



Samaj Jagruti Shikshan Sanstha Murud's
SAMBHAJI COLLEGE, MURUD TA.DIST. LATUR

(Affiliated to S.R.T.M.University, Nanded)

DEPARTMENT OF GEOGRAPHY

(Academic Year 2022-23)

<https://sambhajicollegemurud.org/e-content/>



E-CONTENT OF

B.A. SECOND YEAR SEMESTER PATTERN (Choice Based Credit System)

Semester- III Paper-CCGEOG- VII Climatology

SWAMI RAMANAND TEERTH MARATHWADA UNIVERSITY, NANDED

Faculty of Humanities GEOGRAPHY

E-CONTENT DEVELOPED BY

DR. GANESH L. JADHAV

Associate Professor, Department of Geography,
Sambhaji College, Murud Ta. Dist. Latur

Peer Reviewed by

Dr. H.S.Waghmare
Head, Department of Geography,

Dr. S.N. Ubale
Department of Geography.

Published by

Dr. Narendra G. Mali
Principal

Sambhaji College, Murud. Ta. Dist. Latur.

**Syllabus of B. A. Second Year Subject: Geography
Semester- III Paper-CCGEOG- VII Climatology**

Marks: 50

Credits: 02

Periods: 60

Salient features:

1. The aim of the course is to introduce the student with Climate and its various components and also to study their dynamics.

Utility

1. To help students to know the climate since the Formation of the earth and changes those have occurred over a period of time and to predict climate change

Learning Objectives

1. To provide in depth knowledge about climatology.
2. To prepare student for various competitive examination.

Prerequisites

1. Book, Map, Globe, Models
2. ICT

Unit-1: Climatology its field Weather and Climate 12 Periods

- A) Definition, nature and scope of climatology
- B) Elements of weather and Climate

Unit-2: Atmosphere, Insolation and Temperature 12 Periods

- A) Atmosphere: Composition and Structure
- B) Insolation and Horizontal and Vertical distribution of temperature

Unit-3: Atmospheric Pressure and Winds 12 Periods

- A) Atmospheric pressure: vertical and horizontal distribution of pressure
- B) Types of Winds: Planetary, Periodic and Local winds.

Unit-4: Atmospheric Moisture and Cyclones 12 Periods

- A) Atmospheric Moisture - humidity and its types, Evaporation, condensation, and forms of precipitation.
- B) Tropical Cyclone.

Unit-5: Climate Classification and Applied climatology 12 Periods

- A) Thornthwaite's classification of climate of the world.
- B) Applied Climatology: Urban climate, climate and Health,

प्रकरण १ : हवामानशास्त्र -त्याचे अभ्यासक्षेत्र, हवा आणि हवामान

- अ) हवामानशास्त्राची व्याख्या, स्वरूप आणि व्याप्ती.
- ब) हवा व हवामानाचे घटक/ अंगे

प्रकरण २: वातावरण, सौरऊर्जा आणि तापमान

- अ) वातावरण: घटना आणि संरचना
- ब) सौरऊर्जा - तापमानाचे उभे व क्षितिज समांतर वितरण

प्रकरण ३: वातावरणीय दाब आणि वारे

- अ) वातावरणीय वायुभाराचे उभे व क्षितिज समांतर वितरण
- ब) वाऱ्याचे प्रकार: ग्रहीय वारे, नियतकालिक वारे आणि स्थानिक वारे

प्रकरण ४: वातावरणीय आर्द्रता आणि आवर्त

- अ) आर्द्रता व त्याचे प्रकार : बाष्पीभवन, सांद्रीभवन आणि वृष्टीचे रूपे
- ब) उष्णकटिबंधीय आवर्त

प्रकरण ५: हवामानाचे वर्गीकरण आणि उपयोजित हवामानशास्त्र

- अ) थॉर्नवेटचे हवामान वर्गीकरण
- ब) उपयोजित हवामानशास्त्र : नागरी हवामान, हवामान आणि आरोग्य

Suggested Readings:

1. Trewartha, G. T.: An Introduction to Climate, McGraw Hill, New York.
2. Critchfield, H. : General Climatology, Prentice-Hall, New York.
3. Barry, R. G. and Chorley, R. J.: Atmosphere, Weather and Climate, Routledge.
4. Lal, D. S. : Climatology, Sharda Pustak Bhawan, Allahabad.
5. Miller, A.A.: Climatology, Dutton.
6. Kendrew, W. G. : Climatology, Oxford, Stringer, E. T.: Foundations of climatology, Surjeet Publications, Delhi.
7. Shapley, H.: Climate Change- Evidence, Causes and Effects, Harvard University Press.
8. Monkhouse, F. J. : Principles of Physical Geography, Hodder and Stoughton, London.
9. Strahler, A. N. and Strahler, A. H.- Modern Physical Geography, John Wiley and Sons, London.
10. Singh, Savinder - Physical Geography, Prayag Pustak Bhawan, Allahabad.
11. डॉ. शेटे,एस. टी.: हवामान शास्त्र व सागर विज्ञान, अभिजीत पब्लिकेशन, लातूर
12. कोलते, के . टी., पुराणिक एम. जी., कुबडे समुती - हवामान शास्त्र व सागर विज्ञान विद्या प्रकाशन, नागपूर.
13. धारापुरे विठ्ठल, हवामानशास्त्र व सागरशास्त्र, पिंपळापुरे प्रकाशन नागपूर.
14. प्रा. डॉ. हारदास राठोड, डॉ. एन.के. वाघमारे, डॉ. जे.के. वाघमारे – हवामानशास्त्र, डायमंड प्रकाशन, पुणे

Question Paper Model and Scheme of Marking BATY Geography

End Semester Examination (ESE)

Theory

Semester (V & VI) Paper (XIII, XIV & XVI, XVII)

(w. e. f. June 2021)

Marks: 40

- | | |
|--|----------------|
| Q.1 Descriptive Question
Or
Descriptive Question | 15Marks |
| Q.2 Descriptive Question

Or
Descriptive Question | 15Marks |
| Q.3 Write short note on any two of the following
i. Short note
ii. Short note
iii. Short note
iv. Short note | 10Marks |

प्रकरण पहिले

हवामानशास्त्र: व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती.

प्रकरणाची उद्दिष्ट्ये:

- ✓ हवामानशास्त्राच्या व्याख्या, स्वरूप व व्याप्ती स्पष्ट करणे.
- ✓ हवा व हवामान या संकल्पना समजून घेणे.
- ✓ हवा व हवामानाची अंगे अभ्यासणे.
- ✓ हवा व हवामानाची अंगे व त्यांचे नियंत्रक घटक यांच्यामधील संबंध अभ्यासणे.

हवामानशास्त्र: व्याख्या व स्वरूप:

प्रस्तावना:

भूगोल ही अनेक विद्याशाखेची जननी असून भूगोलामधे स्थलपरत्वे बदलणाऱ्या किंवा भिन्न असणाऱ्या घटकांचा व घटनांचा अभ्यास केला जातो. भूगोल शास्त्रात अभ्यासल्या जाणाऱ्या प्राकृतिक व मानवी घटकावरून भूगोल शास्त्राचे प्राकृतिक भूगोल आणि मानवी भूगोल या दोन शाखेत वर्गीकरण करण्यात येते. प्राकृतिक भूगोल ही भूगोलाची एक प्रमुख शाखा असून यामध्ये पृथ्वीवरील नैसर्गिक पर्यावरणाचा अभ्यास केला जातो.

नैसर्गिक पर्यावरामधे शिलावरण, वातावरण, जलावरण व जीवावरण इ. आवरणांचा समावेश होतो. प्राकृतिक भूगोलात शिलावरणाच्या संदर्भाने 'भूरूपशास्त्र', वातावरणाच्या 'संदर्भाने 'हवामान शास्त्र', जलावरणाच्या संदर्भाने 'सागरशास्त्र' व जीवावरणाच्या संदर्भाने जैविक भूगोल या चार उपशाखांचा उगम झाला.

प्राकृतिक भूगोलातील वातावरणाच्या संदर्भात केला जाणारा अभ्यास 'हवामानशास्त्रात' केला जातो. हवामानशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची एक महत्त्वपूर्ण शाखा असून मानवी जीवनाच्या दृष्टीकोनातून या शाखेस अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. नैसर्गिक पर्यावरणातील 'हवामान' हा घटक अत्यंत महत्त्वाचा असून या घटकाचा अभ्यास हवामानशास्त्रात केला जातो.

हवामान शास्त्राचा शब्दशः अर्थ :-

Climatology या इंग्रजी शब्दाची उत्पत्ती ग्रीक भाषेतील Klima आणि logus या दोन शब्दापासून झाली. याचा शब्दशः अर्थ असा होतो की, Climate म्हणजे हवामान आणि logos म्हणजे शास्त्र किंवा अभ्यास होय. यावरून आपणास असे म्हणता येईल की पृथ्वीवरील हवामानाचा अभ्यास म्हणजे हवामानशास्त्र होय.

अनेक हवामानतज्ञांनी हवामानशास्त्राच्या विविध व्याख्या केलेल्या आहेत. त्या पुढीप्रमाणे आहेत.

- 1) **डब्लू जी मूर** यांच्या मते हवामानशास्त्र हे पृथ्वीवरील विविध प्रकारचे हवामान व त्यांचा नैसर्गिक पर्यावरणावर होणारा परिणाम याचा अभ्यास करणारे शास्त्र आहे.'
- २) **ऑस्टिन मिलर** यांच्या मते:- पृथ्वीवरील हवेच्या सरासरी स्थितीचा दीर्घकालावधीच्या निरीक्षणाद्वारे केलेला अभ्यास व कारण मिमांसा म्हणजे हवामानशास्त्र होय.
३. **हारबिटज ऑस्टिन** यांच्या मते: हवामानशास्त्र हे पृथ्वी वरील विभिन्न हवामानाच्या अध्ययनाचे शास्त्र होय.
- १) **रिले व स्पॉल्टन** :-'दीर्घ कालावधीच्या वातावरणाच्या स्थितीचा अभ्यास म्हणजे हवामानशास्त्र होय.

थोडक्यात हवामानशास्त्र ही एक प्रकृतीक भूगोलाची महत्त्वपूर्ण शाखा असून यामध्ये हवामानाच्या विविध अंगांचा आणि त्यावर परिणाम करणाऱ्या घटकांचा अभ्यास केला जातो.

हवामान शास्त्राचे स्वरूप :

हवामानशास्त्राचा प्रमुख अभ्यास विषय हवामान हा आहे, सौरशक्ती, तापमान, आर्द्रता, वायुदाब, वृष्टी, वारे, मेघ इ. प्रमुख हवामानाची अंगे व त्या हवामानाच्या अंगावर अक्षांश, समुद्र सपाटीपासूनची उंची, समुद्रसपाटीपासूनचे अंतर, , समुद्र सानिध्य, भूमी व पाणी यांचे वितरण, भू-रचना इ. घटकाचा परिणाम हवामानशास्त्रात अभ्यासला जातो. काळाच्या ओघात हवामानशास्त्र चे स्वरूप पुढील प्रमाणे स्पष्ट करता येईल.

1). हवामानशास्त्राचे वर्णनात्मक स्वरूप

प्राचीन काळी हवामान शास्त्राचे स्वरूप वर्णनात्मक होते हे भारतीय संस्कृती मधील वेदामध्ये तसेच ग्रीक विचारवंतांच्या विचारधारे मध्ये आढळते. प्राचीन काळी हवामानाची विविध अंगे व त्यावर प्रभाव पाडणाऱ्या घटकांचे केवळ निरीक्षण व वर्णन केले जात असे. हवामानांच्या घटकांचे अचूक मोजमाप केले जात नसे. म्हणून हवामान शास्त्राचे स्वरूप वर्णनात्मक होते. असे म्हणता येईल.

2) विश्लेषणात्मक व स्पष्टीकरणात्मक स्वरूप

मध्ययुगीन काळात अन्य विद्याशाखेप्रमाणेच भूगोलाचीही पिछेहाट झाली होती परंतु भौगोलिक विचारधारांचे पुनर्जीवन इ.स. 1600 नंतर सुरु झाली हवामानाचाही अभ्यास शास्त्रीय दृष्टीने करण्यास सुरुवात झाली 17 व्या - 18 व्या शतकात अनेक शोध लागले. अनेक प्रकारची नवीन उपकरणे करण्यात आली तयार त्याचा उपयोग हवामानशास्त्राच्या अंगाचे मापन करण्यासाठी होवून त्या आधारे हवामानाच्या स्थितीचे आकलन होवू लागले इ.स. 1607 मध्ये गॅलीलीओ यांनी तापमापक तयार केला. 1643 मध्ये टॉरिसेली था शास्त्रज्ञाने 'वायुदाब मापक' तयार केले. 1686 मध्ये हॉले यांनी व्यापारी वारे व मान्सून वारे निर्मितीची संकल्पना स्पष्ट केली. जॉन डॉल्टन यांनी इ.स. 1800 साली वृष्टीच्या प्रक्रिया व आर्द्रता ची माहिती सांगितली.

18 व्या शतकात अलेक्झांडर-हॉन हंबोल्ट यांच्या कारकिर्दीपासून आधुनिक हवामानशास्त्राची सुरुवात झाली. म्हणून त्यांना आधुनिक हवामानशास्त्राचे जनक म्हणून ओळखले जाते. त्यांनी तापमान व समुद्र सपाटीपासूनची उंची यांचा संबंध स्पष्ट केला. 1884 साली हवामान शास्त्रज्ञ कोपेन यांनी तापपट्टे दर्शविणारा जगाचा नकाशा तयार केला. इ.स. 1900 साली त्यांनीच हवामानाचे वर्गीकरण केले. 19 व्या व 20 व्या शतकात अनेक देशांनी वातावरणाचा अभ्यास करण्या साठी अवकाशात कृत्रिम उपग्रह सोडली. वातावरणाचा अभ्यास मोठ्या प्रमाणात होवू लागला.

हवामानशास्त्र हे एक प्राकृतिक भूगोलाची महत्त्वपूर्ण शाखा असून वरील सर्व घटनवरून हवामानशास्त्र चे स्वरूप कशाप्रकारे बदलत चालले आहे हे लक्षात येते. आज हवामानशास्त्राचे स्वरूप वर्णनात्मक न राहता. विश्लेषणात्मक व स्पष्टीकरणात्मक झालेले आढळते.

3) हवामानशास्त्राचे उपयोजित स्वरूप - अनेक भौतिक शास्त्रातील नियम वातावरणातील हलचालीचे स्पष्टीकरण करण्यासाठी उपयोगात आणले जातात. अलिकडील काळात अनेक देशांमध्ये लोकसंख्या वाढत आहे. विकसीत व विकसनशील देशांमध्ये औद्योगिक विकासाबरोबरच वाहतूक साधनेत भर पडल - चाललेली आहे. नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा अतिरिक्त वापर होतो आहे. या सर्वांचा परिणाम म्हणू वातावरणाचे प्रदूषण वाढले आहे. ओझोन वायूचा क्षय होत आहे. जागतिक तापमानात वाढ होत आहे. पूर, महापूर, वादळे, आवर्षण या सारख्य घटना घडत आहेत. या सर्वांचा अभ्यास उपयोजित हवामानशास्त्रात केला जातो. म्हणून असे म्हणता येईल की हवामान शास्त्राचे स्वरूप उपयोजित प्रकारचे आहे.

4) हवामानशास्त्राचे गतिशील स्वरूप:

अलिकडील काळात हवामानशास्त्राचे स्वरूप स्थितीक न राहता गतिशील बनलेले आहे. अभ्यास विषयाच्या व्याप्तीत दिवसेंदिवस भर पडत चालली आहे.

हवामानशास्त्राची व्याप्ती:

हवामानशास्त्राची व्याप्ती विशाल आहे व्याप्तीचा विचार करता हवामानशास्त्र अभ्यासला जाणारा विषय त्या अभ्यासविषय अंतर्गत येणारे घटक व त्या शास्त्राचा इतर शास्त्रांशी असणारा संबंध अभ्यासला जातो शास्त्राच्या विकासाबरोबर त्याची व्याप्ती ही वाढत जाते. त्याच्या अनेक उपशाखा ही निर्माण होतात. हवामानशास्त्राच्या खालील तीन उपशाखा पडतात.

- 1) प्राकृतिक हवामानशास्त्र
- 2) प्रादेशिक हवामानशास्त्र
- 3) उपयोजित हवामानशास्त्र

१. प्राकृतिक हवामानशास्त्र :

यामध्ये हवा आणि हवामानाची अंगे - तापमान, आर्द्रता, वारे, वायुभार, ढंग, वृष्टी आणि या अंगावर परिणाम करणारे घटक उदा - अक्षांश, समुद्र सपाटीपासूनची उंची, भूरचना भूमी व पाण्याचे वितरण etc

घटकांचा स्वातंत्र्य व संयुक्तरित्या अभ्यास केला जातो. स्थळानुसार व काळानुसार हवामानात जो बदल होत असतो त्याची कारणे मिमांसा या शाखेत केली जाते.

२. प्रादेशिक हवामानशास्त्र:

हवामानाच्या प्रकारानुसार जगाची विभागणी वेगवेगळ्या प्रदेशात करून हवामानाच्या दृष्टीकनातून अध्ययन केले जाते. तसेच एखाद्या हवामान प्रदेशाचे अभ्यासाचे उद्दिष्ट लक्षात घेऊन पुन्हा त्या प्रदेशाचे मोठे (Macro) मध्यम (Meso) आणि सूक्ष्म (micro) प्रदेशात विभाजन करून अभ्यास केला जातो. या शाखेत हवामान विषयक घटकांचे प्रदेशांतरगत व प्रदेशा प्रदेशांमधील विश्लेषण केले जाते.

३. उपयोजित हवामानशास्त्र:

हवामानशास्त्राचा उपयोग विविध शाखांच्या अभ्यासात केला जातो. त्यामुळे हवामान शास्त्राची उपयोजिता हवामानशास्त्र एक शाख निर्माण झाली आहे मानव आपले जीवन सुखी व समृद्ध करण्यासाठी विविध शास्त्राने उपलब्ध करून दिलेल्या ज्ञानाचा उपयोग ले आपले व्यावसाय किंवा कार्य सुलभ होण्या करिता करून घेत असतो. हवामानशास्त्रातील ज्ञानाचाही उपयोग करून घेतला जातो. उदा- मानव हवामानशास्त्राचा उपयोग शेती पशुपालन, मासेमारी, वाहतूक, उद्योग, व्यापार etc क्षेत्रांमध्ये करत आहे उपयोजित हवामान शास्त्राच्या पुन्हा काही उपशाखा पडतात.

अ) **पुराहवामानशास्त्र (Paleo Climatology):-** या उपशाखेत प्राचिन काळातील वा मानाच्या स्थितीचा अभ्यास केला जातो. उदा - प्रिकम्ब्रीयन, पली ओझाईक, (कालखंड) मेसोझाईक, ज्युरासीक, सोनोझाईक, हिमयुग, etc कालखंडातील हवामानशास्त्राचा अभ्यास या शाखेत केला जातो.

ब) **जैविक हवामानशास्त्र :-** पृथ्वी पृष्ठ भागावरील सजीवांच्या दृष्टीने त्यांच्या वाढीच्या दृष्टीने व समायोजनासाठी केला जाणारा हवामानशास्त्राचा अभ्यास म्हणजे जैविक हवामानशास्त्र होय.

क) **सूक्ष्म हवामानशास्त्र:- यामध्ये** जगातील एखाद्या लहानशा प्रदेशाचा हवामानाच्या संदर्भात अभ्यास केला जातो. उदा - एखादे शहर, नगर, टेकडी, नदीचे खोरे, छोटे पठार, मैदान इत्यादी.

ड. **वैदयकिय हवामानशास्त्र:** मानवी आरोग्यावर हवामानाचा परिणाम होत असतो. विविध हवामान स्थितीत विविध प्रकारचे रोग किंवा विकार मानवास होत असतात त्याच्या वैज्ञानिक दृष्टीने अभ्यास वैदयकिय हवामान शास्त्रात केला जातो.

इ. **कृषी हवामानशास्त्र :** विविध प्रकारच्या पीकांच्या वाढीवर हवामानाचा परिणाम होत असतो. त्यामध्ये तापमान. आर्द्रता, सूर्यप्रकाश, पर्जन्य, दव धुके इ. हवामान विषयक घटक व पीकांची वाढ त्यांच्या मधील अंतरक्रिया अभ्यासल्या जातात.

वरील विवेचनावरून असे लक्षात येते की हवामानशास्त्राच्या अभ्यासविषयात दिवसेंदिवस भर पडत आहे. अभ्यास विषयाच्या व्याप्ती मध्ये सतत वाढ होत आहे. त्यामुळे असे म्हणता येईल की हवामानशास्त्र या विषयांची व्याप्ती अतिशय व्यापक आहे.

हवा व हवामानाची अंगे

हवा :

“हवा म्हणजे विशिष्ट ठिकाणच्या विशिष्ट वेळेच्या वातावरणाच्या अल्पकालीन स्थितीचे वर्णन होय. “ वातावरणाची जी अल्पकालीन स्थिती असते त्या स्थितीचे वर्णन करण्यासाठी हवेच्या विविध अंगांचे निरीक्षण केले जाते व त्या आधारे हवा उष्ण आहे, थंड आहे, किंवा उबदार आहे. असे वर्णन केले जाते.

हवामान:

दैनिक विशिष्ट क्षेत्रातील किंवा प्रदेशातील हवेचे दिर्घकाळ निरीक्षण करून (30-35वर्षे) व त्याचे मापण करून जो निष्कर्ष काढला जातो त्यास हवामान असे म्हणतात. हवामान हे हवेचे सरासरी स्वरूप असते त्यामुळे एखाद्या प्रदेशाचे हवामान हवे प्रमाणे बदलत नसते. उदा. कोकणचे हे हवामान उष्ण व दमट आहे विदर्भा चे हवामान उष्ण व कोरडे आहे.

हवा व हवामानाची अंगे

हवा व हवामानाची अंगे पुढील प्रमाणे आहेत.

- 1) सौरशक्ती 2) तापमान 3) आर्द्रता 4) वायुभार 5) वृष्टी 6) ढग 7) वारा

1) सौरशक्ती

सूर्यापासून ऊर्जा होणारी व पृथ्वी पृष्ठभागाला आणि वातावरणाला प्राप्त होणारी ऊर्जा म्हणजेच सौरशक्ती होय. सौरशक्ती ही लघु लहरीच्या स्वरूपात प्राप्त होते. वातावरणातील सर्व घटकावर या ऊर्जेचा परिणाम होत असतो. सौरशक्ती हा वातावरणाच्या ऊर्जेचा प्रमुख स्रोत असून, एकूण ऊर्जेपैकी सुमारे 99.97% ऊर्जा सूर्यापासून प्राप्त होते.

2) तापमान

हवेमध्ये असणाऱ्या उष्णतेच्या प्रमाणाला तापमान असे म्हणतात. पृथ्वीचा पृष्ठभाग सूर्यापासून प्राप्त झालेली ऊर्जा ग्रहण करतो. ग्रहण केलेल्या ऊर्जेचे रूपांतर भौमिक ऊर्जेत होते. हि उष्णता, दि लहरीच्या स्वरूपात भूपृष्ठावारे उत्सर्जित होते त्यामुळे वातावरणाचा खालचा थर तापतो. वातावरणाचे तापमान वाढते. हळूहळू वातावरणाचे थर खालून वर तापत जातात.

3) आर्द्रता

‘हवेमधील बाष्पाच्या प्रमाणास आर्द्रता असे म्हणतात’ ज्या वेळी हवेत बाष्पाचे प्रमाण जास्त असते त्यावेळी हवेची आर्द्रता जास्त असते. ज्या वेळी बाष्पाचे प्रमाण कमी असते त्यावेळी हवेची आर्द्रता कमी असते. हवेमधील आर्द्रतेचे प्रमाण तापमानावर अवलंबून असते.

4) वायुभार

इतर पदार्थाप्रमाणेच हवेला देखील वजन असते. हवेचे वजन तीच्या बलानुसार सांगितले जाते. वायुभार इंच, मिलीमीटर किंवा मिलीबार या परिमाणात मोजतात. आलिकडे हवेचा भार मिलीबार या परिणामात मोजला जातो. सर्वसाधारणपणे हवेचा भार समुद्रसपाटीपासून 1013. 2 मिलीबार इतका असतो.

5) वृष्टी

वातावरणाचे तापमान कमी झाले की हवेची बाष्प धारण शक्ती कमी होते व सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाते. ज्या वेळी सापेक्ष आर्द्रता 100% होते. त्यावेळी हवा बाष्प संपृक्त बनते आनखीन त्या हवेचे तापमान - कमी झाल्यास जास्तीच्या बाष्पाचे सांद्रिभवन होवून वृष्टी होते. जर सांद्रिभवन प्रक्रिया गोठण बिंदुच्या वर घडून आली तर पर्जन्य वृष्टी (पाऊस) होते. व गोठण बिंदु पेक्षा कमी तापमानावर सांद्रिभवन झाले तर हिमवृष्टी होते.

6) ढग

हवेतील बाष्पाचे सांद्रिभवन होवून त्याचे रूपांतर सूक्ष्म जलकणात होते. हे सूक्ष्म जलकण जो पर्यंत हवेत तरंगतात तो पर्यंत त्याला ढग असे म्हणतात. आकाशात असलेल्या ढगांचा परिणाम तापमानवर होत असतो. ढगाळ आकाशामुळे हवा अधिक तापतही नाही तशी ती लवकर थंडही होत नाही.

7) वारा

तापमानातील भिन्नतेमुळे कधी अधिक वायुभाराचे प्रदेश निर्माण होतात. अशावेळी जास्त भाराच्या प्रदेशाकडून कमी भाराच्या प्रदेशाकडे हवा वाहू लागते. हवेच्या या हालचालिस वारा असे म्हणतात. वाऱ्यामुळे एका प्रदेशातून दुसऱ्या प्रदेशामध्ये तापमान व आर्द्रता यांचे स्थानांतर होते.

हवा व हवामान नियंत्रक घटक

हवा व हवामानाच्या अंगावर खालील घटकांचा परिणाम होतो.

1) अक्षांश 2) समुद्रसपाटीपासूनची उंची 3) समुद्रापासूनचे अंतर 4) प्रचलित वारे 5) कमी जास्त दाबाचे अस्थायी केंद्रे 6) महासागरी प्रवाह 7) पर्वतीय प्रदेश 8) मृदा 9) वादळे: 10) वनस्पती, मेघाच्छादन व वृष्टी इ

1) अक्षांश

विषुवृत्तापासून जसजसे उत्तर व दक्षिण ध्रुवाकडे जावे तसतसे तापमान कमी कमी होत जाते. कारण विषुवृत्तावर सूर्यकिरणे लंब रूप पडतात तर इतर अक्षवृत्तावर तीरपी पडतात म्हणून विषुवृत्तावर तापमान जास्त असते. विषुवृत्तापासून जस जसे दोन्ही ध्रुवाकडे जावे तस तसे तापमान वाढत्या अक्षांशानुसार तापमान कमी कमी होत जाते. म्हणूनच निरनिराळ्या अक्षांशाच्या प्रदेशांत हवामान वेग-वेगळे आढळते.

२) समुद्रसपाटीपासूनची उंची :

समुद्र सपाटीपासून जसजसे उंच जावे तसतसे तापमान कमी कमी होत जाते. दर 160 मि. उंचीला, १ अंश सेल्सिअसने तापमान कमी होते (1000 मिटर उंचीला 6.5 डिग्री सेल्सिअस) तसेच वाढत्या उंचीनुसार हवेचा दाब देखील कमी होतो. कमी उंचीवर हवेचा दाब जास्त व जास्त उंचीवर हवेचा कमी दाब असतो. या दोन घटकांच्या फरकामुळे त्याचा परिणाम हवा आणि हवामानाच्या स्थितीवर होतो.

३) समुद्रापासूनचे अंतर:

जमिन व पाणी यांच्या तापण्याच्या व थंड होण्याच्या गुणधर्मात फरक असल्याने प्रदेशाच्या हवेच्या स्थितीत बदल आढळतो. जमीन लवकर तापते व लवकर थंड होते. याऊलट पाणी उशीरा तापते व उशीरा थंड होते. याचा परिणाम किनारपट्टीच्या प्रदेशात कमी जास्त दाबाचे पट्टे निर्माण होऊन खारे वारे व मतलई वारेऱ्यांची निर्मिती होते. दिवसा सागराकडून जमीनीकडे खारे वारे वाहतात व रात्री जमीनीकडून सागराकडे मतलई वारे वाहतात. यामुळे किनारपट्टीच्या प्रदेशात तापमान कक्षा कमी आढळते व हवामान समस्वरूपाचे असते. समुद्रापासून दुरच्या प्रदेशात खंडांतर्गत भागात उन्हाळे व हिवाळे दोन्ही कडक असतात. उन्हाळा अतिशय उष्ण व हिवाळा अतिथंड असतो. तापमान कक्षा जास्त असतात. हवामान विषमस्वरूपाचे असते. उदा:- कोकण किनारपट्टीचे हवामान सम आहे व विदर्भाचे हवामान विषम स्वरूपाचे आहे. मुंबई नागपूरचे हवामान फरक आहे.

४) प्रचलित वारे:

वारे ज्या प्रदेशातून वाहतात त्या प्रदेशातील तापमान वाहतात त्या प्रदेशातील तापमानाचे व आर्द्रतेचे गुणधर्म ग्रहण करतात. उष्ण प्रदेशातून वाहणारे वारे उष्ण असतात. तर थंड प्रदेशातून वाहणारे वारे थंड असतात. उष्ण वाऱ्यांमुळे प्रदेशाचे तापमान वाढते. तर थंड वाऱ्यांमुळे प्रदेशाचे तापमान कमी होते. महासागर व सागरावरून वाहणारे वारे बाष्पयुक्त असतात. ते वारे प्रदेशाला पाऊस देतात. थोडक्यात प्रचलित वाऱ्यांचा परिणाम पप्रदेशाच्या हवामान स्थितीवर होतो.

५) कमी जास्त दाबाचे अस्थायी केंद्रे:

तापमानातील फरकामुळे कमी जास्त दाबाची अस्थायी केंद्रे निर्माण होतात. जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वारे वाहतात व त्यामुळे जास्त दाबाच्या प्रदेशात ढगांची निर्मिती होत नाही व पाऊस पडत नाही, जास्त दाबाच्या प्रदेशात हवा शांत असते या उलट कमी दाबाच्या केंद्राकडे ढगांची निर्मिती होते व वृष्टी होण्यास मदत होते. या ठिकाणची हवा अस्थीर असते. या अस्थायी दाब केंद्राचा परिणाम प्रदेशाच्या हवामानावर होतो.

६) महासागरी प्रवाह :

महासागरातील उष्ण व थंड सागरी प्रवाहांचा परिणाम किनारपट्टीच्या प्रदेशातील हवामानावर होतो. उच्च अक्षवृत्तीय प्रदेशात थंड-भूप्रदेशाजवळून जर एखादा उष्ण सागरी प्रवाह वाहत असल्यास तेथील तापमानात वाढ होवून हवा उबदार बनते.

