

MAGEO 1.1 M



**एम. ए. (भूगोल)
राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण २०२० नुसार
सुधारित अभ्यासक्रम**

सत्र - I

पेपर - I

भौतिक भूगोलमध्ये प्रगत अभ्यास - I

प्रा. रवींद्र कुलकर्णी कुलगुरु, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई.	
प्रा. डॉ. अजय भामरे प्र-कुलगुरु, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई.	प्रा. शिवाजी सरगर संचालक, दूरस्थ आणि ऑनलाईन शिक्षण केंद्र, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई.

प्रकल्प समन्वयक	: अनिल बनकर सहयोगी प्राध्यापक, कला व मानव्यविद्या शाखा प्रमुख, दूरस्थ आणि ऑनलाईन शिक्षण केंद्र (सी. डी. ओ. ई), मुंबई विद्यापीठ, मुंबई - ४०००९८.
अभ्यास समन्वयक	: प्रा. अजित गोपीचंद पाटील सहाय्यक प्राध्यापक, दूरस्थ आणि ऑनलाईन शिक्षण केंद्र, मुंबई विद्यापीठ.
संपादक	: डॉ. हेमंत पेडणेकर. माजी प्राचार्य, ओंदे कॉलेज, ओंदे.
लेखक	: डॉ. सुमंत एकनाथ औताडे सहाय्यक प्राध्यापक, राष्ट्रीय शिक्षण संस्था, स्वामी विवेकानंद नाईट कॉलेज, डोंबिवली.

जुलै २०२४, प्रथम मुद्रण

प्रकाशक संचालक दूरस्थ आणि ऑनलाईन शिक्षण केंद्र, मुंबई विद्यापीठ, मुंबई - ४०००९८.

अक्षरजुळणी मुंबई विद्यापीठ मुद्रणालय, सांताक्रुझ, मुंबई
--

अनुक्रमणिका

क्रमांक	अध्याय	पृष्ठ क्रमांक
१.	पृथ्वी प्रणाली विज्ञान	१
२.	वातावरण आणि हवामान	२८
३.	समुद्रशास्त्र / सागरी विज्ञान	५५
४.	जलविज्ञान	८६

Semester - I

Title of the Course – Advanced studies in Physical Geography – I

Course Objectives:

1. To enhance the understanding of the students about geomorphic, atmospheric, oceanographic and hydrologic systems.
2. To make the students understand the interrelations between the various earth systems.
3. To reveal the evolutionary aspects of the lithosphere, atmosphere, oceanosphere and hydrosphere.

Course Outcomes:

- CO 1. The students will be able interpret and interconnect the various geologic, atmospheric, oceanographic and hydrologic phenomena.
- CO 2. Understand the history of the ocean, properties of sea water.
- CO 3. Understand and acquire knowledge on waves and tides.
- CO 4. Complete understanding of the calculation of the mean rainfall over basin
- CO 5. Understanding the concepts of rainfall runoff and groundwater

Detailed Syllabus:

Unit 1: The Earth System Science

(15 Hours)

- 1.1 The Earth System Science: The Earth - The origin and the evolution of the earth – big bang theory, formation of lithosphere of the Earth and plate tectonics
- 1.2 The Earth's interior: structure and composition, seismic waves and exploration for the earth's interior, deep drilling experiments
- 1.3 Geological time scale, geologic periods and climate change, recently proposed geological epoch (Anthropocene)
- 1.4 Earth's gravitational field - extent variation in magnitude - GRACE Mission; gravity and its effects on earth systems; Geomagnetism – extent magnitude and variations, dynamo effect, magnetic field reversals and effects

Unit 2: Atmosphere and climate

(15 Hours)

- 2.1 Origin and evolution of structure and composition of the earth's atmosphere,
- 2.2 Relationship of Climatology with Meteorology, Weather elements and climatic controls

2.3 Insolation and heat Budget of the Earth, Temperature - Vertical, horizontal and seasonal variations,

2.4 Processes heat energy transfer; Inversion of temperature

Unit 3: Oceanography

(15 Hours)

3.1 History of Oceanography- Understanding the ocean beginning with voyaging for trade and exploration, water, and ocean structure.

3.2 Ocean water- Thermal properties of ocean water - major dissolved nutrients and gasses, Light and Sound propagation in sea water, sea water and ocean water density.

3.3 Wave generation – growth and decay, Classification – factors influencing oceanic waves

3.4 Generation of tides – types of tides, tidal constituents.

Unit 4: Hydrology

(15 Hours)

4.1 Hydrological cycle – scientific approaches - concept of watershed

4.2 Precipitation, Mean rainfall over drainage basin – calculation methods, characteristics of Rainstorm

4.3 Rainfall runoff control- Evapotranspiration, infiltration and runoff fluxes

4.4 Forms of sub-surface water, saturated formation.

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान

हा अध्याय पाहिल्यानंतर, तुम्हाला खालील वैशिष्ट्ये समजतील.

घटक रचना

- १.१ उद्दिष्टे
- १.२ पृथ्वी प्रणाली विज्ञान
- १.३ पृथ्वी प्रणाली विज्ञान निसर्ग
- १.४ पृथ्वी प्रणाली विज्ञानाची व्याप्ती
- १.५ पृथ्वी : पृथ्वीची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती
- १.६ पृथ्वीची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती
- १.७ पृथ्वी
- १.८ बिग बॅंग थिअरी / सिद्धांत
- १.९ पृथ्वीच्या लिथोस्फियरची निर्मिती
- १.१० प्लेट टेक्टोनिक्सचा सिद्धांत
- १.११ पृथ्वीचे अंतरंग
- १.१२ पृथ्वीच्या अंतरंगाची रचना आणि रचना
- १.१३ भूकंप लहरी आणि पृथ्वीच्या अंतर्भागासाठी शोध
- १.१४ खोल ड्रिलिंग प्रयोग
- १.१५ भूशास्त्रीय कालमापन पद्धती / भौगोलिक वेळ स्केल
- १.१६ भूशास्त्रीय कालखंड आणि हवामान बदल
- १.१७ अलीकडे प्रस्तावित भौगोलिक युग - एंथ्रोपोसीन)
- १.१८ पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र - परिमाणातील फरक - ग्रेस मिशन
- १.१९ गुरुत्वाकर्षण आणि त्याचे पृथ्वीवरील प्रणालींवर होणारे परिणाम
- १.२० भूचुंबकत्व - विस्तार विशालता आणि भिन्नता
- १.२१ डायनॅमो इफेक्ट - मॅग्नेटिक फील्ड रिव्हर्सल्स आणि इफेक्ट्स
- १.२२ सारांश
- १.२३ नमुना प्रश्न
- १.२४ संदर्भ

१.१ उद्दिष्टे

- पृथ्वीच्या उत्क्रांती आणि लिथोस्फियरच्या निर्मितीची सैद्धांतिक पार्श्वभूमी समजून घेणे .
- पृथ्वीच्या आतील भागाची रचना आणि रचना समजून घेणे .
- पृथ्वीच्या अंतर्भागाचे आणि त्याच्या गतिशीलतेचे प्रायोगिक मूल्यमापन करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या विविध क्षेत्रीय तंत्रांचे प्रदर्शन करणे .
- भिन्न भौगोलिक कालखंड आणि त्यांची वैशिष्ट्ये यांची तुलना करणे.
- पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र आणि त्याचा पृथ्वीवरील प्रणालींवर होणारा परिणाम समजून घेणे .
- पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्राचे व्यावहारिक परिणाम समजून घेणे .

१.२ पृथ्वी प्रणाली विज्ञान

पृथ्वीच्या वातावरणात, हायड्रोस्फियर, लिथोस्फियर, बायोस्फियर आणि क्रायोस्फियर (गोठलेल्या परिसंस्था / पर्यावरण) मध्ये होणाऱ्या परस्परसंबंधित प्रक्रियांचा आणि परस्परसंवादाचा अभ्यास पृथ्वी प्रणाली विज्ञान (ESS) म्हणून ओळखला जातो, एक बहुविद्याशाखीय क्षेत्र. पृथ्वी अनेक परस्परसंबंधित आणि परस्परसंबंधित भागांसह एक जटिल प्रणाली म्हणून कार्य करते या जाणिवेचा परिणाम म्हणून हे अस्तित्वात आले. या सर्वसमावेशक पद्धतीच्या साहाय्याने, शास्त्रज्ञ पृथ्वीला एक गतिमान प्राणी समजू शकतात जे नेहमी बदलत असते. आम्ही या निबंधातील अर्थ, निसर्ग, व्याप्ती आणि मूल्य यांचा सखोल अभ्यास करत असताना आम्ही पृथ्वी प्रणाली विज्ञानाचे आंतरविद्याशाखीय वैशिष्ट्य आणि तातडीच्या जागतिक समस्यांना तोंड देण्यासाठी त्याचे महत्त्व तपासतो. पृथ्वी आणि तिच्या परस्परसंबंधित घटकांवर संशोधन करण्यासाठी सर्वसमावेशक पद्धतीला "पृथ्वी प्रणाली विज्ञान" म्हणतात. ते पृथ्वीकडे बायोस्फियर, लिथोस्फियर, हायड्रोस्फियर, वातावरण आणि क्रायोस्फियर यांसारख्या विविध उपप्रणालींनी बनलेली बहुआयामी प्रणाली म्हणून पाहते. या उपप्रणालींमधील जटिल अभिप्राय यंत्रणा एकत्रितपणे पृथ्वीच्या पर्यावरणाची गतिशीलता निर्माण करतात. पृथ्वीचा इतिहास, वर्तमान आणि भविष्यातील परिस्थितींबद्दल ज्ञान मिळविण्यासाठी, ESS या परस्परसंवाद आणि प्रक्रिया समजून घेण्याचा प्रयत्न करते.

१.३ पृथ्वी प्रणाली विज्ञान निसर्ग

पृथ्वी प्रणालीचे निसर्ग विज्ञान हे त्याच्या स्वरूपानुसार आंतरविद्याशाखीय आहे, ज्यामध्ये जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र, भौतिकशास्त्र, भूविज्ञान, हवामानशास्त्र, समुद्रशास्त्र, पर्यावरणशास्त्र आणि गणित यासारख्या इतर वैज्ञानिक क्षेत्रातील कल्पना आणि पद्धतींचा समावेश आहे. पृथ्वी प्रणाली निसर्गात आंतरविद्याशाखीय आहे, जी तिच्या संपूर्णपणे

समजून घेण्यासाठी आवश्यक आहे कारण त्यात गुंतागुंतीचे परस्परसंवाद आणि अभिप्राय लूप समाविष्ट आहेत जे वैयक्तिक विषयांच्या व्याप्तीच्या पलीकडे आहेत. ESS द्वारे एक प्रणाली विचार करण्याची पद्धत देखील स्वीकारली जाते, जी पृथ्वीला एक जटिल प्रणाली मानते ज्याचे उद्भवणारे गुण त्याच्या घटक भागांच्या परस्परसंवादातून येतात. ही पद्धत पृथ्वीची उपप्रणाली किती परस्परसंबंधित आहेत यावर जोरदार भर देते आणि स्वतंत्रपणे विरुद्ध सर्वसमावेशकपणे त्यांचे परीक्षण करणे किती महत्वाचे आहे.

शिवाय, पृथ्वी प्रणाली विज्ञान त्याच्या गतिमान आणि विकसित होत असलेल्या निसर्गाद्वारे वैशिष्ट्यीकृत आहे. हे ओळखते की पृथ्वी स्थिर नाही परंतु विविध अवकाशीय आणि ऐहिक स्केलवर सतत बदल होत आहे. हे बदल नैसर्गिक असू शकतात, जसे की हवामानातील परिवर्तनशीलता आणि भूगर्भीय प्रक्रिया किंवा मानववंशजन्य, मानवी क्रियाकलाप जसे की जंगलतोड, शहरीकरण आणि जीवाश्म इंधन ज्वलन.

१.४ पृथ्वी प्रणाली विज्ञानाची व्याप्ती

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान विशाल आहे आणि त्यात विविध विषय आणि घटनांचा समावेश आहे. ESS अंतर्गत अभ्यासाच्या काही प्रमुख क्षेत्रांमध्ये हे समाविष्ट आहे:

- **हवामान गतिशीलता:** ESS वातावरण, महासागर, जमिनीची पृष्ठभाग आणि पृथ्वीच्या हवामान प्रणालीला चालना देणारे बर्फाचे लोक यांच्यातील जटिल परस्परसंवादाची तपासणी करते. यामध्ये वातावरणातील अभिसरण, सागरी प्रवाह, हरितगृह वायू सांद्रता आणि हवामानातील परिवर्तनशीलता आणि बदलांवर परिणाम करणाऱ्या अभिप्राय यंत्रणा यासारख्या प्रक्रियांचा अभ्यास समाविष्ट आहे.
- **जैव-रासायनिक चक्र:** ESS कार्बन, नायट्रोजन, फॉस्फरस आणि वातावरण, बायोस्फियर, हायड्रोस्फियर आणि लिथोस्फियर यांच्यातील आवश्यक घटकांच्या सायकलिंगचे परीक्षण करते. इकोसिस्टम आरोग्य, पोषक सायकलिंग आणि पर्यावरणावरील मानवी क्रियाकलापांच्या प्रभावाचे मूल्यांकन करण्यासाठी ही जैव-रासायनिक चक्र समजून घेणे महत्त्वपूर्ण आहे .
- **पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या प्रक्रिया:** ESS पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला आकार देणाऱ्या प्रक्रियांचा अभ्यास करते, ज्यामध्ये धूप, हवामान, गाळाची वाहतूक आणि भूरूप विकास यांचा समावेश होतो. यामध्ये भूगर्भीय, जलविज्ञान आणि जैविक प्रक्रियांमधील परस्परसंवाद तपासणे समाविष्ट आहे जे लँडस्केप उत्क्रांती आणि जमीन वापराच्या पद्धतींवर प्रभाव टाकतात.
- **इकोलॉजी आणि जैवविविधता:** ESS जीव आणि त्यांचे पर्यावरण यांच्यातील परस्परसंवादाचा शोध घेते, ज्यामध्ये इकोसिस्टम डायनॅमिक्स, प्रजाती वितरण आणि जैवविविधता नमुने समाविष्ट आहेत. यामध्ये पर्यावरणीय बदल, अधिवासाचा नाश आणि इकोसिस्टम आणि प्रजातींच्या लोकसंख्येवर आक्रमक प्रजातींचे परिणाम अभ्यासणे समाविष्ट आहे.

- **नैसर्गिक धोके:** ESS भूकंप, ज्वालामुखीचा उद्रेक, त्सुनामी, चक्रीवादळ आणि पूर यांसारख्या नैसर्गिक धोक्यांची तपासणी करते, त्यांच्या घटना आणि परिणामास कारणीभूत असलेल्या मूलभूत प्रक्रिया आणि घटकांचे परीक्षण करते. यामध्ये धोक्याच्या जोखमीचे मूल्यांकन करणे, पूर्व चेतावणी प्रणाली विकसित करणे आणि असुरक्षितता कमी करण्यासाठी कमी करण्याच्या धोरणांची अंमलबजावणी करणे समाविष्ट आहे.
- **मानव-पर्यावरण परस्परसंवाद:** ESS मानवी समाज आणि पर्यावरण यांच्यातील परस्परसंवादाचे परीक्षण करते, ज्यामध्ये पृथ्वीच्या प्रणालींवर मानवी क्रियाकलापांचा प्रभाव आणि परिणामी अभिप्राय लूप यांचा समावेश होतो. यामध्ये जमिनीचा वापर बदल, जंगलतोड, प्रदूषण, संसाधनांची झीज, आणि हवामान बदल अनुकूलन आणि कमी करण्याच्या धोरणांसारख्या समस्यांचा अभ्यास समाविष्ट आहे.
- **पृथ्वी प्रणाली विज्ञानाचे महत्त्व:** मानवजातीसमोरील काही अत्यंत महत्वाच्या जागतिक आव्हानांना तोंड देण्यासाठी पृथ्वी प्रणाली विज्ञान महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. त्याचे महत्त्व अनेक महत्वाच्या पैलूमधून समजू शकते.
- **हवामान बदल समजून घेणे:** ESS हवामानातील बदलांचे चालक आणि परिणामांबद्दल आवश्यक अंतर्दृष्टी प्रदान करते, हवामान कमी करणे आणि अनुकूलन धोरणे सूचित करण्यात मदत करते. पृथ्वीच्या हवामान प्रणालीतील गुंतागुंतीच्या परस्परसंवादांचा अभ्यास करून, संशोधक हवामानातील परिवर्तनशीलता आणि बदलांची कारणे अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेऊ शकतात, भविष्यातील हवामान परिस्थितीचे मूल्यांकन करू शकतात आणि हरितगृह वायू उत्सर्जन कमी करण्यासाठी धोरणे विकसित करू शकतात आणि पर्यावरणीय प्रणाली आणि समाजांवर हवामान बदलाचे परिणाम कमी करू शकतात.
- **शाश्वत संसाधन व्यवस्थापन:** ESS पृथ्वीच्या नैसर्गिक प्रणाली आणि प्रक्रियांबद्दल ज्ञान देऊन शाश्वत संसाधन व्यवस्थापनात योगदान देते. यामध्ये पाणी, ऊर्जा, खनिजे आणि इतर संसाधनांची उपलब्धता आणि वितरण समजून घेणे तसेच संसाधने उत्खनन आणि पर्यावरणावरील वापराच्या परिणामांचे मूल्यांकन करणे समाविष्ट आहे. पर्यावरणीय, सामाजिक आणि आर्थिक विचारांचे एकीकरण करून, ESS संसाधन संवर्धन, इकोसिस्टम लवचिकता आणि शाश्वत विकासाचा चालना देण्याच्या उद्देशाने धोरणे आणि पद्धतींची माहिती देण्यास मदत करते.
- **नैसर्गिक धोक्यांचा अंदाज लावणे:** भूकंप, त्सुनामी, चक्रीवादळ आणि पूर यांसारख्या नैसर्गिक धोक्यांच्या प्रभावांचा अंदाज लावण्यात आणि कमी करण्यात ESS महत्वाची भूमिका बजावते. धोक्याच्या घटनेत योगदान देणाऱ्या अंतर्निहित प्रक्रियांचा आणि घटकांचा अभ्यास करून, संशोधक या घटनांच्या परिणामांचा अंदाज लावण्यासाठी आणि कमी करण्यासाठी मॉडेल्स आणि पूर्व चेतावणी प्रणाली विकसित करू शकतात. यामध्ये भूवैज्ञानिक आणि वातावरणीय घटनांचे निरीक्षण करणे, धोक्याच्या जोखमीचे मूल्यांकन करणे आणि लवचिकता वाढविण्यासाठी आणि

जोखीम असलेल्या समुदायांमध्ये असुरक्षा कमी करण्यासाठी उपाययोजना लागू करणे समाविष्ट आहे.

- **संवर्धन आणि जैवविविधता:** ESS परिसंस्थेची गतिशीलता, प्रजातींचे वितरण आणि जैवविविधता नमुन्यांची अंतर्दृष्टी प्रदान करून संवर्धनाच्या प्रयत्नांमध्ये योगदान देते. जीव आणि त्यांचे वातावरण यांच्यातील जटिल परस्परसंवाद समजून घेऊन, संशोधक मुख्य निवासस्थान, प्रजाती आणि परिसंस्था ओळखू शकतात ज्यांना संरक्षण आवश्यक आहे. यामध्ये निवासस्थानाचा नाश, हवामान बदल, प्रदूषण आणि जैवविविधतेवर आक्रमण करणाऱ्या प्रजातींच्या प्रभावांचा अभ्यास करणे, तसेच संवर्धन आणि पुनर्संचयनासाठी धोरणे विकसित करणे समाविष्ट आहे.
- **धोरणाची माहिती देणे आणि निर्णय घेणे:** पर्यावरणविषयक समस्यांबद्दल वैज्ञानिक ज्ञान आणि पुराव्यावर आधारित अंतर्दृष्टी प्रदान करून ESS स्थानिक, राष्ट्रीय आणि जागतिक स्तरावर धोरण आणि निर्णय घेण्याची माहिती देते. आंतरविद्याशाखीय संशोधन निष्कर्षांचे एकत्रीकरण करून, धोरणकर्ते हवामान बदल, नैसर्गिक धोके, संसाधन व्यवस्थापन आणि जैवविविधता संवर्धन यासारख्या आव्हानांना तोंड देण्यासाठी माहितीपूर्ण धोरणे आणि धोरणे विकसित करू शकतात. यामध्ये शाश्वत विकास आणि पर्यावरणीय कारभाराला प्रोत्साहन देण्यासाठी पर्यावरणीय कायदे, नियम आणि आंतरराष्ट्रीय करारांमध्ये ESS तत्वे समाविष्ट करणे समाविष्ट आहे.
- **शिक्षण आणि सार्वजनिक जागरूकता वाढवणे:** ESS पर्यावरणीय समस्यांबद्दल जागरूकता वाढवून आणि वैज्ञानिक साक्षरतेला प्रोत्साहन देऊन शिक्षण आणि जनजागृतीला प्रोत्साहन देते. संशोधनाचे निष्कर्ष संप्रेषण करून आणि लोकांशी संवाद साधून, शिक्षक आणि शास्त्रज्ञ नैसर्गिक जगाबद्दल कुतूहल वाढवू शकतात आणि माहितीपूर्ण निर्णय घेण्यास आणि कृती करण्यास प्रोत्साहित करू शकतात. यामध्ये व्यक्ती, समुदाय आणि निर्णय घेणाऱ्यांमध्ये पर्यावरणविषयक जागरूकता, टिकाव आणि कारभारीपणाला प्रोत्साहन देण्यासाठी शैक्षणिक कार्यक्रम, समाजाभिमुख कार्यक्रम आणि मीडिया मोहिमा विकसित करणे समाविष्ट आहे.

पृथ्वी प्रणाली विज्ञान हे एक बहुविद्याशाखीय क्षेत्र आहे जे पृथ्वीच्या वातावरणातील परस्परसंबंधित प्रक्रिया आणि परस्परसंवादाचा अभ्यास करते, हायड्रोस्फियर, लिथोस्फीअर, बायोस्फियर आणि क्रायस्फियर. सतत बदल होत असलेली एक जटिल प्रणाली म्हणून पृथ्वीला समजून घेण्यासाठी हे सर्वांगीण दृष्टिकोन स्वीकारते. विविध वैज्ञानिक विषयांमधील ज्ञान एकत्रित करून, ESS हवामान बदल, नैसर्गिक धोके, संसाधन व्यवस्थापन, जैवविविधता संवर्धन आणि शाश्वत विकास यासारख्या गंभीर जागतिक आव्हानांना तोंड देण्यासाठी योगदान देते. त्याचे महत्त्व धोरणे आणि रणनीतींची माहिती देणे, पर्यावरणीय जोखमींचे भाकीत करणे आणि कमी करणे, सार्वजनिक जागरूकता वाढवणे आणि पृथ्वीच्या नैसर्गिक प्रणालींच्या कारभाराला प्रोत्साहन देण्याच्या क्षमतेमध्ये आहे.

१.५ पृथ्वी : पृथ्वीची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती

पृथ्वी हा ग्रह एक गतिमान आणि सतत बदलणारा खगोलीय पिंड आहे. त्याची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती समजून घेणे अब्जावधी वर्षांतील त्याच्या निर्मिती आणि विकासाचे रहस्य समजून घेण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

१.६ पृथ्वीची उत्पत्ती

a) नेब्युलर हायपोथेसिस:

- इमॅन्युएल कांट यांनी प्रस्तावित केले आणि पुढे १८ व्या शतकात पियरे-सायमन लाप्लेस यांनी विकसित केले.
- मुख्यतः हायड्रोजन आणि हेलियम, ज्याला सौर तेजोमेघ म्हणतात अशा एका विशाल आप्तिवक ढगाच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या संकुचिततेमुळे सौर यंत्रणा तयार झाली आहे.
- संकुचित झाल्यामुळे वायू आणि धूळ यांची फिरणारी डिस्क तयार झाली, ज्यामध्ये सूर्याची निर्मिती करण्यासाठी केंद्रस्थानी सर्वात दाट सामग्री जमा झाली, तर हलकी सामग्री पृथ्वीसह ग्रह तयार करण्यासाठी एकत्र आली.

b) अभिवृद्धि आणि भिन्नता:

- लाखो वर्षांमध्ये, सौर तेजोमेघातील लहान धूलिकण एकमेकांशी आदळले आणि अॅक्रिशन नावाच्या प्रक्रियेद्वारे एकत्र अडकले.
- वाढत्या ग्रहांची (सूर्यमालेच्या विकासाच्या सुरुवातीच्या टप्प्यात लहान खगोलीय पिंडांची उत्क्रांती) पुढील टक्कर आणि गुरुत्वाकर्षणाला सामोरे जावे लागले, ज्यामुळे प्रोटोप्लॅनेटची निर्मिती झाली , त्यापैकी एक पृथ्वी होता.
- पृथक्करणाद्वारे, पृथ्वीचे आतील भाग स्तरित बनले, जड पदार्थ गाभ्यापर्यंत बुडले आणि हलके पदार्थ पृष्ठभागावर उगवले.

१.७ पृथ्वीची उत्पत्ती

अ) Hadean Eon (४.६ ते ४ अब्ज वर्षांपूर्वी):

- पृथ्वी हे एक शत्रुत्वाचे जग होते ज्यात लघुग्रह आणि धूमकेतूंचा भडिमार होता, ज्यात ज्वालामुखीय क्रिया तीव्र होती.
- वातावरण हे प्रामुख्याने ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून सोडलेल्या वायूंचे बनलेले होते, ज्यात पाण्याची वाफ , कार्बन डायऑक्साइड आणि नायट्रोजन यांचा समावेश होतो.

ब) आर्कियन इऑन (४ ते २.५ अब्ज वर्षांपूर्वी):

- वाफेच्या संक्षेपणातून महासागरांची निर्मिती होऊ शकते .

- आर्किया सारख्या प्रोकेरियोटिक सूक्ष्मजीवांसारखे आदिम जीवन स्वरूप , महासागरांमध्ये उदयास आले, ज्यामुळे पृथ्वीवरील जीवनाची सुरुवात झाली.

पृथ्वीची उत्क्रांती: अ. प्रोटेरोझोइक इऑन (२.५ अब्ज ते ५४१ दशलक्ष वर्षांपूर्वी):

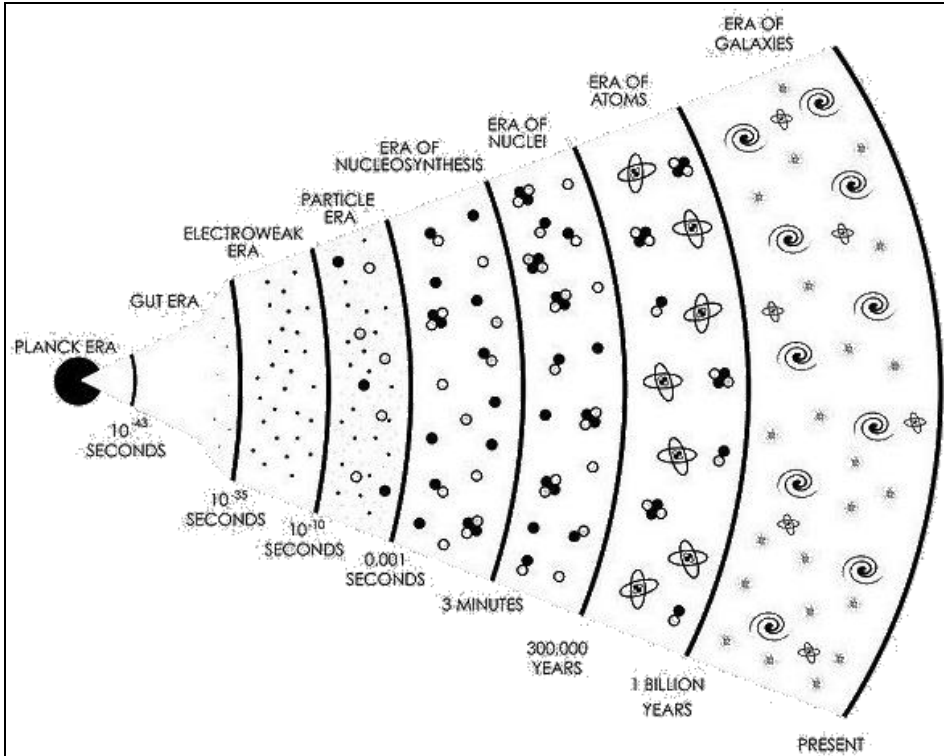
- सायनोबॅक्टेरियाच्या प्रकाशसंश्लेषण क्रियेमुळे वातावरणात ऑक्सिजन जमा होऊ लागला, ज्यामुळे ग्रेट ऑक्सिजनेशन इव्हेंट झाला.
- एकपेशीय वनस्पती आणि सुरुवातीच्या प्राण्यांसह जटिल बहुपेशीय जीव महासागरांमध्ये दिसू लागले.

फॅनेरोझोइक इऑन (५४१ दशलक्ष वर्षांपूर्वी ते आत्तापर्यंत):

- कॅम्ब्रियन स्फोटाने जीवन स्वरूपाचे जलद वैविध्य पाहिले, ज्यात बहुतेक प्रमुख प्राणी फायलाचा उदय होता.
- प्लेट टेक्टोनिक्समुळे खंड तयार झाले आणि कालांतराने वाहून गेले, ज्यामुळे हवामान, सागरी प्रवाह आणि जैवविविधतेत बदल झाले.

१.८ महास्फोट सिद्धांत

बिग बॅंग थिअरी हे एक कॉस्मॉलॉजिकल मॉडेल आहे जे विश्वाच्या उत्क्रांतीच्या सुरुवातीच्या ज्ञात टप्प्यांचे वर्णन करते. हे प्रस्तावित करते की विश्वाची सुरुवात सुमारे १३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी एक उष्ण, दाट बिंदू म्हणून झाली आणि तेव्हापासून ते विस्तारत आहे आणि थंड होत आहे. बिग बॅंग थिअरीशी संबंधित मुख्य घटक आणि संकल्पनांचे येथे विघटन आहे:



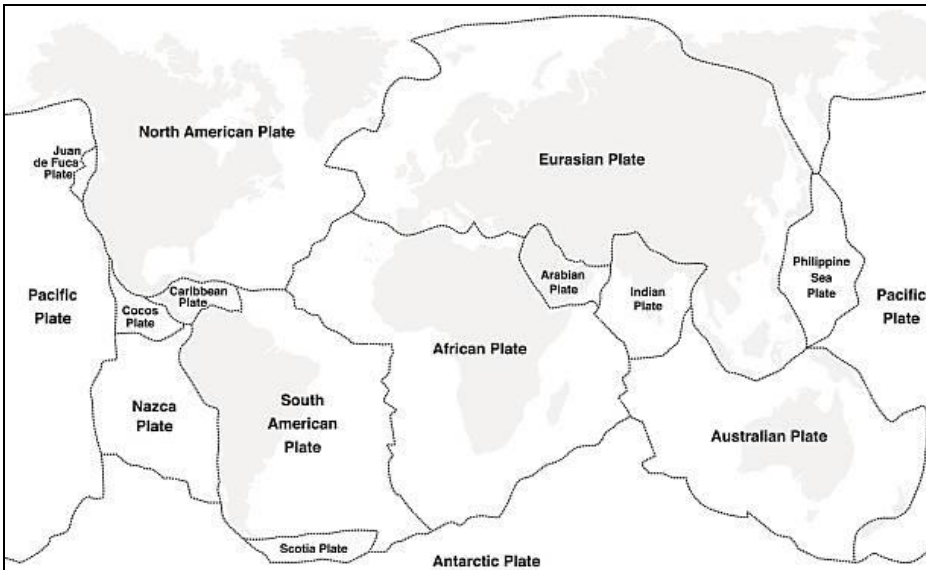
१. **अविवाहितता:** विश्वाची सुरुवात एकलता, अनंत लहान, घनदाट ऊर्जा बिंदू म्हणून झाली असे मानले जाते. भौतिकशास्त्राचे नियम जसे आपल्याला माहित आहेत ते या क्षणी तुटतात, ज्यामुळे विश्वाच्या सुरुवातीच्या क्षणांमध्ये काय घडले याचे वर्णन करणे कठीण होते.
२. **विस्तार:** सुमारे १३.८ अब्ज वर्षांपूर्वी, एकलतेचा वेगवान विस्तार झाला ज्याला बिग बॅंग म्हणून ओळखले जाते. या विस्तारामुळे विश्व थंड झाले आणि पदार्थ आणि ऊर्जा पसरू दिली.
३. **कॉस्मिक मायक्रोवेव्ह बॅकग्राउंड (सीएमबी):** ब्रह्मांड जसजसे विस्तारत आणि थंड होत गेले, तसतसे ते कॉस्मिक मायक्रोवेव्ह बॅकग्राउंड (सीएमबी) म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या किरणोत्सर्गाचे अस्पष्ट अवशेष मागे सोडले. १९६५ मध्ये शोधलेले हे रेडिएशन, बिग बॅंग थिअरीला समर्थन देणारे महत्त्वपूर्ण पुरावे प्रदान करते.
४. **पदार्थाची निर्मिती:** विश्व जसजसे थंड होत गेले, तसतसे प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉन यांसारखे प्राथमिक कण तयार होऊ लागले. हे कण अखेरीस अणू, पदार्थाचे बिल्डिंग ब्लॉक्स बनवण्यासाठी एकत्रित होतात.
५. **संरचनेची निर्मिती:** कालांतराने, गुरुत्वाकर्षणामुळे पदार्थ एकत्र जमतात, ज्यामुळे आकाशगंगा, तारे आणि ग्रह यांसारख्या रचना तयार होतात. रचना निर्मितीची ही प्रक्रिया आजही चालू आहे .
६. **महागाई:** बिग बॅंग थिअरीच्या काही आवृत्त्यांमध्ये कॉस्मिक इन्फ्लेशनची संकल्पना समाविष्ट आहे, जी बिग बॅंगच्या काही काळानंतर उद्भवलेल्या अत्यंत जलद विस्ताराचा एक संक्षिप्त कालावधी आहे. महागाई विश्वाच्या काही निरीक्षण केलेल्या गुणधर्मांचे स्पष्टीकरण करण्यास मदत करते, जसे की त्याची मोठ्या प्रमाणात एकसमानता.
७. **विश्वाचा विस्तार:** दूरवरच्या आकाशगंगांच्या निरीक्षणावरून असे दिसून येते की आजही विश्वाचा विस्तार होत आहे. विस्ताराचा दर, हबल स्थिरांक म्हणून ओळखला जातो, विश्वाचे वय आणि रचना याबद्दल मौल्यवान माहिती प्रदान करते.
८. **खुले, बंद किंवा सपाट विश्व:** विश्वाच्या एकूण भूमितीचे वर्णन खुल्या, बंद किंवा सपाट असे केले जाऊ शकते, जसे की त्याची घनता आणि विस्तार दर यासारख्या घटकांवर अवलंबून. सध्याचे पुरावे सूचित करतात की विश्व सपाटच्या अगदी जवळ आहे, ज्याचा परिणाम त्याच्या अंतिम नशिबावर आहे.

ब्रह्मांडाची उत्पत्ती आणि उत्क्रांती स्पष्ट करण्यासाठी बिग बॅंग थिअरी हे सर्वात यशस्वी आणि व्यापकपणे स्वीकारलेले मॉडेल आहे. खगोलशास्त्र, विश्वविज्ञान आणि कण भौतिकशास्त्र यांसारख्या क्षेत्रांतील निरीक्षणात्मक पुराव्यांच्या संपत्तीने याला समर्थन दिले गेले आहे. तथापि, अजूनही अनुत्तरीत प्रश्न आणि चालू संशोधनाचे क्षेत्र आहेत , जसे की गडद पदार्थ आणि गडद उर्जेचे स्वरूप, जे विश्वातील बहुसंख्य वस्तुमान-ऊर्जा सामग्री बनवतात असे मानले जाते.

१.९ पृथ्वीच्या भूकवचाची लिथोस्फियरची निर्मिती

लिथोस्फियर हा पृथ्वीचा कडक बाह्य स्तर आहे, ज्यामध्ये कवच आणि आवरणाचा सर्वात वरचा भाग असतो. आपल्या ग्रहावरील जीवन आणि भूगर्भीय प्रक्रियांना आधार देण्यासाठी हे महत्त्वपूर्ण आहे. लिथोस्फियरची निर्मिती ही पृथ्वीची रचना, उष्णता प्रवाह आणि टेक्टोनिक क्रियाकलापांसह विविध घटकांनी प्रभावित होणारी एक जटिल प्रक्रिया आहे. पृथ्वीचे लिथोस्फियर कसे तयार झाले याचे विहंगावलोकन येथे आहे:

- १. अभिवृद्धि आणि भिन्नता:** सुरुवातीची पृथ्वी हे सौर तेजोमेघातील धूळ आणि वायूच्या वाढीमुळे तयार झालेले वितळलेले वस्तुमान होते. जसजसे ते थंड झाले, तसतसे लोखंड आणि निकेलसारखे जड घटक त्यांच्या उच्च घनतेमुळे मध्यभागी बुडाले, ज्यामुळे पृथ्वीचा गाभा तयार झाला. फिकट घटक, जसे की सिलिकॉन आणि ऑक्सिजन, पृष्ठभागावर उठले, ज्यामुळे लिथोस्फियरच्या निर्मितीसाठी पाया घातला गेला.
- २. कवच निर्मिती:** पृथ्वीचे कवच भिन्नता नावाच्या प्रक्रियेद्वारे तयार होते, जेथे हलके पदार्थ कवच तयार करण्यासाठी पृष्ठभागावर स्थलांतर करतात, तर घन पदार्थ खोलवर बुडतात. सुरुवातीला, कवच बेसाल्टसारखेच मॅफिक खडक (मॅग्नेशियम आणि लोहाने समृद्ध) बनलेले असावे. कालांतराने, पृथ्वीचा पृष्ठभाग जसजसा थंड होत गेला, तसतसे हे खडक घट्ट होऊन सुरुवातीचे कवच तयार झाले.
- ३. प्लेट टेक्टोनिक्स:** प्लेट टेक्टोनिक्स पृथ्वीच्या लिथोस्फियरला आकार देण्यामध्ये आणि पुनर्रचना करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. लिथोस्फियर अनेक कठोर प्लेट्समध्ये विभागलेले आहे जे त्यांच्या खाली असलेल्या अर्ध-द्रवपदार्थ अस्थेनोस्फियरवर तरंगतात. सीफलोर स्प्रेडिंग, सबडक्शन आणि कॉन्टिनेंटल ड्रिफ्ट यासारख्या प्रक्रियांमुळे या प्लेट्स सतत गतीमध्ये असतात. या चळवळीमुळे पर्वत, महासागरीय खंदक आणि ज्वालामुखी आर्क्स यासह विविध भूवैज्ञानिक वैशिष्ट्यांची निर्मिती होते.



४. **उष्णता प्रवाह आणि आवरण संवहन:** पृथ्वीच्या अंतर्भागातील उष्णता सतत आवरण संवहन चालवते, ज्यामुळे टेक्टोनिक प्लेट्सच्या हालचालीवर परिणाम होतो. आवरणापासून लिथोस्फियरपर्यंत उष्णतेचा प्रवाह त्याचे तापमान आणि भौतिक गुणधर्मांवर परिणाम करतो, ज्यामुळे लिथोस्फियरची निर्मिती आणि विकृती निर्माण होते.
५. **सतत उत्क्रांती:** लिथोस्फियर स्थिर नसून भूगर्भीय कालखंडानुसार सतत बदल होत असतो. इरोशन, डिपॉझिशन आणि मेटामॉर्फिझम यासारख्या प्रक्रिया पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा आकार बदलतात आणि लिथोस्फियरची रचना आणि रचना बदलतात.

पृथ्वीच्या लिथोस्फियरची निर्मिती ही भिन्नता, प्लेट टेक्टोनिक्स, आवरण संवहन आणि उष्णता प्रवाह यांसारख्या भूवैज्ञानिक शक्तींद्वारे आकाराची एक गतिमान प्रक्रिया आहे. या प्रक्रिया पृथ्वीच्या संपूर्ण इतिहासात चालू आहेत, ज्यामुळे आपण आज पाहतो विविध आणि जटिल लिथोस्फेरिक वैशिष्ट्ये.

१.१० प्लेट टेक्टोनिक्सचा सिद्धांत

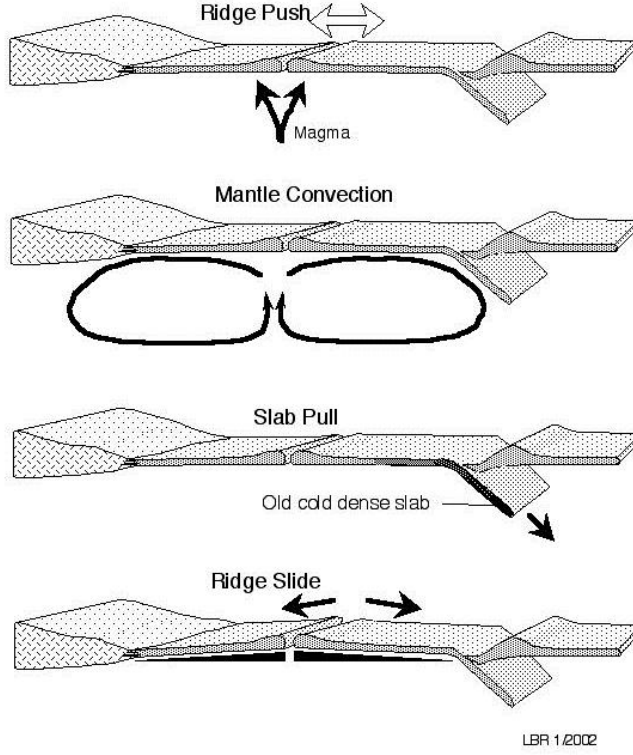
प्लेट टेक्टोनिक्स हा भूगर्भशास्त्रातील एक व्यापक सिद्धांत आहे जो पृथ्वीचे बाह्य कवच तयार करणाऱ्या लिथोस्फेरिक प्लेट्सच्या हालचाली आणि परस्परसंवादाचे वर्णन करतो. ही पृथ्वी विज्ञानातील मूलभूत संकल्पनांपैकी एक आहे आणि भूकंप, ज्वालामुखी, पर्वत निर्मिती आणि महाद्वीप आणि महासागरांचे वितरण यासारख्या विविध भूवैज्ञानिक घटना समजून घेण्यासाठी एक फ्रेमवर्क प्रदान करते.

२० व्या शतकाच्या मध्यात प्लेट टेक्टोनिक्सचा सिद्धांत उदयास आला, ज्याने पृथ्वीच्या गतिशीलतेबद्दलच्या आपल्या समजात क्रांती घडवून आणली. हे २० व्या शतकाच्या सुरुवातीला अल्फ्रेड वेगेनरने प्रस्तावित केलेल्या खंडीय प्रवाहाच्या पूर्वीच्या कल्पनांवर आधारित आहे. प्लेट टेक्टोनिक्सनुसार, पृथ्वीचे लिथोस्फियर अनेक मोठ्या आणि लहान कडक प्लेट्समध्ये विभागलेले आहे जे त्यांच्या खाली असलेल्या अर्ध-द्रवपदार्थ अस्थेनोस्फियरवर तरंगतात.

प्लेट टेक्टोनिक्स सिद्धांताच्या मुख्य घटकांमध्ये हे समाविष्ट आहे:

१. **प्लेट सीमा :** हे असे क्षेत्र आहेत जेथे लिथोस्फेरिक प्लेट्सच्या कडा परस्परसंवाद करतात. प्लेटच्या सीमांचे तीन मुख्य प्रकार आहेत:
 - **पृथक् सीमा:** जेथे प्लेट्स अलग होतात, विशेषतः समुद्रतळ पसरून नवीन सागरी कवच तयार करण्याशी संबंधित.
 - **अभिसरण सीमा:** जेथे प्लेट्स एकमेकांच्या दिशेने जातात, परिणामी सबडक्शन झोन (एक प्लेट दुसऱ्याच्या खाली उतरते) किंवा खंडीय टक्कर झोन बनतात.
 - **ट्रान्सफॉर्म बाउंडरीज:** जेथे प्लेट्स क्षैतिजरित्या एकमेकांच्या मागे सरकतात, अनेकदा कॅलिफोर्नियातील सॅन अँड्रियास फॉल्ट सारख्या दोषांसह भूकंप होतात.

Possible driving forces for Plate Tectonics

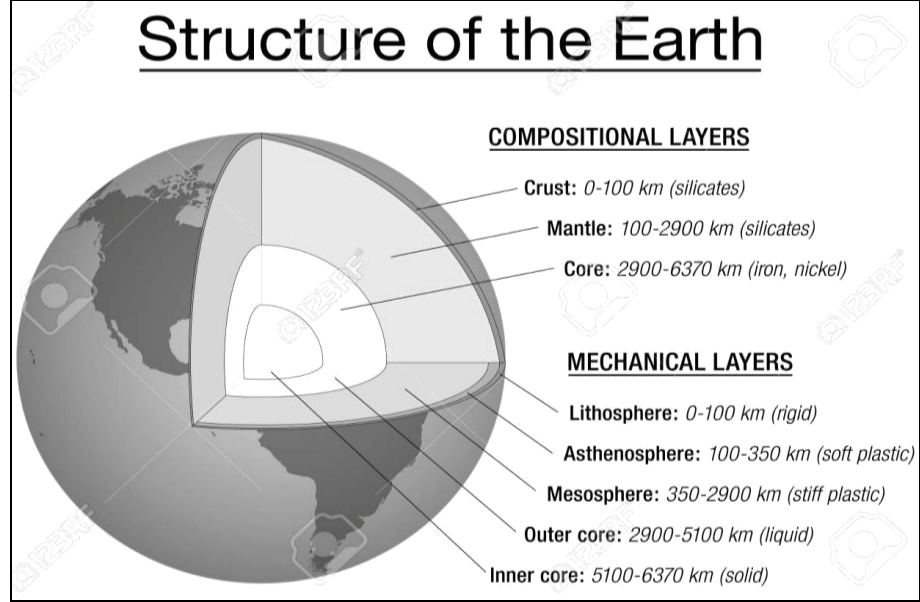


२. **प्रेरक शक्ती:** प्लेट टेक्टोनिक्स हे प्रामुख्याने आच्छादन संवहन प्रवाहांद्वारे चालविले जाते, जे पृथ्वीच्या गाभ्यापासून सोडलेल्या उष्णतेमुळे होते. अस्थेनोस्फियरमधील ही संवहनी गती लिथोस्फेरिक प्लेट्सची हालचाल चालवते.
३. **सीफलोर स्प्रेडिंग:** ही प्रक्रिया वेगवेगळ्या सीमेवर होते जेथे ज्वालामुखीच्या क्रियेद्वारे समुद्राच्या मध्यभागी नवीन महासागराचा कवच तयार होतो. मॅग्मा आच्छादनातून उगवतो आणि घट्ट होतो, तो नवीन कवच तयार करतो, विद्यमान प्लेट्स वेगळे करतो.
४. **सबडक्शन:** अभिसरण सीमांवर, घनदाट महासागरीय कवच कमी दाट महाद्वीपीय कवच किंवा दुसऱ्या महासागरीय प्लेटच्या खाली बुडते. या प्रक्रियेमुळे खोल सागरी खंदक तयार होतात आणि ज्वालामुखीय क्रियाकलाप आणि भूकंप यांच्याशी संबंधित आहे.
५. **कॉन्टिनेंटल ड्रिफ्ट:** कॉन्टिनेंटल ड्रिफ्ट सिद्धांत अल्फ्रेड वॅगनर यांनी मांडला होता. भूगर्भीय वेळेच्या प्रमाणानुसार खंडांची हालचाल हा प्लेट टेक्टोनिक्सचा अविभाज्य भाग आहे. महाद्वीप स्थिर नसतात, उलट पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर हळूहळू वाहतात, अंतर्निहित लिथोस्फेरिक प्लेट्सच्या हालचालीने वाहून जातात.

प्लेट टेक्टोनिक्स सिद्धांत पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पाहिल्या जाणाऱ्या विविध भूवैज्ञानिक घटनांचे एकसंध स्पष्टीकरण प्रदान करते, ज्यामध्ये पर्वतांचे वितरण, भूकंप आणि महासागर खोरे आणि पर्वतराजी यासारख्या भूवैज्ञानिक वैशिष्ट्यांची निर्मिती समाविष्ट आहे. हे एक गतिमान आणि सतत अभ्यासाचे क्षेत्र आहे, ज्याचा उद्देश पृथ्वीच्या टेक्टोनिक प्रक्रियांबद्दल

आणि भूवैज्ञानिक धोक्यांसाठी आणि ग्रहाच्या उत्क्रांतीवरील त्यांच्या परिणामांबद्दलची आपली समज परिष्कृत करण्याच्या उद्देशाने चालू संशोधन आहे.

१.११ पृथ्वीचे आतील भाग



तीन शतकांपूर्वी, इंग्लिश शास्त्रज्ञ आयझॅक न्यूटन यांनी ग्रहांच्या अभ्यासातून आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या शक्तीवरून असे काढले की पृथ्वीची सरासरी घनता पृष्ठभागावरील खडकांपेक्षा दुप्पट आहे आणि त्यामुळे पृथ्वीचा आतील भाग जास्त घन पदार्थांनी बनलेला असावा. न्यूटनच्या काळापासून पृथ्वीच्या आत काय आहे याबद्दलचे आपले ज्ञान खूप सुधारले आहे, परंतु घनतेचा त्याचा अंदाज अपरिवर्तित आहे. आमची वर्तमान माहिती पृथ्वीवरून प्रवास करणाऱ्या भूकंप लहरींचे मार्ग आणि वैशिष्ट्यांच्या अभ्यासातून तसेच उच्च दाब आणि तापमानावरील पृष्ठभागावरील खनिजे आणि खडकांवर प्रयोगशाळेतील प्रयोगांमधून येते. पृथ्वीच्या आतील भागावरील इतर महत्त्वाचा डेटा पृष्ठभागावरील खडकांचे भूवैज्ञानिक निरीक्षण आणि सूर्यमालेतील पृथ्वीच्या हालचाली, त्याचे गुरुत्वाकर्षण आणि चुंबकीय क्षेत्र आणि पृथ्वीच्या आतील उष्णतेचा प्रवाह यांच्या अभ्यासातून प्राप्त होतो.

१.१२ पृथ्वीची रचना आणि रचना

पृथ्वी हा ग्रह तीन मुख्य कवचाने बनलेला आहे: अतिशय पातळ, ठिसूळ कवच, आवरण आणि गाभा; आवरण आणि कोर प्रत्येकी दोन भागांमध्ये विभागलेले आहेत. सर्व भाग या प्रकाशनाच्या मुखपृष्ठावर मोजण्यासाठी काढले आहेत आणि शेवटी एक तक्ता भागांची जाडी सूचीबद्ध करते. गाभा आणि आवरण यांची जाडी जवळपास समान असली तरी, गाभा पृथ्वीच्या आकारमानाच्या फक्त १५ टक्के आहे, तर आवरण ८४ टक्के व्यापते. उर्वरित १ टक्के क्रस्ट बनवते. पृथ्वीच्या शास्त्रज्ञांनी उच्च दाब असलेल्या खडकांवर प्रयोगशाळा प्रयोग करून आणि संगणकावरील भूकंपाच्या नोंदींचे विश्लेषण करून पृथ्वीच्या थर आणि रासायनिक रचनेबद्दलचे आपले ज्ञान सातत्याने सुधारत आहे.

A) कवच:

कवच आपल्यासाठी प्रवेशयोग्य असल्यामुळे, त्याच्या भूगर्भशास्त्राचा विस्तृतपणे अभ्यास केला गेला आहे, आणि म्हणूनच आवरण आणि गाभा यांच्या रचना आणि संरचनेपेक्षा त्याच्या रचना आणि संरचनेबद्दल अधिक माहिती ज्ञात आहे. कवचाच्या आत, जेव्हा खडकांचे पुनर्वितरण आणि थरांमध्ये लावा, धूप, खडकाचे कण एकत्रीकरण आणि सच्छिद्र खडकाचे घनीकरण आणि पुनर्स्थापना या भूगर्भशास्त्रीय प्रक्रियेद्वारे थरांमध्ये पुनर्वितरण आणि जमा केले जाते तेव्हा गुंतागुंतीचे नमुने तयार होतात.

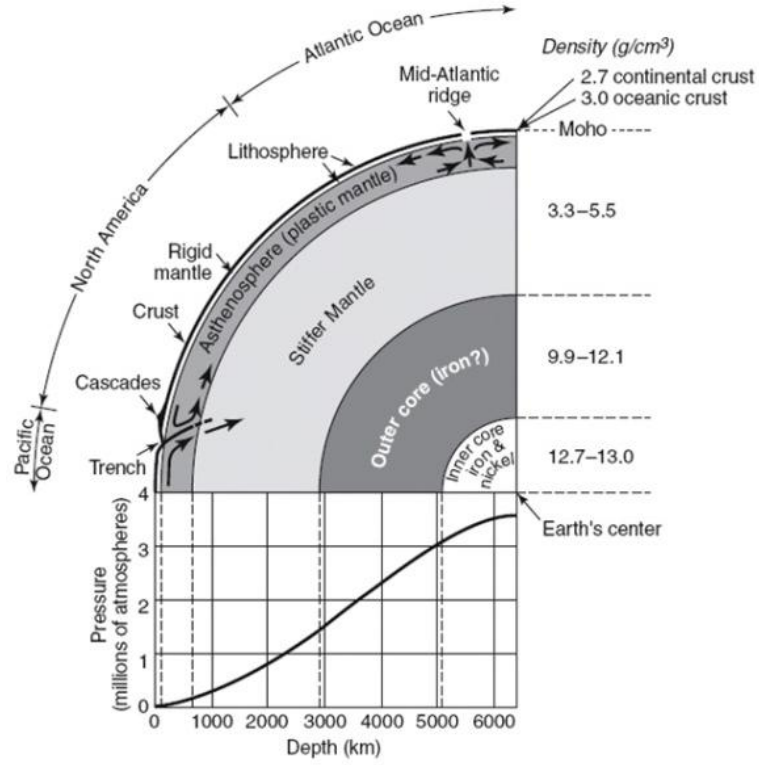
प्लेट टेक्टोनिक्सच्या मोठ्या प्रमाणावरील प्रक्रियेद्वारे, सुमारे बारा प्लेट्स, ज्यात खंड आणि महासागर खोऱ्यांचे मिश्रण आहे, बहुतेक भूगर्भीय काळात पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर फिरले आहेत. प्लेट्सच्या कडा भूकंप आणि ज्वालामुखींच्या एकाग्रतेने चिन्हांकित केल्या जातात. प्लेट्सच्या टक्करांमुळे हिमालयासारख्या पर्वतांची निर्मिती होऊ शकते, ही जगातील सर्वात उंच श्रेणी आहे. प्लेट्समध्ये कवच आणि वरच्या आवरणाचा काही भाग समाविष्ट असतो आणि ते एका उष्ण, उत्पन्न देणाऱ्या वरच्या आवरण क्षेत्रावर वर्षाला काही सेंटीमीटरच्या अतिशय संथ गतीने फिरतात, ज्या दराने नखं वाढतात त्यापेक्षा कमी असतात. कवच महासागरांखालील महाद्वीपांपेक्षा खूप पातळ आहे (वरील आकृती पहा).

