

രാസ്നഗ്രന്ഥാവലി: 64

KERALA STATE LIBRARY
Date .....

കാലാവസ്ഥ

സ്റ്റേറ്റ് ഇൻസ്റ്റിട്ട്യൂട്ട് ഓഫ് എഡ്യൂക്കേഷൻ,
തിരുവനന്തപുരം

MADINAVIDYA ISLAMIC HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM

ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥാവലി: 64

കാലാവസ്ഥ

1967

Printed at Subash Printing Works,
Trivandrum-1.



Government of Kerala

Code No. 64 *First Impression* 1500 *Copies.*

**State Institute of Education, Kerala,
Trivandrum-12.**

MUNAVVIRUL ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM

ആമുഖം

സ്റ്റേറ്റ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് എഡ്യൂക്കേഷൻ 1965-ൽ ആരംഭിച്ച ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥാവലിയുടെ പ്രസിദ്ധീകരണം ഇക്കൊല്ലവും തുടരുകയാണ്. ശാസ്ത്രവിഷയങ്ങളെ അധികരിച്ച് നാല്പത്തിനാലു ഗ്രന്ഥങ്ങളാണ് ഇതുവരെ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുകയുണ്ടായി. ഈ പരമ്പരയിൽ ഇരുപത്തിയൊന്ന് പുസ്തകങ്ങളാണ് ഇക്കൊല്ലം ചേർക്കുന്നത്.

ഈ സംരംഭത്തിനു് വായനക്കാരിൽനിന്നും ലഭിച്ച പ്രോത്സാഹജനകമായ നിർദ്ദേശങ്ങളും വിമർശനങ്ങളും ഇക്കൊല്ലത്തെ ഗ്രന്ഥരചനയെ വളരെയധികം സഹായിച്ചിട്ടുണ്ട്.

ശാസ്ത്രസാഹിത്യരചനയിലും പാരായണത്തിലും അഭിരുചി വളർത്തുവാനുദ്ദേശിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഈ ഗ്രന്ഥാവലിയുടെ പരിപോഷണത്തിനുതകുന്ന നിർദ്ദേശങ്ങൾ വായനക്കാരിൽ നിന്നും ക്ഷണിച്ചുകൊള്ളുന്നു.

ഡയറക്ടർ,
സ്റ്റേറ്റ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് എഡ്യൂക്കേഷൻ,
തിരുവനന്തപുരം.

ശാസ്ത്രഗ്രന്ഥരചനാലയം

1966-67

1 കെ. സോമൻപിള്ള
2 എൻ. രാമകൃഷ്ണൻനായർ
3 എം. എൻ. നീലകണ്ഠൻ നമ്പൂതിരി
4 എൻ. സഹദേവൻ
5 ആർ. കെ. ഗോപിനാഥൻ നായർ
6 പി. രാമൻ
7 ടി. എം. ജേക്കബ്
8 എൻ. ചിത്തരഞ്ജൻ
9 പി. പി. ചന്ദ്രശേഖരകുത്താ
10 ഏ. കെ. കരുണാകരൻനായർ

1967-68

1 എം. എൻ. സുബ്രഹ്മണ്യം
2 എൻ. ശ്രീധരൻനായർ
3 എം. എസ്സ്. ജേക്കബ്
4 എൻ. പരമേശ്വരൻനായർ
5 ഇ. ദേവദാസ്
6 കെ. എം. മാത്യു
7 ജി. കരുണാകരൻനായർ
8 ബി. ആർ. രാമചന്ദ്രൻനായർ
9 ഏ. കെ. കരുണാകരൻനായർ
10 സി. ശിവരാമൻ
11 എൻ. ബാലകൃഷ്ണൻ ആശാരി

AVIPVI ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....
ERNAKULAM

പേജുകൾ മറിക്കുമ്പോൾ

പേജ്

1. കാലാവസ്ഥ–പ്രാചീനകാലംതൊട്ട് ബഹിരാകാശയുഗം വരെ– 1
2. കാലാവസ്ഥയുടെ ലോകം. 15
3. വായുസംഹതികൾ, മുൻനിരകൾ, മേഘങ്ങൾ 57
4. കലങ്ങിമറിയുന്ന അന്തരീക്ഷം 77
5. കാലാവസ്ഥാപ്രവചനം 105
6. കാലാവസ്ഥാഘടകങ്ങൾ 110
7. ഉപഗ്രഹങ്ങൾ 142
8. ലോകത്തിലെ പലതരം കാലാവസ്ഥകൾ 151
9. നമുക്ക് കാലാവസ്ഥ നിയന്ത്രിക്കുവാൻ കഴിയുമോ? 163
10. പുരോഗതി–നമ്മുടെനാട്ടിൽ. 172

ഈ പുസ്തകത്തെപ്പറ്റി

ഭൂമിയുടെ ആകർഷണപരിധിയേയും അതിലംഘിച്ച്, ചന്ദ്രനിലേയ്ക്കും, സൂര്യനിലേയ്ക്കുതന്നെയും എത്തിനോക്കുകയാണ് ഇന്ന് മനുഷ്യൻ. എന്നാൽ നാം ജീവിയ്ക്കുന്ന ഈ അത്ഭുത ലോകത്തെക്കുറിച്ച് ഇനിയും എത്രയോ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിയ്ക്കാനിരിക്കുന്നേയുള്ളൂ. ഭൂമിയുടെ കരിമ്പടപ്പുതപ്പാകുന്ന വായുമണ്ഡലം ഇന്നും താരതമ്യേന അജ്ഞാതമാകുന്നു. അതാണ് ഈ ഗ്രന്ഥത്തിലെ പ്രതിപാദ്യം. അതിന്റെ അനന്തവിചിത്രമായ പ്രവർത്തനരഹസ്യത്തെ ഗണിതശാസ്ത്രത്തിന്റെ സങ്കീർണ്ണതയിൽ നിന്നടർത്തിയെടുത്ത് തുറന്നുകാട്ടുക അത്ര എളുപ്പമല്ല. ശാസ്ത്രകുതുകികളായ വിദ്യാർത്ഥികളുടെ കുതൂഹലജിജ്ഞാസയെ ലക്ഷ്യംവെച്ചുകൊണ്ട്, ലളിതവും, സരളവും, സുഗ്രാഹ്യവുമായ രീതിയിൽ, നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തേയും കാലാവസ്ഥയേയും കുറിച്ചുള്ള നിരാക്ഷേപനിഷ്കൃഷ്ടമായ വിജ്ഞാനം നൽകുവാൻ ഈ കൊച്ചു ഗ്രന്ഥത്തിൽ ഒരെളിയ ശ്രമംനടത്തിയിട്ടുണ്ട്. ആ ഉദ്യമം ലക്ഷ്യം നേട്ടമോ, ആവോ?

അദ്ധ്യായം 1

കാലാവസ്ഥ- പ്രാചീനകാലം തൊട്ട് ബഹിരാകാശ യുഗം വരെ

പ്രകൃതിയുടെ കരവിരുത് പ്രപഞ്ചത്തിലെവിടെയും പ്രകടമാണ്. എന്നാൽ മനുഷ്യനു് കാലാവസ്ഥയോടുള്ള അഭേദ്യമായ ബന്ധംപോലെയൊന്നു് പ്രകൃതിയിലെ മറ്റു് ഒരു പ്രതിഭാസത്തിനോടുമില്ല. അതിനു കാരണം ഭൂമിക്കു് അന്തരീക്ഷം എന്ന ഒരാവരണമുണ്ടെന്നതു തന്നെ. സൂര്യമണ്ഡലത്തിലെ മറ്റൊരു ഗ്രഹത്തിനുമില്ലാത്ത ഒരു പ്രത്യേകതയാണതു്. ഭൂമിക്കു് അന്തരീക്ഷമെന്ന "സംരക്ഷണ വാതകാവരണം" നഷ്ടപ്പെട്ടാൽ ഭൂമുഖത്തു് ജീവന്റെ തുടിപ്പു് എന്നെന്നേയ്ക്കുമായി അവസാനിക്കുകയും ചെയ്യും.

പലപ്പോഴും പ്രവചിക്കാൻ പ്രയാസമേറിയ പ്രകൃതിയുടെ ഒരു പ്രതിഭാസമാണു് കാലാവസ്ഥ. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന സ്വഭാവവിശേഷമാണിതു്. ചിലനേരം കൊടുങ്കാറ്റും, വസന്തത്തിലെ സുന്ദരങ്ങളായ ദിനരാത്രങ്ങളും, മഞ്ഞും, മഴയും എല്ലാം കാലാവസ്ഥയുടെ വിവിധ വശങ്ങളാണു്. അവയെല്ലാം നമ്മുടെ ജീവിതത്തിൽ കണക്കറ്റ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നുണ്ടു്.

പ്രാചീന മനുഷ്യനും നമ്മെപ്പോലെ കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ചു് ബോധവാനായിരുന്നു. സൂക്ഷ്മനിരീക്ഷണത്തിലൂടെയായിരിക്കാം അവൻ കാലാവസ്ഥാപ്രവചനവൈദഗ്ദ്ധ്യം ആർജ്ജിച്ചതു്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ ചില പ്രത്യേക അവസ്ഥകൾ സംജാതമായാൽ അവയ്ക്കനുസൃതമായ കാലാവസ്ഥയുണ്ടാകുമെന്നും, ചില പ്രത്യേക ദിശകളിൽ കാറ്റു വീശി

യാൽ മഴയുണ്ടാകുമെന്നും പ്രാചീനർ പ്രവചിച്ചിരുന്നതു് സൂക്ഷ്മനിരീക്ഷണങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടായിരുന്നു.

ചരിത്രാതീത കാലംതൊട്ടു് കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ചു് അശാസ്ത്രീയങ്ങളായ പല അന്ധവിശ്വാസങ്ങളും രൂപപ്പെട്ടുവന്നിട്ടുണ്ടു്. അവയിൽ രസകരമായ പലതും പ്രാകൃത മനുഷ്യരുടെ മതാചാരങ്ങളുമായി കൂടിക്കുഴഞ്ഞുകിടക്കുന്നവയാണു്. ഇന്നും വരൾച്ചയുള്ള കാലത്തു് മഴയ്ക്കുവേണ്ടി കർഷകർ ഈശ്വരപ്രാർത്ഥന നടത്തുന്നതു് അതിനുദാഹരണമാണു്.

കാലാവസ്ഥയുടെ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ നൂറ്റാണ്ടുകളോളം പഴക്കംചെന്ന ഗതിവിഗതികളുടെ നാന്ദി കുറിക്കുന്നതു് ഗ്രീക്കുകാരുടെ മഹത്തായ നേട്ടങ്ങളാണു്. കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷണങ്ങൾക്കു് ശാസ്ത്രീയമായ ഒരടിത്തറ ഇട്ടതു്, ഒരർത്ഥത്തിൽ, മഹാനായ ഒരു ഗ്രീക്കുശാസ്ത്രജ്ഞനും, മാർഗനികനുമായിരുന്ന അരിസ്റ്റോട്ടിലാണു്. അദ്ദേഹം 350 **B. C.** യിൽ എഴുതിയ **"Meteorologica"** എന്ന ഗ്രന്ഥത്തിൽ അന്തരീക്ഷത്തേയും കാലാവസ്ഥയേയും കുറിച്ചുള്ള തന്റെ അഭിപ്രായങ്ങൾ ക്രോഡീകരിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അദ്ദേഹം അന്തരീക്ഷത്തെ രണ്ടു പ്രധാന ഭാഗങ്ങളായി തരംതിരിച്ചു. വായുവും അഗ്നിയും. അദ്ദേഹം അഗ്നിയെ യഥാർത്ഥത്തിലുള്ള ജ്വാലയായല്ല, അദൃശ്യമായ ഒരു ഭൗതന സമ്പ്രദായമാണു് കരുതിയതു്. സൂര്യരശ്മികളേറ്റു ചൂടുപിടിച്ച വരണ്ട വായു ഭൂമിയിൽ നിന്നുയരുമ്പോൾ "അഗ്നിമണ്ഡലം" കത്തുന്നുവെന്നും, തൽഫലമായി കൊള്ളിമീനുകളും, വാൽനക്ഷത്രങ്ങളും, കാറും, ഇടിയും, മിന്നലും, മറ്റും ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നും, സൂര്യരശ്മികൾ വെള്ളത്തിൽ തട്ടിയുണ്ടാവുന്ന ഈർപ്പമുള്ള തണുത്ത "തരംഗങ്ങൾ" വായുമണ്ഡലത്തിലേക്കുയരുമ്പോൾ മേഘങ്ങ

ളം, മഴയും, മഞ്ഞും, മഴവില്ലും മറ്റുമുണ്ടാകുന്നുവെന്നുമാണ് അദ്ദേഹത്തിന്റെ അനുമാനങ്ങളം.

കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ചു ക്രൂടുതൽ യുക്തിയുക്തമായ തത്വങ്ങളം സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടതോടെ അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ മിക്ക സിദ്ധാന്തങ്ങളും തിരസ്കരിക്കപ്പെട്ടുവെങ്കിലും അവയിലൊന്നുമാത്രം അവശേഷിച്ചു. ജലപരിവൃത്തി സിദ്ധാന്തം അഥവാ ജലത്തിന്റെ ചാക്രികപ്രവർത്തനം(Hydrologic Cycle). സമുദ്രജലം ബാഷ്പീഭവനം മൂലം മേല്പോട്ടുയർന്നു മേഘങ്ങളാവുന്നുവെന്നും, മേഘങ്ങളം തണുത്തു മഴ പെയ്തു അതേ ജലം ഭൂമിയിൽ പതിച്ചു സമുദ്രത്തിലെത്തിച്ചേരുന്നുവെന്നും വീണ്ടും ആ പഴയ പ്രക്രിയ ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നുവെന്നുമാണ് ആ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ കാതൽ. ഇന്നും ആ സിദ്ധാന്തം ഏതാണ്ടു് അതേപടി ഭേദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതെ നിലനില്ക്കുന്നു.

അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ഒരു ശിഷ്യനായിരുന്ന തിയോഫ്രാസ്റ്റസ്സും (Theophrastus) അരിസ്റ്റോട്ടിലിനെത്തുടർന്നു കാലാവസ്ഥാ പഠനം നടത്തി.

മദ്ധ്യകാലത്തു് (Middle ages) കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രചാരത്തിലുണ്ടായിരുന്നതു് അരിസ്റ്റോട്ടിലിന്റെ ആശയങ്ങളംതന്നെയായിരുന്നു. എന്നാൽ അൽപ്പം ചില യൂറോപ്യന്മാർ ചില പുതിയശ്രമങ്ങളം നടത്തിനോക്കാതിരുന്നില്ല. പക്ഷേ, അവർ ഒരു ശാസ്ത്രീയ സമീപനമല്ല കൈക്കൊണ്ടതു്. ജ്യോതിഷത്തിൽ (Astrology) അടിയുറച്ചവയായിരുന്നു അവരുടെ പ്രമാണങ്ങളം. അവരിൽ പ്രധാനി വില്യംമെർലി (William Merlee) എന്ന ഒരിംഗ്ലീഷുകാരനായിരുന്നു. നായ്ക്കളുടെ ശരീരത്തിൽ വന്നിരിക്കുന്ന ചെള്ളുകളം, പള്ളിയിൽ നിന്നു കേൾക്കുന്ന മണിയുടെ ശബ്ദം മുതലായ ലക്ഷണങ്ങളെയും സംഭവങ്ങളെയും അടിസ്ഥാനമാക്കിക്കൊണ്ടു് കാലാവസ്ഥാപ്രവചനം നടത്തുന്ന രസാവഹമായ ഒരു സമ്പ്രദായംതന്നെ

അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചിരുന്നവയത്രെ. ചെള്ളുകളുടെ കടി ഉസ്സഹമായിരുന്നാൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഈർപ്പംകൂടി വരികയാണെന്നെല്ലാമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ നിഗമനങ്ങൾ.

എങ്ങനെയായാലും, സുമാർ 2000 വർഷങ്ങളോളം കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ചുള്ള ഗ്രീക്കു സിദ്ധാന്തങ്ങൾതന്നെ പാശ്ചാത്യലോകത്തിൽ ചോദ്യം ചെയ്യപ്പെടാതെ നിലകൊണ്ടു. 17-ാം നൂറ്റാണ്ടിൽ പരിവർത്തനത്തിന്റെ ആദ്യ അലകൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടു. നൂതനോപകരണങ്ങളുടെ ആവിർഭാവവും, 'ടെക്നോളജി'യിലുണ്ടായ പുരോഗതിയും, ഖരദ്രവ വാതകങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള നിയമങ്ങളുടെ കണ്ടുപിടിത്തവും കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തിൽ വളരെ സ്വാധീനം ചെലുത്തി. അവയിൽ എടുത്തു പറയത്തക്കവ 1603-ൽ ഗലീലിയോ നിർമ്മിച്ച തെർമോമീറ്ററും, 1643-ൽ ഇവാഞ്ചലിസ്റ്റാടോറിസെല്ലി(Evangelista Toricelli) നിർമ്മിച്ച ബറോമീറ്ററും 1659-ൽ റോബർട്ട് ബോയിൽ ആവിഷ്കരിച്ച ബോയിൽനിയമവുമായിരുന്നു.

ഗലീലിയോ ഗലീലി (1564-1642) ആ കാലഘട്ടത്തിലെ മികച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിലൊരാളായിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിനു് നക്ഷത്രങ്ങളെക്കുറിച്ചും മറ്റുമറിയുവാൻ അടക്കാനാവാത്ത ആഗ്രഹമുണ്ടായിരുന്നു. ശാസ്ത്രത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിക്കൊണ്ടു് പ്രാചീന പണ്ഡിതന്മാരുടെ നേട്ടങ്ങളെ വിലയിരുത്താൻ അദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചു.

ഗലീലിയോ ആദ്യകാലത്തു് താൻ നിർമ്മിച്ച തെർമോമീറ്ററിനെ തെർമോസ്കോപ്പ് (Thermoscope) എന്നാണു് വിളിച്ചിരുന്നതു്. ആ ഉപകരണം എന്നാണു് അദ്ദേഹം കണ്ടുപിടിച്ചതെന്നു് കൃത്യമായി പറയുവാൻ നിവൃത്തിയില്ല; 1603-ലാണെന്നു് വിശ്വസിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ അതിനുമുമ്പുതന്നെ ഗ്രീക്കുകാരനായ ഫൈലോവും ഹിറോവും തെർ

മോമീറ്ററിന്റെ പ്രാകൃത രൂപങ്ങളും നിർമ്മിച്ചിരുന്നുവെന്നതിനു് തെളിവുകളുണ്ടു്.

ഗലീലിയോ ആദ്യം നിർമ്മിച്ച തെർമോമീറ്ററിനു് വളരെയേറെ പോരായ്മകളുണ്ടായിരുന്നു. ഏതാണ്ടു് ഒരു ബാരോമീറ്ററിനെപ്പോലെയായിരുന്നുഅതു് പ്രവർത്തിച്ചിരുന്നതു്. 1612–ൽ അതിന്റെ പരിഷ്ക്കരിച്ച ഒരു മാതൃകയുണ്ടാക്കാൻ അദ്ദേഹം ശ്രമിച്ചുനോക്കി. പക്ഷെ അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശ്രമം വിഫലമായി. ആ ശ്രമം വിജയിച്ചിരുന്നെങ്കിൽ, ഇന്നത്തെ മാതൃകയിലുള്ള ഒരു തെർമോമീറ്റർ അന്നു തന്നെ അദ്ദേഹം ലോകത്തിനു സമ്മാനിയ്ക്കുമായിരുന്നു. പിന്നീടു് 18–ാം നൂറ്റാണ്ടുവരെ ലോകത്തിനു കാത്തിരിയ്ക്കേണ്ടി വന്നു. ഇന്നത്തെ മാതൃകയിലുള്ള ഒരു തെർമോമീറ്റർ കിട്ടാൻ.

ഏതാണ്ടു് ഇതേ കാലത്തുതന്നെ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ റോബർട്ട് ഫ്ളഡ്ഡ് (Robert Fludd) ഒരു തരം തെർമോമീറ്റർ നിർമ്മിച്ചു. അതിന്റെ സഹായത്തോടെ കാലാവസ്ഥ പ്രവചിക്കാമെന്നും ഉഷ്ണനില അളക്കാമെന്നും അദ്ദേഹം അവകാശപ്പെടുകയുണ്ടായി.

മൂന്നാമതൊരുതരം തെർമോമീറ്റർക്കൂടി ഇതേ കാലത്തു് നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു. Cornelis Drebbel (1572–1634) എന്ന ഒരു ഡച്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞനായിരുന്നു അതിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവു്.

തെർമോമീറ്ററിനു ശേഷം കാലാവസ്ഥാ നിർണ്ണയത്തിനു സഹായകമായ ബാരോമീറ്റർ എന്ന ഉപകരണം ഇവാഞ്ചലിസ്റ്റ ടോറിസെല്ലി (1608–47) എന്ന ഇറ്റാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കണ്ടുപിടിച്ചു. അദ്ദേഹം ഗലീലിയോവിന്റെ ഒരു ശിഷ്യനും സഹായിയുമായിരുന്നു. Toricellian Vacuum സുപ്രസിദ്ധമാണല്ലോ. ബാരോമീറ്ററിന്റെ സഹായത്താൽ

അന്തരീക്ഷമർദ്ദ വ്യത്യാസം മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിക്കുമെന്ന് അദ്ദേഹം സ്ഥാപിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ ബറോമീറർ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തിന് കനപ്പെട്ട ഒരു മുതൽ ക്കൂട്ടായിത്തീർന്നു. 17–ാം ശതകത്തിലെ ആ ശാസ്ത്രജ്ഞന് ഈ 20–ാം നൂറ്റാണ്ടിലെ ഒരു ശാസ്ത്രജ്ഞനോളംതന്നെ അന്തരീക്ഷത്തെക്കുറിച്ചുള്ള വ്യക്തമായ ധാരണയുണ്ടായിരുന്നുവെന്നതു് അത്ഭുതാവഹമാണു്. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ സാന്ദ്രത ഉയരംകൂട്ടുന്തോറും കുറഞ്ഞുവരുമെന്നുപോലും അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കിയിരുന്നു.

ഒരു ഫ്രഞ്ചു ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനും, ദാർശനികനുമായിരുന്ന റെനിഡെസ്കാർട്ടിസ് (Rene Descartes–1596–1650), ബ്ലെയ്സ് പാസ്കൽ (Blaise Pascal–1623–62) എന്നിവർ ടോറിസെല്ലിയുടെ ആശയം മുറുകെപ്പിടിച്ചു. പാസ്കൽ അക്കാലത്തു് വാതകങ്ങളുടെയും, ദ്രവകങ്ങളുടെയും സമതുലിതാവസ്ഥ (Equilibrium) യെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനത്തിൽ മുഴുകിയിരിക്കുകയായിരുന്നു. ദ്രവങ്ങളും വാതകങ്ങളും എല്ലാ ദിശകളിലേക്കും തുല്യമർദ്ദം ചെലുത്തുമെന്ന തന്റെ നൂതന സിദ്ധാന്തം തെളിയിക്കാൻ മർദ്ദമാപനത്തിന്നായി അദ്ദേഹം ബറോമീറർ ഉപയോഗപ്പെടുത്തി. ഉയരം കൂടുന്തോറും അന്തരീക്ഷമർദ്ദം കുറഞ്ഞുവരുമെന്നു് അദ്ദേഹം പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ സ്ഥിരീകരിക്കുകയും ചെയ്തു.

കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രത്തിന്റെ പുരോഗതിയുടെ മറ്റൊരു നാഴികക്കല്ലാണു്, വാതകങ്ങളുടെ മർദ്ദത്തേയും വ്യാപ്തത്തേയും ബന്ധപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടുള്ള റോബർട്ടു് ബോയലിന്റെ സിദ്ധാന്തം. സുപ്രസിദ്ധനായ ഒരിംഗ്ലീഷ് രസതന്ത്രജ്ഞനും ഭൌതിക ശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന അദ്ദേഹം.(1627–91) "ഒരു സ്ഥിരോഷ്മാവിൽ, വാതങ്ങളുടെ വ്യാപ്തം മർദ്ദവുമാ

യി വിപരീതാനുപാതത്തിൽ വത്തിക്കുന്നു"വെന്നതാണു് പ്രസിദ്ധമായ ബോയിൽ നിയമം. ബോയിൽ ശലീലിയോവിന്റെ തെർമോമീറ്ററിനെയും ടോറിസെല്ലിയുടെ ബറോമീറ്ററിനെയും പരിഷ്കരിക്കുകയും ചെയ്തു.

1686 ൽ പ്രസിദ്ധ ഇംഗ്ലീഷ് ജ്യോതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ എഡ്മണ്ട് ഹാലി (Edmund Halley) 1656–1742 വാണിജ്യക്കാറ്റുകളേയും മോൺസൂൺ കാറ്റുകളേയും കുറിച്ചുള്ള തന്റെ അഭിപ്രായങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു. അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രത്തിലേക്കു് അതും ഒരു മുതൽക്കൂട്ടായിരുന്നു.

മറ്റൊരു ഇംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജോർജ്ജ് ഹാഡ്ലി (1685–1768) വാണിജ്യവാതങ്ങളെപ്പറ്റി കൂടുതൽ പഠനം നടത്തി. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സിദ്ധാന്തപ്രകാരം ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണത്തിന്റേയും, ഉഷ്ണരാജ്യങ്ങളിലെ (Tropics) ചൂടുമൂലമുണ്ടാവുന്ന വായുവിന്റെ സ്ഥാനഭ്രംശത്തിന്റേയും ഫലമായാണു് വാണിജ്യവാതങ്ങൾ ഉണ്ടാവുന്നതെന്നത്രെ. 1735–ൽ കൃപാകൊണ്ട ആ സിദ്ധാന്തത്തെ ഇന്നും അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ശരിവച്ചിരിക്കുകയാണു്.

അമേരിക്കയിൽ ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാൻക്ലിൻ എന്ന പ്രഗത്ഭനായ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കാലാവസ്ഥയെ സംബന്ധിച്ച വിലയേറിയ മറ്റൊരു വസ്തുത കണ്ടെത്തി. ഒരു പ്രദേശത്തു നിന്നു് മറ്റൊരിടത്തേയ്ക്കു് കൊടുങ്കാറ്റുകൾ നീങ്ങുമെന്നു് അദ്ദേഹമാണു് ആദ്യമായി നിരീക്ഷിച്ചറിഞ്ഞതു്. പില്ക്കാലത്തു് പല കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകന്മാരും ആ വസ്തുത ശരിയാണെന്നു് നിരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ മനസ്സിലാക്കി. കൊടുങ്കാറ്റുകൾ മാത്രമല്ല, അന്തരീക്ഷത്തിലെ മറ്റു സ്ഥിതിവിശേഷങ്ങളും ഇപ്രകാരം ഒരിടത്തു നിന്നു് മറ്റൊരിടത്തേയ്ക്കു് നീങ്ങുമെന്ന ഇന്നത്തെ തത്വത്തിൽ നിന്നു് വളരെ വിദൂരമല്ലല്ലോ ഫ്രാൻക്ലിന്റെ സിദ്ധാന്തം.

ഫ്രാൻക്ലിൻ തന്റെ സുപ്രസിദ്ധമായ 'Flyingkite' പരീക്ഷണത്തിൽ കൂടി ഇടിമിന്നലും വൈദ്യുതിയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം കണ്ടുപിടിച്ചപ്പോഴാണ് അദ്ദേഹം കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞനായി പരക്കെ അംഗീകരിയ്ക്കപ്പെട്ടത്.

കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തെ പുരോഗതിയിലേക്കു നയിച്ച അനേകം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരിൽ ചുരുക്കം ചിലരെക്കുറിച്ചു മാത്രമെ ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിച്ചിട്ടുള്ളൂ. ഇനിയും അവരുടെ പട്ടിക നീണ്ടുകിടക്കുകയാണ്. പതിനേഴാം ശതകത്തിലെയും. പതിനെട്ടാം ശതകത്തിലെയും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തെ ഉന്നം വെച്ചുകൊണ്ടല്ല അവരുടെ സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഭൌതിക ശാസ്ത്രത്തെ സംബന്ധിച്ച അവരുടെ സാമാന്യതത്വങ്ങൾ അന്തരിക്ഷ ശാസ്ത്രത്തിനു് സഹായകമായിത്തീർന്നു വെന്നേയുള്ളൂ. ഇന്നു് ഭൌതിക ശാസ്ത്രത്തിൽ ഉണ്ടായിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഓരോ വിജ്ഞാനശകലത്തേയും തങ്ങളുടെ ശാസ്ത്രത്തിലേയ്ക്കു് പകർത്താൻ അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ശ്രമിയ്ക്കുന്നുണ്ടു്. ചുരുക്കത്തിൽ ഇന്നു് അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രം ഭൌതികശാസ്ത്രത്തിന്റെ സുപ്രധാനമായ ഒരു ശാഖയായി തരം തിരിഞ്ഞിരിയ്ക്കുകയാണു്.

Synoptic Chart–ന്റെ ഉത്ഭവത്തോടെയാണു് അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രത്തിനു് ഒരു യഥാർത്ഥ ശാസ്ത്രശാഖയുടെ പദവി ലഭിച്ചതു്. എന്താണു് ഈ സിനോപ്ടിക് ചാർട്ടു്? വിശാലമായ ഒരു പ്രദേശത്തുള്ള അനേകം കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷണകേന്ദ്രങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിലെ അവസ്ഥാവിശേഷങ്ങളെക്കുറിച്ചു് ഒരേ സമയത്തു നടത്തിയിട്ടുള്ള നിരവധി നിരീക്ഷണങ്ങളെ ക്രോഡീകരിച്ചു് ഒരു പടത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തി അപഗ്രഥിക്കുന്നു. ഈ കാലാവസ്ഥാമേപ്പിനെയാണു് സിനോപ്ടിക് ചാർട്ടു് എന്നു പറയുന്നതു്. 1820 മുതൽക്കു് പ്രചാരത്തി

വന്നിട്ടുള്ള ഈ ചാർട്ടിന്റെ ഉപജ്ഞാതാവു് ഒരു ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനായ **Heinrich Wilhelm Brandes** ആണു്. അദ്ദേഹത്തെത്തുടർന്നു് ഒരിംഗ്ലീഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞനായ ഫ്രാൻസിസ് ഗാൽട്ടണും (1822–1911) ഈ തുറയിൽ വിജയകരമായ വളരെയേറെ ശ്രമങ്ങൾ നടത്തിയിട്ടുണ്ടു്. എന്നാൽ ഇത്തരം ചാർട്ടുകൾക്കു് പെട്ടെന്നു ജനസമ്മിതി നേടുവാൻ സാധിച്ചില്ല. വിശ്വാസയോഗ്യമായതും വേഗതയുള്ളതുമായ വാർത്താവിതരണ സമ്പ്രദായത്തിന്റെ (Telegraph) ആവിർഭാവത്തോടുകൂടി മാത്രമെ സിനോപ്ടിക് ചാർട്ടുകൾക്കു് കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിൽ അവയർഹിക്കുന്ന സ്ഥാനം ലഭിച്ചുള്ളൂ.

ഒരു ക്ലിപ്ത പരിധിക്കുള്ളിൽ മാത്രം ഒതുങ്ങിനിൽക്കുന്ന ഒന്നല്ല കാലാവസ്ഥയെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു് എപ്പോഴും അറിയാമായിരുന്നു. ദൂരെയുള്ള ഒരു സ്ഥലത്തെ ഇന്നത്തെ കാലാവസ്ഥ കൂടി കണക്കിലെടുത്തുകൊണ്ടുവേണം ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രദേശത്തെ നാളത്തെ കാലാവസ്ഥ കൃത്യമായി പ്രവചിക്കുവാൻ. ഏതാണ്ടു് 1800–ൽ പ്രചാരത്തിൽവന്ന ടെലിഗ്രാഫ് സമ്പ്രദായം വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള വാർത്തകൾ സമയനഷ്ടം കൂടാതെ ശേഖരിക്കുവാൻ സഹായകമായിതീർന്നു. അങ്ങനെ സിനോപ്ടിക് ചാർട്ടുകൾ കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിൽ പ്രായോഗികമായിത്തീരുകയും ചെയ്തു.

പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ പകുതിയായപ്പോഴേയ്ക്കും അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രം കുറെയേറെ മുന്നോട്ടു് പോയിരുന്നു. ഈ ശാസ്ത്രശാഖയിൽ മറ്റുള്ളവർക്കു് താല്പര്യം വർദ്ധിച്ചതോടെ മിക്ക രാഷ്ട്രങ്ങളിലും കാലാവസ്ഥാ കേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിയ്ക്കപ്പെട്ടു. അവയിൽ വെച്ചു് പഴക്കംചെന്ന ഒന്നാണു് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ "Meteorological office." അക്കാലത്തു് ഈ ഓ

ഫീസ് ഇംഗ്ലണ്ടിലെ തുറമുഖങ്ങളിലെ നഗരങ്ങൾക്ക് കൊട്ടുകാറുകളെക്കുറിച്ച് നൽകിയിരുന്ന മുന്നറിയിപ്പുകളും കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനങ്ങളും ഏറ്റവും വിലമതിയ്ക്കപ്പെട്ടിരുന്നു.

രാജ്യങ്ങളുടെ അതിർത്തികൾക്കുള്ളിൽ ഒതുക്കി നിർത്താവുന്ന ഒന്നല്ല കാലാവസ്ഥ എന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ക്രമേണ ക്രമേണ മനസ്സിലായി. അതോടുകൂടി നാനാരാഷ്ട്രങ്ങളും സഹകരണാടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രവർത്തനമാരംഭിച്ചു. അത്തരത്തിലുള്ള ഒരു സംയുക്തപ്രവർത്തനത്തിന്റെ പ്രാരംഭമായിരുന്നു 1853-ൽ ബ്രസ്സൽസ്സിൽ വെച്ചു നടന്ന കാലാവസ്ഥാ വിദഗ്ദ്ധന്മാരുടെ അന്താരാഷ്ട്രീയ സമ്മേളനങ്ങൾ. പിന്നീടു് 1873-ൽ കൂടുതൽ ക്രിയാത്മകമായ ഒരു സമ്മേളനം വിയന്നയിൽ വെച്ചു നടന്നു. അതിൽ പങ്കെടുത്ത വിവിധ രാഷ്ട്രങ്ങളിലെ കാലാവസ്ഥാ പ്രവചന കേന്ദ്രങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളെ ഏകീകരിക്കുവാൻ വിയന്ന സമ്മേളനം സഹായിച്ചു. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ പതിനൊന്നാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ഉത്തരാർദ്ധത്തിൽ കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിലും പരീക്ഷണ നിരീക്ഷണങ്ങളിലും മറ്റും സജീവമായ പങ്കു വഹിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

19-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തിലും 20-ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ ആദ്യഘട്ടത്തിലും ലോകത്തിലെ മിക്ക രാഷ്ട്രങ്ങളും കാലാവസ്ഥാകേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുകയെന്ന തിരക്കിട്ട പരിപാടികളിൽ മുഴുകിയിരുന്നപ്പോൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷവിജ്ഞാനത്തിന്റെ മേഖല കൂടുതൽ കൂടുതൽ വിപുലീകരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയായിരുന്നു. കാറ്റിന്റെ ദിശയേയും മർദ്ദത്തേയും അളക്കാനും രേഖപ്പെടുത്താനും കാലാവസ്ഥാചാർട്ടുകൾ നിർമ്മിക്കാനും വിതരണംചെയ്യാനും ഉള്ള മാർഗ്ഗങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതെല്ലാം അക്കാലത്തായിരുന്നു.

ഈ ഘട്ടത്തിലായിരുന്നു അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉയർന്ന തലങ്ങളെക്കുറിച്ചറിയാനുള്ള വൻതോതിലുള്ള ഗവേഷണ ശ്രമങ്ങൾ നടന്നതു്. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ കുഴപ്പത്തിലാക്കുന്ന പല കാലാവസ്ഥാവ്യതിയാനങ്ങൾക്കുമുള്ള വിശദീകരണം ആ പ്രദേശത്തുനിന്നു് ലഭിക്കുമെന്നു് അവർ ഉറച്ചു വിശ്വസിച്ചിരുന്നു. 1749–ൽ തന്നെ സ്കോട്ട്ലണ്ടിലെ ഡോക്ടർ അലക്സാണ്ടർ വിൽസൺ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉന്നത തലത്തെക്കുറിച്ചു് മനസ്സിലാക്കാൻ വേണ്ട തെർമോമീറ്ററുകൾ ഘടിപ്പിച്ച പട്ടങ്ങൾ ഉയരത്തിൽ പറപ്പിക്കുകയുണ്ടായി. വാതകം നിറച്ച ബലൂണുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തത്തോടു കൂടി ഈ തുറയിലുള്ള ഗവേഷണം കൂടുതൽ സജീവമായി തീർന്നു.

1892–ൽ ഗസ്റ്റേവ് ഹെർമിറ്റ്, ജോജ്സ് ഖെസാൻകൺ എന്ന രണ്ടു ഫ്രഞ്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ ഘടിപ്പിച്ച സൌണ്ടിംഗ് ബലൂണുകളുടെ (Sounding Balloons) ഉപയോഗം കണ്ടെത്തി. അവയുപയോഗിച്ചു് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉയർന്ന തലത്തിന്റെ മർദ്ദം, ഊഷ്മാവു്, ഈർപ്പനില മുതലായ വിവരങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്താമെന്നും മനസ്സിലാക്കി.

ഈ ബലൂണിന്റെ ഒരു പരിഷ്കൃത രൂപമാണു് 1920–ൽ ഫ്രഞ്ചു്, റഷ്യൻ, ജർമ്മൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാൽ നിർമ്മിതമായ **Radio sonde.** ഇതു് ബലൂണിനാൽ വഹിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു കൊച്ചു കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനാണെന്നു പറയാം. അതുയരുമ്പോൾ അതിന്നകത്തെ ഉപകരണങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉന്നതതലങ്ങളെക്കുറിച്ചു രേഖപ്പെടുത്തുന്ന വിവരങ്ങളെ ഭൂമിയിലേക്കു റേഡിയോ ചെയ്യുന്നു.

ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്തു് അന്തരീക്ഷത്തെക്കുറിച്ചു് സുപ്രധാനമായ മറെറാരു ഗവേഷണം നടന്നു. അതിന്റെ ഫലമായാണു് **"Polar frout Theory"** രൂപംകൊണ്ടതു്.

വടക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിലെ കാലാവസ്ഥ ഈ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഇന്നും വിശദീകരിക്കപ്പെട്ടുന്നുണ്ട്. **Vilhelm and Jakob B Jerknes** എന്നിവരുടെ നേതൃത്വത്തിലുള്ള ഒരു സംഘം നോർവേജിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണ് ഈ സിദ്ധാന്തം ആവിഷ്കരിച്ചത്.

പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഇന്ന് അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രം വളരെയേറെ മുന്നോട്ടുപോയിട്ടുണ്ടെന്നു ഇപ്പോൾ വ്യക്തമായല്ലൊ. ഉത്തരം കിട്ടാത്ത നിരവധി പ്രശ്നങ്ങൾ ഇനിയും അവശേഷിക്കുന്നുണ്ടെന്നും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കറിയാം. എന്തായാലും കഴിഞ്ഞ 50 വർഷങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ഈ ശാസ്ത്രശാഖയ്ക്കുണ്ടായിട്ടുള്ള പുരോഗതി അത്ഭുതാവഹമാണ്. ഈ ശാഖയിൽതന്നെ ഇപ്പോൾ രണ്ട് ഉപപ്പിരിവുകളുണ്ട്. (1) **Meteorology** (2) **Climatology.**

ഭൂഗോളത്തെ മൊത്തത്തിൽ അപഗ്രഥിക്കിക്കൊണ്ടുള്ള കാലാവസ്ഥയാണ് ഒരു കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ **Climatologist** ചിന്താവിഷയം. സാമാന്യേന നീണ്ട ഒരു കാല പരിധിയ്ക്കുള്ള കാലാവസ്ഥയെ സംബന്ധിച്ച കണക്കു ക്രോട്ടുകളാണ് അദ്ദേഹം നടത്തുന്നത്. അതിനു വേണ്ടി അയാൾക്കു മലപോലെ കുന്നുകൂടിക്കിടക്കുന്ന അനേകം കാലാവസ്ഥാഘടകങ്ങൾ –ഉഷ്മാവു്, മർദ്ദം, വർഷപാതം, മേഘനില, കാറ്റിന്റെവേഗത മുതലായവ–അപഗ്രഥിച്ചു് പഠിയ്ക്കേണ്ടതായിട്ടുണ്ട്. അതിനെ അടിസ്ഥാനമാക്കിക്കൊണ്ട് ഓരോ മാസത്തേക്കും വർഷത്തേയ്ക്കുമുള്ള കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനം നടത്തുന്നു.

മറ്റൊരു വിഭാഗമായ **'Meteorology'** ഒരു പ്രത്യേക സ്ഥലത്തിന്റെ പരിധിയ്ക്കുള്ളിൽ ഒതുങ്ങി നില്ക്കുന്നതാണ്. ആ സ്ഥലത്തെ നാളത്തെ കാലാവസ്ഥ എന്തായിരിക്കുമെന്നു പ്രവചിയ്ക്കുവാനുള്ള ബാദ്ധ്യത മാത്രമെ ഈ വിഭാഗത്തിലേപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കുള്ളൂ.

ഇനിയും മറവരണ്ടെ വിഭാഗങ്ങൾകൂടിയുണ്ട്. ഒന്ന്, അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്ന് കാലാവസ്ഥയെ സംബന്ധിച്ച വിവരങ്ങൾ ശേഖരിയ്ക്കുവാനുപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തെക്കുറിച്ചും മറവുമുള്ളതാണ്, രണ്ടാമത്തേതിൽ കാലാവസ്ഥാഘടകങ്ങളുടെ അപഗ്രഥനവും ഗവേഷണ സ്വഭാവമുള്ള മറവ പഠനങ്ങളുമുൾപ്പെടുന്നു.

കാലാവസ്ഥാ പഠനത്തിനും, പ്രവചനത്തിനുമായി ഐക്യരാഷ്ട്ര സംഘടനയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്ന ഒരു പ്രത്യേക സംഘടന തന്നെ ഇന്ന് നിലവിലുണ്ട് **W MO (World Meteorological Organisation.)** ന്യൂറിൽ പരം രാഷ്ട്രങ്ങൾ അതിലംഗങ്ങളാണ്. വിവിധ രാഷ്ട്രങ്ങളിലെ കാലാവസ്ഥാ പഠനങ്ങൾക്ക് ഐകരൂപ്യവും, ഉന്നമനവും വരുത്തലാണ് സംഘടനയുടെ ലക്ഷ്യം. ലോകത്തിലങ്ങിങ്ങായിക്കിടക്കുന്ന 8,500-ൽ പരം കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണകേന്ദ്രങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനങ്ങളുമായി സംഘടനയ്ക്ക് ബന്ധമുണ്ട്. ഈ കേന്ദ്രങ്ങൾ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഊഷ്മാവ്, ഈർപ്പനില, മർദ്ദം, കാറിന്റെദിശ, വേഗത, ദൃശ്യത, മേഘസ്ഥിതി എന്നിങ്ങനെയുള്ള വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ച്, ലോകത്തിലെവിടേയും അറിയപ്പെടുന്ന ഒരു "കോഡിലേയ്ക്ക്" അവയെ പരാവർത്തനം ചെയ്യുന്നു. പിന്നീട് അവയെ സിനോപ്ടിക്ക് കേന്ദ്രങ്ങളിലേക്ക് റോഡിയോ, ടെലിടൈപ്പ് എന്നിവ മുഖാന്തരം എത്തിയ്ക്കുന്നു. അതിനു ശേഷം ലോകത്തിലെങ്ങുമുള്ള ആയിരക്കണക്കിലുള്ള കാലാവസ്ഥാ പ്രവചന കേന്ദ്രങ്ങൾക്ക് അവ വിതരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നു.

സമുദ്രങ്ങളിലെ കാലാവസ്ഥാ സ്ഥിതിവിവരങ്ങൾ ശേഖരിയ്ക്കുവാൻ വിഷമമുണ്ട്. ഈ വിഷമപ്രശ്നം പരിഹരിയ്ക്കുന്നായി W MO വിന്റെ കീഴിൽ ഒരു പ്രത്യേക ഏർപ്പാടുണ്ട്.

Selected ship scheme—S S S—എന്നാണതിന്റെ പേർ. ലോകത്തിന്റെ എല്ലാ ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കും സഞ്ചരിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന 3000–ത്തിലധികം തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട കപ്പലുകൾ അതിൽ പങ്കുകൊള്ളുന്നുണ്ട്. അവയിലെ നാവികർ സമുദ്രങ്ങളിലെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകൾ ശേഖരിച്ചു് കരയിലെ സ്റ്റേഷനുകളിലേയ്ക്കയയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വായുമണ്ഡല നിരീക്ഷണവും, പഠനവും, കാലാവസ്ഥാപ്രവചനങ്ങളും ദിവസത്തിൽ ഇരുപത്തിനാലു മണിക്കൂറും ആഴ്ചയിൽ ഏഴു ദിവസവും മുടങ്ങാതെ നടക്കേണ്ട പ്രവർത്തനങ്ങളാണു്. കാലാവസ്ഥ ഒരിക്കലും സ്ഥിരമല്ലല്ലൊ. അതു് അങ്ങനെ സദാ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. അതിലുണ്ടാവുന്ന ഓരോ സംഭവവും നിരീക്ഷിച്ചറിയാനും, വ്യാഖ്യാനിക്കാനും കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞൻ സന്നദ്ധനായി കാത്തു നിൽക്കണം. ചിലപ്പോൾ പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങളുടെ "തലതിരിഞ്ഞ" സ്വഭാവം ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ അപഗ്രഥനപഠനങ്ങളെയാകമാനം തകിടംമറിക്കും. അങ്ങനെ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ വിശദമായും ശ്രദ്ധയോടുകൂടിയും തയ്യാറാക്കിയ കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനങ്ങൾ തെറ്റിപ്പോകും. ഈ നിസ്സാര പരാജയങ്ങൾ, കാലാവസ്ഥയുടെ വിചിത്ര സ്വഭാവങ്ങളെപ്പറ്റി അവഗാഹപഠനം നടത്തുവാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞനു് അവസരമുണ്ടാക്കിക്കൊടുക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്.

അദ്ധ്യായം 2

കാലാവസ്ഥയുടെ ലോകം

അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വിവിധ മേഖലകൾ:- ഇടയ്ക്കിടെ കാലാവസ്ഥ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. വെയിലോ, മഴയൊ, ചൂടൊ, തണുപ്പോ, മഞ്ഞോ, ഇളംതെന്നലൊ, കൊടുങ്കാറ്റൊ എന്തുണ്ടായാലും ആദ്യമായി നാം ഭൂഗോളത്തെ വലയം ചെയ്യുന്ന അന്തരീക്ഷമാകുന്ന ആവരണത്തെ പുകഴ്ത്തുകയൊ, പഴിക്കുകയൊ ചെയ്യുന്നു. ഊർജത്തിന്റെ അനശ്വരമായ സംഭരണകേന്ദ്രമായ സൂര്യനാണ് അഥവാ സൂര്യോർജ്ജം അന്തരീക്ഷത്തിൽ വരുത്തിത്തീർക്കുന്ന ഫലങ്ങളാണ് കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന ഈ മാറ്റങ്ങൾക്കെല്ലാം കാരണം.

ഭൂഗോളത്തിന്റെ അന്തരീക്ഷം അത്ഭുതത്തിന്റെ ഒരു പ്രതീകമാണ്. നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷം ശൂന്യാകാശത്തിൽ പെട്ടെന്നൊരു ദിവസം ലയിച്ചില്ലാതെയാകുന്നെങ്കിൽ ജീവനാസ്പദമായ വാതകങ്ങളും എന്നെന്നേയ്ക്കുമായി അപ്രത്യക്ഷപ്പെടുമെന്നു മാത്രമല്ല ഉൽക്കകളുടേയും, സൂര്യന്റെ വികിരണ രശ്മികളുടെയും മാരകമായ പതനത്തിനെതിരായുള്ള നമ്മുടെ ഒരു രക്ഷാകവചം നമുക്ക് നഷ്ടപ്പെടുകയും ചെയ്യുമായിരുന്നു. അതിനാൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷത്തെ ഗവേഷണത്തിനും പഠനത്തിനുമുള്ള രസാവഹമായ ഒരു വിഷയമായി കരുതിപ്പോന്നതിൽ അത്ഭുതത്തിനവകാശമില്ല. കഴിഞ്ഞ നൂറ്റാണ്ടുകാലത്തിനിടയ്ക്ക് അന്തരീക്ഷത്തെക്കുറിച്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കുറെയേറെ വസ്തുതകൾ കണ്ടുപിടിച്ചുവെങ്കിലും അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വിശാലതയോട് അവയെ താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ അവ തുലോം നിസ്സാരങ്ങളാണ്. ഒട്ടേറെ സംഗതികൾ ഇനിയും കണ്ടുപിടിക്കാനിരിക്കുന്നേയുള്ളൂ.

വാതകമിശ്രങ്ങളുടെ ഒരു "സമുദ്ര"മാണ് നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷം. ഏതാണ്ട് 21 ശതമാനം ഓക്സിജനും 78 ശതമാനം നൈട്രജനും 1 ശതമാനം ആർഗണും അതിലുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ചുരുങ്ങിയ തോതിൽ കാർബൻ ഡയോക്സൈഡും ഹീലിയവും ക്രപ്ടോണും, നിയോണും അതിലുണ്ട്. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വ്യാപ്തി, ഉയരത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ മേല്പോട്ട് 500 മൈൽ ആണെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ വ്യക്തമായ അതിർത്തി നിശ്ചയിക്കാനൊന്നും സാദ്ധ്യമല്ല. കാരണം മുകളിലോട്ട് വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന അന്തരീക്ഷം ക്രമേണ ക്രമേണ ബഹിരാകാശ ശൂന്യതയിൽ ലയിക്കുകയാണു്.

മേൽ പ്രസ്താവിക്കപ്പെട്ട വാതകങ്ങൾക്കു പുറമെ മറൊരു പ്രധാന വസ്തുക്കൂടി അന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ട്—ജലബാഷ്പം—അതില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ ആകാശത്തിൽ മേഘങ്ങളുണ്ടാകുമായിരുന്നില്ല. മേഘങ്ങളുടെ അസാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ സൂര്യകിരണങ്ങളിൽ നിന്നു് രക്ഷനേടാനും, മഴ ലഭിയ്ക്കാനും വിഷമമാണല്ലോ. ഭ്രമിയിൽ നിന്നു് 5 മൈൽ ഉയരത്തിനുള്ളിലാണു് ജലബാഷ്പത്തിന്റെ ഭ്രരിഭാഗവും അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു്.

പൊടി, പുക, സമുദ്രജലത്തിന്റെ ഉപ്പുതരികകം എന്നിവയും അന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ടായിരിക്കും. മൈക്രോസ്കോപ്പു കൊണ്ടുപോലും കാണാൻ പ്രയാസമുള്ള ചെറിയ ഖരവസ്തുക്കം മുതൽ നഗ്നദൃഷ്ടികകം കൊണ്ടു് കാണാൻ തക്കവണ്ണം വലുപ്പമുള്ള ഖരവസ്തുക്കം വരെ അതിലടങ്ങീയിരിക്കുന്നു.

അന്തരീക്ഷ വായുവിനു് പിണ്ഡവും (Mass) തൂക്കവും (Weight) ഉണ്ടു്. അതിന്റെ തൂക്കത്തിന്റെ പകുതിയും കേന്ദ്രീകരിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നതു് സമുദ്രനിരപ്പിൽനിന്നു് 3 മൈൽ ഉയരംവരെയുള്ള സ്ഥലത്താണു്. അന്തരീക്ഷവായു

മർദ്ദം ഒരു ചതുരശ്ര അടിയ്ക്ക് 2116 റാത്തൽ ആണ്. അ ത്രയും മർദ്ദം താങ്ങിക്കൊണ്ടാണ് നാമോരോരുത്തരും ജീവി യ്ക്കുന്നത്. അതിനെ നിവ്വീര്യപ്പെടുത്താൻതക്കവണ്ണമുള്ള തുല്യ മർദ്ദം നമ്മുടെ ഉള്ളിൽനിന്ന് അതിനു വിപരീതമാ യി ചെലുത്തുന്നതുകൊണ്ടാണ് നാം ചതഞ്ഞരഞ്ഞു പോകാ ത്തത്. നാം അതിനെക്കുറിച്ചൊന്നും അറിയുന്നില്ലെന്നുമാത്രം. അന്തരീക്ഷമർദ്ദം ഏറ്റവുമധികം അനുഭവപ്പെടുന്നത് സ മുദ്രവിതാനത്തിലാണ്. മേല്പോട്ട പോകുന്തോറും അതു കുറ ഞ്ഞുവരുന്നു.

ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷത്തെ പല അടരുകളായി (Layers) വിഭജിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഭ്രമിയുടെ ഉപരിതലത്തെ തൊ ട്ടുകിടക്കുന്ന അടരിന് Troposphere എന്നാണ് പേർ നൽ കിയിരിയ്ക്കുന്നത്. ഋതുക്കൾക്കും ഉയരത്തിനുമനുസരിച്ച് ഈ അടരിന്റെ കനം വ്യത്യാസപ്പെടും. ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയിൽ നിന്ന് സുമാർ 54,000 അടി ഉയരംവരേയും ധ്രുവങ്ങളിൽ നിന്ന് 28,000 അടി ഉയരംവരേയും Troposphere ആണെ ന്ന് സങ്കല്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഉഷ്ണകാലത്ത് ഈ അടരിന്റെ കനം ക്കൂടുതലും ശൈത്യകാലത്ത് കുറവും ആണ്. അന്തരീ ക്ഷത്തിലെയും ഭ്രമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലെയും ഉഷ്ണ വ്യ ത്യാസങ്ങളാണ് ഇതിനു കാരണമെന്നു വിശ്വസിയ്ക്കപ്പെട്ട ന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ തൂക്കത്തിന്റെ മുക്കാൽ ഭാഗവും ഈ അടരിന്റെതാണ്. ജലബാഷ്പം, കാർബൺഡയോ ക്സൈഡ് എന്നിവയുടെ ഭൂരിഭാഗവും ഈ അടരിലാണുള്ളത്. തൽഫലമായി പലതരത്തിലുള്ള വായു ക്ഷോഭങ്ങളും കൊട്ട ങ്കാറ്റുകളും ഇവിടെ കാണപ്പെടുന്നു

രണ്ടാമത്തെ അടരിനെ ട്രോപ്പോപാസ് (Tropopause) എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു. കനംകുറഞ്ഞതാണിതു്. ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയ്ക്കു

ടുത്തു് 50,000 അടിയും ധ്രുവങ്ങളിൽ 25,000 അടിയുമാണു് ഇതിന്റെ ഏതാണ്ടു് കനം. Tropopasue ശക്തിയേറിയ വായു പ്രവാഹങ്ങൾക്കു് ശ്രുതിപ്പെട്ട മേഖലയാണു്. ഈ വായു പ്രവാഹങ്ങൾ "ജെറ്റ് സ്ട്രീം" (Jet streams) എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെടുന്നതു്. ഇവ കാലാവസ്ഥയിൽ ഗണ്യമായ സ്വാധീനം ചെലുത്താറുണ്ടു്.

Tropopausc-നും മീതെ 50 മൈലിലേറെ ഉയരത്തിലുള്ള മൂന്നാമത്തെ അടരാണു് സ്റ്റാറോസ്ഫിയർ (Stratosphere). അതിന്റെ പ്രത്യേകത അവിടെ ഓക്സിജൻ കുറവാണെന്നതാണു്. ഈ അടരിലേയ്ക്കു് നാം പ്രവേശിയ്ക്കുമ്പോൾ ശ്വസിയ്ക്കുവാനുള്ള ഓക്സിജൻക്കൂടി നമ്മുടെ കൈവശമുണ്ടായിരിയ്ക്കണം.

Stratosphere ന്റെ മുകൾപരപ്പിനു് ഓസോൺസ്ഫിയർ (ozonesphere) എന്നു പ്രത്യേകം പേർ നൽകിയിട്ടുണ്ടു്: ഇതു താഴെയുള്ള മേഖലയിൽ നിന്നു് വളരെ വ്യത്യസ്തമാണു്. ഇതിനു കാരണം Stratosphere-ന്റെ മുകൾ ഭാഗം സൂര്യന്റെ വികിരണരശ്മികളെ വളരെയധികം ആഗിരണം ചെയ്തു് ozone (Oz) നിർമ്മിക്കുന്നുവെന്നതാണു്. സൂര്യന്റെ റേഡിയേഷൻ മൂലം രൂപപ്പെടുന്നതും വിഘടിക്കുന്നതുമായ ഒരു സ്ഥിരവാതകമാണു് ഓസോൺ.

Stratosphereനുമപ്പുറം 240 മൈൽഉയരത്തിൽ ബഹിരാകാശശൂന്യത വരെ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന അടരാണു് അയോണോസ്ഫിയർ (Ionosphere). ഒലിവർ ഹെവിസൈഡ് എന്ന ഒരിംഗ്ലീഷ് ഭൌതിക ശാസ്ത്രജ്ഞനും ആർതർ കെന്നെലി എന്ന ഒരമേരിക്കൻ എഞ്ചിനീയറും ആണു് പരസ്പരം അറിയാതെ ആദ്യമായി ഇത്തരമൊരു മേഖലയെക്കുറിച്ചു

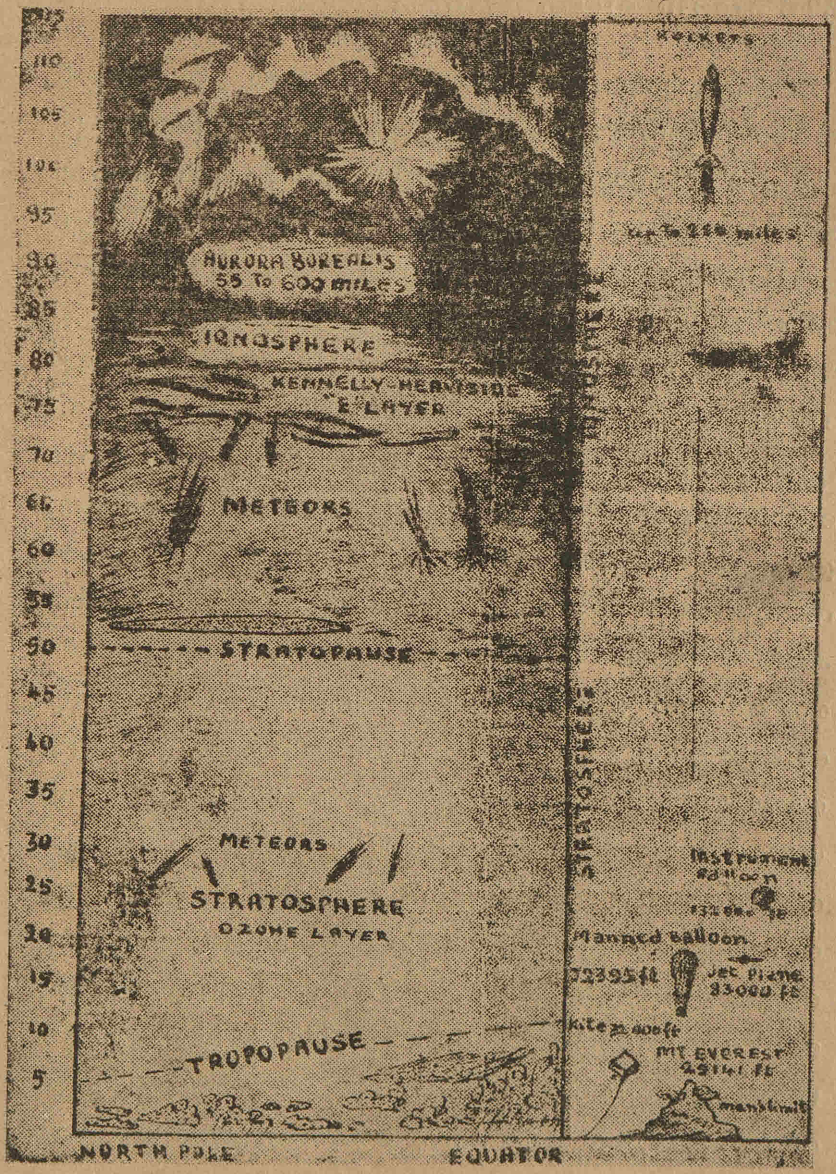
സൂചന നൽകിയതു്. ഒരു സ്ഥലത്തുനിന്നു ദൂരെയുള്ള മറെറാരു സ്ഥലത്തേക്കു അന്തരീക്ഷത്തിൽ കൂടി റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ സഞ്ചരിക്കണമെങ്കിൽ അത്തരമൊരു മേഖല ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്ന അഭ്യൂഹമാണു് അവരുടെ സിദ്ധാന്തത്തിനു് ഉപോൽബലകമായിരുന്നതു്. ഉയരത്തിൽ പറക്കുന്ന ബലൂണുകളുടെയും മറെറ പരീക്ഷണോപകരണങ്ങളുടെയും സഹായത്താൽ മറെറ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ **Ionosphere** ന്റെ സാന്നിദ്ധ്യം തെളിയിച്ചു. ഒരുതരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ റേഡിയോതരംഗങ്ങളെ പ്രതിഫലിപ്പിക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഫലകം (**Reflector**) ആണു്, ആ മേഖല. ഒരു സ്റ്റേഷനിൽ നിന്നു അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്കയയ്ക്കപ്പെടുന്ന റേഡിയേതാരംഗങ്ങൾ **Ionosphere**–ൽ ചെന്നടിയുമ്പോൾ അവ പ്രതിഫലിക്കപ്പെട്ടു് ഭൂമിയിലേക്കുതന്നെ പിന്മടങ്ങി മറെറാരു വിദൂരസ്ഥലത്തെത്തുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. **Ionosphere** അവിടെയില്ലായിരുന്നെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്കയയ്ക്കപ്പെടുന്ന റേഡിയോതരംഗങ്ങൾ ബഹിരാകാശശൂന്യതയിലെത്തി അപ്രത്യക്ഷമാകുമായിരുന്നു.

Ionosphere സൂര്യനിൽ നിന്നുവരുന്ന വികിരണരശ്മികൾക്കു് (**Radiations**) വളരെയധികം സംവേദാത്മകമാണു് (**Sensitive**)–പ്രത്യേകിച്ചു് സൂര്യനിലെ കലകൾ (**Sun spots**) പതിവിലേറെ പെരുകിയ സമയങ്ങളിൽ. അപ്പോൾ റേഡിയോവിന്റെ പ്രവർത്തനത്തിനുപോലും തടസ്സം നേരിടുന്നു. **Ionosphere** നു് ആ പേർ സിദ്ധിച്ചതുതന്നെ അവിടെ എണ്ണമറെറ "അയോണുകൾ" (**Ions**) അടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു കൊണ്ടാണു്. (ഇലക്ട്രോണുകൾ നഷ്ടപ്പെട്ട ആറെറങ്ങളാണു് അയോണുകൾ. ദ്രവ്യത്തിന്റെ നെഗറെറീവു് ചാർജ്ജു് ഉള്ള കണങ്ങളാണു് ഇലക്ട്രോണുകൾ.)

Ionosphere ന്റെ അത്ഭുതകരങ്ങളായ ഭൌതിക സ്വഭാവങ്ങളെല്ലാം സൂര്യനെ ആസ്പദിച്ചുള്ളവയാണ്. ആ മേഖലയുടെ ഉഷ്ണത—27° ഫാറൻഹീറ മുതൽ 4000° F വരെയാണെന്ന് കേൾക്കുമ്പോൾ തന്നെ അത്ഭുതം തോന്നുന്നില്ലേ? സൂര്യന്റെ വികിരണരശ്മികൾ മൂലം അവിടെ തുടച്ചയായിനടന്നുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന "അയോണൈസേഷന്റെ" (Ionization) ഫലമായാണ് അത്ര ഉയർന്ന ഉഷ്ണത അവിടെ സംജാതമാകുന്നതെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കരുതുന്നു. ഈ വികിരണം മൂലം Ionosphere ന്റെ ഉയരം, വിതാനം, വ്യാപ്തി എന്നിവ തന്നെ മാറുന്നുണ്ട്.

Ionosphere നുമപ്പുറത്താണ് 'എക്സോസ്ഫിയർ' (Exosphere). അതിന്റെ അതിർത്തികളും സ്വഭാവങ്ങളും ഇനിയും പൂർണ്ണമായി അറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ബഹിരാകാശത്തിന്റെ പടിവാതിൽക്കലാണ് ഈ മേഖല കിടക്കുന്നത്. താഴെയുള്ള മേഖലകളിൽ കാണപ്പെടുന്നവയും മനുഷ്യജീവിതത്തിനത്യാവശ്യവുമായ മൂലകങ്ങളും ഈ മേഖലയിൽ വിരളമാണ്.

