COACH UP IAS

YOUR SELECTION Is OUR BUSINESS

WHITE BOOK

# भौतिक भूगोल

## सिविल सेवा परीक्षा के लिए

IAS COACH ASHUTOSH SRIVASTAVA

IAS COACH MANISH SHUKLA

8009803231 / 9236569979

# Saarthi

THE COACH

**1 : 1 MENTORSHIP BEYOND THE CLASSES**

- **Diagnosis** of candidates based on background, level of preparation and task completed.
- **Customized solution** based on Diagnosis.
- One to One **Mentorship.**
- Personalized schedule **planning.**
- Regular **Progress tracking.**
- **One to One classes** for Needed subjects along with online access of all the subjects.
- Topic wise **Notes Making sessions**.
- One Pager **( 1 Topic 1 page)** Notes session.
- **PYQ** (Previous year questions) Drafting session.
- **Thematic charts** Making session.
- **Answer-writing** Guidance Program.
- **MOCK Test** with comprehensive & swift assessment & feedback.

**Ashutosh Srivastava**
**(B.E., MBA, Gold Medalist)**
Mentored 250+ Successful Aspirants over a period of 12+ years for Civil Services & Judicial Services Exams at both the Centre and state levels.

**Manish Shukla**
Mentored 100+ Successful Aspirants over a period of 9+ years for Civil Services Exams at both the Centre and state levels.

# भू-आकृति विज्ञान

## ब्रह्मांड एवं संबंधित सिद्धांत

### ब्रह्मांड (Universe)

- ब्रह्मांड अंतरिक्ष का एक विशाल विस्तार है जिसकी विद्यमानता में सब कुछ समाहित है।
- **ब्रह्मांड पर विभिन्न विचार**
  - भू-केंद्रित दृष्टिकोण **(Geocentric View)**: पृथ्वी ब्रह्मांड के केंद्र में
  - सूर्य-केंद्रित दृष्टिकोण **(Heliocentric View)**: सूर्य ब्रह्मांड के केंद्र में

### बिग बैंग थ्योरी (Big Bang Theory)

- इस सिद्धांत के अनुसार ब्रह्मांड लगभग **13.8** अरब वर्ष पहले अस्तित्व में आया था।
- यह ''एकलता **(SINGULARITY)**'' नामक एकल बिंदु के रूप में प्रारंभ हुआ।
- ''बिग बैंग'' के दौरान, यह एकल बिंदु फैलना शुरू हुआ और इसमें प्रचंड विस्फोट हुआ, जिसके परिणामस्वरूप बड़े पैमाने पर ब्रह्मांड का विस्तार हुआ।

**बिग बैंग का समर्थन करने वाले साक्ष्य**

- **आकाशगंगाओं का ''अभिरक्त विस्थापन या रेड शिफ्ट:**आकाशगंगाओं के बीच दूरी बढ़ रही है
- **कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड रेडिएशन (खगोलीय पार्श्व सूक्ष्मतरंगी विकिरण):** यह ब्रह्मांड में मौजूद प्रकाश की एक धुंधली चमक है।

### आकाशगंगा (Galaxies)

- एक आकाशगंगा गैस, धूल और अरबों तारों और उनके सौर मंडल का एक विशाल संग्रह है।
- गुरुत्वाकर्षण खिंचाव इन सभी को आकाशगंगा में एक साथ बाँधें रखता है।

**आकाशगंगाओं के प्रकार (Types of Galaxies)**

| सर्पिल आकाशगंगाएँ (Spiral Galaxies) | अण्डाकार आकाशगंगाएँ (Elliptical Galaxies) | अनियमित आकाशगंगाएँ (Irregular Galaxies) |
|---|---|---|
| वे सर्पिल भुजाओं के साथ सपाट, डिस्क/तश्तरी के आकार के होते हैं। | वे आकार में लगभग गोलाकार से लेकर बहुत लम्बी तक भिन्न होते हैं। | वे न तो डिस्क/तश्तरी की तरह हैं और न ही अण्डाकार। वे अनियमित आकार के होते हैं। |
| उनके केंद्र में सितारों की बड़ी संख्या होती है। | उनके पास अपेक्षाकृत कम गैस और धूल होती हैं। | उनके पास बहुत कम धूल होती है। |
| उनमें सक्रिय रूप से तारों का निर्माण जारी है। | उनमें पुराने तारे होते हैं और वे अब उनमें सक्रिय रूप से तारों का निर्माण नहीं हो रहा है। | |
| **उदाहरण:** मिल्की वे | वे ब्रह्मांड में सबसे प्रचुर मात्रा में हैं। | |

### हमारी आकाशगंगा - मिल्की वे अथवा दुग्धमेखला (Milky Way)

यह तारों, धूल और गैस का एक विशाल संग्रह है। यह वह आकाशगंगा है जिसमें हमारा सौरमंडल स्थित है।

- आकार: लगभग 1,00,000 प्रकाश वर्ष (1 प्रकाश वर्ष = 9,460 अरब किलोमीटर)।
- आयु: लगभग 13.6 बिलियन वर्ष।
- **प्रकार:** सर्पिल आकाशगंगा।
- **संरचना:**
  - **धनु A* (SAGITTARIUS A*):** मिल्की वे के बीच में एक विशालकाय ब्लैक होल है जिसे धनु **A*** कहा जाता है। आकाशगंगा में सब कुछ इसी के इर्द-गिर्द घूमता है।
  - **आकाशगांगेय या मंदाकिनीय उभार (GALACTIC BULGE):** धनु **A*** के आसपास के क्षेत्र में, गैस, धूल और तारों का एक सघन भरा क्षेत्र है। इस स्थान को गांगेय उभार के रूप में जाना जाता है।
  - **आकाशगांगेय चक्रिका (GALACTIC DISC):** उभार से परे, आकाशगांगेय चक्रिका है। गैलेक्टिक डिस्क हमारे सूर्य सहित अरबों तारे हैं।
- **निकटतम पड़ोसी आकाशगंगा:** एँड्रोमेडा

### तारे (Stars)

तारा, गैस और धूल की एक विशाल चमकती हुई गेंद है जिसे गुरुत्वाकर्षण एक साथ बाँधे रखता है।

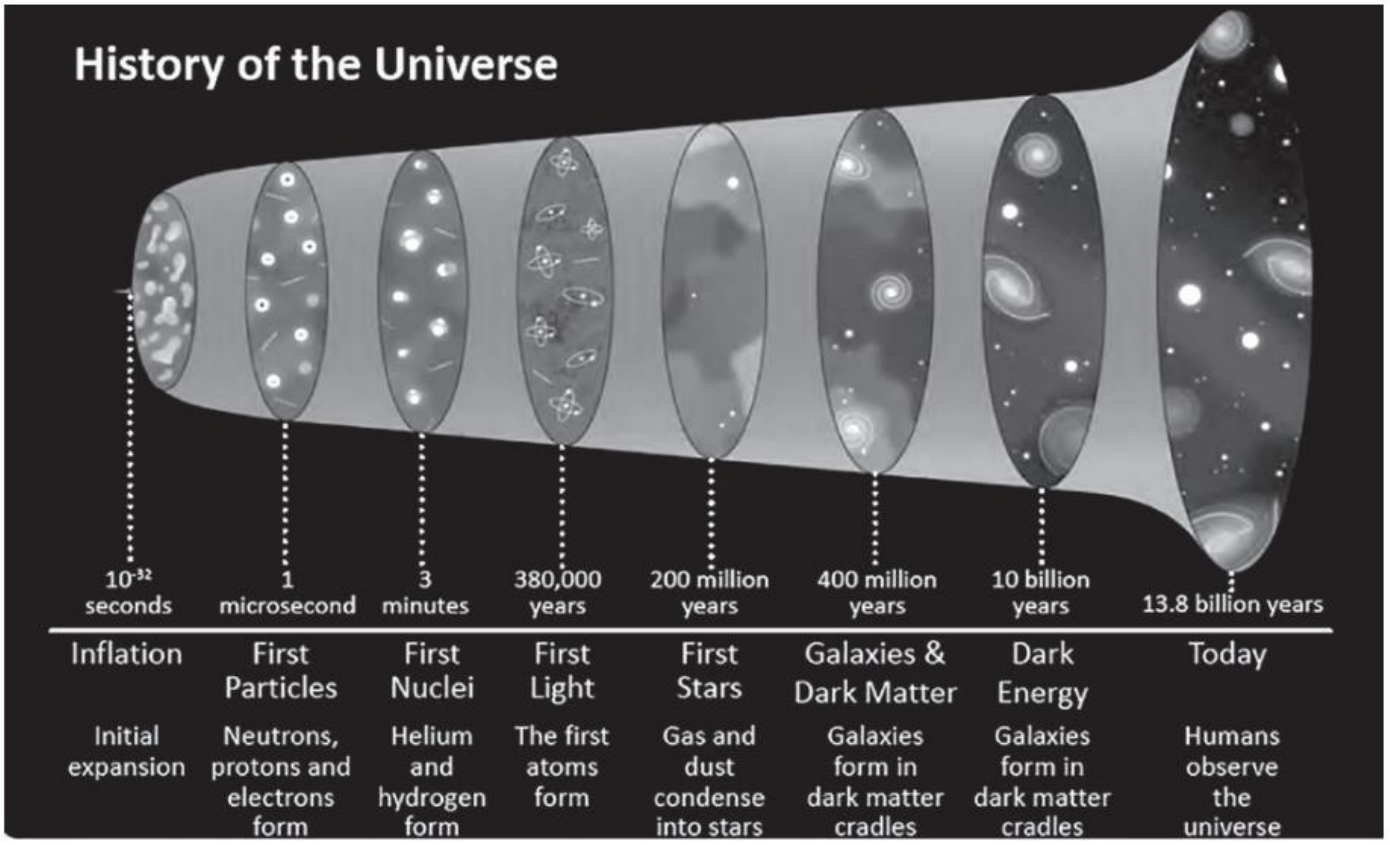
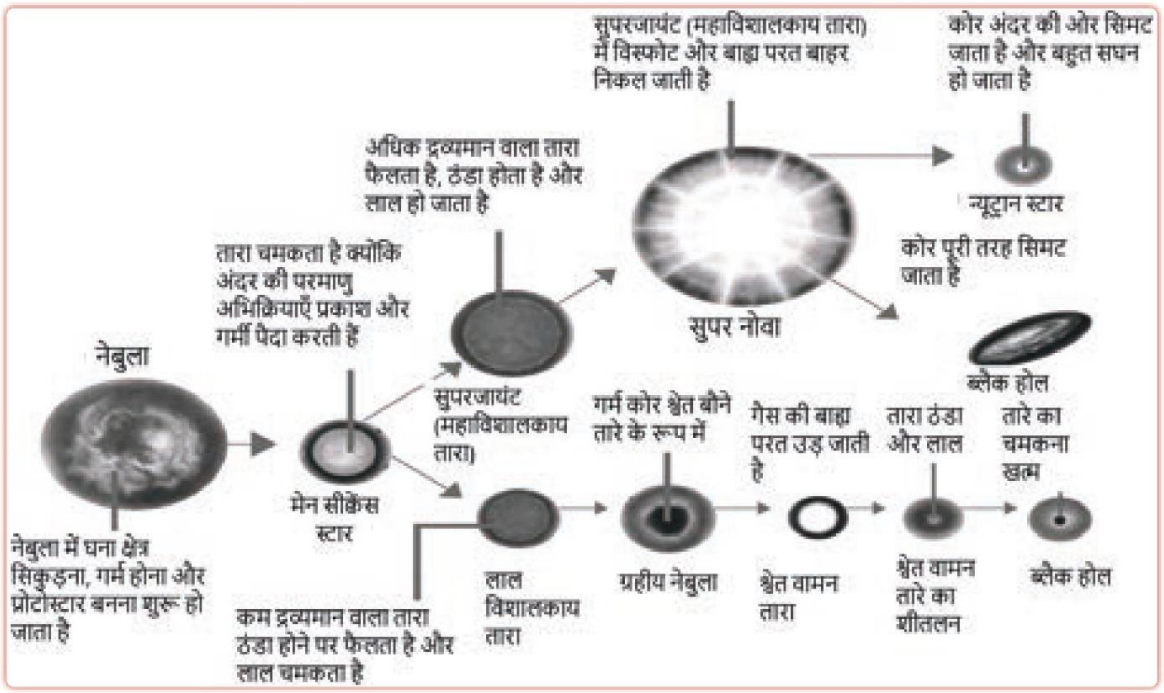



**Fig.** Big Bang Theory

**विशेषताएँ:**

- मुख्य रूप से हाइड्रोजन और हीलियम से बने होते हैं।
- आकार, द्रव्यमान और तापमान में भिन्न होते हैं।
- तारे का रंग उसके तापमान से निर्धारित होता है। सबसे गर्म तारे नीले दिखाई देते हैं, जबकि सबसे ठंडे तारे लाल दिखाई देते हैं।

## एक तारे का जीवन चक्र (Life Cycle of a Star)




## नक्षत्रमंडल अथवा तारामंडल [CONSTELLATIONS]

- एक तारामंडल एक स्थिर आकार वाले तारों का एक समूह है।
- किसी विशेष नक्षत्र की दृश्यता स्थान और समय पर निर्भर करती है।
- इन्हें आम तौर पर वस्तुओं, जानवरों और यहाँ तक कि पौराणिक व्यक्तियों के नाम पर रखा जाता है।
- वर्तमान में, आधिकारिक तौर पर मान्यता प्राप्त 88 नक्षत्र हैं।
- नक्षत्रों का उपयोग सितारों के नाम, उल्का वर्षा और नेविगेशन के लिए किया जाता है।
- अरसा मेजर, ओरायन, हंटर, अरसा माइनर और द लिटिल बियर।

### किलोनोवा विस्फोट

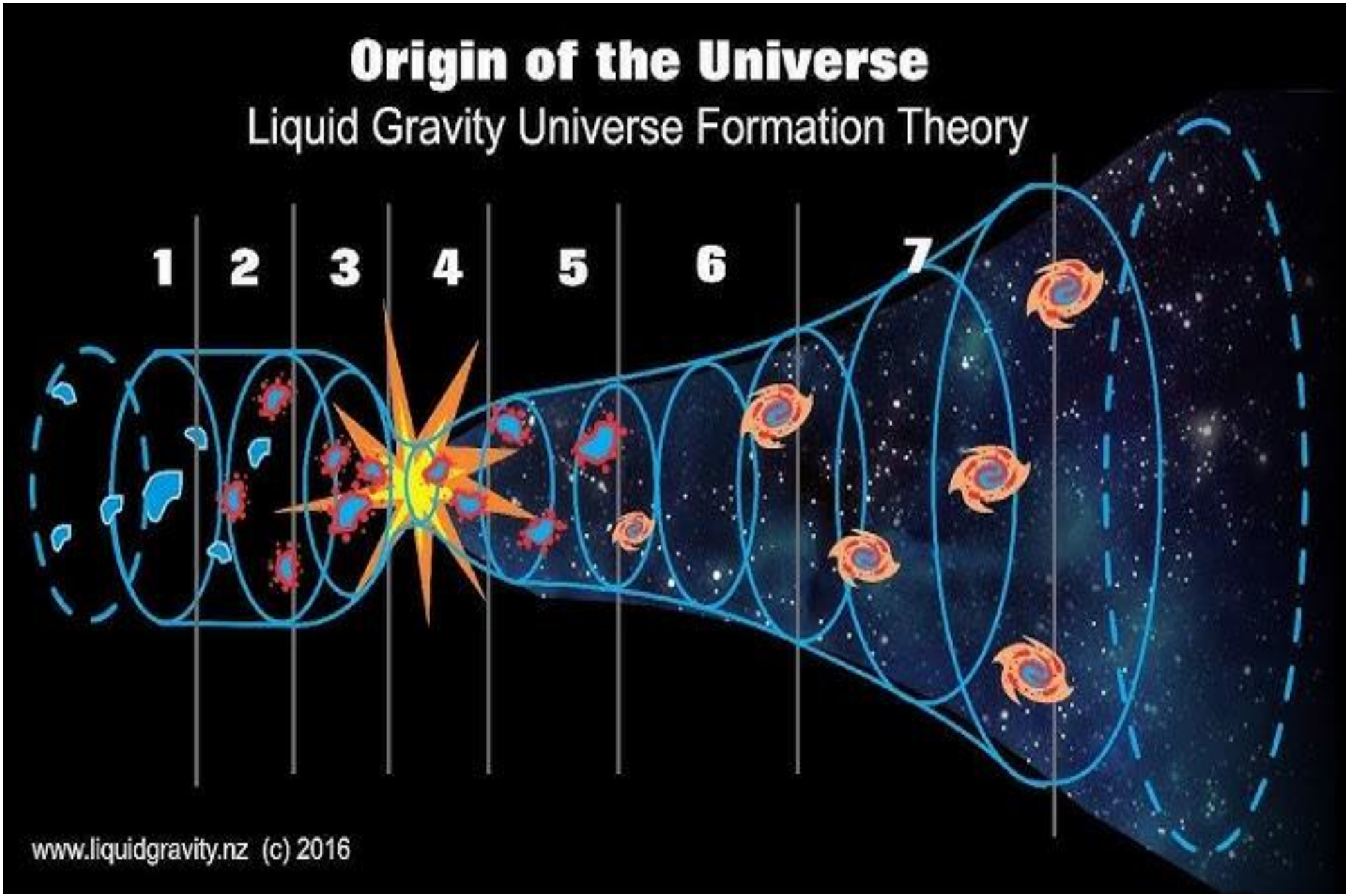
किलोनोवा विद्युत चुम्बकीय विकिरण का एक चमकदार विस्फोट है जो दो न्यूट्रॉन तारों या एक न्यूट्रॉन तारे के तारकीय द्रव्यमान वाले ब्लैक होल के साथ टकराव और विलय से उत्पन्न होता है।

## सौर मण्डल

हमारे ग्रह मंडल को सौर मंडल कहा जाता है, क्योंकि सब कुछ सूर्य के चारों ओर घूमता है। हमारे सौर मंडल से परे के अंतरिक्ष को इंटरस्टेलर/अन्तरातारकीय स्पेस कहा जाता है।

## सौर मंडल की उत्पत्ति और विकास (Origin and Evolution of the Solar System)

| सिद्धांत | वर्ष | प्रतिपादक |
|---|---|---|
| गैसीय परिकल्पना | 1755 | इमैनुएल कांट |
| नेबुलर (निहारिका) परिकल्पना | 1796 | लाप्लास |
| शिशुग्रह (प्लैनेटेसिमल) परिकल्पना | 1905 | टीसी चेम्बरलिन |
| ज्वारीय परिकल्पना | 1919; 1929 में संशोधित | जेम्स जीन्स |
| बाइनरी स्टार (द्वैतारक) परिकल्पना | 1937 | एच.एन. रसेल |
| सुपरनोवा परिकल्पना | 1946 | एफ हॉयल |

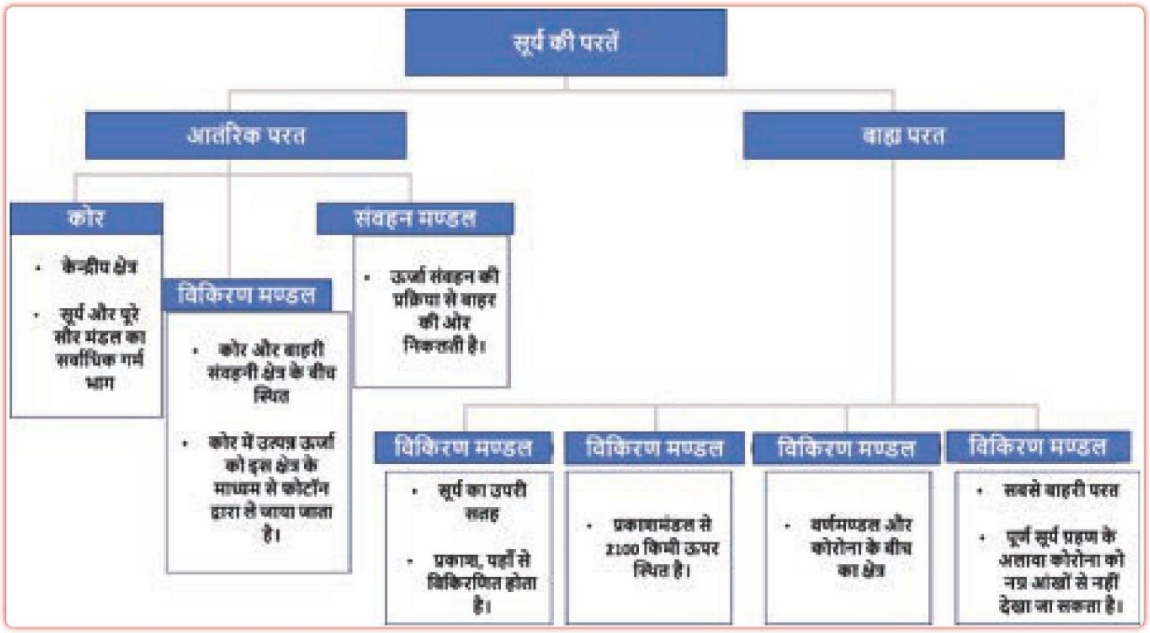

Origin of the Universe
Liquid Gravity Universe Formation Theory
1
2
3
4
5
6
7
www.liquidgravity.nz (c) 2016

## सूर्य (The Sun)

यह हमारे सौर मंडल का केंद्रीय खगोलीय पिंड है। यह एक तारा है।

- **आयु:** यह 5 अरब वर्ष पुराना माना जाता है।
- **संघटन:** मुख्य रूप से हाइड्रोजन और हीलियम से बना है। इसमें एक तरल आंतरिक भाग होता है जो गैसीय बाहरी आवरण से घिरा होता है।
- **आकार:** इसका व्यास 13,92,000 किमी है।
- **तापमान:** कोर में 15 मिलियन डिग्री सेल्सियस से सतह पर 5,500 डिग्री सेल्सियस तक भिन्न होता है।

### सूर्य की परतें (Layers of the Sun):




### महत्वपूर्ण अवधारणाएँ (Important Concepts)

- **सौर कलंक (Sun Spots):** सनस्पॉट सूर्य की सतह पर काले धब्बे होते हैं। वे गहरे रंग के दिखाई देते हैं क्योंकि वे परिवेश से अधिक ठंडे हैं।
- **सौर पवन (Solar Wind):** यह सूर्य के कोरोना से बाहर की ओर निकलने वाली प्लाज्मा की एक धारा है। यह तब बनती है
- **कोरोनल मास इजेक्शन (कोरोना द्रव्य उत्क्षेपण):** यह सूर्य के कोरोना से प्लाज्मा और चुंबकीय क्षेत्र की विमुक्ति या निष्कासन है। वे तब उत्पन्न होते हैं जब सूर्य की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ पुनर्गठित होती हैं।
- **सौर चक्र (Solar Cycle):** यह वह चक्र है जिसमें सूर्य का चुंबकीय क्षेत्र लगभग हर 11 वर्ष में गुजरता है। हर 11 साल में, सूर्य का चुंबकीय क्षेत्र पूरी तरह से बदल जाता है, और सूर्य के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव अपने स्थान आपस में बदल लेते हैं।
- **सौर प्रज्वाल (ज्वालाएँ) या सौर लपटें (Solar Flare):** ये सूर्य पर अचानक होने वाले प्रचंड विस्फोट हैं। ये तब बनती हैं जब सूर्य के वायुमंडल पर बनी विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा अचानक मुक्त होती है।
  - ये तब घटित होते हैं जब सौर वायुमंडल में चुंबकीय ऊर्जा बनती है और अचानक निर्मुक्त हो जाती है।
  - **हाल ही में, पृथ्वी पर G5 स्तर का सौर तूफान आया,** जो दो दशकों में सबसे शक्तिशाली था और संभवत: पिछले 500 वर्षों में ऑरोरा का सबसे शक्तिशाली प्रदर्शन था।
- **ध्रुवीय ज्योतियाँ या ऑरोरा (Auroras):** वे तब बनते हैं जब CME से आवेशित कण पृथ्वी के वायुमंडल में पहुँचते हैं और विभिन्न गैसों के साथ प्रतिक्रिया करते हैं।
  - उत्तरी ध्रुव के पास दिखाई देने वाली रोशनी को ऑरोरा बोरियालिस या उत्तरी ध्रुवीय ज्योति कहा जाता है।
  - दक्षिणी ध्रुव के पास की रोशनी को ऑरोरा ऑस्ट्रेलिस या दक्षिणी ध्रुवीय ज्योति कहा जाता है।
  - अधिकांश अरोरा पृथ्वी की सतह से 97-1000 किलोमीटर की ऊंचाई पर पाए जाते हैं।

**अंतरिक्ष का मौसम:** सूर्य की सतह पर होने वाली गतिविधि एक प्रकार का मौसम निर्मित करती है जिसे अंतरिक्ष का मौसम कहा जाता है। यह सूर्य और पृथ्वी के बीच अंतरिक्ष पर्यावरण में भिन्नता है।

### डबल सन हैलो परिघटना

**संदर्भ:** हाल ही में लद्दाख के आसमान में "डबल सन हैलो" नामक एक दुर्लभ खगोलीय घटना देखी गई।

डबल सन हेलो **के बारे में**

- यह एक दुर्लभ दृष्टि भ्रम है जो तब होता है जब सूर्य का प्रकाश पक्षाभ मेघों में बर्फ के क्रिस्टल से होकर गुजरता है, जिससे सूर्य के चारों ओर प्रकाश के दो संकेंद्रित छल्ले बनते हैं।
- **प्रक्रिया:**
  - पक्षाभ मेघों में षट्कोणीय बर्फ के क्रिस्टल प्राकृतिक प्रिज्म के रूप में कार्य करते हैं।
  - ये क्रिस्टल विशिष्ट कोणों पर सूर्य के प्रकाश को अपवर्तित और परावर्तित करते हैं, जिससे दो प्रभामंडल बनते हैं।
  - दो प्रभामंडल दिखाई देते हैं - एक आंतरिक प्रभामंडल जिसकी त्रिज्या लगभग 22 डिग्री होती है और एक बाहरी प्रभामंडल जिसकी त्रिज्या सूर्य के केंद्र से लगभग 46 डिग्री होती है।

## ग्रह (Planets)

- ग्रह वे पिंड हैं जो एक अण्डाकार पथ में एक तारे के चारों ओर परिक्रमा करते हैं।
- **बौने ग्रह:** बौने ग्रह छोटे होते हैं। उनके पास एक विशिष्ट कक्षीय पथ नहीं होता है।
  - कुइपर बेल्ट में चार बौने ग्रह प्लूटो, माकेमाके, हौमिया और एरिस हैं। सीरीस एक और बौना ग्रह है जो मुख्य क्षुद्रग्रह बेल्ट में स्थित है।
- **बहिर्ग्रह या गैर-सौरीय ग्रह अथवा एक्सोप्लैनेट:** हमारे सौर मंडल के बाहर के ग्रहों को एक्सोप्लैनेट कहा जाता है।
- **नवनिर्मित ग्रह/प्रोटोप्लेनेट:** यह एक खगोलीय पिंड है जो एक तारे के चारों ओर परिक्रमा कर रहा है और माना जाता है कि यह एक ग्रह के रूप में विकसित हो रहा है। 2022 में, हबल स्पेस टेलीस्कोप ने एबी ऑरिगे बी नामक बृहस्पति जैसे प्रोटोप्लैनेट की तस्वीर खींची।

### प्लूटो

यह बौने ग्रहों में सबसे बड़ा है:

- **अपनी धुरी पर घूमने में लगने वाला समय:** छह पृथ्वी दिवस
- **सूर्य की परिक्रमा करने में लगने वाला समय:** 248 पृथ्वी वर्ष
- **चंद्रमाओं की संख्या:** 5, शैरन सबसे बड़ा है
- **रिंग (वलय):** अनुपस्थित

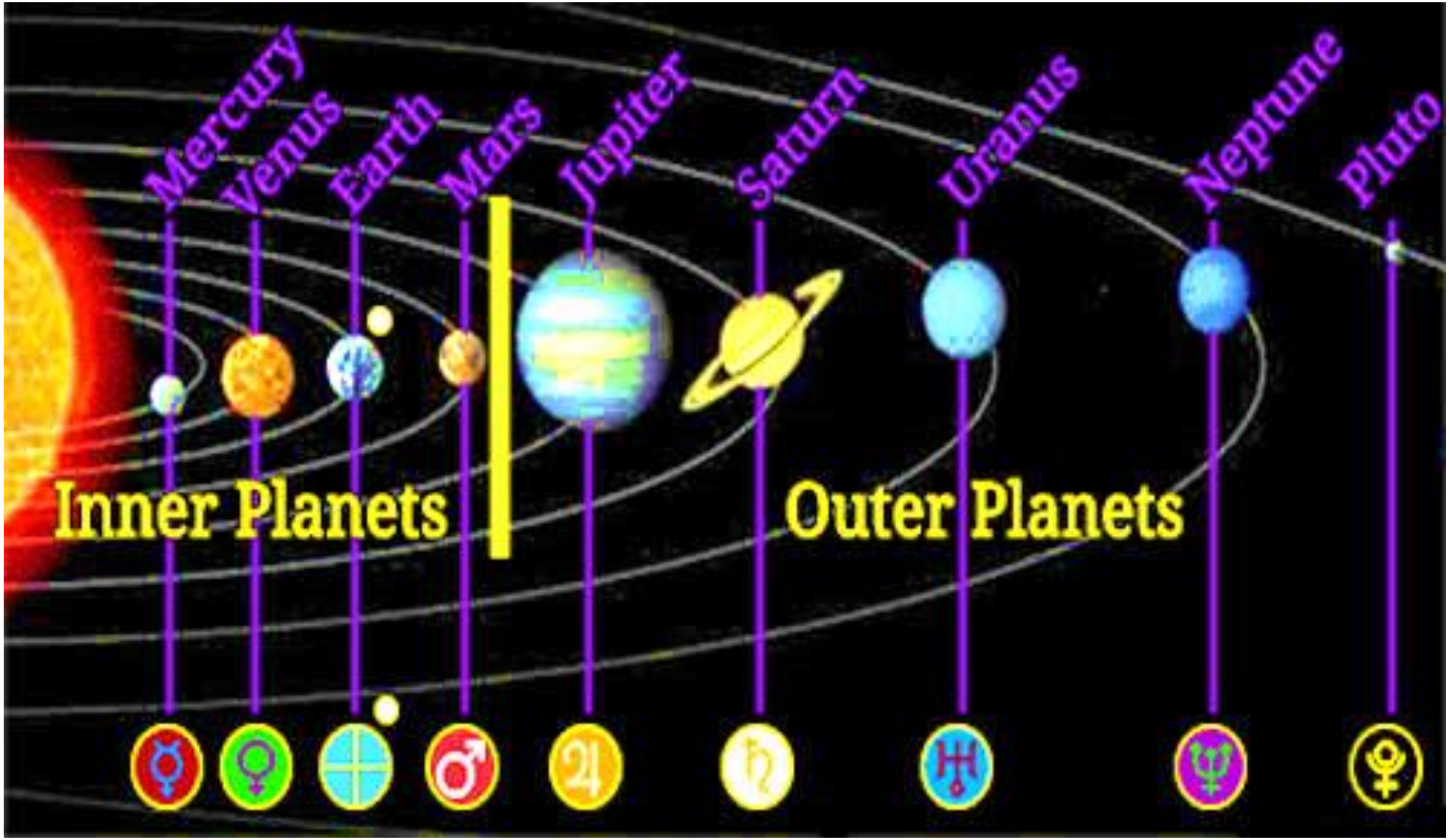
### ग्रहों का वर्गीकरण (Classification of Planets)

| आंतरिक ग्रह | बाह्य ग्रह |
|---|---|
| बुध, शुक्र, पृथ्वी और मंगल सूर्य के निकट परिक्रमा करते हैं और आंतरिक ग्रह कहलाते हैं। | बृहस्पति, शनि, यूरेनस और नेपच्यून को बाहरी ग्रह कहा जाता है। |
| आंतरिक ग्रहों को स्थलीय (पृथ्वी के समान) ग्रह भी कहा जाता है। | बाहरी ग्रहों को जोवियन (बृहस्पति जैसा) ग्रह कहा जाता है। |
| वे एक ठोस सतह से बने होते हैं। | उनके पास ठोस सतह नहीं होती है। |
| वे सघन होते हैं। इनमे लौह क्रोड (core) की उपस्थिति होती है। | वे कम सघन होते हैं क्योंकि वे गैसों से बने होते हैं। |

### ग्रह और महत्वपूर्ण तथ्य (Planets and Important Facts)

| ग्रह | रोटेशन (घूर्णन) के लिए लिया गया समय | परिक्रमण के लिए लिया गया समय | चंद्रमाओं की संख्या | वलयों की संख्या | अन्य तथ्य |
|---|---|---|---|---|---|
| **बुध** | 59 पृथ्वी दिवस | 88 पृथ्वी दिवस | 0 | 0 | • हमारे सौर मंडल का सबसे तेज ग्रह जो अंतरिक्ष में 47 किलोमीटर प्रति सेकंड की गति से यात्रा करता है |
| **शुक्र** | 243 पृथ्वी दिवस। | 225 पृथ्वी दिवस | 0 | 0 | • हमारे सौरमंडल का सबसे गर्म ग्रह<br>• यह अपनी धुरी पर पीछे की ओर यानि दक्षिणावर्त दिशा में घूमता है। इसका तात्पर्य यह है कि, शुक्र पर, सूर्य पश्चिम में उगता है और पूर्व में अस्त होता है। |
| **पृथ्वी** | लगभग 24 घंटे | लगभग 365 दिन | 1 | 0 | • आकृति: चपटा अंडाकार आकृति (**भू-आभ=Geoid**)<br>• पाँचवाँ सबसे बड़ा ग्रह<br>• यह सौरमंडल का एकमात्र ऐसा ग्रह है जिसकी सतह पर तरल पानी है<br>• सभी ग्रहों में सबसे अधिक सघन |

# Classification of planet



| ग्रह | रोटेशन (घूर्णन) के लिए लिया गया समय | परिक्रमण के लिए लिया गया समय | चंद्रमाओं की संख्या | वलयों की संख्या | अन्य तथ्य |
|---|---|---|---|---|---|
| मंगल | 24 घंटे से थोड़ा अधिक | 687 पृथ्वी दिवस | 2-फोबोस और डीमोस। | 0 | इसकी सतह पर लौह खनिजों के कारण लाल रंग की गेंद की तरह दिखाई देता है |
| बृहस्पति | लगभग 10 घंट | 12 पृथ्वी वर्ष | 80 गैनिमीड | हा सबसे बड़ा हैँ | • हमारे सौरमंडल का सबसे बड़ा ग्रह।<br>• मुख्य रूप से गैस और तरल से बना होता है और इसकी कोई ठोस सतह नहीं होती है |
| शनि ग्रह | 10.7 घंटे | 29 पृथ्वी वर्ष | 83 टाइटन सबसे बड़ा है | हाँ (7) | गैस से बना है और इसकी ठोस सतह नहीं है |
| अरुण ग्रह या यूरेनस | 17 घंटे | 84 पृथ्वी वर्ष | 27 | हाँ (13) | "आइस जाइंट" के रूप में जाना जाता है क्योंकि इसका अधिकांश द्रव्यमान बर्फीले पदार्थों पानी, मीथेन और अमोनिया, घना का एक द्रव है |
| नेपच्यून या वरुण | 16 घंटे | 165 पृथ्वी वर्ष | 14 | हाँ (9) | आकार, संरचना और संघटन में आश्चर्यजनक समानता के कारण यूरेनस के जुड़वाँ के रूप में जाना जाता है |

### कुइपर बेल्ट (Kuiper Belt)

- यह एक डोनट के आकार का क्षेत्र है नेपच्यून की कक्षा (**30 AU** पर) से लेकर सूर्य से लगभग 50 AU तक फैली हुई है।
- इसमें सैकड़ों बर्फीले पिंड होते हैं जिन्हें **कुइपर बेल्ट ऑब्जेक्ट (KBOs)** या **ट्रांस-नेप्च्यूनियन ऑब्जेक्ट (TNOs)** कहा जाता है। वे सौर मंडल के गठन के अवशेष हैं।
- **और्ट बादल या और्ट क्लाउड:** यह धूमकेतुओं और छोटे बर्फीले पिंडों का एक गोलाकार संग्रह है जो सूर्य की परिक्रमा करते हैं। यह कुइपर बेल्ट से परे, अंतरतारकीय अंतरिक्ष में स्थित है।

#### सुपर ब्लू मून

**संदर्भ:** दुर्लभ सुपरमून ब्लू मून, जिसे 'स्टर्जन मून' के नाम से भी जाना जाता है, 19 अगस्त 2024 को दिखाई दिया।

#### सुपर ब्लू मून के बारे में:

- तीन चंद्र घटनाओं अर्थात पूर्णिमा, सुपरमून और ब्लू मून की युक्ति।
- तब घटित होती है जब पूर्णिमा उपभू (पेरीजी) पर अर्थात चन्द्रमा, पृथ्वी के सबसे निकट बिंदु पर स्थित होता है।
  - सामान्य से 14% बड़ा दिखाई देता है;
  - सामान्य से 30% अधिक चमकीला होता है;
- **सुपरमून (उपभू/पेरीजी पर):** सबसे बड़ा स्पष्ट आकार
- **माइक्रो मून (भूम्युच्च/अपोजी पर):** सबसे छोटा स्पष्ट आकार
- ब्लू मून एक कैलेंडर माह में होने वाली दूसरी पूर्णिमा है।
  - अगला ब्लू मून 31 मई 2026 को घटित होगा।

## क्षुद्रग्रह और धूमकेतु (Asteroids and Comets)

### क्षुद्रग्रह (Asteroid)

- ये चट्टानी पिण्ड हैं।
- उनकी एक दीर्घवृत्ताकार कक्षा है
- कक्षीयअवधि 1 से 100 वर्ष है
- वे आकार में छोटे होते हैं
- उनमें पूँछ का निर्माण नहीं होता है

**क्षुद्रग्रहों के प्रकार:**

- मंगल और बृहस्पति के बीच मुख्य क्षुद्रग्रह की पट्टी में पाए जाने वाले क्षुद्रग्रह
- **ट्रोजन्स:** क्षुद्रग्रह जो एक विशाल ग्रह के साथ कक्षा साझा करते हैं
- **निकट-पृथ्वी क्षुद्रग्रह:** क्षुद्रग्रह जो पृथ्वी के निकट परिक्रमा करते हैं। **उदाहरण:** बेन्नू, एपोफिस, वेस्ता, इरोस

आइरिस और मासालिया नामक क्षुद्रग्रहों (जिनमें सिलिकेट प्रचुर मात्रा में हैं) से एक अद्वितीय तरंगदैर्ध्य उत्सर्जित होती पाई गयी, जो स्पष्ट रूप से जल अणुओं की उपस्थिति का संकेत देती थी।

### धूमकेतु (Comets)

- ये पिण्ड जमी हुई गैसों, धूल से बनी होती हैं
- उनकी उत्केंद्री कक्षा होती है
- कक्षीय अवधि 75 से 100,000 वर्ष से अधिक हो सकती है।
- वे आकार में बड़े होते हैं
- वे एक पूँछ का निर्माण करते हैं जो सूर्य की विपरीत दिशा में विस्तारित होती है।
- **उदाहरण:** हैली धूमकेत

2021 में, बर्नार्डिनेली-बर्नस्टीन धूमकेतु नामक एक नए धूमकेतु की पहचान की गई। यह अब तक देखा गया सबसे बड़ा धूमकेतु है।

### उल्का (meteor), उल्कापिंड (meteorite) और उल्काभ (Meteoroid)

- **उल्काभ:** ये अंतरिक्ष चट्टानें हैं। वे आकार में धूल के दानों से लेकर छोटे क्षुद्रग्रहों तक होते हैं।
- **उल्का:** जब उल्काभ पृथ्वी के वायुमंडल या किसी अन्य ग्रह में प्रवेश करते हैं, तो इसे उल्का कहा जाता है।
  - उल्काओं को शूटिंग स्टार्स के नाम से भी जाना जाता है। प्रकाश (जिसके कारण उल्कापिंड को टूटता तारा कहा जाता है) उल्कापिंड और पृथ्वी के वायुमंडल में मौजूद अणुओं के बीच घर्षण का परिणाम है जिसके कारण यह जल जाता है।
- **उल्का पिंड:** जब कोई उल्का वायुमंडल में बचकर जमीन से टकराता है तो उसे उल्कापिंड कहते हैं।
- **उल्कापात:** जब पृथ्वी का सामना एक साथ कई उल्कापिंडों से होता है तो उसे उल्कापात कहते हैं। उल्कापात का नाम आम तौर पर उस तारे या तारामंडल के नाम पर रखा जाता है जो आकाश में उल्कापिंडों की उत्पत्ति के स्थान के निकट होता है।

**कक्षीय अनुनाद में उप-नेपच्यून (Sub-Neptunes found in orbital resonance)**

**संदर्भ:** खगोलविदों ने हाल ही में एक दूरस्थ तारे की परिक्रमा कर रहे छह उप-नेप्च्यून ग्रहों की खोज की है, जो एक उल्लेखनीय समन्वित गति उर्फ कक्षीय अनुनाद में परिक्रमा कर रहे हैं।

**उप-नेप्च्यून्स के बारे में:**

- **आकार:** पृथ्वी और नेपच्यून के बीच की त्रिज्या।
- **अवस्थिति:** सूर्य जैसे तारों की निकट कक्षाओं में पाए जाते हैं तथा सूर्य जैसे तारा प्रणालियों के 50% से अधिक में मौजूद होते हैं।
- वे हाइड्रोजन और हीलियम गैस के मोटे वायुमंडल वाले चट्टानी विश्व (रॉकी वर्ल्ड) हो सकते हैं, या गर्म, पानी से समृद्ध वायुमंडल वाले चट्टान और बर्फ के विश्व (स्नो वर्ल्ड) हो सकते हैं।

**कक्षीय अनुनाद:** कक्षीय अनुनाद तब होता है जब एक मुख्य पिंड के चारों ओर परिक्रमा करने वाले दो या अधिक खगोलीय पिंडों की कक्षीय अवधि छोटे पूर्णांकों के अनुपात से संबंधित होती है। **उदाहरण:** बृहस्पति के चंद्रमा आयो, यूरोपा और गेनीमीड: इनका अनुनाद 1:2:4 होता है।

## पृथ्वी का भूवैज्ञानिक इतिहास (Geological Time Scale)

**भूवैज्ञानिक टाइमस्केल (समय के पैमाने):** यह पृथ्वी के इतिहास की घटनाओं का 'कैलेंडर' है।

यह समय को अवरोही क्रम में, इयान (eons), महाकल्प (eras), कल्प (periods)ए युग (epochs) और काल (ages) में विभाजित करता है।

| महाकल्प (ERA) | वर्ष (दस लाख में) | कल्प (periods) | युग (epochs) | जन्तु-समूह (FAUNA) | पादप-समूह (FAUNA) |
|---|---|---|---|---|---|
| सेनोजोइक | 1 | चतुर्थक कल्प (Quaternary period) | अद्यतन (होलोसीन) | स्तनधारियों का युग | आवृत्तबीजी एकबीजपत्री |
| | 6 | | प्लीस्टोसिन | मनुष्यों का युग | आवृत्तबीजी - द्विबीजपत्री का युग |
| | 10 | तृतीयक कल्प (Tertiary Period) | प्लायोसीन | मानव का उद्विकास | |
| | 15 | | मायोसीन | स्तनधारी और पक्षी | |
| | 20 | | ओलिगोसीन | | |
| | 100 | | इयोसीन | | |
| | | | पैलियोसीन | | |
| मेसोजोइक | 125 | क्रिटेशियस कल्प (Cretaceous period) | | (सरीसृपों का स्वर्ण युग) डायनासोर का उदय | स्फेनोप्सिड्स, जिन्को, गनेटेल्स, (द्विबीजपत्री) |
| | 150 | जुरासिक कल्प (Jurassicperiod) | | | हर्बेसियस लाइकोपोड, फर्न, कोनिफर, साइकैड्स |
| | 180 | ट्राइऐसिक कल्प (Triassic period) | | | |
| पैलियोजोक | 205 | पर्मियन कल्प (Permian period) | | सरीसृपों की तरह स्तनपायी | अर्बोरेसेंट लाइकोपोड्स |

| महाकल्प (ERA) | वर्ष (दस लाख में) | कल्प (periods) | युग (epochs) | जन्तु-समूह (FAUNA) | पादप-समूह (FAUNA) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 230 | कार्बोनिफेरस कल्प (Carboniferous period) | पेंसिल्वेनिया | प्रारंभिक सरीसृप | बीज फर्न और ब्रायोफाइट्स |
| | 255 | | मिसीसिपीय | प्रारंभिक उभयचर और प्रचुर मात्रा में एकाइनोडर्म | |
| | 315 | डेवोनियन कल्प (Devonian period) | | मत्स्यों का युग | प्रोजीमनोस्पर्म |
| | 350 | सिलुरियन कल्प (Silurian period) | | प्रारंभिक मछलियाँ और भूमि पर अकशेरुकी | जॉस्टेरोफिलम |
| | 430 | ऑर्डोविसियन कल्प (Ordovician period) | | अकशेरुकी जीवों का प्रभुत्व | प्रथम भूमि पौधों की उपस्थिति |
| | 510 | कैम्ब्रियन कल्प (Cambrian period) | | जीवाश्म अकशेरूकीय | शैवाल की उत्पत्ति |
| प्री-कैम्ब्रियन | 3000 | अपर | | बहुकोशिकीय जी | |
| | | मिडिल | | यूकेरियोट्स का अस्तित्व में आना | |
| | | लोअर | | | प्लवक प्रोकैरियोट्स |

## भौगोलिक ग्रिड, अक्षांश और देशांतर (Geographical Grid, Latitude and Longitude)

भौगोलिक ग्रिड ग्रह पर विशिष्ट बिंदुओं पर खींची गई काल्पनिक रेखाओं का एक समूह है। इसका उपयोग पृथ्वी पर प्रत्येक स्थान के लिए सटीक निर्देशांक स्थापित करने के लिए किया जाता है।

### अक्षांश (Latitude)

- यह भूमध्य रेखा के उत्तर या दक्षिण की दूरी की माप है।
- इसे 180 काल्पनिक रेखाओं से मापा जाता है जिन्हें समानांतर रेखा कहा जाता है।
- **भूमध्य रेखा:**
  - यह 0 डिग्री अक्षांश की रेखा है।
  - भूमध्य रेखा पृथ्वी को दो बराबर हिस्सों में बाँटती है, उत्तरी गोलार्ध और दक्षिणी गोलार्ध। इसलिए इसे ग्रेट सर्कल भी कहा जाता है।
- **उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव:** उत्तरी ध्रुव का अक्षांश 90 डिग्री उत्तर होता है। दक्षिणी ध्रुव का अक्षांश 90 डिग्री दक्षिण होता है।
- **अयन वृत्त:** ये भौगोलिक स्थान हैं जो सबसे उत्तरी और दक्षिणी अक्षांशों को चिह्नित करते हैं जहाँ एक संक्रांति/अयनांत के दौरान सूर्य को सीधे ऊपर की ओर देखा जा सकता है।
  - **कर्क रेखा:** यह भूमध्य रेखा के लगभग 23.5 डिग्री उत्तर में स्थित है।
  - **मकर रेखा:** यह भूमध्य रेखा के लगभग 23.5 डिग्री दक्षिण में स्थित है।
- **आर्कटिक वृत्त:** यह भूमध्य रेखा के लगभग 66.5 डिग्री उत्तर में पृथ्वी पर अक्षांश के समानांतर है।
- **अंटार्कटिक वृत्त:** यह भूमध्य रेखा के लगभग 66.5 डिग्री दक्षिण में पृथ्वी पर अक्षांश के समानांतर है

| भूमध्य रेखा जिन देशों से होकर गुजरती है | जिन देशों से होकर कर्क रेखा गुजरती है | मकर रेखा जिन देशों से होकर गुजरती है |
|---|---|---|
| इक्वाडोर, कोलंबिया, ब्राजील, साओ तोमे और प्रिन्सिपी, गैबॉन, कांगो गणराज्य, कांगो लोकतांत्रिक गणराज्य, युगांडा, केन्या, सोमालिया, मालदीव, इंडोनेशिया और किरिबाती। | अल्जीरिया, नाइजर, लीबिया, मिस्र, सऊदी अरब, संयुक्त अरब अमीरात, ओमान, भारत, बांग्लादेश, म्यांमार, चीन, ताइवान, मैक्सिको, बहामास, मॉरिटानिया और माली | नामीबिया, बोत्सवाना, दक्षिण अफ्रीका, मोजाम्बिक, मेडागास्कर, ऑस्ट्रेलिया, चिली, अर्जेंटीना, पैराग्वे और ब्राजील। |

## देशांतर (Longitude)

- देशांतर प्रधान याम्योत्तर के पूर्व या पश्चिम की माप है।
- देशांतर को काल्पनिक रेखाओं से मापा जाता है जो पृथ्वी के चारों ओर लंबवत खींची जाती हैं और उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों पर मिलती हैं। इन रेखाओं को मेरिडियन के रूप में जाना जाता है।
- देशांतर का सबसे चौड़ा क्षेत्र भूमध्य रेखा के पास है, जहाँ से पृथ्वी उभरी हुई है।
- सभी मेरिडियन उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों पर मिलते हैं।
- **प्रधान मध्याह्न रेखा:** ग्रीनविच, इंग्लैंड के माध्यम से गुजरने वाली मेरिडियन को अंतरराष्ट्रीय स्तर पर 0 डिग्री देशांतर, या प्राइम मेरिडियन की रेखा के रूप में स्वीकार किया जाता है।
  - प्राइम मेरिडियन को समय की गणना के लिए संदर्भ बिंदु के रूप में लिया जाता है। प्राइम मेरिडियन पर मापा गया समय **ग्रीनविच मीन टाइम (जीएमटी)** कहलाता है।

**वे देश जिनसे होकर प्राइम मेरिडियन गुजरता है:** इंग्लैंड, फ्रांस, स्पेन, अल्जीरिया, माली, बुर्किना फासो, टोगो, घाना और अंटार्कटिका।

### पूर्वी और पश्चिमी गोलार्ध:

- आधी दुनिया, पूर्वी गोलार्ध, को प्राइम मेरिडियन के पूर्व में डिग्री में मापा जाता है।
- अन्य आधा, पश्चिमी गोलार्ध, प्रधान मध्याह्न रेखा के पश्चिम में डिग्री में मापा जाता है।

### अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा (International Date Line):

जिस स्थान से दिन की शुरुआत होती है वह स्थान अंतर्राष्ट्रीय तिथि रेखा है।

- यह प्रशांत महासागर के मध्य में उत्तरी ध्रुव से दक्षिणी ध्रुव तक जाने वाली एक काल्पनिक रेखा है।
- यह लगभग 180° देशान्तर रेखा से होकर गुजरती है।
- 24 मानकीकृत समय क्षेत्र (टाइम जोन) हैं, जो पृथ्वी के घूर्णन के प्रत्येक घंटे के लिए एक टाइम जोन को प्रदर्शित करती है

### डे-लाइट सेविंग टाइम (Daylight Saving Time)

- कुछ क्षेत्रों (अत्यंत उत्तर और दक्षिण के देशों) में, घड़ियाँ गर्मियों के महीनों में एक घंटे आगे बढ़ायी जाती हैं। इस प्रचलन को डे-लाइट सेविंग टाइम के रूप में जाना जाता है।
- **जिन देशों में यह प्रचलन में हैं:** संयुक्त राज्य अमेरिका, कनाडा, यूरोपीय संघ के देश, अर्जेंटीना, क्यूबा, आदि

## पृथ्वी की विभिन्न गतियाँ (Different Motions of the Earth)

## घूर्णन (Rotation)

- पृथ्वी की अपनी धुरी के चारों ओर घूमने की गति को घूर्णन कहते हैं।
- पृथ्वी पश्चिम से पूर्व दिशा में घूमती है।
- पृथ्वी अपनी धुरी पर एक चक्कर पूरा करने में 23 घंटे 56 मिनट और 4 सेकंड का समय लेती है।
- घूर्णन की अवधि को दिन या पृथ्वी दिवस कहा जाता है।
- दिन को रात से विभाजित करने वाले वृत्त को प्रदीप्तिका वृत्त कहते हैं।

### पृथ्वी के घूर्णन का महत्व

- प्रकाश और अंधकार का दैनिक चक्र बनाता है, तापमान और आर्द्रता में परिवर्तन होता है। इससे पृथ्वी पर जीवन संभव हो पाता है।
- महासागरों में जल की गति को संचालित करता है।
- ज्वार के विक्षेपण के लिए उत्तरदायी।
- पृथ्वी के वायुमंडल में सामान्य परिसंचरण के लिए उत्तरदायी।
- पवन और महासागरीय धाराओं को विक्षेपित करता है। वे उत्तरी गोलार्ध में दाईं ओर और दक्षिणी गोलार्ध में बाईं ओर विक्षेपित होते हैं।

## परिक्रमण (Revolution)

सूर्य के चारों ओर अपनी अण्डाकार कक्षा में पृथ्वी की गति को परिक्रमण कहा जाता है।

- पृथ्वी सूर्य के चारों ओर एक चक्कर पूरा करने में 365 दिन, 6 घंटे, 9 मिनट का समय लेती है। पृथ्वी द्वारा एक चक्कर लगाने में लगने वाले समय को एक वर्ष कहा जाता है।
- **अधिवर्ष/लीप वर्ष :**366 दिनों वाले वर्ष को लीप वर्ष कहा जाता है।

### पृथ्वी के परिक्रमण का महत्व:

- पृथ्वी के परिक्रमण ऋतुओं का कारण बनती है।
- पेरिहेलियन/उपसौर और अपहेलियन/अपसौर का कारण बनता है।

### पेरिहेलियन/उपसौर और अपहेलियन/अपसौर (Aphelion and Perihelion) का कारण

- **अपहेलियन:** सूर्य के चारों ओर अपने परिक्रमण के दौरान, पृथ्वी 4 जुलाई को सूर्य से (152 मिलियन किमी) सबसे अधिक दूरी पर होती है। पृथ्वी की इस स्थिति को अपहेलियन कहा जाता है।
- **पेरिहेलियन:** 3 जनवरी को, पृथ्वी सूर्य के सबसे निकट (147 मिलियन किमी) होती है। इस स्थिति को पेरिहेलियन कहा जाता है

## ऋतुएँ (Seasons)

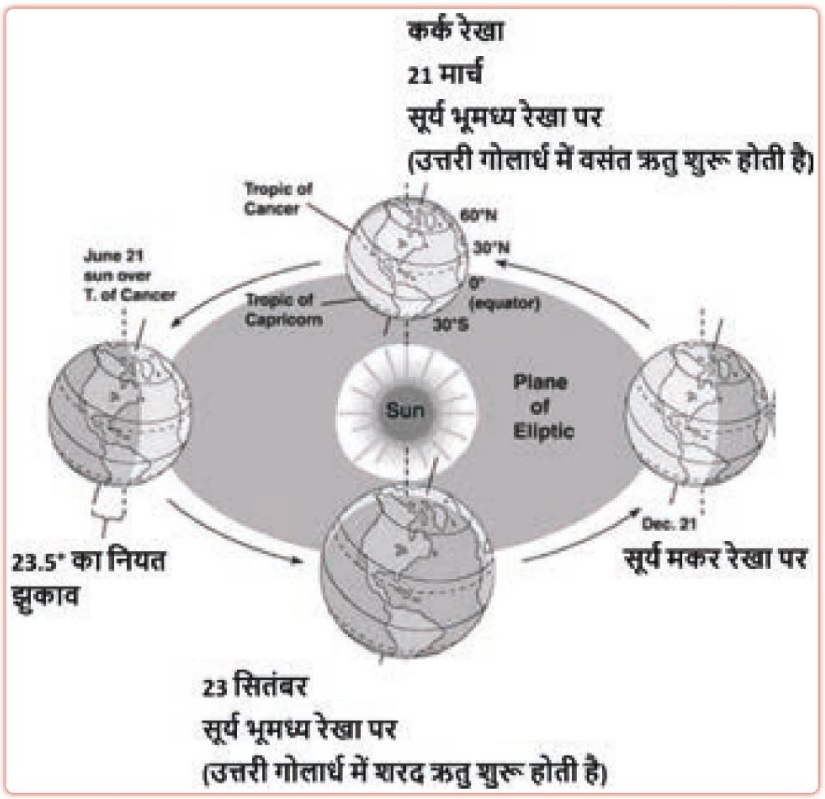
पृथ्वी पर मुख्यत: चार ऋतुओं का अनुभव होता है- ग्रीष्म, शीत, बसंत और शरद। ऋतुओं में परिवर्तन पृथ्वी की स्थिति में सापेक्ष परिवर्तन के कारण होता है क्योंकि यह सूर्य के चारों ओर घूमती है।

| महीने | उत्तरी गोलार्द्ध | दक्षिणी गोलार्द्ध |
|---|---|---|
| जून से अगस्त | • सीधी सूर्य किरणें<br>• अधिक ऊष्मा; गर्म मौसम की स्थिति<br>• ग्रीष्म ऋतु<br>• आर्कटिक सर्कल (वृत्त) से उत्तरी ध्रुव तक के स्थान लगभग छह महीने तक लगातार दिन के प्रकाश का अनुभव करते हैं। | • तिर्यक सूर्य किरणें<br>• कम ऊष्मा, शीतलन की स्थिति<br>• शीत ऋतु<br>• अंटार्कटिक सर्कल (वृत्त) से परे दक्षिणी ध्रुव तक के स्थान लगभग छह महीने तक रात का अनुभव करते हैं |
| दिसंबर से फरवरी | • तिर्यक सूर्य किरणें<br>• कम ऊष्मा, शीतलन की स्थिति<br>• शीत ऋतु<br>• आर्कटिक सर्कल (वृत्त) से परे दक्षिणी ध्रुव तक के स्थान लगभग छह महीने तक रात का अनुभव करते हैं | • सीधी सूर्य किरणें<br>• अधिक ऊष्मा; गर्म मौसम की स्थिति<br>• ग्रीष्म ऋतु<br>अंटार्कटिक सर्कल (वृत्त) से उत्तरी ध्रुव तक के स्थान लगभग छह महीने तक लगातार दिन के प्रकाश का अनुभव करते हैं। |
| सितंबर से नवंबर | • सूर्य दोनों गोलार्द्धों पर समान रूप से चमकता है<br>• पतझड़ (शरद) | • सूर्य दोनों गोलार्द्धों पर समान रूप से चमकता है<br>• वसन्त |
| मार्च से मई तक | • सूर्य दोनों गोलार्द्धों पर समान रूप से चमकता है<br>वसन्त | • सूर्य दोनों गोलार्द्धों पर समान रूप से चमकता है<br>पतझड़ (शरद) |

## संक्रांति और विषुव (Solstices and Equinoñes)

### ग्रीष्म संक्रांति:

- 21 जून को सूर्य कर्क रेखा पर लंबवत होता है। प्रत्येक स्थान के लिए, कर्क रेखा के ऊपर, सूर्य आकाश में उच्चतम बिंदु पर होता है।
- इस दिन उत्तरी गोलार्द्ध में सबसे लंबा दिन होता है। आर्कटिक सर्कल (वृत्त) में क्षितिज के नीचे सूर्य अस्त नहीं होता है। इस घटना को ग्रीष्म संक्रांति कहा जाता है।



### शीतकालीन संक्रांति:

- 22 दिसंबर को, मकर रेखा को सूर्य की सीधी किरणें प्राप्त होती हैं क्योंकि दक्षिणी ध्रुव सूर्य की ओर झुका होता है।
- सूर्य की किरणें मकर रेखा पर लंबवत पड़ती हैं। सूर्य अंटार्कटिक वृत्त पर क्षितिज के नीचे अस्त नहीं होता है। इस घटना को शीतकालीन संक्रांति कहा जाता है।

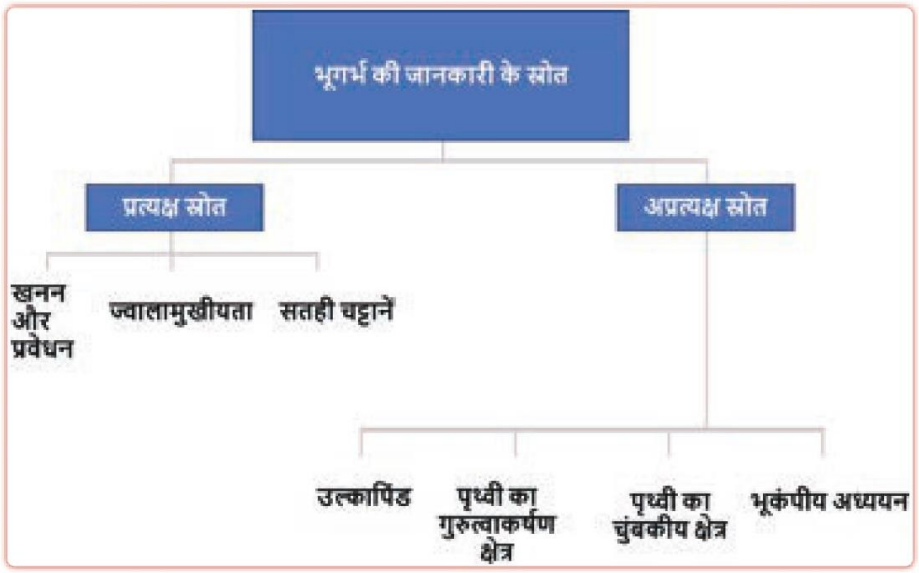
### विषुव:

- विषुव मार्च (21 मार्च) और सितंबर (23 सितंबर) में होते हैं।
- ये वे दिन हैं जब सूर्य भूमध्य रेखा के ठीक ऊपर होता है, जो दिन और रात को समान लंबाई का बनाता है।
- 23 सितंबर को शरद विषुव है जबकि 21 मार्च को वसंत विषुव है।

## पृथ्वी की आंतरिक सँरचना (Interior of the Earth)

### पृथ्वी के आंतरिक भाग के अध्ययन का महत्व (Importance of Studying Earth's Interior)

- पृथ्वी पर भौतिक विशेषताओं को समझने में मदद करता है
- जीवन के उद्विकास को समझने में मदद करता है।
- खनिजों और ऊर्जा का पता लगाने और निष्कर्षण में हमारी सहायता करता है
- हमें यह समझने में मदद करता है कि अतीत में पृथ्वी की जलवायु कैसे और क्यों बदली है
- सौर मंडल और दूर के तारों में अन्य ग्रहों का अध्ययन और समझने में मदद करता है
- पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र को समझने में मदद करता है।




### भूकंपीय तरंगे (Seismic Waves)

- जब भूकंप आता है तो ऊर्जा की प्रघाती तरंगें (शॉकवेव्स), जिन्हें भूकंपीय तरंगें कहा जाता है, भूकंप **फोकस या हाइपोसेंटर (उद्गम केंद/ अवकेंद्र)** से निकलती हैं।
- **माप का साधन**:भूकंपमापी/ सीस्मोमीटर ।
- सीस्मोमीटर एक ग्राफ बनाता है जिसे सिस्मोग्राम कहा जाता है जो इन तरंगों को दर्शाता है।

### भूकंपीय तरंगों के प्रकार (Types of seismic waves)

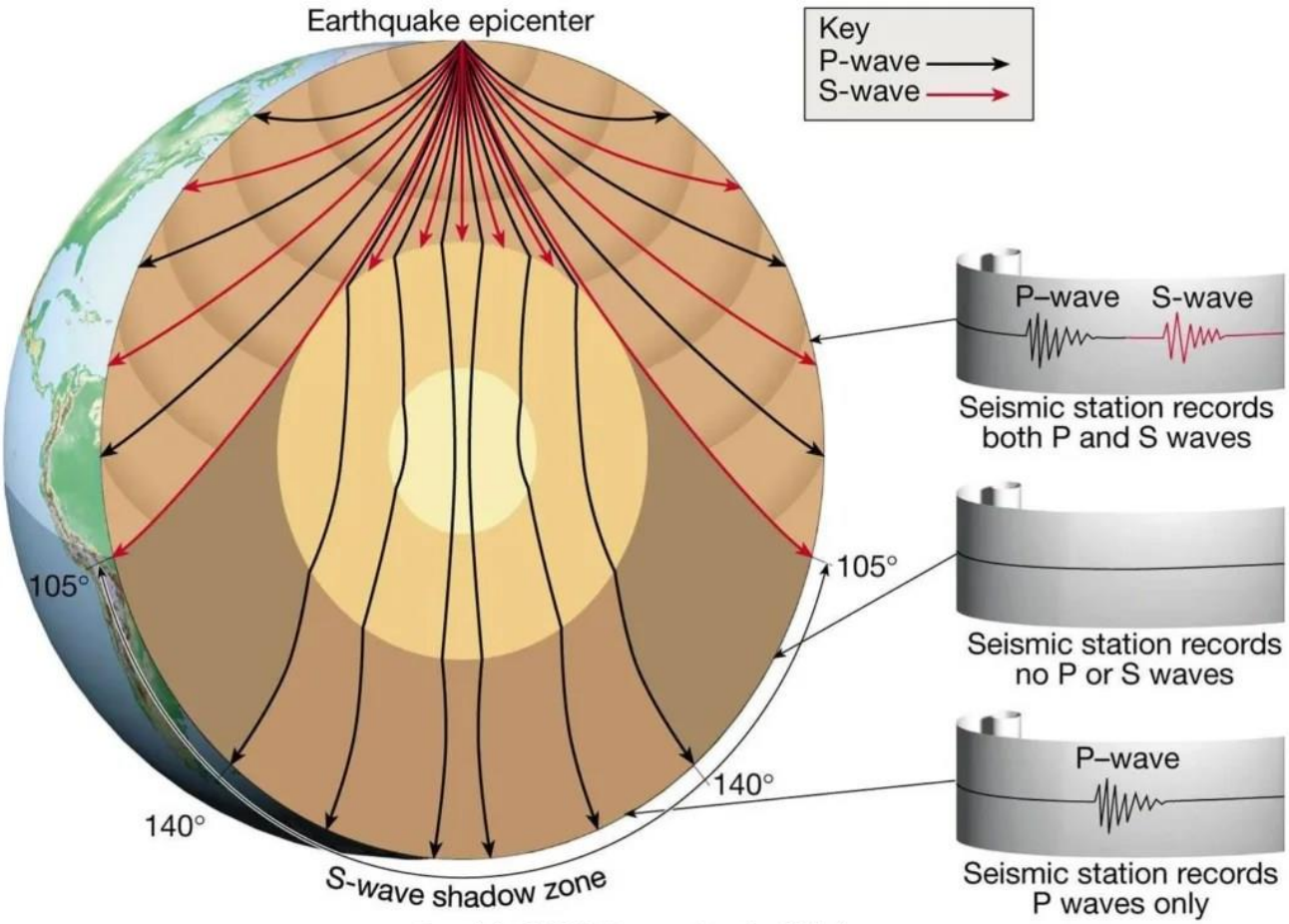
**भूगर्भीय तरंगें:** ये तरंगें पृथ्वी के भीतर से निकलती हैं और पृथ्वी की विभिन्न परतों से होकर गुजरती हैं।

**सतही या धरातलीय तरंगें:** धरातलीय तरंगें पृथ्वी की सतह पर गमन करती हैं।

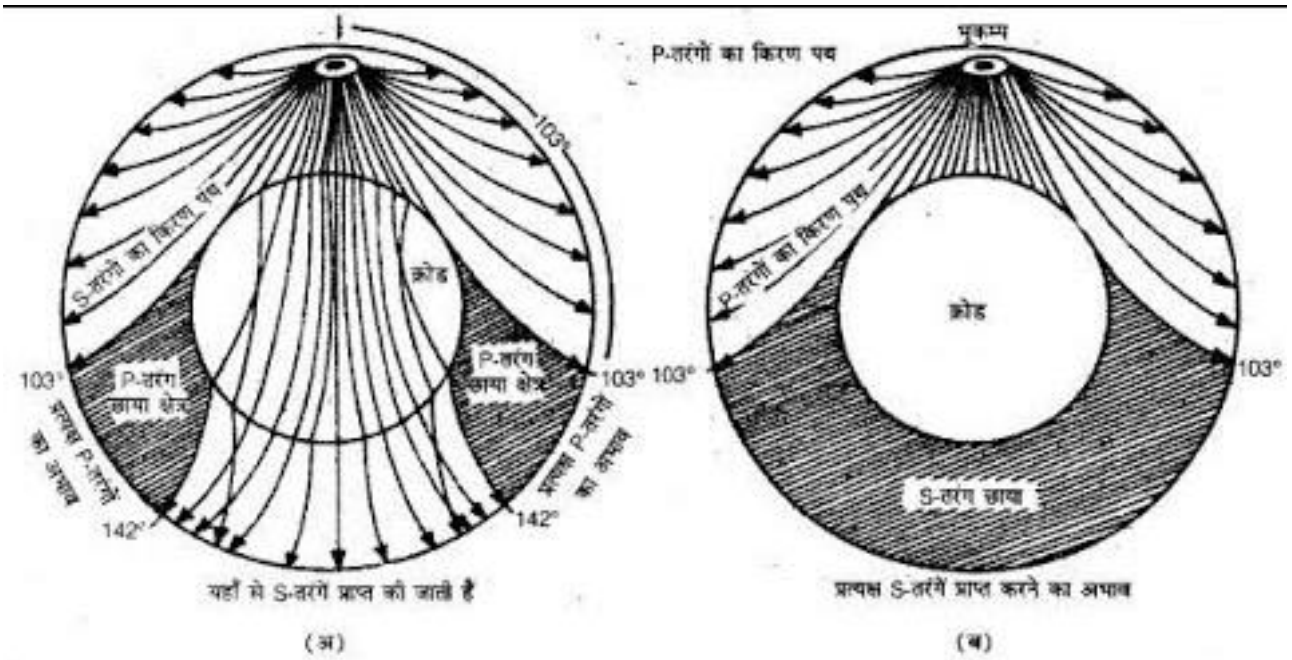
### भूगर्भीय तरंगों का वर्गीकरण:

### धरातलीय तरंगें:

- वे पृथ्वी की सतह पर सबसे अंत में पहुँचती हैं।
- वे केवल पृथ्वी की सतह को प्रभावित करते हैं और विशिष्ट (आड़े-तिरछे) रूप से कार्य करते हैं।
- वे सभी भूकंपीय तरंगों में सबसे अधिक प्रघातक और विनाशकारी होती हैं।




Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.




चित्र 3.3 : भूकम्प छाया क्षेत्र

### धरातलीय तरंगों के प्रकार:

- **लव या एल तरंगें:** यह सबसे तेज सतही तरंग है। यह सतह को **आड़े-तिरछे** (एक तरफ से दूसरी तरफ) तरीके से हिलाती है।
- **रेले तरंगें:** ये तरंगें भूमि पर, समुद्र या महासागर में लहरों की तरह गमन करती हैं, जिससे सतह दीर्घवृत्ताकार तरीके **(Elliptical Motion)** से हिलती है।

| मानदंड | प्राथमिक तरंगें | द्वितीयक तरंगें | धरातलीय तरंगें |
|---|---|---|---|
| **पृथ्वी की सतह तक पहुंचने का समय** | पृथ्वी की पर्पटी पर सबसे पहले प्रहार करने वाली। | प्राथमिक तरंग के बाद द्वितीयक तरंग पृथ्वी की पर्पटी तक पहुँचती है। | पृथ्वी की पर्पटी तक अंत में पहुँचती है |
| **तरंग दैर्ध्य** | प्रकृति में बहुत छोटी | मध्यम आकार | सबसे लंबी |
| **दिशा** | यह चट्टान की संरचना पर समानांतर दिशा में प्रहार करती है जहाँ कंपन होता है। | समकोण पर प्रहार करती है - तिरछे ढंग से कार्य करती है। | तिरछे ढंग से कार्य करती है। |
| **विभिन्न पदार्थों के माध्यम से आवागमन** | पृथ्वी के आंतरिक भाग के ठोस, तरल और गैसीय पदार्थ। | केवल ठोस पदार्थों के माध्यम से। | केवल ठोस पदार्थों के माध्यम से। |
| **गति** | उच्चतम गति - लगभग 5 से 14 किमी प्रति सेकंड। | इसकी गति **'P'** तरंग से कम है - 3.5-7. 2 किमी प्रति सेकंड। | **'P'** और **'S'** तरंगों की तुलना में धीमी गति से चलती है - लगभग 3 से 5 किमी प्रति सेकंड। |

## छाया क्षेत्र

- कुछ विशिष्ट क्षेत्र जहाँ तरंगे नहीं पहुंचती हैं उन्हें छाया क्षेत्र कहा जाता है।
- उपरिकेंद्र से 105° और 145° के बीच का क्षेत्र जिसे **P और S दोनों तरंगों के लिए छाया क्षेत्र** के रूप में पहचाना जाता है।
- 105° से आगे के संपूर्ण क्षेत्र में **S**-तरंगें नहीं पहुँचती हैं।
- **S**-तरंग का छाया क्षेत्र **P**-तरंगों की तुलना में बहुत बड़ा है।
- **105°** से आगे **S**-तरंगों की अनुपस्थिति और **P** तरंगों की धीमी गति यह संकेत देती है कि बाहरी कोर तरल है।
- 145 डिग्री से आगे, **P** तरंगें फिर उभरती हैं। **P** तरंग की गति भी बढ़ जाती है जो यह संकेत देती है कि आंतरिक कोर ठोस है।

## पृथ्वी की संरचना (Structure of the Earth)

### क्रस्ट ( भूपर्पटी ) (Crust)

यह पृथ्वी की सबसे ऊपरी और सबसे पतली परत है।

- **क्रस्ट के भाग:**
  - **ऊपरी क्रस्ट:**
    - ✓ यह ग्रेनाइटिक है और महाद्वीपीय भूभागों का निर्माण करता है।
    - ✓ यह मुख्य रूप से सिलिका और एल्यूमिना से बना होता है और इसे **'सियाल (SiAl)'** कहा जाता है।
  - **निचला क्रस्ट:**
    - ✓ यह घने बेसाल्टिक चट्टानों का एक सतत क्षेत्र है जो समुद्र के तल का निर्माण करता है।
    - ✓ यह मुख्य रूप से सिलिका और मैग्नीशियम से बना है और इसलिए इसे आमतौर पर 'सिमा **(SiMa)**' कहा जाता है।
- **घनत्व:** महाद्वीपीय क्रस्ट या "सियाल" (2.7 $g/cm^3$) महासागरीय क्रस्ट या "सिमा" (3.5 $g/cm^3$) की तुलना में घनत्व में कम है।
- **मोटाई:** समुद्र के नीचे क्रस्ट की औसत मोटाई 5 किमी है, जबकि महाद्वीप की लगभग 30 किमी है।

**ई-प्राइम लेयर**

- यह पृथ्वी के कोर के सबसे बाहरी भाग में एक विशिष्ट परत है।
- **गठन:**
  - इसका निर्माण विवर्तनिकी प्लेटों की गति के कारण अरबों वर्षों में सतही जल के पृथ्वी में गहराई तक प्रवेश करने से हुआ है।
  - पहले यह माना जाता था कि कोर और मेंटल के बीच पदार्थों का न्यूनतम आदान-प्रदान होता था।
- **संघटन:** कोर-मेंटल सीमा पर सिलिकॉन के साथ रासायनिक अभिक्रिया के कारण हाइड्रोजन-समृद्ध, सिलिकॉन-विहीन संरचना।

### मैंटल (Mantle)

यह पृथ्वी की भू-पर्पटी और उसके कोर के बीच स्थित है।

- **विस्तार:** मैंटल का विस्तार मोहो असंततता से 2,900 किमी की गहराई तक है।
- **घनत्व:** मैंटल का घनत्व लगभग 4.5 **g/cm3** है।
- **संघटन:** मैंटल में पाइरोक्सिन, ओलिवाइन, गार्नेट, प्लाजियोक्लेज और एम्फिबोलाइट जैसे खनिज शामिल हैं।
- **मैंटल के भाग:**
  - **ऊपरी मैंटल:**

- ✓ **गहराई:** यह क्रस्ट से 403 से 660 किमी की दूरी तक है।
- ✓ **तापमान:** यह 500 से 900 डिग्री सेल्सियस के बीच होता है।
- ✓ ऊपरी मैंटल निचले मैंटल की तुलना में अधिक श्यान (चिपचिपा) होता है क्योंकि निचले मैंटल की तुलना में कम दबाव होता है।

– **निचला मैंटल:**

- ✓ **गहराई:** लगभग 660 से 2,891 किमी.
- ✓ **तापमान:** निचला मैंटल अधिक गर्म होता है, जो 3300–3700 डिग्री सेल्सियस तक पहुँच जाता है।

- **दुर्बलतामण्डल (एस्थेनोस्फीयर):** ऊपरी मैंटल में एक कमजोर क्षेत्र होता है जिसे एस्थेनोस्फीयर कहा जाता है। यह सतह से 400 से 500 किमी तक फैला हुआ है।
  – यह मैग्मा का प्राथमिक स्रोत है जो ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान सतह पर बहता है।
- **स्थलमंडल (लिथोस्फीयर):** क्रस्ट और दुर्बलतामण्डल (एस्थेनोस्फीयर) के ऊपर मैंटल के ऊपरी हिस्से को सामूहिक रूप से स्थलमण डल (लिथोस्फीयर) कहा जाता है।

## कोर (क्रोड) (Core):

- **क्षेत्र:** यह क्षेत्र 2900 किमी से लगभग 6371 किमी तक फैला हुआ है।
- **संघटन:** कोर में निकल और लोहे जैसी सबसे भारी पदार्थ शामिल होते हैं और इसे 'निफे' (निकिल के लिए **Ni** और लोहे के लिए **Fe**) कहा जाता है।
- **कोर का विभाजन:**

– **बाह्य कोर:**

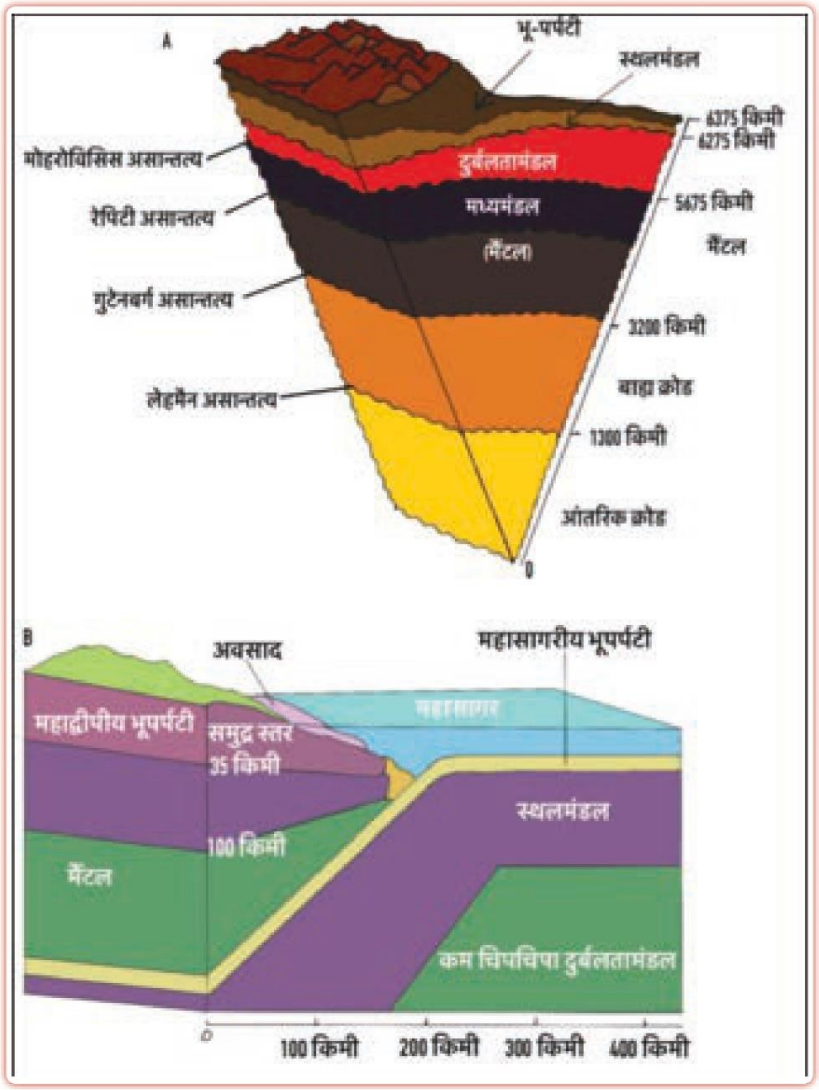
- ✓ **मोटाई:** यह लगभग 2,200 किमी मोटा है।
- ✓ **तापमान:** यहाँ का तापमान 4,500 डिग्री और 5,500 डिग्री सेल्सियस के बीच रहता है।
- ✓ **घनत्व:** यह 9.9–12.2 **g/cm3** के बीच होता है।
- ✓ भूकंपीय तरंगों के अध्ययन के आधार पर बाहरी कोर को तरल माना जाता है।
- ✓ **महत्व:** बाह्य कोर मुख्य रूप से पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के लिए जिम्मेदार है।

– **आंतरिक कोर:**

- ✓ **संघटन:** यह मुख्य रूप से लोहे से बना है।
- ✓ **तापमान:** यह लगभग 5,200 डिग्री सेल्सियस है।
- ✓ आंतरिक कोर को ठोस के रूप में माना जाता है।
- ✓ **घनत्व:** यह 12.6–13 **g/cm3** के बीच होता है

### पृथ्वी का सबसे भीतरी आंतरिक कोर

- **अवस्थिति:** आंतरिक कोर के भीतर
- **अवस्था:** ठोस
- **संरचना:** लौह और निकल, पृथ्वी के केंद्र में अत्यधिक दबाव के तहत उत्पन्न हुए।
- **तापमान:** 5,500–6,000 डिग्री सेल्सियस
- **अनिसोट्रॉपी (anisotropy)** को दर्शाता है, जो एक ऐसा गुण है, जिसके कारण इसकी विशेषताएं उस कोण के आधार पर भिन्न होती हैं जिस कोण से इसे देखा जाता है।



### भूकंपीय असंततताओं की सूची (List of Seismic Discontinuities)

| भूकंपीय असंतता का नाम | संक्रमण क्षेत्र |
|---|---|
| कॉनराड असंतता | सियाल और सिमा |
| मोहोरोविकिक असांतत्य | क्रस्ट और मेंटल |
| रेपेटी असंतता | ऊपरी और निचले मैंटल |
| गुटेनबर्ग असंतता | मेंटल और कोर |
| लेहमैन असंतता | बाह्य और आंतरिक कोर |

## पृथ्वी के आंतरिक भाग का तापमान, दाब और घनत्व (Temperature, Pressure and Density of the Earth's Interior)

### तापमान (Temperature)

- गहराई बढ़ने के साथ तापमान में वृद्धि होती है।
  - हालाँकि, वृद्धि की दर एक समान नहीं है।
- **भूतापीय प्रवणता:** पृथ्वी के तापमान में गहराई के साथ परिवर्तन को भूतापीय प्रवणता कहा जाता है।
- **ऊष्मा के स्रोत:**
  - पृथ्वी का निर्माण करने वाले बड़े और छोटे कणों के टकराव से निःसृत हुई घर्षण ऊष्मा
  - पृथ्वी के अंदर प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वों का विघटन ।

### दाब (Pressure)

- दबाव ऊपरी चट्टानी परतों के भारी वजन के कारण होता है।
- गहराई बढ़ने के साथ दबाव बढ़ता है।
- पृथ्वी के केंद्र में दाब 364 **GPa** (गीगापास्कल) है।

### घनत्व (Density)

- बढ़ती गहराई के साथ घनत्व बढ़ता है।
- कोर का घनत्व 9.5–14.5**g/cm3** के बीच होता है।

### पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र (Earth's Magnetic Field)

- **पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का स्रोत:** तरल बाह्य कोर पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र का प्रमुख स्रोत है।
- **जियोडायनेमो:**
  - पृथ्वी के घूर्णन और संवहन बलों द्वारा संचालित ये धातुएँ लगातार कोर के भीतर घूम रही हैं, जिससे विशाल विद्युत धाराएँ उत्पन्न हो रही हैं। इस प्रक्रिया को जियोडायनेमो **(Geodynamo)** कहा जाता है।
  - ये पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के निर्माण और उसे बनाए रखने के लिए जिम्मेदार है।
- **चुंबकीय ध्रुव:**
  - पृथ्वी के दो ध्रुव हैं, भौगोलिक ध्रुव और चुंबकीय ध्रुव।
  - चुंबकीय क्षेत्र पृथ्वी के घूर्णन के अक्ष के साथ संरेखित नहीं होता है।
  - नतीजतन, एक कम्पास सुई चुंबकीय उत्तरी ध्रुव की ओर संकेत करती है न कि भौगोलिक उत्तर की ओर (पृथ्वी के घूमने की धुरी के आधार पर)।
- **नति ( दिक्पात ) कोण (Declination Angle):** पृथ्वी पर किसी विशेष स्थान पर वास्तविक उत्तर और चुंबकीय उत्तर के बीच के कोण को नति (दिक्पात) कोण कहा जाता है।

#### ध्रुवीय उत्क्रमण (Polar Reversal):

- कई हजार वर्षों में पृथ्वी के चुंबकीय ध्रुवों का पूर्ण रूप से व्युत्क्रमण हो जाता है।
- पृथ्वी के कोर में संवहन प्रतिरूप में परिवर्तन को उत्क्रमण के लिए जिम्मेदार ठहराया गया है।

#### चुंबकीयमंडल ( मैग्नेटोस्फीयर ) (Magnetosphere):

यह आयनमंडल के ऊपर का क्षेत्र है जो अंतरिक्ष में पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र की सीमा से परिभाषित होता है।

- **मैग्नेटोपॉज:** यह एक मैग्नेटोस्फीयर और आसपास के सौर पवन प्लाज्मा के बीच की सीमा है।
- **मैग्नेटोशीथ:** यह मैग्नेटोपॉज के ठीक बाहर विक्षोभ वाले चुंबकीय क्षेत्र है।
- **बो शॉक (Bow shock):** यह मैग्नेटोपॉज का सूर्य की ओर स्थित भाग है।
  - यहाँ, सौर पवन अचानक धीमी हो जाती है।
- **प्लाज्मास्फीयर (Plasmasphere):** यह मैग्नेटोस्फीयर के अन्दर स्थित होता है।
  - यह कम ऊर्जा वाले आवेशित कणों वाला क्षेत्र है।

#### वैन एलन विकिरण बेल्ट (Van Allen radiation Belt)

- यह ऊर्जावान आवेशित कणों का एक क्षेत्र है, जिनमें से अधिकांश सौर पवनों से उत्पन्न होते हैं
- सौर पवनों का विपाशन कर, पट्टियाँ ऊर्जावान कणों को विक्षेपित करती हैं और वायुमंडल की रक्षा करती हैं।

### भू-चुंबकीय तूफान

- भू-चुंबकीय तूफान पृथ्वी के चुम्बकीय मंडल का एक प्रमुख और अस्थायी विक्षोभ है।
- चुंबकीय तूफान सौर पवनों की एक उच्च गति वाली धारा के निकलने के कारण होता है जो सूर्य के कोरोना छिद्रों से निकलती है।

### भू-चुंबकीय तूफान के प्रभाव

- ये विकिरण पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र से संपर्क करते हैं और संचार उपग्रहों को प्रभावित करते हैं।
- विकिरण अंतरिक्ष-निर्भर प्रौद्योगिकियों को प्रभावित करते हैं। **उदाहरण:** जीपीएस, रेडियो, उड़ानें, बिजली नेटवर्क आदि।
- अंतरिक्ष यात्रियों के स्वास्थ्य को नकारात्मक रूप से प्रभावित करता है।

### दक्षिण अटलांटिक विसंगति (SAA)

- SAA का तात्पर्य अफ्रीका और दक्षिण अमेरिका के बीच के क्षेत्र में पृथ्वी के भू-चुंबकीय क्षेत्र के व्यवहार से है।
- दक्षिण अटलांटिक विसंगति क्षेत्र में 'वान एलन रेडियशन बेल्ट' की ऊँचाई सामान्य से 200 किमी तक कम होकर पृथ्वी की सतह के सबसे निकट आती है।

# चट्टानें और खनिज (Rocks and Minerals)

## खनिज पदार्थ (Minerals)

एक खनिज एक अकार्बनिक प्राकृतिक यौगिक है।

इसमें विशिष्ट रासायनिक और भौतिक गुण, संघटन और परमाणु संरचना होता है।

### खनिजों के प्रकार (Types of Minerals)

| प्रकार | विवरण | उदाहरण |
|---|---|---|
| **सिलिकेट खनिज** | ये खनिज सिलिकॉन और ऑक्सीजन से बने होते हैं। | क्वार्ट्ज, फेल्सपार, अभ्रक, ओलिवाइन |
| **कार्बोनेट खनिज** | ये ऐसे खनिज हैं जिनमें कार्बोनेट आयन होते हैं | कैल्साइट |
| **सल्फाइड खनिज** | ये सल्फाइड या डाइसल्फाइड युक्त खनिज होते हैं। | पाइराइट्स, आयरन सल्फाइड्स |
| **धात्विक खनिज** | इन खनिजों में धातु की मात्रा होती है। | लोहा, मैंगनीज, तांबा |

## चट्टान/शैल (Rocks)

चट्टानें एक या अधिक खनिजों के समुच्चय हैं। उन्हें विभिन्न भू-आकृतिक कारकों जैसे हवा, पानी, आदि द्वारा आकार प्रदान किया जाता है और रूपांतरित किया जाता है। अत्यधिक दाब और ताप (ऊष्मा) से भी इनमें परिवर्तन हो जाता है।

### चट्टानों के प्रकार (Types of Igneous Rocks):

#### आग्नेय चट्टानें

- आग्नेय चट्टानों में कोई स्तरीकरण नहीं होता है अर्थात इनमे परतें नहीं पायी जाती है।
- ये सामान्यतया दानेदार और क्रिस्टलीय होती हैं।
- ये मुख्य रूप से सिलिकेट खनिजों से बनी होती हैं।
- सामान्यत: ये कठोर और संहत कम रंध्रों वाली होती हैं।
- ये चट्टानें रासायनिक अपक्षय से भी कम प्रभावित होती हैं।
- आग्नेय चट्टानें जीवाश्म रहित होती हैं क्योंकि ये प्रत्यक्ष रूप से बहुत गर्म मैग्मा से निर्मित होती हैं।
- **लौह अयस्क, सोना, चांदी, जस्ता, सीसा तांबा, एल्युमिनियम आदि जैसे खनिज आमतौर पर आग्नेय चट्टानों में पाए जाते हैं।**

#### अवसादी चट्टानें

- स्तरीकृत-परतदार संरचना।
- जीवाश्म विभिन्न परतों के बीच अंतर्निहित होते हैं।
- प्रकृति गैर-क्रिस्टलीय होती है
- पारगम्य **(Permeable)** और छिद्रमय **(Porous)** होती हैं।
- पृथ्वी के सबसे बड़े सतह के लगभग 75% भाग को घेरे हुए हैं।
- कोयला, पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस जैसे संसाधन तलछटी चट्टानों में पाए जाते हैं।

#### कायांतरित चट्टानें

- चट्टानें कठोर होती हैं और इसलिए अपरदन और अपक्षय के लिए प्रतिरोधी होती हैं।
- इनमें कोई जीवाश्म नहीं पाया जाता है।
- **पंक्तिनुमा या पत्रित** रूप में दिखाई देती हैं।

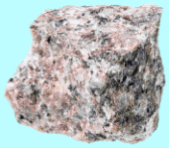
इसमें परतों या पंक्तियों के रूप में चट्टान, कण या खनिज व्यवस्थित रहते हैं।

ये चट्टाने पत्रित या पत्रीकृत **(foliated)**, जैसे- **स्लेट, नीस आदि या गैर-पत्रित या अपत्रीकृत (non-foliated), जैसे-मार्बल, क्वार्टजाइट** आदि हो सकती हैं।

# Types of Rocks

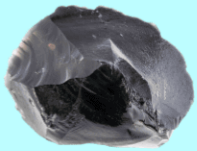
## Igneous

- Forms from magma or lava solidification
- Hard, no layers



Granite

**Intrusive** slow magma cooling



Obsidian

**Extrusive** rapid lava cooling

## Sedimentary

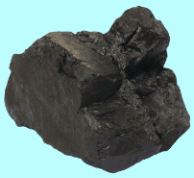
- Forms from sediment compaction
- Crumbly, layered

Sandstone

**Clastic** compacted broken rocks

Limestone

**Chemical** compacted dissolved minerals



Coal

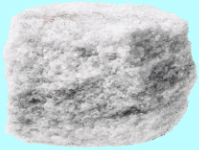
**Organic** compacted biogenic matter

## Metamorphic

- Forms by transformation of other rocks
- Relatively hard, may or may not have layers

