൽ ഭാഗത്തു നിന്നും വേർതിരിക്കുന്ന നീണ്ടതും മണൽപരപ്പോട് കൂടിയതുമായ അധികം ഉയരമില്ലാത്ത ദ്വീപുകളാണ് വിലങ്ങൻ ദ്വീപുകൾ (ചിത്രം 9.19). കടലോരമണൽത്തിട്ടകൾ പൊതുവെ വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുന്നവയാണ്. എന്നാൽ വിലങ്ങൻ ദ്വീപുകൾ വേലിയേറ്റസമയത്തുപോലും വെള്ളത്തിൽ താഴ്ന്നു കിടക്കാറില്ല. ബാഹ്യതീരത്തിന് ചരിവു കുറവും വേലിയേറ്റ-വേലിയിറക്ക വ്യാപ്തി നേരിയതും തീരത്തോട് ചേർന്ന് കിടക്കുന്ന താഴ്ന്ന ഭൂപ്രകൃതിയോട് കൂടിയതുമായ സ്ഥലങ്ങളിലാണ് വിലങ്ങൻ ദ്വീപുകളോടു കൂടിയ തീരങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്.



ചിത്രം 9.19 കടലോര മണൽതിട്ട, ഉൾക്കടൽ മുഖമണൽതിട്ട, ടൊംബോളൊ, വിലങ്ങൻ ദ്വീപ് എന്നിവയുടെ രേഖാചിത്രം.

9.8 സമുദ്രജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനങ്ങൾ (Sea Level Changes)

വേലികൾ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളെ ആശ്രയിച്ച് കരയെ അപേക്ഷിച്ച് സമുദ്രജലത്തിന്റെ ശരാശരി ഉയരത്തെ സമുദ്രജലനിരപ്പായി കണക്കാക്കാം. ഫലക വിവർത്തനികം മൂലം സമുദ്രതടത്തിന്റെ വ്യാപ്തവും കരയുടെ ഉയരവും മാറുന്നതിനാൽത്തന്നെ സമുദ്രജലനിരപ്പിലും മാറ്റം സംഭവിക്കാം. ഹിമാനികൾ ഉരുകുമ്പോഴും രൂപം കൊള്ളുമ്പോഴും സമുദ്രജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനമുണ്ടാകുന്നു. സമുദ്രജലം ചൂടാക്കുമ്പോഴും തണുക്കുമ്പോഴും കടൽ വെള്ളം വികസിക്കുകയും സങ്കോചിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനാലും ജലനിരപ്പ് മാറുന്നതാണ്. കാലങ്ങളായുള്ള സമുദ്രജല നിരപ്പ് വ്യതിയാനം വൻകരാതട്ടുകളെ വികസിപ്പിക്കുകയും സങ്കോചിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. കരയ്ക്കകത്തുള്ള കടലുകളെ സൃഷ്ടിക്കുകയും നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. കൂടാതെ, കരയുടെ ഉപരിതലത്തെത്തന്നെ രൂപപ്പെടുത്തിയെടുത്തിട്ടുമുണ്ട്.

സമുദ്രജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനത്തിനുള്ള കാരണങ്ങൾ പലതുമാകാം. (1) വൻകരകളുടെയും സമുദ്രതടങ്ങളുടെയും ജ്യാമിതീയ ഘടനയിലെ മാറ്റം (2) സമുദ്രതടത്തിലെ ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തത്തിൽ വരുന്ന മാറ്റം (3) അതിശൈത്യമണ്ഡലത്തിലെ ഹിമപാളികളുരുകി ജലംസമുദ്രത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കൽ (4) സമുദ്രത്തിലെ വെള്ളത്തിന്റെ താപനിലയിൽ വരുന്ന മാറ്റം (1^0C താപനില കൂടിയാൽ ~20 സെ.മീറ്ററിന്റെ വർധനവ് ഉണ്ടാകാം). വ്യാവസായിക വിപ്ലവത്തിന്റെ ആരംഭം മുതൽ അന്തരീക്ഷ ഹരിതഗൃഹ വാതകങ്ങൾ കൂടുന്നത് അന്തരീക്ഷത്തിലും സമുദ്രത്തിലും ഊഷ്മാവ് വർധിക്കുന്നതിനിടയാകുന്നുവെന്നാണ് കരുതപ്പെടുന്നത്. ആഗോള ശരാശരി അന്തരീക്ഷ താപനില കൂടിവരുന്നതായി കാണപ്പെടുന്നു. 21-ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ അന്തരീക്ഷോഷ്മാവിൽ ~3^0C എന്ന കണക്കിന് മാറ്റമാണ് പ്രവചിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്.

