വയലറ്റ് കുക്കു

കൃഷ്ണ അനുജൻ

പിഎച്ച്.ഡി. കാലം ചിന്താക്കുഴപ്പങ്ങളുടേതുംകൂടിയാണ്. ഞാൻ ഒരു വിദ്യാർഥിയാണോ ഉദ്യോഗസ്ഥയാണോ എന്ന ശങ്ക എപ്പോഴും കൂടെയുണ്ട്. വിദ്യാർഥികൾക്ക് കിട്ടുന്നതു പോലെയുള്ള ധനസഹായമാണ് യൂണിവേഴ്സിറ്റി നൽകുന്നതെങ്കിലും സ്വന്തം കാലിൽ നിൽക്കുന്ന ഒരു ഉദ്യോഗസ്ഥയെപ്പോലെ ഞാൻ തൊഴിൽ ചെയ്യുമെന്നാണ് അവർ പ്രതീക്ഷിക്കുന്നത്. അറിവിന്റെ സാമ്രാജ്യം കൂടുതൽ വിശാലമാക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ശാസ്ത്രമെന്ന മഹാപ്രസ്ഥാനത്തിലെ ഒരംഗമാണ് ഞാനും, എങ്കിലും പലപ്പോഴും ഞാൻ തികച്ചും ഒറ്റയ്ക്കാണ്.

ഭൂമിയുടെ സമയം കാക്കുന്നവർ

ബാൻഡഡ് അയേൺ ഫോർമേഷൻ എന്ന പ്രതിഭാസത്തിന്റെ ചിത്രം

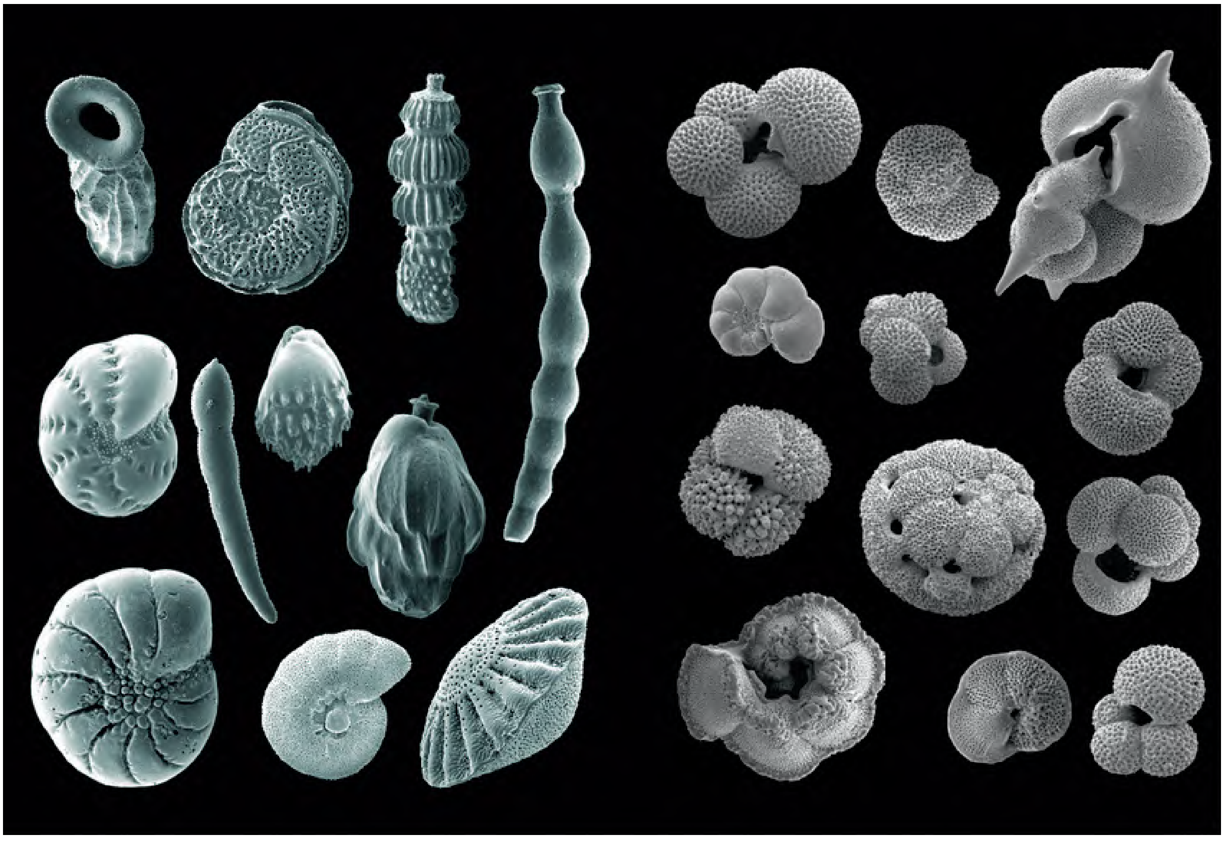
വരിവരിയായി തെളിയുന്ന അക്കങ്ങൾ ഒരറ്റത്തുനിന്നു കരണ്ടുകൊണ്ട് ഞാൻ തനിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നെ ഏറ്റവും വെറിപിടിപ്പിക്കുന്നത് സമയമാണെന്നു തോന്നുന്നു; ശ്വാസംവിടാനാകാത്ത തിരക്കിൽനിന്ന് ഒന്നും ചെയ്യുവാനില്ലാത്ത അവസ്ഥയിലേക്കും തിരിച്ചും ഞാൻ മാറിമാറി സഞ്ചരിക്കുന്നു. സ്വയം കല്പിച്ച സമയപരിധികളുള്ള ഒരു ജീവിതത്തിൽ സമയം, പുരോഗതി ഇതെല്ലാം കൃത്യമായി പിൻതുടരുവാൻ പലപ്പോഴും ബുദ്ധിമുട്ടാണ്.