Slate

**Foliated** has layers



Marble

**Non-Foliated** no layers

sciencenotes.org

# Diagram of rock cycle

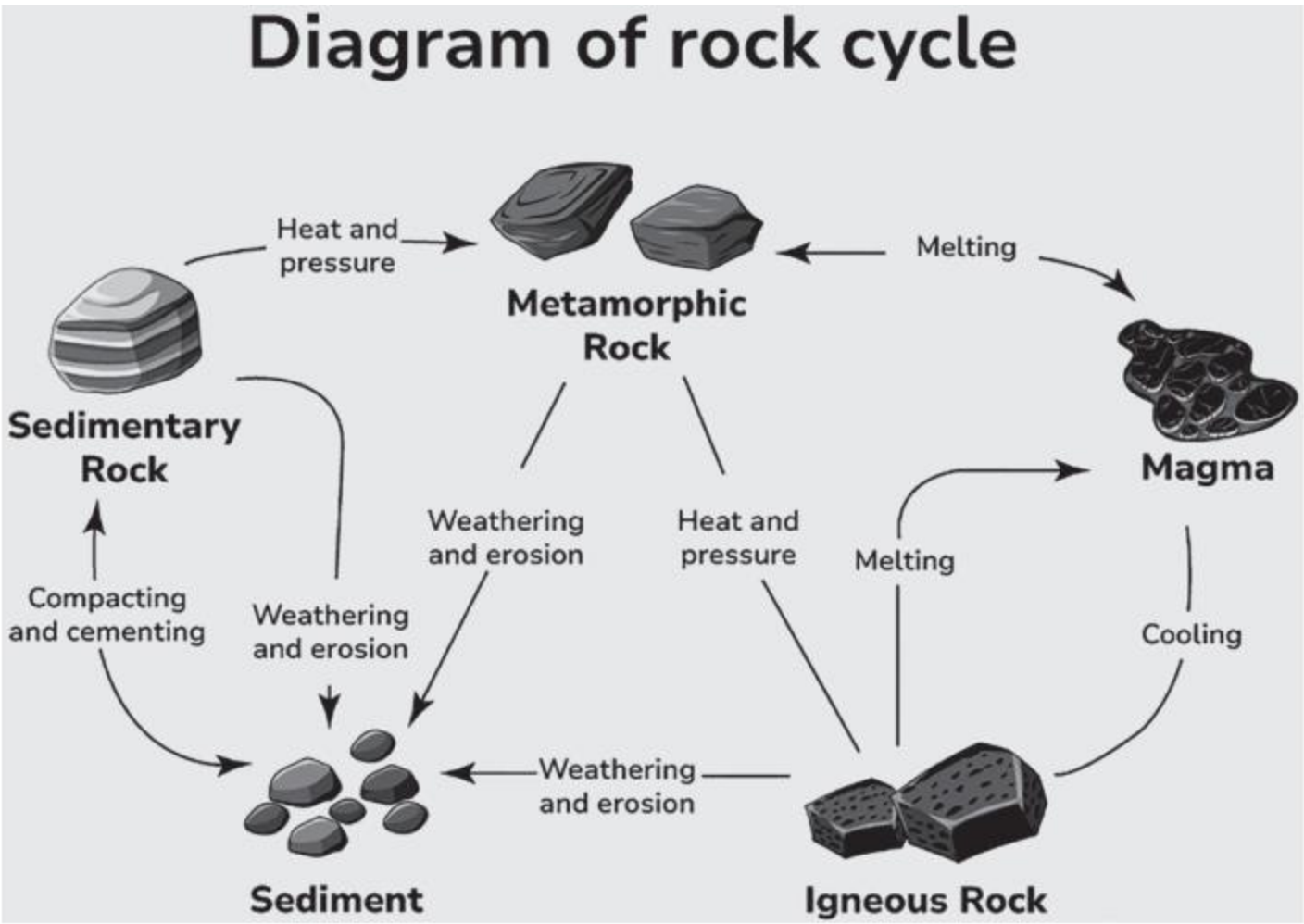



**Fig.** Rock Cycle

| चट्टान का नाम | चट्टान का प्रकार | रूपांतरित चट्टान का नाम |
|---|---|---|
| चूना पत्थर | अवसादी चट्टान | संगमरमर |
| डोलोमाइट | अवसादी चट्टान | संगमरमर |
| बलुआ पत्थर | अवसादी चट्टान | क्वार्टजाइट |
| शेल | अवसादी चट्टान | स्लेट |
| ग्रेनाइट | आग्नेय चट्टान | नीस |
| स्लेट | रूपांतरित चट्टान | शिस्ट / फाइलाइट |
| फाइलाइट | रूपांतरित चट्टान | शीस्ट |

## महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत, सागर नितल प्रसरण सिद्धांत और प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत (Continental Drift Theory, Seafloor Spreading and Plate Tectonics)

| मापदंड | महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत | सागर नितल प्रसरण सिद्धांत | प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत |
|---|---|---|---|
| प्रतिपादन | अल्फ्रेड वेगनर 1912 | हैरी हेस 1960 | डी.पी. मैकेंजी, आर.एल पार्कर, डब्ल्यू.सी. मॉर्गन और एक्स. ली पिचोन1967-1968 |
| सिद्धांत | इसके अनुसार महाद्वीपीय भूभाग गतिमान हैं | इसके अनुसार समुद्र नितल का प्रसार हो रहा है यानि समुद्री प्लेटें गति कर रही हैं | इनका कहना है कि पृथ्वी की स्थलमंडलीय प्लेटें (महाद्वीपीय और महासागरीय दोनों) क्षैतिज रूप से गति कर रही हैं। |
| संचलन के बल | गुरुत्व, ज्वारीय तरंगें | पृथ्वी के भीतर संवहन धारा | पृथ्वी के भीतर संवहन धारा |
| साक्ष्य | **महाद्वीपों का साम्यता युक्त जुड़ाव** (jigsaw fit): अटलांटिक महासागर के दोनों ओर के तटों की रूपरेखा- दक्षिण अमेरिका और अफ्रीका की तट रेखाएँ ऐसी हैं कि उन्हें आपस में जोड़ा जा सकता है। | **महासागर तल का भूविज्ञान**: अटलांटिक महासागर के तल के मानचित्रण पर, यह देखा गया कि समुद्र तल समतल, समतल भूमि नहीं था, बल्कि विशाल चोटियों, दरारों और सक्रिय ज्वालामुखियों वाला एक सक्रिय क्षेत्र था। | **पुराचुंबकीय चट्टानें** |
| | **पुराजलवायविक साक्ष्य**:मध्य अक्षांश क्षेत्रों में कोयले के भंडार हैं, जो उत्तरी अमेरिका से लेकर यूरोप और चीन तक फैले हुए हैं | **चट्टानों की आयु**: नई चट्टानें ठीक मध्य-अटलांटिक कटक के साथ और पुरानी चट्टानें कटक के दोनों ओर दूर पाई गई। | **प्लेट सीमाओं के साथ भूकंप और ज्वालामुखियों की घटना** |
| | **जीवाश्म से साक्ष्य**:अर्जेंटीना और दक्षिण अफ्रीका में साइनोग्नैथस (एक ट्रायसिक सरीसृप) के जीवाश्म अवशेष पाए गए हैं। | **तलछट की मोटाई**: जैसे-जैसे हम मध्य-महासागरीय कटक से और दूर होते जाते हैं, वैसे-वैसे समुद्र तल पर जमा तलछट की परत की मोटाई बढ़ती जाती है। | |
| | **भूवैज्ञानिक साक्ष्य**:अटलांटिक महासागर के विपरीत तटों में भी उसी युग के समान चट्टान प्रकार हैं, जो यह सुझाव देते हैं कि वे एक समय में एकीकृत थे। | **पुराचुंबकत्व**: ये चुंबकीय उत्क्रमण मध्य-महासागरीय कटक के दोनों ओर जमी हुई चट्टानों पर अंकित होते हैं। | |
| | **टिलाइट निक्षेप**: मेडागास्कर, अफ्रीका, अंटार्कटिका, फॉकलैंड द्वीप, ऑस्ट्रेलिया और भारत में पाए जाने वाली गोंडवाना श्रेणी के तलछटों की समानता यह दर्शाती है | | |
| | **ध्रुवीय परिभ्रमण**: विभिन्न भूगर्भीय काल में इन ध्रुवों की स्थिति में परिवर्तन हुए हैं। इस घटना को 'ध्रुवीय परिभ्रमण' कहा जाता है। | | |

# महासागरों और महाद्वीपों का वितरण

महाद्वीपों और महासागरों की अवस्थिति, जैसाकि आज मानचित्र पर दिखाई देती है. हमेशा से ऐसी नहीं रही है। इसके अतिरिक्त, यह भी एक तथ्य है कि आने वाले समय में भी महाद्वीप व महासागरों की स्थिति आज जैसी नहीं रहेगी। अगर ऐसा है तो प्रश्न यह है कि पुराकाल में इनकी अवस्थिति कैसी थी? इनकी अवस्थिति में परिवर्तन क्यों और कैसे होता है? यदि यह सच है कि महाद्वीपों और महासागरों की अवस्थिति में परिवर्तन हुआ है और अभी भी हो रहा है. तो आप यह जानकर आश्चर्यचकित होंगे कि वैज्ञानिक यह सब कैसे जानते हैं? उन्होंने इन महाद्वीपों एवं महासागरों की पहले की स्थिति का निर्धारण कैसे किया होगा? इन्हीं प्रश्नों के उत्तर और इनसे संबंधित प्रश्न ही इस अध्याय का विषय हैं।

## महाद्वीपीय प्रवाह (Continental drift)

अटलांटिक महासागरीय तटरेखा की आकृति को ध्यान से देखें। इस महासागर के दोनों तरफ की तटरेखा में आश्चर्यजनक सममिति (Symmetry) है। इसी समानता के कारण बहुत से वैज्ञानिकों ने दक्षिण व उत्तर अमेरिका तथा यूरोप व अफ्रीका के एक साथ जुड़े होने की संभावना को व्यक्त किया। विज्ञान के इतिहास के ज्ञात अभिलेखों से पता चलता है कि सन् 1596 में एक डच मानचित्रवेत्ता अब्राहम ऑस्टेलियस (Abraham Ortelius) ने सर्वप्रथम इस संभावना को व्यक्त किया था। एन्टोनियो पैलेग्रीनी (Antonio Pellegrini) ने एक मानचित्र बनाया, जिसमें तीनों महाद्वीपों को इकट्ठा दिखाया गया था। जर्मन मौसमविद अल्फ्रेड वेगनर (Alfred wegner) ने "महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत" सन् 1912 में प्रस्तावित किया। यह सिद्धांत महाद्वीप एवं महासागरों के वितरण से ही संबंधित था।

इस सिद्धांत की आधारभूत संकल्पना यह थी कि सभी महाद्वीप एक अकेले भूखंड में जुड़े हुए थे। वेगनर के अनुसार आज के सभी महाद्वीप इस भूखंड के भाग थे तथा यह एक बड़े महासागर से घिरा हुआ था। उन्होंने इस बड़े महाद्वीप को पैजिया (Pangaea) का नाम दिया। पैजिया का अर्थ है- संपूर्ण पृथ्वी। विशाल महासागर को पैंथालासा (Panthalassa) कहा, जिसका अर्थ है-जल ही जल। वेगनर के तर्क के अनुसार लगभग 20 करोड़ वर्ष पहले इस बड़े महाद्वीप पैजिया का विभाजन आरंभ हुआ। पैजिया पहले दो बड़े महाद्वीपीय पिंडों लारेशिया (Laurasia) और गोंडवानालैंड (Gondwanaland) क्रमशः उत्तरी व दक्षिणी भूखंडों के रूप में विभक्त हुआ। इसके बाद लारेशिया व गोडवानालैंड धीरे-धीरे अनेक छोटे हिस्सों में बँट गए, जो आज के महाद्वीप के रूप हैं। महाद्वीपीय विस्थापन के पक्ष में अनेक प्रमाण भी प्रस्तुत किए गए हैं, इनमें से कुछ इस प्रकार हैं।

## महाद्वीपीय विस्थापन के पक्ष में प्रमाण (Evidences in support of continental drift)

### महाद्वीपों में साम्य

दक्षिण अमेरिका व अफ्रीका के आमने-सामने की तटरेखाएँ अद्भुत व त्रुटिरहित साम्य दिखाती हैं। यह भी ध्यान देने योग्य है कि 1964 ई० में बुलर्ड (Bullard) ने एक कंप्यूटर प्रोग्राम की सहायता से अटलांटिक तटों को जोड़ते हुए एक मानचित्र तैयार किया था। तटों का यह साम्य बिल्कुल सही सिद्ध हुआ। साम्य बिठाने की यह कोशिश आज की तटरेखा की अपेक्षा 1,000 फैदम की गहराई की तटरेखा के साथ की गई थी।

### महासागरों के पार चट्टानों की आयु में समानता

आधुनिक समय में विकसित की गई रेडियोमिट्रिक काल निर्धारण (Radiometric dating) विधि से महासागरों के पार महाद्वीपों की चट्टानों के निर्माण के समय को सरलता से जाना जा सकता है। 200 करोड़ वर्ष प्राचीन शैल समूहों की एक पट्टी ब्राजील तट और पश्चिमी अफ्रीका के तट पर मिलती हैं, जो आपस में मेल खाती है। दक्षिण अमेरिका व अफ्रीका की तटरेखा के साथ पाए जाने वाले आरंभिक समुद्री निक्षेप जुरेसिक काल (Jurassic age) के हैं। इससे यह पता चलता है कि इस समय से पहले महासागर की उपस्थिति वहाँ नहीं थी।

### टिलाइट (Tillite)

टिलाइट वे अवसादी चट्टानें हैं, जो हिमानी निक्षेपण से निर्मित होती हैं। भारत में पाए जाने वाले गोंडवाना श्रेणी के तलछटों के प्रतिरूप दक्षिण गोलार्ध के छः विभिन्न स्थलखंडों में मिलते हैं। गोंडवाना श्रेणी के आधार तल में घने टिलाइट हैं, जो विस्तृत व लंबे समय तक हिमआवरण या हिमाच्छादन की ओर इंगित करते हैं। इसी क्रम के प्रतिरूप भारत के अतिरिक्त अफ्रीका, फॉकलैंड द्वीप, मैडागास्कर, अंटार्कटिक और आस्ट्रेलिया में मिलते हैं। गोंडवाना श्रेणी के तलछटों की यह समानता स्पष्ट करती है कि इन स्थलखंडों के इतिहास में भी समानता रही है। हिमानी निर्मित टिलाइट चट्टानें पुरातन जलवायु और महाद्वीपों के विस्थापन के स्पष्ट प्रमाण प्रस्तुत करते हैं।

### प्लेसर निक्षेप (Placer deposits)

घाना तट पर सोने के बड़े निक्षेपों की उपस्थिति व उद्गम चट्टानों की अनुपस्थिति एक आश्चर्यजनक तथ्य है। सोनायुक्त शिराएँ (Gold bearing veins) ब्राजील में पाई जाती हैं। अतः यह स्पष्ट है कि घाना में मिलने वाले सोने के निक्षेप ब्राजील पठार से उस समय निकले होंगे, जब ये दोनों महाद्वीप एक दूसरे से जुड़े थे।

### जीवाश्मों का वितरण (Distribution of fossils)

यदि समुद्री अवरोधक के दोनों विपरीत किनारों पर जल व स्थल में पाए जाने वाले पौधों व जंतुओं की समान प्रजातियाँ पाई जाए, तो उनके

वितरण की व्याख्या में समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। इस प्रेक्षण से कि 'लैमूर' भारत, मैडागास्कर व अफ्रीका में मिलते हैं, कुछ वैज्ञानिकों ने इन तीनों स्थलखंडों को जोड़कर एक सतत् स्थलखंड 'लेमूरिया' (Lemuria) की उपस्थिति को स्वीकारा। मेसोसारस (Mesosaurus) नाम के छोटे रेंगने वाले जीव केवल उथले खारे पानी में ही रह सकते थे- इनकी अस्थियाँ केवल दक्षिण अफ्रीका के दक्षिणी केप प्रांत और ब्राजील में इरावर शैल समूह में ही मिलते हैं। ये दोनों स्थान आज एक दूसरे से 4800 कि0मी0 की दूरी पर हैं और इनके बीच में एक महासागर विद्यमान है।

**प्रवाह संबंधी बल (Force for drifting)**

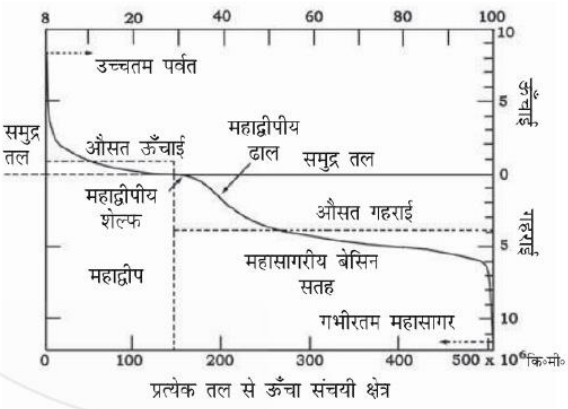
वेगनर के अनुसार महाद्वीपीय विस्थापन के दो कारण थे: (1) पोलर या ध्रुवीय फ्लीइंग बल (Polar fleeing force) और (2) ज्वारीय बल (Tidal force) ध्रुवीय फ्लीइंग बल पृथ्वी के घूर्णन से संबंधित है। आप जानते हैं कि पृथ्वी की आकृति एक संपूर्ण गोले जैसी नहीं है; वरन् यह भूमध्यरेखा पर उभरी हुई है। यह उभार पृथ्वी के घूर्णन के कारण है। दूसरा बल, जो वेगनर महोदय ने सुझाया वह ज्वारीय बल है, जो सूर्य व चंद्रमा के आकर्षण से संबद्ध है, जिससे महासागरों में ज्वार पैदा होते हैं। वेगनर का मानना था कि करोड़ों वर्षों के दौरान ये बल प्रभावशाली होकर विस्थापन के लिए सक्षम हो गए। यद्यपि बहुत से वैज्ञानिक इन दोनों ही बलों को महाद्वीपीय विस्थापन के लिए सर्वथा अपर्याप्त समझते हैं।

**संवहन-धारा सिद्धांत (Convectional current theory)**

1930 के दशक में आर्थर होम्स (Arthur Holmes) ने मैंटल (Mantle) भाग में संवहन धाराओं के प्रभाव की संभावना व्यक्त की। ये धाराएँ रेडियोएक्टिव तत्त्वों से उत्पन्न ताप भिन्नता से मैंटल भाग में उत्पन्न होती हैं। होम्स ने तर्क दिया कि पूरे मैंटल भाग में इस प्रकार की धाराओं का तंत्र विद्यमान है। यह उन प्रवाह बलों की व्याख्या प्रस्तुत करने का प्रयास था, जिसके आधार पर समकालीन वैज्ञानिकों ने महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत को नकार दिया।

**महासागरीय अधस्तल का मानचित्रण (Mapping of the ocean floor)**

महासागरों की बनावट और आकार पर विस्तृत शोध, यह स्पष्ट करते हैं कि महासागरों का अधस्तल एक विस्तृत मैदान नहीं है, वरन् उनमें भी उच्चावच पाया जाता है। युद्धोत्तर काल (Post-war period) महासागरीय अधस्तल के निरूपण अभियान ने महासागरीय उच्चावच संबंधी विस्तृत जानकारी प्रस्तुत की और यह दिखाया कि इसके अधस्तली में जलमग्न पर्वतीय कटके व गहरी खाइयाँ हैं, जो प्रायः महाद्वीपों के किनारों पर स्थित हैं। मध्य महासागरीय कटके ज्वालामुखी उद्‌गार के रूप में सबसे अधिक सक्रिय पायी गई। महासागरीय पर्पटी की चट्टानों के काल निर्धारण (Dating) ने यह तथ्य स्पष्ट कर दिया कि महासागरों के नितल की चट्टानें महाद्वीपीय भागों में पाई जाने वाली चट्टानों की अपेक्षा नवीन हैं। महासागरीय कटक के दोनों तरफ की चट्टानें, जो कटक से बराबर दूरी पर स्थित हैं, उन की आयु व रचना में भी आश्चर्यजनक समानता पाई जाती है।




**चित्र 4.1 : महासागरीय अधस्तल (Ocean floor)**

**महासागरीय अधस्तल की बनावट (Ocean floor configuration)**

इस भाग में हम महासागरीय तल की बनावट से संबंधित कुछ ऐसे तथ्यों का अध्ययन करेंगे, जो महासागर व महाद्वीपों के वितरण को समझने में मददगार होंगे। महासागरीय तल की आकृतियाँ अध्याय 13 में विस्तार से वर्णित हैं। गहराई व उच्चावच के प्रकार के आधार पर. महासागरीय तल को तीन प्रमुख भागों में विभाजित किया जा सकता है।

ये भाग हैं

(1) महाद्वीपीय सीमा,

(2) गहरे समुद्री बेसिन और

(3) मध्य-महासागरीय कटक।

**महाद्वीपीय सीमा (Continental margins)**

ये महाद्वीपीय किनारों और गहरे समुद्री बेसिन के बीच का भाग है। इसमें महाद्वीपीय मग्नतट, महाद्वीपीय ढाल, महाद्वीपीय उभार और गहरी महासागरीय खाइयाँ आदि शामिल हैं। महासागरों व महाद्वीपों के वितरण को समझने के लिए गहरी-महासागरीय खाइयों के क्षेत्र विशेष महत्वपूर्ण और रोचक हैं।

**वितलीय मैदान (Abyssal Plains)**

ये विस्तृत मैदान महाद्वीपीय तटों व मध्य महासागरीय कटकों के बीच पाए जाते हैं। वितलीय मैदान, वह क्षेत्र हैं, जहाँ महाद्वीपों से बहाकर लाए गए अवसाद इनके तटों से दूर निक्षेपित होते हैं।

**मध्य महासागरीय कटक (Mid-oceanic ridges)**

मध्य महासागरीय कटक आपस में जुड़े हुए पर्वतों की एकश्रृंखला बनाती है। महासागरीय जल में डूबी हुई. यह पृथ्वी के धरातल पर पाई जाने वाली संभवतः सबसे लंबी पर्वत शृंखला है। इन कटकों के मध्यवर्ती शिखार पर एक रिफ्ट, एक प्रभाजक पठार और इसकी लंबाई के साथ-साथ पार्श्व मंडल इसकी विशेषता है। मध्यवर्ती भाग में उपस्थित द्रोणी वास्तव में

सक्रिय ज्वालामुखी क्षेत्र है। पिछले अध्याय में मध्य-महासागरीय ज्वालामुखी के रूप में ऐसे ज्वालामुखियों की जानकारी दी गई है।

**भूकंप व ज्वालामुखियों का वितरण (Distribution of earthquakes and volcanoes)**

भूकंपीय गतिविधि और ज्वालामुखी वितरण का दिए गए मानिचत्र 4.5 (अ) और (ब) में अध्ययन करें। आप अटलांटिक महासागर के मध्यवर्ती भाग में, तट रेखा के लगभग समानांतर, एक बिंदु रेखा देखेंगे। यह आगे हिंद महासागर तक जाती है। भारतीय उपमहाद्वीप के थोड़ा दक्षिण में यह दो भागों में बँट जाती है, जिसकी एक शाखा पूर्वी अफ्रीका की ओर चली जाती है और दूसरी मयनमार से होती हुई न्यू गिनी पर एक ऐसी ही रेखा से मिल जाती है। आप यह पाएँगे कि यह बिंदुरेखा मध्य-महासागरीय कटकों के समरूप है। भूकंपीय संकेन्द्रण का दूसरा क्षेत्र छायांकित मेखला (Shaded belt) के माध्यम से दिखाया गया है, जो अल्पाइन हिमालय (Alpine-Himalayan) श्रेणियों के और प्रशांत महासागरीय किनारों के समरूप है। सामान्यतः मध्य महासागरीय कटकों के क्षेत्र में भूकंप के उद्गम केंद्र कम गहराई पर हैं जबकि अल्पाइन-हिमालय पट्टी व प्रशांत महासागरीय किनारों पर ये केंद्र अधिक गहराई पर हैं। ज्वालामुखी मानचित्र भी इसी का अनुकरण करते हैं। प्रशांत महासागर के किनारों को सक्रिय ज्वालामुखी के क्षेत्र होने के कारण 'रिंग ऑफ फायर' (Ring of fire) भी कहा जाता है।

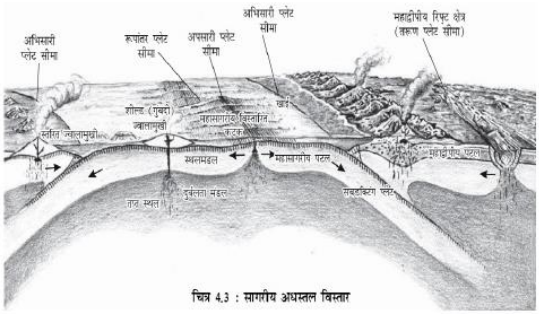
**सागरीय अधस्तल का विस्तार**

जैसा कि ऊपर वर्णन किया गया है, प्रवाह उपरांत अध्ययनों ने महत्वपूर्ण जानकारी प्रस्तुत की, जो वेगनर के महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत के समय उपलब्ध नहीं थी। चट्टानों के पुरा चुंबकीय अध्ययन और महासागरीय तल के मानचित्रण ने विशेष रूप से निम्न तथ्यों को उजागर किया:

(i) यह देखा गया कि मध्य महासागरीय कटकों के साथ-साथ ज्वालामुखी उद्गार सामान्य क्रिया है और ये उद्गार इस क्षेत्र में बड़ी मात्रा में लावा बाहर निकालते हैं।

(ii) महासागरीय कटक के मध्य भाग के दोनों तरफ समान दूरी पर पाई जाने वाली चट्टानों के निर्माण का समय, संरचना, संघटन और चुंबकीय गुणों में समानता पाई जाती है। महासागरीय कटकों के समीप की चट्टानों में सामान्य चुंबकत्व ध्रुवण (Normal polarity) पाई जाती है तथा ये चट्टानें नवीनतम हैं। कटकों के शीर्ष से दूर चट्टानों की आयु भी अधिक है।

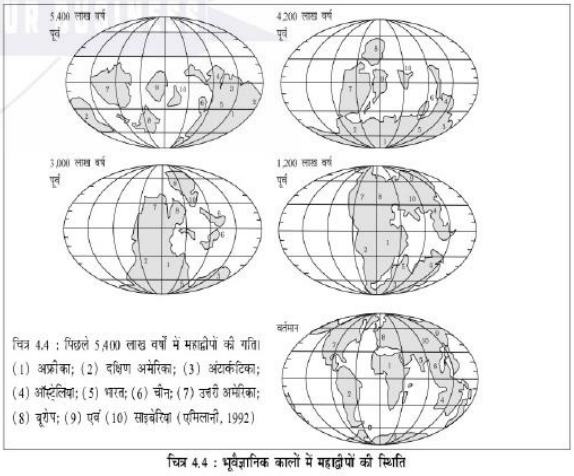
(iii) महासागरीय पर्पटी की चट्टानें महाद्वीपीय पर्पटी की चट्टानों की अपेक्षा अधिक नई हैं। महासागरीय पर्पटी की चट्टानें कहीं भी 20 करोड़ वर्ष से अधिक पुरानी नहीं हैं।



चित्र 4.3 : सागरीय अधस्तल विस्तार

(iv) गहरी खाइयों में भूकंप के उद्गम अधिक गहराई पर हैं। जबकि मध्य-महासागरीय कटकों के क्षेत्र में भूकंप उद्गम केंद्र (Foci) कम गहराई पर विद्यमान हैं।

इन तथ्यों और मध्य महासागरीय कटकों के दोनों तरफ की चट्टानों के चुंबकीय गुणों के विश्लेषण के आधार पर हेस (Hess) ने सन् 1961 में एक परिकल्पना प्रस्तुत की, जिसे 'सागरीय अधस्तल विस्तार' (Sea floor spreading) के नाम से जाना जाता है। हेस (Hess) के तर्कानुसार महासागरीय कटकों के शीर्ष पर लगातार ज्वालामुखी उद्भेदन से महासागरीय पर्पटी में विभेदन हुआ और नया लावा इस दरार को भरकर महासागरीय पर्पटी को दोनों तरफ धकेल रहा है। इस प्रकार महासागरीय अधस्तल का विस्तार हो रहा है। महासागरीय पर्पटी का अपेक्षाकृत नवीनतम होना और इसके साथ ही एक महासागर में विस्तार से दूसरे महासागर के न सिकुड़ने पर, हेस (Hess) ने महासागरीय पर्पटी के क्षेपण की बात कही। हेस के अनुसार, यदि ज्वालामुखी पर्पटी से नई पर्पटी का निर्माण होता है, तो दूसरी तरफ महासागरीय गर्तों में इसका विनाश भी होता है। चित्र 4.3 में सागरीय तल विस्तार की मूलभूत संकल्पना को दिखाया गया है।

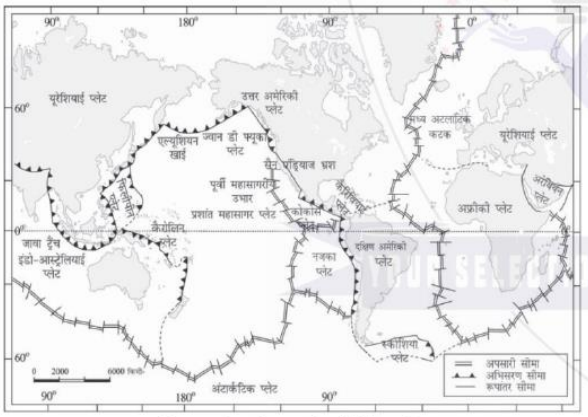


चित्र 4.4 : पिछले 5,400 लाख वर्षों में महाद्वीपों की गति। (1) अफ्रीका; (2) दक्षिण अमेरिका; (3) अंटार्कटिका; (4) ऑस्ट्रेलिया; (5) भारत; (6) चीन; (7) उत्तरी अमेरिका; (8) यूरोप; (9) एवं (10) साइबेरिया (एमिलानी, 1992)

चित्र 4.4 : भूवैज्ञानिक कालों में महाद्वीपों की स्थिति

## प्लेट विवर्तनिकी (Plate tectonics)

सागरीय तल विस्तार अवधारणा के पश्चात् विद्वानों की महाद्वीपों व महासागरों के वितरण के अध्ययन में फिर से रुचि पैदा हुई। सन् 1967 में मैक्कैन्ज़ी (Mckenzie), पारकर (Parker) और मोरगन (Morgan) ने स्वतंत्र रूप से उपलब्ध विचारों को समन्वित कर अवधारणा प्रस्तुत की, जिसे 'प्लेट विवर्तनिकी' (Plate tectonics) कहा गया। एक विवर्तनिक प्लेट (जिसे लिथोस्फेरिक प्लेट भी कहा जाता है), ठोस चट्टान का विशाल व अनियमित आकार का खंड है, जो महाद्वीपीय व महासागरीय स्थलमंडलों से मिलकर बना है। ये प्लेटें दुर्बलतामंडल (Asthenosphere) पर एक दृढ़ इकाई के रूप में क्षैतिज अवस्था में चलायमान हैं। स्थलमंडल में पर्पटी एवं ऊपरी मैंटल को सम्मिलित किया जाता है, जिसकी मोटाई महासागरों में 5 से 100 कि0मी0 और महाद्वीपीय भागों में लगभग 200 कि0मी0 है। एक प्लेट को महाद्वीपीय या महासागरीय प्लेट भी कहा जा सकता है; जो इस बात पर निर्भर है कि उस प्लेट का अधिकतर भाग महासागर अथवा महाद्वीप से संबद्ध है। उदाहरणार्थ प्रशांत प्लेट मुख्यतः महासागरीय प्लेट है, जबकि यूरेशियन प्लेट को महाद्वीपीय प्लेट कहा जाता है। प्लेट विवर्तनिकी के सिद्धांत के अनुसार पृथ्वी का स्थलमंडल सात मुख्य प्लेटों व कुछ छोटी प्लेटों में विभक्त है। नवीन वलित पर्वत श्रेणियाँ, खाइयाँ और भ्रंश इन मुख्य प्लेटों को सीमांकित करते हैं। (चित्र 4.7)




चित्र 4.5 : संसार की प्रमुख बड़ी व छोटी प्लेट का वितरण

### प्रमुख प्लेट इस प्रकार हैं :

(i) अंटार्कटिक प्लेट (जिसमें अंटार्कटिक से घिरा महासागर भी शामिल है)

(ii) उत्तर अमेरिकी प्लेट (जिसमें पश्चिमी अंधमहासागरीय तल सम्मिलित है तथा दक्षिणी अमेरिकन प्लेट व कैरेबियन द्वीप इसकी सीमा का निर्धारण करते हैं)

(iii) दक्षिण अमेरिकी प्लेट (पश्चिमी अटलांटिक तल समेत और उत्तरी अमेरिकी प्लेट व कैरेबियन द्वीप इसे पृथक करते हैं)

(iv) प्रशांत महासागरीय प्लेट।

(v) इंडो-आस्ट्रेलियन-न्यूज़ीलैंड प्लेट।

(vi) अफ्रीकी प्लेट (जिसमें पूर्वी अटलांटिक तल शामिल है) और

(vii) यूरेशियाई प्लेट (जिसमें पूर्वी अटलांटिक महासागरीय तल सम्मिलित है)

कुछ महत्वपूर्ण छोटी प्लेटें निम्नलिखित हैं :

(i) कोकोस (Cocoas) प्लेट यह प्लेट मध्यवर्ती अमेरिका और प्रशांत महासागरीय प्लेट के बीच स्थित है।

(ii) नज़का प्लेट (Nazca plate) यह दक्षिण अमेरिका व प्रशांत महासागरीय प्लेट के बीच स्थित है।

(iii) अरेबियन प्लेट (Arabian plate) - इसमें अधिकतर अरब प्रायद्वीप का भू-भाग सम्मिलित है।

(iv) फिलिपीन प्लेट (Phillippine plate) यह एशिया महाद्वीप और प्रशांत महासागरीय प्लेट के बीच स्थित है।

(v) कैरोलिन प्लेट (Caroline plate) -यह न्यू गिनी के उत्तर में फिलिपियन व इंडियन प्लेट के बीच स्थित है।

(vi) फ्यूजी प्लेट (Fuji plate) के उत्तर-पूर्व में स्थित है। यह आस्ट्रेलिया

ग्लोब पर ये प्लेटें पृथ्वी के पूरे इतिहास काल में लगातार विचरण कर रही हैं। वेगनर की संकल्पना कि केवल महाद्वीप गतिमान हैं, सही नहीं है। महाद्वीप एक प्लेट का हिस्सा है और प्लेट चलायमान हैं। यह एक निर्विवाद तथ्य है कि भूवैज्ञानिक इतिहास में सभी प्लेट गतिमान रही हैं और भविष्य में भी गतिमान रहेंगी। चित्र 4.4 में विभिन्न कालों में महाद्वीपीय भागों की स्थिति को दर्शाया गया है। वेगनर के अनुसार आरंभ में, सभी महाद्वीपों से मिलकर बना एक सुपर महाद्वीप (Super continent) पैंजिया के रूप में विद्यमान था। यद्यपि बाद की खोजों ने यह स्पष्ट किया कि महाद्वीपीय पिंड, जो प्लेट के ऊपर स्थित हैं, भूवैज्ञानिक काल पर्यन्त चलायमान थे और पैंजिया अलग-अलग महाद्वीपीय खंडों के अभिसरण से बना था, जो कभी एक या किसी दूसरी प्लेट के हिस्से थे। पुराचुंबकीय (Palaeomagnetic) आँकड़ों के आधार पर वैज्ञानिकों ने विभिन्न भूकालों में प्रत्येक महाद्वीपीय खंड की अवस्थिति निर्धारित की है। भारतीय उपमहाद्वीप (अधिकांशतः प्रायद्वीपीय भारत) की अवस्थिति नागपुर क्षेत्र में पाई जाने वाली चट्टानों के विश्लेषण के आधार पर आँकी गई है।

### प्लेट संचरण के फलस्वरूप तीन प्रकार की प्लेट सीमाएँ बनती हैं।

### अपसारी सीमा (Divergent boundaries)

जब दो प्लेट एक दूसरे से विपरीत दिशा में अलग हटती हैं और नई पर्पटी का निर्माण होता है। उन्हें अपसारी प्लेट कहते हैं। वह स्थान जहाँ से प्लेट एक दूसरे से दूर हटती हैं, इन्हें प्रसारी स्थान (Spreading site) भी कहा जाता है। अपसारी सीमा का सबसे अच्छा उदाहरण मध्य-अटलांटिक कटक है। यहाँ से अमेरिकी प्लेटें (उत्तर अमेरिकी व दक्षिण अमेरिकी प्लेटें) तथा यूरेशियन व अफ्रीकी प्लेटें अलग हो रही हैं।

### अभिसरण सीमा (Convergent boundaries)

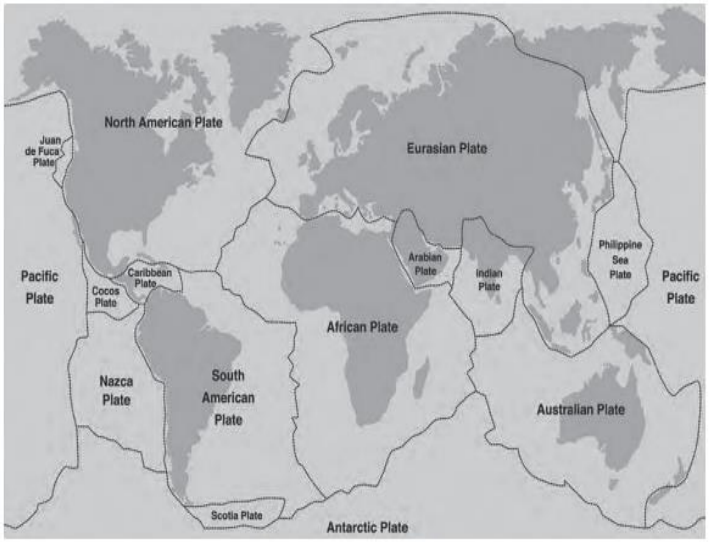



**Fig.** Major and Minor Plates

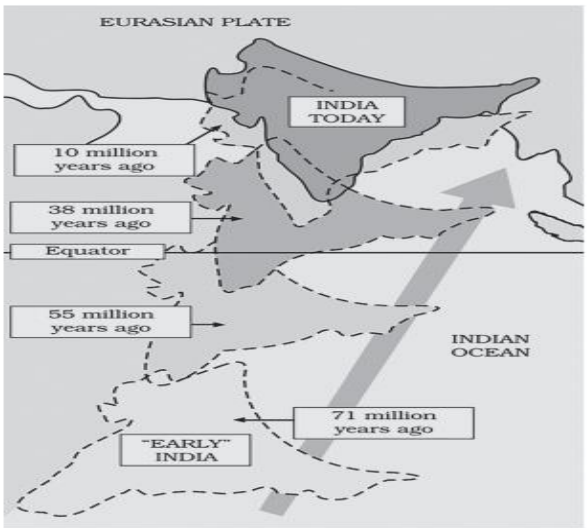
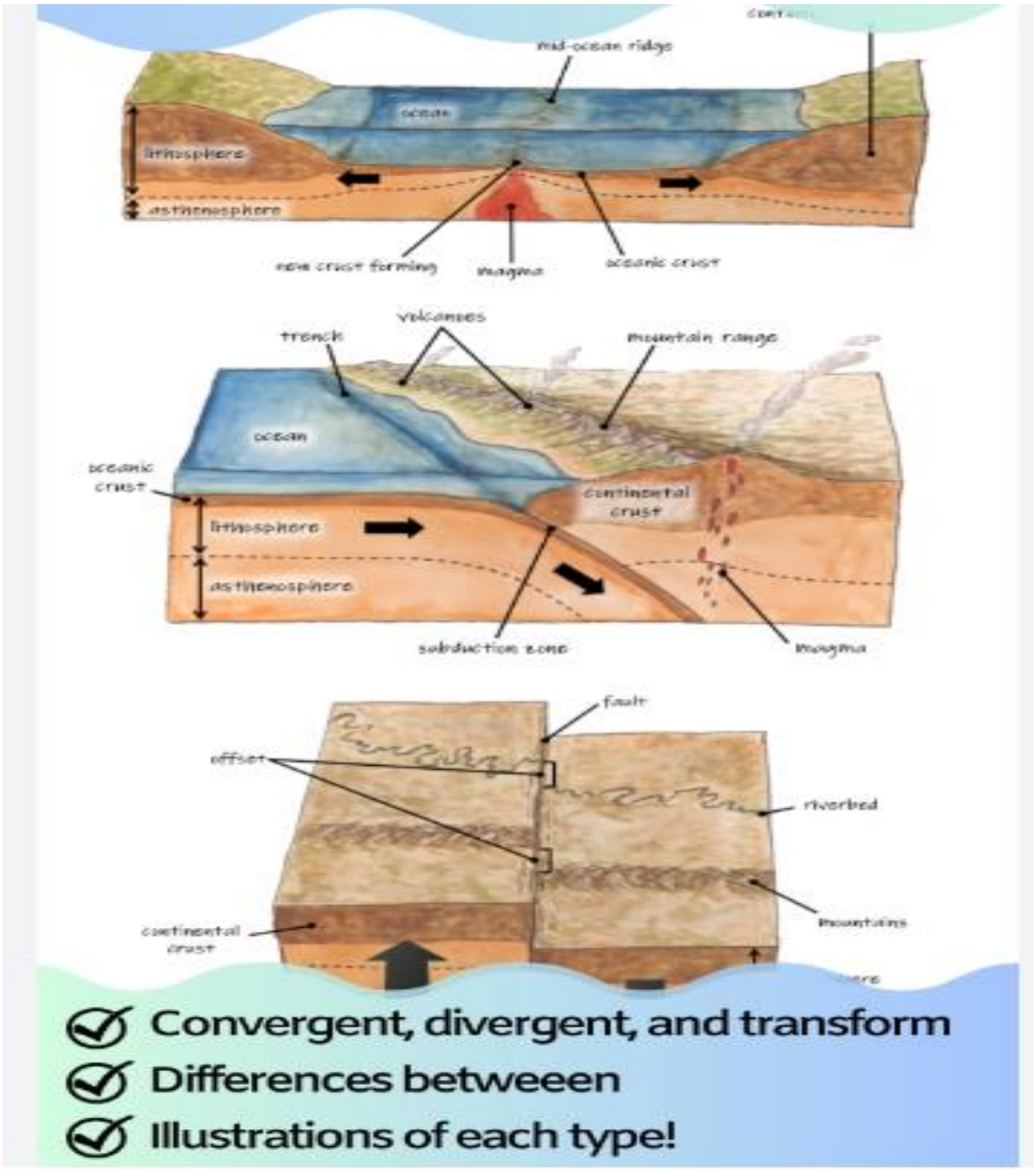



**Fig.** Movement of the Indian Plate



जब एक प्लेट दूसरी प्लेट के नीचे धँसती है और जहाँ भूपर्पटी नष्ट होती है, वह अभिसरण सीमा है। वह स्थान जहाँ प्लेट धँसती हैं, इसे प्रविष्ठन क्षेत्र (Subduction zone) भी कहते हैं। अभिसरण तीन प्रकार से हो सकता है- (1) महासागरीय व महाद्वीपीय प्लेट के बीच (2) दो महासागरीय प्लेटों के बीच (3) दो महाद्वीपीय प्लेटों के बीच।

**रूपांतर सीमा (Transform boundaries)**

जहाँ न तो नई पर्पटी का निर्माण होता है और न ही पर्पटी का विनाश होता है, उन्हें रूपांतर सीमा कहते हैं। इसका कारण है कि इस सीमा पर प्लेटें एक दूसरे के साथ-साथ क्षैतिज दिशा में सरक जाती हैं। रूपांतर भ्रंश (Transform faults) दो प्लेट को अलग करने वाले तल हैं जो सामान्यतः मध्य-महासागरीय कटकों से लंबवत स्थिति में पाए जाते हैं। क्योंकि कटकों के शीर्ष पर एक ही समय में सभी स्थानों पर ज्वालामुखी उद्‌गार नहीं होता, ऐसे में पृथ्वी के अक्ष से दूर प्लेट के हिस्से भिन्न प्रकार से गति करते हैं। इसके अतिरिक्त पृथ्वी के घूर्णन का भी प्लेट के अलग खंडों पर भिन्न प्रभाव पड़ता है।

## प्लेट प्रवाह की दर कैसे निर्धारित होती है?

**प्लेट प्रवाह दरें (Rates of plate movement)**

सामान्य व उत्क्रमण चुंबकीय क्षेत्र की पट्टियाँ जो मध्य-महासागरीय कटक के सामानांतर हैं, प्लेट प्रवाह की दर समझने में वैज्ञानिक के लिए सहायक सिद्ध हुई हैं। प्रवाह की ये दरें बहुत भिन्न हैं। आर्कटिक कटक की प्रवाह दर सबसे कम है (2.5 सेंटीमीटर प्रति वर्ष से भी कम)। ईस्टर द्वीप के निकट पूर्वी प्रशांत महासागरीय उभार, जो चिली से 3,400 कि0मी0 पश्चिम की ओर दक्षिण प्रशांत महासागर में है, इसकी प्रवाह दर सर्वाधिक है (जो 5 से०मी० प्रति वर्ष से भी अधिक है)।

**प्लेट को संचलित करने वाले बल (Forces for the plate movement)**

जिस समय वेगनर ने महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत प्रस्तुत किया था, उस समय अधिकतर वैज्ञानिकों का विश्वास था कि पृथ्वी एक ठोस, गति रहित पिंड है। यद्यपि सागरीय अधस्तल विस्तार और प्लेट विवर्तनिक-दोनों सिद्धांतों ने इस बात पर बल दिया कि पृथ्वी का धरातल व भूगर्भ दोनों ही स्थिर न होकर गतिमान हैं। प्लेट विचरण करती है-यह आज एक अकाट्य तथ्य है। ऐसा माना जाता है कि दृढ़ प्लेट के नीचे चलायमान चट्टानें वृत्ताकार रूप में चल रही हैं। उष्ण पदार्थ धरातल पर पहुँचता है, फैलता है और धीरे-धीरे ठंडा होता है; फिर गहराई में जाकर नष्ट हो जाता है। यही चक्र बारंबार दोहराया जाता है और वैज्ञानिक इसे संवहन प्रवाह (Convection flow) कहते हैं। पृथ्वी के भीतर ताप उत्पत्ति के दो माध्यम हैं-रेडियोधर्मी तत्वों का क्षय और अवशिष्ट ताप। आर्थर होम्स ने सन् 1930 में इस विचार को प्रतिपादित किया। जिसने बाद में हैरी हेस की सागरीय तल विस्तार अवधारणा को प्रभावित किया। दृढ़ प्लेटों के नीचे दुर्बल व उष्ण मैंटल है, जो प्लेट को प्रवाहित करता है।

**भारतीय प्लेट का संचलन (Movement of the Indian Plate)**

भारतीय प्लेट में प्रायद्वीप भारत और आस्ट्रेलिया महाद्वीपीय भाग सम्मिलित हैं। हिमालय पर्वत श्रेणियों के साथ-साथ पाया जाने वाला प्रविष्ठन क्षेत्र (Subduction zone), इसकी उत्तरी सीमा निर्धारित करता है जो महाद्वीपीय- महाद्वीपीय अभिसरण (Continent-continent convergence) के रूप में हैं। (अर्थात् दो महाद्वीप प्लेटों की सीमा है) यह पूर्व दिशा में म्यांमार के राकिन्योमा पर्वत से होते हुए एक चाप के रूप में जावा खाई तक फैला हुआ है। इसकी पूर्वी सीमा एक विस्तारित तल (Spreading site) है, जो आस्ट्रेलिया के पूर्व में दक्षिणी पश्चिमी प्रशांत महासागर में महासागरीय कटक के रूप में है। इसकी पश्चिमी सीमा पाकिस्तान की किरथर श्रेणियों का अनुसरण करती है। यह आगे मकरान तट के साथ-साथ होती हुई दक्षिण-पूर्वी चागोस द्वीप समूह (Chagos archipelago) के साथ-साथ लाल सागर द्रोणी (जो विस्तारण तल है) में जा मिलती है। भारतीय तथा आर्कटिक प्लेट की सीमा भी महासागरीय कटक से निर्धारित होती है (जो एक अपसारी सीमा (Divergent boundary) है।) और यह लगभग पूर्व-पश्चिम दिशा में होती हुई न्यूजीलैंड के दक्षिण में विस्तारित तल में मिल जाती है।

भारत एक वृहत् द्वीप था, जो आस्ट्रेलियाई तट से दूर एक विशाल महासागर में स्थित था। लगभग 22.5 करोड़ वर्ष पहले तक टेथीस सागर इसे एशिया महाद्वीप से अलग करता था। ऐसा माना जाता है कि लगभग 20 करोड़ वर्ष पहले, जब पैंजिया विभक्त हुआ तब भारत ने उत्तर दिशा की ओर खिसकना आरंभ किया। लगभग 4 से 5 करोड़ वर्ष पहले भारत एशिया से टकराया व परिणामस्वरूप हिमालय पर्वत का उत्थान हुआ। 7.1 करोड़ वर्ष पहले से आज तक की भारत की स्थिति मानचित्र 4.6 में दिखाई गई है। आरेख 4.6 भारतीय उपमहाद्वीप व यूरेशियन प्लेट की स्थिति भी दर्शाता है। आज से लगभग 14 करोड़ वर्ष पहले यह उपमहाद्वीप सुदूर दक्षिण में 50° दक्षिणी अक्षांश पर स्थित था। इन दो प्रमुख प्लेटों को टेथिस सागर अलग करता था और तिब्बतीय खंड, एशियाई स्थलखंड के करीब था। भारतीय प्लेट के एशियाई प्लेट की तरफ प्रवाह के दौरान एक प्रमुख घटना घटी-वह थी लावा प्रवाह से दक्कन ट्रेप का निर्माण होना। ऐसा लगभग 6 करोड़ वर्ष पहले आरंभहुआ और एक लंबे समय तक यह जारी रहा। याद रहे कि यह उपमहाद्वीप तब भी भूमध्यरेखा के निकट था। लगभग 4 करोड़ वर्ष पहले और इसके पश्चात् हिमालय की उत्पत्ति आरम्भ हुई। वैज्ञानिकों का मानना है कि यह प्रक्रिया अभी भी जारी है और हिमालय की ऊँचाई अब भी बढ़ रही है।

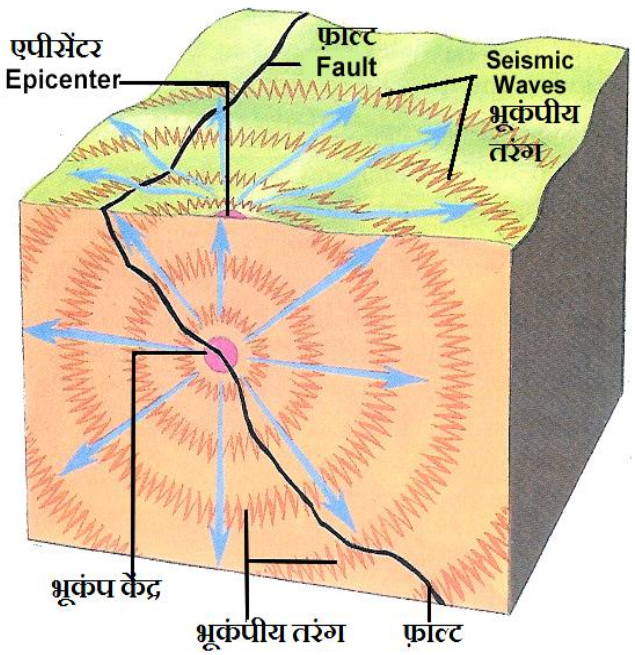
# भूकंप (Earthquakes)

भूकंप पृथ्वी की सतह का हिलना या कम्पन है। यह एक प्राकृतिक घटना है जो पृथ्वी के आंतरिक भाग से ऊर्जा के निकलने के कारण होती है।

- **हाइपोसेंटर/फोकस/उद्गम केंद्र/अवकेंद्र:** पृथ्वी की सतह के नीचे का स्थान/बिंदु जहाँ से भूकंप की उत्पत्ति होती है, हाइपोसेंटर/फोकस कहलाता है.
- **उपरिकेंद्र/अधिकेन्द्र:** फोकस के ठीक ऊपर सतह पर स्थित बिंदु को भूकंप का केंद्र या अधिकेंद्र कहा जाता है।
- **उथले भूकंप:** 70 किमी से कम गहराई पर स्थित अवकेंद्र वाले भूकंप **उथले भूकंप या क्रस्टल भूकंप** कहलाते हैं।
- **मध्यवर्ती भूकंप:** एक मध्यवर्ती भूकंप का फोकस 70 से 300 किमी के बीच की गहराई पर होता है।
- **गहरे भूकंप:** इनमें 300 से 700 किमी की गहराई पर फोकस होते हैं।
- **भूकंप पश्चात झटके (आफ्टर शॉक्स):** उथले फोकस वाले मध्यम भूकंप के बाद कई लघु भूकंप आ सकते हैं जिन्हें आफ्टरशॉक्स कहा जाता है।
- **भूकम्प पूर्व झटके (फोरशॉक):** एक हल्का भूकंप जो एक बड़े भूकंप से पहले हो सकता है उसे भूकम्प पूर्व झटके या फोरशॉक के रूप में जाना जाता है।
- **श्रृंखला बद्ध भूकंप:** छोटे भूकंपों का एक क्रम जिसमें कोई पहचान योग्य मुख्य झटके नहीं होते हैं, **श्रृंखला बद्ध भूकंप** कहलाते हैं।

## भूकंप का मापन (Measurement of Earthquakes)

| रिक्टर पैमाना | मरकैली स्केल |
|---|---|
| परिमाण का मापन | तीव्रता का मापन |
| **द्वारा विकसित:** 1935 में चार्ल्स एफ रिक्टर। | **द्वारा विकसित:** 1902 में इतावली भूविज्ञानी जियूसीप्पी मरकैली। |



| रिक्टर पैमाना | मरकैली स्केल |
|---|---|
| परिमाण निरपेक्ष संख्या, 0–10 में अभिव्यक्त किया जाता है। | तीव्रता पैमाने की सीमा I से XII तक है। |

## भूकंप के कारण (Causes of Earthquakes)

| प्राकृतिक कारक | मानवजनित कारक |
|---|---|
| **ज्वालामुखीयता**<br>**उदाहरण:** 1985 में कोलंबिया में नेवाडो डेल रुज के उद्गार के कारण भूकंप आया।<br>**भ्रंशन**<br>**उदाहरण:** 1975 में ग्वाटेमाला में मोटागुआ भ्रंश के साथ संचलन के कारण भूकंप।<br>**प्लेट विवर्तनिकी**<br>• अपसारी सीमाओं के साथ-साथ **मध्यम-तीव्रता के उथले उद्गम केंद्र (shallow focus) वाले भूकंप**<br>• अभिसरण या विनाशकारी प्लेट सीमाओं के साथ बहुत **गहरे फोकस वाले और उच्च परिमाण के भूकंप**<br>• रूपांतरित सीमाओं के साथ भूकंप | • ड्रिलिंग/प्रवेधन गतिविधियाँ,<br>• गहरे भूमिगत खनन,<br>• डायनामाइट द्वारा चट्टानों का विस्फोट,<br>• परमाणु विस्फोट परीक्षण,<br>• बड़े जलाशयों में पानी की विशाल मात्रा का भंडारण |

## भूकंप का वैश्विक वितरण (Global Distribution of Earthquakes)

| क्षेत्र | विस्तार | कारण |
|---|---|---|
| **परि प्रशांत क्षेत्र** | प्रशांत महासागर के पूर्वी और पश्चिमी किनारे | प्रशांत प्लेट इस क्षेत्र में कई अन्य प्लेटों से मिलती है, जैसे **जुआन डी फूका, कोकोस, भारतीय-ऑस्ट्रेलियाई, नाजका, उत्तरी अमेरिकी और फिलीपीन प्लेट्स। प्रशांत प्लेट पतली** और इसका घनत्व उच्च होता है और इन प्लेटों के नीचे दब जाती है। |
| **मध्य-अटलांटिक पेटी** | यह **मध्य-महासागरीय कटक के साथ** और अटलांटिक महासागर की कटक के पास कई द्वीपों तक फैली हुई है। | सागर नितल प्रसरण |
| **मध्य महाद्वीपीय पेटी** | अल्पाइन पर्वतमाला, भूमध्य सागर, उत्तरी और पूर्वी अफ्रीका और म्यांमार की पहाड़ियों तक हिमालय पर्वतमाला के वलित पर्वत शामिल हैं। | प्लेट अभिसरण |
| **अन्त:-प्लेट भूकंप:** | प्लेट सीमाओं से दूर क्षेत्र। | प्राचीन भ्रंश रेखा या रिफ्ट जोन के साथ बने चटकन के परिणामस्वरूप तनाव की उत्पत्ति होती है। **उदाहरण:** अन्त: प्लेट भूकंप **पश्चिमी संयुक्त राज्य अमेरिका और प्रायद्वीपीय भारत** में आते हैं। 1993 में लातूर, भारत में एक अंत:प्लेट भूकंप आया था। |

## 2024 के प्रमुख भूकंप

| भूकंप | महत्वपूर्ण तथ्य |
|---|---|
| जापान भूकंप, मार्च 2024 | प्रशांत और फिलीपीन सागर प्लेट अभिसरण क्षेत्र में स्थित, जापान जटिल अन्त:क्षेपण तंत्रों के कारण लगातार भूकंपीय गतिविधि का अनुभव करता है, जहाँ प्रशांत प्लेट यूरेशियन प्लेट के नीचे धंस जाती है, जिससे तीव्र विवर्तनिक प्रतिबल उत्पन्न होता है। |
| पेरू भूकंप, मई 2024 | पेरू नाज्का और दक्षिण अमेरिकी प्लेटों की सीमा पर स्थित है, जहाँ नाज्का प्लेट दक्षिण अमेरिकी प्लेट के नीचे धंस जाती है। यह प्रविष्ठन पेरू-चिली ट्रेंच के साथ मजबूत भूकंपीय गतिविधि उत्पन्न करता है। |

| भूकंप | महत्वपूर्ण तथ्य |
|---|---|
| चिली भूकंप, जुलाई 2024 | चिली की विवर्तनिक गतिविधि नाज्का और दक्षिण अमेरिकी प्लेटों के अभिसरण से काफी प्रभावित है। पेरू-चिली गर्त के साथ प्रविष्ठन के परिणामस्वरूप इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूकंपीय घटनाएँ होती हैं। |
| ग्रीस भूकंप, अगस्त 2024 | ग्रीस हेलेनिक चाप पर स्थित है, जहाँ अफ्रीकी प्लेट यूरेशियन प्लेट के नीचे धंस जाती है, जिससे, विशेष रूप से इसके तटीय और द्वीपीय क्षेत्रों में काफी भूकंपीय गतिविधियाँ होती हैं। |
| फिलीपींस भूकंप, अक्टूबर 2024 | प्रशांत महासागरीय अग्नि वलय के भीतर स्थित फिलीपींस में फिलीपीन सागर और फिलीपीन गर्त के साथ यूरेशियन प्लेटों के बीच परस्पर क्रिया के कारण अक्सर भूकंप आते रहते हैं। |

## भारत में भूकंपों का वितरण (Distribution of Earthquakes in India)

| जोन | क्षेत्र |
|---|---|
| जोन V | इसमें कश्मीर का क्षेत्र, पश्चिमी और मध्य हिमालय, उत्तर और मध्य बिहार, पूर्वोत्तर भारतीय क्षेत्र, कच्छ का रण और अंडमान और निकोबार द्वीप समूह शामिल हैं। |
| जोन IV | जम्मू और कश्मीर के कुछ हिस्सों और हिमाचल प्रदेश, दिल्ली, सिक्किम, उत्तर प्रदेश के उत्तरी हिस्सों, बिहार और पश्चिम बंगाल, गुजरात के कुछ हिस्सों और पश्चिमी तट के पास महाराष्ट्र के छोटे हिस्से और राजस्थान को शामिल करता है। |
| जोन III | इसमें केरल, गोवा, लक्षद्वीप और उत्तर प्रदेश, गुजरात और पश्चिम बंगाल के शेष हिस्से, पंजाब, राजस्थान, मध्य प्रदेश, बिहार, झारखंड, छत्तीसगढ़, महाराष्ट्र, ओडिशा, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु और कर्नाटक के हिस्से शामिल हैं। |
| जोन II | देश के शेष भागों को सम्मिलित करता है |

### बार्बरटन ग्रीनस्टोन बेल्ट

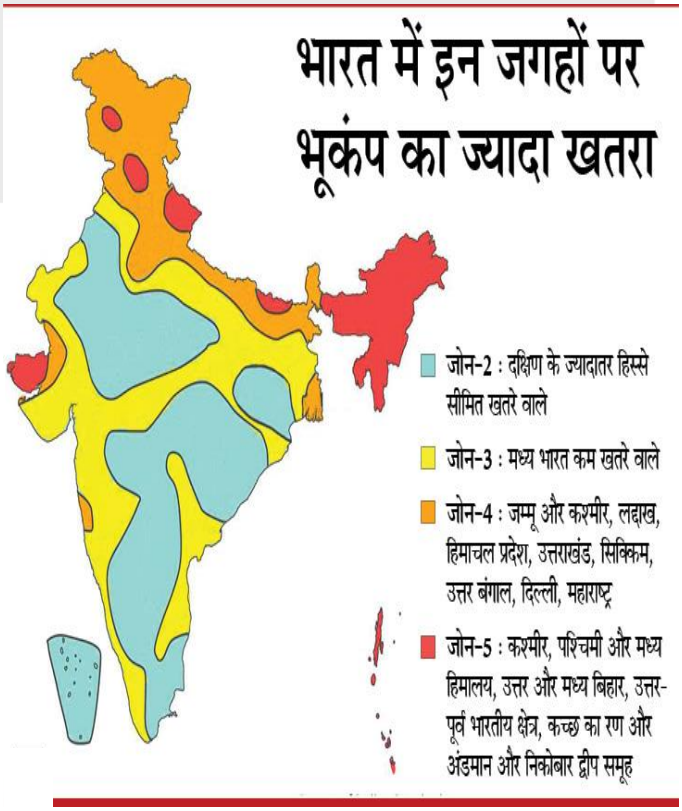
**सन्दर्भ:**वैज्ञानिकों को हाल ही में बार्बरटन ग्रीनस्टोन बेल्ट में कुछ सबसे पुराने ज्ञात भूकंपों के संकेत मिले हैं

**बार्बरटन ग्रीनस्टोन बेल्ट के बारे में**

- यह दक्षिण अफ्रीका में कापवाल क्रेटन के पूर्वी किनारे पर स्थित एक भूगर्भिक संरचना है।
- इसमें 3.6 अरब वर्ष से अधिक पुरानी चट्टानें हैं
- दक्षिण अफ्रीका और स्वाजीलैंड के बार्बरटन ग्रेनाइट ग्रीनस्टोन टेरेन (बीजीजीटी) की चट्टानें पृथ्वी पर महाद्वीपीय क्रस्ट के सबसे पुराने, अच्छी तरह से संरक्षित टुकड़ों में से एक का प्रतिनिधित्व करती हैं।

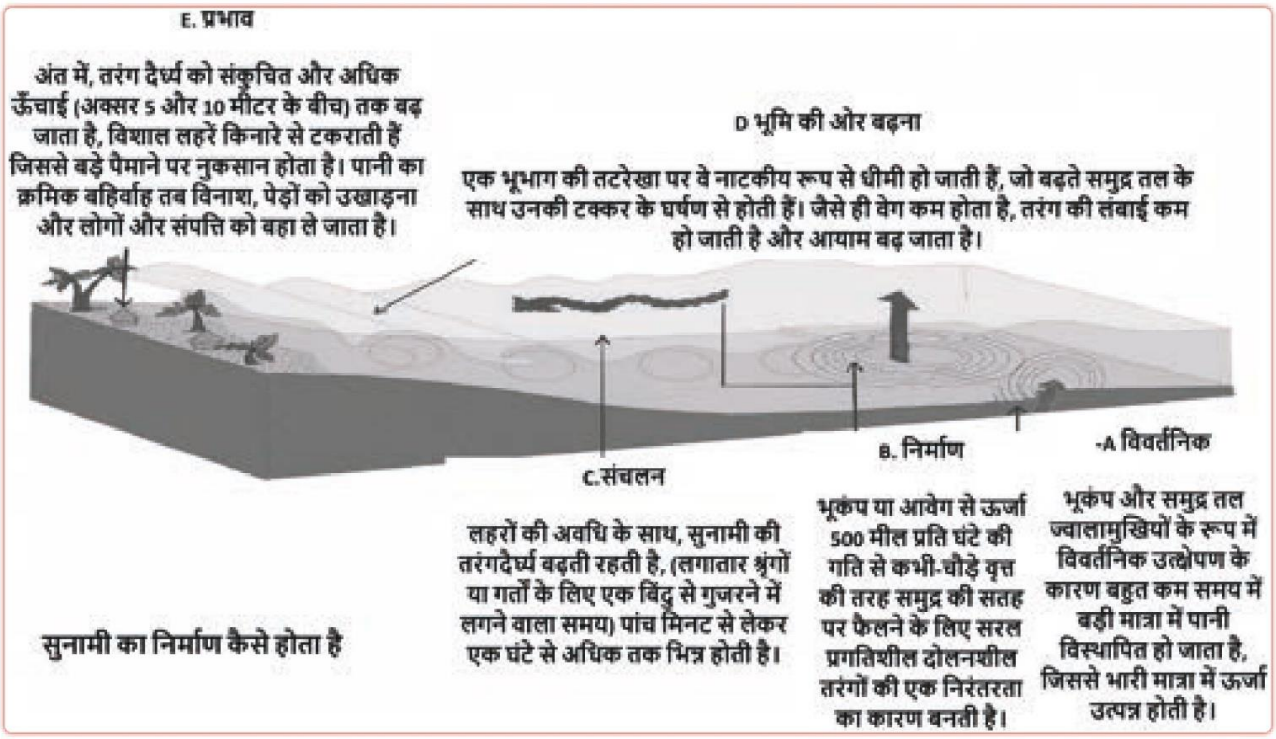
**उल्लेखनीय विशेषताएँ:**

- सोने के निक्षेप के लिए प्रसिद्ध
- इसमें कोमाटाइटिस (दुर्लभ अल्ट्रामैफिक ज्वालामुखी चट्टानें) शामिल हैं
- मखोनज्वा पर्वत इस बेल्ट का 40% हिस्सा बनाते हैं
- यूनेस्को विश्व धरोहर स्थल के रूप में सूचीबद्ध




## भूकंप के परिणाम (Consequences of Earthquakes)

- भूस्खलन
- भूमि की सतह का विरूपण

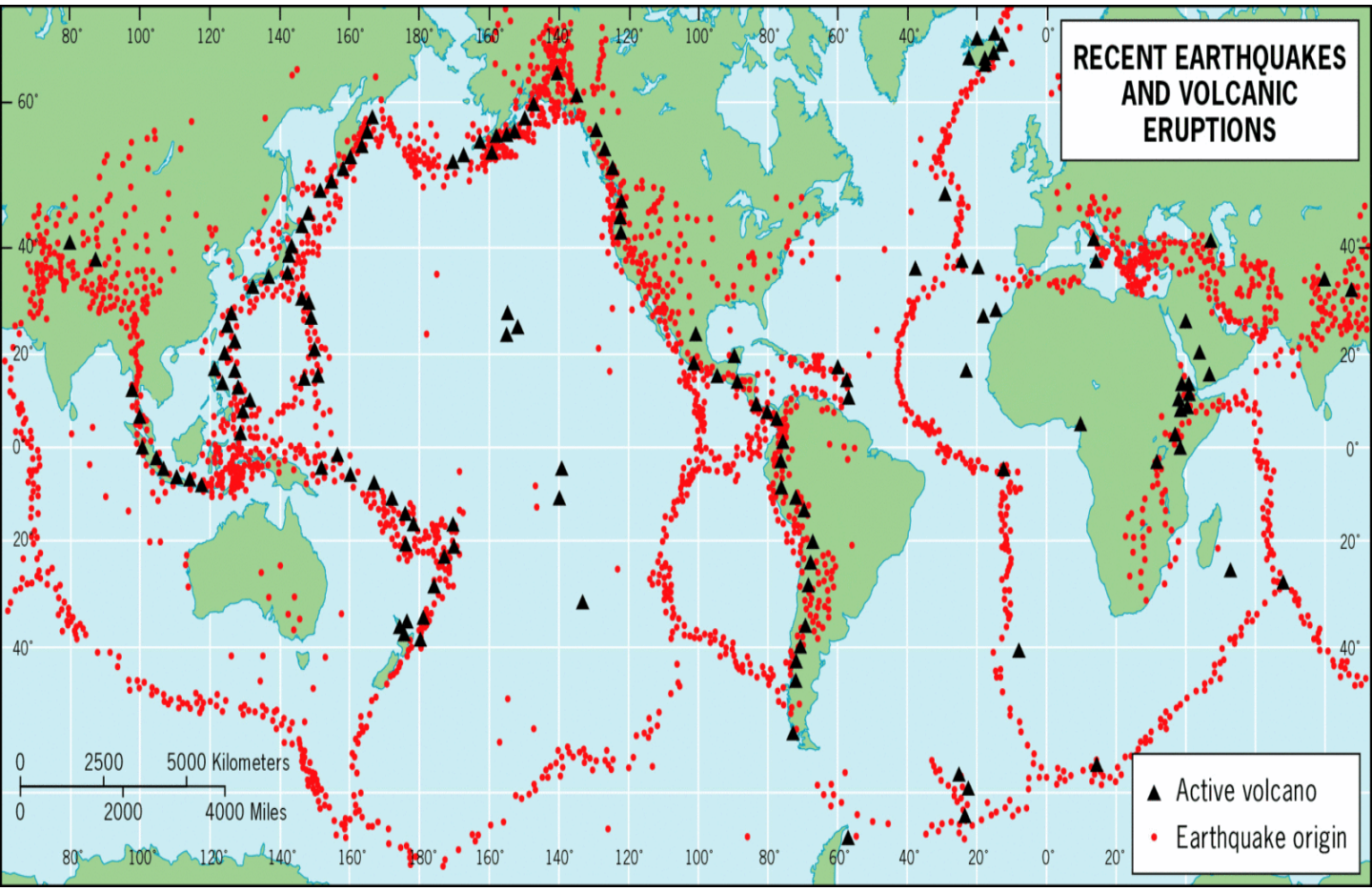


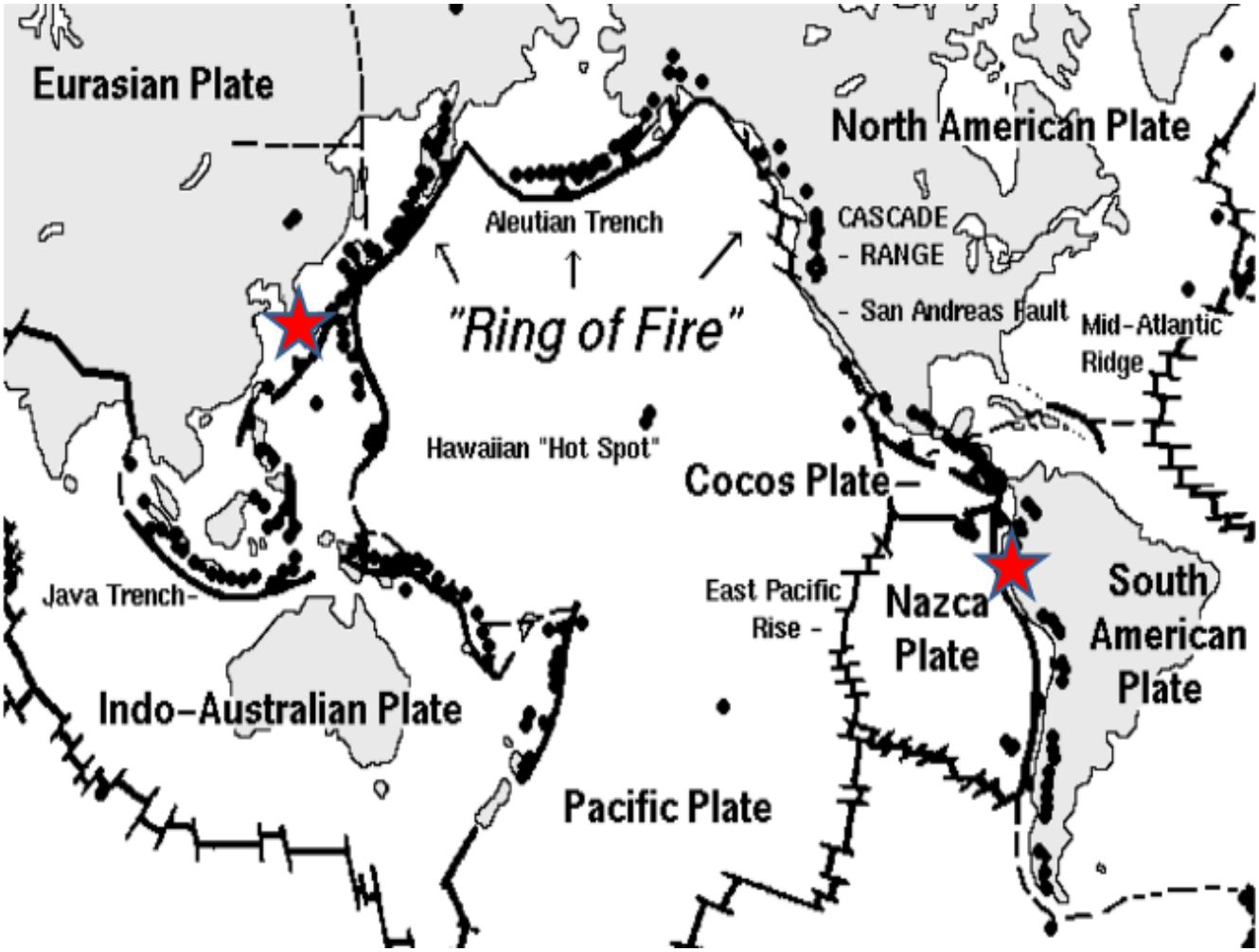

## ज्वालामुखीयता (Vulcanism)

- ज्वालामुखी एक एक दरार या विदर या वेंट है जिससे पिघली हुई चट्टान जिसे मैग्मा कहा जाता है और अन्य पदार्थ जैसे गैस और राख पृथ्वी की सतह पर उद्गार होते हैं।
- पृथ्वी के आंतरिक भाग से पृथ्वी की सतह पर मैग्मा के स्थानांतरण को 'ज्वालामुखीयता' या ज्वालामुखी गतिविधि कहा जाता है।

### ज्वालामुखियों का वितरण (Distribution of Volcanoes)

| क्षेत्र | विस्तार | कारण | उदाहरण |
|---|---|---|---|
| **परिधि-प्रशांत क्षेत्र (प्रशांत महासागर का अग्नि वलय)** | इस क्षेत्र में पूर्वी और पश्चिमी तटीय क्षेत्रों के ज्वालामुखी, पूर्व-एशियाई तट के साथ द्वीप चाप (पेसंदक तंबे) और प्रशांत महासागर में अन्य छोटे ज्वालामुखी द्वीप शामिल हैं। | यहाँ ज्वालामुखी प्रशांत, जुआन डे फूका, कोकोस, भारतीय-ऑस्ट्रेलियाई, नाजका, उत्तरी अमेरिकी और फिलीपीन प्लेट्स के किनारे पर पाए जाते हैं। | जापान के फुजियामा, पापुआ न्यू गिनी में कडोवर और फिलीपींस में मायोन। |
| **मध्य महाद्वीपीय पेटी** | इसमें **अल्पाइन पर्वत श्रृंखलाओं** के ज्वालामुखी, भूमध्य सागर में स्थित ज्वालामुखी और पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश/भ्रंश घाटी के ज्वालामुखी शामिल हैं। | यहाँ ज्वालामुखी **उद्गार यूरेशियन, इंडो-ऑस्ट्रेलियाई और अफ्रीकी प्लेटों** के आपस में टकराने के कारण होते हैं। | विसुवियस, स्ट्रोमबोली, किलिमंजारो |
| **मध्य-अटलांटिक कटक पेटी** | ज्वालामुखी मध्य-अटलांटिक कटक के किनारे पाए जाते हैं। | यहाँ, उत्तर-अमेरिकी और यूरेशियन प्लेटें एक-दूसरे से दूर हो जाती हैं, और एक विदर अथवा दरार प्रकार का उद्गार होता है। | सर्वाधिक सक्रिय ज्वालामुखी क्षेत्र आईसलैंड में स्थित है। |
| **अन्तः-प्लेट ज्वालामुखी** | ज्वालामुखी प्लेटों के अंदरूनी हिस्सों में, विवर्तनिक प्लेट की सीमाओं से दूर पाए जाते हैं। | ये **मेंटल के नीचे तप्त स्थल (हॉट स्पॉट)** से जुड़े हुए हैं। | प्रशांत महासागर में हवाई द्वीप। |


RECENT EARTHQUAKES AND VOLCANIC ERUPTIONS
0 2500 5000 Kilometers
0 2000 4000 Miles
Active volcano
Earthquake origin


Eurasian Plate
North American Plate
Aleutian Trench
CASCADE - RANGE
"Ring of Fire"
San Andreas Fault
Mid-Atlantic Ridge
Hawaiian "Hot Spot"
Cocos Plate
Java Trench
East Pacific Rise
Nazca Plate
South American Plate
Indo-Australian Plate
Pacific Plate

### हॉटस्पॉट

तप्त स्थल (हॉट स्पॉट) मेंटल प्लूम के ऊपर का क्षेत्र होता है।

- **मेंटल प्लूम:** यह क्रस्ट के नीचे का एक क्षेत्र है जहाँ मैग्मा आसपास के मैग्मा की तुलना में अधिक गर्म होता है।
- अतिरिक्त गर्म मैग्मा के कारण अत्यधिक ऊष्मा की वजह से इस प्लूम के ऊपर ज्वालामुखी गतिविधि होती है, जो **चट्टानी भूपर्पटी को पिघलाती है और पतला** कर देती है।
- तप्त स्थल द्वारा उत्पादित **लावा क्षारीय होता है** और इस प्रकार बनने वाली भूपर्पटी को महासागरीय द्वीप बेसाल्ट (Ocean Island Basalt) कहा जाता है।
- इन तप्त स्थल के परिणामस्वरूप बड़े ज्वालामुखी प्रांतों का निर्माण भी होता है। उदाहरण के लिए, उत्तर क्रिटेशियस काल में, **रीयूनियन तप्त स्थल** ने **डेक्कन ट्रैप्स** का निर्माण किया क्योंकि भारतीय प्लेट इसके ऊपर से विस्थापित हो रही थी।

## आवधिकता के आधार पर ज्वालामुखियों का वर्गीकरण (Classification of Volacnoes based on Periodicity)

| प्रकार | विवरण | उदाहरण |
|---|---|---|
| **सक्रिय ज्वालामुखी** (Active Volcanoes) | समय-समय पर विस्फोट तथा उदभेदन होता ही रहता है | हवाई में किलाउआ, इटली में माउंट एटना और इटली में माउंट स्ट्रोमबोली, भारत में बैरन द्वीप |
| **प्रसुप्त ज्वालामुखी** (Dorment Volcanoes) | लम्बे समय से विस्फोट नहीं हुआ होता है किन्तु इसकी संभावनाएँ बनी रहती है | माउंट किलिमंजारो, तंजानिया, अफ्रीका और जापान में माउंट फूजी |
| **विलुप्त ज्वालामुखी** (Eñtinct Volcanoes) | विस्फोट प्राय: बन्द हो जाते हैं और भविष्य में भी कोई विस्फोट होने की सम्भावना नहीं होती है | न्यू मैक्सिको में कैलुपिन ज्वालामुखी<br>• ब्रिटेन में बेन नेविस<br>• ओरेगॉन में माउंट थिएल्सन |

### अन्तर्जलीय/ जलमग्न ज्वालामुखी

- इन्हें अन्त: सागरीय ज्वालामुखी के रूप में भी जाना जाता है, ये पृथ्वी के मैंटल से समुद्र तल पर मैग्मा के उदगार से निर्मित होते हैं। ये विस्फोट समय के साथ ज्वालामुखीय द्वीपों या समुद्री पर्वतों का निर्माण कर सकते हैं।
- **उदाहरण:** एक्सियल सीमाउंट, प्रशांत महासागर में जुआन डे फूका रिज पर स्थित, लोइही सीमाउंट, हवाई के पास स्थित, फुकुतोकू-ओकानोबा अन्त: सागरीय ज्वालामुखी प्रशांत महासागर में, जापान के दक्षिण इवो जिमा द्वीप के उत्तर में
- **'फ्यूल-कूलेंट इंटरेक्शन' ( ईंधन-शीतलक अंत:क्रिया ):** यदि मैग्मा समुद्र के पानी में धीरे-धीरे ऊपर उठता है, तो एक भाप की परत बन जाती है, जो इसकी सतह को इन्सुलेशन और ठंडा करती है। हालाँकि, यदि मैग्मा ज्वालामुखीय गैसों के साथ तेजी से फूटता है, तो यह भाप अवरोध टूट जाता है, जिससे ठंडे पानी के साथ सीधा संपर्क होता है। इस प्रक्रिया को 'ईंधन-शीतलक अंत:क्रिया' के रूप में जाना जाता है।

## ज्वालामुखी उद्‌गार के प्रकार (Types of Volcanic Eruption)

निकास जिसके माध्यम से मैग्मा निकलता है की प्रकृति के आधार पर, ज्वालामुखी उद्‌गार को दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

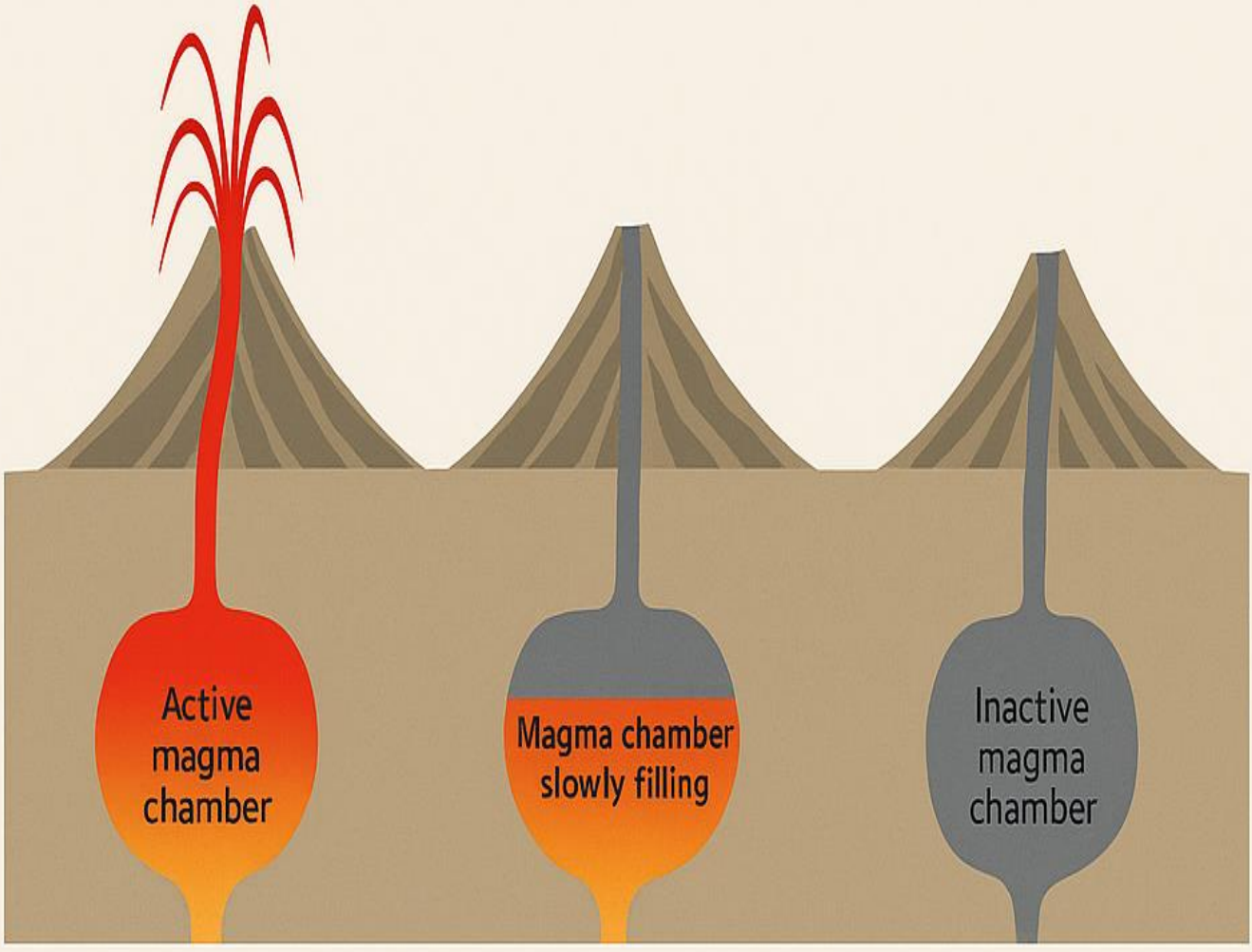
| विदर या दरारी उद्‌गार (Fissure Eruption) | केंद्रीय उद्‌गार (Central Eruption) |
|---|---|
| • उद्‌गार एक विदर या विदर की एक श्रृंखला के साथ होते हैं।<br>• कोई विस्फोटक गतिविधि नहीं होती है।<br>• लावा पठारों और मैदानों का निर्माण **उदाहरण: संयुक्त राज्य अमेरिका का कोलंबिया पठार।** यह उद्‌गार मायोसीन युग के दौरान हुआ था। | • ज्वालामुखी विस्फोट केंद्रीय निकास नलिका (central vent) या मुँह के माध्यम से होता है<br>• इस तरह के उद्‌गार के दौरान, चट्टान के टुकड़े, राख और लावा बाहर निकल जाते हैं, और वे **ज्वालामुखी के मुँह के चारों ओर इकट्ठा** हो जाते हैं, जिससे शंकु जैसी संरचनाएँ बनती हैं। |

## केंद्रीय उद्‌गार के प्रकार (Types of Central Eruption)

| प्रकार | अभिलक्षणिक विशेषता | उदाहरण |
|---|---|---|
| **हवाईयन प्रकार** | विस्फोटक गतिविधि दुर्लभ है, और उद्‌गार शांत है। | हवाई द्वीप के मौना लोआ और किलाविया |
| **स्ट्राम्बोलियन प्रकार** | उद्‌गार मध्यम तीव्रता का होता है और लयबद्ध या निरंतर होता है। | स्ट्राम्बोली ज्वालामुखी |

# CLASSIFICATION OF VOLCANOES

## BASED ON PERIODICITY

| Active volcano | Dormant volcano | Extinct volcano |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| A volcano that has erupted in the recent past and is likely to erupt again | A volcano that has not erupted in a long time but may erupt again in the future | A volcano that is not expected to erupt again in the future |

# TYPES OF VOLCANIC ERUPTIONS

STROMBOLIAN

PLINIAN

HAWAIIAN

PHREATIC

VULCAN

PELEAN

| प्रकार | अभिलक्षणिक विशेषता | उदाहरण |
|---|---|---|
| वल्केनियन प्रकार | ये उद्गार मध्यम रूप से विस्फोटक होते हैं और बहुत अधिक गैस और राख निकालते हैं। | लिपारी द्वीप का माउंट वल्कैनो |
| पीलियन प्रकार | यह गैस, राख और चट्टान के टुकड़ों का एक अवधाव बनाता है जिसे नुई आरदेंते (Nuees Ardentes) अर्थात जलता हुआ (Glowing cloud) बादल कहा जाता है। | कैरेबियाई द्वीप मार्टीनिक पर माउंट पीलि |
| प्लिनियन प्रकार | लावा अत्यधिक चिपचिपा होता है, और इस प्रकार बहुत विनाशक विस्फोट होता है। | माउंट सेंट हेलेंस |

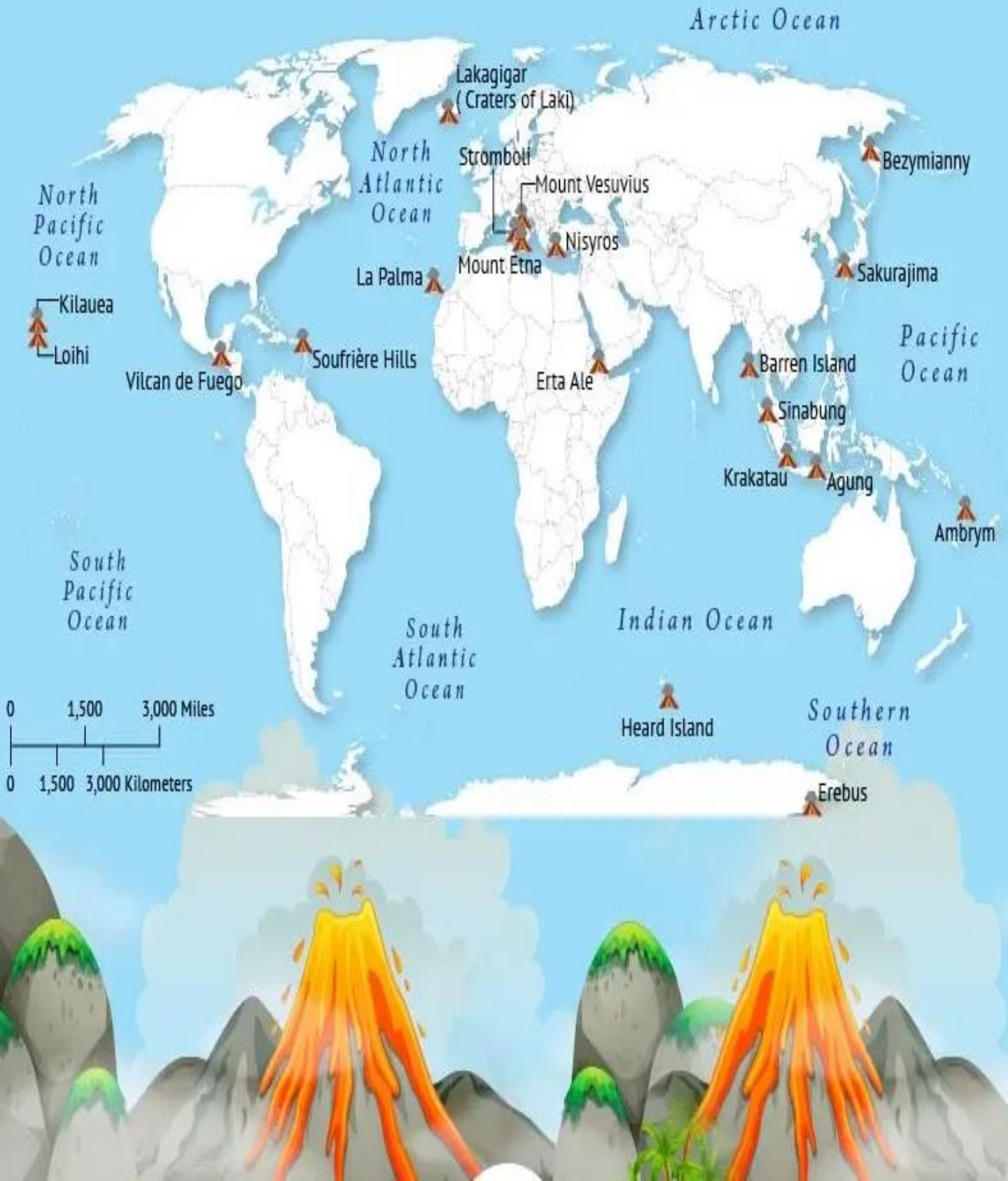
## विश्व के प्रमुख सक्रिय ज्वालामुखी (Major Active Volcanoes of the World)

| ज्वालामुखी | स्थान | मुख्य तथ्य |
|---|---|---|
| माउंट एटना | सिसिली (इटली) | यह सबसे ऊँचा भूमध्यसागरीय द्वीप पर्वत है। यह दुनिया का सबसे सक्रिय स्तरीकृत ज्वालामुखी है। |
| माउंट विसुवियस | नेपल्स के तटीय शहर के पास दक्षिणी इटली | मुख्य भूमि यूरोप पर एकमात्र सक्रिय ज्वालामुखी। यह एक मिश्रित ज्वालामुखी/संकुल ज्वालामुखी है। |
| किलाउआ | हवाई, संयुक्त राज्य अमेरिका के द्वीप के दक्षिणपूर्वी भाग पर हवाई ज्वालामुखी राष्ट्रीय उद्यान में स्थित है | यह दुनिया के सबसे सक्रिय ज्वालामुखियों में से एक है। |
| माउंट मेरापी (आग उगलता पहाड़) | इंडोनेशिया | 130 सक्रिय ज्वालामुखियों के साथ इंडोनेशिया का सबसे सक्रिय ज्वालामुखी। |
| सकुराजिमा | क्यूशू, जापान | यह एक सक्रिय स्तरीकृत ज्वालामुखी है |
| पकाया ज्वालामुखी | ग्वाटेमाला | यह एक संकुल बेसाल्टिक ज्वालामुखी है। |
| अर्नल ज्वालामुखी | उत्तर-पश्चिमी कोस्टा रिका | यह एक स्तरीकृत ज्वालामुखी है |
| सांटा मारिया | ग्वाटेमाला के पश्चिमी उच्चभूमि | यह एक स्तरीकृत ज्वालामुखी है। यह सैंटियागिटो का स्थल भी है, जो दुनिया के सबसे सक्रिय लावा गुंबद परिसरों में से एक है। |
| स्ट्रांबोली | इटली | स्ट्रोमबोली दुनिया के सबसे सक्रिय ज्वालामुखियों में से एक है। इसे 'भूमध्यसागरीय प्रकाश स्तंभ' के रूप में जाना जाता है। |
| लस्कर | उत्तरी चिली | यह एक स्तरीकृत ज्वालामुखी है |
| माउंट सेंट हेलेंस | दक्षिण-पश्चिमी वाशिंगटन, यू.एस | यह एक सक्रिय स्तरीकृत ज्वालामुखी है। ज्वालामुखी कैस्केड ज्वालामुखी आर्क का हिस्सा है, जो पैसिफिक रिंग ऑफ फायर का एक खंड है। |
| माउंट ताल | फिलीपींस | ताल ज्वालामुखी विश्व का सबसे छोटा सक्रिय ज्वालामुखी है। |
| गैलेरस | कोलम्बिया का दक्षिण-पश्चिमी भाग, दक्षिण अमेरिकी | यह एक एँडीसाइटिक स्तरीकृत ज्वालामुखी है जो एक पुराने ज्वालामुखी परिसर का हिस्सा है। |
| एरेबेस | अंटार्कटिका | माउंट एरेबस, रॉस द्वीप, अंटार्कटिका पर स्थित है। यह दुनिया के कुछ ज्वालामुखियों में से एक है जिसके शिखर क्रेटर में नियत लावा झील है। |
| हर्ड द्वीप | ऑस्ट्रेलिया | यहाँ बिग बेन का अवस्थित है, जो एक सक्रिय ज्वालामुखी है |

| समाचार में ज्वालामुखी | | |
|---|---|---|
| माउंट सेमेरू | जावा, इंडोनेशिया | जावा में सबसे ऊँचा ज्वालामुखी; सबसे सक्रिय में से एक है. |
| माउंट एटना | सिसिली (इटली) | यह भूमध्यसागरीय द्वीप का सबसे ऊँचा पर्वत है। यह दुनिया का सबसे सक्रिय स्ट्रैटोवोलकानो/स्तरित ज्वालामुखी है। यह फरवरी 2023 से लगातार उद्गारित हो रहा है। |
| माउंट सिनाबंग | उत्तरी सुमात्रा, इंडोनेशिया | यह एक स्ट्रैटोवोलकानो है. |
| माउंट न्यारागोंगो | कांगो लोकतांत्रिक गणराज्य | सर्वाधिक सक्रिय ज्वालामुखियों में से एक. अल्बर्टाइन रिफ्ट से संबद्ध। |

