3 ഭൗമപ്രക്രിയകൾ (EARTH PROCESSES)

T4X9W6

3.1 ആമുഖം

നമ്മുടെ വാസസ്ഥലമായ ഭൂമി ചലനാത്മകമായ ഒരു ഗ്രഹമാണ്. അത് നിരന്തരം പരിവർത്തനവിധേയമായിട്ടാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഈ വസ്തുതയെക്കുറിച്ച് എല്ലായ്പ്പോഴും നിങ്ങൾക്ക് അവബോധമില്ല എന്നു വരികിലും ഭൂമിയിൽ എല്ലാ ഭാഗത്തും പരിവർത്തനങ്ങൾ നടന്നുകൊണ്ടേയിരിക്കുന്നുണ്ട്. ഭൂമിയിലെ യാതൊന്നും സ്ഥിരമല്ല. ഭൂമിയിലെ ഖരമണ്ഡലത്തിലെ ദ്രവ്യങ്ങൾ എല്ലാം തന്നെ അവയുടെ രൂപത്തിലും സ്ഥാനപരമായ വിന്യാസത്തിലും ആകാരത്തിലും ഘടനയിലും നിരന്തരം മാറ്റങ്ങൾക്ക് വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഭൗമാന്തർഭാഗത്ത് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ശിലകൾ ഉരുകി രൂപമെടുക്കുന്ന ശിലാദ്രവം (മാഗ്മ) ശിലകളിലെ വിള്ളലുകളിലൂടെ ഭൂമിയുടെ പുറമേ വന്നെത്തിച്ചേരുന്നതും, ഭൂമുഖത്തെ ശിലകൾ അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമായി ഉണ്ടാകുന്ന അവസാദങ്ങളും മറ്റും നദികളിലൂടെ സംവഹനം സംഭവിക്കുന്നതും ഭൗമ വസ്തുക്കളുടെ സ്ഥാനപരമായ സ്ഥിതിമാറ്റങ്ങൾക്ക് സുപരിചിതമായ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ശിലാമണ്ഡലത്തിലെന്നപോലെ വായുമണ്ഡലത്തിലും ജലമണ്ഡലത്തിലും നിരന്തരം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇത്തരത്തിലുള്ള മാറ്റങ്ങൾ പലരീതികളിൽ നമുക്ക് പ്രകടമാകുന്നു. ജലം നീരാവിയായി മാറി അന്തരീക്ഷത്തിൽ വച്ച് ഘനീഭവിച്ച് മേഘമായിത്തീരുന്നതും, സമുദ്രത്തിലെ വേലിയേറ്റം, വേലിയിറക്കം, വിവിധ തരത്തിലുള്ള സമുദ്രജല പ്രവാഹങ്ങൾ, ദിശയിലും വേഗതയിലും നിരന്തരം മാറി വീശുന്ന കാറ്റുമെല്ലാം ഉദാഹരണങ്ങളാണല്ലോ. മിക്കപ്പോഴും ഇത്തരം മാറ്റങ്ങൾ മനുഷ്യരുടെ ജീവിതകാലയളവു വച്ച് നോക്കുമ്പോൾ സാവധാനത്തിലെന്നോ വേഗത്തിലെന്നോ ആപേക്ഷികമായി പറയാവുന്നതാണ്. ഭൂകമ്പം, അഗ്നിപർവ്വതസ്ഫോടനം മുതലായവ കൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങൾ വളരെ പെട്ടെന്ന് ഉണ്ടാകുന്നവയാണ്. എന്നാൽ ഭൂതലത്തിലുണ്ടാകുന്ന പർവ്വതങ്ങളുടെ രൂപീകരണം, ആഗോള തലത്തിൽ സമുദ്രജലനിരപ്പിന്റെ വ്യതിയാനങ്ങൾ, തീരദേശത്തിന്റെ കയറ്റിറക്കങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയെല്ലാം താരതമ്യേന വളരെ സാവധാനമായിട്ടാണ് സംഭവിക്കുന്നത്.

3.2 ഭൂമി ഒരു വ്യവസ്ഥ (Earth as a System)

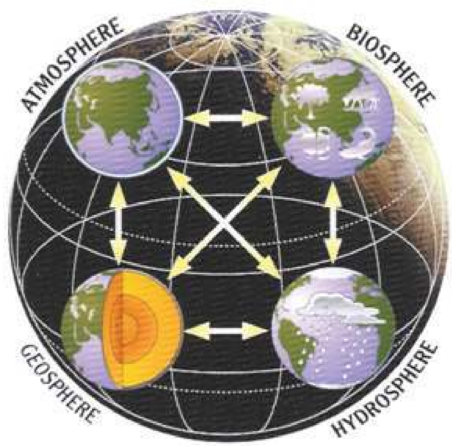
ഒരു വ്യൂഹം എന്നതിനെ ഏതെങ്കിലും തരത്തിലുള്ള പരസ്പരസമ്പർക്കം പുലർത്തുന്ന വസ്തുക്കളുടെ ഒരു സമാഹാരം എന്ന് നിർവചിക്കാം. ഉദാഹരണത്തിന്, മനുഷ്യശരീരം നിരവധി അവയവങ്ങളുടെ പരസ്പരാശ്രയത്വം നിമിത്തം ഒരു ചേതനശരീരമായി പ്രവർത്തിക്കുന്ന വ്യവസ്ഥയാണ്. ഒരു വ്യൂഹത്തെ വിശദമായി ചർച്ച ചെയ്യുമ്പോൾ അതിനെ വീണ്ടും പല ഉപവ്യവസ്ഥങ്ങളായി തരംതിരിച്ച് പരിഗണിക്കാവുന്നതാണ്.

മനുഷ്യശരീരമാകുന്ന വ്യവസ്ഥത്തിൽ നാഡീവ്യവസ്ഥ, ദഹനവ്യവസ്ഥ, അസ്ഥിവ്യവസ്ഥ എന്നിങ്ങനെ വിവിധ ഉപവ്യവസ്ഥങ്ങളടങ്ങിയതായി തിരിച്ചറിയാവുന്നതാണ്.

സാർവത്രികവും, സദാ പ്രവർത്തനനിരതവുമായ ധാരാളം ഉപവ്യവസ്ഥങ്ങളോട് കൂടിയതാണ് ഭൗമവ്യവസ്ഥ. ഖരപദാർത്ഥങ്ങളായ ശിലകളടങ്ങിയ മൗലിക മണ്ഡലമായ ശിലാമണ്ഡലം (lithosphere), ജലമുൾക്കൊള്ളുന്ന ജലമണ്ഡലം (hydrosphere), ഭൂമിയെ ആവരണം ചെയ്യുന്ന വായു ഉൾക്കൊള്ളുന്ന വായുമണ്ഡലം (atmosphere), ജീവജാലങ്ങളടങ്ങിയ ജൈവമണ്ഡലം (biosphere) എന്നിവയാണ് ഭൗമവ്യൂഹത്തിലെ പ്രധാന ഉപവ്യവസ്ഥകൾ.

എല്ലാ വ്യവസ്ഥകളും താഴെ പറയുന്ന മൂന്ന് അടിസ്ഥാന ഘടകങ്ങൾ ഉൾകൊള്ളുന്നവയാണ്.

1. പ്രവർത്തന നിരതമായ ഒരു കൂട്ടം ഘടകവസ്തുക്കൾ.
2. അവയെ പ്രവർത്തനക്ഷമമാക്കാനുതകുന്ന ഊർജസ്രോതസ്സുകൾ.
3. ഇവയുടെ ആന്തരികപ്രവർത്തനത്തെ നിയന്ത്രിച്ച് നിലനിർത്തുന്ന പ്രക്രിയയാകുന്ന 'ഫീഡ് ബാക്ക്'.



ചിത്രം 3.1 ഭൗമ വ്യൂഹം

ഭൗമവ്യവസ്ഥയിലെ ഉപവ്യവസ്ഥകളായ ശിലാമണ്ഡലവും ജലമണ്ഡലവും വായുമണ്ഡലവും ജൈവമണ്ഡലവുമെല്ലാം പ്രവർത്തനക്ഷമമാകുന്നത് സൗരോർജം കൊണ്ടാണ്. കാറ്റുണ്ടാകുന്നത് ഭൂതലത്തിന്റെ ക്രമരഹിതമായ അഥവാ അസന്തുലിതമായ ചൂടാകൽ കൊണ്ടാണ്. സമുദ്രതിരമാലകൾ കാറ്റ് മൂലം രൂപം കൊള്ളുന്നവയാണ്. താപവ്യത്യാസം കൊണ്ടും കാറ്റിനനുസൃതമായുമാണ് സമുദ്രജല പ്രവാഹങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കുന്നത്. ഭൂമിയിലേക്ക് നിരന്തരമായി എത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഈ സൗരോർജ പ്രവാഹം ഇനിയും ശതകോടി കൊല്ലങ്ങൾ തുടർന്നു ലഭിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും.

ഭൗമവ്യവസ്ഥയിലെ നാല് പ്രധാന ഉപവ്യവസ്ഥകളും തമ്മിലുള്ള പരസ്പര ബന്ധവും പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും സംക്ഷിപ്തമായി സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രമാണ് മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

ഈ നാല് ഉപവ്യവസ്ഥകളും പ്രവർത്തനക്ഷമമാകുന്നത് സൂര്യനിൽ നിന്നും ലഭിക്കുന്ന സൗരോർജത്താലാണ്. അതിനുപുറമെ, ഭൂമിയുടെ അന്തർഭാഗത്ത് നിന്നും ഉത്ഭൂതമാകുന്ന താപോർജവും, ചന്ദ്രന്റെ ഗുരുത്വാകർഷണ ബലവുമെല്ലാം ഭൗമവ്യവസ്ഥയെ

പ്രവർത്തനക്ഷമമാക്കുന്ന ഊർജ സ്രോതസ്സുകളാണ്. ചിത്രത്തിൽ വിവിധ അസ്ത്ര ചിഹ്നങ്ങൾ വഴി സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ, ഈ ഉപവ്യവസ്ഥകളിലൂടെ ഊർജവും ദ്രവ്യവും നിരന്തരമായി പല ദിശകളിൽ സ്ഥാനചലനം സംഭവിച്ച്, ചംക്രമണം ചെയ്തു കൊണ്ടേയിരിക്കുന്നുണ്ടെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നുവെന്ന് ശ്രദ്ധിച്ചാൽ വ്യക്തമാകും.

കാഴ്ചയിൽ വേറിട്ട് കാണപ്പെടുന്നുവെങ്കിലും, സമ്പൂർണ്ണവും ഏകീകൃതവുമായ ഒരു സമഗ്രവ്യൂഹത്തിന്റെ ഭാഗമാണ് ഈ ഉപവ്യവസ്ഥകളെല്ലാം തന്നെ. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറയുകയാണെങ്കിൽ, അനേകം ചെറുതും വലുതുമായ വ്യവസ്ഥകൾ അല്ലെങ്കിൽ വ്യവ സ്ഥകൾ ഏകതാന സ്വഭാവത്തോടെ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു സംവിധാനമാണ് ഭൂമി യെന്ന ഈ മഹാവ്യവസ്ഥ.

ഭൂമി തന്നെ സൗരയൂഥമാകുന്ന ഒരു ബൃഹത് വ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗമാണ്. സൂര്യനും സൗരഗുരുത്വാകർഷണത്താൽ ബന്ധപ്പെട്ട മറ്റ് ജോതിർഗോളങ്ങളും സൗരയൂഥത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. മറ്റ് ഗ്രഹങ്ങളുമായുള്ള ഭൂമിയുടെ പ്രതിപ്രവർത്തനം പ്രത്യക്ഷത്തിൽ കുറവാണെങ്കിലും ചന്ദ്രനുമായുള്ള ഭൂമിയുടെ ബന്ധം വളരെ വലുതാണ്.

മനുഷ്യസമൂഹത്തെയും ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണ് ഭൗമവ്യവസ്ഥയെന്ന് പറയേണ്ടതാണ്. നമ്മുടെ സാമ്പത്തിക സാമൂഹിക വ്യവസ്ഥകളെല്ലാം തന്നെ ഇന്ന് ഭൗമവ്യവസ്ഥയു മായി കെട്ടുപിണഞ്ഞ് കിടക്കുകയാണ്. ഇന്ന് ഭൗമവ്യവസ്ഥയിൽ സംഭവിച്ചുകൊണ്ടി രിക്കുന്ന പല മാറ്റങ്ങളുടെയും ചാലകമായി വർത്തിക്കുന്നത് മനുഷ്യരുടെ ഇടപെടലു കളാണ്. ഭൗമവ്യവസ്ഥ എന്ന പദം ഭൂമിയിൽ പരസ്പര ബന്ധിതമായി നടക്കുന്ന എല്ലാ ഭൗതിക, രാസിക, ജൈവിക പ്രക്രിയകളെയും ഉൾക്കൊള്ളുന്നതാണെന്ന് സംക്ഷിപ്തമായി പറയാം.

ഇന്ന് നാം കാണുന്ന ഈ ഭൗമവ്യവസ്ഥ, ദശലക്ഷക്കണക്കിന് വർഷങ്ങൾ ഉൾക്കൊ ള്ളുന്ന കാലഘട്ടത്തിൽ ഭൂമിയിൽ നടന്ന് കൊണ്ടിരിക്കുന്ന സങ്കീർണ്ണമായ പ്രക്രിയക ളുടെ അനന്തര ഫലമായി പരിണമിച്ചതും, ഒരു സന്തുലിതാവസ്ഥയിലേക്ക് നിരന്തരം പരിവർത്തനവിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതുമായ ഒന്നാണ്. ഭൗമവ്യവ സ്ഥയ്ക്കുള്ളിൽ നിന്നും പുറമെ നിന്നുമെല്ലാമുള്ള പലവിധ ഇടപെടലുകൾ ഭൂമിയിൽ അനുസ്യൂതം മാറ്റങ്ങളുണ്ടാകാൻ കാരണമായിട്ടുണ്ട്.

ഭൗമവ്യവസ്ഥയിലൂടെ ഊർജം സഞ്ചരിക്കുന്നതോടൊപ്പം ഭൗമ പദാർഥങ്ങൾ ചംക്ര മണ വിധേയമാകുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. ജലചക്രം, ശിലാചക്രം തുടങ്ങിയ പല തര ത്തിലുള്ള ചാക്രിക സ്വഭാവമുള്ള മാറ്റങ്ങളും ഇവയിൽ മൗലികമാണ്. ഭൗമദ്രവ്യങ്ങൾക്ക് സംഭവിക്കുന്ന ഇത്തരം ചാക്രിക മാറ്റങ്ങൾക്ക് അനുസൃതമായി അവയുടെ രൂപവും ഘടനയും മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെങ്കിലും ദ്രവ്യം എപ്പോഴും പരിരക്ഷിക്കപ്പെട്ടുകൊ ണ്ടേയിരിക്കുന്നുണ്ട്.

ഭൗമപ്രതിഭാസങ്ങളെ സംബന്ധിച്ചും, ഭൂമിയിലെ (ഭൗമവ്യവസ്ഥയിത്തിലെ) വിവിധ ഘടകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള പ്രതിപ്രവർത്തനങ്ങളും കൂടുതൽ വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കു ന്നതിന് ഭൂമിയെ ഒരു വ്യവസ്ഥയുമായി കാണുന്ന ഈ സമീപനം സഹായകമാണ്.

മാറ്റത്തിന്റെ സാർവ്വത്രികസ്വഭാവം (Universality of changes)

ഭൂമി തുടർച്ചയായി മാറ്റത്തിന് വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് നാം മനസ്സിലാ ക്കിയല്ലോ? ഭൂമിയിൽ നടക്കുന്ന വിവിധ ഭൗമ, രാസ, ഭൗതിക, ജൈവിക പ്രക്രിയ

കളെല്ലാം പ്രാപഞ്ചിക നിയമങ്ങൾ കൊണ്ട് വിശദീകരിക്കാവുന്നതാണ്. ഈ മാറ്റങ്ങൾ ശ്രദ്ധേയമോ, ശ്രദ്ധയ്ക്ക് വിധേയമല്ലാത്തതോ ആകാം, വലുതും ചെറുതുമാകാം, തുടർച്ചയായതും, ഇടയ്ക്കിടെയുണ്ടാകുന്നതുമാകാം, ക്രമേണയുണ്ടാകുന്നതും ദുരന്തസ്വഭാവത്തോടെ ആകസ്മികമായുണ്ടാകുന്നതുമെല്ലാമാകാം.