പ്രാദേശികമായി കടൽ ജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനത്തിന് കാരണമാകുന്ന പല ഘടകങ്ങളുമുണ്ട്. അവയിൽ പെട്ടതാണ് (1) ഭൂഗർഭജലം പുറത്തെടുക്കുന്നതുമൂലം നിലം താഴുന്നത് (2) ഭൗമ ചലനങ്ങൾ (ഭൂകമ്പ സമയത്തുണ്ടാകുന്ന വലിയ മാറ്റങ്ങളും ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ വിരൂപണ മാറ്റവും) (3) ഹിമാനികൾ കരയിൽ ആവരണം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന ഞെരുക്കത്തിൽ നിന്നും കരഭാഗം ഐസോസ്റ്റാറ്റിക് ബലത്തിന്റെ ഫലമായി പൂർവ്വസ്ഥിതിയിലേക്ക് വരൽ (ഹിമപാളികളുടെ ഭാരം, ഡെൽറ്റകളിൽ അവസാദങ്ങൾ അടിഞ്ഞുകൂടൽ തുടങ്ങിയവമൂലം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന് ഭാരം കൂടുകയും അതിനനുസൃതമായി മെല്ലെ മാറ്റങ്ങൾ ഉപരിതലത്തിൽ ഉണ്ടാകുകയും ചെയ്യാറുണ്ട്).

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. ഒരു ഉൾക്കടൽ മുഖത്തിലുടനീളം രൂപപ്പെടുന്ന മണൽ വരമ്പിന് .... എന്നു പറയുന്നു. തത്തുല്യമായ ഒരു വരമ്പ് കരയ്ക്കും അടുത്തുള്ള കായലിന്റെയും ബാഹ്യതീരത്തിന്റെയും ഇടയിൽ രൂപപ്പെടുമ്പോൾ പറയുന്ന പേരാണ്........
2. മുനമ്പുകളിൽ, താഴെപറയുന്ന ഭൂരൂപങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്ന ക്രമത്തിൽ എഴുതുക.

   (കടലോരശിലാസ്തംഭം, കടൽ കമാനം, കടൽ ഗുഹ)

നമുക്ക് ചെയ്തു നോക്കാം

സമുദ്രജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനങ്ങളുടെ കാരണങ്ങളും അനന്തരഫലങ്ങളും സംബന്ധിച്ച് ഒരു പ്രബന്ധം തയാറാക്കുക.

9.9. കേരളതീരം (Coast of Kerala)

കേരളതീരം ഒരു സമ്മിശ്രതീരമാണ്. ചെങ്കല്ലുക്ലിഫുകൾ, കടലിലേക്ക് നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന പാറമുനമ്പുകൾ, ബാഹ്യതീരകടൽ ശിലാസ്തംഭങ്ങൾ, നീണ്ട ബീച്ചുകൾ, അഴിമുഖങ്ങൾ, കായലുകൾ, കടലോര മണൽത്തിട്ടകൾ, ബാറുകൾ എന്നിവയെല്ലാം

കേരളതീരത്തെ സവിശേഷതകളാണ്. വിശാലമായ കായലുകളും മണൽ വരമ്പുകളും വിലങ്ങൻ ദ്വീപുകളുമെല്ലാം കാണിക്കുന്നത് ഭൗമ ചരിത്രത്തിൽ കടൽ കയറുകയും പിൻവാങ്ങുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടിരുന്ന ഒരു ചലനാത്മകമായ തീരമാണ് എന്നതാണ്. കൊച്ചിക്ക് ചുറ്റുമുള്ള മധ്യകേരള തീരം അടുത്ത കാലത്ത് ഉദ്ഭവിച്ചതാണ്. കേരളത്തിൽ ഏകദേശം എഴുനൂറോളം കരബന്ധിതമായ ദ്വീപുകൾ (വിലങ്ങൻ ദ്വീപകളുൾപ്പെടെ) ഉണ്ട്. മധ്യകേരളത്തിലെ അസംഖ്യം വിലങ്ങൻ ദ്വീപുകളിൽ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒന്നാണ് 25 കി.മീറ്റർ നീളമുള്ള വൈപ്പിൻ ദ്വീപ്.