उदा:- अटलांटिक महासागरातील गल्फस्ट्रिम या उष्ण प्रवाहामुळे वायव्य युरोपचे हवामान उबदार बनले आहे. तेथील बंदरे जलवाहतूकी साठी वर्षभर खुली असतात. या उलट याच अक्षवृत्तवर लॅंबोडोर शितप्रवाहामुळे न्यू फाऊंड लंडचा किनारा हिवाळ्यामध्ये गोठतो. अशा प्रकारे हवा व हवामानावर महासागरी प्रवाहाचा परिणाम होतो

७) पर्वतीय प्रदेश:

पर्वतीय प्रदेशाचा परिणाम हवामानावर होती अशा प्रदेशात उंचीनुसार तापमान कमी कमी होते. बाष्प युक्त वाऱ्याच्या मार्गात जर पर्वतीय प्रदेशाचा अडथळा येत असेल तर वातसंन्मुख उतारावर वारे आडविले जाऊन हवा वर वर जाते. बाष्पयुक्त हवेचे संद्रिभवन होवून ढगांची निर्मिती होते व पाऊस पडतो. या उलट वातविन्मुख उतारावर पावसाचे प्रमाण अतिशय कमी असते, हा प्रदेश पर्जन्यछायेत येतो.

उत्तरगोलाधात पर्वतमय प्रदेश जर पूर्व पश्चिम दिशेने पसरला असेल तर त्याच्या दक्षिण उतारावर जास्त सूर्यप्रकाश पडतो. याउलट दक्षिण गोलार्धात परिस्थिती असते. उदा:- हिमालय पर्वतात लोकवस्त्या व शेतीचा विकास दक्षिण उतारावर आढळतो. तसेच दक्षिण उतारावर शिमला, नैनिताल, मसुरी या सारखी पर्यटन स्थळे आढळतात

८) मृदा:: लाल व पांढऱ्या मृदपेक्षा काळ्या मृदेत उष्णतेचे प्रमाण जास्त असते. काळी मृदा असणाऱ्या प्रदेशात तापमान जास्त असते. मृदा कोरडी असल्यास जास्त तापते व मृदेत बाप असल्यास कमी तापते. थोडक्यात मृदा प्रकार चा परिणाम हवामानावर होतो.

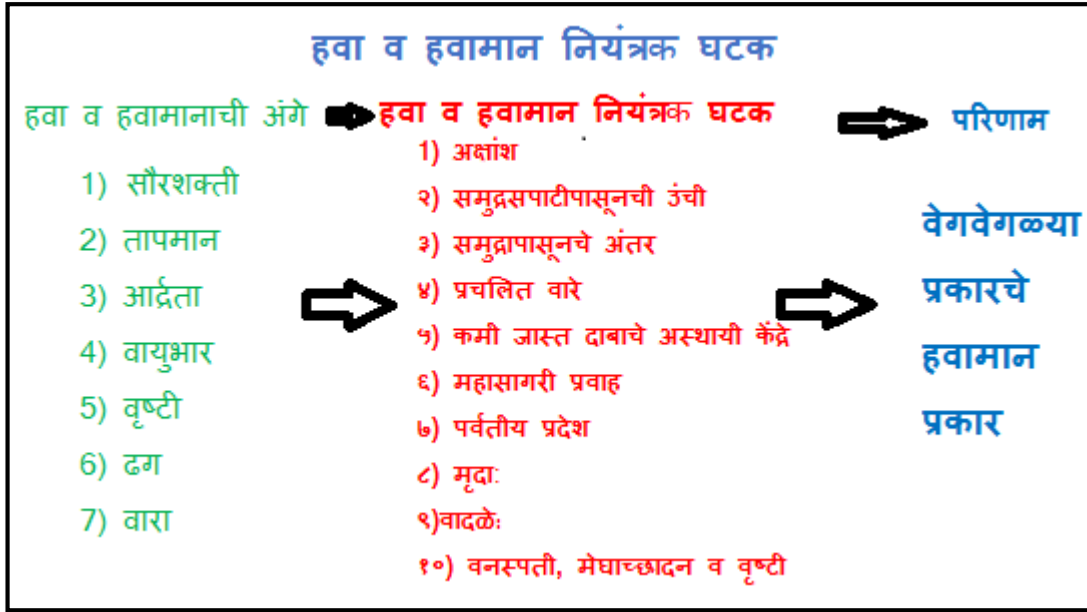
९) वादळे: तत्कालिक वादळाचा परिणाम हवा आणि हवामानावर होतो. ज्या प्रदेशातून वादळी वारे वाहतात त्या प्रदेशातील हवेच्या स्थितीत बदल करतात. उदा:- हरिकेम्स, टोरनॅडो, टायफून्स, चक्रीवाद या वादळाचा परिणाम संयुक्त संस्थाने, भारत, चीन यासारख्या देशावर होतो.

१०) वनस्पती, मेघाच्छादन व वृष्टी: जर एखादया प्रदेशात नैसर्गिक वनस्पतीचे अच्छादन जास्त असेल तर हवा समोष्ण बनते. कारण प्रकाश किरणे वनस्पतीमुळे भूपृष्ठापर्यंत पोहचू शकत नाहीत व जमीन तापत नाही. हवा अल्हाददायक बनते.

मेघाच्छादनामुळे सूर्यप्रकाश किरणे आडविली जातात. जर आकाश निरभ्र असेल तर अशा प्रदेशात तापमान जास्त असते उदा:- वाळवंटी प्रदेश.

अधिक वृष्टी होणाऱ्या प्रदेशात बाष्पीभवन व संद्रिभवन प्रक्रिया मोठ्या प्रमाणावर होत असते. त्यामुळे अशा प्रदेशातील हवामान उष्ण व दमट असते.

आकृती क्र. १.१



अशा प्रकारे हवा व हवामानाची अंगे आणि त्यावर परिणाम करणारे घटक त्यांच्यामध्ये सतत अंतरक्रिया होवून जगातील वेगवेगळ्या प्रदेशावर वेगवेगळ्या प्रकारचे हवामान प्रकार आढळून येतात.

समारोप

सदरील प्रकरणात आपण हवामानशास्त्र म्हणजे काय ? त्याचा शब्दशः अर्थ, व्याख्या अभ्यासल्या. हवामानशास्त्राचे स्वरूप व व्याप्ती स्पष्ट केली. हवा व हवामान या दोन भिन्न संकल्पना समजावून घेतल्या. हवा म्हणजे विशिष्ठ ठिकाणाची विशिष्ठ वेळेची असलेली वातावरणाची अल्पकालीन स्थिती असते तर हवामान हे एखाद्या प्रदेशाचे वातावरणाच्या दीर्घकालीन स्थितीचे अध्ययन असते. 1) सौरशक्ती 2) तापमान 3) आर्द्रता 4) वायुभार 5) वृष्टी 6) ढग 7) वारा ही हवा व हवामानाची प्रमुख ७ अंगे आहेत.

E-Content of B.A.S.Y. SEM-III Geography Paper-III Climatology
by Dr. G.L.Jadhav, Dept. of Geography, Sambhaji College, Murud Dist. Latur (A.Y. 2022-23).

हवा व हवामानाच्या अंगावर 1) अक्षांश 2) समुद्रसपाटीपासूनची उंची 3) समुद्रापासूनचे अंतर 4) प्रचलित वारे 5) कमी जास्त दाबाचे अस्थायी केंद्रे 6) महासागरी प्रवाह 7) पर्वतीय प्रदेश 8) मृदा 9) वादळे: 10) वनस्पती, मेघाच्छादन व वृष्टी इ. नियंत्रक घटकांचा परिणाम होतो. हवा व हवामानाची अंगे आणि त्यावर परिणाम करणारे नियंत्रक घटक त्यांच्यामध्ये सतत अंतरक्रिया होवून जगातील वेगवेगळ्या प्रदेशावर वेगवेगळ्या प्रकारचे हवामान प्रकार आढळून येतात.

दिर्घोत्तरी प्रश्न:

प्र. 1 व 2 खाली दिलेल्या प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- 1) हवामानशास्त्राची व्याख्या सांगून त्याचे स्वरूप स्पष्ट करा.
- 2) हवामानशास्त्राची व्याख्या सांगून त्याची व्याप्ती स्पष्ट करा.
- 3) हवामानशास्त्राचे स्वरूप व व्याप्ती स्पष्ट करा.
- 4) हवा व हवामानाची संकल्पना स्पष्ट करून त्यांची अंगे यावर सविस्तर माहिती द्या.
- 5) हवा व हवामानाचे नियंत्रक घटक यावर सविस्तर चर्चा करा.

प्र. 3 टीपा लिहा. (कोणत्याही दोन)

- 1) हवा व हवामान
- 2) हवा व हवामानाचे अंगे
- 3) हवामानशास्त्राची व्याप्ती
- 4) हवामानशास्त्राचे स्वरूप
- 5) हवामानाचे नियंत्रक घटक

=====The End=====

प्रकरण २:

वातावरण, सौरऊर्जा आणि तापमान

प्रकरणाची उद्दिष्ट्ये:

- ✓ वातावरणाची घटना व संरचना समजून घेणे.
- ✓ सौरऊर्जा व त्याच्या वितरणावर परिणाम करणाऱ्या घटकांचा अभ्यास करणे.
- ✓ सौरऊर्जा आणि तापमान यांच्यामधील संबंध अभ्यासणे.
- ✓ तापमानाचे उभ्या दिशेतील व आडव्या दिशेतील (क्षितिजसमांतर) वितरण समजून घेणे.
- ✓ तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणाऱ्या घटकांचा अभ्यास करणे.

प्रस्तावना:

पृथ्वी सभोवताली परसरलेल्या हवेच्या आवरणाला वातावरण असे म्हणतात. हवेच्या या आवरणाने पृथ्वी या ग्रहाला चोहोबाजूनी वेढलेले आहे. भूभाग व जलभागाप्रमाणेच ते एक पृथ्वीचे अविभाज्य अंग आहे. Atmosphere या इंग्रजी ची उत्पत्ती ग्रीक भाषेतील Atmos + spheria या दोन शब्दा पासून अस्तित्वात आला. Atmos या ग्रीक भाषेतील शब्दाचा अर्थ vapour (वाफ) तर spharia या शब्दाचा अर्थ sphere (field) कार्यक्षेत्र/प्रांत असा होतो. म्हणजेच पृथ्वीसभोवताली जी वाफ पसरलेली आहे त्यास वातावरण असे म्हणतात.

वातावरणाच्या व्याख्या

१. ए इ एम गिडीज – यांच्या मते “पृथ्वीच्या चोहोबाजूनी असलेल्या रंगहीन, चवहीन आणि गंधहीन वायूच्या आवरणाला वातावरण असे म्हणतात “.

२. फिच आणि त्रिवार्था “पृथ्वीच्या चोहोबाजूस असलेल्या आणि ग्रहाचा एक अविभाज्य भाग बनून राहिलेल्या विस्तृतमय वायूमय आवरणाला वातावरण म्हणतात. जे शेकडे मैल उंचीपर्यंत विस्तारलेले आहेत”

३. कोपेन व डिलाँग : “ वातावरण भिन्न भिन्न वासूचे मिश्रण असून भू भाग व जलभागास त्याने वेष्टिलेले (वेढलेले) आहे.

४. जी टी त्रिवार्था “पृथ्वीच्या धन व द्रव भागाभोवती वेढलेल्या आणि पृथ्वीचा एक अविभाज्य घटक बनून राहिलेल्या वायूच्या वेष्टणाला वातावरण असे म्हणतात”

वातावरणाचे महत्व

पृथ्वी सभोवताली वातावरण असणे अतिशय आवश्यक आहे कारण हवा व हवामानाचे विविध आविष्कार, ढगांची निर्मिती, पाऊस, वारे, गारांची वृष्टी, दव, धुके etc घटना वातावरणात घडून येतात. मानवास अनुभवाला येणाऱ्या हवामानाच्या विविध प्रक्रिया वातावरणामुळेच घडून येतात. सजीव सृष्टीच्या दृष्टीने वातावरण अत्यंत आवश्यक आहे. कारण वातवातावरणामुळेच सौरशक्तीची तीव्रता कमी केली जाते. याशिवाय रात्रीच्या वेळी भूपृष्ठापासून उत्सर्जित होणारी उष्णता वातावरणामुळे अडवली जाते. जर पृथ्वीच्या सभोवताली वातावरण

नसते तर सूर्यापासून उत्सर्जित होणाऱ्या ऊर्जेमुळे पृथ्वी पृष्ठभागाचे तापमान 93.4 डिग्री सेल्सिअस पेक्षा ही अधिक वाढले असते. आणि भूपृष्ठ पासून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेने रात्री च्या वेळी पृथ्वीचा पृष्ठभाग इतका थंड झाला असता की रात्रीचे तापमान -150 डिग्री सेल्सिअस पेक्षाही खाली उतरले असते. याचाच अर्थ पृथ्वीवर सजीव सृष्टी निर्माण होणे शक्य नव्हते.

वातावरणाची घटना

वातावरण ज्या तीन घटकांपासून बनलेले आहे त्याला वातावरणाची घटना असे म्हणतात. या तीन घटकामध्ये

1) वायू 2) धूलीकण ३) जलबाष्प घटकांचा समावेश होतो.

अ.क्र	वायुचे नाव	वायुचे प्रमाण
१.	नायट्रोजन(N ₂)	78.08 %
२	ऑक्सिजन (O ₂)	20.95 %
३	ऑरगॉन (Ar)	00.93%
४	कार्बनडायऑक्साइड (CO ₂)	00.03%
वातावरणाच्या एकूण वायूच्या		99.98%
५	निऑन (Ne)	00.0018
६	हेलिअम (He)	00.005
७	ओझोन	00.00006
८	हायड्रोजन H ₂ O	00.00005
९	क्रिप्टॉन	अतिशय न्यून
१०	झेनॉन	अतिशय न्यून
११	मिथेन	अतिशय न्यून

तक्ता क्र.2.1 : वातावरणातील निरनिराळ्या वायूचे आकारमान

1. वायू:

वातावरणात वायू हा एक महत्वाचा घटक असून वातावरणाच्या घटनेमध्ये त्याचे फार मोठे योगदान आहे. वातावरणात अनेक प्रकारचे वायू आहेत. यामध्ये नायट्रोजन, ऑक्सिजन, ऑरगॉन कार्बनडाय ऑक्साइड निऑन, हेलिअम, ओझोन, हायड्रोजन, क्रिप्टॉन इ. वायूंचा समावेश होतो. वातावरणात नायट्रोजनाचे प्रमाण 78.08, ऑक्सिजनचे प्रमाण 20.95 त्या खालोखाल ऑरगॉन चे प्रमाण 00.93, कार्बनडाय ऑक्साइडचे प्रमाण 003 आहे. एकंदरीत चार वायूंनी मिळून वातावरणाचा 99.98% भाग व्यापलेला आहे राहिलेले 0.02% आकारमान निऑन हेलि अम, ओझोन, हायड्रोजन, क्रिप्टॉन, जेनॉन, मिथेन यांनी व्यापलेले आहे.

१) **नायट्रोजन** वायूचे प्रमाण सर्वात जास्त (78.08%) असून हा वायू वजनाने जड असल्याने तो वातावरणाच्या खालच्या थरात आढळतो था वायूमुळे पृथ्वीवरील वनस्पतीची वाढ आणि संवर्धन किंवा

वनस्पतीचे कुजण्यापासून संवर्धन करतो.सेंद्रिय पदार्थाचे कुजणे व ज्वलन भूगर्भातील तप्त शीलारासाचा उद्रक या क्रियांद्वारे वातावरणाला नायोजनाचा पुरवठा होतो.

- २) **दुसरा** महत्वाचा वायू म्हणजे **ऑक्सिजन** (O₂) (20.95%) वातावरणाच्या खालच्या थरात आढळतो. सजीव सृष्टीची श्वसन क्रिया व वातावरणतील ज्वलन क्रिया ऑक्सिजन वर अवलंबून असते. जीवसृष्टीसाठी हा वायू अत्यंत महत्वाचा असून त्यास प्राण वायू म्हणून देखील संबोधले जाते. वातावरणाला नैसर्गिक वनस्पती पासून ऑक्सिजनचा पुरवठा होतो म्हणूनच नैसर्गिक वनस्पतींना ऑक्सिजन वायू तयार करण्याचा कारखाना असे म्हणतात. भूपृष्ठापासून सुमारे 110 km पर्यंत ऑक्सिजन वायूचे अस्तित्व असते. असे असले तरी वातावरणाच्या एकदम खालच्या थरात बरेचसे केंद्रीकरण झालेले आहे.
- ३) **कार्बन डायऑक्साईड** : हा तिसरा महत्वाचा वायू असून याचे प्रमाण ०.०३% आहे. या वायूपासून वनस्पती आपले अन्न स्वतः तयार करतात, हा वायू वातावरणाच्या खालच्या थरात भूपृष्ठापासून 20km उंचीपर्यंत आढळतो. अलिकडील काळात वाढत्या औद्योगिककरणामुळे व स्वयंचलित वाहणामुळे कार्बनडाय ऑक्साईडचे प्रमाण वाढले आहे. संपूर्ण जगाला प्रदूषण सारख्या समस्यांना तोंड द्यावे लागत आहे.
- वातावरणात **ओझोन** वायूचे प्रमाण जरी खूप कमी (0.00006) असले तरी सजीव सृष्टीच्या दृष्टीने हा वायू अत्यंत महत्वाचा आहे. सूर्यापासून निघणारी अतिनील किरणे ओझोन वायूकडून शोषली जातात, त्यामुळे पृथ्वीवरील सजीवसृष्टीचे संरक्षण होते. हा वायू देखील वातावरणाच्या खालच्या थरातच भूपृष्ठापासून सुमारे 15-35 KM उंचीपर्यंत आढळतो. पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीचे अस्तित्व मुख्यत्वे वरील 4 वायूवरच अवलंबून असते. न्यूऑन, हेलियम क्रिप्टन आणि झेनोन हे वायु निष्क्रिय वायू म्हणून ओळखले जातात. नायट्रोजन, ऑक्सिजन, ऑर्गॉन, हायड्रोजन हे स्थायी स्वरूपाचे वायू आहेत तर कार्बन डायऑक्साईड व ओझोन हे वायू अस्थायी स्वरूपाचे आहेत.

2) धूलीकणः

धूलीकण हा वातावरणाचा दुसरा महत्वाचा घटक असून त्याचे सेंद्रिय धूलीकण व असेंद्रिय धूलीकण असे दोन प्रकार पडतात सेंद्रिय धूलीकणात फुलांचे परागकण, वनस्पतींचे बीजे, सूक्ष्म जीवजंतू घट्टाचा समावेश होतो, तर असेंद्रिय धूलीकणात बाह्यशक्ती कारकांमुळे भूपृष्ठाची झीज होवून वातावरणात उडणारी धूळ, ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून बाहेर पडणारी राख, आवकाशातून उल्का पडून बाहेर पडणारी राख, कारखाने व स्वयंचलित वाहणातून बाहेर पडणारे कार्बनचे कण इ. चा समावेश होतो. वातावरणात धूलीकण असणे आवश्यक असते कारण ते जलाकर्षक असतात. धूलीकणांभोवती सूक्ष्म जल कण जमा होवून त्या पासून ढगांची निर्मिती होते. धूलीकणामुळेच प्रकाश विकिरण प्रक्रिया घडून सर्वत्र प्रकाश

पसरतो. दिवसा आकाश निळे दिसते. वातावरणाचे रंगीबेरंगी दृश्य इंद्रधनुष्याचे रंग, सूर्योदय सूर्यास्ताच्या वेळी क्षितिजाचा रंग तांबडा दिसणे इ. घटना धूलीकणांमुळे घडतात.

3. जलवाष्प :

जलवाष्प वातावरणाचा तीसरा महत्वाचा घटक आहे. वातावरणाला बाष्पाचा पुरवठा जलाशये, नद्या, सरोवरे, समुद्र, महासागर इ. द्वारे होतो. वातावरण बाष्प हे वायूप्रमाणेच अदृश्य स्वरूपात असते. वातावरणाच्या खालच्या थरात प्रामुख्याने बाष्पाचे अस्तित्व आढळते. एकूण बाष्पाच्या ९०% बाष्प भूपृष्ठापासून 5 KM उंचीपर्यंत आढळते. जलवाष्पाचे प्रमाण विषुववृत्तीय प्रदेशामध्ये भूपृष्ठापासून 16 K उंची पर्यंत असते. तर ध्रुवीय प्रदेशात भूपृष्ठापासून सुमारे 7.5 km उंचीपर्यंत आढळते. विषुववृत्तीय प्रदेशात जलवाष्पाचे प्रमाण सर्वात जास्त असते तर वाळवंटामध्ये त्याचे अस्तित्व फारच कमी म्हणजे शून्यवत असते. वातावरणात जलवाष्प असणे आवश्यक आहे कारण जलवाष्पामुळे वातावरणाचे तापमान नियंत्रित ठेवले जाते. जलवाष्पापासून पाऊस, ढग, धुके, दव, दहिवर, हिम इ. ची निर्मिती होते. जलवाष्पावरूनच हवामान कोरडे किंवा दमट प्रकारचे आहे हे ठरते. याशिवाय जलवाष्पामुळेच मानवी त्वचा मऊ पडते.

वातावरणाची संरचना/ वातावरणाचे विविध थर (Layers of Atmosphere):

पृथ्वी पृष्ठभागापासून वर वातावरणाचे एकूण 4 थर खालीलप्रमाणे आढळतात. यालाच वातावरणाची संरचना असे म्हणतात.

१. तपांबर (Troposphere) :

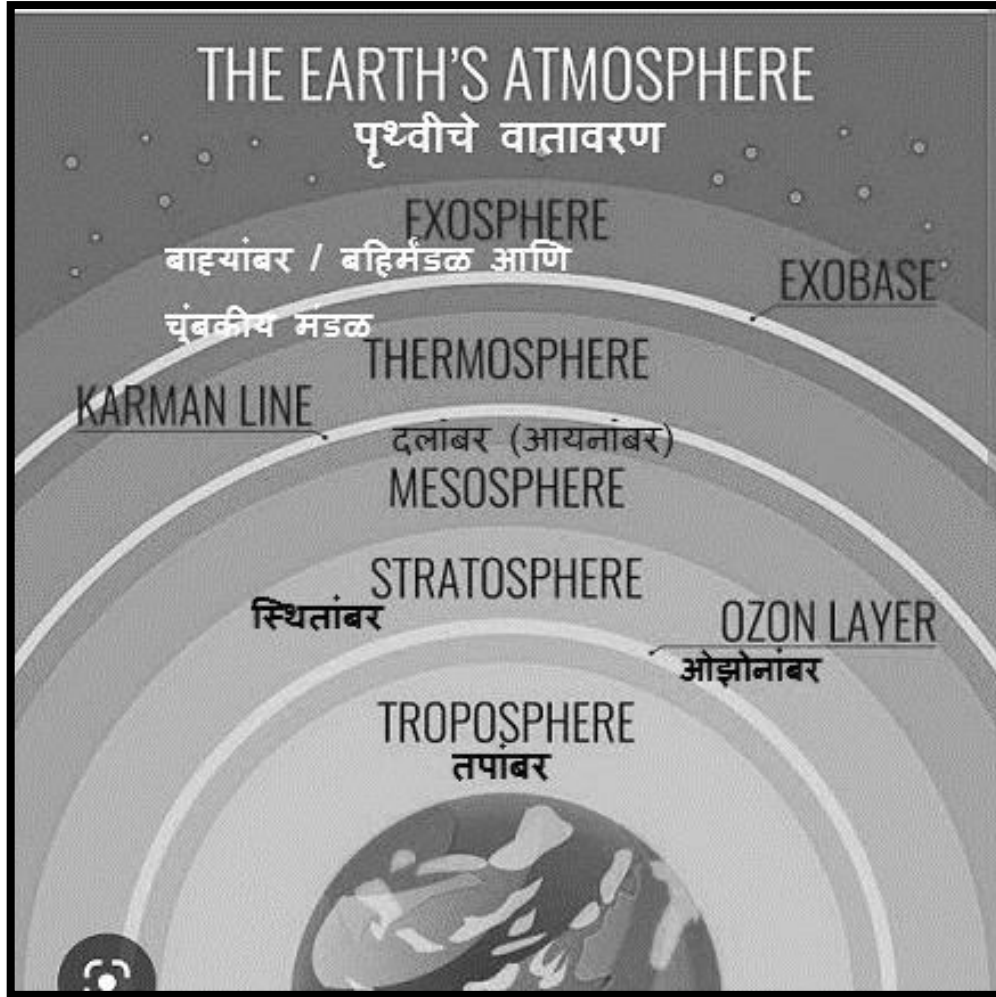
पृथ्वी पृष्ठभागापासून सुमारे १२ कि.मी. उंची पर्यंतच्या वातावरणाच्या भूपृष्ठालगतच्या सर्वात खालच्या थराला “तपांबर” म्हणतात. या थराचा उभा विस्तार भिन्न-भिन्न ठिकाणी भिन्न-भिन्न स्वरूपाचा आढळतो. उदा. विषुवताजवळ तो १६ कि.मी., ४५० अक्षवृत्तावर ११ कि.मी. तर ध्रुवावर तो ८ कि.मी. आढळतो. या थरात उंचीनुसार तापमान कमी होत जाते. हे तापमान दर १६० मी. उंचीस १० सें.ग्रे. ने कमी होते. या थरात वेगवेगळ्या उंचीवर व वेगवेगळ्या ठिकाणी तापमानात भिन्नता आढळते. उंचीनुसार इतर थरांपेक्षा हा थर लहान असला तरी हवेच्या वजनाच्या दृष्टीने हा थर महत्वाचा असून या थरात वातावरणातील ८०% हवा सामावलेली आहे. वहन, उत्सर्जन व अभिसरण या प्रक्रियांमुळे हा हवेचा थर तापत असतो. हवेच्या इतर घटकांबरोबर या थरात बाष्पकण, जलकण, धुलिकण व सूक्ष्म जीवजंतू आढळून येतात. सजीव प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या दृष्टीने हा थर अत्यंत महत्वाचा व उपयुक्त असून याच थरात पाऊस, वारा, वादळ, गारा, बर्फ, हिमवृष्टी, विजा, ढग इ. हवेचे अविष्कार आढळतात. त्यामध्ये विजा, वादळ, पाऊस, वारा यांच्या प्रक्षोभामुळेच या थराला ‘क्षोभावरण’ म्हंटले जाते. याच

थरात हवेची उर्ध्वगामी व अधोगामी हालचाल घडून येते, वारे वाहतात, अभिसरण प्रवाह निर्माण होतात. शिवाय तपांबरात वनस्पती व प्राणी यांच्याकडून ऑक्सिजन (प्राणवायु) व कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण समसमान राखले जाते.

तपस्तब्धी (Tropopause) :

तपांबर व स्थितांबर या थरांना वेगळे करणाऱ्या थराला तपस्तब्धी म्हणतात. तपांबराच्या वरच्या बाजूला २ ते ३ कि.मी. रुंदीचा तपस्तब्धी नावाचा छतासारखा हवेचा थर असून त्यात हवा स्थिर झालेली असते. तपस्तब्धी ही हवेच्या विविध अवस्थांची किंवा अविष्कारांची सीमारेषा आहे. तपस्तब्धी या अदृश्य थरामध्ये हवेचे पाऊस, वारा, वीज, ढग, वादळ इ. सारखे कोणतेच अविष्कार आढळत नाहीत.

आकृती क्र.2.1



तपस्तब्धीची रुंदी १.५ कि.मी. आहे. या विभागात हवेचे तापमान - ५६० सें.ग्रे. असते. या थरात शुष्क ओझोनचे प्रमाण जास्त असते.

2. स्थितांबर (Stratosphere)

तपस्तब्धी आणि स्थितस्तब्धी यांच्या दरम्यानचा उंचीचा भाग स्थितांबर म्हणून ओळखला जातो. याची उंची ऋतूमानानुसार बदलती रहाते. तपांबराच्या पलीकडे ८० कि.मी. पर्यंत स्थितांबराचा विस्तार आढळतो. या थरात हवेची उभी हालचाल होत नाही. स्थितांबराच्या विशिष्ट उंचीपर्यंत तापमान कायम असते. परंतू ३२ कि.मी. उंची पलीकडे तापमानात वाढ होत जाते. या थरात हवेचे उर्ध्वगामी प्रवाह आढळत नसल्याने हवा स्थिर राहून तापमान सर्वत्र सारखे असते. या थराला 'समोष्णतेचा पट्टा' (Isothermal Zone) असे म्हणतात. सुर्यापासून मिळालेली उष्णता या थरात शोषली जाते. त्यामुळे तापमान कायम रहाते. या थराचा विस्तार उन्हाळ्यात जास्त तर हिवाळ्यात कमी असतो. वातावरणाच्या या भागात हवा विरळ असते. आर्द्रता, धुलीकण, ढग इ. चे प्रमाण बिलकुल नसते. स्थितांबर हा थर वैज्ञानिक व हवाई प्रवाशांना फार आवडतो.

ओझोनांबर (Ozonosphere) : भूपृष्ठापासून सुमारे २० ते ३५ कि.मी. उंचीवर ओझोन वायूचे आवरण आहे. या आवरणाचाच ओझोनांबर असे म्हणतात. सुर्य प्रकाशातील अतिनील किरणे ऑक्सिजन मधून येतात तेव्हा त्यांच्यात प्रक्रिया होऊन ओझोन वायू (O₃) निर्माण होतो. ही क्रिया भूपृष्ठापासून ६० ते ८० कि.मी. उंचीच्या थरात होते व निर्माण झालेला ओझोन वायू २० ते ३५ कि.मी. उंचीच्या थरात केंद्रित होतो. काही अभ्यासकांनी या थराला "मध्यमंडळ" (Mesosphere) तर काहींनी "रसायन मंडळ" (Chemosphere) असे नाव दिले आहे. हा ओझोन सुर्याकडून येणाऱ्या घातक अशा जंबुपार (अतिनील) किरणांचे शोषण करतो. त्यामुळे ओझोनचे तापमान वाढते. या थरामुळेच पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचे संरक्षण झाले आहे म्हणून ओझोन वायूच्या थराला "पृथ्वीची संरक्षक छत्री" असेही म्हणतात. पृथ्वीकडे येणारे अशनी किंवा उल्कापात या थरात जळून खाक होतात. हिवाळ्यात ओझोन वायू धुवावर तर उन्हाळ्यात विषुववृत्तावर जमा होऊ लागतो. वातावरणात या ओझोन वायूचे प्रमाण ०.००००६% इतके अत्यल्प असले तरी हा वायू मानवास उपयुक्त आहे. रासायनिक खतांच्या कारखान्यातून बाहेर सोडला जाणारा क्लोरोफ्लूरो कार्बन ओझोन वायूचा क्षय करतो. आज वाढत्या औद्योगिक करणामुळे ओझोनांबर कमकुवत होत चालले असून त्यामुळे पृथ्वीचे तापमान वाढू लागले आहे. मानवाला त्वचेचे, डोळ्यांचे कर्करोग होण्यास सुरवात झाली आहे. सजीव सृष्टीच्या दृष्टीने ही गंभीर बाब बनली आहे.