# Major Active Volcanoes

# Around The World



| समाचार में ज्वालामुखी | | |
|---|---|---|
| संगे | इक्वेडोर | यह एक स्तरित ज्वालामुखी है.<br>इसका निर्माण पेरू-चिली ट्रेंच में दक्षिण अमेरिकी प्लेट के नीचे नाजका प्लेट के अन्त:क्षेपण से जुड़ी ज्वालामुखीय प्रक्रियाओं द्वारा हुआ था। |
| उलावुन | पापुआ न्यू गिनी | यह एक बेसाल्टिक और एँडिसिटिक स्ट्रैटोवोलकानो है। |
| आईजफजल्लाजोकुल ज्वालामुखी | आइसलैंड | यह एक सबग्लेशियल ज्वालामुखी है, जो आईजफजल्लाजोकुल (आईजफजल्ला ग्लेशियर) के नीचे स्थित है। |
| मौना लोआ | हवाई | प्रशांत महासागर के हवाई द्वीप का निर्माण करने वाले पाँच ज्वालामुखियों में से एक। |
| माउंट मेरापी (आग का पर्वत) | इंडोनेशिया | यह एक स्ट्रैटोवोलकानो और इंडोनेशिया का सर्वाधिक सक्रिय ज्वालामुखी है।. |
| माउंट एडम्स | दक्षिणी वाशिंगटन राज्य, संयुक्त राज्य अमेरिका | स्तरित ज्वालामुखी |
| टोंगा-हंगा हापाई | दक्षिण प्रशांत | अन्त:समुद्री ज्वालामुखी |
| माउंट इबू | इंडोनेशिया | स्तरित ज्वालामुखी |
| माउंट एरेबस | अंटार्कटिका, रॉस सागर | -- स्तरित ज्वालामुखी<br>- इसके शिखर पर एक क्रेटर के भीतर सक्रिय लावा झील |
| माउंट रुआंग | संगिहे द्वीप समूह, इंडोनेशिया | स्तरित ज्वालामुखी<br>अप्रैल, 2024 में हालिया विस्फोट। |
| शिवेलुच ज्वालामुखी | रूस, कामचटका प्रायद्वीप | स्तरित ज्वालामुखी: प्रशांत अग्नि वलय पर स्थिति |
| कैम्पी फ्लेग्रेई | नेपल्स, इटली | काल्डेरा |
| ओलंपस मॉन्स | मंगल ग्रह | शील्ड ज्वालामुखी; सौरमंडल का सबसे बड़ा और सबसे ऊंचा। |

### ज्वालामुखीय भंवर वलय

**सन्दर्भ:** माउंट एटना (Mount Etna) से लगभग पूर्ण रूप से गोल धुएँ के वलय (rings of smoke) हवा में उठ रहे हैं।

**ज्वालामुखीय भंवर वलयों के बारे में**

- ये डोनट के आकार के गैस और राख के वलय हैं जो ज्वालामुखी विस्फोट के दौरान निकलते हैं।
- यह तब उत्पन्न होता है जब ज्वालामुखीय गैसें, उच्च दबाव में, द्रव गतिशीलता के कारण बाहर निकलती हैं और सर्पिलाकार होकर हवा में स्थिर वलय आकार बनाती हैं।
- स्ट्रॉम्बोली (इटली) और आईजफजल्लाजोकुल (आइसलैंड) जैसे ज्वालामुखियों में देखा गया

## ज्वालामुखी भू-आकृतियाँ (Volacnic Landforms)

**बहिर्भेदी ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ (Entrusive Volcanic Landforms):** ये पृथ्वी की सतह पर **लावा के ठोस होने** के साथ-साथ पाइरोक्लास्टिक सामग्री, धूल और राख के संचय होने के कारण बनती हैं।

### केंद्रीय उद्गार की भू-आकृतियाँ:

| स्थालाकृति | अभिलक्षणिक विशेषता | उदाहरण |
|---|---|---|
| सिंडर या राख शंकु | वेंट के पास जमा ज्वालामुखी धूल, राख और पाइरोक्लास्टिक सामग्री के कम ऊँचाई वाले टीले। | मेक्सिको के माउंट जोरुल्लो के शंकु |
| शील्ड ज्वालामुखी | ये लावा की परतों के एक दूसरे पर जमाव से बनते हैं। | हवाई में मौना लोआ सबसे बड़ा शील्ड ज्वालामुखी है |
| मिश्रित या स्तरीकृत या परतदार ज्वालामुखी | खड़े किनारे वाले शंक्वाकार आकार के ज्वालामुखी हैं जो अम्लीय लावा, राख और पाइरोक्लास्टिक सामग्री के ठोस हो जाने से बनते हैं। | फुजियामा, कोटोपैक्सी और विसुवियस |

Lava
Volcano
Stock
Pipe
Dike
Dike
Sill
Sill
Laccolith
Sill
Sill
Dike
Batholith
Xenoliths
Extrusive (Volcanic) Igneous Rocks
Intrusive (Plutonic) Igneous Rocks

| स्थालाकृति | अभिलक्षणिक विशेषता | उदाहरण |
|---|---|---|
| क्रेटर | क्रेटर एक बेसिन या कीप के आकार का गर्त है। कभी-कभी विलुप्त ज्वालामुखी का क्रेटर पानी से भर जाता है और क्रेटर झील का निर्माण हो जाता है। | ओरेगॉन में क्रेटर झील और इंडोनेशिया में टोबा झील। |
| काल्डेरा या ज्वालामुखी | काल्डेरा, क्रेटर से बड़ा उथला गुहा होता है। | माउंट क्राकाटोआ पर |
| कुंड | वे तब बनते हैं जब एक प्रचंड ज्वालामुखी उद्गार पूर्व शंकु के शीर्ष को हटा देता है। | काल्डेरा। |

### अंतर्वेधी ज्वालामुखीय स्थलाकृतियाँ (Intrusive Volcanic Landforms):

पृथ्वी के अंदर मैग्मा के जमने के कारण अंतर्वेधी ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ बनती हैं।

| अंतर्वेधी भू-आकृतियाँ | अभिलक्षणिक विशेषता | उदाहरण |
|---|---|---|
| डाइक | यह आग्नेय चट्टान की एक ऊर्ध्वाधर या अत्यधिक झुकी हुई परत है जो चट्टान को काटती है। | डाइक छोटानागपुर पठार में पाए जाते हैं। |
| सिल | अवसादी चट्टानों की दो परतों के बीच क्षैतिज रूप से निर्मित आग्नेय चट्टान की एक परत है। | सिल्वरटन, कोलोराडो के पास इंजीनियर माउंटेन के शिखर के पास क्वार्ट्ज ट्रेकाइट का चौरस परत मिलता है। |
| लैकोलिथ | आग्नेय चट्टान का बड़ा टीला जिसकी निचली सतह सपाट और ऊपरी सतह गुंबद के रूप में होती है। | येलोस्टोन नेशनल पार्क, यूएसए में माउंट होम्स। |
| लैपोलिथ | यह आग्नेय चट्टान का बड़ा तश्तरी के आकार का पिण्ड है। | खदक्षिण अफ्रीका के बुशवेल्ड आग्नेय परिसर |
| फैकोलिथ | आग्नेय चट्टानों के लेंस (गुम्बद) के आकार का द्रव्यमान है। | खहिमालय और आल्प्स की तलहटी में देखे जाने वाले फैकोलिथ। |
| बैथोलिथ | आग्नेय चट्टान का गुंबद के आकार का पिण्ड जिसकी भुजाएँ सतह के नीचे गहराई तक जाती हैं। | आयरलैंड का विकलो पर्वत |

### ज्वालामुखी उद्गार का प्रभाव (Impact of volcanic Eruptions):

ज्वालामुखी उद्गार के **सकारात्मक और नकारात्मक** दोनों प्रभाव होते हैं।

- **सकारात्मक प्रभाव:**
  - उपजाऊ मिट्टी का निर्माण
  - भूतापीय ऊर्जा की संभावना
  - पर्यटन को बढ़ावा
- **नकारात्मक प्रभाव:**
  - मानव जीवन और संपत्ति का नुकसान:
  - जब ज्वालामुखी विस्फोट से राख और कीचड़ बारिश के पानी या बर्फ के पिघले पानी के साथ मिल जाते हैं, तो पंकप्रवाह का निर्माण होता है। ये ज्वालामुखी पंकप्रवाह, जिन्हें लहर कहा जाता है, बहुत विनाशकारी होते हैं।
  - जलवायु में परिवर्तन

## भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ (Geomorphic Processes)

- पृथ्वी की सतह के अभिविन्यास में परिवर्तन लाने वाले बलों को भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ कहते हैं।
- भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ दो प्रकार की होती हैं।

### भू-आकृतिक प्रक्रियाओं के प्रकार (Types of Geomorphic Processes)

### अंतर्जात प्रक्रियाएँ (Endogenic Processes):

- आंतरिक बल
- **रचनात्मक बल:** अंतर्जात प्रक्रियाओं को **रचनात्मक बल** भी कहा जाता है क्योंकि वे पर्वत और महाद्वीप जैसी उच्चावचीय विशेषताओं के निर्माण के लिए उत्तरदायी होते हैं।
- **ऊर्जा का स्रोत:** पृथ्वी के भीतर उत्पन्न संवहन धाराएँ।

### अन्तर्जात प्रक्रियाओं के प्रकार:

- **आकस्मिक बल एवं संचलन (Sudden Forces and Movements):** भूकंप और ज्वालामुखी

- **मंद गति बल एवं संचलन (पटल विरूपणी बल)**: ये प्रक्रियाएँ पृथ्वी की सतह पर महाद्वीपीय तथा पर्वत निर्माण प्रक्रियाओं हेतु उत्तरदायी हैं।

### पटल विरूपणी संचलनों के प्रकार (Types of diastrophic movements):

| महादेशजनक या महादेश रचना (Epeirogenesis) | पर्वतजनक अथवा पर्वतोत्पत्ति (Orogenesis) |
|---|---|
| यह एक ऊर्ध्वाधर संचलन है। | यह एक क्षैतिज गति है। |
| महाद्वीपीय भाग का उत्थान (upliftment) या अवतलन (subsidence) अथवा धँसाव होता है। | इसमें **तनावमूलक बल** (tensional forces) और **संपीडनात्मक बल** (compressional forces) शामिल हैं। |
| यह महाद्वीपों के निर्माण के लिए उत्तरदायी है | भूपर्पटी में चटकन (cracks), दरारें/विभंग (fracture) और भ्रंश (faults) तथा वलन (folds) का निर्माण करते हैं। |

### वलन (Folds)

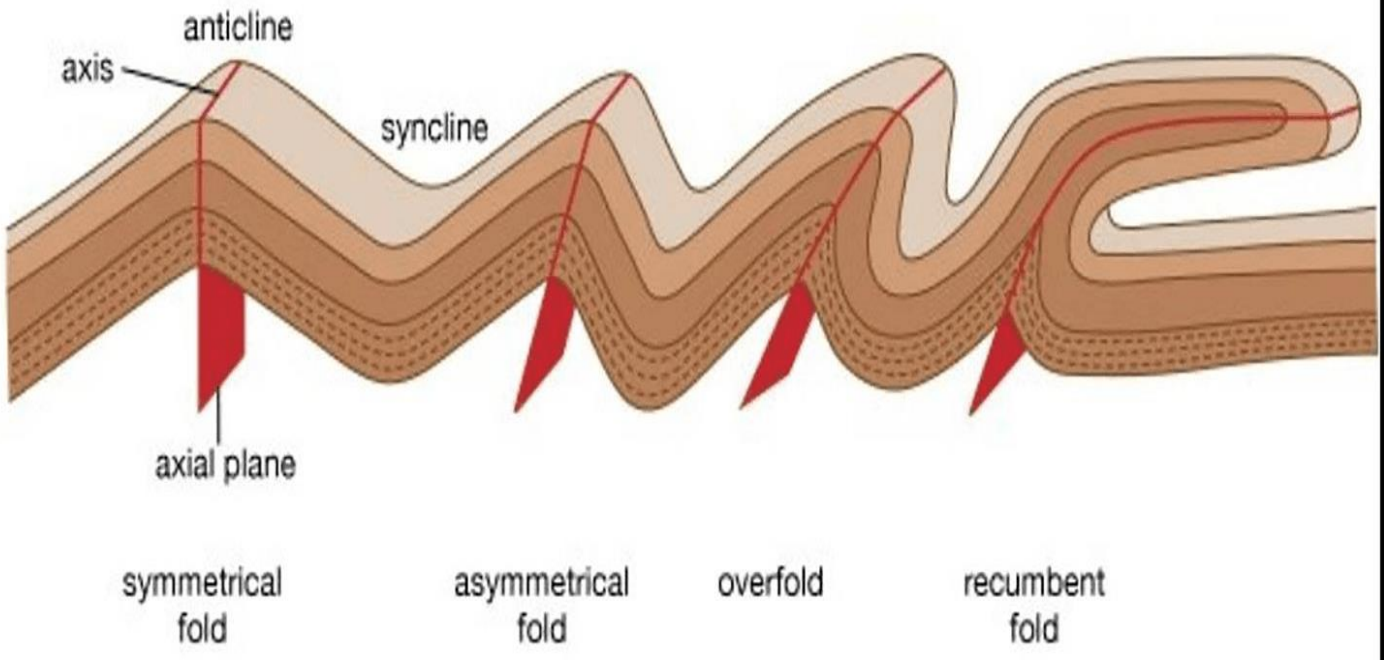
क्षैतिज संचलन द्वारा जब भूपटलीय चट्टानों में संपीडन की स्थिति उत्पन्न हो जाती है तो चट्टानों में लहरदार मोड़ पड़ जाते हैं। इस तरह के मोड़ो को **वलन** कहा जाता है।

| वलनों के प्रकार | विवरण |
|---|---|
| सममित वलन (Symmetrical fold) | इन वलनों में अक्षीय तल लंबवत होता है और वलन के दोनों अंग एकसमान रूप से झुके होते हैं। |
| असममित वलन (Asymmetrical Folds) | इन वलनों में अक्षीय तल झुका होता है और अपनति की भुजाओं का नति विपरीत दिशाओं में होता हैं। |
| प्रतिवलन (Overturned Fold) | यह एक प्रकार का वलन है जहाँ अक्षीय तल झुका हुआ होता है और दोनों भुजा एक ही दिशा में लेकिन अलग-अलग कोणों पर झुके हुए होते हैं। |
| समनत वलन (Isoclinal fold) | ये वलन है जहाँ दो भुजाएँ एक ही दिशा में समान कोणों पर झुक जाती हैं। |
| परिवलन या शयान वलन (Recumbent Fold) | परिवलन या शयान वलन में एक क्षैतिज अक्षीय तल की विशेषता होती है। |
| शेवरॉन (Chevron) | ये नुकीले और कोणीय शिखर एवं गर्त वाले वलन हैं। |
| पंख वलन (Fan Fold) | जब किसी वलन की भुजाओं को इस हद तक उलट दिया जाता है कि वह पंखे की तरह दिखाई देता है, तो उसे पंखा वलन कहा जाता है। |
| खुला वलन (Open Fold) | जब किसी वलन की दो भुजाओं के बीच का कोण 90 डिग्री से अधिक लेकिन 180 डिग्री से कम होता है, तो उस वलन को खुला वलन कहलाते हैं। |
| बंद वलन (Closed Fold) | जब किसी वलन की दो भुजाओं के बीच का कोण 90 डिग्री से कम होता है, तो उस वलन को बंद वलन कहते हैं। |
| ग्रीवाखंड अथवा नैपी (Nappe) | ये वलन तीव्र क्षैतिज संचलन और उच्च संपीड़नात्मक बलों के कारण वलन की जटिल क्रियाविधि के परिणामस्वरूप बनते हैं। |
| समपनति (Anticlinorium) | एक समपनति तब बनती है जब एक व्यापक अपनति के भीतर छोटी अपनति और अभिनति की एक श्रृंखला होती है। |
| समभिनति (Synclinorium) | एक समभिनति तब बनती है जब एक व्यापक अभिनति के भीतर छोटी अपनति और अभिनति की एक श्रृंखला होती है। |

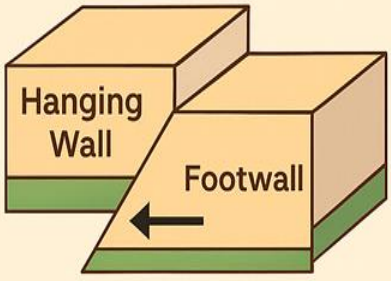
### भ्रंश (FAULTS)

- भ्रंश पृथ्वी की भूपर्पटी में एक विभंग **(fracture)** या चटकन **(cracks)** है। भ्रंश के दोनों ओर तथा उसके समानांतर चट्टानों का विस्थापन होता है।
- यह विस्थापन तनाव और संपीडन दोनों बलों के क्षैतिज या लंबवत रूप से या दोनों एक ही समय में एक साथ कार्य करने के कारण होता है।

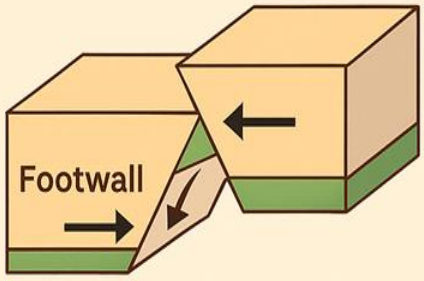
# Types of Folds



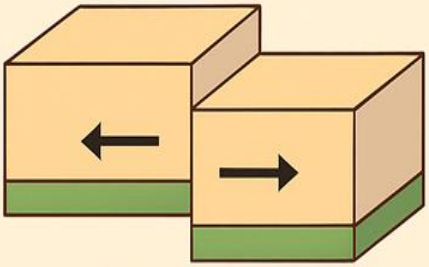

# Types of Faults



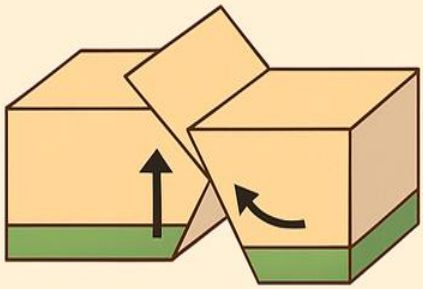

**Normal Fault**




**Reverse Fault**



**Strike-Slip**
Shear



**Pivotal Fault**
Mixed

## भ्रंश के प्रकार (Types of Faults)

| भ्रंश के प्रकार | विवरण |
|---|---|
| **सामान्य भ्रंश** (Normal Fault) | सामान्य भ्रंश तनाव बलों के कारण बनते हैं जो भूपर्पटी को अलग करने की प्रवृत्ति रखते हैं। |
| **व्युत्क्रम भ्रंश** (Reverse Fault) | ये तब बनते हैं जब दोनों ब्लॉक विभंग के साथ-साथ एक दूसरे की ओर बढ़ रहे हों।<br>ये भ्रंश संपीड़न बलों के कारण बनते हैं। |
| **पार्श्वीय या नतिलंबी सर्पण भ्रंश** (Strike-Slip Fault) | ये तब बनते हैं जब शैल खंड नतिलम्ब के समानांतर एक दूसरे पर सरक जाते हैं। |
| **रूपांतरित भ्रंश** (Transform Fault) | ये एक प्रकार की पार्श्वीय या नतिलंबी सर्पण भ्रंश हैं।<br>ये भ्रंश रूपांतरित प्लेट किनारों में देखे जा सकते हैं।<br>उदाहरण के लिए, मृत सागर रूपांतरित भ्रंश। |

### ग्रैबेन और होर्स्ट (Graben and Horst)

- सीधी, समानांतर दीवारों वाली खाई जैसी विशेषता को ग्रैबेन या रिफ्ट वैली कहा जाता है। वे तब बनते हैं जब दो सामान्य भ्रंशों के बीच चट्टान का एक खंड नीचे धँसता है।
- जब दो सामान्य भ्रंशों के बीच एक ब्लॉक (खंड) ऊँचा हो जाता है, तो एक हॉर्स्ट बनता है।इनका शीर्ष सपाट लेकिन भुजाएँ खड़ी और सीधी होती हैं। पूर्वी अफ्रीकी विभ्रंश घाटी में हॉर्स्ट्स और ग्रैबेंस बहुत सामान्य हैं।
- भ्रंशन उस भूवैज्ञानिक प्रक्रिया को संदर्भित करता है जिसमें एक एकल विवर्तनिक प्लेट दो या अधिक प्लेटों में विभाजित हो जाती है, जो अपसारी प्लेट सीमाओं द्वारा अलग होती हैं।

**महान भ्रंश घाटी (Great Rift Valley)**

**सन्दर्भ:** शोधकर्ताओं ने अफ्रीका के धीरे-धीरे दो भागों में विभाजित होने के कारण एक नए महासागर के उद्भव की भविष्यवाणी की, यह प्रक्रिया पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश से जुड़ी हुई है।

**महान भ्रंश घाटी प्रणाली के बारे में:**

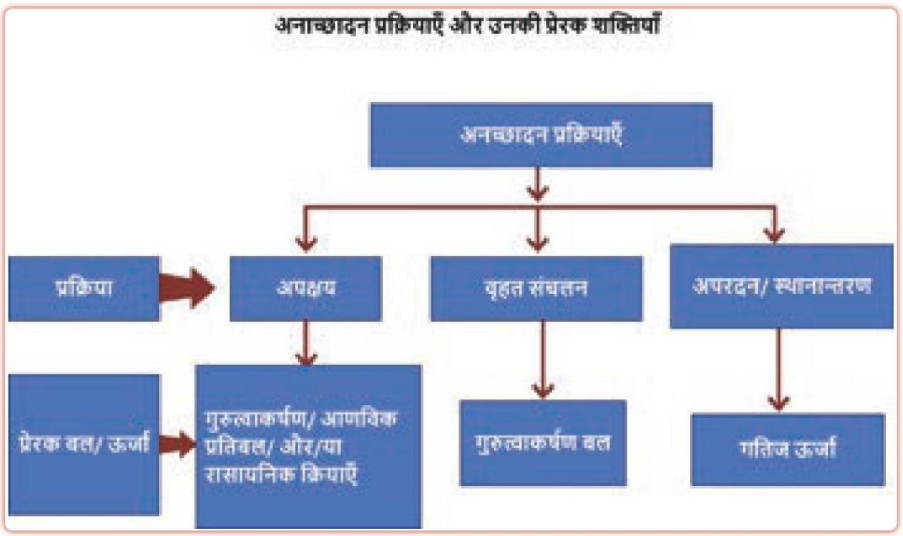
- ग्रेट रिफ्ट वैली एशिया में लेबनान से लेकर दक्षिण पूर्व अफ्रीका में मोजाम्बिक तक फैली हुई है।
- अदन की खाड़ी भ्रंश के पूर्वी विस्तार का प्रतिनिधित्व करती है, जो हिंद महासागर के मध्य-महासागरीय कटक के एक खंड के रूप में दक्षिण-पूर्व तक विस्तारित है।
- पूर्वी अफ्रीका में घाटी पूर्वी और पश्चिमी भ्रंशों में विभाजित हो जाती है। अल्बर्टाइन रिफ्ट के रूप में जाना जाता है, पश्चिमी रिफ्ट दुनिया की कई सबसे गहरी झीलों जैसे मलावी झील और तांगानिका झील का स्थान है।

**अफार ट्रिपल जंक्शन**

- अफार ट्रिपल जंक्शन न्युबियन, सोमाली और अरेबियन प्लेटों को विभाजित करने वाली एक भिन्न प्लेट सीमा के साथ स्थित है।
- ट्रिपल जंक्शन एक प्रकार की अपसारी सीमा है जहाँ तीन टेक्टोनिक प्लेटें लगभग 120° कोण पर मिलती हैं।

### बहिर्जात प्रक्रियाएँ (Enogenic Processes)

- **बहिर्जात** प्रक्रियाएँ विनाशकारी प्रक्रियाएँ हैं।
- इनके परिणाम स्वरुप सतहों का घिसाव होता है, जिसे सामान्यतया अनाच्छादन के रूप में जाना जाता है। 'डी-न्यूड' शब्द का अर्थ है निरावृत्त करना या निरावरण करना।
- **ऊर्जा का स्रोत:** बहिर्जात प्रक्रियाएँ सूर्य से ऊर्जा प्राप्त करती हैं



## अपक्षय (Weathering)

- मौसम और जलवायु के विभिन्न तत्वों की क्रियाओं के माध्यम से अपक्षय को यांत्रिक विखंडन और चट्टानों के रासायनिक अपघटन के रूप में परिभाषित किया गया है।
- अपक्षय अनाच्छादन की प्राथमिक अवस्था है।
- **अपक्षय को प्रभावित करने वाले कारक:**जलवायु, स्थलाकृति और वनस्पति, स्वरुप (आकृति) आदि।

### भौतिक अपक्षय (Physical weathering):

- भौतिक या यांत्रिक अपक्षय खनिजों का उनके रासायनिक गुणों में बिना किसी परिवर्तन के टुकड़ों में भौतिक विघटन है।

| भौतिक अपक्षय के प्रकार | विवरण |
|---|---|
| फ्रॉस्ट शैटरिंग (तुषारी अपक्षय) | ठंडे क्षेत्रों में, चट्टानों में छोटी दरारें होती हैं जो दिन में पानी से भर जाने के बाद रात को जमकर फैल जाती हैं और चट्टानों को तोड़ देती हैं। |
| तापीय प्रसार और संकुचन या सूर्यातप अपक्षय | शुष्क क्षेत्रों में, दिन के दौरान तापमान में वृद्धि होती है और चट्टान गर्म हो जाती है और यह फैल जाती है। फिर रात में, जब तापमान गिरता है, तो चट्टान भी ठंडी होकर सिकुड़ जाती है। यह अपशल्कन का कारण बनती है जहाँ चट्टान की ऊपरी परत निकल जाती है। |
| भारविहीनीकरण (Unloading) | जब ग्रेनाइट जैसी आग्नेय चट्टानें अपरदन या उत्थान द्वारा सतह के संपर्क में आती हैं, तो तीव्र दबाव मुक्त हो जाता है। नतीजतन, सतह के समानांतर दरारें और संधि विकसित होते हैं। |
| लवण अपक्षय | रोमछिद्रों में मौजूद खारा पानी दिन के तापमान में वृद्धि के साथ वाष्पित हो जाता है और लवण के क्रिस्टल को पीछे छोड़ देता है।<br>विस्तारित लवण क्रिस्टल चट्टान के छिद्रों की दीवारों पर दबाव डालते हैं, इस प्रकार, चट्टान के विघटन या शल्कन (फोलिएशन) का कारण बनते हैं |

### रासायनिक अपक्षय (Chemical weathering)

- रासायनिक अपक्षय एक नई रासायनिक रूप से भिन्न पदार्थ बनाने के लिए एक चट्टान के अपघटन को संदर्भित करता है।

| रासायनिक अपक्षय के प्रकार | विवरण |
|---|---|
| ऑक्सीकरण | ऑक्सीजन और पानी द्वारा चट्टान का विखंडन, अक्सर लोहे से भरपूर चट्टानों को जंग लगे लाल रंग की तरह अपक्षयित कर देता है। |
| विलयन | अम्लीय वर्षा जल द्वारा विलयन में चट्टान को हटाना। उदाहरण के लिए: चूना पत्थर वर्षा जल में घुली हुई $CO_2$ द्वारा अपक्षयित होता है (प्रक्रिया को कार्बोनेशन कहा जाता है) |
| जल अपघटन | अम्लीय जल द्वारा चट्टान का विघटन करके मिट्टी और घुलनशील लवण का निर्माण। |
| न्यूनीकरण (अपचयन) | ऑक्सीकृत खनिज ऐसी स्थिति में उपस्थित होते हैं जहाँ ऑक्सीजन अनुपस्थित होती है, वहाँ न्यूनीकरण (अपचयन) होता है।<br>ऐसी परिस्थितियाँ निम्न जल स्तर और ठहरे हुए जल वाले क्षेत्रों में पाई जाती हैं। |

### जैविक अपक्षय (Biological weathering):

जीवों के कारण होने वाले अपक्षय को जैविक अपक्षय कहते हैं। इस प्रकार का अपक्षय भौतिक और रासायनिक अपक्षय दोनों को प्रदर्शित करता है।

### अपक्षय का महत्व:

- अपक्षय पृथ्वी की तल पर सतह के पदार्थों को कमजोर करता है।
- गाद, मृण्मय और रेत को सुगम बनाकर मृदा के निर्माण में मदद करता है।
- चट्टानों के अपक्षय से उपजाऊ मैदान, समुद्र तट आदि बनाने में मदद मिलती है।
- अपक्षय प्रक्रिया द्वारा बनाए गए खनिजों की आपूर्ति पौधों के अवशोषण के लिए पोषक तत्वों के रूप में की जाती है।

# भू-आकृति (Landforms)

## नदी की क्रिया (Work of River)

### बुनियादी संकल्पनाएँ:

- **नदी:** नदी जल का एक निकाय है जो गुरुत्वाकर्षण बल के तहत नीचे की ओर बहती है।
- **उद्गम स्थल:** जिस स्थान से नदी का उद्गम होता है उसे उसका **उद्गम स्थल** कहते हैं। इसे नदी शीर्ष (हेडवाटर्स) के नाम से भी जाना जाता है।
- **मुहाना:** वह बिंदु जहाँ यह किसी अन्य बड़े जल निकाय जैसे बड़ी नदी, झील, समुद्र या महासागर में प्रवेश करता है, नदी का **मुहाना** कहलाता है।
- **सहायक नदी:** एक छोटी नदी या धारा जब किसी बड़ी नदी से मिलकर इसके जल की मात्रा को बढ़ाती है तो उसे **सहायक नदी** कहते है।
- **संगम :** दो नदियों के मिलन बिंदु को **संगम** कहते हैं।
- **वितरिका:** नदी की वह शाखा जो मुख्य नदी से बिना दोबारा मिले ही बह जाती है, नदी की **वितरिका** कहलाती है। उदाहरण के लिए, भागीरथी और हुगली गंगा नदी की दो वितरिकाएँ हैं
- **अपवाह द्रोणी:** वह क्षेत्र जहाँ से वर्षा एक ही नदी या नदियों के संग्रह में जाती है, **अपवाह द्रोणी** के रूप में जानी जाती है। इसे जलग्रहण क्षेत्र के रूप में भी जाना जाता है।
- **वाटरशेड/जल विभाजक:** यह वह क्षेत्र है जो दो अपवाह द्रोणियों को अलग करता है। यह जल **अपवाह द्रोणी** का छोटा संस्करण है।

### अपवाह तंत्र (Drainage System)

अच्छी तरह से सीमांकित वाहिकाओं में पानी के प्रवाह को 'अपवाह' के रूप में परिभाषित किया जा सकता है और ऐसे वाहिकाओं के जाल को 'अपवाह तंत्र' कहा जाता है।

### अपवाह तंत्र के प्रकार (Types of Drainage System)

अपवाह तंत्र को मोटे तौर पर दो प्रणालियों में विभाजित किया जा सकता है: क्रमवर्ती अपवाह तंत्र और अक्रमवर्ती अपवाह तंत्र

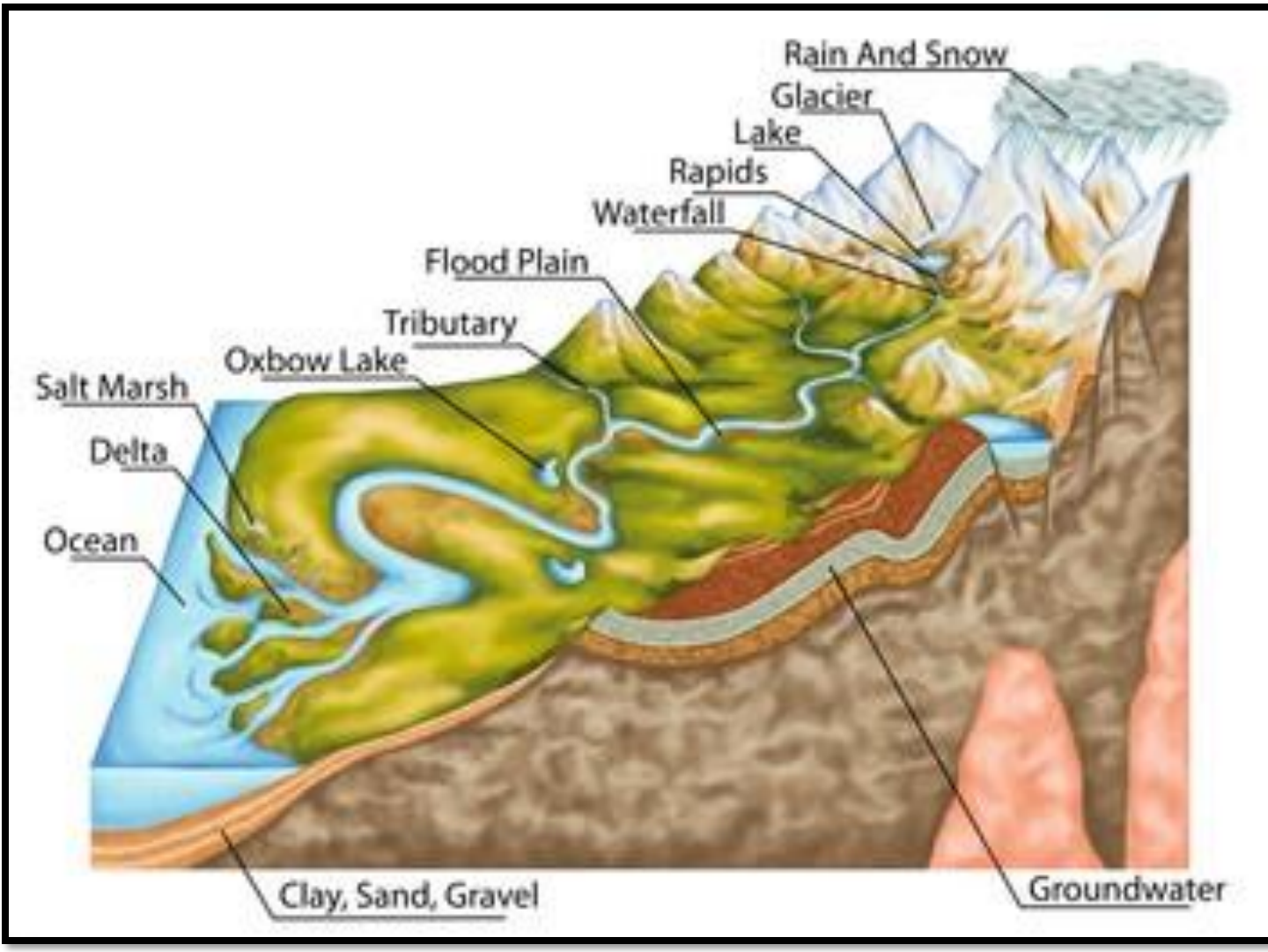
**क्रमवर्ती (sequent):**ये नदियाँ हैं जो भूमि के सामान्य ढलान के साथ बहती हैं।

**अक्रमवर्ती (Insequent) अपवाह तंत्र:**ये ऐसी नदियाँ हैं जो भूमि के सामान्य ढलान का अनुसरण नहीं करती हैं। वे क्षेत्र की सतही उच्चावचीय विशेषताओं और भूविज्ञान से भी परस्पर संबंधित नहीं हैं।

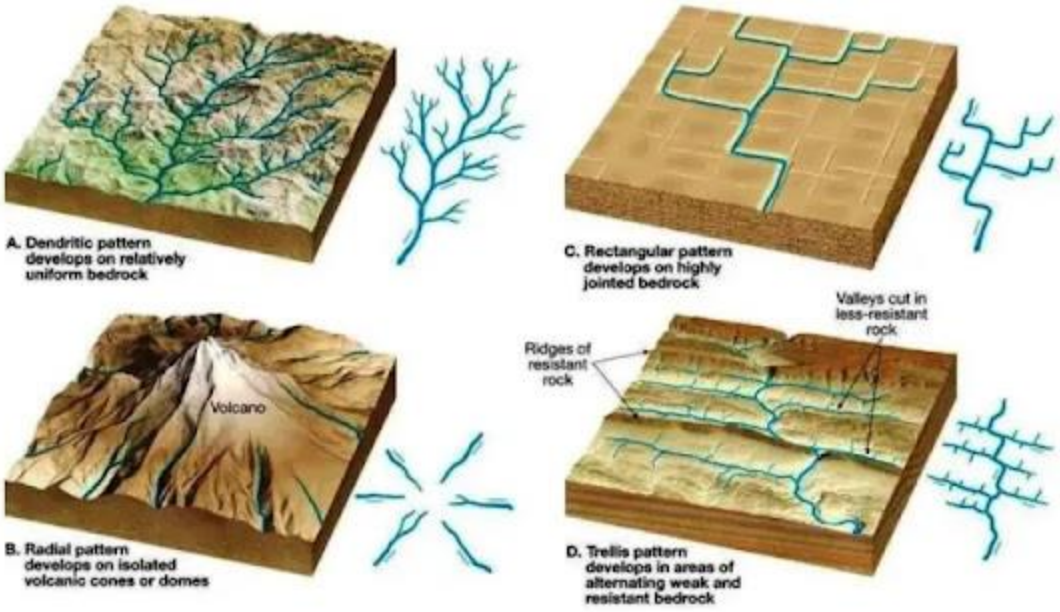
| | | |
|---|---|---|
| क्रमवर्ती अपवाह तंत्र के प्रकार (Sequent Drainage System) | **अनुवर्ती** (consequent) **अपवाह तंत्र:** | नदी की धाराएँ भूमि की सतह के प्रारंभिक ढाल का अनुसरण करती हैं।<br>**उदाहरण:** गोदावरी, और कावेरी |
| | **परवर्ती** (subsequent) **अपवाह तंत्र:** | इस तरह के अपवाह का विकास अनुवर्ती सरिताओं के बाद होता है। ये सहायक नदियाँ होती हैं, यह मुख्य अपवाह तंत्र स्थापित होने के बाद गैर-प्रतिरोधी चट्टान की एक अंतर्निहित पट्टी के साथ अपरदन के कारण निर्मित होती हैं। **उदाहरण:** यमुना। |
| | **प्रतिअनुवर्ती** (obsequent) **अपवाह तंत्र:** | ये प्रमुख अनुवर्ती नदी की प्रवाह दिशा के विपरीत दिशा में प्रवाहित होती हैं। उदाहरण के लिए, शिवालिक पर्वतमाला से उत्तर की ओर बहने वाली गंगा की सहायक नदियाँ अनुवर्ती धाराएँ हैं। |
| | **नवानुवर्ती** (resquent) **अपवाह तंत्र:** | वे मुख्य अनुवर्ती नदी की दिशा में बहती हैं। मुख्य अनुवर्ती की तुलना में इनका उद्भव बहुत बाद में होता है। ये द्वितीय अपरदन चक्र के कारण विकसित होती है। |
| अक्रमवर्ती अपवाह तंत्र के प्रकार (Insequent Drainage System) | **पूर्ववर्ती** (Antecedent) **या प्रत्यनुवर्ती** (Inconsequent) **अपवाह तंत्र:** | ये ऐसी धाराएँ हैं जो स्थलखंड के उत्थान से पहले उत्पन्न हुई थीं। इसका मतलब है इस प्रकार के अपवाह का विकास वर्त्तमान स्थलखंड के उत्थान से पूर्व ही हो चुका होता है। **उदाहरण:** सिंधु, सतलुज, ब्रह्मपुत्र नदी। |
| | **पूर्वारोपित** (superimposed) **अपवाह तंत्र:** | धाराएँ पहले एक अलग भूदृश्य और अंतर्निहित शैल संस्तर पर बहती थीं। हालाँकि, वर्तमान में वे एक अलग मार्ग में प्रवाहित होते हैं।<br>**उदाहरण:** दामोदर, सुबर्णरेखा, चंबल और बनास। |

## अपवाह प्रतिरूप (Drainage Patterns)

यह एक जल निकासी बेसिन पर एक नदी और उसकी सहायक नदियों द्वारा निर्मित पैटर्न या विभिन्न ज्यामितीय आकृतियाँ हैं।



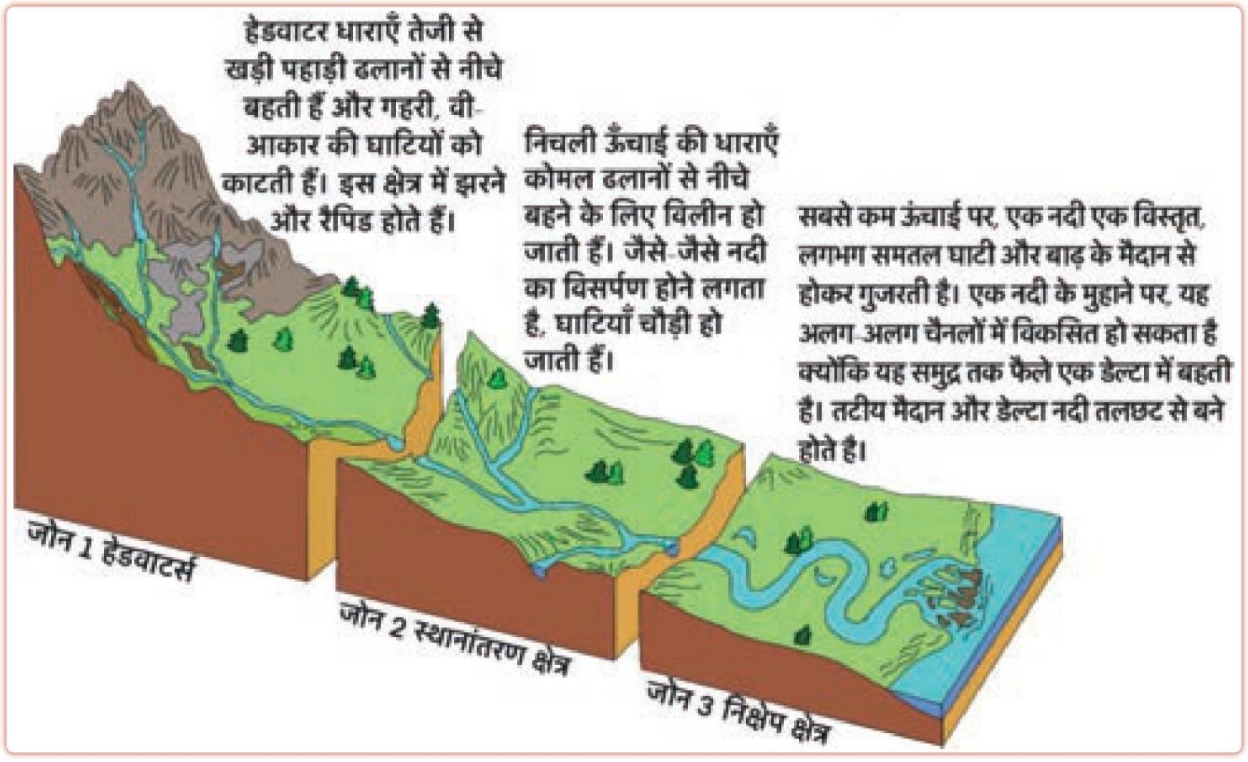

# Drainage patterns



## अपवाह प्रतिरूप के प्रकार (Types of Drainage pattern)

| अपवाह प्रतिरूप (Drainage Patterns) | विवरण |
|---|---|
| वृक्षाकार (dendritic) अपवाह प्रतिरूप (द्रुमाकृतिक अपवाह): | अपवाह प्रतिरूप में एक पेड़ की शाखा जैसी आकृति होती है। **उदाहरण:** सिंधु, महानदी और गोदावरी। |
| जालीनुमा (trellised) अपवाह प्रतिरूप | यह सामान्य बगीचे की जाली जैसा दिखता है। उन क्षेत्रों में बनते हैं जहाँ कठोर और नरम चट्टानें एक दूसरे के समानांतर चलती हैं और जहाँ कुछ हद तक वलन भी होती हैं। **उदाहरण:** फ्रांस में सीन नदी। |
| आयताकार (rectangular) अपवाह प्रतिरूप | यह तब बनता है जब सहायक नदियाँ लगभग समकोणों पर मुख्य नदी से मिलती हैं। **उदाहरण:** चंबल, बेतवा और केन। |
| अरीय (radial) अपवाह प्रतिरूप | इसका निर्माण तब होता है जब एक नदी सभी दिशाओं में एक केंद्रीय ऊँचे बिंदु से बाहर की ओर प्रवाहित होती हैं।<br>**उदाहरण:** दक्षिण कोयल, सुबर्णरेखा, कांची और कारो। |
| अभिकेंद्रीय (centripetal) अपवाह प्रतिरूप | जब सभी दिशाओं से नदियाँ बहकर किसी द्रोणी या गर्त में विसर्जित होती हैं **उदाहरण:** निचला चंबल बेसिन। |
| वलयाकार (annular)/वृत्ताकार अपवाह प्रतिरूप: | जब सहायक नदियाँ या परवर्ती नदियाँ अपनी मुख्य नदी या अनुवर्ती नदी से जुड़ने से पहले वक्र अथवा चापाकार मार्ग से होकर गुजरती है। **उदाहरण:** उत्तराखंड का सोनापेट गुंबद। |
| समानांतर (parallel) अपवाह प्रतिरूप | सहायक नदियाँ एक दूसरे के समानांतर चलती हैं और भूमि के सामान्य ढलान का अनुसरण करती हैं। **उदाहरण:** कई नदियाँ पश्चिमी घाट से निकलकर अरब सागर में गिरती हैं |
| कंटकीय (barbed) अपवाह प्रतिरूप | इसमें मुख्य नदी के ऊपरी भाग में ऐसी सहायक जलधाराएँ मिलती हैं जिनके प्रवाह की दिशा मुख्य नदी के विपरीत होती है। **उदाहरण:** अरुण नदी। |
| परनुमा (pinnate) अपवाह प्रतिरूप | पत्ती की शिराओं के समान होती है। खड़ी श्रेणियों से घिरी संकरी घाटियों में विकसित। खड़ी श्रृंखलाओं से सहायक नदियाँ तीव्र कोणों पर मुख्य धारा में शामिल होती हैं। **उदाहरण:** सोन और नर्मदा। |

## एक नदी का मार्ग (The Course of a River)



**सरिता अपहरण (River Capture)**

- यह एक नदी के मार्ग का स्वाभाविक रूप से दूसरी नदी द्वारा विचलन है, जिसे नदी विचलन, नदी अपहरण या नदी शीर्ष का कटना (River Beheading) भी कहा जाता है।
- जब सरिता अपहरण होता है तो एक धारा या नदी अपने मूल मार्ग से हटकर दूसरी दिशा में प्रवाहित होने लगती है।
- नदी में जल-अवरोधन जल विभाजक में शीर्ष की ओर कटाव की विभिन्न दरों के कारण होता है।
- शीर्षवर्ती अपरदन वह अपरदन है जो नदी के उद्गम पर होता है।
- इसमें पश्चवर्ती अपरदन शामिल है और इसके कारण उद्गम स्थल धारा प्रवाह की दिशा से पीछे की ओर चला जाता है।
- परिणामस्वरूप, नदी का मार्ग लम्बा हो जाता है।

## नदियों द्वारा निर्मित अपरदनात्मक भू-आकृतियाँ

- **नदी घाटियाँ:** घाटी एक लंबा निचला क्षेत्र है जो अक्सर पहाड़ियों के बीच में होता है जिनसे होकर एक नदी बहती है। अपरदन के विभिन्न चरणों के दौरान विभिन्न प्रकार की नदी घाटियों का निर्माण होता है।
  - उदाहरण के लिए,
    - ✓ **युवावस्था:** युवावस्था के दौरान लंबी, संकरी और खड़ी घाटियों का निर्माण होता है।
    - ✓ **प्रौढ़ावस्था:** अधिक पार्श्व अपरदन के कारण "U" आकार की घाटियाँ बनती हैं।
- **घाटियाँ:** यह पहाड़ियों या पहाड़ों के बीच खड़ी, चट्टानी दीवारों वाली एक संकीर्ण घाटी है।
  - उदाहरण के लिए, काली गंडकी कण्ठ
- **गॉर्ज:** यह एक संकरी घाटी है जिसमें पहाड़ियों या पहाड़ों के बीच खड़ी चट्टानी दीवारें होती हैं। कठोर चट्टानों में गॉर्ज बनते हैं। उदाहरण के लिए, काली गंडकी गॉर्ज दुनिया की सबसे गहरी घाटियों में से एक है।
  - **कैनियन:** यह गॉर्ज का एक प्रकार है। इसके आधार की तुलना में इसका शीर्ष चौड़ा है। एक कैनियन आमतौर पर क्षैतिज संस्तरित तलछटी चट्टानों में बनती है। उदाहरण के लिए, एरिजोना (यूएसए) में कोलोराडो नदी का ग्रैंड कैनियन, तिब्बत में यरलुंग त्सांगपो।
- **जलप्रपात:** एक जलप्रपात एक निश्चित ऊंचाई से नदी के पानी का तेजी से गिरना है। यह एक नदी मार्ग में अचानक अवरोध के कारण बनता है। जलप्रपात कई कारकों के कारण बनते हैं। उदाहरण के लिए, यह चट्टानों के प्रतिरोध में भिन्नता के कारण बन सकता है, अर्थात जब प्रतिरोधी चट्टान की एक पट्टी नदी घाटी में अनुप्रस्थ रूप से स्थित होती है। यूएसए में नियाग्रा फॉल्स इस तरह से बना है।
  - नदी के उस पार भ्रंश रेखा कगार होने पर भी जलप्रपात बन सकते हैं। जाम्बेजी नदी पर विक्टोरिया जलप्रपात एक भ्रंश रेखा कगार की उपस्थिति के कारण बना है।
  - जलप्रपात तब भी बनते हैं जब कोई नदी किसी पठार के किनारे से गिरती है।
- **क्षिप्रिका :** यह जल प्रपात का एक छोटा एवं सामान्य रूप ही समझना चाहिए। वे तब बनते हैं जब नदी कठोर और मुलायम चट्टानों के असमान प्रतिरोध वाले क्षेत्रों से होकर बहती हैं।
- **जल गर्तिका (pot holes ) और अवनमन कुण्ड** (plunge pool): ये नदी घाटियों के चट्टानी तलों में पाए जाने वाले वृत्ताकार गर्त हैं।
  - बड़े आकार के जल गर्तिका को अवनमन कुण्ड कहा जाता है।
  - ये अवनमन कुण्ड आमतौर पर जल प्रपात के आधार पर बनते हैं
- नदी वेदिका **(river terrace):** ये घाटी तल के दोनों ओर संकरी सपाट सतह हैं।
  - वे पुराने घाटी तल या बाढ़ के मैदान के स्तरों का प्रतिनिधित्व करते हैं।
  - नदी वेदिकाएँ दो प्रकार की होती हैं। युग्मित वेदिकाएँ और अयुग्मित वेदिका।
    - ✓ **युग्मित वेदिका:** जब नदी के दोनों ओर एक ही ऊँचाई पर नदी वेदिकाएँ होती हैं, तो उन्हें युग्मित वेदिकाएँ कहा जाता है।
    - ✓ **अयुग्मित वेदिका:** जब एक वेदिका धारा के केवल एक तरफ मौजूद होती है और दूसरी तरफ कोई नहीं होती है या दूसरी तरफ एक अलग ऊँचाई पर होती है, तो उन्हें अयुग्मित वेदिका कहा जाता है।
- **नदी विसर्प:** ये एक नदी के प्रवाह में मोड़ होते हैं।
  - वे तब बनते हैं जब नदी का पानी प्रवाह के बाहर के किनारों को अपरदित कर देता है और अवसाद प्रवाह के अंदर जमा हो जाती है।
  - प्रवाह के किनारे जहाँ अपरदन प्रभावी है, वहाँ एक अवतल ढाल होता है।
  - दूसरी ओर जहाँ निक्षेपण होता है, एक उत्तल ढाल बनता है।
  - उत्तल भाग में अवतल भाग की तुलना में अधिक मंद ढलान होता है।
  - चट्टानी दीवारों से घिरी गहरी और संकरी घाटियों को कर्तित विसर्प **(incised meanders)** कहा जाता है। इस तरह के विसर्प नदी के पुनर्युवन के बाद बनते हैं।
- **चाप झील या गोखुर झील:** नदी का विसर्प **(Meander)** जल मार्ग से अलग हो जाता है तो वह झील का रूप धारण कर लेता हैं। ऐसी झील को गोखुर अथवा ऑक्स-बो झील कहते है।

– उदाहरण के लिए, बिहार में कंवर झील एशिया की सबसे बड़ी गोखुर झील है।

**नदी पुनर्युवन:**

- नदियाँ आमतौर पर अचानक नकारात्मक परिवर्तन अर्थात समुद्र के स्तर में गिरावट के कारण फिर से जीवंत हो जाती हैं।
- जैसे-जैसे नदी अपने युवावस्था में वापस आती है, नदी की अपरदन शक्ति भी बढ़ती जाती है। नदी फिर से अपनी घाटी को लंबवत रूप से अपरदन करना शुरू कर देती है।
- नतीजतन, पूर्व समतल घाटियों के भीतर नई संकरी घाटियों का निर्माण होता है। इसके परिणामस्वरूप दोनों तरफ वेदिकाओं का निर्माण होता है।

## नदी द्वारा निर्मित निक्षेपण भू-आकृतियाँ

- **जलोढ़ पंखे और शंकु:** चूंकि नदी अवसादी भार पदार्थ ले जाती है और संकीर्ण पर्वत घाटियों से मैदान में प्रवेश करती है, यह अवसादों को पंख या शंकु के आकार में निक्षेपित करती है।
- **बाढ़ के मैदान:** यह नदी से सटे समतल, मंद ढलान वाली भूमि है। यह अवसादी निक्षेपों से बनता है।
- **प्राकृतिक तटबंध:** ये कम ऊँचाई के टीलें हैं जो नदी के किनारे तलछट के जमाव से बनती हैं।
- **नदी रोधिकाएँ:** ये तलछटी निक्षेप हैं जो नदी के भीतरी किनारे (मोड़ों) पर बनते हैं।
- **डेल्टा:**ये त्रिभुजाकार या पंखे के आकार की विशेषताएँ हैं जो अवसादों के नियमित जमाव के कारण नदी के मुहाने पर बनती हैं।
  – सभी नदियाँ डेल्टा नहीं बनाती हैं।
  – डेल्टा बनने के लिए, नदी का प्रवाह धीमा और स्थिर होना चाहिए। कोई ज्वार या शक्तिशाली लहरें नहीं होनी चाहिए।

**गुम्फित वितरिकाएँ:** एक नदी जिसमें अनेक वितरिकाएँ होती हैं, वे गुम्फित वितरिकाएँ कहलाती हैं।

## हिमनद/ग्लेशियरों के कार्य

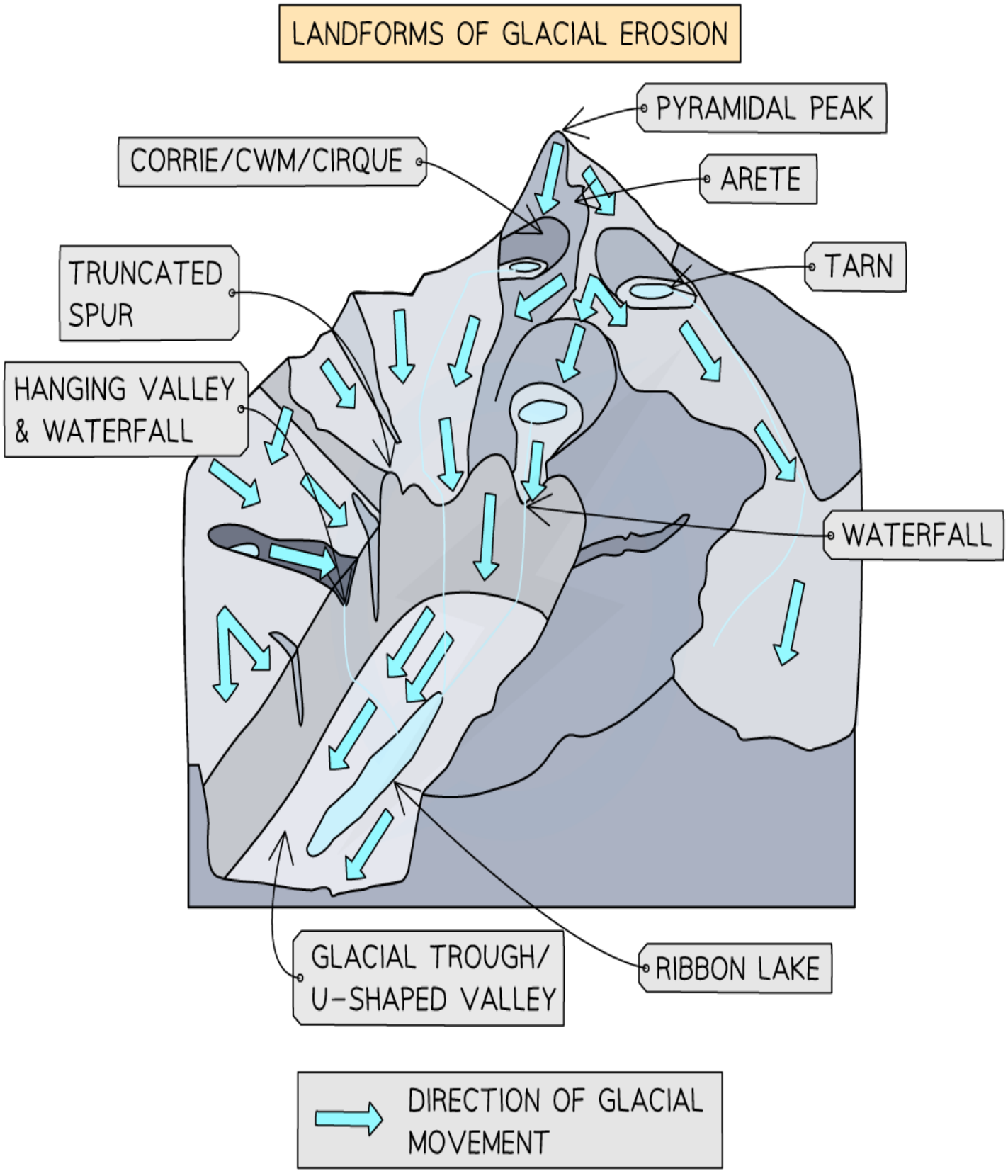
हिमनद बर्फ का एक विशाल पिण्ड है जो गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में अपने भार के आधार पर धीरे-धीरे, स्थिरतापूर्वक और लगातार सतह पर खिसकता है।

## ग्लेशियरों के प्रकार (Types of Glaciers)

| प्रकार | विवरण |
|---|---|
| **महाद्वीपीय हिमनद** (Continental Glaciers) | • भूमि के बड़े हिस्से को ढकने वाली बर्फ की चादरों का विशाल समूह।<br>• अंटार्कटिका और ग्रीनलैंड में पाया जाता है। |
| **बर्फ की टोपियाँ** (Ice Caps) | • बर्फ और तुषार की मोटी परत जो भूमि के बड़े क्षेत्रों को कवर करती है।<br>• आमतौर पर पृथ्वी पर उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों में पाया जाता है। |
| **गिरिपद हिमनद** (Pedimont Glaciers) | • यह तब होता है जब खड़ी घाटी के हिमनद अपेक्षाकृत सपाट मैदानों में प्रवाहित होते हैं, जहाँ वे पंख या बल्ब के आकार के पिंडक में फैल जाते हैं।<br>• **उदाहरण:** अलास्का में मालास्पिना हिमनद। |
| **घाटी हिमनद** (Valley Glaciers) | • प्रवाहित होने वाली बर्फ की धाराएँ जो खड़ी दीवारों वाली घाटियों के भीतर सीमित होती हैं, अक्सर एक प्राचीन नदी घाटी के मार्ग का अनुसरण करती हैं। |

## हिमनद अपरदन भू-आकृतियाँ

- **हिमाच्छादित घाटियाँ:** यू आकार की घाटियाँ, जिनका आधार चौड़ा और पार्श्व अपेक्षाकृत चिकने और खड़े होते हैं।
- **हिमगह्वर/सर्क:** कटोरे के आकार के, रंगभूमि जैसे गर्त जो ग्लेशियर उच्च ऊंचाई पर पहाड़ों और घाटियों की दीवारों में बनाते हैं।
- **कोल, अरेत/तीक्ष्ण कटक और गिरि श्रृंग:** कोल एक पहाड़ी दर्रा है जो एक घाटी से दूसरी घाटी तक जाता है।
  – अरेत तीक्ष्ण दांतेदार आरीनुमा या कंघीनुमा कटक हैं। जो दो हिमनद घाटियों को अलग करती हैं। वे तब बनते हैं जब दो सर्क एक पहाड़ के विपरीत किनारों पर कट जाते हैं।
  – **गिरि श्रृंग** एक पिरामिडनुमा या त्रिकोणीय शिखर है जो तीन सर्क के प्रतिच्छेदन के कारण बनता है।
- **नूनातक:** चारों ओर से बर्फ से घिरी ऊंची चोटियाँ या टीले।
- **भेड़ पीठ शैल या रॉश मुटोने :** वे गोल चट्टानी टीले हैं जो भेड़ की पीठ की तरह दिखते हैं। ऊपर की ओर ढलान हल्की होती है, जबकि नीचे की ओर ढलान खड़ी और पथरीली होती है।
- **श्रृंग तथा पुच्छ:** इसका विकास असमान प्रतिरोध वाली चट्टानों के हिमनदीय अपरदन से होता है।
- **फियोर्ड :**ये गहरे, खड़ी किनारों वाले प्रवेशद्वार हैं जो तब बनते हैं जब हिमनद गर्त का निचला छोर समुद्र द्वारा भर जाता है। उदाहरण के लिए, नॉर्वे में लाइसे फियोर्ड और नैरोय फियोर्ड, चिली में एसेन फियोर्ड।


LANDFORMS OF GLACIAL EROSION
PYRAMIDAL PEAK
CORRIE/CWM/CIRQUE
ARETE
TRUNCATED SPUR
TARN
HANGING VALLEY & WATERFALL
WATERFALL
GLACIAL TROUGH/ U-SHAPED VALLEY
RIBBON LAKE
DIRECTION OF GLACIAL MOVEMENT

## हिमनद निक्षेपजनित भू-आकृतियाँ

- **हिमोढ़ / मोरेन:**हिमनदीय मृत्तिका (टिल) की कटक-जैसी निक्षेपणात्मक संरचना।
- **एस्कर:**लम्बी, संकरी, घुमावदार और खड़ी ढलान वाली कटक।
- **इरेटिक्स (शिलाखंड):**ये बड़े चट्टान के टुकड़े होते हैं जिन्हें हिमनद को उनके मूल स्थान से दूर ले जाकर किसी अन्य क्षेत्र में निक्षेपित किया जाता है।
- **ड्रमलिन:**ड्रमलिन अंडाकार की पहाड़ियाँ/टीले हैं जो ज्यादातर समूहों में पाई जाती हैं।
- इनका निर्माण हिमनदों के अवसादों के निक्षेपण के फलस्वरूप हुआ है। जिस क्षेत्र में बहुत सारे ड्रमलिन होते हैं, वहाँ 'अंडों की टोकरी' जैसी स्थलाकृति बनती है।
- **केम :**रेत और बजरी से बनी छोटी पहाड़ियाँ या टीले।
- **हिमानीधौत मैदान:**अन्तस्थ हिमोढ़ के सामने निर्मित मैदान; अन्तस्थ हिमोढ़ से अपरदित तलछट के जमाव के कारण निर्मित।
  - केटल, स्थिर बर्फ के पिण्डों के पिघलने से छोड़े गए अपक्षेप मैदान में अवसाद हैं।
  - हिमानी-धौत मैदान पर स्थित निम्न टीलों को हम्मोक्स कहा जाता है।

### पवन की क्रिया (Work of Wind):

उष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण वातावरण के शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में पवन भूदृश्य विकास का सबसे महत्त्वपूर्ण कारक है।

- वे ठंडे रेगिस्तानों में सक्रिय नहीं होते, क्योंकि वहाँ की सतह पर स्थायी बर्फ की चादरें हमेशा बनी रहती हैं।

### पवन द्वारा निर्मित अपरदनात्मक भू-आकृतियाँ

- **अपवाहन बेसिन या वात-गर्त (Deflation basins or Blow-outs):** अपवाहन की प्रक्रिया के माध्यम से रेत को हटाने के कारण रेगिस्तान में बने गर्त।
- **इंसेलबर्ग:**ये प्रतिरोधी चट्टानों की उभरी हुई अवशिष्ट पहाड़ियाँ हैं।
- **पीठिका शैल (Pedestal rocks):** ये विस्तृत या चौड़े शीर्ष और संकीर्ण आधार वाली चट्टानें हैं।
- **ज्यूजेन (Zeugens):** मुलायम अंतर्निहित चट्टानों के ऊपर अधिक प्रतिरोधी चट्टानों के सारणीबद्ध संरचना हैं।
- **यारडांग (Yardangs):** यारडांग तीव्र लहरदार कटक और समानांतर निर्मित गर्त हैं।
- **वेंटिफैक्ट्स (Ventifacts):** वेंटिफैक्ट्स में एक या एक से अधिक पॉलिश की हुई सतहें होती हैं।
  - तीन फलक किनारें वाले वेंटिफैक्ट्स को त्रिकोणाकार कंकड़ या ड्राइकाण्टर कहते हैं।
  - दो फलक किनारें वाले वेंटिफैक्ट्स को आइंकांटर कहा जाता है।
- **भूस्तम्भ (Demoiselles):** ये चट्टान के स्तंभ होते हैं जिनमें सबसे ऊपर प्रतिरोधी चट्टानें और नीचे नरम चट्टानें होती हैं।
- **पवन पुल और खिड़कियाँ (Wind bridges and windows):** पवन खिड़कियाँ अपघर्षण के कारण चट्टानों के आर-पार बनने वाले छिद्र हैं।
  - जब ये छिद्र इस प्रकार बड़े हो जाते हैं कि अक्षुण्ण छत के साथ एक मेहराब जैसी विशेषता बन जाती है, तो इसे पवन पुल कहा जाता है।

### पवन द्वारा निर्मित निक्षेपात्मक भू-आकृतियाँ

- **लहर के निशान (Ripple marks):** ये छोटी लहर जैसी आकृति हैं। ये अनुदैर्ध्य या अनुप्रस्थ हो सकते हैं।
- **बालू के टीले या बालुका स्तूप (Sand Dunes):** टिब्बे ढीली रेत के टीले हैं। रेत के टीले रेत के जमा होने से बनते हैं जो पेड़ों, झाड़ियों, घास, चट्टानों, पहाड़ियों आदि जैसे अवरोधों के कारण पवन की गति कम होने के कारण होता है।
  - **रेत के टीलों के प्रकार:**
    - ✓ **अनुप्रस्थ टिब्बा:** अनुप्रस्थ टीले पवन की दिशा के लंबवत संरेखित होते हैं।
    - ✓ **बरखान (Barchans):** ये अर्धचंद्राकार टिब्बे हैं। जब पवन में रेत की आपूर्ति सीमित हो जाती है तो अनुप्रस्थ टिब्बे बरखानों में बदल जाते हैं।
    - ✓ **अनुदैर्ध्य टिब्बा/सीफ (Longitudinal Dunes-Seifs):** पवन की दिशा के समानांतर बने रेत के टीलों को अनुदैर्ध्य टिब्बा कहा जाता है। वे तब बनते हैं जब रेत की आपूर्ति कम होती है और पवन की दिशा स्थायी होती है।
    - ✓ **ताराकार टिब्बा (Star Dune):** यह रेत का एक टीला है जिसमें एक उच्च केंद्रीय बिंदु होता है जिसमें से तीन या चार भुजाएँ या कटक निकलती हैं। वे तीन या अधिक दिशाओं में चलने वाली पवनों से बनते हैं।
    - ✓ **परवलयिक टिब्बा:** ये यू आकार के टीले बनते हैं जहाँ वनस्पति रेत को ढकती है। है। ये उल्टे बरखानों की तरह दिखते हैं। ये बरखानों की तुलना में लंबे और संकरे होते हैं।
    - ✓ **नेबखा (Nebhka):** झाड़ियों के पीछे निर्मित बालुका-स्तूपों को नेबखा कहते हैं।
- **लोयस (Loess):** यह पवन द्वारा उड़ाई गई महीन गाद और धूल के निक्षेप से निर्मित निक्षेप है।

# Aeolian Landforms: Erosional

Zeugen

Yardangs

Dreikanter

Blow Outs

Inselbergs

Desert Pavement

### रेगिस्तान में निर्मित नदीय स्थलाकृतियाँ:

मध्यम वर्षा वाले अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में, बहता पानी **(Running water)** भूदृश्य विकास के लिए एक महत्त्वपूर्ण कारक के रूप में कार्य करता है।

- **वाश या वादी: (Washes or wadis):** शुष्क पठारों में बहता पानी कई खड्ड **(ravines)** जैसी घाटियों को अक्सर अंतर्ग्रथित पर्वत प्रक्षेप **(interlocking spurs)** होते हैं।
- **उत्खातभूमि (Badlands):** कई वादियों द्वारा गहन रूप से विच्छेदित सतह एक विशिष्ट उत्खातभूमि स्थलाकृति का निर्माण करती है।
- **मेसा और बूटी (Mesas and Butes):** मेसा मुख्य पठार से अलग किए गए ऊपर समतल, खड़ी-किनारे वाले टेबल की तरह निकाय हैं।
  - छोटे मेसों को बूटी कहा जाता है।
- **बालसन (Bolsons):** शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में पर्वतों से घिरी बेसिन को बालसन कहा जाता हैं।
- **प्लाया (Playas):** कुछ जल बालसन के केन्द्रीय भाग में जमा हो जाता है और अस्थायी झीलों का निर्माण करता है। ऐसी अस्थायी झीलों को प्लाया कहा जाता है।
  - उदाहरण के लिए, लेक लैप नॉर तारिम बेसिन, उत्तर-पश्चिम चीन के केंद्र में एक प्लाया है।
- **पेडिमेंट/गिरिपद:** पर्वतों के पाद **(foots)** पर मलबे रहित या मलबे सहित मंद ढाल वाले चट्टानी तल **(rocky floors)** पेडीमेंट कहलाते हैं।
  - वे पर्वतीय अग्रभाग और बजादा के मध्य स्थित होता है।
- **बजादा या बहादा (Bajada):** पेडिमेंट और प्लाया के बीच मंद ढाल वाला निक्षेपात्मक मैदान बजादा कहलाता है।

## भूजल और संबद्ध भू-आकृतियाँ (Groundwater and Associated Landforms)

### भूजल

- भूजल शब्द उस पानी को संदर्भित करता है जो पृथ्वी की सतह के नीचे पाया जाता है।
- ऐसा अनुमान है कि भूजल पृथ्वी के कुल जल का लगभग 0.6% है।
- 50 प्रतिशत से अधिक भूजल पृथ्वी की सतह से 800 मीटर की गहराई के अन्दर पाया जाता है, तथा शेष इस गहराई से नीचे है।

### भू-जल के स्रोत

- वर्षा जल का अंत:स्यंदन है।
- पृथ्वी की भूपर्पटी के निर्माण और समुद्री अवसाद के जमाव के दौरान पाशित पानी
- आग्नेय अंतर्बेधन से गैसों और भाप का ठंडा होना आदि है।
- नदी का पानी भी भूमिगत हो जाता है और भू-जल का स्रोत बन जाता है।

### भूजल के घटक (Components of Groundwater)

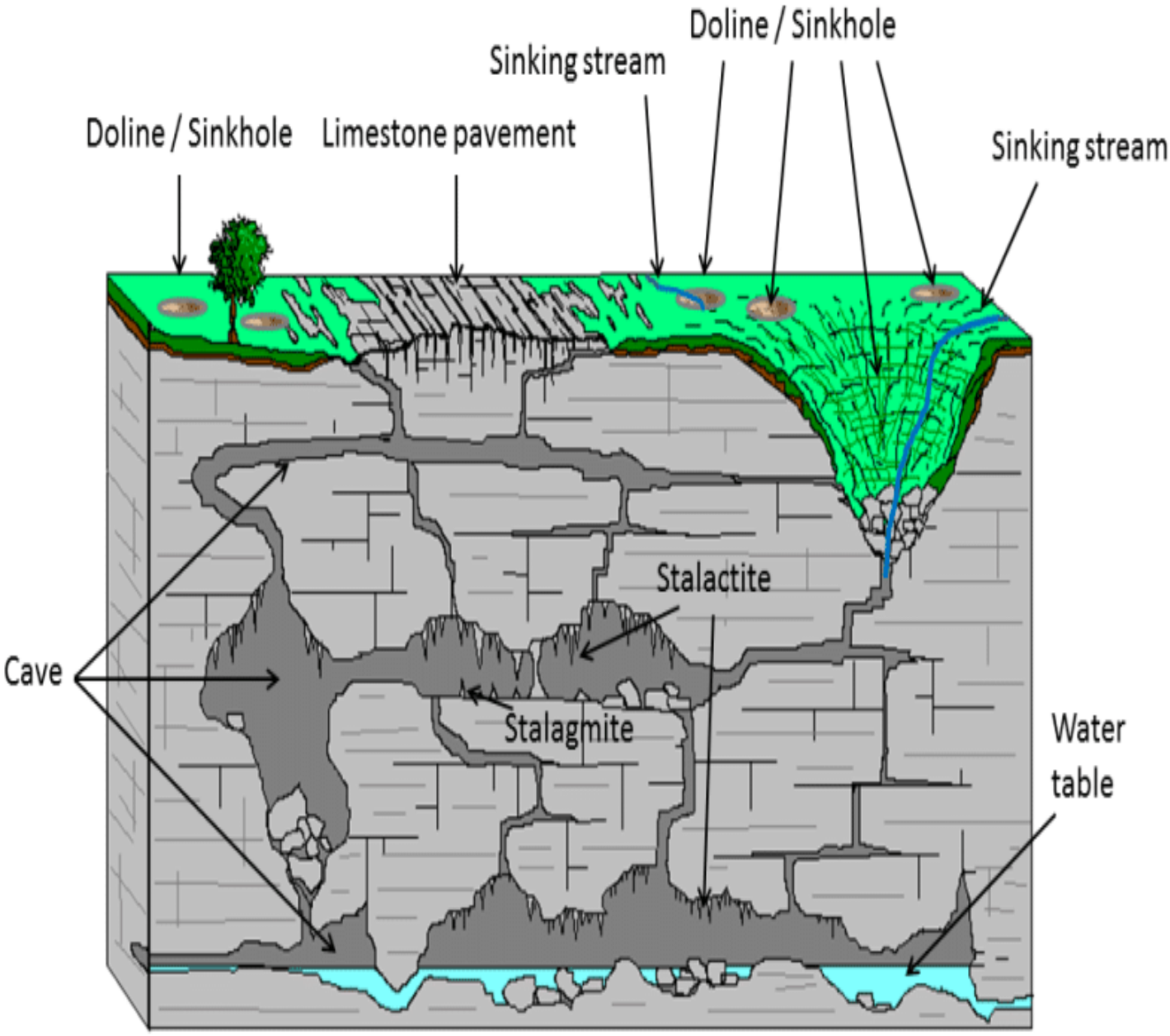
- **जलभृत (aquifers):** ये सतह के नीचे भूजल के भंडारण कुण्ड हैं। पानी नीचे की ओर तब तक गतिमान रहता है जब तक कि यह अपारगम्य **(impermeable)** चट्टानों की एक परत तक नहीं पहुँच जाता जहाँ आगे नीचे की ओर गति रुक जाती है।
- **असंतृप्त क्षेत्र:** यह भूमि की सतह के ठीक नीचे स्थित होता है।
  - इसे वैडोज जोन या वातन क्षेत्र भी कहा जाता है।
  - इस क्षेत्र में, चट्टानों के छिद्र स्थान आंशिक रूप से पानी से भरे होते हैं और आंशिक रूप से हवा से भरे होते हैं।
- **संतृप्त क्षेत्र:**यह एक ऐसा क्षेत्र है जिसमें सभी छिद्र और चट्टानों की तली के विभंग पानी से भर जाते हैं।
  - यह असंतृप्त क्षेत्र के नीचे आता है।
- भू-जल तालिका या जल तालिका: संतृप्त क्षेत्र के उपरी स्तर को जल तालिका कहा जाता है।
- **मृजलभृत/अक्वीक्लूड (Aquicludes):** ये ऐसी परतें हैं जो भूजल के लिए अपेक्षाकृत अपारगम्य हैं।
  - अक्वीक्लूड परत के उदाहरण मृत्तिका **(Clay)** और शेल **(shale)** तल हैं

- **सरंध्रता** (Porosity): **इसका अर्थ है किसी दिए गए पदार्थ में रिक्त स्थान की मात्रा। इन खाली स्थानों को छिद्र कहा जाता है और इनमें तरल पदार्थ जमा हो सकते हैं।**
  - **चट्टानों की सरंध्रता का अर्थ है दी गई चट्टान की अपने छिद्र स्थान के भीतर तरल पदार्थ धारण करने की क्षमता।**
- **पारगम्यता** (Permeability):यह उस सहजता को मापता है जिसके साथ एक तरल झरझरा चट्टान के माध्यम से आगे बढ़ सकता है।
  - उच्च पारगम्यता का मतलब है कि छिद्र स्थान अच्छी तरह से जुड़े हुए हैं।
  - कम पारगम्यता का मतलब है कि छिद्र स्थान खराब तरीके से जुड़े हुए हैं और अलग-थलग हैं।
  - कंकड़, बजरी, रेत पारगम्य चट्टानें हैं।
  - मिट्टी अपारगम्य चट्टान का उदाहरण है।

### कुएँ और उत्स्रुत कूप (Wells and Artesian Well)

**कुएँ:** ये कृत्रिम/मानव निर्मित छेद हैं जो जमीन से पानी प्राप्त करने के लिए पृथ्वी की सतह पर खोदे जाते हैं।

# Groundwater and Associated Landforms



**कुओं के प्रकार:**

- **स्थायी कुआँ:** इनको स्थायी जल स्तर तक खोदा जाता है।
  - ऐसे कुओं में सभी ऋतुओं में पानी होता है।
- आन्तरायिक कुआँ **(Intermittent well)**:अस्थायी जल स्तर तक खोदे गए कुएँ।
  - ऐसे कुओं में बरसात के मौसम में ही पानी आता है।

### उत्स्रुत कुआँ या कूप (Artesian Well)

यह एक ऐसा कुआँ है जहाँ से जलगतिक दबाव **(hydraulic pressure)** के कारण जमीन पर फव्वारा की तरह पानी अपने आप बाहर निकल जाता है। इस प्रकार के कुएँ का नाम फ्रांस के आर्टोइस प्रांत के नाम पर रखा गया है

- **कहाँ पाया जाता है ?:** ये उन क्षेत्रों में पाए जाते हैं जहाँ तश्तरी के आकार की एक अभिनतीय वलित **(synclinal folded)** संरचना मौजूद होती है।

## सोते (Springs)

सोता, जल का एक प्रवाह है जो प्राकृतिक रूप से जमीन से निकलता है।

एक सोता विभिन्न परिस्थितियों में बन सकता है। सोतों का निर्माण झुके हुए संस्तरों के क्षेत्रों **(areas of tilted strata)** में हो सकता है, जहाँ पारगम्य और अपारगम्य चट्टानें एकान्तर रूप से उपस्थित होती हैं। पानी, पारगम्य परतों के आधार पर निकलता है।

### सोतों के प्रकार (Types of Springs):

- **बारहमासी सोते (Perennial springs):** जब पानी का प्रवाह स्थिर रहता है, इसे स्थायी या बारहमासी सोता कहा जाता है।
- **आंतरायिक सोते (intermittent springs):** जब कभी-कभी सोते में पानी की आपूर्ति बंद हो जाती है, तो इसे आंतरायिक सोता कहा जाता है।
- **गर्म पानी के सोते (Hot springs):** गर्म पानी का उत्सर्जन करने वाले सोते को गर्म सोता कहा जाता है। वे तब बनते हैं जब भूजल को पृथ्वी की सतह के नीचे मैग्मा द्वारा गर्म किया जाता है।
- **गीजर (Geysers):** यह एक विशेष प्रकार का गर्म पानी का सोता है। इसमें नियमित अंतराल पर गर्म पानी और भाप निकलती है।
  - एक गर्म पानी के सोते और गीजर के बीच मुख्य अंतर यह है कि गर्म पानी के सोते में पानी का प्रवाह निरंतर होता है, जबकि गीजर में पानी का प्रवाह रुक-रुक कर होता है।
  - गीजर सामान्यतया उन क्षेत्रों में पाए जाते हैं जहाँ ज्वालामुखी गतिविधियाँ देखी गई हैं।
- **कगार-पदीय सोता (Scarp&foot spring):** ये कगार-भ्रंश क्षेत्र में दो शैल स्तर के जोड़ पर मिलने वाले सोते हैं।
- **वौक्लूजन स्प्रिंग (Vauclusion spring):** ये चूना पत्थर क्षेत्रों में पाए जाते हैं जहाँ पानी छिद्रों में प्रवेश करता है और भूमि के अंदर गायब हो जाता है। फिर यह कुछ दूर भूमिगत बहकर पानी के फव्वारे के रूप में बाहर आता है।

## कार्स्ट स्थलाकृति (Karst Topography)

कार्स्ट शब्द को चूना पत्थर और डोलोमाइट क्षेत्रों के लिये प्रयुक्त किया जाता है जिनमें अनूठी स्थलाकृतिक विशेषताएँ होती हैं। ये विशेषताएँ भौम-जल की क्रिया के कारण बनती हैं।

### कार्स्ट स्थलाकृति का वितरण

- फ्रांस का मध्य मासिफ क्षेत्र
- इंग्लैंड के पेनीज,
- संयुक्त राज्य अमेरिका में अप्लेशियन पर्वत का पश्चिमी ढलान
- उत्तराखंड का कुमाऊँ हिमालय क्षेत्र, भारत में मेघालय की खासी पहाड़ियाँ।

### कार्स्ट स्थलाकृति के विकास के लिए आवश्यक शर्तें

- एक विशाल चूना पत्थर / डोलोमाइट का बाहर की ओर निकले हुए होना चाहिए। यह अच्छी तरह से स्तरित **(bedded)** होना चाहिए और इसमें जोड़ या संधि **(joints)** होना चाहिए जिससे पानी प्रवेश कर सके।
- कार्बोनेट चट्टानों को घोलने के लिए पर्याप्त वर्षा होनी चाहिए।
- चट्टानें सतह के पास होनी चाहिए ताकि वर्षा का पानी आसानी से और जल्दी से प्रवेश कर सके।
- चट्टानें अत्यधिक वलित या विभंगित या भ्रंशित होनी चाहिए।
- वहाँ उच्चावच होने चाहिए जो पानी के अच्छे भूमिगत परिसंचरण को संभव बनाए।

### कार्स्ट स्थलाकृति के विकास की प्रक्रिया:

- जब वर्षा का पानी गिरता है, तो वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड इसके साथ जुड़ जाती है और एक कमजोर अम्ल बनाती है जिसे कार्बोनिक अम्ल कहा जाता है।
- कार्बोनिक अम्ल चूना पत्थर में कार्बोनेट के साथ प्रतिक्रिया करता है और बाइकार्बोनेट बनाता है जो पानी में घुलनशील होता है।
- यह घोल चट्टान के माध्यम से रिसता है, चूना पत्थर को घोलता है और भू-आकृतियों की एक श्रृंखला बनाता है।

### अपरदनात्मक भूआकृतियाँ

- **टेरा रोसा (Terra Rossa):** यह लाल चीकायुक्त मिट्टी है। यह तब बनती है जब भूमिगत जल, घोलन की प्रक्रिया के माध्यम से चूना पत्थर या डोलोमाइट का अपक्षय करता है।

- **कैरेन/लैपीज या क्लिंट्स (Karren/Lapies or Clints):** यह एक अत्यधिक ऊबड़-खाबड़ सतह है जिसमें कई निम्न कटक **(low ridges)**, विदर **(clefts)** और गड्ढे **(pits)** होते हैं।
- **घोल रंध्र व विलयन रंध्र (Sink Holes and Swallow Holes):** घोल रंध्र तश्तरी के आकार के या कीप के आकार के गड्ढे होते हैं।
- **डोलाइन (dolines):** चूना पत्थर के आगे की घोलन क्रिया के परिणामस्वरूप, घोल रंध्र आपस में मिलकर डोलाइन बनाते हैं। ये आकार में बड़े और आकृति में गोल या अण्डाकार होते हैं।
- **घोल पटल (solution pan):** एक बड़े क्षेत्र को कवर करने वाली उथली डोलाइन को घोल पटल कहा जाता है। उदाहरण। इंडियाना (यूएसए) की लॉस्ट रिवर का घोल पटल।
- **कार्स्ट खिड़की (Karst Windows):** घोल रंध्र या डोलाइन की ऊपरी सतह के ढहने के कारण कार्स्ट खिड़की का निर्माण होता हैं।
- **युवाला (सकुण्ड):** कई डोलाइन एक साथ मिलकर एक बड़े गर्त का निर्माण करते हैं जिसे युवाला कहा जाता है।
- **पोल्जे** (राजकुण्ड): पोल्जे कई युवालों के संयुग्मन द्वारा निर्मित बड़े गर्त हैं। उदाहरण- बाल्कन क्षेत्र के लिवनो पोल्जे।
- **कन्दराएँ या गुफाएँ (Caverns):** वे एक चूना पत्थर या चाक क्षेत्र में विभिन्न तरीकों से जल क्रिया द्वारा निर्मित एक भूमिगत गुफा हैं।
- **प्राकृतिक पुल (Natural Bridge):** जब गुफा का कोई भाग ढह जाता है, तो वह भाग जो खड़ा रहता है, एक मेहराब या प्राकृतिक पुल का निर्माण करता है।

### निक्षेपजनित भूआकृतियाँ

- **स्टैलेक्टाइट्स:** स्टैलेक्टाइट्स एक गुफा की छत से विकसित ड्रिपस्टोन हैं। गुफा की छत से कैल्साइट युक्त पानी टपकता है।
- **स्टैलेग्माइट्स:** स्टैलेग्माइट का निर्माण स्टैलेक्टाइट की सतह से या पतली पाइप के माध्यम से पानी के टपकने से होता है। वे गुफा के तल से ऊपर की ओर बढ़ते हैं।
- **कंदरा स्तंभ/कॉलम:** स्टैलेक्टाइट और स्टैलेग्माइट मिलकर एक कंदरा स्तंभ/कॉलम बना सकते हैं।

# पर्वत, पठार, मैदान और झीलें (Mountains, Plateaus, Plains and Lakes)

## पर्वत (Mountains)

पर्वत वृहद भू-आकृतियाँ हैं जो विवर्तनिक बलों या ज्वालामुखीय क्रियाओं के माध्यम से निर्मित होते हैं।

दुनिया की लगभग 27% भूमि की सतह पर्वतों से ढकी हुई है।

## पर्वतों के प्रकार

- **वलित पर्वत:** वलित पर्वत पृथ्वी के अंतर्जनित बलों द्वारा उत्पन्न संपीडक बलों द्वारा क्रस्टल चट्टानों के वलन के कारण बनते हैं।
  - वलित पर्वत पृथ्वी की सतह पर सबसे नवीन पर्वत हैं।
  - जैसे, हिमालय पर्वत श्रृंखला
- **ज्वालामुखीय पर्वत:** ज्वालामुखीयता के परिणामस्वरूप बनने वाले पर्वत को 'ज्वालामुखीय पर्वत' कहा जाता है।

**उदाहरण:** हवाई में मौना लोआ, म्याँमार में माउंट पोपा, जापान में माउंट फूजी यामा।

- **ब्लॉक/भ्रंशोत्थ/खण्ड पर्वत:** बड़े पैमाने पर भ्रंशन की घटना के कारण ब्लॉक पर्वत बनते हैं (जब पृथ्वी के बड़े क्षेत्र या ब्लॉक टूट जाते हैं और लंबवत या क्षैतिज रूप से विस्थापित हो जाते हैं)।
  - उदाहरणार्थ, राइन घाटी (ग्रेबेन) और वोसगेस पर्वत (होर्स्ट)
- **अवशिष्ट पर्वत:** ये पर्वत मौजूदा पर्वतों यानी वलित, ब्लॉक या ज्वालामुखीय पर्वतों से बने हैं।
  - ऊँचे पर्वत अनाच्छादन के कारक अर्थात वायु, जल, हिमनद, तरंगों आदि द्वारा अपरदित हो जाते हैं।

**उदाहरण:** अरावली, विंध्य और सतपुड़ा।

### कालावधि के आधार पर (काल के आधार पर)

| प्रीकैम्ब्रियन पर्वत | कैलेडोनियन पर्वत | हरसीनियन पर्वत | अल्पाइन पर्वत |
|---|---|---|---|
| प्री-कैम्ब्रियन पर्वत 4 अरब से अधिक वर्षों तक विकसित हुए।<br>चट्टानें- प्रोत्थानित , अनाच्छादित और कायाँतरित और अवशिष्ट पहाड़ों की तरह दिखती हैं।<br>**उदाहरण:** लॉरेंशियन पर्वत। | सिलुरियन के उत्तरार्ध और शुरुआती डेवोनियन काल की विशाल पर्वत-निर्माण प्रक्रियाओं और विवर्तनिक संचलनों के कारण निर्मित।<br>लगभग 430 मिलियन वर्ष से 380 मिलियन वर्ष पूर्व निर्मित<br>**उदाहरण:** एप्लेशियन, अरावली, महादेव | सबसे पहले यूरोप में कार्बोनिफेरस से पर्मियन काल तक दिखाई दिया - लगभग 340 मिलियन वर्ष और 225 मिलियन वर्ष पूर्व **उदाहरण:** वोसगेस और ब्लैक फॉरेस्ट पर्वत, अल्ताई, एशिया के तिएन शान पर्वत, यूराल पर्वत। | लाखों साल पहले अफ्रीकी और यूरेशियन टेक्टोनिक प्लेटों के टकराने से बना था।<br>**उदाहरण:** आल्प्स- यूरोप की सबसे ऊँची और सबसे बड़ी पर्वत श्रृंखला। |

### उत्पत्ति के तरीके के आधार पर

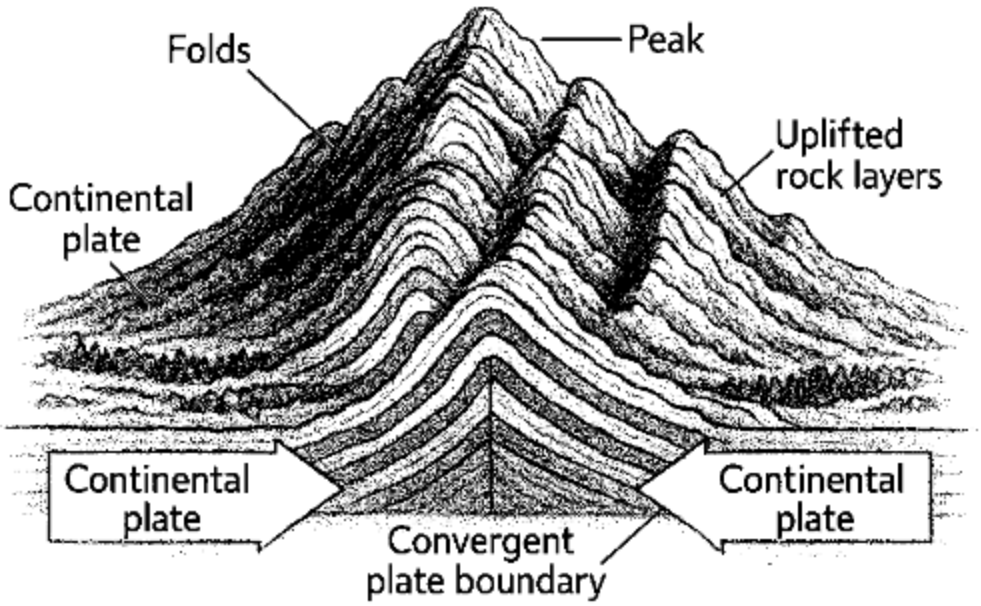
**वलित पर्वत (Fold Mountains):** वलित पर्वत पृथ्वी के अंतर्जनित बलों द्वारा उत्पन्न संपीडक बलों द्वारा क्रस्टल चट्टानों के वलन के कारण बनते हैं।

- वलित पर्वत पृथ्वी की सतह पर सबसे नवीन पर्वत हैं।
- **उदाहरण: हिमालय पर्वत श्रृंखला**
  - **ज्वालामुखीय पर्वत (Volcanic mountains):** ज्वालामुखीयता के परिणामस्वरूप बनने वाले पर्वत को 'ज्वालामुखीय पर्वत' कहा जाता है। **उदाहरण:** हवाई में मौना लोआ, म्यांमार में माउंट पोपा, जापान में माउंट फूजी यामा।
  - **ब्लॉक/भ्रन्शोत्थ/खण्ड पर्वत (Block mountains):** बड़े पैमाने पर भ्रंशन की घटना के कारण ब्लॉक पर्वत बनते हैं (जब पृथ्वी के बड़े क्षेत्र या ब्लॉक टूट जाते हैं और लंबवत या क्षैतिज रूप से विस्थापित हो जाते हैं)।
  - **ब्लॉक पर्वतों के उदाहरण हैं** द राइन वैली (ग्रैबेन) और वोसजेस पर्वत (हॉर्स्ट)।
  - **अवशिष्ट पर्वत (Residual Mountains):** ये पर्वत मौजूदा पर्वतों यानी वलित, ब्लॉक या ज्वालामुखीय पर्वतों से बने हैं। ऊँचे पर्वत अनाच्छादन के कारक अर्थात वायु, जल, हिमनद, तरंगों आदि द्वारा अपरदित हो जाते हैं। **उदाहरण:** अरावली, विंध्य और सतपुड़ा।

