Q9B1K2

അധ്യായം

4

വൻകരകളുടെയും സമുദ്രങ്ങളുടെയും വിതരണം

ഭൂമിയുടെ ഉത്ഭവം, ഘടന എന്നിവ നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കി. ലോകഭൂപടം നിങ്ങൾക്ക് പരിചിതമാണ്. ഭൂമിയിൽ 29 ശതമാനം മാത്രമാണ് കരപ്രദേശം. ഒരിക്കലും ഈ കരയുടെ അരികുകളുടെ ഘടന ഒരുപോലെയായിരുന്നില്ല, സുദീർഘമായ കാലയളവുകളിൽ വൻകരകളുടെ സ്ഥാനത്തിന് മാറ്റമുണ്ടാവുന്നുണ്ട്. ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾകൊണ്ടുണ്ടായിട്ടുള്ള ഈ സ്ഥാനമാറ്റം ഇനിയും നടക്കും. അതായത്, ഇനിയും കാലമേറെക്കഴിയുമ്പോൾ വൻകരകളുടെ സ്ഥാനം ഇന്നുള്ളതിൽനിന്നും വിഭിന്നമായിരിക്കും. ഭീമാകാരമായ വൻകരകൾ നീങ്ങുകയോ? അത്ഭുതംതന്നെ അല്ലേ? എങ്ങനെയാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞർ വൻകരകളുടെ പൂർവസ്ഥാനങ്ങൾ മനസിലാക്കുന്നത്? അവയുടെ ഭാവിചലന ദിശയും സ്ഥാനവും കണക്കുകൂട്ടുന്നത് എങ്ങനെ? ഇതേക്കുറിച്ചൊക്കെ വിശദീകരിക്കുന്ന അധ്യായമാണിത്.

വൻകരവിസ്ഥാപനം

അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രത്തിന്റെ ഇരു തീരങ്ങളുടെയും ആകൃതി നിരീക്ഷിക്കൂ. പല തീര അരികുകൾക്കും തമ്മിൽ ചേർച്ച തോന്നുന്നില്ലേ? ഇത്തരത്തിൽ വടക്കേ അമേരിക്കയും തെക്കേ അമേരിക്കയും ആഫ്രിക്കയും യൂറോപ്പുമൊക്കെ പ്രാചീനകാലത്ത് ഒന്നായിരുന്നിരിക്കാം എന്ന സംശയം വളരെ മുമ്പുതന്നെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രകടിപ്പിച്ചിരുന്നു. ലഭ്യമായ തെളിവുകൾ പ്രകാരം 1596–ൽ എബ്രഹാം ഓർട്ടീലിയസ് എന്ന ഡച്ച് ഭൂപടനിർമ്മാതാവാണ് ഇത്തരമൊരു സാധ്യത ആദ്യമായി മുന്നോട്ടുവച്ചത്. പിന്നീട് അന്റോണിയോ പെല്ലിഗ്രിനി മേൽസൂചിപ്പിച്ച വൻകരകളെ ചേർത്തുവരച്ച ഒരു ഭൂപടം തയാറാക്കുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ 1912–ൽ ജർമൻ കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞനായ ആൽഫ്രെഡ് വെഗ്നറാണ് 'വൻകരാവിസ്ഥാപന സിദ്ധാന്ത'മെന്ന പേരിൽ വൻകരകളുടെയും സമുദ്രങ്ങളുടെയും വിതരണത്തെ സംബന്ധിച്ച വാദഗതി സമഗ്രമായി അവതരിപ്പിച്ചത്.

വെഗ്നറുടെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഇന്നുള്ള വൻകരകളെല്ലാം ഒരു കാലത്ത് ഒന്നുചേർന്നായിരുന്നു സ്ഥിതി ചെയ്തിരുന്നത്. ആ ബൃഹദ്വൻകരയ്ക്ക് അദ്ദേഹം 'പാൻജിയ' എന്നു പേര് നൽകി. ('പാൻ' എന്നാൽ മുഴുവൻ, 'ജിയ' എന്നാൽ ഭൂമി). അതിനു ചുറ്റുമായി പന്തലാസ എന്ന ബൃഹദ്സമുദ്രവും (പാൻ-മുഴുവൻ, തലാസ–സമുദ്രം) സ്ഥിതി ചെയ്തിരുന്നു. ഏകദേശം 200 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് പാൻജിയ കുറുകേ പിളർന്നു മാറാൻ തുടങ്ങി. ഇതിൽ വടക്കൻഭാഗം ലൗറേഷ്യ എന്നും തെക്കൻഭാഗം ഗോണ്ട്വാനാലാന്റ് എന്നും അറിയപ്പെട്ടു. തുടർന്ന് അവ വീണ്ടും പലതായി പിളരുകയും ഇന്നു കാണുന്ന വൻകരകളായി പരിണമിക്കുകയും ചെയ്തു. തന്റെ സിദ്ധാന്തത്തിന് നിരവധി അനുകൂലതെളിവുകളും അദ്ദേഹം ശേഖരിക്കുകയുണ്ടായി.

വൻകര വിസ്ഥാപനത്തിന്റെ അനുകൂല തെളിവുകൾ

വൻകരകളുടെ അരികുകളുടെ ചേർച്ച (ഈർച്ചവാൾ ചേർച്ച)

ആഫ്രിക്കയുടെയും തെക്കേ അമേരിക്കയുടെയും തീരങ്ങൾ തമ്മിൽ അത്ഭുതകരമാംവിധം ചേർച്ചയുണ്ട്. വെഗ്നർ മുന്നോട്ടുവച്ച പ്രധാനപ്പെട്ട തെളിവായിരുന്നു ഇത്. പിൽക്കാലത്ത് 1964–ൽ ബുള്ളാർഡ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കമ്പ്യൂട്ടർ പ്രോഗ്രാമുകളുടെ സഹായത്തോടെ ഇരുവൻകരകളുടെയും അരികുകൾ ചേർത്തുകൊണ്ട് ഒരു ഭൂപടം തയാറാക്കുകയുണ്ടായി. നിലവിലെ തീരരേഖയ്ക്കുപകരം 1000 ഫാതം ആഴത്തിലെ അതിരുകൾ ചേർത്ത് ഭൂപടം വരച്ചപ്പോൾ അവ കൃത്യമായി യോജിച്ചിരുന്നു.

സമുദ്രത്തിന്റെ ഇരുകരകളിലെയും ശിലകളുടെ സമപ്രായം

ബ്രസീലിന്റെയും പശ്ചിമ ആഫ്രിക്കയുടെയും തീരത്തെ പുരാതനശിലാപാളികൾക്ക് 2000 ദശലക്ഷം വർഷം പഴക്കമുള്ളതായി കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. സമീപകാലത്ത് നിലവിൽവന്ന റേഡിയോമെട്രിക് കാലഗണനാരീതി ഉപയോഗിച്ച് ലോകത്തിലെ ഇതര തീരമേഖലകളിലുള്ള ശിലകൾ പഠനവിധേയമാക്കിയപ്പോഴും തീരങ്ങളിലെ ശിലാപാളികൾക്ക് സമപ്രായമാണെന്ന നിഗമനത്തിലാണ് എത്താൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ളത്. തെക്കേ അമേരിക്കയുടെയും പടിഞ്ഞാറേ ആഫ്രിക്കയുടെയും

സമുദ്രതടനിക്ഷേപങ്ങളിൽ ഏറ്റവും പഴയത് ജുറാസിക് കാലഘട്ടത്തിലേതാണ്. ആ കാലഘട്ടത്തിന് മുമ്പ് ഇരു വൻകരകൾക്കുമിടയിൽ സമുദ്രം ഉണ്ടായിരുന്നില്ല എന്നാണിത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

ടില്ലൈറ്റ് നിക്ഷേപങ്ങൾ (Tillite deposits)

ഹിമാനികളുടെ നിക്ഷേപഫലമായുണ്ടായിട്ടുള്ള അവസാദശിലകളാണ് ടില്ലൈറ്റുകൾ. ഇന്ത്യയിലെ ഗോണ്ട്വാനാകാലഘട്ടത്തിലെ അവസാദനിക്ഷേപങ്ങൾക്ക് സമാനമായവ ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിലെ ആറു ഭൂപ്രദേശങ്ങളിലായി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഈ മേഖലകളിലെ ശിലാപാളികളുടെ ചുവടുഭാഗത്ത് കനത്ത ടില്ലൈറ്റ് നിക്ഷേപങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യമുണ്ട്. ഇത് ഈ മേഖലയിൽ വ്യാപകമായും ദീർഘകാലത്തോളവും നിലനിന്നിരുന്ന ഹിമാനീയ കാലഘട്ടത്തെക്കുറിച്ച് സൂചന നൽകുന്നു. ഇന്ത്യയെകൂടാതെ ആഫ്രിക്ക, ഫാക്‌ലാന്റ് ദ്വീപുകൾ, മഡഗാസ്കർ, അന്റാർട്ടിക്ക, ആസ്ട്രേലിയ എന്നിവിടങ്ങളിലും ഗോണ്ട്വാനശിലകളുടെ തുടർച്ച കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇത് ഈ വൻകരകളുടെയെല്ലാം സമാനഭൗമ ചരിത്രത്തിലേക്ക് വിരൽചൂണ്ടുന്നു. മാത്രവുമല്ല, ടില്ലൈറ്റിന്റെ സാന്നിധ്യം ഈ വൻകരക്കളല്ലാംതന്നെ പ്രാചീന കാലാവസ്ഥയെയും വൻകരകളുടെ വിസ്ഥാപനത്തെയും സംബന്ധിച്ച അനിഷേധ്യമായ തെളിവാണ്.

