C3W9W5

അധ്യായം

7

ഭൂരൂപങ്ങളും അവയുടെ പരിണാമവും

അപക്ഷയപ്രക്രിയകൾ ഭൗമോപരിതല പദാർഥങ്ങൾക്കു മേൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതോടെ ഭൂരൂപരൂപീകരണ കാരകങ്ങളായ നദികൾ, ഭൂഗർഭജലം, കാറ്റ്, ഹിമാനികൾ, തിരമാലകൾ എന്നിവ അപരദനം ആരംഭിക്കുന്നു. അപരദനം ഭൗമോപരിതലത്തിൽ മാറ്റങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാം. അപരദനത്തെത്തുടർന്ന് നടക്കുന്ന നിക്ഷേപണ പ്രവർത്തനങ്ങൾമൂലവും ഭൗമോപരിതലത്തിന് മാറ്റങ്ങളുണ്ടാകുന്നുണ്ട്.

ഈ അധ്യായം ഭൂരൂപങ്ങളെയും അവയുടെ പരിണാമത്തെയും കുറിച്ചായതുകൊണ്ടുതന്നെ എന്താണ് 'ഭൂരൂപം' എന്ന ചോദ്യത്തിൽനിന്നും നമുക്കാരംഭിക്കാം. ലളിതമായി പറഞ്ഞാൽ, ചെറുതോ സാമാന്യം വലിപ്പത്തിലോ ഉള്ള ഭൗമോപരിതലപ്രദേശങ്ങളാണ് ഭൂരൂപങ്ങൾ.

ചെറുതോ സാമാന്യം വലിപ്പമുള്ളതോ ആയ ഭൂഭാഗങ്ങളാണ് ഭൂരൂപങ്ങളെങ്കിൽ എന്താണ് ഭൂപ്രദേശം?

നിരവധി അനുബന്ധഭൂരൂപങ്ങൾ ചേർന്നാണ് ഒരു ഭൂപ്രദേശദൃശ്യം (ഭൗമോപരിതലത്തിലെ വിസ്തൃതമായ പ്രദേശങ്ങൾ) രൂപംകൊള്ളുന്നത്. ഓരോ ഭൂപ്രദേശത്തിനും നിയതമായ ആകൃതി, വലിപ്പം, ശിലാപദാർഥങ്ങൾ എന്നിവയുണ്ടായിരിക്കും. മാത്രവുമല്ല അവയോരോന്നും നിയതമായ ഭൂരൂപരൂപീകരണ പ്രക്രിയകളുടെയും ഭൂരൂപരൂപീകരണകാരകങ്ങളുടെയും പ്രവർത്തനഫലമായി രൂപംകൊണ്ടിട്ടുള്ളവയുമായിരിക്കും. ഇവയുടെ പ്രവർത്തനവേഗത കുറവായതുകൊണ്ടുതന്നെ ഭൂരൂപങ്ങളോരോന്നും രൂപംകൊള്ളുന്നതും സാവധാനമായിരിക്കും. ഏതൊരു ഭൂരൂപത്തിനും ഒരു തുടക്കമുണ്ട്. ഒരിക്കൽ രൂപംകൊണ്ട ഭൂരൂപങ്ങൾക്ക് ഭൂരൂപരൂപീകരണപ്രക്രിയകളുടെയും കാരകങ്ങളുടെയും നിരന്തരമായ പ്രവർത്തനങ്ങൾമൂലം അവയുടെ ആകൃതി, വലിപ്പം എന്നിവയിൽ വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. രൂപമാറ്റത്തിന്റെ വേഗം മേൽപറഞ്ഞ പ്രക്രിയകളുടെയും സഹായകഘടകങ്ങളുടെയും പ്രവർത്തനവേഗത്തിനനുസൃതമായിരിക്കും.

കാലാവസ്ഥാമാറ്റങ്ങളും ഭൂപ്രദേശങ്ങളുടെ ലംബ–തിരശ്ചീന ചലനങ്ങളുംമൂലം പ്രക്രിയകളുടെ തീവ്രതയ്ക്കോ പ്രക്രിയകൾക്കു തന്നെയോ മാറ്റങ്ങളുണ്ടാകാം. ഇത് ഭൂരൂപങ്ങളിലും മാറ്റങ്ങളുണ്ടാക്കും. പരിണാമം എന്നതുകൊണ്ട് ഇവിടെ അർഥമാക്കുന്നത് ഭൂപ്രദേശത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗത്തെ ഭൂരൂപം മറ്റൊന്നായി മാറുന്നതിന്റെ ഘട്ടങ്ങളോ ഒരിക്കൽ രൂപംകൊണ്ട ഭൂരൂപങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന മാറ്റങ്ങളോ ആണ്. അതായത്, ഓരോ ഭൂപ്രദേശത്തിന്റെയും വികാസപരിണാമത്തിന് നീണ്ടകാലത്തെ ചരിത്രമുണ്ട്. ഏതൊരു ഭൂപ്രദേശവും കടന്നുപോകുന്ന ഘട്ടങ്ങളെ യൗവനഘട്ടം, മധ്യമഘട്ടം, വാർധക്യഘട്ടം എന്നീ ജീവിതഘട്ടങ്ങളോട് താരതമ്യം ചെയ്യാവുന്നതാണ്.

ഭൂരൂപങ്ങളുടെ പരിണാമത്തിന്റെ രണ്ട് പ്രധാന വശങ്ങൾ ഏതൊക്കെ?

ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ സന്തുലിതാവസ്ഥയ്ക്ക് ഭംഗം വരുത്താതെയും വരുംകാല ഉപയോഗസാധ്യതയ്ക്കു മങ്ങലേൽപ്പിക്കാതെയും അതിനെ ഫലപ്രദമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് നിരന്തരം മാറ്റത്തിനുവിധേയമായ ഭൗമോപരിതലത്തിന്റെ പരിണാമ ചരിത്രം മനസ്സിലാക്കേണ്ടത് അനിവാര്യമാണ്. ഭൂരൂപങ്ങൾ നിർമിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള പദാർഥങ്ങൾ, അവ രൂപപ്പെടുത്തിയ പ്രക്രിയകൾ, അവയുടെ ആകൃതി പ്രത്യേകതകൾ എന്നിവയുടെ പഠനത്തിലൂടെ ഭൗമോപരിതലചരിത്രത്തെ പുനസൃഷ്ടിക്കാനാണ് ഭൂരൂപരൂപീകരണ (Geomorphology) ശാസ്ത്രം ശ്രമിക്കുന്നത്.

വിവിധ ഭൂരൂപരൂപീകരണകാരകങ്ങളുടെ അപരദന പ്രക്രിയകളാണ് ഭൗമോപരിതല മാറ്റങ്ങൾക്കുള്ള മുഖ്യ കാരണം. ഭൗമോപരിതലവും താഴ്വാരങ്ങളും തടങ്ങളും താഴ്ന്നപ്രദേശങ്ങളുമൊക്കെ അവസാദങ്ങൾകൊണ്ട് നിറയ്ക്കുകവഴി നിക്ഷേപിക്കൽ പ്രക്രിയകളും ഭൗമോപരിതലത്തിന് മാറ്റങ്ങളുണ്ടാക്കുന്നുണ്ട്. അപരദനത്തിനു തുടർച്ചയായി നിക്ഷേപമെത്തുന്നു, നിക്ഷേപപ്രതലങ്ങളും ഒടുവിൽ അപരദനത്തിനു വിധേയമാകാം. അപക്ഷയം, ശിലാദ്രവ്യനീക്കം എന്നീ പ്രക്രിയകളുടെ സഹായത്തോടെ ഭൗമോപരിതലത്തെ രൂപപ്പെടുത്തുന്നതിനും മാറ്റംവരുത്തുന്നതിനും കഴിവുള്ള ശക്തരായ അപരദന, നിക്ഷേപണ സഹായികളാണ് നദികൾ, ഭൂഗർഭജലം, ഹിമാനികൾ, കാറ്റ്, തിരമാല എന്നിവ. ഈ ഭൂരൂപരൂപീ

കരണസഹായികളുടെ ദീർഘകാലമായുള്ള പ്രവർത്തനങ്ങളിലൂടെയുള്ള ക്രമാനുഗതമായ മാറ്റങ്ങൾക്കനുസൃതമായി ഭൂരൂപങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. ഓരോ ഭൂരൂപരൂപീകരണസഹായികളും അവ നിർമിക്കുന്ന ഭൂരൂപങ്ങൾക്കുമേൽ വ്യക്തമായ അടയാളങ്ങൾ അവശേഷിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും. മിക്ക ഭൂരൂപരൂപീകരണപ്രക്രിയകളും ശ്രദ്ധയിൽപ്പെടുന്നതല്ല. അവയുടെ പ്രവർത്തനഫലത്തിലൂടെ മാത്രമാണ് നമുക്ക് ഇത് കാണാനും അളക്കാനും കഴിയുന്നത്. എന്താണീ ഫലങ്ങൾ? ഭൂരൂപങ്ങളും അവയുടെ സവിശേഷതകളുമാണവ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഭൂരൂപങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനം ആ ഭൂരൂപങ്ങൾക്കുകാരണമായ പ്രക്രിയയെയും ഭൂരൂപരൂപീകരണസഹായികളെയും നമുക്ക് വെളിവാക്കിത്തരുന്നു.

മിക്ക ഭൂരൂപരൂപീകരണപ്രക്രിയകളും നമുക്ക് കാണാനാവാത്തവയാണ്. നമുക്ക് കാണാനാവുന്നതും അല്ലാത്തതുമായ ഏതാനും പ്രക്രിയകളെ പട്ടികപ്പെടുത്തുക.

ഭൂരൂപരൂപീകരണശേഷി അപരദനത്തിനും നിക്ഷേപണത്തിനുമുള്ളതുകൊണ്ടുതന്നെ അവ രണ്ടുതരം ഭൂരൂപങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നു—അപരദനവിധേയമായ ഭൂരൂപങ്ങളും നിക്ഷേപഫലമായുണ്ടായ ഭൂരൂപങ്ങളും. മടക്കുകൾ, ഭ്രംശങ്ങൾ, സന്ധികൾ, പൊട്ടലുകൾ, കാഠിന്യം, മാർദവം, പ്രവേശനീയത, പ്രവേശനീയതയില്ലായ്മ തുടങ്ങിയ ഘടകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഓരോ ഭൂരൂപരൂപീകരണ സഹായികളുടെയും പ്രവർത്തനഫലമായി വൈവിധ്യമാർന്ന ഭൂരൂപങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നുണ്ട്. മേൽപ്പറഞ്ഞവയെക്കൂടാതെ ചില സ്വതന്ത്രമായ നിയന്ത്രണങ്ങളും പരിണാമത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നുണ്ട്. അവയാണ്: (i) കടൽനിരപ്പിന്റെ സ്ഥിരത, (ii) ഭൂപ്രദേശങ്ങളുടെ ടെക്ടോണിക് സ്ഥിരത, (iii) കാലാവസ്ഥ. മേൽപറഞ്ഞ മൂന്നു നിയന്ത്രണഘടകങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലുമൊന്നിന് ഏതെങ്കിലും തരത്തിൽ വ്യതിയാനമുണ്ടായാൽ അത് ഭൂരൂപങ്ങളുടെ വികാസപരിണാമങ്ങളുടെ ക്രമാനുഗതഘട്ടങ്ങളെയും തടസപ്പെടുത്തും.

ഓരോ ഭൂരൂപരൂപീകരണസഹായികളും (നദികൾ, ഭൂഗർഭജലം, ഹിമാനികൾ, തിരമാല, കാറ്റ് എന്നിവ) അപരദനഫലമായി ഓരോ ഭൂപ്രദേശത്തെയും ശോഷണവിധേയമാക്കിയതെന്നും അവയുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി രൂപംകൊണ്ട ചില അപരദന, നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളുടെ വികാസക്രമത്തെക്കുറിച്ചുമാണ് ഈ പാഠഭാഗത്ത് ചർച്ചചെയ്യുന്നത്.

നദികൾ (ഒഴുകുന്ന ജലം)

കനത്ത മഴ ലഭിക്കുന്ന ആർദ്രകാലാവസ്ഥാമേഖലകളിൽ ഭൗമോപരിതലത്തിലെ ഭൂരൂപങ്ങൾക്ക് തേയ്മാനത്തിലൂടെ ഉയരക്കുറവ് സംഭവിക്കുന്നതിന് (degradation) കാരണമായ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഭൂരൂപരൂപീകരണ സഹായിയായി ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തെ കണക്കാക്കുന്നു. ഒഴുകുന്ന വെള്ളത്തിന് രണ്ട് ഘടകങ്ങളുണ്ട്. ഭൗമോപരിതലത്തിലൂടെ ഒരു നേർത്തവിരിപ്പുപോലെയുള്ള മേലൊഴുക്കാണ് ഒന്ന് (Overland flow). താഴ്‌വരകളിലൂടെ ചാലുകളായും നദികളായുമുള്ള നീരൊഴുക്കാണ് മറ്റൊന്ന്. കുത്തനെയുള്ള ചരിവുകളിലൂടെ ആർത്തലച്ചൊഴുകുന്ന യുവനദികൾ രൂപപ്പെടുത്തിയതാണ് ഒട്ടുമിക്ക നദീജന്യ അപരദനഭൂരൂപങ്ങളും. കാലാന്തരത്തിൽ നിരന്തരമായ അപരദനത്തെത്തുടർന്ന് കുത്തനെയുള്ള ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നീർച്ചാലുകളുടെ ചരിവു കുറയുകയും നിക്ഷേപിക്കൽപ്രക്രിയ സജീവമാകുകയും ചെയ്യും. കുത്തനെയുള്ള ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നീർച്ചാലുകളോടനുബന്ധിച്ചും നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളുണ്ടായേക്കാം. എന്നാൽ സാമാന്യമോ നേർത്തതോ ആയ ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നദികളോട് ബന്ധപ്പെട്ട ഭൂരൂപങ്ങളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ ഈ പ്രതിഭാസങ്ങളുടെ തോത് തുലോം കുറവാണ്. നീർച്ചാലുകളിലെയും നദികളിലെയും ചരിവ് കുറയുന്തോറും നിക്ഷേപവും കൂടുന്നു. നിരന്തരമായ അപരദനം നദിയുടെ അടിത്തട്ടിന്റെ ചരിവ് കുറയ്ക്കുന്നതോടെ നദിയുടെ അടിത്തട്ടിന്റെ അപരദനതോത് കുറയുകയും വശങ്ങളിലേക്കുള്ള (പാർശ്വ അപരദനം) അപരദനം വർധിക്കുകയും ചെയ്യും. ഇതിന്റെ ഫലമായി നദികളുടെ പാർശ്വഅപരദനം സജീവമാവുകയും ക്രമേണ താഴ്‌വരകളും കുന്നുകളും സമതലങ്ങളായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഒരു ഉയരമേറിയ ഭൂപ്രദേശം പൂർണമായും നിരപ്പായി മാറുമോ?

ഉപരിതലത്തിലൂടെയുള്ള മേലൊഴുക്ക് പാളികാ അപരദനത്തിനു കാരണമാകുന്നു. ഭൗമോപരിതലത്തിലെ നിരപ്പില്ലായ്മയ്ക്കനുസൃതമായി ഉപരിതലത്തിലൂടെയുള്ള മേലൊഴുക്ക് ഇടുങ്ങിയതോ വിസ്തൃതമായതോ ആയ പാതകളിലായി കേന്ദ്രീകരിക്കപ്പെടും. ഒഴുകിയെത്തുന്ന ജലത്തിന്റെ കനത്ത ഘർഷണംമൂലം ചെറുതും വലുതുമായ പദാർഥങ്ങൾ ഒഴുക്കിന്റെ ദിശയിൽ നീക്കംചെയ്യപ്പെടുകയും സാവധാനം 'റില്ലുകൾ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ചെറുതും ഇടുങ്ങിയതുമായ ചാലുകൾ രൂപംകൊള്ളുകയും ചെയ്യും. ഇവ സാവധാനം നീളവും വിസ്താരവുമേറിയ 'ഗള്ളി'കളായി വികസിക്കുന്നു; ഗള്ളികളുടെ ആഴവും വ്യാപ്തിയും ദൈർഘ്യവും ക്രമേണ വർധിക്കുകയും അവ കൂടിച്ചേർന്ന് താഴ്‌വരകളുടെ ശൃംഖലകൾ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യുന്നു. ആദ്യഘട്ടത്തിൽ അടിത്തട്ടിലേക്കുള്ള അപരദനത്തിനാണ് പ്രാമുഖ്യം. അതിന്റെ ഫലമായി വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങൾ, ചെറുവെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളുടെ ശൃംഖലകൾ (കാസ്കേഡുകൾ) എന്നിവയും നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. മധ്യഘട്ടമാകുമ്പോഴേക്കും അടിത്തട്ടിലേക്കുള്ള അപരദനത്തിന്റെ വേഗം കുറയുകയും താഴ്‌വരകളുടെ വശങ്ങളിലെ അപരദനം തീവ്രമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി സാവധാനം താഴ്‌വരയുടെ വശങ്ങളുടെ ചരിവ് വീണ്ടും കുറയുന്നു.

നദീതടങ്ങളെ തമ്മിൽ വേർതിരിക്കുന്ന വിഭാജകങ്ങളുടെ ഉയരവും സമാനമായരീതിയിൽ കുറയുകയും ഒടുവിൽ അപരദനത്തെ പ്രതിരോധിച്ച് നിലനിൽക്കുന്ന 'മോണാഡ്നോക്കുകൾ' എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒറ്റപ്പെട്ട കുന്നുകൾ മാത്രം ശേഷിക്കുന്ന നേരിയ ചരിവുമാത്രമുള്ള സമതലസദൃശമായ ഭൂരൂപങ്ങളായി മാറുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം സമതലങ്ങളെ പെനിപ്ലയിനുകൾ (Peneplain) എന്നുവിളിക്കുന്നു. നദികളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായി രൂപംകൊള്ളുന്ന ഭൂപ്രദേശദൃശ്യങ്ങളുടെ ഓരോഘട്ടത്തിന്റെയും സവിശേഷതകൾ ചുവടെ ചേർക്കുംപ്രകാരം ചുരുക്കിപറയാവുന്നതാണ്:

യൗവനഘട്ടം

ഈ ഘട്ടത്തിൽ ഏതാനും നീർച്ചാലുകൾമാത്രമെ ഉണ്ടായിരിക്കൂ. ലഭ്യമായ ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന അവ പരിമിതമായിമാത്രമെ കൂടിച്ചേർന്നിട്ടുണ്ടാവുകയുള്ളൂ. ആഴം കുറഞ്ഞ V-രൂപ താഴ്വരയിലൂടെ ഒഴുകുന്ന മുഖ്യനീർച്ചാലിന് പ്രളയസമതലങ്ങളുണ്ടാവില്ല. അഥവാ ഉണ്ടെങ്കിൽത്തന്നെ അവ തീർത്തും ഇടുങ്ങിയവയായിരിക്കും. വിശാലവും നിരന്നതുമായ അരുവി വിഭാജകങ്ങളിൽ ചതുപ്പുകളും തടാകങ്ങളുമുണ്ടായിരിക്കും. മിയാണ്ടറുകൾ ഉണ്ടെങ്കിൽത്തന്നെ അവ ഇത്തരം ഉയർന്ന ഭാഗങ്ങളിലായിരിക്കും. ഇവ ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ അപരദനത്തിലൂടെ കാർന്നെടുത്ത മിയാണ്ടറുകളാണ്. പ്രദേശത്തെ കാഠിന്യമേറിയ ശിലകൾ അനാവരണം ചെയ്യപ്പെട്ട ഭാഗങ്ങളിൽ വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളും ചെറുവെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളും രൂപംകൊള്ളുന്നു.

