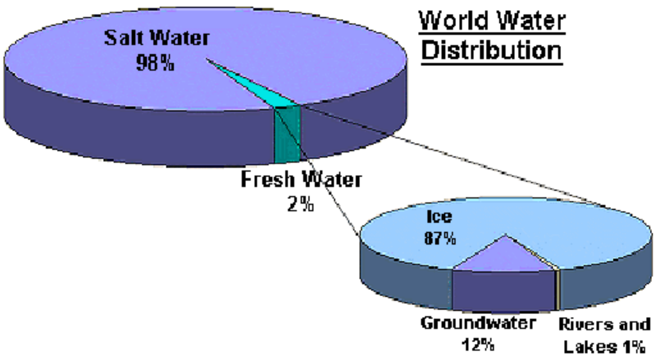
5 ഭൂജലം
(GROUNDWATER)

K5E2Z1

5.1 ആമുഖം

ഭൗമോപരിതലത്തിലെ 70 ശതമാനത്തിലേറെ ഭാഗവും ജലത്താൽ ആവൃതമാണ്. ഈ ജലത്തിന്റെ 98 ശതമാനവും ലവണജലമാണ്. അവശേഷിക്കുന്ന 2 ശതമാനം മാത്ര മാണ് ശുദ്ധജലമായുള്ളത്. ലോകത്തിലെ ശുദ്ധജലസ്രോതസ്സുകളുടെ 87 ശതമാ നവും സറിതി ചെയ്യുന്നത് ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിലെ ഹിമപാളികളിലും ഉന്നത പർവ്വത പ്രദേശങ്ങളിലെ ഉയർന്ന ഭാഗങ്ങളെ ആവരണം ചെയ്യുന്ന ഹിമാനികളിലുമാണ്. 12 ശതമാനം ശുദ്ധജലം, ഭൗമോപരിതലത്തിനു താഴെ ഭൂജലമായും മിച്ചമുള്ള ഒരു ശത മാനം നദികളിലും തടാകങ്ങളിലുമാണ് വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടുകാണുന്നത്. മനുഷ്യ രുടെ ശുദ്ധജലത്തിന്റെ പ്രധാന ഉറവിടം ഭൂജലമാണെന്നാണ് ഇപ്പറഞ്ഞതിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നത്. എന്നാൽ ഭൂജലത്തിന്റെ ഏതാണ്ട് പകുതി മാത്രമെ നമ്മുടെ നിത്യോ പയോഗത്തിന് പ്രയോജനപ്പെടുത്താവുന്നതായുള്ളു. ഭൂജലം ഭൂമിയിൽ ജീവന്റെ നില നിൽപ്പിന് അതീവ ശ്രദ്ധയോടെ പരിപാലിക്കേണ്ട അമൂല്യ പ്രകൃതി വിഭവമാണ് എന്നാ ണ് ഈ വസ്തുത സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.



5.1 ഭൂമിയിൽ ജലത്തിന്റെ വിതരണം കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

ജലസ്രോതസ്സുകളെപ്പറ്റിയുള്ള ചർച്ചകളിൽ ആദ്യമായി ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടുന്നത് നദികളി ലേയും പുഴകളിലേയും തടാകങ്ങളിലേയും ജലമാണ് – അതായത് വിവിധ ഉപരിതല ജലസ്രോതസ്സുകളെയാണ്. ഭൗമോപരിതലത്തിന് താഴെയായി സറിതിചെയ്യുന്ന ജല ത്തെയാണ് ഭൂജലം എന്ന് പരാമർശിക്കുന്നത്. ആഗോളതലത്തിലും പ്രാദേശികമായും ലഭ്യമായ ഭൂജലത്തിന്റെ പരിമാണത്തെക്കുറിച്ച് വ്യത്യസ്ത കണക്കുകൾ നില വിലുണ്ടെന്നുവരികിലും ഭൂമിക്കുള്ളിൽ വേണ്ടത്ര ജലമുണ്ടെന്ന കാര്യത്തിൽ ശാസ്ത്ര ജ്ഞർ ഏകാഭിപ്രായക്കാരാണ്.

ഭൂജലത്തെ ജലപരിവൃത്തി (hydrologic cycle) യിലെ ഭൂമിയിലെ ശിലകളിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഭാഗമോ ഘടകമോ ആയി പരിഗണിക്കാം. അവസാദ ശിലകളിലെ തരികൾക്കിടയിലുള്ള ശൂന്യസ്ഥലങ്ങളിലും (അന്തർകണികാ ഭാഗങ്ങൾ) എല്ലാതരം ശിലകളിലെ വിടവുകളിലും പൊട്ടലുകളിലും ആണ് ഭൂജലം സംഭരിക്കപ്പെടുന്നത്. വിഭിന്ന തരം ശിലകളിലും അവസാദ നിക്ഷേപങ്ങളിലും വ്യത്യസ്ത അളവിലാണ് ഭൂജലം കാണപ്പെടുന്നത്. ഭൂജലസ്രോതസ്സുകൾ വികസിപ്പിക്കുന്നതിലും അത് ശാസ്ത്രീയമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നതിലും കഴിഞ്ഞ കുറെ ദശകങ്ങളിൽ വലിയ പുരോഗതി നാം നേടിയിട്ടുണ്ട്. ഭൂജലത്തിന്റെ അനിയന്ത്രിതമായ ചൂഷണം ഇന്ത്യയിലെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലും മറ്റു രാജ്യങ്ങളിലും വലിയ ജലക്ഷാമത്തിന് വഴിവെച്ചിട്ടുണ്ട്. മാത്രവുമല്ല, വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും പുറന്തള്ളുന്ന മാലിന്യങ്ങൾ, ഗാർഹികമാലിന്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ ഭൂജലമുൾപ്പെടെയുള്ള ജലസ്രോതസ്സുകളെ ഭയാനകമാംവിധം അനുദിനം മലിനീകരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. വ്യത്യസ്ത രാസികവും ജൈവികവുമായ മലിനീകരണം ഭൂജലത്തിന്റെ ഗുണമേന്മയെ മിക്കപ്രദേശങ്ങളിലും കൂടുതൽ ദോഷകരമായി ബാധിക്കുന്നു.

5.2 ഭൂജലത്തിന്റെ സ്രോതസുകൾ (Sources of Groundwater)

മഴപെയ്യുമ്പോഴും മഞ്ഞു വീഴുമ്പോഴും ഭൗമോപരിതലത്തിൽ ജലം എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ ജലത്തിന് തുടർന്ന് എന്തു സംഭവിക്കുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾ നിരീക്ഷിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

മഴവെള്ളത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം ഭൂതലത്തിൽ നിന്ന് ക്രമേണ ഭൂമിക്കുള്ളിലേക്ക് അരിച്ചിറങ്ങുന്നു.

- **അന്തരീക്ഷജലം (Meteoric water)**

മഴ, മഞ്ഞ് മുതലായ രൂപങ്ങളിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്നും ഭൂമിയിൽ എത്തിച്ചേരുന്ന ജലത്തെ അന്തരീക്ഷജലം (meteoric water) എന്നു വിളിക്കുന്നു. അന്തരീക്ഷജലമാണ് ഭൂജലത്തിന്റെ സിംഹഭാഗവും. പ്രാദേശികതലത്തിൽ അന്തരീക്ഷജലത്തിന്റെ കാലികമായ ലഭ്യതയിലുള്ള വ്യത്യാസം കിണറുകളിലെ ജലവിതാനം വിവിധ ഋതുക്കളിൽ ഉയർന്നും താഴ്ന്നും കാണപ്പെടുന്നതിനു കാരണമാകുന്നു.

- **നവജാതജലം (Juvenile water)**

ഉരുകിയ ശിലാദ്രവമായ മാഗ്മ (magma) യിൽ നിന്ന് രൂപീകൃതമായി ഭൂജലത്തിന്റെ ഭാഗമായിത്തീരുന്ന ജലത്തെയാണ് നവജാതജലം (Juvenile water) എന്നു പറയുന്നു. മാഗ്മയിൽ നിന്നും ഭൂജലത്തിലേക്ക് എല്ലാ കാലത്തും നവജാതജലം എത്തിച്ചേരാണ്ടുണ്ടെന്നാണ് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നത്. ജലചക്രത്തിലേയ്ക്കു പുതുതായി എത്തിച്ചേർന്ന ജലമെന്ന നിലയ്ക്കാണ് ഇതിന് നവജാതജലമെന്ന് നാമകരണം ചെയ്തിരിക്കുന്നത്.

- **നിസർഗജലം (Connate water)**

അവസാദശിലകളുടെ രൂപീകരണസമയത്ത് അവയുടെ കണികകൾക്കിടയിൽ ജലാംശം അകപ്പെടുന്നു. ആ ജലം ദീർഘകാലം അന്തർകണികാഭാഗങ്ങളിൽ തന്നെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. അവസാദങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട സാഹചര്യങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ഇത് ശുദ്ധജലമൊ ലവണജലമൊ ആകാം. ഇതിനെയാണ് നിസർഗജലം (connate water) അഥവാ

ഫോസിൽ ജലം എന്നു പറയുന്നത്. ഈ വിഭാഗത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന ജലവും ഭൂജലസ്രോതസുകളിലെ ഒരു ഘടകം തന്നെയാണ്.

5.3 സുഷിരതയും കടത്തിവിടൽ ശേഷിയും (Porosity & Permeability)

മഴ പെയ്യുമ്പോൾ എങ്ങനെയാണ് മഴവെള്ളം ഭൂമിക്കുള്ളിലേക്ക് താഴുന്നത്? മിക്ക ശിലകളിലും കണികകൾക്കിടയിൽ അസംഖ്യം സുഷിരങ്ങളോ മറ്റേതെങ്കിലും തരത്തിലുള്ള ശൂന്യസ്ഥലങ്ങളോ (സന്ധികൾ, വിള്ളലുകൾ, ഭ്രംശതലങ്ങൾ മുതലായവ) അടങ്ങിയിരിക്കും. ഈ സുഷിരങ്ങളിലൂടെയാണ് ജലം ഭൂമിക്കുള്ളിലേക്ക് അരിച്ചിറങ്ങുന്നത്. ഭൂമിക്കുള്ളിൽ ഭൂജലത്തിന്റെ സംഭരണവും ശിലകളിലൂടെയുള്ള അതിന്റെ സഞ്ചാരവും ശിലാവസ്തുക്കളുടെ രണ്ട് പ്രധാന മാനദണ്ഡങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ഇവ സുഷിരത (porosity), കടത്തിവിടൽ ശേഷി (permeability) എന്നീ പേരുകളിലറിയപ്പെടുന്നു.