സമാന്തരങ്ങളായ ബീച്ച് വരമ്പുകളും ഇടയ്ക്ക് വെള്ളത്തിലാഴ്ന്ന് കിടക്കുന്ന ചതുപ്പുകളും ധാരാളമായിത്തന്നെ കാണപ്പെടുന്നു. വൈപ്പിൻ ദ്വീപിന്റെ തെക്ക് ഭാഗത്താണ് ബീച്ച് വരമ്പുകളും വെള്ളത്തിലാഴ്ന്ന ചതുപ്പ് നിലങ്ങളുമടങ്ങിയ സങ്കീർണ്ണ സ്ഥിതിവിശേഷം കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ വരമ്പുകൾക്ക് ശരാശരി 50 മുതൽ 150 മീറ്റർ വീതിയും ഏകദേശം 1 മീറ്ററോളം ഉയരവുമുണ്ട്. ചതുപ്പുകൾക്ക് 50 മീറ്റർ മുതൽ 200 മീറ്റർ വരെ വീതിയുണ്ട്. കരയിലേക്ക് കയറി വരുന്ന കടലിന്റെ തുടർന്നു കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഓരോ അവസ്ഥയേയും പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നതാണ് ഈ ബീച്ച് വരമ്പുകൾ. വൈപ്പിൻ ദ്വീപിന്റെ തെക്ക് ഭാഗത്ത് ഒരു പുതിയ തീരദേശ ഭൂഭാഗവും 2 കി.മീറ്റർ നീളവും 200 മുതൽ 400 മീറ്റർ വീതിയുമുള്ള നന്നായി വികസിച്ച ഒരു വക്രാകാര മണൽ തിട്ടയും നിരീക്ഷണ വിധേയമാണ്.

വേമ്പനാട്ട് കായൽ കേരളത്തിലെ ഒരു പ്രധാന കായലാണ്. വടക്ക് മുനമ്പം മുതൽ തെക്ക് ആലപ്പുഴ വരെ ഇത് വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നു. വേമ്പനാട്ട് കായലിന് 80 കി.മീറ്റർ നീളവും ഏതാനും ശതമീറ്ററുകൾ തുടങ്ങി 14.5 കി.മീറ്റർ വരെ വ്യതിയാനത്തിൽ വീതിയുമുണ്ട്. ആഴമാകട്ടെ ഒരു മീറ്ററിന് താഴെ മുതൽ തുടങ്ങി 14 മീറ്റർ വരെ വ്യതിയാനം കാണിക്കുന്നുണ്ട്.

കേരളതീരത്ത് മൺസൂൺ കാലത്ത് പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുള്ള അതുല്ല്യവും താൽക്കാലികവുമായ ഒരു സവിശേഷ പ്രതിഭാസമാണ് ചാകര (mud bank). അവസാദങ്ങൾ ഉയർന്ന അളവിൽ കൊണ്ട് വരുന്ന 41 നദികളുണ്ടെങ്കിലും തീരത്തെ ഉയർന്ന ഊർജസ്ഥിതി നിമിത്തം ഡെൽറ്റകൾ രൂപപ്പെടുന്നില്ല.

രാജ്യത്തെ വലിയ അഴിമുഖ വ്യൂഹമാണ് കൊച്ചി-വേമ്പനാട്ട് അഴിമുഖം. അഷ്ടമുടി മറ്റൊരു അഴിമുഖമാണ്. കേരളതീരത്ത് 30 കി.മീറ്റർ നീളം ഉയർന്ന അളവിൽ അപരദനം നടക്കുമ്പോൾ, 21 കി.മീറ്റർ നീളം അവസാദങ്ങൾ തീരത്തടിഞ്ഞുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. വിഭവ ചരിത്രത്തിൽ കേരള തീരത്തെ കണ്ടൽ വനക്കാടെന്ന് വിശേഷിക്കപ്പെടുന്നുവെങ്കിലും ഇപ്പോൾ മുഖ്യമായും വളപട്ടണത്തിലും പുതുവൈപ്പിനിലു (കൊച്ചി) മായി 16 ച.കി.മീറ്റർ വിസ്തൃതിയിലുള്ള കണ്ടൽക്കാടുകളേ ശേഷിക്കുന്നുള്ളൂ.