മധ്യമഘട്ടം

നന്നായി യോജിപ്പിക്കപ്പെട്ട നിരവധി നീർച്ചാലുകളോടുകൂടിയ ഘട്ടമാണിത്. താഴ്വരകൾക്ക് V-രൂപമാണെങ്കിലും ആഴം കൂടുതലായിരിക്കും; പ്രധാന നീർച്ചാലുകൾ വിശാലമായ പ്രളയസമതലങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കാൻ തക്കവിസ്തൃതമായിരിക്കും. താഴ്വരയ്ക്കുള്ളിൽ മേൽപ്പറഞ്ഞ സമതലത്തിലൂടെ അവ മിയാണ്ടറുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്നു. യൗവനത്തിലുണ്ടായിരുന്ന പരന്നതും വിശാലവുമായ നീർവിഭാജകങ്ങളും ചതുപ്പുകളും ഈ ഘട്ടത്തിൽ അപ്രത്യക്ഷമാവുകയും വിഭാജകങ്ങൾ കൂർത്തുവരികയും ചെയ്യുന്നു. വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളും ചെറുവെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളും ക്രമേണ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നു.

വാർദ്ധക്യഘട്ടം

വാർദ്ധക്യത്തിൽ ചെറുനീർച്ചാലുകളുടെ എണ്ണം മാത്രമല്ല ചരിവും തീരെ കുറവായിരിക്കും. നദീതീരതടകൾ, ഓക്സ്ബോ തടാകങ്ങൾ എന്നിവയൊക്കെയുള്ള വിശാലമായ പ്രളയസമതലങ്ങളിലൂടെ നദി ഈ ഘട്ടത്തിൽ വളഞ്ഞുപുളഞ്ഞൊഴുകുന്നു. ചതുപ്പുകളും തടാകങ്ങളും നിറഞ്ഞ വിശാലമായ വിഭാജകങ്ങളായിരിക്കും ഈ ഘട്ടത്തിലുണ്ടാവുക. ഭൂപ്രദേശദൃശ്യത്തിന്റെ മിക്കഭാഗങ്ങളും സമുദ്രനിരപ്പിലോ അതിനോടടുത്തോ ആയിരിക്കും.

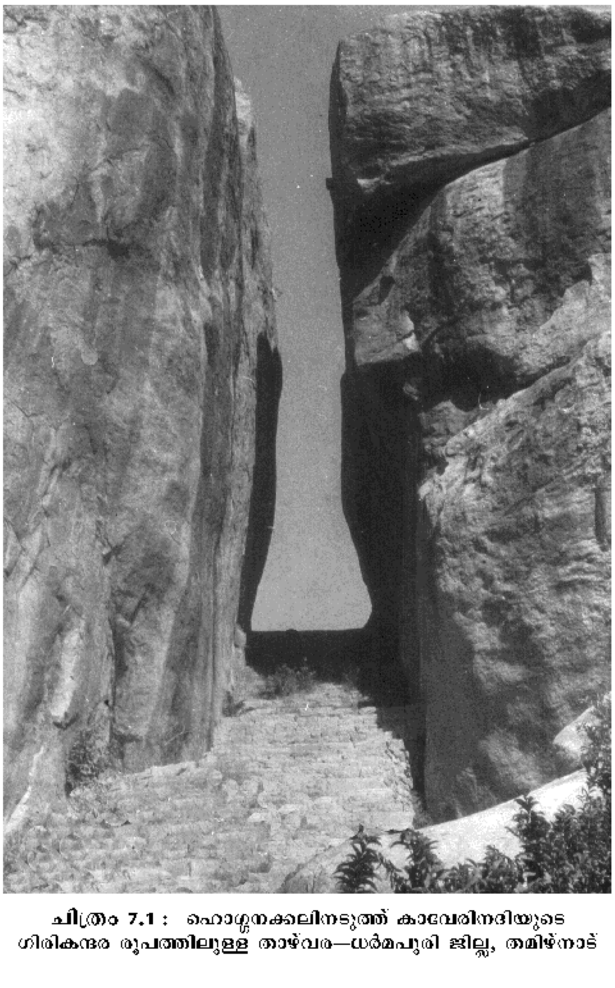
അപരദന ഭൂരൂപങ്ങൾ

താഴ്വരകൾ

ചെറുതും ഇടുങ്ങിയതുമായ ചാലുകളായാണ് താഴ്വരകൾ ആരംഭിക്കുന്നത്; റില്ലുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ ചെറുചാലുകളുടെ നീളവും വ്യാപ്തിയും സാവധാനം വർദ്ധിച്ച് ഗള്ളികൾ എന്ന വലിയ ചാലുകളായി മാറുന്നു; അവയുടെ ആഴവും നീളവും പരപ്പും വർദ്ധിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി താഴ്വരകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നു. ആകൃതിപ്രത്യേകതകൾക്കനുസൃതമായി V-രൂപതാഴ്വര, ഗിരികന്ദരം (Gorge), ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരം (Canyon) എന്നിങ്ങനെ താഴ്വരകളെ തരംതിരിക്കാവുന്നതാണ്.

വളരെ ആഴമുള്ളതും ചെങ്കുത്തോ ലംബമോ ആയ വശങ്ങളോടുകൂടിയതുമായ താഴ്വരകളാണ് ഗിരികന്ദരങ്ങൾ (Gorges) (ചിത്രം 7.1).

കുത്തനെ പടവുകൾപോലുള്ള വശങ്ങളോടുകൂടിയതും ഗിരികന്ദരങ്ങളോളം ആഴമുള്ളതുമായ താഴ്വരകളെ ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരങ്ങൾ (Canyons) എന്നു വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 7.2). ഗിരികന്ദരങ്ങളുടെ മുകൾഭാഗം മുതൽക്ക് ചുവടുഭാഗംവരെ ഏറെക്കുറെ ഒരേ വീതി



ചിത്രം 7.1 : ഹൊഗ്ഗനക്കലിനടുത്ത് കാവേരിനദിയുടെ ഗിരികന്ദര രൂപത്തിലുള്ള താഴ്വര—ധർമപുരി ജില്ല, തമിഴ്നാട്

യായിരിക്കും. എന്നാൽ ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരങ്ങളുടെ മുകൾഭാഗത്തിന് ചുവടുഭാഗത്തെ അപേക്ഷിച്ച് വിസ്താരം കൂടുതലായിരിക്കും. ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരങ്ങൾ ഗിരികന്ദരങ്ങളുടെ ഒരു വകഭേദമാണെന്നു പറയാം. താഴ്‌വരയുടെ തരം എന്നത് അവ രൂപമെടുക്കുന്ന പ്രദേ

ചിത്രം 7.2 : ചിത്രം 7.2; യു.എസ്.എ.യിലെ കൊളറാഡോ നദി കാർന്നെടുത്ത വക്രവലയ വളയം. ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരങ്ങളുടെ സവിശേഷതയായ പടവുകൾപോലുള്ള വശങ്ങൾ ശ്രദ്ധിക്കൂ

ശത്തെ ശിലകളുടെ തരം, ഘടന എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. ഉദാഹരണമായി, തിരശ്ചീന അവസാദശിലാതൽപങ്ങളിൽ ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരങ്ങൾ സാധാരണമാണ്, എന്നാൽ ഗിരികന്ദരങ്ങൾ കാഠിന്യമേറിയ ശിലകളിലാണ് രൂപംകൊള്ളുക.

ഉൾക്കുഴികളും ഉരക്കുഴികളും

കുന്നിൻപ്രദേശങ്ങളിലെ നീർച്ചാലുകളുടെ ശിലാതൽപത്തിൽ ശിലാഖണ്ഡങ്ങൾ ഒഴുക്കിന്റെ ശക്തിയിൽ നിരന്തരം ഉരസുന്നതിന്റെ ഫലമായി ഏറെക്കുറെ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള കുഴികൾ രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇവയാണ് ഉൾക്കുഴികൾ. ഒരിക്കൽ ഒരു ചെറുകുഴി രൂപംകൊണ്ടുകഴിഞ്ഞാൽ അവയ്ക്കുള്ളിൽപ്പെട്ടുപോകുന്ന ചെറുശിലാഖണ്ഡങ്ങൾ വെള്ളത്തിന്റെ ഒഴുക്കിന്റെ ശക്തിയിൽ അതിവേഗം ഈ കുഴികൾക്കുള്ളിൽ വൃത്താകാരത്തിൽ തിരിയുന്നതിന്റെ ഫലമായി കാലാന്തരത്തിൽ കുഴികളുടെ വലിപ്പവും വർധിക്കുന്നു. നിരവധിയായ ഇത്തരം കുഴികൾ കൂടിച്ചേരുന്നതോടെ താഴ്‌വരകൾക്ക് ആഴമേറുന്നു. വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളുടെ ചുവടുഭാഗങ്ങളിൽ ശക്തമായ ജലപാതത്തിന്റെ ആഘാതംമൂലവും ശിലകൾ വൃത്താകൃതിയിൽ തിരിയുന്നതുമൂലവും വിശാലമായ ഉൾക്കുഴികൾ രൂപംകൊള്ളാറുണ്ട്. വെള്ളച്ചാട്ടത്തിന്റെ ചുവടുഭാഗത്തു രൂപംകൊള്ളുന്ന ഇത്തരം വലിയതും ആഴമേറിയതുമായ കുഴികളാണ് ഉരക്കുഴികൾ (Plunge pools) എന്നറിയപ്പെടുന്നത്. ഈ ജലാശയങ്ങളും താഴ്‌വരകളുടെ ആഴംകൂട്ടുന്നതിന് സഹായകമാണ്. മറ്റേതൊരു ഭൂരൂപവുമെന്നപോലെ വെള്ളച്ചാട്ടങ്ങളും സ്ഥിരമല്ല; അവയും സാവധാനം പിൻവാങ്ങുന്നതിന്റെ ഫലമായി വെള്ളച്ചാട്ടത്തിനു മുകളിലുള്ള താഴ്‌വരയുടെ തറയുടെ ഉയരം താഴെയുള്ള ഭൂഭാഗത്തിന്റേതിനു സമാനമായിമാറുന്നു.

ആഴ്ന്നിറങ്ങിയ മിയാണ്ടറുകൾ

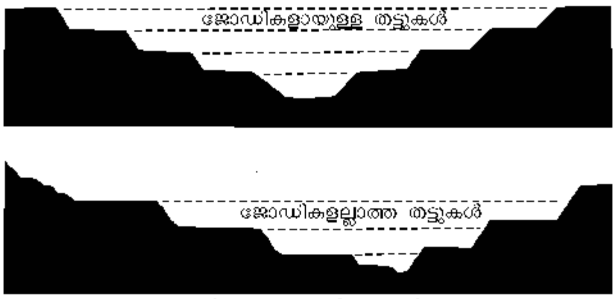
കുത്തനെയുള്ള ചരിവുകളിലൂടെ അതിവേഗം ഒഴുകിയിറങ്ങുന്ന നദികളിലെ അപരദനം വശങ്ങളിലേതിനെ അപേക്ഷിച്ച് അടിത്തട്ടിലായിരിക്കും കൂടുതലായി നടക്കുക. താഴ്ന്നതും നേരിയതുമായ ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നദികളെ അപേക്ഷിച്ച് ഇത്തരം നദികളിൽ താഴ്‌വരകളുടെ പാർശ്വ അപരദനം അത്രയേറെയൊന്നും നടക്കുന്നില്ല. നേരിയ ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നദികളിലെ സജീവമായ പാർശ്വ അപരദനംമൂലം നദികൾ വളഞ്ഞുപുളഞ്ഞ് ഒഴുകുന്നു. ഇതാണ് മിയാണ്ടറുകൾ. നേരിയതായ ഡെൽറ്റാസമതലങ്ങളിലും പ്രളയസമതലങ്ങളിലും നദികൾക്ക് മിയാണ്ടർ ഒഴുക്കുഗതി സാധാരണയാണ്. എന്നാൽ കാഠിന്യമേറിയ ശിലകളിൽ രൂപപ്പെടുന്ന ആഴവും വിസ്താരവുമേറിയ മിയാണ്ടറുകളെ ആഴ്ന്നിറങ്ങിയ മിയാണ്ടറുകൾ (Incised meanders) എന്നു വിളിക്കുന്നു (ചിത്രം 7.2). നേരിയ ചരിവോടുകൂടിയ പ്രതലങ്ങളിൽ രൂപംകൊള്ളുന്ന മിയാണ്ടറുകൾ അപരദനമോ ഭൂപ്രദേശത്തിന്റെ തുടർച്ചയായും സാവധാനവുമുള്ള ഉത്ഥാനമോ മൂലം ഒഴുകുന്നതിനിടെ ശിലാഭാഗങ്ങൾ കാർന്നെടുക്കുന്നു. കാലാന്തരത്തിൽ അവയുടെ വിസ്തൃതിയും ആഴവും വർധിക്കുന്നതിന്റെഫലമായി കാഠിന്യമേറിയ ശിലകളിൽ ആഴമേറിയ ഗിരികന്ദരങ്ങളും ബൃഹദ്ഗിരികന്ദരങ്ങളും രൂപംകൊള്ളുന്നു. നദികൾ രൂപംകൊണ്ട യഥാർഥ ഭൂപ്രതലത്തിന്റെ അവസ്ഥയെക്കുറിച്ച് അവ ചില സൂചനകൾ നൽകുന്നു.

പ്രളയസമതലങ്ങളിലെയും ഡെൽറ്റാസമതലങ്ങളിലെയും മിയാണ്ടറുകളും ആഴ്ന്നിറങ്ങിയ മിയാണ്ടറുകളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെന്തെല്ലാം?

നദിത്തട്ടുകൾ

മുൻകാല താഴ്‌വരകളുടെ തറകളുടെയോ പ്രളയസമതലനിരപ്പുകളുടെയോ ശേഷിപ്പുകളാണ് നദിത്തട്ടുകൾ. ഇവ എക്കൽനിക്ഷേപങ്ങളൊട്ടുംതന്നെയില്ലാത്ത ശിലാതൽപതലങ്ങളോ (Bed rock) നദികളുടെ എക്കൽനിക്ഷേപത്തട്ടുകളോ ആകാം. അടിസ്ഥാനപരമായി നദികൾ അവയുടെ പ്രളയസമതലങ്ങളിൽ നടത്തുന്ന ലംബതല അപരദനത്തിന്റെ ഉൽപ്പന്നങ്ങളാണ് നദിത്തട്ടുകൾ (Terrace). മുൻകാലങ്ങളിൽ പല ഉയരങ്ങളിലായിരുന്ന നദീതൽപതലങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന നിരവധി ഇത്തരം തട്ടുകൾ ഉണ്ടായേക്കാം. നദിയുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും ഒരേ ഉയരങ്ങളിലാണ് തട്ടുകൾ കാണപ്പെടുന്നതെങ്കിൽ അവയെ ജോഡികളായുള്ള നദിത്തട്ടുകൾ (Paired terraces) എന്നു പറയുന്നു (ചിത്രം 7.3).

തട്ടുകൾ നദിയുടെ ഒരു വശത്ത് മാത്രമാണെങ്കിലോ ഇരുവശങ്ങളിലെയും തട്ടുകൾ വ്യത്യസ്ത ഉയരങ്ങളിലാണെങ്കിലോ അവയെ ജോഡികളല്ലാത്ത തട്ടുകൾ



ചിത്രം 7.3 : നദീതട്ടുകൾ

(Unpaired terraces) എന്നു വിളിക്കുന്നു. സാവധാനം ഉത്ഥാനം നടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിലും നദിയുടെ ഇരുതീരങ്ങളിലും ജലനിരപ്പ് ഒരുപോലെ അല്ലാത്ത സാഹചര്യത്തിലും ജോഡികളല്ലാത്ത തട്ടുകളാണ് രൂപംകൊള്ളുക. ഇനി പറയുന്ന കാരണങ്ങളാൽ തട്ടുകൾ രൂപപ്പെടാം: (i) ശക്തമായ ഒഴുക്കിനുശേഷം വെള്ളം ഇറങ്ങുമ്പോൾ, (ii) കാലാവസ്ഥാവ്യതിയാനംമൂലം നദീജലവ്യവസ്ഥയിൽ മാറ്റം വരുമ്പോൾ, (iii) കരയുടെ ടെക്ടോണിക് ഉത്ഥാനം, (iv) കടലിനോടടുത്തുള്ള നദികളിൽ സമുദ്രനിരപ്പിലെ വ്യത്യാസം ചെലുത്തുന്ന സ്വാധീനം.

നിക്ഷേപണ ഭൂരൂപങ്ങൾ

എക്കൽവിശറികൾ (Alluvial Fans)

ചരിവുകൂടിയ ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നും അരുവികൾ മലയടിവാരത്തെ നിരന്ന പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് കടക്കുമ്പോഴാണ് എക്കൽവിശറികൾ (ചിത്രം 7.4) രൂപംകൊള്ളുന്നത്. സാധാരണയായി പർവതച്ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നദികൾ വലിപ്പമേറിയ തരികളുള്ള അവസാദങ്ങളെയാണ് വഹിച്ചുകൊണ്ടു വരിക. എന്നാൽ നദി സമതലത്തിലേക്കു കടക്കുന്നതോടെ ഈ ഭാരം അതിന് താങ്ങാവുന്നതിലുമധികമാവുകയും അവസാദങ്ങൾ വിസ്തൃതമായി താഴ്ന്നതോ ഉയർന്നതോ ആയ കോൺ ആകൃതിയിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതാണ് എക്കൽവിശറി. എക്കൽവിശറികളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന നദികൾ മിക്കപ്പോഴും ഏറെദൂരം അവയുടെ യഥാർത്ഥ ചാനലിൽ നിന്നും വിട്ട് ഗതിമാറുകയും പിരിഞ്ഞൊഴുകുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവയെ കൈവഴികൾ (Distributaries) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

സാധാരണഗതിയിൽ ആർദ്രകാലാവസ്ഥാമേഖലകളിൽ എക്കൽവിശറികൾക്ക് ഉയരം കുറഞ്ഞ കോണുകളും ശീർഷം മുതൽ പാദംവരെ നേർത്ത ചരിവുമായിരിക്കും. എന്നാൽ വരണ്ട കാലാവസ്ഥകളിലും അർധവരണ്ട കാലാവസ്ഥകളിലും ഇവ കുത്തനെ ചരിവോടുകൂടിയ ഉയർന്ന കോണുകളായാണ് കാണപ്പെടുന്നത്.

