

ISBN : 978-93-340-9683-5

प्राकृतिक भूगोलाची ओळख

(Introduction To Physical Geography)



डॉ. चंद्रभान भानुदास चौधरी

Book Title : **प्राकृतिक भूगोलाची ओळख**
(Introduction To Physical Geography)

Author : **डॉ. चंद्रभान भानुदास चौधरी**
Dr. Chandrabhan Bhanudas Chaudhari

First Edition : 28 July, 2024

ISBN : 978-93-340-9683-5

Copyright ©2024 Chandrabhan Bhanudas Chaudhari

All Rights Reserved.

Publisher : **Self Published**
Dr. Chandrabhan Bhanudas Chaudhari
Plot No-21, Borawake Nagar,
Ward No-1, Shrirampur-413709 (MS, INDIA)

Printed By :
Mrs. Lina Chandrabhan Chaudhari
Plot No-21, Borawake Nagar,
Ward No-1, Shrirampur-413709 (MS, INDIA)

Cost : Free

Email : cbchaudhari.1576@rediffmail.com

प्राकृतिक भूगोलाची ओळख -डॉ. चंद्रभान भानुदास चौधरी ISBN : 978-93-340-9683-5

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण-२०२० च्या आराखड्यानुसार २०२४-२०२५ या शैक्षणिक वर्षापासून अंमलात येणाऱ्या सावित्रीबाई फुले पुणे विद्यापीठ, पुणे यांच्या प्रथम वर्ष कला (F.Y.B.A.) वर्गाच्या भूगोल विषयाच्या प्रथम सत्र अभ्यासक्रमास अनुसरून

प्राकृतिक भूगोलाची ओळख

(Introduction To Physical Geography)

डॉ. चंद्रभान भानुदास चौधरी

(एम.ए., बी.एड., एम.फिल., पीएच.डी., नेट)

प्राध्यापक व भूगोल विभाग प्रमुख

रयत शिक्षण संस्थेचे, एस.एस.जी.एम. कॉलेज, कोपरगाव,

जि.अहमदनगर (महाराष्ट्र)

Email- cbchaudhari.1576@rediffmail.com

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण-२०२० च्या आराखड्यानुसार २०२४-२०२५ या शैक्षणिक वर्षापासून अंमलात येणाऱ्या सावित्रीबाई फुले पुणे विद्यापीठ, पुणे यांच्या प्रथम वर्ष कला (F.Y.B.A.) वर्गाच्या अभ्यासक्रमात प्राकृतिक भूगोलाची ओळख (Introduction To Physical Geography) या विषयाचे स्थान खालीलप्रमाणे आहे.

Name of the Programme	:	B.A. (Geography)
Class	:	F.Y.B.A.
Semester	:	I
Vertical Group	:	Main Subject
Course Code	:	GEO -101 - T
Course Title	:	Introduction To Physical Geography
Type of Course	:	Theory
Total Credits	:	02
Workload	:	30 hours in semester (15 hours/credit)

अनुक्रमणिका (Content)

- प्रकरण- १ प्राकृतिक भूगोल परिचय / ओळख
(Introduction to Physical Geography) (1-28)
- प्रकरण- २ शिलावरण
(Lithosphere) (29-49)
- प्रकरण- ३ वातावरण
(Atmosphere) (50-80)
- प्रकरण- ४ जलावरण
(Hydrosphere) (80-133)
- संदर्भ सूची (References) (134-136)



प्रकरण- १ प्राकृतिक भूगोल परिचय / ओळख

(Introduction to Physical Geography)

(1-28)

१.१ भूगोलाचा अर्थ आणि व्याख्या (Meaning and Definitions of Geography)

१.१.१ भूगोलाचा अर्थ (Meaning of Geography)

१.१.२ भूगोलाच्या व्याख्या (Definitions of Geography)

१.२ भूगोलाच्या शाखा (Branches of Geography)

१.२.१ प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा (Branches of Physical Geography)

१.२.२ मानवी भूगोलाच्या शाखा (Branches of Human Geography)

१.२.३ तांत्रिक भूगोलाच्या शाखा (Branches of Technical Geography)

१.२.४ अभ्यास स्वरूपानुसार भूगोलाच्या उपशाखा किंवा दृष्टीकोन

१.३ प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या (Definitions of Physical Geography)

१.४ प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरूप (Nature of Physical Geography):

१.४.१ पायाभूत विषय (Basic Subject)

१.४.२ गतिमान शास्त्र (Dynamic Science)

१.४.३ नैसर्गिक शास्त्र (Natural Science)

१.४.४ आंतरविद्याशाखीय शास्त्र (Interdisciplinary Science)

१.४.५ मानवी जीवनाशी निगडीत शास्त्र (Science Dealing With Human Life)

१.४.६ उपयोजित शास्त्र (Applied Science)

१.५ प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती (Scope of Physical Geography):

१.५.१ शिलावरण (Lithosphere)

१.५.२ वातावरण (Atmosphere)

१.५.३ जलावरण (Hydrosphere)

१.५.४ जीवावरण (Biosphere/Ecosphere)

१.६ प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यास पद्धती (Approaches of Physical Geography):

१.६.१ सैद्धांतिक अभ्यास पद्धती (Theoretical Approach)

१.६.२ पद्धतशीर / क्रमबद्ध दृष्टीकोन पद्धती (Systematic Approach)

१.६.३ प्रादेशिक अभ्यास पद्धती (Regional Approaches)

१.६.४ निरीक्षण व सर्वेक्षण पद्धती (Observation & Survey Method)

१.६.५ विषय अभ्यास पद्धती (Subject Approach)

१.७ प्राकृतिक भूगोलाचे महत्त्व (Importance of Physical Geography)

प्रकरण- २ शिलावरण

(Lithosphere)

(29-49)

२.१ शिलावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Lithosphere)

२.१.१ शिलावरण अर्थ (Meaning of Lithosphere)

२.१.२ शिलावरणाची वैशिष्टे (Characteristics of Lithosphere)

२.२ पृथ्वीचे अंतरंग (Interior of the Earth)

२.२.१ पृथ्वीची घडण व रचना (Composition and Structure of the Earth)

२.२.३ पृथ्वीच्या अंतरंगाची यांत्रिक विभागणी (Mechanical Sub-Division of the Earth)

२.२.४ पृथ्वीच्या अंतरंगाची रासायनिक विभागणी (Chemical Sub-Division of the Earth)

२.३ वेगेनर यांचा खंड वहन सिध्दांत (Wegner's Continental Drift Theory)

२.३.१ खंड वहन अर्थ (Meaning of Continental Drift)

२.३.२ सिध्दांताची ऐतिहासिक पार्श्वभूमी (Early History of Theory)

२.३.३ सिध्दांत (Theory)

२.३.४ खंड वहन सिध्दांताचे पुरावे (Evidences of Continental Drift Theory)

२.३.५ खंड वहन सिध्दांतावरील टीका (Criticism of Continental Drift Theory)

प्रकरण- ३ वातावरण

(Atmosphere)

(50-80)

३.१ हवा आणि हवामानाची संकल्पना (Concept of Weather and Climate)

३.२ वातावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Atmosphere)

३.२.१ वातावरण अर्थ (Meaning of Atmosphere)

३.२.२ वातावरणाची वैशिष्टे (Characteristics of Atmosphere)

३.३ वातावरणाची घडण (Composition of Atmosphere)

३.३.१. वायू (Gases)

३.३.२. बाष्प / पाण्याची वाफ (Water Vapour)

३.३.३. धुलीकण (Dust Particles)

३.४ वातावरणाची रचना (Structure of the Atmosphere)

३.४.१ वातावरणाच्या संरचनेबाबत आधुनिक दृष्टीकोन (Modern View Regarding the Structure of Atmosphere)

३.५ तापमान (Temperature)

३.५.१ तापमान वितरण (Temperature Distribution)

३.५.२ उष्णता विभाग / कटिबंध (The Heat Zones)

३.५.३ क्षितीज समांतर तापमान वितरणावर परिणाम करणारे घटक (Factors Affecting on Horizontal Temperature Distribution)

प्रकरण- ४ जलावरण

(Hydrosphere)

(81-133)

४.१ जलावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Hydrosphere)

४.१.१ जलावरण अर्थ (Meaning of Hydrosphere)

४.१.२ जलावरणाची वैशिष्टे (Characteristics of Hydrosphere)

४.२ महासागर तळाची सामान्य रचना (General Structure of Ocean Floor)

४.२.१ महासागर (Ocean):

४.२.२ महासागर तळ रचना (Structure of Ocean Floor)

४.३ महासागर जलाच्या हालचाली (Movements of Ocean Water)

४.३.१ सागरी लाटा (Sea Waves)

४.३.२ महासागरी / समुद्र प्रवाह (Ocean Currents)

४.३.३ भरती-ओहोटी (Tides)

संदर्भ सूची (References)

(134-136)



प्रकरण- १

प्राकृतिक भूगोल परिचय / ओळख
Introduction to Physical Geography

१.१ भूगोलाचा अर्थ आणि व्याख्या (Meaning and Definitions of Geography)

१.१.१ भूगोलाचा अर्थ (Meaning of Geography)

१.१.२ भूगोलाच्या व्याख्या (Definitions of Geography)

१.२ भूगोलाच्या शाखा (Branches of Geography)

१.२.१ प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा (Branches of Physical Geography)

१.२.२ मानवी भूगोलाच्या शाखा (Branches of Human Geography)

१.२.३ तांत्रिक भूगोलाच्या शाखा (Branches of Technical Geography)

१.२.४ अभ्यास स्वरूपानुसार भूगोलाच्या उपशाखा किंवा दृष्टीकोन (Branches of Geography by Mode of Study)

१.३ प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या (Definitions of Physical Geography)

१.४ प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरूप (Nature of Physical Geography)

१.४.१ पायाभूत विषय (Basic Subject)

१.४.२ गतिमान शास्त्र (Dynamic Science)

१.४.३ नैसर्गिक शास्त्र (Natural Science)

१.४.४ आंतरविद्याशाखीय शास्त्र (Interdisciplinary Science)

१.४.५ मानवी जीवनाशी निगडीत शास्त्र (Science Dealing With Human Life)

१.४.६ उपयोजित शास्त्र (Applied Science)

१.५ प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती (Scope of Physical Geography)

१.५.१ शिलावरण (Lithosphere)

१.५.२ वातावरण (Atmosphere)

१.५.३ जलावरण (Hydrosphere)

१.५.४ जीवावरण (Biosphere/Ecosphere)

१.६ प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यास पध्दती (Approaches of Physical Geography)

१.६.१ सैध्दांतिक अभ्यास पध्दती (Theoretical Approach)

१.६.२ सुनियोजित / पध्दतशीर / क्रमबद्ध दृष्टीकोन पध्दती (Systematic Approach)

१.६.३ प्रादेशिक अभ्यास पध्दती (Regional Approaches)

१.६.४ निरीक्षण व सर्वेक्षण पध्दती (Observation & Survey Method)

१.६.५ विषय अभ्यास पध्दती (Subject Approach)

१.७ प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व (Importance of Physical Geography)

१.१ भूगोलाचा अर्थ आणि व्याख्या (Meaning and Definitions of Geography):

भूगोल हे शास्त्रांचे शास्त्र किंवा शास्त्रांची जननी म्हणून ओळखले जाते. भूगोलात अणूपासून ब्रम्हांडापर्यंतच्या घटक व घटनांचा शास्त्रीय दृष्टिकोनातून अभ्यास केला जातो. त्यामुळे विविध विषयांची पायेमुळे भूगोल विषयाशी प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्षरित्या जोडली गेलेली आहेत. तसेच भूगोलाशिवाय मानवाची ओळख अशक्य आहे.

भूगोल हा प्राचीन काळापासून अभ्यासला जाणारा व मानवाची जिज्ञासा पूर्ण करणारा विषय आहे. सुरुवातीच्या काळात मानवाचे जीवन भटक्या स्वरूपाचे असल्याने भूगोल विषय केवळ स्थळ नामावलीचा विषय होता. शेतीची कला अवगत झाल्यानंतर मानवी जीवनाला काही अंशी स्थिरता लाभली. त्यामुळे भूगोल विषयास वितरणात्मक स्वरूप प्राप्त झाले. परंतु या वितरणाच्या अभ्यासात वर्णनावर जास्त भर होता, कार्यकारणभावाचा व सांख्यिकीचा अभाव होता. कालांतराने पुढे मानवी विकास झाल्यावर भूगोलात नैसर्गिक घटकांबरोबरच मानवी घटकांचाही शास्त्रोक्त व संख्यात्मक अभ्यास समाविष्ट झाला. विविध घटक व घटनांमधील कार्यकारण संबंधांचा विचार केला जाऊ लागला.

१.१.१ भूगोलाचा अर्थ (Meaning of Geography)-

१. **भूगोल-** 'भूगोल' हा मराठी शब्द 'भू' + 'गोल' या दोन मूळ शब्दांपासून तयार झालेला आहे. 'भू' शब्दाचा अर्थ 'पृथ्वी' आणि 'गोल' शब्दाचा अर्थ 'चेंडूसारखा त्रिमितीय आकार' असा आहे. म्हणून **भूगोल म्हणजे पृथ्वीचा अभ्यास होय.**

२. **Geography-** इटोस्थेनिस या ग्रीक भूगोल व गणिती तज्ञानी इ.स.पूर्व २३४ मध्ये



इरॉटोस्थेनिस (Eratosthenes)

इ.स. पूर्व २७६ ते इ.स.पूर्व १९४

अर्थ Geography (भूगोल) म्हणजे पृथ्वीचे वर्णन होय. (Geography means the description of the earth.)

भूगोल विषयात पृथ्वी व पृथ्वीशी संबंधित घटक व घटनांची पुढील प्रश्नांना अनुसरून उत्तरे शोधली जातात :

प्रश्न	समाविष्ट मुद्दे	उदाहरण
काय (What)	अर्थ, व्याख्या	भूकंप म्हणजे काय ?
कधी (When)	वेळ-काळ	२० व्या शतकात सर्वात जास्त तीव्रतेचा भूकंप कधी झाला ?
का (Why)	कारण, विश्लेषण	भूकंप का होतात ?
कोण (Who)	संशोधक / मानव	भूकंप मापनाचे परिमाण कोणी शोधले ?
कुठे (Where)	स्थान व स्थिती	भूकंप कुठे होतात ?
कोणाची (Whose)	वितरण	जगात भूकंप सूचना प्रणाली कोणाची सर्वात चांगली आहे ?
कोणत्या (Which)	वर्गीकरण	भूकंप कोणत्या प्रकारची आपत्ती आहे ?
किती (How)	व्याप्ती, तीव्रता / स्वरूप	२६ जानेवारी २००१ : भूज (गुजरात) भूकंपाची तीव्रता किती होती ?

१.१.२ भूगोलाच्या व्याख्या (Definitions of Geography)-

१. टॉलेमी (Ptolemy : 150 CE)- “भूगोलाचा उद्देश स्थळांच्या स्थानाचे नकाशे करून ‘संपूर्ण पृथ्वीचे दृश्य’ प्रदान करणे हा आहे”. (The purpose of Geography is to provide 'a view of the whole' earth by mapping the location of places.)

२. ईम्यन्युअल कांट (Immanuel Kant : 1724-1804)- “अभिक्षेत्रीय भिन्नतेचा अभ्यास म्हणजे भूगोल होय”. (Geography as the study of spatial variation.)

३. अलेक्झांडर वॉन हम्बोल्ट (Alexander Von Humboldt : 1769-1859)- “भूगोल हे अभिक्षेत्रीय वितरणाचे शास्त्र आहे”. (Geography is a science of spatial distribution.)

४. कार्ल रिटर (Karl Ritter: 1779-1859)- “विशिष्ट प्रदेशांमधील नैसर्गिक पर्यावरण आणि मानवी समाज यांच्यातील संबंधांवर लक्ष केंद्रित करणारे, अवकाश आणि स्थानाचे विज्ञान म्हणजे भूगोल होय”. (Geography as the science of space and place, focusing on the relationships between the physical environment and human societies -within specific regions.)

५. फर्डिनांड वॉन रिख्तोफेन (Ferdinand von Richthofen : 1833-1905)- “भूपृष्ठ व त्याच्याशी संबंधित वैशिष्ट्यांचे शास्त्र म्हणजे भूगोल”. (Geography is the science of the earth's surface and the phenomena interrelated with it.)

६. विडाल डी ला ब्लॅश (Vidal de la Blache : 1845-1918)- “स्थळांचा वैज्ञानिक अभ्यास म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the scientific study of places.)

७. हॅलफोर्ड मॅकिंडर (Halford Mackinder : 1861-1947)- “भूगोल म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विविध घटकांच्या वितरणाचा किंवा व्यवस्थेचा मागोवा घेणारे विज्ञान”. (Geography is the science which traces the arrangement

of things on the earth's surface.)

८. एलेन चर्चिल सॅपल (Ellen Churchill Semple : 1863-1932)- “नैसर्गिक पर्यावरणाचा मानवी क्रिया आणि संस्कृतींवरील प्रभावाचा अभ्यास म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the study of the influence of physical environment on human activities and cultures.)

९. जीन ब्रुन्हेस (Jean Brunhes : 1869-1930)- “समाज व त्यांचे पर्यावरण यांच्यातील संबंध आणि मानवी विविधतेचे विज्ञान म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the science of human diversity and the relationship between societies and their environments.)

१०. बोवमन (Bowman : 1878-1950)- “कोठे काय आहे? ते का आहे? आणि ते कशाने बनले आहे? हे सांगणारा विषय म्हणजे भूगोल होय”. (Geography tells what is where, why and what it is made of.)

११. मारथे (Marthe : 1878)- “भूगोल हे वितरणाचे शास्त्र आहे”. (Geography is the science of distribution / the study of the where of things.)

१२. आर्मीन लोबेक (ArminLobeck : 1886-1958)- “सजीव आणि त्यांचे भौतिक पर्यावरण यांच्या परस्पर संबंधांचा अभ्यास हा भूगोलशास्त्राचा अभ्यास घटक आहे”. (The subject matter of Geography may be defined as the study of the relationships existing between life and physical Environment.)

१३. कार्ल सॉअर (Carl Sauer : 1889-1975)- “भूगोल हा क्षेत्रांचा अभ्यास आहे, ज्यामध्ये विशिष्ट क्षेत्राला घटक मानून अभ्यास केला जात नाही तर स्थानांमधील समानता आणि पुनरावृत्ती अभ्यासली जाते त्यामुळे सामान्यीकरणास चालना मिळते”. (“Geography is the study of regions, in which a particular area is not studied as a unit but similarities and repetitions between locations are studied thereby promoting generalization”.)

१४. रिटर, पाश्चेल व रॅट्झेल (Ritter, Peschel & Ratzel : 1891)- “भूगोल संपूर्णपणे अशी ज्ञानशाखा आहे की, ज्यामध्ये पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या विविध

वैशिष्ट्यांचा मानवाचे पर्यावरण म्हणून अभ्यास केला जातो”.(Geography as a whole regarded as that department of knowledge, which studies the varied features of the earth surface as the environment of mankind.)

१५. अल्फ्रेड हेटनर (Alfred Hettner : 1905)- “पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विविध भागांशी संबंधित घटकातील भिन्नतेचा अभ्यास भूगोल विषयात केला जातो”. (Geography studies the differences of phenomena usually related in different parts of the earth’s surface.)

१६. आंतरराष्ट्रीय भूगोल परिषद (International Geographical Conference: 1908)- “भूपृष्ठ हे मानवाचे वस्तीस्थान (घर) गृहीत धरून भूपृष्ठ व मानव यांच्यातील संबंधाचे वर्णन करणारी ज्ञानशाखा म्हणजे भूगोल होय”. (Geography as a branch of knowledge has for its object the description of the earth surface as evidence of man’s relationship with the earth surface, the home of man.)

१७. डब्ल्यू. पी. वेल्पटन (W. P. Welpton: 1914)- “मानवाचे घर (निवासस्थान) म्हणून पृथ्वीचा अभ्यास म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the study of earth as the home of man.)

१८. जेम्स फेअरग्रीव्ह (James Fairgrieve : 1915)- “भूगोल म्हणजे पृथ्वीचे वर्णन होय”. (Geography means the description of the earth.)

१९. हारलँड बॅरोस (Harland Barrows : 1923)- “मानव परिस्थितीकीशास्त्र म्हणजे भूगोल होय”. (Geography as Human Ecology.)

२०. थॉमस ग्रिफिथ टेलर (Thomas Griffith Taylor : 1935)- “भूगोल हे परस्परसंबंधित शास्त्र आहे”. (Geography is the correlative science.)

२१. स्पायीकमन (Spykman : 1938)- “मानव, अवकाश (स्थळ) व साधनसंपदा यांचे धोरण म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the strategy of men, space and resources.)

२२. डब्ल्यू. जी. मूर (W. G. Moore: 1949)- “पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील

नैसर्गिक वैशिष्टे, हवामान, उत्पादने, लोक इ. आणि त्यांचे वितरण यांचे वर्णन करणारा विषय म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the subject which describes the earth's surface- its physical features, climates, products, peoples, etc. and their distribution.)

२३. ब्रिटिश भूगोलतज्ञ शब्दकोष समिती (Glossary Committee of British Geographer: 1950)- “भूगोल हे असे शास्त्र आहे, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे विविध प्रदेशातील भिन्नता आणि संबंधांच्या संदर्भाने वर्णन करते”. (Geography is the science that describes the earth's surface with particular reference to the differentiation and relationship of areas.)

२४. फ्रेड शेफर (Fred Schaefer: 1953)- “पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर विशिष्ट वैशिष्ट्यांचे क्षेत्रीय वितरण नियंत्रित करणारे नियम तयार करण्याशी संबंधित विज्ञान म्हणजे भूगोल होय”. (Geography as the science concerned with the formulation of the laws governing the spatial distribution of certain features on the surface of the earth.)

२५. प्रेस्टन ई. जेम्स (Preston E. James, American Geography Inventory & Prospect: 1954)- “पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील स्थळांची वैशिष्टे, स्थळांमधील समानता व विविधतेचे महत्व यांच्याशी संबंधित विषय म्हणजे भूगोल”. (Geography is concerned with the characteristics of places and with the significance of likeness and differences among places on the face of the earth.)

२६. रिचर्ड हार्टशोर्न (Richard Hartshorne: 1959)- “भूगोल पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील क्षेत्रीय भिन्नतेचे वर्णन आणि स्पष्टीकरण यांच्याशी संबंधित आहे”. (Geography is concerned with the description and explanation of the areal differentiation of the earth's surface.)

२७. फ्रीमॅन आणि रॉप (Freeman and Raup : 1959)- “पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या वैशिष्ट्यांविषयी किंवा त्यावरील सर्व घटकांबद्दल वर्णन किंवा लिहिणे म्हणजे भूगोल”. (A literal definition of Geography would be writing about

or description of earth's surface features including all that appear on it.)

२८. एफ. ल्यूकरमॅन (F. Lukermann: 1964)– “भूगोल ही औपचारिक बौद्धिक ज्ञानशाखा आणि मानवी ज्ञानास योगदान देण्याचा मार्ग आहे”. (Geography as a formal intellectual discipline and the way in which it contributes to human knowledge.)

२९. एफ. जे. मॉकहाऊस (F. J. Monkhouse: 1965)– “संपूर्ण पृथ्वी हे मानवाचे घर असून त्या पृथ्वी पृष्ठभागावरील विविध अभिक्षेत्रीय घटकांचा व मानवाच्या परस्पर संबंधांचा अभ्यास म्हणजे भूगोल होय”. (Geography comprises the study of the earth's surface in its areal differentiation as the home of man.)

३०. रॉबर्ट ई. डिकिन्सन (Robert E. Dickinson: 1969)– “भूगोल हे मूलभूतपणे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे प्रादेशिक किंवा कालक्रम विज्ञान आहे”. (Geography is fundamentally the regional or chorological science of the surface of the earth.)

३१. टॉफी ई. जे. आणि इतर (Taaffee E.J. and others : 1970)– “भूगोल म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील क्षेत्रीय संघटन प्रक्रियेचा आणि आकृतिबंधाचा अभ्यास”. (Geography is the study of processes and patterns of spatial organisation on the surface of the earth.)

३२. सर फिलीप (Sir Philip)– “भूगोल हा ज्ञानरूपी विशाल वृक्ष असून त्याची मुळे प्राकृतिक भूगोलाच्या मृदेत आहेत. त्याच्या शाखा मानवी क्रियांचा प्रत्येक टप्पा व्यापतात”. (The tree of Geography has its roots in the soil of Physical Geography. Its branches covered every phase of human activity.)

३३. मेरीअम-वेबस्टर शब्दकोश (Merriam-Webster Dictionary)– “भूगोल असे एक शास्त्र आहे, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या विविध भौतिक, जैविक आणि सांस्कृतिक वैशिष्ट्यांचे वर्णन, वितरण आणि आंतरक्रियांशी संबंधित आहे”.

(Geography is a science that deals with the description, distribution, and interaction of the diverse physical, biological, and cultural features of the earth's surface.)

३४. “पृथ्वी पृष्ठभागाचा व त्यावर निवास करणाऱ्या घटकांचा (रहिवाश्यांचा) अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे भूगोल होय”. (Geography is the science of the surface of the earth and its inhabitants.)

३५. थोडक्यात, भूगोल म्हणजे पुढील तीन घटकांचा शास्त्रीय अभ्यास होय :

- (i) स्थान (Location)
- (ii) प्रादेशिक आकृतिबंध / स्वरूप (Regional Pattern)
- (iii) मानव-पर्यावरणीय संबंध (Man-Environmental Relation)

१.२ भूगोलाच्या शाखा (Branches of Geography):

भूगोल हे अभ्यासाचे एक विस्तृत क्षेत्र आहे, जे अनेक शाखांमध्ये किंवा उप-विषयांमध्ये विभागले जाऊ शकते. या शाखांची संख्या वर्गीकरण स्रोताच्या आधारावर आणि काळानुसार बदलते. तसेच अनेक शाखा एकमेकांना व्यापणाऱ्या आहेत. आंतरराष्ट्रीय स्तरावर भूगोलाच्या मान्यताप्राप्त शाखांची संख्या ८७ इतकी असली तरी प्रत्यक्षात भूगोलाच्या शाखा १०० पेक्षा जास्त आहेत. -9683-5

भूगोलाच्या प्रमुख शाखा (Major Branches of Geography)-

भूगोल अभ्यासात 'निसर्ग' व 'मानव' या दोन मुलभूत घटकांचा व त्यांच्यातील आंतरक्रियांचा अंतर्भाव होतो. त्यामुळे भूगोलाच्या प्राकृतिक भूगोल व मानवी भूगोल अशा दोन मुलभूत ज्ञानशाखा आहेत.

१. प्राकृतिक भूगोल (Physical Geography)- ही भूगोलाची प्राचीन व विकसित शाखा आहे. या शाखेत नैसर्गिक घटक, प्रक्रिया व घटनांचा शास्त्रीय पध्दतीने अभ्यास केला जातो. त्यामध्ये भूरूपे, हवामान, मृदा, पाणी, वनस्पती, प्राणी या नैसर्गिक पर्यावरणाचा समावेश होतो.

२. मानवी भूगोल (Human Geography)- मानवी भूगोल ही भूगोलाची आधुनिक व वेगाने विकसित होणारी ज्ञानशाखा आहे. या शाखेत मानवाची उत्क्रांती, विकास, वितरण, आर्थिक क्रिया, सामाजिक व सांस्कृतिक वैशिष्टे पध्दतशीररित्या अभ्यासली

जातात. त्यामध्ये लोकसंख्या, आरोग्य, शिक्षण, धर्म, भाषा, वस्त्या, नागरीकरण, सामाजिक रचना इ.चा समावेश होतो.

२१ व्या शतकात भूगोल विषयामध्ये विविध समस्यांच्या निराकरणासाठी तंत्रज्ञानाचा वापर मोठ्याप्रमाणात केला जात आहे. त्यामुळे तांत्रिक भूगोल ही एक स्वतंत्र शाखा भूगोलात निर्माण झालेली आढळते.

३. तांत्रिक भूगोल (Technical Geography)- वास्तव जगातील समस्यांच्या निराकरणासाठी मुलभूत भौगोलिक ज्ञान व तंत्रज्ञान यावर आधारलेली शाखा म्हणजे तांत्रिक भूगोल होय. 'तांत्रिक भूगोल' ही संज्ञा भूगोलाच्या पारंपारिक शाखांमध्ये मान्यता प्राप्त नसली तरी ती भूगोल अभ्यासाला अचूकता व उपयोगिता वाढवून देणारी आहे. तांत्रिक भूगोल ही भूगोलाची उपयोजित व प्रात्यक्षिक कार्याशी संबंधित शाखा आहे. त्यामध्ये नकाशाशास्त्र (Cartography), भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS), दूर संवेदन (Remote Sensing), सर्वेक्षण (Surveying) व सांख्यिकी तंत्रे (Statistical Techniques) यांचा समावेश होतो.

भूगोलाच्या उपशाखा (Sub-Branches of Geography)-

काळानुसार विस्तारणाऱ्या अभ्यासक्षेत्रांचा सविस्तर अभ्यास करण्यासाठी प्राकृतिक भूगोल, मानवी भूगोल व तांत्रिक भूगोल या प्रमुख ज्ञानशाखांमध्ये वेगवेगळ्या शाखा निर्माण झाल्या आहेत.

अभ्यास घटकानुसार प्राकृतिक व मानवी भूगोलाच्या उपशाखा

प्राकृतिक भूगोल (Physical Geography)	मानवी भूगोल (Human Geography)
खगोलीय भूगोल (Astronomical Geography)	मानववंश भूगोल (Anthropology)
भूरूपशास्त्र (Geomorphology)	ऐतिहासिक भूगोल (Historical Geography)
हवामानशास्त्र (Climatology)	सांस्कृतिक भूगोल (Cultural Geography)
वातावरणशास्त्र (Meteorology)	राजकीय भूगोल (Political Geography)

जलशास्त्र (Hydrology)	सामाजिक भूगोल (Social Geography)
सागरी भूगोल (Oceanography)	आर्थिक भूगोल (Economic Geography)
भूगर्भशास्त्र (Geology)	वस्ती भूगोल (Settlement Geography)
जैव भूगोल (Bio Geography)	लोकसंख्या भूगोल (Population Geography)
मृदा भूगोल (Soil Geography / Pedology)	आरोग्य भूगोल (Health Geography)
पर्यावरण भूगोल (Environmental Geography)	लष्करी भूगोल (Military Geography)

१.२.१ प्राकृतिक भूगोलाच्या शाखा (Branches of Physical Geography)-

प्राकृतिक भूगोलाचे अभ्यासक्षेत्र खूप व्यापक आहे, त्यामुळे सुसंगत व शास्त्रशुद्ध अभ्यास करण्यासाठी प्राकृतिक भूगोलाच्या निरनिराळ्या शाखा निर्माण झाल्या आहेत. त्यातील काही प्रमुख शाखा पुढीलप्रमाणे:

१ खगोलीय भूगोल (Astronomical Geography)- या शाखेत विश्व, सूर्यमाला, ग्रह-उपग्रहांची निर्मिती, पृथ्वी व इतर ग्रह, त्यांचे उपग्रह, त्यांच्या गती, ग्रहणे, धुमकेतू, उल्का, कालगणना, भरती-ओहोटी, दिवस-रात्र निर्मिती, ऋतुचक्र इ. घटक समाविष्ट होतात. प्राचीन काळापासून मानव या शाखेचा अभ्यास करित आलेला आहे.

२ भूरूपशास्त्र (Geomorphology)- भूरूपशास्त्र म्हणजे पृथ्वीवरील विविध भूरूपांचा शास्त्रीय अभ्यास होय. भूरूपशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची अत्यंत महत्वाची व विकसित शाखा आहे. भूरूपांची निर्मिती कोणत्या कारणाने झाली? त्यात काळानुसार कसा बदल होत गेला? कोणत्या भागात कोणती भूरूपे आहेत? याचा विश्लेषणात्मक अभ्यास या शाखेत केला जातो. तसेच भूपृष्ठ उतार, भूकंप, ज्वालामुखी, प्रस्तरभंग, वलीकरण, बाह्य शक्तीच्या कारकांचे खनन, वहन व संचयन कार्य, अनाच्छादन, अपक्षय चक्र इ. घटकही भूरूपशास्त्रात अभ्यासले जातात.

३ भूगर्भशास्त्र (Geology)- पृथ्वीची उत्क्रांती, रचना आणि गतिमानता अभ्यासणारे

नैसर्गिक शास्त्र म्हणजे भूगर्भशास्त्र होय. या शाखेत पृथ्वीचे अंतरंग, खडक व खनिजांची निर्मिती प्रक्रिया, रचना, गुणधर्म, मृदा निर्मिती व रचना, विदारण, भूकंप, ज्वालामुखी, विस्तृत हालचाली, भूजल इ. घटक समाविष्ट होतात.

४ मृदा भूगोल (Pedology / Soil Geogrophy)- भूपृष्ठावरील मृदांचा अभ्यास या शाखेत केला जातो. भूपृष्ठावरील मृदांची निर्मिती, विकास, ज्हास, गुणधर्म, वर्गीकरण, उपयुक्तता, आणि मानवी आर्थिक क्रिया व जीवनावर मृदांचा होणारा परिणाम यांचा अभ्यास मृदा भूगोलात केला जातो. मृदेची निर्मिती मूळ खडक, बाह्य कारकांचे कार्य, हवामान व वनस्पती जीवन या घटकांवर अवलंबून असते. त्यामुळे मृदा भूगोलाचा भूरूपशास्त्र, हवामानशास्त्र व वनस्पती भूगोल या शास्त्रांशी जवळचा संबंध येतो.



५ हवामानशास्त्र (Climatology)- हवामानशास्त्र ही प्राकृतिक भूगोलाची एक महत्वाची शाखा असून या शाखेत पृथ्वीवरील हवा व हवामानाचा वैज्ञानिक दृष्टीने अभ्यास केला जातो. हवामानशास्त्रात प्रामुख्याने वातावरणाची रचना, विविध वायूंचे

प्रमाण, सौरशक्ती, तापमान, वायुभार, वारे, वायुराशी, आर्द्रता, वृष्टी इ. हवेचे घटक आणि त्या घटकांचा जैविक व अजैविक घटकांवर पडणारा प्रभाव यांचा समावेश होतो.

६ वातावरणशास्त्र (Meteorology)- वातावरणशास्त्र ही वातावरणाच्या अल्पकालीन स्थितीचा अभ्यास करणारी आधुनिक शाखा आहे. या शाखेत हवेचे घटक व वातावरणाची संरचना यांचा सूक्ष्मपणे अभ्यास केला जातो. तसेच हवास्थितीचे अंदाज वर्तविले जातात. वातावरण ही पृथ्वीला प्राप्त झालेली अनमोल देणगी आहे. त्यावरच पृथ्वीवरील सजीवांचे अस्तित्व टिकून आहे व जलचक्र कार्यरत आहे. त्यामुळे वातावरणीय घटकांचा सखोल अभ्यास महत्वाचा आहे. आधुनिक काळात उपग्रहीय तंत्रज्ञान व स्वयंचलित हवास्थितीदर्शक उपकरणांमुळे वातावरणशास्त्राची व्याप्ती विस्तारत आहे.

७ जलशास्त्र (Hydrology)-पृथ्वीवरील पाण्याच्या हालचाली, वितरण आणि व्यवस्थापन यांचा शास्त्रोक्त अभ्यास करणारी शाखा म्हणजे जलशास्त्र होय. या शाखेमध्ये भूपृष्ठावरील आणि भूपृष्ठाखालील पाण्याचे भौतिक व रासायनिक गुणधर्म, जलाची रूपे, जलाचे साठे, जलचक्र, जलाचे महत्व इ. बाबींचा सविस्तर अभ्यास केला जातो.

८ सागरी भूगोल (Oceanography)- सागराचे भू, जीव, रसायन व भौतिक शास्त्र म्हणजे सागरशास्त्र होय. सागरजलाच्या प्राकृतिक व रासायनिक गुणधर्मांचा अभ्यास सागरी भूगोलात केला जातो. सागरतळ रचना, सागरी निक्षेप, सागरजलाचे तापमान, घनता, दाब, लाटा, भरती-ओहोटी, सागरप्रवाह इत्यादी घटकांचा सागरजलाच्या प्राकृतिक गुणधर्मात तर सागरजलाची क्षारता आणि सागरजलातील खनिजे यांचा रासायनिक गुणधर्मात अंतर्भाव होतो. वाढत्या लोकसंख्येमुळे सागरातील (वनस्पती, प्राणी व खनिजे) साधनसंपत्तीला भविष्यातील साधनसंपदा म्हणून महत्व प्राप्त झाले आहे. परिणामी सागरशास्त्राच्या अभ्यासाचे महत्व सातत्याने वाढत आहे.

९ जैव भूगोल (Bio Geography)- पृथ्वीवरील वनस्पती, प्राणी, सूक्ष्म जीव यांची उत्पत्ती, वाढ-विकास, प्रकार, वितरण, गुणधर्म याचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे जैव भूगोल होय. जैव भूगोलाच्या अभ्यासात विविध नैसर्गिक हवामान विभागांचा प्राणी व वनस्पती जीवनावर काय प्रभाव पडतो? यावर भर दिला जातो. जैविक भूगोलाच्या

वनस्पती भूगोल व प्राणी भूगोल अशा दोन उपशाखा आहेत.

१० पर्यावरण भूगोल (Environmental Geography)- पर्यावरण भूगोल ही दुसऱ्या महायुद्धानंतर निर्मितीस आलेली व वेगाने विकसित होणारी शाखा आहे. मानवा सभोवतालच्या परिस्थितीस पर्यावरण असे म्हणतात. पर्यावरणात प्राकृतिक व सांस्कृतिक अशा दोन प्रकारच्या घटकांचा समावेश होतो. पर्यावरण भूगोल शाखेत परिसंस्था, पर्यावरणीय साधनसंपदा, पर्यावरणीय समस्या (उदा. प्रदूषण, निर्वनीकरण, ओझोन क्षय, जागतिक तापमान वाढ, चक्रीवादळे, भूकंप, त्सुनामी इ.), पर्यावरण संवर्धन व व्यवस्थापन यांचा प्रामुख्याने अभ्यास केला जातो.

१.२.२ मानवी भूगोलाच्या शाखा (Branches of Human Geography)-

मानवाच्या उपजत व अर्जित वैशिष्ट्यांशी संबंधित मानवी भूगोलाचे अभ्यासक्षेत्र मानवाच्या विकासाबरोबर विस्तारणारे आहे. त्यामुळे काळानुसार मानवी भूगोलाच्या निरनिराळ्या विशेषीकृत शाखा निर्माण झाल्या आहेत. त्यातील काही प्रमुख शाखा पुढीलप्रमाणे:



१. मानववंश भूगोल (Anthropo Geography)- मानवाची उत्क्रांती, मानव वंश, मानवजातीचे भौगोलिक वितरण, आणि मानव-पर्यावरण यांच्यातील संबंध मानववंश भूगोलात अभ्यासले जातात.

२. आरोग्य भूगोल (Health Geography)- मानवी आरोग्य, रोग आणि आरोग्य सेवा यांच्या अभ्यासाशी संबंधित ही शाखा आहे. या शाखेत विशेषतः भौगोलिक भिन्नतेचा आरोग्यावर होणारा सकारात्मक व नकारात्मक परिणाम अभ्यासला जातो.

३. सामाजिक भूगोल (Social Geography)- सामाजिक भूगोल ही मानवी भूगोलाची एक महत्त्वाची शाखा आहे. सामाजशास्त्राशी जवळीक असलेल्या या शाखेत समाजातील जाती, धर्म, वंश, वय, लिंग इ. विभाजनांचा अभ्यास सखोलपणे केला जातो. या शिवाय सामाजिक नातेसंबंध, सामाजिक ओळख व सामाजिक असमानता यांचाही अभ्यास या शाखेत केला जातो. वर्तणूक भूगोल (Behavioural Geography), सामाजिक कल्याण भूगोल (Geography of Social Well-being), फुरसतीचा भूगोल (Geography of Leisure), लैंगिक भूगोल (Gender Geography), भाषा भूगोल (Geography of Language), धर्म भूगोल (Geography of Religion) इ. सामाजिक भूगोलाच्या उपशाखा आहेत.

४. सांस्कृतिक भूगोल (Cultural Geography)- लोकांच्या कलाकृती, जीवन पध्दती, परंपरा व सांस्कृतिक विविधता यांच्याशी संबंधित शाखा म्हणजे सांस्कृतिक भूगोल होय. या शाखेत संस्कृती आणि स्थान यांच्यातील भौगोलिक संबंधांचा अभ्यास केला जातो.

५. राजकीय भूगोल (Political Geography)- राजकीय सीमा, भू-राजकीय संबंध, राष्ट्र किंवा राज्याचे उपविभाग, विभाजन, त्यांची सरकारे आणि शहरांच्या परिस्थिती, क्षेत्रीय संघटना यांचा अभ्यास या विषयात समाविष्ट होतो. निवडणूक भूगोल (Electoral Geography), भू-राजनीती (Geopolitics), सामरिक भूगोल (Strategic Geography) या राजकीय भूगोलाच्या उपशाखा आहेत.

६. ऐतिहासिक भूगोल (Historical Geography)- भूतकाळातील विशिष्ट वेळी किंवा ठराविक कालावधीत एखाद्या ठिकाणी किंवा प्रदेशात जे भौगोलिक बदल होतात त्यांचा अभ्यास ऐतिहासिक भूगोलात केला जातो. मानवी स्थलांतर, लोकसंख्या,

नैसर्गिक आपत्ती, राजकीय, सामाजिक आणि आर्थिक समस्या इ.चा समावेश या विषयात होतो.

७. आर्थिक भूगोल (Economic Geography)- मानवी व्यवसाय, त्यांचे प्रकार, वितरण व त्यांच्या विकासावर परिणाम करणारे घटक यांच्याशी संबंधित मानवी भूगोलाची सर्वात विकसित शाखा म्हणजे आर्थिक भूगोल होय.

आर्थिक भूगोलाच्या उपशाखा



८. लोकसंख्या भूगोल (Population Geography)- या मानवी भूगोलाच्या शाखेत लोकसंख्या वाढ, घनता, वितरण, लिंग गुणोत्तर, साक्षरता, वय-लिंग रचना, व्यावसायिक रचना, जनन दर, मर्त्यता दर, मानवी स्थलांतर, मानव विकास निर्देशांक इ.

घटकांचा अभ्यास केला जातो. लोकसंख्या भूगोलात वेगवेगळे कायदे आणि लोकसंख्या वाढीची प्रतिमाने यांचाही अभ्यास केला जातो.

९. वस्ती भूगोल (Settlement Geography)- प्रामुख्याने वस्ती भूगोलात ग्रामीण आणि नागरी वस्त्यांच्या समावेश होतो. या शाखेत वस्त्यांची स्थाने, कार्ये, आकार, पदानुक्रम, वाढ व विकास यावर भौगोलिक, आर्थिक, सामाजिक, राजकीय आणि तांत्रिक घटकांचा पडणारा प्रभाव अभ्यासला जातो. वस्ती भूगोलाच्या ग्रामीण भूगोल (Rural Geography) आणि नागरी भूगोल (Urban Geography) अशा दोन उपशाखा आहेत.

१०. लष्करी भूगोल (Military Geography)- सैनिकी / लष्करी डावपेचाच्या जागा, राष्ट्रीय सीमा / सरहद्दी इ. चा या शाखेमध्ये अभ्यास केला जातो.

१.२.३ तांत्रिक भूगोलाच्या शाखा (Branches of Technical Geography)-

तांत्रिक भूगोल ही शाखा तांत्रिक कौशल्ये, साधने आणि पध्दतींचा समावेश असलेली भूगोलाची आधुनिक शाखा आहे. यामध्ये पुढील उपशाखांचा समावेश होतो.

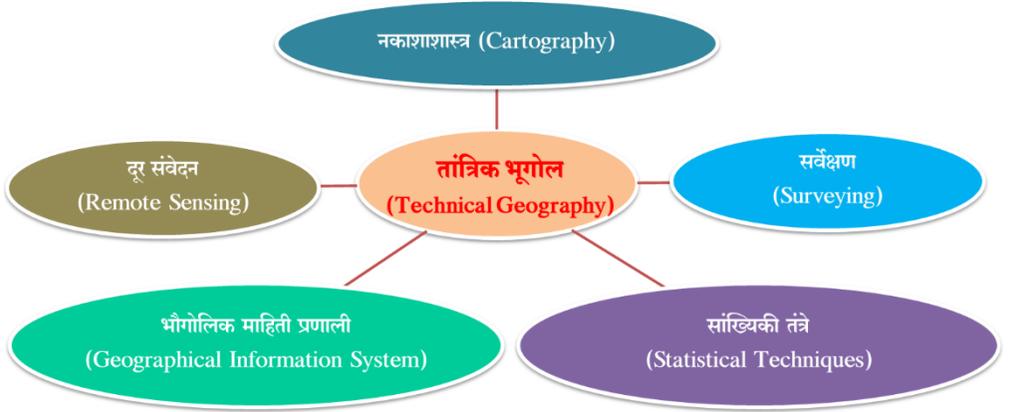
१. नकाशाशास्त्र (Cartography)- नकाशा निर्मितीचे शास्त्र, कला व तंत्रज्ञान म्हणजे नकाशाशास्त्र होय. नकाशाशास्त्रामध्ये नकाशे तयार करणे, त्यांचे विवेचन आणि विश्लेषण करणे समाविष्ट होते. भौगोलिक माहितीस दृश्य व संक्षिप्त स्वरूप देण्यासाठी नकाशाशास्त्र महत्वाचे आहे.

२. सर्वेक्षण (Surveying)- बांधकाम, जमीन विकास, वैज्ञानिक संशोधन यासारख्या विविध उद्देशांसाठी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विविध स्थळांचे किंवा बिंदुचे निरीक्षण (Observation), मापन (Measurement), गणना (Counting) व आरेखन (Drawing) म्हणजे सर्वेक्षण होय. आपत्ती व्यवस्थापन, संपदा संवर्धन, बांधकाम, सीमा निश्चिती, पर्यावरणीय अभ्यास इ. करिता सर्वेक्षणाचा उपयोग होतो.

३. सांख्यिकी तंत्रे (Statistical Techniques)- सांख्यिकी तंत्रामध्ये माहिती गोळा करणे, विश्लेषण करणे, अर्थ लावणे, सादर करणे आणि व्यवस्थापित करणे यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या विविध पध्दतींचा समावेश होतो. अर्थपूर्ण निष्कर्ष काढण्यासाठी व भविष्यकालीन अंदाज वर्तविण्यासाठी सांख्यिकी तंत्रे भूगोलात मोठ्या प्रमाणावर वापरली जातात.