മാറ്റങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുന്നതിനും അവയ്ക്ക് ശാസ്ത്രീയമായ വിശദീകരണം നൽകുന്നതിനും മാറ്റങ്ങൾ ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം നിരീക്ഷണ വിധേയമാക്കേണ്ടതുണ്ട്. മാറ്റങ്ങൾ എല്ലായിടത്തും എല്ലാ തരത്തിലും എല്ലാ തോതിലും നടക്കുന്നുണ്ട്. എല്ലാ മാറ്റങ്ങളും നിരീക്ഷണ വിധേയമാകുന്നില്ല എന്ന് കരുതി അവ സംഭവിക്കുന്നില്ല എന്നർഥമില്ല. ചില മാറ്റങ്ങൾ മനുഷ്യർക്ക് നിരീക്ഷിക്കാനോ വിശദീകരിക്കാനോ സാധിച്ചിട്ടില്ല എന്ന് മാത്രം.

പല മാറ്റങ്ങളും മനുഷ്യർക്ക് ഉപകരണങ്ങളുടെ സഹായമില്ലാതെ തന്റെ ഇന്ദ്രിയങ്ങൾകൊണ്ട് മാത്രം നിരീക്ഷിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നവയല്ല. തന്റെ പഞ്ചേന്ദ്രിയങ്ങൾ കൊണ്ട് തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയാത്ത പലവിധ മാറ്റങ്ങളും പ്രതിഭാസങ്ങളും കണ്ടെത്തുന്നതിന്, മനുഷ്യർ വിവിധങ്ങളായ അത്യന്താധുനിക രീതിയിലുള്ളതും സുസജ്ജവുമായ ഉപകരണങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ട്. തന്റെ ചുറ്റുപാടുകളിൽ നടക്കുന്ന മാറ്റങ്ങളെ പഠിക്കുന്നതിന്, പല തോതിലുമുള്ള കണ്ടെത്തലുകളും അളവുകളും മനുഷ്യൻ നടത്തേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്.

നമുക്ക് ചെയ്തുനോക്കാം.

ഭൂമിയിൽ പ്രാദേശികമായും ആഗോള തലത്തിലും നടക്കുന്നതായി നിങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ മാറ്റങ്ങൾ കുറിച്ചെടുക്കുക. അവയുടെ സവിശേഷതകൾ താഴെ പട്ടികയിൽ എഴുതുക.

മാറ്റത്തിന്റെ സ്വഭാവം	ഉദാഹരണങ്ങൾ	സവിശേഷതകൾ
ചുറ്റുപാടുമുള്ള മാറ്റങ്ങൾ (പ്രാദേശിക പരിണിത സ്വഭാവമുള്ളവ)		
ആഗോള തലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന മാറ്റങ്ങൾ		

ഇന്ന് നടക്കുന്ന ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രക്രിയ നിരീക്ഷണ വിധേയമാക്കി അവയുടെ കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തിയാൽ അതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മറ്റ് സമാന പ്രക്രിയകളുടെ കാരണങ്ങളെയും അനന്തരഫലങ്ങളെയും സംബന്ധിച്ച് നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരാവുന്നതാണ്. ഇന്ന് ഭൂമുഖത്ത് നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന പ്രക്രിയകൾ ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം പഠന വിധേയമാക്കിയശേഷം, ഭൂമിയിൽ അനേകവർഷക്കാലം മുമ്പ് നടന്ന പ്രക്രിയകളെയും അവയുടെ പരിണിതഫലങ്ങളേയും വിശദീകരിക്കാനാകും എന്ന ഈ തത്ത്വമാണ് പ്രക്രിയകളുടെ ഏകതാനതത്ത്വം (Principle of Uniformity of Processes) എന്ന

പേരിലറിയപ്പെടുന്നത്. ഭൗമശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധതരം മേഖലകളിലും പല ജിയോളജിക്കൽ പ്രക്രിയകളെല്ലാം ശാസ്ത്രീയമായി വിശദീകരിക്കുവാൻ ഈ തത്ത്വത്തെയാണ് മുഖ്യമായും ആശ്രയിക്കുന്നത്.

ഓരോ പ്രക്രിയയുടെയും അടിസ്ഥാനമായ കാര്യവും കാരണവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കണ്ടെത്തുന്നതിലൂടെ, ഭൂമിയുടെ നീണ്ട ചരിത്രകാലത്ത് നടന്ന വിവിധ സംഭവവികാസങ്ങളുടെ കാരണങ്ങളെയും അവയുടെ പരിണിതഫലങ്ങളെയും ബന്ധപ്പെടുത്തി നിഗമനങ്ങൾ രൂപീകരിക്കാൻ സാധിക്കുന്നതാണ്. ഇത്തരത്തിലുള്ള നിഗമനരൂപീകരണമാണ് ഏകതാന തത്ത്വത്തിന്റെ പ്രായോഗികമായ ഉപയോഗം.

ഒരു സംഭവവികാസം തന്നെ വിവിധമാറ്റങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചേക്കാം. അഗ്നിപർവ്വത സ്ഫോടനം ഉദാഹരണമായെടുക്കാം. അഗ്നിപർവ്വത ഉൽസർജനം വഴി ഒരു ദ്വീപ് നാശോന്മുഖമാവുകയോ, അല്ലെങ്കിൽ ഒരു ദ്വീപ് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്തേക്കാം. 1883 ൽ ഇന്തോനേഷ്യയിലെ സുമാത്രാ ദ്വീപിലെ ക്രാക്കത്തോവ അഗ്നിപർവ്വതം ഉൽസർജിച്ചപ്പോൾ ആ ദ്വീപ് തന്നെ പൊട്ടിത്തെറിച്ച് മിക്കവാറും അപ്രത്യക്ഷമായി പോയി. എന്നാൽ 1963 ൽ ഐസ്‌ലാന്റ് തീരത്തിനകലെ അഗ്നിപർവ്വതം ഉൽസർജിച്ച് രൂപം കൊണ്ടതാണ് അഗ്നിപർവ്വതജന്യ-ദ്വീപായ സർസെ ദ്വീപ് (Surtsey Island). ഏതെങ്കിലും ഒരു സംഭവവികാസത്തെ മാത്രം അപഗ്രഥിച്ചുകൊണ്ട് പൂർണ്ണമായ വസ്തുതകളുടെ ഒരു ചിത്രം ലഭിക്കുകയില്ല എന്ന് ഇതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കേണ്ടതുണ്ട്.

3.3 സമ്പർക്കമുഖമെന്ന ആശയം (Interface concept)

പ്രകൃതിയിൽ മാറ്റങ്ങൾ നടക്കുന്നത് എവിടെയാണ്?

വ്യത്യസ്ത സവിശേഷതകളുള്ള വസ്തുക്കൾ തമ്മിൽ ചേരുന്ന അവയുടെ സമ്പർക്കമുഖങ്ങളിലാണ് മാറ്റങ്ങൾ നടക്കുന്നതെന്ന് ശ്രദ്ധിച്ച് നിരീക്ഷിച്ചാൽ ബോധ്യപ്പെടുന്നതാണ്. വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവസവിശേഷതകളുള്ള പദാർഥങ്ങൾക്കിടയിലുള്ള സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾ (interfaces) ഒരേ തരത്തിലുള്ളവയാകണമെന്നില്ല.

ഭൂമിയെ സംബന്ധിച്ചുള്ള പഠനത്തിൽ, ഭൂമിയിലെ വിവിധ പദാർഥങ്ങൾ തമ്മിൽ ചേരുന്ന മേഖലകളാണ് അവയുടെ സമ്പർക്കമുഖങ്ങളായി കാണേണ്ടത്. കരയും കടലും തമ്മിലും, കടലും അന്തരീക്ഷവും തമ്മിലും കരയും വായുവും തമ്മിലും മണൽ തരിയും വെള്ളവും തമ്മിലുമെല്ലാം വിവിധയിനം സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾ നിലനിൽക്കുന്നതായി തിരിച്ചറിയാവുന്നതാണ്.

- നിങ്ങൾ ഒരു ഉപ്പ് പരൽ ജലത്തിൽ ലയിപ്പിക്കുമ്പോൾ, എവിടെയാണ് ഉപ്പും വെള്ളവും തമ്മിലുള്ള അതിർത്തി രേഖ അല്ലെങ്കിൽ സമ്പർക്കമുഖം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്?

  ഉത്തരം: ....

- ഉപ്പും വെള്ളവും തമ്മിൽ ചേരുന്ന ഭാഗത്ത് മാറ്റം നടക്കുന്നുവോ?

  ഉത്തരം: അതെ, ഉപ്പ് പരൽ ....

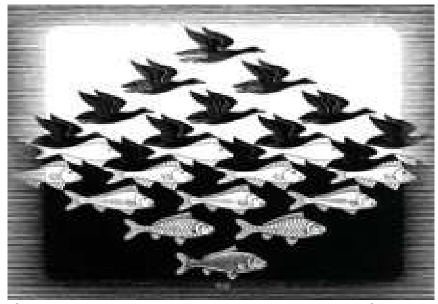
- ഉപ്പ് പരലിന്റെ ഏത് ഭാഗമാണ് ആദ്യം ലയനത്തിന് വിധേയമാകുന്നത്?

  ഉത്തരം: ഉപ്പ് പരലിന്റെ ഏത് ഭാഗമാണോ വെള്ളവുമായി ആദ്യം സമ്പർക്കത്തിൽ വരുന്നത് അവിടെയാണ് ആദ്യം മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നത്.

- ഇളക്കമില്ലാത്ത വെള്ളത്തിൽ ഉപ്പ് പരലിട്ടാൽ ഉപ്പ് പരലും വെള്ളവും തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്ന സമ്പർക്കമുഖത്തിന്റെ സ്വഭാവം ഏത് തരത്തിലായിരിക്കും?

  ഉത്തരം: ക്രമേണ വ്യാപിക്കുന്ന ഒരു സംക്രമണ മേഖലയിലൂടെയായിരിക്കും ലയനം നടക്കുന്നത്.

സമ്പർക്കമുഖങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്ന അതിർത്തികൾ പലതും വ്യക്തതയാർന്നതും വേഗത്തിൽ തിരിച്ചറിയാവുന്നതുമാണെങ്കിലും മറ്റ് പലതും വ്യക്തമായി തിരിച്ചറിയാവുന്ന അതിരുകളോട് കൂടിയവയായിരിക്കുകയില്ല. യഥാർത്ഥത്തിൽ, നിരീക്ഷണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന മാനദണ്ഡമായിരിക്കും ഇത്തരം സമ്പർക്ക മുഖങ്ങളുടെ സ്പഷ്ടത നിർണയിക്കുന്ന ഒരു മുഖ്യഘടകം. എത്ര വ്യക്തമായ സമ്പർക്കമുഖം പോലും ഒരു സൂക്ഷ്മദർശിനിയിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ വ്യക്തമായ ഒരു പ്രതലത്തിനു പകരമായി ഒന്നിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേയ്ക്കു ക്രമേണ വ്യാപിക്കുന്ന രീതിയിൽ കാണപ്പെടും.



ചിത്രം 3.2 മത്സ്യങ്ങളുടെയും പക്ഷികളുടെയും മേഖലകളെ വേർതിരിക്കുന്ന സമ്പർക്ക മുഖം വിശദീകരിക്കുന്ന ചിത്രം.

നല്ല തെളിമയാർന്ന നിറമുള്ള ഒരു ഐസ്കട്ട വെള്ളത്തിലിട്ട് നിരീക്ഷിക്കുക. നിറമുള്ള ഐസ് കട്ടയും വെള്ളവും തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്ന നേർത്ത സമ്പർക്കമുഖം വളരെ കൃത്യമായി നിങ്ങൾക്ക് കാണാൻ സാധിക്കും. എന്നാൽ വെള്ളത്തിലിട്ട ഉപ്പ് പരലിൽ ഈ അതിർത്തിരേഖ അത്ര തന്നെ വ്യക്തമായിരിക്കില്ല. വ്യത്യസ്ത പദാർഥങ്ങൾ തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്ന സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾ എപ്പോഴും വ്യക്തമായ ഒരു പ്രതലമായി ദർശിക്കാൻ കഴിയുന്നില്ലെങ്കിൽ കൂടി അവ നിലകൊള്ളുന്നുവെന്ന യാഥാർഥ്യം ഇതിൽ നിന്നും മനസ്സിലാക്കേണ്ടതാണ്.

ചിത്രം 3.2 ൽ കൃത്യമായ സമ്പർക്കമുഖം തിരിച്ചറിയാനാകുന്നുണ്ടോ? പെട്ടെന്ന് വ്യക്തമാകുന്ന സമ്പർക്കമുഖമാണോ അതോ സംക്രമണപരമായതോ, വ്യാപനപ്രകൃതി പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന തരത്തിലെ സമ്പർക്കമുഖമാണോ അതിൽ ദൃശ്യമാകുന്നത്?

ജീവജാലങ്ങളധികവും സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് ശിലാമണ്ഡലവും ജലമണ്ഡലവും വായുമണ്ഡലവും തമ്മിൽ ചേർന്ന് നിലകൊള്ളുന്ന സമ്പർക്കമുഖത്താണ്. ഭൂതലത്തിൽ ഖരഭൂമിയിൽ നിന്നും ഏതാനും മീറ്ററുകൾ മുകളിലും താഴെയുമായി വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്ന താരതമ്യേന നേർത്ത മേഖലയിലാണ് ജൈവമണ്ഡലത്തിന്റെ സ്ഥാനം. കരയും വെള്ളവും വായുവും കൂടി ചേർന്ന് കാണപ്പെടുന്ന മേഖലയിലാണ് ജൈവമണ്ഡലത്തിലെ ജീവജാലങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗവും അധിവസിക്കുന്നത്. വലിയ സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾക്കുള്ളിൽ തന്നെ ധാരാളം ലഘുരൂപത്തിലുള്ള സമ്പർക്കമുഖങ്ങളും നിലകൊള്ളുന്നുണ്ട് എന്ന് സശ്രദ്ധം നിരീക്ഷിച്ചാൽ മനസ്സിലാക്കാം.

പ്രപഞ്ചമാകെ വിവിധ തരം സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾ നിലകൊള്ളുന്നുണ്ട്. ഗാലക്സികളും ശൂന്യാകാശവും തമ്മിലും നക്ഷത്രങ്ങളും അവയെ ആവരണം ചെയ്യുന്ന

ശൂന്യാകാശവും തമ്മിലും സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾ കാണാവുന്നതാണ്. അതീവസൂക്ഷ്മ തലം മുതൽ അതീവസ്ഥൂലതലംവരെയുള്ള സമ്പർക്കമുഖങ്ങൾ നിലനിൽക്കുന്നതായി കാണാൻ കഴിയും. ഭൗതികതലത്തിൽ, ഒരു പദാർഥത്തെ അല്ലെങ്കിൽ സവിശേഷവസ്തുവിനെ, മറ്റൊന്നിൽ നിന്നും വേർതിരിക്കുന്ന അതിർത്തികളായി സമ്പർക്കമുഖങ്ങളെ പരിഗണിക്കാം. സമ്പർക്കമുഖങ്ങളിലൂടെയുള്ള ഊർജത്തിന്റെ വിതരണവും പ്രവാഹവുമാണ് പ്രാപഞ്ചികവും സാർവ്വത്രികവുമായി നടക്കുന്ന എല്ലാ മാറ്റങ്ങളുടെയും നിദാനം.

സമ്പർക്കമുഖങ്ങളിലൂടെ ഒന്നിൽ നിന്നും മറ്റൊന്നിലേക്കുള്ള ഊർജത്തിന്റെ പ്രയാണമാണ് ഏതൊരു വ്യവസ്ഥത്തിലും മാറ്റത്തിന് നിദാനമായി വർത്തിക്കുന്നതെന്നത് പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന വസ്തുതയാണ്. വ്യവസ്ഥത്തിലേക്ക് ഊർജം എത്തുന്നതും അതിൽ നിന്നും ഊർജം പുറത്തേക്ക് വ്യാപിക്കുന്നതുമെല്ലാം വൈവിധ്യമായ മാറ്റങ്ങൾക്ക് കാരണമായി ഭവിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഒരു ലാവാപ്രവാഹം തണുത്ത് ശിലയായി മാറുന്നത് അതിൽ നിന്നും താപോർജം വായുവിലേക്കും പ്രാന്തപ്രദേശങ്ങളിലെ ശിലകളിലേക്കും വ്യാപിക്കുന്നതിനാലാണ്. എന്നാൽ മറ്റൊരു കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നും കൂടുതൽ താപോർജം ലഭിച്ചാൽ മാത്രമേ വീണ്ടും അതിന് ചൂടേറ്റ് ഉരുകാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ. ഊർജം പുറത്തേക്ക് പ്രസരിപ്പിക്കാനാണ് വ്യൂഹം എപ്പോഴും വെമ്പൽ കൊണ്ടിരിക്കുന്നത്. അതേസമയം മറ്റ് മേഖലകളിൽ നിന്ന് കൂടുതൽ ഊർജം എത്തിയാൽ അത് സ്വീകരിക്കാനും വ്യൂഹം സന്നദ്ധമായിരിക്കും.

