ONLYIAS
BY PHYSICS WALLAH

उड़ान

प्रिलिम्स वाला (स्टैटिक)

प्रिलिम्स 2025

भौतिक भूगोल

क्विक एवं कॉम्प्रिहेन्सिव रिवीजन सीरीज

ONLYIAS
BY PHYSICS WALLAH

उड़ान

प्रिलिम्स वाला (स्टैटिक)

प्रिलिम्स-2025

भौतिक भूगोल

These ebooks are free of cost, Join our telegram channel: @apna_pdf

क्विक एवं कॉम्प्रिहेन्सिव रिवीज़न सीरीज़

भूमिका

प्रिय अभ्यर्थियों,

यह सर्वज्ञात है कि UPSC सिविल सेवा परीक्षा की तैयारी में प्रिलिम्स परीक्षा एक महत्त्वपूर्ण पड़ाव है। यद्यपि अंतिम चयन में प्रिलिम्स के अंक नहीं जुड़ते परंतु प्रिलिम्स का द्वार पार किए बगैर आप मुख्य परीक्षा तक पहुँच भी नहीं सकते। ऐसा कहा जा सकता है कि सिविल सेवा मुख्य परीक्षा में अर्ह होने के लिए स्नातक की शैक्षिक योग्यता के साथ-साथ प्रिलिम्स परीक्षा का पास करना भी आवश्यक है।

कहने के लिए तो यह परीक्षा आपकी आधारभूत समझ की परख करती है परंतु यह आधारभूत समझ बहुस्तरीय होती है। इसमें पूछे जाने वाले प्रश्नों का स्वरूप, उसकी गहनता तथा नियत समय सीमा में उसे हल करने की बाध्यता इसे और जटिल बनाती है। इस परीक्षा का कोई एक पैटर्न तय नहीं किया जा सकता है। अमूमन हर वर्ष आयोग अपने नवाचारी प्रयोगों से इसके स्वरूप को अद्यतित करता रहता है। फिर भी पिछले वर्षों के प्रश्न-पत्रों का आकलन करने से विषय संबंधी एक सामान्य निष्कर्ष तक पहुँचा जा सकता है। यह पुस्तक उन्हीं सामान्य निष्कर्षों का निचोड़ है।

पिछले 10-15 वर्षों के प्रिलिम्स परीक्षा के प्रश्नों का आकलन करें तो हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि सिविल सेवा के पाठ्यक्रम के कुछ टॉपिक्स ऐसे हैं जहाँ से प्रश्नों के पूछे जाने की बारंबारता अधिक है जबकि कुछ टॉपिक्स से बहुत कम या नहीं के बराबर प्रश्न पूछे जाते रहे हैं। इसके अलावा आयोग कई बार सीधे पाठ्यक्रम के टॉपिक से प्रश्न न पूछकर उसके पीछे की गहरी अवधारणाओं से संबंधित प्रश्न भी पूछता है। ऐसे टॉपिक्स, जो अक्सर न्यूज में रहे हैं उनसे जुड़े स्टैटिक हिस्सों को आधार बनाकर भी प्रश्न पूछता है। ऐसे में आवश्यक होता है कि प्रिलिम्स से पहले हर विषय से संबंधित ऐसे टॉपिक्स की बुनियादी समझ तैयार की जा सके जिनसे प्रिलिम्स के प्रश्नों को हल करना आसान हो सके। इसके अतिरिक्त प्रिलिम्स परीक्षा से पहले सभी विषयों के महत्त्वपूर्ण टॉपिक्स का एक साथ रिवीजन भी आसान नहीं होता। 2 घंटे की परीक्षा में सामान्य अध्ययन तथा करेंट अफेयर्स से संबंधित सभी टॉपिक्स को एक साथ स्मृति में रखना जटिल तो है ही।

इन सभी जटिलताओं को देखते हुए हमने 'उड़ान-प्रिलिम्स वाला स्टैटिक' के नाम से एक सीरीज तैयार की है। इस सीरीज में प्रिलिम्स से संबंधित स्टैटिक विषयों पर अलग-अलग बुकलेट्स प्रकाशित की जा रही है। यह सीरीज प्रिलिम्स के पाठ्यक्रम तथा पिछले वर्षों में पूछे गए प्रश्नों के गहन विश्लेषण के आधार पर तैयार की गई है। यह पूरी सीरीज योग्य तथा अनुभवी विशेषज्ञों की टीम द्वारा किए गए गहन शोध का निचोड़ है। इससे जुड़े सभी सदस्यों को कई प्रिलिम्स तथा मुख्य परीक्षा पास करने का अनुभव है तथा उन्होंने इस परीक्षा को निजी तौर पर गहराई से समझा है। यह पुस्तक बहुत बोझिल न हो और इसमें सभी महत्त्वपूर्ण टॉपिक्स का समावेश भी हो सके, यह भी एक चुनौतीपूर्ण कार्य था। इसमें शामिल एक एक टॉपिक का चयन उसकी महत्ता पर गहन चर्चाओं के बाद किया गया है। अब आपको पुस्तक सौंपते हुए हम आशा कर रहे हैं कि यह पुस्तक आपकी तैयारी को आसान करेगी।

उम्मीद है हमारी यह पहल आपकी प्रिलिम्स परीक्षा की तैयारी में सहयोगी साबित होगी। आपके सुझावों एवं प्रतिक्रियाओं का इंतजार रहेगा।

शुभकामनाएँ

पुस्तक की महत्त्वपूर्ण विशेषताएँ

- प्रिलिम्स परीक्षा के दृष्टिकोण से महत्त्वपूर्ण टॉपिक्स का समावेश
- टॉपिक्स का बिंदुवार प्रस्तुतीकरण
- उपयोगी चित्र, ग्राफ, टेबल तथा माइंड मैप द्वारा विषयों की सरल स्वरूप में प्रस्तुति
- पिछले वर्षों में पूछे गए प्रश्नों पर आधारित टॉपिक्स का समावेश
- अत्यंत जरूरी की-वर्ड्स को विशेष रूप से दर्शाना

Search On TG: @apna_pdf

These ebooks are free of cost, Join our telegram channel: @apna_pdf

Click Here To Join our Telegram Channel

विषय सूची

1. पृथ्वी की उत्पत्ति, विकास और भूगणित 1

- पृथ्वी की उत्पत्ति के सिद्धांत 1
- खगोलीय पिंडों और अवधारणाओं का संक्षिप्त विवरण 5
- पृथ्वी 7
- पृथ्वी के ऊष्मा क्षेत्र 10
- पृथ्वी की गतियाँ और चक्र 10
- चंद्रमा का कक्षीय तल, पृथ्वी का कक्षीय तल और ग्रहण 12

2. पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी और संबंधित परिघटनाएँ 13

- पृथ्वी की संरचना: पर्पटी, मेंटल और कोर 13
- समस्थितिकी 14
- पृथ्वी का संघटन 14
- खनिजों का वर्गीकरण 15
- चट्टानें 16
- महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत 18
- विस्थापन के बाद के सिद्धांत और तंत्र 18
- प्लेट विवर्तनिकी: सिद्धांत और आयाम 19
- मैग्मा, लावा और ज्वालामुखी 21
- ज्वालामुखी के प्रकार और उनका लावा 21
- ज्वालामुखियों का वितरण 23
- ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ 24
- समुद्रतल प्रसार, मेंटल प्लम्स और हॉटस्पॉट ज्वालामुखी 24
- भूकंप 24
- भूकंपीय तरंगें और भूकंप 24

3. भू-आकृतिक प्रक्रिया और भू-आकृतियाँ 27

- भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ 27
- अंतर्जनित बल (भूमि निर्माण बल) 27
- बहिर्जनिक बल (Exogenic Forces) 27
- अपरदन और निक्षेपण 29
- वृहत् संचलन (Mass movement) 29
- भू-आकृतियाँ और उनका विकास 30

4. वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन 40

- वायुमंडल: संरचना और संघटन 40
- सौर विकिरण एवं सूर्यातप 41
- पृथ्वी का ऊष्मा बजट 42
- तापमान 43
- तापमान का व्युत्क्रमण 43

5. वायुमंडलीय परिसंचरण और मौसम प्रणाली 45

- वायुदाब का वितरण 45
- हवा की गति और दिशा को प्रभावित करने वाले बल 45
- पवनों का वर्गीकरण 48
- वायुराशियाँ 50
- चक्रवात: उष्णकटिबंधीय और शीतोष्ण 51
- तूफान और बवंडर 53
- ध्रुवीय भँवर 53
- वायुमंडल में जल 53
- बादल 55

6. विश्व जलवायु और जलवायु परिवर्तन 58

- विश्व जलवायु एवं उसका वर्गीकरण 58
- उष्णकटिबंधीय मानसूनी जलवायु 59
- रेगिस्तानी या मरुस्थलीय जलवायु 61
- गर्म शीतोष्ण पश्चिमी सीमांत (भूमध्यसागरीय) जलवायु 62
- समशीतोष्ण महाद्वीपीय (स्टेपी) जलवायु 63
- गर्म शीतोष्ण पूर्वी सीमांत (चीन प्रकार) जलवायु 63
- शीतोष्ण पश्चिमी सीमांत (ब्रिटिश प्रकार या ब्रिटिश तुल्य जलवायु) 64
- शीत शीतोष्ण पूर्वी सीमांत (लॉरेन्शियन तुल्य जलवायु) 64
- शीत शीतोष्ण महाद्वीपीय जलवायु (साइबेरियाई) 65
- आर्कटिक या ध्रुवीय या टुंड्रा जलवायु 65

7. महासागर और उसका संचलन 66

- उच्चावच की लघु आकृतियाँ 69
- महासागरीय जल का तापमान 72

Search On TG: @apna_pdf

ONLYIAS BY PHYSICS WALLAH

UPSC FOUNDATION COURSES

Live/Recorded G.S. Classes | CSAT Classes | Daily MCQs + Mains Question | Regular Doubt Sessions

SANKALP 2026	PRAHAR 2025	TITAN 2026 / 2025
Hinglish / हिन्दी	Hinglish / हिन्दी	English

Starts From ₹ 9,499/-

COUPON CODE PWOIAS500 FOR EXTRA DISCOUNT

UPSC OPTIONAL COURSE 2025

Hinglish / हिन्दी

Anthropology | PSIR | History | Sociology | Geography | Public Administration | Mathematics | हिन्दी साहित्य

At Just ₹ 8,999/-

COUPON CODE PWOIAS500 FOR EXTRA DISCOUNT

9920613613 | pw.live

Search On TG: @anna_pdf

1 पृथ्वी की उत्पत्ति, विकास और भूगणित

पृथ्वी की उत्पत्ति के सिद्धांत

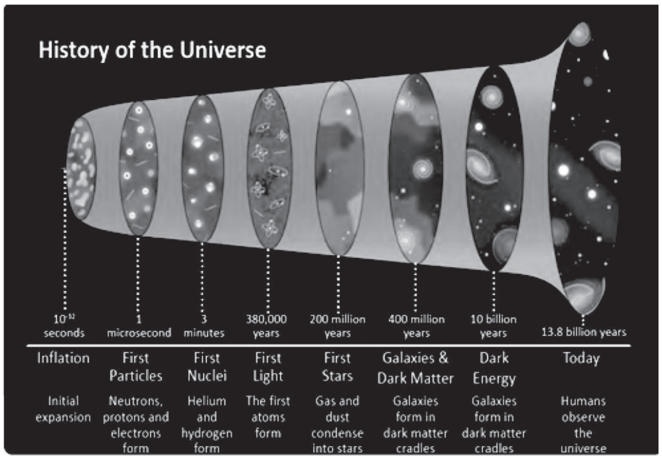
प्रारंभिक सिद्धांत

1. **निहारिका परिकल्पना (Nebular Hypothesis)**
   - **प्रतिपादन:** इसका प्रतिपादन इमैनुअल कांट (1755) द्वारा किया गया और बाद में पियरे-साइमन लेप्लेस (1796) द्वारा इसमें संशोधन किया गया।
   - **अवधारणा:** इस सिद्धांत के अनुसार सूर्य और ग्रह गैस और धूल के एक बड़े, धीरे-धीरे घूमने वाले बादल (सौर निहारिका) से बने हैं। समय के साथ, यह बादल गुरुत्वाकर्षण के कारण संकुचित हो गया और चपटा होकर डिस्क के रूप में परिवर्तित हो गया, और तेजी से घूमने लगा। इसके केन्द्र में सूर्य का निर्माण हुआ, और बचे हुए पदार्थ से ग्रहों का निर्माण हुआ।
   - **प्रमाण:**
     - नवीन तारों के चारों ओर भी इसी प्रकार की डिस्क जैसी संरचनाएँ देखी गई हैं, जो डिस्क निर्माण के परिणामस्वरूप ग्रहीय प्रणालियों के निर्माण के विचार का समर्थन करती हैं।
     - **कोणीय संवेग के संरक्षण के** कारण निहारिका के संकुचित होने पर घूर्णन गति में वृद्धि हुई।
   - **चुनौतियाँ:**
     - यह मॉडल ग्रह निर्माण की विस्तृत प्रक्रिया की व्याख्या नहीं करता है, विशेष रूप से यह स्पष्ट नहीं करता है कि प्रारंभिक धूल कण किस प्रकार बड़े ग्रहीय पिंडों में विकसित हुए।
2. **संशोधित निहारिका परिकल्पना (Revised Nebular Hypothesis)**
   - **प्रतिपादन:** इसका प्रतिपादन ओटो श्मिट (Otto Schmidt) (रूस) और कार्ल वेइजास्कर (Carl Weizascar) (जर्मनी) ने किया था।
   - **अवधारणा:** इस सिद्धांत ने मूल निहारिका परिकल्पना का विस्तार किया और ग्रहों के निर्माण के बारे में विवरण प्रस्तुत किया। सौर मंडल की शुरुआत धूल के साथ मिश्रित गैस (ज्यादातर हाइड्रोजन और हीलियम) के एक बड़े बादल के रूप में हुई थी। **अभिवृद्धि की प्रक्रिया के माध्यम से**, धूल के कण आपस में टकराए और एक साथ चिपक गए जिससे बड़े पिंडों का निर्माण हुआ। अंततः, इनसे ग्रह, चंद्रमा और अन्य खगोलीय पिंडों का निर्माण हुआ।
   - **प्रमाण:**
     - आधुनिक खगोल विज्ञान में अभिवृद्धि प्रक्रियाएँ (Accretion processes) देखी जाती हैं, जहाँ धूल के छोटे कण आपस में चिपककर बड़े पिंड बनाते हैं।
     - अंतरिक्ष में तारों के चारों ओर धूल के बादल देखे गए हैं, जिससे पता चलता है कि यह प्रक्रिया अन्य सौर मंडलों में भी होती है।
   - **चुनौतियाँ:**
     - यह सौरमंडल में कोणीय संवेग के प्रेक्षित वितरण की पूरी तरह व्याख्या नहीं करता है, क्योंकि ग्रहों की तुलना में सूर्य का कोणीय संवेग बहुत कम है।
3. **ग्रहाणु परिकल्पना (Planetesimal Hypothesis)**
   - **प्रतिपादन:** इसका प्रतिपादन थॉमस चेम्बरलेन और फॉरेस्ट मौलटन (1900) ने किया, बाद में सर जेम्स जीन्स और सर हेरोल्ड जेफरी ने इसका समर्थन किया।
   - **अवधारणा:** इस सिद्धांत के अनुसार, एक बड़ा तारा सूर्य के पास से गुजरा जिसने गुरुत्वाकर्षण बलों के कारण पदार्थ को अपनी ओर खींचा। यह पदार्थ ठंडा होकर प्लेनेटेसिमल्स (छोटे, ठोस पिंड) में संघनित हो गया, जो बाद में अभिवृद्धि के माध्यम से ग्रहों में विकसित हुआ।
   - **प्रमाण:**
     - यह परिकल्पना परमाणु संलयन और सूर्य की ऊष्मा की आधुनिक समझ से पहले विकसित की गई थी। इसने यह समझाने का प्रयास किया कि ठोस पदार्थ ग्रहों का निर्माण कैसे कर सकते हैं।
     - गुजरते तारों के गुरुत्वाकर्षण प्रभाव का विचार आज ब्रह्मांडीय अंतःक्रियाओं में देखी जाने वाली गुरुत्वाकर्षण ज्वारीय शक्तियों (Gravitational tidal forces) द्वारा समर्थित है।
   - **चुनौतियाँ:**
     - यह सिद्धांत किसी अन्य तारे के साथ निकट संपर्क, जो एक दुर्लभ घटना है, पर आधारित होने के कारण अप्रचलित हो गया।

आधुनिक सिद्धांत

1. **बिग बैंग सिद्धांत (विस्तारित ब्रह्मांड परिकल्पना)**
   - **प्रतिपादन:** इसका प्रतिपादन जॉर्जेस लेमेत्रे (Georges Lemaitre) (1927) ने किया और एडविन हबल के प्रेक्षणों (1929) द्वारा इसे सुदृढ़ किया गया।
   - **अवधारणा:** इस सिद्धांत के अनुसार, ब्रह्मांड की रचना लगभग 13.8 बिलियन वर्ष पहले एक विलक्षण, अत्यंत सघन और गर्म कण (जिसे "छोटा गोला (Tiny ball)" कहा जाता है) से शुरू हुई थी। इस कण में महाविस्फोट हुआ जिसे **बिग बैंग नामक घटना** के नाम से जाना जाता है, जिससे ब्रह्मांड का तेजी से विस्तार हुआ। जैसे-जैसे ब्रह्मांड का विस्तार हुआ, यह ठंडा होता गया, जिससे ऊर्जा पदार्थ में परिवर्तित हो गई। समय के साथ, आकाशगंगाओं तारों और ग्रहों का निर्माण हुआ।

Search On TG: @apna_pdf



- **प्रमाण:**
  - **आकाशगंगाओं का रेडशिफ्ट:** हबल ने पाया कि आकाशगंगाएँ हमसे दूर जा रही हैं, जिसका अर्थ है कि ब्रह्मांड का विस्तार हो रहा है। इसे दूर की आकाशगंगाओं से आने वाले प्रकाश के रेडशिफ्ट के माध्यम से देखा जा सकता है।
  - **कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड रेडिएशन (CMB):** इसकी खोज पेंजिया और विल्सन ने की थी, यह मंद विकिरण प्रारंभिक ब्रह्मांड से बची हुई ऊष्मा है, जो बिग बैंग के लिए मजबूत साक्ष्य प्रदान करती है।
  - **हल्के तत्वों की प्रचुरता:** बिग बैंग मॉडल ब्रह्मांड में हाइड्रोजन, हीलियम और लिथियम की सापेक्ष मात्रा का पूर्वानुमान लगाता है, जो देखी गई मात्राओं से मेल खाती है।
- **चुनौतियाँ:**
  - यद्यपि यह ब्रह्माण्ड की विशाल संरचना की व्याख्या करता है, परन्तु बिग बैंग विस्फोट से पहले क्या हुआ था या ब्रह्माण्ड का विस्तार क्यों तीव्र हो रहा है (जिसका कारण डार्क एनर्जी को माना जाता है) इसका उत्तर नहीं देता है।

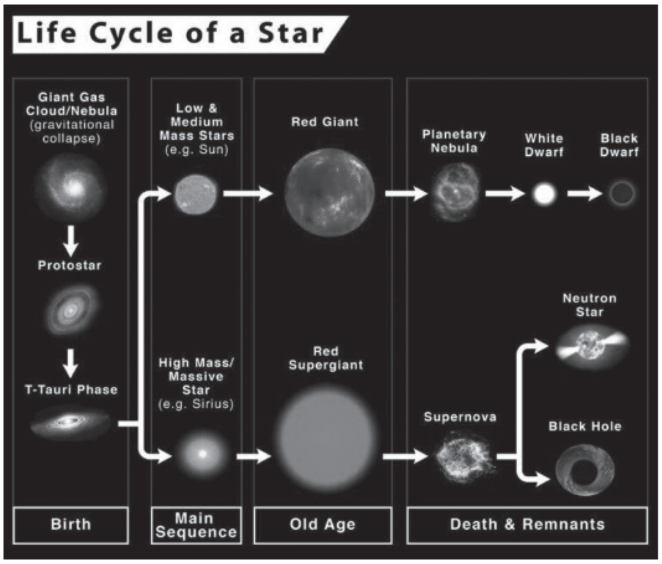
2. **स्थिर अवस्था सिद्धांत (Steady State Theory)**
- **प्रतिपादन:** इसका प्रतिपादन फ्रेड होयल (1948) ने किया था।
- **अवधारणा:** बिग बैंग के विपरीत, यह सिद्धांत बताता है कि ब्रह्मांड हमेशा अपनी वर्तमान स्थिति में मौजूद रहा है। यह समय और स्थान दोनों में अनंत है, ब्रह्मांड के विस्तार के साथ स्थिर घनत्व बनाए रखने के लिए पदार्थ का निर्माण होता रहता है।
- **प्रमाण:**
  - उस समय यह इसलिए आकर्षक था क्योंकि इसमें ऐसे प्रश्नों से बचा गया था, जैसे- ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति कैसे हुई और विस्फोट क्यों होता है।
  - यह विचार दार्शनिक दृष्टि से कुछ लोगों को आकर्षक लगता है कि ब्रह्माण्ड शाश्वत और अपरिवर्तनीय है।
- **चुनौतियाँ:**
  - सीएमबी की खोज और समय के साथ विकसित होते ब्रह्मांड (जैसे आकाशगंगाओं और तारों का निर्माण) के प्रेक्षणों ने स्थिर-अवस्था मॉडल का खंडन किया। इसके परिणामस्वरूप, इस सिद्धांत को काफी हद तक त्याग दिया गया है।

तारों का निर्माण (Star Formation)

- **प्रारंभिक ब्रह्मांड और घनत्व अंतर (Initial Universe and Density Differences):** बिग बैंग के बाद, पदार्थ और ऊर्जा का समान रूप से वितरण नहीं हुआ था। घनत्व में इन छोटे अंतरों के कारण ऐसे क्षेत्र बने जहाँ गुरुत्वाकर्षण बल अधिक शक्तिशाली थे, जो आस-पास के पदार्थों को इन क्षेत्रों की ओर खींचते थे। यह प्रक्रिया आकाशगंगाओं के निर्माण का आधार थी।
- **निहारिका और आकाशगंगा का निर्माण:** निहारिका हाइड्रोजन गैस का एक बड़ा बादल है, जो तारों और आकाशगंगाओं के जन्मस्थान के रूप में कार्य करता है। हाइड्रोजन गैस इन बड़े बादलों में जमा होने लगती है जिससे आकाशगंगाएँ बनना शुरू होती हैं। समय के साथ, निहारिका के भीतर स्थानीयकृत क्षेत्र घने होते जाते हैं, जिससे अंततः गैस पुंजों (Clumps of gas) का निर्माण होता है।
- **तारों का जन्म:** ये गैस पुंज और अधिक पदार्थ इकट्ठा करते रहते हैं, तथा अधिक सघन होते जाते हैं। जैसे-जैसे गुरुत्वाकर्षण बल बढ़ता है, क्रोड का तापमान बढ़ता जाता है जब तक कि केंद्र में परमाणु संलयन शुरू नहीं हो जाता। यह प्रक्रिया एक तारे के निर्माण को चिह्नित करती है। लाखों वर्षों में, आकाशगंगा के भीतर और अधिक तारे बनते हैं।

ग्रहों का निर्माण (Formation of Planets)

- **निहारिका के भीतर तारों का निर्माण (Formation of Stars within a Nebula):** तारे मूलतः निहारिका के अंदर बने गैस के बड़े-बड़े बादल होते हैं। जब कोई तारा बनता है, तो वह घने गैस बादल के भीतर एक क्रोड बनाता है। इस क्रोड के चारों ओर गैस और धूल की एक घूमती हुई डिस्क (छल्ला) बन जाती है।



- **ग्रहाणुओं का निर्माण (Development of Planetesimals):** जैसे-जैसे क्रोड के आस-पास की गैस संघनित होने लगती है, संलयन के माध्यम से छोटे-छोटे गोल पिंड बनने लगते हैं। इन छोटे पिंडों को ग्रहाणु (प्लेनेटेसिमल्स) कहा जाता है। समय के साथ, ये ग्रहाणु गुरुत्वाकर्षण के कारण आपस में टकराकर एक साथ चिपकने लगते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

- **ग्रह का निर्माण (Planet Formation)**: ग्रहाणुओं का आपस में विलय और संचयन जारी रहता है, जिससे अंततः कम लेकिन बड़े पिंड बनते हैं जो ग्रहों में विकसित होते हैं। यह प्रक्रिया टकराव और आस-पास के पिंडों के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव दोनों से प्रेरित होती है।
- **अभिवृद्धि प्रक्रिया (Accretion Process):** अभिवृद्धि शब्द का अर्थ बड़े पिंडों के निर्माण के लिए पदार्थ का क्रमिक संचय है। यह प्रक्रिया लाखों वर्षों तक जारी रहती है, जिसके परिणामस्वरूप अंततः पूर्ण आकार के ग्रह बनते हैं जो अपने मूल तारे की परिक्रमा करते हैं।

पृथ्वी के विकास की समयरेखा (Timeline of Earth's Evolution)

1. **13.7 अरब वर्ष पूर्व - बिग बैंग**
   - ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति दिक्काल में स्थित एक विलक्षण बिन्दु (Singularity) से हुई, जिसके परिणामस्वरूप आकाशगंगाओं का निर्माण हुआ, जिनमें मिल्की वे (Milky Way) भी शामिल है जिसमें हमारा सौर मंडल स्थित है।
2. **5-6 अरब वर्ष पहले - तारों का निर्माण**
   - आकाशगंगाओं के भीतर गुरुत्वाकर्षण बलों के कारण गैस और धूल के बादलों से तारों का निर्माण हुआ, जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न तारकीय पिंडों (Stellar bodies) का निर्माण हुआ।
3. **4.6 अरब वर्ष पहले - ग्रहों का निर्माण**
   - सौर मंडल का निर्माण तब शुरू हुआ जब युवा सूर्य के चारों ओर घूमती हुई डिस्क में कण आपस में टकराए और एकत्र हुए, जिससे पृथ्वी सहित ग्रहों का निर्माण हुआ।
4. **4.4 अरब वर्ष पहले - चंद्रमा का निर्माण**
   - मंगल ग्रह के आकार के एक पिंड के साथ हुई एक बड़ी टक्कर के कारण मलबा उत्पन्न हुआ, जिसके एकत्र होने से अंततः चंद्रमा का निर्माण हुआ, जिसने पृथ्वी के ज्वार-भाटे और अक्षीय झुकाव को प्रभावित किया।
5. **4 अरब वर्ष पहले - महासागरों का निर्माण**
   - जैसे-जैसे पृथ्वी ठंडी होती गई, जल वाष्प संघनित होकर जमा होने लगी, जिससे महासागरों का निर्माण हुआ। यह प्रक्रिया ग्रह की जलवायु को विकसित करने और जीवन को सहारा देने के लिए महत्वपूर्ण थी।
6. **3.8 अरब वर्ष पहले - जीवन का विकास** **(UPSC 2018)**
   - सरल जीवों, संभवतः प्रोकैरियोटिक सूक्ष्मजीवों की उत्पत्ति महासागरों में हुई, जिससे पृथ्वी पर जैविक विकास की शुरुआत हुई।
7. **2.5-3 अरब वर्ष पहले - प्रकाश संश्लेषण का विकास**
   - प्रकाश संश्लेषक जीव, विशेष रूप से साइनोबैक्टीरिया (Cyanobacteria), सूर्य के प्रकाश को ऊर्जा में परिवर्तित करने लगे, जिससे ऑक्सीजन एक उपोत्पाद के रूप में निकलने लगी। इस प्रक्रिया ने पृथ्वी के वायुमंडल को काफी हद तक बदल दिया और अधिक जटिल जीवों के लिए मार्ग प्रशस्त किया।

भूगर्भिक समय-सारणी

1. **परिभाषा:** कालानुक्रमिक तिथि निर्धारण की एक प्रणाली जिसका उपयोग पृथ्वी के इतिहास का वर्णन करने के लिए किया जाता है, जो इसे इओन, महाकल्पों, कल्पों, युगों, कालों में विभाजित करती है।
2. **प्रमुख प्रभाग:**
   - **इओन (Eons)** (सबसे बड़ा): हेडियन, आर्कियन, प्रोटेरोजोइक, फेनेरोजोइक।
   - **महाकल्प (Eras)** (फेनरोजोइक के भीतर): पैलियोजोइक, मेसोजोइक, सेनोजोइक।
   - **कल्प (Periods):** कैम्ब्रियन, जुरासिक, क्वाटर्नेरी।
   - **युग (Epochs)** (सेनोजोइक के भीतर): प्लेइस्टोसिन, होलोसीन।
3. **समय अवधि (Time Span):** पृथ्वी के निर्माण से लेकर वर्तमान तक लगभग 4.6 अरब वर्ष।
4. **प्रमुख घटनाएँ:**
   - **प्रीकैम्ब्रियन (Precambrian)** (4.6 अरब से 541 मिलियन वर्ष पूर्व): पृथ्वी का निर्माण और प्रारंभिक जीव (एककोशिकीय जीव)।
   - **पैलियोजोइक महाकल्प (Paleozoic Era)**: समुद्री जीवों, भूमि पर पहले पौधों और सरीसृपों की उत्पत्ति।

भूवैज्ञानिक समय पैमाना

कल्पों की सापेक्ष अवधि	युग	अवधि	युग	आयु (लाखों वर्ष पहले	जीवन के इतिहास में कुछ महत्वपूर्ण घटनाएँ
फेनेरोज़ोइक		क्वार्टरनरी	अभिनव युग	0.01	ऐतिहासिक समय
			प्लेस्टोसीन	1.8	हिमयुग; होमो वंश की उत्पत्ति
	सेनोज़ोइक	नियोजीन	प्लियोसीन	5.3	द्विपाद मानव पूर्वजों का आविर्भाव
			मिओसिन	23	स्तनधारियों और एँजियोस्पर्मों का निरंतर प्रसार; सबसे प्रारंभिक प्रत्यक्ष मानव पूर्वज
		पेलियोजीन	ओलिगोसीन	33.9	अनेक प्राइमेट समूहों की उत्पत्ति
			इयोसीन	55.8	एँजियोस्पर्म का प्रभुत्व बढ़ता है; अधिकांश आधुनिक स्तनधारी जीवों का प्रसार जारी रहता है
			पेलियोसीन	65.5	स्तनधारियों, पक्षियों और परागण करने वाले कीटों का मुख्य रूप से प्रसार

Search On TG: @apna_pdf

प्रोटेरोजोइक	मेसोज़ोइक	क्रीटेशस		145.5	फूलदार पौधे (एँजियोस्पर्म) दिखाई देते हैं, अधिकांश डायनासोर सहित जीवों के कई समूह, अवधि के अंत में विलुप्त हो जाते हैं
		जुरासिक		199.6	जिम्नोस्पर्म प्रमुख पौधे बने हुए हैं; डायनासोर प्रचुर और विविध हैं
		ट्रायेसिक		251	शंकुधारी पौधे (जिम्नोस्पर्म) भूदृश्य पर हावी हैं; डायनासोर का प्रसार; स्तनपायी जीवों की उत्पत्ति
	पैलियोज़ोइक	पर्मिअन		299	सरीसृपों का प्रसार; कीटों के अधिकांश वर्तमान समूहों की उत्पत्ति; अवधि के अंत में समुद्री और स्थलीय जीवों का विलुप्त होना
		कार्बोनिफेरस		359.2	संवहनी पौधों के विस्तृत वन; प्रथम बीजवाले पौधे दिखाई दिए, सरीसृपों की उत्पत्ति; उभयचरों का प्रभुत्व
		डेवोनियन		416	बोनी मछलियों का विविधीकरण; पहली बार टेट्रापोड और कीड़े दिखाई दिए
		सिलुरियन		443.7	प्रारंभिक संवहनी पौधों का विविधीकरण
		ऑर्डोविसियन		488.3	समुद्री शैवाल प्रचुर मात्रा में; विविध कवक, पौधों और आर्थ्रोपोडा द्वारा भूमि पर उपनिवेशण
		कैंब्रियन		542	कई पशु संघों की विविधता में अचानक वृद्धि (कैम्ब्रियन विस्फोट)
आर्कियन		एडियाकरण		600	विविध शैवाल और कोमल शरीर वाले अकशेरुकी जानवर
				2,100-500	यूकेरियोटिक कोशिकाओं के सबसे पुराने जीवाश्म
				2700	वायुमंडलीय ऑक्सीजन की सांद्रता बढ़ने लगती है
				3500	कोशिकाओं (प्रोकैरियोट्स) के सबसे पुराने जीवाश्म मिले
				3800	पृथ्वी की सतह पर सबसे पुरानी ज्ञात चट्टानें
				लगभग 4,600	पृथ्वी की उत्पत्ति

- **मेसोजोइक महाकल्प (Mesozoic Era):** डायनासोर और प्रथम स्तनधारियों का युग।
- **सेनोजोइक महाकल्प (Cenozoic Era):** स्तनधारियों और मनुष्यों का उदय।

5. **वर्तमान युग (Current Epoch)**: होलोसीन, लगभग 11,700 वर्ष पूर्व प्रारम्भ हुआ, मानव सभ्यता का विकास हुआ।
6. **महत्व:** वैज्ञानिकों को समय के साथ पृथ्वी के विकास, जलवायु परिवर्तन और जीवन रूपों को समझने में मदद करता है

हमारा सौर मंडल

पैरामीटर	विवरण
सौर मंडल	एक खगोलीय मंडल जिसमें सूर्य, ग्रह, क्षुद्रग्रह, धूमकेतु, धूल और गैसें शामिल हैं।
अवस्थिति	आकाशगंगा की बाहरी सर्पिल भुजा (ओरियन भुजा) में परिक्रमा करता है।
आंतरिक/स्थलीय ग्रह	उच्च घनत्व, छोटा आकार, तीव्र सौर पवनों के कारण ठोस चट्टानी सतह। उदाहरण: बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल।
बाह्य/जोवियन ग्रह	कम घनत्व, बड़ा आकार, कमजोर सौर पवनों के कारण गैसीय सतहें। उदाहरण: बृहस्पति, शनि, यूरेनस, नेपच्यून।
कुल ग्रह	8 (बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, यूरेनस, नेपच्यून)
बुध	सबसे छोटा और सूर्य के सबसे निकट ग्रह।
शुक्र	पृथ्वी का जुड़वा; कार्बन डाइऑक्साइड की उच्च सांद्रता वाला वायुमंडल और सल्फ्यूरिक अम्ल के बादलों के कारण सबसे गर्म ग्रह।
बृहस्पति	हाइड्रोजन, हीलियम, मीथेन और अमोनिया वायुमंडल युक्त सबसे बड़ा ग्रह।
अक्षीय झुकाव	शुक्र और यूरेनस अत्यधिक अक्षीय झुकाव के कारण अन्य ग्रहों के विपरीत घूमते हैं।

Search On TG: @ama_pdf

ग्रहों का अवलोकन

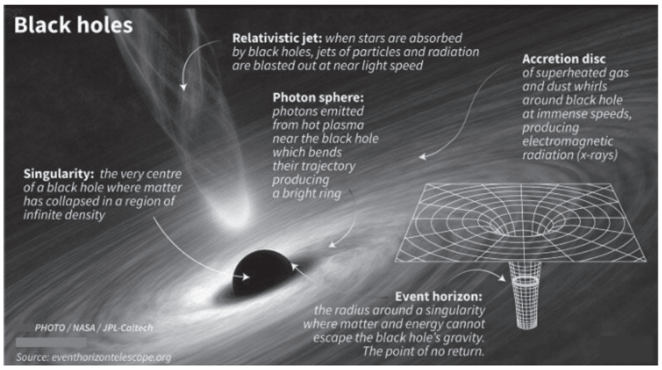
ग्रह	प्रकार	घूर्णन का समय	अक्षीय झुकाव (°)	संघटन	सूर्य से दूरी (AU)	प्रमुख विशेषताऐं
बुध	स्थलीय	58.6 पृथ्वी दिवस	0.03	चट्टानी, धात्विक क्रोड	0.39	सूर्य के सबसे निकट ग्रह, कोई वायुमंडल नहीं, तापमान में अत्यधिक उतार-चढ़ाव।
शुक्र	स्थलीय	-243 पृथ्वी दिवस (प्रतिगामी)	177.4	चट्टानी, सघन CO_2 वायुमंडल	0.72	ग्रीनहाउस प्रभाव के कारण सबसे गर्म ग्रह; विपरीत दिशा में घूमता है।
पृथ्वी	स्थलीय	24 घंटे	23.5	चट्टानी, सतह पर जल, N_2-O_2 वायुमंडल	1	तरल जल और जीवयुक्त एकमात्र ग्रह; गोल्डीलॉक्स क्षेत्र में स्थित।
मंगल	स्थलीय	24.6 घंटे	25.2	चट्टानी, कम घनत्व का CO_2 वायुमंडल	1.52	इसे "लाल ग्रह" के नाम से जाना जाता है; इसमें सौरमंडल का सबसे बड़ा ज्वालामुखी (ओलंपस मोन्स) स्थित है।
बृहस्पति	जोवियन (विशाल गैसीय ग्रह)	9.9 घंटे	3.1	हाइड्रोजन, हीलियम, अमोनिया, मीथेन	5.2	सबसे बड़ा ग्रह; ग्रेट रेड स्पॉट (एक विशाल तूफान); मंद वलय मंडल।
शनि	जोवियन (विशाल गैसीय ग्रह)	10.7 घंटे	26.7	हाइड्रोजन, हीलियम, मीथेन	9.58	प्रसिद्ध वलय मंडल; कम घनत्व (जल में तैर सकता है)।
अरुण	जोवियन (बर्फ का विशालकाय ग्रह)	-17.2 घंटे (प्रतिगामी)	97.8	हाइड्रोजन, हीलियम, मीथेन, जल, अमोनिया	19.22	अत्यधिक अक्षीय झुकाव के कारण यह अपनी ओर घूमता है; मीथेन के कारण इसका रंग हल्का नीला-हरा होता है।
वरुण	जोवियन (बर्फ का विशालकाय ग्रह)	16.1 घंटे	28.3	हाइड्रोजन, हीलियम, मीथेन	30.05	गहरा नीला रंग; सौरमंडल में सबसे तेज पवनें; हल्के वलय पाए जाते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

खगोलीय पिंडों और अवधारणाओं का संक्षिप्त विवरण

प्रमुख खगोलीय पिंड (Key Celestial Objects):

1. **बाह्यग्रह (Exoplanets):**
   - हमारे सौरमंडल के बाहर तारों की परिक्रमा करने वाले ग्रह।
   - रेडियल वेलोसिटी और ट्रांजिट फोटोमेट्री जैसी विधियों का उपयोग करके खोजा गया। उदाहरण: प्रॉक्सिमा सेंटॉरी बी (Proxima Centauri b)
2. **बौने ग्रह:**
   - खगोलीय पिंड जो सूर्य की परिक्रमा करते हैं, लगभग गोलाकार आकृति के लिए पर्याप्त द्रव्यमान होता है, लेकिन वे अपना परिक्रमा पथ साफ नहीं कर पाते हैं।
   - उदाहरण: प्लूटो, एरिस, हौमिया, माकेमाके, सेरेस।
3. **श्वेत वामन (White Dwarfs):**
   - सूर्य जैसे तारों के परमाणु ईंधन समाप्त हो जाने के बाद बचे हुए अवशेष।
4. **धूमकेतु (Comets):**
   - कुइपर बेल्ट या ऊर्ट क्लाउड (Kuiper Belt or Oort Cloud) जैसे क्षेत्रों से बर्फीले पिंड।
   - सूर्य के निकट होने पर उर्ध्वपातन के कारण पूँछ (गैस और धूल) जैसी बन जाती है।
5. **क्षुद्रग्रह (Asteroids):**
   - सौरमंडल के निर्माण से प्राप्त चट्टानी अवशेष, जो अधिकतर क्षुद्रग्रह बेल्ट में स्थित हैं।
6. **ब्लैक होल:**
   - दिक्काल (Spacetime) के ऐसे क्षेत्र जहाँ गुरुत्वाकर्षण बल इतना प्रबल है कि प्रकाश भी वहाँ से निकल नहीं सकता।
   - **घटना क्षितिज (Event Horizon):** वह सीमा जिसके आगे कुछ भी नहीं बचता है।
   - **चंद्रशेखर सीमा (Chandrasekhar Limit)** (~ 1.4 सौर द्रव्यमान) से परे विशाल तारों के टूटने से निर्मित।

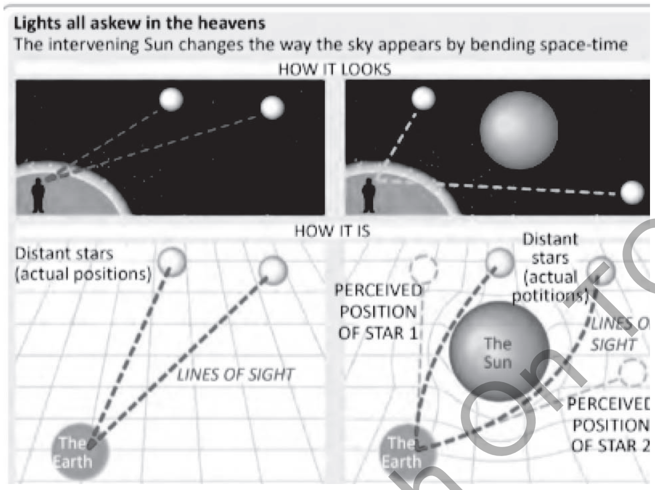


7. **पल्सर (Pulsars)**:
- ये अत्यधिक चुम्बकीय, घूर्णनशील न्यूट्रॉन तारे हैं जो विद्युत चुम्बकीय विकिरण तरंगें उत्सर्जित करते हैं।
- जब किरणपुंज पृथ्वी के साथ संरेखित होता है तो नियमित स्पंदन के रूप में इसका पता चलता है।