४. **भौगोलिक माहिती प्रणाली (Geographical Information System)**- भौगोलिक माहिती प्रणाली हे संगणकावर आधारित; माहिती संकलन, व्यवस्थापन, विश्लेषण आणि दृश्यमान करण्यासाठी एक प्रभावी साधन आहे. नगर नियोजन, पर्यावरण विज्ञान, संसाधन व्यवस्थापन अशा अनेक क्षेत्रांमध्ये नकाशे तयार करण्यासाठी, नमुन्यांचे विश्लेषण करण्यासाठी आणि निर्णय घेण्यासाठी या तंत्रज्ञानाचा उपयोग होतो.

५. **दूर संवेदन (Remote Sensing)**- दूर संवेदन हे दूर अंतरावरून पृथ्वीच्या पृष्ठभागाबद्दल माहिती मिळवण्याचे तंत्र आहे. उपग्रह, विमान, ड्रोन किंवा इतर प्लॅटफॉर्मवर बसवलेल्या उपकरणांवर हे तंत्र अवलंबून आहे. हे तंत्रज्ञान पर्यावरणीय देखरेख, जमीन वापराचे नियोजन आणि आपत्ती मूल्यांकन यासाठी महत्वाचे आहे.



१.२.४ **अभ्यास स्वरूपानुसार भूगोलाच्या उपशाखा किंवा दृष्टीकोन (Branches of Geography by Mode of Study)**- अभ्यास स्वरूपानुसार भूगोलाच्या दोन उपशाखा किंवा दृष्टीकोन आहेत.

१. पध्दतशीर / सामान्य भूगोल (Systematic / General Geography)
२. प्रादेशिक / विशेष भूगोल (Regional / Special Geography)

<p>पध्दतशीर / सामान्य भूगोल (Systematic / General Geography)</p>	<p>प्रादेशिक / विशेष भूगोल (Regional / Special Geography)</p>
--	---

१. पध्दतशीर भूगोल दृष्टीकोन अलेक्झांडर वॉन हम्बोल्ट या जर्मन भूगोलतज्ञांनी सर्वप्रथम मांडला होता.	१. प्रादेशिक भूगोल दृष्टीकोन जर्मन भूगोलतज्ञ कार्ल रिटर यांनी विकसित केला होता.
२. समर्थक- हम्बोल्ट, कोपेन, स्टंप, व्हिटलसी, कॅडोल, पेंक	२. समर्थक- रिटर, रिचर्ड हार्टशॉर्न, रिख्तोफेन, विडाल डी ला ब्लॅश, अल्फ्रेड हेटनर
३. पध्दतशीर भूगोलात एका विशिष्ट भौगोलिक घटकावर लक्ष केंद्रित केले जाते.	३. प्रादेशिक भूगोल ही शाखा प्रदेशांच्या अभ्यासावर लक्ष केंद्रित करते.
४. पध्दतशीर भूगोल क्षेत्राचे एकात्मिक स्वरूप सादर करते.	४. प्रादेशिक भूगोल क्षेत्राचे विलग / तुटक स्वरूप सादर करते.
५. पध्दतशीर भूगोलामध्ये संपूर्ण जग एकत्रितपणे विचारात घेतले जाते.	५. प्रादेशिक भूगोलात जग विविध प्रदेशांमध्ये विभागून विचारात घेतले जाते.
६. पध्दतशीर भूगोलाचे मुख्य उद्दिष्ट सार्वत्रिकपणे लागू होऊ शकणारे सामान्य तत्त्व आणि सिद्धांत शोधणे हे आहे.	६. प्रादेशिक भूगोलाचा उद्देश पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विशिष्ट भौगोलिक प्रदेशांमधील अद्वितीय वैशिष्टे, आकृतिबंध आणि आंतरक्रिया अभ्यासणे हा आहे.
७. पध्दतशीर भूगोल राजकीय घटकांवर आधारित आहे.	७. प्रादेशिक भूगोल भौगोलिक घटकांवर आधारित आहे.
८. पध्दतशीर भूगोलाचा अभ्यास वस्तुस्थिती मांडतो.	८. प्रादेशिक भूगोलाचा अभ्यास मानव-पर्यावरण संबंध तपासतो.
९. पध्दतशीर भूगोल या शाखेत संपूर्ण जगातील किंवा जगाच्या काही भागातील विशिष्ट भौगोलिक घटकाचे वितरण अभ्यासले जाते. त्यामुळे भौगोलिक घटकातील भिन्नता लक्षात येते.	९. प्रादेशिक भूगोल शाखेत सर्व भौगोलिक घटकांच्या संदर्भात विशिष्ट प्रदेशाचा अभ्यास केला जातो. त्यामुळे क्षेत्रीय भिन्नता लक्षात येते.
१०. पध्दतशीर भूगोल हे साधनसंपदा व्यवस्थापन, नगर नियोजन आणि पर्यावरणीय स्थिरता यासारख्या क्षेत्रांमध्ये निर्णय घेण्यासाठी महत्त्वाचे आहे.	१०. प्रादेशिक भूगोल हे धोरणकर्ते, नियोजक आणि संशोधकांसाठी; विकास, साधनसंपदा व्यवस्थापन आणि पर्यावरण संवर्धन याबाबत निर्णय

	घेण्याचे एक मौल्यवान साधन आहे.
११. उदा. तापमान, पर्जन्यमान, नैसर्गिक वनस्पती, खनिजे, पिके यांचा वितरणाचा अभ्यास	११. उदा. विषुववृत्तीय प्रदेश, टुंड्रा प्रदेश, मान्सून हवामानाचा प्रदेश यांचा अभ्यास
१२. शाखा- प्राकृतिक भूगोल मानवी भूगोल	१२. शाखा- प्रादेशिक नियोजन प्रादेशिक विकास

१.३ प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याख्या (Definitions of Physical Geography):

प्राकृतिक भूगोल ही भूगोलशास्त्राची मुलभूत शाखा आहे. पृथ्वीच्या नैसर्गिक वैशिष्ट्यांचा अभ्यास करणे हा या शाखेचा मुख्य उद्देश आहे. या शाखेत प्रामुख्याने शिलावरण, जलावरण, वातावरण आणि जीवावरण या चार आवरणांचा समावेश होतो. मानवाची जीवनपध्दती व प्रत्येक कार्य नैसर्गिक घटकांशी प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्षरीत्या संबंधित असते. त्यामुळे कोणत्याही प्रदेशातील मानवी जीवन अभ्यासण्यासाठी प्राकृतिक भूगोलाचे ज्ञान महत्वाचे ठरते.

प्राकृतिक भूगोल हा भूगोल या ज्ञानरूपी विशाल वृक्षाचा पाया आहे. त्याच्या विविध उपशाखा नैसर्गिक क्रियांचा मानवी कल्याणाच्या हेतूने सखोल अभ्यास करित आहेत. म्हणूनच **माँकहाऊस** यांनी म्हटले आहे, प्राकृतिक भूगोलाशिवाय भूगोल नाही (Without Physical Geography No Geography).

१. वेबस्टर शब्दकोश (Webster Dictionary)- “बाह्य प्राकृतिक घटक आणि पृथ्वीवरील (भूमी, जलाशय व हवा यातील) बदलांचा अभ्यास करणारी भूगोलाची शाखा म्हणजे प्राकृतिक भूगोल होय”. (Physical Geography is the branch of geography that deals with the exterior physical features and changes of the earth)

२. मिल (Mill)- “प्राकृतिक भूगोल म्हणजे भूपृष्ठाशी निगडित असलेल्या नैसर्गिक घटकांचा अभ्यास होय”.

३. स्ट्रालर (Strahler)- “विविध नैसर्गिक किंवा पृथ्वीशास्त्रांचा वर्णनात्मक अभ्यास म्हणजे प्राकृतिक भूगोल होय”.

४. ऑर्थर होम्स (Arthur Holmes)- “प्राकृतिक पर्यावरणाचा अभ्यास म्हणजे प्राकृतिक भूगोल असून त्यामध्ये भूपृष्ठ, समुद्र व महासागर आणि वातावरणाचा अभ्यास

समाविष्ट होतो”.

५. **डब्लू. जी. मूर (W. G. Moore)**- “प्राकृतिक भूगोल म्हणजे पृथ्वीवरील भूमी, जल आणि हवा या प्राकृतिक घटकांचा अभ्यास करणारी ज्ञानशाखा होय”.

६. “भूपृष्ठावरील विविध वैशिष्ट्यांचा, भूरूपांचा व त्यांच्या क्षेत्रीय वितरणाचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे प्राकृतिक भूगोल होय”.

७. “प्राकृतिक भूगोल म्हणजे पृथ्वीवरील नैसर्गिक पर्यावरणाचा सुसंगत अभ्यास होय”.

८. “भूपृष्ठाचरणा, हवामान, जलाशय, मृदा, वनस्पती, प्राणी यासारख्या नैसर्गिक घटकांचा सुसंबद्ध व शास्त्रीय दृष्टीकोनातून केलेला अभ्यास म्हणजे प्राकृतिक भूगोल होय”.

१.४ प्राकृतिक भूगोलाचे स्वरूप (Nature of Physical Geography):

१.४.१ पायाभूत विषय (Basic Subject)- भूरूपे, हवा, प्राणी, मृदा, खनिजे, वनस्पती, प्राणी या नैसर्गिक घटकांवरच प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्षरित्या मानवाच्या अन्न, वस्त्र, निवारा या मुलभूत गरजा व आर्थिक क्रिया अवलंबून असतात. प्राकृतिक भूगोलात या मुलभूत नैसर्गिक घटकांची निर्मिती, वितरण व त्यांच्यातील परस्पर संबंध शास्त्रीय पध्दतीने अभ्यासले जातात. त्यामुळे प्राकृतिक भूगोल हा पायाभूत विषय आहे, किंबहुना प्राकृतिक भूगोल हा भूगोलाचा आत्मा आहे, त्याशिवाय भूगोल अभ्यासणे अशक्य आहे.

१.४.२ गतिमान शास्त्र (Dynamic Science)- नैसर्गिक पर्यावरणातील घटकांमध्ये स्थळ व काळानुसार भिन्नता आढळते. काळानुसार काही घटकांमध्ये स्थायी (कायमस्वरूपी) तर काही घटकांमध्ये अस्थायी (तात्पुरते) बदल होतात. या बदलांचा प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासात समावेश होत असतो. तसेच भूकंप, ज्वालामुखी, भूघसरण, चक्रीवादळे यासारख्या गतिमान घटनांचीही कारणमीमांसा प्राकृतिक भूगोलात केली जाते त्यामुळे प्राकृतिक भूगोल हे गतिमान व काळानुसार बदलणारे शास्त्र आहे.

१.४.३ नैसर्गिक शास्त्र (Natural Science)- प्राकृतिक भूगोलात निसर्गनिर्मित घटनांमधील कार्यकारण संबंध समजून घेतले जातात. त्यांची नियमितता शोधली जाते. निरीक्षण व अनुभवावर आधारित सिध्दांत मांडले जातात. त्यांची सत्यता पडताळली जाते व त्याआधारे नैसर्गिक घटनांविषयी पूर्वांनुमान केले जातात. त्यामुळे प्राकृतिक भूगोल

आदर्शवादी नसून वास्तववादी नैसर्गिक शास्त्र आहे.

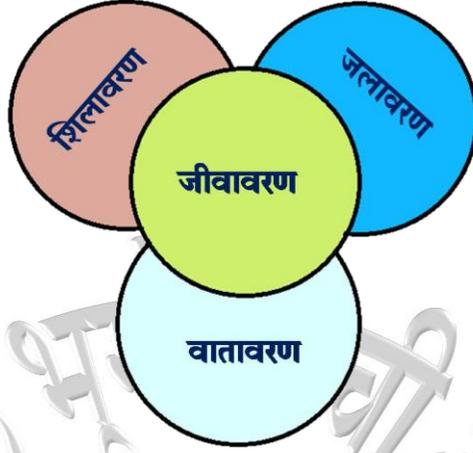
१.४.४ आंतरविद्याशाखीय शास्त्र (Interdisciplinary Science)- ज्या शास्त्रातील घटक अभ्यासतांना इतर नैसर्गिक व सामाजिक शास्त्रांशी जवळचा संबंध येतो त्यास आंतरविद्याशाखीय शास्त्र असे म्हणतात. प्राकृतिक भूगोल हे देखील आंतरविद्याशाखीय शास्त्र आहे. कारण प्राकृतिक भूगोलाचा भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र, भूमापनशास्त्र, भूगर्भशास्त्र, अभियांत्रिकीशास्त्र, सुदूर संवेदन इ. शास्त्रांशी जवळचा संबंध येतो. उदा. प्राकृतिक भूगोलात सागरजल गुणधर्म अभ्यासतांना भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, सुदूर संवेदन, हवामानशास्त्र या विषयांचा तर वनस्पती वितरण अभ्यासतांना जीवशास्त्राचा प्राकृतिक भूगोलाशी संबंध येतो.

१.४.५ मानवी जीवनाशी निगडीत शास्त्र- प्राकृतिक भूगोलात केवळ नैसर्गिक घटक व घटनांचा अभ्यास केला जात असला तरी प्राकृतिक भूगोल ही मानवी जीवनाशी निगडीत सर्वात जवळची ज्ञानशाखा आहे. कारण प्राकृतिक भूगोलात मानवाचे निवासस्थान म्हणून समग्र पृथ्वीचा अभ्यास केला जातो. तसेच मानवाच्या मुलभूत गरजांशी संबंधित नैसर्गिक घटकांचा व घटनांचा शास्त्रोक्त अभ्यासही प्राकृतिक भूगोलात केला जातो. त्यामुळे मानवी जीवन विकासास मदत होते.

१.४.६ उपयोजित शास्त्र (Applied Science)- आधुनिक काळात प्राकृतिक भूगोलातील ज्ञानाचा विविध पर्यावरणीय समस्या सोडविण्यासाठी किंवा त्यांची तीव्रता कमी करण्यासाठी उपयोग केला जात आहे. उदा. पूर नियंत्रण, त्सुनामी पूर्वसूचना इ. तसेच रस्ते, रेल्वेमार्ग, धरणे, वनीकरण इ. विकासाच्या योजना तयार करण्यासाठीही प्राकृतिक भूगोलाचे ज्ञान दिशादर्शक ठरत आहे. त्यामुळे प्राकृतिक भूगोल हे उपयोजित शास्त्र आहे.

१.५ प्राकृतिक भूगोलाची व्याप्ती (Scope of Physical Geography):

मानव आणि त्याच्या सभोवतालचे नैसर्गिक घटक (हवा, पाणी, जमीन, वनस्पती आणि प्राणी) यांच्यातील परस्पर संबंधांचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलामध्ये केला जातो. त्यामुळे प्राकृतिक भूगोलाच्या व्याप्तीत शिलावरण, जलावरण, वातावरण व जीवावरण या चार प्रमुख आवरणांचा समावेश होतो. या आवरणांना प्राकृतिक भूगोलाची अंगे असेही म्हणतात.



१.५.१ शिलावरण (Lithosphere)- पृथ्वीवरील भूजन्य घनरूप पदार्थांच्या आवरणास शिलावरण असे म्हणतात. शिलावरणामध्ये भूकवच, भूपृष्ठ उतार, पृथ्वीचे अंतरंग, खडक, भूकंप, ज्वालामुखी, प्रस्तरभंग, वलीकरण, प्रथम श्रेणीची भूरूपे, द्वितीय श्रेणीची भूरूपे, तृतीय श्रेणीची भूरूपे, बाह्य शक्तीच्या कारकांचे खनन, वहन व संचयन कार्य, अनाच्छादन, अपक्षय चक्र इत्यादी घटकांचा अभ्यास समाविष्ट होतो.

१.५.२ वातावरण (Atmosphere)- पृथ्वी भोवतालच्या हवेच्या आवरणास वातावरण असे म्हणतात. वातावरणामध्ये वायू, बाष्प, धुलीकण, हवेचे तापमान, हवेचा दाब, आर्द्रता, वृष्टीचे प्रकार, ढग व ढगांचे प्रकार, वारे व वाऱ्यांचे प्रकार, वायूराशी व तिचे प्रकार, हवामान प्रकार इत्यादी हवा व हवामानविषयक घटकांचा अभ्यास केला जातो.

१.५.३ जलावरण (Hydrosphere)- पृथ्वीवरील पाण्याच्या अस्तित्वास जलावरण असे म्हणतात. जलावरणामध्ये प्रामुख्याने समुद्र आणि महासागर वितरणांचा अभ्यास समाविष्ट होतो. त्याचबरोबर सागरजलाचे तापमान, सागरजलाची क्षारता, सागरजलाची घनता, सागरी हालचाली, सागरी निक्षेप, सागरतळ रचना इ. भौतिक व रासायनिक गुणधर्मांचा अभ्यास करून त्यामधील भिन्नतेची कारणमीमांसा केली जाते.

१.५.४ जीवावरण (Biosphere/Ecosphere)- सजीवसृष्टीचे अस्तित्व असलेल्या पृथ्वीच्या भागास जीवावरण असे म्हणतात. जीवावरणाचा विस्तार वरपासून खालपर्यंत सुमारे २० कि.मी. मानला जात असला तरी बहुतांशी सजीव समुद्रसपाटीपासून ६

किलोमीटर उंचीपर्यंत तर महासागर पृष्ठभागापासून सुमारे ५०० मीटर खोलीपर्यंत आढळतात. जीवावरणामध्ये मुख्यतः वनस्पती, प्राणी व मानव यांच्या सभोवतालच्या नैसर्गिक पर्यावरणातील विविध क्रिया-प्रक्रियांचा अभ्यास केला जातो. तसेच प्राणी व वनस्पतींचे प्रकार, त्यांचे प्रादेशिक वितरण, त्यांच्या वितरणावर प्रभाव पाडणारे घटक, त्यांचे पर्यावरणीय व आर्थिक महत्व इत्यादी घटकांचाही विचार केला जातो.

१.६ प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यास पध्दती (Approaches of Physical Geography):

अभ्यासपध्दती म्हणजे विषय घटक समजून घेण्याचा विशिष्ट मार्ग किंवा पध्दती होय. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील विविध प्राकृतिक घटकांचा अभ्यास प्राकृतिक भूगोलात केला जातो. त्यामुळे इतर शास्त्रांच्या अभ्यास पध्दतींपेक्षा प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यास पध्दती भिन्न स्वरूपाच्या आहेत. प्राकृतिक भूगोलातील अभ्यास पध्दती पूर्णतः स्वतंत्र किंवा एकाकी नसून त्या एकमेकांस पूरक आहेत. त्यात मुख्यतः खालील पध्दती समाविष्ट होतात.

१.६.१ सैद्धांतिक अभ्यास पध्दती (Theoretical Approach)- ही अभ्यासाची ऐतिहासिक व तार्किक पध्दती आहे. या पध्दतीने एखाद्या घटनेची मूळ कारणे विविध पुराव्यांच्या आधारे शोधली जातात, त्यांची सत्यता पडताळून पाहिली जाते व त्याआधारे सिध्दांत (Theory) किंवा प्रतिमाने (Models) विकसित केली जातात. अशा सिध्दांत आणि प्रतिमानावरून एखादी घटना केव्हा झाली? का झाली? पुन्हा केव्हा होईल? किंवा तिची तीव्रता किती असेल? या बाबत विवेचन करता येते.

प्राकृतिक भूगोलात पृथ्वीची उत्क्रांती, सजीवांची उत्क्रांती, खंड-महासागरांची निर्मिती, क्षरण चक्र, कार्स्ट भूरूप चक्र, हिमनदीय भूरूप चक्र, सागरतळ प्रसरण, हवामान वर्गीकरण इ. बाबत विविध भूगोलतज्ञांनी पुराव्यानिशी मांडलेले सिध्दांत, नियम व संकल्पना सैद्धांतिक पध्दतीची उत्तम उदाहरणे आहेत. उदा. चार्ल्स डार्विन यांचा सजीव उत्क्रांती सिध्दांत, अल्फ्रेड वेगेनर यांचा खंडवहन सिध्दांत, कोपेन व थॉर्नवेट यांचे हवामान वर्गीकरण इ.

१.६.२ सुनियोजित / पध्दतशीर / क्रमबद्ध दृष्टीकोन पध्दती (Systematic Approach)- ज्या अभ्यास पध्दतीमध्ये विज्ञानाप्रमाणे तर्कसुसंगत व वस्तूनिष्ठ

विचारसरणीचे सूत्र वापरले जाते, अभ्यास विशिष्ट क्रमाने केला जातो अशा अभ्यास पध्दतीला सुनियोजित / पध्दतशीर / क्रमबद्ध दृष्टीकोन अभ्यास पध्दती असे म्हणतात. ही अभ्यास पध्दत पूर्णपणे शास्त्रीय व सर्वसमावेशक आहे. तिचा वापर प्रादेशिक अभ्यास पध्दतीला पुरक म्हणूनही केला जातो. ही अभ्यास पध्दत लहान प्रदेशाप्रमाणेच मोठ्या प्रदेशासाठीही वापरता येते.

१८व्या शतकात अलेक्झांडर वॉन हम्बोल्ट (१७६९-१८५९) या जर्मन तज्ञाने ही अभ्यासपध्दती प्राकृतिक भूगोलात सर्वप्रथम वापरली. प्राकृतिक भूगोलात भूकंप, ज्वालामुखी, त्सुनामी, चक्रीवादळे, भूघसरण इ. नैसर्गिक घटना अभ्यासतांना घटनेचा अर्थ, प्रकार, मापन, कारणे, परिणाम असा विशिष्ट क्रम ठेवला जातो. या पध्दतीमुळे प्रादेशिक विविधताही समजते.

१.६.३ प्रादेशिक अभ्यास पध्दती (Regional Approaches)- 'प्रदेश' ही मूलभूत व व्यापक भौगोलिक संकल्पना आहे. एक किंवा अधिक निकष निश्चित करून प्रदेश सीमा ठरविण्यात येतात. अशा सीमांकित केलेल्या भूभागावरील विविध घटकांचा पध्दतशीरपणे केलेला अभ्यास म्हणजे प्रादेशिक अभ्यासपध्दती होय.

१८व्या शतकात कार्ल रिटर (१७७९-१८५९) या जर्मन भूगोलतज्ञाने भूगोलाला प्रादेशिक अभ्यास पध्दती परिचित करून दिली. प्राकृतिक भूगोलात संपूर्ण पृथ्वी किंवा पृथ्वीवरील एखादा विशिष्ट प्रदेश (उदा.- पर्वतीय, मैदानी, वाळवंटी इ.) निवडून त्यातील विविध प्राकृतिक घटक व घटनांचा सखोल अभ्यास केला जातो. उदा. भूपृष्ठरचना, खडक प्रकार, हवामान, जलप्रणाली, वनस्पती, प्राणी, मृदा इ. या अभ्यास पध्दतीमुळे आपणास विविध प्रदेशातील नैसर्गिक परिस्थितीचा तुलनात्मक अभ्यास करता येतो.

१.६.४ निरीक्षण व सर्वेक्षण पध्दती (Observation & Survey Method)- विशिष्ट हेतूने केलेली पाहणी म्हणजे निरीक्षण आणि विविध घटकांची गुणात्मक व संख्यात्मक माहिती गणना किंवा मोजून मिळविणे म्हणजे सर्वेक्षण होय. निरीक्षण हा सर्वेक्षणाचा मुख्य आधार आहे. प्राकृतिक भूगोलात विविध सिध्दांत, प्रतिमाने (Models) किंवा संकल्पना मांडण्यासाठी निरीक्षण व सर्वेक्षण पध्दती अत्यंत महत्वाची आहे.

मानवा सभोवतालच्या हवा, पाणी, मृदा, वनस्पती, प्राणी, भूरूपे इ. नैसर्गिक घटक आणि पर्जन्य, वादळे, भूकंप, ज्वालामुखी इ. नैसर्गिक घटनांची निरीक्षण व सर्वेक्षणाद्वारे गुणात्मक व संख्यात्मक माहिती गोळा करता येते. सांख्यिकी तंत्रे, नकाशे व संगणकाच्या साहय्याने अशा माहितीचे विश्लेषण करून भौगोलिक सिध्दांत किंवा संकल्पना मांडता येतात. प्रतिमाने (Models) तयार करता येतात. त्यामुळे भूतकाळातील स्थितीचा व भविष्य काळातील स्थित्यंतरांचा अंदाज घेता येतो.

१.६.५ विषय अभ्यास पध्दती (Subject Approach)– सूक्ष्म पातळीवर आणि कमी व्याप्तीचा घटक अभ्यासण्यासाठी ही पध्दती अत्यंत उपयुक्त आहे. ही पध्दती संख्यात्मक व गुणात्मक विश्लेषणाची आदर्श पध्दती आहे. या पध्दतीने अभ्यासघटकाचा पूर्णांशाने व सखोल अभ्यास करता येतो. प्राकृतिक भूगोलात हिमनदीचे कार्य, सागरी लाटांचे कार्य, वाऱ्याचे कार्य, नदीचे कार्य, भूकंप, ज्वालामुखी, त्सुनामी इ. घटक व घटना समजून घेण्यासाठी विषय अभ्यास पध्दती उपयुक्त ठरते.

आधुनिक काळात हवाई छायाचित्रे व उपग्रहीय प्रतिमांच्या साहय्याने पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील प्राकृतिक वैशिष्ट्यांचा (पर्वत, पठारे, मैदाने, वाळवंटे, वनाच्छादित प्रदेश, प्रवाहमार्ग, जलाशय इ.) आणि नैसर्गिक साधन संपत्तीचा अद्वय्यावत तपशील सहज उपलब्ध होऊ लागला आहे. त्यामुळे प्राकृतिक भूगोलात सांख्यिकी व संगणकीय तंत्राचाही वापर वाढलेला आहे. परिणामी प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासास स्पष्टता व गती प्राप्त झालेली आहे.

१.७ प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व (Importance of Physical Geography):

प्राकृतिक भूगोल मानवी जीवनाशी निगडित शास्त्र असून मानवाच्या मुलभूत गरजा प्रत्यक्ष-अप्रत्यक्षरीत्या प्राकृतिक भूगोलाच्या घटकांद्वारेच भागविल्या जातात. मानवाचा आर्थिक विकाससुद्धा प्राकृतिक घटकांवरच अवलंबून आहे. म्हणून प्राकृतिक भूगोलाचे महत्व जाणून घेणे गरजेचे आहे.

१ पृथ्वीची वैशिष्टे– पृथ्वीची निर्मिती केव्हा व कोणत्या कारणाने झाली? त्यात काळानुसार कोणते बदल झाले? पृथ्वीचा आकार; पृथ्वीच्या गती; पृथ्वीची मापे-त्रिज्या, व्यास, परीघ, क्षेत्रफळ, अक्षवृत्ते, रेखावृत्ते; अंतर्गत रचना; भूरूपांची निर्मिती प्रक्रिया व त्यांचे प्रकार; जमीन, पाणी, वायू, वनस्पती, प्राणी या नैसर्गिक संपदांचे

वितरण, साठे, निर्मिती इ. बाबतची शास्त्रीय माहिती प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासातून प्राप्त होते.

२ स्व-ओळख, स्थान, क्षेत्र व सीमा निश्चिती- आपण कोण आहोत? पृथ्वीवर विविध घटक, स्थळे किंवा प्रदेश नेमके कुठे आहेत? त्यांचा विस्तार व क्षेत्र किती आहे? तसेच दोन देश किंवा प्रदेशातील सीमा नदी, पर्वत, दरी यासारख्या भूरूपांच्या कोणत्या पातळीपासून निश्चित कराव्यात? याबाबतचे स्पष्ट ज्ञान प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासामुळे होते.

३ मानवी जीवन- मानवाच्या सामाजिक, आर्थिक, धार्मिक व प्रादेशिक भिन्नतेस त्या प्रदेशातील नैसर्गिक घटक व घटना कारणीभूत असतात. तसेच मानवाच्या अन्न, वस्त्र, निवारा या गरजांचे स्वरूपही तेथील नैसर्गिक परिस्थितीवर अवलंबून असते. त्यामुळे कोणत्याही प्रदेशातील मानवी जीवनाचा सखोल अभ्यास करताना प्राकृतिक भूगोलाचा अभ्यास उपयुक्त ठरतो.

४ व्यावसायिक स्थिरता व शाश्वत विकास- भूरूपे, मृदा निर्मिती, खडक चक्र, जलचक्र, वातावरणाचे घटक, महासागरतळ रचना, वनस्पती, प्राणी इ. प्राकृतिक भूगोलातील अभ्यासघटकांमुळे मानवी व्यवसायांना स्थिरता प्राप्त झालेली आहे. तसेच नैसर्गिक घटकांची निर्मिती प्रक्रिया, त्यासाठी लागणारा कालावधी व त्यांनी व्यापलेले क्षेत्र यांचा वाहतूक मार्ग, वसाहती, शेती, खाणकाम, पर्यटन इ. मानवी क्रियांवर होणारा परिणाम प्राकृतिक भूगोलातून लक्षात येत असल्याने शाश्वत विकासाकडेही वाटचाल शक्य होते.

५ आपत्ती नियंत्रण- भूकंप, ज्वालामुखी, त्सुनामी, आवर्त, पूर, ढगफुटी, भूघसरण इ. पर्यावरणीय आपत्तींची कारणे व परिणाम प्राकृतिक भूगोलात अभ्यासली जातात. त्यामुळे अशा आपत्ती बाबतचे गैरसमज दूर होऊन आपत्ती नियंत्रणास मदत होते.

६ ऋतुचक्र व कालगणना- पृथ्वीच्या गतींमुळे पृथ्वीवरील ऋतु, ग्रहणे, कालगणना इ. घटकांबाबत माहिती प्राकृतिक भूगोलातून मिळते.

७ प्रादेशिक भिन्नता- हवेच्या स्थितीतील प्रादेशिक विविधता व ऋतुमानानुसार होणारे बदल सखोलरित्या अभ्यासण्यासाठी प्राकृतिक भूगोलाचे ज्ञान महत्वाचे ठरते.

८ संपदा संवर्धन- प्राकृतिक भूगोलाच्या अभ्यासामुळे हवा, पाणी, मृदा, वनस्पती,

प्राणी इ. नैसर्गिक साधनसंपदांची निर्मिती प्रक्रिया, वितरण व महत्व समजते. त्यामुळे साधनसंपदांचे संवर्धन व विकास साधण्यास मदत होते.

९ स्थापत्य अभियांत्रिकी- घरे, रस्ते, लोहमार्ग, पूल, धरणे, कालवे इ. च्या बांधकामावेळी तेथील भूरचना (थर स्वरूप, उंची व उतार), खडकाचा प्रकार, हवामान, मृदा, जलप्रणाली, वनस्पती, प्राणी या प्राकृतिक घटकांचा अभ्यास अभियंत्यांच्या दृष्टीने महत्वाचा ठरतो.

१० संरक्षण- लष्करीदृष्ट्या महत्वाची ठिकाणे, रस्ते, लष्करी छावण्या, लष्करी डावपेच इ. दृष्टीने लष्करी अधिकाऱ्यांना प्राकृतिक भूगोलाचे ज्ञान दिशादर्शक ठरते.

११ परिसंस्था संतुलन- आधुनिक काळात वाढत्या लोकसंख्येमुळे शहरीकरण, औद्योगिकीकरण, निर्वनीकरण, खाणकाम, बांधकाम या क्रियांमध्येही प्रचंड वाढ झालेली आहे. त्यामुळे हवा प्रदूषण, जल प्रदूषण, भू प्रदूषण, ध्वनी प्रदूषण, भूकंप, भूघसरण, महापूर या सारख्या समस्यांची तीव्रता वाढलेली आहे. अनेक वन्यप्रजाती नामशेष होत आहेत. परिणामी सर्वच परिसंस्थांचे संतुलन बिघडलेले आहे. हे संतुलन पुनर्स्थापित करण्यासाठी किंबहुना मानवाच्या चिरंतन अस्तित्वासाठी प्राकृतिक भूगोलाचा अभ्यास महत्वाचा आहे.



प्रकरण- २

शिलावरण

Lithosphere

२.१ शिलावरण अर्थ व वैशिष्टे

(Meaning and Characteristics of Lithosphere)

२.१.१ शिलावरण अर्थ (Meaning of Lithosphere)

२.१.२ शिलावरणाची वैशिष्टे (Characteristics of Lithosphere)

२.२ पृथ्वीचे अंतर्ग (Interior of the Earth)

२.२.१ पृथ्वीची घडण व रचना (Composition and Structure of the Earth)

२.२.३ पृथ्वीच्या अंतर्गाची यांत्रिक विभागणी (Mechanical Sub-Division of the Earth)

२.२.४ पृथ्वीच्या अंतर्गाची रासायनिक विभागणी (Chemical Sub-Division of the Earth)

२.३ वेगनर यांचा खंड वहन सिध्दांत (Wegner's Continental Drift Theory)

२.३.१ खंड वहन अर्थ (Meaning of Continental Drift)

२.३.२ सिध्दांताची ऐतिहासिक पार्श्वभूमी (Early History of Theory)

२.३.३ सिध्दांत (Theory)

२.३.४ खंड वहन सिध्दांताचे पुरावे (Evidences of Continental Drift Theory)

२.३.५ खंड वहन सिध्दांतावरील टीका (Criticism of Continental Drift Theory)

२.१ शिलावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Lithosphere):

२.१.१ शिलावरण अर्थ (Meaning of Lithosphere)

शब्द उत्पत्तीशास्त्रानुसार 'Lithosphere' ही इंग्रजी संकल्पना 'Litho' व 'Sphere' या दोन शब्दांच्या एकत्रीकरणाने तयार झालेली आहे. 'Litho' हा शब्द 'Lithos' या ग्रीक शब्दापासून तयार झाला असून त्याचा अर्थ दगड (Stone) असा आहे. तर 'Sphere' हा शब्द 'Sphaira' या ग्रीक शब्दापासून तयार झाला असून त्याचा अर्थ गोल किंवा चेंडू (Globe / Ball) असा आहे.

पृथ्वीवरील घनरूप खडकांचे / दगडांचे कठीण आवरण म्हणजे शिलावरण होय.

शिलावरणात भूकवच व प्रावरणाचा वरील भाग समाविष्ट होतो. शिलावरण एकसंघ नसून ते लहान-मोठ्या भूतबकांनी (Plates) बनलेले आहे.

२.१.२ शिलावरणाची वैशिष्ट्ये (Characteristics of Lithosphere)

१. निर्मिती- पृथ्वीची उत्क्रांती सुमारे ४६० कोटी वर्षांपूर्वी सूर्यमालेसोबत झाली. प्रारंभिक अवस्थेत पृथ्वी अतिउष्ण असा वायूचा गोळा होती. कालांतराने पृथ्वी उष्णता उत्सर्जन प्रक्रियेद्वारे पृष्ठभागाकडून केंद्राकडे हळूहळू थंड होऊ लागली. प्रथम पृथ्वीचे द्रवरूप अवस्थेत रुपांतर झाले. हे रुपांतर होत असतांना जास्त घनतेचे जड पदार्थ पृथ्वीच्या केंद्राकडे व कमी घनतेचे पदार्थ भूपृष्ठाकडे स्थानांतरीत झाले. नंतर पुन्हा तापमान कमी झाल्याने तिचे घनरूप अवस्थेत रुपांतर होऊ लागले. आजही पृथ्वी निर्मितीची प्रक्रिया सुरूच आहे. त्यामुळे पृथ्वीचा काही अंतर्गत भाग आजही द्रवरूप स्वरूपात आहे.

पृथ्वीच्या निर्मिती प्रक्रियेत तिच्या पृष्ठभागालगत तापमान घटण्याची क्रिया कमी दाबामुळे वेगाने झाली. परिणामी तेथे पृथ्वीच्या मध्य व केंद्रभागापेक्षा कठीण पदार्थांचे आवरण तयार झाले. या आवरणालाच शिलावरण असे संबोधले जाते. बहुतांशी भागात शिलावरण मातीच्या थरामुळे झाकले गेलेले आहे.

२. विस्तार- शिलावरणाचा भाग सुमारे १०० कि.मी. जाडीचा आहे.

३. क्षेत्र- शिलावरणाचे म्हणजेच पृथ्वीचे एकूण क्षेत्रफळ ५१.०९१ कोटी चौ.कि.मी. आहे. त्यापैकी खंडांचे (भूभागाचे) क्षेत्र १४.८९८ कोटी चौ.कि.मी. तर समुद्र-महासागरांचे (जलभागाचे) क्षेत्र ३६.१९३ कोटी चौ.कि.मी. आहे.

४. जमीन व पाणी वितरण- शिलावरणाचा २९.२% भाग जमिनीने व ७०.८% भाग पाण्याने व्यापलेला आहे. प्रत्येक गोलार्धातील पाणी व जमीन यांच्या प्रमाणाचा विचार केल्यास दक्षिण गोलार्धात पाणी व जमीन यांनी व्यापलेल्या क्षेत्रफळांचे गुणोत्तर जवळ-जवळ ५:१ आहे तर उत्तर गोलार्धात ते ३:२ आहे. दक्षिण गोलार्धाचा ८०.९% तर उत्तर गोलार्धाचा ६०.७% भाग महासागराने व्यापलेला आहे. यामुळे पृथ्वी हा एक प्रचंड महासागर असून खंडे ही त्यामधील बेटे आहेत असे वाटते.

सर जाँन मरे यांच्या मते जमीनीचे उंचीनुसार व पाण्याचे खोलीनुसार वितरण

जमीन उंची (फुटामध्ये)	पृथ्वीवरील शेकडा प्रमाण
१२,००० पेक्षा जास्त	१
६,०००-१२,०००	२
३,०००-६,०००	५
६००-३,०००	१३
० ते ६००	८
समुद्र खोली (फुटामध्ये)	
० ते ६००	५
६००-३,०००	३
३,०००-६,०००	२
६,०००-१२,०००	१५
१२,०००-१८,०००	४१
१८,००० पेक्षा जास्त	५
एकूण	१००

पृथ्वीवरील जमिनीचे स्वरूप

क्षेत्र प्रकार	क्षेत्र प्रमाण (%)
१. वने (Forests)	३१
२. झुडूप क्षेत्र (Shrub Land)	१९
३. गवताळ प्रदेश (Grass Land)	९
४. आर्द्रभूमी (Wet Land)	०.२
५. कृषी क्षेत्र (Agricultural Land)	११
६. ओसाड प्रदेश (Barren Land)	१९
७. बर्फाच्छादित प्रदेश (Snowy Area)	१०
८. बांधकामाखालील क्षेत्र (Built-Up Land)	०.५
९. इतर	१
एकूण	१००

५. खंड व महासागर- शिलावरणावर प्रमुख ७ खंड व ५ महासागर (इ.स. २००० पासून मान्यता) आहेत.

खंड	१. आशिया २. आफ्रिका ३. उत्तर अमेरिका ४. दक्षिण अमेरिका ५. अंटार्क्टिका ६. युरोप आणि ७. ऑस्ट्रेलिया
महासागर	१. पॅसिफिक महासागर, २ अटलांटिक महासागर ३. हिंदी महासागर ४. आर्क्टिक महासागर आणि ५. दक्षिण महासागर

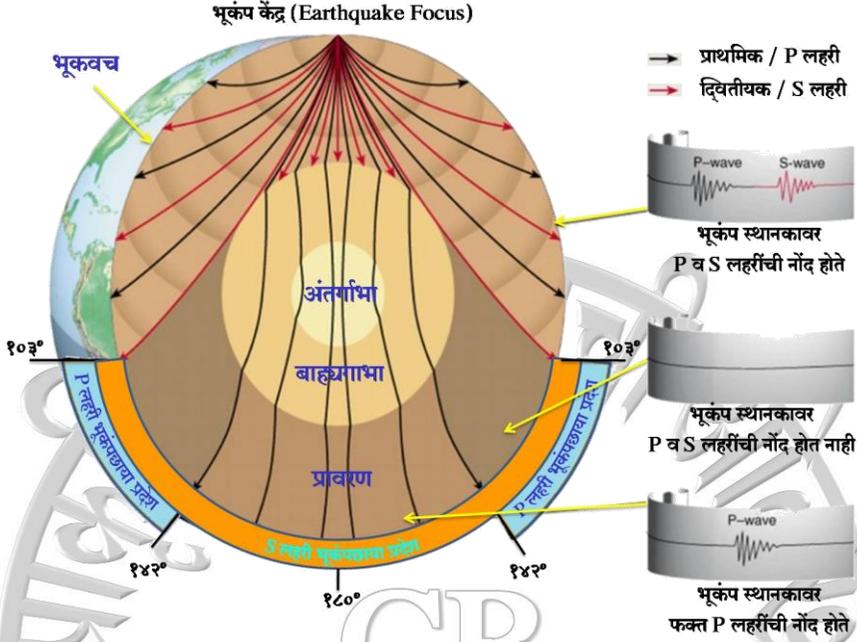


२.२ पृथ्वीचे अंतरंग (Interior of the Earth):

पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ते पृथ्वीच्या केंद्रापर्यंतच्या भागास पृथ्वीचे अंतरंग असे म्हणतात. प्राचीन काळापासून मानव पृथ्वीच्या अंतरंगाबाबत माहिती मिळविण्याचा प्रयत्न करित आहे. परंतु आजही पृथ्वीच्या अंतरंगाबाबत पूर्ण ज्ञान मानवास प्राप्त झालेले नाही. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून पृथ्वीच्या केंद्रापर्यंतचे अंतर म्हणजेच पृथ्वीची त्रिज्या ६,३७१ कि.मी. आहे. त्यापैकी केवळ १० ते १२ कि.मी. खोलीपर्यंतच मानवाला प्रत्यक्ष निरीक्षण करता आलेले आहे. त्यापलीकडील पृथ्वी अंतरंगाचा अभ्यास अप्रत्यक्षपणे ज्वालामुखी उद्रेकातून बाहेर पडणारे पदार्थ, भूकंपाच्या वेळी निर्माण होणाऱ्या लहरी व पृथ्वीच्या बाह्य वातावरणातून येणारे अशनी / उल्का यावर अवलंबून आहे.

मानवाद्वारे खोदण्यात आलेला जगातील सर्वात खोल खड्डा किवा बोअरवेल रशियातील कोला द्विपकल्पावर असून त्याचा व्यास ९ इंच व खोली १२,२६२ मीटर / ४०,२३० फुट / ७.६१९ मैल आहे. या खोलीवर तपमान १८० अंश सेल्सिअस इतके आहे त्यामुळे पुढील खोदकाम अशक्य झाले.

भूकंप लहरी (Seismic Waves)



पृथ्वीच्या अंतरंगाचे थर (Internal Layers of the Earth) –

पृथ्वीच्या अंतरंगातील थरांबाबत विविध तज्ञांची मते भिन्न आढळतात. काही तज्ञांच्या मते पृथ्वी अंतरंगाचे तीन तर काहींच्या मते चार मुख्य थर आहेत.

A. एडवर्ड स्वेस (Edward Suess) यांच्या मते पृथ्वी अंतरंगाचे ३ मुख्य थर –

१. सियाल (Sial)
२. सीमा (Sima)
३. निफे (Nife)

B. डॅली (R.A. Dally) यांच्या मते पृथ्वी अंतरंगाचे ४ मुख्य थर –

१. शिलावरण (Lithosphere)
२. दुर्बलावरण (Asthenosphere)
३. मध्यावरण (Mesosphere)
४. केंद्रावरण (Barysphere / Centrosphere)

C. एच जेफरी (Harrold Jefferys) यांच्या मते पृथ्वी अंतरंगाचे ४ मुख्य थर –

१. बाह्य थर (Outer Layer)

२. द्वितीय थर (Second Layer)
३. तृतीय थर (Third Layer)
४. नीचतम/केंद्रीय थर (Lowest or Central Layer)

D. आर्थर होम्स (Arthur Homes) यांच्या मते पृथ्वी अंतरंगाचे ४ मुख्य थर -

१. स्तरित / अवसादी थर (Sedimentary Layer)
२. ग्रॅनाइट थर (Granite Layer)
३. बेसाल्टिक थर (Basaltic Layer)
४. निम्न थर (Lower Layer)

E. वॉंडर ग्राच्ट (Vander Gracht) यांच्या मते पृथ्वी अंतरंगाचे चार थर -

१. बाह्य सियाल थर (Outer Sialic Crust)
२. आंतरिक सिलिकेट प्रावरण (Inner Silicate Mantle)
३. धातू व सिलिकेटचे मिश्रावरण (Zone of Mixed Metals and Silicates)
४. धातुप्रधान केंद्र (Metallic Nucleus)

२.२.१ पृथ्वीची घडण व रचना (Composition and Structure of the Earth)-

पृथ्वीची घडण (Composition of the Earth)- पृथ्वी ज्या पदार्थ किंवा घटकांपासून बनलेली आहे त्यास पृथ्वीची घडण असे म्हणतात. पृथ्वी खडक, खनिजे व वायू यापासून बनलेली आहे.

पृथ्वीची रचना (Structure of the Earth)- पृथ्वीचे थर, त्यांचा विस्तार, त्यांची अंतर्गत व बाह्य वैशिष्टे म्हणजे पृथ्वीची रचना होय.

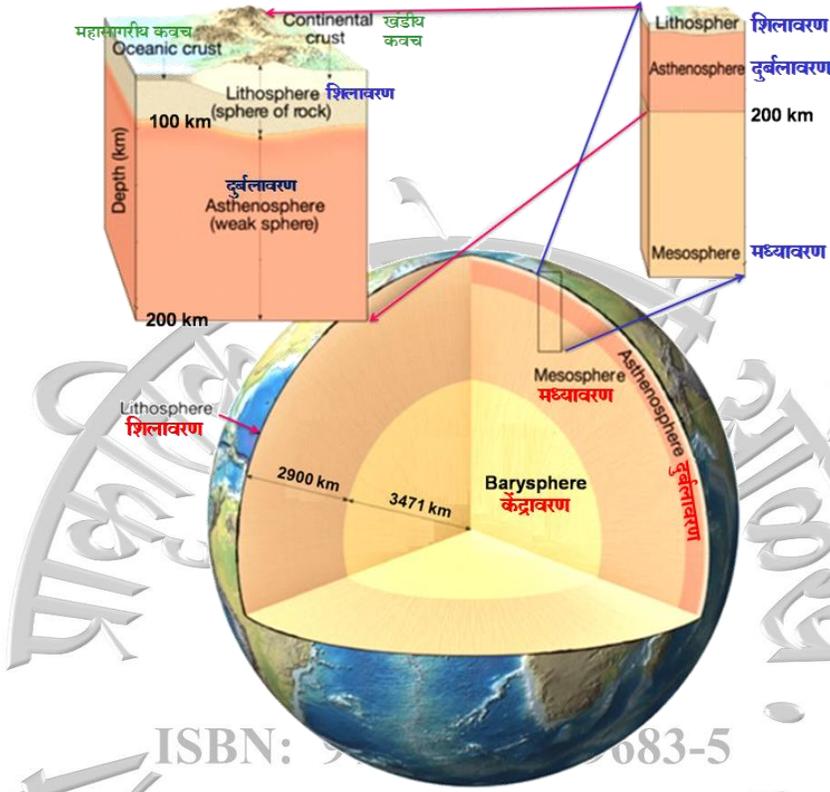
पृथ्वीची रचना यांत्रिक व रासायनिक अशा दोन मुख्य आधारावर अभ्यासता येते.