5.3.1 സുഷിരത (Porosity)

ശിലകളിൽ നൈസർഗികമായി കാണപ്പെടുന്ന സുഷിരങ്ങൾ അഥവാ ശൂന്യസ്ഥലങ്ങൾ (open spaces) ആണ് പൊതുവെ ശിലകളുടെ സുഷിരത (porosity) എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ശിലയിലേയോ മണ്ണിലേയോ മൊത്തം സുഷിരങ്ങളുടെ വ്യാപ്തവും ശിലയുടെയോ മണ്ണിന്റെയോ മൊത്തം വ്യാപ്തവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതമായാണ് സരന്ധ്രത കണക്കാക്കുന്നത്. ഒരു ശിലയ്ക്കുള്ളിൽ ഉൾക്കൊള്ളാവുന്ന ജലത്തിന്റെ അളവിനെയാണ് അതിന്റെ സുഷിരത പ്രതിനിധീകരിക്കുന്നത്. അത് ശിലയിലെ സുഷിരങ്ങളുടെ മൊത്തം വ്യാപ്തത്തെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതെന്ന് വ്യക്തമാണല്ലോ. സരന്ധ്രത ശതമാനത്തിലാണ് സാധാരണമായി രേഖപ്പെടുത്തുന്നത്. ഉദാഹരണത്തിന്, ഒരു ശിലയുടെ (ഉദാ: മണൽകല്ല്) സരന്ധ്രത 30% എന്നത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് 100 ഘന സെ.മി മണൽകല്ലിൽ 70% മാത്രമാണ് അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന യഥാർഥ ശിലാദ്രവ്യം എന്നും ബാക്കി 30% ശിലാതരികൾക്കിടയിലുള്ള സുഷിരങ്ങൾ അഥവാ ശൂന്യസ്ഥലമാണ് എന്നുമാണ് (ശൂന്യമാണെന്ന് പറയുന്നുവെങ്കിലും അന്തരീക്ഷവായുവോ വാതകങ്ങളോ അവിടെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുണ്ട്). സുഷിരത പലഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ശിലാതരികളുടെ ആകൃതി, തരികൾ ക്രമീകരിച്ചിരിക്കുന്ന രീതി, തരികളുടെ തരംതിരിവ്, കണികകൾ തമ്മിൽ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന പ്രകൃതിദത്ത പദാർഥങ്ങളുടെ (സിമന്റ്) അളവ് എന്നിവയൊക്കെ അതിലുൾപ്പെടുന്നു. ഒരേ വലിപ്പമുള്ളതും, നന്നായി ഉരുണ്ട തരികളുമുള്ള, ഒരു ശിലയുടെ സുഷിരത, ഉരുണ്ടതും എന്നാൽ വ്യത്യസ്ത വലിപ്പത്തോടുകൂടിയ തരികളുള്ളതുമായ ശിലയേക്കാൾ സ്വാഭാവികമായും കൂടുതലായിരിക്കും. ചിലയിനം അവസാദ ശിലകളുടെ രൂപീകരണപ്രക്രിയയിൽ, വലിയ ശിലാതരികൾക്കിടയിലുള്ള ശൂന്യസ്ഥലങ്ങളിൽ ചെറിയതരികൾ അകപ്പെടുകയും, തന്നിമിത്തം ശിലയിലെ ഒഴിഞ്ഞ ഭാഗങ്ങൾ കുറയുകയും ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണിത്. തുല്യവലിപ്പമുള്ളതും ഒരേ തരത്തിലുള്ള തരികളോടു കൂടിയതുമായ ശിലയ്ക്ക് ഉയർന്ന സുഷിരത ഉണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ വ്യത്യസ്തതരം തരികളുടെ സാന്നിധ്യം ശിലയുടെ സുഷിരത കുറയ്ക്കുന്നു. അതേപോലെ ശിലാതരികൾക്കിടയിലുള്ള ഒഴിഞ്ഞ ഭാഗത്ത് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന സിമന്റ് പദാർഥത്തിന്റെ (സമീപസ്ഥകണികകളെ പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന പ്രകൃതിദത്ത പദാർത്ഥം) സാന്നിധ്യം ശിലയുടെ സുഷിരത കുറയ്ക്കുന്ന മറ്റൊരു ഘടകമാണ്. അതിനാൽ,

താരതമ്യേന സിമന്റ് പദാർഥം കുറഞ്ഞിരിക്കുന്ന അവസാദ ശിലകൾക്ക് സുഷിരത കൂടുതലായിരിക്കും.

പൊതുവെ പറഞ്ഞാൽ അവസാദ ശിലകൾക്ക് സുഷിരത കൂടുതലും പൊട്ടലുകളും വിള്ളലുകളും താരതമ്യേന കുറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ആഗ്നേയ ശിലകൾക്കും കായാന്തരിത ശിലകൾക്കും സുഷിരത കുറവുമായിരിക്കും. ചുവടെ കൊടുത്തിട്ടുള്ള പട്ടിക ശിലകളുടെ പേരും അവയുടെ സുഷിരതയും കാണിക്കുന്നു.

പട്ടിക 5.1 : വിവിധ ശിലകളുടെ സുഷിരതാമൂല്യങ്ങൾ

ശില/ ഭൗമ വസ്തുക്കൾ	സുഷിരത ശതമാനത്തിൽ
കളിമണ്ണ് (clay)	45-55
മണൽ (sand)	35-40
എക്കൽ (alluvium)	20-30
മണൽക്കല്ല് (sand stone)	10-20
ഷേയ്ൽ (shale)	1-10
ഗ്രാനൈറ്റ് (granite)	1.5
സ്ലേറ്റ് (slate)	1.5
ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് (lime stone)	0.6 - 17
ബസാൾട്ട് (basalt)	0.6 - 1.3
മാർബിൾ (marble)	0.1 - 0.2

സുഷിരതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ശിലകളെ സുഷിരസമൃദ്ധശിലകളെന്നും (porous rock) സുഷിരദരിദ്രശിലകളെന്നും (non-porous rock) രണ്ട് വിഭാഗങ്ങളായി തിരിക്കാൻ സാധിക്കും.

എ) സുഷിരസമൃദ്ധ ശിലകൾ (Porous rocks)

ഉയർന്ന സുഷിരതയുള്ള ശിലകളാണിവ. ഉദാഹരണം മണൽക്കല്ല്, ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല്,കളിമണ്ണ്, ലാറ്ററൈറ്റ്.

ബി) സുഷിരദരിദ്ര ശിലകൾ (Non-porous rocks)

സുഷിരത കുറഞ്ഞ ശിലകളാണ് സുഷിരദരിദ്ര ശിലകൾ. ഉദാ: ഗ്രാനൈറ്റ്, ബസാൾട്ട്, മാർബിൾ

5.3.2 കടത്തിവിടൽശേഷി (Permeability)

ശിലകൾ സുഷിരമയമായിരുന്നാൽ മാത്രമേ അതിൽ ജലം സംഭരിക്കപ്പെടുകയുള്ളൂ. എന്നാൽ ശിലയിലെ സുഷിരങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധം പുലർത്തിയിരുന്നാൽ മാത്രമേ ശിലകൾക്കുള്ളിലൂടെ ഭൂജലം സഞ്ചരിക്കുകയുള്ളൂ. ശിലയിലെ അടുത്തടുത്തുള്ള സുഷിരങ്ങൾ എത്രത്തോളം പരസ്പരം യോജിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നതിന്റെ അളവിനെ ആ ശിലയുടെ കടത്തിവിടൽശേഷി (permeability) എന്നു പറയുന്നു. സുഷിരത ഒരു

ശിലയുടെ ജലസംഭരണ ശേഷിയെ സൂചിപ്പിക്കുമ്പോൾ കടത്തിവിടൽശേഷി ജലത്തെ അതിലൂടെ കടത്തി വിടാനുള്ള ശേഷിയെയാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

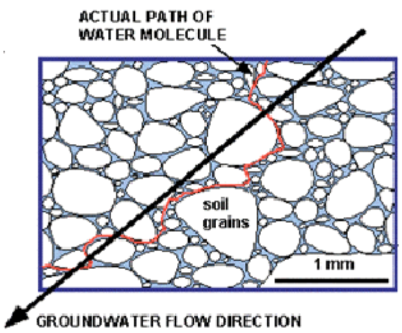
ശിലയിലെ അന്തർകണികാസുഷിരങ്ങളുടെ വലിപ്പം കൂടുതലാണെങ്കിൽ അതിലൂടെ കൂടുതൽ ജലം ഒഴുകുന്നു. അതുകൊണ്ടുതന്നെ സുഷിരങ്ങളുടെ വലിപ്പം കടത്തിവിടൽ ശേഷിയെ സ്വാധീനിക്കുന്ന മുഖ്യഘടകമാണ്. കടത്തിവിടൽശേഷിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ശിലകളെ കടത്തിവിടൽശേഷി ശിലകളെന്നും (permeable rocks) കടത്തിവിടൽശേഷിയില്ലാത്ത ശിലകളെന്നും (impermeable rocks) രണ്ടു മുഖ്യ വിഭാഗങ്ങളായി താഴെ പട്ടിക 5.2 ൽ പറയും പ്രകാരം തരംതിരിക്കാം.