8. **सुपरनोवा (Supernovae)**:
- विस्फोटों के कारण विशाल तारे नष्ट हो जाते हैं, उनके तत्व अंतरिक्ष में बिखर जाते हैं तथा न्यूट्रॉन तारे या ब्लैक होल बन जाते हैं।

9. **न्यूट्रॉन तारे (Neutron Stars)**:
- विशाल तारों के सघन अवशेष जो सुपरनोवा के रूप में विस्फोटित हुए। अधिकांशतः न्यूट्रॉन से बने होते हैं।

10. **क्वासर (Quasars)**:
- सुदूर आकाशगंगाओं के अत्यंत चमकीले और ऊर्जावान केंद्र, जिन्हें विशालकाय ब्लैक होल्स से ऊर्जा प्राप्त होती है।
- पदार्थ के ब्लैक होल में प्रवेश करने पर भारी मात्रा में विकिरण उत्सर्जित होता है।



चित्र: गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग

1. **गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग (Gravitational Lensing)**:
- दूरस्थ वस्तुओं से आने वाले प्रकाश के मार्ग में कोई विशाल पिंड आने पर प्रकाश मुड़ जाता है जैसा कि **आइंस्टीन के सामान्य सापेक्षता सिद्धांत** द्वारा भविष्यवाणी की गई थी।
- इसका उपयोग डार्क मैटर और दूरस्थ आकाशगंगाओं का पता लगाने के लिए किया जाता है।

2. **सामान्य सापेक्षता (General Relativity)**:
- आइंस्टीन का सिद्धांत गुरुत्वाकर्षण को द्रव्यमान और ऊर्जा द्वारा दिक्काल के विरूपण के रूप में वर्णित करता है।
- विशाल पिंडों के निकट गुरुत्वाकर्षण तरंगों और समय विस्तार जैसी घटनाओं की भविष्यवाणी करता है।

3. **चंद्रशेखर सीमा (Chandrasekhar Limit)**:
- न्यूट्रॉन तारे या ब्लैक होल में प्रवेश करने से पहले एक श्वेत वामन तारे का अधिकतम द्रव्यमान (~ 1.4 सौर द्रव्यमान) हो सकता है।

4. **घटना क्षितिज (Event Horizon)**:
- ब्लैक होल के चारों ओर की सीमा जहाँ पलायन वेग प्रकाश की गति के बराबर होता है।

अन्य खगोलीय घटनाएँ:

1. **उल्काभ, उल्काएँ और उल्कापिंड (Meteoroids, Meteors, and Meteorites)**:
- **उल्काभ (Meteoroid):** अंतरिक्ष में छोटा चट्टानी या धात्विक पिंड।
- **उल्का (Meteor)**: पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करने वाला एक उल्काभ, जो एक चमकदार रेखा बनाता है।
- **उल्कापिंड (Meteorite)**: एक उल्काभ जो अपनी यात्रा के दौरान बच जाता है और पृथ्वी पर गिरता है।

2. **ऊर्ट क्लाउड (Oort Cloud)**:
- सौरमंडल की काल्पनिक सबसे बाहरी सीमा, जो दीर्घ-कालिक धूमकेतुओं का स्रोत है।

3. **ग्रहीय निहारिका (Planetary Nebulae)**:
- नष्ट होते हुए तारों से निकलने वाले गैस के बादल जो अक्सर सुन्दर, रंगीन संरचनाओं का निर्माण करते हैं।

4. **सुपरनोवा (Supernovae)**:
- विस्फोटों के कारण विशाल तारे नष्ट हो जाते है, उनके तत्व अंतरिक्ष में बिखर जाते हैं तथा न्यूट्रॉन तारे या ब्लैक होल बन जाते हैं।

5. **अंतरतारकीय माध्यम (Interstellar Medium)**:
- तारों के बीच के स्थान को भरने वाली गैस और धूल, जो तारों के निर्माण के लिए महत्वपूर्ण है।

6. **डार्क मैटर और डार्क एनर्जी (Dark Matter and Dark Energy):**
- **डार्क मैटर:** आकाशगंगा के घूर्णन और संरचना को प्रभावित करने वाला अदृश्य पदार्थ।
- **डार्क एनर्जी:** रहस्यमय शक्ति जो ब्रह्मांड के त्वरित विस्तार को प्रेरित करती है।

चंद्रमा: पृथ्वी का प्राकृतिक उपग्रह

1. **मूल तथ्य:**
- चंद्रमा पृथ्वी का एकमात्र प्राकृतिक उपग्रह है, जिसका व्यास पृथ्वी के व्यास का लगभग एक-चौथाई है।

2. **ज्वारीय लॉकिंग (Tidal Locking)**:
- चंद्रमा पृथ्वी से ज्वारीय रूप से जुड़ा हुआ है, जिसका अर्थ है कि पृथ्वी के चारों ओर अपनी परिक्रमा पूरी करने और अपने अक्ष पर घूमने में उसे लगभग **27 दिन लगते हैं**। इसके परिणामस्वरूप, पृथ्वी से चंद्रमा का केवल एक ही भाग दिखाई देता है।

3. **निर्माण:**
- चंद्रमा के निर्माण के बारे में प्रचलित सिद्धांत **विशाल टक्कर परिकल्पना (Giant impact hypothesis) है**, जिसे "विशाल मलबा (Big splat)" भी कहा जाता है। यह सिद्धांत बताता है कि चंद्रमा का निर्माण मंगल ग्रह के आकार के पिंड और प्रारंभिक पृथ्वी के बीच टकराव के परिणामस्वरूप उत्पन्न मलबे से हुआ था।

Search On TG: @apna_pdf

4. **सुपर मून:**

- सुपर **मून तब होता है जब** पूर्णिमा के दौरान चंद्रमा पृथ्वी से सबसे निकटतम दूरी पर होता है (जिसे **उपभू (Perigee) के रूप में जाना जाता है)। इस घटना के दौरान, चंद्रमा सामान्य से 14% बड़ा** और **30% अधिक चमकीला दिखाई दे सकता है**, जिससे यह एक शानदार नजारा बन जाता है।

विभिन्न ग्रहों के चंद्रमा

ग्रह	उपग्रहों की संख्या	उल्लेखनीय उपग्रह	प्रमुख विशेषताएँ
बुध	0	कोई नहीं	-
शुक्र	0	कोई नहीं	-
पृथ्वी	1	चंद्रमा	ज्वार-भाटा को प्रभावित करता है; अक्षीय झुकाव को स्थिर करता है।
मंगल	2	फोबोस, डेमोस	**फोबोस:** अनियमित, अन्दर की ओर घूमता हुआ; डेमोस: छोटा, दूरस्थ।
बृहस्पति	बृहस्पति के अब कुल 95 उपग्रह हो गए हैं	आयो, यूरोपा, गेनीमेड, कैलिस्टो	आयो: ज्वालामुखीय रूप से सक्रिय; यूरोपा: संभावित महासागर; गेनीमीड: सबसे बड़ा उपग्रह; कैलिस्टो: अत्यधिक गड्ढों वाला।
शनि	शनि 145 उपग्रह के साथ सबसे ज्यादा उपग्रह वाला ग्रह है।	टाइटन, रिया, लैपेटस	टाइटन: सघन वायुमंडल, मीथेन झीलें; रिया: बर्फीली सतह; लैपेटस: दो-रंग युक्त।
यूरेनस	27	टाइटेनिया, ओबेरॉन, मिरांडा	टाइटेनिया: सबसे बड़ा उपग्रह; ओबेरॉन: अत्यधिक गड्ढों वाला; मिरांडा: अद्वितीय सतही विशेषताएँ।
नेपच्यून	14	ट्राइटन	**ट्राइटन:** प्रतिगामी कक्षा, भूगर्भीय रूप से सक्रिय।

पश्च और पुरःक्रम गति और घूर्णन

1. पुर:क्रम गति (Prograde Motion):

- **परिभाषा:** इसे पृथ्वी से देखे गए तारों की पृष्ठभूमि में किसी ग्रह की स्पष्ट पूर्व दिशा की ओर गति के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। यह सूर्य के चारों ओर ग्रहों की सामान्य, वामावर्त कक्षीय गति है (जब सूर्य के उत्तरी ध्रुव के ऊपर से देखा जाता है)।
- **कारण:** सौरमंडल का निर्माण करने वाली गैस और धूल की घूर्णनशील डिस्क से कोणीय संवेग के संरक्षण के कारण ग्रह लगभग एक ही तल और दिशा में सूर्य की परिक्रमा करते हैं।

2. पश्च गति या वक्रीय गति (Retrograde Motion):

- **परिभाषा:** पृथ्वी से देखे जाने पर तारों की पृष्ठभूमि में किसी ग्रह की स्पष्ट पश्चिम दिशा की ओर गति।
- **कारण:** पश्च गति एक ऑप्टिकल भ्रम है जो पृथ्वी और अन्य ग्रहों की सापेक्ष स्थिति और गति के कारण होता है। जब पृथ्वी किसी धीमी गति से चलने वाले बाहरी ग्रह (जैसे मंगल) से आगे निकल जाती है, तो वह ग्रह आकाश में अस्थायी रूप से पीछे की ओर बढ़ता हुआ प्रतीत होता है।

पश्च गति और घूर्णन के बीच मुख्य अंतर

- **पश्च गति (Retrograde Motion):** सापेक्ष कक्षीय गतिशीलता (ऑप्टिकल भ्रम) के कारण आकाश में स्पष्ट रूप से पश्चगामी गति देखी जा सकती है।
- **पश्च घूर्णन (Retrograde Rotation):** सौरमंडल के अधिकांश ग्रहों के विपरीत दिशा में किसी ग्रह का भौतिक घूर्णन या अक्षीय घूर्णन।

शुक्र और यूरेनस का पश्चगामी घूर्णन

शुक्र (पश्चगामी घूर्णन): शुक्र सूर्य के चारों ओर अपनी कक्षा की तुलना में पीछे की ओर (दक्षिणावर्त) घूमता है, तथा इसकी घूर्णन अवधि बहुत धीमी है, जो पृथ्वी के 243 दिनों के बराबर है।

- **कारण:**

1. **विशाल टक्कर परिकल्पना:** माना जाता है कि शुक्र के इतिहास के आरंभ में एक बड़े टकराव के कारण इसकी घूर्णन दिशा उलट गई होगी।
2. **वायुमंडलीय प्रभाव:** शुक्र के घने वायुमंडल ने ज्वारीय घर्षण के माध्यम से इसकी सतह के साथ अंत:क्रिया की होगी, जिससे लाखों वर्षों में यह उलटफेर हुआ।

यूरेनस (अक्षीय झुकाव और पश्च-गामी-समान घूर्णन)

- **अक्षीय झुकाव (Axial Tilt):** यूरेनस का चरम झुकाव लगभग 98 डिग्री है, जिसके कारण यह अपनी कक्षा में अनिवार्य रूप से "लुढ़कता" है। इसके परिणामस्वरूप सूर्य के सापेक्ष पश्चगामी-जैसा घूर्णन होता है।
- **कारण:**

1. **विशाल टक्करें:** सौरमंडल के निर्माण के दौरान किसी बड़े प्रोटो-ग्रह के साथ एक या अधिक बार हुई विनाशकारी टक्करों के कारण संभवतः यूरेनस ग्रह एक ओर को खिसक गया होगा।
2. **गुरुत्वाकर्षण अंत:क्रिया:** सौरमंडल के विकास के प्रारंभिक चरणों के दौरान विशाल पिंडों के साथ मजबूत अंत:क्रिया के कारण इसके अक्षीय झुकाव में परिवर्तन हुआ होगा।

पृथ्वी

पृथ्वी सौरमंडल का पाँचवा सबसे बड़ा ग्रह है; इसे नीला ग्रह भी कहा जाता है क्योंकि इसकी दो-तिहाई सतह जल से ढकी हुई है।

- **आकार: भू-आभ (जी-ऑयड)** (चपटा गोलाकार) - ध्रुवों पर चपटी और भूमध्य रेखा पर उभरी हुई।
- पृथ्वी **गोल्डीलॉक्स जोन (Goldilocks Zone) में स्थित है** - यहाँ जल तरल अवस्था में मौजूद हो सकता है।
- सौरमंडल का **सबसे अधिक घनत्व वाला ग्रह (लगभग 5.513 ग्राम/सेमी^{3})**

Search On TG: @apna_pdf

- अक्ष के चारों ओर घूर्णन गति भूमध्य रेखा पर अधिकतम होती है तथा ध्रुवों की ओर घटती जाती है।
- **पृथ्वी का अक्ष/धुरी,** जो एक काल्पनिक रेखा है, अपने कक्षीय तल (Orbital plane) के साथ **66½° का कोण बनाता है।**

ध्रुव तारा (pole star) **(UPSC-2012)**

ध्रुव तारा एक दृश्यमान तारा है जो किसी खगोलीय पिंड के घूर्णन अक्ष के साथ लगभग संरेखित होता है। पृथ्वी के लिए, पोलारिस उत्तर दिशा को दर्शाता है।

यदि रेगिस्तान में किसी व्यक्ति को अपने गाँव तक पहुँचने के लिए 5 किमी **पूर्व दिशा में चलना है और वह ध्रुव तारे का पता लगा सके, तो उसे ध्रुव तारे को अपने बाईं ओर रखते हुए** चलना चाहिए, क्योंकि इससे वह **पूर्व दिशा की ओर बढ़ेगा।**

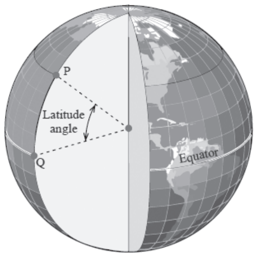
गोल्डीलॉक्स जोन (Goldilocks Zone)

गोल्डीलॉक्स जोन, या **रहने योग्य क्षेत्र** किसी तारे के आसपास का वह क्षेत्र है जहाँ तरल जल के लिए परिस्थितियाँ बिल्कुल उपयुक्त होती हैं, जो जीवन के लिए आवश्यक है।

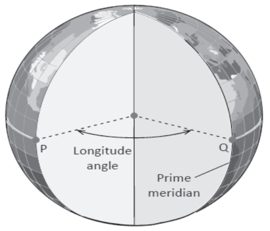
1. **तापमान की रेंज:**
   - इस क्षेत्र में जल तरल अवस्था में रह सकता है; तारे के बहुत निकट होने पर वाष्पीकरण (बहुत गर्मी) होता है, जबकि बहुत दूर होने पर जल ठोस अवस्था में पाया जाता है (बहुत शीत स्थिति)।
2. **प्रभावित करने वाले कारक:**
   - किसी तारे का आकार और चमक गोल्डीलॉक्स जोन की सीमाएँ निर्धारित करते हैं। बड़े या गर्म तारों के रहने योग्य क्षेत्र दूर होते हैं।
3. **पृथ्वी एक संदर्भ के रूप में:**
   - पृथ्वी सूर्य के गोल्डीलॉक्स जोन में स्थित है, जो तरल जल के लिए अनुकूल औसत तापमान के कारण जीवन को संभव बनाता है।
4. **बाह्यग्रह (Exoplanets):**
   - एक **बाह्य ग्रह** (या **एक्स्ट्रासोलर ग्रह**) एक ऐसा ग्रह है जो हमारे सौर मंडल के बाहर किसी तारे की परिक्रमा करता है।
   - **प्रॉक्सिमा सेंटॉरी बी (Proxima Centauri b**): पृथ्वी का सबसे निकटतम ज्ञात बाह्यग्रह, जो प्रॉक्सिमा सेंटॉरी के रहने योग्य क्षेत्र (Habitable zone) में स्थित है।
   - **ट्रैपिस्ट-1 मंडल (TRAPPIST-1 System)**: इसमें पृथ्वी के आकार के सात ग्रह हैं, जिनमें से तीन रहने योग्य क्षेत्र में हैं।
   - **केप्लर-186f (Kepler-186f)**: अपने तारे के रहने योग्य क्षेत्र में पाया गया पृथ्वी के आकार का पहला बाह्यग्रह है।

महत्त्व

गोल्डीलॉक्स जोन खगोलजीवविज्ञान में महत्वपूर्ण है, यह उन स्थानों की पहचान करके बाह्यग्रहीय जीवन की खोज का मार्गदर्शन करता है जहाँ रहने योग्य ग्रह मौजूद हो सकते हैं।



Latitude: The latitude of a parallel is the angle between a point on the parallel (P) and a point on the Equator at the same meridian (Q), as measured from the Earth's center.



Longitude: The longitude of a meridian is the angle between a point on that merdian at the Equator (P) and a point on the prime meridian at the Equator (Q), as measured at the Earth's center.

अक्षांश और देशांतर (Latitude and Longitude)

- **अक्षांश (Latitude):** पृथ्वी के केंद्र से कोणीय दूरी, जो डिग्री में मापी जाती है। अक्षांश के समांतर (Parallels of latitude) भूमध्य रेखा के समांतर होते हैं।
  - **दूरी:** प्रत्येक अक्षांश डिग्री के बीच लगभग **69 मील** (111 किमी) दूरी होती है।
- **देशांतर (Longitude):** प्रधान मध्याह्न रेखा (0°) के पूर्व या पश्चिम की कोणीय दूरी। जिसे 0° से 180° तक डिग्री में मापा जाता है।
  - **प्रधान मध्याह्न रेखा (प्रमुख याम्योत्तर) (Prime Meridian):** यूके, फ्रांस, अल्जीरिया और अंटार्कटिका से होकर गुजरती है।
  - **अंतरराष्ट्रीय तिथि रेखा (International Date Line**): 180° पर स्थित है, प्रशांत महासागर में इस रेखा को पार करने पर तिथि और समय बदल जाता है। एक ही भूभाग को दो तिथियों में विभाजित करने से बचने के लिए यह एक सीधी रेखा नहीं है।
  - **दूरी:** भूमध्य रेखा से ध्रुवों तक देशांतरों के बीच की दूरी घटती जाती है तथा ध्रुवों पर वे मिल जाते हैं।
- **मानक समय (Standard Time**):
  - **भारतीय मानक समय (आईएसटी): 82½° पूर्व** मध्याह्न रेखा पर आधारित है, जो उत्तर प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा, मध्य प्रदेश और आंध्र प्रदेश से होकर गुजरती है।
    - **महत्वपूर्ण शहर:** कानपुर, रायपुर, भुवनेश्वर, भोपाल, विजयवाड़ा।
  - **समय का अंतर:** भारतीय मानक समय (IST), ग्रीनविच मीन टाइम (GMT) से **5 घंटे 30 मिनट आगे है।**
- **वृहत् वृत्त (Great Circle):** ग्रेट सर्कल एक गोले (जैसे पृथ्वी) का उसके केंद्र से गुजरने वाले समतल से प्रतिच्छेदन है। यह गोले की सतह पर दो बिंदुओं के बीच सबसे छोटी दूरी को दर्शाता है।
  - **भूमध्य रेखा** (0° अक्षांश) एक वृहत् वृत्त है क्योंकि यह पृथ्वी को दो बराबर गोलार्धों (उत्तरी और दक्षिणी) में विभाजित करती है। अन्य अक्षांश वृहत वृत्त नहीं हैं।
  - सभी **याम्योत्तरों (meridians)** (देशांतर रेखाओं) को उनके प्रतिमुख (विपरीत) याम्योत्तरों के साथ जोड़े जाने पर वृहत् वृत्त माना जाता है। उदाहरण के लिए, 0° पर स्थित रेखा (प्रधान मध्याह्न रेखा) और 180° पर स्थित इसकी विपरीत रेखा मिलकर एक वृहत् वृत्त बनाती है।

Search On TG: @apna_pdf

नेविगेशन और वृहत् वृत्त

- **सबसे छोटा मार्ग:** लंबी दूरी की यात्रा करते समय, पायलट और नाविक अक्सर दो बिंदुओं के बीच सबसे छोटा रास्ता निर्धारित करने के लिए वृहत् वृत्त का उपयोग करते हैं। इससे समय और ईंधन की बचत होती है।
- उदाहरण के लिए, न्यूयॉर्क से टोक्यो तक की उड़ान आमतौर पर एक वृहत् वृत्ताकार मार्ग का अनुसरण करती है, जो समतल मानचित्र पर एक वक्र के रूप में दिखाई देता है।

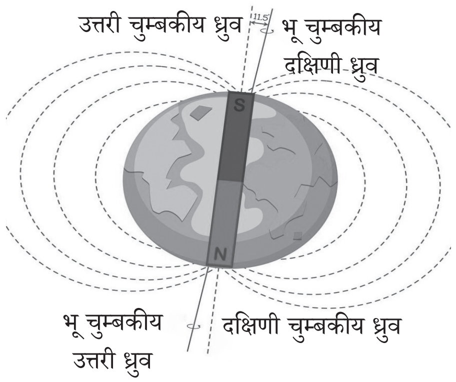
पृथ्वी के प्रमुख अक्षांश

अक्षांश	नाम	देश
0°	भूमध्य रेखा	**अफ्रीका:** गैबॉन, कांगो गणराज्य, कांगो लोकतांत्रिक गणराज्य, युगांडा, कीनिया, सोमालिया **एशिया:** इंडोनेशिया, मालदीव **दक्षिण अमेरिका:** इक्वाडोर, कोलंबिया, ब्राजील, साओ टोमे और प्रिंसिपे
23½° उत्तर	कर्क रेखा	**उत्तरी अमेरिका:** मैक्सिको, बहामास **अफ्रीका:** मिस्र, लीबिया, नाइजर, अल्जीरिया, माली, मॉरिटानिया **एशिया:** ताइवान, चीन, म्याँमार, बांग्लादेश, भारत, ओमान, यूएई, सऊदी अरब
23½° दक्षिण	मकर रेखा	**दक्षिण अमेरिका:** अर्जेंटीना, ब्राज़ील, चिली, पराग्वे **अफ्रीका:** नामीबिया, बोत्सवाना, दक्षिण अफ्रीका, मोज़ाम्बिक, मेडागास्कर **ऑस्ट्रेलिया:** ऑस्ट्रेलिया
66½° उत्तर	आर्कटिक वृत्त	**यूरोप:** नॉर्वे, स्वीडन, फिनलैंड **एशिया:** रूस **उत्तरी अमेरिका:** संयुक्त राज्य अमेरिका (अलास्का) **उत्तरी अमेरिका:** कनाडा **ओशिनिया:** ग्रीनलैंड(डेनमार्क), आइसलैंड
66½° दक्षिण	अण्टार्कटिक वृत्त	**अंटार्कटिक:** अंटार्कटिक

पृथ्वी का भूचुंबकीय क्षेत्र

यह **चुंबकीय द्विध्रुव (Magnetic dipole)** का क्षेत्र है जो पृथ्वी के घूर्णन अक्ष के सापेक्ष लगभग 11 डिग्री के कोण पर झुका हुआ है, मानो पृथ्वी के केंद्र के उस कोण पर एक छड़ चुंबक (Bar magnet) रखा हो।

- भूचुंबकीय क्षेत्र एक **गतिशील क्षेत्र है** और यह भूगर्भिक समय पैमाने पर बदलता रहता है।
- इस चुंबकीय क्षेत्र और इसकी विविधताओं के अध्ययन से हमें **पृथ्वी के धात्विक क्रोड के बारे में बेहतर जानकारी मिलती है।**



- भूचुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता ध्रुवों के पास सबसे अधिक तथा भूमध्य रेखा के पास कम होती है।

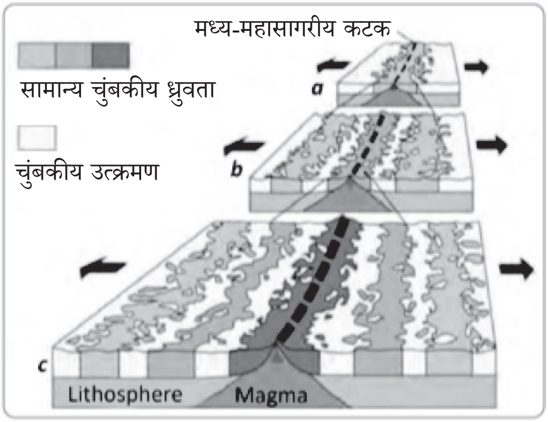
भूचुंबकीय क्षेत्र के कारण:

पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र **पृथ्वी के तरल बाहरी क्रोड में पिघली हुई लौह मिश्रधातुओं की गति से उत्पन्न होता है।**

- क्रोड के भीतर तापमान, दाब और संरचना में अंतर के कारण **पिघली हुई धातु में संवहन धाराएँ बन जाती हैं।**
- तरल लोहे के इस प्रवाह से **विद्युत धाराएँ उत्पन्न होती हैं,** जो **चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती हैं।** इस प्रभाव को **गतिक प्रभाव (Dynamo Effect) के रूप में जाना जाता है।**

भूचुंबकीय उत्क्रमण (Geomagnetic Reversal):

भू-चुंबकीय उत्क्रमण किसी ग्रह के चुंबकीय क्षेत्र में ऐसा परिवर्तन है जिसमें **चुंबकीय उत्तर और चुंबकीय दक्षिण की स्थितियाँ आपस में बदल जाती हैं।** यह कुछ सौ हजार वर्षों के चक्र में होता है।



भूचुंबकीय ध्रुव (Geomagnetic Poles)

भूचुंबकीय ध्रुव पृथ्वी की सतह और पृथ्वी के केंद्र में काल्पनिक रूप से रखे गए एक छड़ चुंबक के अक्ष के प्रतिच्छेदन बिंदु हैं।

- यदि पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र एक पूर्ण द्विध्रुव होता, तो चुंबकीय रेखाएँ भू-चुंबकीय ध्रुवों पर सतह के लंबवत होतीं, तथा वे उत्तरी और दक्षिणी चुंबकीय ध्रुवों के साथ मेल खाती हैं।
- हालाँकि, यह अनुमान त्रुटिपूर्ण है, इसलिए चुंबकीय और भू-चुंबकीय ध्रुव कुछ दूरी पर स्थित हैं।

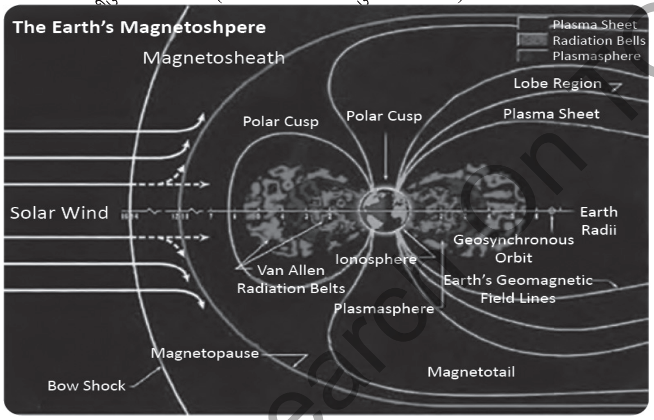
Search On TG: @apna_pdf

भूचुंबकीय क्षेत्र का महत्व

- यह क्षेत्र एक **ढाल के रूप में कार्य करता है** जो सूर्य से निकलने वाली **सौर पवनों को रोकता है**, जिसमें ऊर्जावान विद्युत आवेशित कण होते हैं जो पृथ्वी पर जीवों को गंभीर रूप से नुकसान पहुँचा सकते हैं। **[UPSC-2012]**
- कुछ कण चुंबकीय क्षेत्र द्वारा ध्रुवों की ओर निर्देशित होकर हमारे ग्रह में प्रवेश करने में सफल हो जाते हैं, और वायुमंडल में नाइट्रोजन और ऑक्सीजन के अणुओं को उत्प्रेरित कर देते हैं। ये उत्प्रेरित अणु **ध्रुवीय ज्योति (Auroras) के रूप में दिखाई देने वाला प्रकाश उत्पन्न करते हैं**। उत्तरी गोलार्ध में: **ऑरोरा बोरेलिस (उत्तर ध्रुवीय ज्योति)** और दक्षिणी गोलार्ध में: **ऑरोरा ऑस्ट्रेलिस (दक्षिण ध्रुवीय ज्योति)**।
- कम्पास के उपयोग से **नेविगेशन** में मदद मिलती है।
- **चुम्बकीय-बोध:** कुछ **जीव** लंबी दूरी तक प्रवास करते समय मार्गनिर्देशन के लिए इस चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग कर सकते हैं।
- पुराचुंबकत्व (Paleo-magnetism) के अध्ययन से हमें भूचुंबकत्व के पिछले रिकॉर्ड और पृथ्वी की सतह पर चट्टानों की आयु के बारे में जानकारी मिलती है।
- इससे **समुद्रतल के प्रसार और प्लेट टेक्टोनिक्स** के सिद्धांतों को विकसित करने में भी मदद मिली है।
- भूचुंबकीय क्षेत्र के कारण पृथ्वी के चारों ओर चुम्बकीयमंडल का निर्माण होता है।

चुम्बकीयमंडल (Magnetosphere)

चुम्बकीयमंडल पृथ्वी (या किसी अन्य ग्रह या तारे) के चारों ओर अंतरिक्ष का एक क्षेत्र है जो भूचुंबकीय क्षेत्र (या उस पिंड के चुंबकीय क्षेत्र) से प्रभावित होता है।



- यह सौर पवनों (सूर्य द्वारा उत्सर्जित आयन और इलेक्ट्रॉन) से आवेशित कणों को फँसा लेता है और उन्हें प्लाज्मा में आवेशित करता है।
- **मैग्नेटोटेल (Magnetotail):** यह **सूर्याभिमुख** भाग पर **60,000 किमी तक** तथा **विपरीत दिशा में अधिक विस्तार तक फैला हुआ है जिसे मैग्नेटोटेल कहा जाता है।**
- इसकी सीमा को **मैग्नेटोपॉज (Magnetopause) के नाम से जाना जाता** है, जिसके बाहर एक अशांत चुंबकीय क्षेत्र है जिसे मैग्नेटो-शीथ (Magneto-sheath) के नाम से जाना जाता है।
- इसमें **वैन एलेन विकिरण पट्टियाँ (Van Allen radiation belts) होती हैं**, जिनमें उच्च ऊर्जा वाले आवेशित कण होते हैं।
  - निचली पट्टी में इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन होते हैं जो पृथ्वी की भूमध्य रेखा से 1000 से 5000 किमी ऊपर तक फैली हुई है।
  - ऊपरी पट्टी मुख्यतः भूमध्य रेखा से 15000 से 25000 किमी ऊपर तक फैली हुई है।

चुंबकीय तूफान (Magnetic Storm)

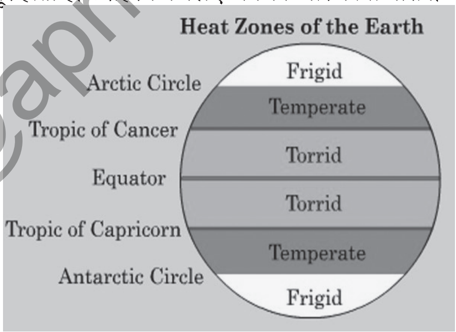
जब **सौर पवन के तेज झोंके पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र से टकराते हैं**, तो इसके परिणामस्वरूप चुंबकीय क्षेत्र में तीव्र परिवर्तन होता है, इसे चुंबकीय तूफान के रूप में जाना जाता है।

- इसके परिणामस्वरूप पृथ्वी के निकट अंतरिक्ष में विद्युत धाराएँ उत्पन्न होती हैं, जो **हमारे कृत्रिम उपग्रहों** (जैसे जीपीएस) और **लंबी दूरी के रेडियो संचार को नुकसान पहुँचा सकती हैं।**
- चुंबकीय तूफानों को **वलय धाराएँ (Ring currents) के नाम से जाना जाता है** और वे **अधिकतर भूमध्य रेखा पर केंद्रित होते हैं।**

पृथ्वी के ताप कटिबंध

सूर्य की किरणों के आधार पर पृथ्वी पर तीन प्राथमिक ऊष्मा क्षेत्र हैं:

1. **उष्ण कटिबंधीय क्षेत्र:** कर्क और मकर रेखा के बीच स्थित यह सबसे गर्म क्षेत्र है। यहाँ वर्ष भर सीधी धूप पड़ती है, जिससे तापमान अधिक रहता है और वर्षा भी भरपूर होती है। उदाहरण के लिए अमेजन और कांगो बेसिन।



2. **समशीतोष्ण क्षेत्र:** उष्णकटिबंधीय और ध्रुवीय वृत्तों के बीच पाया जाने वाला यह क्षेत्र मध्यम तापमान वाला है और इसमें चार मौसम होते हैं। यहाँ सूर्य की किरणें तिरछी पड़ती हैं, जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार की जलवायु होती हैं। उदाहरण के लिए यूरोप और उत्तरी अमेरिका।
3. **शीत क्षेत्र (ध्रुवीय क्षेत्र):** यह क्षेत्र ध्रुवीय वृत्तों और ध्रुवों के बीच स्थित है, यहाँ अत्यधिक ठंड होती है और सूर्य की किरणें तिरछी होती हैं। यहाँ सामान्यतः लंबी सर्दियाँ और कठोर परिस्थितियाँ होती हैं। उदाहरण के लिए अंटार्कटिक और ग्रीनलैंड।

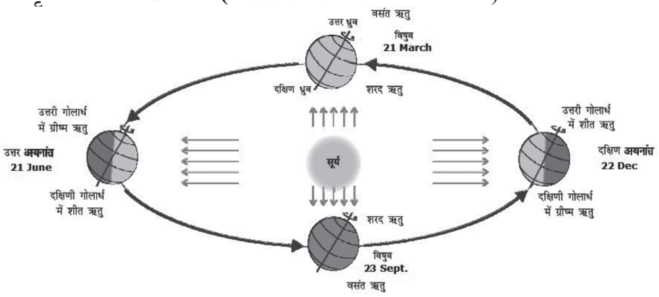
पृथ्वी की गतियाँ और चक्र

1. पृथ्वी का घूर्णन (Rotation of the Earth)

- **परिभाषा:** पृथ्वी अपने अक्ष पर पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है।
- **गति:** भूमध्य रेखा पर घूर्णन सबसे तेज होता है (लगभग 1670 किमी/घंटा) तथा ध्रुवों की ओर घटता जाता है।
- **प्रभाव:**
  - **दिन और रात:** विश्व भर में बारी-बारी से दिन और रात का होना।
  - **कोरियोलिस बल:** यह पवनों और समुद्री धाराओं को विक्षेपित करता है, जिससे उत्तरी गोलार्ध में दक्षिणावर्त और दक्षिणी गोलार्ध में वामावर्त परिसंचरण होता है।

Search on TG: @apna_pdf

2. पृथ्वी का परिक्रमण (Revolution of the Earth)

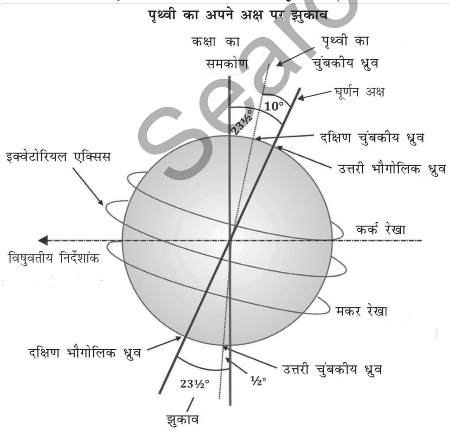


- **परिभाषा: पृथ्वी सूर्य के चारों ओर अण्डाकार कक्षा में परिक्रमा करती है।**
- **उपसौर और अपसौर (Perihelion and Aphelion):**
  - **उपसौर** (सूर्य के सबसे निकट): 3 जनवरी।
  - **अपसौर** (सूर्य से सबसे दूर): 4 जुलाई।
- **प्रभाव:**
  - **ऋतुएँ:** पृथ्वी के अक्षीय झुकाव (23.5°) और सूर्य के चारों ओर इसकी बदलती स्थिति के कारण मौसमी परिवर्तन होते हैं। **(UPSC 2013)**
  - **दिन के प्रकाश में अंतर:** दिन और रात की लंबाई वर्ष भर बदलती रहती है, ध्रुवों के निकटवर्ती क्षेत्रों में महीनों तक लगातार दिन या रात रहती है।

3. पृथ्वी का अक्षीय झुकाव और अयन (Earth's Axial Tilt and PreP cession)

- **अक्षीय झुकाव (तिरछापन):** पृथ्वी का अक्ष सूर्य के चारों ओर उसकी कक्षा के सापेक्ष 23.5° झुका हुआ है, जो मौसमी परिवर्तन का कारण बनता है।
- **झुकाव का चक्र:** 41,000 वर्षों से अधिक समय में झुकाव 22.1° और 24.5° के बीच बदलता रहता है, जिससे ऋतुओं की तीव्रता प्रभावित होती है।
- **अक्षीय अयन (Axial Precession):** पृथ्वी के अक्ष का धीमा प्रदोलन (slow wobbling) (एक घूमते हुए लट्टू की तरह) हर 26,000 वर्ष में एक चक्र पूरा करता है। यह पृथ्वी की कक्षा के सापेक्ष ऋतुओं के समय को प्रभावित करता है।

4. मिलनकोविच चक्र (Milankovitch Cycles)



ये दीर्घकालिक चक्र हैं जो पृथ्वी की जलवायु और ऋतुओं को प्रभावित करते हैं:

- **उत्केन्द्रता (Eccentricity):** पृथ्वी की कक्षा के आकार में 100,000 वर्ष के चक्र में अधिक वृत्ताकार और अधिक अण्डाकार के बीच उतार-चढ़ाव होता है। अधिक अण्डाकार कक्षा ऋतुओं के बीच तापमान में अंतर को बढ़ाती है।
- **तिर्यकता (अक्षीय झुकाव) (Obliquity (Axial Tilt)):** 41,000 वर्ष के चक्र में पृथ्वी का झुकाव बदलता रहता है, जिससे ऋतुओं की विविधताओं की प्रबलता प्रभावित होती है।
- **अयन (अक्षीय प्रदोलन) (Axial Wobble):** 26,000 वर्षों में, पृथ्वी के झुकाव की दिशा बदलती है, जिससे ऋतुओं का समय बदल जाता है।

5. चुंबकीय अक्ष और चुंबकीय ध्रुव उत्क्रमण (Magnetic Axis and Magnetic Pole Reversal)

- **चुंबकीय अक्ष (Magnetic Axis):** पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र इसके तरल बाहरी क्रोड द्वारा उत्पन्न होता है और घूर्णन अक्ष से लगभग 11° झुका हुआ होता है।
- **चुंबकीय अक्ष का प्रदोलन (Wobble of the Magnetic Axis):** बाहरी क्रोड में परिवर्तन के कारण चुंबकीय ध्रुव धीरे-धीरे खिसकता है। यह गति धीमी होती है लेकिन नेविगेशन और भूभौतिकी के लिए महत्वपूर्ण है।
- **चुंबकीय उत्क्रमण (Magnetic Reversals):** पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र समय-समय पर उत्क्रमित होता रहता है, जिसमें उत्तरी और दक्षिणी चुंबकीय ध्रुव स्थान बदलते रहते हैं। ये उत्क्रमण हजारों से लेकर लाखों वर्षों में होते हैं और चट्टानों में चुंबकीय पैटर्न के माध्यम से इनका पता लगाया जाता है।

6. अन्य चक्र और प्रभाव

- **चैंडलर वोबल (Chandler Wobble):** यह पृथ्वी के ध्रुवों की एक छोटी, अनियमित गति है जिसकी अवधि लगभग 433 दिन होती है। यह प्रदोलन (Wobble) पृथ्वी के घूर्णन को थोड़ा प्रभावित करता है।
- **सौर क्रिया चक्र (Solar Activity Cycles):** सूर्य लगभग प्रत्येक 11 वर्ष में सौर क्रिया में वृद्धि और कमी के चक्र से गुजरता है, जो पृथ्वी तक पहुँचने वाले सौर विकिरण और जलवायु पैटर्न को प्रभावित करता है।

अयनांत और विषुव (Solstice and Equinoxes)

अयनांत: पृथ्वी की कक्षा के दौरान वह बिंदु जहाँ सूर्य दोपहर के समय आकाश में अपने उच्चतम या निम्नतम बिंदु पर पहुँचता है, जिसके परिणामस्वरूप वर्ष का सबसे लंबा या सबसे छोटा दिन होता है। **[UPSC 2024, 2022 और 2019]**

- **ग्रीष्म अयनांत (Summer Solstice):** सबसे लंबा दिन (सबसे अधिक दिन का प्रकाश)।
- **शीत अयनांत (Winter Solstice):** सबसे छोटा दिन (सबसे कम दिन का प्रकाश)।

विषुव (Equinox): वह समय जब दिन और रात लगभग बराबर लंबाई के होते हैं, जो तब होता है जब सूर्य भूमध्य रेखा के ठीक ऊपर होता है।

- **वसंत विषुव (Spring (Vernal) Equinox):** वसंत ऋतु के आरंभ का प्रतीक है।
- **शरद विषुव (Autumn (Fall) Equinox):** शरद ऋतु के आरंभ का प्रतीक है।