२.२.३ पृथ्वीच्या अंतरंगाची यांत्रिक विभागणी (Mechanical Sub-Division of the Earth)- यानुसार पृथ्वीच्या अंतरंगाचे चार मुख्य थर मानले जातात.

१. शिलावरण (Lithosphere)
२. दुर्बलावरण (Asthenosphere)
३. मध्यावरण (Mesosphere)
४. केंद्रावरण (Barysphere)

१. शिलावरण (Lithosphere)- भूपृष्ठापासून सुमारे १०० कि.मी. खोली पर्यंतचा पृथ्वीचा भाग म्हणजे शिलावरण होय. शिलावरणाने भूकवच व बाह्य प्रावरणाचा वरील ठिसूळ भाग व्यापलेला आहे. शिलावरण लहान-मोठ्या भूतबकांनी बनलेले आहे.

पृथ्वीची अंतर्गत यांत्रिक रचना



ISBN: 978-93-340-9683-5

२. **दुर्बलावरण (Asthenosphere)**- शिलावरणाच्या खाली २०० कि.मी. खोली पर्यंतच्या पृथ्वीच्या भागास दुर्बलावरण असे म्हणतात. Asthenosphere हा इंग्रजी शब्द Asthenos या मूळ ग्रीक शब्दापासून तयार झालेला असून त्याचा अर्थ कमकुवत (Weak) असा आहे. म्हणजेच हा थर शिलावरणाच्या तुलनेत जास्त लवचिक, मृदू व काहीअंशी द्रवरूप आहे.

३. **मध्यावरण (Mesosphere)**- दुर्बलावरणाखालील प्रावरणाच्या संपूर्ण भागास मध्यावरण असे म्हणतात. हा थर भूपृष्ठापासून २०० ते २,९०० कि.मी. खोली दरम्यान आहे.

४. **केंद्रावरण (Baryosphere)**- पृथ्वीचा जड अंतर्गत भाग किंवा गाभ्याचा भाग म्हणजे केंद्रावरण होय. हा थर २,९०० ते ६,३७१ कि.मी. (पृथ्वीच्या केंद्रापर्यंत) खोलीपर्यंत आहे.

२.२.४ पृथ्वीच्या अंतरंगाची रासायनिक विभागणी (Chemical Sub-Division of the Earth) - भूपृष्ठापासून पृथ्वीच्या केंद्राकडे दाब, तापमान व घनता बदलत जाते. या बदलांच्या अनुषंगाने पृथ्वीच्या अंतरंगाचे पुढील विभाग केले जातात.

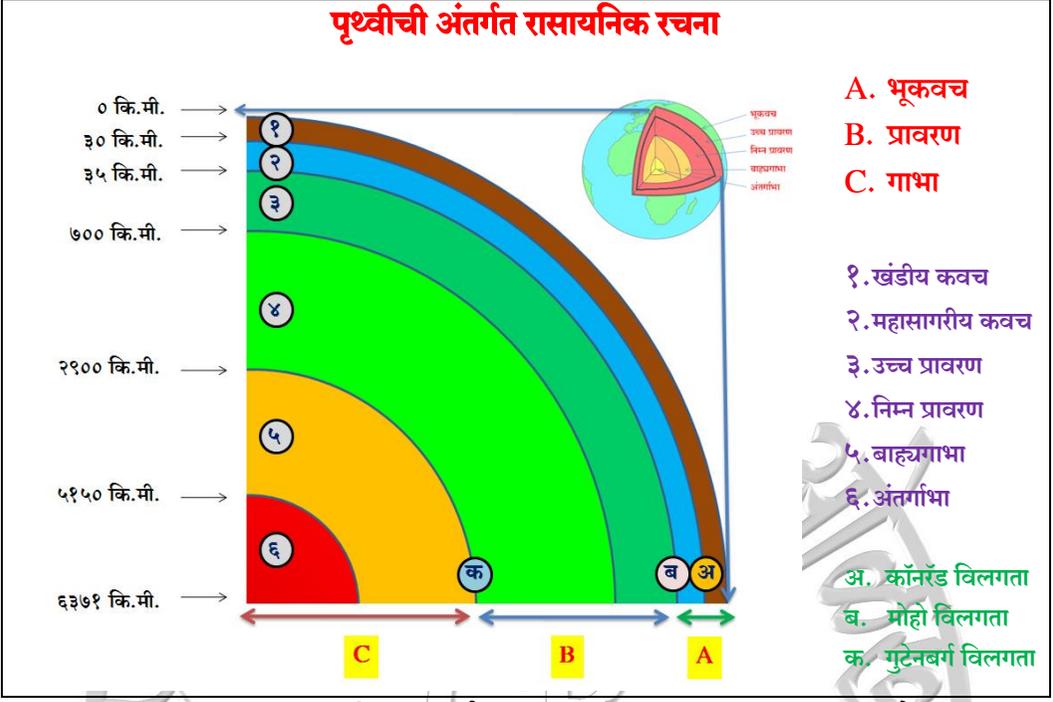
मुख्य थर	१. भूकवच (Crust)	२. प्रावरण (Mantle)	३. गाभा (Core)
उपथर	अ) खंडीय कवच ब) महासागरीय कवच	अ) उच्च प्रावरण ब) निम्न प्रावरण	अ) बाह्यगाभा ब) अंतर्गाभा
विलगता	१. कॉनरॅड विलगता २. मोहो विलगता ३. गुटेनबर्ग विलगता		

मुख्य थर	१. भूकवच Crust)		२. प्रावरण (Mantle)		३. गाभा (Core)	
विस्तार (कि.मी.)	०-३५		३५-२९००		२९००-६३७१	
उपथर	खंडीय कवच / सियाल	महासागरीय कवच / सीमा	उच्च प्रावरण	निम्न प्रावरण	बाह्य गाभा	अंतर्गाभा
विस्तार (कि.मी.)	०-३०	३०-३५	३५-७००	७००-२९००	२९००-५१५०	५१५०-६३७१
घनफळ (%)	०.५		८३.५		१६.०	
वस्तुमान (%)	०.२		६७.८		३२.०	
तपमान ($^{\circ}$ C)	०-८७०		८७०-३,७००		३,७००-६,०००	
दाब (atm / वातावरण)	१-९,०००		९,०००-१३.६८ लक्ष		१३.६८ लक्ष-३६लक्ष	
घनता (ग्रॅम/घन सेमी)	२.७-२.९	२.९-३.३	३.३-४.३	४.३-५.५७	१०-१३.३	१३.३-१३.६
प्राथमिक भूकंपलहरी वेग (कि.मी./सेकंद)	५.६	६-७.२	८-९	९-१३	८.१-१०.३	११.३
द्वितीयक भूकंपलहरी वेग (कि.मी./सेकंद)	३.२	३-४	४-६	६-७	या थरातून द्वितीयक लहरी प्रवास करू शकत नाहीत.	

(१ atm / वातावरणीय दाब म्हणजे १.०१३२५ बार म्हणजेच प्रती चौ.सें.मी. १.०३३२५ किलोग्रॅम दाब होय.)

विलगता (Discontinuity)	कॉनरॅड विलगता	सियाल व सीमा दरम्यान (३० कि.मी. खोलीवर)
	मोहो विलगता	भूकवच व प्रावरण दरम्यान (३५ कि.मी. खोलीवर)
	गुटेनबर्ग विलगता	प्रावरण व गाभा दरम्यान (२,९०० कि.मी. खोलीवर)

पृथ्वीची अंतर्गत रासायनिक रचना



१. भूकवच (Crust) - पृथ्वीच्या सर्वात वरच्या घनरूप थरास भूकवच असे म्हणतात.

भूकवचाची सरासरी जाडी ३५ कि.मी. मानली जात असली तरी वेगवेगळ्या प्रदेशात भूकवचाची जाडी कमी-जास्त आढळते. उदा. हिमालयासारख्या उत्तुंग पर्वतश्रेणीखाली ती ७० कि.मी. पर्यंत तर महासागरतळाखाली ती ५ कि.मी. पेक्षा कमी आढळते. भूकवचाचा २९.२% भाग जमिनीने व ७०.८% भाग पाण्याने व्यापलेला आहे. पृथ्वीच्या एकूण वस्तुमानापैकी ०.२% वस्तुमान व एकूण घनफळापैकी ०.५% घनफळ भूकवचाने व्यापलेले आहे. या थराचे तापमान सुमारे ०° ते ८७०° सेल्सिअस इतके आहे.

भूकवचाचे उपविभाग - भूकवचाचे दोन उपथर आहेत

अ) खंडीय कवच / सियाल ब) महासागरीय कवच / सीमा

अ) खंडीय कवच / सियाल (Continental Crust / Sial) - भूकवचाचा सर्वात वरचा थर खंडीय कवच किंवा सियाल म्हणून ओळखला जातो. सर्व भूखंड या थरांनी बनलेले आहेत.

● **जाडी** - या थराची सरासरी जाडी ३० कि.मी. आहे. (ती १० ते ७० कि.मी. दरम्यान आढळते.)

- **मूलद्रव्ये**— या थरात सिलिका (Si) व अॅल्युमिनियम (Al) या दोन प्रमुख रासायनिक घटकांचे प्रमाण जास्त आहे म्हणून या थरास सियाल (Sial) असेही म्हणतात.
- **खडक**— हा थर प्रामुख्याने ग्रॅनाइट खडकापासून बनलेला आहे.
- **घनता**— या थराची घनता २.७ ते २.९ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे.
- **भूकंपलहरी वेग**— या थरातून भूकंपाच्या प्राथमिक लहरी दर सेकंदाला ५.६ कि.मी. या वेगाने तर दुय्यम लहरी दर सेकंदाला ३.२ कि.मी. वेगाने प्रवास करतात.

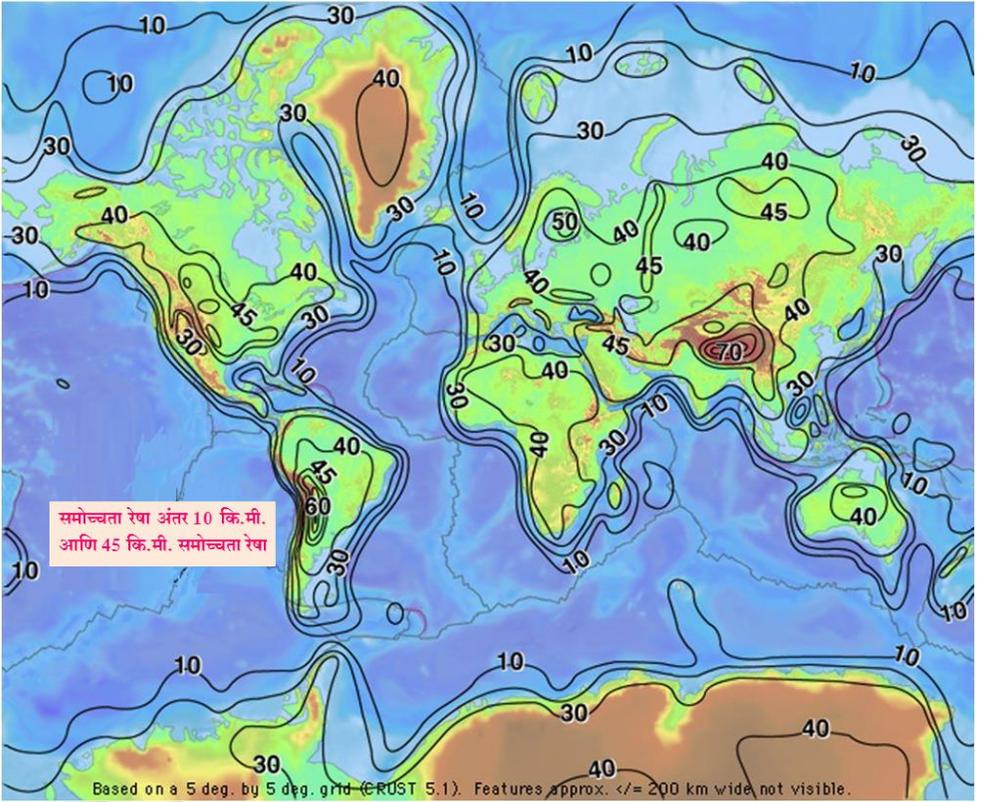
ब) महासागरीय कवच / सीमा (Oceanic Crust / Sima)— भूकवचाच्या दुसऱ्या थरास महासागरीय कवच / सीमा असे म्हणतात. महासागरांचे तळ या थरांनी बनलेले आहेत.

- **जाडी**— या थराची सरासरी जाडी ५ कि.मी. आहे. (ती ३ ते ७ कि.मी. दरम्यान आढळते.)
- **मूलद्रव्ये**— हा थर सिलिका (Si) व मॅग्नेशियम (Mg) या दोन प्रमुख रासायनिक घटकांनी बनलेला आहे म्हणून या थरास सीमा असेही म्हणतात.
- **खडक**— या थरामध्ये प्रामुख्याने बेसाल्ट खडक आढळतो.
- **घनता**— या थराची घनता २.९ ते ३.३ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे.
- **भूकंपलहरी**— या थरात भूकंपाच्या प्राथमिक लहरी ६ ते ७.२ कि.मी. प्रतिसेकंद व दुय्यम लहरी ३ ते ४ कि.मी. प्रतिसेकंद या वेगाने प्रवास करतात.

भूकवचातील प्रमुख मूलद्रव्ये व त्यांचे प्रमाण

मूलद्रव्य	% प्रमाण	मूलद्रव्य	% प्रमाण
ऑक्सिजन (Oxygen)	४६.६	हायड्रोजन (Hydrogen)	०.२
सिलिकॉन (Silicon)	२७.७	कोबाल्ट (Cobalt)	०.२
अॅल्युमिनियम (Aluminum)	८.१	फॉस्फरस (Phosphorus)	०.१
लोह (Iron)	५.०	निकेल (Nickel)	०.०२
कॅल्शियम (Calcium)	३.६	तांबे (Copper)	०.००२
सोडियम (Sodium)	२.८	शिसे व जस्त	०.००१
पोटॅशियम (Potassium)	२.६	(Lead and Zinc)	
मॅग्नेशियम (Magnesium)	२.१	कथिल (Tin)	०.०००१
टिटॅनियम (Titanium)	०.४	चांदी (Silver)	०.०००००१

भूकवचाची जाडी



२. प्रावरण (Mantle) - भूकवचाखालील दुसरा प्रमुख थर प्रावरण म्हणून ओळखला जातो. हा थर सीमा थराच्या खाली व बाह्य गाभ्याच्या वर म्हणजेच भूपृष्ठापासून सरासरी ३५ ते २,९०० कि.मी. खोली दरम्यान आहे. हा थर कठीण असून त्यात लोह व मॅग्नेशियम या मुलद्रव्यापासून बनलेल्या संयुगांचे प्रमाण जास्त आहे. प्रावरणाने पृथ्वीच्या एकूण वस्तुमानापैकी ६७.८% वस्तुमान व एकूण घनफळापैकी ८३.५% घनफळ व्यापलेले आहे. या थराचे तापमान सुमारे ८७०° ते $३,७००^{\circ}$ सेल्सिअस इतके आहे. या थरात १०० ते २०० कि.मी. खोली दरम्यान भूकंप लहरींचा वेग एकदम कमी होतो. या भागास मंद गती क्षेत्र (Low Velocity Zone) असे म्हणतात. ज्वालामुखीय क्रिया घडून येण्यास हाच विभाग कारणीभूत ठरतो.

प्रावरणाचे उपविभाग - प्रावरणाचे दोन उपविभाग आहेत

अ) उच्च प्रावरण

ब) निम्न प्रावरण

अ) उच्च प्रावरण (Upper Mantle)- प्रावरणाच्या (भूपृष्ठाकडील) वरच्या भागास

उच्च प्रावरण असे म्हणतात. भूकंपाची केंद्रे प्रामुख्याने या भागात आढळतात.

- विस्तार- भूपृष्ठापासून ३५ ते ७०० कि.मी. खोली दरम्यान हा थर आहे.
- घनता- या थराची घनता ३.३ ते ४.३ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे.
- तापमान- या थरातील तापमान 270° ते $2,800^{\circ}$ सेल्सिअस इतके आहे.
- भूकंपलहरी- या थरात भूकंपाच्या प्राथमिक लहरी ८ ते ९ कि.मी. प्रतिसेकंद व दुर्यम लहरी ४ ते ६ कि.मी. प्रतिसेकंद या वेगाने प्रवास करतात.

ब) निम्न प्रावरण (Lower Mantle)- प्रावरणाच्या (पृथ्वी केंद्राकडील) खालच्या भागास निम्न प्रावरण असे म्हणतात. हा थर प्रामुख्याने सिलिकॉन आणि मॅग्नेशियम युक्त संयुगांनी तयार झालेला आहे.

- विस्तार- भूपृष्ठापासून ७०० ते २,९०० कि.मी. खोली दरम्यान हा थर आहे.
- घनता- या थराची घनता ४.३ ते ५.५७ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे.
- तापमान- या थरातील तापमान $2,800^{\circ}$ ते $3,900^{\circ}$ सेल्सिअस इतके आहे.
- भूकंपलहरी- या थरात भूकंपाच्या प्राथमिक लहरी ९ ते १३ कि.मी. प्रतिसेकंद व दुर्यम लहरी ६ ते ७ कि.मी. प्रतिसेकंद या वेगाने प्रवास करतात.

३ गाभा (Core)- प्रावरणाच्या खालील पृथ्वीच्या केंद्रापर्यंतचा भाग म्हणजे गाभा होय. हा थर भूपृष्ठापासून २,९०० ते ६,३७१ कि.मी. खोली दरम्यान आहे. या थरात निकेल (Ni) व फेरस (Fe) या मूलद्रव्यांचे प्रमाण जास्त आहे म्हणून या थरास निफे (Nife) असेही म्हणतात. या थराने पृथ्वीच्या एकूण वस्तुमानापैकी ३२% वस्तुमान व एकूण घनफळापैकी १६% घनफळ व्यापलेले आहे. या थराचे तापमान सुमारे $3,900^{\circ}$ ते $6,000^{\circ}$ सेल्सिअस इतके आहे.

गाभ्याचे उपविभाग- गाभ्याचे दोन उपविभाग आहेत

अ) बाह्यगाभा

ब) अंतर्गाभा

अ) बाह्यगाभा (Outer Core)- गाभ्याचा प्रावरणाकडील भाग म्हणजे बाह्यगाभा होय. बाह्यगाभ्यातून द्वितीयक भूकंपलहरी प्रवास करू शकत नाहीत, त्यामुळे बाह्यगाभा द्रवरूप मानला जातो. बाह्यगाभ्यातून ऊर्ध्वगामी प्रवाह निर्माण होतात.

- विस्तार- भूपृष्ठापासून २,९०० ते ५,१५० कि.मी. खोली दरम्यान हा थर आहे.

- घनता- या थराची घनता १०.० ते १३.३ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे.
- भूकंपलहरी- या थरात भूकंपाच्या प्राथमिक लहरी ८.१ ते १०.३ कि.मी. प्रतिसेकंद या वेगाने प्रवास करतात.

ब) अंतर्गाभा (Inner Core)- बाह्यगाभ्याच्या खाली पृथ्वीच्या केंद्रापर्यंतचा भाग म्हणजे अंतर्गाभा होय. प्रचंड दाबामुळे अंतर्गाभा घनरूप असावा.

- विस्तार- भूपृष्ठापासून ५,१५० ते ६,३७१ कि.मी. खोली दरम्यान हा थर आहे.
- घनता- या थराची घनता १३.३ ते १३.६ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे.
- भूकंपलहरी- या थरात भूकंपाच्या प्राथमिक लहरी ११.३ कि.मी. प्रतिसेकंद या वेगाने प्रवास करतात.

विलगता (Discontinuities)- पृथ्वीच्या अंतर्गत भागात ज्या पातळीवर पदार्थाच्या घनतेत एकदम बदल होतो त्या पातळीस विलगता असे म्हणतात. पृथ्वीच्या अंतर्गात तीन प्रमुख विलगता आहेत.

१. कॉनरॅड विलगता (Conrad Discontinuity)- सियाल व सीमा थराच्या दरम्यान कॉनरॅड विलगता आहे. या विलगता विभागाच्या वरच्या बाजूस पदार्थाची घनता २.९ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. तर खालच्या बाजूस ३.३ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे. या विलगतेचा शोध १९२५ मध्ये ऑस्ट्रियन भूभौतिक तज्ञ व्हिक्टर कॉनरॅड (Victor Conrad) यांनी लावला. त्यामुळे या विलगतेस कॉनरॅड विलगता असे म्हणतात.

२. मोहो विलगता (Moho Discontinuity)- भूकवच व प्रावरण थराच्या दरम्यान मोहो विलगता आहे. या विलगतेच्या वरच्या थरात पदार्थाची घनता ३.३ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे. व खालच्या बाजूस असलेल्या उच्च प्रावरणाची घनता ४.३ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे. इ.स. १९०९ मध्ये युगोस्लोव्हियन शास्त्रज्ञ अँड्रीज मोहोरोव्हिसिक (Andrija Mohorovicic) यानी ही विलगता दाखवून दिली. त्यामुळे त्यांच्याच नावाने ही विलगता ओळखली जाते.

३. गुटेनबर्ग विलगता (Gutenberg Discontinuity)- प्रावरण आणि गाभा थराच्या दरम्यान गुटेनबर्ग विलगता आहे. या विलगतेच्या वरच्या थरात पदार्थाची घनता ५.५ ग्रॅम प्रती घन सें.मी. व खालच्या बाजूस असलेल्या बाह्य गाभ्याची घनता १० ग्रॅम प्रती घन सें.मी. आहे. या ठिकाणी दुय्यम भूकंप लहरींचे परावर्तन होते. १९१२ मध्ये जर्मन-

अमेरिकन भूकंपशास्त्रज्ञ गुटेनबर्ग (Beno Gutenberg) यांनी या विलगतेचा शोध लावला म्हणून या विलगतेस गुटेनबर्ग विलगता असे म्हणतात.

२.३ वेगेनर यांचा खंड वहन सिध्दांत (Wegner's Continental Drift Theory):

२.३.१ खंड वहन अर्थ (Meaning of Continental Drift)- खंडांची आडव्या / क्षितीजसमांतर दिशेत होणारी हालचाल म्हणजे खंड वहन होय.

२.३.२ सिध्दांताची ऐतिहासिक पार्श्वभूमी (Early History of Theory)-

प्राचीन काळी पृथ्वीवरील खंड व महासागर यांचे आकार व स्थिती कायम असून हवामानात क्रमाक्रमाने बदल झालेले असे तज्ञांचे मत होते. परंतु १८५८ मध्ये अँटोनियो स्निडर (Antonio Snider) या फ्रेंच भूगोलतज्ञांनी हवामान स्थिर असून खंड व महासागर यांच्या आकार व स्थितीत बदल होत असावेत अशी शक्यता वर्तविली. सुरुवातीला स्निडर यांच्या मताकडे इतर तज्ञांनी फारसे लक्ष दिले नाही. नंतर २० व्या शतकात विल्यम पिकरिंग, टेलर, वेगेनर, फिशर, यंग इ. तज्ञांनी खंड वहन परिकल्पनेचे समर्थन केले. १९०८ मध्ये फ्रँक बस्ली टेलर (अमेरिकन भूगर्भतज्ञ) यांनी तृतीयक कालखंडातील वलीपर्वतांच्या निर्मिती संदर्भात खंड वहन संकल्पना सर्वप्रथम विचारात घेतली. तरी या संकल्पनेला वास्तव सैध्दांतिक स्वरूप वेगेनर यांच्यामुळेच प्राप्त झाले.



अल्फ्रेड लोथर वेगेनर

(Alfred Lothar Wegener)

१८८०-१९३०

अल्फ्रेड वेगेनर हे जर्मन वातावरण व भू-भौतिकतज्ञ आणि ध्रुवीय संशोधक होते. १९१२ मध्ये त्यांनी खंड वहन परिकल्पना आपल्या व्याख्यानांमधून मांडली आणि तीच बाब १९१५ मध्ये त्यांनी 'खंड आणि महासागरांची उत्पत्ती' ('The Origin of Continents and Oceans' / Die Entstehung der Kontinente und Ozeane) या जर्मन भाषेतील ग्रंथात प्रकाशित केली. १९२४ मध्ये या जर्मन ग्रंथाचे इंग्रजी भाषांतर झाल्यावर जगाला खऱ्या अर्थाने वेगेनर यांचे मत लक्षात आले. वेगेनर यांचे हेच मत वेगेनर यांचा खंड वहन सिध्दांत म्हणून प्रसिद्ध आहे.

२.३.३ सिध्दांत (Theory)-

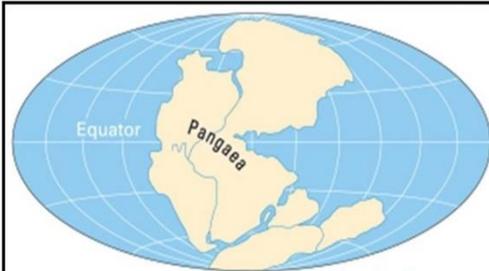
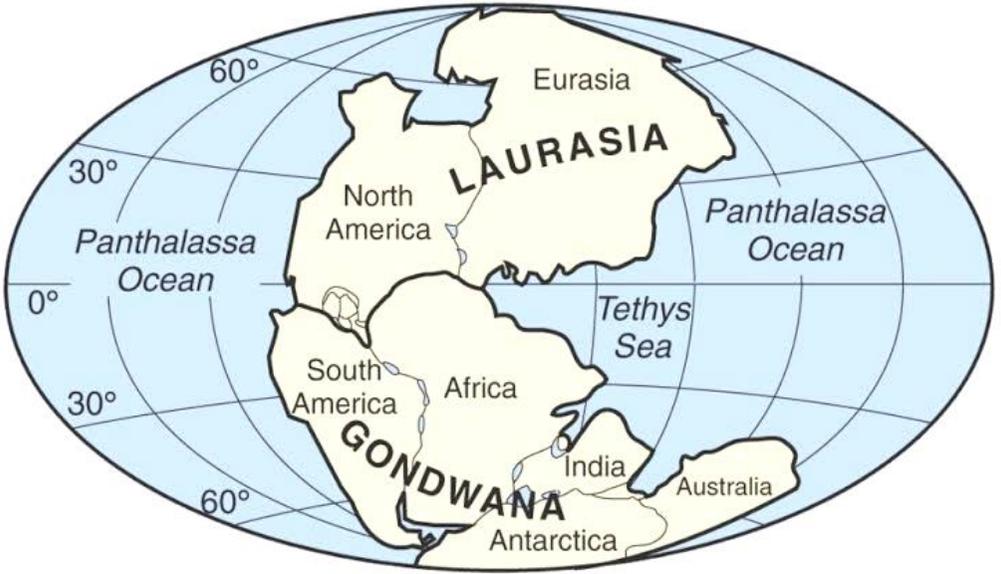
१. खंडांची निर्मिती- वेगेनर यांच्या मते, सुरुवातीला (परमियन कालखंडात सुमारे २५ कोटी वर्षांपूर्वी) पृथ्वीवर एकच विस्तृत व सलग खंड (Continent) होता तो म्हणजे पॅजिया (Pangaea) आणि त्याभोवती एकच महासागर होता तो म्हणजे पॅथलसा (Panthalassa). सुमारे २० कोटी वर्षांपूर्वी (ट्रायसिक कालखंडात) पॅजिया महाखंडाचे दोन भागात विभाजन होऊन उत्तरेस लॉरेशिया / अंगाराभूमी (Laurasia / Angaraland) व दक्षिणेस गोंडवाना (Gondwana) खंडांची आणि त्यांच्या दरम्यान टेथिस (Tethys) समुद्राची निर्मिती झाली. कालांतराने (जुरासिक कालखंडात सुमारे १५ कोटी वर्षांपूर्वी) लॉरेशिया (Laurasia) व गोंडवाना (Gondwana) खंडांचे पुन्हा लहान-लहान तुकडे होऊन ते एकमेकांपासून दूर वाहत गेले व त्यांच्या दरम्यान सागर निर्माण झाले. अशारितीने खंड वहन क्रियेमुळे आजचे खंड आणि महासागर निर्माण झालेत. लॉरेशियापासून उत्तर अमेरिका, ग्रीनलँड, युरोप व भारतीय उपखंडाच्या उत्तरेकडील आशिया या भूभागांची निर्मिती झाली तर गोंडवानापासून दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया, अंटार्क्टिका व भारतीय उपखंड या भूभागांची निर्मिती झाली.

२. खंडवहन- वेगेनर यांच्या मते, सर्व खंड सियाल (Sial) या हलक्या मुलद्रव्यांनी बनलेली असून ती पृथ्वीच्या आतील सीमा (Sima) या जड मुलद्रव्यांवर तरंगत आहेत. खंडांचे केवळ क्षितीजसमांतर किंवा आडव्या दिशेतच स्थानांतर किंवा वहन झाले व ते दोन दिशेला झाले i) विषुववृत्ताकडे ii) पश्चिम दिशेकडे

३. खंड वहन शक्ती- वेगेनर यांच्या मते, खंड वहन क्रियेसाठी दोन प्रकारच्या शक्ती कारणीभूत ठरल्यात.

i) ध्रुव-पलायन शक्ती (Pole Fleeing Force)- ही पृथ्वीच्या परिवलनामुळे निर्माण होणारी केंद्राप्सारी शक्ती (Centrifugal Force) असून यामुळे खंडांचे विषुववृत्ताकडे वहन झाले. (केंद्राप्सारी शक्ती पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीच्या विरुद्ध कार्यरत असते म्हणजे केंद्राप्सारी शक्ती ध्रुवाकडून विषुववृत्ताकडे वाढते तर गुरुत्वाकर्षण शक्ती ध्रुवाकडून विषुववृत्ताकडे घटते.)

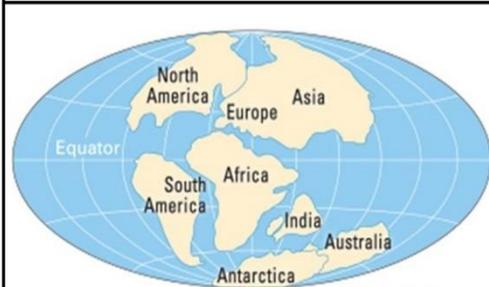
ii) भरती शक्ती (Tidal Force)- ही चंद्र व सूर्य यांच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे निर्माण होणारी शक्ती असून यामुळे खंडांचे पश्चिम दिशेला वहन झाले.



Permian (परमियन) २५ कोटी वर्षापूर्वी



Triassic (ट्रायसिक) २० कोटी वर्षापूर्वी



Cretaceous (क्रेटाशियस) १० कोटी वर्षापूर्वी



आजची स्थिती

४. तरुण / अर्वाचीन वलीपर्वतांची निर्मिती- वेगेनर यांच्या मते, तृतीयक कालखंडात खंड वहन क्रियेमुळे महासागरातील गाळाच्या थरांना घड्या किंवा वळ्या पडून पर्वतांची

निर्मिती झाली. उदा. आफ्रिका व भारतीय द्विपकल्पाचे उत्तर दिशेला वहन झाल्याने टेथिस समुद्रातील गाळास वळ्या पडून आशियात हिमालय व युरोपात आल्प्स या पूर्व-पश्चिम पसरलेल्या पर्वतांची निर्मिती झाली. तर उत्तर अमेरिका व दक्षिण अमेरिका खंडांचे पश्चिम दिशेला वहन झाल्याने पॅसिफिक महासागरातील गाळास वळ्या पडून उत्तर अमेरिकेत रॉकी व दक्षिण अमेरिकेत अँडीज या उत्तर-दक्षिण पसरलेल्या पर्वतांची निर्मिती झाली.



२.३.४ खंड वहन सिध्दांताचे पुरावे (Evidences of Continental Drift Theory)- खालील पुराव्यांवरून सिद्ध होते की आजचे एकमेकांपासून दूर असलेले खंड / भूभाग पूर्वी एकत्र जोडले गेलेले होते.

१. भौगोलिक पुरावा (Geographical Evidence)- वेगेनर यांनी खंडांच्या बाह्य आकारातील / किनारपट्टीतील साम्यतेला Jigsaw Fit / Geographical Similarity असे म्हटले आहे. त्यांच्या मते, अटलांटिक महासागराच्या पूर्व व पश्चिम किनारपट्टीच्या बाह्यरेषेत (Outline) समानता आढळते. विशेषतः दक्षिण अमेरिका व आफ्रिका खंड यांचे नकाशे एकमेकाजवळ आणल्यास, ब्राझिलचा फुगवटा (bulge) गिनीच्या आखातात (gulf) फिट बसून एक सलग खंड तयार होतो. यावरून हे खंड पूर्वी एकाच खंडाचे भाग होते असा निष्कर्ष निघतो.



२. भूगर्भशास्त्रीय पुरावा (Geological Evidence)– अटलांटिक महासागराच्या पूर्व व पश्चिम किनारी प्रदेशातील खनिजे व खडक प्रकारात साम्यता आढळते. उदा. वायव्य आफ्रिका व पूर्व ब्राझील या दोन्ही भागात सोने खनिज व २० कोटी वर्षांपूर्वीचे खडक आढळतात. तसेच उत्तर अमेरिकेतील अॅपलेशियन व वायव्य युरोपातील (स्कॉटलँडच्या) कॅलेडोनियन पर्वतांच्या रचनेत व वयाच्या बाबतीतही समानता आढळते.



३. पुराजीवशास्त्रीय पुरावा (Palaeontological Evidence)– (प्राचीन काळातील जीवांचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे पुराजीवशास्त्र होय.) वेगवेगळ्या खंडात आढळणाऱ्या प्राचीन वनस्पती व प्राण्यांच्या अवशेषांमध्येही साम्यता आढळते. उदा. सिनोग्नेथस (Cynognathus), लिस्ट्रोसौरस (Lystrosaurus) व मेसोसौरस (Mesosaurus) या प्राण्यांचे व ग्लोसोपटरीस (Glossopteris) या वनस्पतीचे

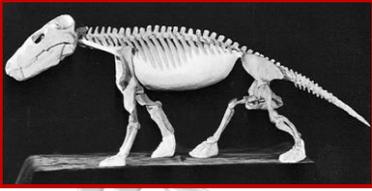
अवशेष दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका, भारतीय द्वीपकल्प, ऑस्ट्रेलिया व अंटार्क्टिका या गोंडवानापासून तयार झालेल्या खंडात आढळतात.

जीवाश्म (Fossils)

ग्लोसोपटरीस (Glossopteris)



सिनोनेथस (Cynognathus)

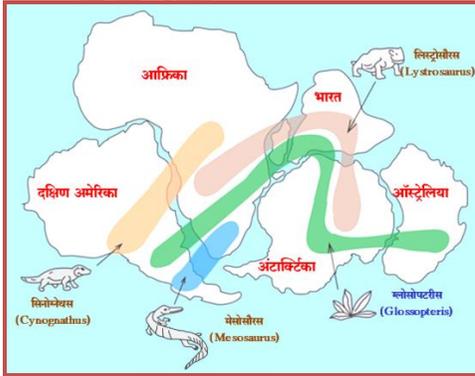


ग्लोसोपटरीस वृक्ष (Glossopteris Tree)

मेसोसौरस (Mesosaurus)



लिट्रोसौरस (Lystrosaurus)

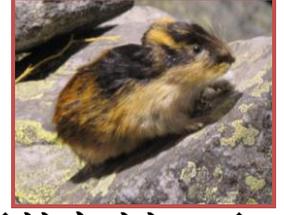


४. पुराहवामानशास्त्रीय पुरावा (Palaeoclimatological Evidence)-

(भूतकाळातील हवामानाचा अभ्यास करणारे शास्त्र म्हणजे पुराहवामानशास्त्र होय.) आज थंड हवामान असलेल्या वायव्य युरोप, अंटार्क्टिका व संयुक्त संस्थानांच्या उत्तर भागात दगडी कोळश्याचे विस्तीर्ण साठे आहेत. वास्तविक दगडी कोळश्याची निर्मिती केवळ विषुववृत्तासारख्या उष्ण हवामानातच होऊ शकते. तसेच दक्षिण अमेरिका, आफ्रिका, ऑस्ट्रेलिया, अंटार्क्टिका व भारतीय द्वीपकल्प या भूभागांच्या बराचश्या भागात हिमयुगातील (हिमनदीच्या संचयन कार्याचे) भूविशेष आजही आढळतात. यावरून स्पष्ट होते की, आजचे खंड पूर्वी एकाच खंडाचे भाग होते व त्यांचे वहन झाले.

५. जीवशास्त्रीय पुरावा (Biological Evidence)-

स्कॅन्डिनेव्हियाजवळील बेटांवर लेमिंग (Lemming) प्राणी (५ ते ७ इंच लांबीचे उंदरासारखे प्राणी) राहतात. जेव्हा त्यांची संख्या मोठ्याप्रमाणात वाढते तेव्हा ते पश्चिम दिशेला स्थलांतर करतात व मोठ्याप्रमाणात समुद्रात बुडून मरतात. लेमिंगचे वंश परंपरेने होणारे हे स्थलांतर सिद्ध करते की पूर्वी पश्चिम दिशेला सलग भूभाग असल्याने त्यांचे पूर्वज पश्चिम दिशेला प्रवास करू शकत होते.



६. भूमापनशास्त्र विषयक पुरावा (Evidence of Geodesy)- १८२३, १८७० व १९१७ मध्ये अमेरिका व ग्रीनलँड यांच्यातील अंतर मोजण्यात आले होते. या मोजणीवरून ग्रीनलँड अमेरिकेपासून दरवर्षी २२ सें.मी. दूर जात आहे. १८७३ व १९०७ या ३४ वर्षात ग्रीनलँड व इंग्लंड यांच्यातील अंतर ३२ मीटरने वाढलेले आढळले. यावरून खंडाचे वहन घडून येत असल्याचे स्पष्ट होते.

२.३.५ खंड वहन सिद्धांतावरील टीका (Criticism of Continental Drift Theory)-

१. विभाजन शक्ती- वेगेनर यांनी आपल्या सिद्धांतात पॅजिया भूखंडाचे विखंडन कोणत्या शक्तीमुळे झाले याचे स्पष्टीकरण दिलेले नाही.

२. खंड वहन शक्ती- वेगेनर यांच्या मते, सूर्य व चंद्र यांच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे खंड वहन पश्चिम दिशेला झाले परंतु प्रत्यक्षात असे शक्य नाही. कारण खंड वहनासाठी आजच्या शक्तीपेक्षा १००० कोटी पट जास्त शक्तीची गरज आहे. जर इतकी शक्ती निर्माण झाली असती तर पृथ्वीचे परिभ्रमण थांबले असते.

ऑर्थर होम्स यांच्या मते प्रावरणातून किरणोत्सर्गी उष्णता (अभिसरण प्रवाह स्वरूपात) पसरल्याने भूकवचाचे वहन झाले.

३. भौगोलिक साम्यतेचा अभाव- वेगेनर यांच्या मते, अटलांटिक महासागराच्या पूर्व व पश्चिम किनारपट्टी एकमेकात तंतोतंत जुळतात. परंतु प्रत्यक्षात बऱ्याच ठिकाणी त्यात फटी व अतिरिक्त भाग आढळतात.

४. **खंडवहनाचा कालावधी व खंडवहनाची दिशा-** काही तज्ञांच्या मते, वेगेनर यांनी खंड वहन क्रियेसाठी दिलेला कालावधी व खंडवहनाची दिशा यात अचूकतेचा व स्पष्टतेचा अभाव आहे.

५. **पर्वत निर्मितीचे अपुरे स्पष्टीकरण-** वेगेनर यांच्या सिध्दांतातून केवळ वलीपर्वतांच्या निर्मितीचे विश्लेषण होते, इतर पर्वतांच्या निर्मितीचे स्पष्टीकरण होत नाही उदा. अरवलीसारखा अतिप्राचीन पर्वत

६. **ऊर्ध्वगामी हालचाल शक्य-** जॉली या भूगर्भतज्ञांच्या मते, सियाल थरात ऊर्ध्वगामी हालचाली शक्य असून त्या वेगेनर यांच्या मतापमाणे एवढ्या मोठ्या स्वरूपात क्षितिजसमांतर शक्य नाहीत.

७. **संतुलन तत्वामुळे खंडांची निर्मिती-** नेऊटन व प्रेट यांच्या मते, खंड व महासागराच्या निर्मितीस खंडवहनापेक्षा संतुलन तत्व जास्त लागू पडते.

८. **वनस्पती व प्राणी अवशेषातील साम्यता-** ग्रेगरी यांच्या मते, पूर्वी पाण्याची पातळी खाली होती त्यामुळे आताच्या सामुद्रधुनी त्यावेळी दोन खंडातील भूमिपूल होत्या. परिणामी प्राचीन काळी प्राणी व वनस्पती जीवनाचा विविध खंडात प्रसार होऊन साम्यता निर्माण झाली.

९. **सीमाची मर्यादीत क्षमता -** वेगेनर यांच्या मते, सर्व खंड सियाल (Sial) या हलक्या मुलद्रव्यांनी बनलेली असून ती पृथ्वीच्या आतील सीमा (Sima) या जड मुलद्रव्यांवर तरंगत आहेत परंतु प्रत्यक्षात असे शक्य नाही. तसेच बोवी यांच्या मते, सियालला घड्या किंवा वळ्या पडून पर्वत निर्माण होऊ शकतील इतकी क्षमता सीमामध्ये नाही.

१०. **कॅम्ब्रियनपूर्व काळ दुर्लक्षित-** वेगेनर यांच्या सिध्दांतात कॅम्ब्रियनपूर्व काळातील खंड व महासागर स्थितीचे वर्णन आढळत नाही.

अशा विविध टीका तज्ञांनी केलेल्या असल्या तरी वेगेनर यांचा खंड वहन सिध्दांत प्राकृतिक भूगोलातील एक अग्रगण्य व महत्वाचा सिध्दांत आहे. कारण या सिध्दांतामधुनच भूपट्ट विवर्तनिकी हा आधुनिक व व्यापक सिध्दांत निर्मितीस आलेला आहे.



प्रकरण- ३

वातावरण

Atmosphere

३.१ हवा आणि हवामानाची संकल्पना (Concept of Weather and Climate)

३.२ वातावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Atmosphere)

३.२.१ वातावरण अर्थ (Meaning of Atmosphere)

३.२.२ वातावरणाची वैशिष्टे (Characteristics of Atmosphere)

३.३ वातावरणाची घडण (Composition of Atmosphere)

३.३.१. वायू (Gases)

३.३.२. बाष्प / पाण्याची वाफ (Water Vapour)

३.३.३. धुलीकण (Dust Particles)

३.४ वातावरणाची रचना (Structure of the Atmosphere)

३.४.१ वातावरणाच्या संरचनेबाबत आधुनिक दृष्टीकोन (Modern View Regarding the Structure of Atmosphere)

३.५ तापमान (Temperature)

३.५.१ तापमान वितरण (Temperature Distribution)

३.५.२ उष्णता विभाग / कटिबंध (The Heat Zones)

३.५.३ क्षितीज समांतर तापमान वितरणावर परिणाम करणारे घटक (Factors Affecting on Horizontal Temperature Distribution)

३.१ हवा आणि हवामानाची संकल्पना (Concept of Weather and Climate):

	हवा (Weather)	हवामान (Climate)
१. व्याख्या (Definition)	एका विशिष्ट ठिकाणी, विशिष्ट वेळी असलेली वातावरणाची स्थिती म्हणजे हवा.	विशिष्ट प्रदेशाची, दीर्घ कालावधीतील हवेची सरासरी म्हणजे हवामान.
२. उदा. (Example)	उदा. ढगाळ, उष्ण, थंड आणि वादळी परिस्थिती	उदा. उष्णकटिबंधीय, शुष्क, भूमध्यसागरीय, खंडीय आणि ध्रुवीय हवामान

<p>३. अभ्यास (Study)</p>	<p>हवा स्थितीचा अभ्यास करणाऱ्या शास्त्रास वातावरणशास्त्र (Meteorology) असे म्हणतात.</p>	<p>हवामानाचा अभ्यास करणाऱ्या शास्त्रास हवामानशास्त्र (Climatology) असे म्हणतात.</p>
<p>४. विस्तार (Extent)</p>	<p>हवा ही संकल्पना सामान्यतः विशिष्ट स्थानासाठी लागू होते.</p>	<p>हवामान ही संकल्पना सामान्यतः विस्तृत भौगोलिक क्षेत्रासाठी लागू होते.</p>
<p>५. कालावधी (Time Period)</p>	<p>हवा ही विशिष्ट ठिकाणाच्या वातावरणाची अल्पकालीन / सद्य स्थिती व्यक्त करते.</p>	<p>हवामान ही विस्तृत भौगोलिक क्षेत्राच्या वातावरणाची दीर्घकालीन सरासरी स्थिती (सुमारे ३० वर्षे किंवा त्यापेक्षा जास्त वर्षांची) व्यक्त करते.</p>
<p>६. स्थिती (Condition)</p>	<p>हवेमध्ये वातावरणातील केवळ एकाच स्थितीचा समावेश होतो.</p>	<p>हवामानात वातावरणातील अनेक स्थितींचा समावेश होतो.</p>
<p>७. घटक (Elements)</p>	<p>हवेमध्ये तापमान, आर्द्रता, वातावरणाचा दाब, वाऱ्याचा वेग व दिशा, वृष्टी, ढग, दृश्यता यांचा समावेश होतो.</p>	<p>हवामानामध्ये हवेच्या घटकांची सरासरी मूल्ये आणि सांख्यिकीय भिन्नता समाविष्ट होते.</p>
<p>८. परिवर्तनशीलता (Variability)</p>	<p>हवा स्थानानुसार बदलते.</p>	<p>हवामान प्रदेशानुसार बदलते.</p>
<p>९. बदलाची गती व वारंवारता (Speed & Frequency of Change)</p>	<p>हवा स्थितीत जलद व वारंवार बदल होतो.</p>	<p>हवामानात सावकाश व दीर्घकाळात बदल होतो</p>

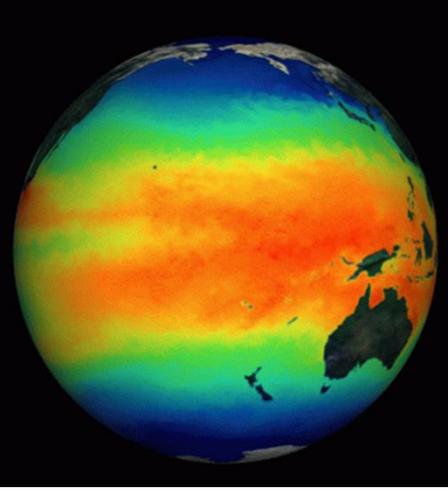
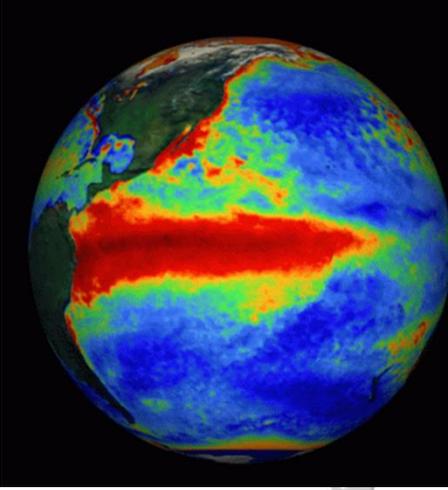
हवा (Weather)

पाऊस (Rainfall)



हवामान (Climate)

उष्णकटिबंधीय हवामान (Tropical Climate)



१०. बदलासाठी
वेळ
(Time for
Change)

हवा काही तासांत किंवा काही
दिवसात बदलू शकते.