ഡെൽറ്റകൾ

എക്കൽവിശറികളെപ്പോലെയാണെങ്കിലും ഡെൽറ്റകൾ രൂപംകൊള്ളുന്ന സ്ഥലം വ്യത്യസ്തമാണ്. നദികൾ വഹിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന അവസാദങ്ങളെ നിക്ഷേപിക്കു

ചിത്രം 7.4: ജമ്മുകാശ്മീരിലെ അമർനാഥിലേക്കുള്ള പാതയിൽ ഒരു മലമ്പ്രദേശ അരുവി നിക്ഷേപിച്ച എക്കൽവിശറി

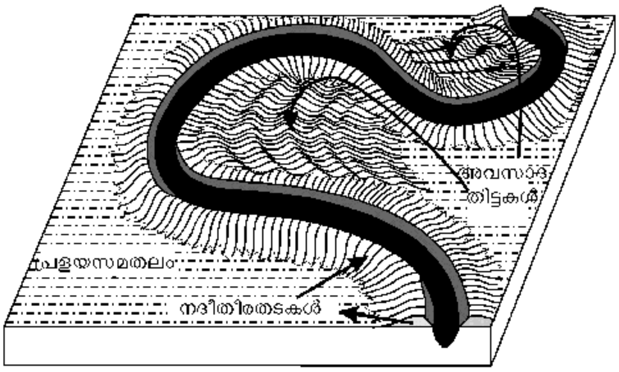
കയും അവ കടലിലേക്ക് വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്യും. ഈ അവസാദങ്ങൾ കടലിലേക്ക് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടാത്ത സാഹചര്യങ്ങളിലോ തീരത്തായി വിതരണം ചെയ്യപ്പെടാതിരിക്കുന്ന സാഹചര്യങ്ങളിലോ അവ ഉയരം കുറഞ്ഞ കോണുകളായി നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. എക്കൽവിശറികളിൽനിന്നും വ്യത്യസ്തമായി, ഡെൽറ്റകളിലെ നിക്ഷേപങ്ങൾ നന്നായി തരംതിരിക്കപ്പെട്ടതും പാളികളായി ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടതുമായിരിക്കും. കൂട്ടത്തിൽ വലിപ്പമുള്ള തരികൾ ആദ്യമാദ്യം നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യും. ഡെൽറ്റകൾ വളരുന്നതോടെ നദികളുടെ കൈവഴികൾക്ക് നീളമേറുകയും (ചിത്രം 7.5) ഡെൽറ്റ കടലിലേക്ക് വളരുകയും ചെയ്യും.

ചിത്രം 7.5 : ആന്ധ്രാപ്രദേശിലെ കൃഷ്ണാനദി ഡെൽറ്റയുടെ ഒരു ഉപഗ്രഹഛായാ ചിത്രം

പ്രളയസമതലങ്ങൾ, നദീതീരതടകൾ, അവസാദതിട്ടുകൾ (Flood plains, Natural levees, Point bars)

അപരദനം താഴ്വരകൾ നിർമിക്കുന്നതുപോലെ നിക്ഷേപപ്രക്രിയ പ്രളയസമതലങ്ങൾ നിർമിക്കുന്നു. നദികളുടെ ഒരു പ്രധാന നിക്ഷേപണഭൂരൂപമാണിവ. നീർച്ചാലുകൾ നേർത്ത ചരിവുകളിലേക്ക് കടക്കുമ്പോൾ

വലിപ്പമേറിയ പദാർഥങ്ങളെ ആദ്യമാദ്യം നിക്ഷേപിക്കുന്നു. അപ്രകാരം മണൽ, നേർത്ത മണൽത്തരികൾ, കളിമണ്ണ് എന്നിവ താരതമ്യേന വേഗംകുറഞ്ഞ നീർച്ചാലുകളുടെ തൽപത്തിലും (അടിത്തട്ടുകളിലും) വെള്ളപ്പൊക്കസമയത്ത് കരകവിഞ്ഞൊഴുകുമ്പോൾ ഇരുകരകളിലുമായും നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. നദീനിക്ഷേപങ്ങളാൽ നിർമിതമായ നദീതൽപത്തെ സജീവ പ്രളയസമതലമെന്നും (Active flood plain), തീരത്തിനേക്കാൾ ഉയരത്തിലുള്ള പ്രളയസമതലത്തെ മന്ദപ്രളയസമതലങ്ങൾ (Inactive flood plain) എന്നും പറയുന്നു. മന്ദപ്രളയസമതലങ്ങളിൽ രണ്ടുതരം നിക്ഷേപങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നു —പ്രളയനിക്ഷേപങ്ങളും നീർച്ചാൽ നിക്ഷേപങ്ങളും. സമതലങ്ങളിൽ, നീർചാലുകൾ ഗതിമാറിയൊഴുകുന്നതിന്റെ ഫലമായി ചിലപ്പോഴൊക്കെ നീർച്ചാലിൽനിന്നും വേർപെട്ട് ഒഴുക്കു നിലച്ച ഭാഗങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുകയും അവ സാവധാനം അവസാദങ്ങൾകൊണ്ട് നിറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഉപേക്ഷിക്കപ്പെട്ടതോ വിച്ഛേദിക്കപ്പെട്ടതോ ആയ നീർച്ചാലുകളാൽ നിർമിക്കപ്പെട്ട ഇത്തരം പ്രളയസമതലങ്ങളിൽ വലിപ്പം കൂടിയ അവസാദങ്ങളായിരിക്കും കാണപ്പെടുക. അതേസമയം പ്രളയസമയത്ത് കവിഞ്ഞൊഴുകുന്ന ചാലുകളുടെ നിക്ഷേപങ്ങൾ നേർത്തമണൽത്തരികൾ, കളിമണ്ണ് എന്നിങ്ങനെ തീരെച്ചെറിയ വലിപ്പത്തിലുള്ള പദാർഥങ്ങളായിരിക്കും. ഡൽറ്റകളിലെ പ്രളയസമതലങ്ങളെ ഡൽറ്റാസമതലങ്ങൾ എന്നു വിളിക്കുന്നു. പ്രളയസമതലങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചില പ്രധാന ഭൂരൂപങ്ങളാണ് നദീതീരതടകളും (Natural levees) അവസാദതിട്ടകളും (Point bars) (ചിത്രം 7.6).



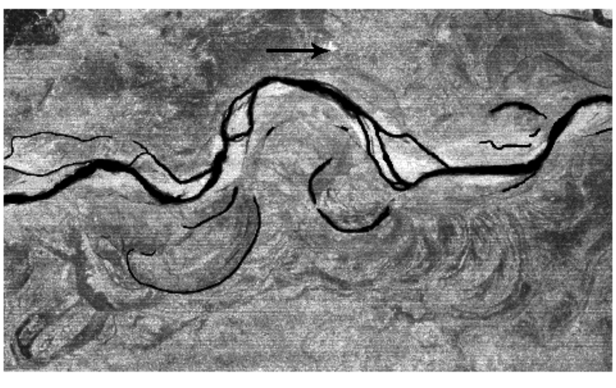
ചിത്രം 7.6 : നദീതീരതടകളും അവസാദതിട്ടകളും

വലിയ നദികളുടെ തീരങ്ങളിലാണ് നദീതീരതടകളും അവസാദതിട്ടകളും കാണപ്പെടുന്നത്. നദികളുടെ തീരങ്ങളിൽ പലപ്പോഴും ഛേദിക്കപ്പെട്ട് ഒറ്റപ്പെട്ട കുന്നുകളുടെ രൂപത്തിൽ തീരത്തിനു സമാന്തരമായി നീളത്തിൽ ഉയരംകുറഞ്ഞ് കാണപ്പെടുന്ന വലിപ്പമേറിയ അവസാദനിക്ഷേപങ്ങളാണിവ. പ്രളയസമയത്ത് നദി കരകവിഞ്ഞൊഴുകുമ്പോൾ അതിന്റെ ഒഴുക്കിന്റെ പ്രവേഗം കുറയുന്നതിനെത്തുടർന്ന് വലിപ്പമേറിയതും ഭാരമേറിയതുമായ പദാർഥങ്ങൾ തീരത്തിനു തൊട്ടടുത്തായി വരമ്പുകൾപോലെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. തീരത്തോടടുത്ത് ഉയരം കൂടുതലായ ഇവയുടെ ചരിവ് നദിയിൽ നിന്നകലുംതോറും കുറഞ്ഞുവരുന്നു. നദിയിൽ നിന്നകലെയായി പ്രളയസമയത്ത് ഒഴുകിപ്പരക്കുന്ന അവസാദങ്ങളേക്കാൾ പരുക്കനായിരിക്കും നദീതടനിക്ഷേപങ്ങൾ. നദികൾ വശങ്ങളിലേക്ക് മാറിയൊഴുകുംതോറും നിരവധി നദീതീരതടകൾ രൂപംകൊള്ളാം. അവസാദതിട്ടകൾ മിയാണ്ടർ തിട്ടകളെന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. വലിയ നദികളുടെ മിയാണ്ടറുകളുടെ ഉത്തലവശങ്ങളിൽ (Convex bank) കാണപ്പെടുന്ന ഇവ നദികൾ അവയുടെ തീരങ്ങളിൽ അവസാദങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായാണുണ്ടാകുന്നത്. ഉടനീളം ഏതാണ്ട് ഒരേ ഘടനയും വീതിയുമുള്ള ഇവയിൽ വ്യത്യസ്ത വലിപ്പത്തിലുള്ള അവസാദങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കാം. ഒന്നിലധികം വരമ്പുകളുണ്ടെങ്കിൽ അവയ്ക്കിടയിൽ ഇടുങ്ങിയ, നീളത്തിലുള്ള താഴ്ചകൾ കാണപ്പെടും. അവസാദലഭ്യതയും നീരൊഴുക്കുമനുസരിച്ച് നദികൾ നിരവധി അവസാദതിട്ടകൾ നിർമിക്കുന്നു. നദികൾ അവയുടെ ഉത്തലഭാഗത്ത് അവസാദതിട്ടകൾ നിർമിക്കുന്നതോടെ അവയുടെ അവതലഭാഗത്തെ തീരം സജീവ അപരദനത്തിനും വിധേയമാകുന്നു.

നദീതീരതടകൾ അവസാദതിട്ടകളിൽനിന്നും എങ്ങനെ വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

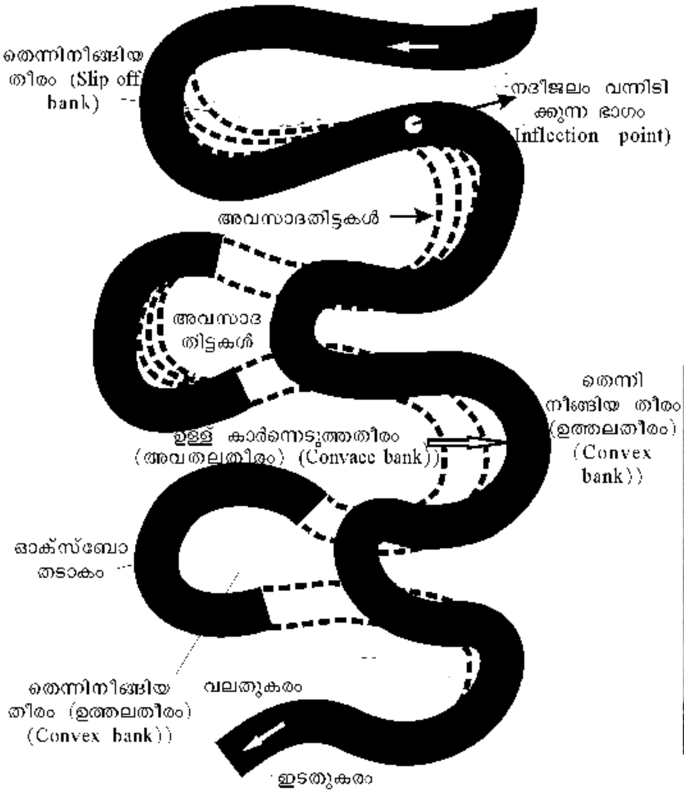
മിയാണ്ടറുകൾ (Meanders)

വലിയ പ്രളയസമതലങ്ങളിലും ഡൽറ്റാസമതലങ്ങളിലും നദികൾ അപൂർവമായേ നേർരേഖയിൽ ഒഴുകുകയുള്ളൂ. മിയാണ്ടറുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന വളയങ്ങൾ പോലുള്ള ഒഴുക്കുഗതിയാണ് പ്രളയസമതലങ്ങളിലും ഡൽറ്റാസമതലങ്ങളിലും രൂപംകൊള്ളുന്നത് (ചിത്രം 7.7).



ചിത്രം 7.7: ബുർഹിഗണ്ഡക് നദിയുടെ നിരവധി ഓക്സ്ബോ തടാകങ്ങളും വിച്ഛേദിക്കപ്പെട്ട ചാലുകളും കാണിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹഛായ ചിത്രം — ബിഹാറിനടുത്ത് മുസാഫർപുർ

മിയാണ്ടറുകൾ ഒരു ഭൂരൂപമല്ല; മറിച്ച്, അവ നീരൊഴുക്കിന്റെ ക്രമം മാത്രമാണ്. ഇതിനുള്ള കാരണങ്ങൾ ഇനി പറയുന്നവയാണ്: (i) നേർത്ത ചരിവുകളിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലത്തിന് അതിന്റെ വശങ്ങളിലേക്ക് പ്രവർത്തിക്കാനുള്ള പ്രവണത, (ii) ക്രമരഹിതമായ തീരങ്ങളിലെ ഉറപ്പില്ലാത്ത എക്കൽനിക്ഷേപങ്ങളിൽ സമ്മർദം ചെലുത്തുകവഴി നദികൾക്ക് വശങ്ങളിലേക്ക് വ്യാപിക്കാൻ കഴിയും, (iii) കാറ്റിനെയെന്നപോലെ ദ്രാവകാവസ്ഥയിലുള്ള ജലത്തെ വ്യതിചലിപ്പിക്കുന്ന കൊറിയോലിസ് ബലം. ചരിവ് നന്നേ കുറയുമ്പോൾ വെള്ളത്തിന്റെ ഒഴുക്ക് തീരെക്കുറയുകയും നദി വശങ്ങളിലേക്ക് പ്രവർത്തിക്കാൻ ആരംഭിക്കുകയും സാവധാനം തീരങ്ങൾ ചെറിയ വളവുകളായി മാറുകയും ചെയ്യും. വളവുകളുടെയുള്ളിൽ നിക്ഷേപണവും വെളിയിൽ അപരദനവും നടക്കുന്നതുമൂലം വളവുകളുടെ ആഴം വർധിക്കുന്നു. നിക്ഷേപണമോ അപരദനമോ ഉള്ള് കാർന്നെടുക്കുകയോ ഇല്ലെങ്കിൽ മിയാണ്ടറുകൾ രൂപംകൊള്ളാനുള്ള സാധ്യതയും കുറവാണ്. വലിയ നദികളിലെ മിയാണ്ടറുകളിൽ സാധാരണഗതിയിൽ ഉത്തലതീരത്ത് സജീവനിക്ഷേപണവും അവതലതീരത്ത് ഉള്ള് കാർന്നെടുക്കലും നടക്കുന്നു.

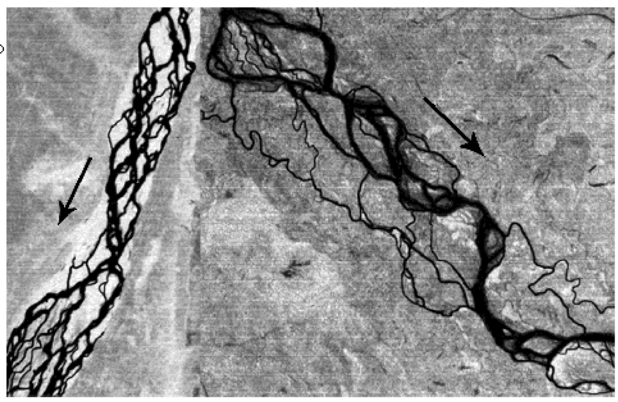


ചിത്രം 7.8: മിയാണ്ടറുകളുടെ വളർച്ച. വിച്ഛേദിക്കപ്പെട്ട വലയങ്ങൾ, തെന്നിനീങ്ങൽ, ഉള്ള് കാർന്നെടുത്ത തീരം എന്നിവ

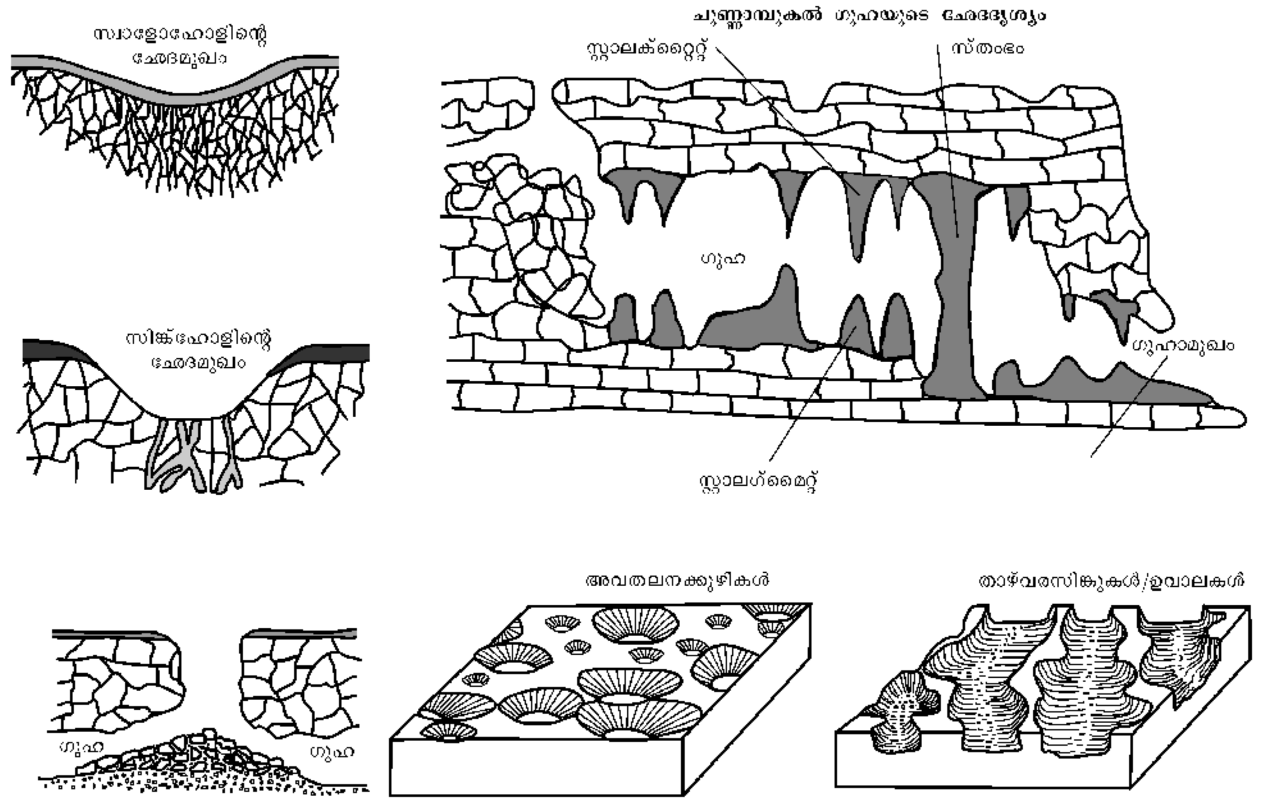
അവതലതീരത്തെ വിച്ഛേദിക്കപ്പെട്ടതീരം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഇവ കുത്തനെ ചരിവോടുകൂടിയതായിരിക്കും. അതേസമയം, ഉത്തലതീരം ദൈർഘ്യമുള്ളതും നേർത്ത ചരിവോടുകൂടിയതുമായിരിക്കും. മിയാണ്ടറുകൾ ആഴമേറിയ വളയങ്ങളായി വികസിക്കുന്നതോടെ ജലം ഒഴുകി വന്നിടിക്കുന്ന (Inflection point) ഭാഗങ്ങളിലെ അപരദനംമൂലം അവ വിച്ഛേദിക്കപ്പെടുകയും ഓക്സ്ബോ തടാകങ്ങളായി അവശേഷിക്കുകയും ചെയ്യും.