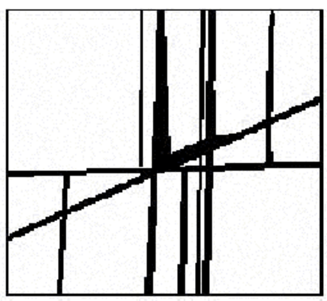
പട്ടിക 5.2 പ്രവേശികതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ശിലകളെ തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്ന വിധം

കടത്തിവിടൽശേഷിയുള്ള ശിലകൾ (Permeable rocks)	കടത്തിവിടൽശേഷിയില്ലാത്ത ശിലകൾ (Impermeable rocks)
മണൽക്കല്ല്	ഷേയ്ൽ
ലാറ്ററൈറ്റ്	കളിമണ്ണ്
മണൽ/ചരൽ	ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്
മണ്ണ്	ഗ്രാനൈറ്റ്
വിള്ളലുകളുള്ള ആഗ്നേയ, കായാന്തരിത ശിലകൾ	മാർബിൾ ബസാൾട്ട്

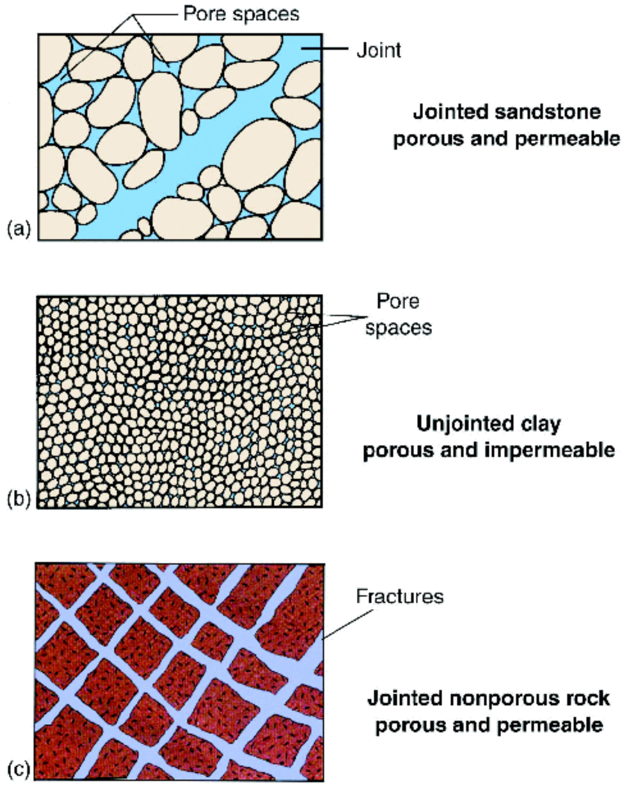
കടത്തിവിടൽശേഷിയുള്ള ശിലകളുള്ള പ്രദേശത്ത് ഉപരിതലജലത്തിന്റെ അരിച്ചിറങ്ങൽ (infiltration) താരതമ്യേന കൂടുതലായിരിക്കും. മറിച്ച്, ഒരു പ്രദേശത്തെ ശിലകൾ കടത്തിവിടൽശേഷിയില്ലാത്തതാണെങ്കിൽ അവിടെ ജലത്തിന്റെ അരിച്ചിറങ്ങൽ താരതമ്യേന കുറവും മേലൊഴുക്ക് (run off) കൂടുതലുമായിരിക്കും.

5.4 ഭൂജലത്തിന്റെ ലംബദിശയിലെ വിതരണം (Zonal Distribution of Groundwater)





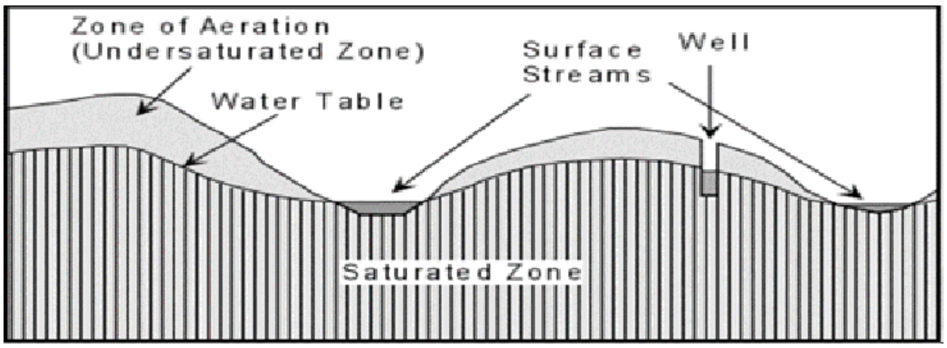
Fractured bedrock



ചിത്രം - 5.2 ശിലകളുടെ സുഷിരതയും കടത്തിവിടൽശേഷിയും കാണിക്കുന്നു.

ഭൂമിയിൽ മിക്കയിടങ്ങളിലും ഒരു കിണർ കുഴിക്കുകയാണെങ്കിൽ കുഴി ആദ്യം കടന്നു പോകുന്നത് ശിലയിലെ തരികൾക്കിടയിലുള്ള സുഷിരങ്ങൾ ഭാഗികമായി ജലത്താലും ഭാഗികമായി വായുവിനാലും നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു മേഖലയിലൂടെയായിരിക്കും. തുടർന്ന് കിണർ വീണ്ടും താഴ്ത്തുമ്പോൾ സുഷിരങ്ങൾ പൂർണ്ണമായും ജലം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഒരു മേഖലയിലൂടെ അത് കടന്നുപോകും. ചിത്രം 5.3 ഇത് വിശദമാക്കുന്നു.

ഭൂജലത്തിന്റെ ലംബദിശയിലുള്ള വിതരണത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഒരു നിർദിഷ്ട പ്രദേശത്ത് രണ്ട് പ്രമുഖമേഖലകൾ (Zones) നമുക്ക് തിരിച്ചറിയാൻ സാധിക്കും.



ചിത്രം 5.3 ഭൂജലത്തിന്റെ മേഖലകൾ

1. വാതകപൂരിത മേഖല (Zone of aeration or Unsaturated zone)

ശിലയിലെ സുഷിരങ്ങൾ ഭാഗികമായി വായുവിനാലും ഭാഗികമായി ജലത്താലും നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന മേഖലയാണിത്. (എന്നാൽ ആനുപാതികമായി വാതകമായ അന്തരീക്ഷ വായുവാണ് പ്രധാനമായി ഈ മേഖലയിലെ സുഷിരങ്ങളിൽ വ്യാപിച്ചുകാണുന്നത്. അക്കാരണത്താലാണ് ഈ മേഖലയെ വാതകപൂരിതമെന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്). ഈ മേഖലയെ വാഡോസ് മേഖല (vadose zone) എന്നും വിളിക്കാറുണ്ട്.

(വാതകപൂരിത മേഖലയിൽ ജലാംശം ശിലാകണികകളുടെ പുറമെ പ്രതല ബലത്തെ ആശ്രയിച്ച് തങ്ങി നിൽക്കുന്ന ഭാഗം മാത്രമാണ്. ഭൂഗുരുത്വത്തെ പ്രതിരോധിച്ച് താഴേയ്ക്ക് ഊർന്നിറങ്ങാതെ നിൽക്കുന്ന ഈ ജലാംശം 'സസ്പെന്റഡ് ജലം' എന്ന പേരിലും അറിയപ്പെടുന്നു. സസ്യങ്ങൾ ഈ ജലമാണ് വേരുകളിലൂടെ ആഗിരണം ചെയ്യുന്നത്. ജലാംശം പരിപൂർണ്ണമായി നഷ്ടമാകുമ്പോൾ സസ്യങ്ങളുടെ ഇലകൾ വാടി കുഴഞ്ഞുകിടക്കുന്നതായി കാണാൻ കഴിയും.)

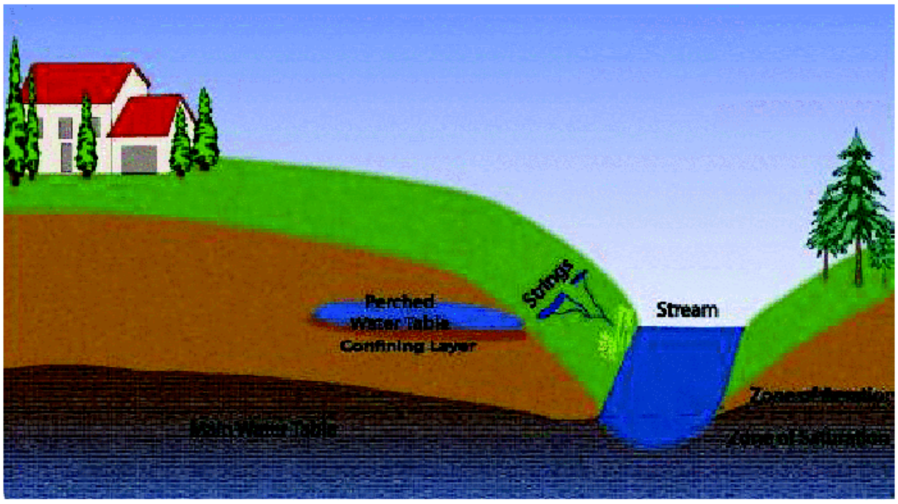
ഭൗമോപരിതലം മുതൽ താഴോട്ട് പൂരിതജലമേഖലവരെ (Zone of saturation) ഈ മേഖല വ്യാപിച്ച് കിടക്കുന്നു. ഈ മേഖലയിൽ ജലത്തിന്റെ ചലനം മുഖ്യമായും ലംബദിശയിൽ മുകളിൽ നിന്നും താഴോട്ടായിരിക്കും.

2. ജലപൂരിത മേഖല (Zone of saturation)

ശിലകളിലെ സുഷിരങ്ങൾ പൂർണ്ണമായും ജലം നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന മേഖലയാണിത്. ഇവിടെയുള്ള ജലമാണ് യഥാർഥത്തിൽ ഭൂജലം (Phreatic water or ground water) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നത്. ഇത് ജലമർദ്ദത്തിന് വിധേയമാണ്. (ജലപൂരിത മേഖലയിൽ ഭൂജലത്തിന്റെ ചലനം തിരശ്ചീന ദിശയിലായിരിക്കും. ഈ ജലം പാർശ്വഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കും താഴേക്ക് ലംബദിശയിലും സ്വതന്ത്രമായി ഊർന്നിറങ്ങാൻ സഹായകമായ സാഹചര്യമുള്ളതാണ്.