हवामान काही दशक किंवा
काही शतकात बदलू शकते.

<p>११. निरीक्षण व अनुभव (Observation & Experience)</p>	<p>हवेचे दैनंदिन निरीक्षण आणि अनुभव घेता येतो.</p>	<p>हवामानाचे दैनंदिन निरीक्षण आणि अनुभव घेता येत नाही.</p>
<p>१२. आवश्यक सांख्यिकी (Required Statistics)</p>	<p>हवा स्थिती अभ्यासण्यासाठी वातावरणाची अल्पकालीन सांख्यिकी आवश्यक असते.</p>	<p>हवामान अभ्यासण्यासाठी वातावरणाची दीर्घकालीन सांख्यिकी आवश्यक असते.</p>
<p>१३. अभ्यासाचे आधार (Study Basis)</p>	<p>हवा स्थिती विशिष्ट उपकरणे आणि उपग्रहीय माहितीच्या आधारे अभ्यासता येते.</p>	<p>हवामान तापमान नोंदी, पर्जन्य नोंदी, बर्फाचे गाभे आणि झाडांच्या लाकडावरील वलये यांच्या आधारे अभ्यासता येते.</p>
<p>१४. परिणाम (Effects)</p>	<p>दैनंदिन क्रिया, कपड्यांच्या निवडी आणि प्रवास नियोजनावर हवेचा परिणाम होतो.</p>	<p>प्रदेशातील वनस्पतींचे प्रकार, वन्यजीव आणि मानवी अनुकूलन यावर हवामानाचा परिणाम होतो.</p>
<p>१५. महत्त्व (Importance)</p>	<p>गंभीर वातावरणीय घटना आणि अल्पकालीन चेतावणीसाठी हवा स्थिती महत्त्वाची असते.</p>	<p>भूतकाळातील हवामान बदल समजून घेण्यासाठी आणि भविष्यातील हवामानाचा अंदाज लावण्यासाठी हवामान महत्त्वाचे असते.</p>

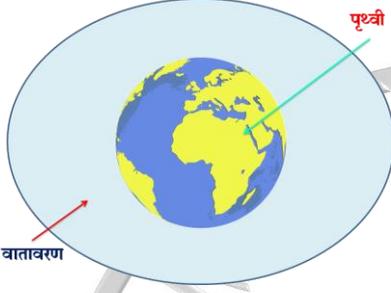
३.२ वातावरण अर्थ व वैशिष्ट्ये (Meaning and Characteristics of Atmosphere):

३.२.१ वातावरण अर्थ (Meaning of Atmosphere)

शब्द उत्पत्तीशास्त्रानुसार 'Atmosphere' ही इंग्रजी संकल्पना 'Atmo' व 'Sphere' या दोन शब्दांच्या एकत्रीकरणाने तयार झालेली आहे. 'Atmo' हा शब्द

‘Atmos’ या ग्रीक शब्दापासून तयार झाला असून त्याचा अर्थ बाष्प (Vapour) असा आहे. तर ‘Sphere’ हा शब्द ‘Sphaira’ या ग्रीक शब्दापासून तयार झाला असून त्याचा अर्थ गोल किंवा चेंडू (Globe / Ball) असा आहे.

पृथ्वी भोवतालचे वायूरूप / हवेचे आवरण म्हणजे वातावरण होय.



ए.ई.एम. गेडेस (A.E.M. Geddes) यांच्या मते, “पृथ्वीला सर्व बाजूंनी वेढणाऱ्या रंगहीन, चवहीन आणि गंधहीन वायूच्या आवरणास वातावरण असे म्हणतात”. (The envelop of colourless, tasteless and odourless gas which surrounds the earth has been called the atmosphere.)

३.२.२ वातावरणाची वैशिष्ट्ये (Characteristics of Atmosphere):

१. निर्मिती- वातावरणतज्ञांच्या मते, पृथ्वीभोवतालचे वातावरण पृथ्वीची निर्मिती होत असतांना म्हणजेच सुमारे ४६० कोटी वर्षांपूर्वी निर्माण झाले असावे. सुरुवातीला वातावरणात केवळ पाण्याची वाफ, कार्बन डायऑक्साईड, सल्फर डायऑक्साईड आणि इतर वायू किरकोळ प्रमाणात होते. नायट्रोजनचे प्रमाणही किमान पातळीवर होते. ऑक्सिजन वायूही मुक्त स्वरूपात नव्हता. ३५० कोटी वर्षांपूर्वी प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांद्वारे (Photosynthesizing Bacteria) महासागरातील पाण्यात ऑक्सिजन मुक्त व्हायला सुरुवात झाली व सुमारे ५० कोटी वर्षांपूर्वी आजचे स्थायी स्वरूप पृथ्वीभोवतालच्या वातावरणाला प्राप्त झाले. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळेच वातावरण पृथ्वीभोवती कायम आहे.

२. आकार- पृथ्वीभोवतालचे वातावरण लंबगोलाकार आहे. ते पृथ्वीच्या आकारासारखेच काहीअंशी विषुववृत्तावर फुगीर / जास्त उंचीचे व ध्रुवावर कमी उंचीचे आहे.

३. वस्तुमान- पृथ्वीच्या वातावरणाचे एकूण वस्तुमान (वजन) ५.६×१०^{१५} टन म्हणजेच ५६ लक्ष अब्ज टन (१ टन = १,०१६ किग्रॅ.) असून ते पृथ्वीच्या वजनाच्या एक दशलक्षांश आहे.

४. विस्तार- वातावरणाच्या उंचीबाबत निश्चितता आढळत नाही. बहुतांशी तज्ञांच्या मते, वातावरणाची वरची अंतिम मर्यादा सुमारे १०,००० कि.मी. आहे. वातावरणातील ९९% पेक्षा जास्त वस्तुमान (घटक) पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ३२ कि.मी. उंचीच्या आत तर ५०% वस्तुमान (घटक) पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ५.६ कि.मी. उंचीच्या खाली आहे.

५. रासायनिक व भौतिक गुणधर्म- पृथ्वीच्या वातावरणाचे वायू, बाष्प व धुलीकण हे तीन मुख्य रासायनिक गुणधर्म (Chemical Properties) आहेत तर हवेचे तापमान, घनता, दाब आणि आर्द्रता हे चार भौतिक गुणधर्म (Physical Properties) आहेत.

७. तापमान- (तापमान म्हणजे एखाद्या वस्तू किंवा वायू मधील रेणूंची औष्णिक किंवा अंतर्गत ऊर्जा होय.) वातावरण मुख्यतः तळाकडून वर तापत असले तरी वातावरणाच्या तापमानात उंचीनुसार चढ-उतार होत असलेले दिसतात. साधारणतः तपांबरात व मध्यांबरात उंचीनुसार तापमान कमी होते तर स्थितांबर, आयानावरण व बाह्यावरणात तापमान उंचीनुसार वाढते.

८. घनता- (घनता म्हणजे विशिष्ट आकारमानाच्या वस्तूचे किंवा वायूचे वजन होय. घनतेद्वारे वस्तूतील पदार्थाचा घट्टपणा मोजता येतो.) वातावरणाची घनता वाढत्या उंचीनुसार कमी कमी होते. पृष्ठभागालगत वातावरणाची घनता १.२९ किलोग्रॅम प्रती घनमीटर असून ४० कि.मी. उंचीवर घनता फक्त ४ ग्रॅम प्रती घनमीटर इतकी आढळते.

९. दाब- (दाब म्हणजे विशिष्ट क्षेत्रावर पडणारा जोर किंवा बल (force).) वातावरणाचा दाबही वाढत्या उंचीनुसार कमी होत जातो. समुद्रसपाटीलगत ४५° अक्षवृत्तावर १५° सेल्सिअस तापमान असतांना हवेचा दाब १०१३.२५ मिलिबार (१.०३४ किग्रॅ./ चौ.सें.मी.) इतका असतो. (१ मिलिबार = १,००० डाइन/सें.मी.^२ = वातावरणीय दाबाचा हजारावा भाग). हवेचे तापमान, आर्द्रता, वारे व ऋतू यांसारख्या घटकांमुळे भिन्न ठिकाणच्या दाबांमध्येही फरक असतो.

१०. आर्द्रता- आर्द्रता म्हणजे हवेचा दमटपणा किंवा ओलसरपणा होय. वातावरणात बाष्पाचे प्रमाण ० ते ४ टक्क्यांच्या दरम्यान असते. हवेची बाष्पधारण करण्याची क्षमता तापमान वाढीबरोबर वाढते.

उंचीनुसार हवेचा दाब, तापमान व घनता

उंची (कि.मी.)	हवेचा दाब (मिलिबारमध्ये)		तापमान (°से.)	घनता (किग्रॅ./मी. ^३)	
०	$१.१३ \times १०^३ =$	१०१३.२५	१५	$१.२३ \times १०^० =$	१.२३
५	$५.४० \times १०^२ =$	५४०.४	-१७	$७.३६ \times १०^{-१} =$	०.७३६
१०	$२.६५ \times १०^२ =$	२६५	-५०	$४.१४ \times १०^{-१} =$	०.४१४
२०	$५.५३ \times १०^१ =$	५५.२९	-५६	$८.८९ \times १०^{-२} =$	०.०८८९
४०	$२.८७ \times १०^० =$	२.८७	-२३	$४.०० \times १०^{-३} =$	०.००४
६०	$२.२५ \times १०^{-१} =$	०.२२५	-१७	$३.०६ \times १०^{-४} =$	०.०००३०६
८०	$१.०४ \times १०^{-२} =$	०.०१०४	-९२	$२.०० \times १०^{-५} =$	०.००००२
१००	$३.०१ \times १०^{-४} =$	०.०००३०१०००००	-६३	$४.९७ \times १०^{-७} =$	०.०००००४९७
१५०	$५.०६ \times १०^{-६} =$	०.०००००५०६०००	६२०	$३.८४ \times १०^{-९} =$	०.०००००००३८४
२००	$१.३३ \times १०^{-६} =$	०.०००००१३३०००	९६३	$३.३२ \times १०^{-१०} =$	०.००००००००३३२
३००	$१.८८ \times १०^{-७} =$	०.००००००१८८००	१,१५९	$३.५९ \times १०^{-११} =$	०.०००००००००३५९
४००	$४.०३ \times १०^{-८} =$	०.००००००४०३०	१,२१४	$६.५० \times १०^{-१२} =$	०.००००००००००६५०
५००	$१.१० \times १०^{-८} =$	०.००००००११००	१,२२६	$१.५८ \times १०^{-१२} =$	०.००००००००००१५८
६००	$३.४५ \times १०^{-९} =$	०.०००००००३४५	१,२३३	$४.६४ \times १०^{-१३} =$	०.००००००००००४६४

३.३ वातावरणाची घडण (Composition of Atmosphere) - पृथ्वीचे वातावरण

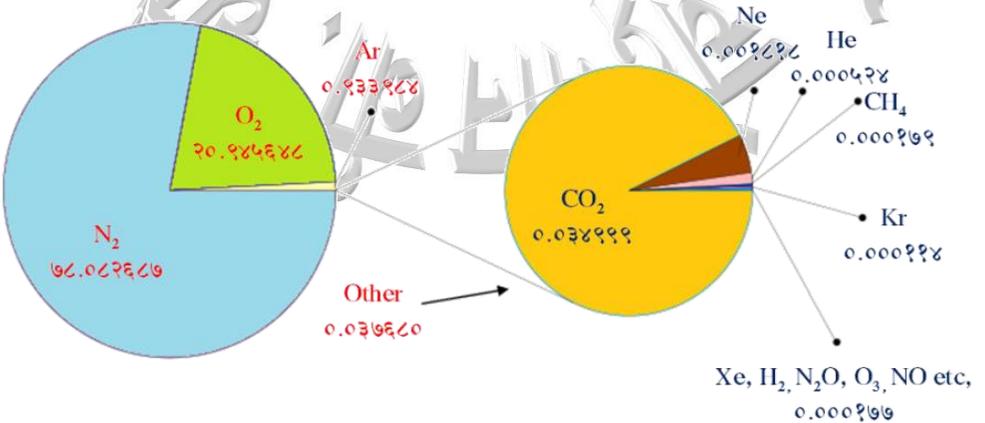
तीन प्रमुख घटकांनी बनलेले आहे- वायू, बाष्प व धुलीकण

३.३.१. वायू (Gases)- वातावरण हे वेगवेगळ्या वायूंच्या मिश्रणाने बनलेले आहे. त्यापैकी नायट्रोजन (७८.०८%), ऑक्सिजन (२०.९४%), ऑर्गॉन (०.९३%) व कार्बन डायऑक्साईड (०.०३%) हे महत्वाचे वायू असून वातावरणात त्यांचे एकूण प्रमाण ९९.९९७% आहे. हे वायू वजनाने जड असून ते प्रामुख्याने वातावरणाच्या खालच्या थरात आढळतात. याउलट निऑन, हेलियम, मिथेन, क्रिप्टॉन, हायड्रोजन, नायट्रस ऑक्साईड, झेनॉन, ओझोन, नायट्रिक ऑक्साइड, रेडॉन या वायूंचे एकूण प्रमाण ०.००३% इतके अत्यल्प आहे. हे वायू वजनाने हलके असल्याने वातावरणाच्या वरच्या थरात आढळतात.

वातावरणातील घटकांचे सरासरी प्रमाण (२५ कि.मी. उंचीपर्यंत)

वायू (Gases)	रासायनिक सूत्र (Chemical Formula)	शुष्क हवेतील प्रमाण (%)
नायट्रोजन (Nitrogen)	N ₂	७८.०८२६८७
ऑक्सिजन (Oxygen)	O ₂	२०.९४५६४८
ऑरगॉन (Argon)	Ar	०.९३३९८४
कार्बन डायऑक्साइड (Carbon Dioxide)	CO ₂	०.०३४९९९
निऑन (Neon)	Ne	०.००१८१८
हेलियम (Helium)	He	०.०००५२४
मिथेन (Methane)	CH ₄	०.०००१७९
क्रिप्टॉन (Krypton)	Kr	०.०००११४
हायड्रोजन (Hydrogen)	H ₂	०.००००५५
नायट्रस ऑक्साइड (Nitrous Oxide)	N ₂ O	०.००००३१५
झेनॉन (Xenon)	Xe	०.०००००८७
ओझोन (Ozone)	O ₃	०.०००००४
नायट्रिक ऑक्साइड (Nitric/Nitrogen Oxide)	NO	०.०००००१
रेडॉन (Radon)	Rn	अत्यल्प

बाष्प (Water Vapor)	H ₂ O	० ते ४
---------------------	------------------	--------



प्रमुख वायूंचे स्वरूप व महत्व-

१. नत्र वायू / नायट्रोजन (Nitrogen)- नायट्रोजन वायू रासायनिकदृष्ट्या निष्क्रिय आहे, परंतु त्याची बरीच संयुगे अतिशय सक्रिय आहेत. वनस्पतींच्या वाढीसाठी नायट्रोजनची आवश्यकता असते. नायट्रोजनमुळेच ऑक्सिजन सौम्य होऊन सजीवांना उपयुक्त ठरतो. सेंद्रिय पदार्थांचे कुजणे, ज्वालामुखी उद्रेक इ. क्रियांद्वारे नायट्रोजन वायू वातावरणास प्राप्त होतो.

२. प्राण वायू / ऑक्सिजन (Oxygen)- ऑक्सिजन रासायनिकदृष्ट्या खूप सक्रिय वायू असून तो सर्व वायूंमध्ये महत्वाचा आहे. कारण सर्व मानव व प्राण्यांना श्वसनासाठी ऑक्सिजन आवश्यक असतो. ऑक्सिजन वायूची निर्मिती नैसर्गिक वनस्पतींद्वारे होते. उंचीनुसार त्याचे प्रमाण कमी होते. तसेच ऑक्सिजन वायू ज्वलनास (combustion) व भस्मिकरणास (oxidation) मदत करतो.

३. ऑर्गॉन (Argon)- नायट्रोजन व ऑक्सिजन नंतर सर्वाधिक प्रमाण असलेला वायू म्हणजे ऑर्गॉन. हा निष्क्रिय वायू असून याचा वापर बहुधा जोडकाम (Welding), विजेच्या दिव्यांमध्ये, खाद्यपदार्थ दीर्घकाळ टिकविण्यासाठी, वैद्यकीय उपचार (कर्करोगबाधित रुतींचा नाश करण्यासाठी द्रवरूप ऑर्गॉन तसेच शरीरातील धमन्या / रक्तवाहिन्या जोडण्यासाठी, शरीरातील अर्बुद (tumor) नष्ट करण्यासाठी, डोळ्यांचे विकार दूर करण्यासाठी ऑर्गॉन लेझरचा वापर करतात) आणि इतर उच्च-तापमानातील औद्योगिक प्रक्रियेत केला जातो.

४. कर्ब वायू / कार्बन डायऑक्साईड (Carbon Dioxide)- वातावरणशास्त्रीयदृष्ट्या कार्बन डायऑक्साईड वायू हरितगृह परिणामात (greenhouse effect) खूप महत्वाचा आहे. कारण कार्बन डायऑक्साईड वायू सूर्याकडून लघु लहरी स्वरूपात उत्सर्जित होणाऱ्या ऊर्जेला पारदर्शक (transparent) आहे तर भूपृष्ठाकडून दीर्घ लहरी स्वरूपात उत्सर्जित होणाऱ्या ऊर्जेला अपारदर्शक (opaque) आहे. परिणामी भूपृष्ठाकडून उत्सर्जित होणारी बहुतांशी ऊर्जा वातावरणात कार्बन डायऑक्साईड वायूमुळे शोषली जाते व बरीचशी भूपृष्ठाकडे परावर्तित होते. त्यामुळे पृथ्वीचे औष्णिक संतुलन साधले जाते. तसेच वनस्पतींना प्रकाशसंश्लेषण क्रियेद्वारे अन्न निर्मितीसाठीही कार्बन डायऑक्साईड वायू महत्वाचा आहे. कार्बन

डायऑक्साईड वायूची निर्मिती प्राण्यांचे श्वसन, जीवाश्म इंधन ज्वलन, ज्वालामुखी क्रिया, वनस्पती विघटन इ. द्वारा होते. त्यामुळे दिवसेंदिवस वातावरणात कार्बन डायऑक्साईड वायूचे प्रमाण वाढतच आहे.

५. ओझोन (Ozone)- विशेषतः स्थितांबरातील ओझोन वायू पृथ्वीवरील सजीवांच्या दृष्टीने व औष्णिक संतुलनासाठी अत्यंत महत्वाचा आहे. कारण ओझोन वायू सूर्याची हानिकारक अतिनील किरणे (ultraviolet rays) शोषून घेतो. ऑक्सिजन व अतिनील सूर्यकिरण यांच्या रासायनिक अभिक्रियेतून ओझोनची निर्मिती होते.

वातावरणीय प्रदूषणामुळे स्थितांबरातील ओझोन वायू नष्ट होत असल्याने जागतिक तापमानात वाढ झालेली आहे, सजीवांमध्ये त्वचेच्या कर्करोगाचे प्रमाण वाढत आहे, हिमविलय प्रमाण वाढून समुद्राच्या पातळीही उंचावत आहेत.

३.३.२. बाष्प / पाण्याची वाफ (Water Vapour)- बाष्प म्हणजे वायूरूप अवस्थेतील पाणी होय. बाष्प वातावरणातील एक महत्वाचा व सर्वात जास्त बदलणारा घटक आहे. वातावरणातील बाष्प सूर्य व भूपृष्ठाकडून उत्सर्जित होणारी काही उष्णता शोषून घेते. त्यामुळे पृथ्वीचे तापमान संतुलित राहण्यास मदत होते. तसेच वातावरणातील ढग, धुके, दव, दहिवर, पाऊस, हिमवृष्टी, गारपीट इ. घटना बाष्पामुळेच निर्माण होतात.

हवेची बाष्पधारण करण्याची क्षमता तिच्या तापमानावर अवलंबून असते. जास्त तापमानास हवा जास्त बाष्प धारण करते तर कमी तापमानास कमी बाष्प धारण करते.

वेगवेगळ्या तापमानास १ घनमीटर आकारमानाच्या हवेची कमाल बाष्पधारणक्षमता

तापमान °से.	बाष्प प्रमाण (ग्रॅममध्ये)	तापमान °से.	बाष्प प्रमाण (ग्रॅममध्ये)
-२५	०.६४	१०	९.४०
-२०	१.०५	१५	१२.८३
-१५	१.५८	२०	१७.३०
-१०	२.३१	२५	२३.०४
-५	३.२६	३०	३९.३७
०	४.८४	३५	३९.५९
५	६.७९	४०	५१.११

सौरऊर्जेमुळे पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन बाष्पाची निर्मिती होते. वातावरणातील बाष्पाचे प्रमाण ० ते ४% दरम्यान आढळते. (वातावरणातील सर्व बाष्पाचे सांद्रीभवन

होऊन पर्जन्य पडल्यास पृथ्वीवर २.५ सें.मी. किंवा १ इंचाचा पाण्याचा थर तयार होऊ शकतो.) बाष्पाचे प्रमाण स्थळ व काळ सापेक्ष असून त्यात उंचीनुसार घट होते. वातावरणातील सुमारे ९०% बाष्प भूपृष्ठापासून ६ कि.मी. उंचीच्या खाली आढळते.

३.३.३. धुलीकण (Dust Particles)- वातावरणातील अतिसूक्ष्म असे घन स्वरूपातील कण म्हणजे धुलीकण होय.

प्रकार- धुलीकण दोन प्रकारचे असतात.

१. **सॅद्रिय धुलीकण-** परागकण, वनस्पतींच्या बिया, सूक्ष्म जीव-जंतू इ.

२. **असॅद्रिय धुलीकण-** क्षार, धूळ / बारीक माती, धूर / काजळी, राख, परागकण, आणि विघटित उल्काचे कण इ.

वातावरणात सॅद्रिय धुलीकणांपेक्षा असॅद्रिय धुलीकण मोठ्याप्रमाणात आढळतात.

निर्मिती कारणे- धुलीकणांची निर्मिती दोन कारणांनी होते.

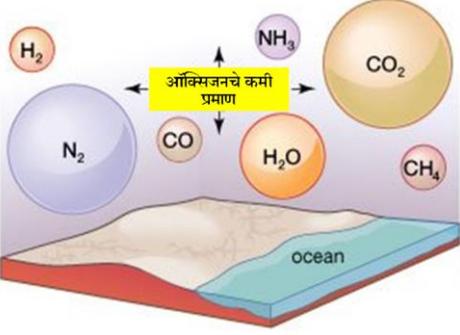
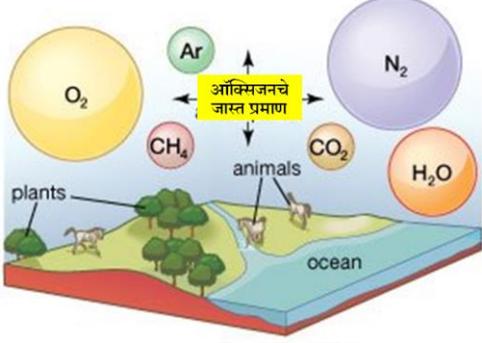
१. **नैसर्गिक-** ज्वालामुखी उद्रेक, उल्कापात, वणवे, वादळ-वारे, विदारण, सागरी लाटा, प्राण्यांचे खुर, परागीभवन, वनस्पती-प्राणी अवशेष कुजणे इ.

२. **कृत्रिम-** बांधकाम, खाणकाम, वाहतूक, नांगरणी, कारखाने इ.

धुलीकणांमुळे सूर्यप्रकाशाचे विकिरण (scattering), शोषण (absorption) व परावर्तन (reflection) होते. त्यामुळे सूर्योदयापूर्वी व सूर्यास्तानंतर संधीप्रकाश पसरतो, पृथ्वीचे तापमान संतुलन साधले जाते, तसेच आकाश निळे दिसते. धुलीकण बाष्पशोषक अणू (hygroscopic nuclei) म्हणूनही महत्वाचे आहेत. कारण धुलीकणांच्या संपर्कात हवेतील बाष्प आल्यावर सांद्रिभवनाची क्रिया होऊन जलकण किंवा थेंब तयार होतात आणि त्यामुळेच ढग, धुके, दव, पर्जन्य इ. ची निर्मिती होते.

धुलीकणांचे प्रमाण उंचीनुसार कमी होते. सामान्यतः जास्त उंचीवर सूक्ष्म व हलके धुलीकण असतात तर भूपृष्ठालगत मोठे व जड धुलीकण असतात. तसेच धुलीकणांचे वातावरणातील प्रमाण सागरी प्रदेशापेक्षा भूप्रदेशावर जास्त असते. विशेषतः ज्वालामुखी व औद्योगिक क्षेत्रातील वातावरणात धुलीकणांचे प्रमाण खूपच जास्त असते.

**सजीवांच्या आधीच्या आणि आधुनिक काळातील पृथ्वीच्या वातावरणाची तुलना
(Comparison of Earth's prebiotic and modern atmospheres)**

सजीवांच्या आधीचे वातावरण	आधुनिक वातावरण
	
<p>पृथ्वीवर जीवन सुरू होण्यापूर्वी पृथ्वीचे वातावरण मोठ्या प्रमाणात नायट्रोजन आणि कार्बन डायऑक्साईड वायूंचे बनलेले होते. ऑक्सिजन मुक्त स्वरूपात नव्हता.</p>	<p>पृथ्वीवर प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या जीवांचे प्रमाण वाढल्यानंतर कार्बन डायऑक्साईडचा बराचसा भाग ऑक्सिजनने बदलला. ऑक्सिजन मुक्त स्वरूपात आहे.</p>

३.४ वातावरणाची रचना (Structure of the Atmosphere):

‘वातावरणाची रचना’ ही संज्ञा वातावरणातील तापमान, दाब, घनता आणि रासायनिक संरचना यांच्यात उंचीनुसार जी भिन्नता आढळते त्यासाठी वापरली जाते.

वातावरण सुमारे १०,००० कि.मी. उंचीपर्यंत मानले जात असले तरी मानवाने केवळ भूपृष्ठालगतच्या वातावरणाचा (सुमारे १६ कि.मी. उंचीपर्यंत) पद्धतशीरपणे अभ्यास केलेला आहे. वातावरणाच्या वरच्या भागाचा अभ्यास फुगे (Balloon), विमान, रेडिओ-लहरी, अवकाशयान व उपग्रह यावर आधारलेला आहे. तथापि, वातावरणाची माहिती अद्याप अपुरी आणि अस्पष्ट आहे.

तापमान स्थितीच्या आधारे संपूर्ण वातावरण चार मुख्य थरात विभागता येते-

१. तपांबर २. स्थितांबर ३. मध्यांबर ४. औष्णिकांबर

१. तपांबर (Troposphere)- वातावरणाचा सर्वात खालचा भाग म्हणजे तपांबर होय. या थरात जवळजवळ सर्व हवेच्या स्थिती / अविष्कार निर्माण होतात. उदा. ढग, धुके, पर्जन्य, हिमवृष्टी, गारपीट, वादळे इ. या थराला खालचे वातावरण (Lower Atmosphere) असेही म्हणतात.



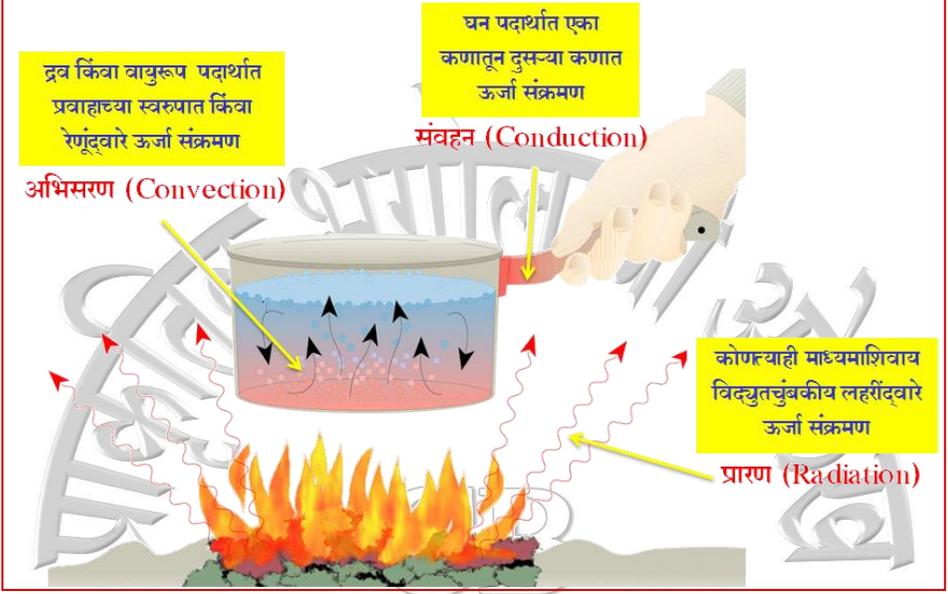
तापमान स्थिती- या थरात वाढत्या उंचीनुसार तापमान कमी-कमी होत जाते. तापमान कमी होण्याचे सरासरी प्रमाण एक कि.मी. उंचीस ६.५° से. इतके असते. या प्रमाणाला सामान्य तापमान घटदर / लोपदर (Normal Lapse Rate) असे म्हणतात. तपांबराच्या वरच्या पातळीवर तापमान -५६.५° सेल्सिअस पर्यंत पोहचते.

घनता व दाब स्थिती- या थरात हवेचा दाब आणि हवेची घनता देखील उंचीसह कमी होते. या थरात हवेचा दाब समुद्रसपाटीवर १,०१३.२५ मिलिबार तर ११ कि.मी. उंचीवर २२६ मिलिबार असतो.

वातावरणाचा अभिसरण प्रवाह विभाग (Convictional Zone of Atmosphere)- संवहन (Conduction), अभिसरण (Convection) व उत्सर्जन / प्रारण (Radiation) या तीन उष्णता संक्रमण क्रियांमुळे तपांबरातील हवा तापते तसेच थंड होते. या तीन क्रियांपैकी अभिसरण क्रिया सातत्याने घडत असून ती वारे व

समुद्रप्रवाह निर्मितीसाठी महत्वाची आहे. त्यामुळे तपांबरास वातावरणाचा अभिसरण प्रवाह विभाग असे म्हणतात.

ऊर्जा संक्रमणाच्या क्रिया



तपस्तब्धी (Tropopause)- तपांबराच्या वरच्या सीमेलगतच्या अरुंद संक्रमण विभागास तपस्तब्धी असे म्हणतात. तपस्तब्धीमध्ये तापमान स्थिर असते.

२. स्थितांबर (Stratosphere)- तपांबराच्या पलीकडील वातावरणाच्या थराला स्थितांबर असे म्हणतात. या थरात सतत पश्चिमेकडून पूर्वेस वेगवान वारे वाहतात.

विस्तार- हा थर पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सरासरी ११ ते ५० कि.मी. उंची दरम्यान पसरलेला आहे.

वस्तुमान- या थराने वातावरणाच्या एकूण वस्तुमानापैकी १९.९% वस्तुमान व्यापलेले आहे.

तापमान स्थिती- या थरात सुरुवातीला २० कि.मी. उंचीपर्यंत तापमान स्थिर असते. या स्थिर तापमानाच्या विभागास समताप विभाग (Isothermal Zone) असे म्हणतात. २० कि.मी. उंची पलीकडे तापमान उंचीनुसार वाढत जाते. या थरात तापमान -५६.५° सेल्सिअस पासून -२.५° सेल्सिअस पर्यंत वाढते.

घनता व दाब स्थिती- तपांबराच्या तुलनेत वातावरणाचा हा भाग कोरडा व कमी दाट आहे. या थरातही उंचीनुसार घनता व दाब कमी होत जातो. सुमारे ५० कि.मी. उंचीवर हवेचा दाब १ मिलिबार असतो.

ओझोनांबर (Ozonosphere)- स्थितांबरात भूपृष्ठापासून १५ ते ३५ कि.मी. उंची दरम्यान ओझोन वायूचे मोठ्याप्रमाणात केंद्रीकरण झालेले आढळते. या विभागालाच ओझोनांबर असे म्हणतात. या थरात सूर्याची अतिनील किरणे शोषली जातात त्यामुळे पृथ्वीवरील जीवनाचे संरक्षण होते.

स्थितस्तब्धी (Stratopause)- स्थितांबराच्या वरच्या मर्यादेस स्थितस्तब्धी असे म्हणतात. तपस्तब्धीप्रमाणे स्थितस्तब्धीमध्ये तापमान स्थिर असते.

३. मध्यांबर (Mesosphere)- स्थितांबराच्या पलीकडील वातावरणाच्या थराला मध्यांबर असे म्हणतात. हा वातावरणाचा सर्वात थंड भाग आहे. वातावरणात प्रवेश करणाऱ्या बहुतांशी उल्का (meteors) या थरातच जळतात.

विस्तार- हा थर पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सरासरी ५० ते ८० कि.मी. उंची दरम्यान पसरलेला आहे.

तापमान स्थिती- या थरात वाढत्या उंचीनुसार तापमान कमी होते. ८० कि.मी. उंचीवर तापमान -१००° सेल्सिअस पर्यंत पोहोचते.

घनता व दाब स्थिती- या थरात उंचीनुसार घनता व दाब कमी होत जातो.

मध्यस्तब्धी (Mesopopause)- मध्यांबराची वरची मर्यादा मध्यस्तब्धी म्हणून ओळखली जाते.

४. औष्णिकांबर (Thermosphere)- मध्यांबरावरील वातावरणास औष्णिकांबर असे म्हणतात. हा वातावरणाचा सर्वात उष्ण थर आहे. यालाच वरचे वातावरण (Upper Atmosphere) असेही म्हणतात.

विस्तार- भूपृष्ठापासून ८० ते सुमारे १०,००० कि.मी. उंचीपर्यंत (वातावरणाच्या अंतिम मर्यादेपर्यंत) या थराचा विस्तार आहे.

तापमान स्थिती- या थरात उंचीनुसार वेगाने तापमान वाढत जाते. ते १,०००° सेल्सिअस पेक्षा जास्त वाढते.

दाब व घनता स्थिती- या थरात वायूंचे प्रमाण अत्यल्प व विरळ असते. त्यामुळे हवेची घनता व दाब उंचीनुसार खूपच कमी होत जातो.

उपविभाग- औष्णिकांबर थराचे दोन उपविभाग आहेत- अ) आयानांबर ब) बाह्यांबर

अ) आयानांबर (Ionosphere)- हा थर पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ८० ते ६४० कि.मी. दरम्यान स्थित आहे. या थरात सूर्याच्या अतिनील, एक्स-रे आणि गॅमा किरणोत्सर्जनामुळे ऑक्सिजन व नायट्रोजनचे अणू व रेणू विद्युत्भारित होऊन आयनांची निर्मिती होते, म्हणून या थराला आयानांबर असे म्हणतात. या थरामध्ये तापमान उंचीनुसार वाढते. या थराने वातावरणाच्या एकूण वस्तुमानाच्या ०.१% पेक्षा कमी वस्तुमान धारण केलेले आहे. या थरामुळेच पृथ्वीवरून प्रसारित केलेल्या रेडिओ लहरी पृथ्वीवर परावर्तीत होतात. या थरामुळे अरोरा (Aurora) प्रकाश (ध्रुवीय प्रदेशातून रात्री दिसणारा विविध रंगीबेरंगी प्रकाश) देखील निर्माण होतो.

आयानांबराचे उपथर: आयानांबराचे चार उपथर आहेत:

उपथर	डी (D)	ई (E)	एफ (F)		जी (G)
			F ₁	F ₂	
विस्तार (कि.मी.)	८०-९९	९९-१५०	१५०-२००	२००-४००	४००-६४०

डी (D) थर- हा थर कमी वारंवारतेच्या रेडिओ लहरी परावर्तीत करतो, परंतु मध्यम आणि उच्च (जास्त) वारंवारतेच्या लहरी शोषून घेतो. हा थर सूर्यास्ताबरोबर अदृश्य होतो कारण हा थर सौरउत्सर्जनाशी संबंधित आहे. या थरात आयन निर्मिती सर्वाधिक होते.

ई (E) थर- या थराला केनीली-हेव्हिसाइड थर (Kennelly-Heaviside Layer) देखील म्हटले जाते. हा थर मध्यम आणि उच्च वारंवारतेच्या रेडिओ लहरी परावर्तीत करतो. हा थरही सूर्यास्ताबरोबर अदृश्य होतो. या थराची आयनीकरण तीव्रता डी थरापेक्षा कमी आहे.

एफ (F) थर- या थराला अप्लटन थर (Appleton Layer) असेही म्हणतात. या थराचे F₁ व F₂ असे दोन उपविभाग आहेत. F₁ थर रात्री अदृश्य होतो. या थरातून मध्यम व उच्च वारंवारतेच्या रेडिओ लहरी परावर्तीत होतात. F₂ थर दिवस-रात्र कायम असतो. हा थर जास्त अंतरावर उच्च वारंवारतेच्या रेडिओ लहरी पोहचवण्यास उपयुक्त आहे.

जी (G) थर- या थरात मुक्त इलेक्ट्रॉनची निर्मिती होते.

अरोरा प्रकाश (Aurora)



ब) बाह्यांबर (Exosphere)- पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ६४० कि.मी. उंची पलीकडील संपूर्ण वातावरणास बाह्यांबर असे म्हणतात. हा थर पृथ्वीच्या वातावरणाचा सर्वात बाह्य भाग असून प्रामुख्याने हायड्रोजन व हेलियम पासून बनलेला आहे. या थराची घनता इतकी कमी आहे की त्यातील कण (अणू, रेणू किंवा आयन) सहजासहजी एकत्र येत नाहीत. या थराच्या बाह्य मर्यादेवर तापमान $५,५६८^{\circ}$ सेल्सिअस इतके पोहचते. या थरातच मानवनिर्मित उपग्रह पृथ्वीच्या प्रदक्षिणा करतात.

३.४.१ वातावरणाच्या संरचनेबाबत आधुनिक दृष्टीकोन (Modern View Regarding the Structure of Atmosphere):

वातावरणाच्या रासायनिक संरचनेनुसार संपूर्ण वातावरण दोन विस्तृत थरात विभागले गेले आहे.

१. समावरण (Homosphere)

२. विषमावरण (Heterosphere)

१. समावरण / होमोस्फियर (Homosphere)- 'Homosphere' या शब्दाचा अर्थ 'एकसमान रचनेचा विभाग' असा आहे. यात वातावरणाचा खालचा भाग (Lower

Atmosphere : तपांबर) व मधला भाग (Middle Atmosphere : स्थितांबर व मध्यांबर) समाविष्ट होतो. या विभागात वायूंचे प्रमाण वेगवेगळ्या उंचीवर / पातळीवर एकसारखे आहे. हा भाग पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे ८० कि.मी. उंचीपर्यंत पसरलेला आहे. या विभागाचे तीन उप-थर आहेत-

(अ) तपांबर (Troposphere)

(ब) स्थितांबर (Stratosphere)

(क) मध्यांबर (Mesosphere)

प्रत्येक उप-थर अत्यंत उथळ संक्रमण क्षेत्राद्वारे विभक्त केला जातो. त्यांना तपस्तब्धी (Tropopause), स्थितस्तब्धी (Stratopause) व मध्यस्तब्धी (Mesopause) असे म्हणतात.

२. विषमावरण / हेटरोस्फीयर (Heterosphere)- पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ८० कि.मी. उंचीपलीकडील वातावरण हेटरोस्फीयर म्हणून ओळखले जाते. या विभागामध्ये वायूंचे प्रमाण एकसारखे नसते आणि वायूंची घनता खूप कमी असते. यात वातावरणाचा वरचा भाग (Upper Atmosphere) समाविष्ट होतो. हा विभाग चार वायूंच्या स्तरांनी बनलेला आहे-

(अ) नायट्रोजन थर (Nitrogen Layer) (ब) ऑक्सिजन स्तर (Oxygen Layer)

(क) हेलियम थर (Helium Layer) (ड) हायड्रोजन थर (Hydrogen Layer)

वेगवेगळ्या वायूंच्या या विभागामध्ये स्पष्ट सीमा नसतात परंतु पुसटशी संक्रमणकालीन सीमा क्षेत्रे असतात.

(अ) नायट्रोजन थर- या थरामध्ये नायट्रोजनचे प्राबल्य आहे. हा थर पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ८० कि.मी. ते २०० कि.मी. पर्यंत पसरलेला आहे.

(बी) ऑक्सिजन थर- हा थर नायट्रोजन थराच्या वर आहे आणि २०० कि.मी. ते १,१२० कि.मी. दरम्यान पसरलेला आहे. हा थर ऑक्सिजन पासून बनलेला आहे.

(क) हेलियम थर- पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १,१२० कि.मी. ते ३,५२० कि.मी. दरम्यान हा थर पसरलेला आहे. हा थर हेलियम पासून बनलेला आहे.

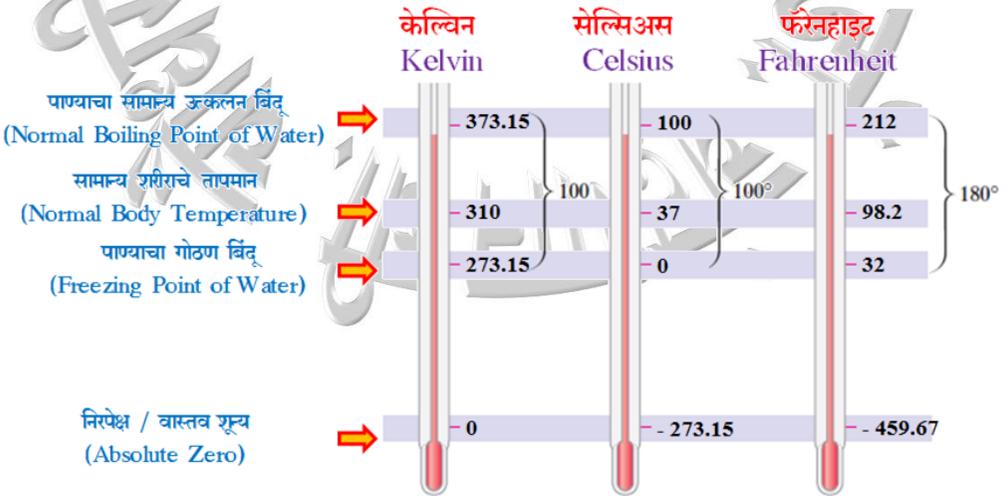
(डी) हायड्रोजन थर- हा वातावरणाचा सर्वात वरचा थर असून तो हेलियम थराच्या वर आहे. हा थर हायड्रोजनने बनलेला आहे.

केमोस्फीयर (Chemosphere)– केमोस्फीयर म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १९ ते ८० कि.मी. उंची दरम्यानचा वातावरणाचा असा भाग की ज्यामध्ये प्रकाश-रासायनिक अभिक्रिया (Photo-Chemical Reaction) होतात.

३.५ तापमान (Temperature):

तापमान म्हणजे पदार्थातील कणांच्या सरासरी गतीज उर्जेचे मोजमाप होय. (जेव्हा तापमान वाढते तेव्हा पदार्थातील कणांची गती वाढते याउलट तापमान कमी झाल्यावर गती मंदावते.) तापमानाचा संबंध सूर्यापासून मिळणाऱ्या उष्णतेशी असतो. तापमान ही एक नैसर्गिक बाब आहे, जी पदार्थ किती उष्ण किंवा थंड आहे हे व्यक्त करते. सजीव कोणत्या परिस्थितीत टिकून राहू शकतात हे ठरवण्यात तापमान महत्त्वाची भूमिका बजावते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील जागतिक सरासरी तापमान 288 K, 15⁰ C, किंवा 59⁰ F आहे.

तापमान मोजण्यासाठी तापमापक (Thermometer) उपकरण वापरले जाते. तापमान सेल्सिअस (C), फॅरेनहाइट (F), रँकाइन (R), न्यूटन (N), रोमर (Rø), रेउमुर (Ré), डेलिड्रल (De) एककात व्यक्त केले जाते. केल्विन (K) हे तापमानाचे आंतरराष्ट्रीय प्रमाणित एकक आहे.



३.५.१ तापमान वितरण (Temperature Distribution)– तापमान हे हवेच्या घटकांमधील एक स्वतंत्र घटक आहे. विविध प्रकारची हवास्थिती, हवामान, वन क्षेत्र, प्राणी जीवन आणि मानवी क्रिया इ. तापमानाच्या वितरणावर अवलंबून असतात. म्हणून, तापमान वितरणाचा अभ्यास खूप महत्त्वाचा आहे.

स्थळ व काळानुसार तापमान स्थितीचा अभ्यास म्हणजे तापमान वितरण होय.

तापमान वितरणाचे प्रकार व उपप्रकार–

तापमान वितरण (Temperature Distribution)

कालनिहाय
(Temporal)

भौगोलिक / स्थलनिहाय
(Geographical / Spatial)

१. दैनिक (Diurnal)

२. मासिक (Monthly)

३. हंगामी (Seasonal)

४. वार्षिक (Annual)

१. उभे (Vertical)

२. क्षितीज समांतर / आडवे
(Horizontal)

A. कालनिहाय तापमान वितरण (Temporal Temperature Distribution)–

१. दैनिक तापमान वितरण (Diurnal Temperature Distribution)– एका दिवसातील (२४ तासातील) तापमानाचा आढावा.