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ മൊത്തംവിസ്തൃതിയുടെ മുക്കാൽഭാഗം സമുദ്രങ്ങളും കടലുകളും ആവരണം ചെയ്യുന്നു. പസഫിക് സമുദ്രം, അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രം, ഇന്ത്യൻ സമുദ്രം എന്നിവയാണ് പ്രധാന സമുദ്രങ്ങൾ. സമുദ്ര തറയിൽ പ്രത്യേകം തിരിച്ചറിയാവുന്ന പ്രധാന മേഖലകളാണ് വൻകരാതട്ട്, വൻകരാചായ്വ്, വൻകരാഉന്നതി, അഗാധസമതലങ്ങൾ എന്നിവ. മധ്യ സമുദ്രാന്തര വരമ്പുകൾ, അഗാധകടൽ ഗർത്തങ്ങൾ, ഗയോകൾ, സമുദ്രാന്തര ഗഹ്വരങ്ങൾ, ദ്വീപ് കമാനങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം സമുദ്രതടത്തിലെ പ്രധാന സ്ഥലാകൃതീയ സവിശേഷരൂപങ്ങളാണ്.

സമുദ്രോപരിതലത്തിലൂടെ അടിച്ചുവീശുന്ന കാറ്റ് തിരമാലകളെയുണ്ടാക്കുകയും അതുവഴി കാറ്റിനാലുള്ള ഊർജം തീരരേഖയിലേക്കാവഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സമുദ്രത്തിനു മേലുള്ള സൂര്യന്റെയും ചന്ദ്രന്റെയും ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്താൽ വേലിയേറ്റ വേലിയിറക്ക പ്രതിഭാസങ്ങൾ നടക്കുന്നു.

തീരദേശത്ത് പൊതുവെ കാണുന്ന ഭൂദൃശ്യങ്ങളാണ് കിഴുക്കാംതൂക്കായ പാറക്കെട്ടുകളടങ്ങിയ തീരരേഖ, അതോടനുബന്ധിച്ച ഉൾക്കടലുകൾ, മുനമ്പുകൾ, വിലങ്ങൻ ദ്വീപ് തീരങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം. മുനമ്പ് പാറകൾക്ക് അപരദനം നടന്നും ഉൾക്കടലുകളിൽ നിക്ഷേപണം സംഭവിച്ചും കാലക്രമേണ തീരരേഖകൾ നേർരേഖയായിത്തീരാവുന്നതാണ്. തിരമാലകൾക്ക് അപവർത്തനം നടന്ന് തിരമാലകളുടെ ശക്തി തള്ളിനിൽക്കുന്ന മുനമ്പുകളിൽ കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടാനും ഉൾക്കടലുകളിൽ ഊർജം ചിതറി വിനിയോഗിക്കപ്പെടാനും കാരണമാകുന്നതാണ്. കിഴുക്കാംതൂക്കായതും മൃദുവായതുമായ പാറക്കെട്ടുകളിൽ തിരമാലകൾ അപരദനം നടത്തി, അവ കടൽഗുഹകളും കടൽകമാനങ്ങളുമായിത്തീരുന്നതാണ്. കടൽകമാനങ്ങൾ തകർന്നാണ് കടലോര ശിലാസ്തംഭങ്ങളുണ്ടാകുന്നത്. കിഴുക്കാംതൂക്കായ പാറക്കെട്ടുകൾക്ക് കൂടുതൽ പിൻവശത്തേക്ക് അപരദനം നടന്ന്, അതിനടിവശത്ത് അപരദന-അപഘർഷണ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ശിലാതിട്ട രൂപപ്പെടുന്നു. കൂടുതൽ ആഴമുള്ള വെള്ളമടങ്ങിയ ഭാഗത്ത് തിരമാലകളുടെ നിക്ഷേപണ പ്രക്രിയയാലും തട്ട് രൂപപ്പെടാവുന്നതാണ്.