പിണഞ്ഞൊഴുകുന്ന ചാലുകൾ (Braided channels)

നദികൾ താരതമ്യേന വലിപ്പം കൂടിയ ശിലാകണികകളെകൂടി വഹിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ അവയെ നദിയുടെ മധ്യത്തിൽത്തന്നെ ഒരു വരമ്പുപോലെ നിക്ഷേപിക്കുന്നതിന്റെ ഫലമായി നീരൊഴുക്ക് തീരങ്ങളിലെ പാർശ്വ അപരദനത്തിന്റെ വേഗം കൂട്ടുന്നു. താഴ്‌വര വിസ്തൃതമാകുന്നതോടെ നദിയുടെ ആഴം കുറയുകയും കൂടുതൽ പദാർഥങ്ങൾ ദ്വീപുകളായും വശങ്ങളിൽ തിട്ടകളായും നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും കൂടുതൽ നീരൊഴുക്കിനായി വെവ്വേറെ ചാലുകൾ അവിടെ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്യും. നിക്ഷേപണപ്രക്രിയയും തീരങ്ങളിലെ പാർശ്വ അപരദനവും പിണഞ്ഞൊഴുകുന്ന ഒഴുക്കുഗതി രൂപംകൊള്ളുന്നതിന് അനിവാര്യമാണ്. മറ്റൊരുതരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, താഴ്‌വരയിൽ നീരൊഴുക്ക് കുറവും അവസാദങ്ങളുടെ അളവ് കൂടുതലുമായാൽ ഉരുളൻ കല്ലുകൾ, ചരൽ, മണൽ എന്നിവ നിറഞ്ഞ നീർച്ചാൽതിട്ടകളും ദ്വീപുകളും നീർച്ചാലിൽത്തന്നെ രൂപംകൊള്ളുകയും അനേകം ചെറുചാലുകളായി പിരിഞ്ഞൊഴുകുകയും ചെയ്യും. ഇത്തരത്തിലുള്ള നീർച്ചാലുകൾ കൂടിച്ചേരുകയും വീണ്ടുംപിരിയുകയും ചെയ്തുകൊണ്ടുള്ള ഒഴുക്കുഗതിയാണ് പിണഞ്ഞ നീരൊഴുക്ക് ക്രമം (ചിത്രം 7.9).



ചിത്രം 7.9: ഗണ്ഡക് (വലത്), സോൺ (ഇടത്ത്) എന്നീ നദികളുടെ പിണഞ്ഞചാലുകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ഉപഗ്രഹഛായാ ചിത്രം. അമ്പടയാളം ഒഴുക്കിന്റെ ദിശയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.



ചിത്രം 7.10 : വിവിധ കാർസ്റ്റ് ഭൂരൂപങ്ങൾ

ഭൂഗർഭജലം (Ground Water)

ഇവിടെ ഭൂഗർഭജലത്തെ ഒരു വിഭവമെന്ന നിലയ്ക്കല്ല പരിഗണിച്ചിരിക്കുന്നത്. മറിച്ച് ഭൂഭാഗങ്ങളുടെ അപരദനത്തിനും ഭൂരൂപപരിണാമങ്ങൾക്കും കാരണമാകുന്ന ഭൂഗർഭജലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കാണ് ഊന്നൽ നൽകിയിരിക്കുന്നത്. ജലത്തെ കടത്തിവിടാൻ ശേഷിയുള്ള നേരിയ സ്തരങ്ങളോ പൊട്ടലുകളോടുകൂടിയതോ ആയ ശിലകളിൽ ഉപരിതലജലം സുഗമമായി ഊർന്നിറങ്ങുന്നു. ലംബദിശയിൽ താഴ്ന്നിറങ്ങുന്ന ജലം ഭൂഗർഭത്തിൽ ശിലാതല്പത്തിലൂടെയോ, ശിലാസന്ധികളിലൂടെയോ അല്ലെങ്കിൽ ശിലാപദാർഥങ്ങൾക്കുള്ളിലൂടെയോ തിരശ്ചീനമായും ഒഴുകുന്നു. ഇത്തരത്തിൽ താഴേക്കും വശത്തേക്കുമുണ്ടാകുന്ന ജലത്തിന്റെ ചലനമാണ് ശിലാ അപരദനത്തിന് കാരണമാകുന്നത്. ഭൂഗർഭജലത്തിന്റെ ചലനത്താൽ ഭൗതികമായോ അഥവാ ബലകൃതമായോ വസ്തുക്കൾക്കുണ്ടാകുന്ന ചലനത്തിന് ഭൂരൂപ വികസനത്തിൽ ഇവിടെ വലിയ പ്രസക്തിയില്ല. അതിനാലാണ് ഭൂഗർഭജലജന്യമായ അടയാളങ്ങൾ എല്ലാത്തരം ശിലകളിലും കാണാൻ കഴിയാത്തത്. എന്നാൽ കാത്സ്യം കാർബണേറ്റ് സമ്പന്നമായ ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല്, ഡോളമൈറ്റ് തുടങ്ങിയ ശിലകളിൽ ലയനവും അവഷിപ്തവുംമൂലം (Solution and Precipitation) വൈവിധ്യമാർന്ന ഭൂരൂപങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല്, ഡോളമൈറ്റ് എന്നീ ശിലകൾ സ്വതന്ത്രമായോ മറ്റു ശിലകളുമായി ഇടകലർന്നോ സറിതിചെയ്യുന്ന ഇടങ്ങളിൽ ലയനം (Solution), അവഷിപ്തീകരണം (Precipitation) എന്നീ രണ്ട് പ്രക്രിയകൾ സജീവമാകുന്നു. ഭൂഗർഭജലത്തിന്റെ ലയന-നിക്ഷേപണപ്രവർത്തനങ്ങളാണ് വ്യത്യസ്ത ഭൂരൂപങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല്, ഡോളമൈറ്റ് മേഖലകളിൽ ഭൂജലത്തിന്റെ പ്രവർത്തനഫലമായി ലയനപ്രക്രിയയിലൂടെയും നിക്ഷേപപ്രക്രിയയിലൂടെയും സവിശേഷ ഭൂരൂപങ്ങൾ ദൃശ്യമാക്കുന്ന മേഖലകളെ 'കാസ്റ്റ് ടോപോഗ്രഫി' (Karst Topography) എന്നു വിളിക്കുന്നു. അഡ്രിയാറ്റിക് കടൽത്തീരത്തിന് സമീപം ബാൾക്കൻസിലെ കാസ്റ്റ് മേഖലയിൽ ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിൽ രൂപപ്പെട്ടിട്ടുള്ള മാതൃകാഭൂരൂപങ്ങളിൽനിന്നാണ് 'കാസ്റ്റ് ടോപ്പോഗ്രഫി' എന്ന പേര് ലഭിച്ചിട്ടുള്ളത്.

കാസ്റ്റ് ടോപ്പോഗ്രാഫിയും അപരദന-നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളാൽ സവിശേഷമാണ്.

അപരദനഭൂരൂപങ്ങൾ

പൂളുകൾ (Pools), സിങ്ക്ഹോളുകൾ (Sink holes), ലാപീസ് (Lapies), ചുണ്ണാമ്പുകൽപ്രതലങ്ങൾ (Limestone pavements)

ലയനപ്രക്രിയയിലൂടെ ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് ശിലാപ്രതലങ്ങളിൽ സ്വാളോഹോളുകൾ (Swallow holes) അഥവാ 'കുരുവിക്കുഴികൾ' എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന ചെറുതോ

ഇടത്തരം വലിപ്പമുള്ളതോ ആയ വൃത്താകാരത്തിലും അർധവൃത്താകാരത്തിലുമുള്ള കുഴികൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല് അഥവാ കാസ്റ്റ് പ്രദേശങ്ങളിൽ സിങ്ക്ഹോളുകൾ സർവസാധാരണമാണ്. മുകൾഭാഗം ഏറെക്കുറെ വൃത്താകൃതിയിലും താഴേക്ക് ചോർപ്പിന്റെ ആകൃതിയുമുള്ള ഒരു കുഴിഞ്ഞപ്രദേശം സിങ്ക്ഹോൾ (Sink hole) അഥവാ, അവതലന കുഴി ഏതാനും ചതുരശ്രമീറ്റർ മുതൽ ഒരു ഹെക്ടർവരെ വിസ്തൃതിയിലും അരമീറ്റർമുതൽ 30 മീറ്ററിലേറെ താഴ്ചയിലും ഓരോപ്രദേശത്തും വ്യത്യസ്ത വലിപ്പത്തിൽ സിങ്ക്ഹോളുകൾ രൂപപ്പെടുന്നു. സിങ്ക്ഹോളുകളിൽ ചിലത് പൂർണമായും ലയനപ്രക്രിയയിലൂടെ രൂപമെടുക്കുന്നു (സൊല്യൂഷൻ സിങ്കുകൾ). എന്നാൽ ചിലപ്പോൾ അലിയൽപ്രക്രിയയിൽ തുടങ്ങുന്ന സിങ്ക്ഹോളുകളുടെ അടിഭാഗം ഭൂഗർഭ ഗുഹകളുടെയോ ഭൂഗർഭഅറകളുടെയോ മേൽകൂരകളായി സറിതി ചെയ്യുകയാണെങ്കിൽ അവ തകർന്നടിഞ്ഞ് ഭൂഗർഭഅറകൾ/ഗുഹകൾ വിസ്തൃതമായ കുഴികളായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു (കൊളാപ്സ് സിങ്ക്).

പൊതുവെ, കുരുവിക്കുഴികൾക്കുമേൽ മണ്ണ് അടിഞ്ഞുകൂടി അവ ആഴംകുറഞ്ഞ ജലാശയങ്ങൾ (കുളങ്ങൾ) പോലെ നിലകൊള്ളുന്നു. ഇത്തരം ജലാശയങ്ങൾക്ക് മുകളിലൂടെ നടക്കുകയാണെങ്കിൽ മരുഭൂമിയിലെ മണ്ണിൽ പുതയുന്നതുപോലെ ഉള്ളിലേക്ക് താഴ്ന്നുപോയേക്കാം. കൊളാപ്സ് സിങ്കുകളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നതിന് ഡൊളൈൻ (Doline) എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ട്. സൊല്യൂഷൻ സിങ്കുകളാണ് കൊളാപ്സ് സിങ്കുകളെ അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതലായി കണ്ടുവരുന്നത്.

സാധാരണയായി ഉപരിതലത്തിലൂടെ ഒഴുകുന്ന ജലം കുരുവിക്കുഴികളിലൂടെയും സിങ്ക്ഹോളുകളിലൂടെയും താഴ്ന്നിറങ്ങി ഭൂഗർഭനീർച്ചാലുകളായി കുറേദൂരം ഒഴുകുകയും ഗുഹാമുഖങ്ങളിലെത്തുമ്പോൾ ഉപരിതലത്തിലേക്ക് പുനർജനിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അരികുകൾ ഇടിഞ്ഞുവീഴുന്നതിലൂടെയോ ഗുഹാതലങ്ങൾ തകർന്നടിയുന്നതിലൂടെയോ സിങ്ക്ഹോളുകളും ഡൊളൈനുകളും പരസ്പരം കൂടിച്ചേർന്ന് ഇടുങ്ങിയതോ വിസ്തൃതമായ നീളത്തിലുള്ള കിടങ്ങുകൾ ഉണ്ടാകുന്നതിനെ താഴ്‌വരസിങ്കുകൾ (Valley sinks) അഥവാ ഉവാലകൾ (Uvalas) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ക്രമേണ ചുണ്ണാമ്പുകൽ പ്രദേശത്തിന്റെ ഏറെഭാഗവും ഇത്തരം കുഴികളും കിടങ്ങുകളും കാർന്നെടുക്കപ്പെടുന്നതിലൂടെ, അങ്ങിങ്ങ് എഴുന്നുനിൽക്കുന്ന ഒറ്റപ്പെട്ട ഭാഗങ്ങളും ചാലുകളും വരമ്പുകളും (ലാപീസ്) അവശേഷിക്കുന്നു. ഇത്തരം വരമ്പുകൾ അഥവാ ലാപീസ് രൂപപ്പെടുന്നത് സമാന്തരശിലാസന്ധികളിൽ നടക്കുന്ന ലയനപ്രവർത്തനംമൂലമാണ്. കാലാന്തരത്തിൽ ഈ ലാപീനിലങ്ങൾ ഏറെക്കുറെ നിരപ്പായ ചുണ്ണാമ്പുശിലാ പ്രതലങ്ങളായി (Limestone pavements) പരിണമിക്കുന്നു.

ഗുഹകൾ

ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് അഥവാ ഡോളമൈറ്റ് മറ്റുശിലകളുമായി (ഷെയിൽ, മണൽക്കല്ല്, ക്വാർട്ട്സൈറ്റ്) ഇടവിട്ട് കാണപ്പെടുന്ന പ്രദേശങ്ങളിലോ ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് കൂടുതൽ സാന്ദ്രതയിലും വലിയ അളവിലും കനത്ത പാളികളായും കാണപ്പെടുന്ന ഇടങ്ങളിലോ ആണ് ഗുഹാരൂപീകരണം കൂടുതലായി നടക്കുന്നത്. ശിലാപദാർഥങ്ങളിലൂടെയും ശിലാസന്ധികളിലൂടെയും വിള്ളലുകളിലൂടെയും താഴ്ന്നിറങ്ങുന്ന ജലം ശിലാതൽപ്പങ്ങളിലൂടെ തിരശ്ചീനമായി ചലിക്കുന്നു. ഈ ശിലാതൽപ്പങ്ങളിലാണ് ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് ലയിച്ച് ദീർഘമോ ഇടുങ്ങിയതോ വിസ്തൃതമോ ആയ ഗുഹകൾ ജന്മമെടുക്കുന്നത്. ചുണ്ണാമ്പ് ശിലാപാളികൾക്കും അവയ്ക്കിടയിലായി കാണപ്പെടുന്ന ശിലകൾക്കും അനുസൃതമായി വിവിധതലങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തമായ ഗുഹകളുണ്ടാകാം. നീർച്ചാലുകൾ പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുന്ന കവാടങ്ങൾ ഗുഹകളുടെ സവിശേഷതയാണ്. രണ്ടുവശങ്ങളിലും കവാടങ്ങളുള്ള ഗുഹകളെ തുരങ്കങ്ങൾ (Tunnels) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

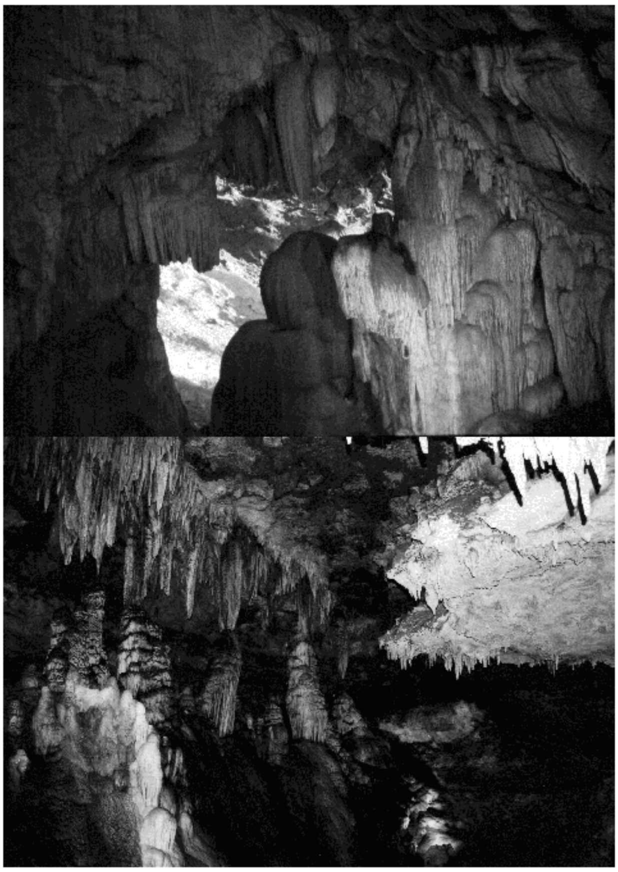
നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങൾ

ചുണ്ണാമ്പുകൽ ഗുഹകൾക്കുള്ളിൽ വിവിധതരം നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങൾ ജന്മമെടുക്കുന്നു. കാർബണീകൃത ജലത്തിന് (കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ് കലർന്ന മഴവെള്ളം) എളുപ്പത്തിൽ അലിയിക്കാൻ കഴിയുന്ന കാൽസ്യം കാർബണേറ്റാണ് ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിലെ മുഖ്യ രാസഘടകം. പരുക്കൻ ശിലാപ്രതലങ്ങളിൽ ചുണ്ണാമ്പ് ലായനി ജലം ഇറ്റുവീഴുമ്പോൾ അതിലെ ജലാംശം ബാഷ്പീകരിക്കപ്പെടുന്നതിലൂടെയും കാർബൺ ഡൈ ഓക്സൈഡ് നഷ്ടമാകുന്നതിലൂടെയും കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു.