कवच आणि आवरण यांच्यातील सीमारेषेला मोहोरोविक विघटन (किंवा मोहो) म्हणतात; हे नाव क्रोएशियन शास्त्रज्ञ आंद्रिजा या माणसाच्या सन्मानार्थ ठेवण्यात आले आहे मोहोरोविक. ही सीमा आजपर्यंत कोणीही पाहिली नाही, परंतु भूकंपाच्या लाटांच्या वेगात खालच्या दिशेने तीव्र वाढ झाल्याने ती ओळखली जाऊ शकते. मोहो येथील वाढीचे स्पष्टीकरण हे खडकाच्या प्रकारातील बदल असल्याचे मानले जाते. मोहोमध्ये प्रवेश करण्यासाठी छिद्र पाडण्याचे प्रस्तावित करण्यात आले आहे, आणि कोला द्वीपकल्पातील एक सोव्हिएत छिद्र १२ किलोमीटर खोलीपर्यंत ड्रिल केले गेले आहे, परंतु ड्रिलिंगचा खर्च खोलीसह मोठ्या प्रमाणात वाढतो आणि मोहोमध्ये प्रवेश लवकर होण्याची शक्यता नाही.

B) आवरण:

टेक्टोनिक प्लेट्ससह वरच्या आवरणाविषयीचे आपले ज्ञान भूकंप लहरींच्या विश्लेषणातून प्राप्त होते (पथांसाठी आकृती पहा); उष्णता प्रवाह, चुंबकीय आणि गुरुत्वाकर्षण अभ्यास; आणि खडक आणि खनिजांवर प्रयोगशाळेतील प्रयोग. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १०० ते २०० किलोमीटर खाली, खडकाचे तापमान वितळण्याच्या बिंदूजवळ असते; काही ज्वालामुखींनी उद्रेक केलेला वितळलेला खडक आवरणाच्या या प्रदेशात उगम पावतो. अत्यंत उत्पन्न देणाऱ्या खडकाच्या या झोनमध्ये भूकंप लहरींचा वेग थोडा कमी असतो आणि ज्या थरावर टेक्टोनिक प्लेट्स चालतात असे मानले जाते. या कमी-वेग क्षेत्राच्या खाली वरच्या आवरणातील संक्रमण क्षेत्र आहे; त्यामध्ये कमी दाट ते अधिक घनतेच्या खनिजांच्या बदलांमुळे होणारे दोन खंड आहेत. उच्च दाब आणि तापमानावर प्रयोगशाळेतील प्रयोगांद्वारे या खनिजांची रासायनिक रचना आणि स्फटिकाचे स्वरूप ओळखले गेले आहे. संक्रमण झोनच्या खाली असलेला खालचा आच्छादन तुलनेने साध्या लोह आणि मॅग्नेशियम सिलिकेट खनिजांनी बनलेला असतो, जो हळूहळू खोलतेसह अतिशय दाट स्वरूपात बदलतो. आवरणापासून गाभ्याकडे जाताना, भूकंप लहरींच्या

वेगात लक्षणीय घट (सुमारे ३० टक्के) आणि घनतेत लक्षणीय वाढ (सुमारे ३० टक्के) आहे.



C) गाभा:

कोर हा ओळखला जाणारा पहिला अंतर्गत संरचनात्मक घटक होता. आरडी ओल्डहॅम यांनी १९०६ मध्ये भूकंपाच्या नोंदींच्या अभ्यासातून हे शोधून काढले आणि त्यामुळे पृथ्वीच्या घनतेची न्यूटनची गणना स्पष्ट करण्यात मदत झाली. बाह्य गाभा द्रव आहे असे गृहीत धरले जाते कारण ते कातरणे (एस) लाटा प्रसारित करत नाही आणि कारण त्यामधून जाणाऱ्या कॉम्प्रेसनल (पी) लहरींचा वेग झपाट्याने कमी होतो. आतील गाभा हा घन मानला जातो कारण P आणि S लहरी त्यातून जात असतात.

संपूर्ण पृथ्वीचा क्रॉस-सेक्शन, भूकंप लहरींच्या मार्गाची जटिलता दर्शवितो. मार्ग वक्र करतात कारण वेगवेगळ्या खोलीवर आढळणारे विविध प्रकारचे खडक लाटा ज्या वेगाने प्रवास करतात ते बदलतात. पी चिन्हांकित घन रेषा संकुचित लहरी आहेत; S चिन्हांकित डॅश रेषा कातरणे लहरी आहेत. एस लहरी कोरमधून प्रवास करत नाहीत परंतु कोरमध्ये (पीकेपी, एसकेएस) प्रवेश केल्यावर संकुचित लहरींमध्ये (के चिन्हांकित) रूपांतरित होऊ शकतात. लाटा पृष्ठभागावर परावर्तित होऊ शकतात (PP, PPP, SS).

भूकंपाच्या लाटा, संपूर्ण पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि जडत्व, चुंबकीय-क्षेत्र डायनॅमो सिद्धांत आणि लोह वितळणे आणि मिश्रित करण्यावरील प्रयोगशाळेतील प्रयोग या सर्व गोष्टी आतील आणि बाह्य गाभाच्या संरचनेची ओळख करण्यास हातभार लावतात. ऑक्सिजन किंवा सल्फर किंवा निकेलच्या १० टक्के मिश्रधातूसह, किंवा कदाचित या तीन घटकांच्या काही मिश्रणासह कोर मुख्यतः लोहाचा बनलेला आहे असे मानले जाते.

१.१३ भूकंपाच्या लहरी आणि पृथ्वीच्या अंतर्भागासाठी शोध

भूकंपाच्या लाटा म्हणजे भूकंप, ज्वालामुखीचा उद्रेक आणि भूगर्भातील स्फोटांसारख्या मानव-प्रेरित क्रियाकलापांसारख्या विविध भूगर्भीय प्रक्रियांचा परिणाम म्हणून पृथ्वीच्या आतील भागात पसरणारी कंपने. या लहरी पृथ्वीच्या आतील भागाची रचना, रचना आणि गुणधर्मबद्दल मौल्यवान माहिती देतात.

भूकंपीय लहरींचे दोन मुख्य प्रकार आहेत: शरीर लहरी आणि पृष्ठभाग लहरी. शरीराच्या लाटा पृथ्वीच्या अंतर्भागातून प्रवास करतात, तर पृष्ठभागाच्या लाटा त्याच्या पृष्ठभागावर प्रवास करतात.

भूकंप लहरी:

१. प्राथमिक लहरी (पी-वेव्ह):

या सर्वात वेगवान भूकंपीय लहरी आहेत आणि घन, द्रव आणि वायूंमधून प्रवास करू शकतात. पी-लहरींमुळे ते जात असलेल्या पदार्थातील कण लहरींच्या प्रसाराच्या दिशेने पुढे-मागे जातात. भूकंपाच्या वेळी सिस्मोग्राफद्वारे शोधलेल्या त्या पहिल्या लाटा आहेत.

२. दुय्यम लहरी (एस-वेव्ह):

या लाटा पी-वेव्हपेक्षा मंद असतात आणि फक्त घन पदार्थांमधून प्रवास करू शकतात. S-लहरींमुळे कण लहरींच्या प्रसाराच्या दिशेने लंब हलतात. भूकंपाच्या वेळी पी-लहरींनंतर ते शोधले जातात.

३. पृष्ठभाग लहरी:

a) **लव्ह वेव्हज:** या लहरींना एईएच लव्हचे नाव देण्यात आले आहे, ज्याने १९११ मध्ये त्यांचे गणितीय वर्णन केले आहे. प्रेमाच्या लाटा क्षैतिजरित्या प्रवास करतात आणि जमिनीपासून बाजूला सरकतात. भूकंपाच्या वेळी त्या सामान्यतः सर्वात हानीकारक लाटा असतात.

b) **Rayleigh Waves:** लॉर्ड रेले यांच्या नावावरून नाव दिले गेले, ज्यांनी १८८५ मध्ये त्यांचे गणितीय वर्णन केले, Rayleigh लाटा उभ्या आणि क्षैतिज अशा दोन्ही प्रकारे प्रवास करतात, ज्यामुळे जमिनीच्या पृष्ठभागावर लंबवर्तुळाकार गती निर्माण होते. भूकंपाच्या वेळी जाणवलेल्या थरथरत्या भागासाठी ते जबाबदार असतात.

भूकंपाच्या लहरी वापरून पृथ्वीच्या अंतर्भागाचे अन्वेषण:

१. **भूकंपाचे परावर्तन:** या पद्धतीमध्ये भूगर्भातून भूकंपाच्या लाटा पाठवणे आणि भूगर्भातील खडकाच्या थरांवरून त्यांचे प्रतिबिंब रेकॉर्ड करणे यांचा समावेश होतो. लाटा परत येण्यासाठी लागणारा वेळ आणि त्यांची वैशिष्ट्ये यांचे विश्लेषण करून, भूगर्भशास्त्रज्ञ विविध भूपृष्ठीय स्तरांची खोली आणि गुणधर्म निर्धारित करू शकतात.

२. **भूकंपाचे अपवर्तन:** या पद्धतीत भूकंपाच्या लहरी जमिनीत एका कोनात पाठवल्या जातात आणि वेगवेगळ्या खडकांच्या थरांना सामोरे जाताना त्यांचा वेगात होणारा बदल मोजला जातो. या लहरींच्या वाकण्याचे विश्लेषण करून , भूगर्भशास्त्रज्ञ भूपृष्ठावरील थरांची रचना आणि रचना काढू शकतात.
३. **भूकंपीय टोमोग्राफी:** या तंत्रामध्ये पृथ्वीच्या आतील भागाची तपशीलवार ३D प्रतिमा तयार करण्यासाठी जगभरातील अनेक सिस्मोग्राफ स्टेशनस्वर रेकॉर्ड केलेल्या भूकंपाच्या लाटा वापरणे समाविष्ट आहे. भूकंपाच्या लाटा वेगवेगळ्या प्रदेशांतून कशाप्रकारे प्रवास करतात याचे विश्लेषण करून, शास्त्रज्ञ पृथ्वीवरील तापमान, घनता आणि संरचनेतील फरकांचा अंदाज लावू शकतात.
४. **भूकंपीय इंटरफेरोमेट्री:** हे एक तुलनेने नवीन तंत्र आहे ज्यामध्ये सक्रिय भूकंप स्रोतांची आवश्यकता नसताना भूपृष्ठाच्या तपशीलवार प्रतिमा तयार करण्यासाठी सभोवतालच्या भूकंपाचा आवाज (पार्श्व कंपन) वापरणे समाविष्ट आहे. या सभोवतालच्या लहरींच्या हस्तक्षेप नमुन्यांचे विश्लेषण करून, शास्त्रज्ञ भूपृष्ठाच्या संरचनेबद्दल माहिती काढू शकतात.

एकंदरीत, भूकंपाच्या लाटा पृथ्वीच्या आतील भागाविषयी आपल्या समजण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात, ज्यामुळे त्याची रचना, रचना आणि गतिशीलता याबद्दल मौल्यवान अंतर्दृष्टी मिळते.

१.१४ खोल ड्रिलिंग प्रयोग

खोल ड्रिलिंगमध्ये खोल स्तरांपर्यंत पोहोचण्यासाठी पृथ्वीच्या कवचाच्या आत प्रवेश करणे समाविष्ट आहे, जे नमुने आणि डेटामध्ये प्रवेश प्रदान करते जे अन्यथा दुर्गम आहेत. विविध भूवैज्ञानिक वातावरण आणि खोली हाताळण्यासाठी विविध ड्रिलिंग तंत्र विकसित केले गेले आहेत. या तंत्रांमध्ये रोटरी ड्रिलिंगचा समावेश होतो, जो सामान्यतः उथळ खोलीसाठी वापरला जातो आणि अधिक प्रगत पद्धती जसे की डायमंड ड्रिलिंग आणि रोटरी-पर्कसिव्ह ड्रिलिंग, ज्या कठोर खडकांच्या निर्मितीमध्ये खोलवर प्रवेश करण्यासाठी वापरल्या जातात.

वैज्ञानिक उद्दिष्टे:

खोल ड्रिलिंग प्रयोग पृथ्वीच्या अंतर्भागातील विविध पैलू समजून घेण्याच्या उद्देशाने अनेक वैज्ञानिक उद्दिष्टे पूर्ण करतात. या उद्दिष्टांमध्ये हे समाविष्ट असू शकते:

१. **कोर रचना:** पृथ्वीच्या आवरण आणि गाभ्यापासून नमुने पुनर्प्राप्त करून, शास्त्रज्ञ या थरांच्या मूलभूत मेकअप आणि थर्मल गुणधर्मांबद्दल अंतर्दृष्टी मिळविण्यासाठी त्यांच्या रचनांचे विश्लेषण करू शकतात.
२. **टेक्टोनिक प्रक्रिया:** डीप ड्रिलिंग फॉल्ट झोन, भूकंप यंत्रणा आणि खोलवर क्रस्टल विकृतीचे परीक्षण करून, प्लेट टेक्टोनिक्स आणि कॉन्टिनेंटल ड्रिफ्टबद्दल मौल्यवान माहिती प्रदान करून टेक्टोनिक प्रक्रियेचा अभ्यास करण्यास मदत करते.

३. **जिओथर्मल ग्रेडियंट:** वेगवेगळ्या खोलीवर तापमान ग्रेडियंट मोजल्याने उष्णता प्रवाह आणि भू-औष्णिक उर्जा संभाव्यता समजून घेण्यात मदत होते, जी ऊर्जा शोध आणि नूतनीकरणयोग्य संसाधनांचा वापर करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे.
४. **भूकंपाचा अभ्यास:** खोल ड्रिलिंग प्रयोग भूकंपाच्या हालचालीवर लक्ष ठेवण्यासाठी आणि वेगवेगळ्या भूवैज्ञानिक सामग्रीद्वारे लहरींच्या प्रसाराचा अभ्यास करण्यासाठी बोरहोलमध्ये सेन्सर आणि उपकरणे तैनात करून भूकंपाच्या अभ्यासात योगदान देतात.
५. **पृथ्वीची उत्क्रांती:** खोल ड्रिलिंगमधून मिळालेल्या नमुन्यांचे विश्लेषण करून, शास्त्रज्ञ पृथ्वीच्या उत्क्रांती इतिहासाची पुनर्रचना करू शकतात, ज्यामध्ये भिन्नता, मॅग्मा उत्क्रांती आणि भूगर्भीय कालखंडानुसार आच्छादन गतिशीलता यासारख्या प्रक्रियांचा समावेश आहे.

१.१५ भौगोलिक वेळ स्केल

Era	System & Period	Series & Epoch	Some Distinctive Features	Years Before Present
CENOZOIC	Quaternary	Recent	Modern man.	11,000
		Pleistocene	Early man; northern glaciation.	1/2 to 2 million
	Tertiary	Pliocene	Large carnivores.	13 ± 1 million
		Miocene	First abundant grazing mammals.	25 ± 1 million
		Oligocene	Large running mammals.	36 ± 2 million
		Eocene	Many modern types of mammals.	58 ± 2 million
		Paleocene	First placental mammals.	63 ± 2 million
MESOZOIC	Cretaceous		First flowering plants; climax of dinosaurs and ammonites, followed by Cretaceous-Tertiary extinction.	135 ± 5 million
	Jurassic		First birds, first mammals dinosaurs and ammonites abundant.	181 ± 5 million
	Triassic		First dinosaurs. Abundant cycads and conifers.	230 ± 10 million
PALEOZOIC	Permian		Extinction of most kinds of marine animals, including trilobites. Southern glaciation.	280 ± 10 million
	Carboniferous	Pennsylvanian	Great coal forests, conifers. First reptiles.	310 ± 10 million
		Mississippian	Sharks and amphibians abundant. Large and numerous scale trees and seed ferns.	345 ± 10 million
	Devonian		First amphibians; ammonites; fishes abundant.	405 ± 10 million
	Silurian		First terrestrial plants and animals.	425 ± 10 million
	Ordovician		First fishes; invertebrates dominant.	500 ± 10 million
	Cambrian		First abundant record of marine life; trilobites dominant.	600 ± 50 million
	Precambrian		Fossils extremely rare, consisting of primitive aquatic plants. Evidence of glaciation. Oldest dated algae, over 2,600 million years; oldest dated meteorites 4,500 million years.	

भूगर्भीय टाइम स्केल ही एक फ्रेमवर्क आहे जी शास्त्रज्ञांनी पृथ्वीचा विशाल इतिहास आयोजित आणि समजून घेण्यासाठी वापरली आहे. हे महत्त्वपूर्ण भूगर्भशास्त्रीय आणि जैविक घटनांच्या आधारे पृथ्वीच्या इतिहासाला विशिष्ट कालांतराने विभाजित करते, कोट्यवधी वर्षांची कालक्रमानुसार टाइमलाइन प्रदान करते. रॉक रेकॉर्डचा अर्थ लावण्यासाठी, स्ट्रॅटिग्राफिक स्तरांशी संबंध जोडण्यासाठी आणि आपल्या ग्राहवरील जीवनाची उत्क्रांती समजून घेण्यासाठी हे प्रमाण महत्त्वपूर्ण आहे.

सर्वात मोठ्या प्रमाणात, भूगर्भीय वेळ स्केल eons मध्ये विभागले गेले आहे, जे वेळेच्या विस्तृत विभागांचे प्रतिनिधित्व करतात. पृथ्वीच्या इतिहासाचे चार युगांमध्ये वर्गीकरण केले आहे: हेडियन , आर्कियन , प्रोटरोझोइक आणि फॅनेरोझोइक.

फॅनेरोझोइक इऑन, अंदाजे गेल्या ५४९ दशलक्ष वर्षांमध्ये पसरलेला आहे, पुढे तीन युगांमध्ये विभागला गेला आहे: पॅलेओझोइक , मेसोझोइक आणि सेनोझोइक .

प्रत्येक युग वेगळ्या भूवैज्ञानिक आणि जैविक घटनांनी वैशिष्ट्यीकृत आहे. उदाहरणार्थ, पॅलेओझोइक युगाने कॅम्ब्रियन स्फोट, बहुपेशीय जीवनाचे जलद वैविध्य, तसेच महत्त्वपूर्ण कोळशाच्या साठ्याची निर्मिती पाहिली. मेसोझोइक युग हे "डायनॉसॉरचे युग" म्हणून प्रसिद्ध आहे, जे या सरपटणाऱ्या प्राण्यांचे वर्चस्व आणि त्यांचे राज्य संपवणाऱ्या अंतिम नामशेष घटनेने चिन्हांकित केले आहे. सेनोझोइक युग , सर्वात अलीकडील युग, मानवाच्या उत्क्रांतीसह सस्तन प्राण्यांचा उदय झाला.

प्रत्येक युगात, पुढील विभाग आहेत ज्यांना पूर्णविराम म्हणून ओळखले जाते. हे कालखंड विशिष्ट भूवैज्ञानिक आणि पॅलेओन्टोलॉजिकल वैशिष्ट्यांद्वारे परिभाषित केले जातात आणि महत्त्वपूर्ण खडक निर्मिती किंवा जीवाश्म गटांच्या नावावर ठेवले जातात. उदाहरणार्थ, पॅलेओझोइक युग कॅम्ब्रियन, ऑर्डोव्हिशियन, सिलुरियन, डेव्होनियन, कार्बोनिफेरस आणि पर्मियन या कालखंडात विभागले गेले आहे. प्रत्येक कालावधी विशिष्ट जीवाश्म असेंबलेज आणि भूगर्भीय घटनांनी चिन्हांकित केला जातो.

कालखंड नंतर युगांमध्ये विभागले जातात, जे विशिष्ट भूवैज्ञानिक किंवा जैविक बदलांद्वारे वैशिष्ट्यीकृत वेळेच्या लहान अंतराचे प्रतिनिधित्व करतात. उदाहरणार्थ, सेनोझोइक युग हे पॅलेओजीन आणि निओजीन सारख्या युगांमध्ये विभागले गेले आहे , प्रत्येकामध्ये हवामान, समुद्र पातळी आणि सस्तन प्राण्यांच्या उत्क्रांतीमध्ये लक्षणीय बदल आहेत.

भूवैज्ञानिक टाइम स्केलवर वेळेचे सर्वात लहान विभाग म्हणजे वयोगट. विशिष्ट भूगर्भशास्त्रीय किंवा पॅलेओन्टोलॉजिकल घटनांद्वारे परिभाषित केलेल्या भूवैज्ञानिक वेळेच्या तुलनेने लहान अंतराचे प्रतिनिधित्व करतात आणि त्यांना वैशिष्ट्यपूर्ण जीवाश्म किंवा खडकांच्या निर्मितीवर नाव दिले जाते. युगे युगांमध्ये बारीकसारीक तपशील प्रदान करतात आणि शास्त्रज्ञांना खडकाच्या थरांशी संबंध जोडण्यास आणि जीवाश्म रेकॉर्डचा अधिक अचूकपणे अर्थ लावण्यास मदत करतात.

१.१६ भौगोलिक कालखंड आणि हवामान बदल

भूगर्भशास्त्रीय कालखंड, ज्याला भूगर्भीय वेळ माप म्हणूनही ओळखले जाते, हे ग्रहाच्या भूगर्भीय, जैविक आणि हवामान परिस्थितीतील महत्त्वपूर्ण घटना आणि बदलांवर आधारित पृथ्वीच्या इतिहासाचे विभक्त अंतराने विभागलेले आहेत. हे कालखंड पृथ्वीची उत्क्रांती आणि अब्जावधी वर्षांतील रहिवासी समजून घेण्यासाठी एक फ्रेमवर्क प्रदान करतात. तापमान, पर्जन्यमान पद्धती आणि इतर हवामान मापदंडांमधील दीर्घकालीन बदलांचा संदर्भ देणारे हवामान बदल, पृथ्वीच्या इतिहासाला आकार देण्यामध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते आणि भूगर्भशास्त्रीय कालखंडाशी घट्टपणे जोडलेले आहे.

भूगर्भीय टाइम स्केल सामान्यतः eons, eras, periods, epochs आणि युगांमध्ये विभागले गेले आहे, प्रत्येक युनिट वेळेच्या वेगवेगळ्या स्केलचे प्रतिनिधित्व करते आणि विशिष्ट भूवैज्ञानिक आणि जैविक घटनांशी संबंधित असते. सर्वात प्रमुख विभागांपैकी एक म्हणजे प्रीकॅम्ब्रियन इऑन, ज्यामध्ये पृथ्वीचा सर्वात जुना इतिहास समाविष्ट आहे आणि फॅनेरोझोइक इऑन, ज्यामध्ये अंदाजे ५४९ दशलक्ष वर्षांपूर्वीपासून ते आजपर्यंतचा कालावधी समाविष्ट आहे आणि जटिल जीवन प्रकारांच्या प्रसाराद्वारे वैशिष्ट्यीकृत आहे.

पृथ्वीच्या संपूर्ण इतिहासात, सौर किरणोत्सर्ग, ज्वालामुखीय क्रियाकलाप, महाद्वीपीय प्रवाह आणि वातावरणाची रचना यासह विविध घटकांमुळे वातावरणातील बदल घडून आले आहेत. या बदलांमुळे जागतिक तापमान, समुद्र पातळी आणि वातावरणातील CO₂ पातळीत चढ-उतार झाले आहेत, ज्याचा पृथ्वीच्या पर्यावरणावर आणि परिसंस्थांवर खोल परिणाम झाला आहे.

प्रीकॅम्ब्रियन युगादरम्यान, पृथ्वीच्या हवामानावर ज्वालामुखीय क्रियाकलाप आणि खंडांची निर्मिती यासारख्या भूगर्भीय प्रक्रियांचा मोठ्या प्रमाणावर प्रभाव होता. या काळातील वातावरण प्रामुख्याने कार्बन डाय ऑक्साईड, मिथेन आणि पाण्याची वाफ यासारख्या वायूंनी बनलेले होते, ज्यामुळे हरितगृह परिणाम होतो ज्यामुळे ग्रह उबदार होते. तथापि, जसजसे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची उत्क्रांती होत गेली आणि खंड तयार होऊ लागले, तसतसे हवामान हळूहळू थंड होत गेले, ज्यामुळे "स्नोबॉल अर्थ" भाग म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या हिमनद्यांचा विकास होऊ लागला.

फॅनेरोझोइक युग तीन प्रमुख युगांमध्ये विभागले गेले आहे: पॅलेओझोइक, मेसोझोइक आणि सेनोझोइक युग. प्रत्येक युग वेगवेगळ्या भूगर्भीय आणि जैविक घटनांनी दर्शविले जाते, अनेकदा हवामानातील महत्त्वपूर्ण बदलांसह. उदाहरणार्थ, पॅलेओझोइक युगात, पृथ्वीने अनेक हिमयुग आणि उष्ण काळ अनुभवले, तर मेसोझोइक युगात उष्ण तापमान आणि उच्च समुद्र पातळी, विस्तीर्ण उष्णकटिबंधीय जंगले आणि उथळ समुद्र होते.

सेनोझोइक युगाला "सस्तन प्राण्यांचे युग" असे संबोधले जाते आणि सस्तन प्राण्यांचे वैविध्य आणि आधुनिक परिसंस्थेचा उदय यामुळे त्याचे वैशिष्ट्य आहे. या संपूर्ण कालखंडात, पृथ्वीच्या हवामानात थंड होण्याचा कालावधी (जसे की बर्फयुग) आणि तापमानवाढ (जसे की पॅलेओसीन -इओसीन थर्मल मॅक्सिमम) यासह महत्त्वपूर्ण चढ-उतार

झाले आहेत, बहुतेकदा वातावरणातील CO₂ पातळीतील बदल आणि टेक्टोनिक क्रियाकलाप.

अलीकडील इतिहासात, मानवी क्रियाकलाप हवामान बदलाचे महत्त्वपूर्ण चालक बनले आहेत, प्रामुख्याने जीवाश्म इंधन जाळणे, जंगलतोड आणि वातावरणात हरितगृह वायू सोडणाऱ्या औद्योगिक प्रक्रियांद्वारे. या क्रियाकलापांमुळे वातावरणातील CO₂ पातळी आणि जागतिक तापमानात अभूतपूर्व वाढ झाली आहे, परिणामी ग्लोबल वार्मिंग, समुद्र पातळी वाढणे आणि अधिक वारंवार तीव्र हवामानाच्या घटना यासारख्या घटना घडतात.

१.१७ अलीकडे प्रस्तावित भौगोलिक युग (एँथ्रोपोसीन)

एँथ्रोपोसीन युग हा एक प्रस्तावित भूवैज्ञानिक युगाचे वर्णन करण्यासाठी वापरला जाणारा शब्द आहे जो पृथ्वीच्या परिसंस्थेवर आणि भूगर्भशास्त्रावरील मानवी क्रियाकलापांच्या महत्त्वपूर्ण प्रभावाने चिन्हांकित केला जातो. भूवैज्ञानिक युगाची संकल्पना सामान्यतः विशिष्ट भूवैज्ञानिक आणि पर्यावरणीय बदलांद्वारे दर्शविलेल्या दीर्घ कालावधीचा संदर्भ देते, तर एँथ्रोपोसीनची कल्पना सूचित करते की मानवी क्रियाकलाप पृथ्वीच्या प्रणालींना अशा प्रमाणात आकार देणारी एक प्रबळ शक्ती बनली आहे की त्यांना नवीन म्हणून ओळखण्याची हमी दिली जाते. युग

“एँथ्रोपोसीन” हा शब्द वातावरणातील रसायनशास्त्रज्ञ पॉल क्रुट्झेन आणि जीवशास्त्रज्ञ यूजीन स्टोर्मर यांनी २००० च्या दशकाच्या सुरुवातीला लोकप्रिय केला होता, जरी तेव्हापासून या संकल्पनेने वैज्ञानिक समुदायामध्ये वाढत्या लक्ष आणि वादविवाद मिळवले आहेत. औद्योगीकरण, शहरीकरण, शेती आणि जीवाश्म इंधनांचे जाळणे यासारख्या मानवी क्रियाकलापांमुळे पृथ्वीचे वातावरण, जैवविविधता आणि भूगर्भीय प्रक्रियांमध्ये लक्षणीय आणि अभूतपूर्व बदल झाले आहेत, असे समर्थकांचे म्हणणे आहे.

एँथ्रोपोसीनच्या मुख्य निर्देशकांमध्ये हे समाविष्ट आहे:

१. **हवामान बदल:** जीवाश्म इंधन जाळणे, जंगलतोड आणि इतर मानवी क्रियाकलापांमुळे वातावरणातील हरितगृह वायूंचे प्रमाण वाढले आहे, परिणामी ग्लोबल वार्मिंग आणि हवामान बदल आहेत .
२. **जैवविविधतेचे नुकसान:** मानवी क्रियाकलाप, ज्यात अधिवासाचा नाश, संसाधनांचे अतिशोषण आणि आक्रमक प्रजातींचा समावेश आहे, यामुळे जागतिक जैवविविधतेत झपाट्याने घट होत आहे, अनेक प्रजाती नष्ट होत आहेत.
३. **जमिनीच्या वापरातील बदल:** शहरीकरण, शेती आणि पायाभूत सुविधांच्या विकासामुळे जमिनीच्या विस्तीर्ण भागात परिवर्तन झाले आहे, ज्यामुळे अधिवासाचे नुकसान, विखंडन आणि न्हास होत आहे.
४. **प्रदूषण:** प्लॅस्टिक, जड धातू आणि रसायनांसह प्रदूषक वातावरणात सोडल्यामुळे हवा, पाणी आणि मातीचे मोठ्या प्रमाणावर प्रदूषण झाले आहे.

५. **बदललेल्या भूवैज्ञानिक प्रक्रिया:** मानवी क्रियाकलापांमुळे अवसादन पद्धती, मातीची रचना आणि पृथ्वीच्या कवचातील खनिजे आणि घटकांचे वितरण देखील बदलले आहे.

एन्थ्रोपोसीनची संकल्पना विवादास्पद राहिली आहे, काही शास्त्रज्ञ भूवैज्ञानिक युग म्हणून तिच्या औपचारिक ओळखीसाठी वाद घालत आहेत आणि इतरांनी तिच्या वैधतेवर प्रश्नचिन्ह उपस्थित केले आहे किंवा पर्यायी संज्ञा सुचवल्या आहेत, तरीही यामुळे मानवी क्रियाकलाप आणि पृथ्वीच्या नैसर्गिक प्रणालींमधील संबंधांबद्दल महत्त्वपूर्ण चर्चा झाली आहे. एन्थ्रोपोसीनला एक वेगळे युग म्हणून ओळखणे मानवजातीच्या पर्यावरणीय आव्हानांना तोंड देण्याची आणि ग्रहाला होणारे पुढील नुकसान कमी करण्यासाठी अधिक शाश्वत पद्धतींचा अवलंब करण्याची गरज अधोरेखित करते.

१.१८ पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र - परिमाणातील फरक - ग्रेस मिशन

पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र हे त्याच्या भौतिक स्वरूपाचा एक मूलभूत पैलू आहे, जो त्याच्या पृष्ठभागावर किंवा त्याच्या जवळ असलेल्या वस्तूंच्या हालचालींवर प्रभाव टाकणारी शक्ती वापरतो. हे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र संपूर्ण ग्रहावर एकसमान नाही, वस्तुमान वितरण, उंची आणि स्थानिक भूवैज्ञानिक वैशिष्ट्यांमधील फरक यांसारख्या घटकांमुळे परिमाण आणि दिशा दोन्हीमध्ये भिन्न आहे.

पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्राची व्याप्ती एका स्थानावरून दुसऱ्या ठिकाणी लक्षणीयरीत्या बदलू शकते. पर्वत रांगा किंवा घनदाट खडक निर्मिती यांसारख्या वस्तुमानाची एकाग्रता असलेल्या भागात गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र अधिक मजबूत असते, परिणामी गुरुत्वाकर्षणामुळे उच्च प्रवेग होतो. याउलट, कमी वस्तुमान सांद्रता असलेल्या प्रदेशांमध्ये, जसे की महासागर खोरे किंवा कमी दाट क्रस्टल सामग्री असलेले क्षेत्र, गुरुत्वीय क्षेत्र कमकुवत आहे.

पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये मौल्यवान अंतर्दृष्टी प्रदान केलेल्या सर्वात उल्लेखनीय मोहिमांपैकी एक म्हणजे गुरुत्वाकर्षण पुनर्प्राप्ती आणि हवामान प्रयोग (GRACE). NASA आणि जर्मन एरोस्पेस सेंटर (DLR) द्वारे २००२ मध्ये प्रक्षेपित केले गेले, GRACE मध्ये पृथ्वीभोवती फिरणारे दोन एकसारखे उपग्रह होते. या उपग्रहांनी त्यांच्यातील अंतर अचूकपणे मोजले, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या खाली वस्तुमान वितरणातील फरकांमुळे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रातील बदलांच्या प्रतिसादात थोडेसे बदलले.

GRACE डेटाने पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण क्षेत्रामध्ये लक्षणीय बदल उघड केले आहेत, ज्यात पाण्याच्या वितरणातील बदलांशी संबंधित विसंगती, जसे की ध्रुवीय प्रदेशात बर्फ वितळणे किंवा भूजल साठवणातील बदल. या मोजमापांमुळे केवळ पृथ्वीची रचना आणि गतिशीलतेबद्दलची आमची समज सुधारली नाही तर हवामान बदल, जल संसाधन व्यवस्थापन आणि भूभौतिक प्रक्रियांचा अभ्यास करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण माहिती देखील प्रदान केली गेली.

पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र ही एक गतिमान आणि गुंतागुंतीची घटना आहे, जी भूगर्भीय, जलशास्त्रीय आणि वातावरणीय घटकांमुळे वेगवेगळ्या प्रदेशांमध्ये परिमाणात बदलते.

GRACE सारख्या मिशनसनी या भिन्नता आणि पृथ्वीच्या पर्यावरण आणि हवामानावरील परिणामांबद्दलचे आपले ज्ञान वाढविण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे.

१.१९ गुरुत्वाकर्षण आणि त्याचे पृथ्वीवरील प्रणालींवर होणारे परिणाम

गुरुत्वाकर्षण हे विश्वाचे नियमन करणाऱ्या मूलभूत शक्तींपैकी एक आहे आणि पृथ्वीवरील प्रणालींवर त्याचे परिणाम गहन आणि व्यापक आहेत. येथे गुरुत्वाकर्षणाचे विहंगावलोकन आणि पृथ्वीच्या विविध पैलूंवर त्याचे परिणाम आहेत:

१. **ऑर्बिटल डायनॅमिक्स:** गुरुत्वाकर्षण ही अशी शक्ती आहे जी पृथ्वीसारख्या खगोलीय पिंडांना सूर्याभोवती फिरते. सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण खेचणे आणि पृथ्वीच्या गतीतील जडत्व यांच्यातील संतुलन आपल्या ग्रहाला स्थिर कक्षेत ठेवते. त्याचप्रमाणे चंद्र गुरुत्वाकर्षणाने पृथ्वीभोवती फिरत असतो.
२. **भरती:** चंद्राचे गुरुत्वाकर्षण आणि काही प्रमाणात सूर्य, पृथ्वीच्या महासागरात भरती-ओहोटी निर्माण करतात. या भरती-ओहोटीच्या शक्तींमुळे समुद्राची पातळी वाढणे आणि घसरणे, किनारपट्टीच्या परिसंस्थेवर परिणाम होतो, नेव्हिगेशन आणि धूप होते.
३. **वातावरणीय दाब:** गुरुत्वाकर्षण वातावरणाला पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे खेचते, ज्यामुळे वातावरणाचा दाब निर्माण होतो. हा दाब उंचीसह कमी होतो, ज्यामुळे हवामानाचे स्वरूप, वातावरणातील अभिसरण आणि जीवनासाठी आवश्यक वायूंचे वितरण प्रभावित होते.
४. **भूवैज्ञानिक प्रक्रिया:** पृथ्वीच्या भूगर्भशास्त्राला आकार देण्यात गुरुत्वाकर्षण महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. यामुळे सामग्री स्थिर होते, ज्यामुळे अवसादन सारख्या प्रक्रिया होतात, जे गाळाच्या खडकांच्या निर्मितीसाठी आवश्यक असते. गुरुत्वाकर्षणाचा टेक्टोनिक प्लेट्सच्या हालचाली, ज्वालामुखीचा उद्रेक आणि पर्वतांच्या निर्मितीवरही प्रभाव पडतो.
५. **हायड्रोलॉजिकल सायकल:** गुरुत्वाकर्षण हे हायड्रोलॉजिकल सायकलमध्ये केंद्रस्थानी असते, ज्यामध्ये बाष्पीभवन, संक्षेपण आणि पर्जन्य यासारख्या प्रक्रियांचा समावेश होतो. गुरुत्वाकर्षण पाणी उतारावर खेचते, नद्या आणि नाल्यांचा प्रवाह चालवते आणि तलाव आणि महासागरांसारख्या पाण्याच्या शरीराचा आकार आणि खोली निर्धारित करते.
६. **हवामान:** गुरुत्वाकर्षणामुळे जगभरातील उष्णता आणि आर्द्रतेच्या वितरणावर परिणाम होऊन हवामानावर परिणाम होतो. पृथ्वीच्या गोलाकार आकारामुळे आणि त्याच्या अक्षीय झुकावामुळे सौर किरणोत्सर्गाचे असमान वितरण, वातावरणाच्या अभिसरणावर गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावासह, विविध प्रदेशांमध्ये विविध हवामानाचा परिणाम होतो.
७. **जैविक प्रभाव:** गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीवरील जीवांच्या उत्क्रांती आणि वर्तनाला आकार देते. त्याचा परिणाम वनस्पतींच्या वाढीवर, जीवांची रचना आणि प्राण्यांच्या वर्तनावर

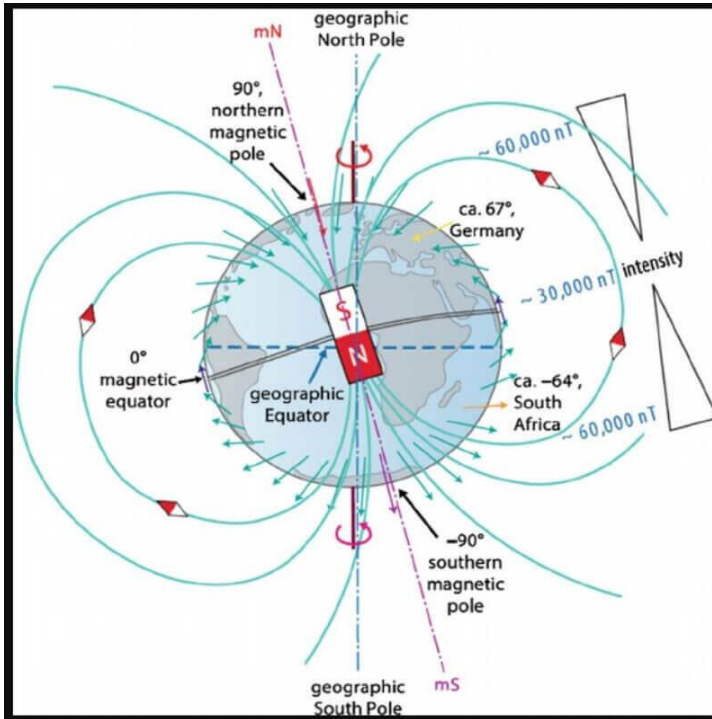
होतो. उदाहरणार्थ, गुरुत्वाकर्षण शक्तीचा सामना करण्यासाठी जीवांनी रणनीती विकसित केली आहे, जसे की कशेरुकांमध्ये हाडे आणि स्नायूंचा विकास त्यांच्या वजनाचे समर्थन करण्यासाठी.

८. **मानवी प्रभाव:** गुरुत्वाकर्षण मानवी क्रियाकलाप आणि पायाभूत सुविधांवर प्रभाव टाकते, बांधकाम आणि वाहतुकीपासून ते खेळ आणि मनोरंजनापर्यंत. अभियंते आणि वास्तुविशारदांनी इमारती आणि संरचनेची रचना करताना गुरुत्वाकर्षण शक्तीचा विचार केला पाहिजे, तर वाहतूक व्यवस्था प्रणोदन आणि नेव्हिगेशनसाठी गुरुत्वाकर्षणावर अवलंबून असते.

एकंदरीत, गुरुत्वाकर्षण ही एक मूलभूत शक्ती आहे जी खगोलीय पिंडांच्या हालचालीपासून ते आपल्या वातावरणातील गतिशीलता, भूविज्ञान, जलविज्ञान, हवामान, जीवशास्त्र आणि मानवी क्रियाकलापांपर्यंत, पृथ्वीच्या प्रणालीवर खोलवर प्रभाव टाकते. गुरुत्वाकर्षणाचे परिणाम समजून घेणे पृथ्वीच्या जटिल परस्परसंबंधित प्रणाली समजून घेण्यासाठी आणि विविध पर्यावरणीय आणि सामाजिक आव्हानांना सामोरे जाण्यासाठी आवश्यक आहे.

१.२० भूचुंबकत्व - विस्तार विशालता आणि भिन्नता

भूचुंबकत्व ही विज्ञानाची एक शाखा आहे जी पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्राचा अभ्यास करते, त्यात त्याची व्याप्ती, परिमाण आणि फरक यांचा समावेश होतो. पृथ्वी असे वागते की तिच्या गाभ्यामध्ये एक विशाल पट्टी चुंबक आहे, चुंबकीय क्षेत्र रेषा चुंबकीय उत्तरेपासून चुंबकीय दक्षिण ध्रुवापर्यंत पसरलेल्या आहेत. हे भूचुंबकीय क्षेत्र विविध नैसर्गिक प्रक्रियांमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते आणि मानवी क्रियाकलापांवर महत्त्वपूर्ण परिणाम करते.



विस्तार आणि परिमाण:

पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र त्याच्या पृष्ठभागाच्या पलीकडे पसरलेले आहे, ज्यामुळे मॅग्नेटोस्फियर म्हणून ओळखले जाणारे संरक्षणात्मक कवच तयार होते. हे ढाल सौर वाऱ्यापासून हानिकारक सौर विकिरण आणि चार्ज केलेले कण विचलित करते, त्यांच्या हानिकारक प्रभावांपासून पृथ्वीवरील जीवनाचे रक्षण करते. मॅग्नेटोस्फियर हजारो किलोमीटर अंतराळात पसरतो, ज्यामुळे पृथ्वीच्या चुंबकीय प्रभावाचे वर्चस्व असलेला प्रदेश तयार होतो.

पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्राची विशालता गॉस किंवा टेस्लाच्या एककांमध्ये मोजली जाते. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर, चुंबकीय क्षेत्राची ताकद साधारणपणे अंदाजे २५ ते ६५ मायक्रोटोस्लास (μT) पर्यंत असते, ज्यामध्ये स्थानानुसार काही फरक असतो. चुंबकीय ध्रुवांजवळ, जेथे क्षेत्र रेषा एकत्र होतात, तेथे क्षेत्राची ताकद जास्त असते, तर विषुववृत्तावर ती कमकुवत असते.

भिन्नता:

भूचुंबकीय भिन्नता म्हणजे वेळ आणि अवकाशानुसार पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रातील बदलांचा संदर्भ. हे फरक काही सेकंदांपासून ते सहस्राब्दीपर्यंत वेगवेगळ्या कालखंडांवर येऊ शकतात आणि ते अंतर्गत आणि बाह्य दोन्ही घटकांनी प्रभावित होतात.

१. **दैनंदिन भिन्नता:** हे चुंबकीय क्षेत्रातील बदल आहेत जे एका दिवसात होतात. ते प्रामुख्याने पृथ्वीच्या फिरणारा घन आतील गाभा आणि सभोवतालचा द्रव बाह्य गाभा, ज्याला डायनॅमो इफेक्ट म्हणून ओळखले जाते, यांच्यातील परस्परसंवादाद्वारे चालविले जाते.
२. **धर्मनिरपेक्ष भिन्नता:** धर्मनिरपेक्ष भिन्नता म्हणजे पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रात दीर्घकालीन बदल जे दशकांपासून सहस्राब्दीपर्यंत होतात. या बदलांचे श्रेय पृथ्वीच्या गाभातील प्रक्रियांना दिले जाते, जसे की संवहनी गती आणि चुंबकीय पदार्थाच्या वितरणातील बदल.
३. **भूचुंबकीय वादळे:** भूचुंबकीय वादळे हे पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रामध्ये सौर क्रियाकलाप, विशेषतः सौर फ्लेअर्स आणि कोरोनल मास इजेक्शन (CMEs) मुळे होणारे अल्पकालीन गडबड आहेत. या घटनांमुळे चुंबकीय क्षेत्रामध्ये जलद चढउतार होऊ शकतात, ज्यामुळे अरोरासारख्या घटना घडतात आणि रेडिओ संप्रेषण आणि पॉवर ग्रिडमध्ये अडथळा निर्माण होतो.
४. **चुंबकीय विसंगती:** चुंबकीय विसंगती ही पृथ्वीच्या अपेक्षित चुंबकीय क्षेत्राची ताकद आणि दिशा यांमधील स्थानिक विचलन आहेत. भूगर्भातील संरचना, खनिज साठे आणि पृथ्वीच्या कवचाच्या रचनेतील फरक यासारख्या भूवैज्ञानिक वैशिष्ट्यांमुळे ते उद्भवू शकतात.

भूविज्ञान, भूभौतिकशास्त्र आणि अवकाश हवामान अंदाज यासह विविध वैज्ञानिक विषयांसाठी भूचुंबकीय व्याप्ती, परिमाण आणि भिन्नता समजून घेणे आवश्यक आहे. याव्यतिरिक्त, नेव्हिगेशन, दूरसंचार आणि तेल शोध यासारखे उद्योग त्यांच्या कार्यासाठी अचूक भूचुंबकीय डेटावर अवलंबून असतात. चालू असलेले संशोधन भूचुंबकत्व आणि नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित अशा दोन्ही प्रणालींवर होणाऱ्या परिणामांबद्दलची आमची समज वाढवत आहे.

१.२१ डायनॅमो इफेक्ट, मॅग्नेटिक फील्ड रिव्हर्सल्स आणि इफेक्ट्स

१. डायनॅमो इफेक्ट:

डायनॅमो इफेक्ट ही एक घटना आहे जी पृथ्वीच्या बाहेरील गाभ्यामध्ये वितळलेले लोह किंवा ताऱ्यांमधील प्लाझ्मा यासारख्या द्रवपदार्थांच्या हालचालींद्वारे चुंबकीय क्षेत्राच्या निर्मितीचे वर्णन करते. पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रासह ग्रहांच्या चुंबकीय क्षेत्रांची उत्पत्ती आणि देखभाल समजून घेण्यासाठी हा प्रभाव महत्त्वपूर्ण आहे.

२. जनरेशन मेकॅनिझम:

डायनॅमो इफेक्ट इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शन प्रक्रियेद्वारे कार्य करतो. द्रवपदार्थ जेव्हा ग्रहांच्या गाभ्यामध्ये फिरतात तेव्हा त्यांच्या गतीमुळे आणि विद्यमान चुंबकीय क्षेत्राच्या उपस्थितीमुळे ते विद्युत प्रवाह निर्माण करतात. हे विद्युत प्रवाह, यामधून, Ampère च्या नियमाद्वारे चुंबकीय क्षेत्रे तयार करतात, ज्यामुळे डायनॅमो प्रक्रिया म्हणून ओळखले जाणारे एक स्वयं-टिकाऊ फीडबॅक लूप तयार होते.

३. पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र उलथापालथ:

पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रामध्ये त्याच्या संपूर्ण इतिहासात अनेक उलटे आले आहेत, जेथे चुंबकीय उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवांची देवाणघेवाण होते. हे उलटे खडकांमध्ये जतन केलेल्या चुंबकीय स्वाक्षरींद्वारे भूगर्भीय नोंदीमध्ये नोंदवले जातात. या उलथापालथांची प्रक्रिया आणि वेळ अद्याप पूर्णपणे समजलेले नाही, परंतु ते डायनॅमो इफेक्टद्वारे चालविल्या जाणाऱ्या पृथ्वीच्या कोर डायनॅमिक्समधील बदलांशी संबंधित असल्याचे मानले जाते.

४. मॅग्नेटिक फील्ड रिव्हर्सल्सचे परिणाम:

- नेव्हिगेशन आणि माइग्रेशन:** चुंबकीय क्षेत्र उलटे होकायंत्रावर अवलंबून असलेल्या नेव्हिगेशन सिस्टमवर परिणाम करू शकतात, कारण होकायंत्राने दर्शविलेली दिशा रिव्हर्सल दरम्यान बदलते. याव्यतिरिक्त, काही स्थलांतरित प्राणी, जसे की पक्षी आणि समुद्री कासव, नेव्हिगेशनसाठी पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्राचा वापर करतात आणि उलटे त्यांच्या वर्तनावर परिणाम करू शकतात .
- कॉस्मिक रेडिएशन:** पृथ्वीचे चुंबकीय क्षेत्र वैश्विक किरणोत्सर्गाविरुद्ध ढाल म्हणून कार्य करते, सूर्य आणि खोल अवकाशातून चार्ज केलेले कण विचलित करते. उलथापालथ करताना, चुंबकीय क्षेत्र कमकुवत होते, ज्यामुळे अधिक वैश्विक विकिरण

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचू शकतात. या वाढलेल्या किरणोत्सर्गाचा तांत्रिक प्रणाली, अवकाश संशोधन आणि जैविक जीवांवर परिणाम होऊ शकतो.

- c) हवामान आणि उत्क्रांती:** काही संशोधन चुंबकीय क्षेत्राच्या उलट आणि हवामानातील फरक किंवा उत्क्रांती घटना यांच्यातील परस्परसंबंध सूचित करतात. तथापि, या संबंधाचे नेमके स्वरूप अद्याप शास्त्रज्ञांमध्ये वादातीत आहे. असे गृहित धरले जाते की चुंबकीय क्षेत्रातील बदल वातावरणातील प्रक्रिया किंवा वैश्विक किरणांच्या परस्परसंवादावर प्रभाव टाकू शकतात, ज्यामुळे अप्रत्यक्षपणे हवामान आणि जैविक उत्क्रांतीवर परिणाम होऊ शकतो.

डायनॅमो इफेक्ट पृथ्वीसारख्या ग्रहांच्या चुंबकीय क्षेत्रांची निर्मिती आणि देखरेख करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावते, जे नियमितपणे उलटे होतात. भूभौतिकी, खगोलशास्त्र आणि जीवशास्त्र यासह विज्ञानाच्या विविध क्षेत्रांसाठी या घटना आणि त्यांचे परिणाम समजून घेणे आवश्यक आहे. चालू संशोधनामुळे चुंबकीय क्षेत्रे, ग्रहांची गतिशीलता आणि त्यांचे व्यापक परिणाम यांच्यातील गुंतागुंतीच्या परस्परसंवादांबद्दलची आमची समज अधिक सखोल होत आहे.

१.२२ सारांश

धडा पृथ्वी प्रणाली विज्ञान सादर करून, त्याचे स्वरूप आणि व्याप्ती हायलाइट करून सुरु होतो. ते नंतर पृथ्वीच्या उत्पत्ती आणि उत्क्रांतीबद्दल जाणून घेते, बिग बॅंग थिअरी आणि लिथोस्फियरच्या निर्मितीसारख्या सिद्धांतांवर चर्चा करते. प्लेट टेक्टोनिक्सचा सिद्धांत पृथ्वीच्या अंतर्गत रचना, रचना आणि भूकंपाच्या लाटा आणि खोल ड्रिलिंग प्रयोगांसारख्या अन्वेषणाच्या पद्धतींसह तपशीलवार शोधला जातो.

एन्थ्रोपोसीन युगाची संकल्पना मांडली जाते. GRACE सारख्या मोहिमांमधून पाहिल्याप्रमाणे पृथ्वीचे गुरुत्वीय क्षेत्र आणि त्यातील भिन्नता, तसेच पृथ्वीच्या प्रणालीवर गुरुत्वाकर्षणाच्या परिणामांची चर्चा केली जाते.

याव्यतिरिक्त, धडा डायनॅमो इफेक्ट, चुंबकीय क्षेत्र रिव्हर्सल्स आणि त्यांच्या प्रभावांसह भूचुंबकत्व कव्हर करतो. एकूणच, धडा पृथ्वीच्या निर्मितीपासून त्याच्या गतिमान प्रणाली आणि प्रक्रियांपर्यंत, पृथ्वी प्रणाली विज्ञानाचे सर्वसमावेशक विहंगावलोकन प्रदान करतो.

१.२३ नमुना प्रश्न

प्र.१ रिक्त स्थानांची पुरती करा.

- पृथ्वीच्या वातावरणात, हायड्रोस्फियर, लिथोस्फियर, बायोस्फियर आणि क्रायोस्फियर (गोठलेल्या इकोसिस्टम्स/पर्यावरण) मध्ये घडणाऱ्या परस्परसंबंधित प्रक्रिया आणि परस्परक्रियांचा अभ्यास ----- म्हणून ओळखला जातो. (पृथ्वी प्रणाली विज्ञान)

२. ----- हे एक कॉस्मॉलॉजिकल मॉडेल आहे जे विश्वाच्या उत्क्रांती (बिग बॅंग थिअरी) च्या सुरुवातीच्या ज्ञात टप्प्यांचे वर्णन करते.
३. ----- भूगर्भशास्त्रातील एक व्यापक सिद्धांत आहे जो पृथ्वीचे बाह्य कवच तयार करणाऱ्या लिथोस्फेरिक प्लेट्सच्या हालचाली आणि परस्परसंवादाचे वर्णन करतो. (प्लेट टेक्टोनिक्स)
४. ----- हा सर्वात जुना भूवैज्ञानिक कालखंड (चतुर्थांश) आहे.
५. ----- ही विज्ञानाची एक शाखा आहे जी पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्राचा अभ्यास करते, त्यात त्याची व्याप्ती, परिमाण आणि भिन्नता (भूचुंबकत्व) यांचा समावेश होतो.

प्र.२ खालील गोष्टींवर लहान टिपा लिहा.

१. पृथ्वीची उत्पत्ती
२. प्लेट टेक्टोनिक्स सिद्धांत
३. GRACE मिशन
४. भूचुंबकत्व

प्र.३ खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

१. पृथ्वी प्रणाली विज्ञानाचे स्वरूप आणि व्याप्ती विस्तृत करा.
२. पृथ्वीच्या अंतर्भागाची रचना आणि रचना स्पष्ट करा.
३. हवामान बदलाच्या अभ्यासात भूगर्भीय टाइमस्केलचे महत्त्व स्पष्ट करा.
४. विस्तृत डायनॅमो प्रभाव, चुंबकीय क्षेत्र उलटे आणि भूचुंबकत्वाचे प्रभाव.

१.२४ संदर्भ

- AM, P. (2010). डायनॅमिक अर्थ सिस्टम. सोनीपत, हरियाणा, भारत: पीएचआय लर्निंग प्रायव्हेट लिमिटेड.
- आर्ट्युस्को. (1983). जिओटेक्टोनिक्समधील विकास. टोकियो: एल्सेव्हियर.
- ब्लूम, एएल (2012). जिओमॉर्फोलॉजी: लेट सेनोझोइक लँडफॉर्म्सचे पद्धतशीर विश्लेषण. नवी दिल्ली: रावत पब्लिकेशन्स.