Search On TG: @apna_pdf

अयनांत और विषुव

घटना	दिनांक (अनुमानित)	उत्तरी गोलार्ध में दिन का प्रकाश	दक्षिणी गोलार्ध में दिन का प्रकाश	आर्कटिक वृत्त (66.5°N)	अंटार्कटिक वृत्त (66.5°S)
ग्रीष्म अयनांत	21 जून	सबसे लम्बा दिन (सर्वाधिक दिन का प्रकाश)	सबसे छोटा दिन (सबसे कम दिन का प्रकाश)	24 घंटे का दिन	24 घंटे की रात
शीत अयनांत	21 दिसंबर	सबसे छोटा दिन (सबसे कम दिन का प्रकाश)	सबसे लम्बा दिन (सर्वाधिक दिन का प्रकाश)	24 घंटे की रात	24 घंटे दिन का दिन
वसंत विषुव	21 मार्च	दिन और रात बराबर (12 घंटे)	दिन और रात बराबर (12 घंटे)	12 घंटे का दिन	12 घंटे का दिन
शरद विषुव	21 सितंबर	दिन और रात बराबर (12 घंटे)	दिन और रात बराबर (12 घंटे)	12 घंटे का दिन	12 घंटे का दिन

चंद्रमा का कक्षीय तल, पृथ्वी का कक्षीय तल और ग्रहण

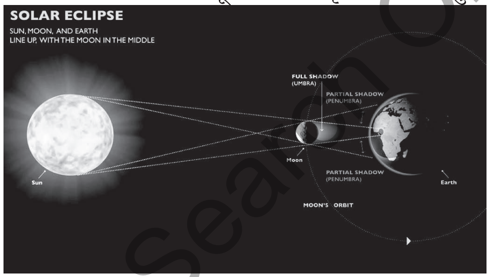
चंद्रमा का कक्षीय तल पृथ्वी के कक्षीय तल (**क्रांतिवृत्त) के सापेक्ष लगभग 5 डिग्री झुका हुआ है। यह झुकाव अमावस्या, पूर्णिमा** और ग्रहण की घटनाओं को प्रभावित करता है।

चन्द्रमा की कलाएँ (Phases of the Moon):

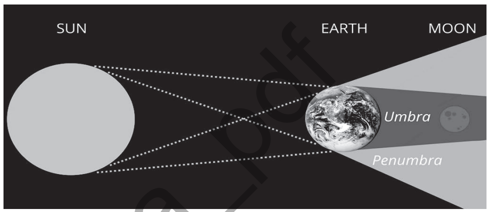
1. **अमावस्या (New Moon)**: अमावस्या तब होती है जब चंद्रमा पृथ्वी और सूर्य के बीच होता है, और इस प्रकार चंद्रमा का जो भाग छाया में होता है वह पृथ्वी की ओर होता है।
2. **पूर्णिमा (Full Moon)**: पृथ्वी सूर्य और चंद्रमा के बीच होती है, लेकिन चंद्रमा आमतौर पर पृथ्वी की छाया के ऊपर या नीचे से गुजरता है, जिससे अधिकांश महीनों में चंद्र ग्रहण नहीं होता है।

सूर्य और चंद्र ग्रहण (Solar and Lunar Eclipses)

1. **सूर्य ग्रहण (Solar Eclipse):**
   - **क्रियाविधि:** सूर्य ग्रहण **अमावस्या** को होता है जब चंद्रमा पृथ्वी और सूर्य के बीच आ जाता है। इससे सूर्य का प्रकाश पृथ्वी तक नहीं पहुँच पाता।



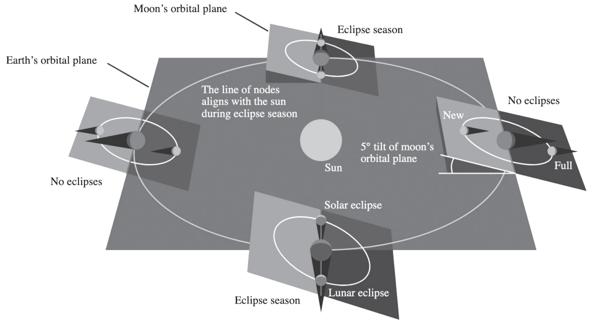
   - **शर्तें:** चंद्रमा की कक्षा **क्रांतिवृत्त तल के साथ संरेखित होनी चाहिए,** जिससे पूर्ण संरेखण हो सके।
   - **प्रकार:**
     - **पूर्ण सूर्य ग्रहण:** पृथ्वी से अवलोकन किए जाने पर - चंद्रमा सूर्य को पूरी तरह से ढक लेता है।
     - **आंशिक सूर्य ग्रहण:** जब सूर्य आंशिक रूप से ढक जाता है।
     - **वलयाकार ग्रहण (Annular Eclipse)**: जब चंद्रमा छोटा दिखाई देता है और एक "अग्नि वलय (Ring of fire)" बन जाता है।
2. **चंद्र ग्रहण (Lunar Eclipse):**
   - **क्रियाविधि:** चंद्र ग्रहण **पूर्णिमा** को होता है जब पृथ्वी सूर्य और चंद्रमा के बीच आ जाती है, जिससे चंद्रमा पर उसकी छाया पड़ती है।
   - **प्रकार:**



     - **पूर्ण चंद्र ग्रहण:** चंद्रमा पूरी तरह से पृथ्वी की छाया (अंधेरी छाया) से ढक जाता है। **रैले स्कैटरिंग (Rayleigh scattering)** (वही घटना जिसके कारण सूर्यास्त के समय सूर्य लाल दिखाई देता है) और वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण यह लाल दिखाई देता है।
     - **आंशिक चन्द्र ग्रहण:** इसमें चन्द्रमा का केवल एक भाग ही पृथ्वी की छाया में प्रवेश करता है।
     - **उपछाया ग्रहण (Penumbral Eclipse)**: चंद्रमा पृथ्वी की उपछाया से होकर गुजरता है, जिसके कारण सूक्ष्म रूप से धुंधलापन आ जाता है।

प्रमुख अवधारणाएँ:

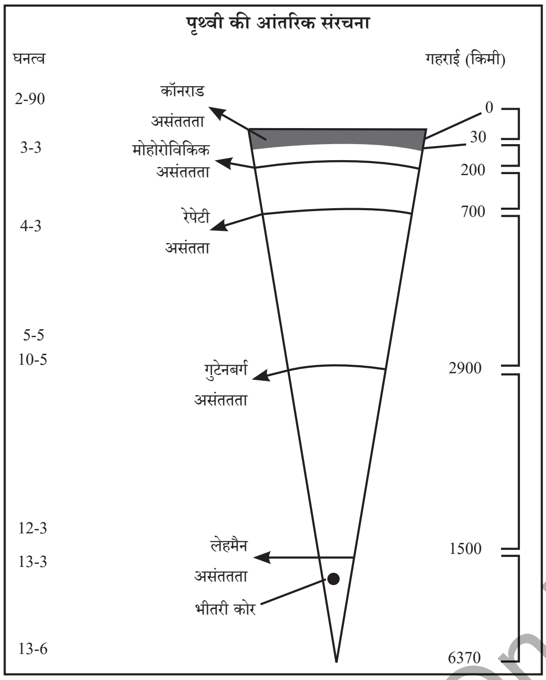
- **क्रांतिवृत्त तल (Ecliptic Plane):** सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की कक्षा वाला काल्पनिक तल, जो ग्रहण हेतु आवश्यक संरेखण के लिए आवश्यक है।
- **चंद्र ग्रहण के दौरान लाल चंद्रमा:** पृथ्वी का वायुमंडल सूर्य के प्रकाश को मोड़ देता है, जिससे नीला प्रकाश बाहर निकल जाता है और चंद्रमा लाल रंग से प्रकाशित हो जाता है।
- **दुर्लभता (Rarity)**: ग्रहण प्रत्येक माह नहीं होते क्योंकि चंद्रमा की कक्षा पृथ्वी की कक्षा के सापेक्ष झुकी हुई (~5°) है, इसलिए सही संरेखण दुर्लभ है। चंद्रमा के झुकाव के कारण, ग्रहण प्रत्येक अमावस्या या पूर्णिमा को नहीं होते। ये **ग्रहण के मौसम के दौरान होते हैं** जब चंद्रमा की कक्षा इन चरणों के दौरान क्रांतिवृत्त तल को पार करती है।



Search On TG: @arrna_pdf

2 पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी और संबंधित परिघटनाएँ

पृथ्वी की संरचना: पर्पटी, मेंटल और कोर



पर्पटी

पृथ्वी की सबसे बाहरी, कठोर परत **पर्पटी** (crust) है। यह ठोस और भंगुर होती है, और इसे निम्नलिखित भागों में विभाजित किया जा सकता है:

1. **महाद्वीपीय भूपर्पटी**:
    - **औसत मोटाई:** ~30 किमी (पर्वतीय क्षेत्रों में अधिक मोटी हो सकती है)।
    - **घनत्व:** ~2.7 ग्राम/सेमी^{3}।
    - **चट्टान का प्रकार:** अधिकांशतः ग्रेनाइट
    - **खनिज संरचना:** मुख्यतः सिलिका और एल्युमीनियम जैसे खनिजों से समृद्ध, जिन्हें सामूहिक रूप से सिआल (SIAL) के नाम से जाना जाता है।
    - **कॉनराड असांतत्य:** ऊपरी महाद्वीपीय भूपर्पटी को निचली भूपर्पटी से अलग करने वाली सीमा, जो चट्टान संरचना में बदलाव को दर्शाती है।
2. **महासागरीय पर्पटी**:
    - **औसत मोटाई:** महाद्वीपीय पर्पटी से पतली, लगभग 5 किमी
    - **घनत्व:** ~3 ग्राम/सेमी^{3}
    - **चट्टान का प्रकार:** अधिकांशतः बेसाल्ट, जो ग्रेनाइट महाद्वीपीय पर्पटी से अधिक सघन और युवा है
    - **खनिज संरचना:** मुख्यतः सिलिका और मैग्नीशियम, जिन्हें सामूहिक रूप से सिमा या सिमै (SIMA) कहा जाता है

- भूपर्पटी स्थलमंडल की ऊपरी परत का निर्माण करती है, जो ऊपरी मेंटल के साथ मिलकर भूकंप और प्लेट हलचल जैसी विवर्तनिक गतिविधियों के लिए जिम्मेदार होती है।

मेंटल

- मेंटल मोहोरोविक **असांतत्य** (मोहो) से 2,900 किलोमीटर की गहराई तक विस्तृत है। यह पृथ्वी के कुल आयतन के लगभग 84% हिस्से का गठन करता है तथा यह लौह और मैग्नीशियम से समृद्ध सिलिकेट चट्टानों से बना है।

1. **स्थलमंडल**:
    - स्थलमंडल में भूपर्पटी और मेंटल का सबसे ऊपरी भाग दोनों शामिल हैं। यह कठोर है और विवर्तनिक प्लेटों में विभाजित है, जो नीचे स्थित अधिक तरल दुर्बलतामंडल पर तैरती हैं।
    - इसकी मोटाई भिन्न-भिन्न होती है: 10-200 किमी, जो इस बात पर निर्भर करती है कि यह महासागरों के नीचे है या महाद्वीपों के नीचे।
2. **दुर्बलतामंडल**:
    - मेंटल के ऊपरी हिस्से को दुर्बलतामंडल कहा जाता है। इसका विस्तार 400 कि. मी. तक माना गया है। यह परत अर्ध-तरल, अत्यधिक चिपचिपी होती है, और लावा के स्रोत के रूप में कार्य करती है जो ज्वालामुखी विस्फोटों के कारण धरातल पर आता है। यह स्थलमंडल को "तैरने" और गति करने की अनुमति देकर प्लेट विवर्तनिकी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।
    - दुर्बलतामंडल कठोर स्थलमंडल की तुलना में अधिक गर्म और अधिक लचीला होता है।
3. **निचला मेंटल**:
    - दुर्बलतामंडल के नीचे स्थित, यह 2,900 किमी की गहराई तक फैला हुआ है। यद्यपि इस पर तीव्र दबाव होता है, लेकिन चरम स्थितियों के कारण यह ठोस बना हुआ है।
    - **रिपेटी असांतत्य** ऊपरी और निचले मेंटल के बीच संक्रमण को चिह्नित करती है। निचला मेंटल अधिक स्थिर होता है तथा प्लेट विवर्तनिकी में कम योगदान करता है, लेकिन ऊपरी मेंटल में ऊष्मा स्थानांतरण में योगदान देता है।

कोर

- कोर 2,900 किमी की गहराई से शुरू होता है और मुख्य रूप से लोहे और निकल से बना है, जिसे सामूहिक रूप से "निफे (NiFe)" परत कहा जाता है।

Search On TG: @apna_pdf

1. **बाह्य कोर**:
   - **अवस्था:** उच्च तापमान (~ 4,000-5,000 डिग्री सेल्सियस) के कारण यह तरल अवस्था में है, जो इस गहराई पर दबाव को नियंत्रित करने तथा लोहे और निकल को पिघली हुई अवस्था में रखने के लिए पर्याप्त है।
   - बाह्य कोर पिघले हुए लोहे और निकल की गति के माध्यम से पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र को उत्पन्न करने के लिए जिम्मेदार है (जियोडायनेमो प्रभाव)।
   - **गुटेनबर्ग असांतत्य:** निचले मेंटल को तरल बाह्य कोर से अलग करने वाली सीमा।
2. **आतंरिक कोर**:
   - **अवस्था:** ठोस, तापमान ~5,000-6,000°C तक पहुँचने के बावजूद, अत्यधिक दबाव के कारण कोर पिघलता नहीं है।
   - **लेहमैन असांतत्य:** बाह्य तरल कोर और ठोस आंतरिक कोर के बीच की सीमा। जैसे-जैसे ग्रह ठंडा होता जाएगा, ठोस आंतरिक कोर समय के साथ बढ़ता जाएगा।

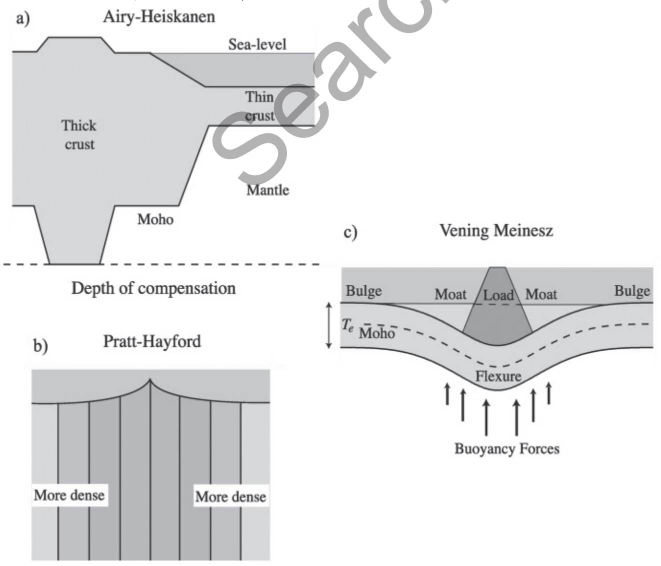
पृथ्वी के आंतरिक भाग का अध्ययन करने के स्रोत:

प्रत्यक्ष- सतही चट्टानें, ज्वालामुखी विस्फोट, गहरे समुद्र में ड्रिलिंग परियोजना आदि।

अप्रत्यक्ष- खनन गतिविधि, उल्का, गुरुत्वाकर्षण, चुंबकीय क्षेत्र और भूकंपीय गतिविधि।

समस्थितिकी

समस्थितिकी (Isostasy) पृथ्वी की पर्पटी और मेंटल के बीच गुरुत्वाकर्षण संतुलन की अवधारणा है। इससे पता चलता है कि पृथ्वी की पर्पटी नीचे सघन, अधिक तरल-जैसे मेंटल पर "तैरती" है, ठीक वैसे ही जैसे हिमखंड जल में तैरते हैं। यह संतुलन भूपर्पटी के विभिन्न भागों, जैसे महाद्वीपों और महासागरीय बेसिनों की सापेक्षिक ऊंचाइयों को बनाए रखता है।



चित्र: समस्थितिकी के मॉडल

1. **प्रैट का मॉडल (परिवर्तनशील घनत्व)**
   - समुद्र तल से नीचे भूपर्पटी ब्लॉकों की मोटाई एक समान होती है, लेकिन घनत्व भिन्न-भिन्न होता है।
   - कम घनत्व वाले क्षेत्र (महाद्वीप) ऊपर तैरते हैं, जबकि सघन क्षेत्र (महासागर) नीचे बैठ जाते हैं।
   - **उदाहरण:** महाद्वीपीय पर्पटी (ग्रेनाइट) , महासागरीय पर्पटी (बेसाल्ट) की तुलना में कम सघन है, जिसके कारण ऊँचाई में अंतर होता है।
2. **एरी का मॉडल (परिवर्तनीय मोटाई)**
   - समुद्र तल से नीचे भूपर्पटी ब्लॉकों का घनत्व एक समान होता है, लेकिन मोटाई भिन्न होती है।
   - पर्वतों जैसे मोटे क्षेत्रों की गहराई अधिक होती हैं और मेंटल तक फैली होती हैं।
   - उदाहरण: हिमालय की ऊँचाई को संतुलित करने के लिए इसकी गहराई अधिक होती है।
3. **वेनिंग माइनेज़ मॉडल (फ्लेक्सुरल** समस्थितिकी)
   - पृथ्वी का स्थलमंडल अलग-अलग ब्लॉकों के बजाय एक लचीली प्लेट की तरह व्यवहार करता है।
   - स्थलमंडल बड़े भार (जैसे, पर्वत या बर्फ की चादरें) के कारण झुक जाता है, जिससे व्यापक क्षेत्रीय प्रतिपूर्ति होती है।

पृथ्वी का संघटन

तत्व	द्रव्यमान के अनुसार प्रतिशत
आयरन (Fe)	32.10%
ऑक्सीजन (O)	30.10%
सिलिकॉन (Si)	15.10%
मैग्नीशियम (Mg)	13.90%
सल्फर (S)	2.90%
निकेल (Ni)	1.80%
कैल्शियम (Ca)	1.50%
एल्यूमिनियम (Al)	1.40%
अन्य तत्व	1.20%

महासागरीय बनाम महाद्वीपीय भूपर्पटी

पृथ्वी की कुल सतह का लगभग 98 प्रतिशत भाग **आठ तत्वों - ऑक्सीजन, सिलिकॉन, एल्युमीनियम, लोहा, कैल्शियम, सोडियम, पोटेशियम और मैग्नीशियम** से बना है।

Search on TG: @apna_pdf

महासागरीय पर्पटी		महाद्वीपीय पर्पटी	
तत्व	द्रव्यमान के अनुसार प्रतिशत	तत्व	द्रव्यमान के अनुसार प्रतिशत
ऑक्सीजन (O)	43.00%	ऑक्सीजन (O)	46.60%
सिलिकॉन (Si)	21.00%	सिलिकॉन (Si)	27.70%
एल्यूमिनियम (Al)	8.00%	एल्यूमिनियम (Al)	8.10%
आयरन (Fe)	7.00%	आयरन (Fe)	5.00%
मैग्नीशियम (Mg)	7.00%	कैल्शियम (Ca)	3.60%
कैल्शियम (Ca)	11.00%	सोडियम (Na)	2.80%
सोडियम (Na)	3.50%	पोटेशियम (K)	2.60%
अन्य तत्व	1.50%	मैग्नीशियम (Mg)	2.10%

अपनी संरचना और खनिज प्रकार के कारण महासागरीय पर्पटी महाद्वीपीय पर्पटी की तुलना में अधिक सघन है।

संघटन:

- महासागरीय पर्पटी मुख्य रूप से ओलिवाइन $(Mg, Fe)_2SiO_2$ और पाइरोक्सिन $(Mg, Fe)SiO_2$ जैसे मैफिक **(mafic)** खनिजों से बना है, जो लौह (Fe) और मैग्नीशियम (Mg) से समृद्ध हैं।
- महाद्वीपीय भूपर्पटी में मुख्य रूप से ग्रेनाइट जैसी फेल्सिक चट्टानें हैं, जिनमें क्वार्ट्ज (SiO_2) और फेल्डस्पार जैसे हल्के खनिज होते हैं, तथा सिलिकॉन और एल्युमीनियम भी प्रचुर मात्रा में होते हैं।

घनत्व:

- महासागरीय पर्पटी में मैफिक खनिजों की सघन परमाणु संरचना उच्च घनत्व में योगदान करती है, जो औसतन लगभग 3.0 ग्राम/सेमी³ होता है।
- इसके विपरीत, महाद्वीपीय पर्पटी में फेल्सिक खनिजों की कम सघनता और अधिक खुली संरचना के कारण औसत घनत्व लगभग 2.7 ग्राम/सेमी³ होता है।

गठन:

- महासागरीय पर्पटी का निर्माण मध्य महासागरीय कटकों पर मैग्मा के तेजी से ठंडा होने से होता है, जिससे बारीक दाने वाली, सघन बेसाल्टिक चट्टानें बनती हैं।
- महाद्वीपीय पर्पटी का निर्माण लम्बी अवधि में होता है और इसमें हल्के खनिज शामिल हो सकते हैं, जिसके परिणामस्वरूप इसकी संरचना अधिक मोटी तथा कम सघन हो जाती है।

कुल मिलाकर, महासागरीय पर्पटी का अधिक घनत्व, भारी तत्वों की अधिक मात्रा तथा महाद्वीपीय भूपर्पटी की तुलना में अधिक सघन खनिज संरचना के कारण है।

खनिजों का वर्गीकरण

खनिजों को मोटे तौर पर दो मुख्य श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है: सिलिकेट और गैर-सिलिकेट खनिज।

I. सिलिकेट खनिज

सिलिकेट खनिजों की विशेषता सिलिकॉन और ऑक्सीजन की उपस्थिति है। वे पृथ्वी की पर्पटी के अधिकांश हिस्से का निर्माण करते हैं और कई भूगर्भीय प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक हैं।

- **फेल्डस्पार्स**
  - **संरचना:** मुख्य रूप से सिलिकॉन, एल्यूमीनियम, सोडियम, पोटैशियम और कैल्शियम से बना है।
  - **गुण:** पृथ्वी की पर्पटी के लगभग 50% हिस्सा का निर्माण करता है।
  - **उपयोग:** सिरेमिक और काँच के उत्पादन में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।
- **क्वार्ट्ज**
  - **संरचना:** सिलिकॉन डाइऑक्साइड (SiO_2) से बना है।
  - **गुण:** रेत और ग्रेनाइट का महत्वपूर्ण घटक; कठोर और अपक्षय के प्रति प्रतिरोधी।
  - **उपयोग:** काँच बनाने और विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों में आवश्यक।
- **पाइरॉक्सीन**
  - **संरचना:** इसमें कैल्शियम, एल्युमिनियम, मैग्नीशियम, आयरन और सिलिका होता है।
  - **गुण:** आमतौर पर आग्नेय और कायाँतरित चट्टानों में पाया जाता है; अक्सर गहरे रंग का होता है।
  - **उपयोग:** भूगर्भीय संकेतक के रूप में उपयोग किया जाता है; चट्टान निर्माण को समझने में महत्वपूर्ण है।
- **एम्फिबोल**
  - **संरचना:** इसमें एल्युमिनियम, कैल्शियम, सिलिका, आयरन और मैग्नीशियम शामिल हैं।
  - **गुण:** गहरे रंग का।
  - **उपयोग:** ऐतिहासिक रूप से एस्बेस्टस उद्योग में इसका उपयोग किया जाता था, हालाँकि स्वास्थ्य जोखिमों के कारण आज इसका उपयोग सीमित है।
- **अभ्रक**
  - **संरचना:** इसमें पोटेशियम, एल्युमिनियम, मैग्नीशियम, आयरन और सिलिका शामिल हैं।
  - **गुण:** इसकी विशेषता यह है कि यह पूरी तरह से विभाजित हो जाता है, जिससे इसे पतली चादरों में बदला जा सकता है।
  - **उपयोग:** इसके इन्सुलेटिंग गुणों के कारण विद्युत उपकरणों और सौंदर्य प्रसाधनों में इसका उपयोग किया जाता है।
- **ओलीवाइन**
  - **संरचना:** मैग्नीशियम, लोहा और सिलिका से बना है।
  - **गुण:** आम तौर पर जैतूनी हरे रंग का होता है; उच्च गलनांक होता है।
  - **उपयोग:** आभूषण उद्योग में मूल्यवान; बेसाल्टिक चट्टानों में पाया जाता है।

Search On TG: @apna_pdf

II. गैर-सिलिकेट खनिज

गैर-सिलिकेट खनिजों में सिलिकॉन-ऑक्सीजन टेट्राहेड्रा नहीं होता है। इन्हें आगे धात्विक और अधात्विक खनिजों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

- **धात्विक खनिज**:
  - इनमें धातु की महत्वपूर्ण मात्रा होती है और ये विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए आवश्यक हैं।
  - **कीमती धातुएँ:** सोना, चाँदी, प्लेटिनम, आदि।
  - **उपयोग:** उच्च आर्थिक मूल्य; आभूषण, इलेक्ट्रॉनिक्स और निवेश परिसंपत्तियों के रूप में उपयोग किया जाता है।
  - **लौह धातुएँ:** लोहा और मिश्र धातुएँ (जैसे, स्टील)।
  - **उपयोग:** निर्माण और विनिर्माण में आधारभूत सामग्री।
  - **अलौह धातुएँ:** इसमें तांबा, सीसा, जस्ता, टिन, एल्युमीनियम आदि शामिल हैं।
  - **उपयोग:** विद्युत तारों के लिए तांबा, हल्के ढाँचों के लिए एल्युमीनियम, तथा बैटरियों में सीसा।
- **गैर-धात्विक खनिज**:
  - इनमें धातु नहीं होती और इनके कई उपयोग हैं।
  - **उदाहरण:** सल्फर, फॉस्फेट, नाइट्रेट।
  - **उपयोग:** कृषि उर्वरकों में सल्फर, फॉस्फेट और सीमेंट उत्पादन (गैर-धात्विक खनिजों का मिश्रण)।

चट्टानें

परिभाषा: चट्टानें एक या एक से अधिक खनिजों या खनिज पदार्थों का प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला समूह होती हैं। इनमें बनावट, कठोरता और रंग सहित परिवर्तनशील भौतिक गुण होते हैं, और इनकी कोई निश्चित रासायनिक संरचना नहीं होती। चट्टानों का अध्ययन शैल विज्ञान के अंतर्गत किया जाता है।

चट्टानों के प्रकार

चट्टानों को उनकी निर्माण प्रक्रिया के आधार पर मुख्यतः तीन श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है: **आग्नेय, अवसादी** और **कायाँतरित।**

1. आग्नेय चट्टानें

गठन: आग्नेय चट्टानें पिघले हुए पदार्थ के दृढ़ीभवन से बनती हैं, जिसे मैग्मा (सतह के नीचे) या लावा (सतह पर) कहते हैं। इस पिघली हुई चट्टान की शीतलन दर आग्नेय चट्टान के भीतर क्रिस्टल के आकार को निर्धारित करती है:

- **धीमी गति से ठंडा होना:** इसके परिणामस्वरूप बड़े आकार के क्रिस्टल बनते हैं, जो कि अंतर्वेधी आग्नेय चट्टानों की विशेषता है।
- **तीव्र शीतलन:** इससे क्रिस्टल छोटे या अदृश्य हो जाते हैं, जो बहिर्वेधी आग्नेय चट्टानों की विशेषता है।

मैग्मा के प्रकार:

1. **फेल्सिक मैग्मा:** इसमें सिलिका (SiO_2) की मात्रा अधिक होती है, रंग सामान्यतः हल्का होता है; इसकी संरचना में लगभग 70% SiO_2 होता है।
2. **मध्यवर्ती मैग्मा:** इसमें लगभग 55-65% SiO_2 होता है; इसके गुण फेलसिक और मैफिक के बीच के होते हैं।
3. **मैफ़िक मैग्मा:** इसमें सिलिका कम (लगभग 45-55% SiO_2) तथा आयरन और मैग्नीशियम अधिक होता है; रंग आमतौर पर गहरा होता है।
4. **अल्ट्रामैफ़िक मैग्मा:** इसमें सिलिका बहुत कम (45% SiO_2 से कम) और मैग्नीशियम तथा आयरन अधिक होता है, तथा इसमें अक्सर ओलिवाइन भी होता है।

वर्गीकरण:

- **अंतर्वेधी आग्नेय चट्टानें:** पृथ्वी की सतह के नीचे मैग्मा का ठोस रूप में जमना। उनके बड़े खनिज कण धीमी गति से ठंडे होते हैं।
- **उदाहरण:**
  - **ग्रेनाइट:** यह क्वार्ट्ज (SiO_2) और फेल्डस्पार से समृद्ध एक मोटे दाने वाली चट्टान है, जिसका उपयोग अक्सर निर्माण कार्यों में किया जाता है।
  - **गैब्रो:** एक गहरे रंग की, मोटे दाने वाली चट्टान, रासायनिक रूप से बेसाल्ट के समान, जो आमतौर पर समुद्री पर्पटी में पाई जाती है।
  - **पेग्मेटाइट:** इसमें असाधारण रूप से बड़े क्रिस्टल होते हैं तथा दुर्लभ खनिज भी शामिल हो सकते हैं।
- **बहिर्वेधी आग्नेय चट्टानें:** ये लावा से बनती हैं जो सतह पर पहुँचने पर जल्दी ठंडा हो जाता है।
- **उदाहरण:**
  - **बेसाल्ट:** एक महीन दाने वाली, गहरे रंग की चट्टान (लगभग 50% SiO_2), जो समुद्र तल का अधिकांश भाग निर्मित करती है।
  - **एँडेसाइट:** संरचना में मध्यवर्ती, अक्सर ज्वालामुखीय चापों (लगभग 60% SiO_2) में पाई जाती है।
- **ज्वालामुखी चाप:** चाप ज्वालामुखी एक ज्वालामुखी है जो ज्वालामुखी की एक श्रृंखला का हिस्सा होता है जो एक निम्नस्खलन क्षेत्र (subduction zone) के समानांतर होता है। ये श्रृंखलाएँ सैकड़ों या हज़ारों मील लंबी हो सकती हैं।
  - **रायोलाइट:** एक हल्के रंग की, बारीक दाने वाली चट्टान (70% से ज़्यादा SiO_2), जो सिलिका से भरपूर होती है।

आग्नेय चट्टानों की विशेषताएँ:

- **कठोरता:** क्रिस्टलीय संरचना के कारण आम तौर पर कठोर और टिकाऊ।
- **गैर-जीवाश्म:** इसमें जीवाश्म नहीं होते क्योंकि ये पिघली हुई सामग्री से बनती हैं।
- **पारगम्यता:** खनिज कणों के आपस में कसकर जुड़े होने के कारण आम तौर पर अभेद्य होती हैं।
- **अपक्षय प्रतिरोध:** तलछटी चट्टानों की तुलना में रासायनिक अपक्षय से कम प्रभावित।

रासायनिक संरचना वर्गीकरण:

- **अम्लीय चट्टानें:** सिलिका (SiO_2) की मात्रा अधिक होती है; रंग हल्का होता है (जैसे, ग्रेनाइट)।
- **क्षारीय चट्टानें:** लौह (Fe) और मैग्नीशियम (Mg) की अधिकता; रंग गहरा (जैसे, बेसाल्ट)।
- **फेल्सिक चट्टानें:** फेल्डस्पार ($KAlSi2O_2$) और क्वार्ट्ज में समृद्ध; आम तौर पर हल्के रंग की।

Search On TG: @apna_pdf

- **मैफिक चट्टानें:** मैग्नीशियम (Mg) और आयरन (Fe) में समृद्ध; आम तौर पर गहरे रंग की।
- **अल्ट्रामैफिक चट्टानें:** मैग्नीशियम और लौह की अत्यधिक मात्रा; उदाहरणार्थ, पेरीडोटाइट।

2. अवसादी चट्टानें

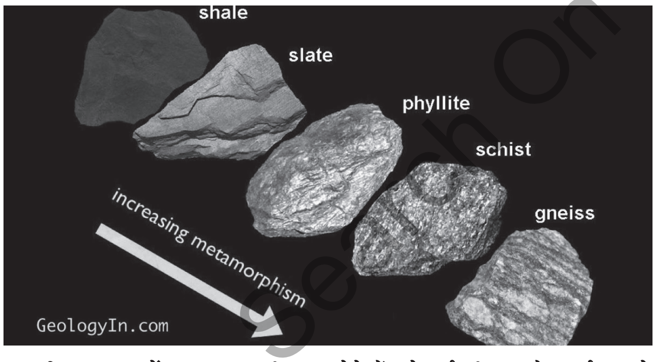
गठन: अवसादी चट्टानें पहले से मौजूद चट्टानों, जैविक गतिविधि या रासायनिक वर्षा से उत्पन्न तलछट के संचय, संघनन और संयोजन से उत्पन्न होती हैं। इस प्रक्रिया को शिलीभवन (**lithification**) के रूप में जाना जाता है।

प्रकार:

- **याँत्रिक रूप से निर्मित:** चट्टान के टुकड़ों और खनिज कणों से निर्मित।
  - **उदाहरण:** बलुआ पत्थर (रेत से निर्मित), कॉन्ग्लोमरेट (गोलाकार बजरी), शेल (संपीड़ित मिट्टी)।
- **जैविक रूप से निर्मित:** जैविक प्रक्रियाओं या कार्बनिक पदार्थों के संचय से निर्मित।
  - **उदाहरण:**
  - **चाक:** समुद्री जीवों के कैल्केरियस अवशेषों ($CaCO_3$) से बना।
  - **चूना पत्थर:** प्रायः प्रवाल भित्तियों और सीपों ($CaCO_3$) से निर्मित।
  - **कोयला:** प्राचीन वनस्पति अवशेषों से निर्मित।
- **रासायनिक रूप से निर्मित:** खनिजों के रासायनिक अवक्षेपण का परिणाम।
- **उदाहरण:**
  - **सेंधा नमक:** वाष्पित समुद्री जल (NaCl) से निर्मित।
  - **चर्ट:** सिलिकायुक्त जीवों या रासायनिक प्रक्रियाओं (SiO_2) से निर्मित।

अवसादी चट्टानों की विशेषताएँ:

- **परत:** अलग-अलग परतों (स्तर) द्वारा अभिलक्षित, निक्षेपण के वातावरण को इंगित करता है।



- **जीवाश्म:** इनमें सामान्यतः जीवाश्म होते हैं, जो पूर्व जीवन और पर्यावरण के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं।
- **पारगम्यता:** प्रायः छिद्रयुक्त और पारगम्य होती हैं, जिससे तरल पदार्थ का प्रवाह होता रहता है, जो भूजल और हाइड्रोकार्बन भण्डारों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है।

3. कायाँतरित चट्टानें

गठन: कायाँतरित चट्टानें, विद्यमान चट्टानों (आग्नेय, अवसादी या अन्य कायाँतरित चट्टानों) के कायाँतरण द्वारा परिवर्तन से बनती हैं। कायाँतरण एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें ऊष्मा, दबाव और रासायनिक रूप से सक्रिय तरल पदार्थ शामिल होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप पुनःक्रिस्टलीकरण और खनिज संबंधी परिवर्तन होते हैं।

प्रकार:

- **पर्णित कायाँतरित चट्टानें:** दिशात्मक दबाव के कारण स्तरित या धारीदार दिखती हैं।
  - **नीस:** हल्के और गहरे खनिजों की पट्टियाँ प्रदर्शित करती है।
  - **शिस्ट:** इसमें बड़े, दृश्यमान खनिज (जैसे, अभ्रक) शामिल हैं।
  - **स्लेट:** यह शैल से उत्पन्न एक महीन दाने वाली चट्टान है, जिसकी विशेषता यह है कि यह पतली परतों में विभाजित हो जाती है।
- **गैर-पर्णित कायाँतरित चट्टानें:** इनमें स्तरित स्वरूप का अभाव होता है तथा बनावट भी आमतौर पर एक समान होती है।
  - **उदाहरण:**
  - **संगमरमर:** चूना पत्थर से निर्मित; मुख्य रूप से कैल्साइट ($CaCO_3$) से निर्मित।
  - **क्वार्टजाइट:** बलुआ पत्थर से निर्मित; मुख्य रूप से क्वार्ट्ज (SiO_2) से निर्मित है।

कायाँतरित चट्टानों की विशेषताएँ:

- **बनावट:** पुनःक्रिस्टलीकरण के कारण बहुत चिकनी हो सकती है।
- **रंग परिवर्तनशीलता:** खनिज संरचना के आधार पर रंगों की विस्तृत श्रृंखला।
- **जीवाश्म अनुपस्थिति:** उच्च तापमान और दबाव की स्थिति के कारण इसमें जीवाश्म बहुत कम पाए जाते हैं।

कायाँतरण प्रक्रियाएँ:

- **गतिशील कायाँतरण:** महत्वपूर्ण रासायनिक परिवर्तनों के बिना यांत्रिक बलों और अपरूपण तनाव के परिणामस्वरूप।
- **ऊष्मीय कायाँतरण:** बढ़े हुए तापमान के कारण परिवर्तन, अक्सर आग्नेय अंतर्वेधी के निकट।
- **संपर्क कायाँतरण:** यह तब होता है जब चट्टानें पास के पिघले हुए मैग्मा से गर्म हो जाती हैं, जिससे स्थानीय परिवर्तन होते हैं।
- **क्षेत्रीय कायाँतरण:** इसमें विवर्तनिक बलों के कारण बड़े पैमाने पर परिवर्तन होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप अक्सर पर्वत निर्माण की प्रक्रिया होती है।

चट्टान कायांतरण तालिका:

मूल चट्टान	कायाँतरित चट्टान
ग्रेनाइट (आग्नेय)	नीस (Gneiss)
बेसाल्ट (आग्नेय)	हॉर्नब्लेंड (Hornblende)
चूना पत्थर (अवसादी)	संगमरमर
कोयला (अवसादी)	ग्रेफाइट
बलुआ पत्थर (अवसादी)	क्वार्टजाइट
शेल (अवसादी)	स्लेट

चट्टान चक्र

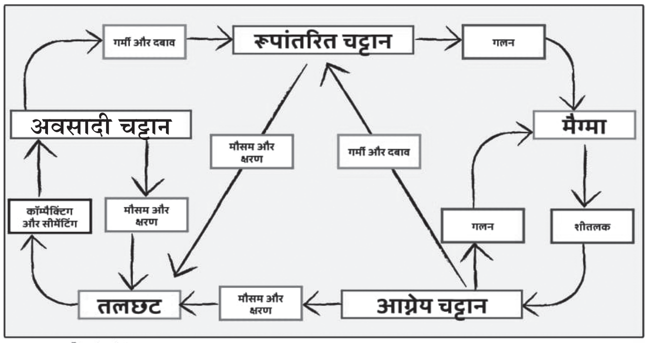
चट्टान चक्र एक सतत प्रक्रिया है जो विभिन्न भूगर्भीय प्रक्रियाओं के माध्यम से चट्टानों के परिवर्तन का वर्णन करती है, जिसमें आग्नेय, अवसादी और कायाँतरित चरण शामिल हैं:

1. **अपक्षय और अपरदन:** विद्यमान चट्टानें तलछट में टूट जाती हैं।

Search On TG: @apna_pdf

2. **अवसादन:** तलछट एकत्रित होते हैं और शिलारूपण से होकर अवसादी चट्टानें बनाते हैं।
3. **कायाँतरण:** अवसादी या आग्नेय चट्टानें गर्मी और दबाव के अधीन होती हैं, जिससे कायाँतरित चट्टानें बनती हैं।

रॉक चक्र



4. **गलन:** कायाँतरित या आग्नेय चट्टानें पिघलकर मैग्मा बना सकती हैं।
5. **शीतलन और दृढ़ीभवन:** मैग्मा ठंडा होकर नई आग्नेय चट्टानें बनाता है।

महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत

अल्फ्रेड वेगेनर और पैंजिया

1912 में, जर्मन मौसम विज्ञानी और भूभौतिकीवेत्ता अल्फ्रेड वेगेनर ने महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत का प्रस्ताव रखा, जिसके अनुसार महाद्वीप कभी पैंजिया नामक एक एकल महाद्वीप का हिस्सा थे, जो पैंथलासा नामक एक विशाल महासागर से घिरा हुआ था। वेगेनर की परिकल्पना कई प्रमुख बिंदुओं पर केंद्रित थी:

- **सुपरकॉन्टिनेंट चक्र:** पैंजिया लगभग 200 मिलियन वर्ष पहले अस्तित्व में आया और दो प्रमुख भू-भागों में विभाजित होना शुरू हुआ: उत्तर में लॉरेशिया (अंगारालैंड) और दक्षिण में गोंडवानालैंड।
- **महाद्वीपीय गति:** लाखों वर्षों में, ये भू-भाग विखंडित होकर महाद्वीप बन गए जिन्हें हम आज जानते हैं।

महाद्वीपीय विस्थापन को प्रेरित करने वाले बल

वेगेनर ने कई बलों का प्रस्ताव दिया जो महाद्वीपीय गति को प्रभावित करते हैं:

- **ध्रुव-पलायन बल:** पृथ्वी के घूर्णन के कारण उत्पन्न होने वाला अपकेन्द्रीय प्रभाव महाद्वीपों को ध्रुवों से बाहर की ओर धकेलता है।
- **ज्वारीय बल:** चंद्रमा और सूर्य का गुरुत्वाकर्षण प्रभाव ज्वारीय बल उत्पन्न करता है जो भूभागों की स्थिति को सूक्ष्म रूप से बदल सकता है।