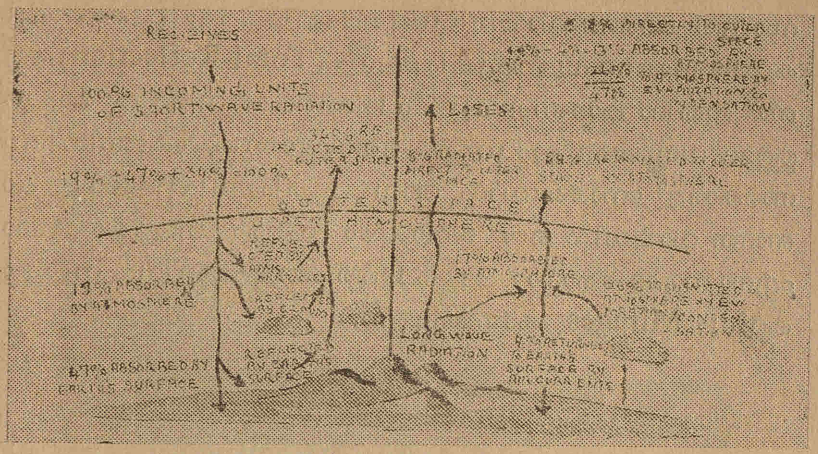
മേൽ പ്രസ്താവിയ്ക്കപ്പെട്ട അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ മുഖ്യമായ മേഖലകൾക്കു പുറമെ **Chemosphere, Neutrosphere, Homosphere, heterosphere, F_1 layer, F_2 layer** എന്നിങ്ങനെയുള്ള മറ്റു പല ഉപമേഖലകളുമുണ്ട്. അവ മറ്റു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം പ്രാധാന്യമർഹിയ്ക്കുന്നവയായിരിയ്ക്കാം. എന്നാൽ അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞനു മുഖ്യമായ മേഖലകളിൽ മാത്രമെ ശ്രദ്ധ പതിപ്പിക്കേണ്ടതുള്ളൂ. കാരണം കാലാവസ്ഥയോടു ബന്ധപ്പെട്ട പ്രക്രിയകളും മിയ്ക്കവാറും താണ മേഖലകളിലാണ് നടക്കുന്നത്.



ചിത്രം 2—1 അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വിവിധ മേഘലകൾ

ഗ്രീൻ ഹൌസ് ഇഫക്ട് (Green House Effect)

കാലാവസ്ഥ രൂപപ്പെട്ടതിലും നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തിൽ ജീവനെ നിലനിർത്തിലും അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ടു ചുമതലകളാണല്ലോ. ഇവയ്ക്കു പുറമെ മറ്റൊരു ചുമതലയുംകൂടി അന്തരീക്ഷത്തിനുണ്ട്—'ഗ്രീൻ ഹൌസ് ഇഫക്ട്' (Green house effect) സൃഷ്ടിയ്ക്കൽ. സൂര്യൻ ഭൂമിയിൽ ചൊരിയുന്ന താപപ്രസരം ചെറിയ തരംഗങ്ങളുടെ രൂപത്തിലാണ്. ഇവയെ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം ആഗിരണം ചെയ്ത് ദീർഘതരംഗങ്ങളാക്കി മാറ്റി അന്തരീക്ഷത്തിലെക്കുതന്നെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ചയയ്ക്കുന്നു. സ്വീകരിയ്ക്കുന്നതിനെക്കാൾ സാവകാശത്തിലാണ് ഈ ഊർജ്ജം ഭൂമി വിതരണം ചെയ്യുന്നത്. ഈ വികിരണ പ്രക്രിയ രാവും, പകലും സ്ഥിരമായി നടന്നുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ പകൽ സമയത്തേക്കാൾ രാത്രിയിലാണ് ക്രൂടതൽ നടക്കുന്നത്. ഭൂമി വികിരണം ചെയ്യുന്ന ദീർഘതരംഗങ്ങളെ അന്തരീക്ഷം ഒരു സ്പോഞ്ചിനെപ്പോലെ (Sponge) ആഗിരണം ചെയ്യുന്നു. അവയിൽ അല്പം മാത്രം ബഹിരാകാശത്തേയ്ക്ക് രക്ഷപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഈ പ്രകാശ തരംഗങ്ങളെ ആഗിരണം ചെയ്ത് ഭൂമിയുടെ താപം നഷ്ടപ്പെടാതെ തടഞ്ഞുനിർത്തുന്നത് അന്തരീക്ഷത്തിലെ ജലബാഷ്പമാണ്. നല്ല വെയിലുള്ള ഒരു ദിവസത്തിന്റെ അവസാനത്തിൽ ഒരു 'ഗ്രീൻ ഹൌസി'ന്റെ താപനഷ്ടം പരമാവധി കുറയ്ക്കുന്നത് അതിലെ കണ്ണാടിച്ചില്ലുകളാണല്ലോ. ഒരു ഗ്രീൻ ഹൌസി'ന്റെ കണ്ണാടിച്ചില്ലുകളുടെ പ്രവൃത്തിയാണ് അന്തരീക്ഷത്തിലെ ജലബാഷ്പം ഒരു തരത്തിൽ നിർവ്വഹിയ്ക്കുന്നത്.



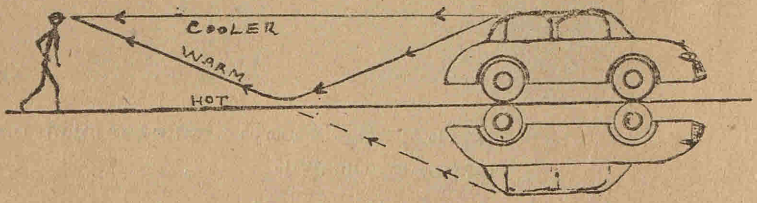
ചിത്രം 2—2 വികിരണംമൂലം ഭൂമിയ്ക്കും അന്തരീക്ഷത്തിനുമുണ്ടാവുന്ന താപ ലാഭവും താപനഷ്ടവും

മേൽപറഞ്ഞ 'Green house effect)' ഭൂമിയിൽ ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ പ്രത്യേകിച്ചും വ്യക്തമായി കാണാവുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി മരുഭൂമിപ്രദേശങ്ങളിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ജലബാഷ്പം നന്നെ കുറവായിരിക്കും. അതിനാൽ രാത്രിസമയങ്ങളിൽ ഭൂമിയിൽ നിന്നു താപം വളരെ വേഗത്തിൽ നഷ്ടപ്പെട്ടുന്നു. അതിന്റെ ഫലമായി അവിടെ ഉഷ്ണത പെട്ടെന്നു് താഴുന്നു. എന്നാൽ ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ധാരാളംജലബാഷ്പം അടങ്ങിയിരിക്കുന്നതിനാൽ ഭൂമിയുടെ താപവികിരണ രശ്മികളെ [മുഴുവനും ജലബാഷ്പം ആഗിരണം ചെയ്യുകയും താപനഷ്ടം പരമാവധി കുറയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുകൊണ്ടു് ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ രാപ്പകൽ ഭേദമെന്യ ഉഷ്ണത ഏതാണ്ടു് ഒരുപോലെയിരിക്കും.

മൃഗതൃഷ്ണ (Mirage)

നല്ല ചൂടുള്ള ദിവസങ്ങളിൽ "മൃഗതൃഷ്ണ" (Mirage) എന്നൊരു പ്രതിഭാസം കാണപ്പെടാവുണ്ടു്. ചൂടുപിടിച്ചു്

സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ വായുവിന്റെ അടരിൽ തട്ടി പ്രകാശരശ്മി കൾക്കുണ്ടാകുന്ന പൂർണ്ണപ്രതിഫലനം (Total Reflection) ആണ് ഇതിനു കാരണം. ചൂട്ട പഴുത്ത വായുവിന്റെ അപ്പുറത്തുള്ള വസ്തുക്കളെ ഇപ്പുറത്തു് ഒരു പ്രത്യേക കോണിൽ നിന്നുകൊണ്ടു് നോക്കുമ്പോൾ അവ പ്രതിഫലിപ്പിക്കപ്പെട്ട കാണുന്നു. വായുവിൽ ഒരു ജലാശയം തുത്തം വയ്ക്കുകയാണോ എന്നു നമുക്കു തോന്നും. ചൂട്ട പഴുത്ത മരുഭൂമികളിലും നിരത്തുകളിലും **Mirages** കാണപ്പെടുന്നു.



ച.ത്രം 2—3 മൃഗതൃഷ്ണ (Mirage)

സൂര്യനും അന്തരീക്ഷവും

നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തിലെ കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന സകല മാറ്റങ്ങൾക്കും അടിസ്ഥാനപരമായ കാരണം സൂര്യനാണെന്നു് മുമ്പുതന്നെ പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടല്ലൊ. സൂര്യൻ അവിരാമമായി പ്രവർത്തിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു താപഎഞ്ചിനാണെന്നു്— അഥവാ ഒരു ക്രൂറൻ അറേറാമിക് പവർ പ്ലാന്റാണു്. അതിലുമുപരി, അതു് അത്യുഷ്ണാവസ്ഥയിലിരിക്കുന്ന വാതകങ്ങളുടെ ഒരു വലിയ ഗോളവുമാണു്. ഭ്രമിയെപ്പോലെതന്നെ സൂര്യനും അതിന്റെ സ്വന്തം അക്ഷത്തിന്മേൽ തിരിയുന്നുണ്ടു്. ഭ്രമിയുടെ അക്ഷത്തിൽ നിന്നു് 83° ചരിഞ്ഞാണു് സൂര്യൻ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നതു്. സൂര്യന്റെ പരിധി 2.7 മില്യൻ മൈലിലേറെയുണ്ടു്. ഇതു ഭ്രമിയുടെ പരിധിയുടെ 100 ഇരട്ടിയാണു്. സ്വയം അക്ഷത്തിന്മേൽ ഒരു പ്രാവശ്യം ഭ്രമണം പൂർത്തിയാക്കാൻ സൂര്യനു് നമ്മുടെ 25½ ദിവസം വേണം. സൂ

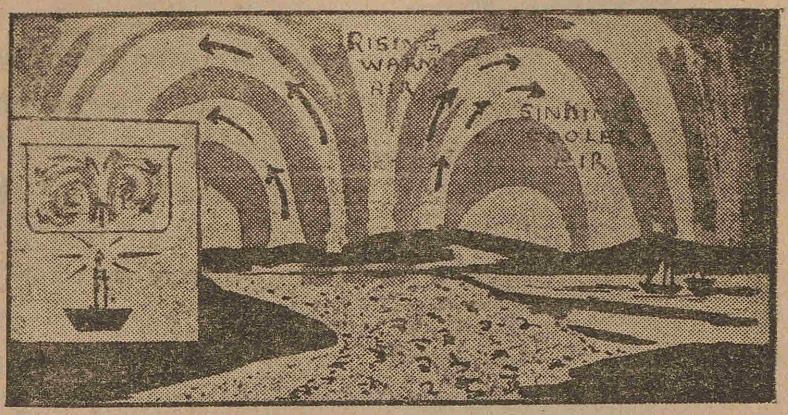
ര്യൻ ഭ്രമിയിൽ നിന്നും 93 മിലുൻമൈൽ അകലെയാണെങ്കി ലും അതു് ഭ്രമിയുടെ മേൽചെലുത്തുന്നആകർഷണബലം വളരെ വലുതാണു്. സ്വയം കറങ്ങിക്കൊണ്ടു് ശൂന്യതയിലെ ദീർഘ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഭ്രമണപഥത്തിൽക്കൂടി ഭ്രമി സൂര്യനെ ചു റ്റിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിന്റെ പിന്നിലുള്ള രഹസ്യം ആ ആകർഷണബലമാണു്.

സൂര്യൻ അവിരാമമായി താപവും പ്രകാശവും ഉല്പാദി പ്പിയ്ക്കുന്നതു് അവിടെനടക്കുന്ന ന്യൂക്ലിയർഫ്യൂഷൻ (Nuclear Fusion) പ്രവത്തനം മൂലമാണു്. ആ പ്രവത്തനത്തിൽ ഹൈഡ്രജൻ ഹീലിയമായിമാറുന്നു. ഹൈഡ്രജൻ ബോമ്പി ന്റേയും തത്വം അതാണല്ലോ. സൂര്യന്റെ ഉപരിതലത്തിന്റെ ഉഷ്ണത ഏതാണ്ടു് 6,000° സെൻറിഗ്രേഡും ഉൾഭാഗത്തു് 40 മിലുൻ ഡിഗ്രിയുമാണെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനി യ്ക്കുന്നു. ഇടയ്ക്കിടെ ന്യൂക്ലിയർ ഫ്യൂഷൻമൂലം സൂര്യനിൽ വി സ്ഫോടനങ്ങളും നടക്കാറുണ്ടു്. തൽഫലമായി തീജ്വാല യുടെ ജിഹ്വകളും സകല അതിർത്തികളെയും അതിലംഘിച്ചു് ബഹിരാകാശ ശൂന്യതയിലേയ്ക്കു് 150,000 മൈൽ ദൂരം വരെ കടന്നുചെല്ലാറുണ്ടത്രെ.

സൂര്യതാപവും, പ്രകാശവും സെക്കണ്ടിൽ 186,000 മൈൽ വേഗതയിൽ ഭ്രമിയിലെത്തുന്നു. സൂര്യന്റെ താപോ ജ്ജമാണു് അന്തരീക്ഷത്തിൽ ആദ്യമായി ചലനങ്ങളും സൃ ഷ്ടിക്കുന്നതു്. തൽഫലമായി, മർദ്ദവ്യത്യാസങ്ങളും, വായുവി ന്റെ ചലനങ്ങളും അന്തരീക്ഷത്തിലുണ്ടാകുന്നു. ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണവും കാലാവസ്ഥാ രൂപീകരണത്തിൽ ഗണ്യമായ ഒരു പങ്കു് വഹിയ്ക്കുന്നുണ്ടു്.

ഭ്രമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലെല്ലായിടത്തും ഒരുപോലെ യല്ല സൂര്യന്റെ താപാർജ്ജം ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നതു്. കര വളരെ വേഗത്തിൽ ചൂടുപിടിയ്ക്കുന്നു. പക്ഷേ, അവിടെ

താപം വളരെ ആഴത്തിലേയ്ക്കെത്താറില്ല. രാത്രിയിൽ അതു് വേഗത്തിൽ തണുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ജലാശയങ്ങൾ വളരെ സാവധാനത്തിലെ ചൂടു പിടിയ്ക്കാറുള്ളൂ. കാരണം വെള്ളത്തിൽ വളരെ ആഴത്തിലേയ്ക്കു് സൂര്യരശ്മികൾ കടന്നുചെല്ലും. അതിനാൽ അവ തണുക്കുന്നതും സാവധാനത്തിലാണു്. ജലത്തിന്റെ ആപേക്ഷികതാപവും കൂടുതലാണല്ലോ.



ചിത്രം 2—4 താപവാഹനം (convection)

റേഡിയേഷനെ സംബന്ധിച്ചും ഇതുപോലെയുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ ഭ്രമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലുണ്ടു്. അതിനനുസരിച്ചുള്ള ഫലങ്ങളാണല്ലോ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ഉണ്ടായിത്തീരുന്നതു്. ഉദാഹരണമായി, ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാപ്രദേശത്താണു് സൂര്യന്റെ താപോർജ്ജം പരമാവധി ലഭിയ്ക്കുന്നതു്. അതുകൊണ്ടു് മറ്റു ഭാഗങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ചു് അവിടെ ഉഷ്ണത കൂടുതലായിരിയ്ക്കും. എന്നാൽ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ ഇതിനു നേരെ വിപരീതമാണു്.

കാറ്റുകൾ (winds)

ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാപ്രദേശത്തെ ചൂടുപിടിച്ച വായുവിന്റെ സാന്ദ്രത കുറവായതിനാൽ അതു് മേപ്പോട്ടുയർന്നു് തെക്കോട്ടും വട

ക്കോട്ടംനീങ്ങുന്നു. അതങ്ങനെ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുമ്പോൾ തണുക്കുകയും അതിന്റെ സാന്ദ്രത ക്രമേണ കൂടിക്കൂടി വരികയും ചെയ്യും. ഉത്തരദക്ഷിണ ധ്രുവങ്ങളിലെത്തുമ്പോഴേയ്ക്കു് അതിന്റെ സാന്ദ്രത പരമാവധി വർദ്ധിയ്ക്കുകയും തണുത്ത വായു കീഴ്പോട്ടു് വരികയും ചെയ്യുന്നു.

ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ പ്രദേശത്തുനിന്നു് ചൂടുള്ള വായു മേല്പോട്ടുയരുമ്പോൾ അവിടെ ഒരു ശൂന്യസ്ഥലമുണ്ടാവുമല്ലോ. ആ ശൂന്യസ്ഥലത്തേയ്ക്കു് ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നു് തണുത്ത സാന്ദ്രത കൂടിയ വായു നീങ്ങുന്നു. വായുവിന്റെ ഈ ചലനങ്ങൾ അങ്ങനെ അവിരാമമായി നടന്നുകൊണ്ടിരിയ്ക്കും.

ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയ്ക്കു് തൊട്ടടുത്തു് കിടക്കുന്ന വീതികുറഞ്ഞ നാട (Band) പോലെയൊരു മേഖലയുണ്ടു്. അവിടെ മർദ്ദം വളരെ കുറവാണു്; ആഴ്ചകളോളം കാറ്റടിയ്ക്കുകയില്ല. ഈ മേഖലയെ "കാറ്റില്ലാമേഖല" (Doldrums) എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു. പായ്ക്കപ്പലുകളുടെ കാലത്തു് ഈ മേഖലയിൽ കൂടി കപ്പലോടിക്കുവാൻ കപ്പിത്താന്മാർ ഭയപ്പെട്ടിരുന്നു.

വാണിജ്യവാതങ്ങൾ (Trade Winds)

"കാറ്റില്ലാമേഖല"യ്ക്കു ഏറെക്കുറെ സമാന്തരമായിക്കൊണ്ടു ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയുടെ തെക്കും വടക്കും ഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കു് "വാണിജ്യവാതങ്ങൾ" വീശുന്നു. പണ്ടു് വാണിജ്യക്കപ്പലുകൾ തങ്ങളുടെ യാത്ര ത്വരിതപ്പെടുത്തുവാൻ ഇവയെ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയിരുന്നതിനാലാണു് ഇവയ്ക്കു് വാണിജ്യവാതങ്ങൾ എന്നു പേർ സിദ്ധിച്ചതെന്നു് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാപ്രദേശത്തെ ചൂടു പിടിച്ചതും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതുമായ വായു മേല്പോട്ടുയരുമ്പോൾ തൽസ്ഥാനത്തുണ്ടാകുന്ന ശൂന്യസ്ഥലത്തേയ്ക്കു ഭൂമിയുടെ തെക്കും വടക്കും ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നു് നീങ്ങുന്ന തണുത്ത സാന്ദ്രതകൂടിയ വായുവാണു് വാണിജ്യവാത

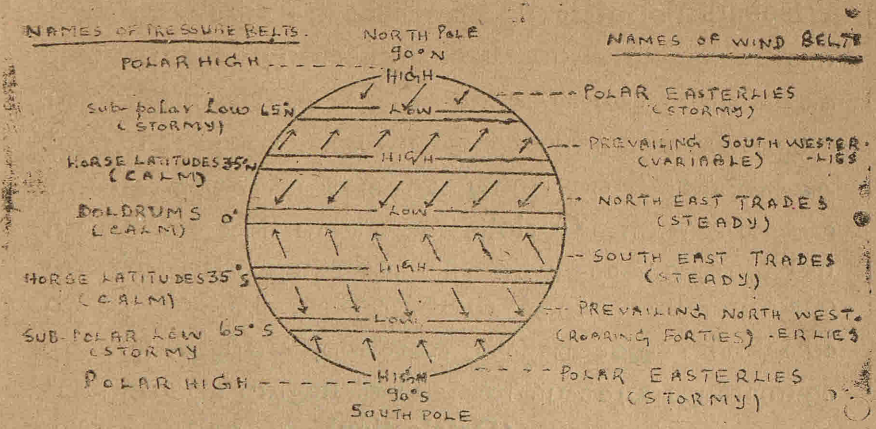
ങ്ങളായിത്തീരുന്നത്. അവ ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ പ്രദേശത്തെത്തു മ്പോൾ ഭ്രഭ്രമണം മൂലം ചെരിഞ്ഞടിയ്ക്കുന്നു. വടക്കൻ അർദ്ധ ഗോളത്തിൽ വാണിജ്യവാതമടിക്കുന്നത് വടക്കുകിഴക്കുനിന്നും തെക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ തെക്കുകിഴക്കുനിന്നുമാണ്.

പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങൾ (Prevailing Westerlies)

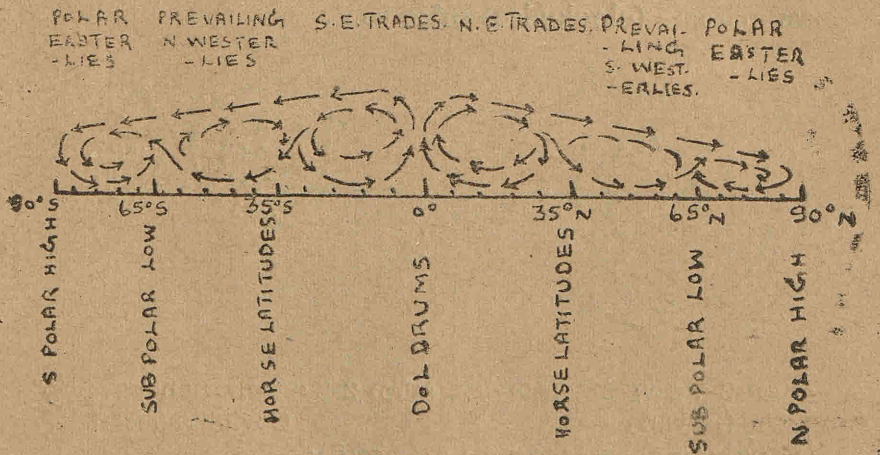
തെക്കും വടക്കും അർദ്ധഗോളങ്ങളിൽ വാണിജ്യവാതങ്ങളുടെ മേഖലയ്ക്കുമപ്പുറത്ത് 35° അക്ഷാംശത്തിനും 65° അക്ഷാംശത്തിനുമിടയിൽ അടിയ്ക്കുന്ന കാറ്റിനു് "പ്രവെയിലിങ്ങ് വെസ്റ്റർലീസ്"" എന്നു പേർ. ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളെ ലക്ഷ്യമാക്കിക്കൊണ്ടാണ് അവ അടിക്കുന്നത്. അവയുടെ പേർ സൂചിപ്പിക്കുന്നതുപോലെ പടിഞ്ഞാറു നിന്നു കിഴക്കോട്ടാണ് അവയടിക്കുന്നത്. ഭ്രഭ്രമണം മൂലം വടക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ അത് തെക്കുപടിഞ്ഞാറു നിന്നും (Prevailing South westerlies) തെക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ വടക്കുപടിഞ്ഞാറു നിന്നും(Prevailing North westerlies) വീശുന്നു. ശക്തിയിലടിയ്ക്കുന്ന കാറ്റുകളാണ് പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങൾ.

ധ്രുവങ്ങളിലെ കിഴക്കൻ കാറ്റുകൾ (Polar Easterlies)

65° അക്ഷാംശത്തിനപ്പുറത്ത് രണ്ടർദ്ധഗോളങ്ങളിലും വീശുന്ന മറ്റൊരു തരം കാറ്റുകൂടിയുണ്ട്. പോളർ ഈസ്റ്റർലീസ്. കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാട്ടാണ് അവ വീശുന്നത്. വാണിജ്യവാതങ്ങളെപ്പോലെ അതേ ദിശകളിലാണ് ഇവയും അടിയ്ക്കുന്നത്. വടക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ അതിനു 'Polar North easterlies' എന്നും തെക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ 'Polar South easterlies' എന്നും പേർ നൽകിയിട്ടുണ്ട്.



ചിത്രം 2—5

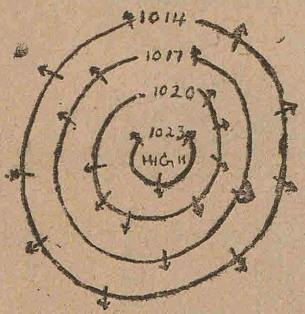


ചിത്രം 2—6

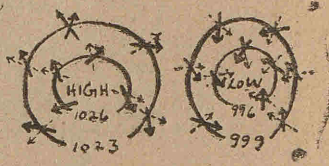
കൊറിയോലിസിന്റെ (Coriolis) സിദ്ധാന്തം

ഭൂമി അതിന്റെ സ്വന്തം അക്ഷത്തിന്മേൽ സ്വയം കറങ്ങുന്നില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ ഉന്നത മർദ്ദമേഖലകളിൽ നിന്നു് നീചമർദ്ദമേഖലകളിലേയ്ക്കു്, തുല്യമർദ്ദരേഖകൾക്കു്

*(Isobars) ലംബമായിക്കൊണ്ടു് കാറ്റടിക്കുമായിരുന്നു എന്നാൽസംഭവിയ്ക്കുന്നതങ്ങനെയല്ല. തുല്യമർദ്ദരേഖകൾക്കു് അല്പം ചെരിഞ്ഞാണു് കാറ്റുകളെല്ലാം അടിയ്ക്കുന്നതു്. ഇതിനെല്ലാം കാരണം ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണമാണു്. ആദ്യമായി ഇതു് കണ്ടെത്തിയതു് ഒരു ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞനും ഭൌതികശാസ്ത്രജ്ഞനുമായിരുന്ന Coriolis ആയിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സിദ്ധാന്ത പ്രകാരം ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണം മൂലം വടക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ കാറ്റു് വലത്തോട്ടും തെക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിൽ ഇടത്തോട്ടും ചെരിഞ്ഞു് വീശുമെന്നാണു്. എന്നാൽ ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയിൽ കൂടി അടിയ്ക്കുന്ന കാറ്റുകൾക്കു് യാതൊരു വിഭ്രംശവും (Defelection) സംഭവിയ്ക്കുകയില്ല. നീചമർദ്ദമേഖലകളിൽ കാറ്റുകൾ അപ്രദക്ഷിണദിശയിലും (Anti clockwise direction ഉന്നതമർദ്ദമേഖലകളിൽ പ്രദക്ഷിണമായും (clockwise) വീശുന്നു.



ചിത്രം 2-7 തുല്യമർദ്ദരേഖകൾ– (Isobars)



ചിത്രം 2-8 കൊറിയോലിസ് ഇഫക്ട് Coviolis affect

(Local winds) പ്രാദേശികവാതങ്ങൾ:-

മേൽപറഞ്ഞ മുഖ്യമായ കാറ്റുകൾക്കുപുറമെ പ്രാദേശികങ്ങളായ വേറെയും ചില കാറ്റുകളുണ്ടു്. ചില സ്ഥലങ്ങ

---

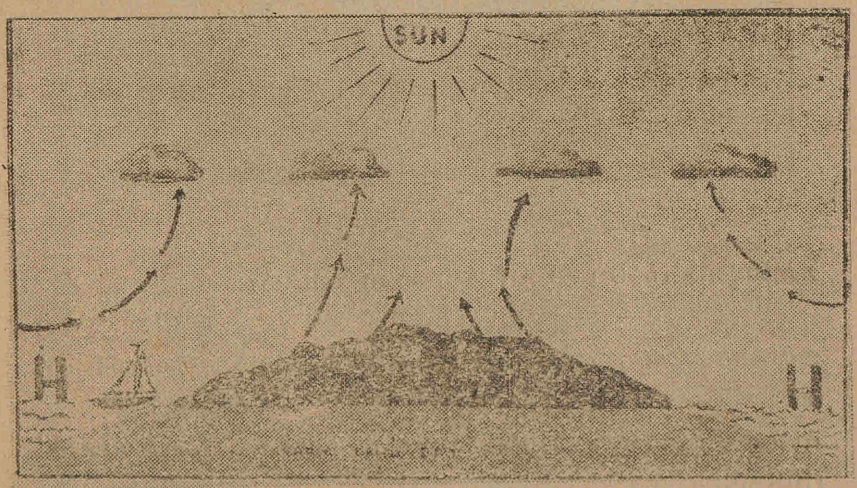
* ഒരു നിശ്ചിത സമയത്തു് തുല്യമായ അന്തരീക്ഷമർദ്ദമുള്ള എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളെയും കൂട്ടിയോജിപ്പിച്ചുകൊണ്ടു് വരയ്ക്കുന്ന വക്രരേഖകളാണു് Isobars. ഇതുപോലെത്തന്നെ, ഉഷ്ണതയെ സംബന്ധിച്ചുള്ളവയാണു് "തുല്യോഷ്ണതാരേഖകൾ" (Isotherms)

ളിലെ കാലാവസ്ഥയെ മാത്രം ബാധിയ്ക്കുന്നവയായിരിയ്ക്കും അത്തരം കാറ്റുകൾ. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അവയെ രണ്ടായി തരം തിരിയ്ക്കുന്നു.

1. കടൽക്കാറ്റും കരക്കാറ്റും (Land and sea breezes)
2. പർവ്വതക്കാറ്റും താഴ്വരക്കാറ്റും (Mountain- and valley winds)

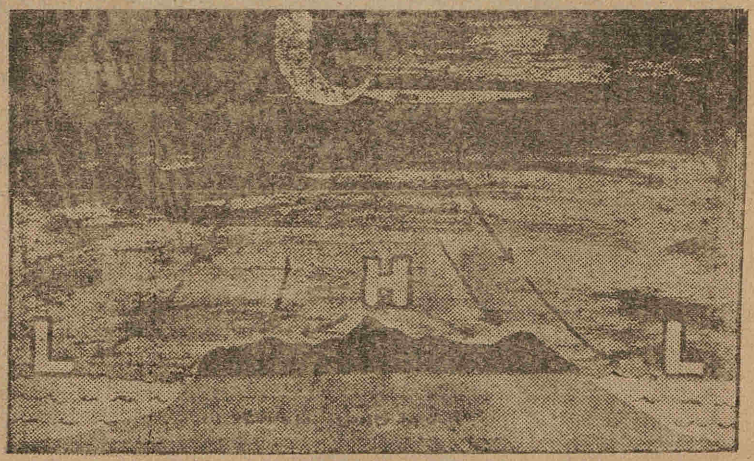
കരക്കാറ്റും കടൽക്കാറ്റും

കര കടലിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ സൂര്യതാപം ആഗിരണം ചെയ്യുമെന്നു് മുമ്പൊരിടത്തു് പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടല്ലോ. അതുതന്നെ വേഗത്തിൽ കര തണുക്കുകയും ചെയ്യും. പകൽ സമയത്തു് കടൽക്കര, കടലിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ ചൂടുപിടിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിന്മേലുള്ള വായുവും അതുക്കനുസരിച്ചു് ചൂടാവുന്നു. അതോടെ അതിന്റെ സാന്ദ്രതയും കുറയും. ചൂടുപിടിച്ച ഈ വായു മേല്പോട്ടുയരുമ്പോൾ കടൽക്കരയുടെ ഉപരിതലം ഏതാണ്ടു ശൂന്യവും മർദ്ദം വളരെ കുറഞ്ഞതുമായ ഒരു സ്ഥലമായിത്തീരുന്നു. അപ്പോൾ ഈ സ്ഥലത്തേയ്ക്കു് കടലിൽനിന്നു് തണുത്ത കാറ്റടിയ്ക്കും. ഇതാണു് കടൽക്കാറ്റു്. (Sea Breeze)



ചിത്രം 2—9 കടൽക്കാറ്റു്:—(Sea Breeze)

രാത്രിയിൽ ഇതിനുനേരെ വിപരീതമായാണ് കാറ്റടിയ്ക്കുന്നത്. കര വേഗത്തിൽ തണുക്കുന്നു. അപ്പോൾ സമുദ്രജലത്തിന്റെ ഉഷ്ണത കരയുടെതിനേക്കാൾ ഉയർന്നിരിയ്ക്കും. കടലിനുമീതെയുള്ള ചൂടുള്ളവായു മേലോട്ടുയരുകയും അതിന്റെ ഫലമായി കടലിന്റെ ഉപരിഭാഗം ഏതാണ്ട് ശൂന്യവും മർദ്ദം കുറഞ്ഞതുമായ ഒരു സ്ഥലമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ കരയിൽ നിന്നു തണുത്ത കാറ്റു കടലിലേയ്ക്കാണടിയ്ക്കുക. ഇതാണ് കരക്കാറ്റ് (Land Breeze.) ഈ കരക്കാറ്റും കടൽക്കാറ്റുമാണ് നമ്മെ വേനൽക്കാലത്തു് കടൽക്കരയിലേയ്ക്കാകർഷിയ്ക്കുന്നതു്.

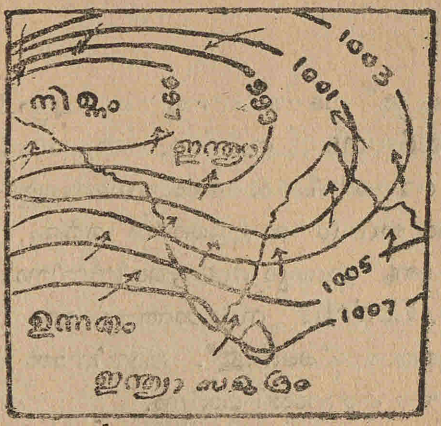


ചിത്രം 2—10 കരക്കാറ്റ് (Land Breeze)

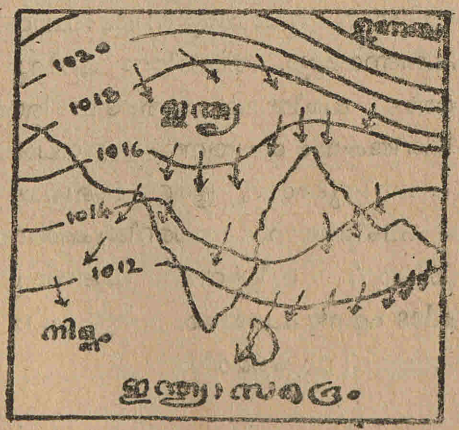
മൺസൂൺ കാറ്റുകൾ (Monsoon Winds)

ശൈത്യകാലത്തു് (Winter) വൻകരകളെല്ലാം സമുദ്രജലത്തെക്കാൾ തണുത്തിരിയ്ക്കും. വൻകരകളിൽ താരതമ്യേന മർദ്ദം ഉയർന്നിരിയ്ക്കും. അതുകൊണ്ട് വൻകരകളിൽനിന്നു് സമുദ്രങ്ങളിലേയ്ക്ക് കാറ്റുവീശുന്നു. എന്നാൽ ഉഷ്ണകാലത്തു് (Summer) സമുദ്രങ്ങളെക്കാൾ വൻകരകൾ കൂടുതൽ ഉഷ്ണമായിരിയ്ക്കും. അപ്പോൾ വൻകരകളിൽ മർദ്ദം കുറയു

കയും സമുദ്രങ്ങളിൽനിന്ന് കരയിലേയ്ക്ക് കാറ്റ് വീശുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതാണ് Monsoon effect.



ചിത്രം 11
മോൺസൂൺ (ഉഷ്ണകാലം)

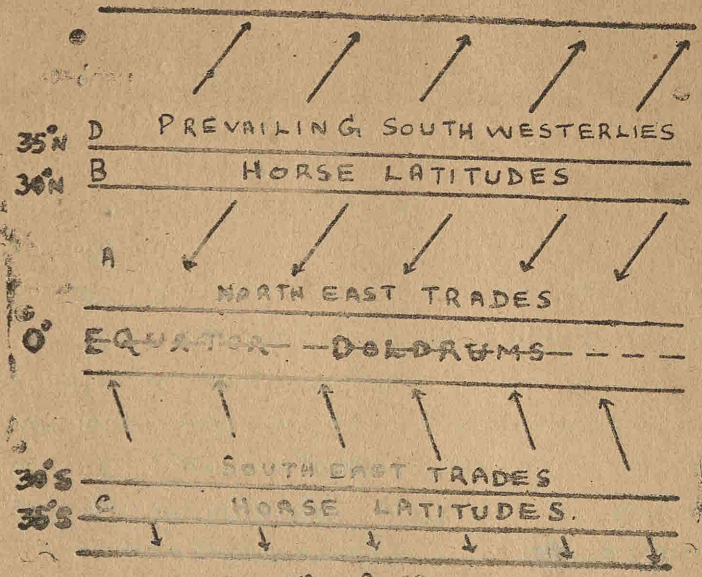


ചിത്രം 12
മോൺസൂൺ (ശൈത്യകാലം)

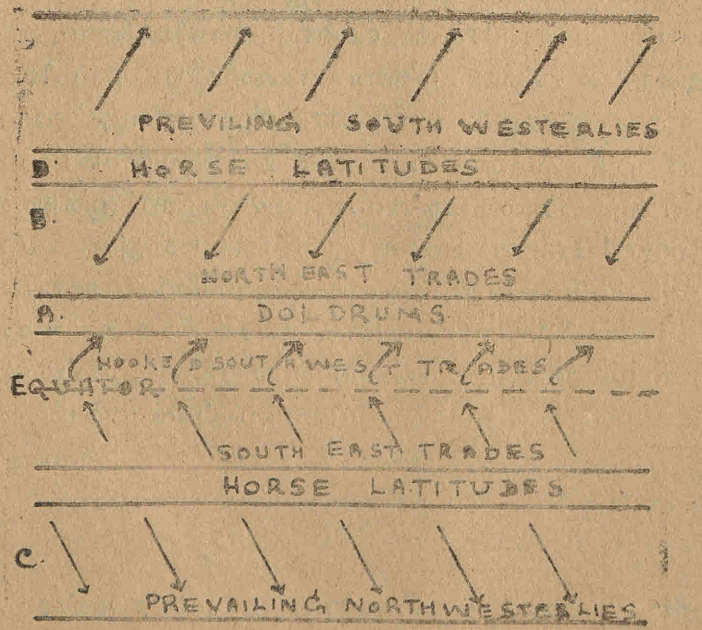
മോൺസൂൺ കാറ്റുകളും യഥാർത്ഥരൂപത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതു് ഇന്ത്യയിലും ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിലും തെക്കുകിഴക്കേ ഏഷ്യയിലുമാണു്.

ഉഷ്ണകാലത്തു് വടക്കേ ഇന്ത്യയുടെ ചൂടുപഴത്ത ഉൾപ്രദേശങ്ങളും Doldrums ൽ പെടുന്നു. അപ്പോൾ അവിടെ മർദ്ദം വളരെ കുറവായിരിക്കും. അതേസമയത്തു് താരതമ്യേന ഉഷ്ണത കുറഞ്ഞ ഇന്ത്യാ സമുദ്രത്തിൽ മർദ്ദം കൂടുതലായിരിക്കും. അതുകൊണ്ടു് ഇന്ത്യാ സമുദ്രത്തിൽനിന്നു് കരയിലേയ്ക്കു കാറ്റടിക്കുന്നു. Coriolis സിദ്ധാന്തപ്രകാരം കാറ്റു് വലത്തോട്ടു ചരിഞ്ഞാണടിക്കുന്നതു്. അതിനാൽ അതു ഒരു തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ കാറ്റായി മാറുന്നു.

ഇവിടെ മറ്റൊരു വസ്തുതകൂടി ഇടയ്ക്കുപറഞ്ഞുകൊള്ളട്ടെ. ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയുടെ വടക്കുമാറിയാണു് Doldrums എന്നു് രിക്കട്ടെ. തെക്കേ അർദ്ധഗോളത്തിൽ നിന്നുവരുന്ന തെക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യക്കാറ്റു് വടക്കോട്ടു നീങ്ങുമ്പോൾ ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയെ മുറിച്ചുകടക്കണമല്ലൊ. അങ്ങിനെ മുറിച്ചു കടക്കുമ്പോൾ അതു് വലത്തോട്ടു ചരിയുകയും തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ വാണിജ്യക്കാറ്റായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതുപോലെതന്നെ വടക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യക്കാറ്റു് ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയെ മുറിച്ചുകടക്കുമ്പോൾ വടക്കുപടിഞ്ഞാറൻ വാണിജ്യക്കാറ്റായും മാറുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഗതിമാറി വീശുന്ന വാണിജ്യവാതങ്ങൾക്കു് Hooked Trades എന്നു പറയുന്നു. ചിത്രം പരിശോധിച്ചാൽ കാര്യങ്ങൾ കുറേക്കൂടി വ്യക്തമാവും.



ചിത്രം 2—13



ചിത്രം 2—14

അങ്ങിനെ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ മോൺസൂൺ കാറും തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ വാണിജ്യവാതവും (Hookd Trade) ഒരു മിച്ചടിക്കുന്നു. ചൂടും ഈർപ്പവുമുള്ള ഉഷ്ണകാലത്തെ ഈ മോൺസൂൺ മെയ് മുതൽ ഒക്ടോബർ വരെ വീശിക്കൊണ്ടിരിക്കും ഇന്ത്യയിലെ നീണ്ട വർഷകാലത്തിനു കാരണം ഈ മോൺസൂൺ ആണ്. അതുകൊണ്ട് ഇതിനെ ഈർപ്പമുള്ള മോൺസൂൺ (Wet mon soon) എന്നുവിളിക്കുന്നു.

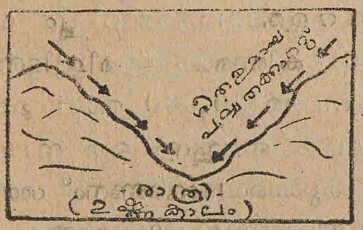
ശൈത്യകാലത്തു് ഇൻഡ്യയിലെ ഉൾപ്രദേശങ്ങളും തെക്കൻ സൈബീരിയയും മർദ്ദക്രൂടുതലുള്ള സ്ഥലങ്ങളാണു്. അപ്പോൾ അവിടങ്ങളിൽ നിന്നു് തെക്കോട്ടു്, ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിലേയ്ക്കു്, കാറടിയ്ക്കുന്നു. കാരണം അതു സമയത്തു് ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിൽ ചൂടു ക്രൂടുതലും മർദ്ദം കുറവുമായിരിയ്ക്കും. Coviolis സിദ്ധാന്തപ്രകാരം അതു് വലത്തോട്ടു് ചരിയുന്നതിനാൽ വടക്കുകിഴക്കൻ മോൺസൂണായിത്തീരുന്നു. ഇതു് ഉഷ്ണകാലത്തെ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ കാറിനു് വിപരീതമായാണു് അടിയ്ക്കുന്നതു്. വടക്കുകിഴക്കൻ മോൺസൂൺകാറും വടക്കേ അർദ്ധഗോളത്തിലെ വടക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യവാതത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമായിത്തീരുന്നതെങ്ങനെയെന്നു് ഇതിനു മുമ്പു് "Hooked Trades" നെക്കുറിച്ചു് പ്രതിപാദിച്ചതിൽ നിന്നും വ്യക്തമാവുന്നതാണു്. ഈ മോൺസൂൺകാറും് തണുത്ത ഉൾപ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നും വരുന്നതാകയാൽ അതു കടന്നു പോകുന്ന സ്ഥലങ്ങളിലെകാലാവസ്ഥ തണുപ്പുള്ളതുംഈർപ്പരഹിതവുമായിരിക്കും. ഈ മോൺസൂണിനെ ഈർപ്പരഹിതമായ മോൺസൂൺഎന്നോ തണുപ്പുകാലത്തെമോൺസൂൺ എന്നോ (Winter or Dry Mon soon) വിളിയ്ക്കാം. നവംബർ മുതൽ ഏപ്രിൽ വരെയാണു് ഇതിന്റെകാലം.

പർവ്വതക്കാറും താഴ്വരക്കാറും (Mountain-valley-winds)

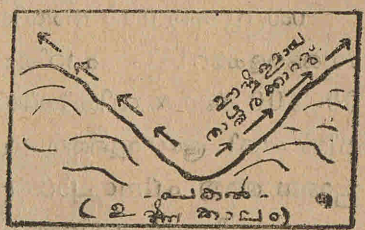
പകൽസമയത്തു സൂര്യരശ്മികൾ താഴ്വരകളിൽ പതിച്ചു് താഴ്വരകളുടെ മുകളിലുള്ള അന്തരീക്ഷം ചൂടുപിടി

യ്യുന്നു; അതോടൊപ്പം അതിന്റെ സാന്ദ്രത കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ ഈ വായു മലയുടെ മുകളിലേയ്ക്കു നീങ്ങുന്നു. ഇതാണ് താഴ്വരക്കാറ്റ് (Valley wind)

രാത്രിയാവുമ്പോൾ അത് നേരെ വിപരീതമാണ്. മലഞ്ചരിവുകളുടെ മുകളിലുള്ള വായു തപരിതഗതിയിലുള്ള വികിരണം മൂലം വേഗത്തിൽ തണുക്കുന്നു. അതോടുകൂടി അതിന്റെ സാന്ദ്രത വർദ്ധിക്കുകയും ചെയ്യും. അപ്പോൾ മലയിൽ നിന്നു് ദൂരെകിടക്കുന്ന സ്ഥലങ്ങളിലെ അന്തരീക്ഷവായുവിനു് ഉഷ്ണത കൂടുതലും മർദ്ദം കുറവുമായിരിക്കും. അതുകൊണ്ടു് മലഞ്ചരിവുകളിൽ നിന്നു് കീഴ്പോട്ടു് അതു, പ്രദേശങ്ങളിലേക്കു കാറ്റടിക്കുന്നു. ഇതാണ് പർവ്വതക്കാറ്റ്. (Mountain Wind) സാധാരണയായി തണുപ്പുകാലങ്ങളിൽ പർവ്വതക്കാറ്റുകൾക്കു താഴ്വരക്കാറ്റുകളേക്കാൾ ശക്തി കൂടുതലായിരിക്കും.



ചിത്രം 2—15 താഴ്വരക്കാറ്റ് (Valley wind)



ചിത്രം 2—16 പർവ്വതക്കാറ്റ് Mountain wind)

പർവതതാഴ്വരകളിൽ കൂടി കീഴ്പോട്ടു് അടിക്കുന്ന കാറ്റുകളെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പൊതുവിൽ "കേറബാറിക്ക്" കാറ്റുകൾ (Katabatic Winds) എന്ന തരംതിരിച്ചിരിക്കുന്നു ഇവിയൽ വൈവിദ്ധ്യം കൊണ്ടു് പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണ് ഫോഹനും (Foehn) ബോറയും (Bora). കീഴ്പോട്ടടിക്കുന്ന നല്ല ചൂടുള്ള പർവ്വതക്കാറ്റാണ് Foehn. തണുപ്പുമാസങ്ങളിൽ വീശുന്ന തിനാലാണതു അതിനും കൂടുതൽ ചൂടുള്ളതായി തോന്നുന്നതു്. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകൾ, നോർവെ, ഗ്രീൻലാണ്ട്, മുതലായ സ്ഥലങ്ങളിൽ ഇതു കാണപ്പെടുന്നു.

ബോറയും പർവ്വതതാഴ്വരകളിൽ കൂടി കീഴ്പോട്ട വീശുന്ന കാറ്റാണ്. പക്ഷെ ഇതു തണുത്തതായിരിക്കും. അന്ധ്രയാറ്റിക് കടലിന്റെ സമീപത്തുള്ള മലമ്പ്രദേശങ്ങളിൽ തണുപ്പുകാലത്തു് ഇത്തരം കാറ്റു വീശാറുണ്ടു്.

ജെറ്റ് സ്ട്രീം (Jet Stream)

അടുത്തകാലത്തു് അറിയാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള ഒരുതരം കാറ്റാണു് Jet Stream 20,000 അടി ഉയരത്തിൽ കൂടി നീങ്ങുന്ന ഒരു വായുപ്രവാഹമാണു് ഇതു്. ആ വായുപ്രവാഹത്തിൽ വിമാനങ്ങൾ ചെന്നുപോയാൽ പ്രവാഹഗതിക്കെതിരായി നീങ്ങാൻ സാദ്ധ്യമല്ലതന്നെ. എന്നാൽ അതിന്നനുകൂലമായി പോകുകയാണെങ്കിൽ യാത്ര സുഖകരമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അതിന്റെ ഉത്ഭവത്തെക്കുറിച്ചും സ്വഭാവങ്ങളെക്കുറിച്ചും പഠിക്കാൻ കിണഞ്ഞു ശ്രമിച്ചിട്ടുണ്ടു്. 100–400 മൈൽ വീതിയിൽ സുമാർ 20,000 അടി ഉയരത്തിൽ കൂടി ഭൂഗോളത്തെ വലയം ചെയ്യുന്ന ഒരു നാടയെപ്പോലെ അതു ചിലപ്പോഴും പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുണ്ടെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കറിയാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. ചിലപ്പോൾ രണ്ടോ അതിലധികമോ ഇത്തരം വായുപ്രവാഹങ്ങൾ, പരസ്പരം സമാന്തരമായിക്കൊണ്ടു്, അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുണ്ടത്രെ.

ഇവയുടെ ഗതിവേഗത മണിക്കൂറിൽ 50 മുതൽ 150 മൈൽവരെയാണെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഓരോ വായുപ്രവാഹത്തിന്റെയും മദ്ധ്യത്തിലാണു് അതിനു് ഗതിവേഗത കൂടുതൽ, 25,000 അടി ഉയരത്തിനും 40,000 അടി ഉരത്തിനുമിടയിൽ കൂടി നീങ്ങുന്നവയ്ക്കാണു് കൂടുതൽ ശക്തിയുണ്ടായിരിക്കുകയെന്നും തണുപ്പുകാലത്തു്

ബ്യൂഫോർട്ട് സ്കെയിൽ

അടയാളം (Symbol)	ബ്യൂഫോർട്ട് നമ്പർ	സൂചനകൾ	–മൈൽ– മണിക്കൂറിൽ	കാലാവസ്ഥാപ്രവചനത്തിനുപയോഗിയ്ക്കുന്ന സാങ്കേതികപദങ്ങൾ
	0	ശാന്തം—പുക കുത്തനെ ഉയരുന്നു.	1 നു താഴെ	
	1	പുക കാറ്റിന്റെ ദിശയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. Wind vane സൂചിപ്പിയ്ക്കുകയില്ല	1 — 3	Light
	2	കാറ്റടിയ്ക്കുൽ മുഖത്തനുഭവപ്പെടും. ഇലകൾ മർമ്മര ശബ്ദം പുറപ്പെടുവിക്കും. Vane കാറ്റത്തു് ചലിയ്ക്കുന്നു.	4 — 7	
	3	ഇലകളും മറ്റും സ്ഥിരമായി ഇളകിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കും. കൊടി പറക്കുന്നു.	8 —12	Gentle
	4	പൊടിയും കടലാസ്സു തുണ്ടുകളും കാറ്റത്തുയരും. ചെറിയ മരക്കൊമ്പുകൾ ഇളകും.	13—18	Moderate
	5	ഇലകളുള്ള ചെറിയ വൃക്ഷങ്ങൾ കാറ്റത്തു് ചാഞ്ചാടുന്നു. ജലത്തിൽ കൊച്ചുതരംഗങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുന്നു.	19—24	Fresh
	6	വലിയ മരക്കൊമ്പുകൾ ഇളകുന്നു. ടെലിഗ്രാഫ് കമ്പികളിൽക്കൂടി ചൂളംവിളി കേൾക്കാം. കാറ്റത്തു് ശീലക്കുടകൾ നിവർത്തിപ്പിടിയ്ക്കാൻ പ്രയാസം.	25—31	Strong
	7	മരങ്ങളാകമാനമിളകുന്നു. കാറ്റിനെതിരെ നടക്കുവാൻ അസൌകര്യമുണ്ടാവും	32—38	
	8	മരങ്ങളിൽനിന്നു് ചെറിയ കമ്പുകൾ പൊട്ടിവീഴും.	39—46	Gale
	9	കെട്ടിടങ്ങളുടെ ഭാഗങ്ങൾക്കു മറ്റും ചില്ലറ നാശങ്ങൾ സംഭവിയ്ക്കുന്നു	47—54	
	10	മരങ്ങൾ കടപുഴങ്ങി വീഴും. കെട്ടിടങ്ങൾക്കും മറ്റും ഗണ്യമായ നാശം സംഭവിക്കുന്നു. ഇതു് കരയിൽ ദുർല്ലഭമായേ ഉണ്ടാകാറുള്ളൂ.	55—63	Whole Gale
	11	വളരെ ദുർല്ലഭം. വമ്പിച്ച നാശനഷ്ടങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നു.	64—75	
	12	——	75 നുമീതെ	Hurricane

ഉഷ്ണകാലത്തെ അപേക്ഷിച്ച് അവയ്ക്ക് വേഗത കൂടുമെന്നും മറ്റും ഇപ്പോൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

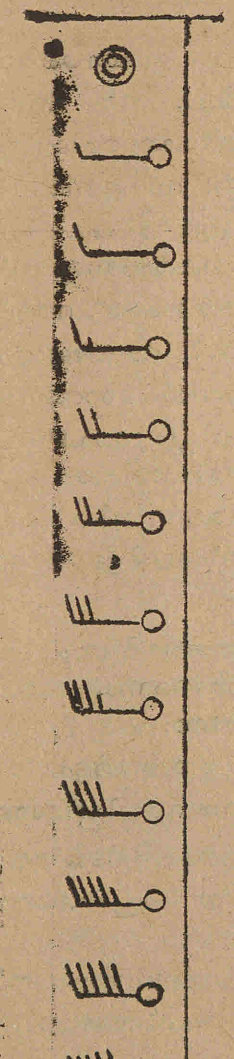
വടക്കെ അർദ്ധഗോളത്തിൽ പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങൾ അടിയ്ക്കുന്ന പ്രദേശത്തെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ പടിഞ്ഞാറുനിന്ന് കിഴക്കോട്ട് നീങ്ങുന്ന മുഖ്യമായ ഒരു വായുപ്രവാഹമാണ് **polav Front Jet Stream** അതിന് ഒരു സ്ഥിരപഥമില്ല. 60° വടക്കെ അക്ഷാംശത്തിനും 20° വടക്കെ അക്ഷാംശത്തിനും ഇടയിൽ അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും തിരശ്ചീനതലത്തിൽ അതു "ചാഞ്ചാടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു." ഈ ഗതിമാറ്റം പ്രധാനമായും ഉണ്ടാവുന്നതു് ഋതുക്കൾക്കനുസരിച്ചാണ്. തണുപ്പുകാലത്തു് പരമാവധി തെക്കോട്ടും ഉഷ്ണകാലത്തു് പരമാവധി വടക്കോട്ടും അതു നീങ്ങുന്നു. എങ്ങനെയായാലും ഈ വായുപ്രവാഹങ്ങൾ വായുമണ്ഡല ശാസ്ത്രത്തിലെ ഒഴിച്ചുനിർത്താനാവാത്ത ഘടകങ്ങളാണ്.

ബ്യൂഫോർട്ടുസ്കെയിൽ

പായ്ക്കപ്പലുകളുടെ കാലത്തു് കാറ്റിന്റെ ശക്തി എത്രമാത്രമുണ്ടെന്നറിയേണ്ടതു് കപ്പലോട്ടക്കാർക്ക് ഒരാവശ്യമായിരുന്നു. സർഫ്രാൻസിസ് ബ്യൂഫോർട്ട് (1774–1857) എന്ന ഇംഗ്ലീഷ് അഡ്മിറൽ 1805–ൽ ഈ ആവശ്യത്തിനായി കാറ്റിന്റെ ശക്തി അളക്കുവാനുള്ള ഒരു സ്കെയിൽ നിർമ്മിച്ചു. ആ സ്കെയിൽ നാവികർക്ക് വളരെ സഹായകമായിരുന്നു. തിരമാലകളുടെ ഉയരത്തെയും സമുദ്രത്തിലടിക്കുന്ന കാറ്റിന്റെ വേഗതയേയും കൂട്ടിയിണക്കിക്കൊണ്ടാണ് ആ സ്കെയിൽ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്.

മറ്റു കാറ്റുകൾ

തിരശ്ചീനമായടിക്കുന്ന കാറ്റുകൾക്കു പുറമെ അന്തരീക്ഷത്തിനു ലംബമായി മേൽപ്പോട്ടും കീഴ്പ്പോട്ടും നീങ്ങുന്ന



ശക്തിയേറിയ കാറ്റുകളുമുണ്ട്. കറുത്തിരുണ്ട മുരുംമേഘങ്ങളുടെ **Cumulus Clouds** രൂപീകരണത്തിനു സഹായകമായകൊടുങ്കാറ്റ് (**Thunderstorm**)ഇവയിലുൾപ്പെടുന്നു. മറ്റുതരത്തിലുള്ള ശക്തിയേറിയ കാറ്റുകളില്ലാത്തപ്പോഴും ആകാശം നിർമ്മലമായിരിക്കുമ്പോഴും അങ്ങു ലംബമായ വായുപ്രവാഹങ്ങളുണ്ടാകുന്നു. ചിലപ്പോൾ വിമാനങ്ങൾ ഇത്തരം വായുപ്രവാഹങ്ങളിൽ ചെന്നുപെടാറുണ്ട്. അവ ഏറ്റവുംഅപകടകാരികളാണ്. ഒരിക്കൽ ഒരു ജെറ്റുവിമാനം ടെക്സാസിന്റെ മീതെ പറക്കുമ്പോൾ ഇത്തരമൊരു വായുപ്രവാഹത്തിൽപ്പെട്ട വിമാനം പെട്ടെന്ന് 3000 അടിയോളം താണു. പൈലറ്റ് വളരെ പ്രയാസപ്പെട്ടാണ് വിമാനത്തെ രക്ഷിച്ചത്. വിമാനത്തിന്റെപെട്ടെന്നുള്ള താഴ്ച കാരണം യാത്രക്കാർ മേൽപോട്ടു പൊങ്ങി വിമാനത്തിന്റെമേൽത്തട്ടിന്മേൽ ചെന്നിടിച്ചു. സംഭവം തികച്ചും അപ്രതീക്ഷിതമായിരുന്നതിനാൽ അവർ സീറ്റ് ബെൽട്ടുകൾ മുറുക്കിയിരുന്നില്ല. വിമാനത്തിലുണ്ടായിരുന്ന വസ്തുക്കൾ അതിനുള്ളിൽ പാറി കളിക്കുകയായിരുന്നുവത്രെ.

കാറ്റ് കാലാവസ്ഥയുടെ ഒരു ഘടകം മാത്രമെ ആകുന്നുള്ളു. മറ്റൊരു ഘടകമാണ് ഉഷ്ണത. അതധികവും ഭൂപ്രകൃതിയെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. (ഇതിനെക്കുറിച്ചു പിന്നീടൊരദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നതാണ്.)

അന്തരീക്ഷവായു മർദ്ദം

കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിനു് ഏറ്റവും സഹായകമായ ഘടകങ്ങളിലൊന്നാണു് അന്തരീക്ഷമർദ്ദം. ഒരു ഏകവിസ്തീർണ്ണത്തിന്മേൽ (Unit area) അന്തരീക്ഷവായു ചെലുത്തുന്ന ബലം (Force) ആണു് അന്തരീക്ഷമർദ്ദം. സമുദ്രനിരപ്പിലും ഉന്നതതലങ്ങളിലും ഇതു ഒരുപോലെ ആയിരിക്കുകയില്ല. ഈ വ്യത്യാസത്തിനു കാരണം ഗുരുത്വാകർഷണമാണു് (Gravity). സമുദ്രവിതാനത്തിൽ മർദ്ദം കൂടുതലാണു്. അതു് ഏകദേശം ഒരു ചതുരശ്രഅംഗുലത്തിന്മേൽ 14.7 റാത്തലോളം വരും. കാറ്റും ഉഷ്ണതയും അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തിൽ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തിത്തീർക്കാറുണ്ടു്. മർദ്ദമാപനത്തെക്കുറിച്ചും മാപകങ്ങളെക്കുറിച്ചും പിന്നീടൊരദ്ധ്യായത്തിൽ പ്രതിപാദിക്കാം.

കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനങ്ങൾ സുഗമമാക്കുന്നതിനു വേണ്ടി കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷമർദ്ദത്തെ അഞ്ചുതരമാക്കി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1. താണമർദ്ദം (Low):– നടുവിൽ താണമർദ്ദവും ചുറ്റും ഉന്നത മർദ്ദവും കാലാവസ്ഥ മോശമാണെന്നോ, മോശമാകാൻ പോകുന്നുവെന്നോ ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

2. ഉന്നതമർദ്ദം (High):– നടുവിൽ ഉന്നതമർദ്ദം. ചുറ്റും താണ മർദ്ദം ഇതു് നല്ല കാലാവസ്ഥയെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു

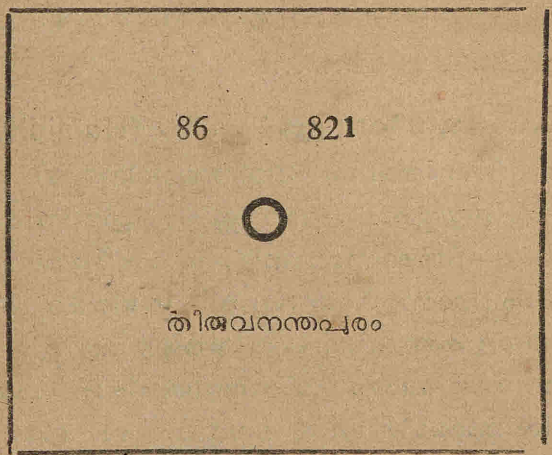
3. കോൾ (Col):– രണ്ടു് ഉന്നതമർദ്ദങ്ങൾക്കിടയിലൊ രണ്ടു താണമർദ്ദങ്ങൾക്കിടയിലൊ കിടക്കുന്ന പ്രദേശത്തെ മർദ്ദം.

4. ട്രഫ് (Trough):– താണ മർദ്ദം നിലവിലുള്ള നീണ്ടുകിടക്കുന്ന പ്രദേശത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ട്രഫ് രേഖയിൽ ഏറ്റവും താണ മർദ്ദമായിരിക്കും.

5. റിഡ്ജ് (Ridge):– ട്രഫിന്റെ നേരെ വിപരീതം. ഉയർന്ന മർദ്ദം. നിലവിലുള്ള നീണ്ടുകിടക്കുന്ന പ്രദേശത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഏറ്റവും ഉയർന്ന മർദ്ദം റിഡ്ജ് രേഖയിലായിരിക്കും.

കാലാവസ്ഥാരേഖകളിൽ മർദ്ദംരേഖപ്പെടുത്തുന്നതെങ്ങിനെ

ഇതു രണ്ടു രീതിയിൽ ചെയ്യാം. ഒരു നഗരത്തിന്റെ കൃത്യമായ മർദ്ദം മില്ലിബാറിൽ കണക്കാക്കുന്നു. Milli bar–നെ ക്കുറിച്ചു മറെറാരിടത്തു പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുണ്ടു്. അതു താഴെ ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചപോലെ രേഖപ്പെടുത്താം.



ഉദാഹരണമായി തിരുവനന്തപുരത്തെ മർദ്ദം 982.1 മില്ലി ബാറും ഉഷ്ണത 86° F–ും ആണെന്നിരിക്കട്ടെ. നഗരത്തെ ഒരു ചെറുവൃത്തം കൊണ്ടു് സൂചിപ്പിച്ചു് അതിനു മുകളിൽ വലത്തുഭാഗത്തായി മർദ്ദത്തെയും ഇടത്തുഭാഗത്തായി ഉഷ്ണതയേയും സൂചിപ്പിക്കുന്ന വെറും സംഖ്യകൾ എഴുതുന്നു. എന്നാൽ മർദ്ദത്തിലെ ദശാംശ ബിന്ദുവും ആദ്യത്തെ 9–ും വിട്ടുകളയുന്നു. സമയം ലാഭിക്കാനുള്ള ഒരേർപ്പാടാണിതു്. കാരണം വിട്ടുകളയുന്ന അക്കമോ സംഖ്യയോ നമുക്കു് ഊഹിച്ചറിയാവുന്നതാണു്. സാധാരണയായി മർദ്ദത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന സംഖ്യ തുടങ്ങുന്നതു് 9 കൊണ്ടോ 10 കൊണ്ടോ ആയിരിക്കും ദശാംശബിന്ദുവിനു ശേഷം ഒരക്കമേ ഉണ്ടാവുകയുള്ളു.

രണ്ടാമത്തെ മാർഗ്ഗം "തുല്യമർദ്ദ രേഖകൾ" ഉപയോഗിച്ചുള്ളതാണു്. ഈ രേഖകൾ സാധാരണയായി മില്ലിബാറി

ലായിരിക്കും രേഖപ്പെടുത്തുന്നതു്. ഒരു Isobar ഒരു നഗരത്തിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നതായി രേഖപ്പെടുത്തുന്നുവെങ്കിൽ അതിന്നർത്ഥം ആ നഗരത്തിന്റെ അന്തരീക്ഷമർദ്ദം ആ Isobar നേറതിന്നു തുല്യമാണെന്നാണു്. മുമ്മൂന്നു മില്ലിബാർ ഇടവിട്ട തുല്യമർദ്ദരേഖകടം വരയ്ക്കുന്നു. അതനുസരിച്ചു തുടർച്ചയായുള്ള തുല്യമർദ്ദരേഖകളെ ഇങ്ങനെ രേഖപ്പെടുത്താം.

996, 999, 1002... ...