वातावरण आणि हवामान

हा अध्याय पाहिल्यानंतर, तुम्हाला खालील वैशिष्ट्ये समजतील.

घटक रचना

- २.१ उद्दिष्टे
- २.२ परिचय
- २.३ वातावरणाची रचना आणि रचना
- २.४ वातावरणाची रचना
- २.५ वातावरणाची रचना
- २.६ वातावरणाची कार्ये
- २.७ हवामानशास्त्र, हवामान घटक आणि हवामान नियंत्रणे यांच्याशी हवामानशास्त्राचा संबंध
- २.८ हवामानशास्त्र
- २.९ हवामान घटक आणि हवामान नियंत्रण करणारे घटक
- २.१० पृथ्वीचे औष्णिक अंदाजपत्रक, तापमान - अनुलंब, क्षैतिज आणि हंगामी भिन्नता
- २.११ इन्सोलेशन / सौर उर्जा
- २.१२ पृथ्वीचे उष्णता बजेट / वैश्विक संतुलन
- २.१३ वातावरणाचे तापमान
- २.१४ वातावरणाच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक
- २.१५ तापमानाचे वितरण
- २.१६ तापमानाचे अनुलंब / ऊर्ध्वगामी वितरण
- २.१७ सामान्य लॅप्स रेट
- २.१८ तापमानाचा उलथापालथ
- २.१९ तापमानाचे क्षैतिज वितरण
- २.२० उष्णता ऊर्जा हस्तांतरण
- २.२१ सारांश
- २.२२ नमुना प्रश्न
- २.२३ संदर्भ

२.१ उद्दिष्टे

हे मॉड्यूल शिकल्यानंतर, विद्यार्थी सक्षम होतील;

- पृथ्वीच्या वातावरणाच्या उत्पत्तीच्या सिद्धांतांचे मूल्यांकन करा.
- वातावरणाची रचना आणि रचना समजून घ्या.
- हवामान आणि हवामानाची तुलना करा.
- हवामानशास्त्र आणि हवामानशास्त्र यांच्यातील संबंध प्रस्थापित करा.
- हवामान घटक आणि हवामान नियंत्रण समजून घ्या.
- इन्सोलेशन आणि त्याचे समतोल आणि जागतिक तापमानाचे वितरण समजून घ्या.
- उष्णता हस्तांतरण आणि तापमानाच्या उलथापालथाची प्रक्रिया समजून घ्या.

२.२ परिचय

पृथ्वीचे वातावरण, ग्रहाच्या सभोवतालच्या वायूंचा एक गतिशील लिफाफा, त्याच्या दीर्घ इतिहासात लक्षणीय उत्क्रांतीवादी बदल घडवून आणले आहेत. हे बदल भूगर्भीय प्रक्रिया, जैविक क्रियाकलाप आणि अवकाशातील परस्परसंवाद यासह असंख्य घटकांनी प्रभावित झाले आहेत. पृथ्वीच्या वातावरणाची उत्क्रांती समजून घेणे ग्रहाच्या भूतकाळातील हवामान, जीवनाचा विकास आणि त्याच्या राहण्याच्या संभाव्यतेबद्दल महत्त्वपूर्ण अंतर्दृष्टी प्रदान करते. या निबंधात, आम्ही पृथ्वीच्या वातावरणाची उत्क्रांती, त्याच्या निर्मितीपासून ते आजपर्यंतची उत्क्रांती शोधू.

१. **पृथ्वीच्या वातावरणाची निर्मिती:** पृथ्वीची निर्मिती अंदाजे ४.५ अब्ज वर्षांपूर्वी सूर्यमालेतील धूळ आणि वायूच्या वाढीमुळे झाली. प्रारंभी, पृथ्वीचे वातावरण कदाचित आदिम सौर तेजोमेघाच्या रचनेप्रमाणेच हायड्रोजन आणि हेलियम सारख्या अस्थिर घटकांनी बनलेले होते. तथापि, पृथ्वीचे तुलनेने कमी गुरुत्वाकर्षण आणि तिच्या निर्मितीपासून तीव्र उष्णतेमुळे, हे हलके वायू अवकाशात पळून गेले असते, ज्यामुळे आदिम वातावरणाचा नाश झाला असता.
२. **ज्वालामुखीचा कालखंड:** सुमारे ४.५ ते ४ अब्ज वर्षांपूर्वी हेडियन युग दरम्यान, पृथ्वी तीव्र ज्वालामुखीच्या क्रियाकलापांच्या अधीन होती. ज्वालामुखीच्या उद्रेकाने पृथ्वीच्या आतील भागातून पाण्याची वाफ (H_2O), कार्बन डायऑक्साइड (CO_2), मिथेन (CH_4) आणि अमोनिया (NH_3) सारखे वायू वातावरणात सोडले. आउटगॅसिंग म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या या प्रक्रियेने हळूहळू या वायूंचे वर्चस्व असलेले दुर्यम वातावरण तयार केले.
३. **ग्रेट ऑक्सिजनेशन इव्हेंट:** पृथ्वीच्या वातावरणाच्या उत्क्रांतीमधील सर्वात महत्त्वपूर्ण टप्पे म्हणजे सुमारे २.४ अब्ज वर्षांपूर्वी प्रोटोरोझोइक युगादरम्यान घडले. ग्रेट ऑक्सिजनेशन इव्हेंट (GOE) किंवा ऑक्सिजन आपत्ती म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या या घटनेने वातावरणात ऑक्सिजन (O_2) चे व्यापक संचय चिन्हांकित केले. या ऑक्सिजनचा प्राथमिक स्रोत सायनोबॅक्टेरियामध्ये ऑक्सिजेनिक प्रकाशसंश्लेषणाचा

उदय होता, ज्याने कार्बन डाय ऑक्साईड आणि पाण्याचे सेंद्रिय पदार्थात रूपांतर केले आणि उपउत्पादन म्हणून ऑक्सिजन सोडला .

वातावरणातील ऑक्सिजनच्या वाढीमुळे पृथ्वीवरील जीवनावर गंभीर परिणाम झाले. यामुळे एरोबिक श्वसनाच्या उत्क्रांतीचा मार्ग मोकळा झाला, ही एक अधिक कार्यक्षम चयापचय प्रक्रिया आहे जी सेंद्रिय रेणूंमधून ऊर्जा काढण्यासाठी ऑक्सिजनचा वापर करते. याव्यतिरिक्त, वातावरणात ऑक्सिजन जमा झाल्यामुळे स्ट्रॅटोस्फियरमध्ये ओझोन (O₃) थर तयार झाला, ज्यामुळे सूर्यापासून हानिकारक अल्ट्राव्हायलेट (UV) किरणोत्सर्गापासून संरक्षण होते.

४. वातावरणातील रचनेतील फरक: पृथ्वीच्या संपूर्ण इतिहासात, विविध भूवैज्ञानिक आणि जैविक प्रक्रियांमुळे वातावरणाच्या रचनेत लक्षणीय बदल झाले आहेत. उदाहरणार्थ, ज्वालामुखीय क्रियाकलापांमधील चढ-उतार, खडकांचे हवामान आणि विविध प्रकारच्या जीवनाचा उदय या सर्वांनी कार्बन डाय ऑक्साईड आणि मिथेन सारख्या हरितगृह वायूंच्या पातळीवर प्रभाव टाकला आहे.

२५२ दशलक्ष वर्षांपूर्वी पर्मियन-ट्रायसिक विलुप्त होण्याच्या घटनेसारख्या व्यापक ज्वालामुखीय क्रियाकलापांच्या काळात, मोठ्या प्रमाणात कार्बन डाय ऑक्साईड वातावरणात सोडले गेले, ज्यामुळे ग्लोबल वार्मिंग आणि हवामानात लक्षणीय बदल झाले. याउलट, वाढलेल्या जैविक उत्पादकतेच्या कालखंडात, जसे की सुमारे ३५० दशलक्ष वर्षांपूर्वी कार्बनीफेरस कालावधी, प्रकाशसंश्लेषण आणि सेंद्रिय पदार्थांचे दफन यासारख्या प्रक्रियेद्वारे वातावरणातून कार्बन डायऑक्साईड काढून टाकला गेला, ज्यामुळे थंड होण्यास आणि कोळशाच्या साठ्याची निर्मिती झाली.

५. वातावरणावरील जीवनाचा प्रभाव: पृथ्वीवरील जीवसृष्टीच्या उत्क्रांतीने वातावरणाची रचना आणि गतिशीलता घडवण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावली आहे. ग्रेट ऑक्सिजनेशन इव्हेंट दरम्यान सायनोबॅक्टेरिया वातावरणात ऑक्सिजन प्रदान करण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावत होते, तर जमिनीवरील वनस्पतींच्या प्रसारामुळे प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे कार्बन डायऑक्साईड काढून टाकण्यात आणि वातावरणातील ऑक्सिजन पातळी स्थिर होण्यास हातभार लागला.

मोलस्क सारख्या कवच आणि सांगाड्यांसह जटिल जीवांच्या उदयाने कार्बन चक्र आणि कार्बोनेट खनिजांच्या संचयनावर परिणाम केला आहे, ज्यामुळे पृथ्वीच्या कवचाच्या दीर्घकालीन कार्बन संचयन क्षमतेवर परिणाम झाला आहे. मानवी क्रियाकलाप, विशेषतः औद्योगिक क्रांतीपासून, जीवाश्म इंधन जाळणे, जंगलतोड आणि हरितगृह वायू सोडणे याद्वारे वातावरणावर देखील महत्त्वपूर्ण परिणाम झाला आहे.

६. आधुनिक वातावरण: आज, पृथ्वीचे वातावरण प्रामुख्याने नायट्रोजन (N₂) (~78%) आणि ऑक्सिजन (O₂) (~21%) यांनी बनलेले आहे, ज्यामध्ये आर्गॉन (एआर), कार्बन डायऑक्साईड (CO₂) सारख्या इतर वायूंचे प्रमाण आढळते, आणि मिथेन (CH₄). वातावरणाची रचना भूगर्भीय प्रक्रिया, जैविक क्रियाकलाप आणि वायुमंडलीय

रसायनशास्त्र यांचा समावेश असलेल्या जटिल अभिप्राय यंत्रणेद्वारे नियंत्रित केली जाते.

वातावरण आणि हवामान

पृथ्वीचे वातावरण तापमान आणि रचनेच्या आधारावर अनेक स्तरांमध्ये विभागले गेले आहे, ज्यामध्ये ट्रोपोस्फियर (जेथे हवामान असते), स्ट्रॅटोस्फियर (ओझोन थर असलेले), मेसोस्फियर आणि थर्मोस्फियर यांचा समावेश होतो. प्रत्येक थर पृथ्वीच्या हवामानाचे नियमन करण्यात आणि जीवनास आधार देण्यासाठी एक अद्वितीय भूमिका बजावते.

७. मानववंशीय प्रभाव: अलिकडच्या शतकांमध्ये, मानवी क्रियाकलापांचा पृथ्वीच्या वातावरणावर खोलवर परिणाम झाला आहे, ज्यामुळे वातावरणातील बदल आणि वायू प्रदूषण यासारख्या पर्यावरणीय आव्हानांना सामोरे जावे लागते. जीवाश्म इंधन जाळणे, जंगलतोड, औद्योगिक प्रक्रिया आणि शेती यामुळे वातावरणातील कार्बन डायऑक्साइड, मिथेन आणि नायट्रस ऑक्साईड यांसारख्या हरितगृह वायूंचे प्रमाण लक्षणीयरीत्या वाढले आहे, ज्यामुळे ग्लोबल वॉर्मिंग आणि बदललेल्या हवामानाच्या पद्धती आहेत.

सल्फर डायऑक्साइड, नायट्रोजन ऑक्साईड आणि पार्टिक्युलेट मॅटर यांसारख्या वायू प्रदूषकांचे उत्सर्जन मानवी आरोग्य, परिसंस्था आणि पर्यावरणावर हानिकारक परिणाम करतात. या मानववंशजन्य प्रभावांना संबोधित करण्यासाठी हरितगृह वायू उत्सर्जन कमी करणे, अक्षय ऊर्जा स्रोतांमध्ये संक्रमण, ऊर्जा कार्यक्षमता सुधारणे आणि शाश्वत जमीन वापर पद्धतींना प्रोत्साहन देणे यासाठी एकत्रित प्रयत्न करणे आवश्यक आहे.

पृथ्वीच्या वातावरणाची उत्क्रांती ही एक जटिल आणि गतिमान प्रक्रिया आहे जी अब्जावधी वर्षांपासून भूवैज्ञानिक, जैविक आणि मानववंशीय घटकांद्वारे आकारली गेली आहे. त्याच्या निर्मितीपासून ज्वालामुखीतून बाहेर पडण्यापासून ते वातावरणातील ऑक्सिजनच्या सुरुवातीच्या जीवसृष्टीपर्यंत, आणि मानवी क्रियाकलापांच्या त्यानंतरच्या प्रभावामुळे, वातावरणात महत्त्वपूर्ण बदल झाले आहेत ज्याचा ग्रहाच्या हवामान, परिसंस्था आणि राहण्यायोग्यतेवर गहन परिणाम झाला आहे.

भविष्यातील बदलांचा अंदाज लावण्यासाठी, मानववंशजन्य प्रभाव कमी करण्यासाठी आणि आपल्या ग्रहाची दीर्घकालीन टिकाव सुनिश्चित करण्यासाठी पृथ्वीच्या वातावरणाची उत्क्रांती समजून घेणे आवश्यक आहे. भूतकाळाचा अभ्यास करून, आम्ही पृथ्वीचे वातावरण कसे विकसित होत राहील आणि भविष्यातील पिढ्यांसाठी या महत्त्वपूर्ण संसाधनाचे अधिक चांगले व्यवस्थापन आणि संरक्षण कसे करू शकतो याबद्दल मौल्यवान अंतर्दृष्टी प्राप्त करू शकतो.

२.३ वातावरणाची रचना आणि रचना

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या सभोवतालचे वातावरण "हवेचे एक घोंगडे" मानले जाते. पृथ्वीचे वातावरण ही वायू, कण आणि इतर घटकांची एक जटिल प्रणाली आहे जी आपल्या ग्रहाला व्यापते, जी जीवन टिकवून ठेवण्यासाठी आणि आपल्या हवामानाला आकार देण्यासाठी महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. विशिष्ट वैशिष्ट्यांसह विविध स्तरांचा समावेश असलेले,

वातावरण हानिकारक सौर किरणोत्सर्गाविरुद्ध ढाल म्हणून कार्य करते, तापमान नियंत्रित करते आणि हवामानाचे स्वरूप सुलभ करते. या तपशीलवार रचनामध्ये, आम्ही पृथ्वीच्या वातावरणाची रचना, रचना आणि कार्ये सखोलपणे शोधू.

२.४ वातावरणाची रचना

वातावरण विविध वायू, पाण्याची वाफ आणि निलंबित कणांनी बनलेले आहे.

a) वायू:

पृथ्वीचे वातावरण प्रामुख्याने नायट्रोजन (७८%) आणि ऑक्सिजन (२१%) यांनी बनलेले आहे, बाकीचे १% आर्गॉन, कार्बन डायऑक्साइड, निऑन, हेलियम आणि मिथेन यांसारख्या इतर वायूंचे ट्रेस प्रमाण आहे. पाण्याची वाफ, जरी परिवर्तनशील घटक असला तरी, हा देखील एक महत्त्वपूर्ण घटक आहे, जो हवामान आणि हवामानाच्या गतिशीलतेमध्ये योगदान देतो. हे वायू जीवन टिकवण्यासाठी आणि पृथ्वीच्या परिसंस्थेचा नाजूक संतुलन राखण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहेत.

२.१ खालच्या वातावरणातील कोरड्या हवेतील महत्त्वाचे वायू

घटक	खंडानुसार टक्के	घटक	खंडानुसार टक्के
नायट्रोजन (N_2)	७८.०८	ओझोन (O_3)	०.००००६
ऑक्सिजन (O_2)	२०.९४	हायड्रोजन (H_2)	०.००००५
आर्गॉन (Ar_2)	०.९३	क्रिप्टन (Kr)	ट्रेस
कार्बन डायऑक्साइड (CO_2)	०.०३	झेनॉन (X_2)	ट्रेस
निऑन (ने)	०.००१८	मिथेन (मी)	ट्रेस
हेलियम (तो)	०.००००५		

नायट्रोजन, वातावरणातील सर्वात मुबलक वायू, जीवनासाठी आवश्यक आहे कारण तो प्रथिने आणि न्यूक्लिक ॲसिडचा मुख्य घटक आहे. नायट्रोजन एकूण वातावरणाच्या ७८% घनतेने बनलेला असतो. नायट्रोजन इतर वायुमंडलीय पदार्थांसह रासायनिक प्रक्रियेत सक्रियपणे भाग घेत नाही, ते रासायनिकदृष्ट्या तुलनेने निष्क्रिय आहे. तथापि, नायट्रोजन हा अनेक सेंद्रिय संयुगांमध्ये महत्त्वाचा घटक आहे.

ऑक्सिजन, दुसरा सर्वात मुबलक वायू, श्वसन आणि ज्वलन प्रक्रियेसाठी आवश्यक आहे. ऑक्सिजनशिवाय जीवन शक्य नाही. ऑक्सिजन इतर सर्व घटकांसह एकत्र करण्यास सक्षम आहे. ज्वलन प्रक्रियेत ऑक्सिजन आवश्यक आहे.

कार्बन डाय ऑक्साईड, वातावरणाचा एक लहान घटक असूनही (सुमारे ०.०३%), हरितगृह वायू म्हणून पृथ्वीच्या हवामान प्रणालीमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते, उष्णता अडकते आणि ग्लोबल वार्मिंगमध्ये योगदान देते.

आर्गॉन, हेलियम आणि निऑन सारख्या ट्रेस वायू निष्क्रिय असतात आणि रासायनिक अभिक्रियांमध्ये भाग घेत नाहीत. तथापि, ते वातावरणातील दाब आणि घनतेमध्ये योगदान देतात. मिथेन, आणखी एक ट्रेस वायू, हा एक शक्तिशाली हरितगृह वायू आहे ज्याचा हवामान बदलावर लक्षणीय परिणाम होतो. पाण्याची वाफ, जरी परिवर्तनशील असली तरी, ढगांची निर्मिती, पर्जन्य आणि हरितगृह परिणाम यांच्या सहभागाद्वारे पृथ्वीच्या उर्जा संतुलनात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते.

वायूंव्यतिरिक्त, वातावरणात एरोसोल देखील असतात, जे हवेत लटकलेले लहान घन किंवा द्रव कण असतात. या एरोसोलमध्ये धूळ, परागकण, समुद्री मीठ आणि मानवी क्रियाकलापांमधून उत्सर्जित होणारे प्रदूषक यांचा समावेश होतो. ढग निर्मिती, पर्जन्य प्रक्रिया आणि सौर विकिरण विखुरण्यात एरोसोल महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात, ज्यामुळे हवामान आणि हवामान या दोन्हीवर प्रभाव पडतो.

b) पाण्याची वाफ:

पाण्याची वाफ हा वातावरणाचा एक महत्वाचा घटक आहे जो वेगवेगळ्या ठिकाणी बदलतो. जरी, वातावरणातील पाण्याची वाफ थोड्या प्रमाणात असते, परंतु ती विविध वातावरणातील प्रक्रियांमध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. वातावरणातील पाण्याच्या वाफेची टक्केवारी कोरड्या हवेत ०.०२% ते आर्द्र हवेत ४% पर्यंत असते. वातावरणातील पाण्याच्या बाष्पाचे प्रमाण पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ५ किलोमीटरपर्यंत आढळते. हवेच्या पार्सलची उभी हालचाल, संक्षेपण, संपृक्तता, पर्जन्य, वाष्पोत्सर्जन आणि बाष्पीभवन यांसारख्या वातावरणातील प्रक्रियांमध्ये पाण्याची वाफ महत्वाची भूमिका बजावते.

२.२ वेगवेगळ्या तापमानात एक घनमीटर एअर पार्सलमध्ये पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण

तापमान (°C)	ग्रॅम	तापमान (°C)	ग्रॅम
-५	३.२६१	२०	१७.३००
०	४.८४७	२५	२३.०४९
५	६.७९७	३०	३९.३७१
१०	९.४०१	३५	३९.५९९
१५	१२.८३२	४०	५१.११७

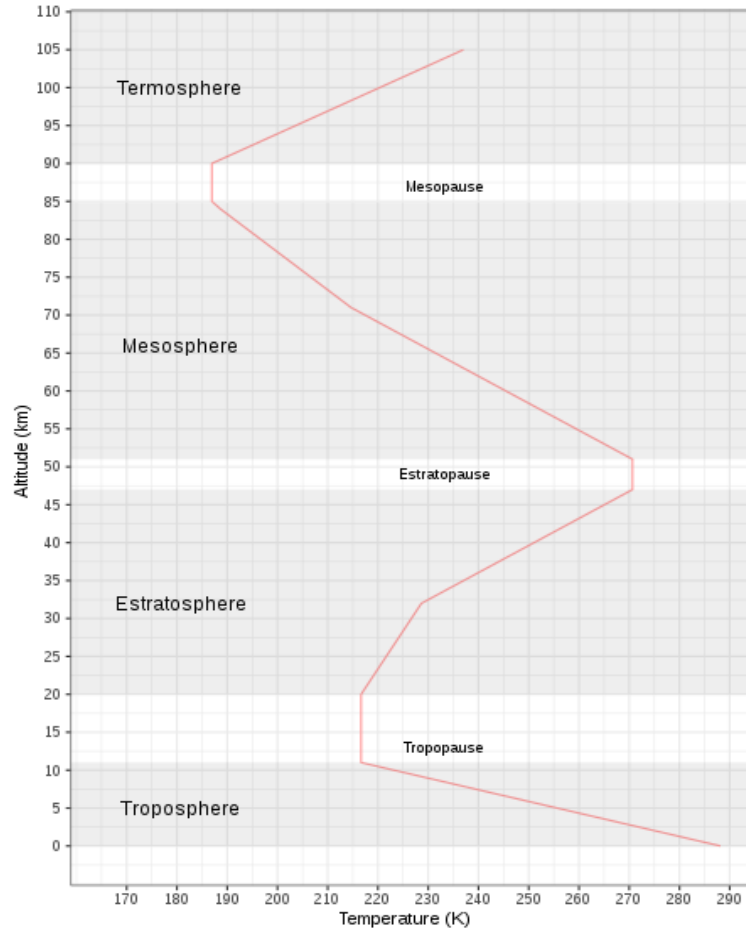
खालच्या वातावरणाच्या तापमानात वाढ झाल्यामुळे वातावरणातील पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण लक्षणीय वाढते. वाढलेल्या तापमानामुळे बाष्पीभवनाच्या दरात वाढ होते, ज्यामुळे खालच्या वातावरणात पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण वाढते.

c) धुळीचे कण:

धूलिकणांना एरोसोल किंवा सस्पेंड पार्टिक्युलेट मॅटर (SPM) असेही म्हणतात जे निलंबनात खालच्या वातावरणात अस्तित्वात असतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १००० मीटर उंचीपर्यंत खालच्या वातावरणात धुळीचे कण असतात. बहुतेक वेळा धुळीचे कण हे

सूक्ष्म आकाराचे असतात आणि त्यामुळे ते उघड्या डोळ्यांनी पाहता येत नाहीत . एरोसोलमध्ये नैसर्गिक प्रक्रिया (जसे की वादळ, चक्रीवादळ, जंगलातील आग, परागकण, समुद्राच्या लाटा, ज्वालामुखी इ.) आणि मानवनिर्मित क्रियाकलाप (जसे की खाण धूळ, बांधकाम कार्य, शेतीची कामे) या दोन्हीमधून तयार होणारे वेगवेगळ्या आकाराचे धुळीचे कण असतात. औद्योगिक धूर, स्फोटक उपकरणे, वाहतूक धूळ इ.). धूलिकण विविध वातावरणातील घटनांमध्ये महत्वाची भूमिका बजावतात जसे की शॉर्ट वेव्ह सौर किरणोत्सर्गाचे शोषण, निवडक विखुरणे इ. दाट धुके निर्माण करण्यासाठी धूळ कण देखील जबाबदार असतात, काहीवेळा धुराबरोबर एकत्रित होतात (बहुतेकदा धुके म्हणून संदर्भित).

२.५ वातावरणाची रचना



पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील उंचीनुसार पृथ्वीच्या वातावरणात भिन्न वैशिष्ट्यांचे भिन्न गोलाकार झोन आहेत. जरी, हे स्तर विशिष्ट वैशिष्ट्यांचे असले तरी, या स्तरांमधील सीमा स्पष्टपणे परिभाषित केल्या जाऊ शकत नाहीत. पृथ्वीचे वातावरण त्यांच्या तापमान प्रोफाइल आणि वैशिष्ट्यांवर आधारित अनेक स्तरांमध्ये विभागले जाऊ शकते: ट्रोपोस्फियर, स्ट्रॅटोस्फियर, मेसोस्फियर, थर्मोस्फियर आणि एक्सोस्फियर.

१. **ट्रोपोस्फियर:** ट्रोपोस्फियर वातावरणाचा सर्वात खालचा थर बनवते ज्यामध्ये पृथ्वीचे जीवन अस्तित्वात आहे आणि संवाद साधते. ट्रोपोस्फियर हा वातावरणाचा सर्वात खालचा थर आहे, जो पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे ८-१५ किलोमीटरपर्यंत

पसरलेला आहे , अक्षांश आणि हंगामावर अवलंबून आहे. ट्रोपोस्फियरची उभी व्याप्ती ध्रुवावर ५-६ किमी पर्यंत असते तर विषुववृत्तावर १६ किमी उंचीपर्यंत असते. वातावरणाचा हा थर उंचीसह तापमानात घट द्वारे दर्शविला जातो, ज्याला लॅप्स रेट म्हणतात. ट्रोपोस्फियरमध्ये पृथ्वीच्या बहुतेक वायुमंडलीय वस्तुमानाचा समावेश होतो आणि तेच हवामानातील घटना जसे की ढग, पर्जन्य आणि वादळे होतात. ट्रोपोस्फियरला वातावरणाचा घर्षण थर असेही म्हणतात जेथे हवेच्या वस्तुमानांचे घर्षण जमिनीच्या पृष्ठभागासह होते. म्हणून, जमीन आणि वातावरण यांच्यातील जास्तीत जास्त संवाद ट्रोपोस्फियरमध्ये होतो. जवळजवळ सर्व प्रकारचे वायुमंडलीय परिसंचरण आणि घटना वातावरणाच्या ट्रॉपोस्फेरिक थरात घडतात. ट्रोपोस्फियरच्या शीर्षस्थानी, वातावरणाचा एक पातळ थर आहे जो त्याला पुढील थर्मल लेयरपासून म्हणजे स्ट्रॅटोस्फियरपासून वेगळे करतो. या पातळ (ट्रोपोस्फियरच्या वरच्या मर्यादेपासून सुमारे १ ते २ किमी पसरलेल्या) थराला ट्रोपोपज म्हणतात . ट्रोपोपॉजमध्ये वातावरणाचे तापमान स्थिर असल्याचे आढळून येते.

२. **स्ट्रॅटोस्फियर:** स्ट्रॅटोस्फियर ट्रॉपोपॉजपासून सुरू होते. ट्रॉपोस्फियरच्या वर स्ट्रॅटोस्फियर आहे, जो ट्रॉपोपॉज (ट्रॉपोस्फियर आणि स्ट्रॅटोस्फियर यांच्यातील सीमा) पासून पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे ५० किलोमीटरपर्यंत पसरलेला आहे. ट्रोपोस्फियरच्या विपरीत, ओझोन थराच्या उपस्थितीमुळे स्ट्रॅटोस्फियरमधील तापमान उंचीसह वाढते, जे सौर किरणे शोषून घेते आणि पुन्हा उत्सर्जित करते आणि आसपासची हवा गरम करते. वरच्या स्ट्रॅटोस्फियरमध्ये ३० किमी उंचीपर्यंत वातावरणातील तापमानात सतत वाढ होत आहे. या थरावरील वाऱ्याचा उच्च वेग अधूनमधून खालच्या स्ट्रॅटोस्फियरमध्ये सायरस ढग तयार करतो. स्ट्रॅटोस्फियर 50° - 60° दरम्यान सर्वात उष्ण आहे.
३. **मेसोस्फियर:** मेसोस्फियर हा वातावरणाचा तिसरा स्तर आहे, जो स्ट्रॅटोपॉज (स्ट्रॅटोस्फियर आणि मेसोस्फियर यांच्यातील सीमा) पासून पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे ८५ किलोमीटर पर्यंत पसरलेला आहे. या थरात, उंचीसह तापमान कमी होते, मेसोपॉज प्रदेशात त्यांच्या सर्वात कमी बिंदूवर पोहोचते. मेसोस्फियरमध्ये ओझोन वायूचे प्रमाण जास्त आहे , म्हणून त्याला 'ओझोनोस्फियर' असेही म्हणतात. ओझोन हा या थरातील महत्वाचा वायू आहे. हे ऑक्सिजनच्या तीन अणूंनी बनलेले आहे (O_3). स्ट्रॅटोस्फियरच्या वरच्या थरावर ओझोनची निर्मिती तीव्र अल्ट्राव्हायोलेट किरणोत्सर्गामुळे ऑक्सिजन रेणूचे दोन अणूंमध्ये खंडित झाल्यामुळे होते आणि ऑक्सिजनचे मुक्त अस्थिर अणू इतर ऑक्सिजन रेणूंसोबत एकत्रित होऊन ओझोन तयार करतात. ओझोनचा थर अधिक उबदार आहे कारण तो तीव्र अल्ट्रा-व्हायोलेट किरणोत्सर्गाचे संपूर्ण शोषण करून निवडकपणे सौर विकिरण शोषून घेतो . म्हणून, हा थर सूर्याच्या अल्ट्रा-व्हायोलेट किरणांचे फिल्टर म्हणून देखील कार्य करतो आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील जीवसृष्टीचे तीव्र अतिनील किरणांपासून संरक्षण करतो. मेसोस्फियर असे आहे जेथे बहुतेक उल्कापिंड पृथ्वीच्या वातावरणात प्रवेश केल्यावर जळतात आणि शूटिंग तारे तयार करतात.

४. **थर्मोस्फियर:** मेसोस्फियरच्या वर थर्मोस्फियर आहे, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून सुमारे ८५ किलोमीटर ते ६०० किलोमीटरपर्यंत पसरलेले आहे. उच्च उंची असूनही, ऑक्सिजन आणि नायट्रोजन रेणूंद्वारे सौर किरणोत्सर्गाचे शोषण झाल्यामुळे थर्मोस्फियरला अत्यंत उच्च तापमानाचा अनुभव येतो. आंतरराष्ट्रीय अंतराळ स्थानक ज्या ठिकाणी परिभ्रमण करतं त्या ठिकाणीही हा थर आहे. या थरात वातावरणाची घनता खूप कमी असते. या थरातील उंचीबरोबर तापमान वाढतच जाते.
५. **एक्सोस्फियर:** एक्सोस्फियर हा वातावरणाचा सर्वात बाह्य स्तर आहे, हळूहळू बाह्य अवकाशात संक्रमण होत आहे. हे थर्मोपॉज (थर्मोस्फियर आणि एक्सोस्फियरमधील सीमा) पासून पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या वरच्या हजारो किलोमीटरपर्यंत विस्तारते. एक्सोस्फियर हे वायूंच्या अत्यंत कमी घनतेने वैशिष्ट्यीकृत आहे आणि त्यांच्या उच्च गतिज उर्जेमुळे कण अंतराळात पळून जाऊ शकतात. या थरात वातावरणीय थराची किमान घनता असते आणि या थरातील पृथ्वीची गुरुत्वाकर्षण शक्तीही वातावरणाच्या इतर थरांच्या तुलनेत किमान असते.

२.६ वातावरणातील कार्ये

पृथ्वीचे वातावरण जीवन टिकवून ठेवण्यासाठी आणि ग्रहाची हवामान व्यवस्था राखण्यासाठी आवश्यक असलेली अनेक महत्त्वपूर्ण कार्ये करते:

१. **सौर किरणोत्सर्गापासून संरक्षण:** वातावरण हानीकारक सौर किरणोत्सर्ग, विशेषतः तीव्र अल्ट्राव्हायोलेट (यूव्ही) विकिरणांपासून संरक्षण म्हणून कार्य करते, ज्यामुळे त्वचेचा कर्करोग आणि इतर आरोग्य समस्या उद्भवू शकतात. स्ट्रॅटोस्फियरमधील ओझोनचा थर येणाऱ्या अतिनील विकिरणांचा बराचसा भाग शोषून घेतो, ज्यामुळे पृथ्वीवरील जीवनाचे संरक्षण होते.
२. **तापमानाचे नियमन:** सौर किरणोत्सर्गाचे शोषण, उत्सर्जन आणि परावर्तन, तसेच हरितगृह परिणाम यासारख्या प्रक्रियांद्वारे वातावरण पृथ्वीचे तापमान नियंत्रित करते. कार्बन डाय ऑक्साईड, पाण्याची वाफ आणि मिथेन यांसारखे हरितगृह वायू वातावरणात उष्णता निर्माण करतात, ज्यामुळे ते अंतराळात जाण्यापासून रोखतात आणि त्यामुळे पृथ्वीवर राहण्यायोग्य तापमान श्रेणी राखते.
३. **हवामानाच्या नमुन्यांची सोय:** ढग, पर्जन्य, वारा आणि वादळ यांसारख्या हवामान पद्धतींच्या निर्मितीमध्ये वातावरण मध्यवर्ती भूमिका बजावते. या हवामानाच्या घटना सूर्याद्वारे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या असमान तापामुळे तसेच वेगवेगळ्या तापमान आणि आर्द्रतेच्या पातळीतील हवेतील परस्परसंवादामुळे चालतात.
४. **पाण्याचे वितरण:** वातावरणातील पाण्याची वाफ जलविज्ञान चक्र सुलभ करते, ज्यामध्ये पृथ्वीचा पृष्ठभाग, वातावरण आणि महासागरांमध्ये पाण्याची सतत हालचाल समाविष्ट असते. गोड्या पाण्याचे स्रोत भरून काढण्यासाठी आणि परिसंस्था टिकवून ठेवण्यासाठी बाष्पीभवन, संक्षेपण आणि पर्जन्य यासारख्या प्रक्रिया आवश्यक आहेत.

५. **जीवनाचा आधार:** वातावरणाची रचना, विशेषतः ऑक्सिजन आणि नायट्रोजनची उपस्थिती, पृथ्वीवरील जीवनास आधार देण्यासाठी आवश्यक आहे. जीवांमध्ये एरोबिक श्वासोच्छवासासाठी ऑक्सिजन आवश्यक आहे, तर नायट्रोजन हा प्रथिने आणि न्यूक्लिक ॲसिडचा एक महत्वाचा घटक आहे. वातावरण प्रकाशसंश्लेषणासाठी कार्बन डायऑक्साइड देखील प्रदान करते, ही प्रक्रिया ज्याद्वारे वनस्पती आणि एकपेशीय वनस्पती ऑक्सिजन आणि सेंद्रिय संयुगे तयार करतात.

पृथ्वीचे वातावरण ही एक गतिशील आणि जटिल प्रणाली आहे जी जीवन टिकवून ठेवण्यासाठी आणि ग्रहाच्या हवामानाला आकार देण्यामध्ये मूलभूत भूमिका बजावते. विविध वायू, एरोसोल आणि विशिष्ट वैशिष्ट्यांसह स्तरांचा समावेश असलेले, वातावरण तापमान नियंत्रित करते, हवामानाचे स्वरूप सुलभ करते आणि हानिकारक सौर विकिरणापासून संरक्षण करते. हवामान बदल आणि वायू प्रदूषण यासारख्या पर्यावरणीय आव्हानांना तोंड देण्यासाठी तसेच पृथ्वीच्या संसाधनांच्या शाश्वत व्यवस्थापनाला चालना देण्यासाठी वातावरणाची रचना, रचना आणि कार्ये समजून घेणे महत्वाचे आहे.

२.७ हवामानशास्त्र, हवामान घटक आणि हवामान नियंत्रणे यांच्याशी हवामानशास्त्राचा संबंध

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सर्व जीवसृष्टीसाठी खालच्या वातावरणात घडलेल्या वातावरणीय घटनांना खूप महत्त्व आहे . कमी कालावधीत दिलेल्या ठिकाणच्या हवामानाचा अभ्यास म्हणजे हवामानशास्त्र, तर हवामानशास्त्र म्हणजे सरासरी हवामानाच्या (सामान्यतः ३० वर्षांपेक्षा जास्त) अंतराळ -टेम्पोरल पॅटर्नचा अभ्यास. या विभागाचा उद्देश हवामानशास्त्र आणि हवामानशास्त्र यांच्यातील फरकाचे वर्णन करणे हा आहे. तापमान, पर्जन्यमान, वाऱ्याचा वेग, आर्द्रता, ढग निर्मिती, वातावरणाचा दाब इत्यादी विविध हवामान घटकांची भूमिका नैसर्गिक तसेच मानवनिर्मित लँडस्केपला आकार देण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहे. खालील उप-विभागाचा उद्देश यापैकी अनेक हवामान नियंत्रणांवर तपशीलवार चर्चा करणे आहे.

२.८ हवामानशास्त्रासह हवामानशास्त्र

वातावरण हे अनेक वायुमंडलीय घटना तसेच घटकांचे एक जटिल आहे. पृथक्करण (सौर किरणोत्सर्ग), उष्णतेचे अंदाजपत्रक, संबंधित वातावरणातील बदल, वातावरणातील गतिशील स्वरूपाचा पृथ्वीवरील जीवसृष्टीवर परिणाम करणाऱ्या विविध वातावरणातील प्रक्रियांमधील संबंध समजून घेण्यासाठी वैज्ञानिकदृष्ट्या अभ्यास करणे आवश्यक आहे. वायुमंडलीय विज्ञान म्हणजे वातावरणाचा आणि त्याच्या गतिशीलतेचा अभ्यास. वायुविज्ञान, हवामानशास्त्र आणि हवामानशास्त्र या वायुमंडलीय विज्ञानाच्या महत्त्वपूर्ण शाखा आहेत. एरोलॉजी हे वायुमंडलीय रचनांचे विज्ञान आहे जे वैज्ञानिकदृष्ट्या वातावरणातील घटकांचा आणि त्यांच्या वातावरणातील रचनेचा अभ्यास करते.

हवामान म्हणजे दिलेल्या वेळी दिलेल्या ठिकाणी असलेल्या सर्व वातावरणीय परिस्थितीची बेरीज होय. हवामानशास्त्र हे हवामानाचे विज्ञान आहे. हवामानशास्त्र हे एक शास्त्र आहे जे

वातावरणातील परिस्थिती आणि खालच्या वातावरणातील प्रक्रियांशी संबंधित आहे. हवामानशास्त्र वेगवेगळ्या वातावरणातील प्रक्रियांचा अभ्यास करते (तापमान, वातावरणाचा दाब, आर्द्रता, बाष्पीभवन, बाष्पोत्सर्जन, वाऱ्याची दिशा, वाऱ्याचा वेग, चक्रीवादळ, प्रतिचक्रीवादळ, वातावरण-पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील परस्परसंवाद इ. हवामानशास्त्र विविध हवामान उपकरणे वापरून विविध वातावरणीय घटनांचे मूल्यांकन करते जे हवामानाच्या नोंदी ठेवते. आणि हवामान केंद्रे (अलीकडच्या काळात स्वयंचलित हवामान केंद्रे वापरली जात आहेत). हवामान साधनांचा वापर करून प्राप्त झालेल्या अनुभवजन्य माहितीवर आधारित अल्प कालावधी.

हवामान म्हणजे दिलेल्या प्रदेशातील दीर्घ कालावधीसाठी (सामान्यतः ३० वर्षे किंवा त्याहून अधिक काळातील सरासरी हवामान) हवामानाचा संदर्भ असतो. क्लायमेटोलॉजी हे हवामानाचे स्वरूप आणि त्याच्या अवकाशीय फरकांचा अभ्यास करणारे शास्त्र आहे. हवामानशास्त्र दिलेल्या प्रदेशातील सामान्य वातावरणीय परिस्थितीचा दीर्घ कालावधीसाठी अभ्यास करतो आणि त्यातील फरकांचा देखील अभ्यास करतो. हे जगाच्या विविध भागांमधील हवामानातील फरकांवर देखील जोर देते. म्हणून, हवामानशास्त्र हा हवामानाचा भूगोल देखील मानला जातो. हवामानशास्त्र हे वातावरणातील अभिसरण, वातावरणातील हंगामी बदल, वैशिष्ट्यपूर्ण हवामान क्षेत्रांचे वर्णन, हवामान क्षेत्रे (झोन) ओळखणे आणि वर्गीकरण करणे, सामाजिक-आर्थिक परिस्थिती जसे की शेती, उद्योग, वसाहतींचे आकारशास्त्र यासारख्या हवामान परिस्थितीचा प्रभाव समजून घेणे यावर लक्ष केंद्रित करते. मासेमारी, खाणकाम, विमान वाहतूक, जमीन आणि जलवाहतूक, व्यापार पद्धती आणि बरेच काही. हवामानशास्त्र अनेक शाखांमध्ये विभागलेले आहे;

- १) भौतिक हवामानशास्त्र,
- २) प्रादेशिक हवामानशास्त्र आणि
- ३) उपयोजित हवामानशास्त्र

१. भौतिक हवामानशास्त्र:

भौतिक हवामानशास्त्र ही हवामानशास्त्राची सर्वात गतिशील शाखा आहे. हे विविध हवामान घटक आणि त्यांच्या वैशिष्ट्यांशी जवळून संबंधित आहे. भौतिक हवामानशास्त्र हवामानाच्या घटकांशी संबंधित आहे जसे की पृथक्करण, उष्णतेचे अंदाजपत्रक, तापमानाचे अनुलंब आणि बाजूकडील वितरण, वातावरणाचा दाब आणि त्यांचे वितरण, वाऱ्याचे पट्टे आणि त्यांचे दैनंदिन तसेच हंगामी हालचाली, आर्द्रता, पर्जन्य, धुके इ. या वातावरणातील घटकांची वैशिष्ट्ये प्रादेशिक भिन्नता आहेत. भौतिक हवामानशास्त्र हवामान घटकांच्या मूलभूत वायुमंडलीय तत्वांशी संबंधित आहे जे हवामान घटकांचे भौतिकशास्त्र आणि रसायनशास्त्र स्पष्ट करते.

२) प्रादेशिक हवामानशास्त्र:

हवामान घटकांची रचना ठिकाणाहून भिन्न असते. खरं तर, वेगवेगळ्या हवामान घटकांच्या संयोगाने दिलेल्या प्रदेशाच्या हवामानाची वैशिष्ट्यपूर्ण वैशिष्ट्ये तयार होतात. प्रादेशिक

हवामानशास्त्र हवामानातील प्रादेशिक भिन्नता आणि हवामानाच्या क्षेत्रांचे वर्णन करण्याचा प्रयत्न करते. हवामान क्षेत्र वेगवेगळ्या अवकाशीय तराजूचे असू शकतात ज्याच्या आधारावर हवामानाचे तीन प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते; सूक्ष्म-हवामान, स्थानिक हवामान, मेसो-हवामान आणि मॅक्रो-हवामान.

अवकाशीय स्केलवर आधारित हवामानाचे प्रकार

सूक्ष्म हवामान	क्षैतिज १०० मीटर पर्यंत आणि १ एकल पीक-क्षेत्र, एकल घर, मीटर ते १०० मीटर उभ्या एकाच झाडाभोवतीचा परिसर विस्तारापर्यंत
स्थानिक हवामान	क्षैतिज विस्तार १०० मीटर ते १ गाव, शहर किमी आणि १०० मीटर ते १००० मीटर उभ्या
मेसो - हवामान	क्षैतिज १०० मी ते २० किमी आणि नदीचे मैदान, डेल्टा, कोकण ६००० मीटर पर्यंत उभ्या किनारा मर्यादेपर्यंत
मॅक्रो - हवामान	क्षैतिज २० किमी पेक्षा जास्त आणि देश, खंड आणि जागतिक उभ्या प्रमाणात ६ किमी पेक्षा जास्त हवामान परिस्थिती अनेक शंभर किमी पर्यंत

३) उपयोजित हवामानशास्त्र:

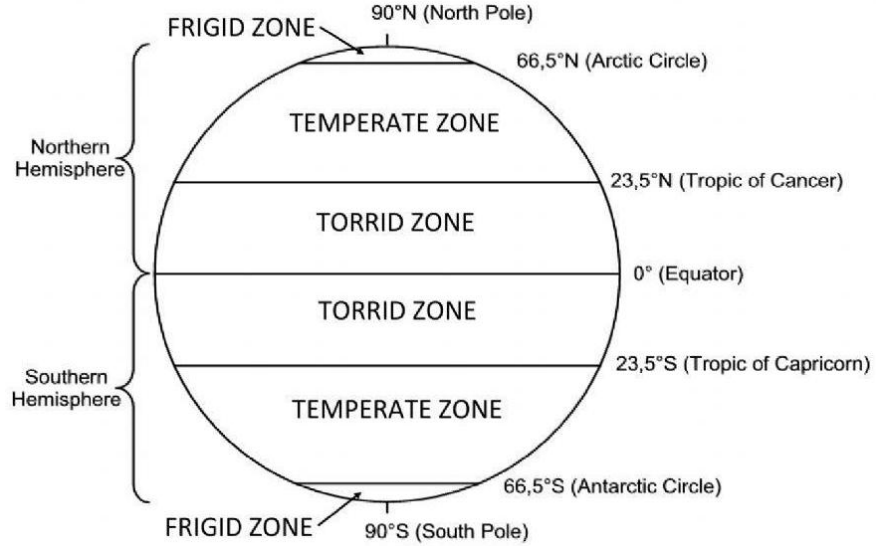
सोप्या भाषेत सांगायचे तर, उपयोजित हवामानशास्त्र म्हणजे हवामानाचा सामाजिक आणि नैसर्गिक प्रणालीवर कसा परिणाम होतो याचा अभ्यास. प्रख्यात शिक्षणतज्ञांनी दिलेल्या काही व्याख्या देखील पाहू. एच. लँड्सबर्ग आणि डब्ल्यूसी जेकब्स (१९५१) यांनी परिभाषित केल्यानुसार, उपयोजित हवामानशास्त्र हे ऑपरेशनल उद्दिष्टांसाठी व्यावहारिक अनुप्रयोगांवर लक्ष ठेवून हवामान डेटाची वैज्ञानिक तपासणी आहे. के. स्मिथ (१९८७) ने उपयोजित हवामानशास्त्राची रिअल-टाइम ऍप्लिकेशन म्हणून व्याख्या केली आणि कृषी, ऊर्जा आणि उद्योग यासारख्या उद्योगांमध्ये ग्राहक आणि व्यवस्थापनासाठी विविध सामाजिक, आर्थिक आणि पर्यावरणीय समस्यांचे निराकरण करण्यासाठी हवामानविषयक डेटा प्राप्त केला.

हवामानशास्त्रज्ञ आजकाल त्याचे व्यावहारिक घटक लक्षात घेऊन मोठ्या प्रमाणावर संशोधनावर काम करत आहेत. असे म्हटले जात आहे की, उपयोजित हवामानशास्त्राची शिस्त अगदी नवीन आहे, बहुधा १९४० ते १९५० च्या दरम्यान विकसित झाली आहे. जेव्हा हवामान बदलाचे परिणाम मानवी क्रियाकलापांच्या संबंधात तपासले गेले, तेव्हा उपयोजित हवामानशास्त्राचे क्षेत्र १९५१-१९६० पर्यंत अधिक विस्तारले. हे देखील खरे आहे की आपण कसे जगतो यावर हवामानाचा मोठा प्रभाव पडतो. आपण कोणते अन्न खातो, कोणते कपडे घालतो आणि आपण ज्या घरात राहतो ते ते निवडते. माणसाला जगण्यासाठी या तीन गोष्टींची गरज असते. टुंड्रा प्रदेशातील एस्किमोने बांधलेल्या बर्फाच्या

घरांचा किंवा इग्लूचा विचार करा. तेथील अत्यंत कमी तापमान रचना वितळण्यापासून रोखते आणि बर्फाच्या इन्सुलेट गुणधर्मांमुळे आतील भाग उबदार ठेवते.

हवामानाचा सामाजिक आणि नैसर्गिक प्रणालींवर कसा परिणाम होतो याच्या अभ्यासाला उपयोजित हवामानशास्त्र असे म्हणतात. प्राथमिक आणि दुय्यम स्रोत ही दोन मुख्य श्रेणी आहेत ज्यामध्ये हवामान डेटा स्रोत वेगळे केले जाऊ शकतात. नैसर्गिक प्रणालींच्या पाच क्षेत्रांवर हवामानाचा कसा परिणाम होतो याचा आम्ही अभ्यास केला आहे. हे क्षेत्र नेहमी संवाद साधत असतात आणि या प्रणालींमध्ये होणाऱ्या विविध प्रक्रियांवर हवामानाचा महत्त्वपूर्ण प्रभाव पडतो. इतर डोमेन अपरिहार्यपणे वातावरणातील प्रक्रियेद्वारे प्रभावित होतात. कृषी, पर्यटन, वाहतूक, ऊर्जा गरजा आणि विमा या सर्व गोष्टींसह आपल्या सामाजिक प्रणालींवर हवामानाचा मोठ्या प्रमाणावर परिणाम होतो. मानवी आरोग्यावरही हवामानाचा लक्षणीय परिणाम होतो कारण मानवी शरीर केवळ विशिष्ट हवामान श्रेणींमध्येच वाढू शकते.

२.९ हवामान घटक आणि हवामान नियंत्रण



विविध हवामान घटक जसे की तापमान, हवेचा दाब, आर्द्रता, वारा, संक्षेपण, पर्जन्य इत्यादी हवामानाचे वैशिष्ट्य आहे. खरं तर, हवामान परिस्थिती या घटकांद्वारे नियंत्रित केली जाते. तथापि, हवामान आणि हवामान या घटकांवर अनेक घटकांचा प्रभाव असतो. हवामान आणि हवामान नियंत्रित करणारे महत्त्वाचे घटक खालीलप्रमाणे आहेत.

१. रेखांश:

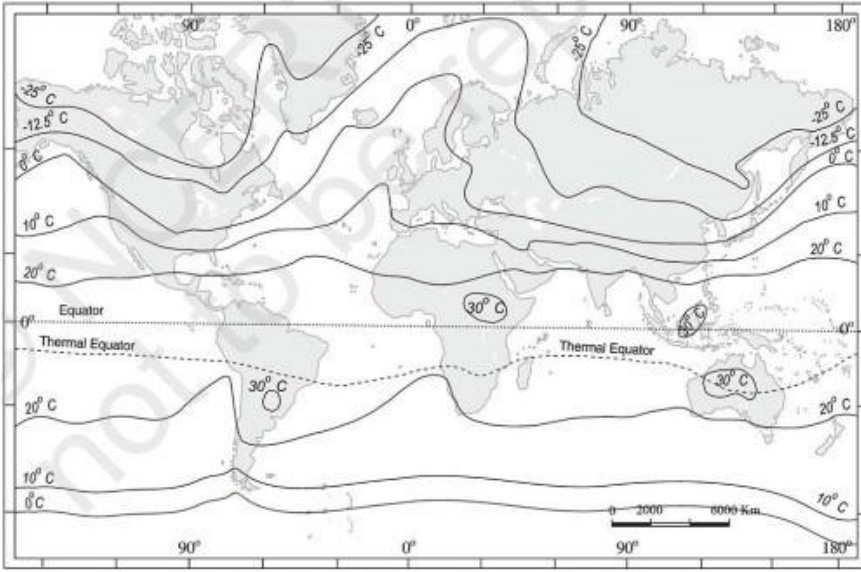
जागतिक तापमान अनेक प्रशासकीय शक्तींद्वारे निर्धारित केले जाते. अक्षांश प्रथम आणि सर्वात महत्त्वाचे आहे. पृथ्वीचा आकार आणि सूर्य ज्या कोनात पृथ्वीवर आदळतो त्या कोनामुळे विषुववृत्ताजवळ तापमान सर्वाधिक आणि ध्रुवांजवळ सर्वात कमी असते. वास्तविकतेत, अंतराळात परत उत्सर्जित होण्यापेक्षा सूर्यापासून अधिक ऊर्जा विषुववृत्तावर शोषली जाते. ध्रुवांवर सूर्याद्वारे जितकी ऊर्जा घेतली जाते त्यापेक्षा जास्त

ऊर्जा परत अंतराळात परावर्तित होते. या दोन टोकांचा हवामान आणि सागरी प्रवाह यांचा समतोल साधायचा असतो.

वातावरण आणि हवामान

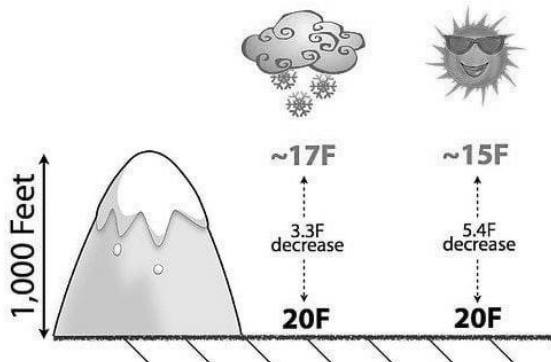
२. जमीन आणि पाण्याचे वितरण:

ग्रहाच्या जमीन-पाणी वितरणाचा पुढील तापमानावर परिणाम होतो. जमिनीने वेढलेल्या भागांच्या तुलनेत, पाण्याच्या जवळ असलेल्या ठिकाणी सामान्यतः वर्षभर सौम्य तापमान असते. हे या वस्तुस्थितीमुळे आहे की ग्रहामध्ये समुद्रापेक्षा वेगाने तापमान बदलण्याची क्षमता जास्त आहे. स्पष्टीकरण असे आहे की प्रकाश पाण्यावरून प्रवास करू शकतो, सूर्यप्रकाशाला समुद्रातील अधिक क्षेत्र गरम करणे आवश्यक आहे. विशिष्ट उष्णता, पाण्यात एक अंश सेल्सिअस वाढवण्यासाठी लागणारी ऊर्जेची मात्रा भूभागापेक्षा पाचपट जास्त असते. परिणामी, जमिनीच्या तुलनेत, मोठ्या प्रमाणात पाण्याच्या आसपासच्या भागातील तापमान अधिक हळूहळू बदलते. ग्रहाच्या उष्णता वाहतुकीचे नियमन करणारा आणखी एक महत्वाचा घटक म्हणजे सागरी प्रवाह. महासागरातील प्रवाह उत्तर गोलार्धात घड्याळाच्या दिशेने आणि दक्षिण गोलार्धात घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने फिरतात. आयसोथर्मस सरळ महासागरांवर असतात तर ते जमिनीच्या पृष्ठभागावर इंडेंट केलेले असतात.



जानेवारी महिन्यात पृष्ठभागावरील हवेच्या तापमानाचे वितरण

३. उंची:



उंची ही तापमान नियंत्रणाची अंतिम पद्धत आहे. प्रत्येक १,००० फूट उंचीच्या वाढीसाठी, हवेचे तापमान सरासरी ३.६ अंश फॅरेनहाइट (६.५ अंश सेल्सिअस) ने कमी होते. याला तापमान लॅप्स रेट किंवा ठराविक लॅप्स रेट असे संबोधले जाते. समुद्राची पातळी वाढल्याने तापमान कमी होते. त्यामुळे पर्वतांची बहुतेक शिखरे बर्फाच्छादित आहेत.