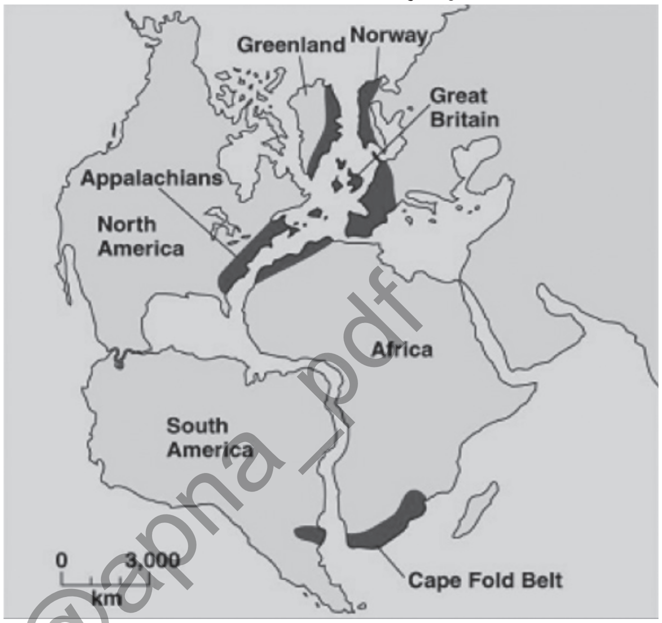
जैविक विकास पर प्रभाव

भूभागों के पृथक्करण ने जीवों के विकास और वितरण को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित किया। उदाहरण के लिए, जीवाश्म साक्ष्यों से पता चलता है कि महाद्वीपों के बीच समान प्रजातियाँ पाई जाती हैं, जो अब महासागरों द्वारा अलग हो गई हैं, जिससे यह पता चलता है कि उनके अलग होने से पहले उनकी वंशावली समान थी [UPSC-2014]। यह विचार जैवभूगोल और प्रजातियों के वितरण को समझने में महत्वपूर्ण है।

महाद्वीपीय विस्थापन का समर्थन करने वाले साक्ष्य

महाद्वीपों का मिलान

महाद्वीपीय विस्थापन के सबसे सम्मोहक साक्ष्यों में से एक है तटरेखाओं का जिगसॉ फिट, विशेष रूप से अफ्रीका और दक्षिण अमेरिका के बीच। इन तटरेखाओं के संरेखण से पता चलता है कि वे कभी आपस में जुड़ी हुई थीं।



भूगर्भीय समानताएँ

- **समान आयु की चट्टानें:** एक उल्लेखनीय उदाहरण में ब्राजील में 2,000 मिलियन वर्ष पुरानी चट्टान संरचना शामिल है, जो पश्चिमी अफ्रीका की संरचनाओं के साथ भूगर्भीय विशेषताओं को साझा करती है, जो यह दर्शाता है कि वे कभी एक ही भूभाग का हिस्सा थे।
- **टिलाइट:** गोंडवानालैंड में पाए गए हिमनदीय निक्षेपों (टिलाइट्स) से निर्मित अवसादी चट्टानें बताती हैं कि ये महाद्वीप आपस में जुड़े हुए थे। भारतीय टिलाइट्स के समकक्ष अफ्रीका, मेडागास्कर और अंटार्कटिका में भी पाए जाते हैं, जो साझा भूगर्भीय इतिहास को दर्शाते हैं।

जीवाश्म वितरण

लीमर जैसी विशिष्ट प्रजातियों के जीवाश्म वर्तमान भारत, मेडागास्कर और अफ्रीका में पाए जाते हैं, हालांकि ये क्षेत्र अब विशाल महासागरों द्वारा अलग हो गए हैं। जीवाश्मों का यह वितरण इस विचार का समर्थन करता है कि ये महाद्वीप कभी जुड़े हुए थे।

प्लेसर निक्षेप

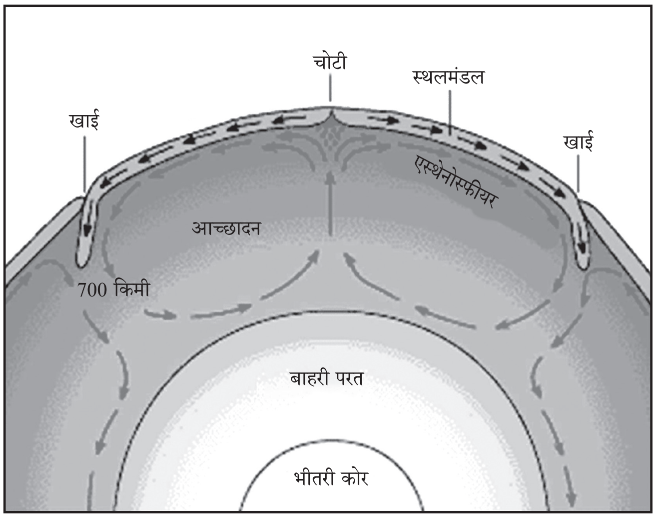
घाना के तट पर सोने जैसे प्लेसर निक्षेपों का अस्तित्व, पास में सोने के स्रोत चट्टानों की अनुपस्थिति के बावजूद, ब्राजील के पठार जैसे क्षेत्रों के साथ एक साझा भूगर्भीय इतिहास को इंगित करता है, जहाँ समान सोना युक्त शिराएँ पाई जाती हैं।

विस्थापन सिद्धांत के पश्चात् और तंत्र

संवहन धारा सिद्धांत

1930 के दशक में आर्थर होम्स ने प्रस्तावित किया था कि पृथ्वी के मेंटल के अंदर संवहन धाराएँ विवर्तनिक प्लेटों की गति को संचालित करती हैं। ये धाराएँ मेंटल में तत्वों के रेडियोधर्मी क्षय के कारण उत्पन्न तापीय अंतर से उत्पन्न होती हैं। तंत्र को इस प्रकार वर्णित किया जा सकता है:

Search On TG: @apna_pdf



- **ऊष्मा उत्पादन**: यूरेनियम और थोरियम जैसे रेडियोधर्मी समस्थानिक, मेंटल के भीतर विघटित होकर ऊष्मा उत्पन्न करते हैं।
- **मेंटल संवहन**: गर्म हुआ पदार्थ कम सघन हो जाता है और सतह की ओर उठता है, ठंडा होता है, और फिर निमज्जित हो जाता है, जिससे एक चक्रीय प्रवाह पैटर्न बनता है।

समुद्रतल प्रसार की अवधारणा

समुद्रतल प्रसार वह प्रक्रिया है जिसमें मध्य-महासागरीय कटकों पर नई समुद्री परत बनती है तथा गहरे समुद्र की खाइयों (Trenches) में नष्ट हो जाती है। 1960 के दशक में हैरी हेस द्वारा पहली बार प्रस्तावित यह अध्ययन बताता है कि किस प्रकार महासागरीय बेसिन विवर्तनिक गतिविधि के माध्यम से फैलते और सिकुड़ते हैं।

हेस की समुद्रतल प्रसार परिकल्पना

1. **नई पर्पटी का निर्माण:** मध्य महासागरीय कटकों पर ज्वालामुखी विस्फोटों के कारण पर्पटी में दरारें पड़ जाती हैं। मैग्मा ऊपर उठता है और नई बेसाल्टिक पर्पटी बनाता है, जो धीरे-धीरे पुरानी पर्पटी को कटक से दूर धकेलता है।
2. **महासागर तल का विस्तार:** जैसे-जैसे नई पर्पटी बनती है, महासागर तल फैलता है। यह गति कन्वेयर बेल्ट की तरह काम करती है, जो पुरानी पर्पटी को बाहर की ओर धकेलती है।
3. **महासागरीय पर्पटी का विनाश:** पुरानी महासागरीय पर्पटी गहरी समुद्री खाइयों में मेंटल में समा जाती है, जिससे कटकों पर नई पर्पटी के निर्माण को संतुलित किया जाता है। महासागरीय पर्पटी का यह पुनर्चक्रण पृथ्वी की सतह को फैलने से रोकता है।

ऊष्मा स्रोत और संचालन तंत्र

समुद्र तल के विस्तार को बढ़ावा देने वाली ऊष्मा पृथ्वी के आंतरिक भाग में रेडियोधर्मी क्षय से उत्पन्न होती है। यह ऊष्मा मेंटल में संवहन धाराएँ उत्पन्न करती है, जिससे विवर्तनिक प्लेटों की गति होती है। मध्य महासागरीय कटकों पर ऊपर उठती गर्म सामग्री और अध:पतन क्षेत्रों पर निमज्जित ठंडी सामग्री, भूपर्पटी निर्माण और विनाश का एक चक्र बनाती है।

समुद्रतल विस्तार का समर्थन करने वाले प्रमुख अवलोकन

1. **ज्वालामुखी गतिविधि:** मध्य महासागरीय कटकों पर लगातार विस्फोटों के कारण नई पर्पटी का निर्माण होता है, क्योंकि मैग्मा ऊपर उठता है, ठंडा होता है, तथा बेसाल्टिक चट्टान में ठोस रूप में परिवर्तित हो जाता है।
2. **महासागरीय चट्टानों की आयु:** मध्य महासागरीय कटक के सबसे नज़दीक की चट्टानें नवीन होती हैं, जबकि पुरानी चट्टानें दूर पाई जाती हैं। यह पैटर्न, सममित चुंबकीय ध्रुवता के साथ, समुद्र तल के विस्तार का समर्थन करता है। इन चट्टानों के ठंडा होने पर इनमें चुंबकीय उत्क्रमण देखा गया है, जो उस समय पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के साथ संरेखित हो जाता है।
3. **पतले महासागरीय तलछट:** महासागरीय तल में तलछट की परतें अपेक्षाकृत पतली हैं, जो यह दर्शाता है कि महासागरीय पर्पटी लगातार नवीनीकृत होती रहती है और अपेक्षाकृत युवा है।
4. **भूकंपीय गतिविधि:** उथले भूकंप मध्य-महासागरीय कटकों के पास आते हैं, जबकि गहरे भूकंप गहरे समुद्री खाइयों के पास दर्ज किए जाते हैं, जहाँ पुरानी पर्पटी वापस मेंटल में समा जाती है।

समुद्र तल प्रसार से जुड़ी प्रमुख भूगर्भिक विशेषताएँ

1. **मध्य महासागरीय कटक:** समुद्र तल पर प्रसार वाले स्थानों पर अपसारी सीमाओं पर निर्मित जल निमज्जित पर्वत श्रृंखलाएँ, जैसे कि मध्य अटलांटिक कटक।
2. **गहरे समुद्र की खाइयाँ:** यह उन अभिसारी सीमाओं पर निर्मित होता है जहाँ समुद्री पर्पटी अवतलित होता है, जैसे मेरियाना ट्रेंच।
3. **चुंबकीय पट्टी:** समुद्र तल पर चुंबकीय पट्टियों के सममित पैटर्न पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के उत्क्रमण को रिकॉर्ड करते हैं, जो समुद्र तल के प्रसार का ठोस साक्ष्य प्रदान करते हैं।

प्लेट विवर्तनिकी: सिद्धांत और आयाम

विवर्तनिक प्लेटें ठोस चट्टान की बड़ी, कठोर स्लैब हैं जो पृथ्वी के स्थलमंडल का निर्माण करती हैं, जिसमें महाद्वीपीय और महासागरीय दोनों पर्पटी शामिल हैं। ये प्लेटें अपने नीचे अर्ध-तरल दुर्बलतामंडल पर तैरती हैं।

प्रमुख और लघु प्लेटें

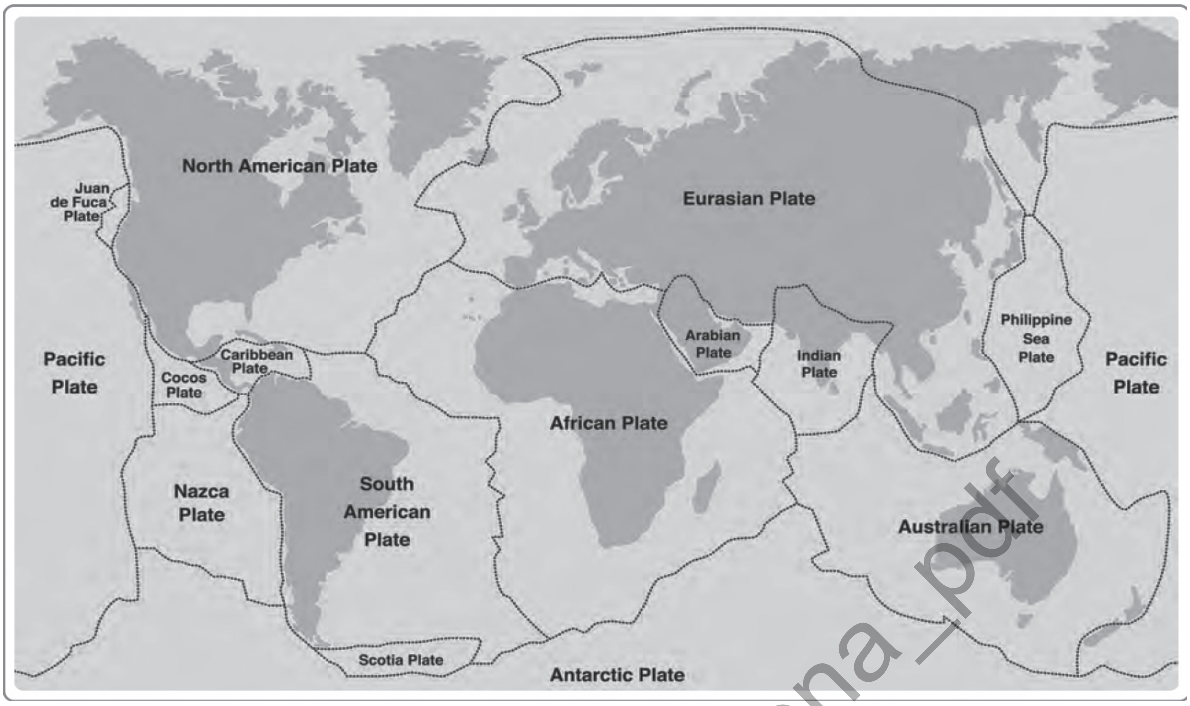
- **वृहद् प्लेटें: उत्तरी अमेरिकी प्लेट, दक्षिण अमेरिकी प्लेट, यूरेशियन प्लेट, अफ्रीकी प्लेट, प्रशांत प्लेट, भारतीय-ऑस्ट्रेलियाई प्लेट और अंटार्कटिक प्लेट** शामिल हैं।
- **छोटी प्लेटें: कोकोस प्लेट, नाज़का प्लेट, अरेबियन प्लेट और फिलीपीन प्लेट** शामिल हैं।

प्लेट संचलन के तंत्र

विवर्तनिक प्लेटों की गति मुख्य रूप से मेंटल में संवहन धाराओं द्वारा संचालित होती है, जो कि:

- **ऊष्मा उत्पादन:** पृथ्वी के अंदर रेडियोधर्मी क्षय से ऊष्मा उत्पन्न होती है, जिसके कारण मेंटल पदार्थ ऊपर उठता है।
- **स्लैब पुल और रिज पुश**: जैसे-जैसे प्लेटें अपसारी सीमाओं पर अलग होती जाती हैं, नई सामग्री ऊपर उठती है, जिससे महासागरीय पर्पटी का निर्माण होता है, जिसके परिणामस्वरूप मध्य-महासागरीय कटकों पर धक्का (रिज पुश) लगता है। इसके विपरीत, अवतलन प्लेट का भार शेष प्लेट को नीचे की ओर खींचता है (स्लैब पुल)।

Search on TG: @apna_pdf

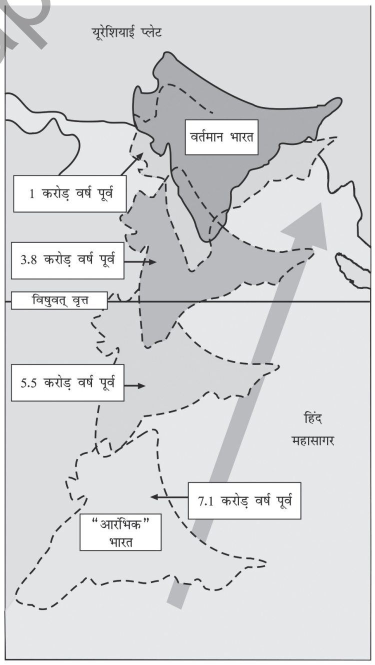


प्लेट सीमाओं के प्रकार

1. **अपसारी सीमाएँ:** प्लेटें एक दूसरे से विपरीत दिशा में गति करती हैं, जिससे नई पर्पटी बनती है। इसका एक प्रमुख उदाहरण मध्य-अटलांटिक कटक है, जहाँ उत्तरी अमेरिकी और यूरेशियन प्लेटें अलग-अलग विस्थापित हो जाती हैं।
2. **अभिसारी सीमाएँ:** प्लेटें आपस में टकराती हैं, जिससे विभिन्न भूगर्भीय परिणाम सामने आते हैं, जो प्लेटों के प्रकार पर निर्भर करते हैं:
    - **महासागरीय-महासागरीय अभिसरण:** द्वीप चाप बनाता है (उदाहरण के लिए, एल्युशियन द्वीप)।
    - **महासागरीय-महाद्वीपीय अभिसरण:** सघन महासागरीय प्लेट नीचे की ओर खिसकती है, जिससे पर्वत बनते हैं (उदाहरण के लिए, एँडीज)।
    - **महाद्वीपीय-महाद्वीपीय अभिसरण:** दोनों प्लेटें उत्प्लावक होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप वलित पर्वत बनते हैं (उदाहरण के लिए, हिमालय)।
3. **रूपांतरित सीमाएँ:** प्लेटें पर्पटी का निर्माण या विनाश किए बिना एक दूसरे के ऊपर से क्षैतिज रूप से खिसकती हैं। कैलिफ़ोर्निया में सैन एँड्रियास भ्रंश इस सीमा का उदाहरण है।

भारतीय प्लेट की गति

- **प्राचीन स्थिति:** लगभग 225 मिलियन वर्ष पहले, भारत ऑस्ट्रेलियाई तट से दूर एक द्वीप के रूप में स्थित था, और एक विशाल महासागर (जिसे टेथिस सागर कहा जाता है) भारत को एशियाई महाद्वीप से अलग करता था।
- **उत्तर की ओर गति:** लगभग 200 मिलियन वर्ष पहले, भारत ने उत्तर की ओर अपनी यात्रा शुरू की, अंततः लगभग 40-50 मिलियन वर्ष पहले एशिया से टकराया, जिससे हिमालय का तेजी से उत्थान हुआ।



भारतीय प्लेट की प्रमुख प्लेट सीमाएँ

- **उत्तरी सीमा:** यूरेशियन प्लेट के साथ अभिसारी सीमा, जिससे हिमालय का निर्माण हुआ।
- **पश्चिमी सीमा:** अरब प्लेट के साथ अभिसारी सीमा, जिससे ज़ाग्रोस पर्वत का निर्माण हुआ।
- **पूर्वी सीमा:** बर्मी प्लेट के साथ अभिसारी सीमा, जिसके परिणामस्वरूप अराकान योमा का निर्माण हुआ।
- **दक्षिणी सीमा:** ऑस्ट्रेलियाई प्लेट के साथ अपसारी सीमा, जिससे हिंद महासागर कटक का निर्माण हुआ।

Search On TG: @apna_pdf

महत्वपूर्ण भूगर्भीय घटनाएँ

- **दक्कन ट्रैप का निर्माण:** लगभग 60 मिलियन वर्ष पूर्व, व्यापक ज्वालामुखी गतिविधि के परिणामस्वरूप दक्कन ट्रैप का निर्माण हुआ, जो भारत में एक बड़ा ज्वालामुखी प्रदेश है।
- **उत्तर की ओर निरन्तर गति:** भारतीय और यूरेशियाई प्लेटों के बीच चल रही टक्कर के कारण इस क्षेत्र में लगातार भूकंपीय गतिविधियाँ हो रही हैं, जिससे भूकंप का खतरा बढ़ गया है।

मैग्मा, लावा और ज्वालामुखी

मैग्मा को इसकी सिलिका (SiO_2) सामग्री के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है, जो इसकी श्यानता (प्रवाह के प्रति प्रतिरोध), विस्फोट शैली और इससे निर्मित चट्टानों के प्रकार को निर्धारित करती है। ज्वालामुखी विस्फोट में पाइरोक्लास्टिक मलबा, राख और धूल, नाइट्रोजन यौगिक और सल्फर यौगिक शामिल होते हैं। **[यूपीएससी-2024]**

1. **फ़ेलसिक मैग्मा**:
    - **सिलिका सामग्री**: उच्च (>65%)।
    - **श्यानता**: उच्च, गाढ़ा और धीमी गति से बहने वाला।
    - **तापमान**: निम्न (600-850°C)।
    - **गैसें**: उच्च गैस सामग्री (जल वाष्प, CO_2), विस्फोटक विस्फोट का कारण बनती है।
    - **चट्टानों का निर्माण**: **ग्रेनाइट** (अंतर्वेधी), **रायोलाइट** (अंतर्वेधी)
    - **उदाहरण**: **येलोस्टोन काल्डेरा**
2. **इंटरमीडिएट मैग्मा**:
    - **सिलिका सामग्री**: मध्यम (55-65%)।
    - **श्यानता**: मध्यवर्ती।
    - **तापमान**: 800-1000°C.
    - **गैसें**: मध्यम गैस सामग्री
    - **चट्टानों का निर्माण**: **एन्डेसाइट** (बहिर्वेधी), **डायोराइट** (अंतर्वेधी)
    - **उदाहरण**: **माउंट सेंट हेलेन्स**
3. **मैफ़िक मैग्मा**:
    - **सिलिका सामग्री**: निम्न (45-55%)
    - **श्यानता**: निम्न, बहने वाला
    - **तापमान**: उच्च (950-1200°C)
    - **गैसें**: निम्न गैस सामग्री
    - **चट्टानों का निर्माण**: **बेसाल्ट** (बहिर्वेधी), **गैब्रो** (अंतर्वेधी)
    - **उदाहरण**: **हवाई ज्वालामुखी**
4. **अल्ट्रामैफिक मैग्मा**:
    - **सिलिका सामग्री**: बहुत कम (<45%)
    - **श्यानता**: बहुत कम, अत्यंत तरल
    - **तापमान**: बहुत अधिक (>1200°C)
    - **चट्टानों का निर्माण**: **पेरीडोटाइट**, मेंटल में आम है

श्यानता और विस्फोट शैली

- सिलिका की मात्रा श्यानता को प्रभावित करती है। फेल्सिक मैग्मा में उच्च सिलिका सामग्री मजबूत Si-O बंध बनाती है, जिससे यह चिपचिपा हो जाता है और फंसी हुई गैसों के कारण विस्फोटक विस्फोटों के लिए प्रवण हो जाता है।
- निम्न सिलिका वाला **मैफ़िक** मैग्मा आसानी से प्रवाहित होता है, जिससे अधिक तरल लावा प्रवाह होता है और निम्न विस्फोटक विस्फोट होते हैं।

मैग्मा निर्माण और गहराई की भूमिका

1. **विसंपीडन गलन:** यह गलन अपसारी सीमाओं पर होता है, जहाँ प्लेटों के अलग होने पर दबाव कम हो जाता है, जिससे मेंटल चट्टान पिघल जाती है।
2. **हाइड्रेशन गलन:** अवतलन क्षेत्रों में, अवतलन स्लैब से आने वाला पानी ऊपरी मेंटल के गलनांक को कम कर देता है, जिससे मैग्मा उत्पन्न होता है।
3. **ऊष्मा स्थानांतरण गलन:** गर्म पदार्थ के उठते हुए गुच्छे (मेंटल प्लूम्स) ऊष्मा को स्थलमंडल में स्थानांतरित करते हैं, जिससे मैग्मा उत्पन्न होता है (उदाहरण के लिए, हवाईयन हॉटस्पॉट)।

ज्वालामुखी के प्रकार और उनका लावा

1. **ढाल (शील्ड) ज्वालामुखी**

- **लावा प्रकार**: **मैफ़िक** (बेसाल्टिक), कम श्यानता।
- **आकार**: मुक्त प्रवाह वाले, कम चिपचिपे लावा के कारण चौड़ी, मंद ढलान वाली गुंबदनुमा संरचना।
- **विस्फोट शैली**:
    - प्रचुर विस्फोट जहाँ लावा सुचारू रूप से बहता है और काफी दूर तक फैल जाता है।
    - गैर-विस्फोटक, धीमी लावा गति।
- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
    - बेसाल्टिक लावा की क्रमिक परतों द्वारा निर्मित।
    - अन्य प्रकारों की तुलना में कई किलोमीटर चौड़ा और अपेक्षाकृत कम ऊँचाई वाला हो सकता है।
- **उदाहरण**:
    - **मौना लोआ (हवाई, यूएसए):** दुनिया का सबसे बड़ा सक्रिय ज्वालामुखी।
    - **किलाउआ (हवाई, यूएसए):** सबसे सक्रिय ज्वालामुखियों में से एक।
    - **स्काल्डब्रेइदुर (आइसलैंड):** उत्तरी अटलांटिक में ढाल ज्वालामुखी का उदाहरण।

2. **मिश्रित ज्वालामुखी (स्ट्रैटोवोल्कैनो)**

- **लावा प्रकार**: मध्यवर्ती से फेल्सिक, सिलिका (एँडेसिटिक, डेसिटिक, या रायोलिटिक) से समृद्ध चिपचिपा लावा।
- **आकार**: ठोस लावा, ज्वालामुखीय राख और टेफ्रा की एकांतर परतों के कारण खड़ी, शंक्वाकार परिच्छेदिका।
- **विस्फोट शैली**:
    - उच्च गैस सामग्री और मैग्मा की उच्च श्यानता के कारण विस्फोटक विस्फोट।
    - पाइरोक्लास्टिक प्रवाह, राख के बादल और लावा गुंबद उत्पन्न कर सकते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
  - ऊँचे, सममित ज्वालामुखी शंकु।
  - बड़े पैमाने पर पाइरोक्लास्टिक प्रवाह की संभावना के साथ अत्यधिक विनाशकारी विस्फोट।
- **उदाहरण**:
  - **माउंट फ़ूजी (जापान):** समय-समय पर होने वाले विस्फोटों वाला प्रतिष्ठित स्ट्रेटो ज्वालामुखी।
  - **माउंट सेंट हेलेन्स (यूएसए):** 1980 में उग्र विस्फोट हुआ, जिसने भू-दृश्य को नया आकार दिया।
  - **माउंट वेसुवियस (इटली):** 79 ईस्वी में हुए विस्फोट के लिए प्रसिद्ध, जिसने पोम्पेई को नष्ट कर दिया।
  - **माउंट एटना (इटली):** यूरोप के सबसे सक्रिय स्ट्रेटो ज्वालामुखी में से एक।

3. **सिंडर कोन (राख शंकु) ज्वालामुखी**

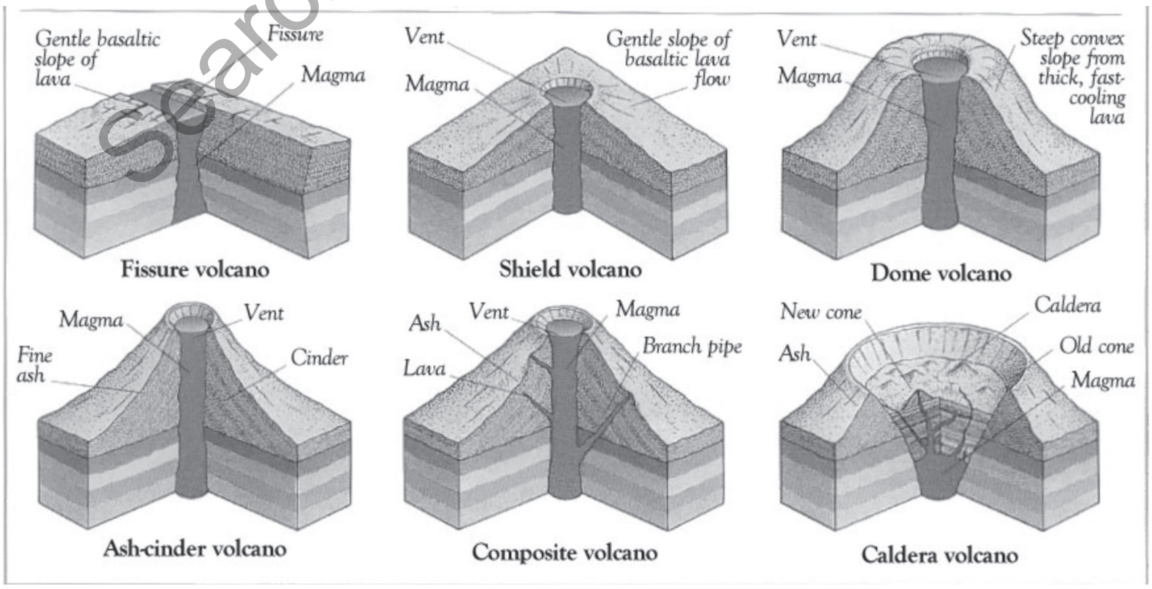
- **लावा प्रकार**: आम तौर पर बेसाल्टिक, लेकिन भिन्न हो सकता है।
- **आकार**: छोटे, खड़ी किनारों वाले शंकु, जो विस्फोट के दौरान निकले ज्वालामुखीय मलबे (सिंडर) से बने हैं।
- **विस्फोट शैली**:
  - उग्र विस्फोट जिसमें लावा के टुकड़े, राख और सिंडर बाहर निकलते हैं।
  - लावा बहुत कम बहता है, अधिकतर निष्कासित पदार्थ निकास द्वार के आसपास ही जमा हो जाता है।
- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
  - आमतौर पर ये विस्फोट अल्पकालिक होते हैं और अन्य प्रकारों की तुलना में आकार में छोटे होते हैं।
  - अक्सर बड़े ज्वालामुखियों के किनारों पर पाए जाते हैं।
- **उदाहरण**:
  - **पेरिकुटिन (मेक्सिको):** 1943 में एक मकई के खेत से अचानक उत्पन्न हुआ।
  - **सनसेट क्रेटर (यूएसए):** एरिजोना में एक प्रमुख सिंडर कोन।
  - **लावा बट (ओरेगन, यूएसए):** कैस्केड श्रेणी में सिंडर कोन का एक उदाहरण।

4. **लावा डोम्स**

- **लावा प्रकार**: फेल्सिक, अत्यधिक चिपचिपा (सिलिका से भरपूर)।
- **आकार**: लावा के धीमी गति से बाहर निकलने के कारण गुंबद के आकार की, टीले जैसी संरचनाएँ।
- **विस्फोट शैली**:
  - धीमी गति से होने वाले, उग्र विस्फोट, जिसमें चिपचिपा लावा निकास के पास जमा हो जाता है।
  - विस्फोट के बाद गुंबद ढह सकता है, जिसके परिणामस्वरूप पाइरोक्लास्टिक प्रवाह उत्पन्न हो सकता है।
- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
  - बार-बार लावा निकलने से समय के साथ वृद्धि की प्रवृत्ति होती है।
  - सामान्यतः स्ट्रेटोज्वालामुखियों से संबद्ध।
- **उदाहरण**:
  - **नोवारुप्टा (अलास्का, यूएसए):** 20वीं सदी के सबसे बड़े ज्वालामुखी विस्फोटों में से एक का स्थल।
  - **माउंट सेंट हेलेन्स लावा डोम (यूएसए):** 1980 के विस्फोट के बाद लावा डोम का बार-बार बनना।
  - **पुए डे डोम (फ्रांस): औवेर्गने** क्षेत्र में एक प्रसिद्ध लावा डोम।

5. **काल्डेरा**

- **गठन**: इसका निर्माण तब होता है जब बड़े ज्वालामुखी विस्फोट के कारण मैग्मा कक्ष ढह जाता है, जिससे एक बड़ा गड्ढा (काल्डेरा) बन जाता है।
- **लावा प्रकार**: भिन्न हो सकते हैं लेकिन अक्सर फेल्सिक या मध्यवर्ती होते हैं।



Search On TG: @apna_pdf

- **आकार**: विशाल, वृत्ताकार गड्ढे जो दसियों किलोमीटर तक चौड़े हो सकते हैं।
- **विस्फोट शैली**:
  - अत्यंत उग्र विस्फोटों को "सुपरवोल्केनिक" विस्फोट के नाम से जाना जाता है।
  - इसके बाद प्रायः केन्द्रीय ज्वालामुखी संरचना ढह जाती है।
- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
  - बाद में काल्डेरा के भीतर झीलें बन सकती हैं या पुनः ज्वालामुखी गतिविधि हो सकती है।
- **उदाहरण**:
  - **येलोस्टोन काल्डेरा (यूएसए):** पिछले समय में हुए बड़े विस्फोटों का स्थल, जो मेंटल प्लम के ऊपर स्थित है।
  - **क्राकाटोआ (इंडोनेशिया):** 1883 में हुए अपने विस्फोट के लिए प्रसिद्ध, काल्डेरा के ढहने से बड़े पैमाने पर सुनामी आई थी।
  - **सेंटोरिनी (ग्रीस):** एजियन सागर में एक काल्डेरा जो मिनोअन विस्फोट से जुड़ा है।

6. **बाढ़ बेसाल्ट प्रदेश**

- **लावा प्रकार**: निम्न श्यानता वाला अत्यधिक तरल बेसाल्टिक लावा।
- **आकार**: बेसाल्टिक लावा के विशाल, समतल क्षेत्र जो बड़े क्षेत्रों को कवर करते हैं।
- **विस्फोट शैली**:
  - विशाल लावा प्रवाह के तीव्र विस्फोट जो बड़े भूमि क्षेत्रों को कवर करते हैं।
  - आमतौर पर मेंटल प्लम्स या हॉटस्पॉट से जुड़ा होता है।
- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
  - गैसों के बड़े पैमाने पर उत्सर्जन के कारण वैश्विक जलवायु परिवर्तन हो सकता है।
  - ठोस बनने से पहले यह सैकड़ों किलोमीटर तक प्रवाहित हो सकता है।
- **उदाहरण**:
  - **डेक्कन ट्रैप्स (भारत):** पृथ्वी पर सबसे बड़ी ज्वालामुखीय संरचनाओं में से एक, जिसका निर्माण 66 मिलियन वर्ष पहले हुआ था।
  - **साइबेरियन ट्रैप्स (रूस):** माना जाता है कि इसका संबंध पर्मियन-ट्राइसिक विलोपन घटना से है।
  - **कोलंबिया रिवर बेसाल्ट ग्रुप (यूएसए):** प्रशांत महासागर के उत्तर-पश्चिम में विशाल आग्नेय प्रांत।

7. **मध्य महासागर कटक ज्वालामुखी**

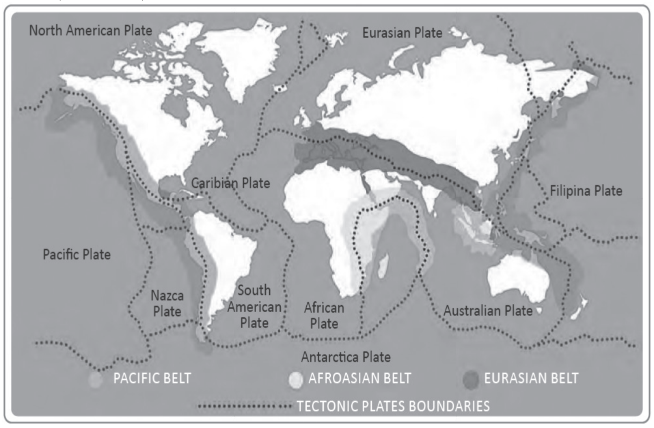
- **लावा प्रकार**: **मैफ़िक** (बेसाल्टिक)।
- **आकार**: लम्बे, रैखिक जल निमज्जित ज्वालामुखीय कटक।
- **विस्फोट शैली**:
  - असंयत, बेसाल्टिक लावा का पानी के नीचे विस्फोट।
  - ज्वालामुखीय गतिविधि निरंतर होती रहती है, लेकिन अक्सर इस पर ध्यान जाता क्योंकि यह समुद्र की गहराई में होती है।
- **उल्लेखनीय विशेषताएँ**:
  - समुद्रतल प्रसार की प्रक्रिया के माध्यम से नई समुद्री परत का निर्माण होता है।
  - मध्य महासागरीय कटक विवर्तनिक प्लेट विचलन के लिए प्रमुख स्थल हैं।
- **उदाहरण**:
  - **मध्य-अटलांटिक कटक (अटलांटिक महासागर):** अमेरिकी और यूरेशियन/अफ्रीकी प्लेटों के बीच समुद्रतल प्रसार का एक प्रमुख स्थल।
  - **पूर्वी प्रशांत उत्थान (प्रशांत महासागर):** सबसे तेजी से प्रसारित होने वाले मध्य-महासागरीय कटकों में से एक।
  - **रेक्जनेस कटक (उत्तरी अटलांटिक महासागर):** आइसलैंड के पास मध्य-अटलांटिक कटक का हिस्सा।

विस्फोट की आवधिकता के आधार पर ज्वालामुखी के प्रकार

1. **सक्रिय ज्वालामुखी:** बार-बार विस्फोट, प्रायः रिंग ऑफ फायर के आसपास अवस्थित।
   - **उदाहरण:** माउंट स्ट्राम्बोली - भूमध्य सागर का प्रकाश स्तंभ (इटली), माउंट सेंट हेलेन्स (अमेरिका), माउंट वेसुवियस (इटली)।
2. **सुप्त ज्वालामुखी:** निष्क्रिय लेकिन भविष्य में विस्फोट हो सकता है।
   - **उदाहरण:** माउंट किलिमंजारो ((तंजानिया)।
3. **विलुप्त ज्वालामुखी:** सुदूर अतीत से निष्क्रिय; अधिकांश मामलों में, ज्वालामुखी का गड्ढा (क्रेटर) पानी से भर जाता है, जिससे झील बन जाती है।

ज्वालामुखियों का वितरण

कई स्थानों पर ज्वालामुखियों का वितरण भूकंपीय गतिविधि के अनुरूप होता है। ज्वालामुखी गतिविधि क्षेत्र अपसारी और अभिसारी सीमाओं के साथ पाया जाता है। उदाहरण - मध्य महासागरीय कटक (अपसारी), प्रशांत रिम/रिम ऑफ फायर (अभिसारी)।

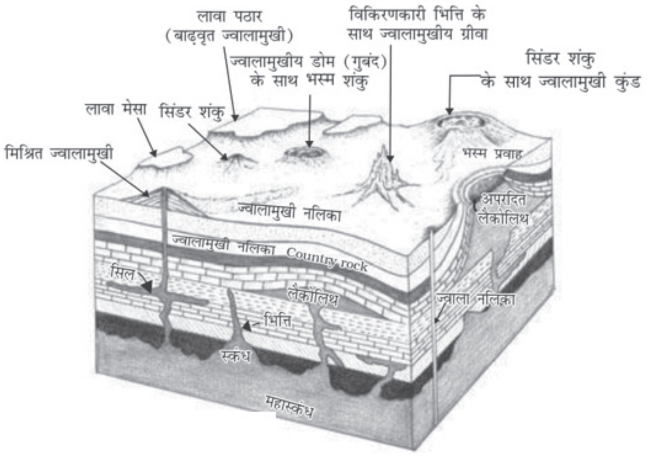


- रिंग ऑफ फायर ज्वालामुखियों और अन्य विवर्तनिक रूप से सक्रिय संरचनाओं की एक लंबी श्रृंखला है जो प्रशांत महासागर को घेरे हुए है। इनमें से कई ज्वालामुखी निम्नस्खलन की विवर्तनिक प्रक्रिया के माध्यम से बने थे।
- सामान्यतः मध्य-महासागरीय कटकों के भूकंपों का केन्द्र उथली गहराइयों पर होता है, जबकि अल्पाइन-हिमालयी बेल्ट के साथ-साथ प्रशांत महासागर के किनारे पर भूकंप गहरे होते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

- रिंग ऑफ फायर दक्षिण और उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट से होते हुए एशिया के पूर्वी तट से होते हुए न्यूज़ीलैंड से होते हुए अंटार्कटिका के उत्तरी तट तक जाती है।

ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ

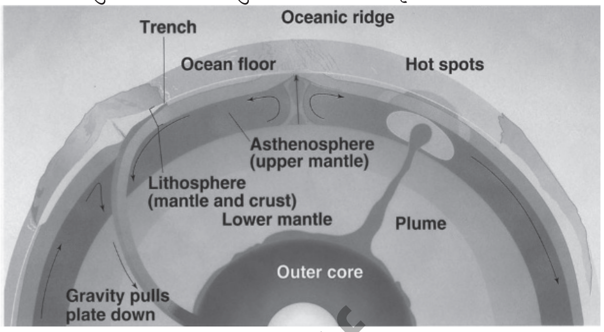


अंतर्वेधी भू-आकृतियाँ

- लावा के ठंडा होने के स्थान के आधार पर, आग्नेय चट्टानों को ज्वालामुखीय चट्टानों (सतह पर ठंडी होने वाली) और प्लूटोनिक चट्टानों (भूपर्पटी के भीतर ठंडी होने वाली) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।
- क्रस्ट के भीतर ठंडा होने वाला लावा अलग-अलग रूप धारण कर लेता है, जिन्हें अंतर्वेधी रूप कहा जाता है।
  - **बैथोलिथ:** मैग्माटिक पदार्थ भूपर्पटी के अंदर गहराई में ठंडा होकर बड़े गुंबदों का निर्माण करते हैं, जिन्हें बैथोलिथ (ग्रेनाइट पिंड) के रूप में जाना जाता है, अर्थात वे मैग्मा कक्षों (magma chambers) के ठंडे अवशेष हैं।
  - **लैकोलिथ:** लैकोलिथ भूमिगत संरचनाएँ हैं जो गुंबद के आकार की होती हैं, जिनका निचला हिस्सा सपाट होता है और एक नाली के माध्यम से जुड़ी होती हैं, सतह पर स्थित ज्वालामुखी गुंबदों के समान लेकिन अधिक गहराई पर स्थित होती हैं; कर्नाटक पठार में पाई जाती हैं।
  - कमजोर तल में क्षैतिज रूप से प्रवाहित होने वाला लावा तश्तरीनुमा पिंड बना सकता है, जिसे **लैपोलिथ** कहते हैं।
  - **फेकोलिथ:** अभिनतियों के आधार या अपनतियों के शीर्ष पर अंतर्वेधी चट्टानों के लहरदार पिंड, जो मैग्मा कक्षों से जुड़े होते हैं।
  - क्षैतिज अंतर्वेधी आग्नेय चट्टानों को सिल्स (मोटे निक्षेप) या शीट्स (पतले निक्षेप) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।
  - **डाइक:** लावा दीवार की तरह जमीन के लगभग लंबवत जम जाता है; पश्चिमी महाराष्ट्र क्षेत्र में बहुतायत में पाया जाता है।