അന്തരീക്ഷവായുവിലെ ഈർപ്പനില (Humidity)

ഒരു നിശ്ചിതോഷ്മാവിൽ ഒരു ഘനഅടി അന്തരീക്ഷവായുവിൽ എത്രത്തുക്കം വരുന്ന (തുക്കം ഗ്രെയിനിൽ) ജലബാഷ്പം തങ്ങിനിൽക്കുന്നുവെന്നതാണു് ആർദ്രത. (ഹ്യൂമിഡിറ്റി) സൂചിപ്പിക്കുന്നതു്. ജലബാഷ്പത്തിന്റെ സാന്ദ്രീകരിച്ച രൂപങ്ങളെ കണക്കിലെടുക്കേണ്ടതില്ല. ആ ഉഷ്മാവിൽ അത്ര വായുവിൽ പരമാവധി ജലബാഷ്പം തങ്ങിനിൽക്കുന്നുവെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷവായു ജലബാഷ്പം കൊണ്ടു് പൂരിതമാണെന്നു പറയാം. ഓരോ ഘനഅടി വായുവിലും ഓരോ ഉഷ്മാവിൽ പരമാവധി തങ്ങിനിൽക്കാവുന്നജലബാഷ്പത്തിന്റെ തുക്കം താഴെയുള്ള പട്ടികയിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഉഷ്ണത (ഡിഗ്രി ഫാറൻഹീറ്റിൽ)	ജലബാഷ്പം (ഗ്രെയിൻ/ഘനഅടി)
10°	0.8
20°	1.3
30°	2.0
40°	3.0
50°	4.0
60°	6.0
70°	8.0
80°	11.0
90°	15.0
100°	20.0

അപേക്ഷികാർദ്രത (Relative Humidity R. H)

ഒരു നിശ്ചിതോഷ്മാവിൽ ഒരു ഘനഅടി അന്തരീക്ഷ വായുവിലടങ്ങുന്ന ജലബാഷ്പത്തിന്റെ തൂക്കവും അതു ഊഷ്മാവിൽ അതു വായുവിൽ പരമാവധി അടങ്ങാവുന്ന ജലബാഷ്പത്തിന്റെ തൂക്കവും തമ്മിലുള്ള ഒരനുപാതസംഖ്യയാണ് അപേക്ഷികാർദ്രത. ഇതു് സാധാരണയായി ശതമാനക്കണക്കിലാണ് പറയാറുള്ളതു്.

ഒരുദാഹരണംകൊണ്ടു് ഇതു വ്യക്തമാക്കാൻ ശ്രമിയ്ക്കാം. ആർദ്രത = 6 ഗ്രെയിൻ/ഘനഅടി; ഉഷ്ണത =60°F; R.H. = ?

60° F–ൽ ഒരു ഘനഅടി അന്തരീക്ഷവായുവിൽ പരമാവധി 6 ഗ്രെയിൻ തൂക്കംവരുന്ന ജലബാഷ്പമടങ്ങുമെന്നു് പട്ടികനോക്കി കണ്ടുപിടിയ്ക്കാം.

$$\therefore \text{R. H} \quad \frac{2 \text{ ഗ്രെയിൻ}}{6 \text{ ഗ്രെയിൻ}} \times 100 = 33\frac{1}{3}\%$$

THI ആർദ്രതയും ഉഷ്ണതയും തമ്മിൽ അഭേദ്യമായ ബന്ധമുണ്ടു്. വായുവിന്റെ ഉഷ്ണത വർദ്ധിയ്ക്കുമ്പോൾ ക്രമേണ ജലബാഷ്പം വായുവിൽ തങ്ങിനിൽക്കുന്നു. നേരെമറിച്ചു് തണുത്ത വായുവിൽ അടങ്ങിയിരിയ്ക്കുന്ന ജലബാഷ്പം കുറവായിരിയ്ക്കും.

വേനൽക്കാലത്തെ ഉഷ്ണതയേയും ആർദ്രതയേയും ക്രോടീകരിച്ചുകൊണ്ടു് Temperature Humidity Index (T H I) നിർണ്ണയിയ്ക്കുന്നു. ഉഷ്ണതയും ആർദ്രതയും ഒരു വ്യക്തിയ്ക്കുണ്ടാക്കിത്തീർക്കുന്ന അസുഖത്തെ നിർണ്ണയിയ്ക്കാനുള്ള ഒരളവാണു് T H I അതു് കണക്കാക്കുന്നതിപ്രകാരമാണു്: * Wet and Dry Bulb Thermometer നൽകുന്ന രണ്ടു് ഉഷ്ണതകളേയും ക്രോടീകരിക്കുക. തുകയെ 0. 4 കൊണ്ടു് പെരുക്കിക്കിട്ടുന്ന ഫലത്തിനോടു് 15 ക്രോടീകരിക്കുക. അപ്പോൾ കിട്ടുന്നതുകയാ

* ഇതു് ഒരുതരം ഊഷ്മാപിനിയാണു്. ഇതുപയോഗിച്ചു് ആർദ്രത കണക്കുകൂട്ടുന്നതെങ്ങിനെയെന്നു് മറ്റൊരിടത്തു് വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

ണ്ട് T H I അതു് 75 ലധികമാണെങ്കിൽ കാലാവസ്ഥ അസുഖകരമാണെന്നത്രേ.

ജലബാഷ്പം അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രവേശിയ്ക്കുന്നതെങ്ങനെ

സമുദ്രങ്ങളും, തടാകങ്ങളും, നദികളും മുതലായ ജലാശയങ്ങളുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നു് ബാഷ്പീകരണം മൂലം ജലം വാതകരൂപത്തിൽ തുടച്ചയായി മേല്പോട്ടുയർന്നു കൊണ്ടിരിയ്ക്കും. സസ്യജാലങ്ങളിൽ നിന്നും മഴവെള്ളത്തിൽ നിന്നും ഇങ്ങനെ സംഭവിയ്ക്കുന്നുണ്ടു്. ഐസു്, ഹിമം മുതലായ ഖര വസ്തുക്കളിൽ നിന്നു് ഉല്പാതനം (Sublimation) മൂലവും ജലബാഷ്പം മേല്പോട്ടുപോകും. അന്തരീക്ഷവായു പൂരിതമാകുന്നതുവരെ ഈ ജലബാഷ്പമെല്ലാം അതു് ആഗിരണം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിയ്ക്കും.

സാന്ദ്രീകരണം Condensation

പൂരിതഘട്ടത്തിനുശേഷവും അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ജലം ബാഷ്പം കലരാനിടയായാൽ കുറെ ജലബാഷ്പം ദ്രവരൂപത്തിലേക്കു് വെള്ളമായി മാറുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയാണു് സാന്ദ്രീകരണം. മേഘങ്ങളും, മൂടൽമഞ്ഞു് മുതലായവ ഉണ്ടാകുന്നതിങ്ങിനെയാണു്.

മൂടൽമഞ്ഞു് (Fog)

മൂടൽമഞ്ഞിൽ വലുപ്പംകുറഞ്ഞ വെള്ളത്തുള്ളികളോ, ഐസിന്റെ ചെറിയ അക്കങ്ങളോ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. അവ അന്തരീക്ഷത്തിൽ പാറിക്കളിക്കുന്ന പൊടി, ഉപ്പുതരികളും മുതലായവയിന്മേൽ പറ്റിപ്പിടിക്കുന്നു. മണിക്കൂറിൽ 15 മൈൽ കൂടുതൽ വേഗതയിൽ കാറ്റടിക്കുമ്പോൾ മൂടൽമഞ്ഞു് താഴെ തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്ന മേഘങ്ങളെപ്പോലെ കാണപ്പെടുന്നു.

അപൂരിതമായ അന്തരീക്ഷവായു തണുക്കുമ്പോൾ ഏതെങ്കിലും ഒരു പ്രത്യേക താണ ഉഷ്ണതയിൽ വായു അതിലാ

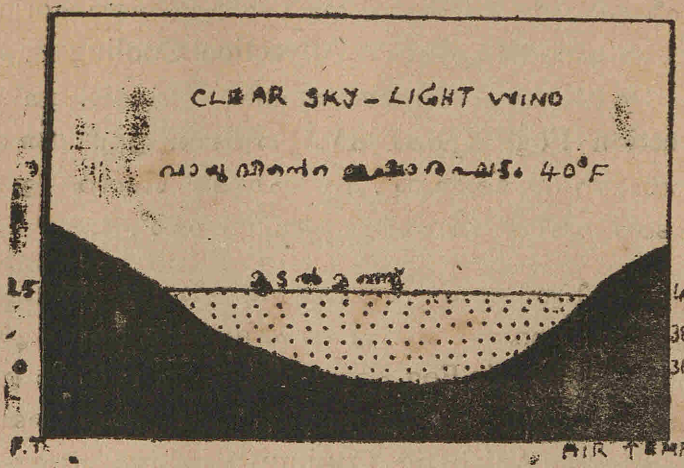
ടുമടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു ജലബാഷ്പം കൊണ്ടുതന്നെ പൂരിതമായിത്തീരുന്നു. വീണ്ടും തണുക്കുമ്പോൾ ജലബാഷ്പം സാന്ദ്രീകരിച്ചു് മൂടൽമഞ്ഞോ മേഘങ്ങളോ ആയിത്തീരുന്നു. അന്തരീക്ഷവായു അതിനെക്കാൾ തണുത്ത ഉപരിതലങ്ങളുടെ മീതെക്കൂടി നീങ്ങുമ്പോൾ തണുക്കുന്നു. ഇപ്രകാരമുള്ള തണുക്കലിനു് "അഡ്വെക്ഷൻ ക്കൂളിങ്ങ്" (Advection Cooling) എന്നു പേർ. ഇതിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന മൂടൽമഞ്ഞിനു് "Advection Fog" എന്നും പേരിട്ടിരിക്കുന്നു. ഇതു് ഒരു നിത്യസാധാരണ സംഭവമാണു്. ന്യൂ ഫൌണ്ട് ലേൻഡ് ഇത്തരം മൂടൽമഞ്ഞിനു് കേന്ദ്രംവികേട്ട് സ്ഥലമാണു്.

അന്തരീക്ഷ വായു ഉന്നതതലങ്ങളിലേയ്ക്കുയർത്തപ്പെടുമ്പോഴും തണുക്കാറുണ്ടു്. ഇതിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന മൂടൽമഞ്ഞിനെ Adiabatic Fog എന്നു വിളിക്കുന്നു. കാരണം ഇതുണ്ടാകുന്നതു് Adiabatic Cooling മൂലമാണെന്നതു തന്നെ. ഈ തണുക്കൽ (Adiabatic Cooiing) വായു മേല്പോട്ടുയരുന്നതിനാലാണല്ലൊ സംഭവിക്കുന്നതു്.

അന്തരീക്ഷവായു മേല്പോട്ടുയരുന്നതു് രണ്ടുതരത്തിലുമാവാമെന്നു്:—ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലം ചൂടുപിടിച്ചു് അന്തരീക്ഷവായുവിലേയ്ക്കു് താപപ്രസരണം നടത്തുമ്പോൾ വായുവും ചൂടുപിടിക്കുന്നു. ചൂടുപിടിച്ച വായു മേല്പോട്ടുയരുന്നു. ഇവിടെ അന്തരീക്ഷവായു ഉയർത്തപ്പെടുന്നതു് താപത്താലാണു്. അതുകൊണ്ടു് ഇതിനെ Thermal lifting (Convective lifting) എന്നു പറയുന്നു. രണ്ടു വായു നീങ്ങുമ്പോൾ അതിന്റെ മാർഗ്ഗത്തിൽ പർവ്വതങ്ങളും മറ്റും തടസ്സമായിത്തീരാറുണ്ടല്ലൊ. അപ്പോൾ വായുമേല്പോട്ടുയരും. ഇതാണു് "Mechanical lifting" (Geographic lifting)

രാത്രിയിൽ അന്തരീക്ഷം തണുക്കുന്നു. താപപ്രസരണം മൂലം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെയും താപം നഷ്ടപ്പെടുന്നു

ണ്ട്. അപ്പോൾ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനോട് തൊട്ടടുത്ത അന്തരീക്ഷവായു ക്രമേണ തണുക്കും. ഇപ്രകാരമുള്ള തണുക്കൽ കൊണ്ടാണ് മൂടൽമഞ്ഞും അധികവും ഉണ്ടാകുന്നത്. ഇതാണ് "Radiation Fog" എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്നത്.



ചിത്രം 2—17

മറ്റൊരുതരം മൂടൽമഞ്ഞുകൂടിയുണ്ട്. സ്മോഗ് (Smog) ഇത് രോഗികമായി മനുഷ്യനിർമ്മിതമാണെന്ന് വേണമെങ്കിൽ പറയാം. "Smoke Fog" എന്ന രണ്ടു പദങ്ങളും ക്രമത്തിൽ ചേർത്താണ് Smog എന്ന പദമുണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളത്. വ്യവസായശാലകളിൽ നിന്നും നഗരങ്ങളിൽ നിന്നും ഉയരുന്ന പലതരം വിഷവാതകങ്ങളും "Smog"-ൽ ഉണ്ടായിരിക്കും.

സ്മോഗ് ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ വളരെ അപകടകാരിയായിത്തീരാറുണ്ട്. 1962 ഡിസംബറിൽ ലണ്ടൻനഗരം കട്ടിയുള്ള ഒരു സ്മോഗ് കൊണ്ടുമൂടി. നഗരനിവാസികൾ, കണ്ണുകൾ വേദനിച്ചും കരഞ്ഞും ബുദ്ധിമുട്ടി. അവസാനം നാലു ദിവസങ്ങൾക്കുശേഷം സ്മോഗ് നീങ്ങിയപ്പോഴേയ്ക്കും 700 ൽ പരം ആളുകൾ മരിച്ചുകഴിഞ്ഞിരുന്നു.

ചിലപ്പോൾ ചില നഗരങ്ങൾക്കുമീതെ കുറെദിവസങ്ങളോളം സ്മോഗ് ചലനമില്ലാതെ മൂടിനില്ക്കും. അപ്പോൾ അതു് ക്രൂരതൽ അപകടകാരിയായിത്തീരുമല്ലോ. അതിനുള്ള കാരണം സ്മോഗിനുചുറും ചൂടുള്ളവായു വലയം ചെയ്യുന്നുവെന്നതാണു്. കാറിന്റെ അസാന്നിദ്ധ്യത്തിൽ അന്തരീക്ഷവായുവിനു് തിരിശ്ചീനമായി നീങ്ങുവാൻ അസാദ്ധ്യമായിത്തീരുന്നു.

ചുരുക്കത്തിൽ, നഗരങ്ങളിലെ വ്യവസായശാലകളും യന്ത്രങ്ങളും മറ്റും അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്കു് പുകയും ഉഷ്ണിച്ചുവിഷവാതകങ്ങളും അയയ്ക്കുന്നതു് ആവുന്നത്ര കുറച്ചാൽ നന്നു്.

മഞ്ഞിൻതുള്ളി (തുഷാരം-Dew) മഞ്ഞിൻകട്ട (Frost)

വായു തണുത്ത ഉപരിതലത്തിന്മേൽ സ്പർശിയ്ക്കുമ്പോൾ തണുത്തു് അതിന്റെ ഉഷ്ണത തുഷാരഘട്ട Dew-Point ത്തിലും താഴെവരുന്നു. അപ്പോൾ വായുവിലെ ജലബാഷ്പം സാന്ദ്രീകരിച്ചു് ആ തണുത്ത ഉപരിതലത്തിന്മേൽ വെള്ളത്തുള്ളികളുടെ രൂപത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. ഇവയാണു് മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ (തുഷാരം–Dew). അങ്ങനെയാണു് പുൽക്കൊടികളിന്മേലും, ഇലകളിന്മേലും, തുഷാരഘട്ടത്തിലും താണ ഉഷ്ണതയുള്ള മറ്റു ഉപരിതലങ്ങളിന്മേലും മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ കാണപ്പെടുന്നതു്. ഇവിടെ, സാന്ദ്രീകരണം 32°F (0°C) നേക്കാൾ ഉയർന്ന ഉഷ്ണതയിലാണു് നടക്കുന്നതു്. പുല്ലു്, ഇലകൾ മുതലായ വസ്തുക്കൾ വായുവിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ താപപ്രസരണം നടത്തുന്നതിനാലാണു് അവ വായുവിനേക്കാൾ വേഗത്തിൽ രാത്രിയിൽ തണുക്കുന്നതു്. താപപ്രസരണംമൂലം അവ വളരെ വേഗത്തിൽ തണുക്കുന്നതും, ക്രൂരതൽ മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ രൂപീകൃതമാവുന്നതും തെളിമയുള്ള രാത്രികളിലാണു്.

സാന്ദ്രീകരണഘട്ടത്തിലെ ഉഷ്ണത 32° F ലും (0°c) കുറവായിരുന്നാൽ അന്തരീക്ഷവായുവിലെ ജലബാഷ്പം തുഷാർ പോലെ വെളുത്ത അക്കങ്ങളായി (Crystals) മാറുന്നു. ഇതാണ് Frost ഇവിടെ ജലബാഷ്പം നേരിട്ട് ഖരരൂപത്തിലേക്ക് മാറുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. ദ്രവരൂപമുണ്ടാകുന്നില്ല. ഉറച്ചു കഴിഞ്ഞ മഞ്ഞിൻതുള്ളി (Frozen Dew) യല്ല Frost മേഘങ്ങൾ നിറഞ്ഞ ആകാശവും കുറുകളും ഈ സാന്ദ്രീകരണപ്രക്രിയയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുകയേയുള്ളു.

മഴ, ഹിമം Snow ആലിപ്പഴം (Hailstone)

വായു ഉയർന്ന് മുകളിലെത്തുമ്പോൾ വികസിക്കുന്നു. ഉയരം ക്രമേണ കൂടുന്തോറും മർദ്ദം കുറഞ്ഞുവരുമല്ലൊ. ഈ മർദ്ദക്കുറവാണ് വികാസത്തിനുകാരണം. വികാസഫലമായി വായുതണുക്കുകയും അതിലെ ജലബാഷ്പം സാന്ദ്രീകരിക്കുകയുംചെയ്യുന്നു. എണ്ണമറ്റ ചെറിയ ജലകണങ്ങൾചേർന്ന് മേഘങ്ങളുണ്ടാകുന്നതങ്ങിനെയാണ്. ആ ജലകണങ്ങൾ കീഴ്പോട്ട് ഭൂമിയിലേക്ക് വീഴണമെങ്കിൽ അവ വളരെ വലിപ്പമുള്ളവയായിത്തീരണം. മേഘങ്ങൾ ക്രമേണ ഉയരത്തേക്ക് പൊങ്ങുമ്പോൾ അവയുടെ മുകൾഭാഗത്തിന്റെ ഉഷ്ണത പെട്ടെന്ന് വളരെയധികം 0°C യുടെ താഴെ താഴുന്നു. അവിടെയിലെ ജലകണങ്ങൾ വേഗത്തിൽ തണുത്തുറയുന്നില്ല. എന്നാൽ അവയുടെ അതിശീതീകരണം (Super Cooling) സംഭവിക്കുന്നു. മേഘങ്ങൾ വീണ്ടും ഉയരത്തേയ്ക്ക് പൊങ്ങുമ്പോൾ ചില ജലകണങ്ങൾ ഐസുശകലങ്ങളായി മാറുന്നു. അവ വളരെ ചെറുതായിരിക്കും. എന്നാൽ പിന്നീട് അതിശീതീകരണാവസ്ഥയുള്ള ജലകണങ്ങൾ അവയുടെ മീതെ സാന്ദ്രീകരിച്ച് അവ ക്രമേണ വലുതായിത്തീരുന്നു.

ഐസുതരികൾ വളർന്ന് വലുതായി നല്ലപോലെ ഘനമുള്ളവയായി തീർന്നാൽ കീഴ്പോട്ട് വീഴാൻ തുടങ്ങും. അവ

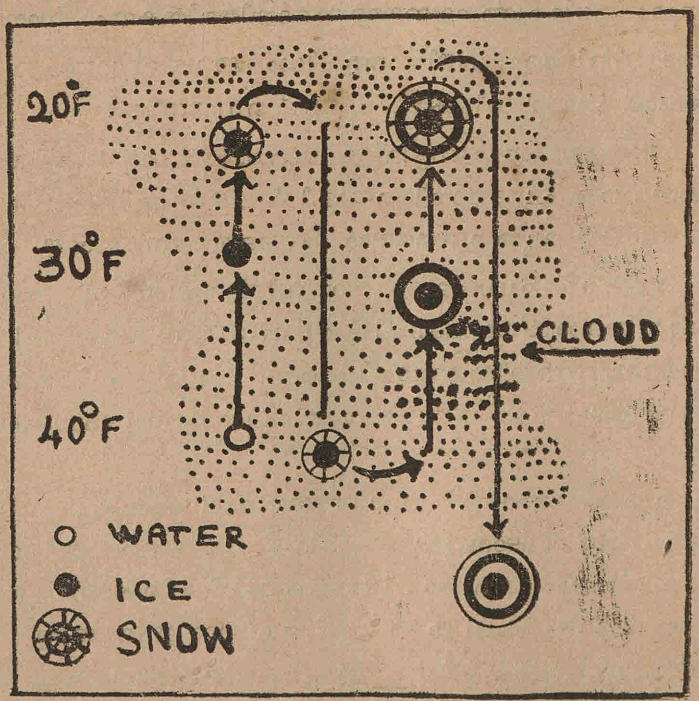
അന്തരീക്ഷത്തിലെ പല അട്ടക്കുകളിൽ ക്രൂടിയും കടന്നുപോ ന്നു് താഴെയെത്തുമ്പോഴേക്കും ക്രൂടുതൽ ജലകണങ്ങളുമായും ഐസുകഷണങ്ങളുമായും സംയോജിച്ചു് വളരെ വലുതാവുന്നു അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ അടിത്തട്ടുവരെ ഉഷ്ണത 0°C ലും താ ഴെയായിരുന്നാൽ ആ ഐസുശകലങ്ങളും കുഴമഞ്ഞായി Snow താഴെ വീഴുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിലെ ചുവട്ടിലെ അട്ടക്കു കളുടെ ഉഷ്ണത 0°C ലും അധികമായിരുന്നാൽ അവ മഴത്തു ള്ളികളായി വീഴും.

0° C ലും കുറഞ്ഞ ഉഷ്ണത നിലവിലുള്ള മുകൾത്തട്ടുവരെ മേഘങ്ങളും ഉയരുന്നില്ലെങ്കിൽ ആദ്യമേതന്നെ മഴത്തുള്ളികളും താഴെവീഴുന്നു. ഇങ്ങനെയുള്ള സന്ദർഭങ്ങളിൽ ജലകണങ്ങളും പരസ്പരം കൂടിച്ചേരുന്ന ഘനമുള്ളവയായിത്തീരുകയും വായുവി നു് താങ്ങിനിർത്താൻ കഴിയാത്തവിധം അവയുടെ ഘനം വർദ്ധി യ്ക്കുമ്പോൾ താഴെ വീഴുകയും ആണു് ചെയ്യുന്നതു്.

മേഘങ്ങൾക്കു ചുവട്ടിലുള്ള അന്തരീക്ഷവായുവിൽ ധാരാ ളം ജലബാഷ്പമടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ മഴത്തുള്ളികളും കുഴമ ഞ്ഞും വലിയ വ്യത്യാസമൊന്നും കൂടാതെതന്നെ താഴെ വീഴു ന്നു. എന്നാൽ ചുവട്ടിലുള്ള വായുവിൽ ജലബാഷ്പം നന്നെ കുറവായിരുന്നാൽ മേഘങ്ങളിൽ നിന്നു വീഴുന്ന മഴത്തുള്ളികളും ഭൂമിയിലെത്തുന്നതിനുമുമ്പായിത്തന്നെ ബാഷ്പീകരിക്കുക യും ആ ബാഷ്പം വീണ്ടും മേൽപ്പോട്ടുതന്നെ പോകുകയും ചെയ്യും.

ഉഷ്ണകാലത്താണു് സാധാരണയായി ആലിപ്പഴം വീഴു ന്നതു്. അതോടൊന്നിച്ചു് ഇടിയും കൊടുങ്കാറ്റുമുണ്ടാവും. വായുപ്രവാഹം ശക്തിയായി കുത്തനെ നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കും ഒരു ആലിപ്പഴം ആദ്യമായി രൂപപ്പെടാൻ തുടങ്ങുന്നതു് മഴ ത്തുള്ളിയായിട്ടാണു്. മഴത്തുള്ളി മേഘത്തോടൊന്നിച്ചു് മേ ലോട്ടു് വഹിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. മഴത്തുള്ളിയുടെ ചുറ്റുമുള്ള വായു,

വികാസംമൂലം തണുക്കുമ്പോൾ (0°Cലും താഴെ) മഴത്തുള്ളി ഘനീഭവിയ്ക്കുന്നു. അതിന്റെ ഘനം ക്രമേണ ക്രമേണ വന്നു് കീഴ്പ്പോട്ടു വീഴുമ്പോൾ ചുവട്ടിലെ ചൂടുള്ള വായുവിൽ പതിയ്ക്കുന്നു. അവിടെനിന്നു് പിന്നേയും ജലാംശം ആ മഴത്തുള്ളിയോടു് ചേരുന്നു. പിന്നീടു് ശക്തിയുള്ള വായുപ്രവാഹത്തോടൊപ്പം അതു് മേല്പോട്ടു തന്നെ ഉയരുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം വീണ്ടും വീണ്ടും ആവർത്തിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. അവസാനം വായുവിനു് താങ്ങാനാവാത്തവിധം അതിന്റെ ഘനം വർദ്ധിച്ചാൽ അതു് ഭൂമിയിലേയ്ക്കു വീഴും. ഒരു ഫുട്ബാളിന്റെ വലിപ്പത്തിലുള്ള ആലിപ്പഴമുണ്ടാവാം. അതിന്റെപതനം മൂലം കെട്ടിടങ്ങൾക്കും, വിളകൾക്കും എന്നുവേണ്ട മനുഷ്യർക്കുതന്നെയും നാശം സംഭവിയ്ക്കാറുണ്ടു്.



ചിത്രം 2—18 ആലിപ്പഴം—രൂപീകരണം



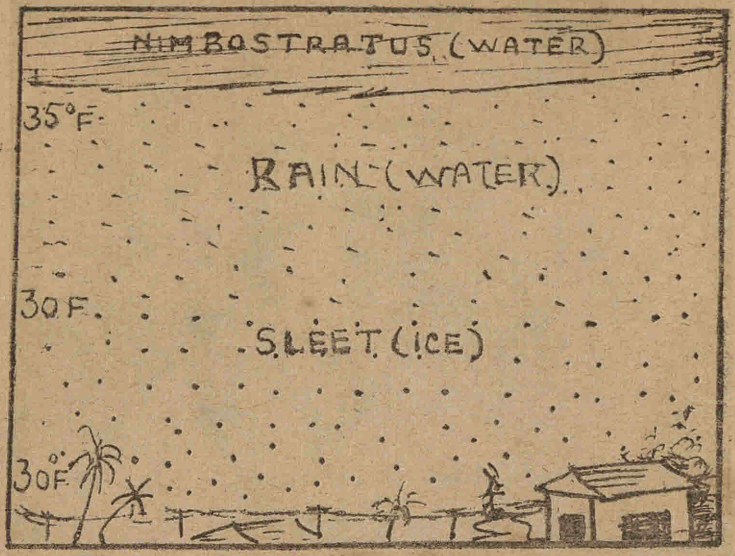
ചിത്രം 2—19 ആലിപ്പഴം

സ്ലീറ്റ് (Sleet)

ശൈത്യകാലത്തും മഴ പെയ്യുന്നതോടൊപ്പം ആലിപ്പഴം വീഴാറുണ്ട്. ഇതിനെ Sleet എന്നു പറയുന്നു. 0°c ലധികം ഉഷ്ണതയുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഒരടുക്കിൽ കൂടി മഴത്തുള്ളികൾ കടന്നുവന്ന ശേഷം അവ 0°c യിൽ താഴെ ഉഷ്ണതയുള്ള മറ്റൊരടുക്കിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ അവയിൽ ചിലതു് ഉറച്ചു കട്ടിയായി തീരുന്നു. ഇങ്ങിനെയാണു് Sleet ഉണ്ടാകുന്നതു്.

സൂര്യപ്രകാശം

കാലാവസ്ഥയുടെ മറ്റൊരു ഘടകമാണു് സൂര്യപ്രകാശം ഒരു ദിവസത്തിന്റെ ഏതു ശതമാനം അഥവാ ഒരു ദിവസ



ചിത്രം 2–20

ത്തിൽ എത്ര മണിക്കൂർ സൂര്യപ്രകാശമുണ്ടായിരുന്നെന്ന് നമുക്ക് എളുപ്പത്തിൽ കണ്ടുപിടിയ്ക്കാമല്ലൊ.

ദൃശ്യത Visibility

തിരശ്ചീനതലത്തിൽ പരമാവധി എത്ര ദൂരം വരെയുള്ള വസ്തുക്കളെ വ്യക്തമായി കാണാൻ സാധിക്കുമെന്നുനോക്കിയാണ് ദൃശ്യത കണക്കാക്കുന്നത്. ദൃശ്യത 10 മൈലിൽ കൂടുതലാണെങ്കിൽ "അനിശ്ചിതം" (Unlimited) എന്നു സൂചിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. മഴയും മഞ്ഞും മറ്റും ഉള്ളപ്പോൾ അതു "0" (പൂജ്യം) ആവും.

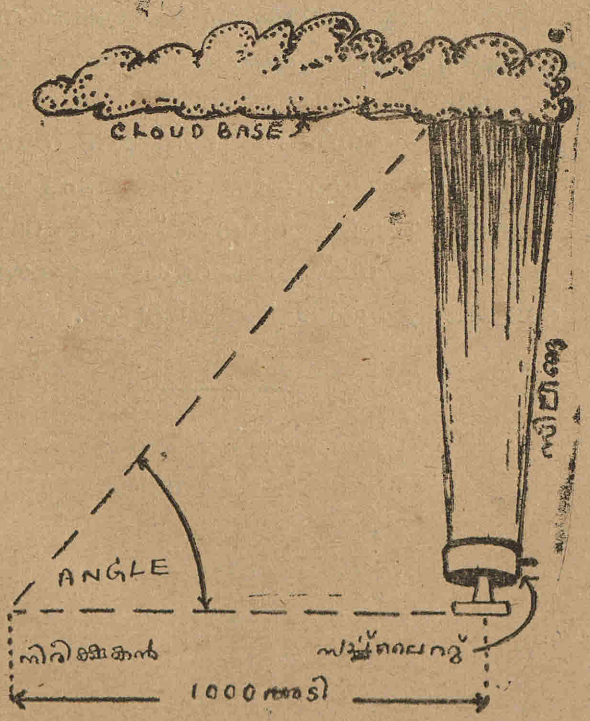
സീലിങ്ങ് (Ceiling)

കട്ടിയുള്ള മേഘങ്ങളുടെ മീതെക്കൂടി പുറക്കുന്ന ഒരുവൈമാനികന് (കീഴ്പോട്ട് നോക്കുമ്പോൾ) ഭൂമി കാണുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ലല്ലൊ. മേഘങ്ങളുടെ അടിവശം ഭൂമിയിൽനിന്നു അട്ട

ത്താണെന്ന അവസ്ഥയേയുണ്ടാകുന്നുള്ളൂ. ഈ വിവരം സീലിങ്ങിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ അവസ്ഥ നൽകുന്നു.

"The Celing is the lowest level (below 10,000 feet above the ground) at which jest half of the sky is covered by clouds."

മേഘങ്ങളെ ഭൂമിയുടെ മേൽപ്പുര (Ceiling)യായാണ് ഇവിടെ കരുതപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നത്. ആ നിരപ്പിൽ, പകുതിയിൽകുറഞ്ഞ ഭാഗം ആകാശം മാത്രമെ മേഘങ്ങളാൽ മറയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളുവെങ്കിൽ "സീലിങ്ങു്," "Unlimited" ആണു്.



ചിത്രം 2—21

മൂടൽമഞ്ഞുകൊണ്ടോ മഴകൊണ്ടോ മേഘങ്ങളുടെ അടിഭാഗം കാണാൻ സാദ്ധ്യമല്ലെങ്കിൽ സീലിങ്ങ് "പൂജ്യം" ആണു്.

സീലിങ്ങ് കണ്ടുപിടിക്കാൻ പലമാർഗ്ഗങ്ങളുമുണ്ടു്. പൈലട്ടു് ബലൂണുകൾ, സീലിങ്ങു്ബലൂണുകൾ, റെഡാർ എന്നിവയുപയോഗിച്ചും അതെങ്ങിനെ കണ്ടുപിടയ്ക്കാമെന്നു് മറെറാരദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിയ്ക്കാം.

ഒരു "സച്ചു്ലൈററു്" (Searchlight) ഉപയോഗിച്ചു സീലിങ്ങു് കണ്ടുപിടിയ്ക്കാം. ദീപത്തിൽനിന്നു് പുറപ്പെട്ടുന്ന പ്രകാശം നേരെ കുത്തനെ മേല്പോട്ടുപോയി മേഘത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തു് പതിയ്ക്കുന്നു. ദീപത്തിൽനിന്നു് ഒരു ക്ലിപ്തദൂരം —1000 അടി—അകലെ നിന്നുകൊണ്ടു് ഒരു നിരീക്ഷകൻ ഏതുകോണിൽ ക്രുടി നോക്കിയാൽ മേഘത്തിന്നടിഭാഗത്തു് പതിപ്പിയ്ക്കപ്പെട്ട പ്രകാശബിന്ദുകാണുമെന്നു് കണ്ടുപിടിയ്ക്കാമല്ലോ. പിന്നീടു് ദീപത്തിൽനിന്നു് മേഘത്തിന്റെ അടിഭാഗത്തുള്ള ഉയരം—സീലിങ്ങു് ത്രികോണ ഗണിത ശാസ്ത്രം (Trigonometry) ഉപയോഗിച്ചു് കണ്ടുപിടിക്കാവുന്നതാണു്. പകൽസമയത്തു് സീലിങ്ങു് കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ ചില പ്രത്യേകതരം സർച്ചു്ലൈററുകളും ഫോട്ടോ ഇലക്ട്രിക് റസീവറുകളും ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടുന്നു.

അദ്ധ്യായം 3

വായുസംഹിതകൾ (Air Masses) — മുൻനിരകൾ (Fronts) മേഘങ്ങൾ

വായുസംഹിതകൾ

വായുസംഹിതകളുടെ പ്രകൃതിയേയും സഞ്ചാരത്തേയും കുറിച്ചുള്ള വിജ്ഞാനം ആധുനിക കാലത്തെ കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഥനത്തിന്റേയും കാലാവസ്ഥാപ്രവചനത്തിന്റേയും മൂലക്കല്ലാണ്. ഉഷ്ണമളമോ, ശീതളമോ ആയ വായുസംഹതികളുടെ മുന്നേറ്റങ്ങളും പിൻവാങ്ങലുകളും—അഥവാ വടക്കോട്ടും തെക്കോട്ടുമുള്ള നീക്കങ്ങൾ—ആണ് മുഖ്യമായും വടക്കെ അർദ്ധഗോളത്തിൽ മദ്ധ്യക്ഷാംശങ്ങളിലും, ഉന്നത അക്ഷാംശങ്ങളിലും കാലാവസ്ഥ സൃഷ്ടിക്കുന്നതെന്ന ആശയം ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിനു ശേഷം ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിച്ചത് നോർവേജിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ചിന്താമണ്ഡലത്തിലായിരുന്നു.

വായുസംഹിതകളും കാറ്റിന്റെ പ്രവാഹങ്ങളും (Wind Currents) ഒന്നാണെന്ന ധാരണ ശരിയല്ല. രണ്ടും വ്യത്യസ്തങ്ങളാണ്. വളരെയധികം വ്യാപ്തിയുള്ള വായുവാണ് വായുസംഹതി, തിരശ്ചീനതലത്തിലെല്ലായിടത്തും അതിനു് ഏറക്കുറെ ഒരേ സ്വഭാവമാണുള്ളത്. അവ ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നോ, ഉഷ്ണമേഖലയിൽ നിന്നോ പുറപ്പെട്ട് ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനു മീതേക്കൂടി നമുക്കു് ദൃശ്യമാംവിധം സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കും.

വായുസംഹിതകൾ വളരെ വലുപ്പമുള്ളവയാണെന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നതു് വെറും അതിശയോക്തിയല്ല. ഒരു വൻകരയെ ആകമനം ആലിംഗനം ചെയ്യാൻ അതിനു കഴിയുമെന്നു പറയുമ്പോൾ അതിന്റെ വലുപ്പത്തെക്കുറിച്ചു് ഊഹിക്കാമല്ലൊ. അതിന്റെ ഉഷ്ണതയേയും അതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ള ജലബാഷ്പത്തേയും കണക്കാക്കിയാണു് അതിന്റെ അടിസ്ഥാന സ്വഭാവങ്ങൾ നിർണ്ണയിക്കുന്നതു്. ഒരു വായുസംഹിതയിൽ മൂടപ്പെട്ടുകിടക്കുന്ന ഒരുപ്രദേശത്തെ കാലാവസ്ഥ ആ പ്രദേശം മുഴുവനും ഒരുപോലെയായിരിക്കും. ചില്ലറ വ്യത്യാസങ്ങൾ ഉണ്ടെങ്കിൽത്തന്നെ അവയ്ക്കു കാരണം പ്രധാനമായും പ്രാദേശിക ഘടകങ്ങളാണു്. (പർവതങ്ങൾ, താഴ്വരകൾ ജലാശയങ്ങൾ മുതലായവ) ഒരു വായുസംഹതി ഏതു് പ്രദേശത്തിനു മീതെക്കൂടി നീങ്ങിപ്പോകുന്നുവോ, ആ പ്രദേശത്തിന്റെ പ്രകൃതി വായുസംഹതിയുടെ സ്വഭാവങ്ങളിൽസ്വാധീനം ചെലുത്താറുണ്ടു്.

ചില പ്രത്യേക സ്വഭാവങ്ങൾ കൈമുതലാക്കിക്കൊണ്ടു് ഒരു വായുസംഹതി ഏവിടെനിന്നു പുറപ്പെട്ടുവരുന്നുവോ ആ പ്രദേശമാണു് അതിന്റെ ഉല്പത്തിസ്ഥാനം. വായുസംഹതിയുടെ യഥാർത്ഥസ്വഭാവങ്ങളുടെ സൃഷ്ടിയിൽ ഉല്പത്തിസ്ഥാനത്തിനാണു് മുഖ്യമായ പങ്കു്. അതിന്റെ സഞ്ചാരത്തിനിടയിൽ അതിന്റെ സ്വഭാവങ്ങൾക്കു് ക്രമേണക്രമേണയായി മാറ്റം വന്നേക്കാം. ഒരു വായുസംഹതിയുടെ സ്വഭാവങ്ങൾക്കുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം പ്രധാനമായി മൂന്നു സംഗതികളെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. 1. ഏതു പ്രദേശത്തുകൂടി കടന്നുപോകുന്നുവെന്നു്. 2. എത്ര സമയം ഒരു പ്രദേശത്തു നിൽക്കുന്നുവെന്നു് 3. വായുവിന്റെ സ്ഥിരത.

(Stability)

ഒരുവായുസംഹതി എത്രദൂരം വേണമെങ്കിലും സഞ്ചരിച്ചുകൊള്ളട്ടെ. അതിന്റെ ജനനാലുള്ള സ്വഭാവങ്ങൾ അതു്

കൈവെടിയാറില്ല. ഉദാഹരണമായി കനഡയിൽ നിന്നു് യാ
ത്രപുറപ്പെട്ടന്ന ശീതളമായ വരണ്ട വായു അമേരിക്കൻ ഐ
ക്യനാടുകളിൽ എത്തുമ്പോഴേക്കും, ഉഷ്ണമളമായിരിക്കുമെങ്കി
ലും അതിന്റെ വരൾച്ച സ്വഭാവം അതുപേക്ഷിക്കുകയില്ല.
മെക്സിക്കോ ഉൾക്കടലിൽ നിന്നു വരുന്ന ഉഷ്ണമളമായ
നനഞ്ഞ വായു അതിന്റെ സഞ്ചാരത്തിന്നിടയിൽ ക്രമേണ
ഉഷ്ണമളമായിതീരുകയോ, തണുത്തുപോകുകയോ ചെയ്താലും
അതിലെ ജലബാഷ്പത്തെ മുഴുകെ പിടിക്കുന്നു.

വടക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിലെ കാലാവസ്ഥയുടെ സൃഷ്ടിക
ർത്താക്കളായ വായുസംഹിതകളെ വായുമണ്ഡലശാസ്ത്രജ്ഞ
ന്മാർ നാലായി തരംതിരിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

1. **കോൺടിനെൻൽപോളാർ** (Continental Polar—C P)

ഇതു് സാധാരണയായി തണുത്തതും വരണ്ടതുമായിരി
യ്ക്കും. വായുവിനു് വളരെ സ്ഥിരതയുണ്ടായിരിയ്ക്കും. കര
യിൽ നിന്നാണു് ഇതിന്റെ ഉത്ഭവം.

2. **മെരിടൈം പോളർ** (Maritime Polar—M P)

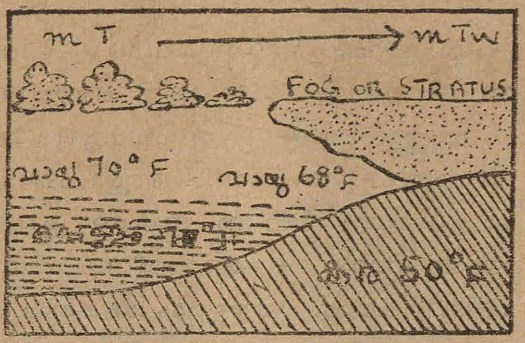
ഇതു് തണുത്തതും നനഞ്ഞതുമാണു്. വളരെ അസ്ഥി
രമാണു്വായു. ഇതു് ജലാശയങ്ങളുടെ മുകളിൽനിന്നു പുറ
പ്പെടുന്നു.

3. **കോൺടിനെൻറൽ ട്രോപ്പിക്കൽ** (Continantal Tropi-
cal—C T)

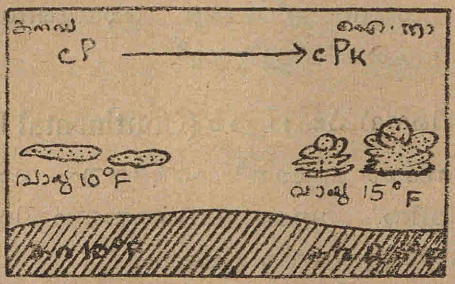
ഇതു് ഉഷ്ണമാവും വളരെയധികം വരണ്ടതുമാണു്.
വായു അത്യധികം അസ്ഥിരമായിരിക്കും.

4. **മെരിടൈം ട്രോപ്പിക്കൽ** (Maritime Tropical–M P)

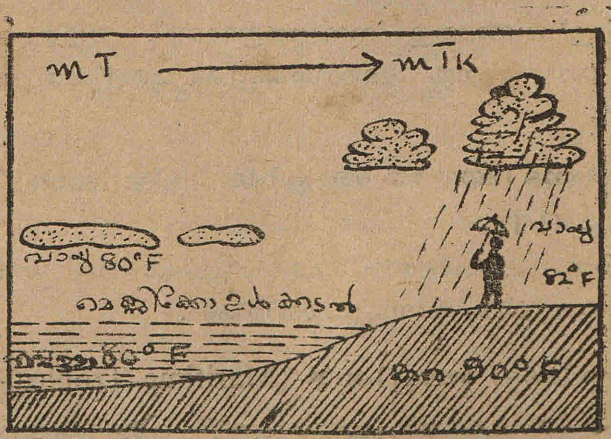
ഉഷ്ണമാവും നനഞ്ഞതുമാണു്. വായുവിന്റെ സ്ഥിര
തമാറിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കും.



ചിത്രം 3—1 ശൈത്യകാലത്തെ ഒരു ഉഷ്ണമേഖലാവായു സംഹിതി
(Maritime Tropical)



ചിത്രം 3—2 വായുസംഹിതി (C. P



ചിത്രം 3—3 ഉഷ്ണകാലത്തെ ഒരു ശീതളവായുസംഹിതി (M T)

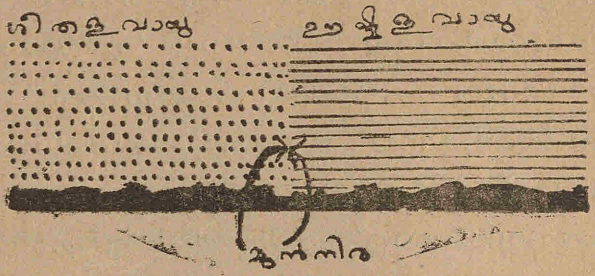
വടക്കെ അക്ഷാംശത്തിന്റെ വടക്കെ പകുതിയിൽ അലാസ്ക, കനഡ, സൈബീരിയ എന്നിവയാണ് കോൺടിനെൻറൽ പോളർ വായുസംഹതിയുടെ പ്രധാന ഉല്പത്തിസ്ഥാനങ്ങൾ. ശൈത്യകാലത്താണ് അതിന്റെ "തിരപ്പുറപ്പാട്" "മേരിടൈംപോലാർ" വായുസംഹതി അത്‌ലാന്തിക്ക് സമുദ്രത്തിന്റെയും ശാന്തസമുദ്രത്തിന്റെയും മുകളിൽ നിന്നാണ് വരുന്നത്. ഇതു് ശൈത്യകാലത്തു കരയുടെ മീതെക്കൂടി നീങ്ങുമ്പോൾ കനത്തരീതിയിൽ കുഴമഞ്ഞു് Snow വർഷിക്കുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ മദ്ധ്യപൌരസ്ത്യ പ്രദേശത്തുനിന്നും ആഫ്രിക്കയിൽ നിന്നും ചിലപ്പോൾ മെക്സിക്കോവിൽ നിന്നും വരുന്ന കോൺടിനെൻറൽ ട്രോപ്പിക്കൽ വായുസംഹതി വടക്കോട്ടു നീങ്ങി അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളുടെ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ ഭാഗങ്ങളിലെത്തുന്നു. "മേരിടൈം ട്രോപ്പിക്കൽ" വായുസംഹതി രൂപംകൊള്ളുന്നതു് ഉഷ്ണമേഖലയിലെ ഉഷ്ണമളമായ സമുദ്രങ്ങളുടെ മുകളിൽ നിന്നാണ്. അതിലെ ചൂടുള്ള വായുവിൽ ധാരാളം ഈർപ്പമുണ്ടായിരിക്കും. മാത്രമല്ല കുറെയേറെ മേഘങ്ങളെയും വഹിച്ചുകൊണ്ടാണ് അതിന്റെ സഞ്ചാരം.

മുൻനിരകൾ (Fronts)

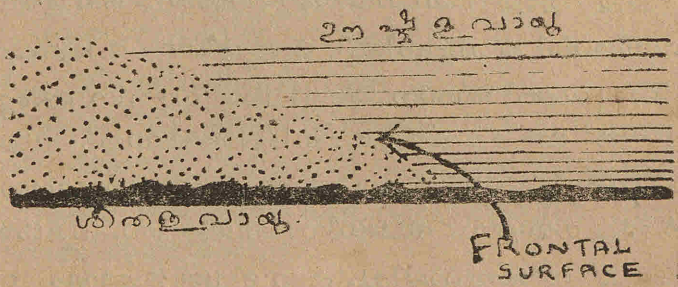
ഉഷ്ണമളമോ ശീതളമോ ആയ ചലിക്കുന്ന വായുസംഹതികളുടെ മുൻ അതിർത്തിയോ അറ്റങ്ങളോ ആണ് മുൻനിരകൾ. (ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിലെ ഏക കേന്ദ്രോൻമുഖ മേഖല ഒരു മുൻനിരയല്ല. കാരണം അതിന്റെ വിപരീത ദിശയിലുള്ള ഇരു വായുസംഹതികൾക്കും യഥാർത്ഥത്തിൽ ഒരേ താപനിലയും ഈർപ്പനിലയുമാണുള്ളതു്. മദ്ധ്യ അക്ഷാംശങ്ങളിൽ അനേകം ഡിഗ്രികളോളം മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും ചാഞ്ചാടുന്ന "ധ്രുവമുൻനിരകളിൽ" (Polar Fronts) ധ്രുവഉത്പമേഖലയിൽ നിന്നു് തള്ളിയൊഴുകുന്ന ശീതവായുവും ഉഷ്ണമേഖലയിൽ നിന്നു വരുന്ന വെസ്റ്റർലീസിന്റെ ഉഷ്ണമളമായ "നി

ശ്വാസവും തമ്മിൽ "ക്രൂടിക്കാഴ്ച" നടത്തുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തെ സ്പർശിച്ചുകിടക്കുന്ന തണുത്ത വായു ഉഷ്മളമായ വായുവിന്റെ ചുവട്ടിലേക്കു് ഇഴഞ്ഞുകയറുന്നു. തൽഫലമായി ചൂടുള്ള വായു ഉന്നത മേഖലകളിൽക്കൂടി മേഘവും, മൂടൽമഞ്ഞും, മഴയും ആയി സാന്ദ്രീകരിച്ചുകൊണ്ടു് നീങ്ങുന്നു. മുൻനിര ഒരിയ്ക്കലും സമനിരപ്പായ ഒരു തലമായിരിയ്ക്കുകയില്ല. അതു് അനിയതവും ചെരിഞ്ഞതുമായിരിയ്ക്കും. സമുദ്രവിതാനത്തിൽ അതിന്റെ അറ്റം ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയിലേയ്ക്കു് തള്ളിക്കയറിനില്ക്കും. എന്നാൽ ഉപരിതലത്തിൽ അഗ്രം വളരെയേറെ ധ്രുവഭാഗത്തേക്കു് ചെരിഞ്ഞാണു് നില്ക്കുക. ഉഷ്മളവും ശീതളവും ആയ വായുസംഹിതകൾ തമ്മിലുള്ള ഉഗ്രമായ സമരത്തിൽ "മുൻനിര" വലിയുകയും വീർക്കുകയും ഒരിടത്തു് പിൻവാങ്ങുകയും മറെറാരിടത്തു് മുന്നേറുകയും, വേറൊരിടത്തു് ശീതളവായുവാകുന്ന നീണ്ട അംഗുലികൾ നീട്ടി ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ മാർഗ്ഗത്തിലേയ്ക്കു് തുളച്ചുകയറുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. വളച്ചൊടിക്കപ്പെട്ട 'മുൻനിര'കളിലെ മുന്നോട്ടു തള്ളിനിൽക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളിൽനിന്നു് കൊടുങ്കാറ്റുകേന്ദ്രങ്ങൾ ഉത്ഭവിയ്ക്കുന്നു. ദൈനദിനം മാറിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയും, ഐസ്ലാണ്ടിനും അലൂഷ്യൻ ദ്വീപാന്തരങ്ങൾക്കുമപ്പുറത്തുള്ള അല്പസ്ഥിരമായ ലഘുസമ്മർദ്ദമേഖലയിലെ "കാറ്റുകളുടെ ശ്മശാനങ്ങളിൽ" വീണ്ടിയുവാനായി കിഴക്കോട്ടു് അപ്രതിഹതമായി സഞ്ചരിയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്ന 'ലഘുസമ്മർദ്ദ'കേന്ദ്രങ്ങളാണു് ഈ കൊടുങ്കാറ്റുകേന്ദ്രങ്ങൾ. ഈ വമ്പൻ ധ്രുവമുൻനിരകളുടെ അറ്റങ്ങൾ തിരിയുന്നതിന്റെ മട്ടു് എന്നു്? കാലാവസ്ഥാ ഭ്രപടങ്ങളിൽ പ്രത്യേക പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന 'പ്രാദേശിക മുൻനിര'കളുടെ വിതരണത്തേയും സ്വഭാവത്തേയും നിർണ്ണയിയ്ക്കുന്നതു് മേല്പറഞ്ഞവയാണു്. വായുമണ്ഡലശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നാലുതരം 'മുൻനിര'കളുണ്ടെന്നു പറയുന്നു.

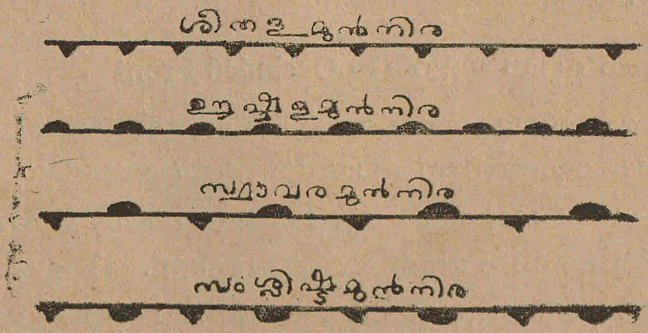
1. ശീതളം (cold) 2. ഉഷ്ണളം (warm) 3. സംശ്ലിഷ്ടം (occluded) 4. സ്ഥാവരം (Stationary)



ചിത്രം 3—4



ചിത്രം 3—5



ചിത്രം 3—6 മുൻനിരകളെ (Fronts) സൂചിപ്പിക്കുന്ന അടയാളങ്ങൾ

1. ശീതളമുൻനിര Cold Front

ശീതളവും ത്വരിതഗമനവും ചെയ്യുന്നതുമായ ഒരു വായു സംഹതി ഉഷ്മളവായുവിന്റെ ഒപ്പം ഓടിയെത്തി പല പ്പോഴും കൊടുങ്കാറ്റും ഇടിയും മിന്നലും ഉണ്ടാകുമാറ് ഉഷ്മളവായുവിനെ മേല്പോട്ടുതള്ളി മാറ്റുമ്പോഴാണ് ഒരു ശീതളമുൻനിരയുണ്ടാകുന്നത്. ഈ അസ്വാസ്ഥ്യം സാധാരണയായി ഹ്രസ്വവും പ്രാദേശികവുമായിരിക്കും. മേഘങ്ങളെയെല്ലാം നാടകീയമാംവിധം അതു് അടിച്ചുമാറ്റിക്കളയും.

2. ഉഷ്മളമുൻനിര (Wam Front)

ഇതു് ക്രൂടതൽ വിശാലമായി കിടക്കാം. ഒരു ഉഷ്മള വായുസംഹതി കുതിച്ചുനീങ്ങി ഒരു ശീതള വായുസംഹതിയോടൊപ്പമെത്തി അതിനു മുകളിലൂടെ വഴുതിനീങ്ങിപ്പോകുമ്പോഴാണ് ഒരു ഉഷ്മള മുൻനിരയുണ്ടാകുന്നതു്. വളരെയധികം വിസ്തീർണ്ണംവരുന്ന ഒരു സ്ഥലപ്പരപ്പിന്റെ കാലാവസ്ഥയിൽ ഇതു ഗണ്യമായ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നു. ഭയങ്കരമായ മഴകൊണ്ടു് നനഞ്ഞൊലിച്ചു, കുറെ ദിവസങ്ങളോളം നീണ്ടുനിന്നേയ്ക്കാവുന്ന ഒരു കാലാവസ്ഥയായിരിക്കും ഇതിന്റെ ഫലം.

3. സംശ്ലിഷ്ട മുൻനിര Occluded Front

ഒരു ശീതളമുൻനിര ഒരു ഉഷ്മള മുൻനിരയെ അതിക്രമിക്കുകയും അതിനെ പൊക്കിവിടുകയും അങ്ങിനെ അവയ്ക്ക് പരസ്പരബന്ധം ഇല്ലാതാകുകയും ചെയ്യുമ്പോഴാണ് ഒരു "സംശ്ലിഷ്ട മുൻനിര" ഉണ്ടാകുന്നതു്. ശീതള മുൻനിരയുടേയും ഉഷ്മള മുൻനിരയുടേയും അസ്വസ്ഥതകളുടെ സവിശേഷ സ്വഭാവങ്ങളെല്ലാംതന്നെ അതു സൃഷ്ടിക്കും.

4. സ്ഥാവര മുൻനിര Stationary Front

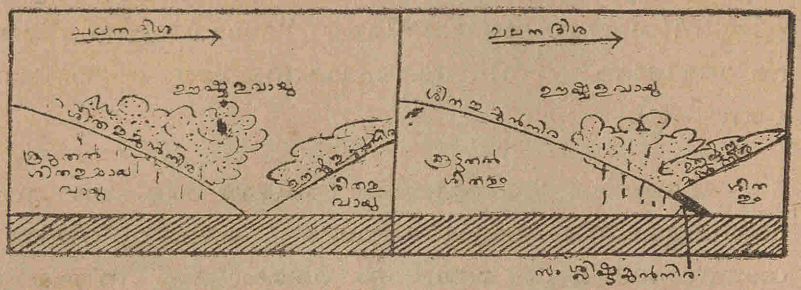
ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ശീതളമേഖ ഉഷ്ണമേഖലയോ ആയ മുൻനിര നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്നു. അങ്ങിനെയുള്ള ഘട്ടങ്ങളിൽ നിശ്ചലമായ ഈ മുൻനിരയെ "സ്ഥാവരമുൻനിര"യെന്നു വിളിക്കുന്നു. മുൻനിര മാറിപ്പോകുന്നതുവരെ കാലാവസ്ഥ മാറുകയില്ല.

വടക്കൻ അർദ്ധഗോളത്തിലെ മുഖ്യമായ രണ്ടു വായുസംഹതികളുടെ നീക്കങ്ങളോടു ബന്ധമുണ്ട് ജെറ്റ് സ്ട്രീമിന്നു് വായുസംഹതികളുടെ തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടുമുള്ള നീക്കങ്ങളുടെ മാർഗ്ഗത്തിൽ വളച്ചൊടിയ്ക്കാവുന്ന ഒരു ക്രാറൻ മതിൽക്കെട്ടെന്നോണം "ജെറ്റ് സ്ട്രീം" വർത്തിക്കുന്നു. ജെറ്റ് സ്ട്രീം തെക്കോട്ടു നീങ്ങുമ്പോൾ പിന്നാലെ ധ്രുവവായു സംഹതികളേയും വലിച്ചിഴച്ചു് തെക്കോട്ടു കൊണ്ടുപോകുന്നു. ഇതധികവും സംഭവിക്കുന്നതു് ശൈത്യമാസങ്ങളിലാണു്. ധ്രുവവായുവിന്റെ കൊടുംതണുപ്പു് തെക്കൻ പ്രദേശങ്ങളുടെ കാലാവസ്ഥയിലേക്കു് തള്ളിച്ചുകയറുന്നു.

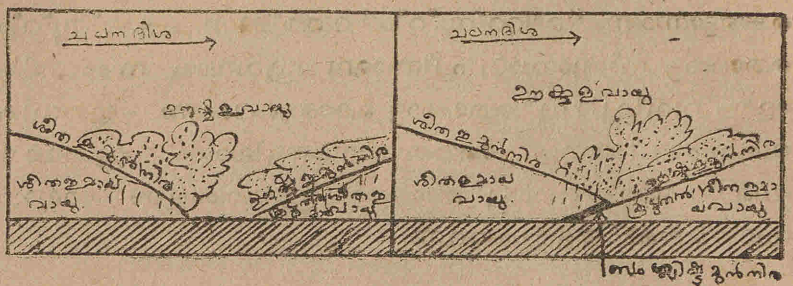
ഉഷ്ണകാലത്തു് സ്ഥിതി നേരെമറിച്ചാണു്. ജെറ്റ് സ്ട്രീം അലഞ്ഞുതിരിഞ്ഞു വടക്കോട്ടു നീങ്ങുമ്പോൾ ഉഷ്ണമേഖലാവായു സംഹതികളും പിന്നാലെ നീങ്ങുന്നു. ഇവയ്ക്കനുസരിച്ചു് അവ കടന്നുപോകുന്ന പ്രദേശങ്ങളിലെ കാലാവസ്ഥയിലും മാറ്റങ്ങളും വരുന്നു.

ചൂടുള്ള മാസങ്ങളിൽ ജെറ്റ് സ്ട്രീം വല്ലാതെ വടക്കോട്ടു് സഞ്ചരിക്കാത്തപ്പോൾ ശീതളവായു സംഹതികൾക്കു് പതിവിലേറെ തെക്കോട്ടു നീങ്ങാൻ സാധിക്കുന്നു. അങ്ങിനെ അതു ഉഷ്ണകാലത്തെ തണുപ്പുള്ളതാക്കിത്തീർക്കും. ശൈത്യമാസങ്ങളിൽ ജെറ്റ് സ്ട്രീമിന്റെ തെക്കോട്ടുള്ള നീക്കത്തിൽ അല്പം "അയവു്" ഉണ്ടാകുമ്പോൾ ഉഷ്ണമേഖലാവായു

സംഹതികഠംക്ക സാധാരണയിൽ കവിഞ്ഞു് വടക്കോട്ട പോകാൻ സാധിക്കുന്നു. അങ്ങിനെയാണു് ചിലപ്പോൾ ശൈത്യകാലത്തെ കൊടുംതണുപ്പു് അല്പം മയപ്പെടുന്നതു്.



ചിത്രം 3—7



ചിത്രം 3—8

മേഘങ്ങൾ

ആകാശത്തിൽ മേഘങ്ങളില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷം മനം മടുപ്പിക്കുന്ന ഒരു തരിശുസ്ഥലമാകുമായിരുന്നു. മേഘങ്ങളാണു് ആകാശത്തിനു സൗന്ദര്യം നൽകുന്നതു്. പ്രത്യേകിച്ചു് സൂര്യന്റെ ഉദയാസ്തമയ വേളകളിൽ. എന്നാൽ ഒരു അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ മേഘങ്ങളെ കാലാവസ്ഥയുടെ ദൃശ്യമായ അടയാളങ്ങളായാണു് കണക്കാക്കുന്നതു്. കാരണം കാറ്റുകളെപ്പറ്റി പഠിക്കുവാനും അന്തരീക്ഷവായുവിലെ ജലബാഷ്പം നിർണ്ണയിക്കുവാനും അവ ശാസ്ത്രജ്ഞനെ സഹായിക്കുന്നു.

ഭൂമിയിൽനിന്നു് കുറെയുയരത്തിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ കാണപ്പെടുന്ന വളരെ ചെറിയ ജലകണങ്ങളുടെ അഥവാ ഐസുതരികളുടെ സമൂഹമാണു് മേഘം. അവ എങ്ങനെ രൂപംകൊള്ളുന്നുവെന്നു് കഴിഞ്ഞ അദ്ധ്യായത്തിൽ വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടല്ലോ.

പ്രസിദ്ധ ഫ്രഞ്ചുപ്രകൃതിശാസ്ത്രജ്ഞനായ ലാമാക്ക് (Jean Baptiste de Monet de Lamarck 1744–1829) ആദ്യമായി 1802–ൽ പലതരം മേഘങ്ങളെ തരംതിരിക്കുവാൻ ശ്രമങ്ങൾ നടത്തിനോക്കി. പക്ഷെ അന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ ശ്രമങ്ങൾക്കു് മറ്റു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അംഗീകാരം നേടുവാൻ തരപ്പെട്ടില്ല.

1803–ൽ ല്യൂക്കു് ഹൊവേർഡു് (Luke Howard) എന്ന ഇംഗ്ലീഷു് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ മേഘങ്ങളെ തരംതിരിക്കുന്നതു ഒരു സമ്പ്രദായം ആവിഷ്കരിക്കുന്നതിൽ വിജയിച്ചു. ആദ്യമായി അദ്ദേഹമാണു് മേഘങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനപരമായ വിഭാഗങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന മൂന്നു് ലേറ്റിൻ പദങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങിയതു്. 1. Cirrus (ചുരുൾ) 2. Stratus (പരന്നതു്) 3. Cumulus (ക്രമ്പാരം). ഹൊവേർഡിന്റെ ഈ വിഭജനക്രമത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അംഗീകരിച്ചു. ഇന്നും അവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലാണു് മേഘങ്ങൾ തരംതിരിക്കപ്പെടുന്നതു്. അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ലോകസംഘടന (World Meteorological organization) പ്രസിദ്ധപ്പെടുത്തുന്ന മേഘങ്ങളുടെ അന്താരാഷ്ട്രീയ അറ്റ്ലസ്സിൽ മേഘങ്ങളുടെ വിവേചനത്തിനു് നാലു് ഉപാധികളുണ്ടു്.

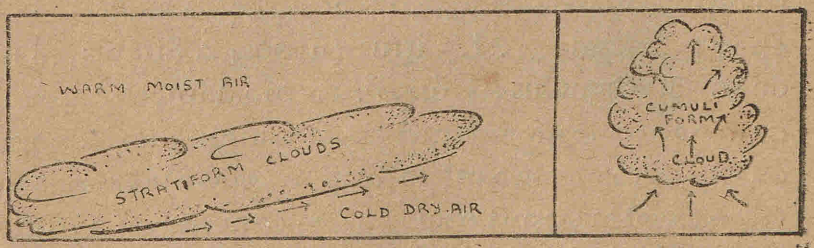
1. സാമാന്യം (Genera) മേഘങ്ങളുടെ മുഖ്യരൂപങ്ങൾ
2. വർഗ്ഗം (Species) ആകൃതിയും ആന്തരഘടനയും
3. തരം (Varieties) സംവിധാനക്രമവും സുതാര്യതയും
4. മറ്റു സ്വഭാവങ്ങൾ (Supplementary Features) മാതൃമേഘങ്ങളോ ഉപമേഘങ്ങളോ എന്നു്.

ഉയരക്രമമനുസരിച്ച് മേഘങ്ങളെ പൊതുവിൽ മൂന്നാക്കി തരം തിരിയ്ക്കുന്ന ഒരു വ്യവസ്ഥയും ലോകത്തിൽ പരക്കെ അംഗീകരിയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

1. ഉന്നതം. 2. മദ്ധ്യം. 3. നിമ്നം.

ഉയരം കണക്കാക്കുന്നതു് സമുദ്രനിരപ്പിൽനിന്നല്ല; മേഘങ്ങൾ ഏവിടെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നുവോ അവിടെ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽനിന്നു് മേല്പോട്ടാണു്. ഈ അദ്ധ്യായത്തിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ഉയരങ്ങൾ മദ്ധ്യഅക്ഷാംശങ്ങളിൽനിന്നു് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളവയാണു്. യഥാർത്ഥത്തിൽ ഭൂമദ്ധ്യരേഖാ പ്രദേശത്തു് മേഘങ്ങളിലേയ്ക്കുള്ള ഉയരം കൂടുതലും ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ കുറവും ആണു്.

ഉയരക്രമമനുസരിച്ചുള്ള മൂന്നു വിഭാഗങ്ങളിലുൾപ്പെടുന്ന പലതരം മേഘങ്ങളെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകന്മാർ നിരീക്ഷിച്ചു് റിപ്പോർട്ടുകൾ തയ്യാറാക്കാറുണ്ടു്.