ജലപൂരിതമേഖലയുടെ ഉപരിതലത്തെ ജലപീഠം (Water Table) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഒരു സ്വതന്ത്ര അക്വ്യുഫറിലെ (aquifer) ഭൂജലത്തിന്റെ ഏറ്റവും മുകൾ പരപ്പിനെയാണിത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. സാധാരണ കിണറുകളിലെ വെള്ളത്തിന്റെ മേൽപരപ്പ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ജലപീഠത്തെ തന്നെയാണ്. അതിനാൽ ഒരു വിസ്തൃത പ്രദേശത്തെ കിണറുകളിലെ ജലത്തിന്റെ മേൽപരപ്പ് രേഖപ്പെടുത്തി അവയെല്ലാം കൂട്ടി യോജിപ്പിച്ചാൽ ആ പ്രദേശത്തെ ജലപീഠത്തിന്റെ പ്രാദേശിക ഉയരവും ത്രിമാന രൂപവും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും. ഒരു നിർദിഷ്ട പ്രദേശത്തെ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ നിന്നും ജലപീഠത്തിലേക്കുള്ള ആഴം/താഴ്ച പല ഘടകങ്ങളേയുമാശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. അവയിൽ പ്രധാനപെട്ടവ, പ്രദേശത്തിന്റെ ഭൂപ്രകൃതി, ശിലകൾ, മഴയുടെ അളവ് (വർഷപാതം) എന്നിവയാണ്. ജലപീഠം മിക്കപ്പോഴും ഭൗമോപരിതലത്തിന് സമാന്തരമായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്. ഒരു പ്രദേശത്തെ ജലപീഠം ഒരേ നിരപ്പിൽ സുസ്ഥിരമായി എക്കാലവും നിലനിൽക്കുകയില്ല. മറിച്ച് ജലത്തിന്റെ ലഭ്യതയ്ക്കനുസരിച്ച് ഈ വിതാനം കാലാകാലങ്ങളിൽ ഉയർന്നും താഴ്ന്നുമിരിക്കും. പൊതുവെ, മഴക്കാലത്ത് ഇത് ഏറ്റവും ഉയർന്നും വരണ്ട ഉഷ്ണകാലത്ത് ഏറ്റവും താഴ്ന്ന നിലയിലുമായിരിക്കും. ഈ ഉയർന്നതും താഴ്ന്നതുമായ ജലവിതാനത്തിനിടയിലുള്ള മേഖലയെ ആവർത്തിതജലപൂരിത മേഖല (Zone of intermittent saturation) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ വാതക പൂരിതമേഖലയിൽ തന്നെ കെട്ടിനിൽക്കുന്ന ചെറുതൊ വലുതൊ ആയ ജലപൂരിത ഭാഗങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു. (ഇത്തരം പൂരിത മേഖലകളിൽ നിന്നും കിണറുകളിലേയ്ക്ക് ജലം എത്തിച്ചേരാറുണ്ട്). ഇപ്പറഞ്ഞ ജലപൂരിത മേഖലയുടെ മുകൾപരപ്പിനെ പെർച്ച്ഡ് ജലപീഠം (Perched water table) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇത് എല്ലായ്പ്പോഴും സ്ഥലത്തെ മുഖ്യ ജലപീഠത്തിന് മുകളിലായിരിക്കും സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്.



ചിത്രം 5.4 മുഖ്യ ജലപീഠത്തിനുമുകളിലായി പെർച്ച്ഡ് ജലപീഠം സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. പ്രകൃതിയിൽ എവിടെയാണ് ഭൂജലം സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്?
2. എന്തുകൊണ്ടാണ് അവസാദശിലകൾ ആഗ്നേയശിലകളേക്കാൾ കൂടുതൽ സുഷിരമയമായിരിക്കുന്നത്?
3. താഴെപറയുന്നവയിൽ ശരിയായ പ്രസ്താവന ഏത്? നിങ്ങളുടെ ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

   എ) എല്ലാ സുഷിരമയശിലകളും കടത്തിവിടൽശേഷിയുള്ള ശിലകളാണ്.

   ബി) കടത്തിവിടൽശേഷിയുള്ള എല്ലാ ശിലകളും സുഷിരതയുള്ളവയാണ്.

   സി) കടത്തിവിടൽശേഷിയുള്ള എല്ലാ ശിലകളും സുഷിരതയുള്ളവയല്ല.
4. ശിലകളിലെ ശൂന്യസ്ഥലങ്ങളെല്ലാം പൂർണ്ണമായും ജലം കൊണ്ട് നിറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ഭൗമോപരിതലത്തിനു താഴെയുള്ള മേഖലയുടെ പേര് എന്താണ്?

5.5 ജലം സംഭരിക്കുന്നശിലകൾ (Water Bearing Formations)

ഭൂജലത്തെ ഉൾക്കൊള്ളുന്നതിനും കടത്തിവിടുന്നതിനുമുള്ള ശേഷിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ശിലകൾ ഏറെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ജലസംഭരണത്തിന്റേയും ജല സംവഹനത്തിന്റേയും ശേഷിയെ ആശ്രയിച്ച് ശിലകളെ അക്യുഫർ (Aquifer), അക്യിക്ലൂഡ് (Aquiclude), അക്യുഫ്യൂജ് (Aquifuge) എന്നിങ്ങനെ മൂന്നിനങ്ങളായി തരംതിരിച്ച് പഠനവിഷയമാക്കി വരുന്നു.

1. **അക്യുഫർ (Aquifer):** ഇത്തരം ശിലകൾ ഭൂജലത്തെ അവയിലൂടെ സ്വതന്ത്രമായി കടത്തിവിടുന്നതിനും സംഭരിച്ചു നിർത്തുന്നതിനും കഴിവുള്ളവയാണ്. പ്രകൃതിയിൽ ഭൂജലത്തിന്റെ യഥാർഥ സംഭരണ ശിലകളാണിവ. അക്യുഫർ ശിലകൾ എല്ലാം സുഷിരതയും കടത്തിവിടൽശേഷിയുള്ളവയുമാണ് (porous and permeable). മണൽക്കല്ല്, എക്കൽ എന്നിവ ഇതിന് നല്ല ഉദാഹരണങ്ങളാണ്.

2. **അക്യുക്ലൂഡ് (Aquiclude):** ഈ വിഭാഗത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്ന ശിലകൾക്ക് ജലത്തെ സംഭരിച്ച് നിർത്താനുള്ള കഴിവുണ്ട്. എന്നാൽ ജലത്തെ അവയിലൂടെ കടത്തിവിടാനാവില്ല. ഇത്തരം ശിലകൾ സുഷിരമയമാണെങ്കിലും കടത്തിവിടൽശേഷിയില്ലാത്തതിനാലാണ് ജലത്തെ പ്രവഹിപ്പിക്കാനാവാത്തത്. ഉദാ: കളിമണ്ണ് (clay).

3. **അക്യുഫ്യൂജ് (Aquifuge):** ഭൂജലത്തെ കടത്തി വിടാനോ ഉൾകൊള്ളാനോ കഴിയാത്ത തരം ശിലകളാണ് അക്യുഫ്യൂജുകൾ. ഇത്തരം ശിലകൾ സുഷിരദരിദ്രവും കടത്തിവിടൽശേഷിയില്ലാത്തവയും ആയിരിക്കും (Non-porous and impermeable). പൊട്ടലുകളും വിടവുകളും ഇല്ലാത്ത ആഗ്നേയ ശിലകളും ഇത്തരം കായാന്തരിത ശിലകളും അക്യുഫ്യൂജുകൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. ഗ്രാനൈറ്റ്, ബസാൾട്ട്, നൈസ് എന്നിവ ഇത്തരം ശിലകളിൽപ്പെടുന്നവയാണ്.

5.6 ബന്ധിതവും സ്വതന്ത്രവുമായ അക്യുഫറുകൾ (Confined and Unconfined aquifers)

ഒരു അക്യുഫർ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് തുറന്ന രീതിയിലാണെന്നിരിക്കട്ടെ, അതിലെ ഭൂജല അന്തരീക്ഷമർദത്താൽ മാത്രം സ്വാധീനിക്കപ്പെടുന്നതാണ്. ഈ അക്യുഫറിലെ ഭൂജലത്തിന്റെ ഉപരിതലം (ജലപീഠം) സ്വതന്ത്രമായി മുകളിലോട്ടോ താഴോട്ടോ ഉയരുവാനും താഴുവാനും കഴിവുള്ളതായിരിക്കും. ജലപീഠത്തിന് സ്വതന്ത്രമായി മേൽപ്പോട്ടോ താഴോട്ടോ ഉയരുവാനോ താഴുവാനോ ഉള്ള അവസര നിലനിൽക്കുന്ന അക്യുഫറുകളെ സ്വതന്ത്ര (Unconfined aquifer) അക്യുഫറുകൾ എന്ന് വിളിയ്ക്കുന്നു.

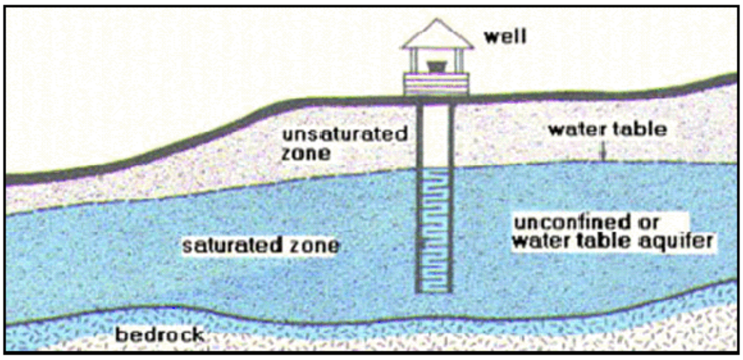
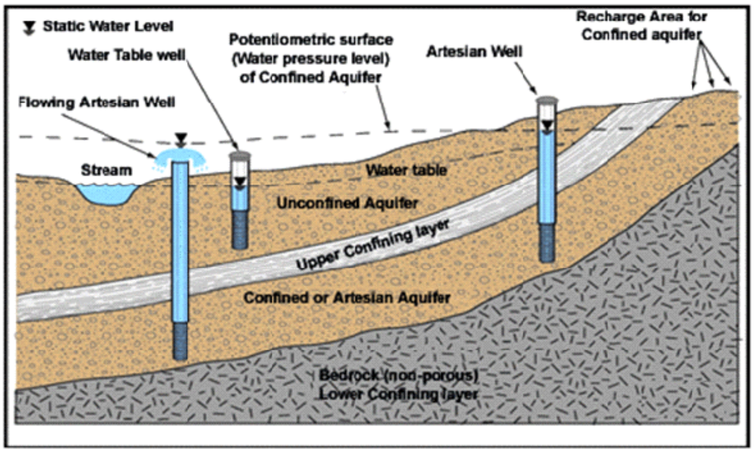