समुद्रतल प्रसार, मेंटल प्लम्स और हॉटस्पॉट ज्वालामुखी

1. **समुद्रतल प्रसार:** यह मध्य महासागर की कटकों पर होता है जहाँ टेक्टोनिक प्लेटें अलग हो जाती हैं। मैग्मा मेंटल से ऊपर उठता है, जिससे नई महासागरीय परत बनती है और पुरानी परत दूर धकेल दी जाती है। चुंबकीय विसंगतियाँ और समुद्रतल की चट्टानों की आयु इस प्रक्रिया के साक्ष्य प्रदान करती हैं।
2. **मेंटल प्लम और हॉटस्पॉट:** मेंटल प्लम्स पृथ्वी के अंदर से उठने वाले गर्म, उत्प्लावनशील चट्टानों के स्तंभ हैं। ये प्लम प्लेट सीमाओं (जैसे, हवाई द्वीप) से दूर ज्वालामुखी गतिविधि उत्पन्न करते हैं। जैसे ही विवर्तनिक प्लेट स्थिर प्लम के ऊपर से गुजरती है, ज्वालामुखी द्वीपों की एक श्रृंखला का निर्माण होता है।



3. **हॉटस्पॉट:** हॉटस्पॉट ज्वालामुखी क्षेत्र हैं जो पृथ्वी की सतह पर उठने वाले गर्म मेंटल पदार्थ के प्लम द्वारा निर्मित होते हैं, जो विवर्तनिक प्लेट सीमाओं से स्वतंत्र होते हैं। ये स्थिर प्लम ज्वालामुखियों की श्रृंखला बनाते हैं क्योंकि प्लेटें उनके ऊपर गति करती हैं। उदाहरणों में हवाई, येलोस्टोन, आइसलैंडिक, गैलापागोस, रीयूनियन और ईस्टर द्वीप हॉटस्पॉट शामिल हैं।
4. **दुर्बलतामंडल और मेंटल गतिशीलता:** स्थलमंडल के नीचे स्थित दुर्बलतामंडल आंशिक रूप से पिघला हुआ होता है और विवर्तनिक प्लेटों को गति की अनुमति देता है। कोर-मेंटल सीमा के पास स्थित डी" परत ऊष्मा हस्तांतरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इस परत से मेंटल प्लम उत्पन्न होते हैं, जिससे हॉटस्पॉट ज्वालामुखी (जैसे, हवाई द्वीप) बनते हैं।

भूकंप

भूकंप पृथ्वी की सतह का कंपन है जो ऊर्जा के मुक्त होने के कारण उत्पन्न होता है, जिससे सभी दिशाओं में तरंगें उत्पन्न होती हैं। सभी प्राकृतिक भूकंप स्थलमंडल के भीतर, अर्थात् पृथ्वी की सतह से 200 किमी की गहराई तक उत्पन्न होते हैं।

केंद्र/उद्गम केन्द्र (हाइपोसेंटर): पृथ्वी के अंदर वह बिंदु जहाँ भूकंप उत्पन्न होता है।
अधिकेन्द्र (एपीसेंटर): पृथ्वी की सतह पर वह बिंदु जो भूकंप के केंद्र के ठीक ऊपर होता है। यह वह बिंदु है जहाँ भूकंप की लहरें सबसे पहले महसूस होती हैं।

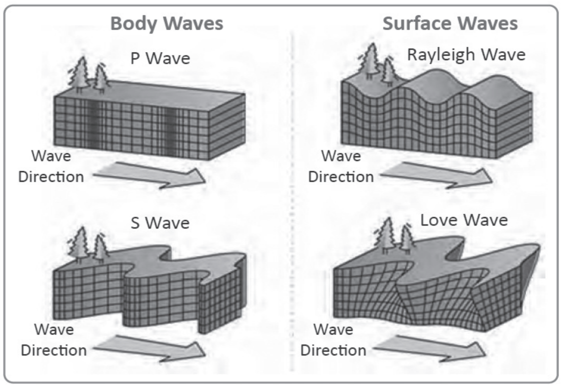
भूकंपीय तरंगें और भूकंप

1. पार्थिव तरंगें

ये तरंगें पृथ्वी के अंदरूनी हिस्से से होकर गुज़रती हैं और भूकंप के केंद्र से उत्पन्न होती हैं। पार्थिव तरंगों को आगे दो प्रकारों में विभाजित किया जाता है:

- **प्राथमिक तरंगें (P-तरंगें):**
  - **संचलन:** अनुदैर्ध्य, जहाँ कण तरंग प्रसार की दिशा के समानांतर कंपन करते हैं।
  - **गति:** सबसे तेज़ भूकंपीय तरंग
  - **माध्यम:** ठोस, तरल और गैसों में यात्रा कर सकती हैं।

Search On TG: @apna_pdf



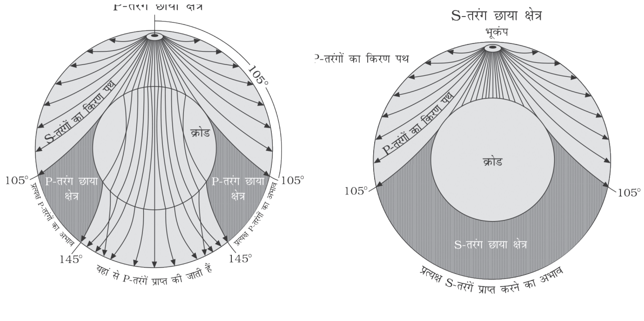
- **छाया क्षेत्र:** बाहरी कोर में अपवर्तन के कारण, अधिकेन्द्र से 105° और 145° के बीच।
- **मुख्य उदाहरण:** सिस्मोग्राफ पर सबसे पहले दर्ज होती है।

- **द्वितीयक तरंगें (S-तरंगें):**
  - **संचलन:** अनुप्रस्थ, जहाँ कण तरंग प्रसार की दिशा के लंबवत कंपन करते हैं।
  - **गति:** P-तरंगों से धीमी
  - **माध्यम:** केवल ठोस पदार्थों के माध्यम से यात्रा कर सकती हैं (तरल पदार्थ या गैसों के माध्यम से नहीं गुजर सकती)।
  - **छाया क्षेत्र:** भूकंप के केंद्र से 105° से परे
  - **प्रमुख विशेषता:** भूकंप के दौरान महसूस होने वाले कंपन के लिए यह ज़िम्मेदार है।

2. सतही तरंगें

ये तरंगें पृथ्वी की सतह पर यात्रा करती हैं और आमतौर पर पार्थिव तरंगों की तुलना में अधिक विनाशकारी होती हैं। ये सीस्मोग्राफ पर दर्ज होने वाली आखिरी तरंगें होती हैं।

- **लव तरंगें (L-तरंगें):**
  - **संचलन:** अनुप्रस्थ, क्षैतिज रूप से (अगल-बगल) गति करती हैं।
  - **गति:** रेले तरंगों से तेज़, S-तरंगों से धीमी।
  - **माध्यम:** ठोस पदार्थों के माध्यम से यात्रा कर सकती हैं।
  - **क्षति:** यह सबसे अधिक पार्श्विक भू-गति के लिए जिम्मेदार है, जिससे इमारतों को काफी नुकसान पहुँचता है।
- **रेले तरंगें (R-तरंगें):**
  - **संचलन:** अनुप्रस्थ और अनुदैर्ध्य दोनों, रोलिंग गति उत्पन्न करती हैं।
  - **गति:** लव तरंगों से भी धीमी
  - **माध्यम:** ठोस और तरल दोनों में यात्रा कर सकती हैं।
  - **क्षति:** सतह पर लुढ़कने जैसी अनुभूति उत्पन्न होती है, जिससे जमीन डोलने लगती है।



3. भूकंपीय तरंगों की गति

भूकंपीय तरंगों की गति उनके प्रकार के आधार पर अलग-अलग होती है, जिसमें पार्थिव तरंगें सतही तरंगों की तुलना में तेज़ गति से चलती हैं। गति में सामान्य प्रवृत्ति इस प्रकार है:

- **P-तरंगें** > **S-तरंगें** >**लव लहरें** > **रेले लहरें**

छाया क्षेत्र

भूकंपीय छाया क्षेत्र पृथ्वी की सतह पर एक ऐसा क्षेत्र है जहाँ भूकंपमापी भूकंप से सीधे P-तरंगों या S-तरंगों का पता नहीं लगा सकते हैं। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि P-तरंगें पृथ्वी के तरल बाह्य कोर से गुज़रने पर अपवर्तित हो जाती हैं, और S-तरंगें बाह्य कोर से होकर बिल्कुल भी नहीं गुज़र सकती हैं।

- **P-तरंग छाया क्षेत्र:** भूकंप के केंद्र से 105° और 145° के बीच
- **S-तरंग छाया क्षेत्र:** S-तरंगें 105 डिग्री से परे एक बहुत बड़ा छाया क्षेत्र बनाती हैं, क्योंकि वे तरल बाह्य कोर से होकर नहीं गुजर सकतीं, जिसके परिणामस्वरूप पृथ्वी की सतह के एक महत्वपूर्ण हिस्से पर एस-तरंगों का प्रत्यक्ष पता नहीं चल पाता।

भूकंप के कारण

भूकंप भूगर्भीय घटनाएँ हैं जो पृथ्वी की पर्पटी में अचानक ऊर्जा मुक्त होने के कारण उत्पन्न होते हैं, इस ऊर्जा के परिणामस्वरूप भूकंपीय तरंगें उत्पन्न होती हैं। इन्हें प्राकृतिक और मानवजनित (मानव-प्रेरित) कारणों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

1. **विवर्तनिक गतिविधि**

अधिकांश भूकंप पृथ्वी की स्थलमंडलीय प्लेटों की गति से जुड़ी विवर्तनिक प्रक्रियाओं के परिणामस्वरूप आते हैं। प्रमुख कारकों में शामिल हैं:

- **प्लेट सीमाएँ**: भूकंप विवर्तनिक प्लेटों के अंतराफलकों (Interfaces) पर आते हैं:
  - **अपसारी सीमाएँ:** प्लेटें एक दूसरे से विपरीत दिशा में गति करती हैं, जिससे तनाव उत्पन्न होता है (उदाहरण के लिए, मध्य-अटलांटिक कटक)।
  - **अभिसारी सीमाएँ:** प्लेटें आपस में टकराती हैं, जिससे निम्नस्खलन क्षेत्र में शक्तिशाली भूकंप आते हैं (उदाहरण के लिए, भारतीय और यूरेशियन प्लेट टकराव के कारण हिमालय क्षेत्र)।
  - **रूपांतरित सीमाएँ:** प्लेटें एक-दूसरे के सापेक्ष गति करती हैं, जिससे अपरूपण तनाव पैदा होता है
  - उदाहरण के लिए सैन एँड्रियास भ्रंश।
  - तुर्की यूरेशियन, अरेबियन और अफ्रीकी प्लेटों के अभिसरण पर स्थित है। उत्तरी अनातोलियन भ्रंश, एक प्रमुख नतिलंब सर्पण परिवर्तन भ्रंश (स्ट्राइक-स्लिप ट्रांसफॉर्म फॉल्ट) है, जो यूरेशियन और अनातोलियन प्लेटों के बीच पार्श्व गति की अनुमति देता है, जिससे महत्वपूर्ण भूकंपीय गतिविधि उत्पन्न होती है।
- **भ्रंश**: भ्रंशों के साथ निम्नलिखित गति हो सकती है:
  - **सामान्य भ्रंश:** विस्तारक बल पर्पटी को अलग-अलग खींचते हैं।
  - **उत्क्रम (थ्रस्ट) भ्रंश:** संपीड़न बल एक ब्लॉक को दूसरे पर धकेलते हैं।
  - **नतिलंब सर्पण (स्ट्राइक-स्लिप) भ्रंश:** परिवर्तन सीमाओं पर क्षैतिज गति होती है।

Search On TG: @apna_pdf

2. **ज्वालामुखीय गतिविधि**

ज्वालामुखीय भूकंप मैग्मा के सतह की ओर बढ़ने से उत्पन्न होते हैं, जिससे आस-पास की चट्टानें टूट जाती हैं। ये भूकंप ज्वालामुखी विस्फोट से पहले, उसके दौरान या उसके बाद आ सकते हैं।

3. **निपात भूकंप**

छोटे भूकंप भूमिगत गुहाओं के अचानक ढहने के कारण आते हैं, जो अक्सर खनन या प्राकृतिक गुफा निर्माण से जुड़े होते हैं।

4. **मानवजनित गतिविधियाँ**

मानवीय गतिविधियाँ भूकंपीय घटनाओं को प्रेरित कर सकती हैं, जिन्हें प्रेरित भूकंप कहा जाता है, जिनमें शामिल हैं:

- **जलाशय-प्रेरित भूकंपीयता:** बड़े जलाशयों को भरने से भ्रंशों पर दबाव बढ़ सकता है, जैसा कि भारत के कोयना बाँध में देखा गया है।
- **खनन और उत्खनन:** निष्कर्षण से भूपर्पटी में तनाव वितरण में परिवर्तन होता है।
- **भूतापीय और हाइड्रोकार्बन निष्कर्षण:** फ्रैकिंग जैसी प्रक्रियाओं के दौरान द्रव इंजेक्शन भूकंपीयता को प्रेरित कर सकता है।

5. **अन्य कारक**

- **समस्थैतिक प्रतिक्षेप (आइसोस्टेटिक रिबाउंड):** बर्फ की चादरों के पिघलने के बाद पृथ्वी की पर्पटी में होने वाले समायोजन से भूकंप उत्पन्न हो सकता है।
- **भूस्खलन:** बड़ी मात्रा में चट्टानों की हलचल से भूकंपीय तरंगें उत्पन्न हो सकती हैं।

उथले और गहरे भूकंप

भूकंपों को गहराई के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है, जो उनकी तीव्रता और प्रभाव को प्रभावित करती है।

1. **उथले भूकंप**

- **गहराई:** <70 किमी
- **विशेषताएँ:** सतह के निकट होने के कारण अधिक विनाशकारी, तथा तीव्र झटके लगते हैं।
- **विवर्तनिक क्षेत्र:** मध्य महासागरीय कटकों, रूपान्तरण भ्रंशों और दरार क्षेत्रों में पाए जाते हैं।
- **उदाहरण:**
  - **सैन एँड्रियास भ्रंश** (कैलिफोर्निया) - रूपान्तरण भ्रंश।
  - **मध्य-अटलांटिक कटक** - प्लेट अपसरण।

2. **गहरे भूकंप**

- **गहराई:** >300 किमी (700 किमी तक)।
- **विशेषताएँ:** ऊर्जा के क्षय के कारण सतह पर कम क्षति होती है। निम्नस्खलन क्षेत्र में होता है।
- **विवर्तनिक क्षेत्र:** निम्नस्खलन क्षेत्र, बेनिओफ जोन से संबद्ध। अल्पाइन हिमालयन में भी।
- **उदाहरण:**
  - **टोंगा-करमाडेक ट्रेंच -** गहरा निम्नस्खलन (subduction)।
  - **जापान ट्रेंच -** प्रशांत प्लेट का निम्नस्खलन (subduction)।

3. **मध्यवर्ती भूकंप**

- **गहराई:** 70-300 किमी
- **विशेषताएँ:** यह निम्नस्खलन क्षेत्रों में उत्पन्न होते हैं, कम आते हैं लेकिन फिर भी हानिकारक होते हैं।

4. **महाद्वीप-महाद्वीप टकराव भूकंप**

विशेषताएँ:

- **गहराई:** आम तौर पर उथले के रूप में वर्गीकृत, 70 किमी से कम की गहराई पर उत्पन्न होते हैं।
- **क्रियाविधि:** इस टक्कर के कारण भूपर्पटी में तीव्र वलन और भ्रंशन उत्पन्न होता है, जिससे तनाव बढ़ता है और यह भूकंप के रूप में प्रकट होता है।
- **भूकंपीय गतिविधि:** इनकी विशेषता उच्च परिमाण (high magnitude) है तथा ये अपनी उथली गहराई और आबादी वाले क्षेत्रों से निकटता के कारण बहुत विनाशकारी हो सकते हैं।

विवर्तनिक क्षेत्र:

- **प्रमुख उदाहरण:**
  - **हिमालयी क्षेत्र:** भारतीय प्लेट और यूरेशियन प्लेट के बीच टकराव के कारण लगातार शक्तिशाली भूकंप आते रहे हैं, जिनमें नेपाल में 2015 का गोरखा भूकंप भी शामिल है।
  - **आल्प्स पर्वत शृंखला:** अफ्रीकी प्लेट और यूरेशियन प्लेट के बीच टकराव से इस क्षेत्र में भूकंपीय गतिविधि बढ़ जाती है, जिसके परिणामस्वरूप कभी-कभी भूकंप आते हैं।

भूकंप मापने के पैमाने

1. **रिक्टर पैमाना:** यह भूकंप के परिमाण (उत्सर्जित ऊर्जा) को लघुगणकीय पैमाने पर मापता है, जिसमें प्रत्येक पूर्ण संख्या में वृद्धि आयाम में दस गुना वृद्धि को दर्शाती है।

a. रिक्टर पैमाने पर भूकंप की तीव्रता की गणना करने का सूत्र है

$$M = \log10(A/A_0)$$

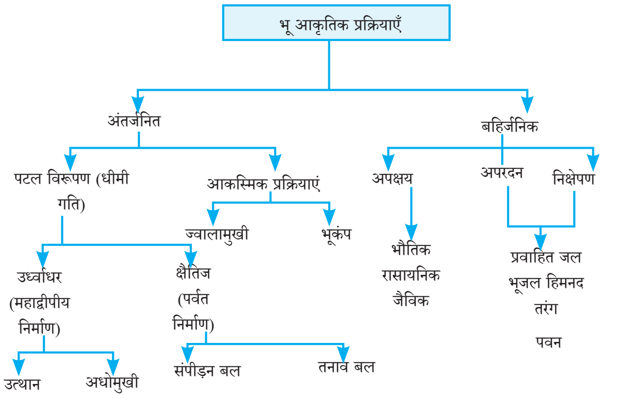
2. **मोमेंट मैग्नीट्युड पैमाना (Mw):** आधुनिक पैमाना, रिक्टर के समान है, लेकिन बड़े भूकंपों के लिए अधिक सटीक है क्योंकि यह भ्रंश के खिसकने और टूटने के क्षेत्र को ध्यान में रखता है।
3. **संशोधित मर्केली तीव्रता पैमाना:** भूकंप की तीव्रता (लोगों और इमारतों पर प्रभाव) को मापता है, जो I (महसूस नहीं किया गया) से XII (सम्पूर्ण विनाश) तक होती है।

❖ ❖ ❖

Search On TG: @apna_pdf

3 भू-आकृतिक प्रक्रिया और भू-आकृतियाँ

भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ



- धरातल के पदार्थों पर भौतिक तनाव और रासायनिक क्रियाएँ उत्पन्न करने वाली तथा पृथ्वी की सतह के विन्यास में परिवर्तन लाने वाले अंतर्जनित और बहिर्जनिक बलों (Endogenic and exogenic forces) को **भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ (Geomorphic processes) कहा जाता है।**
- **अपक्षय (Weathering), वृहतक्षरण (Mass wasting), अपरदन (Erosion) और निक्षेपण (Deposition)** बहिर्जनिक भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ हैं।
- **प्रवाहयुक्त जल, भूमिगत जल, हिमनद (Glaciers), पवनें, लहरें और धाराएँ भू-आकृतिक कारक (Geomorphic agents)** हैं।

अंतर्जनित बल (भू-निर्माणकारी बल)

अंतर्जनित बल **पृथ्वी की सतह के भीतर से निर्मुक्त होने वाली ऊर्जा के कारण उत्पन्न होते हैं।** ये **दो** प्रकार के होते हैं:

पटल विरूपण (Diastrophism)

इसमें भू-पर्पटी (Earth's crust) के कुछ हिस्सों में धीमी गति से संचलन, उत्थापन या निर्माण करने वाली प्रक्रियाएँ शामिल हैं।

यह विभिन्न प्रकार के संचलनों (Movements) का कारण बन सकता है, जिसमें **विकृति (Warping)** (भू-पर्पटी का का झुकना), **वलयन (Faulting)** (चट्टान की परतों का झुकना), **भ्रंशन (Faulting)** (चट्टान की परतों का टूटना और विस्थापित होना) तथा भू-पर्पटी का **ऊपर उठना** या **नीचे धंसना शामिल है। इनमें निम्नलिखित प्रक्रियाएँ शामिल हैं, जैसे:**

1. परवर्तनी प्रक्रिया (Orogenic Process)

- इसमें तीव्र **वलन के माध्यम से पर्वत निर्माण होता है तथा** यह भू-पर्पटी की लंबी और संकीर्ण पट्टियों को प्रभावित करती है।
- परवर्तन बल **क्षैतिज रूप से कार्य करते हैं (स्पर्शीय बल)।** जब यह विपरीत दिशाओं में कार्य करता है और पर्पटी के भागों में टूटन, फ्रैक्चर, दरारें और भ्रंश उत्पन्न करता है, तो इसे **तनाव बल कहा जाता है; इसे अपसारी बल (Divergent force) भी कहा जाता है।** जब बल एक दूसरे की ओर आमने-सामने कार्य करते हैं, तो उन्हें **संपीडन बल (compressional forces) या अभिसारी बल (convergent force) कहा जाता है।**

2. महाद्वीप रचना संबंधी प्रक्रिया (Epeirogenic Process)

- इसमें भू-पर्पटी (महाद्वीपीय राशि) के बड़े हिस्सों का ऊर्ध्वाधर ऊपर और नीचे की ओर संचलन के माध्यम से उत्थान (ऊपर उठना) और अवतलन (नीचे धंसना) होता है। यह एक महाद्वीपीय निर्माण प्रक्रिया है।

आकस्मिक अंतर्जनित प्रक्रियाएँ (Sudden endogenic processes): अचानक होने वाली हलचलें पृथ्वी के अंदर आकस्मिक रूप से उत्पन्न होने वाले अंतर्जनिक बलों के कारण होती हैं। इसमें **भूकंप, ज्वालामुखी और भूस्खलन शामिल हैं।**

बहिर्जनिक बल (EXOGENIC FORCES)

- ये बाह्य बल हैं जो पृथ्वी की सतह पर या उसके निकट उत्पन्न होते हैं, सौर ऊर्जा और विवर्तनिक प्रवणता (Tectonic gradient) ढाल से प्रभावित होते हैं, तथा **वायुमंडल से ऊर्जा प्राप्त करते हैं।**
- वे धीमे और क्रमिक बल हैं और उन्हें **अनाच्छादनात्मक (Denudational)/ विनाशकारी (Destructional)/बहिर्जनिक बल के रूप में भी जाना जाता है।**
- **बहिर्जनिक बलों की क्रियाओं के** परिणामस्वरूप उच्चावच/ऊँचाइयों का **अपक्षय (अवक्रमण) होता है तथा** बेसिन **भर जाते (Aggradation) हैं।**
- अपरदन के माध्यम से उच्चावच भिन्नताओं के क्षरण की घटना को **तल संतुलन (Gradation) के रूप में जाना जाता है।** सभी बहिर्जनिक भू-आकृतिक प्रक्रियाओं (अपक्षय, वृहतक्षरण/संचलन, अपरदन और परिवहन) को एक सामान्य शब्द, **अनाच्छादन (Denudation)** के अंतर्गत शामिल किया गया है।
- **शैल का प्रकार और संरचना** बहिर्जनिक प्रक्रियाओं की तीव्रता को अत्यधिक प्रभावित करती है।
- **जलवायु कारक:** तापमान, वर्षा, सूर्यातप, पवन प्रतिरूप आदि बहिर्जनिक प्रक्रियाओं को प्रभावित करते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

> **पृथ्वी की सतह पर गत्यात्मक परिवर्तन लाने के लिए उत्तरदायी कारक [UPSC-2013]**
>
> विद्युतचुंबकीय विकिरण; भूतापीय ऊर्जा; गुरुत्वाकर्षण बल; प्लेट संचलन; पृथ्वी का घूर्णन; पृथ्वी का परिक्रमण।

अपक्षय (Weathering)

- अपक्षय को मौसम और जलवायु के विभिन्न तत्वों की क्रियाओं के माध्यम से शैलों के **यौंत्रिक विघटन** और **रासायनिक अपघटन के रूप में परिभाषित किया जाता है। यह एक स्वस्थाने (In-Situ)** या **तदस्थान** (On-site) प्रक्रिया है।
- **अपक्षय को प्रभावित करने वाले कारक:** भूविज्ञान, मौसम और जलवायु, स्थलाकृति और वनस्पति कारक।
- अपक्षय प्रक्रियाओं को निम्नलिखित श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है:

रासायनिक अपक्षय प्रक्रियाएँ

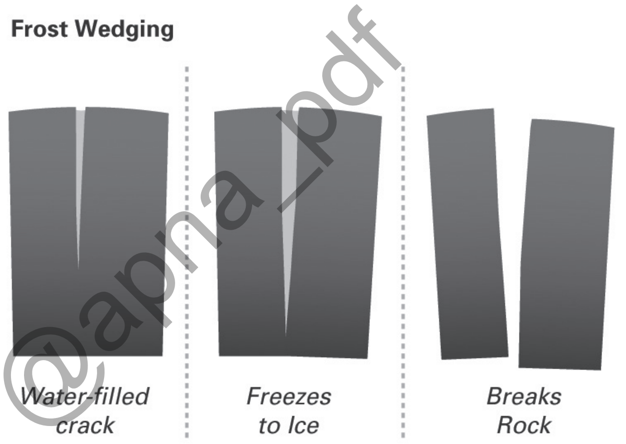
इसमें **विलयन** (Solution), **कार्बनीकरण** (Carbonation), **जलयोजन** (Hydration), **ऑक्सीकरण** और **न्यूनीकरण** (Reduction) **शामिल हैं।** रासायनिक प्रतिक्रियाओं को तीव्र करने के लिए जल, वायु और ऊष्मा महत्वपूर्ण हैं।

- **विलयन : जल या अम्ल** में विघटन। **चूना पत्थर** में मौजूद **कैल्शियम कार्बोनेट** और **कैल्शियम मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट** जैसे खनिज कार्बोनिक अम्ल युक्त जल में घुलनशील होते हैं।
- **कार्बनीकरण** : **वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड** की प्रक्रिया से **विलयन का अपक्षय** होता है; जैसे **फेल्सपार** का विघटन करने वाली सामान्य प्रक्रिया और **कार्बोनेट** खनिज। वर्षा जल में घुलित रूप में कार्बन डाइऑक्साइड होता है। इस प्रकार शैलों के अपक्षय का एक कारण वर्षा भी है। **[UPSC-2024]**
- **जलयोजन** (Hydration) : खनिज **जल को ग्रहण करते हैं** और फैलते हैं जिससे पदार्थ का **आयतन बढ़ जाता है** (कैल्शियम सल्फेट+जल = जिप्सम)। लगातार दोहराव से अपक्षय और दानेदार विघटन के माध्यम से **भौतिक अपक्षय होता है।**
- **ऑक्सीकरण और न्यूनीकरण** (Oxidation and Reduction): **ऑक्सीकरण में, ऑक्सीजन के जुड़ने** से होने वाले विक्षोभ के कारण शैल टूटने की घटना होती है। जब ऑक्सीकृत खनिजों को ऐसे वातावरण में रखा जाता है जहाँ **ऑक्सीजन अनुपस्थित होती है** (जैसे : जल स्तर के नीचे/जलभराव वाले क्षेत्र) तो **न्यूनीकरण** होता है।

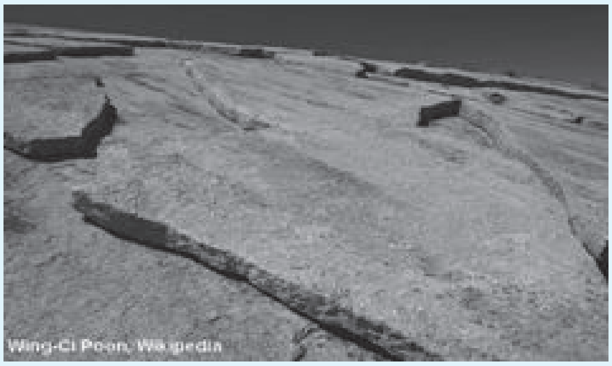
भौतिक या यांत्रिक अपक्षय प्रक्रियाएँ

भौतिक या यौंत्रिक अपक्षय का तात्पर्य एक ऐसी प्रक्रिया से है जो अनुप्रयुक्त बलों पर निर्भर करती है। अधिकांश प्रक्रियाएँ तापीय विस्तारण और दबाव के निर्मुक्त होने के कारण होती हैं। ये बल **गुरुत्वाकर्षण बल, विस्तारण बल,** और **जल दाब** हो सकते हैं।

- **अपलोडिंग और विस्तारण (Unloading and expansion): घुमावदार ज़मीनी सतह** वाले क्षेत्रों में, **धनुषाकार विभंग** (Arched fractures) **शैल की** विशाल चादरें या **एक्सफोलिएशन स्लैब बनाते** हैं। इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप विशाल चिकने गोल गुंबद बन जाते हैं जिन्हें अपशल्कन गुंबद (Exfoliation domes) कहा जाता है।
- **तापमान में परिवर्तन और विस्तार : यह शुष्क जलवायु** और **अधिक ऊँचाई वाले** क्षेत्रों में सर्वाधिक **प्रभावी होता है,** जहाँ **दैनिक तापमान में परिवर्तन अत्यधिक** होता है।
- **हिमकरण, विगलन और तुषार भंजन** (Freezing, Thawing and Frost Wedging): **मध्य अक्षांशों** में **अधिक ऊँचाई** पर सर्वाधिक **प्रभावी होता है,** जहाँ प्रायः बार-बार हिमीकरण और पिघलन होता है।
  - **हिमीकरण की प्रक्रिया** में जल का बर्फ में परिवर्तन होता है।
  - **विगलन** बर्फ के पुनः जल में पिघलने की प्रक्रिया है, और
  - **तुषार भंजन** शैलों का यौंत्रिक विखंडन है जो बार-बार हिमकरण और विगलन के चक्रों के कारण होता है।



- **लवण अपक्षय** (Salt weathering) : शैलों में **लवण तापीय क्रिया, जलयोजन** और **क्रिस्टलीकरण** के कारण **फैलते हैं।** लवण क्रिस्टलीकरण सभी लवण अपक्षय प्रक्रियाओं में सबसे प्रभावी है।

> - **अपशल्कन** (Exfoliation) तब होता है जब तापमान से प्रेरित विस्तारण और संकुचन के कारण पदार्थ की घुमावदार चादरें शैलों से पृथक हो जाती हैं।
>
> 
>
> - **अपशल्कित गुंबद** (Exfoliation domes) बड़े और चिकने गोलाकार गुंबद होते हैं जो शैलों के भार को कम करने (Unloading) और विस्तारण के कारण बनते हैं।
> - **अपशल्कित टोर** (Exfoliation tor) **चिकनी सतह वाले और गोल छोटे से बड़े आकार के पत्थर** होते हैं, जो तापमान में परिवर्तन और शैलों में विस्तारण के कारण बनते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

जैविक अपक्षय (Biological Weathering)

इसमें निम्नलिखित **जीव शामिल हैं** :

- **जीव वृद्धि:** इसमें केचुएँ, दीमक और कृन्तकों जैसे जीवों द्वारा बिल खोदने और वेजिंग (Waging) की गतिविधियाँ शामिल होती हैं, जो नई सतहों को उजागर करती हैं।
- **कार्बनिक पदार्थों का क्षय:** पौधों और प्राणियों के पदार्थों के विघटन से ह्युमिक, कार्बोनिक और अन्य अम्ल उत्पन्न होते हैं, जो कुछ तत्वों के क्षय और घुलनशीलता को बढ़ावा देते हैं।
- **मूल दाब:** धरातल के पदार्थों को यॉंत्रिक रूप से तोड़कर पृथक करते हैं।

अपरदन और निक्षेपण

अपरदन में विभिन्न भू-आकृतिक कारकों (प्रवाहित जल, भूमिगत जल, हिमानी, पवन और तरंगों) द्वारा शैल के मलबे का अधिग्रहण और परिवहन शामिल है। इन भू-आकृतिक कारकों द्वारा लाए गए शैल के मलबे द्वारा घर्षण भी अपरदन में बहुत मदद करता है।

- यद्यपि **अपक्षय अपरदन में सहायता करता है, किंतु** यह अपरदन होने के लिए **कोई पूर्व शर्त नहीं है। अपक्षय, वृहत-क्षरण और अपरदन अवक्रमण प्रक्रियाएँ** (Degradational processes) हैं।

निक्षेपण अपरदन का परिणाम है; यह कणों के आकार के विपरीत क्रम में होता है, जिसमें मोटे पदार्थ पहले निक्षेपित होते हैं।

- **निक्षेपण के कारक** : प्रवाहित जल, हिमानी, पवनें, तरंगे और भूमिगत जल।

वृहत् संचलन (MASS MOVEMENT)

वृहत् संचलन के अंतर्गत वे सभी संचलन शामिल हैं, जिनमें शैलों का वृहत मलबा **गुरुत्वाकर्षण** के **प्रत्यक्ष प्रभाव** के कारण ढाल के अनुरूप स्थानांतरित होता है। **वृहत् संचलन को प्रेरित करने वाले कारक** : **कमजोर पदार्थ, खड़ी ढाल, वर्षा** और **वनस्पति की कमी।**

- **उत्क्षेपण** (Heave) (ठंढ के बढ़ने तथा अन्य कारणों से मृदा का ऊपर उठना), **प्रवाह** (Flow) और **फिसलन** (Slide), गति के तीन रूप हैं। वृहत् संचलन **मंद (सर्पण, उत्क्षेपण)** या **तीव्र (प्रवाह, फिसलन) हो सकता है,** जिसे उनकी गति के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।
- भूविज्ञान में उत्क्षेपण मृदा या भूमि का ऊपर की ओर संचलन है जो इमारतों की संरचना को क्षति पहुँचा सकता है। यह तब हो सकता है जब किसी इमारत के नीचे की मृदा असमान रूप से फूल जाती है या सिकुड़ जाती है, या जब मृदा में बर्फ जम जाती है। उत्क्षेपण, अवतलन के विपरीत है, जो तब होता है जब भूमि नीचे धंस जाती है।

मंद संचलन (Slow Movements)

यह **मध्यम रूप से खड़ी, मिट्टी से ढकी ढलानों पर होता है;** इसमें पदार्थों का अत्यंत **धीरे-धीरे** और अगोचर विस्थापन होता है।

- **सर्पण** (Creep) **मध्यम खड़ी ढलानों पर हो सकता है; पदार्थ का संचलन अत्यंत धीमा होता है;** इसमें शामिल पदार्थ **मृदा या शैल का मलबा हो सकता है।**
- **मृदासर्पण** (Soilfluction) : यह सर्पण का एक और रूप है जिसमें **संतृप्त मृदा** या शैल के **बारीक कणों वाले मलबे** का **धीमी गति से ढलान की ओर प्रवाह होता है;** यह जमी हुई भूमि की सतह के पिघलने और लंबे समय तक वर्षा के कारण **नम शीतोष्ण क्षेत्रों** में होता है।

तीव्र संचलन (Rapid Movements)

यह आर्द्र जलवायु वाले क्षेत्रों में सबसे अधिक होता है तथा **हल्की से लेकर खड़ी ढलानों पर होता है।**

- **मृदा प्रवाह, जल-संतृप्त चिकनी मिट्टी या गादयुक्त पदार्थों का निम्न कोणीय सीढ़ीनुमा** या पहाड़ी ढलानों से नीचे की ओर प्रवाह है।
- **पंक प्रवाह** तब होता है जब **भारी वर्षा से** अपक्षयित पदार्थों की मोटी परतें संतृप्त हो जाती हैं, तथा **मृदा की धारा की तरह धीरे-धीरे या तेजी से** चैनलों के नीचे प्रवाहित होने लगती हैं।
- **मलबा अवस्खलन** (Debris avalanches) **तीव्र गति से होने वाले वृहत संचलन** हैं जो खड़ी ढलानों पर संकरे मार्गों पर होते हैं, ये हिमस्खलन जैसे होते हैं तथा **मृदा प्रवाह की तुलना में कहीं अधिक तीव्र हो सकते हैं।**

वृहत अपक्षय के प्रकार	शामिल पदार्थ	गति	विशेषताएँ
मृदा प्रवाह	मृदा, गाद	धीमी	निम्न कोणीय वेदिकाओं या पहाड़ी ढलानों पर होता है।
पंक प्रवाह	कीचड़ (जल-संतृप्त अपक्षयित सामग्री)	तीव्र	कीचड़ की धारा की तरह चैनलों से नीचे बहता है।
मलबा अवस्खलन	ढीले शैल, मृदा एवं अन्य मलबा	बहुत तीव्र	खड़ी ढलानों पर होता है, हिमस्खलन जैसा दिखता है।

भूस्खलन (Landslide)

भूस्खलन का तात्पर्य तीव्र और अवगम्य संचलन से है; इसमें शामिल पदार्थ अपेक्षाकृत शुष्क होते हैं। **पदार्थों के संचलन की गति के आधार पर,** इसके कई प्रकार हैं:

- **अवपात (Slump), शैल- मलबे की एक या अनेक इकाइयों** का उस ढलान के सापेक्ष **पश्च-आवर्तन** (Backward rotation) के साथ खिसकना है जिस पर यह संचलन होता है।
- **मलबा-स्खलन,** संहति के **पश्च-आवर्तन** (Backward rotation) **के बिना** धरातल के मलबे का तेजी से लुढ़कना या **खिसकना है।**
- **शैल-स्खलन** (Rockslide) का तात्पर्य संस्तर जोड़ या भ्रंश के नीचे पृथक शैल बृहत् के स्खलन से है।
- **शैल-पतन** (Rockfall) का तात्पर्य किसी तीव्र ढाल के सहारे शैल खंडों का ढाल से दूरी रखते हुए स्वतंत्र रूप से गिरना है।

Search On TG: @apna_pdf

- **हिमालय मुख्यत: अवसादी शैलों** और **समेकित एवं अर्ध-समेकित** निक्षेपों से बना है; इसकी **ढाल अत्यंत तीव्र हैं**। इसलिए अक्सर भूस्खलन होता रहता है।
- **नीलगिरि** अपेक्षाकृत **विवर्तनिक रूप से स्थिर है तथा** बहुत कठोर शैलों से निर्मित है; तापमान में बदलाव और रेंज के कारण यॉंत्रिक अपक्षय स्पष्ट दिखाई देता है। वहाँ कम समय में भारी मात्रा में वर्षा होती है। इसलिए, यह भूस्खलन प्रवण क्षेत्र है।

भू-आकृतियाँ और उनका विकास

पृथ्वी की सतह के **छोटे से मध्यम आकार के भूभाग या हिस्से को भू-आकृतियाँ कहा जाता है** तथा **कई भू-आकृतियों को एक साथ मिलाकर भू-दृश्य** कहा जाता है। भू-आकृति विज्ञान **भू-आकृतियों का विज्ञान** है। विभिन्न भू-आकृतिक कारक विभिन्न प्रकार की अपरदनात्मक और निक्षेपणात्मक भू-आकृतियों का निर्माण करते हैं।

प्रवाहित जल

यह **भारी वर्षा वाले आर्द्र क्षेत्रों** में एक महत्वपूर्ण भू-आकृतिक कारक है। इसके **2 घटक हैं:**

a) स्थलगत प्रवाह (Overland Flow) या परत (Sheet) और b) घाटियों में सरिताओं और नदियों के रूप में **रैखिक प्रवाह (Linear Flow)**।

प्रवाहित जल के कारण निर्मित भू-आकृतियाँ **तीन अवस्थाओं में विकसित होती हैं** : युवावस्था (Youth), प्रौढ़ावस्था (Mature) और वृद्धावस्था (Old)।

- **युवा अवस्था की विशेषताएँ:** V आकार की घाटियाँ, ऊर्ध्वाधर अपरदन के कारण गॉर्ज; शीर्ष की ओर अपरदन के साथ नदी अपहरण (River capture); जलप्रपात, क्षिप्रिकाएँ (Rapids) और इंटरलॉकिंग स्पर्स (Interlocking spurs)।
- **प्रौढ़ावस्था की विशेषताएँ:** पार्श्व अपरदन के कारण घाटी चौड़ी हो जाती है; बाढ़ के मैदान; विसर्प, अध:कर्तित विसर्प (Incised Meanders), वेदिकाएँ, प्वाइंट बार (Point bars), नदी भृगु (River cliffs) और ढाल।
- **वृद्धावस्था की विशेषताएँ:** विस्तृत बाढ़ के मैदान; विसर्प एवं गोखुर झीलें; लटकती हुई धाराएँ (Braided streams), तटबंध (Levees), प्वाइंट बार (Point bars), भृगु (cliffs) और डेल्टा।

समय के साथ, नदी अपरदन से मैदानों का निर्माण हो सकता है जिन्हें **समप्राय मैदान (Peneplain)** कहा जाता है, जिसमें कुछ **मजबूत शैल-अवशेष दिखाई देते हैं, जिन्हें मोनाडनोक के नाम से जाना जाता है।**

प्रवाहित जल से निर्मित अपरदित स्थलरूप (नदी स्थलरूप)