പ്ലേസർ നിക്ഷേപങ്ങൾ

ആഫ്രിക്കയിലെ ഘാനയുടെ തീരപ്രദേശത്ത് ഉറവിട ശിലകളില്ലാതെതന്നെ സ്വർണസമ്പുഷ്ടമായ പ്ലേസർ നിക്ഷേങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നത് അത്ഭുതകരമായ വസ്തുതയാണ്. എന്നാൽ സ്വർണസമ്പുഷ്ടമായ ശിലാപാളികൾ തെക്കേ അമേരിക്കയിലെ ബ്രസീലിൽ കാണപ്പെടുന്നത് ഈ രണ്ട് ഭൂഖണ്ഡങ്ങളും ഒരു കാലത്ത് ഒന്നായരുന്നുവെന്നതിന്റെ സൂചനയാണ്.

ഫോസിലുകളുടെ വിതരണം

കരയിലും ശുദ്ധജലത്തിലും ജീവിക്കുന്ന പല സമാനസസ്യജന്തുവർഗങ്ങളും വിശാലമായ സമുദ്രത്തിന്റെ ഇരുകരകളിലും കാണപ്പെടുന്നു. ജീവജാലങ്ങളിലെ ഈ വിതരണം എങ്ങനെ വിശദീകരിക്കാനാവുമെന്നതാണ് ശാസ്ത്രലോകത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന സമസ്യ. ഉദാഹരണമായി, ലെമർ എന്നയിനം കുരങ്ങുകളുടെ സാന്നിധ്യം ഇന്ത്യ, മഡഗാസ്കർ, ആഫ്രിക്ക എന്നിവിടങ്ങളിലുണ്ട്. ഈ ഭൂപ്രദേശങ്ങളെല്ലാം ഒരു കാലത്ത് ഒന്നായിരുന്നിരിക്കാം എന്ന നിഗമനത്തിൽനിന്നാണ് ഇവിടം ഒന്നാകെ ലെമൂറിയ എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്നത്.

ആഴം കുറഞ്ഞതും ഉപ്പുരസമുള്ളതുമായ ജലാശയങ്ങളിൽ വസിച്ചിരുന്ന മിസോസോറസ് എന്ന ചെറു ഉരഗത്തിന്റെ ഫോസിലുകൾ ബ്രസീലിലെ ഐറേവർ ശിലാപാളികളിലും (Traver formation) ദക്ഷിണ ആഫ്രിക്കയിൽ ദക്ഷിണകേപ്പ് പ്രൊവിൻസിലും മാത്രമാണുള്ളത്. ഇരു പ്രദേശങ്ങളും ഇന്ന് ഏകദേശം 4800 കിലോമീറ്റർ അകലത്തിൽ സമുദ്രത്താൽ വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ചലനത്തിന് കാരണമായ ബലം

ധ്രുവോന്മുഖ ചലനബലവും (Polar fleeing force), വേലിബല (Tidal force) വുമാണ് വൻകരകളുടെ ചലനത്തിനു കാരണമായി ആൽഫ്രഡ് വെഗ്നർ വിശദീകരിക്കാൻ ശ്രമിച്ചത്. ഭ്രമണംമൂലമാണ് മധ്യഭാഗം അൽപം പുറത്തേക്ക് തള്ളിയ ആകൃതി ഭൂമിക്ക് കൈവന്നിട്ടുള്ളത് എന്ന കാര്യം പ്രത്യേകം ഓർക്കുമല്ലോ. വൻകരകൾ മുറിഞ്ഞുനീങ്ങിയതും ഭ്രമണംമൂലമാകാം എന്നാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ ഒരു നിഗമനം. ചന്ദ്രനും സൂര്യനും ഭൗമോപരിതലത്തിൽ ചെലുത്തുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലമാണ് സമുദ്രത്തിൽ വേലികൾക്ക് കാരണം. ദീർഘകാലം ഈ ബലമനുഭവപ്പെടുമ്പോൾ അവ വൻകരകളുടെ വിഭജനത്തിനും വിസ്ഥാപനത്തിനും കാരണമാകുമെന്നദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. എന്നാൽ ശാസ്ത്രലോകം മേൽപ്പറഞ്ഞ രണ്ടു ബലങ്ങളും വൻകരവിസ്ഥാപനത്തിന് തീരെ അപര്യാപ്തമാണെന്ന നിഗമനത്തിലായിരുന്നു.

വിസ്ഥാപനാനന്തര പഠനങ്ങൾ

രണ്ടാംലോകയുദ്ധാനന്തര കാലത്ത് കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിനെ സംബന്ധിച്ച് അനേകം പുത്തനറിവുകൾ ലഭിച്ചു. ഇതേത്തുടർന്ന് സമുദ്രാന്തർഭാഗത്തെ ശിലാവിജ്ഞാനീയ ഘടനയെപ്പറ്റി നിരവധി പഠനങ്ങൾ നടക്കുകയുണ്ടായി. കടലിന്റെ അടിത്തറയുടെ ഭൂപടനിർമാണ പ്രക്രിയയിലൂടെ ലഭിച്ച വിവരങ്ങൾ വൻകരകളുടെയും സമുദ്രങ്ങളുടെയും വിതരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾക്ക് പുതിയ ദിശാബോധം നൽകി.

സംവഹനപ്രവാഹ സിദ്ധാന്തം

1930-കളിൽ ആർതർ ഹോംസ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ഭൂമിയുടെ മാന്റിലിൽ സംവഹനപ്രവാഹങ്ങളുടെ സാധ്യത ചൂണ്ടിക്കാട്ടി. അണുവികിരണശേഷിയുള്ള മൂലകങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യംമൂലം മാന്റലിലുണ്ടാകുന്ന താപവ്യതിയാനമാണ് സംവഹനപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നതെന്ന് അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. ഈ സംവഹനപ്രവാഹങ്ങൾ വൻകരകൾ അടർന്നു മാറുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു എന്നതായിരുന്നു ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കാതൽ. ഇതിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ ആധുനിക ശാസ്ത്രജ്ഞർ വൻകരവിസ്ഥാപന സിദ്ധാന്തം നിരാകരിച്ചു.

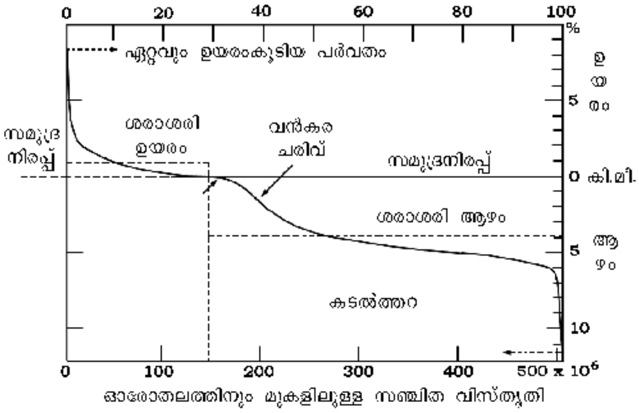
കടൽത്തറയെ സംബന്ധിച്ച വിവരശേഖരണം

യുദ്ധാനന്തര കാലഘട്ടത്തിൽ കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിനെ സംബന്ധിച്ച് നടന്ന വ്യാപകമായ പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ ഒട്ടനവധി വിവരങ്ങൾ വെളിച്ചത്തുകൊണ്ടുവരികയുണ്ടായി. കടൽത്തറകൾ മുമ്പ് കരുതിയിരുന്നതുപോലെ കേവലം വിശാലമായ സമതലംമാത്രമല്ല, മറിച്ച്, മുങ്ങിപ്പോയ പർവതനിരകൾ, വൻകരകളുടെ

അരികോടു ചേർന്ന അഗാധഗർത്തങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ നിരവധി ഭൂരൂപങ്ങൾ നിറഞ്ഞതാണ് സമുദ്രതടഭൂപ്രകൃതി. അഗ്നിപർവതസ്ഫോടനങ്ങളാൽ സജീവമാണ് സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകൾ. സമുദ്രത്തിനടിയിലെ ശിലകളുടെ പ്രായം വൻകരയിലേതിനേക്കാൾ നന്നേ കുറവാണെന്നു കണ്ടെത്താൻ കഴിഞ്ഞു. അതുമാത്രമല്ല സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകളുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും തുല്യ അകലത്തിലുള്ള ഭാഗങ്ങളിലെ ശിലകളുടെ ഘടന, പ്രായം എന്നിവയിലും അത്ഭുതകരമായ സാമ്യം കണ്ടെത്താനായി.