Fig 5.5 സ്വതന്ത്ര ജലഭൃതവും (Unconfined aquifer), സാധാരണ കിണറും

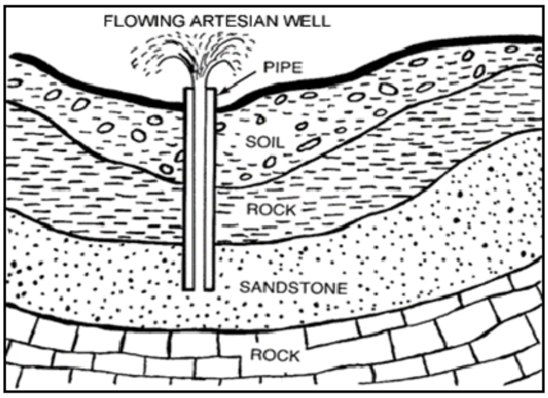
ഒരു പ്രദേശത്തെ ഭൂജലം അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന അക്വിഫർ അതിന് മുകളിലും താഴെയും പ്രവേശികതയില്ലാത്ത (impermeable) ശിലാപാളികളാൽ ആവരണം ചെയ്യപ്പെട്ട അവസ്ഥയിലാണെങ്കിൽ അതിനെ ബന്ധിത അക്വിഫർ എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കാം. അത്തരം സാഹചര്യത്തെ ബന്ധിതസാഹചര്യം (confined condition) എന്നു പറയാം. ബന്ധിത അക്വിഫറിലെ (confined aquifers) ഭൂജലം അന്തരീക്ഷ മർദ്ദത്തേക്കാൾ ഉയർന്ന സമ്മർദ്ദത്തിന് വിധേയമായിരിക്കും. ഇത്തരം അക്വിഫറിനെ ആർട്ടീഷ്യൻ അക്വിഫർ (Artesian aquifer) എന്നു പറയുന്നു. ഇത്തരം അക്വിഫറികളിലേക്ക് കുഴിച്ചിരിക്കുന്ന കിണറുകൾ ആർട്ടീഷ്യൻ കിണറുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. അവിടെ ഭൂജലം ഉയർന്ന മർദ്ദത്തിന് വിധേയമായി ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലേക്ക് കുഴൽകിണറിലൂടേയും മറ്റു രീതിയിലും പ്രവഹിക്കുന്നു. ഫ്രാൻസിൽ 1750 ൽ "ആർട്ടോയിസ്" (Artois) പ്രദേശത്താണ് ഈ അവസ്ഥ ആദ്യമായി നിരീക്ഷിക്കപ്പെട്ടതും പഠനവിധേയമാക്കിയതും. ഇന്ത്യയിലും വിവിധ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇത്തരം കിണറുകൾ കണ്ടുവരുന്നു. കേരളത്തിൽ ആലപ്പുഴ ജില്ലയിലെ മുഹമ്മയിൽ നിന്നും ആർട്ടീഷ്യൻ കിണർ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 5.6. ബന്ധിത ജലഭൃതവും ആർട്ടീഷ്യൻകിണറും.

മുകളിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ 5.5, 5.6, 5.7 എന്നിവ ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം പഠിച്ച് താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തുക.

1. എന്തുകൊണ്ടാണ് എല്ലാ ആർട്ടീഷ്യൻ കിണറുകളിൽ നിന്നും ഭൂജലം സ്വതന്ത്രമായി പുറത്തേയ്ക്ക് ഒഴുകാത്തത്?
2. പ്രകൃതിയിൽ ആർട്ടീഷ്യൻ കിണറുകൾ രൂപംകൊള്ളാനാവശ്യമായ സാഹചര്യങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണ്?



ചിത്രം 5.7 ആർട്ടീഷ്യൻ കിണറിന്റെ സചിത്രമായ രൂപരേഖ

3. സാധാരണ കിണറും ആർട്ടീഷ്യൻ കിണറും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം എന്തൊക്കെയാണ്?

5.7 വിവിധതരം കിണറുകൾ (Types of Wells)

ഭൂജലം ശേഖരിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി ഭൂമിയിലേക്ക് ലംബമായി കുഴിച്ചിരിക്കുന്ന കുഴികളാണ് കിണറുകൾ. കിണറിന്റെ ഉദ്ദേശം, ഭൂവൈജ്ഞാനിക സാഹചര്യം, സാമ്പത്തിക ഘടകങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയൊക്കെ അടിസ്ഥാനമാക്കി കിണർ കുഴിക്കുന്നതിന് പല മാർഗങ്ങൾ അവലംബിക്കുന്നു.

1. സാധാരണ കിണർ/തുറന്ന കിണർ (Dug well/open well)

സാമാന്യം വിസ്തൃതിയിലും ചെറിയ ആഴത്തിലും അക്വിഫർ ശിലകളിലേക്ക് കുഴിക്കുന്ന കിണറുകളാണിവ. സാധാരണ കിണറിന്റെ ആഴം 20 മീറ്റർ വരെയും വ്യാസം 1 മുതൽ 10 മീറ്റർ വരേയും കാണപ്പെടുന്നു.

2. ട്യൂബ് വെൽ (Tube well)

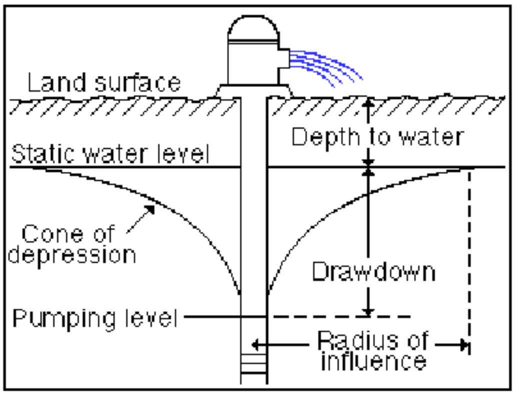
ഒരു അക്വിഫർ ശിലയിലേക്ക് ആഴത്തിൽ തുരന്ന്, 100-200 മി.മീറ്റർ വ്യാസമുള്ള സ്റ്റീൽ/PVC ട്യൂബ് അമർത്തിത്താഴ്ത്തി ജലം സംഭരിക്കുന്നയിനം കിണറുകളാണിവ. ട്യൂബിന്റെ കീഴ് അഗ്രത്തിൽ സ്ട്രെയിനർ (strainer) ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. മുകളിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന പമ്പ് ഉപയോഗിച്ച് കൃഷിക്കും ഗാർഹികാവശ്യത്തിനുമുള്ള ജലം ശേഖരിക്കുന്നു. ഇത്തരം കിണറിന്റെ ആഴം ആ പ്രദേശത്തെ ജലപീഠത്തിന്റെ ആഴവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

3. കുഴൽകിണർ/ബോർവെൽ (Bore well)

ദൃഢത കൂടിയ ശിലകളിലേക്ക് കൈകൾകൊണ്ട് പ്രവർത്തിപ്പിച്ചോ വൈദ്യുത പവർഓഗറുകൾ ഉപയോഗിച്ചു കൊണ്ടോ പാറതുരന്ന് നിർമിക്കുന്ന കിണറുകളാണിവ. കിണറിന്റെ പരമാവധി വ്യാസം 20 സെ.മീറ്ററും ആഴം 30 മീറ്ററിലധികവുമായിരിക്കും. താരതമ്യേന ആഴത്തിലുള്ള ഭൂജലത്തെയാണ് ബോർവെല്ലുകൾ പ്രധാനമായും ശേഖരിക്കുക.

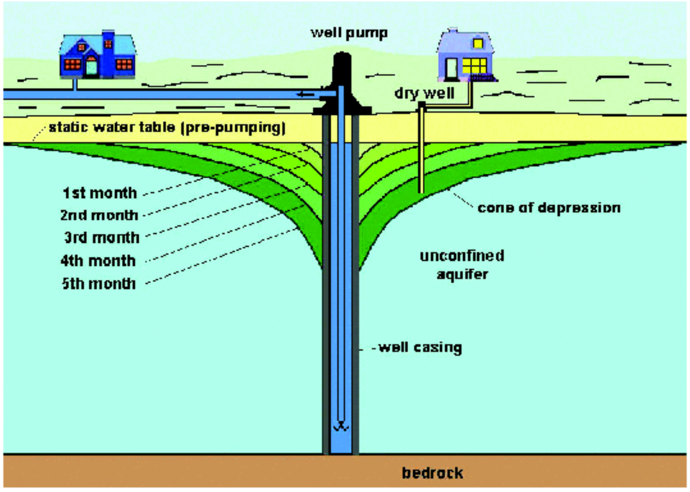
5.8 ഭൂജലബഹിർഗമനവും നിമ്നീകരണ സ്തൂപികവും (Ground water discharge and cone of depression)

നീരുറവ പോലുള്ള പ്രകൃത്യാലുള്ള ഭൂജലസ്രോതസുകളിൽ നിന്നും വ്യത്യസ്തമായി കൃത്രിമ മാർഗത്തിലൂടെ ഭൂജലം ശേഖരിക്കുന്നതിന് സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കുന്ന സംവിധാനമാണ് കിണറുകൾ. കിണറുകളിൽ നിന്ന് ഭൂജലം ശേഖരിക്കുമ്പോൾ പ്രാദേശികമായി ജലവിതാനത്തിന് (ജലപീഠത്തിന്) നിമ്നീകരണമുണ്ടാകുന്നു. ഒരു കിണറിൽ നിന്നും ഏറെനേരം ഭൂജലം അസാ



ചിത്രം 5.8 ഭൂജലബഹിർഗമനവും നിമ്നീകരണ സ്തൂപികയും.