४. ओलावा आणि आर्द्रता:

द्रव पाण्याचे बाष्पीभवन होण्यासाठी पाण्याच्या रेणूंना त्यांचे एकमेकांशी असलेले बंध तोडण्यासाठी पुरेशी ऊर्जा लागते. हे पूर्ण करण्यासाठी द्रव पाण्याला त्याच्या सभोवतालची उष्णता आणि ऊर्जा घेणे आवश्यक आहे. आपण या उर्जा प्रकाशनाला सुप्त उष्णता म्हणून संबोधतो. पाण्याची वाफ त्यांचे आण्विक कनेक्शन तोडण्यासाठी आणि पुरेशी ऊर्जा शोषून घेतल्यास वैयक्तिक पाण्याच्या रेणूंमध्ये किंवा वायूमध्ये रूपांतरित होण्यासाठी पुरेशी वेगाने कंपन सुरू होईल. बाष्पीभवन त्याच्या सभोवतालची उष्णता शोषून घेत असल्याने, ही एक थंड प्रक्रिया आहे. सुप्त उष्णता समजून घेणे महत्वाचे आहे, आणि ढग निर्मिती आणि तीव्र हवामानाबद्दल बोलताना ते नंतर पुन्हा कव्हर केले जाईल.

पाण्याची वाफ द्रव पाण्यात घनीभूत होण्यासाठी उलट घडणे आवश्यक आहे. जलद स्पंदन करणारे पाण्याचे रेणू द्रव मध्ये घनीभूत होण्यासाठी, ते आसपासच्या वातावरणात सुप्त उष्णता सोडले पाहिजे. उर्जा सोडल्याने पाण्याचे रेणू त्यांचे कंपन कमी करू शकतात आणि इतर पाण्याच्या रेणूंना द्रव बनवू शकतात. तथापि, एक पाऊल गहाळ आहे. पाण्याची वाफ द्रव होण्यासाठी, त्याला कंडेन्सेशन न्यूक्लीवर घनीभूत करण्यासाठी काहीतरी आवश्यक आहे. कंडेन्सेशन न्यूक्लीमध्ये सूक्ष्म धूळ, धूर, मिठाचे कण किंवा हवेत तरंगणारे जीवाणू असतात. असे मानले जाते की बॅक्टेरिया सर्व कंडेन्सेशन न्यूक्लीयपैकी जवळजवळ अर्धा बनतात. थोडक्यात, पाण्याची वाफ लहान द्रव किंवा बर्फाच्या ढगाच्या थेंबामध्ये घनरूप होण्यासाठी, संक्षेपण केंद्रक उपस्थित असणे आवश्यक आहे.

वातावरणातील पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण म्हणून केली जाते. आर्द्रतेचे वर्गीकरण करण्याचे अनेक मार्ग आहेत, परंतु आम्ही या कोर्ससाठी सापेक्ष आर्द्रतेवर लक्ष केंद्रित करू. सापेक्ष आर्द्रता म्हणजे वातावरणातील वास्तविक पाण्याच्या बाष्प सामग्रीचे गुणोत्तर भागिले त्या तापमानात वातावरणातील संपृक्ततेसाठी आवश्यक असलेल्या पाण्याच्या वाफेचे प्रमाण; हे सहसा टक्केवारी म्हणून व्यक्त केले जाते. जर सापेक्ष आर्द्रता २५ टक्के असेल, तर वातावरणात जेवढी आर्द्रता असेल त्याच्या एक चतुर्थांश भाग असेल. सापेक्ष आर्द्रता १०० टक्के असल्यास, वातावरण संतृप्त होते. सापेक्ष आर्द्रता बदलण्याचे दोन मार्ग आहेत: आर्द्रता आणि तापमान.

५. वातावरणाचा दाब आणि वारा:

वायुमंडलीय दाब म्हणजे वातावरणाच्या वजनामुळे निर्माण होणारी शक्ती. गुरुत्वाकर्षणामुळे हवेचा दाब समुद्रसपाटीवर सर्वाधिक असतो आणि उंचीबरोबर कमी होतो. उच्च दाब आणि कमी दाब देखील आहे. उच्च दाब, ज्याला अँटीसायक्लोन देखील म्हटले जाते, जेव्हा हवेचे रेणू पृष्ठभागावर "पाइल-अप" खाली उतरतात आणि उत्तर गोलार्धात घड्याळाच्या दिशेने फिरताना बाहेर पसरतात तेव्हा उद्भवते. दक्षिण गोलार्धात, उच्च दाबातील हवा

घड्याळाच्या उलट वाहते. दोन्ही बाबतीत, उतरती हवा उबदार होईल, ज्यामुळे पाण्याची वाफ थंड होण्यापासून आणि ढगांमध्ये घनरूप होऊन वादळ निर्माण होण्यापासून रोखते. त्याऐवजी, उच्च दाबाखालील प्रदेश स्वच्छ आकाश अनुभवतात. कमी दाब, ज्याला चक्रीवादळ देखील म्हणतात, तेव्हा उद्भवते जेव्हा अभिसरण होणारी हवा जबरदस्तीने वरच्या दिशेने जाते (काउंटर क्लॉकनुसार).

जेव्हा वायुमंडलीय उच्च दाब वायुमंडलीय दाबाजवळ असतो, तेव्हा वातावरणीय दाबामध्ये असंतुलन होते. या दोन दाबांच्या असंतुलनांना समतोल राखणाऱ्या बलाला दाब ग्रेडियंट फोर्स म्हणतात, ज्यामुळे वारा निर्माण होतो. वारा म्हणजे वातावरणाचा दाब संतुलित करण्यासाठी उच्च दाब ते कमी दाबापर्यंत हवेची क्षैतिज हालचाल.

६. वातावरणीय स्थिरता:

ढग तयार होण्यासाठी, हवा अस्थिर असणे आवश्यक आहे. स्थिर हवा म्हणजे हवा वाढू, थंड आणि घनरूप होऊ इच्छित नाही. अशा प्रकारे, हवामानाची स्थिती स्थिर हवेसह स्वच्छ आकाश असते. अस्थिर हवा म्हणजे हवेला ढग आणि संभाव्य वादळांमध्ये वाढ, थंड आणि घनरूप व्हायचे आहे. वायु वाढण्यास कारणीभूत असलेल्या शक्ती म्हणजे संवहन, ओरोग्राफिक उत्थान, अभिसरण आणि हवामान आघाडी. जेव्हा हवा वाढते तेव्हा संवहन होते, अगदी गरम हवेच्या फुग्याप्रमाणे. अल्बेडोमुळे, जमिनीवरील काही भाग इतर भागांपेक्षा जास्त गरम होऊ शकतात. जिथे जमीन जास्त गरम होते, वरील हवा देखील गरम होते, कमी दाट होते आणि वर येते. जर हवा पुरेशी उंच झाली, तर ती थंड आणि घनरूप होऊन ढग आणि शक्यतो गडगडाटी वादळे निर्माण करू शकतात.

ओरोग्राफिक उत्थान म्हणजे जेव्हा पर्वत हवेला अस्थिर करण्यास मदत करतात आणि जेव्हा हवेला पर्वतश्रेणीवर चढणे आवश्यक असते तेव्हा होते. जसजशी हवा पर्वतावर चढते, तसतसे त्यातील ओलावा थंड होऊ शकतो आणि वादळ तयार होऊ शकतो. बऱ्याचदा ओरोग्राफिक उन्नतीसह, पर्वताची एक बाजू वादळांमुळे खूप ओलसर असते, तर दुसरी बाजू कोरडी असते. डोंगराच्या कोरड्या भागाला पर्जन्य-छाया प्रभाव म्हणतात. या प्रक्रियेतून कोरड्या गडगडाटी वादळ आणि वणव्याची आग कशी निर्माण होऊ शकते यावर नंतर चर्चा करू.

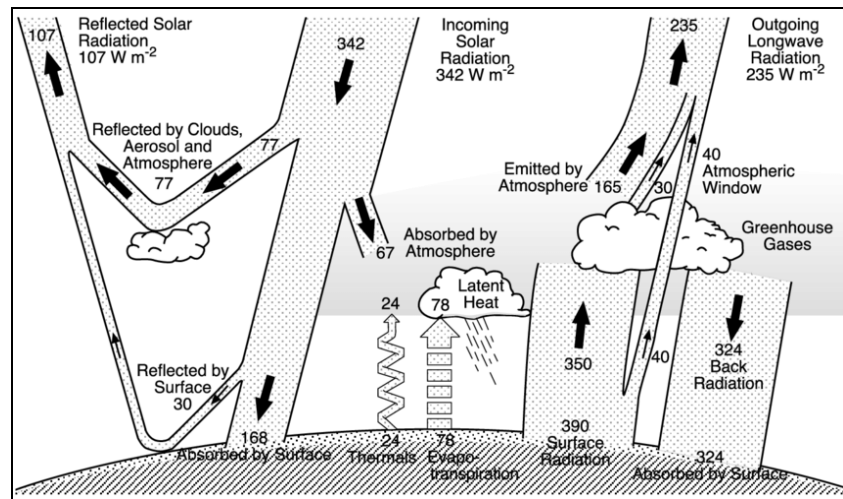
२.१० पृथ्वीचे पृथक्करण आणि उष्णतेचे अंदाजपत्रक, तापमान - अनुलंब, क्षैतिज आणि हंगामी भिन्नता

उष्णता ही ऊर्जेचा एक प्रकार आहे जी पृथ्वीला सूर्यापासून मिळते. हीट बजेटची संकल्पना सूर्यापासून प्राप्त होणारी उष्मा ऊर्जा आणि त्याचा वातावरणात आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर होणारा वापर याच्याशी संबंधित आहे. हे स्पष्ट करते की उष्णतेचे प्रचंड हस्तांतरण होऊनही पृथ्वी गरम होत नाही किंवा थंड का होत नाही.

२.११ इन्सोलेशन

जर वातावरणाच्या शीर्षस्थानी प्राप्त होणारी एकूण पृथक्करण १००% मानली गेली तर, पृथ्वीच्या वातावरणातून जात असताना विशिष्ट प्रमाणात ऊर्जा परावर्तित, विखुरली आणि शोषली जाते आणि फक्त उर्वरित रक्कम किरणे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचतात.

- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचण्यापूर्वीच अंदाजे ३५ युनिट्स अंतराळात परावर्तित होतात.
- यापैकी २७ युनिट्स ढगांच्या वरच्या भागातून आणि २ युनिट्स पृथ्वीच्या बर्फ आणि बर्फाच्छादित भागातून परावर्तित होतात. किरणोत्सर्गाच्या परावर्तित प्रमाणाला पृथ्वीचा अल्बेडो म्हणतात.
- उर्वरित ६५ युनिट्स शोषली जातात, १४ युनिट्स वातावरणात आणि ५१ युनिट्स पृथ्वीच्या पृष्ठभागाद्वारे. पृथ्वी ५१ युनिट्सवर स्थलीय रेडिएटीव्हाच्या रूपात विकिरण करते.
- यापैकी १७ युनिट्स थेट अवकाशात विकिरण करतात आणि उर्वरित ३४ युनिट वातावरणाद्वारे शोषले जातात.
- वातावरणाद्वारे शोषलेली ४८ युनिट्स (इन्सोलेशनपासून १४ युनिट्स + टेर्रेस्ट्रियल रेडिएशनमधून ३४ युनिट्स) देखील पुन्हा अवकाशात विकिरण केली जातात.
- अशा प्रकारे, पृथ्वी आणि वातावरणातून परत येणारे एकूण किरणोत्सर्ग अनुक्रमे $१७ + ४८ = ६५$ युनिट्स आहेत जे सूर्यापासून मिळालेल्या एकूण ६५ युनिट्समध्ये संतुलित आहेत.



इन्सोलेशन: इन्सोलेशन म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येणाऱ्या शॉर्टवेव्ह सौर किरणोत्सर्गाचा संदर्भ. उष्णता संतुलन राखण्यासाठी पृथक्करण प्रक्रियेत समाविष्ट आहे:

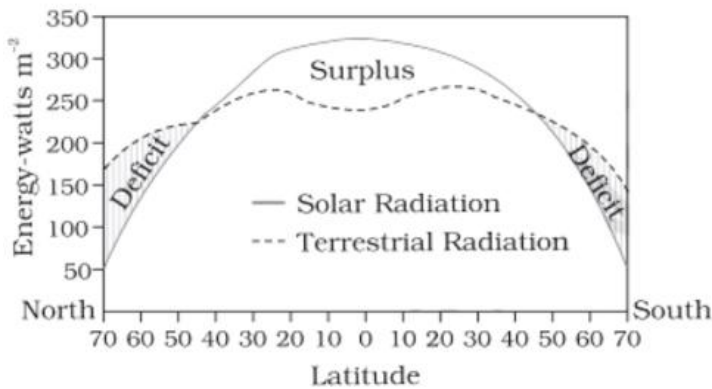
- **परावर्तन:** जेव्हा येणाऱ्या सौर लहरी वातावरणात, जमिनीवर किंवा पाण्यावर आदळतात आणि उष्णतेमध्ये रूपांतरित होत नाहीत अशा पृष्ठभागावरून परत फिरतात तेव्हा परावर्तन होते.
- **शोषण:** किरणोत्सर्गाच्या शोषणामध्ये इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनचे उष्णता उर्जेमध्ये रूपांतर होते.
- **विखुरणे:** जेव्हा किरणोत्सर्ग पृथ्वीच्या वातावरणातील लहान वस्तूवर आदळतो, जसे की हवेचे रेणू किंवा पाण्याचे थेंब किंवा एरोसोल जे सौर लहरींना सर्व दिशांनी विखुरतात.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाद्वारे किंवा वातावरणाद्वारे उत्सर्जित होणाऱ्या लाँगवेव्ह रेडिएशनचा संदर्भ उष्णतेचा समतोल राखण्यासाठी स्थलीय किरणोत्सर्गाच्या प्रक्रियेचा समावेश होतो.

- **अव्यक्त उष्णता हस्तांतरण:** हे त्या बिंदू दरम्यान हस्तांतरित केलेल्या उष्णतेचे प्रमाण आहे जेथे एक पदार्थ त्याची स्थिती बदलण्यासाठी तयार आहे.
- **उदाहरण:** घन ते द्रव किंवा द्रव ते वायू,
- **संवेदनाक्षम उष्णता हस्तांतरण:** ही ऊर्जा आहे जी एखाद्या वस्तूमध्ये उष्णता म्हणून हस्तांतरित केली जाते, स्थितीत कोणताही बदल न करता
- **बाष्प आणि ढगांचे उत्सर्जन:** पाण्याची वाफ आणि ढग यांच्याद्वारे मोठ्या प्रमाणात स्थलीय विकिरण देखील सोडले जातात.

२.१२ पृथ्वीचे उष्णता बजेट

उष्णता बजेट हे पृथ्वीद्वारे शोषलेली येणारी उष्णता (इन्सोलेशन) आणि बाहेर जाणारी उष्णता (स्थलीय किरणोत्सर्ग) किरणोत्सर्गाच्या रूपात बाहेर पडणारी उष्णता यांच्यातील परिपूर्ण संतुलन आहे. जर येणारी उष्णता आणि बाहेर जाणारी उष्णता संतुलित नसेल, तर पृथ्वी एकतर खूप उबदार किंवा थंड होईल. ते पूर्णपणे संतुलित असल्यामुळे पृथ्वी खूप उबदार किंवा खूप थंड नाही. पृथक्करण (लघु लहरी) आणि स्थलीय किरणोत्सर्ग (लांब लहरी) यांच्यामध्ये अस्तित्वात असलेल्या समतोलाला पृथ्वीचे उष्णता बजेट म्हणतात.



- पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येणारे सौर किरणोत्सर्ग वेगवेगळ्या ठिकाणी बदलते, म्हणजे पृथ्वीच्या काही भागांना अतिरिक्त किरणोत्सर्ग प्राप्त होतो तर काही भागांना कमी किरणोत्सर्ग प्राप्त होतो.
- 40°N आणि 40°S दरम्यान निव्वळ किरणोत्सर्ग शिल्लक आहे आणि ध्रुवाजवळील प्रदेश तुटीत आहेत.
- उष्ण कटिबंधातील अतिरिक्त उष्णता ऊर्जा ध्रुवांकडे पुनर्वितरित होते.
- हा समतोल अत्यंत महत्वाचा आहे कारण हे सुनिश्चित करते की अति उष्णतेच्या संचयामुळे उष्ण कटिबंध अत्यंत गरम होत नाहीत आणि उच्च उंचीवरील क्षेत्रे तुटीच्या किरणोत्सर्गामुळे कायमस्वरूपी गोठत नाहीत.
- इन्सोलेशनमध्ये या फरकांना कारणीभूत घटक हे आहेत:
- पृथ्वीचे तिच्या अक्षावर फिरणे
- सूर्याच्या किरणांच्या कलतेचा कोन
- दिवसाची लांबी
- वातावरणाची पारदर्शकता
- त्याच्या पैलूच्या दृष्टीने जमिनीचे कॉन्फिगरेशन.

२.१३ वातावरणाचे तापमान : वातावरणाच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक

पदार्थाची सरासरी उष्णता किंवा औष्णिक ऊर्जा त्याचे तापमान म्हणून व्यक्त केली जाते. पृथ्वीची पृष्ठभाग शोषून घेणारे सूर्यप्रकाशाचे प्रमाण आणि हरितगृह वायूंचे अवकाशात पुनरुत्पादन होणाऱ्या उष्णतेचे प्रमाण हवा आणि महासागरांच्या तापमानावर प्रभाव टाकते. वातावरणीय आणि सागरी अभिसरणाद्वारे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर उष्णतेच्या पुनर्वितरणामुळे प्रादेशिक तापमान ट्रेंड आकार घेतात.

तापमान नियंत्रण नियंत्रित करण्यावर परिणाम करणारे घटक:

- ठिकाणाचे अक्षांश
- ठिकाणाची उंची
- समुद्रापासून अंतर
- वायु-मास अभिसरण

- उबदार आणि थंड सागरी प्रवाहांची उपस्थिती
- स्थानिक पैलू

१. ठिकाणाचे अक्षांश:

एखाद्या ठिकाणी प्राप्त झालेल्या इन्सोलेशनचे प्रमाण त्याचे तापमान ठरवते. अक्षांशानुसार पृथक्करणातील फरकाचा परिणाम म्हणून तापमान बदलते.

२. ठिकाणाची उंची:

स्थलीय विकिरण अप्रत्यक्षपणे वातावरण गरम करते. परिणामी, समुद्रसपाटीपासून जवळ असलेल्या ठिकाणी जास्त उंचीवर असलेल्या ठिकाणांपेक्षा जास्त उष्ण तापमान अनुभवले जाते. सर्वसाधारणपणे, तापमान उंचीसह कमी होते. "नॉर्मल लॅप्स रेट" हा शब्द उंचीसह तापमान कमी होण्याच्या गतीला सूचित करतो.

३. समुद्रापासून अंतर:

समुद्राच्या संबंधात एखाद्या ठिकाणाचे स्थान हे त्याच्या तापमानावर परिणाम करणारे प्राथमिक घटक आहे. जमिनीच्या तुलनेत समुद्र तापतो आणि हळूहळू थंड होतो. जमिनीवर जलद तापमानवाढ आणि थंडी येते. अशा प्रकारे, पाण्याच्या पृष्ठभागावर जमिनीच्या पृष्ठभागापेक्षा कमी तापमानाचा फरक आहे. समुद्राच्या आणि जमिनीवरील वाऱ्यांचा परिणाम पाण्याच्या जवळ असलेल्या भागांवर होतो.

४. वायु-मास अभिसरण:

समुद्र आणि जमिनीवरील वारे यांसारख्या हवेच्या लोकांच्या हालचालींचाही तापमानावर परिणाम होतो. ज्या ठिकाणी उबदार हवेचा प्रभाव पडतो त्या ठिकाणी तापमान जास्त असते, तर ज्या ठिकाणी थंड हवेच्या वस्तुमानाचा परिणाम होतो त्यांचे तापमान कमी असते. त्याचप्रमाणे, किनाऱ्यालगतची ठिकाणे जेथे उबदार सागरी प्रवाहांचा अनुभव येतो ते थंड प्रवाह अनुभवणाऱ्या किनाऱ्यावरील ठिकाणांपेक्षा जास्त तापमान नोंदवतात.

५. उबदार आणि थंड सागरी प्रवाहांची उपस्थिती:

जगाच्या वेगवेगळ्या भागात फिरणारे उबदार आणि थंड सागरी प्रवाह खालच्या वातावरणाशी संवाद साधतात. उबदार सागरी प्रवाहांमुळे खालच्या वातावरणाचे तापमान वाढते तर थंड सागरी प्रवाहांचे वर्चस्व असलेल्या भागात वातावरणातील तापमानात घट होते.

६. स्थानिक पैलू:

स्थानिक जमिनीचा वापर, मातीचा रंग आणि पोत, मातीची चमक, वनस्पती आच्छादन, भौतिक रचना इत्यादींचा वातावरणातील कमी तापमानावर परिणाम होतो.

२.१४ तापमानाचे वितरण

जागतिक स्तरावर तापमान वितरण दोन प्रकारे स्पष्ट केले जाऊ शकते:

१. क्षेत्रीय तापमान वितरण
२. अनुलंब तापमान वितरण

२.१५ तापमानाचे अनुलंब वितरण

तापमानाचे वितरण नियंत्रित करणाऱ्या विविध घटकांमुळे वातावरणातील तापमान अनुलंब बदलते. साधारणपणे, उंची वाढल्याने तापमान कमी होते. तथापि, काही विशिष्ट परिस्थितींमध्ये वाढत्या उंचीसह तापमानात होणारी घट ही व्यस्त प्रवृत्ती दर्शवते. हा उपविभाग तापमानाच्या उभ्या वितरणाच्या भिन्न स्वरूपावर चर्चा करण्याचा प्रयत्न करतो.

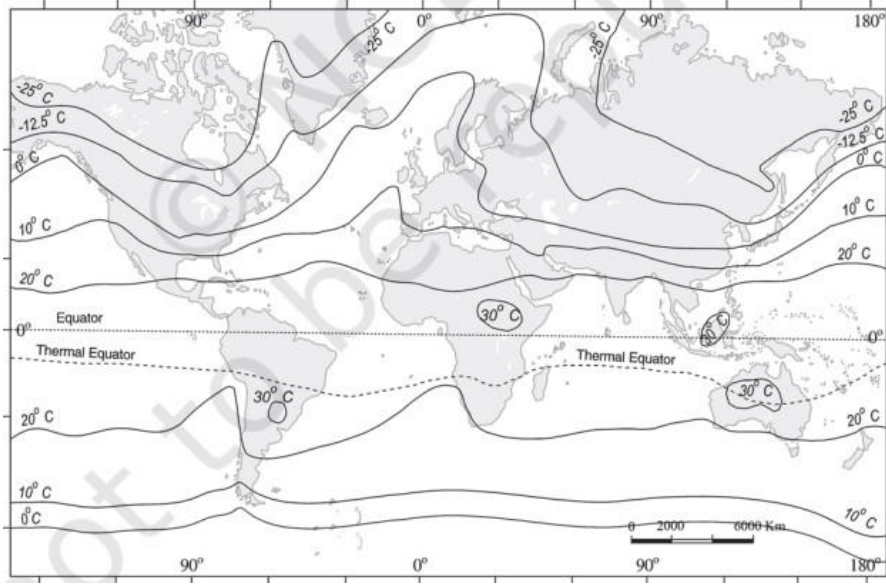
२.१६ सामान्य लॅप्स रेट

सर्वसाधारणपणे, उंची वाढते तसे तापमान कमी होते. आम्ही त्याला ठराविक लॅप्स रेट म्हणून संबोधतो. ट्रोपोस्फियरमध्ये वरच्या दिशेने तापमानात बदल साधारणतः ६.५ डिग्री सेल्सिअस प्रति किमी असतो, संपूर्ण ट्रोपोपॉजपर्यंत. "उभ्या तापमान ग्रेडियंट" हा शब्द याचे दुसरे नाव आहे. अक्षांश, उंची आणि ऋतू यांसारख्या अनेक भौगोलिक वैशिष्ट्यांवर आधारित सामान्य लॅप्स दर बदलतो. ते स्थिर नसते.

२.१७ तापमानाचा उलथापालथ

तापमान उलथापालथ हे ट्रोपोस्फियरच्या विशिष्ट तापमानाच्या वर्तनाच्या उलट आहे म्हणजेच सामान्य लॅप्स रेट. वातावरणाचा सर्वात खालचा भाग, ट्रोपोस्फियर, पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून ६ ते १० किलोमीटरच्या दरम्यान उगवतो. ढगांची निर्मिती, पर्जन्य आणि दृश्यमानता या सर्व गोष्टींवर उलथापालथांचा प्रभाव पडतो. धूर, धूळ आणि इतर वायू प्रदूषकांचा प्रसार कमीत कमी असेल. जमिनीचा पृष्ठभाग दिवसा सौर किरणोत्सर्गामुळे गरम होतो आणि जेव्हा गरम झालेल्या जमिनीच्या पृष्ठभागाच्या संपर्कात येतो तेव्हा हवा बहुतेक वेळा गरम होते. याव्यतिरिक्त, हवेच्या तापमानात दैनंदिन बदलांमुळे उलटा परिणाम होतो. तीव्र निम्न-स्तरीय उलथापालथ असलेल्या भागात, संवहनी ढग सरी पाडण्यासाठी पुरेशी उंची गाठू शकत नाहीत. धूर आणि धुळीचे कण साचल्यामुळे हे घडते. ढगांच्या अनुपस्थितीतही, उलट्या खाली दृश्यमानता लक्षणीयरीत्या कमी होऊ शकते. उलथापालथाच्या पायथ्याजवळील हवा थंड असल्याने तेथे वारंवार धुके असते. स्थलाकृतिचा जमिनीच्या उलथापालथांच्या विशालतेवर महत्वपूर्ण प्रभाव पडतो. तापमान उलथापालथ अगदी सामान्य आहे, परंतु ते फक्त काही काळ टिकते. उलथापालथासाठी योग्य परिस्थितींमध्ये स्थिर हवा, स्वच्छ आकाश असलेल्या लांब हिवाळ्यातील रात्री आणि उलथापालथ यांचा समावेश होतो.

२.१८ तापमानाचे क्षेत्रीय वितरण



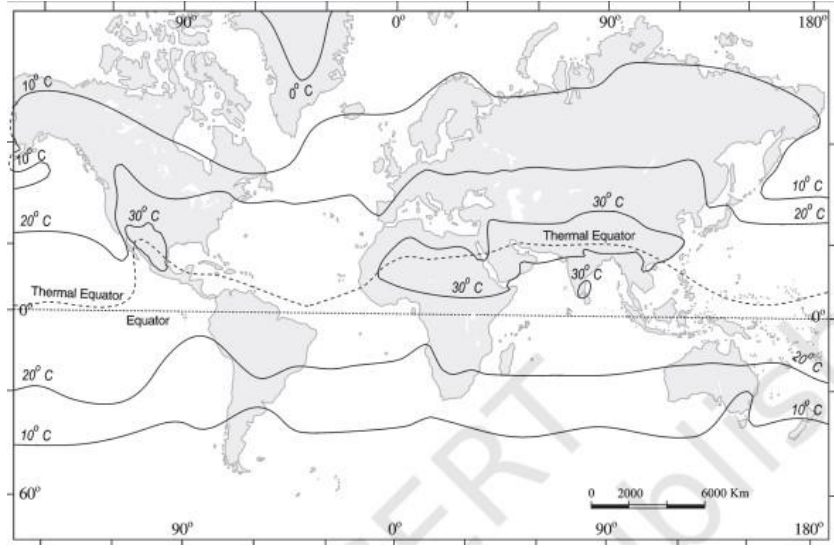
"क्षेत्रीय वितरण" हा शब्द पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील अक्षांशांमध्ये तापमान कसे बदलते याचा संदर्भ देते. "Isotherms," किंवा समान तापमानासह साइट्सला जोडणाऱ्या रेषा, आडव्या तापमान वितरणाचे चित्रण करण्यासाठी कार्टोग्राफरसाठी एक विशिष्ट मार्ग आहे. विषुववृत्तीय प्रदेश वर्षभर उच्च तापमान अनुभवतो आणि सामान्यतः उष्ण असतो. सर्वसाधारणपणे, विषुववृत्तापासून ध्रुवांकडे तापमान कमी होत राहते. ध्रुव आणि त्यांच्या परिसरात सर्वात थंड तापमान असते. या महिन्यांत उत्तर आणि दक्षिण गोलार्धात उच्च आणि निम्न तापमानाची हंगामी टोके सर्वात लक्षणीय असल्याने, जानेवारी आणि जुलै महिन्यांच्या नकाशावरून जगभरातील तापमानाच्या क्षेत्रीय वितरणाचा अभ्यास करणे सोपे आहे.

तापमानाचे क्षेत्रीय वितरण – जानेवारी:

डिसेंबरच्या तिसऱ्या आठवड्याच्या शेवटी, सूर्य मकर राशीच्या उष्णकटिबंधावर असतो (२१ डिसेंबर). तथापि, जानेवारीमध्ये सर्वाधिक सरासरी मासिक तापमान नोंदवले जाते, तर डिसेंबरमध्ये नाही. संपूर्ण दक्षिण गोलार्धात प्रखर सूर्यामुळे आणि वाढत्या पृथक्करणामुळे उच्च तापमानाचा अनुभव येतो. आफ्रिका आणि दक्षिण अमेरिका हे दोन मुख्य खंड दक्षिणेकडे कमी होत जातात. उत्तर गोलार्धाच्या विरुद्ध, दक्षिण गोलार्धात विस्तृत, महत्वपूर्ण खंड नाही. जानेवारीमध्ये, पश्चिम ऑस्ट्रेलियन वाळवंटातील मर्यादित प्रदेशातील सर्वोच्च सरासरी तापमान अंदाजे ३२ °C असते. ८०° N आणि ५०° N अक्षांशांवर, ६०° E रेखांशासह जानेवारीचे सरासरी तापमान उणे २०° C आहे. जानेवारीचे सरासरी मासिक तापमान निघून गेले आहे. जानेवारीसाठी सरासरी मासिक तापमान २७°C पेक्षा जास्त आहे, विषुववृत्तीय महासागरात उष्ण कटिबंधात २४°C पेक्षा जास्त आणि २°C - ०°C मध्यम अक्षांशांमध्ये आणि -१८°C ते -४८°C आहे युरेशियन खंडाच्या आतील भागात.

तापमानाचे क्षेत्रीय वितरण – जुलै:

जूनच्या तिसऱ्या आठवड्याच्या अखेरीस, किंवा २१ जूनला, सूर्य २३.५°N वर आहे, कर्क उष्ण कटिबंध. मात्र, जून महिन्यात कमाल सरासरी मासिक तापमानाची नोंद होत नाही; तथापि, जुलै करते. तेजस्वी सूर्य आणि जास्त उष्णता यामुळे संपूर्ण उत्तर गोलार्धात उच्च तापमान होते. ३०°C समताप १०°N आणि ४०°N अक्षांश दरम्यान प्रवास करतो. साधारणपणे जुलैमध्ये, समतापीय अक्षांशांना समांतर चालतात. विषुववृत्तीय पाण्यात जास्त तापमान २७°C पेक्षा जास्त नोंदवले जाते. दक्षिण पश्चिम यूएसए, सहारा, अरबस्तान, इराक, इराण, अफगाणिस्तान आणि भारत आणि चीनचे वाळवंटी प्रदेश हे तापमान असलेल्या ठिकाणी आहेत. असे असले तरी, उत्तर गोलार्धात उन्हाळ्यात ०°C हे सर्वात कमी तापमान देखील नोंदवले जाते.



जेव्हा थंड हवेचे वस्तुमान उबदार हवेच्या वस्तुमानाला कमी करते आणि वर उचलते तेव्हा समोरचा उलथापालथ होतो.

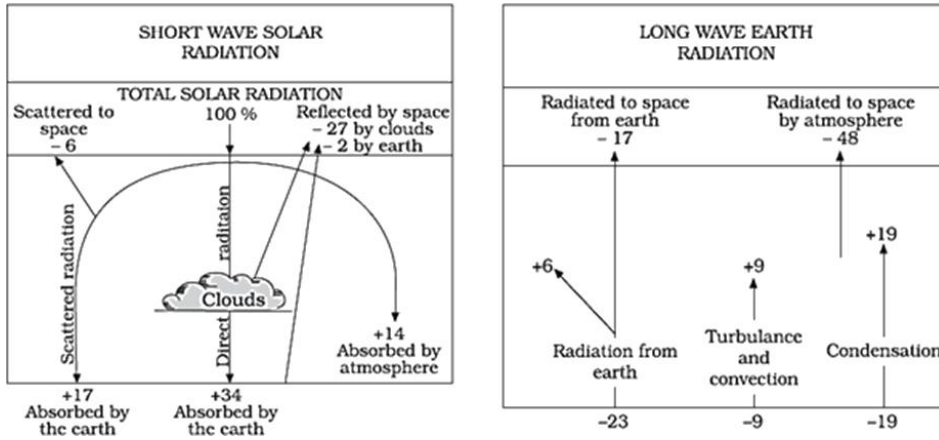
जेव्हा इतर उलथापालथ आडव्या असतात, तेव्हा या प्रकारच्या उलथापालथात बराच उतार असतो. ढग त्याच्या वर लगेच उपस्थित असू शकतात, याव्यतिरिक्त, आर्द्रता जास्त असू शकते. उपोष्णकटिबंधीय महासागर आणि उत्तर महाद्वीप हे असे क्षेत्र आहेत जेथे कमी होणे सामान्य आहे. हे क्षेत्र मोठ्या उच्च-दाब केंद्रांखाली असल्यामुळे, या प्रदेशांमध्ये सामान्यतः कमी होणारी हवा आढळते. उलथापालथ – अवस्थेचे उलथापालथ. जेव्हा हवेचा एक विस्तृत थर खाली उतरू लागतो, तेव्हा ते घटते उलथापालथ होते. परिणामी वातावरणातील दाब वाढल्याने वातावरणाचा दाब गरम होतो आणि संकुचित होतो. यामुळे तापमानाच्या लॅप्स रेटमध्ये घट होते. जेव्हा उच्च उंचीवरील हवा कमी उंचीपेक्षा जास्त उबदार होते तेव्हा तापमान उलथापालथ तयार होते, जेव्हा हवेचे वस्तुमान पुरेसे कमी होते तेव्हा असे होते.

२.१९ उष्णता ऊर्जा हस्तांतरण

आपल्या ग्रहासाठी उष्णता स्रोत सूर्य आहे. सूर्यापासूनची ऊर्जा अवकाशातून आणि पृथ्वीच्या वातावरणातून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर हस्तांतरित केली जाते. ही ऊर्जा पृथ्वीच्या पृष्ठभागाला आणि वातावरणाला उबदार करत असल्याने, त्यातील काही उष्णता ऊर्जा आहे किंवा बनते. वातावरणात आणि त्याद्वारे उष्णता तीन प्रकारे हस्तांतरित केली जाते:

- रेडिएशन
- वहन
- संवहन

रेडिएशन:



तुम्ही शेकोटीसमोर किंवा कॅम्प फायरजवळ उभे राहिल्यास, तुम्हाला रेडिएशन म्हणून ओळखले जाणारे उष्णता हस्तांतरण जाणवले असेल. आगीच्या जवळ तुमची बाजू गरम होते, तर तुमची दुसरी बाजू उष्णतेमुळे प्रभावित होत नाही. आपण हवेने वेढलेले असले तरी, या उष्णतेच्या हस्तांतरणाशी हवेचा काहीही संबंध नाही. उष्णता दिवे, जे अन्न उबदार ठेवतात, त्याच प्रकारे कार्य करतात. विकिरण म्हणजे विद्युत चुंबकीय किरणोत्सर्गाद्वारे अंतराळातून उष्णता उर्जेचे हस्तांतरण होय.

सूर्यापासून पृथ्वीवर येणारे बहुतेक इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशन दृश्यमान प्रकाशाच्या रूपात असतात. प्रकाश वेगवेगळ्या फ्रिक्वेन्सीच्या लहरींचा बनलेला असतो. वारंवारता ही ठराविक वेळेत पुनरावृत्ती झालेल्या घटनांची संख्या असते. इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनमध्ये, वारंवारता ही इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक लाट प्रत्येक सेकंदाला किती वेळा एका बिंदूच्या पुढे सरकते.

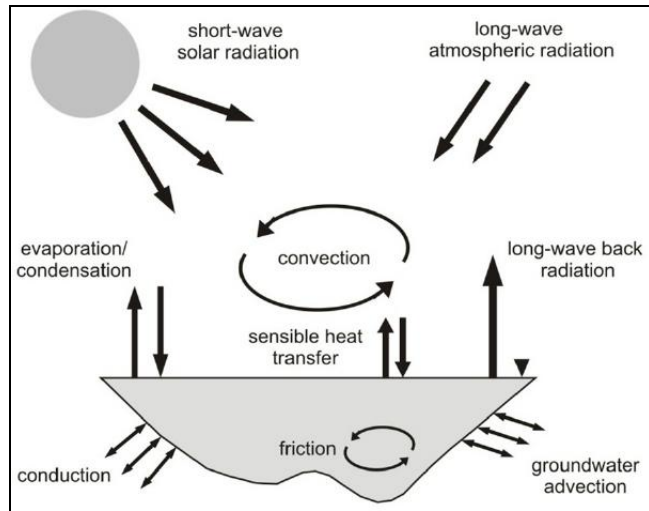
आपला मेंदू या वेगवेगळ्या फ्रिक्वेन्सीचा रंगांमध्ये अर्थ लावतो, ज्यात लाल, नारंगी, पिवळा, हिरवा, निळा, इंडिगो आणि व्हायलेट यांचा समावेश होतो. जेव्हा डोळा हे सर्व भिन्न रंग एकाच वेळी पाहतो तेव्हा त्याचा अर्थ पांढरा असा होतो. सूर्याच्या लाटा ज्या आपण पाहू शकत नाही त्या इन्फ्रारेड असतात, ज्यांची वारंवारता लाल रंगापेक्षा कमी असते आणि अल्ट्राव्हायलेट, ज्याची वारंवारता व्हायलेट प्रकाशापेक्षा जास्त असते.

बहुतेक सौर विकिरण वातावरणाद्वारे शोषले जाते आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जे काही पोहोचते ते उष्णता ऊर्जा बनण्यासाठी वातावरणात परत येते. डांबरासारख्या गडद रंगाच्या वस्तू अधिक तेजस्वी ऊर्जा शोषून घेतात आणि हलक्या रंगाच्या वस्तूंपेक्षा अधिक वेगाने उबदार होतात. गडद वस्तू देखील त्यांची उर्जा हलक्या रंगाच्या वस्तूंपेक्षा वेगाने पसरतात.

संवहन:

संवहन म्हणजे द्रवपदार्थांमध्ये उष्णता उर्जेचे हस्तांतरण. जेव्हा आपण द्रव उकळताना पाहतो तेव्हा स्वयंपाकघरात अशा प्रकारचे गरम करणे सामान्यतः दिसून येते.

वातावरणातील हवा द्रव म्हणून काम करते. सूर्याची किरणे जमिनीवर आदळतात, त्यामुळे खडक गरम होतात. वहनामुळे खडकाचे तापमान वाढत असताना, उष्णता ऊर्जा वातावरणात सोडली जाते, ज्यामुळे हवेचा एक बुडबुडा तयार होतो जो आसपासच्या हवेपेक्षा उबदार असतो. हवेचा हा फुगा वातावरणात उठतो. जसजसे ते वाढते तसतसे, बबलमध्ये असलेल्या उष्णतेने वातावरणात हलवून बबल थंड होतो.



जसजसे गरम हवेचे वस्तुमान वाढते तसतसे हवेची जागा आजूबाजूच्या थंड, अधिक दाट हवेने घेतली जाते, जी आपल्याला वारा म्हणून वाटते. हवेच्या वस्तुमानाच्या या हालचाली एखाद्या विशिष्ट प्रदेशात लहान असू शकतात, जसे की स्थानिक क्यूम्युलस ढग, किंवा पृथ्वीच्या मोठ्या भागांना व्यापलेल्या ट्रॉपोस्फियरमधील मोठे चक्र. संवहन प्रवाह ट्रॉपोस्फियरमधील हवामानाच्या अनेक नमुन्यांसाठी जबाबदार असतात.

वहन:

वहन म्हणजे एका पदार्थातून दुसऱ्या पदार्थात किंवा पदार्थांमध्ये उष्णता उर्जेचे हस्तांतरण होय. चुलीवर गरम होत असलेल्या सूपच्या भांड्यात तुम्ही कधी धातूचा चमचा ठेवला आहे का? थोड्या वेळाने चमच्याचे हँडल गरम होईल.

हे रेणूपासून रेणूंमध्ये किंवा अणूपासून अणूंमध्ये उष्णता ऊर्जा हस्तांतरणामुळे होते. तसेच, जेव्हा वस्तू एकत्र वेल्डेड केल्या जातात, तेव्हा चापमधून उष्णतेच्या हस्तांतरणामुळे धातू

गर्म होते (केशरी-लाल चमक). याला वहन असे म्हणतात आणि ही धातूंमध्ये उष्णता हस्तांतरणाची अतिशय प्रभावी पद्धत आहे. तथापि, हवा खराबपणे उष्णता चालवते.

२.२० सारांश

"वातावरण आणि हवामान" वरील धडा पृथ्वीच्या वातावरणाचा परिचय करून, त्याची रचना, रचना आणि ग्रहावरील जीवन टिकवून ठेवण्यासाठीचे महत्त्व स्पष्ट करून सुरू होतो. ते वातावरणाच्या विविध स्तरांमध्ये, जसे की ट्रॉपोस्फियर, स्ट्रॅटोस्फियर, मेसोस्फियर, थर्मोस्फियर आणि एक्सोस्फियर, त्यांची वैशिष्ट्ये आणि कार्ये तपशीलवार शोधू शकतात. धडा सौर विकिरण, पृथ्वीचा कल आणि कक्षा, वायुमंडलीय अभिसरण पद्धती, महासागर प्रवाह आणि हरितगृह वायूंसह हवामानावर परिणाम करणारे घटक देखील शोधतो. हे हरितगृह परिणाम आणि पृथ्वीच्या तापमानाचे नियमन करण्यामध्ये त्याची भूमिका तसेच हरितगृह वायूंचे प्रमाण वाढवण्यावर आणि ग्लोबल वार्मिंग आणि हवामान बदलामध्ये योगदान देणाऱ्या मानवी क्रियाकलापांच्या प्रभावावर चर्चा करते. या धड्यात ध्रुवीय, समशीतोष्ण आणि उष्णकटिबंधीय प्रदेश यांसारख्या विविध हवामान क्षेत्रांचाही समावेश आहे, या झोनमधील तापमान, पर्जन्य आणि हवामानाच्या नमुन्यांमधील फरक स्पष्ट करतो.

या धड्याने वाढणारे तापमान, समुद्राच्या पातळीत वाढ, अत्यंत हवामानाच्या घटना, जैवविविधतेचे नुकसान आणि पर्यावरणातील आणि मानवी समाजांना होणारे व्यत्यय यासह हवामान बदलाच्या प्रभावांना संबोधित करण्याचा प्रयत्न केला. एकंदरीत, धडा पृथ्वीच्या वातावरणाचा, हवामानाच्या नमुन्यांमध्ये त्याची भूमिका आणि हवामान बदलाशी संबंधित सध्याची आव्हाने आणि संधी यांचे सर्वसमावेशक विहंगावलोकन प्रदान करतो.

२.२१ नमुना प्रश्न

प्र.१ रिक्त जागा भरा.

१. सूर्यमालेतील धूळ आणि वायूच्या वाढीमुळे अंदाजे ----- अब्ज वर्षांपूर्वी पृथ्वीची निर्मिती झाली (४.५).
२. ओझोन (O_3) थर, सूर्यापासून हानिकारक ----- किरणोत्सर्गापासून संरक्षण प्रदान करते (अतिनील - अतिनील).
३. एकूण वातावरणाच्या -----% पैकी नायट्रोजन बनलेला असतो (७८).
४. उंची ही तापमान नियंत्रणाची अंतिम पद्धत आहे. प्रत्येक १,००० फूट उंचीच्या वाढीसाठी, हवेचे तापमान सरासरी ----- अंश सेल्सिअसने कमी होते (६.५).

प्र.२ खालील गोष्टींवर लहान टिपा लिहा.

१. वातावरणाची उत्पत्ती
२. तापमानाचा उलथापालथ

३. स्थलीय उष्णता बजेट
४. ओझोन लेयरचे महत्त्व
५. उष्णता ऊर्जा हस्तांतरण

प्र.३ खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

१. पृथ्वीच्या वातावरणाच्या उत्क्रांतीच्या महत्त्वाच्या सिद्धांतांची चर्चा करा.
२. वातावरणाची विस्तृत रचना आणि रचना.
३. तपमानाचे पार्श्व / क्षैतिज वितरण तपशीलवार स्पष्ट करा.
४. सस्पेंडेड पार्टिक्युलेट मॅटर (SPM) आणि वायुमंडलीय वाफ यांचे वातावरणातील अभिसरणातील महत्त्व चर्चा करा.

२.२२ संदर्भ

- AM, P. (2010). डायनॅमिक अर्थ सिस्टम. सोनीपत, हरियाणा, भारत: पीएचआय लर्निंग प्रायव्हेट लिमिटेड.
- Chrolely, RB (1995). वातावरण, हवामान आणि हवामान. न्यू यॉर्क: रूटलेज.
- लाल, डी. (2009). हवामानशास्त्र आणि समुद्रशास्त्र. अलाहाबाद: शारदा पुस्तक भवन.
- मिलर, ए. (1983). हवामानशास्त्राचे घटक. कोलंबस: मेरिल.
- सिंग, एस. (2005). हवामानशास्त्र. अलाहाबाद: प्रयाग पुस्तक भवन.

समुद्रशास्त्र / सागरी विज्ञान

हा घटक पाहिल्यानंतर, तुम्हाला खालील वैशिष्ट्ये समजतील.

घटक रचना

- ३.१ उद्दिष्टे
- ३.२ परिचय
- ३.३ समुद्रशास्त्राचा इतिहास
- ३.४ शास्त्रीय कालावधी ग्रीक लोकांचे योगदान
- ३.५ गडद युग
- ३.६ शोधाचा सुवर्णकाळ
- ३.७ एकोणिसावे शतक - समुद्रशास्त्राचे सुवर्णयुग
- ३.८ विसाव्या शतकातील समुद्रशास्त्राचा विकास
- ३.९ उपग्रह समुद्रशास्त्र
- ३.१० महासागराचे पाणी
- ३.११ महासागराच्या पाण्याचे औष्णिक गुणधर्म
- ३.१२ मुख्य विरघळलेले पोषक आणि वायू
- ३.१३ विरघळलेले वायू
- ३.१४ विरघळलेले पोषक
- ३.१५ समुद्राच्या पाण्यात प्रकाश आणि ध्वनी प्रसार
- ३.१६ समुद्राचे पाणी आणि महासागरातील पाणी क्षारता
- ३.१७ समुद्राचे पाणी आणि महासागरातील पाण्याची घनता
- ३.१८ महासागर लाटा
- ३.१९ त्सुनामी
- ३.२० त्सुनामीची जागतिक घटना
- ३.२१ सागरी लाटांचे प्रकार
- ३.२२ वेव्ह ट्रान्सफॉर्मेशन / सागरी लाटांची गतिमानता
- ३.२३ भरती
- ३.२४ भरती-ओहोटीचा समतोल सिद्धांत
- ३.२५ महासागर प्रवाह - अर्थ
- ३.२६ महासागर प्रवाहांचे जागतिक वितरण
- ३.२७ पॅसिफिक महासागरातील महासागर प्रवाह

३.२८ अटलांटिक महासागरातील महासागर प्रवाह

३.२९ भारतीय महासागरातील महासागर प्रवाह

३.३० सारांश

३.३१ नमुना प्रश्न

३.३२ संदर्भ

३.१ उद्दिष्टे

हे मॉड्यूल शिकल्यानंतर, विद्यार्थी सक्षम होतील;

- समुद्रशास्त्राचा इतिहास समजून घ्या.
- सागरी प्रवासांद्वारे महासागरांचे अन्वेषण आणि समुद्रशास्त्रातील घडामोडी समजून घ्या.
- समुद्रातील पाण्याचे थर्मल गुणधर्म समजून घ्या.
- समुद्राच्या पाण्याचे तापमान आणि पाण्याची खोली यांच्यातील संबंध प्रस्थापित करा.
- सागरी लाटांच्या निर्मितीची गतिशीलता समजून घ्या.
- वेगवेगळ्या निकषांवर आधारित लहरींचे वर्गीकरण करा.
- भरतीच्या समतोल सिद्धांताचे परीक्षण करा.

३.२ परिचय

समुद्रशास्त्र, ज्याला सागरी विज्ञान किंवा समुद्रशास्त्र असे संबोधले जाते, हा जगातील महासागरांचा आंतरविद्याशाखीय अभ्यास आहे. यात जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र, भौतिकशास्त्र, भूगर्भशास्त्र आणि हवामानशास्त्र यासह वैज्ञानिक विषयांची विस्तृत श्रेणी समाविष्ट आहे, हे सर्व पृथ्वीच्या महासागरांमधील जटिल परस्परसंवाद समजून घेण्यावर केंद्रित आहे. अथांग मैदानाच्या खोलीपासून ते गतिमान पृष्ठभागाच्या प्रवाहापर्यंत, समुद्रशास्त्र आपल्या ग्रहाच्या पृष्ठभागाच्या ७०% पेक्षा जास्त व्यापलेल्या विशाल आणि वैविध्यपूर्ण सागरी वातावरणाचा शोध घेते.

पृथ्वीच्या हवामानाचे नियमन करण्यात, सागरी जीवनाला आधार देण्यात, किनारपट्टीला आकार देण्यात आणि हवामानाच्या नमुन्यांवर प्रभाव टाकण्यात महासागर महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. त्यामुळे, हवामान बदल, जैवविविधता संवर्धन, शाश्वत संसाधन व्यवस्थापन आणि नैसर्गिक धोके कमी करणे यासह जागतिक आव्हानांना तोंड देण्यासाठी समुद्रशास्त्राचा अभ्यास आवश्यक आहे.

दूरस्थपणे चालवलेली वाहने (ROV), स्वायत्त पाण्याखालील वाहने (AUVs), उपग्रह रिमोट सेन्सिंग, ओशनोग्राफिक बॉय आणि अत्याधुनिक संगणक मॉडेल्ससह महासागरांचे अन्वेषण आणि तपासणी करण्यासाठी समुद्रशास्त्रज्ञ विविध साधने आणि तंत्रज्ञानाचा वापर करतात. ही साधने शास्त्रज्ञांना समुद्रातील प्रवाह, तापमान, क्षारता, सागरी जीवन, समुद्रतळाची स्थलाकृति आणि इतर महत्वाच्या सागरी मापदंडांवर डेटा गोळा करण्यास अनुमती देतात.

समुद्रशास्त्राच्या अभ्यासाच्या मुख्य क्षेत्रांमध्ये हे समाविष्ट आहे:

१. **भौतिक समुद्रशास्त्र:** समुद्रातील प्रवाह, लाटा, भरती आणि समुद्राच्या पाण्याचे भौतिक गुणधर्म जसे की तापमान, क्षारता आणि घनता यांच्या अभ्यासावर लक्ष केंद्रित करते. भौतिक समुद्रशास्त्रज्ञ सागरी परिसंचरण चालविणारी शक्ती आणि हवामान आणि हवामानाच्या नमुन्यांवर त्यांचा प्रभाव समजून घेण्याचा प्रयत्न करतात.
२. **बायोलॉजिकल ओशनोग्राफी:** सूक्ष्म प्लॅक्टनपासून मोठ्या सागरी सस्तन प्राण्यांपर्यंतच्या जीवांचे वितरण, विपुलता, वर्तन आणि शरीरविज्ञान यासह सागरी जीवन आणि परिसंस्था यांचे परीक्षण करते. जैविक समुद्रशास्त्रज्ञ अभ्यास करतात की सागरी जीव त्यांच्या पर्यावरणाशी कसे संवाद साधतात आणि पर्यावरणीय बदलांना प्रतिसाद देतात.
३. **केमिकल ओशनोग्राफी:** घटक, पोषक, प्रदूषक आणि वायूंच्या वितरणासह समुद्राच्या पाण्याच्या रासायनिक रचनेची तपासणी करते. रासायनिक समुद्रशास्त्रज्ञ महासागरातील आम्लीकरण, पोषक सायकलिंग आणि सागरी रसायनशास्त्रावरील मानवी क्रियाकलापांचा प्रभाव यासारख्या प्रक्रियांचा अभ्यास करतात.
४. **भूवैज्ञानिक समुद्रविज्ञान:** महासागराच्या तळाच्या अभ्यासावर लक्ष केंद्रित करते, ज्यामध्ये त्याची रचना, रचना आणि भूवैज्ञानिक प्रक्रिया जसे की प्लेट टेक्टोनिक्स, सीफ्लोर स्प्रेडिंग आणि अवसादन यांचा समावेश होतो. भूवैज्ञानिक समुद्रशास्त्रज्ञ सागरी भूवैज्ञानिक वैशिष्ट्यांचा तपास करतात जसे की सीमाउंट, खंदक आणि हायड्रोथर्मल व्हेंट्स.
५. **सागरी हवामानशास्त्र:** हवामान प्रणालीची निर्मिती, महासागर-वातावरणातील उष्णता विनिमय आणि हवामानाच्या नमुन्यांवर आणि हवामानातील परिवर्तनशीलतेवर सागरी परिस्थितीचा प्रभाव यासह समुद्र आणि वातावरण यांच्यातील परस्परसंवादाचे परीक्षण करते.

महासागरांबद्दलची आपली समज आणि पृथ्वीच्या इतर प्रणालींशी त्यांचा परस्परसंबंध वाढवण्यात समुद्रशास्त्र महत्वाची भूमिका बजावते. सागरी पर्यावरणाच्या जटिलतेचा अभ्यास करून, समुद्रशास्त्रज्ञ मौल्यवान अंतर्दृष्टी योगदान देतात जे धोरणे, व्यवस्थापन धोरणे आणि भविष्यातील पिढ्यांसाठी पृथ्वीच्या महासागरांचे जतन आणि शाश्वत व्यवस्थापन करण्याच्या उद्देशाने संवर्धन प्रयत्नांची माहिती देतात.

३.३ समुद्रशास्त्राचा इतिहास

अनादी काळापासून महासागरांचा कुतूहलाने अभ्यास केला जात आहे. महासागर आणि समुद्रांच्या विविध प्रक्रिया आणि गतिशीलता नेहमीच मानवी कुतूहलाच्या केंद्रस्थानी राहिली आहे. गेल्या काही दशकांपासून भौतिक भूगोलाची एक स्वतंत्र शाखा म्हणून समुद्रशास्त्राचा अभ्यास केला जात असला तरी, गेल्या अनेक शतकांपासून समुद्राच्या तळाच्या आकारविज्ञान, समुद्राच्या लाटा, भरती-ओहोटी, किनारी गतिशीलता, त्सुनामी, सागरी साठे इत्यादींशी संबंधित विविध निरीक्षणे अनेक विद्वानांनी हाताळली आहेत. .