സമുദ്രതടഭൂപ്രകൃതി (Ocean floor configuration)

ആഴം, ഭൂപ്രകൃതി എന്നിവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ സമുദ്രതടഭൂപ്രകൃതിയെ മൂന്ന് പ്രധാനഭാഗങ്ങളായി തിരിക്കാം. വൻകരയുടെ അതിരുകൾ, ആഴക്കടൽ തടങ്ങൾ, സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകൾ എന്നിവയാണവ. സമുദ്രാന്തർഭൂപ്രകൃതിയുടെ വിശദാംശങ്ങൾ 13-ാം അധ്യായത്തിൽ നൽകിയിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 4.1: കടൽത്തറ

വൻകര അരികുകൾ

വൻകരകളുടെ തീരങ്ങൾക്കും ആഴക്കടൽ തടത്തിനുമിടയിലുള്ള സംക്രമണമേഖലകളാണിവ. ഇതിൽ വൻകരത്തട്ട്, വൻകരച്ചരിവ്, വൻകര ഉയർച്ച, അഗാധസമുദ്രഗർത്തങ്ങൾ എന്നിവ ഉൾപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ അഗാധസമുദ്രഗർത്തങ്ങൾക്ക് വൻകരകളുടെയും സമുദ്രങ്ങളുടെയും വിതരണത്തിൽ ശ്രദ്ധേയമായ സ്ഥാനമാണുള്ളത്.

ആഴക്കടൽ സമതലങ്ങൾ

സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകൾക്കും വൻകരകളുടെ അതിരുകൾക്കുമിടയിലെ വിശാലമായ സമതലങ്ങളാണിവ. വൻകരയുടെ അതിരുകളും കടന്നെത്തുന്ന നേർത്ത അവസാദങ്ങൾപോലും നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന പ്രദേശമാണിത്.

സമുദ്രാന്തർ പർവതനിരകൾ

സമുദ്രത്തിനടിയിലെ പരസ്പരബന്ധിതമായ പർവതനിരകളുടെ ശൃംഖലകളാണിവ. ഭൂമിയിലെ ഏറ്റവും ദൈർഘ്യമേറിയ പർവതനിരകളും ഇവതന്നെ. മധ്യഭാഗത്ത് സംഭവിച്ച ഭ്രംശം, അതിനിരുവശവും പീഠഭൂമിഭാഗം, തുടർന്ന് ഉടനീളം ചെറുകുന്നുകളോടുകൂടിയ വശങ്ങൾ ഇതാണ് സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകളുടെ ഘടന. അഗ്നിപർവതങ്ങളാൽ സജീവമാണ് സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകളുടെ ശൃംഗനിരകളിലെ ഭ്രംശമേഖല.

അഗ്നിപർവതങ്ങളുടെയും ഭൂകമ്പങ്ങളുടെയും വിതരണം

ചിത്രം 4.2 നിരീക്ഷിക്കൂ. ഭൂകമ്പങ്ങളുടെയും അഗ്നിപർവതങ്ങളുടെയും വിതരണം സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഭൂപടമാണിത്. ഈ ചിത്രത്തിൽ അറ്റ്ലാന്റിക് സമുദ്രമധ്യത്തിൽ തീരത്തിന് ഏറെക്കുറെ സമാന്തരമായി ചാരനിറത്തിലുള്ള ബിന്ദുക്കളുടെ ഒരു നീണ്ടനിര കാണുന്നില്ലേ? ഇന്ത്യൻ മഹാസമുദ്രത്തിലേക്കും ഇതിന്റെ തുടർച്ച കാണാൻ കഴിയും. ഇത് ഇന്ത്യൻ ഉപദ്വീപിന് അൽപം തെക്ക് രണ്ട് ശാഖകളായി പിരിയുന്നു. ഇതിലൊരു ശാഖ കിഴക്കൻ ആഫ്രിക്കയിലേക്കും മറ്റൊന്ന് മ്യാൻമാറിൽനിന്നും ന്യൂഗിനിയയിലേക്കു നീളുന്ന സമാനമായ മറ്റൊരു ശാഖയിലേക്കും ചേരുന്നു. ഈ ബിന്ദുക്കൾ സമുദ്രാന്തർ പർവതനിരകൾക്ക് നേർമുകളിലായാണ് കാണപ്പെടുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് ബോധ്യമായിട്ടുണ്ടാകും.

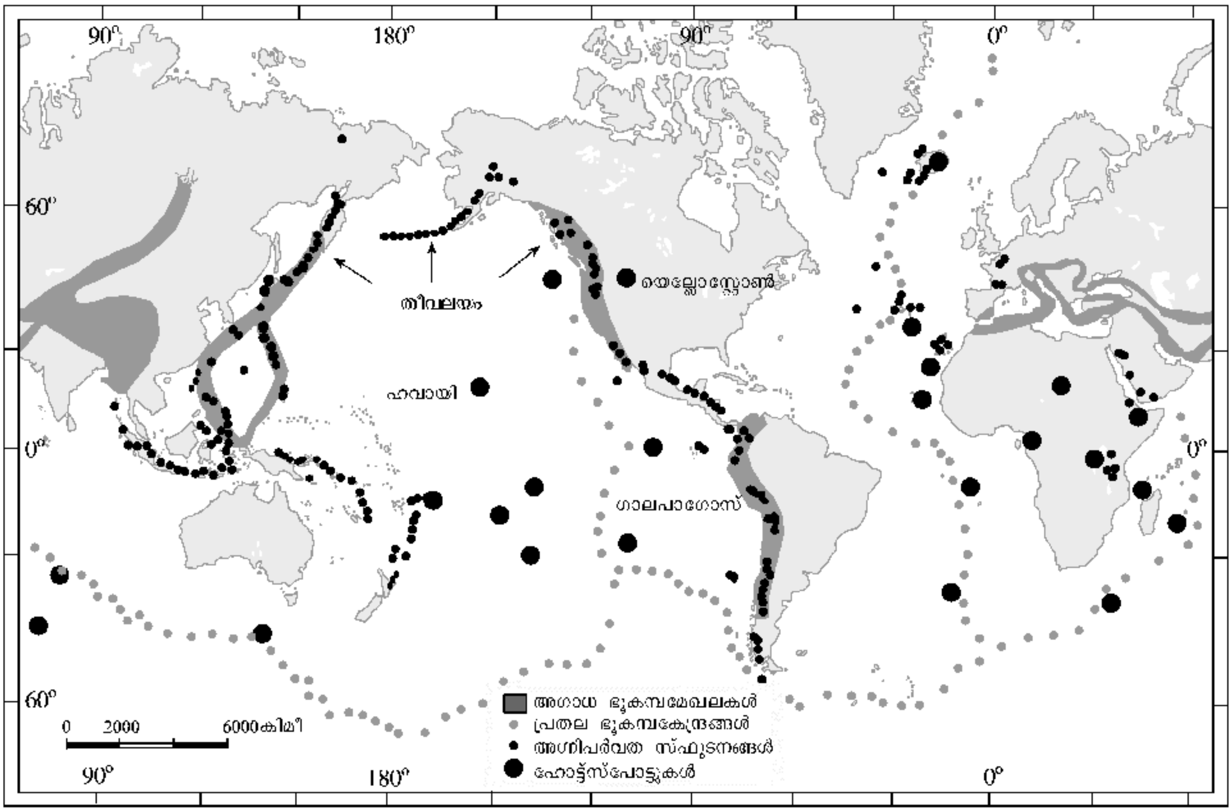
ആൽപൈൻ-ഹിമാലയൻ നിരകളും പസഫിക് സമുദ്രത്തിന്റെ അരികുകളും ഉൾപ്പെടുന്നതാണ് ഷെയ്ഡ് ചെയ്തിട്ടുള്ള മറ്റൊരു മേഖല. പൊതുവെ പറഞ്ഞാൽ സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകളിലെ ഭൂകമ്പങ്ങളുടെ പ്രഭവകേന്ദ്രങ്ങളൊക്കെയും ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനോട് ഏറെ അടുത്താണ്. എന്നാൽ ആൽപൈൻ-ഹിമാലയൻ മേഖലകളിലെയും പസഫിക് സമുദ്രത്തിന്റെ അരികുകളിലെയും ഭൂകമ്പപ്രഭവകേന്ദ്രങ്ങൾ ഏറെ ആഴത്തിലാണ്. അഗ്നിപർവതങ്ങളുടെ സ്ഥാനത്തിലും സമാനമായ ക്രമം കണ്ടെത്താൻ കഴിയും. പസഫിക് സമുദ്രത്തിനുചുറ്റും നിരവധി സജീവ അഗ്നിപർവതങ്ങളുള്ളതിനാൽ 'ശാന്തസമുദ്രത്തിലെ തീവലയം' (Pacific ring of fire) എന്നാണീ മേഖല അറിയപ്പെടുന്നത്.