കുറച്ചുകൂടി കൃത്യനിഷ്ഠയുള്ള എൻെറ ചില സുഹൃത്തുക്കൾക്ക് സ്വയംപരിശോധന ചെയ്യുവാൻ ചില ക്രമങ്ങളൊക്കെയുണ്ട്. ഓരോ ദിവസവും എങ്ങനെയാണ് സമയം ചെലവഴിച്ചതെന്ന് അവർ ഒഴുക്കനായെങ്കിലും എഴുതിവെക്കാറുണ്ട്. ഓരോ വർഷവും എങ്ങനെയാണ് ചെലവഴിച്ചതെന്ന് വർഷാവസാനം അവർ പരിശോധിക്കുകയും അപഗ്രഥിക്കുകയും ചെയ്യും. തീരേ അടുക്കും ചിട്ടയും ഇല്ലാത്തയാളാണെങ്കിലും എൻെറ ജീവചരിത്രത്തിലും കൃത്യനിഷ്ഠയുള്ള കഥാപാത്രങ്ങളുണ്ട്. എൻെറ മുത്തച്ഛന് സ്വന്തം ഡയറിയെഴുത്തിനെക്കുറിച്ച് വലിയ അഭിമാനമായിരുന്നു.

ഫോറാമിനിഫെറൻസ് എന്ന ചെറു സമുദ്ര ജീവികൾ

സംഭാഷണത്തിൽ എവിടെയെങ്കിലും ഒരു സൂചനകിട്ടിയാൽമതി, തൻെറ കല്യാണദിവസത്തെ ഡയറിക്കുറിപ്പ് മുത്തച്ഛൻ പുറത്തെടുക്കുകയായി. അരദിവസം ജോലിക്കുപോയശേഷം ഉച്ചയ്ക്ക് കല്യാണത്തിനു പാകത്തിന് എത്തുകയായിരുന്നു മുത്തച്ഛൻ ചെയ്തത്! പണമിടപാടുകളുടെ കണക്കുസൂക്ഷിക്കുന്ന ചാർട്ടേഡ് അക്കൗണ്ടൻറ് മാത്രമായിരുന്നില്ല, സമയത്തിൻെറ അക്കൗണ്ടൻറ് കൂടിയായിരുന്നു മുത്തച്ഛൻ.

സമയത്തിൻെറ കണക്കുസൂക്ഷിപ്പ് നമുക്ക് ജൈവലോകത്തേക്ക് ചേർത്തുവെക്കാനാവുമോ? സന്ദർഭമോ സാഹചര്യമോ കൊണ്ട് ബന്ധിതമല്ലാതെയാണ് പലപ്പോഴും ശാസ്ത്രം കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടുന്നത്; ഏതുസമയത്ത് ആരു നോക്കിയാലും മാറ്റമില്ലാതിരിക്കുന്ന, ആവർത്തനസാധ്യതകളുള്ള, പരമമായ സത്യങ്ങളായാണ് അവ അറിയപ്പെടുന്നത്. അപ്പോൾപ്പിന്നെ എന്തുകൊണ്ടാണ് നമ്മുടെ നാല് ബില്യൺ വർഷം പ്രായമുള്ള ഭൂമിയുടെ ചരിത്രം അറിഞ്ഞിരിക്കുക പ്രധാനമാവുന്നത്? പ്രകൃതിശാസ്ത്രത്തിന്, പ്രത്യേകിച്ചും പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രത്തിന് സന്ദർഭം, ചരിത്രം ▶



▶ഇവയെല്ലാം പൊതുവും അഭേദ്യവുമായ തത്ത്വങ്ങളോളം തന്നെ ആവശ്യമുള്ളവയാണ്. ഇന്നു നാം കാണുന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥകളെല്ലാം തന്നെ ഭൂതകാലസംഭവങ്ങൾകൊണ്ടും അതേത്തുടർന്നുണ്ടായ ഗതിവിഗതികളെക്കൊണ്ടും രൂപപ്പെട്ടവയാണ്. ഭൂമിയിലെ ജീവന്റെ ഭാവി പ്രവചിക്കണമെങ്കിൽ ഈ ആവാസവ്യവസ്ഥകൾ താണ്ടിയ വഴികൾ ഏതൊക്കെയാണെന്ന് നാം അറിഞ്ഞിരിക്കണം. താൻ സൂക്ഷിച്ചുവെച്ച ചെറിയ നോട്ടുബുക്കുകളിൽനിന്ന് മുത്തച്ഛന് പഴയകാലം ഓർമിച്ചെടുക്കുവാൻ സാധിക്കുമായിരുന്നു, പക്ഷേ, ഭൂമിക്കുവേണ്ടി ആരാണ് സമയം കാക്കുന്നത്?