മാറ്റങ്ങളെല്ലാം തന്നെ പ്രവചിക്കാനാവുന്നതല്ല. ദൈനംദിന രാപകൽ വ്യത്യാസങ്ങൾ, താപനില, കാറ്റിന്റെ സഞ്ചാരഗതി തുടങ്ങിയവയൊക്കെ പ്രവചിക്കാവുന്നതാണ്. ഇവിടെ മാറ്റങ്ങളും അതിന്റെ കാരണങ്ങളും വ്യക്തമായി മനസ്സിലാക്കാനാവുന്നതിനാലാണ് പ്രവചനം സാധ്യമാകുന്നത്. എന്നാൽ നിരന്തരവ്യതിയാനസ്വഭാവമുള്ള പല ഘടകങ്ങളുമുൾക്കൊള്ളുന്ന സങ്കീർണ്ണങ്ങളായ ഭൗമപ്രതിഭാസങ്ങൾ പലതും പ്രവചനാതീതമാണ്. സമയം, സ്ഥലം തുടങ്ങിയ നിരവധി വ്യതിയാനവിധേയമായ ഘടകങ്ങൾ പല മാറ്റങ്ങളുടേയും തോതിന്റെയും സാധ്യതയുടെയും പ്രവചനപരിധിക്ക് പുറത്താണ്.

ഭൂമിയിൽ സംഭവിക്കുന്ന പലതരം അവസ്ഥാഭേദങ്ങളും നിരീക്ഷണ വിധേയമാകാൻ അവയ്ക്കു വേണ്ടതായ സമയദൈർഘ്യവും സാവകാശവും തടസമായി നിലകൊള്ളുന്നുവെങ്കിലും നിരന്തര പരിവർത്തനങ്ങൾ ഇപ്പോഴും നടക്കുന്നുണ്ട്, മുമ്പും നടന്നിരുന്നു, തുടർന്നും നടക്കുകയും ചെയ്യും.

3.4 ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ വർഗീകരണം (Classification of Earth Processes)

ഭൗമപ്രക്രിയകളെ പ്രധാനമായും രണ്ടായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1. ബാഹ്യഭൗമ പ്രക്രിയകൾ
2. ആന്തരഭൗമ പ്രക്രിയകൾ

ഭൂമിയുടെ ഇന്നത്തെ ആകൃതിക്ക് കാരണമായ പ്രകൃതി ബലങ്ങളോടും ബാഹ്യവും ആന്തരികവുമായ വിവിധ പ്രവർത്തനങ്ങളോടും ഭൗമോപരിതലം നിരന്തരമായി സമ്പർക്കത്തിലേർപ്പെടുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഇന്നത്തെ രൂപത്തിന് കാരണമായ ബാഹ്യവും

ആന്തരികവുമായ പ്രക്രിയകളോട് ഭൗമോപരിതലം നിരന്തരമായി പ്രതികരിക്കുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലോ പുറംഭാഗങ്ങളിലോ മാത്രം നടന്നുവരുന്ന പ്രവർത്തന ങ്ങളാണ് ബാഹ്യപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ വിഭാഗത്തിൽ ഉൾപ്പെടുത്തി പഠനവിഷയമാക്കു ന്നത്. എന്നാൽ നമ്മുടെ നിരീക്ഷണമേഖലയ്ക്കതീതമായി ഭൗമാന്തർഭാഗങ്ങളിൽ നടക്കുന്ന പലതരം പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് ആന്തരിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്ന വിഭാഗ ത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്. ഈ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഇംഗ്ലീഷിൽ യഥാക്രമം എക്സോ ജീനസ് (exogenous) പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നും എൻഡോജീനസ് (endogenous) പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു.

ജലമണ്ഡലം, വായുമണ്ഡലം, ശിലാമണ്ഡലം തുടങ്ങിയവയുടെ പരസ്പരസമ്പർക്ക ഫലമായാണ് ഭൗമോപരിതലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന വിവിധഭൂരൂപങ്ങൾ രൂപം കൊണ്ടി ട്ടുള്ളത്. ഭൂരൂപങ്ങളുടെ പ്രകൃതം, അവയുടെ ഉൽഭവം എന്നിവയെക്കുറിച്ചു പഠിക്കുന്ന ഭൂവൈജ്ഞാനികത്തിന്റെ ശാഖ 'ഭൂരൂപശാസ്ത്രം' അഥവാ 'ജിയോമോർഫോളജി' എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഭൂരൂപങ്ങളുടെ പ്രകൃതവും അവയുടെ രൂപീകരണത്തിന് കാരണ മായ ബാഹ്യവും ആന്തരികവുമായ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചുമാണ് ഈ ശാഖ മുഖ്യമായും വിശകലനം ചെയ്യുന്നത്.

A. ബാഹ്യ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങൾ (External Earth Processes)

I. നിമ്നീകരണം (Degradation or Denudation)

വിവിധ പ്രകൃതിപ്രക്രിയകൾ മുഖേന ഭൗമോപരിതലത്തിലെ ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളുടെ ഉയരം കുറയ്ക്കുന്നതും നിരപ്പാക്കികൊണ്ടുവരുന്നതുമായ പ്രക്രിയയാണ് നിമ്നീകര ണം. പ്രധാനപ്പെട്ട നിമ്നീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ താഴെ പറയുന്നവയാണ്.

a) അപക്ഷയം (Weathering)

b) അപരദനം (Erosion)

a. അപക്ഷയം (Weathering)

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ശിലകളുടെ വിഘടനത്തിന് കാരണമാകുന്ന തരത്തിൽ ഉപരിതലത്തിലോ ഉപരിതലത്തിനടുത്തായോ നടക്കുന്ന ഭൗതികവും രാസീ കവുമായ എല്ലാ പ്രവർത്തനങ്ങളും 'അപക്ഷയം' എന്ന വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. അപ ക്ഷയം ഒരു സ്ഥായിയായ പ്രവർത്തനമാണ്. അപക്ഷയം സംഭവിക്കുമ്പോൾ വിഘടി ക്കപ്പെട്ടതോ രൂപമാറ്റം സംഭവിച്ചതോ ആയ ശിലാഭാഗങ്ങൾ തൊട്ടടുത്ത സ്ഥലങ്ങളി ലേക്ക് നേരിയ അളവിൽ സ്ഥാനമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, അപക്ഷയം സംഭവിക്കുമ്പോൾ ശിലാഭാഗങ്ങൾക്ക് കാര്യമായ സ്ഥാനചലനം സംഭവി ക്കുന്നില്ല.

ഏതൊരു പ്രദേശത്തെയും കനം കുറഞ്ഞ ഇളകിയ മൺതരികൾക്കടിയിലായി കാണ പ്പെടുന്ന ഉറച്ച, ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള ശിലാഭാഗത്തെ മാതൃശില (Bedrock) എന്നു പറ യുന്നു. അപക്ഷയഫലമായി ബെഡ്റോക്കിന് വിഘടനം സംഭവിച്ച് ആദ്യം റിഗോ ലിത്തും (regolith) തുടർന്ന് മണ്ണും രൂപം കൊള്ളുന്നു.

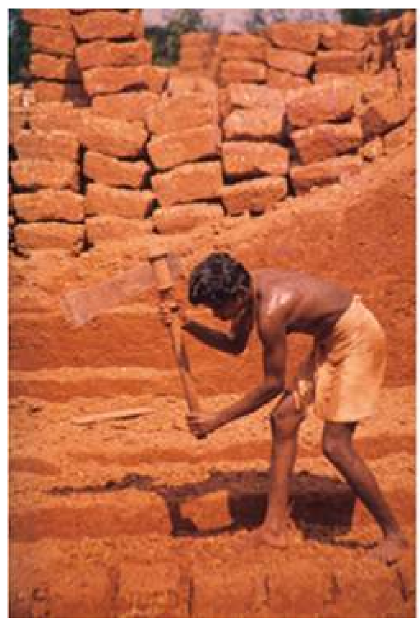
ബെഡ്റോക്കിനു മുകളിലായി കാണപ്പെടുന്ന വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവത്തിലുള്ള പദാർഥ ങ്ങളെകൊണ്ട് നിർമിക്കപ്പെട്ട ഉറപ്പുകുറഞ്ഞ പാളിയാണ് ചുരുക്കത്തിൽ റിഗോലിത്ത്

എന്നതുകൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത്. റീഗോസ് എന്ന ഗ്രീക്ക് പദത്തിനർഥം പുതപ്പ് എന്നും ലിത്തോസ് എന്ന ഗ്രീക്ക് പദത്തിനർഥം കല്ല് എന്നുമാണ്.

എല്ലാ തരത്തിലുമുള്ള ശിലാശകലങ്ങളും അഗ്നിപർവ്വത സ്ഫോടന ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചാരം, അലൂവിയം, സസ്യാവശിഷ്ടങ്ങൾ, മണ്ണ് മുതലായവയും റിഗോലിത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ലാറ്ററൈറ്റ് (വെട്ടുകല്ല്) അപക്ഷയഫലമായി രൂപം കൊള്ളുന്ന ഒരു ശിലാപദാർഥമാണ്. ഇത് കേരളത്തിൽ വളരെ വ്യാപകമായി കാണപ്പെടുന്നു. (ചിത്രം 3.3) ചുരുക്കത്തിൽ അപരദനത്തിന്റെ മുന്നൊരുക്കമെന്ന നിലയിൽ ശിലാപദാർഥങ്ങൾക്ക് സംഭവിക്കുന്ന വിഘടനവും രൂപാന്തരീകരണവും അപക്ഷയം എന്നപേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു. അപക്ഷയവുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ അപരദനം കൂടുതൽ ചലനാത്മകമായ ഒരു പ്രവർത്തനം ആണ്.

b. അപരദനം (Erosion)

ഭൗമവസ്തുക്കൾ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ നിന്നും അടർത്തി മാറ്റപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയയാണ് അപരദനം. ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും വേർപെട്ടുകഴിഞ്ഞാൽ ജലം, കാറ്റ് മുതലായ പ്രകൃതിമാധ്യമങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ ഇവ മറ്റു പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് സ്ഥാനമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അപരദന പ്രവർത്തനം ഫലവത്തായി നടത്തുന്നതിൽ ജലം പ്രധാനപങ്കുവഹിക്കുന്നു. വളരെ ചലനാത്മകമായ പ്രവർത്തനമാകയാൽ അപരദന ഫലമായി ഭൗമവസ്തുക്കൾ ഉൽഭവസ്ഥാനത്തുനിന്നും അകലങ്ങളിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുന്നു.

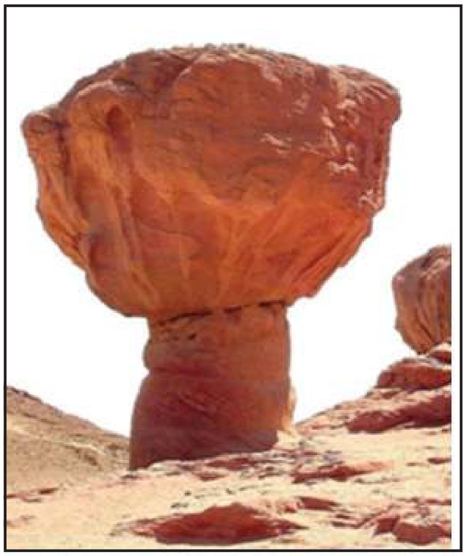


ചിത്രം 3.3: ലാറ്ററൈറ്റ്–അപക്ഷയത്തിന്റെ ഒരു ഉൽപന്നം.

ഒഴുകുന്ന ജലം, മഴത്തുള്ളികൾ, തിരമാലകൾ, ഭൂഗർഭജലം, ഹിമാനികൾ, കാറ്റ് മുതലായവ സ്വാഭാവികമായ രീതിയിൽ അപരദനത്തെ സഹായിക്കുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട കാരകങ്ങളാണ് (agents). ഭൗമവസ്തുക്കളെ അവ വേർപെട്ട മേഖലകളിൽ നിന്നും താഴ്ന്ന പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് വലിച്ചുമാറ്റുന്നതിലൂടെ ഭൂഗുരുത്വം (gravity) അപരദന പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നു. തുടർന്ന് ഇവ ഒഴുകുന്ന ജലത്തിന്റെയും കാറ്റ്, ഹിമാനികൾ മുതലായവയുടെയും പ്രവർത്തനഫലമായി അന്തിമമായി സമുദ്രങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. അപരദനത്തിന് സഹായിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളെ പ്രധാനമായും രണ്ടായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1. നിഷ്ക്രിയ അപരദന കാരകങ്ങൾ (Passive agents of erosion)
2. സക്രിയ അപരദന കാരകങ്ങൾ (Active agents of erosion)

നിഷ്ക്രിയ കാരകങ്ങൾ	ഭൂഗുരുത്വം (gravity)
സക്രിയ കാരകങ്ങൾ	ഒഴുകുന്ന ജലം, തിരമാലകൾ, മഴത്തുള്ളികൾ, ഹിമാനികൾ കാറ്റ് മുതലായവ.



ചിത്രം 3.4 (a)കൂൺശില – കാറ്റിന്റെ അപരദന പ്രവർത്തനം വഴി

ചിത്രം 3.4 (b)നദീതാഴ്വരകൾ – ഒഴുകുന്ന ജലത്തിന്റെ അപരദന പ്രവർത്തനം വഴി

(ചിത്രം 3.4) മരുഭൂമികളിൽ കാണപ്പെടുന്ന കൂൺശിലകൾ കാറ്റിന്റെ അപരദന ഫലമായും നദീ താഴ്വരകൾ ഒഴുകുന്ന ജലത്തിന്റെ അപരദന ഫലമായും രൂപംകൊള്ളുന്ന ഭൂരൂപങ്ങളാണ്.

ഭൗമവസ്തുക്കളുടെ ഭൗമോപരിതലത്തിലൂടെ സംഭവിക്കുന്ന ചലനം ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ മനുഷ്യ നയനങ്ങൾക്ക് അഗോചരമായ തരത്തിൽ വളരെ സാവധാനത്തിലും മറ്റ് ചിലപ്പോൾ അവ നീങ്ങുന്ന പഥത്തെ ആകെ നശിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് വളരെ വേഗതയിലും നടക്കാറുണ്ട് (ഉദാ. ഉരുൾപൊട്ടൽ, പ്രളയം).

വിവിധ ഭൂരൂപങ്ങളുടെയും ഭൂപ്രകൃതികളുടെയും ഉയരം കുറച്ചുകൊണ്ടുവരാൻ സഹായിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ള എല്ലാ ദീർഘകാല പ്രക്രിയകളെയും ഒന്നായിച്ചേർത്ത് ഡെനുഡേഷൻ (denudation) എന്നു പറയാം. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ 'ഡെനുഡേഷൻ' എന്ന പദം 'ഡിഗ്രഡേഷന്' പര്യായമായി ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു. 'ആവരണത്തെ ഇല്ലാതാക്കുക' എന്നർഥം വരുന്ന ഈ പദം ഭൂവിജ്ഞാനീയത്തിൽ ഭൗമോപരിതല ശിലാശകലങ്ങളെ നീക്കം ചെയ്യുന്ന പ്രവർത്തനത്തെ സൂചിപ്പിക്കാൻ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

II ഉന്നതീകരണം (Aggradation or Deposition)

ഒരു പ്രദേശത്ത് അപരദനം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി രൂപം കൊള്ളുന്ന അവസാദങ്ങൾ കാറ്റ്, ജലം, ഹിമാനികൾ മുതലായവയുടെ പ്രവർത്തനം വഴി സംവഹനം ചെയ്യപ്പെട്ട് മറ്റൊരു പ്രദേശത്ത് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയ നിക്ഷേപണം (deposition) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. കാറ്റ്, ജലം, തിരമാലകൾ, ഹിമാനികൾ, ഭൂഗുരുത്വം എന്നിവ വഴി ഒരു സ്ഥലത്തു നിന്നും മറ്റൊരു സ്ഥലത്തേക്ക് സംവഹനം ചെയ്യപ്പെടുന്ന പദാർഥങ്ങളെ പൊതുവായി അവസാദം (sediment) എന്ന പദമുപയോഗിച്ച് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

കാലക്രമേണ, അനുകൂലസാഹചര്യങ്ങളിൽ, ഇത്തരം അവസാദങ്ങൾ കൂടിച്ചേർന്ന് ഉറപ്പുള്ള അവസാദശിലകൾ (sedimentary rocks) രൂപം കൊള്ളുന്നു.