3. दलांबर (आयनांबर) (Ionosphere) :

स्थितांबराच्या पलीकडे भूपृष्ठापासून सुमारे ३६० ते ४०० कि.मी. अंतरापर्यंतच्या वातावरणाच्या भागाला आयनांबर (Ionosphere) म्हणतात. रेडिओ लहरी व रॉकेट उड्डाण प्रयोगात आयनांबराचा शोध लागला. या भागात पृष्ठाभागापासून १०४ ते ११२ कि.मी. उंचीच्या दरम्यान असलेल्या थराला "केनेली हेव्हिसाईड थर" (Kenelly Heaviside Layer) म्हणतात. या थरात 'अॅरोरा' (धुवीय प्रकाश) नावाचा प्रकाश चमत्कार

सुमारे ८० ते १२८ कि.मी. उंची पर्यंत दिसतो. तसेच या थरात १०० ते २०८ कि.मी. उंचीच्या दरम्यान असलेल्या वातावरणाच्या थराला 'अॅपलटन' थर म्हणतात. केनेली हेव्हिसाईड थराच्या अस्तित्वामुळेच भूपृष्ठावर रेडिओ दळणवळण घडून येते. दलांबरात खालच्या थरात तापमान खूप कमी असते तर वरच्या थरात ते खूप जास्त असते. रेडिओ तरंग याच थरातून पृथ्वीकडे परावर्तीत होतात. त्यामुळे आपण रेडिओ ऐकू शकतो. सुर्यापासून निघालेल्या इलेक्ट्रॉन्सचे विकिरण झाल्यामुळे ध्रुवीय प्रदेशात 'अरोरा' नावाचा विशेष प्रकाश दिसतो. त्यालाच आपण ध्रुवप्रकाश असे म्हणतो. वातावरणातील एकूण हवेच्या केवळ १% हवा या थरात येते. दलांबरांत १६० कि.मी. उंचीवर उकळत्या पाण्याचे तापमान आढळते.

4. बाह्यांबर / बहिर्मंडळ आणि चुंबकीय मंडळ (Exosphere and Magnetosphere) :

भूपृष्ठापासून ५०० ते ७५० कि.मी. उंचीच्या थरास बाह्यांबर किंवा बहिर्मंडळ म्हणतात. या बाबतची जास्त माहिती उपलब्ध नसून या थराच्या विस्ताराची निश्चित मर्यादा सांगता येत नाही. रॉकेट द्वारा व रेडिओ लहरी वरून या थरात सुारे ४९० कि.मी. उंचीवर १७००० सें.ग्रे. तापमान आढळून आले आहे. यामध्ये ऑक्सिजनचे न्यूट्रल अणू, हेलियम व हायड्रोजनचे सूक्ष्म अणू तरंगत असतात. सुमारे २००० कि.मी. उंचीपर्यंत न्यूट्रल अणूंचा प्रभाव असतो. याला चुंबकीय मंडळही म्हणतात.

सौरउर्जा/सौरशक्ती व तापमान

प्रस्तावना :

पृथ्वीला उर्जा मिळण्याचे एकमेव केंद्र म्हणजे सूर्य होय. सूर्य हा सौरशक्ती पुरविणारा प्रमुख घटक आहे. सुर्यापासून अव्याहतपणे उष्णतेचे उत्सर्जन होते पृथ्वीला मिळणारी ९९.०७% उर्जा सुर्या पासून मिळते. म्हणून उष्णतेचा प्रमुख स्रोत सूर्य हा आहे.

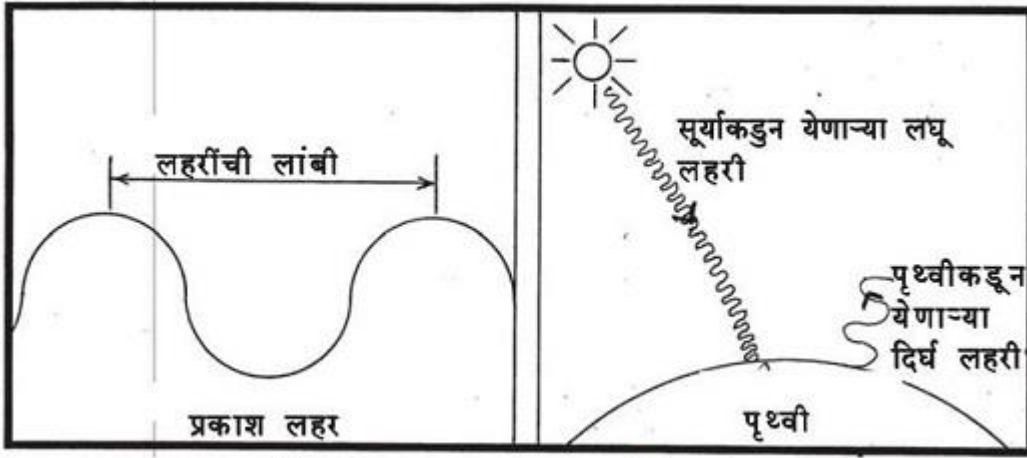
सूर्याचा व्यास पृथ्वीच्या व्यासापेक्षा सुमारे १०९ पटीने अधिक असून सूर्याच्या पृष्ठभागावरून प्रचंड मोठ्या प्रमाणात सौरशक्तीचे उत्सर्जन होते. सूर्याच्या पृष्ठभागावरून बाहेर पडणारी उष्णता डोळ्यांना दिसत नाही पण वातावरण तापविण्याचे कार्य मात्र अव्याहतपणे करते.

सौरशक्तीची व्याख्या : सुर्यापासून उत्सर्जनाने सर्व दूर अंतराळात फेकल्या जाणाऱ्या उष्णतेला सौरशक्ती असे म्हणतात.

सौरशक्तीचे स्वरूप : पृथ्वीला उष्णता पुरविणारा सूर्य हा महत्वाचा घटक आहे. पृथ्वीला सुर्यापासून लघुलहरींद्वारे सौरशक्ती मिळते. या लहरी दर सेकंदाला ३,००,००० कि. मी. वेगाने उष्णता वाहून नेतात. उष्णता उत्सर्जित करणाऱ्या पदार्थाच्या उष्णतेवर या लहरींची लांबी अवलंबून असते. पृथ्वीपासून बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेच्या लहरी सूर्य लहरीपेक्षा सुमारे २० पटीने लांब असतात. सुर्यापासून बाहेर फेकल्या गेलेल्या सौरशक्तीच्या फक्त दोन अब्जांश इतकीच सौरशक्ती पृथ्वीला प्राप्त होते. ही सौरशक्ती अत्यल्प वाटत असली

तरी २३,००० अब्ज अश्वशक्तीच्या बरोबरीची असते. सौरशक्ती विद्युत चुंबकीय लहरींच्या स्वरूपात प्रवास करीत उत्सर्जनाने भूपृष्ठावर येते. सौरशक्ती वातावरणाच्या वेगहूनवेगळ्या थरामधून प्रवास करीत असली तरी त्यामुळे वातावरण तापविले जात नाही. सूर्यकिरण भूपृष्ठावर पोहचतात त्यामुळे भूपृष्ठ तापते. त्यानंतर भूपृष्ठालगतचे वातावरणाचे थर तापतात. सौरशक्ती ही भूपृष्ठावर व वातावरणात बदलाचे काम करते. वातावरणातील विविध अविष्कार घडून येण्यामागचे सूर्य हा एक महत्त्वाचा घटक आहे.

सौर उर्जेतील लहरींची लांबी वेगवेगळी (कमी जास्त) असते. यापैकी ०.४ ते ०.७ मायक्रॉन या पट्ट्यातील किरणे आपल्याला दिसणारा सूर्यप्रकाश मात्र ०.४ मायक्रॉन पेक्षा कमी लहरींची लांबी असणाऱ्या लहरी



आकृती: प्रकाश लहर - लघु व दीर्घ लहर

अतीनील किरण म्हणून ओळखले जातात. तसेच ०.७ मायक्रॉनपेक्षा जास्त लहरींची लांबी असणाऱ्या लहरी इन्फ्रारेड किरण म्हणून ओळखले जातात. हे दोन्ही किरण आपल्याला दिसत नाहीत.

सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक:

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सौरशक्ती सर्वत्र सारख्या प्रमाणात मिळत नाही. पृथ्वीच्या सभोवताली असणारे वातावरणाचे थर, वातावरणातील घटक, पृथ्वीचे सूर्यापासूनचे अंतर, दिवस-रात्रीचे स्वरूप, जमीन व पाण्याचे गुणधर्म, जमिनीचा प्रकार, भूपृष्ठाचा उतार, ढगांचे प्रमाण.. विकिरण, शोषण - परावर्तन या सर्वच घटकांचा कमी अधिक परिणाम सौरशक्तीच्या वितरणावर होतो. म्हणून सौरशक्ती सर्वत्र समसमान प्रमाणात आढळत नाही.

(१) सूर्यकिरणाचा पृथ्वीशी होणारा कोन / अक्षांश

सूर्य किरणांचा पृथ्वीशी - कोन सर्व ठिकाणी सारखा नसतो. सूर्यकिरणांचा पृथ्वीशी होणारा कोन जर लहान म्हणजेच तिरपा असेल तर तेथे सौरशक्ती कमी मिळते. याउलट सूर्यकिरणाचा कोन मोठा म्हणजे लंबरूप असेल तर सूर्यकिरणे लंबरूप पडतात यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते. लंबरूप किरणे पृथ्वीवर कमी जागा व्यापतात. अधिक उष्णता देतात तर तिरपी किरणे जास्त भाग व्यापतात वा

कमी उष्णता देतात त्याच बरोबर तिरप्या किरणांना लंबरूप किरणापेक्षा वातावरणाच्या अधिक थरातून प्रवास करावा लागतो. त्यात बरीचशी उष्णता वातावरणात नष्ट होतो. म्हणून तिरपे किरण पडणाऱ्या ठिकाणी कमी सौरशक्ती मिळते व सूर्य किरण वर्षभर लंबरूप पडतात. तेथे जास्त सौरशक्ती मिळते. ध्रुवीय प्रदेशात सूर्यकिरणे वर्षभर तिरपी पडतात त्यामुळे वर्षभर कमी सौरशक्ती मिळते.

(२) दिवस व रात्र यांचा कालावधी-

दिवस व रात्रीचा कालावधी हा घटक सुध्दा सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करतो. जेथे दिवस मोठा व रात्र लहान असते तेथे अधिक सौरशक्ती मिळते ते जेथे दिवस लहान व रात्र मोठी असते तेथे कमी सौरशक्ती मिळते. जेथे हिवाळा ऋतु असतो तेथे दिवसाचा कालावधी मोठा असल्याने सौरशक्ती कमी मिळते. २१ मार्च व २२ सप्टेंबर या दोन दिवशी सूर्यकिरणे विषववृत्तावर लंबरूप पडतात त्यामुळे या दोन दिवशी सर्वत्र १२ तासाचा दिवस व १२ तासाची रात्र असते. या दोन दिवशी विषववृत्तीय प्रदेशात सूर्यकिरणे लंबरूपाने पडतात. त्यामुळे सौरशक्ती जास्त मिळते

२१ जून या दिवशी पृथ्वीचा उत्तरध्रुव सूर्याकडे झुकलेला असतो. त्यामुळे कर्कवृत्तावर सूर्यकिरणे लंबरूपाने पडतात. उत्तर गोलार्धाचा अधिकाधिक भाग सूर्याच्या समोर येतो. दिवस मोठा व रात्र लहान होते. सहाजिकच सौरशक्ती अधिक मिळते. त्यामुळे या कालावधीत उत्तर गोलार्धात उन्हाळा ऋतु असतो.

२१ डिसेंबर या दिवशी पृथ्वीचा दक्षिण ध्रुव सूर्याकडे झुकलेला असतो. त्यामुळे दक्षिण गोलार्धातील अधिकाधिक भाग सूर्याच्या समोर येतो. त्यामुळे दक्षिण गोलार्धात दिवस मोठा व रात्र लहान असते. परिणामी सौरशक्ती अधिक मिळते म्हणून येथे उन्हाळा हा ऋतु असतो.

अशा प्रकारे दिवस व रात्र यांचा कालावधी सुध्दा सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करीत असतो.

(३) जमीन व पाण्याचे गुणधर्म- जमीन व पाण्याचे गुणधर्म हा घटकही सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करतो. जमीन अचल, घन, अपारदर्शक असल्याने ती अधिक सौरशक्ती ग्रहण करते व अधिक तापते तर पाणी चल, द्रवरूप व पारदर्शक असल्याने कमी सौरशक्ती ग्रहण करते व अधिक सौरशक्तीचे परावर्तन करते. त्यामुळे जमीनीवर तापमान अधिक तर पाण्यावर तापमान कमी असलेले पहावयास मिळते.

(४) जमीनीचा प्रकार- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वेगवेगळ्या प्रकारची जमीन आहे. या जमीनीची उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमता कमी असते. उदा. खडकाळ किंवा वालुकामय प्रकारची जमीन सौरशक्तीचे अधिक प्रमाणात ग्रहण करते. म्हणून वाळवंटी प्रदेशात उष्णता अधिक असते. तर पाणथळ किंवा नदी खोऱ्यातील जमीन सौरशक्ती कमी प्रमाणात ग्रहण करते त्यामुळे तेथे सौरशक्ती कमी असते.

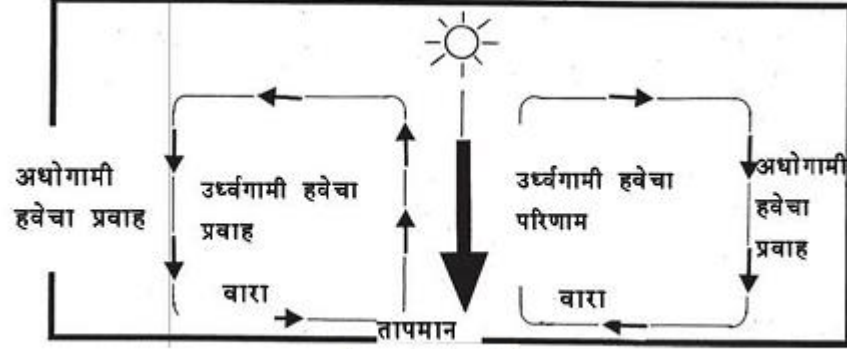
- (५) **वनस्पतीचे अच्छादन-** पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जेथे जेथे वनाचे आच्छादन आहे तेथे तेथे सौरशक्ती कमी मिळते. कारण वनयुक्त प्रदेशात बरीचशी उष्णता बाष्पीभवन क्रियेत खर्च होते. याच बरोबर वनस्पतीच्या फांद्या व पानावरून बहुतांश सौरशक्ती परावर्तीत होते. त्यामुळे बहुतांश सौरशक्ती भूभागापर्यंत पोहचू शकत नाही. त्यामुळे वनाच्छादित प्रदेशात सौरशक्ती कमी मिळते.
- (६) **भूपृष्ठाचा रंग:** भूभागावर विविध प्रकारचे खडक व मृदा अस्तित्वात आहे.. - त्यापैकी पांढरा खडक व मृदा असणाऱ्या ठिकाणी तापमान कमी असते. तर काळा खडक / मृदा सौरशक्तीचे अधिकाधिक शोषण करीत कमी परावर्तन करीत असल्यामुळे असा खडक व मृदा असणाऱ्या प्रदेशात तापमान अधिक आढळते.
- (७) **वातावरणाचा परिणाम-** सूर्यकिरण जेव्हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहचतात तेव्हा वातावरणाच्या वेगवेगळ्या थरातून येतात. वातावरणामध्ये धूलीकण, जल, बाष्प, वेगवेगळे वायू आहेत. हे सर्व घटक सौरशक्तीचे विकिरण, शोषण व परावर्तन करतात. त्यामध्ये बरीचशी सौरशक्ती नष्ट होते. त्यामुळे ही भूपृष्ठाला मिळणाऱ्या सौरशक्तीचे प्रमाण कमी होते.
- (अ) **विकिरण-** वातावरणात धूलीकरणांची संख्या प्रचंड आहे. येणाऱ्या सूर्याची किरणे या धूलिकिरणावर पडतात व विखुरली जातात त्यांना विकिरण असे म्हणतात. यामुळे सूर्याकडून येणारी सौरशक्ती भूपृष्ठावर येण्यापूर्वीच काही प्रमाणात नष्ट होते. विकिरण या क्रियेमुळेच आकाशाचा रंग निळा दिसतो.
- (ब) **शोषण** - वातावरणात वेगवेगळे वायू, जल, बाष्प, धूलिकण अस्तित्वात आहेत. ते सूर्यापासून येणाऱ्या सौरशक्तीचे मोठ्या प्रमाणावर शोषण करतात त्यामुळे बरीचशी सौरशक्ती भूपृष्ठावर पोचण्यापूर्वीच शोषण क्रियेने नष्ट होते.
- (क) **परावर्तन-** वातावरणातील वेगवेगळे घटक उदा. वायू, धूलिकण, जलबाष्प, ढग, यावरून सौरशक्तचे परस्पर परावर्तन होते. या सौरशक्तीचा भूपृष्ठाशी संपर्क येत नाही व भूपृष्ठावरील घटकासाठी त्याचा काहीच उपयोग होत नाही ही क्रिया वर्षभर सर्वत्र घडत असते याला परावर्तन असे म्हणतात. अशा प्रकारे सौरशक्तीच्या वितरणावर वरील सर्वच घटकांचा कमी अधिक प्रमाणावर परिणाम होतो.

तापमानाचे उभ्या व आडव्या पातळीवरील वितरण

अ) तापमानाचे उभ्या पातळीतील वितरण :

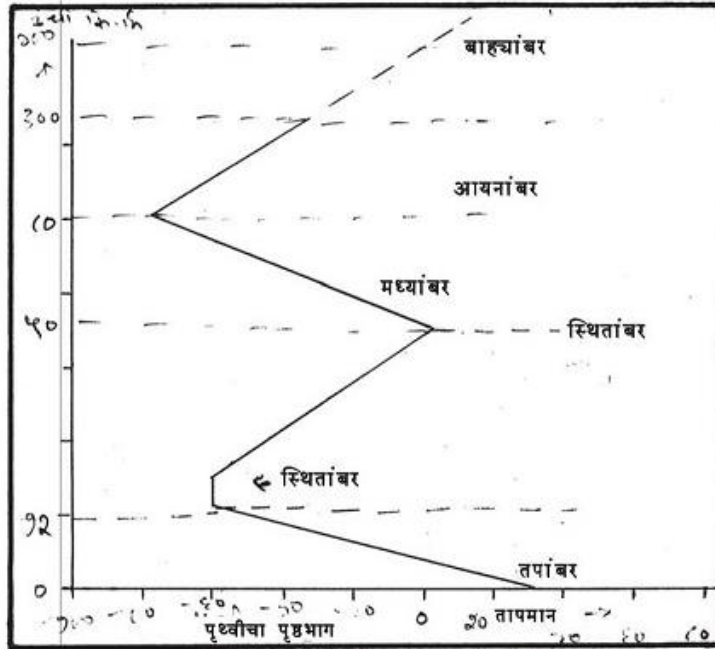
सूर्याकडून पृथ्वीकडे येणाऱ्या लघुलहरी किरणांमुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग (जमीन व पाणी) तापतो. या पृष्ठभागाकडून दीर्घलहरी किरणांच्या स्वरूपात उष्णता उत्सर्जित केली जाते. वातावरणातील पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड हे वायू पृथ्वीवरून उत्सर्जित केली जाणारी उष्णता शोषून घेतात यामुळे जमिनीलगतची हवा तापते. उंचावर जाताना पाण्याच्या वाफेचे व कार्बनडाय ऑक्साईडचे प्रमाण कमी होत जाते. त्यामुळे

वातावरणाची उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमताही कमी होत जाते व उंचातर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. साधारणतः १ कि.मी. उंचीवर गेल्यावर हवेचे तापमान 6.9° से. कमी होत जाते. यालाच हवेचा 'सर्वसाधारण हासदर' असे संबोधले जाते. उंचावर जाताना तापमानात सतत घट होत रहाते पण ठराविक



आकृती: हवेचे अभिसरण

उंचीवर आल्यावर (विषुववृत्ताकडे १६ कि.मी. व ध्रुवाकडे ८ कि.मी.) उंचीनुसार तापमानात वाढ होते. सुमारे ५० कि.मी. उंचीवर पुन्हा तापमानात घट होण्यास सुरुवात होते व ८० कि.मी. उंचीवर पुन्हा तापमानात घट होण्यास सुरुवात होते व ८० कि.मी. उंचीनंतर हवेचे तापमान वाढू लागते. याचाच आधार घेऊन हवामान तज्ञांनी वातावरणाचे पुढीलप्रमाणे विविध भाग पाडलेले आहेत.



आकृती: तापमानाचे उभ्या दिशेतील वितरण

उंची	वातावरणाचे थर	वातावरणाच्या थरांचे गुणधर्म
कि.मी	बाह्यावरण	उंचीनुसार तापमानात वाढ होते.
८०	मध्यावरण	उंचीनुसार घट होते.
५०	स्थितांबर	उंचीनुसार वाढ होते.
१२	तपांबर	उंचीनुसार घट होते.

हरित गृह परिणाम :

सूर्याच्या उर्जेमुळे (सौर उर्जा) जमीन तापते. जमिनीलगतचे हवेचे थर तापतात व अशा प्रकारे वातावरणाला उष्णता भूपृष्ठाकडून मिळते. उंचावर जाताना तापमानात घट होत जाते. वातावरण खालून (भूपृष्ठाकडून) का तापते हे समजण्यासाठी वातावरणाचा **हरीत गृह परिणाम** (Green House Effect) समजून घ्यावा लागेल.

समशीतोष्ण कटिबंधात हिवाळ्यात तापमान खूपच कमी होते. १० से. पेक्षा कमी तापमान वनस्पतींना हानीकारक असते. यासाठी या प्रदेशात काचेच्या घरात वनस्पती वाढवतात. या घरांना (**ग्रीन हाऊस**) **हरीत गृह** असे संबोधले जाते. कांच पारदर्शक असते त्यामुळे सूर्यकिरण हे कोणताही अडथळा न येता ग्रीन हाऊसमध्ये येतात. सूर्यप्रकाशामुळे ग्रीन हाऊसमध्ये उष्णता निर्माण होते. मात्र कांच ही उष्णतेची मंदवाहक असल्यामुळे ग्रीन हाऊस - हरीत गृहातील उष्णता बाहेर जाऊ शकत नाही व आतील हवा उबदार रहाते.. झाडांना पुरेशी उब मिळते. सूर्याची उष्णता पृथ्वी यांच्या तापमानाची तुलना केली असता सूर्याचे तापमान पृथ्वीच्या तापमानापेक्षा खूपच जास्त असते. सूर्य किंवा पृथ्वीतापल्यावर उष्णतेचे उत्सर्जन लहरींच्या स्वरूपात असते. सूर्याची उष्णता अधिक असल्याने सूर्याकडून उत्सर्जित होणारी उष्णता लघु लहरींच्या स्वरूपात असते. तर पृथ्वी तापल्यावर पृथ्वीकडून उत्सर्जित होणारी उष्णता दीर्घ लहरींच्या स्वरूपात असते.

वातावरणातील कार्बन डाय ऑक्साईड, पाण्याची वाफ, मिथेन इ. वायूंना **हरीत गृह वायू** असे संबोधले जाते हे वायू सूर्याकडून येणारे लघुलहरी किरण अडवू शकत नाहीत. मात्र पृथ्वी / भूपृष्ठ तापल्यावर उत्सर्जित होणारे दीर्घलहरी किरण अडवितात. वातावरणाच्या या परिणामाला **हरीत गृह परिणाम** असे संबोधले जाते. वातावरणाच्या खालच्या थरात या वायूंचे प्रमाण जास्त असल्यामुळे वातावरण खालून तापत जाते.

उंचीनुसार तापमान कमी होण्याची कारणे

(१) उत्सर्जन- सूर्याकडून येणारी सौरशक्ती सर्वप्रथम पृथ्वीलगतचे वातावरणाचे थर तापविते. हे थर तापल्यानंतर भूभागावरून उत्सर्जित होणाऱ्या उष्णतेने वरचे थर तापविले जातात. म्हणून भूपृष्ठागतचे हवेचे तापमान अधिक तर उंचीनुसार हवेचे तापमान कमी असते. याच बरोबर खालचे थर प्रथम व अधिक तापतात तर वरचे थर उशिरा व कमी तापतात.

(२) **वहन**: वहन क्रियेद्वारे हवेच्या तापमानाचे थर खालून वर तापत जातात. वातावरणाच्या खालच्या थरात धूलिकण, हवेचे अणू, सूक्ष्म कण अधिक असतात. ते स्वतः प्रथम व अधिक तापतात. त्यानंतर

E-Content of B.A.S.Y. SEM-III Geography Paper-III Climatology
by Dr. G.L.Jadhav, Dept. of Geography, Sambhaji College, Murud Dist. Latur (A.Y. 2022-23).

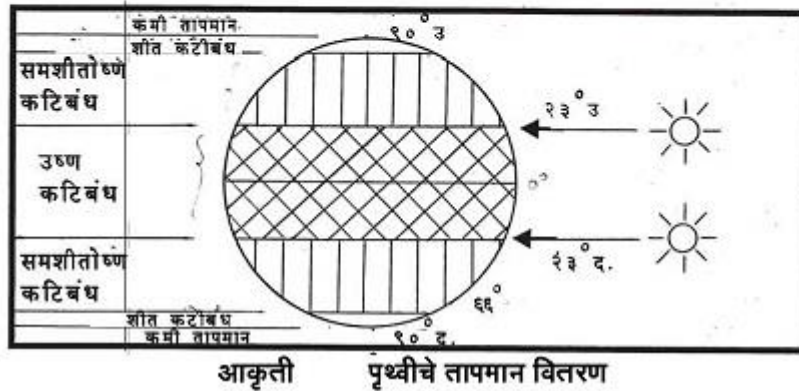
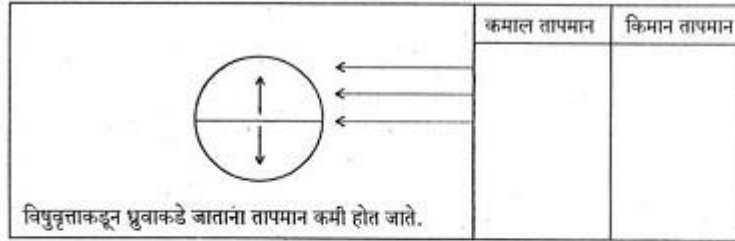
वरील थरातील कणांना उष्णतेचे संक्रमण करतात. अशा प्रकारे खालून वर वहन क्रियेने उष्णतेचे संक्रमण होते. याच बरोबर खालच्या थरात धूलिकण व अणूंची संख्या अधिक असल्याने उष्णता अधिक असते. तर उंचीनुसार धूलिकण व अणूंचे प्रमाण कमी असल्याने उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमता कमी असते.

(३) अभिसरण - सूर्याकडून येणारी सौरशक्ती प्रथम भूपृष्ठ व भूपृष्ठा लगतची हवा तापविते. हवा हलकी होऊन वर जाते. तर वरील जड व थंड हवा खाली येते. अशा प्रकारे वातावरणाचे थर खालून वर अभिसरण क्रियेने तापत जातात.

(४) शोषण - तापमानाच्या उभ्या वितरणावर शोषण हा घटकही परिणाम करतो. कारण वातावरणात असणारे जलबाष्प, धूलिकण व वायूचे प्रमाण जास्त असल्याने वातावरणाच्या तळाच्या थरातील घटक अधिक प्रमाणात सौरशक्तीचे शोषण करतात. त्यामुळे तळाच्या थरात तापमान अधिक तर जसजसे उंच जावे तसतसे या घटकांचे प्रमाण कमी-कमी होत जाते. पर्यायाने हवेचे तापमान सुध्दा कमी कमी होत जाते.

तापमानाचे आडव्या किंवा क्षितीज समांतर दिशेतील वितरण:

पृष्ठभागावरील तापमानाच्या आडव्या किंवा क्षितीज समांतर वितरणावर अक्षांशांचा परिणाम होतो. म्हणून तापमानाच्या क्षितीज समांतर वितरणाचे विभाग अक्षवृत्तामुळे जवळपास निश्चित झाले आहेत. त्यांना कटीबंध म्हणून ओळखले जाते. हे कटीबंध खालीलप्रमाणे आहेत. आकृती मध्ये कटीबंध दाखवलेले आहेत.

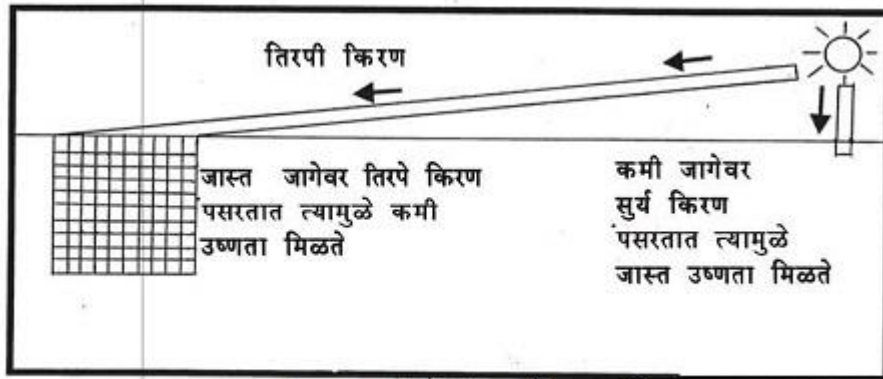


(१) उष्ण कटिबंध - विषुववृत्तापासून उत्तरेकडे कर्कवृत्तापर्यंत तर दक्षिणेकडे मकरवृत्तापर्यंत म्हणजे ० अक्षवृत्तापासून $२३^{\circ} १/२$ उत्तर अक्षकृत व ० अक्षवृत्तापासून $२३^{\circ} १/२$ दक्षिण अक्षकृत म्हणजे या दरम्यानचा पट्टा म्हणजे उष्ण कटिबंध होय. या पट्ट्यात सूर्यकिरण वर्षभर कमी अधिक प्रमाणात लंबरूप पडतात. त्यामुळे या पट्ट्याला सौरशक्ती सर्वाधिक मिळते म्हणूनच येथे हवेचे तापमान वर्षभर अधिक असते.

(२) समशीतोष्ण कटिबंध- पृथ्वी पृष्ठभागावरील दोन्ही गोलार्धात उत्तरेला $२३^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच कर्कवृत्तापासून $६६^{\circ} १/२$ च्या ध्रुवापर्यंतच्या आर्टिक वर्तुळ व दक्षिण गोलार्धातील $२३^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच मकरवृत्तापासून दक्षिणेकडील ध्रुववृत्तापर्यंतच्या अंटार्क्टिक वर्तुळ पट्ट्याला समशीतोष्ण कटिबंध असे म्हणतात. या पट्ट्यात सूर्यकिरणे नेहमी तिरपी पडतात. या पट्ट्यातील तापमान उष्ण कटिबंधातील तापमानापेक्षा कमी असते. दोन्ही गोलार्धात $२३^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून ४५° अक्षवृत्ताच्या प्रदेशाला उबदार हवेचा पट्टा तर ४५° अक्षवृत्तापासून $६६^{\circ} १/२$ अक्षवृत्ताच्या पट्ट्याला थंड हवेचा पट्टा म्हणून ओळखले जाते.

(३) शीत कटिबंध - उत्तरेकडे $६६^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच आर्टिक वर्तुळापासून उत्तर ध्रुवापर्यंत व दक्षिणेला $६६^{\circ} १/२$ अक्षवृत्तापासून म्हणजेच अंटार्क्टिका वर्तुळापासून दक्षिण ध्रुवापासून दक्षिण ध्रुवापर्यंतच्या प्रदेशाला शीत कटिबंध असे म्हणतात.

या प्रदेशात सूर्यकिरणे वर्षभर अतिशय तिरपी पडतात त्यामुळे तापमान अतिशय कमी असते. दिनमान व रात्रीमान २४ तासापेक्षा जास्त असते. दोन्ही ध्रुवांजवळ सहा महिन्यांचा दिवस व सहा महिन्यांची रात्र असते.