एक प्रख्यात भूभौतिकशास्त्रज्ञ स्वरूप यांच्या मते, “महासागरांबद्दलचे आपले ज्ञान अजूनही खंडित आणि अपुरे आहे”. जागतिक महासागरांमध्ये असे मोठे प्रदेश आहेत ज्याबद्दल आपल्याला तपशीलवार माहिती नाही. आज जरी सुधारित तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने, विशेषतः भूस्थानिक तंत्रज्ञानाच्या मदतीने, महासागरांबद्दल आणि त्यांच्या वैशिष्ट्यांबद्दल बरीच माहिती मिळवता येते आणि त्याचा प्रायोगिकरित्या अभ्यास केला जाऊ शकतो, हे खरे आहे की कोलंबस, मॅगेलन, वास्को डी गामा आणि इतर अनेक सारख्या प्राचीन सागरी प्रवासींनी लक्षणीय कामगिरी केली आहे. मर्यादित संसाधने आणि तंत्रज्ञान असूनही समुद्रशास्त्राच्या अभ्यासात योगदान. त्यामुळे ऐतिहासिक काळापासून समुद्रशास्त्राच्या विकासाची चर्चा होणे गरजेचे आहे. त्या काळातील समुद्रशास्त्राच्या विकासाचा ऐतिहासिक दृष्टीकोन थोडक्यात पाहू.

३.४ शास्त्रीय कालावधी - ग्रीक लोकांचे योगदान

शास्त्रीय कालखंडात ग्रीक आणि रोमन लोकांनी समुद्रशास्त्राच्या अभ्यासात योगदान दिले आहे. ऍरिस्टॉटल हे समुद्रशास्त्राच्या सुरुवातीच्या योगदानकर्त्यांपैकी एक होते. त्यांनी समुद्र आणि वातावरण यांच्यातील परस्परसंवाद विशद केला आहे. बाष्पीभवन, संक्षेपण आणि पर्जन्य यासारख्या वातावरणीय घटनांना त्यांनी हायड्रोलॉजिकल चक्रातील महत्वाच्या प्रक्रिया म्हणून स्पष्ट केले. Eratosthenes, Pytheas, Strabo, Seneca, Ptolemy हे सुरुवातीच्या योगदानकर्त्यांपैकी होते.

३.५ अंधारमय युग

भूमध्य प्रदेशातील रोमन साम्राज्याच्या पतनानंतर या काळात अरब आक्रमकांचे वर्चस्व होते. ग्रीक आणि रोमन तत्त्वज्ञांनी निर्माण केलेल्या ज्ञानाचा मोठ्या प्रमाणावर न्हास झाला आहे. या काळात, स्कॅन्डिनेव्हियन प्रदेशात नवीन जगासाठी काही शोध आयोजित केले गेले. अटलांटिक महासागरात अनेक सागरी प्रवास झाले. वायकिंग्सने आइसलँडचा शोध घेतला. मध्ययुगीन काळात समुद्रशास्त्राचा विकास मंदावला होता.

३.६ शोधाचा सुवर्णकाळ

या कालखंडात AD १४९२ ते १५२२ या काळातील शोधांचा समावेश आहे. नवीन भूमीच्या शोधात जगाच्या विविध भागांमध्ये अनेक साहसी सागरी प्रवासाचे आयोजन करण्यात आले आहे. त्या काळात सागरी प्रवास करणे कठीण होते कारण जहाजे लहान

होती आणि जहाजांना वाऱ्याची दिशा आणि वेग यावर मोठ्या प्रमाणात अवलंबून राहावे लागत असे. कंपास किंवा इतर उपकरणे उपलब्ध नव्हती. युरोपियन लोक पॅसिफिक आणि अटलांटिक महासागर ओलांडून गेले. त्यात स्पॅनिश आणि पोर्तुगीज सागरी प्रवास करणाऱ्यांचे मोठे योगदान होते. १४८६ मध्ये बार्थोलोम्यू डायझने केप ऑफ गुड होपच्या आसपास यशस्वीपणे प्रवास केला. कोलंबसने पूर्व भारतात प्रवास केला आणि अमेरिकेचा शोध घेतल्यानंतर अटलांटिक महासागर पार केला. वास्को डी गामाने १४९८ मध्ये भारताचा प्रवास सुरू ठेवला. एफ. मॅगेलनने १५१९ मध्ये पॅसिफिक महासागरात आपला साहसी प्रवास केला.

महासागरांबद्दल वैज्ञानिक ज्ञानाचा शोध सोळाव्या शतकाच्या पूर्वार्धात सुरू झाला. कॅप्टन कूक हे पहिले होते ज्याने समुद्राच्या भौतिक स्वरूपाचा अभ्यास करण्यासाठी प्रवास केला. अंटार्क्टिक महासागर ओलांडून नेव्हिगेट करणारा तो पहिला होता. त्याने महासागरातून दोनदा संपूर्ण जगाला प्रदक्षिणा घातली.

३.७ एकोणिसावे शतक - समुद्रशास्त्राचा सुवर्णकाळ

अंडरटेकरने महासागराच्या भौतिक जैविक आणि रासायनिक गुणधर्मांची तपासणी करण्यासाठी १९ व्या शतकातील वेगवेगळ्या प्रवासांमध्ये समुद्रशास्त्र हा एक वैज्ञानिक विषय म्हणून विकसित होऊ लागला. स्लीप फ्लोर, महासागरातील प्रवाह, भरती आणि समुद्रातील इतर गुणधर्मांचे आकारविज्ञान जगभरातील विविध प्रख्यात समुद्रशास्त्रज्ञांनी शोधले आहे आणि त्यांचे विश्लेषण केले आहे. त्यामुळे विज्ञानाची वेगळी शाखा म्हणून समुद्रशास्त्र सुरू झाले आहे. चार्ल्स विल्कीज, चार्ल्स डार्विन, मॅथ्यू मौरी आणि विव्हिली थॉमसन यांच्या शोध मोहिमांनी वैज्ञानिक समुद्रशास्त्राच्या विकासात खूप योगदान दिले आहे. चार्ल्स विल्क्सने १८३८ मध्ये अटलांटिक महासागराच्या वेगवेगळ्या भागात आपली मोहीम सुरू केली. १८५५ मध्ये समुद्राच्या भौतिक भूगोलावर पहिले पुस्तक लिहिणारे मॅथ्यू मौरी होते जे समुद्रशास्त्राच्या विकासातील मैलाचा दगड मानले जाते. चार्ल्स डार्विन हे प्रख्यात शास्त्रज्ञ होते ज्यांनी अनेक सागरी प्रवासात भाग घेतला होता. चार्ल्स डार्विनचे मोठे योगदान म्हणजे महासागरातील जलचर वनस्पती आणि प्राणी यांचे निरीक्षण करणे. त्यांच्या निरीक्षणांवर आधारित, चार्ल्स डार्विनने “द ओरिजिन ऑफ स्पीसीज” नावाचे पुस्तक लिहिले आहे किंवा लोकप्रिय आहे जेथे त्यांनी “नैसर्गिक निवड” चा सिद्धांत मांडला आहे. जॉन रॉसने १८३९ ते १८४३ पर्यंत अंटार्क्टिकाला प्रवास सुरू केला आणि समुद्राची खोली ७ किमी मोजली. अंटार्क्टिक आणि आर्क्टिक महासागरांच्या थंड पाण्याच्या प्राण्यांमध्ये त्याला समानता आढळली. मोहिमेचे संचालक वायविले थॉम्पसन यांच्या नेतृत्वाखाली डिसेंबर १८७२ मध्ये चॅलेंजर जहाजातून इंग्लंड सोडले. १९व्या शतकातील हा सर्वात महत्वाचा सागरी प्रवास आहे. चॅलेंजर मोहिमेने १२७,५०० किमीचे सागरी अंतर कापले. या मोहिमेने पॅसिफिक महासागरातील सर्वात खोल खंदक ओळखला ज्याला ‘मारियाना ट्रेंच’ म्हणून ओळखले जाते.

३.८ विसाव्या शतकात समुद्रशास्त्राचा विकास

२० व्या शतकात समुद्रशास्त्राच्या क्षेत्रात लक्षणीय प्रगती झाली आहे . २० व्या शतकातील विविध मोहिमांद्वारे महासागरांचा वैज्ञानिक अभ्यास ज्यामध्ये महासागराच्या तळाचे आकारविज्ञान, रचना, महासागराचे साठे, महासागरातील पाण्याची गतिशीलता इत्यादींचे अचूक ज्ञान होते. या शतकात तंत्रज्ञानात सुधारणा झाली आहे आणि महासागराची वैशिष्ट्ये शोधण्यासाठी आधुनिक उपकरणे विकसित केली आहेत. उल्का या लोकप्रिय जर्मन संशोधकाने १९२५ ते १९२७ या काळात प्रत्यक्ष मोहिमा केल्या. त्यांनी इको साउंडर वापरून महासागरातील विविध खोलीची माहिती गोळा केली. यूएस स्थित NOAA ने महासागरातील संसाधने शोधण्याचे अग्रगण्य काम केले आहे. जागतिक हवामान संघटनांच्या छात्राखाली, विविध उपकरणे आणि उपकरणांद्वारे महासागरांचा तपशीलवार अभ्यास करण्यासाठी अनेक वैज्ञानिक संस्था विकसित केल्या गेल्या . विंच, वॉटर सॅम्पलर, बॉटम सॅम्पलर, फॅथोमीटर यासारख्या उपकरणांमधील विकासामुळे अधिक तपशीलांसह महासागरांची समजूत झाली.

३.९ उपग्रह समुद्रशास्त्र

रिमोट सेन्सिंग तंत्रज्ञानाने अवकाशीय विज्ञानाच्या जवळजवळ प्रत्येक क्षेत्रात महत्त्वपूर्ण प्रगती केली आहे. १९५८ मध्ये NASA ची स्थापना झाल्यानंतर, SeaSat , OceanSat आणि इतर बऱ्याच उपग्रह मोहिमांनी समुद्रशास्त्राच्या क्षेत्रात क्रांतिकारक प्रगती केली आहे. NASA, ISRO आणि जगातील इतर आघाडीच्या अंतराळ संशोधन संस्थांनी वैज्ञानिक समुद्रविज्ञानाच्या विकासात विशेषतः महासागर गतिशीलतेच्या अवकाशीय -लौकिक नमुन्यांशी संबंधित महत्त्वपूर्ण योगदान दिले आहे .

३.१० महासागराचे पाणी

पृथ्वीवरील एकूण पाण्यापैकी ९७ टक्के पाणी महासागराचे पाणी व्यापते. जगातील सर्वात मोठ्या जलीय परिसंस्थेमध्ये महासागराचे पाणी कोट्यवधी वनस्पती आणि प्राण्यांसाठी निवासस्थान प्रदान करते. महासागरातील पाण्याचा उपयोग जलवाहतूक, क्षारांचे उत्पादन, मासेमारी इत्यादींसाठी केला जातो. महासागरातील पाण्याचे तापमान, क्षारता, घनता, विरघळलेले पोषक आणि वायू इत्यादी विविध वैशिष्ट्यांविषयी तपशीलवार माहिती पुढील भागात दिली आहे.

३.११ महासागराच्या पाण्याचे थर्मल गुणधर्म

महासागराच्या पाण्याच्या तापमानाचे नमुने समजून घेणे भौगोलिक दृष्टिकोनातून खूप महत्वाचे आहे कारण एकूण पृथ्वीच्या पृष्ठभागापैकी तीन चतुर्थांश भाग महासागराच्या पृष्ठभागाने व्यापलेला आहे. महासागराच्या पाण्याचे सर्व भौतिक, रासायनिक आणि जैविक गुणधर्म समुद्राच्या पाण्याच्या तापमानावर प्रभाव टाकतात.

महासागराच्या पाण्याच्या तापमानाचा सागरी प्रवाहांच्या निर्मितीवर आणि हालचालींवर लक्षणीय परिणाम होतो. म्हणून, पृथ्वीच्या उष्णतेच्या बजेटमध्ये समतोल राखण्यासाठी

समुद्राच्या पाण्याचे तापमान महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. महासागराच्या पाण्यामध्ये एक वैशिष्ट्यपूर्ण वैशिष्ट्य आहे की ते हळूहळू कमी होतात आणि हळूहळू थंड होतात. महासागराच्या पाण्याच्या या अद्वितीय गुणधर्माला खालच्या वातावरणात वायुमंडलीय अभिसरण देखील म्हणतात. समुद्राच्या पाण्यात उष्णतेचे दोन स्रोत आहेत. प्रथम, सौर किरणोत्सर्गाचे शोषण आणि दुसरे म्हणजे पृथ्वीच्या अंतर्गत उष्णतेमुळे महासागरात निर्माण होणारा पारंपरिक प्रवाह. याशिवाय, गतिज ऊर्जेचे उष्णता उर्जेमध्ये (समुद्री लाटांमुळे) रूपांतर झाल्यामुळे समुद्राचे पाणी गरम होते, महासागरातील पाण्यातही रासायनिक आणि जैविक प्रक्रियांद्वारे उष्णता निर्माण होते, समुद्राच्या पृष्ठभागावरील पाण्याच्या वाफेचे संक्षेपण देखील तापमानात बदल घडवून आणते. समुद्राचे पाणी आणि समुद्राच्या पाण्यात किरणोत्सर्गी विघटन देखील महासागराच्या पाण्यात लक्षणीय उष्णता पसरवते.

महासागराच्या पाण्याच्या तापमानाच्या वितरणाचे नमुने जटिल आहेत. साधारणपणे, विषुववृत्तीय प्रदेशापासून ध्रुवीय पट्ट्यांपर्यंत समुद्राच्या पाण्याचे तापमान हळूहळू कमी होत जाते. विषुववृत्तीय प्रदेशात, समुद्राच्या पाण्याचे सरासरी तापमान सुमारे २७ अंश सेल्सिअस असते तर ध्रुवीय प्रदेशात ते - १.८ अंश सेल्सिअस असते. दक्षिण गोलार्धातील समुद्राच्या पृष्ठभागाचे तापमान उत्तर गोलार्धापेक्षा तुलनेने कमी आहे, मुख्यतः अंटार्क्टिकमधील विस्तीर्ण आणि जाड बर्फाच्या आवरणामुळे महासागराच्या पाण्यावर थंडीचा प्रभाव पडतो. वेगवेगळ्या अक्षांश प्रदेशात वेगवेगळ्या महासागरांमध्ये समुद्राच्या पाण्याच्या तापमानात लक्षणीय फरक आहे .

सारणी - वेगवेगळ्या अक्षांशांमध्ये समुद्राच्या पृष्ठभागाचे सरासरी तापमान

Lat. (अंश)	उत्तर गोलार्ध			दक्षिण गोलार्ध		
	अटलांटिक महासागर	हिंदी महासागर	प्रशांत महासागर	अटलांटिक महासागर	हिंदी महासागर	प्रशांत महासागर
०-१०	२६.६६	२७.८८	२७.२०	२५.१८	२७.४१	२६.०१
१०-२०	२५.८१	२७.२३	२६.४२	२३.१६	२५.८५	२५.११
२०-३०	२४.१६	२६.१४	२३.३८	२१.२०	२२.५३	२१.५३
३०-४०	२०.४०	--	१८.६२	१६.९०	१७.००	१६.९८
४०-५०	१३.१६	--	९.९९	८.६८	८.६७	११.१६
५०-६०	८.६६	--	५.७४	१.७६	१.६३	५.००
६०-७०	५.६६	--	--	-१.३०	-१.५०	-१.३०

समुद्राच्या पृष्ठभागाच्या तापमानाचे जागतिक नमुने स्पष्टपणे दर्शवतात की विषुववृत्तीय प्रदेशांमध्ये २५.१८ अंश सेल्सिअस (अटलांटिक महासागर) ते २७.८८ अंश सेल्सिअस (हिंद महासागर) पर्यंत कमाल तापमान नोंदवले जाते. तथापि, ध्रुवीय अक्षांशांमध्ये, उत्तर अटलांटिक महासागर (५.६६ अंश सेल्सिअस) वगळता समुद्राच्या पृष्ठभागाचे तापमान गोठणबिंदूच्या जवळ असल्याचे आढळते. समुद्राच्या पृष्ठभागाच्या तापमानाचे अवकाशीय नमुने सौर किरणोत्सर्ग, अक्षांश, वाऱ्याच्या हालचाली, ग्रहांचे वाऱ्याचे परिसंचरण,

वातावरणीय दाब पट्टे, स्थानिक परिस्थिती, जमीन आणि पाण्याचे प्रमाण इत्यादींद्वारे नियंत्रित केले जातात.

सारणी – उत्तर गोलार्धातील समुद्राच्या पृष्ठभागाचे वार्षिक तापमान (डिग्री सेल्सिअस)

अक्षांश	विषुववृत्त	१०°	२०°	३०°	४०°	५०°
महासागर	२.३	२.४	३.६	५.९	७.५	५.६
खंड	१.३	३.३	७.२	१०.२	१४.०	२४.४

सरासरी वार्षिक समुद्राच्या पृष्ठभागाच्या तापमानातील फरक विषुववृत्तीय प्रदेशांपासून ध्रुवीय पट्ट्यांपर्यंत वाढतो. विशेष म्हणजे, समुद्राच्या पृष्ठभागाच्या तापमानातील तफावत महासागरांवर खंडांच्या तुलनेत कमी आढळते. समुद्राच्या पृष्ठभागाच्या तापमानाची दैनंदिन आणि हंगामी श्रेणी मुख्यत्वे येणारे सौर विकिरण, सागरी प्रवाहांचे स्वरूप आणि प्रचलित वाऱ्यांमुळे प्रभावित होते.

समुद्राच्या पाण्याच्या तपमानाचे अनुलंब वितरण:

साधारणपणे, सीमा पृष्ठभागाच्या १०० ते ४०० मीटर खाली सुरु होते आणि शेकडो मीटर खाली जाते. थर्मोक्लाइन म्हणजे सीमारेषेचा तो प्रदेश जिथे तापमानात झपाट्याने घट सुरु होते. साधारणपणे, समुद्रातील अंदाजे ९०% पाणी थर्मोक्लिनच्या खाली असते. जसजसे आपण या क्षेत्राकडे जातो तसतसे तापमान ०-डिग्री सेल्सिअसच्या जवळ पोहोचते. कमी आणि मध्यम अक्षांशांमध्ये, समुद्राच्या तापमानाची रचना ३ स्तरांमध्ये वर्गीकृत केली जाऊ शकते. हे थर पृष्ठभागापासून सुरु होतात आणि समुद्राच्या तळाशी संपतात.

पहिला थर:

तो समुद्राच्या पाण्याचा सर्वात वरचा थर दर्शवितो जो उबदार आणि सुमारे ५०० मीटर जाड आहे. या थराचे तापमान २० ते २५-डिग्री सेल्सिअस दरम्यान बदलू शकते. उष्णकटिबंधीय महासागरांमध्ये वर्षभर हा थर असतो. तथापि, हा थर फक्त उन्हाळ्यात मध्य अक्षांशात असलेल्या महासागरांमध्ये दिसून येतो.

२ रा थर:

हा थर वरच्या थराच्या खाली येतो आणि त्याला थर्मोक्लिन लेयर म्हणून ओळखले जाते. येथे वाढत्या खोलीसह तापमानात झटपट घट नोंदवली जाते. थर्मोक्लिन थर साधारणपणे ५०० ते १००० मीटर जाडीचा असतो.

तिसरा थर:

हा थर दुसऱ्या थराच्या खाली येतो आणि सामान्यतः थंड असतो. अंटार्क्टिक आणि आर्क्टिक प्रदेशात, पृष्ठभागावर देखील तापमान सामान्यतः ०-डिग्री सेल्सिअसच्या जवळ असते. त्यामुळे खोली वाढल्याने तापमानात किंचित फरक पडतो. या भागांमध्ये, वरच्या

(पृष्ठभागाच्या पाण्यापासून) तळापर्यंत (महासागराच्या तळापर्यंत) फक्त एक थंड थर तयार होतो.

वाढत्या खोलीसह समुद्राच्या पाण्याच्या तापमानात सातत्याने घट होत आहे. तथापि, विशिष्ट खोलीच्या खाली, समुद्राच्या पाण्याचे तापमान स्थिर राहते.

३.१२ प्रमुख विरघळलेले पोषक आणि वायू

३.१३ विरघळलेले वायू

समुद्राच्या पाण्यात विरघळलेले अनेक वायू असतात, विशेषतः नायट्रोजन, ऑक्सिजन आणि कार्बन डायऑक्साइड. समुद्र आणि वातावरण यांच्यातील संतुलन राखण्यासाठी ते या वायूंची वातावरणाशी देवाणघेवाण करते. या देवाणघेवाणीला वारा आणि लाटांद्वारे पृष्ठभागाच्या मिश्रणाने मदत होते. विरघळलेला ऑक्सिजन आणि कार्बन डाय ऑक्साईड हे सागरी जीवनासाठी आवश्यक आहेत. सागरी वनस्पती प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रियेद्वारे कार्बोहायड्रेट्स तयार करण्यासाठी विरघळलेला कार्बन डायऑक्साइड, सूर्यप्रकाश आणि पाणी वापरतात. ही प्रक्रिया पाण्यात ऑक्सिजन सोडते. सर्व सागरी जीव श्वासोच्छ्वासासाठी ऑक्सिजन वापरतात, जे कर्बोदकांमध्ये ऊर्जा सोडते आणि कार्बन डायऑक्साइड आणि पाणी उपउत्पादने म्हणून असते. गिल असलेले सागरी प्राणी, जसे की मासे, या अवयवांचा उपयोग समुद्राच्या पाण्यातून ऑक्सिजन काढण्यासाठी करतात.

विरघळलेल्या वायूंमध्ये फरक:

समुद्राच्या पाण्याचे काही गुणधर्म त्यात किती वायू विरघळतात यावर परिणाम करतात:

- कोमट पाण्यापेक्षा थंड पाण्यात जास्त वायू असतो. तुम्ही हे फिजी ड्रिंकच्या बाटल्यांसोबत पाहिले असेल, जे मुळात पाण्यात कार्बन डायऑक्साइड असतात. उबदार फिजी ड्रिंक गॅस धरू शकत नाही, म्हणून तुम्ही तिची बाटली उघडताच, कार्बन डायऑक्साइड बुडबुड्यांच्या मोठ्या फवारणीत पाणी सोडते. फिजी ड्रिंकची थंड बाटली उघडणे कमी गोंधळलेले आहे.
- कमी क्षार असलेल्या समुद्राच्या पाण्यात जास्त क्षारयुक्त पाण्यापेक्षा जास्त वायू असतो.
- खोल पाण्यात, ज्याचा उच्च दाब असतो, त्यात उथळ पाण्यापेक्षा जास्त वायू असतो.

सजीव वस्तूंद्वारे विरघळलेल्या वायूंचा वापर आणि निर्मिती या गुणधर्मांचा प्रभाव जास्त वाढवू शकते. उदाहरणार्थ, भरपूर प्लँक्टन असलेले कोमट पाणी थंड पाण्यापेक्षा जास्त कार्बन डायऑक्साइड ठेवू शकते ज्यामध्ये काही सजीव असतात.

३.१४ विरघळलेले पोषक

महासागरातील जीवनावरील प्रभावाच्या दृष्टीने समुद्राच्या पाण्याचा सर्वात महत्वाचा गुणधर्म म्हणजे विरघळलेल्या पोषक घटकांचे प्रमाण. नायट्रोजन आणि फॉस्फोरस या पोषक तत्वांपैकी सर्वात गंभीर आहेत कारण ते महासागरातील प्लँक्टनद्वारे प्राथमिक उत्पादन उत्तेजित करण्यात मोठी भूमिका बजावतात. हे घटक मर्यादित म्हणून ओळखले जातात कारण त्यांच्याशिवाय वनस्पती वाढू शकत नाहीत. तथापि, सिलिकॉन, लोह आणि जस्त यासह इतर अनेक पोषक घटक देखील भूमिका बजावतात. महासागरातील पोषक तत्वे जैविक पंपिंग म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या प्रक्रियेद्वारे सायकल चालविल्या जातात, ज्याद्वारे प्लँक्टन पोषक तत्वे पृष्ठभागाच्या पाण्यातून बाहेर काढतात आणि त्यांच्या सेंद्रिय मॅट्रिक्समध्ये एकत्र करतात. मग, जेव्हा झाडे मरतात, बुडतात आणि कुजतात, तेव्हा पोषक द्रव्ये त्यांच्या विरघळलेल्या स्थितीत समुद्राच्या खोल पातळीवर परत जातात. पोषक तत्वांची मुबलकता महासागर किती सुपीक आहे हे ठरवते. या प्रजनन क्षमतेचे एक माप प्राथमिक उत्पादन आहे, जे प्रति युनिट पाण्याच्या प्रति युनिट वेळेत कार्बनचे निर्धारण दर आहे. प्राथमिक उत्पादन अनेकदा क्लोरोफिलचे वितरण वापरून उपग्रहांद्वारे मॅप केले जाते, जे प्रकाशसंश्लेषणादरम्यान ऊर्जा शोषून घेणारे वनस्पतींद्वारे तयार केलेले रंगद्रव्य आहे. क्लोरोफिलचे वितरण वरील आकृतीमध्ये दर्शविले आहे. आपण किनारपट्टीच्या जवळ सर्वात जास्त विपुलता पाहू शकता, जेथे जमिनीतील पोषक नद्यांद्वारे दिले जातात. दुसरे स्थान जेथे क्लोरोफिलचे प्रमाण जास्त आहे ते अपवेलिंग झोनमध्ये आहे, जेथे पोषक तत्वे वाढीच्या प्रक्रियेद्वारे खोलीतून समुद्राच्या पृष्ठभागावर आणली जातात.

महासागरांच्या आरोग्यासाठी आणखी एक महत्वाचा घटक म्हणजे विरघळलेला ऑक्सिजन. पृष्ठभागावरील महासागरातील ऑक्सिजन वायु-समुद्री इंटरफेसमध्ये तसेच प्रकाशसंश्लेषणाद्वारे सतत जोडला जातो; त्याचा उपयोग सागरी जीवांद्वारे श्वासोच्छवासात केला जातो आणि सेंद्रिय पदार्थांच्या क्षय किंवा ऑक्सिडेशन दरम्यान जो समुद्रात पाऊस पडतो आणि समुद्राच्या तळाशी जमा होतो. बहुतेक जीवांना ऑक्सिजनची आवश्यकता असते, त्यामुळे त्याच्या कमी झाल्यामुळे सागरी लोकसंख्येवर विपरीत परिणाम होतो. तापमानाचा ऑक्सिजनच्या पातळीवरही परिणाम होतो, कारण कोमट पाण्यात थंड पाण्यापेक्षा कमी विरघळलेला ऑक्सिजन असू शकतो. या संबंधाचा भविष्यातील महासागरांवर मोठा परिणाम होईल, जसे आपण पाहणार आहोत.

विरघळलेल्या CO_2 ची सामग्री. CO_2 अनेक रासायनिक आणि जैविक प्रक्रियांमध्ये ऑक्सिजनच्या जवळपास विरुद्ध आहे; प्रकाशसंश्लेषणादरम्यान प्लँक्टनद्वारे त्याचा वापर केला जातो आणि श्वासोच्छवासाच्या वेळी तसेच सेंद्रिय पदार्थांच्या ऑक्सिडेशन दरम्यान पुन्हा भरला जातो. जसे आपण नंतर पाहू, खोल पाण्यातील वृद्धत्वाच्या अभ्यासासाठी CO_2 सामग्रीचे महत्त्व आहे.

३.१५ समुद्राच्या पाण्यात प्रकाश आणि ध्वनी प्रसार

ध्वनी पाण्यामधून चांगला प्रवास करतो आणि यामुळे वस्तूंचे रिमोट सेन्सिंग आणि माहितीचे प्रसारण शक्य होते. प्रकाश पाण्यातून तुलनेने कमी अंतरापर्यंत प्रवास करतो आणि महासागरांचा मोठा भाग जवळजवळ पूर्णपणे गडद असतो. जेव्हा प्रकाश पाण्याद्वारे प्रसारित होतो, तेव्हा त्याची तीव्रता स्रोतापासूनच्या अंतरासह झपाट्याने कमी होते. तीव्रतेच्या घातांकीय नुकसानास क्षीणन म्हणतात आणि ते शोषण आणि विखुरल्यामुळे होते. पाण्याखालील दृश्यमानता कॉन्ट्रास्टवर अवलंबून असते, जे अंशतः ऑब्जेक्ट ब्राइटनेस किंवा रिफ्लेक्टिव्हिटी आणि अंशतः अंतरासह क्षीणतेचे कार्य आहे. पाणी प्राधान्याने इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमच्या लांब तरंगलांबी शोषून घेते, म्हणूनच पाणी निळे दिसते. ध्वनी पाण्यामधून प्रकाशापेक्षा खूप हळू प्रवास करतो परंतु त्याहूनही पुढे जाऊ शकतो आणि त्यामुळे त्याचा उपयोग महासागरांमध्ये रिमोट सेन्सिंग आणि संप्रेषणासाठी केला जातो. समुद्राच्या पाण्यातील ध्वनीचा वेग जसजसा समुद्राच्या पाण्याचा अक्षीय मापांक वाढतो तसतसा वाढतो आणि घनता वाढल्यावर तो कमी होतो. ध्वनीची तीव्रता दोन प्रक्रियांमुळे स्रोतापासून अंतरासह कमी होते: पसरणे आणि क्षीण होणे. अकौस्टिक ओशनोग्राफी प्रयोग समुद्राच्या पाण्यातील ध्वनीचा वेग आणि क्षीणतेवर तापमान आणि इतर गुणधर्मांच्या प्रभावाचा वापर करतात, मायक्रोस्ट्रक्चरपासून संपूर्ण महासागर खोऱ्यांपर्यंतच्या स्केलवर पाण्याच्या वस्तुमानांमध्ये आणि त्यामधील तुलनेने अल्पकालीन बदल शोधण्यासाठी आणि निरीक्षण करण्यासाठी.

३.१६ समुद्राचे पाणी आणि महासागरातील पाणी खारटपणा

खारटपणा म्हणजे समुद्र किंवा महासागरात विरघळलेल्या क्षारांची एकूण सामग्री. क्षारता १,००० ग्राम समुद्राच्या पाण्यात विरघळलेल्या मिठाच्या प्रमाणात मोजली जाते. हे सामान्यतः 'भाग प्रति हजार' (पीपीटी) म्हणून व्यक्त केले जाते. २४.७% क्षारता 'खारे पाणी' निश्चित करण्यासाठी वरची मर्यादा मानली गेली आहे. नैसर्गिक पाण्याच्या रसायनशास्त्राची आणि जैविक प्रक्रियांची अनेक वैशिष्ट्ये ठरवण्यात हा एक महत्वाचा घटक आहे.

समुद्राच्या पाण्यात विरघळलेले क्षार (ग्रॅम क्षार प्रति किलो समुद्राच्या पाण्यात)

क्लोरीन	सोडियम	सल्फेट	मॅग्नेशियम	कॅल्शियम
१८.९७	१०.४७	२.६५	१.२८	०.४१
पोटॅशियम	बायकार्बोनेट	ब्रिमिन	बोराटे	स्ट्रॉन्टियम
०.३८	०.१४	०.०६	०.०२	०.०१

समुद्राच्या पाण्यात महत्वाचे क्षार:

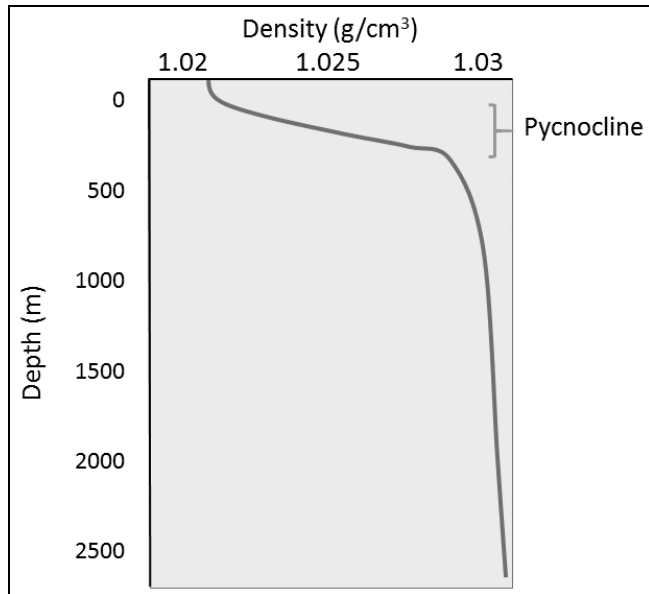
- सोडियम क्लोराईड - ७७.७%
- मॅग्नेशियम क्लोराईड - १०.९%

- मॅग्नेशियम सल्फेट —.४.७%
- कॅल्शियम सल्फेट - ३.६%
- पोटॅशियम सल्फेट - २.५%

समुद्राच्या पाण्याच्या खारटपणावर परिणाम करणारे घटक:

- क्षारता, तापमान आणि पाण्याची घनता एकमेकांशी संबंधित आहेत. महासागरांच्या पृष्ठभागाच्या थरातील पाण्याच्या क्षारतेवर परिणाम होतो:
- बाष्पीभवन
- वर्षाव
- किनारपट्टीच्या प्रदेशांमध्ये, नद्यांच्या गोड्या पाण्याच्या प्रवाहामुळे पृष्ठभागावरील खारटपणा प्रभावित होतो.
- ध्रुवीय प्रदेशात, पृष्ठभागाच्या खारटपणावर बर्फ गोठण्याच्या आणि वितळण्याच्या प्रक्रियेवर परिणाम होतो.
- वारा एखाद्या भागाच्या क्षारतेवरही परिणाम करतो आणि पाणी इतर भागात हलवतो.
- सागरी प्रवाह खारटपणाच्या फरकांमध्ये योगदान देतात.
- घनता किंवा तापमानातील बदल एखाद्या भागातील पाण्याच्या खारटपणावर परिणाम करतात.

३.१७ समुद्राचे पाणी आणि महासागरातील पाण्याची घनता



शुद्ध पाण्याची घनता 1000 kg/m^3 आहे. महासागराचे पाणी अधिक दाट आहे कारण त्यात मीठ आहे. समुद्राच्या पृष्ठभागावर समुद्राच्या पाण्याची घनता सुमारे 1026 kg/m^3 आहे. महासागराचे पाणी सुमारे 1026 kg/m^3 पेक्षा कमी किंवा जास्त दाट करणारे दोन मुख्य घटक आहेत : पाण्याचे तापमान आणि पाण्याची क्षारता. तापमान कमी झाल्यामुळे समुद्राचे पाणी अधिक दाट होते. म्हणून, पाणी जितके थंड असेल तितके ते अधिक दाट असेल. खारटपणा वाढल्याने समुद्राच्या पाण्याची घनताही वाढते.

कमी दाट पाणी जास्त दाट पाण्याच्या वर तरंगते. समान खारटपणा असलेल्या पाण्याचे दोन थर दिल्यास, उबदार पाणी थंड पाण्याच्या वर तरंगते. तरी एक झेल आहे! क्षारतेपेक्षा तापमानाचा पाण्याच्या घनतेवर जास्त परिणाम होतो. त्यामुळे जास्त क्षारता असलेला पाण्याचा थर कमी क्षारतेसह पाण्याच्या वर तरंगू शकतो जर जास्त क्षारता असलेला थर खालच्या क्षारतेच्या थरापेक्षा थोडा गरम असेल.

जसजसे तुम्ही समुद्राच्या तळाशी जाता तसतसे समुद्राचे तापमान कमी होत जाते. म्हणून, समुद्राच्या तळाशी जाताना समुद्राच्या पाण्याची घनता वाढते आणि वाढते. खोल महासागर तळाशी सर्वात दाट पाण्याने आणि सर्वात हलके पाणी असलेला स्तर आहे. महासागराच्या खोलीत अभिसरण क्षैतिज आहे. म्हणजेच, समान घनतेसह पाणी थरांच्या बाजूने फिरते.

महासागराच्या पाण्याची घनता क्वचितच थेट मोजली जाते. जर तुम्हाला समुद्राच्या पाण्याची घनता मोजायची असेल, तर तुम्हाला समुद्राच्या पाण्याचा नमुना गोळा करून तो मोजण्यासाठी प्रयोगशाळेत परत आणावा लागेल. घनता सामान्यतः समीकरण वापरून मोजली जाते. घनता शोधण्यात सक्षम होण्यासाठी आपल्याला फक्त क्षारता, तापमान आणि दाब मोजण्याची आवश्यकता आहे. ही मोजमाप अनेकदा सीटीडी इन्स्ट्रुमेंटने केली जाते, जेथे जहाज किंवा प्लॅटफॉर्मवरून हे उपकरण समुद्राच्या पाण्यात ठेवले जाते.

३.१८ महासागराच्या लाटा

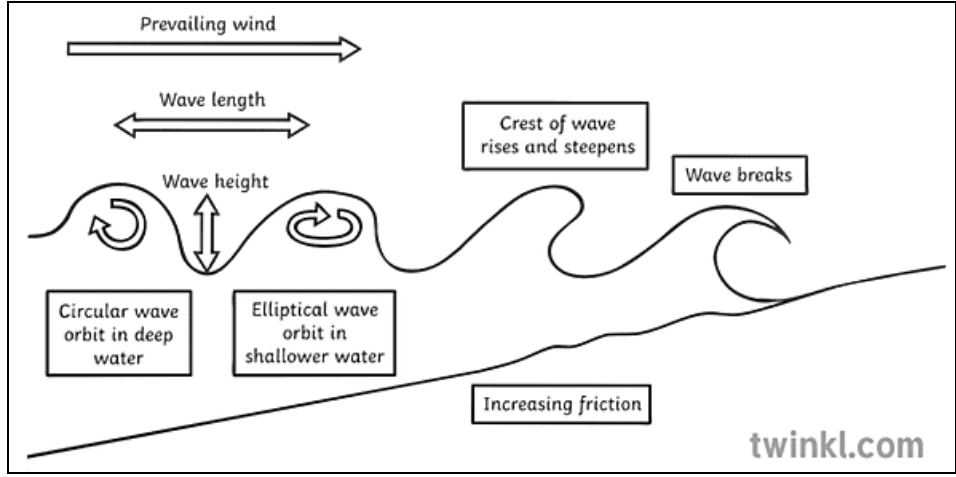
समुद्राच्या लाटा (फुगणे) वायुमंडलीय वाऱ्याच्या गतीतून महासागराच्या पृष्ठभागावर ऊर्जा हस्तांतरित करून आणि किनारपट्टीवर विशिष्ट प्रमाणात ऊर्जा सोडून तयार होतात, ज्यामुळे दीर्घकालीन प्रमाणात किनारपट्टीच्या भूरूपांची धूप आणि वाढ होते (कलिराज et al., २०१४).

सागरी लाटांची वैशिष्ट्ये

लहरी वैशिष्ट्ये

- क्रेस्ट: लाटेचा सर्वोच्च बिंदू
- कुंड: लाटेचा सर्वात कमी बिंदू
- उंची: लाटेच्या शिखर आणि कुंडमधील अंतर
- मोठेपणा: क्रेस्ट किंवा कुंड मधील स्थिर पाण्याच्या रेषेपर्यंतचे अंतर

- कालावधी: सलग फुगणे क्रेस्ट्स दरम्यानचा वेळ
- वारंवारता: दिलेल्या वेळेत एक निश्चित बिंदू ओलांडणाऱ्या लहरींची संख्या



सागरी लाटा तयार होण्याची कारणे:

लाटा सामान्यतः वाऱ्यामुळे होतात. वारा आणि पृष्ठभागावरील पाणी यांच्यातील घर्षणामुळे वारा-चालित लहरी किंवा पृष्ठभागाच्या लाटा तयार होतात. समुद्राच्या किंवा सरोवराच्या पृष्ठभागावर वारा वाहत असताना, सततच्या अशांतीमुळे लहरी क्रेस्ट तयार होतो.

महासागर कधीच स्थिर नसतो. समुद्रकिना-यावरून किंवा बोटीवरून निरीक्षण करणे असो, आपण क्षितिजावर लाटा पाहण्याची अपेक्षा करतो. पाण्यामधून जाणाऱ्या ऊर्जेमुळे लहरी निर्माण होतात, ज्यामुळे ते वर्तुळाकार गतीने फिरते. तथापि, पाणी प्रत्यक्षात लाटांमध्ये प्रवास करत नाही. लाटा पाण्याचा नव्हे तर ऊर्जेचा प्रवाह महासागराच्या पलीकडे करतात आणि कोणत्याही गोष्टीने अडथळा न आल्यास, संपूर्ण महासागर खोऱ्यातून प्रवास करण्याची त्यांची क्षमता असते.

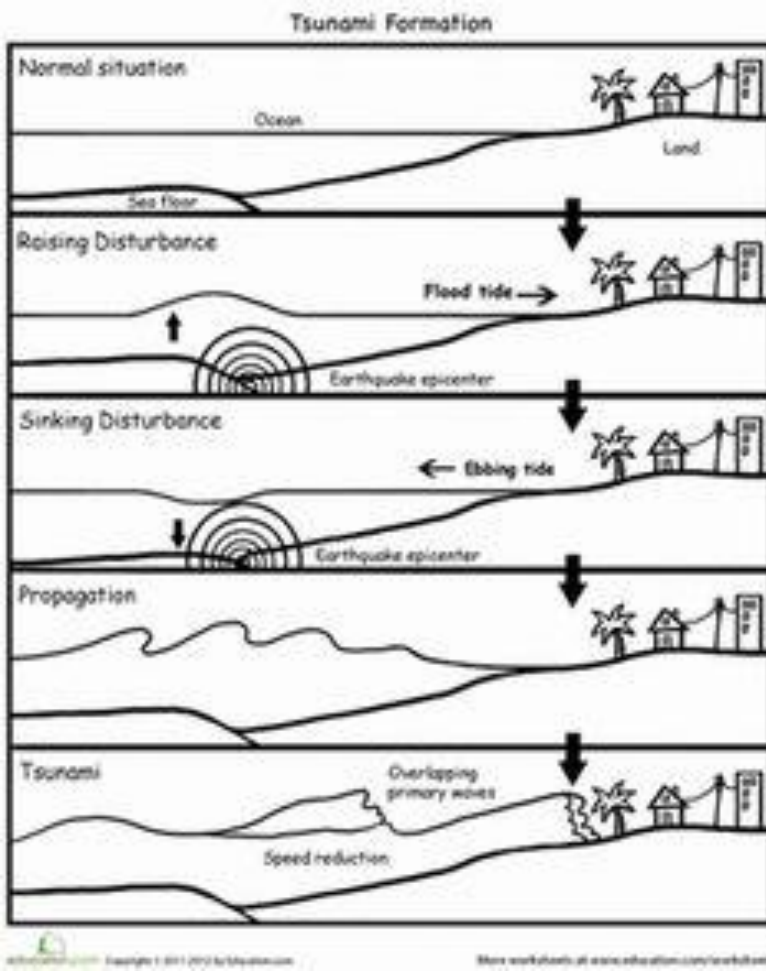
लाटा सामान्यतः वाऱ्यामुळे होतात. वारा-चालित लाटा , किंवा पृष्ठभागाच्या लाटा , वारा आणि पृष्ठभागावरील पाणी यांच्यातील घर्षणाने तयार होतात. समुद्राच्या किंवा सरोवराच्या पृष्ठभागावर वारा वाहत असताना, सततच्या अशांतीमुळे लहरी क्रेस्ट तयार होतो. या प्रकारच्या लाटा खुल्या महासागरात आणि किनारपट्टीवर जगभरात आढळतात.

चक्रीवादळासारख्या गंभीर हवामानामुळे अधिक संभाव्य धोकादायक लाटा उद्भवू शकतात. या प्रकारच्या तीव्र वादळाचा जोरदार वारा आणि दाब यामुळे वादळाची लाट निर्माण होते , लांबलचक लाटांची मालिका जी किनाऱ्यापासून दूर खोल पाण्यात निर्माण होते आणि जमिनीच्या जवळ जाताना ती तीव्र होते. भूकंप, भूस्खलन किंवा ज्वालामुखीचा उद्रेक यांसारख्या मोठ्या प्रमाणात पाण्याचे त्वरीत विस्थापन करणाऱ्या पाण्याखालील त्रासामुळे इतर धोकादायक लाटा उद्भवू शकतात. या खूप लांब लाटांना त्सुनामी म्हणतात . वादळाची लाट आणि त्सुनामी हे लाटांचे प्रकार नाहीत ज्यांची तुम्ही कल्पना करता किना-यावर कोसळत आहे. या लाटा समुद्राच्या पातळीत मोठ्या प्रमाणात वाढ झाल्याप्रमाणे किनाऱ्यावर फिरतात आणि अंतर्देशीय अंतरापर्यंत पोहोचू शकतात.

पृथ्वीवरील सूर्य आणि चंद्र यांच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या ओढामुळेही लाटा निर्माण होतात. या लाटा भरती ओहोटी किंवा दुसऱ्या शब्दांत, भरतीच्या लाटा आहेत. भरतीची लाट ही त्सुनामी देखील असते हा एक सामान्य गैरसमज आहे. त्सुनामीचे कारण भरतीच्या माहितीशी अजिबात संबंधित नाही परंतु कोणत्याही भरती-ओहोटीच्या स्थितीत होऊ शकते.

३.१९ त्सुनामी

त्सुनामी कशा तयार होतात. त्सुनामी ही एक लाट आहे जी समुद्रात पसरते आणि पाण्याखालील भूकंप, भूस्खलन, ज्वालामुखीचा उद्रेक किंवा उल्का पडणे यामुळे होते. पहिले कारण सर्वाधिक वारंवार होत असल्याने, आम्ही पाण्याखालील भूकंप उलगाडण्यावर लक्ष केंद्रित करू. बहुसंख्य भूकंप दोषामुळे होतात.

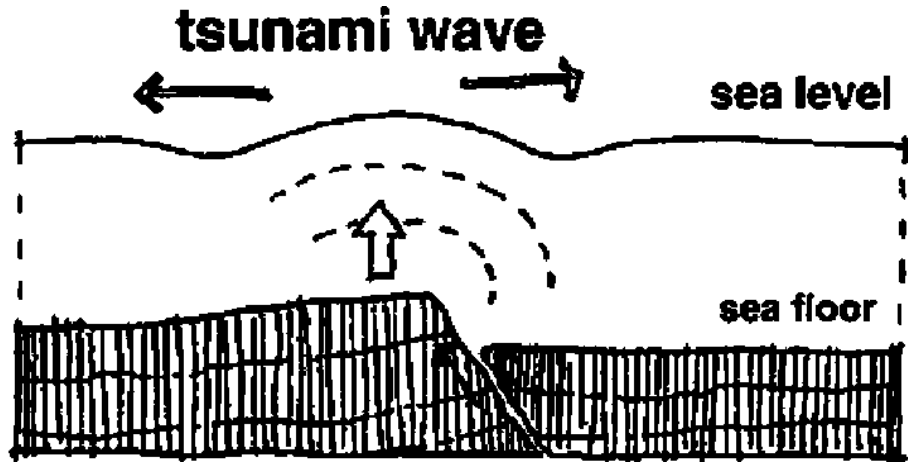


असे होते की पृथ्वीच्या कवचाचे दोन भाग वेगळे होतात, जिथे एक बाजू दुसऱ्या बाजूला सरकते. ती स्लाइड पूर्णपणे उभी असू शकते, ज्याचा शाब्दिक अर्थ दोषाच्या एका बाजूचा पडणे, पूर्णपणे क्षैतिज किंवा मध्यवर्ती काहीतरी. त्सुनामी होण्यासाठी पाण्याखालील भूकंप होण्यासाठी, हालचालीमध्ये अनुलंब घटक असणे आवश्यक आहे; जर ते पूर्णपणे क्षैतिज असेल तर ते होणार नाही. बिघाडाची हालचाल इतकी वेगवान आहे की समुद्राच्या तळावर येणारी "स्टेप" त्वरीत पृष्ठभागावर प्रतिबिंबित होते. समुद्र, जो तळासारखाच विकृत होतो.

आपल्या सर्वांना माहित आहे की पाण्यात एक "चरण" स्थिर नाही, पृष्ठभाग क्षैतिजपणा पुनर्प्राप्त करण्यास झुकते. वरचे पाणी खाली उतरते आणि त्याउलट, भूकंपाच्या ठिकाणापासून सर्व दिशांना पसरणाऱ्या लहरींच्या मालिकेला जन्म देते : त्सुनामी.

त्सुनामीची वैशिष्ट्ये:

बहुतेक त्सुनामी पृथ्वीच्या कवचाच्या विघटनाने वेगवान उभ्या हालचालीमुळे होतात (म्हणजे त्यांचे मूळ टेक्टोनिक आहे). जेव्हा समुद्राच्या तळाशी पृथ्वीचा एक मोठा वस्तुमान खाली येतो किंवा वर येतो तेव्हा त्सुनामी तयार होते, ज्यामुळे पाण्याचा स्तंभ थेट त्याच्या वर विस्थापित होतो. या प्रकारचे विस्थापन सामान्यतः मोठ्या सबडक्शन झोनमध्ये होते, जेथे दोन टेक्टोनिक प्लेट्सच्या टक्करमुळे महासागर प्लेट महाद्वीपीय प्लेटच्या खाली बुडून खोल महासागर खंदक बनते. बहुतेक सबडक्शन बहुतेक बेट आर्क्स आणि पॅसिफिकच्या किनारी भागात आढळते, युनायटेड स्टेट्स आणि कॅनडाचा पश्चिम किनारा हा उल्लेखनीय अपवाद आहे. दोषांच्या बाजूने हालचाल मोठ्या प्रमाणात स्ट्राइक-स्लिप असते, थोडे उभ्या विस्थापन होते आणि हालचालीमुळे काही स्थानिक सुनामी येतात.



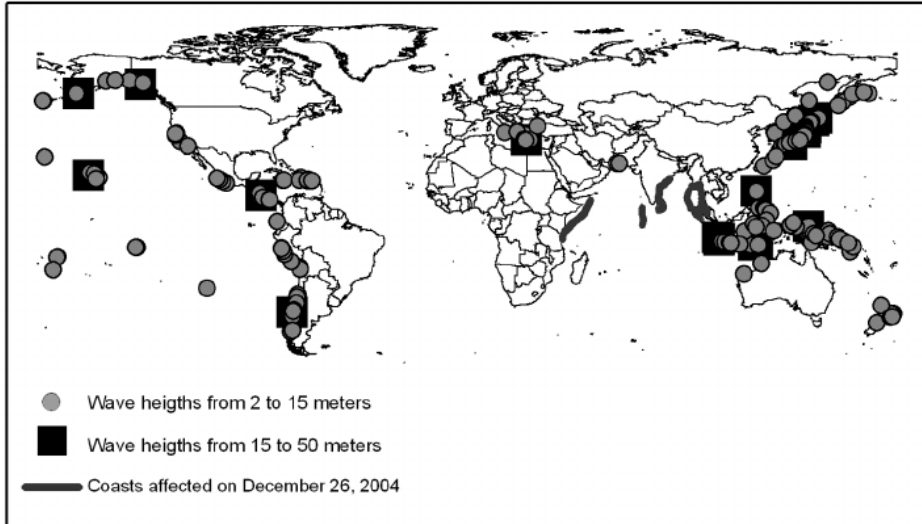
ज्वालामुखींनी एका घटनेत ३०,००० लोकांच्या मृत्यूसह लक्षणीय त्सुनामी निर्माण केली आहे. ज्वालामुखीच्या उद्रेकादरम्यान झालेल्या मृत्यूपैकी अंदाजे एक चतुर्थांश मृत्यू ज्वालामुखीऐवजी त्सुनामीमुळे झाले होते. त्सुनामी हा ज्वालामुखीच्या उद्रेकाच्या आवाक्याबाहेरील भागांमध्ये उर्जेचा एक प्रभावी ट्रान्समीटर आहे. ज्वालामुखीद्वारे त्सुनामी निर्माण करण्याच्या सर्वात कार्यक्षम पद्धतींमध्ये ज्वालामुखीच्या इमारतीचा संपूर्ण किंवा काही भाग कोसळून पाण्याच्या शरीरात व्यत्यय येणे, खाली पडणे, स्फोटाच्या सोबत किंवा त्यापूर्वीचा समावेश होतो. सर्व ज्वालामुखीय त्सुनामींपैकी अंदाजे अर्ध्या त्सुनामी कॅल्डेरास किंवा कॅल्डेरासमधील शंकूवर निर्माण होतात. पाणबुडीच्या उद्रेकामुळे किरकोळ त्सुनामी देखील होऊ शकते.

खाडी किंवा सरोवरांमध्ये भूस्खलन होऊन भूस्खलन होऊन स्थानिक पातळीवर विनाशकारी सुनामी निर्माण होऊ शकतात. लिटुया बे, अलास्का, अनेक भूस्खलन-उत्पन्न झालेल्या सुनामीचे ठिकाण आहे, ज्यात १९५८ मधील एक स्प्लॅश लाट निर्माण झाली ज्यामुळे झाडे ५२५ मीटर उंचीवर गेली. त्यामुळे खाडीत किमान ५० मीटर उंचीची त्सुनामीही आली. १९६४ च्या प्रिन्स विल्यम साउंड भूकंपाने कमीतकमी चार पाणबुडी

भूस्खलनाला कारणीभूत ठरल्या, ज्यात १९६४ च्या घटनेसाठी अलास्कातील १०६ मृत्युंपैकी ७१ ते ८२ होते. तथापि, ही टेक्टोनिक भूकंप-उत्पन्न त्सुनामी आहे (ज्या पृथ्वीच्या कवचाच्या मोठ्या विकृतीमुळे निर्माण होतात) ज्यामुळे संपूर्ण पॅसिफिक बेसिनवर परिणाम होऊ शकतो.

त्सुनामी निर्मितीच्या इतर संभाव्य परंतु कमी कार्यक्षम पद्धतींमध्ये हे समाविष्ट आहे: समुद्राच्या तळाशी मजबूत दोलन किंवा भूकंपाच्या आवेगातून पाण्याच्या स्तंभात ऊर्जा प्रसारित करणे (उदा., खोल-केंद्रित भूकंप ज्यामध्ये पृष्ठभागाला फाटा नाही); क्षैतिज भूकंपाच्या आवेगातून ऊर्जेचे उभ्या किंवा झुकलेल्या भिंतीतून जसे की बाथिमेट्रिक रिजमधून पाण्याच्या स्तंभात प्रसारण; मजबूत टर्बिडिटी प्रवाह; पाण्याखाली आणि पाण्याच्या वरचे स्फोट. त्सुनामी (उदा. भूकंपाच्या आवेग किंवा भूकंप, आणि पाणबुडी भूस्खलनाने कवचाची उभी हालचाल) त्सुनामीच्या निर्मितीमध्ये अनेक यंत्रणा सामील असतात .