ശിലകളിൽ നിന്നും രൂപം കൊള്ളുന്ന പെബിൾസ് (pebbles), സാന്റ് (sand), സിൽറ്റ് (silt), ക്ലേ (clay) മുതലായവ ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ അപരദനത്തിന് സഹായിക്കുന്ന ജലം, കാറ്റ്, മുതലായവയിലൂടെ യാന്ത്രികമായി സംവഹനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. മറ്റു ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ച് ശിലാദ്രവ്യങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം സംലയനം (solution) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഒഴുകുന്ന ജലം, കാറ്റ്, ഹിമാനികൾ, തിരമാലകൾ മുതലായവയ്ക്ക് ശിലാശകലങ്ങളെ വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുവാനുള്ള ഊർജം നഷ്ടപ്പെടുമ്പോഴാണ് യാന്ത്രികമായി നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഈ പദാർഥങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നത്.

ഇപ്രകാരം അവസാദങ്ങൾ ഒന്നിനുമുകളിൽ ഒന്നായി അടുക്കുകളായി നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുമ്പോൾ ഭൂപ്രതലം കുറേശ്ശെയായി ഉയർന്നുവരുന്നു. അവസാദങ്ങൾ പാളികളായി നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നതിലൂടെ ഭൗമോപരിതലം ഉയർന്നുയർന്ന് വരുന്ന പ്രക്രിയയെ ഭൂവൈജ്ഞാനികത്തിൽ ഉന്നതീകരണം എന്ന് പറയുന്നു.

അപക്ഷയത്തിന്റെയും അപരദനത്തിന്റെയും കൂട്ടായ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം നിരപ്പാക്കപ്പെടുന്ന പ്രവർത്തനം നിമ്നീകരണം (degradation) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. അവസാദങ്ങൾ പാളികളായി നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം ഉയർന്നുവരുന്ന പ്രക്രിയ ഉന്നതീകരണം (aggradaion) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ രണ്ടു പ്രവർത്തനങ്ങളെയും ഒരുമിച്ച് സമീകരണം (gradation) എന്ന് പറയുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, നിമ്നീകരണം, ഉന്നതീകരണം എന്നിവയുടെ സംയുക്ത പ്രവർത്തനഫലമായി ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം ഉയർച്ച താഴ്ചയില്ലാതെ സമമായി മാറ്റപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയയാണ് സമീകരണം (gradation).

B. ആന്തരികഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങൾ (Internal Earth Processes)

ആന്തരികഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളെ പ്രധാനമായും മൂന്നായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

I വിരൂപണ പ്രക്രിയ (Diastrophism / Earth movements)

ഭൗമാന്തരഭാഗത്തുനിന്നുള്ള ബലങ്ങൾക്കു വിധേയമായി ഭൂവൽക്കത്തിനു സംഭവിക്കുന്ന എല്ലാവിധത്തിലുള്ള ചലനങ്ങളും വിരൂപണ പ്രക്രിയ എന്ന വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. സമുദ്രതടങ്ങളുടെ രൂപീകരണം, വൻകരകൾ, പീഠഭൂമികൾ, പർവ്വതനിരകൾ മുതലായവയുടെ രൂപീകരണത്തിനു കാരണമായ ഭൗമചലനങ്ങൾ എന്നിവ ഈ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. പർവ്വത രൂപീകരണ പ്രവർത്തനങ്ങളും കരഭാഗങ്ങളുടേയോ സമുദ്രതടങ്ങളുടേയോ ഉയർച്ച - താഴ്ചകളും വിരൂപണ പ്രക്രിയയുടെ ഭാഗമാണ്.

ഭൂവൽക്കഭാഗത്തിന്റെ മാറ്റങ്ങൾക്കു കാരണമാകുന്ന ആന്തരിക ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളാണ് വിരൂപണപ്രക്രിയ എന്ന് പൊതുവിൽ അറിയപ്പെടുന്നത്. ഇവിടെ ഭൂവൽക്കഭാഗം ചലനവിധേയമാകുകയോ, ഉയർത്തപ്പെടുകയോ പുതുതായി നിർമിക്കപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു. ടെക്ടോണിസം (tectonism) എന്ന പദവും വ്യാപകമായി വിരൂപണം എന്ന പദത്തിന് പകരമായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ ശ്രദ്ധയോടെ നിരീക്ഷിക്കുക (ചിത്രം 3.5). ശിലാപാളികളിലെ വിവിധ ആകൃതികളെക്കുറിച്ചും അവ അത്തരത്തിൽ ദൃശ്യമാകാൻ കാരണമായ സാഹചര്യത്തെക്കുറിച്ചും നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായം പറയുക.

ചിത്രം 3.5: എ, ബി, സി, ഡി – വിരൂപണ പ്രക്രിയ വഴി രൂപപ്പെടുന്ന മടക്ക് ശിലാപാളികൾ

വിരൂപണ പ്രവർത്തനങ്ങളെ രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു

എ) ഓറോജനി (Orogeny or orogenic processes):- ഭൂവൽക്കത്തിലെ ശിലാപാളികൾക്ക് രൂപമാറ്റം സംഭവിച്ച് ഉന്നത പർവ്വതങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഓറോജനി അഥവാ പർവ്വതരൂപീകരണ പ്രക്രിയ എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ബി) എപ്പിറോജനി (Epeirogeny or epeirogenic processes):- ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ താരതമ്യേന വലിയ ഒരു മേഖല, പ്രത്യേകിച്ചും വൻകരകളുടെ സ്ഥിരതയുള്ള ആന്തരികഭാഗങ്ങൾ (craton) ഒരുമിച്ച് മുകളിലേക്ക് ഉയർത്തപ്പെടുന്ന പ്രക്രിയ എപ്പിറോജനി എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഭൂവൽക്കത്തിന്റെ വലിയ ഒരു മേഖല വളരെ സാവകാശത്തിൽ ഉത്ഥാപനത്തിന് വിധേയമാകുന്ന പ്രവർത്തനമാണിത്.

II മാഗ്മാറ്റിസം (Magmatism) - ദ്രവശിലാ പ്രക്രിയ

മാഗ്മയുടെ രൂപീകരണം, അതിന്റെ മുകളിലേക്കുള്ള പ്രയാണം, ഭൗമോപരിതലത്തിലെത്തി ഖരാവസ്ഥ പ്രാപിക്കൽ മുതലായ പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ആഗ്നേയ ശിലകൾ രൂപം കൊള്ളുന്ന പ്രവർത്തനം മാഗ്മാറ്റിസം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. മുമ്പുണ്ടായിരുന്ന ശിലകളിലേക്കുള്ള മാഗ്മയുടെ നുഴഞ്ഞുകയറ്റവും ഖരീഭവനവും തുടർന്ന് ഭൗമോപരിതലത്തിലേക്കുള്ള ലാവയുടെ പ്രവാഹവും ഇതിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു.

III കായാന്തരീകരണം (Metamorphism)

ഉയർന്ന താപം, മർദ്ദം രാസശക്തിയുള്ള ദ്രാവകങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ഒരുമിച്ചുള്ള പ്രവർത്തനഫലമായി നിലവിലുണ്ടായിരുന്ന ശിലകൾക്ക് ഖരാവസ്ഥയിൽത്തന്നെ ആന്തരികമായി മാറ്റം സംഭവിക്കുകയും തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ പുതിയ ശിലകൾ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയ കായാന്തരീകരണം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ ധാതുക്കളുടെ ക്രമീകരണത്തിലും ഘടനയിലും പ്രകടമായ മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. എന്തുകൊണ്ടാണ് മാഗ്മാറ്റിസം ഒരു ആന്തരിക പ്രവർത്തനമാണെന്ന് പറയുന്നത്?
2. ഭൗമ പ്രവർത്തനങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് വ്യൂഹം സങ്കൽപത്തിന്റെ പ്രാധാന്യമെന്താണ്?
3. ബാഹ്യജാത ഭൗമ പ്രക്രിയകൾ /പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നാൽ എന്ത്?

3.5. അപക്ഷയം (Weathering)

ഭൗമോപരിതലത്തിലോ ഉപരിതലത്തിനടുത്ത മേഖലകളിൽവച്ചോ ധാതുക്കളും ശിലകളും വിഘടനത്തിനും രാസപരിവർത്തനങ്ങൾക്കും വിധേയമാവുകയും ഭൗമോപരിതലത്തിലെ സാഹചര്യങ്ങളിൽ താരതമ്യേന കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ള വസ്തുക്കളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രവർത്തനം അപക്ഷയം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. വായു മണ്ഡലം, ജലമണ്ഡലം, ശിലാമണ്ഡലം മുതലായവയുടെ സമ്പർക്കമുഖങ്ങളിൽ വച്ച് സംഭവിക്കുന്ന ഈ മാറ്റങ്ങൾ സമ്പർക്കമുഖ പ്രക്രിയ (Interface phenomenon) യായി പരിഗണിക്കാവുന്നതാണ്.

അപക്ഷയം എന്ന പദം നിങ്ങൾക്ക് ഇതിനോടകം പരിചിതമാണെങ്കിലും ഈ പ്രക്രിയയുടെ അനന്തരഫലങ്ങളെക്കുറിച്ച് തീർത്തും ബോധവാന്മാരാകണമെന്നില്ല. ഭൗമോപരിതലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന ശിലകൾ മിക്കവയും രൂപംകൊണ്ടത് ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്ത ആഴങ്ങളിലായിട്ടാണ്. മാത്രവുമല്ല, ശിലകൾ രൂപം കൊണ്ട ആഴമേറിയ മേഖലകളിലെ താപനില, മർദ്ദം, രാസപരമായ സാഹചര്യങ്ങൾ മുതലായവ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ നിന്നും തികച്ചും വ്യത്യസ്തവുമാണ്. വിവിധ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ഈ ശിലകൾ ഉപരിതലത്തിലേക്ക് എത്തപ്പെടുമ്പോൾ മാറിയ സാഹചര്യങ്ങളുമായി പൊരുത്തപ്പെടാനാവാതെ അത്തരം ശിലകളിലെ പദാർത്ഥങ്ങൾ

അസ്ഥിരമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിലനിൽക്കുന്ന പുതിയ സാഹചര്യങ്ങളോടുള്ള ശിലകളുടെ പ്രതിപ്രവർത്തനമാണ് ചുരുക്കത്തിൽ അപക്ഷയം എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. അപക്ഷയത്തിന്റെ തോത് അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്ന ഭൗമവസ്തുക്കളുടെ രാസഘടനയേയും അവയ്ക്ക് മാറുന്ന പരിതസ്ഥിതിയുമായി പൊരുത്തപ്പെടാനുള്ള കഴിവിനേയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു.

അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ശിലകൾക്ക് ഭൗതികവും രാസപരവുമായ വിഘടനം സംഭവിക്കുകയും പരിണിത ഉൽപന്നങ്ങൾ അവിടെത്തന്നെ അടിഞ്ഞുകൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. അപക്ഷയം സംഭവിക്കുമ്പോൾ ദൃഢതകൂടിയ ശിലകൾ താരതമ്യേന ചെറുതും മൃദുത്വമുള്ളതുമായി മാറുകയും ഈ മാറ്റം അപരദനത്തിന് കൂടുതൽ സഹായകമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. അപരദനത്തിന്റെ അടുത്ത ഘട്ടത്തിനും സംവഹനത്തിനും ഉള്ള മുന്നൊരുക്കമെന്ന നിലയിലാണ് അപക്ഷയം എന്ന അവസ്ഥയെ കണക്കാക്കേണ്ടത്. ശിലകൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ധാതുക്കൾക്ക് അപക്ഷയം സംഭവിക്കുന്നതിലൂടെ പുതിയ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നു. മണ്ണിന്റെ ഉൽഭവത്തിന് അപക്ഷയം അവശ്യം നടക്കേണ്ട ഒരു പ്രക്രിയയാണ്. അനുകൂലസാഹചര്യങ്ങളിൽ അപക്ഷയം മൂലമുണ്ടാകുന്ന ഉൽപന്നങ്ങളിൽ നിന്നും ഫലഭൂയിഷ്ഠമായ മണ്ണ് രൂപം കൊള്ളാറുണ്ട്. ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ അപക്ഷയത്തിന്റെ ഫലമായി വാണിജ്യ പ്രാധാന്യമുള്ള നിക്ഷേപങ്ങളും രൂപം കൊള്ളാറുണ്ട് (ഉദാ:- ബോക്സൈറ്റ് - അലൂമിനിയത്തിന്റെ അയിര്)

പ്രകൃതിദത്തമായ വസ്തുക്കൾ മാത്രമല്ല അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്നത്, ഭൗമോപരിതലത്തിലെ ഏത് വസ്തുവും പരിസ്ഥിതിയോടു കാണിക്കുന്ന പ്രതിപ്രവർത്തനത്തെ അപക്ഷയത്തിന്റെ പരിധിയിൽ ഉൾപ്പെടുത്താവുന്നതാണ്. ഭൗമോപരിതലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന മനുഷ്യനിർമിതമായ എല്ലാ വസ്തുക്കളും അപക്ഷയത്തിന്റെ അടയാളങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. കെട്ടിടങ്ങളുടെ നിർമ്മാണത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന കല്ലുകൾ, മതിലുകൾക്ക് ഉറപ്പു നൽകുന്നതിനുപയോഗിക്കുന്ന സിമന്റ് പോലുള്ള വസ്തുക്കൾ, കെട്ടിടങ്ങളുടെ പെയിന്റുകൾ എന്നിവ ദ്രവിക്കുന്നത്, ഇരുമ്പ്, സ്റ്റീൽ മുതലായവ തുരുമ്പുപിടിക്കുന്നത്, ലോഹവസ്തുക്കളുടെ തിളക്കം നഷ്ടപ്പെടുന്നത് മുതലായവ അപക്ഷയത്തിന് ചില ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. അപക്ഷയം വഴി സംഭവിക്കുന്ന ഇത്തരം വിപരീതമാറ്റങ്ങളെ ചെറുക്കുന്നതിനുവേണ്ടിയുള്ള ശാസ്ത്രീയ മാർഗങ്ങൾ ഇന്ന് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. ഉദാഹരണത്തിന് ഇരുമ്പുവസ്തുക്കൾ ആദ്യം തന്നെ അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാക്കി അവയ്ക്കുമേൽ അയേൺ ഓക്സൈഡിന്റെ ഒരു കവചം തീർക്കുന്നു. ആയതിനാൽ അവ പിന്നീട് ഓക്സിഡേഷന് വിധേയമാകുന്നില്ല. അലുമിനിയം, ക്രോമിയം മുതലായവ ഇത്തരത്തിൽ സ്വാഭാവികമായിത്തന്നെ സംരക്ഷണപടലം രൂപം കൊള്ളുന്ന ലോഹങ്ങളാണ്.

അപക്ഷയത്തെ പ്രധാനമായും രണ്ടായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1. **ഭൗതികാപക്ഷയം (**Physical Weathering)

വലിയ ശിലാഭാഗങ്ങൾ തകർന്നു ചെറിയ കഷണങ്ങളാകുന്ന പ്രക്രിയയാണിത്. ഇവിടെ അപക്ഷയവിധേയമാകുന്ന വസ്തുവിന് ഒരു തരത്തിലുള്ള രാസമാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. ഭൗതിക അപക്ഷയം ബലകൃത അപക്ഷയമെന്നും (mechanical weathering), വിഘടനമെന്നും (disintegration) അറിയപ്പെടുന്നുണ്ട്.