സമുദ്രതട വ്യാപനം

വെഗ്നർ വൻകരവിസ്ഥാപനമെന്ന ആശയം അവതരിപ്പിച്ച കാലത്ത് ലഭ്യമല്ലാതിരുന്ന ഒട്ടേറെ അറിവുകൾ പിന്നീട് ശാസ്ത്രലോകത്തിന് ശേഖരിക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. സമുദ്രതടഭൂപ്രകൃതിയുടെ ഭൂപടം തയാറാക്കാനായതും സമുദ്രത്തിലെ ശിലകളുടെ പുരാതന കാന്തികത (Palaeomagnetism) നിർണയിച്ചതുമൊക്കെ നിരവധി വസ്തുതകൾ വെളിച്ചത്തുകൊണ്ടുവന്നു.

(i) സമുദ്രാന്തർപർവത നിരകളിലുടനീളം അഗ്നിപർവതങ്ങൾ സാധാരണയാണ്; അവ വൻതോതിൽ ലാവ പുറന്തള്ളുന്നു.

(ii) സമുദ്രാന്തർപർവതശൃംഗ നിരകളുടെ ഇരുവശത്തും തുല്യ അകലങ്ങളിലെ ശിലകളുടെ രാസഘടന,



ചിത്രം 4.2: അഗ്നിപർവതങ്ങളുടെയും ഭൂകമ്പങ്ങളുടെയും വിതരണം

കാന്തികഗുണങ്ങൾ, പ്രായം എന്നിവയിൽ സാമ്യമുണ്ട്. സമുദ്രാന്തർപർവത ശൃംഗനിരകളോടടുത്തുള്ള ശിലകൾ ഏറ്റവും പ്രായം കുറഞ്ഞവയും ഭൂമിയുടെ നിലവിലുള്ള കാന്തികത തന്നെ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നവയുമാണ്. ശൃംഗനിരയിൽ നിന്നകലും തോറും ശിലകളുടെ പ്രായവും ഏറുന്നു.

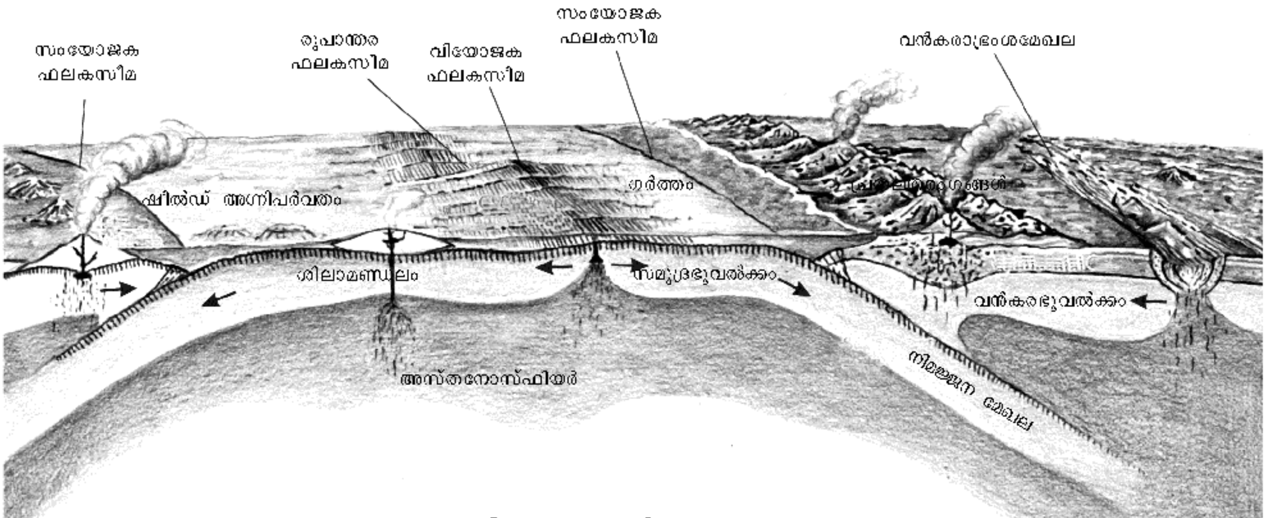
(iii) വൻകരയിലെ ശിലകളെക്കാൾ സമുദ്രശിലകൾക്ക് പ്രായം തീരെക്കുറവാണ്. സമുദ്രഭൂവല്ക്കത്തിലെ ശിലകൾക്കൊന്നും 200 ദശലക്ഷം വർഷത്തിൽ കൂടുതൽ പ്രായമില്ല. എന്നാൽ വൻകരയിലെ ചില ശിലാരൂപങ്ങൾ 320 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾ പ്രായമുള്ളവയാണ്.

(iv) സമുദ്രത്തിലെ അവസാദശിലകൾക്ക് കനം തീരെ കുറവാണ്. സമുദ്രതടങ്ങൾക്ക് വൻകരകളോളം പ്രായമുണ്ടായിരുന്നുവെങ്കിൽ ദീർഘകാലത്തെ അവസാദനിക്ഷേപങ്ങളുടെ കനത്ത അടരുകൾ ഉണ്ടാകേണ്ടതാണെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞർ അനുമാനിക്കുന്നു. എന്നാൽ സമുദ്രത്തിലെങ്ങുംതന്നെ 200 ദശലക്ഷം വർഷത്തിലധികം പഴക്കമുള്ള അവസാദപാളികൾ കണ്ടെത്തിയിട്ടില്ല.

(v) സമുദ്രഗർത്തങ്ങൾക്കുള്ളിലെ ഭൂകമ്പങ്ങളുടെ പ്രഭവകേന്ദ്രം ഏറെ ആഴത്തിലാണ്. എന്നാൽ സമുദ്രാന്തർ പർവതനിരകളിലെ ഭൂകമ്പങ്ങളുടെ പ്രഭവകേന്ദ്രങ്ങൾക്ക് ആഴം തീരെക്കുറവാണ്.

ഈ വിവരങ്ങളോടൊപ്പം സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകൾക്ക് ഇരുവശങ്ങളിലുമുള്ള ശിലകളുടെ കാന്തികസവിശേഷതകളെയും വിശദമായി അപഗ്രഥിച്ച് ഹെസ് (1961) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ സമുദ്രതടവ്യാപനം എന്ന ആശയം മുന്നോട്ടുവച്ചു.

സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകളിലെ തുടർച്ചയായ അഗ്നിപർവതസ്ഫോടനം സമുദ്രഭൂവല്ക്കത്തിൽ വിള്ളലുണ്ടാക്കുമെന്നും സമുദ്രഭൂവല്ക്കത്തെ വശത്തേക്ക് തള്ളിമാറ്റിക്കൊണ്ട് ആ വിടവിലൂടെ പുറത്തേക്കൊഴുകുന്ന ലാവ തണുത്ത് പുതിയ കടൽത്തറ രൂപംകൊള്ളുന്നുവെന്നും അദ്ദേഹം വാദിച്ചു. കടൽത്തറ വലുതാകുന്നതിനനുസരിച്ച് ഭൂമിയുടെ വലിപ്പം കൂടുന്നില്ല എന്നും അദ്ദേഹം നിരീക്ഷിച്ചു. ഒരു ഭാഗത്ത് പുതിയ കടൽത്തറ രൂപംകൊള്ളുന്നുണ്ടെങ്കിൽ മറ്റെവിടെയോ കടൽത്തറ ഭൂവൽക്കം നശിപ്പിക്കപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടാവാം ഇത് എന്ന് അദ്ദേഹം അനുമാനിച്ചു. സമുദ്രാന്തർപർവതനിരയുടെ മധ്യഭാഗത്തുനിന്നും വശങ്ങളിലേക്ക് അഗ്നിപർവതസ്ഫോടനത്തിലൂടെ തള്ളിമാറ്റപ്പെടുന്ന കടൽത്തറകൾ സമുദ്രഗർത്തങ്ങളിൽ ആണ്ടുപോവുകയും ഉരുകി മാഗ്മയായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നും ഹെസ് വാദിച്ചു.