२. मासिक तापमान वितरण (Monthly Temperature Distribution)– कोणत्याही एका महिन्यातील तापमानाचा आढावा.

३. हंगामी तापमान वितरण (Seasonal Temperature Distribution)– उन्हाळा व हिवाळा ऋतूतील किंवा जानेवारी व जुलै महिन्यातील तापमानाचा आढावा.

४. वार्षिक तापमान वितरण (Annual Temperature Distribution)– संपूर्ण वर्षभरातील (१२ महिन्यातील) तापमानाचा आढावा.

B. भौगोलिक किंवा स्थलनिहाय (Geographical / Spatial Temperature Distribution)–

१. उभे तापमान वितरण (Vertical Temperature Distribution)- पृथ्वीच्या वातावरणातील उंचीनुसार तापमानाचे वितरण म्हणजे उभे तापमान वितरण. वातावरणातील तापमानाच्या निरीक्षणावरून असे आढळून आले आहे की, भूपृष्ठापासून जसजसे उंच जावे तसतसे तापमान कमी होत जाते. तपांबर (Troposphere) थरात, सामान्यतः १६० मीटर उंचीला १ अंश सेल्सिअस तापमान कमी होते. या तापमान कमी होण्याच्या दराला सामान्य लोप दर (Normal Lapse Rate) असे म्हणतात. हा दर एकसमान नसतो. दिवसाची वेळ, ऋतू / हंगाम आणि स्थानानुसार त्यात बदल होतो.

खालील तीन कारणांमुळे हवेचे तापमान उंचीनुसार कमी होते-

i) वहन (Conduction) संवहन (Convection) आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील दीर्घ-लहरी उत्सर्जन (Long-Wave Radiation) हे वातावरणातील उष्णतेचे प्रमुख स्रोत आहेत. म्हणून, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ असलेले हवेचे थर या प्रक्रियांद्वारे जास्त उष्णता शोषून घेतात.

ii) समुद्रसपाटी किंवा पृष्ठभागाजवळ, वरील सर्व हवेच्या थरांच्या वजनामुळे हवेचा दाब जास्त असतो. तथापि, हवेचा दाब वरच्या दिशेने वेगाने कमी होतो. त्यामुळे वरच्या वातावरणापेक्षा खालच्या वातावरणात हवेची घनता जास्तीत जास्त असते.

iii) भूपृष्ठापासून उत्सर्जित होणारी उष्णता वातावरणातील पाण्याची वाफ, वायू आणि धूलिकण शोषून घेतात. हे घटक वातावरणाच्या खालच्या भागात जास्त असतात तर वरच्या भागात वाढत्या उंचीनुसार वेगाने कमी होतात. त्यामुळे वातावरणाच्या खालच्या भागाचे तापमान वातावरणाच्या वरच्या भागापेक्षा जास्त असते.

२. क्षितीज समांतर / आडवे तापमान वितरण (Horizontal Temperature Distribution)- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील अक्षांशांनुसार तापमानाचे वितरण म्हणजे क्षितीज समांतर वितरण. हे वितरण समताप (Isotherm) रेषांच्या सहाय्याने नकाशात दर्शविले जाते. (समताप रेषा म्हणजे समान तापमान असलेली स्थाने जोडणारी रेषा). जागतिक तापमान वितरण अभ्यासण्यासाठी सामान्यतः जानेवारी व जुलै महिन्यातील समताप रेषा विचारात घेतल्या जातात.

वेगवेगळ्या अक्षांशांवरील वार्षिक सरासरी तापमान

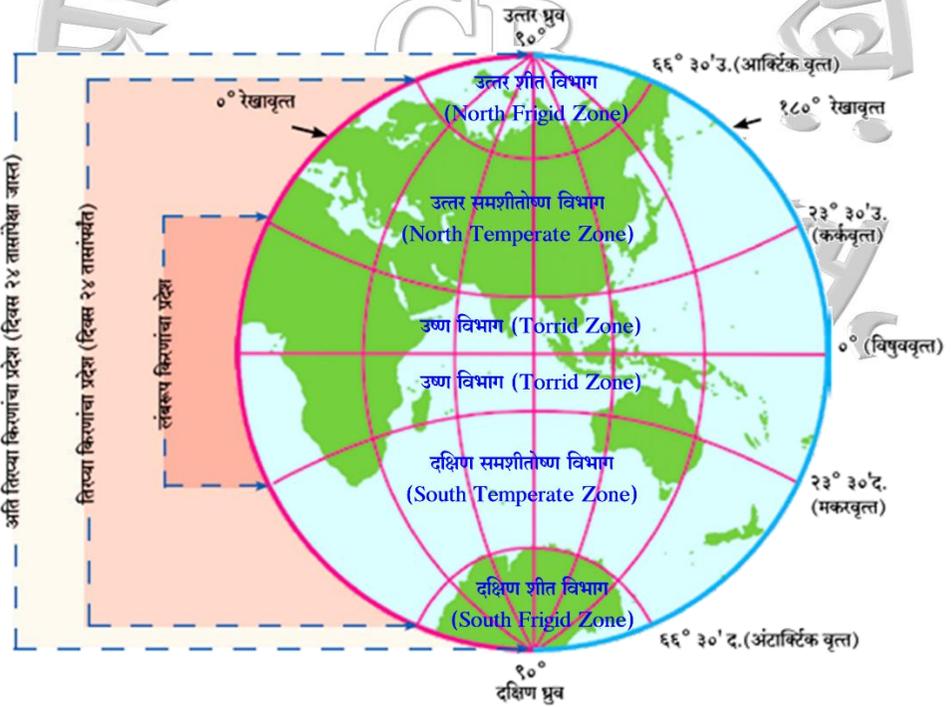
अक्षांश		0°	१0°	२0°	३0°	४0°	५0°	६0°	७0°	८0°
उत्तर गोलार्ध	(°F)	७९.२	८०.१	७७.५	६८.५	५७.२	४२.३	३०.२	१४.०	१.९
	(°C)	२६.२	२६.७	२५.३	२०.३	१४.०	५.७	-१.०	-१०.०	-१६.७
दक्षिण गोलार्ध	(°F)	७९.०	७७.५	७३.४	६५.१	५३.६	४२.१	३१.६	११.३	-३.६
	(°C)	२६.१	२५.३	२३.०	१८.४	१२.०	५.६	-०.२	-११.५	-१९.८

३.५.२ उष्णता विभाग / कटिबंध (The Heat Zones)- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर

सूर्यकिरण वेगवेगळ्या स्वरूपात पडतात, त्यामुळे क्षितीज समांतर तापमानात भिन्नता निर्माण होते. या तापमान भिन्नतेच्या विभागांना उष्णता विभाग असे म्हणतात.

पृथ्वीवर तीन प्रकारचे उष्णता विभाग आहेत.

१. उष्ण विभाग (Torridd Zone)
२. समशीतोष्ण विभाग (Temperate Zone)
३. शीत विभाग (Frigid Zone)



१. उष्ण विभाग (Torrid Zone)- हा पृथ्वीवरील सर्वाधिक उष्णतेचा विभाग आहे. हा विभाग (विषुववृत्ताच्या दोन्ही बाजूस) २३.५ अंश उत्तर म्हणजेच कर्कवृत्त आणि २३.५ अंश दक्षिण म्हणजेच मकरवृत्त या अक्षवृत्तांच्या दरम्यान आहे. या विभागात वर्षभर कोठे ना कोठे सूर्यकिरण लंबरूप पडतात.

२. समशीतोष्ण विभाग (Temperate Zone)- हा विभाग उष्ण विभागापेक्षा कमी उष्ण तर शीत विभागापेक्षा जास्त उष्ण आहे. हा विभाग उत्तर व दक्षिण गोलार्धात २३.५ अंश ते ६६.५ अंश अक्षवृत्तांच्या दरम्यान आहे. या विभागात सूर्यकिरण तिरकस पडतात. दिवस किंवा रात्र २४ तासांपर्यंत असते.

उत्तर समशीतोष्ण विभाग (North Temperate Zone)- कर्कवृत्त (२३.५ अंश उत्तर) आणि आर्क्टिक वृत्त (६६.५ अंश उत्तर) दरम्यानचा भाग म्हणजे उत्तर समशीतोष्ण विभाग होय.

दक्षिण समशीतोष्ण विभाग (South Temperate Zone)- मकरवृत्त (२३.५ अंश दक्षिण) आणि अंटार्क्टिक वृत्त (६६.५ अंश दक्षिण) दरम्यानचा भाग म्हणजे दक्षिण समशीतोष्ण विभाग होय.

३. शीत विभाग (Frigid Zone)- हा पृथ्वीवरील सर्वात कमी उष्णतेचा विभाग आहे. हा विभाग उत्तर व दक्षिण गोलार्धात ६६.५ अंश ते ९० अंश अक्षवृत्तांच्या दरम्यान आहे. या विभागात सूर्यकिरणे अति तिरकस पडतात. दिवस किंवा रात्र २४ तासांपेक्षा मोठी असते. ध्रुवांजवळ दिवस किंवा रात्र सहा महिने कालावधीचे असतात.

उत्तर शीत विभाग (North Frigid Zone)- आर्क्टिक वृत्त (६६.५ अंश उत्तर) आणि उत्तर ध्रुव (९० अंश उत्तर) दरम्यानचा भाग म्हणजे उत्तर शीत विभाग होय.

दक्षिण शीत विभाग (South Frigid Zone)- अंटार्क्टिक वृत्त (६६.५ अंश दक्षिण) आणि दक्षिण ध्रुव (९० अंश दक्षिण) दरम्यानचा भाग म्हणजे दक्षिण शीत विभाग होय.

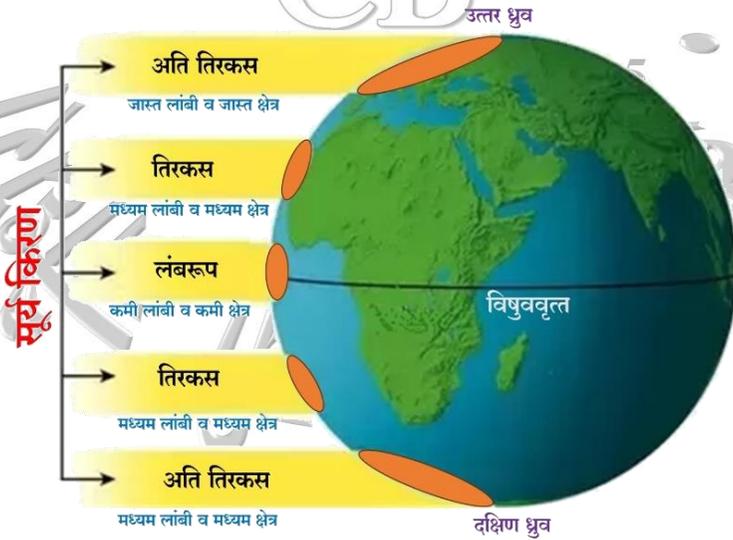
३.५.३ क्षितीज समांतर तापमान वितरणावर परिणाम करणारे घटक (Factors Affecting on Horizontal Temperature Distribution)-

१. सूर्यकिरणांचा कोन (Angle of Sun Rays)- विषुववृत्तापासून ध्रुवांकडे सूर्यकिरण भूपृष्ठावर अधिकाधिक तिरकस पडतात. त्यामुळे विषुववृत्तापासून ध्रुवांकडे तापमान कमी-कमी होते. विषुववृत्तीय प्रदेशात वर्षभर सूर्यकिरण लंबरूप पडतात,

लंबरूप सूर्यकिरण कमी लांबीचे असतात व भूपृष्ठावर कमी जागा व्यापतात. त्यामुळे विषुववृत्तीय प्रदेशात तापमान जास्त असते. याउलट, ध्रुवीय प्रदेशात सूर्यकिरण अतितिरकस पडतात, अतितिरकस सूर्यकिरण जास्त लांबीचे असतात व भूपृष्ठावर जास्त जागा व्यापतात. त्यामुळे ध्रुवीय प्रदेशात तापमान कमी असते. उदा. 2° उत्तर अक्षांशावर असलेल्या सिंगापूरचे वार्षिक सरासरी तापमान 27° C आहे, तर 52° उत्तर अक्षांशावर वसलेल्या लंडनचे वार्षिक सरासरी तापमान 14° C आहे.

२१ मार्च व २२ सप्टेंबर रोजी प्रमुख अक्षवृत्तांवर सूर्यकिरणांचा भूपृष्ठाशी होणारा कोन

अक्षवृत्त	उत्तर ध्रुव (90° उत्तर)	आर्क्टिक (66.4° उत्तर)	कर्कवृत्त (23.4° उत्तर)	विषुववृत्त (0°)	मकरवृत्त (23.4° दक्षिण)	अंटार्क्टिक (66.4° दक्षिण)	दक्षिण ध्रुव (90° दक्षिण)
सूर्यकिरणाचा भूपृष्ठाशी कोन	0°	23.4°	66.4°	90°	66.4°	23.4°	0°



२. सूर्यप्रकाशाचा कालावधी (Duration of Sunlight)-

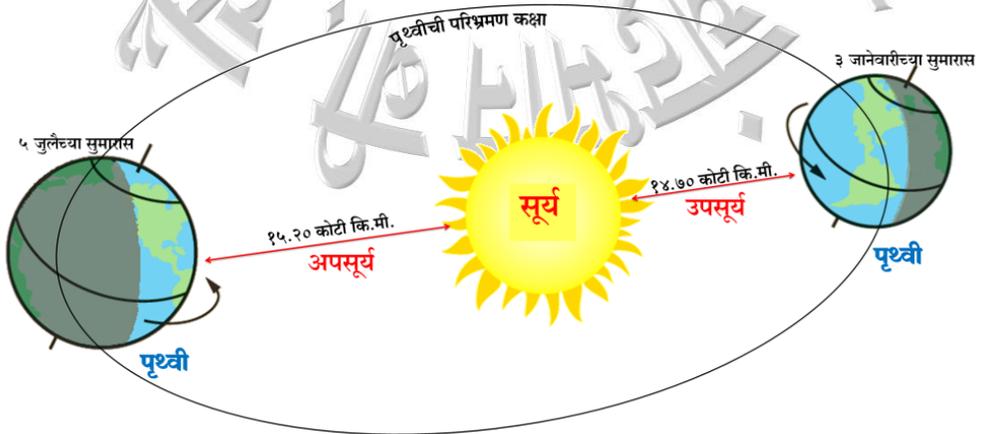
पृथ्वीचे परिभ्रमण व आसाचे तिरपेपण यामुळे पृथ्वीवर निरनिराळ्या अक्षवृत्तांवर दिवस व रात्रीच्या कालावधीत असमानता निर्माण होते. सूर्यप्रकाशाचा कालावधी (म्हणजे

दिवसाची लांबी / प्रकाशाचा कालावधी) जास्त असलेल्या क्षेत्रात किंवा ऋतूत, कमी सूर्यप्रकाश कालावधी असलेल्या क्षेत्राच्या किंवा ऋतूच्या तुलनेत तापमान जास्त असते. विषुववृत्ताजवळ दिवस आणि रात्रीची लांबी वर्षभर तुलनेने स्थिर असते. त्यामुळे वर्षभर तापमान सातत्याने उबदार असते. याउलट, ध्रुवाजवळ दिवस आणि रात्रीची लांबी ऋतूनुसार कमी-जास्त होते. उदा. उन्हाळ्यात सूर्यप्रकाशाचा कालावधी (दिवसाची लांबी) जास्त असतो तर हिवाळ्यात कमी असतो. त्यामुळे ध्रुवीय प्रदेशात उन्हाळ्यातील तापमान हिवाळ्यातील तापमानापेक्षा जास्त असते.

अक्षवृत्तानुसार दिवस / प्रकाश कालावधी

दिन	दिनांक	लंबरूप सूर्यकिरण	दिवस / प्रकाश कालावधी (तासांमध्ये)				
			उत्तर ध्रुव	कर्कवृत्त	विषुववृत्त	मकरवृत्त	दक्षिण ध्रुव
वसंत संपात	२१ मार्च	विषुववृत्त (० अंश अक्षवृत्त)	१२ तास	१२ तास	१२ तास	१२ तास	१२ तास
उन्हाळी अयन	२१ जून	कर्कवृत्त (२३.५ अंश उत्तर अक्षवृत्त)	२४ तास	१३ तास २७ मिनिटे	१२ तास	१० तास ३३ मिनिटे	० तास
शरद संपात	२२ सप्टेंबर	विषुववृत्त (० अंश अक्षवृत्त)	१२ तास	१२ तास	१२ तास	१२ तास	१२ तास
हिवाळी अयन	२२ डिसेंबर	मकरवृत्त (२३.५ अंश दक्षिण अक्षवृत्त)	० तास	१० तास ३३ मिनिटे	१२ तास	१३ तास २७ मिनिटे	२४ तास

३. सूर्यापासून पृथ्वीचे अंतर (Earth's Distance from The Sun)-



पृथ्वीच्या लंबवर्तुळाकार कक्षेमुळे पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यातील अंतर वर्षभरात कमी-जास्त होते. त्याचा परिणाम संपूर्ण ग्रहावरील तापमानाच्या वितरणावर होतो. जानेवारी मध्ये उपसूर्य स्थितीत जेव्हा पृथ्वी सूर्याच्या जवळ असते, तेव्हा सौरऊर्जा जास्त प्राप्त होते परिणामी तापमान वाढते. याउलट, जुलै मध्ये अपसूर्य स्थितीत जेव्हा पृथ्वी सूर्यापासून दूर असते, तेव्हा सौरऊर्जा कमी प्राप्त होते परिणामी तापमान घटते.

४. वातावरणाची पारदर्शकता (Transparency of Atmosphere)- हवेतील एरोसोल, धूळ, पाण्याचे वाफ, ढग इ. घटकांवर वातावरणाची पारदर्शकता अवलंबून असते. वातावरण पारदर्शक असल्यास सूर्यकिरणांना फारसा अडथळा येत नाही. त्यामुळे भूपृष्ठाचे तापमान वाढते याउलट पारदर्शकता कमी असल्यास सूर्यकिरणांचे विकीरण, शोषण व परावर्तन जास्त होते परिणामी भूपृष्ठाचे तापमान कमी राहते.

५. जमीन आणि पाणी गुणधर्म (Land and Water Properties)- जमीन घनरूप, स्थिर आणि अपारदर्शक आहे. जमिनीत सूर्यकिरण कमी खोलीपर्यंत (सुमारे १ मीटर) पोहचतात. याउलट पाणी द्रवरूप, अस्थिर व पारदर्शक आहे, पाण्यात सूर्यकिरण जास्त खोलीपर्यंत (सुमारे २०० मीटर) पोहचतात. तसेच जमिनीची उष्णता क्षमता पाण्यापेक्षा कमी आहे. त्यामुळे पाण्याच्या तुलनेत जमीन लवकर गरम किंवा थंड होते. परिणामी अंतर्गत प्रदेशाच्या तुलनेत किनारपट्टीच्या भागात वर्षभर तापमानात कमी फरक जाणवतो.

दिवस

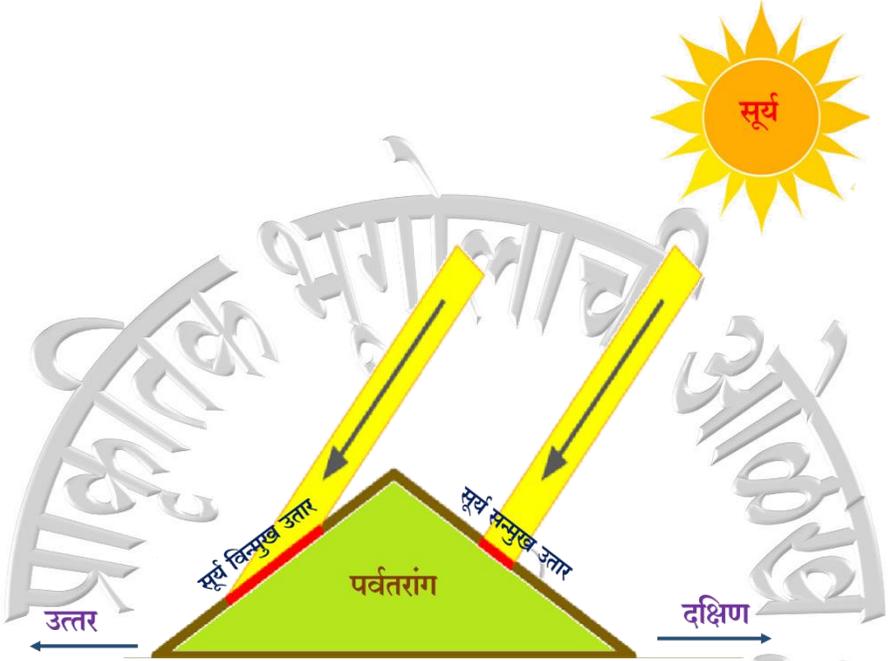


रात्र



६. उताराची बाजू (Aspects of Slope)- उताराची जी बाजू सूर्यासमोर असते त्या बाजूस थेट सूर्यकिरण प्राप्त होतात. हे सूर्यकिरण कमी जागा व्यापतात. त्यामुळे या बाजूचे तापमान वाढते. याउलट सूर्याच्या विरुद्ध बाजूस थेट सूर्यप्रकाश प्राप्त होत नाही.

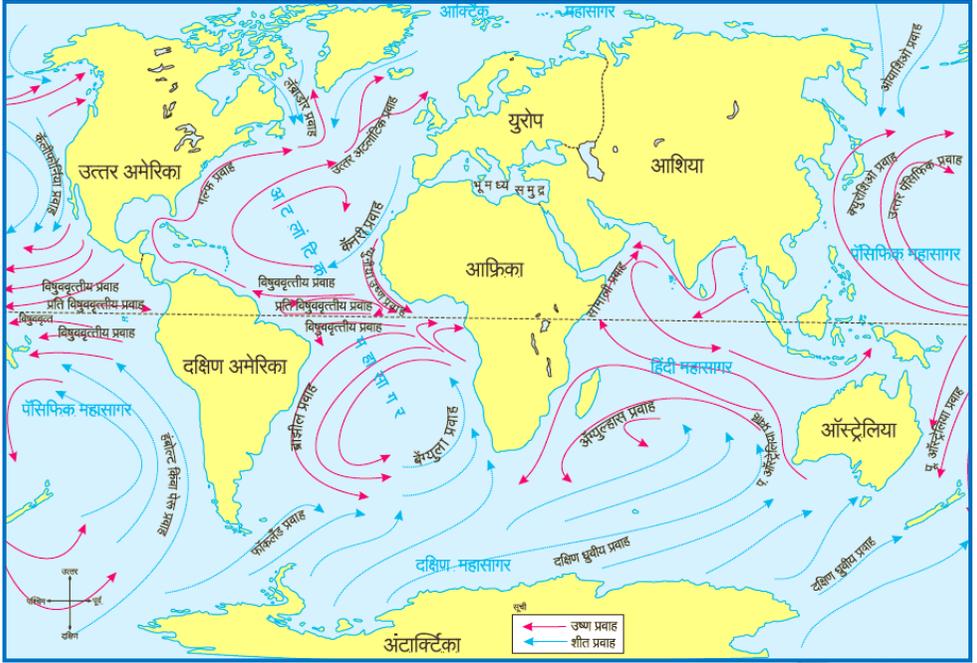
त्यामुळे तापमान कमी असते. या कारणामुळेच हिमालय पर्वताच्या दक्षिण उतारावर तापमान जास्त तर उत्तर उतारावर कमी असते.



७. प्रचलित वारे (Prevailing Winds)- प्रचलित वारे ज्या भागांवरून वाहतात तेथील उष्णता धारण करतात. त्यामुळे उबदार भागातून वाहत येणाऱ्या वाऱ्यामुळे प्रदेशाचे तापमान वाढते तर थंड भागातून वाहत येणाऱ्या वाऱ्यामुळे प्रदेशाचे तापमान कमी होते. उदा. उष्ण चिन्मूक वारे अमेरिकेतील रॉकी पर्वताच्या पूर्वेकडील उतारावर काही मिनिटांतच तापमान ३० ते ४०° F पर्यंत वाढवतात. 'लू' या स्थानिक उष्ण वाऱ्यामुळे उत्तर भारतातील गंगा मैदानात तापमान वाढते.

८. महासागरी प्रवाह (Ocean Currents)- ग्रहीय वारे आणि सागरी पाण्याच्या घनतेतील फरकामुळे समुद्रात प्रवाह निर्माण होतात. साधारणपणे, सर्व महासागरांमध्ये विषुववृत्तापासून ध्रुवाकडे वाहणारे उष्ण प्रवाह आणि ध्रुवापासून विषुववृत्ताकडे थंड प्रवाह वाहतात. हे प्रवाह किनाऱ्याजवळून वाहत असतांना किनारी प्रदेशांच्या तापमानावर परिणाम करतात. किनारी प्रदेशात थंड प्रवाह वाहत असल्यास, त्या प्रदेशातील तापमान कमी होते. याउलट, किनारी प्रदेशात उष्ण प्रवाह वाहत असल्यास त्या प्रदेशाचे तापमान

वाढते. उदा. आखाती उष्ण सागरी प्रवाहामुळे उत्तर अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्याचे आणि युरोपच्या पश्चिम किनाऱ्याचे तापमान वाढते.

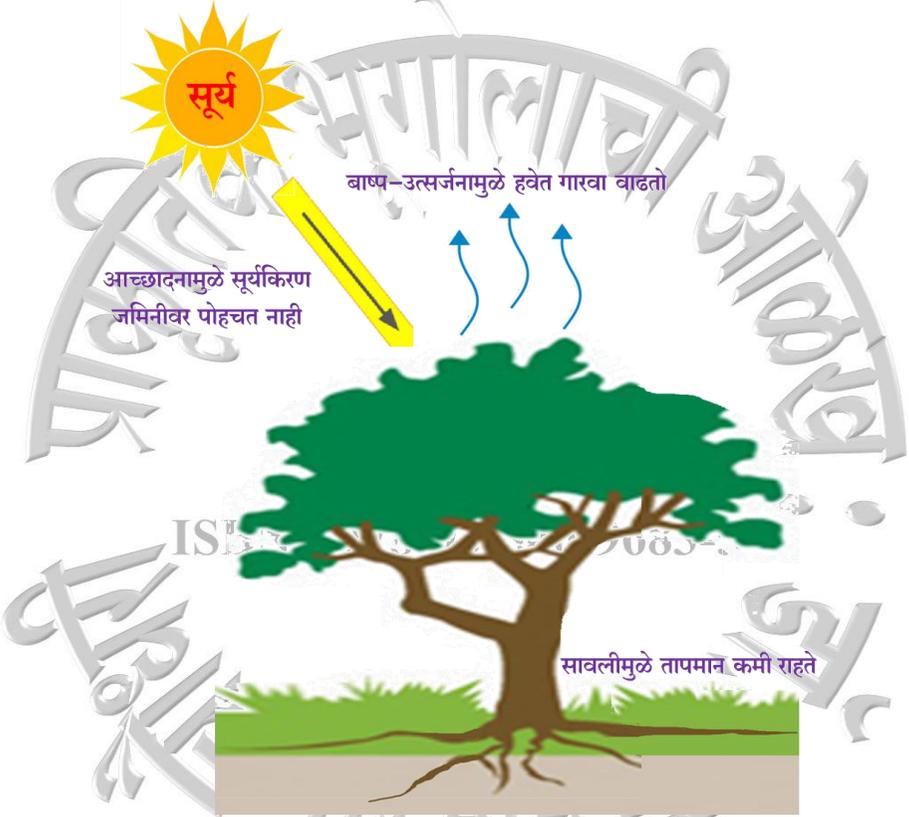


१. उंची (Altitude) वाढत्या उंचीनुसार हवेचा दाब कमी होतो, परिणामी हवा विस्तारते आणि थंड होते. त्यामुळे तापमान सामान्यतः तपांबर थरात १६० मीटर उंचीला १ अंश सेल्सिअस (१ कि.मी.उंचीला ६.५ अंश सेल्सिअस) कमी होत असते. या कारणामुळेच एकाच अक्षवृत्तावरील पर्वतीय प्रदेशात सखल भागापेक्षा तापमान कमी असते.

ठिकाण	समुद्रासपाटी पासून उंची (मीटर)	अक्षवृत्त (उत्तर)	रेखावृत्त (पूर्व)	कमाल तापमान (अंश सेल्सिअस)	किमान तापमान (अंश सेल्सिअस)
मुंबई	१४	१९° ०२'	७२° ५१'	३२.८	१८.८
वाई	७१८	१७° ५७'	७३° ५३'	३५.१	१५.२
महाबळेश्वर	१३५३	१७° ५५'	७३° ४०'	३२.८	१३.६
लुधियाना	२४७	३०° ५५'	७५° ५१'	३९.२	६.५
शिमला	२२७६	३०° ०६'	७७° ११'	२५.३	-१.७

Source- <https://en.climate-data.org/asia/india>

१०. वनस्पती आच्छादन (Vegetation Cover)- वनस्पतींच्या बाष्प-उत्सर्जन प्रक्रियेमुळे हवेत बाष्पाचे प्रमाण वाढते, तसेच वनस्पतींमुळे सूर्यकिरणांना अडथळा येत असल्याने भूपृष्ठावर सावली पडते, त्यामुळे तेथील भूपृष्ठ फारसे तापत नाही. परिणामी तापमान कमी राहते. यामुळेच घनदाट वनस्पती आच्छादन असलेल्या क्षेत्रात तापमान कमी असते. तर, वनस्पती आच्छादन विरळ असलेल्या प्रदेशात तापमान जास्त असते.



११. जमिनीचा प्रकार (Type of Land)- भूपृष्ठावर वेगवेगळ्या प्रकारची जमीन आढळते. उदा. काही ठिकाणी काळ्या रंगाची, काही ठिकाणी लाल किंवा पिवळ्या रंगाची आढळते. तसेच काही ठिकाणी ओली तर काही ठिकाणी कोरडी किंवा काही ठिकाणी चिकण तर काही ठिकाणी वालुकामय असते. या जमीन प्रकारानुसार उष्णता ग्रहणक्षमता कमी-जास्त असते, त्यामुळे तापमानात भिन्नता निर्माण होते. उदा. वालुकामय मृदा चिकण मृदेपेक्षा जास्त उष्णता शोषून घेते, कोरडी जमीन ओल्या

जमिनीपेक्षा जास्त तापते, गर्द काळ्या रंगाची जमीन भुरकट रंगाच्या जमिनीपेक्षा जास्त तापते. हिमाच्छादित जमिनीवर सूर्यप्रकाशाचे परावर्तन जास्त होते त्यामुळे तिचे तापमान खूप कमी राहते.

१२. पर्जन्य (Precipitation)- ज्या प्रदेशात पाऊस पडतो त्या प्रदेशात तापमान तुलनेने कमी असते. कारण पावसामुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग चिखलमय होतो आणि बाष्पीभवन होते. बाष्पीभवनासाठी मोठ्या प्रमाणात उष्णता वापरली जात असल्याने, पृथ्वीचा पृष्ठभाग थंड होतो. याउलट, जेथे हवामान कोरडे असते किंवा पावसाची कमतरता असते, तेथे तापमान खूप जास्त असते. उदा. महाराष्ट्रात पावसामुळे जुलै ते सप्टेंबरमध्ये तापमान कमी होते.

१३. शहरीकरण (Urbanisation)- शहरातील उंच इमारती, सिमेंट काँक्रीटचे रस्ते मोठ्याप्रमाणात उष्णता शोषतात. त्यामुळे शहरी भाग एकप्रकारे उष्णतेची बेटे म्हणून उदयास येतात. त्यांचे तापमान सभोवतालच्या ग्रामीण परिसरापेक्षा जास्त असते.



ISBN: 978-93-340-9683-5

प्रकरण- ४

जलावरण

(Hydrosphere)

४.१ जलावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Hydrosphere)

४.१.१ जलावरण अर्थ (Meaning of Hydrosphere)

४.१.२ जलावरणाची वैशिष्टे (Characteristics of Hydrosphere)

४.२ महासागर तळाची सामान्य रचना (General Structure of Ocean Floor)

४.२.१ महासागर (Ocean):

४.२.२ महासागर तळ रचना (Structure of Ocean Floor)

४.३ महासागर जलाच्या हालचाली (Movements of Ocean Water)

४.३.१ सागरी लाटा (Sea Waves)

४.३.२ महासागरी / समुद्र प्रवाह (Ocean Currents)

४.३.३ भरती-ओहोटी (Tides)

४.१ जलावरण अर्थ व वैशिष्टे (Meaning and Characteristics of Hydrosphere):

४.१.१ जलावरण अर्थ (Meaning of Hydrosphere)-

शब्द उत्पत्तीशास्त्रानुसार 'Hydrosphere' ही इंग्रजी संकल्पना 'Hydro' व 'Sphere' या दोन शब्दांच्या एकत्रीकरणाने तयार झालेली आहे. 'Hydro' हा शब्द 'Hydor' या ग्रीक शब्दापासून तयार झाला असून त्याचा अर्थ जल (Water) असा आहे. तर 'Sphere' हा शब्द 'Sphaira' या ग्रीक शब्दापासून तयार झाला असून त्याचा अर्थ गोल किंवा चेंडू (Globe / Ball) असा आहे.

पृथ्वीवरील पाण्याच्या अस्तित्वास जलावरण असे म्हणतात. जलावरण हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आणि पृष्ठभागाच्या जवळपास पसरलेला पाण्याचा खंडीत थर असून त्यात द्रवरूप, घनरूप व वायुरूप अशा तिन्ही अवस्थेतील पाण्याचा समावेश होतो.

४.१.२ जलावरणाची वैशिष्ट्ये (Characteristics of Hydrosphere):

१. निर्मिती- सुमारे ४६० कोटी वर्षांपूर्वी पृथ्वी अतिउष्ण असा वायूचा गोळा होती. कालांतराने पृथ्वी उष्णता उत्सर्जन प्रक्रियेद्वारे पृष्ठभागाकडून केंद्राकडे हळूहळू थंड होऊ लागली. थंड होत असतांना आधीच अस्तित्वात असलेल्या वातावरणातील बाष्पाचे सांद्रीभवन होऊन सुमारे ४०० कोटी वर्षांपूर्वी पाण्याची निर्मिती झाली व ते पाणी पृथ्वीवरील खोलगट भागात साचून सरोवरे, समुद्र, महासागर इ. जलाशयांची निर्मिती झाली. पृथ्वीच्या निर्मितीपासून आजपर्यंत एकूण पाण्याचे प्रमाण सारखेच आहे.

२. क्षेत्र- पृथ्वीच्या एकूण क्षेत्रफळाच्या ७०.८% (३६१.९३ दशलक्ष चौ.कि.मी.) क्षेत्र समुद्र-महासागरांनी तर ३% क्षेत्र हिमाच्छादन व भूअंतर्गत जलाशयांनी व्यापलेले आहे.

३. विस्तार- जलावरणाच्या विस्ताराबाबत विविधता आढळते कारण जलावरणाचा काही भाग वातावरणात बाष्प स्वरूपात, काही हिमाच्या स्वरूपात तर काही भूपृष्ठावर व भूगर्भात जलाच्या स्वरूपात आहे. सामान्यतः पृथ्वी पृष्ठभागापासून १२ कि.मी. उंच व १०० कि.मी. खोलीपर्यंत पाण्याचे अस्तित्व जाणवते.

४. खोली- पृथ्वीवरील प्रमुख ५ महासागरांचा विचार केला असता, पाण्याची सरासरी खोली ३६८८ मीटर इतकी असून २२.८% भागाची ३,००० मीटर पर्यंत, ७६% भागाची ३,००० ते ६,००० मीटर दरम्यान आणि १.२% भागाची ६,००० मीटर पेक्षा जास्त आहे. महासागरातील सर्वांत खोल ठिकाण नैर्ऋत्य पॅसिफिकमध्ये ग्वॉम व याप बेटांदरम्यान असलेल्या मरियाना खंदकातील (Mariana Trench) चॅलेन्जर गर्ता (Challenger Deep) हे असून त्याची खोली ११,०३४ मीटर आहे.

४. वस्तुमान- पृथ्वीच्या जलावरणाचे वस्तुमान १.४१×१०^{२१} टन (१४१ कोटी अब्ज टन) असून ते पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या ०.०२३% आहे. त्यापैकी सुमारे २०×१०^{१९} टन (२०,००० अब्ज टन) पृथ्वीच्या वातावरणामध्ये पाण्याच्या वाफेच्या स्वरूपात आहे.

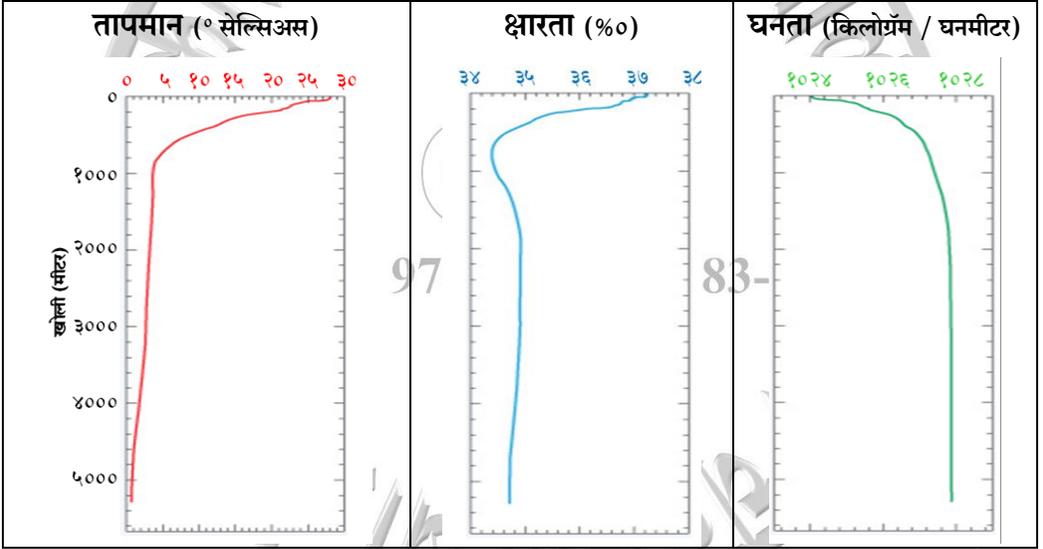
५. आकारमान- पृथ्वीच्या जलावरणातील पाण्याचे एकूण प्रमाण सुमारे १.३८५ अब्ज घन किलोमीटर आहे.

६. क्षारता / लवणता- एक हजार ग्रॅम पाण्यातील विरघळलेल्या सर्व घनरूप द्रव्यांचे एकूण ग्रॅममध्ये दर्शविलेले वजन म्हणजे लवणता होय. लवणता %० (दरहजारी) या चिन्हाने व्यक्त करतात. समुद्रजलाची सरासरी क्षारता दर हजार ग्रॅममध्ये ३४.७५ ग्रॅम

आहे तर नदीच्या किंवा गोड पाण्याची क्षारता दर हजार ग्रॅममध्ये ०.५ ग्रॅम पेक्षा कमी असते.

७. तापमान- महासागरांचे सरासरी तापमान 3.9° से. आहे तर पृष्ठभागी असलेल्या पाण्याचे सरासरी तापमान 17° से. आहे. पृष्ठभागी असलेल्या सागरी पाण्याचे सरासरी तापमान -1.9° से. (ध्रुवीय प्रदेश) ते 30° से. (उपोष्ण कटिबंध उदा., द. चिनी समुद्र) दरम्यान आढळते. बंदिस्त व सीमावर्ती समुद्राच्या काही भागांत यापेक्षा जास्त तापमान आढळते (उदा., इराणच्या आखातात 33° से.). सामान्यतः खोलीनुसार पाण्याचे तापमान क्रमशः घटत जाते मात्र ध्रुवीय प्रदेशांत पृष्ठाकडून खाली जाताना तापमानात विशेष फरक झालेला आढळत नाही.

खोलीनुसार सागरजलाचे तापमान, क्षारता व घनता



८. घनता- सामान्यतः घनता म्हणजे १ घन सेंटीमीटर पाण्याचे ग्रॅममधील वजन होय. सागरजलाची घनता मात्र १ घनमीटर पाण्याचे किलोग्रॅममधील वजन या एककात व्यक्त करतात. एक वातावरणाचा दाब व 0° सेल्सिअस तापमान असताना शुद्ध पाण्याची घनता 999.9 किलोग्रॅम/घनमीटर आणि 35 ‰ लवणतेच्या पाण्याची $1,027.1$ किलोग्रॅम / घनमीटर एवढी असते. महासागरातील पाण्याची सरासरी घनता $1,026$ ते $1,028$ किलोग्रॅम/घनमीटर एवढी आढळते. तथापि वाढती लवणता व वाढता दाब (खोली) यांच्यानुसार घनता वाढते आणि वाढत्या तापमानानुसार घटते. उदा. 35 ‰

लवणता व 0° सेल्सिअस तापमान असलेल्या पाण्याची घनता पृष्ठभागी $1,027.1$ किलोग्रॅम/घनमीटर, $10,000$ मीटर खोलीवर $1,019$ किलोग्रॅम/घनमीटर असते तर 20° सेल्सिअस तापमानाला $1,024.8$ किलोग्रॅम/घनमीटर आणि 30° सेल्सिअस तापमानाला $1,021.75$ किलोग्रॅम/घनमीटर इतकी असते. यामुळेच सामान्यतः विषुववृत्ताकडून वाढत्या अक्षांशाकडे/ध्रुवाकडे (घटते तापमान) घनता वाढत जाते. गोड्या पाण्याची कमाल घनता 4° सेल्सिअस तापमानाला असते तर खान्या पाण्याची त्यापेक्षा खालील तापमानाला असते. कारण सागरी पाण्याचा गोठणबिंदू त्याच्या लवणतेवरही अवलंबून असतो. (उदा. 35% लवणतेचे पाणी 1.910 सेल्सिअस तापमानाला गोठते).

१. दाब- पाण्यातील एखाद्या ठिकाणचा दाब म्हणजे तेथील पाण्याच्या स्तंभाचा दाब अधिक वातावरण दाब होय. समुद्राच्या पृष्ठभागी फक्त वातावरणाचा दाब असतो. या दाबाला 1 वातावरण दाब / atm (दर चौरस सेंटीमीटरला 1.03325 किलोग्रॅम) म्हणतात. हा दाब पाण्याची घनता जास्त झाल्यास वाढतो. याउलट, घनता कमी झाल्यास दाब कमी होतो. प्रत्येक 10 मीटर खोलीस पाण्याचा दाब 1 वातावरणीय दाब या प्रमाणात वाढतो. अशाप्रकारे सर्वात खोल ठिकाणी म्हणजेच $11,038$ मीटर खोलीवर हा दाब $1,100$ वातावरणीय दाबापेक्षा जास्त असेल.

पाण्यावरील दाब सामान्यपणे बार या एककात मोजतात व प्रत्यक्षात तो डेसिबार (बारचा दहावा भाग) या एककात दर्शवितात. सामान्यतः 35% लवणतेच्या पाण्याच्या 1 मीटर स्तंभाचा दाब म्हणजे 1 डेसिबार दाब होय.

१०. प्रकाशकीय गुणधर्म व रंग- पाण्यात विविध खोलींवर पोहोचणाऱ्या प्रकाशाचे प्रमाण विविध तरंगलांबीनुसार वेगवेगळे असते. तसेच पाण्यावर पडलेल्या प्रकाशाचे परावर्तन, शोषण व प्रकीर्णन (विखुरला जाण्याची क्रिया) होते. त्यामुळे प्रकाशाच्या तीव्रतेत घट होते. प्रकाशाची तीव्रता पृष्ठभागी 100% मानली, तर 10 मीटर खोलीवर ती 9.5% , 50 मीटर खोलीवर 0.31% आणि 200 मीटर खोलीवर अत्यल्प असते. अस्थिर पाणी, त्यात विरघळलेली कार्बनी व अकार्बनी द्रव्ये आणि लॉंबकळत असणारे कण यांच्यामुळे प्रकाशाचे शोषण व प्रकीर्णन होते. सपाट जलपृष्ठावरून सूर्यप्रकाशाचे सूर्य माथ्यावर असताना कमी प्रमाणात (3%) तर तो क्षितिजाच्या वर 5 अंश असताना

जास्त प्रमाणात (४२%) परावर्तन होते. प्रकाशातील निळ्या रंगाचे किमान, तर तांबड्या रंगाचे कमाल शोषण होते. अवरक्त किरण पृष्ठभागावरील काही सें.मी. जाड पाण्याच्या थरातच शोषले जातात.

पृथ्वीची जलसंपदा

जलस्रोत		उपलब्ध पाणी (घन कि.मी. मध्ये)	ताजे / गोड पाण्याची टक्केवारी	एकूण पाण्याची टक्केवारी
१	महासागर, समुद्र व उपसागर (Oceans, Seas, & Bays)	१,३३,८०,००,०००	-	९६.५३७९
२	हिमनग, हिमनद्या व कायम हिम (बर्फ) (Ice caps, Glaciers, & Permanent Snow)	२,४०,६४,०००	६८.६९७	१.७३६२
३	भूअंतर्गत हिम (बर्फ) व कायम गोठलेली भूमी (Ground Ice & Permafrost)	३,००,०००	०.८५६	०.०२१६
४	अ)भूजल (गोड पाणी) Ground Water (Fresh)	१,०५,३०,०००	३०.०६१	(०.७५९७)
	ब)भूजल (खारे पाणी) Ground Water (Saline)	१,२८,७०,०००	-	(०.९२८६)
	भूजल (एकूण) (Total Ground Water)	२,३४,००,०००	-	१.६८८३
५	मृदाजलांश (मातीतील आर्द्रता ओलेपणा) (Soil Moisture)	१६,५००	०.०४७	०.००१२
६	अ) सरोवरे (गोड पाणी) Lake Water (Fresh)	९९,०००	०.२६	(०.००६६)
	ब) सरोवरे (खारे पाणी) Lake Water (Saline)	८५,४००	-	(०.००६२)
	सरोवरे (एकूण) (Total Lake Water)	१,७६,४००	-	०.०१२७
७	नद्या (Rivers)	२,१२०	०.००६	०.०००२
८	दलदलीमधील पाणी (Swamp Water)	११,४७०	०.०३३	०.०००८
९	वातावरणातील पाणी (Water in Atmosphere)	१२,९००	०.०३७	०.०००९
१०	जैविक जल (Biological Water)	१,१२०	०.००३	०.०००१
एकूण पाणी (Total Water)		१,३८,५९,८४,५१०	१००	१००

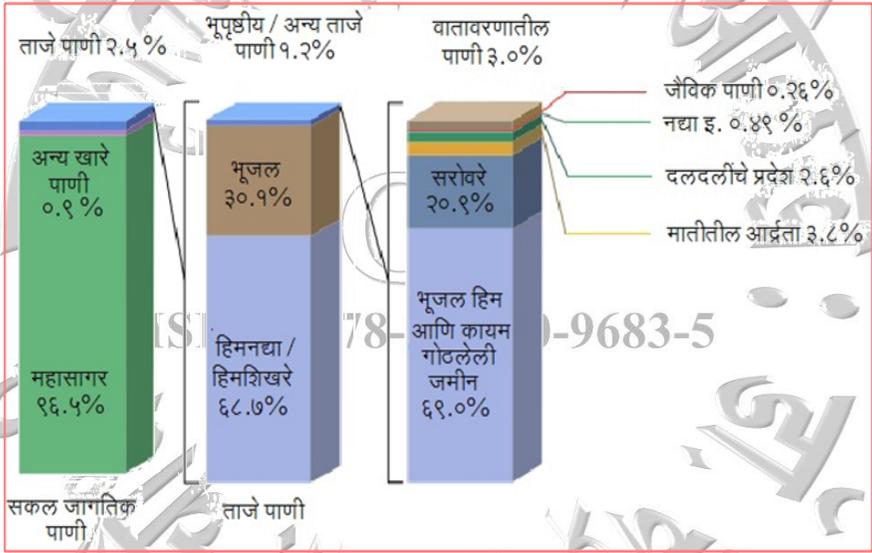
११. पाण्याच्या हालचाली- पाण्याच्या हालचाली मुख्यतः तीन गटात विभागता येतात-

- (ii) आंदोलक किंवा परिवलनात्मक हालचाली उदा. लाटा व भरती-ओहोटी
- (iii) नियमित किंवा सलग हालचाली उदा. प्रवाह

(iv) अनियमित किंवा तीव्र हालचाली उदा. भोवरा किंवा लाटा व प्रवाहांच्या एकत्रीकरणाने होणारा खळबळट.