ചിത്രം 3—9 ചിത്രം 3—10 കുമുലസ്

ഉന്നതമേഘങ്ങൾ

(1) സിറസ്

വിതാനസ്ഥ വലിപ്പത്തിലുള്ള ഐസുതരികൾ ചേർന്നുണ്ടായതാണിതു്. നേരിയ തന്തുക്കളായോ, വീതികുറഞ്ഞ നാടകങ്ങളെപ്പോലെയോ ഇതു് കാണപ്പെടുന്നു. നല്ലകനമുണ്ടായിരിക്കും. നീണ്ട തൂവലുകൾപോലെയുള്ള ചുരുൾ മേഘങ്ങളെ

കണ്ടാൽ കുതിരയുടെ വാലാണോ എന്നു് നമുക്കു് തോന്നിപ്പോകും. ഇതിൽ അനേകം അവാന്തരവിഭാഗങ്ങളുണ്ടു്.

(2) സിറോകുമുലസ് (Cirrocumulus)

അതിശീതീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട (Super Cooled) ജലകണങ്ങളോ, ഐസിന്റെ തരികളോ, അല്ലെങ്കിൽ, രണ്ടിന്റേയും മിശ്രമോ ആണു് ഇതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ളതു്. ഇവ നാടകളുടെ രൂപത്തിൽ ആകാശത്തിൽ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. വെള്ളിമേഘത്തിന്റെ കൊച്ചുഗോളങ്ങൾ നിറഞ്ഞ അനേകം മുകിലുടരുകളുണ്ടാവും.

3 സിറോസ്ട്രാറസ് (Cirrostratus)

ഇതും ഐസുതരികാൽ ചേർന്നുണ്ടായതുതന്നെയാണു്. ഇതു് നേരിയതും, വെളുത്തതും, മൃദുലവും, സുതാര്യവുമായിരിയ്ക്കും. ചിലപ്പോൾ ഇത്തരം മേഘങ്ങൾ ആകാശത്തെ മുഴുവനും മൂടുന്നു. ഇവ വളരെ സുതാര്യമായതിനാൽ നമുക്കു് കാണാൻ വളരെ വിഷമമാണു്. ചിലപ്പോൾ ഈ മേഘം സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഓരോ പരിവേഷം (Halo) നിർമ്മിയ്ക്കുന്നു. ആ പരിവേഷങ്ങൾ മഴയെ സൂചിപ്പിയ്ക്കുന്നവയത്രെ.

മദ്ധ്യമേഘങ്ങൾ

1. ആൾട്ടോ കുമുലസ് (Altocumulus)

ചെറിയ ജലകണങ്ങൾ ചേർന്നുണ്ടാവുന്നതാണിതു്. മേഘത്തിനുള്ളിൽ വളരെ താണ ഉഷ്ണതയാണുള്ളതെങ്കിൽ ഐസു തരികളും ഉണ്ടായെന്നുവരും. മത്സ്യാകൃതിയിലോ: വെളുത്തതോ ചാരനിറത്തിലോ ഉള്ള അടരുകളായോ അത്തരം മേഘങ്ങൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു.

2 ആൾട്ടോസ്ട്രാറസ് (Altostratus)

അതിശീതീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട ജലകണങ്ങളുടെയും, ഐസിന്റെ അക്കങ്ങളുടെയും ഒരു സമൂഹമാണിതു്. ഇതിന്റെ നിറം ചാരമോ, നീലയോ ആയിരിയ്ക്കും. ഇത്തരം മേഘങ്ങൾ ആകാശം മുഴുവനും വ്യാപിച്ചുകിടക്കും. സൂര്യന്റെയും ചന്ദ്ര

ന്റെയും രശ്മികൾ ഈ മേഘങ്ങളിൽക്കൂടി ഭാഗികമായി കടന്നുപോകും.

3 നിംബോസ്ട്രാറസ് (Nimbostratus)

കീഴ്പ്പോട്ടു വീഴുന്ന മഴത്തുള്ളികളും കുഴമഞ്ഞും അതിശീതികരിയ്ക്കപ്പെട്ട ജലകണങ്ങളും ഇതിലുണ്ടായിരിയ്ക്കും. ആകാശത്തിൽ വളരെ വിസ്തൃതിയിൽ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന ഇവയ്ക്ക് ഇരുണ്ട ചാരനിറമാണുണ്ടായിരിയ്ക്കുക. 'കട്ടിക്കൂടിയ ആൾട്ടോസ്ട്രാറസ്' ആയും ഇവ ചിലപ്പോൾ അറിയപ്പെടാറുണ്ട്. ഇവ പലപ്പോഴും നമുക്ക് ഒരു ഭീഷണിയായിത്തീരാറുണ്ട് കാരണം ഏതു സമയത്തും അവയിൽനിന്ന് മഴയോ, ആലിപഴമോ, കുഴമഞ്ഞോ വീഴുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കാം, അവയെ നമുക്കു വ്യക്തമായി കാണാനും സാദ്ധ്യമല്ല. സൂര്യനേയും ചന്ദ്രനേയും ഈ മേഘങ്ങൾ മറയ്ക്കുന്നു. ഇവമൂലം ഇടിയും, മിന്നലും ദുർല്ലഭമായേ ഉണ്ടാകാറുള്ളൂ. ചിലപ്പോൾ ശക്തിയേറിയ കാറടിക്കുമ്പോൾ. നിംബോസ്ട്രാറ്സ് മേഘങ്ങളിൽ നിന്ന് ചിലപാളികൾ അടർന്നുപോയി താഴെ ഒരു പ്രത്യേക അടരായി വേർപെട്ടനില്ക്കും. ആ അടരിന്റെ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് അതിനെ "Fractostratus" എന്നോ "Fracto cumulus" എന്നോ വിളിക്കാം.

നിമ്നമേഘങ്ങൾ

1. **സ്ട്രാറ്റോകുമുലസ്** (Strato cumulus:)–ഇവയിൽ ചെറുതും വലുതുമായ ജലകണങ്ങളടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. നിറം വെള്ളപ്പോ, ചാരമോ ആയിരിക്കും. മേഘങ്ങൾ അനേകം കൊച്ചുവൃത്തങ്ങളായി വേർതിരിഞ്ഞു നിൽക്കും.

2. **സ്ട്രാറ്സ്** (Stratus):–പല അടരുകളായി ഒരു പോലെ പരന്നു കിടക്കുന്നു. ഭൂമിയെ സ്പർശിച്ചു കിടക്കുന്ന സ്ട്രാറ്സ് മേഘങ്ങളാണ് മൂടൽമഞ്ഞെന്നും ഉയരത്തിൽ വർത്തിക്കുന്ന മൂടൽമഞ്ഞാണ് സ്ട്രാറസ് മേഘങ്ങളെന്നും പറയുമ്പോൾ സ്ട്രാറസ് മേഘങ്ങളുടെ ഏകദേശ സ്വഭാവം വ്യക്തമാകുന്നുണ്ടല്ലൊ.

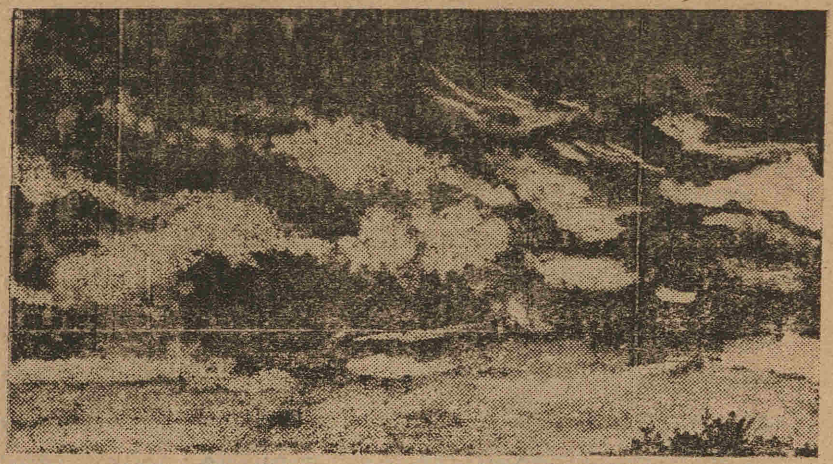
3. **കുമുലസ്**:—ലംബമായി മേലോട്ടുയരുന്ന വായുപ്രവാഹം മൂലമാണ് ഈ തരം മേഘം രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നത്. ഒന്നിനു മീതെ മറ്റൊന്ന് എന്ന ക്രമത്തിൽ അനേകം പാളികൾ ചേർന്നാണ് ഇതുണ്ടാകുന്നത്. ആകാശത്തിൽ ഇവ സുന്ദരദൃശ്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അവയുടെ വിവിധസ്വഭാവങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് അവയെ ഇനിയും പലതരങ്ങളായി തിരിക്കാവുന്നതാണ്. കരയിൽ സായാഹ്നത്തിലും ജലാശയങ്ങളുടെ മുകളിൽ രാത്രിയിലുമാണ് ഇത്തരം മേഘങ്ങൾ രൂപീകൃതമാവുന്നത്.

4. **കുമുലോ നിംബസ്**. (Cumulo nimbus):—ഈ തരം മേഘങ്ങളിലധികവും അതിശീതീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട ചെറിയ ഐസു തരികളുമായിരിയ്ക്കും. ഇവ ക്രമത്തിൽ അടിയിൽ നിന്നുയർന്ന് മേഘങ്ങളുടെ മദ്ധ്യമേഖലയുംകടന്ന് ഉന്നത മേഖലയിലെത്തുന്നു. ഇവയുടെ മുകൾപ്പരപ്പിനെ, വേണമെങ്കിൽ, സിറസ് മേഘങ്ങളായി കരുതാവുന്നതാണ്. മുകൾത്തട്ടിനെ ഏതാണ്ട് ഒരടക്കല്ലിനോട് (Anvil) ഉപമിയ്ക്കാം. ഗോപുരം കണക്കെ മേല്പോട്ടുയരുന്ന അവയുടെ ഉരുണ്ട ശിരോഭാഗങ്ങളെ ശക്തിയിലടിക്കുന്നകാറ്റുകളാണ് അടിച്ചു പരത്തുന്നത്.

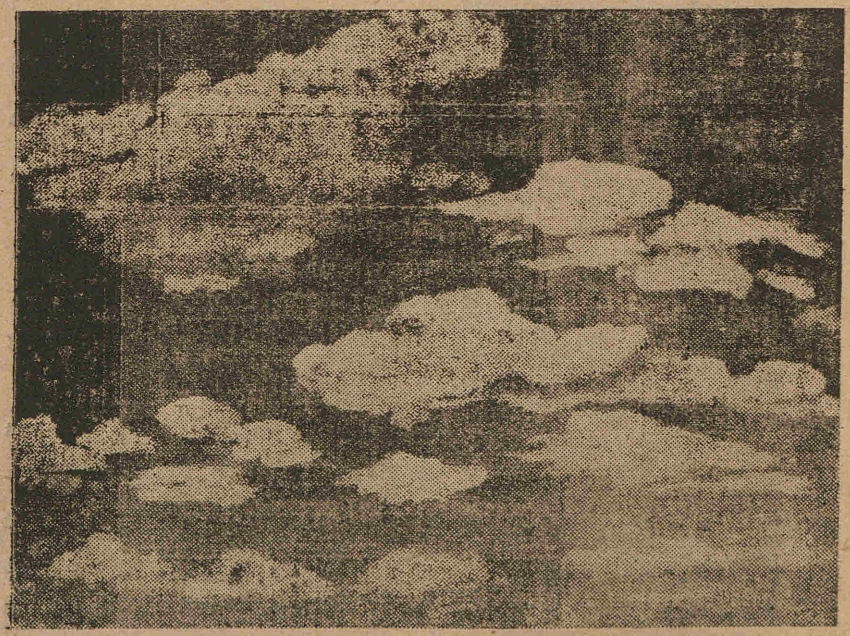
മേഘങ്ങളുടെ രാജാവാണ് കുമുലോനിംബസ്: അത്യുച്ച ഘനഗാംഭീര്യമുണ്ടതിനു്. ഇടിയും, മിന്നലും, മഴയും, കൊടുംകാറ്റും, ക്രൂടികൊള്ളുന്ന, ഗർജ്ജിയ്ക്കുന്ന ഊർജ്ജ കേന്ദ്രങ്ങളാണ് ഈ മേഘങ്ങൾ.

മുകളിൽ പ്രസ്താവിയ്ക്കപ്പെട്ടവയ്ക്കു പുറമെ വേറെയും പലതരം മേഘങ്ങളുണ്ട്. പക്ഷേ, അവ അത്ര സാധാരണമല്ല.

കാലാവസ്ഥാഭൂപടത്തിൽ മേഘങ്ങളുടെ തരത്തെ ചില പ്രത്യേക അടയാളങ്ങളുപയോഗിച്ച് രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. മേഘങ്ങളെ കണക്കിലെടുക്കാതെ നടത്തുന്ന കാലാവസ്ഥാപ്രവചനം അപൂർണ്ണമായിരിയ്ക്കുമെന്നു് പറയേണ്ടതില്ലല്ലോ.



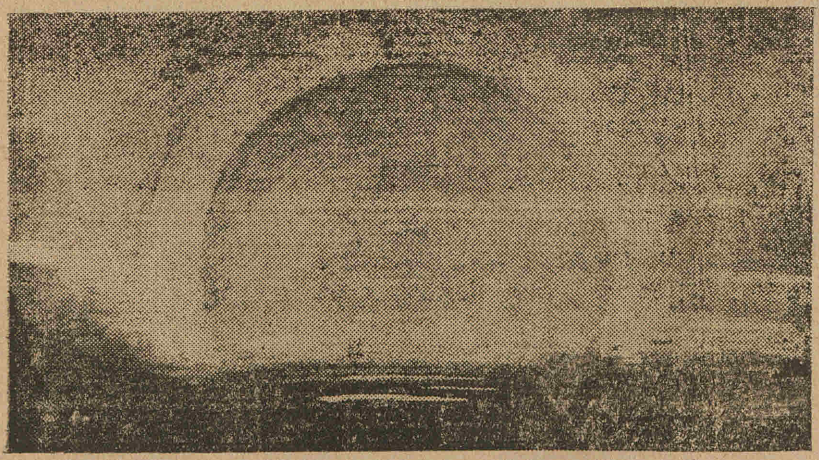
ചിത്രം 3—11 സൈറസ്



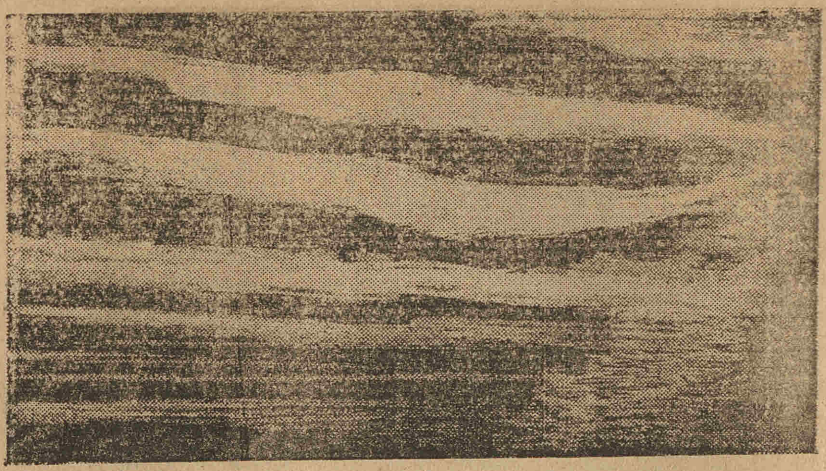
ചിത്രം 3—12 സ്റ്റാറാസ്



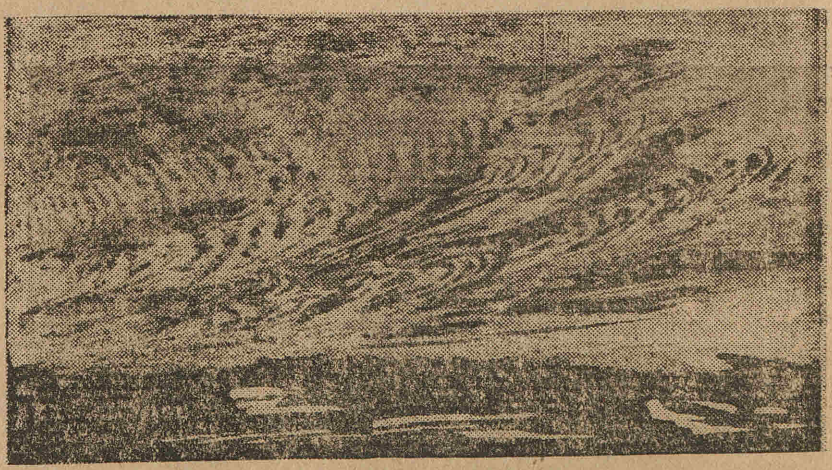
ചിത്രം 3—13 സിറോക്കുമുലസ്



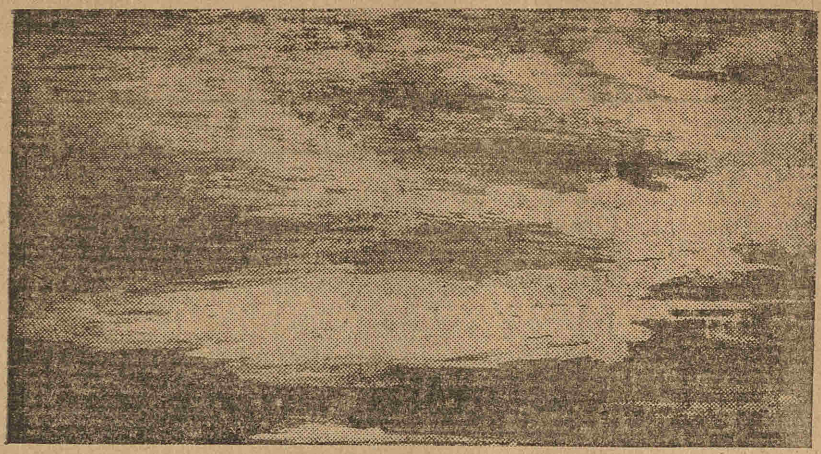
ചിത്രം 3—14 സിറോസ്ട്രാറ്റസ്



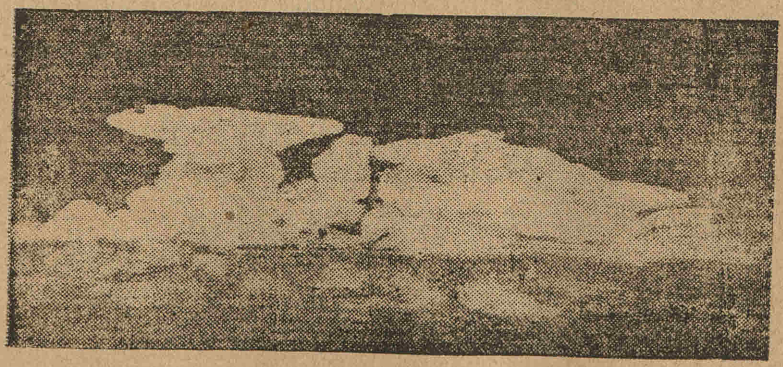
ചിത്രം 3—15 സ്ട്രാറ്റോക്യുമുലസ്



ചിത്രം 3—16 ആൾട്ടോ ക്യുമുലസ്



ചിത്രം 3—17 ആൾട്ടോ സ്ട്രാറ്റസ്



ചിത്രം 3—18 കുമുലോ നിംബസ്

മേഘങ്ങളുടെവിഭജനം

വർഗ്ഗം	ഉയരം	പേര്
A ഉന്നത മേഘങ്ങളം	മുകളിലേയ്ക്ക് 40,000 അടി വുവ ട്ടിലേയ്ക്ക് 20,000 അടി	Cirrus (സിറസ്)–Ci Cirrostratus (സിറോസ്ട്രാറസ്)–Cs Cirrocumulus Cc
B മദ്ധ്യ മേഘങ്ങളം	മുകളിലേയ്ക്ക് 20,000 അടി വുവ ട്ടിലേയ്ക്ക് 6,500 അടി	Altostratus (ആൾട്ടോസ്ട്രാറസ്)–As Altocumulus (ആൾട്ടോകുമുലസ്) –Ac
C നീമ്ന മേഘ ങ്ങളം	മുകളിലേയ്ക്ക് 65,00 അടി വുവ ട്ടിലേയ്ക്ക് ഉപരിത ലത്തിനോടടുത്താ യിരിയ്ക്കും.	Stratocumulus(സ്ട്രാറോകുമുലസ്) –Sc Nimbostratus (നിംബോസ്ട്രാറസ്) –Ns Stratus (സ്ട്രാറസ്) –Cu
D ലംബതല മേഘങ്ങളം	മുകളിലേയ്ക്ക് സിറസിന്റെ ഉയരം വുവട്ടിലേയ്ക്ക് 1600 അടി	Cumulus (കുമുലസ്)–Cu Cumulonimbus (കുമുലോനിംബസ്) –Cb

അദ്ധ്യായം 4

കലങ്ങിമറിയുന്ന അന്തരീക്ഷം

ഉഷ്ണമേഖലാ സമുദ്രങ്ങളിലെ ചൂടുകൂടിയ വായുപ്രവാഹങ്ങൾ തമ്മിൽ കൂട്ടിമുട്ടുന്ന വായുമണ്ഡല സമുദ്രത്തിലെ ചൂടുകൂടിയപോലെയുള്ള ലഘുസമ്മർദ്ദമേഖലകളിൽ വെച്ചാണ് ഭൂമിയുടെ കൊടുങ്കാറ്റുകൾ രൂപംകൊള്ളുന്നത്. പെട്ടെന്നു വന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാവുന്ന മഴയും കാറ്റുംതൊട്ട് മനുഷ്യനറിയാവുന്ന ഏറ്റവും ഉഗ്രമായ കൊടുങ്കാറ്റു വരെ—ഉഷ്ണമേഖലാ സമുദ്രങ്ങളിലെ പ്രചണ്ഡവാതങ്ങൾവരെ—അങ്ങനെയുണ്ടാവുന്നു.

ഏറ്റവും ശാന്തമായാണ് ഒരു കൊടുങ്കാറ്റ് ആരംഭിക്കുന്നത്. "കാറ്റില്ലാക്കടലിൽ" ഒരിടത്ത്, മടിപിടിച്ച് കാറ്റ് അടങ്ങിക്കിടക്കുന്ന സമുദ്രത്തിൽ, ചൂടുപഴുത്ത പല ദിവസങ്ങളോളം തുടർച്ചയായി സൂര്യൻ പ്രകാശിക്കുന്നു. ഫലമോ? നിശ്ചലമായ വായു ഉയരാൻ തുടങ്ങുകയായി. നേർത്ത വായുമുകളിലേയ്ക്ക് പോകുമ്പോൾ ഒഴിവാകുന്ന സ്ഥലത്തേയ്ക്ക് പുതിയ വായു വന്നെത്തുന്നു. അങ്ങിനെ ഒരു ചാക്രിക പ്രവർത്തനമായിത്തീരുന്നു. തടിച്ച മേഘങ്ങൾ ആകാശത്തിൽ നിറയുന്നു; മഴ ശക്തിയായി പെയ്യുന്നു. കറുത്തിരുണ്ട ആകാശത്തിൽ മിന്നൽപിണരുകൾ തങ്കരേഖകൾ വരയ്ക്കുന്നു. ഭയങ്കരമായ കാറ്റുകൾ കൊടുങ്കാറ്റിന്റെ "നടുക്കണ്ണിനു" (Central eye) ചുറ്റും മണിക്കൂറിൽ 150 മൈൽ വേഗത്തിൽ വട്ടം വീശുന്നു. പിന്നീട് കൊടുങ്കാറ്റിന്റെ ജൈത്രയാത്രയായി. സമുദ്രത്തിലൂടെ അതു കുതിക്കുന്നു. ശക്തി ക്ഷയിച്ച് ഈ കാറ്റ് നിലയ്ക്കുന്നത് പത്തുപതിനഞ്ച് ദിവസത്തിനു ശേഷമാവാം.

വായുവിന്റെ ക്രോധസങ്കലമായ ഈ അപസ്മാര താണ്ഡവത്തെക്കാൾ നമുക്ക് സുപരിചിതമായിട്ടുള്ളതു്, കണക്കിലേറെ കൗതുഹലംജനിപ്പിക്കുന്ന "ഇടിമഴ" (Thunder strom) ആണു്. വായുമണ്ഡലത്തിലെ എല്ലാ അസ്വാസ്ഥ്യങ്ങളുംപോലെ സൂര്യന്റേയും വെള്ളത്തിന്റേയും സൂര്യപ്രകാശമുള്ള വേനൽക്കാല ദിവസങ്ങളിൽ കമ്പിളിനാരുകൾ പോലെ ചുരുണ്ടുതിളങ്ങുന്ന അതിമനോഹരമായ വെള്ളിമേഘക്രുമ്പാരങ്ങളുടെയും പരസ്പര പ്രതികരണത്തിൽ നിന്നാണു് "ഇടിമഴ" രൂപംകൊള്ളുന്നതു് എന്നതു് ഒരു വിരോധാഭാസമാണു്.

താപവും ഈർപ്പവും കാറിന്റെ നീക്കവും ചില പ്രത്യേക വിധങ്ങളിലായിരിക്കുമ്പോൾ ഈ മേഘക്രുമ്പാരങ്ങൾ അത്യുന്നതങ്ങളും അടകല്ലുപോലെ തല പരന്നവയും ആയ സാന്ദ്രമായ മഴക്കാറുകളായി തീരുന്നു. സ്പർശക്ഷമങ്ങളും കോട്ടക്കൊട്ടാരങ്ങൾ പോലെയുള്ളവയും ആണിവ കാഴ്ചയിൽ; നിഗ്രഹശക്തികൾ തിളച്ചുമറിയുന്ന അസ്വസ്ഥമായ പ്രവർത്തനക്ഷമതയുടെ ഉൗർജ്ജസ്വല ബാറോമീറ്ററുകളാണു്. കാറും മേലോട്ടും കീഴോട്ടും അതിഭയങ്കരമായി തള്ളുന്നതുകൊണ്ടു് അവയുടെ പ്രകാരഭൂർഗ്ഗങ്ങൾ പിളർന്നുപോകുന്നു. അവയുള്ളിൽ ജലകണങ്ങൾ മേലോട്ടു് അടിച്ചുയരുകയും കീഴ്പോട്ടു തെറിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അവ ആലിപ്പഴമായും കുഴമഞ്ഞായും പൊഴിയുന്നു. ചിലപ്പോഴാകട്ടെ ഉരുകി അത്യുഷ്മായ നീരാവിയായിപ്പോകുന്നു. വീണ്ടും അലിഞ്ഞു് മഴയായി പതിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഇടിമഴ മൂന്നു ഘട്ടങ്ങളിൽ കൂടി കടന്നുപോകുന്നുണ്ടു്.
1. ക്രുമ്പാരഘട്ടം (**Cumulus Stage**) 2. പകൃഘട്ടം (**Mature Stage**) 3. അടകല്ലു് ഘട്ടം അഥവാ അപ്രത്യക്ഷമാവുന്ന ഘട്ടം (**Anvil Stage or Dissipating Stage**)

1. ക്യുമ്പാരസ്ഘട്ടം

നിഷ്കളങ്കത ഓളംവെട്ടുന്ന ചുരുൾമേഘങ്ങളുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിലാണ് "ഒരിടിമഴ"യുടെ ആരംഭം. അനേകം ചുരുൾമേഘങ്ങൾ ചേർന്നാണ് ഒരിടിമഴയുണ്ടാകുന്നത്. ഉഷ്ണമേഖലാവായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള ശക്തിയിലുള്ള തള്ളിക്കയറ്റമാണ് ഈ ആദ്യഘട്ടത്തിലെ സുപ്രധാന സംഭവം. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്ന് പ്രസരിക്കുന്ന ചൂടുള്ള വായു മുകളിലെത്തുമ്പോൾ വികസിക്കുകയും തണുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മേഘത്തിലെ ജലബാഷ്പം ജലകണങ്ങളായി രൂപാന്തരപ്പെടുന്നു. വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള കുതിച്ചുകയറ്റത്തിനോടൊപ്പം ക്രമേണ ഉയരത്തേയ്ക്കുയരുന്ന ഈ ജലകണങ്ങൾ സാന്ദ്രീകരിക്കുകയും വലുതാവുകയും ചെയ്യുന്നു. വളരെ ഉയരത്തെത്തുമ്പോൾ ഇവ ഘനീഭവിച്ച് ഐസുതരികളായിത്തീരുന്നു.

തുടച്ചയായി മേല്പോട്ടുകുതിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന വായു മേഘചുരുളുകളെ ക്രമേണ ക്രമേണ ഉയരത്തിലേയ്ക്ക് വഹിച്ചു കൊണ്ടുപോകുന്നു. അവിടെവെച്ച് അവ പരസ്പരം ഒന്നിച്ചുചേർന്ന് കനത്ത "ഇടിമേഘക്രുമ്പാരങ്ങൾ" (**Ihunderheads**) രൂപം കൊള്ളുന്നു. മേഘങ്ങളുടെ ആദ്യഘട്ടത്തിലുണ്ടായിരുന്ന വെള്ളപ്പ് നിറം പോയി കറുത്തിരുണ്ടനിറം വരുന്നു. ജലകണങ്ങളുടേയും ഐസുതരികളുടെയും രൂപീകരണംമൂലം മേഘത്തിനകത്ത് സാധാരണയിൽക്കവിഞ്ഞ് ചൂട് ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള ഇരച്ചുകയറ്റത്തിന്റെ ശക്തി വർദ്ധിയ്ക്കുന്നു. വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള പ്രവാഹത്തിന്റെ ശക്തി എത്രമാത്രം വർദ്ധിയ്ക്കുന്നുവോ, അത്രകണ്ട് ക്രമേണ ജലബാഷ്പത്തെ വായു മേല്പോട്ട് വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുന്നു.

2. പക്വഘട്ടം

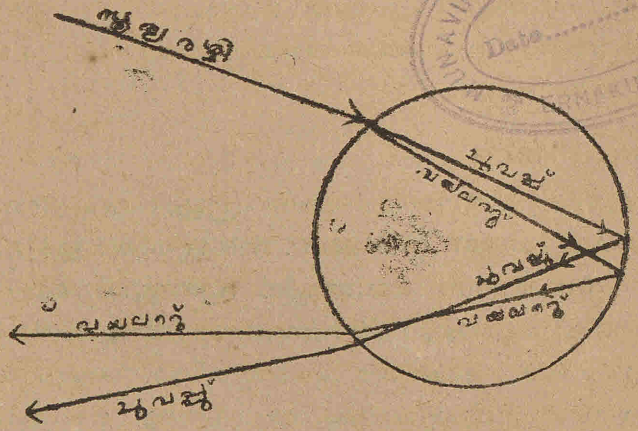
ഈഘട്ടത്തിൽ താണ മേഖലകളിലുള്ള മേഘങ്ങളുടെ ജലകണങ്ങൾ തുടച്ചയായി വളർന്ന് വലുതായിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കും

മേല്പോട്ടുകുതിയ്ക്കുന്ന വായുവിനു് താങ്ങിനിത്താൻവയ്യാത്ത വിധത്തിൽ ജലകണങ്ങളുടെ ഘനം വർദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടെങ്കിൽ അവ മഴത്തുള്ളികളായി താഴെവീഴുന്നു. എല്ലാകണങ്ങളും അപ്രകാരമായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. ചിലതു് ക്രമേണ ഉയരത്തേയ്ക്കു് വഹിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. അവിടെവെച്ചു് അവ ഐസുതരികളായി ക്രമത്തിലുറയുമ്പോൾ തണുത്തുറച്ച ആലിപ്പഴങ്ങളായിമാറും. ക്രമേണ ക്രമേണ ഈർപ്പംഗ്രഹിച്ചു് അവയും വളർന്നു വലുതാകുന്നു. വായുവിനു് താങ്ങാൻവയ്യാത്തകണക്കിൽ അവയുടെ ഘനം ക്രമത്തിലുമ്പോൾ അവയും ഭ്രമിയിലേയ്ക്കു് വീഴുന്നു. അങ്ങിനെ ഇടിമഴയോടൊപ്പം മഴത്തുള്ളികളും ആലിപ്പഴങ്ങളുമുണ്ടാവും. അവ കീഴ്പ്പോട്ടുപോരുമ്പോൾ കുറെ വായുവിനേയും വലിച്ചിഴച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നു. ഇങ്ങനെയാണു് തണുത്തവായു കീഴ്പ്പോട്ടു നീങ്ങുന്നതു്. ഈ തണുത്തവായുവിന്റെ അകമ്പടിയോടു കൂടിയാണല്ലോ ഇടിമഴവരുന്നതു്. തണുത്തവായു ആദ്യമാദ്യം നേരെകുത്തനെ കീഴ്പ്പോട്ടാണു നീങ്ങുന്നതു്. എന്നാൽ ക്രമത്തിൽ അതിന്റെ ഗതിമാറിവരികയും ഭ്രമിയിലെത്തുമ്പോഴേയ്ക്കും അതു് തിരശ്ചീനമായി അടിയ്ക്കാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്യും. അതങ്ങനെ ഭ്രമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ തിരശ്ചീനതലത്തിൽ വ്യാപിയ്ക്കുമ്പോൾ ഉഷ്ണതപെട്ടെന്നു് 10 ഡിഗ്രിയോളം കുറഞ്ഞേയ്ക്കാം.

പകർഘട്ടത്തിലാണു് ഇടിമഴ അതിന്റെ പാരമ്യത്തിലെത്തുന്നതു്. അതിനെത്തുടർന്നു് ചിലപ്പോൾ പേമാരിയും ആലിപ്പഴവർഷവും ഉണ്ടായേയ്ക്കാം. ഈ സംഭവങ്ങളെ പകർഘട്ടത്തിന്റെ സൂചനകളായി കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കരുതുന്നു. ഇടിമഴയുടെ ഇടിയും, മഴയും, മിന്നലും—പ്രത്യേകിച്ചു് അവയുടെ കാഠിന്യം—സാധാരണയായി അരമണിക്കൂറിലധികം നീണ്ടുനില്ക്കാറില്ല.

പിൻവാങ്ങുന്ന കറുത്തിരുണ്ടമേഘങ്ങളിൽ സുന്ദരമായ ഒരു മഴവില്ലു് പതിച്ചുകൊണ്ടു് പ്രകൃതി, ചിലപ്പോൾ, ഇടിമഴയുടെ ഉഗ്രതാണ്ഡവത്തിനു് പ്രായശ്ചിത്തം ചെയ്യാറുണ്ടു്.

സൂര്യരശ്മികളും മഴത്തുള്ളികളിലേയ്ക്ക് തുടച്ചുകയറി, തുള്ളികൾക്കുള്ളിൽവെച്ച് പ്രതിഫലിയ്ക്കപ്പെട്ടുമ്പോഴാണ് മഴവില്ലുണ്ടാകുന്നത്. സൂര്യനഭിമുഖമായ ഒരിടത്ത് മഴത്തുള്ളികളിൽ ഒരു പ്രത്യേക കോണിൽ സൂര്യരശ്മികൾ വീഴുമ്പോൾ മാത്രമെ അവ സൂര്യരശ്മികളെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ച് സുന്ദരമായ



ചിത്രം 4—1 മഴവില്ലുണ്ടാകുന്നവിധം

കമാനരൂപത്തിലുള്ള മഴവില്ല് സൃഷ്ടിക്കുകയുള്ളൂ. സൂര്യൻ ചക്രവാള സീമയുടെ സമീപമോ താഴേയോ വരുമ്പോൾ മാത്രമെ യഥാർത്ഥ മഴവില്ലുകൾ കാണപ്പെടുകയുള്ളൂ. മഴവില്ലിലെ സപ്തവർണ്ണങ്ങൾക്ക് കാരണം പ്രതിഫലിയ്ക്കപ്പെടുന്ന പ്രകാശതരംഗങ്ങളുടെ വ്യത്യസ്തങ്ങളായ തരംഗദൈർഘ്യങ്ങളാണ്. പ്രകൃതി അനുകൂലമെങ്കിൽ നമുക്ക് രണ്ടു മഴവില്ലുകൾ ഒരുമിച്ച് ഒരേ സമയത്ത് കാണാം. പ്രാഥമിക മഴവില്ല് (Primary Bow) ഉള്ളിലും, ദ്വിതീയ വില്ല് (Secondary Bow) പുറത്തുമായിരിക്കും. പ്രാഥമിക വില്ലിലാണ് പ്രകാശമേറിയ സപ്തവർണ്ണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കുക.

3. അപ്രത്യക്ഷരാവുന്ന ഘട്ടം

വായുവിന്റെ കീഴ്പോട്ടുള്ള പ്രവാഹത്തിന്റെ ശക്തി കൂടിവരികയും അതു തിരശ്ചീനതലത്തിൽ വ്യാപിക്കാൻ തുടങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നതോടെ വായുവിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള ഇരമ്പുകയറ്റത്തിന്റെ ശക്തി ക്ഷയിക്കുകയും അതിലെ ജലബാഷ്പത്തിന്റെ അളവ് കുറയുകയും ചെയ്യും. അങ്ങനെ രണ്ടുതരം വായുപ്രവാഹങ്ങളുടെയും ശക്തി കെട്ടടങ്ങുമ്പോൾ ഇടിമേഘങ്ങളുടെ മേൽക്രമ്പാരങ്ങൾ അടകല്ലിനെപ്പോലെ പരന്നവയായിത്തീരുന്നു.

ഇടിയും മിന്നലും

ഇടിയും മിന്നലും ഉണ്ടാകുന്ന പ്രക്രിയകൾ ഇന്നും അജ്ഞാതമായിത്തന്നെ നിൽക്കുന്നു. വൈദ്യുതിയും ഇടിമിന്നലും ഒന്നുതന്നെയാണെന്ന് ബെഞ്ചമിൻ ഫ്രാൻക്ലിൻ തെളിയിച്ചു കഴിഞ്ഞിട്ട് ഏതാണ്ട് 200 സംവത്സരങ്ങൾ കഴിഞ്ഞെങ്കിലും ഇടിമഴകൾ എങ്ങനെ വൈദ്യുതീകരിക്കപ്പെടുന്നുവെന്നതിനെ സംബന്ധിച്ച് ഐകകണ്ഠ്യേനയുള്ള ഒരു തീരുമാനത്തിലെത്താൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് നാളിതുവരെ സാധിച്ചിട്ടില്ല. പല പല സിദ്ധാന്തങ്ങളും അതിനെക്കുറിച്ച് ആവിഷ്കരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഓരോന്നിനും വേണ്ടത്ര അനുകൂലികളുമുണ്ട്. വൈദ്യുതീകരണം നടക്കുന്നത് ജലകണങ്ങൾ, ഐസുതരികൾ, വായുപ്രവാഹങ്ങൾ എന്നിവയുടെ സാന്നിദ്ധ്യത്താലോ, അല്ലാതെയോ എന്നതിനെക്കുറിച്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കുതന്നെ ഉറച്ച ഒരഭിപ്രായമില്ല.

അതിവൈദ്യുതിയും (Positive charge), ഋണവൈദ്യുതിയും (Nagative charge) വഹിച്ചുകൊണ്ട് രണ്ടു കേന്ദ്രസ്ഥാനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നും (ഈ കേന്ദ്രങ്ങൾ ഒരു മേഘത്തിലോ, രണ്ടു മേഘങ്ങളിലായോ വന്നേയ്ക്കാം. അല്ലെങ്കിൽ ഒരു കേന്ദ്രം ഭൂമിയും മറേറതു് ഒരു മേഘവുമാകാം.), ആ രണ്ടു കേന്ദ്രങ്ങൾക്കിടയിലെ വൈദ്യുതി സ്ഥാനാന്തരം (Potential

difference) 50 മീറ്റർ വോൾട്ട് വരെ ഉയരുമ്പോൾ അവയ്ക്കിടയിൽ വൈദ്യുതസ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നുവെന്നും, ആ സ്ഫുലിംഗങ്ങൾ ഒന്നിച്ചുചേർന്നതാണ് ഇടിമിന്നലെന്നുമുള്ള ഒരു സിദ്ധാന്തമുണ്ട്. ഇതിനോട് വായുമണ്ഡല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഏറെക്കുറെ യോജിയ്ക്കുന്നുണ്ട്.

മേഘങ്ങളിലെ ഐസുതരികളുടെ ത്രുപീകരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള സിദ്ധാന്തത്തെ ശരിവയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ, ഒരിടിമഴ വൈദ്യുതീകരിയ്ക്കപ്പെടുന്നതു് മേഘങ്ങൾക്കുള്ളിൽവച്ചു് വിവിധ വലിപ്പത്തിലുള്ള മഴത്തുള്ളികളും, ആലിപ്പഴങ്ങളും വളരെ ശക്തിയിൽ കൂടിക്കലരുമ്പോഴാണു് എന്നു പറയുന്നതിൽ തെറ്റില്ല. ഈ കൂടിക്കലരലിന്റെ ഫലമായി സ്ഥിരവൈദ്യുതി (Static electricity) ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. മേഘങ്ങൾക്കുള്ളിൽ നടക്കുന്ന പ്രവർത്തനത്തിനനുസരിച്ചു് ഈ വൈദ്യുതിയും വർദ്ധിച്ചുവരും. ഒടുവിൽ മേഘക്രമ്പാരത്തിന്റെ മേലടരു് ശക്തിയേറിയ അതിവൈദ്യുതി പ്രസരമുള്ള കേന്ദ്രമായും, കീഴടരു് ഋണവൈദ്യുതി പ്രസരമുള്ള കേന്ദ്രമായും തീരുന്നു.

ചിലപ്പോൾ മേഘത്തിനുള്ളിലെ ഋണവൈദ്യുതി വളരെ പ്രബലമായിരിയ്ക്കും. അങ്ങനെ വരുമ്പോൾ മേഘത്തിനുള്ളിൽത്തന്നെയുള്ള മറ്റൊരു ഉൽസർജ്ജനം (Discharge) കൊണ്ടു് അതിനെ നിവാരണം ചെയ്യണം; അഥവാ മേഘത്തിൽനിന്നു ഭൂമിയിലേയ്ക്കുള്ള ശക്തിപ്രസരംകൊണ്ടു് ഇതു നിവാരണം ചെയ്യപ്പെടണം. മേഘവും ഭൂമിയും തമ്മിലുള്ള വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ വിനിമയം സതചരഗതികളും, അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും ഉള്ളതുമായ പല അഘാതങ്ങളേയും സൃഷ്ടിയ്ക്കുന്നുണ്ടു്. ഇവയിൽവച്ചു് ഏറ്റവും ശക്തിയേറിയതു് ഭൂമിയിൽനിന്നു് മേഘത്തിലേയ്ക്കുള്ളതാണു്. തന്നിമിത്തം ഏറ്റവും ദീപ്തവും, പ്രത്യക്ഷവുമായ ഇടി മിന്നൽ മിയ്ക്കവാറും മുകളിൽ

നിന്നു് താഴത്തേയ്ക്കുന്നതിനേക്കാൾ താഴത്തുനിന്നു മേല്പോട്ടാണു് സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നതു്. അശനിപാതത്തിന്റെ മാർഗ്ഗത്തിൽപ്പെട്ട വായുവിലെ മോളിക്യൂളുകൾ വൈദ്യുതീകൃതമാകുകയും പ്രകാശിയ്ക്കുകയും ചെയ്യിട്ടാണു് മിന്നൽവെളിച്ചമുണ്ടാകുന്നതു്. ഇടിമിന്നലിന്റെ ഓരോ പാതവും അതിന്റെ പിന്നിൽ ചൂടുപിടിച്ച കുറെ വായുവിനെ സൃഷ്ടിയ്ക്കുന്നുണ്ടു്. മിന്നലിന്റെ മാർഗ്ഗത്തിലുള്ള വായു 18,000 F വരെ ചൂടുപിടിയ്ക്കുമത്രെ. ഈ വായുവിന്റെ പെട്ടെന്നുള്ള വ്യാപനം തരംഗതുല്യമായ പ്രകമ്പനങ്ങളുടെ ഒരു നിരയെത്തന്നെ സൃഷ്ടിയ്ക്കുന്നു. അവ എല്ലാ ദിശകളേയ്ക്കും പ്രസരിയ്ക്കുന്നു. ഈ പ്രകമ്പനങ്ങൾ നമ്മുടെ ചെവിയിലെത്തുമ്പോൾ നാം അതിനെ 'അശനിപാതം' (**Thundevbolt**) എന്നുവിളിയ്ക്കുന്നു. മിന്നൽ 15 മൈലിനുമപ്പുറത്തുവെച്ചാണുണ്ടാകുന്നതെങ്കിൽ, അതിനോടനുബന്ധിച്ചുള്ള ഇടിമുഴക്കം നാം കേൾക്കുകയില്ല. ഒരു കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞൻ മിന്നൽ കണ്ടു് എത്ര സെക്കണ്ടുകൾ കഴിഞ്ഞാണു് ഇടിമുഴക്കം കേൾക്കുന്നതെന്നു കണക്കാക്കി അതിനെ 5 കൊണ്ടുഹരിയ്ക്കുന്നു. കിട്ടുന്ന സംഖ്യ ഇടിമിന്നൽ എത്ര മൈൽ ദൂരെയാണെന്നു് സൂചിപ്പിയ്ക്കുന്നു.

ഇടിമിന്നലിന്റെ നശീകരണസ്വഭാവം അതിവ ഭയങ്കരം തന്നെ. അതിനാൽ ബഹുമാനപുരസ്സരം അതിനെ സമീപിക്കുന്നതു് നല്ലതാണു്. മിന്നലിനെക്കുറിച്ചു നാം ഓർത്തിരിക്കേണ്ട ചില മുഖ്യ സംഗതികൾ കൂടി ഇവിടെ കുറിക്കാം. "ഇടിമഴ"യുടെ സമയത്തു് പുറത്തു നിൽക്കരുതു്. സാധിക്കുമെങ്കിൽ വല്ല രക്ഷാകേന്ദ്രങ്ങളിലും അഭയം തേടുന്നതു നന്നു്; ഉയർന്നു് ഒറ്റപ്പെട്ടുനിൽക്കുന്ന വൻമരങ്ങളുടെ ചുവട്ടിൽനിൽക്കരുതു്. വീട്ടിനുള്ളിലാണെങ്കിൽ പോലും തുറന്നിട്ട ജാലകങ്ങളുടെയും വാതിലുകളുടേയും സമീപത്തു നിൽക്കരുതു്; നീന്തുകയാണെങ്കിൽ, കഴിയുന്ന വേഗത്തിൽ വെള്ളത്തിൽനിന്നു കയറിനിൽക്കണം; ലോഹസാധനങ്ങൾ കൈവശം വച്ചുകൊണ്ടു

നിൽക്കരുതു്; റബ്ബർടയറുകളുള്ള മോട്ടോർവാഹനങ്ങളും മറ്റും സുരക്ഷിത സ്ഥലങ്ങളാണു്.

ഇടിമിന്നൽ വമ്പിച്ച നാശനഷ്ടങ്ങളും വരുത്തിത്തീർക്കാറുണ്ടു്. കാട്ടുകളെ അഗ്നിക്കിരയാക്കാനും അനേകായിരം വീടുകളെ ഞൊടിയിടയിൽ നശിപ്പിക്കാനും, ജന്തുജാലങ്ങളെ നിർദ്ദാക്ഷിണ്യം കൊന്നൊടുക്കാനും ഉള്ള ഇടിമിന്നലിന്റെ കഴിവു് അത്ഭുതാവഹമാണു്.



ചിത്രം 4—2 ഇടിമിന്നൽ

"സെയിൻറ് എൽമോവിന്റെ അഗ്നി" (St. Elmos Fire) എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഒരസാധാരണ പ്രതിഭാസത്തിനു ത്തരവാദി ഇടിമിന്നലാണു്. കൊടുങ്കാറ്റോ മഴയോ, കൂരിരുട്ടോ, ഉള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ കൂടി വിമാനമോ, കുപ്പലോ

കടന്നുപോകുമ്പോൾ വിമാനത്തിന്റെ ചിറകുകളിന്മേലും പ്രൊപ്പല്ലറിന്മേലും കപ്പലിന്റെ പാമരത്തിന്റെ അഗ്രത്തിലും കാണപ്പെടുന്ന ഒരു വൈദ്യുതിഉൽസർജ്ജനം (Electrical discharge) ആണു്. ഈ St. Elmos Fire. ന്റെ സ്രോവിനും അതിന്റെ പരിസരത്തിലെ വൈദ്യുതി പ്രസരമുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിനും തമ്മിൽ ഒരു വൈദ്യുതിസ്ഥാനാന്തരം സൃഷ്ടിയ്ക്കപ്പെടുമ്പോഴാണു് ഈ പ്രതിഭാസം പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതു്. —മഞ്ഞോ, മഴയോ മാനത്തിന്റെ ചിറകുകളിന്മേലോ പ്രൊപ്പല്ലറിന്മേലോ അടിയ്ക്കുമ്പോൾ ആ ഭാഗങ്ങളിൽ ഒരു സ്ഥിരവൈദ്യുതിപ്രസരമുണ്ടാകുന്നു. (Static eletrical charge) ഈ വൈദ്യുത, വിമാനം വൈദ്യുതപ്രസരമുള്ള അന്തരീക്ഷത്തിൽക്കൂടി പറന്നുപോകുമ്പോൾ ഡിസ്ചാർജ്ജ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അപ്പോഴാണു് മുകളിൽ പ്രസ്താവിയ്ക്കപ്പെട്ട പ്രതിഭാസം ദൃശ്യമാവുന്നതു്. പൊടിപടലമടങ്ങുന്ന കൊടുങ്കാറ്റിൽക്കൂടി വിമാനങ്ങൾ പറന്നുപോകുമ്പോഴും St. Elmos Fire പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുണ്ടു്.

ഇടിമഴ (Thunderstorm)

നമ്മളിൽ മിയ്ക്കപേർക്കും ഇടിമഴകളെല്ലാം ഏതാണ്ടു് ഒരുപോലെയാണെന്നു് തോന്നാം. എന്നാൽ അവ പലതരമുണ്ടെന്നു് കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കണ്ടുപിടിച്ചിട്ടുണ്ടു്. ഓരോന്നും മറ്റുള്ളവയിൽനിന്നു് പല സംഗതികളിലും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും. ഇടിമഴകളെ പ്രധാനമായി രണ്ടായി തരം തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

1. വായു "മുൻനിരകളാൽ" സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുന്നവ Frontal Thunderstorms
2. വായുസംഹതികളാൽ സൃഷ്ടിയ്ക്കപ്പെടുന്നവ (Air mass Thunderstorms ഓരോ വിഭാഗത്തിലും അനേകം അവാന്തരവിഭാഗങ്ങളും ഉണ്ടു്.

വായു മുൻനിരകളാൽ സൃഷ്ടിയ്ക്കപ്പെടുന്നവ

a. പിൻവാങ്ങുന്നതും തണുത്തതുമായ ഒരു വായുസംഹതിയുടെമീതെ ഉഷ്ണമളവും, ഈർപ്പമുള്ളതുമായ വായു പാഞ്ഞു കയറുമ്പോഴും ഇടിമഴയുണ്ടാകുന്നു. ഇതാണു് Warm-Front Thunderstorm ഉഷ്ണവായു അസ്ഥിരപ്രകൃതിയുള്ളതായിത്തീരും.

b. തണുത്ത വായു ചൂടുള്ള വായുവിനെ തള്ളുമ്പോഴും ചൂടുള്ള വായുവിന്റെ മുൻനിരയ്ക്കു സമീപം മറൊരുതരം ഇടിമഴയുണ്ടാകുന്നു. ഇതു് Cold Front Thunder storm ആണു്. ഇതുണ്ടാവുന്നതു മിക്കവാറും സായാഹ്നങ്ങളിലാണു്; കൂടുതൽ കഠിനതരവുമാണു്.

c. ഒരു ശീതളമുൻനിരയിൽ നിന്നു 50 മുതൽ 300 മൈൽവരെ മുമ്പിലായി ശീതള മുൻനിരയ്ക്കു സമാന്തരമായി ക്കൊണ്ടുണ്ടാവുന്നതാണു് Prefrontal അഥവാ Squall line Thunder Storm. ഇതിന്റെ വ്യാപ്തി സുമാർ 35 മൈൽ വീതിയും 500 മൈൽ നിളവുമാകാം. ഏറ്റവും ഭയാനകവും ഗതിവേഗതയുള്ളതുമാണിതു്.

d ഉഷ്ണമുൻനിരയും ശീതള മുൻനിരയും കൂടി കലർന്നുണ്ടാവുന്നതാണു് Occluded Front Thunder Storm

വായുസംഹതികളാൽ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നവ.

ഇവയ്ക്കു പ്രധാനപ്പെട്ട രണ്ടു സ്വഭാവങ്ങളുണ്ടു്. ഒന്നു്. ഉഷ്ണമളവും ഈർപ്പമുള്ളതുമായ ഒരു വായുസംഹതിക്കുള്ളിലാണു് മിക്കവാറും എല്ലായ്പ്പോഴും രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നതു് രണ്ടു്: വളരെയധികം വിസ്തീർണ്ണം വരുന്ന സ്ഥലത്തു് ഇവ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു.

a. **വാഹകഇടിമഴ** (Convective Thunder Storm)

വേനൽക്കാലത്തു് മിത ശീതോഷ്ണ മേഖലയിൽ സുലഭമായി ഇത്തരം ഇടിമഴകൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. ഇതു വളരെ

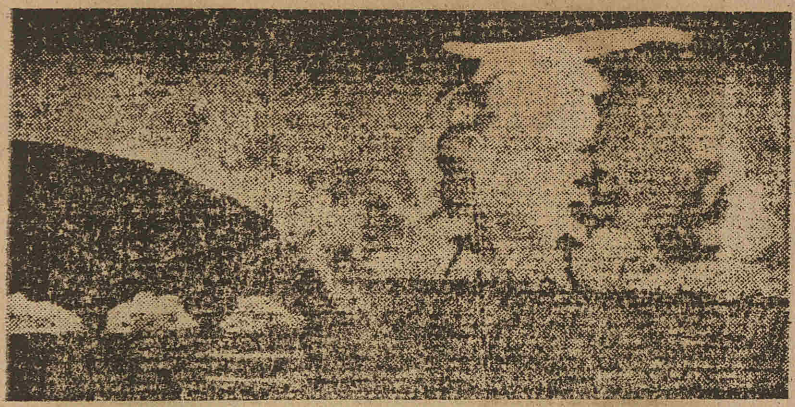
സാധാരണമായ ഒന്നാണ്. ലോകത്തിലെല്ലായിടത്തും കരയ്ക്കും ജലത്തിനും മീതെ ഇവ രൂപപ്പെടാറുണ്ട്. സായാഹ്നങ്ങളിൽ തണുത്ത ഈർപ്പമുള്ള വായു കടലിൽ നിന്നു കരയിലേയ്ക്കടിക്കും, രാത്രിയിൽ തണുത്ത കരക്കാറ്റ് കടലിലേയ്ക്കടിക്കും ആണ് ഇവ രൂപീകൃതമാവുന്നത്. ചന്തം ചിന്തുന്ന നിരുപദ്രവികളായ ചുരുൾമേഘങ്ങൾ (Cumulus Clouds) ആയാണ് ഇവ തുടങ്ങുന്നത്. പിന്നീട് ഉഷ്മളമായ വായുപ്രവാഹങ്ങൾ മേല്പോട്ടയന്ന് മേഘങ്ങളുമായി യോജിക്കുകയും ഇടിമഴയുടെ ശപിക്കപ്പെട്ട മേഘക്രമ്പാരങ്ങളായി തീരുകയും ചെയ്യുന്നു.

b) ഓറോഗ്രാഫിക്ക് ഇടിമഴ (Orographic Thunderstorm)

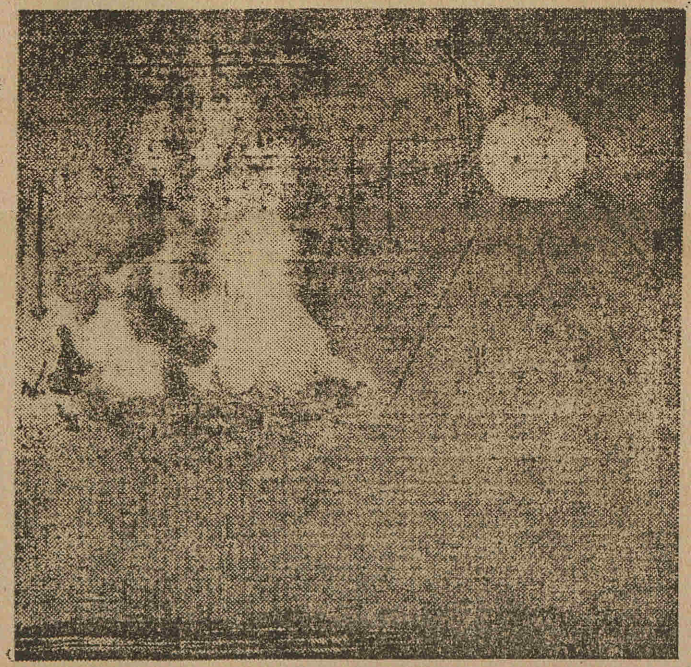
അസ്ഥിരപ്രകൃതിയുടെ ഈർപ്പമുള്ള വായു പർവ്വതങ്ങളാൽ തടയപ്പെട്ട് മേൽപ്പോട്ടയരുന്നതിന്റെ ഫലമായാണ് ഇതുണ്ടാകുന്നത്. ഇവ പെട്ടെന്ന് രൂപപ്പെടുകയും വളരെയധികം സ്ഥലത്തേയ്ക്ക് വ്യാപിയ്ക്കുകയും ചെയ്യും. ചിലപ്പോൾ പർവ്വതശിഖരങ്ങളിൽ ഇവ മണിക്കൂറുകളോളം നിശ്ചലമായി നിൽക്കുന്നു. ഒരൊറ്റ കൊടുങ്കാറ്റായോ, കൊടുങ്കാറ്റുകളുടെ ഒരു നിരയായോ ഇവ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടേയ്ക്കാം.

c) രാത്രിയിലെ ഇടിമഴ (Nocturnal Thunder storm)

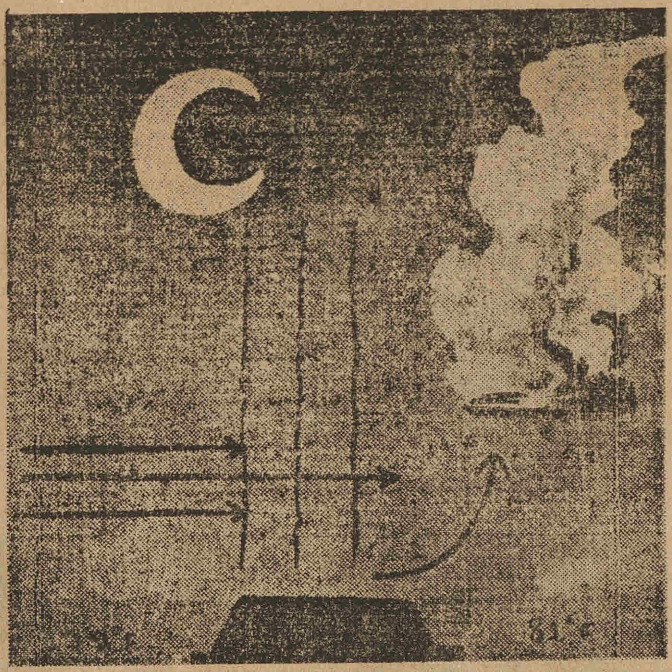
ഇവ സാധാരണയായി വസന്തത്തിന്റെയും വേനൽക്കാലത്തിന്റെയും അവസാനത്തെ ആഴ്ചകളിൽ രാത്രിയിലും, നന്നേ രാവിലെയും ആണ് പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നത്. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിൽ മദ്ധ്യസമതലങ്ങളിലും മിസിസിപ്പി താഴ്വര മുതൽ പടിഞ്ഞാറോട്ടും ഇവ കാണപ്പെടുന്നു. വായുമണ്ഡല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇവയെക്കുറിച്ച് കൂടുതൽ അറിവു നേടാൻ ഇന്നും ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണ്.



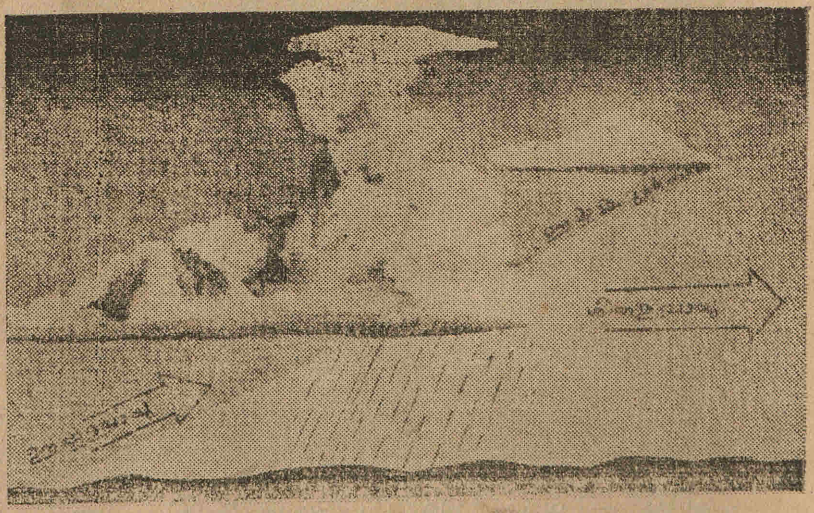
ചിത്രം 4—3 Cold Front Thunder Storm



ചിത്രം 4—4 വാഹകഇടിമഴ Convective Thunderstorm



ചിത്രം 4—ൽ Convective Thunderstorm രാത്രിയിൽ



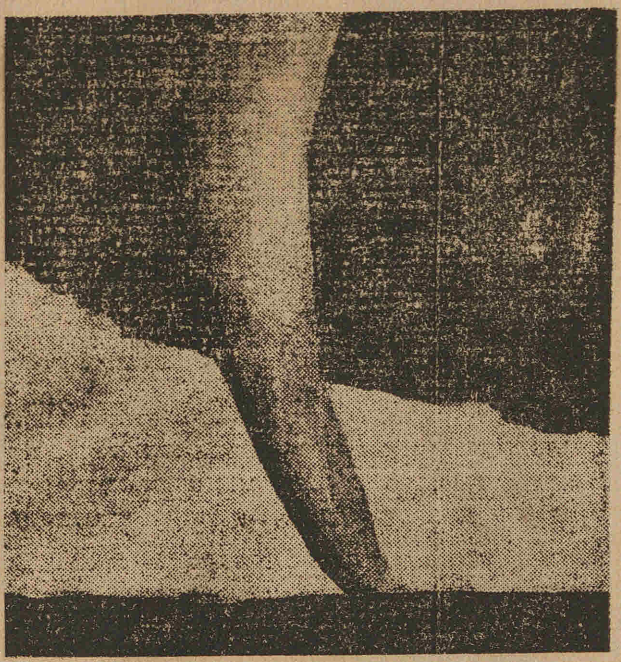
ചിത്രം 4—6 Warm Front Thunderstorm



ചിത്രം 4—7 Orographic Thunderstorm

ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ (Tornadoes)

നശീകരണസ്വഭാവമുള്ള ഒരുതരം കൊടുങ്കാറ്റാണ് ചുഴലിക്കാറ്റ്. പെട്ടെന്ന് രൂപപ്പെട്ട് നിമിഷങ്ങൾക്കകം അടങ്ങിയൊളുങ്ങുന്ന പ്രകൃതമാണ് അതിന്. ചെറുതെങ്കിലും, അതിന്റെ കറങ്ങുന്ന വ്യൂഹത്തിൽ ഒരു ഉഗ്രൻകൊടുങ്കാറ്റിന്റെ ശക്തിമുഴുവനും കേന്ദ്രീകരിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നു.



ചിത്രം 4—8 ചുഴലിക്കാറ്റ്

ലോകത്തിന്റെ ഏറ്റവും ഭാഗങ്ങളേയും ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ സന്ദർശിയ്ക്കാറുണ്ട്. എന്നാൽ അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളും ആസ്ത്രേലിയയും ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെ വിഹാരകേന്ദ്രങ്ങളാണ്.

ഇവ കൊലപാതകങ്ങളും നടത്തുന്നതിനും സ്വത്തുക്കൾ നശിപ്പിയ്ക്കുന്നതിനും ശ്രുതിപ്പെട്ടവയാണ്. 1925 മാർച്ച് 18-ാം തീയതി മിസ്സോറിയിലും ഇൻഡ്യാനയിലും പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ട ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ 2,000 പേരെ കൊന്നൊടുക്കുകയും 17 മില്യൻഡോളർ വിലയുള്ള സ്വത്തുക്കൾ നശിപ്പിയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. ഇവയുടെ ത്വരിതഗതിയിലുള്ള രൂപീകരണവും തിരോധാനവും ഇവയെക്കുറിച്ചുള്ള അവഗാഹപഠനത്തിനു തടസ്സമായിനിൽക്കുകയാണ്; വളരെക്കുറച്ചുമാത്രമെ ഇവയെപ്പ

ISLAM HIGH SCHOOL ERNAKULAM

റി അറിയാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടുള്ളൂ. കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ചുഴലിക്കാറ്റുകളെപ്പറ്റി അറിയാവുന്ന കാര്യങ്ങളും വെറും അനുമാനങ്ങളും മാത്രമാണെന്നതാണു്!