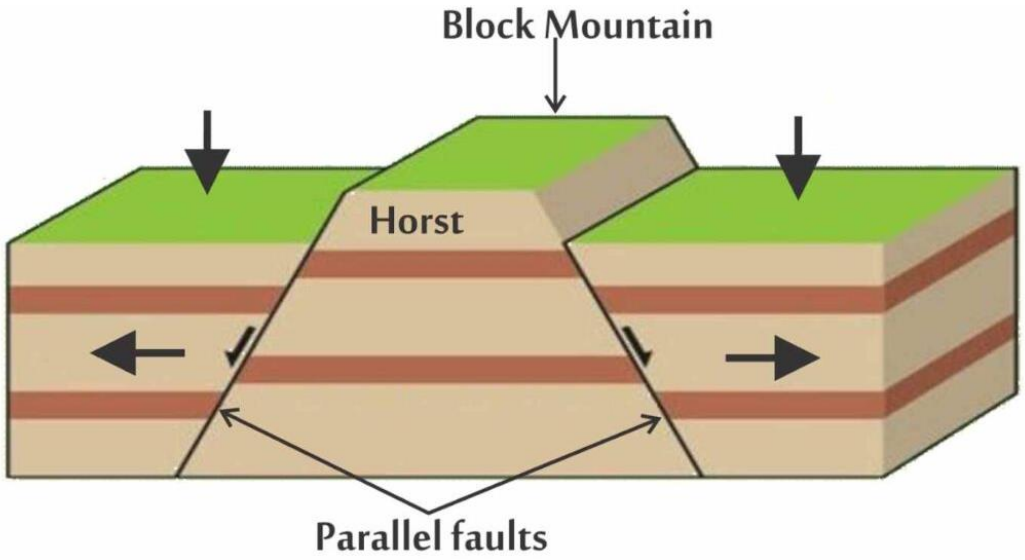
### विश्व की प्रमुख पर्वत श्रृंखलाएँ

| महाद्वीप | पर्वत श्रृंखला | स्थान | विशेषताएँ |
|---|---|---|---|
| एशिया | हिमालय | भारत, नेपाल, भूटान, चीन, पाकिस्तान | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: माउंट एवरेस्ट (8,848 मीटर)<br>• नदियाँ: गंगा, सिंधु, ब्रह्मपुत्र |
| | तिएन शान | किर्गिस्तान, कजाकिस्तान, चीन | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: जेंगिश चोकुसु (7,439 मीटर)<br>• नदियाँ: सीर दरिया, इली |
| | यूराल | रूस (आर्कटिक महासागर से कजाकिस्तान तक) | • प्रकार: प्राचीन वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: माउंट नारोदनाया (1,895 मीटर) |
| अफ्रीका | एटलस | मोरक्को, अल्जीरिया, ट्यूनीशिया | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: टूबकल (4,167 मीटर)<br>• रेगिस्तान: दक्षिण में सहारा रेगिस्तान |
| ऑस्ट्रेलिया | ग्रेट डिवाइडिंग रेंज | ऑस्ट्रेलिया (क्वींसलैंड से न्यू साउथ वेल्स और विक्टोरिया) | • प्रकार: मोड़दार एवं खंडित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: माउंट कोज्स्कीज्को (2,228 मीटर)<br>• नदियाँ: मरे, डार्लिंग |
| यूरोप | आल्पस | फ्रांस, इटली, स्विट्जरलैंड, ऑस्ट्रिया, जर्मनी, स्लोवेनिया | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: मोंट ब्लांक (4,810 मीटर)<br>• नदियाँ: राइन, रोन, पो |
| | काकेशस | रूस, जॉर्जिया, अजरबैजान, आर्मेनिया | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: माउंट एल्ब्रुस (5,642 मीटर) |
| | वास्जेस | फ्रांस (उत्तर-पूर्व, जर्मनी के पास) | • प्रकार: ब्लॉक/भ्रन्शोत्थ पर्वत-नदियाँ: राइन, मोसेले- सबसे ऊंची चोटी: माउंट एल्बर्ट (4,401 मीटर)- विशेषताएँ: कटक और गहरी घाटियाँ |
| उत्तरी अमेरिका | रॉकी | कनाडा और संयुक्त राज्य अमेरिका (ब्रिटिश कोलंबिया से न्यू मैक्सिको) | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• झीलें: ग्रेट लेक्स क्षेत्र<br>• नदियाँ: मिसौरी, कोलोराडो, कोलंबिया<br>• स्थानीय पवन: चिनूक |
| | एप्लेशियन | पूर्वी अमेरिका (कनाडा से अलबामा तक) | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: माउंट मिशेल (2,037 मीटर)<br>• नदियाँ: हडसन, ओहायो |
| | सिएरा नेवादा | संयुक्त राज्य अमेरिका (कैलिफोर्निया) | • प्रकार: भ्रंश-ब्लॉक पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: माउंट व्हिटनी (4,421 मीटर) |

# Fold Mountains

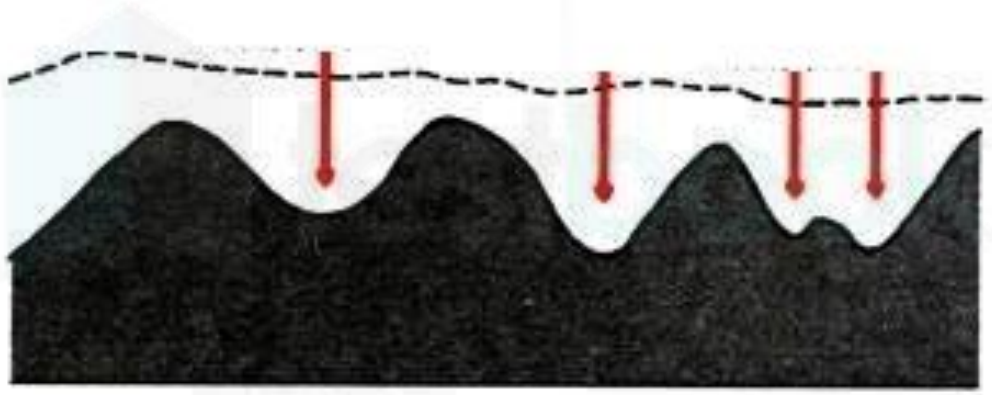



---

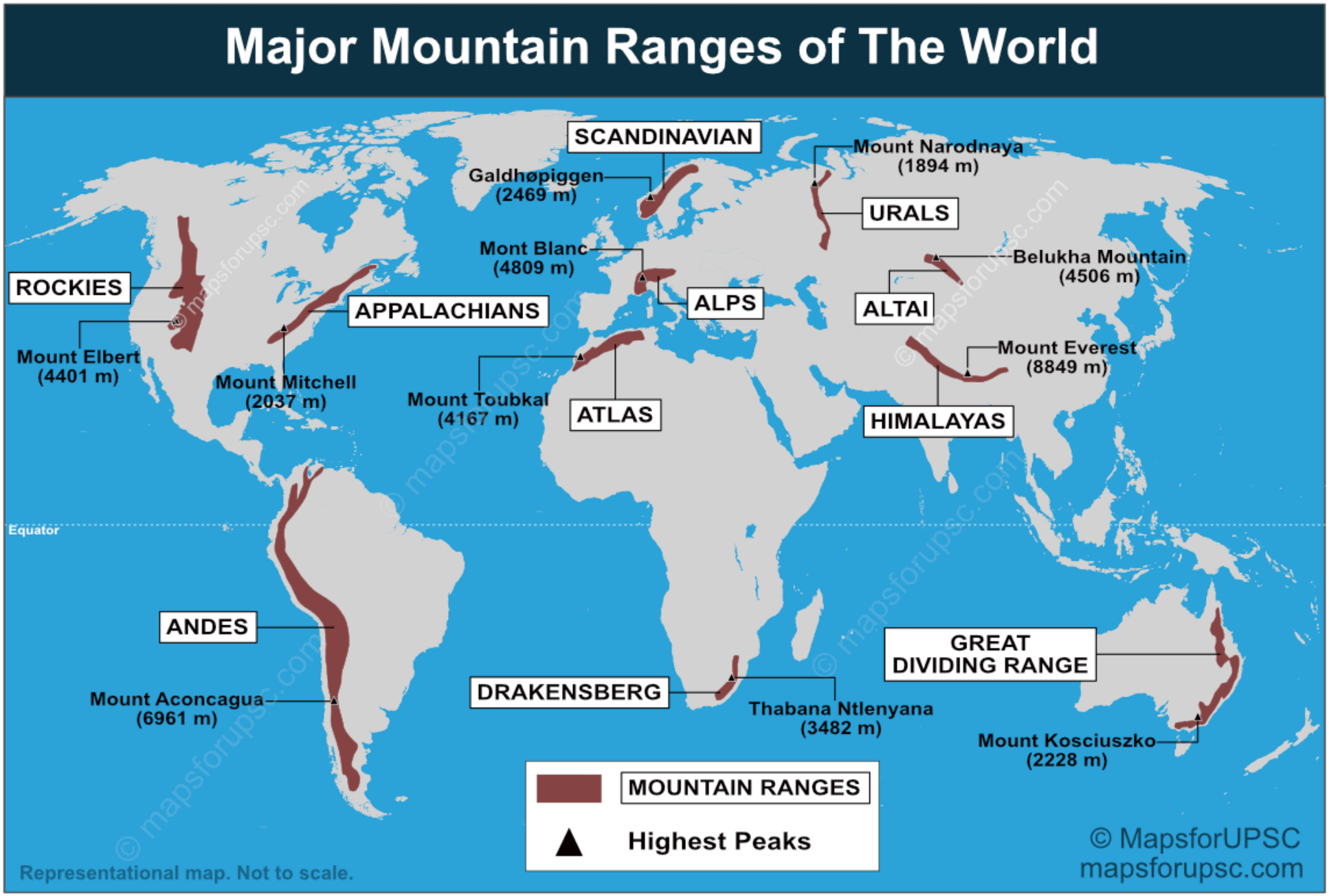



---

# Residual Mountain



# Major Mountain Ranges of The World



| महाद्वीप | पर्वत श्रृंखला | स्थान | विशेषताएँ |
|---|---|---|---|
| दक्षिण अमेरिका | एँडीज | अर्जेंटीना, चिली, बोलीविया, पेरू, इक्वाडोर, कोलंबिया और वेनेजुएला। | • प्रकार: वलित पर्वत<br>• सबसे ऊंची चोटी: अकोंकागुआ (6,961 मीटर)<br>• ज्वालामुखी गतिविधि (जैसे, कोटोपैक्सी)<br>• नदियाँ: अमेजन, ओरिनोको<br>• झीलें: टिटिकाका झील. (विश्व की सबसे ऊंची नौगम्य झील) |

## पठार (Plateaus)

एक पठार समतल-शीर्ष वाली लम्बी चौड़ी भू आकृति है।

पठार पृथ्वी की सतह का लगभग 18% भाग घेरे हुए है।

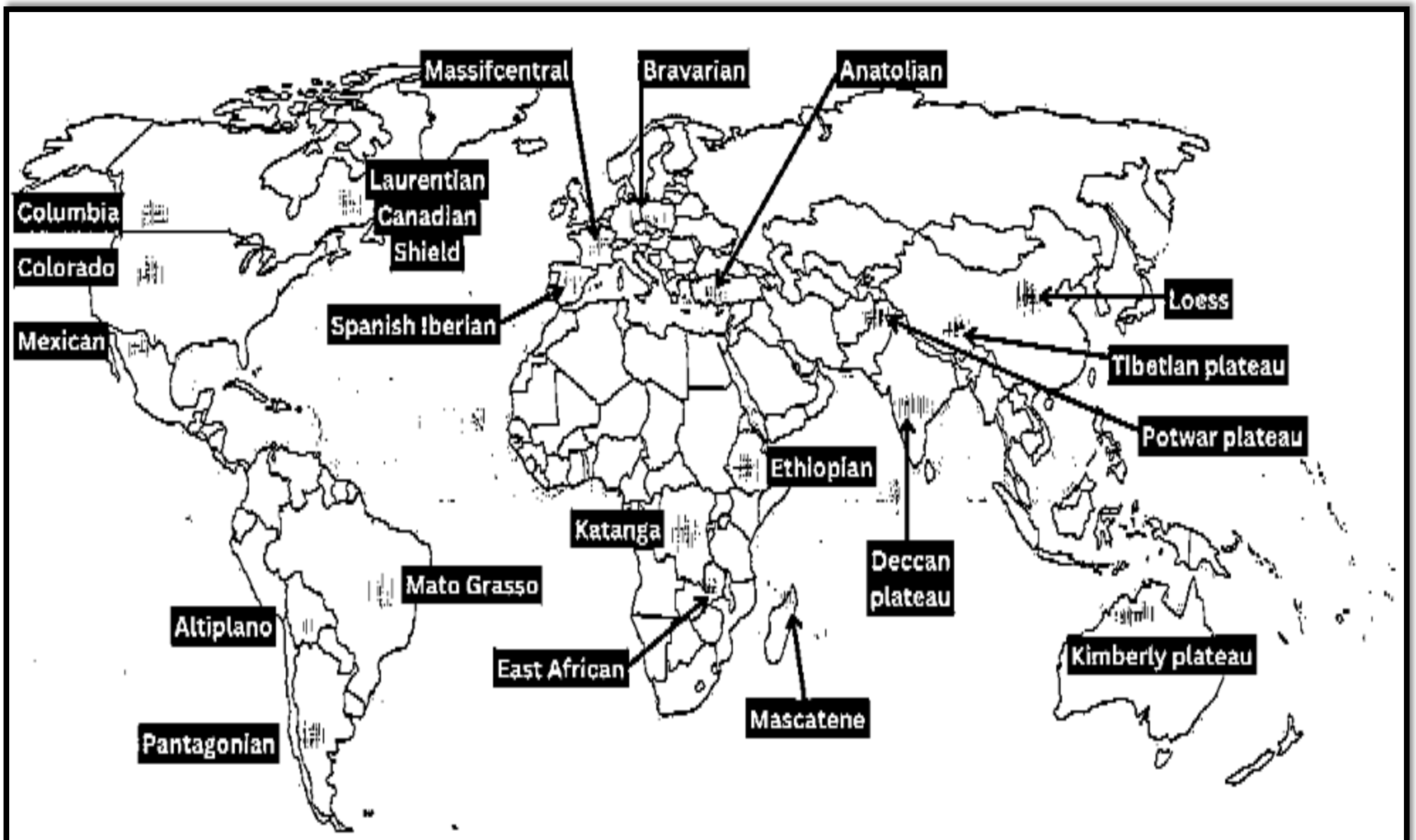
### पठारों के प्रकार (Types of Plateaus):

उनकी भौगोलिक स्थिति और चट्टानों की संरचना के आधार पर पठारों को इस प्रकार वर्गीकृत किया जा सकता है

- **अन्तरापर्वतीय पठार (Intermontane Plateau):** वे पठार जो चारों ओर से पर्वत श्रेणियों से पूरे या आंशिक रूप से घिरे भू-भाग को, अंतरापर्वतीय पठार कहते हैं।
  - **उदाहरण:**तिब्बत का ऊँचा पठार, कोलोराडो का पठार।
- **गिरिपद/पीडमांट पठार (Piedmont Plateau):**वे पठार जो पहाड़ों की तलहटी/पदों में स्थित होते हैं और दूसरी ओर एक मैदान या समुद्र से घिरे होते हैं, गिरिपद/पीडमांट पठार कहलाते हैं।
  - **उदाहरण:**भारत में मालवा पठार, अर्जेंटीना में पेटागोनियन पठार और अमेरिका में एप्लेशियन पठार
- **महाद्वीपीय पठार (Continental plateau):** ये एक व्यापक महाद्वीपीय उत्थान द्वारा या क्षैतिज रूप से क्षारीय लावा परतों के प्रसार द्वारा बनते हैं ये मूल स्थलाकृति को पूरी तरह से एक अच्छी गहराई तक आच्छादित करके बनते हैं।
- **ज्वालामुखीय पठार (Volcanic plateau):** एक ज्वालामुखीय पठार कई छोटे ज्वालामुखी उद्गारों से बनता है जो धीरे-धीरे समय के साथ बनते हैं, जिसके परिणामस्वरूप लावा प्रवाह से एक पठार बनता है।
- **विच्छेदित या विभाजित पठार (Dissected plateau):** पृथ्वी की पर्पटी में ऊपर की ओर गति के परिणामस्वरूप एक विच्छेदित पठार बनता है। उत्थान टेक्टोनिक प्लेटों की धीमी टक्कर के कारण होता है। पश्चिमी संयुक्त राज्य अमेरिका में कोलोराडो पठार, 10 मिलियन से अधिक वर्षों से एक वर्ष में लगभग .03 सेंटीमीटर (.01 इंच) का उत्थान रहा है।

### विश्व के प्रमुख पठार

| महाद्वीप | पठार | जगह | विशेषताएँ |
|---|---|---|---|
| अफ्रीका | इथियोपियाई पठार | इथियोपिया | • सबसे ऊंची चोटी: रास दाशेन<br>• ब्लू नील (Nile) नदी का स्रोत<br>• कॉफी की खेती |
| एशिया | तिब्बती पठार | चीन/तिब्बत | • ष्संसार की छतष्<br>• पर्माफ्रॉस्ट क्षेत्र<br>• अन्तरापर्वतीय पठार |
| | मंगोलियाई पठार | मंगोलिया, चीन और रूस के कुछ हिस्से | • अन्तरापर्वतीय पठार<br>• उच्चतम बिंदु: माउंट खुइटेन चोटी |
| | शान पठार | म्याँमार का पूर्वी भाग | • सबसे ऊँचा स्थान: लोई लेंग<br>• अन्तरापर्वतीय पठार<br>• इंडो-मलायन पर्वत प्रणाली का हिस्सा<br>• सालवीन नदी द्वारा निर्मित गहरी खाइयाँ |
| ऑस्ट्रेलिया | किम्बरली पठार | पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया | • सबसे ऊंची चोटी: माउंट मेहरी<br>• अन्तरापर्वतीय पठार |




# Location of major plateaus of the world

| महाद्वीप | पठार | जगह | विशेषताएँ |
|---|---|---|---|
| यूरोप | सेंट्रल मैसिफ | फ्रांस | • सबसे ऊंची चोटी: पुए डे सैन्सी<br>• प्राचीन ज्वालामुखी क्षेत्र<br>• अन्तरापर्वतीय पठार |
| उत्तरी अमेरिका | कोलोराडो पठार | दक्षिण-पश्चिम अमेरिका | • सबसे ऊंची चोटी: हम्फ्रीज पीक<br>• कोलोराडो नदी द्वारा निर्मित ग्रैंड कैन्यन<br>• यूरेनियम का समृद्ध भंडार<br>• विशिष्ट लाल चट्टान संरचनाए<br>• प्रमुख तांबे की खदान<br>• अन्तरापर्वतीय पठार |
| | मैक्सिकन पठार | मध्य मेक्सिको | • सबसे ऊंची चोटी: पिको डी ओरिजाबा<br>• सिएरा माद्रे पर्वतमाला से घिर<br>• मेक्सिको सिटी शामिल है<br>• चांदी का समृद्ध भंडारअंतरपर्वतीय पठार |
| दक्षिण अमेरिका | पैटागोनियन पठार | दक्षिणी अर्जेंटीना | • सबसे ऊंची चोटी: मोंटे सैन लोरेंजो<br>• अन्तरापर्वतीय पठार<br>• तेज पवनों वाले घास के मैदान |
| | अल्टीप्लानो | पेरू-बोलीविया | • सबसे ऊंची चोटी: नेवाडो साजाम<br>• टिटिकाका झील-सबसे बड़ा उच्च ऊंचाई वाला पठार<br>• समृद्ध लिथियम जमा<br>• एँडीज पर्वतमाला का हिस्सा |
| | गुयाना शील्ड (समाचार में) | ब्राजील, वेनेजुएला, गुयाना और सूरीनाम। | • सबसे ऊंची चोटी: माउंट रोराइमा<br>• दुनिया का सबसे बड़ा झरना<br>• एँजल फॉल्स<br>• स्रोत ओरिनोको, एस्सेक्विबो, और अमेजॅन। |

## मैदान (Plains)

एक नीची अपेक्षाकृत सपाट या थोड़ी लहरदार भूमि की सतह जिसमें बहुत ही मंद ढाल और न्यूनतम स्थानीय उच्चावचीय विशेषताएँ होती हैं, मैदान कहलाती है।

मैदान पृथ्वी की सतह के लगभग 55% भाग पर फैले हुए हैं।

### मैदानों के प्रकार (Types of Plains)

| प्रकार | विशेषताएँ |
|---|---|
| **हिमनद अपक्षेप ( हिमानीधौत मैदान )** (Outwash Plain) | ये मैदान तब बनते हैं जब एक ग्लेशियर अपने अन्तस्थ पर अवसाद का निक्षेपण करता है। ये अवसाद ग्लेशियर के पिघले पानी द्वारा निक्षेपित की जाती हैं।<br>**उदा.** आइसलैंड में हिमानीधौत मैदान |
| **हिमनदीय मृत्तिका/टिल मैदान** (Till Plain) | जब हिमनदों की बर्फ की एक परत मुख्य हिमनद से टूट जाती है तो यह पिघल जाती है, अवसाद जमीन पर निक्षेपित हो जाती है, जिसके परिणामस्वरूप एक हिमनदीय मृत्तिका का निर्माण होता है। |
| **लावा मैदान** (Lava Field) | लावा मैदान को लावा क्षेत्र भी कहा जा सकता है। ऐसा मैदान लावा की परतों के जमा होने से बनता है। |

| प्रकार | विशेषताएँ |
|---|---|
| **सरोवरीय मैदान** (Lacustrine Plain) | जब एक झील वाष्पीकरण, प्राकृतिक अपवाह आदि जैसे कारकों के कारण पूरी तरह से सूख जाती है, तो अवसाद झील के तल पर निक्षेपित हो जाते हैं जो मैदान का निर्माण करते हैं। ऐसे मैदानों के उदाहरण हैं: भारत की कश्मीर घाटी। |
| **स्क्रॉल मैदान** (Scroll Plain) | स्क्रॉल मैदान उन क्षेत्रों में बनते हैं जहाँ एक नदी मंद ढाल में विसर्पण करते हुए बहती है। ऐसे स्थानों पर अवसादों के जमाव से मैदान का निर्माण होता है। ताइरी नदी न्यूजीलैंड में पाएरो के पास एक शानदार स्क्रॉल मैदान बनाती है। |
| **बाढ़ का मैदान** (Flood Plain) | एक बाढ़ का मैदान एक मैदान को संदर्भित करता है जो एक नदी या धारा के किनारे से घिरी हुई घाटी की दीवारों तक फैला होता है |
| **जलोढ़ मैदान** (Alluvial Plain) | जैसे ही कोई नदी पर्वतों या पहाड़ियों से नीचे बहती है, वह अपने साथ अपरदन के कारण अवसाद ले जाती है और इस तरह के अवसादों को निचले मैदान में ले जाया जाता है। |
| **वितलीय मैदान** (Abyssal Plain) | ये मैदान हमारे ग्रह की सतह का 50% हिस्सा बनाते हैं। ऐसे मैदानों का निर्माण भूमि से प्राप्त अवसादों के निक्षेपण से हुआ माना जाता है। |

# जलवायु विज्ञान

## वायुमंडल और उसके संघटन

### परिभाषा एवं महत्व

वायुमंडल एक जीवन-रक्षक आवरण है, जो पृथ्वी को उसकी सतह से हजारों किलोमीटर ऊपर फैली गैसों के एक समाच्छादन के साथ घेरे हुए है। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा वायुमंडल पृथ्वी के चारों ओर बंधा हुआ रहता है।

### वायुमंडल का महत्व

- वायुमंडल उस तापमान को बनाए रखता है जो पृथ्वी पर जीवन को संभव बनाता है।
- वायुमंडल जंतुओं को ऑक्सीजन और पौधों को कार्बन डाइऑक्साइड प्रदान करता है।
- यह वर्षण हेतु उपयुक्त परिस्थितियाँ निर्मित करता है जो पृथ्वी पर जीवन के अस्तित्व के लिए आवश्यक है।
- वायुमंडल सूर्य की हानिकारक पराबैंगनी किरणों से पृथ्वी की रक्षा करता है।
- उल्का जैसी पार-ग्रहीय पिण्डों को वायुमंडल द्वारा पृथ्वी की सतह से टकराने से रोकता है।

### पृथ्वी के वायुमंडल का उद्विकास (Evolution of Earth's atmosphere)

पहले पृथ्वी की उत्पत्ति के साथ शुरू हुआ था। वायुमण्डल के विकास को तीन चरणों में देखा जाता है।

- **प्रथम चरण:** आद्य (प्रारंभिक) वायुमंडल का ह्रास
  - **शुरुआत** : लगभग 4 से 5 अरब वर्ष
  - **संघटन** : हाइड्रोजन और हीलियम
  - **विशेषताएँ** : गैसें बहुत गर्म और गैसों के अणु तेज गति की अवस्था में
  - **परिणाम** : सौर पवनों (solar winds) के प्रभाव के कारण गैसें अंतरिक्ष में लुप्त हो गयीं।
- **द्वितीय चरण: विगैसीकरण और ज्वालामुखी उद्गार**
  - पृथ्वी के ठंडा होने की प्रक्रिया के दौरान, पृथ्वी के आंतरिक भाग से गैसें और जलवाष्प निर्मुक्त हुई
  - प्रक्रिया : आंतरिक भाग से गैसों के बाहर निकलने की प्रक्रिया **विगैसीकरण** (degassing)
  - संघटन: जलवाष्प, नाइट्रोजन, कार्बन डाइऑक्साइड, मीथेन, अमोनिया और बहुत कम मात्रा में मुक्त ऑक्सीजन
- **तृतीय चरण: ऑक्सीजेनेशन और वर्तमान वायुमंडल**
  - गर्म धरती ठंडी हुई और जलवाष्प संघनित होता गया।
  - निरंतर वर्षा से महासागरो का विकास
  - लगभग 3.8 अरब वर्ष पहले, महासागरों में जीवन विकसित हुआ।
  - परिणाम: आधुनिक ऑक्सीजन युक्त वायुमंडल को जन्म दिया।

### वायुमंडल का संघटन (Composition of the atmosphere)

#### स्थायी गैसें (Permanent Gases)

स्थायी गैसें कुल गैस आयतन के अनुपात में स्थिर रहती हैं।

- प्रमुख वायुमंडलीय गैसों (नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, आर्गन) और ट्रेस गैसों का मौसम और जलवायु पर बहुत कम प्रभाव पड़ता है।

**परिवर्तनीय गैसें:** स्थान और समय के आधार पर सांद्रता में उतार-चढ़ाव हो सकता है।

### स्थायी गैसे

**नाइट्रोजन**

- वायुमंडल में सबसे प्रचुर मात्रा में गैस (78%)
- नाइट्रोजन-चक्र **द्वारा वायुमंडल में नाइट्रोजन संतुलन बनाए रखा जाता है।**
- **गठन:** कार्बनिक पदार्थों का जलना और क्षय, ज्वालामुखी विस्फोट और कुछ चट्टानों का रासायनिक अपघटन।
- **वायुमंडल से निष्कर्षण:** कुछ जैविक प्रक्रियाओं द्वारा या बारिश या बर्फ द्वारा वातावरण से घुलना
- **महत्त्व:**
  - ✓ ऑक्सीजन को पतला करके दहन को नियंत्रित करने में महत्वपूर्ण भूमिका।
  - ✓ पौधों और जानवरों के विकास और अस्तित्व के लिए आवश्यक।
  - ✓ अमीनो एसिड, प्रोटीन और न्यूक्लिक एसिड के उत्पादन के लिए प्राथमिक पोषक तत्व।

- **आक्सीजन:**

**Atmospheric Composition (Volume-wise)**

| Gas | Symbol | Volume (%) |
|---|---|---|
| **Nitrogen** | $N_2$ | 78.084% |
| **Oxygen** | $O_2$ | 20.946% |
| **Argon** | Ar | 0.934% |
| **Carbon Dioxide** | $CO_2$ | 0.042% |
| **Neon** | Ne | 18.182 ppm |
| **Helium** | He | 5.24 ppm |
| **Methane** | $CH_4$ | 1.92 ppm |
| **Krypton** | Kr | 1.14 ppm |
| **Hydrogen** | $H_2$ | 0.55 ppm |
| **Ozone** | $O_3$ | 0.07 ppm |

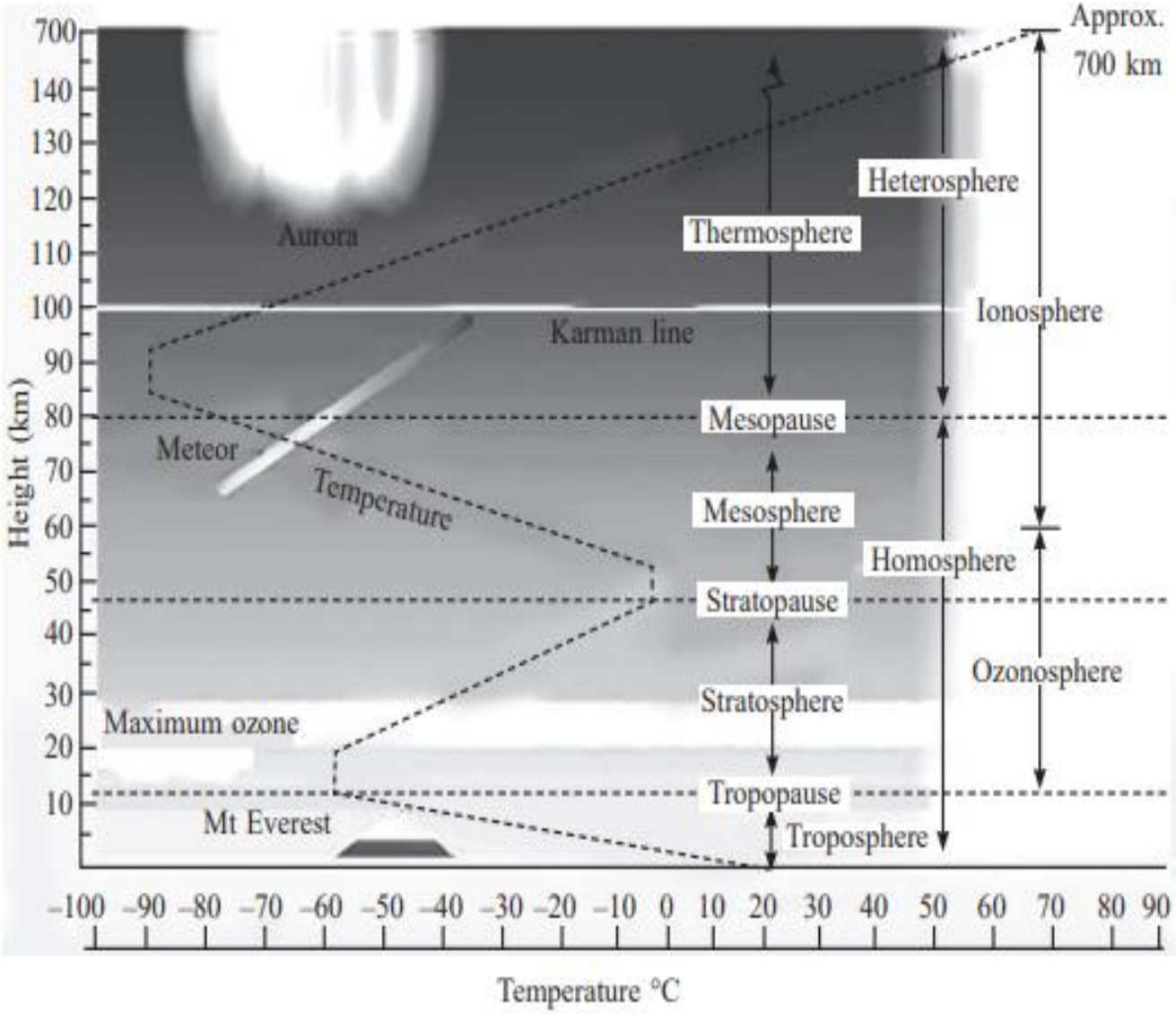



**Fig.** Layers of Atmosphere

- वायुमंडल के कुल आयतन में ऑक्सीजन की मात्रा 1% होती है।
- मुख्य रूप से पृथ्वी पर पौधों द्वारा उत्पादित।
- कार्बनिक और अकार्बनिक प्रक्रियाओं द्वारा वायुमंडल से निष्कर्षण।
- **महत्त्व:** पृथ्वी पर जीवन का समर्थन करने और दहन प्रक्रिया में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

- **आर्गन:**
  - वायुमंडल का लगभग 1% हिस्सा है।
  - अक्रिय गैस जो अन्य रासायनिक पदार्थों के साथ रासायनिक अभिक्रिया नहीं करती।

### चर/परिवर्तनीय गैसें (Variable gases):

**जल वाष्प**

- जल गैस के रूप में विद्यमान है
- जल वाष्प ज्यादातर गर्म, नम सतह क्षेत्रों, जैसे उष्णकटिबंधीय महासागरों में अधिक मात्रा में पाया जाता है।
- वायु में जल वाष्प की मात्रा ठंडे रेगिस्तानी क्षेत्रों में 0.02% से लेकर गर्म और आर्द्र क्षेत्रों में 4% तक भिन्न हो सकती है।
- इसका लगभग 90% भाग वायुमंडल के 6 किलोमीटर के दायरे में उपस्थित है।
- **महत्व:**
  - ✓ सभी बादलों और वर्षा का स्रोत।
  - ✓ पृथ्वी की सतह से निकलने वाली कुछ ऊष्मा को अवशोषित करता है और इसे संरक्षित करता है-पृथ्वी को बहुत ठंडा या बहुत गर्म होने से रोकता है।
  - ✓ वातावरण में कई शीतलन और वार्मिंग प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है

**कार्बन डाइआक्साइड**

- वायुमंडल की निचली परतों में समान रूप से वितरित।
- **महत्व:**
  - पृथ्वी के निचले वातावरण को गर्म रखने में मदद करता है।
  - ग्रीनहाउस प्रभाव के लिए काफी हद तक जिम्मेदार है।
- **ओजोन:**
  - पृथ्वी की सतह पर बहुत कम मात्रा में पाया जाता है।
  - ऑक्सीजन के तीन परमाणुओं से बना है और ओजोनोस्फीयर में बहुतायत से पाया जाता है जो समताप मंडल में स्थित है।
  - ओजोन का उच्चतम स्तर आमतौर पर पृथ्वी की सतह से 19 से 23 किमी के बीच देखा जाता है।
  - समताप मंडल में अधिकांश ओजोन का निर्माण भूमध्य रेखा के ऊपर होता है।
  - इसे हवाओं द्वारा उच्च अक्षांशों की ओर ले जाया जाता है, जिससे विभिन्न क्षेत्रों में ओजोन का पुनर्वितरण होता है।
  - सामान्य परिस्थितियों में, उच्चतम ओजोन स्तर आमतौर पर कनाडाई आर्कटिक और साइबेरिया में पाए जाते हैं।
  - सबसे कम ओजोन सांद्रता भूमध्य रेखा पर पाई जाती है।
  - वायु संहति संचलन और स्थानीय मौसम की स्थिति जैसे कारकों के कारण ओजोन की सांद्रता में दैनिक भिन्नताएं होती हैं।
  - **महत्त्व:** सूर्य से हानिकारक पराबैंगनी सौर विकिरण को अवशोषित करते हैं।

| अच्छा ओजोन (Good Ozone) | खराब ओजोन (Bad Ozone) |
|---|---|
| समताप मंडलीय ओजोन। | • क्षोभमंडलीय ओजोन।<br>• इसे जमीन-स्तर/सतह-स्तर ओजोन के रूप में भी जाना जाता है |
| सूर्य की हानिकारक पराबैंगनी विकिरण से पृथ्वी की सतह की रक्षा के लिए एक ढाल के रूप में कार्य करता है।<br>अक्सर **इसे ''पृथ्वी की सनस्क्रीन'' कहा जाता है।** | • हानिकारक और मुख्य वायु प्रदूषकों में से एक।<br>• स्मॉग का मुख्य घटक। |
| | • सीधे हवा में उत्सर्जित नहीं।<br>• नाइट्रोजन के ऑक्साइड **(NOx)** और वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों **(VOC)** के बीच रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा निर्मित। |

### सूक्ष्मकण अथवा अभिकण, और एरोसॉल (Particulate Matter and Aerosols)

वायुमंडल में बड़ी संख्या में ठोस और तरल कण होते हैं जिन्हें सामूहिक रूप से एरोसॉल कहा जाता है।

सूक्ष्मकण अथवा अभिकण अथवा पार्टिकुलेट्स वायुमंडल में निलंबित ठोस होते हैं।

- पार्टिकुलेट एक प्रकार के एरोसोल हैं, लेकिन एरोसोल आवश्यक रूप से कण पदार्थ नहीं हैं।
  - इसमें समुद्र से धूल, धुआं, पराग और बीजाणु, ज्वालामुखी उत्सर्जन, बैक्टीरिया, प्रदूषक और लवण जैसे कण शामिल हैं।
  - ऊर्जा को अवशोषित करने और बारिश की बूंदों के निर्माण में एक आवश्यक भूमिका।

## वायुमंडल की संरचना (Structure of the atmosphere)

- वायुमंडल पृथ्वी की सतह से लगभग 660 किमी तक फैला हुआ है।
- 97% वायु पहले 25 किलोमीटर में संकेंद्रित है।
- ऊँचाई के साथ तापमान कैसे बदलता है, इसके आधार पर वायुमंडल को पाँच परतों/संस्तरों में बाँटा गया है।

## क्षोभ मंडल (Troposphere)

- क्षोभमंडल वायुमंडल का सबसे निचला भाग है।
- क्षोभमंडल ग्रीक शब्द "ट्रोपोस" से लिया गया है जिसका अर्थ है "टर्बुलेंस"।
- **क्षोभमंडल के लक्षण:**
  - समुद्र तल से 13-14 किलोमीटर की औसत ऊंचाई तक फैला हुआ है।
  - पृथ्वी की सतह से क्षोभमंडल की ऊँचाई ध्रुवों पर 8 किमी और भूमध्य रेखा पर 18 किमी।
  - भूमध्य रेखा पर क्षोभमंडल का विस्तार गर्म संवहन धाराओं की उपस्थिति के कारण होता है जो गैसों को ऊपर की ओर धकेलता है।
  - वायुमंडल के कुल गैसीय द्रव्यमान का 75% होता है।
  - क्षोभमंडल में जलवाष्प और एरोसोल मौजूद हैं।
    - ✓ यह इस परत में मौसम की गतिविधियों को ट्रिगर करता है।
  - क्षोभमंडल में तापमान अधिक ऊँचाई के साथ घटता जाता है।
  - क्षोभसीमा: वह क्षेत्र जहां तापमान में परिवर्तन होता है
  - हास दर में अचानक परिवर्तन 14 किलोमीटर की ऊंचाई पर होता है
  - क्षोभसीमा, समताप मंडल से क्षोभमंडल को अलग करता है।

### समतापमंडल (Stratosphere):

- यह दूसरी परत है जो क्षोभमंडल के ऊपर फैली हुई है।
- समताप मंडल क्षोभसीमा से पृथ्वी की सतह से 50 किमी की ऊँचाई तक फैला हुआ है।
- इस परत में तापमान कुछ ऊँचाई तक स्थिर रहता है लेकिन फिर ऋणात्मक/नकारात्मक ह्रास दर से बढ़ जाता है। यह अंतत: 50 किमी की ऊँचाई पर 0 डिग्री तक पहुँच जाता है।
- तापमान में वृद्धि ओजोनमंडल में ओजोन अणुओं द्वारा प्रकाश के अवशोषण के कारण होती है।
  - **ओजोन परत:** समताप मंडल के निचले हिस्से में अधिकतम ओजोन सांद्रता होती है और परत को **ओजोन परत** कहा जाता है।
  - ओजोन परत 15 किमी से 35 किमी की ऊँचाई के बीच सीमित होता है।
  - ओजोन परत सौर विकिरण की लगभग सभी पराबैंगनी किरणों को अवशोषित कर लेती है और पृथ्वी की सतह को अत्यधिक गर्म होने से बचाती है।
- समताप मंडल बादलों से लगभग मुक्त होता है तथा मौसमी घटनाओं की अनुपस्थिति के कारण, यह परत **वायुयानों की उड़ान के लिए आदर्श** मानी जाती है।
- कभी-कभी निचले समताप मंडल में **पक्षाभ बादल (cirrus clouds) दिखाई देते हैं, जिन्हें 'मदर-ऑफ-पर्ल क्लाउड्स' या 'नैक्रियस क्लाउड्स' ( मुक्ताभ मेघ )** के रूप में जाना जाता है।
- समताप मंडल की ऊपरी सीमा को **समतापसीमा (stratopause)** कहते हैं।

### मध्यमंडल (Mesosphere):

- वायुमण्डल की तीसरी परत है
- यह समतापमंडल के ऊपर पाई जाती है
- यह पृथ्वी की सतह से 50 किमी ऊपर से शुरू होकर 80 किमी तक फैला हुआ है।
- तापमान: ऊँचाई में वृद्धि के साथ तापमान कम होने लगता है।
- मेसोपॉज मेसोस्फीयर की बाहरी सीमा है।
  - यह पृथ्वी के वायुमंडल का सबसे ठंडा क्षेत्र है।
  - तापमान शून्य से 80 डिग्री सेल्सियस नीचे के आसपास है।
- ज्यादातर उल्कापिंड इसी परत में जल जाते हैं।

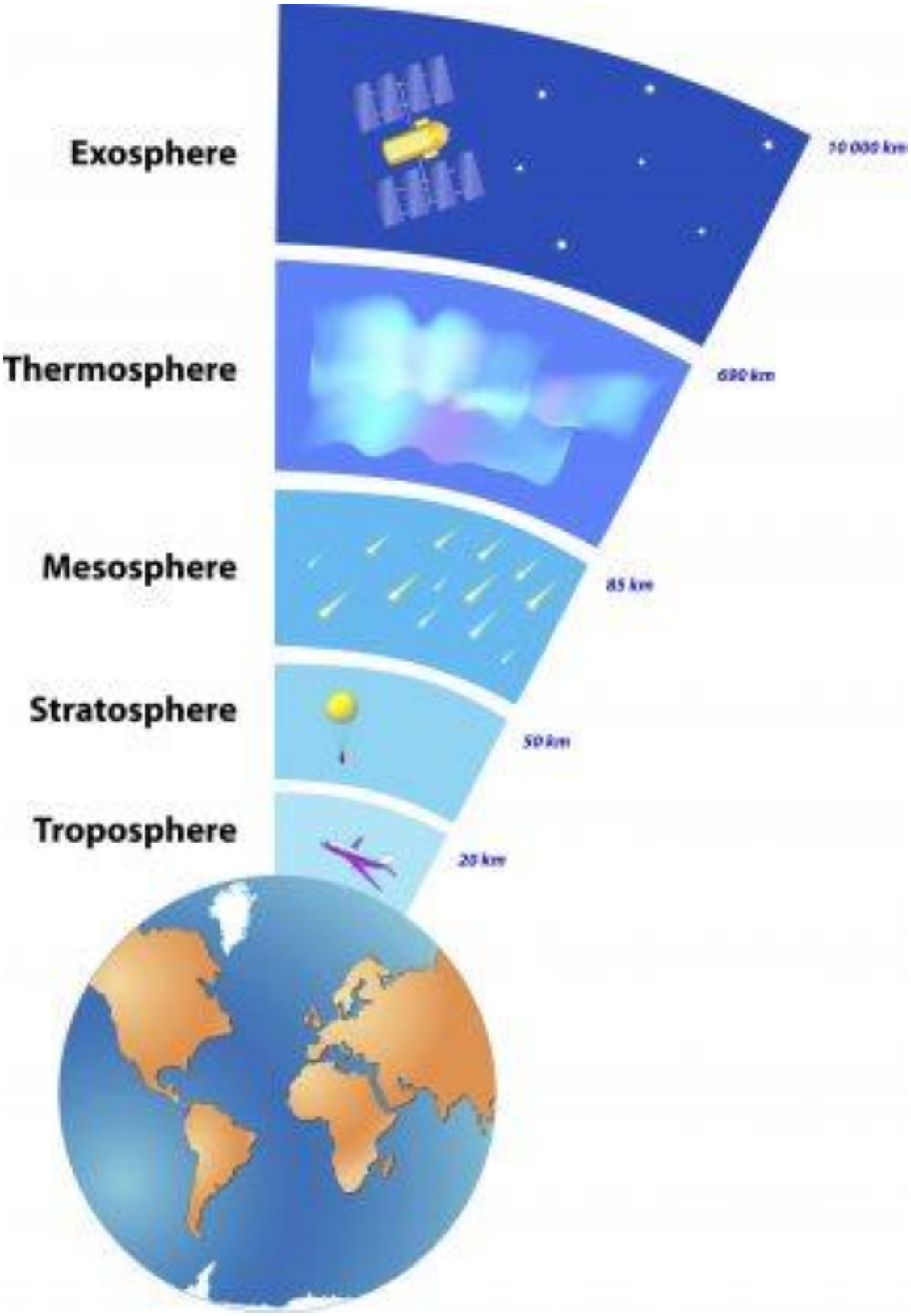
### आयनमंडल (Ionosphere):

- आयनमंडल मध्यसीमा के ऊपर 80 से 400 किमी तक स्थित है।
- इसमें विद्युत आवेशित कण होते हैं जिन्हें आयन कहते हैं।
- तापमान:ऊँचाई बढ़ने के साथ तापमान में वृद्धि होती है।
- पृथ्वी से प्रसारित होने वाली रेडियो तरंगें इसी परत में पृथ्वी पर परावर्तित होती हैं। इससे रेडियो प्रसारण संभव हो पाया है।
- यह परत विकिरण के हानिकारक लघुतरंग रूपों से पृथ्वी की रक्षा करने में मदद करती है।
- औरोरा (ध्रुवीय ज्योति) आयनमंडल में पाए जाते हैं।

### बहिर्मंडल/ बाह्यमंडल (Exosphere)

- यह वायुमंडल की सबसे ऊपरी परत है।
- यह पृथ्वी की सतह से 400 किलोमीटर से आगे ऊपर तक फैला हुआ है।
- इस परत में हवा बहुत विरल होती है।
- इसमें हाइड्रोजन और हीलियम गैसों की प्रधानता है।
- इस परत में तापमान धीरे-धीरे बढ़ता है।

# वायुमंडल की संरचना


Exosphere
10 000 km
Thermosphere
690 km
Mesosphere
85 km
Stratosphere
50 km
Troposphere
20 km

**मिशन पृथ्वी विज्ञान**

**पृथ्वी** विज्ञान मंत्रालय ने पृथ्वी विज्ञान योजना शुरू की

**योजना के बारे में:**

- यह 4,797 करोड़ रुपये के बजट के साथ 2021-26 के लिए केंद्रीय मंत्रिमंडल द्वारा अनुमोदित एक व्यापक योजना है।

**इसके तहत उप-योजनाएं:**

- **ACROSS:** वायुमंडलीय अनुसंधान और जलवायु मॉडलिंग पर ध्यान केंद्रित करता है
- O-SMART: महासागर सेवाओं और प्रौद्योगिकी के लिए
- पेसर: ध्रुवीय विज्ञान अनुसंधान से संबंधित है
- SAGE: भूकंप विज्ञान और भूविज्ञान अध्ययन के लिए
- रीचआउट: अनुसंधान, शिक्षा और प्रशिक्षण शामिल है

## वायुमंडलीय तापमान (Atmospheric Temperature)

वायुमंडल के गर्म होने और ठंडा होने की प्रक्रियाएँ

| विकिरण (Radiation) | चालन (Conduction) | संवहन (Convection) | अभिवहन (Advection) |
|---|---|---|---|
| विकिरण की प्रक्रिया द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण तब होता है जब ऊष्मा तरंगें या ऊर्जा, विद्युत-चुंबकीय विकिरण के रूप में उत्सर्जित होती हैं | जब अलग-अलग तापमान की दो वस्तुएँ संपर्क में आती हैं, तो ऊष्मा ऊर्जा गर्म वस्तु से ठंडी वस्तु की ओर तब तक प्रवाहित होती है जब तक कि साम्यावस्था प्राप्त नहीं हो जाती। | संवहन, तरल (द्रव या गैस) के एक भाग से दूसरे भाग में स्वयं कणों की गति द्वारा ऊष्मा ऊर्जा का स्थानांतरण है। | यह तरल पदार्थ के गर्म अणुओं की ठंडे अणुओं की ओर क्षैतिज रूप से गति के परिणामस्वरूप होने वाला ऊष्मा का स्थानांतरण है। |
| ऊष्मा स्थानांतरण के लिए किसी भी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। ऊष्मा को निर्वात स्थान में भी स्थानांतरित किया जा सकता है। | ऊष्मा स्थानांतरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। | ऊष्मा स्थानांतरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। | ऊष्मा स्थानांतरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। |
| विद्युत चुम्बकीय विकिरण के माध्यम से ऊष्मा का स्थानांतरण में निकायों के बीच किसी भौतिक संपर्क की आवश्यकता नहीं होती है। | सीधे संपर्क के माध्यम से ऊष्मा स्थानांतरण। भौतिक संपर्क की आवश्यकता होती है। | तापमान अंतर के कारण मध्यस्थ पदार्थों के माध्यम से ऊष्मा का स्थानान्तरण होता है। | दाब और तापमान के अंतर के कारण मध्यस्थ पदार्थों के माध्यम से ऊष्मा का स्थानान्तरण होता है। |
| ऊष्मा स्थानांतरण की दर तेज होती है। | ऊष्मा स्थानांतरण की दर धीमी होती है। | ऊष्मा स्थानांतरण की दर धीमी होती है। | ऊष्मा स्थानांतरण की दर धीमी होती है। |
| दो निकायों के बीच ऊष्मा का स्थानांतरण ज्यादातर माध्यम के साथ या बिना माध्यम के होता है। | ठोस पदार्थों में आणविक टकराव के माध्यम से होता है। | तरल (द्रव एवं गैस) में अणुओं में उर्ध्वाधर दिशा में ऊष्मा के प्रवाह द्वारा होता है। | तरल में अणुओं में उष्मा के क्षैतिज दिशा में प्रवाहित होने से होता है। |

## सूर्यातप (Insolation)

किसी निश्चित समय में किसी सतह पर प्राप्त सौर विकिरण की मात्रा सूर्यातप है।

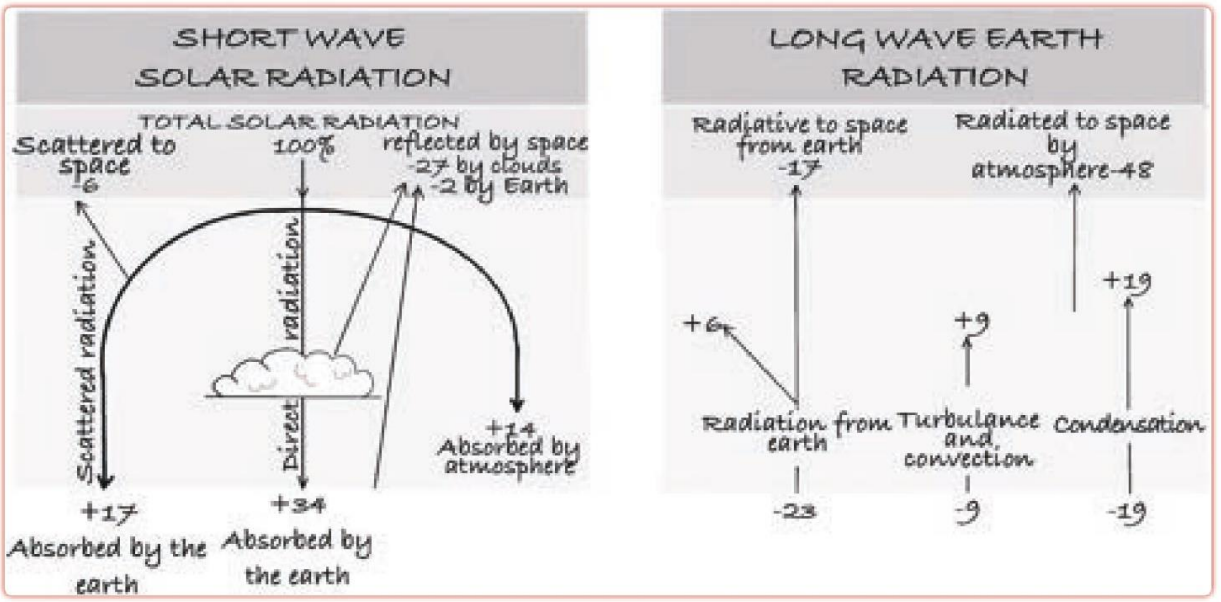
- ऊर्जा का केवल एक छोटा अंश इसके छोटे सापेक्ष आकार और सूर्य से अधिक दूरी के कारण पृथ्वी तक पहुंचता है।
- इसे लैंगली **(Ly) में मापा जाता है,**
- पृथ्वी अपने वायुमंडल के शीर्ष पर औसतन 1.94 कैलोरी प्रति वर्ग सेंटीमीटर प्रति मिनट (लगभग 2 लैंगली) प्राप्त करती है।

### सूर्यातप को प्रभावित करने वाले कारक (Factors influencing insolation)

- स्थलाकृतिक विविधताएँ।
- अण्डाकार पथ में पृथ्वी की परिक्रमा।
- पृथ्वी का अपने अक्ष पर घूर्णन
- दिन की लंबाई।
- वायुमंडल की पारदर्शिता।

## ऊष्मा बजट (Heat Budget)

- यह आने वाले सौर विकिरण और बाहर जाने वाले स्थलीय विकिरण के बीच का संतुलन है
- अक्षांशीय ऊष्मा संतुलन: उष्ण कटिबंध से अतिरिक्त ऊष्मा ऊर्जा को समुद्री धाराओं, वायु प्रवाह, वायु परिसंचरण आदि द्वारा ध्रुवों की ओर पुनर्वितरित किया जाता है।




## तापमान (Temperature)

- यह किसी पदार्थ की ऊष्मा की सापेक्ष स्थिति है।
  - ऊष्मा वह ऊर्जा है जो चीजों या वस्तुओं को गर्म बनाती है, जबकि तापमान ऊष्मा की तीव्रता को मापता है।

### तापमान के वितरण को प्रभावित करने वाले कारक (Factors influencing distribution of temperature)

- **किसी क्षेत्र का अक्षांश**
  - भूमध्य रेखा के पास, सूर्य की किरणें वर्ष भर सीधे सतह पर पड़ती हैं, जिसके परिणामस्वरूप उच्च तापमान होता है।
  - भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर हवा के तापमान में धीरे-धीरे कमी आ रही है।
- **किसी क्षेत्र की ऊँचाई:**
  - ऊंचाई बढ़ने के साथ तापमान आमतौर पर घटता जाता है।
  - ऊंचाई के साथ तापमान जिस दर से घटता है उसे सामान्य ह्रास दर कहा जाता है।
  - यह प्रति 1,000 मीटर पर 6.5 C है।
- **भूमि और जल का विभेदक तापन:**
  - भूमि की सतह पानी की सतह की तुलना में तेजी से गर्म होती है।
  - भूमि और पानी की सतह पर हवा का तापमान एक निश्चित समय पर समान नहीं होता है।
  - गर्मियों में समुद्र का पानी भूमि की तुलना में ठंडा होता है और सर्दियों में भूमि समुद्री पानी की तुलना में ठंडी होती है।
- **समुद्र से किसी क्षेत्र की दूरी:**
  - तट के पास दैनिक तापमान का दायरा कम होता है और तट से दूरी बढ़ने के साथ बढ़ता जाता है।
- **महासागरीय धाराओं का प्रभाव:**
  - गर्म समुद्री धाराएँ उष्ण कटिबंध और उपोष्णकटिबंधीय के पूर्वी तट और उच्च अक्षांशों के पश्चिमी तट के साथ बहती हैं।
  - ठंडी समुद्री धाराएँ उच्च अक्षांशों के पूर्वी तट और उष्ण कटिबंध और उपोष्णकटिबंधीय के पश्चिमी तट के साथ बहती हैं।
  - उदा. उत्तरी अटलांटिक बहाव, जो गल्फ स्ट्रीम का विस्तार है, यह सुनिश्चित करता है कि पश्चिमी यूरोप के तटीय क्षेत्र बर्फ मुक्त बंदरगाह बने रहें।

**वायुराशि का प्रभाव:**

- ऊष्ण वायुराशि के प्रभाव वाले क्षेत्रों में उच्च तापमान का अनुभव होता है
- शीत वायुराशि के प्रभाव वाले क्षेत्रों में कम तापमान का अनुभव होता है।

- **स्थानीय पवनों का प्रभाव:**
  - इन हवाओं का प्रभाव उनके चलने की अवधि तक ही सीमित होता है।

- उदाहरण के लिए, स्थानीय हवाएँ, जैसे कि फ्रांस की ठंडी मिस्ट्रल, तापमान को काफी कम कर देती हैं, जबकि सहारा रेगिस्तान से सिरोको जैसी गर्म हवाएँ इटली और माल्टा का तापमान बढ़ा देती हैं।

- **तूफानों का प्रभाव:** शीतोष्ण तूफानों के आगमन के दौरान तापमान बढ़ जाता है, जो उसके बाद तेजी से गिरता है।

- **अवस्थिति एवं ढाल:**
  - पर्वतों के सूर्य मुखी **(sun facing)** ढालों पर उच्च सूर्यातप के कारण उच्च तापमान होता है।
  - तीक्ष्ण या तीव्र ढाल पर तापमान में तेजी से परिवर्तन होता है, न कि मंद ढाल पर।
  - पूर्व-पश्चिम दिशा में सरेखित पर्वत जैसे हिमालय, आल्प्स आदि के दक्षिणी ढाल (अर्थात **sunny slope**) पर तापमान अधिक तथा उत्तरी ढाल (अर्थात **sheltered slope**) पर तापमान कम पाया जाता हैं।

- **क्षेत्र की प्रकृति:**
- पृथ्वी की सतह का रंग, वनस्पति, मिट्टी, भूमि उपयोग, हिम आवरण आदि किसी स्थान के तापमान को प्रभावित करते हैं।
- उदाहरण के लिए, उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय रेगिस्तानों में, रेतीली सतहें उच्च तापमान प्रदर्शित करती हैं क्योंकि वे अधिकांश सौर विकिरण को अवशोषित करती हैं।

## तापमान का क्षैतिज वितरण

- पृथ्वी पर विभिन्न अक्षांशों में तापमान वितरण का अध्ययन **समताप रेखाओं** के माध्यम से किया जाता है- काल्पनिक रेखाएं जो समान तापमान के बिंदुओं को जोड़ती हैं।
- समताप रेखाएँ प्राय: अक्षांश रेखाओं के साथ सरेखित होती हैं।
- समताप प्रतिरूपों में उल्लेखनीय विचलन जनवरी में होते हैं, विशेष रूप से उत्तरी गोलार्ध में दक्षिणी गोलार्ध की तुलना में इसके बड़े भूभाग के कारण।

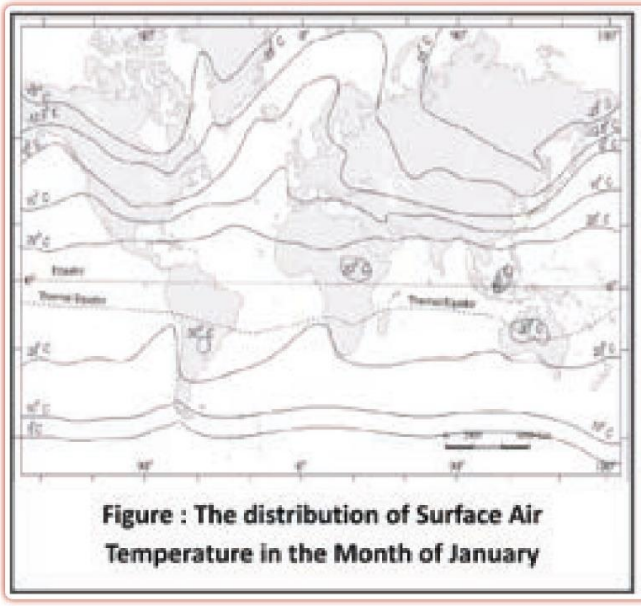


Figure : The distribution of Surface Air Temperature in the Month of January

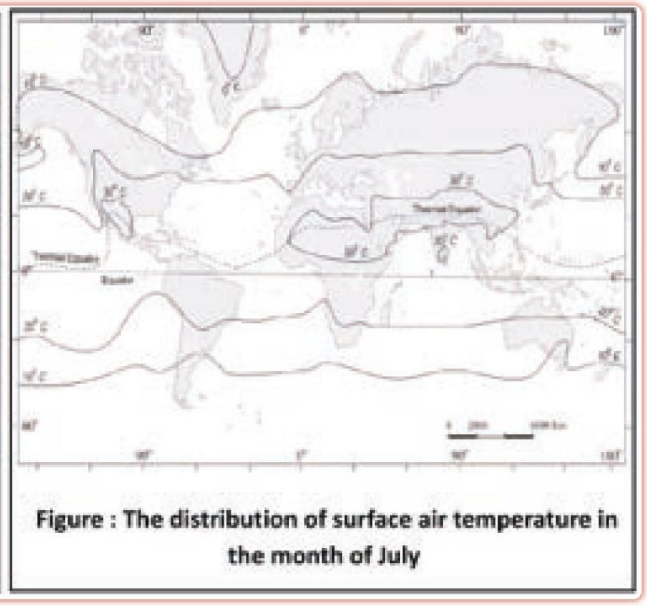


Figure : The distribution of surface air temperature in the month of July

### तापमान का व्युत्क्रमण (Temperature Inversion):

तापमान व्युत्क्रमण को क्षोभमंडल के भीतर तापमान के सामान्य व्यवहार के उत्क्रमण के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जहाँ ठंडी हवा धरातल के समीप होती है और गर्म हवा ऊपर होती है।

### तापमान व्युत्क्रमण के लिए अनुकूल दशाएँ (Conditions leading to temperature inversion):

- सर्दियों वाली लंबी रातें
- साफ, बादल रहित आकाश
- जमीन की सतह के पास शुष्क हवा पृथ्वी की सतह से निकलने वाली गर्मी के अवशोषण को सीमित कर देती है।
- हवा की धीमी गति के परिणामस्वरूप वायुमंडल की निचली परतों में गर्मी का स्थानांतरण या मिश्रण नहीं हो पाता है।
- बर्फ से ढकी जमीन की सतह पर आने वाले सौर विकिरण के परावर्तन के माध्यम से गर्मी की अधिकतम हानि होती है।

## वेट बल्ब तापमान (Wet Bulb Temperature)

**संदर्भ :** जलवायु परिवर्तन पर अंतर सरकारी पैनल (आईपीसीसी) की छठी मूल्यांकन रिपोर्ट के भाग-2 में दक्षिण एशिया में 'वेट बल्ब' तापमान की प्रवृत्ति के बारे में उल्लेख किया गया है।

### वेट बल्ब तापमान के बारे में

- वेट बल्ब तापमान (WBT) वह न्यूनतम तापमान है जिस पर एक स्थिर दबाव पर हवा में पानी को वाष्पित करके हवा को ठंडा किया जा सकता है।
- डब्ल्यूबीटी गर्मी और आर्द्रता की एक सीमा है, जिसके आगे लोग उच्च तापमान को सहन नहीं कर सकते हैं।
- वेट-बल्ब का तापमान हमेशा ड्राई-बल्ब तापमान से कम होता है, लेकिन 100 प्रतिशत सापेक्ष आर्द्रता पर ये समान होते हैं (जब हवा संतृप्त रेखा पर होती है)।
- 31 डिग्री सेल्सियस का वेट-बल्ब तापमान मनुष्यों के लिए बेहद हानिकारक है, और 35 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर 6 घंटे से अधिक समय तक जीवित नहीं रहा जा सकता है।

| तापमान व्युत्क्रमण के प्रकार | विशेषताएँ |
|---|---|
| **भू-पृष्ठीय या धरातलीय व्युत्क्रमण** (Surface Inversion) | यह घटना तब होती है जब ठंडी सतह के संपर्क में आने से वायु ठंडी हो जाती है। इस कारण वायु की निचली परत शीघ्र ठंडी हो जाती है, जबकि ऊपरी परत अभी गर्म ही रहती है।<br>• ज्यादातर स्वच्छ रातों में होता है जब विकिरण द्वारा जमीन तेजी से ठंडी होती है।<br>• यदि सतह की हवा का तापमान ओसांक से नीचे चला जाता है, तो इसके परिणामस्वरूप कोहरा हो सकता है।<br>• अधिकांश **धरातलीय** व्युत्क्रमण जमीनी स्तर पर पाए जाते हैं। |
| **विकिरण प्रतिलोमन** (Radiational Inversion) | • ये सर्दियों की लंबी, ठंडी रात में विकसित होते हैं जब एक भू-पृष्ठ दीर्घतरंग विकिरण को साफ और शांत आकाश में तेजी से उत्सर्जित करती है। ठंडी जमीन फिर ऊपर की हवा को चालन द्वारा ठंडा करती है।<br>– ठंडी जमीन तब चालन की प्रक्रिया द्वारा ऊपर की हवा को ठंडा करती है।<br>– अपेक्षाकृत कम समय में, क्षोभमंडल के सबसे कम कुछ सौ मीटर ऊपर की हवा की तुलना में ठंडे हो जाते हैं, और एक तापमान व्युत्क्रमण होता है।<br>• मुख्य रूप से सर्दियों में होते हैं क्योंकि आने वाले सौर ताप के लिए केवल एक छोटी दिन की अवधि होती है और विकिरण शीतलन के लिए लंबी रात होती है।<br>• उच्च अक्षांशों में अधिक घटित। |
| **अभिवहन व्युत्क्रमण** (Advection inversion) | • यह तब विकसित होता है जब किसी क्षेत्र में ठंडी हवा का क्षैतिज प्रवाह होता है।<br>• तटीय क्षेत्र में बहने वाली ठंडी समुद्री हवा वाली परिस्थिति में आम।<br>• आमतौर पर अल्पकालिक।<br>वर्ष के किसी भी समय हो सकता है, अपेक्षाकृत ठंडी सतह के स्थान और हवा की गति पर निर्भर करता है। |
| **वायु प्रवाह व्युत्क्रमण** (Air Drainage Inversion) | एक अन्य प्रकार का धरातलीय प्रतिलोमन तब होता है जब ठंडी हवा ढलान से नीचे घाटी में खिसक जाती है, जिससे थोड़ी गर्म हवा विस्थापित हो जाती है। |
| **अवतलीय व्युत्क्रमण** (Subsidence inversion) | • ऊपरी वायु में तापमान का व्युत्क्रमण लगभग हमेशा ऊपर से नीचे आने वाली हवा का परिणाम होता है।<br>• अवतलीय व्युत्क्रमण आमतौर पर उच्च दाब की स्थिति से जुड़े होते हैं, जो विशेष रूप से पूरे वर्ष उपोष्णकटिबंधीय अक्षांशों और सर्दियों में उत्तरी गोलार्ध के महाद्वीपों की विशेषता होती है।<br>• काफी गहरा हो सकता है (कभी-कभी कई हजार मीटर), और इसका आधार आमतौर पर जमीन से कुछ सौ मीटर ऊपर होता है, क्योंकि निम्न-स्तर का टर्बुलेंस गर्म हवा को नीचे जाने से रोकती है। |
| **फ्रंटल व्युत्क्रम** | • तब होता है जब एक ठंडी वायु संहति, एक गर्म वायु संहति के नीचे आता है और इसे ऊपर उठाता है; दो वायु संहति के बीच ऊपर गर्म हवा और नीचे ठंडी हवा होती है।<br>• पर्याप्त ढाल होती है, आर्द्रता अधिक हो सकती है, और इसके ठीक ऊपर बादल मौजूद हो सकते हैं |

**तापमान व्युत्क्रमण का महत्व (Significance of temperature inversion):**

- तापमान व्युत्क्रमण वर्षण में मदद करता है, जिससे बादल बनते हैं पाला **(frost)** पड़ता है।
- तापमान व्युत्क्रमण वायुमंडल में स्थिरता लाता है।
- कभी-कभी यह संवहन बादलों को ऊँचे उठने से रोकता है, इस कारण वर्षा कम होती है।
- तापमान व्युत्क्रमण के कारण बनने वाला कोहरा दृश्यता को कम करता है और परिवहन के लिए एक चिंता का विषय है।
- तीव्र गरज और बवंडर तापमान व्युत्क्रमण के साथ जुड़े हुए हैं

## ताप कटिबंध (Temperature Zones)

| क्षेत्र | विस्तार | जलवायु विशेषताएं | वनस्पति |
|---|---|---|---|
| **उष्णकटिबंधीय क्षेत्र** | कर्क रेखा (23.5°N) और मकर रेखा (23.5°S) के बीच। | वर्ष के दौरान कम से कम एक बार सीधे सूर्य के प्रकाश प्राप्त करता है, और उच्च तापमान सुनिश्चित करता है। इसमें उष्ण रेगिस्तान, सूडान, मानसूनी और गर्म और आर्द्र भूमध्यरेखीय जलवायु शामिल हैं। | मरुस्थली वनस्पति, भूमध्यरेखीय वर्षा वन, मानसून वन, सवाना घास के मैदान |
| **शीतोष्ण कटिबंध** | यह कर्क रेखा से उत्तरी गोलार्ध में आर्कटिक वृत्त तक और मकर रेखा से दक्षिणी गोलार्ध में अंटार्कटिक वृत्त तक फैला हुआ है। | सूर्य की किरणें मध्यम कोण पर पड़ती हैं। पश्चिमी ब्रिटिश, साइबेरियन, चीन, लॉरेंशियन और भूमध्यसागरीय जलवायु शामिल हैं। | पर्णपाती वन, सदाबहार शंकुधारी वन, उष्ण और आर्द्र वन, भूमध्यसागरीय वन और झाड़ियाँ। |
| **शीत कटिबंध** | आर्कटिक सर्कल के उत्तर और अंटार्कटिक सर्कल के दक्षिण के क्षेत्रों को शामिल करता है। | निम्न तापमान, स्थायी बर्फ और सालाना कई महीनों तक न्यूनतम धूप इसकी विशेषता है। जलवायु आर्कटिक या ध्रुवीय प्रकार की होती है, जिसमें चरम ठंड और न्यूनतम वर्षा होती है। | टुंड्रा |

# वायुमंडलीय दाब एवं पवनें

## पवन (Wind)

- वायुमंडलीय गति में क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर दोनों गति शामिल होती है।
- छोटे पैमाने पर लंबवत गतियों को आमतौर पर ऊपर की ओर संचरण (अपड्राफ्ट) और नीचे की ओर संचरण (डाउनड्राफ्ट) के रूप में जाना जाता है।
- बड़े पैमाने पर ऊर्ध्वाधर गति को **आरोहण (Ascents) और अवतलन (Subsidences)** कहा जाता है।
- **पवन:** वायु की क्षैतिज गति को पवन कहते हैं।
  - **पवन का निर्माण:** पृथ्वी की सतह के विभिन्न भागों के असमान तापन के परिणामस्वरूप ताप प्रवणता उत्पन्न होती है, फलस्वरूप दाब प्रवणता निर्मित होती है, जो पवन की गति को प्रेरित करती है।
  - **वायु की दिशा का मापन:**
    - ✓ पवन की दिशा को एनीमोमीटर नामक उपकरण द्वारा मापा जाता है।
    - ✓ पवन के संचरण की दिशा को मापने के लिए वात दिग्दर्शक (विंडवेन्स) का भी उपयोग किया जाता है।

## पवन की चाल और गति को प्रभावित करने वाले कारक (Factors Affecting Wind Speed and Movement)

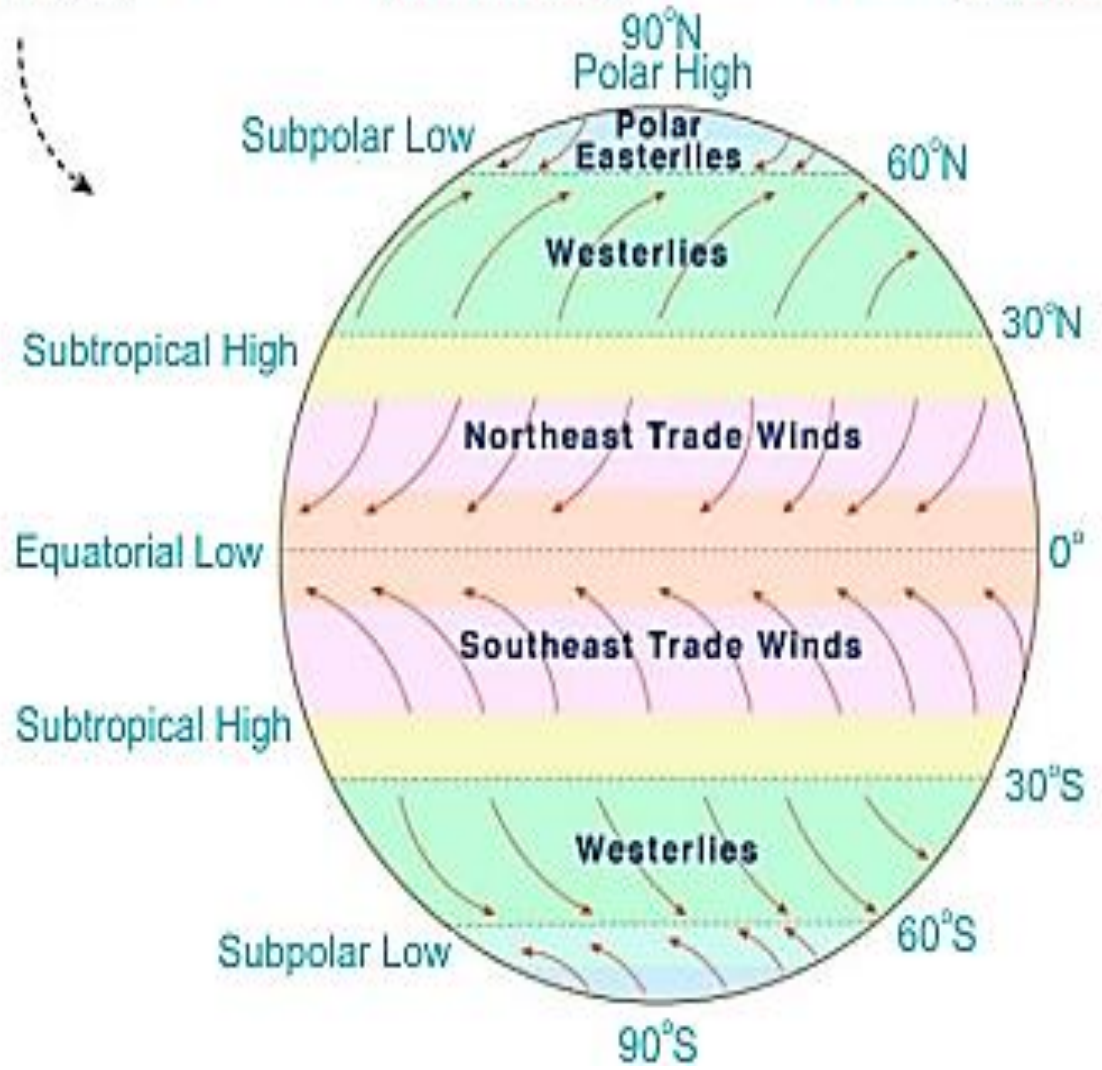
- सूर्य पृथ्वी की सतह को असमान रूप से गर्म करता है।
- **दाब प्रवणता:** दाब प्रवणता बल के कारण वायु उच्च दाब से निम्न दाब क्षेत्रों की ओर चलती है।
- **कोरिओलिस प्रभाव:** पृथ्वी के घूर्णन के कारण गतिशील वस्तुएँ उत्तरी गोलार्ध में दाईं ओर तथा दक्षिणी गोलार्ध में बाईं ओर विक्षेपित हो जाती हैं।
  - ध्रुवों के पास इसका प्रभाव अधिक होता है और भूमध्य रेखा की ओर कम होता जाता है। तेज गति से चलने वाली वस्तुओं को धीमी गति से चलने वाली वस्तुओं की तुलना में अधिक विक्षेपण का अनुभव होता है।
- **घर्षण:**
  - यह सतह के निकट सबसे अधिक प्रबल होता है और वायु की गति को धीमा कर देता है तथा कोरिओलिस प्रभाव के प्रभाव को कम कर देता है।
  - समुद्र के ऊपर घर्षण न्यूनतम हो जाता है।

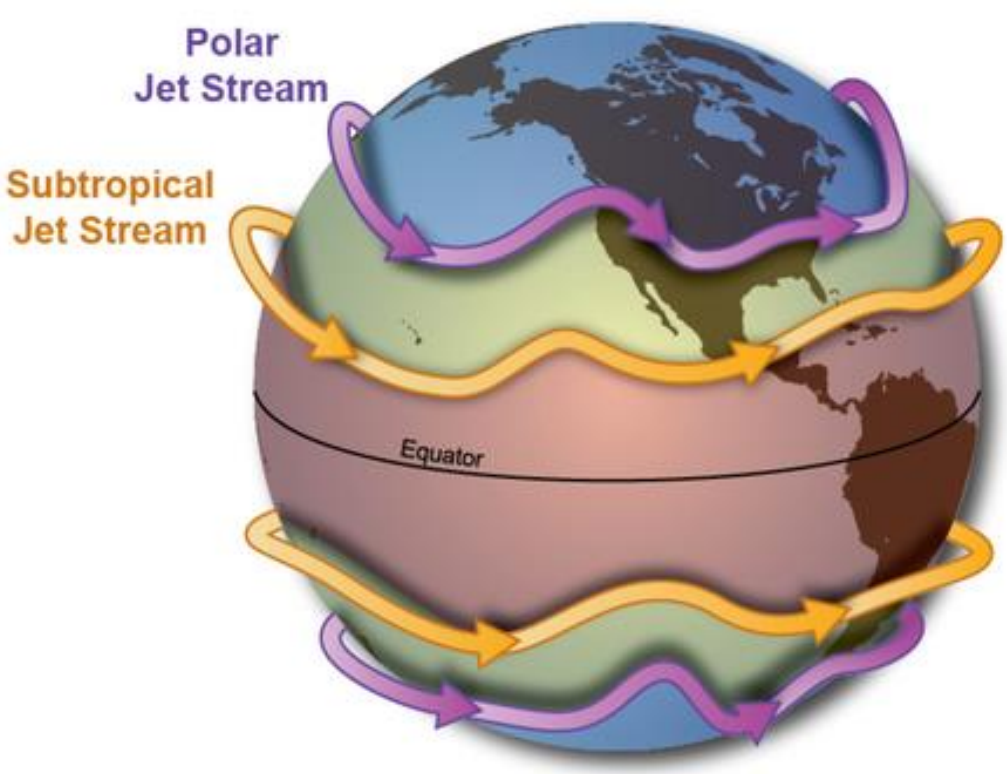
# Types of Wind

**Primary (Planetary)**
- Trade Winds
- Westerlies
- Polar Easterlies

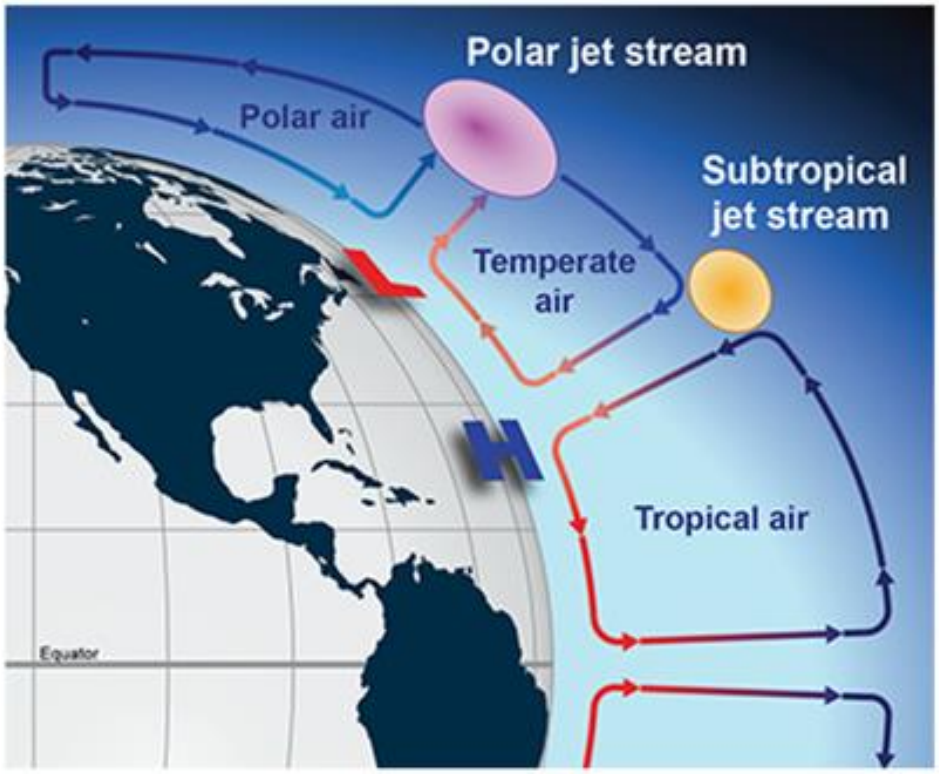
**Secondary (Periodic)**
- Monsoons
- Land and Sea Breezes
- Mountain and Valley Breezes

**Tertiary (Local)**
- Chinook (USA & Canada)
- Foehn (Alps & Switzerland)
- Sirocco (Sahara)




Polar
Jet Stream
Subtropical
Jet Stream
Equator

(a)


Polar jet stream
Polar air
Subtropical
jet stream
Temperate
air
Tropical air
Equator

(b)

- **अभिकेन्द्रीय बल**
  - जब समदाब रेखाएं वक्रित होती हैं (जैसे, चक्रवातों के आसपास), अभिकेन्द्रीय बल पवन को अंदर की ओर खींचता है।
  - यह बल, दाब प्रवणता और कोरिओलिस प्रभाव के साथ, घुमावदार पथ पर चलने वाली पवनों को प्रभावित करता है।
  - इन तीन बलों द्वारा संतुलित पवनों को प्रवणता पवन **(gradient winds)** कहा जाता है।

## पवनों के प्रकार (Classification of Winds)

### ग्रहीय पवनें (Planetary Winds)

- ये पूरे वर्ष एक ही दिशा में उच्च दाब पेटी से निम्न दाब पेटी की ओर बहने वाली पवनें हैं।
- **ग्रहीय पवनों की गति के पैटर्न को प्रभावित करने वाले कारक**
  - वायुमंडलीय तापन में अक्षांशीय परिवर्तन;
  - दबाव पेटियों का उद्भव;
  - सूर्य के स्पष्ट पथ का अनुसरण करते हुए पेटियों का प्रवास;
  - महाद्वीपों और महासागरों का वितरण;
  - पृथ्वी का घूर्णन।

### ग्रहीय पवनों का वर्गीकरण

**1. व्यापारिक पवनें या उष्णकटिबंधीय पूर्वी पवनें**

- ट्रेड शब्द की उत्पत्ति जर्मन शब्द 'ट्रेड' से हुई है जिसका अर्थ है पथ। ट्रेड के प्रवाहित होने का अर्थ है एक ही दिशा में लगातार और एक ही मार्ग से प्रवाहित होना।
- उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब से भूमध्यरेखीय निम्नदाब की ओर प्रवाहित होती हैं
- ये पवनें पृथ्वी की सतह पर 30°N और 30°S के बीच के क्षेत्र तक सीमित हैं।
- कोरिओलिस प्रभाव के कारण उत्तरी व्यापारिक पवनें उत्तर-पूर्व दिशा में उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब से चलती हैं।
- दक्षिणी गोलार्ध में व्यापारिक पवनें उपोष्णकटिबंधीय उच्च से दक्षिण-पूर्व दिशा से भूमध्यरेखीय निम्न दाब की ओर चलती हैं।

**2. पश्चिमी या पछुआ पवनें**

- उपोष्ण कटिबंधीय उच्च दाब पेटियों से उपध्रुवीय निम्न दाब पेटियों की ओर चलने वाली पवनें हैं।
- ये उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिण-पश्चिम से उत्तर-पूर्व की ओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में उत्तर-पश्चिम से दक्षिण-पूर्व की ओर चलती हैं।
- दक्षिणी गोलार्ध की पछुआ पवनें जलीय भाग के व्यापक विस्तार के कारण अधिक शक्तिशाली और स्थिर होती हैं।
- जबकि उत्तरी गोलार्ध की विशाल भू-भाग के असमान उच्चावच के कारण अनियमित होती हैं।
- इन्हें 40 डिग्री दक्षिण, 50 डिग्री दक्षिण और 60 डिग्री दक्षिण अक्षांशों पर क्रमशः गरजती चालीसा **(roaring forties)**, प्रचंड पचासा **(furious fifties)** और चीखतासाठा **(screaming siñties)** कहते हैं।

**3. ध्रुवीय पूर्वी पवनें**

- ध्रुवीय क्षेत्रों से उप-ध्रुवीय निम्न दाब की ओर चलती हैं।
- उत्तरी गोलार्द्ध में इनकी दिशा उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम की ओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिण-पूर्व से उत्तर-पश्चिम की ओर होती है।

### आवधिक/मौसमी पवनें (Periodic/Seasonal Winds)

- ये वे पवनें हैं जो ऋतु परिवर्तन के साथ अपनी दिशा बदलती हैं।

**1. मानसून:** किसी क्षेत्र में प्रचलित या सबसे प्रबल पवनों की दिशा में होने वाला मौसमी परिवर्तन।

- मानसूनी जलवायु विश्व के उष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण क्षेत्रों में होने वाली एक सामान्य घटना है।

**2. स्थलीय समीर और समुद्री समीर**

- तटीय क्षेत्रों में स्थानीय पवन का दैनिक चक्र।
- स्थल और जल के विभेदी तापन के कारण होता है, जो कम और उच्च दबाव पैदा करता है।
- **समुद्री समीर:**
  - दिन के समय आसपास के जल की तुलना में स्थल अधिक तेजी से गर्म हो जाता है जिसके परिणामस्वरूप गर्म वायु ऊपर उठती है और स्थलीय भाग पर निम्न दाब का क्षेत्र बनता है।
  - पानी की उच्च विशिष्ट ऊष्मा के कारण, यह धीरे-धीरे गर्म होता है, और जलीय सतह पर एक उच्च दबाव क्षेत्र बनता है।
  - दाब प्रवणता विकसित होती है और इसके कारण वायु उच्च दबाव से निम्न दबाव की ओर, अर्थात समुद्र से स्थल की ओर बहती है।
- **स्थल समीर**
  - रात में स्थिति इसके विपरीत हो जाती है।
  - स्थल और आस-पास की वायु जल निकाय की तुलना में अधिक तेजी से ठंडी हो जाती है।
  - इस प्रकार, स्थल पर उच्च दबाव होता है, जबकि समुद्र में तुलनात्मक रूप से कम दबाव का क्षेत्र होता है।
  - स्थल से समुद्र की ओर एक हल्की वायु चलती है।

**3. पर्वतीय एवं घाटी समीर**

- **घाटी समीर/ एनाबैटिक पवन:**
  - दिन के समय, घाटियों की तुलना में ढलानें अधिक गर्म हो जाती हैं।

- ढलानों पर निम्न दबाव होता है जबकि नीचे की घाटियों में तुलनात्मक रूप से अधिक होता है।
- वायु ढलान से ऊपर की ओर प्रवाहित होती है।
- ढलानों के गर्म होने के कारण उत्पन्न शून्य को भरने के लिए हवा घाटी से ढलानों की ओर चलती है।
- इसके साथ पर्वत चोटियों के पास कपासी (क्यूम्यलस) मेघ का निर्माण होता है जिससे पर्वतीय वर्षा होती है।

- **पर्वतीय समीर/ कैटाबैटिक पवन**
  - रात के समय ढलानें ठंडी हो जाती हैं।
  - सघन हवा वायु पर्वतीय पवन के रूप में घाटी में उतरती है।
  - ऊंचे स्थानों (ऊंचे पठारों और बर्फ के मैदानों) की ठंडी हवा घाटी में बहती है।

### स्थानीय पवनें (Local Winds)

- ये पवनें तापमान और दबाव में स्थानीय अंतर के कारण विकसित होती हैं।
- ये छोटे क्षेत्रों को प्रभावित करती हैं और क्षोभमंडल के सबसे निचले स्तर तक सीमित रहती हैं।

### शीत स्थानीय पवनें

| पवन | क्षेत्र | विवरण |
|---|---|---|
| **बर्फीला तूफान** | रॉकी पर्वत | ठंडी, शुष्क बर्फ युक्त पवन। |
| **बोरा** | एड्रियाटिक तट | यूगोस्लाविया के पहाड़ी इलाकों में ठंडा, शुष्क शीतकाल |
| **बुरान** | मध्य एशिया और रूस | ठंडी, तेज उत्तर-पूर्वी पवनें, जो मुख्यतः शीतकाल के दौरान चलती हैं |
| **मिस्ट्रल** | रोन घाटी | फ्रांस में आल्प्स पर्वतमाला से एक तेज, ठंडी, शुष्क और प्रचंड पवन उत्पन्न होती है। यह उत्तर या उत्तर-पश्चिम से रोन घाटी के माध्यम से भूमध्य सागर की ओर बहती है। यह वर्ष के किसी भी समय चल सकती है। |
| **नार्थर** | टेक्सास, मैक्सिको की खाड़ी से लेकर पश्चिमी कैरिबियन तक | ठंडी, तेज, उत्तरी हवा।<br>आमतौर पर तड़ितझंझा या ओलावृष्टि से जुड़ी होती है। |

### उष्ण स्थानीय पवनें

| पवन | क्षेत्र | विवरण |
|---|---|---|
| **लू** | उत्तरी भारत और पाकिस्तान के मैदान | अत्यधिक उष्ण और शुष्क पवन, जो मई और जून के महीनों में आमतौर पर दोपहर में चलती है |
| **फॉन** | आल्प्स पर्वत | एक उष्ण, शुष्क, तेज पवन जो एक पर्वत के पवनविमुखी भाग ओर निचली ढलानों पर चलती है |

| पवन | क्षेत्र | विवरण |
|---|---|---|
| चिनूक | रॉकीज की पूर्वी ढलानें | बर्फ को वाष्पित करने की क्षमता वाली एक बहुत शुष्क और गर्म पवन। चिनूक का अर्थ है- शहिम भक्षकश |
| सिरोका | सहारा मरुस्थल | भूमध्य सागर के पार उत्तर की ओर बहती उष्ण, शुष्क पवन |
| लेवेचे | स्पेन | सहारा मरुस्थल से स्पेन की ओर बहती हुई शुष्क, धूल भरी पवन |
| खमसिन | उत्तरी अफ्रीका और अरब | यह एक उष्ण मरुस्थल है, शुष्क, धूल से युक्त, यह पवन मुख्य रूप से मिस्र में पाई जाती है। फरवरी से जून की अवधि के दौरान यह चलती है, मार्च और अप्रैल में सबसे अधिक चलती है। |
| जोंडा | अर्जेंटीना | एंडीज के किनारे पर उष्ण, शुष्क पवन |
| सांता ऐना | दक्षिणी कैलिफिर्निया | गर्म, शुष्क, तेज, तूफानी, फॉन -प्रकार की पवन । यह सर्दियों में सबसे ज्यादा होती है, लेकिन वसंत या शरद ऋतु में भी हो सकती है। |
| हरमट्टन | पश्चिमी अफ्रीका | सहारा से साहेल तक बहने वाली गर्म, शुष्क, धूल भरी उत्तर-पूर्वी पवन। मार्च से जून तक यहाँ गर्मी रहती है और नवंबर से फरवरी तक ठंड रहती है। |

## ऊपरी वायु परिसंचरण

- क्षोभमंडल के ऊपरी भाग में तापमान, वायुमंडलीय दबाव और वायु परिसंचरण पृथ्वी की सतह के पास की स्थितियों से काफी भिन्न होते हैं।
- कोरिओलिस बल दाब प्रवणता बल को संतुलित करता है, जिसके कारण पवनें भूस्थैतिक पवनों के रूप में समदाब रेखाओं के समानांतर चलती हैं।
  - यह विशेष रूप से दोनों गोलार्धों के मध्य और उच्च अक्षांशों में स्पष्ट है, जहाँ पछुआ पवनें चलती हैं।

## जेट स्ट्रीम (Jet Streams)

ये लंबी, संकीर्ण, उच्च गति वाली पवनों के बैंड हैं, जो आमतौर पर दुनिया भर में पश्चिम से पूर्व की ओर प्रवाहित होती हैं, विशेष रूप से मध्य और ऊपरी क्षोभमंडल या निचले समतापमंडल में।

### जेट स्ट्रीम की विशिष्ट विशेषताएं

- ऊपरी क्षोभमंडल में चलती है, जो आमतौर पर अथल से 7.5 किमी से 14 किमी की ऊंचाई तक सीमित रहती है।
- इसकी चौड़ाई कुछ सौ किलोमीटर होती है, लंबाई कुछ हजार किलोमीटर तक तथा गहराई 2-4 किमी तक होती है।
- दोनों गोलार्धों में ध्रुवों और 20° अक्षांशों के बीच पायी जाती हैं, ध्रुवों के चारों ओर एक पैटर्न में घुमती है जिसे अक्सर परिध्रुवीय चक्कर कहा जाता है।
- सर्दियों में इसका वेग गर्मियों के वेग से दोगुना होता है।
- सर्दियों के दौरान, ये 20° अक्षांशों तक प्रवाहित होती हैं, जबकि गर्मियों में, यह क्षेत्र कम हो जाता है और ये ध्रुवों के निकट बहती हैं।
- जेट स्ट्रीम का ऊर्ध्वाधर अपरूपण 18-36 किमी/घंटा तक होता है, जबकि पार्श्व पवन अपरूपण लगभग 18 किमी/घंटा होता है।