1. **घाटियाँ**

- इसका विकास संकीर्ण **नालों से शुरू होकर** लंबी, चौड़ी **खाइयों** और अंतत: **घाटियों में होता है**। शैलों के प्रकार और संरचना के आधार पर विभिन्न प्रकार की घाटियों, जैसे कि **V-आकार की घाटियों, गॉर्ज और कैनियन** का निर्माण हो सकता है।
- **गॉर्ज के किनारे खड़े एवं तीव्र होते** हैं और **ऊपर व नीचे की चौड़ाई बराबर होती है तथा** वे कठोर शैलों में निर्मित होते हैं।
- **कैनियन** खड़े, **सीढ़ीनुमा ढाल प्रदर्शित करते हैं तथा नीचे की तुलना में ऊपर की ओर अधिक चौड़े होते हैं; ये क्षैतिज रूप से संस्तरित अवसादी शैलों** में बनते हैं; और शुष्क क्षेत्रों में पाए जाते हैं। उदाहरण के लिए **ग्रैंड कैनियन**

Search on TG: @apna_pdf

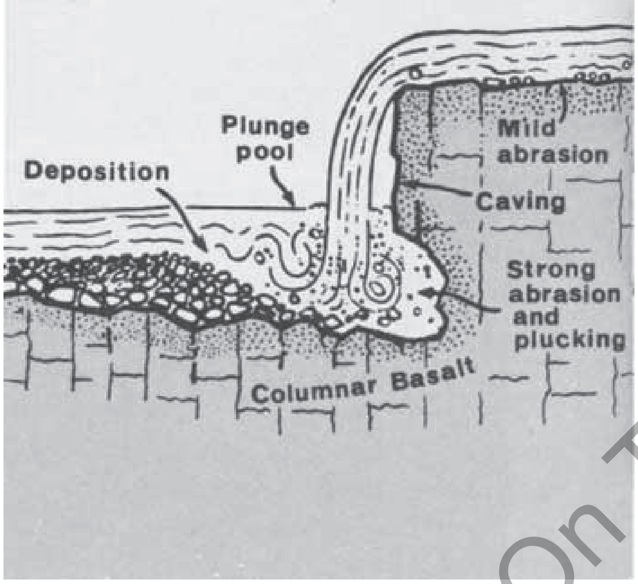
भारत के कैनियन और गॉर्ज

कैनियन/गॉर्ज	नदी	राज्य	निकटतम शहर/कस्बा	उपनाम या विशेष विशेषता
गंडिकोटा कैनियन	पेन्नार	आंध्र प्रदेश	कडपा (या जम्मालमदुगु)	"भारत का ग्रैंड कैनियन"
भेड़ाघाट संगमरमर शैल	नर्मदा	मध्य प्रदेश	जबलपुर	संगमरमर के आश्चर्यजनक भृगु और धुआँधार जलप्रपात के लिए प्रसिद्ध है।
सतानुर गॉर्ज	पेन्नार	आंध्र प्रदेश	कडपा	अपनी तीव्र शैल दीवारों के लिए प्रसिद्ध है।
चंबल की घाटियाँ	चंबल	मध्य प्रदेश, राजस्थान, उत्तर प्रदेश	कोटा, ग्वालियर, धौलपुर	बीहड़ इलाका, ऐतिहासिक रूप से डाकुओं से जुड़ा है।
पापी हिल्स	गोदावरी	आंध्र प्रदेश, तेलंगाना	राजमुंदरी	सुंदर गॉर्ज, पापिकोंडा राष्ट्रीय उद्यान का हिस्सा।

मेकेदातु गॉर्ज	कावेरी	कर्नाटक	कनकपुरा, बेंगलुरु	"बकरी की छलांग (Goat's Leap)", जहाँ नदी एक संकरे गॉर्ज से होकर बहती है
इडुक्की गॉर्ज	पेरियार	केरल	इडुक्की	इडुक्की बाँध और प्राकृतिक सौन्दर्य के लिए प्रसिद्ध है।
स्टोक गॉर्ज	सिंधु	लद्दाख	लेह	ट्रैकिंग ट्रेल्स के साथ उच्च तुंगता वाला गॉर्ज।
लोहित गॉर्ज	लोहित	अरुणाचल प्रदेश	तेजु	पूर्वोत्तर हिमालय में ऊबड़-खाबड़ और प्राचीन भूभाग
अराकू घाटी गॉर्ज	वराह	आंध्र प्रदेश	अराकू घाटी	जलप्रपातों और आदिवासी विरासत वाली सुरम्य घाटियाँ

2. **जलगर्तिका और अवनमित कुंड (Potholes and plunge pools)**

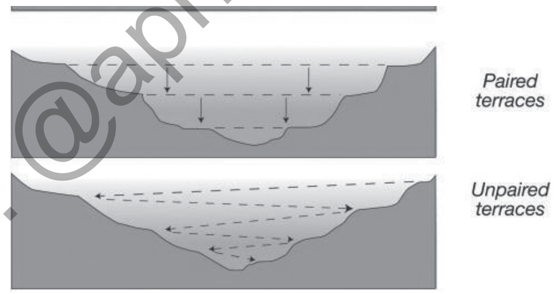
- **जलगर्तिकाएँ** चट्टानी जलधाराओं पर कटाव और शैल के टुकड़ों के घर्षण के कारण बने **गोलाकार गड्ढे** हैं। इन गड्ढों में कंकड़ और पत्थर जमा हो जाते हैं तथा गति करते रहते हैं तथा गड्ढे को चौड़ा और गहरा बनाते हैं।
- अवनमित कुंड जलप्रपातों के आधार पर नरम शैलों पर जल दबाव के कारण बनते हैं।



3. **अध:कर्तित विसर्प (Incised Meanders):**

- **शैलों के प्रकार** : अथ:कर्तित विसर्प आमतौर पर बलुआ पत्थर, चूना पत्थर या ग्रेनाइट जैसी कठोर, अधिक प्रतिरोधी शैलों में बनते हैं। ये शैल अपरदन का प्रतिरोध करती हैं, जिससे नदियाँ गहरी होती जाती हैं, जिससे गहरे विसर्प (Entrenched meanders), कैनियन और गॉर्ज बनते हैं।
- **तंत्र** : वे उन क्षेत्रों में विकसित होते हैं जहाँ नदी शुरू में एक मंद ढाल वाले मैदान पर घूमती है। टेक्टोनिक उत्थान और आधार स्तर में परिवर्तन के संयोजन से नदी ऊर्ध्वाधर रूप से कटाव करती है, जिससे इसके विसर्प अंतर्निहित शैल परतों में गहरे हो जाते हैं।
- **कारक** : प्रमुख कारकों में निम्नलिखित शामिल हैं:
  - **टेक्टोनिक उत्थान (Tectonic uplift)**: भूमि के उत्थान से नदी की अपरदनकारी शक्ति बढ़ जाती है।
  - **आधार स्तर में गिरावट (Base level drop)**: समुद्र स्तर या झील स्तर में गिरावट आ जाती है, जिसके कारण नदी को गहरा कटाव करना पड़ता है।
  - **शैल प्रतिरोध** : कठोर शैल पार्श्विक अपरदन का प्रतिरोध करते हैं, जिससे ऊर्ध्वाधर कटाव को बढ़ावा मिलता है।

4. **नदी वेदिकाएँ (River terraces)**



- नदी वेदिकाएँ **पुरानी घाटी के तल** या **बाढ़ के मैदान के स्तरों को चिह्नित करने वाली सतहें हैं।** वे नदी द्वारा स्वयं निक्षेपण के माध्यम से मैदान में **ऊर्ध्वाधर अपरदन** के **परिणामस्वरूप बनती हैं।**
- वेदिकाएँ, **अधिकतम प्रवाह के बाद जल के पीछे हटने**, जलवायु परिवर्तन के कारण **हाइड्रोलॉजिकल व्यवस्था में परिवर्तन**, भूमि के **टेक्टोनिक उत्थान, तथा** समुद्र के निकट स्थित नदियों के मामले में **समुद्र स्तर में परिवर्तन का परिणाम होती हैं।**
- **युग्मित वेदिकाएँ (Paired Terraces):** नदियों के दोनों ओर समान ऊँचाई पर बनती हैं।
- **अयुग्मित वेदिकाएँ (Unpaired Terraces):** वेदिकाएँ केवल एक तरफ या अलग-अलग ऊँचाई पर मौजूद होती हैं। **वे भूमि के धीमे उत्थान वाले क्षेत्रों** या उन क्षेत्रों में आमतौर पर दिखाई देते हैं जहाँ **दोनों किनारों पर जल स्तंभ में परिवर्तन एक समान नहीं होते हैं।**

5. **नदी घाटियाँ**

अवस्था	घाटी का आकार	चैनल पैटर्न	अन्य विशेषताएँ
युवावस्था	V- आकार	सीधा, क्षिप्रिकाओं और जलप्रपातों के साथ	तीव्र ढाल, संकरी घाटियाँ

Search On TG: @apna_pdf

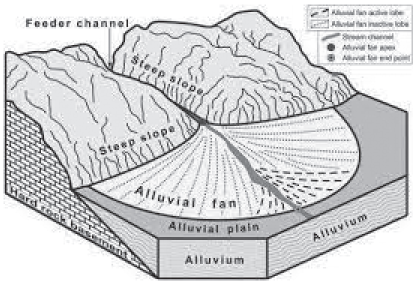
प्रौढ़ावस्था	U-आकार	विसर्पी, व्यापक चैनल के साथ	बाढ़ के मैदान, गोखुर झीलें
वृद्धावस्था	चौड़ी, उथली घाटी	विसर्पी, अनेक गोखुर झीलों के साथ	बाढ़ के मैदान, डेल्टा

6. क्षिप्रिकाएँ (Rapids)

- अचानक ऊँचाई में परिवर्तन के साथ तेज प्रवाह वाला, अशांत जल; आम तौर पर खड़ी या पहाड़ी नदी खंडों में पाया जाता है।

प्रवाहित जल से निर्मित निक्षेपणीय भू-आकृतियाँ

1. जलोढ़ पंख (Alluvial Fans)



- जब पहाड़ी नदियाँ अपने साथ **भारी मोटे अवसाद को लेकर मंद ढाल वाले मैदानों में प्रवेश करती हैं**, तो इससे शंकु के आकार के जलोढ़ पंख का **निक्षेप होता है;**
- पंख के ऊपर प्रवाहित धाराएँ आमतौर पर पंख पर अपनी स्थिति बदलती रहती हैं, जिससे कई जलधाराएँ बनती हैं जिन्हें जलवितरिकाएँ (Distributaries) कहा जाता है।
- **आर्द्र क्षेत्रों** में जलोढ़ पंख में **मंद ढाल** होती है, जबकि **शुष्क क्षेत्रों में तीव्र, ऊँची शंक्वाकार ढाल** होती हैं।

2. डेल्टा

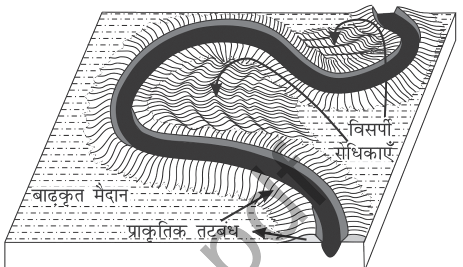
- यह झीलों या समुद्रों में प्रवेश करने वाली नदियों के **मुहाने** पर एक **त्रिकोणीय निक्षेपण आकृति है।**
- **नदी द्वारा लाए गए अवसाद के संचय** के कारण नदियों और समुद्र के मिलन बिंदु पर डेल्टा का निर्माण होता है।
- जलोढ़ पंखों के विपरीत, डेल्टा का निक्षेप व्यवस्थित होता है और इनका जलोढ़ स्तरित होता है। अर्थात् मोटे पदार्थ तट के निकट और बारीक कण जैसे चीका मिट्टी, गाद आदि सागर में दूर तक जमा हो जाते हैं।
- **निर्माण के लिए आदर्श परिस्थितियाँ** : समुद्र/झील के उथले किनारे, लंबे नदी मार्ग, मध्यम आकार के अवसाद, सुरक्षित समुद्री परिस्थितियाँ, पर्याप्त अवसाद आपूर्ति, जलग्रहण क्षेत्र का त्वरित अपरदन, और स्थिर तटीय/महासागरीय परिस्थितियाँ इसके निर्माण के लिए आदर्श स्थितियाँ हैं।

3. **बाढ़ के मैदान** (Floodplains)

- जिस प्रकार अपरदन से घाटियों का निर्माण होता है, उसी प्रकार निक्षेपण से बाढ़ के मैदान बनते हैं। बाढ़ के मैदान में **सक्रिय बाढ़ का मैदान (नदी के निक्षेप से बना नदी तल)** और **निष्क्रिय बाढ़ का मैदान** (किनारे के ऊपर बाढ़ का मैदान) शामिल होता है। **निष्क्रिय बाढ़ के मैदानों में** मूल रूप से **दो प्रकार के निक्षेप होते हैं - बाढ़ के निक्षेप और जलधारा के निक्षेप।** **डेल्टा के भीतर बाढ़ के मैदानों को डेल्टा मैदान (Delta plains)** कहा जाता है।

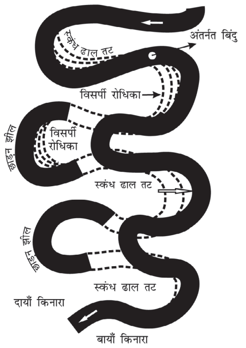
4. **प्राकृतिक तटबंध और नदी रोधिकाएँ (Natural Levees and Point Bars)** : ये बाढ़ के मैदानों में पाए जाते हैं।

- **प्राकृतिक तटबंध: ये** बड़ी नदियों के किनारों पर पाए जाते हैं। ये **नदियों के किनारों पर मोटे आकार के निक्षेपों के निचले, रैखिक और समानांतर कटक हैं**, जो अक्सर अलग-अलग टीलों में कटे होते हैं। ये किनारों के पास तीव्र ढाल वाले होते हैं तथा नदी से दूर ढाल मंद होती जाती है।



- **नदी रोधिकाएँ (विसर्पी रोधिकाएँ) (Point Bars (Meander Bars))** ये बड़ी नदियों में विसर्प के **उत्तल पक्ष** पर प्रवाहित जल द्वारा **जमा रैखिक अवसाद हैं; कटाव वाला किनारा विसर्प** का अवतल तट होता है और **स्लिप-ऑफ** उत्तल तट की ओर होता है।

5. **विसर्प (Meanders)**



- यह कोई भू-आकृति नहीं है, बल्कि केवल एक प्रकार का चैनल पैटर्न है; विसर्प **लूप ऐसे चैनल पैटर्न हैं** जो बड़े बाढ़ के मैदानों और डेल्टा मैदानों में पाए जाते हैं, क्योंकि पानी किनारों पर तिरछा बहता है
- उत्तल किनारे पर निक्षेपण होता है जबकि अवतल किनारे पर अपरदन होता है
- **वे जलधारा की निम्न प्रवणता, असंगठित जलोढ़ निक्षेप** और **जल प्रवाह पर कॉरियोलिस बल के प्रभाव** के कारण बनते हैं।
- **जो विसर्प कटकर अलग हो जाते हैं, वे आगे चलकर गोखुर झीलों के रूप** में विकसित हो सकते हैं।

6. **गोखुल झीलें** (Oxbow lakes)

- ये परित्यक्त विसर्पों से निर्मित अर्धचंद्राकार जल निकाय हैं। लूप नेक (loop neck) पर निक्षेप, इसे मुख्य जलधारा से अलग करता है।

7. **गुंफित जलमार्ग** (Braided channels)

- जब घाटी में **बहिस्राव कम होता है और अवसाद का भार अधिक होता है, तो** जलमार्ग के तल पर **रेत, बजरी और कंकड़ की जलमार्ग रोधिकाएँ**

Search On TG: @apna_pdf

और द्वीप विकसित हो जाते हैं और जल का प्रवाह कई धाराओं में विभाजित हो जाता है।

- ये धागे जैसी धाराएँ बार-बार जुड़ती और विभाजित होती हैं, जिससे एक गुंफित पैटर्न बनता है। इनके निर्माण के लिए **तटों का निक्षेपण और पार्श्विक अपरदन** आवश्यक है।

भूमिगत जल (Groundwater)

भूमिगत जल विशेष रूप से **चूना पत्थर** और **डोलोमाइट जैसी कैल्शियम कार्बोनेट-समृद्ध** शैल वाले क्षेत्रों में, भूमि के अपरदन और भू-आकृतियों को आकार देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

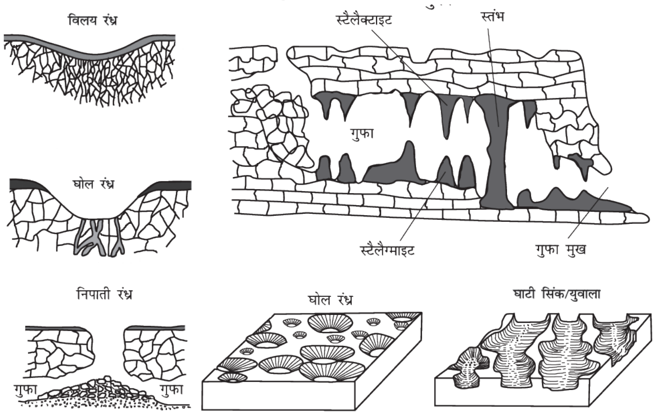
- प्रमुख भूमिगत जल प्रक्रियाओं में **विलयन** और **निक्षेपण शामिल होता हैं। भूमिगत जल गतिविधि चूना पत्थर क्षेत्रों में** एक **विशिष्ट भू-आकृति बनाती है जिसे कार्स्ट स्थलाकृति** के रूप में जाना जाता है।

भूमिगत जल द्वारा निर्मित अपरदित भू-आकृतियाँ

इस प्रक्रिया में वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड ($CO2$) के साथ मिश्रित वर्षा जल शामिल होता है, जो एक विलायक एजेंट के रूप में कार्य करता है जो सतह पर और नीचे दोनों स्थानों पर कार्बोनेट शैलों को विघटित कर देता है।

- विघटन की दर भूमिगत जल के तापमान, शैलों में जोड़ संधियों की उपस्थिति और कार्बोनेट शैलों के साथ विलायक के संपर्क समय से प्रभावित होती है।
- कार्स्ट भूदृश्यों की विशेषता ऊबड़-खाबड़ भूभाग है, जिसमें विलयन रंध्र (solution holes), खड्ड (Ravines), अवनालिकाएँ (Gullies), दरारें (Clefts), संकरी घाटियाँ, कंदराएँ, स्टैलेग्माइट्स और स्टैलेक्टाइट्स जैसी भू-आकृतियाँ होती हैं।

1. **विलयन रंध्र (Swallow Holes):** चूना पत्थर की **सतह पर विलयन से निर्मित** छोटे से मध्यम आकार के गोल तथा उप-गोलाकार **उथले गड्ढे होते हैं।**



2. **घोल-रंध्र (Sinkholes)** : **ऐसे गड्ढे** जो **ऊपर से गोलाकार** और **नीचे से कीप के आकार के होते** हैं। ये 2 प्रकार से निर्मित होते हैं:

- **विलयन सिंक का** निर्माण पूर्णतः विलयन प्रक्रिया के माध्यम से होता है, जहाँ चूना पत्थर समय के साथ घुल जाता है, जिससे गड्ढे बन जाते हैं।
- **निपात रंध्र या डोलाइन (Collapse Sinks or dolines) तब बनते हैं** जब एक भूमिगत शून्य या **कंदरा की छत गिर जाती है,** जिससे सतह पर एक स्पष्ट गड्ढा या रंध्र बन जाता है।

3. **घाटी रंध्र या युवाला (Valley Sinks or Uvalas)** : जब पदार्थों के धंसने या कंदरा की छतों के ढहने के कारण **घोलरंध्र** और **डोलाइन आपस में मिल जाते हैं, तो वे लंबी, संकीर्ण से लेकर चौड़े गर्तों का निर्माण करते हैं जिन्हें घाटी रंध्र** या **युवाला कहा जाता है।**

4. **लैपीज** या **कटक (Lapies** or **ridges)** : ये **चूना पत्थर की अनियमित सतहें हैं जिनमें अनेक नुकीली कंटीली कटकें** पाई जाती हैं। वे चूना पत्थर में समानांतर या उप-समानांतर जोड़ों के साथ विभेदक विलयन क्रिया के कारण विकसित होते हैं ।

5. **कंदराएँ या गुहाएँ:** कंदराएँ उन क्षेत्रों में बनती हैं जहाँ **शैल की परतों के एकांतर संस्तर हों (जैसे कि अन्य शैलों के बीच में चूना पत्थर की शैल)। कुछ कंदराओं के दोनों छोर खुले होते हैं, जिसके कारण उन्हें "सुरंग"** नाम दिया जाता है।

6. **कीपाकार गर्त (Ponores):** कंदराओं और विलयन रंध्रों को जोड़ने वाली ऊर्ध्वाधर पाइपनुमा खाई या मार्ग, जो कार्बोनेट चट्टानों के निरंतर विलयन के माध्यम से घोलरंध्र के नीचे की ओर विस्तार के माध्यम से निर्मित होते हैं।

7. **प्राकृतिक पुल (Natural Bridges)** : ये चूना पत्थर वाले क्षेत्रों में कंदराओं की छतों के ध्वस्त हो जाने या सतही धाराओं के भूमिगत धाराओं में परिवर्तित हो जाने के कारण बनते हैं, जिससे जमीन की सतह के नीचे घाटियाँ बन जाती हैं।

भूमिगत जल द्वारा निर्मित निक्षेपित भू-आकृतियाँ

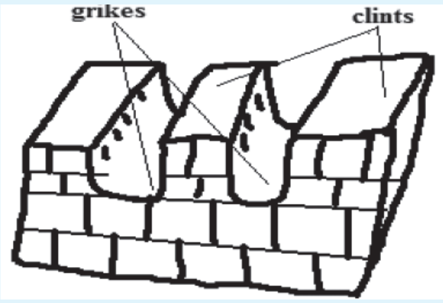
निक्षेपण तब होता है जब भूमिगत जल के प्रवाह पथ में कोई अवरोध होता है, तापमान में परिवर्तन के कारण जल वाष्पित हो जाता है, या विलयन की क्षमता कम हो जाती है।

1. **स्टैलेक्टाइट्स (Stalactites):** वे कंदरा की छत से लटकते हैं; वे आधार पर चौड़े होते हैं, और स्वतंत्र रूप से लटके हुए सिरों की ओर पतले होते हैं।
2. **स्टैलेग्माइट्स (Stalagmites):** ये संरचनाएँ कंदरा के तल से ऊपर उठती हैं, जो आमतौर पर गुफा की छत से टपकते जल से उत्पन्न होती हैं।
3. **स्तंभ (Pillar):** जब स्टैलेक्टाइट्स और स्टैलेग्माइट्स आपस में जुड़ जाते हैं, तब स्तंभ बनते हैं।
4. **ड्रिपस्टोन (Dripstones):** शुष्क कंदराओं में टपकते जल से कैल्साइट निक्षेप जमा होता है।
5. **ड्रेप्स या परदे (Drapes or Curtains):** सुई के आकार के ड्रिपस्टोन जो कंदरा की छत से लटकते हैं।
6. **हेलिक्टाइट्स और हेलिग्माइट्स:** ड्रिपस्टोन क्रमशः स्टैलेक्टाइट्स और स्टैलेग्माइट्स के पार्श्व में बढ़ते हैं, जिनमें गोलाकार हेलिक्टाइट्स होते हैं जिन्हें 'ग्लोब्युलाइट्स' कहा जाता है।

Search On TG: @apna_pdf

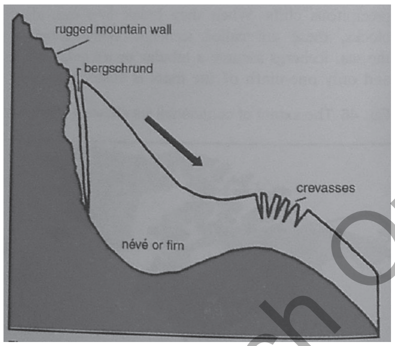
7. **फ्लोस्टोन (Flowstones)**: गुफा के तल पर जमा पदार्थ रिसाव वाले जल और स्टैलेग्माइट्स से बाहर बहने वाले जल से बने हैं।

चूना पत्थर अच्छी तरह से जुड़े होते हैं और इन्हीं जोड़ों और दरारों के माध्यम से वर्षा का जल नीचे के शैल में जाता है। विलयन द्वारा क्रमिक चौड़ाई इन दरारों को खाइयों में बदल देती है और चूना पत्थर के चबूतरे (limestone pavement) नामक एक सबसे दिलचस्प भूआकृति का निर्माण होता है। बढ़े हुए जोड़ों को **ग्राइक (Grikes)** कहा जाता है और अलग-अलग आयताकार ब्लॉकों को **क्लिंट (Clints)** कहा जाता है।



खड़िया की भूआकृतियाँ अन्य चूना पत्थरों से काफी अलग होती हैं। यहाँ सतही अपवाह बहुत कम होता है या बिल्कुल नहीं होता है और घाटियाँ जहाँ कभी नदियाँ बहती थीं, अब सूख चुकी होती हैं। इन्हें अक्सर कूम्ब्स (**Coombes**) कहा जाता है

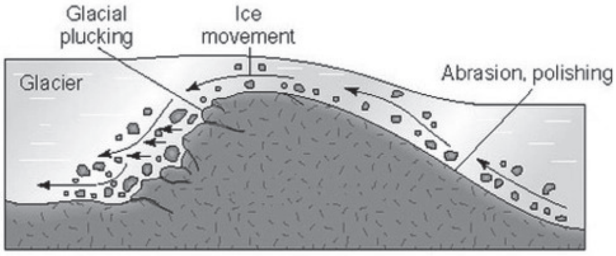
हिमनद (Glaciers)



- पृथ्वी पर परत के रूप में हिम प्रवाह या पर्वतीय ढालों से घाटियों में रैखिक प्रवाह के रूप में बहते हिम संहति को हिमनद कहते हैं। यह पृथ्वी की सतह के लगभग 10% हिस्से को कवर करते हैं। उदाहरण के लिए, **महाद्वीपीय हिमनद** (**Continental glaciers**) पहाड़ों की तलहटी में विशाल मैदानों को कवर करते हैं, जबकि **गिरिपद हिमनद** (**Piedmont glaciers**) मैदानों में विस्तृत होते हैं।
- हिमनद दो प्रक्रियाओं द्वारा अपनी घाटी को अपरदित करता है: प्लकिंग (**Plucking**) और घर्षण (**Abrasion**)।
    - **प्लकिंग:** हिमनद अंतर्निहित चट्टान के जोड़ों और तलों को जमा देता है, अलग-अलग ब्लॉकों को खंडित कर देता है और उन्हें दूर खींच ले जाता है।
    - **घर्षण:** ग्लेशियर अपने अंदर जमे मलबे की मदद से घाटी के तल को खरोंचता, खुरचता, चमकाता और घिसता है।
- **हिमरेखा (Snowline)** उस ऊँचाई को चिह्नित करती है जहाँ सबसे गर्म माह के दौरान औसत तापमान हिमांक से नीचे रहता है।

हिमनदीय अपरदन से बनी भूआकृतियाँ

ये **घर्षण, प्लकिंग और पॉलिशिंग** के माध्यम से बनते हैं; आधार पर मोटा मलबा आधार-शैल (Bedrock) और साइड वॉल इरोशन में सहायता करता है।

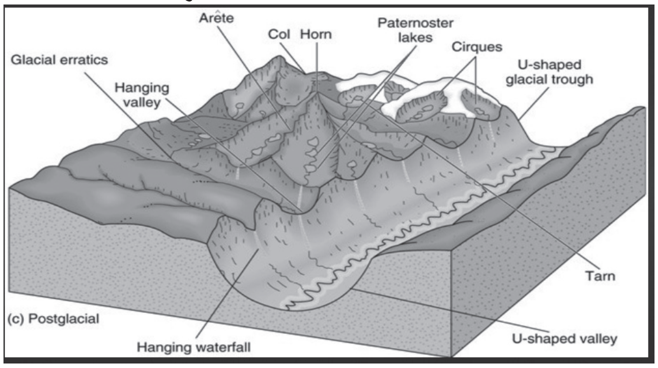


1. **सर्क (Cirque)**: वे हिमनदीय घाटियों के शीर्ष पर एम्फीथिएटर जैसे, खड़ी दीवारों वाले अवसाद हैं। वे गहरे, लंबे और चौड़े गर्त या बेसिन हैं, जिनकी दीवार तीव्र ढाल वाली सीधी या अवतल होती है।

- आमतौर पर हिमनदीय घाटियों के शीर्ष पर स्थित होते हैं। इसे **हिमजगह्वर (Corrie)** के नाम से भी जाना जाता है।
- सर्क में अक्सर झीलें होती हैं जिन्हें सर्क या **टार्न झील (Tarn lakes)** के नाम से जाना जाता है।
- सर्क हिमनदीय अपरदन, मुख्य रूप से घर्षण और प्लकिंग द्वारा बनते हैं। उदाहरण के लिए, चंद्र ताल, हिमाचल प्रदेश।

2. **अरेत (Aretes)**: जब दो हिमजगह्वर पहाड़ के विपरीत किनारों पर कट जाते हैं, तो चाकू की धार जैसे कटक बनते हैं जिन्हें अरेत कहा जाता है।

- जहाँ तीन या अधिक सर्क एक साथ कटते हैं, उनका अंतिम पतन एक कोणीय श्रृंग या पिरामिडनुमा शिखर का निर्माण करेगा।



3. **हिमदर (Bergschrund)**: हिमनद के शीर्ष पर, जहाँ यह हिमजगह्वर के बर्फ के मैदान को छोड़ना शुरू करता है, एक गहरी खड़ी दरार खुलती है जिसे बर्गश्रंड (जर्मन में) या रिमाए (फ्रेंच में) कहा जाता है।

4. **हिमनदीय घाटियाँ/द्रोणी (Valleys/Troughs)**

- हिमनदीय घाटियाँ U-आकार की घाटियाँ होती हैं, जिनमें चौड़े तल और अपेक्षाकृत चिकनी, खड़ी दीवारें होती हैं। इन घाटियों में मलबा या मोरेन और कभी-कभी झीलें हो सकती हैं।
- **रिबन झील/फिंगर झील/द्रोणिका झील** एक लंबी और बहुत गहरी, उंगली के आकार की झील होती है, जो आमतौर पर हिमनदीय द्रोणी में पाई जाती है
- **लटकती घाटी (Hanging Valley)**: बर्फ पिघलने के बाद एक सहायक घाटी मुख्य घाटी के ऊपर लटकती है, ताकि इसकी धारा जलप्रपात के रूप

Search On TG: @apna_pdf

में नीचे गिर जाए। विहिमन के बाद, लटकती घाटियों से पिघला हुआ जल अक्सर मुख्य घाटी में मिलने पर जलप्रपात का निर्माण करता है। उदाहरण - हर-की-दून घाटी, उत्तराखंड

- उच्च अक्षांशों में, समुद्री जल से भरी गहरी हिमनद द्रोणी फजॉर्ड या फियोर्ड (**Fjords or fiords**) बनाती हैं।

5. **रोश माउटोनी (Roche Moutonnee)**: यह एक प्रतिरोधी अवशिष्ट शैल है। सतह बर्फ की गति से धारीदार हो जाती है। इसका अपस्ट्रीम पक्ष घर्षण से चिकना हो जाता है और इसका डाउनस्ट्रीम पक्ष टूटने से खुरदरा हो जाता है।

6. **क्रैग और टेल (Crag and Tail)**: क्रैग एक कठोर शैल का एक उभार होता है जिसमें ऊपर की ओर ऊँची ढलान होती है जो बर्फ को नरम हवा के विपरीत ढलान पर पूरी तरह से घिसने से बचाती है।

7. **हॉर्न या गिरिश्रृंग (पिरामिडनुमा शिखर)**: हॉर्न पिरामिडनुमा या त्रिकोणीय शिखर होते हैं जो तब बनते हैं जब तीन या अधिक सर्क एक दूसरे को काटते हैं, जिससे शिखर तीव्र हो जाता है।

8. **नूनाटक (Nunataks)**: ये हिमनद बर्फ से घिरे अलग-थलग शिखर या टीले होते हैं; वे हिम संहति के भीतर छोटे द्वीपों की तरह दिखते हैं तथा हिमनद पार्श्व क्षरण और तुषार की क्रिया के कारण समय के साथ उनका आकार घटने लगता है।

हिमनद निक्षेपण से बनी भू-आकृतियाँ (Glacial Depositional Landforms)

1. **हिमनद टिल (Glacial Till)**: हिमनद टिल हिमनदों के पिघलने के बाद पीछे छोड़े गए मोटे और महीन मलबे हैं; इसमें मुख्य रूप से कोणीय से लेकर उप-कोणीय शैलें होती हैं।

2. **हिमानी धौत निक्षेप (Outwash Deposits)**: पिघली हुई जलधाराओं द्वारा ले जाने के लिए पर्याप्त छोटी मात्रा में शैल का मलबा बहकर नीचे जमा हो जाता है। ऐसे हिमनद-नदी निक्षेप को हिमानी धौत निक्षेप कहते हैं।

3. **मोरेन या हिमोढ़ (Moraines)**: मोरेन **हिमनद टिल निक्षेप की लंबी कटकें** हैं; **उन्हें** उनके स्थानों के आधार पर अलग-अलग नाम दिए गए हैं:
   - टर्मिनल मोरेन हिमनदों के अंत (पाद) पर पाए जाते हैं, जबकि पार्श्व मोरेन हिमनद घाटियों के समानांतर किनारों पर बनते हैं। ये मोरेन आपस में जुड़कर घोड़े की नाल के आकार की कटकें बनाते हैं।
   - घाटी के ग्लेशियर तेजी से पीछे हटते हुए, अक्सर अपने **घाटी तल** पर अनियमित चादरें छोड़ते हैं जिन्हें **तलस्थ हिमोढ़ (ग्राउंड मोरेन)** कहा जाता है।
   - हिमनद घाटियों के केंद्र में **मध्यस्थ हिमोढ़** (**Medial moraines**) पाए जाते हैं।

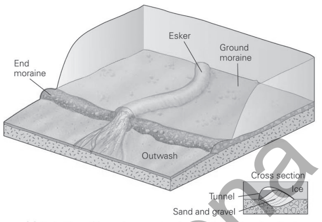
4. **एस्कर (Eskers)**: ये पिघलते हिमनदों के नीचे प्रवाहित जल से बनी घुमावदार कटकें हैं। जब हिमनद पिघलते हैं, तो उनके नीचे जल इकट्ठा हो जाता है और अपने साथ मोटे पदार्थ ले जाता है। जैसे ही हिमनद पिघल जाता जाता है, ये पदार्थ **एस्कर** नामक कटकें बनाते हैं।

5. **हिमानी धौत मैदान (Outwash Plains)**: हिमानी गिरिपद के मैदानों में अथवा महाद्वीपीय हिमनदों से दूर हिमानी-जलोढ़ निक्षेपों से (जिसमें बजरी, रेत, चीका मिट्टी व मृत्तिका के विस्तृत समतल जलोढ़-पंख भी शामिल हैं), हिमानी धौत मैदान निर्मित होते हैं।

6. **ड्रमलिन**: ये चिकनी, अंडाकार पहाड़ियाँ हैं जिसमें रेत व बजरी के ढेर होते हैं। इन पहाड़ियों के दो सिरे होते हैं। एक सिरा, जिसे स्टॉस सिरा कहा जाता है, समतल और तीव्र ढाल वाला होता है, जबकि दूसरे सिरे को पूंछ कहा जाता है। वे आम तौर पर हिमनद निक्षेप से बनते हैं और समूहों में हो सकते हैं, जिससे "अंडों की टोकरी" जैसी स्थलाकृति बनती है।

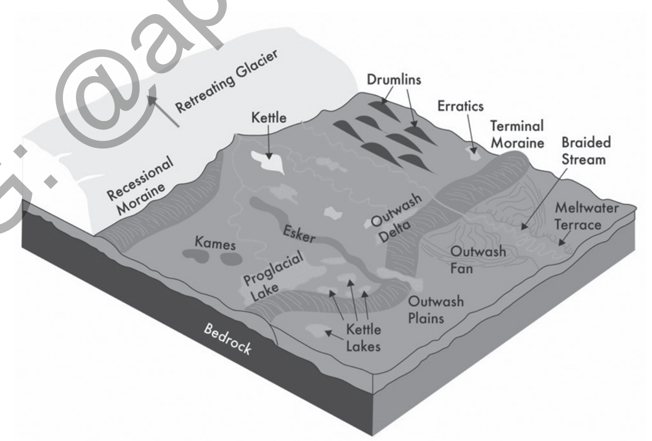
7. **केतली झील (Kettle lake)**: यह हिमानी धौत मैदान में स्थिर बर्फ के पिघलने से बना एक अवनमन है। बड़े केतली झील में कई कम ऊँचे टीले हो सकते हैं जिन्हें **टेकरी (Hummocks)** कहा जाता है।

8. **फजॉर्ड (Fjords)**: फजॉर्ड समुद्र के गहरे, संकीर्ण और लम्बे इनलेट होते हैं, जो आमतौर पर खड़ी चट्टानों या ढलानों से घिरे होते हैं। यह हिमनदीय, भूवैज्ञानिक और हाइड्रोलॉजिकल प्रक्रियाओं के संयोजन से बनता है। इसकी विशेषता समुद्र में डूबी हुई U-आकार की हिमनद घाटियाँ हैं।



(a) At the time of formation, an esker develops beneath an ice sheet. In cross section (inset), wedges of sand accumulate in the tunnel.

(b) An example of an esker in an area once glaciated, but now farmed.