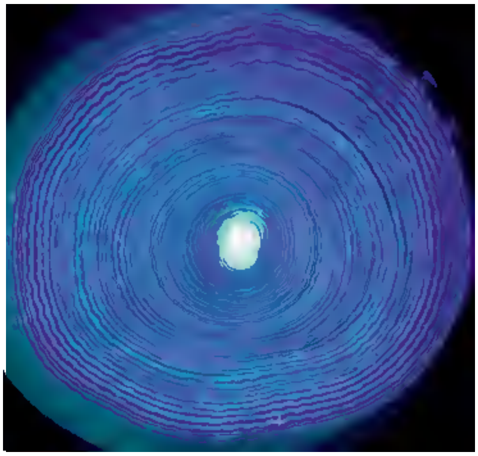
മൂന്നിൽപരം ബില്യൺ വർഷങ്ങൾക്ക് മുൻപാണ് ജീവൻ ഭൂമിയിൽ പ്രത്യക്ഷമായത്. അതുകൊണ്ട് സമയത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് ചികയണമെങ്കിൽ നമുക്ക് ധാതുശേഖരങ്ങൾ പരിശോധിക്കേണ്ടിവരും. ഭൂമിയിൽ പതുക്കെ ജീവന്റെ വേരോടിത്തുടങ്ങിയകാലത്ത് അന്തരീക്ഷത്തിലും കടലുകളിലും മൂലകരൂപത്തിലുള്ള ഓക്സിജൻ വളരെ കുറവായിരുന്നു. ഭൂമിയിലുള്ള ഓക്സിജൻ അധികവും മറ്റ് മൂലകങ്ങളുമായി ചേർന്ന് പലതരത്തിലുള്ള തന്മാത്രകളുടെ രൂപത്തിലായിരുന്നു കാണപ്പെട്ടിരുന്നത്. സയാനോബാക്ടീരിയ (cyano-bacteria) എന്ന ആദിമ ഏകകോശജീവികൾ പ്രകാശവും കാർബൺ ഡയോക്സൈഡും ഉപയോഗിച്ച് കടലിൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം ചെയ്യുകയും ഓക്സിജനെ പുറത്തുവിടുകയും ചെയ്തു. സ്വതന്ത്രമായ ഓക്സിജൻ സ്വതന്ത്രമായ ഇരുമ്പുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് അയേൺ ഓക്സൈഡുകൾ ഉത്പാദിപ്പിച്ചു. ചുവപ്പുരാശിയുള്ള ഈ അയേൺ ഓക്സൈഡ് (തുരുമ്പ് എന്നാവും നിങ്ങൾ ഇതിനെ അറിയുക) കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ അടിഞ്ഞുകൂടി. ജീവന്റെ ആദിമകാലമെന്നാൽ ഇടതടവില്ലാത്തതും ക്രമത്തിലുള്ളതുമായ ഒരു യാത്രയായി നാം പലപ്പോഴും തെറ്റിദ്ധരിക്കാറുണ്ട്. എന്നാൽ ആദിമജീവിതം കുറേക്കൂടി സങ്കീർണവും ഇരുണ്ടതുമാണ്. ഈ ആദ്യകാല സയാനോബാക്ടീരിയകൾ അതിവേഗം വ്യാപിക്കുകയും ഇരുമ്പിന് പ്രതിപ്രവർത്തിക്കാൻ ആകാത്തത്ര ഓക്സിജനെ ഉത്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ പ്രക്രിയകൊണ്ടുതന്നെ അവയ്ക്ക് ശ്വാസം മുട്ടുകയും അവ വംശനാശത്തിന്റെ വക്കിലെത്തുകയും ചെയ്തു. പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നിലച്ചപ്പോൾ കടലിലെ ഓക്സിജൻനിരക്കും കുറഞ്ഞുതന്നെയിരുന്നു; അതുകൊണ്ടുതന്നെ ഈ കാലഘട്ടത്തിൽ കടലിലുണ്ടായ എക്കലിന് ചുവപ്പുനിറമില്ല. ഒരു നീണ്ട കാലയളവിനുശേഷം സയാനോബാക്ടീരിയ വീണ്ടും ധാരാളമാവുകയും പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലൂടെ ഓക്സിജൻ പുറത്തുവിടുകയും അതിന്റെ മുഖമുദ്രയായ ചുവന്ന തരികൾ ഉത്പാദിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തു ഈ പ്രക്രിയകൾ ചാക്രികമായി ആവർത്തിച്ചുകൊണ്ടേയിരുന്നു. 800 ദശലക്ഷം വർഷങ്ങളോളം ഭൂമിയിലെ ജീവൻ ഒരടി മുൻപോട്ടും ഒരടി പിറകോട്ടും മാറിമാറി ചവിട്ടിക്കൊണ്ടിരുന്നു! ഇരുമ്പ് ധാരാളമായി അടങ്ങിയിട്ടുള്ള പാറകളിൽ മാറിമാറിവരുന്ന ഇരുണ്ടതും തെളിഞ്ഞതുമായ വരകൾകൊണ്ട് (ബാൻഡഡ് അയേൺ ഫോർമേഷൻ–Banded Iron Formation എന്നാണ് ഈ പ്രതിഭാസം അറിയപ്പെടുന്നത്) ആദിമജീവന്റെ ഈ സമരചരിത്രം കോറിയിട്ടിരിക്കുന്നു.

ഇന്നും പല ജീവജാതികൾക്കും ആവാസവ്യവസ്ഥകൾക്കും ഭൂമിയിലെ ജീവിതം കാലാവസ്ഥയോടുള്ള സമരംതന്നെയാണ്. മനുഷ്യന്റെ പല പ്രവൃത്തികളുടെയും അനന്തരഫലമായി ആഗോള കാലാവസ്ഥയിൽ മാറ്റങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്.

ഫോട്ടോ: എ.പി.

കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനത്തിനെതിരായി നടന്ന ഒരു പ്രതിഷേധത്തിൽ നിന്ന്