३.२० त्सुनामिसची जगभरातील घटना



त्सुनामीची जगभरातील घटना:

त्सुनामीची नोंद प्राचीन काळापासून होत आहे. त्यांचे विस्तृतपणे दस्तऐवजीकरण केले गेले आहे, विशेषत: जपान आणि भूमध्यसागरीय भागात. २००० ईसापूर्व २००० मध्ये सीरियाच्या किनाऱ्याजवळ पहिली नोंद झालेली त्सुनामी १९०० पासून (वाद्ययंत्राने स्थित भूकंपांची सुरुवात), जपान, पेरू, चिली, न्यू गिनी आणि सॉलोमन बेटांवर सर्वाधिक त्सुनामी निर्माण झाल्या आहेत. तथापि, संपूर्ण पॅसिफिक बेसिनला प्रभावित करणारे दुर्गम-स्रोत सुनामी निर्माण करणारे एकमेव प्रदेश म्हणजे कामचटका द्वीपकल्प, अलेउटियन पॅसिफिक.

भूमध्यसागरीय आणि कॅरिबियन समुद्र दोन्हीमध्ये लहान सबडक्शन झोन आहेत आणि स्थानिक पातळीवर विनाशकारी सुनामीचा इतिहास आहे. अटलांटिक महासागरात फक्त काही सुनामी निर्माण झाल्या आहेत. अटलांटिक महासागरात, कॅरिबियन आणि स्कॉशिया

आर्क्स अंतर्गत लहान सबडक्शन झोन वगळता अशा लाटा निर्माण करण्यासाठी प्लेट सीमेच्या काठावर कोणतेही सबडक्शन झोन नाहीत.

हिंदी महासागरात, इंडो-ऑस्ट्रेलियन प्लेट त्याच्या पूर्व समासात युरेशियन प्लेटच्या खाली जात आहे. २६ डिसेंबर २००४ रोजी, उत्तर सुमात्राच्या किनाऱ्यावर झालेल्या भूकंपामुळे त्सुनामी निर्माण झाली जी जवळजवळ जगभरात नोंदली गेली आणि रेकॉर्ड केलेल्या इतिहासातील इतर त्सुनामीपेक्षा जास्त लोक मारले गेले. २२७,८९९ पेक्षा जास्त लोक एकतर मारले गेले किंवा बेपत्ता आणि मृत मानले गेले आणि १,१२६,९०० लोक भूकंप आणि त्यानंतरच्या सुनामीमुळे विस्थापित झाले. अंदाजे आर्थिक नुकसान \$१० अब्ज पेक्षा जास्त आहे. २६ डिसेंबर २००४ चा विनाशकारी मेगाथ्रस्ट भूकंप भारत आणि बर्मा प्लेट्सच्या इंटरफेसवर झाला आणि भारत प्लेट ओव्हरराइडिंग बर्मा प्लेटच्या खाली गेल्याने विकसित होणारे ताण सोडल्यामुळे झाला. भूकंपाच्या केंद्राच्या पश्चिमेस असलेल्या सुंदा खंदकाच्या आवरणात इंडिया प्लेट उतरण्यास सुरुवात होते. खंदक ही खंदकाच्या नैऋत्येस असलेल्या ऑस्ट्रेलिया आणि भारताच्या प्लेट्स आणि ईशान्येस असलेल्या बर्मा आणि सुंदा प्लेट्समधील प्लेट इंटरफेसची पृष्ठभागाची अभिव्यक्ती आहे.

३.२१ सागरी लाटांचे प्रकार

पृथ्वी, चंद्र आणि सूर्य यांच्यातील संवादामुळे पाण्याच्या लहरी तयार होतात. तसेच, नद्या आणि महासागरांसारख्या जलस्रोतांच्या पृष्ठभागावर वाहणारे वारे हे पाण्याच्या लाटा निर्माण होण्याचे कारण आहे.

वाऱ्याच्या लाटा:

सर्वात सामान्य प्रकारच्या लाटा म्हणजे वाऱ्याच्या लाटा, जेथे वारा पाण्याच्या पृष्ठभागाच्या संपर्कात आल्यावर भरपूर ऊर्जा हस्तांतरित करतो, तलावांमध्ये तरंग निर्माण करतो आणि महासागरांमध्ये लाटा तयार करतो. वारा जितका जास्त असेल तितक्या मोठ्या लाटा.

भरती-ओहोटी:

भरती-ओहोटी म्हणजे चंद्र आणि पृथ्वी यांच्यातील गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे निर्माण होणाऱ्या वाऱ्याच्या लाटा. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे समुद्राचे पाणी आपल्या जागी राहते, परंतु चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे ग्रहावरील समुद्राचे पाणी खेचले जाते, ज्यामुळे लाटा वर-खाली होतात. जेव्हा चंद्र पृथ्वीच्या जवळ असतो तेव्हा हे घडते. याला उच्च भरती म्हणतात आणि पृथ्वीचा दुसरा भाग जेथे चंद्राची तुलना करता येत नाही त्याला कमी भरती म्हणतात.

पाण्याखालील स्फोट:

लाटा निर्माण होण्याचे हे आणखी एक कारण आहे. समुद्रात पाण्याखालील भूकंपामुळे त्सुनामीसारख्या प्रचंड लाटा निर्माण होतात. तसेच, ज्वालामुखी, भूस्खलन आणि उल्का हे पाण्याखालील इतर स्फोट आहेत ज्यामुळे प्रचंड विनाशकारी लाटा निर्माण होतात.

मुळात पाण्याच्या लाटा तीन प्रकारच्या असतात: भूकंपाच्या उत्पत्तीच्या समुद्राच्या लाटा (त्सुनामी), फुगलेल्या लाटा आणि वाऱ्याच्या लाटा.

महासागर लहरी वैशिष्ट्ये:

- **वेव्ह क्रेस्ट आणि कुंड:** लहरीच्या शिखर आणि तळाच्या सर्वात बिंदूंना अनुक्रमे क्रेस्ट आणि कुंड म्हणतात.
- **लहरी मोठेपणा:** तरंगाच्या उंचीच्या अर्ध्या भागाला तरंग मोठेपणा म्हणतात.
- **तरंगांची उंची:** शिखराच्या शिखरापासून तरंग कुंडाच्या तळापर्यंतच्या उभ्या अंतराला लहरी उंची म्हणतात.
- वेव्ह पीरियड म्हणजे फक्त दोन सलग वेव्ह क्रेस्ट्स किंवा ट्रप्स दरम्यानचा वेळ ब्रेक जेव्हा ते एक निश्चित बिंदू पार करतात.
- **तरंगलांबी:** लागोपाठ दोन क्रेस्ट्समधील आडवे अंतर.
- **लाटेचा वेग:** लाट ज्या वेगाने पाण्यातून प्रवास करते; तरंगाचा वेग नॉट्समध्ये मोजला जातो.
- **वेव्ह फ्रिक्वेन्सी:** एका सेकंदाच्या कालावधी दरम्यान, दिलेल्या बिंदूमधून जाणाऱ्या लहरींची एकूण संख्या.

३.२२ वेव्ह ट्रान्सफॉर्मेशन / लाटांची गतिमानता

जेव्हा लाटा किनाऱ्याजवळ येतात तेव्हा अपवर्तन, शोलिंग, तळाशी घर्षण आणि लाटा तोडणे यासारख्या प्रक्रियांद्वारे त्यांचा समुद्राच्या पृष्ठभागावर परिणाम होतो. तथापि, जेव्हा लाटा खूप उभ्या असतात तेव्हा खोल पाण्यात लाटा फुटणे देखील होते. लाटा मोठ्या संरचनांना भेटल्यास किंवा किनारपट्टीमध्ये अचानक बदल झाल्यास, त्यांचे विवर्तनाने रूपांतर होईल. जर लाटा बुडलेल्या रीफला किंवा संरचनेला भेटल्या तर त्या रीफच्या वर जातील. या घटनांचे पुढील वर्णन केले जाईल. खालील प्रकारचे वेव्ह ट्रान्सफॉर्मेशन मुख्यत्वे बंदर आणि यासारख्या संबंधात होते. जर लाटा एका उंच संरचनेला भेटतात, तर परावर्तन होईल आणि जर लाटा पारगम्य संरचनेला भेटल्या तर आंशिक प्रसारण होईल.

निसर्गात आढळणाऱ्या परिवर्तन प्रकारांचा सारांश खालीलप्रमाणे आहे.

अपवर्तन:

खोली-अपवर्तन म्हणजे तरंग प्रसाराच्या दिशेने वळणे जेव्हा तरंग आघाडी उथळ पाण्यात खोलीच्या आराखड्यासह कोनात प्रवास करतात. अपवर्तन या वस्तुस्थितीमुळे होते की लाटा खोल पाण्यापेक्षा उथळ पाण्यात अधिक हळूहळू पसरतात. याचा परिणाम असा होतो की लहरी आघाड्या खोलीच्या आराखड्याशी संरेखित होतात. प्रवाहांमुळे अपवर्तन देखील होऊ शकते आणि याला वर्तमान अपवर्तन म्हणतात.

विवर्तन:

जेव्हा ब्रेकवॉटरसारख्या आश्रय संरचना असतात तेव्हा विवर्तन दिसू शकते. विवर्तन ही अशी प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे लाटा स्ट्रक्चर्सच्या मागे असलेल्या ली झोनमध्ये ऊर्जा संप्रेषणाद्वारे वेव्ह क्रेस्ट्सच्या बाजूने पसरतात.

शोलिंग:

शोलिंग म्हणजे लाटांचे विकृतीकरण, जे पाण्याची खोली तरंगलांबीच्या अध्यपेक्षा कमी झाल्यावर सुरू होते. शोलिंगमुळे तरंगांच्या प्रसाराचा वेग कमी होतो तसेच लाटा लहान होतात आणि स्टेपिंग होतात.

तळाशी घर्षण:

तळाच्या घर्षणामुळे ऊर्जेचा अपव्यय होतो आणि त्यामुळे पाण्याची खोली अधिकाधिक उथळ होत असल्याने लहरींची उंची कमी होते. उथळ पाणी असलेल्या मोठ्या भागावर घर्षणाला विशेष महत्त्व आहे.

खोली-प्रेरित तरंग-ब्रेकिंग:

जेव्हा लहरींची उंची पाण्याच्या खोलीच्या ठराविक अंशापेक्षा जास्त होते तेव्हा वैयक्तिक लाटांचे खोली-प्रेरित वेव्ह-ब्रेकिंग सुरू होते. नियमानुसार, ब्रेकिंगच्या वेळी वैयक्तिक लाटेची उंची ही पाण्याच्या खोलीच्या सुमारे ८०% असते असे म्हटले जाते, परंतु ही एक अगदी अंदाजे आकृती आहे. लाटांच्या तीव्रतेवर आणि किनाऱ्याच्या उतारावर अवलंबून, ब्रेकिंग लाटा सामान्यतः तीन मुख्य प्रकारांमध्ये विभागल्या जातात :

किनाऱ्यावर पसरतात तेव्हा गळती होते. स्पिलिंग ब्रेकिंग हे क्रमाक्रमाने ब्रेकिंग आहे जे ६-७ तरंगलांबीच्या अंतरावर लाटेच्या पुढील वरच्या बाजूला फोम बोअरच्या रूपात घडते.

प्लंगिंग हा ब्रेकिंगचा एक प्रकार आहे जिथे लाटेचा वरचा भाग त्याच्या खालच्या भागावर एका मोठ्या स्प्लॅशमध्ये तुटतो ज्यामध्ये बहुतेक ऊर्जा नष्ट होते. मोडकळीस येण्याचा हा प्रकार मध्यम उतार असलेल्या किनाऱ्यावरील मध्यम तीव्र लाटांच्या बाबतीत घडतो.

लहरींचा खालचा भाग जेव्हा समुद्रकिनाऱ्यावर वर येतो अशा परिस्थितीत क्वचितच सर्फ-झोन असतो. तुलनेने लांब लाटा (फुगणे) खडबडीत किनाऱ्याला भेटतात तेव्हा ब्रेकिंगचा हा प्रकार घडतो.

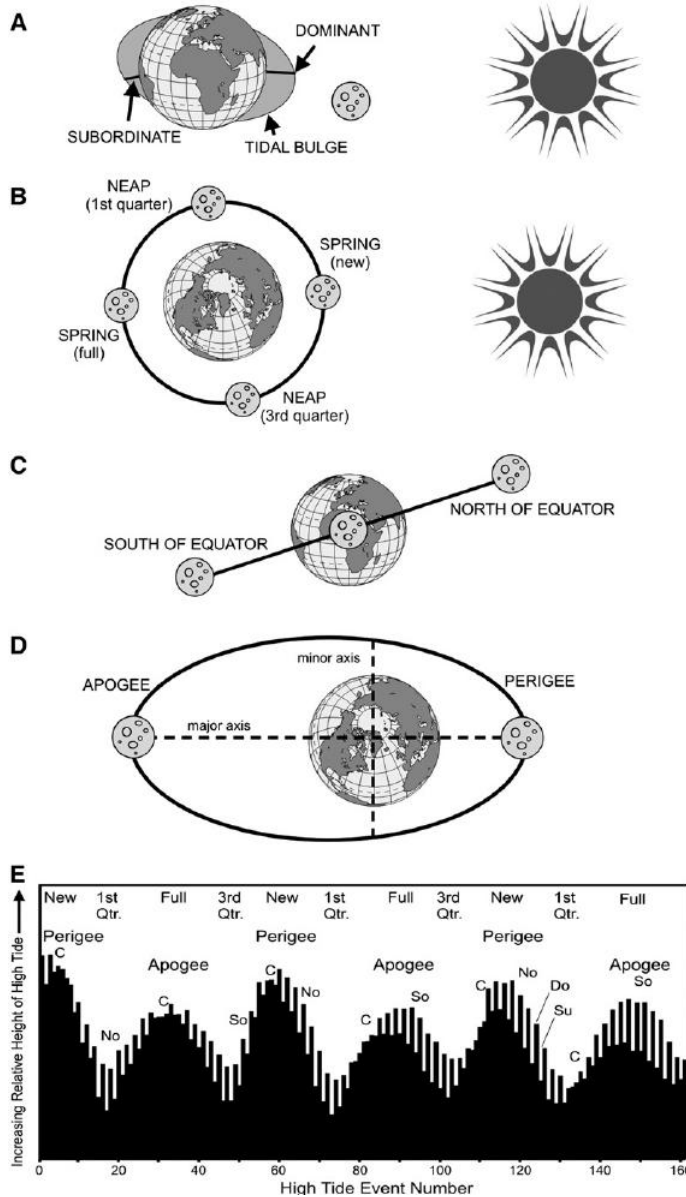
३.२३ भरती

'इतरांनी लावलेल्या गुरुत्वाकर्षण शक्तींमुळे एखाद्या खगोलीय शरीराच्या चक्रीय विकृतींपैकी कोणताही' म्हणून ओळखला जातो. पृथ्वीवरील समुद्राच्या पातळीतील नियतकालिक फरक हे सर्वात परिचित आहेत जे चंद्र आणि सूर्याच्या सापेक्ष स्थितीतील बदलांशी संबंधित आहेत. भरती-ओहोटींना सक्तीच्या लाटा, अंशतः धावणाऱ्या लाटा आणि अंशतः उभ्या असलेल्या लाटा मानल्या जाऊ शकतात. ते समुद्राच्या पृष्ठभागाच्या उभ्या हालचालींद्वारे

प्रकट होतात (जास्तीत जास्त आणि किमान उंचीला उच्च पाणी [HW] आणि कमी पाणी [LW] म्हणतात) आणि पाण्याच्या आडव्या हालचाली, भरतीचे प्रवाह. ओहोटी आणि प्रवाह हे शब्द अनुक्रमे पडणारी भरती आणि वाढणारी भरती दर्शवण्यासाठी वापरले जातात.

३.२४ भरतीचा समतोल सिद्धांत

आत्तापर्यंत आपण एका काल्पनिक पृथ्वीवरील भरती-ओहोटीचा संदर्भ देत आलो आहोत जी पूर्णपणे पाण्याने व्यापलेली आहे आणि ज्याला भूभाग/खंड नाहीत. इक्विलिब्रियम टाइड सिद्धांताचा हा आधार आहे. समतोल भरतीच्या सिद्धांताची व्याख्या समुद्राच्या पृष्ठभागाची उंची अशी केली जाते जी समुद्राच्या भरतीच्या शक्तीशी समतोल असेल जर पृथ्वी इतक्या खोलीपर्यंत पाण्याने व्यापलेली असेल की या शक्तींना त्वरित प्रतिसाद मिळेल. प्रत्यक्षात याचे वास्तविक भरतीशी कोणतेही साम्य नाही आणि त्याद्वारे वर्तवले जाणारे उदय आणि घट हे निरीक्षण केलेल्या भरतीच्या तुलनेत खूपच कमी आहे. तथापि, भरती-ओहोटीच्या विश्लेषणासाठी ही एक महत्त्वाची संदर्भ प्रणाली आहे.



दुसरीकडे डायनॅमिक थिअरी/वास्तविक समुद्राची भरतीओहोटी, भरती-उत्पादक शक्तीद्वारे "सक्तीने" लाट म्हणून भरती दर्शवते आणि प्रवाह अभिसरण किंवा विचलनाचा परिणाम म्हणून किनारपट्टीवर उदय आणि पडणे. सैद्धांतिकदृष्ट्या, ते समुद्रातील भरती-ओहोटीचे प्रवाह आणि किनाऱ्यावर उगवण्याची आणि पडण्याची गणना करण्यास अनुमती देते. तथापि, वास्तविक महासागर खोऱ्यांमध्ये किनारपट्टी आणि तळाशी खूप गुंतागुंतीची भूगोल आहे आणि खुल्या समुद्राशिवाय अचूक उपाय मिळणे शक्य नाही.

वास्तविक भरती-ओहोटीच्या परिस्थितीत पाण्याची हालचाल सुधारणारे अनेक महत्त्वाचे घटक आहेत:

१. **सूर्य/चंद्र:** पृथ्वीच्या जवळ असल्यामुळे चंद्राचा गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव सूर्यपेक्षा जास्त असतो, परंतु काहीवेळा सूर्याच्या संयोगाने तर कधी विरोधात काम केल्याने भरतीचे मोठेपणा आणि वेळ बदलते.
२. **भूगोल:** जमिनीचे वस्तुमान पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील पाण्याच्या हालचालीत अडथळा आणतात आणि विचलित करतात.
३. **घर्षण:** घर्षणामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पाण्याच्या कणांची हालचाल थांबते – (त्याच्या ओलांडून भरती-ओहोटीची हालचाल पृथ्वीच्या फिरण्याचा वेग हळूहळू कमी करत आहे.)
४. **बेसिन ऑसिलेशन:** पाण्याच्या सर्व शरीरांमध्ये नैसर्गिक दोलन कालावधी त्यांच्या आकार आणि आकारानुसार निर्धारित केल्या जातात. सर्व महासागर अनेक दोलायमान खोऱ्यांनी बनलेले आहेत. खगोलीय ज्वारीय वक्र सह अनुनाद किती प्रमाणात आहे यावर अवलंबून कोणत्याही एका ठिकाणी परिणामी दोलन भरतीच्या हालचाली किंवा लहरी स्वरूपावर परिणाम करतात.
५. **चंद्र आणि स्थलीय कक्षा:** सूर्याभोवती असलेल्या पृथ्वीच्या प्रदक्षिणा आणि चंद्राच्या पृथ्वीभोवती प्रदक्षिणा या दोन्हींचा आकार आणि समतल असे आहे की या शरीरांमधील अंतर, त्यांचे गुरुत्वाकर्षण प्रभाव, महिने, वर्षे आणि त्याहूनही अधिक कालावधीच्या चक्रांमध्ये सतत बदलत असतात.
६. **पृथ्वीची कक्षा:** विलक्षण लंबवर्तुळाकार (उदा. किंवा नाशपातीच्या आकाराची) स्वरूपात असते. पेरिहेलियनमध्ये पृथ्वी अनुक्रमे ९९.३ दशलक्ष मैल आणि सूर्यापासून ९४.५ दशलक्ष मैल अंतरावर आहे.
७. **पृथ्वीचा -हास/ झुकाव:** उभ्या अक्षापासून पासून २३° २७' दूर, त्यामुळे सूर्य आणि चंद्र पृथ्वीभोवती फिरताना दिसत असताना त्यांच्या सापेक्ष स्थितीत घट होते.
८. **चंद्राची कक्षा:** तसेच विविध अपोजी आणि पेरोजी असलेले विलक्षण लंबवर्तुळ.

वर स्पष्ट केलेले समतोल सिद्धांत पृथ्वीभोवती पूर्वेकडून पश्चिमेकडे स्थिर गतीने फिरणाऱ्या दोन फुगांचे वर्णन करतो. त्यांची श्रेणी विषुववृत्तावर ०.५m असेल. निरीक्षण केलेल्या

भरती-ओहोटीच्या बाबतीत नेमके हेच घडते असे नाही. दैनंदिन भरतीचे सैद्धांतिक स्पष्टीकरण देखील निरीक्षणांशी सहमत नाही. मग का नाही ?

ओहोटीच्या या किचकट प्रतिसादाचे मुख्य कारण म्हणजे भूमीने जगाच्या पाण्याचे महासागर, समुद्र, आखात इत्यादींमध्ये वेगवेगळ्या आकाराचे, आकाराचे आणि खोलीचे विभाजन केले आहे. अंटार्क्टिकाच्या आसपास आणि आर्क्टिकमध्ये बिनबाधा परिभ्रमण हालचालीसाठी एकमेव अक्षांश आहेत.

शिवाय, पृथ्वीच्या परिभ्रमणामुळे पाण्याच्या हालचालींवर परिणाम होतो. कोरिओलिस परिणाम (ज्याबद्दल आपण नंतर येऊ) पाणी सरळ मार्गाऐवजी वक्र मार्गावर जाण्यास कारणीभूत ठरते आणि केल्विन लाटा चॅनेलवर विविध भरती-ओहोटी निर्माण करतात. याचे उत्तम उदाहरण म्हणजे इंग्लिश चॅनेल जेथे फ्रेंच किनारपट्टी ब्रिटीश बाजूपेक्षा खूप मोठी भरती-ओहोटी अनुभवते.

नैसर्गिक अनुनाद:

पाण्याच्या विविध शरीरांचे त्यांचे वैयक्तिक नैसर्गिक दोलन कालावधी असतात. यामुळे भरती-ओहोटीच्या शक्तीला त्यांच्या प्रतिसादावर परिणाम होतो. पॅसिफिक महासागरात, साधारणपणे, सुमारे २५ तासांचा दोलनाचा नैसर्गिक कालावधी असतो, ज्यामुळे तो भरती-ओहोटी वाढवणाऱ्या शक्तीच्या दैनंदिन घटकांना अनुनादित करतो, म्हणून तेथे भरती दैनंदिन असतात. अटलांटिकच्या दोलनाचा नैसर्गिक कालावधी सुमारे १२.५ तासांचा असतो ज्यामुळे ते अर्ध-दैनिक घटकांना अनुनादित करते आणि त्यामुळे त्या महासागरातील भरती मुख्यतः अर्ध-दैनिक असतात. पॅसिफिक भरतींमध्ये अटलांटिक समुद्राच्या भरतीच्या तुलनेत दैनंदिन वैशिष्ट्ये जास्त आढळतात. असे समुद्र देखील आहेत ज्यांचा दोलनाचा नैसर्गिक कालावधी असतो ज्यामुळे ते दैनंदिन किंवा अर्ध-दैनिक शक्तींना प्रतिसाद देत नाहीत, त्यांना भरती नसलेले पाणी म्हणून ओळखले जाते. भरती-ओहोटी नसलेल्या पाण्याची चांगली उदाहरणे आहेत: पूर्व भूमध्य, बाल्टिक, काळा आणि कॅस्पियन समुद्र

कोरिओलिस आणि घर्षण:

कोरिओलिस आणि घर्षण हे एकमेकांशी जोडलेले आहेत, पाण्याची हालचाल समजून घेण्यासाठी दोन्हीची समज महत्वाची आहे. न्यूटनचा गतीचा नियम तेव्हाच लागू होतो जेव्हा सर्व मोजमाप जडत्वीय समन्वय प्रणालीच्या संदर्भात केले जातात, म्हणजे, जो वेगवान किंवा फिरत नाही. तथापि, पृथ्वी फिरत आहे आणि म्हणून यासाठी भक्ते करणे आवश्यक आहे. हे दोन "काल्पनिक बल" प्रदान करून केले जाते, केंद्रापसारक बल आणि कोरिओलिस बल. केंद्रापसारक शक्ती सोयीस्करपणे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्ती (G) सह एकत्रित केली जाते ज्याला आपण सामान्यतः "गुरुत्वाकर्षण" (g) म्हणून संबोधतो.

कोरिओलिस बल प्रयोगशाळेच्या मापनांमध्ये क्वचितच लक्षात येते, परंतु वारा, समुद्रातील प्रवाह आणि भरती यांसारख्या मोठ्या प्रमाणात भूभौतिक हालचालींमध्ये ते खूप लक्षणीय आहे. जलस्रोतांच्या वरच्या वारा-चालित स्तरांमध्ये वारा-ताण, कोरिओलिस बल आणि दाब ग्रेडियंट फील्ड यांच्यात संतुलन साधले जाते. कोरिओलिस बल फिरत्या पृथ्वीवर

सापेक्ष गतीने उद्भवते आणि ते सापेक्ष वेग आणि अक्षांशाच्या साइनच्या प्रमाणात असते. ते वेगाच्या काटकोनात, उत्तर गोलार्धात उजवीकडे आणि दक्षिण गोलार्धात डावीकडे कार्य करते. प्रेशर ग्रेडियंट नसलेले कोरिओलिस फोर्स वारा - तणाव संतुलित करू शकतात. अशाप्रकारे एक मजबूत वारा-तणाव मजबूत कोरिओलिस शक्तीकडे नेतो.

कोरिओलिस बल उभ्या आणि क्षैतिज समतल दोन्हीमध्ये कार्य करते, परंतु आम्ही फक्त क्षैतिज घटकांचा विचार करू. अशी कल्पना करा की पृथ्वी घर्षणरहित फिल्मने झाकलेली आहे, ज्याचा पृष्ठभाग समपातळीच्या पृष्ठभागाशी सुसंगत आहे, म्हणजे सर्वत्र गुरुत्वाकर्षणाच्या दिशेने सामान्य आहे. शरीर (किंवा पाण्याचा पृष्ठभागाचा थर) उच्च अक्षांशाकडे जाताना, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा पूर्वकडील वेग कमी होतो आणि त्यामुळे पृथ्वीच्या सापेक्ष शरीराचा पूर्वकडील वेग वाढतो. हे दक्षिण गोलार्धात डावीकडे प्रवेग आणि उत्तर गोलार्धात उजवीकडे प्रवेग म्हणून पाहिले जाते .

आता आपल्याला प्रश्न विचारण्याची गरज आहे, पाणी कसे फिरते? पाण्याच्या हालचालीचा आणखी एक प्रमुख घटक म्हणजे घर्षण. परंतु प्रथम आपण वाऱ्याचा ताण पाहणे आवश्यक आहे.

महासागरातील प्रमुख वर्तमान प्रणाली पृष्ठभागावर कार्यरत वाऱ्याद्वारे चालविल्या जातात. पवन-ताणाचा थेट परिणाम केवळ स्निग्धता आणि अशांततेमुळे मर्यादित खोलीपर्यंत पसरतो. अटलांटिक आणि भारतीय महासागरांच्या मुख्य पृष्ठभागाच्या वर्तमान प्रणाली मोठ्या gyres च्या स्वरूपात आहेत ज्यांनी महासागराची बहुतेक रुंदी व्यापली आहे आणि उत्तर गोलार्धात घड्याळाच्या दिशेने आणि दक्षिण गोलार्धात घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने आहेत. या वर्तुळाकार नमुन्यांसाठी कोरिओलिस बल जबाबदार आहे , वारा आणि वाऱ्याद्वारे चालवलेले प्रवाह दोन्ही विचलित करतात.

महासागरातील कणावर परिणाम करणाऱ्या घर्षण शक्ती आहेत:

1. अंतर्गत घर्षण, मुख्यत्वे एडी चिकटपणामुळे, जे उथळ समुद्रात सहसा नगण्य असते
2. बाह्य घर्षण, पृष्ठभागावर आणि समुद्राच्या तळावरील ताणांमुळे.

१९०५ मध्ये स्वीडिश गणितज्ञ आणि समुद्रशास्त्रज्ञ व्हीडब्ल्यू एकमन यांनी आर्क्टिक बर्फाच्या पॅकमधील हिमनग वाऱ्याच्या दिशेने एका कोनात वाहत असल्याचे निरीक्षण केले. एकमनने सैद्धांतिकदृष्ट्या दाखवून दिले की अमर्याद खोली, व्याप्ती आणि एकसमान एडी स्निग्धता असलेल्या महासागरावर सतत वाहणाऱ्या वाऱ्याचा परिणाम म्हणजे दक्षिण गोलार्धात (उजवीकडे उजवीकडे) वाऱ्याच्या दिशेच्या डावीकडे $\pm 45^\circ$ कोनात पृष्ठभागाचा थर चालवणे होय. उत्तर गोलार्ध) आणि पाण्याचे पुढील खोल थर अधिकाधिक डावीकडे हलविण्यासाठी, दिलेल्या खोलीपर्यंत पाण्याच्या गतीची दिशा पृष्ठभागाच्या विरुद्ध आहे. गती अधिकाधिक डावीकडे (दक्षिण गोलार्धात) निर्देशित केली जात असण्याव्यतिरिक्त, घर्षणामुळे गतीची गती खोलीसह कमी होते.

३.२५ महासागर प्रवाह: अर्थ

महासागराच्या पाण्याची हालचाल ही महासागरातील पाण्याची गतिशीलता आहे. महासागर कधीच स्थिर नसतात. महासागरात वेगवेगळ्या प्रकारच्या हालचाली सतत होत असतात. समुद्राच्या लाटा, भरती आणि सागरी प्रवाह हे समुद्राच्या पाण्याच्या महत्वाच्या हालचाली आहेत. महासागर प्रवाहांना पृष्ठभागाच्या पाण्याच्या वस्तुमानाची बऱ्यापैकी परिभाषित दिशेने सामान्य हालचाल म्हणतात. महासागराच्या पाण्याचा कोणताही सतत आणि प्रामुख्याने क्षैतिज प्रवाह म्हणून महासागर प्रवाह परिभाषित केले जाऊ शकतात. सागरी लाटांच्या विपरीत, सागरी प्रवाहांमध्ये केवळ पृष्ठभागावरील पाण्याचा समावेश नाही तर १००० मीटर खोलीपर्यंत पाण्याची हालचाल देखील समाविष्ट आहे. त्यामुळे सागरी प्रवाह हे महासागरातील पाण्याच्या हालचालींच्या सर्वात विस्तृत प्रकारात मानले जातात.

कोरिओलिस इफेक्ट आणि पाण्याची घनता यांच्याद्वारे चालविल्या जाणाऱ्या समुद्राच्या पाण्याची सतत, अंदाज, दिशात्मक हालचाल. महासागराचे पाणी दोन दिशेने फिरते: क्षैतिज आणि अनुलंब. क्षैतिज हालचालींना प्रवाह म्हणून संबोधले जाते, तर उभ्या बदलांना अपवेलिंग किंवा डाउनवेलिंग म्हणतात. ही अजैविक प्रणाली उष्णतेचे हस्तांतरण, जैवविविधतेतील फरक आणि पृथ्वीची हवामान प्रणाली (नॅशनल जिओग्राफिक) यासाठी जबाबदार आहे. सागरी प्रवाह ही समुद्राच्या पाण्याची क्षैतिज हालचाल आहे जी गुरुत्वाकर्षण, वारा आणि पाण्याच्या घनतेमुळे निर्माण होते. सागरी प्रवाह किनारी प्रदेशांच्या हवामानाच्या निर्धारामध्ये महत्वाची भूमिका बजावतात. समुद्राच्या पृष्ठभागावर ठराविक दिशेने सतत वाहणाऱ्या पाण्याच्या प्रवाहांना सागरी प्रवाह म्हणतात.

महासागरातील पाण्याच्या तापमानावर परिणाम करणारे घटक म्हणजे महासागर प्रवाह. सागरी प्रवाहांची तीव्रता काही सेंटीमीटर प्रति सेकंद ते ४ मीटर (सुमारे १३ फूट) प्रति सेकंद इतकी असते. सागरी प्रवाहांची तीव्रता सामान्यतः वाढत्या खोलीसह कमी होते. सागरी प्रवाहांचा वेग हा समुद्राच्या पाण्याच्या उभ्या हालचालींपेक्षा जास्त आहे.

सागरी प्रवाहांची गतिशीलता:

क्षैतिज दाब-ग्रेडियंट फोर्स, कोरिओलिस फोर्स आणि फ्रिक्शनल फोर्स ही महत्वाची शक्ती आहेत जी सागरी प्रवाहांना कारणीभूत ठरतात आणि प्रभावित करतात.

भरतीचा उदय आणि पतन:

भरती-ओहोटीमुळे भरती-ओहोटी निर्माण होतात. किनाऱ्याजवळ, भरतीचे प्रवाह सर्वात मजबूत असतात. भरती-ओहोटीतील बदल हे नियतकालिक स्वरूपाचे असतात आणि नजीकच्या भविष्यासाठी त्याचा अंदाज लावता येतो. काही ठिकाणी भरतीच्या प्रवाहांचा वेग सुमारे ८ नॉट किंवा त्याहून अधिक असू शकतो.

वारा:

समुद्राच्या पृष्ठभागावर किंवा त्याजवळील सागरी प्रवाह पवन शक्तीद्वारे चालवले जातात. प्रक्रियेला थर्मोहॅलिन सर्कुलेशन म्हणतात. 'थर्मो' म्हणजे तापमान आणि 'हॅलाइन' म्हणजे

क्षारता. महासागरांच्या वेगवेगळ्या भागांमध्ये तापमान आणि क्षारता यातील फरक घनतेतील फरक निर्माण करतात ज्यामुळे समुद्राच्या प्रवाहांवर परिणाम होतो. महासागरांमधून पाण्याची हालचाल घर्षणामुळे मंद होते, सभोवतालचा द्रव वेगळ्या वेगाने फिरतो. पाण्याचा जलद-हलणारा थर आणि पाण्याचा हळू-हलणारा थर एकमेकांवर परिणाम करेल. यामुळे घर्षण शक्ती निर्माण करणाऱ्या दोन्ही थरांमध्ये संवेग हस्तांतरण होते. जेव्हा महासागरातील प्रवाहावरील दाब ग्रेडियंट बल कोरिओलिस बलांद्वारे संतुलित केला जातो तेव्हा त्याचा परिणाम भौगोलिक प्रवाहांमध्ये होतो.

- जिओस्ट्रॉफिक प्रवाहाची दिशा आयसोबारच्या समांतर असते.
- उच्च दाब हा उत्तर गोलार्धात प्रवाहाच्या उजवीकडे असतो आणि डावीकडील उच्च दाब दक्षिण गोलार्धात आढळतो.

उत्तर आणि दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाह:

१. उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह:

- पॅसिफिक आणि अटलांटिक महासागरात उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहतो.
- उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह १० अंश आणि २० अंश उत्तरेकडील अक्षांश दरम्यान वाहतो.
- ते विषुववृत्ताशी जोडलेले नाही.
- विषुववृत्तीय अभिसरण या प्रवाहाला पॅसिफिक आणि अटलांटिक महासागरांमध्ये वेगळे करते.

२. दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाह:

- हे पॅसिफिक, अटलांटिक आणि हिंदी महासागरात वाहते.
- दक्षिण विषुववृत्त प्रवाहाची दिशा पूर्व ते पश्चिम आहे.
- ज्या अक्षांशांमध्ये विद्युत् प्रवाह वाहतो ते विषुववृत्त आणि २० अंश दक्षिणेकडील आहेत.
- ते विषुववृत्त ओलांडून पॅसिफिक आणि अटलांटिक महासागरात ५ अंश उत्तर अक्षांशापर्यंत वाहते.

३.२६ महासागर प्रवाहांचे जागतिक वितरण

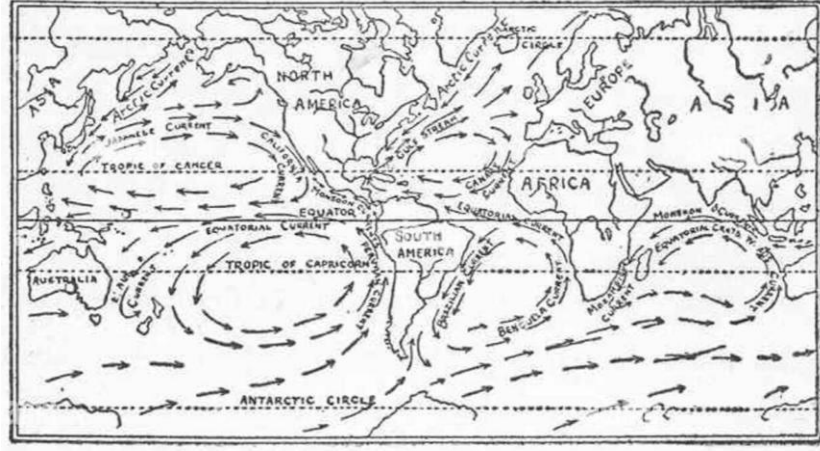
जगभरातून वाहणारे महासागर प्रवाह अटलांटिक, पॅसिफिक आणि भारतीय महासागरांमध्ये वितरीत केले जातात. जगातील प्रमुख सागरी प्रवाह खाली दिले आहेत.

अटलांटिक महासागरातील महासागर प्रवाह	
अंगोला वर्तमान	उबदार
अँटिल्स करंट	उबदार
बेंगुएला करंट	थंड
ब्राझील वर्तमान	थंड
केप हॉर्न करंट	थंड
कॅरिबियन करंट	उबदार
फॉकलंड करंट	थंड
फ्लोरिडा वर्तमान	उबदार
उत्तर अटलांटिक प्रवाह	उबदार
दक्षिण अटलांटिक प्रवाह	थंड
हिंदी महासागरातील महासागर प्रवाह	
अगुल्हास करंट	उबदार
Leeuwin वर्तमान	उबदार
मोज्झांबिक वर्तमान	उबदार
पश्चिम ऑस्ट्रेलियन प्रवाह	थंड
प्रशांत महासागरातील महासागर प्रवाह	
अलास्का वर्तमान	उबदार
हम्बोल्ट वर्तमान	थंड
कामचटका वर्तमान	थंड
कुरोशियो वर्तमान	उबदार
उत्तर पॅसिफिक प्रवाह	उबदार

३.२७ पॅसिफिक महासागरातील महासागर प्रवाह

पॅसिफिक महासागर हा पृथ्वीवरील सर्वात मोठा महासागर आहे. पॅसिफिक महासागरातील सागरी प्रवाहांची हालचाल मुख्यतः किनारपट्टीच्या भागात असते. प्रशांत महासागरातील सागरी प्रवाहांचे वितरण तीन विभागांमध्ये विभागले गेले आहे;

१. मध्य-पॅसिफिक महासागरातील प्रवाह
२. उत्तर पॅसिफिक महासागरातील प्रवाह
३. दक्षिण प्रशांत महासागरातील प्रवाह



THE GREAT OCEAN CURRENTS

१. मध्य-पॅसिफिक महासागरातील प्रवाह:

- उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह:** प्रशांत महासागराचा हा प्रवाह मेक्सिकोच्या पश्चिम किनाऱ्यावरून वाहतो आणि पूर्वेकडे वाहतो आणि फिलीपिन्सपर्यंत जातो. या प्रवाहातील पाण्याची वाहतूक विषुववृत्तीय प्रदेशातील अटलांटिक आणि भारतीय महासागरातील इतर प्रवाहांपेक्षा जास्त आहे. मेक्सिकोच्या जवळ, हा प्रवाह कॅलिफोर्निया करंटमध्ये जोडला जातो.
- दक्षिण विषुववृत्त प्रवाह:** हा प्रवाह विषुववृत्ताच्या दोन्ही बाजूंना असतो. या प्रवाहाची निर्मिती दक्षिण-पूर्व व्यापार वाऱ्यांमुळे होते. हा प्रवाह दक्षिण प्रशांत महासागरात सुमारे १३६०० किमी अंतर व्यापतो. असंख्य लहान सागरी प्रवाह या प्रवाहाला त्याच्या डाव्या बाजूने पूर्ण करतात.
- इक्वेटोरियल काउंटर करंट:** हे उत्तर आणि दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाहांदरम्यान वाहते. तो वर्षभर पश्चिमेकडून पूर्वेकडे वाहत असतो. हे लक्षात घेणे मनोरंजक आहे की हा प्रवाह नेहमी उत्तर गोलार्धात वाहतो. उत्तर उन्हाळ्यात सध्याचा वेग १०० सेमी/सेकंद पर्यंत पोहोचतो.

२. उत्तर पॅसिफिक महासागरातील प्रवाह:

कुरियोशियो प्रवाह हे खरे तर उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाहाचा विस्तार आहे. पॅसिफिक महासागराच्या पश्चिम भागात, उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह दुभंगतो एक काउंटर करंटमध्ये सामील होतो आणि एक फिलीपिन्सला वाहतो. फिलीपिन्सच्या उत्तर किनाऱ्याजवळून वाहणाऱ्या नदीला कुरोशियो म्हणतात वर्तमान सुशिमा हा उष्ण प्रवाह आहे जो कुरियोशिओ प्रवाहाच्या डाव्या बाजूला निर्माण होतो. ओयाशिओ, नॉर्थ पॅसिफिक, अलेउटियन, कॅलिफोर्निया प्रवाह हे उत्तर पॅसिफिक महासागरात वाहणारे महत्वाचे प्रवाह आहेत.

३. दक्षिण पॅसिफिक महासागरातील प्रवाह:

पेरू प्रवाह, पूर्व ऑस्ट्रेलिया प्रवाह आणि पश्चिम वारा प्रवाह हे दक्षिण पॅसिफिक महासागरात वाहणारे महत्वाचे प्रवाह आहेत. पेरू प्रवाह हा शीत प्रवाह आहे जो दक्षिण अमेरिकेच्या

पश्चिम किनाऱ्यावर दक्षिणेकडून उत्तरेकडे वाहतो. त्याला हम्बोल्ट करंट असेही म्हणतात. हा प्रवाह अंटार्क्टिकाजवळ उगम पावतो. अंटार्क्टिकामधील थंड पाणी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे वाहून जाते. ते दक्षिण अमेरिकेच्या पश्चिम किनाऱ्याजवळ वाकते आणि नंतर उत्तरेकडे वाहते. जानेवारी-मार्चमध्ये, विषुववृत्तीय काउंटर प्रवाह दक्षिणेकडे विस्थापित होतो. यामुळे इक्वाडोरच्या किनाऱ्याजवळून वाहणारे उबदार पाणी पेरूच्या प्रवाहात मिसळते. या दक्षिणेतून वाहणाऱ्या प्रवाहाला "अल निनो प्रवाह" असे म्हणतात.

३.२८ अटलांटिक महासागरातील महासागर प्रवाह

उत्तर अटलांटिक महासागरातील प्रवाहांमध्ये उत्तर विषुववृत्तीय प्रवाह, विषुववृत्तीय काउंटर करंट, फ्लोरिडा प्रवाह, गल्फ प्रवाह, उत्तर अटलांटिक प्रवाह, कॅनरीज करंट आणि लॅब्राडोर प्रवाह यांचा समावेश होतो. दक्षिण अटलांटिक महासागरामध्ये दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाह, ब्राझील प्रवाह, फॉकलंड प्रवाह, दक्षिण अटलांटिक प्रवाह, बेंग्वेला प्रवाह यांचा समावेश होतो.

३.२९ भारतीय महासागरातील महासागर प्रवाह

विचित्र भौगोलिक स्थानामुळे हिंद महासागर पॅसिफिक आणि अटलांटिक महासागराच्या प्रवाहांपेक्षा पूर्णपणे भिन्न आहे. हिंद महासागराचा उत्तरेकडील भाग इतर भागांपेक्षा वेगळा आहे. उत्तर भारतीय महासागर भारतीय मान्सूनच्या प्रभावाखाली आहे. हिंदी महासागराच्या दक्षिण भागात चक्रीवादळविरोधी विद्युत्प्रणाली अस्तित्वात आहे.

हिवाळी मान्सून प्रवाह, दक्षिण मान्सून प्रवाह हे उत्तर भारतीय महासागरातील महत्वाचे महासागर प्रवाह आहेत तर दक्षिण विषुववृत्तीय प्रवाह, मादागास्कर प्रवाह, मोझांबिक प्रवाह हे दक्षिण हिंदी महासागरात प्रबळ आहेत.

३.३० सारांश

समुद्रशास्त्राच्या अभ्यासाचे उद्दिष्ट पृथ्वीच्या महासागरांच्या गूढ आणि गुंतागुंतीची चर्चा करणे हा आहे. या संपूर्ण प्रकरणामध्ये, आम्ही सागरी क्षेत्राच्या विशालतेबद्दल चर्चा केली आहे, त्याच्या गतिमान प्रक्रियांचा शोध लावला आहे, जटिल परिसंस्था आणि आपल्या ग्रहाचे हवामान आणि पर्यावरणाला आकार देण्यात महत्वाची भूमिका आहे. तापमान आणि हवामानाच्या नमुन्यांचे नियमन करण्यात महासागराच्या भूमिकेपासून ते जैवविविधतेचे समर्थन आणि पृथ्वीवरील जीवन टिकवून ठेवण्यासाठी त्याचे महत्त्व, हे स्पष्ट आहे की जागतिक प्रणालींच्या गुंतागुंतीच्या जाळ्यात महासागरांचे महत्त्वपूर्ण स्थान आहे.

समुद्रशास्त्राच्या दृष्टीकोनातून, आम्ही पृथ्वीच्या भूभौतिकीय, जैविक आणि रासायनिक प्रक्रियांच्या परस्परसंबंधात अंतर्दृष्टी प्राप्त केली आहे, ज्यामुळे आमचे सागरी वातावरण समजून घेण्यासाठी आणि व्यवस्थापित करण्यासाठी आंतरविद्याशाखीय दृष्टिकोनांचे महत्त्व अधोरेखित केले आहे. शिवाय, हवामानातील बदल, प्रदूषण आणि संसाधनांचे अतिशोषण यासारख्या गंभीर पर्यावरणीय आव्हानांना तोंड देत असताना, सागरी संशोधनातून

मिळालेले ज्ञान भविष्यातील पिढ्यांसाठी आपल्या महासागरांचे रक्षण करण्यासाठी शाश्वत पद्धती आणि धोरणांची माहिती देण्यासाठी अधिक समर्पक बनते.

जसजसे आपण आपल्या महासागरांची खोली शोधत असतो आणि या विशाल आणि रहस्यमय क्षेत्राबद्दल आपली समज वाढवत असतो, तसतसे या अमूल्य परिसंस्थांचे जतन आणि संरक्षण करण्याचे मूल मूल्य ओळखणे आवश्यक आहे. सहकार्य, नावीन्य आणि कारभारीपणाला चालना देऊन, आम्ही अशा भविष्यासाठी प्रयत्न करू शकतो जिथे आमचे महासागर मानवी क्रियाकलापांच्या सुसंगततेने भरभराट करतात, सागरी जीव आणि किनारी समुदाय या दोघांचे कल्याण सुनिश्चित करतात. थोडक्यात, समुद्रविज्ञान केवळ एक वैज्ञानिक शिस्तच नाही तर जगाच्या महासागरांशी अधिक शाश्वत आणि लवचिक नातेसंबंधासाठी आपल्याला मार्गदर्शन करणारा एक दिवा म्हणून काम करते.

३.३१ नमुना प्रश्न

प्र.१ रिक्त स्थानांची पुरती करा.

१. समुद्राच्या पृष्ठभागाचे तापमान ----- (ध्रुव) येथे किमान असते.
२. बहुतेक सागरी लाटा ----- चालित (वारा) असतात.
३. ----- लाटा म्हणजे चंद्र आणि पृथ्वी (टाइडल) यांच्यातील गुरुत्वाकर्षण शक्तीमुळे उद्भवणाऱ्या वाऱ्याच्या लहरी .
४. ब्राझील महासागर प्रवाह ----- सागरी प्रवाहाचा प्रकार आहे (थंड).

प्र.२ खालील गोष्टींवर लहान टिपा लिहा.

१. महासागराच्या पाण्याची क्षारता.
२. महासागराच्या पाण्याची घनता
३. भरतीचे प्रकार
४. महासागर प्रवाह
५. महासागराच्या पाण्याच्या तापमानाचे अनुलंब वितरण

प्र.३ खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

१. महासागराच्या पाण्याच्या तापमानाच्या वितरणावर चर्चा करा.
२. भरतीच्या समतोल सिद्धांताचे गंभीरपणे परीक्षण करा.
३. त्सुनामी म्हणजे काय? त्सुनामी लाटांची कारणे आणि परिणाम स्पष्ट करा..
४. महासागर प्रवाहांचे विस्तृत प्रकार आणि वैशिष्ट्ये.

३.३२ पुढील वाचनासाठी संदर्भ

- AM, P. (2010). डायनॅमिक अर्थ सिस्टम. सोनीपत, हरियाणा, भारत: पीएचआय लर्निंग प्रायव्हेट लिमिटेड.
- Chroleay, RB (1995). वातावरण, हवामान आणि हवामान. न्यू यॉर्क: रूटलेज.
- लाल, डी. (2009). हवामानशास्त्र आणि समुद्रशास्त्र. अलाहाबाद: शारदा पुस्तक भवन.
- ग्रॉस एमजी (1977) ओशनोग्राफी: ए रिव्ह्यू ऑफ द अर्थ, प्रेंटिस हॉल., न्यूयॉर्क .
- ब्रॉकर डब्ल्यूएस (1983) द ओशन, सायन्स. आहे. 249, पृ. 100-112
- ड्रेव्हर जे (1982) द जिओकेमिस्ट्री ऑफ नॅचरल वॉटर्स, प्रिंटिस हॉल, न्यूयॉर्क, जर्सी.

जलविज्ञान

हा घटक पाहिल्यानंतर तुम्हाला खालील वैशिष्ट्ये समजतील.

घटक रचना

- ४.१ उद्दिष्टे
- ४.२ परिचय
- ४.३ हायड्रोलॉजिकल सायकल
- ४.४ पृथ्वीचे पाणी शिल्लक
- ४.५ जल संतुलनाची गतिशीलता समजून घेण्यासाठी वैज्ञानिक दृष्टिकोन
- ४.६ पाणलोटोची संकल्पना
- ४.७ वॉटरशेड डिलाइनेशन / नदी खोरे आरेखन
- ४.८ पाणलोटोतील ऊर्जा इनपुट आणि आउटपुट
- ४.९ पाणलोट वैशिष्ट्ये
- ४.१० अवक्षेपण
- ४.११ ड्रेनेज बेसिनवर सरासरी पाऊस
- ४.१२ अवक्षेपण गणना पद्धती
- ४.१३ पावसाची वैशिष्ट्ये- वादळ
- ४.१४ रॅनफॉल रन-ऑफ नियंत्रण
- ४.१५ भूपृष्ठीय पाण्याचे स्वरूप
- ४.१६ सारांश
- ४.१७ नमुना प्रश्न
- ४.१८ पुढील वाचनासाठी संदर्भ

४.१ उद्दिष्टे

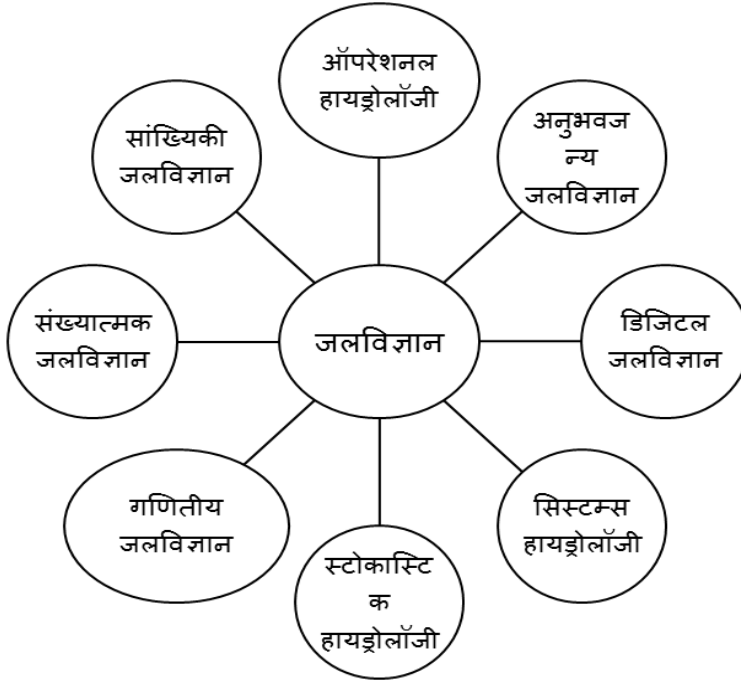
हे मॉड्यूल शिकल्यानंतर, विद्यार्थी सक्षम होतील;

- हायड्रोलॉजिकल सायकलमध्ये समाविष्ट असलेल्या प्रक्रिया समजून घ्या.
- वेगवेगळ्या पद्धती वापरून पर्जन्याची गणना करा.
- पाऊस-वादळाची वैशिष्ट्ये समजून घ्या.
- पर्जन्यवृष्टी आणि घुसखोरी यांच्यातील संबंध प्रस्थापित करा.

- भूपृष्ठावरील पाण्याची विविध रूपे समजून घ्या.
- जलविज्ञानाच्या विविध शाखांची तुलना करा.
- बंदिस्त आणि बंदिस्त जलचर यांच्यात तुलना करा.

४.२ परिचय

जलविज्ञान ही संकल्पना दोन शब्दांपासून तयार झाली आहे; लॉगिया म्हणजे अभ्यास आणि हायड्रो म्हणजे पाणी. अशा प्रकारे, पाण्याचा अभ्यास हा जलविज्ञान म्हणून व्यापकपणे दर्शविला जाऊ शकतो. खालील व्याख्या अधिक उपयुक्त आहे: जलविज्ञानाचे शास्त्र म्हणजे पृथ्वीवरील पाण्याचे प्रमाण आणि गुणवत्तेचे स्पेस-टाइम गुणधर्म यांचा अभ्यास करणे, ज्यामध्ये त्याची घटना, वाहतूक, वितरण, परिसंचरण, साठवण, शोध, विकास आणि व्यवस्थापन यांचा समावेश होतो. पाणी आणि पृथ्वी यांच्यातील संबंध ही वैशिष्ट्ये निर्धारित करतात. कृषी, जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र, भूगोल, भूविज्ञान, ग्लेशियोलॉजी, हवामानशास्त्र, समुद्रविज्ञान, भौतिकशास्त्र आणि ज्वालामुखीशास्त्र यासह अनेक शैक्षणिक क्षेत्रांचा जलविज्ञानाच्या व्याख्येत समावेश आहे. पाण्याचे जमिनीशी आणि वातावरणाशी असलेल्या घनिष्ट नातेसंबंधामुळे जलविज्ञानाच्या अनेक शाखा उभ्या राहिल्या आहेत.