### जेट स्ट्रीम के प्रकार (Types of Jet Streams)

**स्थायी जेट स्ट्रीम (Permanent Jet Streams)**

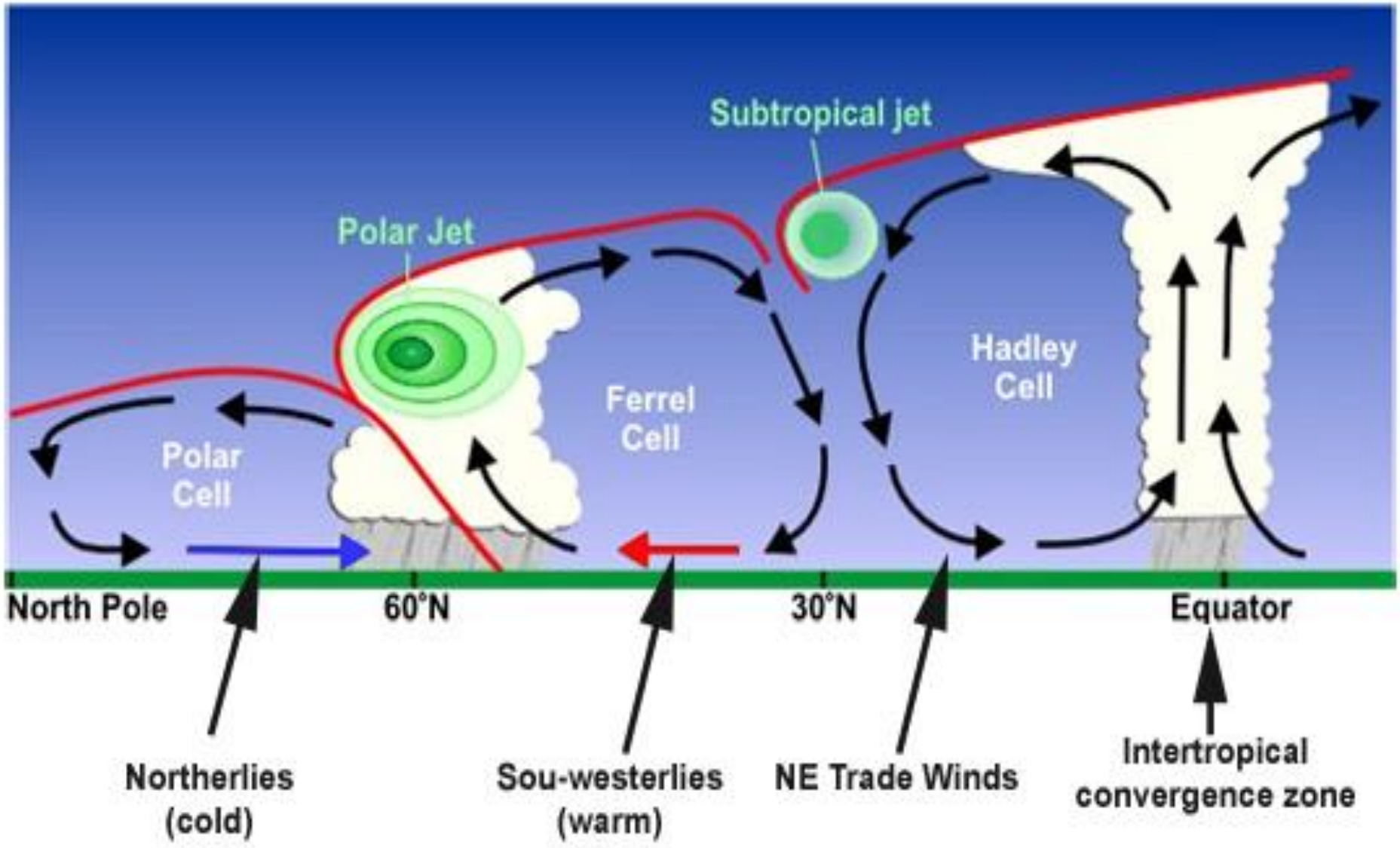
- **उपोष्णकटिबंधीय जेट स्ट्रीम (Subtropical Jet streams):**
  - यह दोनों गोलार्धों में 25 डिग्री और 30 डिग्री अक्षांशों के बीच प्रवाहित होती है और लगभग 12-14 किलोमीटर की ऊंचाई पर पश्चिम से पूर्व की ओर बहती है।
  - **उत्पत्ति-** कोरिओलिस बल और विभेदी तापन और तापमान विरोधाभासों (कंट्रास्ट) के कारण
- **ध्रुवीय वाताग्र जेट स्ट्रीम (Polar front jet stream):**
  - आम तौर पर, पश्चिमी दिशा में चलती है तथा फेरेल और ध्रुवीय कोशिकाओं के बीच संगम क्षेत्र (जंक्शन) में उत्पन्न होती है।
  - **उत्पत्ति:** ध्रुवों और उष्णकटिबंधीय क्षेत्र के बीच तापमान अंतर के कारण।

**अस्थायी जेट स्ट्रीम** (Temporary Jet Streams):

- **ध्रुवीय रात्रि जेट स्ट्रीम:** ध्रुवीय क्षेत्रों में सर्दियों के महीनों के दौरान ऊपरी समताप मंडल और मध्यमंडल में बनने वाली तेज, उच्च-वेग वाली हवा की धारा।
- **उष्णकटिबंधीय पूर्वी जेट** स्ट्रीम: दक्षिण-पूर्व एशिया, भारत और अफ्रीका में गर्मियों में दक्षिण-पश्चिम मानसून के दौरान भूमध्य रेखा और 20 डिग्री उत्तरी अक्षांश के बीच पूर्वी दिशा में बहती है
- **सोमाली जेट:** इसे फाइंडलेटर जेट के नाम से भी जाना जाता है, यह एक निम्न-स्तरीय पवन प्रणाली है जो ओमान और सोमालिया के तटों के समानांतर, हिंद महासागर को तिरछे (विकर्ण रूप में) पार करती है।

### जेट स्ट्रीम का महत्त्व (Significance of Jet Streams)

- वायु के अधिक विनिमय द्वारा अक्षांशीय ताप संतुलन के रखरखाव में सहायता।


Subtropical jet
Polar Jet
Hadley Cell
Ferrel Cell
Polar Cell
North Pole
60°N
30°N
Equator
Northerlies (cold)
Sou-westerlies (warm)
NE Trade Winds
Intertropical convergence zone

- जब निम्न दबाव प्रणाली जेट स्ट्रीम के साथ संपर्क करती है, तो यह तीव्र हो सकती है और गंभीर मौसम की स्थिति पैदा कर सकती है, जैसे कि आंधी, तूफान और बर्फानी तूफान।
- जेट धाराओं का मौसमी बदलाव जलवायु को प्रभावित करता है।
  - उदाहरण के लिए, सर्दियों के महीनों के दौरान, जेट स्ट्रीम के दक्षिण की ओर शिफ्ट होने से कुछ क्षेत्रों में अधिक ठंडी सर्दियाँ हो सकती हैं, जबकि उत्तर की ओर शिफ्ट होने से हल्की स्थितियाँ उत्पन्न हो सकती हैं।
- यह अक्सर ध्रुवीय जेट स्ट्रीम के साथ संपर्क करती है। जब यह कमजोर हो जाती है या विभाजित हो जाती है, तो यह जेट स्ट्रीम को विकृत कर देती है, जिससे उत्तरी अमेरिका और यूरोप जैसे मध्य अक्षांश क्षेत्रों में कड़ाके की ठंड आती है।
- उपोष्णकटिबंधीय जेट स्ट्रीम का प्रवास मानसून की शुरुआत को प्रभावित करता है।
- उष्णकटिबंधीय पूर्वी जेट स्ट्रीम का स्थान मानसूनी वर्षा के पैटर्न को प्रभावित करता है।

### ध्रुवीय भंवर (Polar Vortex)

- ध्रुवों पर कम दबाव के घूमते भंवर, जो ध्रुवीय क्षेत्रों और मध्य अक्षांशों के बीच तापमान में भारी अंतर के कारण सर्दियों में सबसे अधिक शक्तिशाली होते हैं।
- यह स्थल और क्षोभमंडल से10 से 48 किलोमीटर ऊपर, समताप मंडल में घूमता है।
- एक मजबूत जेट स्ट्रीम में ध्रुवीय भंवर होता है, जो उत्तरी गोलार्ध के दक्षिण में खिसकने से रोकने वाली एक सीमा दीवार के रूप में व्यवहार करता है।
- ध्रुवीय भंवर कभी-कभी अधिक शक्तिशाली हो जाता है और जेट-स्ट्रीम को दक्षिण की ओर धकेलता है तथा अमेरिका और यूरोप के उत्तर-पूर्वी क्षेत्रों में प्रवाहित होता है, जिससे कड़ाके की ठंड पड़ती है।

## वायुमंडल का सामान्य परिसंचरण (General Circulation of The Atmosphere)

- यह समुद्री जल परिसंचरण को गति प्रदान करता है जो पृथ्वी की जलवायु को प्रभावित करता है।

### हैडली कोशिका (The Hadley cell)

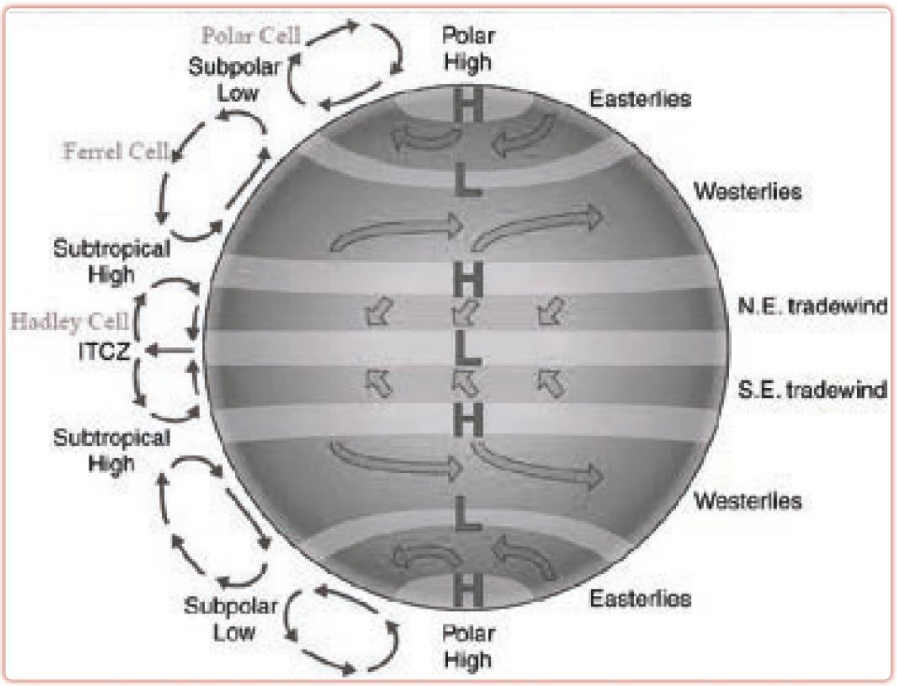
- भूमध्य रेखा पर, स्थलीय भाग सूर्य द्वारा तीव्रता से गर्म होता है
- इससे वायु ऊपर उठती है, जो पृथ्वी की सतह पर निम्न दबाव का क्षेत्र बनाती है।
- जैसे-जैसे वायु ऊपर उठती है, यह ठंडी होती जाती है और घने बादल बनाती है और भारी वर्षा होती है- अंतर-उष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र (ITCZ)।
- वायु ऊपरी वायुमंडल तक ऊपर उठती रहती है ।
- वायु अलग हो जाती है तथा ध्रुवों की ओर उत्तर और दक्षिण दोनों दिशाओं में चलना शुरू कर देती है।
- जब यह लगभग 30° उत्तर और दक्षिण तक पहुँच जाती है, तो वायु ठंडी हो जाती है और स्थल की ओर एकत्रित होती है, जिससे उपोष्णकटिबंधीय उच्च दबाव क्षेत्र बनता है।
- जैसे-जैसे वायु नीचे जाती है, यह गर्म और शुष्क हो जाती है, जिससे कम बादल और कम वर्षा वाला क्षेत्र बनता है, जहाँ मरूस्थल पाए जाते हैं।
- वायु चक्र पूरा करती है और व्यापारिक पवनों के रूप में भूमध्य रेखा की ओर वापस बहती है।
- उत्तरी गोलार्ध में, ये पवनें दाईं ओर बहती हैं और उन्हें उत्तर-पूर्वी व्यापारिक पवनें कहा जाता है।
- दक्षिणी गोलार्ध में पवनें बाईं ओर बहती हैं और उन्हें दक्षिण-पूर्वी व्यापारिक पवनें कहा जाता है। यह कोरिओलिस बल और घर्षण के कारण होता है।

### फेरेल कोशिका (The Ferrel cell)

- उच्च अक्षांशों पर होती है (30 डिग्री और 60 डिग्री उत्तर तथा 30 डिग्री और 60 डिग्री दक्षिण के बीच):
- सतह पर पवनें ध्रुवों की ओर आकर्षित होती है, जिससे उत्तरी गोलार्ध में गर्म दक्षिण-पश्चिमी पवनें और दक्षिणी गोलार्ध में उत्तर-पश्चिमी पवनें विकसित होती हैं।
- ये पवनें महासागरों के ऊपर से गुजरते समय आर्द्रता ग्रहण करती हैं।
- लगभग 60 डिग्री उत्तर और 60 डिग्री दक्षिण पर, वे ठंडी पवनों से मिलती है, जो ध्रुवों से प्रवाहित हुई है।
- उष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों से आने वाली गर्म हवा, सघन, ठंडी ध्रुवीय हवा की तुलना में हल्की होती है, और इसलिए जब दो वायुराशियाँ मिलती हैं तो यह ऊपर उठती है।
- पवन के ऊपर उठने से सतह पर निम्न दबाव और अस्थिर मौसम की स्थिति पैदा होती है जो मध्य अक्षांशीय अवसादों (डिप्रेशन) से जुड़ी होती है।

### ध्रुवीय कोशिका (The Polar cell)

- ध्रुवों पर, वायु ठंडी हो जाती है और स्थल की ओर नीचे उतरती है, जिससे उच्च दाब (ध्रुवीय उच्च) बनता है; फिर निचले अक्षांशों की ओर प्रवाहित होती है।
- लगभग 60 डिग्री उत्तर और दक्षिण में, ठंडी ध्रुवीय पवनें गर्म उष्णकटिबंधीय पवनों के साथ मिलती है और ऊपर की ओर उठती है, जिससे निम्न दबाव का एक क्षेत्र बनता है जिसे उपध्रुवीय निम्न (subpolar low) कहा जाता है।
- गर्म और ठंडी हवा के बीच की सीमा को ध्रुवीय वाताग्र कहा जाता है।




## महासागर-वायुमंडलीय अंतर्क्रियाएँ (Ocean&Atmospheric Interactions)

### अल नीनो और दक्षिणी दोलन (El Niño and Southern Oscillation)

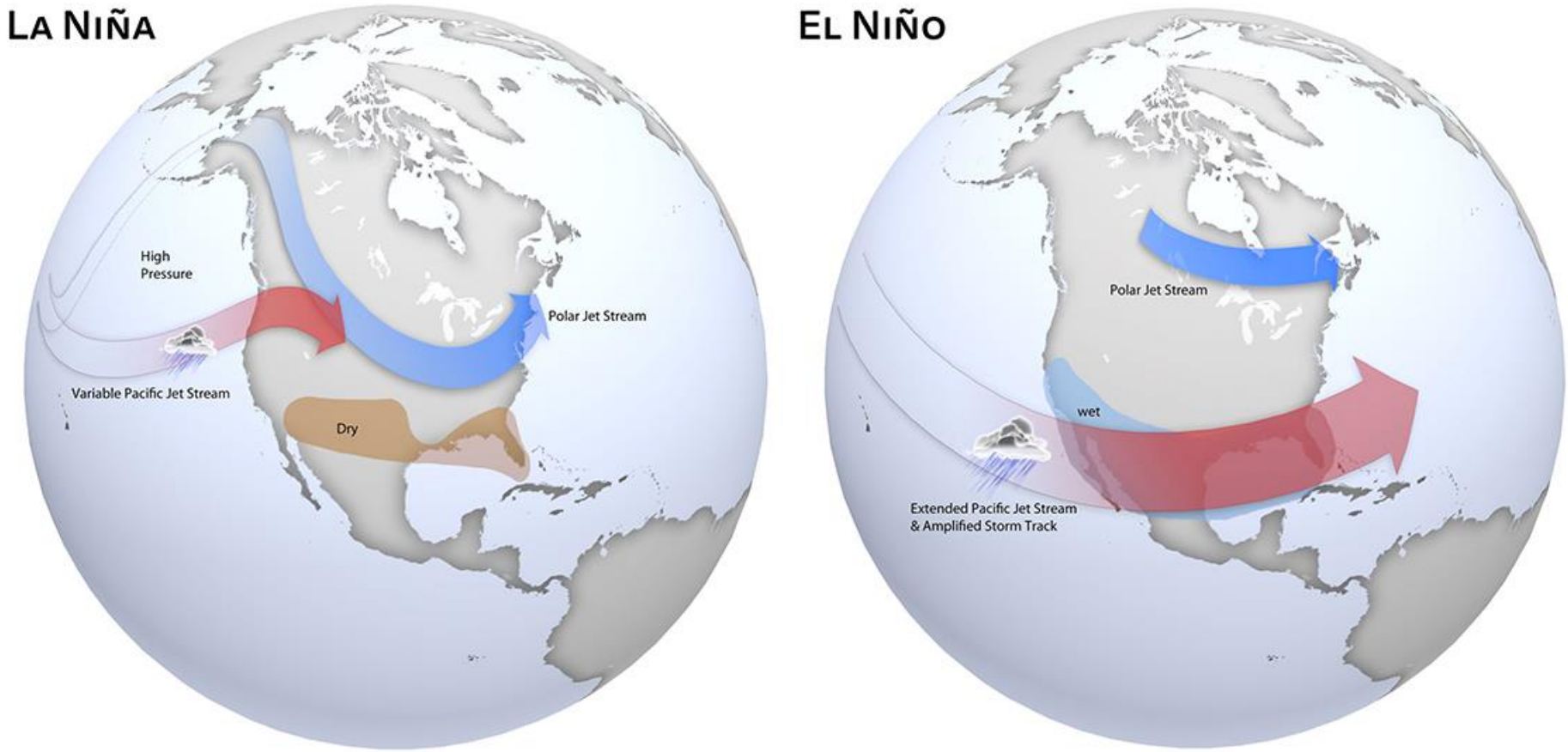
- ''अल नीनो'' (क्राइस्ट चाइल्ड) नाम इक्वाडोर और पेरू के तटों के मछुआरों द्वारा क्रिसमस के आसपास इसकी आवधिक घटना को देखते हुए रखा गया था।
- **परिभाषा:** मध्य और पूर्वी प्रशांत महासागर में समुद्र की सतह के तापमान में समय-समय पर होने वाली वृद्धि एक प्राकृतिक घटना है।
- यह आमतौर पर हर दो से सात साल में होती है।
- अल नीनो घटना तब घोषित की जाती है जब उष्णकटिबंधीय पूर्वी प्रशांत क्षेत्र में समुद्र का तापमान दीर्घकालिक औसत से 0.5 डिग्री सेल्सियस अधिक हो जाता है।
- **दक्षिणी दोलन** प्रशांत महासागर में वायुमंडलीय दबाव में होने वाले परिवर्तनों का वर्णन करता है जो अल नीनो घटना के साथ होता है।
- अल नीनो-दक्षिणी दोलन **(ENSO)** अल नीनो से जुड़ी संयुक्त समुद्री और वायुमंडलीय विक्षोभ को संदर्भित करता है।
- अल नीनो सामान्य व्यापारिक पवनों के पैटर्न में परिवर्तन के परिणामस्वरूप होता है, जो आमतौर पर पश्चिम की ओर बढ़ती है, जिससे दक्षिण अमेरिका से ऑस्ट्रेलिया की ओर गर्म सतही जल बहता है।

### अल नीनो के परिणाम (Consequences of El Niño)

- पूर्वी व्यापारिक पवनों के कमजोर होने से पूर्वी ऑस्ट्रेलिया के बजाय मध्य और पूर्वी प्रशांत क्षेत्र में गर्म पानी जमा हो जाता है।
- गर्म पानी बाद में गर्म वायु को ऊपर उठाता है और संवहनीय वर्षा का कारण बनता है। ऑस्ट्रेलिया में सूखा पड़ता है और पेरू और इक्वाडोर क्षेत्र में वर्षा होती है।
- उत्तरी संयुक्त राज्य अमेरिका और कनाडा के क्षेत्रों में सामान्य से अधिक शुष्क और गर्म स्थिति का अनुभव होता है।
- इन अवधियों के दौरान यू.एस. खाड़ी तट और दक्षिण-पूर्व में औसत से अधिक वर्षा होती है, जिससे बाढ़ की घटनाएं बढ़ जाती हैं।
- पोषक तत्वों से भरपूर ठंडे जल का उत्स्रवण कमजोर हो जाता है या पूरी तरह से बंद हो जाता है, जिसके परिणामस्वरूप फाइटोप्लांकटन कम हो जाता है, और परिणामस्वरूप मछलियों के लिए खाद्य की कमी हो जाती है।
- उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के निर्माण और मार्गों को प्रभावित करता है, अक्सर प्रशांत क्षेत्र में चक्रवात गतिविधि को बढ़ाता है जबकि अटलांटिक में इसे दबा देता है।
- औसत से कम वर्षा होती है और भारत में गंभीर सूखे और ग्रीष्मकालीन फसल उत्पादन में गिरावट का कारण बनती है।

### ला नीना (La Niña)

- इसका अनुवाद ''लड़की शिशु'' है,
- मध्य और पूर्वी प्रशांत क्षेत्र में असामान्य ठंड, जो अल नीनो के असामान्य तापन के विपरीत है।




# EL NINO AND LA NINA

- इसके परिणामस्वरूप आमतौर पर कनाडा के पश्चिमी भाग और अलास्का में सर्दियाँ अधिक ठंडी होती हैं, तथा अमेरिकी दक्षिण-पूर्वी तट पर शुष्क, गर्म मौसम होता है।
- ला नीना और अल नीनो मिलकर क्रमशः अल नीनो दक्षिणी दोलन **(ENSO)** के ठंडे और गर्म चरण बनाते हैं।
- यह तब होता है जब सामान्य व्यापारिक पवन पैटर्न मजबूत होता है।
- पश्चिमी प्रशांत क्षेत्र में सामान्य से कम वायुदाब के कारण वर्षा में वृद्धि होती है।

## हिन्द महासागर द्विध्रुव (Indian-Ocean Dipole)

- यह "सकारात्मक", "नकारात्मक" और "तटस्थ" चरणों के बीच समुद्र-सतह के तापमान का आवधिक दोलन है, जहाँ पश्चिमी हिंद महासागर हिंद महासागर के पूर्वी भाग की तुलना में बारी-बारी से गर्म और ठंडा हो जाता है।
- **सकारात्मक** महासागर द्विध्रुवः
  - पूर्वी हिंद महासागर (बंगाल की खाड़ी और इंडोनेशिया में सुमात्रा के पास के महासागरीय भाग) सामान्य से अधिक ठंडा हो जाता है, जबकि अफ्रीकी तट के पास हिंद महासागर का पश्चिमी उष्णकटिबंधीय भाग (अरब सागर) गर्म हो जाता है।
  - दक्षिण-पश्चिम मानसून को मजबूत बनाता है।
- **नकारात्मक महासागर द्विध्रुवः**
  - पूर्वी हिंद महासागर (बंगाल की खाड़ी और इंडोनेशिया में सुमात्रा के पास के महासागरीय भाग) असामान्य रूप से गर्म हो जाता है और अफ्रीकी तट के पास हिंद महासागर का पश्चिमी उष्णकटिबंधीय भाग (अरब सागर) अपेक्षाकृत ठंडा हो जाता है।
  - यह लाभकारी नहीं है, क्योंकि इससे भारतीय दक्षिण-पश्चिम मानसून पर गंभीर प्रभाव पड़ता है।

### रॉस्बी तरंगें

- रॉस्बी तरंगें **बड़ी क्षैतिज वायुमंडलीय उतार-चढ़ाव** हैं जो ध्रुवीय-वाताग्र जेट स्ट्रीम से जुड़ी होती हैं और ठंडी ध्रुवीय पवनों को गर्म उष्णकटिबंधीय पवनों से अलग करती हैं।
  - मध्य अक्षांशों में फेरेल परिसंचरण का प्रमुख घटक।

### रॉस्बी तरंगों का निर्माण

- रॉस्बी तरंगें स्वाभाविक रूप से घूमते तरल पदार्थों में उत्पन्न होती हैं।
  - पृथ्वी के महासागर और वायुमंडल में ये तरंगें ग्रह के घूर्णन के परिणामस्वरूप बनती हैं।
- ये तब बनती हैं जब ठंडी ध्रुवीय पवनें भूमध्य रेखा की ओर बढ़ती है, और गर्म उष्णकटिबंधीय पवनें ध्रुव की ओर बढ़ती है।
- कोरिओलिस प्रभाव गतिशील वायुराशि को विक्षेपित करता है, जिससे लहर जैसे पैटर्न बनते हैं।
- ये तरंगें समग्र पूर्व दिशा वाले वायुमंडलीय प्रवाह के सापेक्ष पश्चिम दिशा में फैलती हैं।

### रॉस्बी तरंगों का महत्व

- वायुमंडल को संतुलित करने के प्रयास में उष्ण कटिबंधों से ध्रुवों की ओर ऊष्मा तथा उष्ण कटिबंधों की ओर ठंडी पवनें स्थानांतरित करने में सहायता करती हैं।
- ध्रुवों तथा भूमध्य रेखा के बीच समशीतोष्ण ढाल के कारण, रॉस्बी तरंगें कटक (उच्च दबाव के क्षेत्र) तथा गर्त (निम्न दबाव के क्षेत्र) बनाती हैं; जिससे चक्रवाती गतिविधि प्रभावित होती है।
- जेट स्ट्रीम का पता लगाने में सहायता करती हैं।
- सतही निम्न दबाव प्रणालियों के ट्रैक को चिह्नित करने में सहायता करती हैं।
- इन तरंगों की धीमी गति के कारण अक्सर काफी लंबे, स्थायी मौसम पैटर्न बनते हैं।
- जेट स्ट्रीम तथा वायुमंडलीय परिसंचरण पैटर्न को संशोधित करके चरम मौसम की घटनाओं के विकास तथा तीव्रता को प्रभावित कर सकते हैं।

# वायुमंडलीय आर्द्रता (Atmospheric Moisture)

## जलीय (जल) चक्र

- यह पृथ्वी की सतह से वायुमंडल तक और वापस पृथ्वी की सतह पर पानी का निरंतर और सतत परिसंचरण है।
- **शामिल चरणः**
  - **वाष्पीकरण (evaporation):** सूर्य की ऊष्मा पृथ्वी की सतह (महासागरों, झीलों, आदि) से पानी को वाष्पित करने के लिए ऊर्जा प्रदान करती है।
  - **वाष्पोत्सर्जन (Transpiration):** पौधे भी वायु में जल विलीन करते हैं।
  - **वाष्पन-वाष्पोत्सर्जन (Evapotranspiration):** वाष्पीकरण और वाष्पोत्सर्जन की संयुक्त प्रक्रिया।
  - **संघनन (Condensation):** जल वाष्प अंततः संघनित होकर बादलों में छोटी-छोटी बूंदों का निर्माण करती है।
  - **वर्षण (Precipitation):** जब बादल भूमि पर प्रचलित ठंडी वायु से मिलते हैं, तो वर्षा (बारिश, ओले या हिमपात) होती है, और पानी भूमि (या समुद्र) में वापस चला जाता है।
  - **अंतःस्पंदन (Infiltration):** वर्षण का कुछ भाग भूमि सोख लेती है। कुछ भूमिगत जल चट्टान या मिट्टी की परतों के बीच रह जाता है, जिसे भूजल कहा जाता है।
  - **अपवाह (Runoff):** अधिकांश जल अपवाह (धरातल पर या भूमिगत) के रूप में नीचे की ओर बहता है, अंततः यह जल के रूप में समुद्र में लौट आता है।

## आर्द्रता (Humidity)

- वायु में उपस्थित जलवाष्प को आर्द्रता कहते हैं।

## आर्द्रता की विभिन्न अभिव्यक्ति (Different Eñpressions of Humidity)

- **निरपेक्ष आर्द्रता (Absolute Humidity):**
  - यह वायु के एकांक आयतन में उपस्थित जलवाष्प की वास्तविक मात्रा का भार है।
  - सामान्यत:, इसे ग्राम प्रति घन मीटर में व्यक्त किया जाता है।
  - निरपेक्ष आर्द्रता, स्थान और समय के साथ बदलती रहती है।
  - इसकी मात्रा भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर घटती जाती है।
  - पवन के तापमान और वायुदाब में परिवर्तन से निरपेक्ष आर्द्रता भी परिवर्तित हो जाती है।
    - ✓ हालाँकि, यदि तापमान बढ़ता है लेकिन वाष्पीकरण के लिए अतिरिक्त जल नहीं है, तो निरपेक्ष आर्द्रता नहीं बदलेगी।
- **विशिष्ट आर्द्रता (Specific Humidity):**
  - विशिष्ट आर्द्रता वायु के एक इकाई भार में मौजूद जलवाष्प की वास्तविक मात्रा का भार है।
  - आम तौर पर, इसे ग्राम प्रति किलोग्राम वायु के रूप में व्यक्त किया जाता है।
- **सापेक्षिकआर्द्रता (Relative Humidity):**
  - किसी दिए गए तापमान पर अपनी पूरी क्षमता की तुलना में वायुमंडल में मौजूद नमी के प्रतिशत को सापेक्ष आर्द्रता कहते है।
  - इसे प्रतिशत में व्यक्त किया जाता है।

## जल की अवस्था में परिवर्तन (Phase Changes of Water)

### वाष्पीकरण (Evaporation)

- वाष्पीकरण की क्रिया द्वारा तरल जल गर्म होने पर जलवाष्प में बदल जाता है।
- किसी विशेष स्थान पर वाष्पीकरण की मात्रा और दर शुष्कता, तापमान और वायु की गति पर निर्भर करती है।
- नम हवा की तुलना में शुष्क हवा में वाष्पीकरण तेज होता है।
- स्थल की तुलना में समुद्र से अधिक वाष्पीकरण होता है।
- जिस तापमान पर पानी वाष्पित होना शुरू होता है, उसे **वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा** कहते हैं।

### संघनन (Condensation)

- जलवाष्प का जल में परिवर्तन संघनन कहलाता है।
- यदि जल वाष्प सीधे ठोस रूप में संघनित हो जाता है, तो इसे **उर्ध्वपातन (sublimation)** के रूप में जाना जाता है।
- संघनन ऊष्मा की हानि के कारण होता है और निम्नलिखित में से किसी एक तरीके से हो सकता है:
  - गर्म नम हवा ऊपर की ओर उठती है और फैलती है।
  - गर्म और नम हवा ठंडी सतह के संपर्क में आती है।
  - गर्म नम हवा ठंडे क्षेत्रों से आने वाली हवा के साथ मिल जाती है।

**महत्त्वपूर्ण अवधारणाएं:**

- **गुप्त ऊष्मा** (Latent Heat): वाष्पीकरण के समय, ऊष्मा जल वाष्प में अवशोषित और संरक्षित होती है।
- **संतृप्त वायु** (Saturated Air): किसी निश्चित तापमान पर पूरी क्षमता तक नमी युक्त वायु को संतृप्त वायु कहा जाता है।
- **आर्द्रताग्राही नाभिक** (Hygroscopic Nuclei): ये धूल के कण, धुआँ, समुद्री लवण या कार्बन डाइऑक्साइड आदि हो सकते हैं जो जल को धारण करने के लिए नाभिक के रूप में कार्य करते हैं।
- **ओस बिंदु या ओसांक** (Dew point): हवा का कोई भी प्रतिदर्श (नमूना) जिस तापमान पर संतृप्त हो जाए, उस तापमान को ओसांक कहा जाता है।

## संघनन के रूप (Forms of Condensation)

| रूप | विवरण |
|---|---|
| **ओस** (Dew) | • जब नमी पानी की बूँदों के रूप में ठोस वस्तुओं की ठंडी सतहों पर जमा हो जाती है, तो इसे ओस के रूप में जाना जाता है।<br>• **इसके बनने के लिए आदर्श परिस्थितियाँ:** साफ आकाश, शांत हवा, उच्च सापेक्षिक आर्द्रता और ठंडी और लंबी रातें हैं। |
| **कोहरा** (Fog) | • कोहरा एक बादल है जिसका आधार धरातल पर या उसके बहुत नजदीक होता है।<br>• यह तब बनता है जब बहुत अधिक मात्रा में जलवाष्प से भरी हुई वायुराशि का तापमान अचानक गिर जाता है।<br>• उसके बाद हवा में निलंबित धूल और धुएँ के छोटे-छोटे कणों के ऊपर ही जलवाष्प का संघनन होता है।<br>• आदर्श स्थिति: कम तापमान और उच्च सापेक्षिक आर्द्रता।<br>• कोहरे की स्थिति में दृश्यता कम हो जाती है (एक कि.मी.से भी)।<br>• कुहासा की तुलना में शुष्क। |

| रूप | विवरण |
|---|---|
| **कुहासा** (Mist) | • यह भी एक प्रकार का कोहरा है लेकिन यह अपेक्षाकृत कम घना होता है। कुहासे और कोहरे के बीच घनत्व और दृश्यता पर इनके प्रभाव का अंतर होता है।<br>• दृश्यता सीमा 1 से 2 किमी के बीच होने पर इसे कुहासा कहा जाता है।<br>• पहाड़ों पर कुहासा अक्सर होता है क्योंकि ढलानों के सहारे ऊपर उठती गर्म हवा ठंडी सतह से मिलती है।<br>• कुहासा प्राकृतिक मौसम या ज्वालामुखी गतिविधि के हिस्से के रूप में हो सकता है। यह कृत्रिम रूप से भी बनाया जा सकता है। |
| **धुंध** Haze | • यह एक ऐसी घटना है जो तब होती है जब धूल, धुआँ और सूखे कण दृश्यता को कम कर देते हैं।<br>• धुँध के मामले में, दृश्यता घटकर 2 किलोमीटर से 5 किलोमीटर रह जाती है। |
| **तुषार यापाला** (Frost) | • तुषार जमी हुई ओस है।<br>• तब बनता है जब ओसांक, हिमांक से नीचे चला जाता है।<br>• फसल को नुकसान पहुंचता है।<br>**तुषार के प्रकार**<br>• **धरातलीय तुषार:** ऐसा तब होता है जब जमीन या वस्तुओं पर बर्फ जम जाती है और सतह का तापमान पानी के हिमांक से नीचे होता है।<br>• यह हवा में पाले के बिना भी हो सकता है, विशेषकर घास पर, जो कंक्रीट जैसी सतहों की तुलना में तेजी से ठंडी होती है।<br>• **तुषार वायु:** ऐसा तब होता है जब हवा का तापमान पानी के हिमांक तक या उस से नीचे चला जाता है, जो आमतौर पर जमीनी स्तर से एक मीटर ऊपर मापा जाता है।<br>• **धवल तुषार:** ओस के समान प्रक्रिया द्वारा निर्मित लेकिन जमने की स्थिति में, धवल पाला छोटे बर्फ के क्रिस्टल के रूप में दिखाई देता है।<br>• **तुहिन:**एक खुरदरी, सफेद बर्फ का जमाव जो हवा के संपर्क में आने वाली ऊर्ध्वाधर सतहों पर बनता है, जो संपर्क में आने पर कोहरे के कारण अत्यधिक ठंडी पानी की बूंदों द्वारा निर्मित होता है।<br>• **कांचाभ तुषार:**तब बनता है जब अतिशीत बारिश या बूंदाबांदी जमीन से टकराती है, या जब गैर-अतिशीत तरल 0 डिग्री सेल्सियस से नीचे की सतह से टकराती है।<br>• यह एक स्पष्ट बर्फ का जमाव है जो गीला दिखता है और बहुत फिसलन भरा हो सकता है। |
| **बादल** | • पानी की बूंदें या छोटे बर्फ के क्रिस्टल जो वायुमंडल में मौजूद धूल कणों के आसपास इकट्ठा होते हैं। |

## बादल (Clouds)

### बादलों का निर्माण (Formation of Clouds)

Cloud Types

Cirrus

Cumulonimbus

Cumulus Cloud

Stratus Cloud

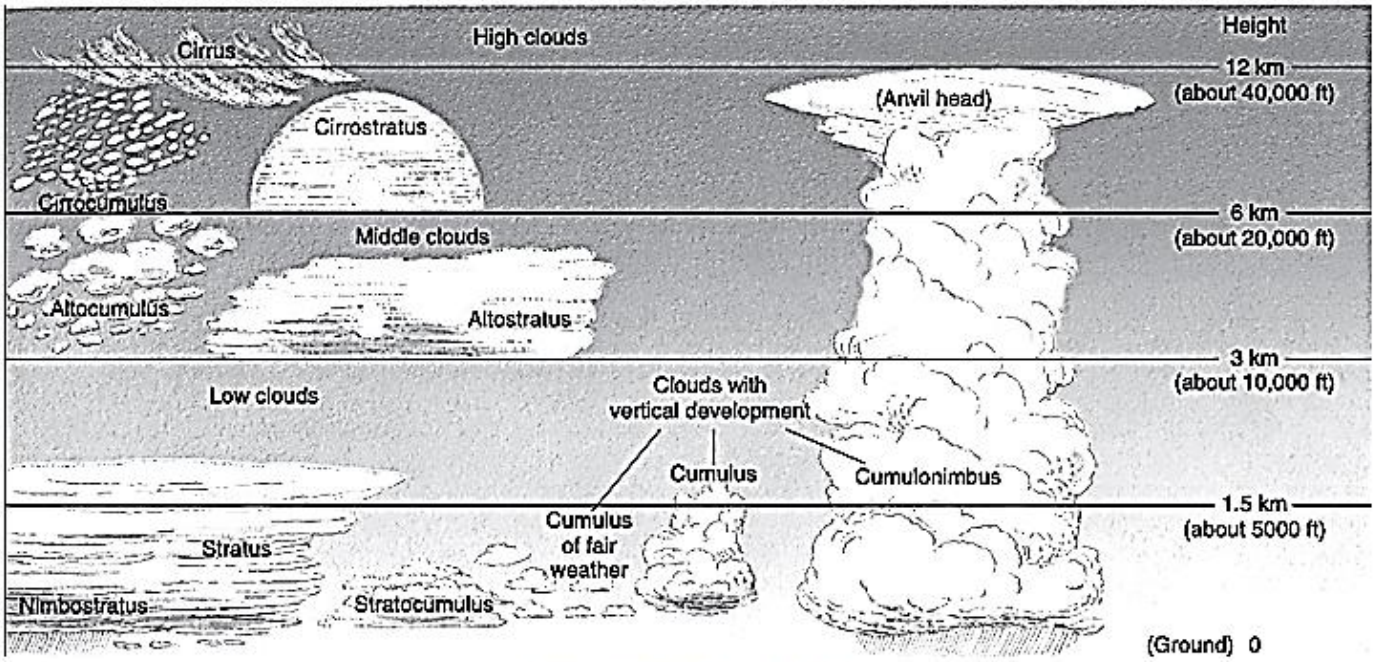



Fig. Classification of Clouds

## बादलों के प्रकार (Types of Clouds)

वे समुद्र तल से लेकर लगभग 20 किमी की ऊंचाई तक विभिन्न ऊंचाइयों पर मौजूद हैं।

### पक्षाभ मेघ (Cirrus clouds):

- उच्च ऊंचाई (8,000 से 12,000 मीटर) पर बनते हैं।
- छितराए हुए, रेशेदार और पंखदार।
- बर्फ के क्रिस्टल से बने होते हैं और इसलिए सफेद और पतले होते हैं।

### कपासी मेघ (Cumulus clouds):

- 4,000 -7,000 मीटर की ऊँचाई पर बना है।
- रूई जैसा दिखता है और पैच में मौजूद होता है।
- दिखने में और संरचना फूलगोभी जैसी होती है।

### स्तरी मेघ (Stratus Clouds):

- आकाश के बड़े हिस्से को कवर करने वाले स्तरित मेघ।
- आम तौर पर गर्मी के नुकसान या विभिन्न तापमान वाली वायुराशियों के मिश्रण के कारण बनते हैं।

### Nimbus Clouds

- मध्य स्तर पर या पृथ्वी की सतह के पास बनते हैं।
- काले या गहरे भूरे रंग के।
- वर्षा करने वाले बादल।

### उप-प्रकार

- उपरोक्त चार प्रकार के बादलों के संयोजन से अन्य उप-प्रकार उत्पन्न होते हैं।

| कुल | प्रकार | रूप | विशेषताएँ |
|---|---|---|---|
| उच्चमेघ/बादल | पक्षाभ | पक्षाभ प्रकार | पतला, सफेद, बर्फ |
| | पक्षाभकपासी | पक्षाभ प्रकार | |
| | पक्षाभस्तरी | पक्षाभ प्रकार | |
| मध्यममेघ/ बादल | मध्यकपासी | कपासी प्रकार | स्तरित फूला हुआ; तरल पानी से बना |
| | मध्यस्तरी | स्तरीकृत | |
| निम्नमेघ/बादल | स्तरी | स्तरीकृत | |
| | स्तरी कपासी मेघ | स्तरीकृत | सामान्य बादल छाए रहेंगे |
| | वर्षास्तरी | स्तरीकृत | |
| उर्ध्वाधर | कपासी मेघ | कपासी प्रकार | लंबा, संकीर्ण, फूला हुआ |
| | कपासी वर्षा मेघ | कपासी प्रकार | |

## वर्षण (Precipitation)

- वर्षण द्रव या ठोस रूप में पृथ्वी पर गिरने वाला जल है।
- यह तब होता है जब वायवीय निकाय में लगातार संघनन की प्रक्रिया कणों को आकार और वजन में बड़ा करने में मदद करता है।
  - अंतत:, वायु उन्हें रोक नहीं सकती।
  - वे गुरुत्वाकर्षण बल के कारण पृथ्वी पर गिरने लगते हैं।

## वर्षण के रूप (Forms of Precipitation)

| वर्षणकेरूप | विवरण |
|---|---|
| बूँदा-बाँदी (फुहार) (Drizzle): | • बूँदा-बाँदी पानी की छोटी बूँदों से बनी होती है जिनका व्यास 0.5 मिमी से कम होता है। |
| वर्षा (Rain): | • जब जल की बूंदों का व्यास 0.5 मिमी से अधिक हो जाता है तो उसे वर्षा कहते हैं। |
| सहिमवृष्टि (Sleet): | • यह जमी हुई बारिश है।<br>• यह तब होती है जब वर्षा, पृथ्वी पर गिरने से पहले हवा की एक ठंडी परत से गुजरती है और जम जाती है। |

| वर्षणकेरूप | विवरण |
|---|---|
| **ओलावृष्टि अथवा करकापात** (Hail): | • यह बर्फ की छोटी गेंदों या टुकड़ों की वर्षा है।<br>• इनका व्यास 5 से 50 मिमी तक होता है।<br>• अत्यधिक अस्थिरता और प्रबल ऊर्ध्वाधर वायुधाराओं के कारण कपासी वर्षा (Cumulo Nimbus) बादलों से ओलावृष्टि उत्पन्न होती है।<br>• बादल का निचला भाग 0° हिमांक से अधिक गर्म होना चाहिए जबकि, ऊपरी भाग का इससे अधिक ठंडा होना चाहिए।<br>• सर्दियों के मध्य की तुलना में गर्मियों में ओलावृष्टि होना अधिक सामान्य हैं। |
| **वर्गा** (Virga): | • जमीन से टकराने से पहले गायब हो जाने वाली बारिश की धारियाँ वर्गा कहलाती हैं।<br>• यदि एक वर्षण कर रहे बादल के नीचे हवा की सापेक्षिक आर्द्रता अपेक्षाकृत कम है, तो गिरती हुई वृष्टि सतह पर पहुँचने से पहले वाष्पित हो सकती है। |

## वर्षा के प्रकार (Types of Rainfall)

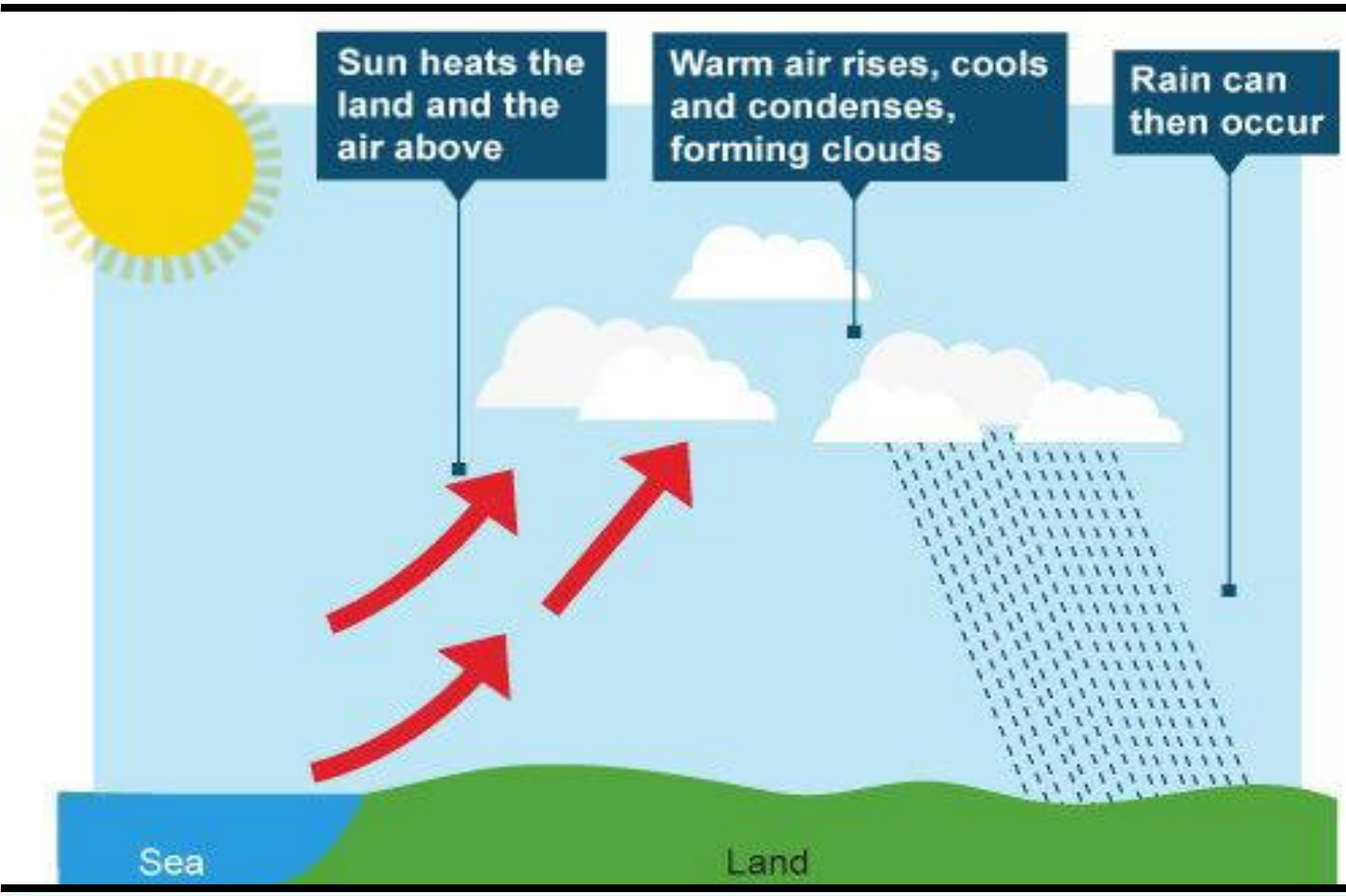
- **संवहनीय वर्षा (CONVECTIONAL RAINFALL):**
  - विभिन्न सतह क्षेत्रों के असमान तापन के कारण, जमीन के पास की वायु का एक हिस्सा आसपास की पवनों की तुलना में चालन द्वारा अधिक गर्म हो सकता है।
  - चूँकि गर्म वायु कम सघन होती है, यह वायुमंडल के ऊपरी स्तर तक उठती है।
  - जब उष्ण, आर्द्र वायु का तापमान ओसांक से नीचे चला जाता है, तो संघनन होता है और बादल बनते हैं। इसके बाद गरज और भारी बारिश होती है।
  - यह भूमध्यरेखीय क्षेत्रों और महाद्वीपों के आंतरिक भागों में मुख्य रूप से उत्तरी गोलार्ध में सामान्य है।
- **पर्वतीय वर्षा (OROGRAPHIC RAINFALL):**
  - यह तब होता है जब उष्ण वायु ऊपर उठती है और स्थलाकृतिक अवरोध के कारण ठंडी हो जाती है।
  - जैसे-जैसे गर्म वायु ऊपर उठती है, यह ठंडी होती जाती है और तापमान ओसांक से नीचे गिर जाता है, जिससे बादल बनते हैं। पर्वत श्रृंखला की पवनमुखी ढलानों पर भारी वर्षा होती है।
  - जब हवा पर्वत श्रृंखला को पार करती है, तो यह पवनविमुख ढलानों के साथ नीचे उतरती है। वायु गर्म हो जाती है और पवनविमुख ढालों अर्थात **वृष्टि छाया क्षेत्र** में कम वर्षा होती है।
- **वाताग्री वर्षा (FRONTAL RAINFALL):**
  - जब दो अलग-अलग वायुराशियाँ मिलती हैं, तो वे आपस में मिश्रित नहीं होती हैं।
  - उनके बीच एक असंततता का क्षेत्र स्थापित होता है जिसे वाताग्र कहा जाता है।
  - गर्म वायु ऊपर उठती है, ठंडी वायु इस वाताग्र के साथ चलती है।
  - जैसे ही गर्म वायु को ऊपर उठने के लिए मजबूर किया जाता है, यह ओसांक तक ठंडी हो सकती है, जिसके परिणामस्वरूप बादल बनते हैं और वर्षा होती है।

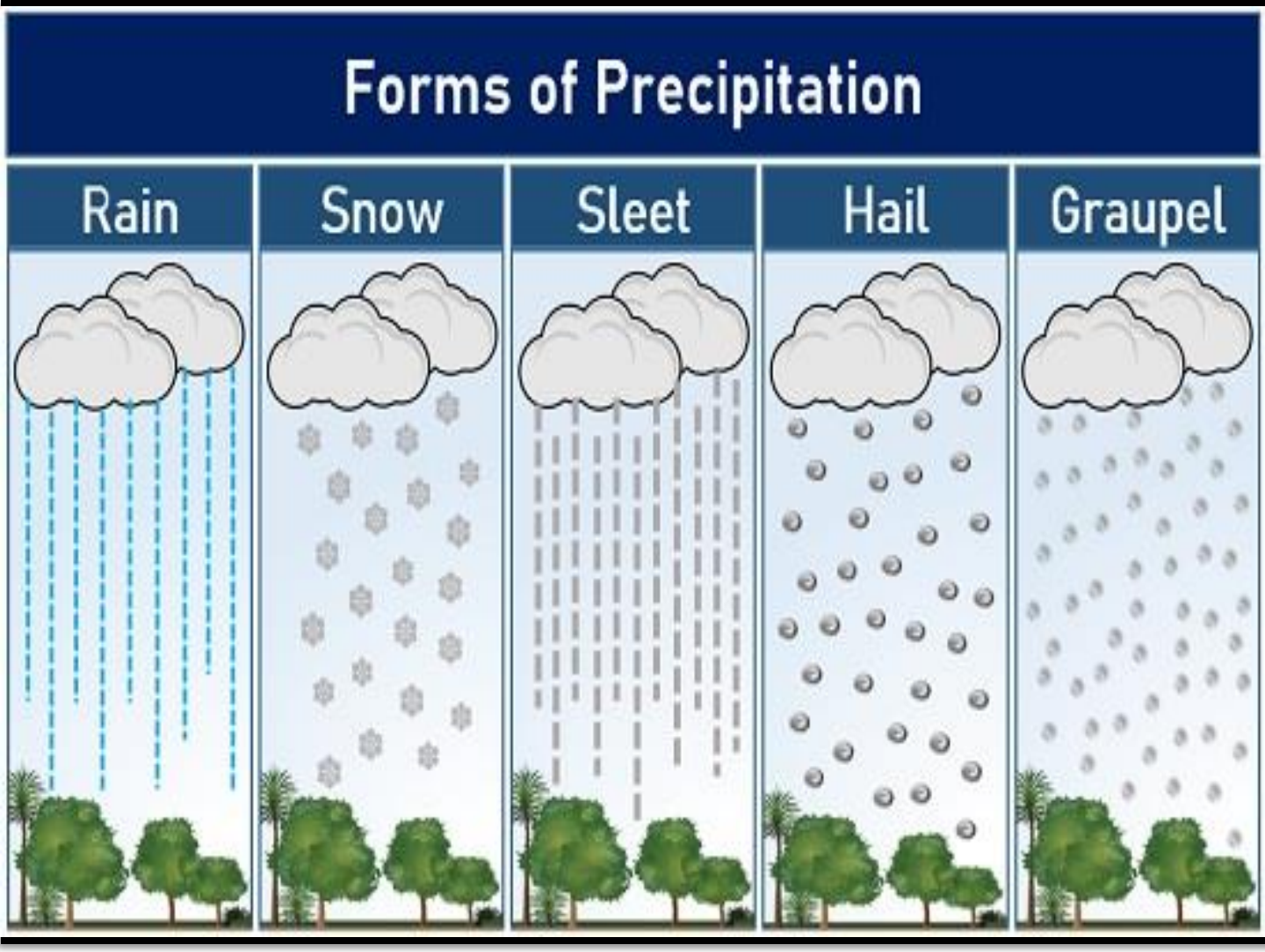
### वायुमंडलीय नदियाँ (Atmospheric Rivers)

**संदर्भ:** भारत के कई भागों में भारी वर्षा और बाढ़ आई, जो वायुमंडलीय नदियों या 'उड़ती नदियों' के कारण और तीव्र हो गई।

**वायुमंडलीय नदियों के बारे में**

- वे वायुमंडल में अपेक्षाकृत **लंबे, संकीर्ण क्षेत्र** हैं - आकाश में नदियों की तरह - जो **उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों से ध्रुवों की ओर नमी के 90 प्रतिशत प्रवाह के लिए जिम्मेदार हैं।**
- **आकार:** औसत वायुमंडलीय नदी लगभग 2,000 किमी लंबी, 500 किमी चौड़ी और लगभग 3 किमी गहरी होती है।
- **घटना:** उत्तरी गोलार्ध में दिसंबर और फरवरी के बीच - और दक्षिणी गोलार्ध में - आमतौर पर जून और अगस्त के बीच, जब अतिरिक्त उष्णकटिबंधीय चक्रवात प्रबल होते हैं।
- **गठन के लिए आवश्यक शर्तें:**
- तेज निम्न-स्तरीय पवनें जो जल वाष्प को पार करने के लिए पथ का काम करती हैं।
- उत्तरी और दक्षिणी गोलार्ध में जेट धाराएँ इन मार्गों के रूप में कार्य करती हैं, जिनकी गति 442 किमी/घंटा (275 मील प्रति घंटे) तक पहुँच जाती है।
- उच्च आर्द्रता स्तर
- पर्वतों का उत्थान


Sun heats the land and the air above
Warm air rises, cools and condenses, forming clouds
Rain can then occur
Sea
Land


Forms of Precipitation
Rain
Snow
Sleet
Hail
Graupel

- **वायुमंडलीय नदियों का प्रभाव**
- विश्व स्तर पर मीठे पानी का पुनर्वितरण करना।
- जलग्रहण क्षेत्रों में जल स्तर और बर्फ के ढेर को बढ़ाना।
- उत्तरी अमेरिका, फ्रांस, स्पेन, पुर्तगाल, यूनाइटेड किंगडम, दक्षिण अमेरिका, दक्षिण पूर्व एशिया और न्यूजीलैंड के तटीय भागों में आधे से अधिक वर्षा के लिए जिम्मेदार।
- **भूस्खलन, मिट्टी धंसना और बाढ़ का कारण बन सकता है।**
- 1985 और 2020 के बीच मानसून के मौसम में भारत की 10 सबसे प्रलयकारी बाढ़ों में से सात वायुमंडलीय नदियों से जुड़ी थीं।
- **श्रेणियाँ:** आकार और क्षमता के आधार पर पाँच प्रकार: कमजोर, मध्यम, मजबूत, चरम और असाधारण।

**पाइनएप्पल एक्सप्रेस:**

- वायुमंडलीय नदी तूफान का उदाहरण, जो अमेरिका के पश्चिमी तट, विशेष रूप से कैलिफोर्निया में मूसलाधार बारिश का कारण बनता है।
- उष्णकटिबंधीय हवाई जल से नमी के स्रोत के कारण इसे 'पाइनएप्पल एक्सप्रेस' के रूप में जाना जाता है।
- ध्रुवीय जेट स्ट्रीम की दक्षिणी शाखा द्वारा संचालित, हवाई से गर्म, आर्द्र पवनों का परिवहन करता है।

## वर्षा का वैश्विक वितरण

- **अत्यधिक वर्षा वाले क्षेत्र:**
  - वार्षिक वर्षा 200 सेमी. से अधिक होती है।
  - क्षेत्र: भूमध्यरेखीय बेल्ट, ठंडे समशीतोष्ण क्षेत्र में पश्चिमी तटों की पहाड़ी ढलान और मानसून भूमि के तटीय क्षेत्र।
- **मध्यम वर्षा वाले क्षेत्र:**
  - वार्षिक वर्षा 100 सेमी. से 200 सेमी. तक होती है।
  - क्षेत्र: अत्यधिक वर्षा वाले क्षेत्रों के निकट, गर्म शीतोष्ण कटिबंधीय तटीय क्षेत्र
- **कम वर्षा वाले क्षेत्र:**
  - 50 सेमी. से 100 सेमी. वार्षिक वर्षा होती है।
  - **क्षेत्र:** उष्णकटिबंधीय भूमि के मध्य भाग में, समशीतोष्ण भूमि के पूर्वी तथा आंतरिक भागों में।
- **अल्प वर्षा वाले क्षेत्र:**
  - वार्षिक वर्षा 50 सेमी. से कम होती है।
  - **क्षेत्र:** पर्वत श्रृंखलाओं की घुमावदार ढलानें, महाद्वीपीय आंतरिक भाग, उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में महाद्वीपों के पश्चिमी तट तथा शुष्क रेगिस्तान।

# वायुराशियां, वाताग्र एवं चक्रवात

## वायुराशि

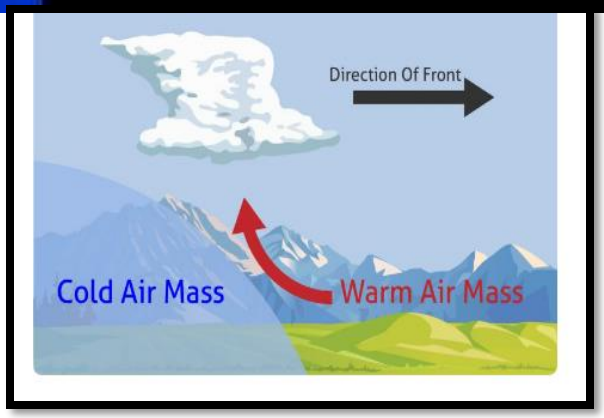
- यह वायु का एक विशाल पिंड है, जो सामान्य तौर पर 1600 किमी. या उससे अधिक होता है, तथा इसकी विशेषता एक निश्चित ऊंचाई पर तापमान तथा आर्द्रता की मात्रा जैसे समरूप भौतिक गुण हैं।
- **वायुराशियों के रूप में पहचाने जाने वाले मानदंड**
  - 1600 किलोमीटर से अधिक बड़ा और कई किलोमीटर गहरा (पृथ्वी की सतह से वायुराशि के शीर्ष तक) होना चाहिए।
  - क्षैतिज आयाम में एकसमान गुण होने चाहिएद्य
  - इसे आस-पास की वायु से अलग होना चाहिए, और जब यह गति करती है तो इसे अपनी मूल विशेषताओं को बनाए रखना चाहिए एवं वायु प्रवाह में अंतर से विभक्त नहीं होना चाहिए।

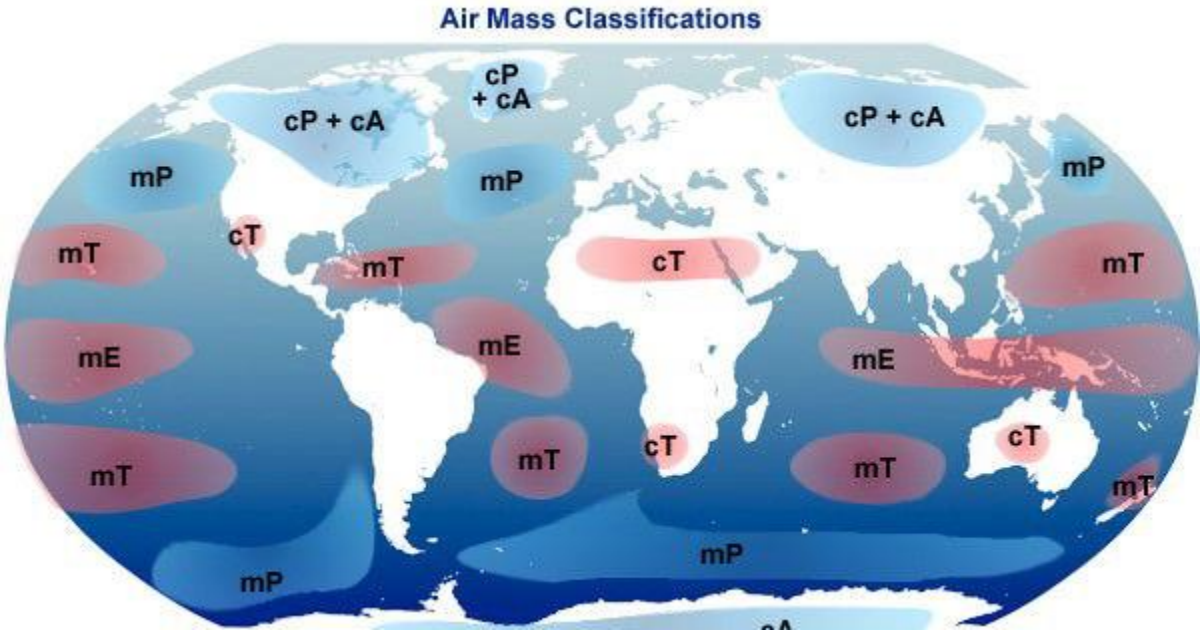
## वायुराशियों का स्रोत क्षेत्र

- यह पृथ्वी की सतह है, जहाँ से वायुराशियाँ अपने गुण प्राप्त करती हैंद्य
- **वायुराशियाँ केवल उन्हीं क्षेत्रों में विकसित होती हैं, जिनमें:**
  - व्यापक एकसमान स्थलाकृति होती है।
  - अपसारी वायुप्रवाह होता है, जो इस प्रकार की उच्च दबाव की स्थिति प्रदान करता है।
  - क्षेत्र में तुलनात्मक रूप से मंद तथा अपसारी वायुप्रवाह होना चाहिए, ताकि वायु उस क्षेत्र में अधिक समय तक बनी रहे।
  - उच्च बैरोमेट्रिक दबाव
- **स्रोत क्षेत्र का वर्गीकरण:**
- व्यापक तौर पर महाद्वीपीय (ब) और महासागरीय (उ) स्रोत क्षेत्रों में विभाजित किया गया है।
- **छह प्रमुख स्रोत क्षेत्र:**
  - साइबेरिया के महाद्वीपीय आंतरिक भाग।
  - सहारा के विशाल क्षेत्र।
  - कनाडा के महाद्वीपीय क्षेत्र।
  - अटलांटिक महासागर।

# Air Masses

Continental arctic cA (winter only), Continental polar cP (all year)
Maritime polar mP
Maritime polar mP
Maritime tropical mT
Continental tropical cT (summer only)
Maritime tropical mT
North American Air Mass Source Regions


Direction Of Front
Cold Air Mass
Warm Air Mass


Air Mass Classifications
cP + cA
cP + cA
cP + cA
mP
mP
mP
cT
mT
mT
cT
mT
mE
mE
mE
mT
mT
cT
cT
mT
mT
mP
mP

- प्रशांत महासागर।
- दक्षिणी हिन्द महासागर

- यदि किसी क्षेत्र पर गतिमान वायुराशि स्थिरता या शुष्क स्थिति का कारण बनती है, तो इसे स्थिर वायुराशि के रूप में जाना जाता है।
- यदि यह वर्षण को बढ़ावा देती है, तो इसे अस्थिर वायुराशि (न) के रूप में जाना जाता है।

## वायु राशियों में संशोधन

- यह किसी वायुराशि का गर्म होना या ठंडा होना है, जो वाष्पीकरण में कमी या वृद्धि से इसकी आर्द्रता की मात्रा को परिवर्तित कर देता है।
- **प्रकार**
  - **थर्मोडायनामिक संशोधन:** यह वायुराशि के एक स्रोत क्षेत्र से दूसरे स्रोत क्षेत्रों तक यात्रा करने पर, तापन तथा शीतलन की थर्मोडायनामिक क्रिया का परिणाम होता है।
  - **यांत्रिक संशोधन:** इसमें पर्वतीय/भू-आकृतिक अवरोधों, चक्रवाती स्थितियों, प्रतिचक्रवाती स्थितियों, अशांति तथा भँवरों के कारण ऊर्ध्वाधर उत्थान या अधोमुखी अवतलन शामिल होता है।

## वायुराशियों का वर्गीकरण

- तापमान और आर्द्रता संबंधी विशेषताओं के आधार पर, इन्हें ध्रुवीय एवं उष्णकटिबंधीय वायुराशियों में वर्गीकृत किया गया है।
  - महासागरीय उष्णकटिबंधीय **(mT)**
  - महाद्वीपीय उष्णकटिबंधीय **(CT)**
  - महासागरीय ध्रुवीय **(mP)**
  - महाद्वीपीय ध्रुवीय **(cP)**

## महाद्वीपीय आर्कटिक (CA)

- उष्णकटिबंधीय वायुराशियाँ गर्म होती हैं, जबकि ध्रुवीय वायुराशियाँ ठंडी होती हैं।

| वायुराशि | स्रोत क्षेत्र | विशेषताएँ | मौसम |
|---|---|---|---|
| **महाद्वीपीय ध्रुवीय वायुराशि** | आर्कटिक बेसिन, उत्तरी उत्तरी अमेरिका, यूरेशिया और अंटार्कटिका। | शुष्क, ठंडी और स्थिर दशाएँ | **शीत ऋतु:** ठंडी, साफ और स्थिर। **ग्रीष्म ऋतु:** प्रतिचक्रवात हवाओं के कम प्रसार, गर्म भूभाग और कम हिमपात के साथ कम स्थिर। |
| **महासागरीय ध्रुवीय वायुराशियाँ** | 40 से 60 डिग्री अक्षांशों के मध्य स्थित महासागर, जिनकी स्थिति ठंडी, आर्द्र और अस्थिर होती है। | गर्म, आर्द्रता से समृद्ध। | **शीत ऋतु:** उच्च आर्द्रता, मेघाच्छादित आकाश और प्राय: कोहरा तथा वर्षा।<br>**ग्रीष्म ऋतु:** साफ, शांत और स्थिर। |
| **महाद्वीपीय उष्णकटिबंधीय वायुराशियाँ** | अफ्रीका, पश्चिम एशिया और ऑस्ट्रेलिया में सहारा के उष्णकटिबंधीय तथा उपोष्णकटिबंधीय मरुस्थल। | शुष्क, गर्म और स्थिर तथा उद्गम क्षेत्र से आगे नहीं बढ़ती है | वर्ष भर शुष्क रहता है। |
| **महासागरीय उष्णकटिबंधीय वायुराशि** | उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय महासागरों, जैसे- मैक्सिकन खाड़ी, प्रशांत और अटलांटिक महासागर। | गर्म, आर्द्र और अस्थिर। | **शीत ऋतु:** हल्का तापमान, कोहरे के साथ मेघाच्छादित आकाश।<br>**ग्रीष्म ऋतु:** उच्च तापमान, उच्च आर्द्रता, कपासी बादल और संवहनीय वर्षा। |

## वायुराशियों का महत्व

- जिन क्षेत्रों में यह विचरण करती है, वहां के तापमान तथा आर्द्रता के स्तर को प्रभावित करती है।
  - **उदाहरण के लिए-** महासागरीय वायुराशियाँ निकटवर्ती स्थल क्षेत्रों में आर्द्रता और वर्षा का कारण बनती हैं, जबकि महाद्वीपीय वायुराशियाँ सामान्यत: शुष्क होती हैं।
- विभिन्न वायुराशियों के बीच परस्पर क्रिया से, वातावी मौसम और तूफानों का निर्माण हो सकता है
- किसी क्षेत्र में प्रमुख वायुराशियाँ, उसकी समग्र जलवायु में योगदान करती हैं।
  - **उदाहरण के लिए-** ध्रुवीय वायुराशियाँ, ध्रुवीय क्षेत्रों की ठंडी जलवायु के लिए जिम्मेदार होती हैं, जबकि उष्णकटिबंधीय वायुराशियाँ, भूमध्य रेखा के निकट गर्म जलवायु को प्रभावित करती हैं।
- ग्लोबल वार्मिंग (वैश्विक तापन) और पृथ्वी के वायुमंडल में परिवर्तन से प्रेरित वायुराशियों के व्यवहार में परिवर्तन से, वृहद-जलवायु परिवर्तन हो सकते हैं।

## वाताग्र

- यह दो वायुराशियों के मिलने पर, उनके मध्य का सीमा क्षेत्र हैद्य
- **वाताग्र की विशेषताएँ**
  - तापमान विषमता वाताग्र क्षेत्र की मोटाई को व्युत्क्रमानुपाती रूप से प्रभावित करती है।

- किसी वाताग्र के माध्यम से तापमान में अचानक परिवर्तन के साथ, निम्न दाब की ओर समदाब के झुकने से, दाब में भी परिवर्तन होता है।
- वाताग्र अधिकतर निम्न दाब वाले क्षेत्रों में स्थित होते हैं।
- पवन में परिवर्तन का अनुभव होता है, क्योंकि पवन की गति दाब प्रवणता और कोरिओलिस बल द्वारा प्रभावित होती है।
- वाताग्र गतिविधि मेघाच्छादन और वर्षा से संबंधित होती है।

## वाताग्र के प्रकार

- **स्थैतिक वाताग्र:** पवनों के मिले बिना दो विपरीत वायुराशियों के अभिसरण के कारण, सीमा का निर्माण होता है।
  - दोनों वायुराशियाँ एक-दूसरे को धक्का देने में विफल रहती हैं और स्थिर बनी रहती हैं।
  - पवन का प्रवाह वाताग्र के समानांतर होता है, किन्तु विपरीत दिशा में होता है।
  - अस्थायी वाताग्र और अधिकतर अल्पकालिक होते हैं।
- **ऊष्ण वाताग्र:** संपर्क क्षेत्र तब निर्मित होता है, जब गर्म वायुराशि ठंडी वायुराशि की ओर बढ़ती है
  - जैसे-जैसे ऊष्ण वायु ढलान पर आरोहित होती है, यह संघनित हो जाती है तथा वर्षा का कारण बनती है।
  - प्रत्येक 100 या 200 किमी की दूरी के लिए 1 किमी की वृद्धि की एक सौम्य ढलान होती है।
  - **बादल निर्माण:**
    - ✓ सिरस, स्ट्रेटस और निंबस जैसे बादलों का निर्माण होता है।
    - ✓ ऊष्ण वाताग्र के आगे सिरोस्ट्रेटस बादल, सूर्य और चंद्रमा के चारों ओर एक प्रभामंडल निर्मित करते हैं।
- **शीत वाताग्र:** यह एक ऐसा वाताग्र है, जिसमें ठंडी वायु गर्म वायु क्षेत्र की ओर बढ़ती है।
  - चूँकि ठंडी वायु का द्रव्यमान सघन होता है, इसलिए यह जमीन पर ही रहता है।
  - यह गर्म और कम सघन वायुराशि को बलपूर्वक ऊपर उठाता है।
  - यह बादलों और वर्षा की संकीर्ण पट्टी से जुड़ा हुआ होता है।
  - इसमें ऊष्ण वाताग्र की तुलना में अधिक तीव्र ढलान है, जो 50 या 100 किमी की दूरी तक 1 किमी की ऊंचाई तक बढ़ती है।
  - **बादल निर्माण**
    - ✓ **सबसे सामान्य-** क्यूम्यलस बादल, जो प्रायः क्यूम्यलोनिम्बस बादलों में परिवर्तित हो जाते हैं, जो गरज के साथ तूफान उत्पन्न करते हैं।
    - ✓ यह निंबोस्ट्रेटस, स्ट्रेटोक्यूम्यलस और स्ट्रेटस बादल भी उत्पन्न कर सकता है।
- **अधिविष्ठ वाताग्र:** यह तब बनता है, जब एक शीत वाताग्र ऊष्ण वाताग्र से आगे निकल जाता है।
  - जैसे-जैसे शीत अग्रभाग ऊष्ण अग्रभाग की तुलना में तेजी से आगे बढ़ता है, गर्म क्षेत्र का आकार छोटा हो जाता है।
  - अंततः, गर्म वायु पूरी तरह से विस्थापित हो जाती है।
  - शीत और ऊष्ण वाताग्र एक में विलीन होकर एक लंबा तथा पीछे की ओर झूलता हुआ वाताग्र बनाते हैं
  - **मौसम की स्थिति-** अनियमित वर्षा के साथ अधिक परिवर्तनशील।

## चक्रवात

- यह तीव्रता से अंदर की ओर बढ़ने वाला एक वायु परिसंचरण है, जो निम्न दाब वाले क्षेत्र के चारो ओर होता है।
- चक्रवात में वायु क्रमशः उत्तरी और दक्षिणी गोलार्ध में वामावर्त दिशा और दक्षिणावर्त दिशा में प्रसारित होती है।
- ये दो प्रकार के हैं: शीतोष्ण कटिबंधीय एवं उष्णकटिबंधीय चक्रवात

## शीतोष्ण/बहिरूष्ण कटिबंधीय चक्रवात

- ये कर्क रेखा और मकर रेखा से परे बनने वाले चक्रवात हैं; जो मध्य अक्षांशों के मौसम को प्रभावित करते हैं
- **शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवातों की विशेषताएँ:**
  - **स्थान:** अधिकांशतः 35-65 डिग्री अक्षांशों में, उत्तरी और दक्षिणी गोलार्धों में।
  - दो विपरीत वायुराशियों की परस्पर क्रिया के साथ, वाताग्र के निर्माण की प्रक्रिया द्वारा निर्मित।
  - आकार में वृत्ताकार और अर्धवृत्ताकार से लेकर, अण्डाकार तथा लम्बाई तक भिन्न-भिन्न होता है।
  - 500 से 600 किलोमीटर तक विस्तारित।
  - इनका वेग मध्यम होता है, लगभग 30 से 40 किलोमीटर प्रति घंटा।

# TYPES OF WEATHER FRONTS

## COLD

COLD AIR REPLACES WARMER AIR AT THE SURFACE

## WARM

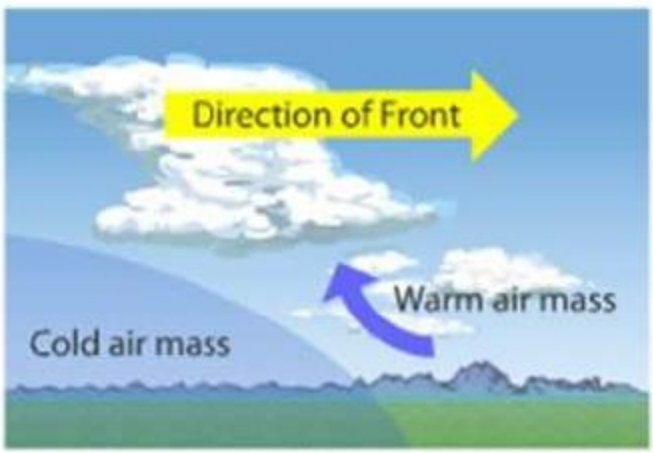
WARM AIR REPLACES COOLER AIR AT THE SURFACE

## STATIONARY

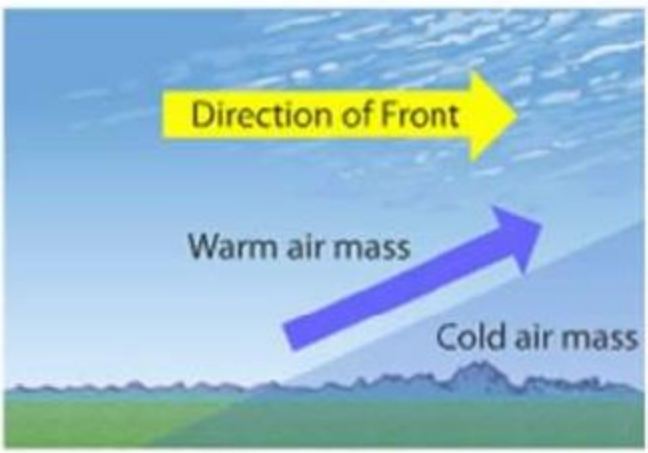
FRONT IS STALLED OR MARGINALLY MOVES

## OCCLUDED

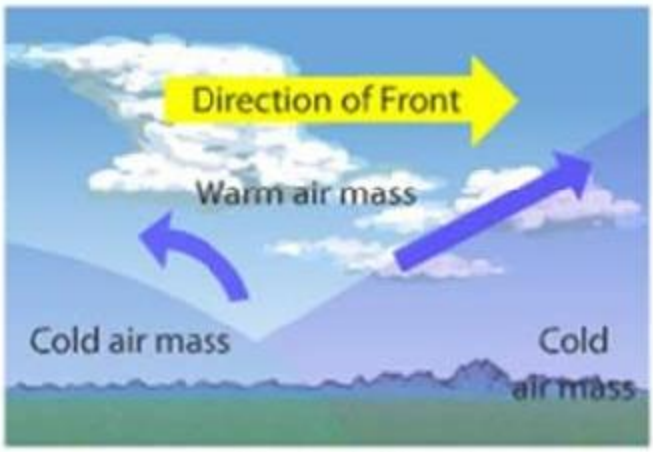
COLD FRONT OVERTAKES A WARM FRONT



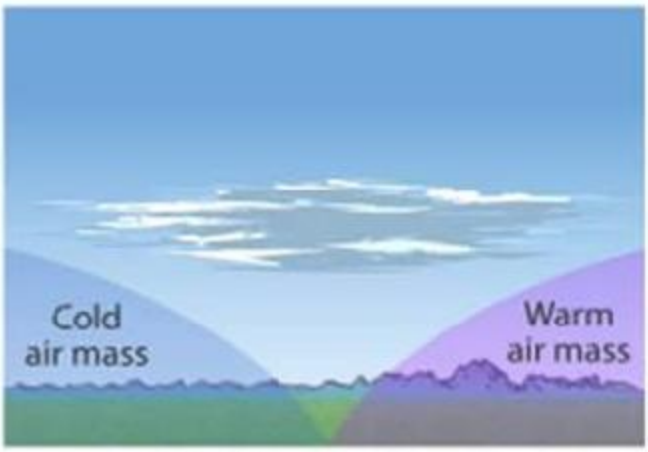

Cold front




Warm front




Occluded front



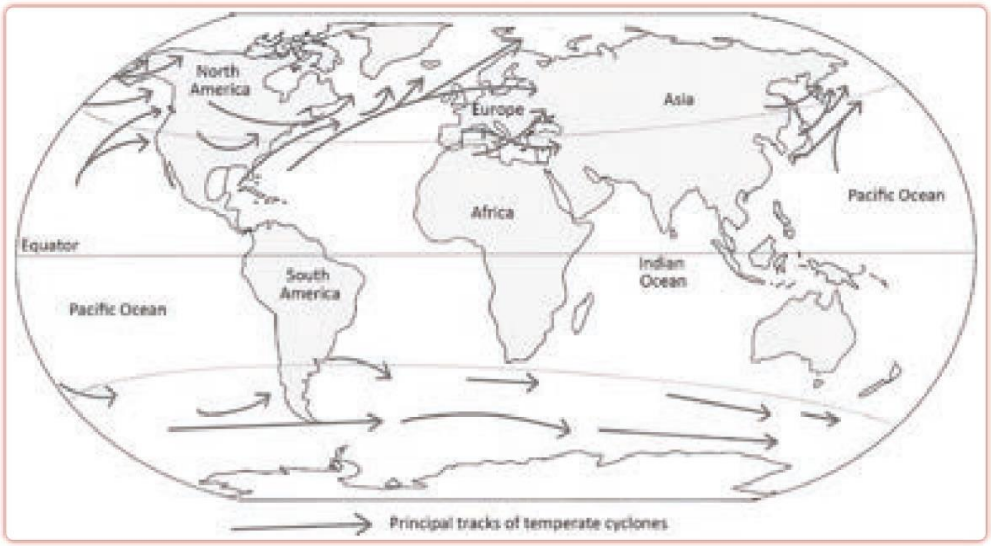

Stationary front

### शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात का विकास

## शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवातों का वितरण

### अटलांटिक-आर्कटिक वाताग्र:

- गर्म उत्तरी अटलांटिक, ठंडी आर्कटिक वायुराशि से मिलती है तथा तीव्र तापमान विषमता के कारण निम्न दाब प्रणालियां निर्मित होती हैं।
- यह चक्रवात उत्तर-पूर्व से लेकर पश्चिमी यूरोप की ओर बढ़ते हैं।




### उत्तरी अमेरिका ध्रुवीय वाताग्र:

- उत्तरी अमेरिकी वायुराशि, उत्तरी ध्रुवीय वायुराशि के साथ अभिसरित होती है।
- ये चक्रवात ग्रेट लेक्स क्षेत्र में विकसित होते हैं और उत्तर-पूर्व की ओर बढ़ते हैं।

### भूमध्यसागरीय-कैस्पियन वाताग्र:

- भूमध्यसागरीय-कैस्पियन क्षेत्रों के उत्तर में महाद्वीपीय क्षेत्र, इन महासागरों के ऊपर गर्म वायुराशियों से मिलते हैं।
- अतिरिक्त-उष्णकटिबंधीय चक्रवात, क्षेत्रीय पवन प्रतिरूप का निर्माण एवं अनुसरण करते हैं।

- पश्चिमी विक्षोभ के कारण उत्तर-पश्चिमी भारत में शीतकालीन हल्की वर्षा होती है।

**दक्षिणी गोलार्ध वाताग्र:**

- तापमान के लिए बड़े भू-भाग के आभाव के कारण, चक्रवात के विकास हेतु कोई विशिष्ट क्षेत्र नहीं है
- ये चक्रवात सामान्य तौर पर 35° से 65° दक्षिणी अक्षांशों के मध्य विकसित होते हैं और दक्षिण-पूर्व दिशा में यात्रा करते हैं।

## उष्णकटिबंधीय चक्रवात

- उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में उत्पन्न होने वाला प्रचंड तूफान, जो कर्क रेखा और मकर रेखा के मध्य स्थित तटीय क्षेत्रों में व्यापक पैमाने पर विनाश लाने के लिए उत्तरदायी है।

### उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की विशेषताएं

- **अवस्थिति:** उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के भीतर, अर्थात कर्क रेखा और मकर रेखा।
- **विस्तार:** उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के बीच सीमित तथा समशीतोष्ण या अतिरिक्त उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की तुलना में अत्यधिक छोटे होते हैं।
- **उत्पत्ति:** तापीय कारणों से- एक उष्णकटिबंधीय चक्रवात संघनन की गुप्त ऊष्मा के निष्कासन से प्रेरित, एक स्व-उत्पादक ऊष्मा इंजन की तरह व्यवहार करता है।
- **आकृति एवं आकार:** सर्पिल तथा व्यास 30 किमी से 300 किमी तक भिन्न हो सकता है।
- **वेग:** 32 किमी. प्रति घंटे से लेकर, 180 किमी प्रति घंटे से अधिक तक भिन्न होता है।
- **गति की दिशा:** कोरिओलिस प्रभाव के कारण उत्तरी गोलार्ध में वामावर्त और दक्षिणी गोलार्ध में दक्षिणावर्त।

**उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को विभिन्न क्षेत्रों में भिन्न-भिन्न नामों से पुकारा जाता है**

- **चक्रवात**-भारत
- **हरिकेन**- अमेरिका
- **टाइफून**-पश्चिमी प्रशांत और दक्षिण चीन सागर
- **विली-विलीज**- ऑस्ट्रेलिया

### उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के निर्माण के लिए आवश्यक अनुकूल परिस्थितियाँ

- आर्द्रता की तत्काल आपूर्ति, इसलिए, अधिकांश उष्णकटिबंधीय चक्रवात केवल महासागरों के ऊपर ही विकसित होते हैं।
- महासागर का गर्म तापमान, आर्द्रता की निरंतर आपूर्ति में सहायता करता है।
- आवश्यक तापमान लगभग 27 डिग्री सेल्सियस है।
- आवश्यक परिसंचरण गति प्राप्त करने के लिए, कोरिओलिस बल की उपस्थिति।
- अवसाद को तीव्र करने और इसे चक्रवात में परिवर्तित करनें के लिए, एक कमजोर निम्न दाब वाले क्षेत्र की उपस्थिति।
- ऊपरी वायु परिसंचरण की उपस्थिति
  - कमजोर निम्न दाब के ऊपर एक प्रतिचक्रवात स्थिति की उपस्थिति, चक्रवातों की वृद्धि में सहायता करती है।

### उष्णकटिबंधीय चक्रवातों का वितरण

- **उत्तरी अटलांटिक (पश्चिमी उष्णकटिबंधीय भाग):** कैरेबियन सागर और मैक्सिको की खाड़ी और अधिकतम आवृत्ति अगस्त से अक्टूबर के दौरान होती है;
- **हिंद महासागर:** बंगाल की खाड़ी और अरब सागर, एक मई में और दूसरा अक्टूबर-नवंबर में दो दीर्घतम के साथद्य
- **दक्षिण हिंद महासागर:** मेडागास्कर और रीयूनियन द्वीपों से लेकर 90 डिग्री पूर्वी देशांतर तक और उत्तर-पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया में तिमोर सागर तक विस्तारित क्षेत्र तथा मुख्य रूप से जनवरी से मार्च के दौरानद्य
- **उत्तरी प्रशांत महासागर (पूर्वी उष्णकटिबंधीय भाग):** मैक्सिको और मध्य अमेरिका के पश्चिमी तटीय क्षेत्रों से लेकर कैलिफोर्निया के तट तक और अधिकतम घटना अगस्त से अक्टूबर के दौरान होती हैद्य
- **उत्तरी प्रशांत महासागर (पश्चिमी उष्णकटिबंधीय भाग):** विश्व में चक्रवातों की अधिकतम घटना अगस्त और सितंबर में अधिकतम आवृत्ति के साथ होती है तथा इसमें मुख्य रूप से फिलीपींस, चीन सागर और जापान के आसपास के क्षेत्र शामिल हैंद्य
- **दक्षिण प्रशांत महासागर (पश्चिमी उष्णकटिबंधीय भाग):** ऑस्ट्रेलिया के पूर्वी तट, सामोआ और फिजी द्वीपों के आसपास तथा कोरल सागर क्षेत्र के निकटवर्ती एवं अधिकांश जनवरी से मार्च के दौरान होते हैं।

### उष्णकटिबंधीय चक्रवात की संरचना

- **आँख या चक्षु:** यह चक्रवात के मध्य क्षेत्र का निर्माण करता है और इसकी विशेषता निम्न सतही दाब, शांत परिस्थितियाँ, अवरोही वायु और स्वच्छ आसमान है।
- **चक्षु भित्ति:** चक्रवात की आँख के चारों ओर एक गोलाकार, वलय के आकार का वायु आवरण, जिसे चक्षु भित्ति कहते हैं।
  - तीव्र वायु, अत्यधिक वर्षा और गहरे संवहनीय बादलों का उत्थान इसकी विशेषता है।
- **वर्षा (रेन) बैंड:** क्षैतिज पवनों की दिशा में सरेखित संकीर्ण रेन बैंड, चक्षु भित्तियों से विकरित होते हैं और क्यूम्यलोनिम्बस बादल बाहरी क्षेत्रों में विस्थापित हो जाते हैं।

**शीतोष्ण चक्रवातों की उत्पत्ति और विकास: -**

- प्रथम विश्व युद्ध के अंत में समकालिक मौसम विज्ञान में सबसे महत्वपूर्ण और स्थायी योगदान 'बर्गन स्कूल ऑफ मेटियोरोलॉजिस्ट' विल्हेम बिजर्कनेस, उनके पुत्र जे. बिजर्कनेस और सहयोगियों द्वारा दिया गया था। उन्होंने समशीतोष्ण चक्रवातों को समझने में महत्वपूर्ण प्रगति की। उन्होंने समकालिक मौसम मानचित्रों और मौसम प्रणालियों के समय क्रॉस-सेक्शन के सावधानीपूर्वक, व्यवस्थित विश्लेषण पर ध्यान केंद्रित किया। उन्होंने मध्य-अक्षांश चक्रवातों के जीवन चक्र के लिए पहला मॉडल पहचाना और विकसित किया। यह एक अवरुद्ध वाताग्र के विकास से जुड़ा है, जिसमें मध्य-अक्षांश चक्रवात का ठंडा वाताग्र उसके गर्म वाताग्र से आगे निकल जाता है। उनके शोध और अन्वेषणों के परिणामस्वरूप चक्रवातों के ध्रुवीय वाताग्र सिद्धांत या सरल शब्दों में तरंग सिद्धांत की व्याख्या हुई।
- शीतोष्ण चक्रवातों की उत्पत्ति और विकास को नॉर्वेजियन मॉडल द्वारा सबसे अच्छी तरह समझाया गया है। इसे ध्रुवीय वाताग्र सिद्धांत के रूप में बहुत लोकप्रिय माना जाता है।

**ध्रुवीय वाताग्र सिद्धांत: -**

- इस सिद्धांत के अनुसार, उष्ण कटिबंधों से आने वाली गर्म-आर्द्र वायुराशियाँ ध्रुवों से आने वाली शुष्क-ठंडी वायुराशियों से मिलती हैं और इस प्रकार एक ध्रुवीय वाताग्र का निर्माण होता है। यह दो वायुराशियों के बीच एक असंतत सतह बनाता है। ऐसी स्थितियाँ उपोष्णकटिबंधीय उच्च और उप-ध्रुवीय निम्न के बीच होती हैं। ठंडी हवा सघन और भारी होती है क्योंकि ठंडी हवा का अंतराआणविक स्थान छोटा होता है। यह हमेशा निचले भू-स्थान पर रहती है। इसी कारण, गर्म उपोष्णकटिबंधीय हवा ऊपर की ओर धकेली जाती है। तापमान और आर्द्रता की स्थिति के अनुसार, दोनों वायुराशियों के बीच उनकी प्रकृति के आधार पर परस्पर क्रिया होती है। ठडी और गर्म वायुराशियों की यह परस्पर क्रिया अस्थिरता पैदा करती है और संधि स्थल पर, विशेष रूप से परस्पर क्रिया के केंद्र में, एक निम्न दाब का निर्माण होता है। परस्पर क्रिया का केंद्र वह क्षेत्र है जहाँ गर्म और ठंडे वाताग्र विभेदित होते हैं। आगे चलकर यही बिंदु चक्रवात की आँख के रूप में विकसित होता है।
- तरंग का निर्माण तापीय विपरीतता का सूचक है। दोनों वायुराशियाँ एक-दूसरे के क्षेत्र का अतिक्रमण करने लगती हैं। उत्तरी गोलार्ध में गर्म हवा का द्रव्यमान पछुआ हवाओं के रूप में उत्तर की ओर बढ़ता है। ठंडी हवा का द्रव्यमान पूर्वी हवाओं के रूप में दक्षिण की ओर बढ़ता है। चूँकि यह उत्तरी गोलार्ध का मामला है, फेरेल के नियम के अनुसार हवाएँ दाईं ओर मुड़ जाती हैं। इस प्रक्रिया में, पछुआ और पूर्वी दोनों हवाएँ अपनी निर्दिष्ट दिशा से दाईं ओर विक्षेपित हो जाती हैं। इसलिए, उत्तरी गोलार्ध में वाताग्र निर्माण के साथ, वाताग्र के पूर्वी भाग में गर्म हवा का प्रभुत्व होता है। इसके विपरीत, पश्चिमी भाग में, ठंडी हवा का प्रभुत्व प्रमुख होता है। यदि हम दक्षिणी गोलार्ध का उदाहरण लें तो स्थिति विपरीत है। मध्य-अक्षांश चक्रवात के क्रमिक विकास को निम्नलिखित चरणों के माध्यम से समझाया जा सकता है:
  - चरण I: स्थिर/ आरंभ
  - चरण II: युवा वयस्कता की शुरुआत
  - चरण III: परिपक्व
  - चरण IV: अवरोधन
  - चरण V: क्षय

**चरण I: स्थिर/आरंभ: -**

- ठंडी वायुराशि और गर्म वायुराशि एक अक्ष के अनुदिश अभिसरित होती हैं जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है। शीतोष्ण चक्रवात के क्रमिक विकास को चित्र 2A से 2E तक त्रि-आयामी विन्यास में देखा जा सकता है। इस स्थिति में, दोनों वायुराशियाँ लगभग स्थिर होती हैं और एक-दूसरे के संपर्क में होती हैं। इसे वाताग्र निर्माण की स्थिर अवस्था भी कहते हैं। यद्यपि दोनों वायुराशियों के बीच तापमान, आर्द्रता और दाब में अंतर स्पष्ट रहता है, फिर भी यह इतना अधिक नहीं होता कि बड़े पैमाने पर अस्थिरता उत्पन्न हो। समय बीतने के साथ, और विशेष रूप से संपर्क क्षेत्र के सीमांत क्षेत्रों में उनके बीच परस्पर क्रिया के कारण, गर्म वायुराशि द्वारा पूर्वी और पश्चिमी दिशा में कुछ धक्का लगना शुरू हो जाता है, जिससे ठंडी वायुराशि का प्रभाव स्पष्ट रूप से दिखाई देता है। इस अवस्था के अंतिम चरण में, सीधा और सपाट बना वाताग्र (चित्र 1) अपने प्रभाव से आगे बढ़ती वायुराशियों द्वारा मुड़ जाता है (चित्र 2B और चित्र 3 में स्पष्ट रूप से दिखाई देता है)। इसके बाद युवा वयस्क की शुरुआत का दूसरा चरण शुरू होता है।