ധാരണമാം വിധം ചൂഷണം ചെയ്താൽ അതിനുചുറ്റുമുള്ള പ്രദേശത്തെ ജലപീഠം ഒരു ചോർപ്പയുടെ (funnel) ആകൃതിക്ക് സദൃശ്യമായ രീതിയിൽ ക്രമേണ താഴുകയും അത് ഒരു സ്തൂപികയുടെ രൂപം പ്രാപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സമീപത്തുള്ള നിരവധി കിണറുകളിൽ ഒരേ സമയം ജലചൂഷണം നടക്കുകയാണെങ്കിൽ തൽഫലമായുണ്ടാകുന്ന ജലവിതാന താഴ്ചയും (draw down) രൂപപ്പെടുന്ന നിമ്നീകരണ സ്തൂപികയും (Cone of depression) കിണറുകളുടെ സംയോജിത സ്വാധീനത്തിലായിരിക്കും. ഭൂജലബഹിർഗമനം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു കിണറിൽ നിശ്ചിത ഇടവേളകളിൽ സംഭവിക്കുന്ന ഭൂജലതാഴ്ചയും അനുബന്ധ നിമ്നീകരണസ്തൂപികയുമാണ് ചിത്രത്തിൽ (5.9) കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 5.9 ഭൂജല താഴ്ചയും നിമ്നീകരണ സ്തൂപികയും

ഒരു കിണറിൽ നിന്നും ഭൂജലചൂഷണം നടക്കുമ്പോൾ അതിനു ചുറ്റും രൂപം കൊള്ളുന്ന നിമ്നീകരണ സ്തൂപിക സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്ന പരമാവധി ദൂരത്തെ 'സ്വാധീന മേഖലാ വ്യാസാർധം' (Radius of Influence) എന്നു പറയുന്നു. ഈ സ്വാധീന മേഖലയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന കിണറുകളിലെയെല്ലാം ജലവിതാനത്തെ ഇത് ബാധിക്കുന്നു. ജലപീഠത്തിന്റെ ഇത്തരത്തിലുണ്ടാകുന്ന താഴ്ച ജലചൂഷണം നടക്കുന്ന കിണറിൽ നിന്നുമുള്ള അകലത്തിന് ആനുപാതികമായിരിക്കും.

നല്ല പ്രവേശികതയുള്ള ശിലകളിൽ നിമ്നീകരണ സ്തൂപിക കൂടുതൽ വിസ്തൃതവും താരതമ്യേന ചരിവ് കുറഞ്ഞ പാർശ്വങ്ങളോടു കൂടിയതുമായിരിക്കും. എന്നാൽ പ്രവേശികത കുറഞ്ഞ ശിലകളിൽ നിമ്നീകരണ സ്തൂപിക ഇടുങ്ങിയതും താരതമ്യേന ചരിവ് കൂടിയ പാർശ്വങ്ങളോട് കൂടിയതുമായിരിക്കും.

5.9 ഭൂജലപരിപോഷണം (Groundwater recharge)

കൃഷി, ഗാർഹികം, വ്യവസായം തുടങ്ങിയ വിവിധ മേഖലകളിൽ ഭൂജലത്തിന്റെ ഉപയോഗം ഏതാനും ദശകങ്ങളിലായി പലമടങ്ങ് വർധിച്ചിരിക്കുകയാണ്. ചില പ്രദേശങ്ങളിൽ വാർഷിക ഭൂജല ചൂഷണ നിരക്ക് വിവിധ സ്രോതസുകളിൽ നിന്നുള്ള മൊത്തം വാർഷിക പരിപോഷണ നിരക്കിനേക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാണ്. ഇത്തരം പ്രദേശങ്ങളിൽ ഭൂജല ദൗർലഭ്യം അനുഭവപ്പെടുകയും കാർഷികതകർച്ച, തീരപ്രദേശങ്ങളാണെങ്കിൽ ലവണജല അധിനിവേശം, തറനിരപ്പിന്റെ താഴൽ തുടങ്ങിയ പല പ്രശ്നങ്ങൾക്കും

കാരണമായിട്ടുണ്ട്. ഭൂജലദൗർലഭ്യം പരിഹരിക്കാനുള്ള ഒരേയൊരു മാർഗം ഭൂജല സ്രോതസുകളെ കൃത്രിമ മാർഗ്ഗങ്ങളിലൂടെ പരിപോഷണം ചെയ്യുക എന്നത് മാത്രമാണ്. സാധാരണ നിലയിൽ മഴ, മഞ്ഞുവീഴ്ച, നദികളിൽ നിന്നും കായലുകളിൽ നിന്നും മറ്റുമുള്ള ജലം അരിച്ചിറങ്ങൽ (infiltration) തുടങ്ങിയ രീതികളിൽ പ്രകൃത്യാ തന്നെ ഭൂജലപരിപോഷണം നടക്കാറുണ്ട്. ഭൂജലപരിപോഷണത്തിനുള്ള കൃത്രിമ മാർഗങ്ങളിൽ ചിലത് താഴെ പറയുന്നു.

മഴവെള്ളത്തിന്റെ ഭൗമോപരിതലത്തിൽ കൂടിയുള്ള മേലൊഴുക്ക് (Surface run off) കുറയ്ക്കുക, കുഴികളിലും ചാലുകളിലും മഴവെള്ളം ശേഖരിച്ച് നിർത്തുക, അങ്ങനെ സംഭരിച്ചവെള്ളത്തെ ഭൂമിയിലേക്ക് അരിച്ചിറങ്ങാൻ അനുവദിക്കുക.

- മഴവെള്ളക്കൊയ്ത്ത് (Rainwater harvesting) പ്രാദേശികമായി ജല പരിപോഷണത്തെ സഹായിക്കുന്നു.
- ഉപരിതലത്തിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലത്തെ ഉപയോഗശൂന്യമായ കിണറുകളിലും മറ്റും സംഭരിക്കുക.
- വനവൽക്കരണം നടത്തി, ജലത്തിന്റെ ബാഷ്പീകരണം മൂലമുള്ള നഷ്ടം കുറയ്ക്കുക.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

1. നിങ്ങളുടെ പ്രദേശത്ത് നിങ്ങൾ കണ്ട വിവിധതരം കിണറുകൾ ഏതൊക്കെയാണ്? അവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ എഴുതുക.
2. ഒരു പ്രദേശത്തെ സസ്യാവരണം കാരണം

എ) നീർമറി പ്രദേശത്ത് നിന്നുള്ള ജലത്തിന്റെ മേലൊഴുക്ക് (run off) വർധിക്കുന്നു.
ബി) നീർമറി പ്രദേശത്ത് നിന്നുള്ള ജലത്തിന്റെ മേലൊഴുക്ക് കുറയ്ക്കുന്നു.
സി) മേലൊഴുക്കിനെ ബാധിക്കുന്നില്ല.
ഡി) ഇതൊന്നുമല്ല.

3. ഭൂജലമേഖലയിൽ നിമ്നീകരണ സ്തൂപിക രൂപീകൃതമാവാൻ കാരണമെന്താണ്? നിമ്നീകരണ സ്തൂപിക അടുത്തുള്ള കിണറുകളെ എങ്ങനെയാണ് ബാധിക്കുക എന്ന് വിശദീകരിക്കുക.

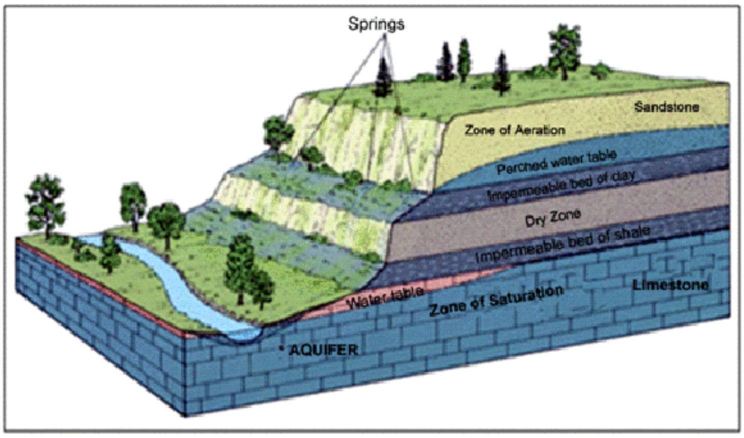
നമുക്ക് ചെയ്ത് നോക്കാം.

നിങ്ങളുടെ സമീപപ്രദേശത്തെ ഒരു കിണർ സന്ദർശിക്കുക. താഴെപറയുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം എഴുതി ഒരു സന്ദർശനറിപ്പോർട്ട് തയാറാക്കുക.

1. സന്ദർശിച്ച പ്രദേശത്തെ പ്രാദേശിക ജലപീഠത്തിന്റെ താഴ്ച എത്രയാണ്?
2. വ്യത്യസ്ത ഋതുക്കളിൽ ജലപീഠത്തിന് വ്യതിയാനമുണ്ടാകുന്നതെന്തുകൊണ്ടാണ്?
3. ഭൂജലം ശേഖരിക്കുന്നതിന് ആ പ്രദേശത്ത് മുഖ്യമായും ഏതുതരം കിണറുകളാണ് നിർമിച്ചിരിക്കുന്നത്?
4. ആ പ്രദേശത്ത് കൃത്രിമ ഭൂജല പരിപോഷണ മാർഗങ്ങൾ എന്തെങ്കിലും നിലവിലുണ്ടെങ്കിൽ അവയെകുറിച്ച് വിവരിക്കുക.

5.10 നീരുറവ (Springs)

ഒരു പ്രദേശത്തെ ഭൂജലവിതാനം അഥവാ ജലപീഠം ഭൗമോപരിതലത്തിന് സമാന മായ ഉയർച്ച പ്രാപിക്കുമ്പോൾ ഭൂജലം ഭൂമിക്ക് പുറത്തേക്കൊഴുകുവാൻ തുടങ്ങും. ഭൂമിയിൽ പലപ്രദേശത്തും ഈ പ്രതിഭാസം കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഇത്തരത്തിൽ ഭൂജലം ഭൂമിക്ക് പുറത്തേക്ക് സ്വാഭാവികമായി പ്രവഹിക്കുന്നതിനെ നീരുറവ (spring) എന്നു പറയുന്നു. ഭൂമിക്കുള്ളിൽ നിന്നും ഉഷ്ണജലം പുറത്തേക്ക് ഗമിക്കുന്നതിനെ ഉഷ്ണ



5.10 നീരുറവ (Springs)

നീരുറവ (Hot springs) എന്നു വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 5.11) ഭൗമതാപത്താൽ ഭൂജലം ചൂടായി അത് ഭൂവൽക്കത്തിന് പുറത്ത് വരുമ്പോഴാണ് ഉഷ്ണനീരുറവ രൂപം കൊള്ളുന്നത്. ഭൂമുഖത്ത് പലഭാഗത്തും ഉഷ്ണനീരുറവ കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ യെല്ലോസ്റ്റോൺ ദേശീയോദ്യാനം (Yellow Stone National Park) പോലെ സജീവഅഗ്നിപർവ്വത മേഖലകളിൽ ചൂടുള്ള മാഗ്മയിൽ നിന്നും വമിക്കുന്ന താപത്താൽ ഭൂജലം ചൂടാക്കപ്പെടുന്നു. ക്രമമായ സമയഇടവേളകളിൽ ഉഷ്ണജലവും നീരാവിയും മാറിമാറി ബഹിർഗമിക്കുന്ന ഉഷ്ണ നീരുറവകളെ ഗെയ്സറുകൾ (Geyser) എന്നാണ് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത് (ചിത്രം 5.12). ഇത്തരം ഗെയ്സറുകളിൽ നിന്നും ഏതാനും മീറ്ററുകൾ മുതൽ 100 മീറ്റർ വരെ ഉയരത്തിൽ ജലം പ്രവഹിക്കാറുണ്ട്.