ऑपरेशनल हायड्रोलॉजी:

ऑपरेशनल हायड्रोलॉजी ही जलविज्ञानाची एक शाखा आहे जी जलस्रोतांचे व्यवस्थापन करण्याच्या व्यावहारिक पैलूंवर लक्ष केंद्रित करते. यामध्ये पूर अंदाज, जलाशय व्यवस्थापन, सिंचन वेळापत्रक आणि पाणीपुरवठा नियोजन यांसारख्या पाण्याशी संबंधित क्रियाकलापांमध्ये निर्णय घेण्यास समर्थन देण्यासाठी विविध जलविज्ञानविषयक घटनांचे

निरीक्षण, विश्लेषण आणि अंदाज यांचा समावेश आहे. ऑपरेशनल हायड्रोलॉजी हे प्रवाह गेज, हवामान केंद्रे, उपग्रह प्रतिमा आणि रिमोट सेन्सिंग तंत्रज्ञान यासारख्या विविध स्रोतांकडून जलविज्ञान डेटाच्या संकलनावर मोठ्या प्रमाणावर अवलंबून असते. या डेटामध्ये पर्जन्य, बाष्पीभवन, प्रवाह, भूजल पातळी, मातीची आर्द्रता आणि स्नोपॅक यावरील माहिती समाविष्ट आहे. जलप्रणालींचे वर्तन समजून घेण्यासाठी जलविज्ञान डेटाचे कठोर विश्लेषण आणि मॉडेलिंग केले जाते. हायड्रोलॉजिकल मॉडेल्स आणि हायड्रॉलिक मॉडेल्ससह गणितीय मॉडेल्सचा वापर पाणलोट, नद्या, जलाशय आणि इतर जलसाठ्यांमधील पाण्याच्या हालचालीचे अनुकरण करण्यासाठी केला जातो. ही मॉडेल्स विविध परिस्थितींमध्ये भविष्यातील पाण्याची पातळी, प्रवाह दर आणि इतर हायड्रोलॉजिकल व्हेरिएबल्सचा अंदाज लावण्यात मदत करतात. अंदाज हे ऑपरेशनल हायड्रोलॉजीचे एक महत्त्वपूर्ण पैलू आहे, विशेषतः पूर आणि दुष्काळ यासारख्या अत्यंत हवामानाच्या घटनांचे परिणाम कमी करण्यासाठी. प्रगत अंदाज तंत्रे, ज्यात सांख्यिकीय पद्धती, संख्यात्मक हवामान अंदाज मॉडेल्स आणि एकत्रित अंदाज यांचा समावेश आहे, वाढत्या अचूकतेसह आणि लीड टाईमसह भविष्यातील हायड्रोलॉजिकल परिस्थितीचा अंदाज लावण्यासाठी वापरला जातो.

अनुभवजन्य जलविज्ञान:

प्रायोगिक हायड्रोलॉजिकल अभ्यास निवडलेल्या ड्रेनेज बेसिनमधील विविध पाण्याच्या प्रक्रियांवर देखरेख ठेवण्यावर अवलंबून असतात, जे बहुधा प्रातिनिधिक किंवा प्रायोगिक म्हणून नियुक्त केले जाऊ शकतात. जलविज्ञानाचा प्रायोगिक दृष्टिकोन विचारात घेतो, आधुनिक तंत्रज्ञान आणि यंत्रसामग्रीच्या मदतीने अनुभवजन्य निरीक्षणे आणि क्षेत्रीय तपासणी.

डिजिटल जलविज्ञान:

डिजिटल जलविज्ञान हे जलस्रोत समजून घेण्यासाठी, मॉडेल करण्यासाठी आणि व्यवस्थापित करण्यासाठी प्रगत तंत्रज्ञान आणि संगणकीय पद्धतींचा लाभ घेणारे क्षेत्र आहे. हे जलविषयक तत्त्वे डेटा-चालित पद्धतींसह समाकलित करते, पाण्याशी संबंधित आव्हाने ज्या प्रकारे आपण समजून घेतो, विश्लेषण करतो आणि त्यांना प्रतिसाद देतो. ही नोट डिजिटल हायड्रोलॉजीचे महत्त्व आणि त्याचा जल व्यवस्थापनावर होणारा परिणाम याविषयी माहिती देते. डिजिटल हायड्रोलॉजी रिमोट सेन्सिंग, IoT सेन्सर्स, सॅटेलाइट इमेजरी आणि ग्राउंड-आधारित मॉनिटरिंग स्टेशन यांसारख्या विविध स्रोतांकडून डेटा संपादनावर खूप अवलंबून असते. हा डेटा, बहुतेक वेळा मोठ्या प्रमाणात आणि विविध स्वरूपांमध्ये, प्रगत अल्गोरिदम आणि संगणकीय तंत्रांचा वापर करून जलचक्र, पर्जन्य नमुने, मातीतील ओलावा आणि नदीच्या प्रवाहाची गतिशीलता याविषयी अर्थपूर्ण अंतर्दृष्टी काढण्यासाठी प्रक्रिया केली जाते.

सिस्टम्स हायड्रोलॉजी:

सिस्टीम्स हायड्रोलॉजी हे एक आंतरशाखीय क्षेत्र आहे जे विविध नैसर्गिक आणि मानवनिर्मित प्रणालींमधील हालचाली, वितरण आणि पाण्याची गुणवत्ता समजून घेण्यावर

लक्ष केंद्रित करते. जलस्रोतांचे प्रभावीपणे विश्लेषण आणि व्यवस्थापन करण्यासाठी ते जलविज्ञान, पर्यावरणशास्त्र, हवामानशास्त्र, भूगर्भशास्त्र, भूगोल आणि अभियांत्रिकी मधील तत्त्वे एकत्रित करते . सिस्टम्स हायड्रोलॉजी हायड्रोलॉजिकल सायकलचा अभ्यास करते, जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर, वर आणि खाली पाण्याच्या सतत हालचालींचे वर्णन करते. या चक्रामध्ये बाष्पीभवन, संक्षेपण, पर्जन्य, घुसखोरी, प्रवाह आणि भूजल प्रवाह यासारख्या प्रक्रियांचा समावेश होतो.

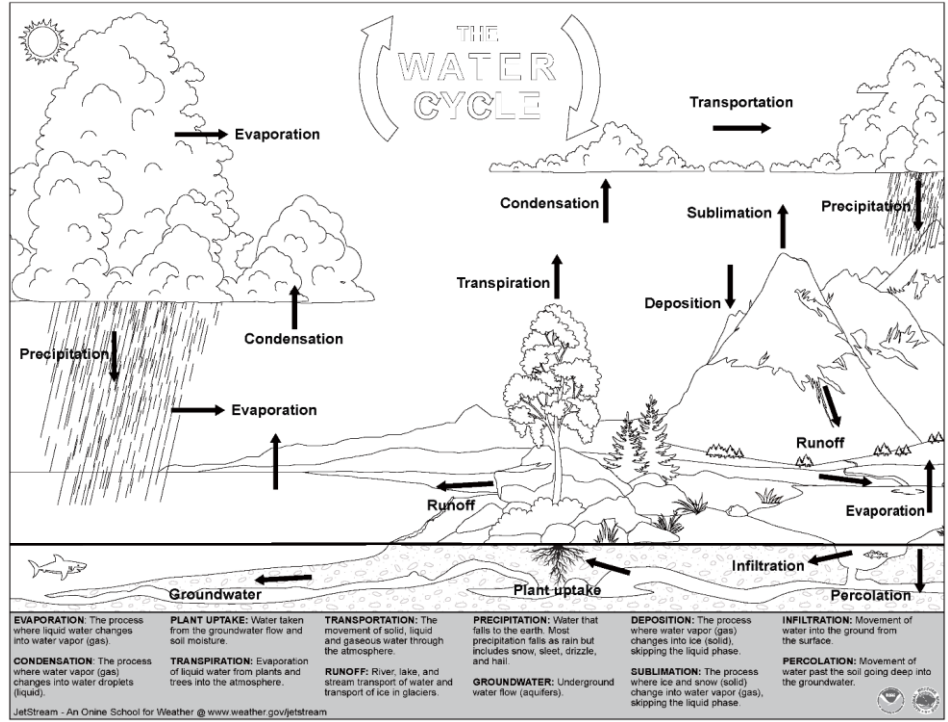
गणितीय जलविज्ञान:

पर्यावरण आणि जलस्रोतांच्या समस्यांच्या विस्तृत स्पेक्ट्रमचे निराकरण करण्यासाठी जलविज्ञानाचे गणितीय मॉडेलिंग वापरले जाते. हायड्रोलॉजिक मॉडेलिंगचा ऐतिहासिक दृष्टीकोन प्रदान केला जातो आणि पाणलोट मॉडेलमधील नवीन विकास आणि आव्हाने यावर चर्चा केली जाते. यामध्ये रिमोट सेन्सिंग आणि स्पेस टेक्नॉलॉजी, डिजिटल टेर्रेन आणि एलिव्हेशन मॉडेल्स, केमिकल ट्रेसर्स, भौगोलिक माहिती आणि डेटा मॅनेजमेंट सिस्टम, टोपोग्राफिक रिझॉल्यूशन, हायड्रोलॉजिक कंझर्व्हेशन इक्वेशन्सचे अपस्केलिंग , हायड्रोलिक रफनेसची स्पेसियल व्हेरिएबिलिटी, घुसखोरी आणि प्रीसिपिटल व्हेरिएबिलिटी यांचा समावेश आहे. टेम्पोरल स्केलिंग, मॉडेल कॅलिब्रेशन आणि पाण्याच्या गुणवत्तेच्या मॉडेलसह लिंकिंग. मॉडेल बांधकाम, कॅलिब्रेशन आणि डेटा प्रोसेसिंगकडे मोठ्या प्रमाणात लक्ष दिले गेले आहे, तर मॉडेल प्रमाणीकरण, त्रुटी प्रसार आणि अनिश्चितता, जोखीम आणि विश्वासार्हतेचे विश्लेषण याकडे पूर्णपणे लक्ष दिले गेले नाही. शेवटी, पाणलोट जलविज्ञान मॉडेलिंगच्या भविष्यातील दृष्टिकोनाबाबत काही टिपणी केली आहेत.

४.३ हायड्रोलॉजिकल सायकल

हायड्रोलॉजिक चक्रामध्ये पृथ्वी-वातावरण प्रणालीमध्ये पाण्याचे सतत परिभ्रमण समाविष्ट असते. त्याच्या केंद्रस्थानी, जलचक्र म्हणजे पाण्याची जमिनीपासून वातावरणाकडे आणि पुन्हा परत येणे. हायड्रोलॉजिकल सायकलमध्ये समाविष्ट असलेल्या अनेक प्रक्रियांपैकी, सर्वात महत्वाच्या आहेत:

- बाष्पीभवन
- बाष्पोत्सर्जन
- संक्षेपण
- वर्षाव
- धावपळ



१. बाष्पीभवन:

बाष्पीभवन म्हणजे द्रवापासून वायूमध्ये पदार्थातील स्थिती बदलणे. हवामानशास्त्रात, ज्या पदार्थाची आपल्याला सर्वात जास्त काळजी असते ती म्हणजे पाणी. बाष्पीभवन होण्यासाठी ऊर्जा आवश्यक असते. ऊर्जा कोणत्याही स्रोतातून येऊ शकते: सूर्य, वातावरण, पृथ्वी किंवा पृथ्वीवरील वस्तू जसे की मानव.

प्रत्येकाने वैयक्तिकरित्या बाष्पीभवन अनुभवले आहे. जेव्हा हवेच्या तपमानामुळे किंवा व्यायामामुळे शरीर गरम होते तेव्हा शरीराला घाम येतो आणि त्वचेवर पाणी स्राव होतो. शरीराला स्वतःच्या उष्णतेचा वापर करून द्रवाचे बाष्पीभवन करण्यासाठी, ज्यामुळे उष्णता काढून टाकणे आणि शरीर थंड करणे हा आहे. जेव्हा तुम्ही शॉवर किंवा स्विमिंग पूलमधून बाहेर पडता तेव्हा हाच प्रभाव दिसून येतो. तुमच्या त्वचेवरील पाण्याचे बाष्पीभवन करून शरीरातील उष्णता काढून टाकणे म्हणजे तुम्हाला जाणवणारी शीतलता.

२. बाष्पोत्सर्जन:

बाष्पोत्सर्जन म्हणजे रंध्राद्वारे वनस्पतींमधून पाण्याचे बाष्पीभवन. रंध्र हे पानांच्या खालच्या बाजूला आढळणारे छोटे छिद्र आहेत जे संवहनी वनस्पतींच्या ऊर्तीशी जोडलेले असतात. बहुतेक वनस्पतींमध्ये, बाष्पोत्सर्जन ही एक निष्क्रिय प्रक्रिया आहे जी मुख्यत्वे वातावरणातील आर्द्रता आणि मातीच्या आर्द्रतेद्वारे नियंत्रित केली जाते. रोपातून जाणाऱ्या बाष्पीभवनाच्या पाण्यापैकी फक्त १% वनस्पतीच्या वाढीच्या प्रक्रियेत वापरला जातो. उर्वरित ९९% वातावरणात जाते.

३. संक्षेपण:

संक्षेपण ही प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे पाण्याची वाफ द्रव अवस्थेत बदलली जाते. वातावरणात, संक्षेपण ढग किंवा दव म्हणून दिसू शकते. ही प्रक्रिया देखील आहे ज्याद्वारे पाणी विरहित थंड पेयाच्या कॅन किंवा बाटलीच्या बाजूला दिसते. संक्षेपण ही एका विशिष्ट तापमानाची बाब नसून दोन तापमानांमधील फरक आहे: हवेचे तापमान आणि दवबिंदू तापमान. दवबिंदू हे तापमान आहे ज्यावर दव तयार होऊ शकते - हा तो बिंदू आहे ज्यावर हवा संतृप्त होते आणि आणखी पाण्याची वाफ धरू शकत नाही. कोणत्याही अतिरिक्त थंडीमुळे पाण्याची वाफ घनरूप होते. जेव्हा हवेचे तापमान आणि दवबिंदू समान असतात तेव्हा अनेकदा धुके असते.

४. वर्षाव:

जेव्हा लहान संक्षेपण कण, टक्कर आणि एकत्रीकरणाद्वारे, वाढत्या हवेला आधार देण्यासाठी खूप मोठे होतात आणि त्यामुळे पृथ्वीवर पडतात तेव्हा पर्जन्यवृष्टीचे परिणाम होतात. पर्जन्यवृष्टी पाऊस, गारपीट, बर्फ किंवा गारवा या स्वरूपात असू शकते. वर्षाव हा आपल्याला पृथ्वीवर ताजे पाणी प्राप्त करण्याचा प्राथमिक मार्ग आहे. सरासरी, दर वर्षी महासागर आणि जमीन या दोन्हीमधून जगाला सुमारे $3\frac{1}{2}$ " (९८० मिमी) प्राप्त होते.

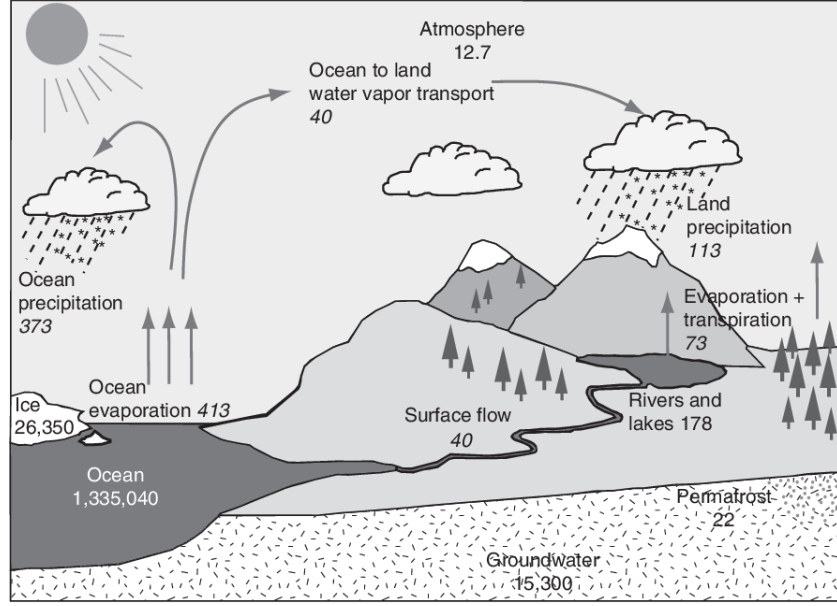
५. पृष्ठीय वहन:

जेव्हा जास्त पर्जन्यवृष्टी होते आणि जमीन संपृक्त असते (आणखी पाणी शोषू शकत नाही) तेव्हा वाहून जाते. नद्या आणि तलाव हे प्रवाहाचे परिणाम आहेत. काही प्रवाहाचे वातावरणात बाष्पीभवन होते, परंतु नद्या आणि तलावांमधील बहुतेक पाणी महासागरात परत येते. जर पाण्याला बाहेर जाण्यासाठी कोणतेही आउटलेट नसताना वाहून जाणारे पाणी तलावात वाहते, तर बाष्पीभवन हे पाणी वातावरणात परत येण्याचे एकमेव साधन आहे. पाण्याचे बाष्पीभवन होत असताना, अशुद्धता किंवा क्षार मागे राहतात. परिणामी, उटाहमधील ग्रेट सॉल्ट लेक किंवा इस्रायलमधील मृत समुद्राप्रमाणे तलाव खारट होतो.

वातावरणात या प्रवाहाचे बाष्पीभवन जलविज्ञान चक्र पुन्हा सुरू करते. काही पाणी जमिनीत आणि भूगर्भातील पाण्यामध्ये झिरपते आणि केवळ बाष्पोत्सर्जनासाठी पुन्हा वनस्पतींमध्ये ओढले जाते. कंडेन्सेशन / संद्रीभवन हे बाष्पीभवनाच्या विरुद्ध आहे. पाण्याच्या वाफेमध्ये द्रव पाण्यापेक्षा ऊर्जेची पातळी जास्त असल्याने, जेव्हा संक्षेपण होते, तेव्हा उष्णतेच्या रूपात अतिरिक्त ऊर्जा सोडली जाते. उष्णतेचे हे प्रकाशन चक्रीवादळांच्या निर्मितीस मदत करते.

४.४ पृथ्वीचे पाणी शिल्लक

हायड्रोलॉजिक सायकल म्हणून देखील संदर्भित, नैसर्गिक पाणी शिल्लक अंतहीन पुनरावृत्ती वाहतूक प्रक्रिया दर्शवते जी पृथ्वीच्या साठवण जलाशयांमध्ये - जमीन, महासागर आणि वातावरण यांच्यामध्ये सतत पाणी हलवते. खालील प्रमुख प्रक्रियांद्वारे पाणी जलाशयांमध्ये सतत फिरते.



पर्जन्यवृष्टी म्हणजे पाऊस, बर्फ, गारवा आणि गारांच्या स्वरूपात पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचणारी सर्व आर्द्रता. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचणारा वर्षाव नंतर बाष्पीभवन, ओव्हरलॅंड वाहणे आणि भूजल घुसखोरी या तीन मुख्य प्रक्रियांद्वारे विखुरला जातो.

भूजल घुसखोरी पावसाच्या पाण्याच्या हालचालीचे वर्णन करते जे पृष्ठभागावरील मातीत घुसते आणि छिद्रांद्वारे आणि माती आणि खडकाच्या क्रॅकमधून खाली झिरपते. उथळ जमिनीत उरलेले पाणी झाडे घेतात तर खोलवर झिरपणारे पाणी शेवटी भूजलाच्या जलचरांना हातभार लावू शकते. सबसर्फेस हायड्रॉलिक ग्रेडियंट्सवर अवलंबून, पाणी पृष्ठभागाच्या दिशेने वरच्या दिशेने किंवा क्षैतिजरित्या देखील जाऊ शकते आणि मूळ प्रवाह म्हणून पाण्याच्या शरीरात सोडले जाऊ शकते.

पृष्ठभागावरील मातीची शोषक क्षमता आणि लँडस्केपची उदासीनता साठवण क्षमतेपेक्षा जास्त पर्जन्यवृष्टी आणि हिम वितळणे याने पृष्ठभागाचा प्रवाह तयार होतो. हे जास्तीचे पाणी खालच्या उंचीवर असलेल्या पाणवठ्यांकडे वाहते. पृष्ठभागावरील प्रवाह शीट प्रवाह म्हणून किंवा स्वेल्स, खंदक आणि नैसर्गिक जलकुंभांमध्ये जमा झालेला प्रवाह म्हणून वाहतो. पृष्ठभागाच्या प्रवाहाचे मार्ग मुख्यत्वे भूदृश्य भूगोल आणि भूगोल द्वारे निर्धारित केले जातात.

बाष्पीभवन हे द्रव पाण्याचे पाण्याच्या वाफेमध्ये रूपांतर करण्याचे वर्णन करणारा शब्द आहे. बाष्पीभवन होते जेव्हा वनस्पती आणि मातीच्या पृष्ठभागावरील पाणी ऊर्जा शोषून घेते आणि वाफेमध्ये रूपांतरित होते. बाष्पोत्सर्जन, जी वनस्पतींमध्ये होते, ही प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे झाडे त्यांच्या पानांमधून पाण्याची वाफ सोडतात.

४.५ वैज्ञानिक दृष्टिकोन

जलविज्ञान, पाण्याचा अभ्यास आणि पृथ्वीवरील त्याची हालचाल, वितरण आणि गुणधर्म, मानवी जीवन आणि पर्यावरणाच्या विविध पैलूंवर गहन परिणाम असलेली एक गंभीर वैज्ञानिक शाखा आहे. जलस्रोतांचे व्यवस्थापन करण्यापासून ते हवामान बदलाचे परिणाम समजून घेण्यापर्यंत, जलविज्ञानासाठी कठोर वैज्ञानिक दृष्टिकोन स्वीकारणे आवश्यक आहे.

हा निबंध जलविज्ञानाच्या वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचे महत्त्व, त्याची कार्यपद्धती आणि त्याचे व्यापक परिणाम शोधतो.

जलविज्ञानाच्या केंद्रस्थानी पाण्याची हालचाल आणि वितरण नियंत्रित करणाऱ्या प्रक्रियांचे एक जटिल जाळे आहे. या प्रक्रियांमध्ये पर्जन्य, बाष्पीभवन, बाष्पीभवन, घुसखोरी, प्रवाह आणि भूजल प्रवाह यांचा समावेश होतो. हायड्रोलॉजीच्या वैज्ञानिक दृष्टिकोनामध्ये या प्रक्रियांचा पद्धतशीरपणे अभ्यास करणे, गणितीय मॉडेल्स, अनुभवजन्य डेटा आणि निरीक्षण तंत्रांचा वापर करून जलविज्ञान चक्रातील पाण्याच्या हालचालीची गुंतागुंतीची गतिशीलता समजून घेणे समाविष्ट आहे.

हायड्रोलॉजीमधील वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचा केंद्रबिंदू डेटाचे संकलन आणि विश्लेषण आहे. यामध्ये पर्जन्यमान, नदी प्रवाहाचे प्रमाण, भूजल पातळी, जमिनीतील आर्द्रता आणि इतर संबंधित चलांची माहिती गोळा करणे समाविष्ट आहे. प्रगत तंत्रज्ञान जसे की रिमोट सेन्सिंग, भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS), आणि स्वयंचालित मॉनिटरिंग स्टेशन डेटा संकलनात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात, ज्यामुळे जलशास्त्रज्ञांना अचूकता आणि कार्यक्षमतेसह मोठ्या प्रमाणात माहिती गोळा करण्यास सक्षम करते.

गणितीय मॉडेल्स हायड्रोलॉजिकल रिसर्चमध्ये शक्तिशाली साधने म्हणून काम करतात, ज्यामुळे शास्त्रज्ञांना जटिल हायड्रोलॉजिकल प्रक्रियेचे अनुकरण करता येते आणि भविष्यातील परिस्थितीबद्दल अंदाज बांधता येतो. ही मॉडेल्स साध्या अनुभवजन्य समीकरणांपासून भौतिक तत्वांवर आधारित अत्याधुनिक संख्यात्मक सिम्युलेशनपर्यंत असतात. निरीक्षण केलेल्या डेटाच्या विरुद्ध मॉडेल्सचे कॉलिब्रेट करून, जलशास्त्रज्ञ त्यांच्या अंदाजांच्या अचूकतेचे मूल्यांकन करू शकतात आणि वेगवेगळ्या परिस्थितीत जल प्रणालीच्या वर्तनाबद्दल अंतर्दृष्टी मिळवू शकतात.

हवामानशास्त्र, भूविज्ञान, जीवशास्त्र, रसायनशास्त्र आणि अभियांत्रिकी यांसारख्या क्षेत्रांतील तत्वांवर आधारित जलविज्ञान हे मूलतः अंतःविषय आहे. जलविज्ञानाचा वैज्ञानिक दृष्टीकोन पृथ्वीच्या प्रणालींचा परस्परसंबंध ओळखून या विविध विषयांतील ज्ञान एकत्रित करतो. उदाहरणार्थ, जलविज्ञान प्रक्रियेवर हवामान बदलाचे परिणाम समजून घेण्यासाठी, पाण्याची उपलब्धता आणि गुणवत्तेवर प्रत्यक्ष आणि अप्रत्यक्ष परिणामांचे मूल्यांकन करण्यासाठी हवामानशास्त्रज्ञ, जलशास्त्रज्ञ आणि पर्यावरणशास्त्रज्ञ यांच्यात सहकार्य आवश्यक आहे.

जलविज्ञानाच्या प्राथमिक अनुप्रयोगांपैकी एक म्हणजे जल संसाधन व्यवस्थापन, ज्यामध्ये टिकाऊपणा आणि लवचिकता सुनिश्चित करताना विविध उद्देशांसाठी पाण्याचा वापर अनुकूल करणे समाविष्ट आहे. वैज्ञानिक तत्वांचा अवलंब करून, जलशास्त्रज्ञ पाण्याच्या उपलब्धतेचे मूल्यांकन करू शकतात, दूषित होण्याचे संभाव्य स्रोत ओळखू शकतात, पायाभूत सुविधांच्या गरजांचे मूल्यांकन करू शकतात आणि वाटप आणि संवर्धनासाठी धोरणे विकसित करू शकतात. पाणी टंचाईचा सामना करणाऱ्या किंवा हवामान बदलामुळे वाढलेली परिवर्तनशीलता अनुभवणाऱ्या प्रदेशांमध्ये हे विशेषतः महत्वाचे आहे.

पूर, दुष्काळ आणि भूस्खलन यासारख्या नैसर्गिक धोके कमी करण्यासाठी जलविज्ञान महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. या घटनांना चालना देणाऱ्या अंतर्निहित प्रक्रिया समजून घेऊन,

जलशास्त्रज्ञ लवकर चेतावणी प्रणाली विकसित करू शकतात, पूर नियंत्रण उपाय डिझाइन करू शकतात, शाश्वत जमीन वापर पद्धती लागू करू शकतात आणि असुरक्षित समुदायांमध्ये लवचिकता वाढवू शकतात. जलविज्ञानाचा वैज्ञानिक दृष्टिकोन जोखीम मूल्यांकन आणि आपत्ती व्यवस्थापनामध्ये पुराव्यावर आधारित निर्णय घेण्याचा पाया प्रदान करतो.

पृथ्वीच्या महत्वाच्या जलप्रणाली समजून घेण्यासाठी आणि पाण्याशी संबंधित समस्यांमुळे निर्माण झालेल्या आव्हानांना तोंड देण्यासाठी जलविज्ञानाचा वैज्ञानिक दृष्टिकोन स्वीकारणे आवश्यक आहे. हायड्रोलॉजिकल प्रक्रियेचा अभ्यास करून, डेटा संकलित करून आणि विश्लेषित करून, मॉडेल्स विकसित करून आणि विविध विषयांमध्ये सहयोग करून, शास्त्रज्ञ जलगतीसंबंधीचे आपले ज्ञान वाढवू शकतात आणि अधिक प्रभावी जलस्रोत व्यवस्थापन आणि धोका कमी करण्याच्या प्रयत्नांमध्ये योगदान देऊ शकतात. आपण जलस्रोतांवर वाढत्या दबावाचा आणि हवामान बदलाच्या वाढत्या परिणामांचा सामना करत असताना, जलविज्ञानासाठी कठोर वैज्ञानिक दृष्टिकोनाचे महत्त्व कधीही स्पष्ट झालेले नाही.

४.६ पाणलोटालाची संकल्पना

पाणलोट हे एक नैसर्गिक जिओमॉर्फिक युनिट आहे. एखाद्या विशिष्ट प्रवाहात किंवा प्रवाहांच्या संचामध्ये पाणी योगदान देणारे क्षेत्र म्हणून त्याची व्याख्या केली जाऊ शकते. टोपोग्राफिक विभाजनांद्वारे परिभाषित केलेले, हे जमिनीचे क्षेत्र आहे जे पाणी, गाळ आणि विरघळलेली सामग्री एका सामान्य आउटलेटमध्ये काढून टाकते. अशाप्रकारे, पाणलोट हे असे क्षेत्र आहे जे पृष्ठभागावरील पाण्याचा निचरा सामान्य आउटलेटमध्ये करते.

पाणलोट क्षरणाच्या प्रमाणाचा अंदाज लावण्याची संधी देते कारण नदीच्या प्रवाहाचे मोजमाप, आणि पाणलोटालाचे क्षेत्र जाणून घेऊन आणि सामग्रीची विविधता गृहित धरून, संपूर्ण पाणलोटालावरील जमिनीची धूप दर वजा केली जाऊ शकते. वॉटरशेड हे मर्यादित, सोयीस्कर आणि सामान्यतः स्पष्टपणे परिभाषित केलेले आणि अस्पष्ट स्थलाकृतिक एकक आहे जे प्रवाहाच्या क्रमावर आधारित आकारांच्या नेस्टेड पदानुक्रमात उपलब्ध आहे. हे पर्जन्य आणि सौर विकिरण इनपुट आणि डिस्चार्जचे आउटपुट मोजण्यासाठी सर्वोत्तम मार्ग प्रदान करते. पाणलोट हे पर्यावरणीय आणि भूरूपशास्त्रीयदृष्ट्या एक संबंधित व्यवस्थापन युनिट आहे. त्याचे विश्लेषण अवकाशीयदृष्ट्या स्पष्ट, प्रक्रिया-देणारं वैज्ञानिक मूल्यांकनासाठी व्यावहारिक विश्लेषणात्मक फ्रेमवर्क प्रदान करते जे व्यवस्थापन निर्णयांचे मार्गदर्शन करण्यासाठी उपयुक्त माहिती प्रदान करते. दोन पाणलोटामधील सीमारेषेला पाणलोट सीमा किंवा पाण्याचे विभाजन असे म्हणतात. पाणलोट क्षेत्राची व्याख्या सामान्यतः दिलेल्या आउटलेट किंवा ओतण्याच्या बिंदूकडे किंवा पाणलोटालाच्या मुखापर्यंत वाहणारे एकूण क्षेत्र म्हणून केली जाते.

ओतण्याचे ठिकाण म्हणजे पाणलोटालातून पाणी वाहते. पाणलोटालाच्या सीमेवरील हा सर्वात कमी बिंदू आहे. स्रोत रास्टरमधील सेलचा वापर ओतण्याच्या बिंदूवर केला जातो ज्याबद्दल योगदान क्षेत्र निर्धारित केले जाते. स्रोत सेल हे एक वैशिष्ट्य असू शकते जसे की स्ट्रीम गेजिंग स्टेशन, धरण साइट किंवा पाणलोट मुख ज्यासाठी योगदान क्षेत्राची वैशिष्ट्ये

निर्धारित केली जातात. पाणलोट क्षेत्रात विशिष्ट प्रवाह दिशानिर्देश असलेल्या वेगवेगळ्या ऑर्डरच्या प्रवाहांचे प्रवाह किंवा नेटवर्क असते. दोन प्रवाहांच्या संगमाला स्ट्रीम जंक्शन म्हणून ओळखले जाते. पाणलोटाची इतर परिमाणे लांबी, रुंदी, परिमिती आणि क्षेत्रफळ आहेत.

४.७ पाणलोट रेखांकन

मॉडेलिंग आणि व्यवस्थापनावर पुढे जाण्यासाठी पाणलोटांचे चित्रीकरण ही पहिली पायरी आहे . पाणलोट चित्रीकरणाचे दोन मार्ग आहेत. जीआयएस तंत्रज्ञानाचा वापर करून टोपोग्राफिक शीट्स आणि स्वयंचलित पाणलोट रेखाचित्राद्वारे हे पारंपारिक मार्ग आहेत . पाणलोट रेखाचित्रणाचा पारंपारिक मार्ग म्हणजे स्थलाकृतिक शीटद्वारे पाणलोट सीमारेषा रेखाटणे. ही पद्धत आकृतिबंधाचा नमुना वापरून स्थलाकृतिक नकाशावर पाणलोट सीमा स्वहस्ते काढते. पाणलोटाचे चित्रण किंवा एखाद्या भागाचे एकूण प्रवाही क्षेत्र हे पाणलोट निचरा पद्धतीवर अवलंबून असते. ज्या व्यक्तीने सीमा रेखाटली आहे ती विभागणी कुठे आहे हे निर्धारित करण्यासाठी नकाशावरील स्थलाकृतिक वैशिष्ट्ये वापरते.

आज, जीआयएस सॉफ्टवेअरचा वापर संगणकाद्वारे स्वयंचलितपणे पाणलोट सीमा रेखाटण्यासाठी केला जातो. या तंत्राद्वारे काही वेळात पाणलोट सीमा निर्माण करता येतात. डेटा इनपुट म्हणून डिजिटल एलिव्हेशन मॉडेल (DEM) वापरून संगणकाद्वारे पाणलोट सीमा निश्चित केली जाते. DEM वरून स्ट्रीम नेटवर्क मिळवता येते. DEM कडून, पाणलोट रेखांकनाचे दोन मार्ग आहेत. हे बिंदू-आधारित आणि पाणलोट क्षेत्र-व्यापी आहेत.

४.८ पाणलोटातील ऊर्जा इनपुट आणि आउटपुट

प्रसिद्ध भू-आकृतिशास्त्रज्ञ , डब्ल्यूएम डेव्हिस यांनी नदीला पानाच्या शिराप्रमाणे हाताळले; व्यापकपणे पाहिले तर ते संपूर्ण पानांसारखे आहे. पानाप्रमाणे पाणलोट ही खुली व्यवस्था आहे. क्लोज सिस्टम म्हणजे ज्यांच्याकडे स्पष्टपणे परिभाषित सीमा असतात ज्या ओलांडून सामग्री किंवा उर्जेची आयात किंवा निर्यात होत नाही. ओपन सिस्टीमला सतत ऊर्जा पुरवठा आवश्यक असतो आणि हा प्रभाव, सतत पुरवठा आणि ऊर्जा काढून टाकण्याद्वारे राखला जातो. पाणलोट हे भूरूपशास्त्रीय प्रणालीचे उत्कृष्ट उदाहरण आहे.

पाणलोट क्षेत्रामध्ये त्याच्या प्रणालीचे नियमन करण्यासाठी ऊर्जा इनपुट आहे. म्हणून, पाणलोट पृष्ठभागावरील हवामानातून ऊर्जा किंवा इनपुट प्राप्त करते म्हणून पाणलोटाची कल्पना केली जाऊ शकते आणि ते पाणलोट मुखातून पाण्याचा विसर्जन, गाळ आणि खनिज प्रवाह आणि त्याच्या पृष्ठभागावरून बाष्पीभवन आणि बाष्पीभवन याद्वारे ऊर्जा (किंवा आउटपुट) गमावते.

पाणलोट पृष्ठभागाच्या खाली असलेल्या एंडोजेनिक शक्ती पाणलोटाच्या उर्जेचा दुसरा स्रोत आहेत. पाणलोटाचे प्रारंभिक स्वरूप विकसित करण्यासाठी एंडोजेनिक शक्ती जबाबदार असतात. सुरुवातीच्या भूस्वरूपावर, विविध प्रकारच्या विकृत प्रक्रियांचा उगम हवामान उर्जेपासून होतो, म्हणजे पाऊस आणि तापमान; आणि भूस्वरूप वेगवेगळ्या स्वरूपाच्या आणि वैशिष्ट्यांच्या पाणलोटांमध्ये विकसित केले जातात.

४.९ पाणलोट वैशिष्ट्ये

हवामानाद्वारे प्रदान केलेली उर्जा पाणलोट प्रणालीमध्ये नियमित केली जाते, जी पाणलोट वैशिष्ट्यांद्वारे नियंत्रित केली जाते, म्हणजे, भूविज्ञान, माती, रिलीफ मॉर्फोमेट्री , ड्रेनेज मॉर्फोमेट्री , आकारविज्ञान, वनस्पती इ. पाणलोटातील भूवैज्ञानिक परिवर्तनामुळे स्त्राव आणि गाळ वितरणाचे वेगवेगळे दर होतात. .

सारख्याच पावसाच्या इनपुट अंतर्गत, पाणलोटाच्या वेगवेगळ्या खडक युनिट्स वेगवेगळ्या दराने पाण्याचा विसर्जन आणि गाळ वितरण करू शकतात. मातीची खोली आणि पोत थेट पावसाच्या पाण्याचा शिरकाव, जमिनीतील ओलावा साठवण आणि भूजल पुनर्भरणावर परिणाम करतात. हायड्रोलॉजिकल आणि डिन्युडेशन प्रक्रिया नियंत्रित करण्यात आराम मॉर्फोमेट्रिक पॅरामीटर्स जसे की उंचीचे क्षेत्र, उतार आणि पैलू महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. तापमानाच्या वितरणामध्ये पैलू खूप महत्वाची भूमिका बजावते.

ड्रेनेज मॉर्फोमेट्रिक पॅरामीटर्स ड्रेनेज घनता, प्रवाह वारंवारता, द्विभाजन गुणोत्तर, ड्रेनेज पोत, पाणलोट आकार, प्रवाह क्रम आणि पाणलोट आकार विविध पाणलोट प्रक्रिया नियंत्रित करण्यासाठी महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

उच्च निचरा घनता, प्रवाह वारंवारता, द्विभाजन गुणोत्तर आणि ड्रेनेज पोत उच्च ओव्हरलॅंड प्रवाह, कमी घुसखोरी, कमी पाणी शिल्लक आणि उच्च विघटन दरांच्या अधीन आहेत. पाणलोटाचा आकार पाणलोटाच्या दुर्गम भागातून आउटलेटवर येण्यासाठी लागणारा वेळ प्रभावित करतो.

अशाप्रकारे, शिखराची घटना आणि हायड्रोग्राफच्या आकाराचा पाणलोट आकारावर परिणाम होतो. प्रवाह क्रम, पाणलोट आकार आणि पदानुक्रम देखील पाणलोट क्षेत्रात हवामान ऊर्जा इनपुटच्या नियमितीकरणामध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात.

मॉर्फोलॉजिकलदृष्ट्या पाणलोट हे तीन प्रमुख झोन, म्हणजे क्रेस्ट झोन, मिड-क्रेस्ट झोन आणि व्हॅली झोन बनलेले असते. हे उंच प्रदेश, मध्यभागी क्षेत्रे आणि सखल प्रदेश म्हणूनही ओळखले जातात. पाणलोटाच्या स्थानावर अवलंबून, हे आकारविज्ञान क्षेत्र वेगवेगळ्या आनुवंशिकांच्या विविध नैसर्गिक भूस्वरूपांनी वैशिष्ट्यीकृत आहेत, म्हणजे, प्लुव्हियल, फ्लुव्हियल इ.

वनस्पति थेट जलविज्ञान प्रक्रिया जसे की व्यत्यय नष्ट होणे, घुसखोरी, ओव्हरलॅंड फ्लो, रेन स्प्लॅश इरोशन, शीट वॉश इरोशन आणि मोठ्या प्रमाणात वाया जाण्याच्या प्रक्रिया नियंत्रित करते. महत्त्वपूर्ण नियंत्रक भूमिका लक्षात घेता, पाणलोटांच्या सुज्ञ व्यवस्थापनासाठी पाणलोट वैशिष्ट्यांचा तपशीलवार अभ्यास करणे आवश्यक आहे.

पाणलोट इनपुट आणि आउटपुट शिल्लक:

पाणलोट क्षेत्राचे पर्यावरण आणि स्वरूप हे पाणलोट वैशिष्ट्यांसह पाणलोट इनपुट पॅरामीटर्स (म्हणजे हवामान आणि टेक्टोनिक प्रक्रिया) च्या परस्परसंवादाचे कार्य आहे (म्हणजे, भूविज्ञान, माती, मॉर्फोमेट्री, आकारविज्ञान आणि वनस्पती इ.). पाणलोटाच्या इनपुट आणि

आउटपुट पॅरामीटर्समधील समतोल किंवा समतोल म्हणजे पर्यावरणाचा न्हास, प्रदूषण किंवा निरोगी वातावरण नाही.

समतोल स्थिती ही अशी असते ज्यामध्ये पाणलोट प्रणालीचे अनेक मापदंड गतिमानपणे संतुलित असतात. जेव्हा संपूर्ण पाणलोट भौतिक संतुलनात राहते, तेव्हा पाणी आणि माती यासारखे पोषक घटक पाणलोटाला जास्त काळ टिकून राहतात. माती अधिक ओलावा बनवते आणि टिकवून ठेवते, पुढे पाणी टिकवून ठेवते आणि त्याच वेळी जीवनास उत्तेजन देते. अंगभूत मातीत पोषक साठवण स्थळे वाढली आहेत, आणि जैव-रासायनिक चक्र अधिक दिसते, ज्यामुळे रसायने अधिक समृद्ध राहतात.

समतोल पाणलोट प्रणालीमध्ये, डोंगर उतार प्रोफाइल हे प्रवाह, घुसखोरी आणि धूप यांच्यातील संतुलनाचे उत्पादन आहे. या सर्व गोष्टी त्यापासून विकसित झालेल्या मातीच्या प्रमाणात बदलल्या जातात, त्या बदल्यात, टेकडीवर काय वाढते यावर नियंत्रण ठेवते आणि अशा प्रकारे प्रवाह, घुसखोरी आणि धूप नियंत्रित करते. पाणलोटाला असंतुलन स्थितीत, प्रवाहाची तीव्रता सहसा वाढते, त्यामुळे डोंगर उतारांवर धूप होते. त्याच बरोबर, डोंगर उतारावरील तात्पुरत्या वाहिन्यांच्या घनतेमुळे आणि अधिक प्रभावी एकीकरणामुळे पुराचे पाणी जलकुंभापर्यंत जलद पोहोचते आणि वाढत्या गाळाच्या साहाय्याने पुराची उंची वाढते.

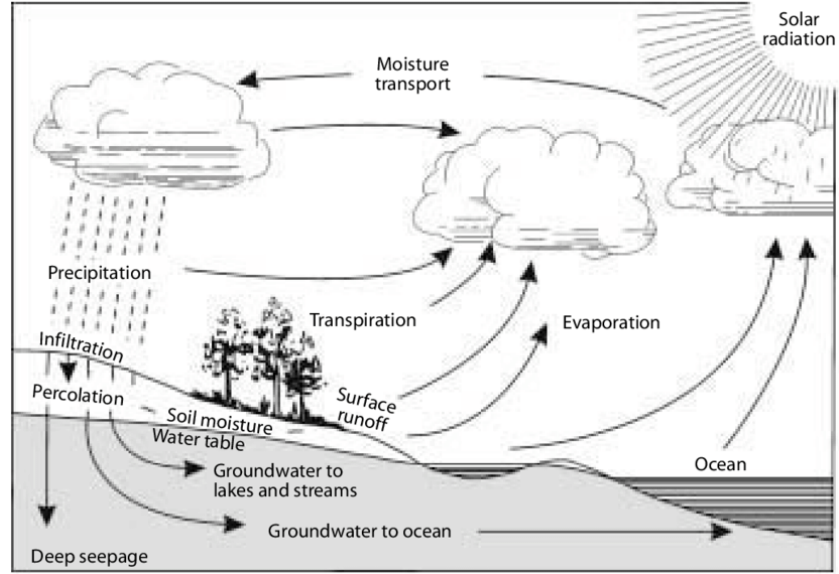
वाढीव गाळ आणि वाढत्या पुरामुळे प्रवाह वाहिन्यांचे पार्श्व क्षरण होते ज्याने पाण्याच्या विसर्जनासाठी गाळाच्या भाराची टक्केवारी सामावून घेण्यासाठी त्यांच्या चॅनेलची भूमिती बदलली पाहिजे. अशा असमतोल अवस्थेत, हेडवॉटर एन्थ्रोपोजेनिक बदल त्याच्या खालच्या संपूर्ण पाणलोटाला आकारात बदल प्रभावित करू शकतात.

४.१० अवक्षेपण

पाणलोटालातील पर्जन्यमान म्हणजे त्या विशिष्ट पाणलोट क्षेत्राच्या हद्दीत वातावरणातून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पडणाऱ्या कोणत्याही प्रकारचा ओलावा होय. हे पर्जन्यवृष्टी विविध रूपे घेऊ शकते, ज्यात पाऊस, बर्फ, गारवा किंवा गारांचा समावेश आहे. पाणलोट क्षेत्रातील पर्जन्यमानाचे प्रमाण आणि प्रकार हे त्याचे जलविज्ञान, प्रवाह, भूजल पुनर्भरण, जमिनीतील ओलावा आणि एकूणच परिसंस्थेचे आरोग्य यासारख्या घटकांवर प्रभाव टाकण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. जलसंपत्तीचे प्रभावी व्यवस्थापन, पूर अंदाज आणि पर्यावरणीय संवर्धनाच्या प्रयत्नांसाठी पाणलोट क्षेत्रामध्ये पर्जन्यमानाचे स्वरूप समजून घेणे आवश्यक आहे. कालांतराने पर्जन्य पातळी आणि वितरणाचे निरीक्षण करून, जलशास्त्रज्ञ आणि पर्यावरण शास्त्रज्ञ पाणलोटाला पाण्याच्या समतोलालाचे मूल्यांकन करू शकतात, ट्रेंड ओळखू शकतात आणि हवामान बदल किंवा जमिनीच्या वापरातील बदलांच्या संभाव्य परिणामांचा पाण्याची उपलब्धता आणि गुणवत्तेवर अंदाज लावू शकतात.

बहुतेक पर्जन्य जलक्षेत्रातून प्रवाहाच्या स्वरूपात सोडला जातो आणि सामान्य आउटलेट पॉइंटमध्ये अवक्षेपित पाणी गोळा करतो. तथापि, बेसिनच्या परिसरात वर्षाव (सामान्यतः वेगवेगळ्या स्वरूपात जसे की पाण्याचे थेंब, बर्फाचे कण इ.) अनेक प्रक्रियांमधून जातात. त्यामुळे, सामान्य आउटलेट पॉइंटवर जमा होणाऱ्या अवक्षेपित पाण्याचे प्रमाण पाणलोट क्षेत्रातील एकूण पर्जन्यमानाच्या बरोबरीचे असू शकत नाही. अनेक घटक हे ठरवतात की

खोऱ्याच्या क्षेत्रामध्ये प्रवाहाचा किती प्रवाह होईल आणि किती अवक्षेपित पाणी एकतर बाष्पाच्या रूपात वाया जाईल किंवा भूपृष्ठामध्ये घुसले जाईल. कल्पना करा की संपूर्ण बेसिन एका मोठ्या (आणि मजबूत) प्लास्टिकच्या शीटने झाकलेले आहे. मग जर एक इंच पाऊस पडला, तर तो सगळा पाऊस प्लास्टिकवर पडेल, उतारावरून गल्ली आणि लहान खाड्यांमध्ये वाहून मुख्य प्रवाहात वाहून जाईल. बाष्पीभवन आणि इतर कोणत्याही नुकसानाकडे दुर्लक्ष करून, आणि १-चौरस मैल उदाहरण पाणलोट वापरून, नंतर पाऊस म्हणून पडलेले अंदाजे १७,३७८,५६० गॅलन पाणी अखेरीस पाणलोट-बाह्य प्रवाह बिंदूद्वारे वाहून जाईल.



आकृती: पाणलोटालील पर्जन्य गतीशीलता

प्लास्टिकने आच्छादित असलेल्या जमिनीचे पर्जन्यवृष्टी करणारे क्षेत्र म्हणून पाणलोटाले चित्र काढणे अत्यंत साधेपणाचे आहे आणि वास्तविक-जगातील पाणलोट क्षेत्रासारखे नाही. पाणलोट पाण्याचे अंदाजपत्रक (पाणलोटाला येणारे पाणी आणि पाणलोट सोडलेल्या पाण्याशी संबंधित) एक करिअर तयार केले जाऊ शकते. प्रवाहात किती पाणी वाहते हे ठरवणारे अनेक घटक आहेत (हे घटक निसर्गात सार्वत्रिक आहेत आणि एका प्रवाहासाठी विशिष्ट नाहीत):

१. **पर्जन्य:** प्रवाह नियंत्रित करणारा सर्वात मोठा घटक, आतापर्यंत, पाऊस किंवा बर्फाच्या रूपात पाणलोटाला पडणारे पर्जन्यमान आहे. तथापि, पाणलोटाला पडणारा सर्व पर्जन्य वाहून जात नाही आणि अलीकडील पर्जन्यवृष्टीपासून थेट प्रवाह नसलेल्या ठिकाणी प्रवाह अनेकदा वाहत राहतो.
२. **घुसखोरी:** जेव्हा पाऊस कोरड्या जमिनीवर पडतो तेव्हा काही पाणी जमिनीत भिजते किंवा जमिनीत शिरते. घुसखोरी करणारे काही पाणी उथळ मातीच्या थरात राहतील, जिथे ते हळूहळू उतारावर, मातीतून सरकते आणि अखेरीस प्रवाहाच्या किनाऱ्यावर झिरपून प्रवाहात प्रवेश करते. काही पाणी भूगर्भातील जलसाठा पुनर्भरण करून खूप खोलवर शिरू शकते. पृष्ठभागावर परत येण्यापूर्वी पाणी लांब अंतरापर्यंत जाऊ शकते

किंवा दीर्घ काळासाठी साठवणात राहू शकते. कालांतराने किती पाणी भिजते ते पाणलोट्याच्या अनेक वैशिष्ट्यांवर अवलंबून असते:

३. **मातीची वैशिष्ट्ये:** जॉर्जियामध्ये, उत्तरेकडील भागातील चिकणमाती आणि खडकाळ माती वालुकामय मातीपेक्षा कमी वेगाने पाणी शोषून घेते, जसे की जॉर्जियाच्या किनारपट्टीच्या मैदानात. कमी पाणी शोषणाच्या मातीमुळे ओव्हरलॅंडमध्ये प्रवाहांमध्ये अधिक प्रवाह होतो.
४. **मातीची संपृक्तता:** ओल्या स्पंजप्रमाणे, पूर्वीच्या पावसाने आधीच संपृक्त केलेली माती जास्त प्रमाणात शोषू शकत नाही... अशा प्रकारे अधिक पाऊस पृष्ठभागावरील प्रवाही होईल.
५. **जमिनीचे आच्छादन:** काही जमिनीच्या आच्छादनांवर घुसखोरी आणि पावसाच्या प्रवाहावर मोठा प्रभाव पडतो. अभेद्य पृष्ठभाग, जसे की पार्किंगची जागा, रस्ते आणि घडामोडी, पावसासाठी "फास्ट लेन" म्हणून काम करतात - थेट नाल्यांमध्ये वाहून जाणाऱ्या वाढल नाल्यांमध्ये. अभेद्य पृष्ठभागांचे क्षेत्रफळ वाढल्याने पूर येणे अधिक प्रचलित होते.
६. **जमिनीचा उतार:** सपाट जमिनीवर पडणाऱ्या पाण्यापेक्षा जास्त उतार असलेल्या जमिनीवर पडणारे पाणी जास्त वेगाने वाहून जाते.
७. **बाष्पीभवन:** पावसाचे पाणी मोठ्या प्रमाणात बाष्पीभवनाद्वारे वातावरणात परत येते. बाष्पीभवनाचे प्रमाण तापमान, सौर विकिरण, वारा, वातावरणाचा दाब आणि इतर घटकांवर अवलंबून असते.
८. **बाष्पोत्सर्जन/बाष्पीभवन:** वनस्पतींच्या मूळ प्रणाली आजूबाजूच्या मातीतून विविध प्रमाणात पाणी शोषून घेतात. यातील बहुतेक पाणी झाडातून फिरते आणि पानांद्वारे वातावरणात बाहेर पडते. बाष्पीभवन हे बाष्पीभवनासारख्याच घटकांद्वारे आणि वनस्पतींच्या वैशिष्ट्यांद्वारे आणि घनतेद्वारे नियंत्रित केले जाते. वनस्पती पाण्याचा प्रवाह कमी करते आणि जमिनीत पाणी शिरते.
९. **साठवण:** जलाशय पाणी साठवतात आणि बाष्पीभवन आणि घुसखोरी करणाऱ्या पाण्याचे प्रमाण वाढवतात. धरणाच्या खाली असलेल्या नदीच्या प्रवाहाच्या नमुन्यांवर जलाशयांमध्ये पाणी साठवणे आणि सोडणे याचा महत्त्वपूर्ण परिणाम होऊ शकतो.
१०. **लोकांद्वारे पाण्याचा वापर:** प्रवाहाचा वापर काही घरमालक आणि व्यवसाय त्यांच्या लॉनला सिंचन करण्यासाठी कमी प्रमाणात पाणी उपसून ते सिंचन, उद्योग, खाणकाम आणि लोकसंख्येला पिण्याच्या पाण्याचा पुरवठा करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात पाणी उपसण्यापर्यंत असू शकतात.

४.११ ड्रेनेज बेसिनवर सरासरी पाऊस

पाऊस हा पृथ्वीच्या जलविज्ञान चक्राचा एक मूलभूत घटक आहे, जो पर्यावरणाला आकार देण्यासाठी आणि जीवन टिकवून ठेवण्यासाठी महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतो. ड्रेनेज

बेसिनवरील सरासरी पर्जन्यमान म्हणजे नदी आणि तिच्या उपनद्यांद्वारे निचरा झालेल्या विशिष्ट क्षेत्रात पडणाऱ्या सरासरी पर्जन्यमानाचा. जलस्रोत व्यवस्थापन, पुराचा अंदाज, कृषी नियोजन आणि पर्यावरणीय संवर्धन यासह विविध उद्देशांसाठी सरासरी पावसाचे स्वरूप समजून घेणे आवश्यक आहे.

ड्रेनेज खोऱ्यांवरील सरासरी पाऊस हा जलविज्ञानाचा एक मूलभूत पैलू आहे ज्याचा जलस्रोत व्यवस्थापन, पुराचा अंदाज, कृषी नियोजन आणि पर्यावरणीय संवर्धनासाठी दूरगामी परिणाम होतो. पावसाचे नमुने आणि त्यांचे परिणाम करणारे घटक समजून घेऊन, समाज हवामानातील परिवर्तनशीलता आणि बदलांच्या प्रभावांशी अधिक चांगल्या प्रकारे जुळवून घेऊ शकतात आणि कमी करू शकतात. निचरा खोऱ्यांवरील सरासरी पावसाची आमची समज सुधारण्यासाठी आणि भविष्यातील जलविज्ञानविषयक आव्हानांना लवचिकता वाढवण्यासाठी सतत संशोधन, निरीक्षण आणि सहयोग आवश्यक आहे.