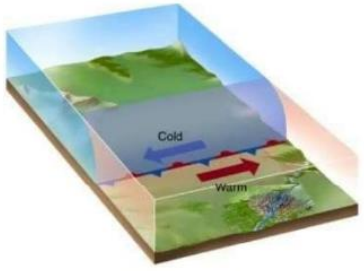



Fig. 1: Convergence of Warm and Cold Air Masses

**चरण II: युवा वयस्कता की शुरुआत: -**

- पहले चरण के अंत तक, दो वायु द्रव्यमानों की सीमाएँ स्पष्ट रूप से भिन्न हो जाती हैं। पहला, जहाँ गर्म हवा का अधिक प्रभाव देखा जाता है, वह गर्म वाताग्र है और यह उत्तरी गोलार्ध के पूर्वी भाग में स्थित होता है। उत्तरी गोलार्ध के पश्चिमी भाग में ठंडी हवा के द्रव्यमान का प्रभाव बहुत स्पष्ट रूप से देखा जाता है। उत्तर और उत्तर-पश्चिम में, ठंडी हवा के द्रव्यमान द्वारा व्याप्त क्षेत्र को ठंडा क्षेत्र कहा जाता है (चित्र 2B और चित्र 3 में स्पष्ट रूप से दिखाई देता है)। इसके विपरीत, अर्थात् दक्षिण और दक्षिण-पूर्व में, गर्म हवा के द्रव्यमान का प्रभुत्व होता है और इसलिए, इसे गर्म क्षेत्र के रूप में जाना जाता है। यह सब कोरिओलिस प्रभाव और फेरेल के नियम से जुड़े हवाओं के सामान्य सिद्धांतों के तहत हो रहा है। दक्षिणी गोलार्ध के मामले में एक दर्पण छवि स्थिति लागू होती है।

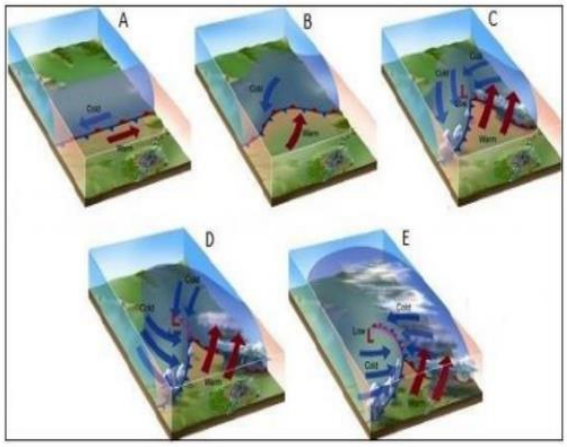



Fig. 2: Different Stages of the Development of Temperate Cyclone

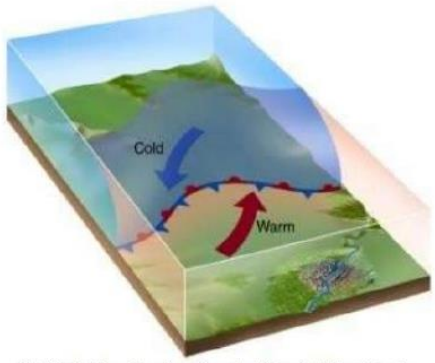



Fig. 3: Initial Stage Low formation at the Warm-Cold Front Junction

- गर्म वाताग्र में अधिक अस्थिरता होती है क्योंकि इसके साथ अधिक नमी पाई जाती है। इसके विपरीत, ठंडे वाताग्र के साथ स्थिरता सापेक्षिक रूप से अधिक होती है क्योंकि ठंडी वायुराशियों में नमी कम होती है। इससे पहले, आप वायु में अस्थिरता के बारे में पढ़ चुके हैं। आप यह भी जानते हैं कि अधिक से अधिक नमी की प्राप्ति या योग वायु को अधिक से अधिक अस्थिर बनाता है। दो वाताग्रों, गर्म और ठंडे, के मिलन बिंदु पर अस्थिरता अधिक होती है। ठंडी वायुराशियां, गर्म वायुराशियों को धकेलने का प्रयास करती हैं और इस प्रक्रिया में यह मिलन बिंदु अधिक से अधिक तीक्ष्ण होता जाता है। गर्म क्षेत्र सिकुड़ने लगता है और मोड़ अधिक तीक्ष्ण हो जाता है (चित्र 4)। चूँकि गर्म वायुराशियों का घनत्व हल्का होता है, इसलिए यह ठंडी वायुराशियों पर ऊपर की ओर धकेली जाती हैं। नमी के साथ उठती गर्म वायुराशियां, ठंडी वायुराशियों के प्रभाव और बढ़ती ऊँचाई के कारण ठंडी हो जाती हैं। संघनन स्पष्ट होता है। वर्षा के बाद, गुप्त ऊष्मा मुक्त होती है और दोनों वाताग्रियों के मिलन बिंदु पर और कम दबाव बनता है। यह उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के निर्माण की प्रारंभिक स्थिति है। चूंकि इस चरण के अंत तक चक्रवाती स्थिति पहले ही शुरू हो जाती है, इसीलिए इस चरण को शीतोष्ण चक्रवात के युवा चरण की शुरुआत के रूप में जाना जाता है।

**चरण III: परिपक्व: -**

- दूसरे चरण के अंत तक, दोनों मोर्चों के जंक्शन पर, विशेष रूप से संघनन के कारण, निम्न वायुदाब शुरू हो चुका होता है। यह निम्न दाब आसपास के क्षेत्र से हवा को आकर्षित करता है और हवा का एक ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर प्रवाह बहुत महत्वपूर्ण रूप से देखा जाता है। तीसरे चरण में, दूसरे चरण की तीव्रता बढ़ जाती है। तीव्रता के कारण, समदाब रेखाएं पास आ जाती हैं। दाब प्रवणता बहुत तीव्र हो जाती है। हवा का तेजी से ऊपर की ओर प्रवाह एक भंवर की तरह चलता है। ठंडी वायुराशियों का आक्रमण अधिक होता है। गर्म क्षेत्र और भी छोटा और सिकुड़ जाता है। दोनों मोर्चों के अधिक से अधिक तीखे मोड़ देखे जाते हैं। यह शीतोष्ण चक्रवात के वास्तविक और अग्रिम चरण का निर्माण करता है। चूँकि हवाओं का सामान्य पैटर्न पश्चिमी होता है, शीतोष्ण चक्रवात पूर्व की ओर बढ़ने की प्रवृत्ति रखते हैं। इसलिए, जहाँ भी यह टकराता है, यह मौसम की स्थिति में बदलाव लाता है। इस चरण के अंत तक, संयुक्त मोर्चे ऊपर उठने लगता है और यह चक्रवात की घटती शक्ति की शुरुआत है।

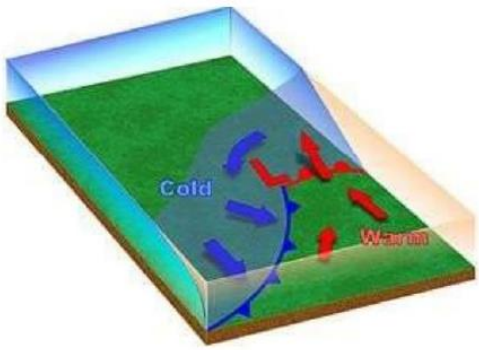



Fig. 4: Increasing Impact of Cold Air Mass and Shrinking Cold Sector

**चरण IV: अवरोधन की शुरुआत: -**

- अवरोधन का शाब्दिक अर्थ संकुचन या संपीड़न है। दो अलग-अलग रूप से बने वाताग्र अपने विसरण के कारण संकुचित हो रहे हैं। तीसरे चरण के अंत तक, दोनों वाताग्र निकट आ रहे थे और अंततः एक साथ विलीन हो गए, जिसे हम अवरोधित वाताग्र कहते हैं। अवरोधन चरण में, निम्न दाब के कमजोर होने के साथ चक्रवात का प्रभाव कम होने लगता है। इसकी तीव्रता कम हो जाती है और वायु वेग कम हो जाता है। दोनों वाताग्रों का अभिसरण भूमि से अलग हो जाता है और अभी भी आकाश में लटका हुआ है (चित्र 6)। शुरुआत में, भूतल पर दो अलग-अलग वायुराशियाँ थीं, लेकिन अवरोधन के बाद, यह पूरी भूमि पर ठंडी वायु का क्षेत्र है। क्लब्ड वाताग्र अभी भी आकाश में लटके हुए हैं। गर्म क्षेत्र भूमि के ऊपर स्थानांतरित हो गया है। असततता अभी भी है, लेकिन आकाश में, भूमि पर नहीं।

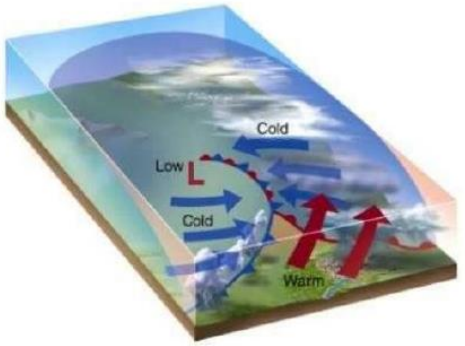


Fig. 6: Advance Stage of Occlusion

**चरण V: विलंबित अवरोध या अपव्यय: -**

- अवरोध के प्रारंभिक चरण में, शीतोष्ण चक्रवात अभी भी बहुत गतिशील और शक्तिशाली था, लेकिन अवरोध के अंतिम चरण तक यह काफी कमजोर हो गया था। चक्रवात के अंतिम चरण में, अधिक से अधिक क्षेत्रों पर ठंडी वायुराशियों का कब्जा हो गया। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि यह गर्म वायु की तुलना में अधिक सघन/भारी होती है। गर्म वायुराशियों वाले क्षेत्र पूरी तरह से ठंडी वायु द्वारा नियंत्रित होते हैं। ऊपर की ओर धकेली गई गर्म वायु, ठंडी वायु के प्रभाव के साथ-साथ रुद्धोष्म शीतलन द्वारा भी ठंडी हो जाती है। इस चरण के अंत तक, निम्न दाब पूरी तरह से समाप्त हो जाता है और सामान्य स्थिति आ जाती है। यहाँ तक कि ऊपर की ओर धकेला गया अवरोधित अग्रभाग भी पूरी तरह से हट जाता है। ये सभी स्थितियाँ अपव्यय चरण की विशेषताएँ हैं।

**विभिन्न चरणों का सारांश: -**

- ऊपर वर्णित सभी चरण एक के बाद एक क्रमिक क्रम में विकसित होते हैं। दो वायुराशियों के सरल अभिसरण से शुरू होकर तापमान, आर्द्रता और वायुदाब की स्थितियों के अनुसार परिवर्तन होते हैं। उत्तरी अमेरिका में शीतोष्ण चक्रवातों का विशिष्ट विकास चित्र 7A और 7B में बहुत स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है। यह हवाओं की दिशा, वाताग्र निर्माण, विभिन्न चरणों में वाताग्र परिवर्तन, चक्रवात के समदाब दाब में परिवर्तन को दर्शा रहा है। विकास से लेकर अपव्यय चरणों तक, आठ दिनों की अवधि में हुए परिवर्तन, दोनों चित्रों से स्पष्ट और स्पष्ट रूप से दिखाई दे रहे हैं।

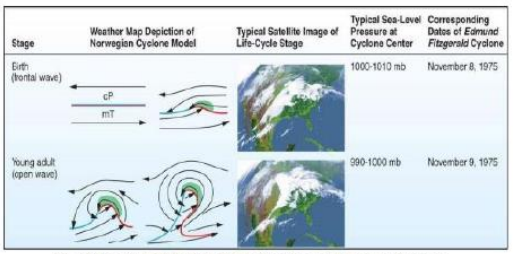


Fig. 7A: Idealized View of the Successive Stages of Temperate Cyclone

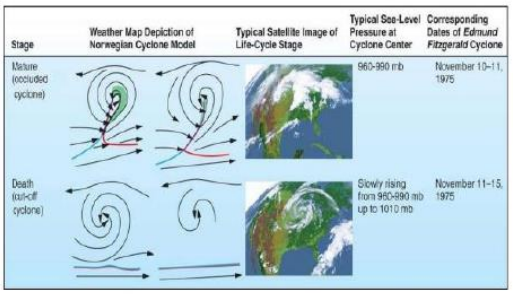
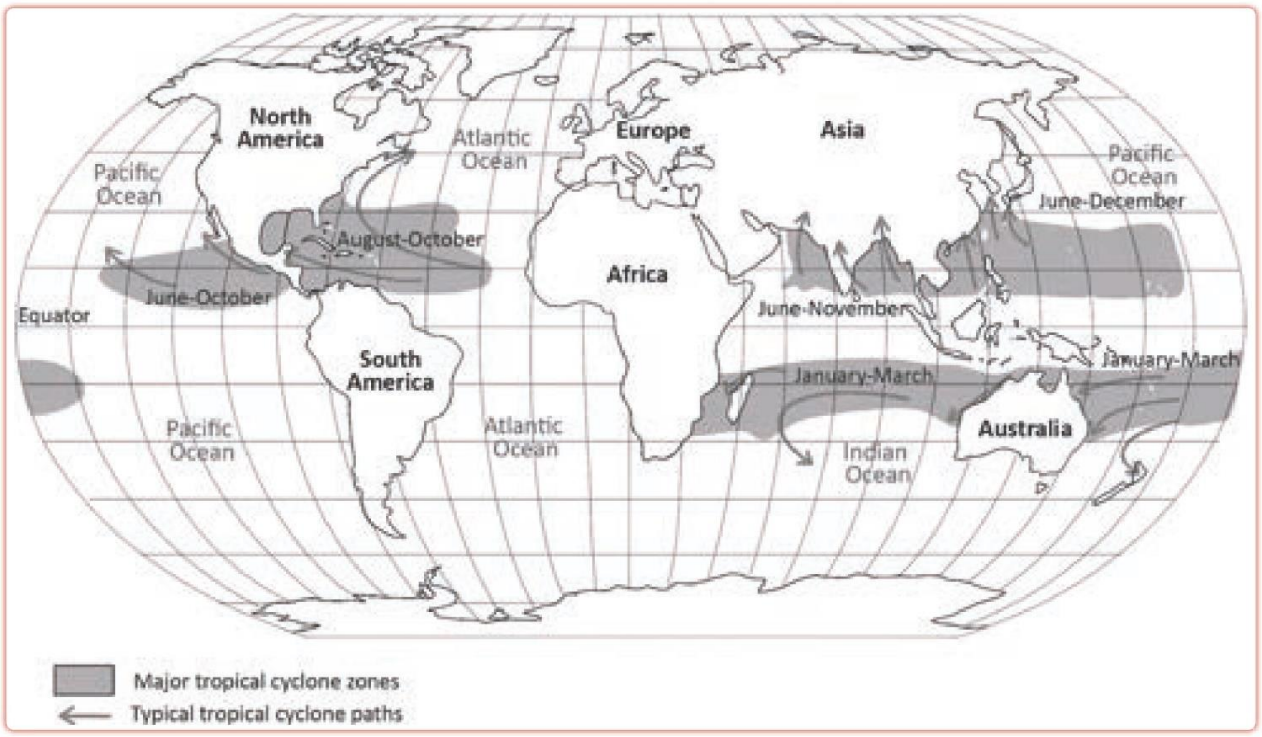
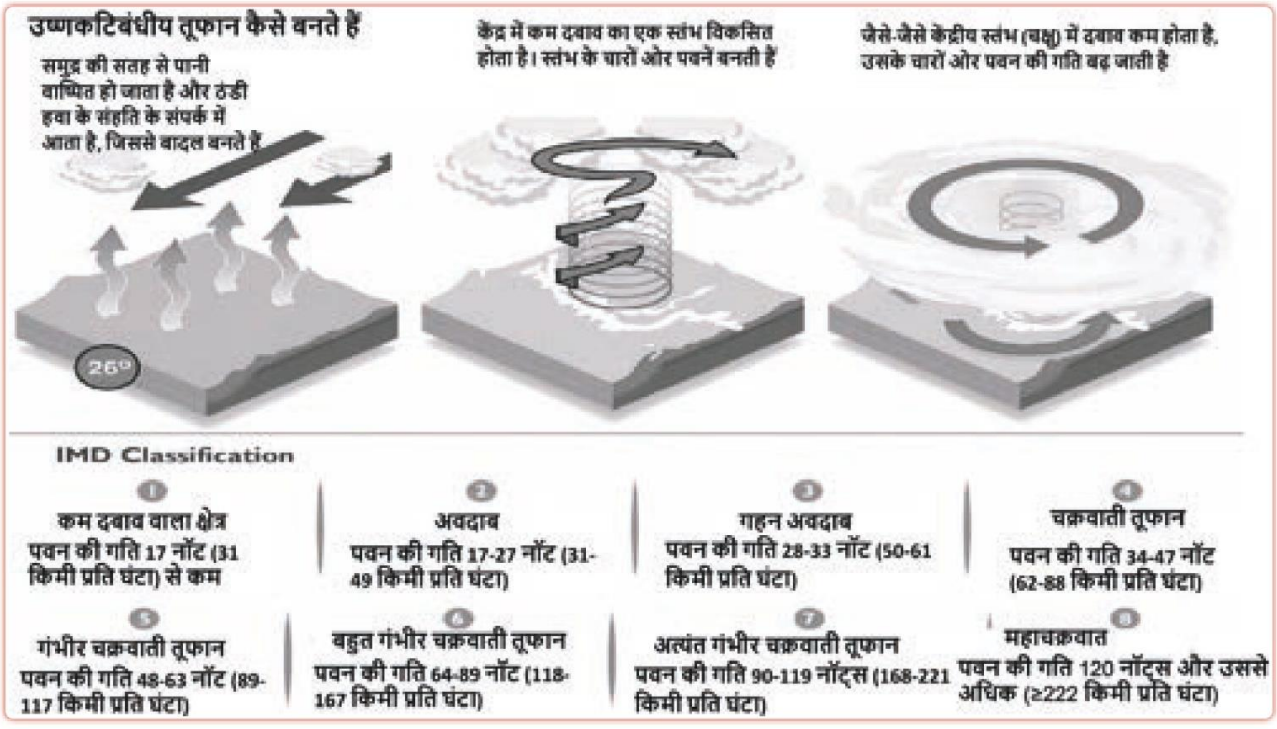


Fig. 7B: Idealized View of the Successive Stage of Temperature Cyclone.




## उष्णकटिबंधीय चक्रवातों का निर्माण



**मेडिकेंस**

- भूमध्य सागर के ऊपर अतिरिक्त उष्णकटिबंधीय चक्रवात देखे गए।

**उष्णकटिबंधीय चक्रवात और मेडिकेंस के मध्य तुलना**

| विशेषताएँ | उष्णकटिबंधीय चक्रवात | मेडिकेंस |
|---|---|---|
| घटना | उष्णकटिबंधीय जल या अपेक्षाकृत गर्म जल | शीतोष्ण जल या अपेक्षाकृत ठंडा जल |
| वायु की गति | उच्च | निम्न |
| आकार | व्यास में अधिक बड़ा | व्यास में छोटा |

## उष्णकटिबंधीय चक्रवातों का नामकरण

- प्रत्येक वर्ष, उष्णकटिबंधीय चक्रवातों को वर्णमाला क्रम में नाम दिए जाते हैं।
- नाम सूची एक विशिष्ट क्षेत्र के लिए विश्व मौसम विज्ञान संगठन **(WMO)** की राष्ट्रीय मौसम विज्ञान और जल विज्ञान सेवाओं **(NMHS)** द्वारा प्रस्तावित की जाती है।
- हिंद महासागर क्षेत्र के लिए चक्रवातों का नामकरण 2000 में शुरू हुआ।
- हिंद महासागर क्षेत्र के आठ देश - भारत, बांग्लादेश, मालदीव, म्यांमार, ओमान, पाकिस्तान, श्रीलंका और थाईलैंड, जब भी कोई चक्रवाती तूफान आता है, तो नामों का एक समूह प्रदान करते हैं।

**फुजिवारा प्रभाव**

- यह एक ही महासागरीय क्षेत्र में एक ही समय में विकसित होने वाले उष्णकटिबंधीय तूफानों के बीच होने वाली कोई अंत:क्रिया है।
- इनके केंद्र 1,400 किमी से भी कम दूरी पर स्थित होते हैं।
- अधिक तीव्रता, अधिक वर्षा लाने और उष्ण होते महासागरों के ऊपर नए तरीकों से संचलन के कारण ये चक्रवातों को अधिक अप्रत्याशित बनाते हैं।
- इस प्रभाव का पहला ज्ञात उदाहरण 1964 में पश्चिमी प्रशांत महासागर में देखा गया था, जब टाइफून मैरी और कैथी का विलय हुआ था।

**पांच अलग-अलग तरीके जिनसे फुजिवारा प्रभाव होता है:**

- **प्रत्यास्थ परस्पर-क्रिया:** इसमें केवल तूफानों की गति की दिशा बदलती है और यह सबसे आम घटना है।
- **पार्शियल स्ट्रेनिंग आउट (पीएसओ):** इसमें परस्पर क्रियाओं में लघु तूफान का एक हिस्सा वायुमंडल में विलीन हो जाता है।
- **कंप्लीट स्ट्रेनिंग आउट (सीएसओ):** इसमें परस्पर क्रियाओं में लघु तूफान पूरी तरह से वायुमंडल में विलीन हो जाता है और समान शक्ति के तूफानों के लिए दबाव (स्ट्रेनिंग आउट) नहीं होता है।
- **आंशिक विलय (पीएम):** इस अंत:क्रिया में लघु तूफान आंशिक रूप से वृहद तूफान में विलीन हो जाता है।
- **पूर्ण विलय:** इसमें समान शक्ति वाले दो तूफानों के बीच पूर्ण विलय होता है।

## उष्णकटिबंधीय और शीतोष्ण चक्रवात के बीच अंतर

| आधार | उष्णकटिबंधीय चक्रवात | शीतोष्ण चक्रवात |
|---|---|---|
| **आविर्भाव का क्षेत्र** | उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के भीतर बनते हैं और छोटे क्षेत्रों तक सीमित होते हैं। | शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात एक बहुत बड़े क्षेत्र को प्रभावित करते हैं। ये उष्ण कटिबंधों से अन्यत्र या परे बनते हैं। इसलिए, इन्हें अतिरिक्त या बहिरूष्ण कटिबंधीय चक्रवात के रूप में जाना जाता है। |
| **उत्पत्ति** | उष्ण कटिबंधीय चक्रवात की उत्पत्ति ऊष्मीय/तापीय कारणों से होती हैं। | शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात की उत्पति वाताग्र से संबंधित हैं। |
| **गठन** | संघनन की गुप्त ऊष्मा के निकलने के साथ नमी की निरंतर आपूर्ति के साथ बनता है।<br>27 डिग्री सेल्सियस तापमान वाले महासागरों पर बनता है। | शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात को विरोधाभासी वायुराशियों से ऊर्जा प्राप्त होती है।<br>समशीतोष्ण चक्रवात महाद्वीपीय भूमि और महासागरों दोनों पर बन सकते हैं।. |
| **पवन वेग** | वायु का वेग प्रचण्ड एवं विनाशकारी होता है। | हवा का वेग अपेक्षाकृत कम है। |
| **अवधि** | एक उष्णकटिबंधीय चक्रवात सात दिनों से अधिक नहीं रहता है। | समशीतोष्ण चक्रवात 15 से 20 दिनों की अवधि तक रह सकते हैं। |

## प्रति-चक्रवात

- ये मध्य अक्षांशों की विस्तृत, प्रवासी उच्च दाब कोशिकाएँ हैं; प्राय:, यह मध्यअक्षांशीय चक्रवात से बड़ा होता है और सामान्यत: पछुवा पवनों के साथ पश्चिम से पूर्व दिशा की ओर गति करता है।

## प्रतिचक्रवातों की मुख्य विशेषताएं

- इसमें ऊपर वायु का अभिसरण होता है जबकि सतह पर वायु का **अवतलन एवं अपसरण** होता है।
- उत्तरी गोलार्द्ध में पवनें दक्षिणावर्त (clockwise) और दक्षिणी गोलार्द्ध में वामावर्त (counter-clockwise) दिशा में चलती हैं।
- **इसमें सतह पर वायु राशियों का कोई अभिसरण नहीं होता है,** इसलिए प्रतिचक्रवात में, वताग्रजनन नहीं होता है।
- मौसम साफ और शुष्क होता है, जिसमें बादल निर्माण के लिये बहुत कम या कोई परिस्थितियाँ नहीं होती।
- प्रतिचक्रवात के केंद्र के पास वायु की गति बहुत सीमित होती है, लेकिन बाहर की ओर धीरे-धीरे बढ़ती है।
- प्रति चक्रवात कभी-कभी स्थिर हो जाते हैं और एक ही क्षेत्र में कई दिनों तक बने रहते हैं।

## चक्रवातों और प्रति-चक्रवातों के मध्य अंतर

| चक्रवात | प्रति चक्रवात |
|---|---|
| इनके केंद्र में निम्न दाब होता है, जो चारों ओर से उच्च दाब से घिरा होता है। | इनके केंद्र में उच्च दाब होता है, जो चारों ओर से निम्न दाब से घिरा होता है। |
| पवनें केंद्र की ओर चलती हैं। | पवनें केंद्र से बाहर की ओर चलती हैं। |
| पवनें प्रचंड और विनाशकारी होती हैं। | पवनें मंद होती हैं और विनाशकारी नहीं होती। |
| पवनें उत्तरी गोलार्द्ध में वामावर्त (anticlockwise) और दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिणावर्त (clockwise) चलती हैं। | पवनें उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिणावर्त (clockwise) और दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिणावर्त (clockwise) चलती हैं। |
| ये मेघ गर्जन, बिजली की चमक और भारी बारिश के साथ मेघाच्छादित मौसम लाते हैं। | ये शांत और साफ मौसम लाते हैं। |

## तड़ितझंझा

- तड़ितझंझा एक तीव्र वायुमंडलीय परिसंचरण है जिसमें वायु की ऊर्ध्वाधर (ऊपर की ओर) प्रबल गति होती है। इस दौरान बड़े, घने कपासी वर्षक **(cumulo nimbus)** बादल बनते हैं

## तड़ितझंझा की संरचना

- यह मजबूत उपर उठती वायु की विशेषता वाली कई संवहन कोशिकाओं से मिलकर बनता है।
- प्रत्येक कोशिका एक जीवन चक्र से गुजरती है।
- **प्रथम चरण:** कपासी (क्यूम्यलस) चरण जब उष्ण पवनें तेजी से ऊपर की ओर उठती है और बादलों के निर्माण में मदद करती है।
- **दूसरा चरण:** परिपक्व चरण, जिसमें पवनों की ऊपर और नीचे की ओर गति और वर्षा दोनों होती है।
- **तीसरा चरण**- विघटनकारी चरण, जिसमें पवनों की नीचे की ओर गति होती है जो स्थल की सतह पर फैल जाती है और पवनों की ऊर्ध्वाधर गति को रोक देती है।

## टॉरनैडो (Tornado)

- टॉरनैडो कीप **(funnel)** आकार के तूफान होते हैं जिनके केंद्र में अत्यंत निम्न वायुदाब होता है।
- आम तौर पर, दोनों गोलार्धों में वसंत और ग्रीष्मकाल के दौरान मध्य अक्षांशों में आते हैं।
  - 50 डिग्री उत्तर और दक्षिण अक्षांशों से ऊपर टॉरनैडो अनुपस्थित होते हैं।
  - अंटार्कटिका को छोड़कर सभी महाद्वीपों में टॉरनैडो देखे जा सकते हैं।
  - संयुक्त राज्य अमेरिका में सबसे विनाशकारी टॉरनैडो आते हैं।
  - भारतीय उपमहाद्वीप में, बांग्लादेश में टॉरनैडो का सबसे अधिक खतरा है।
- ये पृथ्वी पर 500 किमी/घंटा तक की सबसे तेज पवनें उत्पन्न कर सकता है।

### जलस्तंभ (Waterspout)

**संदर्भ:** अगस्त 2024 में, इटली के सिसिली में एक भयंकर तूफान के दौरान, संभवत: जलस्तंभ के कारण एक लक्जरी नौका डूब गई ।

**जलस्तंभ के बारे में**

- जलस्तंभ हवा और पानी की धुंध का एक घूमता हुआ स्तंभ है।

- यह कपासी (क्यूम्यलस) बादल से समुद्र या झील तक उतरता है।
- यह टॉरनैडो का एक कमजोर रूप है और आमतौर पर लगभग पांच मिनट तक रहता है - कभी-कभी यह 10 मिनट तक भी रह सकता है।
- औसत जलस्तंभ का व्यास लगभग 165 फीट हो सकता है, जिसमें पवन की गति 100 किलोमीटर प्रति घंटा हो सकती है।
- हालाँकि जलस्तंभ उष्णकटिबंधीय जल में अधिक आम हैं, वे कहीं भी दिखाई दे सकते हैं।
- तब होता है जब ऊपरी पवन की तुलना में आर्द्रता का स्तर उच्च और अपेक्षाकृत गर्म पानी का तापमान होता है।

**प्रकार**

- **तूफानी जलस्तंभ:**
- टॉरनैडो, जो जल के ऊपर बनते हैं या स्थल से जल की ओर बढ़ते हैं।
- स्थल टॉरनैडो के समान विशेषताओं वाला।
- तीव्र तड़ितझंझा से संबद्ध।
- अक्सर तेज पवनों, बड़े ओले, खतरनाक बिजली और तूफानी समुद्र के साथ।
- **स्वच्छ मौसम जलस्तंभ:**
- विकासशील कपासी (क्यूम्यलस) बादलों के समतल आधार के साथ निर्मित।
- आमतौर पर तड़ितझंझा से संबद्ध नहीं है।
- पानी की सतह से विकसित होकर ऊपर की ओर उठना।
- हल्की वायु की स्थिति में बनते हैं, इसलिए बहुत कम गति करते हैं।

## तड़ित/आकाशीय बिजली का चमकना

- वायुमंडल में ऊंचाई पर मौजूद वर्षा की बूंदें बर्फ में बदल जाती हैं।
- जब इन जमी हुई बारिश की बूंदों के कई छोटे टुकड़े कपासी वर्षक (cumulo nimbus) बादल में एक दूसरे से टकराते हैं, तो वे एक विद्युत आवेश पैदा करते हैं।
- अंततः, पूरा बादल विद्युत आवेश से भर जाता है।
- ऋणात्मक आवेश (इलेक्ट्रॉन) बादल के तल पर केंद्रित होते हैं।
- धनात्मक और तटस्थ आवेश (प्रोटॉन और न्यूट्रॉन) बादल के शीर्ष पर जमा होते हैं।
- ये धनात्मक और ऋणात्मक आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते हैं - दोनों आवेशों के बीच का संबंध तड़ित की तरह दिखाई देता है।

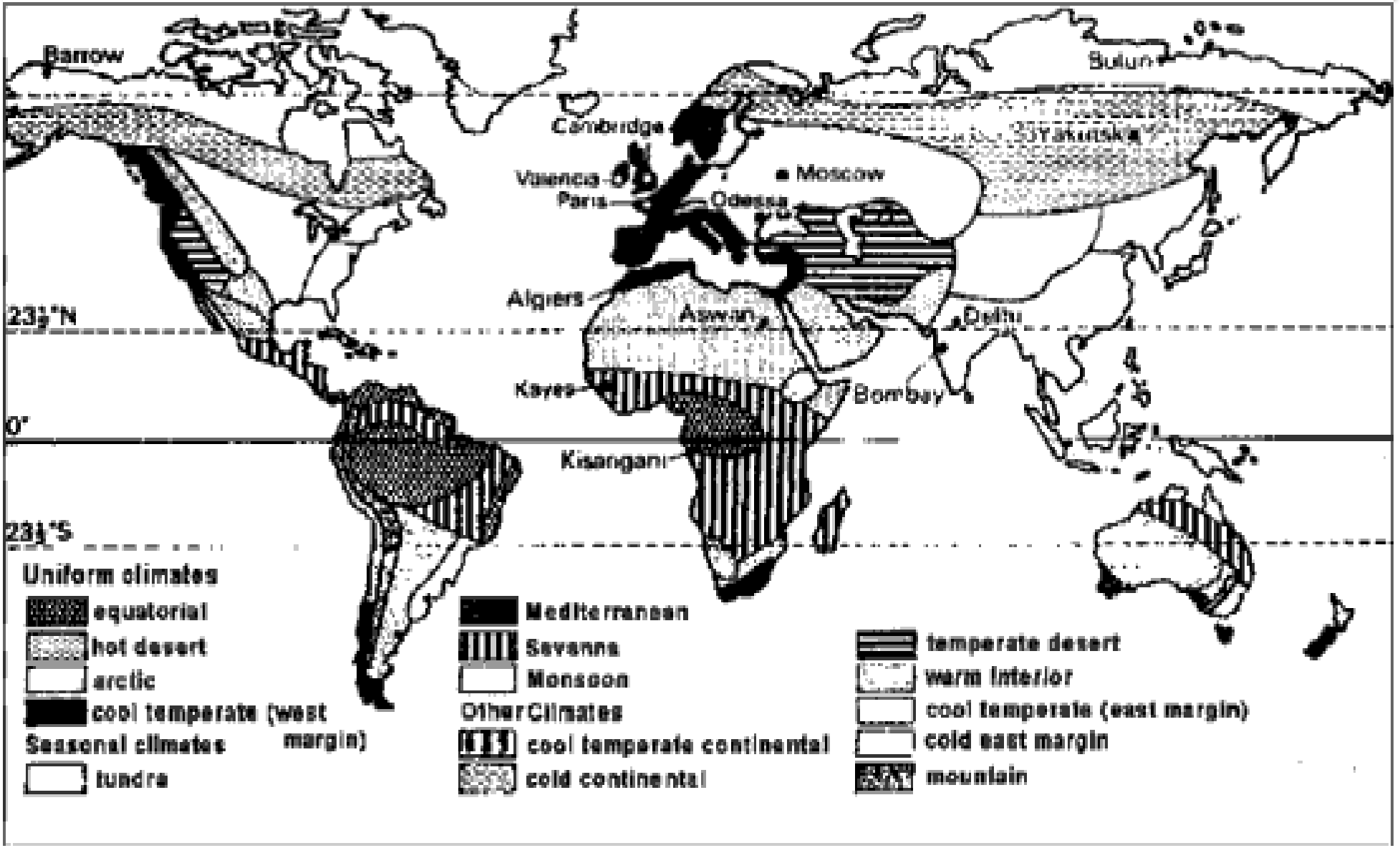
# जलवायविक प्रदेश

| जलवायविक प्रदेश/क्षेत्र | वितरण | जलवायविक दशाएं | | प्राकृतिक वनस्पति |
|---|---|---|---|---|
| | | तापमान | वर्षा | |
| **उष्ण, आर्द्र भूमध्यरेखीय जलवायु/ विषुवतरेखीय जलवायु** | इसका अधिकतम विस्तार **अमेजॅन, कांगो, मलेशिया और ईस्ट इंडीज के निचले इलाकों में स्थित है।** | **औसत मासिक तापमान:** न्यूनतम भिन्नता के साथ 27oC के आसपास। शीतकाल नहीं होता। | भारी वर्षा (60 से 100 इंच के बीच) **शुष्क ऋतु: अनुपस्थित..** | उष्णकटिबंधीय वर्षावन. प्रमुख प्रजातियों में महोगनी, आबनूस, ग्रीनहार्ट शामिल हैं। तटीय क्षेत्रों और खारे दलदलों में मैंग्रोव पनपते हैं। |
| **उष्णकटिबंधीय मानसूनी जलवायु और उष्णकटिबंधीय समुद्री जलवायु** | **उष्णकटिबंधीय मानसून:** यह भारतीय उपमहाद्वीप, बर्मा, थाईलैंड, लाओस, कंबोडिया, वियतनाम के कुछ हिस्से और दक्षिणी चीन और उत्तरी ऑस्ट्रेलिया में पाई जाती है। **उष्णकटिबंधीय समुद्री:** मध्य अमेरिका, वेस्ट इंडीज, पूर्वोत्तर ऑस्ट्रेलिया, फिलीपींस, पूर्वी अफ्रीका के कुछ हिस्से, मेडागास्कर, गिनी तट और पूर्वी ब्राजील में पाई जाती है। | औसत मासिक तापमान 18 डिग्री सेल्सियस से ऊपर | **उष्णकटिबंधीय मानसून:** वार्षिक औसत वर्षा **200-250** सेमी तक होती है। **उष्णकटिबंधीय समुद्री:** व्यापारिक पवनों से लगातार वर्षा। वार्षिक औसत वर्षा 120-200 सेमी | पेड़ों में आमतौर पर पर्णपाती पत्ते होते हैं। सबसे महत्वपूर्ण प्रजाति सागौन है। |

| जलवायविक प्रदेश/क्षेत्र | वितरण | जलवायविक दशाएं | | प्राकृतिक वनस्पति |
|---|---|---|---|---|
| | | तापमान | वर्षा | |
| **सवाना या सूडान तुल्य जलवायु** | **अफ्रीका:** पश्चिम अफ्रीकी सूडान से पूर्वी अफ्रीका तक और दक्षिणी अफ्रीका मकर रेखा के उत्तर तक विस्तारित।<br>**दक्षिण अमेरिका:** उत्तर में ओरिनिको बेसिन के लानोस और दक्षिण में ब्राजील की उच्चभूमि के **कैम्पोस** है।<br>**उत्तरी ऑस्ट्रेलिया** | औसत मासिक तापमान 18°C से अधिक होता है।<br>तापमान की उच्च दैनिक सीमा। | औसत वार्षिक वर्षा **80 - 160** सेमी (भूमध्य रेखा से दूरी के साथ घटती जाती है) है। | लंबी घास और छोटे पेड़. घास के मैदानों को 'बुश-वेल्ड' के नाम से भी जाना जाता है। पेड़ पर्णपाती होते हैं। महत्वपूर्ण प्रजातियों में बाओबाब, ताड़, बबूल और नीलगिरी शामिल हैं। |
| **उष्ण मरुस्थलीय जलवायु** | सहारा मरुस्थल, महान ऑस्ट्रेलियाई मरुस्थल और अरब मरुस्थल, ईरानी मरुस्थल, थार मरुस्थल, कालाहारी और नामीब मरुस्थल, उत्तरी अमेरिकी मरुस्थल (मोहॉक, सोनोरान, कैलिफोर्निया और मैक्सिकन मरुस्थल), अटाकामा मरुस्थल | यहाँ सर्दियों का मौसम नहीं होता है और गर्मियों का औसत तापमान 30 डिग्री सेल्सियस है। दैनिक तापांतर बहुत उच्च रहता है। । | वर्षा बहुत कम होती है- 30 सेमी से नीचे | प्रमुख वनस्पति मरुदभिद्: इसमें कैक्टस, कांटेदार झाड़ियाँ और झाड़ियाँ शामिल हैं। |
| **मध्य अक्षांशीय मरुस्थलीय जलवायु** | एशिया में लद्दाख, तुर्किस्तान, तकलामाकन और गोबी मरुस्थल, उत्तरी अमेरिका में ग्रेट बेसिन, दक्षिण अमेरिका में पटागोनियन मरुस्थल | **ग्रीष्मकाल:** छोटी, आर्द्र और मध्यम गर्म ।<br>सर्दियों का औसत तापमान .2 और 4°C के बीच होता है।<br>गर्मियों में औसत तापमान 21 और 26 डिग्री सेल्सियस के बीच होता है। | वर्षा बहुत कम होती है - 30 सेमी से नीचे | प्रमुख वनस्पति मरुदभिद्: शाकाहारी पौधे, कम लंबाई की झाड़ियाँ। |
| **समशीतोष्ण कटिबंधीय पश्चिमी तटीय (भूमध्यसागरीय) जलवायु** | भूमध्य सागर की सीमा से लगी यूरोपीय भूमि, संयुक्त राज्य अमेरिका में मध्य और दक्षिणी कैलिफोर्निया, दक्षिण अमेरिका में मध्य चिली, भूमध्य सागर की सीमा से लगी अफ्रीका की उत्तर-पश्चिमी तटीय भूमि, पश्चिमी और दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया के तटीय क्षेत्र, पश्चिमी तुर्की, सीरिया, पश्चिमी इजराइल और लेबनान | गर्म और शुष्क ग्रीष्मकाल; ठंडी और आर्द्र शीतकाल।<br>सर्दियों में औसत तापमान 5-10 डिग्री सेल्सियस के बीच रहता है, जबकि गर्मियों में औसत तापमान 20-27 डिग्री सेल्सियस के बीच रहता है। | औसत वर्षा 370 मिमी से 650 मिमी तक होती है। | स्क्लेरोफिल्स वनस्पति पायी जाती है। महत्वपूर्ण प्रजातियों में होल्म ओक, जैतून के पेड़, लॉरेल, कैरब पेड़, जुनिपर और साइप्रस शामिल हैं। |
| **शीतोष्ण महाद्वीपीय या स्टेपी जलवायु** | **यूरेशिया में स्टेपीज:** काला सागर के तट से लेकर चीन में मंचूरिया के मैदानी इलाकों तक विस्तृत।<br>**उत्तरी अमेरिका में प्रेयरीज:** वे रॉकीज और ग्रेट झीलों की तलहटी के बीच स्थित हैं।<br>अर्जेंटीना और उरुग्वे में पम्पास।<br>**दक्षिण अफ्रीका में वेल्ड्स:** ड्रेकेन्सबर्ग पर्वतों और कालाहारी मरुस्थल के बीच स्थित है।<br>**ऑस्ट्रेलिया में डाउन्स:** दक्षिण ऑस्ट्रेलिया के मर्रे-डार्लिंग बेसिन में पाया जाता है। | उत्तरी गोलार्ध में महाद्वीपीय प्रकार की जलवायु।<br>दक्षिणी गोलार्ध में अपेक्षाकृत मध्यम जलवायु पाई जाती है। | औसत वर्षा 45 सेमी | वृक्षविहीन घास के मैदान पाए जाते हैं।<br>ग्रैमिनी वर्ग से संबंधित बारहमासी घासें पाई जाती हैं। |

| जलवायविक प्रदेश/क्षेत्र | वितरण | जलवायविक दशाएं | | प्राकृतिक वनस्पति |
|---|---|---|---|---|
| | | तापमान | वर्षा | |
| **समशीतोष्ण कटिबंधीय पूर्वी तटीय जलवायु** | **चीन तुल्य:** चीन के अधिकांश भाग, जापान के दक्षिणी क्षेत्रों में।<br>**खाड़ी तुल्य:** दक्षिणपूर्वी संयुक्त राज्य अमेरिका<br>**नेटाल तुल्य:** न्यू साउथ वेल्स (ऑस्ट्रेलिया), नेटाल (दक्षिण अफ्रीका), और पराना-पराग्वे-उरुग्वे बेसिन (दक्षिण अमेरिका)। | औसत मासिक तापमान 4 डिग्री सेल्सियस और 25 डिग्री सेल्सियस के बीच बदलता रहता है। | औसत वार्षिक वर्षा 60 सेमी से 150 सेमी तक होती है। | तराई क्षेत्रों में सदाबहार वन और पर्णपाती पेड़ (दृढ़ लकड़ी) दोनों शामिल हैं। ऊंचे इलाकों में, पाइन और साइप्रस जैसे विभिन्न प्रकार के शंकुधारी पेड़ पाए जाते हैं। |
| **शीत शीतोष्ण पश्चिमी तटीय जलवायु या ब्रिटिश तुल्य जलवायु** | ब्रिटेन, उत्तरी और पश्चिमी फ्रांस, बेल्जियम, नीदरलैंड, डेनमार्क, पश्चिम नॉर्वे, उत्तर पश्चिम साइबेरिया, दक्षिणी चिली, तस्मानिया और न्यूजीलैंड | औसत वार्षिक तापमान आमतौर पर 5 डिग्री सेल्सियस और 15 डिग्री सेल्सियस के बीच होता है | वर्ष भर पर्याप्त वर्षा। शीतकाल में कभी-कभी चक्रवातों के कारण वर्षा अधिक होती है। | पर्णपाती वन पाए जाते हैं। सामान्य प्रजातियों में ओक, एल्म, राख, सन्टी, बीच, चिनार और हॉर्न-बीम शामिल हैं। |
| **शीत शीतोष्ण या साइबेरियाई जलवायु** | यह आर्कटिक वृत्त के ठीक नीचे के क्षेत्रों-मध्य कनाडा, मध्य और दक्षिणी रूस और यूरोप के स्कैंडिनेवियाई देशों में पायी जाती है। | 20-25 डिग्री सेल्सियस के बीच तापमान के साथ छोटा ग्रीष्मकाल। -30-40 डिग्री सेल्सियस तापमान के साथ सर्दियाँ कठोर होती हैं। | वार्षिक वर्षा 15 से 25 इंच तक होती है। | चीड़, देवदार, स्प्रूस और लार्च के शंकुधारी वन पाए जाते हैं। |
| **शीत शीतोष्ण पूर्वी तटीय (लॉरेंशियन) जलवायु** | उत्तर-पूर्वी उत्तरी अमेरिका, जिसमें पूर्वी कनाडा, उत्तरपूर्वी संयुक्त राज्य अमेरिका (अर्थात, समुद्री प्रांत और न्यू इंग्लैंड राज्य), और न्यूफाउंडलैंड शामिल हैं;<br>एशिया का पूर्वी तट, जिसमें पूर्वी साइबेरिया, उत्तरी चीन, मंचूरिया, कोरिया और उत्तरी जापान शामिल हैं। इसे एशियाई क्षेत्र कहा जा सकता है। | ग्रीष्मकाल उष्ण कटिबंध (21°- 27 C) जितना गर्म होता है।<br>शीतकाल ठंडा होती हैं। | औसत वार्षिक वर्षा 30 से 60 इंच के बीच होती है। | ठंडे शीतोष्ण वन पाए जाते हैं। इनमें ओक, बीच, मेपल और बर्च पेड़ मुख्य रूप से मिलते हैं। |
| **आर्कटिक या ध्रुवीय जलवायु** | आर्कटिक वृत्त के उत्तर में, ग्रीनलैंड की तटीय पट्टी, उत्तरी कनाडा और अलास्का, और यूरेशिया के आर्कटिक तटीय क्षेत्र में यह जलवायु पाई जाती है। | गर्म महीने (जून) में तापमान शायद ही कभी 10 डिग्री सेल्सियस से ऊपर बढ़ता है। सर्दियाँ लंबी और कठोर होती हैं। | वर्षण, मुख्यत: हिम के रूप में होती है। | पौधों की सबसे कम प्रजातियाँ पाई जाती हैं, जिनमें, काई, लाइकेन और सेज शामिल हैं। |

# World climate regions



# समुद्र विज्ञान

## विश्व के महासागर (Oceans of the World)

### प्रशांत महासागर (Pacific Ocean)

- प्रशांत महासागर सभी महासागरों में सबसे बड़ा और सबसे गहरा है।
- यह दुनिया के कुल महासागर क्षेत्र के लगभग 1/3 भाग पर फैला हुआ है।
- क्षेत्रफल: 165,200,000 वर्ग किमी
- **विस्तार:**
- यह एशिया के पूर्वी तट से अमेरिका के पश्चिमी तटों तक 16000 किमी तक फैला हुआ है।
- यह उत्तर में बेरिंग जलडमरूमध्य से दक्षिण में केप एडारे (अंटार्कटिका) तक 14880 किमी तक विस्तार लिये हुए है।
- प्रशांत महासागर में सबसे अधिक द्वीप (लगभग 2500) पाए जाते हैं।

### अंध अथवा अटलांटिक महासागर (Atlantic Ocean)

- यह दूसरा सबसे बड़ा महासागर है
- **क्षेत्रफल:** 106,460,000 sq-km
- **विस्तार:** यह पश्चिम में उत्तरी और दक्षिण अमेरिका और पूर्व में यूरोप और अफ्रीका के बीच स्थित है।
- **निर्माण:** इसका निर्माण प्लेट विवर्तनिकी के कारण उत्तरी और दक्षिण अमेरिका के पश्चिम की ओर खिसकने के कारण हुआ था।
- अटलांटिक महासागर **S** के आकार का है।
- **सबसे गहरा बिंदु:** मिल्वौकी गर्त

### हिंद महासागर (Indian Ocean):

- **यह दुनिया के तीन प्रमुख महासागरों (प्रशांत, अटलांटिक और हिंद) में सबसे छोटा एवं भूगर्भीय रूप से सबसे नवीन है।**
- क्षेत्रफल: 70,500, 000 वर्ग किमी (सीमांत समुद्र को छोड़कर)
- विस्तार: यह अफ्रीका और ऑस्ट्रेलिया के दक्षिणी सिरे के बीच 10, 000 किमी से अधिक तक फैला है

#### हिंद महासागर अटलांटिक और प्रशांत महासागर से कैसे भिन्न है?

- उत्तरी गोलार्ध में, यह भूमि से घिरा हुआ है और इसमेंशीतोष्ण एवं ठंडा क्षेत्र नहीं पाया जाता है।
- इसमें द्वीप कम है और इसके महाद्वीपीय मग्नतट संकरे हैं।
- यह एकमात्र ऐसा महासागर है जिसमें अर्धवार्षिक रूप से जल का सतही परिसंचरण (उत्तरी गोलार्द्ध में) उलट जाता है।
- इसकी सतह की परतों के नीचे समुद्र के पानी में ऑक्सीजन की मात्रा विशेषकर उत्तर में बेहद कम है।

### दक्षिणी महासागर या अंटार्कटिक महासागर (Southern Ocean or Antarctic Ocean)

- दक्षिणी महासागर 'नवीनतम' नामित महासागर है।
- इसे यूएस भौगोलिक नाम पर संयुक्त राज्य अमेरिका बोर्ड **(U-S-Board on Geographic Names)** द्वारा अंटार्कटिका के तट से 60 डिग्री दक्षिण में अक्षांश की रेखा तक फैले जल निकाय के रूप में मान्यता प्राप्त है।
- **क्षेत्रफल:** आकार के मामले में, यह 20,327,000 वर्ग किलोमीटर के साथ चौथा सबसे बड़ा है।

### आर्कटिक महासागर (Arctic Ocean)

- आर्कटिक महासागर सभी 5 महासागरों में से विश्व का सबसे छोटा और उथला महासागर है।
- यह सबसे ठंडा और सबसे कम खारा महासागर है।
- उत्तरी ध्रुव पर स्थित होने के कारण आर्कटिक महासागर में ध्रुवीय बर्फ पाए जाते हैं।
- मछली प्रजातियों के मामले में आर्कटिक महासागर सबसे विविध है। इसमें व्हेल, जेलीफिश आदि सहित समुद्री प्रजातियों की एक विस्तृत विविधता पाई जाती है।
- लेकिन इसके ठंडे तापमान के कारण, इसमें पादपीय जीवन बहुत कम पाया जाता है।

#### अंतर्राष्ट्रीय जल सर्वेक्षण संगठन (IHO)

- यह एक अंतरसरकारी संगठन है जिसमें 94 सदस्य देशामिल हैं।
- भारत 1955 से IHO का सदस्य है।
- **उद्देश्य:** IHO का मुख्य लक्ष्य यह सुनिश्चित करना है कि दुनिया के समुद्रों, महासागरों और नौगम्य जल का सही ढंग से चार्ट/आरेख और सर्वेक्षण किया जाए।
- **कार्य:** IHO जल सर्वेक्षण और समुद्री चार्टिंग/आरेखण मानक विकसित करता है। इन मानकों का उपयोग सदस्य देशों और अन्य लोगों द्वारा सर्वेक्षण, समुद्री चार्ट और प्रकाशनों के लिए किया जाता है।

## समुद्र के कानून के लिए संयुक्त राष्ट्र सम्मेलन अथवा संयुक्त राष्ट्र समुद्री कानून अभिसमय (United Nations Convention for the Law of the Sea) (UNCLOS)

- 1982 में अपनाया गया ।
- यह विश्व के महासागरों और समुद्रों में कानून और व्यवस्था का एक व्यापकाासन स्थापित करता है और महासागरों और उनके संसाधनों के सभी उपयोगों को नियंत्रित करने वाले नियम स्थापित करता है।

### समुद्री क्षेत्र (Maritime zones)

UNCLOS समुद्री क्षेत्रों को पाँच मुख्य क्षेत्रों में विभाजित करता है-

### आंतरिक जल (Internal Waters)

- समुद्र तट और आधार रेखा के बीच स्थित समुद्र के जल को आंतरिक जल कहा जाता है।
- प्रत्येक तटीय राज्य को अपने भू-भाग की तरह अपने आंतरिक जल पर पूर्ण संप्रभुता प्राप्त होती है।
- आंतरिक जल के उदाहरणों में खाड़ी, बंदरगाह, उपखाड़ियाँ/प्रवेशिका, नदियाँ और यहाँ तक कि समुद्र से जुड़ी झीलें भीामिल होती हैं।
- आंतरिक जल में इनोसेंट पैसेज का कोई अधिकार (right of innocent passage) नहीं होता है। इनोसेंट पैसेज का अर्थ है उस जलीय भाग से गुजरना जोाति और सुरक्षा के लिए प्रतिकूल/खतरा नहीं है।

### प्रादेशिक सागर (Territorial Sea)

- प्रादेशिक समुद्र अपनी आधार रेखा से समुद्र की ओर 12 समुद्री मील (NM) तक फैला हुआ होता है।
- तटीय राज्यों का प्रादेशिक समुद्र पर संप्रभुता और अधिकार क्षेत्र होता है। ये अधिकार न केवल सतह पर बल्कि समुद्र तल, उपभूमि और यहाँ तक कि लम्बवत रूप से हवाई क्षेत्र तक भी विस्तृत होते हैं।
- लेकिन तटीय राज्यों के अधिकार प्रादेशिक समुद्र में इनोसेंट पैसेज से सीमित होते हैं।

### सन्निहित ( निकटवर्ती ) क्षेत्र (Contiguous Zone)

- सन्निहित क्षेत्र अपनी आधार रेखा से समुद्र की ओर 24 NM तक फैला हुआ होता है।
- यह प्रादेशिक समुद्र और खुले/उच्च समुद्रों (हाई सीज) के बीच एक मध्यस्थ क्षेत्र होता है।
- तटीय राज्य को अपने इस क्षेत्र और प्रादेशिक समुद्र के भीतर राजकोषीय, आप्रवास, स्वच्छता और सीमाुल्क कानूनों के उल्लंघन को रोकने और दंडित करने का अधिकार होता है।
- प्रादेशिक समुद्र के विपरीत, सन्निहित क्षेत्र केवल महासागर की सतह और नितल पर एक राज्य को अधिकार क्षेत्र देता है। यह हवाई और अंतरिक्ष अधिकार प्रदान नहीं करता है।

### अनन्य आर्थिक क्षेत्र Exclusive Economic Zone (EEZ)

यह आधार रेखा से 200 नॉटिकल मील की दूरी तक फैला हुआ होता है।

अपने EEZ के भीतर, एक तटीय राज्य में निम्नाामिल है:

- प्राकृतिक संसाधनों की खोज, दोहन, संरक्षण और प्रबंधन के उद्देश्य से समुद्र तल और उपभूमि में संप्रभु अधिकार, चाहे वे सजीव हों या निर्जीव।
- जल, धाराओं और वायु से ऊर्जा के उत्पादन जैसी गतिविधियों को करने का अधिकार।
- यह बहुत सीमित अपवादों को छोड़कर किसी तटीय देश को नौगमन या विमान यात्रा की स्वतंत्रता को प्रतिबंधित या सीमित करने का अधिकार नहीं देता है।

### उच्च/खुले समुद्र (High Seas)

- EEZ से परे समुद्र की सतह और जल स्तंभ को उच्च समुद्र कहा जाता है।
- इसे "सभी मानव जाति की साझा विरासत" के रूप में माना जाता है और यह किसी भी राष्ट्रीय अधिकार क्षेत्र से परे है।
- राज्य इन क्षेत्रों में तब तक गतिविधियों का संचालन कर सकते हैं जब तक वोातिपूर्ण उद्देश्यों के लिए हों, जैसे कि पारगमन, समुद्री विज्ञान और समुद्र के नीचे की खोज।

## WATER DISTRIBUTION ON EARTH

| Reservoir | Volume (Million Cubic km) | Percentage of the Total |
|---|---|---|
| Oceans | 1,370 | 97.25% |
| Ice Caps and Glaciers | 29 | 2.05% |
| Groundwater | 9.5 | 0.68% |
| Lakes | 0.125 | 0.01% |
| Soil Moisture | 0.065 | 0.005% |
| Atmosphere | 0.013 | 0.001% |
| Streams and Rivers | 0.0017 | 0.0001% |
| Biosphere | 0.0006 | 0.00004% |

# OCEANIC ZONES

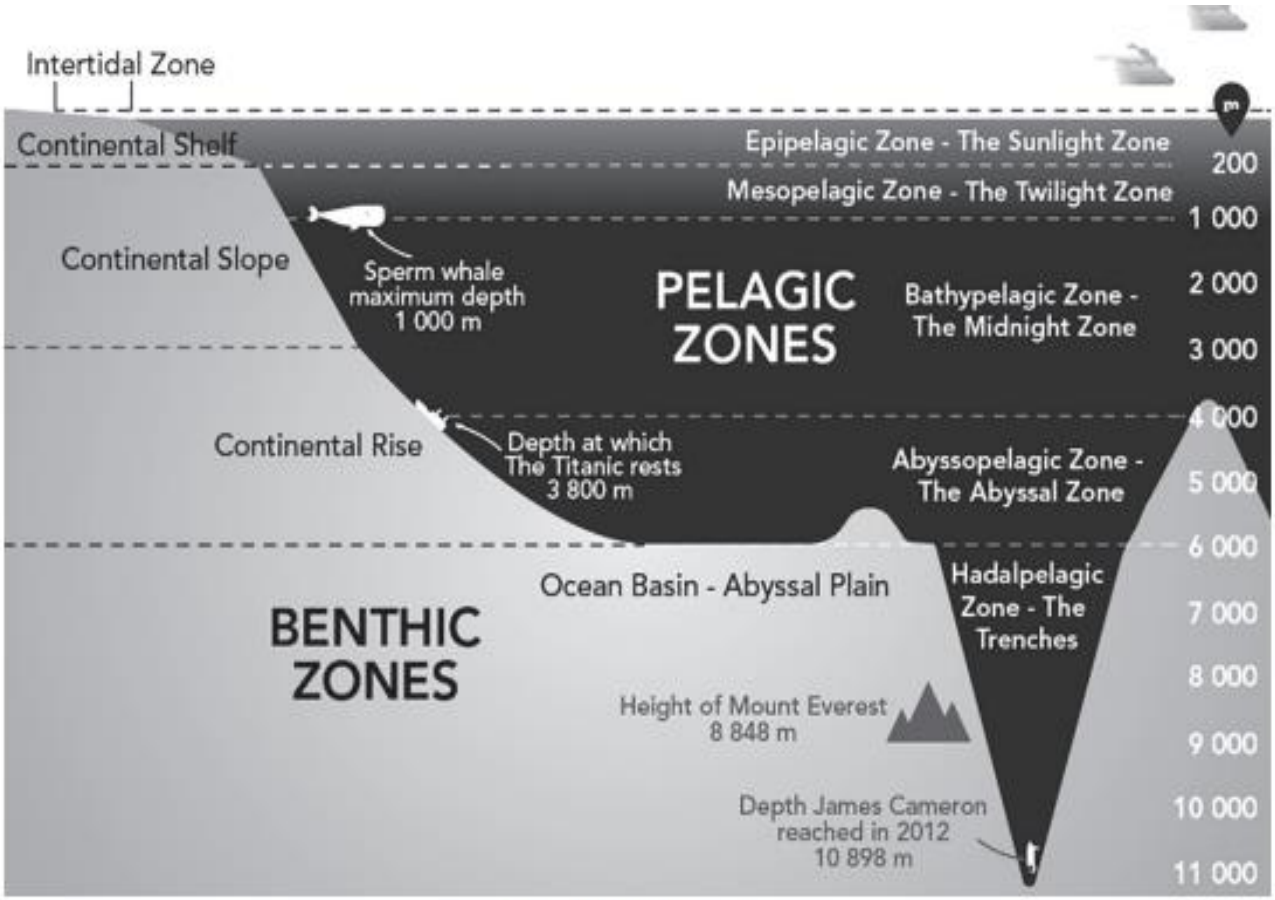



**Fig.** Oceanic Zones

# महासागरीय उच्चावच (Oceanic Relief)

## महासागर नितल के प्रमुख प्रभाग/वर्गीकरण (Major Divisions of the Ocean Floor)

| प्रभाग | परिभाषा | अभिलाक्षणिक विशेषताएँ |
|---|---|---|
| **महाद्वीपीय मग्नतट** (Continental Shelf) | महाद्वीपीय मग्नतट, तट से सटे भूमि का जलमग्न भाग है। | **उत्पत्ति के कारण:**<br>• महाद्वीप की सीमाओं का जलमग्न होना,<br>• तरंगों का अपरदन कार्य<br>• नदियों द्वारा निक्षेपित तलछट/अवसाद से भूमि का विस्तार।<br>• **ढाल:** 1° या इससे भी कम<br>• **औसत चौड़ाई:** 70 किमी<br>– जहाँ पर तट से संलग्न स्थलीय भाग मैदानी है, वहाँ पर मग्नतट विस्तृत अर्थात चौड़े देखे जाते हैं; उदाहरणार्थ, उत्तर- पश्चिम यूरोप और पूर्वी उत्तर अमेरिका के मग्नतट।<br>– जहाँ पर तट से संलग्न भाग उच्च पर्वतीय होते हैं, वहाँ पर मग्नतट संकरे होते हैं; उदाहरण के लिए, पश्चिमी उत्तर अमेरिका और पश्चिमी दक्षिण अमेरिका के मग्नतट।<br>• उथले समुद्र (sea) और खाड़ियाँ (gulf) महाद्वीपीय मग्नतट के साथ-साथ पाई जाती हैं।<br>• सामान्यत: मग्नतट एक तीव्र ढाल पर समाप्त होता है, जिसे मग्नतट अवकाश या मग्नतट का अन्त (shelf break) कहा जाता है।<br>• **महत्व:**<br>– समृद्ध मत्स्यन क्षेत्र प्रदान करते हैं,<br>– खनिज, रेत, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस, प्लेसर और फास्फोराइट निक्षेप का स्रोत। |
| **महाद्वीपीय मग्नढाल** (Continental Slope) | महाद्वीपीय मग्नतट से गहरे समुद्र के मैदानों तक फैले तीव्र ढाल वाले भाग को महाद्वीपीय मग्नढाल कहते हैं। | • **ढाल:** मग्नढाल क्षेत्र का ढाल 2-5° के बीच बदलता रहता है।<br>• मग्नढाल क्षेत्र की गहराई 200 और 3,000 मीटर के बीच भिन्न होती है।<br>• ढाल का किनारा महाद्वीपों की समाप्ति को इंगित करता है।<br>• मग्नढाल पर कन्दराएँ (canyons) एवं खाईयाँ (trenches) निर्मित होती हैं।<br>• महाद्वीपीय मग्नतट और ढाल को प्राय: 'महाद्वीपीय किनारों' के रूप में जाना जाता है।<br>**महाद्वीपीय उत्थान:**<br>• महाद्वीपीय मग्नढाल गहराई के साथ अपनी ढाल खो देता है।<br>• जब ढाल 0.5 से 1 डिग्री के बीच के स्तर तक पहुँच जाता है, तो ढाल को महाद्वीपीय उत्थान कहा जाता है।<br>• यह महाद्वीपीय मग्नतट से आने वाले अवसादों से बना होता है।<br>• महाद्वीपीय उत्थान महाद्वीपीय मग्नढाल और नितल के मैदानों के बीच स्थित होता है। |
| **वितलीय या गहन सागरीय मैदान** (Abyssal plain or Deep Sea Plain) | गहन सागरीय मैदान महासागरीय द्रोणियों के मंद ढलान वाले क्षेत्र हैं। ये मैदान महाद्वीपीय उत्थान से लेकर मध्य-महासागरीय कटक तक फैले हुए होते हैं | • **गहराई:** 3,000 और 6,000 m के बीच भिन्न होती है।<br>• **संघटन:** ये मैदान मिट्टी और गाद जैसे महीन दाने वाले अवसादों से आच्छादित हैं।<br>• **ढाल/प्रवणता:** बहुत मंद होता है, और यह एक समान समतल और लगभग आकृति रहित मैदान के रूप में प्रकट होता है।<br>• **महत्वपूर्ण उच्चावच:** लम्बे, संकरे कटक, निमग्न द्वीप (guyots), आदि । |

## RELIEF OF THE OCEAN FLOOR

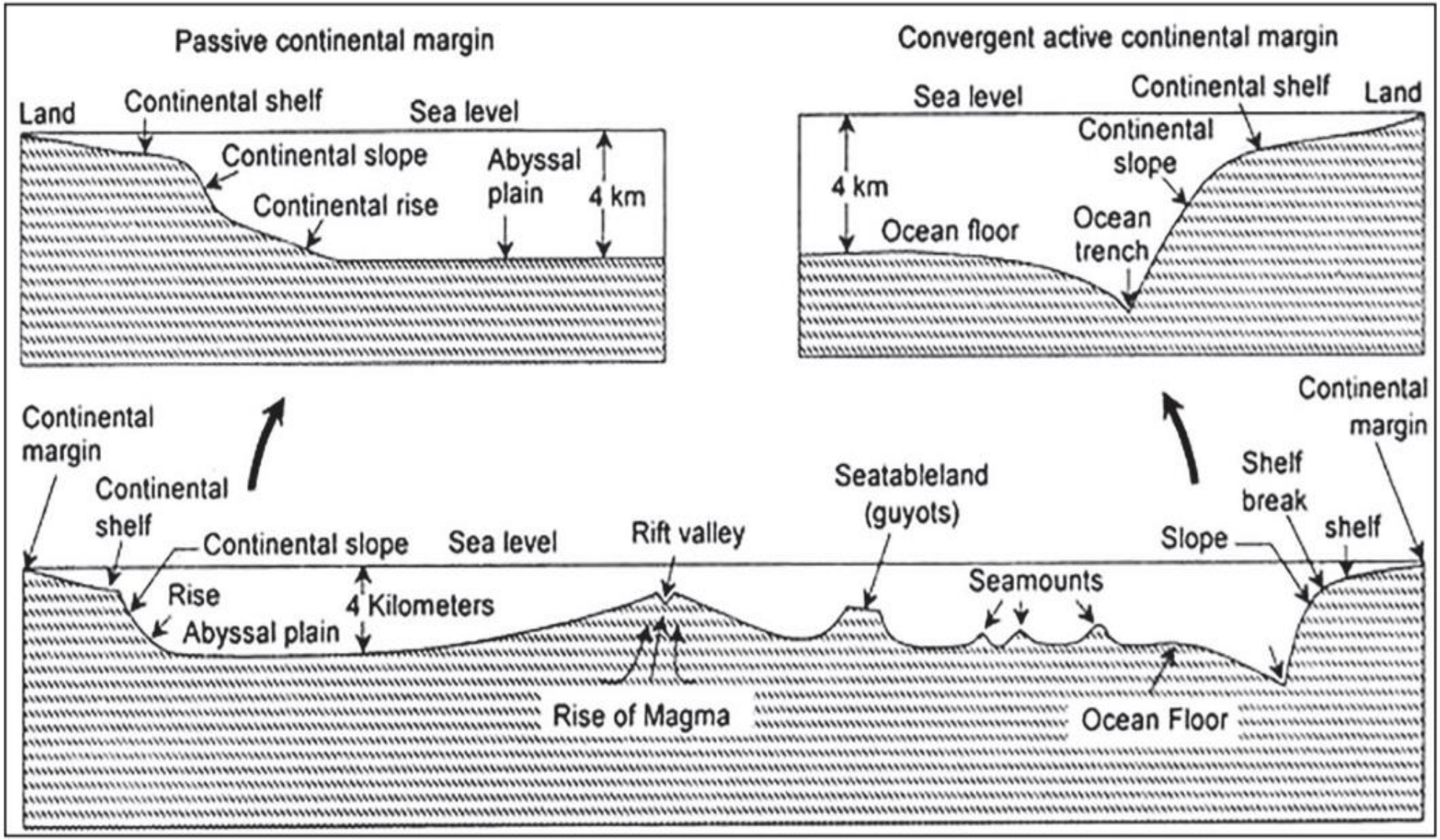



**Fig.** Major Relief Features

| प्रभाग | परिभाषा | अभिलाक्षणिक विशेषताएँ |
|---|---|---|
| **महासागरीय गर्त** (Oceanic deep) **या खाई** | लम्बे, संकरे, खड़े किनारें वाले एवं चापाकार खड्ड | • **निर्माण:**<br>– विवर्तनिक उत्पत्ति और प्लेटों के अभिसरण (महासागरीय-महासागरीय अभिसरण या महासागरीय-महाद्वीपीय अभिसरण) के दौरान निर्मित।<br>• आसपास के समुद्र नितल से लगभग 3-5 किमी गहरे होते हैं।<br>• वे महाद्वीपीय मग्नढाल के आधार पर और द्वीपीय चाप के साथ होते हैं<br>• सक्रिय ज्वालामुखियों और प्रबल भूकंपों से संबद्ध होते हैं<br>• **कुल संख्या:** 57 जिनमें से 32 प्रशांत महासागर में हैं; 19 अटलांटिक महासागर में और 6 हिंद महासागर में।<br>– गुआम द्वीप समूह की मारियाना ट्रेंच (प्रशांत महासागर) सबसे गहरी खाई है। |

## लघु उच्चावचीय आकृतियाँ (Minor Relief Features)

| आकृतियाँ | विशेषताएँ | उदाहरण |
|---|---|---|
| अंत:सागरीय कंदरा अथवा जलमग्न कैनियन (Submarine Canyons) | • अंत:सागरीय कंदरा, तीव्र ढालों वाली गहरी तथा संकरी जलमग्न घाटियाँ अथवा गहरे गॉर्ज हैं। यह महासागरों के महाद्वीपीय मग्नढालों और महाद्वीपीय उभार को काटती नजर आती है।<br>• अंत:सागरीय कंदरा अधिकांशत: महाद्वीपीय मग्नढालों पर या फिर महाद्वीपीय मग्नतटों पर उत्पन्न होती है।<br>• भूमि पर नदियों द्वारा बनाई गई कैनियन के समान। | हडसन कैनियन (अटलांटिक महासागर), कोलंबिया कैनियन (प्रशांत महासागर), कृष्णा कैनियन (हिंद महासागर) |
| **समुद्री टीले** (Sea Mounts) | • ये बड़े जलमग्न पर्वत हैं<br>• अक्सर ज्वालामुखीय गतिविधि द्वारा निर्मित<br>• भूमि पर ज्वालामुखियों की तरह, समुद्री टीले सक्रिय, विलुप्त या सुसुप्त ज्वालामुखी हो सकते हैं।<br>• अधिकांश समुद्री टीले मध्य महासागरीय कटकों के पास निर्मित होते हैं।<br>• अंतरा प्लेट हॉटस्पॉट और द्वीपीय चाप के पास भी पाया जाता है।<br>• **महत्व:**<br>• कोरल, मोलस्क, क्रस्टेशियंस, मछली और समुद्री स्तनधारियों सहित विभिन्न प्रकार के समुद्री जीवन के लिए महत्वपूर्ण आवास प्रदान करना।<br>• मूल्यवान खनिजों में भी युक्त होते हैं - जैसे निकल, तांबा और कोबाल्ट<br>• मेंटल की संरचना और टेक्टोनिक प्लेटें कैसे विकसित होती हैं, इसके बारे में जानकारी प्रदान करता है।<br>• समुद्र विज्ञानी इसका अध्ययन यह समझने के लिए भी करते हैं कि पानी कैसे प्रसारित होता है और गर्मी और कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित करता है। | एम्परर समुद्री टीले, प्रशांत महासागर में हवाई द्वीप का एक विस्तार है |
| **निमग्न द्वीप** (guyots) | • समुद्री टीले का अलग-थलग समूह'' हैं जो तुलनात्मक रूप से चिकने सपाटीर्ष के साथ पाए जाते हैं।<br>• टेबलमाउंट/पठारी टीले भी कहा जाता है<br>• निमग्न द्वीप का औसत क्षेत्रफल 2,500 वर्ग किमी होता है, जो समुद्री टीले के औसत क्षेत्र के दोगुने से अधिक है | कुको निमग्न द्वीप, सुइको निमग्न द्वीप और पैलाडा निमग्न द्वीप। |

| आकृतियाँ | विशेषताएँ | उदाहरण |
|---|---|---|
| **मध्य महासागरीय कटक** (Submarine Ridges or Mid Oceanic Ridges) | • ये संकरी, लम्बी पर्वत श्रृंखलाएँ हैं जो नितल के मैदान से बहुत ऊपर उठी होती हैं।<br>• वे विवर्तनिक उत्पत्ति के हैं और प्लेट विवर्तनिकी के सिद्धांत के प्रमाण हैं।<br>• कुछ कटकों की चोटियाँ समुद्र तल से ऊपर उठकर द्वीप बनाती हैं, जैसे अजोर्स, असेंशन और फिलीपींस द्वीप। | मध्य- अटलांटिक कटक विश्व का सबसे लंबा कटक है। |
| **बैंक या तट या चबूतरा** (BANK) | • बैंक, महासागर में डूबे हुए सपाट-शीर्ष वाले महाद्वीपीय किनारें पर स्थित चौरस उथले समुद्री भाग होते है।<br>• बैंकों के निर्माण के लिए अपरदन और निक्षेपण गतिविधियाँ प्रमुख कारक हैं।<br>• बैंक के ऊपर जल की एक पतली या उथली परत होती है। यद्यपि, यहाँ नौवहन के लिए पर्याप्त गहराई होती है।<br>• **महत्व**:मत्स्य पालन के लिए उत्पादक स्थल: | उत्तरी सागर में डॉगर बैंक और उत्तर-पश्चिमी अटलांटिक के ग्रांड बैंक एवं जार्ज बैंक। |
| **शोल (Shoal)** | • शोल, नदी वाहिकाओं में या महाद्वीपीय मग्नतट पर अवसादों का एक संचय है<br>• जो जहाजों के आवागमन लिए संभवत: खतरनाक होता है। | |
| **मूंगे की चट्टानें** (Coral Reefs) | • शैवाल और चूने के कंकाल, आमतौर पर प्रवाल पॉलीप्स द्वारा उथले समुद्र क्षेत्रों में निर्मित एक कटक या टीला है।<br>• एक प्रवाल भित्ति एक स्थायी प्रवाल द्वीप में विकसित हो सकती है। | ऑस्ट्रेलिया के पूर्वी तट पर ग्रेट बैरियर रीफ (विश्व में सबसे बड़ा) |

## मूंगे की चट्टानें/ प्रवाल भित्तियाँ (Coral Reefs)

- **कोरल: प्रवाल छोटे, जेली जैसे जंतु** होते हैं जो तट के निकट गर्म, साफ, उथले पानी में कॉलोनियों में रहते हैं।
  - **प्रवाल का प्रकाश संश्लेषकौवाल के साथ सहजीवी सम्बन्ध** होता है, उन्हें भोजन के बदले आश्रय प्रदान करते हैं।
- **मूंगे की चट्टानें**: कोरल समुद्री जल में घुले कार्बोनेट से कठोर बाहरी कंकाल बनाते हैं।
  - ये कठोर **कैल्शियम युक्त आवरण या कवच-खोल होते हैं जो चट्टान जैसी संरचनाओं को बनाने के लिए समेकित तथा संयोजित** होते हैं जिन्हें प्रवाल भित्ति/मूंगा चट्टान कहा जाता है।

## प्रवाल भित्तियों के विकास के लिए आदर्श परिस्थितियाँ (Ideal Conditions for the Development of Coral Reefs)

- सूर्य के प्रकाश के लिए उथली गहराई (180 फीट से कम), तापमान लगभग 27 डिग्री सेल्सियस (20 डिग्री सेल्सियस से कम नहीं), और आमतौर पर ठंडी धाराओं वाले पश्चिमी तटों पर नहीं पाए जाते हैं।
- बहता पानी ऑक्सीजन और प्लवक प्रदान करता है
- मध्यम लवणता (30-40 पीपीटी) की आवश्यकता होती है, क्योंकि मीठे पानी और तलछट कोरल को नुकसान पहुँचाते हैं।
- कोरल रीफ तूफान-प्रवण क्षेत्रों में विकास नहीं करते हैं।
- चट्टान और शिलाखण्ड जैसे कठोर अध:स्तर कोरल निर्माण का समर्थन करते हैं।

## विश्व में प्रवाल भित्तियों का वितरण (Coral Reef Distribution Across the Globe)

- ज्यादातर भूमध्य रेखा के आसपास के क्षेत्रों में जहाँ पानी गर्म होता है।
- 100 से अधिक देशों की सीमाओं के भीतर एक प्रवाल भित्ति पाया जाता है।
- विश्व के आधे से अधिक प्रवाल भित्तियाँ छह देशों में पाई जाती हैं: ऑस्ट्रेलिया, इंडोनेशिया, फिलीपींस, पापुआ न्यू गिनी, फिजी और मालदीव।

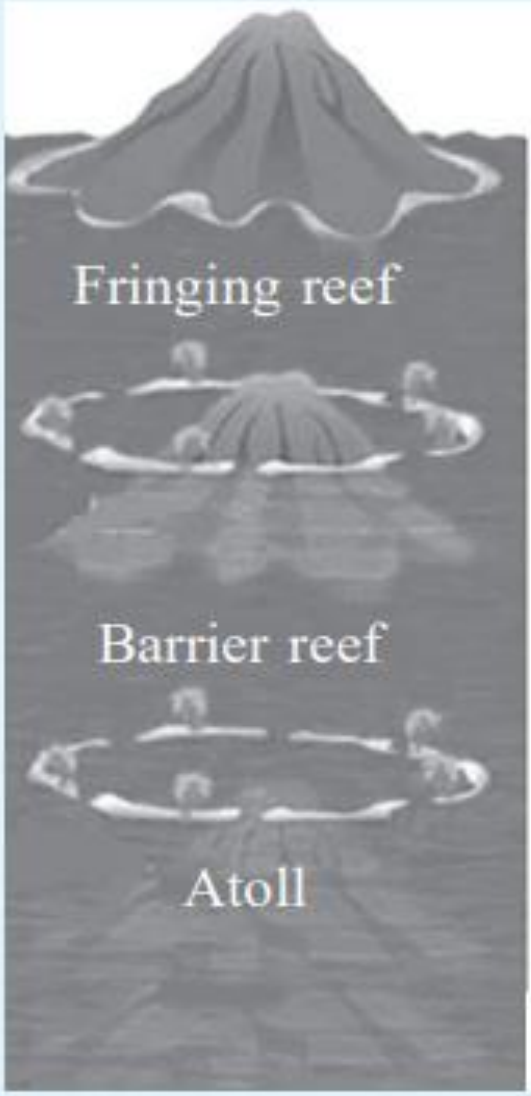
### प्रवाल त्रिभुज (Coral Triangle)

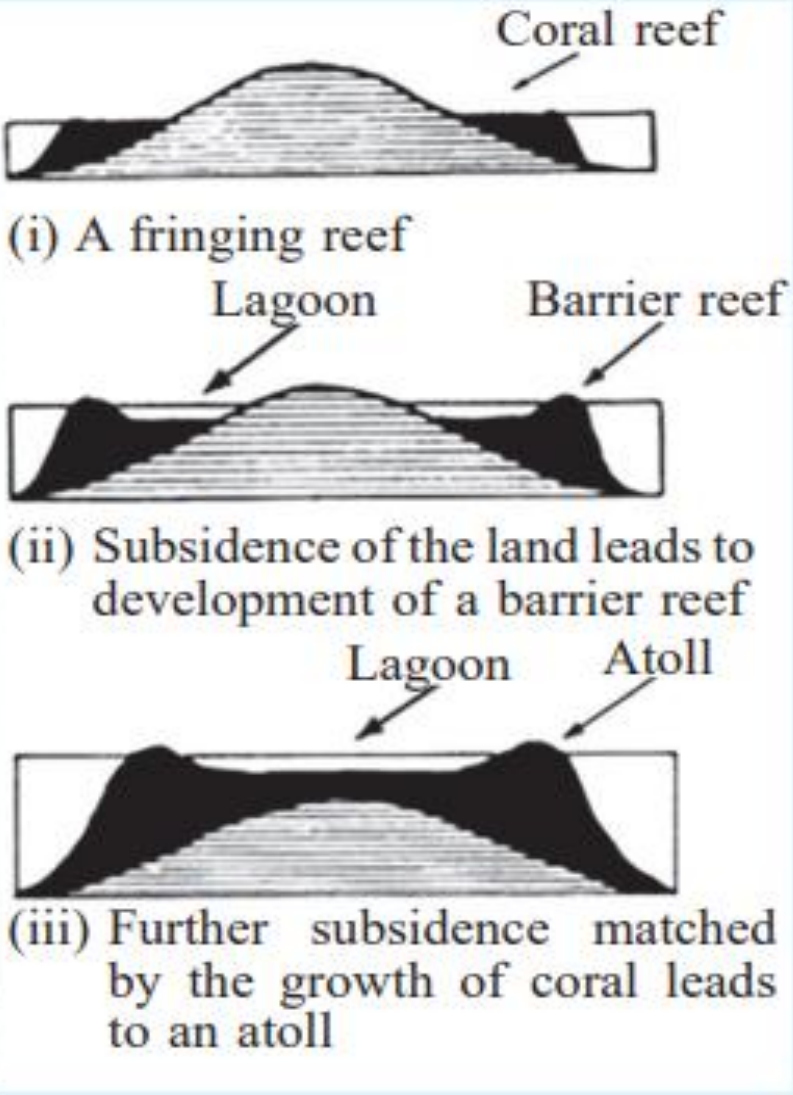
- यह इंडोनेशिया, मलेशिया, पापुआ न्यू गिनी, फिलीपींस, सोलोमन द्वीप और तिमोर-लेस्ते के कुछ हिस्सों में फैला समुद्री क्षेत्र है।
- यह विश्व में सबसे ज्यादा प्रवाल विविधता वाला क्षेत्र है (विश्व की 76% प्रवाल प्रजातियाँ यहाँ पाई जाती हैं)

### मेसोअमेरिकी रीफ (The Mesoamerican Reef)

- यह अटलांटिक महासागर में स्थित है।
- यह होंडुरास, ग्वाटेमाला, बेलीज और मैक्सिको के तट के साथ फैला हुआ है। यह पश्चिमी गोलार्ध में सबसे बड़ी अवरोधक भित्ति है।

## Coral Reefs


Fringing reef
Barrier reef
Atoll


Coral reef
(i) A fringing reef
Lagoon
Barrier reef
(ii) Subsidence of the land leads to development of a barrier reef
Lagoon
Atoll
(iii) Further subsidence matched by the growth of coral leads to an atoll

## प्रवाल भित्तियों के प्रकार (Types of Coral Reefs)

| प्रकार | विशेषताएँ | उदाहरण |
|---|---|---|
| **तटीय प्रवाल भित्ति** (Fringing Reef) | वे तटरेखा और आसपास के द्वीपों या महाद्वीपों के साथ सीमाएँ बनाते हैं।<br>• इस प्रकार की भित्ति को उथले लैगून द्वारा तट से अलग किया जाता है। ऐसे लैगून को 'बोट चौनल' ('Boat channels') के रूप में जाना जाता है।<br>• लगभग 1-2 किमी चौड़ी एक संकीर्ण पट्टी के रूप में पाई जाती है। | ऑस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट पर स्थित निंगलू भित्ति (विश्व में सबसे बड़ा) |
| **अवरोधक प्रवाल भित्ति** (Barrier Reef) | • अवरोधक प्रवाल भित्ति तटीय प्रवाल भित्ति के समान होते हैं, जिसमें वे समुद्र तट के समानांतर, लेकिन गहरे, व्यापक लैगून द्वारा अलग होते हैं। | ग्रेट बैरियर रीफ, ऑस्ट्रेलिया (विश्व में सबसे बड़ा) |
| वलयाकार प्रवाल भित्ति या एटॉल (Atolls) | • एटॉल खुले समुद्र में स्थित भित्तियों के वलय होते हैं।<br>• वे तब बनते हैं जब तटीय प्रवाल भित्ति ज्वालामुखी द्वीपों के आसपास विकसित होते हैं जो अंततः समुद्र में डूब जाते हैं या समुद्र का स्तर उनके चारों ओर बढ़ जाता है।<br>• एटॉल आमतौर पर मध्य-महासागरीय कटक पर बनते हैं और घोड़े की नाल का आकार लेते हैं<br>• एक लैगून हमेशा इनके मध्य में पाया जाता है। | फ्रेंच पोलिनेशिया, कैरोलीन और मार्शल द्वीप समूह, माइक्रोनेशिया, कुक द्वीप समूह और किरिबाती (प्रशांत महासागर) चागोस द्वीपसमूह (हिंद महासागर) |

## प्रवाल भित्तियों द्वारा प्रदान की जाने वाली सेवाएँ

**नियोजन सेवाएँ:** कोरल रीफ लगभग 500 मिलियन लोगों का भरण-पोषण करते हैं, 1 बिलियन से अधिक लोगों को प्राथमिक प्रोटीन प्रदान करते हैं, औषधीय संसाधन प्रदान करते हैं, और आभूषणों और एक्वेरियम के लिए सामग्री की आपूर्ति करते हैं।

- **विनियमन सेवाएँ:** रीफ तटरेखाओं को कटाव और बाढ़ से बचाते हैं और तटीय जल की गुणवत्ता को बेहतर बनाने में मदद करते हैं।
- **सहायक सेवाएँ:** रीफ पारिस्थितिकी तंत्र के स्वास्थ्य का संकेत देते हैं, जो समुद्री पर्यावरण में परिवर्तन को दर्शाता है।
- **सांस्कृतिक सेवाएँ:** कोरल रीफ पर्यटन को आकर्षित करते हैं, सांस्कृतिक महत्व रखते हैं, और कला और परंपराओं को प्रेरित करते हैं।

## प्रवाल विरंजन [Coral Bleaching]

तनाव की स्थिति में, कोरल पॉलिप्स अपने खोल से **जूजैंथिलीवाल को बाहर निकाल देते हैं, और स्वयं सफेद हो जाते हैं।**

**प्रवाल विरंजन के कारण:**

- महासागरों का अम्लीकरण।
- समुद्री जल के तापमान में वृद्धि।
- समुद्री प्रदूषण।
- अवसादन में वृद्धि।
- जल के मैलापन में वृद्धि।
- रासायनिक प्रदूषण।

### कृत्रिम भित्ति (Artificial Reefs)

**संदर्भ:** मत्स्य विभाग (Department of Fisheries) ने 10 तटीय राज्यों के लिए 732 कृत्रिम भित्ति (artificial reef units) की स्वीकृति दी है, जिसके लिए कुल 126 करोड़ रुपये का निवेश किया गया है।

**कृत्रिम भित्ति के बारे में:**

- कृत्रिम भित्ति एक इंजीनियरिंग तकनीकी उपाय (engineering technology interventions) हैं जो प्राकृतिक आवासों के पुनर्वास, उत्पादकता में वृद्धि और जलीय संसाधनों (aquatic resources) के प्रबंधन के लिए उपयोग की जाती हैं, जिसमें आवास संवर्धन (habitat enhancement) भीशामिल है।
- कृत्रिम भित्ति के निर्माण के लिए प्रयोग में आने वाली सामग्रियों में चट्टानें, सिन्डर ब्लॉक (cinder blocks), लकड़ी, और पुराने टायर जैसी वस्तुएंशामिल रही हैं।
- वर्तमान में, कई कंपनियाँ लंबे समय तक टिकाऊ कृत्रिम भित्ति के डिजाइन, निर्माण और स्थापना में विशेषज्ञता रखती हैं, जिनका निर्माण मुख्य रूप से चूना पत्थर (limestone), स्टील (steel), और कंक्रीट (concrete) से किया जाता है।

# महासागरीय निक्षेप (Ocean Deposits)

- महासागर का नितल विभिन्न नितलीय अवसादों से ढका हुआ होता है। इन अवसादों में खनिज कण और महाद्वीपों से आए चट्टान के टुकड़े, समुद्री जीवों के घुले हुए कवच और हड्डियाँ सम्मिलित रूप में पाए जाते हैं।
- सामान्यतया, अवसादों का जमाव महाद्वीपीय मग्नतटों के पास सबसे मोटा और मध्य महासागरीय कटक की नवीन परत पर सबसे पतला या अनुपस्थित होता है।

## महासागरीय निक्षेपों के प्रकार (Types of Ocean Deposits)

### 1. स्थलजात अवसाद (Terrigenous Sediments)

- स्थलजात अवसाद भूमि-व्युत्पन्न गाद और मिट्टी हैं
- नदियों द्वारा समुद्र में ले जाए जाते हैं।
- स्थलजात निक्षेप अधिकतर महाद्वीपीय मग्नतट के क्षेत्र में पाए जाते हैं।
- इन निक्षेपों को पंक **(muds)** भी कहा जाता है।

### 2. गभीर या गहन सागरीय अवसाद (Pelagic Sediments)

- ऊज के नाम से भी जाना जाता है।
- वे गहरे पानी में बनते हैं
- समुद्री पौधों और जानवरों के कवच-खोल और कंकाल के अवशेषों से बने होते हैं।
- ऊज में महीन, आटे जैसी बनावट होती है।

### 3. हिमनदीय समुद्री अवसाद (Glacial Marine Sediments)

- पंक,ौल, रेत और गोलाश्म से निर्मित
- हिमनद तथा हिमखंडों **(icebergs)** द्वारा निक्षेपित की जाती हैं।
- उच्च अक्षांशों में महाद्वीपीय मग्नतट पर पाए जाते हैं।

### 4. ज्वालामुखीय अवसाद (Volcanic Sediments)

- ये ज्वालामुखी विस्फोट से उत्पन्न होते हैं।
- मुख्य रूप से **प्यूमिस/ प्यूमिक** और राखाामिल होते हैं।
- महासागरों में गहरे और उथले दोनों जल में पाए जाते हैं।
- इन्हें **लाल मृतिका** के रूप में भी जाना जाता है।

### हिंद महासागर में नई समुद्री विशेषताओं की खोज

**संदर्भ:** हाल ही में आईएचओ और यूनेस्को के आईओसी द्वारा अनुमोदित तीन नई समुद्री विशेषताओं की खोज:

- अशोक समुद्री टीले (Ashok Seamount)
- चंद्रगुप्त कटक (Chandragupt Ridge)
- कल्पतरु कटक (Kalpataru Ridge)

**स्थान:** दक्षिण-पश्चिम भारतीय कटक (Southwest Indian Ridge) के पास

**खोजकर्ता:** राष्ट्रीय ध्रुवीय और समुद्री अनुसंधान केंद्र (National Centre for Polar and Ocean Research)

**नामकरण प्रोटोकॉल**

1. प्रादेशिक सागर (Territorial Sea) के बाहर:
   - किसी भी व्यक्ति या एजेंसी से प्रस्तावों का स्वागत किया जाता है।
   - नामकरण के लिए IHO की 2013 की "स्टैंडर्डाइजेशन ऑफ अंडरसी फीचर नेम" (Standardisation of Undersea Feature Name) दिशानिर्देशों का पालन अनिवार्य है।
   - नामों की समीक्षा IHO की "अन्त: सागरीय विशेषताओं के नामकरण पर उप-समिति" (SCUFN - Sub-Committee on Undersea Feature Names) द्वारा की जाती है।
2. प्रादेशिक सागर के भीतर:
   - नामकरण का अधिकार राष्ट्रीय प्राधिकरणों के पास होता है।
   - इसके लिए 2013 के IHO दिशानिर्देशों का पालन अनिवार्य है।

# महासागरीय विशेषताएँ (Oceanic Properties)

## महासागरीय जल का तापमान

- जल की विशिष्ट ऊष्मा स्थल की अपेक्षा अधिक होती है।
- नतीजतन, सूरज की किरणों से जल की सतह स्थल की तुलना में बहुत धीमी गति से गर्म होती है।
- यह स्थल की तुलना में धीमी गति से ऊष्मा भी उत्सर्जित करती है।
- महासागर के जल की गर्मी को महासागरीय जल के तापमान के रूप में जाना जाता है।

## महासागरीय तापमान को प्रभावित करने वाले कारक

- **अक्षांशीय भिन्नता:** सामान्यतया भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर महासागरीय जल का तापमान घटता चला जाता है।
  - महासागरीय जल का तापमान भूमध्य रेखा पर अधिकतम होता है।
- **गहराई में अंतर:** महासागर के जल का तापमान गहराई के साथ घटता जाता है।
  - लेकिन तापमान में कमी की दर सभी गहराई पर एकसमान नहीं होती है।

- **गहराई में अंतर:** महासागर के जल का तापमान गहराई के साथ घटता जाता है।
  - लेकिन तापमान में कमी की दर सभी गहराई पर एकसमान नहीं होती है।
- **प्रचलित पवनें:** प्रचलित पवनें महासागरीय जल की ऊपरी सतह को विस्थापित कर देती हैं, जिससे नीचे से ठंडा पानी ऊपर आ जाता है।
- **महासागरीय धाराएँ:** महासागरीय धाराएँ महासागरों के तापमान को समान करने की प्रवृति रखती हैं।
  - गर्म धाराएँ तापमान को बढ़ाती हैं, जबकि ठंडी धाराएँ तापमान को कम करती हैं।
- **हिमशैलों की उपस्थिति** :ातोष्ण सागरों में हिमशैलों की उपस्थिति, कभी- कभी तापमान को कम कर देती है और समुद्र के जल के तापमान में बदलाव का कारण बनती है।