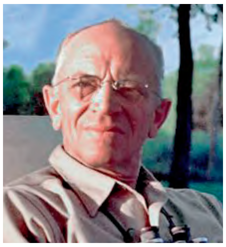
ഇന്നും പല ജീവജാതികൾക്കും ആവാസവ്യവസ്ഥകൾക്കും ഭൂമിയിലെ ജീവിതം കാലാവസ്ഥയോടുള്ള സമരംതന്നെയാണ്. മനുഷ്യന്റെ പല പ്രവൃത്തികളുടെയും അനന്തരഫലമായി അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെയും മീഥെയിനിന്റെയും മറ്റ് ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങളുടെയും അളവ് കൂടിയതിനാൽ ആഗോള കാലാവസ്ഥയിൽ മാറ്റങ്ങൾ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. അന്തരീക്ഷത്തിലെ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെയും ആഗോളതാപത്തിന്റെയും അളവുകൾ വളരെ നീണ്ട കാലംകൊണ്ട് സ്വാഭാവികവും ചാക്രികവുമായ മാറ്റങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോകാറുണ്ട്. ഈ സ്വാഭാവിക മാറ്റങ്ങളുടെ തോതിൽനിന്ന് ഇന്ന് കാണുന്ന മാറ്റങ്ങളുടെ തോത് തികച്ചും വ്യത്യസ്തമാണ്. കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെയും ആഗോളതാപത്തിന്റെയും അളവുകൾ ഭാവിയിൽ എന്തായേക്കാമെന്ന് പ്രവചിക്കുവാൻ കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞർ ഭൂമിയുടെ ഭൂതകാലത്തെയാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. സഹസ്രാബ്ദങ്ങൾകൊണ്ട് ഉറഞ്ഞുകൂടി രൂപപ്പെട്ട മഞ്ഞുപാളികൾകൊണ്ട് ഭൂമിയുടെ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങൾ സദാ മൂടിക്കിടക്കുകയാണ്. ഈ മഞ്ഞുപാളികൾ രൂപപ്പെടുന്ന സമയത്ത് ചെറിയ ചെറിയ വായുകുമിളകൾ ഇവയ്ക്കുള്ളിൽ കുടുങ്ങിപ്പോകാറുണ്ട്. പല ആഴങ്ങളിൽ കുടുങ്ങിക്കിടക്കുന്ന പ്രാചീനമായ വായുകുമിളകൾ പരിശോധിച്ച്



കോറൽ ഗ്രോത്ത് റിങ്സ്

ശാസ്ത്രജ്ഞർ കാലങ്ങൾക്ക് മുൻപുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ സ്വഭാവം മനസ്സിലാക്കാറുണ്ട്. ഓരോ കുമിളയുടെയും ചുറ്റുമുള്ള ഐസിന്റെ ഘടന ആ കുമിള കുടുങ്ങിയ കാലഘട്ടത്തിലെ വായുവിന്റെ ഊഷ്മാവ് എന്തായിരുന്നു എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. കുമിളയ്ക്കുള്ളിലെ വായുവും ചുറ്റുമുള്ള ഐസും നൽകുന്ന വിവരങ്ങൾ കൂട്ടിവായിക്കുമ്പോൾ അന്നത്തെ ഭൂമിയുടെ കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ച് വിശദമായ ഒരു ചിത്രമാണ് ലഭിക്കുക. തികച്ചും വിശ്വാസയോഗ്യമെങ്കിലും ധ്രുവപ്രദേശത്തെ മഞ്ഞുപാളികൾ നൽകുന്നത് അവിടത്തെ ഊഷ്മാവിനെക്കുറിച്ച് മാത്രമുള്ള വിവരങ്ങളാണ്. ഇങ്ങനെ ശേഖരിക്കുന്ന തെളിവുകളെ കൂടുതൽ ദൃഢമാക്കുന്നതും ലോകത്തിന്റെ മറ്റ് ഭാഗങ്ങളിലുള്ള ഊഷ്മാവിന്റെ ഏകദേശ ചിത്രം നൽകുന്നതുമായ വിവരങ്ങൾ നമുക്ക് എവിടെനിന്നാണ് കിട്ടുക?

ലോകത്തിന്റെ പലഭാഗത്തായി പരന്നു കിടക്കുന്ന കടൽവെള്ളത്തിൽ എക്കൽ അടിയുന്നത് ആയിരം കൊല്ലത്തിൽ ശരാശരി 0.5 സെൻറിമീറ്റർ എന്ന അവിശ്വസനീയമാംവിധം പതിഞ്ഞ തോതിലാണ്. അതുകൊണ്ട് 170 ദശലക്ഷം വർഷം പഴക്കമുള്ള ഏറ്റവും



ആൽഡോ ലിയോപോൾഡ്

ട്രീ റിങ് ക്രോസ് സെക്ഷൻ

2010-നുശേഷം വന്ന ഓരോ കൊല്ലവും ചൂടിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഒരു പുതിയ റെക്കോഡ് സൃഷ്ടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇത് ജീവജാതികളെയും ആവാസവ്യവസ്ഥകളെയും എങ്ങനെയാണ് ബാധിക്കുക എന്നത് ഇപ്പോഴും വ്യക്തമല്ല.