तटीय भू-आकृतियाँ (Coastal Landforms)

तटीय भू-आकृतियाँ तटीय अपरदन और निक्षेपण द्वारा आकार लेती हैं और लहरों की क्रिया, ज्वार, धाराओं और अवसाद की उपलब्धता जैसे कारकों द्वारा प्रेरित होती हैं।

तटीय भू-आकृतियाँ विभिन्न प्रक्रियाओं की परस्पर क्रिया द्वारा आकार लेती हैं:

- **हाइड्रोलिक क्रिया**: जल का बल तटीय शैलों को अपरदित कर देता है।
- **अपघर्षण (Abrasion):** लहरों द्वारा लाई गई रेत, कंकड़ और पत्थरों की अपरदनकारी क्रिया।
- **संनिघर्षण (Attrition)**: शैल खंडों का याँत्रिक विघटन।
- **संक्षारण (Corrosion):** तटीय शैलों का रासायनिक परिवर्तन।

तटों के प्रकार

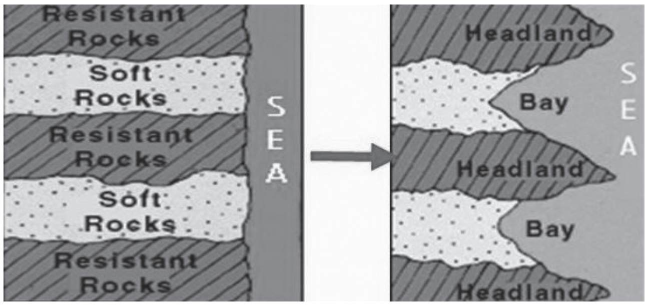
1. ऊँचे चट्टानी तट

- **प्रमुख विशेषताएँ:** अपरदनकारी विशेषताएँ, अनियमित तटरेखा, फजॉर्ड।

Search on TG: @apna_pdf

- **उदाहरण**: भारत का पश्चिमी तट, नॉर्वे, चिली।
- **प्रक्रियाएँ:** अपरदन, अपघर्षण, संक्षारण।
- भू-आकृतियाँ: भृगु, समुद्री स्टैक्स, मेहराब, कंदराएँ।

2. निम्न अवसादी तट (Low Sedimentary Coasts)

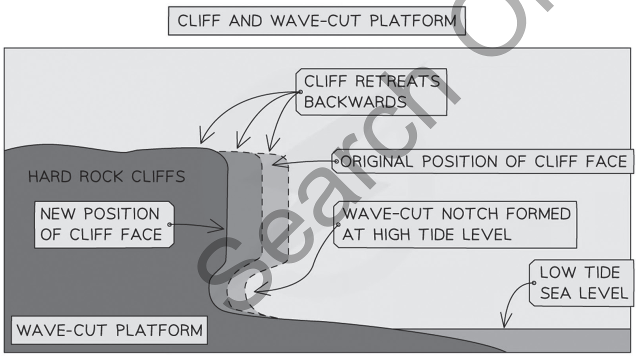


- **प्रमुख विशेषताएँ**: निक्षेपण विशेषताएँ, चिकनी तटरेखा, लैगून, डेल्टा।
- **उदाहरण:** भारत का पूर्वी तट, संयुक्त राज्य अमेरिका का खाड़ी तट।
- **प्रक्रियाएँ:** निक्षेपण, अवसादन।
- **भू-आकृतियाँ:** तटीय मैदान, पुलिन, रेत के टीले, स्पिट, लैगून।

तटीय अपरदनकारी भू-आकृतियाँ (Coastal Erosional Landforms)

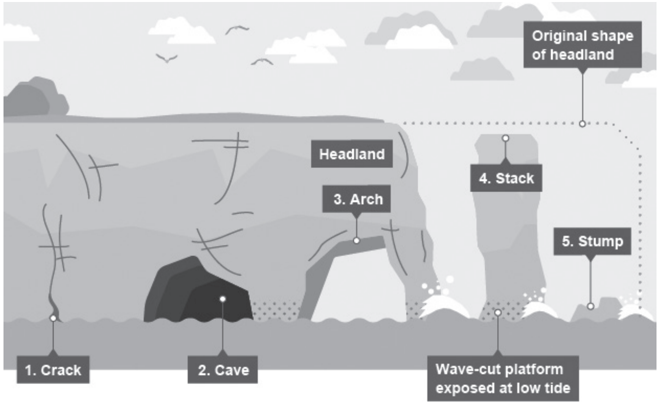
1. **केप और खाड़ी**: खुले तटों पर, अलग-अलग प्रतिरोध वाली शैलों पर लहरों की निरंतर क्रिया के कारण तटरेखा अनियमित रूप से अपरदित होती है।

- केप और खाड़ी विशेष रूप से वहाँ स्पष्ट दिखाई पड़ती हैं जहाँ ग्रेनाइट और चूना पत्थर जैसी कठोर चट्टानें, नरम चट्टानों के साथ वैकल्पिक बैंड में पाई जाती हैं।
- नरम चट्टानें घिसकर वापस इनलेट, कोव या खाड़ियों में बदल जाती हैं और कठोर चट्टानें अंतरीप या केप के रूप में बनी रहती हैं।



2. **लहरों से कटे भृगु (Wave cut cliffs)**: लहरें चट्टानी तटों से जोर से टकराती हैं, जिससे भृगु बन जाते हैं; लगातार लहरों के टकराने से चट्टानें पीछे हट जाती हैं, जिससे लहरों से कटे हुए स्थान बन जाते हैं, जहाँ अपरदित पदार्थ जमा हो जाते हैं।

3. **लहरों से कटी वेदिकाएँ (Wave cut terraces)**: चट्टानों के आधार पर चट्टान के मलबे से बने सपाट प्लेटफॉर्म, जो लहर की औसत ऊँचाई से ऊपर होते हैं। लहरों से कटकर बने भृगु और वेदिकाएँ प्रमुख भू-आकृतियाँ हैं जहाँ अपरदन प्रमुख प्रक्रिया है।



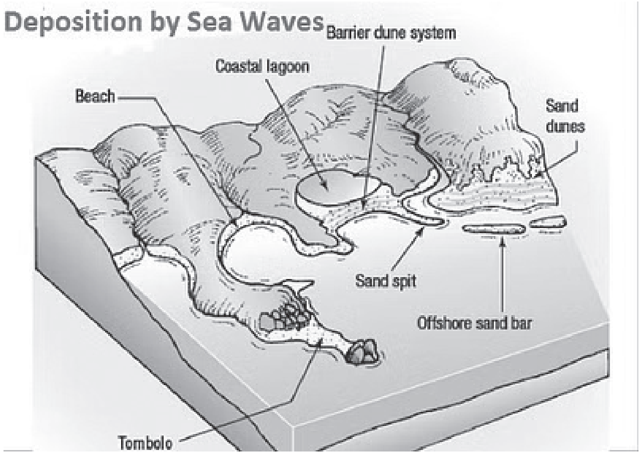
4. **कंदराएँ (Caves)**: भृगु पर लहरों और चट्टान के मलबे के प्रभाव से बने खोखले स्थान। इन कंदराओं की छतें ढह जाती हैं, जिससे स्टैक्स बन जाते हैं।

5. **समुद्री स्टैक्स (Sea Stacks)** : मजबूत शैल संहति, जो मूल रूप से भृगु या पहाड़ियों का हिस्सा हैं, किनारे से कुछ दूर अकेले खड़े होते हैं।

6. **ठूँठ (Stumps)**: समय के साथ, ये 'जिद्दी' स्टैक धीरे-धीरे हट जाते हैं। ऊर्ध्वाधर शैल स्तंभ अपरदित हो जाते हैं, जिससे केवल ठूँठ ही रह जाते हैं जो समुद्र तल से ऊपर दिखाई देते हैं।

7. **लहर-कट प्लेटफॉर्म (Wave-Cut Platforms)**: भृगु के सामने लहरों के टकराने से बनी सपाट सतहें। ये सपाट, थोड़ी अवतल सतहें भृगु के सामने लहरों के लगातार टकराने के कारण बनती हैं।

8. **तोरण या मेहराब (Arches)**: प्राकृतिक मेहराब तब बनते हैं जब अंतरीप के विपरीत दिशा में स्थित कंदराएँ समय के साथ विलीन हो जाती हैं।



तटीय निक्षेपण से बनी भू-आकृतियाँ

1. **पुलिन (Beaches)**: पुलिन स्थायी नहीं होते हैं और लहरों की निरंतर क्रिया से मौसम के अनुसार उनके आकार और संरचना में बदलाव हो सकता है। वे तटरेखा के किनारे रेत और कंकड़ के निक्षेप से बनते हैं।

2. **डालमेशियन तट:** यह अनुदैर्ध्य तट है जहाँ पहाड़ तट के समानांतर या एक साथ चलते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

3. **टिब्बे (Dunes)**: पुलिन की सतह से उठाई गई और छांटी गई रेत समुद्र तट के ठीक पीछे जमा हो जाती है, जिससे रेत के टिब्बे बन जाते हैं। ये आमतौर पर निम्न अवसादी तटों पर पाए जाते हैं और समुद्र तट के समानांतर लंबी कटकों के रूप में दिखाई देते हैं।
4. **अपतट रोधिका (Off-shore Bar)**: यह रेत और शिंगिल का एक कटक है जो अपतटीय जोन में समुद्र में बनता है, आमतौर पर तट के समानांतर चलता है। वे तूफान या सुनामी के खिलाफ पहला बफर या बचाव प्रदान करते हैं।
5. **रोध (Barrier Bar)**: यह एक अपतट रोध है जो रेत के जमा होने के कारण बनता है।
6. **स्पिट (Spit)**: स्पिट्स लंबी निक्षेपण भूआकृतियाँ हैं जो तट से जल के एक निकाय में फैलते हैं, आमतौर पर लॉन्गशोर बहाव द्वारा बनते हैं, जहाँ लहरें तट के साथ अवसाद को ले जाकर जमा करती हैं। जब खाड़ी के मुहाने पर अवरोधक रोधिकाएँ और स्पिट्स बन जाते हैं और उसे अवरुद्ध कर देते हैं, तो लैगून का निर्माण होता है।
7. **संयोजी भित्ति या टोमबोलो (Tombolos)**: यह एक द्वीप को मुख्य भूमि या किसी अन्य द्वीप से जोड़ता है; इसका निर्माण लहरों और ज्वार-भाटे द्वारा अवसाद के निक्षेपण से होता है, जो धीरे-धीरे विकसित होकर दो भू-भागों को जोड़ देता है।
8. **लैगून (Lagoons)**: लैगून उथले, अक्सर खारे पानी के जलाशय होते हैं जो अवरोधक द्वीपों या स्पिट और मुख्य भूमि के बीच स्थित होते हैं, जो तब बनते हैं जब रेत-रोधिकाएँ या स्पिट उनके पीछे एक जलक्षेत्र को घेर लेते हैं।
9. **मुहाना (Estuaries)**: आंशिक रूप से संलग्न तटीय जल निकाय जहाँ नदियों और जलधाराओं का ताजा पानी समुद्री जल के साथ मिल जाता है। नदी के अपवाह द्वारा अवसाद के निक्षेपण से अनोखे पर्यावास निर्मित होते हैं।
10. **पंक मैदान (Mudflats)**: निम्न ज्वार के दौरान दिखाई पड़ने वाले नरम, कीचड़युक्त अवसाद।
11. **लवण कच्छ (Salt Marshes)**: लवण कच्छ तटीय आर्द्रभूमि है, जिसमें लवण सहन करने वाली वनस्पति का प्रभुत्व होता है, जो ज्वार के जल द्वारा लाए गए बारीक अवसाद के निक्षेपण से बनता है।

- **जलडमरूमध्य (Strait)**: प्राकृतिक रूप से निर्मित जलमार्ग जो दो बड़े जल निकायों को जोड़ता है।
- **स्थल संयोजक या भूसंधि (Isthmus)**: भूसंधि भूमि की एक संकरी पट्टी होती है जो दो बड़े भूभागों को जोड़ती है और दोनों तरफ जल से घिरी होती है।
  - यह भूगोल में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, स्थलीय और समुद्री पारिस्थितिकी प्रणालियों के लिए एक प्राकृतिक पुल के रूप में तथा मानव व्यापार एवं प्रवास के लिए रणनीतिक मार्ग के रूप में कार्य करता है।
  - उदाहरणों में **पनामा भूसंधि** शामिल है, जो उत्तर और दक्षिण अमेरिका को जोड़ती है तथा प्रशांत और अटलांटिक महासागरों को अलग करती है; **स्वेज भूसंधि**, जो अफ्रीका और एशिया को स्वेज नहर से जोड़ती है; और **क्रा भूसंधि**, जो थाईलैंड को मलाया प्रायद्वीप से जोड़ती है।
  - ऐतिहासिक रूप से, पाक भूसंधि ने एडम ब्रिज के माध्यम से भारत और श्रीलंका को जोड़ा, हालाँकि अब यह जलमग्न हो गया है। भूसंधि आमतौर पर टेक्टोनिक गतिविधि, अवसाद निक्षेपण या ज्वालामुखी प्रक्रियाओं द्वारा बनती हैं और अपने पारिस्थितिक एवं मानवीय संपर्क के लिए महत्वपूर्ण हैं, जिन्हें अक्सर नहरों या परिवहन के लिए परिवर्तित किया जाता है।
- **खाड़ी और उपसागर (Gulf and Bay)**: खाड़ी और उपसागर दोनों ही समुद्र तट के किनारे स्थित जल संरचनाएँ हैं।

	खाड़ी (Gulf)	**उपसागर (Bay)**
आकार और आकृति	सामान्यतः समुद्र तट पर बड़े और अधिक व्यापक इंडेंटेशन होते हैं।	आमतौर पर खाड़ियों की तुलना में छोटे और उथले होते हैं।
घेरे की मात्रा	सागर या समुद्र से अधिक खुला संपर्क होता है।	खाड़ी की तुलना में इसका प्रवेश द्वार संकरा हो सकता है।

Search On TG: @apna_pdf

पवनें (Winds)

उष्ण मरुस्थलों में पवन एक प्रमुख शक्ति है। पवनें निम्न तरीकों से अपरदन के लिए उत्तरदायी हैं:

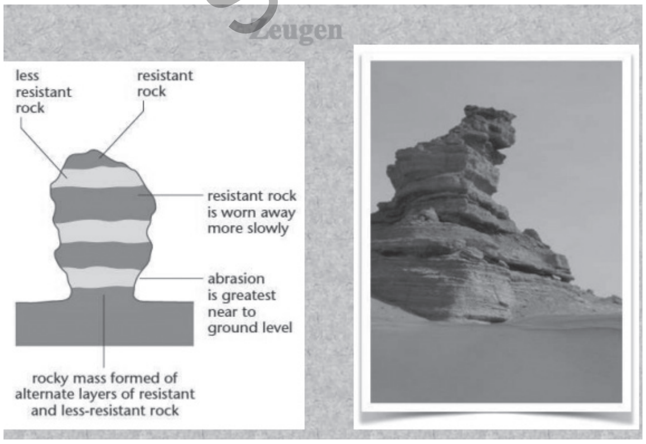
- **अपवाहन** (Deflation) में धूल और छोटे कणों को चट्टान की सतह से उठाना और हटाना शामिल है। परिवहन के दौरान, रेत और गाद प्रभावी उपकरण के रूप में कार्य करते हैं, जो भूमि को अपघर्षित करते हैं।
- दूसरी ओर, **अधिप्रभाव (Impact)** वह विशुद्ध बल है जो रेत की चट्टान की सतह से टकराने पर उत्पन्न होता है, जो रेत-विस्फोटन क्रिया (**Sand-blasting operation**) के समान है।

मरुस्थलीय भूदृश्य के पाँच अलग-अलग प्रकार:

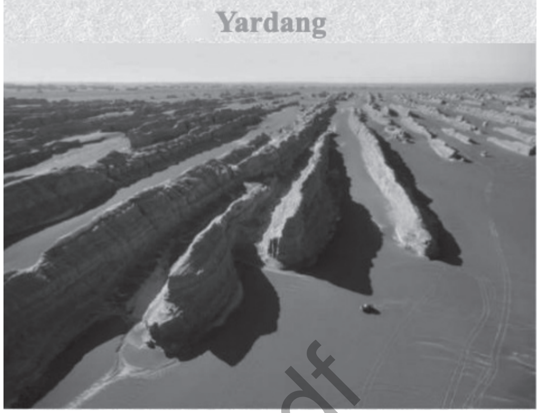
- **हमादा या चट्टानी मरुस्थल (Hamada or rocky desert)**
- **रेग या पथरीला मरुस्थल** (Reg or stony desert)
- **एर्ग या रेतीला मरुस्थल** (Erg or sandy desert): तुर्केस्तान में, रेतीले मरुस्थल को कौम (**koum**) के नाम से भी जाना जाता है।
- **उत्खात भूमि** (Badland): जहाँ पहाड़ियाँ कभी-कभार होने वाली वर्षा-तूफानों से बुरी तरह से कटकर खाइयों और खड्डों में बदल जाती हैं।
- **पर्वतीय मरुस्थल** (Mountain deserts): पठार और पर्वत श्रृंखलाओं जैसे ऊँचे क्षेत्रों में पाए जाते हैं।

मरुस्थलीय अपरदन वाली भू-आकृतियाँ

1. **पेडीमेंट और पदस्थली** (Pediments and Pediplains) : पेडीमेंट पहाड़ों के आधार के पास पाई जाने वाली हल्की झुकी हुई चट्टानी सतहें हैं, जो कभी-कभी मलबे की एक पतली परत से ढकी होती हैं। वे धाराओं और शीट बाढ़ द्वारा पार्श्व अपरदन के संयोजन के माध्यम से बनते हैं। यह अपरदन प्रक्रिया पर्वत के अग्रभागों की कीमत पर पेडीमेंट के विस्तार की ओर ले जाती है। समय के साथ, पर्वतों का आकार छोटा होता जाता है, जिससे अवशेष के रूप में इनसेलबर्ग पीछे रह जाते हैं। अंततः, उच्च उच्चावच वाले मरुस्थलीय क्षेत्र निचले **आकृतिहीन** मैदानों में बदल जाते हैं जिन्हें पेडीप्लेन के रूप में जाना जाता है।
2. **ज्यूगेन (Zeugen):** ये सारणीबद्ध संहति हैं जिनमें अधिक प्रतिरोधी चट्टानों की परत के नीचे नरम चट्टानों की एक परत होती है। पवन का अपघर्षण अंतर्निहित नरम परत को अपरदित कर देता है जिससे गहरी खाइयाँ विकसित होती हैं। कठोर चट्टानें फिर खाइयों के ऊपर कटक या ज्यूगेन के रूप में खड़ी होती हैं।

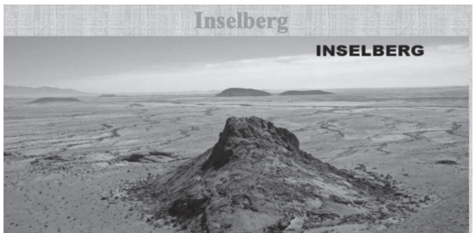


3. **यारडांग (Yardangs)**: यारडांग की कठोर और नरम चट्टानें एक दूसरे के ऊपर क्षैतिज स्तर में स्थित होने के बजाय, ऊर्ध्वाधर पट्टियाँ हैं और प्रवाहित पवनों की दिशा में संरेखित होती हैं।



4. **प्लाया (Playas)**: प्लाया उथली झीलें हैं जो पर्वतों और पहाड़ियों से घिरी घाटियों के केंद्र में विकसित होती हैं; उच्च वाष्पीकरण दर के कारण इनमें जल का प्रतिधारण अल्पकालिक होता है और अक्सर इनमें लवण जमा होता है।

5. **मेसा और बट्स** (Mesas and Buttes): यह एक समतल, टेबल जैसा भूभाग है जिसमें बहुत प्रतिरोधी क्षैतिज ऊपरी परत और बहुत तीव्र ढाल वाली दीवारें होती हैं। **युगों से जारी अनाच्छादन** के कारण इस क्षेत्र में मेसा कम हो सकते हैं जिससे वे अलग-अलग सपाट-शीर्ष वाली पहाड़ियाँ बन जाती हैं जिन्हें **बट्स** कहा जाता है।
6. **इन्सेलबर्ग** की विशेषता इसकी तीव्र ढाल और गोल शीर्ष है। वे अक्सर ग्रेनाइट या गनीस से बने होते हैं, और संभवतः एक मूल पठार के अवशेष होते हैं जो लगभग पूरी तरह से अपरदित हो गया है।



7. **अपवाहन गर्त** (Deflation Hollows): पवनें असंगठित पदार्थों को उड़ाकर ले जाती हैं, और छोटे-छोटे गड्ढे बन जाते हैं। इसके पश्चात् जल अपवाहन गर्तों या गड्ढों में रिसकर मरूद्यान या दलदल बना लेता है।

Search On TG: @apna_pdf

8. **छत्रक, टेबल और पीठिका शैल (Mushroom, Table, and Pedestal Rocks)**

पवन अपरदन से चिकने बनाए गए प्रतिरोधी शैल के अवशेष विभिन्न आकार लेते हैं जैसे,

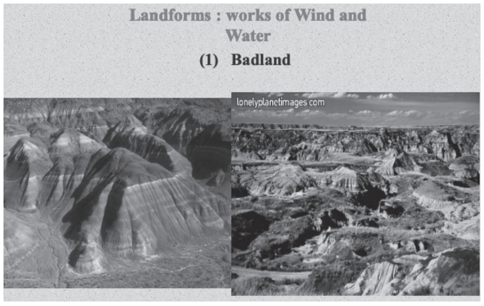
- **छत्रक शैल** जिनमें एक पतला डंठल और एक गोल, नाशपाती के आकार की टोपी होती है।
- **टेबल शैल** में चौड़े, सपाट शीर्ष होते हैं।
- पीठिका शैल खंभों की तरह ऊँची खड़ी होती हैं।

9. **उत्खात-भूमि (Badland)**

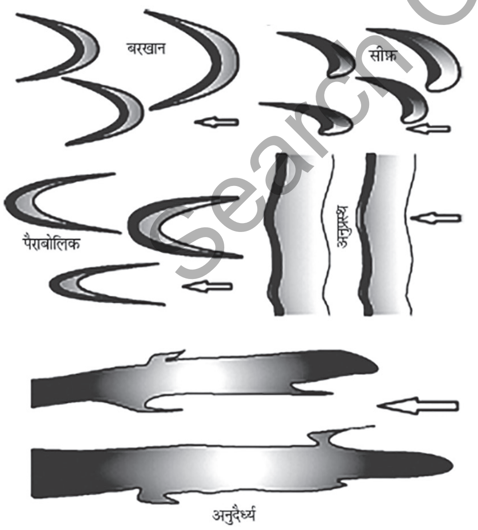
उत्खात-भूमि स्थलाकृति एक शुष्क, अपरदित भूदृश्य को संदर्भित करती है, जिसमें तीव्र ढाल, कटकें और गहरी खाइयाँ होती हैं, जो अक्सर अर्ध-शुष्क या शुष्क क्षेत्रों में तीव्र जल अपरदन के परिणामस्वरूप बनती हैं। यह आमतौर पर नरम, आसानी से अपरदनीय चट्टानों जैसे शेल या मडस्टोन वाले क्षेत्रों में देखी जाती है।

इस भू-आकृति में कठोर परिस्थितियों के कारण वनस्पति की कमी होती है। उत्खात भूमि तब बनती हैं जब प्रतिरोधी और नरम चट्टान की वैकल्पिक परतें असमान रूप से कटती हैं, जिससे नुकीली कटकें और घाटियाँ बनती हैं।

उदाहरण: मध्य प्रदेश में चंबल की घाटियाँ, लद्दाख, कच्छ आदि।



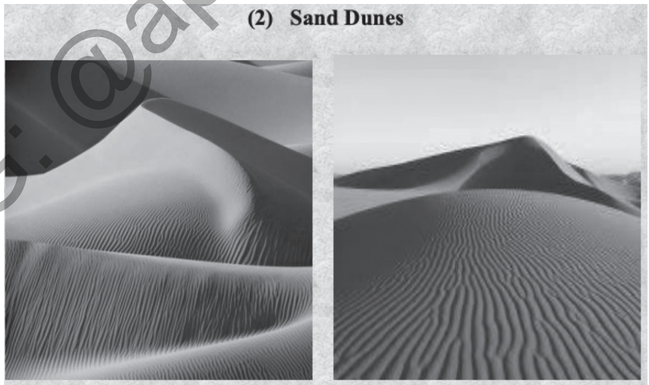
मरुस्थलीय निक्षेप से बनी भूआकृतियाँ (Desert Depositional Landforms):



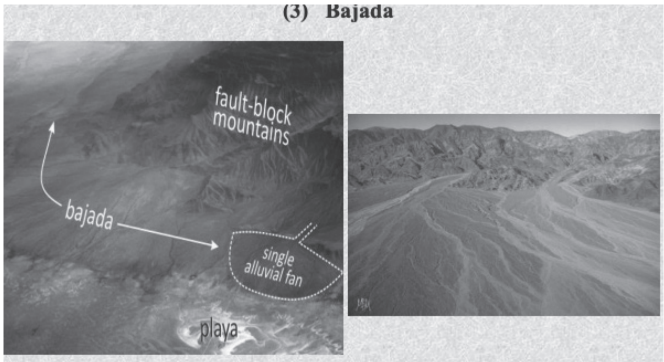
1. **बालू टिब्बे (Sand Dunes)**

शुष्क, उष्ण मरुस्थल बालू-टिब्बों के निर्माण के लिए उपयुक्त स्थल हैं। टिब्बों के निर्माण के लिए रेत की उपलब्धता और अवरोधकों दोनों की आवश्यकता होती है। विभिन्न प्रकार के टिब्बों में निम्नलिखित शामिल हैं:

- **बरखान (Barchans)** : यह अर्धचंद्राकार टिब्बे हैं जिनके पंख पवन की दिशा से दूर होते हैं।
- **परवलयिक टिब्बे (Parabolic dune)**: ये पवन की दिशा समान होने पर उल्टे बरखान के समान होते हैं। यह तब बनते हैं जब रेतीली सतह वनस्पति से ढकी होती है।
- **सीफ (Seif)**: यह बरखान के समान है लेकिन पवन की स्थिति में बदलाव के कारण इसमें केवल एक पंख होता है।
- **अनुदैर्ध्य टिब्बे (Longitudinal dunes)**: वे पवन की दिशा में लंबे कटकों के रूप में दिखाई देते हैं, लेकिन कम ऊँचाई वाले होते हैं। वे तब बनते हैं जब रेत की आपूर्ति कम होती है और पवन की दिशा स्थिर होती है।
- **अनुप्रस्थ टिब्बे (Transverse dunes)**: यह पवन की दिशा के लंबवत संरेखित होते हैं।



2. **बाजाडा (Bajadas)**: ये मध्यम ढलान वाले निक्षेपण मैदान है जो प्लाया और पेडीमेंट के बीच स्थित होते हैं। जलोढ़ पंख मिलकर बाजाडा बनाते हैं।



❖ ❖ ❖

Search On TG: @apna_pdf

PW ONLYIAS BY PHYSICS WALLAH

INTERVIEW GUIDANCE PROGRAM 2024

English / हिन्दी

- Simulated Mock Interviews
- 1-to-1 Sessions with Bureaucrats
- 3rd Eye View
- Personalized Mentorship
- Personalized DAF Filling Session
- Interview Oriented Content & Discussion

Our Panellists

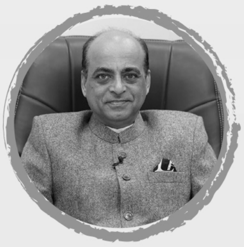
SUNIL OBEROI
Ex-IAS Officer,
Fr. UPSC Examiner

SANGEETA GUPTA
Ex-IRS Officer,
Fr. UPSC Board Member

SUNIL GULATI
Ex-IAS Officer,
Retd. Spl. C.S. (Delhi)

ANIL K. MEHRA
Ex-IRS Officer,
Fr. Comm'r (CBEC)

D.S. MALIK
Ex-IIS Officer



JALAJ SHRIVASTAVA
Ex-IAS Officer
Addl. C.S. (MoA & FW)

300+ Selections in UPSC CSE 2023

SCAN Here or at 9971899954

Online / Offline
REGISTRATION FREE
for CSM 2024 Qualifiers

IGP Centre : 2/3, West Patel Nagar, Near Pillar No. 195, New Delhi 110008

Search On TG: @apna_pdf

4 वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन

वायुमंडल: संरचना और संघटन

पृथ्वी का वायुमंडल गैसों, जल वाष्प और धूल कणों का एक जटिल मिश्रण है, जो जीवन और विभिन्न जलवायु एवं मौसम संबंधी घटनाओं के लिए महत्वपूर्ण है। वायुमंडल के कुल द्रव्यमान का लगभग 99% पृथ्वी की सतह से 32 किलोमीटर के भीतर केंद्रित है।

वायुमंडल का संघटन

वायुमंडल मुख्य रूप से **स्थायी गैसों** और **परिवर्तनशील गैसों से बना है**, जिसका विवरण नीचे दिया गया है:

स्थायी गैसें (Permanent Gases):

1. **नाइट्रोजन (N_2)** : 78.084% - ऑक्सीजन को तनु करने और दहन प्रक्रिया को धीमा करने के लिए आवश्यक है। सजीवों में प्रोटीन संश्लेषण के लिए महत्वपूर्ण है।
2. **ऑक्सीजन (O_2)** : 20.946% - श्वसन और दहन के लिए महत्वपूर्ण है।
3. **आर्गन (Ar)** : 0.934% - एक उत्कृष्ट, अक्रिय गैस है और औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोग की जाती है।

परिवर्तनशील गैसें (Variable Gases):

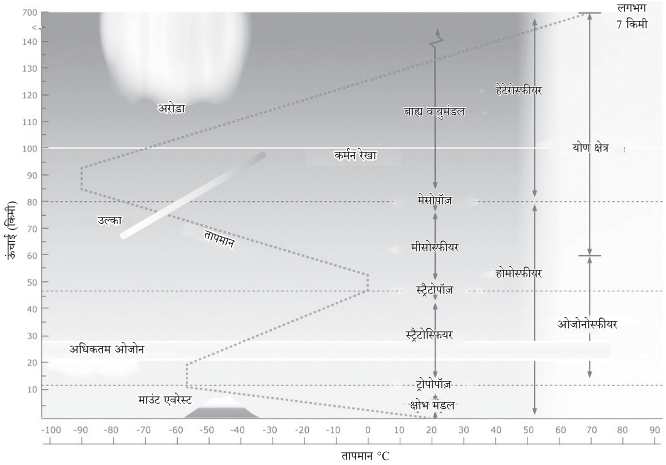
1. **जल वाष्प (H_2O)** : अत्यधिक परिवर्तनशील (0-4%) - जलविज्ञान चक्र, मौसम पैटर्न और अवरक्त विकिरण के अवशोषण के माध्यम से ऊष्मा प्रतिधारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है **(UPSC 2023)**। यह एक गैस है, जिसकी मात्रा ऊँचाई के साथ घटती जाती है। ध्रुवों पर इसका प्रतिशत न्यूनतम होता है। **(यूपीएससी 2024)**।
2. **कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2)** : 0.04% - आने वाली लघुदैर्ध्य सौर विकिरण के लिए पारदर्शी लेकिन बाहर जाने वाले दीर्घदैर्ध्य विकिरण के लिए अपारदर्शी है, इसलिए यह एक प्रमुख ग्रीनहाउस गैस है। **[upsc-2024]**
3. **ओजोन (O_3)** : समताप मंडल में संकेन्द्रित है - हानिकारक पराबैंगनी (UV) किरणों को अवशोषित करती है।
4. **अन्य गैसें** : इसमें मीथेन (CH_4), निऑन (Ne), हीलियम (He), हाइड्रोजन (H_2) और क्रिप्टॉन (Kr) शामिल हैं, जो अल्प मात्रा में मौजूद हैं लेकिन वायुमंडलीय रसायन विज्ञान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

वायुमंडलीय संघटन (आयतन-आधारित)

गैस	प्रतीक	आयतन (%)
नाइट्रोजन	N_2	78.084%
ऑक्सीजन	O_2	20.946%
आर्गन	Ar	0.934%
कार्बन डाईऑक्साइड	CO_2	0.042%
नियोन	Ne	18.182 पीपीएम
हीलियम	He	5.24 पीपीएम
मीथेन	CH_4	1.92 पीपीएम
क्रिप्टॉन	Kr	1.14 पीपीएम
हाइड्रोजन	H_2	0.55 पीपीएम
ओजोन	O_3	0.07 पीपीएम

नोट : जल वाष्प स्थान और ऊंचाई के आधार पर काफी भिन्न होता है, जो मरुस्थलीय क्षेत्रों में लगभग 0% से लेकर उष्णकटिबंधीय जलवायु में 4% तक होता है।

वायुमंडल की परतेंपृथ्वी का वायुमंडल कई अलग-अलग परतों में विभाजित है, जिनमें से प्रत्येक की तापमान, दाब और संरचना की दृष्टि से अपनी अनूठी विशेषताएँ हैं। इन परतों को समझना **मौसम विज्ञान** (मौसम से संबंधित) और **जलवायु विज्ञान** (जलवायु से संबंधित) दोनों दृष्टिकोणों से आवश्यक है।



1. क्षोभमंडल (Troposphere) (0-13 किमी):

- **भूमिका** : सभी मौसम परिवर्तन और जैविक गतिविधियाँ इसी परत में होती हैं।
- **विशेषताएँ** : इसमें जल वाष्प और बादल अधिक मात्रा में होते हैं, इसलिए यह मौसम के पैटर्नों के लिए महत्वपूर्ण है। भूमध्य रेखा पर क्षोभमंडल की मोटाई ध्रुवों की तुलना में बहुत अधिक है। क्योंकि, भूमध्य रेखा पर शक्तिशाली संवहन धाराओं द्वारा ऊष्मा को बहुत ऊँचाई तक पहुँचाया जाता है। **[UPSC-2024]**
- **तापमान** : प्रति 165 मीटर ऊँचाई पर 1°C की दर से घटता है, जिसे **ह्रास दर (lapse rate)** कहा जाता है।

Search On TG: @apna_pdf

- **जलवायु प्रभाव** : पृथ्वी की सतह के असमान तापन से प्रभावित होकर ऊष्मा आदान-प्रदान, बादल निर्माण और वर्षा के लिए प्राथमिक क्षेत्र के रूप में कार्य करता है।

2. समताप मंडल (Stratosphere) (13-50 किमी):

- **भूमिका** : इसमें **ओजोन परत होती है**, जो सूर्य से आने वाली हानिकारक पराबैंगनी विकिरण (UV radiation) को अवशोषित करती है।
- **तापमान** : ओजोन द्वारा पराबैंगनी विकिरण के अवशोषण के कारण ऊँचाई के साथ बढ़ता है।
- **मौसम संबंधी महत्व** : निचले समतापमंडल में जेट धाराएँ मौजूद होती हैं, जो क्षोभमंडल में मौसम के पैटर्न को प्रभावित करती हैं।
- **विमान उड़ान** : इस क्षेत्र में वाणिज्यिक विमान स्थिर परिस्थितियों, जल वाष्प और बादलों (**ध्रुवीय समताप मंडल के बादलों को छोड़कर**) से मुक्त होने के कारण उड़ान भरते हैं। **[UPSC-2011]**

3. मध्य मंडल (Mesosphere) (50-80 किमी):

- **भूमिका** : उल्काएँ इस परत में जल जाती हैं, जिससे "टूटते हुए तारे" दिखाई देते हैं।
- **तापमान : ऊँचाई के साथ घटता है, तथा मध्यसीमा (mesopause)** पर वायुमंडल में सबसे कम तापमान रहता है।
- **मौसम संबंधी प्रभाव** : मध्यमंडल काफी हद तक ग्रीनहाउस गैसों से मुक्त है, इसलिए यह ग्रीनहाउस प्रभाव में योगदान नहीं देता है लेकिन वायुमंडलीय परिसंचरण में भूमिका निभाता है।

4. आयनमंडल (Ionosphere) (80-400 किमी):

- **भूमिका** : इसमें विद्युत आवेशित कण (आयन) होते हैं जो रेडियो तरंगों को पृथ्वी पर वापस परावर्तित करते हैं, जिससे लंबी दूरी का रेडियो संचार संभव होता है।
- **परतें** : D, E और F परतों में विभाजित है, जिसमें F परत रेडियो प्रसारण के लिए सबसे महत्वपूर्ण है।
- **अंतरिक्ष का मौसम** : सौर गतिविधि आयनमंडल को प्रभावित कर सकती है, जिससे संचार प्रणालियाँ प्रभावित हो सकती हैं।

5. बहिर्मंडल (Exosphere) (400 किमी और उससे ऊपर):

- **भूमिका** : सबसे बाहरी परत है जहाँ वायुमंडल धीरे-धीरे अंतरिक्ष में परिवर्तित होता है।
- **संघटन** : मुख्यतः हाइड्रोजन और हीलियम, अत्यंत कम घनत्व।
- **मौसम संबंधी प्रभाव** : यद्यपि इसका मौसम से कोई सीधा संबंध नहीं है, लेकिन इसमें उपग्रह परिक्रमा करते हैं और वायुमंडलीय स्थितियों को मापते हैं।

तापमंडल (Thermosphere) (90-500+ किमी):

- **भूमिका** : सौर गतिविधि से प्रभावित, तापमान में उच्च उतार-चढ़ाव का क्षेत्र है।
- **ध्रुवीय ज्योति (Auroras)** : तापमंडल वह क्षेत्र है जहाँ ध्रुवीय ज्योति होती है, जो सूर्य से आने वाले आवेशित कणों की पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के साथ अंतःक्रिया के कारण होता है।

वायुमंडलीय विभाजन: होमोस्फीयर और हेटरोस्फीयर

- **सममंडल (Homosphere)** : 80-100 किमी तक विस्तृत है, जहाँ गैसें समान रूप से मिश्रित होती हैं।
- **विषममंडल (Heterosphere)** : 100 किमी से ऊपर वायुमंडल कम मिश्रित हो जाता है, तथा हल्की गैसों (जैसे हाइड्रोजन और हीलियम) की प्रधानता होती है।

सौर विकिरण एवं सूर्यातप

सौर विकिरण, **परमाणु संलयन प्रतिक्रिया** के परिणामस्वरूप सूर्य द्वारा उत्सर्जित **विकिरण ऊर्जा है।** पृथ्वी की सतह मुख्य रूप से **लघु तरंगदैर्ध्य में ऊर्जा प्राप्त करती है**, जिसे **"आपतित सौर विकिरण"** या **"सूर्यातप (इन्सोलेशन)" कहा जाता है।** सूर्यातप की मात्रा और **तीव्रता एक दिन, एक मौसम और एक वर्ष के दौरान बदलती रहती है।**

सौर विकिरण का वितरण

सूर्यातप की परिवर्तनशीलता को प्रभावित करने वाले कारक

- **पृथ्वी के** अपने अक्ष पर घूमने के कारण दिन और रात होते हैं; ध्रुवों पर लगातार दिन या अंधेरा रहता है।
- **पृथ्वी और सूर्य के बीच बदलती दूरी** : 4 जुलाई को **अपसौर स्थिति (Aphelion position) (सूर्य से सबसे दूर)** और **उपसौर स्थिति (Perihelion position) (सूर्य के सबसे निकट)** 3 जनवरी को होती है। इस प्रकार 3 जनवरी को वार्षिक सूर्यातप 4 जुलाई की तुलना में थोड़ा अधिक होता है।
- पृथ्वी का अक्ष उसके कक्षीय तल के साथ **66 12° के कोण पर झुका हुआ है, जो विभिन्न अक्षांशों पर प्राप्त सूर्यातप को प्रभावित करता है।**
- **सूर्य की किरणों का कोण किसी स्थान के अक्षांश** पर निर्भर करता है - अक्षांश जितना अधिक होगा, कोण उतना ही कम होगा। प्रति इकाई क्षेत्र में प्राप्त होने वाली शुद्ध ऊर्जा अक्षांश बढ़ने के साथ घटती जाती है। इसके अलावा, तिरछी किरणें अधिक गहराई से गुजरती हैं जिससे अधिक अवशोषण, प्रकीर्णन और विसरण होता है।
- **वायुमंडल की पारदर्शिता** : अधिक पारदर्शिता से सूर्यातप अधिक होता है। बादल, प्रदूषक और वायुमंडलीय संरचना सूर्यातप को प्रभावित करते हैं। बादल सूर्य के प्रकाश को परावर्तित, प्रकीर्णित और अवशोषित करते हैं। शुष्क मौसम बादलों के आवरण को कम करता है, जिससे सूर्यातप प्रभावित होता है।
- **एल्बिडो (Albedo):** सतह की परावर्तकता का माप (0 से 1 स्केल)।
- **भूमि का विन्यास: अभिमुखता** (भूमि की दिशा) सूर्य के प्रकाश के ग्रहण को प्रभावित करती है; उत्तरी गोलार्ध में दक्षिणाभिमुख ढाल अपेक्षाकृत गर्म होते हैं और उत्तराभिमुख ढाल ठंडे होते हैं, जबकि दक्षिणी गोलार्ध में इसके विपरीत स्थिति होती है।

> उगते और डूबते सूर्य का लाल रंग तथा आकाश का नीला रंग वायुमंडल में प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण होता है।

Search On TG: @apna_pdf

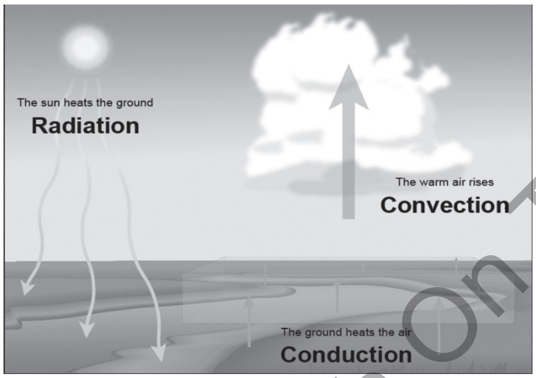
पृथ्वी की सतह पर सूर्यातप का स्थानिक वितरण

- **उपोष्णकटिबंधीय मरुस्थलों में** न्यूनतम बादल होने के कारण **सर्वाधिक सूर्यातप** प्राप्त होता है।
- **भूमध्य रेखा पर उष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों की तुलना में कम सूर्यातप** प्राप्त होता है।
- **समान अक्षांश** पर, **महाद्वीपों को** आमतौर पर **महासागरों की तुलना में अधिक सूर्यातप प्राप्त होता है**, क्योंकि महासागर के ऊपर छाए **बादल सूर्य के प्रकाश को वापस परावर्तित कर देते हैं।**
- सर्दियों के दौरान, मध्य और उच्च अक्षांशों पर गर्मियों की तुलना में कम विकिरण प्राप्त होता है।

> - **भूमध्य रेखा पर ध्रुवीय क्षेत्रों की तुलना में 5 गुना अधिक सूर्यातप प्राप्त होता है। [यूपीएससी 2023]**
> - **जल की विशिष्ट ऊष्मा क्षमता भूमि की तुलना में** बहुत अधिक है; यह गर्मियों में धीरे-धीरे गर्म होता है और सर्दियों में धीरे-धीरे ठंडा होता है। **महाद्वीपों और महासागरों के** बीच **तापमान का अंतर सर्दियों की तुलना में गर्मियों** के दौरान **अधिक होता** है। **[यूपीएससी 2013, 2023]**

वायुमंडल का तापन और शीतलन

वायुमंडल के तापन और शीतलन के चार अलग-अलग तरीके हैं:



- **चालन (Conduction):** इस प्रक्रिया में ऊष्मा उच्च तापमान वाली वस्तुओं से आणविक गति के माध्यम से कम तापमान वाली वस्तुओं की ओर प्रवाहित होती है। यह मुख्य रूप से वायुमंडल की निचली परतों को गर्म करती है।
- **संवहन (Convection):** इसमें विभिन्न तापमान वाले क्षेत्रों के बीच द्रव (तरल या गैस) की गति द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण होता है। पृथ्वी के संपर्क में आने वाली हवा गर्म होने पर ऊर्ध्वाधर रूप से ऊपर उठती है, जिससे वायुमंडलीय ऊष्मा संचारित करने वाली धाराएँ बनती हैं। यह क्षोभमंडल तक सीमित है।
- **अभिवहन (Advection) :** वायु के क्षैतिज संचलन से होने वाला ताप का स्थानांतरण अभिवहन कहलाता है। मध्य अक्षांशों में, दैनिक मौसम में अधिकांश दैनिक (दिन और रात) भिन्नताएँ और उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में लू के प्रभाव अभिवहन प्रक्रिया का परिणाम हैं।
- **स्थलीय विकिरण (Terrestrial Radiation):** वास्तविक संपर्क या गति के बिना एक पिंड से दूसरे पिंड में ऊष्मा का स्थानांतरण। पृथ्वी लघु तरंगदैर्ध्य विकिरण (पराबैंगनी और विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम का दृश्यमान भाग) को अवशोषित करती है जिससे उसकी सतह गर्म हो जाती है; यह दीर्घ तरंगदैर्ध्य विकिरण (अवरक्त किरणें) उत्सर्जित करती है जो वायुमंडल को गर्म करता है। **[UPSC 2023]**। वायुमंडल आने वाले सौर विकिरण की तुलना में स्थलीय विकिरण से अधिक गर्म होता है। **[UPSC-2024]**

प्लैंक का नियम कहता है कि एक वस्तु जितनी गर्म होगी वह उतनी ही अधिक ऊर्जा का विकिरण करेगी और उसकी तरंग दैर्ध्य उतनी ही लघु होगी।