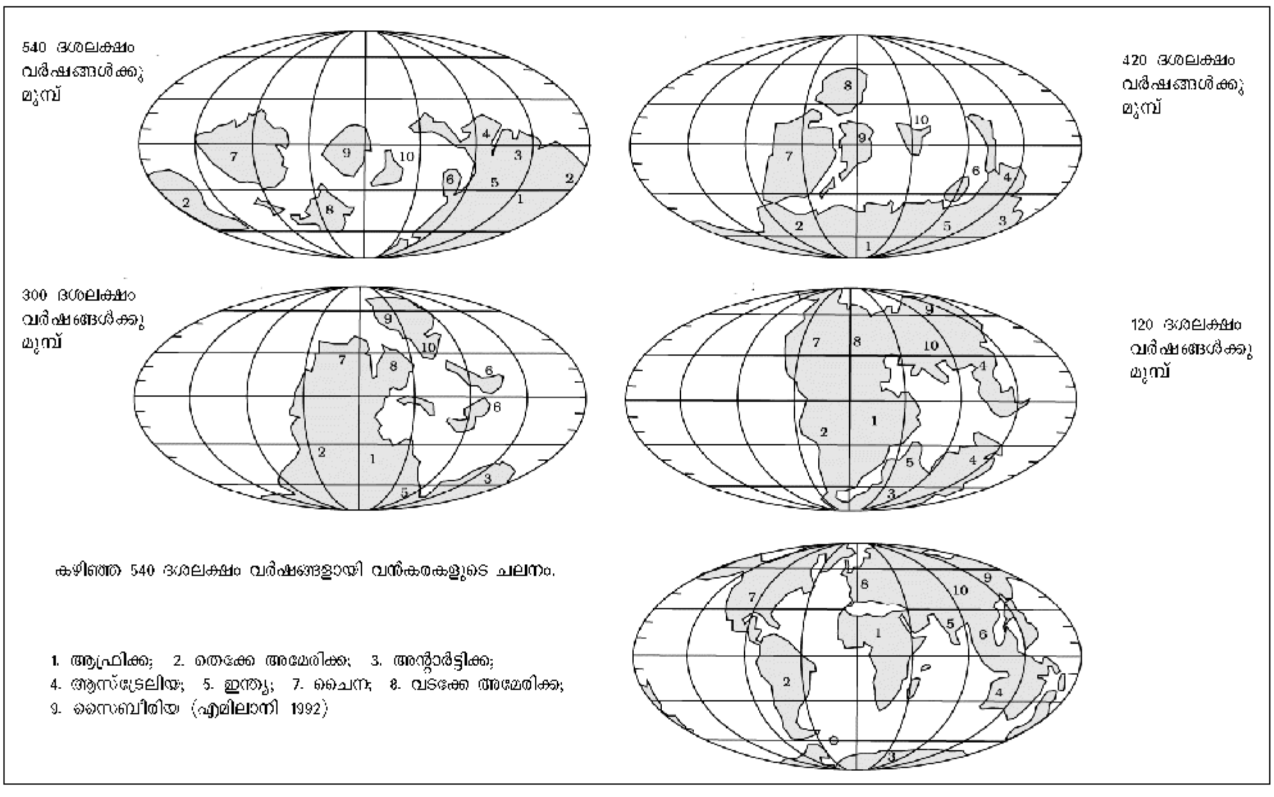
ചിത്രം 4.3 : കടൽത്തറവ്യാപനം

ഈ പ്രക്രിയ നിരന്തരം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി കടൽത്തറ നിരന്തരം പുതുക്കപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. സമുദ്രതടവ്യാപനമെന്ന ആശയം ചിത്രീകരിച്ചിട്ടുള്ളത് ശ്രദ്ധിക്കൂ (ചിത്രം 4.3).

ഫലകചലനം (Plate Tectonics)

കടൽത്തറ വ്യാപനമെന്ന ആശയത്തിന്റെ വരവോടെ വൻകരകളുടെയും സമുദ്രങ്ങളുടെയും വിതരണത്തെ സംബന്ധിച്ച സമസ്യയ്ക്ക് വീണ്ടു ജീവൻ വച്ചു. 1967-ൽ മക്കിൻസി, പാർക്കർ, മോർഗൻ എന്നിവർ ലഭ്യമായ തെളിവുകളൊക്കെ ശേഖരിച്ചുകൊണ്ട് 'ഫലകചലന സിദ്ധാന്തം' എന്ന മറ്റൊരു ആശയവുമായി രംഗത്തെത്തി.

വൻകരയും സമുദ്രഭാഗവും ചേർന്ന ശിലാമണ്ഡലത്തിന്റെ കനത്ത ശിലാപാളികളുൾപ്പെടുന്ന ക്രമരഹിതവും ബൃഹത്തുമായ ഭൂഭാഗങ്ങളാണ് ടെക്ടോണിക്



ചിത്രം 4.4: വൻകരകളുടെ സ്ഥാനം — ഭൂവിജ്ഞാനീയ ഭൂതകാലത്തിൽ

ഫലകങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കപ്പെടുന്നത്. ഇവയ്ക്ക് ശിലാമണ്ഡല ഫലകങ്ങൾ (Lithospheric plates) എന്നും പേരുണ്ട്.

'ദുർബലം' എന്നർഥം വരുന്ന അസ്തനോസ് എന്ന ഗ്രീക്ക് പദത്തിൽനിന്നുമാണ് 'അസ്തനോസ്ഫിയർ' എന്ന പദമുണ്ടായത്.

ശിലാമണ്ഡലത്തിന് തൊട്ടുതാഴെയായി മാന്റിലിന്റെ മുകൾഭാഗത്ത് ഉയർന്ന താപത്താൽ ശിലകൾ ഉരുകി നിലകൊള്ളുന്ന ഭാഗമാണ് അസ്തനോസ്ഫിയർ.

അസ്തനോസ്ഫിയറിലെ ഉരുകിയ ശിലാദ്രവമാണ് അഗ്നിപർവതങ്ങളിലൂടെ പുറത്തുവരുന്നത്.

ഫലകങ്ങൾ അസ്തനോസ്ഫിയറിനു മുകളിലൂടെ തിരശ്ചീനമായി നീങ്ങുന്നു. ഭൂവല്ക്കവും മാന്റിലിന്റെ മുകൾപ്പരപ്പും ഉൾപ്പെടുന്ന ശിലാമണ്ഡലത്തിന് സമുദ്രത്തിനടിയിൽ 5 മുതൽ 100 കിലോമീറ്റർ വരെയും വൻകരയിൽ ഏകദേശം 200 കിലോമീറ്റർ വരെയും കനമുണ്ട്. ഒരു ഫലകം വൻകരാഫലകമാണോ സമുദ്രഫലകമാണോ എന്നു നിശ്ചയിക്കുന്നത് ആ ഫലകത്തിന്റെ ഏറിയപങ്കും വൻകരയെയാണോ സമുദ്രത്തെയാണോ ഉൾക്കൊള്ളുന്നത് എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചായിരിക്കും.

ഏഴ് വൻഫലകങ്ങളാലും ഏതാനും ചെറുഫലകങ്ങളാലും നിർമിതമാണ് ഭൂമിയിലെ ശിലാമണ്ഡലങ്ങൾ എന്നാണ് ഫലകചലന സിദ്ധാന്തം പറയുന്നത്. പ്രായം കുറഞ്ഞ മടക്കു പർവതങ്ങൾ, ഗർത്തങ്ങൾ, ഭ്രംശങ്ങൾ ഇവയൊക്കെ വൻഫലകങ്ങളോടനുബന്ധിച്ച് കാണപ്പെടുന്നു. വൻഫലകങ്ങളുടെ പേരുകൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു (ചിത്രം 4.5):

(i) അന്റാർട്ടിക്കയും അതിനുചുറ്റുമുള്ള സമുദ്രവുമുൾപ്പെടുന്ന സമുദ്രഫലകം

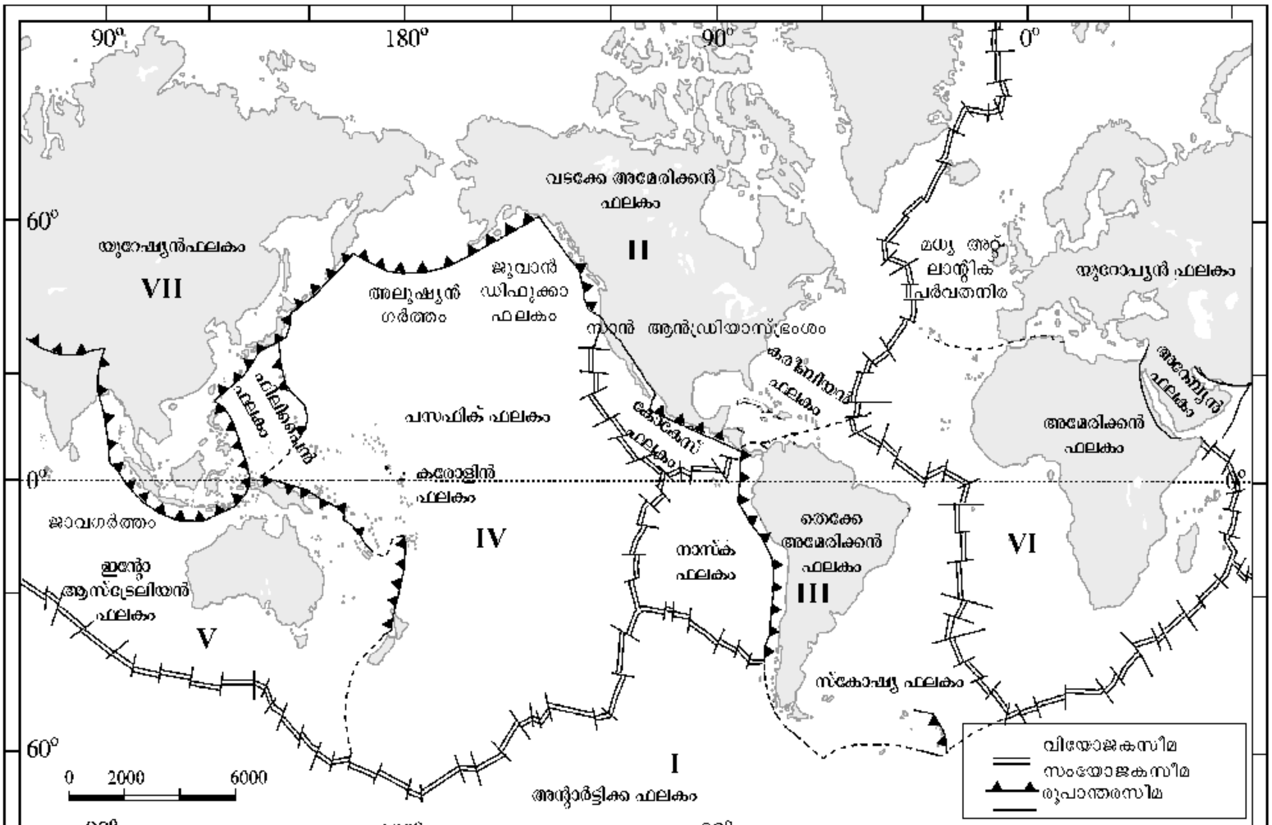
(ii) വടക്കേ അമേരിക്കൻ ഫലകം (തെക്കേ അമേരിക്കൻ ഫലകത്തിൽനിന്നും കരീബിയൻ ദ്വീപസമൂഹങ്ങളിലൂടെ വേർപെട്ട പടിഞ്ഞാറൻ അറ്റ്ലാന്റിക് കടൽത്തറ)