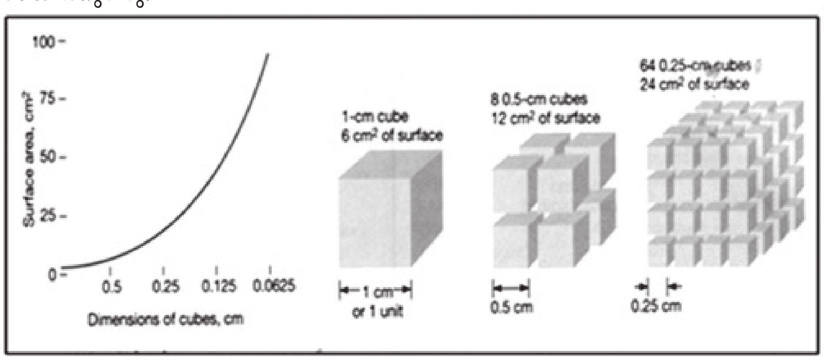
2. **രാസികാപക്ഷയം (**Chemical weathering)

രാസപ്രവർത്തനഫലമായി ഭൗമവസ്തുക്കൾക്ക് സംഭവിക്കുന്ന രാസികശോഷണം (ജീർണ്ണനം, അലിഞ്ഞുചേരൽ മുതലായവ) രാസിക അപക്ഷയം എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഇതിൽ രാസമാറ്റം സംഭവിക്കുകയും അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുകയും ചെയ്യുന്ന വസ്തുവിൽ നിന്ന് പുതിയ ഉൽപന്നങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നു.

3.5.1 ഭൗതികാപക്ഷയം (Physical weathering)

ബാഹ്യ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെ ശിലകൾ പൊട്ടുന്നതാണ് ഭൗതികാപക്ഷയം എന്നത് ഇതിനോടകം നമ്മൾ ചർച്ച ചെയ്തുകഴിഞ്ഞു. ഇവിടെ ശിലകളുടെ രാസഘടനയ്ക്ക് ഒരു മാറ്റവും സംഭവിക്കുന്നില്ല. വലിപ്പമേറിയ ശിലകളിൽ നിന്ന് ചെറിയ ശിലാശകലങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുക മാത്രമാണ് ഭൗതികാപക്ഷയത്തിൽ സംഭവിക്കുന്നത്. ഭൗതികാപക്ഷയം സംഭവിക്കുമ്പോൾ ശിലകൾ കൂടുതൽ ചെറുതാവുകയും അതുവഴി അപരദനത്തിനും രാസികാപക്ഷയത്തിനും കൂടുതൽ സഹായകരമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൗതികാപക്ഷയത്തിന് കാരണമാകുന്ന ചില ബലങ്ങൾ ആ ശിലയ്ക്കുള്ളിൽ നിന്നും രൂപപ്പെടുമ്പോൾ മറ്റ് ചിലത് ആ ശിലയ്ക്കുമേൽ ബാഹ്യമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു.

ഒരു വസ്തു കൂടുതൽ ചെറുതാകുന്തോറും അതിന്റെ ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണം കൂടുകയും (തത്ഫലമായി ഉപരിതലം കൂടുതലായി അന്തരീക്ഷവുമായി സമ്പർക്കത്തിലേർപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു) അതുവഴി താപോർജ കൈമാറ്റം വർദ്ധിക്കുകയും രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വലിയ തോതിൽ നടക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ഗ്രാഫിൽ 1 സെ.മീ. വശങ്ങളോട് കൂടിയ ഒരു ക്യൂബ് 4, 8, 64 എന്നിങ്ങനെ ഒരുപോലെയുള്ള കഷണങ്ങളാക്കുമ്പോൾ ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണം കൂടുന്നത് മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.6 : വിഘടനം ഉപരിതല വിസ്തീർണ്ണത്തിൽ വരുത്തുന്ന മാറ്റം വിശദീകരിക്കുന്ന ഗ്രാഫ്

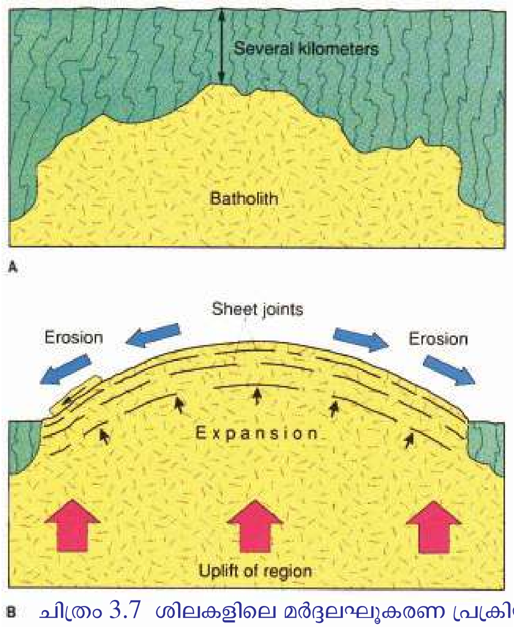
വിവിധതരം ഭൗതികാപക്ഷയങ്ങൾ (Types of Physical Weathering)

(എ) മർദ്ദ ലഘൂകരണത്തിലൂടെയുള്ള അപക്ഷയം (Weathering due to pressure release)

ഭൂമിയുടെ ആഴമേറിയ മേഖലകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ശിലാഭാഗങ്ങൾക്ക് മുകളിലുള്ള പദാർഥങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നതിന്റെ ഫലമായി അവിടെ മർദ്ദം കുറയുകയും

ആ ശില വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (ചിത്രം 3.7 A&B നിരീക്ഷിച്ച് ഏത് തരം മാറ്റങ്ങളാണ് നടക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടുപിടിക്കുക)

ഇപ്രകാരം ആഴങ്ങളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഒരു ശില സാവകാശം അപരദനത്തിന് വിധേയമാകുമ്പോൾ ഭാരലഘൂകരണം (unloading) സംഭവിക്കുകയും (മുകൾ ഭാഗം നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുകയും) ആ ശില ഷീറ്റിങ് ജോയിന്റുകളിലൂടെ അടർന്ന് മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ ഭാര ലഘൂകരണം ഭൗതിക അപക്ഷയത്തിന് കാരണമാകുന്നു. ഒരു ക്വാറിയിൽ നിന്ന് മുകൾ ഭാഗത്തെ ശിലകൾ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുമ്പോൾ ഇത്തരം അപക്ഷയം സംഭവിക്കുന്നു.



ചിത്രം 3.7 ശിലകളിലെ മർദ്ദലഘൂകരണ പ്രക്രിയ

ഭൂരിഭാഗം ആഗ്നേയശിലകളും കായാന്തരിത ശിലകളും രൂപപ്പെടുന്നത് ഭൂമിയുടെ ആഴമേറിയ മേഖലകളിൽ വലിയ താപ - മർദ്ദ പരിസ്ഥിതിയിലാണ്. അപരദന ഫലമായി ഈ ശിലകൾ സാവകാശത്തിൽ ഭൗമോപരിതലത്തിലേക്ക് ഉയർത്തപ്പെടുകയും അവയ്ക്കുമേൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന മർദ്ദം കുറഞ്ഞു വരികയും ചെയ്യുന്നു. തൽഫലമായി ഈ ശിലകൾ ഭൗമോപരിതലത്തിലേക്ക് വികസിക്കുകയും ഭൗമപ്രതലത്തിന് സമാന്തരമായി തിരശ്ചീന തലത്തിൽ വിള്ളലുകൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭൗമോപരിതലത്തിലേക്ക് കൂടുതൽ അടുക്കുന്തോറും വിള്ളലുകളുടെ എണ്ണം വർധിക്കുകയും ഈ വിള്ളലുകളിലൂടെ കാലക്രമേണ ശിലയുടെ മുകൾഭാഗം അടർന്നുമാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം ശിലാസ്തരവിഘടനം (exfoliation) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ശിലാസ്തരവിഘടനം (Exfoliation)

തന്നിരിക്കുന്ന ചിത്രത്തിൽ ശിലകളുടെ പ്രതലത്തിന്റെ സ്വഭാവം നിരീക്ഷിക്കുക. (ചിത്രം 3.8). ശിലകളുടെ ഉപരിതലം പാളികളായി അടർന്നുമാറുന്നതിന് കാരണമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്തെല്ലാമാണ്? ഭാരലഘൂകരണത്തിന്റെ ഫലമായി ഗ്രാനൈറ്റ് ശിലകളുടെ ഉപരിതലം ഷീറ്റുകളായി അടർന്നു മാറിയിരിക്കുന്നത് ചിത്രത്തിൽ നിരീക്ഷിക്കുക. വലിയ പ്ലൂട്ടോണുകളുടെയും (ഉപരിതലത്തിന് വളരെ താഴെയായി രൂപം കൊള്ളുന്ന ആഗ്നേയ ശിലകൾ) കായാന്തരിത ശിലകളുടെയും മുകൾഭാഗം ഭൗമോപരിതലത്തിനു സമാന്തരമായോ പർവ്വതസാനുക്കളുടെ മുകൾഭാഗത്തിനു സമാന്തരമായോ അടർന്നു മാറുന്ന പ്രവർത്തനം ശിലാസ്തരവിഘടനം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഗ്രാനൈറ്റ് ശിലകളുടെ മുകൾഭാഗം ഇപ്രകാരം വലിയ സ്ലാബുകളായി അടർന്നുമാറുന്ന പ്രവർത്തനം 'ഷീറ്റിങ്' (sheeting) എന്നപേരിലും അറിയപ്പെടുന്നു. അപക്ഷയ പ്രക്രിയയുടെ ഭാഗമായി ഒരു ആഗ്നേയശിലയിലോ കായാന്തരിതശിലയിലോ ഏറ്റവും ആദ്യം ഉണ്ടാകുന്ന വിള്ളലുകൾ 'ഭാരലഘൂകരണം' ('unloading') എന്ന പ്രവർത്തനത്തിന്റെ ഫലമായി രൂപം കൊള്ളുന്നവയാണ്.

ബി) താപവ്യതിയാന ഫലമായുള്ള അപക്ഷയം (Weathering due to thermal expansion and contraction of rocks)

സൂര്യരശ്മികൾ വന്നുപതിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുള്ള ശിലകളുടെ ഊഷ്മാവ് വർധിക്കുകയും അവ സാവകാശത്തിൽ വിഘടിക്കുന്നതിന് കാരണമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ സൗരതപനം (insolation) എന്നാണ് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഊഷ്മാവിലെ വ്യതിയാനം കാരണം ശിലകൾ പകൽസമയങ്ങളിൽ വികസിക്കുകയും രാത്രികാലങ്ങളിൽ സങ്കോചിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. തൽഫലമായി ശിലകൾ ഭൗതികമായ അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്ന പ്രവർത്തനം സൗരതപന അപക്ഷയം (insolation weathering) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

ശിലകൾ താപചാലകത (thermal conduction) വളരെ കുറഞ്ഞവയാണ്. താപത്തെ കടത്തി വിടാനുള്ള കഴിവ് കുറവായതുകൊണ്ട് ആന്തരിക ഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച്

ചിത്രം 3.8 : ശിലോപരിതലം പാളികളായി അടർന്ന് മാറുന്നു

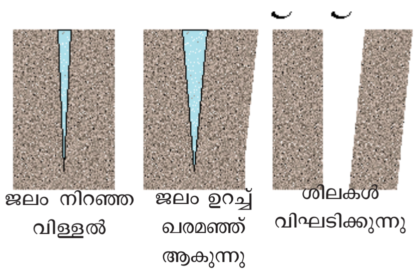
ശിലകളുടെ ബാഹ്യഭാഗം വളരെ പെട്ടെന്ന് തന്നെ ചൂടു പിടിക്കുകയും വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രാത്രിയിലും പകലുമുള്ള ഊഷ്മാവിന്റെ വ്യതിയാനമനുസരിച്ച് ശിലകൾ നിരന്തരമായി സങ്കോച വികാസങ്ങൾക്ക് വിധേയമാവുകയും തൽഫലമായി ശിലകളുടെ ആന്തരികഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ബാഹ്യഭാഗങ്ങൾ കൂടുതൽ വികസിക്കുകയും സങ്കോചിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്രമേണ ശിലകളിൽ സമ്മർദ്ദം രൂപപ്പെടുകയും അവ പാളികളായി അടർന്നു മാറുകയും ചെയ്യുന്നു.

സൗരതപന അപക്ഷയത്തിൽ (insolation weathering) ശിലകളിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന ധാതുക്കളുടെ നിറവും പ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നു. ഇളം നിറത്തിലുള്ള ധാതുക്കളെ അപേക്ഷിച്ച് ഇരുണ്ട നിറത്തിലുള്ള ധാതുക്കൾക്ക് വികസിക്കുവാനുള്ള കഴിവ് കൂടുതലായതുകൊണ്ട് അത്തരം ധാതുക്കൾ കൂടുതലായുള്ള ശിലകൾ താരതമ്യേന കൂടുതൽ വികാസം പ്രാപിക്കുന്നു. ആയതിനാൽ വ്യത്യസ്ത നിറത്തിലുള്ള ധാതുക്കളാൽ നിർമിതമായ ശിലകളിൽ നിറവ്യതിയാനം കൂടുതലുള്ള ധാതുക്കൾ അടുത്തടുത്ത് വരുമ്പോൾ അവയുടെ അതിരുകൾ വിണ്ടുകീറലിന് വിധേയമാകുന്നു. അതുപോലെ തന്നെ താപനിലയിലുള്ള വ്യതിയാനമനുസരിച്ച് വ്യത്യസ്ത ധാതുക്കളുടെ താപീയ വികാസത്തിന്റെ തോതും വിഭിന്നമായിരിക്കും. ഇതും ശിലകളിലെ ധാതുക്കളുടെ വൈവിധ്യത്തിനനുസൃതമായി ശിലാവിഘടനത്തിന് ഇടയാക്കുന്നു.

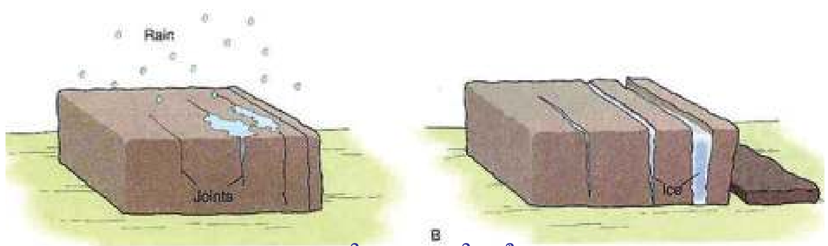
മരുപ്രദേശങ്ങളിൽ പകൽ സമയങ്ങളിൽ ഉപരിതല വസ്തുക്കൾ വളരെ പെട്ടെന്ന് ചൂട് പിടിക്കുകയും ചെറിയ തോതിൽ വികസിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. രാത്രി കാലങ്ങളിൽ ഊഷ്മാവ് നന്നായി കുറയുകയും ശില തണുത്ത് ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. ചൂടു പിടിക്കുമ്പോഴുള്ള വികാസവും തണുക്കുമ്പോഴുള്ള സങ്കോചവും ശിലകൾ വിഘടിക്കുവാൻ ഇടയാക്കുന്നു.

സി) ഹിമകീലനം (Frost Wedging)

ദ്രാവകാവസ്ഥയിലുള്ള ജലം തണുത്ത് ഖരാവസ്ഥ പ്രാപിക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ വ്യാപ്തം 9% കൂടുന്നു. തണുത്ത കാലാവസ്ഥയുള്ള ധ്രുവ പ്രദേശങ്ങൾ, ഉയർന്ന പർവ്വത ശിഖരങ്ങൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ ശിലകളിലെ വിള്ളലുകളിലും പൊട്ടലുകളിലും കാണപ്പെടുന്ന ജലാംശം തണുത്ത് ഖരാവസ്ഥ പ്രാപിക്കുമ്പോൾ വ്യാപ്തം കൂടുന്നത് ശിലകൾ വിഘടിക്കുവാൻ കാരണമാകുന്നു.