ड्रेनेज बेसिनवरील सरासरी पावसाचे मोजमाप करताना एका विशिष्ट कालावधीत बेसिनच्या सीमेमध्ये पर्जन्यमानाचा डेटा गोळा करणे समाविष्ट आहे. पर्जन्यमापकांचा वापर सामान्यतः या उद्देशासाठी केला जातो, ते पावसातील अवकाशीय भिन्नता कॅप्चर करण्यासाठी बेसिनमध्ये धोरणात्मकरीत्या ठेवतात. हे गेज पर्जन्य डेटा गोळा करतात, जे नंतर संपूर्ण निचरा खोऱ्यातील सरासरी पर्जन्यमान निर्धारित करण्यासाठी सरासरी काढले जातात. याव्यतिरिक्त, उपग्रहांसारखे रिमोट सेन्सिंग तंत्रज्ञान मोठ्या क्षेत्रावरील पावसाच्या नमुन्यांमध्ये मौल्यवान अंतर्दृष्टी प्रदान करते, जमिनीवर आधारित मोजमापांना पूरक.

सरासरी पर्जन्यमानावर परिणाम करणारे घटक: भौगोलिक वैशिष्ट्ये, वातावरणीय परिस्थिती आणि हवामानाच्या नमुन्यांसह अनेक घटक ड्रेनेज खोऱ्यांवरील पावसावर परिणाम करतात. उंची, उतार आणि जमिनीचे आच्छादन यासारखे भौगोलिक घटक खोऱ्यातील पावसाचे वितरण आणि तीव्रता प्रभावित करतात. उदाहरणार्थ, पर्वत ओरोग्राफिक पर्जन्यवृष्टी करू शकतात, ज्यामुळे वाऱ्याच्या उतारावर जास्त पाऊस पडतो. तापमान, आर्द्रता आणि हवेचा दाब यासारख्या वातावरणीय परिस्थिती देखील पावसाचे स्वरूप ठरवण्यात महत्वाची भूमिका बजावतात. एल निनो आणि ला निना सारख्या हवामानातील घटना मोठ्या प्रदेशात पावसाच्या परिवर्तनशीलतेवर प्रभाव टाकू शकतात, ज्यामुळे ड्रेनेज बेसिन हायड्रोलॉजीवर परिणाम होतो.

जलस्रोत व्यवस्थापनासाठी परिणाम: ड्रेनेज खोऱ्यांवरील सरासरी पाऊस हा प्रदेशातील पाण्याच्या उपलब्धतेचा एक महत्वाचा निर्धारक आहे. पावसाचे नमुने समजून घेणे जलस्रोत व्यवस्थापकांना भूपृष्ठावरील पाण्याचे साठे, भूजल पुनर्भरण दर आणि खोऱ्यातील एकूण पाणी शिल्लक यांचे मूल्यांकन करण्यास मदत करते. सरासरी पावसाचे विचलन कृषी, उद्योग आणि घरगुती वापरासह विविध क्षेत्रांसाठी पाण्याच्या उपलब्धतेवर परिणाम करू शकते. याव्यतिरिक्त, सरासरी पर्जन्यमानाच्या नमुन्यांचे ज्ञान प्रभावी जल व्यवस्थापन धोरणे विकसित करण्यास सक्षम करते, जसे की दुष्काळी तयारी योजना आणि पूर नियंत्रण उपाय.

४.१२ पर्जन्य गणना पद्धती

पाणलोट क्षेत्र किंवा खोऱ्यातील सरासरी पर्जन्यमान मोजण्यासाठी योग्य प्रकारच्या मापन यंत्रांद्वारे पावसाचे मोजमाप अनेक गेजवर केले जाते. व्यावहारिक क्षेत्रामध्ये किती आवश्यक पर्जन्यमापक स्थापित केले जावेत याची ढोबळ कल्पना जलतज्ज्ञाच्या अनुभवावर अवलंबून असते, जरी हे जागतिक हवामान संघटनेच्या (WMO) नियमनाद्वारे निश्चित केले गेले होते. ज्या भागात एकापेक्षा जास्त पर्जन्यमापक स्थापित केले आहेत, तेथे सरासरी पर्जन्यमान मोजण्यासाठी खालील पद्धती वापरल्या जाऊ शकतात:

१. अंकगणित सरासरी पद्धत
२. वजनाची सरासरी पद्धत किंवा थिसेन बहुभुज पद्धत
३. आयसोहायटल पद्धत.

१. अंकगणित सरासरी पद्धत:

खोऱ्यातील सरासरी पर्जन्यमान मोजण्याची ही सर्वात सोपी पद्धत आहे. नावाप्रमाणेच, खोऱ्यातील वेगवेगळ्या पर्जन्यमापक स्थानकांवर नोंदवलेल्या पावसाच्या खोलीच्या बेरीजचे स्थानकांच्या संख्येनुसार विभागणी करून परिणाम प्राप्त होतो. जर पर्जन्यमापक क्षेत्रावर समान रीतीने वितरीत केले गेले आणि पाऊस अगदी नियमितपणे बदलत असेल, तर या पद्धतीद्वारे मिळणारे परिणाम समाधानकारक असतील आणि इतर पद्धतींनी मिळणाऱ्या परिणामांपेक्षा ते फारसे वेगळे नसतील. ही पद्धत तुफान पाऊस, मासिक किंवा वार्षिक पावसाची सरासरी मोजण्यासाठी वापरली जाऊ शकते. उदाहरण: वादळाच्या वेळी निवडलेल्या खोऱ्यातील पावसाचे निरीक्षण खालीलप्रमाणे आढळले:

तक्ता ३

अंकगणित सरासरी पद्धतीचा वापर करून बेसिनवरील सरासरी पर्जन्याची गणना

स्टेशन क्र.	[मिमी] मध्ये पर्जन्यवृष्टी	सरासरी पर्जन्य [मिमी]
१	१५	$P_{\text{सरासरी}} = 920.6/6 = 30.9 \text{ मिमी}$
२	१९	
३	२०	
४	१६.६	
५	२२	
६	२८	
एकूण (मिमी)	१२०.६	

२. थिसेन बहुभुज पद्धत:

ही भारित सरासरी पद्धत आहे. खोऱ्याच्या किंवा पाणलोट्याच्या संपूर्ण क्षेत्रावर पाऊस कधीच एकसारखा नसतो, परंतु त्याची तीव्रता आणि कालावधी वेगवेगळ्या ठिकाणी बदलतो. अशा प्रकारे प्रत्येक पर्जन्यमापक स्टेशनने नोंदवलेल्या पावसाचे क्षेत्रानुसार वजन केले पाहिजे, असे ते दर्शवते. ही पद्धत खालील परिस्थितींमध्ये अधिक योग्य आहे: - - -

- मध्यम आकाराच्या क्षेत्रांसाठी.
- जेव्हा बेसिनच्या आकाराच्या तुलनेत पर्जन्य केंद्रे कमी असतात
- भागात.

बहुभुजाच्या बांधकामासाठी, खालील प्रक्रियेचे पालन केले पाहिजे:

पायरी १: संबंधित क्षेत्र योग्य प्रमाणात काढा , त्याची सीमा, परिसरात आणि बाहेरील परंतु सीमेच्या जवळ असलेल्या रेनगेजची स्थाने दर्शवा

एक नेटवर्क तयार करण्यासाठी रेनगेजच्या स्थानामध्ये सामील व्हा

पायरी ३: त्रिकोणाच्या बाजूंना लंबदुभाजक काढा.

पायरी ४: तयार केलेले बहुभुज चित्रित करा आणि प्लॅनिमीटर वापरून त्यांचे क्षेत्र मोजा किंवा त्यांना लहान नियमित भौमितिक आकारांमध्ये (उदा. त्रिकोण, चौरस, आयत इ.) रूपांतरित करा.

पायरी ५: खालील सूत्र वापरून सरासरी पावसाची गणना करा

$$P_{av} = (P_1 \times A_1 + P_2 \times A_2 + \dots + P_n \times A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n)$$

जर बहुभुजाचे मोजलेले किंवा मोजलेले विभागीय क्षेत्रे आणि मोजलेले पर्जन्यमान खालील तक्त्यामध्ये (३) सादर केलेल्या मूल्यांद्वारे दिलेले असल्यास.

तक्ता - थिसेन बहुभुजाचे द्वि-विभागीय क्षेत्रे (ए) , आणि स्थानकांसाठी मोजलेले पर्जन्य (पी)

स्टेशन क्र.	द्वि-विभागीय क्षेत्रे (A _i) [किमी ^२]	मोजलेले पर्जन्य (P _i) [मिमी]	(Col. २ * Col. ३) (A _i * P _i)
P _१	२५	१०	२५०
P _२	१२५	१५	१८७५
P _३	८०	२०	१६००
P _४	९०	१७	१५३०
P _५	१२०	२५	३०००
P _६	११५	४०	४६००

P७	१३०	१२	१५६०
एकूण	६८५		१४४१५

नंतर पाणलोटवरील सरासरी पर्जन्यमानाची गणना स्तंभ ४ च्या एकूण क्षेत्रापासून ते स्तंभ २ मधील एकूण क्षेत्रफळानुसार केली जाईल. परिणाम असे आढळेल: २१.०४ मिमी.

३. आयसोएटल पद्धत:

आयसोहायटल ही एक रेषा आहे ज्या ठिकाणी पावसाचे प्रमाण बेसिनच्या पर्जन्यमान नकाशावर समान असते. समान पर्जन्यमान दर्शविणारा आयसोहायटल नकाशा खोऱ्यावरील पावसाचे अधिक अचूक चित्र आहे . ही पद्धत खालील परिस्थितींमध्ये अधिक अनुकूल आहे:

- डोंगराळ आणि खडबडीत भागांसाठी.
- ५००० किमी २ पेक्षा जास्त मोठ्या क्षेत्रासाठी.
- वादळ क्षेत्रामध्ये पर्जन्य केंद्रांचे जाळे पुरेशा प्रमाणात दाट असलेल्या भागात, आयसोहायटल पद्धत पावसाचे अधिक अचूक वितरण देते.

बेसिनसाठी आयसोहायटल नकाशा काढण्याच्या स्पष्टीकरणासाठी , खालील प्रक्रिया सहसा लागू केली जाते:

पायरी १: अभ्यासाखालील क्षेत्र मोजण्यासाठी काढा आणि त्यावर पर्जन्यमापक चिन्हांकित करा. प्रत्येक रेनगॉजवर ठेवा ज्या कालावधीत सरासरी निर्धारित करणे आवश्यक आहे त्या कालावधीसाठी, स्टेशनवर पावसाची नोंद केलेली मूल्ये ठेवा .

पायरी २: काढा बिंदू पावसाच्या डेटाचा मार्गदर्शक तत्वे म्हणून विचार करून आणि त्यांच्या दरम्यान इंटरपोलेटिंग करून विविध मूल्यांचे isohyets . तसेच, ऑरोग्राफिक प्रभावांचे ज्ञान समाविष्ट करा.

पायरी ३: आयसोहायट रेषांच्या प्रत्येक जोडीमधील क्षेत्रफळ एकतर प्लॅनिमीटरद्वारे किंवा क्षेत्रांना लहान नियमित भौमितिक आकारांमध्ये रूपांतरित करून निश्चित करा.

चरण ४: खालील सूत्र वापरून सरासरी पावसाची गणना करा:

$$P_{av} = \frac{\left(A_1 \frac{P_1 + P_2}{2} + A_2 \frac{P_2 + P_3}{2} + \dots + A_n \frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)}$$

कुठे, P_i = Isohyet ओळीचे मूल्य

A_i = isohyet रेषांच्या जोडीमधील क्षेत्र.

तीन पद्धतींमधील तुलना:

अंकगणित सरासरी पद्धत:

१. सरासरी पर्जन्यमान मोजण्याची ही सर्वात सोपी आणि सोपी पद्धत आहे.
२. या पद्धतीत प्रत्येक स्थानकाचे स्थान विचारात न घेता समान वजन असते.
३. जर रेकॉर्डिंग स्टेशन्स आणि पर्जन्यमानाचे संपूर्ण पाणलोटार समान वितरण केले असेल, तर ही पद्धत तितकीच अचूक आहे.

थिसेन पद्धत:

१. ही पद्धत यांत्रिक आहे
२. या पद्धतीत ड्रेनेजच्या सीमेपलीकडे थोड्या अंतरावर असलेल्या पर्जन्य केंद्रांचा उपयोग खोऱ्यातील सरासरी पर्जन्यमान ठरवण्यासाठी केला जातो, परंतु सीमारेषेपासूनचे अंतर वाढत असताना त्यांचा प्रभाव कमी होतो.
३. हे सामान्यतः सपाट आणि कमी खडबडीत भागांसाठी वापरले जाते.

आयसोहायटल पद्धत:

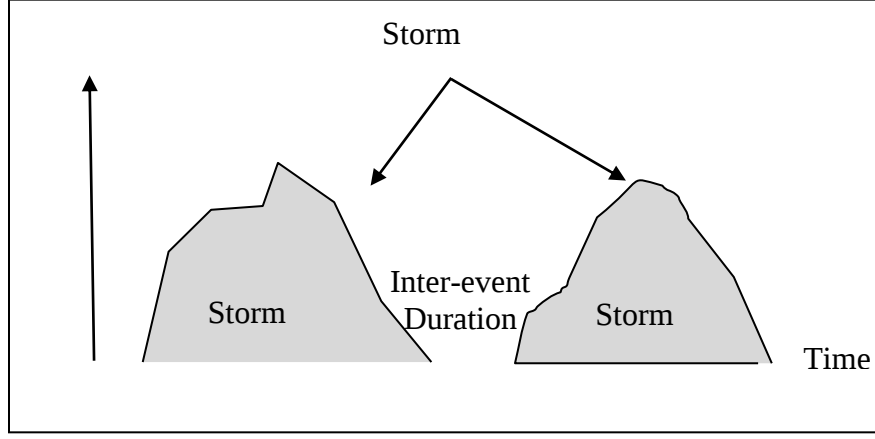
१. खडबडीत प्रदेश आणि डोंगराळ प्रदेशांसाठी ही सर्वोत्तम पद्धत आहे.
२. जर आकृतिबंध योग्यरित्या काढले असतील तर ही सर्वात अचूक पद्धत आहे. तथापि, सर्वोत्तम परिणाम प्राप्त करण्यासाठी आयसोहाइट्स काढण्यात आणि त्यांच्या दरम्यानच्या क्षेत्रासाठी योग्य सरासरी पर्जन्य मूल्य नियुक्त करताना चांगला निर्णय आवश्यक आहे.
३. इतर मुद्दे थिसेन पद्धतीचे आहेत.

Isohyetal पद्धत समोच्च नकाशा काढण्यासाठी निर्णय आणि अनुभव वापरण्याची परवानगी देते. अचूकता ही मुख्यत्वे विश्लेषण करणाऱ्या व्यक्तीच्या कौशल्यावर आणि गेजच्या संख्येवर अवलंबून असते. जर स्थानकांमधील साध्या रेखीय प्रक्षेपणाचा उपयोग आकृतिबंध रेखाटण्यासाठी केला असेल, तर त्याचे परिणाम मूलतः थिसेन पद्धतीद्वारे मिळणाऱ्या परिणामांसारखेच असतील. थिसेन आणि इसोहायटल या दोन्ही पद्धतींचे फायदे एकत्र केले जाऊ शकतात जेथे गेजच्या जवळ असलेले क्षेत्र बहुभुजांद्वारे परिभाषित केले जाते परंतु त्या क्षेत्रावरील पर्जन्यमान Isohyetal पद्धतीच्या रूपरेषेद्वारे परिभाषित केले जाते. हे संयोजन विविध रिपोर्टिंग गेजसह अनेक भिन्न वादळ घटनांचे विश्लेषण करताना भिन्न बहुभुज नमुने काढण्याची गैरसोय देखील दूर करते. बेसिन सरासरी पावसाच्या विश्लेषणासाठी निवडलेल्या तंत्राकडे दुर्लक्ष करून, एकूण वादळाच्या घटनेसाठी क्षेत्रीय वितरणाचा प्रादेशिक नकाशा देखील तयार केला जातो.

४.१३ पाऊस-वादळाची वैशिष्ट्ये

पावसाळी वादळ ही एक हवामानशास्त्रीय घटना आहे ज्यामध्ये मुसळधार पाऊस पडतो, अनेकदा जोरदार वारा, गडगडाट, विजा आणि कधी कधी गारपीट होते. पावसाळी वादळाच्या वैशिष्ट्यांबद्दल येथे तपशीलवार टीप आहे:

१. **मुसळधार पाऊस:** पावसाच्या वादळांची व्याख्या त्यांच्या महत्त्वपूर्ण पर्जन्य दरांद्वारे केली जाते, ज्यामुळे तुलनेने कमी कालावधीत मोठ्या प्रमाणात पाऊस पडतो. पावसाची तीव्रता बदलू शकते, परंतु पावसाच्या वादळाच्या वेळी, पूर येण्यासाठी ते पुरेसे असते, विशेषतः खराब ड्रेनेज सिस्टम असलेल्या शहरी भागात.
२. **जोरदार वारे:** पावसाळ्यात अनेकदा जोरदार वारे येतात, ज्यामुळे वादळाचा प्रभाव वाढू शकतो. या वाऱ्यांमुळे संरचनेचे नुकसान होऊ शकते, झाडे उन्मळून पडू शकतात आणि मलबा पसरण्यास हातभार लावू शकतात, ज्यामुळे परिस्थिती आणखी गुंतागुंतीची होऊ शकते.
३. **मेघगर्जना आणि विजा:** मेघगर्जना आणि विजा ही पावसाच्या वादळांची सामान्य वैशिष्ट्ये आहेत, विशेषतः गडगडाट म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या अधिक गंभीर घटनांमध्ये. लाइटनिंग हा विजेचा स्त्राव आहे जो वातावरणात चार्ज केलेल्या कणांच्या निर्मितीमुळे होतो, बहुतेक वेळा मेघगर्जनाबरोबर होतो, जो विजेच्या बोल्टने गरम झालेल्या हवेच्या जलद विस्तार आणि आकुंचनामुळे निर्माण होणारा आवाज आहे.
४. **कमी दृश्यमानता:** मुसळधार पाऊस आणि कधी कधी ढगांच्या दाट आच्छादनामुळे, पावसाच्या वादळादरम्यान दृश्यमानता लक्षणीयरीत्या कमी होऊ शकते. यामुळे वाहनचालक आणि पादचाऱ्यांना धोका निर्माण होतो, त्यामुळे अपघाताचा धोका वाढतो आणि नेव्हिगेशन कठीण होते.
५. **गारपीट:** काही प्रकरणांमध्ये, पावसाच्या वादळामुळे गारपीट देखील होऊ शकते, जे लहान गोळे किंवा बर्फाचे ढिगारे असतात जे जोरदार गडगडाटी वादळामध्ये तयार होतात. गारांचा आकार लहान गोळ्यांपासून मोठ्या तुकड्यांपर्यंत बदलू शकतो आणि त्यांच्या प्रभावामुळे मालमत्तेचे आणि पिकांचे नुकसान होऊ शकते.
६. **तापमानात बदल:** पावसाच्या वादळामुळे तापमानात झपाट्याने बदल होऊ शकतात, विशेषतः वादळाच्या पुढच्या बाजूने थंड हवा वाहते म्हणून. यामुळे वादळाच्या दरम्यान किंवा नंतर तापमानात लक्षणीय घट होऊ शकते, ज्यामुळे धुके तयार होण्यासारख्या इतर हवामानाशी संबंधित घटनांमध्ये योगदान होऊ शकते.



७. **कालावधी आणि वारंवारता:** पावसाच्या वादळांचा कालावधी बदलू शकतो, ज्यामध्ये थोडक्यात, तीव्र मुसळधार पावसापासून ते अनेक तास किंवा अगदी दिवसांपर्यंत पर्जन्यवृष्टीचा दीर्घ कालावधी असू शकतो. ते वर्षभर तुरळकपणे उद्भवू शकतात परंतु बऱ्याचदा विशिष्ट ऋतू किंवा हवामानाच्या नमुन्यांशी संबंधित असतात, जसे की उष्णकटिबंधीय प्रदेशांमध्ये पावसाळा किंवा समशीतोष्ण हवामानातील फ्रंटल सिस्टम



८. **पर्यावरणावर होणारा परिणाम:** पावसाचे वादळे पृथ्वीच्या जलचक्रात, भूजल साठा भरून काढणे, वनस्पतींचे पोषण करणे आणि पर्यावरणाचा समतोल राखणे यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावतात. तथापि, त्यांचे धूप, भूस्खलन आणि निवासस्थानाचा नाश यासह नकारात्मक परिणाम देखील होऊ शकतात, विशेषतः पूर येण्याची शक्यता असलेल्या किंवा नाजूक परिसंस्था असलेल्या भागात.

पावसाळी वादळ ही एक जटिल हवामानशास्त्रीय घटना आहे ज्याचे वैशिष्ट्य मुसळधार पाऊस, जोरदार वारे, मेघगर्जना आणि विजा आणि इतर विविध वैशिष्ट्ये आहेत ज्यांचा नैसर्गिक आणि मानवी वातावरणावर महत्त्वपूर्ण प्रभाव पडतो. त्यांचे प्रतिकूल परिणाम कमी करण्यासाठी प्रभावी तयारी, प्रतिसाद आणि कमी करण्याच्या प्रयत्नांसाठी त्यांची वैशिष्ट्ये समजून घेणे आवश्यक आहे.

४.१४ पर्जन्यवृष्टी नियंत्रण: बाष्पीभवन, घुसखोरी आणि वाहून जाणारे प्रवाह

जलविज्ञानातील महत्वाचा प्रश्न हा आहे की दिलेल्या पावसाच्या प्रतिसादात नदीत किती प्रवाही प्रवाह होतो. या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी पाऊस पडल्यावर पाणी कोठे जाते, पाणलोटाला पाणी किती काळ राहते आणि पाणी प्रवाह वाहिनीकडे कोणत्या मार्गाने जाते हे जाणून घेणे आवश्यक आहे. पर्जन्यमानाच्या अभ्यासात संबोधित केलेले हे प्रश्न आहेत - प्रवाह प्रक्रिया किंवा अधिक सामान्यतः पृष्ठभागावरील पाणी इनपुट - प्रवाह प्रक्रिया.

"पृष्ठभागावरील पाणी इनपुट" हा शब्द पाऊस किंवा पर्जन्यवृष्टीला प्राधान्य देण्यासाठी वापरला जातो ज्यामध्ये बर्फ वितळण्याचा समावेश आहे.

हवामानशास्त्र आणि जलविज्ञान यांना जोडणाऱ्या इंटरफेसच्या केंद्रस्थानी पर्जन्य - प्रवाहाचा प्रश्न देखील आहे. पर्जन्यमानाचे प्रमाण आणि अंदाज हे हवामानशास्त्राच्या क्षेत्रात येते आणि राष्ट्रीय हवामान सेवेच्या कार्याचा भाग आहे. हवामानशास्त्रीय सक्ती हे हिम वितळलेल्या पृष्ठभागावरील पाण्याच्या इनपुटचे चालक आहे. नदीच्या अंदाजामध्ये प्रवाहाचा प्रवाह प्राप्त करण्यासाठी पृष्ठभागाच्या जलविज्ञान प्रणालीला इनपुट म्हणून ड्रायव्हिंग इनपुट म्हणून हवामानशास्त्रीय चलांचा वापर समाविष्ट असतो . भूपृष्ठावरील पाण्याच्या निविष्ठांशी संबंधित ऐहिक आणि अवकाशीय स्केल, हवामानशास्त्रीय प्रक्रियेतून आउटपुट म्हणून दिलेले जलविज्ञान प्रक्रियांवर खोल परिणाम करतात जे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पाण्याचे इनपुट विभाजित करतात. जास्त तीव्रतेचा कमी कालावधीचा पाऊस जमिनीच्या पाण्यामध्ये घुसण्याची क्षमता ओलांडण्याची शक्यता जास्त असते आणि परिणामी जमिनीचा प्रवाह कमी तीव्रतेच्या पावसापेक्षा जास्त असतो. खोल पाण्याच्या टेबलांसह रखरखीत हवामानात, लहान क्षेत्रावर स्थानिक पातळीवर केंद्रित पाऊस स्थानिक प्रवाह निर्माण करू शकतो जो नंतर डाउननदीमध्ये घुसतो, तर उथळ पाण्याच्या टेबलांसह अधिक आर्द्र क्षेत्र प्रवाहाच्या घुसखोरीच्या नुकसानास आणि अगदी हलक्या पावसाच्या अधीन होण्याची शक्यता कमी असते जेव्हा व्यापक आणि मोठ्या क्षेत्रावर जमा झाल्यामुळे मोठ्या प्रवाहाचा प्रवाह होऊ शकतो. खालील प्रक्रिया पाणलोटामधील प्रवाह नियंत्रित करतात:

१. वर्षाव
२. घुसखोरी
३. बाष्पोत्सर्जन
४. बेस प्रवाह
५. इंटरफ्लो
६. ओव्हरलॅंड प्रवाह आणि परतीचा प्रवाह
७. प्रवाहाद्वारे
८. केशिका क्रिया

पर्जन्यवृष्टी पाऊस किंवा बर्फाच्या स्वरूपात असू शकते. पर्जन्यवृष्टीचा काही अंश वनस्पती रोखू शकते. वनस्पतींमध्ये प्रवेश करणाऱ्या पर्जन्यवृष्टीला थ्रॉफॉल असे म्हणतात आणि त्यामध्ये वनस्पतीशी संपर्क न होणारा, किंवा अडवल्यानंतर वनस्पतीचा थेंब किंवा निचरा होणारा पाऊस दोन्ही असू शकतो . अवरोधित पाण्याचा एक मोठा अंश सामान्यतः वातावरणात परत बाष्पीभवन होतो. वनस्पतींच्या बाष्पीभवनाद्वारे आणि माती आणि जलस्रोतांमधून बाष्पीभवनाद्वारे देखील वातावरणात पाण्याचा प्रवाह असतो. प्रवाहाच्या निर्मितीसाठी उपलब्ध पृष्ठभागावरील पाण्याच्या इनपुटमध्ये थ्रॉफॉल आणि हिम वितळणे

यांचा समावेश होतो. हे पृष्ठभागावरील पाणी इनपुट डिप्रेशन स्टोरेजमध्ये पृष्ठभागावर जमा होऊ शकते किंवा ओव्हरलँड प्रवाहाप्रमाणे ओव्हरलँडच्या दिशेने प्रवाहित होऊ शकते किंवा जमिनीत घुसू शकते, जेथे ते आंतरप्रवाहास हातभार लावणाऱ्या प्रवाहाच्या दिशेने बाजूने वाहू शकते. घुसलेले पाणी खोल माती आणि खडकाच्या थरांतून भूजलामध्ये देखील झिरपू शकते. पाण्याचा तक्ता हा पृष्ठभाग आहे ज्याच्या खाली माती आणि खडक संपृक्त आहेत आणि वातावरणापेक्षा जास्त दाबाने आहेत. हे भूजल असलेल्या संतृप्त झोन आणि असंतृप्त झोनमधील सीमा म्हणून काम करते.

भूजलात मिसळलेल्या पाण्याला भूजल पुनर्भरण असे म्हणतात. पाण्याच्या तक्त्याच्या वर लगेचच मातीचा एक प्रदेश आहे जो संपृक्ततेच्या जवळ आहे, पाणी केशिका शक्तींद्वारे धरले जाते. याला केशिका फ्रिज असे म्हणतात. नाल्यांमध्ये भूजलाच्या बाजूकडील निचरा याला बेसफ्लो असे म्हणतात, कारण ते पर्जन्यविरहित कालावधीत प्रवाह टिकवून ठेवते. भूपृष्ठावरील पाणी, एकतर आंतरप्रवाहातून किंवा भूगर्भातील पाणी जमिनीच्या पृष्ठभागावर ओलांडून ओलांडून वाहू शकते. याला रिटर्न फ्लो असे म्हणतात. ओव्हरलँड प्रवाह आणि उथळ आंतरप्रवाह प्रक्रिया ज्या प्रवाहात पाणी सुमारे एक दिवस किंवा त्यापेक्षा जास्त कालावधीत वाहून नेतात ते प्रवाह म्हणून वर्गीकृत केले जातात. भूजलात झिरपणारे पाणी खूपच कमी वेगाने फिरते आणि आठवडे, महिने किंवा अगदी वर्षे अशा दीर्घ कालावधीत प्रवाहापर्यंत पोहोचते. जलद प्रवाह आणि विलंबित प्रवाह या संज्ञा देखील रनऑफ आणि बेसफ्लोमध्ये फरक करण्यासाठी वापरल्या जातात. रनऑफमध्ये सरफेस रनऑफ (ओव्हरलँड फ्लो) आणि सबसर्फेस रनऑफ किंवा सबसर्फेस स्टॉर्मफ्लो (इंटरफ्लो) यांचा समावेश होतो.

सामान्य हवामान व्यवस्था कोणत्याही प्रदेशातील पाण्याच्या समतोलावर परिणाम करून एकूण प्रवाहाचे प्रमाण नियंत्रित करते. व्यापक अर्थाने, कालांतराने, साठवण सरासरी बदलते (नगण्य आहे) आणि एखाद्या प्रदेशावर पुरेसा मोठा किंवा सीमारेषा परिभाषित केली आहे जेणेकरून प्रवाह (पृष्ठभाग आणि भूपृष्ठ) नगण्य असतील, पाणी शिल्लक असे नमूद केले जाऊ शकते:

$$P = Q + E$$

कुठे,

पी = पर्जन्य दर,

Q = रनऑफ दर, आणि

ई = बाष्पीभवन दर.

हे समीकरण सूचित करते की पर्जन्य इनपुट एकतर प्रवाह किंवा बाष्पीभवन मध्ये विल्हेवाट लावले जाते. सर्वसाधारणपणे हवामान व्यवस्था एकूण प्रमाण नियंत्रित करते. येथे भूजल पुनर्भरण पुरवठा करणाऱ्या बेसफ्लोचा Q मध्ये समावेश केला आहे. कारण समीकरण (१) मधील प्रमाण सकारात्मक असणे आवश्यक आहे, हे समीकरण कोणत्याही विशिष्ट P

दिलेल्या Q आणि E च्या मूल्यांवर मर्यादा घालते. Q आणि E दोन्ही P पेक्षा कमी असणे बंधनकारक आहे.

जिथे माती चांगल्या निचऱ्याची, खोल आणि खूप झिरपण्यायोग्य आहे आणि एका अरुंद दरीच्या मजल्याच्या सीमेवर असलेल्या उंच डोंगररांगा झाकल्या आहेत, भूपृष्ठावरील वादळ प्रवाह वादळाच्या प्रवाहावर वर्चस्व गाजवतो. संतृप्त झोन कमी-अधिक प्रमाणात दरीच्या मजल्यापर्यंत मर्यादित आहे, आणि संपृक्तता ओव्हरलॅंड प्रवाह मर्यादित आहे, जरी अशा परिस्थितीतही, तो वारंवार लहान पाणलोटामधून प्रवाहाचा सर्वोच्च दर निर्माण करतो. भूपृष्ठावरील वादळाचा प्रवाह जंगली डोंगराळ प्रदेशांसारख्या भागात त्याचे सर्वात मोठे महत्त्व प्राप्त करतो; ज्वालामुखीय टफ आणि वाळूच्या खडकांवर खोल झिरपणाऱ्या जंगलातील मातीत; आणि खोल, पारगम्य ज्वालामुखीय राख ठेवींमध्ये. इतर बऱ्याच दमट प्रदेशांमध्ये, जेथे संतृप्त आणि जवळ-संतृप्त दरीचे तळ अधिक विस्तृत आहेत आणि जेथे पाय उतार हलक्या आणि माती पातळ आहेत, संतृप्त क्षेत्र वादळ किंवा हिम वितळण्यापूर्वी आणि संपूर्ण कालावधीत अधिक विस्तृत आहे. जरी अशा प्रदेशांमध्ये भूपृष्ठावरील वादळाचा प्रवाह उद्भवत असला तरी, वादळ हायड्रोग्राफसाठी ते परतीचा प्रवाह आणि संतृप्त क्षेत्रांवर थेट पर्जन्यमानापेक्षा कमी महत्वाचे आहे, ज्यामुळे पाणलोटाने मर्यादित क्षेत्रांमधून संपृक्त ओव्हरलॅंड प्रवाह निर्माण होतो.

घुसखोरी म्हणजे गुरुत्वाकर्षण आणि केशिका शक्तीच्या प्रेरक शक्तींच्या अंतर्गत जमिनीत पाण्याची हालचाल, आणि पारगम्यता किंवा हायड्रॉलिक चालकता यानुसार प्रमाणानुसार मातीच्या छिद्रांमध्ये प्रवाहात गुंतलेल्या चिकट शक्तीद्वारे मर्यादित.

घुसखोरीचा दर, f , हा दर आहे ज्याने ही प्रक्रिया होते. दिलेल्या जमिनीत प्रत्यक्षात अनुभवलेल्या घुसखोरीचा दर जमिनीतील ओलाव्याचे प्रमाण आणि वितरण आणि पृष्ठभागावरील पाण्याच्या उपलब्धतेवर अवलंबून असतो. दिलेल्या स्थितीतील माती पाणी शोषून घेण्याचा कमाल दर आहे. या वरच्या मर्यादिला घुसखोरी क्षमता, f_c म्हणतात. लक्षात घ्या की हा दर आहे, खोलीचे प्रमाण नाही. पाणी जमिनीत किती वेगाने जाऊ शकते यावर ही मर्यादा आहे. जर पृष्ठभागावरील पाण्याचे इनपुट घुसखोरी क्षमतेपेक्षा कमी असेल, तर घुसखोरीचा दर पृष्ठभागावरील पाण्याच्या इनपुट दराच्या बरोबरीचा असेल, w . जर पावसाची तीव्रता मातीच्या ओलावा शोषण्याच्या क्षमतेपेक्षा जास्त असेल तर, घुसखोरी क्षमतेच्या दराने घुसखोरी होते.

म्हणून, प्रत्यक्ष घुसखोरीचा दर मोजण्यासाठी, f , f_c किंवा w पेक्षा कमी आहे. जे पाणी घुसखोरी करत नाही ते जमिनीच्या पृष्ठभागावर जमा होते आणि पृष्ठभाग रोखून किंवा वाहण्यास हातभार लावते. पृष्ठभागावरील ओव्हरलॅंड प्रवाह प्रवाह दर, R , हे अतिरिक्त पृष्ठभागाचे पाणी आहे जे घुसखोरी करत नाही.

$$R = w - f$$

याला बऱ्याचदा अतिवृष्टी देखील म्हटले जाते. वादळाच्या सुरुवातीच्या काळात घुसखोरी क्षमता झपाट्याने कमी होते आणि काही तासांनंतर अंदाजे स्थिर स्थितीपर्यंत पोहोचते. रनऑफची गणना करण्यासाठी एका बिंदूवर घुसखोरी मॉडेल्सवर या विभागाचा

फोकस घुसखोरी क्षमता कमी करण्यासाठी रनऑफ अकाउंटिंगची गणना कशी करावी यावर आहे. आम्ही संचित घुसखोरी खोली, F , स्वतंत्र व्हेरिएबल म्हणून वापरतो आणि घुसखोरी क्षमता कमी होत जाणारे कार्य $f_c (F)$ म्हणून लिहितो, नंतर जसजसे F वेळ वाढेल f_c कमी होईल. f_c हे हळूहळू कमी होत जाणारे कार्य किंवा थ्रेशोल्ड फंक्शन असू शकते, जसे की संपृक्ततेच्या अतिरिक्त प्रवाहाच्या बाबतीत जेथे जमिनीतील ओलावाची मर्यादित कमतरता असते जी पृष्ठभागावरील पाण्याचे इनपुट सामावून घेऊ शकते.

४.१५ उप-पृष्ठभागाच्या पाण्याचे स्वरूप, संतृप्त स्वरूप

जलचरांचे साधारणपणे चार वेगवेगळ्या श्रेणींमध्ये वर्गीकरण केले जाते: बंदिस्त, अपरिष्कृत, गळती आणि एकाधिक जलचर. जलचरांच्या सर्व विविध श्रेणींची खालील विभागात तपशीलवार चर्चा केली आहे.

बंदिस्त जलचर:

बंदिस्त जलचर किंवा आर्टिसियन एक्विफर्स किंवा प्रेशर ऍक्विफर्स, ही पाण्याची संतृप्त भूवैज्ञानिक निर्मिती आहे, जी वातावरणाच्या दाबापेक्षा जास्त दाबाने अभेद्य किंवा अर्ध-पर्वीय असंतृप्त झोनमध्ये सँडविच केलेली असते. या दाबामुळे कधीतरी विहिरींमध्ये पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील पाण्याची पातळी वाढू शकते. साधारणपणे, अशा जलचर प्रणालींचे अस्तित्व पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या खाली खोलवर कमी पारगम्यतेच्या गाळाच्या खडकांमध्ये घडते जेथे पाणी उपसण्याच्या वेळी अडकते. या जलचरांमध्ये कमी भूजल अभिसरण तीव्रता, खूप मोठा साठा आणि अपुरी भरपाई अशी वैशिष्ट्ये आहेत. बंदिस्त जलचरासाठी सरासरी पुनर्भरण कालावधी १००० वर्षांपर्यंत वाढविला जाऊ शकतो जो जलचर साठवण कालावधीच्या ०.१% पेक्षाही कमी आहे. हे जलचर पावसाच्या किंवा प्रवाहाच्या पाण्याने रिचार्ज केले जाऊ शकतात जे जलचरापासून काही अंतरावर असलेल्या पर्चियस किंवा सेमी-पर्चियस खडकात घुसतात. बोअरहोलमधील पाण्याची पातळी किंवा बंदिस्त जलचरांमध्ये स्थापित केलेली पाण्याची पातळी कधीकधी जलचराच्या पातळीपेक्षा वर जाऊ शकते, विशेषतः जेव्हा पायझोइलेक्ट्रिक किंवा पोटेंटिओमेट्रिक पृष्ठभाग जमिनीच्या पृष्ठभागाच्या वर असतो. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या वर, बंदिस्त जलचराचा पायझोइलेक्ट्रिक पृष्ठभाग असण्याची शक्यता असू शकते, ज्यामुळे नैसर्गिक दबावाखाली वाहत्या विहिरी तयार होतात. अशा वाहत्या बंदिस्त जलचरांमध्ये पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पाण्याच्या वाढीचे वर्तन दर्शवण्यासाठी आर्टिसियन हा शब्द वापरला जातो. या जलचरांमधून मिळणारे पाणी हजारो वर्षांपेक्षा जुने असू शकते. शिवाय, अशा जलचर प्रणाली खोल थरांमध्ये असतात आणि त्यामुळे नैसर्गिक धोके आणि मानवी हस्तक्षेपास कमी संवेदनाक्षम असतात.

एका दिवसाच्या कालावधीत नगण्य भरपाई किंवा पुनर्भरण आणि बाष्पीभवनाद्वारे होणारे नुकसान लक्षात घेऊन, बंदिस्त जलचरांमधील पाण्याचे संतुलन खाली वर्णन केलेल्या समीकरणाद्वारे दर्शविले जाऊ शकते.

अप्रतिबंधित जलचर:

अपरिष्कृत जलचर किंवा फ्रेटिक जलचर किंवा वॉटर-टेबल एक्विफर्स ही जल संतृप्त भूवैज्ञानिक रचना आहेत, जी जलचराच्या वरच्या सीमेवर मुक्त पारगम्य असंतृप्त क्षेत्राद्वारे आच्छादित आहेत. बंदिस्त जलचरांच्या विपरीत, संतृप्त झोन हे उभ्या आणि पार्श्वभागात एकमेकांशी जोडलेले ओव्हरलॅंग झिरपणाऱ्या खडकाच्या किंवा गाळाच्या खुल्या छिद्रातून वातावरणासाठी खुले असते. अनियंत्रित जलचरातील पाण्याचा दाब वातावरणाच्या दाबाइतका असतो आणि भूगर्भातील वरच्या पृष्ठभागाला जल-तक्ता म्हणून ओळखले जाते, जे उगवण्यास आणि पडण्यास मुक्त असते. सामान्यतः, अशा जलचरांमध्ये पाणी जल-तक्ताच्या वर जात नाही. तथापि, भूगर्भ, भूगर्भशास्त्र, ऋतू आणि भरती-ओहोटीचे परिणाम आणि संपृक्त क्षेत्रातून भूजल काढले जाणारे भूगर्भातील पाणी यासारख्या विविध भूवैज्ञानिक घटकांनुसार पाण्याच्या तक्त्याची खोली बदलत राहते. अशा जलचरांमध्ये भूजल अनिर्बंध असते, त्यामुळे या जलचरांना अप्रतिबंधित जलचर म्हणून ओळखले जाते. अप्रतिबंधित जलचर सामान्यतः पावसाच्या किंवा प्रवाहाच्या पाण्याने थेट जमिनीत घुसून भरले जातात. उथळ असंघटित जलचर हे असंघटित हिमनदी किंवा प्रवाही निक्षेपांमध्ये स्थित असतात ज्यात थोड्या जाडीच्या पारगम्य असंतृप्त झोनसह आच्छादित होतात, परिणामी भूजल आणि पृष्ठभागाच्या पाण्याचा इंटरफेस होतो. खोल अप्रतिबंधित जलचरांमध्ये, एकत्रित खडकांमध्ये (जसे की वालूचे खडक), जाड पारगम्य असंतृप्त झोनने आच्छादित असतात.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आणि पाण्याच्या टेबलादरम्यान थोड्या प्रमाणात जलचर अस्तित्वात असतात. अशा पाण्याच्या संपृक्त फॉर्मेशनमध्ये, भूजल अभेद्य खडकांवर किंवा मातीच्या थरासारख्या गाळाच्या वर जमा होते. दुसऱ्या अर्थाने, भूजलाची घटना तुलनेने हवाई मर्यादेच्या तुलनेने अभेद्य स्तरांसह भूजल शरीरापासून विभक्त केली जाते.

अल्पकालीन भरपाई इनपुट आणि भूजल आणि पृष्ठभागाच्या पाण्याचा परस्परसंवाद विचारात घेऊन, अपरिष्कृत जलचरांमधील पाण्याचे संतुलन ५ समीकरणाने दाखवले जाऊ शकते, ज्याचे खाली वर्णन केले आहे.

गळती जलचर:

C पूर्णपणे बंदिस्त किंवा अपरिष्कृत जलचर निसर्गात शोधणे कठीण आहे, तथापि, त्यांचे अस्तित्त्व अधिक वेळा गळती झालेल्या जलचरांच्या स्वरूपात असते. हे जलचर अर्ध-बंदिस्त थर किंवा अर्ध-परिव्यस एक्विटार्ड्सद्वारे आच्छादित किंवा अधोरेखित केले जातात, म्हणून, अशा जलचरांना अर्ध-बंदिस्त जलचर म्हणून देखील ओळखले जाते. साधारणपणे, जलवाहिनी खालच्या पारगम्यता बेडचे संतृप्त किंवा आंशिक संतृप्त झोन दर्शवते जे जलचरांमधील भूजलाची हालचाल मर्यादित करते. जेव्हा ते जमिनीच्या पृष्ठभागापर्यंत विस्तारतात तेव्हा एक्वायर्ड अंशतः संतृप्त होईल. दुसरीकडे, अॅक्विटार्ड पूर्णपणे संतृप्त स्वरूपात उपलब्ध असेल, जेव्हा वरच्या पाण्याच्या तक्त्याशी बांधलेले अपरिष्कृत जलचरांनी आच्छादित केले जाते. ही वैशिष्ट्ये विशेषतः जलोळ खोऱ्यातील मैदाने किंवा पूर्वीच्या तलाव खोऱ्यांमध्ये दिसून येतात. या जलचरांमध्ये बसवलेल्या विहिरी किंवा बोअरवेलमधील भूजल अन्वेषणामुळे जलचरांमध्ये तसेच जलचरांमध्ये बांधलेले पाणी

उपलब्ध होते . भूगर्भातील पाणी जलचरांमध्ये क्षैतिजरित्या वाहते, तर पाणी काढताना भूजलाची हालचाल जलचरांमध्ये उभ्या दिशेने होते .

बहुस्तरीय जलचर:

हायड्रॉलिकदृष्ट्या, एकल जलचर निसर्गात क्वचितच अस्तित्वात आहे. सामान्यतः, जलचर हे एकाधिक जलचरांचा एक भाग असतो, जे एका प्रणालीमध्ये व्यवस्थित केले जातात. अशा बहुस्तरीय जलचर प्रणालीमध्ये भूजलाची हालचाल खूपच गुंतागुंतीची असते आणि ती वैयक्तिक जलचरांमधील हायड्रॉलिक संप्रेषणाच्या डिग्रीवर अवलंबून असते. बहुस्तरीय जलचर प्रणाली ही प्रणालीमध्ये उपलब्ध असलेल्या विविध प्रकारच्या जलचरांपैकी एक असू शकते. जलचरांमध्ये दोन किंवा अधिक जलचर असलेली प्रणाली असू शकते ज्यामध्ये एक्वाक्लुड्स (चित्र ४e). अशा जलचरांच्या प्रणालीमध्ये बंदिस्त जलचर किंवा बंदिस्त जलचरांसह आच्छादित अपरिष्कृत जलचरांचे मिश्रण असू शकते. अशा जलचर प्रणालीमध्ये, हायड्रॉलिक वैशिष्ट्ये जसे की ट्रान्समिसिव्हिटी आणि दोन्ही वैयक्तिक जलचरांची स्टोरेटिव्हिटी राखली जाते. ही प्रणाली एका वेळी एकापेक्षा जास्त जलचर थरांमधून भूजल बाहेर काढण्यास मदत करते, जेव्हा विहीर जलचर प्रणालीमध्ये पूर्णपणे प्रवेश करते. बहुस्तरीय जलचरांच्या दुसऱ्या प्रणालीमध्ये, दोन किंवा अधिक जलचर त्यांच्या स्वतःच्या हायड्रॉलिक वैशिष्ट्यांसह, जलचरांमध्ये भूजलाचा अनिर्बंध क्रॉसफ्लो राखून इंटरफेसद्वारे वेगळे केले जातात . सिस्टीम सिंगल लेयर्ड ॲक्विफरच्या सारख्याच प्रतिसादाची नक्कल करते, जिथे ट्रान्समिसिव्हिटी आणि स्टोरेटिव्हिटीसह त्यांची हायड्रॉलिक वैशिष्ट्ये सिस्टमसाठी एकत्रितपणे वागतात. पंपिंगसाठी या प्रणालीचा प्रतिसाद एकल-स्तरित जलचराशी समान असेल जो वैयक्तिक स्तरांच्या ट्रान्समिसिव्हिटी आणि स्टोरेटिव्हिटीच्या बेरजेइतका असेल . बहुस्तरीय जलचर प्रणालीच्या तिसऱ्या शक्यतेमध्ये, दोन किंवा अधिक जलचरांना एक्विटार्ड्सने विभक्त केले जाते , ज्यामुळे गळती असलेल्या जलचर प्रणालीची शक्यता मजबूत होते. गळती झालेल्या सिंगल-लेयर्ड ॲक्विफर सिस्टीममधून जेव्हा पाणी उपसले जाते तेव्हा या प्रकारच्या जलचर प्रणालीचा इतर जलचर स्तरांवर मोजता येण्याजोगा प्रभाव पडतो. तथापि, पंपिंग वेळेनुसार परिणाम नगण्य किंवा मोजता येण्याजोगे असू शकतात.

४.१६ सारांश

हा धडा जलविज्ञान, पृथ्वीवरील पाण्याच्या हालचाली, वितरण आणि गुणवत्तेचा वैज्ञानिक अभ्यास याचे मूलभूत विहंगावलोकन प्रदान करतो. जलविज्ञान परिभाषित करून आणि पाण्याशी संबंधित विविध प्रक्रिया समजून घेण्यासाठी आणि पाण्याची टंचाई, पूर आणि हवामान बदल यासारख्या जागतिक आव्हानांना तोंड देण्यासाठी त्याचे महत्त्व स्पष्ट करून त्याची सुरुवात होते.

धडा वातावरण, जमीन आणि महासागरांमधून पाण्याच्या सतत हालचालींचा तपशील देतो. हे पर्जन्य, बाष्पीभवन, बाष्पोत्सर्जन, घुसखोरी आणि प्रवाह यांसारख्या प्रक्रियांचे स्पष्टीकरण देते. प्रत्येक प्रक्रियेचे वर्णन एकूणच चक्रातील तिची भूमिका आणि त्याचा पाणी वितरणावर होणारा परिणाम या संदर्भात केला आहे. धडा जलविज्ञान प्रणालीचे प्रमुख घटक

ओळखतो, ज्यामध्ये पृष्ठभागावरील पाणी (नद्या, तलाव आणि जलाशय), भूजल (जलचर) आणि वातावरण यांचा समावेश आहे. हे घटक एकमेकांवर कसे संवाद साधतात आणि प्रभावित करतात हे स्पष्ट करते. हे विविध जलविज्ञान प्रक्रियांचे मोजमाप आणि विश्लेषण करण्याच्या पद्धतींवर चर्चा करते. यामध्ये पर्जन्य, प्रवाह आणि भूजल पातळी मोजण्यासाठी तंत्रे तसेच पाण्याच्या हालचालींचे अनुकरण करण्यासाठी आणि भविष्यातील ट्रेंडचा अंदाज घेण्यासाठी हायड्रोलॉजिकल मॉडेल्सचा वापर समाविष्ट आहे.

पाणीसाठ्यातील बदल समजून घेण्यासाठी दिलेल्या प्रणालीतील सर्व पाणी इनपुट आणि आउटपुटच्या लेखाजोखाच्या महत्वावर जोर देऊन, पाणी शिल्लक ही संकल्पना मांडण्यात आली आहे. धडा जल संतुलन समीकरण आणि हायड्रोलॉजिकल अभ्यासात त्याचा उपयोग दर्शवितो.

धडा हायड्रोलॉजिक पॅटर्नवर हवामान बदलाचे परिणाम संबोधित करतो. हे तपमान आणि पर्जन्य नमुन्यांमधील बदल जलविज्ञान चक्रात कसे बदल करणे अपेक्षित आहे, जलस्रोतांवर प्रभाव टाकणे आणि जल व्यवस्थापनासाठी नवीन आव्हाने निर्माण करणे हे तपासते. कृषी, शहरी नियोजन, पर्यावरण संवर्धन आणि आपत्ती व्यवस्थापन यासारख्या क्षेत्रांमध्ये जलविज्ञानाच्या व्यावहारिक उपयोगांवर प्रकाश टाकून धडा संपतो. जलस्रोतांचे प्रभावीपणे व्यवस्थापन करण्यासाठी आणि पाण्याशी संबंधित धोक्यांचे परिणाम कमी करण्यासाठी धोरणे विकसित करण्यात जलतज्ज्ञांची भूमिका अधोरेखित करते.

एकंदरीत, हा धडा जलविज्ञानाच्या तत्वांचा आणि पद्धतींचा एक आवश्यक परिचय म्हणून काम करतो, ज्यामुळे क्षेत्रातील अधिक प्रगत अभ्यासाचा टप्पा निश्चित होतो. हे हायड्रोलॉजिक चक्राच्या परस्परसंबंधावर आणि पृथ्वीवरील जीवन आणि परिसंस्था टिकवून ठेवण्यासाठी पाण्याची महत्त्वपूर्ण भूमिका यावर जोर देते.

४.१७ नमुना प्रश्न

प्र.१ रिक्त स्थानांची पुरती करा.

१. ----- ही पाण्याची संतृप्त भूवैज्ञानिक रचना आहे, जी वातावरणीय दाबापेक्षा जास्त दाबाने अभेद्य किंवा अर्ध-पर्वीय असंतृप्त क्षेत्रामध्ये सँडविच केलेली आहे (सीमित जलचर).
२. ----- बेसिनवरील सरासरी पर्जन्यमान मोजण्याची सर्वात सोपी पद्धत आहे (अंकगणित सरासरी पद्धत).
३. ----- बाष्पीभवन आणि बाष्पोत्सर्जन (बाष्पीभवन) या दोन मार्गांद्वारे द्रव पाण्याचे पाण्याच्या वाफेमध्ये रूपांतरणाचे वर्णन करणारी संज्ञा आहे.
४. ----- पृथ्वी-वातावरण प्रणाली (जलविज्ञान चक्र) मध्ये पाण्याचे सतत परिभ्रमण समाविष्ट आहे.

५. ----- हे एक नैसर्गिक जिओमॉर्फिक युनिट आहे. एखाद्या विशिष्ट प्रवाहात किंवा प्रवाहांच्या समुच्चयांमध्ये (वॉटरशेड) पाणी योगदान देणारे क्षेत्र म्हणून त्याची व्याख्या केली जाऊ शकते.

प्र.२ खालील गोष्टींवर लहान टिपा लिहा.

१. जलविज्ञानाच्या शाखा.
२. जलविज्ञान चक्र
३. पाणलोटालाची वैशिष्ट्ये
४. पाणलोट इनपुट आणि आउटपुट शिल्लक
५. पृथ्वीवरील पाण्याचे संतुलन

प्र.३ खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

१. पर्जन्य मोजण्याच्या/मापनाच्या विविध पद्धतींची चर्चा करा.
२. पाऊस-वादळाची वैशिष्ट्ये स्पष्ट करा.
३. पृष्ठभागावरील प्रवाह नियंत्रित करणारे विस्तृत घटक .
४. पाणलोटालातील संपृक्त पाण्याची विविध रूपे स्पष्ट करा.

४.१८ पुढील वाचनासाठी संदर्भ

- बहरी ए . , २०१२, एकात्मिक शहरी जल व्यवस्थापन, जागतिक जल भागीदारी.
- धानुका एस., २००६, 'भारतातील जल संसाधन विकासामध्ये GIS आणि RS चा वापर ' जल संसाधन व्यवस्थापन (सं. मंडल, RB), संकल्पना प्रकाशन कंपनी, नवी दिल्ली मध्ये प्रकाशित. pp. २२-३०.
- सविंद्र सिंग (२०२२) जलविज्ञानाची मूलभूत तत्वे. प्रवालिका पब्लिकेशन्स, अलाहाबाद, भारत.
- सुब्रमण्य के (२००८) अभियांत्रिकी जलविज्ञान". मॅकग्रा हिल एज्युकेशन, नवी दिल्ली.
- मूर्ती जे (१९९८) पाणलोट व्यवस्थापन. नवीन युग प्रकाशक, नवी दिल्ली.
- जाट बीसी आणि सिंग एस. २०१०, पारंपारिक तंत्रज्ञानाद्वारे जल व्यवस्थापन, जयपूर, पॉइंटर पब्लिशर्स, पृ. १४२-१५५.

- मेनन एस., २००८, 'ग्राउंड वॉटर मॅनेजमेंट: नीड फॉर सस्टेनेबल ऍप्रोच' मध्ये प्रकाशित , भूजल व्यवस्थापन: शाश्वत दृष्टिकोनाची गरज (सं. भटनागर , एम.), द ICFAI युनिव्हर्सिटी प्रेस, हैदराबाद . pp. ३-१३.
- USDA, भूजल संसाधनांचे व्यवस्थापन करण्यासाठी तांत्रिक मार्गदर्शक [ऑनलाइन] www.fs.fed.us/biology/resources/pubs/watershed/groundwater/ground_water_technical_guide_fs-८८१_march२००७.pdf १/०१/२०१४ रोजी प्रवेश केला)