(iii) തെക്കേ അമേരിക്കൻ ഫലകം (വടക്കേ അമേരിക്കൻ ഫലകത്തിൽനിന്നും കരീബിയൻ ദ്വീപസമൂഹങ്ങളിലൂടെ വേർപെട്ട പടിഞ്ഞാറൻ അറ്റ്ലാന്റിക് കടൽത്തറ)

(iv) പസഫിക് ഫലകം

(v) ഇന്ത്യ-ആസ്ട്രേലിയ-ന്യൂസിലാന്റ് ഫലകം

(vi) ആഫ്രിക്കയും കിഴക്കൻ അറ്റ്ലാന്റിക് അടിത്തട്ടുമുൾപ്പെടുന്ന ഫലകം



ചിത്രം 4.5: ലോകത്തിലെ വൻഫലകങ്ങളും ചെറുഫലകങ്ങളും

(vii) യുറേഷ്യ ഉൾപ്പെടുന്ന സമുദ്രഫലകം

ചില പ്രധാന ചെറുഫലകങ്ങളുടെ പേരുകൾ ചുവടെ ചേർക്കുന്നു:

(i) കോക്കോസ് ഫലകം: മധ്യ അമേരിക്കയ്ക്കും പസഫിക് ഫലകത്തിനുമിടയിൽ

(ii) നാസ്ക ഫലകം: തെക്കേ അമേരിക്കയ്ക്കും പസഫിക് ഫലകത്തിനുമിടയിൽ

(iii) അറേബ്യൻ ഫലകം: മിക്ക സൗദി അറേബ്യൻ പ്രദേശങ്ങളും

(iv) ഫിലിപ്പൈൻ ഫലകം: യുറേഷ്യൻ ഫലകത്തിനും പസഫിക് ഫലകത്തിനുമിടയിൽ

(v) കരോലിൻ ഫലകം: ഫിലിപ്പൈൻ ഫലകത്തിനും ഇന്ത്യൻ ഫലകത്തിനുമിടയിൽ (ന്യൂഗിനിയയ്ക്കു വടക്ക്)

(vi) ഫ്യൂജി ഫലകം: ആസ്ട്രേലിയയ്ക്ക് വടക്കു കിഴക്ക്

ഈ ഫലകങ്ങളൊക്കെയും അവയുണ്ടായ കാലം മുതൽക്ക് നിരന്തരം ചലിച്ചുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു. അതായത്, വെഗ്നർ കരുതിയതുപോലെ വൻകരകൾ മാത്രമല്ല, അവ ഉൾപ്പെടുന്ന ഫലകങ്ങളാണ് ചലിക്കുന്നത്. മാത്രമല്ല എല്ലാ ഫലകങ്ങളും ഭൂതകാലത്തിലുടനീളം ചലിച്ചിട്ടുണ്ട്, ഇപ്പോഴും ചലിക്കുന്നു, ഭാവിയിലും ഈ ചലനങ്ങൾ തുടർന്നുകൊണ്ടേയിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

ഇന്നത്തെ വൻകരകളെല്ലാം ആദ്യം പാൻജിയ എന്ന ഒരൊറ്റ ബൃഹദ്‌വൻകരയായിരുന്നു എന്നാണ് വെഗ്നർ കരുതിയത്. എന്നാൽ ഫലകങ്ങൾ എക്കാലവും ഭൗമോപരിതലത്തിലൂടെ അലഞ്ഞിരുന്നുവെന്നും വിവിധ ഫലകങ്ങളായി സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്ന വൻകരകളെല്ലാംതന്നെ കൂടിച്ചേർന്നതിനെത്തുടർന്ന് ഒരൊറ്റ വൻകരയായി നിലനിന്ന അവസ്ഥയാണ് പാൻജിയ എന്നുമാണ് പിൽക്കാല കണ്ടെത്തലുകൾ വെളിവാക്കുന്നത്.

പുരാതന കാന്തികതാ (Palaeo magnetism) വിവരങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ട് ശാസ്ത്രജ്ഞർ വിവിധ ഭൂവിജ്ഞാനീയ കാലഘട്ടങ്ങളിൽ നിലനിന്നിരുന്ന ഇന്നത്തെ വൻകരകളുടെ സ്ഥാനം അനുമാനിച്ചിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം 4.4).

ഇന്ത്യൻ ഉപദ്വീപിന്റെ വിവിധ കാലഘട്ടങ്ങളിലെ സ്ഥാനനിർണയത്തിനായി ശാസ്ത്രജ്ഞർ നാഗ്പൂർ പ്രദേശത്തെ ശിലകളെയാണ് വിശകലനം ചെയ്തത്.

വിവിധതരം ഫലകാതിരുകൾ

ഫലകാതിരുകൾ മൂന്നു തരമുണ്ട്:

വിയോജകസീമകൾ (Divergent margins)

ഫലകങ്ങൾ തമ്മിൽ അകന്നുപോകുന്ന ഭാഗങ്ങളിൽ പുതിയ ഭൂവൽക്കം രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇത്തരം ഫലകാതിരുകളാണ് വിയോജക സീമകൾ. വ്യാപനമേഖലകൾ (spreading sites) എന്നും ഈ മേഖലയ്ക്ക് പേരുണ്ട്. വിയോജകസീമയ്ക്ക് ഏറ്റവും നല്ല ഉദാഹരണമാണ് മധ്യ അറ്റ്ലാന്റിക് പർവതനിര.

അമേരിക്കൻ ഫലകങ്ങൾ യുറേഷ്യൻ ഫലകത്തിൽനിന്നും ആഫ്രിക്കൻ ഫലകത്തിൽനിന്നും വേർപെടുന്ന അതിരാണിത്.

സംയോജകസീമകൾ (Convergent margins)

ഫലകങ്ങൾ തമ്മിൽ അടുക്കുന്ന അതിരുകളാണിവ. ഇവിടെ ഒരു ഫലകം മറ്റൊന്നിനടിയിലേക്ക് ആണ്ടുപോകുന്നു. ഈ മേഖല നിമജ്ജനമേഖല (Subduction zone) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ഫലകസംയോജനം മൂന്നുതരത്തിൽ സംഭവിക്കാം:

(i) സമുദ്രഫലകവും വൻകരഫലകവും തമ്മിൽ

(ii) രണ്ട് സമുദ്രഫലകങ്ങൾ തമ്മിൽ

(iii) രണ്ട് വൻകരഫലകങ്ങൾ തമ്മിൽ

സ്ഥാനാന്തരസീമകൾ (Transform margins)

ഫലകങ്ങൾ തിരശ്ചീനമായി ഉരസി നീങ്ങുന്ന ഫലകാതിരുകളാണിവ. ഇത്തരം ഫലകാതിരുകളിൽ ഭൂവൽക്കം പുതുതായി നിർമിക്കപ്പെടുകയോ നശിപ്പിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നില്ല.

സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകൾക്കു ലംബമായാണ് സ്ഥാനാന്തരസീമകളുടെ തലം. അഗ്നിപർവതസ്ഫോടനം എല്ലായ്പ്പോഴും സമുദ്രാന്തർപർവതശൃംഗനിരയിൽത്തന്നെ ആയിരിക്കില്ല. അതേസമയം ഭൂമിയുടെ അച്ചുതണ്ടിൽനിന്നകലെ ഫലകത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തിന്റെ ചലനവേഗം മറ്റു ഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. അകന്നുമാറിയ ഫലകഖണ്ഡങ്ങൾക്കുമേൽ ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണവും സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നുണ്ട്.