ഒരു ഫണലിന്റെ ആകൃതിയിൽ ഉരുണ്ടായികിടക്കുന്ന വട്ടം ചുഴറ്റുന്ന ഒരു വായുസ്തംഭമാണു് ചുഴലിക്കാറ്റു്. പേമാരിയുടെകാരണമായ കുമുലോനിംബസ് മേഘത്തിൽനിന്നാണു് അതു്, കീഴ്പ്പോട്ടു്, ഭൂമിയിലേയ്ക്കിറങ്ങി വരുന്നതു്. ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിനടുത്തെത്തുമ്പോൾ, പാമ്പു വാലിന്മേൽ നിന്നുകൊണ്ടു ആടുന്നതുപോലെ, അതു് കറങ്ങുന്നു. ഫണലിനോടു് സാമ്യമുള്ള ചുഴലിക്കാറ്റിന്റെ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള മുഖം സ്വയം തിരിഞ്ഞുകൊണ്ടു് ഭൂമിയ്ക്കു് മീതെക്കൂടി അടിച്ചുപോകുന്നു. അതിന്റെ മുഖത്തിന്റെ വ്യാസം സുമാർ 150 അടി മുതൽ 600 അടി വരെയുണ്ടാവും. ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെ നിറം ചാരമോ കറുപ്പോ ആണു്. ചിലപ്പോൾ ചാരനിറത്തിലുള്ള ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ ഭൂമിയെ സ്പർശിക്കാതെതന്നെ കടന്നുപോകുന്നു.

എല്ലാ ചുഴലിക്കാറ്റുകൾക്കും ഫണൽരൂപം ഉണ്ടായിക്കൊള്ളണമെന്നില്ല. മറ്റു പല രൂപങ്ങളിലും അവ പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി, ചിലപ്പോൾ, അവ സിലിണ്ടർരൂപത്തിലും, പിരിച്ചകയറിന്റെ രൂപത്തിൽ മേഘത്തിൽനിന്നു് തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നപോലെയും കാണപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ടു്. ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെ ഉല്പത്തികേന്ദ്രങ്ങളായ മേഘങ്ങളും, പൊടിപടലവും കൂടിയാണു് ഈ രൂപവ്യത്യാസങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കിത്തീർക്കുന്നതു്. ഇവ വളരെ ദൂരം സഞ്ചരിക്കാറില്ല. ചുരുക്കം ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ അവ കരയ്ക്കു മീതെ കൂടി 300 മൈലോളം വരെ സഞ്ചരിച്ചിട്ടുണ്ടത്രെ. മണിക്കൂറിൽശരാശരി 30 മൈൽ

വേഗതയിലാണ് അവ നീങ്ങുന്നത്. എന്നാൽ അപൂർവ്വമായി 50 മൈൽ വേഗതയിലും അവ സഞ്ചരിക്കാറുണ്ട്.

താണ മർദ്ദമുള്ള മദ്ധ്യരേഖയും കാറ്റിന്റെ തിരിച്ചിലിന്റെ അമ്പരപ്പിക്കുന്ന വേഗതയും ആണ് ചുഴലിക്കാറ്റിന്റെ സവിശേഷതകൾ. നടുവിൽ മർദ്ദം എത്രമാത്രം കുറവുണ്ടെന്ന് അളന്നു കണ്ടുപിടിക്കാൻ വളരെ പ്രയാസമാണ്. അല്പം സെക്കണ്ടുകൾക്കുള്ളിൽ മദ്ധ്യത്തിൽ 8 ശതമാനത്തോളം മർദ്ദം താഴുമെന്ന് ചില ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അനുമാനിക്കുന്നുണ്ട്. വീടുകളോ, കെട്ടിടങ്ങളോ ഒരു ചുഴലിക്കാറ്റിൽപ്പെട്ടാൽ പൊട്ടിത്തെറികൾ തന്നെ ഉണ്ടായെന്നു വരാം. ചുഴലിക്കാറ്റ് വരുന്നെന്നു കണ്ടാൽ ജനങ്ങൾ സ്വാഭാവികമായി വാതിലുകളും ജാലകങ്ങളും അടച്ചിടുമല്ലൊ. അതുകൊണ്ട് കെട്ടിടം ചുഴലിക്കാറ്റിൽ പെടുമ്പോൾ കെട്ടിടത്തിനകത്തു സാധാരണ വായുമർദ്ദവും പുറമെ കുറഞ്ഞ മർദ്ദവുമായിരിക്കും. വായു മർദ്ദാവസ്ഥ തുല്യപ്പെടുത്താൻ കെട്ടിടത്തിനകത്തെ വായു അപ്പോൾ പുറമേയ്ക്ക് വ്യാപിക്കാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. വാതിലുകളും ജാലകങ്ങളും അടച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ ഫലമോ? പൊട്ടിത്തെറി തന്നെ. ചിലപ്പോൾ ചില ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ വീടുകളുടെ മേൽപ്പുര അപ്പടി പൊക്കിയെടുത്തു വേറെ എവിടെയെങ്കിലും കൊണ്ടുപോയി നിക്ഷേപിക്കും. അതിനാൽ ചുഴലിക്കാറ്റുകളെക്കുറിച്ചു കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ മുന്നറിയിപ്പുകൾ കിട്ടിയാൽ വീട്ടിന്റെ സുരക്ഷിതഭാഗത്തുള്ള വാതിലുകളും ജാലകങ്ങളും അൽപ്പം തുറന്നിടുന്നതാണ് നല്ലത്.

ചുഴലിക്കാറ്റ് സൃഷ്ടിക്കുന്ന മർദ്ദവ്യത്യാസങ്ങൾ കൊണ്ട് നശിക്കാത്തതൊന്നും അതിന്റെ ചീറിത്തിരിയുന്ന കാറ്റിൽപ്പെട്ട് നശിച്ചുകൊള്ളും. അപ്രഭീക്ഷിണ ദിശയിൽ മണിക്കൂറിൽ സുമാർ 500 മൈൽ വേഗതയിലാണ് കാറ്റ് ചുഴറുന്നത്. അതിന്റെ പരമാവധി വേഗത ഇനിയും തിട്ടപ്പെടുത്താൻ സാധിച്ചിട്ടില്ല. അതിനുവേണ്ടിയുള്ള എല്ലാ ശ്രമങ്ങ

ളും ഉപകരണങ്ങളുടെ തിരോധാനത്തോടെയാണ് അവസാനിച്ചിട്ടുള്ളത്.

ചുഴലിക്കാറ്റിനു മറ്റൊരു പ്രത്യേകത കൂടിയുണ്ട്. അതിന്റെ ഞെട്ടിപ്പിക്കുന്ന ഗർജ്ജനം.

ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ എങ്ങനെ രൂപപ്പെടുന്നു? എണ്ണമെന്തുണ്ട്? ഈ ചോദ്യങ്ങളുടെ മുമ്പിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പരിശ്രമം ഇന്നും വളഞ്ഞുപോകുകയാണ്. മുമ്പൊരിടത്തു് പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ളതുപോലെ അന്തരീക്ഷത്തിലെ ചില പ്രത്യേകാവസ്ഥാ വിശേഷങ്ങളാണ് ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെ രൂപീകരണത്തിനു കാരണം എന്നു വിശ്വസിക്കാവുന്നതൽക്കാലം നിവൃത്തിയുള്ളൂ.

ചൂടുപിടിച്ച വായു മേല്പോട്ടുയരുമ്പോൾ അതു അന്തരീക്ഷത്തിൽ താണ മർദ്ദമുള്ള കുറെ പോക്കറുകൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഈ പോക്കറുകളിലേയ്ക്കു് ഉഷ്ണമേഖലയും ശീതളവുമായ വമ്പൻവായു സംഹതികൾ തള്ളിക്കയറുകയും കൂടിക്കലരുകയും ചെയ്യും. വായുസംഹതികൾ വിപരീത ദിശകളിൽ നീങ്ങുന്ന വായുകയാൽ പോക്കറിൽ ഒരുതരം ഭ്രമണബലം (Spinning Force) ഉൽപാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. അങ്ങിനെ പോക്കറിനെ കേന്ദ്രമാക്കിക്കൊണ്ട് കാറ്റ് ചുഴറ്റുന്നു. ഇവിടേയ്ക്കാണ് മുമ്പൊരിടത്തുസൂചിപ്പിച്ചപോലെ ചുഴലിക്കാറ്റിന്റെ ഫണൽ കുമുലോ നിംബസ് മേഘങ്ങളിൽ നിന്നിറങ്ങിവരുന്നതു്.

ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ ഒറ്റയായോ ഒന്നിനുപുറകെ മറ്റൊന്നു് എന്ന രീതിയിലോ പ്രത്യക്ഷപ്പെട്ടേയ്ക്കാം. അന്തരീക്ഷത്തിലെ അവസ്ഥകൾ ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെ രൂപീകരണത്തിനു് അനുയോജ്യമായാലും ചിലപ്പോൾ അവ രൂപപ്പെടുന്നു വരില്ല.

ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ സാധാരണയായി പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുള്ള കാലത്തു് അതാതു സ്ഥലങ്ങളിൽ, കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനക്കാർ അവയെക്കുറിച്ചുള്ള മുന്നറിയിപ്പുകൾ ആകാശവാണി മുഖാന്തരം മുമ്പായി നൽകാറുണ്ടു്. അതിനാൽ നാശനഷ്ടങ്ങൾ കഴിയുന്നത്ര കുറയ്ക്കാനും ആവശ്യമായ സംരക്ഷണ നടപടികൾ കൈക്കൊള്ളാനുമുള്ള അവസരം സാധാരണ ജനങ്ങൾക്കു ലഭിക്കുന്നു. ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്ന സ്ഥലങ്ങൾ വളരെ കൃത്യമായി പ്രവചിക്കാൻ തക്കവണ്ണം നമ്മുടെ ശാസ്ത്രം ഇന്നു വളർന്നുകഴിഞ്ഞിട്ടില്ലെന്നും ഇത്തരുണത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചുകൊള്ളട്ടെ. റെഡാർ യൂണിറ്റുകൾപോലും ഇക്കാര്യത്തിൽ പരാജയപ്പെട്ടിരിക്കയാണു്. ചുഴലിക്കാറ്റിനെ ദൂരെനിന്നുകൊണ്ടു് നോക്കിക്കണ്ടെത്തുകയാണു് അതിന്റെ സഞ്ചാരമാർഗ്ഗത്തെക്കുറിച്ചും മറ്റും ഇന്നു് നമുക്കു മുന്നറിയിപ്പുകൾ നൽകുന്നതു്.

ചുഴലിക്കാറ്റുകളിൽനിന്നു് രക്ഷപ്പെടുവാൻ പലതരം സംരക്ഷണനടപടികളും കൈക്കൊള്ളാവുന്നതാണു്. വേറെ പോംവഴിയില്ലെങ്കിൽ തറയോടുപറിച്ചിടിച്ചെങ്കിലും ഒരു ആവരണം കൊണ്ടു് മൂടിപ്പുതച്ചാൽമതി. നാം നടന്നുപോകുമ്പോൾ നമ്മുടെ മാർഗ്ഗത്തിൽ ക്രൂരി ഒരു ചുഴലിക്കാറ്റു് വരുന്നുവെന്നിരിയ്ക്കട്ടെ. എന്നാൽ വഴിമാറി അല്പം ദൂരത്തേയ്ക്കു നടന്നുനിന്നാൽ അതിൽനിന്നു രക്ഷപ്പെടാം. കാരണം ചുഴലിക്കാറ്റിന്റെ വ്യാസം വളരെ പരിമിതമാണല്ലോ. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ ചുഴലിപ്രദേശങ്ങളിൽ ഓരോ വീടിനോടുമനുബന്ധിച്ചു് ഓരോ അഭയകേന്ദ്രംതന്നെ ഭൂമിയ്ക്കടിയിൽ നിർമ്മിയ്ക്കുക പതിവാണു്. ഈ അഭയകേന്ദ്രത്തിനു് സെല്ലർ (Tornado or cyclone cellar) എന്നാണു് പേർ.

ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ ചിലപ്പോൾ ജലാശയങ്ങൾക്കുമീതെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടാറുണ്ടു്. അവയെ നീർച്ചുഴിസ്തംഭങ്ങൾ (Water)

spouts എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു. അവയുടെ സ്വഭാവങ്ങളും മിയ്ക്കവാറും കരയിലെ ചുഴലികളുടേതു പോലെതന്നെയാണു്. എന്നാൽ നീർച്ചുഴിസ്തംഭങ്ങൾക്കു് കരയിലെ ചുഴലിക്കാറ്റുകൾക്കുള്ളതു പോലെ നശീകരണസ്വഭാവമില്ല. നീർച്ചുഴി അതിന്റെ "ഫണലി"ന്റെ മുഖത്തുള്ള വെള്ളത്തെ തെരുതെരെ കടയുന്നതുപോലെ കടയുന്നു. അതിന്റെ ഫലമായി ധാരാളം വെള്ളത്തുരയും പതയുമുണ്ടാകുന്നു. ആ സ്ഥലത്തുള്ള വെള്ളം അല്പം മേല്പോട്ടുയരുകയും ചെയ്യും.

നീർച്ചുഴിയിൽ സമുദ്രജലം വളരെ ഉയരത്തേയ്ക്കു് ഉയർത്തപ്പെടുമെങ്കിലും അതു് മുഴുവനും സമുദ്രജലമാണെന്നു് പറയുന്നതു് ശരിയല്ല. ഊഷ്മളമായ, ഈർപ്പമുള്ള വായുവിന്റെ സാന്ദ്രീകരണം മൂലം രൂപീകൃതമായിട്ടുള്ള ചെറിയ ജലകണങ്ങളായിരിയ്ക്കും അതിൽ ഭൂരിഭാഗവും.

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ (Huricanes)

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ ചുഴലിക്കാറ്റുകളേക്കാൾ വിനാശകാരികളാണു്. ഒന്നാമതായി അതിന്റെ വ്യാപ്തി വളരെ വിപുലമാണ്. രണ്ടാമതായി അതു് കുറെ ദിവസങ്ങളോളം നീണ്ടുനിൽക്കുന്നു.

വളരെയധികം ശക്തിയുള്ള ഒരുതരം കൊടുങ്കാറ്റാണു് പ്രചണ്ഡചക്രവാതം. ഉഷ്ണമേഖലാസമുദ്രങ്ങളാണു് അവയുടെ ഉത്ഭവസ്ഥാനങ്ങൾ. എന്നാൽ തെക്കൻ അത്ലാന്തിക്കു് സമുദ്രം അതിൽപ്പെടുന്നില്ല. പേമാരിയുടെയും ഉത്തുംഗങ്ങളായ തിരമാലകളുടെയും വേലിയേറ്റങ്ങളുടെയും അകമ്പടിയോടുകൂടിയാണു് അതിന്റെ വരവു്. വടക്കെ അർദ്ധഗോളത്തിൽ ഉഷ്ണമേഖലാപ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ അപ്രദക്ഷിണമായി ചുഴറ്റിയടിയ്ക്കുന്നു. തെക്കെ അർദ്ധഗോളത്തിൽ അവ അടിയ്ക്കുന്നതു് പ്രദക്ഷിണ ദിശയിലാണു്. കൊടുങ്കാറ്റിന്റെ നടുവിൽ പ്രശാന്തമായ ഒരു സ്ഥലമുണ്ടായിരിയ്ക്കും. ഇതിനെ

പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തിന്റെ "നട്ടക്കണ്ണ്" (Central eye) എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു. ഒരു കാറ്റിനെ പ്രചണ്ഡചക്രവാതമെന്നു് വിശേഷിപ്പിയ്ക്കണമെങ്കിൽ അതിനു ചുരുങ്ങിയ പക്ഷം മണിക്കൂറിൽ 74 മൈൽ ഗതിവേഗതയെങ്കിലുമുണ്ടാവണം. അവയുടെ പരമാവധി വേഗത മണിക്കൂറിൽ 100 മൈൽ മുതൽ 150 മൈൽവരെയാണെന്നു് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നു. അവയുടെ സംഹാരതാണ്ഡവത്തിനു് വിധേയമാകുന്ന സ്ഥലത്തിന്റെ വിസ്തൃതി 200 മുതൽ 500 ചതുരശ്രമൈൽ വരെയാകാം. ഒരിടത്തും അവ നിശ്ചലമായിരിയ്ക്കുകയില്ല; ഓരോന്നും സ്വയം ശമിയ്ക്കുമ്പോഴേയ്ക്കും ആയിരക്കണക്കിൽ മൈലുകൾ സഞ്ചരിച്ചിരിയ്ക്കും. അവ സ്വാഭാവികമായി താൻ അക്ഷാംശങ്ങളിൽനിന്നു് ഉയർന്ന അക്ഷാംശങ്ങളിലേയ്ക്കാണു് നീങ്ങാറുള്ളതു്.

ഈ കാറ്റുകൾ ലോകത്തിലെവിടെയെങ്കിലും ഒരു പ്രത്യേക പ്രദേശത്തു് അടങ്ങിക്കിടക്കുന്നവയല്ല. അമേരിക്കൻ ഐക്യനാട്ടുകളുടെ തെക്കും പടിഞ്ഞാറുമുള്ള കടലോര പ്രദേശങ്ങളിൽ അടിക്കുന്ന പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ പുറപ്പെടുന്നതു് അത്ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിന്റെ പടിഞ്ഞാറു ഭാഗത്തുനിന്നും മെക്സിക്കോ ഉൾക്കടലിൽ നിന്നും കരീബിയൻ കടലിൽ നിന്നുമാണു്. ഇതേതരത്തിൽപ്പെടുന്ന ഒരുതരം ഉഷ്ണമേഖലാ കൊടുങ്കാറ്റു് വടക്കൻ ശാന്തസമുദ്രത്തിന്റെ പടിഞ്ഞാറു ഭാഗത്തു് സാധാരണയായി കാണപ്പെടാറുണ്ടു്. അവിടെ അതു് ടൈഫൂൺ (Typhoon) എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെടുന്നതു്. ജപ്പാൻ, ഫിലിപ്പൈൻ, ദ്വീപുകൾ മുതലായ രാഷ്ട്രങ്ങൾ പലപ്പോഴും ഇതിന്നിരയാകാറുണ്ടു്. ഇന്ത്യാ സമുദ്രത്തിന്റെ വടക്കുഭാഗത്തുനിന്നു് പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തിന്റെ തരത്തിൽപ്പെടുന്ന മറ്റൊരുതരം കൊടുങ്കാറ്റു് രൂപംകൊള്ളാറുണ്ടു്, അവിടെനിന്നു "പ്രദിക്ഷിണചക്രവാതം"–സൈക്ലോൺ എന്ന പേരാണു് നൽകപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു്. ഇതേ കാറ്റുകൾ പല

പ്പോഴും ആസ്ത്രേലിയയിലും പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നു. ആസ്ത്രേലിയക്കാർ അവയെ വില്ലി-വില്ലീസ് (Willy Willies)എന്നു വിളിക്കുന്നു

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ എങ്ങനെ രൂപംകൊള്ളുന്നുവെന്നു് ഇന്നും അജ്ഞാതമാണു്. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അവയെക്കുറിച്ചു് കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്. അവയെ സംബന്ധിച്ചു് ഇന്നു നിലവിലുള്ള ചില സിദ്ധാന്തങ്ങൾ ഇവിടെ പ്രതിപാദിക്കാം.

സൂര്യരശ്മികളുടെ വികാരണത്താൽ ചൂടുപിടിച്ച സമുദ്രോപരിതലങ്ങളിലാണു് പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ രൂപംകൊള്ളുന്നതു്. ഊഷ്മളവും ഈർപ്പമുള്ളതുമായ വായു വാഹനം മൂലം (Convection) മേല്പോട്ടുയരുകയും മേഘങ്ങളും കാറുകളും ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യും. ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണവും "കൊറിയോലിസ്" ഇഫക്ടും ചേർന്നു് കാറുകളെ വട്ടത്തിൽ ചുഴറുന്നു. അവിടെ ലഘുമർദ്ദമേഖലയായിരിക്കുകയും ചെയ്യും.

ഇങ്ങനെ പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ ഉത്ഭവിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ വട്ടംചുഴറലിന്റെ ഫലമായി അസ്ഥിരപ്രകൃതിയുള്ള വായുപ്രവാഹങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. വേണമെങ്കിൽ, ആ വായുപ്രവാഹങ്ങളെ കേന്ദ്രീകൃതവും വികേന്ദ്രീകൃതവുമായ വായുപ്രവാഹങ്ങൾ (Converging and diverging air Currents)എന്നു വിളിക്കാം. ഉയർന്ന നിരപ്പിലുള്ള വികേന്ദ്രീകൃത വായുപ്രവാഹം താണ നിരപ്പിലുള്ള കേന്ദ്രീകൃതവായുപ്രവാഹത്തിന്റെ മീതെക്കൂടി നീങ്ങുമ്പോഴാണു് പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തിന്റെ കാതലായ ഭാഗം (Vortex) ജനിക്കുന്നതെന്നു് വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു.

സമുദ്രോപരിതലത്തിൽനിന്നു് ഒരു പ്രത്യേക ഉയരത്തിൽ കേന്ദ്രീകൃത വായുപ്രവാഹം ചെന്നെത്തുമ്പോൾ, സമു

ദ്രം അതിനു് ഒരു തടസ്സമായിനില്ക്കുന്നു. അപ്പോൾ ആ വായു പ്രവാഹത്തിനു് മേല്പോട്ടുയരുവാനേ മാർഗ്ഗമുള്ളൂ. അതങ്ങനെ ഉയരുമ്പോൾ, സമുദ്രോപരിതലത്തിൽ നിന്നു പൊന്തുന്ന ചൂടുപിടിച്ചവായു അതിന്റെ വേഗതയെ ത്വരിതപ്പെടുത്തുന്നു. മാത്രമല്ല, വളരെ ഉയരത്തെത്തുമ്പോൾ സാന്ദ്രീകരണം മൂലം അതിന്റെ ചൂടു് നഷ്ടപ്പെടുകയും സാന്ദ്രതകുറയുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ അതിന്റെ മേല്പോട്ടുള്ള പ്രയാണത്തിന്റെ വേഗത ക്രമേണക്രമേണ വർദ്ധിച്ചുവരികയും ചെയ്യും. അങ്ങനെ ഈ കേന്ദ്രീകൃത വായുപ്രവാഹം ഒരു പ്രത്യേക ഉയരത്തെത്തുമ്പോൾ അതു് തീരശ്ചീനതലത്തിൽ നീങ്ങുന്ന വികേന്ദ്രീകൃത വായുപ്രവാഹവുമായി കൂട്ടിമുട്ടുന്നു. ഈ കൂട്ടിമുട്ടൽ ലംബമായ കേന്ദ്രീകൃത വായുസ്തംഭത്തെ അടിച്ചുപരത്തുന്നു.

പ്രചണ്ഡ ചക്രവാതങ്ങളുടെ രൂപീകരണത്തെക്കുറിച്ചു് മറെറാരു സിദ്ധാന്തംകൂടി നിലവിലുണ്ടു്. അതു് ഏതാണ്ടു് ഇപ്രകാരമാണു്: മേല്പോട്ടുയരുന്ന ഉഷ്ണമുള്ളതും ഈർപ്പമുള്ളതുമായ വായുപ്രവാഹം ആകൃതികൊണ്ടും ശക്തികൊണ്ടും ക്രമേണ ക്രമേണ വലുതായി വരുമ്പോൾ വായുസ്തംഭത്തിന്റെ നടുവിൽ അതിനനുസരിച്ചു് ഉപരിതലമർദ്ദം കുറയുന്നു. ഈ ന്യൂനമർദ്ദമേഖലയെ ലക്ഷ്യം വെച്ചുകൊണ്ടു് പുറമെനിന്നു് വായു നീങ്ങുന്നു. വായുവിന്റെ ഈ നീക്കത്തിന്റെ വേഗത, മർദ്ദം, കുറയുന്നതിനനുസരിച്ചു് കൂടുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. അങ്ങനെ പ്രചണ്ഡ ചക്രവാതത്തിന്റെ വലുപ്പവും കാഠിന്യവും കൂടിവരുന്നു. കാറ്റു് വട്ടത്തിൽ ചുഴറടിക്കുന്നതു് പ്രധാനമായും ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണം മൂലമാണെന്നു് വിശ്വസിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. പ്രചണ്ഡചക്രവാതം ഭ്രമധ്യരേഖയ്ക്കു് വടക്കാണെങ്കിൽ അപ്രദക്ഷിണദിശയിലും തെക്കാണെങ്കിൽ പ്രദക്ഷിണദിശയിലുമാണു് ചുഴറടിക്കുന്നതു്.

ഒരു പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തിനു് അതിന്റെ ശക്തിയുടെ പാരമ്യത്തിലെത്താൻ അരദിവസമേ, അല്ലെങ്കിൽ, കുറെ

ദിവസങ്ങളോളം വേണ്ടിവരും. അനുകൂല പരിതസ്ഥിതികളും എത്രവേഗത്തിൽ സംജാതമാകുന്നുവെന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും അത്. ആദ്യഘട്ടത്തിൽ അതിന്റെ മണിക്കൂറിൽ ശരാശരി 40 മൈൽ വേഗതയേ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കുകയുള്ളൂ. പിന്നീട് ചക്രവാതം ശക്തിയാർജ്ജിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ സ്വഭാവങ്ങളും പെട്ടെന്ന് മാറുന്നു. അതിന്റെ മദ്ധ്യത്തിലെ വായുമർദ്ദം പെട്ടെന്ന് ചുരുങ്ങും. കാറ്റിന്റെ വേഗത മണിക്കൂറിൽ 100 മൈലിൽ അധികം ഉയരും. മദ്ധ്യത്തിലെ ലഘുമർദ്ദമേഖലയ്ക്കു ചുറ്റും വട്ടത്തിൽ ചുഴറ്റുന്ന ചക്രവാതത്തിന്റെ കൂട്ടുകാരായ മേഘങ്ങളും മഴയും ചക്രവാതത്തിന്റെ അതേ സപ്പിള രൂപം കൈക്കൊള്ളുന്നു.

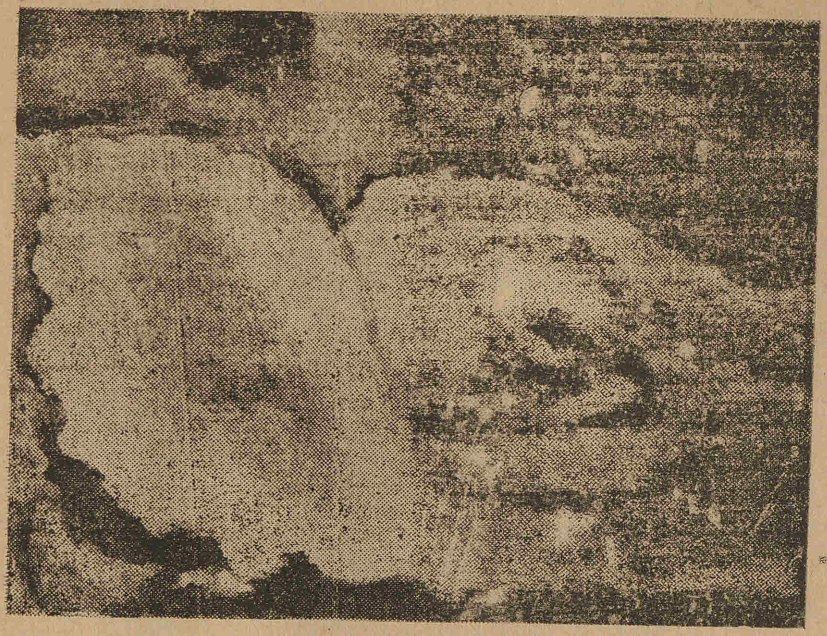
സമുദ്രങ്ങളിൽ നിന്നുവരുന്ന പ്രചണ്ഡചക്രവാതം കരയ്ക്കുകയറി പ്രയാണം തുടരുന്നതോടെ അതിന്റെ ശക്തിക്ഷയിയ്ക്കുവാൻ തുടങ്ങുകയായി. കാരണം, ഒരുപക്ഷെ, അതു കരയിലെ കുന്നുകളിന്മേലും കെട്ടിടങ്ങളിന്മേലും, വൃക്ഷങ്ങളിന്മേലും മറ്റും മുട്ടിയുരസിപ്പോകുന്നതിനാൽ അതിന്റെ വളച്ചുയ്ക്കും നിലനില്പിന്നും ആവശ്യമായ ഉരഷ്മളവും ഈർപ്പമുള്ളതുമായ വായു അതിന്നു കരയിൽനിന്നു ലഭിയ്ക്കുകയുമില്ലല്ലോ.

ഒരു പ്രചണ്ഡ ചക്രവാതത്തിന്റെ രസകരമായഭാഗം അതിന്റെ "നടുക്കണ്ണു" (Central eye) ആണു്. ചക്രവാതത്തിന്റെ പ്രധാനമായ കേന്ദ്രസ്ഥാനമാണതു്. ഇതിന്റെ ചുറ്റുമാണു് കാറ്റു വട്ടം ചുഴറ്റിയടിയ്ക്കുന്നതു്. ഇതിന്റെ ശരാശരിവ്യാസം 15 മുതൽ 40 വരെയുണ്ടാവും. ചക്രവാതത്തിന്റെ വലിപ്പത്തിന്നനുസരിച്ചു് ഇതു് വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. "നടുക്കണ്ണിൽ" അടിയ്ക്കുന്ന കാറ്റിന്നു് ഇളം തെന്നലിന്റെ ഗതിവേഗതയേ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കുകയുള്ളൂ. (മണിക്കൂറിൽ 15 മൈൽ വേഗത) അവിടെ മേഘങ്ങളും—ഉണ്ടെങ്കിൽത്തന്നെ—വളരെ കുറവായിരിക്കും. ശാന്തമായ ആ പ്രദേശത്തിന്റെ വക്കത്തു് കറുത്തിരുണ്ടമേഘങ്ങളും ഭൂമിയിൽനിന്നു്

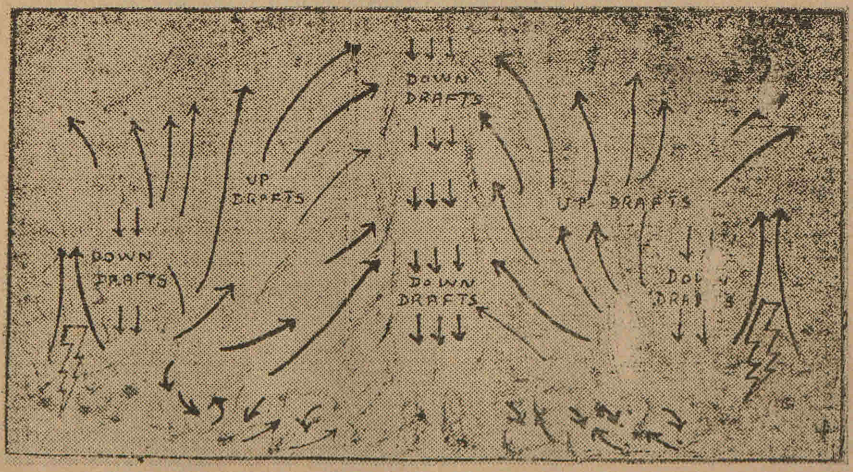
ആകാശം മൂടി ഉയർന്നിരിക്കും. അത് ഒരു പടുകൂറ്റൻ കാറിന്റെ പ്രതീതി ജനിപ്പിക്കുന്നു.

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ ജീവനും സ്വത്തിനും വമ്പിച്ച നാശനഷ്ടങ്ങൾ വരുത്തിവയ്ക്കുന്നുണ്ട്. ലോകത്തിന്റെ ചില ഭാഗങ്ങളിൽ അവയുടെ ആക്രമണം അത്യുഗ്രമാണ്. ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മുൻപന്തിയിൽ നിയ്ക്കുന്ന രാഷ്ട്രങ്ങൾ അവയെക്കുറിച്ച് അതിവിപുലമായ തോതിൽ പഠനങ്ങൾ നടത്തുന്നുണ്ട്. ചക്രവാതങ്ങളുടെ ആക്രമണങ്ങൾക്ക് സദാ വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന അമേരിയ്ക്കൻ ഐക്യനാടുകളെപ്പോലുള്ള വൻകിടരാഷ്ട്രങ്ങളിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, അവ ഏതേതു കാലങ്ങളിലാണ് പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതെന്നും, ഏതേതു മാർഗ്ഗങ്ങളിലൂടെയാണ് നീങ്ങുകയെന്നും നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടേയിരിയ്ക്കും. അത്ലാന്തിക്ക് സമുദ്രം, കരീബിയൻകടൽ, മെക്സിക്കോ ഉൾക്കടൽ എന്നിവയിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾക്ക് പെൺകുട്ടികളുടെ പേരുകളാണ് നൽകിയിട്ടുള്ളതെന്നത് രസകരമായ ഒരു വസ്തുതയാണ്. (Abby, Breuda, Cleo, Dora, Ethel). ഉഷ്ണമേഖലാസമുദ്രങ്ങളിലെ ചക്രവാതങ്ങളെക്കുറിച്ച് കുറെകാലത്തോളം ആർക്കും ഒരെത്തും പിടിയും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. എന്നാൽ അടുത്തകാലത്തായി കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ശ്രദ്ധ ആ വഴിയ്ക്ക് തിരിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്.

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളെക്കുറിച്ച് മുന്നറിയിപ്പുകൾ നൽകാൻ സഹായിയ്ക്കുന്ന ഏറ്റവും നൂതനമായ ഉപകരണം കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഹമാണ്. (Weather Satellites) അതിന്റെ പ്രവർത്തനം റെഡാർ ഉപയോഗിച്ചുള്ള നിരീക്ഷണങ്ങളെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നത്. റെഡാർ യൂണിറ്റുകളുടെ "എല്ലാം കാണാൻ കഴിവുള്ള" ഇലക്ട്രോണിക് കണ്ണ് പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളെ 200 മൈലിന്നപ്പുറത്തു വെച്ചു തന്നെ കാണുന്നു.



ചിത്രം 4—9 പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തിന്റെ നടുക്കണ്ണ്



ചിത്രം 4—10 പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തിന്റെ ആന്തരഘടന

"Hurricane" എന്ന പദത്തിന്റെ ഉത്ഭവത്തെക്കുറിച്ചു കൂടി ഒരു വാക്ക്. പശ്ചിമേഷ്യാ ദ്വീപുകളിൽ ഒരുകാലത്തു് അധിവസിച്ചിരുന്ന കാരിബ് ഇന്ത്യക്കാരുടെ (Carib Indians) ഭാഷയിൽ "ഉഷ്ണമേഖലാ കൊടുങ്കാറ്റുകൾ" എന്നർത്ഥം വരുന്ന "ഹറക്കൻ" (Hurracan) അഥവാ "ഹൺറേക്കൻ" Hunraken എന്നീ പദങ്ങളിൽ നിന്നാണു് അതിന്റെ ഉത്ഭവം. പിശാചുക്കൾ കൊടുങ്കാറ്റുകളിൽ കൂടി ജനങ്ങൾക്കു് മരണവും നാശനഷ്ടങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിത്തീർക്കുന്നു എന്നായിരുന്നു അവരുടെ വിശ്വാസം.

ഉഗ്രമായ കൊടുങ്കാറ്റുകളെ പലപ്പോഴും നാം പ്രക്ഷിണചക്രവാതങ്ങൾ (Cyclones) എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കാറുണ്ടു്. അയഞ്ഞ മട്ടിലുള്ള ഈ പദപ്രയോഗം ആശയക്കുഴപ്പം സൃഷ്ടിക്കും. ചുഴലിക്കാറ്റുകളും പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളും അടിസ്ഥാനപരമായി സൈക്ലോണുകൾ തന്നെയാണെങ്കിലും കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അങ്ങനെയല്ല. താണ മർദ്ദമുള്ള മദ്ധ്യപ്രദേശവും വട്ടം ചുഴറുന്ന കാറ്റും സൈക്ലോണുകളുടെയും പ്രത്യേകതകളാണു്. എന്നാൽ ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിലല്ല അവ രൂപംകൊള്ളുന്നതു്. മദ്ധ്യ അക്ഷാംശങ്ങളാണു് അവയുടെ ഉല്പത്തികേന്ദ്രം. കാലാവസ്ഥാ റിപ്പോർട്ടുകളിൽ "അവ നീചമർദ്ദമേഖലകളായി" (Lows) കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു. കനത്ത മഞ്ഞും മഴയും വർഷിയ്ക്കുവാൻ അവയ്ക്കു കഴിയും. അവയുടെ വ്യാപ്തിയും ശക്തിയും മറ്റുള്ളവയെ അപേക്ഷിച്ചു് വളരെ കൂടുതലാണു്. ശൈത്യമാസങ്ങളിലാണു് സൈക്ലോണുകൾ ഇടയ്ക്കിടെ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുന്നതു്.

വായുമർദ്ദംകൂടിയ സ്ഥലങ്ങളിൽനിന്നു് പുറമേക്കു് ചിലപ്പോൾ കാറ്റടിയ്ക്കുന്നു. ഈ കാറ്റുകളെ അപ്രദക്ഷിണചക്രവാതങ്ങൾ (Anti cyclones) എന്നുപറയുന്നു. ആൻറിസൈക്ലോണുകളുടെ പ്രവാഹദിശ സൈക്ലോണുകൾക്കു് വിപരീതമാണു്. കാലാവസ്ഥാ ഭൂപടത്തിൽ "ആൻറിസൈക്ലോണുകളെ" 'Highs' എന്നു് രേഖപ്പെടുത്തുന്നു.

അദ്ധ്യായം 5

കാലാവസ്ഥാപ്രവചനം

ഒരു പ്രദേശത്തെ കാലാവസ്ഥ പ്രവചിയ്ക്കുവാനുള്ള കഴിവ് ഒരു കാലാവസ്ഥാവിദഗ്ദ്ധനു് ലഭിയ്ക്കുന്നതു് ദീർഘകാല പരിചയം കൊണ്ടാണു്. ഇത്തരമൊരു പുസ്തകത്തിൽ അതിന്റെ സങ്കീർണ്ണമായ സാങ്കേതികവശങ്ങളെക്കുറിച്ചു് സവിസ്തരം പ്രതിപാദിയ്ക്കാൻ മുതിരുന്നതു് സാഹസമാണു്. അതുകൊണ്ടു് അതിന്റെ മുഖ്യതത്ത്വങ്ങളിലേയ്ക്കു് മാത്രം വെളിച്ചം വീശാനാണു് അദ്ധ്യായത്തിൽ ശ്രമിയ്ക്കുന്നതു്.

പ്രവചനം എത്രമണിക്കൂറുകൾക്കു മുമ്പു് നടക്കുന്നു? പ്രവചനത്തിനു് വിധേയമായ പ്രദേശത്തിന്റെ സവിശേഷതകളെന്തെല്ലാം?—എന്നീ വസ്തുതകളെ ആസ്പദിച്ചാണു് പ്രവചനത്തിന്റെ വിജയം നിലക്കൊള്ളുന്നതു്. കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനങ്ങൾ ക്രമപ്രകാരമുള്ളവയാണെങ്കിൽ കാലാവസ്ഥാ പ്രവാചകന്റെ പ്രവൃത്തി ലഘുവായിത്തീരുന്നു. ഇന്ത്യയിലെ സ്ഥിതി ഏതാണ്ടു് അപ്രകാരമാണെന്നാണു് മറ്റുള്ളവർ കരുതുന്നതു്. എന്നാൽ ഇടയ്ക്കിടെ അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദവും, ഉഷ്ണതയും അപ്രതീക്ഷിതമായി മാറിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ കാലാവസ്ഥാപ്രവചനം അത്ര എളുപ്പമുള്ള ജോലിയല്ല.

അപഗ്രഥനം

വിവിധ കാലാവസ്ഥാസ്റ്റേഷനുകൾ ഒരു പ്രദേശത്തെക്കുറിച്ചു ശേഖരിയ്ക്കുന്ന സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകൾ ആദ്യമായി ക്രോഡീകരിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. ഒട്ടും സമയനഷ്ടം കൂടാതെ ചെയ്യേണ്ട ഒരു ജോലിയാണിതു്. നൂതനോപകരണങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ അന്തരീക്ഷത്തെക്കുറിച്ചു് അനേകം വസ്തുത

കഥ ഒരു സ്റ്റേഷനിൽ ഇപ്പോഥം ശേഖരിയ്ക്കുവാൻ കഴിയും. അവയിൽ പ്രധാനപ്പെട്ടവയെ മാത്രം സ്പർശിയ്ക്കാം.

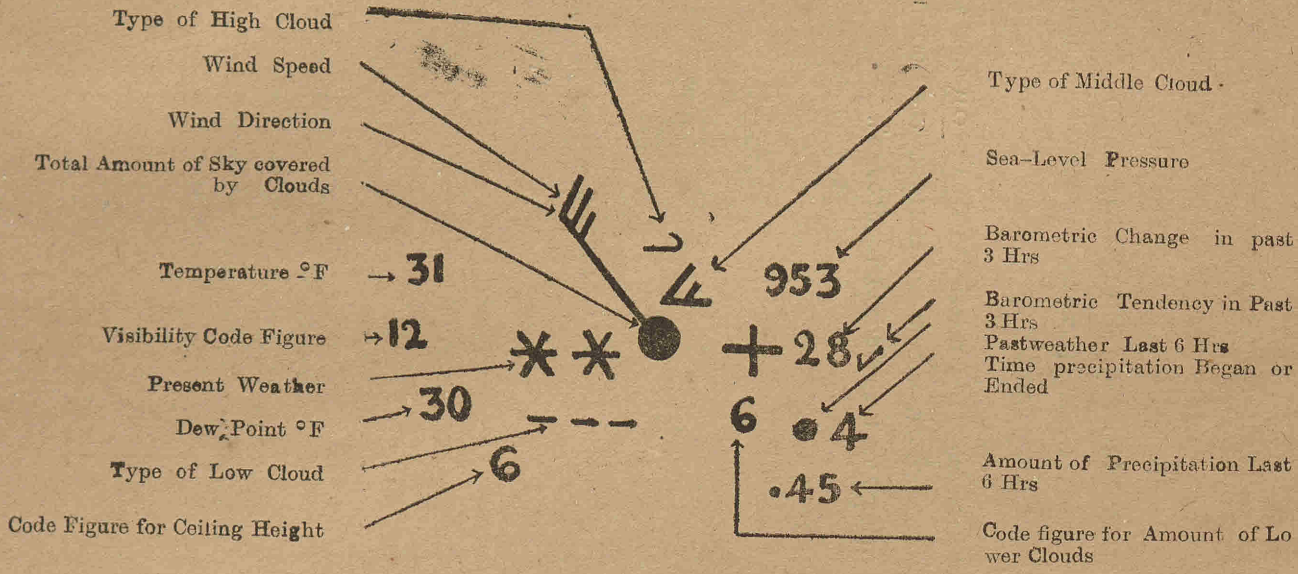
1. മർദ്ദം:– മർദ്ദം മില്ലിബാറിൽ രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. അതെങ്ങനെയെന്നു് മുമ്പൊരിടത്തു് വിവരിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

2. ഉഷ്ണത:– ഡിഗ്രി ഫാറൻഹീറിലാണു് അടയാളപ്പെടുത്തുന്നതു്.

3. കാറ്റു്:– അമ്പടയാളംകൊണ്ടു് കാറ്റിന്റെ ദിശയും ബ്യൂഫോർട്ടു് സ്കെയിലുപയോഗിച്ചു് കാറ്റിന്റെ ശക്തിയും സൂചിപ്പിയ്ക്കുന്നു.

4. മഴ:– 5. മേഘം:–

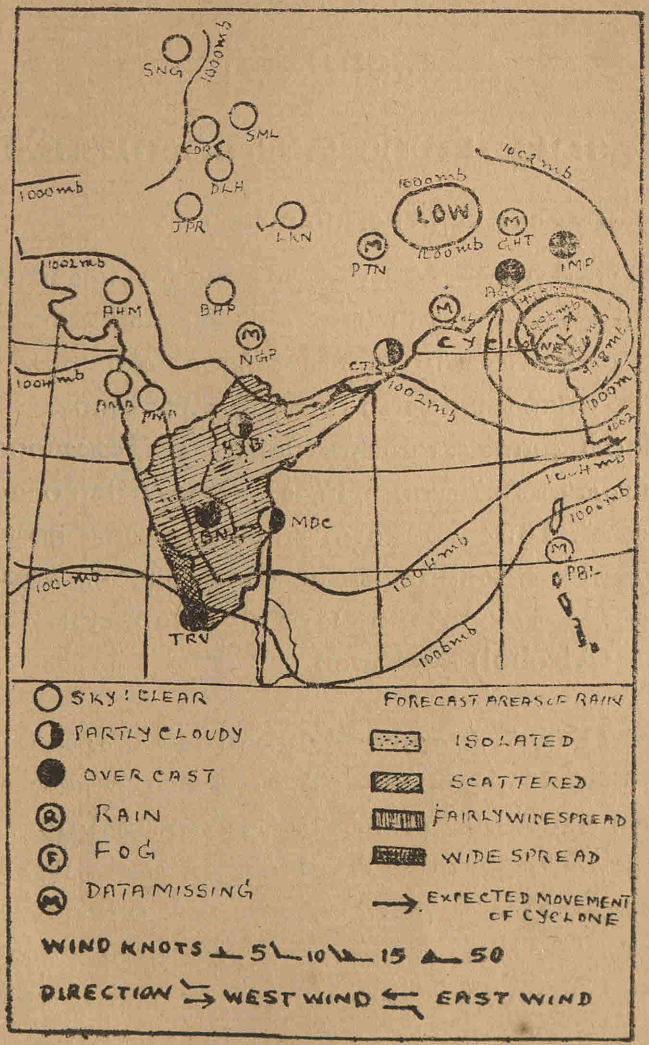
അടുത്ത പേജിലുള്ള ചിത്രം ഇവയെ കൂടുതൽ വ്യക്തമാക്കും


Type of High Cloud
Wind Speed
Wind Direction
Total Amount of Sky covered by Clouds
Temperature °F
Visibility Code Figure
Present Weather
Dew Point °F
Type of Low Cloud
Code Figure for Ceiling Height
31
12
30
6
953
28
6
4
.45
Type of Middle Cloud
Sea-Level Pressure
Barometric Change in past 3 Hrs
Barometric Tendency in Past 3 Hrs
Pastweather Last 6 Hrs
Time precipitation Began or Ended
Amount of Precipitation Last 6 Hrs
Code figure for Amount of Lower Clouds

FM 5—1

ഒരു പ്രദേശത്തിന്റെ ഭൂപടത്തിൽ മേൽവിവരിച്ച സംഗതികളെ മുഴുവൻ പിന്നീടു് അടയാളപ്പെടുത്തുന്നു. തുല്യമർദ്ദരേഖകളും (Isobars) അതിൽ വരച്ചിരിയ്ക്കും. ഈ പടത്തെ Weather Map (Synoptic Map) എന്നു വിളിയ്ക്കുന്നു. അവയെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടാണു് കാലാവസ്ഥാപ്രവചനങ്ങളും നടത്തുന്നതു്

മേൽപ്പറഞ്ഞ വസ്തുതകളെക്കുറിച്ചു് വ്യക്തമായ ഒരു ധാരണയുണ്ടാവാൻ മതിയായ കാലാവസ്ഥാഭൂപടം ഒന്നു് സൂക്ഷ്മമായി പരിശോധിച്ചാൽമതി.


SNG
1010 mb
SML
CDR
DLH
1000 mb
JPR
LKN
1000 mb
LOW
1000 mb
CHT
PTN
IMP
1002 mb
BHM
BHP
NGP
CT
1002 mb
1000 mb
PMA
PMA
HYB
MDC
SNJ
1000 mb
1000 mb
PBL
TRV
1000 mb
SKY : CLEAR
PARTLY CLOUDY
OVER CAST
RAIN
FOG
DATA MISSING
FORECAST AREAS OF RAIN
ISOLATED
SCATTERED
FAIRLY WIDESPREAD
WIDE SPREAD
EXPECTED MOVEMENT OF CYCLONE
WIND KNOTS 5 10 15 50
DIRECTION WEST WIND EAST WIND

ചിത്രം 5—2

അദ്ധ്യായം 6

കാലാവസ്ഥാ ഉപകരണങ്ങൾ

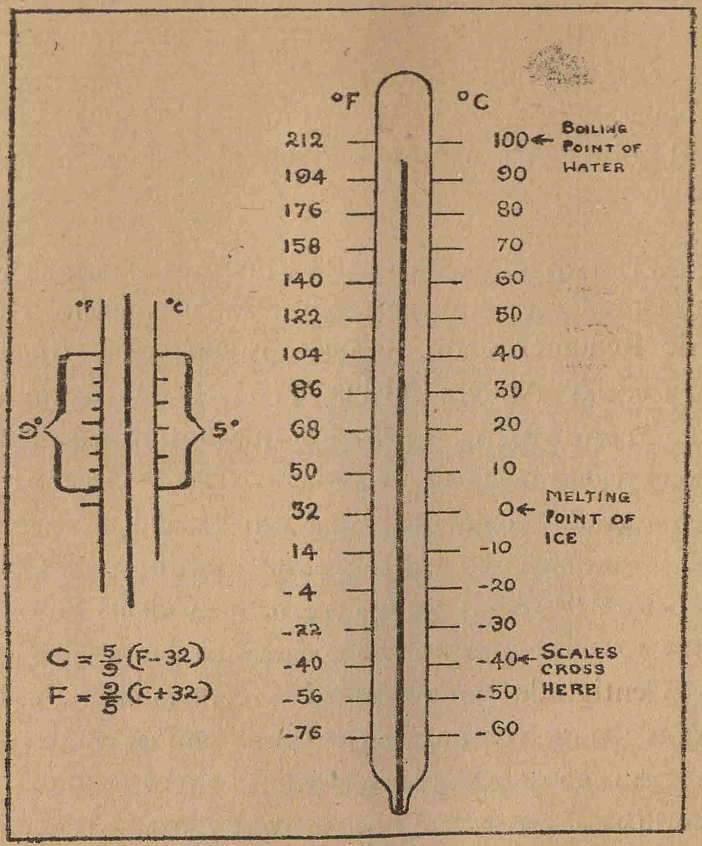
1. ഉഷ്മമാപകം (Thermo meter)

പ്രാചീന അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണത്തിനുള്ള ഉപകരണങ്ങളിലൊന്നായിരുന്നു ഇതു്. ഗലീലിയോ നിർമ്മിച്ച തെർമോമീറ്ററിന്റെ പ്രാകൃത രൂപത്തിൽ നിന്നും എത്രയോ വ്യത്യസ്തമാണ് ഇന്നത്തെ തെർമോമീറ്റർ. ഇന്നത്തെ മാതൃകയിലുള്ള തെർമോമീറ്റർ ആദ്യം പ്രചാരത്തിൽ വന്നതു 17–ാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യകാലത്താണു്. 1654–ൽ ടസ്കനിയിലെ പ്രഭുവാണു് അതു് ഉപയോഗത്തിൽ കൊണ്ടുവന്നതെന്നു പറയപ്പെടുന്നു. ആദ്യകാലത്തു് തെർമോമീറ്ററിൽ ഉപയോഗിച്ചിരുന്ന ദ്രവം ആൽക്കഹോൾ (Alcohol) ആയിരുന്നു.

1714–ൽ ഗേബ്രിയൽ ഡാനിയൽ ഫാറൻഹീറ്റ് (1686–1736) എന്ന ഒരു ജർമ്മൻകാരൻ ആയിരുന്നു ആദ്യമായി രസം നിറച്ച തെർമോമീറ്റർ നിർമ്മിച്ചതു്. നീണ്ട ഒരു സ്ഫടികക്കുഴലിന്റെ ഒരറ്റത്തുള്ള ബൾബിൽ നിറച്ച രസം അന്തരീക്ഷത്തിലെ ചൂടു തട്ടുമ്പോൾ വികസിച്ചു് കുഴലിൽ കൂടി മേൽപ്പോട്ടുയരുന്നു. അന്തരീക്ഷോഷ്മാവു് വ്യത്യാസപ്പെടുമ്പോൾ കുഴലിലെ രസവിതാനവും അതിനനുസരിച്ചു വ്യത്യാസപ്പെടും. ഈ രസവിതാനം നോക്കി അന്തരീക്ഷോഷ്മാവു് നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണു്. അതിനുള്ള ഒരു സ്കെയിൽ ആദ്യമായി കണ്ടുപിടിച്ചതും ഫാറൻഹീറ്റ് ആയിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ സ്മരണക്കായി ഇന്നും ആ സ്കെയിൽ ഫാറൻഹീറ്റ് സ്കെയിൽ എന്ന പേരിലറി

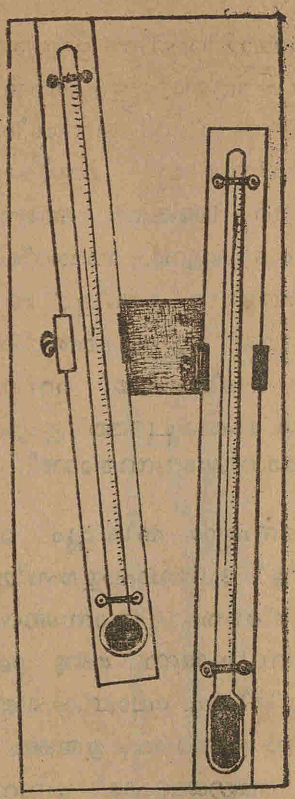
യപ്പെട്ടുന്നു. ആ സ്കെയിലിലെ ഏറ്റവും താണ സ്ഥിരബിന്ദു Lower fixed Point 32 ഡിഗ്രിയും (വെള്ളം തണുത്തുറയുന്ന ഘട്ടമാണതു്) ഏറ്റവും ഉയർന്ന സ്ഥിരബിന്ദു (Upper fixed point) 212 ഡിഗ്രിയും (വെള്ളം തിളയ്ക്കുന്ന ഘട്ടം) ആണു്.

പതിനെട്ടാം നൂറ്റാണ്ടിൽ മറ്റു രണ്ടു തേർമോമീറ്റർ സ്കെയിലുകൾ കൂടി സൃഷ്ടിയ്ക്കപ്പെട്ടു. അവയിലൊന്നു് R. A. F. de Reaumer എന്ന ഫ്രഞ്ചുശാസ്ത്രജ്ഞനാണു് നിർമ്മിച്ചതു്. മറ്റേതു് Anders Celsius (1701–1744) എന്ന സ്വീഡിഷ്ശാസ്ത്രജ്ഞനും. രണ്ടിലേയും സ്ഥിരബിന്ദുക്കൾ വെള്ളം തണുത്തുറയുന്നഘട്ടവും, ജലം തിളച്ചു് നീരാവിയാകുന്നഘട്ടവും ആണു്. എന്നാൽ റൂമർ സ്കെയിലിൽ താണബിന്ദുവും ഉയർന്നബിന്ദുവും യഥാക്രമം 0° യും 80° യും Celsius നേറ്റതിൽ 0° യും 100° യും ആണു്. Celsius നെറ സ്കെയിൽ മെട്രിക്ക് സമ്പ്രദായത്തിലായതിനാൽ അദ്ദേഹം അതിനു്–Centigrade–(സെൻറിഗ്രേഡ്) എന്നുപേരിട്ടു. ഫാരൻഹീറ്റു്; സെൻറിഗ്രേഡ് എന്നീ രണ്ടു സ്കെയിലുകളും ഇന്നു് ഉപയോഗിയ്ക്കപ്പെടുന്നുണ്ടെങ്കിലും സെൻറിഗ്രേഡ് സ്കെയിലിനാണു് കൂടുതൽ പ്രചാരമെന്നു് വേണമെങ്കിൽപറയാം.



ചിത്രം 6—1

ഒരു പ്രത്യേക കാലപരിധിയ്ക്കുള്ളിലുണ്ടായ ഏററവും ഉയന്ന ഉഷ്ണാവും (Maximum Temperature) ഏററവും താണഉഷ്ണാവും(Minimum Temperature)ഒരു കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകനു് കണ്ടുപിടിയ്ക്കണമെന്നിരിയ്ക്കട്ടെ. എന്തുചെയ്യും? അയാൾ ആ സമയം മുഴുവനും തെർമോമീറററിൻമേൽ കണ്ണുംനട്ടു് ഇരിയ്ക്കേണ്ടിവരും. അതു് തീച്ചയായും വിഷമമേറിയ ഒരു പ്രവൃത്തിയാണു്. ആ വിഷമം പരിഹരിയ്ക്കാൻ വേണ്ടിയാണു് Maximum- Minimum Thermometers കണ്ടുപിടിയ്ക്കപ്പെട്ടതു്.



ചിത്രം 6—2 ചിത്രം 6—3.

മാക്സിമം—മിനിമം തെർമോമീറർ

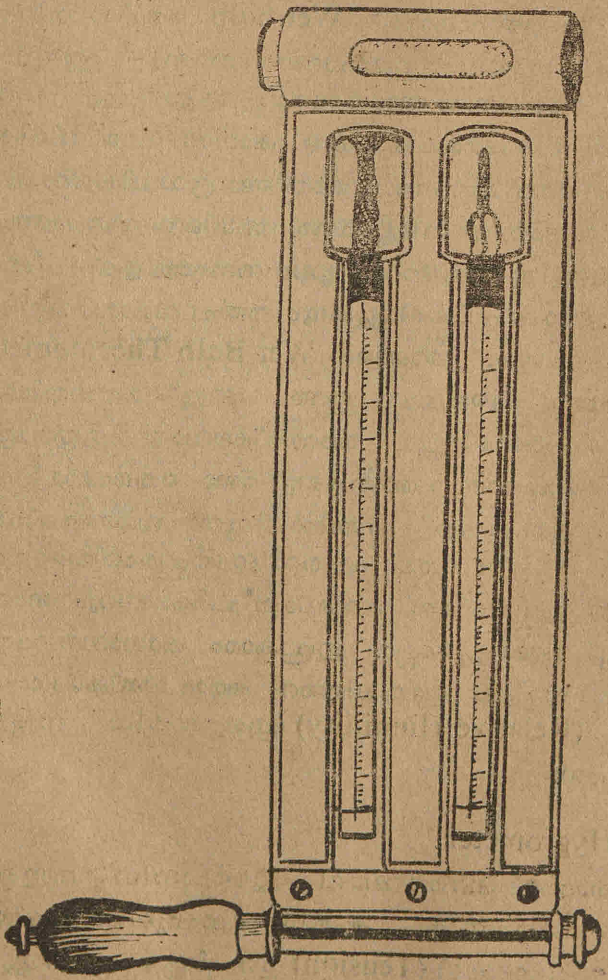
ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഘട്ടത്തിൽ നിന്നു് ഊഷ്മാവു് താഴുമ്പോൾ തെർമോമീറററിലെ രസതന്തുവിൽ നിന്നു് അല്പം രസം വേർതിരിഞ്ഞു് അവിടെത്തന്നെ നിൽക്കാൻതക്കവണ്ണം നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട ഒരുതരം തെർമോമീററാണു് മാക്സിമം തെർമോ മീറർ. വേർതിരിയുന്ന രസതന്തു. മാക്സിമം ഊഷ്മാവിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകനു് ആ പരമോഷ്മാവു് രേഖപ്പെടുത്തിയശേഷംതെർമോമീറർ കുലുക്കി രസതന്തുക്കളെ യോജിപ്പിച്ചു വീണ്ടും ആ ഉപകരണത്തെ ഉപയോഗിക്കാം.

മിനിമം തെർമോമീറ്ററിൽ ദ്രവമായി ഉപയോഗിക്കുന്നതു് ആൽക്കഹോൾ ആണു്. ഉപകരണത്തിനുള്ളിൽ ഒരു ചെറിയ സൂചകമുണ്ടായിരിക്കും. അന്തരീക്ഷോഷ്മാവു് കുറയുമ്പോൾ അതിനനുസരിച്ചു് തെർമോമീറ്ററിനുള്ളിലെ ആൽക്കഹോൾ സങ്കോചിക്കുകയും അതോടൊപ്പം സൂചകം കീഴ്പ്പോട്ടുവരികയും ചെയ്യുന്നു. അന്തരീക്ഷോഷ്മാവു് ഉയരുമ്പോൾ ആൽക്കഹോൾ വികസിച്ചു് മേല്പോട്ടുയരുമെങ്കിലും സൂചകം ഏറ്റവും താണ ആ ഘട്ടത്തിൽതന്നെ നിലയുറപ്പിക്കുന്നു. കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷകനു് സൌകര്യംപോലെ ആ മിനിമം ടെമ്പറേച്ചർ രേഖപ്പെടുത്തി ഉപകരണം ശരിപ്പെടുത്തി വീണ്ടും ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണു്.

ഇവയിൽ നിന്നെല്ലാം തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ ഒരു തെർമോമീറ്റർ ഉണ്ടു്. ദ്വിലോഹഉഷ്മമാപകം (Bimetal Thermometer) ഉഷ്ണതാവ്യത്യാസങ്ങൾക്കനുസരിച്ചു് വ്യത്യസ്ത തോതിൽ വികസിക്കുന്ന രണ്ടു ലോഹക്കഷണങ്ങളെ ഒരറ്റത്തു് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കും. ലോഹക്കഷണങ്ങൾ ഇൻവാറും പിച്ചളയും അല്ലെങ്കിൽ ഇൻവാറും ഉരുക്കും ആവാം. ലോഹക്കഷണങ്ങളുടെ മറ്റെ അഗ്രങ്ങൾക്കു് ചലനസ്വാതന്ത്ര്യമുണ്ടു്. ആ അഗ്രങ്ങളോടു് ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ട ലിവറുകൾ (Levers) അന്തരീക്ഷോഷ്മാവിലെ വ്യത്യാസങ്ങൾക്കനുസരിച്ചു്, ലോഹക്കഷണങ്ങളുടെ ചലനസ്വാതന്ത്ര്യമുള്ള അഗ്രങ്ങളിലുണ്ടാവുന്ന സങ്കോചവികാസങ്ങളെ വലുതാക്കി കാണിക്കുന്നു. ലിവറുകളെ ഒരു സൂചകത്തിനോടു് ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുള്ളതിനാൽ സൂചകം അന്തരീക്ഷോഷ്മാവിലെ വ്യത്യാസങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. സൂചകത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തു് ഒരു പെൻസിൽ ഘടിപ്പിച്ചു് അതിനെ സ്വയം കറങ്ങുന്ന ഒരു ഉരുളിന്റെ മീതെക്രൂടി ചലിക്കുവാനനുവദിക്കുകയാണെങ്കിൽ തുടർച്ചയായുള്ള ഉഷ്ണതയുടെ ഒരു ഗ്രാഫ് (Graph) കിട്ടും. ഇതാണു് Thermograph (തെർമോഗ്രാഫ്.)

മറെറാരുതരം തെർമോമീറർ ഉണ്ടു്. Electrical Thermometer വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവങ്ങളുള്ള ലോഹങ്ങളുടെ താപവിദ്യുത് ഗുണങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതാണതു്. ദൂരെയുള്ള സ്ഥലങ്ങളിലെ ഉഷ്ണതനിർണ്ണയിക്കാൻ ഇതുപകരിക്കുന്നു.

സൈക്രോമീറർ Psychrometer



ചിത്രം 6-4 (Sling Psychrometer)

ഉഷ്ണാവിന്റെ പുറമെ അന്തരീക്ഷത്തിലടങ്ങിയ ജലബാഷ്പത്തെ കൂടി അളക്കാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണിതു്. (Wet and Dry Bulb Thermometer) Dry Bulb Thermometer–ന്റെ ചുവട്ടിലായും സമാന്തരമായും Wet bulb Thermometer നെ ഉറപ്പിച്ചുവെച്ചിരിക്കും. ഒരു ചെറിയകഷണം മസ്ലിൻ തുണികൊണ്ടു് Wet bulb തെർമോമീറ്ററിനെ പൊതിഞ്ഞിരിക്കും. ഉപയോഗത്തിനുമുമ്പു് തുണി നനയ്ക്കുന്നു. അതിന്മേൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഒരു രേഖയെ ആസ്പദമാക്കിക്കൊണ്ടു് കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകൻ ഉപകരണത്തെ മുറുക്കുന്നു. അതിലെ ദ്രവവിതാനം സ്ഥിരമായി ഒരു ഘട്ടത്തിൽ നില്ക്കുംവരെ അതിനെ കറക്കണം. വേഗതയിലുള്ള ഈ ചുഴറ്റൽ മൂലം നനഞ്ഞ തുണിയിൽനിന്നു് ഈർപ്പം ബാഷ്പീകരിയ്ക്കുകയും തൽഫലമായി തണുപ്പുണ്ടാകുകയും ചെയ്യും. അങ്ങനെ Wet Bulb Thermometer താണ ഉഷ്മാവു് രേഖപ്പെടുത്തുന്നു. അതു് മറ്റേതിലേക്കാൾ വളരെ കുറഞ്ഞിരിയ്ക്കും. അന്തരീക്ഷവായു എത്രമാത്രം ഈർപ്പരഹിതമാകുന്നുവോ അത്രകണ്ടു് രണ്ടു തെർമോമീറ്ററുകളിലേയും ഉഷ്ണതകൾക്കു് തമ്മിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടായിരിയ്ക്കുന്നതാണു്. കാരണം വായു ക്രമേണ ഈർപ്പരഹിതമാവുമ്പോൾ നനഞ്ഞ തുണിയിലെ ജലബാഷ്പീകരണവും അതിനനുസരിച്ചു് വർദ്ധിയ്ക്കുമല്ലോ. ഇപ്രകാരം കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷകൻ അന്തരീക്ഷ വായുവിന്റെ ആപേക്ഷികമായ ഈർപ്പനില (Relative Humidity) എളുപ്പത്തിൽ നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണു്.