आकृती: तिरपे व लंबरूप सूर्यकिरणे

तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे घटक:

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वेगवेगळ्या ठिकाणी तापमान सारखेच आढळत नाही. एखाद्या ठिकाणच्या तापमानावर अनेक घटक परिणाम करतात. तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणारे प्रमुख घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

१) अक्षवृत्त २) समुद्रसपाटीपासूनची उंची ३) समुद्रापासूनचे अंतर ४) डोंगर उतार ५) सागर प्रवाह ६) वारे ७) ढगांचे आच्छादन ८) दिवसाचा कालावधी.

१) **अक्षवृत्त:** उष्ण कटिबंधात सूर्यकिरण लंबरूप असतात. (कर्कवृत्त ते मकरवृत्त) लंबरूप किरण पृथ्वीवरील छोट्या जागेत एकवटलेले असतात. तसेच लंबरूप किरण वातावरणातून पृथ्वीकडे येताना वातावरणातील धुलीकण व इतर घटकांचा अडथळा कमी प्रमाणात होतो त्यामुळे लंबरूप सूर्यकिरण ज्या ठिकाणी पडतात त्या ठिकाणी जमिनीचे तापमान / जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान जास्त असते. याऊलट तिरप्या किरणांना वातावरणातून अधिक अंतर जावे लागते व त्यामुळे तिरप्या किरणांना वातावरणातील घटकांचा अडथळा निर्माण होतो. तिरप्या किरणांचे परावर्तन, विकिरण होऊन त्यांची तीव्रता कमी होते. तिरपे किरण मोठ्या भूभागावर पसरतात त्यामुळे प्रत्येक घटकाला / भागाला मिळणारी उष्णता अत्यल्प असते. समशीतोष्ण कटिबंधात व सशी कटिबंधात सूर्यकिरण तिरपे असतात व त्यामुळे या कटिबंधात तापमान खूपच कमी असते.

२)समुद्रापासूनची उंची:

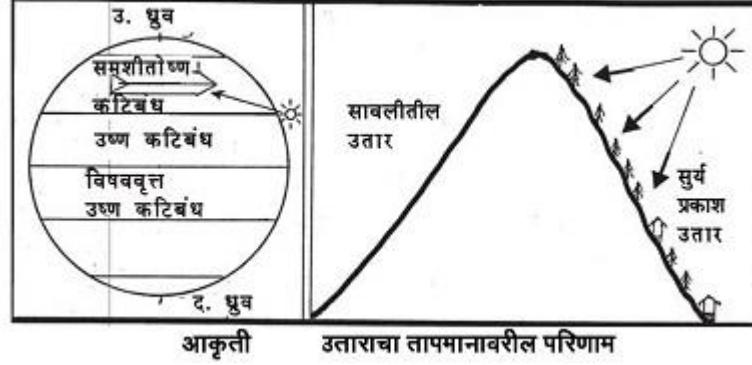
समुद्रसपाटीपासून उंचावर जाताना हवेचे तापमान कमी होत जाते. सूर्यकिरण पृथ्वीवर लघुलहरी किरणांच्या स्वरूपात येतात. पृथ्वीचा पृष्ठभाग तापतो. या पृष्ठभागाकडून दीर्घ लहरींच्या स्वरूपात उष्णता उत्सर्जित केली जाते. वातावरणातील पाण्याची वाफ, कार्बन डाय ऑक्साईड इ. वायू दीर्घ लहरींच्या स्वरूपातील उष्णता शोषून घेतात. पाण्याची वाफ पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरून बाष्पीभवाच्या प्रक्रियेने वातावरणात मिसळते. तसेच कार्बन डायऑक्साईड ज्वलनाच्या प्रक्रियेने वातावरणात मिसळतो. या दोन्ही वायूंचे प्रमाण पृथ्वीच्या पृष्ठभागालगत अधिक असते त्यामुळे वातावरणाची उष्णता ग्रहण करण्याची क्षमताही भूपृष्ठालगत जास्त असते. उंचावर जाताना पाण्याच्या वाफेचे, कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण कमी होत जाते यामुळे वातावरणाची उष्णता करण्याची क्षमताही कमी होत जाते आणि त्यामुळे उंचावर जाताना तापमानात घट होत जाते.

४) समुद्रापासूनचे अंतर:

जमीन व पाण्याचे तापमानविषयक गुणधर्म वेगवेगळे आहेत. दिवसा सूर्याच्या उष्णतेने जमीन तापते पण पाण्याचे तापमान कमी असते. जमीन लवकर तापते व लवकर थंड होते. पाणी उशीरा तापते व उशीरा थंड होते. त्यामुळे रात्री पाणी उबदार असते तर जमीन थंड असते. या तापमान भिन्नतेमुळे किनाऱ्यावरील प्रदेशात वारे खारे वारे मतलई वारे निर्माण होतात त्यामुळे किनाऱ्यावरील प्रदेशात कमाल व किमान तापमानातील फरक कमी असतो. किनाऱ्यापासून दूर, खंडाच्या अंतर्गत भागात जाताना तापमानातील फरक वाढत जातो. खंडाच्या अंतर्गत भागात तापमान कक्षा जास्त असते.

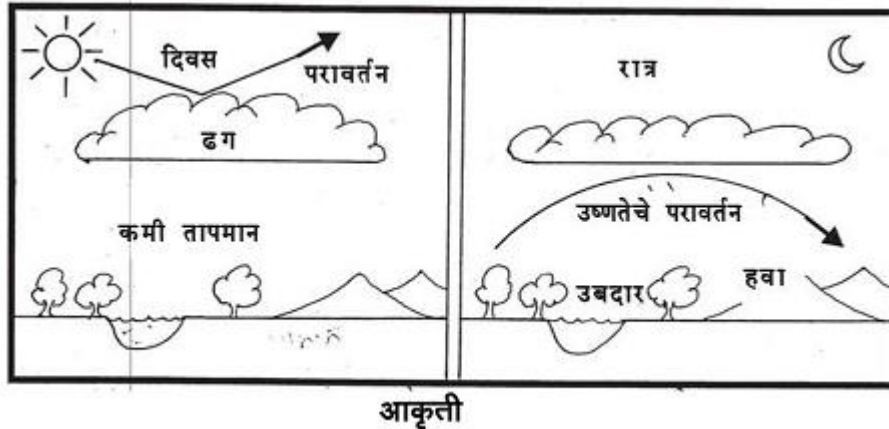
५) डोंगर उतार:

समशीतोष्ण कटिबंधात सूर्यकिरणे तिरपे असतात. उत्तर गोलार्धात समशीतोष्ण कटिबंधातील दक्षिणेकडील डोंगर उतारांवर अधिक सूर्यप्रकाश मिळतो व त्यामुळे या डोंगर उतारावर वनस्पती आणि वह्यांचे प्रमाण जास्त असते. हा डोंगर उतार Adret Slope या नावाने ओळखला जातो.

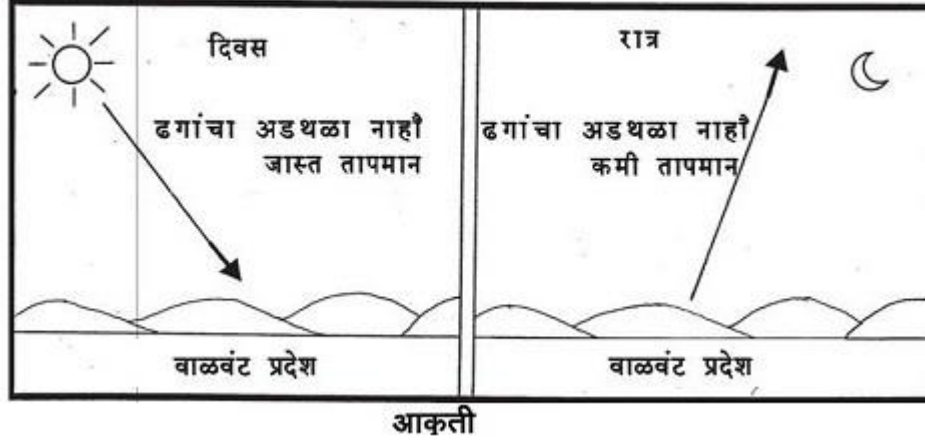


त्याउलट उत्तरेच्या दिशेला असलेल्या डोंगर उतारावर कमी सूर्यप्रकाश मिळतो त्यामुळे या डोंगर उतारावर वनस्पती तसेच वस्त्यांचे प्रमाण कमी आढळते. हा डोंगर उतार Ubac Slope म्हणून ओळखला जातो. डोंगर उतारांमुळे सूर्यप्रकाश / तापमानावर होणारा परिणाम हा Aspect Effect म्हणून संबोधला जातो.

- ६) सागर प्रवाह: उष्ण सागर प्रवाहांमुळे सभोवतालच्या प्रदेशांचे तापमान वाढते. अटलांटिक महासागरातील गल्फ स्ट्रीम उष्णप्रवाहामुळे पश्चिम युरोपीय देशांचा किनारपट्टीचा भाग उबदार राहतो. उदा. त्याचप्रमाणे शीत सागर प्रवाहांमुळे सभोवतालच्या प्रदेशांचे तापमान कमी होते..
- ७) वारे: उष्ण स्थानिक वाऱ्यांमुळे प्रदेशांचे तापमान वाढते. तर शीत स्थानिक वाऱ्यांमुळे तापमान कमी होते.
- ८) ढगांचे आच्छादन: दिवसा ढगांचे आच्छादन असल्यास सूर्यकिरण ढगांवरू परावर्तित होतात त्यामुळे जमिनीकडे येणाऱ्या उष्णतेत घट होते. रात्री ढगांचे आच्छादन असल्यास पृथ्वीवरून उत्सर्जित केली जाणारी उर्जा ढगांमुळे अडविली जाते. त्यामुळे जमिनीलगतची हवा उबदार राहते.



विषुववृत्तीय प्रदेशात सतत ढगांचे आच्छादन असते, त्यामुळे या प्रदेशातील तापमान कक्षा कमी असते. वाळवंटात ढगांचे आच्छादन आढळत नाही त्यामुळे दिवसा सूर्याच्या उष्णतेमुळे तापमान खूप जास्त असते व रात्री पृथ्वीकडून जाणाऱ्या उष्णता लहरींना अडथळा नसल्याने रात्रीचे तापमान खूपच कमी होते.



- ९) दिवसाचा कालावधी : दिवसाचा कालावधी जास्त असल्यास सूर्यप्रकाश अधिक प्रमाणात मिळतो व तापमान वाढते. त्याउलट दिवसाचा कालावधी कमी असल्यास, सूर्यप्रकाशाचे प्रमाण कमी असते व तापमान कमी असते. उन्हाळ्यात दिवसाचा कालावधी जास्त असतो तर हिवाळ्यात दिवसाचा कालावधी कमी असतो म्हणून उन्हाळ्यात गरम होते व हिवाळ्यात थंडी वाजते.

दिर्घोत्तरी प्रश्न:

प्र.१ व २ खाली दिलेल्या प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- ६) सुबक आकृतीच्या सहाय्याने वातावरणाची संरचना स्पष्ट करा.
- ७) वातावरणाची घटना स्पष्ट करा.
- ८) सौरशक्ती म्हणजे काय? सौरशक्तीच्या वितरणावर परिणाम करणाऱ्या घटकावर माहिती द्या.
- ९) तापमानाचे उभ्या व आडव्या दिशेतील वितरण सांगा.
- १०) तापमानाच्या वितरणावर परिणाम करणाऱ्या घटकांवर सविस्तर चर्चा करा.

प्र. ३ टीपा लिहा. (कोणत्याही दोन)

- ६) वातावरणाची घटना
- ७) सौरऊर्जा
- ८) तापमानाचे उभे वितरण / तापमानाचा ऱ्हास/ लोपदर
- ९) तपांबर/ स्थितांबर/ आयनांबर

=====THE END=====

प्रकरण ३ रे वायुभार व वारे

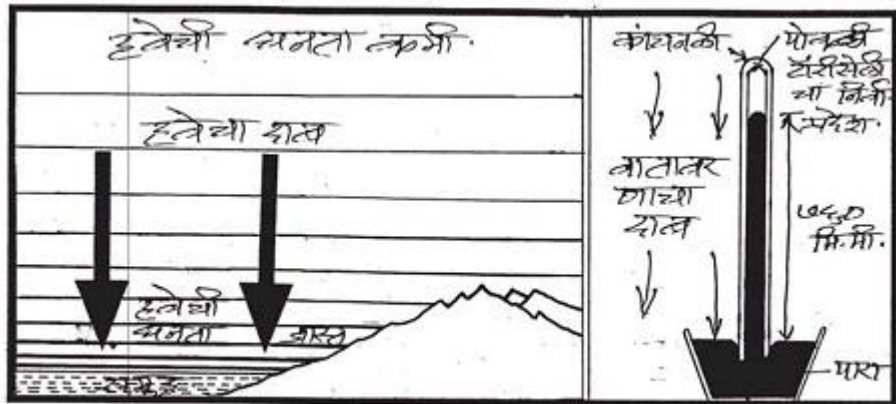
प्रकरणाची उद्दिष्ट्ये:

- ✓ वायुभाराची संकल्पना समजून घेणे.
- ✓ वायुभार व वारे यांच्यामधील संबंध अभ्यासणे.
- ✓ वाऱ्याच्या निर्मितीवर परिणाम करणाऱ्या घटकांचा अभ्यास करणे.
- ✓ पृथ्वीवरील वायुभाराचे वितरण अभ्यासणे.
- ✓ वाऱ्याच्या विविध प्रकारांचा अभ्यास करणे.

प्रस्तावना:

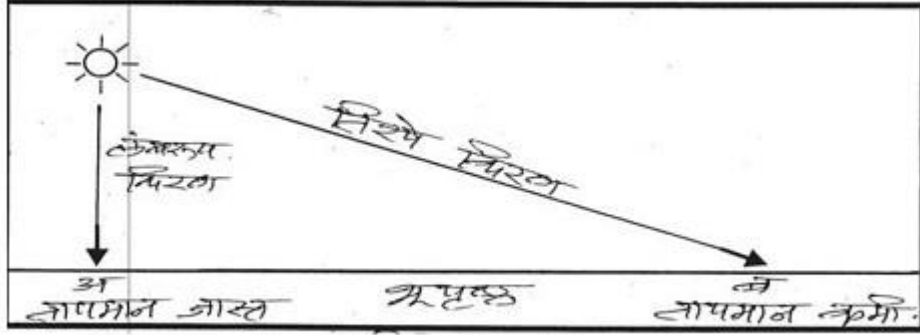
जर्मन शास्त्रज्ञ ऑटोफॉन गॅरिक यांनी इ.स १६५९ साली हवेला वजन असते हे शोधून काढले. हवेच्या वजनामुळे निर्माण होणारा दाब म्हणजे वायुभार होय. हा दाब मोजण्याचे उपकरण इटालियन शास्त्रज्ञ टॉरसेली याने शोधले. हवेचा दाब किती आहे हे तेथील हवेच्या घनतेवर अवलंबून असते. साधारणतः समुद्र सपाटीवर एक घन मीटर हवेचे वजन १२०२ ग्रॅम असते.

हवेच्या वजनाप्रमाणेच हवेचा दाब सुद्धा मोजता येतो व हा दाब पौंड किंवा मिलीबार या परिमाणात मोजतात. साधारणपणे समुद्रसपाटीवर एक चौरस इंच जागेवर असलेला हवेचा १४.७ पौंड भार हा एक इंच व्यासाच्या नळीतील २९.९२ इंच असे सांगण्याची पद्धत असून ४५ अक्षांशावरील हवेचा दाब सर्वत्र प्रमाणित मानण्यात येतो. मिली मीटर या परिमाणात हाच भार ७६० मी.मी. इतका भरतो. १९४० पासून हवेचा भार मिलीबार या परिमाणात मोजण्यात येत असून एक ग्रॅम वजनाच्या वस्तूमध्ये एका सेकंदाला एक से.मी. इतका वेग उत्पन्न होण्यासाठी जेवढा भार किंवा दाब लागतो त्याला एक डाईन असे म्हणतात. अशा १० लक्ष डाइन्समुळे एक चौरस से. मी. जागेवर पडणारा भार म्हणजे एक बार. एका बाराचा हजाराचा भाग म्हणजे मिलीबार होय.

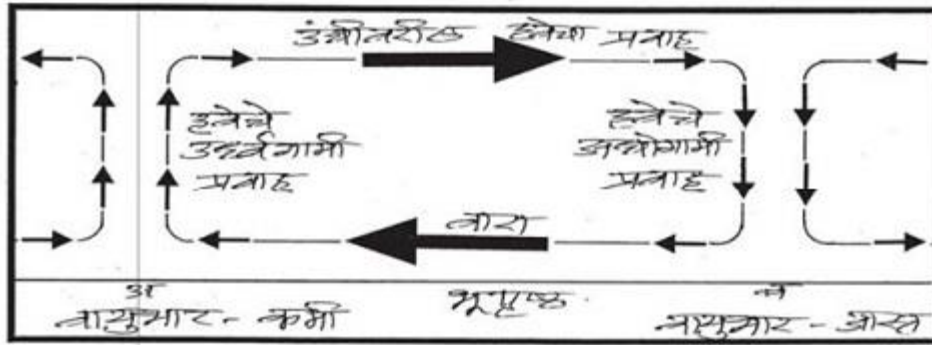


आकृती १ वायुभार व वायुभार मापन

यावरून असे स्पष्ट होते की हवेला वजन असते. हवेला दाब असतो. पण तो सर्वत्र सारखा नसतो. हवेच्या दाब किंवा भारात वेळ, काळ व ठिकाणानुसार बदल घडून येतो समुद्र सपाटीवर हवेचा दाब व भार समान असतो.



आकृती २ सूर्यकिरण व तापमान



आकृती ३ कमी व जास्त वायुभार

वातावरणातील दाब आणि तापमान यांचा सहसंबंध:

हवेचा दाब व हवेचे तापमान यांचा जवळपास संबंध आहे. त्यामुळे कमी तापमानाच्या भागात हवेचा दाब जास्त तर जास्त तापमान असणाऱ्या भागात कमी दाब आढळतो. हवेचे तापमान वाढले की हवा प्रसरण पावते ती विरळ होते तीची घनता कमी होते. त्यामुळे वायुभार कमी होतो.

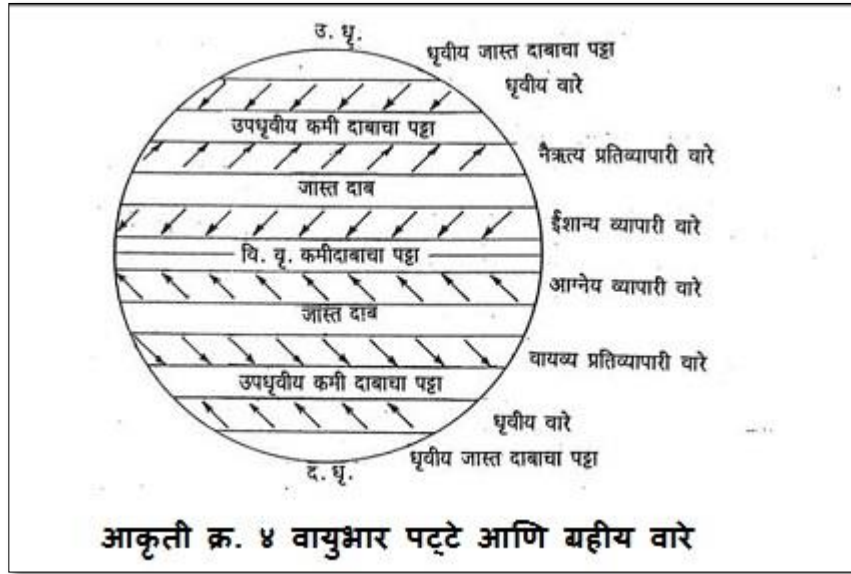
वरील आकृतीत अ या ठिकाणी लंबरूप किरण पडताता तर ब या ठिकाणी तिरपे किरण पडतात. यामुळे अ या ठिकाणी सूर्यकिरण थोड्या जागेत एकवटले गेल्यामुळे तापमान जास्त असेल तर ब या ठिकाणी सूर्यकिरण विस्तृत प्रदेशावर पसरल्यामुळे तापमान कमी असेल. 'अ' या ठिकाणी तापमान जास्त असल्यामुळे जमीन तापले. जमिनीलगतची हवा तापून प्रसरण पावेल व तिची घनता कमी झाल्याने ती वर जाऊ लागेल. वरची हवा अ स्थानापासून दूर ढकलली जाईल. यामुळे अ ठिकाणी असणाऱ्या हवेचे वजन कमी होईल. यालाच आपण वायुभार कमी झाला असे संबोधतो.

'ब' ठिकाणी तिरप्या किरणांमुळे जमीन फारशी तापणार नाही. अ ठिकाणाच तुलने ब ठिकाणी वायुभार जास्त असेल त्यामुळे ब हा जास्त वायुभाराचा प्रदेश म्हणून ओळखला जातो.

हवा साधारणतः संतुलित अवस्थेत रहाते. अ ठिकाणी कमी वायुभार व ब ठिकाणी जास्त वायुभार यामुळे हवेत असंतुलन निर्माण होते. हे असंतुलन दूर करण्यासाठी जास्त दाबाकडून हवा कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहू लागले त्याला वारा असे संबोधले जाते.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वायुभार पट्टे/वायुभाराचे आडवे / क्षितिज समांतर वितरण वितरण:

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर तापमानाचे वितरण समान नाही. वायुभारावर परिणाम करणाऱ्या अनेक घटकामुळे पृथ्वीवर कमी जास्त वायुभाराचे पट्टे निर्माण झाले आहेत. वायुभार पट्टे समुद्रसपाटीचा सरासरी वायुभार दर्शवितात. पृथ्वीचे परिवलन व भूपृष्ठावरील तापमानातील फरक या दोन कारणांमुळे भूपृष्ठावर कमी व जास्त वायुभाराचे पट्टे आढळतात. तापमानाच्या असमान वितरणामुळे वायुभारातही समानता आढळत ननाही त्यामुळे भूपृष्ठावर कमी दाबाचे तीन व जास्त दाबाचे चार असे एकूण सात पट्टे निर्माण झाले आहेत हे पट्टे खालीलप्रमाणे सांगता येईल. हे वायुभार पट्टे आकृतीत दाखवले आहेत.



- १) **विषुववृत्तीय कमी दाबाचा पट्टा** : विषुववृत्तापासून उत्तरेला ५ अंश व दक्षिणेला ५ अंश असा कमी दाबाचा पट्टा तयार झाला आहे. त्या विषुववृत्तीय कमी दाबाचा पट्टा असे म्हणतात. कारण विषुववृत्तावर सूर्य किरणे वर्षभर लंबरूप पडतात त्यामुळे तेथे वर्षभर तापमान जास्त असते. अधिक तापमानामुळे हवा तापून हलकी बनते, विरळ होते, ती वर जाते व त्यामुळे तेथे कमी दाबाचे केंद्र निर्माण झाले आहे. या पट्ट्याला विषुववृत्तीय शांत दाबाचा पट्टा किंवा डोलड्रूमू असे म्हणतात.
- २) **कर्कवृत्तीय व मकरवृत्तीय जास्त दाबाचा पट्टा** : दोन्ही गोलार्धात साधारणपणे २५ ते ३५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यान म्हणजे कर्कवृत्त व मकरवृत्तावर जास्त दाबाचे प्रदेश निर्माण झाले आहेत. त्यांना जास्त दाबाचे पट्टे असे म्हणतात. विषुववृत्तीय कमी दाबाच्या पट्ट्यात अधिक उष्णतेने तापलेली हवा हलकी होऊन वर जाते. जसजशी हवा उंच जाते तसतशी थंड व जड बनते. थंड व जड झालेली उंचावरील हवा दोन्ही गोलार्धातील २५ ते ३५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यान असलेल्या कर्क व मकरवृत्तावर

खाली उतरते त्यामुळे येथे अधिक दाबाचे पट्टे निर्माण झाले आहेत. यांना उपोष्ण कटिबंधीय जास्त दाबाचे पट्टे असेही म्हणतात.

- ३) **उपध्रुवीय कमी दाबाचे पट्टे** : दोन्ही गोलार्धात ५५ ते ६५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी दाबाचे पट्टे निर्माण झाले आहेत. या पट्ट्यात तापमान कमी असले तरी उष्ण सागरी प्रवाहामुळे तापमान अधिक असते. उत्तर गोलार्धापेक्षा दक्षिण गोलार्धात समुद्राचा भाग अधिक असल्याने या पट्टा विस्तृत स्वरूपाचा आढळतो. या बरोबर पृथ्वीच्या परिवलनामुळे या पट्ट्यामागील हवा बाहेर फेकली जाते. त्यामुळेही येथे कमी दाबाचे पट्टे निर्माण होण्यास योग्य परिस्थिती निर्माण होते या पट्ट्याला ध्रुववृत्तीवरील कमी दाबाचे पट्टे असे ही म्हणून ओळखले जाते. या भागात समशीतोष्ण कटिबंधीय आवताची निर्मिती होते.
- ४) **ध्रुवीय जास्त दाबाचे पट्टे** दोन्ही ध्रुववर तापमान कमी म्हणजे गोठण बिंदूच्या खाली असते. हवेचा दाब जास्त असतो. हवा स्थिर असते यामुळे येथे जास्त वायूभाराचे प्रदेश निर्माण झाले आहेत म्हणून या पट्ट्यांना ध्रुवीय जास्त दाबाचे पट्टे असे म्हणतात.

वाऱ्याचे प्रकार

वाऱ्याचे मुख्य तीन प्रकार पडतात.

- १) ग्रहीय वारे
- २) नियतकालिक वारे - मोसमी वारे
- ३) स्थानिक वारे

ग्रहीय वारे

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वातावरणातील विभिन्न कारणामुळे कमी जास्त दाबाचे पट्टे निर्माण होतात तेव्हा जास्त दाबाच्या पट्ट्याकडून कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे वारे वाहू लागतात. त्यांना ग्रहीय वारे असे म्हणतात. हे वारे नियमितपणे वाहतात म्हणून त्यांना नित्यवारे किंवा नियमित वारे असे ही म्हणतात. या वाऱ्यांचे व्यापारी वारे, प्रतिव्यापारी वारे व ध्रुवीय वारे असे प्रमुख तीन प्रकार असतात. आकृती मध्ये पृथ्वीवरील ग्रहीय वाऱ्यांचे चक्र दाखवलेले आहे.

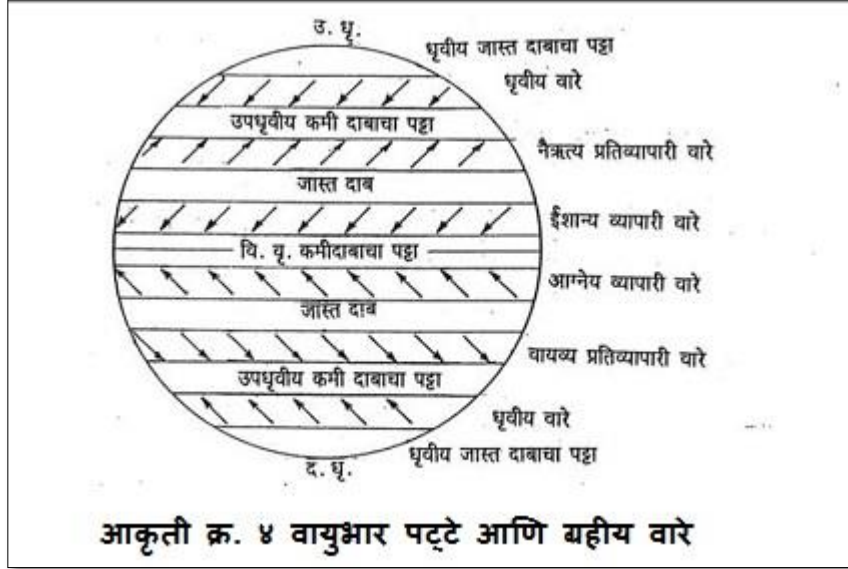
१) **व्यापारी वारे** : पूर्वेच्या काळी व्यापारासाठी जाणाऱ्या व्यापाऱ्यांच्या शिडाच्या जहाजांना समुद्र प्रवास करण्यासाठी या वाऱ्याचा उपयोग होत असे म्हणून या वाऱ्यांना व्यापारी वारे असे म्हणतात. आजही त्यांना त्याच नावाने ओळखले जाते.

हे वारे उत्तर व दक्षिण या दोन्ही गोलार्धात २५ ते ३५ अक्षवृत्ताच्या दरम्यानच्या जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून म्हणजे कर्कवृत्त व मकरवृत्ताकडून विषुववृत्ताकडील कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे वाहतात.

व्यापारी वाऱ्याची वैशिष्ट्ये :

- १) हे वारे वर्षभर नियमित वाहतात.
- २) या वाऱ्याचा वेग ताशी १६ ते २४ कि.मी. इतका असतो.

- ३) वारे समुद्रावरून अधिक तर जमिनीवरून कमी गतीने वाहतात.
- ४) हे वारे समुद्रावरून अधिक तर जमिनीवरून कमी गतीने वाहतात. उन्हाळ्यापेक्षा हिवाळ्यात या वाऱ्याचा वेग व विस्तार जास्त असतो.
- ५) सर्व साधारणपणे हे वारे पूर्वेकडून वाहतात म्हणून त्याला पूर्वीय वारे म्हणतात.



- ६) उत्तर गोलार्धात साधारणपणे ते ईशान्येकडून नैऋत्येकडे वाहतात म्हणून त्यांना ईशान्य व्यापारी वारे म्हणतात.
- ७) दक्षिण गोलार्धात ते आग्नेयाकडून वायव्येकडे वाहतात म्हणून त्यांना आग्नेय व्यापारी वारे असे म्हणतात.
- ८) हे वारे उष्ण प्रदेशाकडे वाहत असल्याने उष्ण व कोरडे बनतात यामुळे या वाऱ्यापासून सहसा पर्जन्य होत नाही.
- ९) हे वारे उष्ण व कोरडे असून त्यापासून पाऊस होत नसल्याने खंडाच्या पश्चिम भागात उष्ण वाळवंटे निर्माण झाली आहेत.
- १०) या वाऱ्याच्या मार्गातील आकाश निरभ्र, हवा स्वच्छ व आल्हादायक असते.
- ११) हिंदी महासागरातील व्यापारी वारे विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडे असल्याने त्यांचे नैऋत्य मौसमी वाऱ्यात रूपांतर होते व मोसमी वारे भारतीय उपखंडावर पाऊस देतात.

२) प्रतिव्यापारी वारे

दोन्ही गोलार्धात म्हणजे उत्तरेकडील २५ अंश ते ३५ अंश अक्षवृत्ताच्या अधिक दाबाच्या पट्ट्यावरून म्हणजे कर्कवृत्तावरून उपध्रुवीय ५५ अंश ते ६५ अंश अक्षवृत्तावरील कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे व दक्षिण गोधालार्धातील २५ अंश ते ३५ अंश अक्षवृत्ताकडील म्हणजे मकर वृत्तीय अधिक दाबाच्या पट्ट्याकडून उपध्रुवीय ५५ अंश ते ६५ अंश अक्षवृत्तावरील कमी दाबाच्या पट्ट्याकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना प्रतिव्यापारी

वारे असे म्हणतात. हे वारे व्यापारी वाऱ्यांच्या विरुद्ध दिशेने वाहतात म्हणून त्यांना प्रतिव्यापारी वारे म्हणून ओळखले जाते.