തീരത്തേക്ക് ഒരു പ്രത്യേക കോണിലായി തിരമാലകൾ സമീപിക്കുന്നതുമൂലം കടലോര ജല പ്രവാഹങ്ങളുണ്ടായി ബീച്ച് അവസാദങ്ങളെ വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോവുകയും കടലോര മണൽ തിട്ടകൾ, ഉൾക്കടൽ മുഖമണൽത്തിട്ടകൾ, ബീച്ചുകൾ തുടങ്ങിയ വിവിധ നിക്ഷേപണ ഭൂരൂപങ്ങളെ സൃഷ്ടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

മാംഗനീസ് ഉരുളകൾ (Manganese nodules) പോലെയുള്ള നിരവധി അവസാദ നിക്ഷേപങ്ങളും സമുദ്രതടത്തിലടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശത്തെ തെളിഞ്ഞ ഉഷ്ണജലത്തിൽ വളരുന്ന ജീവജാലങ്ങളിലെ കാൽസ്യം അടങ്ങിയ പുറം തോടുകളിൽ നിന്നാണ് പവിഴപ്പുറ്റുകൾ വളർന്നു വരുന്നത്. പ്രാന്തീയകടൽപ്പുറ്റുകൾ, വിലങ്ങൻ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ, പവിഴദ്വീപുകൾ എന്നീ രൂപങ്ങളിലൊക്കെ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ രൂപപ്പെടുന്നതാണ്.

പ്രധാന പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- സമുദ്രജലത്തിലെ തിരമാലകൾ, വേലികൾ, ജലപ്രവാഹങ്ങൾ എന്നിവ തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്നു.
- സമുദ്രതടത്തിലെ സ്ഥലാകൃതിയ സവിശേഷതകൾ ചിത്രീകരിക്കുന്നു.
- സമുദ്രതടത്തിലെ പ്രധാന ഇനം അവസാദങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.
- പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ ഇനങ്ങളെ വിവരിക്കുന്നു.
- തീരദേശത്തെ അപരദന-നിക്ഷേപണ ഭൂരൂപങ്ങൾ പ്രസ്താവിക്കുന്നു.
- സമുദ്രജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനത്തിന്റെ കാരണങ്ങളെ വിശദീകരിക്കുന്നു.
- കേരളതീരത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ വിലയിരുത്തുന്നു.

നമുക്ക് വിലയിരുത്താം

1. വിട്ട ഭാഗം പൂരിപ്പിക്കുക.

(എ) ഒരു ബാഹ്യതീരദ്വീപിനെ കരയുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന മണൽ കൂമ്പാര നിർമിതിവരമ്പാണ് __________.

(ബി) തീരരേഖയിൽ അപരദനം നടന്നുണ്ടാകുന്നതും വേലിയിറക്ക സമയത്ത് വെളിയിൽ കാണുന്നതുമായ പരന്ന ശിലാതറ (ശിലാതട്ട്) യാണ്......................

(സി) സമുദ്രത്തിൽ കാണുന്ന ഉപരിതലം പരന്ന, ചെങ്കുത്തായ, ഒറ്റപ്പെട്ട അഗ്നി പർവതജന്യകുന്നുകളാണ്.....

2. കടലോര അവസാദചലനത്താൽ രൂപപ്പെടുന്ന രണ്ട് വിശേഷ ഭൂരൂപങ്ങളുടെ പേരെഴുതുക.

3. സമുദ്രജലനിരപ്പ് വർധനവിലേക്ക് നയിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?

4. തീരരേഖയിൽ നടക്കുന്ന മൂന്നുതരം അപരദന പ്രക്രിയകൾ ഏതെല്ലാമാണ്?

5. സാധാരണ കടൽജലത്തേക്കാൾ അഴിമുഖത്തെ വെള്ളത്തിന് ലവണത്വം കൂടുതലാകാൻ കാരണമെന്ത്?

6. പവിഴപ്പുറ്റുകൾ രൂപം കൊള്ളുന്നതെങ്ങനെ?

7. താഴെകൊടുത്തിട്ടുള്ള പ്രസ്താവനകൾ ശരിയോ തെറ്റോ എന്ന് പറയുക.

എ) കടലോര ജലപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടാകുന്നത് തിരമാലകൾ ബീച്ചിലേക്ക് ഒരു പ്രത്യേക കോണിൽ അടിക്കുന്നതിനാലാണ്.

ബി) എല്ലാ ദിവസവും വേലികളുണ്ടാകുന്നത് ഒരേസമയത്താണ്.