१२. पाण्याचे वितरण (Distribution of the Water)– पृथ्वीवर महासागर, समुद्र, नद्या, हिमनद्या, ओढे, सरोवरे, माती, हवा, सजीवांतील ऊती इ. मध्ये पाणी द्रव, वायू किंवा घन अवस्थेत अस्तित्वात आहे. उत्तर गोलार्धापेक्षा दक्षिण गोलार्धात पाण्याचे प्रमाण जास्त आढळते. दक्षिण गोलार्धाचा ८०.९% तर उत्तर गोलार्धाचा ६०.७% भाग महासागरांनी व्यापलेला आहे.

पृथ्वीच्या पर्यावरणात उपलब्ध असलेल्या द्रवरूप जलाचे मुख्यतः दोन गट करण्यात येतातः १. भूपृष्ठीय जल २. भूपृष्ठाखालील जल



(i) **भूपृष्ठीय जल (Surface Water)**– नद्या, ओढे, ओहोळ यांतून वाहणारे पाणी; तलाव, सरोवरे, समुद्र व महासागर यांतील पाणी; धरणे तसेच बंधारे यांमुळे कृत्रिम रीत्या साठविलेले पाणी इ. सर्व भूपृष्ठीय जलात समाविष्ट होते.

(ii) **भूपृष्ठाखालील जल (Ground Water)**– भूपृष्ठाखाली असलेले पाणी म्हणजे अधःपृष्ठीय जल होय. त्याला भूजल किंवा भूमिजल असेही म्हणतात. भूस्तराच्या संरचनेमुळे भूपृष्ठाखाली साठलेले पाणी, डोंगरातील झऱ्याचे पाणी, उथळ व खोल

विहिरीतील पाणी, कारंजे इ. चा समावेश भूपृष्ठाखालील जलामध्ये करतात. अशा भूजलाचा संबंध सांडपाण्याशी आला नाही तर हे जल बहुधा जंतुविरहित असते.

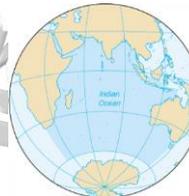
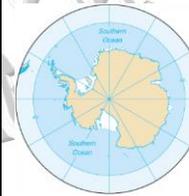
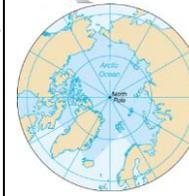
भारत व महाराष्ट्र पाणी उपलब्धता- जगातील एकूण जलसाठ्यापैकी भारतात ४% जल उपलब्ध होते. भारतात जलसंसाधनाची वार्षिक उपलब्धता १,८६९ अब्ज घनमीटर आहे. त्यापैकी १,१२३ अब्ज घनमीटर पाणी वापरण्याजोगे आहे. १,१२३ अब्ज घनमीटर जलसंसाधनांपैकी ६९० अब्ज घनमीटर पृष्ठीय जल असून ४३३ अब्ज घनमीटर अधःपृष्ठीय जल आहे. महाराष्ट्रातील जलसंसाधनाची वार्षिक उपलब्धता सु. १६४ अब्ज घनमीटर पृष्ठीय जल, तर २०५ अब्ज घनमीटर अधःपृष्ठीय जल एवढी आहे.

४.२ महासागर तळाची सामान्य रचना (General Structure of Ocean Floor):

४.२.१ महासागर (Ocean):

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सलग, विस्तृत व प्रचंड खोली असलेल्या खारट पाण्यास जागतिक महासागर (Global / World Ocean) असे म्हणतात. या जागतिक महासागराचे पाच मुख्य विभाग केले जातात त्यांना महासागर (Oceans) असे म्हणतात आणि या महासागरांच्या उपविभागांना समुद्र (Sea) असे म्हणतात. खऱ्या अर्थाने समुद्र म्हणजे अंशतः किंवा पूर्णतः जमिनीने वेढलेला खारट पाण्याचा जलाशय असतो.

महासागर हे पृथ्वीचे सर्वांत ठळक वैशिष्ट्य असून त्यांनी पृथ्वीचा ७०.८% भाग व्यापलेला आहे. पृथ्वीवर खालील पाच प्रमुख महासागर आहेत-

पॅसिफिक महासागर (Pacific Ocean)	अटलांटिक महासागर (Atlantic Ocean)	हिंदी महासागर (Indian Ocean)	दक्षिण महासागर (Southern Ocean)	आर्क्टिक महासागर (Arctic Ocean)
				

जलाची खोली मापन (Measurement of Water Depth)- महासागर तळाची किंवा पाण्याची खोली मोजण्यासाठी मुख्यतः प्रतिध्वनिमापन पद्धती (Echosound Method) वापरतात. या पद्धतीत विशिष्ट कंपनसंख्येच्या / वारंवारतेच्या ध्वनिलहरींना (Ultrasound Waves) पाण्याच्या पृष्ठभागाकडून तळाकडे व त्यांच्या

प्रतिध्वनी लहरींना तळाकडून पृष्ठभागाकडे येण्या-जाण्यासाठी लागलेला काळ विचारात घेतात.

ध्वनी लहरींना येण्या-जाण्यासाठी लागणारा काळ व ध्वनी लहरीचा वेग विचारात घेऊन पुढील सूत्राने जलाची खोली निश्चित करता येते:

$$(D = \frac{1}{2} \times T \times V)$$

खोली / अंतर = $\frac{1}{2} \times$ ध्वनिलहरी प्रवास कालावधी \times ध्वनी लहरी वेग
(सागरी पाण्यातील ध्वनीचा वेग सामान्यतः सेकंदाला १४५० ते १५७७ मी. असतो.)

उदा. ध्वनिलहरी प्रवास कालावधी ५.४ सेकंद असल्यास खोली-

$$D = \frac{1}{2} \times ५.४ \text{ सेकंद} \times १५२४ \text{ मीटर / सेकंद}$$

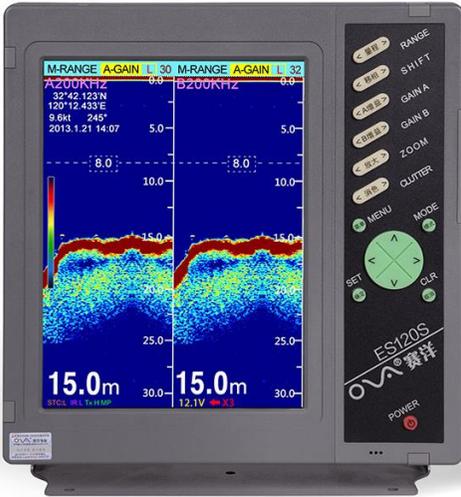
$$D = २.७ \text{ सेकंद} \times १५२४ \text{ मीटर / सेकंद}$$

$$D = ४११४.८ \text{ मीटर}$$

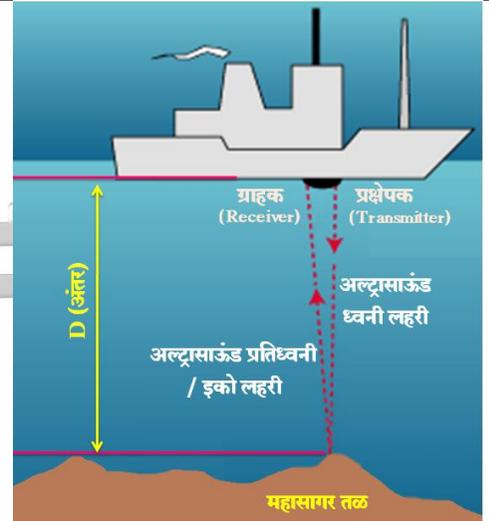
महासागरांची / पाण्याची खोली मोजण्यासाठी फॅदोमीटर (Fathometer), बाथोमीटर (Bathometer) ही उपकरणे वापरतात.

१. फॅदोमीटर (Fathometer)- हे उपकरण जहाजांवर बसवले जात असून ते प्रामुख्याने पाण्यातील ध्वनीच्या वेगावर आधारलेले आहे.

फॅदोमीटर Fathometer

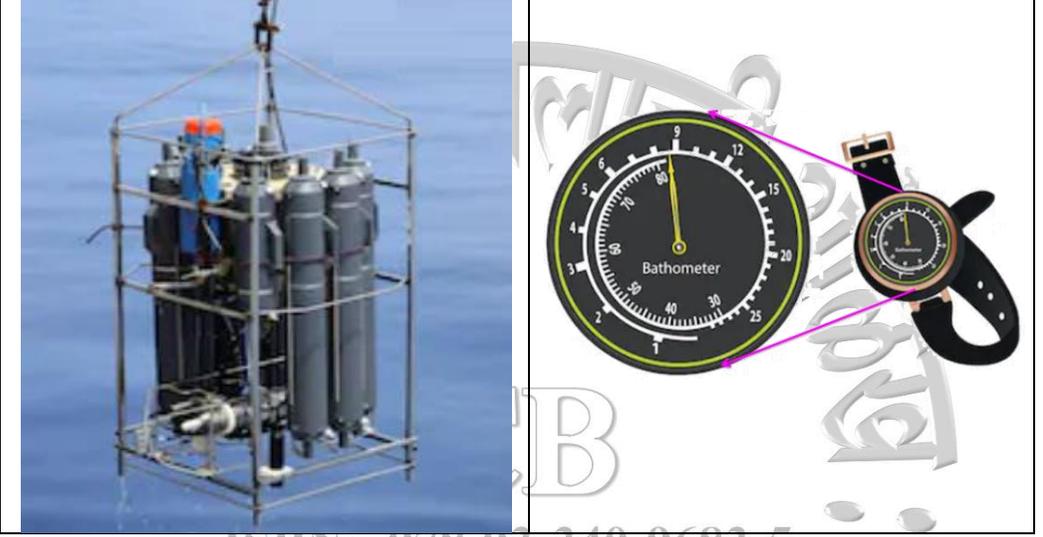


फॅदोमीटर कार्यपद्धती



२. बाथोमीटर (Bathometer)- हे उपकरण गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावातील फरकावर अवलंबून आहे. या उपकरणात पाण्याच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव व पाण्याच्या घनरूप तळावरील गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव मोजला जातो आणि दोन्ही गुरुत्वाकर्षण प्रभावातील फरकाच्या आधारे खोली ठरविली जाते.

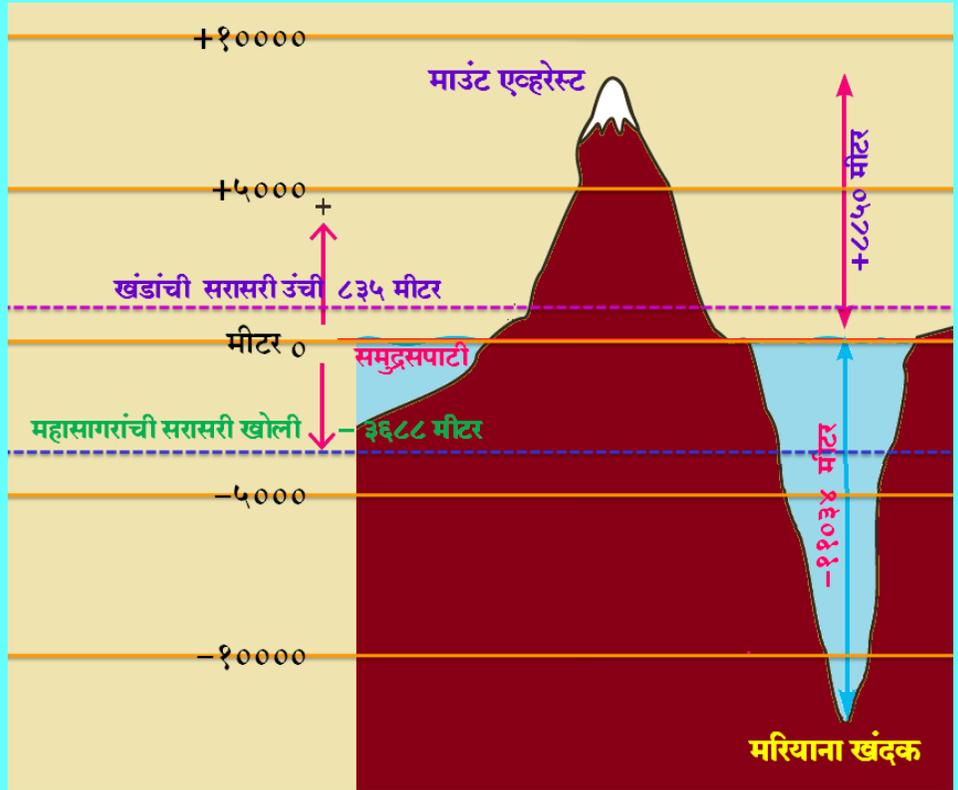
बाथो / बाथोमीटर Bathometer / Bathymeter



फॅदम (Fathom)- महासागरांची / पाण्याची खोली सामान्यतः फॅदम (Fathom) या एककात मोजतात.

१ फॅदम = ६ फुट किंवा १.८२८८ मीटर

समुद्रसपाटी / सरासरी समुद्र पातळी (MSL: Mean Sea Level)- भौगोलिक स्थानांसाठी एक प्रमाणित भौगोलिक संदर्भ बिंदू म्हणजे समुद्रसपाटी / सरासरी समुद्र पातळी होय. समुद्राच्या भरतीची सरासरी पातळी (Mean High Tide Level) व ओहोटीची सरासरी पातळी (Mean Low Tide Level) यांच्यातील सरासरी काढून समुद्रसपाटी / सरासरी समुद्र पातळी निश्चित केली जाते. ही पातळी अनेक ठिकाणच्या दीर्घकालीन निरीक्षणांवर आधारलेली असते. कोणत्याही ठिकाणाची उंची किंवा खोली त्या भागातील समुद्रसपाटीपासून मोजली जाते.



४.२.२ महासागर तळ रचना (Structure of Ocean Floor)- महासागरातील जलमग्न जमिनीस महासागर तळ असे म्हणतात तर या जलमग्न जमिनीच्या रचनेला महासागर तळ रचना असे म्हणतात.

वैशिष्ट्ये-

- (i) प्रत्येक महासागराची तळ रचना वैशिष्ट्यपूर्ण व भिन्न आहे.
- (ii) महासागर तळ रचना समुद्रसपाटीपासून असलेल्या खोलीच्या आधारे व तेथील भूआकारानुसार विचारात घेतली जाते.
- (iii) महासागरांचे तळ भूमीप्रमाणेच उंच-सखल आहेत.
- (iv) भूमिप्रमाणेच पर्वत, पठार, मैदान, दऱ्या अशी विविध भूरूपे महासागरात देखील आढळतात.
- (v) महासागरांच्या तळावर विविध भूरूपे भूविवर्तनिकी क्रिया, ज्वालामुखी उद्रेक व गाळ संचयनामुळे तयार झालेली आहेत.
- (vi) जलमग्न भूरूपांनी मिळून महासागराच्या तळाची रचना ठरते.
- (vii) महासागरांची सरासरी खोली ३,६८८ मीटर आहे.

महासागर तळाचे विभाग- सामान्यात: महासागर तळाचे तीन प्रमुख विभाग करता येतात.

महासागर तळ विभाग		समुद्रसपाटीपासून खोली
१.	जलमग्न खंडीय कवच विभाग (Submerged Continental Crust Zone)	३,००० मीटर पेक्षा कमी
२.	अगाधीय विभाग (Abyssal Zone)	३,००० मीटर -६,००० मीटर
३.	अतिखोल व खंदकीय विभाग (Deep and Trench Zone)	६,००० मीटर पेक्षा जास्त

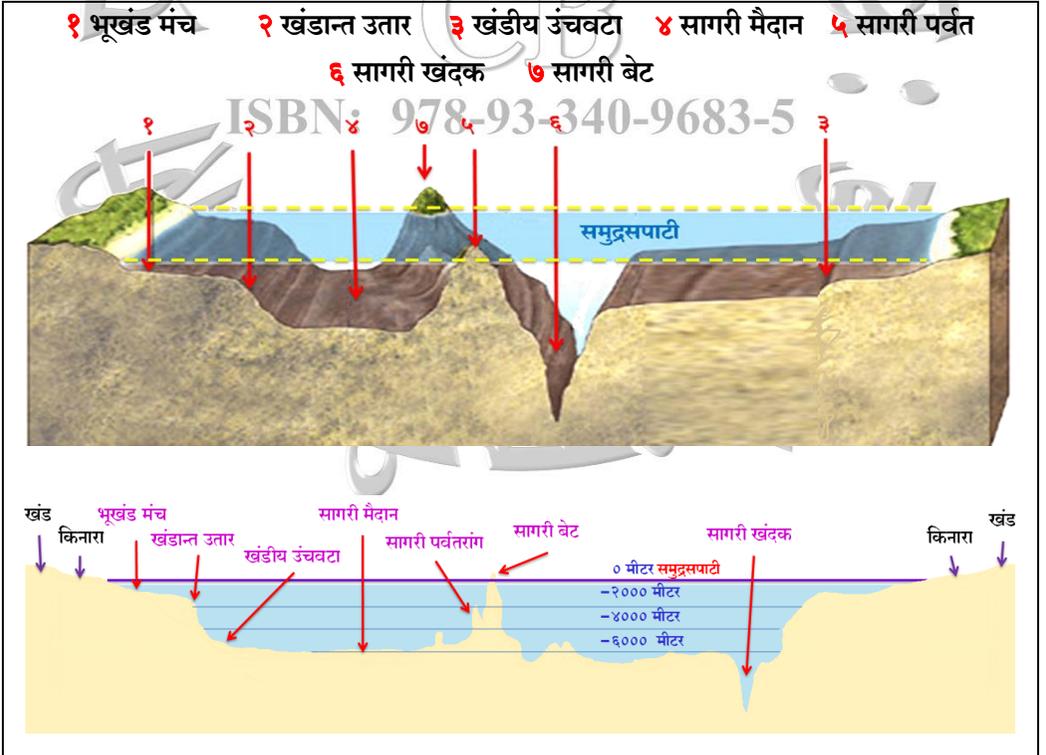
१. जलमग्न खंडीय कवच विभाग (Submerged Continental Crust Zone)- समुद्रसपाटीपासून ते सुमारे ३,००० मीटर खोली पर्यंतच्या सागरतळास जलमग्न खंडीय कवच विभाग असे म्हणतात. हा विभाग खंडीय कवचाने बनलेला असून महासागराच्या एकूण क्षेत्रफळाच्या २२.५७% क्षेत्र व्यापतो. यावरच भूखंड मंच, खंडान्त उतार, खंडीय उंचवटा ही वैशिष्ट्ये आढळतात.

२. अगाधीय विभाग (Abyssal Zone)– समुद्रसपाटीपासून ३,००० मीटर ते ६,००० मीटर खोली दरम्यानच्या सागरतळास अगाधीय विभाग असे म्हणतात. एकूण महासागरांच्या क्षेत्रफळापैकी ७६.४८% क्षेत्र अगाधीय विभागाने व्यापलेले आहे. अगाधीय क्षेत्रात लहान-मोठ्या आकारांचे जलमग्न उंचवटे, पर्वत, पठारे, मैदाने इ. भूरूपे आढळतात.

३. अतिखोल व खंदकीय विभाग (Deep and Trench Zone)– समुद्रसपाटीपासून ६,००० मीटर खोली पलीकडील सागरतळास अतिखोल व खंदकीय विभाग असे म्हणतात. या विभागाने महासागरांचे ०.९५% क्षेत्र व्यापलेले आहे. या विभागात सागरी खंदक व द्रोणी आढळतात.

महासागर तळाची सामान्य रचना (General Structure of Ocean Floor):

प्रत्येक महासागराची तळ रचना वैशिष्ट्यपूर्ण व भिन्न असली तरी त्यात एक विशिष्ट क्रम किनाऱ्यापासून खोल महासागराकडे आढळतो, त्यालाच महासागर तळाची सामान्य रचना असे म्हणतात.



जगातील समुद्र व महासागर तळावरील प्रमुख घटकांनी व्यापलेले क्षेत्र (%)

समुद्र व महासागर	जलमग्न खंडीय कवच विभाग (३,००० मीटर पेक्षा कमी खोली असलेले)			अगाधीय विभाग (३,००० मीटर ते ६,००० मीटर खोली असलेले)	अतिखोल व खंदकीय विभाग (६,००० मीटर पेक्षा जास्त खोली असलेले)	एकूण
	भूखंड मंच	खंडान्त उतार	खंडीय उंचवटा			
१. पॅसिफिक महासागर	५.१४	४.७०	०.९१	८७.६६	१.५९	१००
उत्तर पॅसिफिक	७.५०	५.८०	१.१९	८२.७	२.८०	१००
दक्षिण पॅसिफिक	२.९२	३.६७	०.६४	९२.३२	०.४४	१००
२. अटलांटिक महासागर	१०.९८	५.९०	१६.५	६६.०२	०.५९	१००
उत्तर अटलांटिक	१६.३४	७.६८	१७.४८	५७.८५	०.६६	१००
दक्षिण अटलांटिक	५.०४	३.९४	१५.४३	७५.०८	०.५२	१००
४. हिंदी महासागर	५.६८	५.८८	८.७६	७९.३४	०.३५	१००
५. आर्क्टिक महासागर	५१.७९	७.०३	६.९८	३४.२०	०.००	१००
६. दक्षिण महासागर	१३.३५	३.०३	३२.९७	५०.६४	०.०१	१००
७. भूमध्य व काळा समुद्र	२३.४९	२९.९९	१२.७३	३३.७८	०.००	१००
सर्व महासागर	८.९१	५.४२	८.२४	७६.४८	०.९५	१००

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

१. भूखंड मंच / समुद्रबुड जमीन (Continental Shelf)- खंडाच्या

किनाऱ्याजवळील पाण्यात बुडालेली जमीन किंवा जलमग्न जमीन म्हणजे भूखंड मंच होय. यालाच समुद्रबुड जमीन असेही म्हणतात.

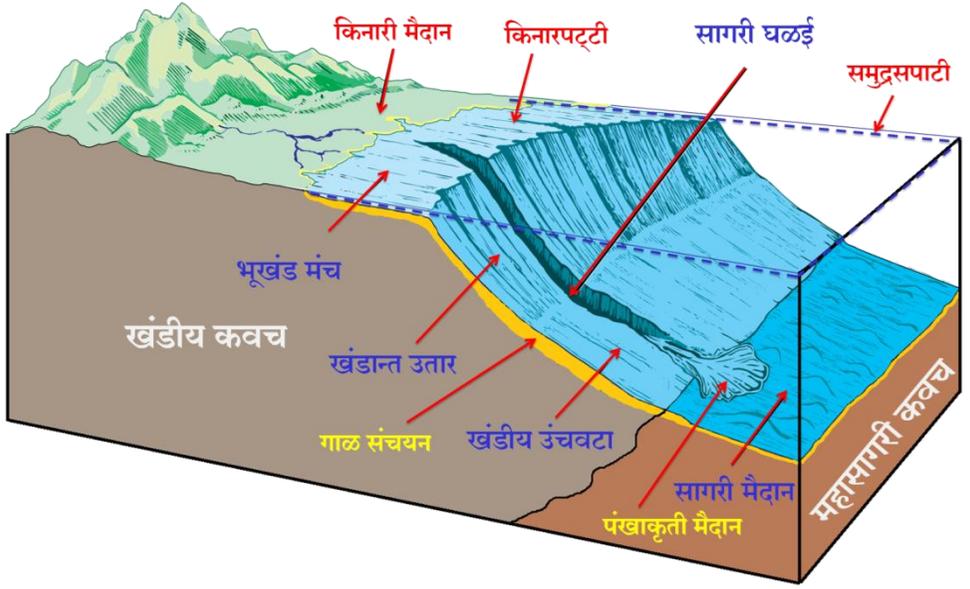
निर्मिती- भूखंड मंच तीन कारणांनी निर्माण होतात.

- खंडाचा महासागरालगतचा काही भाग पाण्यात खचणे.
- महासागराच्या जलपातळीत वाढ होणे.
- नद्यांनी वाहून आणलेल्या गाळाचे महासागर तळावर संचयन होणे.

खोली- भूखंड मंच महासागर तळाचा सर्वांत उथळ भाग असून त्याची खोली साधारणतः समुद्रसपाटीपासून २०० मीटर पर्यंत असते.

उतार- उतार मंद व महासागराकडे असून तो बहुतांशी १° पर्यंत असतो.

क्षेत्र- सर्व महासागर तळाच्या एकूण क्षेत्रापैकी ८.९१% क्षेत्र समुद्रबुड जमिनीने व्यापलेले आहे.



समुद्र व महासागर	एकूण महासागर क्षेत्रफळापैकी भूखंड मंचाचे क्षेत्र			
	१० मीटर पेक्षा कमी उठावाचे (%)	१० ते ५० मीटर उठावाचे (%)	५० मीटर पेक्षा जास्त उठावाचे (%)	एकूण (%)
१. पॅसिफिक महासागर	१.८४	२.१६	१.१४	५.१४
उत्तर पॅसिफिक	२.६१	३.४४	१.४५	७.५०
दक्षिण पॅसिफिक	१.११	०.९६	०.८५	२.९२
२. अटलांटिक महासागर	२.६७	४.४०	२.३५	१०.९८
उत्तर अटलांटिक	४.११	८.४३	३.८०	१६.३४
दक्षिण अटलांटिक	१.०८	३.२१	०.७५	५.०४
४. हिंदी महासागर	१.६२	२.९०	१.१६	५.६८
५. आर्क्टिक महासागर	२३.३५	२०.००	८.४८	५१.७९
६. दक्षिण महासागर	०.४४	३.६६	१.२५	१३.३५
७. भूमध्यसमुद्र व काळा समुद्र	४.५२	१०.६०	८.३२	२३.४९
सर्व महासागर	२.७१	३.९९	२.२१	८.९१

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

विस्तार- भूखंड मंचाचा विस्तार सर्वत्र सारखा नाही. ज्या किनाऱ्याजवळ पर्वतरांगा आहेत त्या ठिकाणी विस्तार कमी व उतार तीव्र आढळतो. याउलट ज्या किनाऱ्याजवळ विस्तृत मैदाने आहेत तेथे विस्तार जास्त (सुमारे १५०० कि.मी. पर्यंत) व उतार मंद

आढळतो. उदा. दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्यावर अँडिज पर्वतामुळे भूखंड मंच कमी विस्ताराचा (१६ कि.मी.) तर उत्तर अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्यावर सपाटीमुळे भूखंड मंच जास्त विस्ताराचा (९६ ते १२० कि.मी.) आहे. याच कारणाने भारताच्या पश्चिम किनाऱ्याकडील भूखंड मंचापेक्षा पूर्वेकडील भूखंड मंचाचा विस्तार जास्त आहे.

मत्स्यक्षेत्रे- भूखंड मंच उथळ असल्याने सूर्यकिरण तळापर्यंत पोहचतात. त्यामुळे तेथे शेवाळ, प्लवक या मास्यांच्या खाद्य्याची मोठ्याप्रमाणात निर्मिती होते. परिणामी भूखंड मंचावरच जगातील मासेमारीची विस्तृत क्षेत्रे आहेत. उदा. ग्रँड बँक आणि डॉगर बँक.

खनिजे व ऊर्जासाधने- खनिज तेल, नैसर्गिक वायू व विविध खनिजे भूखंड मंचावरून खनन करून मिळवता येतात. उदा. 'मुंबई हाय' हे अरबी समुद्रातील खनिज तेल व नैसर्गिक वायू मिळणारे भूखंडमंचावरील एक क्षेत्र आहे.

२. खंडान्त उतार (Continental Slope)- भूखंड मंचाचा भाग संपल्यावर सागरतळाचा उतार एकदम तीव्र होत जातो, या तीव्र उताराच्या भागास खंडान्त उतार असे म्हणतात. सर्व खंडान्त उतारांपैकी जवळजवळ निम्मे खंडान्त उतार खोल समुद्रातील खंदक किंवा उथळ खळग्यांपर्यंत पोहचतात तर उर्वरित बहुतेक भाग पंखाकृती गाळ संचयनापर्यंत किंवा खंडांच्या उंचवट्यांमध्ये संपुष्टात येतात.

निर्मिती- खंडान्त उताराची निर्मिती गाळ संचयन व खचणे किंवा प्रस्तरभंग या सारख्या भूविवर्तनिकी क्रियांमुळे होते.

समुद्र व महासागर	खंडान्त उतार सरासरी विस्तार कि.मी.)	खंडान्त उतार सर्वाधिक विस्तार (कि.मी.)
१. उत्तर पॅसिफिक	४०.८ (±०.४)	२५४.२
२. दक्षिण पॅसिफिक	३२.९ (±०.४)	१४४.४
३. उत्तर अटलांटिक	५१.१ (±०.६)	३६८.२
४. दक्षिण अटलांटिक	७०.२ (±१.२)	२७९.४
५. हिंदी	५१.९ (±०.६)	२५५.२
६. आर्क्टिक	३३.० (±०.५)	२८७.३
७. दक्षिण	२४.३ (±०.४)	१९०.४
८. भूमध्यसमुद्र व काळा समुद्र	३१.० (±०.५)	१२७.६
सर्व महासागर	४१.५ (±०.२)	३६८.२

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

खोली- समुद्रसपाटीपासून खंडान्त उताराची खोली सुमारे २०० मीटर ते ३,००० मीटरपर्यंत असते. काही ठिकाणी ही खोली त्यापेक्षाही अधिक आढळते.

उतार- खंडान्त उताराचा सरासरी उतार ४.३° असला तरी तो काही ठिकाणी ६०° पर्यंत आढळतो. उदा. भारतातील कालिकत जवळ ५ ते १५° , सेंट हेलेनाजवळ ३०° , स्पेनच्या किनाऱ्याजवळ ६२° . खंडान्त उतार मैदानी किनारपट्टीपेक्षा पर्वतीय किनारपट्टीलगत तीव्र आढळतो.

क्षेत्र- महासागरतळांच्या एकूण क्षेत्रापैकी ५.४२% क्षेत्र खंडान्त उतारांनी व्यापलेले आहे.

विस्तार- महासागरातील खंडान्त उताराचा सरासरी विस्तार सुमारे ४१.५ कि.मी. असून सर्वाधिक विस्तार ३६८.२ कि.मी. उत्तर अटलांटिक महासागरात न्यूफाउंडलँडच्या दक्षिणेस आढळतो.

भूरूपे- खंडान्त उतारावर दऱ्या व घळ्या आढळतात.

३. खंडीय उंचवटा/ चढ (Continental Rise)- बहुतांशी महासागरांच्या तळावर खंडान्त उतार व अगाधीय तळ (महासागराचा $३,०००$ ते $६,०००$ मीटर खोलीचा भाग) यांच्यामध्ये रुंद व लांब उंचवटा आढळतो, त्यास खंडीय उंचवटा असे म्हणतात. खंडीय उंचवटा ही खंड व महासागर यांची अंतिम सीमा आहे.

महासागर	खंडीय उंचवटा क्षेत्र (%)	खंडीय उंचवटांची संख्या	गाळाची सरासरी जाडी (मीटर)
१. पॅसिफिक महासागर	०.९१	१०	-
उत्तर पॅसिफिक	१.१९	५	२२६४
दक्षिण पॅसिफिक	०.६४	५	४५२
२. अटलांटिक महासागर	१६.५०	२२	-
उत्तर अटलांटिक	१७.४८	१४	२८१४
दक्षिण अटलांटिक	१५.४३	८	२०४५
४. हिंदी महासागर	८.७६	११	३१२६
५. आर्क्टिक महासागर	६.९८	६	१२७६
६. दक्षिण महासागर	३२.९७	४	१७२९
७. भूमध्यसमुद्र व काळा समुद्र	१२.७३	७	-
सर्व महासागर	८.२४	५५	-

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

निर्मिती- खंडीय उंचवट्याची निर्मिती खंडान्त उताराच्या पायथ्याला विस्तृत झिजेमुळे किंवा नद्यांद्वारे वाहून आलेल्या गाळाचे संचयन झाल्याने होते.

खोली- सुमारे ३,००० मीटर पर्यंत आढळते.

उतार- याचा उतार मंद (0.5° ते 1°) व एकसारखा असतो.

क्षेत्र- महासागरतळांच्या एकूण क्षेत्रापैकी ८.२४% क्षेत्र खंडीय उंचवट्यांनी व्यापलेले आहे.

विस्तार- कमाल विस्तार सुमारे ६०० कि.मी. पर्यंत आढळतो.

४. अगाधीय मैदान / सागरी मैदान (Abyssal Plain)- खंडीय उंचवट्यापासून किंवा काही ठिकाणी खंडान्त उतारापासून पुढे सागरतळाचा जो विस्तृत व सपाट भाग आढळतो त्यास सागरी मैदान असे म्हणतात.

निर्मिती- पंकप्रवाहांद्वारे दीर्घकाळ अखंडपणे गाळ साचल्याने ही मैदाने बनतात.

खोली- सागरी मैदानांची खोली समुद्रसपाटीपासून ३,००० मीटर ते ६,००० मीटर दरम्यान असते.

उतार- याचा उतार अतिशय मंद 0.05° असतो.

महासागर	अगाधीय क्षेत्र			एकूण
	तळापासून ३०० मीटर उंची पर्यंतचे सागरी मैदान क्षेत्र (%)	तळापासून ३०० ते १००० मीटर उंची पर्यंतच्या अगाधीय टेकड्यांचे क्षेत्र (%)	तळापासून १००० मीटर पेक्षा जास्त उंचीच्या सागरी पर्वतांचे क्षेत्र (%)	
१. पॅसिफिक महासागर	२८.१३	४३.६२	१६.८२	८८.५७
उत्तर पॅसिफिक	३०.४१	३६.२३	१७.२६	८३.८९
दक्षिण पॅसिफिक	२५.९९	५०.५६	१६.४१	९२.९६
२. अटलांटिक महासागर	२३.८२	४२.२५	१६.४६	८२.५३
उत्तर अटलांटिक	२२.९१	३६.८१	१५.६१	७५.३३
दक्षिण अटलांटिक	२४.८३	४८.२८	१७.४०	९०.५१
५. हिंदी	३०.५४	४२.३३	१५.२३	८८.१०
६. आर्क्टिक	१५.९२	१७.२८	७.९८	४१.१८
७. दक्षिण	४२.१२	३२.८९	८.६०	८३.६२
८. भूमध्य व काळा समुद्र	२०.२८	२०.३१	५.९३	४६.५१
एकूण	२७.८७	४१.३०	१५.५५	८४.७२

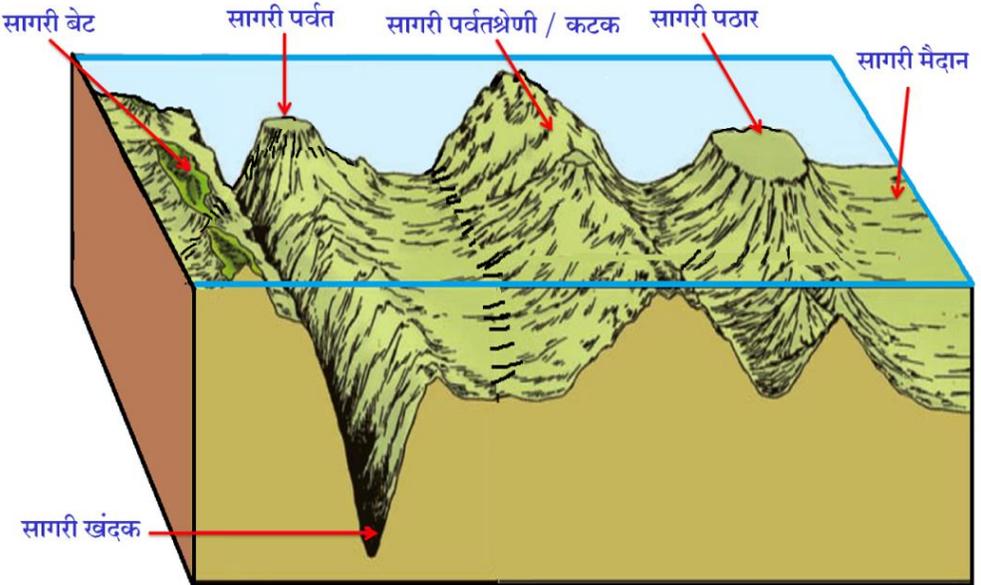
Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

क्षेत्र- सागरी मैदानांनी एकूण महासागरांच्या क्षेत्रफळापैकी २७.८७% क्षेत्र व्यापलेले आहे. सर्वात जास्त सागरी मैदानाचे क्षेत्र पॅसिफिक महासागरात आहे.

विस्तार- सागरी मैदानांचा विस्तार शेकडो कि.मी. पर्यंत आढळतो. उदा. उत्तर अटलांटिक महासागरातील सोहम सागरी मैदानाचे क्षेत्र सुमारे ९,००,००० चौ.कि.मी. आहे.

विविध महासागरातील मैदाने

१. पॅसिफिक महासागर-	ओखोटस्क, जपान, मॉर्निंगटन, पापुआ, राउकुमारा, तस्मान
२. अटलांटिक महासागर-	सोहम, युकाटन, बॅराकुडा, बिस्के, डेमेरा, फेराडूरा, गॅम्बिया, गिनी, हॅटेरस, हिस्पॅनियोला, इबेरियन, लॉरेन्टीयन, माडेयरा, सिएरा लिओन, टॅगस, अलास्का, कॅस्केडिया, अंगोला, नामीबिया, ग्रेनेडा, जमैकन, पनामा, व्हेनेझुएला, कोलंबियन, फ्लोरिडा
३. हिंदी महासागर-	सिलोन, कोकोस, कुवीअर, गॅसकोईन, मस्करेन, उत्तर ऑस्ट्रेलियन, सोमाली, दक्षिण ऑस्ट्रेलियन, ओमान, कोमोरो
४. आर्क्टिक महासागर-	बोरियास, कॅनडा, चुकची, डमशाफ, फ्लेचर, ग्रीनलँड, मॅडेलेव, ध्रुवीय, सैबेरियन
५. दक्षिण महासागर-	अमंडसेन, बेलिंगशाॅसेन, एन्डरबी, दक्षिण भारतीय, वाल्दीव्हिया, वेडेल
६. भूमध्य समुद्र-	एड्रिएटिक, बॅलेरिक, इटॅटोस्थेनिस, सारडिनो-बॅलेरिक, सिसिलिया, अल्बोराॅन



५. अगाधीय टेकड्या (Abyssal Hills)– मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणी आणि अगाधीय मैदान यांच्या दरम्यानच्या महासागर तळावर एकाकी, कमी उंचीच्या, लांबट टेकड्या व उंचवटे आढळतात. त्यांना अगाधीय टेकड्या असे म्हणतात. बहुधा या टेकड्यांवर गाळ नसतो. या टेकड्यांची उंची सागरतळापासून ३०० ते १,००० मीटर इतकी असते.

६. सागरी पर्वत व गीयो/ सपाट पर्वत (Seamounts and Tablemounts / Guyots)– सागरतळावरील शंकुसारख्या आकाराच्या किंवा टोकदार शिखर असलेल्या जलमग्न उंचवट्यांना सागरी पर्वत असे म्हणतात. यांची निर्मिती ज्वालामुखी उद्रेकामुळे होत असून उंची सागरतळापासून १,००० ते ४,००० मीटरपर्यंत आढळते. हे पर्वत बेसाल्ट खडकांचे बनलेले आहेत. काही ठिकाणी या पर्वतांचे माथे समुद्रासपाटीच्या वर आलेले आहेत. निम्म्यापेक्षा जास्त सागरी पर्वत पॅसिफिक महासागरात आहेत.

महासागर	एकूण महासागर क्षेत्रफळापैकी सागरी पर्वत क्षेत्र (%)	सागरी पर्वत संख्या	एकूण महासागर क्षेत्रफळापैकी गीयो क्षेत्र (%)	गीयो संख्या
१. पॅसिफिक महासागर	३.२१	६८९५	०.४०७	१९६
उत्तर पॅसिफिक	३.७८	३९३४	०.६१०	११९
दक्षिण पॅसिफिक	२.६७	२९६१	०.२१६	७७
२. अटलांटिक महासागर	१.५३	१७२५	०.१९४	५१
उत्तर अटलांटिक	१.१४	७७३	०.०७१	८
दक्षिण अटलांटिक	१.९६	९५२	०.३३१	४३
५. हिंदी	१.३६	१०८२	०.०९४	२८
६. आर्क्टिक	०.०४	१६	०.०००	०
७. दक्षिण	०.७५	२४६	०.०६८	६
८. भूमध्य व काळा समुद्र	०.२५	२३	०.०९३	२
एकूण	२.१७	९९५१	०.२५९	२८३

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

सागरतळावरील सपाट माथ्याच्या व तीव्र उताराच्या बाजू असलेल्या पर्वतांना गीयो (आर्नल्ड हेन्री गीयो (१८०७-८४) या भूवैज्ञानिकांच्या नावावरून) म्हणतात. सागरी पर्वतांच्या माथ्याची समुद्रपातळीलगत लाटांमुळे झीज झाल्याने यांची निर्मिती होते. यांची उंची सागरतळापासून १,००० ते ४,००० मीटरपर्यंत आढळते. उत्तर

पॅसिफिक महासागरामध्ये जगातील ४०% पेक्षा जास्त गीयो व सर्वात मोठे तीन गीयो आहेत: (i) कुको गीयो- सुमारे २४,६०० चौ.कि.मी. क्षेत्र,
 (ii) सुको गीयो- सुमारे २०,२२० चौ.कि.मी. क्षेत्र आणि
 (iii) पलादा गीयो- सुमारे १३,६८० चौ.कि.मी. क्षेत्र.

७. मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणी / कटक (Mid Ocean Range / Ridge)-

जागतिक महासागरांच्या तळावर, बहुतांशी किनाऱ्याला समांतर, जलमग्न व सलग पर्वतश्रेणी आढळते तिला मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणी किंवा सागरी कटक असे म्हणतात. पृथ्वीवरील ७५% पेक्षा जास्त ज्वालामुखीय क्रिया मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणीच्या क्षेत्रात होतात. ही पर्वतश्रेणी खंड-महासागरानंतर पृथ्वीवरील सर्वात मोठे व ठळक भूरूप आहे. मध्यवर्ती पर्वतरांग नसती तर महासागरांच्या पाण्याची पातळी आजच्या पातळीपेक्षा सुमारे २५० मीटर खाली राहिली असती. या पर्वतश्रेणीचे स्वरूप विविध भागांमध्ये भिन्न आहे त्यामुळे तिला निरनिराळी स्थानिक नावे दिली जातात. उदा. मध्य अटलांटिक पर्वतरांग, मध्य-आर्क्टिक पर्वत रांग, पॅसिफिक-अंटार्क्टिक पर्वतरांग इ.

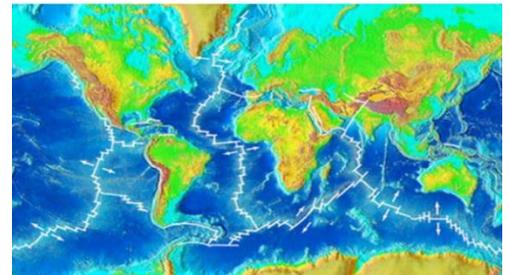
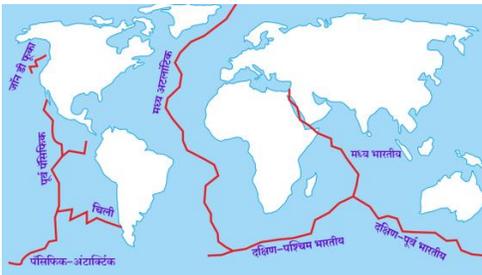
निर्मिती- या पर्वतरांगेची निर्मिती सागरतळावर, ज्याठिकाणी दोन भूपट्ट एकमेकांपासून दूर जातात त्याठिकाणी भूविवर्तनिकी क्रियेमुळे होते.

खोली- मध्यवर्ती पर्वतश्रेणीचा वरचा भाग समुद्रसपाटीपासून सरासरी २,५०० मीटर खोलीवर आहे. परंतू केमन द्रोणीत (कॅरिबियन समुदात) ४,००० मीटरपेक्षा जास्त खोल आहे तर आइसलँड हे बेट पर्वतश्रेणीचा सागरपृष्ठाच्या वर उघडा पडलेला भाग आहे.

उंची- या पर्वतश्रेणीची उंची सभोवतालच्या सागरतळापेक्षा १,००० ते ३,००० मीटरने जास्त आहे.

क्षेत्र- मध्यवर्ती पर्वतश्रेणीने एकूण महासागर तळाच्या १.८५% क्षेत्र व्यापलेले आहे.

मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणी



विस्तार- जगातील सर्व महासागरांमधील या पर्वतश्रेणीची एकूण लांबी सुमारे ७५,००० कि.मी. आहे. ही पर्वतश्रेणी दरवर्षी २.५ ते १५ सें.मी. ने विस्तारत आहे. ही पर्वतश्रेणी शेकडो कि.मी. रुंद आहे. उदा. अटलांटिक महासागरात ५८° दक्षिण अक्षवृत्तावर १,६०० कि.मी. रुंद आहे.