എങ്ങനെയാണ് ഫലകങ്ങളുടെ ചലനവേഗം കണ്ടെത്തുക?

ഫലകചലനവേഗത്തിന്റെ നിരക്ക്

സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകൾക്കു സമാന്തരമായി കാണപ്പെടുന്ന ശിലകളുടെ അനുക്രമവും വിപരീതവുമായ കാന്തികമണ്ഡലങ്ങൾ ഫലകചലനത്തിന്റെ വേഗയുടെ നിരക്ക് കണ്ടെത്താൻ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് സഹായകമാണ്. ഫലകങ്ങളുടെ ചലനനിരക്കിൽ കാര്യമായ അന്തരമുണ്ട്. ആർട്ടിക്ക് പർവതനിരയും ഈസ്റ്റർദ്വീപുകൾക്കടുത്തുള്ള ഈസ്റ്റ് പസഫിക് റൈസുമാണ് ഏറ്റവും സാവധാനത്തിൽ ചലിക്കുന്നത് (ആണ്ടിൽ 2.5 സെന്റിമീറ്ററിലും താഴെ).

അതേസമയം, ചിലിക്ക് പടിഞ്ഞാറ് ദക്ഷിണ പസഫിക് മേഖലയിലെ ഈസ്റ്റർ ദ്വീപുകൾ ഉൾപ്പെടുന്ന ഭാഗത്തിനാണ് ഏറ്റവുമധികം ചലനനിരക്കുള്ളത് (ആണ്ടിൽ 15 സെന്റിമീറ്റർ വീതം).

ഫലകചലനത്തിനു കാരണമായ ബലം

വെഗ്നർ വൻകരവിസ്ഥാപന സിദ്ധാന്തം അവതരിപ്പിക്കുന്ന കാലത്ത് യാതൊരു ചലനവുമില്ലാത്ത ഖര വസ്തുവായാണ് മിക്കശാസ്ത്രജ്ഞരും ഭൗമോപരിതലത്തെ കരുതിയിരുന്നത്. എന്നാൽ കടൽത്തറവ്യാപനമെന്ന ആശയവും ഫലകചലന സിദ്ധാന്തവും ഭൗമോപരിതലം മാത്രമല്ല ഭൂമിയുടെ ഉള്ളറകളും നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്നവയല്ലെന്നും അവ നിരന്തരം ചലിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നവയാണെന്നും വിശദീകരിക്കുന്നു. ഫലകങ്ങൾ ചലിക്കുന്നു എന്നത് ഇന്ന് ഏവരും അംഗീകരിക്കുന്ന വസ്തുതയാണ്. കാഠിന്യമുള്ള ഫലകങ്ങൾക്കു താഴെ, ശിലാദ്രവം ചാക്രിക ചലനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ചുട്ടുപഴുത്ത മാഗ്മ ഉയർന്നുവരികയും വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നതിനെത്തുടർന്ന് തണുക്കാൻ തുടങ്ങുകയും വീണ്ടും ആഴങ്ങളിലേക്കാണ്ടു പോവുകയും ചെയ്യുന്നു. നിരന്തരം നടക്കുന്ന ഈ പ്രക്രിയയെ ശാസ്ത്രജ്ഞർ സംവഹനപ്രവാഹം എന്നാണ് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. ഇതിനാവശ്യമായ ഊഷ്മാവ് പ്രധാനമായും രണ്ട് സ്രോതസുകളിൽനിന്നുമാണ് ലഭിക്കുന്നത് — ആണവ അപചയം വഴിയും അവക്ഷിപ്ത ഊഷ്മാവിലൂടെയും.

ആണവ അപചയം

പ്രകൃതിയിലെ ചില ധാതുക്കൾ സ്വയം ഊർജം നഷ്ടപ്പെടുത്തി നശിക്കുന്ന സ്വഭാവത്തോടുകൂടിയവയാണ്. വൻതോതിൽ ഊർജം നഷ്ടപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് കാലാന്തരത്തിൽ ഇല്ലാതെയാകുന്ന പ്രക്രിയയാണ് ആണവ അപചയം. യുറേനിയം – 238, പൊട്ടാസ്യം – 40, തോറിയം – 232 എന്നിങ്ങനെയുള്ള ധാതുകൾക്ക് അണുവികിരണശേഷിയുണ്ട്. ഈ ധാതുക്കളുടെ സാന്നിധ്യമാണ് ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലെ വർധിച്ച താപത്തിന്റെ ഒരു സ്രോതസ്സ്.

അവക്ഷിപ്ത താപം

ഭൂമി രൂപംകൊണ്ട സമയത്ത് ചുട്ടുപഴുത്ത വാതക ഗോളമായിരുന്നു. അത് സാവധാനം തണുത്തത്തിന്റെ ഫലമാണ് ഭൂമുഖം ഇന്നു കാണുന്ന തരത്തിലായത്. ആദിമകാലത്തെ ഭൗമതാപത്തിന്റെ ബാക്കിപത്രം ഇന്നും ഭൂമിക്കുള്ളിൽ അവശേഷിക്കുന്നു. ഇതാണ് അവക്ഷിപ്ത താപം.

1930-കളിൽ ആർതർ ഹോംസ് എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞനാണ് ഈ ആശയം ആദ്യമായി പരിഗണിച്ചത്. ഇതാണ് പിന്നീട് ഹാരിഹെസിന് കടൽത്തറവ്യാപനത്തെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കാൻ പ്രേരണയായത്.

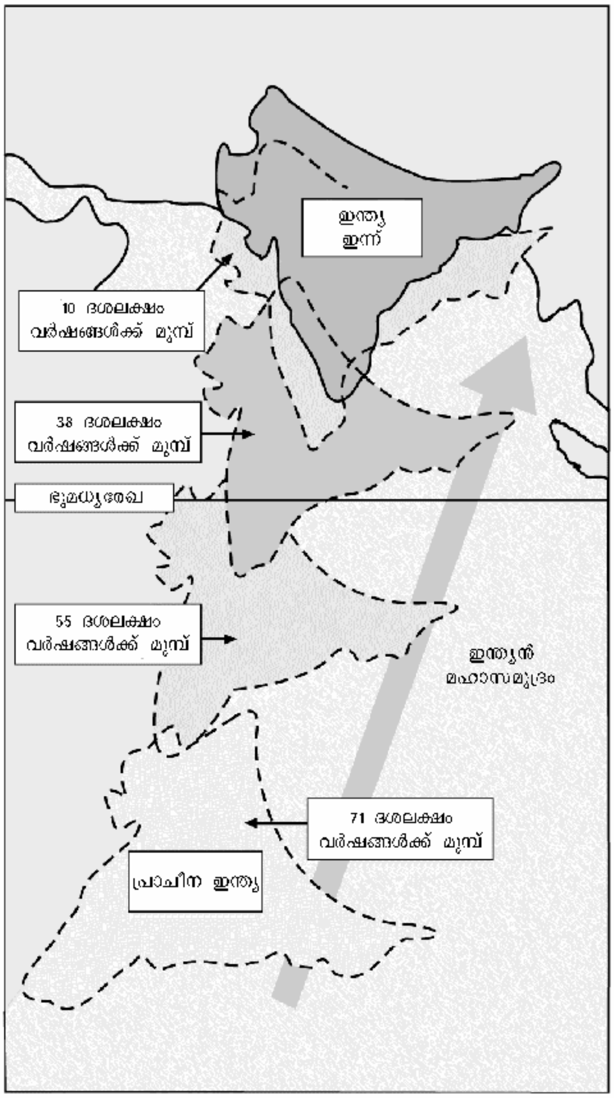
കാഠിന്യമേറിയ ഫലകങ്ങൾക്കുതാഴെ ചുട്ടുപഴുത്തതും മൃദുവുമായ മാന്റിലിന്റെ സാവധാനമുള്ള ചലനമാണ് ഫലകങ്ങളുടെ ചലനത്തിനു കാരണമായ ബലം.