ഇത്തരം പ്രദേശങ്ങളിൽ ഖരാവസ്ഥ പ്രാപിച്ച ജലം ശിലകളിലെ വിള്ളലുകൾക്കിരുവശവും മർദ്ദം ചെലുത്തുന്നു. തുടർന്ന് വിള്ളലുകളുടെ ആഴം വർധിക്കുന്നു. തുടർച്ചയായി ഈ പ്രവർത്തനം നടക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി



ചിത്രം 3.9 ഹിമകീലനം

വിള്ളലുകൾ വലുതാകുകയും ശിലകൾ പൊട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം ഹിമകീലനം (frost wedging) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

3.5.2 രാസികാപക്ഷയം (Chemical Weathering)

വിവിധ രാസപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി ശിലകൾക്ക് (ശിലാപദാർഥങ്ങൾക്ക്) സംഭവിക്കുന്ന അപക്ഷയമാണ് രാസികാപക്ഷയം. ഭൗതികാപക്ഷയം വഴി ശിലകളുടെ ആകൃതിയിലും വലുപ്പത്തിലുമാണ് പരിവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നതെങ്കിൽ രാസികാപക്ഷയം ശിലകളിലെ ഖനിജങ്ങളുടെ ധാതുഘടനയിൽ വലിയ വ്യതിയാനം വരുത്തുന്നു. രാസികാപക്ഷയം വഴി ശിലകളിലെ ഖനിജങ്ങൾക്ക് രാസഘടനയിൽ മാറ്റം വരികയോ പുനർക്രമീകരണം നടക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു.

ഭൗമാന്തർഭാഗത്ത് ഉയർന്ന താപത്തിലും മർദ്ദത്തിലും ജലത്തിന്റേയും ഓക്സിജന്റേയും അസാന്നിധ്യത്തിൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന ശിലകളിലെ ഖനിജങ്ങൾ മേൽ പറഞ്ഞ പരിസ്ഥിതിയിൽ സന്തുലിതാവസ്ഥയിലായിരിക്കും. എന്നാൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലേക്ക് മാറ്റപ്പെടുന്ന ഇത്തരം ധാതുക്കൾ രാസപരമായി അസ്ഥിരമാവുകയും അതുവഴി വേഗത്തിൽ അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. (അതേ സമയം

ചിത്രം 3.10 ശിലാപാളികളിൽ ദൃശ്യമാകുന്ന നിറവ്യത്യാസം രാസ അപക്ഷയത്തിന്റെ സൂചനകളാണ്

താരതമ്യേന താഴ്ന്ന താപനിലയിലും മർദ്ദത്തിലും രൂപം കൊള്ളുന്ന ധാതുക്കൾ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ എത്തിപ്പെടുമ്പോൾ കൂടുതൽ സ്ഥിരതയുള്ളവയായിരിക്കുന്നു.) ഭൗമോപരിതലത്തിലെ പാരിസ്ഥിതികചുറ്റുപാടുകളിൽ അസ്ഥിരപ്പെടുന്ന ധാതുക്കൾ രാസികാപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഭൗമോപരിതലത്തിന് പുറത്തായി കാണപ്പെടുന്ന ശിലകളിൽ ദൃശ്യമാകുന്ന നിറവ്യത്യാസങ്ങൾ രാസികാപക്ഷയം സംഭവിച്ചതിന്റെ സൂചനകളാണ് (ചിത്രം 3.10).

രാസികാപക്ഷയത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനകാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത് ജലമാണ്. സാധാരണയായി ശുദ്ധജലം രാസ അപക്ഷയത്തിന് നേതൃത്വം നൽകുന്നില്ല. എന്നാൽ ഓക്സിജൻ, കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് തുടങ്ങിയ വാതകങ്ങൾ ലയിച്ചു ചേർന്ന ജലം രാസപ്രവർത്തന സ്വഭാവം കാണിക്കുന്നതോടൊപ്പം രാസികാപക്ഷയത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന കാരകമായി വർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മഴവെള്ളത്തിൽ കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് അലിഞ്ഞു ചേർന്നിട്ടുള്ളതിനാൽ അത് അമ്ലസ്വഭാവം കാണിക്കുന്നു. ചില ധാതുക്കൾ മഴവെള്ളവുമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതുവഴി ശിലകളിൽ രാസികാപക്ഷയം നടക്കുന്നു. ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്, ചോക്ക് തുടങ്ങിയ ശിലകളിൽ കാൽസൈറ്റ് ധാതു (കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ്) ധാരാളം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ശിലകൾ വേഗത്തിൽ രാസികാപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. അമ്ലഗുണമുള്ള മഴവെള്ളം ശിലകളിൽ പതിക്കുമ്പോൾ രാസപ്രവർത്തനം നടക്കുകയും പുതിയ വസ്തുക്കൾ രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം വസ്തുക്കൾ ജലത്തിൽ ലയിച്ചു ചേരുകയും ശിലാഭാഗങ്ങളിൽ നിന്ന് ജലത്തിന്റെ ചലനത്തിനനുസരിച്ച് നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

കൽക്കരി, അസംസ്കൃത എണ്ണ, പ്രകൃതിവാതകം തുടങ്ങിയവയുടെ ജ്വലനം വഴി കാർബൺ ഡൈഓക്സൈഡ്, സൾഫർ ഡൈഓക്സൈഡ് എന്നീവാതകങ്ങൾ സ്വതന്ത്രമാവുകയും പ്രാദേശികമായി അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഇത്തരം വാതകങ്ങളുടെ അളവ് ക്രമാതീതമായി വർധിക്കാനും ഇടയാകുന്നു. മഴ പെയ്യുന്ന വേളയിൽ ഇത്തരം വാതകങ്ങൾ മഴവെള്ളത്തിൽ ലയിച്ചുചേരുന്നു. ഇത് അമ്ലമഴ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ലോകത്തിലെ പ്രധാനപ്പെട്ട വ്യാവസായിക നഗരങ്ങളിലെല്ലാം അമ്ലമഴ രാസികാപക്ഷയത്തിന്റെ ഒരു പ്രധാന കാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നു. ചുണ്ണാമ്പ് ശിലകൾകൊണ്ടും മാർബിൾ ശിലകൾ കൊണ്ടും നിർമിച്ച കെട്ടിടങ്ങൾക്കും പ്രതിമകൾക്കുമെല്ലാം തന്നെ അമ്ലമഴ കേടുപാടുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.

രാസികാപക്ഷയം ശിലകളെ ദുർബലപ്പെടുത്തുകയോ മൃദുവാക്കുകയോ ചെയ്യുന്നു. അതുവഴി ശിലകൾ തകരുവാനിടയാകുന്നു. ഒരർത്ഥത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഭൗതിക അപക്ഷയം ശിലകളിൽ രാസികാപക്ഷയത്തിനാവശ്യമുള്ള അധികമായ പ്രതല വിസ്തീർണ്ണം സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

പ്രകൃതിയിൽ നടക്കുന്ന പലവിധത്തിലുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങൾ ശിലകളിൽ രാസികാപക്ഷയം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അത്തരം ചില പ്രവർത്തനങ്ങളാണ് താഴെ പറയുന്നവ.

(എ) സംലയനം (Dissolution or Solution)

ചില ധാതുക്കൾ നൈസർഗികമായ ജലത്തിൽ നേരിട്ട് ലയിച്ചു ചേരുന്ന രാസപ്രവർത്തനത്തെ സംലയനം എന്ന് പറയുന്നു. ഹാലൈറ്റ് (Na Cl) പോലുള്ള സാധാരണ ധാതുക്കൾ ജലത്തിൽ നേരിട്ട് ലയിച്ച് ചേരുന്നവയാണ്. കാൽസൈറ്റ് ധാതു അടങ്ങിയ ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല്, മാർബിൾ പോലുള്ള ശിലകൾ തുടങ്ങിയവ ജലത്തിൽ ലയിച്ചുചേരുന്നവയാണ്. മാർബിൾ സ്മാരകങ്ങളും ശില്പങ്ങളും സംലയനം വഴിയാണ് രാസികാപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്നത് (ചിത്രം 3.11)

(a) (b)

ചിത്രം 3.11 സംലയന പ്രവർത്തനം വഴിയുള്ള രാസികാപക്ഷയം

(ബി) ഓക്സീകരണം (Oxidation)

ജലത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്നിട്ടുള്ള ഓക്സിജൻ ശിലകളിലെ ധാതുക്കളുമായി പ്രവർത്തിക്കുക വഴി നടക്കുന്ന പ്രവർത്തനമാണ് ഓക്സീകരണം. ജലത്തിലെ ഓക്സിജൻ ധാതുക്കളിലെ ലോഹമൂലകങ്ങളുമായി കൂടിച്ചേരുന്നു. ഇരുമ്പിന്റെ അളവ് കൂടുതലായുള്ള ധാതുക്കളാൽ നിർമിതമായ ശിലകൾ ജലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനഫലമായി ഓക്സീകരണത്തിന് വിധേയമാകുകയും ശിലാപ്രതലം മഞ്ഞനിറ

ചിത്രം 3.12 – മണ്ണിലെ ചുവപ്പ് നിറത്തിന്റെ വ്യാപനം

ത്തിലോ ചുവപ്പ് കലർന്ന തവിട്ട് നിറത്തിലോ ആയി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ശിലക ളുടേയും മണ്ണിന്റേയും അപക്ഷയ മേഖലകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ചുവപ്പ് നിറത്തിനും തവിട്ട് നിറത്തിനും കാരണം ഓക്സീകരണപ്രവർത്തനമാണ്.

തന്നിരിക്കുന്ന ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 3.12) മണ്ണിന്റെ ചുവപ്പ് നിറത്തിന് കാരണമെന്തെന്ന് നിങ്ങൾക്ക് വിശദീകരിക്കാമോ?

രാസികാപക്ഷയത്തിൽ ശിലകളിൽ ഇരുമ്പിന്റെ അംശമുള്ള ധാതുക്കളുമായി ഓക്സി ജൻ കൂടിച്ചേരുകയും ഒന്നോ അതിലധികമോ അയേൺ ഓക്സൈഡ് ധാതുക്കൾ (ലിമോണൈറ്റ്, ഹെമറ്റൈറ്റ്, ഗോയിത്തൈറ്റ്) സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ ക്ഷയ ഉൽപന്നങ്ങൾക്ക് ചുവപ്പ്, ഓറഞ്ച്, മഞ്ഞ, തവിട്ട് എന്നീ നിറങ്ങൾ നൽകുന്നത് അവയിലെ അയേൺ ഓക്സൈഡുകളാണ്.

(സി) ഹൈഡ്രോലിസിസ് (Hydrolysis)

ശിലകളിലെ സിലിക്കേറ്റ്, കാർബണേറ്റ് ധാതുക്കളെ ബാധിക്കുന്ന രാസികാപക്ഷയ മാണ് ഹൈഡ്രോലിസിസ്. സൈദ്ധാന്തികമായി, ഹൈഡ്രോലിസിസ് എന്നാൽ മാതൃധാതുവിന്റെ ജലത്തിലേക്കുള്ള പൂർണ്ണമായ സംലയനമാണ്. യഥാർഥത്തിൽ ശുദ്ധ ജലം അപൂർവ്വമായി മാത്രമേ H^+ ദാതാവായി പ്രവർത്തിക്കുന്നുള്ളൂ. എന്നാൽ ജല ത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്ന കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് വീര്യം കുറഞ്ഞ ആസിഡായി മാറുകയും H^+ ദാതാവായി പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അലൂമിനിയം സിലിക്കേറ്റ് ധാതുക്കൾ (ഉദാ: ഫെൽസ്പാർ) ഹൈഡ്രോലിസിസ് പ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമാ കുമ്പോൾ കാറ്റയോൺസ് സ്വതന്ത്രമാക്കികൊണ്ട് ദ്വിതീയ ധാതുക്കളായി മാറുന്നു.

ഫെൽസ്പാർ പോലുള്ള ധാതുക്കൾ മഴയുമായി പ്രവർത്തിക്കുക വഴി ഹൈഡ്രോളി സിസ് പ്രവർത്തനം നടക്കുകയും കളിമണ്ണും ലവണങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ശിലകളിലെ ക്വാട്ട്സ് ധാതുമാത്രമാണ് ഹൈഡ്രോലിസിസ് വിധേയമാ കാതെ രാസപ്രവർത്തന പ്രതിരോധശേഷി കാണിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ടാണ് അവ സാദശിലകളിൽ ക്വാട്ട്സും കളിമണ്ണും സാധാരണയായി കാണപ്പെടുന്നത്.

(ഡി) ജലാംശീകരണം (Hydration)

ശിലകളിലെ ധാതുക്കൾ ജലം ആഗിരണം ചെയ്യുകയും തുടർന്ന് ധാതുക്കൾ വികസി ക്കുകയും ചെയ്യുന്നത് മൂലം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന സമ്മർദ്ദം (Stress) ശിലകൾക്ക് ബല ക്ഷയം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഉദാഹരണമായി ഹേമറ്റൈറ്റിന്റെ ഹൈഡ്രേഷൻ പ്രവർത്തനം വഴിയാണ് മറ്റൊരു ഇരുമ്പ് ധാതുവായ ലിമൊണൈറ്റ് സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നത്.

(ഇ) കാർബണീകരണം (Carbonation)

കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് കലർന്ന മഴവെള്ളം ഭൂമിയിൽ പതിക്കുകയും മണ്ണി ലൂടെ അരിച്ചിറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. മണ്ണിന്റെ മുകൾ പരപ്പിലെ ജൈവ വസ്തുക്ക ളുടെ ജീർണ്ണനം വഴി സ്വതന്ത്രമാകുന്ന കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് ഈ ജലത്തോ ടൊപ്പം ചേരുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന കാർബൺഡൈ ഓക്സൈഡ് ജലത്തിൽ ലയിച്ച് കാർബോണിക് ആസിഡായി മാറുന്നു. ഇത്തരം കാർബോണിക്ക് ആസിഡിന്റെ പ്രവർത്തനത്താൽ നടക്കുന്ന രാസികാപക്ഷയത്തെ കാർബണീകരണം എന്ന് പറയുന്നു.

(എഫ്) ഗോളീയ അപക്ഷയം (Spheroidal Weathering)

നമുക്ക് ചെയ്തുനോക്കാം.

ഒരു ബീക്കറിൽ അൽപ്പം തിളപ്പിച്ചാറ്റിയ ജലമെടുക്കുക. അതിൽ ഒരു നീല ലിറ്റ്മസ് പേപ്പറോ മറ്റേതെങ്കിലും ഒരു ആസിഡ് ഇൻഡികേറ്ററോ ഇടുക. തുടർന്ന് ഒരു ഗ്ലാസ് ട്യൂബിലൂടെയോ സ്ട്രോയിലൂടെയോ ശക്തിയായി ഊതിക്കൊണ്ട് വായുവിനെ ഈ ജലത്തിലേക്ക് പ്രവേശിപ്പിക്കുക. വായു ജലത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുന്നതിനെ തുടർന്ന് നീല ലിറ്റ്മസ് പേപ്പർ ക്രമേണ ചുവപ്പ് ആയി മാറുന്നു. ജലം അമ്ലസ്വഭാവം കൈവരിച്ചതിനെയാണ് ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. ജലത്തിലേക്ക് കടത്തിവിട്ട വായു (കാർബൺഡൈഓക്സൈഡ്) ജലവുമായി കൂടിച്ചേർന്ന് കാർബോണിക്ക് ആസിഡായി മാറുന്നു (H_2CO_3).

രാസികാപക്ഷയത്തെ തുടർന്ന് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന് താഴെയുള്ള ശിലകളുടെ മൂലകൾ മറ്റ് ഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതൽ അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. അതേ സമയം ശിലകളുടെ ഉൾഭാഗം അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാകാതെ നിലനിൽക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി ശിലകളുടെ മൂലകൾ കൂടുതൽ ഉരുണ്ടതാവുകയും ശില ഏതാണ്ട് ഗോളാകൃതിയിലേക്ക് മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവ 'കോർ ബൗൾഡേഴ്സ്' (core boulders) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം ഗോളീയ അപക്ഷയം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇത്തരം ശിലകൾ (കോർ ബൗൾഡേഴ്സ്) ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ എത്തിപ്പെടുന്നതുവഴി ശിലയുടെ മുകൾഭാഗം ഒരു ഉള്ളിയുടെ തോടുകൾ പോലെ അടർന്നുമാറുന്നു. ആയതിനാൽ ഈ അപക്ഷയം ഒനിയൻ സ്കിൻ അപക്ഷയം (onion skin weathering) എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. (ചിത്രം 3.13)

ചിത്രം 3.13 – ഗോളീയ അപക്ഷയം അഥവാ ഒനിയൻ സ്കിൻ അപക്ഷയം.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം.