Hair Hygrometer

അന്തരീക്ഷവായുവിലെ ഈർപ്പനില അളക്കാനുള്ള ഒരുപകരണമാണിതു്. ഇതിൽ മനുഷ്യന്റെ മുടിയിഴകൾ നല്ല വലിവോടുകൂടി (Tension) ഉറപ്പിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കും. അവയുടെ ഒരറ്റം സ്ഥിരമായി ഉറപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മറ്റെ

അറ്റം ലിവറുകളോടാണ് ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നത്. വായുവിലെ ഈർപ്പം ചുരുങ്ങുമ്പോൾ മുടിയിഴകൾ സങ്കോചിയ്ക്കുകയും ഈർപ്പം കൂടുമ്പോൾ വികസിക്കുകയും ചെയ്യും. മുടിയിഴകളുടെ ഈ ചലന വ്യത്യാസങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് അവയോട് ബന്ധിയ്ക്കപ്പെട്ട ലിവറുകളും ചലിയ്ക്കും. അപ്പോൾ ലിവറുകളുമായി ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ട സൂചകം ആ ചലനത്തെ വലുതാക്കി കാണിയ്ക്കുന്നു. സൂചകം നീങ്ങുന്നത് ആപേക്ഷികാർദ്രത അടയാളപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ഒരു സ്കെയിലിനുമീതെ കൂടിയായിരിയ്ക്കും. അങ്ങനെ എളുപ്പത്തിൽ അന്തരീക്ഷവായുവിന്റെ ഈർപ്പനില കണ്ടുപിടിക്കാൻ കഴിയും.

തെർമോഗ്രാഫ് തയ്യാറാക്കുന്നതുപോലെതന്നെ ഇതുപയോഗിച്ച് ഹൈഗ്രോഗ്രാഫുകളും(Hygrographs)നിർമ്മിയ്ക്കാം.

Dew Point Hygrometer (ഡ്യൂപോയിന്റ് ഹൈഗ്രോമീറ്റർ

അന്തരീക്ഷത്തിൽ മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ രൂപപ്പെടുന്ന ഘട്ടമേതെന്ന് കണ്ടുപിടിയ്ക്കുവാനുള്ള ഒരുപകരണമാണിത്. ആ മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ ഏതു് ഉഷ്ണതയിലാണ് ബാഷ്പീകരിയ്ക്കുകയെന്നും ഇതിന്റെ സഹായത്താൽ മനസ്സിലാക്കാം. ആ രണ്ടു ഉഷ്ണതകളുടെ ശരാശരിയായിരിയ്ക്കും തുഷാരഘട്ടം (Dew Point).

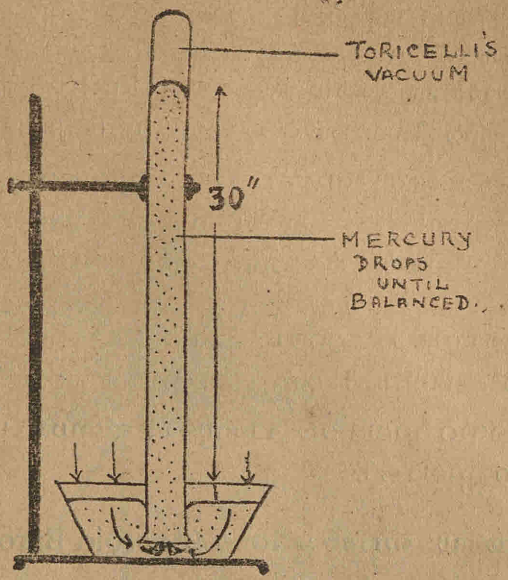
ഒരു സ്റ്റെടികനാളിയിൽ കുറച്ചുവെള്ളമെടുത്തു് അതിൽ അല്പാല്പം ഹിമക്ഷ്വണങ്ങളിട്ട് ഇളക്കിക്കൊണ്ടിരിയ്ക്കുക. അപ്പോൾ കുഴലിനു് പുറംവശത്തു് തട്ടുന്ന അന്തരീക്ഷവായുതണുത്തു് അതിലെ ജലബാഷ്പം സാന്ദ്രീകരിച്ചു് കുഴലിന്റെ പുറമെ മഞ്ഞിൻതുള്ളികളായി പറ്റിപ്പിടിച്ചു നില്ക്കുന്നതു കാണാം. മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ രൂപീകൃതമായതു് ഏതു് ഘട്ടത്തിലാണെന്നു് കുഴലിലെ വെള്ളത്തിന്റെ ഉഷ്ണമാവു് ഒരു തെർമോമീറ്റർകൊണ്ടു് അളന്നു കണ്ടുപിടിയ്ക്കാം. കുഴലിലെ വെള്ളത്തിന്റെ ഉഷ്ണത ഉയരാനനുവദിയ്ക്കുമ്പോൾ പു

റത്തെ മഞ്ഞിൻതുള്ളികൾ അപ്രത്യക്ഷമാവും. അതപ്പോഴാണെന്നും തെർമോമീറർ കൊണ്ട് കണ്ടുപിടിയ്ക്കാം.

ഈ തരത്തിൽപ്പെട്ടവ മറ്റു ചില ഹൈഗ്രോമീറ്ററുകൾ ഉണ്ട്. ഉദാ:– Absorption Hygrometer, Diffusion and Optical Hygrometers.

രസമർദ്ദമാപിനി (Mercury Barometer)

അന്തരീക്ഷവായു മർദ്ദം അളക്കാനുള്ള ഒരുപകരണമാണിത്. ടോറിസെല്ലി കണ്ടുപിടിച്ചത് ഏതാണ്ട് 3 നൂറ്റാണ്ടുകളോളം കഴിഞ്ഞെങ്കിലും അതിനു് അതിന്റെ ആദ്യരൂപത്തിൽനിന്നും പറയത്തക്കമാറ്റമൊന്നുണ്ടായില്ല. ഉപകരണം വളരെ ലഘുവാണു്. ഒരറ്റം അടച്ചിട്ടുള്ളതും 30 ഇഞ്ചിലേറെ നീളമുള്ളതുമായ ഒരു സ്ഫടികക്കുഴലിൽ രസം നിറച്ചു്, തുറന്ന അറ്റം രസംനിറച്ച ഒരു പരന്ന പാത്രത്തിലാഴ്ത്തി, കുഴലിനെ ലംബമാക്കി നിർത്തുന്നു. പരന്ന പാത്രത്തിലെ രസവിതാനത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിന്മേൽ കീഴ്പ്പോട്ട ചെലുത്തുന്ന അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദം കുഴലിലെ രസത്തെ താഴെ വീഴാതെ ഒരു പ്രത്യേക ഉയരത്തിൽ നിർത്തുന്നു. പാത്രത്തിലെ രസവിതാനത്തിനും കുഴലിലെ രസവിതാനത്തിനും ഇടയിലുള്ള ദൂരം അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദത്തിനനുസരിച്ചു് വ്യത്യാസപ്പെടും. അതിനാൽ ആ ദൂരമളന്നു് വായുമർദ്ദം നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണു്. അന്തരീക്ഷോഷ്മാവിലുണ്ടാകുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളും രസത്തെ ബാധിയ്ക്കുമെങ്കിലും അതത്ര കണക്കാക്കാറില്ല.



ചിത്രം 6—5 Cistern Barometer

അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദം ഉയരുമ്പോൾ കുഴലിലെ രസവിതാനം ഉയരുകയും മർദ്ദം കുറയുമ്പോൾ രസവിതാനം താഴുകയും ചെയ്യും. ഉയർന്മർദ്ദം സുഖകരമായ കാലാവസ്ഥയേയും താണമർദ്ദം അസുഖകരമായ കാലാവസ്ഥയേയും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ ഒരു ചതുരശ്രഇഞ്ചു് സ്ഥലത്തു് 14.7 റാത്തൽമർദ്ദം അന്തരീക്ഷവായു സാമാന്യേന ചെലുത്തുന്നുണ്ടു്. അതുയും മർദ്ദത്തിനു് സംഘടികക്കുഴലിൽ 30 ഇഞ്ചോളം ഉയരത്തിൽ രസത്തെ താങ്ങിനിർത്തുവാൻ കഴിയും. അതായതു് രസസ്തംഭത്തിന്റെ 30 ഇഞ്ചു് ഉയരം 14.7 റാത്തൽ മർദ്ദത്തിനു് തുല്യമാണെന്നർത്ഥം. ഇപ്രകാരം ക്രമത്തിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഒരു സ്കെയിൽ സംഘടികക്കുഴലിനു് സമീപത്തു് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതിനാൽ കുഴലിലെ രസവിതാനത്തിന്റെ ഉയരംനോക്കി എളുപ്പത്തിൽ അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദം നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണല്ലോ.

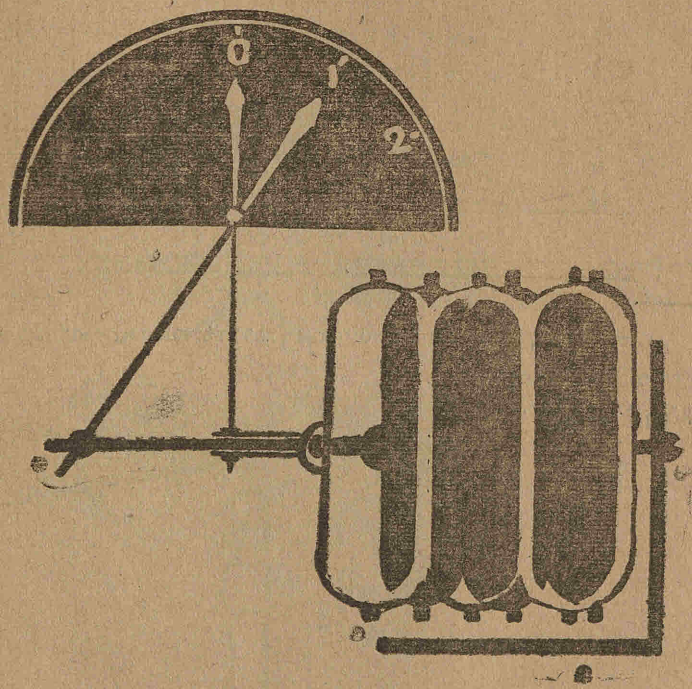
അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദം അളക്കാൻ ഇപ്പോൾ മെട്രിക് സമ്പ്രദായമാണ് സ്വീകരിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ഈ സമ്പ്രദായപ്രകാരം മർദ്ദത്തിന്റെ മാത്ര (Unit) ഒരു ബാർ (Bar) ആണ്. അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദം മില്ലിബാറിലാണ് (Milli-Bar) കണക്കാക്കപ്പെടുന്നത്. 1 മില്ലിബാർ $\frac{1}{1000}$ ബാർ. ബാരോമീറ്ററിലെ 0.03 ഇഞ്ച് ഉയരത്തിലുള്ള രസസ്തംഭം ഏകദേശം 1 മില്ലിബാർ മർദ്ദത്തിനു തുല്യമാണ്.

പതിനാറാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ മദ്ധ്യത്തിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ബാരോമീറ്റർ മർദ്ദവും കാറ്റിന്റെ ചലനവും പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടുകിടക്കുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലാക്കി.

അനിറോയിഡ് ബാരോമീറ്റർ (Aneroid Barometer)

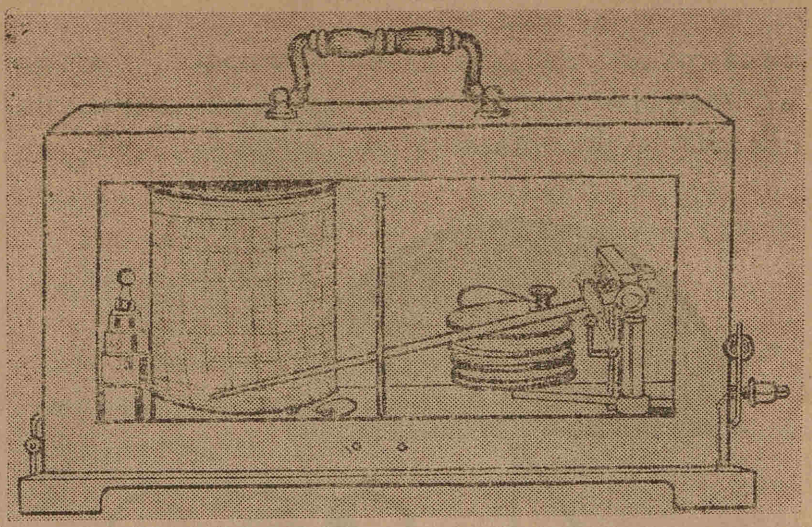
അടച്ചു ഭദ്രമാക്കിയ ഒരു കൊച്ചു ലോഹപേടകമാണ് ഇതിന്റെ പ്രധാന ഭാഗം. അതിനാൽ ഭാഗം വായുശൂന്യമാക്കിയിരിയ്ക്കുന്നു. ഇപ്പറഞ്ഞതിൽനിന്ന് ഈ ഉപകരണത്തിൽ ദ്രവമോ, വാതകമോ അടങ്ങിയിട്ടില്ലെന്ന് വ്യക്തമായല്ലോ. അന്തരീക്ഷവായുമർദ്ദത്തിന്റെ ഏറ്റക്കുറച്ചിലുകൾക്കനുസരിച്ച് പേടകത്തിനു സങ്കോചിയ്ക്കുവാനും വികസിയ്ക്കുവാനും കഴിയുന്ന വിധത്തിൽ വഴങ്ങിക്കൊടുക്കുന്ന സ്വഭാവമുള്ള ഒന്നാണ് അതിന്റെ ഉപരിതലം. പേടകവുമായി ഘടിപ്പിയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഒരു സൂചകം ആ സങ്കോചവികാസങ്ങളെ വലുതാക്കിക്കാണിയ്ക്കുന്നു. മില്ലിബാറിലോ, ഇഞ്ചിലോ അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഒരു ഡയലിനുമീതെക്കൂടിയാണ് ആ സൂചകം നീങ്ങുക. അങ്ങനെ ആ സൂചകം അന്തരീക്ഷവായു മർദ്ദത്തെ സൂചിപ്പിയ്ക്കും. രസമർദ്ദമാപകത്തെക്കൊണ്ട് ചെയ്യാവുന്നതു പോലെ അത്ര കൃത്യമായി അനിറോയിഡ് ബാരോമീറ്റർ കൊണ്ട് മർദ്ദമളക്കാൻ സാധിയ്ക്കുകയില്ലെങ്കിലും അതിന്റെ താ

രതമേന്യനയുള്ള വലിപ്പക്കുറവു് ഒരു മേന്മയാണു്. ബറോഗ്രാഫു് വരയ്ക്കാൻ സാധാരണയായി അനിറോയിഡു് ബറോമീറ്ററാണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.



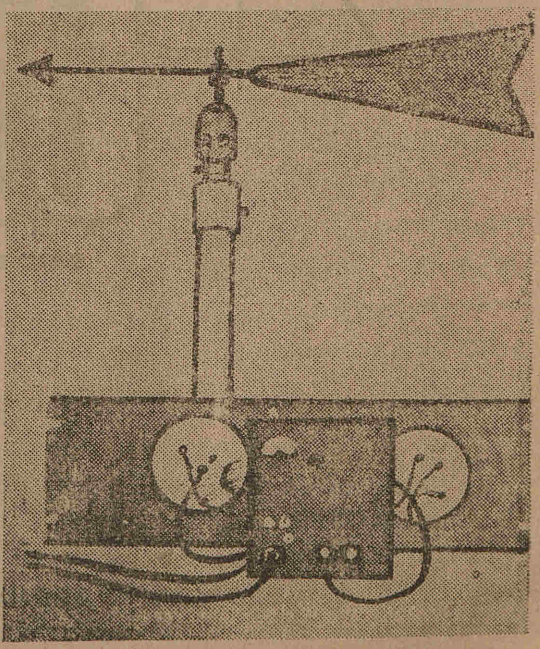
ചിത്രം 6—6 അനിറോയിഡു് ബാരോമീറ്റർ

എന്നാൽ ഇന്നു് കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷവായു മർദ്ദമളക്കാനായി ഫോർട്ടിൻസു് രസമർദ്ദമാപകം (Fortin's Barometer) ആണുപയോഗിക്കുന്നതു്. ഇതുകൊണ്ടു് വളരെ കൃത്യമായി മർദ്ദം അളക്കാമെന്നതാണു് ഇതിന്റെ മേന്മ.



ചിത്രം 6—7 അനിറോയിഡ് ബറോമീറർ ബറോഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുന്നു.

വായുഗതിദർശിനി
(Wind vane)

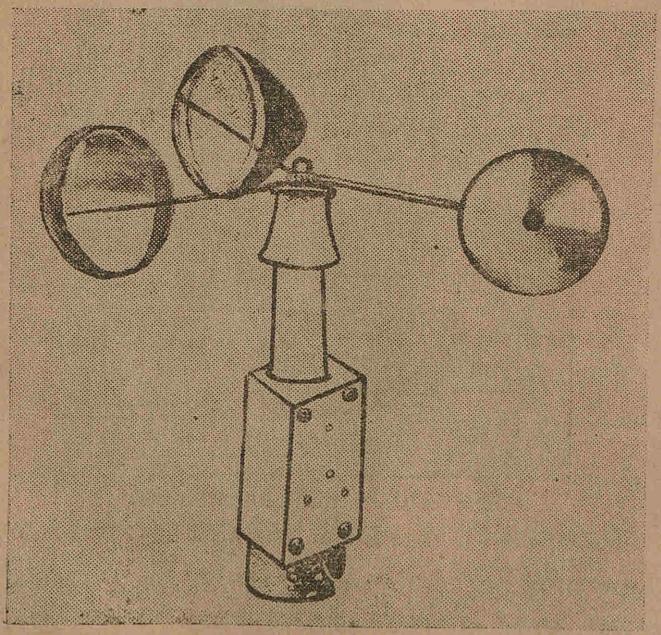


ചിത്രം 6—8
Wind vane

അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഏറ്റവും ലഘുവായ ഒരുപകരണമാണിതു്. 20 അടിമുതൽ 30 അടിവരെ ഉയരമുള്ള ഒരു ദണ്ഡിന്റെ മുകളിൽ സ്വതന്ത്രമായിക്കിടന്നു് തിരിയുന്നതും വലിയ വാലോട്ടക്കൂടിയതും അമ്പിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ളതുമായ ഈ ഉപകരണം കാറ്റടിക്കുമ്പോൾ കാറ്റിന്റെ ദിശ സൂചിപ്പിച്ചുകൊണ്ടുനില്ക്കുന്നു. ഇതിന്റെ മുന തെക്കുപടിഞ്ഞാറു ദിശയിലേക്കു് തിരിഞ്ഞു നില്ക്കുന്നുവെങ്കിൽ തെക്കുപടിഞ്ഞാറു നിന്നാണു് കാറ്റടിക്കുന്നതെന്നത്രേ.

വായുവേഗമാപിനികൾ (Anemometer)

Cup Anemometer

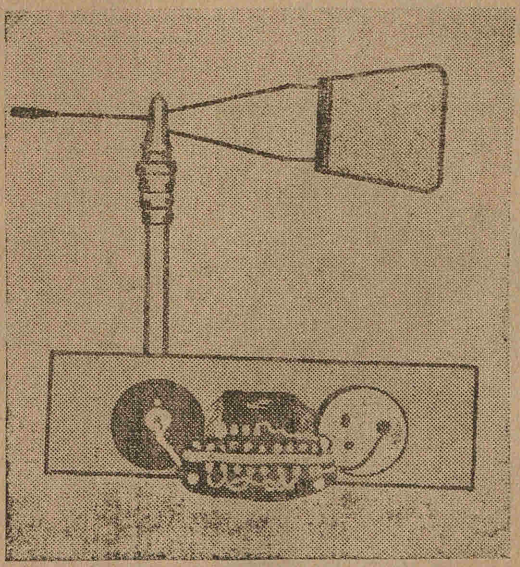


ചിത്രം 6—9 Cup anemometer

കാറ്റിന്റെ വേഗത (Wind velocity) കണ്ടുപിടിയ്ക്കാൻ ഇതുപകരിയ്ക്കുന്നു. ഇതു് പലതരമുണ്ടു്. അവയിൽ Cup

anemometer ആണ് ഏറ്റവും പ്രചാരത്തിലുള്ളത്. ലംബമായ ഒരക്ഷത്തിന്മേൽ തിരശ്ചീനതലത്തിൽ കിടക്കുന്ന തിരിയുന്ന ഒരു ചക്രത്തിനാട്ട് ക്രമ്പാരാകൃതിയുള്ള (Comical or hemispherical) മൂന്നോ, നാലോ കുപ്പുകൾ ഘടിപ്പിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. കുപ്പുകളിന്മേൽ കാറ്റടിയ്ക്കുമ്പോൾ ചക്രം തിരിയും. ചക്രം തിരിയുന്ന വേഗതയും കാറ്റിന്റെ വേഗതയും തമ്മിൽ പാതികമാണ്. (Proportional) വേഗതയെത്രയെന്ന് വൈദ്യുതിമൂലം പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്ന ഒരു സൂചകം സൂചിപ്പിയ്ക്കും.

Plate anemometer

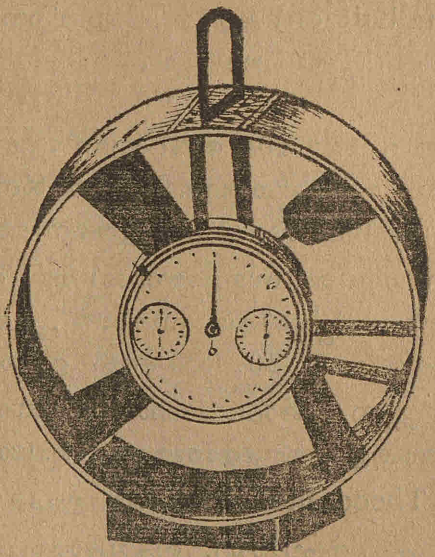


ചിത്രം 6-10 plate anemometer

കാറ്റിന്റെ ഗതിവേഗത നിർണ്ണയിയ്ക്കുവാനുള്ള ഏറ്റവും പുരാതനമായ ഒരുപകരണമാണിത്. ഏതാണ്ടും 1660 മുതൽക്കു് ഇതു് ഉപയോഗത്തിൽ വന്നിട്ടുണ്ടു്. ഇതിന്റെ പ്രധാന ഭാഗം ഒരു പ്ലേറ്റ് ആണ്. കാറ്റ് പ്ലേറ്റിന്മേലടിയ്ക്കുമ്പോൾ മാപിനി തിരിയുന്നു. കാറ്റ് ഏതു് ദിശയിലേയ്ക്ക് അടിയ്ക്കുന്നുവോ ആ ദിശയിലേയ്ക്ക അതു് നോക്കി

നില്ക്കും. അതിന്മേൽ ഘടിപ്പിച്ച ഒരു സ്പ്രിയിലിന്റെ സഹായത്തോടെ അതിന്റെ വിഭ്രംഗം (Deflection) എത്രയെന്നു് കണക്കാക്കാം.. പിന്നീടു് ഈ വിഭ്രംശത്തിൽനിന്നു് കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ കാറ്റിന്റെ ഗതിവേഗത നിർണ്ണയിയ്ക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്.

Vane anemometer



ചിത്രം 6—11 Vane anemometer

ഇതിന്റെ സ്വഭാവം ചിത്രത്തിൽനോക്കി മനസ്സിലാക്കുക.

ബലൂണുകൾ (Balloons)

അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉയർന്നതലത്തിലെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണത്തിനായി അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഉയരത്തിൽ പറക്കുന്ന നാനാതരം ഉപകരണങ്ങളും ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നുണ്ടു്. അവ, സാധാരണയായി; വാതകംനിറച്ച മൂന്നതരം കാലാവസ്ഥാ ബലൂണുകളാണു്. ഒന്നാമത്തേതു്, ഏറ്റവും ചെറുതും ലഘുവും ആയ സീലിങ്ങ് ബലൂൺ (Ceiling balloon) ആണു്. അളയരത്തിൽ പറപ്പിച്ചു് മേഘങ്ങളു

ടെ ഉയരം കണക്കാക്കുന്നു. രണ്ടാമത്തേതു്, അല്പം വലിപ്പം കൂടിയ പൈലട്ടു് ബലൂൺ (Pilot balloon) ആണു്. അതു് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വിവിധ തലങ്ങളിലെ കാറ്റിന്റെ ദിശയും ഗതിവേഗതയും കണ്ടുപിടിയ്ക്കാൻ സഹായിയ്ക്കുന്നു. മൂന്നാമത്തേതു് ഏറ്റവും വലിപ്പംകൂടിയ "സൌണ്ടിങ്ങു് ബലൂൺ" (Sounding balloon) ആണു്. ഇതിനെക്കുറിച്ചു് പിന്നീടു് വിശദമായി പ്രതിപാദിയ്ക്കാം.

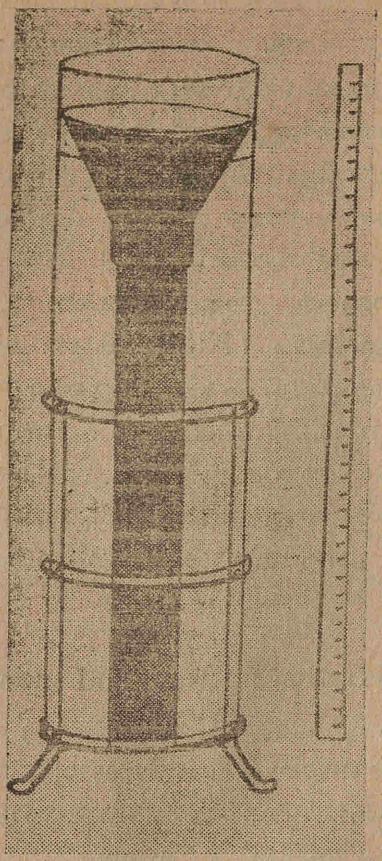
മിന്നിട്ടിൽ സുമാർ 400 അടി എന്ന തോതിൽ സീലിങ്ങു് ബലൂണുകൾ മേല്പോട്ടയയ്ക്കുന്നു. ഭൂമിയിൽനിന്നു് ഒരു മേഘത്തിന്റെ ചുവട്ടിലെ അടുക്കുവരെ ഉയർന്നെത്താൻ ഒരു സീലിങ്ങു് ബലൂൺ എടുത്ത സമയംനോക്കി ആ മേഘത്തിന്റെ ഏതാണ്ടു് ഉയരം നിർണ്ണയിക്കാവുന്നതാണു്. പൈലട്ടു് ബലൂണിനു് ഏകദേശം 1, 20, 000 അടി ഉയരംവരെ എത്താൻ സാധിയ്ക്കുന്നു. കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷകന്മാർ ഈ രണ്ടുതരം ബലൂണുകളുടേയും ആരോഹണസമ്പ്രദായം തിയോഡോലൈറ്റു് Theodolite എന്ന ഒരു ഉപകരണത്തിന്റെ സഹായത്തോടുകൂടി സൂക്ഷ്മമായി, ഇടവിടാതെ, നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടേ ഇരിയ്ക്കും. (ബലൂണിന്റെ ഉയരവും അതിന്റെ ഇടത്തോട്ടും വലത്തോട്ടുമുള്ള നീക്കങ്ങളും (azimuth) ഓരോ മിനിട്ടിലും പരിശോധിയ്ക്കാൻ Theodolite എന്ന ഉപകരണം കൊണ്ടുസാധിക്കും.) ഇപ്രകാരമാണു് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉന്നതതലത്തിലെ കാറ്റിന്റെ ഗതിവേഗതയും ദിശയും കണ്ടുപിടിക്കുന്നതു്.

പൈലട്ടു് ബലൂണിന്റെ ഒരു വകഭേദമാണു് Transonde ഒരു നിശ്ചിതഉയരത്തിൽ പ്രവർത്തിക്കാൻതക്കവണ്ണം സംവിധാനം ചെയ്യപ്പെട്ടതാണതു്.

സൂക്ഷ്മതയും കൃത്യതയും വേണ്ടിവരുന്നതും, ചുരുങ്ങിയ ഉയരത്തിലുള്ളതും ആയ അന്തരീക്ഷഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾക്കായി കൈറ്റൂൺ (Kytoon) എന്നൊരുതരം പ്രത്യേക ബലൂൺ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നുണ്ട്. അതിനു് ലംബതലത്തിലും തിരശ്ചീനതലത്തിലും ചിറകുകളുള്ളതിനാൽ ഒരു കൊച്ചു പക്ഷിയാണെന്നേ കണ്ടാൽ തോന്നു. ഒരു കേബിൾകൊണ്ടു് അതിനെ ഭൂമിയിൽ സുരക്ഷിതമായി കുടുക്കിയിട്ടുന്നു. അതു് സമനില തെറ്റാതെ വായുവിലങ്ങനെ പാറികിടന്നുകൊള്ളും. പട്ടത്തിന്റെയും (Kite) ബലൂണിന്റെയും തത്വങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പറക്കുന്നതുകൊണ്ടാണു് അതിനു് 'kytoon' എന്ന പേർ സിദ്ധിച്ചതു്. അന്തരീക്ഷം ശാന്തമായിരിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിനുള്ളിലെ വാതകമാണു് അതിനെ ഉയരത്തിൽ നിർത്തുന്നതു്. കാറ്റടിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിന്റെ ചിറകുകളിന്മേൽ തട്ടി അതു് കുത്തനെ ഉയരത്തിൽ നിലയുറപ്പിയ്ക്കും.

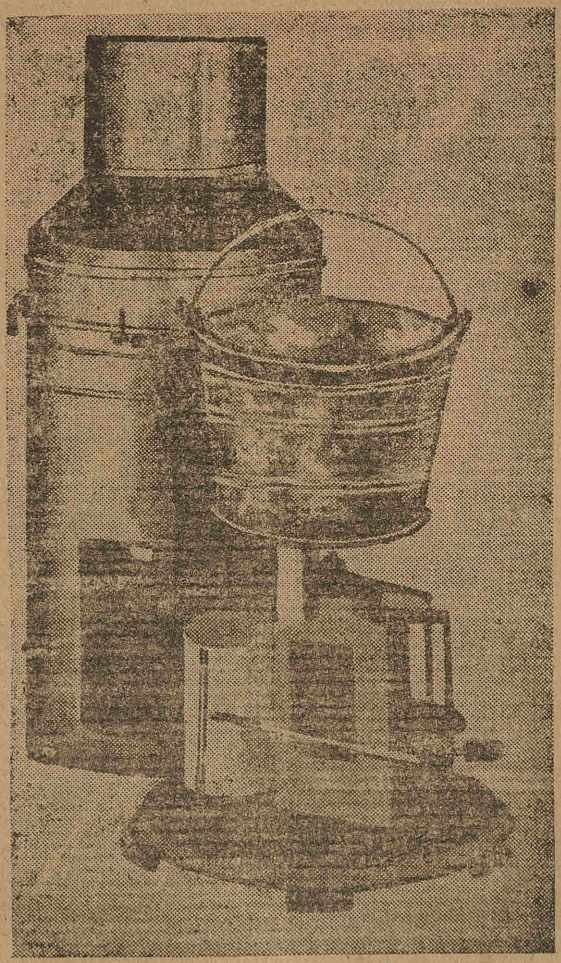
ഹിമവർഷമാപകങ്ങൾ (Rain and snow gauges)

നിശ്ചിതവ്യാസമുള്ള രണ്ടു ഏകകേന്ദ്ര സിലിണ്ടർ പാത്രങ്ങൾ (Concentric cylindrical vessels) ഒന്നിനുള്ളിൽ മറ്റൊന്നു് എന്ന ക്രമത്തിൽ വെച്ചിരിക്കും. രണ്ടിന്റെയും മുകൾഭാഗം തുറന്നിരിയ്ക്കും. ഇവയെ ഒരു തുറന്ന സ്ഥലത്തു് വെച്ചിരുന്നാൽ മഴ പെയ്യുമ്പോൾ മഴവെള്ളം അകത്തെ സിലിണ്ടർ പാത്രത്തിൽ വീഴും. അതിൽ ശേഖരിയ്ക്കപ്പെട്ട മഴവെള്ളത്തിൽ ഒരളവുകോൽ താഴ്ത്തി വെള്ളത്തിന്റെ ആഴം മനസ്സിലാക്കാം. അളവുകോലിന്മേൽ ഒരു സ്ക്രൂയിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിയ്ക്കും. ആഴം 0.3 ഇഞ്ചെങ്കിൽ 0.3 ഇഞ്ചു് മഴപെയ്തുവെന്നാണർത്ഥം. ഒരു നിശ്ചിതമായ പരിധിക്കുള്ളിൽ എത്ര മഴപെയ്തുവെന്നു് മാത്രമെ ഈ ഉപകരണംകൊണ്ടു് അറിയുവാൻ സാധിയ്ക്കുകയുള്ളൂ.



ചിത്രം 6—12 Rain gauge and Snow gauge

എന്നാൽ വഷ്ടപാതത്തിന്റെ മറ്റു സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകൾ കണ്ടുപിടിയ്ക്കാൻ Tipping Bucket gauge, weighing gauge എന്നിങ്ങനെയുള്ള മാപിനികളെത്തന്നെ ശരണംപ്രാപിയ്ക്കേണ്ടിവരുന്നു.



ചിത്രം 6—13 **Weighing gauge**

Tipping Bucket gauge ൽ രണ്ടുചെറിയ ബക്കറ്റുകളുണ്ട്. അവയെ അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടുമാട്ടുന്ന ഒരു ദ്രജത്തിന്റെ അറ്റത്തു് തൂക്കിയിട്ടിരിക്കും. അവയിൽ മഴവെള്ളം വീണു നിറയുമ്പോൾ അവസ്വയം ചെരിഞ്ഞുമറിഞ്ഞു് വെള്ളം ഒ

ഴിച്ചുകളയുന്നു. ഒരു ഫണലിൽ കൂടിയാണു് മഴവെള്ളം ബക്കറ്റിൽ വീഴുന്നതു്. ഒരിക്കൽ ഒരു ബക്കറ്റിൽ മാത്രമെ മഴവെള്ളം വീണുകൊണ്ടിരിക്കുകയുള്ളു. ഒരു ബക്കറ്റിൽ കൊള്ളുന്നവെള്ളം 0.01 ഇഞ്ചു് മഴയുടെതുല്യമാണു്. ബക്കറ്റു് നിറഞ്ഞാൽ അതു് സ്വയം ചെരിയുകയും വെള്ളം ഒഴിച്ചുകളയുകയും ചെയ്യും. ആ ഘട്ടത്തിൽ മറെറ ബക്കറ്റിൽ മഴവെള്ളം വീണുകൊണ്ടിരിയ്ക്കും. അതും ആദ്യത്തേതിനെ പ്പോലെത്തന്നെ പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം മഴപെയ്തുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്നേടത്തോളം സമയം തുടരെത്തുടരെ ആവർത്തിക്കപ്പെടുന്നു. ബക്കറ്റുകൾ എത്രപ്രാവശ്യം വെള്ളം ഒഴിച്ചുകളഞ്ഞുവെന്നു് കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകനു് രേഖപ്പെടുത്തിവെക്കാം. ബക്കറ്റിൽ എത്രവെള്ളം കൊള്ളുമെന്നും, ഒരു ക്ലിപ്തസമയപരിധിയ്ക്കുള്ളിൽ അവ എത്രതവണ വെള്ളം ഒഴിച്ചുകളഞ്ഞുവെന്നും മനസ്സിലായാൽ കാലാവസ്ഥാ ശസ്ത്രജ്ഞനു് വർഷപാതത്തിന്റെ തോതു് കണ്ടുപിടിക്കാമല്ലോ.

ഒരു വെയിങ്ങു് ഗേജിന്റെ പ്രധാനഭാഗങ്ങളും ഒരു ഫണലും മഴവെള്ളം വീണു നിറയാനുള്ള ഒരു പാത്രവും ഒരു ത്രാസ്സും ആണു്. ഫണലിന്റെ മുഖത്തു് വീഴുന്ന മഴവെള്ളം പാത്രത്തിൽ ചെന്നു നിറയുന്നു. പാത്രമിരിക്കുന്നതു് ത്രാസ്സിന്മേലാണു്. പാത്രത്തിൽ മഴവെള്ളം നിറച്ചു് അതിന്റെ തൂക്കം വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ അതിനനുസരിച്ചു് ത്രാസു് ചലിക്കും. ത്രാസ്സിനോടു് ഘടിപ്പിച്ച ഒരു പെൻ, ക്ലോക്കിന്റെ പ്രവർത്തനതത്വത്താൽ തിരിക്കപ്പെടുന്ന ഒരു ചാർട്ടിനു് മീതെക്കൂടി നീങ്ങി വെള്ളത്തിന്റെ ക്രമേണ ക്രമേണയായുള്ള തൂക്കവർദ്ധന രേഖപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കും. തൂക്കത്തിൽനിന്നു് വെള്ളത്തിന്റെ ഘനമാനം കണ്ടുപിടിയ്ക്കാമല്ലോ (1 ഗ്രാം ജലത്തിന്റെ വ്യാപ്തം 1 ക്യൂബിക്കു് സെൻറിമീറ്റർ) പിന്നീടു് പാത്രത്തിലെ മഴവെള്ളത്തിന്റെ ആഴം കണ്ടുപിടിയ്ക്കാനെളുപ്പമാണു് ചാർട്ടു് ഉപയോഗിച്ചു് വർഷപാതത്തിന്റെ തോതും നിർണ്ണയിയ്ക്കാവുന്നതാണു്.

സ്ലേയിൽ അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഒരു ഭണ്ഡുകൊണ്ട് എളുപ്പത്തിൽ ഹിമപാതയെത്രയെന്ന് കണ്ടുപിടിയ്ക്കാം. ഹിമപാതത്തെ, മൊത്തത്തിൽ, വഷ്പപാതത്തോട് ബന്ധപ്പെട്ടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. അതായതു് സാധാരണയായി, 8 മുതൽ 12 ഇഞ്ചു വരെയുള്ള ഹിമപാതം 1 ഇഞ്ചു് വഷ്പപാതത്തിനു് തുല്യമാണു്.

പൈറിലിയോമീറർ Pyrheliometer

സൂര്യവികിരണം (Solar radiation) അളക്കാനുള്ള ഒരു പകരണമാണിതു്. ഈ ഉപകരണത്തിനുള്ളിൽ സൂര്യവികിരണരശ്മികളെ ആഗിരണം ചെയ്യാനുള്ള ഒരു പദാത്ഥമുണ്ട്. ആഗിരണഫലമായി അതിന്റെ ഉഷ്ണത വർദ്ധിക്കുന്നു. ആ ഉഷ്ണത തെർമോമീറർകൊണ്ടു് അളന്നു് കണ്ടുപിടിയ്ക്കാമല്ലോ ഉഷ്ണതയെ പിന്നീടു് കലോറി (Calorie)യാക്കി മാറുന്നു. (താപമളക്കാനുള്ള യൂണിറ്റാണു് കലോറി.)

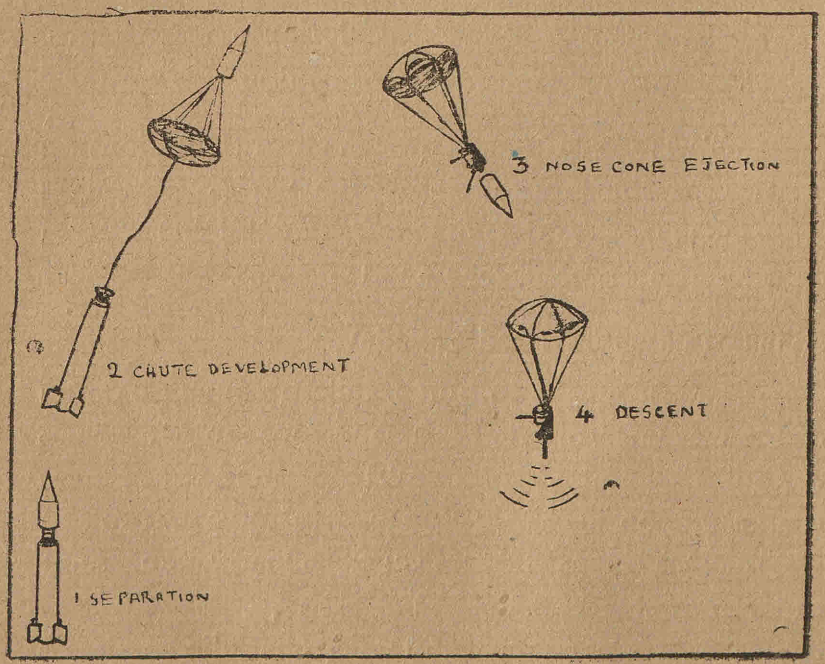
സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സമയപരിധി (Duration) നിർണ്ണയിയ്ക്കാൻ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഫോട്ടോഗ്രാഫിക്കു് പേപ്പറാണു് ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നതു്. സൂര്യരശ്മികം പേപ്പറിന്മേൽ വീണു് അടയാളം പതിപ്പിയ്ക്കുന്നു.

റേഡിയോ സോണ്ടു് (Radio sonde)

അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉന്നതതലങ്ങളിലെ സ്ഥിതിവിവരങ്ങളം ശേഖരിയ്ക്കുന്നതിനുള്ള ഒരുപകരണമാണിതു്. അനേകം ഇലക്ട്രോണിക്കു് റിക്കാർഡിങ്ങു് ഉപകരണങ്ങളേയും ഒരു ട്രാൻസ്മിറ്ററിനേയും വഹിച്ചുകൊണ്ടു് വാതകം നിറച്ച ഒരു ബലൂൺ വളരെ ഉയരത്തിലേയ്ക്കു് പറന്നുയരുന്നു. ബലൂണിന്റെ ആരോഹത്തിനിടയിൽ മർദ്ദം, ആർദ്രത, ഉഷ്ണത മുതലായ അന്തരീക്ഷസ്ഥിതിവിവരങ്ങളം Radio sonde ശേഖരിച്ചു് അവയെ "ഇലക്ട്രോണിക്കു് ഇംപൾസു"കളാക്കി

മാറുന്നു. (Electronic impulses) ഈ ഇംപൾസുകളെ 'സിഗ്നലു'കളുടെ (Signals) രൂപത്തിൽ റേഡിയോ ട്രാൻസ്മിറ്റർ അയയ്ക്കുന്നു. താഴെ ഭൂമിലുള്ള സ്റ്റേഷനിലെ ഇലക്ട്രോണിക്സ് യന്ത്രസാമഗ്രികൾ ഈ സിഗ്നലുകളെ സ്വീകരിച്ച് രേഖപ്പെടുത്തിവെയ്ക്കുന്നു.

Radiosonde Balloon ലക്ഷ്യസ്ഥാനംവരെ ഉയർന്ന് കഴിയുമ്പോൾ പൊട്ടുന്നു. അതിലെ ഉപകരണങ്ങളോട് ഒരു പാരച്യൂട്ട് (Parachute) ഘടിപ്പിച്ചുവെച്ചിരിക്കും. ആ പാരച്യൂട്ട്, ഉപകരണങ്ങളെ സാവകാശം ഭൂമിയിലിറക്കുന്നു. ഭൂമിയിൽ വീണ Radiosonde ആരെങ്കിലും കണ്ടെത്തിയാൽ അതിനെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണകേന്ദ്രത്തിലെത്തിച്ചുകൊടുക്കുവാനായി അതിന്റെ പുറത്ത് നിർദ്ദേശങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും.



ചിത്രം 6—14 Radio sonde പാരച്യൂട്ടിലിറങ്ങുന്നു.

റേഡിയോസോണ്ടിന്റെ പുരാതന രൂപം Meteorograph ആണു്. അക്കാലത്തു് കാലാവസ്ഥാ ഉപകരണങ്ങളെ ഒരു പട്ടം ഉയരത്തിലേക്കു് വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുകയാണു് ചെയ്തിരുന്നതു്. പിന്നീടു് പട്ടത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തു് വിമാനമായി. അതിനുശേഷം 1937–ലാണു് ബലൂണിനകത്തു് അടക്കംചെയ്ത റേഡിയോസോണ്ടെ പ്രചാരത്തിൽ വന്നതു്.

റേഡിയോസോണ്ടെകഠം ചിലപ്പോൾ മറ്റുരണ്ടുജോലികഠം കൂടി നിർവ്വഹിയ്ക്കാറുണ്ടു്. ഉന്നതതലങ്ങളിലെ കാറ്റിന്റെ ഗതിവേഗതയും ദിശയും അവ കണ്ടുപിടിക്കുന്നു. അവയെ ഈ ആവശ്യങ്ങഠംക്കായി ഉപയോഗിയ്ക്കുമ്പോഠം Rawind soundes എന്നാണു് വിളിയ്ക്കുന്നതു്. ഇത്തരം ബലൂൺകഠം മേല്പോട്ടയരുമ്പോഠം അവയുടെ ഗതിയെ വീക്ഷിക്കുന്നതു് ഭൂമിയിലെ സ്റ്റേഷനിലെ റേഡിയോ ഉപകരണങ്ങളാണു്.

Radiosounde യുടെ മറ്റൊരു വകഭേദമാണു് Drop sounde. ഒരു വിമാനത്തിൽ Radio sounde നെ വളരെ ഉയരത്തേയ്ക്കു് വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോയി അവിടെനിന്നു് അതിനെ കീഴ്പ്പോട്ടു് ഭൂമിയിലേയ്ക്കു് വീഴ്ത്തുന്നു. (Drop) അങ്ങനെയാണു് അതിനു് Dropsounde എന്നപേർ സിദ്ധിച്ചതു്. അതിനോടു് ബന്ധിയ്ക്കപ്പെട്ട ഒരു പിരച്ചുട്ടു് അതിന്റെ കീഴ്പ്പോട്ടുള്ള പ്രയാണത്തെ സുഗമമാക്കുന്നു. ആ പ്രയാണത്തിന്നിടയിൽ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വിവിധ തലങ്ങളിലെ സ്ഥിതിവിവരങ്ങഠം അതു് ശേഖരിക്കും.

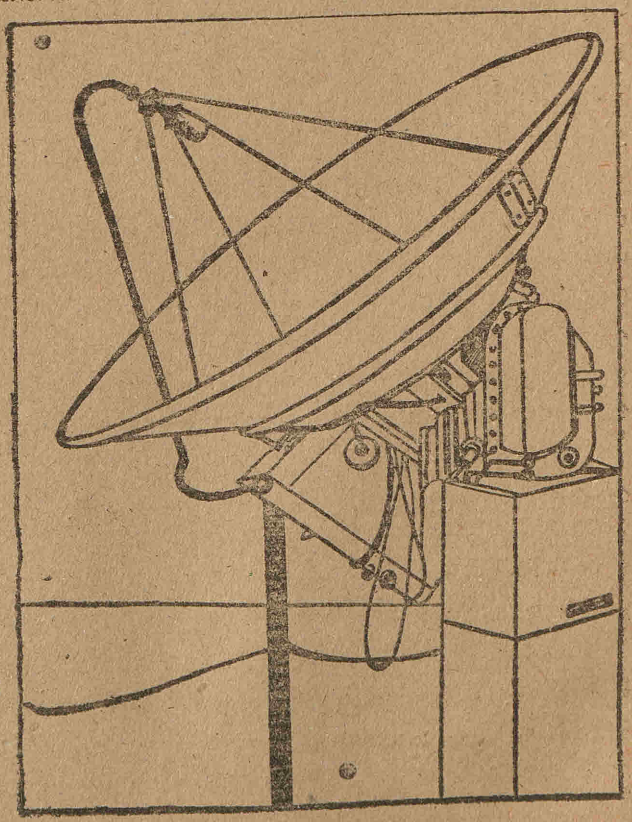
മുഖ്യമായും ഗവേഷണാവശ്യങ്ങഠംക്കായി ഉപയോഗിക്കുന്ന മറ്റൊരുതരം Radiosounde കൂടിയുണ്ടു്. Rocket sounde എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെടുന്നതു്. ഉപകരണങ്ങഠം ഘടിപ്പിച്ച റോക്കറ്റുകഠം വളരെ ഉയരത്തിലേക്കു് വിക്ഷേപിയ്ക്കപ്പെടുന്നു. അവ 2, 00, 000 അടിയിലേറെ ഉയരത്തെത്തും.

ഇപ്പോഠം മറ്റൊരുപകരണം കൂടി പ്രചാരത്തിൽ വന്നിട്ടുണ്ടു്. Rockoon–റോക്കൂൺ–എന്നാണതിന്റെ പേർ. റോക്കറ്റും ബലൂണും സംയോജിച്ചുണ്ടായതാണു് അതു്. ഒരു പ്രത്യേക ഉയരംവരെ റോക്കറ്റിനേയും കാലാവസ്ഥാ ഉ

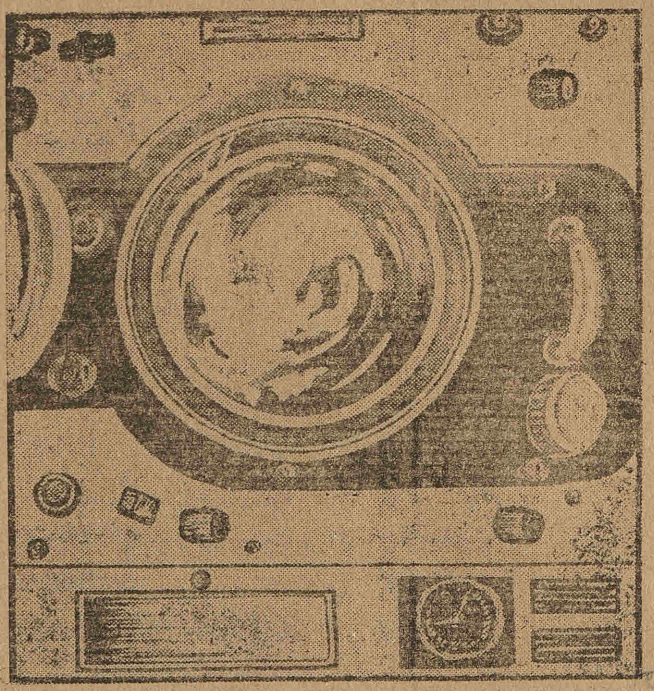
പകരണങ്ങളേയും വഹിച്ചുകൊണ്ട് ഒരു ബലൂൺ മേല്പോട്ടയരുന്നു. അവിടുന്നങ്ങോട്ടും റോക്കറ്റ് വേർപെട്ട് ഉപകരണങ്ങളേയും വഹിച്ചുകൊണ്ട് വളരെ ഉയരത്തേക്ക് എത്തും. ഇതു പ്രധാനമായും ഗവേഷണാവശ്യങ്ങൾക്കാണ് ഉപയോഗിയ്ക്കപ്പെടുന്നതു്.

റഡാർ (Radar)

രണ്ടാം ലോഹമഹായുദ്ധം തൊട്ട് അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വിലയേറിയ ഒരു ഇലക്ട്രോണിക്ക് ഉപകരണമാണിതു്. **Radio "detecting and Ranging"** എന്നതിന്റെ ചുരുക്കമാണ് **Radar.** ട്രാൻസ്മീറ്റർ, റസീവർ, റഡാർ സ്ക്രാപ്പ്, അന്റെന്ന, ഇലക്ട്രോണിക്ക് സ്വിച്ച് എന്നിവയാണ് അതിന്റെ പ്രധാന ഭാഗങ്ങൾ. റഡാറിന്റെ പ്രവർത്തനം സാങ്കേതികവിജ്ഞാനപരമായ ഒരു ഇന്ദ്രജാലമാണ്.



ചിത്രം 6—15
Antenna



ചിത്രം 6—16 Radarscope

റാഡർട്രാൻസ്മീറ്റർ ഭൂമിയിൽനിന്നു് കുറെ ശക്തിക്കൂടിയ "റേഡിയോ സിഗ്നലുകളെ" പാരസ് രൂപത്തിൽ മേല്പോട്ടയക്കുന്നു. അവ ഏതെങ്കിലും ഒരു വസ്തുവിന്മേൽ ചെന്നടിക്കുമ്പോൾ തിരികെമടങ്ങും. ഭൂമിയിൽനിന്നു് സിഗ്നലുകളെ മേല്പോട്ടയച്ച അതേ സ്റ്റേഷനിലെ റഡാർ അൻറെന്ന തിരികെവരുന്ന സിഗ്നലുകളെ സ്വീകരിക്കുന്നു. അൻറെന്ന പിടിപ്പെട്ടന്ന പ്രതിദ്ധ്വതികരം പിന്നിട്ടു് എത്തുന്നതു് റസീവറിലാണു്. റസീവർ അതിനെ റഡാർസ്കോപ്പിന്മേൽ റിക്കാർഡു് ചെയ്യുന്നു. സ്കോപ്പു് ടെലിവിഷൻ റസീവറിൻറെ സ്ക്രീനിനെപ്പോലെയിരിക്കും

ഇലക്ട്രോണിക് സ്വിച്ച് റഡാറിന്റെ ട്രാഫിക് ഓഫീസറാണ്. ട്രാൻസ്മിറ്റർ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് സിഗ്നലുകളയക്കുമ്പോൾ റസീവറിന്റേയും സ്ക്രാപ്പിന്റെയും പ്രവർത്തനം നിർത്തുന്നതും റസീവർ പ്രതിദ്ധ്വനികൾ പിടിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ ട്രാൻസ്മിറ്ററിന്റെ പ്രവർത്തനം നിർത്തുന്നതും സ്വിച്ചിന്റെ പ്രവർത്തിയാണ്. വൈദ്യുതിയുടെ ശക്തിയേറിയ പ്രവാഹം മൂലം റഡാറിന്റെ വിവിധ യൂണിറ്റുകൾക്ക് നേരിട്ടേയ്ക്കാവുന്ന തകരാറുകളിൽ നിന്ന് അവയെ രക്ഷിക്കുന്നതും സ്വിച്ചാണ്.

റഡാറിന്റെ മേന്മയ്ക്കടിസ്ഥാനം മേഘങ്ങളിൽ കൂടിയും മൂടൽമഞ്ഞിൽകൂടിയും തുളച്ചുകയറാനും രാപ്പകൽ ഭേദമെന്യെ പ്രവർത്തിക്കാനും ഉള്ള അതിന്റെ അസാമാന്യമായ കഴിവാണ്. ഒരു ചെറിയ ഉദാഹരണംകൊണ്ട് ഇതിന്റെ കാര്യക്ഷമമായ പ്രവർത്തനത്തെപ്പറ്റി മനസ്സിലാക്കാം. ഒരു വിമാനത്തിന്മേൽ റഡാർ സിഗ്നലുകൾ ചെന്നടിച്ച് പിന്മടങ്ങുന്നുവെന്ന് കരുതുക. ആ പ്രതിദ്ധ്വനികളിൽ നിന്ന് ആ വിമാനം എത്ര ഉയരത്തിൽ, എന്ത് വേഗതയിൽ പറക്കുന്നുവെന്നും അത് റഡാർ യൂണിറ്റിൽ നിന്ന് എത്ര അകലെയാണെന്നും മറ്റുമുള്ള വിവരങ്ങൾ പരിശീലനം സിദ്ധിച്ച ഒരാൾക്ക് മനസ്സിലാക്കാൻ സാധിക്കും.

റഡാർ യൂണിറ്റുകൾ നിർവഹിക്കേണ്ട പ്രവർത്തനത്തിനനുസരിച്ച്, അവയുടെ രൂപത്തിലും ഘടനയിലും വ്യത്യാസങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും. കൊടുങ്കാറ്റുകളുടെയും ചുഴലിക്കാറ്റുകളുടെയും സ്ഥലനിർണ്ണയത്തിനു ചെറിയ യൂണിറ്റുകളാണ് പ്രവർത്തിക്കുന്നത്. എന്നാൽ അലാസ്ക മുതൽ ബ്രിട്ടീഷ് ദ്വീപുകൾ വരെ പ്രവർത്തനവ്യാപ്തിയുള്ള വലിയ റഡാർ യൂണിറ്റുകളുമുണ്ട്. അത്തരം യൂണിറ്റുകൾക്ക് മറ്റു വൻ

കരകളിലെ ശത്രുരാഷ്ട്രങ്ങളിൽ നിന്നുവരുന്ന ബാലിസ്റ്റിക് മിസ്സൈലുകളെക്കുറിച്ചുപോലും (Ballistic Missiles) മുന്നറിയിപ്പു നൽകാൻ കഴിവുണ്ട്. ആ വമ്പൻ യൂണിറ്റുകളുടെ അന്റെന്ന, സാമാന്യേന, ദീർഘ ചതുരാകൃതിയലുള്ളതും മദ്ധ്യനിമ്നവും (Concave) ഒരുഫുട്ബാൾ കളിസ്ഥലത്തേക്കാൾ വിശാലമായതുമായിരിക്കും. അവയുടെ സിഗ്നലുകളുടെ പ്രവർത്തനമേഖല സുമാർ 3000 മൈൽ നീണ്ടുകിടക്കുന്നു. ചിലതിന്റെ അന്റെന്ന തളികയുടെ രൂപത്തിലായിരിക്കും. റഡാർ സ്ക്രാപ്പിന്റെ രൂപത്തിലും ട്രാൻസ്മിഷൻ പവറിലും, (Transmission power) തന്നെ വ്യത്യാസമുണ്ട്. അന്തരീക്ഷപഠനത്തിനുപയോഗിക്കുന്ന മിക്ക റഡാർ യൂണിറ്റുകളുടെയും "സിഗ്നൽ റേഞ്ച്" (Signal Range) 200 മൈൽ ആണ്.

താഴോട്ടുവീഴുന്ന മഴത്തുള്ളികളിൽ പോലും ചെന്നടിച്ച് റഡാർ സിഗ്നലുകൾ പിന്മടങ്ങാറുണ്ടെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടതോടെയാണു് കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണത്തിൽ റഡാറിനു് സ്ഥാനം ലഭിച്ചതു്. വർഷവാതങ്ങളെ (Rainstorms) കണ്ടെത്താനും അവയുടെ കാഠിന്യത്തെ അളക്കാനും ഗതിവിഗതികളെ മനസ്സിലാക്കാനും റഡാർ സഹായകമാവുമെന്നു അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ മനസ്സിലാക്കി. റഡാർ കൈകാര്യംചെയ്യാനുള്ള അവരുടെ വൈദഗ്ദ്ധ്യം വർദ്ധിച്ചതോടെ വർഷപാതമളക്കാനും കാറ്റിന്റെ ഗതിവേഗതയും ദിശയും കണ്ടുപിടിക്കുവാനും മേഘങ്ങളുടെ പഠനത്തിനും അവർ റഡാർ ഉപയോഗിച്ചുതുടങ്ങി.

1953-ൽ രണ്ടു് ആസ്ത്രേലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉന്നതതലങ്ങളിലെ കാറ്റിന്റെ ഗതിയും ദിശയും മനസ്സിലാക്കാൻ ഒരുതരം റഡാർതന്ത്രം ആവിഷ്കരിച്ചു. വളരെ ഉയരത്തിൽ പറക്കുന്ന വിമാനങ്ങളിൽ നിന്നു്

അവർ കുറെ നേരിയ അലൂമിനിയക്കമ്പികളും (ചെമ്പുകമ്പികളുമാവാം) കീഴ്പ്പോട്ടെറിഞ്ഞു. കാറിന്റെ ഗതിക്കനുസരിച്ചുമാത്രമെ ആ കമ്പികളുകൾ താഴോട്ട് വീഴാൻ കഴിയുകയുള്ളുവല്ലൊ. അവയിൽ തട്ടി പിന്മടങ്ങുന്ന റഡാർ സിഗ്നലുകളെ റഡാർ സ്ക്രാപ്പിൽ സ്വീകരിച്ചുംകൊണ്ട് ആ ലോഹക്കമ്പികളുടെ കീഴ്പോട്ടുള്ള പ്രയാണത്തെ പരിശോധിക്കാവുന്നതാണ്. ഈ ലോഹക്കമ്പികൾ Craft എന്ന പേരിലാണറിയപ്പെടുന്നതു്. അങ്ങനെ 1950 തൊട്ട് കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷണങ്ങൾക്കും പഠനത്തിനുമായി പ്രത്യേകം രൂപപ്പെടുത്തിയ വിവിധ റഡാർ യൂണിറ്റുകൾ പ്രവർത്തിക്കുവാൻ തുടങ്ങി.

Automatic Data Plotter

ചിലപ്പോൾ കാലാവസ്ഥ വളരെ വേഗത്തിലും, അപ്രതീക്ഷിതമായും, പ്രവചനത്തിനു് കടകവിരുദ്ധമായും മാറിപ്പോകാറുണ്ടെന്നതു് ഒരു പരമാർത്ഥമാണല്ലോ. അതിനാൽ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ പ്രവർത്തനത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്താനും, അയാളുടെ റിപ്പോർട്ടുകൾ കഴിയുന്ന വേഗത്തിൽ പൊതുജനങ്ങൾക്കു് ലഭിയ്ക്കത്തക്കവണ്ണം പ്രസിദ്ധീകരിക്കുവാനും പുതിയ പുതിയ നല്ല ഉപകരണങ്ങൾ ആവശ്യമായി വരുന്നു. അന്തരീക്ഷത്തിൽപ്പെട്ട ഒന്നാണു് Automatic Data plotter ഈ ഉപകരണം, സ്വയമേവ, പൂർണ്ണരൂപത്തിലുള്ള കാലാവസ്ഥാ ചാർട്ടുകൾ മുന്നമിനിട്ടിനുള്ളിൽ തയ്യാറാക്കുന്നു. ഇതിലടങ്ങിയിട്ടുള്ളതും ഒരു ഇലക്ട്രോണിക്ക് യന്ത്രമാണു്. (ഒരാൾക്ക് കൈകൊണ്ടു് ഒരു കാലാവസ്ഥാ ചാർട്ടു് വരയ്ക്കാൻ സുമാർ 20 മിനിട്ടെങ്കിലും വേണം.)

കാലാവസ്ഥാ വിവരങ്ങൾ ഒരു 'Magnetic Tape' ൽ രേഖനം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. ആ ടേപ്പു് പിന്നീടു് ഒരു 'Converter' ലേയ്ക്കയയ്ക്കപ്പെടുന്നു. ടേപ്പിലെ രേഖിത വിവരങ്ങളെ 'Converter' മറൊരു രൂപത്തിലേയ്ക്കു് മാറുന്നു. അവ പിന്നീടു് ഇലക്ട്രോണിക്ക് ഇംപൾസുകളായി മാറും. ഈ ഇംപൾസ്

സുകം കാലാവസ്ഥാ ചാർട്ട് വരയ്ക്കുന്നതിനുള്ള നിർദ്ദേശങ്ങളും ഒരു യാന്ത്രിക ഭുജത്തിനു് (Mechanieal hand)നൽകും. ആ യാന്ത്രികഭുജം മഷിപുരണ്ട ഒരു സ്റ്റൈലസ് (Stylus) നെക്കൊണ്ടു് കാലാവസ്ഥാ ചാർട്ടു് വരപ്പിയ്ക്കുന്നു. പരിചയസമ്പന്നരായ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു് ഒട്ടുവിൽ ആ ചാർട്ടിൽ തെറ്റുകളുണ്ടോ എന്നു് പരിശോധിയ്ക്കാവുന്നതാണു്.

സ്വയംപ്രവർത്തിക്കുന്ന കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ

വിശാലമായ വളരെയേറെ സ്ഥലങ്ങൾ കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാൽ നിരീക്ഷിക്കപ്പെടാതെ ഒഴിഞ്ഞുകിടക്കുന്നുണ്ടു്. സമുദ്രങ്ങളും മരുഭൂമികളും അത്തരത്തിൽപ്പെട്ടവയാണു്. അങ്ങനെ നോക്കുമ്പോൾ ഭൂമിയുടെ 20 % സ്ഥലം മാത്രമെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണത്തിനു വിധേയമാകുന്നുള്ളുവെന്നു കാണാം. ബാക്കി 80% സ്ഥലത്തെയും കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ചു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു് ഒരു പിടിയുമില്ല. ആ പ്രദേശങ്ങളിൽ സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ ഇപ്പോൾ ഇപ്പോൾ സ്ഥാപിക്കപ്പെടുന്നതുകൊണ്ടു് മേൽ പ്രസ്താവിക്കപ്പെട്ട വിഷമപ്രശ്നം ഭാഗികമായി പരിഹരിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടു്. മനുഷ്യസഹായം കൂടാതെ സ്വയംപ്രവർത്തിക്കുന്ന ഇത്തരം കാലാവസ്ഥാപോസ്റ്റുകൾ അവയുടെ ചുറ്റുമുള്ള കാലാവസ്ഥാ വിവരങ്ങളെ ശേഖരിച്ചു ദൂരെയുള്ള സ്റ്റേഷനുകളിലെത്തിക്കുന്നു. മാമോസ് (MAMOS) എന്ന ഒരുതരം സ്റ്റേഷൻ കടലിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ടു്. Marine Automatice Meteorological Observation Station ഈ പദങ്ങളുടെ ആദ്യത്തെ അക്ഷരങ്ങൾ ക്രമത്തിൽ ചേർത്താണു് MA MOS എന്ന പദം ഉണ്ടാക്കിയിട്ടുള്ളതു്.

1960–ൽ മെക്സീക്കോ ഉൾക്കടലിലാണ് ആദ്യത്തെ മാമോസ് സ്റ്റേഷൻ പ്രവർത്തനമാരംഭിച്ചത്. അതിനു കൊട്ടക്കാറിനെക്കുറിച്ചുപോലും മുന്നറിയിപ്പു നൽകാൻ കഴിയുമത്രെ.



ചിത്രം 6—18

(ഒരിക്കൽ ധ്രുവത്തിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷൻ. അണുശക്തികൊണ്ടാണ് ഇതു പ്രവർത്തിക്കുന്നത്.)