പ്രായമേറിയ കടൽമൺപാളിയുടെ അഥവാ എക്കൽപാളിയുടെ കനം ഏകദേശം ഒരു കിലോമീറ്ററാണ്. കരയിൽനിന്ന് ഒഴുകിവന്ന ദ്രവിച്ച വസ്തുക്കളുടെയും 'കടൽമഞ്ഞ്' (marine nsow) എന്നറിയപ്പെടുന്ന കടലിലെ ജൈവസമ്പത്തിന്റെ അടിഞ്ഞുകൂടുന്ന അവശിഷ്ടങ്ങളുടെയും മിശ്രിതമാണ് ഇത്. ഫോറാമിനിഫെറൻസ് (Foraminiferans) എന്ന ചെറു സമുദ്രജീവികളുടെ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റ് ധാരാളം അടങ്ങിയ പുറന്തോടുകൾ കടൽമഞ്ഞിൽ സമൃദ്ധമായി കാണാം. 'ഫോറാമുകൾ' എന്നത് ഒരു മുഴുവൻ ജീവവർഗത്തിന്റെയും (phylum) പേരാണെങ്കിലും ജീവവൃക്ഷത്തിൽ നട്ടെല്ലുള്ള ജീവികളുടെ മുഴുവൻ വിഭാഗത്തോളം (സസ്തനികളും പക്ഷികളും ഇഴജന്തുക്കളും ഉഭയജീവികളും മത്സ്യങ്ങളുമെല്ലാം ചേർന്നത്) തന്നെ പ്രാധാന്യമുള്ള ഒരുവിഭാഗം പലരും അത് കേട്ടുകാണുവാനിടയില്ല. സമുദ്രോഷ്മാവിന്റെയും അതിന്റെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകളുടെയും നീണ്ട കാലയളവുകളിലുള്ളതും വിശ്വാസയോഗ്യവുമായ കണക്കുകൾ നൽകുകവഴി അവ കാലാവസ്ഥാപഠനങ്ങൾക്ക് വലിയ സഹായമാണ് ചെയ്യുന്നത്. വളരെ ലളിതമായി പറഞ്ഞാൽ, ഒരു പ്രത്യേക കാലഘട്ടത്തിൽ അടിഞ്ഞുകൂടിയ അവശിഷ്ടങ്ങളിൽനിന്ന് അക്കാലത്തെ ഫോറാം വർഗത്തിൽപ്പെട്ട ജീവജാതികളുടെ ഘടന മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും; അത് നിശ്ചയിക്കുന്നത് ആ കാലഘട്ടത്തിലെ സമുദ്രോഷ്മാവാണുതാനും. ഇന്നുള്ള ജീവജാതികൾ എപ്രകാരമാണ് ഊഷ്മാവിനോട് പ്രതികരിക്കുന്നതെന്ന് പഠിക്കുകയും, കടൽത്തട്ടിന്റെ ഓരോ അടരിലുമുള്ള അവയുടെ അളവുകളുമായി അത് താരതമ്യപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ ശാസ്ത്രജ്ഞർക്ക് കാലാവസ്ഥയുടെ ചരിത്രം പുനർനിർമിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. കൂടാതെ, പുറന്തോടുകളിലെ കാൽസ്യം കാർബണേറ്റിൽ ഉള്ള പലതരം ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങളുടെ കനം കൂടിയതും കുറഞ്ഞതും അളവുകൾ കാർബൺ ഡേറ്റിങ്ങിൽ എന്നപോലെ കടൽത്തട്ടിന്റെ ഓരോ അടരിൽനിന്നും കണക്കാക്കിയെടുക്കാനും കഴിയും. കടലിന് ചൂട് കൂടുതലുള്ളപ്പോൾ കനം കുറഞ്ഞ ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ വാതകരൂപത്തിൽ പുറത്തുകടക്കുകയും ഫോറാമുകൾക്ക് പുറന്തോടുണ്ടാക്കാൻ കനം കൂടിയ ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ മാത്രം ശേഷിക്കുകയും ചെയ്യും. കനംകൂടിയ ഓക്സിജൻ ആറ്റങ്ങൾ കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്ന അടരുകൾ വിരൽചൂണ്ടുന്നത് ചൂടുകൂടിയ ഒരു കാലത്തിലേക്കാണ്.

ഈ തെളിവുകളെല്ലാം കൂട്ടിവെച്ചുനോക്കുമ്പോൾ മനുഷ്യന്റെ ഭാവി പരിതാപകരമാണെന്ന് വരുന്നു. കാലാവസ്ഥാവ്യതിയാനത്തിനായുള്ള സംയുക്ത ഗവണ്മെൻറ് പാനൽ (Intergovernmental Panel on Climate Change) 'കാലാവസ്ഥാഘടനയിൽ താപനില ഉയരുക ▶

വൃക്ഷവലയങ്ങളിൽ ചരിത്രം!

കൊളംബിയ യൂണിവേഴ്‌സിറ്റിയിലെ ലമോണ്ട് ഡോഹെർട്ടി എർത്ത് ഒബ്‌സർവേറ്ററിയിലെ ബ്രെൻഡൻ ബക്‌ലിയും സഹപ്രവർത്തകരുമാണ് 2010-ലെ പ്രൊസീഡിങ്‌സ് ഓഫ് ദി നാഷണൽ അക്കാദമി ഓഫ് സയൻസസിൽ (Proceedings of the National Academy of Sciences) പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഒരു ലേഖനത്തിൽ വിയറ്റ്‌നാമിലെ ഉയർന്ന ഭൂപ്രദേശങ്ങളിൽ കണ്ടെത്തിയ ഉഷ്ണമേഖലാ വൃക്ഷവലയങ്ങളിൽനിന്ന് ഏറ്റവും ദീർഘമായ ചരിത്രം രേഖപ്പെടുത്തിയത്. 1330-നും 1360-നും ഇടയിൽ തെക്കുകിഴക്കൻ ഏഷ്യയിൽ മുപ്പതുകൊല്ലം നീണ്ടുനിന്ന ഒരു വരൾച്ചയുണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നും 1400-നും 1420-നും ഇടയിൽ കുറച്ചുകൂടി ഹ്രസ്വമായ ഒരു വരൾച്ചയുണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നും ഈ രേഖകൾവഴി അവർ കണ്ടെത്തി. വരണ്ട ഈ കാലങ്ങൾക്കിടയിൽ ശക്തമായ മൺസൂൺ വർഷം ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടെന്നും മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞു. ഒരുപടികൂടി കടന്ന്, തെക്കുകിഴക്കൻ ഏഷ്യ ഭരിച്ചിരുന്ന ഖമേർ സാമ്രാജ്യം തകർന്നത് വരൾച്ചക്കാലം കഴിഞ്ഞ ഉടനെയാണെന്നും അവർ കൂട്ടിച്ചേർത്തു. അങ്കോർ വാട്ട് ക്ഷേത്രസമുച്ചയത്തിന്റെ നിർമാതാക്കളായ ആ മഹത്‌സാമ്രാജ്യം ജലസേചനത്തെയും കൃഷിയെയും ആശ്രയിച്ചാണ് നിലനിന്നിരുന്നതെന്നതിനാൽ വരൾച്ച അതിനെ ക്ഷയോന്മുഖമാക്കിയിട്ടുണ്ടാവുമെന്ന് പുരാവസ്തുപരമായ തെളിവുകൾ കൂടി ചേർത്തുവെച്ചപ്പോൾ അവർക്ക് അനുമാനിക്കാൻ സാധിച്ചു. കാലാവസ്ഥയും സമൂഹവും തമ്മിൽ കൂട്ടിയിണക്കുന്ന ഒരു സുപ്രധാനകണ്ണി സമ്മാനിച്ചത് മരങ്ങൾക്കുള്ളിലുള്ള വലയങ്ങളാണ്. ■