ചിത്രം 5.11 അമേരിക്കയിലെ യെല്ലോസ്റ്റോൺ ദേശീയഉദ്യാനത്തിലെ ഉഷ്ണനീരുറവ.

അഗ്നിപർവ്വത സ്ഫോടനങ്ങൾ നടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളോട് ചേർന്ന് കിടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉഷ്ണജല നീരുറവകളും ഗെയ്സറുകളും സാധാരണ ഒരുമിച്ച് കണ്ടുവരുന്നു. ഇത്തരം പ്രദേശങ്ങളിൽ ഭൂജലം മാഗ്മയുമായുള്ള സമ്പർക്കം മൂലം ചൂടാവുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. അമേരിക്കയിലെ യെല്ലോസ്റ്റോൺ ദേശീയോദ്യാനത്തിലെ ഓൾഡ് ഫേയ്ത്ത്ഫുൾ ഗെയ്സർ ഇതിന് ഒന്നാന്തരം ഉദാഹരണമാണ്. മിക്ക ഗെയ്സറുകളിലും നിശ്ചിത ഇടവേളകളിലാണ് ജല ബഹിർഗമനം നടക്കുന്നത്.

ചിത്രം 5.12 ഓൾഡ് ഫെയ്ത്ത്ഫുൾ ഗെയ്സർ,
യെല്ലോസ്റ്റോൺ നാഷണൽ പാർക്ക്, യു.എസ്.എ.

5.11 ഭൂജലത്തിന്റെ ജിയോളജിക്കൽ പ്രവർത്തനം (Geological work of Groundwater)

പ്രകൃതിയിൽ വ്യത്യസ്ത രൂപങ്ങളിൽ ജലം ഒരു പ്രധാന ജിയോളജിക്കൽ കാരകമായി വർത്തിക്കുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾ രണ്ടാമത്തെ അധ്യായത്തിൽ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ ഭാഗത്ത് ഭൂജലത്തിന്റെ ജിയോളജിക്കൽ പ്രവർത്തനം എന്താണെന്ന് സംക്ഷിപ്തമായി പഠിക്കാം.

ഭൂജലം മൂലമുള്ള അപരദനം മുഖ്യമായും രാസപ്രവർത്തനത്തിലൂടെയാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. ലേയത്വമുള്ള ശിലാഭാഗങ്ങളെ ജലത്തിൽ ലയിപ്പിച്ചുകൊണ്ടുള്ള ഒരു പ്രക്രിയയാണിത്. ഭൗതിക രൂപത്തിലുള്ള അപരദനം ഭൂജലത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ അപ്രസക്തമാണ്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ പ്രകൃതിയിൽ എല്ലാതരം ശിലകളും ഭൂജലത്തിന്റെ അപരദനത്തിന് വശംവദമാകുന്നില്ല. ശിലകളിലുള്ള വിടവുകളിലൂടെ ഭൂജലം കടന്നു പോകുമ്പോൾ ലേയത്വമുള്ള ശിലാഭാഗങ്ങൾ അതിൽ ലയിച്ചുചേരുന്നു. പ്രകൃതിയിൽ കാർബണേറ്റ് ശിലകൾ (ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്, ഡൊളൊമൈറ്റ്, മാർബിൾ) സൾഫേറ്റുകൾ (ജിപ്സം) ക്ലോറൈഡുകൾ (റോക്ക് സാൾട്ട്) മുതലായവ അടങ്ങിയ ചിലതരം അവസാദശിലകൾ മാത്രമാണ് ഭൂജലത്തിന്റെ അപരദനത്തിന് വിധേയമാകുന്നത്. കാർബണേറ്റ് ശിലകളുടെ ഭൂജലത്തിലെ ലേയത്വം CO_2 ന്റെ അളവ്, ഊഷ്മാവ്, മർദ്ദം തുടങ്ങി പല ഘടകങ്ങളേയും ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. ശിലകളിൽ നിന്നും ലയിപ്പിച്ചെടുത്ത ശിലാപദാർഥങ്ങളെ ശിലകളിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന ഭൂജലം കടത്തിക്കൊണ്ടുപോവുകയും അനുകൂലമായ സാഹചര്യമുള്ള മറ്റ് സ്ഥലങ്ങളിൽ അവയെ നിക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

5.11.1 അപരദന ഭൂരൂപങ്ങൾ (Erosional Features)

പ്രകൃതിയിൽ ചില സവിശേഷമായ ഭൂരൂപങ്ങൾ, ഭൂജലത്തിന്റെ അപരദന - നിക്ഷേപണ ഫലമായി രൂപം കൊള്ളാറുണ്ട്. പ്രധാന അപരദന ഭൂരൂപങ്ങളെ താഴെ സംക്ഷിപ്തമായി വിവരിച്ചിരിക്കുന്നു.

എ) സിങ്ക്ഹോളുകൾ (Sinkholes) സിലിണ്ടർ ആകൃതിയിലൊ, ഫണൽ ആകൃതിയിലൊ കാണപ്പെടുന്നതും ഭൂജലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനഫലമായി രൂപമെടുക്കുന്നവയുമായ വലിയ കുഴികളാണ് സിങ്ക്ഹോളുകൾ. ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല് സമൃദ്ധമായ പ്രദേശങ്ങളിലാണ് ഭൂജലത്തിന്റെ അപരദനപ്രക്രിയ വഴി ഇവ രൂപം കൊള്ളുന്നത്. ചെറിയ വിടവുകളിൽ കൂടിയാണ് സിങ്ക്ഹോളുകൾ രൂപം കൊള്ളാൻ തുടങ്ങുന്നത്. ലയന പ്രക്രിയ പുരോഗമിക്കുന്നതോടൊപ്പം ചുണ്ണാമ്പ് ശിലകളുടെ കൂടുതൽ ഭാഗങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുകയും വിടവ് വലുതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ചില സിങ്ക്ഹോളുകൾ അനേകം മീറ്ററുകളോളം വ്യാസമുള്ളവയാണ്.

ബി. ഗുഹകളും ഗഹ്വരങ്ങളും (Caves and Caverns): കാർബണേറ്റ് ശിലാപ്രദേശങ്ങളിൽ ഭൂമിക്കുള്ളിൽ കാണപ്പെടുന്ന പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കപ്പെട്ട ഗുഹകളാണ് ഗഹ്വരങ്ങൾ (കാവേൺസ്/caverns). ഭൗമോപരിതലത്തിലേക്ക് തുറന്നിരിക്കുന്ന ഗഹ്വരങ്ങളെ ഗുഹകൾ (കേവ്സ്/caves) എന്നു പറയുന്നു. ചുണ്ണാമ്പ് ശിലകൾ ലയിച്ചുണ്ടാവുന്ന ഗുഹകളാണ് ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഭൂമുഖത്ത് കാണപ്പെടുന്നത്. ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിലാണ് ഇവ കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്നതെങ്കിലും ചോക്ക്, ഡോളമൈറ്റ്, മാർബിൾ, ജിപ്സം, ഉപ്പുപാറ തുടങ്ങിയ ശിലകളിലും ഗുഹകൾ രൂപം കൊള്ളാറുണ്ട്. ഇത്തരം ഗുഹകൾ വലിപ്പത്തിൽ ഏറെ വ്യത്യാസം കാണിക്കുന്നുണ്ട്. അമേരിക്കയിലെ മാമത്ത് ഗുഹ (ചിത്രം 5.13) വളരെ വലിയ ഒരു ഗുഹയാണ്. ഗുഹകളുടേയും ഗഹ്വരങ്ങളുടേയും മൊത്തത്തിലുള്ള പ്രകൃതം, ബന്ധപ്പെട്ട വിടവ്, ശിലകളിലെ പാളികളുടെ പ്രത്യേകത തുടങ്ങിയവയാൽ സ്വാധീനിക്കപ്പെടുന്നു. ഭൂജലത്താൽ രൂപം കൊള്ളുന്ന ബൃഹത്തായ ഗുഹകളും ഗഹ്വരങ്ങളും മിക്ക രാജ്യങ്ങളിലും കാണപ്പെടുകയും അവയെല്ലാം വിനോദസഞ്ചാര രംഗത്ത് പ്രശസ്തങ്ങളുമാണ്.