സ്റ്റാലക്റ്റൈറ്റുകൾ (Stalactites), സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകൾ (Stalagmites), സ്തംഭങ്ങൾ (Pillars)

വ്യത്യസ്ത വ്യാസമുള്ള സൂച്യഗ്രരൂപങ്ങളായി സ്റ്റാലക്റ്റൈറ്റുകൾ തലകീഴായി തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. പൊതുവെ വിശാലമായ ചുവടുഭാഗത്തുനിന്നും സ്വതന്ത്രാഗ്രത്തിലേക്ക് കൂർത്തുവരുന്നതുമായ സ്റ്റാലക്റ്റൈറ്റുകൾ വിവിധ രൂപങ്ങളിലുണ്ടാകുന്നു. സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകൾ ഗുഹകളുടെ അടിത്തറയിൽനിന്നും എഴുന്നുനിൽക്കുന്നു. ഗുഹയുടെ മേൽഭാഗത്ത് നിന്നോ സ്റ്റാലക്റ്റൈറ്റുകളുടെ നേർത്ത നാളികളിലൂടെയോ ഇറ്റിറ്റ് വീഴുന്ന ജലത്തിൽനിന്നാണ് അതിന് നേരെ താഴെയായി സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകൾ രൂപപ്പെടുന്നത് (ചിത്രം 7.11).

ഒരു സ്തംഭത്തിന്റെയോ ഡിസ്കിന്റെയോ ആകൃതിയിൽ മിനുത്തുരുണ്ട രൂപത്തിലോ ക്രെയ്റ്റർ സമാനമായ ചെറിയ ഗർത്തത്തിന്റെ രൂപത്തിലോ സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകൾ രൂപപ്പെടാം. സ്റ്റാലക്റ്റൈറ്റുകളും സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകളും



ചിത്രം 7.11: ചുണ്ണാമ്പുകൽ ഗുഹയിലെ സ്റ്റാലക്റ്റൈറ്റുകളും സ്റ്റാലഗ്മൈറ്റുകളും

ക്രമേണ പരസ്പരം കൂടിച്ചേർന്ന് വ്യത്യസ്ത വ്യാസത്തിലുള്ള സ്തംഭങ്ങൾ (Pillars) രൂപപ്പെടാം.

ഹിമാനികൾ

കരയ്ക്കു മുകളിലൂടെ പാളികളായും (വൻകര ഹിമാനി അഥവാ ഗിരിപാദ ഹിമാനി) പർവതചരിവിലെ വിശാലതാഴ്വരകളിലൂടെ രേഖീയമായും ഒഴുകിയിറങ്ങുന്ന (പർവതഹിമാനിയും താഴ്വരഹിമാനിയും) ഹിമപിണ്ഡമാണ് ഹിമാനികൾ (ചിത്രം 7.12). ജലം ഒഴുകുന്നതിൽനിന്നും വ്യത്യസ്തമായി ഹിമാനികൾ താരതമ്യേന വളരെ സാവധാനത്തിലാണ് ചലിക്കുന്നത്. പ്രതിദിനം ഏതാനും സെന്റിമീറ്റർ മുതൽ ഏതാനും മീറ്റർ വരെ മാത്രമാണ് ഹിമാനികൾ ചലിക്കുന്നത്. ഹിമാനികൾ ചലിക്കുന്നത് പ്രധാനമായും ഭൂഗുരുത്വാകർഷണ ബലം നിമിത്തമാണ്.

ചിത്രം 7.12 : ഒരു താഴ്വരയിലെ ഹിമാനി

ഹിമാലയപർവത ചെരിവിലൂടെയും താഴ്വരകളിലൂടെയും ചലിച്ചിറങ്ങുന്ന നിരവധി ഹിമാനികൾ നമ്മുടെ രാജ്യത്തുണ്ട്. ഉത്തരാഖണ്ഡ്, ഹിമാചൽപ്രദേശ്, ജമ്മുകാശ്മീർ തുടങ്ങിയ സംസ്ഥാനങ്ങളുടെ ഉയർന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ ഇത്തരം ഹിമാനികളെ കാണാനാകും. ഗംഗോത്രി ഹിമാനീമുഖത്തുനിന്നും (ഗോമുഖ്) മഞ്ഞുരുകിയെത്തുന്ന ജലമാണ് മുഖ്യമായും ഭാഗീരഥി നദിയിലെ നീരൊഴുക്ക് എന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? ഇത്തരത്തിൽ അളകാപുരി ഹിമാനിയിൽനിന്നും അളകനന്ദാ നദിയിലേക്കും ജലമെത്തുന്നു. അളകനന്ദ, ഭാഗീരഥി എന്നീ നദികൾ ദേവപ്രയാഗിൽ സംഗമിച്ച് ഗംഗാനദി ജന്മമെടുക്കുന്നു.

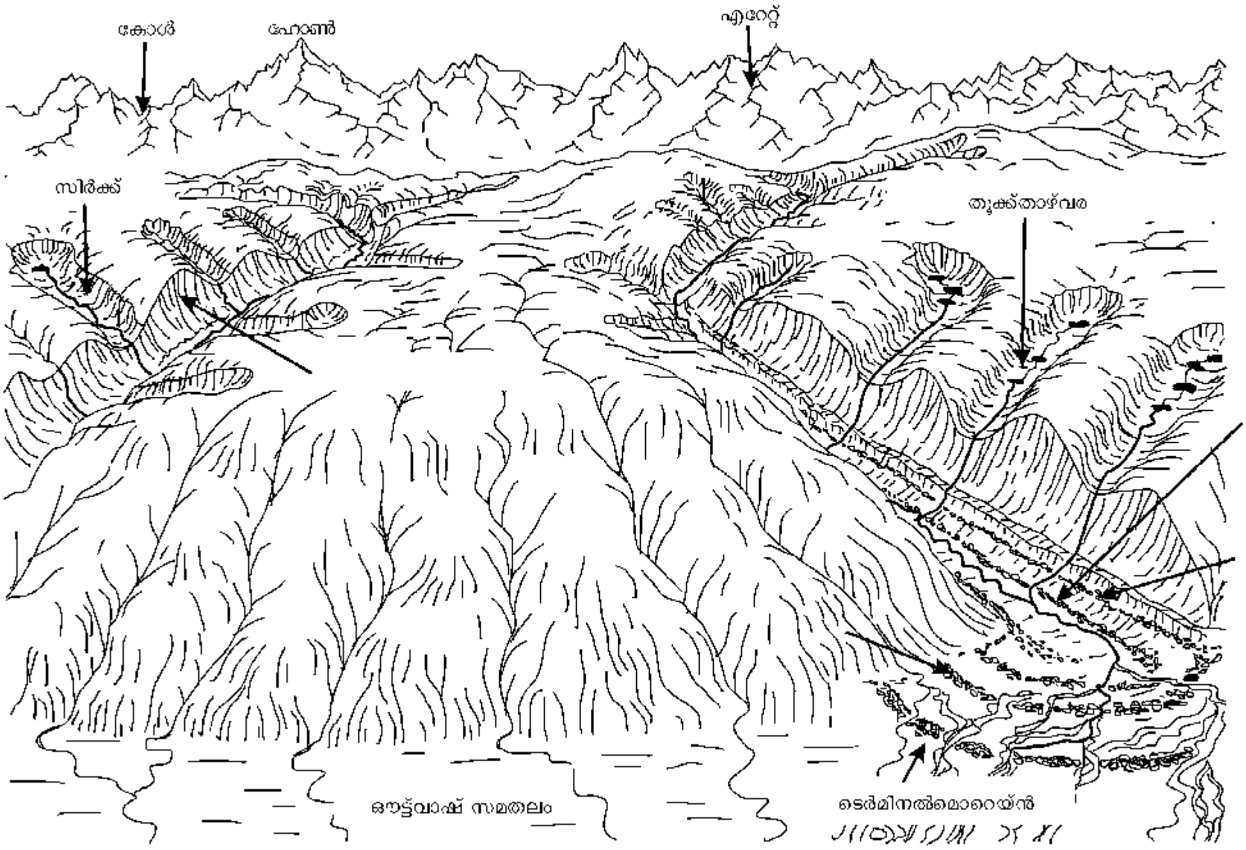
ഹിമപാളികളുടെ ഭാരം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഘർഷണം മൂലം ഹിമാനികളുടെ അപരദനം തീക്ഷ്ണമാണ്. ഭൂമിയിൽനിന്നും ഹിമാനികൾ അടർത്തിയെടുക്കുന്ന ശിലാപദാർഥങ്ങൾ താഴ്വരകളുടെ അടിത്തട്ടിലൂടെയും വശങ്ങളിലൂടെയും വലിച്ചിഴയ്ക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ ഉരസൽ, അടർത്തൽ എന്നിവയിലൂടെ വലിയ നാശമുണ്ടാകുന്നു. അപക്ഷയവിധേയമാകാത്ത ശിലകളിൽപോലും ആഘാതമുണ്ടാക്കാനും വലിയപർവതങ്ങളെ തേയ്മാനത്തിലൂടെ ചെറിയകുന്നുകളോ സമതലമോ ആക്കി പരിവർത്തനം ചെയ്യാനും ഹിമാനികൾക്ക് സാധ്യമാണ്.

ഹിമാനികളുടെ ചലനം തുടരുന്നതിലൂടെ അയഞ്ഞ ശിലാപദാർഥങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യപ്പെടുന്നു, വിഭാജകങ്ങൾ താഴ്ത്തപ്പെടുന്നു, ഹിമാനികൾക്ക് മുന്നോട്ടു ചലിക്കാനാകാത്തവിധം ചരിവ് തേഞ്ഞുതീരുന്നു. മറ്റ് നിക്ഷേപരൂപങ്ങൾക്കൊപ്പം ചെറിയ കുന്നുകളും വിശാലമായ ഔട്ട്വാഷ് സമതലങ്ങളും ബാക്കിയാകുന്നു. ചിത്രം 7.13-ഉം ചിത്രം 7.14-ഉം പാഠഭാഗത്ത് പരാമർശിച്ചിട്ടുള്ള വിവിധതരം ഹിമാനീകൃത അപരദന, നിക്ഷേപരൂപങ്ങളുമാണ് നൽകിയിട്ടുള്ളത്.

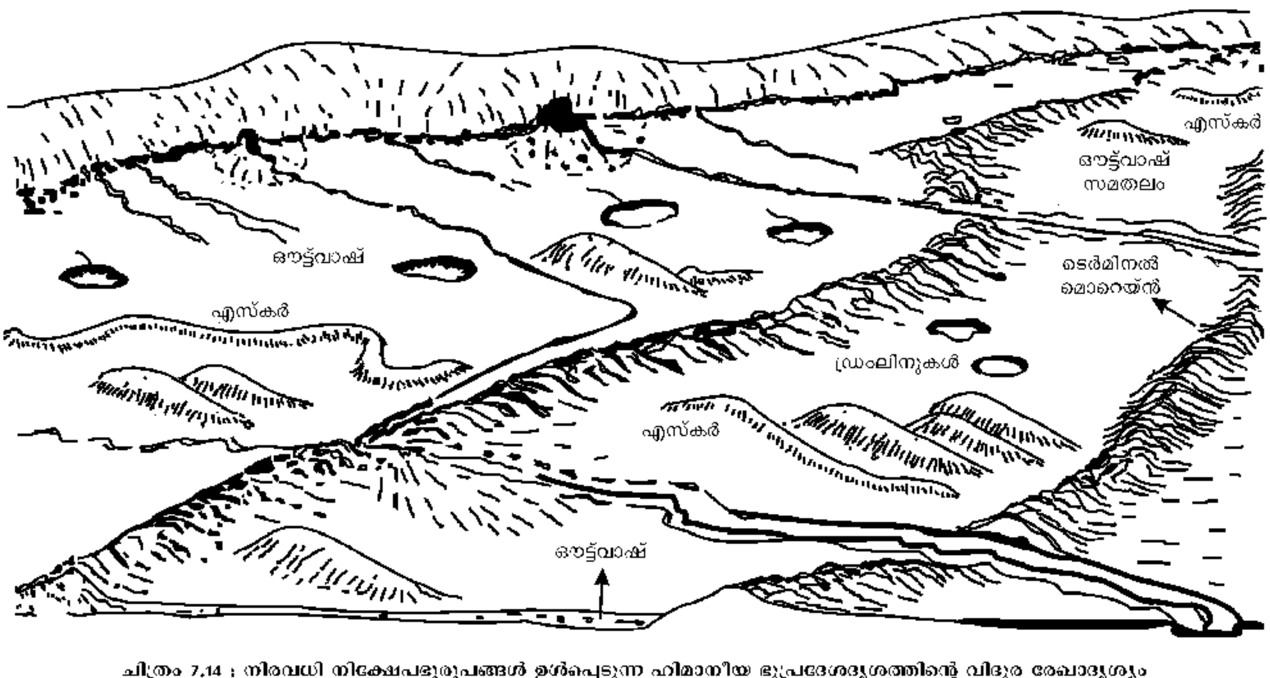
അപരദനഭൂരൂപങ്ങൾ

സിർക്ക്

ഹിമാവൃതപർവതങ്ങളിലെ ഭൂരൂപങ്ങളിൽ സർവസാധാരണമാണ് സിർക്കുകൾ. സിർക്കുകൾ പൊതുവെ ഹിമതാഴ്വരയുടെ ഉപരിഘട്ടത്തിലാണ് രൂപപ്പെടുന്നത്. പർവതമുകളിൽനിന്നും താഴ്വാരത്തേക്കു നീങ്ങുന്ന ഹിമാനികൾ ചരിവുകളെ കാർന്നെടുക്കുന്നതിലൂടെയാണ് സിർക്കുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നത്. കിഴ്ക്കാംതൂക്കായ ഭിത്തികളോടുകൂടിയ അഗാധവും ദീർഘവും വിസ്തൃതവുമായ അവതല ആകൃതിയിലുള്ള തടങ്ങളാണ് സിർക്കുകൾ. ഹിമാനികൾ അപ്രത്യക്ഷമാകു



ചിത്രം 7.13 : ചില ഹിമാനീയ നിക്ഷേപ അപരദന രൂപങ്ങൾ [സ്പെൻസറിൽനിന്നും (1962) കടമെടുത്തതും പരിഷ്കരിച്ചതും)]



ചിത്രം 7.14 : നിരവധി നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന ഹിമാനീയ ഭൂപ്രദേശദൃശത്തിന്റെ വിദൂര രേഖാദൃശ്യം [സ്പെൻസറിൽനിന്നും (1962) കടമെടുത്തതും പരിഷ്കരിച്ചതും)]

ന്നതോടെ സിർക്കുകളിൽ ചെറു ജലാശയങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുന്നു. ഇത്തരം ജലാശയങ്ങളെ സിർക്ക് ലേക്കുകൾ (Cirque lakes) അഥവാ ടാൺ ലേക്കുകൾ (Tarn lakes) എന്നുവിളിക്കുന്നു. രണ്ടോ അതിലധികമോ സിർക്കുകൾ ഒന്നിനുതാഴെ മറ്റൊന്ന് എന്നവിധത്തിൽ പടിക്കെട്ടുകൾക്ക് സമാനമായി രൂപപ്പെടാറുണ്ട്.

ഹോണുകളും സെറേറ്റഡ് റിഡ്ജുകളും (Horn and Serrated ridges)

സിർക്കുകൾക്കുണ്ടാകുന്ന ശീർഷതല അപരദനത്തിലൂടെയാണ് ഹോണുകൾ ഉണ്ടാകുന്നത്. ഒരു കൊടുമുടിയെ ചുറ്റിയുള്ള മൂന്നോ അതിലധികമോ സിർക്കുകൾക്ക് ഇത്തരത്തിൽ ശീർഷതല അപരദനമുണ്ടാകുന്നതിന്റെ ഫലമായി അവ പരസ്പരം കൂടിച്ചേർന്ന് സൃഷ്ടിക്കുന്നതും ഉയർന്നതും മൂർച്ചയേറിയതും ചെങ്കുത്തായ വശങ്ങളോടുകൂടിയതുമായ കൊടുമുടികളാണ് ഹോണുകൾ. സിർക്കുകൾക്കിടയിലെ പാർശ്വ-ശീർഷ ഭിത്തികൾ കൂടുതൽ അപരദനത്തിലൂടെ നേർത്തുവരുന്നതിന്റെ ഫലമായി എറേറ്റുകൾ (Aretes) എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്നതും ഈർച്ചവാൾമുനകൾക്ക് സമാനവുമായ മലനിരകളുണ്ടാകുന്നു.

> സിർക്കുകൾക്ക് ശീർഷതല അപരദനം ഉണ്ടായതിന്റെ ഫലമായി സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ട ഹോണുകളാണ് ആൽപ്സ് പർവതനിരയിലെ ഏറ്റവും ഉയരമുള്ള മാറ്റർഹോൺ കൊടുമുടിയും ഹിമാലയപർവതനിരയിലെ ഏറ്റവും ഉയരമുള്ള എവറസ്റ്റ് കൊടുമുടിയും.

ഹിമാനീകൃതതാഴ്വരകൾ (Glaciated Valleys/Troughs)

ചെങ്കുത്തായ വശങ്ങളോടും താരതമ്യേന മിനുസമാർന്ന വിശാല അടിത്തറയോടും കൂടിയ U -രൂപത്തിലുള്ള തടങ്ങളാണ് ഹിമാനീകൃത താഴ്വരകൾ. അങ്ങിങ്ങായി ചിതറിക്കാണപ്പെടുന്ന ശിലാ അവശിഷ്ടങ്ങളും ഹിമാനീകൃത നിക്ഷേപങ്ങളും ഈ താഴ്വരകൾക്ക് ഒരു ചതുപ്പിന്റെ പരിവേഷം നൽകുന്നു. ഇത്തരം താഴ്വരകളിലെ ശിലാപ്രതലങ്ങളിലോ ശിലാവശിഷ്ടങ്ങൾക്കുള്ളിലായോ തടാകങ്ങൾ രൂപപ്പെടാറുണ്ട്. പ്രധാന ഹിമാനീകൃത താഴ്വരയുടെ വശങ്ങളിൽ നിശ്ചിത ഉയരത്തിൽ തൂക്കുതാഴ്വരകളും ഉണ്ടാകുന്നു. പ്രധാന താഴ്വരയിലേക്കു വന്നിറങ്ങുന്ന തൂക്കുതാഴ്വരകൾക്കിടയിലുള്ള വിഭാജകങ്ങൾ പരസ്പരം വേറിട്ടു നിൽക്കുന്ന ത്രികോണമുഖങ്ങളായി ദൃശ്യമാകുന്നു.

ഉയർന്ന അക്ഷാംശമേഖലകളിൽ സമുദ്രതീരത്തോടു ചേർന്ന് രൂപപ്പെടുന്ന വളരെ ആഴമുള്ള ഹിമാനീകൃത താഴ്വരകളിൽ കടൽവെള്ളം കെട്ടിനിൽക്കുന്നു. ഇത്തരം ഹിമാനീകൃത താഴ്വരകളെ ഫിജോർഡുകൾ അഥവാ ഫിയോർഡുകൾ (Fjords/Fiords) എന്നുവിളിക്കുന്നു.

> ഹിമാനീകൃതതാഴ്വരകളും നദീതാഴ്വരകളും തമ്മിലുള്ള അടിസ്ഥാനവ്യത്യാസങ്ങളെന്തെല്ലാം?

നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങൾ

ഹിമാനി ഉരുകുന്നതിന്റെ ഫലമായി നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന വലുതും ചെറുതുമായ സമ്മിശ്ര ശിലാവശിഷ്ടങ്ങളെ ഗ്ലേഷ്യൽ ടിൽ (Glacial till) എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇവയിലെ ഒട്ടുമിക്ക ശിലാഖണ്ഡങ്ങളും കോണീയരൂപങ്ങളായിരിക്കും. ഹിമാനികളുടെ അടിഭാഗത്തോ, വശങ്ങളിലോ, ഏറ്റവും താഴ്ഭാഗത്തോ മഞ്ഞുരുകുന്നതിന്റെ ഫലമായി നീർച്ചാലുകൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ നീർച്ചാലുകൾക്ക് വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകാൻ കഴിയുന്ന ചെറിയ തോതിലുള്ള ശിലാവശിഷ്ടങ്ങളെ താഴേക്ക് ഒഴുക്കിക്കൊണ്ടുപോകുകയും നിക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം വിസ്തൃത ഹിമ-ജല നിക്ഷേപങ്ങളെ 'ഔട്ട്‌വാഷ്' നിക്ഷേപങ്ങൾ (Outwash deposits) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ടിൽ നിക്ഷേപങ്ങളിൽനിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി, ഔട്ട്‌വാഷ് നിക്ഷേപങ്ങൾ ഏറെക്കുറെ പാളികളായും തരികളുടെ വലിപ്പമനുസരിച്ച് തരംതിരിക്കപ്പെട്ട രീതിയിലുമായിരിക്കും. ഔട്ട്‌വാഷ് സമതലങ്ങളിലെ ശിലാഖണ്ഡങ്ങൾക്ക് ഏറെക്കുറെ ഉരുണ്ട അരികുകളായിരിക്കും. ഹിമാവൃതമേഖലകളിൽ പൊതുവെ കാണപ്പെടുന്ന ഏതാനും നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളാണ് ചിത്രം 7.14-ൽ.

മൊറെയ്നുകൾ (Moraines)

ഹിമാനീകൃത ശിലാപദാർഥങ്ങൾ നിക്ഷേപിച്ചുണ്ടാകുന്ന ദീർഘനിരകളാണ് മൊറെയ്നുകൾ. ഒരു ഹിമാനിയുടെ പാദഭാഗത്തുണ്ടാകുന്ന ഇത്തരം നിക്ഷേപങ്ങളാണ് ടെർമിനൽ മൊറെയ്നുകൾ (Terminal Moraines). ഹിമാനീയ താഴ്വരയുടെ വശങ്ങളിൽ സമാന്തരമായി രൂപപ്പെടുന്ന നിക്ഷേപങ്ങളാണ് ലാറ്ററൽ മൊറെയ്നുകൾ (Lateral Moraines), ഇവ ടെർമിനൽ മൊറെയ്നുകളുമായി ചേർന്ന് കുതിരലാടത്തിന്റെ ആകൃതി കൈവരിക്കുന്നു (ചിത്രം 7.13). ഒരു ഹിമാനീയതാഴ്വരയുടെ ഇരുവശങ്ങളിലുമായി നിരവധി ലാറ്ററൽ മൊറെയ്നുകൾ രൂപപ്പെടാം. ഇത്തരം മൊറെയ്നുകൾ രൂപപ്പെടുന്നതിന് പൂർണമായോ ഭാഗികമായോ കാരണമാകുന്നത് വശങ്ങളിലേക്ക് വസ്തുക്കളെ തള്ളിവിടുന്ന ഹിമ-ജല സ്വാധീനമാണ്. പല താഴ്വര ഹിമാനികളും വളരെ വേഗത്തിൽ പിൻവാങ്ങുന്ന സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഹിമാനീകൃതശിലാപദാർഥങ്ങളുടെ ക്രമരഹിതമായ നിക്ഷേപങ്ങൾ ബാക്കിയാക്കുന്നു. കനത്തിലും ആകൃതിയിലും വൈവിധ്യം പുലർത്തുന്ന ഇത്തരം നിക്ഷേപങ്ങളെ ഗ്രൗണ്ട് മൊറെയ്നുകൾ (Ground Moraines) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഹിമാനീയ താഴ്വരയുടെ മധ്യത്തിലായി ലാറ്ററൽ മൊറെയ്നുകളുടെ ചേർച്ചയിലൂടെ രൂപംകൊള്ളുന്ന ഹിമാനീകൃതനിക്ഷേപങ്ങളാണ് മീഡിയൽ മൊറെയ്നുകൾ (Medial Moraines).

ലാറ്ററൽ മൊറെയ്നുകളുമായി താരതമ്യം ചെയ്യുമ്പോൾ മീഡിയൽ മൊറെയനുകൾക്ക് പൂർണതയുണ്ടാകില്ല. പലയിടങ്ങളിലും മീഡിയൻ മൊറെയ്നുകളെ ഗ്രൗണ്ട് മൊറെയ്നുകളിൽനിന്നും വേർതിരിച്ചറിയാൻ പ്രയാസമാണ്.

എസ്കറുകൾ (Eskers)

ഉഷ്ണകാലത്ത് ഹിമാനി ഉരുകുന്നതിലൂടെ ജലം ഹിമപാളിക്ക് മുകളിലൂടെ ഒഴുകുകയോ അരികുകളിലൂടെ അരിച്ചിറങ്ങുകയോ അല്ലെങ്കിൽ ഹിമപാളിയിലെ തന്നെ സുഷിരങ്ങളിലൂടെ ഒഴുകുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഈ ജലം ഹിമപാളിക്ക് അടിയിലൂടെ നീർച്ചാലായി ഒഴുകുന്നു. ജലം ഭൗമോപരിതലത്തിലൂടെ ഒഴുകുമ്പോൾ ഹിമപാളികൾ ഇരുവശങ്ങളിലും വരമ്പ് തീർക്കുന്നു (ഭൂമിയിൽ കാർന്നെടുത്ത താഴ്വരയായല്ല). ഹിമാനിക്ക് അടിയിലുള്ള ഈ താഴ്വരയിൽ ജലത്തിലൂടെ ഒഴുകിയെത്തുന്ന ശിലാഖണ്ഡങ്ങളും പാറക്കഷണങ്ങളും ചെറിയ വലിപ്പത്തിലുള്ള ശിലാപദാർഥങ്ങളും നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. മഞ്ഞ് പൂർണമായും ഉരുകുന്നതോടെ കാണാൻ കഴിയുന്ന വക്രനിരകളായുള്ള നിക്ഷേപങ്ങളെ എസ്കറുകൾ (Eskers) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

ഔട്ട്വാഷ് സമതലങ്ങൾ (Outwash plains)

ഹിമാവൃതപർവതങ്ങളുടെ അടിവാരസമതലങ്ങളും വൻകരഹിമാനികളുടെ അതിർവരമ്പിനുപുറത്തുള്ള സമതലങ്ങളും ചരൽ, മണ്ണ്, നേർത്ത മണ്ണുള്ളതരികൾ, കളിമണ്ണ് എന്നിവ കലർന്ന ഹിമ-ജല നിക്ഷേപങ്ങൾ പരസ്പരംചേർന്ന എക്കൽ വിശറികളുടെ രൂപത്തിൽ മൂടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

> നദീതട എക്കൽസമതലങ്ങളും ഹിമാനീയ എക്കൽ സമതലങ്ങളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?

ഡ്രംലിനുകൾ (Drumlins)

ഹിമാനീകൃതശിലാപദാർഥങ്ങൾ ചരലും മണലുമായി ചേർന്ന് മിനുത്ത ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലുണ്ടാകുന്ന നിക്ഷേപനിരകളാണ് ഡ്രംലിനുകൾ. ഹിമാനിയുടെ ചലനദിശയ്ക്കു സമാന്തരമായിട്ടാണ് ഡ്രംലിനുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നത്. ഏകദേശം ഒരു കിലോമീറ്റർവരെ നീളവും 30 മീറ്ററോളം ഉയരവും ഇവയ്ക്കുണ്ടാകും. ഹിമാനിക്ക് അഭിമുഖമായ വശം (Stoss) പിൻവശത്തെ (Tail) അപേക്ഷിച്ച് കൂടുതൽ ചെങ്കുത്തായിരിക്കും. ഹിമാനിപ്പിളർപ്പുകളിലൂടെ വൻതോതിൽ അടിത്തട്ടിലെത്തി നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന ശിലാപദാർഥസഞ്ചയമാണ് ഡ്രംലിനുകളായി രൂപപ്പെടുത്തുന്നത്. ഹിമാനിയുടെ തള്ളൽബലം കാരണം ഹിമാനിക്ക് അഭിമുഖമായവശം തേയ്മാനത്തിലൂടെ ചെങ്കുത്താകുന്നു. ഡ്രംലിനുകളുടെ ആകൃതിയിൽനിന്നും ഹിമാനിയുടെ ചലനദിശ മനസ്സിലാക്കാനാകും.

> ഹിമകൃതശിലാപദാർഥങ്ങളും (Till) എക്കലും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസമെന്ത്?

തിരമാലകളും സമുദ്രജലപ്രവാഹങ്ങളും

സമുദ്രതീരഭൗതികപ്രക്രിയകളാണ് ഏറ്റവും ചലനാത്മകവും വിനാശകരവുമായിട്ടുള്ളത്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ തീരദേശപ്രദേശങ്ങളെയും തീരദേശഭൂരൂപങ്ങളെയും കുറിച്ച് പഠിക്കേണ്ടതിന്റെ പ്രാധാന്യം നിങ്ങൾക്ക് ഊഹിക്കാമല്ലോ.

തീരപ്രദേശങ്ങളിലെ ചില മാറ്റങ്ങൾ വളരെ വേഗത്തിലാണ് നടക്കുന്നത്. ഒരു നിശ്ചിത സ്ഥലത്തുതന്നെ വ്യത്യസ്ത ഋതുക്കളിൽ അപരദനവും നിക്ഷേപവും നടക്കാം. തീരദേശമാറ്റങ്ങളിലേറെയും തിരമാലകളുടെ പ്രവർത്തനഫലമായാണ് സംഭവിക്കുന്നത്. തിരമുറിയുന്നതോടെ ഏറെ ശക്തമായി തീരത്തേക്ക് ജലം അടിച്ചുകയറുന്നതിനൊപ്പം കടൽത്തറയിൽ അവസാദങ്ങളുടെ കടയൽകൂടി നടക്കുന്നു. തിരമാലകൾ ആവർത്തിച്ച് ചെലുത്തുന്ന ആഘാതം തീരപ്രദേശങ്ങളിൽ പ്രകടമായ മാറ്റങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. സാധാരണ തിരകളെ അപേക്ഷിച്ച് കൊടുങ്കാറ്റുകളുണ്ടാക്കുന്ന തിരമാലകൾക്കും സുനാമി തിരകൾക്കും ചുരുങ്ങിയ സമയംകൊണ്ട് വ്യാപകമായ മാറ്റം സൃഷ്ടിക്കാനാകും. തിരമാലയുടെ പ്രകൃതത്തിന് മാറ്റമുണ്ടാകുന്നതിനനുസരിച്ച് തിരമാലകൾ ചെലുത്തുന്ന ബലത്തിന്റെ തീവ്രതയും മാറുന്നു.

> തിരമാലകളും ജലപ്രവാഹങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്ന ബലങ്ങളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? സമുദ്രജല ചലനങ്ങൾ എന്ന അധ്യായം നോക്കുക.

തിരമാലകളെ കൂടാതെ തീരദേശഭൂരൂപങ്ങളെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ എന്തൊക്കെയെന്ന് നോക്കൂ: (i) കരയുടെയും കടൽത്തറയുടെയും ആകൃതി സവിശേഷതകൾ, (ii) പ്രസ്തുത തീരം കടലേറ്റത്തിലൂടെ രൂപംകൊണ്ടതാണോ, കടലിറക്കത്തിലൂടെ രൂപംകൊണ്ടതാണോ എന്നത്.

സമുദ്രനിരപ്പ് സ്ഥിരമാണെന്ന് സങ്കൽപ്പിച്ചാൽ തീരപ്രദേശഭൂരൂപപരിണാമം വിശദമാക്കുന്നതിന് രണ്ടുതരം തീരങ്ങളെ പരിഗണിക്കാം:

(i) ഉയർന്നതും പാറക്കെട്ടുകളുമുള്ളതുമായ തീരം (Submerged coast)

(ii) താഴ്ന്നതും നേരിയ ചെരിവോടുകൂടിയതുമായ അവസാദതീരം (Emerged coast)

ഉയർന്ന പാറക്കെട്ടുകളുള്ള തീരങ്ങൾ (High Rocky Coasts)

ഉയർന്നപാറക്കെട്ടുകളുള്ള തീരപ്രദേശങ്ങളിലെ തികച്ചും ക്രമരഹിതമായ തീരരേഖയിൽ നദികൾ മുങ്ങി മറയുന്നു. ഹിമാനീയതാഴ്വരകൾ തീരത്തോടടുത്ത് സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഇടങ്ങളിൽ (ഫിയോർഡുകൾ) ഉൾവ

ലിഞ്ഞ് കാണപ്പെടുന്ന തീരരേഖയിലൂടെ കടൽവെള്ളം കരയിലേക്ക് വ്യാപിക്കാറുണ്ട്. ഇവിടെ ഇരുഭാഗത്തുമുള്ള കുന്നിൻചരിവുകൾ പൊടുന്നനെ ജലത്തിൽ മുങ്ങുന്ന വിധമായിരിക്കും. നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങൾ തീരെയുണ്ടാകാത്ത ഇത്തരം തീരങ്ങളിൽ അപരദനഭൂരൂപങ്ങളായിരിക്കും കൂടുതലായി ഉണ്ടാകുന്നത്.

ഉയർന്ന പാറക്കെട്ടുകളുള്ള തീരങ്ങളിൽ ആഞ്ഞടിക്കുന്ന തിരമാലകളുടെ ശക്തിയിൽ കുന്നിൻചരിവുകൾക്ക് ക്ലിഫുകളായി (തൂക്കുപാറക്കെട്ടുകൾ) രൂപമാറ്റം വരുന്നു. ആവർത്തിച്ചുള്ള തിരകളുടെ ആഘാതം മൂലം ക്ലിഫുകൾ പിന്നിലേക്ക് നീങ്ങുന്നതിലൂടെ ക്ലിഫുകൾക്ക് മുന്നിലായി ഒരു തിരാകൃതശിലാപ്രതലം (Wavecut platform) അവശേഷിക്കുന്നു. നിമ്നോന്നതികളെ ക്രമേണ തിരമാലകൾ തേയ്മാനത്തിലൂടെ താഴ്ത്തുന്നു.

ക്ലിഫുകളിൽനിന്നും നീക്കംചെയ്യപ്പെടുന്നതും താഴേക്ക് പതിക്കുന്നതുമായ വസ്തുക്കൾ ക്രമേണ പരസ്പരം ഉരസിപ്പൊടിയുകയും തിരമാലകളാൽ പുറംകടലിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു.

കീഴക്കാംതൂക്കായ ക്ലിഫുകൾ രൂപമെടുക്കുകയും കടലോരം കരഭാഗത്തേക്കു പിൻവലിയുകയും ചെയ്ത് ഏറെക്കാലം കഴിയുമ്പോൾ, കൂടുതൽ അവസാദങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട്, തിരാകൃത ക്ലിഫുകൾക്ക് മുന്നിലായി ഒരു തിരാകൃതതിട്ട (Wavecut terrace) രൂപമെടുക്കുന്നു. ഇതിനെത്തുടർന്ന് തീരമേഖല കൂടുതൽ അപരദനത്തിന് വിധേയമായി കൂടുതൽ അവസാദങ്ങൾ വന്നടിഞ്ഞ് ക്രമേണ ഒരു വിസ്തൃതകടപ്പുറത്തിന് രൂപം നൽകുവാൻ ആരംഭം കുറിയ്ക്കുന്നു. ഇതോടൊപ്പം 'മണൽത്തിട്ടകൾ' (Bar) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന മണലിന്റെയോ, ചരൽനിക്ഷേപങ്ങളുടെയോ, തീരസമാന്തരവും ദൈർഘ്യമേറിയതുമായ നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളായ വരമ്പുകളും ആവിർഭവിക്കുന്നു. ഇത്തരം തീരസമാന്തരവരമ്പുകൾ ജലവിതാനത്തിനടിയിലായിരിക്കുമ്പോൾ മണൽത്തിട്ടകൾ എന്നും ജലവിതാനത്തിന് മുകളിൽ ദൃശ്യമാകുമ്പോൾ 'പ്രാകാരമണൽത്തിട്ട' (Barrier bars) കളെന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. കരയുമായി ബന്ധമുള്ള മണൽത്തിട്ടകൾക്ക് 'സ്പിറ്റ്' (Spit) കൾ എന്നാണ് പേര്. പ്രാകാരമണൽത്തിട്ടകളും സ്പിറ്റുകളും ഉൽക്കടൽ മുഖങ്ങൾക്ക് കുറുകെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ട് കാണുമ്പോൾ ഇവ ഉൾക്കടലിനേയും സമുദ്രത്തേയും പരസ്പരം വേർതിരിക്കുന്ന വിധമായിരിക്കും സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. ലഗൂണുകൾ (Lagoons) എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന തീരദേശകായലുകൾ ഇപ്രകാരം ഉണ്ടാകുന്നവയാണ്. ലഗൂണുകളും കാലാന്തരത്തിൽ അവയിൽ അവസാദങ്ങൾ നിക്ഷേപ്പിക്കപ്പെട്ട് തീരദേശസമതലത്തിന്റെ ഭാഗമായിത്തീരുകയും ചെയ്യും.

താഴ്ന്ന അവസാദതീരങ്ങൾ

താഴ്ന്ന അവസാദതീരങ്ങളിൽ നദികൾ അവയുടെ നീളംകൂട്ടാൻ ശ്രമിക്കുംവിധം തീരസമതലങ്ങളും ഡെൽറ്റകളും നിർമിക്കുന്നു. പൊതുവെ നിരപ്പായ തീരരേഖയിൽ അങ്ങിങ്ങ് വെള്ളം കയറിക്കിടക്കുന്ന ലഗൂണുകളും വേലിയേറ്റവിടവുകളും കാണാനാകും. കരനേരിയ ചരിവിൽ കടലുമായി കൂടിച്ചേരുന്ന കടലോരത്ത് അങ്ങിങ്ങായി ചതുപ്പുകളും വെള്ളക്കെട്ടുകളും രൂപപ്പെടാം. നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളാണ് ഇവിടെ കൂടുതലായി കാണപ്പെടുന്നത്.