യാണെന്നതിനുള്ള ശാസ്ത്രീയമായ തെളിവ് അസന്ദിഗ്ധമാണ് എന്ന് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ട്. വ്യാവസായികവിപ്ലവത്തിനുശേഷം അന്തരീക്ഷത്തിൽ കാർബൺ ഡയോക്സൈഡിന്റെയും മറ്റു ഹരിതഗൃഹവാതകങ്ങളുടെയും അളവ് സഹസ്രാബ്ദങ്ങൾക്കകത്ത് ഏറ്റവും ഉയർന്നിട്ടുണ്ടെന്നത് സുവ്യക്തമാണ്; കാലാവസ്ഥാചക്രങ്ങളുടെ മൂർധന്യദശയിൽപ്പോലും ഈ അളവുകൾ ഉണ്ടായിട്ടില്ല. ചുഴലിക്കാറ്റ്, വെള്ളപ്പൊക്കം, വരൾച്ച തുടങ്ങിയ കടുത്ത കാലാവസ്ഥാ പ്രതിഭാസങ്ങളുടെ എണ്ണത്തിലും തീവ്രതയിലും ഉണ്ടാകുന്ന വർധന, കടൽവെള്ളത്തിന്റെ അമ്ലീകരണം (acidification), കടൽനിരപ്പ് ഉയരൽ ഇവയൊക്കെ ഇതിന്റെ അനന്തരഫലങ്ങളാണ്. പോരാതെ, ചൂട് കൂടിക്കൊണ്ടേയിരിക്കുകയാണ്; 2010-നുശേഷം വന്ന ഓരോ കൊല്ലവും ചൂടിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഒരു പുതിയ റെക്കോഡ് സൃഷ്ടിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇത് ജീവജാതികളെയും ആവാസവ്യവസ്ഥകളെയും എങ്ങനെയാണ് ബാധിക്കുക എന്നത് ഇപ്പോഴും വ്യക്തമല്ല. പരിതസ്ഥിതിയിലെ ചെറിയ മാറ്റങ്ങളോട് ജീവജാതികൾ പ്രതികരിക്കുന്നതിൽനിന്ന് നമുക്ക് ചില സൂചനകൾ കിട്ടിയിട്ടുണ്ടെന്നു മാത്രം.

ഓരോ പ്രദേശത്തെയും ചൂടിന്റെയും മഴയുടെയും അളവുകൾ ഓരോ വർഷവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുമെങ്കിലും അത് ഒരു ശരാശരിക്കണക്കിന്റെ ചുറ്റുമാവും വിന്യസിച്ചിരിക്കുക. ഈ വ്യത്യാസങ്ങൾ ജീവനെ പൊതുവേ ബാധിച്ചുകാണാറുണ്ടെങ്കിലും മരങ്ങളിൽ ഉണ്ടാകുന്ന പ്രതികരണങ്ങളാണ് പഠനവിധേയമാക്കാൻ ഏറ്റവും യോജിച്ചത്. മരങ്ങൾക്ക് നല്ല വെയിലും വെള്ളവും കിട്ടിയാലേ അവ കാര്യക്ഷമമായ പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലൂടെ തിടംവെച്ച് വളരുകയുള്ളൂ. മഴക്കാലം കഴിഞ്ഞ ഉടനെ, ഇലകൾ ധാരാളമായും മണ്ണ് ഈറനായും ആകാശം തെളിഞ്ഞും ഇരിക്കുന്ന സമയത്ത് മരങ്ങൾ നന്നായി പ്രകാശസംശ്ലേഷണം ചെയ്യുകയും വേഗം വളരുകയും ചെയ്യും; അതല്ലാത്ത മാസങ്ങളിലെല്ലാം വളർച്ച പതുക്കെയാവുകയോ തത്കാലം നിന്നുപോവുകയോ ചെയ്യും. മരത്തിലുള്ള 'ആദ്യ' കാമ്പ് ഇളംനിറമായിരിക്കും, കാരണം അത് കൂടുതൽ വേഗം ശേഖരിച്ചതാണ്; 'പിന്നീടുള്ള' കാമ്പ് കുറച്ചുകൂടി ഇരുണ്ട തവിട്ടുനിറമായിരിക്കും. ഈ ക്രമം മരത്തടിയിൽ ഇളംനിറവും കടുംനിറവും മാറിമാറിവരുന്ന വലയങ്ങളായി കാണപ്പെടും. അവ എണ്ണിനോക്കിയാൽ മരത്തിന്റെ പ്രായം കണക്കാക്കാൻ സാധിക്കും.