അറോമിക്ക് എനർജികൊണ്ട് പ്രവർത്തിക്കുന്ന സ്റ്റേഷനുകളുണ്ട്. കരയിലേയും സമുദ്രങ്ങളിലേയും വിജനപ്രദേശങ്ങളിൽ അവയ്ക്കു പ്രവർത്തിക്കുവാൻ കഴിയും. അത്തരത്തിൽപെട്ട ഓരോസ്റ്റേഷനുകൾ "ഏക്സൽ ഹീബർഗ്" (Axel Heiberg ദ്വീപിലെ തരിശു പ്രദേശത്തും മെക്സിക്കോ ഉൾക്കടലിലും സ്ഥാപിയ്ക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. അവ കാര്യക്ഷമമായ രീതിയിൽ പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്നുണ്ടെന്നതും പ്രസ്താവ്യമാണ്.

കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷകന്മാരെ വളരെയധികം സഹായിയ്ക്കുന്ന വേറെയും എണ്ണപ്പെട്ട പല ഉപകരണങ്ങളുമുണ്ട്. അവയിൽ പ്രഥമവും പ്രധാനവുമായതാണ് കംപ്യൂട്ടർ. (Computer) കുന്നുകൂടിക്കിടക്കുന്ന നിരവധി കാലാവസ്ഥാസ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളെ ഏതാനും നിമിഷങ്ങൾക്കകം അപഗ്രഥിച്ചുകാണിയ്ക്കുന്ന വമ്പൻ കംപ്യൂട്ടറുകളുടെ പ്രവർത്തനം കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ഒരനുഗ്രഹമാണ്. അവയെ ഈ രംഗത്തുനിന്ന് ഒഴിച്ചുനിർത്തുന്നപക്ഷം, കാലാവസ്ഥാപ്രവചനങ്ങൾ, പ്രസിദ്ധീകരണത്തിനു വളരെ മുമ്പായിത്തന്നെ, കേവലം അർത്ഥശൂന്യജല്പനങ്ങളായിത്തീരുമെന്നതിനു സംശയമില്ല.

റേഡിയോ, ടെലിടൈപ്പ്(Teletype)ഫാസിമിലി (fascimile) എന്നിങ്ങനെയുള്ള, വാർത്താവിതരണത്തെ ത്വരിതപ്പെടുത്താനുള്ള സമ്പ്രദായങ്ങളും കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്.

കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിജയരഹസ്യത്തിനടിസ്ഥാനം കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷണത്തിനുപയോഗിയ്ക്കപ്പെടുന്ന ഉപകരണങ്ങളാണെന്നു് ഒരിയ്ക്കൽക്കൂടി പ്രസ്താവിച്ചുകൊണ്ട് ഈ അദ്ധ്യായം ഇവിടെ അവസാനിപ്പിയ്ക്കട്ടെ.

അദ്ധ്യായം 7

കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ
(Weather Satellites)

ബഹിരാകാശയുഗത്തിന്റെ ആരംഭത്തോടുകൂടി അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉന്നതതലങ്ങളിലെ സ്ഥിതിവിശേഷങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കുവാൻ അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് ഉപയോഗപ്രദമായ മറെറാരുതരം ഉപകരണം കൂടി ലഭിച്ചു. അതാണ് കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഹം.

അമേരിക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ ബഹിരാകാശ ഗവേഷകരും അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും പരസ്പരം സഹകരിച്ച് കാലാവസ്ഥാനിരീക്ഷണത്തിനായി ആദ്യമായി 1960 ഏപ്രിൽ 1-ാം തീയതി കേപ് കെന്നഡിയിൽ നിന്ന് (മുമ്പ് അത് കേപ് കനാവറൽ ആയിരുന്നു). TIROS-1 എന്നൊരുപഗ്രഹം തൊടുത്തുവിട്ടു. (അതുകൂടാതെ 9 TIROS വിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.) Television and Infra Red Observation Satellite എന്നതിന്റെ ചുരുക്കമാണ് TIROS ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയുടെ 475 മൈൽ മുകളിൽ കൂടി ഏതാണ്ട് വൃത്താകൃതിയിലായിരുന്നു അതിന്റെ ഭ്രമണപഥം. ഭൂമിയുടെ മേഘാവരണത്തെക്കുറിച്ചും വികിരണത്തെക്കുറിച്ചും ഉള്ള വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കലായിരുന്നു അതിന്റെ മുഖ്യജോലി. ആ ജോലിയുടെ നിർവ്വഹണത്തിൽ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പ്രതീക്ഷിച്ചതിലെറെ, അതു വിജയിയ്ക്കുകയും ചെയ്തു. അതിൽ 2 ടെലിവിഷ്യൻ കാമറകളും ട്രാൻസ്മിറിങ്ങ് യന്ത്രങ്ങളും മറെറാമുണ്ടായിരുന്നു. അതിന്റെ കാലപരിധി (Life Spair)യായ 78 ദിവസത്തിനുള്ളിൽ അതു ഭൂമിയെ 1362 പ്രാവശ്യം ച

റുകയും ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെയും മേഘാവരണത്തിന്റെയും 23,000 പടങ്ങളും പിടിക്കുകയും ചെയ്തു. മിയ്യു പടങ്ങളും പഠനാർഹങ്ങളായിരുന്നു. ഉഷ്ണമേഖലാപ്രദേശങ്ങളിലെ കാലാവസ്ഥയിലുണ്ടാകുന്ന തകരാറുകളെ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിൽ അത് വിജയിച്ചു. സമുദ്രത്തിലെ ഹിമത്തിന്റെ അവസ്ഥാവിശേഷങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങളും ശേഖരിക്കുവാനും അതിനു സാധിച്ചു.

1959–ൽ vanguard II എന്ന ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ വിക്ഷേപണത്തോടുകൂടിയാണ് ഈ തുറയിലുള്ള ഗവേഷണമാരംഭിക്കുന്നതു്. അതിൽ രണ്ടു ഫോട്ടോസെല്ലുകളുണ്ടായിരുന്നു. പകൽസമയത്തെ മേഘസ്ഥിതി മനസ്സിലാക്കലായിരുന്നു പരീക്ഷണോദ്ദേശം. ഏതായാലും vanguard II ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പ്രതീക്ഷയ്ക്കൊത്തു പ്രവർത്തിച്ചില്ല.

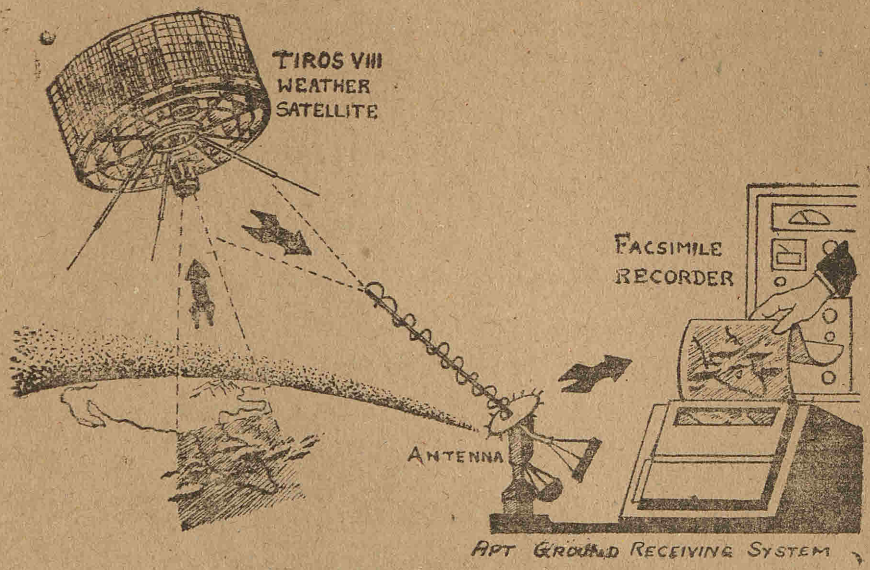
1959–ൽ vanguard നെ തുടർന്നു് Explorer VI എന്ന മറെറാരു ഉപഗ്രഹംകൂടി വിക്ഷേപിയ്ക്കപ്പെട്ടു. ഭൂമിയുടെ മേഘാവരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനംതന്നെയായിരുന്നു അതിന്റെയും ലക്ഷ്യം. അതിനുതകുന്ന പ്രാഥമിക രൂപത്തിലുള്ള ഒരു ടെലിവിഷൻ സമ്പ്രദായം Explorer VI–ൽ ഘടിപ്പിയ്ക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. അതിന്റെ സഹായത്താൽ അവ്യക്തങ്ങളായ ചില ചിത്രങ്ങളം മാത്രമെ ലഭിച്ചുള്ളുവെങ്കിലും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ നിരാശരാകാതെ മുമ്പോട്ടുതന്നെ പോയി. പിന്നീടാണു് TIROS-1 വിക്ഷേപിയ്ക്കപ്പെട്ടതു്.

42 ഇഞ്ചു് വ്യാസവും 19 ഇഞ്ചു് ഉയരവും 287 റാത്തൽ തൂക്കവുമുള്ള, സിലിണ്ടർ രൂപത്തിലുള്ള ഒരു പേടകമായിരുന്നു TIROS–1 അതിൽ നിറയെ ഇലക്ട്രോണിക്കു് യന്ത്രങ്ങളാണുണ്ടായിരുന്നതു്. രണ്ടു ടെലിവിഷൻ കാമറകളും

ഒരു Tape Recording unit ടെലിവിഷൻ ട്രാൻസ്മിറ്റർ–അങ്ങനെ നീണ്ടുപോകുന്ന ഉപകരണങ്ങളുടെ പട്ടിക. ഇലക്ട്രോണിക്ക് യന്ത്രങ്ങൾക്ക് പ്രവർത്തിയ്ക്കുവാനുള്ള ശക്തി (Power) ലഭിക്കുന്നതു് രാസദ്രവ്യങ്ങളടങ്ങുന്ന ബാറ്ററികളിൽനിന്നും സോലാർ സെല്ലുകളിൽനിന്നുമായിരുന്നു. (Solar Cells) ഈ സെല്ലുകളെ ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ മുകളിലും പാർശ്വങ്ങളിലുമായിട്ടാണു് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നതു്. അവ സൂര്യനിൽനിന്നു് എനർജി സംഭരിച്ചു് പവറാക്കി മാറ്റുന്നു.

സ്വയം കറങ്ങിക്കൊണ്ടാണു് Tiros 1 ഭ്രമിക്കുചുറ്റും ഭ്രമണം ചെയ്തിരുന്നതു്. അതിന്റെ പുറംഭാഗത്തു് ചുവട്ടിലായി 3 ജോടി ചെറിയ റോക്കറ്റുകൾ ഘടിപ്പിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിയ്ക്കുന്നു. ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ സ്വയമേയുള്ള ഭ്രമണത്തിന്റെ വേഗതക്രമീകരിയ്ക്കാൻ ഭ്രമിയിലുള്ള സ്റ്റേഷനിൽനിന്നു് ഒരു റേഡിയോ സിഗ്നൽകൊണ്ടു് റോക്കറ്റുകളെ "ഫയർ" ചെയ്താൽ മതി. മിനിട്ടിൽ 0–12 പ്രാവശ്യമെന്ന തോതിലായിരുന്നു ആ ഉപഗ്രഹം സ്വയം കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്നതു്.

99. 19 മിനിട്ടിൽ ഒരു പ്രാവശ്യമെന്ന തോതിൽ Tiros 1 ഭ്രഗോളത്തെ ചുറ്റിക്കൊണ്ടിരുന്നു. അതിലെ ടി. വി ക്യാമറകളുടെ റേഞ്ചു് 48° വടക്കെ അക്ഷാംശം മുതൽ 48° തെക്കെ അക്ഷാംശം വരെയായിരുന്നു പടിഞ്ഞാറൻ അർദ്ധഗോളത്തിന്റെ മുകളിൽക്കൂടി അതു് നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്നപ്പോൾ കനഡ മുതൽ അർജന്റീനവരേയും യൂറോപ്പിന്റെ മുകളിൽക്കൂടി പോയിരുന്നപ്പോൾ ഫ്രാൻസ്തൊട്ടു് തെക്കെ ആഫ്രിക്കവരേയും പൌരസ്ത്യ രാജ്യങ്ങളുടെ മുകളിൽക്കൂടി കടന്നുപോയപ്പോൾ മഞ്ഞുറിയതൊട്ടു് ന്യൂസിലാണ്ടുവരേയും അതിന്റെ ദൃശ്യപഥത്തിൽ പെട്ടിരുന്നു. ധ്രുവപ്രദേശങ്ങൾ ആ ക്യാമറകളുടെ പരിധിയിൽ പെട്ടിരുന്നില്ല.



ചിത്രം 7—1

ടി. വി. കാമറകളുടെ പ്രവർത്തനം വളരെ രസാവഹമാണു്. ഓരൊ ഭ്രമണത്തിലും 30 സെക്കണ്ടു വീതം ഇടവിട്ടു് അവ ഫോട്ടോകൾ എടുത്തുകൊണ്ടിരിക്കും. ഓരൊ തവണയും 32 പടമെന്ന തോതിൽ ആ പടങ്ങൾ Magnetic Tape-ൽ സംഭരിച്ചുവയ്ക്കണമോ അതോ അപ്പപ്പോൾ അയയ്ക്കണമോ എന്നതിനുള്ള നിർദ്ദേശങ്ങൾ കൊടുത്തിരുന്നതു് ഭൂമിയിലെ സ്റ്റേഷനിൽ നിന്നായിരുന്നു. മേഘങ്ങളുടെ തരവും ഘടനയും മനസ്സിലാക്കാൻ ടി. വി. കാമറകൾ എടുത്ത മേഘങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ സഹായിച്ചു. കാമറകൾക്കു് ഒരു ടംബ്ളറിന്റെ വലിപ്പമേ ഉണ്ടായിരുന്നുള്ളൂ.

Tiros 1—നെത്തുടർന്നു് അതിന്റെ കുടുംബത്തിലുൾപ്പെടുന്ന 8 ഉപഗ്രഹങ്ങൾ കൂടി വിക്ഷേപിക്കപ്പെടുകയുണ്ടായി. ഓരോന്നും അന്തരീക്ഷപഠനത്തിന്റെ പുരോഗമനത്തിനു് സഹായിച്ചു. രൂപത്തിൽ അടിസ്ഥാനപരമായി എല്ലാം ഒരുപോലെയായിരുന്നു. അവ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം അവയിൽ

ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിരുന്ന യന്ത്രസാമഗ്രികളിലായിരുന്നു. ഉദാഹരണമായി Tiros VIII–ലെ പുതിയതരം കാമറ എടുത്തഫോട്ടോകളെ ലോകത്തിലെ ഏതു കാലാവസ്ഥാസ്റ്റേഷനും സ്വീകരിക്കുവാൻ കഴിയുമായിരുന്നു. (കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനിൽ അവയെ സ്വീകരിക്കാൻ വേണ്ട ഉപകരണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിക്കണമെന്നേയുള്ളൂ.) ആ ഉപഗ്രഹത്തിന്റെ ഭ്രമണപരിധിയും കൂടുതൽ വിപുലമായിരുന്നു. 58° വടക്കെ അക്ഷാംശം തൊട്ട് 58° തെക്കെ അക്ഷാംശംവരെ സൂര്യനിൽ നിന്നും ഭൂമിയിൽ നിന്നുമുള്ള വികിരണത്തെ (Radiations) അളക്കാനുള്ള യന്ത്രസാമഗ്രികളും പോലും മറ്റു ചില ഉപഗ്രഹങ്ങളിലുണ്ടായിരുന്നു.

ഇന്നു് കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ രൂപത്തിലും, മാതൃകയിലും പ്രവർത്തനത്തിലും മറ്റും പലപല പരിവർത്തനങ്ങളും ഉണ്ടായിട്ടുണ്ടു്. എങ്ങനെയായാലും അടിസ്ഥാനപരമായി അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിലും ദിനംപ്രതിയുള്ള കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിലും അവ നൽകുന്ന സംഭാവനകൾ മഹത്താണു്; അമൂല്യവുമാണു്. കൊടുങ്കാറ്റുകളെക്കുറിച്ചും മറ്റും മുന്നറിയിപ്പു നൽകാനുള്ള ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ അസാമാന്യമായ കഴിവിനെപ്പറ്റി മുമ്പൊരിടത്തു് സൂചിപ്പിച്ചുവല്ലോ

ഉപഗ്രഹങ്ങളിലെ കാമറകൾ എടുത്ത മേഘങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകളെ ക്രമപ്രകാരം കൂട്ടിച്ചേർത്തു്, കുറെ ചതുരശ്രനാഴികയോളം പരന്നുകിടക്കുന്ന ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിന്റെ ഒരു പ്രത്യേക ഭാഗത്തിന്റെയും മേഘാവരണത്തിന്റെയും ഒരൊറ്റ ഫോട്ടോ ആക്കിത്തീർക്കുകയെന്നതു് അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ ഒരു ഭാരിച്ച ജോലിയാണു്.

ഉപഗ്രഹങ്ങൾ എടുത്ത മേഘങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകളെ ഭൂമിയിലെ സ്റ്റേഷനുകൾ കൈനസ്കോപ്പിൽ (Kinescope) പിടിച്ചു് അവയുടെ ഫോട്ടോകൾ എടുക്കുന്നു. പിന്നീടു്

അവയെ ഒരു ജോഗ്രാഫിക്ക് ഗ്രിഡിലേയ്ക്ക് (Geographic grid) പകർത്തും. (അക്ഷാംശങ്ങളും ധ്രുവാംശങ്ങളും രേഖപ്പെടുത്തിയ ഭ്രൂഗോളത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമാണ് ഗ്രിഡ്). ഗ്രിഡ് നോക്കി മേഘങ്ങളുടെ സ്ഥാനം നിർണ്ണയിയ്ക്കാവുന്നതാണ്. മേഘങ്ങളുടെ ഈ മേപ്പിനെ (Nephanalysis) 'ഫാസിമിലി' രൂപത്തിൽ പിന്നീട് അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രവിദഗ്ദ്ധന്മാർക്ക് എത്തിച്ചുകൊടുക്കും. അവരുടെ പഠനത്തിനും, പരിശോധനയ്ക്കും, അപഗ്രഥനത്തിനും ശേഷം കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനക്കാർക്ക് കിട്ടും.

കാറ്റിന്റെ ഗതി, അന്തരീക്ഷമർദ്ദം, ഇർപ്പനില തുടങ്ങിയ കാലാവസ്ഥയെ സംബന്ധിച്ച ഒട്ടേറെ വിവരങ്ങൾ മേഘങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകളിൽനിന്ന് അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്ക് കണ്ടുപിടിയ്ക്കാൻ സാധിയ്ക്കുന്നു. അങ്ങനെ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ സംഭരിയ്ക്കുന്ന കാലാവസ്ഥാ വിവരങ്ങൾ ഇന്ന് ദിനംപ്രതിയുള്ള കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിനും അത്യന്താപേക്ഷിതമായിത്തീർന്നിരിയ്ക്കുകയാണ്.

മേഘങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകളെപ്പോലെതന്നെ ഗവേഷണപ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നവയാണ്. വികിരണത്തെക്കുറിച്ച ഉപഗ്രഹങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്ന വിവരങ്ങൾ. ഉപഗ്രഹങ്ങളിൽ ഘടിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന Infra Red Sensors ആണ് റേഡിയേഷനെ സംബന്ധിച്ച വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നത്. ഭ്രമിയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്ന് വികിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്ന ഉഷ്ണതയേക്കാൾ കുറവായിരിക്കും മേഘങ്ങളുടെ ഉഷ്ണത. ഭ്രമിയുടെയും മേഘങ്ങളുടെയും ഉഷ്ണതകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം കണ്ടുപിടിക്കാൻ Sensors നു കഴിയും. ടി. വി. കാമറകൾക്ക് രാത്രിസമയത്ത് മേഘങ്ങളുടെ ഫോട്ടോകൾ എടുക്കുവാൻ സാദ്ധ്യമല്ലല്ലോ. അപ്പോൾ മേഘങ്ങളെക്കുറിച്ച അറിവു ലഭിക്കുന്നത് "സെൻസേർസ്" ശേഖരിക്കുന്ന റേഡിയേഷൻ വിവ

രങ്ങളിൽ നിന്നാണ്. മേഘങ്ങളുടെ കനം, തരം, ലംബതല ത്തിലുള്ള ഘടന എന്നിവ കണ്ടുപിടിക്കാൻ അവ ഉപകരി ക്കുന്നു.

കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണങ്ങൾക്കായി ഉപഗ്രഹങ്ങളെ ഇടയ്ക്കിടയ്ക്കു വിക്ഷേപിക്കുന്ന സ്ഥിരമായ് ഒരു ഏർപ്പാടുതന്നെ ഇന്നു് അമേരിക്കയിലുണ്ടു്. NOMSS (National Operational Meteorological Satellite System), NWSC (National Weather Satellite Centre) എന്നീ സ്ഥാപനങ്ങളാ ണതിനുവേണ്ടിയുള്ളവയാണു്. NASA (National Aeronautics and Spaee Admimistration) അവയ്ക്കുവേണ്ട എല്ലാ സഹാ യങ്ങളും നൽകുന്നുണ്ടു്.

കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണത്തിനു് അമേരിക്കയ്ക്കു് Tiros നേക്കാൾ പരിഷ്കൃതമായ മറെറാരു ഉപഗ്രഹവ്യൂഹം കൂടി യുണ്ടു്. NIMBUS. ഇതിനു് Tiros നേക്കാൾ വലിപ്പംകൂടും. Nimbus-ന്റെ താഴത്തെ തട്ടിൽ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണോ പകരണങ്ങളും മുകളിലെ തട്ടിൽ നിയന്ത്രണോപകരണങ്ങളും (Control equipment) അടങ്ങുന്നതാണു് Nimbus-ന്റെ രൂപഘടന. അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു് ആവശ്യമുള്ള നാനാതരം യന്ത്രസാമഗ്രികളും ഘടിപ്പിക്കുവാനുള്ള സൌക ര്യവും അതിലുണ്ടു്. അതു കൂടുതൽ കാലത്തോളം നിലനിൽക്കും മാത്രമല്ല വളരെയേറെ സ്ഥലം അതിന്റെ ദൃശ്യപഥത്തിൽ പെടുകയും ചെയ്യും. ഭൂഗോളത്തിനുമുകളിൽക്കൂടി 600 മൈൽ ഉയരത്തിൽ ഭ്രമണം ചെയ്യാവുന്ന (Nimbus) ശ്രുവങ്ങളുടെ മീതെക്കൂടിയും കടന്നുപോകും. 12 മണിക്കൂറിനൊരിക്കൽ എ ന്ന കണക്കിൽ ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തിലെ ഓരോ ചതുരശ്ര ഇഞ്ചു് സ്ഥലവും അതിന്റെ കാമറകളുടെ റേഞ്ചിൽപ്പെടും.

അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഭാവനയിൽ മറെറാരു പ്രോഗ്രാംകൂടിയുണ്ടു്. SMS (Synchronous Meteorological

Satellite) ഭ്രമണരേഖയുടെ മുകളിൽ കൂടി 2,23,000 മൈൽ ഉയരത്തിൽ അതു ഭൂമിയെ ചുറ്റുമെന്നാണു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പ്രതീക്ഷ. അതിന്റെ ഭ്രമണവേഗതയെ ഭൂമിയുടേതിനോടു തുല്യപ്പെടുത്തിയിരിക്കും (Synchronise). അതിനാലാണു് അതിന്നു് ആ പേർതന്നെ നൽകിയിട്ടുള്ളതു്. അപ്പോൾ അതു് ബഹിരാകാശത്തിൽ ഒരു നക്ഷത്രത്തെപ്പോലെ തൂങ്ങികിടക്കുകയാണെന്നു് നമുക്കു തോന്നും.

അവസാനമായി കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഹങ്ങൾ നമുക്കു് ചെയ്യുന്ന സേവനങ്ങളെ ഒന്നു് സംഗ്രഹിക്കുവാൻ ശ്രമിക്കാം. കൊടുങ്കാറ്റുകൾ, ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ എന്നിങ്ങനെയുള്ള കാലാവസ്ഥയുടെ വ്യതിയാനങ്ങളെ മുൻകൂട്ടി കൃത്യമായി കണ്ടുപിടിക്കാൻ അവ സഹായിക്കുന്നു. വരണ്ട കാലാവസ്ഥയേയും വെള്ളപ്പൊക്കങ്ങളേയും മറ്റും കുറിച്ചു് SMS നെപ്പോലുള്ള ഉപഗ്രഹങ്ങൾ തക്കസമയത്തു് മുന്നറിയിപ്പു നൽകുന്നു. ഈ പ്രവചനങ്ങൾ കാർഷികരംഗത്തു് വളരെയേറെ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

കരയിലൂടെയും കടലിൽക്കൂടിയും, വായുവിൽക്കൂടിയും ഉള്ള ഗതാഗതത്തിനു് ബഹിരാകാശത്തിലെ കാലാവസ്ഥാ സ്റ്റേഷനുകൾ സഹായം ചെയ്യുന്നുണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി, കൊടുങ്കാറ്റുകളെക്കുറിച്ചുള്ള കൃത്യമായ മുന്നറിയിപ്പുകൾ വിമാനങ്ങളിലെ പൈലറ്റുകൾക്കു് അത്യധികം സഹായകമാണു്. ഹിമം മൂടിക്കിടക്കുന്ന സമുദ്രഭാഗങ്ങളെക്കുറിച്ചു് കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പുറപ്പെടുവിയ്ക്കുന്ന താക്കീതുകൾ കപ്പലുകളിലെ കപ്പിത്താന്മാർ തീർച്ചയായും സ്വാഗതം ചെയ്യും.

മൂടൽമഞ്ഞു്, ഹിമവാതം, പേമാരി എന്നിവയെക്കുറിച്ചുള്ള മുന്നറിയിപ്പുകൾ റെയിൽവേകൾക്കും മറ്റും ഉപകാര

പ്രദമാണല്ലോ. അങ്ങനെ നോക്കുമ്പോൾ ഏതു തുറയിലും കൃത്രിമോപഗ്രഹങ്ങളുടെ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണം പ്രയോ ജനപ്പെടുന്നുവെന്നു് കാണാം.

ചുരുക്കത്തിൽ, അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വിശാല മായ ഒരു പരീക്ഷണശാലയാണു് ഭ്രഗോളത്തിന്റെ അന്തരീ ക്ഷം. അതിന്റെ വിശാലത ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അവിരാമ മായ അദ്ധ്വാനത്തിനു് ഒരു വെല്ലുവിളിയാണു്. ഭൂതകാലത്തു് അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിലുണ്ടാകുന്ന കാലാവ സ്ഥാ സ്ഥിതികളും ഒരേ സമയത്തു് കണ്ടറിയുവാനും, കൃത്യമാ യും, സൂക്ഷ്മമായും പഠിയ്ക്കുവാനും ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാക്കു് സാധി ച്ചിരുന്നില്ല. എന്നാൽ ഇന്നു് അന്തരീക്ഷം മുഴുവനും ശാസ്ത്ര ജ്ഞന്മാരുടെ മുമ്പിൽ നിരീക്ഷണത്തിനും, പഠനത്തിനുമുള്ള സൌകര്യങ്ങളോടുകൂടി മലക്കെ തുറന്നിട്ടിരിക്കുകയാണു്—കൃ ത്രിമോപഗ്രഹങ്ങൾക്കു് നന്ദി!

അദ്ധ്യായം 8

ലോകത്തിലെ പലതരം കാലാവസ്ഥകൾ

കാലാവസ്ഥയെ നിർണ്ണയിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ

വ്യത്യസ്തങ്ങളായ കാലാവസ്ഥകളെ അപഗ്രഥിച്ചു പഠിക്കുമ്പോൾ ഒരു കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞനും അവയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന പല ഘടകങ്ങളെയും പരിഗണിയ്ക്കേണ്ടതുണ്ട്. ആ ഘടകങ്ങളെ 'Climatic controls, എന്നു വിളിക്കുന്നു. അവയെക്കുറിച്ച് ഇവിടെ സമഗ്രമായി ഒന്നു പ്രതിപാദിയ്ക്കാൻ ശ്രമിയ്ക്കാം.

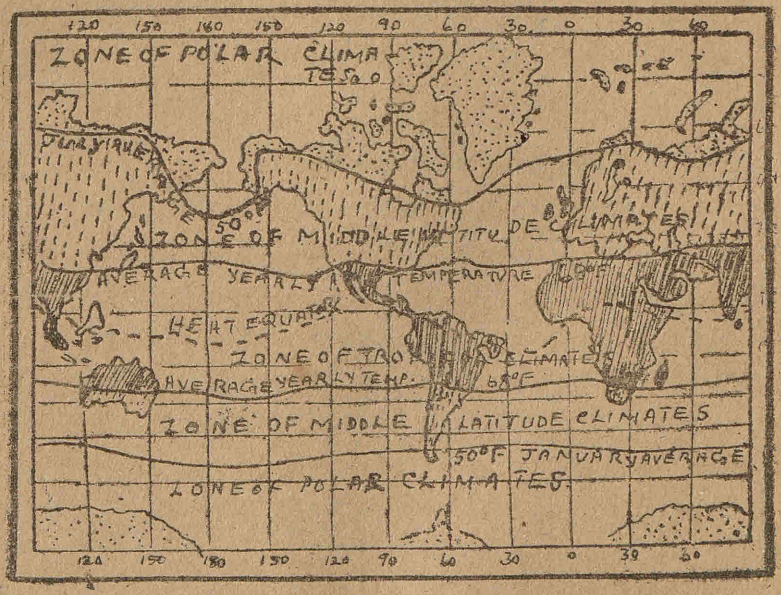
ഉഷ്ണതയെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ

1. അക്ഷാംശം കൂട്ടുന്നതിനനുസരിച്ച് കാലാവസ്ഥാ തണുപ്പുള്ളതായിത്തീരുന്നു. 2. ഉയരത്തേക്ക് പോകുന്തോറും തണുപ്പു കൂടിവരും. 3. കരയുടെയോ കടലിന്റെയോ സാമീപ്യം ഒരു പ്രദേശത്തിന്റെ ഉഷ്ണതയിൽ സ്വാധീനം ചെലുത്തുന്നു. 4. പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങളുടെ ഗതിയും ഉഷ്ണതയെ ബാധിക്കുന്നു. ജലാശയങ്ങളിൽനിന്ന് കാറ്റടിക്കുമ്പോൾ "ഉഷ്ണതാരേഖ"" കുറവും കരയിൽനിന്നടിക്കുമ്പോൾ കൂടുതലുമാണ്. 5. വിദൂരപ്രദേശങ്ങളിൽനിന്നു വരുന്ന കാറ്റുകൾ കാലാവസ്ഥയെ ബാധിക്കുന്നതു് ഭൂപ്രകൃതിയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കും. 6. സമുദ്രജലപ്രവാഹങ്ങൾ (ocean currents) കാലാവസ്ഥയെ ഉഷ്ണളമോ, ശീതളമോ ആക്കിത്തീർക്കുന്നു.

വർഷപാതത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ

1. ഒരു പ്രദേശത്തെ വർഷപാതം അവിടെ അടിക്കുന്ന കാറ്റുകളെ ആശ്രയിച്ചാണിരിക്കുന്നതു്. ഏതെല്ലാം തരം

കാറ്റുകൾ അവിടെ വിശ്രമമെന്നു് നിശ്ചയിക്കുന്നതു് ആ പ്രദേശത്തിന്റെ അക്ഷാംശം നോക്കിയാണു്. 2. പർവ്വതങ്ങളുടെ ഏതു് ഭാഗത്തുനിന്നു് കാറ്റടിക്കുന്നുവെന്നും, എവിടേയ്ക്കു് അടിക്കുന്നുവെന്നും നോക്കി വർഷപാതം ഏതാണ്ടു നിശ്ചയിക്കാം. 3. കടലിനോടു് തൊട്ടുകിടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ, കടലിൽ നിന്നു് അടിച്ചുവരുന്ന "പ്രീവെയിലിങ്ങ്" കാറ്റുകൾ മൂലം മഴ പെയ്യുന്നു. 4. ഉഷ്ണമളമോ, ശീതളമോ ആയ സമുദ്രജല പ്രവാഹങ്ങൾ കടന്നുപോകുമ്പോൾ അവയുടെ സമീപത്തുള്ള കരയുടെയോ ജലത്തിന്റെയോ മീതെ മൂടൽമഞ്ഞു് രൂപപ്പെടുവാനിടയുണ്ടു്.



ചിത്രം 8—1 വിവിധ കാലാവസ്ഥാ മേഖലകൾ

ഭൂഗോളത്തിന്റെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളെ കാലാവസ്ഥകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തരം തിരിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

ഉഷ്ണമേഖല, ശൈത്യമേഖല, മിതശീതോഷ്ണമേഖല

വളരെ പഴക്കംചെന്ന ഒരു വിഭജനസമ്പ്രദായമാണിതു്. ഈ വിഭജനത്തിന്നടിസ്ഥാനം പകലിന്റെ ദൈർഘ്യവും ആകാശത്തിൽ സൂര്യന്റെ സ്ഥാനവുമാണു്. ഇത്തരത്തിലുള്ള വിഭജനംകൊണ്ടു് വലിയ പ്രയോജനമൊന്നുമില്ലെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കരുതുന്നു.

ഉഷ്ണമേഖല (Torrid Zone)

ഉത്തരായനരേഖയ്ക്കും (Tropic of Cancer) ദക്ഷിണായനരേഖയ്ക്കും(Tropic of capricorn)ഇടയിലുള്ള പ്രദേശമാണിതു്. ഈ മേഖലയിലെ എല്ലാ സ്ഥലങ്ങളിലും കൊല്ലത്തിലൊരിയ്ക്കലെങ്കിലും സൂര്യരശ്മികൾ ലംബമായി പതിയ്ക്കുന്നു.

ശൈത്യമേഖലകൾ Frigid Zones

ഇവയിൽ രണ്ടുപ്രദേശങ്ങൾപെടും. (1) ആർട്ടിക്വൃത്തത്തിന്നും ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നുമിടയിലുള്ള പ്രദേശം. (2) അൻറാർക്ടിക്വൃത്തത്തിന്നും ദക്ഷിണധ്രുവത്തിന്നുമിടയിലുള്ള പ്രദേശം. ഇവയെ "പാതിരാസൂര്യന്റെനാട്ടകം" Lands of the mid night sun എന്നു് വിശേഷിപ്പിയ്ക്കാറുണ്ടു്. ഈ മേഖലകളിൽ ഉത്തരായനാവസാനത്തിൽ Summer solstice സൂര്യൻ 24 മണിക്കൂർ നേരവും ചക്രവാളത്തിന്നുമീതേയും ദക്ഷിണായനാവസാനത്തിൽ (Winter solstice) 24 മണിക്കൂർ നേരവും ചക്രവാളത്തിന്നു് താഴേയുമായിരിയ്ക്കും.

മിതശീതോഷ്ണമേഖലകൾ (Temperate zone)

ഓരോ അർദ്ധഗോളത്തിലും ഉഷ്ണമേഖലക്കും, ശൈത്യമേഖലക്കുമിടയിലായി ഓരോ മേഖലയുണ്ടു്. ഇവയാണു് മിതശീതോഷ്ണമേഖലകൾ. ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഒരിയ്ക്കലും സൂര്യരശ്മികൾ ലംബമായി പതിക്കുകയില്ല. 24 മണിക്കൂർ നീണ്ടുനില്ക്കുന്ന പകലോ രാത്രിയോ ഉണ്ടാവുകയുമില്ല.

തുല്യോഷ്ണതാരേഖകളും (Isotherms) പുതിയ കാലാവസ്ഥാ മേഘലകളും

ഇന്നു് തുല്യോഷ്ണതാ രേഖകളെയാണു് പുതിയ കാലാവസ്ഥാമേഘലകളുടെ അതിരുകളായി കണക്കാക്കിയിട്ടുള്ളതു്. ആദ്യം ഭൂമിയുടെ ഉപരിതലത്തെ ഉഷ്ണതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രധാന മേഖലകളാക്കിത്തിരിയ്ക്കുന്നു. പിന്നീടു് മഴ, സസ്യങ്ങളുടെ വളച്ച് എന്നിത്യാദി ഘടകങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കിക്കൊണ്ടു് ഉപമേഖലകളാക്കി വിഭജിയ്ക്കുന്നു.

1 ഉഷ്ണമേഖലാ കാലാവസ്ഥകൾ (Tropical climates)

ഇതിൽ മൂന്നു് ഉപവിഭാഗങ്ങളുണ്ടു്. അവയുടെയെല്ലാം ശരാശരി ഉഷ്ണത ചുരുങ്ങിയതു് 68°F എങ്കിലുമാണു്. പക്ഷെ മറ്റു പല കാര്യങ്ങളിലും അവയ്ക്കു തമ്മിൽ പല വ്യത്യാസങ്ങളുമുണ്ടു്–പ്രത്യേകിച്ചും വർഷപാതത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ. ഉദാഹരണമായി, "Doldrums"–ൽ എപ്പോഴും മഴയുണ്ടായിരിയ്ക്കും. എന്നാൽ ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽ നിന്നകന്നകന്നു പോകുന്തോറും മഴ കുറഞ്ഞുവരുന്നു. രാത്രിയുടെയും പകലിന്റെയും ദൈർഘ്യം ഏതാണ്ടു് തുല്യമായിരിയ്ക്കും.

a. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ 'മഴക്കാടുകൾ' (Tropical Rain Forest or gungle climates)

കൊല്ലാ മുഴുവനും നീണ്ടുനിൽക്കുന്ന കനത്ത മഴയും തുടർച്ചയായുള്ള ഉയർന്ന ഉഷ്ണതയുമാണു് ഇതിന്റെ സവിശേഷതകൾ. തൽഫലമായി ഇടതൂർന്ന വനങ്ങൾ വളരുന്നു. "ടാർസാൻ" കഥകളിലൂടെ ലോകപ്രശസ്തിയാർജ്ജിച്ചിട്ടുള്ള ഇഴജന്തുക്കളും, പ്രാണിവർഗ്ഗങ്ങളും, ആകർഷകങ്ങളും, വർണ്ണപ്പകിട്ടോടുകൂടിയ തൂവലുകളുള്ള പക്ഷികളും, വൻമരങ്ങളും, ലതകളും മറ്റും ഈ വനങ്ങളുടെ അമൂല്യസമ്പത്താണു്. കൊല്ലം മുഴുവനും "Doldrums"–ൽ കിടക്കുന്ന അമസൺ താഴ്വര, തെക്കെ അമേരിയ്ക്ക, കോങ്കോ, പൂർവ്വേന്ത്യാ ദ്വീപുകൾ

മുതലായ പ്രദേശങ്ങളിലാണ് ഈ കാലാവസ്ഥയുള്ളത്. മദ്ധ്യഅമേരിക്കയുടെയും മഡഗാസ്കറിന്റെയും ബ്രസീലിന്റെയും കിഴക്കൻ കടൽത്തീരങ്ങളിലും ഈ കാലാവസ്ഥതന്നെയാണുള്ളത്. കൊല്ലത്തിൽ ചില മാസങ്ങളിൽ ആ പ്രദേശങ്ങളിൽ വാണിജ്യവാതങ്ങളും അടിയുണ്ടെങ്കിലും കടൽത്തീരങ്ങളും മലമ്പ്രദേശങ്ങളായതിനാൽ വാണിജ്യവാതങ്ങളും മലകളെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ മഴ ചൊരിയുന്നു.

ഈ പ്രദേശങ്ങളിലെ ശരാശരിഉഷ്ണത കൊല്ലത്തിൽ ഏതാണ്ട് 80° F ആണ്. രാത്രി, പകലിനേക്കാളും തണുപ്പുള്ളതായിരിക്കും. ആപേക്ഷികാർദ്രത എപ്പോഴും ഉയർന്നതാണ്. എല്ലാദിവസങ്ങളിലും ഉച്ചയ്ക്കുശേഷം മഴപെയ്യുന്നു. വായു എപ്പോഴും ഉഷ്ണമുള്ളതായിരിക്കും. കടൽക്കരകളിലൊഴികെ ഇളം കാറ്റടിയ്ക്കുകയില്ല. റബ്ബർ, കൊക്കോ, പഴവർഗ്ഗങ്ങൾ, കരിമ്പ് മുതലായവയാണ് ഇവിടങ്ങളിലെ മുഖ്യ കൃഷികൾ.

d. സവന്ന (Savanna) കാലാവസ്ഥകൾ

ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽ നിന്നകന്നുപോകുന്തോറും ചൂടും മഴയും കുറഞ്ഞുവരുന്നു. Doldrums വാണിജ്യവാതങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ഗതിവിഗതികൾക്കനുസരിച്ച് ഈർപ്പകാലവും വരണ്ടകാലവും മാറിമാറി വരുന്നു. ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ മഴക്കാടുകൾക്കുപകരം പുൽത്തകിടികളാണുള്ളത്. അങ്ങിങ്ങായി വൻമരങ്ങളും കാണപ്പെടുന്നു. കാരണം ഉഷ്ണമേഖലയെ അപേക്ഷിച്ച് ഇവിടങ്ങളിൽ മഴകുറവാണല്ലോ. ഇത്തരം പുൽമൈതാനങ്ങളാണ് സവന്നകൾ. ആന, പുലി, നരി, സിംഹം, ജിറാഫ്. കരടി, കാണ്ടാമൃഗം, സീബ്ര എന്നീ മൃഗങ്ങളുടെ സങ്കേതങ്ങളാണ് സവന്നകൾ. പല രാജ്യങ്ങളിലും പല പേരുകളാൽ ഈ സവന്നകൾ അറിയപ്പെടുന്നു. വടക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെ സുഡാൻ, തെക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെ

ചെൽട്ട്, ബ്രീസീലിലെ കാംപോസ്, വെനിസ്വേലയിലെ ലാനോസ്, ആസ്ത്രേലിയൻ പുൽമൈതാനങ്ങൾ എന്നിവ ഇതിലുൾപ്പെടുന്നു. സവന്നകളിൽ വർഷപാതം എല്ലായിടത്തും ഒരുപോലെയല്ല. ഭൂമദ്ധ്യരേഖയ്ക്കടുത്തു് നീണ്ടമഴക്കാലവും വളരെ ദൂരെ മരുഭൂമിപ്രകൃതിയും അണ്ണാളുന്നു്.

ഇന്ത്യയും ബർമ്മയും ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നു് അല്പം ദൂരെയാണു് കിടക്കുന്നതെങ്കിലും (സവന്നകളെ അപേക്ഷിച്ചു്) ഇവിടങ്ങളിൽ വിശാലമായ സവന്നകൾ ഉണ്ടു്. കാരണം ഈ പ്രദേശങ്ങളിലെ പ്രസിദ്ധമായ മോൺസൂണുകളാണു്. നെല്ലു്, ഗോതമ്പു്, പരുത്തി, കരിമ്പു് എന്നിവയാണു് കൃഷികൾ. ബ്രസീലിലെ സവന്ന കാപ്പികൃഷിയ്ക്കു് പ്രസിദ്ധിപ്പെട്ടസ്ഥലമാണു്. സവന്നകൾ, പൊതുവിൽ, മേച്ചിൽസ്ഥലങ്ങളാണു്.

c. മരുഭൂമികാലാവസ്ഥകൾ

ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നകന്നു്, സവന്നകൾക്കുമപ്പുറം, കൊല്ലം മുഴുവനും മിയ്ക്കവാറും മഴകിട്ടാത്ത പ്രദേശങ്ങളാണു് കിടക്കുന്നതു്. ഈ മണൽപ്രദേശങ്ങളിൽ മുൾച്ചെടികളും മറവുമാണു് വളരുന്നതു്. ദുർല്ലഭമായി മരുപ്പച്ചകളും ഈ മണലാരണ്യങ്ങളിൽ കണ്ടെന്നുവരാം.

കൊല്ലം മുഴുവനും ചുട്ടുപഴുത്ത കാലാവസ്ഥയായിരിയ്ക്കും. നിപോലി മരുഭൂമിയുടെഉഷ്ണത 136°F ആണെന്നുകേൾക്കുമ്പോൾ അവയുടെ ഉഷ്ണതയെക്കുറിച്ചു് ഒരേകദേശ രൂപം കിട്ടുന്നുണ്ടല്ലോ. ലോകത്തിലൊരിടത്തും ഇതു് ഉയർന്ന ഉഷ്ണതയില്ല. ഇതേ മരുഭൂമിയിൽത്തന്നെ ചിലപ്പോൾ ഉഷ്ണത ഘനീഭവനാങ്കത്തിലും (0°C) കുറയാറുണ്ടു്. വടക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെ സഹാറയും, അറേബിയൻ മരുഭൂമിയും, മെക്സിക്കോമരുഭൂമിയും തെക്കെ ആഫ്രിക്കയിലെ കൽഹാരിയും, പെറുവിലെ

അറക്കാമയും ആസ്ത്രേലിയായിലെ ഡെഡ്ഹാർട്ടും Dead Heart) ഇവയ്ക്കുദാഹരണങ്ങളാണു്.

2. മദ്ധ്യക്ഷാംശകാലാവസ്ഥകൾ Middle latitude climates

കൊല്ലം മുഴുവനും ശരാശരിഉഷ്ണത 68°F ൽ താഴെയാണു്. എന്നാൽ ശരാശരി 50°F ഉഷ്ണതവരുന്ന ഒരു മാസമെങ്കിലും കൊല്ലത്തിലൊരിയ്ക്കലുണ്ടാവും. "പ്രൈയിലിങ്ങ് വെസ്റ്റർലീസിന്റെ" മേഖലയിലാണു് ഈ പ്രദേശങ്ങൾ മിയ്ക്കവാറും കിടക്കുന്നതു്.

a. മദ്ധ്യധരണ്യാഴി കാലാവസ്ഥ (Mediterranean climate)

ഈ മേഖല രണ്ടർദ്ധഗോളങ്ങളിലും 30° അക്ഷാംശത്തിനും 40° അക്ഷാംശത്തിനുമിടയിലാണു്. ഉഷ്ണകാലത്തു് വാണിജ്യവാതങ്ങളും ശൈത്യകാലത്തു് പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങളും ഇവിടങ്ങളിൽ വീശുന്നു. ഉഷ്ണകാലത്തു് മിക്കവാറും മഴ പെയ്യുന്നില്ല. ശൈത്യകാലം സുഖകരമാണു്. അപ്പോഴും ഇടയ്ക്കിടെ മഴ പെയ്യാറുണ്ടു്. വർഷപാതം മൊത്തത്തിൽ കുറവാണെങ്കിലും ഭൂമദ്ധ്യരേഖയിൽനിന്നകന്നകന്നു പോകുന്തോറും അതു് കൂടിവരുന്നു.

തെക്കൻ കലിഫോർണിയ, മദ്ധ്യചിലി, തെക്കെ യൂറോപ്പിലെ മദ്ധ്യധരണ്യാഴി പ്രദേശം, വടക്കെ ആഫ്രിയ്ക്ക എന്നീ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഈ കാലാവസ്ഥ അനുഭവപ്പെടുന്നു. മദ്ധ്യധരണ്യാഴി കാലാവസ്ഥ നിലവിലുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലെ പഴത്തോട്ടങ്ങളും സുഖവാസകേന്ദ്രങ്ങളും ലോകപ്രസിദ്ധി നേടിയവയാണു്.

ഈ കാലാവസ്ഥയ്ക്കു് വരണ്ട ഉപഉഷ്ണമേഖലാ കാലാവസ്ഥ (Dry sub-tropical climate) എന്നും പേരുണ്ടു്.

b. ഈർപ്പമുള്ള ഉപഉഷ്ണമേഖലാ കാലാവസ്ഥ (Wet sub-tropical climate)

30° അക്ഷാംശത്തിനും 40° അക്ഷാംശത്തിനുമിടയിൽത്തന്നെയാണ് ഈ കാലാവസ്ഥയുമുള്ളത്. എന്നാൽ വൻകരകളുടെ കിഴക്കൻ ഭാഗങ്ങളിലാണ് ഈ കാലാവസ്ഥ കാണപ്പെടുന്നത്. (മദ്ധ്യധരണ്യാഴി കാലാവസ്ഥാ പ്രദേശങ്ങൾ കിടക്കുന്നത്. വൻകരകളുടെ പടിഞ്ഞാറൻ ഭാഗങ്ങളിലാണ്). ഇവിടങ്ങളിൽ വരണ്ട ഋതുക്കൾ തന്നെയില്ല; ശൈത്യകാലത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ഉഷ്ണകാലത്താണ് കൂടുതൽ മഴ പെയ്യുന്നത്. 60 ഇഞ്ചുവരെ മഴയുണ്ടാവും. കാലാവസ്ഥ എപ്പോഴും ഈർപ്പമുള്ളതായിരിയ്ക്കും. ശൈത്യകാലത്ത് ഇടയ്ക്കിടെ മരവിപ്പിക്കുന്ന തണുപ്പ് അനുഭവപ്പെടുന്നു. കഠിനമായ ഇടിമഴകളും പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളും ഉഷ്ണകാലത്തെ നിത്യസംഭവങ്ങളാണ്. പൈൻമരങ്ങൾ, പരുത്തി, ചോളം, കരിമ്പ്, ഓറഞ്ച് എന്നിവയാണ് ഇവിടങ്ങളിൽ ധാരാളമുള്ളത്. ചൈനയും ജപ്പാനും നെല്ലിനും ചായക്കും പ്രസിദ്ധിപ്പെട്ട പ്രദേശങ്ങളാണ്.

C പടിഞ്ഞാറൻ കടൽത്തീര കാലാവസ്ഥ (Marine west coast Climate)

മദ്ധ്യഅക്ഷാംശങ്ങളിലെ പടിഞ്ഞാറൻ കടൽത്തീരപ്രദേശങ്ങളിൽ നിലവിലുള്ളതാണിത്. ഇവിടങ്ങളിൽ കൊല്ലം മുഴുവനും പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങൾ വീശിക്കൊണ്ടിരിക്കും. പൂർണ്ണമായും വരൾച്ചയുള്ള ഋതുക്കൾ കാണപ്പെടുകയില്ല. മിയ്ക്കപ്പോഴും സമുദ്രങ്ങളിൽനിന്ന് കാറ്റ് വീശുന്നതിനാൽ മിതമായ ചൂടുള്ള ശൈത്യകാലവും തണുപ്പുള്ള ഉഷ്ണകാലവും ആണ് ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ ഉള്ളത്. ഉഷ്ണകാലത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ശൈത്യകാലത്താണ് കൂടുതൽ മഴ പെയ്യുന്നത്. അന്തരീക്ഷത്തിൽ മിയ്ക്കപ്പോഴും മൂടൽമഞ്ഞ് നിറഞ്ഞിരിയ്ക്കും.

വടക്കൻ കലിഫോർണിയ, ഒറിഗോൺ, വാഷിങ്ങ്ടൺ ബ്രിട്ടീഷ് കൊളമ്പിയ, ബ്രിട്ടീഷ് ദ്വീപുകൾ, നോർവ്വെ, തെക്കൻ ചിലി എന്നിവിടങ്ങളിൽ ഈ കാലാവസ്ഥയാണുള്ളത്. ഈർപ്പമുള്ള ഭ്രവിഭാഗങ്ങളിൽ പച്ചപിടിച്ച കാടുകളും, "ഫർ" മരങ്ങളും വളരുന്നു. ഉരുളക്കിഴങ്ങും, ബീറ്റ്റൂട്ടുമാണ് മുഖ്യ കൃഷികൾ. വടക്കുപടിഞ്ഞാറൻ യൂറോപ്പിൽ മേച്ചിൽ സ്ഥലങ്ങളുമുണ്ട്.

d. ഈർപ്പള്ള വൻകരകാലാവസ്ഥ (Humid Continental Climate)

ഈപ്പുമുള്ള ഉപ ഉഷ്ണമേഖലയ്ക്ക് വടക്കും പടിഞ്ഞാറൻ കടൽത്തിരമേഖലയ്ക്ക് കിഴക്കും കിടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ നിലവിലുള്ള കാലാവസ്ഥയാണിത്. ഇതിന്റെ മേഖലയിൽ വടക്കെ അമേരിക്ക, യൂറോപ്പ്, ഏഷ്യ എന്നീ വൻകരകളുടെ ഭ്രരിഭാഗവും ഉൾപ്പെടുന്നു. കഠിനമായ തണുപ്പുള്ള ശൈത്യകാലവും, അധികം ചൂടുള്ള ഉഷ്ണകാലവും, ഇടയ്ക്കിടെയുള്ള ഇടിമഴകളും ചുഴലിക്കാറ്റുകളും ഈ കാലാവസ്ഥയുടെ സവിശേഷതകളാണ്. ശൈത്യകാലത്തെ അപേക്ഷിച്ച് ഉഷ്ണകാലത്താണ് കൂടുതൽ മഴപെയ്യുന്നത്. കടൽത്തീരങ്ങളിൽ കനത്തമഴയുണ്ടാവും. കിഴക്കൻ കടലോര പ്രദേശങ്ങളിൽ പടിഞ്ഞാറൻ സ്ഥിരവാതങ്ങളാണ് കടൽക്കാറ്റിനേക്കാൾ കൂടുതൽ അടിച്ചുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്നത്.

30 ഇഞ്ചിലധികം മഴകിട്ടുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ വീതിയുള്ള ഇലകളോടുകൂടിയ വൃക്ഷങ്ങളുള്ള കാടുകൾ വളരുന്നു. മഴ 30 ഇഞ്ചിൽ കുറവുള്ള സ്ഥലങ്ങൾ "പ്രയറി" (Prairies) കളാണ്. ചോളം, ഗോതമ്പ്, ബാർലി, ഓട്സ്, റൈ എന്നിവയാണ് ഇവിടങ്ങളിലെ മുഖ്യവിളകൾ, കന്നുകാലികളും പന്നികളും ഇവിടെ ധാരാളമുണ്ട്.

e. വരണ്ട വൻകര കാലാവസ്ഥ Dry Continental climate

ഏഷ്യാ വടക്കെഅമേരിക്ക തെക്കെഅമേരിക്ക എന്നിവയുടെ ഉൾപ്രദേശങ്ങളിൽ ഈ കാലാവസ്ഥയാണുള്ളതു്. ഈ വിടങ്ങളിൽ മഴ 20 ഇഞ്ചിൽ കുറവാണു്. (കൊല്ലത്തിൽ) ഇതിനു് ഒരു കാരണം ഈ പ്രദേശങ്ങൾ സമുദ്രങ്ങളിൽനിന്നു് വളരെ ദൂരെക്കിടക്കുന്നതാവാം. ഉഷ്ണകാലം വളരെ ഉഷ്ണവും, ശൈത്യകാലം ശൈത്യമേറിയതുമാണു്. ശൈത്യകാലത്തെ അപേക്ഷിച്ചു്, സാമാന്യേന ഉഷ്ണകാലത്താണു് കൂടുതൽ മഴപെയ്യുന്നതു്. 10 ഇഞ്ചിനും 20 ഇഞ്ചിനും ഇടയിൽ മഴകിട്ടുന്ന പ്രദേശത്തെ "സെ°റപ്പി" (Steppe) എന്നുവിളിയ്ക്കുന്നു. കൊളമ്പിയ, ഇറാൻ, പററഗോണിയ എന്നിവിടങ്ങളിലെ സമതല പ്രദേശങ്ങൾ "സ്റ്റെപ്പി"ക്കുദാഹരണങ്ങളാണു്. ഉയരം കുറഞ്ഞ പുല്ലും കുറിക്കാട്ടുകളുമാണു് ഇവിടെ വളരുന്നതു്. കന്നുകാലികളെ മേയ്ക്കൽ ജനങ്ങളുടെ ഒരു മുഖ്യതൊഴിലാണു്. വർഷപാതം 10 ഇഞ്ചിലും കുറവുള്ള പ്രദേശങ്ങളെ "മദ്ധ്യഅക്ഷാംശ മരുഭൂമികൾ" (Middle latitude deserts) എന്നാണു് വിളിക്കുന്നതു്. അരിസോണയും, നിവാദയും, ഗോബിമരുഭൂമിയും ഇവയ്ക്കുദാഹരണങ്ങളാണു്. ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ മുൾച്ചെടികളാണു് അധികവും വളരുന്നതു്. മണൽനിറഞ്ഞുകിടക്കുന്ന ഈ സ്ഥലങ്ങളിൽ ഒരു സസ്യത്തേയും കണ്ടില്ലെന്നുവരാം.

d. ഉപ ആർക്°ടിക് കാലാവസ്ഥ (Sub-Arctic climate)

60° അക്ഷാംശത്തിനു വടക്കുള്ള യൂറോപ്പിന്റെ ഭാഗങ്ങളും, കനഡയുടെ വടക്കൻ പ്രദേശങ്ങളും, സൈബീരിയായുടെ ഭൂരിഭാഗവും ഈ കാലാവസ്ഥയുടെ മേഖലയിൽപെടുന്നു. $66\frac{1}{2}$° അക്ഷാംശത്തിന്റെ വടക്കാണല്ലോ "പാതിരാസൂര്യന്റെ നാടു്" കിടക്കുന്നതു്. ഈ നാട്ടിൽ ഉഷ്ണകാലത്തു് സൂര്യൻ

അസ്തമിക്കുകയില്ല; ശൈത്യകാലത്തു് സൂര്യൻ പ്രത്യക്ഷപ്പെടുകയില്ല. സൈബീരിയയിൽ 68° വടക്കെ അക്ഷാംശത്തിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന "വെർഖോയൻസ്ക്" (Verkhoyansk) നഗരത്തിൽ ജനവരി–ജൂലായ് മാസങ്ങളിൽ ശരാശരി ഉഷ്ണത 12°F വരെ എത്തുന്നു! ശൈത്യകാലം നീണ്ടതും തണുപ്പേറിയതുമാണു്. ഉഷ്ണകാലം നല്ലചൂടുള്ളതെങ്കിലും ഹ്രസ്വമാണു്. ശൈത്യകാലത്തുണ്ടാവുന്ന മഴ വളരെലാഘവമാണു്. ഈ പ്രദേശങ്ങളിലെ മുഖ്യതൊഴിൽ ഖനനമാണു്.

3. ധ്രുവകാലാവസ്ഥകൾ (Polar Climates)

ആർക്ടിക്ക്–അൻറാർക്ടിക് വൃത്തങ്ങൾക്കപ്പുറമുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ ഈ കാലാവസ്ഥയാണനുഭവപ്പെടുന്നു. ഇവിടങ്ങളിലെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ശരാശരിഉഷ്ണത 50°F ആണു്. ഇവ രണ്ടായി വിഭജിയ്ക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഉഷ്ണത 30°F ൽ അധികമെങ്കിൽ അതു് ടുൺഡ്രാ (Thundra) കാലാവസ്ഥയും 32°F ൽ കുറവാണെങ്കിൽ "Ice cag" കാലാവസ്ഥയുമാണു്.

a. ടുൺഡ്രാ കാലാവസ്ഥ

വടക്കെ അമേരിക്ക, സൈബീരിയ എന്നിവയുടെ വടക്കൻ പ്രദേശങ്ങളും, ഗ്രീൻലാണ്ടിൻെറ വിതികുറഞ്ഞ കടൽത്തീരവും, അൻറാട്ടിക്കയും ഇതിൻെറ മേഖലയിൽപെടുന്നു. ഈ പ്രദേശങ്ങളിലെ ശൈത്യകാലം കഠത്തിരുണ്ടതും, നീണ്ടതും ശൈത്യമേറിയതുമാണു്. അല്പം ചൂടുള്ള ഉഷ്ണകാലത്തു് ഭൂമിയുടെ മീതെ കട്ടപിടിച്ചുകിടക്കുന്ന ഹിമം അല്പാല്പം ഉരുകാൻതുടങ്ങും. ഉഷ്ണകാലത്തു് നേരിയതോതിൽ മഴപെയ്യുന്നു. ഈവ്വപ്പുള്ള ചളിപ്രദേശങ്ങളിൽ പുഷ്പ വർഗ്ഗത്തിൽപെട്ട ചില സസ്യങ്ങൾ വളരുന്നുണ്ടു്. എസ്കീമോകളുടേയും റെയിൻഡിയറിൻേറയും കസ്തൂരിമൃഗ (Musk ox) ത്തിൻേറയും നാടാണതു്.

d. "Ice cap" കാലാവസ്ഥ

ഗ്രീൻലാണ്ടിന്റേയും അൻറാർക്ടിക്കയുടേയും സിംഹഭാഗവും ഈ കാലവസ്ഥയുടെ മേഖലയിൽപെട്ടവയാണ്. ഹിമം മൂടിക്കിടക്കുന്ന ഈ പ്രദേശങ്ങളെകണ്ടാൽ ഐസുകൊണ്ട് അവ തൊപ്പിയിട്ടിരിയ്ക്കുകയാണോ എന്നു തോന്നും. ഇവിടങ്ങളിലെ ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഉഷ്ണത 32°F ആണ്. മുകളിലെ ഹിമം ഉരുകി അടിയിലുള്ള ഭൂമി ഒരിയ്ക്കലും പുറത്തു കാണുകയില്ല. "വരണ്ടകുഴമഞ്ഞ്" നേരിയതോതിൽ എല്ലായ്പ്പോഴും വീണുകൊണ്ടിരിയ്ക്കും. മരുഭൂമികളേക്കാൾ വിജനപ്രദേശങ്ങളാണ് ഇവ.

4. **ഉന്നതതല കാലാവസ്ഥകൾ** (Attitude climater)

ഉയരത്തേക്ക് പോകുന്തോറും ഉഷ്ണതകുറഞ്ഞുവരുമല്ലോ. 300 അടി ഉയരത്തിനു 1°F എന്ന തോതിൽ ഉഷ്ണത കുറയുന്നു. ഇന്ത്യയിലേയും മെക്സിക്കോവിലേയും മദ്ധ്യ അമേരിയ്ക്കയിലേയും പീഠഭൂമികളിൽ ഇത്തരം കാലാവസ്ഥയാണുള്ളത്. മദ്ധ്യഅക്ഷാംശങ്ങളിലെ തണുപ്പുള്ള കുന്നുകളും മലകളും ഉഷ്ണകാലത്ത് സുഖവാസകേന്ദ്രങ്ങളായിമാറുന്നു.

അദ്ധ്യായം 9

നമുക്ക് കാലാവസ്ഥയെ നിയന്ത്രിയ്ക്കാൻ കഴിയുമോ ?

അമേരിയ്ക്കൻ ഹാസ്യസാമ്രാട്ടായിരുന്ന മാക്ക് ടെയിൻ ഒരിയ്ക്കൽ പറയുകയുണ്ടായി: "ജനങ്ങൾ കാലാവസ്ഥയെക്കുറിച്ച് സദാ സംസാരിക്കുന്നു; പക്ഷെ ആരും ഒരിയ്ക്കലും അതിനെ സംബന്ധിച്ച് ഒന്നുംതന്നെ ചെയ്യുന്നില്ല". എന്നാൽ അദ്ദേഹത്തിനു് തെറ്റുപറ്റിയിരിക്കുന്നുവെന്നു് ഈ ആധുനിക യുഗത്തിലെ കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ പരിശ്രമങ്ങൾ തെളിയിയ്ക്കുന്നു. നൂതനവിജ്ഞാനത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ, സമീപഭാവിയിൽ, മനുഷ്യരുടെ ആവശ്യങ്ങൾക്കും ആഗ്രഹങ്ങൾക്കുമൊത്തു് കാലാവസ്ഥയെ മാറ്റിമറിയ്ക്കാമെന്നതന്നെയാണു് അവരുടെ വിശ്വാസം. തുച്ഛമെങ്കിലും, ഈ തുറയിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു് കൈവന്നിട്ടുള്ള നേട്ടങ്ങൾ, പഠനങ്ങളും പരീക്ഷണങ്ങളുമായി മുന്നേറാൻ അവർക്കു് പ്രചോദനം നൽകുന്നു.

കാലാവസ്ഥയെ നിയന്ത്രിയ്ക്കാനുള്ള ആധുനിക മനുഷ്യന്റെ വ്യഗ്രത പ്രാചീനമനുഷ്യനുമുണ്ടായിരുന്നു. വരൾച്ച കൊണ്ടു് നശിക്കുന്ന കൃഷിസ്ഥലങ്ങളിൽ മഴപെയ്യിയ്ക്കാനായിരുന്നു പ്രാകൃതമനുഷ്യൻ ശ്രമിച്ചിരുന്നതു്. ഇന്നും ആഫ്രിയ്ക്കയുടെ ചില ഭാഗങ്ങളിൽ, ചില പ്രാകൃതവർഗ്ഗക്കാർ തങ്ങളുടെ വിളകൾ മഴയില്ലാത്തതിനാൽ ഉണങ്ങി നശിച്ചുപോകുമെന്നു് കാണുമ്പോൾ മന്ത്രവാദികളെ സമീപിച്ചു് ഹോമങ്ങളും മറ്റു മാന്ത്രികകർമ്മങ്ങളും നടത്താറുണ്ടത്രെ. ചിലപ്പോൾ, യാദൃശ്ചികമായി അവർക്കു് നല്ല ഫലം കിട്ടാറുണ്ടു്. ഇത്തരം സന്ദ്ര

ദായങ്ങൾ നമ്മുടെ നാട്ടിലും നടപ്പുണ്ടല്ലോ. ഇവയിലെല്ലാം അതിപ്രധാനമായ ഒരു ശാസ്ത്രീയതത്വം ഒളിഞ്ഞുകിടപ്പുണ്ടെന്ന് ആധുനിക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. ഹോമകുണ്ഡങ്ങളിൽനിന്നുയരുന്ന പുകയിലെ ധൂളികകലങ്ങൾ മേഘങ്ങളിലെത്തുമ്പോൾ, മേഘങ്ങളിലെ ജലബാഷ്പത്തിനു് ധൂളികകലങ്ങളെ കേന്ദ്രമാക്കിക്കൊണ്ടു് സാന്ദ്രീകരിയ്ക്കുവാൻ സൌകര്യം ലഭിക്കുന്നു. ഇന്നു് കൃത്രിമമഴ (Artifical Rain) പെയ്യിക്കുന്നതിലടങ്ങിയ തത്വവും ഏറെക്കുറെ അതുതന്നെയാണു്.