നേരിയ ചരിവുള്ള ഈ അവസാദതീരങ്ങളിൽ തിരയടിക്കുമ്പോൾ അടിത്തട്ടിലായി അവസാദങ്ങൾക്ക് കടയലും നീക്കവും സംഭവിക്കുന്നതിലൂടെ മണൽത്തിട്ടകൾ, ബാരിയർ ബാറുകൾ അഥവാ മണൽമതിലുകൾ, സ്പിറ്റുകൾ, ലഗൂണുകൾ എന്നിവ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നു. ലഗൂണുകൾ ക്രമേണ ചതുപ്പുകളായും പിന്നീട് തീരസമതലമായും പരിണമിക്കുന്നു. ഈ നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളുടെ നിലനിൽപ്പ് ശിലാവസ്തുക്കളുടെ തുടർച്ചയായ ലഭ്യതയെ ആശ്രയിച്ചായിരിക്കും. എന്നാൽ കൊടുങ്കാറ്റുകളും സുനാമിതിരമാലകളും വ്യാപകമായ മാറ്റങ്ങൾക്ക് വഴിവച്ചേക്കാം. ധാരാളം അവസാദങ്ങൾ വഹിച്ചെത്തുന്ന വലിയ നദികൾ ഇത്തരം തീരങ്ങളിൽ ഡെൽറ്റകൾ (Deltas) സൃഷ്ടിക്കുന്നു.

പിൻവാങ്ങൽ പ്രക്രിയയിലൂടെ രൂപപ്പെട്ട ഉയർന്ന പാറക്കെട്ടുകളുള്ള തീരമാണ് നമ്മുടെ രാജ്യത്തിന്റെ പടിഞ്ഞാറൻതീരം. എന്നാൽ ഇന്ത്യയുടെ പൂർവതീരം ഒരു താഴ്ന്ന അവസാദതീരമാണ്. പൂർവതീരത്ത് നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളാണ് താരതമ്യേന കൂടുതൽ.

ഉയർന്ന പാറക്കെട്ടുകളുള്ള തീരവും താഴ്ന്ന അവസാദതീരങ്ങളും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങളെന്തെല്ലാം?

അപരദനഭൂരൂപങ്ങൾ

ക്ലിഫുകൾ (Cliffs), തിരാകൃത തട്ടുകൾ (Wave terraces), കടൽഗുഹകൾ (Caves), കടൽസ്തംഭങ്ങൾ (Stacks)

അപരദനത്തിന് മുൻതൂക്കമുള്ള തീരങ്ങളിലെ രണ്ടു പ്രധാന ഭൂരൂപങ്ങളാണ് തിരാകൃതമായ ക്ലിഫുകളും തിട്ടകളും. പൊതുവെ, കടൽതീരക്ലിഫുകൾ എല്ലാംതന്നെ ചെങ്കുത്തായതും ഏതാനും മീറ്റർ മുതൽ 30 മീറ്ററോ അതിലധികമോ ഉയരമുള്ളവയുമാണ്. ഈ ക്ലിഫുകളുടെ അടിവാരത്ത് ക്ലിഫുകളിൽനിന്നുതന്നെ അടർന്നുവീണ ശിലാദ്രവ്യങ്ങളാൽ മൂടപ്പെട്ട നിരപ്പാർന്നതോ നേരിയ ചരിവുള്ളതോ ആയ ശിലാതലങ്ങൾ (Platform) ഉണ്ടാകാം. തിരമാലകളുടെ ശരാശരി ഉയരത്തെക്കാൾ ഉയർന്നു കാണപ്പെടുന്ന ഈ ശിലാതലങ്ങളെ തിരാകൃതതട്ടുകൾ (Wave cut terrace) എന്നുവിളിക്കുന്നു.

കടൽത്തീരക്ലിഫുകളുടെ ചുവടുഭാഗത്ത് ആഞ്ഞടിക്കുന്ന തിരമാലകളും ശിലാപദാർഥങ്ങളും അവിടെ വിദരങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ പൊത്തുകൾ വിസ്തൃതിയും ആഴവും വർധിച്ച് കടൽഗുഹകൾ (Sea Caves)

രൂപംകൊള്ളുന്നു. ഇത്തരം കടൽഗുഹകളുടെ മേൽത്തട്ട് തകർന്നടിയുന്നതോടെ ക്ലിഫുകൾ ക്രമേണ കരഭാഗത്തേക്ക് ഉൾവലിയുന്നു. ക്ലിഫുകൾ ഉൾവലിയുമെങ്കിലും ചില ഒറ്റപ്പെട്ട ശിലാവശിഷ്ടങ്ങൾ തീരത്തോടടുത്ത് തുരുത്തുകളായി അവശേഷിക്കുന്നു. ക്ലിഫുകളുടെയോ കടൽതീരകുന്നുകളുടെയോ ശേഷിപ്പുകളായ ഇത്തരം സവിശേഷതകളെ കടൽസ്തംഭങ്ങളെ (Sea stacks) ന്നു വിളിക്കുന്നു. മറ്റെല്ലാ ഭൂരൂപങ്ങളെയുംപോലെ കടൽസ്തംഭങ്ങളും സ്ഥായിയല്ല. ക്രമേണ ക്ലിഫുകളും കടൽതീരകുന്നുകളും തിരാ അപരദനത്തിലൂടെ അപ്രത്യക്ഷമാകുന്നതോടെ ഒരു ഇടുങ്ങിയ തീരസമതലം രൂപപ്പെടുന്നു. കരയിൽനിന്നും കൂടുതൽ അവസാദങ്ങൾ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നതോടെ എക്കലും മണലും ചരലും ഇടകലർന്ന് മൂടപ്പെട്ട വിശാലമായ കടപ്പുറം (Beaches) അവിടെ രൂപംകൊള്ളുന്നു.

നിക്ഷേപണ രൂപങ്ങൾ

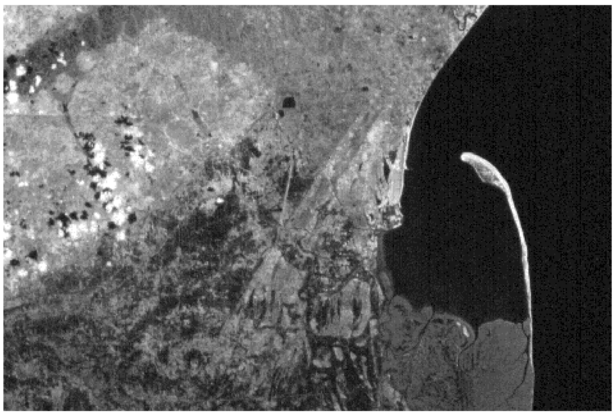
കടപ്പുറവും കടൽതീരമണൽമേടുകളും

നിക്ഷേപണപ്രക്രിയയ്ക്ക് മുൻതൂക്കമുള്ള തീരദേശ സവിശേഷതകളാണ് കടപ്പുറങ്ങൾ. നിരപ്പില്ലാത്ത തീരങ്ങളിലും അങ്ങിങ്ങായി അവ കാണപ്പെടുന്നു. കടപ്പുറങ്ങൾക്ക് രൂപം നൽകുന്ന അവസാദങ്ങളിലേറെയും കരയിൽനിന്നും നദികളിലൂടെ അല്ലെങ്കിൽ തിരാ അപരദനത്തിലൂടെ എത്തിച്ചേരുന്നവയാണ്. കടപ്പുറങ്ങൾ താൽകാലിക സവിശേഷതകളാണ്. സ്ഥിരമെന്ന് തോന്നുന്ന ഇത്തരം മണൽപരപ്പുകൾ മറ്റൊരു ഋതുവിൽ ചിലപ്പോൾ ഉരുളൻ കല്ലുകളുടെ ഇടുങ്ങിയ നിക്ഷേപങ്ങളായിട്ടാകും കാണപ്പെടുന്നത്. കടപ്പുറങ്ങളേറെയും മണൽവലിപ്പത്തിലുള്ള വസ്തുക്കളുടെ നിക്ഷേപങ്ങളാണ്. എന്നാൽ ചരൽ കടപ്പുറങ്ങൾ (Shingle beaches) എന്നറിയപ്പെടുന്ന കടപ്പുറങ്ങളിൽ ചെറിയ ഉരുളൻകല്ലുകളും പാറക്കഷണങ്ങളുമാണ് കാണപ്പെടുന്നത്.

കാറ്റിലൂടെ കടപ്പുറത്തുനിന്നും പറത്തിക്കൊണ്ടുപോകുന്ന മണൽത്തരികൾ തരംതിരിച്ച് കടപ്പുറത്തിന് തൊട്ടു പിന്നിലായി മണൽമേടുകളായി നിക്ഷേപിക്കുന്നു. തീരരേഖയ്ക്കു സമാന്തരമായ ഇത്തരം ദീർഘമണൽമേടുകൾ താഴ്ന്ന അവസാദതീരങ്ങളുടെ പൊതുവായ സവിശേഷതയാണ്.

മണൽത്തിട്ടകൾ (Bars), ബാരിയറുകൾ (Barriers), സ്പിറ്റുകൾ (Spits)

തീരത്തുനിന്നും കടലിനുള്ളിലേക്കുമാറി ഏറെക്കുറെ തീരത്തിനു സമാന്തരമായി മണലുംചരലും കലർന്ന നിരകളെ ആഴക്കടൽ മണൽതിട്ടകൾ (Offshore bows) എന്നു വിളിക്കുന്നു (വേലിയിറക്കനിരപ്പിനും താഴെ). കൂടുതൽ മണൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നതിലൂടെ ജലനിരപ്പിനുമുകളിൽ ദൃശ്യമാകുന്ന മണൽത്തിട്ടകളെ മണൽമതിലുകൾ (Barrier bars) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. ആഴക്കടൽമണൽതിട്ടകളും മണൽമതിൽ നിക്ഷേപങ്ങളും സാധാരണയായി രൂപപ്പെടുന്നത് നദീമുഖങ്ങൾക്ക് കുറുകെയോ ഉൾക്കടലുകളുടെ പ്രവേശനഭാഗത്തോ ആണ്. മണൽമതിലുകളുടെ ഒരറ്റം ഉൾക്കടലിലൂടെ ഒരു വശവുമായി ചേർന്ന് രൂപപ്പെടുന്ന സാഹചര്യങ്ങളിൽ അവയെ സ്പിറ്റുകൾ (Spits) എന്ന് വിളിക്കുന്നു. തീരത്തോട് സ്പർശിച്ചു നിൽക്കുന്ന വിധത്തിലും സ്പിറ്റുകൾ രൂപപ്പെടാം. ഉൾക്കടൽ മുഖത്ത് രൂപപ്പെടുന്ന മണൽമതിൽ നിക്ഷേപങ്ങളും മണൽത്തിട്ടകളും സ്പിറ്റുകളും ക്രമേണ വികസിച്ചു വരുന്നതോടെ ഉൾക്കടലിനെ പുറംകടലുമായി ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന ഭാഗം ഇടുങ്ങിവരുന്നു. ക്രമേണ ഉൾക്കടൽപ്രദേശം ഒരു ലഗൂണായി (കായൽ) പരിണമിക്കുന്നു. കാലാന്തരത്തിൽ കരയിൽനിന്നും കടൽപ്പുറങ്ങളിൽനിന്നും വരുന്ന അവസാദങ്ങളാൽ ലഗൂണുകൾ മൂടപ്പെട്ട് അവിടം അതിവിശാലമായ തീരസമതലമായി വികസിച്ചുവരുന്നു.



ചിത്രം 7.15 : ഗോദാവരി നദീഡൽറ്റയിലെ സ്പിറ്റ് കാണാൻ കഴിയുന്ന ചിത്രം

ശക്തമായ കടൽക്ഷോഭങ്ങളുടെയും സുനാമികളുടെയും വിനാശകബലത്തെ ആഗിരണംചെയ്ത് ആദ്യഘട്ടപ്രതിരോധം തീർക്കാൻ പുറംകടൽ മണൽതിട്ടകൾക്ക് കഴിയുന്നുവെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ? മണൽമതിൽ നിക്ഷേപങ്ങളും കടപ്പുറവും മണൽമേടുകളും കണ്ടൽസസ്യജാലങ്ങളുമെല്ലാം ശക്തമായ കടൽക്ഷോഭങ്ങളെ പ്രതിരോധിക്കാൻ സഹായകമാകുന്നുണ്ട്. അതുകൊണ്ടുതന്നെ തീരദേശ അവസാദസന്തുലനത്തിനും കണ്ടൽ സസ്യജാലങ്ങൾക്കും ആഘാതമേൽക്കുംവിധമുള്ള മനുഷ്യപ്രവർത്തനങ്ങൾ തീരദേശവാസസ്ഥലങ്ങളെ കടൽക്ഷോഭങ്ങൾക്കും സുനാമിത്തിരകൾക്കും വിധേയമാക്കുന്നതരത്തിൽ തീരപ്രദേശഭൂരൂപങ്ങളുടെ നാശത്തിന് വഴിവയ്ക്കും.

കാറ്റുകൾ

ഉഷ്ണമരുഭൂമികളിലെ രണ്ട് പ്രമുഖ ഭൂരൂപീകരണ സഹായികളിൽ ഒന്നാണ് കാറ്റ്. മരുഭൂമികൾ വരണ്ടതും തരിശുമായതിനാൽ അവിടെ ഭൂതലം വേഗത്തിലും കൂടിയ അളവിലും ചൂടുപിടിക്കുന്നു. ചൂടായ ഭൗമോപ

രിതലം നേർമുകളിലെ അന്തരീക്ഷവായുവിനെ ചൂടാക്കുന്നതിനാൽ വായു വികസിച്ചുയരുന്നതിനും സഞ്ചാരഗതിയിലുണ്ടാകുന്ന തടസ്സങ്ങൾ വാതച്ചുഴികളും ചുഴലിക്കാറ്റുകളും വായുവിന്റെ ലംബചലനങ്ങളും സൃഷ്ടിക്കുന്നു. മരുഭൂമിയിലൂടെ അതിവേഗം നീങ്ങുന്ന കാറ്റിന് തടസങ്ങളുണ്ടാകുമ്പോൾ അത് വായുവിന്റെ തിരിച്ചലിന് ഇടവരുത്തുന്നു. ചിലപ്പോൾ ഏറെ വിനാശകാരികളായ കൊടുങ്കാറ്റുകളുണ്ടാകുന്നു. അപവഹനം (Deflation), അപഘർഷണം (Abrasion) ഇംപാക്ട് എന്നിങ്ങനെ വിവിധ തരത്തിലാണ് കാറ്റിന്റെ പ്രഭാവം. ശിലോപരിതലത്തിൽനിന്നും പൊടിയും നേർത്ത വസ്തുക്കളും എടുത്തുയർത്തുകയും നീക്കംചെയ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നതാണ് അപവഹനം. വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകവേ ചെറുതും വലുതുമായ മണൽത്തരികൾ ആയുധങ്ങളായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ട് ഭൂതലത്തിന് തേയ്മാനമുണ്ടാക്കുന്നതാണ് അപകർഷണം. കാറ്റിലൂടെ വന്നെത്തുന്ന മണൽത്തരികളും മറ്റും ശിലാപ്രതലത്തിലേൽപ്പിക്കുന്ന സമ്മർദബലമാണ് ഇംപാക്ട് (Impact). ഇത് 'സാന്റ് ബ്ലാസ്റ്റിംഗ്' പ്രവർത്തനത്തിന് സമാനമാണ്. കാറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ നിരവധി അപരദന, നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളാണ് മരുഭൂമികളിൽ സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നത്.

വാസ്തവത്തിൽ മരുഭൂമികളിലെ പല ഭൂരൂപങ്ങളും രൂപപ്പെടുന്നതിൽ ശിലദ്രവ്യനീക്കത്തിനും ജലത്തിന്റെ പരന്നൊഴുകലിനും പങ്കുണ്ട്. പൊതുവെ വിരളമായി മാത്രം മഴയുള്ള മരുഭൂമികളിൽ അതിവേഗത്തിൽ പേമാരിയായി മഴയെത്തുന്നു. സസ്യാവരണമില്ലാത്ത മരുഭൂമികളിൽ വലിയ തോതിലുള്ള ദൈനിക താപാന്തരംമൂലം ശിലകൾ ഭൗതികവും രാസികവുമായ അപക്ഷയങ്ങൾക്ക് വിധേയമാവുകയും വേഗത്തിൽ വിഘടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിവേഗത്തിൽ സംഭവിക്കുന്ന പേമാരി അപക്ഷയവിധേയമായ പദാർഥങ്ങളെ എളുപ്പത്തിൽ വഹിച്ചുമാറ്റാൻ സഹായിക്കുന്നു. ഇതിനർഥം മരുഭൂമിയിലെ അപക്ഷയവിധേയമായ ശിലാപദാർഥങ്ങളെ നീക്കംചെയ്യുന്നതിൽ കാറ്റുകൾ മാത്രമല്ല മഴയും നീരൊഴുക്കും പങ്കുവഹിക്കുന്നു എന്നതാണ്. നേർത്തവസ്തുക്കൾ കാറ്റിലൂടെയും മറ്റുള്ളവ നീരൊഴുക്കും പ്രളയവും മുഖേനയുമാണ് നീക്കം ചെയ്യുന്നത്. മരുഭൂമികളിലെ നീർച്ചാലുകൾ, വീതിയേറിയതും നിരപ്പായതും നിയതമല്ലാത്തതുമാണ്. മഴയെ തുടർന്ന് ഹ്രസ്വകാലത്തേക്കുമാത്രം ഒഴുകുന്നവയാണ് നീർച്ചാലുകൾ.

അപരദനഭൂരൂപങ്ങൾ

പെഡിമെന്റുകളും പെഡിപ്ലെയിനുകളും (Pediments and Pediplains)

മരുഭൂമികളിലെ ഭൂപ്രദേശപരിണാമം മുഖ്യമായും പെഡിമെന്റുകളുടെ രൂപപ്പെടലും വ്യാപനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണ്. പർവത അടിവാരങ്ങളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന നേരിയ ചരിവുള്ള ശിലാതലങ്ങളാണ് പെഡിമെന്റുകൾ. ഇത് ശിലാപദാർഥങ്ങളാൽ മൂടപ്പെട്ടും അല്ലാതെയും കാണപ്പെടുന്നു. നീർച്ചാലുകളുടെ പാർശ്വ അപരദനം, പ്രളയം എന്നിവയുടെ സംയുക്തപ്രവർത്തനത്താൽ പർവതമുഖങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന അപരദനമാണ് ഇത്തരം ശിലാതലങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നത്.