प्रतिव्यापारी वाऱ्यांची वैशिष्ट्ये :

- १) हे वारे दोन्ही गोलार्धात २५ अंश ते ३५ अंश वरून ५५ अंश ते ६५ अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान असलेल्या कमी दाब पट्ट्याकडे वाहतात.
- २) या वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असते म्हणून या वाऱ्यांना पश्चिमी वारे म्हणतात.
- ३) उत्तर गोलार्धात या वाऱ्याची सर्वसाधारण दिशा नैऋत्येकडून ईशान्येकडे असते तर दक्षिण गोलार्धात या वाऱ्याची दिशा वायव्येकडून आग्नेयेकडे असते.
- ४) हे वारे उष्ण प्रदेशाकडून थंड प्रदेशाकडे वाहतात थंड होत जाताना त्यांच्यातील बाष्पधारण क्षमता आपोआप कमी होते सांद्रीभवन होते व त्यामुळे ते खंडाच्या पश्चिम भागात वर्षभर पाऊस देतात.
- ५) उत्तर गोलार्धात प्रतिव्यापारी वाऱ्यांची दिश व गती अनिश्चित असते, अनेक वेळा ते उग्र रूप धारण करतात.
- ६) दक्षिण गोलार्धात भूभागापेक्षा सागरी भाग अधिक असल्याने या गोलार्धात हे वारे नियमितपणे वाहतात.
- ७) दक्षिण गोलार्धात या वाऱ्यांच्या मार्गात कोणताच अडथळा नसल्याने हे वारे अधिक वेगाने वाहतात.
- ८) दक्षिण गोलार्धातील ४० अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान या वाऱ्यांचा प्रचंड आवाज येतो म्हणून त्यांना गरजणारे ४० असे म्हणतात.
- ९) ५० अंश अक्षवृत्ताच्या दरम्यान हे वारे प्रचंड खवळलेले असतात व अतिशय वेगाने वाहतात म्हणून त्यांना खवळलेले ५० असे म्हणतात.
- १०) ६० अक्षवृत्ताच्या दरम्यान हे वारे वेगाने वाहतात त्याच बरोबर ते थंड बनतात त्यामुळे त्यांना झोंबणारे किंवा वाजणारे ६० म्हणून ओळखले जाते.

3) ध्रुवीय वारे :

दोन्ही गोलार्धातील ध्रुवीय जास्त दाबाच्या प्रदेशाकडून उपध्रुवीय कमी दाबाच्या प्रदेशाकडे म्हणजेच ध्रुवाजवळून ७० अंश ते ८० अंश अक्षवृत्ताकडील पट्ट्याकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना ध्रुवीय वारे असे म्हणतात.

ध्रुवीय वाऱ्यांची वैशिष्ट्ये :

- १) हे वारे ध्रुवाजवळील अधिक भाराच्या प्रदेशाकडून कमी भाराच्या प्रदेशाकडे वाहतात.
- २) हे वारे सर्वसाधारणपणे पूर्वेकडून वाहतात म्हणून त्यांना पूर्व ध्रुवीय वारे असे म्हणतात.
- ३) हे वारे अतिशय थंड व कोरडे असतात ते प्रचंड वेगाने वाहतात. ४) या वाऱ्यांच्या मार्गात वर्षभर हिमवर्षाव होतो.

नियतकालिक वारे (Periodic Winds)

मौसमी वारे

भारतीय उपखंडावर ठराविक काळात वाहणारे वारे म्हणजे मौसमी वारे होय. हा प्रादेशिक वाऱ्यांचा एक प्रकार असून खारेवारे मतलई वाऱ्यांचे विस्तृत स्वरूप आहे.. मौसमी हा शब्द अरबी भाषेतून आला

असून त्याचा अर्थ ऋतु असा होतो हे बारे विशिष्ट ऋतुमध्ये वाहतात त्यांना मौसमी वारे असे म्हणतात. या वाऱ्याचे उन्हाळी मौसमी वारे व हिवाळी मौसमी वारे असे प्रकार पडतात.

व्याख्या :

ऋतुमानानुसार दिशा बदलून वाहणाऱ्या वाऱ्यांना मौसमी वारे असे म्हणतात.

मौसमी वाऱ्याच्या निर्मितीवर परिणाम करणारे घटक

भारतीय उपखंड हे असे एकमेव ठिकाण आहे जेथे मान्सून वारे मोठ्या प्रमाणावर तयार होतात. या वाऱ्याच्या निर्मितीवर अनेक घटकाचा परिणाम होतो. त्यापैकी एका घटकाचा जरी अडथळा आला तर त्याचा मान्सूनच्या निर्मितीवर विपरीत परिणाम होतो.

२. सूर्याचे उत्तरायण

२१ मार्च नंतर सूर्याचे उत्तरायण सुरु होते सूर्य कर्कवृत्ताकडे सरकतो त्यावेळी संपूर्ण उत्तर भारतावर सूर्य किरणे लंबरूप पडतात अधिक सौरशक्ती मिळाल्याने तो भाग जास्त तापतो. हवेची पोकळी निर्माण होते. साहजिकच येथे कमी दाबाचे केंद्र बनते हे केंद्र उत्तर भारतातील गंगा, यमुना नद्यांच्या पात्रापासून वायव्येस सिंधू नदीच्या खोऱ्यापर्यंत विस्तृत असते.

३. हिंदी महासागरावरील अधिक दाबाचा पट्टा :

मार्च, एप्रिलमध्ये अधिक तापमानामुळे गंगा, सिंधू नद्यांच्या खोऱ्यात कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते मात्र याचवेळी दक्षिणेकडील हिंदी महासागरावर मात्र सूर्य किरणे तिरपे पडत असल्याने तापमान कमी मिळते त्यामुळे येथे अधिक दाबाचे केंद्र निर्माण होते साहजिकच या अधिक दाबाच्या केंद्रावरून वारे भारतीय भूखंडावरील कमी दाबाच्या केंद्राकडे खेचले जातात.

३. अंतर उष्ण कटिबंधीय केंद्रीभवन पट्टा :

उन्हाळ्यात सूर्याचे भासमान भ्रमण होऊन सूर्य उत्तरेकडे सरकतो तेथे तापमान अधिक होऊन कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते याला आंतर उष्ण कटिबंधीय केंद्रीभवन पट्टा असे म्हणतात हे कमी दाबाचे केंद्र उत्तरेकडे सरकल्याने दक्षिणेकडील अधिक दाबाच्या केंद्रावरून वारे खेचले जातात.

४. जेट प्रवाह :

भूपृष्ठापासून अती उंचीवर नागमोडी स्वरूपाचे जेट वारे वाहतात या वाऱ्याची एक शाखा तिबेटच्या पठारावर तर दुसरी शाखा हिमालय पर्वताच्या दक्षिणेकडून वाहते. परंतु उन्हाळ्यात दक्षिणेकडून वाहणारी शाखा अचानक आपले स्थान बदलून हिमालयाच्या उत्तरेकडे सरकते त्यामुळे दक्षिणेकडून येणाऱ्या मान्सून वाऱ्याचा मार्ग सोपा होतो.

५. हिमालय पर्वत : भारतीय उपखंडावर प्रचंड उंचीचा हिमालय पर्वत अस्तित्वात असल्याने भारतीय उपखंडावरील मान्सून वारे हिमालय पर्वत ओलांडून उत्तरेकडे जाऊ शकत नाहीत.

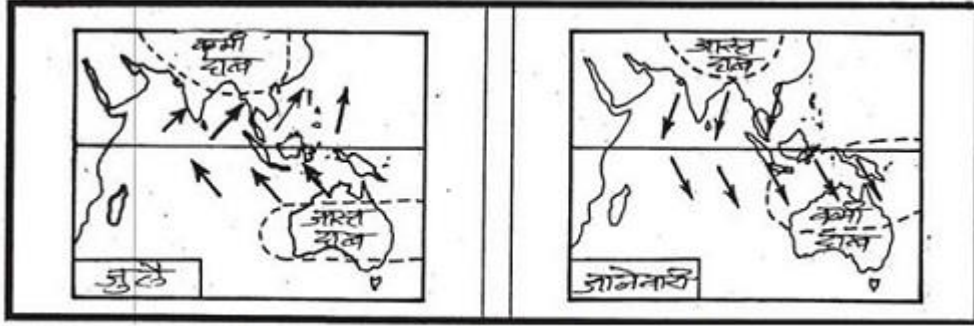
६. तिबेटचे पठार : तिबेटच्या पठारावर उष्ण हवेचे चक्र निर्माण होते यातील उष्ण वारे भारतीय भूमीकडे वाहत असावेत त्याचा परिणाम मान्सूनच्या निर्मितीवर होत असावा असा शास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे.

७. एलनिनो सागर प्रवाह: दक्षिण अमेरिका खंडाच्या पश्चिमेकडील पेरु चिलीच्या किनाऱ्यावर अधून-मधून एलनिनो नावाचा उष्ण प्रवाह प्रकट होतो त्यामुळे तेथे कमी दाबाचे केंद्र बनते त्याचा परिणाम भारतीय

भूमीकडे वाऱ्यावर होतो. अनेक वेळा वारे शिथिल पडतात. त्यांचा जोर कमी होतो किंवा वारे उशिराने वाहू लागतात. साहजीकच त्याचा परिणाम मान्सूनची निर्मिती व पर्जन्यावर होतो.

मान्सूनची वैशिष्ट्ये:

- १) **मान्सूनचा उगम व विकास** : मान्सून वाऱ्याच्या उगम व विकासासाठी अनेक घटक कारणीभूत आहेत त्यामध्ये भूपृष्ठावरील परिस्थिती व वातावरणाच्या वरच्या थरातील परिस्थिती हे दोन घटक महत्वाची भूमिका बजावतात. भूपृष्ठावरील परिस्थितीचा अभ्यास करताना असे आढळते की उन्हाळ्यात म्हणजेच मार्च, एप्रिल व मे मध्ये भारताच्या वायव्याकडे कमी भाराचे केंद्र निर्माण होते. याचवेळी भारताच्या दक्षिणेकडील हिंदी महासागरावर मात्र तापमान कमी असल्याने येथे अधिक भाराचे केंद्र निर्माण होते. तेव्हा भारतीय भूखंडावरील कमी दाबाच्या केंद्राकडे हिंदी महासागरावरील अधिक भाराच केंद्राकडील वारे खेचले जातात. तेव्हा हे वारे सागरावरून भूभागाकडे वाहू लागतात. यांची दिशा नैऋत्यकडून असते म्हणून त्यांना नैऋत्य मौसमी वारे असे म्हणतात. विषुववृत्तावरील कमी दाबाचा पट्टाही भारताच्या भूभागावर सरकतो.



आकृती क्र. ७ : नियतकालिक वारे- मौसमी वारे

- ‘भूपृष्ठावरील परिस्थितीप्रमाणेच वातावरणाच्या वरच्या थरातील परिस्थिती मौसमी वाऱ्याच्या निर्मितीवर परिणाम करते. भारताच्या भूभागावरून वाहणारा पश्चिमी जेट वाऱ्याचा प्रवाह अचानक उत्तरेकडे सरकतो यामुळे मौसमी वाऱ्याचा मार्ग खुला होतो याच बरोबर पश्चिमी जेट वाऱ्याची जागा पूर्वीय जेट वारे घेतात. अशा प्रकारे वातावरणाच्या वरच्या थरातील परिस्थिती सुद्धा मौसमी वारे निर्माण होण्यामध्ये महत्वाची भूमिका बजावते.
- २) **मौसमी वाऱ्याचे आगमन**: मौसमी वाऱ्याचे आगमन ही भारतीय उपखंडावरील लोकांच्या जीवनातील एक महत्वाची घटना आहे. कारण या प्रदेशातील लोकांचे जीवनमान या पावसावर अवलंबून आहे. एप्रिल, मे मध्ये उन्हाच्या तीव्रतेने भारतीय उपखंडावर कमी दाबाचे केंद्र तर दक्षिणेकडील हिंदी महासागरावर अधिक दाबाचे केंद्र तयार होते. याच बरोबर जूनच्या पहिल्या आठवड्यात अरबी समुद्रावरील अधिक दाबाचे केंद्र सुद्धा उष्णतामान वाढल्यामुळे नाहीसे होते त्यामुळे हिंदी महासागरापासून भारताच्या वायव्येपर्यंत दाबाचा उतारा सलग बनतो. त्यामुळे या उतारावरून हिंदी महासागरावरील वारे आपल्या पूर्ण क्षमतेने भारतीय उपखंडावर जोराने प्रवेश करतात. भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावर हे वारे प्रचंड वेगाने धडकतात या वाऱ्याच्या जोरामुळे मेघ गर्जनेसेह विजाचा

लखलखाट होतो. यालाच मौसमी वाऱ्याची फुटी असेही म्हणतात. हे वारे केरळ किनाऱ्यावर १ जून, कर्नाटकात ५ जून, महाराष्ट्रात ७ जून, मध्यप्रदेश १० जून, लखनौ १५ जून तर पंजाबमध्ये १ जुलै रोजी पोहचतात. या वाऱ्याचे भारतीय उपखंडावरील वास्तव ३ महिने असते हिमालयीन पर्वत रांगेच्या उंचीमुळे हे वार हिमालयाच्या रांगांच्या पलिकडे जाऊ शकत नाहीत.

- ३) **नैऋत्य मोसमी वाऱ्याच्या शाखा:** नैऋत्य मोसमी वाऱ्यांनी भारतीय उपखंडावर प्रवेश केल्यानंतर त्याच्या दोन शाखा होतात. त्या दोन शाखा खालीप्रमाणे सांगता येतील

(अ) अरबी समुद्रावरील शाखा

अरबी समुद्रातील शाखा जेव्हा भारतीय उपखंडावर प्रवेश करते तेव्हा या शाखेमुळे सह्याद्री पर्वताच्या पश्चिम उतारावर प्रचंड पाऊस होतो. सिंधुदूर्ग जिल्ह्यातील आंबोली येथे सर्वाधिक म्हणजे ३६०० मि.मी. इतकी पावसाची नोंद होते, सह्याद्री पर्वताच्या पूर्व उतारावर मात्र पावसाचे प्रमाण कमी झाल्याने पर्जन्यछायेचा प्रदेश बनला असून येथे जेमतेम ते ५० ७५ से.मी. पावसाची नोंद होते. हेच बारे पुढे अरवली पर्वत, राजस्थानातून भारतीय उपखंडातून वायव्य दिशेने वाहतात परंतु या ठिकाणच्या स्थानिक कारणामुळे येथे पाऊस अल्प होतो..

(ब) बंगालच्या उपसागरावरील शाखा:

बंगालच्या उपसागरावरील बारे १ जूनच्या सुमारास ईशान्य भारतातील आसाम, मेघालय, अरुणाचल प्रदेशात प्रवेश करतात. हिमालयातील गारोखासी टेकड्यातील मौसीनराम येथे १९४१ से.मी. तर चेरापूंजी येथे १०८७ से.मी. पावसाची नोंद झाली आहे. त्याची एक शाखा म्यानमारकडे वळते तर दुसरी शाखा गंगेच्या मैदानाकडे वळते. गंगेच्या मैदानात तिला अरबी समुद्रावरील शाखा मिळते त्याची संयुक्त शाखा पुढे पंजाब पर्यंत प्रवेश करते पण पावसाचे प्रमाण मात्र अल्प असते.

- ४) **मौसमी वाऱ्याचा लहरीपणा:**

भारतीय उपखंडावर पाऊस देणाऱ्या मौसमी वाऱ्यांवर अनेक घटकाचा परिणाम होतो त्यामुळे ते कधी ठराविक वेळेच्या पूर्वी तर कधी ठराविक वेळनंतर येतात. कधी-कधी ते प्रचंड पाऊस देतात. तर कधी कोरडे वाहतात. त्यामुळे अनेक वेळा ओला व कोरडा दुष्काळ पहावयास मिळतो तर काही वेळा एकाच वेळी एकीकडे ओला तर दुसऱ्या ठिकाणी सुका दुष्काळ पहावयास मिळतो अशा प्रकारे मौसमी वाऱ्याचा लहरीपणा जाणवतो.

- 5) **पर्जन्याचे असमान वितरण:**

भारतातील मान्सूनचे वितरण असमान झाले आहे. सह्याद्री पर्वताचा पश्चिम उतार म्हणजेच पश्चिम किनारपट्टी, ईशान्य भारतातील आसाम, मेघालय, त्रिपूरा, मणिपूर, अरुणाचल प्रदेशात पाऊस २०० ते ४०० सें.मी. पेक्षा अधिक होतो. तर ईशान्य भारतातील चेरापूंजी, मौसीनराम येथे जगातील सर्वाधिक पावसाची नोंद झाली आहे. हिमाचल प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, ओरिसा, मध्यप्रदेश, पूर्व आंध्रप्रदेश, तामिळनाडूची किनारपट्टी येथे १०० ते २०० सें.मी. पर्जन्यवृष्टी होते तर पंजाब, हरियाणा, पूर्व राजस्थान, मध्यप्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, तामिळनाडू, आंध्रप्रदेश या ठिकाणी ५० ते १०० सें.मी.

पाऊस पडतो. राजस्थानच्या पश्चिम भागात वार्षिक सरासरी १० सें.मी. पेक्षाही कमी पाऊस पडतो. यावरून भारतात पावसाचे वितरण असमान आहे हे लक्षात येते.

6) मान्सून परतीचा कालखंड :

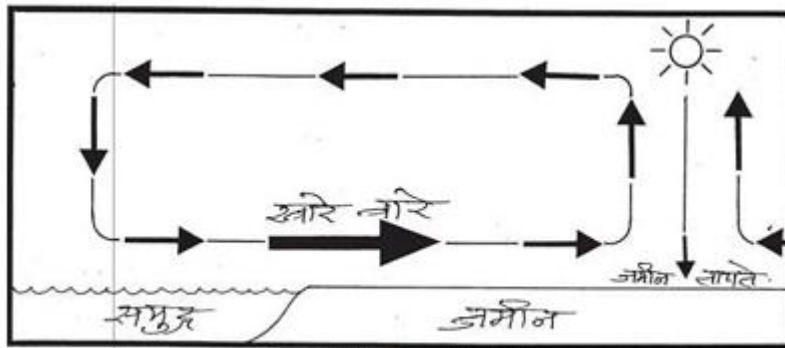
भारतीय उपखंडावर मौसमी वाऱ्यामुळे उन्हाळा, पावसाळा, हिवाळा ऋतु निर्माण होतो. तरी त्यामध्ये ऑक्टोबर ते डिसेंबर पर्यंतच्या कालखंड हा मान्सूनच्या परतीचा कालखंड म्हणून ओळखला जातो. या काळात सूर्याचे दक्षिणायन होते. मकर वृत्तावर सूर्यकिरण लंबरूप पडतात. दक्षिण गोलार्धात उन्हाळा असतो. ऑस्ट्रेलिया येथे कमी दाबाचा पट्टा निर्माण होतो तर भारतीय उपखंडावर जास्त दाबाचा पट्टा निर्माण होतो. ईशान्य मोसमी वारे वाहू लागतात. बंगालच्या उपसागरावरून भारतीय द्विपकल्पावरून किनाऱ्यावर वाहत येणारे ईशान्य मोसमी वारे तामिळनाडूचा किनारा, आंध्रप्रदेश, केरळमध्ये पाऊस देतात हा पाऊस तामिळनाडूमध्ये ५० से. मी. आंध्रप्रदेश, केरळमध्ये १५ ते २५ से.मी. इतका होतो पावसाबरोबरच बंगालच्या उपसागरावरून वाहणारे वारे अनेक वेळा विध्वंसक स्वरूप धारण करतात त्यामुळे काही ठिकाणी जिवीत व वित्तहानी होते..

स्थानिक वारे

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सर्वच प्रदेशात सारख्याच प्रकारचे भूभाग व वातावरण आढळत नाही. पर्वत, पठारे, मैदाने, समुद्र सानिध्य, स्थानिक भूचरणा, हवेतील विशिष्ट प्रकारची स्थिती यामुळे काही ठिकाणी तात्कालिक स्वरूपाचे वारे निर्माण होऊन विशिष्ट प्रदेशाकडे वाहतात या वाऱ्यांना वेगवेगळ्या प्रदेशात भिन्न नावाने ओळखले जाते अशा वाऱ्यांना स्थानिक वारे म्हणतात.

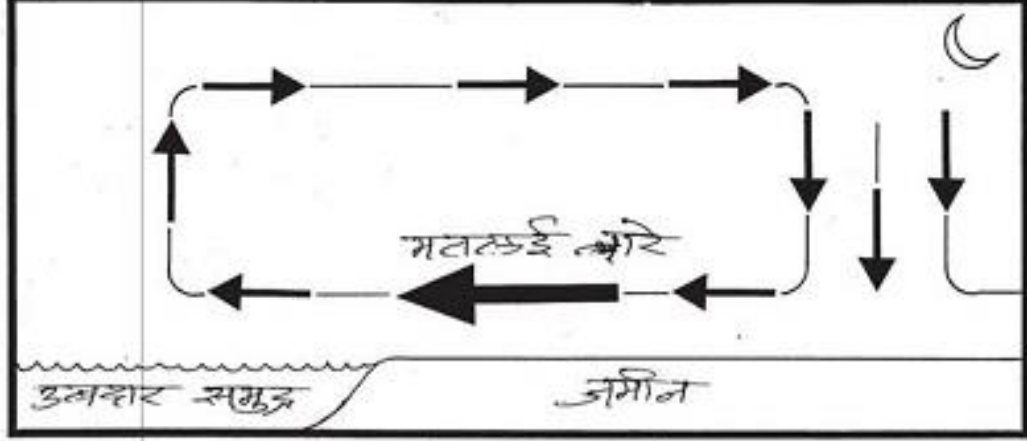
1) खारे वारे व मतलई वारे :

दिवसा सूर्याच्या उष्णतेमुळे जमिनीचा भाग अधिक तापतो. जमिनीलगतची हवा तापते, हलकी होते. जमिनीवर कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते. तेव्हा समुद्रावरील अधिक दाबाच्या केंद्राकडून जमिनीवरून कमी दाबाच्या केंद्राकडे वारे वाहू लागतात त्यांना खारे वारे असे म्हणतात. हे वारे साधारणपणे सकाळी १० ते रात्री ८ पर्यंत वाहतात या वाऱ्यांच्या स्थिती व गतीमध्ये ठिकाणानुसार फरक जाणवतो.



आकृती 7 खारे वारे

दिवसा ग्रहण केलेली उष्णता जमिनीवरून अधिक उत्सर्जीत होते रात्री जमिनीचे भाग लवकर थंड होतात व जमिनीलगतच्या वातावरणाचे थरही थंड होतात त्यामुळे जमिनीवरील अधिक दाबाचे केंद्र निर्माण होते. जमिनीच्या मानाने समुद्रावरील उष्णतेचे उत्सर्जन मंद गतीने होते साहजिकच तेथे उबदार हवा असते त्यामुळे समुद्रावर कमी दाबाचे केंद्र निर्माण होते. रात्री समुद्राचे पाणी उबदार असते त्यामुळे जमिनीवरील अधिक दाबाच्या केंद्रावरून समुद्रावरील कमी दाबाच्या

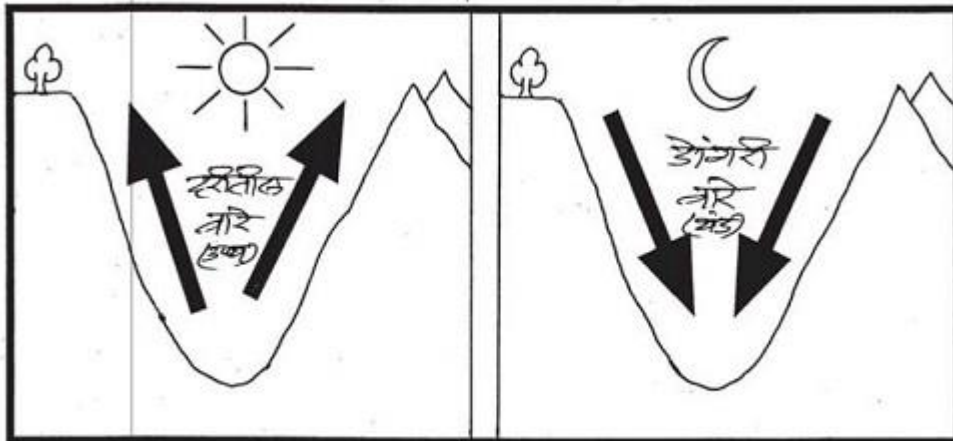


आकृती 7: मत्लई वारे

केंद्राकडे वारे वाहू लागतात हे वारे मातीवरून वाहतात म्हणून त्यांना मत्लई वारे असे म्हणतात हे वारे साधारणतः रात्री १० नंतर सकाळी ८ पर्यंत वाहतात.

2) दरी वारे व डोंगरी वारे :

हे वारे साधारणपणे डोंगराळ प्रदेशात आढळतात. दिवसा सूर्याची किरणे दरीत पडल्यावर दरीतील हवा तापते. प्रसरण पावते. तिची घनता कमी होते व हलकी होऊन डोंगर उतारांवरून शिखराकडे जाऊ लागते. त्याला दरीतील वारे असे संबोधले जाते. रात्री डोंगर माथ्यावरची हवा थंड होते. तिची घनता वाढते व ही हवा जड होऊन दरीत जाऊ लागते तिला डोंगरी वारे असे संबोधले जाते.



आकृती 8: दरी वारे व डोंगरी वारे

विशिष्ट प्रकारचे स्थानिक वारे :

एखाद्या विशिष्ट प्रदेशात हवेतील बदलामुळे एखाद्या विशिष्ट वेळी निर्माण होवून वाहणा-या वाऱ्यांना विशिष्ट प्रकारचे स्थानिक वारे म्हणतात. नकाशा मध्ये जगातील काही प्रमुख प्रदेशातील स्थानिक वाऱ्यांची स्थाने दाखवलेली आहेत.

- १) **सिरोक्को(Siroco):** आफ्रिकेच्या उत्तर भागातील सहारा वाळवंट जास्त भाराचा प्रदेश तयार होतो व भूमध्य समुद्रावर कमी भाराचा प्रदेश तयार होतो. म्हणून सहारा वाळवंटातून भूमध्य समुद्राकडे उष्ण, कोरडे व रेतीयुक्त वारे वाहू लागतात. हे वारे वर्षभर वाहत असतात. उन्हाळ्यात ते फारच प्रभावी असतात..
- २) **खामसीन (Khamsin) :** ईजिप्तमध्ये उष्ण व कोरड्या स्थानिक वाऱ्यांना खामसीन म्हणतात. या अरबी शब्दाचा अर्थ पन्नास असा होतो. एप्रिल, मे आणि जून या कालखंडातील पन्नास दिवस हे वारे सतत वाहत असतात. हे वारे उष्ण, कोरडे व रेतीयुक्त असतात.
- ३) **हरमॅटन(HHarmatten):** पश्चिम आफ्रिकेत सहारा वाळवंटावरून गिनीच्या आखाताकडे वाहणाऱ्या ईशान्य व्यापारी बान्यांना हे स्थानिक नाव आहे. हे कोरडे व अति उष्ण असे आहेत. हिवाळ्यापेक्षा उन्हाळ्यात हे अधिक विस्ताराने वाहतात. हे वारे गियानामधील उष्ण व दमट हवेची तीव्रता कमी करीत असल्यामुळे तेथील हवा फारच आल्हादकारक व आरोग्यदृष्ट्या पोषक झाली आहे. म्हणून तेथील लोक या वाऱ्यांना डॉक्टर (हरमॅटन) असे म्हणतात.
- ४) **चिनुक (Chinook):** उत्तर अमेरिकेतील रॉकी पर्वताच्या उतारावरून पूर्वेकडे वाहणाऱ्या वाऱ्यांना चिनुक वारे असे म्हणतात. रॉकी पर्वताच्या पश्चिमेकडील अल्बर्टा, मॉंटाना व कोलोरेडो या भूप्रदेशात जास्त वायुभार निर्माण झालेला असतो. त्याचवेळी रॉकी पर्वताच्या पूर्वेकडील भागात कमी वायुभार असतो. त्यामुळे पश्चिमेकडून वारे पूर्वेकडे वाहतात, ते रॉकी पर्वताला अनुसरून वर चढतात व पूर्वेकडून उतरून वाहू लागतात. पश्चिमेकडून रॉकी पर्वतावर चढणारे वारे थोडे ऊबदार असतात. ते पर्वतावर चढताना त्यातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होते व पर्वतमाथ्यावर पाऊस पडतो. पाऊस पडल्याने बाष्पातील सुप्त उष्णतात निघून जाते व चारे कोरडे होतात. त्यांचे तापमानही पर्वतावर चढण्यापूर्वी ५ अंश ते १० अंश से. च्या दरम्यान असते. परंतु पूर्व भागी उतरताना काही मिनिटांतच तापमान वाढून ते २० अंश सें. पर्यंत जाते. त्यामुळे रॉकी पर्वताच्या पूर्वेला असलेले जमिनीवरील बर्फ एकदम वितळते.
- ५) **फॉन (Fohn) :** युरोपातील आल्प्स पर्वताच्या उताराला अनुसरून वाहणाऱ्या उष्ण व कोरड्या बायांना फॉन असे म्हणतात. आवर्ताशी या वाऱ्यांचा संबंध असल्यामुळे से निघून गेल्यावर हे वारे वाहू लागतात. इटालीच्या मैदानी भागातून आल्प्स पर्वतावर ते चढताना ते थंड होत जातात व काही उंचीवर गेल्यानंतर त्यातील बाष्पाचे सांदी होऊन पाऊस देतात. नंतर वाफेतील सुप्त उष्णता बाहेर पडून हवेचे तापमान पर्वताच्या दुसऱ्या बाजूकडून खाली उतरताना वारे उष्ण व कोरडे होतात. न्हाइन वन्होन नद्यांच्या खोऱ्यातून जिन्हीवा सरोवरापर्यंत वाहत जातात.
- ६) **बोरा (Bora):** दक्षिण युरोपातील ऑस्ट्रिया व इटलीच्या उत्तर भागात निर्माण झालेल्या जास्त भाराच्या प्रदेशाकडून अट्रियाटिक समुद्राकडे थंड व कोरडे वारे वाहतात.. त्यांना बोरा म्हणतात. युरोपातील आल्प्स पर्वताच्या ठराविक रचनेमुळे हे विशिष्ट मार्गाने वाहत असतात. हे भूमिखंडावरून वाहत

असल्यामुळे कोरडे असतात. पुढे ते ॲड्रियाटिक समुद्रावरून वाहतात व बाष्प धारण करून पाऊस देतात. ते वारे फक्त हिवाळ्यात वाहत असतात.

- ७) **मिस्ट्रल (Mistral):** दक्षिण युरोपातील होन नदीच्या खोऱ्यातून भूमध्यसमुद्राकडे वाहणाऱ्या थंड कोरड्या वाऱ्यांना मिस्ट्रल असे म्हणतात. हे वारे हिवाळ्यात वाहत असून त्यांना वेग ताशी ४० ते ६० कि.मी. पर्यंत असतो.
- ८) **ब्लिझर्ड (Bizzard):** कॅनडात व सैबेरियात बर्फाची वादळे निर्माण होतात, त्यांना ब्लिझर्ड असे म्हणतात. जमिनीवरील अति सूक्ष्म हिमकण वाहत जाऊन वातावरणाला धुक्याचे स्वरूप आलेले असते. वातावरणात हिमकण तरंगत असतात. ह्या वाऱ्यांचा वेग दर ताशी १५० कि.मी. पर्यंत असतो.