1. ഏതു വിധത്തിലാണ് ഭൗതികാപക്ഷയം രാസികാപക്ഷയ ക്ഷമതയെ സ്വാധീനിക്കുന്നത്?
2. സാമ്യതയുള്ള രണ്ട് ശിലകളിൽ ഒന്ന് ഭൗതികാപക്ഷയത്തിനും മറ്റൊന്ന് രാസികാപക്ഷയത്തിനും വിധേയമാകുന്നു എന്ന് കരുതുക. ഈ രണ്ട് ശിലകളുടേയും അപക്ഷയ ഉൽപ്പന്നങ്ങൾ ഏതു വിധത്തിലാണ് വ്യത്യസ്തമായിരിക്കുക?
3. ഏതെല്ലാം വിധത്തിലാണ് ജലം രാസികാപക്ഷയത്തിന്റെ കാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത്?

വിവിധ ജീവജാലങ്ങളുടെ (സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും) പ്രവർത്തനഫലമായി ശിലകൾക്ക് സംഭവിക്കുന്ന അപക്ഷയത്തെ സംയോജിതമായി ജൈവിക അപക്ഷയം എന്നു പറയുന്നു. ശിലകളുടെ ശിഥിലീകരണവും ജീർണനവും ഈ പ്രവർത്തനത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു.

ശിലകളുടെ സുഷിരങ്ങളിലൂടേയും വിള്ളലുകളിലൂടേയും ആഴ്ന്നിറങ്ങുന്ന സസ്യവേരുകൾ, അവ വലുതാകുമ്പോൾ ശിലകളെ അടർത്തിമാറ്റുന്നു. ശിലകളിൽ പറ്റിപ്പിടിച്ച് വളരുന്ന പായൽ, കുമിൾ വർഗത്തിൽപ്പെട്ട സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകൾ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ചില വീര്യം കുറഞ്ഞ ആഡിസുകൾ എന്നിവ ശിലകളെ അലിയിച്ച് രാസികാപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാക്കുന്നു. ജീവജാലങ്ങൾ വഴി ശിലകളിൽ സംഭവിക്കുന്ന അപക്ഷയം യാന്ത്രിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ വഴിയോ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ വഴിയോ നടക്കുന്നു. ഒരർഥത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഭൗതിക-രാസ-ജൈവിക അപക്ഷയ പ്രവർത്തനങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതും ഒന്നിച്ച് നടക്കുന്നവയുമാണ്.

വൃക്ഷമൂല വിസ്ഥാപനം (Root Wedging)

പ്രകൃതിയിൽ ജൈവീക അപക്ഷയത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട കാരകമായി പ്രവർത്തിക്കുന്നത് വൃക്ഷങ്ങളുടെ വേരുകളാണ്. സസ്യങ്ങളുടേയും വൃക്ഷങ്ങളുടേയും വേരുകൾ ജലം ശേഖരിക്കുന്നതിനായി ശിലകളിലെ വിള്ളലുകളിലൂടേയും മറ്റും ആഴ്ന്നിറങ്ങുന്നു. വൃക്ഷങ്ങൾ വളരുന്നതോടൊപ്പം അവയുടെ വേരുകൾ ചെലുത്തുന്ന സമ്മർദ്ദത്തെ തുടർന്ന് ശിലകളിലെ വിള്ളലുകൾ വലുതാവുകയും തുടർന്ന് ശിലകൾ വിള്ളലുകളിലൂടെ മുറിഞ്ഞുമാറി കഷണങ്ങളാവുകയും ചെയ്യുന്നു. (ചിത്രം 3.14)

ഈ പ്രക്രിയ വളരെ സാവധാനത്തിലാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. വീടുകളുടേയും മറ്റ് കെട്ടിടങ്ങളുടേയും സമീപത്തുള്ള വൃക്ഷങ്ങളും മറ്റും ഇത്തരം പ്രശ്നങ്ങൾ കൂടുതലായി സൃഷ്ടിക്കുന്നു. കെട്ടിടങ്ങളുടെ അടിത്തറയിലേക്ക് ആഴ്ന്നിറങ്ങുന്ന വേരുകളുടെ പ്രവർത്തനം വഴി അടിത്തറയ്ക്ക് വിള്ളൽ വീഴുകയും അതിലൂടെ ജലവും മറ്റും കെട്ടിടങ്ങളുടെ അടിത്തറയിലേക്ക് ആഴ്ന്നിറങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു.

ചിത്രം 3.14 – വൃക്ഷമൂല വിസ്ഥാപനം – ഒരിനം ജൈവീക അപക്ഷയം

ളേയും ഇളക്കി മാറ്റുകയും അതുവഴി പ്രകൃതിയിലെ മറ്റ് അപക്ഷയ കാരകങ്ങൾക്ക് ശിലകളെ അപക്ഷയത്തിന് വിധേയമാക്കാനുള്ള അനുകൂല സാഹചര്യം ഒരുക്കിക്കൊടുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. (ചിത്രം 3.15)

ചെറിയ സസ്യവർഗങ്ങളായ ആൽഗകൾ, ഫംഗസുകൾ (ലൈക്കനുകൾ) തുടങ്ങിയവ ഉൽപാദിപ്പിക്കുന്ന ജൈവ ആസിഡുകൾ, ശിലകളുടെ രാസികാപക്ഷയത്തിന് കാര

ചിത്രം 3.15– മാളങ്ങളുണ്ടാക്കുന്ന ജീവജാലങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന ജൈവിക അപക്ഷയം.

ണമായിത്തീരാറുമുണ്ട്. (ചിത്രം 3.16)

മനുഷ്യന്റെ വിവിധ പ്രവൃത്തികൾ ഇന്ന് ജൈവിക അപക്ഷയത്തിന് കാരണമാകുന്നു. മനുഷ്യ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ ഫലമായി വൻ തോതിൽ മലിനീകരണം വർധിക്കുകയും

ചിത്രം 3.16 – ആൽഗ, ഫംഗസ് തുടങ്ങിയ സസ്യ വർഗങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനഫലായി ശിലകളിൽ സംഭവിക്കുന്ന രാസികാപക്ഷയം.

അതുവഴി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന അമ്ലമഴ മറ്റ് ജൈവീക പ്രവർത്തനങ്ങളോടൊപ്പം രാസികാപക്ഷയത്തിന്റെ വേഗത വർധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ക്വാറികളുടെ പ്രവർത്തനവും നിർമാണപ്രവർത്തനവുമെല്ലാംതന്നെ ശിലകളുടെ അപക്ഷയത്തിന് കാരണമാകാറുണ്ട്.

അപക്ഷയത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ (Factors influencing weathering)

ഏതുതരം അപക്ഷയമാണ് നടക്കേണ്ടതെന്നും അതിന്റെ തോത് എങ്ങിനെയായിരി

നമുക്ക് ചെയ്തുനോക്കാം.

നമ്മുടെ ചുറ്റുപാടു നിന്നും അപക്ഷയം സംഭവിച്ചതും അല്ലാത്തതുമായ ശിലാ സാമ്പിളുകൾ ശേഖരിക്കുക. സൂക്ഷ്മ പരിശോധനയിലൂടെ നമുക്ക് മനസ്സിലാക്കാം അപക്ഷയം സംഭവിച്ച ശിലകളുടെ ഉപരിതലം അതിന്റെ ആന്തരികഭാഗത്തേക്കാൾ വളരെ വ്യത്യസ്തമാണെന്ന്. ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ വ്യത്യാസം ശിലകളുടെ നിറത്തിലും അംഗസംയോഗത്തിലുമാണ് (texture). അപക്ഷയം ശിലകളുടെ യഥാർഥ ഗുണങ്ങളെയെല്ലാം മറച്ചുവയ്ക്കുന്നു. അപക്ഷയം സംഭവിച്ച ശിലാസാമ്പിളുകളും അപക്ഷയത്തിന്റെ വിവിധ ഘട്ടങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോയ ശിലാ സാമ്പിളുകളും തമ്മിൽ താരതമ്യം ചെയ്യുക. അതിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അപക്ഷയത്തെ തുടർന്ന് സംഭവിക്കുന്ന മാറ്റങ്ങളുടെ ഒരുപട്ടിക തയാറാക്കുക

ക്കണമെന്നും നിശ്ചയിക്കുന്നത് താഴെ പറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഘടകങ്ങളാണ്.

(1) ശിലകളുടെ സവിശേഷതകൾ (2) കാലാവസ്ഥ (3) പ്രദേശത്തിന്റെ കിടപ്പ് (ഭൂപ്രകൃതി) (4) സസ്യാവരണം (5) പ്രാദേശിക അപരദനത്തിന്റെ തോത് (6) മനുഷ്യന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ (7) സമയ ദൈർഘ്യം.

3.6 അപക്ഷയത്തിന്റെ ഉൽപന്നങ്ങൾ (Products of Weathering)

3.6.1 റിഗോലിത്ത് (Regolith)

മാതൃശിലയ്ക്കു സംഭവിക്കുന്ന അപക്ഷയം, അവയുടെ വിഘടനത്തിനും ജീർണനത്തിനും കാരണമാകുന്നു. ഇതുവഴി പല വലിപ്പത്തിലും രാസസ്വഭാവത്തിലുമുള്ള ശിലാശകലങ്ങളുടെ ഒരു ആവരണം ശിലോപരിതലത്തിൽ രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നു. മാതൃശിലയുടെ മുകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഈ ശിലാശകലങ്ങളുടെ ആവരണത്തെ 'റിഗോലിത്ത്' എന്ന് പറയുന്നു. ഇതിലെ ശിലാശകലങ്ങളുടെ വലിപ്പം വലിയ ബോൾഡറുകൾ മുതൽ വളരെ ചെറിയ കളിമൺ തരികൾ വരെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കും.

3.6.2 മണ്ണ് (Soil)

നമുക്കെല്ലാവർക്കും സുപരിചിതമായ പദമാണ് 'മണ്ണ്'. എന്താണ് മണ്ണ്? മണ്ണിനെ നമുക്ക് ഇങ്ങനെ നിർവചിക്കാം. "ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലായി സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് സഹായിക്കുന്ന അസംഘടിതവും ദൃഢീകരിക്കാത്തതുമായ വസ്തുവാണ് മണ്ണ്". മണ്ണിനെക്കുറിച്ച് പഠനം നടത്തുന്ന ശാസ്ത്ര ശാഖയാണ് 'പെഡോളജി' (pedology). മണ്ണിന്റെ രൂപീകരണത്തിൽ രണ്ട് അപക്ഷയ ഘട്ടങ്ങൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. ഒന്നാമത്തേത്, മാതൃശിലയ്ക്ക് മുകളിൽ കാണപ്പെടുന്ന റിഗോലിത്തിന്റെ രൂപീകരണത്തിലേയ്ക്ക് നയിക്കുന്ന ഘട്ടം. ഈ ഘട്ടം ഭൗമരാസികാപക്ഷയം (Geochemical weathering) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. റിഗോലിത്തിന് കൂടുതൽ അപക്ഷയം സംഭവിച്ച് അത് മണ്ണായി പരിണമിക്കുന്ന രണ്ടാമത്തെ ഘട്ടം പെഡോ-രാസികാപക്ഷയം (Pedo chemical weathering) എന്നാണറിയപ്പെടുന്നത്. വിവിധ സൂക്ഷ്മജീവ ജാലങ്ങളുടേയും ജൈവിക അവശിഷ്ടങ്ങളുടേയും (Humus) സാന്നിധ്യത്തിലാണ് പെഡോരാസ അപക്ഷയം വഴി റിഗോലിത്തിന് തുടർന്നുള്ള അപക്ഷയം സംഭവിച്ച് മണ്ണുണ്ടാകുന്നത്.

മണ്ണിനെ നമുക്കിങ്ങനെയും നിർവചിക്കാം - ഭൗമോപരിതലത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ചയ്ക്ക് അനുയോജ്യമായ അസംഘടിതവും ദൃഢീകരിക്കാത്തതു

മായ ധാതുക്കളെ അഥവാ ജൈവീക പദാർഥങ്ങളെയാണ് മണ്ണ് എന്നു പറയുന്നത്.

മണ്ണിനെ പൊതുവായി രണ്ടായി തരംതിരിക്കാം

എ) അവശിഷ്ട മണ്ണ് (Residual Soil)

മാതൃശില അപക്ഷയം സംഭവിച്ച് സംവഹന പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിധേയമാകാതെ ഉൽഭവസ്ഥാനത്ത് തന്നെ അടിഞ്ഞുകൂടി രൂപം കൊള്ളുന്ന മണ്ണാണ് അവശിഷ്ട മണ്ണ്. കേരളത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗം പ്രദേശങ്ങളിലും കാണപ്പെടുന്ന ലാറ്ററൈറ്റ്മണ്ണ് (laterite soil) ഇതിന് ഉദാഹരണമാണ്.

ബി) വഹിത മണ്ണ് (Transported Soil)

വിവിധ അപരദനകാരകങ്ങളായ കാറ്റ്, ഹിമാനികൾ, ജലം, ഭൂഗുരുത്വം എന്നിവയുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി ഉൽഭവസ്ഥാനത്തുനിന്നും വഹന പ്രവർത്തനത്തിന് വിധേയമായി മറ്റൊരിടത്ത് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന ശിലാവസ്തുക്കളിൽ നിന്നും രൂപമെടുക്കുന്ന മണ്ണാണ് വഹിതമണ്ണ്. വഹിച്ചുകൊണ്ട് പോകുന്ന കാരകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ച് ഈ വിഭാഗം മണ്ണിനങ്ങളെ താഴെ പറയും പ്രകാരം തരംതിരിക്കാം.

കൊളൂവിയം (Colluvium)

മഴത്തുള്ളികൾ, ജലം, ഭൂഗുരുത്വം എന്നിവയുടെ കൂട്ടായ പ്രവർത്തനം വഴി കുന്നിന്റെ അടിവാരങ്ങളിൽ അടിഞ്ഞുകൂടി ഉണ്ടാകുന്ന മണ്ണ്.

എക്കൽ (Alluvium)

നദികളുടെ വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകൽ വഴി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന മണ്ണ്.

ഇയോലിയൻ (Aeolian) മണ്ണ്

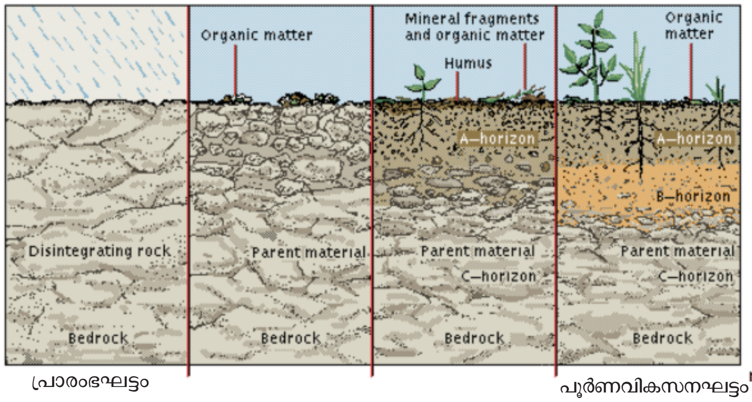
കാറ്റിന്റെ വഹന പ്രവർത്തനം വഴി സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്ന മണ്ണ്.

ഒരു പ്രദേശത്ത് രൂപംകൊള്ളുന്ന മണ്ണിന്റെ സ്വഭാവം നിരവധി ഘടകങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. (എ) മാതൃശിലയുടെ സ്വഭാവം (ബി) കാലാവസ്ഥ (സി) ഭൂപ്രകൃതി (ഡി) സമയദൈർഘ്യവും മറ്റനവധി ഘടകങ്ങളും.