ഭൂരൂപങ്ങളുടെ ചെങ്കുത്തായ വശങ്ങളെയോ വിരൂപണചലനങ്ങളാൽ രൂപപ്പെട്ട് ഭൂരൂപങ്ങൾക്കുള്ളിൽ എഴുന്നുനിൽക്കുന്ന ഭൂസവിശേഷതകളെയോ കേന്ദ്രീകരിച്ചാണ് അപരദനം ആരംഭിക്കുന്നത്. ചെങ്കുത്തായവശങ്ങൾ അതിരാകുന്നവിധം കൂടുതൽ ചരിവോടുകൂടി പെഡിമെന്ററുകൾ രൂപപ്പെട്ടുകഴിഞ്ഞാൽ ക്രമേണ ചെങ്കുത്തായ ചരിവും പിൻവാങ്ങുന്നു. ഈ അപരദന രീതിയെ 'പാരലൽ റിട്രീറ്റ് ഓഫ് സ്ലോപ് ത്രൂ ബാക്ക്വേസ്റ്റിംഗ്' (Parallel Retreat of Slops through Backwasting) എന്ന് വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ പർവതമുഖങ്ങളെ തള്ളിമാറ്റിക്കൊണ്ട് പെഡിമെന്റുകൾ പിന്നിലേക്ക് വ്യാപിക്കുന്നു. പർവതങ്ങൾ തേയ്മാനത്താൽ താഴ്ത്തപ്പെടുന്നതിലൂടെ ഇൻസൽബർഗുകൾ (Inselbergs) എന്ന് അറിയപ്പെടുന്ന പർവതാവശിഷ്ടങ്ങൾ ബാക്കിയാവുന്നു. ഇങ്ങനെയാണ് മരുഭൂമികളിലെ ഉയർന്ന ഭൂപ്രദേശങ്ങൾ തേഞ്ഞു തീർന്ന് പെഡിപ്ലെയിനുകൾ (Pediplains) എന്ന നിരപ്പായ സമതലങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നത്.

പ്ലയാസ് (Playas)

സമതലങ്ങളാണ് മരുഭൂമികളിലെ ഏറ്റവും പ്രകടമായ ഭൂരൂപങ്ങൾ. ചുറ്റും പർവതങ്ങളും കുന്നുകളുംകൊണ്ട് വലയം ചെയ്യപ്പെട്ട തടങ്ങളിൽ കേന്ദ്രഭാഗത്തേക്കുള്ള നീരൊഴുക്കും അതിലൂടെ വന്നെത്തുന്ന അവസാദങ്ങളും നിക്ഷേപിച്ച് നിരപ്പായ സമതലം രൂപപ്പെടുന്നു. കൂടുതൽ ജലം എത്തിച്ചേരുന്ന അവസാദങ്ങളിൽ ഇത്തരം സമതലങ്ങളിൽ ജലം കെട്ടിനിന്ന് ആഴം കുറഞ്ഞ ജലാശയങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. ആഴം കുറഞ്ഞ ഇത്തരം ജലാശയങ്ങളെ പ്ലയാസ് (Playas) എന്നു വിളിക്കുന്നു. ബാഷ്പീകരണം നിമിത്തം ജലത്തിന് അധികകാലം നിലനിൽക്കാനാകാത്തതിനാൽ ഇവിടെ സമൃദ്ധമായ ലവണനിക്ഷേപങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ലവണങ്ങളാൽ മൂടപ്പെട്ട പ്ലയാസമതലങ്ങളെ ആൾക്കലി ഫ്ളാറ്റുകൾ (Alkali flats) എന്നു വിളിക്കുന്നു.

അപവഹന ഗർത്തങ്ങളും (Deflation hollows), ഗുഹകളും (Caves)

ഒരേ ദിശയിൽ സ്ഥിരമായി വീശുന്ന കാറ്റ് അപക്ഷയവിധേയമായ ശിലാപദാർഥങ്ങളും മണ്ണും എടുത്തുയർത്തുന്നതിലൂടെ ആഴം കുറഞ്ഞ ഗർത്തങ്ങൾ രൂപപ്പെടുന്നു. ഈ ഗർത്തങ്ങളെ അപവഹന ഗർത്തങ്ങൾ (Deflation hollows) എന്നു വിളിക്കുന്നു. അപവഹനം മൂലം ശിലാപ്രതലങ്ങളിൽ നിരവധിയായ ചെറുകുഴികളും വിടവുകളും രൂപപ്പെടുന്നു. കാറ്റിലൂടെ വന്നെത്തുന്ന മണൽത്തരികൾ ശിലാമുഖങ്ങളിൽ സമ്മർദവും ഉരസലും ഏൽപ്പിക്കുന്നതിനാൽ പൊത്തുകൾ സൃഷ്ടി

ക്കുന്നു. ഇത്തരം പൊത്തുകളെ ബ്ലോഔട്ടുകൾ എന്ന് പറയുന്നു. ഇവ കൂടുതൽ ആഴത്തിലും പരപ്പിലും വികസിക്കുന്നതിലൂടെ ക്രമേണ ഗുഹകൾ (Caves) രൂപപ്പെടുന്നു.

കൂൺശിലകൾ (Mushroom rocks), പീഠശിലകൾ (Table rocks), പെഡസ്റ്റലുകൾ (Pedestals)

കാറ്റിന്റെ അപരദനത്തിന് വിധേയമായി മരുഭൂമികളിലെ പല ശിലാരൂപങ്ങൾക്കും എളുപ്പത്തിൽ തേയ്മാനമുണ്ടാകുന്നു. കൂണിന്റെ ആകൃതിയിൽ കടഞ്ഞ് മിനുസപ്പെടുത്തിയ പ്രതിരോധശേഷിയുള്ള ചില ശിലാശേഷിപ്പുകൾ ബാക്കിയാവുന്നു. ഇത്തരം ഭൂരൂപങ്ങൾക്ക് ഉരുണ്ട പിയർ ആകൃതിയിലുള്ള തലപ്പും താരതമ്യേന ശോഷിച്ച കൽതൂണുകളുമാണുണ്ടായിരിക്കുക. ചില സാഹചര്യങ്ങളിൽ പീഠസമാനമായി പരന്നപ്രതലത്തോടുകൂടിയോ ശിലകൾ എഴുന്നുനിൽക്കുന്നവിധത്തിലോ (പെഡസ്റ്റൽ രൂപത്തിലോ) ശിലാശേഷിപ്പുകൾ കാണാനാകുന്നു.

കാറ്റിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിലൂടെയും പ്രതലപ്രളയത്തിലൂടെയും സൃഷ്ടിക്കുന്ന ഭൂരൂപങ്ങൾ പട്ടികപ്പെടുത്തുക.

നിക്ഷേപണഭൂരൂപങ്ങൾ

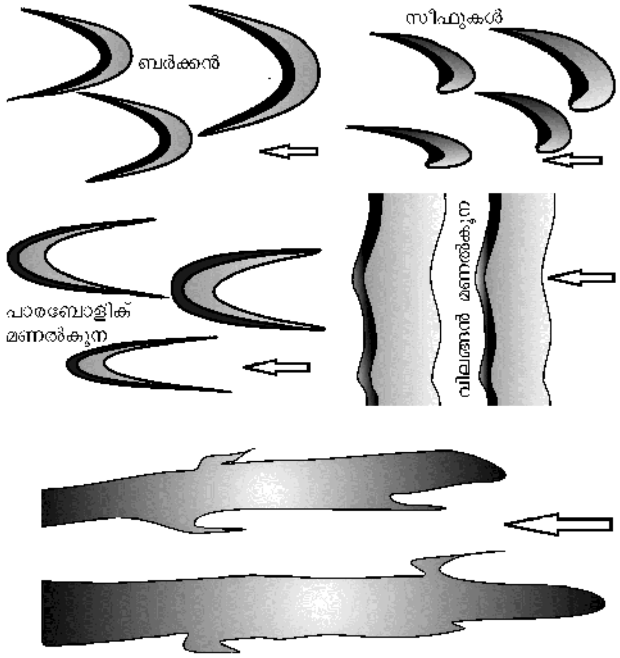
ശിലാപദാർഥങ്ങളെ തരംതിരിക്കാൻ ശേഷിയുള്ള അപരദന സഹായിയാണ് കാറ്റ്. കാറ്റിന്റെ വേഗതയ്ക്കനുസരിച്ച് അവ വ്യത്യസ്ത വലിപ്പത്തിലുള്ള മൺതരികളെ പറത്തിയും ഉരുട്ടിയും കൊണ്ടുപോകുന്നു. ഇങ്ങനെ കൊണ്ടുപോകുന്ന അവസരത്തിൽതന്നെ വസ്തുക്കൾ തരംതിരിക്കപ്പെടുന്നു. കാറ്റിന്റെ വേഗത കുറയാൻ തുടങ്ങുന്നതോടെ വലിപ്പത്തിനനുസരിച്ച് മണൽതരികൾ താഴേയ്ക്കടിയും. അതിനാൽ കാറ്റിന്റെ നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളിൽ വസ്തുക്കളുടെ വലിപ്പത്തിനനുസരിച്ചുള്ള വ്യക്തമായ തരംതിരിവ് പ്രകടമാണ്. എവിടെയും കാറ്റുള്ളതിനാൽ സമൃദ്ധമായ സ്രോതസ്സും ഒരേ ദിശയിൽ സ്ഥിരമായി കാറ്റുവീശുകയും ചെയ്യുന്ന മറ്റു പ്രദേശങ്ങളിലും മരുഭൂമിയിലെപോലെ നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങളുണ്ടാകാം.

മണൽമേടുകൾ (Sand dunes)

വരണ്ട ഉഷ്ണമരുഭൂമികളാണ് മണൽമേടുകൾ രൂപപ്പെടുന്നതിന് അനുകൂലമായ പ്രദേശങ്ങൾ. മണൽമേടുകൾക്ക് തുടക്കമിടുന്നത് കാറ്റിന്റെ സഞ്ചാരത്തിന് തടസ്സമുണ്ടാകുമ്പോൾ വൈവിധ്യമാർന്നതരത്തിൽ മണൽമേടുകൾ കാണാനാകും (ചിത്രം 7.16).

ബർക്കൻസ് (Barchans)

ചന്ദ്രക്കലയുടെ ആകൃതിയും കാറ്റിന്റെ സഞ്ചാരദിശയിൽ വളരുന്ന ചിറകുകൾപോലെ അഗ്രങ്ങളുമുള്ള മണൽമേടുകളാണ് ബർക്കനുകൾ. ഏറെക്കുറെ നിരപ്പായ തലങ്ങളിൽ മിതവേഗത്തിലും സ്ഥിരദിശയിലും മണൽത്തരികൾ വഹിച്ചുകൊണ്ടു കാറ്റുവീശുമ്പോഴാണ്



അനുദൈർഘ്യ മണൽകുന

ബർക്കനുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നത്. ഭാഗികമായി സസ്യാവൃതമായ മണൽപ്പരപ്പുകളിൽ പാരബോളിക് (Parabolic dune) മണൽമേടുകൾ രൂപപ്പെടുന്നു. കാറ്റിന്റെ ദിശയ്ക്കു മാറ്റമില്ലാതെ തന്നെ വിപരീതദിശയിൽ വികസിക്കുന്ന ബർക്കനുകളാണ് പാരബോളിക് മേടുകൾ. ബർക്കനുകളോട് സാമ്യമുണ്ടെങ്കിലും അതിൽനിന്നും വ്യത്യസ്തമായി ഒരു ചിറകുമാത്രമുള്ള മണൽകൂനകളാണ് സീഫുകൾ (Seif). കാറ്റിന്റെ ദിശയിൽ മാറ്റമുണ്ടാകുന്നതിനാലാണ് സീഫുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നത്. സീഫുകളുടെ ചിറകുകൾ കൂടുതൽ ഉയരത്തിലും നീളത്തിലും വളരുന്നു.

കാറ്റിന്റെ ദിശയിൽ സ്ഥിരതയും മണൽത്തരികളുടെ അളവിൽ കുറവുമുള്ളപ്പോൾ അനുദൈർഘ്യ മണൽമേടുകൾ (Logitudinal dunes) രൂപപ്പെടുന്നു. ഗണ്യമായ നീളത്തിലും ഉയരം കുറഞ്ഞും ഇത്തരം മണൽനിരകൾ കാണപ്പെടുന്നു. കാറ്റിന്റെ ദിശയ്ക്ക് ലംബമായാണ് വിലങ്ങൻ മണൽമേടുകൾ (Transverse dune) രൂപംകൊള്ളുന്നത്. കാറ്റിന്റെ ദിശയ്ക്ക് കുറുകെ നീളത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന മണൽസ്രോതസുകളും സ്ഥിരദിശയിലുള്ള കാറ്റുമാണ് ഇത്തരം മണൽകൂനകൾക്ക് കാരണം. ഇത്തരം മണൽകൂനകൾ വളരെ നീളത്തിലും കുറഞ്ഞ ഉയരത്തിലുമായിരിക്കും. ധാരാളം മണൽ ലഭ്യമാകുന്നതോടെ സാധാരണ മണൽമേടുകൾ പരസ്പരം ചേർന്ന് അവയുടെ ആകൃതിയും സ്വാഭാവികസവിശേഷതകളും നഷ്ടമാകുന്നു. മരുഭൂമികളിലെ മിക്കവാറും മണൽമേടുകൾക്ക് സ്ഥാനമാറ്റം സംഭവിക്കാറുണ്ട്. എന്നാൽ ഏതാനും ചില മണൽമേടുകൾ മാത്രമാണ് സ്ഥായിയായി കണ്ടുവരുന്നത്, പ്രത്യേകിച്ച് ജനവാസമേഖലകളോടടുത്തുള്ളവ.

ചോദ്യങ്ങൾ

1. ശരിയായ ഉത്തരം തെരഞ്ഞെടുത്തെഴുതുക.

(i) ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ഭൂരൂപവികസനത്തിന്റെ ഏത് ഘട്ടത്തിലാണ് താഴ്‌വരയുടെ അടിത്തട്ടിനെ താഴ്ത്തുന്ന വിധത്തിലുള്ള അപരദനം സജീവമാകുന്നത്?

(a) യുവത്വഘട്ടം
(b) യുവത്വമാർന്ന ഘട്ടത്തിനൊടുവിൽ
(c) യുവത്വമാർന്ന ഘട്ടത്തിന്റെ തുടക്കത്തിൽ
(d) വാർധക്യഘട്ടം

(ii) ചെങ്കുത്തായതും പടികൾക്ക് സമാനവുമായ ചരിവുകളോടുകൂടിയ അഗാധതാഴ്‌വരകളെ എന്ത് പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു?

(a) U-രൂപതാഴ്‌വര
(b) ഗിരികന്ദരം
(c) അന്ധതാഴ്‌വര
(d) കാന്യൺ

(iii) ചുവടെ തന്നിട്ടുള്ളവയിൽ ബലകൃത അപക്ഷയപ്രക്രിയകളേക്കാൾ രാസിക അപക്ഷയപ്രക്രിയയ്ക്ക് മുൻതൂക്കമുള്ള പ്രദേശം ഏത്?

(a) ആർദ്രമേഖല
(b) ചുണ്ണാമ്പുകൽമേഖല
(c) വരണ്ടമേഖല (മരുഭൂമിമേഖല)
(d) ഹിമാനീയമേഖല

(iv) തന്നിട്ടുള്ളവയിൽ 'Lapies' എന്ന പദത്തിന് ശരിയായ നിർവചനമേത്?

(a) ചെറുതോ ഇടത്തരം വലിപ്പത്തിലുള്ളതോ ആയ ആഴ ംകുറഞ്ഞ ഗർത്തം
(b) മുകളിൽ വൃത്താകാരവും താഴേയ്ക്ക് ചോർപ്പിന്റെ ആകൃതിയുമുള്ള മുഖത്തോടുകൂടിയ ഭൂരൂപം
(c) മുകളിൽനിന്നും തുള്ളികളായി ജലം വീഴുന്നതിലൂടെ രൂപംകൊള്ളുന്ന ഭൂരൂപം
(d) മൂർച്ചയേറിയ ശിലാതലപ്പുകളോടും നിരകളോടുംകൂടിയ നിരപ്പില്ലാത്ത പ്രതലം

(v) പിന്നിലും വശങ്ങളിലും അവതലനാകൃതിയോടുകൂടിയ ആഴവും നീളവും വിസ്തൃതിയുമുള്ള തടങ്ങൾ ഏത് പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു?

(a) സിർക്ക്
(b) ഹിമാനീയതാഴ്‌വര
(c) ലാറ്ററൽ മൊറെയ്ൻ
(d) എസ്കർ

2. ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് 30 വാക്കിൽ കവിയാതെ ഉത്തരമെഴുതുക:

(i) പാറകളിൽ രൂപപ്പെടുന്ന വക്രവലയങ്ങളും എക്കൽ സമതലങ്ങളിലെ വക്രവലയങ്ങളും എന്താണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്?

(ii) താഴ്‌വര സിങ്കുകൾ അഥവാ ഉവാലകളുടെ രൂപീകരണം വിശദമാക്കുക.

(iii) ചുണ്ണാമ്പുകൽ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉപരിതലനീരൊഴുക്കിനെക്കാൾ കൂടുതൽ ഭൂഗർഭനീരൊഴുക്കാണുള്ളത്. കാരണമെന്ത്?

(iv) ഹിമാനീയതാഴ്‌വരകളിൽ നീളത്തിൽ രൂപംകൊള്ളുന്ന ചില നിക്ഷേപഭൂരൂപങ്ങൾ കാണാം. അവയുടെ സ്ഥാനവും അറിയപ്പെടുന്ന പേരുകളും എഴുതുക.

(v) മരുഭൂമിപ്രദേശങ്ങളിൽ കാറ്റ് ഭൂരൂപരൂപീകരണപ്രവർത്തനം നിർവഹിക്കുന്നതെങ്ങനെയാണ്? മരുഭൂമികളിലെ അപരദനഭൂരൂപങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിന് കാരണമായ ശക്തി കാറ്റ് മാത്രമാണോ?

3. ചുവടെ നൽകിയിട്ടുള്ള ചോദ്യങ്ങൾക്ക് 150 വാക്കിൽ കവിയാതെ ഉത്തരമെഴുതുക.

(i) ആർദ്രമേഖലകളിലും വരണ്ടമേഖലകളിലും ഉപരിതലഭൂരൂപങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിൽ ഒഴുക്ക് വെള്ളം തന്നെയാണ് ഏറ്റവും നിർണായകമായ ശക്തി. വിശദമാക്കുക.

(ii) ആർദ്രകാലാവസ്ഥാ മേഖലകളിലും വരണ്ടകാലാവസ്ഥാ മേഖലകളിലും ചുണ്ണാമ്പ്കല്ല് തികച്ചും വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവം പുലർത്തുന്നു. എന്തുകൊണ്ട്? ചുണ്ണാമ്പുകൽപ്രദേശങ്ങളിലെ ഏറ്റവും പ്രകടവും തനതുമായ ഭൂരൂപീകരണപ്രക്രിയ ഏത്? അതിന്റെ ഫലങ്ങൾ എന്തെല്ലാം?

(iii) ഉയർന്ന പർവതങ്ങളെ തേയ്മാനത്തിലൂടെ ഉയരം കുറഞ്ഞ കുന്നുകളും സമതലങ്ങളുമാക്കി താഴ്ത്തുന്ന ഹിമാനികളുടെ പ്രവർത്തനം എപ്രകാരമാണ് നിർവഹിക്കപ്പെടുന്നത്?

പ്രോജക്ട് പ്രവർത്തനം

നിങ്ങളുടെ ചുറ്റുപാടുമുള്ള ഭൂരൂപങ്ങൾ, ഭൗമവസ്തുക്കൾ, ഭൗമപ്രക്രിയകൾ എന്നിവ തിരിച്ചറിയുക.