समारोप

हवेचा दाब आणि तापमान यांचा व्यस्त संबंध आढळतो. म्हणजेच साधारणतः जास्त तापमान असल्यास वायुभार कमी असतो. जगातील तापमानाचे वितरण समान नाही त्यामुळे वायुभार ही वेगवेगळे आढळतात. जास्त वायूभाराकडून कमी वायुभाराच्या प्रदेशाकडे वाहणाऱ्या हवेला वारा असे म्हणतात. प्रादेशिक व्याप्तीनुसार वाऱ्यांची तीन प्रकार आपण अभ्यासले.

- १) ग्रहीय वारे - जागतिक पातळी
- २) मोसमी वारे- प्रादेशिक पातळी
- ३) स्थानिक वारे- स्थानिक पातळी.

दिर्घोत्तरी प्रश्न:

प्र.१ व २ खाली दिलेल्या प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- १) सुबक आकृतीच्या सहाय्याने पृथ्वीवरील वायुभार व वाऱ्यांच्या पट्ट्यांचे वितरण स्पष्ट करा.
- २) ग्रहीय वाऱ्यांची माहिती द्या
- ३) मोसमी वाऱ्यांची माहिती द्या.
- ४) खारे वारे व मतलई वारे कसे निर्माण होतात व आकृत्यांच्या सहाय्याने स्पष्ट करा.
- ५) डोंगरी वारे व दरीतील वारे कसे निर्माण होतात ते आकृत्यांच्या सहाय्याने स्पष्ट करा.

प्र. ३ टीपा लिहा. १० गुण

- १०) व्यापारी वारे
- ११) ग्रहीय वारे
- १२) वायुभार व वारे
- १३) वाऱ्यांचे प्रकार
- ६) मोसमी वारे
- ७) खामसीन
- ८) चिन्क व फॉन
- ९) स्थानिक वारे

=====The End=====

प्रकरण ४

आर्द्रता, सांद्रीभवन व वृष्टी

प्रकरणाची उद्दिष्ट्ये:

- ✓ बाष्प आणि बाष्पीभवन प्रक्रिया समजून घेणे.
- ✓ आर्द्रतेचे प्रकार अभ्यासणे.
- ✓ सांद्रीभवनाची प्रक्रिया व प्रकार अभ्यासणे.
- ✓ सांद्रीभवनाच्या रूपांची माहिती घेणे.
- ✓ वृष्टीचे विविध प्रकार अभ्यासणे.
- ✓ पर्जन्याच्या विविध प्रकारांचा अभ्यास करणे.
- ✓ उष्ण कटिबंधातील आवर्तांचा अभ्यास करणे.

वातावरणातील बाष्प

वातावरणातील बाष्प हा घटक फार महत्वाचा आहे. वातावरणात एकूण बाष्पाचे प्रमाण हे 2% पेक्षाही कमी असते. तरी पण ते हवा व तापमान या दृष्टीने फार महत्वाचे आहे. कारण बाष्पाच्या प्रमाणावरच सांद्रीभवन व पावसाचे प्रमाण अवलंबून असते. वातावरणातील बाष्प पृथ्वीपासून उत्सर्जित होणारी उष्णता शोषून घेतो त्यामुळे त्याचा परिणाम हवेच्या तापमानावर होतो. मानवी शरीरतील तापमानाचे संतुलन कायम टिकून राहण्यास बाष्पाचा उपयोग होतो.

बाष्पीभवनाचा व्याख्या

“ज्या क्रियेमुळे द्रवरूप किंवा घनरूप पाण्याचे रूपांतर वायूरूपात होते त्या क्रियेला बाष्पीभवन असे म्हणतात”

बाष्पाची उगम स्थाने.

पृथ्वीवरील महासागर व समुद्राचे ही बाष्पाची प्रमुख उगम स्थाने आहेत. पृष्ठ भागावरील सरोवरे, तलाव, नदया, ओढे, नाले, विहिरी, डबकी, ओली जमिन व अरण्ये ही बाष्पीभवनाची उगमस्थाने आहेत. याद्वारे हवेस बाष्पाचा पुरवठा होत असतो.

वातावरणीय आर्द्रता:

वातावरणात अस्तित्वात असलेल्या बाष्पाच्या प्रमाणास वातावरणीय आर्द्रता असे म्हणतात. वातावरणातील बाष्पाचे जेव्हा पाण्यात रूपांतर होते, तेव्हा त्या क्रियेस सांद्रीभवन असे म्हणतात. बाष्पाचे सांद्रीभवन झाल्यावर ते निरनिराळ्या रूपात पहावयास मिळते. उदा. दव, दहिवर, पर्जन्य, गारा, हिम यालाच वृष्टी असे म्हणतात.

आर्द्रतेचे प्रकार

आर्द्रतेचे प्रमुख तीन प्रकार पडतात.

- १) निरपेक्ष आर्द्रता
- २) विशिष्ट आर्द्रता
- ३) सापेक्ष आर्द्रता

१) निरपेक्ष आर्द्रता:

कोणत्याही ठिकाणी विशिष्ट वेळी ठराविक आकारमानाच्या व तापमानाच्या हवेतील बाष्पाला त्या हवेची निरपेक्ष आर्द्रता असे म्हणतात.

उदा. एक घनमीटर आकारमानाच्या 10 अंश सेल्सिअस तापमानाच्या हवेत 5 ग्रॅम बाष्प असल्यास ती त्या हवेची निरपेक्ष आर्द्रता असे म्हणतात.

हवेची निरपेक्ष आर्द्रता लक्षात घेताना विशिष्ट आकारमानाची हवा लक्षात घ्यावी लागते.

उदा. 0 अंश सेल्सिअस तापमानाची 1 घनमीटर आकारमान असलेल्या हवेत जर बाष्पाचे प्रमाण 5.5 ग्रॅम असेल तर ती हवा बाष्पसंपृक्त आहे असे म्हणता येईल. परंतु त्या हवेत 4.5 ग्रॅम बाष्प असेल तर ती हवा असंपृक्त हवा असते. कारण या हवेची निरपेक्ष आर्द्रता तिच्या बाष्पधारण शक्ती पेक्षा 1 ग्रॅम ने कमी आहे.

२) विशिष्ट आर्द्रता:

एखाद्या ठिकाणी विशिष्ट वजनाच्या हवेत बाष्पाचे जेवढे वजनी भाग प्रमाण असेल त्याला त्या हवेची विशिष्ट आर्द्रता असे म्हणतात. विशिष्ट आकारमानाची व तापमानाची हवा उंच गेल्यास किंवा खाली आल्यास हवेच्या आकारमानात व तापमानात बदल होतो. हवा उंच गेल्यास हवेचे आकारमान वाढते व तापमान कमी होते. हवा खाली आल्यास तिचे आकारमान कमी होऊन तापमान वाढते. म्हणून त्याच आकारमानाच्या हवेत निरपेक्ष आर्द्रता सारखी राहत नाही. त्यामुळे अलीकडील काळातील शास्त्रज्ञ हवेतील आर्द्रतेचे मोजमाप करण्याकरिता विशिष्ट आर्द्रतेचा उपयोग करतात.

३) सापेक्ष आर्द्रता:

विशिष्ट आकारमानाच्या व तापमानाच्या हवेतील बाष्पाचे प्रत्यक्ष प्रमाण म्हणजेच निरपेक्ष आर्द्रता व त्याच तापमानावरील तेवढ्याच आकारमानाच्या हवेची बाष्पधारण शक्ती या दोघांच्या गुणोत्तरास सापेक्ष आर्द्रता असे म्हणतात.

सापेक्ष आर्द्रता ही टक्केवारीत सांगितली जाते बाष्प संपृक्त हवेचे आर्द्रता ही 100% गृहीत धरतात. या बाष्पसंपृक्त हवेची तुलना असंपृक्त हवेशी करून कोणत्याही ठिकाणाच्या हवेची सापेक्ष आर्द्रता काढता येते.

सापेक्ष आर्द्रता काढण्यासाठी खालील सूत्राचा वापर करतात.

सूत्र:

$$\text{सापेक्ष आर्द्रता (\%)} = \frac{\text{हवेतील आर्द्रतेचे वास्तविक प्रमाण (निरपेक्ष आर्द्रता)}}{\text{बाष्पधारण शक्ती}} \times 100$$

उदा.1: जर 20 अंश सेल्सिअस तापमानाच्या 1 घनमीटर आकारमानाच्या हवेची निरपेक्ष आर्द्रता 8.9 असेल तर तिची सापेक्ष आर्द्रता किती?

दिलेल्या सूत्राचा व तक्ता क्र. 1 चा वापर करून सापेक्ष आर्द्रता पुढीलप्रमाणे काढता येईल.

$$\text{सापेक्ष आर्द्रता (\%)} = \frac{8.9}{17.8} \times 100$$

सापेक्ष आर्द्रता (%) = 50 %

तक्ता क्र. १: एक घनमीटर आकारमानाच्या हवेची निरनिराळ्या तापमान वरील बाष्पधारण शक्ती

हवेचे तापमान अंश सेल्सिअस मध्ये.	बाष्पधारण शक्ती ग्रॅम मध्ये
0	5.5
5	7.4
10	10
15	13.4
20	17.8
25	23.5
30	30.7
35	39.8

उदा.2: जर 10 अंश सेल्सिअस तापमानाच्या 1 घनमीटर आकारमानाच्या हवेची निरपेक्ष आर्द्रता 9 असेल तर तिची सापेक्ष आर्द्रता किती?

$$\begin{aligned} \text{सापेक्ष आर्द्रता (\%)} &= \frac{9}{10} \times 100 \\ &= 90 \% \end{aligned}$$

सांद्रीभवन:

सांद्रीभवन ही बाष्पीभवनाच्या अगदीच विरुद्ध घडणारी क्रिया होय. अधिक उष्णतेमुळे पाणी तापते. त्याचे बाष्पात रूपांतर होते. म्हणजेच पाण्याची वाफ तयार होते. कालांतराने पाण्याची वाफ थंड होऊन तीचे तापमान कमी होते व त्याचे पाणी बनते. या संपूर्ण क्रियेसाठी बाष्पयुक्त हवा थंड झाली पाहिजे.

सांद्रीभवन क्रियेमुळे वाफेचे रूपांतर जलबिंदूत होते. यावेळी उष्णतेचे उत्सर्जन होऊन हवेतील अदृश्य बाष्पास दृश्यरूप प्राप्त होते. हवेची बाष्पसंपृक्तता तापमानावर अवलंबून असते म्हणून सापेक्ष आर्द्रता व दवबिंदू यांचा जवळचा संबंध आहे.

एखाद्या ठिकाणी हवा पुरेशी थंड झाल्यास तिची बाष्पधारण शक्ती कमी होऊन हवेला शेवटी अशा स्थिती प्राप्त होते की एका ठराविक तापमानाला ती हवा बाष्पसंपृक्त बनते. म्हणजेच तिची सापेक्ष आर्द्रता १००% होते. एका विशिष्ट तापमानाच्या पातळीवर हवा संपृक्त होते. त्या पातळीला दवांक किंवा दवबिंदू असे म्हणतात.

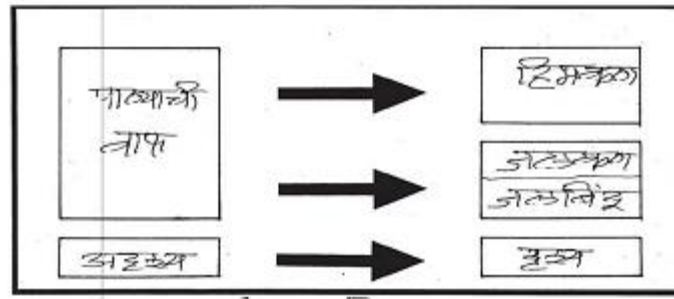
जर हवेचे तापमान दवबिंदूच्या खाली गेले तर त्या हवेच्या तापमानानुसार आवश्यक तेवढे बाष्प धारण करून बाकीच्या जादा बाष्पाचे रूपांतर जलबिंदूत होते. या क्रियेला सांद्रीभवन असे म्हटले जाते.

हवेत सापेक्ष आर्द्रतेचे प्रमाण जास्त असल्यास त्या हवेला दवांक प्राप्त करून तिच्यातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होण्यासाठी तापमान थोडे कमी होणे गरजेचे असते. सापेक्ष आर्द्रता १००% झाल्यावरच हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन घडून येते. सांद्रीभवनामुळे भूपृष्ठावरील वृष्टी होण्यास मदत होते.

सांद्रीभवनाची रूपे :

व्याख्या: सांद्रीभवन म्हणजे काय ?

- (१) वायुरूप बाष्पाचे जलबिंदूत किंवा हिमकणात परिवर्तन होण्याच्या क्रियेला सांद्रीभवन असे म्हणतात.
- (२) वातावरणामध्ये बाष्पाचा समावेश करून घेण्याची विशिष्ट क्षमता किंवा मर्यादा असते. जेव्हा संयुक्त हवेचे तापमान कमी होते. तेव्हा हवा आवश्यक तेवढे वाष्प धारण करते व राहिलेल्या बाष्पाचे जलबिंदूत किंवा हिमकणात रूपांतर होते या क्रियेला सांद्रीभवन म्हणतात.



आकृती १ - सांद्रीभवन

सांद्रीभवनाची कारणे :

सांद्रीभवनाची क्रिया ही प्रामुख्याने हवा थंड झाल्यामुळे घडून येते. बाष्पयुक्त हवा खालील घटकांमुळे थंड होते. व सांद्रीभवन होण्यास अनुकूल परिस्थिती निर्माण होते.


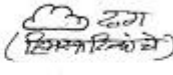
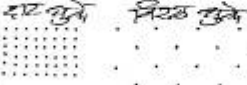



- (१) उष्णतेचे उत्सर्जन (२) उबदार हवेचे थंड भूपृष्ठावरून वाहणे. (३) भिन्न वायूराशीचे झालेले
- (४) उष्ण अक्षवृत्ताकडून थंड अक्षवृत्ताकडे हवेचे वहन (५) हवेचे ऊर्ध्वगामी होऊन वाहणे.

सांद्रीभवनाची रूपे:

वरील प्रकारच्या क्रिया घडून सांद्रीभवन झाल्यानंतर सांद्रीभवनाची पुढील रूपे पहावयास मिळतात.
(१) दव (DEW) (२) धुके (Fog) व विरळ धुके (Mist) (३) ढंग (Cloud) (४) दहीवर (Frost) (५) राईम (Rime)

(१) दव (DEW) :

दव हा जमिनीवर आढळणारा सांद्रीभवनाचा प्रकार आहे. सूर्य मावळल्यानंतर, जमीन हळूहळू थंड होऊ लागते. जमिनी लगतची हवाही थंड होते. पहाटे सूर्योदयापूर्वी जमिनी लगतच्या हवेचे तापमान खूप कमी असते. त्यामुळे त्या हवेची बाष्पधारणक्षमता कमी होते. जास्त असलेली पाण्याची वाफ दवबिंदूच्या स्वरूपात गवतावर, झुडुपांवर धातुंच्या वस्तूवर आढळते सूर्य उगवल्यावर हवेचे तापमान वाढते व दवबिंदूचे बाष्पीभवन होऊन ते नाहीसे होतात. वाळवंटातील झाडांना दवबिंदूमुळे थोडेसे पाणी मिळते. दव वनस्पतींना उपकारक आहे.

तापमान →	> 0° से. (ऊन्नापेक्षा असते)	< 0° से. (ऊन्नापेक्षा कमी)
उंचावर		
जमिनी स्थित		
जमिनीवर		

आकृती क्र.२ दवबिंदू

(२) धुके (Fogs):

धुके म्हणजे भूपृष्ठालगत असलेल्या ढगाचाच एक प्रकार आहे. असे म्हटल्यास वावगे ठरणार नाही. कारण हिवाळ्यात दिनमानापेक्षा रात्रीमान मोठे असल्याने उष्णतेचे उत्सर्जन अधिक होते. तेव्हा भूपृष्ठाबरोबरच भूपृष्ठालगतची हवा ही अधिक थंड होते. अशा वेळी हवेतील सापेक्ष आर्द्रता वाढून ती वाष्पसंपृक्त होते. जलकण धुलिकणा भोवती जमा होतात. व हवेत तरंगत रहातात यालाच धुके असे म्हणतात. थोडक्यात धुके म्हणजे भूपृष्ठाला स्पर्श करणारे किरकोळ प्रमाणावरील मेघच असतात. धुक्याचे देखील एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी स्थलांतर होत असते.

निर्मितीनुसार धुक्याचे प्रकार

(अ) उत्सर्जन धुके- दिवसा भूपृष्ठाला मिळालेल्या उष्णतेचे रात्री उत्सर्जन झाल्याने भूपृष्ठ थंड होते. तेव्हा भूपृष्ठाला लागून असलेले हवेचे थरही थंड होतात... अशा हवेचे तापमान दवबिंदू पर्यंत कमी झाल्यास हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन धुक्याची निर्मिती होते. त्या उत्सर्जन धुके असे म्हणतात.

(ब) आग्रस्थ धुके- उबदार हवेच्या आगमनाने भूपृष्ठाजवळच्या थंड हवेत पाऊस पडतो. B आणि दोन्ही वायुराशीच्या तापमानात लक्षणीय फरक असेल तर धुक्यांची निर्मिती होते.

त्याला आग्रस्थ धुके असे म्हणतात

(३) ढग आणि ढगांचे वर्गीकरण

सांद्रीभवनाचे दुसरे रूप म्हणजे ढग होय. हवेतील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन त्याचे सूक्ष्म जलकणात किंवा हिमकणात रूपांतर होते. अशा जलबिंदू किंवा हिमकणापासून ढगांची निर्मिती होते. अशा ढगांतील जल बिंदूचा किंवा हिमकणांचा व्यास ०.०२ मी.मी. पासून ०.०६ मी.मी. पर्यंत आढळतो. हे ढग वातावरणात तरंगत असतात. भूपृष्ठापासून वातावरणात ६ कि.मी. उंचीपर्यंत ते पसरलेले असतात. ढगांच्या प्रकारावरून आपणास हवेचा अंदाज कळू शकतो.

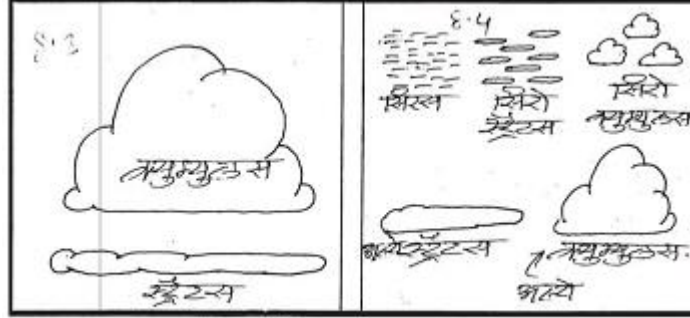
१८०१ मध्ये फ्रेंच शाखश लेमार्क व १८०३ मध्ये हार्वर्ड यांनी ढगांचे वर्गीकरण केले असून जगभरात त्याला मान्यता मिळाली त्यानंतर जगातील शास्त्रज्ञांनी ढगांच्या अभ्यासाबाबत सर्वत्र एकसूत्रता आसावी म्हणून १८९० पासून प्रयत्न केले. १९२२ पासून जगातील मेघाच्या अभ्यासात सुसूत्रता आली व मेघांचा नवीन तक्ता तयार करण्यात आला. त्यात मेघांचे १० प्रकार करण्यात आले ते खालीलप्रमाणे सांगता येतील.

ढगांचे वर्गीकरण पुढील सोप्या पद्धतीने लक्षात ठेवता येईल.

(१) ढगांचे दोन प्रमुख आकार आढळतात.

(अ) पट्टीप्रमाणे असणारे ढग स्ट्रॅटस / स्टॅटा म्हणजे थर म्हणून ओळखले जातात.

(ब) गठ्याप्रमाणे असणारे ढग हे क्युम्युलस म्हणून ओळखले जातात.



आकृती ३ स्ट्रॅटस क्युम्युलस

(२) अतिउंचावरचे (६ कि.मी.) ढग सिरस या संबोधनाने ओळखले जातात.

(अ) विशिष्ट आकार नसलेले फक्त सिरस

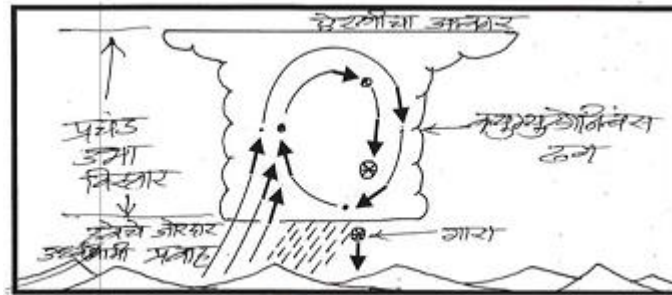
(ब) पट्टीप्रमाणे आकार असलेले सिरो स्ट्रॅटस

(क) गठ्याप्रमाणे आकार असलेले सिरो क्युम्युलस

(३) मध्यम उंचीवरचे (४ कि.मी.) ढग हे अल्टो या नावाने ओळखले जातात. उदा. अल्टो स्ट्रॅटस अल्टो क्युम्युलस.

(४) कमी उंचीवर (२ कि.मी.) आढळणारे ढग पुढीलप्रमाणे स्ट्रॅटस, क्युम्युलस, क्युम्युलोनियस स्ट्रॅटस व स्ट्रॅटोक्युम्युलस उगांचीही नावे अंताक्षरी सारखी लक्षात ठेवता येतील. स्ट्रॅटस व क्युम्युलस हे दोन मूळ प्रकारचे ढग लक्षात घेतल्यानंतर क्युम्युलस वरून क्युम्युलोनियस-निंबोस्ट्रॅटस-स्ट्रॅटोक्युम्युलस इ. लक्षात ठेवता येतील निंबस याचा अर्थ पाऊस / वृष्टी असा आहे. त्यामुळे ज्या ढगांच्या नावात निंबस आहे. उदा. क्युम्युलोनियस व निंबोस्ट्रॅटस ते पावसाचे ढग म्हणून ओळखले जातात.

क्युम्युलोनियस हा ढग वैशिष्ट्यपूर्ण असून तो सुमारे २ कि.मी. पासून ६ कि.मी. पर्यंत विस्तारलेला आढळतो. जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाहामुळे हा ढग वेगाने वाढत जातो. गेल्यावर उर्ध्वगामी हवेच्या प्रवाहांचा जोर कमी होतो व त्यामुळे ढग ऐरणीसारखा आडव्या पातळीत पसरतो. या ढगांसोबत गडगडाटी वादळ, विजा व गारांसोबत आढळून येतात.



आकृती क्र.४ क्युम्युलोनियस ढग

ऐरणीचा आकार प्रचंड उष्ण विस्तार हवेचे जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाह क्युम्युलोनियस ढग.

(१) (अ गट) अति उंचीवरील मेघ (उंची सरासरी ६ ते १३ कि.मी.)

(१) **सिरस मेघ** :- हे अतिसूक्ष्म अशा हिमकणापासून तयार होतात. प्रखर सूर्यप्रकाशामुळे ते पक्षाच्या पांढऱ्या पिसान्यासारखे दिसतात. तर कधी कधी विशिष्ट दिशेने वाहणाऱ्या हवेमुळे विखुरले जाऊन घोड्यांच्या शेंपटीप्रमाणे भासतात. या मेघापासून सहसा पर्जन्य होत नाही. या ढगांचे आवरण पातळ असते. या ढगांची सावली पडत नाही.

(२) **सिरोक्युमुलस मेघ**:- हे मेघ आकाराने लहान विखुरलेले व घुमटाकृती असतात ते उर्मी चिन्हासारखे दिसतात. सकाळी हे ढग अधिक दिसतात. दिवस जसजसा वर येत जातो तसे हे ढग कमी व्हायला लागतात.

(३) **सिरो स्ट्रेटस मेघ**:- हे मेघ पांढऱ्या रंगाचे असून आकाशात पसरलेले असतात या मेघामुळे आकाशाला पांढरा, दुधाळ रंग प्राप्त होतो. ते पातळ असल्याने त्याची सावली पडत नाही. या मेघामुळे चंद्र व सूर्याभोवती खळे तयार होते असे मेघ म्हणाजे वादळी हवेची सूचना असते.

(२) मध्यम उंची वरील मेघ (ब गटातील मेघ):- याची उंची सरासरी २ ते ७ कि.मी. असते म्हणून त्यांना मध्यम उंचीवरील मेघ म्हणून ओळखले जाते.

(४) **आल्टोक्युमुलस मेघ**:- हे मेघ लाटाप्रमाणे दिसतात निरनिराळ्या थरांनी बनलेले हे मेघ घुमटाकृती असतात. हे ढग काही प्रमाणात पांढरे व काळे दिसतात. मध्य अक्षवृत्तीय पट्ट्यात बहुतेक या ढगापासून पाऊस होत असतो.

(५) **आल्टो स्ट्रेटस मेघ**:- हे मेघ दाट असून रचना तंतूसारखी असते. हे मेघ राखाडी किंवा - निळ्या रंगाचे दिसतात अशा ढगामुळे चंद्र, सूर्य झाकोळले जातात. या मेघापासून प्रचंड पाऊस होतो.

(३) कमी उंचीवरील मेघ (क गटातील मेघ):- हे कमी उंचावरील असून यांची उंची पृष्ठभागापासून २ कि.मी. इतकी असते.

(६) **स्ट्रेटस मेघ**:- हे मेघ राखाडी रंगाचे असून कधी-कधी धुक्यासारखे दिसतात. ते

वेगवेगळ्या थरांनी तयार बहोतात. या मेघापासून हलकासा पाऊस पडतो.

(७) **क्युमुलस मेघ**:- क्युमुलस मेघ हे उभ्या आकाराचे मेघ असून ते जाड, दाट असतात, फुलासारखे दिसतात. या मेघाच्या पायथ्याचा भाग सपाट असतो. ते चांगल्या हवेचे निदर्शक असून अनेक वेळा त्यापासून वृष्टी होते.

(८) **क्युमुलेनिम्बस**:- क्युमुलेनिम्बस हे मेघ उभ्या व आडव्या दिशेत खूप विस्तारलेले असतात. या मेघामुळे विजा चमकतात, ढगांचा गडगडाट होतो. प्रचंड पाऊस होतो. अनेक वेळा गाराही पडतात. हे मेघ घनदाट व काळे असतात.

(९) **निम्बोस्ट्रॅटस मेघः-** हे मेघ अवाढव्य व काळ्या रंगाचे असतात. या मेघांपासून सूर्यकिरण अडविले जातात. त्यामुळे बऱ्याच वेळा काळोख होतो. या मेघापासून पाऊस व हिमवृष्टी होते.

(१०) **स्ट्रॅटोक्यमुलसः-** हे मेघ अवाढव्य व गोल आकाराचे असतात पाण्याच्या सूक्ष्म कणामुळे राखाडी झालेले असतात. हे ढिगावर ढिग रचल्यासारखे भासतात. हिवाळ्यात या मेघापासून संपूर्ण आकाश झाकले जाते.

(४) दहीवर (**Forst**) : समशीतोष्ण कटिबंधात हिवाळ्यात जमिनीलगतचे तापमान शून्य अंश सेल्सियसपेक्षा कमी होते. त्यामुळे जमिनीवर होणारे सांद्रीभवन हिमकणांच्या स्वरूपात असते त्याला दहीवर (Forst) असे म्हणतात. हे वनस्पतींना खूप अपायकारक असते.

(५) राईम (**Rime**) हा जमिनीलगतच्या सांद्रीभवनाचा प्रकार आहे. समशीतोष्ण कटिबंधात हिवाळ्यात हवेचे तापमान शून्य अंशापेक्षा कमी होते त्यावेळी तारांबर हिमकणांच्या स्वरूपात सांद्रीभवन होते त्या राईम असे संबोधले जाते.

वृष्टी व वृष्टीचे प्रकार

वृष्टी (Precipitation) :

रसायनशास्त्रात टेस्ट ट्यूबमध्ये एखादी रासायनिक प्रक्रिया घडून त्या प्रक्रियेत निर्माण झालेले सूक्ष्म घन कण टेस्ट ट्यूबमध्ये खालच्या दिशेने गेले व टेस्ट ट्यूबच्या तळाशी साठले तर त्या प्रक्रियेस 'Precipitation' असे संबोधले जाते. 'Precipitation' किंवा वृष्टी म्हणजे वरून खाली येणे. उदा. आकाशातून पुष्पवृष्टी झाली. विमानातून पुष्पवृष्टी केली. थोडक्यात सांद्रीभवन प्रक्रियेने आकाशात तयार झालेला जलकण / पाण्याचा थेंब किंवा हिमस्फटिक जमिनीकडे येण्याची क्रिया म्हणजे वृष्टी. वृष्टीचे प्रमुख प्रकार पुढील प्रमाणे आहेत. (१) रिमझिम पाऊस Drizzle (२) पाऊस Rain (३) सहिम पाऊस Sleet (४) हिमवृष्टी 'Snowfall (५) गारा 'Hail'.

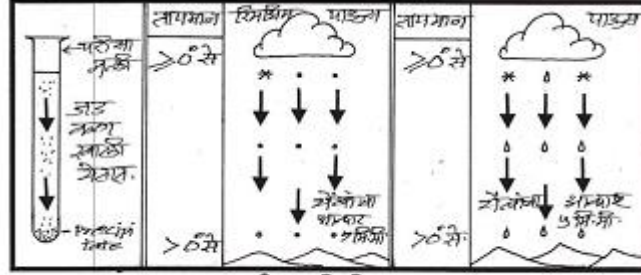
(१) रिमझिम पाऊस (Drizzle) :

ज्यावेळी पावसाच्या थेंबाचा आकार १ मि.मि. किंवा त्यापेक्षा लहान असतो त्याला रिमझिम पाऊस असे संबोधले जाते. यावेळी उंचावरील तसेच जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा जास्त असते.

तापमान थेंबाचा आकार १ मि.मि. आकृती- रिमझिम पाऊस

(२) **पाऊस (Rain)**: पावसाच्या थेंबाचा आकार मोठा (५ मि.मि.) हवेचे तापमान गोठणबिंदू पेक्षा जास्त असते.