ഏതാണ്ടു് 1945 മുതൽക്കാണു് ആധുനിക ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ അവസ്ഥകളിൽ മാറ്റം വരുത്താനുള്ള സജീവപ്രവർത്തനമാരംഭിച്ചതു്. ഡോക്ടർ ഇർവിങ്ങു് ഡോക്ടർ ഷീഫർ(Dr. Irving Langmuir, and Dr. Vincent J. Schaefer) എന്ന രണ്ടു് അമേരിയ്ക്കൻ വൈദ്യുതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരാണു് കൃത്രിമമായി മഴപെയ്യിയ്ക്കാമെന്ന നിഗമനത്തിൽ ആദ്യമായി എത്തിച്ചേർന്നതു്. ഹിമവാതം റേഡിയോവിനു് വരുത്തിത്തീർക്കുന്ന തകരാറുകളെക്കുറിച്ചും മറ്റും അവർ ഗവേഷണം നടത്തുകയായിരുന്നു. ഗവേഷണത്തിനിടയിൽ മേഘങ്ങളുടെ ഘടനയെക്കുറിച്ചെല്ലാം അവർ സവിസ്തരം പഠിച്ചു. ഡോക്ടർ ഷീഫർ കുറെയേറെ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തി നോക്കി. ആ പരീക്ഷണങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തെ, യാദൃച്ഛികമായി, ഹിമരൂപീകരണത്തിൽ കൊണ്ടുചെന്നെത്തിച്ചു. തണുത്ത ഉപരിതലങ്ങളിന്മേൽ ജലകണങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനസ്വഭാവമെന്തായിരിയ്ക്കുമെന്നതിനെക്കുറിച്ചു് അദ്ദേഹം "ഫ്രീസർ" (Freezer) ഉപയോഗിച്ചു് പരീക്ഷിച്ചുനോക്കുകയായിരുന്നു. അതായതു്, ഉഷ്ണത താണുവരുമ്പോൾ ജലകണങ്ങൾ എങ്ങനെ അതിശീതീകരിയ്ക്കപ്പെടുന്നുവെന്നും, തണുത്തുറയുന്നുവെന്നുമായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ പരീക്ഷണോദ്ദേശം. ഐസുതരികളുടെ രൂപീകരണത്തിനായി അദ്ദേഹം പല വ

സ്ഫടികപ്പാത്രം ഫ്രീസർ പെട്ടിയിൽ കടത്തിനോക്കി. അങ്ങനെ ഒരു ദിവസം ഷീഫർ, ഫ്രീസറിനുള്ളിലേക്ക് നിശ്വസിച്ച വായു പ്രവേശിപ്പിക്കുകയും, പെട്ടെന്ന് ഉഷ്ണത താഴാൻവേണ്ടി ഒരു കഷണം ഐസും അതിലിടുകയും ചെയ്തു. അത്ഭുതമെന്നു പറയട്ടെ, ഫ്രീസറിനുള്ളിൽ ഐസുതരികളുടെ ഒരു മേഘപടലംതന്നെ സൃഷ്ടിക്കപ്പെട്ടു. തുടർന്നു നടത്തിയ അനേകം പരീക്ഷണങ്ങളിൽനിന്നും അതിശീതീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട മേഘത്തിൽ ശതലക്ഷക്കണക്കിൽ ചെറിയ ഐസുതരികൾ രൂപപ്പെടാൻ, കേവലം ഒരു ചെറിയ ഹിമശകലം അതിലിട്ടാൽ മതിയെന്നു അദ്ദേഹം മനസ്സിലാക്കി.

1946–ൽ ഡാക്ടർ ബർനാഡ് വോന്നിഗട്ട് (Dr. Bemard Voneegut) എന്ന മറെറാരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പരീക്ഷണങ്ങളിലേർപ്പെട്ടു. ഫ്രീസറിനുള്ളിലേക്ക് ബാഷ്പീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട "സിൽവർ അയോഡൈഡ്" (Silver Iodide) പ്രവേശിപ്പിയ്ക്കുമ്പോഴും മഞ്ഞു രൂപീകൃതമാവുമെന്നു അദ്ദേഹം പരീക്ഷിച്ചറിഞ്ഞു.

യഥാർത്ഥ മേഘങ്ങളിൽ സൂക്ഷ്മമായ ഐസുതരികൾ വിതരുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുമെന്നറിയുവാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കു ഔത്സുക്യം ജനിച്ചു. 1946–ൽ ഡോ: ഷീഫർ ഒരു വിമാനത്തിൽകയറി മേഘങ്ങൾക്കുള്ളിലേയ്ക്കു പറന്നുചെന്നു 3 റാത്തൽ സൂക്ഷ്മമായ ഐസുതരികൾ (Dry ice അഥവാ solid carbon dioxide) മേഘങ്ങളിൽ വിതറി. അപ്പോൾ വിമാനം 14,000 അടി ഉയരത്തിലായിരുന്നു; ഉഷ്ണത 20° സെൻറിഗ്രേഡും. ഷീഫർ മേഘങ്ങളിൽനിന്നകന്നുനിന്നു ഫലങ്ങൾ വീക്ഷിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തെ അത്ഭുതപ്പെടുത്തുമാറു മേഘങ്ങളിൽനിന്നു മഞ്ഞു വീഴാൻ തുടങ്ങി. രണ്ടാമതും പരീക്ഷണം ആവർത്തിയ്ക്കപ്പെട്ടു; ഫലം ശൂന്യത്തേതുപോലെതന്നെയായിരുന്നു

സാധാരണ ഗതിയിൽ, ജലബാഷ്പത്തിന്റെ സാന്ദ്രീകരണത്തെ സഹായിക്കുന്നതു് അന്തരീക്ഷത്തിലെ പൊടി, ഉപ്പു തരികൾ മുതലായവയാണു്. അതിസൂക്ഷ്മങ്ങളായ ആ വസ്തുക്കൾ ജലബാഷ്പത്തെ അവയിലേയ്ക്കാകർഷിക്കുകയാണു് ചെയ്യുന്നതു്. ഈ ആകർഷണം ഫലപ്രദമായി നടക്കണമെങ്കിൽ അന്തരീക്ഷത്തിൽ ചില പ്രത്യേക അനുകൂലസാഹചര്യമുണ്ടായിരിക്കണം. ഉദാഹരണമായി, അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഉഷ്ണതാഘനീഭവനാങ്കത്തിലും (Freezing point) ഉയർന്നതായിരിക്കേണ്ടതാണു്.

അതിശീതീകരിക്കപ്പെട്ട (Super cooled) മേഘത്തിൽ 80° ബാഷ്പീകരണോഷ്മതയുള്ള (Evaporation Temperature) വസ്തുക്കൾ വിതറിയാൽ മേഘത്തിലെ ജലബാഷ്പം പെട്ടെന്നു് ആ വസ്തുക്കളുടെ ഓരോ തരിക്കുചുറ്റും സാന്ദ്രീകരിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ വിതറുവാൻ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്ന വസ്തുക്കൾ കറിയുപ്പു് ഖരാവസ്ഥയിലുള്ള കാർബൺഡൈയോക്സൈഡു് (Dry ice) സിൽവർ അയോഡൈഡു് എന്നിവയാണു്. കുമുലോനിംബസു് മേഘങ്ങളിൽ ഇപ്രകാരം വിതറിയാൽ കൂടുതൽ ഫലം കിട്ടുമത്രെ. മേഘങ്ങളുടെ മീതെ, വിമാനങ്ങളിൽ പറന്നുചെന്നിട്ടാണു് ഇതു് സാധിക്കുന്നതു്.

ആസ്ത്രേലിയയിൽ 1947 മുതല്ക്കുതന്നെ കൃത്രിമമഴ പെയ്യിക്കാൻ വിപുലമായ തോതിൽ ശ്രമങ്ങൾ ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ടു്. വെറും 20 ഗ്രാം സിൽവർ അയോഡൈഡു് കൊണ്ടു് 40–80 മിനിട്ടു നേരം നീണ്ടുനില്ക്കുന്ന മഴപെയ്യിച്ചു് സുമാർ $\frac{1}{2}$ മില്യൻടൺ ജലം ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കാമെന്നു് അവർ പരീക്ഷിച്ചറിഞ്ഞിരിക്കുന്നു.

അവർ ന്യൂ ഇംഗ്ലണ്ടിൽ നടത്തിയ ആദ്യപരീക്ഷണങ്ങൾ മൂലം വർഷപാതം 32 ശതമാനം വർദ്ധിപ്പിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞെങ്കിലും, പിന്നീടു് അതു 26 ശതമാനമായി ചുരുങ്ങുക

യാണു് ചെയ്യുതു്. അഞ്ചോ, ആറോ കൊല്ലങ്ങൾക്കുശേഷം എത്രയധികം സിൽവർ അയോഡൈസു് മേഘങ്ങളിൽ വിതറിയാലും മഴതീരെ പെയ്യില്ലെന്ന മട്ടിലായി.

അപ്പോൾ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ കൃത്രിമമഴയെക്കുറിച്ചുള്ള തങ്ങളുടെ വിശ്വാസപ്രമാണങ്ങളെ ഒരു പുനഃപരിശോധനക്കു് വിധേയമാക്കി. ഒരു സ്ഥലത്തു് മേഘങ്ങളിൽ സിൽവർ അയോഡൈസു് വിതറുമ്പോൾ അതു് ദൂരവ്യാപക ഫലങ്ങളുണ്ടാക്കുമെന്നു് അവർ പരീക്ഷിച്ചറിഞ്ഞു. സിൽവർ അയോഡസിനെ ഉൾക്കൊള്ളുന്ന മേഘങ്ങൾ നീങ്ങിപ്പോയി തൽസ്ഥാനത്തു് മറ്റു പുതിയ മേഘങ്ങൾ വരുമ്പോഴും മഴ പെയ്യുമെന്നു് അവക്കറിയാൻ കഴിഞ്ഞു. ചുരുക്കത്തിൽ തലേകൊല്ലം മേഘങ്ങളിൽ സിൽവർ അയോഡൈസു് വിതറുന്നതു കൊണ്ടുള്ള ഫലം പിറ്റെ കൊല്ലം അനുഭവപ്പെട്ടുമെന്നു് വ്യക്തമായി. ഇതിനുകാരണം അന്തരീക്ഷാവസ്ഥകളാവാൻ ന്യായമില്ല. ഭൂമിയിൽ ഈർപ്പം വർദ്ധിക്കുന്നതുകൊണ്ടാവാം അങ്ങനെ സംഭവിക്കുന്നതെന്നാണു് ഇന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നതു്.

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങൾ നിയന്ത്രണാധീനമാവുമോ?

1963 മുതല്ലു് അമേരിക്കയിൽ പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളെ നിയന്ത്രിയ്ക്കാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. വിമാനങ്ങൾ പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളുടെ "നടുക്കണ്ണി" ലേക്കു് ഉയരിയിട്ടുചെന്നു് സിൽവർ അയോഡൈസു് 35,000 അടി ഉയരത്തുനിന്നു് കീഴ്പ്പോട്ടു് വിതറുന്നു. ഉടനെത്തന്നെ 20,000 അടിയോളം പൊക്കമുള്ള, സിൽവർ അയോഡസിന്റെ ഒരു "തിരശ്ശില" ഉയർന്നുവരികയായി. കാറ്റിന്റെ ഗതിവേഗത ഗണ്യമായതോതിൽ കുറയും; നടുക്കണ്ണു് വലുതായിത്തീരും. പ്രചണ്ഡവാതത്തിനകത്തും പുറത്തുമുള്ള മർദ്ദങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസവും കുറഞ്ഞുവരുന്നു. എങ്കിലും

പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളും ഉണ്ടാക്കിത്തീർക്കുന്ന കൊടുതികേടുകൾക്കൊന്നും സാരമായ കുറവുവരുന്നില്ലെന്നാണു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ അഭിപ്രായം.

ആറ്റംബോംബുകൾ പൊട്ടിച്ചു് പ്രചണ്ഡചക്രവാതങ്ങളെ നിയന്ത്രിയ്ക്കാമെന്ന ഒരാശയഗതിയുണ്ടു്. ചക്രവാതത്തിനുള്ളിൽവെച്ചു് ബോംബുകൾ പൊട്ടുമ്പോൾ സംജാതമാകുന്ന ബലം Force) കാറ്റിന്റെ വമ്പിച്ച ബലത്തോടു് പ്രതിപ്രവർത്തനം നടത്തുമെന്നതാണു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ വിശ്വാസം ഒരു പ്രചണ്ഡചക്രവാതത്തെ നിരുപദ്രവകാരികളായ ചെറിയ ചെറിയ വിഭാഗങ്ങളാക്കിത്തീർക്കയാണു് അവരുടെ ലക്ഷ്യം. പക്ഷെ ഇതെല്ലാം പ്രായോഗികമാണോ എന്നതിക്കുറിച്ചു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കുതന്നെ ഒരുറച്ച അഭിപ്രായമില്ല. മാത്രവുമല്ല ചിലപ്പോൾ ആറ്റംബോംബുകൾ വിപരിതഫലം ചെയ്യേക്കാനിടയുണ്ടെന്നുപോലും അവർ ഭയപ്പെടുന്നുണ്ടു്. അതിലുപരി, ആറ്റംബോബിന്റെ വിസ്ഫോടനത്തിൽ മാരകമായ "റേഡിയോപ്രസര" ത്തിന്റെ Radioactive fall out ഭീഷണിയുമടങ്ങിയിട്ടുണ്ടല്ലോ.

ആലിപ്പഴവർഷം (Hailstom)

ആലിപ്പഴവർഷത്തിന്റെ നശീകരണസ്വഭാവത്തെ കുറയ്ക്കാൻ പല പഠനപരീക്ഷണങ്ങളും നടന്നിട്ടുണ്ടു്. ആലിപ്പഴവർഷംകൊണ്ടു് കനത്ത നാശനഷ്ടങ്ങൾ അനുഭവിക്കേണ്ടിവരുന്ന കൃഷിക്കാർശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെസഹായത്തിനു് വേണ്ടി കാത്തുനില്ക്കാതെതന്നെ ഫലപ്രദമായ ചിലപ്രതിരോധന നടപടികളും കൈക്കൊള്ളാറുണ്ടു്. ഇറ്റലിയിൽ പഴകൃഷിക്കാരുടെയിടയിൽ ഇത്തരം പ്രതിരോധ നടപടികൾക്കു് കാൽനൂറ്റാണ്ടുമുമ്പുതന്നെ പ്രചാരമുണ്ടു്. ഇടിമഴകൾ വരുന്നുണ്ടെന്നുകണ്ടാൽ അവർ അതിനെ ലക്ഷ്യമാക്കിക്കൊണ്ടു് വാണങ്ങൾ (Rockets) തൊടുത്തുവിടുമത്രെ. അതു കടന്നുപോകുന്ന

തുവരെ അവർ ഈ പ്രവർത്തനം തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കും. അവരുടെ മിസ്സൈലുകൾക്ക് (Missiles) 15 അടി നീളവും 3 ഇഞ്ച് വ്യാസവുമുണ്ടത്രെ. വിസ്ഫോടകദ്രവ്യം (TNT) അടക്കം ചെയ്ത ആമിസ്സൈലുകൾ 6000 അടി ഉയരത്തെത്തുമ്പോൾ പൊട്ടുന്നു. എങ്ങനെയായാലും ആലിപ്പഴവർഷത്തിനെതിരായിട്ടുള്ള അവരുടെ ഈ പ്രതിരോധ നടപടി വളരെ ഫലപ്രദമാണെന്ന് തെളിഞ്ഞിട്ടുണ്ട്. വിസ്ഫോടനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്ന മർദ്ദതരംഗങ്ങൾ (Pressure waves) ആണ് ആലിപ്പഴവർഷത്തെ "മയപ്പെടുത്തുന്നത്" എന്ന് ഒരു ഇറാലിയൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ അഭിപ്രായപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഈ തന്ത്രത്തിനു മുമ്പിൽ അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അന്തംവിട്ടു നില്ക്കുകയാണുപോലും!

ഇത്തരം റോക്കറ്റ് പ്രയോഗങ്ങൾ സ്വിറ്റ്സർലണ്ട്, ജർമ്മനി, ഫ്രാൻസ്, റഷ്യ എന്നിവിടങ്ങളിലെ കൃഷിക്കാരും നടത്താറുണ്ടത്രെ.

മറെറാരു മാർഗ്ഗംകൂടി ഫലപ്രദമാണെന്ന് തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ജനറേറർകൊണ്ട് ഉല്പാദിപ്പിയ്ക്കപ്പെടുന്ന "സിൽവർ അയോഡൈഡ് ബാഷ്പം" ഭൂമിയിൽനിന്ന് റോക്കറ്റുകൾവഴി മേഘങ്ങളിലേയ്ക്കയയ്ക്കുന്നു. അനേകം പരീക്ഷണങ്ങൾ ഇത് ഫലപ്രദമായൊരേർപ്പാടാണെന്ന് തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. മേഘത്തിലെ അതിശീതീകരിക്കപ്പെട്ട ജലകണങ്ങളുമായി സിൽവർ അയോഡൈഡ് സംയോജിക്കുകയും ആലിപ്പഴങ്ങൾ രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നതിനുമുമ്പായി മഴത്തുള്ളികളായി കീഴ്പോട്ട വീഴുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്നതാണ് ഇതിലടങ്ങിയ തത്വം.

മൂടൽമഞ്ഞ് (Fog)

മൂടൽമഞ്ഞിനെ രൂപാന്തരപ്പെടുത്താനും ഇന്ന് വിപുലമായ തോതിൽ പഠനങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ട്. മൂടൽമഞ്ഞിൽ

കൃത്യതയോടും സൂക്ഷ്മതയോടുംകൂടി "സിൽവർ അയോഡൈഡ്" "വിതയ്ക്കലാണ്" (Seeding or showing) പരീക്ഷണങ്ങളുടെ കാതലായഭാഗം. കൃത്യതയും സൂക്ഷ്മതയുമില്ലെങ്കിൽ, മൂടൽമഞ്ഞ് അപ്രത്യക്ഷമാവുന്നതിനുപകരം കൂട്ടുതൽ വഷളായിത്തീരുകയാണ് ചെയ്യുക. ഈ തുറയിലുള്ള ഗവേഷണം വിമാനസർവ്വീസുകളെ സംബന്ധിച്ചേടത്തോളം ഏറ്റവും ഗുണകരമാണ്. കാരണം വിമാനങ്ങളുടെ പോക്കുവരവിനു മിയ്ക്കപ്പോഴും മൂടൽമഞ്ഞു തടസ്സമാവാറുണ്ടല്ലോ. മൂടൽമഞ്ഞിൽ ശുഷ്കമായ ഐസുതരികകം വിതറി മഞ്ഞിനെ അപ്രത്യക്ഷമാക്കുന്നതിൽ അമേരിയ്ക്കൻ ഐക്യനാടുകളിലെ വിമാനസർവ്വീസുകാർ വിജയിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അതിശീതികരിയ്ക്കപ്പെട്ട മൂടൽമഞ്ഞിൽ മാത്രമെ മേൽപ്പറഞ്ഞ പരീക്ഷണം ഫലപ്രദമാവുകയുള്ളൂ. ഉഷ്ണത ഘനീഭവനാങ്കത്തിലും (Freezing temperature) കുറയുമ്പോഴാണ് അതിശീതീകരിയ്ക്കപ്പെട്ട മൂടൽമഞ്ഞ് രൂപംകൊള്ളുന്നതു്. ഇത്തരം മൂടൽമഞ്ഞിൽ ശുഷ്കമായ ഐസുതരികകം "വിതയ്ക്കുമ്പോൾ" മഞ്ഞിലെ ജലകണങ്ങളും നേരിയ ഐസുതരികളായി രൂപാന്തരപ്പെടുകയാണ് ചെയ്യുന്നതു്.

പല യുദ്ധരംഗങ്ങളിലും കാലാവസ്ഥ ഒരു നാണ്യായകഘടകമായിട്ടുണ്ട്. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിൽ നാസികകം ക്ക് ഇംഗ്ലീഷുചാനൽ കടക്കാൻ സാധിയ്ക്കാതെ പോയതു് കാലാവസ്ഥ പ്രതികൂലമായിരുന്നതിനാലാണല്ലോ. കൃത്രിമ നിർമ്മിതമായ കാലാവസ്ഥയെ ഹൈഡ്രജൻബോബിനെപ്പോലെത്തന്നെ ശക്തിമത്തായ ഒരു ആയുധമായി യുദ്ധരംഗത്തു് ശത്രുക്കകംക്കെതിരെ ഫലപ്രദമായി പ്രയോഗിയ്ക്കാമെന്നു് പല യുദ്ധവിദഗ്ദ്ധന്മാരും ഇന്നു് വിശ്വസിയ്ക്കുന്നുണ്ട്.

ഇത്തരുണത്തിൽ ഒരു ചോദ്യം പൊന്തിവരുന്നു: "മനുഷ്യനു്, യഥാർത്ഥത്തിൽ, ഏന്നെങ്കിലും കാലാവസ്ഥയെ നിയന്ത്രിയ്ക്കാൻ കഴിയുമോ" ? ഇതു ചോദ്യത്തിനുള്ള ഉത്തരം ഇന്നുവരെയുണ്ടായിട്ടുള്ള തെളിവുകളുടെയും പഠനങ്ങളുടെയും വെളിച്ചത്തിൽ തീരെ നിഷേധാത്മകമായിരിയ്ക്കുകയില്ല. കാലാവസ്ഥ മനുഷ്യന്റെ കൈപ്പടിയിലൊതുങ്ങുന്നതാണെന്നു് തോന്നുമെങ്കിലും, അതിന്റെ പരിപൂർണ്ണ നിയന്ത്രണം സാദ്ധ്യമാണെന്നു് ഏറ്റവുമധികം ശുഭാപ്തി വിശ്വാസമുള്ള ഒരു കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ പോലും പറയാൻ മുതിരുമോ എന്നു് സംശയമാണു്. ആ ചോദ്യത്തിനുള്ള ഉത്തരം ഇതു മാത്രമാണു്: "കാലാവസ്ഥയെ പരിപൂർണ്ണമായി നിയന്ത്രിക്കുവാനുള്ള കരുത്തു് മനുഷ്യനു് ഒരിയ്ക്കലും ഉണ്ടാവുകയില്ല.

കാലാവസ്ഥയെ അതിന്റെ "പാട്ടിനു്" വെറുതെ വിട്ടേയ്ക്കണമെന്നു് പലർക്കും അഭിപ്രായമുണ്ടു്. അതിനെ മാറ്റി മറിയ്ക്കാനുള്ള മനുഷ്യന്റെ പാഴ്വേലകൾ ഒരു "ബൂമെറാങ്ങിന്റെ" (Boomerang) പ്രവർത്തനംപോലെയാവുമെന്നു് അവർ ഭയപ്പെടുന്നു; സൃഷ്ടിപരമായ ലക്ഷ്യങ്ങൾക്കു നേടുന്നതിനുപകരം സംഹാരപരമായ ഫലങ്ങൾ അതു മൂലം അനുഭവിക്കേണ്ടിവരുമെന്നും അവർ ചൂണ്ടിക്കാട്ടുന്നുണ്ടു്.

കാലാവസ്ഥാ നിയന്ത്രണത്താൽ പല നിയമ പ്രശ്നങ്ങളും അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടു്. ഒരു പ്രദേശത്തു് കൃത്രിമമായി മഴ പെയ്യിക്കപ്പെട്ടുവെന്നിരിക്കട്ടെ. ഉടനെത്തന്നെ അയൽ പ്രദേശത്തുകാർ പ്രതിഷേധം രേഖപ്പെടുത്തുകയായി. കാരണം? അവർക്കു് മഴ നിഷേധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്നതുതന്നെ. ഒരിക്കൽ ഇത്തരമൊരു സംഭവം അമേരിക്കയിലുണ്ടാവുകതന്നെ ചെയ്തു. അത്തരം പ്രതിഷേധ പ്രകടനങ്ങൾ അന്താരാഷ്ട്രീയ തലത്തിലുണ്ടാവുകയാണെങ്കിൽ ഫലമെന്തായിരിക്കും?

അദ്ധ്യായം 10

പുരോഗതി-നമ്മുടെനാട്ടിൽ

തുമ്പയിലെ റോക്കറ്റ്‌വിക്ഷേപണകേന്ദ്രം
(Thumba Equatorial Rocket Lannching Station TERLS)

സമാധാനപരമായ ആവശ്യങ്ങൾക്കുവേണ്ടി ബാഹ്യാന്തരീക്ഷ പര്യവേഷണം നിർവ്വഹിക്കാനുള്ള ചുമതല 1961–ൽ ഇന്ത്യാഗവർമ്മേണ്ടു് അറോമിക് എനർജിക മ്മീഷനെ ഭരമേല്പിച്ചു. ഇതിനുവേണ്ട നയങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തുകയും പ്രാവർത്തികമാക്കുകയും ചെയ്യുന്നകാര്യത്തിൽ ആ വകുപ്പിനെ സഹായിക്കാനും, ഉപദേശിക്കാനും ഒരു സമതി (Indian National Committe for space Rcsearch-Incos par) 1962–ൽ രൂപവൽകൃതമായി.

"Incospar" എന്ന ചുരുക്കപ്പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന ആ സമതിയുടെ അഭിമുഖ്യത്തിലാണു് തിരുവനന്തപുരത്തിനടുത്തു് തുമ്പയിലെ ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ റോക്കറ്റ് വിക്ഷേപണകേന്ദ്രം (TERLS) സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതു്. 1993 നവമ്പർ 21–ാം തീയ്യതി അതു് പ്രവർത്തനമാരംഭിച്ചു. സോഡിയം വാതകം നിറച്ച ഒന്നാമത്തെ "നൈക് അപ്പാച്ചെ റോക്കറ്റ്" (Nike-Apache Rocket) അന്നു് അവിടെനിന്നു് വിക്ഷേപണം ചെയ്യുകയുണ്ടായി.

ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയിലെ കാന്തവലയത്തിൽവെച്ചു് നിരീക്ഷിക്കപ്പെടേണ്ട Sounding Rocket പരിപാടി അമേരിക്കയിലെ നാസാഫ്രാൻസിലെ സ്സെസ് (Cnes) റഷ്യയിലെ സയൻസ് അക്കാദമി എന്നീ സ്ഥാപനങ്ങളുടെ സഹകരണങ്ങളോടെയാണു് സാധിതമായിരിയ്ക്കുന്നതു്.

ബാഹ്യാന്തരീക്ഷ പര്യവേക്ഷണങ്ങളുടെ സാമാധാന പൂർവ്വമുള്ള ഉപയോഗത്തിനുവേണ്ടി പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്ന ഐക്യരാഷ്ട്രസമതിയുടെ കീഴിലുള്ള ശാസ്ത്രീയസാങ്കേതിക ഉപസമതി 1962 ൽ ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ സൌണ്ടിങ്ങ് റോക്കറ്റ് വിക്ഷേപണസൌകര്യം കൂടിയേകഴിയൂ എന്നു് ചൂണ്ടിക്കാട്ടി.

അന്തരീക്ഷത്തിലെ വിപുലമായ ഒരു മേഖലയിൽ പരീക്ഷണപരമായ പഠനങ്ങളും നടത്തുന്നതിനു് ഏറ്റവും പ്രയോജനപരമായ ഒരു പാധിയാണല്ലോ സൌണ്ടിങ്ങ് റോക്കറ്റ്. ബലൂണുകളുടെ പരിധിക്കപ്പുറവും ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനപരിധിക്കപ്പുറവുമുള്ള 30 ഉം 200 ഉം കിലോമീറ്ററുകൾക്കിടയിലുള്ള തലങ്ങളെ നേരിട്ടതിനു് തിട്ടപ്പെടുത്താനുള്ള ഏകമാർഗ്ഗ ഉപാധിയായിട്ടാണു് വാസ്തവത്തിൽ അവ നിലക്കൊള്ളുന്നതു്. അന്താരാഷ്ട്രീയ ജിയോഫിസിക്കൽ വർഷത്തിന്റെയും (I. G. y) അന്താരാഷ്ട്രീയ ജിയോഫിസിക്കൽ സഹകരണത്തിന്റെയും 1959–ൽ നടത്തപ്പെട്ട സമാധാനപരമായ ബാഹ്യാകാശ പര്യവേഷണ പരിപാടിയിലേക്കു് സാരമായ ചില സംഭാവനകളും നൽകാൻ അവയ്ക്കു് കഴിഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്. അന്താരാഷ്ട്രീയ ശാന്തസൂര്യവർഷത്തിന്റെയും (I. Q. S. Y) അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി പര്യവേഷണത്തിന്റെയും ഇൻഡ്യാ സമുദ്ര ഗവേഷണത്തിന്റെയും പരിപാടികൾക്കു് ഇവ സഹായകമായിത്തീരുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ടു്.

1962 മേയ് മാസത്തിൽ കോസ്മാർ പ്രാവർത്തിക ഗ്രൂപ്പ്–2ന്റെ ശുപാർശയിന്മേൽ സൌണ്ടിങ്ങ് റോക്കറ്റുകളുപയോഗിച്ചുള്ള ഗവേഷണങ്ങളുടെ പ്രാധാന്യത്തെ ഐക്യരാഷ്ട്ര ബാഹ്യാന്തരീക്ഷ ഗവേഷണ സമിതി അംഗീകരിക്കുകയുണ്ടായി. അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി പ്രതിപാദകശാസ്ത്രം, സൌരപ്രവർത്തനം (Solar activity), അയണമണ്ഡലം (Ionosphere) ഭ്രമിയുടെ കാന്തമേഖല എന്നീ രംഗങ്ങളിലേക്കുകൂടി സൌ

ണ്ടിങ്ങ്ു റോക്കറു പരിപാടി വ്യാപിപ്പിയ്ക്കുവാൻ സമിതി ഉദ്ദേശിക്കുന്നുണ്ട്.

സൌണ്ടിങ്ങ് റോക്കറു വിക്ഷേപണത്താവളങ്ങളുടെ പ്രവത്തന മേഖലുകൾക്കു് തമ്മിൽ ഗണ്യമായ അന്തരമുണ്ടു്. ദക്ഷിണാർദ്ധഗോളവും ഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ പ്രദേശവും അതിൽപ്പെടുന്നു. അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി പ്രതിപാദകശാസ്ത്രം, ഉപരിവായുമണ്ഡലപഠനം എന്നിവയെ സംബന്ധിച്ചടത്തോളം കാന്തഭ്രമദ്ധ്യരേഖാ മേഖല വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒന്നാണു് വിശേഷിച്ചും ഭ്രമിയുടെ കാന്തമണ്ഡലത്തിന്റെയും അയണമണ്ഡലത്തിന്റെയും കാര്യത്തിൽ

ഇന്നുവരെ അന്താരാഷ്ട്ര ശാന്തസൂര്യവർഷത്തിന്റെയും ഇൻഡ്യാ സമുദ്രത്തിലെ അന്താരാഷ്ട്ര പര്യവേഷണത്തിന്റെയും പരിപാടികളുടെ ഭാഗമെന്ന നിലയിൽ തുമ്പയിൽ നിന്നു് 44 ഓളം ഗഗനനിരീക്ഷണറോക്കറുകൾ വിക്ഷേപണം ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടു്. ഇവ ഓരോന്നും 65 കിലോമീറർ പൊക്കത്തിൽവച്ചു് നിശ്ചിതമായ കാലയളവിൽ (135 സെക്കണ്ടു്) ഘടിപ്പിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ള ഒരു ഫ്യൂസ് ഉപകരണത്തിന്റെ സഹായത്തോടെ പുറംതള്ളാവുന്ന ചവറുപോലുള്ള വിക്ഷേപവസ്തുക്കൾ ഉൾക്കൊണ്ടിരുന്നു. 65–ം 30–ം കിലോമീററുകൾക്കിടയിലുള്ള മേഖലകളിലെ വായുമർദ്ദം അളക്കുകയും അതിന്റെ ഫലങ്ങൾ ബോംബെയിലെ ലോക അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി പഠനകേന്ദ്രത്തിലേക്കു് അയക്കുകയുമുണ്ടായി. ഈ പരിപാടി ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശത്തെ അന്തരീക്ഷാവസ്ഥകളെക്കുറിച്ചും ഇൻഡ്യ സമുദ്രമേഖലകളെക്കുറിച്ചും ഉള്ള നമ്മുടെ അറിവുകൾ വികസിപ്പിക്കാൻ ഉതകും. ഭ്രമദ്ധ്യകാന്തമേഖലക്കു് മുകളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നുവെന്നറിയപ്പെടുന്ന മദ്ധ്യരേഖാ വൈദ്യുതമേഖല, (Equatorial electro-yct) ഉപരിയാകാശത്തെക്കുറിച്ചും, വിശേഷിച്ചു് ഭ്രമിയുടെ

കാന്തശേഖരത്തിന്റെ സാന്നിദ്ധ്യത്തിലുളവാകുന്ന ജടികവും സജീവവുമായ അണുകങ്ങളുടെ പരസ്പര പ്രവർത്തനങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഉള്ള നിരവധി രസാവഹമായ പ്രശ്നങ്ങൾ അവതരിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. കാന്തമദ്ധ്യരേഖലിൽനിന്നും ലംബമാനമായാണ് ഭ്രമിയുടെ കാന്തമേഖല നിലകൊള്ളുന്നതെന്നകാര്യം സവിശേഷമായ പരിഗണനയർഹിക്കുന്നു. കാന്തമദ്ധ്യരേഖയിലുള്ള ഭ്രമിയുടെ കാന്തവലയം ഇൻഡ്യാ സമുദ്രപ്രദേശത്ത് അത്യധികം ശക്തമായും, ദക്ഷിണമേരിക്കാ പ്രദേശത്ത് എത്തുമ്പോൾ അത്യധികം ദുർബ്ബലമായുമാണ് കാണപ്പെട്ടുന്നത്. ഈ മേഖലയുടെയും ബഹ്യാണ്ഡക മേഖലയുടെയും (Regian of trapped particles) നടുവിലായി അനേകശതം കിലോമീറ്ററുകളോളം വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ഒരു സമാന്തര ചതുരപ്രദേശം കാണപ്പെട്ടുന്നുണ്ട്. ഇതാകട്ടെ ശാസ്ത്രീയ ഗവേഷണത്തിനു് കൂടുതൽ സാദ്ധ്യതകൾ സൃഷ്ടിയ്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

ഗഗന നിരീക്ഷണത്തിനു് തുമ്പയിൽ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്ന റോക്കറ്റുകളെല്ലാം തന്നേയും വിക്ഷേപണ വസ്തുക്കളുടെങ്ങിയ ജൂഡിഡാർട്ടുകളാണു്. ഇന്നേവരെ നൂറുശതമാനം വിജയമാണു് ഈ പരിപാടി. മിക്ക പരീക്ഷണങ്ങളിൽ നിന്നും വിലയേറിയ വസ്തുതകൾ ശേഖരിയ്ക്കുകയും അതിന്റെ പ്രയോജനം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിലയിരുത്തുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഈ പരീക്ഷണങ്ങളെക്കുറിച്ചു ഒരു റിപ്പോർട്ടു് "കോസ്പാർ" സമ്മേളനത്തിൽ സമർപ്പിയ്ക്കുകയുണ്ടായി.

അന്തരീക്ഷതലത്തിന്റേയും ഉന്നത തലത്തിന്റേയും പഠന നിരീക്ഷണങ്ങൾ, മാസറിക്കു് പാരമീറ്ററുകളിലുണ്ടാവുന്ന വ്യത്യാസങ്ങളുടെ അളവെടുക്കലുകൾ, കോസ്മിക് രശ്മികളുടെ സാന്ദ്രതയെക്കുറിച്ചുള്ള നിരന്തര പരിശോധനകൾ, ലംബമായ അയണോ സോണ്ടിന്റെ (Vertical Iono sonde) പഠനം, അയണോസ്ഫിയറിലെ ചലനങ്ങളുടെ അ

ളവെടുക്കൽ, "റിയോമീറ്റർകം", സൌരപ്രവർത്തനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പഠനങ്ങൾകം (കൊഡൈക്കനാൽ) എന്നീ പരിപാടികൾകം തുമ്പയിലെ റോക്കറ്റ് വിക്ഷേപണ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു.

ശാസ്ത്രീയമായ വിധത്തിൽ അന്തരീക്ഷപഠനം നിർവ്വഹിയ്ക്കുന്നതിനു വേണ്ടിയാണ് തുമ്പയിൽ നിന്ന് റോക്കറ്റുകൾകം അധികവും വിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതു്. സമുദ്രവിതാനത്തിൽ നിന്ന് 30,000 വും 60,000 വും മീറ്റർ ഉയരത്തിലുള്ള മേഖലകളിലെ വായുസഞ്ചാര യോഗ്യതയെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങൾകം നൽകാൻ അവയ്ക്കു കഴിയുമെന്നും അങ്ങനെ അന്തരീക്ഷപഠനം സുസാധ്യമായിത്തീരുമെന്നും പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. അന്താരാഷ്ട്രീയ ഇന്ത്യാ സമുദ്രഗവേഷണത്തിന്റെ കാര്യത്തിൽ ഗണ്യമായ സംഭാവനകൾകം നൽകാൻ ഈ പരിപാടിയ്ക്ക് കഴിയുമെന്നും കരുതപ്പെടുന്നു.

തുമ്പയിലെ സജ്ജീകരണങ്ങളിൽ താഴെപറയുന്ന സൌകര്യങ്ങൾകം ഉൾപ്പെടുന്നു:– റോക്കറ്റ് ശേഖരണവും, സജ്ജീകരണവും, റോക്കറ്റ്വിക്ഷേപണങ്ങൾകം, വിക്ഷേപണപ്രവർത്തനങ്ങൾകുള്ള ബേസ്ക്യാമ്പ്ഹൌസുകൾകം, വിക്ഷേപണവസ്തുസജ്ജീകരണം, സൂചിക, റഡാർ, ടെലിമിട്രിസ്റ്റേഷൻ, ഡോപ്ലർ റാഡർ എന്നിവയുൾപ്പെടുന്ന ഗ്രൌണ്ട്സപ്പോർട്ടിങ്ങ്; മെറ്റീരിയോളജിക്കൽ സപ്പോർട്ട്, സമയനിർണ്ണയനം തുടങ്ങിയവയ്ക്കുള്ള ഉപകരണങ്ങൾകം, റേഡിയോ കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ ഇലക്ട്രോണിക് കംപ്യൂട്ടർ എന്നിവ അവയിലുൾപ്പെടുന്നു. അന്തരീക്ഷനിരീക്ഷണ റോക്കറ്റുകളിലോ, ബലൂണുകളിലോ അടക്കം ചെയ്തിട്ടുള്ള ഉപകരണങ്ങളോട് ബന്ധം പുലർത്താൻ പറ്റിയ മറ്റൊരു യന്ത്രോപകരണം കൂടി ഇവിടെ സ്ഥാപിച്ചു കൊണ്ടിരിയ്ക്കുന്നു.

തുമ്പയിലെ സാങ്കേതികവിഭാഗം കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നവർ മുഴുവനും ഇന്ത്യക്കാരാണ്. റോക്കറ്റുകൾ ഇന്ത്യയിൽ തന്നെ നിർമ്മിയ്ക്കാൻ ഇപ്പോൾ പ്രവർത്തനം നടന്നുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുകയാണ്. അഹമ്മദാബാദിൽ ഒരു ഗ്രൗണ്ടുസ്റ്റേഷൻ രൂപം കൊണ്ടുവരികയാണ്. തുമ്പയിലെ ഭൂമദ്ധ്യരേഖാ റോക്കറ്റു വിക്ഷേപണകേന്ദ്രത്തിന്റെ പേരിൽ നമുക്ക് തികച്ചും അഭിമാനം കൊള്ളാം.

കുറെ പരിശ്രമങ്ങൾ

ദിനംപ്രതിയുള്ള കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനത്തിൽ നമ്മുടെ നാട്ടിലെ കൃഷിക്കാരന് വലിയ താല്പര്യമൊന്നുമില്ല. കാലവർഷമാണ് അയാളെ സംബന്ധിച്ച പ്രധാന പ്രശ്നം. 1877 ൽ ഉണ്ടായ മദ്രാസിലെ ക്ഷാമത്തിനുശേഷം അന്നത്തെ ഇന്ത്യയിലെ അന്തരീക്ഷശാസ്ത്രജ്ഞ ഗവേഷണത്തിന്റെ തലവനായ എച്ച്. എഫ്. ബ്ലാൻഫോഡിനോട് കാലവർഷത്തെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രവചനങ്ങൾ നടത്താൻ ഗവർമ്മെണ്ട് ആവശ്യപ്പെട്ടു.

ശൈത്യകാലത്തോ അഥവാ വസന്തത്തിൽ ഹിമാലയപ്രദേശങ്ങളിലും ഹിന്ദുക്കുഷിലും വീഴുന്ന മഞ്ഞിനും അതിനെത്തുടർന്നുണ്ടാവുന്ന കാലവർഷത്തിനും തമ്മിൽ അഭേദ്യമായ ഒരു ബന്ധമുണ്ടെന്ന് ബ്ലാൻഫോർഡ് കണ്ടുപിടിച്ചു. ഹിമാതലം അധികമായാൽ വർഷപാതം കുറയുമെന്നായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ വിശ്വാസം. പക്ഷെ ഇന്നത്തെപ്പോലെ വേണ്ടത്ര ഉപകരണങ്ങളും അക്കാലത്തില്ലായിരുന്നതിനാൽ ഹിമപാതവും വർഷപാതവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുള്ള അന്നത്തെ ശ്രമങ്ങൾ ഉപേക്ഷിയ്ക്കപ്പെടുകയാണ് ചെയ്തത്. കാലാവസ്ഥാ ഉപഗ്രഹങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ ആവഴിയ്ക്കുള്ള ശ്രമങ്ങൾ ഇന്ന് വേണമെങ്കിൽ, തുടരാവുന്നതാണ്.

ഇൻഡ്യയിലെ അന്തരീക്ഷശാസ്ത്ര ഗവേഷണ വിഭാഗം (Indian Meteorological Department) എല്ലാ കൊല്ലവും ജൂൺ മാസത്തിൽ കാലവർഷത്തെക്കുറിച്ച് ഒരു "മെമ്മൊറാണ്ടം" പ്രസിദ്ധം ചെയ്യുക പതിവാണ്. 1965-ൽ കൃഷിക്കാരന് ഏറ്റവും ആവശ്യമായിരുന്ന സമയത്തു് കാലവർഷം ലഭിച്ചില്ല. ഈ അനുഭവം മെമ്മൊറാണ്ടത്തിലെ പ്രസ്താവനയ്ക്ക് നേരെ വിപരീതമായിരുന്നു. ഇതിൽനിന്ന് നമ്മുടെ ഇന്നത്തെ കാലാവസ്ഥാ പ്രവചനങ്ങളും ഇൻഡ്യൻ കൃഷിക്കാരനെ തൃപ്തിപ്പെടുത്താൻ തക്കവണ്ണം വളർന്നുകഴിഞ്ഞിട്ടില്ലെന്ന് വ്യക്തമായല്ലോ.

1945-ൽ ഇന്ത്യൻ അന്തരീക്ഷശാസ്ത്ര ഗവേഷണ വിഭാഗത്തിന്റെ ഓരോ കേന്ദ്രങ്ങളും ബോംബെ, കൽക്കത്ത, ഡെൽഹി, മദ്രാസ്, നാഗപ്പൂർ എന്നിവിടങ്ങളിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. അവ വിശദമായ കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണങ്ങളും ദിനം പ്രതിയുള്ള പ്രവചനങ്ങളും നടത്തുന്നുണ്ട്.

അന്താരാഷ്ട്ര ഇന്ത്യാസമുദ്ര ഗവേഷണ പരിപാടിയുടെ ഒരു ഭാഗമെന്നനിലക്ക് 1968 മുതൽക്ക് വിമാനത്തിൽനിന്നും കപ്പലിൽനിന്നും ഉപഗ്രഹത്തിൽനിന്നും കാലാവസ്ഥാ നിരീക്ഷണങ്ങളും നടത്താൻ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. ആ നിരീക്ഷണങ്ങളും ഇന്ത്യയിലെ കാലവർഷ രഹസ്യത്തിലേക്ക് അല്പാല്പം വെളിച്ചം വീശാൻ തുടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. അതിനെക്കുറിച്ച് വഴിയെ പ്രതിപാദിക്കുന്നുണ്ട്. അങ്ങനെ പ്ലാൻബോർഡിന്റെ സ്വപ്നം സമീപഭാവിയിൽത്തന്നെ സഫലീകരിക്കപ്പെട്ടേക്കാം.

മൺസൂൺപ്രഹേളിക

ഇന്ത്യയിലെ അന്തരീക്ഷ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെ നാളിതുവരെ വിഷമിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു പ്രതിഭാസമാണ് നമ്മുടെ മോൺസൂൺ. അതിനെക്കുറിച്ചുള്ള പഴയ അഭിപ്രായങ്ങളും

പുതിയ സിദ്ധാന്തങ്ങൾക്കു് വഴിമാറികൊടുക്കേണ്ട സമയം ആസന്നമായിരിക്കുന്നുവെന്നു് സംശയിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. നൂതന സിദ്ധാന്തങ്ങൾ, ഭാവിയിൽ ഇന്ത്യയിലെ കാലാവസ്ഥാപ്രവചനങ്ങളെ കായ്മമായി ബാധിക്കുമെന്നു് തീച്ചയാണു്.

ഇന്ത്യാ ഉപവൻകരയ്ക്കു് പരമ പ്രധാനമായ ഒന്നാണു് മോൺസൂൺ. എല്ലാ വേനലിലും അനേക ലക്ഷം ടൺ പരിശുദ്ധജലം അറബിക്കടലിൽനിന്നു് വഹിച്ചുകൊണ്ടുവന്നു് ഇവിടെ കോരിച്ചൊരിയുന്നതു് നമ്മുടെ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ മോൺസൂൺ ആണു്. ആ ജലമത്രയും ഒഴുകിച്ചെന്നു ചേരുന്നതു് ബങ്കാളം ഉൾക്കടലിലാണു്.

ഓരോ കൊല്ലവും മിക്കവാറും ഒരേ കാലത്തുതന്നെ മോൺസൂൺ നമ്മുടെ നാടിനെ സന്ദർശിയ്ക്കാറുണ്ടു്. അതോടൊന്നിച്ചാണു് നമുക്കു് സുലഭമായി മഴ കിട്ടുന്നതു്. ആ കാലത്തു് നമുക്കു് മഴ കൃത്യമായി കിട്ടുന്നതിനാലായിരിയ്ക്കാം അതിനെ കാലവർഷം എന്നു് നാം വിളിയ്ക്കുന്നതു്.

എന്നാൽ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ മോൺസൂൺ എല്ലായ്പോഴും ഈ കൃത്യത പാലിച്ചെന്നുവരില്ല. അതിന്റെ ഫലം ദൂരവ്യാപകമായിരിക്കുകയും ചെയ്യും. ദശാബ്ദങ്ങളായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ഇതിന്റെ വിവിധ വശങ്ങളെക്കുറിച്ചു് പഠിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണു്. അതിന്റെ ഉല്പത്തി സ്ഥാനത്തെക്കുറിച്ചു് കുറെയൊക്കെ മനസ്സിലാക്കാൻ അവർക്കു് ഇന്നു് സാധിച്ചിട്ടുണ്ടു്.

ഭൂമദ്ധ്യരേഖക്കു് തെക്കുനിന്നു് തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ മോൺസൂൺ വരുന്നുവെന്നാണല്ലോ ഇന്നു് പരക്കെയുള്ള വിശ്വാസം. ഉത്തരാർദ്ധഗോളത്തിൽ വാണിജ്യവാതം വടക്കുകിഴക്കുനിന്നും ദക്ഷിണാർദ്ധഗോളത്തിൽ തെക്കുകിഴക്കുനിന്നുമാണ

ല്ലോ അടിയുന്നതു്. വാണിജ്യവാതം ഒരർഗോളത്തിൽനിന്നു് മറേറതിലേയ്ക്കു് കടക്കുന്നതിനു് തടസ്സമായി നിൽക്കുന്നതു് ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയാണു്.

എന്നാൽ മോൺസൂൺ മാസങ്ങളിൽ തെക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യക്കാററിനു് ഭ്രമദ്ധ്യരേഖ കടക്കാൻ അന്തരീക്ഷാവസ്ഥകൾ അനുകൂലമാവുന്നു. ഭ്രമിയുടെ ഭ്രമണം മൂലം തെക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യക്കാററിന്റെ ദിശ മാറി തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ കാററായിത്തീരുന്നു. ഈ കാററു് ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിന്റെ മീതെക്കൂടി അടിച്ചുവരുന്നതിനാൽ ഈർപ്പമുള്ളതായിരിയ്ക്കും. അറബിക്കടലിൽനിന്നുവരുന്ന കാററിനെ പശ്ചിമഘട്ടവും ബംഗാൾ ഉൾക്കടലിൽനിന്നുവരുന്ന കാററിനെ ഹിമാലയപർവ്വതവും തടുത്തുനിത്തി മഴ പെയ്യിയ്ക്കുന്നു.

ഒരുസംശയം—പുതിയസിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ആവിർഭാവം

നമ്മുടെ മോൺസൂൺ വായുപ്രവാഹം ദക്ഷിണാർദ്ധഗോളത്തിൽനിന്നു് ഇന്ത്യാ സമുദ്രത്തിന്റെ മീതെക്കൂടി അടിച്ചുവരുന്നതാണെന്ന സിദ്ധാന്തം യുക്തിയ്ക്കു് നിരക്കുന്നതാണെന്നു് നമുക്കു് ഒററനോട്ടത്തിൽ തോന്നാമെങ്കിലും, യുനെസ്കോ (Unesco) വിന്റെ ആഭിമുഖ്യത്തിൽ അടുത്തകാലത്തു് നടത്തപ്പെട്ട അന്താരാഷ്ട്രീയ ഇന്ത്യാ സമുദ്രഗവേഷണം വെളിപ്പെടുത്തിയ ചില വസ്തുതകൾ ചിരകാലപ്രതിഷ്ഠിതമായ നമ്മുടെ സിദ്ധാന്തവുമായി പൊരുത്തപ്പെടുന്നില്ല.

ഇന്ത്യാ സമുദ്രത്തിന്റെ മീതെയുള്ള അന്തരീക്ഷത്തെക്കുറിച്ചു് പലനിരീക്ഷണ പരീക്ഷണങ്ങളും നടന്നിട്ടുണ്ടു്. അവയിൽനിന്നു് ശേഖരിയ്ക്കപ്പെട്ട സ്ഥിതിവിവരക്കണക്കുകളേയും മറും ബോംബെയിലെ International Meteorological Centre ഉം പൂനയിലെ Institute of Tropical Meteorology യും അപഗ്രഥിച്ചുനോക്കിയപ്പോൾ അവർ താഴെയുള്ള നിഗമനങ്ങളിലാണു് എത്തിച്ചേർന്നതു്.

സജീവമായ മോൺസൂൺ മാസങ്ങളിൽ $1\frac{1}{2}$ മുതൽ 5 കി ലോമീറ്റർ ഉയരത്തിൽക്കൂടി അടിയുന്ന കാറ്റ് വടക്കെ ആ ഫ്രിക്കയിൽ നിന്നു് പുറപ്പെട്ടു് ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിന്റെ മീതെ ക്കൂടി വരുന്നു. ആ കാറ്റ് വരുന്നതു് ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയുടെ തെ ക്കു നിന്നല്ല.

ആ സമയത്തു് ഭ്രമദ്ധ്യരേഖയുടെ മീതെയുള്ള വായു വിൽ അധികം ഈർപ്പമില്ല. വാസ്തവത്തിൽ, ആ വായു ഈർപ്പരഹിതമാണു്."

പൂനയിലെ Institute of Tropical Meteorology യുടെ ഡയറക്ടറായ ഡോക്ടർ പി. ആർ. പിഷാരോടി, മേൽ പ്ര സ്താവിയ്ക്കപ്പെട്ട വസ്തുതകളെ ഉൾക്കൊള്ളിച്ചുകൊണ്ടു് ധൈര്യ പൂർവ്വം ഒരു "പ്രബന്ധം" ഒരു സിമ്പോസിയത്തിൽ പ്രസിദ്ധ പ്പെടുത്തി. തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ മോൺസൂൺ ഇന്ത്യയിലേ ക്കു വഹിച്ചുകൊണ്ടു വരുന്ന ജലാംശം ഏറിയ ക്രമം ശേഖരി ക്കപ്പെടുന്നതു് അറബിക്കടലിൽ നിന്നാണെന്നു് അദ്ദേഹം അതിൽ ഊന്നിപ്പറഞ്ഞിട്ടുണ്ടു്.

അഭിപ്രായ സംഘട്ടനം

പുതിയ സിദ്ധാന്തത്തിന്റെ ആവിർഭാവത്തോടുകൂടി ഇ ന്ത്യൻ അന്തരീക്ഷസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരുടെ ഇടയിൽ അ ഭിപ്രായഭിന്നത ഉണ്ടായി. മോൺസൂൺ കാലത്തു് തെക്കു കിഴക്കൻ വാണിജ്യവാതം ഭ്രമദ്ധ്യരേഖ കടക്കുന്നുണ്ടെന്നും സു മാർ ഒന്നര കിലോമീറ്റർ ഉയരംവരെ നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷ ത്തിൽ ആ വായു ആകാലത്തു് വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നുണ്ടെന്നും ഉള്ള വസ്തുതകളെ നിഷേധിക്കാനാവില്ല.

പഴയമാർഗ്ഗങ്ങളുപയോഗിച്ചു് പുതിയ സിദ്ധാന്തം ശരി യാണെന്നു തെളിയിക്കാൻ വിഷമമായിരുന്നു. അതുകൊണ്ടു്

ഇതിന്നായി ഒരു നൂതന മാർഗ്ഗംതന്നെ ആവിഷ്ക്കരിക്കപ്പെട്ട-അന്തരീക്ഷവായുവിൽ Radon (റാഡോൺ) എത്രയുണ്ടെന്നു് അളന്നുകണ്ടുപിടിക്കലാണു് ആ മാർഗ്ഗം.

മണ്ണിൽനിന്നു് സ്വഭാവികമായി ഇടതടവില്ലാതെ ഉയരുന്ന ഒരു റേഡിയോആക്ടീവു് വാതകമാണു് റാഡോൺ. അതുകൊണ്ടു വൻകരകളുടെ മീതെയുള്ള വായുവിൽ ധാരാളം റാഡോൺ അടങ്ങിയിരിക്കും. സമുദ്രജലത്തിൽ തീരെ റാഡോൺ ഇല്ലാത്തതിനാൽ സമുദ്രങ്ങൾക്കു മീതെയുള്ള വായുവിൽ അതു് തീരെ ഉണ്ടാവുകയില്ല. മാത്രമല്ല റാഡോൺ അല്പദിവസങ്ങൾക്കുള്ളിൽ ക്രമേണ നശിക്കുകയും ചെയ്യും.—4 ദിവസം കൊണ്ടു അതു പകുതിയായി ചുരുങ്ങുന്നു.

അതുകൊണ്ടു് വൻകരയിൽനിന്നുവരുന്ന വായു ഒന്നോ രണ്ടോ ദിവസം സമുദ്രത്തിനുമീതെക്കൂടി സഞ്ചരിക്കുകയാണെങ്കിൽ തന്നെ ആ വായുവിൽ ധാരാളം റാഡോൺ ഉണ്ടായിരിക്കും. എന്നാൽ കുറെ ദിവസങ്ങളോളം അതു സമുദ്രത്തിനുമീതെ സഞ്ചരിച്ചാൽ വായുവിൽ റാഡോൺ കുറവായിരിക്കും.

അപ്പോൾ അറബിക്കടലിനുമീതെയുള്ള വായു വടക്കെ ആഫ്രിക്കയിൽനിന്നു വരുന്നതാണെങ്കിൽ ധാരാളം റാഡോൺ അടങ്ങിയതും (Radon-rich-air) അതു തെക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യവാതത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗമാണെങ്കിൽ റാഡോൺ കുറവുള്ളതും (Radon poor air) ആയിരിക്കുമെന്നു നമുക്കു പ്രതീക്ഷിക്കാമല്ലോ.

റാഡോൺ പരീക്ഷണം

കഴിഞ്ഞ ജൂലൈയ് മാസത്തിൽ (1966) ടാറാ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഫണ്ടമെൻറൽ റിസർച്ച് എന്ന സ്ഥാപനം അറബിക്കടലിനും ഭൂമദ്ധ്യരേഖാ പ്രദേശത്തിനും മീതെയുള്ള

അന്തരീക്ഷ വായുവിൽ എത്രമാത്രം റാഡോൺ ഉണ്ടെന്നു കണ്ടുപിടിക്കാൻ തീരുമാനിച്ചു. അവർ അതിനുപയോഗിച്ച ഉപകരണം വളരെ ലഘുവും ചെലവു ചുരുങ്ങിയതും ആയിരുന്നു.

ഒരു അരിപ്പുകടലാസ് ഘടിപ്പിച്ച സാധാരണ റോട്ടറിപ്പമ്പ് ആണ് അതിന്റെ മുഖ്യ ഘടകം. പമ്പ് അന്തരീക്ഷവായുവെ അരിപ്പക്കടലാസിൽക്കൂടെ വലിച്ചെടുക്കുമ്പോൾ വായുവും റാഡോൺ വാതകവും അരിപ്പക്കടലാസിൽക്കൂടി കടന്നുപോകും. എന്നാൽ റാഡോണിന്റെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ (Solid decay products of Radon) അരിപ്പക്കടലാസിന്നു പുറത്തു് തടഞ്ഞുനിൽക്കപ്പെടുന്നു.

കുറച്ചുമണിക്കൂറുകൾക്കുശേഷം അരിപ്പക്കടലാസ്സും അതിന്മേൽ പറ്റിപ്പിടിച്ചിട്ടുള്ള റാഡോൺ അവശിഷ്ടങ്ങളും ഒരു "ഗൈഗർ കൌണ്ടറിൽ" വെയ്ക്കുന്നു. (റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി അളക്കാനുള്ള ഒരുപകരണമാണിതു്) റാഡോണിന്റെ അവശിഷ്ടങ്ങൾക്കും റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി ഉള്ളതിനാൽ കൌണ്ടർ അവയുടെ റേഡിയോ ആക്ടിവിറ്റി എത്രയെന്നു് കണ്ടുപിടിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്നു് വായുവിൽ എത്രമാത്രം റാഡോൺ ഉണ്ടെന്നു കണക്കാക്കാൻ എളുപ്പമാണു്.

ഗവേഷണസംഘം ഇപ്രകാരം രണ്ടു പ്രാവശ്യം പരീക്ഷണം നടത്തിനോക്കി. ഒന്നാമത്തെതു് ജൂലായ് രണ്ടാമത്തെ ആഴ്ചയിലും (അന്നു തീരെ മഴയുണ്ടായിരുന്നില്ല) രണ്ടാമത്തെതു ജൂലായി നാലാമത്തെ ആഴ്ചയിലും (അന്നുമോൺസൂൺ സജീവമായിരുന്നു).

രണ്ടുപരീക്ഷണങ്ങളുടെയും ഫലം ഒന്നുതന്നെയായിരുന്നു. ഭൂമദ്ധ്യരേഖയ്ക്കു തെക്കും വടക്കും റാഡോൺ കുറവുള്ള വായുവും അറബിക്കടലിനുമീതെ റാഡോൺ ധാരാളമടങ്ങിയ വായുവും കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടു.

ഇതിൽനിന്ന് നാമെന്തുമനസ്സിലാക്കണം? റാഡോൺ കുറവുള്ള തെക്കുകിഴക്കൻ വാണിജ്യവാതം ഭൂമദ്ധ്യരേഖ മുറിച്ചുകടക്കുന്നുവെന്നും റാഡോൺ ധാരാളമടങ്ങിയ വൻകരക്കാറ്റ് അറബിക്കടലിന്നുമീതെ ഉണ്ടെന്നും ആണ്. അറബിക്കടലിന്നുമീതെക്കൂടി അടിക്കുന്ന വൻകരക്കാറ്റ് അറേബിയയിൽനിന്നോ, വടക്കെ ആഫ്രിക്കയിൽ നിന്നോ വരുന്നതാവാനേ തരമുള്ളൂ.

അപ്പോൾ നമ്മുടെ മോൺസൂൺ കാറ്റുകൾ അറബിക്കടലിൽനിന്നാണ് ജലം വഹിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്നതെന്ന് തെളിയുന്നു.

പഠനാർഹമായ മറെറാരുസംഗതിക്കൂടിയുണ്ട്. മിക്ക നദികളും പടിഞ്ഞാറുനിന്ന് കിഴക്കോട്ട ഒഴുകി ബംങ്കാൾ ഉൾക്കടലിലാണല്ലോ ചെന്നുചേരുന്നത്. അതായത്; അറബിക്കടലിൽനിന്ന് മോൺസൂൺ വഹിച്ചുകൊണ്ടുവരുന്ന ജലം ബംങ്കാൾ ഉൾക്കടലിൽ ചെന്നു ലയിക്കുന്നുവെന്നു സാരം. അപ്പോൾ അറബിക്കടലിലെ കുറവു നികത്താൻ പ്രകൃതി എന്താണോവോ ചെയ്യുന്നത്? ഏതായാലും നമ്മുടെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അടുത്തകൊല്ലം ബംങ്കാൾ ഉൾക്കടലിൽ പരീക്ഷണം നടത്താൻ തീച്ചയാക്കിയിട്ടുണ്ടത്രെ.

കൃത്രിമമഴ

ഈ തുറയിലും നമ്മുടെ നാട്ടിൽ പരീക്ഷണങ്ങൾ നടക്കുന്നുണ്ട്. പാറ്റ്ന സയ്ൻസ്കലാശാലയിലെ പ്രൊഫസർ എസ്. കെ. ഘോഷ് അടുത്തകാലത്തു് കറിയുപ്പുപൊടി നിറച്ചതും, സ്വയം പൊട്ടുന്നതുമായ ഒരു ഡസൻ ബലൂൺ കൾ മേല്പോട്ടയച്ചു. 20 മിനിട്ടിനുള്ളിൽ 11 മില്ലീമീറ്റർ മഴ പെയ്യുകയും ചെയ്തു.

കൂടുതൽ പരീക്ഷണങ്ങൾ ഈ രംഗത്തു് നടത്താൻ നമ്മുടെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ തീരുമാനിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അവസാനമായി വായനക്കാരോട് ഒരുവാക്ക്: അന്തരീക്ഷ വായുമണ്ഡലശാസ്ത്രം പുരോഗതിയുടെ പടിവാതിൽക്കൽ ചെന്നെത്തിയിരിയ്ക്കുകയാണ്. പ്രകൃതിയിലെ അത്ഭുതങ്ങളുടെ "സമുദ്ര"ത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിലേക്ക് ഊളിയിട്ടുചെന്ന് ശാസ്ത്രവിജ്ഞാനത്തിന്റെ "മുത്തുകൾ" തപ്പിയെടുക്കാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അത്യദ്ധ്വാനം ചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. കാലാവസ്ഥാ ശാസ്ത്രത്തിനു് ചോരയും നീരും നൽകി മാംസവും മജ്ജയും വെച്ചുപിടിപ്പിയ്ക്കുന്നു് "ശാസ്ത്രീയമനോഭാവം" ഉള്ള ഈ തലമുറയുടെ ചുമതലയാണു്. അന്തരീക്ഷത്തിന്റെ ഭൌതിയ ശാസ്ത്രത്തെക്കുറിച്ചു് അടിസ്ഥാനപരമായ ഗവേഷണം നടത്തി ഈ ശാസ്ത്രശാഖയെ പുരോഗതിയുടെ "രാജപാത"യിലൂടെ നയിക്കേണ്ട ബാദ്ധ്യത ഭാവിയിലെ വായുമണ്ഡല ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർക്കുണ്ടു്. കെട്ടുപിണഞ്ഞുകിടക്കുന്നൂറായിരം വിഷമ പ്രശ്നങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള നവംനവങ്ങളായ ആശയങ്ങളും അവയെ നേരിടാനുള്ള നൂതന സമീപനരീതികളും നാളത്തെ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ സംഭാവന ചെയ്യുകിൽ.....!



PUNAVIRAVI ISLAM HIGH SCHOOL
Date.....

ആവലംബ ഗ്രന്ഥങ്ങൾ

1	Earth Science	Namowiz Stone
2	Man Versus Climate	Rusin, N. Flit L.
3	Weather	Frank Ross, Jr.
4	Meteorology	'Aeolus'
5	Science To-day	Times of India Publication
6	The Book of Popular Science-Vol : I.	
7	Sky Watchers	
8	Between-Earth and Space	
9	Wind and Weather	
10	How you can fore Cast Weather	
11	Wind, Storms and Rain	
12	How about the Weather	
13	Weather Elements	T. A. Blair
14	Why the Weather	C. F. Breoks
15	General Meteorology	H. R. Byers
16	Storm	George Stewart
17	Publications of the United States Weather Bureau	
18	Physics of the Air	W. J. Humphreys
19	Meteorology	W. I. Milham
20	Climatology	T. A. Blair
21	Introduction to Weather and Climate	G. T. Trewartha
22	Climate and Man	
23	Meteorological Instruments	W. E. K. Middleton
24	The Canophy of the Air	Liecoln Bamett
25	Cloud and Weather Atlas	H. D. Grant