## तापमान का क्षैतिज वितरण

- भूमध्य रेखा से दूर तापमान कम होता है।
- भूमध्य रेखा पर वार्षिक औसत तापमान 26.7oC होता है। यह भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर घटता जाता है अर्थात 2Oo अक्षांश पर यह 22oC होता है; 40oC अक्षांश पर यह 14oC होता है और 60o अक्षांश पर यह 10C, यह ध्रुवों के पास OoC हो जाता है।
- परिबद्ध उष्णकटिबंधीय सागरों में उच्चतम तापमान दर्ज किया गया है। लाल सागर का औसत तापमान ग्रीष्म ऋतु में 30oC होता है।
- वार्षिक तापांतर प्रशांत महासागर की तुलना में अटलांटिक महासागर में अधिक होता है।
- यह दक्षिणी गोलार्ध की तुलना में उत्तरी गोलार्ध में भी अधिक होता है।
- ऐसा आकार में अंतर और सागरीय जल के ज्यादा विस्तार के कारण होता है।

## तापमान का ऊर्ध्वाधर वितरण

- महासागर की सतह परत को सीधे सौर विकिरण प्राप्त होता है, जिससे यह सबसे गर्म परत बन जाती है।
- जल का तापमान गहराई के साथ घटता जाता है।
- तापमान में गिरावट की दर सभी गहराइयों पर समान नहीं होती है।
- मध्य और निम्न अक्षांशों पर महासागरों की तापमान संरचना को सतह से तल तक त्रि-परत प्रणाली के रूप में वर्णित किया जा सकता है।
  - पहली परत (सतह परत) लगभग 500 मीटर की गहराई तक फैली हुई है।
- अपेक्षाकृत गर्म तापमान की विशेषता, आमतौर पर 20°C और 25°C के बीच होती है।
  - **दूसरी परत**, जिसे थर्मोक्लाईन (ताप प्रवणता) परत कहा जाता है, पहली परत के नीचे होती है इसमें बढ़ती गहराई के साथ तापमान में तेजी से कमी होती है।
- क्षेत्र और मौसम के आधार पर 500 से 1,000 मीटर मोटी हो सकती है।
  - तीसरी परत थर्मोक्लाईन के नीचे से गहरे समुद्र तल तक फैली हुई होती है।
- आमतौर पर, बहुत ठंडा, अक्षांश और क्षेत्र के आधार पर तापमान में भिन्नता होती है।
- आर्कटिक और अंटार्कटिक क्षेत्र: समुद्री बर्फ और ठंडी ध्रुवीय जलवायु की उपस्थिति के कारण सतह के पानी का तापमान 0]ब के करीब होता है।
  - गहराई के साथ तापमान में परिवर्तन न्यूनतम होता है, और सतह से गहरे समुद्र तल तक ठंडे पानी की केवल एक परत मौजूद होती है।

### वैश्विक महासागर ऊष्मा सामग्री

**संदर्भ:** 2023 में, वैश्विक महासागर ऊष्मा सामग्री (Global Ocean Heat Content) 1980 के दशक के अंत से दोगुनी या तिगुनी हो गई है।

- **महासागर ऊष्मा सामग्री** (Ocean Heat Content) **के बारे में:**
- **महासागर ऊष्मा सामग्री** (Ocean Heat Content - OHC) महासागरों में संग्रहीत ऊष्मा ऊर्जा (Heat Energy) की मात्रा है।
- इसे महासागर के विभिन्न स्थानों और गहराई पर तापमान मापकर, महासागर में ऊष्मा का क्षेत्रीय घनत्व (Areal Density of Ocean Heat) संपूर्ण महासागर के ऊपर एकीकृत करके गणना की जाती है।
- महासागर ऊष्मा सामग्री को ऊर्जा की इकाई 'जूल' (Joules) में मापा जाता है और इसकी तुलना 1971-2000 की औसत के संदर्भ में की जाती है, जिसेशून्य (Zero) मानक के रूप में लिया गया है।

## महासागरीय जल के तापमान का प्रभाव

- गर्म तापमान वाला महासागरीय जल मौसम प्रणालियों के निर्माण में योगदान देता है, जिसमें निम्न-दबाव प्रणालियों का विकास और नमी से भरी हवा का निर्माणामिल है।
- गर्म और ठंडी महासागरीय धाराओं के मिलने से अक्सर कोहरा, तूफान और चक्रवात बनते हैं।
- गर्म महासागरीय धाराएँ ठंडेातोष्ण क्षेत्र के बंदरगाहों और तटीय क्षेत्रों को बर्फ मुक्त रखती हैं। यहातकाल में भी नौवहन को सुगम बनाती है।
- गर्म और ठंडी धाराओं का मिलन स्थल पर प्लवक (प्लैंकटन) की वृद्धि के लिये आदर्श दशाएँ है, जो समुद्री मछली और समुद्री जीवों का भोजन है। इससे मत्स्यन क्षेत्रों के विकास को बढ़ावा मिलता है।

### समुद्र की सतह का तापमान (SST)

- यह समुद्र की सतह के निकट जल का तापमान है।
- यह मुख्य रूप से अक्षांश के साथ बदलता रहता है, सबसे गर्म पानी आमतौर पर भूमध्य रेखा के पास और सबसे ठंडा पानी आर्कटिक और अंटार्कटिक क्षेत्रों में पाया जाता है।
- जैसे-जैसे महासागर अधिक ऊष्मा अवशोषित करते हैं, समुद्र की सतह का तापमान बढ़ता है, और दुनिया भर में गर्म और ठंडे पानी का परिवहन करने वाले महासागरीय परिसंचरण प्रतिरूप बदल जाते हैं।
- SST वैश्विक जलवायु प्रणाली पर मूलभूत जानकारी प्रदान करता है।

SST डेटा अल नीनो और ला नीना चक्रों कीशुरुआत की पहचान करने के लिए विशेष रूप से उपयोगी है। यह समुद्री पारिस्थितिक तंत्र के अध्ययन के लिए भी महत्वपूर्ण है।

महासागरीय औसत तापमान (OMT): यह विश्व के महासागरों के औसत तापमान का माप है।

SST बनाम OMT

- समुद्र की सतह का तापमान (SST) समुद्र की ऊपरी परत के कुछ मिलीमीटर तक ही सीमित है और यह काफी हद तक तेज हवाओं, वाष्पीकरण या घने बादलों से प्रभावित होता है।
- इसके विपरीत, OMT, जिसे 26 डिग्री सेल्सियस समताप रेखा की गहराई तक मापा जाता है, अधिक स्थिर और सुसंगत होता है, और स्थानिक प्रसार भी कम होता है।
- SST का उपयोग नियमित रूप से यह अनुमान लगाने के लिए किया जाता है कि मानसून के मौसम के दौरान भारत में होने वाली वर्षा की कुल मात्रा 887.5 मिमी के दीर्घकालिक औसत से कम होगी या अधिक।
- OMT जिसका विश्लेषण जनवरी-मार्च अवधि के दौरान समुद्री तापीय ऊर्जा को मापकर किया जाता है, SST की तुलना में भारतीय मानसून की बेहतर भविष्यवाणी कर सकता है।

## महासागरीय जल की लवणता (Salinity of Ocean water)

- खुले महासागरों की लवणता लगभग **35 भाग प्रति हजार है**, जिसका अर्थ है कि अधिकांश समुद्री क्षेत्रों में प्रत्येक 1000 ग्राम समुद्री जल में 35 ग्राम घुलित लवण हैं।
- समुद्र की लवणता को समुद्र में घुलित समग्र लवणों के संचय के रूप में मापा जाता है।
- यद्यपि, इसका प्रमुख घटक **सोडियम क्लोराइड है।**

समुद्री जल में घुलित प्रमुख आयन वे होते हैं जो कम-से-कम 1 मिग्रा./किग्रा. की सांद्रता में मौजूद होते हैं। घुले हुए लवणों का भाग

- सोडियम क्लोराइड - 77
- मैग्नीशियम क्लोराइड - 10
- मैग्नीशियम सल्फेट - 4.7
- कैल्शियम सल्फेट - 3.6
- पोटेशियम सल्फेट - 2.5

## लवणता का वितरण

महासागरों की लवणता क्षैतिज और लंबवत रूप से भिन्न होती है।

### सम्मिलित कारक

- जल के वाष्पीकरण से महासागरों के लवणीय जल में से जल का घटक कम हो जाता हैं।
- नतीजतन, पानी के घनत्व में वृद्धि होती है जिससे सागर की ऊपरी परत की लवणता में वृद्धि होती है।
- वर्षण महासागरों में मीठे या ताजे जल की मात्रा को बढ़ा देती है, जो उनकी लवणता को कम करता है।
- नदियों से निकलने वाली धारा और अपवाह से महासागरों में ताजे जल की अधिक वृद्धि होती है। इससे समुद्र के जल की लवणता कम हो जाती है।
- बर्फ के पिघलने से भी समुद्र में ताजा पानी मिलता है। इससे लवणता कम हो जाती है।
- पवनें समुद्र में लवणों के पुनर्वितरण में भी मदद करती हैं क्योंकि पवनें अधिक लवणीय जल को कम लवणीय क्षेत्रों में ले जाती हैं।
- महासागरीय धाराओं के प्रभाव के अंतर्गत सागरीय जल की लवणता का पुनर्वितरण हो जाता है।

### लवणता का क्षैतिज वितरण (Horizontal distribution of Salinity)

- भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर सामान्यत: लवणता घटती जाती है।
- उच्चतम लवणता उष्ण कटिबंध के आसपास पाई जाती है, जहां साफ आसमान, उच्च तापमान और लगातार संचरित व्यापारिक पवनों के कारण सक्रिय वाष्पीकरण होता है।
- वर्षण के कारण ताजे जल की आपूर्ति और बादलों की उपस्थिति के कारण सूर्यातप में कमी उष्णकटिबंधीय क्षेत्र की तुलना में भूमध्य रेखा पर लवणता को कम करती है।
- लाल सागर जैसे चारों तरफ स्थल से घिरे सागराुष्क जलवायु और उच्च वाष्पीकरण के कारण 42 भाग प्रति हजार तक लवणता का स्तर दिखाते हैं।
- लवणता 200 भाग प्रति हजार तक पहुँच जाती है, जैसे- मृत सागर, कैस्पियन सागर और फारस की खाड़ी।
- **आतंरिक समुद्र और झीलें:** कुछ आर्तरिक समुद्रों/झीलों, जैसे- द ग्रेट साल्ट लेक, मृत सागर और तुर्की की वान झील में महासागरों की तुलना में अपेक्षाकृत अधिक लवणता पाई जाती है।
- अमेजॅन, गंगा-ब्रह्मपुत्र, यांग्त्जी, मिसिसिपी जैसी कई अन्य बड़ी नदियाँ भी ताजे जल को सागर में मिलाकर इसकी लवणता की मात्रा को कम करके समुद्र को कम लवणीय बना सकती हैं।

- बड़े हिमखंडो (Ice Floes) एवं हिमशैलों (Icebergs) के पिघलने से लवणता कम होगी जबकि समुद्री जल के जमने से लवणता अस्थायी रूप से बढ़ जाएगी।
- अंटार्कटिका, आर्कटिक महासागर, दक्षिण पूर्व एशिया तथा उत्तरी और मध्य अमेरिका के पश्चिमी तट के पास के क्षेत्रों में लवणता कम होती है।

### लवणता का लंबवत/उर्ध्वाधर वितरण (Vertical distribution of Salinity)

- महासागरों की ऊपरी परत अपनी लवणता में अधिक परिवर्तन का अनुभव करती है।
- 100.400 मी. की गहराई पर हैलोक्लाईन (लवण प्रवणता) नामक एक क्षेत्र होता है, जहाँ लवणता विशिष्ट रूप से बढ़ जाती है।
- हैलोक्लाईन के नीचे, लवणता मामूली परिवर्तन के साथ स्थिर हो जाती है। उच्च लवणता वाला समुद्री जल प्रायः कम लवणता वाले जल के नीचे की ओर बैठ जाता है, जिससे महासागरीय जल का ऊर्ध्वाधर परिसंचरण होता है।

### महासागरीय जल के लवणता का महत्व (Significance of Ocean Water Salinity)

- सूर्यातप के अवशोषण को निर्धारित करता है, वाष्पीकरण को प्रभावित करता है, त्वरित रूप से आर्द्रता, जल के तापमान आदि को प्रभावित करता है।
- समुद्री जल के घनत्व को प्रभावित करते हैं, जो तापमान के साथ-साथ ताप-लवणीय परिसंचरण को संचालित करता है।
- समुद्री जीवों की जैव विविधता और वितरण को प्रभावित करते हैं।
- लवणता का स्तर मत्स्य पालन, विलवणीकरण प्रक्रियाओं और समुद्री संचालन के लिए महत्वपूर्ण है।

### महासागरीय जल का घनत्व (Density of Ocean Water)

ताजे पानी का घनत्व 4 डिग्री C पर 1 g/cm3 होता है,
लेकिन लवण और अन्य घुले हुए पदार्थ मिलाने से सतह के समुद्री जल का घनत्व 1.02 और 1.03 g/cm3 के बीच तक बढ़ जाता है।

- तापमान में कमी करके, लवणता या दाब बढ़ाकर समुद्री जल के घनत्व में वृद्धि की जा सकती है। तापमान का घनत्व पर सबसे अधिक प्रभाव पड़ता है
- दाब का घनत्व पर सबसे कम प्रभाव पड़ता है क्योंकि जल काफी असंपीड्य होता है,

### घनत्व का वितरण (Distribution of Density)

- महासागरीय सतह पर घनत्व सबसे कम होता है, जहाँ जल सबसे गर्म होता है।
- बढ़ती गहराई के साथ तेजी से बढ़ते घनत्व का एक क्षेत्र होता है, जिसे पाइक्नोक्लाइन (किसी जल निकाय में घनत्व प्रवणता को दर्शाती है) कहा जाता है।
- पाइक्नोक्लाइन (pycnocline) ताप प्रवणता (थर्मोकलाइन) के साथ मेल खाता है, क्योंकि यह तापमान में अचानक कमी है जो घनत्व में वृद्धि की ओर ले जाता है।
- पाइक्नोक्लाइन (pycnocline) के नीचे, घनत्व काफी स्थिर हो सकता है (जैसा कि तापमान भी स्थिर हो जाता है), या यह नीचे की ओर थोड़ा वृद्धि होना जारी रख सकता है।

## महासागरीय जल की गति (Movement of Ocean Water)

### समुद्री लहर/तरंग (sea waves)

- समुद्री तरंगे समुद्री जल की लहराने की क्रिया हैं।
- तरंगे जल और बहने वाली पवन के बीच घर्षण के कारण उत्पन्न होती हैं।
- जैसे पवन चलती है, यह अपनी ऊर्जा को घर्षण के माध्यम से स्थानांतरित करती है, जिससे पानी एक गोलाकार गति में चलता है।
- जैसे-जैसे लहर किनारे के पास आती है, इन वृत्ताकार तरंगों के समुद्र तल से घर्षण के कारण लहर का आधार धीमा हो जाता है।
- तरंग काीर्ष तब तक घटता है जब तक कि तरंग ध्वस्त न हो जाए और किनारे पर टूट न जाए।
- अंत में, पानी समुद्र में वापस चला जाता है।

#### रोग वेव्स (Rogue Waves)

**संदर्भ:**ोधकर्ताओं ने समुद्र में अचानक उत्पन्न होने वाली विशाल और अनियंत्रित लहरों, जिन्हें रोग या फ्रीक वेव्स (Freak Waves) कहा जाता है, की भविष्यवाणी के लिए एक नया उपकरण विकसित किया है।

**रोग वेव्स के बारे में:**

- रोग वेव्स दुर्लभ, विशाल समुद्री सतही लहरें होती हैं जो किसी विशेष समुद्री परिस्थिति में अपेक्षित अधिकतम ऊँचाई से भी अधिक ऊँची होती हैं।
- ये तब बनती हैं जब कई पवन-चालित तरंग शिखर (Crests) एक बिंदु पर संरेखित हो जाते हैं या विभिन्न तरंगों के परस्पर क्रिया से उत्पन्न होती हैं, जिससे ये आसपास की लहरों की ऊँचाई से दो गुना या अधिक ऊँचाई तक पहुँच सकती हैं।
- रोग वेव्स चलने वाली पवन या तरंगों की दिशा में, उनके विपरीत या तिरछी दिशा में भी यात्रा कर सकती हैं।
- ये विश्वभर में, विशेष रूप से भूमध्य सागर (Mediterranean Sea), प्रशांत महासागर (Pacific Ocean), अटलांटिक महासागर और भारतीय महासागर के कुछ हिस्सों में देखी जाती हैं।

## तटरेखा और तट (Coastlines and Shores)

- **समुद्र तट:** समुद्र के ठीक बगल में भूमि का क्षेत्र।
- **तटरेखा:** भूमि और समुद्र के बीच सीमांकन की रेखा।
  - **तट का विभाजन:** तट को तीन क्षेत्रों में विभाजित किया जा सकता है- निकट किनारा **(nearshore)**, अग्र किनारा **(foreshore)** और पृष्ठ तट किनारा **(backshore)**
    - ✓ **निकट किनारा:** यह हमेशा पानी के नीचे रहता है।
    - ✓ **अग्र किनारा:** यह औसत निम्न जल रेखा से सामान्य उच्च ज्वार पर लहरों द्वारा प्राप्त उच्चतम ऊँचाई तक फैला हुआ भाग है
    - ✓ **पृष्ठ तट किनारा:**यह केवल तूफान के दौरान समुद्र के किनारे और समुद्र तट के बीच पानी से ढका हुआ हिस्सा है।
- **तट:** समुद्र से सटी भूमि का भाग।
- **तटरेखा:** तट और किनारे के बीच की सीमा।

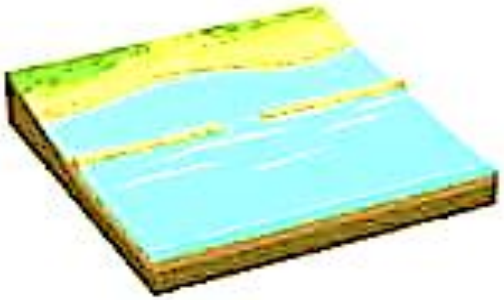
### तटरेखा के प्रकार (Types of Coastlines):

- **जलमग्न तटरेखा:** ये भूमि के डूबने या समुद्र में वृद्धि के कारण बनने वाले तट हैं।
  - **रिया तट (Ria coasts):** ये नदी घाटियों के जलमग्न होने के कारण बनते हैं। तट अनेक प्रवेशद्वारों/निवेशिका के साथ अनियमित होते है।
    - ✓ उदाहरण: रिया डी एवेइरो पुर्तगाल के अटलांटिक तट पर स्थित है।
  - **फिओर्ड तट (Fiord Coast):** ये U आकार की हिमनद घाटियों के जलमग्न होने के कारण बनते हैं और समशीतोष्ण क्षेत्रों के उच्च अक्षांशों में पाए जाते हैं।
    - ✓ नॉर्वे, अलास्का और ब्रिटिश कोलंबिया के तट के साथ फिओर्ड का पाया जाना सामान्य हैं।
  - **डाल्मेशियन तट (Dalmatian Coasts):** इन तटों पर पहाड़ियाँ तट के समानांतर स्थित होती हैं। ये एकांतर शिखरों और गर्तों के साथ पर्वत श्रृंखलाओं के जलमग्न होने से बनते हैं।
    - ✓ उदाहरण: डाल्मेशिया का तट, यूगोस्लाविया, एड्रियाटिक तट के साथ।
  - डूबी हुई निम्नभूमि **(Drowned lowland):** यह निचले इलाकों के जलमग्न होने से बनते हैं और इसकी विशेषता रोधिका **(bar)** और लैगून है।
    - ✓ उदाहरण: पूर्वी जर्मनी का बाल्टिक तट।
- **उमज्जित या उन्मग्न तटरेखाएँ (Coastlines of Emergence):** ये भूमि के बढ़ने या समुद्र स्तर के नीचे जाने के कारण बनते हैं।
  - ✓ उदाहरण: भारत में कोरोमंडल तट, कोंकण तट।
- **तटस्थ तटरेखाएँ (Neutral Coastlines):** ये समुद्र में पदार्थों के जमा होने से बनती हैं। ये न तो उमज्जन और न ही निमज्जन (जलमग्न) होने के कारण बनते हैं। इनमें डेल्टाई और जलोढ़ मैदान, ज्वालामुखी समुद्र तटरेखा और प्रवाल भित्ति तटरेखाामिल हैं।
- मिश्रित तटरेखाएँ **(Compound coastlines):** ये उभरने और डूबने दोनों से बनती हैं। उदाहरण: नॉर्वे और स्वीडन की तटरेखाएँ।
- भ्रंशित तटरेखा **(Faulted Coastline):** ये भ्रंश के साथ अध: क्षेपित खंड (डाउनथ्रो ब्लॉक) के जलमग्न होने के कारण बनते हैं। ऊपर उठा हुआ ब्लॉक समुद्र के सामने स्थित होता है, जिससे एक भ्रंशित तटरेखा बनती है।
  - ✓ उदाहरण: सेंट्रल कैलिफोर्निया का सांता लूसिया पर्वतीय तट।

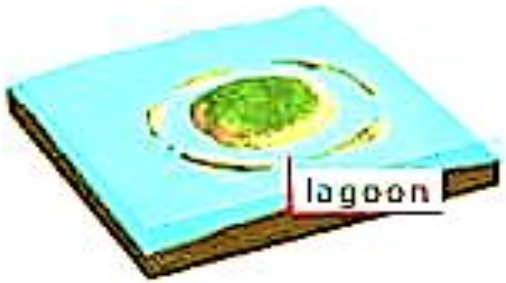
### समुद्री अपरदनात्मक भू-आकृतियाँ

- **खाई:** खाई समुद्र तट पर संकरे और गहरे दन्तुर हैं। ये तब बनते हैं जब समुद्र की ओर, कठोर और मुलायम चट्टानें वैकल्पिक पट्टिकाओं में होती हैं।
- **खाड़ी:** तरंग क्रिया दन्तुरित बनाने वाली मुलायम चट्टानों को दूर कर देती है। खाई अधिक चौड़ी होकर एक खाड़ी बन जाती है।
- **अंतरीप:** बची हुई कठोर चट्टानें समुद्री जल में प्रक्षेपित होकर अंतरीप का निर्माण करती हैं।
- **समुद्री भृगु:**समुद्र के पानी से लगभग लंबवत ऊपर उठकर खड़ी चट्टानी तट को समुद्री भृगु कहा जाता है।
- **तरंग कर्तित/निर्मित चबूतरे (Wave-cut Platforms):** जब समुद्री तरंगे एक भृगु से लगातार टकराती हैं, तो भृगु समय के साथ धीरे-धीरे पीछे हट जाता है। भृगु के सामने एक चट्टान से कटी हुई सपाट सतह बनती है, जिसे तरंग कर्तित/निर्मित चबूतरा कहा जाता है।
- **गुफा:** भृगु के आधार पर समुद्री गुफाएँ बनती हैं। समुद्र की लहरें आधार पर स्थित मुलायम चट्टानों को जल्दी से नष्ट कर देती हैं जिससे छेद या खोखले बन जाते हैं। ये खोखले समय के साथ बड़े होकर समुद्री गुफाओं का निर्माण करते हैं।
- **मेहराब:** यह तब बनता है जब प्रक्षेपित चट्टान के दोनों ओर दो गुफाएँ विकसित होती हैं और अंतत: एक हो जाती हैं।
- **स्टैक:** जब मेहराब की छत ढह जाती है और सिरे खड़े रह जाते हैं, तो तट पर एक स्तंभ जैसी संरचना बन जाती है। इसे स्टैक कहा जाता है।
- **स्टंप:** जब स्टैक और अधिक अपरदित हो जाता है, तो स्टैक की ऊँचाई कम होकर स्टंप बन जाती है।
- **वात-छिद्र / ग्लूप:**समुद्री लहरों की निरंतर क्रिया से गुफा की छत पर छेद हो जाते हैं। इस छेद को ग्लूप या वात-छिद्र कहा जाता है।

# DIFFERENT TYPES OF COASTLINES

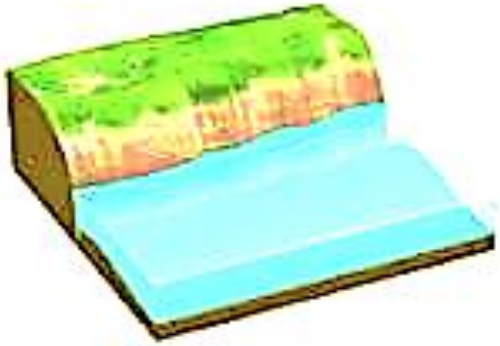


barrier beach




atoll

+ delta



shore cliff

fjords

rias

- **ज्यो (Geo):**आगे अपरदन के साथ, छिद्र बढ़ जाते हैं और छत गिर जाती है। ज्यो नामक एक लंबा, संकरा प्रवेश द्वार या निवेशिका विकसित हो जाती है।

### ब्लू होल

**संदर्भ:** हाल ही मेंोधकर्ताओं ने मेक्सिको के चेतुमल खाड़ी में स्थित दुनिया के सबसे गहरे ब्लू होल की खोज की है, जिसे ताम जा ब्लू होल (टीजेबीएच) के नाम से जाना जाता है।

**ब्लू होल के बारे में**

- आम तौर पर, ब्लू होल पानी से भरी समुद्री गुफाएँ होती हैं।
- इनका निर्माण अधिकतर कार्बोनेट चट्टानों के विघटन से होता है, जो आमतौर पर वैश्विक समुद्र स्तर में वृद्धि या गिरावट के प्रभाव में होता है।
- योंगले ब्लू होल सबसे गहरी ज्ञात समुद्री गुफा है, जिसकी गहराई लगभग 300 मीटर है।

**ब्लू होल का महत्व**

- वे समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र में कार्बन साइक्लिंग और संभावित तंत्र का अध्ययन करने में मदद करते हैं।
- वे एरोबिक से एनारोबिक वातावरण में संक्रमण के संबंध में डेटा प्रदान करते हैं जो समुद्र की जैव-रसायन विज्ञान पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है।

## समुद्री निक्षेपण भू-आकृतियाँ:

- **समुद्र पुलिन (Beaches):** ये समुद्र के किनारे पर रेत, बजरी, गोलाश्म आदि से युक्त समुद्री तलछट के निक्षेप हैं।
- **स्पिट और रोधिका (Spits and bars):** स्पिट रेत और कंकड़ का एक निम्न कटक **(ridge)** है जिसका एक सिरा मुख्य भूमि से जुड़ा होता है और दूसरा सिरा समुद्र में समाप्त हो जाता है।
- **हुक:** मुड़े हुए स्पिट को हुक कहा जाता है।
- **रोधिका:** एक रोधिका तट के समानांतर स्थित रेत का एक कटक है। ये जलमग्न विशेषताएँ हैं।
- **टोम्बोलो (Tombolo):** जब एक रोधिका विस्तृत होकर एक द्वीप को मुख्य भूमि से जोड़ती है या दो द्वीपों को जोड़ती है, तो इसे टोम्बोलो कहा जाता है।
- **लैगून (Lagoons):** एक रोधिका और तट के बीच समुद्री जल के संलग्न क्षेत्र को लैगून कहा जाता है।

## महासागरीय ज्वार-भाटा (Ocean Tides)

- **परिभाषा:** सूर्य और चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण समुद्री जल के ऊपर उठने को ज्वार तथा नीचे उतरने को भाटा **(ebb)** कहते हैं।
- ज्वार-भाटे से उत्पन्न समुद्री तरंगों को ज्वारीय तरंगें कहते हैं।
- **उच्च ज्वार (High Tide):** जब ज्वार का उच्चतम भाग (शिखर/**crest**) तट पर पहुँचता है तो उच्च ज्वार आता है।
- **निम्न ज्वार (Low tide):**यह तब होता है जब तरंग का सबसे निचला हिस्सा या उसकी गर्त **(trough)** तट पर पहुँच जाती है।
- **ज्वारीय क्रम (Tidal Range):** उच्च ज्वार और निम्न ज्वार के बीच की ऊँचाई के अंतर को ज्वारीय क्रम कहा जाता है।
- **ज्वारीय तरंग (Tidal Current):**यह ज्वार-भाटें के कारण उत्पन्न जल की क्षैतिज तरंगें होती हैं।
- **बाढ़ तरंगें (Flood Current):** यह तट के साथ खाड़ियों और मुहानों/ज्वारनदमुख **(estuaries)** की ओर अग्रसर होने वाली ज्वार है।
- **भाटा तरंगें (Ebb Current):** समुद्र की ओर वापस लौटने वाली वाली ज्वारीय तरंगों को भाटा तरंगें कहते हैं।

## ज्वार-भाटे का निर्माण (formation of tides)

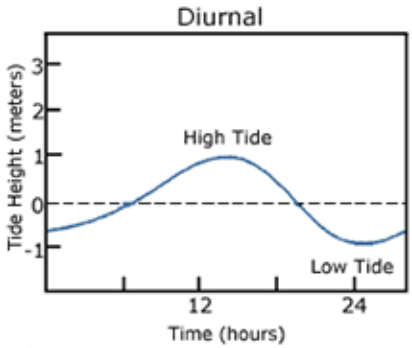
- पृथ्वी पर चंद्रमा का गुरुत्वाकर्षण खिंचाव और पृथ्वी का घूमना दो मुख्य कारक हैं जो उच्च और निम्न ज्वार का कारण बनते हैं।
- चंद्रमा अपने गुरुत्वाकर्षण बल से उसके सामने स्थित महासागर के जल को अपनी ओर खींचता है, जिससे पहला ज्वारीय उभार **(tidal bulge)** (उच्च ज्वार) बनता है।
- पानी के जड़त्व के कारण विपरीत दिशा में एक समान उच्च ज्वार होता है।
- जैसे-जैसे पृथ्वी घूमती है, ग्रह के विभिन्न क्षेत्र चंद्रमा के सम्मुख होते हैं, और इससे ग्रह के चारों ओर ज्वार का चक्र चलता है।
- पृथ्वी से अधिक दूरी के कारण सूर्य के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव का प्रभाव चंद्रमा की तुलना में कम महत्वपूर्ण है।

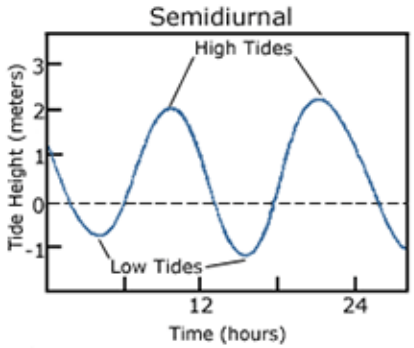
## ज्वार के प्रकार (Types of Tides)

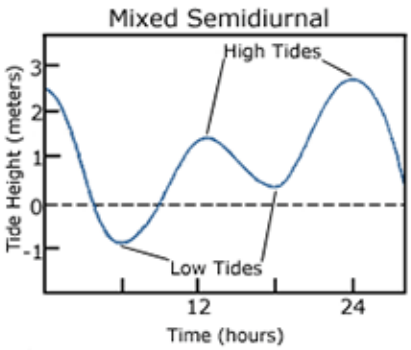
आवृत्ति के आधार पर

| ज्वार-भाटा | विशेषताएँ |
|---|---|
| अर्ध-दैनिक ज्वार (Semi-diurnal tide) | • इसमें प्रत्येक दिन दो उच्च ज्वार और दो निम्न ज्वार आते हैं।<br>• ज्वार 12 घंटे 26 मिनट के अंतराल पर पुन: आते हैं।<br>• क्रमिक उच्च या निम्न ज्वार लगभग समान ऊँचाई के होते हैं।<br>• यह ज्वार का सबसे सामान्य रूप है |

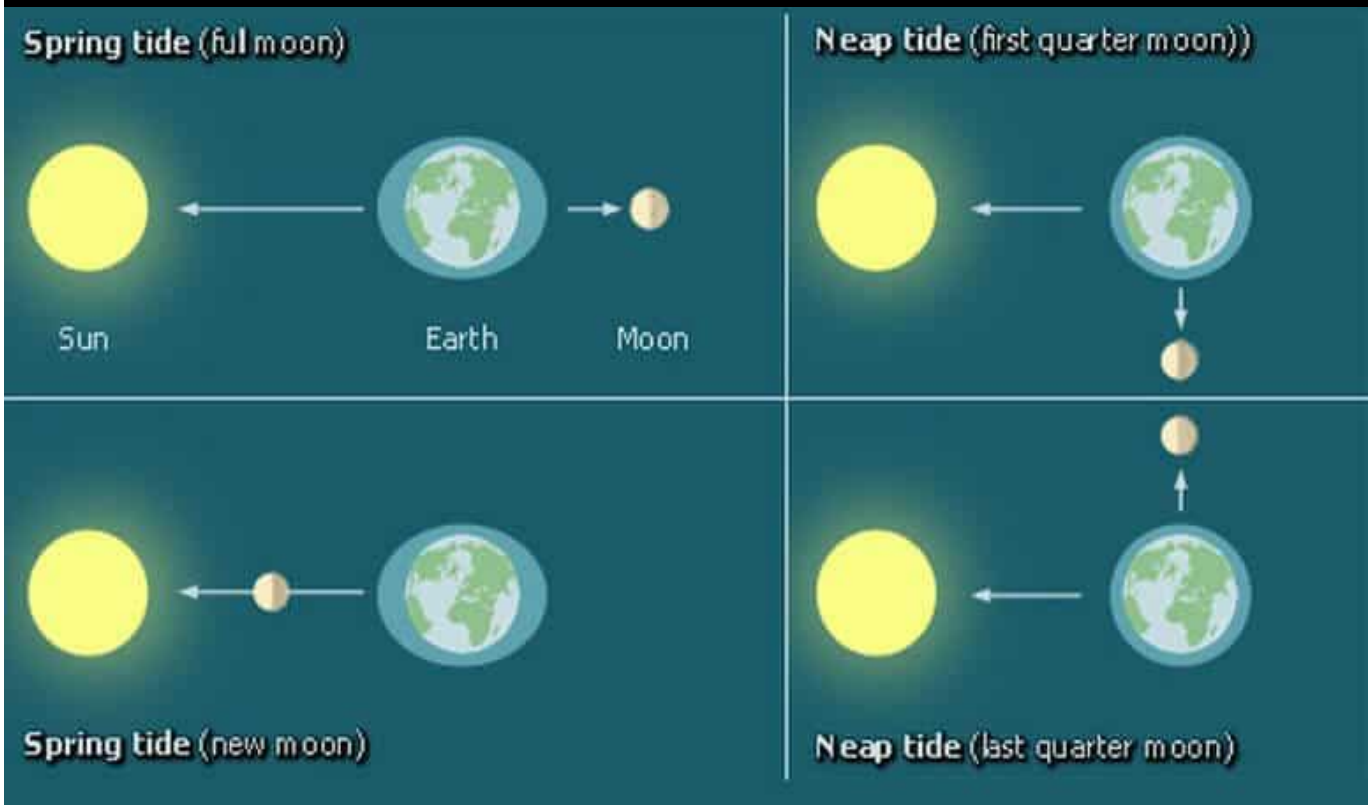
# Type of tides (frequency)




# Type of tides (Hight)



| ज्वार-भाटा | विशेषताएँ |
|---|---|
| **दैनिक ज्वार** (Diurnal tides) | • प्रत्येक दिन में केवल एक उच्च ज्वार और एक निम्न ज्वार होता है।<br>• ऐसे ज्वार 24 घंटे 52 मिनट के अंतराल पर उत्पन्न होते हैं।<br>• क्रमिक उच्च और निम्न ज्वार लगभग समान ऊँचाई के होते हैं।<br>• दैनिक ज्वारीय चक्र मेक्सिको की खाड़ी में और कमचटका प्रायद्वीप के पूर्वी तट पर पाए जा स |
| **मिश्रित ज्वार** (Miñed tides) | • ऊँचाई में भिन्नता वाले ज्वार को मिश्रित ज्वार के रूप में जाना जाता है।<br>• ये ज्वार आम तौर पर उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट और प्रशांत महासागर के कई द्वीपों के पास उत्पन्न होते हैं। |
| **ऊँचाई के आधार पर** | |
| **दीर्घ अथवा उच्च या वृहत् ज्वार** (Spring Tides) | • पृथ्वी, सूर्य और चंद्रमा एक महीने में दो बार जैसे, एक अमावस्या और एक पूर्णिमा के आसपास एक सीधी रेखा के साथ संरेखित होते हैं,<br>• इसलिए, सूर्य और चंद्रमा का संयुक्त गुरुत्वाकर्षण बल सामान्य ज्वार की तुलना में लगभग 20 प्रतिशत अधिक उच्च ज्वार पैदा करता है।<br>• सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी की एक सीधी रेखा में स्थित होने को **युति-वियुति** (syzygy) कहते हैं<br>• जब सूर्य और चंद्रमा पृथ्वी के एक तरफ होते हैं (अर्थात सूर्य ग्रहण की स्थिति), तो स्थिति को **'युति'** (conjunction) कहा जाता है।<br>• जब पृथ्वी, सूर्य और चंद्रमा के बीच होती है, तो स्थिति को **'वियुति'** (opposition) कहा जाता है<br>• 'युति' (conjunction) और 'वियुति' (opposition) दोनों ही स्थितियों के दौरान, परिणामी ज्वार उच्च ज्वार होते हैं। |
| **लघु अथवा निम्न ज्वार** (Neap tides) | • जब सूर्य और चंद्रमा पृथ्वी के केंद्र से समकोण पर स्थित होते हैं तो सूर्य और चन्द्रमा के गुरुत्वाकर्षण बल एक-दूसरे के विपरीत दिशा में कार्य करते हैं।<br>• यद्यपि चंद्रमा का आकर्षण सूर्य के आकर्षण से दोगुना से अधिक है, सौर ज्वारीय बल चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण बल को आंशिक रूप से रद्द कर देता है।<br>• इसके परिणामस्वरूप सामान्य ज्वार की तुलना में कम ऊँचाई वाले ज्वार आते हैं जिसे लघु ज्वार कहते हैं।<br>• इस प्रकार के ज्वार तब आते हैं जब चंद्रमा अपने चतुर्थांश में होता है।<br>• ये ज्वार महीने में दो बार आते हैं, ठीक वैसे ही जैसे दीर्घ ज्वार आता है।<br>• ज्यादातर मामलों में दीर्घ और लघु ज्वार में सात दिनों का अंतराल होता हैं। |

## ज्वारीय भित्ति (Tidal Bores)

- यह एक अनोखी जल विज्ञान संबंधी घटना है, जिसमें तेज ज्वार के कारण नदी की धारा की दिशा के विपरीत दिशा में लहरें उठती हैं।

एक ज्वारीय भित्ति एक तट के साथ पाया जाता है जहाँ एक नदी महासागर या समुद्र में मिलती है। एक ज्वारीय भित्ति एक प्रबल ज्वार है जो नदी को धारा के विपरीत धकेलता है।

### ज्वारीय भित्ति के निर्माण के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ (Favourable Conditions for Formation of Tidal Bores)

- नदी काफी उथली होनी चाहिए।
- इसका समुद्र के लिए एक संकीर्ण निकास होना चाहिए ताकि आने वाले ज्वारीय जल का संकेन्द्रण हो सके
- हालाँकि, मुहाना, या वह स्थान जहाँ नदी समुद्र से मिलती है, चौड़ा और समतल होना चाहिए।
- तट का ज्वारीय क्रम काफी बड़ा होना चाहिए, आमतौर पर कम से कम 6 मीटर (लगभग 20 फीट)।

## ज्वारीय भित्तियों का प्रभाव (IMPACT OF TIDAL BORES)

- ज्वारीय भित्तियों का अचानक आगमन और तीव्रता नौवहन/शिपिंग और नौपरिवहन पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं।
- मुहाना और खाड़ियों में पानी की गतिशीलता को बाधित करते हैं, जो अक्सर मछलियों के व्यवहार और आवास को नकारात्मक रूप से प्रभावित करते हैं।
- ज्वारीय भित्तियों के दौरान पानी काक्तिशाली प्रवाह नदी के मुहाने पर लवणता और अवसादन पैटर्न को महत्वपूर्ण रूप से बदल सकता है, जिससे स्थानीय पारिस्थितिकी प्रभावित होती है।

## ज्वार-भाटा का महत्त्व (Significance of Tides)

**नौपरिवहन:** नदियों पर स्थित या उथले प्रवेश द्वार वाले ज्वारनदमुखों पर स्थित बंदरगाहों के लिये ज्वार की उपस्थिति नौसंचालन में सहायता करते हैं।

**विगादीकरण (Desilting) (गाद निकालना):** ज्वार तलछट के विगादीकरण में मदद करते हैं। इसके साथ ही ये नदी के मुहाने से दूषित जल निकालने में सहायता करते है।

**मत्स्य पालन**:उच्च ज्वार मछली पकड़ने में सहायता करते हैं।

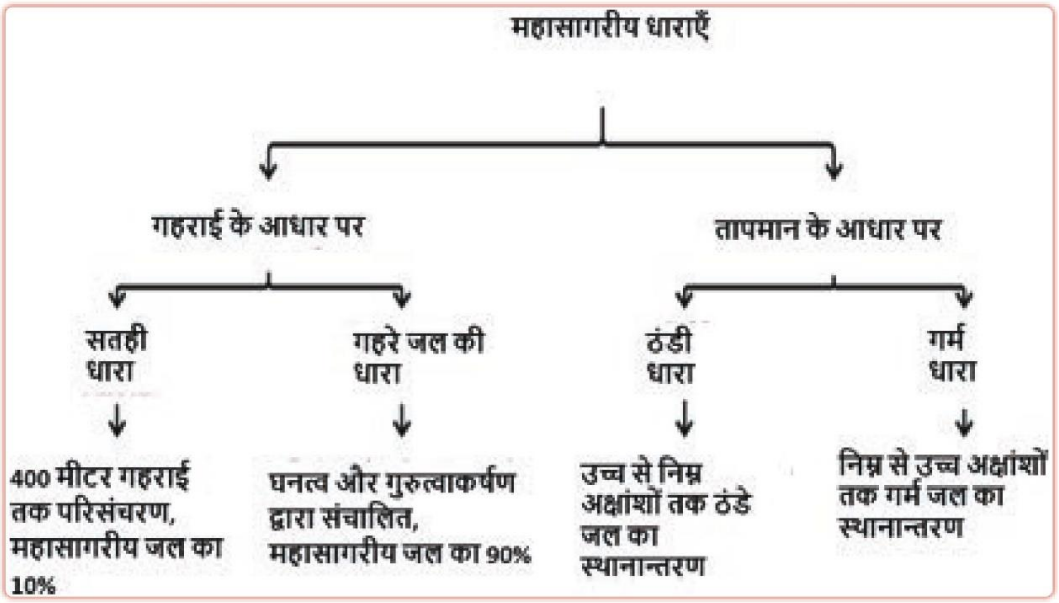
**ज्वारीय बिजली**:ज्वारीय ऊर्जा एक अच्छा गैर-नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत है। उदाहरण के लिए: भारत में, पश्चिम बंगाल के दुर्गादुआनी के सुंदरबन में 3 मेगावाट की ज्वारीय बिजली परियोजना बनाई गई थी।

## महासागरीय धाराएँ (ocean Currents)

महासागरीय जल की एक निर्दिष्ट दिशा में सतत सामान्य संचलन को महासागरीय धारा कहते हैं।

धाराएँ दुनिया भर में ताप और पोषक तत्वों को प्रसारित करती हैं

## महासागरीय धाराओं के प्रकार




### वलय/जायर (gyre)

यह महासागरीय धाराओं की एक श्रृंखला जो एक वृत्ताकार प्रतिरूप (पैटर्न) में घुमाने की एक बड़ी प्रणाली है। पाँच प्रमुख जायर हैं: उत्तर और दक्षिण प्रशांत उपोष्णकटिबंधीय जायर, उत्तर और दक्षिण अटलांटिक उपोष्णकटिबंधीय जायर, और हिंद महासागर उपोष्णकटिबंधीय जायर।

## महासागरीय धाराओं के लिए उत्तरदायी बल (Forces Responsible for Ocean Currents)

### प्राथमिक बल (Primary Forces)

- **सौर ऊर्जा**: यह जल के विस्तार का कारण बनता है। इसके कारण जल स्तर में एक मंद ढाल निर्मित होता है, और जल निम्न ढाल की ओर बहता है।
- **पवन का प्रभाव**: महासागर की सतह पर बहने वाली वायु जल को गतिमान करती है। इस क्रम में वायु और जल की सतह के बीच घर्षण बल जल निकाय की गति को प्रभावित करता है। उदाहरण व्यापारिक पवनें
- **गुरुत्वाकर्षण**: इसके कारण जल नीचे की ओर बैठ जाती हैं तथा यह एकत्रित जल दाब प्रवणता में भिन्नता लाता है
- **कोरिओलिस बल**: कोरिऑलिस बल, महासागरीय धाराओं को, उत्तरी गोलार्द्ध में दाईं **(right)** ओर जबकि दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईं **(left)** ओर विक्षेपित करता है।

### द्वितीयक बल (Secondary Forces)

- **भौगोलिक अभिविन्यास का प्रभाव**: भूपर्पटी का स्थलखंड अपने भौगोलिक अभिविन्यास के कारण धारा के प्रवाह को अवरुद्ध और प्रभावित करता है।
- **लवणता और जल घनत्व**: उच्च लवणता वाला जल कम लवणता वाले जल से सघन होता है
  - ठंडी महासागरीय धाराएँ तब होती हैं जब ध्रुवों पर ठंडा पानी डूब जाता है और धीरे-धीरे भूमध्य रेखा की ओर बढ़ता है।
  - गर्म जल की धाराएँ सतह के साथ भूमध्य रेखा से, ध्रुवों की ओर बहते हुए डूबते ठंडे जल को विस्थापित कर देती हैं।

### रिप करेंट (Rip Currents)

**सन्दर्भ**: भारतीय राष्ट्रीय समुद्री सूचना सेवा केंद्र (Indian National Centre for Ocean Information Services - INCOIS) और भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ने समुद्री तटों पर होने वाले रिप करेंट की निगरानी और इनसे जुड़े चेतावनी संकेत जारी करने के लिए एक परियोजना कीशुरुआत की है।

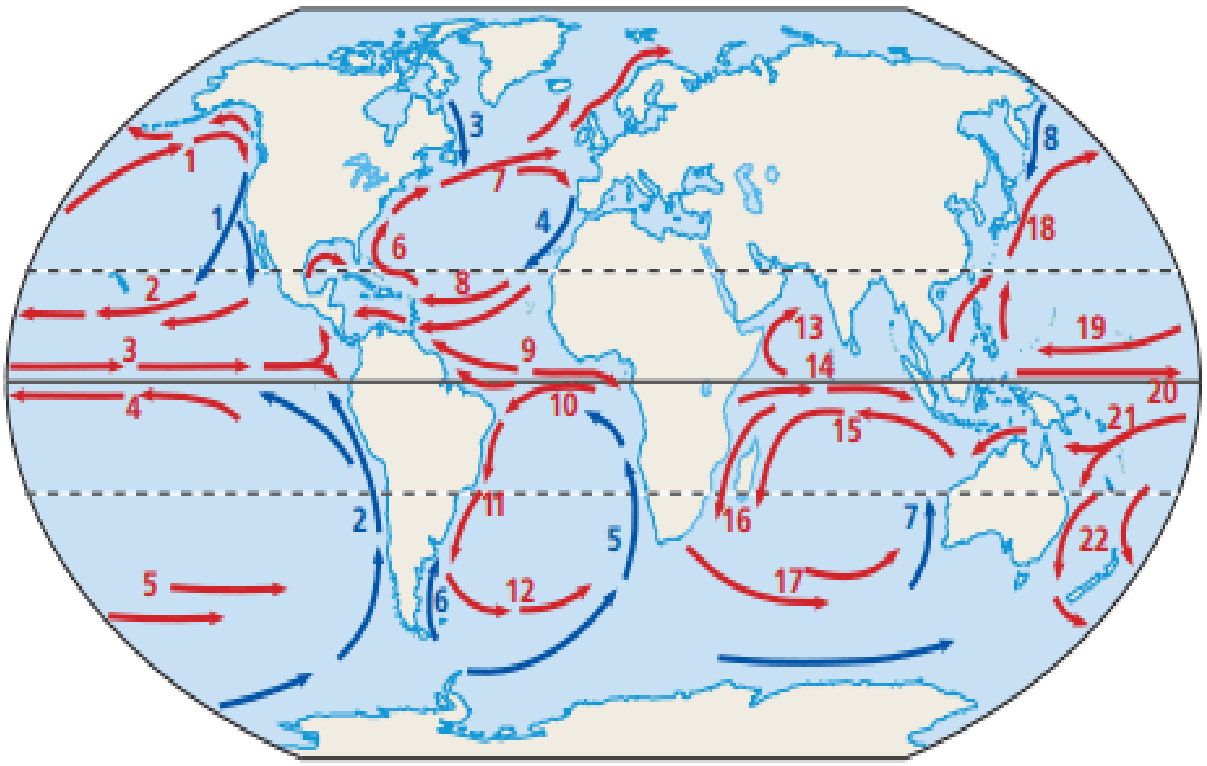
**रिप करेंट के बारे में**

- रिप करेंट एक विशिष्ट प्रकार की जल धारा है जो समुद्री तटों के निकट उत्पन्न होती है जहाँ लहरें टूटती हैं।
- यह एकाक्तिशाली, स्थानीयकृत और संकीर्ण जल धारा होती है जो लहरों की रेखाओं को काटते हुए सीधे तट से दूर समुद्र की ओर बहती है, जैसे एक नदी समुद्र की ओर प्रवाहित हो रही हो।
- रिप करेंट में पानी की धारा की प्रबलता (Force of Current) सतह के पास सबसे अधिक होती है और इसकी गति बहुत तेज होती है।

## गर्म धाराएँ और उससे संबंधित महत्त्वपूर्ण तथ्यों की सूची

| गर्म महासागरीय धारा | क्षेत्र | महत्वपूर्ण तथ्य |
|---|---|---|
| **उत्तरी विषुवतीय धारा** | प्रशांत महासागर और अटलांटिक महासागर | उत्तरी विषुवतीय धारा 100 N से 200 N के बीच पूर्व से पश्चिम की ओर बहती है। यह धारा उपोष्णकटिबंधीय दक्षिणावर्त जायर (gyre) के दक्षिणी भाग का निर्माण करती है। |
| **क्यूरोशिवो धारा** | उत्तरी प्रशांत महासागर | ''क्यूरोशिवा''ब्द का अर्थ ''ब्लैक स्ट्रीम'' है। यह एक पश्चिमी सीमा धारा है। अटलांटिक महासागर के गल्फ स्ट्रीम तंत्र के समान ही इस गर्म धारा के कारण जापान में तापमान नियंत्रित रहता है। |
| **उत्तरी प्रशांत प्रवाह** | उत्तरी प्रशांत महासागर | पश्चिमी उत्तरी प्रशांत महासागर में दक्षिणावर्त दिशा में प्रवाहित होती है। कुरोशियो और ओयाशियो धाराओं के अभिसरण से निर्मित। |
| **अलास्का धारा** | उत्तरी प्रशांत महासागर | उत्तरी प्रशांत प्रवाह के एक हिस्से के उत्तर की ओर मुड़ने के परिणामस्वरूप अलास्का धारा का निर्माण होता है। हैडा एडी और सिटका एडी जैसे विशाल भंवरों के निर्माण के लिए जानी जाती है। |
| **विषुवतीय प्रतिधारा** | अटलांटिक महासागर, प्रशांत महासागर और हिंद महासागर | इस धारा को उत्तरी विषुवतीय प्रतिधारा भी कहते हैं। यह पवन-चालित धारा 30 N-100 N के बीच पश्चिम से पूर्व दिशा की ओर बहती है। |
| **सूशिमा धारा** | जापान सागर | यह क्यूरोशिवो धारा की एकाखा है। |
| **दक्षिण विषुवतीय धारा** | अटलांटिक महासागर, प्रशांत महासागर और हिंद महासागर | दक्षिण गोलार्द्ध में व्यापारिक पवनों के प्रभाव से उत्पन्न होकर यह धारा पूर्व से पश्चिम दिशा की ओर प्रवाहित होती है। |
| **पूर्वी ऑस्ट्रेलिया धारा** | दक्षिण-पश्चिमी प्रशांत महासागर | उष्णकटिबंधीय समुद्री जीवों को दक्षिण-पूर्वी ऑस्ट्रेलियाई तट के साथ उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में निवास स्थान तक पहुँचाती है। |
| **फ्लोरिडा धारा** | मैक्सिको की खाड़ी और उत्तरी अटलांटिक महासागर | 1513 में जुआन पोंस डी लियोन द्वारा खोजी गई यह धारा फ्लोरिडा प्रायद्वीप के आसपास बहती है और केप हेटेरस में गल्फ स्ट्रीम में मिल जाती है। |
| **गल्फ स्ट्रीम** | उत्तरी अटलांटिक महासागर | उत्तरी अटलांटिक प्रवाह (उत्तरी यूरोप को प्रभावित करता है) और कैनरी धारा (पश्चिमी अफ्रीका से पुनः प्रवाहित होता है) में विभाजित हो जाता है। मुख्य रूप से पवन प्रतिबल द्वारा संचालित होता है। |
| **नार्वे की धारा** | उत्तरी सागर (अटलांटिक महासागर) और बैरेंट्स सागर (आर्कटिक महासागर) | नार्वे की धारा उत्तरी अटलांटिक प्रवाह की एकाखा है और कभी-कभी इसे गल्फ स्ट्रीम का विस्तार भी माना जाता है। यह आर्कटिक प्रवाह को प्रभावित करता है। |
| **इरमिंगर धारा** | उत्तरी अटलांटिक महासागर | इसका नाम डेनिश वाइस एडमिरल कार्ल लुडविग क्रिश्चियन इर्मिंगर के नाम पर रखा गया है यह धारा उत्तरी अटलांटिक उपध्रुवीय जायर का एक भाग है। |
| **एँटिलीज धारा** | उत्तरी अटलांटिक महासागर | एँटिलीज धारा, अटलांटिक महासागर और कैरेबियन सागर को अलग करने वाले पश्चिमी द्वीप समूह के पूर्व और उत्तर में बहती है। उत्तरी अटलांटिक जायर का हिस्सा है। |
| **ब्राजील धारा** | दक्षिणी अटलांटिक महासागर | ब्राजील की धारा ब्राजील के दक्षिणी तट के साथ रियो डी ला प्लाटा तक बहती है। यह अर्जेंटीना के समीप ठंडी फॉकलैंड धारा से मिलती है |
| **मोजाम्बिक धारा** | दक्षिणी-पश्चिमी हिंद महासागर | मोजाम्बिक धारा अफ्रीका के दक्षिण-पूर्वी देश- मोजाम्बिक और मेडागास्कर द्वीप के बीच स्थित मोजाम्बिक चौनल में बहती है।<br>मोजाम्बिक चौनल में बड़े भँवर या जलावर्त बनते हैं। |

# Major Cold and Warm Global Ocean Currents




1 Cold currents

1 Warm currents

1. California Current
2. Humboldt Current
3. Labrador Current
4. Canaries Current
5. Benguela Current
6. Falkland Current
7. West Australian Current
8. Okhotsk Current

1. North Pacific Drift
2. North Equatorial Current
3. Equatorial Countercurrent
4. South Equatorial Current
5. West Wind Drift
6. Gulf Stream
7. North Atlantic Drift
8. North Equatorial Current
9. Equatorial Countercurrent
10. South Equatorial Current
11. Brazil Current
12. West Wind Drift
13. Monsoon Current
14. Equatorial Countercurrent
15. South Equatorial Current
16. Mozambique Current
17. West Wind Drift
18. Japan Current
19. North Equatorial Current
20. Equatorial Countercurrent
21. South Equatorial Current
22. East Australian Current

| गर्म महासागरीय धारा | क्षेत्र | महत्वपूर्ण तथ्य |
|---|---|---|
| अगुलहास धारा | दक्षिणी-पश्चिमी हिंद महासागर | अगुलहास धारा अफ्रीका के पूर्वी तट के साथ दक्षिण की ओर बहती है। तथा सबसे बड़ी पश्चिमी सीमा महासागरीय धारा है। |
| दक्षिण पश्चिम मानसून प्रवाह (ड्रिफ्ट) या धारा | उत्तरी हिंद महासागर | दक्षिण-पश्चिम मानसून ऋतु (जून-अक्टूबर) के दौरान अरब सागर और बंगाल की खाड़ी में इसका प्रभुत्व रहता है। |

## ठंडी धाराएँ और उससे संबंधित महत्त्वपूर्ण तथ्यों की सूची

| ठंडी महासागरीय धारा | क्षेत्र | महत्वपूर्ण तथ्य |
|---|---|---|
| हम्बोल्ट या पेरू की धारा | दक्षिणी प्रशांत महासागर | पेरू की धारा, दक्षिण अमेरिका के पश्चिमी तट के साथ चिली के दक्षिणी सिरे से उत्तरी पेरू की ओर बहती है।<br>इसकी खोज भूगोलवेत्ता- अलेक्जेंडर वॉन हम्बोल्ट ने की थी। यह अत्यंत निम्न लवणीय धारा एक विशाल समुद्री पारितंत्र को पोषित करती है। |
| क्यूराइल तथा ओयाशिवों धारा | उत्तरी प्रशांत महासागर | आर्कटिक महासागर से निकलती है, बेरिंग सागर से होते हुए दक्षिण की ओर उत्तरी प्रशांत महासागर में बहती है। यह कुरोशियो धारा से टकराकर उत्तरी प्रशांत प्रवाह बनाती है। पोषक तत्वों से भरपूर और वामावर्त दिशा में घूमती है। |
| कैलिफोर्निया धारा | उत्तरी प्रशांत महासागर | उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट के साथ दक्षिण की ओर बहने वाली एल्यूशियन धारा का विस्तार।<br>• यह उत्तरी प्रशांत जायर का एक भाग है। इस क्षेत्र में बहुत प्रबलीत जल उद्वेलन होता है। |
| अंटार्कटिक परिध्रुवीय धारा | दक्षिणी महासागर | इसे पश्चिमी पवन प्रवाह के नाम से भी जाना जाता है।<br>यह धारा अंटार्कटिका के चारों ओर पश्चिम से पूर्व की ओर दक्षिणावर्त दिशा में प्रवाहित होती है। सबसे बड़ी महासागरीय धारा माना जाता है। |
| लैब्राडोर धारा | उत्तरी अटलांटिक महासागर | यह नदी आर्कटिक महासागर से दक्षिण की ओर बहती है तथा उत्तर की ओर बहने वाली गर्म गल्फ स्ट्रीम से मिलती है, तथा इनके अंतर्संबंध के कारण यह विश्व के सर्वाधिक समृद्ध मत्स्यन क्षेत्रों का निर्माण करती है। |
| कनारी धारा | उत्तरी अटलांटिक महासागर | इसका नाम कनारी द्वीप समूह के नाम पर रखा गया है। यह उत्तरी अटलांटिक जायर का एक हिस्सा है। इस क्षेत्र मेंीत जल उद्वेलन होता है। |
| पूर्वी ग्रीनलैंड धारा | आर्कटिक महासागर और उत्तरी अटलांटिक महासागर | यह एक कम लवणता वाली धारा है जो फ्रैम (fram) जलसन्धि से फेयरवेल अंतरीप के बीच प्रवाहित होती है। यह धारा आर्कटिक महासागर को उत्तरी अटलांटिक महासागर से सीधे तौर पर जोड़ती है। यह आर्कटिक के लिए मीठे पानी का प्रमुख अवतलन क्षेत्र (sink zone) बनाती है। |
| बेंगुएला धारा | दक्षिण अटलांटिक महासागर | बेंगुएला धारा दक्षिण अटलांटिक महासागर जायर के पूर्वी भाग का निर्माण करती है। धारा की विशेषता- उच्चीत जल उद्वेलन, एक उत्कृष्ट मत्स्य क्षेत्र की उपस्थिति और कम लवणता है। |
| फॉकलैंड धारा | दक्षिणी अटलांटिक महासागर | ब्राजील-माल्विनास संगम क्षेत्र का निर्माण करता है, जो क्षेत्र की समशीतोष्ण जलवायु को प्रभावित करता है। फॉकलैंड द्वीप समूह के नाम पर इसका नाम रखा गया है। |
| उत्तर-पूर्वी मानसून प्रवाह (ड्रिफ्ट) | उत्तरी हिंद महासागर | मानसून से प्रभावित यह धारा भारतीय उत्तरी भूमध्यरेखीय धारा का एक हिस्सा है जो भूमध्य रेखा को पार करते हुए दक्षिण-पश्चिम और पश्चिम की ओर बहती है। |
| सोमाली धारा | पश्चिमी हिंद महासागर | मानसून से अत्यधिक प्रभावित, कार्यक्षमता में गल्फ स्ट्रीम के समान। महत्वपूर्णीत-जल उद्वेलन के लिए जाना जाता है। |
| पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया धारा | दक्षिणी महासागर और दक्षिण हिंद महासागर | यह धारा भी अंटार्कटिक परिध्रुवीय धारा का एक हिस्सा है अर्थात् पश्चिमी पवन प्रवाह की एकाखा है यह एक क्षीण धारा है- जो गर्मियों में मजबूत और सर्दियों में कमजोर होती है। |
| दक्षिणी हिंद महासागर की धारा | दक्षिण हिंद महासागर | दक्षिणी हिंद महासागर की धाराएँ दक्षिण अटलांटिक की धाराओं के समान है। |

## महासागरीय धाराओं का महत्व

- गहरे समुद्र से सतह तक पोषक तत्वों का परिवहन,ीत-जल उद्व `लन क्षेत्रों में, फाइटोप्लांकटन की वृद्धि को बढ़ावा देता है।
- गर्म और ठंडी धाराएं विभिन्न क्षेत्रों में जल के तापमान को प्रभावित करती हैं, जिससे विभिन्न समुद्री जीवन की आवास संबंधी प्राथमिकताएं और वितरण प्रभावित होता है।
- कई समुद्री प्रजातियाँ भोजन और प्रजनन के लिए समुद्री धाराओं के साथ प्रवास करती हैं।
- महासागरीय धाराएं एक कन्वेयर बेल्ट की तरह कार्य करती हैं, जो भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर गर्म पानी और वर्षा का परिवहन करती हैं तथा ध्रुवों से वापस उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों की ओर ठंडे पानी का परिवहन करती हैं।
- धाराएं तटीय भू-आकृतियों को नष्ट कर सकती हैं, जिससे भूमि का नुकसान हो सकता है तथा तटरेखा के आकार में परिवर्तन हो सकता है।
- वे क्षेत्र जहां गर्म और ठंडी धाराएं मिलती हैं, पोषक तत्वों के ऊपर उठने के कारण मछली पकड़ने के लिए समृद्ध क्षेत्र होते हैं।

### अटलांटिक भूमध्यरेखीय जल

**संदर्भ:** अटलांटिक इक्वेटोरियल वॉटर नामक एक नए जल राशि की खोज की गई है।

अटलांटिक भूमध्यरेखीय जल के बारे में

- यह मध्य अटलांटिक में स्थित है।
- यह भूमध्य रेखा के साथ-साथ बनता है क्योंकि समुद्री धाराएँ उत्तर और दक्षिण से अलग-अलग जल निकायों को मिश्रित/अभिसरित करती हैं

जल राशि के बारे में

- जलराशि अपेक्षाकृत समान भौतिक विशेषताओं वाला पानी का एक निकाय है।
- उनकी पहचान उनके तापमान, लवणता, घनत्व और अन्य गुणों जैसे पोषक तत्वों या ऑक्सीजन मात्रा से की जाती है।
- **उदाहरण: सघन अटलांटिक जल, आर्कटिक मध्यवर्ती जल**

# समुद्री संसाधन (Marine Resources)

## समुद्री जैविक संसाधन (Marine biotic resources)

बायोटिक (जैविक) जीवित चीजों को संदर्भित करता है। पादप प्लवक, जंतु प्लवक, मछली, क्रस्टेशियंस, मोलस्क, कोरल, सरीसृप और स्तनधारी समुद्र के जैविक संसाधनों में से हैं।

## प्लवक समुदाय (Plankton community)

- प्लैंकटन (प्लवक) जीवों का एक विविध समूह है जो जल (या हवा) में रहते हैं।
- प्लवक आमतौर पर जल में पाए जाते हैं, लेकिन वायवीय रूप, जिन्हें वायव प्लवक के रूप में जाना जाता है, अपने जीवन का कुछ हिस्सा वायु में बहते हुए व्यतीत करते हैं।
- कई छोटी और बड़ी जलीय प्रजातियाँ, जैसे कि सीपी, मछली और व्हेल, पानी में पोषण के लिए उन पर निर्भर हैं।
- बैक्टीरिया, आर्किया,ैवाल और प्रोटोजोआ बहते या तैरते हुए जीव हैं जो मिलकर समुद्री प्लवक बनाते हैं। वे समुद्र और मुहाने (ज्वारनदमुख) के खारे जल में रहते हैं।
- **शैवाल (Algae):** मुख्य रूप से जलीय, प्रकाश संश्लेषक और नाभिक वाले जीवों का एक वर्ग है। हालाँकि, उनके पास पौधों में पाए जाने वाले जड़ों, तनों, पत्तियों और विशेष बहुकोशिकीय प्रजनन संरचनाओं की कमी होती है।

**लाभ:**

- भूरैवाल एल्जिन का उत्पादन करते हैं। एल्जिन का उपयोग पेंट उद्योग में स्थिरक के रूप में, सिरेमिक को मजबूत करने और जैम को मोटा करने के लिए किया जाता है।
- लालैवाल में अगार और कैरेजेनन दोनों पाए जाते हैं।ाध में अगार (agar) बैक्टीरिया के संवर्धन के लिए एक महत्त्वपूर्ण माध्यम है।
- कैरेजेनन का उपयोग कॉस्मेटिक्स और फार्मास्यूटिकल्स में तथा आइसक्रीम स्थिरक (स्टेबलाइजर) और पायसीकारक (इमल्सीफायर) के रूप में किया जाता है।
- समुद्री लेट्यूस का उपयोग सूप और सलाद में स्वादवर्धक के रूप में किया जाता है।
- केल्प को मीथेन गैस बनाने और ऊर्जा में परिवर्तित करने के लिए उगाया जा सकता है।

## जंतु प्लवक समुदाय (Zooplankton Community)

- जंतु प्लवक जलीय सूक्ष्मजीव होते हैं। जंतु प्लवक में क्रस्टेशियंस, रोटिफर्स, कीट लार्वा और जलीय सूक्ष्म कीटाामिल हैं।
- जंतु प्लवक को उनके भोजन उपभोग के आधार पर दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है।
  - प्राथमिक उपभोक्ता उत्प्लावितौवाल को भोजन के रूप में ग्रहण करते हैं।
  - द्वितीयक उपभोक्ता अन्य जंतु प्लवक का भक्षण करते हैं।
- जंतु प्लवक समुदाय जलीय खाद्य जाल का एक महत्त्वपूर्ण घटक है। ये जीव खाद्य श्रृंखला में एक कड़ी के रूप में कार्य करते हैं।
- वे प्लवकीयौवाल (प्राथमिक उत्पादकों) से बड़े अकशेरुकी परभक्षियों और उन्हें खाने वाली मछलियों तक ऊर्जा पहुँचाते हैं।

## नेकटन ( तरणक ) समुदाय (Nekton community)

- जल निकाय में सक्रिय रूप से तैरने वाले जलीय जीवों को नेकटन कहा जाता है। उनमें से सबसे महत्त्वपूर्ण मछली है।
  - तलमज्जी मछली (Demersal fish): समुद्र के वितल पर या उसके निकट पाई जाती है।
  - **रीफ/भित्ति मछली:** प्रवाल भित्तियों से जुड़ी होती है।
  - **पैलेजिक मछलियाँ:** समुद्र या झील के पानी के पैलेजिक क्षेत्र में रहती हैं, जहाँ वे न तो वितल के और न ही किनारे के निकट होती हैं।

## बेंथोस ( नितलक जीव ) समुदाय (Benthos Community)

बेंथिक/नितलक क्षेत्र में जीवों का एक समुदाय पाया जाता है जो समुद्र के नितल पर या उसके निकट पाए जाते हैं।

- **अधिप्राणी/एपिफौना (Epifauna):** वे कंकड़, गोले और ढेर जैसी कठोर सतहों से चिपके रहते हैं। एपिफौना में सीप, स्पंज, समुद्री स्क्वर्ट, समुद्री तारे, बार्नाकल, आदिामिल हैं।
- **अन्तः प्राणी/ इनफौना (Infauna) :** इनफौना समुद्र के तल पर तलछट में खुदाई करते हैं। कीड़े, क्लैम और अन्य इनफौना अपने समुदायों का विकास करते हैं।
- बैंथोस प्राथमिक उत्पादकों, जैसे कि पादप प्लवक से खाद्य श्रृंखला के उच्च स्तर के बीच की कड़ी हैं। क्लैम और सीप फिल्टर फीडर है जो प्लवक और कार्बनिक कणों का भक्षण करते हैं। समुद्र के तल पर रहने वाले बैक्टीरिया, अपघटक और अपरद भक्षक अपशिष्ट उत्पादों, मृत पौधों और जानवरों को विघटित करते हैं।

### अजैविक संसाधन (Abiotic Resources)

ये वे निर्जीव संसाधन हैं जिनमें खनिज संसाधन और ऊर्जा संसाधन सम्मिलित होते हैं

## खनिज संसाधन (Mineral Resources)

### खनिज निक्षेप (Mineral Deposits):

1. **सतही निक्षेप (Surface deposits):** महाद्वीपीय मग्नतट और ढलानों पर रेत के साथ संयुक्त रूप से पाए जाते हैं। (उदाहरण: बहामास के तट पर कैल्शियम कार्बोनेट )
2. **प्लेसर/प्रवासक निक्षेप (Placer deposit):** उच्च घनत्व के कारण अपने स्रोत चट्टानों से केवल कुछ किलोमीटर की दूरी पर निक्षेपित (जैसे, सोना, हीरे)।
3. **गहन सागरीय खनिज निक्षेप (Deep&sea mineral deposits):** निकेल और कोबाल्ट जैसी मूल्यवान धातुओं के साथ मैंगनीज पिंड।
4. **मोनाजाइट बालू निक्षेप (Monazite Sand Deposits):**थोरियम समृद्ध, मुख्यतः केरल में।
5. **समुद्र में हाइड्रोकार्बन निक्षेप (Hydrocarbon deposits in the sea):**ोल/कवच-खोल, लवणीय गुंबद में तेल और प्राकृतिक गैस।
6. **समुद्री फॉस्फोराइट निक्षेप (Marine phosphorite deposits):** उथले क्षेत्रों में पाया जाता है, फॉस्फेट से समृद्ध होता है।
7. **समुद्र में गैस हाइड्रेट निक्षेप (Gas hydrate deposits in the sea):** महासागरों में मीथेन-समृद्ध क्रिस्टलीय बर्फनिक्षेप है।
8. **समुद्र में वाष्पीकरणीय/वाष्पनज निक्षेप (Evaporite deposits in the sea):** समुद्री वाष्पीकरणीय के प्रमुख घटकों जैसे लवण के गुंबद

## समुद्री ऊर्जा संसाधन (Marine Energy resources)

- **तरंग और ज्वारीय ऊर्जा:**महासागरीय गति बिजली के लिए गतिज ऊर्जा प्रदान करती हैं।
- **महासागर तापीय ऊर्जा रूपांतरण ( ओटीईसी ):** विद्युत उत्पादन के लिए सतह और गहरे पानी के तापमान के अंतर का उपयोग; हवाई और तमिलनाडु में उल्लेखनीय संयंत्र।

### विश्व के प्रमुख मत्स्यन क्षेत्र (Major Fishing Regions of the World)

- **उत्तर-पूर्व प्रशांत क्षेत्र:** यह अल्यूशियन से दक्षिण में फिलीपींस तक फैला हुआ है। इस क्षेत्र में रूस के पूर्वी तटीय जल और चीन, दक्षिण कोरिया, जापान और फिलीपींस के क्षेत्र भीाामिल हैं। चीन, जापान और दक्षिण कोरिया विश्व मत्स्यन में 13, 8 और 3 प्रतिशत का योगदान करते हैं।
- **उत्तर-पूर्व अटलांटिक क्षेत्र:** यह पुर्तगाल से आइसलैंड तक यूरोपीय तटों के साथ फैला हुआ है। मत्स्यन वाले प्रमुख देश नॉर्वे, ग्रेट ब्रिटेन और डेनमार्क हैं। उत्तरी सागर भी एक प्रमुख मछली पकड़ने का क्षेत्र है।
- **उत्तर-पश्चिम अटलांटिक क्षेत्र:** यह संयुक्त राज्य अमेरिका के न्यू इंग्लैंड क्षेत्र, न्यू बर्नस्विक, नोवास्कोशिया और कनाडा के न्यूफाउंडलैंड के महाद्वीपीय मग्नतटों के साथ फैला हुआ है।
- **दक्षिण-पूर्व प्रशांत क्षेत्र:**यह दक्षिण अमेरिका के पश्चिमी तटीय क्षेत्रों, मुख्य रूप से चिली और पेरू के तटों तक फैला हुआ है।
- **पश्चिम-मध्य प्रशांत क्षेत्र:**यह फिलीपींस से ऑस्ट्रेलिया के पूर्वी तटीय क्षेत्रों तक फैला हुआ है।

# विश्व एवं भारत का आर्थिक भूगोल

## खनिज संसाधन

- खनिज एक प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला पदार्थ है, जो जैविक या अजैविक उत्पत्ति का होता है और निश्चित रासायनिक और भौतिक गुणों वाला होता है।

### भारत में खनिज संसाधनों का वितरण

**उत्तर-पश्चिमी पठारी क्षेत्र:**

- चट्टानों की धारवाड़ प्रणाली से जुड़े खनिज।
- यह राजस्थान में अरावली से गुजरात के कुछ हिस्सों तक फैला है।
- महत्वपूर्ण खनिज: तांबा और जस्ता।
- निर्माण सामग्री: बलुआ पत्थर, ग्रेनाइट, संगमरमर।
- बड़े जिप्सम भंडार।
- गुजरात: तेल, गैस और प्रचुर मात्रा में नमक भंडार के भंडार।

**दक्षिण-पश्चिमी पठारी क्षेत्र:**

- यह कर्नाटक, गोवा, तमिलनाडु के कुछ हिस्सों और केरल को कवर करता है।
- प्रचुर मात्रा में धातुएं: बॉक्साइट और अन्य लौह धातुएं।
- उच्च श्रेणी के लौह अयस्क, मैंगनीज, चूना पत्थर।
- नेवेली में लिग्नाइट को छोड़कर कोयला भंडार अनुपस्थित हैं।
- केरल: मोनाजाइट और थोरियम के भंडार।
- गोवा: लौह अयस्क भंडार।

**उत्तर-पूर्वी पठारी क्षेत्र:**

- इसमें ओडिशा पठार, पश्चिम बंगाल, छोटा नागपुर (झारखंड) और छत्तीसगढ़ के कुछ हिस्से शामिल हैं।
- खनिज: कोयला, लौह अयस्क, बॉक्साइट, मैंगनीज, अभ्रक।

**अन्य क्षेत्र/स्थान:**

- पूर्वी और पश्चिमी हिमालयी बेल्ट: तांबा, सीसा, जस्ता, कोबाल्ट, टंगस्टन।
- असम घाटी: खनिज तेल भंडार।
- मुंबई तट (मुंबई हाई) के पास अपतटीय क्षेत्र: तेल संसाधन।

## लौह (फेरस) धात्विक खनिज

### लौह अयस्क

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| इसका रंग भिन्न-भिन्न होता है, जो कि जंग के भूरे लाल रंग , गहरे बैंगनी, चमकीले पीले और गहरे भूरे रंगों में होता है। आम तौर पर यह आयरन ऑक्साइड से समृद्ध होता है। | लौह अयस्क (98%) का प्राथमिक उपयोग इस्पात बनाने के लिए होता है। शेष 2% का उपयोग विभिन्न अन्य अनुप्रयोगों में किया जाता है, जैसे कि कुछ प्रकार के इस्पात, ऑटो पार्ट्स और उत्प्रेरक के लिए लौह चूर्ण; दवा के लिए रेडियोधर्मी लौह; और पेंट, स्याही, सौंदर्य प्रसाधन और प्लास्टिक में आयरन ब्लू। | **ऑस्ट्रेलिया (सबसे बड़ा उत्पादक)** | पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया, दक्षिण ऑस्ट्रेलिया में आयरन नॉब |
| | | **ब्राजील** | मिनास गेरास |
| | | **चीन** | अंशान, यांग्त्जी घाटी और होपई में मंचूरियन निक्षेप |
| | | **यूएस** | लेक सुपीरियर क्षेत्र, एडिरोंडैक्स, अलबामा, नेवादा, कैलिफोर्निया। |
| | | **कनाडा** | लैब्राडोर, क्यूबेक, ब्रिटिश कोलंबिया। |
| | | **सीआईएस** | यूक्रेन में क्रिवोई रोग, साइबेरिया, उराल क्षेत्र, कुर्स्क चुंबकीय विसंगति (लिपेत्स्क, डोनबास) |
| | | **फ्रांस** | लोरेन, नॉरमैंडी |
| | | **दक्षिण अफ्रीका** | पोस्टमासबर्ग, थबाजिम्बी |
| | | **पेरू** | नाजका मार्कोना |

### भारत में वितरण

**उड़ीसा (सबसे बड़ा उत्पादक)**- लौह अयस्क सुंदरगढ़, मयूरभंज की पहाड़ी श्रृंखलाओं में पाया जाता है।

महत्वपूर्ण खदानें गुरुमहिसानी, सुलाईपेट, बादामपहाड़ (मयूरभंज), किरुबुरु (केंदुझर) और बोनाई (सुंदरगढ़) हैं।

**झारखंड**- नोआमुंडी और गुआ जैसी महत्वपूर्ण खदानें पूर्वी और पश्चिमीमी सिंहभूम जिलों में स्थित हैं।

**छत्तीसगढ़**- यह क्षेत्र दुर्ग, दंतेवाड़ा और बैलाडीला तक फैला हुआ है।

दल्ली और दुर्ग में राजहरा लौह अयस्क की महत्वपूर्ण खानें हैं।

**कर्नाटक** बेल्लारी जिला, बाबा बुदन पहाड़ियाँ, और चिकमगलूर जिले में कुद्रेमुख तथा शिवमोग्गा, चित्रदुर्ग और तुमकुरु जिलों के कुछ हिस्से।

**महाराष्ट्र:** चंद्रपुर, भंडारा और रत्नागिरी

**तेलंगाना:** करीमनगर और वारंगल जिला

**आंध्र प्रदेश:** कुरनूल, कडप्पा और अनंतपुर जिले

## मैंगनीज

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| लोह-मिश्रातु । यह एक कठोर, भारी और चांदी के रंग की धातु है। इसका दोहन अयस्कों के साथ-साथ गहरे समुद्र तल पर पिंडों के रूप में भी किया जाता है। मैंगनीज अयस्क दो प्रकार के होते हैं- पाइरोलुसाइट और साइलोरनेलेन। | • इस्पात में लगभग 1% मैंगनीज होता है, जो इसकी ताकत को बढ़ाता है। यह कार्यक्षमता और प्रतिरोध में भी सुधार करता है। इसका उपयोग रेलवे पटरियों, सेफों, राइफल बैरल और जेल की सलाखों में किया जाता है।<br>• इसे विभिन्न रासायनिक उद्योगों में कीटाणुनाशक और अन्य रसायनों को तैयार करने के लिए ऑक्सीकारक के रूप में उपयोग किया जाता है।<br>• इसका उपयोग इलेक्ट्रिक बैटरी, पेंट और प्लास्टिक बनाने में भी किया जाता है। | चीन | गुआंग्शी, हुनान और कुइझोउ प्रांत। |
| | | दक्षिण अफ्रीका (सबसे बड़ा उत्पादक) | पोस्टमासबर्ग, कुरुमन और पश्चिमी किम्बर्ली |
| | | सीआईएस | यूक्रेन में निकोपोल और टोकमक, जॉर्जिया में चियातुरा, यूराल में उलु-तेल्याक, कुजबास में यूसा। |
| | | घाना | नसुता |
| | | ब्राजील | अमापा में मेकापा के पास, मिनस गेरैस, पश्चिमी माटो ग्रोसो में उरुकम। |
| | | अन्य | नोड्यूल के रूप में जमा, विशेष रूप से प्रशांत महासागर में। |

### भारत में वितरण

**मध्य प्रदेश (सबसे बड़ा उत्पादक):** बालाघाट-छिंदवाड़ा-निमाड़-मंडला और झाबुआ जिले।

**महाराष्ट्र:** नागपुर, भंडारा और रत्नागिरी जिलों में मैंगनीज का खनन किया जाता है।

**उड़ीसा:** बोनाई, केंदुझार, सुंदरगढ़, गंगपुर, कोरापुट, कालाहांडी और बोलांगिर।

**कर्नाटक:** खदानें धारवाड़, बेल्लारी, बेलगावी, उत्तरी केनरा, चिकमगलुरु, शिवमोगा, चित्रदुर्ग और तुमकुरु में स्थित हैं।

तेलंगाना, गोवा और झारखंड मैंगनीज के अन्य छोटे उत्पादक हैं।

## कोबाल्ट

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| यह एक कठोर फेरोमैग्नेटिक तत्व है जो चांदी-सफेद, चमकदार और भंगुर होता है। यह हवा में स्थिर होता है और पानी के साथ प्रतिक्रिया नहीं करता है। इसे अन्य धातुओं की तरह चुंबकित किया जा सकता है। | कई मिश्र धातुओं और सुपर मिश्र धातुओं में कोबाल्ट होता है। इनका उपयोग विमान के इंजन के लिए पुर्जे बनाने में, गैस टर्बाइन, उच्च गति स्टील्स, संक्षारण प्रतिरोधी मिश्र धातु, और सीमेंटेड कार्बाइड बनाने के लिए किया जाता है । पेट्रोलियम और रासायनिक उद्योगों में उत्प्रेरक के रूप में भी उपयोग किया जाता है। पेंट और स्याही में एक सुखाने वाले एजेंट के रूप में कोबाल्ट का उपयोग होता हैं। यह इलेक्ट्रिक कारों, कंप्यूटरों और सेल फोन में बैटरी के लिए उपयोग किया जाने वाला एक आवश्यक खनिज भी है। | कांगो लोकतांत्रिक गणराज्य (सबसे बड़ा उत्पादक) | कोलवेजी |
| | | रूस | अल्ताई गणराज्य |
| | | कनाडा | सडबरी |
| | | जायरे | कटंगा |
| | | जाम्बिया | किलेम्बा |
| | | मोरक्को | बौ अजेर |
| | | ऑस्ट्रेलिया | न्यू कैलेडोनिया |

## क्रोमियम

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| क्रोमियम धातु का प्राथमिक स्रोत क्रोमाइट है। क्रोमाइट अयस्क मुख्य रूप से क्षारीय अंतर्वेधी आग्नेय चट्टानों में और कभी-कभी कायांतरित चट्टानों में पाया जाता है। | • इसका प्रयोग इस्पात को सख्त करने, स्टेनलेस इस्पात बनाने और कई मिश्र धातु बनाने के लिए किया जाता है।<br>• क्रोमियम लवण और क्रोमेट्स जैसे यौगिकों का उपयोग पेंट पिगमेंट बनाने के लिए किया जाता है और रासायनिक उद्योग में किया जाता है ।<br>• क्रोमियम धातु पर इलेक्ट्रोप्लेट (electroplate) की जाती है और इसे क्रोम के नाम से जाना जाता है। इसका उपयोग मोटर वाहन उद्योग में किया जाता है। | दक्षिण अफ्रीका (सबसे बड़ा उत्पादक) | रस्टेनबर्ग |
| | | तुर्कस्तान | अडाना प्रांत |
| | | कजाकस्तान | अकतोबे क्षेत्र |
| | | जिम्बावे | सेलुकवे |
| | | सीआईएस | यूराल में सरनी और क्रोमटे, अल्बानिया में कुकस |

## निकल

| उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|
| • निकल संक्षारण प्रतिरोधी है और इसका उपयोग अन्य धातुओं पर चढ़ाकर उन्हें सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है।<br>• निकेल का उपयोग बैटरियों में किया जाता है। उदाहरण के लिए, रिचार्जेबल निकल-कैडमियम बैटरी और हाइब्रिड ऑटोमोबाइल में निकल-धातु की हाइड्राइड बैटरी।<br>• निकेल का सिक्के में उपयोग का एक लंबा इतिहास है। संयुक्त राज्य अमेरिका में पांच-सेंट के सिक्के (जिसे ''निकल'' के नाम से जाना जाता है) में 25% निकेल और 75% तांबा होता है।<br>• निकेल का उपयोग वनस्पति तेलों के हाइड्रोजनीकरण के लिए उत्प्रेरक के रूप में किया जाता है। | इंडोनेशिया (सबसे बड़ा उत्पादक) | सुलावेसी, सेलेब्स |
| | फिलिपींस | रियो तुबा |
| | ऑस्ट्रेलिया | क्वींसलैंड और केल्गूर्ली |
| | कनाडा | सडबरी, लिन झील |
| | सीआईएस | यूराल में स्वेर्दलोव्स्क और ओर्स्क, कोला प्रायद्वीप, साइबेरिया में नोरिल्स्क। |

# अलौह धात्विक खनिज (Non-Ferrous Metallic Minerals)

## तांबा ( ब्वचचमत )

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| तांबा एक नरम भूरे रंग की धातु है जो आग्नेय और कायांतरित चट्टानों (metamorphic rocks) में पाई जाती है। तीन प्राथमिक तांबा अयस्क हैं अर्थात् चाल्कोपाइराइट, कॉपर सल्फाइड और बेसिक कार्बोनेट।<br>अयस्कों से तांबे के निष्कर्षण (extraction of copper) के दौरान, कुछ अन्य खनिज और धातुएं, जैसे सोना, चांदी, सीसा, जस्ता, आदि भी निकाले जाते हैं। तांबा क्षरण प्रतिरोधी होता है और इसमें जंग नहीं लगती है। | • तांबा ऊष्मा और बिजली का एक अच्छा संवाहक है। इसका उपयोग व्यापक रूप से विद्युत कार्यों में तार, जनरेटर, ट्रांसफॉर्मर, इलेक्ट्रॉनिक्स आदि बनाने के लिए किया जाता है।<br>• इसकी उच्च आघातवर्धनीयता (malleability) के कारण, तांबा आमतौर पर धातुकर्म उद्योग में उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग केबल, फिटिंग और ऑटोमोबाइल के पुर्जे बनाने के लिए किया जाता है।<br>• इसका उपयोग कई मिश्र धातु बनाने के लिए किया जाता है। टिन के साथ संयुक्त होने पर, यह कांस्य का उत्पादन करता है। जब इसे सोने के साथ मिलाया जाता है तो यह गिनी गोल्ड का उत्पादन करता है। जस्ता के साथ, यह पीतल का उत्पादन करता है, और निकल के साथ, यह मोनल मेटल (Monel Metal) का उत्पादन करता है।<br>जब तांबे को एल्यूमीनियम के साथ मिलाया जाता है, तो यह ड्यूरलुमिन का उत्पादन करता है।<br>प्रकार: **परिष्कृत तांबा** –अंतिम उत्पाद जहां तांबे के अयस्क से अशुद्धियों को हटा दिया जाता है। **तैयार ताँबा-तांबा** जिसे संसाधित किया गया है और इसके अंतिम रूप में आकार दिया गया है जैसे तार, ट्यूब, पाइप, चादरें आदि। | चिली (सबसे बड़ा उत्पादक) | चुक्वीकमाटा का कॉपर माउंटेन, एल टेनिएंटे, रियो ब्लैंको, ब्रैडेन |
| | | पेरू | मोकेगुआ क्षेत्र |
| | | संयुक्त राज्य अमेरिका | एरिजोना, ग्लोबे, मियामी, नेवादा, न्यू मैक्सिको |
| | | कनाडा | सडबरी, लिन लेक, शेरिडन |
| | | स्वीडन | फालुन माइन (Falun Mine) |
| | | जर्मनी | मैन्सफील्ड |
| | | सीआईएस | डेग्त्यार्स्क, कजाखस्तान |
| | | ऑस्ट्रेलिया | माउंट ईसा, माउंट मॉर्गन |

**भारत में वितरण**

**मध्य प्रदेश ( सबसे बड़ा उत्पादक ):** बालाघाट

**राजस्थान:** झुंझुनू और अलवर जिले

**झारखंड:** सिंहभूम जिला

## एल्युमिनियम

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| बॉक्साइट एल्यूमीनियम का प्रमुख अयस्क है। बॉक्साइट से एल्यूमिना और एल्यूमिना से एल्यूमीनियम निकाला जाता है। एल्युमिनियम विद्युत का सुचालक है। यह अत्यधिक आघातवर्धनीय है। | **एल्युमिनियम के उपयोग**<br>• इसका उपयोग विमान, ऑटोमोबाइल, रेल वैगन, जहाज और मशीनरी बनाने में किया जाता है।<br>• इसका प्रयोग घरेलू उपकरण और बर्तन बनाने में किया जाता है।<br>• इसका उपयोग दरवाजे, खिड़कियां और स्क्रीन बनाने के लिए भी किया जाता है।<br>• एल्यूमीनियम को पतली चादरों में रोल किया जा सकता है जिन्हें एल्यूमीनियम फॉइल कहा जाता है। इनका उपयोग भोजन को लपेटने और पैक करने के लिए किया जाता है। | ऑस्ट्रेलिया (सबसे बड़ा उत्पादक) | वीपा, केप यॉर्क प्रायद्वीप। |
| | | चीन | शांक्सी, शेडोंग हेनान, गुइझोउ, गुआंग्शी और युन्नान |
| | | गिनी | फ्रिया |
| | | संयुक्त राज्य अमेरिका | अर्कांसस, अलबामा, जॉर्जिया |
| | | सीआईएस | यूराल, तुर्गाई |
| | | फ्रांस | ब्रिग्नोल्स |
| | | भारत | बिहार |
| | | ऑस्ट्रेलिया | वीपा, केप यॉर्क प्रायद्वीप। |

**भारत में वितरण**

**उड़ीसा (सर्वाधिक उत्पादक):** कालाहांडी, कोरापुट, सुंदरगढ़, बोलनगीर और संबलपुर जिले।

**गुजरात:** गुजरात में भावनगर और जामनगर में प्रमुख भंडार हैं

**झारखंड:** रांची, लोहरदगा, पलामू और गुमला जिले।

**महाराष्ट्र:** कोल्हापुर जिला

**छत्तीसगढ़:** बिलासपुर, दुर्ग जिलों में मैकाल रेंज और सरगुजा, रायगढ़ और बिलासपुर के अमरकंटक पठार क्षेत्र

**तमिलनाडु:** नीलगिरि और सलेम

**मध्य प्रदेश:** कटनी जबलपुर क्षेत्र और बलाघाट

## कीमती धातु और रत्न

### सोना

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| यह एक चमकदार पीली धातु है। यह अत्यधिक आघातवर्धनीय और तन्य है। यह ऊष्मा और विद्युतधारा का सुचालक है। सोना अपेक्षाकृत शुद्ध रूप में पाया जाता है। | • इसका उपयोग अंतरराष्ट्रीय आरक्षित संपत्ति के रूप में किया जाता है।<br>• इसका उपयोग आभूषण बनाने के लिए किया जाता है।<br>• सोने का प्रयोग दांत भरने में भी किया जाता है।<br>• यह कंप्यूटर, संचार उपकरण, अंतरिक्ष यान और जेट विमान इंजन में इस्तेमाल होने वाली एक आवश्यक औद्योगिक धातु भी है। | चीन (सबसे बड़ा उत्पादक) | दाईगेझुआंग (Dayingezhuang), जाओजीगौ (Zaozigou) |
| | | ऑस्ट्रेलिया | कलगूर्ली, कूलगार्डी |
| | | कनाडा | येलो नाइफ, रेड झील, टिमिंस |
| | | संयुक्त राज्य अमेरिका | साउथ डकोटा, नेवादा, कैलिफोर्निया, अलास्का |
| | | सीआईएस | उत्तर-पूर्वी साइबेरिया, बैकाल झील |
| | | दक्षिण अफ्रीका | विटवाटरसैंड, लिडेनबर्ग |

**भारत में वितरण**

**कर्नाटक (सर्वोच्च उत्पादक):** रायचूर जिले में हट्टी खदान, कोलार गोल्ड फील्ड

**झारखंड:** सुबर्णरेखा, सोनानदी

**केरल:** पुन्नापुझा और चलियार पुझा

**नोट:** खान निदेशालय और भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (GSI) के सर्वेक्षणों के अनुसार, उड़ीसा के देवगढ़, क्योंझर और मयूरभंज में विभिन्न स्थानों पर सोने की खदानें पाई गई हैं।

### हीरा

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| यह कोई धातु नहीं बल्कि एक कीमती पत्थर है। वे प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले सबसे कठिन पदार्थ हैं। प्राकृतिक हीरा कार्बन क्रिस्टल से बना होता है। यह उच्च तापमान और दबाव की स्थिति में बनता है। यह आमतौर पर 99.95 प्रतिशत कार्बन होता है।<br>नोट: हाल ही में, बोत्सवाना की कारोवे डायमंड माइन में दुनिया का दूसरा सबसे बड़ा 2,492 कैरेट का हीरा खोजा गया था। | • पृथ्वी के आंतरिक भाग से निकाले गए लगभग 30% हीरे का उपयोग शुद्ध रत्न व्यापार में किया जाता है।<br>• गहनों में उपयोग किए जाने के अलावा, हीरे व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली धातु हैं। खराब गुणवत्ता वाले हीरे का उपयोग उद्योगों में काटने वाले उपकरणों, अपघर्षक आदि के रूप में किया जाता है।<br>• हीरे का उपयोग ऑटोमोबाइल के निर्माण में भी किया जाता है। हर उच्च-तकनीकी वाहन में 1.5 कैरेट हीरे होते हैं। | रूस (सबसे बड़ा उत्पादक) | ऐखल- दुनिया की सबसे बड़ी हीरे की खान |
| | | ऑस्ट्रेलिया | किम्बरली क्षेत्र |
| | | अन्य में बोत्सवाना, कनाडा, कांगो शामिल हैं | |