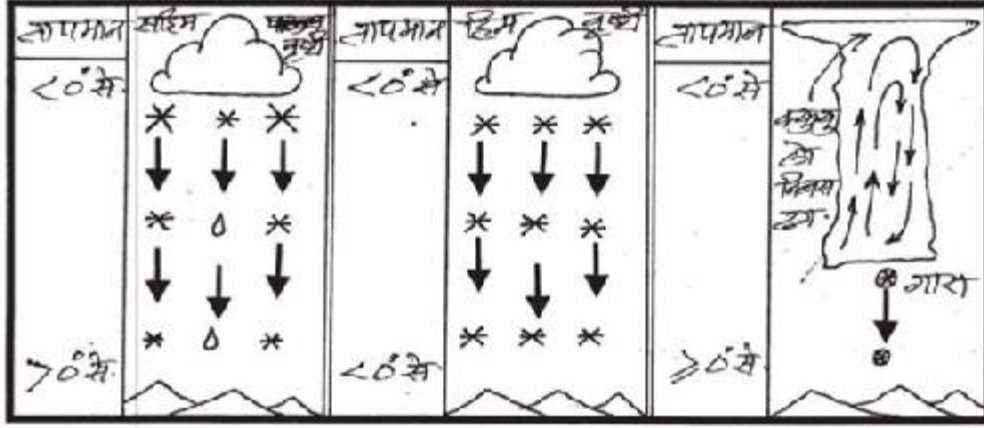
तापमान थेंबाचा आकार ५ मि.मि. आकृती- रिमझिम पाऊस



आकृती क्र.५ रिमडिम पाऊस

- (3) **सहिल पाऊस (Sleet)** : उंचावरील हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा (० से.) कमी असते. पण जमिनीलगतच्या हवेचे तापमान गोठणबिंदूपेक्षा जास्त असते. उंचावर लहान मोठे हिम स्फटिक तयार होतात ते खाली येताना खालच्या हवेचे तापमान जास्त असल्यामुळे वितळू लागतात. छोटे हिमस्फटिक पूर्णतः वितळून त्यांचे रूपांतर पाण्याच्या थेंबात होते तर मोठे हिमस्फटिक अंशतः वितळून त्यांचा आकार लहान होतो. यामुळे वृष्टीत जलकण व हिमस्फटिक यांचे मिश्रण आढळते व याप्रकारची वृष्टी सहिल पाऊस (Sleet) म्हणून ओळखली जाते.
- (4) **हिमवृष्टी (Snowfall)**: या प्रकारच्या वृष्टीत हिमस्फटिक असतात. उंचावर तसेच जमिनीलगत गोठणबिंदूपेक्षा कमी असते. हवेचे तापमान उंचावर तसेच जमिनीलगत गोठणबिंदूपेक्षा कमी असते.
- (५) **गारा (Hail)**: गडगडाटी वादळात क्युम्युलोनिंबस ढगात गारांची निर्मिती होते. जमीन खूप तापल्यावर हवेचे जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाह निर्माण होतात. क्युम्युलोनिंबस ढगाची निर्मिती होते. आर्बतामध्येही हवा जोराने वर खेचली जाते व क्युम्युलोनिंबस ढग निर्माण होतो. हवेच्या जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाहामुळे सांद्रीभवन प्रक्रियेने जलकण तयार होतात. हे जलकण उंचावर गेल्यावर गोठतात व त्यांचे हिमस्फटिकांत रूपांतर होते. गुरुत्वाकर्षणामुळे हे हिमस्फटिक खाली येऊ लागतात पण हवेच्या जोरदार उर्ध्वगामी प्रवाहात सापडून पुन्हा वर नेले जातात. हिमस्फटिक खाली येताना वर जाताना त्यांना इतर हिमस्फटिक व जलकण चिकटतात गोठतात त्यामुळे मूळ हिमस्फटिकाचा आकार वाढत जातो आणि गारेची निर्मिती होते. छोट्या गारा बोराएवढ्या तर मोठ्या गारा चेंडूएवढ्याही असतात. कालांतराने हवेच्या उर्ध्वगामी प्रवाहांचा जोर कमी होतो व गारेचेही वजन वाढते व जमिनीवर पडते. गारपिटीमुळे पिकांचे तसेच मालमतेचे प्रचंड नुकसान होते. माणसे, जनावरे मरतात.

क्युम्युलोनिंबस ढग हवेचा उर्ध्वगामी प्रवाह गारा आकृती - गारा.



आकृती क्र. ६

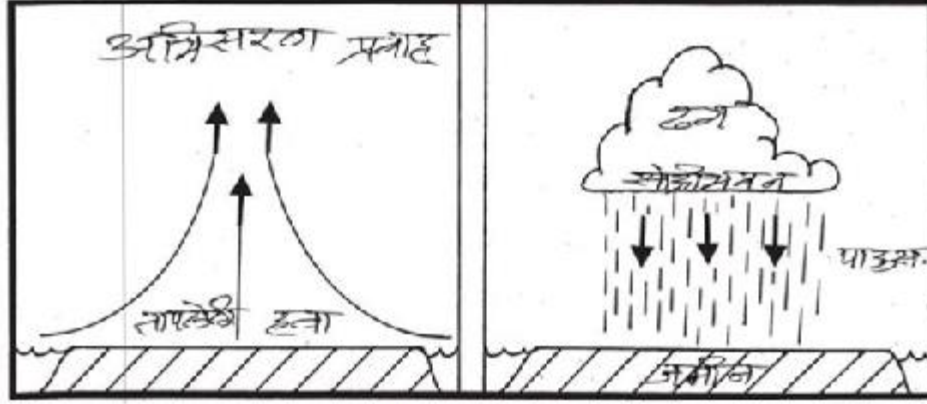
पर्जन्याचे प्रकार:

भूपृष्ठावरील किंवा सागरातील पाण्याचे बाष्पात रूपांतर होते. हे बाष्प वजनाने हलके असल्याने वातावरणात वरवर जाते. त्यामुळे वातावरणातील हवा बाष्पयुक्त बनते. हवेचे तापमान आणखी कमी झाल्यास हवेची सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाऊन ती बाष्पसंपृक्त बनते म्हणजेच त्या हवेची सापेक्ष आर्द्रता १००% होते. त्यानंतरही हवेचे तापमान कमी होत गेल्यास हवेतील जास्त झालेल्या बाष्पाचे जलकणात रूपांतर होते. हे जलकण धुलीकणांभोवती जमा होतात. हळूहळू त्यांचे आकारमान वाढत जाऊन जलबिंदूची निर्मिती होते. या जलबिंदूचा व्यास ५ मि.मि. पेक्षा मोठा झाल्यास ते वातावरणात तरंगू शकत नाहीत. त्यामुळे ते पावसाच्या रूपाने भूपृष्ठावर पडतात त्याला पाऊस असे म्हणतात.

अशा प्रकारे जलकणांची निर्मिती होऊन पाऊस पडल्यास विशिष्ट प्रकारची परिस्थिती निर्माण होऊन होते. आवश्यक असते

(१) आरोह किंवा अभिसरण पर्जन्य:-

सूर्याच्या उष्णतेमुळे भूपृष्ठ तापते. भूपृष्ठावरील हवा तापते. प्रसरण पावते. हलकी होते आणि वर जाऊ लागते. वर जाणाऱ्या हवेची जागा घेण्यासाठी सभोवतालची हवा येते. ती ही तापते. हलकी होते आणि वर जाते ही क्रिया सातत्याने चालत राहिल्याने वातावरणात हवेचे अभिसरण प्रवाह निर्माण होतात वर जाणारी हवा उष्ण व बाष्पयुक्त असते. ती उंचावर गेल्यास तिच्यावरील दाब कमी होतो ती प्रसरण पावते आणि आपोआप थंड होते. थंड होऊ लागल्याने तिची बाष्पधारण शक्ती कमी होते. हवेची सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाऊन १०० % होते. अशी हवा आणखी वर गेल्यास तिच्यातील जादा बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन जलकण तयार होतात. हे जलकण एकत्र येऊन त्यापासून ढग तयार होतात. त्या जलकणांचा व्यास वाढत गेल्यास ते वातावरणात तरंगू शकत नाहीत.

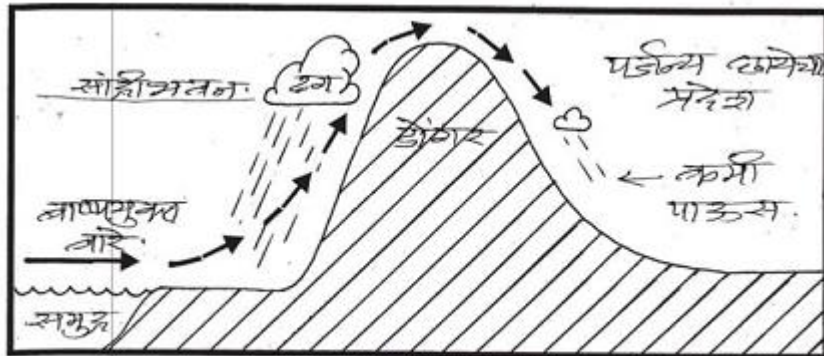


आकृती क्र.७ अभिसरण पर्जन्य

जलकण पावसाच्या स्वरूपात भूपृष्ठावर येतात त्याला अभिसरण किंवा आरोह पर्जन्य असे म्हणतात. अशा प्रकारचा पाऊस विषुववृत्तीय प्रदेशात दररोज दुपारनंतर होतो. हा पाऊस मुसळधार स्वरूपाचा असून या पावसाच्या वेळी ढगांचा गडगडाट व विजांचा लखलखाट होतो. आकृती मध्ये आरोह पर्जन्याची क्रिया दाखवलेली आहे.

सांद्रीभवन ढगांची निर्मिती अभिसरण प्रवाह जमीन आकृती - अभिसरण पर्जन्य

(2) **प्रतिरोध पर्जन्य:** प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस म्हणजे बाष्पयुक्त वारे एखाद्या अडथळ्यामुळे वर जाताना थंड होतात व ढगांची निर्मिती होऊन होणारा पर्जन्य होय. बाष्पयुक्त वारे आपल्या मार्गातील डोंगर रांगा किंवा पर्वताच्या पायथ्याकडून शिखराकडे वरच्या दिशेने वाहतात तेव्हा त्यावरील हवेचा दाब कमी होवून ती प्रसरण पावते. अशी हवा आणखी उंच गेल्यास तापमान आणखी कमी होवून सापेक्ष आर्द्रता १००% होते. यानंतरचीही हवा वर गेल्यास सांद्रीभवनाची क्रिया घडते व सूक्ष्म जलकण तयार होतात. ते जलकण एकत्र येऊन ढगांची निर्मिती होते हें ढग पर्वत किंवा डोंगराला अडवले गेल्याने प्रचंड पाऊस होते. याला प्रतिरोध पर्जन्य असे म्हणतात.



आकृती क्र.८ प्रतिरोध पर्जन्य

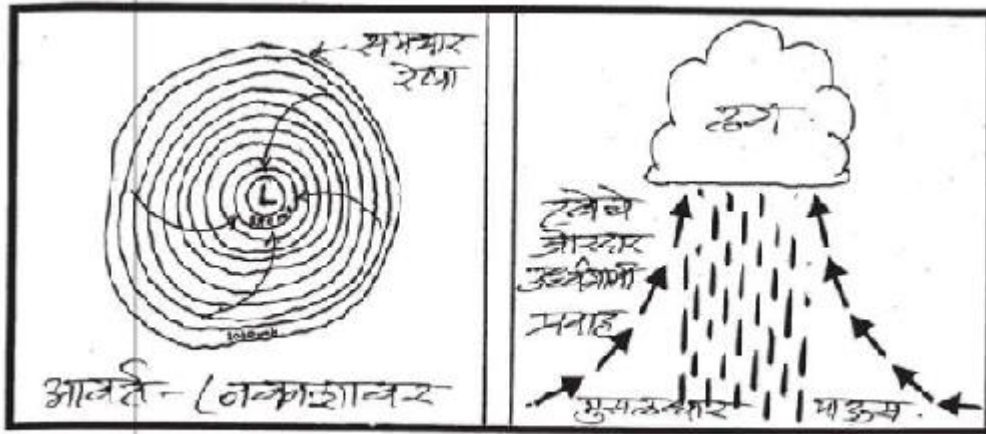
पर्वताच्या ज्या बाजूकडून वारे वाहत वर येतात त्या बाजूवर भरपूर पर्जन्य पडतो. परंतु विरुद्ध बाजूला मात्र कमी पाऊस होतो. कारण पर्वत ओलांडून वारे विरुद्ध बाजूला गेल्यावर त्याच्यातील बाष्प

बरेचसे कमी झालेले असते. याचबरोबर हवा पर्वताच्या माथ्यावरून पायथ्याकडे येते. अशी हवा वरून खाली दाबली जाते. म्हणजेच ती आकुंचन पावते. त्यामुळे हवेचे तापमान वाढते. सापेक्ष आर्द्रता कमी होते. म्हणजेच हवेची बाष्पधारण शक्ती वाढते. अशा प्रकारे प्रतिकूल परिस्थिती निर्माण झाल्याने पर्वताच्या विरुद्ध बाजूला अल्प पाऊस पडतो. त्याला पर्जन्यछायेच्या प्रदेश म्हणून ओळखतात. उदा. सह्याद्री पर्वताच्या माथ्यावरील महाबळेश्वर येथे ५७५ से. मी. इतका तर महाबळेश्वर पासून ३२ कि.मी. दूर असणाऱ्या पूर्वे उतारावरील वाई येथे मात्र फक्त ७५ सेमी पाऊस होतो. कोकणात पडणारा मोसमी पाऊस हा प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस आहे. सह्याद्रीच्या माथ्यावर मुसळधार पाऊस पडते तसेच भारताची पश्चिम किनारपट्टी, हिमालयाचा पायथा, ब्राझिलची पश्चिम किनारपट्टी आणि म्यानमारमध्ये प्रतिरोध प्रकारचा पाऊस पडतो. आकृती मध्ये प्रतिरोध पर्जन्याची क्रिया व स्वरूप दाखवले आहे.

सांद्रीभवन बाष्पयुक्त वारे समुद्र डोंगर पर्जन्यछायेचा प्रदेश कमी पाऊस आकृती प्रतिरोध पर्जन्य

(3) आवर्त पर्जन्य: आवर्तीय वाऱ्यापासून पडणाऱ्या पावसाला आवर्त पर्जन्य असे म्हणतात. आवर्त पर्जन्याचे दोन प्रकार पडतात. (१) उष्ण कटिबंधीय आवर्त, (२) मध्य कटिबंधीय आवर्त

उष्ण कटिबंधीय आवर्त होणाऱ्या ठिकाणी मध्यभागी कमी दाबाचे केंद्र असते. सभोवतालच्या अधिक दाबाच्या प्रदेशाकडून कमी दाबाच्या केंद्राकडे वारे चक्राकार पद्धतीने वाहत येतात. तेव्हा हवेची उर्ध्वगामी हालचाल होऊन अभिसरण पर्जन्यासारखा पाऊस होतो.... उदा. उन्हाळ्यात बंगालच्या उपसागरावर अशा स्वरूपाचा पाऊस होतो.

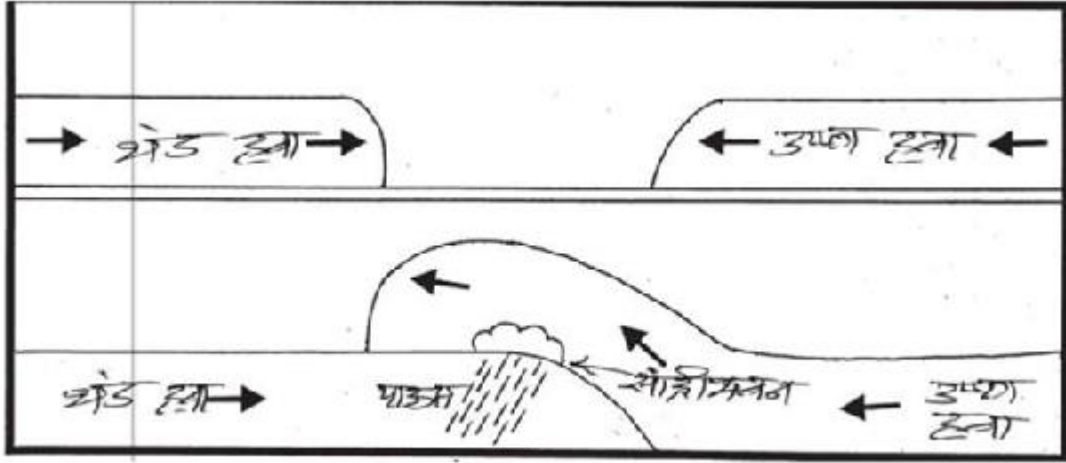


आकृती क्र.१

समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्ताची निर्मिती, प्रक्रिया मात्र भिन्न स्वरूपाची असते. समशीतोष्ण कटिबंधात उबदार आणि थंड वायुराशी एकमेकांच्या संपर्कात आल्यामुळे या आवर्ताची निर्मिती होते. जेव्हा भिन्न गुणधर्माच्या दोन वायुराशी एकत्र येतात. तेव्हा उष्ण वायुराशी हलकी असल्यामुळे वर जाते तर थंड वायुराशी जड असल्यामुळे खाली राहते. उष्ण वायुराशी जेव्हा अधिक वर जाते. तेव्हा तिच्यातील बाष्पाचे

सांद्रीभवन होऊन पाऊस पडतो. उदा. समशीतोष्ण कटिबंधातील ६० अक्षवृत्ताच्या दरम्यान कमी दाबाच्या पट्ट्याजवळ पश्चिमी वाऱ्याच्या टापूत हिवाळ्यात या प्रकारचा पाऊस होतो. त्याला मध्यकटिबंधीय किंवा समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त पर्जन्य असे म्हणतात. आवर्ताची क्रिया आकृती मध्ये दाखवली आहे.

समभार रेषा आवर्त (नकाशावर) हवेचे जोरदार उध्वगामी प्रवाह
आकृती उष्ण कटिबंधीय आवर्ती
थंड हवा उष्ण हवा
थंड हवा सांद्रीभवन उष्ण हवा आकृती समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त



आकृती क्र. १० समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त

आवर्त:-

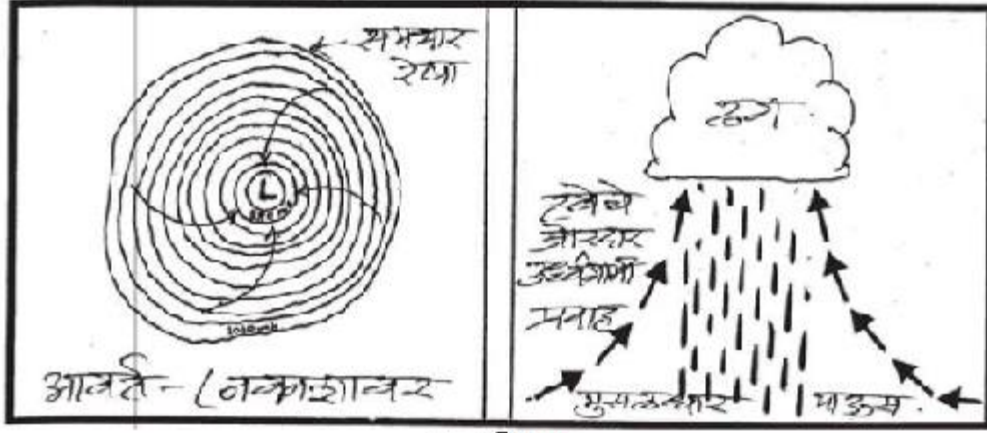
आवर्त म्हणजे वायुभाराची अशी स्थिती की ज्यामध्ये केंद्रस्थानी कमी वायुभार व सभोवतालच्या प्रदेशात जास्त वायुभार असतो. आवर्ताच्या निर्मिती स्थानानुसार त्याचे दोन प्रकार पडतात. 1) उष्णकटिबंधीय आवर्त
2) समशीतोष्ण कटिबंधीय आवर्त

उष्णकटिबंधीय आवर्त:

विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडे व दक्षिणेकडे 30 अंश अक्षवृत्तापर्यंत उष्ण कटिबंधीय आवर्त निर्माण होतात. उष्ण कटिबंधीय आवर्ताना वेगवेगळ्या प्रदेशात वेगवेगळ्या नावाने ओळखतात. त्यांना पश्चिम पॅसिफिकमध्ये टायफून (Typhoon), (चक्रीवादळ) अटलांटिक व पूर्व पॅसिफिकमध्ये हरिकेन (Hrrricanes) बिगविंग ऑस्ट्रेलियामध्ये विली-विली असेही म्हटले जाते. भारतामध्ये आवर्तना मुख्यत्वेकरून चक्रीवादळ असे म्हणतात.

निर्मिती:

आवर्ताची निर्मिती जास्त तापमान, हवेची उध्वगामी हालचाल, उष्णकटिबंधीय केंद्रीय कमी दाब पट्टा व भरपूर आर्द्रता या परिस्थितित होते. ही परिस्थिती विषुवृत्तीय प्रदेशाच्या जवळपासच असते.



आकृती क्र. १

उष्णकटिबंधीय आवर्ताची वैशिष्ट्ये:

- 1) **आवर्ताचा चक्षु किंवा डोळा:** आवर्ताच्या मध्य भागी असलेल्या कमी दाबाच्या केंद्राला आवर्ताचा डोळा किंवा चक्षु असे म्हणतात. आवर्ताचा चक्षु साधारणपणे सुमारे 25 KM व्यासाचा असतो. या भागात पाऊस पडत नाही. हवा अगदी शांत असते.
- 2) **आकार व विस्तार:** उष्ण कटिबंधीय आवर्ताचा उत्पत्तीच्या ठिकाणी व्यास सुमारे 80 km असतो. परंतु अधिक विकसित आवर्ताचा व्यास 300-1500 Km पर्यंतही असू शकतो.
- 3) **हवेचा दाब व समभार रेषांचे स्वरूप -** आवर्ताच्या चक्षु मध्ये 990 मि.बा. किंवा त्याच्या आसपास हवेचा भार असतो. समभाररेषांचा सर्वसाधारण आकार लंब वर्तुळाकार असतो.
- 4) **वाऱ्याचा वेग:** वाऱ्याचा वेग दर तासी 50-60 km असतो. परंतू काहीवेळी हा वेग 120 -200 KM पर्यंत आढळतो.
- 5) **दिशा:** उत्तर गोलार्धात आवर्त घड्याळाच्या काट्याच्या विरुद्ध दिशेने आणि दक्षिण गोलार्धात घड्याळाच्या काट्याच्या दिशेने वाहतात.

उष्णकटिबंधीय आवर्ताचे प्रदेश:

- 1) **उत्तर अटलांटिक महासागर क्षेत्र:** मेक्सिकोचे आखात, वेस्टइंडिज बेट समूह, कॅरेबिअन समूह, या प्रदेशातील आवर्ताना हरिकेन असे म्हटले जाते. हा प्रदेश अटलांटिक महासागरात 30 अंश उत्तर अक्षवृत्तापर्यंत पसरलेला आहे.
- 2) **उत्तर पॅसिफिक महासागर क्षेत्र:** मेक्सिको व मध्य अमेरिकेच्या पश्चिम किनारपट्टीवर हरिकेन वादळे निर्माण होतात.
- 3) **चीनचा समुद्र:** फिलिपाईन्स, व्हिएतनाम, दक्षिण चीन व दक्षिण जपानच्या सागरी प्रदेशात आवर्ताना टायफून असे म्हणतात.

- ४) **दक्षिण पॅसिफिक महासागर क्षेत्र:** ऑस्ट्रेलियाच्या ईशान्य व वायव्य मह सागरी प्रदेशात आवर्ताची निर्मिती होते. येथे आवर्ताना विली. विली असे म्हणतात.
- ५) **दक्षिण हिंदी महासागर क्षेत्र:** आफ्रिका खंडाच्या पूर्वस हिंदी महासागरात मादागास्कर बेटे, मॉरिशस बेटाच्या आसपास या आवर्ताची निर्मिती होते. ही आवर्त अफ्रिकेच्या पूर्व किनाऱ्यापर्यंत जातात. त्यामुळे वरील प्रदेशात नुकसान मोठ्या प्रमाणात होते.
- ६) **बंगालचा उपसागर क्षेत्र:-** बंगालच्या उपसागरामध्ये जुलै, ऑक्टोबर व नोव्हेंबर महिन्यात चक्रिवादळे निर्माण होतात. भारतामध्ये उष्णकटिबंधीय आवर्ताचे आगमन मान्सून पूर्व काळात आणि मान्सून उत्तर काळात होत असते.
- ७) **अरबी समुद्र क्षेत्र:-** अरबी समुद्रात निर्माण होणाऱ्या वादळाची संख्या बंगालच्या उपसागरापेक्षा मर्यादित आहे. मे, जून, ऑक्टोबर, नोव्हेंबर महिन्यात आवर्ताचे प्रमाण जास्त असते.

समारोप:

पृथ्वीवरील पाणी एक जादुई पदार्थ आहे. पाण्याची वाफ झाली की ती अदृश्य होते. वाफेचे सांद्रीभवन झाले की ती पुन्हा दृश्य स्वरूपात येते. सांद्रीभवनच्या विविध रुपांचा अभ्यास उपयुक्त व गंमतीदार आहे.

सांद्रीभवन प्रक्रियेने उंचावर ढग तयार होतात. या ढगातील पाणी पावसाच्या जलकणांच्या स्वरूपात किंवा हिमवृष्टीच्याहहिम स्फटिकांच्या रुपात पृथ्वीवर येते. वृष्टीच्या स्वरूपानुसार वृष्टीचे वेगवेगळे प्रकार ओळखता येतात.

दिर्घोत्तरी प्रश्न:

प्रश्न १ खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

१. सांद्रीभवनाची संकल्पना स्पष्ट करा.
२. सांद्रीभवनाच्या विविध रुपांचे स्पष्टीकरण द्या.
३. वृष्टीच्या विविध प्रकारांचे स्पष्टीकरण द्या.
५. पर्जन्याचे विविध प्रकार सांगा.

प्रश्न २ टीपा द्या.

१. आवर्त पर्जन्य
२. दंव व धुके
३. पाऊस व रिमझिम पाऊस
४. उष्णकटिबंधीय आवर्त
५. प्रतिरोध पर्जन्य
६. अभिसरण पर्जन्य
७. हिमवृष्टी

=====The End=====

प्रकरण ५ वे

हवामान वर्गीकरण आणि उपयोजित हवामानशास्त्र

प्रकरणाची उद्दिष्ट्ये:

- ✓ थॉर्नथेटचे जागतिक हवामान वर्गीकरण याचा अभ्यास करणे.
- ✓ मानवी जीवन, व्यवसाय आणि उपयोजित हवामानशास्त्रचा उपयोग समजून घेणे.
- ✓ नागरी हवामान संकल्पना, नागरी हवामानाचे परिणाम, समस्या आणि उपाय अभ्यासणे.
- ✓ मानवी आरोग्य आणि हवामान यांचा सहसंबंध समजून घेणे.

थॉर्नथेटचे हवामान वर्गीकरण

सी.डब्ल्यू., थॉर्नथेट, एक अमेरिकन हवामानशास्त्रज्ञ, 1931 मध्ये त्यांनी उत्तर अमेरिकेचा हवामान नकाशा प्रकाशित केला. तेव्हा उत्तर अमेरिकेच्या हवामानाच्या वर्गीकरणाची पहिली मांडणी केली. नंतर त्यांनी जागतिक हवामानासाठी हवामान वर्गीकरणाची त्यांची योजना विस्तारित केली आणि 1933 मध्ये त्यांनी संपूर्ण जगाच्या वर्गीकरणाची मांडणी सादर केली. त्यांनी आपल्या योजनेत आणखी बदल केला आणि 1948 मध्ये जागतिक हवामानाच्या वर्गीकरणाची सुधारित दुसरी योजना सादर केली. त्याच्या 1948 च्या संकल्पनेत; संभाव्य बाष्पीभवन संकल्पना दिली. त्याची योजना जटिल आणि अनुभवजन्य आहे. 1931 मध्ये, त्याचे वर्गीकरण कोपेनसारखे दिसले. कोपेनप्रमाणेच, थॉर्नथेटलाही वाटले की वनस्पती हे हवामानाच्या प्रकाराचे सूचक आहे.

या वर्गीकरणाची दोन मूलभूत वैशिष्ट्ये आहेत

1. पर्जन्य परिणामकारकता; (P/E, जेथे P एकूण मासिक पर्जन्यमान आहे आणि E एकूण मासिक बाष्पीभवन आहे)
2. तापमान कार्यक्षमता. या दोन निर्देशकांच्या आधारे, थॉर्नथेटने जगाची पाच आर्द्रता क्षेत्रांमध्ये विभागणी केली.

A: अति पर्जन्य व दमट अरण्याचे हवामान

B: दमट अरण्याचे हवामान

C: सम दमट गवताळ प्रदेश हवामान

D: सम शुष्क स्टेप्पी हवामान

E: कोरडे वाळवंट हवामान

खालील तक्त्यामध्ये दर्शविल्याप्रमाणे प्रत्येक प्रदेशाची स्वतःची विशिष्ट प्रकारची वनस्पती होती:

अ.क्र.	आर्द्रता विभाग	वनस्पतीचा विशिष्ट प्रकार
1.	अति आर्द्रता प्रदेश	घनदाट वर्षा वने
2.	आर्द्र प्रदेश	जंगले
3.	उप-आर्द्रता प्रदेश	गवताळ प्रदेश
4.	अर्ध-शुष्क प्रदेश	स्टेप्पी प्रकारची वने
5.	शुष्क प्रदेश	वाळवंटी वने

थॉर्नथवेट हवामान वर्गीकरणाची रचना:

थॉर्नथवेटची हवामान वर्गीकरणाची रचना तीन अक्षरी वर्णमालांचे संयोजन आहे.

1. प्रमुख हवामान वर्गीकरणामध्ये वापरलेली पहिली वर्णमाला A ते E पर्यंत इंग्रजी कॅपिटल अक्षरांपैकी कोणतेही एक आहे.
2. हवामानाच्या वर्गीकरणात वापरलेले दुसरे अक्षर हे डॅशसह इंग्रजी कॅपिटल वर्णमाला सुपरस्क्रिप्ट आहे. हे उष्ण प्रांत सूचित करते.
3. अक्षरांच्या संयोगातील तिसरे अक्षर 8 लहान इंग्रजी अक्षरांच्या संचाद्वारे दर्शविले जाते.

पर्जन्य परिणामकारकता P/E:

वनस्पतींची वाढ केवळ पर्जन्यवृष्टीवर अवलंबून नाही तर पर्जन्याच्या परिणामकारकतेवर अवलंबून असते.

पर्जन्य परिणामकारकता P/E प्रमाण = एकूण मासिक पर्जन्य / बाष्पीभवन

P/E निर्देशांक = 12 महिन्यांच्या P/E गुणोत्तराची बेरीज.

P/E निर्देशांकावर आधारित, थॉर्नथवेटने पाच आर्द्रता क्षेत्रांचे वर्गीकरण केले:

A : (P/E इंडेक्स > 128) - आर्द्र वर्षा वने

B : (P/E इंडेक्स 64 ते 127) - आर्द्र- वने

C : (P/E इंडेक्स 32 ते 63) - उपआर्द्र गवताळ प्रदेश.

D : (पी/ई इंडेक्स 16-32) - अर्ध-शुष्क स्टेप्पी प्रकारची वने

E : (P/E निर्देशांक 16 पेक्षा कमी) - शुष्क-वाळवंटी वने

वरील सैद्धांतिक तत्वावर पर्जन्य परिणामकारकता, औष्णिक (तापमान) कार्यक्षमता आणि पर्जन्याचे ऋतुमानानुसार वितरण यावर आधारित जगाचे 120 संभाव्य संयोजन हवामानाचे प्रकार असू शकतात. परंतु त्यांनी जगभरात केवळ 32 हवामान प्रकारांचे चित्रण केले.