ഫെബ്രുവരി ഒരു നല്ല ഓക്കുമരം (February A Good Oak) എന്ന ലേഖനത്തിൽ ആൽഡോ ലിയോപോൾഡ് തന്റെ നാടിന്റെ ചരിത്രം ഓർമിച്ചെടുക്കുന്നത് ഒരു ഓക്കുമരത്തിന്റെ ഓരോ വലയവും മുറിക്കുമ്പോൾ ഉതിർന്നുവീഴുന്ന അറക്കപ്പൊടിയിലൂടെയാണ്. അതിനെ അദ്ദേഹം വിശേഷിപ്പിക്കുന്നത് 'വെറുമൊരു മരം എന്നതിലുപരി ഒരു നൂറ്റാണ്ടിന്റെ സമഗ്രമായ ഛേദം' എന്നാണ്. അത്രതന്നെ ചാരുതയാർന്ന ഭാഷയിലല്ലന്നേയുള്ളൂ, ഡെൻഡ്രോക്രോണോളജിയിൽ (വൃക്ഷനിരീക്ഷണത്തിലൂടെ കാലഗണന ചെയ്യുന്ന ശാസ്ത്രശാഖ) ഗവേഷണം നടത്തുന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞർ വർഷങ്ങൾകൊണ്ട് സ്വരൂപിക്കപ്പെട്ട വലയങ്ങളുടെ വീതി താരതമ്യപ്പെടുത്തുകവഴി നാടിന്റെ കാലാവസ്ഥയുടെ ചരിത്രം നിർമിച്ചെടുക്കുക തന്നെയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ചെറിയ ഡ്രിൽകൊണ്ട് മരത്തിന്റെ ഹൃദയഭാഗംവരെയെത്തുന്ന ഒരു തുളയിട്ട് അവർ പെൻസിൽവണ്ണം മാത്രമുള്ള ഒരു തടിക്കഷ്ണം പുറത്തെടുക്കുന്നു. അതിലൊട്ടാകെ പല വീതികളിലുള്ള വലയങ്ങൾ കാണാം. വളർച്ചയ്ക്ക് അനുകൂലമായ സാഹചര്യങ്ങൾ ലഭിക്കുന്ന വർഷങ്ങളിൽ മരം കൂടുതൽ വണ്ണംവെച്ചിരിക്കും; തടിയിൽ കാണുന്ന വീതികൂടിയ വലയങ്ങൾ അങ്ങനെയുള്ള വർഷങ്ങളെയാണ് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്. വീതികുറഞ്ഞ വലയങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് പ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങളുണ്ടായിരുന്ന, അധികം വണ്ണംവെക്കാൻ സാധിക്കാതെപോയ വർഷങ്ങളെയാണ്. ജീവനുള്ള മരങ്ങളിലും ജീവൻ നശിച്ചിട്ടും

പോളാർ ഐസ് കോർ

വീഴാതെതന്നെ നിൽക്കുന്ന മരങ്ങളിലും മണ്ണിനടിയിൽനിന്ന് വീണ്ടെടുത്ത മരങ്ങളിലുമെല്ലാം അവർ ഈ പരീക്ഷണം നടത്തുകയും കാർബൺ ഡേറ്റിങ് ഉപയോഗിച്ച് അവയുടെയെല്ലാം പ്രായം തിട്ടപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യാറുണ്ട്. ഈ ചെറിയ ചെറിയ കാലയളവുകൾ കൂട്ടിത്തുന്നിയാണ് അവർ പ്രാദേശിക കാലാവസ്ഥയുടെ നെടുനീളൻ കാലഗണനകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. ഉഷ്ണമേഖലാവൃക്ഷങ്ങളുടെ വലയങ്ങൾ അളന്നതിൽ ഇന്നേവരെ ലഭിച്ച ഏറ്റവും നീണ്ട കാലഗണനയുടെ രേഖ 2010–ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഒരു പഠനത്തിലാണുള്ളത് 759 വർഷങ്ങൾ! പതിനാലാം നൂറ്റാണ്ടിൽ തെക്കുകിഴക്കൻ ഏഷ്യയുടെ കാലാവസ്ഥയെയും സമൂഹത്തെയും ദീർഘങ്ങളായ വരൾച്ചകൾ ബാധിച്ചിരുന്നുവെന്ന് ആ വലയങ്ങളാണ് കാണിച്ചുതന്നത്. കാലാവസ്ഥാവ്യതിയാനം നിമിത്തം വരൾച്ചകൾ വെള്ളപ്പൊക്കങ്ങൾ തുടങ്ങിയ രൂക്ഷസംഭവങ്ങൾ അടിക്കടി ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ ആവാസവ്യവസ്ഥകളുടെ അതിജീവനശക്തിയെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രതീക്ഷകൾ ഏതുവരെ പോകാമെന്ന് ഈ കാലഗണനകൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്.

ആൻഡമാനിലെ വനംവകുപ്പ് ഓഫീസിൽ മീറ്റിങ്ങിനായുള്ള പതിവ് കാത്തിരിപ്പിനിടയിൽ, വൃക്ഷവലയങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള സ്വന്തം അറിവിൽ സ്വയംമതിപ്പോടെ ഞാൻ ഒപ്പമുണ്ടായിരുന്ന മറൈൻ ബയോളജി പ്രൊഫസർക്ക് ചില വിശദീകരണങ്ങൾ നൽകുകയായിരുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ കടലുകളിൽ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ ഇതേ ധർമം നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട് എന്നതിനെക്കുറിച്ച് അദ്ദേഹമാണ് എന്നോട് പറഞ്ഞത്. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ സമുദ്രജലത്തിൽ പവിഴപ്പുറ്റുകൾ വളരുന്നത് നിലവിലുള്ളവയ്ക്ക് മേലേ കാൽഷ്യം കാർബണേറ്റിന്റെ പാളികൾ നിർമിച്ചുകൊണ്ടാണ്. മരങ്ങളെപ്പോലെതന്നെ സമുദ്രജലത്തിന്റെ അവസ്ഥാഭേദങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് അവയുടെ വളർച്ചയുടെ തോത് കൂടിയും കുറഞ്ഞുമിരിക്കും. പവിഴപ്പുറ്റുകളെ കുറുകേ ഛേദിച്ചോ, ചൂഴ്ന്നെടുത്തോ നോക്കിയാൽ കടൽവെള്ളത്തിന്റെ താപനിലയുടെ സൂചകങ്ങളായ വലയങ്ങൾ അവയിലും കാണാൻ കഴിയും. ആഴക്കടലിലുള്ള ആവാസവ്യവസ്ഥകളിൽ വരുന്ന മാറ്റങ്ങൾ അറിയാൻ വലുപ്പമേറിയ ഗോർഗോണിയൻ പവിഴപ്പുറ്റുകളിലുള്ള (Gorgonian corals) വളർച്ചാവലയങ്ങൾ മാത്രമേ ഇന്നിപ്പോൾ നമുക്ക് സഹായകമായിട്ടുള്ളൂ. ■