**भारत में वितरण**

मध्य प्रदेश में पन्ना पन्ना पट्टी, छत्तीसगढ़ में रायपुर, कुरनूल और अनंतपुर, आंध्र प्रदेश

## चाँदी (Silver)

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| शुद्ध चांदी लगभग सफेद, चमकदार, नरम, अत्यधिक तन्य और आघातवर्धनीय होती है। यह ऊष्मा और बिजली का अच्छा संवाहक है। इसका प्रमुख अयस्क अर्जेंटाइट है। | • इसका उपयोग आभूषण और चांदी के डिनरवेयर (खाने के बर्तन) (dinnerware) बनाने में किया जाता है।<br>• चांदी का उपयोग दर्पण बनाने के लिए किया जाता है क्योंकि यह बेहतरीन दृश्य प्रकाश परावर्तक है।<br>• दंत मिश्र धातु, सोल्डर और ब्रेजिंग अलॉयज (solder and brazing alloys), विद्युत कनेक्शन और बैटरी भी इससे बनाए जाते हैं।<br>• प्रिंटेड सर्किट बोर्ड बनाने के लिए सिल्वर पेंट का उपयोग किया जाता है।<br>• सिल्वर आयोडाइड का उपयोग क्लाउड सीडिंग के लिए किया जाता है। | मेक्सिको (सबसे बड़ा उत्पादक) | पेनाक्विटो |
| | | संयुक्त राज्य अमेरिका | इडाहो, एरिजोना, यूटा |
| | | कनाडा | टिमिन्स, युकोन क्षेत्र |
| | | सीआईएस | कजाकिस्तान और पश्चिमी साइबेरिया |
| | | पेरू | सेरो डी पास्को |

**भारत में वितरण**

**राजस्थान (सबसे बड़ा उत्पादक):** उदयपुर में जावर खदानें

**झारखंड:** धनबाद जिला

**आंध्र प्रदेश:** विजाग

## प्लेटिनम (Platinum)

| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| प्लेटिनम एक चांदी के रंग का, चिकना और चमकदार धातु है। यह भी जंग के लिए प्रतिरोधी है और इसका क्वथनांक उच्च है। प्लेटिनम प्रकृति के सबसे स्थिर तत्वों में से एक है। इसकी उच्च स्थिरता के कारण इसे नोबल धातु के रूप में जाना जाता है। | • प्लैटिनम का उपयोग गहनों में किया जाता है।<br>• इसका प्राथमिक अनुप्रयोग ऑटोमोबाइल, लॉरी और बसों के लिए उत्प्रेरक कन्वर्टर्स (catalytic converter) में है।<br>• प्लैटिनम का उपयोग ऑप्टिकल फाइबर, एलसीडी, टरबाइन ब्लेड, स्पार्क प्लग के उत्पादन और डेंटल फिलिंग में भी किया जाता है।<br>• प्लेटिनम के यौगिक कीमोथेरेपी की दवाएं हैं जिनका उपयोग कैंसर के इलाज के लिए किया जाता है। | दक्षिण अफ्रीका (सबसे बड़ा उत्पादक) | रस्टेनबर्ग क्षेत्र |
| | | कनाडा | सडबरी जिला |

# गैर-धात्विक खनिज

## एस्बेस्टस (Asbestos)

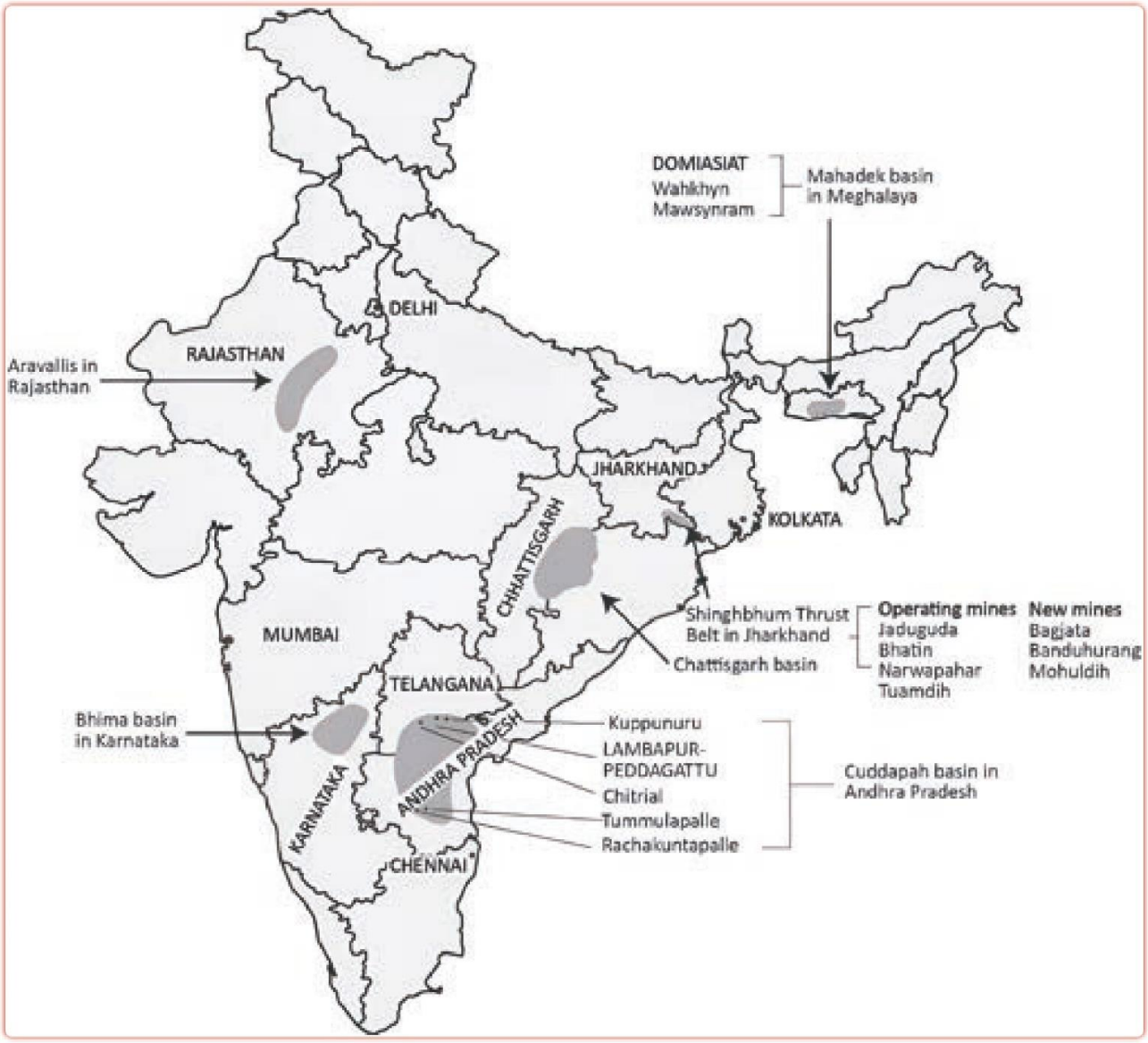
| महत्वपूर्ण विशेषताएँ | उपयोग | वितरण | |
|---|---|---|---|
| एस्बेस्टस एक रेशेदार सिलिकेट खनिज है जो आग्नेय चट्टानों में पाया जाता है। एस्बेस्टस के दो मुख्य अयस्क हैं-<br>क्राइसोटाइल और एक्टिनोलाइट। एस्बेस्टस अग्निरोधक, ऊष्मा प्रतिरोधी है, और इसमें कम विद्युत चालकता है। | • विनाइल फ्लोर टाइल्स (Vinyl floor tiles), विनाइल शीट फ्लोरिंग बैकिंग (vinyl sheet flooring backing), और चिपकने वाले पदार्थ (adhesives)<br>• छत और साइडिंग के लिए पैनल<br>• बनावट पेंट और पैचिंग सामग्री के साथ दीवारें और छत<br>• लकड़ी जलाने वाले स्टोव के आसपास की दीवारों और फर्श की सुरक्षा के लिए एस्बेस्टस पेपर, मिलबोर्ड या सीमेंट शीट का उपयोग किया जाना चाहिए। | रूस (सबसे बड़ा उत्पादक) | यूराल |
| | | कनाडा | क्यूबेक में थेटफोर्ड खदानें |
| | | चीन | गाँसु प्रांत |
| | | ब्राजील | समा की मिनाकू खदान |

## भारत में गैर-धातु खनिज

| गैर-धात्विक खनिज | विशेषताएं | पाए गए क्षेत्र |
|---|---|---|
| अभ्रक (Mica) | • आग्नेय चट्टानों में पाया जाने वाला पारदर्शी खनिज।<br>• दो मुख्य प्रकार: मस्कोवाइट और बायोटाइट।<br>• ऊष्मा और विद्युत का अचालक।<br>• मुख्य रूप से इलेक्ट्रिकल / इलेक्ट्रॉनिक उद्योगों में उपयोग किया जाता है; पतली, मजबूत और लचीली चादरों में विभाजित किया जा सकता है। | आंध्र प्रदेश (सबसे बड़ा उत्पादक), राजस्थान और कर्नाटक |
| चूना-पत्थर (Limestone) | • कैल्शियम कार्बोनेट (CaCO3) से बनी अवसादी चट्टान।<br>• सड़क के आधार, रेलमार्ग गिट्टी, नींव का पत्थर, नाली और कंक्रीट मिश्रण में उपयोग किया जाता है। | मध्य प्रदेश, राजस्थान, आंध्र प्रदेश, गुजरात, छत्तीसगढ़ |
| डोलोमाइट (Dolomite) | • डोलोमाइट क्रिस्टल: रंगहीन, सफेद, धुँधला, गुलाबी, या नीला।<br>• चट्टानों में दानेदार डोलोमाइट: हल्के से गहरे भूरे, पीला भूरा रंग (tan) या सफेद।<br>• आमतौर पर निर्माण और सीमेंट उद्योगों में उपयोग किया जाता है। | उड़ीसा, छत्तीसगढ़, आंध्र प्रदेश, झारखंड, राजस्थान और कर्नाटक |
| एस्बेस्टस (Asbestos) | • रेशेदार खनिज।<br>• ऊष्मा, घिसाव, क्षार और एसिड के प्रति प्रतिरोधी, और अन्य विशेषताओं के बीच इसका लचीलापन, इसे इन्सुलेशन, छत, अग्निरोधक और विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोग के लिए उपयुक्त सामग्री बनाता है। | आंध्र प्रदेश, राजस्थान, बिहार, कर्नाटक, तमिलनाडु और मणिपुर |
| मैग्नेसाइट (Magnesite) | • मैग्नेसाइट आमतौर पर मैग्नीशियम युक्त चट्टानों या कार्बोनेट चट्टानों के परिवर्तन के माध्यम से बनता है।<br>• अपवर्तक सामग्री, मैग्नीशियम ऑक्साइड उत्पादन, मिट्टी के बरतन, रबर, कांच निर्माण, मैग्नीशियम धातु उत्पादन, कागज उद्योग में उपयोग किया जाता है। | उत्तराखंड, तमिलनाडु और राजस्थान। तमिलनाडु |
| क्यानाइट (Kyanite) | • खनिज मुख्य रूप से कायांतरित चट्टानों (metamorphic rocks) में पाया जाता है।<br>• रिफ्रैक्टरी (refractory) और सिरेमिक उत्पादों (ceramic products) में उपयोग किया जाता है, जिसमें चीनी मिट्टी के बर्तन के प्लंबिंग फिक्स्चर (plumbing fixtures) और डिशवेयर (dishware) शामिल हैं। | झारखंड, कर्नाटक, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, मेघालय, राजस्थान और पश्चिम बंगाल |
| सिलिमेनाइट (Sillimanite) | यह खनिज मुख्य रूप से कायांतरित चट्टानों में पाया जाता है। ईंट, सीमेंट, चीनी मिट्टी की चीजें, गहने की औद्योगिक तैयारी में आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण खनिज। | ओडिशा, तमिलनाडु, उत्तर प्रदेश, आंध्र प्रदेश, केरल और असम। |
| ग्रेफाइट (Graphite) | • धूसर काला, अपारदर्शी पदार्थ।<br>• हीरे की तुलना में हल्का, और स्पर्श करने के लिए चिकना और फिसलन भरा होता है।<br>• विद्युत का सुचालक और ऊष्मा का सुचालक | अरुणाचल प्रदेश, जम्मू और कश्मीर, झारखंड, तमिलनाडु और ओडिशा |
| एपेटाइट और रॉक फॉस्फेट (Apatite and Rock phosphate) | • एपेटाइट सबसे प्रचुर मात्रा में क्रिस्टलीय फॉस्फेट खनिज है जो व्यावहारिक रूप से सभी प्रकार की आग्नेय चट्टानों में एक सहायक खनिज के रूप में पाया जाता है।<br>• रॉक फॉस्फेट या फॉस्फाइट अवसादी फॉस्फेट जमा होते हैं जिनमें विभिन्न कैल्शियम फॉस्फेट के बारीक दाने वाले मिश्रण होते हैं | झारखंड, राजस्थान, मध्य प्रदेश और फिर उत्तर प्रदेश और उत्तराखंड |
| जिप्सम (Gypsum) | सबसे आम सल्फेट खनिज। | राजस्थान जो कुल उत्पादन का लगभग 99% योगदान देता है; शेष 1% का योगदान जम्मू और कश्मीर और गुजरात द्वारा किया जाता है। |
| पोटाश (Potash) | • पोटेशियम समृद्ध नमक मुख्य रूप से पोटेशियम क्लोराइड (KCl) से बना होता है।<br>• मुख्य रूप से पौधों को आवश्यक पोटेशियम प्रदान करके फसल की पैदावार में सुधार करने के लिए उर्वरक के रूप में उपयोग किया जाता है। | मध्य प्रदेश का सीधी जिला, उत्तर प्रदेश का सोनभद्र जिला, बिहार का कैमूर जिला और राजस्थान का सवाई माधोपुर और करौली जिला । |

| गैर-धात्विक खनिज | विशेषताएं | पाए गए क्षेत्र |
|---|---|---|
| केओलिन (Kaolin) | काओलिन गंधहीन सफेद से पीले या भूरे रंग के पाउडर के रूप में दिखाई देता है। काओलिन पानी में अघुलनशील है, लेकिन गीला होने पर गहरा हो जाता है और मिट्टी की गंध विकसित करता है। | कन्नूर और कोल्लम, केरल और राजस्थान के बीकानेर जिले |
| पर्लाइट (Perlite) | मोती की चमक के साथ रयोलिटिक रचना (rhyolitic composition) के हाइड्रेटेड, अनाकार, ज्वालामुखी ग्लास | गुजरात के पटनाव गाँव में ही पाया जाता है |
| वोलस्टोनाइट (Wollastonite) | कैल्शियम और सिलिका से बना है। | राजस्थान में पाली, सिरोही, उदयपुर जिले, तमिलनाडु में धर्मपुरी और तिरुनेलवेली |

## भारत में परमाणु खनिज



- **यूरेनियम:** भारत में यूरेनियम का पहला भंडार 1951 में झारखंड के जादूगुड़ा से खोजा गया था।
  - अन्य प्रमुख यूरेनियम भंडार छत्तीसगढ़ और मध्य प्रदेश में पाए गए हैं। राजस्थान के उदयपुर की ताँबे की खानों में कुछ यूरेनियम पाया जाता है।
- **थोरियम:** केरल, झारखंड, बिहार, तमिलनाडु और राजस्थान भारत में थोरियम के मुख्य उत्पादक हैं।
  - थोरियम मोनाजाइट से प्राप्त होता है। इसमें 10% थोरिया और 0.3% यूरेनिया होता है।
- **बेरिलियम:** इसका उपयोग परमाणु ऊर्जा उत्पादन के लिए परमाणु रिएक्टरों में एक मंदक (moderator) के रूप में किया जाता है। भारत में, बेरिलियम बेरिल अयस्क से निकाला जाता है।
  - आंध्र प्रदेश, राजस्थान और बिहार में बड़े भंडार पाए जाते हैं।
- **लिथियम:** यह एक हल्की धातु है जो लेपिडोलाइट और स्पोड्यूमिन में पाई जाती है।
  - लेपिडोलाइट व्यापक रूप से झारखंड, मध्य प्रदेश, राजस्थान में अभ्रक बेल्ट में और छत्तीसगढ़ के कुछ हिस्सों फैला हुआ है।

## दुर्लभ मृदा तत्व

इंटरनेशनल यूनियन ऑफ प्योर एंड एप्लाइड केमिस्ट्री (IUPAC) आवर्त सारणी में सत्रह रासायनिक तत्वों के एक समूह के रूप में दुर्लभ पृथ्वी खनिजों को परिभाषित करता है। इन धातुओं में समान गुण होते हैं।

- थुलियम और ल्यूटेशियम सबसे कम प्रचुरता वाले दो दुर्लभ मृदा तत्व हैं।
- सेरियम, येट्रियम, लैंथेनम और नियोडिमियम सबसे प्रचुर मात्रा में दुर्लभ मृदा तत्व हैं।

| दुर्लभ मृदा तत्व | वर्तमान उपयोग |
|---|---|
| येट्रियम | फॉस्फोर, चीनी मिट्टी की चीजें, धातु मिश्र धातु |
| लैंथनम | बैटरी, पेट्रोलियम शोधन के लिए उत्प्रेरक |
| सीरियम | स्व उत्प्रेरक, रासायनिक उत्प्रेरक, ग्लास पॉलिशिंग, मिश्र धातु |
| प्रेजोडायमियम | शक्तिशाली चुंबक, पीला सिरेमिक वर्णक (yellow ceramic pigment) |
| नियोडिमियम | शक्तिशाली चुंबक |
| प्रोमीथियम | बीटा विकिरण स्रोत (Beta radiation source) |
| समेरियम | उच्च तापमान चुंबक (High temperature magnets) |
| युरोपियम | फ्लोरोसेंट लाइटिंग (fluorescent lighting) |
| गैडोलीनियम | मैग्नेटिक रेसोनेन्स इमेजिंग कंट्रास्ट एजेंट, परमाणु रिएक्टर छड़ें |
| टर्बियम | प्रकाश व्यवस्था के लिए फॉस्फोर, उच्च शक्ति उच्च तापमान चुंबक |
| डिस्प्रोसियम | उच्च शक्ति उच्च तापमान चुंबक, लेजर |
| होल्मियम | मौजूदा समय में सबसे अधिक शक्ति वाले चुंबक |
| अर्बियम | लेजर, ग्लास कलरेंट (glass colorant) |
| थ्यूलियम | सिरेमिक चुंबकीय सामग्री, जो अभी भी विकास के चरण में |
| इटरबियम | फाइबर ऑप्टिक प्रौद्योगिकी, सौर पैनल |
| ल्यूटेशियम | पीईटी स्कैनर |

## व्यापार और उत्पादन

चीन के पास दुनिया के ज्ञात दुर्लभ मृदा तत्व भंडार का एक तिहाई हिस्सा है। यह दुनिया भर में आरईई बाजार के 90% को नियंत्रित करता है।

### भारत

- भारत में पाए जाने वाले प्रमुख दुर्लभ मृदा खनिजों में इल्मेनाइट, सिलिमेनाइट, गार्नेट, जिक्रोन, मोनाजाइट और रूटाइल शामिल हैं।
- इन खनिजों को सामूहिक रूप से बीच सैंड मिनरल्स (बीएसएम) के रूप में जाना जाता है।
- तमिलनाडु, आंध्र प्रदेश और उड़ीसा तटों के कुछ हिस्सों में पाया जाता है।
- इंडियन रेयर अर्थ्स लिमिटेड (परमाणु ऊर्जा विभाग के तहत) और केरल मिनरल्स एंड मेटल्स लिमिटेड (KMML) का रेयर अर्थ डिवीजन दो सरकारी स्वामित्व वाले REE उत्पादक हैं।
- टाइटेनियम मुख्य रूप से इल्मेनाइट अयस्क (82%) से निकाला जाता है, अन्य स्रोत स्लैग (13%) और रूटाइल अयस्क (5%) हैं।
- इल्मेनाइट और रूटाइल प्रमुख टाइटेनियम-युक्त अयस्क खनिज हैं, जिनमें भविष्य में एनाटेज, पेरोव्स्काइट और टाइटानोमैग्नेटाइट जैसे अन्य खनिजों के लिए संभावित आर्थिक महत्व है।

## मोनाजाइट

- लाल-भूरे रंग के फॉस्फेट खनिज जिसमें परिवर्तनशील संरचना के साथ दुर्लभ-मृदा तत्व होते हैं।
- दुर्लभ पृथ्वी खनिजों, थोरियम, लैंथेनम और सेरियम का महत्वपूर्ण स्रोत।
- परमाणु ऊर्जा विभाग (डीईए) द्वारा प्रबंधित महत्वपूर्ण दुर्लभ मृदा तत्वों (जैसे, थोरियम, लैंथेनम) वाले सभी खनिज।
- डीईए के प्रशासनिक नियंत्रण के अंतर्गत भारतीय रेयर अर्थ्स लिमिटेड (आईआरईएल) परमाणु ऊर्जा विभाग के लिए दुर्लभ मृदा यौगिकों तथा थोरियम के उत्पादन के लिए मोनाजाइट का का उपयोग करता है।

## महत्त्वपूर्ण खनिज

**संदर्भ:** खान मंत्रालय ने महत्त्वपूर्ण खनिज मिशन के उद्देश्यों पर चर्चा करने के लिए एक संगोष्ठी का आयोजन किया

### महत्त्वपूर्ण खनिज मिशन के बारे में

- यह भारत को महत्वपूर्ण खनिजों में **आत्मनिर्भर** बनने में मदद करने के लिए **केंद्रीय बजट 2024-25** में घोषित एक रणनीतिक पहल है।
- सरकार ने **25 महत्वपूर्ण खनिजों और ब्लिस्टर कॉपर पर** सीमा शुल्क माफ कर दिया है।

### मिशन के उद्देश्य:

- घरेलू उत्पादन को बढ़ावा देकर और तांबे और लिथियम जैसे महत्वपूर्ण खनिजों के पुनर्चक्रण द्वारा महत्वपूर्ण खनिजों की आपूर्ति श्रृंखला को सुव्यवस्थित करना।
- **महत्वपूर्ण खनिजों पर भारत की आयात निर्भरता को कम करना,** जो वर्तमान में कुछ तत्वों के लिए 100% है
- महत्वपूर्ण खनिजों की पहचान करना और उनके **अधिग्रहण और संरक्षण के लिए योजना बनाना।**
- **महत्वपूर्ण खनिजों के शोधन और प्रसंस्करण के लिए भारत की क्षमता में वृद्धि** करना और अनुसंधान एवं विकास के माध्यम से महत्वपूर्ण खनिजों के विकल्प खोजना।

### किए गए अन्य उपाय

- **खान और खनिज (विकास और विनियमन) संशोधन अधिनियम, 2023** केंद्र सरकार को 30 महत्वपूर्ण खनिजों के लिये ब्लॉकों की नीलामी करने का अधिकार देता है, जिससे प्रतिस्पर्धी नीलामी के माध्यम से निजी क्षेत्र की भागीदारी सक्षम होती है।
- 2019 में, भारत ने **खनन में 100% प्रत्यक्ष विदेशी निवेश (FDI) की अनुमति दी।**
- पहले परमाणु के रूप में वर्गीकृत कुछ खनिजों को **पुनर्वर्गीकृत किया गया है,** जिससे निजी क्षेत्र के खनन के अवसर खुल गए हैं।
- भारत अमेरिका के नेतृत्व वाली **खनिज सुरक्षा साझेदारी में शामिल हो गया है,** जिसमें 13 देश और यूरोपीय संघ शामिल हैं।
- खनिज बिदेश इंडिया (KABIL) **के माध्यम से,** भारत लिथियम अन्वेषण में अर्जेंटीना की सहायता कर रहा है और लिथियम और कोबाल्ट संसाधनों पर ऑस्ट्रेलिया के साथ जुड़ रहा है।
- भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण ने महत्वपूर्ण खनिज अन्वेषण पर केंद्रित 250 से अधिक परियोजनाएं शुरू **की हैं।**
- 2024 के बजट **में घरेलू उत्पादन को बढ़ावा देने के उपाय शामिल हैं, जिसमें लिथियम, निकल, तांबा और कोबाल्ट जैसे 25 महत्वपूर्ण खनिजों पर सीमा शुल्क हटा दिया गया है, जो इलेक्ट्रिक वाहनों (EVs) और** ऊर्जा **भंडारण जैसे क्षेत्रों के विकास का समर्थन करता है।**
- लिथियम-आयन सेल पर रियायती 5% सीमा शुल्क को भी मार्च 2026 तक बढ़ा दिया गया है।

### महत्त्वपूर्ण खनिज के बारे में

- वे खनिज संसाधन हैं, **दोनों प्राथमिक और प्रसंस्कृत,** जो आधुनिक प्रौद्योगिकियों, अर्थव्यवस्थाओं और राष्ट्रीय सुरक्षा में आवश्यक इनपुट हैं।
- इनमें अनुपलब्धता और मूल्य अस्थिरता के कारण आपूर्ति श्रृंखला में व्यवधान का जोखिम शामिल है।
- हाल ही में केंद्र सरकार ने **30 महत्वपूर्ण खनिजों की सूची जारी की है।**
- ये खनिज एंटीमनी, बेरिलियम, बिस्मथ, कोबाल्ट, कॉपर, गैलियम, जर्मेनियम, ग्रेफाइट, हैफनियम, इंडियम, लिथियम, मोलिब्डेनम, नाइओबियम, निकल, पीजीई, फॉस्फोरस, पोटाश, आरईई, रेनियम, सिलिकॉन, स्ट्रोंटियम, टैंटलम, टेल्यूरियम, टिन, टाइटेनियम, टंगस्टन, वैनेडियम, जिरकोनियम, सेलेनियम और कैडमियम हैं।

# ऊर्जा संसाधन

## ऊर्जा संसाधनों के प्रकार

| ऊर्जा के पारंपरिक स्रोत | ऊर्जा के गैर-पारंपरिक स्रोत |
|---|---|
| ऊर्जा संसाधन जो युगों से उपयोग में हैं।<br>जैसे, कोयला, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस और जल विद्युत | पिछले कुछ वर्षों में विकसित हो रहे हैं।<br>जैसे, सौर, पवन, ज्वार, बायोगैस, बायोमास और भूतापीय ऊर्जा। |
| पानी को छोड़कर, वे प्रकृति में सीमित और गैर-नवीकरणीय हैं। | वे प्रकृति में नवीकरणीय हैं। |
| धुआं और राख का उत्सर्जन करते हैं।<br>जल विद्युत एक अपवाद है | वे आम तौर पर प्रदूषण मुक्त होते हैं। |
| बनाए रखने, स्टोर करने और संचारित करने के लिए अत्यधिक महंगे हैं। | वे आम तौर पर कम खर्चीले और बनाए रखने में आसान होते हैं क्योंकि वे स्थानीय रूप से उपयोग किए जाते हैं। |

## ऊर्जा के पारंपरिक स्रोत

### कोयला

- यह एक दहनशील काले या भूरे-काले रंग की तलछटी चट्टान है जिसमें कार्बन और हाइड्रोकार्बन की उच्च मात्रा होती है।
- इसे एक गैर-नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत के रूप में वर्गीकृत किया गया है क्योंकि इसे बनने में लाखों साल लगते हैं।

#### विशेषताएं

| | एंथ्रासाइट | बिटुमिनस | लिग्नाइट | पीट |
|---|---|---|---|---|
| कार्बन की मात्रा | 80-95% | 60-80% | 40-55% | 40% से कम |
| गुण | सबसे अच्छी गुणवत्ता | एन्थ्रासाइट से कम | निम्न गुणवत्ता | निम्नतम गुणवत्ता |
| नमी की मात्रा | नमी की मात्रा कम | एन्थ्रेसाइट से अधिक | उच्च- 35% से अधिक | बहुत सारी नमी |
| वाष्पशील सामग्री | बहुत कम | 15-40% | उच्च | उच्चतम |
| ऊष्मा की मात्रा | बहुत उच्च | उच्च | निम्न | न्यूनतम |
| विशेषताएँ | • कठोर<br>• ठोस<br>• गहरा काला<br>• अर्ध-धात्विक चमक | • सबसे व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है<br>• सघन<br>• ठोस<br>• काला<br>• कोक के उत्पादन के लिए उपयोग किया जाता है | • काले से गहरे भूरे रंग के<br>• गर्म करने पर बहुत धुआं | • लकड़ी की तरह जलता है<br>• कम ऊष्मा<br>• धुआं छोड़ता है<br>• बहुत सारी राख छोड़ देता है |

### कोयले का वैश्विक वितरण

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| कनाडा | **प्रेयरी प्रांत:** अल्बर्टा (बिटुमिनस और लिग्नाइट), ब्रिटिश कोलंबिया: वैंकूवर द्वीप समूह, नोवा स्कोटिया: केप ब्रेटन द्वीप |
| ऑस्ट्रेलिया | **सिडनी:** न्यू साउथ वेल्स का न्यूकैसल, क्वींसलैंड का सिप्सलैंड, तस्मानिया का फिंगल, क्वींसलैंड का इप्सविच (लिग्नाइट) |
| यूरोप | डोनबास (एन्थ्रेसाइट और उच्च श्रेणी का बिटुमिनस कोयला), मॉस्को-तुला कोयला क्षेत्र (लिग्नाइट), कुजनेत्स्क (कुजबास) कोयला बेसिन (एन्थ्रेसाइट और कोकिंग कोयला), करगाँडा क्षेत्र, उरल्स, पेचोरा, तैमिर, काकेशस पर्वत, साइबेरिया |

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| संयुक्त राज्य अमेरिका | **पेंसिल्वेनिया:** स्क्रैंटन (एन्थ्रेसाइट), एपलाचियन बिटुमिनस क्षेत्र: पिट्सबर्ग, केंटकी, वेस्ट वर्जीनिया, अलबामा, टेनेसी, आंतरिक प्रांत: इलिनोइस, इंडियाना, केंटकी, आयोवा, मिसौरी, ओक्लाहोमा, अर्कांसस, मिशिगन, टेक्सास, खाड़ी प्रांत: टेक्सास, अलबामा, अर्कांसस (लिग्नाइट), रॉकी माउंटेन प्रांत: यूटा, कोलोराडो, व्योमिंग, मोंटाना, न्यू मैक्सिको, नॉर्थ डकोटा (लिग्नाइट और निम्न-श्रेणी बिटुमिनस), प्रशांत प्रांत: वाशिंगटन, ओरेगन, कैलिफोर्निया, अलास्का |
| एशिया | • **चीन:** शांसी, शेन्सी, इनर मंगोलिया, कंसु, होपी, मंचूरियन क्षेत्र (फुशुन, फुशिन, कैलन, हेगाँग),<br>• **जापान:** चिकुगो (क्यूशू), इशिकारी (होक्काइडो), जोबन और उबे (होंशू),<br>• **भारत**<br>• **पाकिस्तान:** क्वेटा, कालाबाग,<br>• **ईरान:** करमानशाह |
| अफ्रीका | • **दक्षिण अफ्रीका:** ट्रांसवाल, नेटाल (मिडिलबर्ग),<br>• **जिम्बाब्वे:** वांकी, जाम्बिया: नकंदाब्वे, माम्बा,<br>• **मोजाम्बिक:** मनिम्बा, नाइजीरिया: एनुगु |
| दक्षिण अमेरिका | • **ब्राजील:** सांता कैटरिना, रियो ग्रांडे डो सुल,<br>• **चिली:** कॉन्सेपा,<br>• **कोलंबिया:** कैली, काका घाटी, पास डेल रियो (बोगोटा के उत्तर-पूर्व),<br>• **मेक्सिको:** पिएड्रास नेग्रास, सबिनास, लैम्पाजोस |

## भारत में कोयले का वितरण

- चीन के बाद भारत दुनिया का दूसरा सबसे बड़ा कोयला उत्पादक है।
- कोयले के कुल कोयला उत्पादन का लगभग 75% चार राज्यों- छत्तीसगढ़, ओडिशा, झारखंड और मध्य प्रदेश द्वारा किया जाता है।
- 83.15 बिलियन टन के कोयला भंडार के साथ झारखंड में भारत में कोयले का सबसे बड़ा भंडार है, इसके बाद ओडिशा, छत्तीसगढ़ और पश्चिम बंगाल का स्थान है।

| गोंडवाना कोल (Gondwana Coal) | |
|---|---|
| छत्तीसगढ़ | • अधिकांश कोयला क्षेत्र उत्तरी भाग में स्थित हैं<br>• कोरबा कोयला क्षेत्र<br>• बलरामपुर कोयला क्षेत्र<br>• हसदो अरंड कोयला क्षेत्र<br>• लखनपुर<br>• तातापानी-रामकोटा |
| झारखंड | • झरिया कोयला क्षेत्र- देश में धातुकर्म के कोयले का सर्वश्रेष्ठ भंडार<br>• बोकारो कोयला क्षेत्र<br>• रामगढ़ कोयला क्षेत्र<br>• राजमहल कोयला क्षेत्र |
| ओडिशा | • तालचेर कोयला क्षेत्र- तापीय ऊर्जा उत्पादन<br>• रामपुर- हिमगीर कोयला क्षेत्र |
| मध्य प्रदेश- | • सिंगरौली कोयला क्षेत्र<br>• उमरिया कोयला क्षेत्र<br>• पेंच- कान्हा- तवा |
| पश्चिम बंगाल | • रानीगंज- भारत की पहली कोयला खदान<br>• दलिंगकोट कोयला क्षेत्र |
| तेलंगाना और आंध्र प्रदेश | • सिंगरेनी कोयला क्षेत्र |

| गोंडवाना कोल (Gondwana Coal) | |
|---|---|
| **तृतीयक समूह के कोयले** | |
| **असम** | • माकुम कोयला क्षेत्र<br>• नाजिरा कोयला क्षेत्र |
| **मेघालय** | • गारो-खासी जयंतिया पहाड़ियां |
| **अरुणाचल प्रदेश** | • नामचिक नामरूप कोयला क्षेत्र |
| **लिग्नाइट** | |
| **तमिलनाडु** | • नेवेली लिग्नाइट क्षेत्र |
| **गुजरात** | • कच्छ जिला |
| **राजस्थान** | • बीकानेर जिला |

### स्लैग और इसका महत्व

**संदर्भ :** हाल ही में किए गए एक अध्ययन में लिथिफिकेशन की प्रक्रिया द्वारा तटीय स्लैग जमाव से निर्मित एक नए प्रकार की अवसादी चट्टान के निर्माण की सूचना दी गई है।

**स्लैग के बारे में**

- स्लैग पिग आयरन और इस्पात के निर्माण के दौरान उत्पन्न एक उप-उत्पाद है।
- मुख्य रूप से, स्लैग में विभिन्न संयोजनों में कैल्शियम, मैग्नीशियम, मैंगनीज और एल्यूमीनियम सिलिकेट और ऑक्साइड होते हैं।

**स्लैग से अवसादी चट्टान का निर्माण**

- **स्लैग लिथिफिकेशन के माध्यम से नई तलछटी चट्टानों में बदल रहा है।**
- यह तब होता है जब स्लैग कठोर होकर तलछटी चट्टान में बदल जाता है, जो तब अपक्षय पर तलछट को वापस पर्यावरण में छोड़ देता है।
- दो प्राथमिक लिथिफिकेशन प्रक्रियाएं: कैल्साइट सीमेंट अवक्षेपण (कार्बन डाइऑक्साइड को पकड़ता है), और कैल्शियम-सिलिकेट-हाइड्रेट (सीएसएच) सीमेंट निर्माण।

**स्लैग का महत्व**

- **निर्माण सामग्री:** स्लैग का उपयोग अक्सर सड़क निर्माण, कंक्रीट उत्पादन और सीमेंट के लिए मिश्रण के रूप में किया जाता है।
- **पर्यावरणीय अनुप्रयोग:** कुछ स्लैग का उपयोग अम्लीय मिट्टी या जल निकायों को बेअसर करने के लिए किया जाता है क्योंकि उनकी दूषित पदार्थों को अवशोषित करने और स्थिर करने की क्षमता होती है।
- **कार्बन पृथक्करण:** कुछ प्रकार के स्लैग खनिज कार्बोनेशन के माध्यम से कार्बन डाइऑक्साइड ($CO_2$) को पकड़ और संग्रहीत कर सकते हैं।
- खनिज कार्बोनेशन प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले खनिजों के साथ प्रतिक्रिया करके कार्बन डाइऑक्साइड (CO2) को स्थिर कार्बोनेट खनिजों में रासायनिक रूप से परिवर्तित करने की प्रक्रिया है।

## पेट्रोलियम

- चट्टानों की परतों के बीच एक मोटे काले तरल के रूप में पाए जाने वाले रॉक ऑयल को संदर्भित करता है।
- अपनी असंसाधित अवस्था में कच्चे तेल के रूप में जाना जाता है।
- अपतटीय और तटीय तेल क्षेत्रों से निकाला जाता है।

### पेट्रोलियम का वैश्विक वितरण

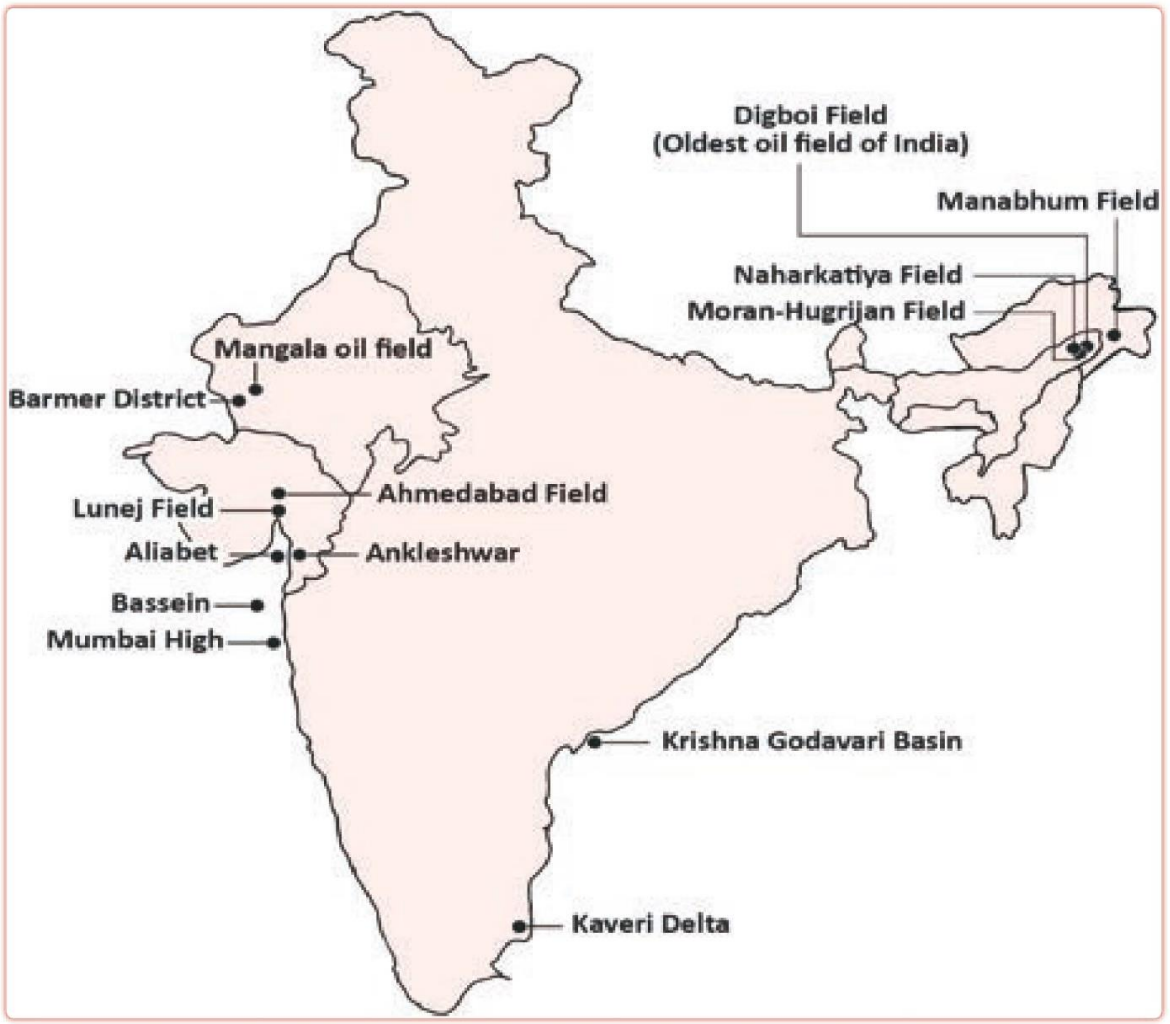
- संयुक्त राज्य अमेरिका पेट्रोलियम का दुनिया का सबसे बड़ा उत्पादक है, जिसका 2019 में कुल उत्पादन का 20% हिस्सा है, इसके बाद सऊदी अरब और रूस का स्थान है।

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| **ऑस्ट्रेलिया** | क्वींसलैंड- मूनी, पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया-उत्तरी क्षेत्र में एलिस स्प्रिंग के पास, बास जलडमरूमध्य |
| **संयुक्त राज्य अमेरिका** | मध्य-महाद्वीप क्षेत्र-उत्तरी टेक्सास, ओक्लाहोमा, कंसास; खाड़ी तट क्षेत्र-दक्षिणी टेक्सास, लुइसियाना, मिसिसिपी, अर्कांसस; रॉकी माउंटेन क्षेत्र-व्योमिंग, कोलोराडो, मोंटाना, न्यू मैक्सिको; कैलिफोर्निया क्षेत्र-दक्षिणी कैलिफोर्निया; एपलाचियन क्षेत्र-पेंसिल्वेनिया, केंटकी, ओहियो; अलास्का क्षेत्र, इलिनोइस, इंडियाना, मिशिगन में छोटे क्षेत्र |

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| कनाडा | प्रेयरी प्रांत-अल्बर्टा, सस्केचेवान; एडमोंटन, पेम्बीना, रेडवाटर, कैलगरी, टर्नर वैली |
| यूरोप | • रोमानिया-प्लोएस्टी, आर्गेस, टिक्लेनी, बाकाऊ;<br>• जर्मनी;<br>• नॉर्वे-एकोफिस्क;<br>• ब्रिटेन-उत्तरी सागर तेल जमा |
| एशिया | • सऊदी अरब- धरान, अबक्विक, क्वातिफ, ऐन डार, घावर, सफानिया; ईरान-मस्जिद-ए-सुलेमान, नफ्त-ए-शाह, लाली<br>• कुवैत-बर्गन, कुवैत-अरब तटस्थ क्षेत्र;<br>• रूस-वोल्गा-यूराल क्षेत्र, उत्तरी काकेशस, कोमी गणराज्य के उत्तर में;<br>• चीन-दाकिंग, पेकिंग के पास डाकांग;<br>• इंडोनेशिया-सुमात्रा, पालेम्बैंग, जंबी, मिनस, पेंगकलानी; बोर्नियो द्वीप समूह-कालीमंतन, इरियन जया, ब्रुनेई;<br>• भारत |
| लैटिन अमेरिका | • मेक्सिको-सबिनास, रेनोसा, टैम्पिको,<br>• वेनेजुएला-मेने ग्रांडे, माराकाइबो झील के पास ला रोजा, ओरिनोको डेल्टा में लल्लनोस;<br>• कोलंबिया-मैग्डेलेना घाटी, माराकाइबो बेसिन;<br>• टम्ब्स के पास पेरू-जोरिटोस, लोबिटोस, तलारा के पास नेग्रिटोस, अमेजॅन बेसिन में गैंजोअज;<br>• बोलीविया-कैमिरी, रियो बरमेजो, सनादिता;<br>• चिली-पुंटा एरेनास, टिएरा डेल फुएगो;<br>• अर्जेंटीना-कोमोडोरो रिवादाविया, न्यूक्वेन, मेंडोजा, ओरान |
| अफ्रीका | • अल्जीरिया-हस्सी आर'मेल, हस्सी मसौद, एडजेल;<br>• नाइजीरिया-बियाफ्रा, नाइजर डेल्टा;<br>• अन्य-अंगोला, गैबॉन, जैरे, चाड, कैमरून, नाइजर, घाना |

## भारत में पेट्रोलियम का वितरण

| भारत में तटवर्ती तेल क्षेत्र | |
|---|---|
| असम | 1. डिगबोई क्षेत्र (भारत का सबसे पुराना तेल क्षेत्र)<br>2. नहरकटिया क्षेत्र<br>3. मोरन-हुग्रिजन क्षेत्र |
| अरुणाचल प्रदेश | मनभुम क्षेत्र |
| राजस्थान | 1. बाड़मेर जिला<br>2. मंगला तेल क्षेत्र<br>3. सरस्वती और राजेश्वरी |
| गुजरात | 1. अंकलेश्वर<br>2. लुनेज क्षेत्र<br>3. अहमदाबाद क्षेत्र |
| अपतटीय तेल क्षेत्र | |
| 1. मुंबई हाई<br>2. बसीन<br>3. अलियाबेट<br>4. कृष्णा गोदावरी बेसिन<br>5. कावेरी डेल्टा | |




## प्राकृतिक गैस

- प्राकृतिक रूप से मिलने वाले हाइड्रोकार्बन गैस मिश्रण में मीथेन, अन्य उच्च अल्केन, कार्बन डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन और हाइड्रोजन सल्फाइड होते हैं।
- गहरी भूमिगत चट्टान संरचनाओं और कोयला भंडारों (coal bed) में पाया जा सकता है।

### प्राकृतिक गैस का वैश्विक वितरण

- संयुक्त राज्य अमेरिका सबसे बड़ा उत्पादक है, जो 2023 में वैश्विक प्राकृतिक गैस उत्पादन के लगभग एक चौथाई का प्रतिनिधित्व करता है।
- इसके बाद रूस, ईरान और कतर का स्थान है।

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| रूस | • पश्चिम साइबेरिया, ओब की खाड़ी के पूर्व में, उरेंगॉय और यमबर्ग। |
| यूरोप | • नॉर्वे: ट्रोल क्षेत्र<br>• नीदरलैंड-ग्रोनिंजेन |
| एशिया | • अरब-ईरानी बेसिन<br>• कतर - उत्तरी क्षेत्र<br>• इंडोनेशिया - उत्तरी सुमात्रा |
| अफ्रीका | • अल्जीरिया- हासी आरश्मेल (Hassi R'Mel) |

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| उत्तर अमेरिका | • यूएसए-मार्सेलस शेल, ह्यूगोटन<br>• कनाडा- एल्मवर्थ<br>• मेक्सिको-कैंटवेल |

### भारत में प्राकृतिक गैस का वितरण

| | |
|---|---|
| अपतटीय क्षेत्र | • कावेरी अपतटीय क्षेत्र<br>• खंभात बेसिन<br>• दक्षिण बस्सेन गैस क्षेत्र<br>• मुंबई अपतटीय क्षेत्र<br>• कृष्णा-गोदावरी अपतटीय क्षेत्र |
| तटवर्ती क्षेत्र | • असम (सबसे बड़ा तटवर्ती उत्पादक)<br>• राजस्थान<br>• त्रिपुरा<br>• तमिलनाडु<br>• गुजरात |
| कोल बेड मीथेन | • पश्चिम बंगाल (रानीगंज)<br>• झारखंड<br>• मध्य प्रदेश |

## शेल गैस

- यह प्राकृतिक गैस (ज्यादातर मीथेन) का एक रूप है, जो शेल चट्टान में भूमिगत पाया जाता है।
- गैस का उत्पादन, भंडारण और सील करना अभेद्य शेल के भीतर किया जाता है और इसे केवल तभी छोड़ा जा सकता है जब शेल को प्रवेधित किया जाता है और निष्कर्षण प्रक्रिया (फ्रैकिंग) के दौरान कृत्रिम रूप से फ्रैक्चर/विभंगित किया जाता है।

### भारत में शेल गैस का वितरण

- कृष्णा-गोदावरी बेसिन
- सिन्धु-गंगा बेसिन
- कैम्बे बेसिन
- गोंडवाना बेसिन
- कावेरी बेसिन
- असम-अराकान बेसिन।

## जल विद्युत

- गतिमान जल की ऊर्जा से प्राप्त विद्युत।

### जलविद्युत स्थलों का वैश्विक वितरण

- संयुक्त राज्य अमेरिका और कनाडा दुनिया के शीर्ष जल विद्युत उत्पादक हैं।

| देश | क्षेत्र |
|---|---|
| उत्तर अमेरिका | एपलाचियन फॉल लाइन, ग्रेट लेक फॉल्स-सेंट। लॉरेंस नहर, नियाग्रा फॉल्स और मिनियापोलिस में सेंट एंथोनी, रॉकी पर्वत और लॉरेंटियन शील्ड सभी उल्लेखनीय प्राकृतिक जल विद्युत स्थल हैं। |
| यूरोप | इटली, फ्रांस, नॉर्वे, स्वीडन, जर्मनी और स्विट्जरलैंड यूरोप की अधिकांश जल विद्युत का उत्पादन करते हैं। |
| एशिया | जापान, भारत, चीन में शंघाई और ग्वांगझू, मलेशिया में कैमरून हाइलैंड्स । |
| दक्षिण अमेरिका | ब्राजील शीर्ष उत्पादक है। सैन फ्रांसिस्को नदी पर स्थित पाउलो-अल्फांसो सुविधा एक महत्वपूर्ण जल विद्युत संयंत्र है। |
| अफ्रीका | मिस्र में असवान बांध, घाना में अकोसोम्बो बांध, सूडान में सेन्नार बांध। |

### भारत में प्रमुख जलविद्युत परियोजनाएं

| राज्य | परियोजना का नाम | नदी |
|---|---|---|
| आंध्र प्रदेश और तेलंगाना | नागार्जुनसागर जलविद्युत परियोजना – विश्व का सबसे बड़ा चिनाई बांध | कृष्णा |
| आंध्र प्रदेश और तेलंगाना | श्रीशैलम जलविद्युत परियोजना | कृष्णा |
| उत्तराखंड | टिहरी बांध – भारत का सबसे ऊंचा बांध | भागीरथी |
| हिमाचल प्रदेश | भाखड़ा नांगल जलविद्युत परियोजना | सतलुज |
| केरल | इडुक्की जलविद्युत परियोजना | पेरियार |
| गुजरात | सरदार सरोवर जलविद्युत परियोजना | नर्मदा |
| कर्नाटक | शिव समुद्र जलविद्युत परियोजना | कावेरी |
| सिक्किम | तीस्ता जलविद्युत परियोजना | तीस्ता |
| महाराष्ट्र | कोयना जलविद्युत परियोजना – भारत की सबसे बड़ी जल विद्युत परियोजना | कोयना |
| जम्मू और कश्मीर | सलाल जलविद्युत परियोजना | चिनाब |
| पंजाब | रंजीत सागर जलविद्युत परियोजना | रवि |
| ओडिशा | हीराकुंड जलविद्युत परियोजना – दुनिया का सबसे लंबा मिट्टी का बांध | महानदी |
| मध्य प्रदेश | इंदिरा सागर जलविद्युत परियोजना | नर्मदा |
| उत्तर प्रदेश | रिहंद जलविद्युत परियोजना | रिहंद |
| राजस्थान | राणा प्रताप सागर जलविद्युत परियोजना | चंबल |
| तमिलनाडु | मेट्टूर बांध | कावेरी |

## परमाणु उर्जा

- यह परमाणुओं के नाभिक से निकलने वाली ऊर्जा है।
  - परमाणु विखंडन की प्रक्रिया द्वारा परमाणु से ऊर्जा निकलती है।
- यूरेनियम परमाणु ऊर्जा पैदा करने के लिए सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला खनिज है।
- वह स्थान जहाँ विद्युत उत्पन्न करने के लिए नाभिकीय विखंडन की प्रक्रिया होती है, नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र कहलाता है।

• **एक दाबित भारी जल रिएक्टर (PHWR)** एक परमाणु ऊर्जा रिएक्टर है, जो आमतौर पर अपने ईंधन के रूप में अपरिष्कृत प्राकृतिक यूरेनियम का उपयोग करता है, जो अपने शीतलक और मंदक के रूप में भारी जल (ड्यूटेरियम ऑक्साइड D2O) का उपयोग करता है।

• **लाइट-वाटर रिएक्टर (LWR)** एक प्रकार का थर्मल-न्यूट्रॉन रिएक्टर है जो अपने शीतलक और न्यूट्रॉन मॉडरेटर दोनों के रूप में, भारी जल के विपरीत, लाइट-वॉटर का उपयोग करता है।

### परमाणु ऊर्जा का वैश्विक वितरण

- दुनिया के सबसे बड़े परमाणु ऊर्जा उत्पादक संयुक्त राज्य अमेरिका, स्वतंत्र राज्यों के राष्ट्रमंडल, कनाडा, यूनाइटेड किंगडम, फ्रांस, जापान और जर्मनी हैं।
- संयुक्त राज्य अमेरिका में उत्पादित परमाणु ऊर्जा सभी ऊर्जा का लगभग 9% है।
- यह यूनाइटेड किंगडम में सभी बिजली का 50%, जापान में 15% और जर्मनी में 7% उत्पन्न करता है।

### भारत में परमाणु ऊर्जा का वितरण

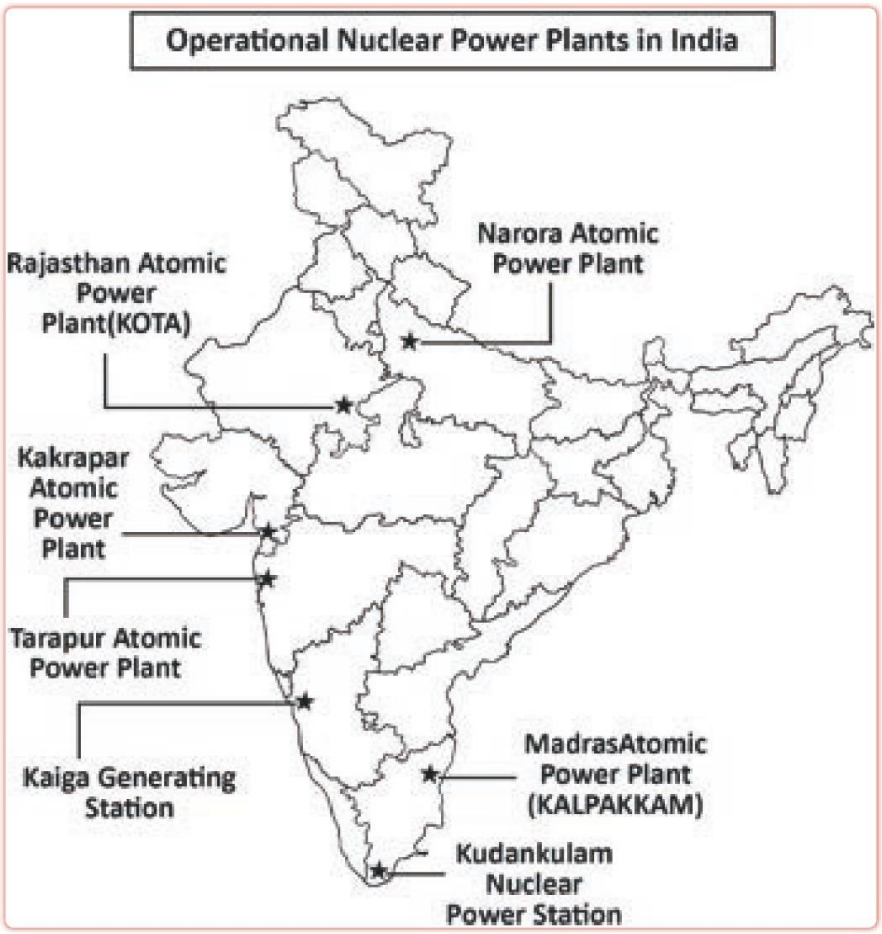
- परमाणु ऊर्जा भारत में बिजली का पांचवां सबसे बड़ा स्रोत है, जो देश की कुल बिजली उत्पादन में लगभग 2% का योगदान देता है।
- भारत में वर्तमान में 7 बिजली संयंत्रों में 22 से अधिक परमाणु रिएक्टर हैं, जो 6,780 मेगावाट परमाणु ऊर्जा का उत्पादन करते हैं।
  - इन रिएक्टरों में, 18 दाबित भारी जल रिएक्टर **(PHWR)** और 4 लाइट-वॉटर रिएक्टर **(LWR)** हैं।

## ऊर्जा के गैर-पारंपरिक स्रोत

### भारत की नवीकरणीय ऊर्जा स्थिति

- भारत अक्षय ऊर्जा स्थापित क्षमता (बड़े जलविद्युत सहित) में विश्व स्तर पर चौथे, पवन ऊर्जा क्षमता में चौथे और सौर ऊर्जा क्षमता में चौथे स्थान पर है (REN21 रिन्यूएबल्स 2022 ग्लोबल स्टेटस रिपोर्ट के अनुसार)।
- जुलाई 2023 तक, बड़े जल विद्युत सहित अक्षय ऊर्जा स्रोतों की संयुक्त स्थापित क्षमता **176.49 GW** है।
- नवीकरणीय ऊर्जा के लिए स्थापित क्षमता निम्नलिखित है:
  - पवन ऊर्जा: 43.7 गीगावॉट

- सौर ऊर्जा: 70.1 गीगावॉट
- बायोमास/सह-उत्पादन: 10.2 गीगावॉट
- लघु जल विद्युत : 4.94 गीगावॉट
- अपशिष्ट से ऊर्जा: 0.55 गीगावॉट
- बड़े जल विद्युत: 46.85 गीगावॉट




## सौर ऊर्जा

### वैश्विक स्थिति

- वैश्विक बिजली उत्पादन में सौर ऊर्जा का योगदान आम तौर पर 3.6% पर कम रहता है,
- इसमें वर्ष 2022 में कुल स्थापित अक्षय ऊर्जा क्षमता का लगभग 31% शामिल है।
- सौर पीवी स्थापित क्षमता के मामले में चीन सौर उद्योग पर हावी है, इसके बाद संयुक्त राज्य अमेरिका, जापान, जर्मनी और भारत हैं।

### भारत में स्थिति

- भारत की सौर ऊर्जा क्षमता **748 GWp होने का अनुमान है**
- राजस्थान सौर ऊर्जा की स्थापित क्षमता में सबसे ऊपर है, इसके बाद गुजरात, कर्नाटक और तमिलनाडु का स्थान है।
- **हिमालयी और पूर्वोत्तर राज्य** कम इष्टतम सौर विकिरण, उच्च बादल आवरण और इलाके से संबंधित रसद मुद्दों के कारण सौर ऊर्जा विकास में पीछे हैं।

## पवन ऊर्जा

### वैश्विक स्थिति

- वैश्विक स्थापित पवन ऊर्जा उत्पादन क्षमता (ऑनशोर और ऑफशोर) 1997 में 7.5 गीगावाट से बढ़कर 2018 तक 733 गीगावाट हो गई **(IRENA)**।
- तटवर्ती पवन क्षमता वर्ष 2010 में **178 GW** से बढ़कर वर्ष 2020 में **699 GW** हो गई।
- अपतटीय पवन क्षमता वर्ष 2010 में **3.1 GW** से बढ़कर वर्ष 2020 में **34.4 GW** हो गई।

- चीन पवन ऊर्जा में अग्रणी है, इसके बाद संयुक्त राज्य अमेरिका, जर्मनी और भारत का स्थान है।

### भारत में स्थिति

- **क्षमता:**
  - राष्ट्रीय पवन ऊर्जा संस्थान द्वारा किए गए पवन संसाधन मूल्यांकन से पता चलता है कि जमीनी स्तर से 120 मीटर ऊपर लगभग 695.5 गीगावॉट और 150 मीटर पर 1,164 गीगावॉट की अनुमानित पवन ऊर्जा क्षमता है।
  - आंध्र प्रदेश, गुजरात, जम्मू और कश्मीर, कर्नाटक, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, राजस्थान और तमिलनाडु जैसे राज्य पवन ऊर्जा की समृद्ध क्षमता से संपन्न हैं।
- **उत्पादन:**
  - REN21 रिन्यूएबल्स 2022 ग्लोबल स्टेटस रिपोर्ट के अनुसार भारत में 42.02 GW की कुल स्थापित क्षमता के साथ दुनिया की चौथी सबसे अधिक पवन स्थापित क्षमता है।
  - मार्च 2023 तक, तमिलनाडु में सबसे अधिक स्थापित पवन ऊर्जा क्षमता है, इसके बाद गुजरात का स्थान है।
- **लक्ष्य:** भारत ने वर्ष 2030 तक 140 GW (जिसमें से 30 GW अपतटीय पवन ऊर्जा है) स्थापित पवन ऊर्जा क्षमता का दोहन करने का लक्ष्य रखा है।

## भूतापीय ऊर्जा

- एक ऊर्जा स्रोत जो पृथ्वी की सतह के नीचे ऊष्मा के रूप में संग्रहीत होता है।

### भारत में भूतापीय ऊर्जा का वितरण

भारत में भू-तापीय संसाधनों का मानचित्रण भारतीय भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण द्वारा किया गया है (GSI)।

- **हिमालय:**
  - लद्दाख: पुगा और छुमाथांग तप्त सोता (Spring)।
  - हिमाचल प्रदेश: कुल्लू में मणिकरण और ब्यास घाटी; सतलुज और स्पीति घाटी।
  - उत्तराखंड: तपोबन भूतापीय क्षेत्र, चमोली और अलकनंदा घाटी।
- **उत्तर भारतीय मैदान:**
  - सोहना: हरियाणा
- **मध्य भारत:**
  - सोन-नर्मदा-तापी (SONATA) क्षेत्र:
  - झारखंड में दामोदर घाटी बेसिन।
  - छत्तीसगढ़ में तत्तापानी वसंत।
- **पश्चिमी भारत:**
  - कैम्बे बेसिन: गुजरात में लसुंदरा, तवा और छबसर।
  - महाराष्ट्र में सालबर्दी क्षेत्र, उंकेश्वर और कोंकण भूतापीय प्रांत।
  - राजस्थान के कुछ हिस्से।
- **दक्षिणी भारत:**
  - गोदावरी बेसिन: आंध्र प्रदेश।
  - महानदी बेसिन: ओडिशा, तप्तापानी सोता (Spring)।
- **अंडमान-निकोबार क्षेत्र**

## ज्वारीय ऊर्जा

- यह पृथ्वी, सूर्य और चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण की परस्पर क्रिया के कारण ज्वार के प्राकृतिक उदय और पतन से उत्पन्न होती है ।
- इसे उपयुक्त स्थानों पर विशेष रूप से डिजाइन किए गए जनरेटर का उपयोग करके बिजली में बदला जा सकता है।
- ज्वारीय धाराओं की ऊर्जा क्षमता अक्सर उच्चतम ज्वारीय सीमा वाले स्थानों में पाई जाती है-
  - उदाहरण के लिए, उत्तरी फ्रांस में ला रेंस मुहाना, रूस में किसलाया गुबा, कनाडा में फंडी की खाड़ी और इंग्लैंड और वेल्स के बीच सेवर्न एस्ट्यूरी।

### वितरण

- दुनिया में बहुत कम वाणिज्यिक आकार के ज्वारीय बिजली संयंत्र काम कर रहे हैं।
- पहला ला रेंस, फ्रांस में स्थित है।
- सबसे बड़ी सुविधा दक्षिण कोरिया में सिहवा लेक टाइडल पावर स्टेशन है।

### तरंग ऊर्जा

- यह समुद्र की सतह की लहरों द्वारा ऊर्जा का परिवहन और अवशोषण है।
- तरंग ऊर्जा एशिया और ऑस्ट्रेलिया में सबसे प्रचुर मात्रा में है।
- यह दक्षिण और उत्तरी अमेरिका में भी पाई जाती है।
- पश्चिमी और उत्तरी यूरोप में उनके छोटे आकार के बावजूद महत्वपूर्ण मात्रा में यह ऊर्जा है।
- मध्य अमेरिका, भूमध्य सागर और अटलांटिक द्वीपसमूह अपनी मध्य-अक्षांशीय स्थिति के कारण गंभीर रूप से प्रभावित होते हैं।

## जैव ऊर्जा

- यह नवीकरणीय ऊर्जा का एक रूप है जो हाल ही में जीवित जैविक पदार्थों से प्राप्त होता है जिसे बायोमास के रूप में जाना जाता है, जिसका उपयोग परिवहन ईंधन, गर्मी, बिजली और उत्पादों के उत्पादन के लिए किया जा सकता है।
- जैव ईंधन बायोमास से बनाया गया ईंधन है

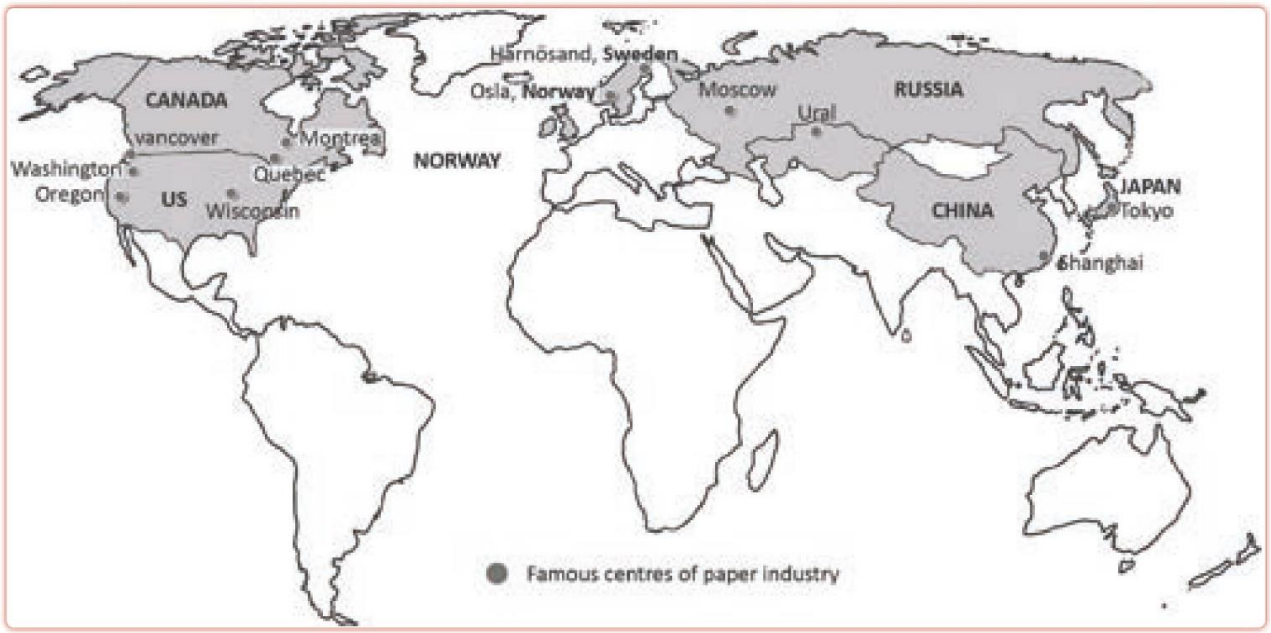
- **वैश्विक स्थिति:** वर्ष 2023 में USA बायोगैस उत्पादन में पहले स्थान पर रहा और उसके बाद ब्राजील, इंडोनेशिया और चीन का स्थान रहा।

- **भारत में बायोगैस**
- भारत में कुल पांच मिलियन से अधिक बायोगैस संयंत्र थे।
- महाराष्ट्र में भारत में सबसे अधिक बायोगैस संयंत्र हैं। कर्नाटक दूसरे स्थान पर है।

# उद्योग

## कागज उद्योग

- **कागज उद्योग का वैश्विक वितरण**
- चीन विश्व का सबसे बड़ा कागज उत्पादक है।
- दुनिया के अन्य प्रमुख कागज और लुगदी उत्पादक देश जर्मनी, जापान, फिनलैंड और कनाडा हैं।




- **भारत में कागज उद्योग का वितरण:** भारत के कागज उत्पादक राज्यों में मध्य प्रदेश, आंध्र प्रदेश, महाराष्ट्र और कर्नाटक कुल उत्पादन क्षमता का लगभग 65% हिस्सा निर्मित करते हैं।

| राज्य | प्रमुख केंद्र |
|---|---|
| पश्चिम बंगाल | त्रिबेनी, टीटागढ़, आलमबाजार, काकीनाड़, बांसबेरिया |
| ओडिशा | ब्रजराजनगर, रायगढ़ और चौद्वार |
| मध्य प्रदेश | नेपानगर, विदिशा, रीवा, रतलाम, शहडोल |
| आंध्र प्रदेश | राजमुंदरी, कागजनगर, बोधन, भद्राचलम |
| महाराष्ट्र | कल्याण, खोपली, बल्लारपुर, पुणे, नागपुर, भिवंडी |
| कर्नाटक | भद्रावती, बेलगोला, डांडेली, रमनग्राम, बेंगलुरु, कृष्णराज सागर |
| तमिलनाडु | चेरनमहादेवी, पल्लीपलायम, उदमलपेट, चेन्नई, सेलम, अमरावतीनगर |

## सूती वस्त्र उद्योग

### सूती वस्त्र उद्योग के स्थान का निर्धारण करने वाले कारक

- **कच्चा माल:** कपास एक शुद्ध कच्चा माल है, जिसका प्रसंस्करण के बाद भी वजन कम नहीं होता। नतीजतन, परिवहन लागत अपरिवर्तित रहती है।
  - परिणामस्वरूप, कपड़ा उद्योग में उपयोग के लिए कपास को अन्य क्षेत्रों से आयात किया जा सकता है, जहाँ अन्य औद्योगिक बुनियादी ढाँचा मौजूद है।
- **बिजली:** मशीनीकृत उद्योग को सस्ती एवं निरंतर बिजली की आवश्यकता होती है।
- **कुशल श्रमिक:** कम लागत वाले कुशल श्रम की आवश्यकता है।
  - चीन, जापान और भारत में उच्च जनसंख्या घनत्व से सूती वस्त्र उद्योग को लाभ मिलता है।
- **माँग और बाजार:**स्थानीय और अंतर्राष्ट्रीय माँग के साथ विकसित हो रहा है; गैर-कपास उत्पादक क्षेत्रों में भी यह उद्योग स्थिर है।
- **अन्य विचारणीय बिंदु:**आर्द्र जलवायु, अच्छा परिवहन, तथा रसायनों, रंगों और मशीनरी की उपलब्धता।

### सूती वस्त्र उद्योग का वैश्विक वितरण

- वैश्विक सूती वस्त्र बाजार पर चीन का प्रभुत्व है, उसके बाद भारत का स्थान है।
- **सूती वस्त्र उद्योग में वैश्विक बदलाव**
- सूती वस्त्र उद्योग के वैश्विक परिदृश्य में महत्वपूर्ण बदलाव हुए हैं, जिसमें यूरोप, अमेरिका और जापान जैसे पारंपरिक महाशक्तियों में उल्लेखनीय गिरावट आई है, जबकि एशिया और अफ्रीका जैसे क्षेत्रों में वृद्धि हुई है।

### भारत में वर्तमान स्थिति

- महाराष्ट्र भारत में सूती वस्त्र का अग्रणी उत्पादक है- मुंबई को "भारत का कॉटनपोलिस" कहा जाता है।
- गुजरात सूती वस्त्र का दूसरा सबसे बड़ा उत्पादक- अहमदाबाद को 'भारत का मैनचेस्टर और पूर्व का बोस्टन' कहा जाता है।

| राज्य | प्रमुख केंद्र |
|---|---|
| महाराष्ट्र | मुंबई, शोलापुर, कोल्हापुर, पुणे, जलगाँव, अकोला, सांगली, नागपुर, सतारा, वर्धा, औरंगाबाद और अमरावती |
| गुजरात | अहमदाबाद, सूरत, वडोदरा, भरूच, भावनगर, नडियाद, पोरबंदर, राजकोट, नवसारी, मौरी और विरमगाम |
| तमिलनाडु | चेन्नई, तिरुनेलवेली, मदुरै, तूतीकोरिन, सेलम, विरुद्धनगर और पोलाची |
| उत्तर प्रदेश | कानपुर, इटावा, मोदीनगर, मोरादाबाद, बरेली, हाथरस, आगरा, मेरठ और वाराणसी |
| कर्नाटक | बैंगलोर, बेलगाम, मैंगलोर, चित्रदुर्ग, गलबर्गा और मैसूर |
| मध्य प्रदेश | इंदौर, ग्वालियर, मंदसौर, देवास, उज्जैन, नागदा, भोपाल, जबलपुर और रतलाम |
| राजस्थान | कोटा, जयपुर, श्रीगंगानगर, भीलवाड़ा, भवानीमंडी, उदयपुर और किशनगंज |
| पश्चिम बंगाल | कोलकाता, हावड़ा, सेरामपुर, श्यामनगर, सैकिया, मुर्शिदाबाद, हुगली और पनिहार |

## जूट वस्त्र उद्योग

- भारत जूट का सबसे बड़ा उत्पादक है, उसके बाद बांग्लादेश और चीन का स्थान है।
- क्षेत्रफल और व्यापार की दृष्टि से बांग्लादेश वैश्विक जूट निर्यात में तीन-चौथाई हिस्सेदारी के साथ अग्रणी है।

### भारत में जूट उद्योग का वितरण

- पश्चिम बंगाल में जूट मिलों और उत्पादन का सर्वाधिक संकेन्द्रण है, जो कुल उत्पादन का 80% से अधिक है।
- यह उद्योग पश्चिम की ओर फैल गया है, जिसमें आंध्र प्रदेश का हिस्सा कुल का 10% है और शेष उत्तर प्रदेश और बिहार में है

| राज्य | प्रमुख केंद्र |
|---|---|
| पश्चिम बंगाल | हुगली नदी बेसिन के पास उद्योग |
| आंध्र प्रदेश | गुंटूर, विशाखापत्तनम, ओंगले और एबुरु |
| बिहार | दरभंगा, समस्तीपुर और गया |

## लौह एवं इस्पात उद्योग

### लौह एवं इस्पात उद्योग का वैश्विक वितरण

- चीन दुनिया का सबसे बड़ा लौह एवं इस्पात उत्पादक है, जो 2023 में वैश्विक इस्पात उत्पादन का 54% हिस्सा था

## भारत में लौह एवं इस्पात उद्योग का वितरण

| संयंत्र | स्थानीयकरण कारक |
|---|---|
| **टिस्को (TISCO) ( टाटा आयरन एँड स्टील कंपनी ) - जमशेदपुर** | • **लौह अयस्क:** कच्चा माल लौह अयस्क (हेमेटाइट) ओडिशा के मयूरभंज जिले में गुरुमहिसानी खदानों और ओडिशा के सिंहभूम जिले की नोवामुंडी खदानों से आयात किया जाता है।<br>• **कोयला:** झारखंड में झरिया खदानों और पश्चिम बंगाल में रानीगंज खदानों से कोयला लाया जाता है।<br>• **मैंगनीज:** मैंगनीज की आपूर्ति ओडिशा के केन्दुझर जिले की जोड़ा खदानों से की जाती है।<br>• **चूना पत्थर:** चूना पत्थर की आपूर्ति ओडिशा के सुंदरगढ़ जिले से की जाती है।<br>• **पानी:** पानी पास की सुवर्णरेखा नदी से प्राप्त होता है।<br>• **सस्ता श्रम:** झारखंड और ओडिशा से सस्ता श्रम उपलब्ध है।<br>• **परिवहन सुविधाएँ:** जमशेदपुर इस्पात संयंत्र को बंदरगाह (पराद्वीप बंदरगाह, ओडिशा) और राष्ट्रीय राजमार्ग -6 (मुंबई-कोलकाता) से निकटता की सुविधा है। |
| **इस्को (IISCO) ( भारतीय लौह एवं इस्पात कम्पनी ) - कुल्टी-हीरापुर-बर्नपुर** | • **लौह अयस्क:**झारखंड के सिंहभूम जिले में पंसिरबुरू और गुआ लौह खदानों से।<br>• **कोयला:**कोकिंग कोयला रानीगंज कोयला खदानों से प्राप्त किया जाता है जबकि कोकिंग कोयला झारखंड की झरिया खदानों से प्राप्त किया जाता है।<br>• **चूना पत्थर और मैंगनीज:**ओडिशा के गंगापुर से।<br>• **पानी:**दामोदर नदी से तथा जल विद्युत दामोदर घाटी निगम (डीवीसी) से प्राप्त की जाती है।<br>• **परिवहन:**दिल्ली-कोलकाता राजमार्ग और कोलकाता की बंदरगाह सुविधाएँ |
| **वीआईएसएल (VISL) ( विश्वेश्वरैया लौह एवं इस्पात लिमिटेड ) - भद्रावती** | • **लौह अयस्क:**भद्रावती नदी के दक्षिण में स्थितबाबाबूदन पहाड़ियों में केमांगुंडी ।<br>• **जलविद्युत ऊर्जा:**महात्मा गाँधी और शरावती जलविद्युत केंद्र से<br>• **चूना पत्थर:**बंदीगुड्डा से.<br>• **मैंगनीज:**शिमोगा और चित्रदुर्ग से।<br>• **पानी:**भद्रा नदी. |
| **राउरकेला इस्पात संयंत्र- ओडिशा** | • **लौह अयस्क:**ओडिशा के उत्तर में स्थित मयूरभंज, क्योंझर, बरसूना और बोनाई खदानों से।<br>• **कोयला:**बोकारो, तालचर, झरिया और कोरबा कोयला क्षेत्रों से।<br>• **मैंगनीज:**ओडिशा के सुंदरगढ़ जिले के बीरमित्रपुर से।<br>• **चूना पत्थर:**गंगापुर से.<br>• **बिजली:**हीराकुंड परियोजना<br>• **पानी:**जल संग्रहण हेतु शंख और ब्राह्मणी नदियों पर बांध बनाए गए हैं।<br>• **परिवहन:**कोलकाता-बॉम्बे रेलवे लाइन और विशाखापत्तनम बंदरगाह द्वारा |
| **भिलाई इस्पात संयंत्र-छत्तीसगढ़** | • **लौह अयस्क:**दल्ली-राजहरा लौह खदानों से।<br>• **कोयला:**झरिया, रानीगंज और कोरबा कोयला क्षेत्रों से।<br>• **मैंगनीज:**मध्य प्रदेश में बालाघाट खदानों और महाराष्ट्र में भंडारा खदानों से।<br>• **चूना पत्थर:**भिलाई के उत्तर में स्थित नंदिनी खदानों से।<br>• **बिजली:**कोरबा थर्मल पावर स्टेशन<br>• **पानी:**तांदुला नहर से.<br>• **परिवहन:**कोलकाता-बॉम्बे रेलवे लाइन द्वारा।<br>• **सस्ते श्रम:**महाराष्ट्र, बिहार, मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़ से। |

| संयंत्र | स्थानीयकरण कारक |
|---|---|
| दुर्गापुर इस्पात संयंत्र- वर्धमान | • **लौह अयस्क**:ओडिशा में क्योंझर खदानों और झारखंड में सिंहभूम खदानों से।<br>• **कोयला**:झरिया और रानीगंज कोयला क्षेत्रों से।<br>• **मैंगनीज**:ओडिशा के बारबिल और बोनाई खदानों से।<br>• **चूना पत्थर**:ओडिशा के बीरमित्रपुर से।<br>• **पानी**:दामोदर नदी से.<br>• **परिवहन**:कोलकाता-बॉम्बे रेलवे लाइन और कोलकाता बंदरगाह द्वारा।<br>• **सस्ते श्रम**:बिहार, पश्चिम बंगाल और ओडिशा से। |
| बोकारो इस्पात संयंत्र- झारखंड | • **लौह अयस्क**:झारखंड में किरिबुरु खानों, नोवामुडी खानों और गुआ खानों से।<br>• **कोयला**:झरिया और बोकारो कोयला खदानों से।<br>• **मैंगनीज**:छत्तीसगढ़ के हिरी खदानों से।<br>• **चूना पत्थर**:झारखंड के डाल्टनगंज और लातेहार से.<br>• **पानी**:दामोदर नदी पर स्थित तेनुघाट बांध से।<br>• **सस्ते श्रम**:बिहार, झारखंड, मध्य प्रदेश और ओडिशा से। |
| सेलम इस्पात संयंत्र- तमिलनाडु | • **लौह अयस्क**:सेलम खानों से.<br>• **कोयला**:तमिलनाडु के नेवेली स्थित कोयला खदानों से।<br>• **मैंगनीज**:कर्नाटक के तुमकुर से।<br>• **बिजली**:कावेरी नदी पर स्थित मेटूर जलविद्युत केंद्र द्वारा।<br>• **पानी**:कावेरी नदी से.<br>• **परिवहन**:उत्कृष्ट सड़क और रेल मार्ग तथा चेन्नई बंदरगाह द्वारा। |

## पेट्रोकेमिकल उद्योग

- पेट्रोकेमिकल्स वे रसायन हैं जो शोधन के दौरान कच्चे पेट्रोलियम से प्राप्त होते हैं।
- इन रसायनों का उपयोग सिंथेटिक फाइबर, सिंथेटिक रबर, प्लास्टिक, कीटनाशक, दवाओं और फार्मास्यूटिकल्स के निर्माण के लिए किया जाता है।

### भारत में पेट्रोकेमिकल उद्योगों का वितरण

- मुंबई पेट्रोकेमिकल उद्योग का केंद्र है।
- पटाखे औरैया (उत्तर प्रदेश) में भी स्थित हैं; जामनगर, गाँधार, हजीरा (गुजरात); रत्नागिरी (महाराष्ट्र); हल्दिया (पश्चिम बंगाल), और विशाखापत्तनम (आंध्र प्रदेश)।

**पेट्रोरसायन उद्योग को चार उप-समूहों में विभाजित किया गया है:**

- **पॉलीमर**
  - यह प्लास्टिक उद्योग के लिए बुनियादी कच्चा माल उपलब्ध कराता है।
  - मुंबई, बरौनी, मेट्टूर, पिंपरी और रिशरा प्लास्टिक सामग्री के प्रमुख उत्पादक हैं
- **संश्लेषित रेशों/सिंथेटिक फाइबर**
  - अपनी विशेष गुणवत्ता, रंगाई, कार्यशीलता, धोने की क्षमता, तथा सिलवट और सिकुड़न के प्रति प्रतिरोध के कारण इनका उपयोग विभिन्न प्रकार के कपड़ों के निर्माण में व्यापक रूप से किया जाता है।
  - नायलॉन फिलामेंट और पॉलिएस्टर फिलामेंट यार्न बनाने की इकाइयाँ कोटा, पिंपरी, मुंबई, पुणे, उज्जैन, नागपुर और उधना में हैं।
  - ऐक्रेलिक स्टेपल फाइबर ठाणे, गाजियाबाद, कोटा और वडोदरा में है।
- **इलास्टोमर**
  - ये ऐसे बहुलक हैं जिनमें श्यानता के साथ-साथ लोच भी होती है
- **पृष्ठ संक्रियक (Surfactants) मध्यवर्ती**
  - इसे सतह-सक्रिय एजेंट भी कहा जाता है, यह डिटर्जेंट जैसा पदार्थ है, जो किसी तरल पदार्थ में मिलाए जाने पर उसके पृष्ठ तनाव को कम कर देता है।

## भारत में अन्य प्रमुख उद्योग

| उद्योग | वितरण |
|---|---|
| रेशम | • शहतूत रेशम:मुख्य रूप से दक्षिणी राज्यों कर्नाटक, तमिलनाडु और आंध्र प्रदेश + पश्चिम बंगाल और जम्मू और कश्मीर में<br>• गैर-शहतूत रेशम:झारखंड, छत्तीसगढ़, ओडिशा और पूर्वोत्तर राज्य |
| ऊन | • राजस्थान ( सबसे बड़ा उत्पादक ):जोधपुर, ब्यावर, बीकानेर, अजमेर, जयपुर<br>• पंजाब:अमृतसर, लुधियाना, पटियाला धारीवाल<br>• उत्तर प्रदेश: मोदीनगर, कानपुर, इलाहाबाद,<br>• गुजरात:जामनगर, वडोदरा<br>• महाराष्ट्र: जलगाँव. अमैनेर, अंबरनाथ |
| चीनी | • उत्तर प्रदेश:सहारनपुर,बिजनौर,मेरठ,मुजफ्फरनगर,और मुरादाबाद,बस्ती,<br>• बिहार:सारण, दरभंगा, मुजफ्फरपुर और चंपारण।<br>• महाराष्ट्र:पुणे, सतारा, शोलापुर, कोल्हापुर।<br>• पंजाब:धुरी और फगवाड़ा।<br>• कर्नाटक:शिमोगा, माँड्या और मुनिराबाद।<br>• तमिलनाडु:कोयंबटूर, पुगुलुर, नलिकीपुरम और पंड्याराजपुर।<br>• आंध्र प्रदेश:पश्चिम गोदावरी से पूर्व गोदावरी, विशाखापत्तनम और चित्तूर तक।<br>• तेलंगाना:मेडक और निजामाबाद।<br>• ओडिशा:रायगढ़ और बरगढ़<br>• मध्य प्रदेश: सिहोर |
| कृषि आधारित खाद्य प्रसंस्करण उद्योग | • आंध्र प्रदेश, महाराष्ट्र, कर्नाटक, केरल, गुजरात, पश्चिम बंगाल, पंजाब हरियाणा और उत्तर प्रदेश |
| एल्युमीनियम | • ओडिशा:कालाहाँडी और कोरापुट जिले<br>• झारखंड:रांची, लोहरदगा, पलामू और गुमला<br>• महाराष्ट्र:धनगरवाड़ी, राधानगरी और इंदरगंज<br>• छत्तीसगढ़:बिलासपुर, दुर्ग जिलों और सरगुजा, रायगढ़ और बिलासपुर के अमरकंटक पठारी क्षेत्रों में मैकाला पर्वतमाला<br>• मध्य प्रदेश:शहडोल, मंडला और बालाघाट जिले और कोटनी क्षेत्र |
| उर्वरक | • गुजरात और महाराष्ट्र: महत्वपूर्ण केंद्र वडोदरा, कलोल, अहमदाबाद, कांडला और ट्रॉम्बे हैं<br>• छोटानागपुर पठार क्षेत्र:जमशेदपुर, राउरकेला, दुर्गापुर, बर्नपुर, सिंदरी, भिलाई, आदि, भिलाई, विजाग<br>• तमिलनाडु क्षेत्र:कोयम्बटूर, नेवेली, अलवे (केरल), कोच्चि (केरल), तूतीकोरिन, एन्नोर।<br>• उत्तर प्रदेश क्षेत्र:जगदीशपुर, गोरखपुर, शाहजहाँपुर, बबराला आदि।<br>• उत्तर पश्चिमी क्षेत्र: भटिंडा, नांगल (पंजाब), पानीपत (हरियाणा) और दिल्ली |
| फार्मास्युटिकल/भेषज | • मुंबई, अहमदाबाद, पुणे क्षेत्र<br>• हुगली औद्योगिक क्षेत्र.<br>• चेन्नई, कोयम्बटूर, बैंगलोर क्षेत्र।<br>• हैदराबाद और सिकंदराबाद क्षेत्र<br>• दिल्ली क्षेत्र<br>• इंदौर-ग्वालियर क्षेत्र |

## भारत में औद्योगिक क्षेत्र/प्रदेश

| क्षेत्र | स्थान | उत्पाद |
|---|---|---|
| गुड़गाँव-दिल्ली-मेरठ क्षेत्र | हरियाणा में आगरा-मथुरा-मेरठ, सहारनपुर, फरीदाबाद-गुड़गाँव, अंबाला | कपड़ा, चीनी, कांच, रसायन, इंजीनियरिंग, कागज, इलेक्ट्रॉनिक्स, साइकिल, कृषि उपकरण |
| गुजरात क्षेत्र | अहमदाबाद से वडोदरा, वलसाड, सूरत और जामनगर तक फैला हुआ है | वस्त्र (कपास, रेशम, सिंथेटिक), भारी और बुनियादी रसायन, डेयरी, इंजीनियरिंग, खाद्य प्रसंस्करण |
| छोटानागपुर क्षेत्र | झारखंड, उत्तरी उड़ीसा, पश्चिमी पश्चिम बंगाल | भारी इंजीनियरिंग, लोकोमोटिव, भारी विद्युत, मशीन टूल्स, इस्पात संयंत्र |
| हुगली क्षेत्र | पश्चिम बंगाल, हुगली नदी के किनारे बांसबरिया और नैहाटी से बिरलानगर तक फैला हुआ है | कपड़ा मशीनरी, रसायन, फार्मास्यूटिकल्स, उर्वरक, कागज, इंजीनियरिंग, पेट्रोकेमिकल्स |
| मुंबई-पुणे क्षेत्र | ठाणे से पुणे, नासिक, सोलापुर, कोलाबा, अहमदनगर, सतारा, सांगली, जलगाँव | सूती वस्त्र, रसायन, इंजीनियरिंग सामान, चमड़ा, तेल रिफाइनरियाँ, पेट्रोकेमिकल्स, इलेक्ट्रॉनिक्स |
| विशाखापत्तनम-गुंटूर क्षेत्र | पूर्वोत्तर आंध्र प्रदेश से लेकर कुरनूल और प्रकाशम जिले, तटीय आंध्र प्रदेश | उर्वरक, सीमेंट, एल्युमीनियम, हल्की इंजीनियरिंग, चीनी, कागज, वस्त्र |
| कोल्लम-तिरुवनंतपुरम क्षेत्र | दक्षिण केरल के तिरुवनंतपुरम, कोल्लम, अलवे, इमाकुलम, अलपुझा जिले | कपड़ा, चीनी, रबर, कांच, रासायनिक उर्वरक, खाद्य और मछली प्रसंस्करण, कागज, एल्युमीनियम |
| बैंगलोर-तमिलनाडु क्षेत्र | कर्नाटक और तमिलनाडु, शुरुआत में बैंगलोर जिला, सेलम, मदुरै, अब तमिलनाडु के सभी जिलों को समाविष्ट किया गया | सूती वस्त्र, रेशम विनिर्माण, चीनी मिलें, चमड़ा, रसायन, डीजल इंजन, मशीन टूल्स |

## औद्योगिक गलियारे

- यह एक भौगोलिक क्षेत्र को संदर्भित करता है जिसे औद्योगिक और आर्थिक विकास को सुविधाजनक बनाने के लिए विशेष रूप से विकसित और नियोजित किया गया है।
- औद्योगिक आधार में विविधता लाना, वैश्विक प्रतिस्पर्धात्मकता को बढ़ाना तथा विभिन्न क्षेत्रों में आर्थिक विकास को बढ़ावा देना।

## भारत में औद्योगिक गलियारा परियोजनाएँ

- भारत सरकार राष्ट्रीय औद्योगिक गलियारा कार्यक्रम के तहत चरणबद्ध तरीके से देश भर में 11 औद्योगिक गलियारा परियोजनाएँ विकसित कर रही है।

1. दिल्ली मुंबई औद्योगिक गलियारा (DMIC)
2. चेन्नई बेंगलुरु औद्योगिक गलियारा (CBIC)
3. कोयंबटूर होते हुए कोच्चि तक CBIC का विस्तार
4. अमृतसर कोलकाता औद्योगिक गलियारा (AKIC)
5. हैदराबाद नागपुर औद्योगिक गलियारा (HNIC)
6. हैदराबाद वारंगल औद्योगिक गलियारा (HWIC)
7. हैदराबाद बेंगलुरु औद्योगिक गलियारा (HBIC)
8. बेंगलुरु मुंबई औद्योगिक गलियारा (BMIC)
9. पूर्वी तट आर्थिक गलियारा (ECEC) , विजाग (वाइजैग) चेन्नई औद्योगिक गलियारा (VCIC) के साथ चरण 1 के रूप में
10. ओडिशा आर्थिक गलियारा (OEC)
11. दिल्ली नागपुर औद्योगिक गलियारा (DNIC)

# Saarthi

THE COACH

**1 : 1 MENTORSHIP BEYOND THE CLASSES**

- **Diagnosis** of candidates based on background, level of preparation and task completed.
- **Customized solution** based on Diagnosis.
- One to One **Mentorship.**
- Personalized schedule **planning.**
- Regular **Progress tracking.**
- **One to One classes** for Needed subjects along with online access of all the subjects.
- Topic wise **Notes Making sessions**.
- One Pager **( 1 Topic 1 page)** Notes session.
- **PYQ** (Previous year questions) Drafting session.
- **Thematic charts** Making session.
- **Answer-writing** Guidance Program.
- **MOCK Test** with comprehensive & swift assessment & feedback.

**Ashutosh Srivastava**
**(B.E., MBA, Gold Medalist)**
Mentored 250+ Successful Aspirants over a period of 12+ years for Civil Services & Judicial Services Exams at both the Centre and state levels.

**Manish Shukla**
Mentored 100+ Successful Aspirants over a period of 9+ years for Civil Services Exams at both the Centre and state levels.

# WALL OF FAME

UTKARSHA NISHAD
UPSC RANK - 18

SURABHI DWIVEDI
UPSC RANK - 55

SATEESH PATEL
UPSC RANK - 163

SATWIK SRIVASTAVA
SDM RANK-3

DEEPAK SINGH
SDM RANK-20

ALOK MISHRA
DEPUTY JAILOR RANK-11

SHIPRA SAXENA
GIC PRINCIPAL (PCS-2021)

SALTANAT PARWEEN
SDM (PCS-2022)

KM. NEHA
SUB REGISTRAR (PCS-2021)

SUNIL KUMAR
MAGISTRATE (PCS-2021)

ROSHANI SINGH
DIET (PCS-2020)

AVISHANK S. CHAUHAN
ASST. COMMISSIONER
SUGARCANE (PCS-2018)

SANDEEP K. SATYARTHI
CTD (PCS-2018)

MANISH KUMAR
DIET (PCS-2018)

AFTAB ALAM
PCS OFFICER

ASHUTOSH TIWARI
SDM (PCS-2022)

CHANDAN SHARMA
Magistrate
Roll no. 301349

YOU CAN BE THE NEXT....

8009803231 / 8354021661

D 22&23, PURNIYA CHAURAHA, NEAR MAHALAXMI SWEET HOUSE, SECTOR H, SECTOR E, ALIGANJ, LUCKNOW, UTTAR PRADESH 226024

**MRP:- ₹230**