महासागर	मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणी विभाग संख्या	एकूण महासागर क्षेत्रफळापैकी मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणीचे क्षेत्र (%)
१. पॅसिफिक महासागर	५४	१.६०
उत्तर पॅसिफिक	२४	१.०३
दक्षिण पॅसिफिक	३०	२.१४
२. अटलांटिक महासागर	१४	२.१७
उत्तर अटलांटिक	५	१.५१
दक्षिण अटलांटिक	९	२.८९
५. हिंदी	३४	२.१७
६. आर्क्टिक	५	१.९६
७. दक्षिण	९	१.६९
८. भूमध्य व काळा समुद्र	०	०.००
एकूण	१०६	१.८५

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

मध्यवर्ती सागरी पर्वतश्रेणी / कटकाचे विविध महासागरातील विभाग

१. पॅसिफिक महासागर- पश्चिम मरियाना, पॅसिफिक-अंटार्क्टिक, कोकोस, एक्सप्लोर पर्वतरांग
२. अटलांटिक महासागर- मध्य अटलांटिक पर्वतरांग
३. हिंदी महासागर- मध्य भारतीय, दक्षिण-पूर्व, दक्षिण-पश्चिम भारतीय पर्वतरांग
४. आर्क्टिक महासागर- मध्य-आर्क्टिक पर्वत रांग
५. दक्षिण महासागर- अमेरिका-अंटार्क्टिक पर्वत रांग

८. सागरी पठारे (Ocean Plateaus)- काही ठिकाणी सागरतळ सभोवतालच्या तळापेक्षा उंच, सपाट व विस्तृत असतात त्यांना सागरी पठार म्हणतात. सागरी पठाराच्या बाजू तीव्र उताराच्या असतात. सागरी पठार सागरी मैदानापेक्षा कमी खोलीवर असून त्यांची उंची सभोवतालच्या सागरतळापेक्षा २०० ते २,००० मीटरपर्यंत असते. उदा. **ब्लेक पठार-** अटलांटिक महासागरात संयुक्त संस्थानच्या आग्नेय दिशेस असलेल्या या पठाराचा सपाट पृष्ठभाग समुद्र सपाटीपासून ७०० ते १,००० मीटर खोलीवर आहे. या पठाराची रुंदी ३०० कि.मी. पेक्षा जास्त व क्षेत्र सुमारे १,३०,००० चौ.कि.मी. आहे.

महासागर	सागरी पठार संख्या	एकूण महासागर क्षेत्रफळापैकी सागरी पठाराचे क्षेत्र (%)
१. पॅसिफिक महासागर	८३	५.२७
उत्तर पॅसिफिक	३३	२.२७
दक्षिण पॅसिफिक	५०	८.१०
२. अटलांटिक महासागर	४५	३.३४
उत्तर अटलांटिक	३६	३.६४
दक्षिण अटलांटिक	९	३.०२
५. हिंदी	३७	७.०६
६. आर्क्टिक	१२	९.१९
७. दक्षिण	१२	२.४४
८. भूमध्य व काळा समुद्र	०	०.००
एकूण	१८४	५.११

Source: Harris, P.T., MacMillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K., 2014. Geomorphology of the Oceans, Marine Geology.

विविध महासागरातील पठार

१. पॅसिफिक महासागर- हिकुरंगी, मनिहिकी, ऑन्टाँग जावा, कॅम्पबेल पठार
२. अटलांटिक महासागर- अझोरस, आईसलँड, वेरिंग पठार
३. हिंदी महासागर- अगुलहास, केरेग्लेन, मस्करीन पठार
४. आर्क्टिक महासागर- थेरमाक पठार

१. सागरी खंदक किंवा गर्त (Marine Trenches)- सागरतळावर काही ठिकाणी खोल, अरुंद आणि तीव्र उतरांचे खळगे आढळतात. त्यांना सागरी खंदक किंवा गर्त असे म्हणतात. सागरी खंदकांची लांबी रुंदीपेक्षा खूप जास्त असते.

निर्मिती- भिन्न घनतेचे दोन किंवा जास्त भूपट्ट ज्या ठिकाणी एकत्र येतात त्या सीमावर्ती भागात (भूविवर्तनिकी क्रियेमुळे) खंदकांची निर्मिती होते.

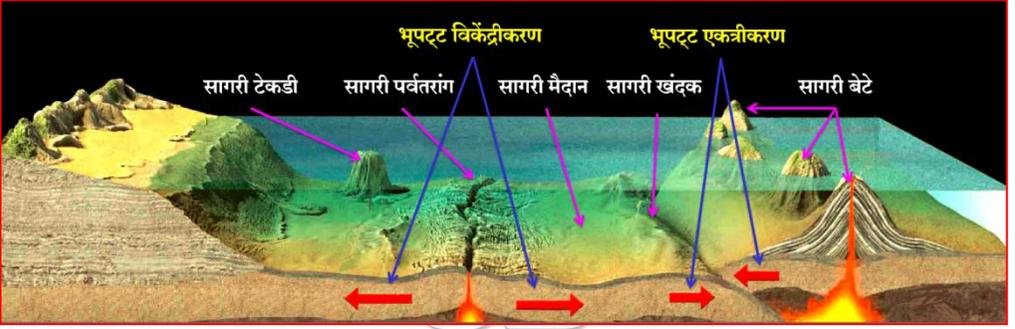
खोली- खंदक महासागरातील सर्वांत खोल भाग असून यांची खोली समुद्रसपाटीपासून ६,००० मीटरपेक्षा जास्त आढळते. उदा. उत्तर पॅसिफिक महासागरातील मरियाना खंदक जगातील सर्वांत खोल खंदक असून त्याची खोली समुद्रसपाटीपासून ११,०३४ मीटर आहे.

उतार- खंदक V आकाराचे असतात, मात्र त्यांच्या जमिनीकडील बाजूचा उतार तीव्र म्हणजे सर्वसाधारणपणे ४° ते १६° व जास्तीत जास्त ४५° असतो तर महासागराकडील बाजूचा उतार मंद असतो.

क्षेत्र- एकूण महासागरांच्या क्षेत्रफळापैकी ०.९५% क्षेत्र ६,००० मीटरपेक्षा जास्त खोलीचे असून सागरी खंदकांनी ०.५४% क्षेत्र व्यापलेले आहे.

विस्तार- खंदकांची रुंदी ४० ते १०० कि.मी. व लांबी ५०० ते ५,५०० कि.मी. पर्यंत आढळते. उदा. जगातील सर्वात जास्त लांबीच्या पेरू-चिली खंदकाची रुंदी १०० कि.मी. व लांबी ५,९०० कि.मी. आहे, जगातील सर्वात जास्त खोलीचे मरियाना खंदक ७० कि.मी. रुंद व २,५०० कि.मी. लांब आहे, तर टोंगा खंदक सुमारे १०० कि.मी. रुंद व ७०० कि.मी. लांब आहे.

सागरी बेटे, जलमग्न पर्वत व सागरी खंदक निर्मिती



मध्य महासागरीय जलमग्न पर्वत व सागरी खंदक हे सागरतळाचे भूगर्भशास्त्राच्या दृष्टीने सर्वात सक्रिय भाग आहेत. या भागात अनेक जागृत ज्वालामुखी असतात. हे प्रदेश अतिशय संवेदनशील भूकंपप्रवण क्षेत्रे म्हणूनही ओळखले जातात.

विविध महासागरातील गर्ता

जगातील विविध महासागरात एकूण ५७ गर्ता आहेत. त्यातील ३२ पॅसिफिक महासागरात, १९ अटलांटिक महासागरात तर ६ हिंदी महासागरात आहेत.

गर्ता	कमाल खोली (मीटर)	महासागर
१. मरियाना (चॅलेन्जर डीप)	११,०३४	पॅसिफिक
२. टोंगा	१०,८८२	पॅसिफिक
३. गॅलाथिया / फिलिपाईन्स	१०,५४५	पॅसिफिक
४. कुरील-कामचटका	१०,५४२	पॅसिफिक
५. केर्माडेक	१०,०४७	पॅसिफिक
६. इझु-ओगासावरा	९,८१०	पॅसिफिक

७. जपान	९,०००	पॅसिफिक
८. याप	८,५२७	पॅसिफिक
९. पोर्तो रिको	८,३८०	अटलांटिक
१०. दक्षिण सॅंडविच	८,२०२	दक्षिण (पूर्वी अटलांटिक)
११. पेरू-चिली	८,०६५	पॅसिफिक
१२. रोमांचे	७,७६०	अटलांटिक
१३. अल्युशियन	७,६७९	पॅसिफिक
१४. जावा	७,४५०	हिंदी
१५. मध्य अमेरिका	६,६६९	पॅसिफिक

१०. सागरी बेटे (Marine Islands)- (सर्व बाजूंनी पाणी असणाऱ्या भूभागाला बेट असे म्हणतात.) महासागरात काही ठिकाणी जलमग्न टेकड्या किंवा पर्वतरांगांच्या शिखरांचे भाग सागरपृष्ठाच्या वर आलेले असतात, त्यांना सागरी बेटे असे म्हणतात.

सागरी बेटांचे दोन मुख्य प्रकार केले जातात-

i) **उपखंडीय बेटे (Subcontinental Islands)-** खंडांच्या जवळ किंवा सागरजलमग्न खंडभूमीवर आढळणाऱ्या महासागरातील बेटांना उपखंडीय बेटे असे म्हणतात. या बेटांचे जवळच्या मुख्य भूप्रदेशाशी वनस्पती व प्राणी जीवनाच्या बाबतीत साम्य आढळते. या बेटांची निर्मिती मुख्य भूमीच्या किनाऱ्यालगतचा काही भूभाग खचला गेल्यामुळे किंवा खनन कार्यामुळे होते. उदा. ब्रिटिश बेटे, श्रीलंका, न्यू फाऊंडलंड, ग्रीनलँड, मादागास्कर, न्यूझीलंड इ.

ii) **महासागरी बेटे (Ocean Islands)-** कोणत्याही भूखंडापासून दूर अशा सागरी भागात सागरपृष्ठावर डोकावणाऱ्या भूभागांना महासागरी बेटे असे म्हणतात. अशा बेटांचे जवळच्या भूप्रदेशाशी साम्य आढळत नाही. ही बेटे प्रामुख्याने ज्वालामुखी उद्रेक, भूकवचातील हालचाली (वलीकरण, प्रस्तरभंग इ.) व प्रवाळ संचयन यांच्यामुळे निर्माण होतात. यावरून ज्वालामुखीजन्य बेटे व प्रवाळ बेटे असे महासागरी बेटांचे दोन उपप्रकार केले जातात.

ज्वालामुखीजन्य बेटे (Volcanic Islands)- ही बेटे समुद्रतळाशी जे उंच ज्वालामुखी आहेत, त्यांची सागरापृष्ठावर आलेली शिखरे आहेत. उदा. जपान, हवाई, रेयून्यो, मॉरिशस, सेंट हेलीना, असेन्शन, अल्यूशन, क्यूबा व वेस्ट इंडिज द्वीपसमूहातील बेटे इ.

या बेटांची उंची सागरतळापासून प्रचंड आढळते. उदा. माउना केआ या हवाई बेटावरील जलमग्न ज्वालामुखी शिखराची उंची सागरतळापासून ९,७५३ मी. (एव्हरेस्ट-८,८५० मीटर पेक्षा जास्त) आहे. या शिखराची उंची जगात सर्वात जास्त आहे.

प्रवाळ बेटे (Coral Islands)- ही बेटे प्रवाळाच्या संचयनाने निर्माण होतात. उदा. पॅसिफिक महासागरातील एलिस, गिल्बर्ट, मार्शल; हिंदी महासागरातील मालदीव व उत्तर अटलांटिक महासागरामधील बर्म्यूडा ही प्रवाळ बेटे आहेत.

जगातील सर्वात मोठी १० बेटे

बेट	क्षेत्रफळ (चौ.कि.मी.)	बेट	क्षेत्रफळ (चौ.कि.मी.)
१. ग्रीनलँड	२१,७५,६००	६. सुमात्रा	४,७७,५०७
२. न्यू गिनी	८,१०,०००	७. ग्रेट ब्रिटन	२,२९,८७७
३. बोर्नियो	७,५१,०००	८. होन्शू	२,२३,३७७
४. बॅफिन	५,९८,२९०	९. व्हिक्टोरिया	२,०८,०८०
५. मादागास्कर	५,८९,४९०	१०. एलझमीअर	२,००,४४५

४.३ महासागर जलाच्या हालचाली (Movements of Ocean Water):

तापमान, घनता, क्षारता इ. भौतिक वैशिष्ट्यांमुळे आणि सूर्य, चंद्र, वारे इ. बाह्यशक्तींमुळे महासागराचे पाणी सतत गतिमान असते. त्याच्या तीन प्रकारे हालचाली घडून येतात-

१. लाटा (Waves)	२. प्रवाह (Currents)	३. भरती-ओहोटी (Tides)
		

४.२.१ सागरी लाटा (Sea Waves):

महासागर जलाच्या स्थिर-सपाट पृष्ठभागावर जेव्हा कोणत्याही बाह्यकारणाने (उदा. वारा) आघात होतो, तेव्हा महासागर जल विस्थापित होते व तरंग / लहरी निर्माण होतात. त्यांना सागरी लाटा असे म्हणतात.

लाट म्हणजे पाण्यातून वाहणारी ऊर्जा होय.

लाटा निर्मितीची प्रमुख कारणे (Major Causes of Wave Formation)-

१. वारा
२. वादळे / आवर्त
३. पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण
४. सूर्य व चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण
५. सागर किनाऱ्यावरील भूमिपात / भूघसरण
६. सागरतळ आणि सागर किनाऱ्यावरील भूकंप व ज्वालामुखी उद्रेक

सागरी लाटांची निर्मिती (Formation of Sea Waves)- सागरी लाटा अनेक कारणांनी निर्माण होत असल्या तरी वारा हे लाट निर्मितीचे प्रमुख कारण आहे. जेव्हा समुद्र किंवा महासागरातील पाण्याच्या पृष्ठभागावरून वारा वाहण्यास सुरुवात होते, तेव्हा वाऱ्याच्या घर्षणामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावरील दाबाचे संतुलन बिघडते. संतुलन बिघडल्याने पृष्ठभागावर तणाव निर्माण होतो किंवा पृष्ठभाग दोलायमान होतो आणि त्यामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावर लहान-लहान 'V' आकाराच्या द्रोणी असलेल्या केशिका लाटा तयार होतात. या लाटा वाऱ्याच्या वहन दिशेकडे (वारा ज्या दिशेला पुढे वाहतो ती दिशा) पुढेपुढे सरकतात व हळूहळू मोठ्या किंवा विकसित होतात.

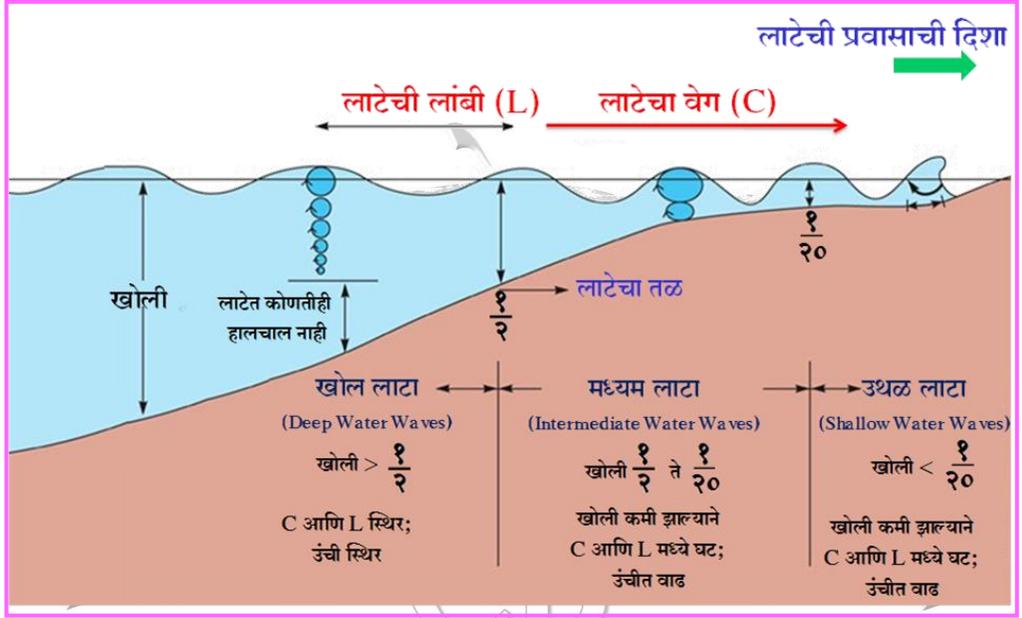
लाटांचे प्रकार-

A. पाण्याची खोली- यानुसार लाटांचे तीन प्रकार आहेत.

१. खोल लाटा (Deep Water Waves)- तरंगलांबीच्या $\frac{1}{2}$ पेक्षा जास्त खोली असलेल्या पाण्यातील लाटांना खोल लाटा असे म्हणतात.

२. मध्यम लाटा (Intermediate Water Waves)- तरंगलांबीच्या $\frac{1}{2}$ ते $\frac{1}{20}$ दरम्यान खोली असलेल्या पाण्यातील लाटांना मध्यम लाटा असे म्हणतात.

३. उथळ लाटा (Shallow Water Waves)- तरंगलांबीच्या $\frac{\lambda}{20}$ पेक्षा कमी खोली असलेल्या पाण्यातील लाटांना उथळ लाटा असे म्हणतात.



B. लाटेचा कालावधी-

१. नियमित लाटा (Regular Waves)- समान उंची, समान कालावधी आणि समान दिशा असलेल्या लाटांना नियमित लाटा असे म्हणतात.

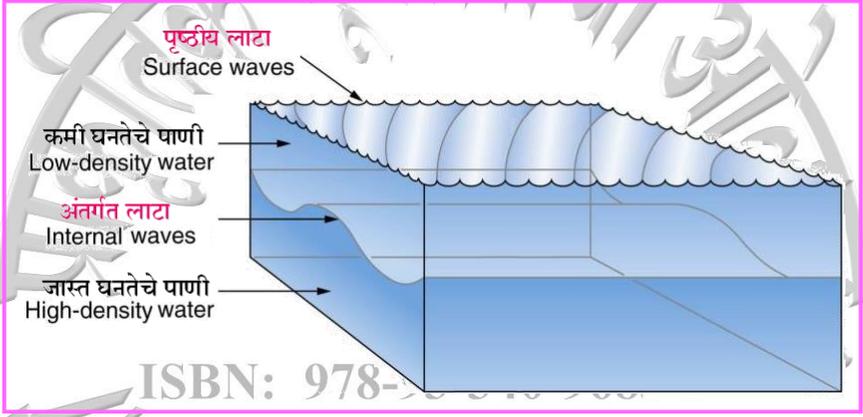
२. अनियमित लाटा (Irregular Waves)- कालावधी व उंची यादृच्छिक (Random) असलेल्या लाटांना अनियमित लाटा असे म्हणतात. भूकंप, भूधसरण इ. मुळे निर्माण होणाऱ्या लाटा या प्रकारात समाविष्ट होतात.

C. लाट निर्मितीचे स्थान- लाट ज्या ठिकाणी निर्माण होते त्यानुसार दोन प्रकार आहेत.

१. पृष्ठीय लाटा (Surface Waves)- समुद्र / महासागर पृष्ठभागावर वारा, वादळे, भूकंप, भूधसरण, ज्वालामुखी उद्रेक इ. कारणांमुळे लाटा निर्माण होतात. त्यांना पृष्ठीय लाटा असे म्हणतात. या लाटांची उंची पाण्याची खोली, वाऱ्याचा वेग व किती लांबीच्या सागरपृष्ठावर वाऱ्याचे कार्य होते यावर अवलंबून असते.

२. अंतर्गत लाटा (Internal Waves)- समुद्र / महासागर पृष्ठभागाप्रमाणेच पाण्याच्या आतील भागातही लाटा निर्माण होतात. त्यांना अंतर्गत लाटा असे म्हणतात.

या लाटा किनारी भागात व खोल समुद्रातही आढळतात. पृष्ठीय लाटांच्या मानाने या अतिशय मंद असतात. यांची ऊर्जा किंवा उभ्या दिशेतील हालचाल ही पृष्ठभागाऐवजी काही खोलीवर सर्वाधिक असते. भिन्न घनता असलेल्या पाण्याच्या दोन थरांच्या सीमेवर अथवा जेथे घनता खोलीनुसार वाढत जाते, तेथे अशा लाटा निर्माण होतात. वरचे हलके पाणी खालच्या जड पाण्यापासून ज्या थराने वेगळे झालेले दिसते, त्याला आंतरपृष्ठ म्हणतात. या आंतरपृष्ठाद्वारे अशी लाटा पुढे जाते. या लाटेमुळे समुद्रपृष्ठाच्या पातळीत जवळजवळ काहीच फरक पडत नाही. अशा लाटा ओळखण्यासाठी घनता, तापमान, लवणता इ. मोजणाऱ्या उपकरणांचा उपयोग होतो.



पृष्ठीय लाटा (Surface Waves)

अंतर्गत लाटा (Internal Waves)

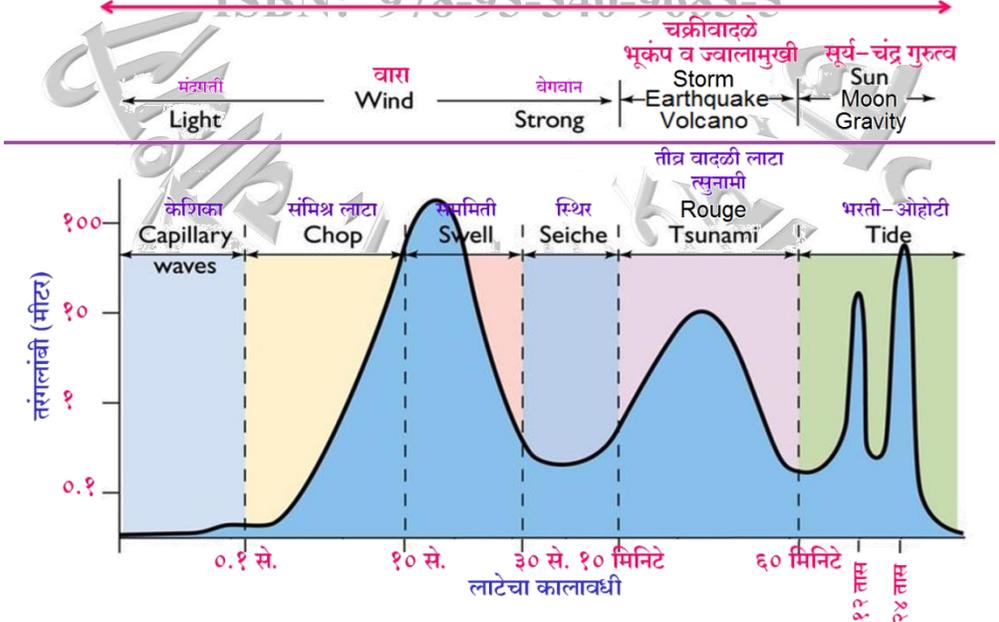


फिलिपिन्स जवळील उपग्रहीय प्रतिमा

लाटांचे निर्मिती शक्ती व स्थानानुसार प्रकार

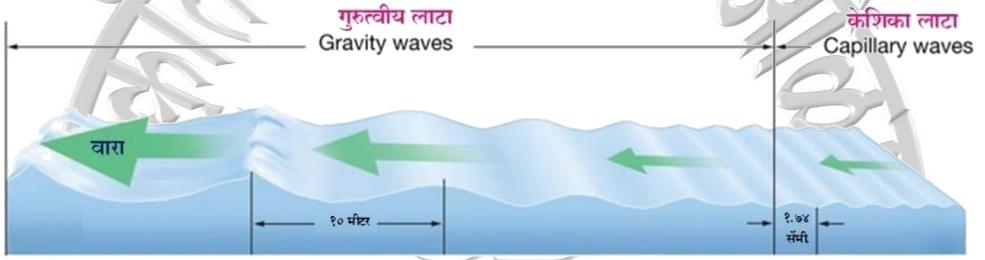
लाट प्रकार	आंदोलन कालावधी	तरंगलांबी	निर्मिती स्थान	निर्मितीचे कारण
A. पृष्ठीय (Surface)				
१. केशिका (Capillary)	< ०.१ सेकंद	< १.७४ सेंटीमीटर	खोल ते उथळ	स्थानिक वारे
२. गुरुत्वीय लाटा (Gravity)				
i. समिश्र /चॉप (Chop)	१-१० सेकंद	१-१० मीटर	खोल ते उथळ	स्थानिक वारे
ii. सममिती (Swell)	१०-३० सेकंद	१०० मीटर पर्यंत	खोल ते उथळ	वारा
iii. स्थिर (Seiche)	१० मिनिट ते १० तास	शेकडो किलोमीटर	उथळ / मध्यम	वारा
iv. तीव्र वादळी लाटा (Rouge Waves)	मिनिट ते दिवस	१०० ते २०० मीटर	खोल ते उथळ	चक्रीवादळे
v. त्सुनामी (Tsunami)	१०-१० मिनिट	२० ते ३०० किमी. पेक्षा जास्त	उथळ / मध्यम	सागरतळावरील भूकंप, ज्वालामुखी उद्रेक
vi. भरती-ओहोटी (Tide)	१२ ते २४ तास	हजारो किलोमीटर	उथळ	सूर्य व चंद्र गुरुत्वाकर्षण शक्ती
B. अंतर्गत (Internal)	मिनिट ते तास	शेकडो मीटर	खोल ते उथळ	सागरजल घनतेतील भिन्नता

निर्मिती शक्ती Generating Forces



D. लाटेचा आकार-

१. लघुतरंग / केशिका लाटा (Short Waves / Capillary Wave)- जेव्हा समुद्र किंवा महासागरातील पाण्याच्या पृष्ठभागावरून वारा वाहण्यास सुरुवात होते, तेव्हा वाऱ्याच्या घर्षणामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावरील दाबाचे संतुलन बिघडते. संतुलन बिघडल्याने पृष्ठभागावर ताण निर्माण होतो आणि या ताणामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावर लहान-लहान 'V' आकाराच्या द्रोणी असलेल्या लाटा तयार होतात त्यांना केशिका लाटा असे म्हणतात. या लाटांची लांबी १.७४ सेंमी. पेक्षा कमी असते. या लाटा सर्वात आधी निर्माण होतात, कमी कालावधीच्या असतात आणि वारा थांबल्यावर लगेच नष्ट होतात.



केशिका लाटा

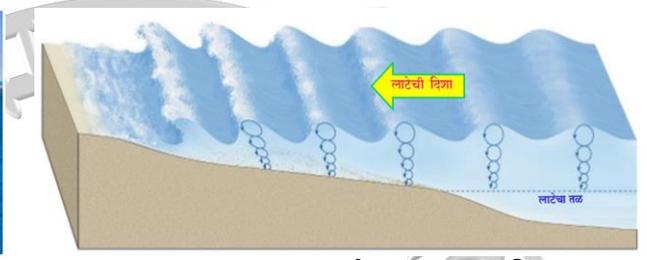
गुरुत्वीय लाटा



२. दीर्घतरंग / गुरुत्वीय लाटा (Long Waves / Gravity Waves)- जेव्हा समुद्र किंवा महासागराच्या पृष्ठभागावर वाहणाऱ्या वाऱ्याकडून पाण्याला अधिकाधिक ऊर्जा मिळते तेव्हा लाटांची उंची आणि लांबीत वाढ होऊन आकाराने मोठ्या लाटा निर्माण होतात त्यांना गुरुत्वीय लाटा असे म्हणतात. या लाटांची लांबी १.७४ सेंमी. पेक्षा जास्त असते. या लाटांचे शीर्ष टोकदार व द्रोणी गोलाकार असतात.

E. लाटेची दिशा व स्थिती - यानुसार लाटेचे तीन प्रकार आहेत.

१. पुरोगामी / प्रगमनशील / प्रगतीशील लाटा (Progressive Waves)- समान आंदोलन / हेलकावे असलेल्या आणि न फुटता पुढे जाणाऱ्या लाटांना प्रगमनशील / प्रगतीशील लाटा असे म्हणतात. या लाटांमध्ये ऊर्जा वेगाने पुढे जाते परंतु पाणी पुढे सरकत नाही. या लाटा महासागराकडून किनाऱ्याकडे प्रवास करतात. यांची तरंगलांबी व उंची जास्त असते.

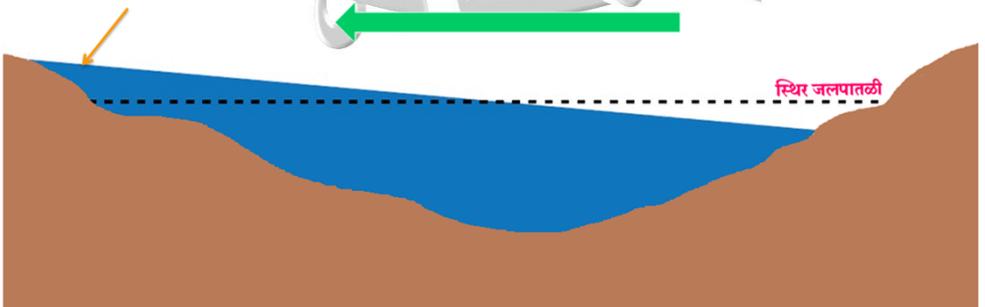


२. प्रतिगामी लाटा (Regressive Waves)- जेव्हा सागरकिनाऱ्यावर महासागराकडून आलेल्या लाटा आदळतात, तेव्हा सागरकिनाऱ्याकडून सागराकडे पुन्हा लहान लाटा निर्माण होतात, या परतीच्या लाटांना प्रतिगामी लाटा असे म्हणतात. या लाटा किनाऱ्याकडून महासागराकडे प्रवास करतात. यांची तरंगलांबी व उंची कमी असते. अशा लाटा सागरी कड्यालगत जास्त ठळक असतात.

३. स्थिर / अप्रगमनशील लाटा (Stationary/ Standing/ Seiche Waves)- पूर्ण किंवा बहुतांशी बंदिस्त उपसागर, समुद्र, खाडी, बंदरे, सरोवर या सारख्या जलराशीत संपूर्ण जलराशी हेलकावते. या मुक्त आंदोलनाला स्थिर किंवा अप्रगमनशील लाटा म्हणतात. तात्पुरता वारा व दाबक्षेत्र यांमुळे ही आंदोलने निर्माण होतात. मोठ्या उथळ पात्रातील पाणी जसे डचमळते तशी ही हालचाल असते.

वाऱ्यामुळे पातळीत वाढ

वाऱ्याची दिशा



F. लाट निर्मितीची कारणे (Causes of Wave Formation)-

१. ऊर्मी (Ripples)- समुद्र किंवा महासागर पृष्ठभागावरून वारे वाहण्यास सुरुवात झाल्यावर असमान दाबामुळे अत्यंत लहान-लहान लाटा तयार होतात त्यांना ऊर्मी असे म्हणतात. या लाटांना केशिका लाटा असेही म्हणतात. या लाटा वारा थांबल्यावर नष्ट होतात.

ऊर्मी (Ripples)	संमिश्र लाटा / चॉप (Chop)
	

२. संमिश्र लाटा / चॉप (Chop)- समुद्र किंवा महासागर पृष्ठभागावरून वारे वाहू लागल्यावर वाऱ्याच्या प्रभावक्षेत्रात असमान दाबामुळे विविध तरंगलांबीच्या व आवर्तकालांच्या लाटा निर्माण होतात त्यांना संमिश्र लाटा असे म्हणतात. या लाटांमुळे समुद्राचा पृष्ठभाग खरबरीत किंवा उंचसखल होतो. या अनियमित स्वरूपाच्या लाटा आहेत.

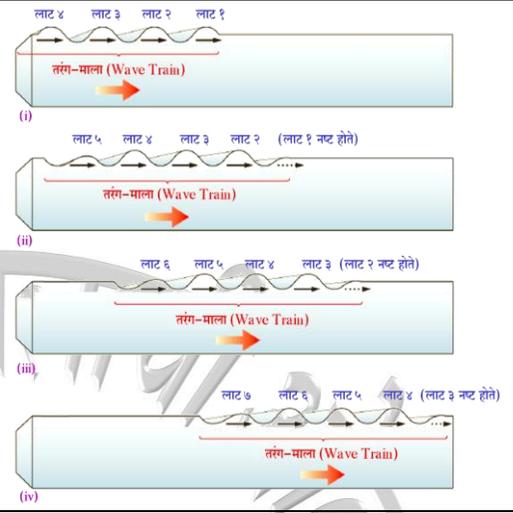
३. सममिती लाटा / पसरट लाटा (Swell)- वाऱ्याच्या प्रभावक्षेत्राबाहेर म्हणजेच निर्मिती क्षेत्राबाहेर प्रवास करणाऱ्या समान उंचीच्या व समान उतार भुजा असलेल्या लाटांना सममिती लाटा / पसरट लाटा असे म्हणतात. या लाटा खोल पाण्यात वाऱ्याच्या प्रभावक्षेत्राच्या पुढील भागात निर्माण होतात. यांची तरंगलांबी व वेग जास्त असतो. तसेच या लाटांचा कालावधी मोठा असतो.

समान लांबी व समान दिशेने प्रवास करणाऱ्या सममिती लाटांच्या समूहास तरंग-माला (Wave Train) असे म्हणतात.

सममिती लाटा / पसरट लाटा (Swell)



तरंग-माला (Wave Train)



४. तीव्र वादळी लाटा (Rogue / Freak / Killer / Storm Surges / Extreme Storm Waves)- तीव्र वादळामुळे समुद्र किंवा महासागरामध्ये अल्पावधीत भव्य व धोकादायक लाटा निर्माण होतात त्यांना तीव्र वादळी लाटा असे म्हणतात. या लाटा अनपेक्षितपणे निर्माण होतात. या लाटांचा आकार आसपासच्या लाटांच्या आकारापेक्षा दुप्पट असतो. या लाटा एकप्रकारे पाण्याच्या भिंती असतात. या लाटांचा कालावधी काही तासांपासून ते काही दिवस असू शकतो. चक्री वादळाच्या पुढील भागात अशी लाट निर्माण होऊ शकते. उदा. उष्ण कटिबंधातील हरिकेन चक्रीवादळाने निर्माण होणाऱ्या विध्वंसक लाटा.

तीव्र वादळी लाटा (Rogue / Storm Surges / Extreme Storm Waves)



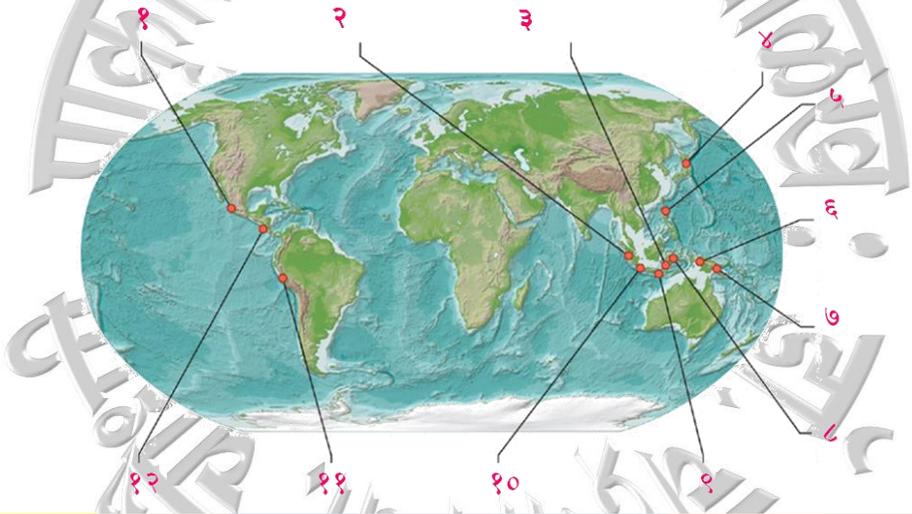


५. **त्सुनामी लाटा (Tsunami Waves)**- महासागर तळावरील किंवा किनारी भागातील भूकंप, ज्वालामुखी उद्रेक, भूमीपात इ. क्रियांमुळे समुद्र / महासागराच्या जलपृष्ठभागाचे विस्थापन होऊन लाटा निर्माण होतात. या लाटांना जपानी भाषेत 'त्सुनामी' असे म्हणतात ('त्सु' म्हणजे 'बंदर' आणि 'नामी' म्हणजे 'लहर'). या लाटांचा आवर्तकाळ १० ते ६० मिनीटे असून तरंग लांबी २०० कि.मी. पेक्षा जास्त तर खोल महासागरातील वेग प्रचंड (उदा. ४००० मीटर खोलीवर ताशी ७१३ कि.मी.) असू शकतो. खोल महासागरात यांची उंची ३० ते ६० सें.मी. असल्यामुळे त्यांच्याकडे फारसे लक्ष जात नाही. परंतु, खंडीय किनाऱ्याजवळ या लाटांचा वेग कमी झालेला असला तरी उंची प्रचंड १५ ते ३५ मीटरपर्यंत वाढते. परिणामी किनारी भागात या लाटा अतिशय विध्वंसक होतात.

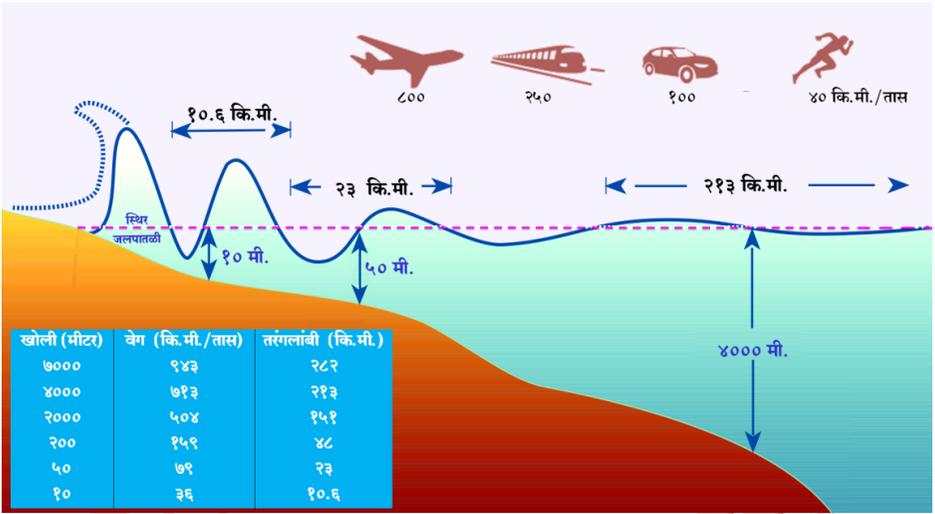


त्सुनामी लाटा

दिनांक	९ ऑक्टोबर १९९५	२६ डिसेंबर २००४	१२ डिसेंबर १९९२	१२ जुलै १९९३	११ मार्च २०११	१४ नोव्हेंबर १९९४	१७ फेब्रुवारी १९९६
स्थळ	जालीस्को, मेक्सिको	सुमात्रा, इंडोनेशिया	फ्लोरेस बेट, इंडोनेशिया	ओकुशिरी जपान	तोहोक् जपान	मिन्डोरो बेट	इरीअन जिया, इंडोनेशिया
लाटेची उंची (मीटर)	११	३५	२६	३१	१५	७	७.७
मृत्युसंख्या	१	३०००००	१०००	२६३	१९५०८	४९	१६१
संदर्भ क्रमांक	१	२	३	४		५	६



संदर्भ क्रमांक	७	८	९	१०	११	१२
दिनांक	१७ जुलै १९९८	१ जानेवारी १९९६	२ जून १९९४	१७ जूलै २००६	२१ फेब्रुवारी १९९६	२ सप्टेंबर १९९२
स्थळ	पापुआ न्यु गिनी	सुलावेसी बेट	पूर्व जावा, इंडोनेशिया	मध्य जावा, इंडोनेशिया	पेरूचा उत्तर किनारा	निकारागुआ
लाटेची उंची (मीटर)	१५	३.४	१४	३	५	१०
मृत्युसंख्या	२२००	९	२३८	६६८	१२	१७०



G. लाटांचे इतर प्रकार-

१. विभंजन लाटा (Breaking Waves)- ज्या लाटांचे शीर्ष स्वतःवर कोसळतात त्या लाटांना विभंजन / खंडित लाटा असे म्हणतात. सामान्यपणे जेव्हा पाण्याची खोली लाटेच्या उंचीच्या १.३ पट असते आणि लाटेची उंची व लांबी गुणोत्तर १:७ होते तेव्हा लाटा खंडित होते. विभंजन लाटा उथळ पाण्यात निर्माण होतात. या लाटांपासून फेसाळ पांढरे तरंग किंवा फेनिल लाटा निर्माण होतात.



२. स्थानांतरीत लाटा (Transfer Waves)- उथळ समुद्रावर एकापाठोपाठ लाटा फुटल्याने किनाऱ्यास समांतर लाटा तयार होतात, या लाटांना स्थानांतरीत लाटा असे म्हणतात. या लाटा आकाराने लहान व मंद गतीच्या असतात.

३. मृत लाटा (Dead Waves)- वारा थांबल्यावर मागे राहणाऱ्या लाटांना मृत लाटा असे म्हणतात.

४.३.२ महासागरी / समुद्र प्रवाह (Ocean Currents):

महासागरातील पाणी नदीप्रमाणेच एका निश्चित दिशेला व निश्चित मार्गाने मोठ्या प्रमाणात सातत्याने वाहत असते, या सागरजल हालचालीला महासागरी प्रवाह असे म्हणतात.

वैशिष्ट्ये-

१. महासागरी प्रवाह ही संपूर्ण जगात आढळणारी पाण्याची विस्तृत हालचाल आहे.
२. महासागरी प्रवाह हे निश्चित दिशेने मोठ्या प्रमाणात वाहणारे पाण्याचे अविरत प्रवाह आहेत.
३. महासागरी प्रवाह ही बहुतांशी सागरजलाची क्षितीजसमांतर किंवा आडवी हालचाल आहे.
४. महासागरी प्रवाहांमुळे सागरपृष्ठ ते तळापर्यंत अभिसरण चालू ठेवले जाते म्हणजेच सर्व खोलींवर महासागरी प्रवाह निर्माण होऊ शकतात.
५. महासागरी प्रवाहांमुळे प्रचंड प्रमाणात पाणी एकीकडून दुसरीकडे नेले जाते. उदा. उष्ण आखाती प्रवाह अॅमेझॉन नदीपेक्षा सुमारे १५० पट जास्त पाणी वाहतो, फ्लोरिडा सामुद्रधुनीतून प्रतिसेकंद सुमारे ३ कोटी घनमीटर पाणी वाहत असते.
६. महासागरी प्रवाहांमुळे कमी व उच्च अक्षवृत्तीय क्षेत्रात उष्णतेची देवाण-घेवाण होत असल्याने जागतिक ऊर्जा संतुलन साधले जाते.
७. सागरपृष्ठाशी वाऱ्याकडून होणारे घर्षण आणि उभ्या व आडव्या दिशांमध्ये असणारा पाण्याच्या घनतेतील (किंवा गुरुत्वातील) फरक यांमुळे महासागर प्रवाह निर्माण होतात.
८. महासागरी प्रवाह सामान्यतः ३ ते १० कि.मी./तास या वेगाने वाहतात. त्यांचा सर्वाधिक वेग महासागरांच्या पश्चिम भागात आढळतो.

९. सागर प्रवाहांची गती पृष्ठभागाच्या अगदी जवळ सर्वाधिक असते आणि पृष्ठभागाच्या खाली सुमारे १०० मीटर पलीकडे कमी होत जाते.
१०. जगातील सर्वांत मोठा सागर प्रवाह अंटार्क्टिका खंडाभोवतीचा असून त्यातून प्रतिसेकंद सुमारे १२.५ कोटी घनमीटर पाणी वाहत असते.
११. महासागरी प्रवाह जास्त रुंदीचे असतात. उदा. अटलांटिक महासागरातील आखाती प्रवाहाची रुंदी काही ठिकाणी ६० कि.मी. आहे.
१२. सामान्यतः उष्ण व हलके पाणी सागर पृष्ठभागाजवळून तर थंड व जड पाणी जास्त खालच्या थरातून वाहते.
१३. भौगोलिक स्थानाच्या आधारावर, महासागरी प्रवाहांना वेगवेगळ्या प्रदेशात वेगवेगळी नावे दिली गेली आहेत.
१४. महासागरी प्रवाह किनाऱ्याच्या अगदी जवळून वाहत नाहीत. त्यांचा विस्तार सामान्यपणे सागरमग्न खंडभूमीच्या सीमेपर्यंत आढळतो.
१५. उत्तर गोलार्धातील मुख्य प्रवाह घड्याळाच्या काट्याच्या दिशेला अनुसरून वाहतात. महासागरांच्या पश्चिम भागात ते उत्तरेकडे, तर पूर्व भागात ते दक्षिणेकडे वाहतात. दक्षिण गोलार्धात याच्या उलट परिस्थिती असते.
१६. महासागरी प्रवाहांचा तापमान, पर्जन्य, आवर्त, दृश्यता, जलवाहतूक, मासेमारी, व्यापार इ. वर प्रभाव पडतो.