मोसमी पावसाच्या वितरणाच्या आधारे वरील प्रकारच्या आर्द्रतेच्या प्रदेशांची पुढील उपविभागांमध्ये विभागणी करण्यात आली.

r = सर्व ऋतूंमध्ये मुसळधार पाऊस

s = उन्हाळी ऋतूंमध्ये पावसाची कमतरता

w = हिवाळ्यात पावसाची कमतरता

d = सर्व ऋतूंमध्ये पावसाची कमतरता

आर्द्र हवामानासाठी आर्द्रता निर्देशांक

हिवाळ्यात आर्द्रतेची कमतरता = w²

उन्हाळ्यात आर्द्रतेची कमतरता = s²

शुष्क हवामानासाठी आर्द्रता निर्देशांक

हिवाळ्यात आर्द्रता भरपूर जास्त असते = s²

उन्हाळ्यात आर्द्रता भरपूर जास्त असते = w2

इंग्रजी आद्याक्षर	आर्द्रता विभाग	वनस्पती प्रकार	P/E निर्देशांक
A	अति आर्द्रता प्रदेश	घनदाट वर्षा वने	> 127
B	आर्द्र प्रदेश	जंगले	64 - 127
C	उप-आर्द्रता प्रदेश	गवताळ प्रदेश	32 - 63
D	अर्ध-शुष्क प्रदेश	स्टेप्पी प्रकारची वने	16 - 31
E	शुष्क प्रदेश	वाळवंटी वने	< 16

तापमान कार्यक्षमता:

तापमान कार्यक्षमतेचे मोजमाप वर्षाच्या सरासरी तापमानानुसार केले जाते.

तापमान कार्यक्षमतेवर आधारित - थॉर्नथवेटने जगाची सहा उष्मा (थर्मल) प्रांतांमध्ये विभागणी केली आहे. ते पुढीलप्रमाणे व्यक्त केले जातात:

A' – उष्णकटिबंधीय: (T/E निर्देशांक १२८ पेक्षा जास्त).

B' – उपोष्णकटिबंधीय: (T/E निर्देशांक 64-127).

C' – समशीतोष्ण: (T/E निर्देशांक ३२ - ६३)

D' – तैगा (Taiga): (T/E निर्देशांक 16-31)

E' – टुंड्रा: (T/E निर्देशांक 1-15).

F' – दंव (Frost): (T/E निर्देशांक 0).

थॉर्नथवेटच्या हवामान वर्गीकरणावर अनेक तज्ञानी टीका केली. कारण ते अधिक गुंतागुंतीचे होते. ते सोपे करण्यासाठी, थॉर्नथवेटने 1948 मध्ये हवामान क्षेत्र प्राप्त करण्यासाठी संभाव्य बाष्प-उत्सर्जन (Evapotranspiration) संकल्पना दिली.

थॉर्नथवेटची हवामान वर्गीकरणाची सुधारित प्रणाली (1948) ही संभाव्य बाष्प-उत्सर्जन Evapotranspiration (संभाव्य ईटी) च्या संकल्पनेवर आधारित आहे, जी अमर्यादित पाणी उपलब्धता असलेल्या प्रदेशातील वनस्पतींच्या पाण्याच्या आवश्यकतेचा अंदाज घेते.

बाष्प-उत्सर्जन: मृदापासून होणारे बाष्पीभवन आणि वनस्पतीपासून होणारे बाष्पीभवन याला **बाष्प-उत्सर्जन** म्हणतात.

त्याने पुन्हा एकदा त्याच्या दुसऱ्या वर्गीकरणात पर्जन्य परिणामकारकता, औष्णिक कार्यक्षमता आणि पर्जन्याचे ऋतुमानानुसार वितरण या तीन निर्देशांकांचा वेगळ्या पद्धतीने वापर केला असला तरी तो. 1931 च्या वर्गीकरणप्रमाणे, वनस्पतिऐवजी, त्यांनी संभाव्य बाष्पीभवन (PE) च्या संकल्पनेवर हवामान वर्गीकरणाची त्यांची नवीन योजना आधारित केली.

जे वस्तुतः औष्णिक कार्यक्षमता आणि पाण्याच्या दुर्भिक्षकेचे निर्देशांक आहे कारण ते मृदा आणि वनस्पती (द्रव किंवा घन पाण्याचे बाष्पीभवन आणि जिवंत वनस्पतींच्या पानांपासून होणारे बाष्पीभवन) पासून वातावरणात आर्द्रता आणि उष्णता या दोन्हीचे हस्तांतरण दर्शवते आणि त्यामुळे हे सूर्यापासून प्राप्त ऊर्जेचे कार्य आहे.

थॉर्नथेवेट हवामान वर्गीकरणाची टीका:

1. थॉर्नथेवेटचे जागतिक हवामानाचे वर्गीकरण गुणात्मकतेवर आधारित आहे. तथापि, वर्गीकरणामध्ये प्रचलित वारे, सापेक्ष आर्द्रता, हवेचा दाब आणि हवेच्या वस्तुमानाच्या अंगाकडे दुर्लक्ष केल्याचे दिसते.
2. वर्गीकरण प्रणाली उत्तर अमेरिकेच्या बाबतीत सर्वात समाधानकारक सिद्ध झाली आहे जेथे वनस्पतींच्या सीमा जवळजवळ विशिष्ट P/E मूल्यांशी जुळतात. परंतु उष्णकटिबंधीय आणि अर्ध-शुष्क क्षेत्रासाठी ते समाधानकारक नाही.
3. वेगवेगळ्या नैसर्गिक प्रदेशांसाठी आणि वनस्पती क्षेत्रासाठी मृदेतील आर्द्रता संतुलनाचे मोजमाप ही एक मूलभूत समस्या दर्शवते. स्थानिक आणि प्रादेशिक स्तरावरील वर्गीकरणाच्या अनेक जोडण्या स्पष्ट-अस्पष्टता करून जटिलता वाढवतात.
4. काल व स्थल नुसार सर्व हवामानविषयक घटकांच्या सामुग्रीची उपलब्धता ही एक गंभीर समस्या आहे.
5. थॉर्नथेवेटचे वर्गीकरण हे गुणात्मकदृष्ट्या सुधारित वर्गीकरण असूनही, त्याच्या जटिल स्वरूपामुळे त्याचा कमी आणि मर्यादित वापर केला जातो.
6. हवामानाच्या वर्गीकरणात पृथ्वीवरील भूपृष्ठ रचनेचा आणि सूर्यकिरणांचा भुपृष्ठाशी होणारा कोण याकडे दुर्लक्ष केल्याचे दिसून येते.
7. थॉर्नथेवेटच्या जागतिक हवामानाच्या वर्गीकरणात ग्लोबल वार्मिंग, हवामान बदल आणि पर्यावरणीय आपत्तीच्या वाढत्या घटना या वर्तमान समस्यांना स्थान मिळत नाही.

उपयोजित हवामानशास्त्र:

• हवा आणि हवामान हे मानवाचे दैनंदिन आणि दीर्घकालीन कार्यक्षमता आणि जीवनशैली ठरवणारे दोन महत्त्वाचे घटक आहेत. हवामानातील घटक ज्या प्रकारे प्रत्येक प्रकारच्या आर्थिक आणि सामाजिक क्रियावर परिणाम करतात त्याकडे आता हवामानशास्त्रज्ञांचे लक्ष वेधून घेतले जात आहे. 'दुसऱ्या महायुद्धापासूनच जलसंपत्तीच्या विकासापासून ते रोगांचे निर्मूलनापर्यंतच्या मानवी गरजा पूर्ण करण्यासाठी अत्यंत व्यावहारिक उपयोगिता असलेला सक्रिय विषय म्हणून उपयोजित हवामानशास्त्राच्या संभाव्यतेबद्दल नवीन जाणीव निर्माण झाली.

• हवामान आणि नैसर्गिक वनस्पती:

नैसर्गिक वनस्पती हे हवामानाचे सूचक असतात. तसेच ते एकमेकांशी संबंधित आहेत कारण यातील एका घटकाचा दुसऱ्यावर घटकावर मोठ्या प्रमाणात प्रभाव पडतो. लाकूड, पाणलोट व्यवस्थापनासाठी वनीकरणाच्या कामात गुंतलेल्यांना वनवृक्षांच्या वाढीच्या विविध टप्प्यांतील अनुकूल हवामानाचे ज्ञान आवश्यक

आहे. सिल्विहकल्चरल पद्धतींमध्ये जंगल आणि हवामान यांच्यातील परस्परसंबंध लक्षात घेतले पाहिजेत. जास्त उत्पादन मिळविण्यासाठी जंगलातील सूक्ष्म हवामान विचारात घेतले जाते. हवामान आणि शेतीमधील अन्न ही मानवाची पहिली आणि प्रमुख गरज असते.

तसे पाहिले तर, हवामान आणि वनस्पती एकमेकांना पूरक आहेत. तापमान, पर्जन्य, आर्द्रता, वारा इ. हवामान घटक - पीक उत्पादनात सर्वात प्रमुख भूमिका बजावतात. उदाहरणार्थ, कॉफी, केळी आणि ऊस यांसारखी पिके दंवासाठी अत्यंत संवेदनशील असतात. नारळ आणि अननस यांना त्यांच्या उत्तम वाढीसाठी 21⁰ C पेक्षा जास्त तापमान आवश्यक असते. डोंगराळ भागात, लिंबूवर्गीय आणि इतर संवेदनशील पिके सूर्याच्या सूर्यकिरणांच्या बाजूकडील उतारांवर लावतात आणि रात्रीच्या वेळी हिवाळ्यातील दंव असलेल्या खोऱ्यांना टाळतात.

• हवामान आणि पशुसंवर्धन

मांस आणि दुग्धजन्य पदार्थ देणारे प्राणी हे गवताळ कुरणे आणि शेतातील खाद्य पिकांवर अवलंबून असतात. कुरणाची जमीन आणि पिकांवर हवामान घटकांचा जास्त प्रभाव पडतो. तापमान हा घटक पशुपालनावर परिणाम करणाऱ्या सर्व हवामान घटकांपैकी एक महत्त्वाचा घटक आहे. एखाद्या प्रदेशाचे तापमान जर खूप जास्त असेल तर जनावरांचे दूध उत्पादन घटते. तापमान सौम्य राखणे आवश्यक असते अन्यथा सतत उच्च तापमानामुळे जनावरांचे मांस आणि चरबीचे उत्पादनदेखील कमी होते. पर्जन्याचा प्रत्यक्ष परिणाम प्राण्यांवर होतो. बर्फवृष्टीमुळे कुरणातील गवताची उपलब्धता खूपच कमी होते. पशुपालनामध्ये, जास्त सापेक्ष आर्द्रतेच्या हवामानाच्या परिस्थितीत प्राण्यांना अस्वस्थता जाणवते. पशुपालनामध्ये, हवामानाच्या प्रतिकूल परिस्थितीत प्राण्यांना सुरक्षित ठेवण्यासाठी नैसर्गिक किंवा कृत्रिम वातानुकूलित निवारे बांधले जातात.

• हवामान आणि घरांची रचना:

एखाद्या प्रदेशातील घरांचे प्रकार हे त्या प्रदेशातील हवामानावर अवलंबून असतात. ध्रुवीय प्रदेशातील इग्लू (एस्किमोचे घर), आणि उष्णकटिबंधीय भागात अबंधीस्त घरे/खुल्या दरवाजा खिडकीची ही याची उत्तम उदाहरणे आहेत. हवामानाच्या परिस्थितीचा प्रदेशातील भूरचना, जलप्रणाली, आजूबाजूच्या इमारती, भूदृश्य, आणि औद्योगिक कचरा यासारख्या अनेक घटकांचा प्रभाव वास्तुस्थापत्य किंवा वास्तुशास्त्रीय सूक्ष्म हवामानशास्त्राच्या संदर्भात पडतो. हरित इमारतींमध्ये (Green Buildings) सूर्यप्रकाश आणि वारा इत्यादींचा जास्तीत जास्त वापर करण्याचा प्रयत्न असतो. यामध्ये हवामानाचे योगदान महत्त्वपूर्ण ठरते. उष्णकटिबंधीय देशांमध्ये, दुमजली छप्परची घरे असतात. कारण अशी घरे ही दिवसभरात शोषलेल्या उष्णतेचे प्रवाह कमी करतात तसेच अशी घरे मोकळी हवा संचारण्यासाठी उपयुक्त असतात. थोडक्यात वेगवेगळ्या हवामान प्रदेशातील घरांची रचना आणि आराखडा हे हवामानातील घटक जसे की, पर्जन्य, तापमान आणि बर्फवृष्टी इ. घटकावर अवलंबून असते.

• वायू प्रदूषण आणि आरोग्य:

- वैद्यकीय हवामानशास्त्र हे मानवी आरोग्य आणि हवा किंवा हवामान यांच्यातील संबंधांचा अभ्यास करते.
- काही स्थानिक वारे जसे की लू, शीतलहरी इत्यादी मानवी चिडचिडेपणाची कारणे आहेत,
- **नैराश्य, चक्कर येणे आणि उच्च रक्तदाब:** हवेतील परागकणांचे जास्त प्रमाण (उदा. बंगलोर) काही लोकांना श्वास घेण्यास त्रास होतो. उदा. बंगलोरमध्ये स्थानिक सरकारने हवेतील परागकणांचे प्रमाण

कमी करण्यासाठी वर्षाच्या ठराविक कालावधीसाठी आपल्या उद्यानांमध्ये फुलांची रोपे लावण्यावर बंदी घातली.

- मोठी सर्व शहरे जास्त प्रमाणात प्रदूषके वातावरणात सोडतात. ही प्रदूषके रासायनिक अभिक्रियांद्वारे ऍसिडमध्ये रूपांतरित होतात आणि पावसाच्या पाण्यासोबत 'ऍसिड रेन' म्हणून पडतात. या रसायनांच्या वातावरणातील टक्केवारीचा अभ्यास केल्यास उद्योगांचे नियमन होण्यास मदत होते. उदाहरणार्थ, ताजमहाल, आग्राच्या आजूबाजूला स्वयंचलित वाहनांच्या वाहतुकीस आणि उद्योगांना बंदी आहे. आम्ल पाऊस ('ऍसिड रेन') हा वनस्पती आणि सागरी जीवनासाठी देखील हानिकारक आहे.
- **काही रोग हे निश्चितच, विशिष्ट हवामानाशी किंवा विशिष्ट ऋतूशी संबंधित असतात.** शीत ऋतू कीटकांच्या लोकसंख्येवर सक्तीने नियंत्रण ठेवतो. त्यामुळेच डेंग्यू आणि मलेरिया यांसारखे उष्णकटिबंधीय रोग उष्णकटिबंधीय आणि उपोष्णकटिबंधीय प्रदेशात आढळतात. काही रोग असे आहेत ज्यांचा ऋतूशी जवळचा संबंध आहे. न्यूमोनिया, इन्फ्लूएन्झा, गोवर इत्यादी उदाहरणे येथे दिली जाऊ शकतात. ऋतू किंवा हवामानाशी रोगांचा असा जवळचा संबंध लोकांना चेतावणी देण्यास किंवा त्याचा प्रभाव कमी करण्यासाठी सरकारकडून इतर उपाययोजना करण्यात मदत करतो. दक्षिण आशियातील शहरांमध्ये मलेरिया आणि इतर वेक्टर बॉर्न रोग टाळण्यासाठी पावसाळ्यात शहरांच्या काही भागांमध्ये पाणी साचले जाणार नाही याची काळजी घेतात.

हवामान आणि अर्थव्यवस्था:

हवामान संशोधनामुळे खालील उद्योगांना फायदा होतो:

- विमा
- पर्यटन
- बांधकाम
- ऊर्जा
- वाहतूक
- खेळ
- किरकोळ अन्न
- किरकोळ कपडे

हवामानाशी संबंधित नुकसानापासून **विमा उद्योग** आर्थिक संरक्षण प्रदान करतो. यामध्ये पूर, दंव, वारा इत्यादींमुळे पिकांच्या होणाऱ्या नुकसानीकरिता होणाऱ्या परिणामांचा समावेश होतो. उपयोजित हवामानशास्त्राच्या संशोधनामुळे अत्यंत नुकसानकारक घटनांच्या संभाव्यतेचे प्रमाण ठरवून, वर्षभरापूर्वीचे अंदाज प्रदान करून आणि असुरक्षित प्रदेशांची ओळख करून विमा कंपन्यांचा खर्च कमी करण्यात मदत होऊ शकते. पिकांच्या योग्य वेळेचा अनुमान थेट त्या विशिष्ट ठिकाणच्या हवामानाशी संबंधित असतो.

विशिष्ट ठिकाणी व विशिष्ट ऋतूमध्ये पर्यटक आपला फावला वेळ खर्च करतात. उन्हाळ्याच्या सुट्टीमध्ये पर्यटकांना सर्वाधिक वेळ असतो. उदाहरणार्थ, डोंगराळ थंड हवेची ठिकाणे उन्हाळ्याकरिता पर्यटक निवडतात.

प्रत्येक प्रदेशाचा वारा हा उर्जेचा संभाव्य अक्षय स्रोत आहे. पवन टर्बाइनचे स्थान आणि उंची ठरवण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रदेशातील आणि वेगवेगळ्या उंचीवरील विंड अँटलस हे एक महत्वाचे इनपुट आहे.

त्याचप्रमाणे, ज्या भागात हिमनद किंवा पावसाद्वारे सतत पाण्याचा पुरवठा होत असतो अशा ठिकाणी जलविद्युत प्रकल्पांची स्थापना केली जाते.

जसे की हवाई वाहतूक क्षेत्र आणि जलवाहतूक इ. वर हवा किंवा हवामानाचा थेट परिणाम होतो. हिवाळ्यामध्ये उच्च अक्षवृत्तीयप्रदेशातील बंदरे हिवाळ्यामध्ये गोठतात. त्यामुळे हिवाळ्यात ही बंदरे वाहतुकीसाठी बंद असतात. वातावरणातील अचानक होणारा बदल, धुके, शीतलहरी इत्यादींसारख्या घटनांचा परिणाम हवाईवाहतुकीच्या उड्डाणांच्या वेळापत्रकात व्यत्यय आणतात.

हवामान अनुकूलता मानव आणि इतर अनेक सस्तन प्राण्यांमध्ये असामान्यपणे अंतर्गत तापमान नियमन कार्यक्षम प्रणाली असते जी थंड हिवाळा आणि उबदार उन्हाळ्यात शरीराचे मुख्य तापमान आपोआप स्थिर ठेवते. याव्यतिरिक्त, मानवाने प्रगत तंत्रज्ञानाच्या आधारे अतिउच्च तापमान आणि आर्द्रतेच्या हवामानाशी जुळवून घेण्यास मात केली आहे. थंड हवामानात राहणारे लोक दारू पिणे पसंत करतात कारण यामुळे शरीरा मध्ये रक्त प्रवाह वाढतो, ज्यामुळे उबदारपणाची भावना येते. तंत्रज्ञानाच्या मदतीने, अत्यंत थंड अंटार्क्टिका आणि आर्क्टिक प्रदेशात संशोधने वर्षभर राहू शकतात. उष्णकटिबंधीय प्रदेशातील लोक अत्यंत उष्ण हवामानात एअर कंडिशनर वापरून राहण्यास सक्षम असतात. अत्यंत थंड अंटार्क्टिका आणि आर्क्टिक प्रदेशात तंत्रज्ञानाच्या मदतीने संशोधने वर्षभर चालू राहू शकतात. तंत्रज्ञानाच्या मदतीने, अत्यंत थंड अंटार्क्टिका आणि आर्क्टिक प्रदेशात संशोधने वर्षभर राहू शकतात.

नागरी हवामान:

जगभरातील नागरी भागात इतर प्रादेशिक पद्धतीपेक्षा वेगळे हवामान अनुभवले जाते. शहरीकरणाची प्रक्रिया भौतिक वातावरणात बदल घडवून आणते आणि पृष्ठभागाजवळील उर्जा, आर्द्रता आणि वाऱ्याच्या गती व्यवस्थांमध्ये बदल घडवून आणते. वारा आणि वातावरणातील वैशिष्ट्यांमध्ये मोठ्या इमारतींचे एकत्रीकरण कमीतकमी समान प्रमाणात हस्तक्षेप करते. शहरी भागामुळे हवेची रचना, तापमान आणि पर्जन्यमान आलेख इ. बदलतात. शहरांच्या संरचनेच्या अडथळ्यामुळे मोकळ्या भागांपेक्षा शहरांमध्ये वाऱ्याचा वेग कमी असतो. वास्तविक परिणाम रस्त्यावरील डिझाइन, हंगाम आणि दिवसाच्या वेळेनुसार बदलतो. वारा प्रवाहाच्या सामान्य दिशेच्या समांतर रस्त्यावर वाहतो, विशेषतः रस्त्यांसारख्या कॅन्यन असलेल्या शहरात (उंच इमारती). जर रस्त्याचा आराखडा वाऱ्याच्या काटकोनात असेल तर, त्याचा खूप जास्त परिणाम होतो. उंच इमारतींमुळे दिवसा शहरातील वाऱ्याचा वेग आजूबाजूच्या भागांपेक्षा खूपच कमी असतो. तुलनेत ग्रामीण भागात छोट्या घरांमुळे वाऱ्याचा वेग हा जास्त असतो.

शहरे ग्रामीण भागापेक्षा जमिनीमध्ये प्रति क्षेत्र खूपच कमी पर्जन्याचे पाणी जिरवतात., कारण शहराचा बराच भाग प्रशस्त इमारती, रस्त्याचे सिमेंटीकरण किंवा बांधलेला असतो. त्यामुळे शहरी भागात मुसळधार पावसाच्या काळात स्थानिक पुराचा धोका कमी करण्यासाठी विशिष्ट उपाययोजनांची गरज निर्माण होते. शहरांमधून वाहणाऱ्या नद्यांच्या पूर मैदानात मोठ्या प्रमाणावर बांधकामे केल्यामुळे पुराचा कालावधी आणि तीव्रता वाढते. ग्रामीण किंवा जंगली भागांच्या तुलनेत शहरांमध्ये कमी आर्द्रता असते. काँक्रीटच्या पृष्ठभागामुळे, पृष्ठभागावर जलद रन-ऑफ पाणी काढून टाकते. वनस्पतींची कमी घनता आणि पाणवट्यांचा शहरांवरील थर्मल आणि अशांततेमुळे पर्जन्यवृष्टी किंवा गडगडाटी वादळे सुरू होऊ शकतात. बऱ्याच शहरांमध्ये आजूबाजूच्या भागांपेक्षा हलका पाऊस आणि गडगडाट जास्त होतो, परिणामी एकूण पर्जन्यमानात थोडीची वाढ होते. "उष्मा बेट" (अर्बन हीट आयलंड) हा शब्द बांधकाम असलेल्या भागाचे भागांचे वर्णन करतो. याचा

अर्थ असा शहरी भाग की जो इतर आसपासच्या भागांपेक्षा जास्त उष्ण असतो. शहरी उष्मा बेट (UHI) म्हणजे असे एक महानगर क्षेत्र ज्याच्यावर मानवी क्रियांमुळे त्याच्या आसपासच्या ग्रामीण भागांपेक्षा लक्षणीयरीत्या उबदार उष्ण असते.

1810 च्या दशकात ल्यूक हॉवर्ड यांनी या घटनेची प्रथम मांडणी केली आणि वर्णन केले. सामान्यतः दिवसाच्या तुलनेत तापमानातील फरक रात्रीच्या वेळी जास्त असतो आणि जेव्हा वारा शांत असतो तेव्हा तो सर्वात अधिक स्पष्ट होतो. मध्यवर्ती भागात आजूबाजूच्या ग्रामीण भागाच्या तुलनेत तापमान कक्षेतील फरक अनेक अंशांचा असतो. तो 10 डिग्री सेल्सियस पर्यंत जास्त असू शकते. खुल्या पाण्याचा अभाव इत्यादीमुळे आर्द्रता आणि बाष्पीभवन कमी होते. दुसरीकडे, असे दिसते की काही विशिष्ट परिस्थितींमध्ये, शहरांवरील थर्मल आणि अशांततेमुळे पर्जन्यवृष्टी किंवा गडगडाटी वादळे सुरू होऊ शकतात. बऱ्याच शहरांमध्ये आजूबाजूच्या भागांपेक्षा हलका पाऊस आणि गडगडाट जास्त होतो, परिणामी एकूण पर्जन्यमानात थोडीशी वाढ होते.

"उष्मा बेट" (अर्बन हीट आयलंड) निर्माण होण्याकरिता तीन मुख्य घटक कारणीभूत आहेत: अधिकचे तापमान, उद्योगधंदे, घरातून उष्णतेचे प्रत्यक्ष उत्सर्जन. शहराच्या विटा आणि फॅब्रिकचे उष्णता वाचवणारे गुणधर्म त्यामुळे हवा थंड होण्याची प्रक्रिया मंद होते. शहरातील वनस्पतींचे प्रमाण कमी झाल्यामुळे, झाडांची पानांची सावली आणि थंडपणा, कमी अल्बेडो आणि कार्बन डाय ऑक्साइड काढून टाकणे देखील गमावतात. अनेक शहरी भाग, उंच इमारती संवहन आणि प्रदूषणामुळे थंड होण्यास प्रतिबंध करतात. स्वयंचलित वाहनातून उत्सर्जित होणारी प्रदूषके, उद्योगधंद्यातून सोडली जाणारी रसायने यांचा परिणाम सूर्यप्रकाशावर होतो. यामुळे अधिकची उष्णता निर्माण होते. या सर्व घटकांमुळे शहरी भागातील ऊर्जा संतुलनात बदल होतो. जसजसे लोकसंख्या चे केंद्रीकरण वाढते तसतसे ते त्याचे क्षेत्रफळ वाढवते आणि त्याचे सरासरी तापमान वाढवते. उदाहरणार्थ, लॉस एंजेलिस हे शहर शहरी उष्णता बेटामुळे खूप प्रभावित झाले आहे. दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळापासून शहराच्या अतिनागरीकरणामुळे त्याच्या वाढीच्या सुरुवातीपासून प्रत्येक दशकात सरासरी तापमानात अंदाजे ०.५ डिग्री सेल्सियसने वाढ झाली आहे. इतर शहरांमध्ये प्रत्येक दशकात 0.1°-0.4°C वाढ झाली आहे. प्रत्येक शहराचे शहरी उष्णता बेट शहराच्या संरचनेनुसार बदलते आणि त्यामुळे बेटावरील तापमानाची श्रेणी देखील बदलते. (आकृती 8).

शहरातील पार्क आणि ग्रीनबेल्ट तापमान कमी करतात तर सेंट्रल बिझनेस डिस्ट्रिक्ट (CBD), शहराचा मध्यवर्ती भागातील उंच इमारती सूर्यप्रकाशाचे परावर्तन आणि शोषणासाठी कार्यक्षमतेत वाढ होते. अनेक पृष्ठभाग प्रदान करतात, ज्यामुळे शहरी भाग उष्ण केले जातात. उंच इमारती संवहन आणि प्रदूषणामुळे थंड होण्यास प्रतिबंध करतात.

प्रत्येक शहराचे शहरी उष्णता बेट शहराच्या संरचनेनुसार बदलते आणि त्यामुळे बेटावरील तापमानाची श्रेणी देखील बदलते (आकृती 8). पार्क आणि ग्रीनबेल्ट तापमान कमी करतात तर सेंट्रल बिझनेस डिस्ट्रिक्ट (CBD), व्यावसायिक क्षेत्र, आणि अगदी उपनगरीय गृहनिर्माण क्षेत्र देखील उबदार तापमानाचे क्षेत्र आहेत. प्रत्येक घर, इमारत आणि रस्ता आपल्या सभोवतालच्या सूक्ष्म हवामानात बदल घडवून आणतात, ज्यामुळे आपल्या शहरांच्या शहरी उष्णता बेटांमध्ये योगदान होते.

नागरी हवामानाचा नागरी लोकसंख्येवरील (रहिवाशांवर) परिणाम आणि उपाययोजना:

शहरांच्या वाढत्या तापमानामुळे नागरिकांच्या आरोग्यावर मोठा परिणाम होतो. प्रत्येकासाठी अस्वस्थता वाढते. घरांचे तापमान कमी करण्यासाठी विद्युतशक्तीचा पुरवठ्यामध्ये वाढ होणे आवश्यक असते. शहरी उष्मा

बेटे (UHI) हवेतील घातक प्रदूषकांचे उत्पादन वाढवून हवेची आणि पाण्याची गुणवत्ता कमी करते. कारण उबदार पाणी प्रवाहात वाहते आणि त्यांच्या जल-परिसंस्थेवर ताण येतो. वाढलेल्या उष्णतेमुळे फोटोकेमिकल प्रतिक्रिया वाढते, ज्यामुळे हवेतील कण वाढतात आणि त्यामुळे धुके आणि ढग तयार होण्यास परिस्थिती निर्माण होते. उदाहरणार्थ, ढग आणि धुक्यामुळे लंडनला आसपासच्या ग्रामीण भागापेक्षा अंदाजे 270 तास कमी सूर्यप्रकाश मिळतो.

उष्ण बेटाच्या परिणामांचा अनेक मार्गांनी प्रतिकार केला जाऊ शकतो: सर्वात प्रमुख म्हणजे अल्बेडो वाढवण्यासाठी बांधकाम कामात, घरांच्या छतावरील भागात, रस्ते आणि फुटपाथ यावर परावर्तित फिकट रंग किंवा पांढरा रंग साहित्य वापरणे. गडद काळे पृष्ठभाग हलक्या पृष्ठभागापेक्षा 21°C पर्यंत जास्त उष्ण असू शकतात त्यामुळे अतिरिक्त उष्णता इमारतीतच हस्तांतरित केली जाते, असे भाग थंड होण्याची आवश्यकता असते. हलक्या रंगाच्या छतावर हिरव्या छप्परांच्या वापराद्वारे इमारती 40% कमी ऊर्जा वापरू शकतात.. इमारतीचे छत अर्धवट किंवा पूर्णपणे वनस्पती आच्छादनाने झाकलेले असते, ते वॉटरप्रूफिंग झिल्लीवर लावलेले असते. याद्वारे नागरी उष्ण बेटांचा (UHI) प्रभाव कमी करणे पूर्ण केले जाऊ शकते. हिरवी छप्पर इमारतीसाठी पावसाचे पाणी शोषून घेतात, वन्यजीवांसाठी निवासस्थान निर्माण करणे आणि शहरी हवेचे तापमान कमी करण्यास मदत करणे यासारख्या उपाययोजना केल्या जाऊ शकतात.

शहरी हवामान आणि जागतिक हवामान बदल:

शहरी हवामानाचा सहसंबंध जागतिक हवामान बदलाशी मोठ्या प्रमाणात निगडित आहे. सामाजिक आर्थिक व्यवसायाची केंद्रे म्हणून, शहरे मोठ्या प्रमाणात ग्रीन हाऊस वायूंचे उत्पादन करतात, विशेषतः वाहतूक, विकास (उदा. काँक्रीट उत्पादन), आणि उष्ण आणि शीतकरण आवश्यकता इत्यादींशी संबंधित कचरा जीवाश्म इंधनाद्वारे मोठ्या प्रमाणात उत्पादित केलेली ऊर्जा इ. मानवी क्रियांचा परिणाम अतिजास्त CO₂ ची निर्मिती या कारणाने शहरांना सर्वोच्च CO₂ ग्राहक समजले जाते. जागतिक हवामान बदलांमध्ये अनेक शहरे हातभार लावत आहेत. आज अनेक शहरांच्या समुद्र पातळीत वाढ, तापमानातील बदल, पर्जन्यवृष्टी, वादळाची वारंवारता च्या अंदाजित परिणामांना असुरक्षित आहेत.

दिर्घोत्तरी प्रश्न:

प्रश्न १ खालील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

४. थॉर्नवेटचे हवामान वर्गीकरण स्पष्ट करा.
५. उपयोजित हवामानशास्त्र म्हणजे काय? त्याची उपयोजिता स्पष्ट करा.
६. हवामानाचे मानवी आरोग्यावरील परिणाम स्पष्ट करा.

प्रश्न २ टीपा द्या.

1. उपयोजित हवामानशास्त्र
2. हवामान आणि मानवी आरोग्य
3. नागरी हवामान

=====The End=====