സോയിൽ പ്രൊഫൈലും സോയിൽ ഹൊറൈസണും (Soil Profile and Soil Horizons)

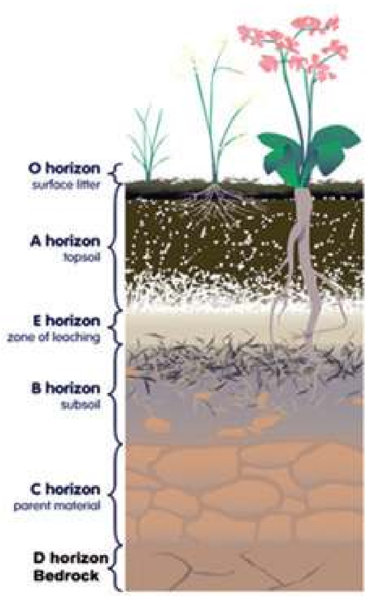
ഒരു പ്രദേശത്തെ മണ്ണിന്റെ ലംബ പരിച്ഛേദത്തെ 'മൃത്തികപരിച്ഛേദം' അഥവാ സോയിൽ പ്രൊഫൈൽ എന്നുപറയുന്നു. ഒരു പ്രദേശത്തെ മണ്ണിന്റെ പാളികൾ നിറത്തിലും ആകൃതിയിലും ക്രമീകരണത്തിലും വ്യത്യസ്തമായി കാണപ്പെടുന്നു. മണ്ണിന്റെ ഈ വ്യത്യസ്ത പാളികളെ മൃത്തികാ മണ്ഡലങ്ങൾ (Soil Horizons) എന്നുപറയുന്നു. മണ്ണിന്റെ ഓരോ മണ്ഡലങ്ങളും ഭൗതിക ഗുണത്തിലും രാസഗുണത്തിലും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. (ചിത്രം 3.17)

വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകൽ കാരണം ഉണ്ടാകുന്ന മണ്ണിനെക്കാൾ മൺപാളികളുടെ വ്യത്യസ്തതകൾ പ്രകടമായി കാണുന്നത് അവശിഷ്ട മണ്ണിലാണ്.



ചിത്രം. 3.17 മൺപാളികളുടെ വികസനവും മൺപരിച്ഛേദവും

ഒരു പ്രദേശത്തെ അവശിഷ്ടമണ്ണിലെ മൃത്തികാപരിച്ഛേദത്തിൽ സാധാരണമായി നാല് മണ്ഡലങ്ങളാണ് കാണപ്പെടുന്നത് (ചിത്രം 3.18) മൃത്തികാപരിച്ഛേദത്തിൽ ഏറ്റവും മുകളിലുള്ള മണ്ണിന്റെ പാളി 'എ - മണ്ഡലം' എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. സസ്യങ്ങൾക്കും ജന്തുക്കൾക്കും ജീർണനം സംഭവിച്ചുണ്ടാകുന്ന ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങളും മണ്ണിലെ ധാതുക്കളും കൂടിക്കലർന്നാണ് ഈ ഭാഗത്ത് കാണപ്പെടുന്നത്. മേൽമണ്ണ് (Top soil) എന്നും ഈ പാളി അറിയപ്പെടുന്നു. പല സ്ഥലത്തും ഈ മണ്ഡലം ജൈവവസ്തുക്കളാൽ സമ്പന്നമാണ്. ഈ മണ്ഡലത്തിന്റെ ഏറ്റവും മുകളിലത്തെ കനം കുറഞ്ഞ ഒരു പാളി ജൈവവസ്തുക്കളാൽ തന്നെ രൂപപ്പെട്ട് കറുപ്പ് നിറത്തിലോ തവിട്ടു നിറത്തിലോ കാണുന്നു. ഈ പാളിയെ ഒ-മണ്ഡലം എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. രൂക്ഷമായ അപരദനം നടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ മണ്ണിലെ ഈ പാളി കാണപ്പെടുന്നില്ല. മണ്ണിലൂടെ കിനിഞ്ഞിറങ്ങുന്ന ഭൂജലം എ-മണ്ഡലത്തിലെ ചില ധാതു ഘടകങ്ങളെ ലയിപ്പിച്ച് നീക്കം ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ കിനിഞ്ഞിറങ്ങുന്ന ഭൂജലം ധാതുക്കളെ ലയിപ്പിച്ചോ മറ്റ് മാർഗങ്ങളിലൂടെയൊ നീക്കം ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയയെ ലീച്ചിങ് (leaching) എന്നു പറയുന്നു.



ചിത്രം 3.18 : മാതൃക സോയിൽ പ്രൊഫൈൽ

എ - മണ്ഡലത്തിന്റെ താഴെയായി കാണപ്പെടുന്ന മൃത്തികാപരിച്ഛേദത്തിന്റെ ഭാഗത്തെ ബി- മണ്ഡലം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ ഭാഗം അടിമണ്ണ് (sub soil) എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെടുന്നു. എ-മണ്ഡലത്തിൽ നിന്ന് ലീച്ചിങ് പ്രക്രിയവഴി നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്ന കളിമണ്ണ്, കാൽസ്യം, മഗ്നീഷ്യം, ഇരുമ്പ് എന്നിവ ഈ ഭാഗത്തിന് മുകളിൽ വന്ന് അടിയുന്നു. ലീച്ചിങ്ങിന് വിധേയമാകുന്ന ഈ ഭാഗം ഇ-മണ്ഡലം എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ഇ-മണ്ഡലം താരതമ്യേന ഇളം നിറമുള്ളതായി കാണപ്പെടുന്നു. എ-മണ്ഡലം, ഇ- മണ്ഡലം എന്നിവയെ ഒരുമിച്ച് സോൺ ഓഫ് ലീച്ചിങ് എന്നു പറയുന്നു.

ബി- മണ്ഡലത്തിന് താഴെയായി കാണുന്ന മൃത്തികാപരിച്ഛേദത്തിന്റെ ഭാഗമാണ് സി- മണ്ഡലം. ഭാഗികമായി അപക്ഷയം സംഭവിച്ച ശിലകൾ ഈ ഭാഗത്ത് ധാരാളമായി കാണപ്പെടുന്നു. ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് അപക്ഷയ പ്രവർത്തനങ്ങളും മണ്ണിന്റെ നിർമാണവും ഈ ഭാഗത്തിന് പൂർണ്ണമായി സ്വാധീനിച്ചിട്ടില്ല എന്നാണ്.

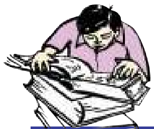
സി- മണ്ഡലത്തിന്റെ താഴെയായി മാതൃശിലയ്ക്ക് ഒട്ടും തന്നെ അപക്ഷയം സംഭവിച്ചിട്ടില്ലാത്തതോ നേരിയ തോതിൽ അപക്ഷയം സംഭവിച്ചതോ ആയ ദൃഢമായ ഭാഗത്തെ ഡി-മണ്ഡലം എന്നു പറയുന്നു. എങ്കിലും ഈ ഭാഗം നൂറുകണക്കിന് വർഷങ്ങൾക്ക് ശേഷം അപക്ഷയവും വിഘടനവും സംഭവിച്ച് മണ്ണ് നിർമാണത്തിന് കാരണമായേക്കാം. ചില വർഗീകരണത്തിൽ അപക്ഷയരഹിതമായ ഈ ഏറ്റവും അടിയിലുള്ള മാതൃശിലാ ഭാഗം ആർ-മണ്ഡലം എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെടുന്നുണ്ട്.

എ, ബി., സി എന്നീ മണ്ഡലങ്ങൾ പൂർണ്ണമായും വികസിച്ചിട്ടുള്ള മൃത്തികാ പരിച്ഛേദം രൂപം കൊള്ളുന്നത് നൂറുകണക്കിന് വർഷങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായാണ്. അപക്ഷയവും മണ്ണിന്റെ രൂപീകരണവും വളരെ സാവധാനത്തിൽ മാത്രം നടക്കുന്ന ഒരു പ്രക്രിയയാണ്. ആയതിനാൽ മണ്ണ് വളരെ അമൂല്യമായ ഒരു പ്രകൃതി വിഭവമാണ്. വളരെ സാവധാനത്തിൽ മാത്രമേ മണ്ണിന്റെ പുനരുൽപ്പാദന പ്രക്രിയ നടക്കുകയുള്ളൂ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഒരിക്കൽ നഷ്ടപ്പെട്ടാൽ അത് എന്നെന്നേക്കുമായി നഷ്ടപ്പെടുന്നു. അതുകൊണ്ടാണ് നാം ഇന്ന് മണ്ണിന്റെ സംരക്ഷണത്തിന് കൂടുതൽ പ്രാധാന്യം നൽകുന്നത്.

ഏതൊരു പ്രദേശത്തിലേയും നിലവിലുള്ള മണ്ണിന്റെ കനം അവിടെ സംഭവിക്കുന്ന അപക്ഷയത്തിന്റേയും അപരദനത്തിന്റേയും സന്തുലിതാവസ്ഥയുടെ തോതിനെ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന വിധത്തിലായിരിക്കും. സ്വാഭാവികമായ തോതിലുള്ള അപരദനത്തിന് വിധേയമാകുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ, നിലവിലുള്ള കാലാവസ്ഥയിൽ മൃത്തികാപരിച്ഛേദം സുസ്ഥിരമായി നിലനിൽക്കുന്നു. മനുഷ്യന്റെ ഇടപെടലുകൾ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ അപരദനം ത്വരിതപ്പെടുത്തുക വഴി അവിടത്തെ മണ്ണിന്റെ കനം അനുക്രമം ശോഷണത്തിന് വിധേയമായിത്തീരുന്നു.

പഠന പുരോഗതി പരിശോധിക്കാം.

1. അപക്ഷയം സംഭവിച്ച ശിലകളുടെ ഉപരിതലത്തിന് മുകളിലായി കാണപ്പെടുന്ന ശിലകളുടെ കഷണങ്ങൾക്ക് .... എന്ന് പറയുന്നു.
2. സോയിൽ പ്രൊഫൈലിലെ ഏത് മണ്ഡലത്തിലാണ് ജൈവാവശിഷ്ടങ്ങൾ കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നത്?
3. അവശിഷ്ട മണ്ണിന് ഒരു ഉദാഹരണം പറയുക?



നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ശിലകൾ, ജലം, വായു, ജീവൻ എന്നീ പരസ്പര ബന്ധിതമായ മണ്ഡലങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ഒരു സങ്കീർണ്ണ വ്യവസ്ഥമാണ് ഭൂമിക്കുള്ളത്. ഭൂമിയിലെ പ്രധാന ഉപഘടകങ്ങളാണ് (ഉപമണ്ഡലങ്ങൾ) ശിലാമണ്ഡലം, ജലമണ്ഡലം, വായുമണ്ഡലം, ജൈവ മണ്ഡലം എന്നിവ. ജൈവമണ്ഡലത്തിന്റെ ഭാഗമായി മനുഷ്യർ നടത്തുന്ന പ്രവർത്തനങ്ങളെല്ലാം തന്നെ ഭൂമിയിലെ നാലുമണ്ഡലങ്ങളേയും ബാധിക്കുന്നു.

ഭൗമ പ്രക്രിയകൾ എങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നു എന്നതും എന്തെല്ലാം മാറ്റങ്ങളാണ് അവിടെ നടക്കുന്നത് എന്നും മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് ഭൂമിയുടെ നൈസർഗിക വ്യൂഹം എന്ന ആശയം നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു. വ്യൂഹം (system) എന്നു പറയുന്നത് വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിലൂടെയുള്ള ഊർജത്തിന്റെ ഒഴുക്കും ദ്രവ്യത്തിന്റെ ചലനവും ആണ്. തൽഫലമായി ഭൂമിയുടെ അകത്തും പുറത്തുമുള്ള വസ്തുക്കളിൽ മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു. ഭൗമ പ്രവർത്തനങ്ങൾ പഠിക്കുന്നതിന് വ്യൂഹാധിഷ്ഠിത സമീപനം ഉപയോഗിക്കുന്നത് ഈ മാറ്റങ്ങളെക്കുറിച്ച് പ്രവചിക്കുന്നതിനും മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുമാണ്.

ഭൂമിയിലെ വിവിധ മണ്ഡലങ്ങളിലൂടെയുള്ള ഊർജ പ്രവാഹമാണ് എല്ലാ ഭൗമ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്നത്. വിവിധ ആന്തരിക - ബാഹ്യ - ഭൗമ പ്രവർത്തനങ്ങളുടെയെല്ലാം പ്രതിഫലനം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ ദൃശ്യമാകുന്നു. വിവിധ ബാഹ്യ പ്രവർത്തനങ്ങളായ അപക്ഷയം, അപരദനം, സംവഹനം, നിക്ഷേപണം എന്നിവയെല്ലാം സംഭവിക്കുന്നത് ഭൂമിയിലെ എല്ലാ ഉപമണ്ഡലങ്ങളുടേയും പ്രതിപ്രവർത്തനത്തിലൂടെയാണ്. ഇത്തരം പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടക്കുന്നത് ഭൗമമണ്ഡലത്തിന്റെ സമ്പർക്കമുഖങ്ങളിലൂടെയാണ്.

പ്രധാന പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- ജിയോളജിക്കൽ പ്രക്രിയകൾ മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് പരിണാമത്തിന്റെ സാർവ്വത്രികതയേയും വ്യൂഹാധിഷ്ഠിത സമീപനത്തേയും ഒരു ചട്ടക്കൂടായി കാണണമെന്നതിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെ വിവരിക്കുന്നു.
- ഭൗമവ്യവസ്ഥയിലെ പരിവർത്തനങ്ങൾ തിരിച്ചറിയുവാനായി വിവിധ ഭൗമ മണ്ഡലങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള സമ്പർക്ക മുഖങ്ങളുടെ പ്രാധാന്യത്തെ വിവരിക്കുന്നു.
- ആന്തരിക ബാഹ്യ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളെ വേർതിരിക്കുന്നു.
- രാസിക, ഭൗതിക, ജൈവ അപക്ഷയ പ്രക്രിയകളുടെ വിവിധ തലങ്ങളെ തിരിച്ചറിയുന്നു.
- മണ്ണും റിഗോലിത്തും അപക്ഷയത്തിന്റെ ഉൽപന്നങ്ങളാണെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നു.
- മൃത്തികാ പരിച്ഛേദത്തിലെ മൃത്തികാ മണ്ഡലങ്ങൾ തിരിച്ചറിയാവുന്ന രേഖാചിത്രം വരയ്ക്കുന്നു.

നമുക്ക് വിലയിരുത്താം.

1. താഴെ പറയുന്ന പദങ്ങൾ രണ്ട് അപക്ഷയ പ്രവർത്തനങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട വയാണ്. അപക്ഷയത്തിന്റെ പേരെഴുതി പദങ്ങളെ വർഗീകരിക്കുക.

   (ഷീറ്റിങ്, ലയനം, കാർബണീകരണം, ഹിമകീലനം, ജലാംശീകരണം, ശിലാസ്തരവിഘടനം, ഹൈഡ്രോളിസിസ്, ഗോളീയ അപക്ഷയം, ഓക്സീക രണം)

2. വ്യത്യാസം പറയുക

   എ) അവശിഷ്ട മണ്ണും പരിവഹിത മണ്ണും

   ബി) സക്രീയ അപരദന കാരകങ്ങളും നിഷ്ക്രിയ അപരദന കാരകങ്ങളും.

   സി) ബാഹ്യ ഭൗമപ്രവർത്തനവും ആന്തരീക ഭൗമപ്രവർത്തനവും.

3. സമ്പർക്കമുഖ സങ്കൽപം എന്നാലെന്ത്? ഏതുവിധത്തിലാണ് ഇത് അപക്ഷയ പ്രവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്?

4. അപക്ഷയ പ്രവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന പട്ടിക പൂർത്തീ കരിക്കുക?

അപക്ഷയപ്രവർത്തനങ്ങൾ	അപക്ഷയത്തിന്റെ പേര്	അപക്ഷയ തരം
സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകൾ വലുതാകുന്നതുവഴി ശിലകൾ അടർന്നു മാറുന്നു	വൃക്ഷമൂല വിസ്ഥാപനം	
ഉള്ളിയുടെ പുറന്തോട് പോലെ ശിലകൾ പാളികളായി അടർന്ന് മാറുന്നു.		രാസികാപക്ഷയം
	ഹിമകീലനം	ഭൗതികാപക്ഷയം

5. നിമ്നീകരണം + ഉന്നതീകരണം = സമീകരണം ഈ പ്രസ്താവന പരിശോധി ക്കുകയും സാധൂകരിക്കുകയും ചെയ്യുക.

6. ജീവജാലങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ വഴി അപക്ഷയം സംഭവിക്കുന്നു. ഉദാഹ രണ സഹിതം ഈ പ്രസ്താവന വിലയിരുത്തുക.

7. ഭൂമിയിൽ ജീവൻ നിലനിർത്തുന്നതിൽ അപക്ഷയത്തിനുള്ള പങ്ക് വിശദീകരി ക്കുക.

8. താപോർജം രാസപ്രവർത്തനത്തിന്റെ വേഗത വർധിപ്പിക്കുന്നു. എങ്കിൽ എന്തു കൊണ്ടാണ് ഉഷ്ണമേറിയ മരുഭൂമികളിൽ രാസികാപക്ഷയം വളരെ മന്ദഗതി യിൽ നടക്കുന്നത്?