5.11.2 നിക്ഷേപണ ഭൂരൂപങ്ങൾ (Depositional Features)

ഭൂജലവിതാനത്തിന് മുകൾ ഭാഗത്ത് കാണുന്ന ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് പ്രദേശത്തെ ഒരു ഗുഹ പരിഗണിക്കുക. ഈ ഗുഹയുടെ മേൽത്തട്ടിൽ നിന്നും $CaCO_3$ ലയിച്ചു ചേർന്ന ഭൂജലം പ്രവേശിക്കും. ഈ ജലം ബാഷ്പീകരിക്കുമ്പോൾ അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന $CaCO_3$ അവിടെത്തന്നെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ഈ പ്രക്രിയ തുടരുമ്പോൾ ഗുഹയുടെ മുകളിൽ നിന്നും താഴേക്ക് തൂങ്ങി നിൽക്കുന്ന രീതിയിൽ $CaCO_3$ ന്റെ ഒരു കോളം വളരുന്നു. ഇവയെ സ്റ്റാലക്ടൈറ്റുകൾ (Stalactite) എന്നു വിളിക്കുന്നു. $CaCO_3$ നാൽ പൂരിതമായിരിക്കുന്ന ജലത്തുള്ളികൾ ഗുഹയുടെ മുകളിൽ നിന്നും തുള്ളി തുള്ളിയായി താഴേക്ക് വീഴുമ്പോൾ ഗുഹയുടെ അടിത്തറയിൽ ഈ ജലം ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ജലത്തിലെ $CaCO_3$ തറയിൽ നിക്ഷേപിക്കപെടുകയും ക്രമേണ മുകളിലേക്ക് വളരുകയും ചെയ്യുന്നു. തറയിൽ നിന്നും മുകളിലേക്ക് വളരുന്ന ഈ $CaCO_3$ നിക്ഷേപങ്ങളെ സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകൾ (Stalagmite) എന്നാണ് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത്. സ്റ്റാലക്ടൈറ്റുകളും സ്റ്റാലക്മൈറ്റുകളും മീറ്ററുകളോളം ഉയരം ഉള്ളവയും പരസ്പരം കൂടിച്ചേർന്ന് പിൽക്കാലത്ത് തൂണുകളായി മാറുകയും ചെയ്യാറുണ്ട്. ചിത്രം 5.15(a)

മാമോത്ത് ഗുഹ (The Mammoth Cave)

ഭൂജലത്തിന്റെ ജിയോളജിക്കൽ പ്രവർത്തനം വഴി രൂപമെടുക്കുന്ന ഗുഹകളും (caves) ഗഹ്വരങ്ങളും (caverns) നിരവധി രാജ്യങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. അമേരിക്കൻ ഐക്യ നാടുകളിലെ കെണ്ടകി എന്ന സ്ഥലത്ത് കാണപ്പെടുന്ന മാമോത്ത് ഗുഹ ലോക പ്രശസ്തമാണ്. ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും നീളം കൂടിയ ഈ ഗുഹാ വ്യൂഹത്തിന്റെ നീളം ഏകദേശം 500 കി.മീ ആകുന്നു.

ചിത്രം 5.13 അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ കെണ്ടകിയിലെ മാമോത്ത് ഗുഹ.

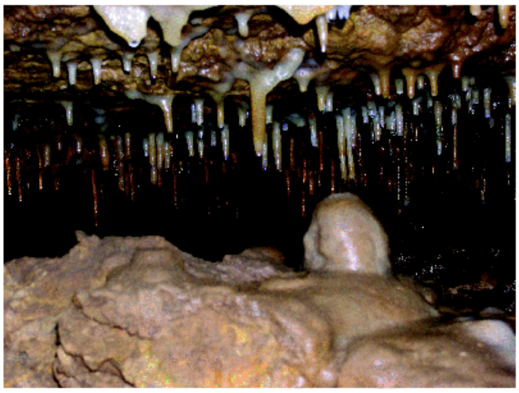
താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രം 5.14 സ്റ്റാലാക്ടൈറ്റുകളും സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകളും കാണപ്പെടുന്ന ചുണ്ണാമ്പ് ശിലകളിലുള്ള മാമോത്ത് ഗുഹയുടെ അതിമനോഹരമായ ഉൾഭാഗം എടുത്ത് കാണിക്കുന്നു.

ചിത്രം 5.14 മാമോത്ത് ഗുഹയുടെ അതിമനോഹരമായ ഉൾഭാഗം

ഒരു ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് ഗുഹയിലെ സ്റ്റാലക്ടൈറ്റുകളെയും സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകളെയും ചിത്രം 5.15 (b) ഒരു സ്റ്റാലക്ടൈറ്റും സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റും കൂടിച്ചേർന്ന് കുത്തനെയുള്ള കോളം രൂപപ്പെട്ടതിനെയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ട്രാവെർട്ടൈനും (Travertine) സിലിക്ക സിന്ററും (Silicious sinter)

ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് പ്രദേശത്തു നിന്നും ബഹിർഗമിക്കുന്ന നീരുറവയിൽ ധാരാളം $CaCO_3$ ലയിച്ചിരിക്കുമല്ലോ. നീരുറവയിലൂടെ പുറത്തുവരുന്ന ജലം ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുമ്പോൾ



(a)

(b)

ചിത്രം 5.15 ഒരു സ്റ്റാലക്ടൈറ്റും സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റും കൂടിച്ചേർന്ന് കുത്തനെയുള്ള കോളം രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

അതിലടങ്ങിയിരിക്കുന്ന $CaCO_3$ നീരുറവയുടെ വായ്ഭാഗത്ത് തന്നെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. ഇവയെ ട്രാവെർട്ടൈൻ (Travertine) എന്നു പറയുന്നു. ഇങ്ങനെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തു (SiO_2) സിലിക്ക (Silica) യാണെങ്കിൽ നിക്ഷേപത്തെ സിലിക്ക സിന്ററുകൾ (Siliceous Cinter) എന്നാണ് വിളിക്കുന്നത്.

കാസ്റ്റ് ഭൂപ്രകൃതി (Karst Topography)

ഒരു ചുണ്ണാമ്പ്ശിലാ പ്രദേശത്ത് ധാരാളം സിങ്കുഹോളുകൾ, ഗുഹകൾ, ഗഹ്വരങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ഭൂരൂപങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന ക്രമരഹിതമായ ഭൂപ്രകൃതിയെയാണ് കാസ്റ്റ് ഭൂപ്രകൃതി (Karst topography) എന്നപദം കൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത്. കാസ്റ്റ് പ്രദേശത്ത് ഉപരിതല ജലസ്രോതസുകൾ കാണുകയില്ല. ഈ പ്രത്യേക ഭൂപ്രകൃതി രൂപംകൊള്ളുന്നത് ഭൂജലത്തിന്റെ അപരദന-നിക്ഷേപണ പ്രവർത്തനം വഴിയാണ്. വടക്ക് പടിഞ്ഞാറൻ ഇറ്റലി, യൂഗോസ്ലാവിയ തുടങ്ങിയ രാജ്യങ്ങളിൽ കാസ്റ്റ് ഭൂപ്രകൃതി നന്നായി രൂപം കൊണ്ടിട്ടുണ്ട്. ലോകത്തിലെ മറ്റു പല ഭാഗങ്ങളിലും ഈ ഭൂപ്രകൃതി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. (ചിത്രം 5.16)

ചിത്രം 5.16 ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് ഭൂപ്രദേശത്ത് കാണപ്പെടുന്ന കാസ്റ്റ് ഭൂപ്രകൃതി.

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ഭൂജലം ആകെ ജലസ്രോതസുകളുടെ 1.8 ശതമാനം മാത്രമാണുള്ളത്. ഭൂജലം ഭൂമിയിൽ പല മേഖലകളിലും സറിതിചെയ്യുന്നു. ഇവയെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ്, കിണറുകൾ നിർമിക്കുന്നതിനും ജലപരിപോഷണ മാർഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനും വളരെ പ്രധാനപെട്ടതാണ്.

ഭൂജലം നിശ്ചലാവസറയിൽ സറിതിചെയ്യുന്ന ഒന്നല്ല. മുകളിൽ പാഠഭാഗത്ത് വിവരിച്ച പോലെ വിവിധ ജിയോളജിക്കൽ പ്രവർത്തനങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്ന ജലചക്രത്തിന്റെ അവിഭാജ്യവും ചലനാത്മകവുമായ ഘടകമാണ് ഭൂജലം. ഇതിന്റെ അപരദന-നിക്ഷേപണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ സക്രിയമായി നടക്കുന്നത് ലേയ സ്വഭാവമുള്ള ചുണ്ണാമ്പ് കല്ല് പ്രദേശങ്ങളിലാണ്. അത്തരം പ്രദേശങ്ങളിൽ അത് ഒരു പ്രത്യേക ഭൂപ്രകൃതിക്കു തന്നെ കാരണമാകുന്നു. ഭൂജലത്തിന്റെ അപരദന പ്രവർത്തനം ജലപൂരിത മേഖലയിലും നിക്ഷേപണ പ്രവർത്തനം വാതകപൂരിത മേഖലയിലുമാണ് നടക്കുന്നത്.

പ്രധാന പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- പഠിതാവ് ജീവിതത്തിൽ ജലത്തിന്റെ പ്രാധാന്യത്തെപറ്റി ബോധവാനാകുന്നു.
- ഭൂഗർഭജലത്തിന്റെ സ്രോതസുകൾ തിരിച്ചറിയുന്നു. ശിലകളുടെ ജലം വഹിക്കാനുള്ള പ്രത്യേകതകൾ മനസ്സിലാക്കുന്നു. ജലത്തിന്റെ അമിതചൂഷണത്തിന്റെ ആഘാതം പഠിക്കുന്നു.
- ജലപരിപോഷണത്തിന്റെ ആവശ്യകതയും പ്രാധാന്യവും തിരിച്ചറിയുന്നു. ഭൂജലത്തിന്റെ ഭൗമപ്രവർത്തനങ്ങളും അതുണ്ടാക്കുന്ന ഭൂരൂപങ്ങളെപ്പറ്റിയുമുള്ള അടിസ്ഥാന അറിവ് നേടുന്നു.

നമുക്ക് വിലയിരുത്താം.

1. നിങ്ങളുടെ പ്രദേശത്ത് ഭൂജലത്തിന്റെ ലഭ്യത വർധിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള ഏതാനും മാർഗങ്ങൾ നിർദേശിക്കുക.
2. ഭൂജലം ഭൂമുഖത്ത് മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തുന്ന പ്രധാന മാധ്യമമാണ്. ഭൂജലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനഫലമായി രൂപം കൊള്ളുന്ന ഭൂരൂപങ്ങളെപ്പറ്റി വിശദീകരിക്കുക.
3. ഭൂജലം അമൂല്യ വിഭവമാണ്. ഈ പ്രസ്താവന സാധൂകരിക്കുക.
4. കാസ്റ്റ് ഭൂപ്രകൃതിയുടെ പ്രത്യേകതകൾ എന്തെല്ലാം?
5. താഴെപറയുന്ന ശിലകളെ താരതമ്യം ചെയ്യുക.
   - ഒരു സുഷിരസമൃദ്ധശില
   - സുഷിരതയും കടത്തിവിടൽശേഷിയുമുള്ള ഒരു ശില
   - സുഷിരദരിദ്ര ശില

   മുകളിൽ പരാമർശിച്ച ശിലകളുടെ ജലത്തെ ഉൾക്കൊള്ളാനുള്ള ശേഷിയെക്കുറിച്ച് നിങ്ങളുടെ നിഗമനം എന്താണ്?
6. ജലപീഠവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തി നീരുറവ കാണുന്നത് എവിടെയാണ്?