ഉഷ്ണമേഖലാവൃക്ഷങ്ങളുടെ വലയങ്ങൾ അളന്നതിൽ ഇന്നേവരെ ലഭിച്ച ഏറ്റവും നീണ്ട കാലഗണനയുടെ രേഖ 2010–ൽ പ്രസിദ്ധീകരിച്ച ഒരു പഠനത്തിലാണുള്ളത് 759 വർഷങ്ങൾ! പതിനാലാം നൂറ്റാണ്ടിൽ തെക്കുകിഴക്കൻ ഏഷ്യയുടെ കാലാവസ്ഥയെയും സമൂഹത്തെയും ദീർഘങ്ങളായ വരൾച്ചകൾ ബാധിച്ചിരുന്നുവെന്ന് ആ വലയങ്ങളാണ് കാണിച്ചുതന്നത്.

ഫ്രാൻസ് കാഫ്ക

ഭൂഗർഭത്തിലെ ഊർജസ്രോതസ്സുകൾ കണ്ടെത്തിയതോടെ, മനുഷ്യൻ അന്തരീക്ഷതാപനിലയിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്താനാരംഭിച്ചു. ഇത് ക്രമേണ കാലാവസ്ഥയിലും സമുദ്രങ്ങളുടെ രാസഘടനയിലും മാറ്റങ്ങൾ സൃഷ്ടിച്ചു. വൃക്ഷങ്ങളും മൃഗങ്ങളും അവയുടെ സ്വാഭാവിക പരിസ്ഥിതികളിൽനിന്ന് വിദൂരങ്ങളിലേക്ക് ക്രമീകരിക്കപ്പെട്ടു. ചിലത് കുന്നുകൾ കയറി, ചിലർ ധ്രുവങ്ങളിലേക്ക് കുടിയേറ്റം നടത്തി. ആദ്യം നൂറുകണക്കിന്, പിന്നെ ആയിരങ്ങൾ, ഒടുവിൽ ഒരുപക്ഷേ, ലക്ഷങ്ങൾ; നാശത്തിന്റെ പെരുമാരിയിൽ ഒറ്റപ്പെട്ടുപോയി. വംശനാശനിരക്ക് കുതിച്ചുകയറി. ജീവിതത്തിന്റെ ഇഴയടുപ്പങ്ങൾ തകർന്നുതരിപ്പണമായി.

Elizabeth Kolbert
The Sixth Extinction:
An Unnatural History, 2015 : P.2

മനുഷ്യരാൽ നശിപ്പിക്കപ്പെട്ട, ഭൂമിയുടെ ആത്മീയതയാണ് കോൾബെർട്ടിന്റെ പുസ്തകത്തിന് വിഷയം. ആറാമത്തെ കൂട്ടവിനാശത്തിന് (Sixth Mass Extinction) കാത്തിരിക്കുന്ന, സ്വയംവിധാതാക്കളായി അത് മനുഷ്യരെ അവതരിപ്പിക്കുന്നു. ഹോളോസീൻ അഥവാ ആന്ത്രോപ്പൊസീൻ യുഗം എന്നാണ് വംശനാശസിദ്ധാന്തം, ഈ ആറാം വിനാശകാലത്തെ വിളിക്കുന്നത്. സൂക്ഷ്മവൈവിധ്യമേഖലകളിലെ ആയിരക്കണക്കിന് ചെറുജീവികൾമുതൽ കരയിലെയും കടലിലെയും അനേകം മൃഗങ്ങളും സസ്യങ്ങളും വരെ, ഈ യുഗത്തിൽ ഇനി മടങ്ങിവരാത്തവിധം നശിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

കോൾബെർട്ടിന്റെ പുസ്തകം, പതിമൂന്ന് അധ്യായങ്ങളിലൂടെ മനുഷ്യർ കൊന്നൊടുക്കിയ അപൂർവജീവികളുടെ വംശനാശത്തിന്റെ ഏകാന്തതകളെ ദുഃഖത്തിന്റെയും സ്വയംവിമർശനത്തിന്റെയും ഭാഷയിലൂടെ വരച്ചിടുന്നു. ഇതിലൊരെണ്ണം ഗ്രേറ്റ് ഓക്ക് (Pinguinus Impennis) എന്ന വലിയ പക്ഷിയാണ്. ഗ്ലാസ്ഗോയിലെ കെൽവിങ്റോവ് ആർട്ട് ഗ്യാലറിയിൽ, സ്പെസിമെൻ നമ്പർ എട്ടായി, ആ സാധുജീവിയുടെ മൃതമാതൃക സൂക്ഷിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വലിയ വെളുത്ത കണ്ണുകളുള്ള അത് കടലിൽ അതിവേഗത്തോടെ നീന്തുകയും കരയിൽ ദുർബലമായി പറക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ജീവിയായിരുന്നു. മാരിടൈം പുരാതനകാലംമുതൽ, അവസാനത്തെ മുട്ടയും ചവിട്ടിയരയ്ക്കപ്പെടുംവരെ മനുഷ്യർക്ക് വേട്ടയാടി വിനോദിക്കാനുള്ള ഒരു മരണക്കളിപ്പാട്ടം മാത്രമായിരുന്നു അത്. കോൾബെർട്ടിന്റെ