ഇന്ത്യൻ ഫലകത്തിന്റെ ചലനം

ഉപദ്വീപിയ ഇന്ത്യയുടെയും ആസ്ട്രേലിയൻ വൻകരയുടെയും ഭാഗങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്നതാണ് ഇന്ത്യൻ ഫലകം. ഹിമാലയമേഖലയിലെ നിമജ്ജനമേഖലയാണ് വൻകരാ-വൻകരാസംയോജന രൂപത്തിലുള്ള വടക്കൻ ഫലകാതിര്. ജാവാഗർത്തം ദ്വീപചാപത്തോളം (Island Arc) നീളുന്ന മ്യാൻമാറിലെ റാഖിൻയോമ പർവതങ്ങൾവരെ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്നതാണ് കിഴക്കൻ അതിര്. ഇത് ആസ്ട്രേലിയക്കു കിഴക്ക് തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ പസഫിക് സമുദ്രത്തിൽ പർവതനിരയുടെ രൂപത്തിലുള്ള ഒരു വ്യാപനമേഖലയാണ്. പാകിസ്ഥാനിലെ കിർത്താർ പർവതനിരകളാണ് ഇതിന്റെ പടിഞ്ഞാറതിര്. മക്രാനാതീരത്തുനിന്നാരംഭിച്ച്, ചെങ്കടൽ ഭ്രംശത്തിലൂടെ ചാഗോസ് ദ്വീപസമൂഹം വരെ നീളുന്ന വ്യാപനമേഖലയോളം ഇതിന് വ്യാപ്തിയുണ്ട്. ഇന്ത്യൻ ഫലകത്തിന്റെയും അന്റാർട്ടിക് ഫലകത്തിന്റെയും അതിരിൽ കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറ് ദിശയിൽ ഒരു സമുദ്രാന്തർപർവത (വിയോജനസീമ) നിരയുണ്ട്. ഇത് കിഴക്കുപടിഞ്ഞാറ് ദിശയിൽ ന്യൂസിലാന്റിന് അൽപം തെക്കായി വ്യാപന മേഖലയിലേക്കു ലയിക്കുന്നു. അതിവിശാലമായ സമുദ്രത്തിൽ ആസ്ട്രേലിയൻ തീരത്തോടടുത്ത് സഞ്ചരിച്ചിരുന്ന ഒരു വൻദ്വീപായിരുന്നു ഇന്ത്യ.

ഏതാണ്ട് 225 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പുവരെ ഇന്ത്യയും ഏഷ്യയും തമ്മിൽ ടെഥിസ് എന്ന കടലിനാൽ വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. ഏതാണ്ട് 200 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് പാൻജിയ പിളർന്നപ്പോൾ മുതൽക്കാണ് ഇന്ത്യ അതിന്റെ വടക്കോട്ടുള്ള യാത്ര ആരംഭിച്ചതെന്ന് അനുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ഏതാണ്ട് 40–50 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്ക് മുമ്പ് ഇന്ത്യ ഏഷ്യയുമായി കൂട്ടിയിടിച്ചതിന്റെ ഫലമായി ഹിമാലയം അതിവേഗം ഉയരാൻ തുടങ്ങി. ഏതാണ്ട് 71 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് മുതൽ നാളിതുവരെയുള്ള വിവിധ കാലങ്ങളിൽ ഇന്ത്യയുടെ സ്ഥാനങ്ങൾ ചിത്രീകരിച്ചിട്ടുള്ളത് (ചിത്രം 4.6) ശ്രദ്ധിക്കൂ.

ചിത്രത്തിൽ ഇന്ത്യൻ ഫലകത്തിന്റെയും യുറേഷ്യൻ ഫലകത്തിന്റെയും സ്ഥാനവും സൂചിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. ഏതാണ്ട് 140 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് ഇന്ത്യൻ ഉപദ്വീപ് 50° തെക്ക് അക്ഷാംശത്തിലായിരുന്നു സ്ഥിതി ചെയ്തിരുന്നത്. ഇരു ഫലകങ്ങൾക്കുമിടയിൽ ടെഥിസ് കടൽ സ്ഥിതി ചെയ്തിരുന്ന അക്കാലത്ത് ടിബറ്റൻ ഖണ്ഡം ഏഷ്യൻ ഭൂപ്രദേശങ്ങളോട് അടുത്തായിരുന്നു. ഇന്ത്യൻ ഫലകം ഏഷ്യൻ ഫലകത്തിനടുത്തേക്ക് നീങ്ങിയപ്പോഴുണ്ടായ പ്രധാന സംഭവമാണ് ലാവാപ്രവാഹവും ഡക്കാൻ ട്രാപ്പിന്റെ ആവിർഭാവവും. ഏതാണ്ട് 60 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കു മുമ്പ് ആരംഭിച്ച ഈ പ്രതിഭാസം ഏറെക്കാലം നീണ്ടുനിന്നിരുന്നു. അപ്പോഴും



ചിത്രം 4.6: ഇന്ത്യൻ ഫലകത്തിന്റെ ചലനം

ഇന്ത്യൻ ഉപദ്വീപ് ഭൂമധ്യരേഖയോടടുത്തായിരുന്നു സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്നത് എന്ന കാര്യം പ്രത്യേകം ഓർക്കുമല്ലോ. ഏതാണ്ട് 40 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങൾക്കിപ്പുറമാണ് ഹിമാലയരൂപീകരണം ആരംഭിച്ചത്. ഈ പ്രക്രിയ ഇപ്പോഴും നടക്കുന്നുവെന്നും ഹിമാലയനിരകളുടെ ഉയരം കൂടിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയുമാണെന്നുമാണ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അനുമാനം.

ചോദ്യങ്ങൾ

1. ശരിയുത്തരം തെരഞ്ഞെടുത്തെഴുതുക.

   (i) യൂറോപ്പ്, ആഫ്രിക്ക, അമേരിക്ക എന്നിവ ഒന്നുചേർന്ന് സ്ഥിതിചെയ്തിരുന്നു എന്നതിന്റെ സാധ്യതയെക്കുറിച്ച് ആദ്യം ചിന്തിച്ചത് ആര്?

   (a) ആൽഫ്രഡ് വെഗ്നർ (c) എബ്രഹാം ഓർട്ടീലിയസ്

   (b) അന്റോണിയോ പെല്ലിഗ്രിനി (d) എഡ്മണ്ട് ഹെസ്

   (ii) ധ്രുവോന്മുഖചലന ബലം (Polor fleeing force) ഏതുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

   (a) ഭൂമിയുടെ പരിക്രമണം (b) ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണം (c) ഗുരുത്വാകർഷണം (d) വേലികൾ

   (iii) ചുവടെ ചേർത്തിയുള്ളവയിൽ ലഘുഫലകമല്ലാത്തത് ഏത്?

   (a) നാസ്ക (b) ഫിലിപ്പൈൻ (c) അറേബ്യ (d) അന്റാർട്ടിക്ക

   (iv) ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ളവയിൽ സമുദ്രതടവ്യാപനമെന്ന ആശയം ചർച്ച ചെയ്തവർ പരിഗണിക്കാതെപോയ വസ്തുത ഏത്?

   (a) സമുദ്രാന്തർപർവതനിരകളിലെ അഗ്നിപർവതങ്ങൾ
   (b) കടൽത്തറയിലെ ശിലകളിൽ കണ്ടെത്തിയ സ്വാഭാവികകാന്തികതയും എതിർകാന്തികതയും
   (c) വിവിധ വൻകരകളിലെ ഫോസിലുകളുടെ വിതരണം
   (d) കടത്തറയിലെ ശിലകളുടെ പ്രായം

   (v) ഹിമാലയപർവതനിരകൾക്കിടയിലെ ഇന്ത്യൻ ഫലകാതിര് ചുവടെ ചേർത്തിട്ടുള്ളവയിൽ ഏതു തരമാണ്?

   (a) സമുദ്ര-വൻകര സംയോജനം (c) വിയോജക സീമ

   (b) സമാനാന്തര സീമ (d) വൻകരാ-വൻകരാസംയോജനം

2. ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് 30 വാക്കിൽ കവിയാതെ ഉത്തരമെഴുതുക.

   (i) വൻകരകളുടെ ചലനത്തിനു കാരണമായി വെഗ്നർ നിർദേശിച്ച ബലങ്ങൾ ഏവ?

   (ii) മാന്റിലിലെ സംവഹനപ്രവാഹങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുന്നതും നിലനിൽക്കുന്നതും എങ്ങനെ?

   (iii) സമാനാന്തര ഫലകസീമകളെ സംയോജക ഫലകസീമകളിൽനിന്നും വിയോജക ഫലകസീമകളിൽനിന്നും വേറിട്ടതാക്കുന്ന പ്രധാന വ്യത്യാസമെന്ത്?

   (iv) ഡെക്കാൻട്രാപ്പ് രൂപംകൊള്ളുന്ന കാലത്ത് ഇന്ത്യാ ഭൂഖണ്ഡത്തിന്റെ സ്ഥാനം എവിടെയായിരുന്നു?

3. ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് 150 വാക്കുകളിൽ കവിയാതെ ഉത്തരമെഴുതുക.

   (i) വൻകരവിസ്ഥാപന സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അനുകൂലതെളിവുകൾ എന്തൊക്കെ?

   (ii) വൻകരവിസ്ഥാപന സിദ്ധാന്തവും ഫലകചലന സിദ്ധാന്തവും തമ്മിലുള്ള പ്രധാന വ്യത്യാസമെന്ത്?

   (iii) വൻകരകളുടെയും സമുദ്രങ്ങളുടെയും വിതരണം സംബന്ധിച്ച പഠനങ്ങളിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ താൽപര്യം ഉണർത്താൻ സഹായിച്ച പ്രധാനപ്പെട്ട വിസ്ഥാപനാനന്തര കണ്ടെത്തലുകൾ എന്തൊക്കെ?

പ്രോജക്ട് പ്രവർത്തനം

- ഭൂകമ്പത്തിന്റെ നാശനഷ്ടങ്ങൾ വെളിവാക്കുന്ന കൊളാഷ് തയാറാക്കുക.