महासागरी प्रवाह निर्मितीची कारणे (Causes of Ocean Current Formation)-

१) पृथ्वीशी संबंधित घटक

- i) गुरुत्वाकर्षण शक्ती
- ii) परिवलन गती (कोरिऑलिस प्रेरणा)

२) सागराच्या बाहेर निर्माण होणारे घटक

- i) प्रचलित वारे
- ii) वातावरणातील हवेचा दाब
- iii) पाऊस व महासागराला येऊन मिळणाऱ्या नद्या
- iv) सौरशक्ती व बाष्पीभवनातील फरक

३) सागरात निर्माण होणारे घटक

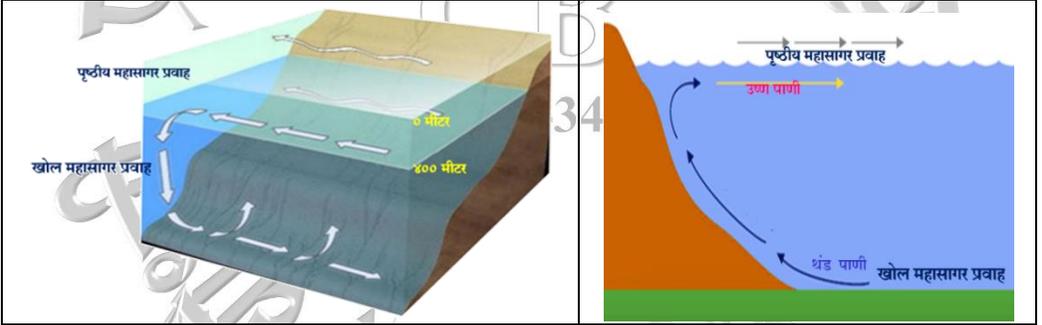
- सागर जलाच्या तापमानातील फरक
- सागर जलाच्या क्षारतेतील फरक
- सागर जलाच्या घनतेतील फरक
- सागर जलातील दाब प्रवणता
- बर्फ विलयन

४) महासागर प्रवाहांवर प्रभाव पाडणारे घटक

- किनारपट्टीची दिशा व आकार
- ऋतूनुसार होणारे बदल
- महासागरांची तळरचना

महासागरी प्रवाहांचे प्रकार (Types of Ocean Currents)-

A. महासागराची खोली (Depth of Ocean)- या आधारे महासागरी प्रवाहांचे दोन मुख्य प्रकार आहेत. १. पृष्ठीय महासागर प्रवाह २. खोल महासागर प्रवाह



१. पृष्ठीय महासागर प्रवाह (Surface Ocean Current)

व्याख्या	महासागर पृष्ठभागापासून ४०० मीटर खोलीपर्यंत वाहणाऱ्या सागरी प्रवाहांना पृष्ठीय महासागर प्रवाह असे म्हणतात.
निर्मितीची कारणे	वारे व तापमान
निर्मिती प्रक्रिया	सागर पृष्ठभागावरून मोठ्या प्रमाणात दीर्घकाळ व एकसारखा वारा वाहत असल्यास त्याच्या घर्षण कार्यामुळे काही ऊर्जा पाण्यात संक्रमित होते त्यामुळे सागरपृष्ठावरील पाणी प्रवाहित होते. काही तज्ञांच्या मते, वाऱ्यामुळे दाब पडून पृष्ठभागावर खोलगट भाग

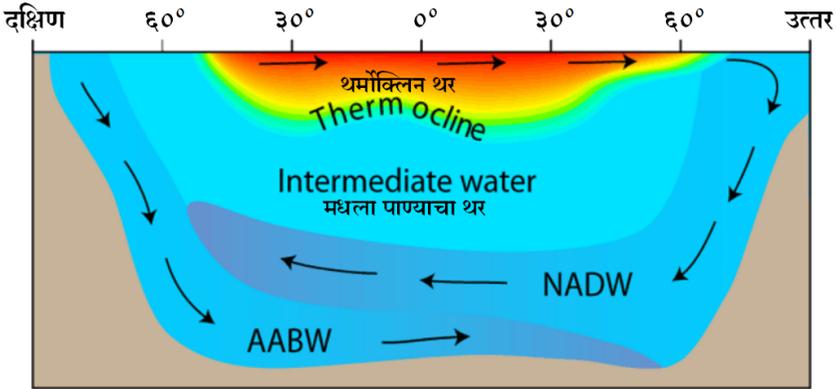
	निर्माण होतो व तेथे लगतचे पाणी घुसून प्रवाहाला सुरुवात होते.
प्रवाहाची उगमस्थाने	(i) विषुववृत्ताजवळील जास्त तापमान व व्यापारी वाऱ्याचे प्रभावक्षेत्र (ii) ध्रुवीय कमी तापमानाचे क्षेत्र
हालचाल	मुख्यतः आडवी (क्षितिजसमांतर)
आकार	हे प्रवाह खोल महासागर प्रवाहांपेक्षा आकाराने लहान असतात.
गती	या प्रवाहांची गती जास्त असते. (सामान्यतः वाऱ्याच्या गतीच्या २% गतीने हा प्रवाह वाहतो)
व्यापलेले पाणी	या प्रवाहांनी महासागरातील १०% पाणी व्यापलेले आहे.
वहन अंतर	हे प्रवाह जास्त लांब अंतरापर्यंत वाहतात.
परिणाम	या प्रवाहांमुळे जागतिक तापमान संतुलन साधले जाते.

२. खोल महासागर प्रवाह (Deep Ocean Current)

व्याख्या	महासागर पृष्ठभागापासून ४०० मीटर खोलीपलीकडे वाहणाऱ्या सागरी प्रवाहांना खोल महासागर प्रवाह असे म्हणतात.
निर्मितीची कारणे	तापमान, क्षारता, घनता
निर्मिती प्रक्रिया	खोल सागर प्रवाह मुख्यत्वे तापमान व घनतेतील फरकामुळे तयार होतात. याला उष्णता-क्षारता अभिसरण (Thermohaline Circulation) असे म्हणतात. दोन्ही ध्रुवीय प्रदेशात महासागराचे पाणी खूप थंड झाल्यावर बर्फ बनते. बर्फ तयार होत असतांना पाण्यातील मीठ किंवा क्षार तसेच शिल्लक राहतात. या शिल्लक राहणाऱ्या क्षारांमुळे सभोवतालचे पाणी खारट होऊन जड किंवा जास्त घनतेचे होऊ लागते. त्यामुळे पृष्ठभागावरील जड पाणी खाली जाऊ लागते व कमी घनतेचे खोल सागरी पाणी पृष्ठभागावर येऊ लागते. खोल गेलेले जड पाणी खालच्या थरातून अतिशय मंद गतीने विषुववृत्तीय प्रदेशाकडे वाहू लागते. त्यामुळे खोल सागर प्रवाह निर्माण होतात.

प्रवाहाची उगमस्थाने	(i) वेडेल समुद्रात (Weddel Sea) सर्व महासागरांतील जड पाणी खाली जाऊन 'अंटार्क्टिक तळ जलराशी' बनते. हे पाणी नंतर तिन्ही महासागरांच्या तळावरून विषुववृत्ताच्या बरेच उत्तरेला वाहत गेलेले आढळते. (ii) आइसलँड व ग्रीनलँड यांच्यामधील इर्मिजर समुद्र आणि ग्रीनलँड व लॅब्रॅडॉर यांच्यातील प्रदेश येथे हिवाळ्यात थंड व जड पाणी खाली जाऊन 'अटलांटिक खोल जलराशी' बनते. ते पाणी दाबामुळे दक्षिणेकडे अंटार्क्टिकपर्यंत वाहत जाते.
हालचाल	आडवी व उभी
आकार	हे प्रवाह पृष्ठीय महासागर प्रवाहांपेक्षा आकाराने मोठे असतात.
गती	या प्रवाहांची गती मंद असते. (सामान्यतः ताशी ३५ मीटर असते)
व्यापलेले पाणी	या प्रवाहांनी महासागरातील ९०% पाणी व्यापलेले आहे.
वहन अंतर	हे प्रवाह जास्त खोलीपर्यंत वाहतात.
परिणाम	या प्रवाहांमुळे जास्त खोलीवर ऑक्सिजनचा पुरवठा होतो.

खोल महासागर प्रवाह



जास्त पोषक द्रव्यांचे पाणी ऑक्सिजन प्रमाणात घट

उष्ण व कमी पोषक द्रव्यांचे पाणी

NADW (North Atlantic Deep Water): उत्तर अटलांटिक खोल जलराशी

AABW (Antarctic Bottom Water): अंटार्क्टिक तळ जलराशी

थर्मोक्लिन (Thermocline) - महासागरातील ३०० ते १००० मीटर खोली दरम्यानचा असा थर की ज्यामध्ये उभ्या दिशेत तापमानात तीव्र बदल होतात.

B. महासागर प्रवाहाचे तापमान (Temperature of Ocean Current)- या

आधारे दोन मुख्य प्रकार आहेत.

१. उष्ण सागर प्रवाह

२. थंड सागर प्रवाह

	उष्ण सागर प्रवाह (Warm Ocean Current)	थंड सागर प्रवाह (Cold Ocean Current)
व्याख्या	सभोवतालच्या पाण्याच्या तापमानापेक्षा जास्त तापमान असलेल्या सागर प्रवाहास उष्ण सागर प्रवाह असे म्हणतात.	सभोवतालच्या पाण्याच्या तापमानापेक्षा कमी तापमान असलेल्या सागर प्रवाहास थंड सागर प्रवाह असे म्हणतात.
निर्मिती	उष्ण कटीबंधात विषुववृत्ताजवळ	ध्रुवीय प्रदेशात ध्रुवांलगत
वहन खोली	पृष्ठभागाजवळून वाहतात	खालच्या थरातून वाहतात
सामान्य वहन दिशा	विषुववृत्ताकडून ध्रुवांकडे	ध्रुवांकडून विषुववृत्ताकडे
उत्तर गोलार्धातील दिशा	महासागरांच्या पश्चिम किनाऱ्याजवळून	महासागरांच्या पूर्व किनाऱ्याजवळून
दक्षिण गोलार्धातील दिशा	महासागरांच्या पश्चिम किनाऱ्याजवळून	महासागरांच्या पूर्व किनाऱ्याजवळून
तापमान	जास्त	कमी
क्षारता	कमी	जास्त
घनता	कमी	जास्त
परिणाम	किनारी भागाचे तापमान वाढवितात	किनारी भागाचे तापमान घटवितात
उदा.	उत्तर विषुववृत्तीय दक्षिण विषुववृत्तीय प्रती विषुववृत्तीय आखात / गल्फ	फॉकलँड ओयाशिओ कॅलिफोर्निया पश्चिम ऑस्ट्रेलिया

क्युरोशिओ	ओखोटस्क
पूर्व ऑस्ट्रेलिया	पेरू / हंबोल्ट
अलास्का	लॅब्राडोर
नॉर्वेजियन	कॅनरी
ब्राझिल	पूर्व ग्रीनलँड
अँगुल्हास	बेंग्यूला
ग्युनिया	अंटार्क्टिका

C. भरती-ओहोटीजन्य सागरी प्रवाह (Tidal Ocean Currents)- भरती-ओहोटीमुळे सागरावर ऊर्ध्व (उभ्या) दिशेत होणाऱ्या पाण्याच्या पातळीतील फरकाबरोबर क्षितिज समांतर (आडव्या) पातळीतही पाण्याचे (प्रवाहाच्या स्वरूपात) स्थलांतर होत असते. यालाच भरती-ओहोटीजन्य सागरी प्रवाह असे म्हणतात. सागर किनाऱ्यावर हे प्रवाह सहज दृष्टोत्पत्तीस येतात.

प्रकार- भरती व ओहोटी नुसार या प्रवाहांचे दोन प्रकार करता येतात.

१. भरतीजन्य / पूर प्रवाह (Flow / Flood Current)- भरतीच्या वेळी महासागराकडून किनाऱ्याकडे वाहणाऱ्या सागरप्रवाहास भरतीजन्य / पूर प्रवाह असे म्हणतात. या प्रवाहामुळे किनाऱ्यावरील पाण्याची पातळी वाढते व किनाऱ्याचा काही भाग जलमग्न होतो.



२. ओहोटीजन्य / उतरता प्रवाह (Ebb Current)- ओहोटीच्या वेळी किनाऱ्याकडून महासागराकडे वाहणाऱ्या सागरप्रवाहास ओहोटीजन्य / उतरता प्रवाह असे म्हणतात. या प्रवाहामुळे किनाऱ्यावरील पाण्याची पातळी घटते व किनाऱ्याचा काही जलमग्न भाग उघडा होतो.



महासागरावर किनाऱ्यापासून दूरच्या क्षेत्रावर निर्माण होणारे भरती-ओहोटीजन्य सागरी प्रवाह भरती-ओहोटीच्या एका आवर्तन काळात आपली दिशा बदलत ३६० अंशांमधून फिरतात; यांना फिरते प्रवाह असे म्हणतात. सर्वसाधारण त्यांची दिशा उत्तर गोलार्धात घड्याळाच्या काट्याच्या दिशेत बदलत असते. भरती-ओहोटीजन्य सागरी प्रवाह खोल महासागरापेक्षा उथळ महासागरात जास्त प्रभावी असतात.

४.३.३ भरती-ओहोटी (Tides):

सूर्याची गुरुत्वाकर्षण शक्ती, चंद्राची गुरुत्वाकर्षण शक्ती आणि पृथ्वीचे केंद्रोत्सारी बल यांच्या एकत्रित प्रभावामुळे ठराविक कालावधीत महासागरजलाच्या पातळीत वाढ व घट होत असते. या पातळीत वाढ होण्याच्या हालचालीस भरती (High Tide), तर पातळीत घट होण्याच्या हालचालीस ओहोटी (Low Tide) असे म्हणतात.

वैशिष्ट्ये-

१. सागरजलाच्या सर्व हालचालींपैकी भरती-ओहोटी ही सर्वात महत्वाची हालचाल आहे. कारण या हालचालीमुळे सागराच्या पृष्ठभागापासून खालच्या भागापर्यंतचे सागरजल प्रवाह प्रभावित होतात.
२. भरती-ओहोटी ही सागरजलाची दररोज / नियमितपणे आणि एकापोठोपाठ होणारी उभी हालचाल आहे.
३. चंद्राचे सूर्यसापेक्ष स्थान, पाण्याची खोली, तापमान, घनता व वातावरणीय क्षोभ यांवर भरती-ओहोटी अवलंबून असते.
४. भरती-ओहोटीमुळेच महासागराच्या पातळीत अल्पावधीत वाढ व घट होते.
५. भरती-ओहोटी ही गुरुत्वीय प्रेरणेने स्थिर होणारी एक प्रकारची लाट आहे.

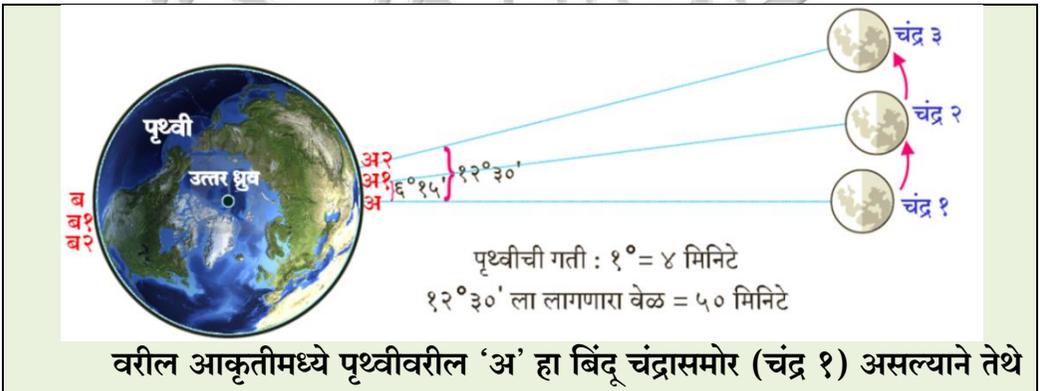
६. भरती-ओहोटीमुळे महासागरांमध्ये काही मीटर उंचीच्या तर किनाऱ्याजवळ सुमारे १८ मी. उंची पर्यंतच्या लाटा निर्माण होतात.
७. भरती-ओहोटीमुळे सागर प्रवाहांचीही निर्मिती होते.
८. भरती-ओहोटीची लांबी पृथ्वीच्या परिघाच्या निम्मी असते.
९. भरती-ओहोटीचा आवर्तकाल १२ तास २५ मिनिटे असतो म्हणजेच दर १२ तास २५ मिनिटांनी भरती-ओहोटीचे एक चक्र पूर्ण होते.
१०. संपूर्ण पृथ्वीचा विचार केल्यास दररोज दोन वेळा भरती व दोन वेळा ओहोटी येते. एक चंद्रासमोर येणाऱ्या पृथ्वीच्या भागावर व दुसरी चंद्राच्या विरुद्ध बाजूस असलेल्या पृथ्वीच्या भागावर.
११. पौर्णिमेच्या आणि अमावास्येच्या रात्री समुद्राला सगळ्यात जास्त भरती येते.
१२. चंद्र जेव्हा विषुववृत्तावर येतो, तेव्हा २४ तासात निर्माण होणाऱ्या दोन्ही भरत्या (किंवा ओहोट्या) बहुतांशी समान उंचीच्या असतात. परंतु चंद्र जसजसा उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे जातो तसतसा दिवसात घडणाऱ्या दोन भरत्या (किंवा ओहोट्या) असमान उंचीच्या होत जातात.
१३. संपूर्ण पृथ्वीभोवती जलावरण एकसारखे नाही. दक्षिण गोलार्धात जलावरणाचे आधिक्य असल्यामुळे भरती-ओहोटी धावत्या लाटेच्या रूपात पूर्व-पश्चिम जाताना दिसते. उत्तर गोलार्धात खंडांदरम्यान ती अंशतः उत्तरेकडे जाणारी धावती लाट व अंशतः पूर्व-पश्चिम अशी आंदोलणारी उभी लाट या रूपात दिसते.
१४. भरतीची कमाल पातळी ज्या त्वरेने वाढते, त्याच त्वरेने ओहोटीच्या वेळची किमान पातळी सामान्यपणे उतरत नाही.
१५. वेगवेगळ्या घटकांमुळे भरती-ओहोटी भिन्न-भिन्न तीव्रतेची असते.

भरती ओहोटीच्या वेळा -

१. साधारणतः किनारी भागांत दिवसातून (सुमारे २४ तासात) दोन वेळा भरती व दोन वेळा ओहोटी येते.
२. भरती-ओहोटीच्या वेळा पामुख्याने पृथ्वीच्या परिवलन आणि चंद्राच्या परिभ्रमण गतीवर अवलंबून असतात.

३. चांद्र दिन (Lunar Day) २४ तास ५० मिनिटांचा असल्याने चंद्र दररोज आधीच्या दिवसाच्या वेळेपेक्षा ५० मिनिटांनी उशिरा उगवतो त्यामुळे भरती-ओहोटीच्या वेळांमध्ये फरक पडत जातो.
४. एखाद्या ठिकाणी भरती आल्यानंतर पुन्हा त्याच ठिकाणी दुसऱ्यांदा भरती येण्यासाठी १२ तास २५ मिनिटे लागतात. तसेच ओहोटी आल्यानंतर पुन्हा त्याच ठिकाणी ओहोटी येण्यासाठीही १२ तास २५ मिनिटे कालावधी लागतात. याचाच अर्थ दोन भरतींच्या किंवा दोन ओहोटींच्या वेळांतील फरक सुमारे १२ तास २५ मिनिटांचा असतो.
५. एखाद्या ठिकाणी भरती आल्यानंतर पुन्हा त्याच ठिकाणी लगेच ओहोटी येण्यासाठी ६ तास १२ मिनिटे ३० सेकंद एवढा कालावधी लागतो. तसेच ओहोटी आल्यानंतर पुन्हा त्याच ठिकाणी लगेच भरती येण्यासाठीही ६ तास १२ मिनिटे ३० सेकंद एवढा कालावधी लागतो. म्हणजेच एकापाठोपाठ येणाऱ्या भरती आणि ओहोटींमध्ये ६ तास १२ मिनिटे ३० सेकंदांचा फरक असतो.
६. भरतीची वेळ व प्रमाण हे ऋतुनुसार कमीजास्त असते. तरीही साधारणतः तिथीच्या अंकाला ०.८ ने गुणल्यास भरतीची अंदाजे स्थानिक घड्याळी वेळ मिळते. उदा.

<p>पौर्णिमेच्या भरतीची वेळ पौर्णिमेचा अंक १५ म्हणून $१५ \times ०.८ = १२$ म्हणजेच पौर्णिमेला दुपारी आणि रात्री १२ वाजता भरतीची सर्वोच्च पातळी असते.</p>	<p>अमावस्येच्या भरतीची वेळ अमावास्येचा अंक ३० म्हणून $३० \times ०.८ = २४$ म्हणजेच अमावास्येला रात्री आणि दुपारी १२ वाजता भरतीची सर्वोच्च पातळी असते.</p>
--	--



चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे भरती येईल. 'ब' हा बिंदू पृथ्वीवर 'अ' या बिंदूच्या विरुद्ध (प्रतिपादी) स्थानावर असल्याने तेथे देखील त्याच वेळी पृथ्वीच्या केंद्रोत्सारी शक्तीमुळे भरती येईल. 'अ' हा बिंदू 'ब' या ठिकाणी १२ तासानंतर पोहचेल (१८०° फिरल्यावर) आणि तो पुन्हा मूळ जागी २४ तासानंतर येईल (३६०° फिरल्यावर). असाच बदल 'ब' या प्रतिपादित बिंदूबाबतही घडेल.

जेव्हा 'ब' बिंदू 'अ' च्या जागी येईल तेव्हा तेथे भरती असणार नाही, कारण या दरम्यान (१२ तासांत) चंद्रदेखील थोडा पुढे (सुमारे ६° १५') गेलेला असेल; म्हणून 'ब' बिंदूस चंद्रासमोर (चंद्र २) येण्यास सुमारे २५ मिनिटे जास्त लागतील. १२ तास २५ मिनिटांनंतर 'ब' हा बिंदू चंद्रासमोर (चंद्र २) 'अ१' ठिकाणी आल्याने तेथे भरती येईल व त्याचवेळी 'अ' हा बिंदू 'ब१' ठिकाणी विरुद्ध बाजूस असल्याने भरती येईल. त्यानंतर पुन्हा सुमारे १२ तास २५ मिनिटांनी 'अ' बिंदू ('ब१' ठिकाणी पोहचलेला) 'अ२' ठिकाणी चंद्रासमोर (चंद्र ३) येऊन दुसऱ्या वेळी भरती अनुभवे. त्याचवेळी 'ब' बिंदू ('अ१' ठिकाणी पोहचलेला) 'ब२' ठिकाणी भरती अनुभवे.

भरती-ओहोटीची कारणे-

१. चंद्राची गुरुत्वाकर्षण शक्ती
२. सूर्याची गुरुत्वाकर्षण शक्ती
३. केंद्रोत्सारी शक्ती (Centrifugal Force)

भरती-ओहोटीचे प्रकार

A. भरती-ओहोटी संख्येच्या आधारावर (Tides Based on the Frequency):

१. अर्ध-दैनिक भरती-ओहोटी (Semi-Diurnal Tide)- या प्रकारात दररोज दोनदा भरती व दोनदा ओहोटी येते आणि दोन्ही भरत्या किंवा ओहोत्या सामान्यतः सारख्याच उंचीच्या असतात. दोन भरती किंवा दोन ओहोटींमधील अंतर १२ तास २५ मिनिटे असते. उदा. संयुक्त संस्थानच्या पूर्व किनाऱ्यावर येणाऱ्या भरती-ओहोटी. जेव्हा चंद्र विषुववृत्तावर असतो तेव्हा हा प्रकार अनुभवास येतो.

२. दैनिक भरती-ओहोटी (Diurnal Tides)- दैनिक प्रकारात दररोज एक भरती व एक ओहोटी येते. दोन भरती किंवा ओहोटींमधील अंतर २४ तास ५० मिनिटे असते. उदा.

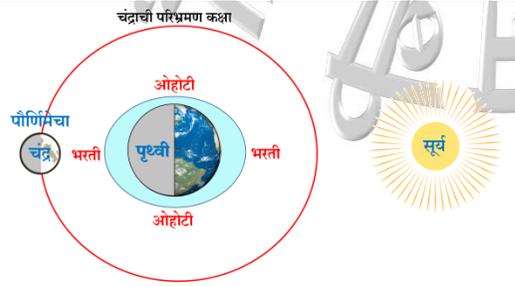
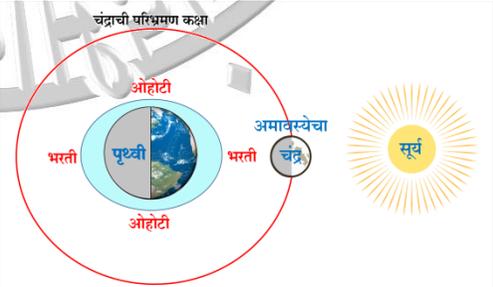
मेक्सिकोच्या आखातातील भरती-ओहोटी. जेव्हा चंद्र विषुववृत्तापासून दूर असतो तेव्हा हा प्रकार अनुभवास येतो.

३. संमिश्र भरती-ओहोटी (Mixed Tide)- हा अर्ध-दैनिक व दैनिक भरती-ओहोटी चा एकत्रित प्रकार आहे. या प्रकारात दररोज दोनदा भरती व दोनदा ओहोटी येते. परंतु दोन्ही भरत्या किंवा ओहोट्या समान उंचीच्या नसतात. उदा. संयुक्त संस्थानचा पश्चिम किनारा. जेव्हा चंद्र विषुववृत्तापासून अति उत्तर किंवा दक्षिण दिशेस असतो तेव्हा हा प्रकार अनुभवास येतो.

B. सूर्य, चंद्र व पृथ्वी यांच्या स्थितीच्या आधारावर (Tides Based on the Sun, Moon and Earth's Positions):

१. अर्ध मासिक भरती-ओहोटी (Semi-Monthly Tides)- या भरती-ओहोटीचा आवर्त काळ सुमारे $14\frac{3}{4}$ दिवसांचा आहे. ज्यावेळी सूर्य, चंद्र व पृथ्वी एका सरळ रेषेत किंवा काटकोनात येतात त्यावेळी हा परिणाम दिसतो. यामध्ये पुढील दोन प्रकार समाविष्ट होतात.

(i) उधानाची भरती-ओहोटी (Spring Tides)- अमावास्ये व पौर्णिमेच्या दिवशी पृथ्वी, सूर्य व चंद्र एका सरळ रेषेत येतात. त्यामुळे पृथ्वीवरील पाण्यावर चंद्र व सूर्य यांच्या गुरुत्वाकर्षण शक्ती एकाच दिशेने कार्य करतात. परिणामी या दिवशी येणारी भरती सरासरी भरतीपेक्षा मोठी असते व येणारी ओहोटी सरासरी ओहोटीपेक्षा लहान असते. या भरती-ओहोटीस उधानाची भरती-ओहोटी असे म्हणतात.

पौर्णिमेची उधानाची भरती-ओहोटी	अमावास्येची उधानाची भरती-ओहोटी
<p>चंद्राची परिभ्रमण कक्षा</p>  <p>पौर्णिमेचा चंद्र भरती ओहोटी भरती ओहोटी</p>	<p>चंद्राची परिभ्रमण कक्षा</p>  <p>ओहोटी भरती पृथ्वी भरती अमावस्येचा चंद्र सूर्य ओहोटी</p>

शुक्ल पक्ष / शुद्ध पक्ष (Waxing Period)

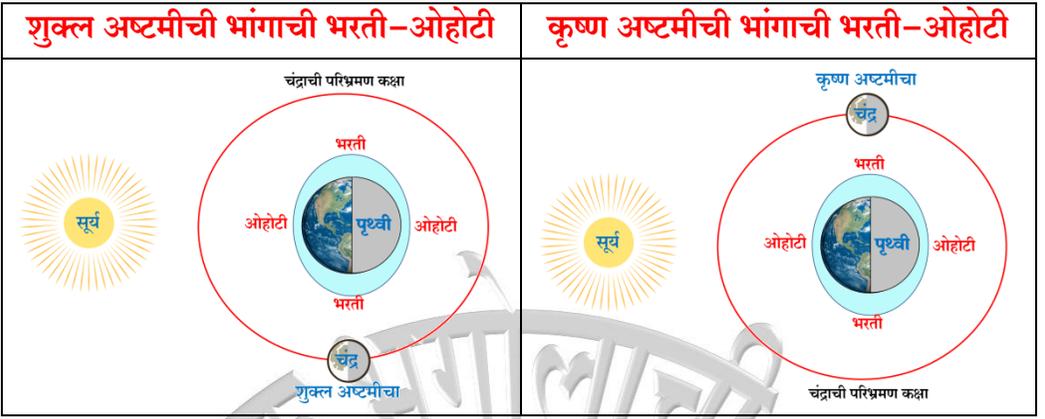
अमावस्येनंतर प्रतिपदेपासून पौर्णिमेपर्यंतचा पंधरवडा म्हणजे शुक्ल पक्ष होय. या काळात चंद्राचा पृथ्वीवरून दिसणारा प्रकाशित भाग दररोज वाढत जातो.

कृष्ण पक्ष / वदय पक्ष (Waning Period)

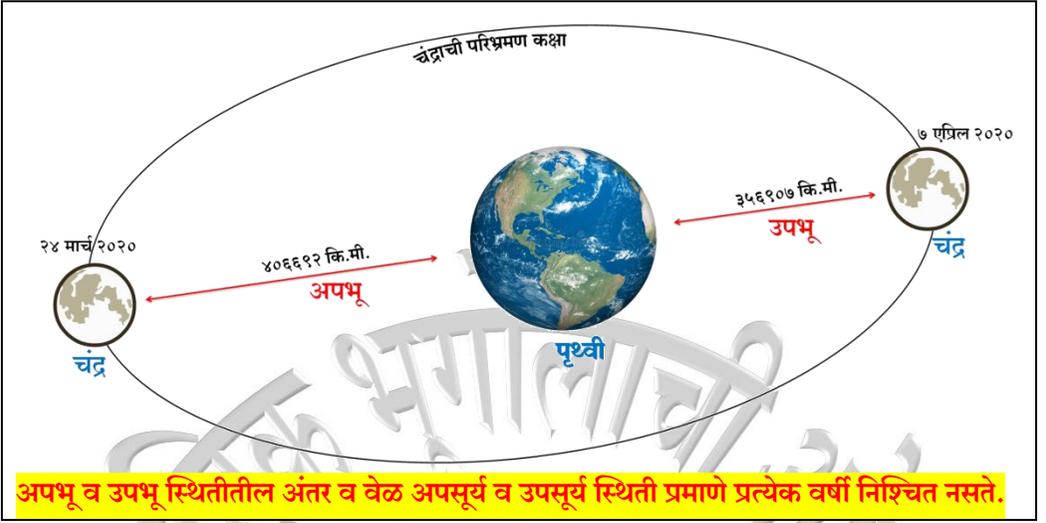
पौर्णिमेनंतर प्रतिपदेपासून अमावस्येपर्यंतचा पंधरवडा म्हणजे कृष्ण पक्ष होय. या काळात चंद्राचा पृथ्वीवरून दिसणारा प्रकाशित भाग दररोज घटत जातो.



(ii) भांगाची भरती-ओहोटी (Neap Tides)- चंद्राच्या पृथ्वीभोवती फिरण्यामुळे, महिन्यातून दोनदा पृथ्वी ही चंद्र व सूर्य यांच्या संदर्भात काटकोनाच्या कोनबिंदूवर येते. ही स्थिती प्रत्येक महिन्याच्या शुक्ल व कृष्ण पक्षातील अष्टमीला येते. या दोन दिवशी भरती निर्माण करणारी चंद्राची शक्ती व सूर्याची शक्ती या एकमेकांच्या विरुद्ध कार्य करतात. परिणामी या दिवशी येणारी भरती सरासरी भरतीपेक्षा लहान असते व येणारी ओहोटी सरासरी ओहोटीपेक्षा मोठी असते. (म्हणजेच या दिवशी भरतीच्या पाण्याची पातळी नेहमीपेक्षा कमी वाढते व ओहोटीच्या पाण्याची पातळी नेहमीच्या ओहोटीपेक्षा कमी उतरते.) या भरती-ओहोटीस भांगाची भरती-ओहोटी असे म्हणतात.



२. मासिक भरती-ओहोटी (Monthly Tides)- पृथ्वीच्या परिभ्रमण कक्षेप्रमाणेच चंद्राची परिभ्रमण कक्षा लंबवर्तुळाकार आहे. त्यामुळे चंद्र व पृथ्वीतील अंतर त्याच्या परिभ्रमण काळात कमी-जास्त होते. जेव्हा चंद्र पृथ्वीच्या सर्वात जवळ असतो म्हणजेच चंद्र व पृथ्वीतील अंतर सर्वात कमी असते तेव्हा त्या स्थितीस उपभू स्थिती (Perigee) तर सर्वात जास्त अंतर असतांनाच्या स्थितीस अपभू स्थिती (Apogee) असे म्हणतात. या दोन्ही स्थिती महिन्यातून प्रत्येकी एकदा येतात. या उपभू व अपभू स्थितींच्या दिवशी निर्माण होणाऱ्या भरती-ओहोटीस मासिक भरती-ओहोटी असे म्हणतात.



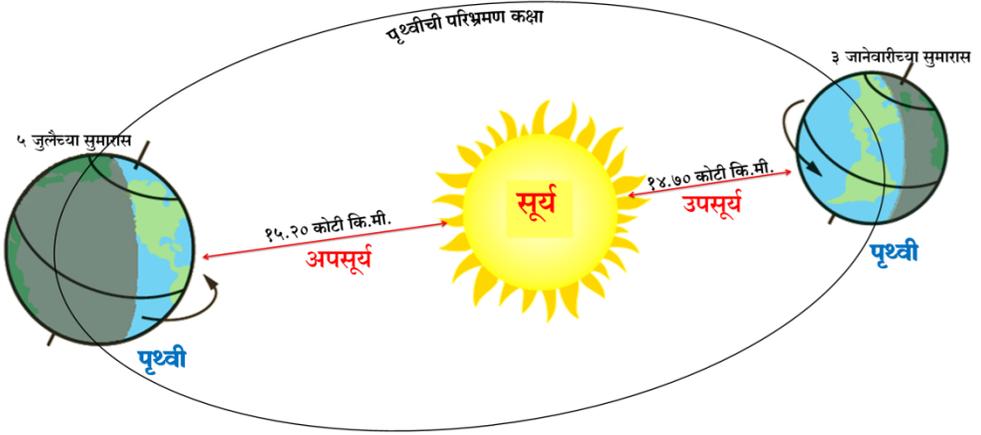
अपभू व उपभू स्थितीतील अंतर व वेळ अपसूर्य व उपसूर्य स्थिती प्रमाणे प्रत्येक वर्षी निश्चित नसते.

अपभू स्थितीपेक्षा उपभू स्थितीच्या वेळी चंद्र पृथ्वीच्या सर्वात जवळ असल्याने त्याचे गुरुत्व जास्त प्रभावी असते. परिणामी यावेळी भरतीची पातळी जास्त उंचावते व ओहोटीची पातळी जास्त खालावते. चंद्र उपभू बिंदूत असताना येणाऱ्या भरतीची उंची अपभू बिंदूत असताना येणाऱ्या भरतीच्या उंचीच्या ४० टक्के जास्त असते.

३. अर्ध-वार्षिक / संपाती भरती-ओहोटी (Half-Yearly / Equinoctial Tides)- पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळे वर्षातून दोन वेळा सूर्य विषुववृत्तावर येतो. याच सुमारास चंद्रही विषुववृत्तावर आला तर त्यांच्या एकत्रित गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे विषुववृत्ताजवळील सागरावर मोठी भरती येते व भरतीच्या स्थानापासून ९० अंशांवर दोन्ही बाजूंस ओहोटी येते त्याला संपाती भरती-ओहोटी असे म्हणतात. अशीच स्थिती अमावास्या किंवा पौर्णिमेला असल्यास अधिक मोठी भरती-ओहोटी येते, तिला संपाती उधानाची भरती-ओहोटी असे म्हणतात.

४. वार्षिक भरती-ओहोटी (Annual Tides)- पृथ्वीची परिभ्रमण कक्षा लंबवर्तुळाकार असल्याने पृथ्वी व सूर्य यांच्यातील अंतर कमी-जास्त होत असते. जानेवारी महिन्यात जेव्हा सूर्य व पृथ्वीतील अंतर सर्वात कमी असते तेव्हा त्या स्थितीस उपसूर्य स्थिती (Perihelion) तर जुलै महिन्यात सर्वात जास्त अंतर असतांनाच्या स्थितीस अपसूर्य स्थिती (Aphelion) असे म्हणतात. या दोन्ही स्थिती वर्षातून प्रत्येकी एकदा येतात. या स्थितींच्या दिवशी निर्माण होणाऱ्या भरती-ओहोटीस वार्षिक भरती-

ओहोटी असे म्हणतात. अपसूर्य स्थितीच्या भरती-ओहोटी पेक्षा उपसूर्य स्थितीच्या वेळेची भरती-ओहोटी जास्त प्रभावी असते.



५. उष्ण कटिबंधीय भरती-ओहोटी (Tropical Tides)- जेव्हा चंद्र पृथ्वीच्या कर्क किंवा मकर वृत्ताच्या आसपासच्या प्रदेशावर असतो. तेव्हाच्या भरती-ओहोटीस उष्ण कटिबंधीय भरती-ओहोटी असे म्हणतात. यावेळी २४ तासात निर्माण होणाऱ्या दोन्ही भरत्या (किंवा ओहोट्या) बहुतांशी असमान उंचीच्या असतात. तसेच चंद्रासमोरची भरती उत्तर गोलार्धात झाल्यास विरुद्ध बाजूची भरती दक्षिण गोलार्धात असते.

६. विषुववृत्तीय भरती-ओहोटी (Equatorial Tides)- जेव्हा चंद्र विषुववृत्तावर असतो तेव्हा २४ तासात निर्माण होणाऱ्या दोन्ही भरत्या किंवा ओहोट्या समान उंचीच्या असतात. त्यांना विषुववृत्तीय भरती-ओहोटी असे म्हणतात.

भरती ओहोटीचे महत्व (Importance of Tides)-

१. काही आंतरभरती विभाग विस्तृत व दलदलीचे असतात. अशा आंतरभरती विभागावर मिठागरे तयार करून मीठ मिळविता येते.
२. भरतीच्या वेळेस खाडीच्या मुखात मासे येतात. ओहोटीच्या वेळेस खाडीच्या मुखाशी जाळे लावून मोठ्या प्रमाणावर मासे पकडता येतात.
३. भरतीमुळे समुद्रातील जहाजांची किनाऱ्यालगतच्या बंदरापर्यंत सहजपणे हालचाल होते. भरती-ओहोटीमुळे उथळ बंदरातील जहाजांची हालचाल सुलभ होते.

४. भरतीमुळे निर्माण झालेल्या पाणभिंती काही नदीमुखात जहाजे चालविण्यासाठी धोकादायक असतात.
५. मुंबईसारख्या किनाऱ्यावरील शहरातील सांडपाणी, कारखान्यातून बाहेर पडलेले पाणी व गटारांतून वाहणारे मलमूत्र हे भरती-ओहोटीमुळे समुद्रात दूरवर वाहून जाण्यास मदत होते.
६. भरती-ओहोटीच्या शक्तीचा ऊर्जा उत्पादनासाठी उपयोग करता येतो.

भूवेला (Earth / Land Tide)- चंद्र व सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षण शक्तींमुळे पृथ्वीवर महासागरांप्रमाणेच जमिनीतही भरती-ओहोटीसारख्या विकृती निर्माण होत असतात, त्यांना 'भूवेला' म्हणतात. 'भूवेला' ओळखणे अवघड असून तिच्यामुळे निर्माण होणाऱ्या लाटांची उंची ०.३३ मी. पेक्षा जास्त नसते. भरती-ओहोटीच्या मानाने भूवेलेची गती अतिशय मंद असते. कारण पाण्याच्या मानाने भूपृष्ठ व पृथ्वीचे अंतरंग अधिक दृढ आहेत मात्र त्यांच्या स्थितीस्थापक (ताण नाहीसा झाल्यावर मूळ आकार धारण करण्याच्या) गुणधर्मांमुळे भूवेलीय विकृती निर्माण होऊ शकतात.



ISBN: 978-93-340-9683-5



संदर्भ सूची

१. दाते सु.प्र. आणि दाते संजीवनी (१९७२): प्राकृतिक भू-विज्ञान, रावील पब्लिकेशन, सातारा.
२. कोलते, पुराणिक, कुबडे (१९९१): हवामानशास्त्र व सागर विज्ञान, विद्या प्रकाशन, नागपूर.
३. चौधरी शं.रा., शिंदे बा.द., चव्हाण मि.भा. आणि देशमुख भा.व. (१९९४): भूगोलाशास्त्राची मुलतत्वे, हिमालया पब्लिशिंग हाउस, मुंबई.
४. शेते शंकरराव आणि कोरे दा.स. (१९९८) : प्राकृतिक भूगोल, पिंपळापुरे प्रकाशन, नागपूर.
५. अहिरराव आणि अलिझाड (२००१) : प्राकृतिक भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे.
६. लाटकर आणि आपटे (२००४): प्राकृतिक भूगोलाची मुलतत्वे, विद्या प्रकाशन, नागपूर.
७. खतीब के.ए. (२००६) : प्राकृतिक भूगोल, मेहता पब्लिकेशन हाउस, पुणे.
८. गोविंद सागर (२००६): भौगोलिक विचारधाराए (Geographical Thoughts), डिस्कव्हरी पब्लिशिंग हाउस, नई दिल्ली.
९. सवदी ए.बी. आणि कोळेकर पी.एस. (२००८) : प्राकृतिक भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे.
१०. नाईक व्ही.टी., गुरुडे बी.आर. आणि राठोड पी.डी. (२०१०) : प्राकृतिक भूगोलाची ओळख आणि मुलतत्वे, कैलाश पब्लिकेशन्स, औरंगाबाद.
११. सवदी ए.बी. आणि कोळेकर पी.एस. (२०१५): मानवी भूगोल, निराली प्रकाशन, पुणे.
१२. चौधरी शंकर रा. आणि गावित किरण (२०१७) : भूरूपशास्त्र, प्रशांत पब्लिकेशन्स, जळगाव.
१३. कार्लेकर श्रीकांत (२०१९) : प्राकृतिक भूगोल, डायमंड पब्लिकेशन्स, पुणे.
१४. खतीब के. ए. (२०२२) : मानवी भूगोल, विद्या बुक्स पब्लिशर, औरंगाबाद.

१५. Arunachalam, B. (1967): Maharashtra, A. R. Sheth and Co. Educational Publishers, Bombay.
१६. Goh Cheng Leong and Elizabeth Martin (1974): Human & Economic Geography, Oxford University Press
१७. Mamoria, C. B. (1979): Economic and Commercial Geography of India, Shivalal Agarwala and Company, Agra.
१८. Sharma T. C. and Coutinho O. C. (1983): Economic and Commercial Geography of India, Vikas Publishing House PVT LTD, New Delhi.
१९. Ghosh B. N. (1987): Fundamentals of Population Geography, Sterling Publishers Private Limited, New Delhi.
२०. Ahirrao W. R., Alizad S. S., Dhapte C. S. and Varat T. M. (1993): Principles of Human Geography, Nirali Prakashan, Pune.
२१. Sawant S. B. (1994): Population Geography, Mehta Publishing House, Pune.
२२. Chandana R. C. (1996): A Geography of Population, Kalyani Publishers, New Delhi.
२३. Bhende Asha and Kanitkar Tara (2003): Principles of Population Studies, Himalaya Publishing House, Mumbai.
२४. Simon Adams and David Lambert (2006) : Earth Science, Chelsea House Publishers, New York.
२५. Singh Savindra (2006): Physical Geography, Pravalika Publications, Alahabad.

२६. Goh Cheng Leong & Gillian C. Morgan (2009): Human and Economic Geography, Oxford University Press.
२७. Husain Majid (2010) : Fundamentals of Physical Geography, Rawat Publications, Delhi.
२८. Khullar D. R. (2010): India- A Comprehensive Geography, Kalyani Publishers, New Delhi.
२९. Strahler Alan (2011): Introducing Physical Geography, John Wiley and Sons, USA.
३०. Lutgens Frederick K. and Tarbuck Edward J. (2013): The Atmosphere-An Introduction To Meteorology, Pearson, Delhi.
३१. <https://ncert.nic.in/textbook.php>
३२. <http://ealbharati.in/main/publicHome.aspx>
३३. <https://vishwakosh.marathi.gov.in>
३४. <http://mr.vikaspedia.in>
३५. <https://www.britannica.com/>
३६. <http://www.wikipedia.org>
३७. <https://censusindia.gov.in>
३८. <https://eprints.nwisrl.ars.usda.gov>
३९. <https://geologycafe.com/>
४०. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/>
४१. <https://rwu.pressbooks.pub/webboceanography/>
४२. <https://spaceplace.nasa.gov>
४३. <https://www.bluehabitats.org/>
४४. <https://www.macrotrends.net>
४५. <https://www.usgs.gov/>



—: मनोगत :-

‘भूगोलशास्त्र (Geography)’ हा शास्त्रांची जननी किंवा शास्त्रांचे शास्त्र म्हणून ओळख असलेला, निसर्ग-मानव संबंध अभ्यासणारा, पर्यावरण संतुलनास दिशा देणारा, सर्वसमावेशक व बहुव्यापी विषय आहे. या विषयाच्या १. प्राकृतिक भूगोल (Physical Geography) २. मानवी भूगोल (Human Geography) अशा दोन मुख्य शाखा आहेत. ‘प्राकृतिक भूगोल’ हा भूगोलशास्त्राचा पाया असला तरी ‘मानवी भूगोल’ (Human Geography) हा त्याचा कळस आहे. ‘प्राकृतिक भूगोल’ प्रकृतीचा म्हणजेच निसर्गाचा अभ्यास करणारा मुलभूत विषय आहे. तर ‘मानवी भूगोल’ मानवाच्या उपजत व अर्जित वैशिष्ट्यांचा अभ्यास करणारा सामाजिक विषय आहे.

प्रस्तुत ‘प्राकृतिक भूगोलाची ओळख’ हे मराठी माध्यमातील पुस्तक भूगोलशास्त्र, शिलावरण, वातावरण व जलावरण या अभ्यास घटकांना व्यापणारे आहे. हे पुस्तक सावित्रीबाई फुले पुणे विद्यापीठ, पुणे यांच्या प्रथम वर्ष कला वर्गाच्या प्रथम सत्राच्या (२०२४-२०२५ या शैक्षणिक वर्षापासून NEP नुसार अंमलात येणाऱ्या) भूगोल विषयाच्या अभ्यासक्रमास अनुसरून लिहिलेलं आहे. या पुस्तकात बहुतांशी संकल्पना रंगीत छायाचित्र व आकृती स्वरूपात स्पष्ट करण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. त्यामुळे ‘प्राकृतिक भूगोल’ समजण्यास मदत होईल असे वाटते.

प्रस्तुत पुस्तकासाठी जे-जे संदर्भ साहित्य मला उपयुक्त ठरले त्या सर्व ज्ञानसागरांचा मी शतशः ऋणी आहे. आपल्या या भूगोलशास्त्रातील अनमोल कार्यामुळेच भूगोलशास्त्राचे भविष्य उज्ज्वल आहे.

धन्यवाद!!!

—: लेखक :-

डॉ. चंद्रभान भानुदास चौधरी

(एम.ए., बी.एड., एम.फिल., पीएच.डी., नेट)

प्राध्यापक व भूगोलशास्त्र विभाग प्रमुख

रयत शिक्षण संस्थेचे, एस.एस.जी.एम. कॉलेज, कोपरगाव

Email- cbchaudhari.1576@rediffmail.com



स्वयं-प्रकाशित