पृथ्वी का ऊष्मा बजट

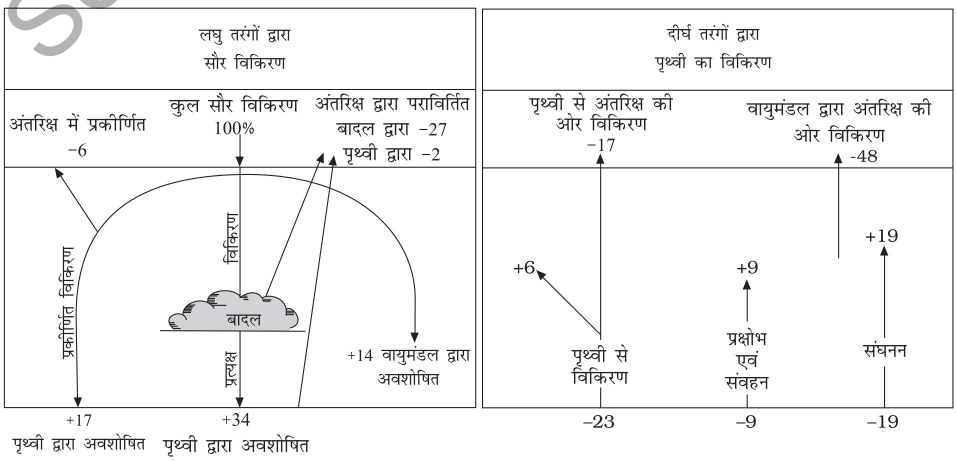
पृथ्वी यह सुनिश्चित करके एक स्थिर तापमान बनाए रखती है कि उसे प्राप्त होने वाली ऊष्मा (**सूर्यातप**) उसके द्वारा उत्सर्जित ऊष्मा (**स्थलीय विकिरण**) के बराबर हो। इस प्रकार, पृथ्वी समग्र रूप से न तो ऊष्मा जमा करती है और न ही खोती है।

- **ऊष्मा बजट** पृथ्वी द्वारा अवशोषित की जाने वाली आने वाली ऊष्मा तथा विकिरण के रूप में पृथ्वी से बाहर निकलने वाली ऊष्मा के बीच एक आदर्श **संतुलन है।**

अवशोषण पैटर्न (Absorption Pattern)

जैसे-जैसे सूर्यातप वायुमंडल से गुजरता है, उसका परावर्तन, प्रकीर्णन और अवशोषण होता है।

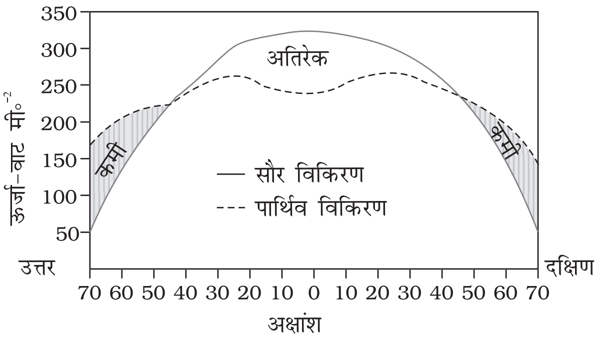
- पृथ्वी की सतह पर पहुँचने से पहले सूर्यातप की लगभग **35 इकाइयाँ अंतरिक्ष में परावर्तित हो जाती हैं। इनमें से 27 इकाइयाँ बादलों के ऊपर** से और **2 इकाइयाँ पृथ्वी के बर्फ़ और बर्फ़ से ढके क्षेत्रों से परावर्तित हो जाती हैं। परावर्तित विकिरण की मात्रा को** पृथ्वी का **एल्बिडो** कहा जाता है।



Search On TG: @apna_pdf

पृथ्वी की सतह पर निवल ऊष्मा बजट में भिन्नता

- **अक्षांशीय विकिरण वितरण (Latitudinal Radiation Distribution): 40 डिग्री उत्तर और दक्षिण अक्षांश के बीच, विकिरण संतुलन में** अधिक **अधिशेष होता है; ध्रुवों** के निकटवर्ती क्षेत्रों में **विकिरण घाटा होता** है।



- **प्राकृतिक ऊष्मा पुनर्वितरण:** उष्ण कटिबंधों से अतिरिक्त ऊष्मा व्यवस्थित रूप से ध्रुवों की ओर स्थानांतरित हो जाती है।

तापमान

- तापमान डिग्री में यह माप है कि कोई वस्तु (या स्थान) कितनी गर्म (या ठंडी) है।
- **समताप रेखाएँ (Isotherms)** समान तापमान वाले स्थानों को जोड़ने वाली रेखाएँ हैं। समताप रेखाएँ भूमध्य रेखा पर सूर्य की आभासी गति के साथ बदलती हैं।
  - **उत्तरी गोलार्ध** में समताप रेखाएँ **अनियमित** और **निकट अंतराल पर** होती हैं ।
  - **दक्षिणी गोलार्ध** में वे अधिक **नियमित** और **दूर-दूर होती हैं।**
  - समताप रेखाएँ, जो एकसमान पृथ्वी पर अक्षांशों के साथ संरेखित होनी चाहिए, लेकिन **स्थल-जल ताप अंतर के कारण मुड़ जाती हैं।**
  - सामान्य नियम यह है कि स्थल से समुद्र की ओर जाने वाली **समताप रेखाएँ ध्रुव (सर्दियों में) / भूमध्य रेखा (गर्मियों में) की ओर मुड़ जाती हैं।**
  - जनवरी के महीने में समताप रेखाएँ महासागर के ऊपर उत्तर की ओर तथा महाद्वीप के ऊपर दक्षिण की ओर विचलित हो जाती हैं। गर्म महासागरीय धाराओं, गल्फ स्ट्रीम तथा उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट की उपस्थिति उत्तरी अटलांटिक महासागर को गर्म बनाती है तथा समताप रेखाएँ उत्तर की ओर मुड़ जाती हैं। **[UPSC-2024]**
- **तापमान विसंगति** किसी स्थान के तापमान को उसके अक्षांश के औसत से भिन्न होने का संकेत देती है, जिसमें **सकारात्मक विसंगति** (उदाहरण के लिए, सहारा मरुस्थल, जहाँ तापमान > औसत) और **नकारात्मक विसंगति** (उदाहरण के लिए, माउंट एवरेस्ट, जहाँ तापमान < औसत) शामिल है।

तापमान वितरण को नियंत्रित करने वाले कारक

- **अक्षांश (Latitude)**: इसका तापमान पर सीधा नियंत्रण होता है क्योंकि **सूर्यातप अक्षांश** के **व्युत्क्रमानुपाती होता** है।
- **उत्तुंगता (Altitude):** उत्तुंगता जितनी अधिक होगी, तापमान उतना ही कम होगा। सामान्यतः पृथ्वी की सतह से ऊँचाई बढ़ने के साथ तापमान घटता है, क्योंकि वायुमंडल को पृथ्वी की सतह से ही ऊपर की ओर गर्म किया जा सकता है। ऊपरी वायुमंडल में हवा कम सघन होती है। **(UPSC-2012)**
- **एल्बिडो प्रभाव तापमान को कम करता है** (अल्बेडो का घटता क्रम: ताजा बर्फ (0.80) > महासागरीय बर्फ > रेत > ग्रीन ग्रॉस > मृदा > वन > खुला महासागर (0.06) > चारकोल (0.04))
- **समुद्र से दूरी** : समुद्र के पास स्थित स्थान **समुद्री और स्थलीय हवाओं के अवमंदक प्रभाव (Moderating influence) में आते हैं।**
- **वायु-संहति परिसंचरण** और **महासागरीय धाराएँ (Air-mass circulation** and **ocean currents)**
  - **उष्ण वायु-संहतियाँ/महासागरीय धाराएँ:** उच्च तापमान।
  - **शीत वायु-संहतियाँ/ठंडी धाराएँ:** कम तापमान।
- **प्रचलित पवनें (Prevailing Winds):** पवन की उत्पत्ति और गति तापमान वितरण को प्रभावित करती है।
- **ढाल की अभिमुखता (Aspect of Slope) :** ढाल की अभिमुखता सूर्य के प्रकाश को प्रभावित करती है, जिससे तापमान प्रभावित होता है।
- **दिन-रात चक्र:** घूर्णन-प्रेरित तापमान परिवर्तन।
- **शहरी ऊष्मा द्वीप (यूएचआई) प्रभाव:** मानवीय गतिविधियों से शहरी क्षेत्रों में तापमान बढ़ जाता है।

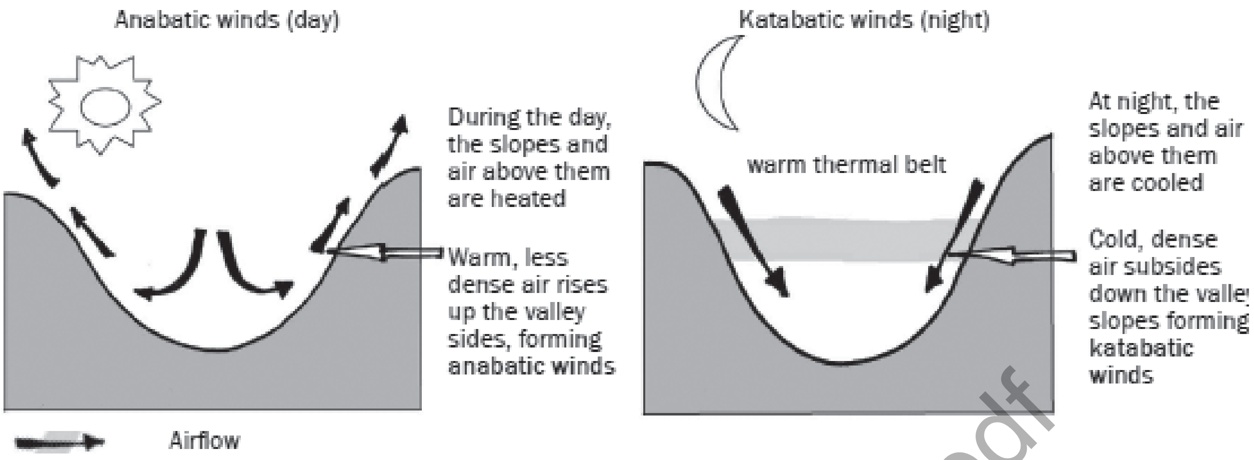
तापमान का व्युत्क्रमण

यह क्षोभमंडल में **तापमान के सामान्य व्यवहार** (ऊँचाई बढ़ने पर तापमान में गिरावट) का विपरीत प्रभाव है, जिसमें **सतह पर ठंडी वायु की एक परत के ऊपर गर्म वायु की एक परत आ जाती है।**

- **तापमान व्युत्क्रमण के लिए आदर्श स्थितियाँ** :
  - **सर्दियों की लम्बी रात** (बाहर जाने वाला विकिरण आने वाले विकिरण से अधिक होता है);
- **स्वच्छ एवं बादल रहित आकाश;**
  - **स्थिर वायु** (वायु की कोई गति नहीं/धीमी क्षैतिज गति) जो वायु के मिश्रण से बचाती है;
  - धरातल की सतह के पास **शुष्क वायु**
  - **ध्रुवीय क्षेत्रों में वर्ष भर** तापमान का व्युत्क्रमण सामान्य रहता है ।
- **सतही तापमान व्युत्क्रमण के प्रभाव:**
  - **निचला वायुमंडल** स्थिर **हो जाता है;** जिससे धुआं, धूल और अन्य कण व्युत्क्रम परत के नीचे फंस जाते हैं, जिससे **घना कोहरा बनता है।**
  - **पहाड़ी और पर्वतीय क्षेत्रों** में व्युत्क्रमण **वायु अपवाह (air drainage) (रात के दौरान पहाड़ी ढालों से घाटियों की ओर ठंडी वायु का नीचे की ओर प्रवाह)** नामक प्रक्रिया के कारण होता है यह पौधों के लिए एक सुरक्षा कवच के रूप में कार्य करता है, उन्हें तुषार से होने वाली क्षति से बचाता है।

Search on TG: @apna_pdf

तापमान व्युत्क्रमण के प्रकार



- **सतही तापमान व्युत्क्रमण (Surface Temperature Inversion)**
  - **चालन** की प्रक्रिया के माध्यम से **सतह के संपर्क वाली परतों** पर होता है।
  - यदि सतही वायु का तापमान ओसांक (Dew point) से नीचे चला जाए तो **कोहरा बनना संभव है।**
  - **उच्च अक्षांशों में यह आम तौर पर होता है ; निम्न एवं मध्य अक्षांशों में** यह **ठण्डी रातों में होता है** तथा दिन के समय समाप्त हो जाता है।
- **घाटी व्युत्क्रमण (Valley Inversion)**
  - यह वायु अपवाह के कारण **पहाड़ियों और पर्वतों** में होता है।
  - रात के समय उत्पन्न **शीत वायु (भारी और सघन) गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में बहती है और ढाल से नीचे की ओर बहती है** और गर्म वायु के नीचे घाटी की तलहटी में जमा हो जाती है। इसे **वायु अपवाह कहते हैं** ।
  - यह **पौधों को** तुषार से होने वाली क्षति से बचाता है।
- **वाताग्र व्युत्क्रमण (Frontal Inversion) (अभिवहनीय प्रकार) (Advectional type)**
  - यह तब घटित होता है जब एक **ठंडी वायुराशि** एक **गर्म वायुराशि को काटती है** और **उसे** ऊपर उठा देती है।
  - यह **अस्थिर होता है** और मौसम परिवर्तन के साथ **समाप्त हो जाता है।**

तापमान व्युत्क्रमण के परिणाम

- **कोहरा बनना:** गर्म वायु ठंडी वायु के ऊपर रहती है जो नीचे से गर्म वायु को ठंडा करके कोहरा उत्पन्न करती है; जो प्रदूषित क्षेत्रों में खतरनाक होता है, वायु प्रदूषकों के विसरण को सीमित करता है जो कोहरा या धुंध बनने में सहायता करते हैं
- **तुषार का प्रभाव:** जब नीचे की ओर ठंडी वायु के कारण गर्म वायु हिमांक तापमान पर संघनित हो जाती है; तो फसलों और बगीचों को नुकसान पहुँचता है।
- **वायुमंडलीय स्थिरता:** यह वायु की लम्बवत् गति को सीमित करता है जिसके कारण वर्षा कम होती है और शुष्क परिस्थितियों एवं शुष्कता को बढ़ावा मिलता है।

❖ ❖ ❖

Search On TG: @apna_pdf

5 वायुमंडलीय परिसंचरण और मौसम प्रणाली

- **वायुमंडलीय दबाव** एक इकाई क्षेत्र में निहित वायु के स्तंभ का भार है। यह ऊँचाई के साथ घटता है; कमी की दर लगभग 1 मिलीबार/10 मीटर है।
- **पवन** हवा की क्षैतिज गति है, जो उच्च दाब से निम्न दाब वाले क्षेत्रों की ओर बहती है।
- **वायु प्रवाह** वायु की ऊर्ध्वाधर गति है।

वायुदाब का वितरण

यह एक समान नहीं है तथा पृथ्वी की सतह पर ऊर्ध्वाधर एवं क्षैतिज दोनों ही रूपों में भिन्न-भिन्न होती है। निचली परतों का घनत्व अधिक होता है तथा वे अधिक दबाव आरोपित करती हैं।

1. लंबवत भिन्नता:

- निचले वायुमंडल में ऊँचाई बढ़ने के साथ दबाव घटता है, लेकिन तापमान, जलवाष्प और गुरुत्वाकर्षण जैसे वायु घनत्व को नियंत्रित करने वाले कारकों में भिन्नता के कारण समान दर पर नहीं घटता।
- ऊर्ध्वाधर दाब प्रवणता बल क्षैतिज दाब प्रवणता बल की तुलना में बहुत अधिक होता है।
- **दाब प्रवणता**: यह दाब अंतर और दो बिंदुओं के बीच वास्तविक क्षैतिज दूरी के बीच का अनुपात है।
- बढ़ता दबाव स्थिर मौसम को दर्शाता है जबकि घटता दबाव बादलयुक्त और अस्थिर मौसम को दर्शाता है।

2. क्षैतिज भिन्नता:

- समदाब रेखाएँ (समान दाब मान वाले बिंदुओं को जोड़ने वाली रेखा) के माध्यम से अध्ययन किया जाता है।
- समदाब रेखाओं के बीच कम दूरी, तीव्र दाब प्रवणता को व्यक्त करती है।

भिन्नता के लिए उत्तरदायी कारक

- उच्च तापमान के कारण वायु ऊपर उठती है जिससे निम्न दाब (low pressure) बनता है और इसके विपरीत भी स्थिति निर्मित होती है।
- पृथ्वी के घूर्णन के कारण भूमध्य रेखा पर वायु का दबाव बढ़ता है तथा उष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में वायु का दबाव घटता है; इसलिए भूमध्य रेखा पर वायुदाब कम होता है जबकि उष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में वायुदाब अधिक होता है।
- जिस पवन में जलवाष्प की मात्रा अधिक होती है उसका दबाव कम होता है।

हवा की गति और दिशा को प्रभावित करने वाले बल

- उच्च दाब से निम्न दाब की ओर दाब प्रवणता बल; निकट अंतरित समदाब रेखाएँ प्रबल दाब प्रवणता तथा अधिक तेज हवाओं का संकेत देती हैं।
- दाब प्रवणता बल उच्च दाब से निम्न दाब की ओर गति करता है; निकट स्थित समदाब रेखाएँ मजबूत दाब प्रवणता को दर्शाती हैं और इसलिए तेज़ हवाओं का संकेत देती हैं।
- **घर्षण बल:** पृथ्वी की सतह की अनियमितताओं के कारण पवन की गति को प्रभावित करता है; यह सतह पर सबसे अधिक और समुद्र की सतह पर न्यूनतम होता है तथा आम तौर पर 1-3 किमी की ऊँचाई तक फैला होता है।
- **अभिकेंद्रीय बल:** यह पवन के लंबवत कार्य करता है और अंदर की ओर अभिसरित होता है। मौसम प्रणालियों के चारों ओर वृत्ताकार वायु प्रवाह में प्रभावशाली होता है और निम्न/उच्च दबाव केंद्रों पर अभिसरण पैदा करता है; मध्य-अक्षांश चक्रवातों की तुलना में छोटे पैमाने के परिसंचरण में अधिक प्रभावशाली होता है।
- **कॉरियोलिस बल:** पृथ्वी का अपने अक्ष पर परितः घूमना एक छद्म बल उत्पन्न करता है, जो पवन की दिशा को प्रभावित करता है; यह उत्तरी गोलार्द्ध में पवन को दाईं ओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईं ओर विक्षेपित करता है (बाय बैलट नियम), जो पवन के वेग पर निर्भर करता है।
  - यह अक्षांशीय कोण के समानुपाती होता है; ध्रुवों पर अधिकतम होता है तथा भूमध्य रेखा पर अनुपस्थित होता है (इसलिए भूमध्य रेखा पर चक्रवात नहीं बनते)[UPSC-2024]
  - यह दाब प्रवणता बल के लंबवत कार्य करता है जिससे चक्रवाती परिस्थितियाँ उत्पन्न होती हैं। दाब प्रवणता बल जितना अधिक होता है, वायु का वेग तथा वायु का विक्षेपण भी उतना ही अधिक होता है।

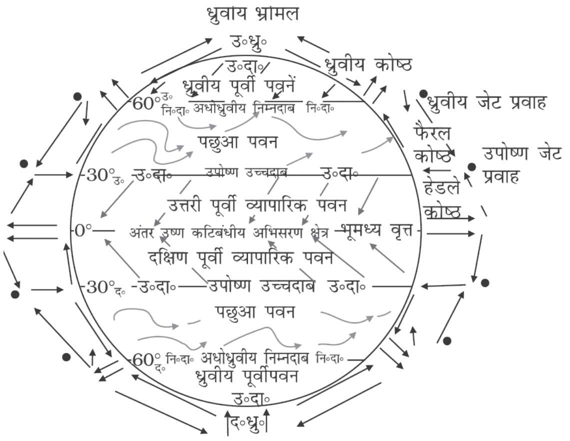
वायुमंडल का सामान्य परिसंचरण

भूमंडलीय पवनों की गति का पैटर्न समुद्री जल परिसंचरण को भी गति प्रदान करता है और वे मिलकर पृथ्वी की जलवायु को प्रभावित करते हैं। भूमंडलीय पवनों का पैटर्न काफी हद तक निम्नलिखित पर निर्भर करता है:

- वायुमंडलीय तापन में अक्षांशीय परिवर्तन।
- दाब पेटियों का उद्भव।
- पेटियों का स्थानांतरण सूर्य के स्पष्ट पथ का अनुसरण करता है।
- महाद्वीपों और महासागरों का वितरण।
- पृथ्वी का घूर्णन।

Search On TG: @apna_pdf

वैश्विक दाब पेटियाँ



अक्षांशों पर वायुदाब का क्षैतिज वितरण उच्च या निम्न दाब पेटियों द्वारा चिह्नित होता है।

1. **भूमध्यरेखीय निम्न दाब पेटी** (पवन अभिसरण का क्षेत्र) भूमध्य रेखा के साथ तथा 5 डिग्री उत्तर और दक्षिण के भीतर; इस पेटी को डोलड्रम्स कहा जाता है।

- **ताप प्रेरित दाब पेटी** क्योंकि यह पृथ्वी के विभेदक तापन के कारण बनता है।
- पूरे वर्ष सूर्य के ऊपर रहने के कारण, वायु गर्म होकर भूमध्यरेखीय क्षेत्र से ऊपर उठती है जिससे भूमध्यरेखीय निम्न दबाव उत्पन्न होता है।
- केवल पारंपरिक धाराएँ मौजूद होती हैं, अत्यधिक तापन के कारण हवा की क्षैतिज गति अनुपस्थित होती है।
- उपोष्णकटिबंधीय उच्च दबाव पेटियों से दोनों गोलार्द्धों में व्यापारिक पवनों के अभिसरण का क्षेत्र।
- ऊर्ध्वाधर पवन (संवहन) से कपासी-वर्षी मेघों का निर्माण होता हैं और गरज के साथ वर्षा (संवहनीय वर्षा) का कारण बनती हैं।
- इसे अंतर उष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र (ITCZ) या तापीय भूमध्य रेखा के रूप में भी जाना जाता है, क्योंकि उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पेटियों से बहने वाली पवनों यहाँ अभिसरित होती हैं।

अंतरउष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र (ITCZ):

तीव्र सूर्य के प्रकाश से प्रेरित वायु संवहन के कारण निम्न दाब का निर्माण होता है; उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों से आने वाली पवनें इस निम्न दाब क्षेत्र में अभिसरित होती हैं, संवहनीय सेल के भीतर ऊपर उठती हैं, क्षोभमंडल की ऊपरी सीमा (लगभग 14 किमी) तक पहुँचती हैं और तत्पश्चात ध्रुवों की ओर यात्रा करते हुए 30° उत्तरी और 30° दक्षिणी अक्षांशों के आसपास अभिसरित होती हैं।

- पेटी की स्थिति सूर्य की स्पष्ट गति के साथ बदलती रहती है।
- 'शून्य' कॉरियोलिस बल, इसलिए भूमध्य रेखा पर कोई चक्रवात उत्पन्न नहीं होता।
- 0° अक्षांश पर सतही हवाओं की वास्तविक अनुपस्थिति के कारण डोलड्रम (शांत हवा का क्षेत्र) का निर्माण होता है।

2. 30° उत्तर और 30° दक्षिण अक्षांश के साथ उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पेटी (पवन विचलन का क्षेत्र)।

- **गतिशील रूप से प्रेरित दाब पेटी क्योंकि यह पृथ्वी के घूर्णन के कारण बनती है।**
- भूमध्यरेखीय क्षेत्र की ऊपर उठती हवा ध्रुवों की ओर बढ़ती है और पृथ्वी के घूर्णन के कारण विक्षेपित हो जाती है। ठंडी और भारी होने के बाद, यह हवाएँ इन उच्च दबाव पेटियों पर उतरती है।
- उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब के संगत अक्षांशों को शांत मौसम की स्थिति और तेज हवाओं की अनुपस्थिति के कारण **अश्व अक्षांश** कहा जाता है।
- अवतलित वायु गर्म और शुष्क होती है; इसलिए, दोनों गोलार्द्धों में अधिकांश रेगिस्तान इसी पेटी पर मौजूद होते हैं। ठंडी महासागरीय धाराएँ महाद्वीपों के पश्चिमी किनारे पर स्थित इन रेगिस्तानों की शुष्कता को बढ़ा देती हैं।
- इस क्षेत्र से भूमध्य रेखा की ओर पवनें चलती हैं: उत्तर पूर्वी व्यापारिक पवनें (उत्तरी गोलार्द्ध) और दक्षिण पूर्वी व्यापारिक पवनें (दक्षिणी गोलार्द्ध)। ये पवनें पूर्व में वर्षा और उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों के भीतर महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर शुष्कता (रेगिस्तान) लाती हैं।
- इस क्षेत्र से भूमध्य रेखा की ओर पवनें चलती हैं: उत्तर-पूर्वी व्यापारिक पवनें (उत्तरी गोलार्द्ध) और दक्षिण-पूर्वी व्यापारिक पवनें (दक्षिणी गोलार्द्ध)। ये पवनें पूर्व में वर्षा और उष्णकटिबंधीय महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर शुष्कता (रेगिस्तान) लाती हैं।
- दक्षिणी गोलार्द्ध में पश्चिमी पवनों को विभिन्न अक्षांशों पर उनकी गति के आधार पर गरजती चालीसा, प्रचंड पचासा, तथा चीखता या तूफानी साठा नाम से संदर्भित किया जाता है।

3. **60° उत्तरी और 60° दक्षिणी अक्षांशों के साथ ध्रुव की ओर उपध्रुवीय निम्न दाब पेटी (पवन अभिसरण क्षेत्र)।**

- गतिशील रूप से प्रेरित दबाव पेटी, क्योंकि यह पृथ्वी के घूर्णन के कारण निर्मित होती है।
- उपोष्णकटिबंधीय और ध्रुवीय उच्च दाब पेटी से आने वाली पवनें यहाँ अभिसरित होकर चक्रवाती तूफान या निम्न दबाव की स्थिति पैदा करती हैं। इस अभिसरण क्षेत्र को ध्रुवीय वाताग्र के नाम से भी जाना जाता है।

4. **ध्रुवीय उच्च दाब पेटी 80°- 90° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांशों के बीच ध्रुवों के निकट स्थित है।**

- तापीय प्रेरित दबाव पेटी, क्योंकि यह पृथ्वी के विभेदक तापन के कारण निर्मित होती है।
- ध्रुवीय क्षेत्रों में सूर्य की किरणें हमेशा तिरछी होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप तापमान कम होता है।
- कम तापमान के कारण वायु संपीड़ित होती है और उसका घनत्व बढ़ जाता है। इसलिए यहाँ उच्च दाब पाया जाता है।
- इन पेटियों से पवनों उपध्रुवीय निम्न दाब पेटी की ओर बहती हैं।

दाब सेल

ग्रह को घेरने वाली पवन पेटियाँ प्रत्येक गोलार्द्ध में तीन सेल में व्यवस्थित होती हैं:

1. **हैडली सेल**:

- ITCZ पर गर्म पवन ऊपर उठती है जिससे निम्न दबाव का क्षेत्र बनता है और उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों से पवनें इस भूमध्यरेखीय निम्न दबाव क्षेत्र की ओर चलती हैं।

Search On TG: @apna_pdf

- अभिसरित पवन ऊपर उठती है और ध्रुवों की ओर बढ़ती है। इससे लगभग 30° उत्तर और दक्षिण में हवा का संचय होता है।
- यह पवन ठंडी होकर सतह पर बैठ जाती है और उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब क्षेत्र का निर्माण करती है।
- पुनः यह बैठी हुई पवन उपोष्णकटिबंधीय उच्च दबाव क्षेत्र से पूर्वी पवनों के रूप में भूमध्यरेखीय निम्न दबाव क्षेत्र की ओर प्रवाहित होती है।

2. **फेरेल सेल:**

- उपोष्णकटिबंधीय उच्च दबाव क्षेत्र पर स्थित पवन और उपध्रुवीय निम्न दबाव क्षेत्र पर ऊपर उठने वाली पवन के साथ पवन का परिसंचरण फेरेल सेल बनाता है।
- सतह पर बहने वाली इन पवनों को पश्चिमी पवन कहा जाता है।
- फेरेल सेल को चलाने वाली ऊर्जा का एक बड़ा हिस्सा ध्रुवीय सेल और दोनों तरफ घूमने वाली हैडली सेल द्वारा प्रदान किया जाता है, जो फेरेल सेल को प्रभावित करती हैं।

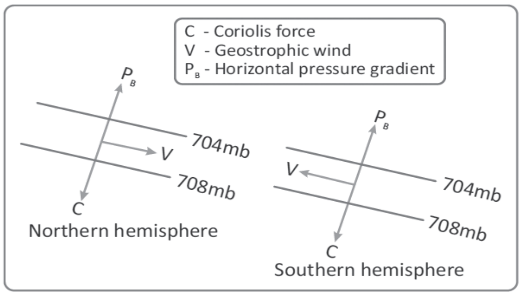
3. **ध्रुवीय सेल:**

- ध्रुवीय अक्षांशों पर, ठंडी घनी पवन ध्रुवों के पास नीचे बैठने लग जाती है और ध्रुवीय पूर्वी पवनें के रूप में मध्य अक्षांशों (उप ध्रुवीय निम्न दाब क्षेत्र) की ओर बहती है।
- 60° अक्षांश के पास, पवन क्षोभसीमा तक ऊपर उठती है और ध्रुव की ओर बढ़ती है। ऐसा करते समय, ऊपरी स्तर की वायुराशि पूर्व की ओर विचलित हो जाती है।
- जब पवन ध्रुवीय क्षेत्रों में पहुँचती है, तो वह ठंडी हो जाती है और नीचे की पवन की तुलना में काफी सघन हो जाती है। यह नीचे उतरती है, जिससे एक ठंडा, शुष्क, उच्च दबाव वाला क्षेत्र बनता है।
- ध्रुवीय सतह स्तर पर, वायु राशि 60° अक्षांश की ओर स्थानांतरित हो जाती है, तथा वहाँ ऊपर उठी वायु को प्रतिस्थापित कर देता है, और ध्रुवीय परिसंचरण सेल पूर्ण हो जाता है।
- सतह पर बहने वाली पवन को ध्रुवीय पूर्वी पवन कहा जाता है।

भूस्थैतिक पवनें:

ये सतह से 2-3 किमी ऊपर ऊपरी वायुमंडल की पवनें हैं, जो सतह के घर्षण प्रभाव से मुक्त होती हैं और मुख्य रूप से दाब प्रवणता तथा कॉरियोलिस बल द्वारा नियंत्रित होती हैं।

- वे ऊपरी क्षोभमंडल में कॉरियोलिस बल द्वारा दबाव प्रवणता बल के संतुलन के कारण समदाब रेखाओं के समानांतर प्रवाहित होती हैं।



- ये पवनें चक्रवाती या प्रतिचक्रवाती परिसंचरण में भी बन सकती हैं।
- यही कारण है कि भूमध्यरेखीय पेटी से उठने वाली पवन सीधे ध्रुव की ओर नहीं जाती, बल्कि उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्र में उतरती है।
- **प्रवण पवनें:** एक घुमावदार पथ के साथ वायु प्रवाह है, जो सीधी और समानांतर समदाब रेखाओं के साथ चलने वाली भूस्थैतिक पवन की अवधारणा का विस्तार है।
- भूस्थैतिक पवन का एक महत्त्वपूर्ण प्रकार जेट धारा है।

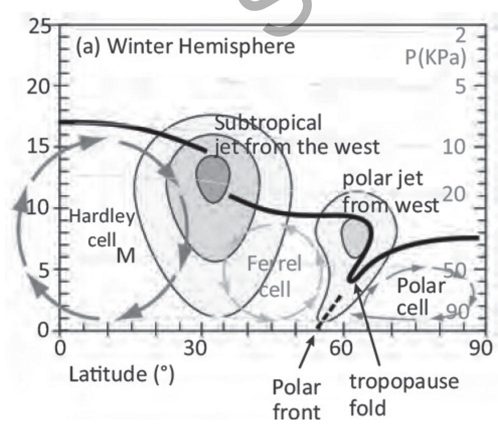
जेट धाराएँ:

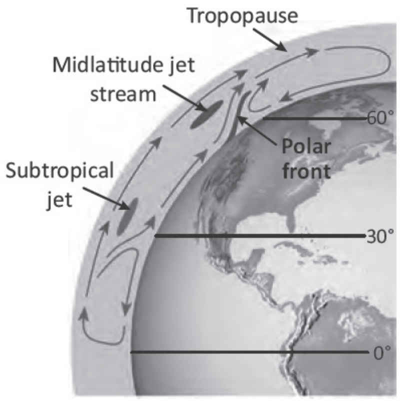
जेट धाराएँ ऊपरी वायुमंडल में तेज, संकीर्ण और घुमावदार पवन हैं,जो पृथ्वी की परिक्रमा करती हैं एवं 400-500 किमी/घंटा की गति से प्रवाहित होती हैं।

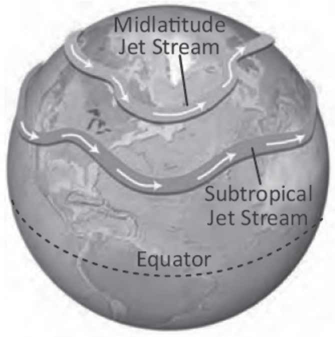
- ये पवन दोनों गोलार्द्धों में पश्चिम से पूर्व की ओर बहती हैं (पश्चिमी पवन)।
- मौसम के अनुसार सूर्य के साथ इसकी स्थिति में परिवर्तन होता रहता है। गर्मियों में इसकी स्थिति ध्रुवों की ओर तथा सर्दियों में भूमध्य रेखा की ओर स्थानांतरित हो जाती है।
- जेट धाराओं में परिवर्तन से मौसम, वर्षा पैटर्न और कृषि प्रभावित होती है।

निर्माण और विशेषताएँ:

- जेट स्ट्रीम तापमान में असमानता के कारण निर्मित होती हैं और अधिक अंतर पवन की गति को तीव्र कर देता है।
- उच्च तुंगता पर कॉरियोलिस बल और कम घर्षण उनके निर्माण में योगदान करते हैं।
- जेट धारा एक भूस्थैतिक प्रवाह से गुजरती हैं और वायुमंडलीय सेल का निर्माण करती हैं।







Search On TG: @apna_pdf

प्रकार:

- **स्थायी जेट धाराएँ**
  - **ध्रुवीय जेट धारा (मध्य अक्षांश):** ध्रुवीय और फेरेल सेल के बीच प्रवाह; मध्य और उच्च अक्षांशों में वर्ष भर एकसमान प्रवाह; मौसम के साथ इसकी शक्ति एवं तीव्रता बदलती रहती है।
  - **उपोष्णकटिबंधीय जेट धारा (STJ):** हेडली और फेरेल सेल के बीच प्रवाहित होती है, दक्षिणी गोलार्द्ध में निरंतर, गर्मियों के दौरान उत्तरी गोलार्द्ध में रुक-रुक कर प्रवाहित होती है; सर्दियों के दौरान दोनों गोलार्द्धों में लगभग निरंतर प्रवाहित होती है; भारतीय मानसून को प्रभावित करती है।
  - **ध्रुवीय वाताग्रीय जेट धारा (PFJ):** फेरेल और ध्रुवीय सेल के बीच प्रवाहित होती है तथा उपोष्णकटिबंधीय जेट धारा की तुलना में अधिक परिवर्तनशील स्थिति; सर्दियों में अधिक मजबूत एवं अधिक नियमित।
- **अस्थायी जेट धाराएँ (उष्णकटिबंधीय)**
  - **उष्णकटिबंधीय पूर्वी जेट धारा (TEJ):** गर्मियों में उत्तरी गोलार्द्ध में प्रभावी; 5° से 20°उत्तर के बीच पाई जाती है; दक्षिण एशियाई मानसून को प्रभावित करती है।
  - **सोमाली जेट धारा:** गर्मियों के दौरान उत्तरी मेडागास्कर और सोमालिया के तट पर उत्पन्न होती है; जून से अगस्त तक तीव्र होती है; दक्षिण एशियाई मानसून को प्रभावित करती है; दक्षिणी हिंद महासागर से मध्य अरब सागर तक प्रमुख भूमध्यरेखीय प्रवाह।

महत्त्व: जेट धाराएँ वायु राशि की गति, मौसम की गतिशीलता और तूफान के मार्ग को प्रभावित करती हैं। ध्रुवीय वाताग्र जेट की शक्ति मध्य अक्षांशीय मौसम को निर्धारित करती है और वर्षा एवं चक्रवातों पर प्रभाव डालती है।

जेट धाराएँ मानसून के आगमन और प्रगति में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं तथा उष्णकटिबंधीय, समशीतोष्ण एवं ध्रुवीय क्षेत्रों में सामान्य परिसंचरण पैटर्न को प्रभावित करती हैं।

पवनों का वर्गीकरण

ग्रहीय/स्थायी पवनें	आवधिक पवनें (मेसोस्केल)	स्थानीय पवनें	
		गरम पवनें	ठंडी पवनें
• व्यापारिक पवनें • पश्चिमी पवनें • ध्रुवीय पूर्वी पवनें	• मानसून • भूमि और समुद्री पवनें • पहाड़ी और घाटी पवनें	• लू • फॉन • चिनूक • ज़ोंडा	• बोरा • पैम्पेरो • ग्रेगेल • ट्रामोंटाने • मिस्ट्रल

ग्रहीय पवनें

ग्रहों की पवनों की गति के पैटर्न को वायुमंडल का सामान्य परिसंचरण कहा जाता है। यह समुद्री जल परिसंचरण को भी गति प्रदान करता है जो पृथ्वी की जलवायु को प्रभावित करता है। वे पूरे वर्ष एक ही दिशा में बहती हैं।

ग्रहीय पवनें तीन प्रकार की होती है:

1. **व्यापारिक पवनें या पूर्वी पवनें:** उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पेटी से भूमध्यरेखीय निम्न दाब पेटी की ओर बहती हैं।

- कॉरियोलिस प्रभाव के कारण, उत्तरी गोलार्द्ध में व्यापारिक पवनें उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब क्षेत्र से दूर होकर उत्तर-पूर्व दिशा में भूमध्यरेखीय निम्न दाब क्षेत्र की ओर प्रवाहित होती हैं (उत्तर पूर्व व्यापारिक पवनें)।
- दक्षिणी गोलार्द्ध में, वे उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब क्षेत्र से दक्षिण-पूर्व दिशा में भूमध्यरेखीय निम्न दाब क्षेत्र की ओर विचलित हो जाती हैं (दक्षिण पूर्व व्यापारिक हवाएँ)।
- मुख्य रूप से पूर्व से बहती हैं, इसलिए इन्हें उष्णकटिबंधीय पूर्वी पवनें भी कहा जाता है।
- उष्णकटिबंधीय क्षेत्र में, व्यापारिक पवनों के प्रभाव के कारण महासागरों के पश्चिमी भाग पूर्वी भागों की तुलना में अधिक गर्म होते हैं।[UPSC-2021]

2. **पछुआ पवनें:** उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पेटी से उपध्रुवीय निम्न दाब पेटी की ओर प्रवाहित होती हैं। उत्तरी गोलार्द्ध में 30 उत्तरी अक्षांशों से 60 उत्तरी अक्षांशों के बीच तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में 30 दक्षिणी अक्षांशों से 60 दक्षिणी अक्षांशों के बीच वर्ष भर प्रवाहित होने वाली पवनों को पश्चिमी पवनें कहते हैं। भारत में, उत्तर-पश्चिमी क्षेत्र में सर्दियों में वर्षा का कारण बनने वाली आर्द्र पवनें पश्चिमी पवनों का हिस्सा हैं। **[UPSC-2015]**

- उत्तरी गोलार्द्ध में दाईं ओर विक्षेपित होकर दक्षिण-पश्चिम से प्रवाहित होती हैं।
- दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईं ओर विक्षेपित होकर उत्तर-पश्चिम से प्रवाहित होती हैं।
- दक्षिणी गोलार्द्ध की पछुआ पवनें अधिक शक्तिशाली होती हैं (जिन्हें गरजती चालीसा, प्रचंड पचासा और चीखता साठा कहा जाता है) तथा जल की प्रधानता (कम प्रतिरोध) के कारण उनकी दिशा अधिक सुसंगत होती है। [UPSC-2011]
- समशीतोष्ण क्षेत्र में, पश्चिमी पवनें महासागरों के पूर्वी भागों को पश्चिमी भागों की तुलना में अधिक गर्म बनाती हैं। [UPSC-2021]

3. **ध्रुवीय पूर्वी पवनें:** ध्रुवीय उच्च दाब पेटी से उपध्रुवीय निम्न दाब पेटी की ओर प्रवाहित होने वाली पवनें।

- **उत्तरी गोलार्द्ध में:** उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम तक और दक्षिणी गोलार्द्ध में: दक्षिण-पूर्व से उत्तर-पश्चिम तक।

आवधिक पवनें

इन पवनों की दिशा मौसम के बदलाव के साथ बदलती रहती है। मानसूनी पवनें सबसे महत्त्वपूर्ण आवधिक पवनें हैं। जैसे, स्थलीय और समुद्री पवनें, पर्वतीय एवं घाटी पवनें।।

Search On TG: @apna_pdf

1. **स्थलीय और समुद्री पवनें:** स्थल और जल के अलग-अलग तापन के कारण दाब प्रवणता उत्पन्न होती है जिसके कारण दिन में समुद्री पवनें एवं रात में स्थलीय पवनें प्रवाहित होती हैं।

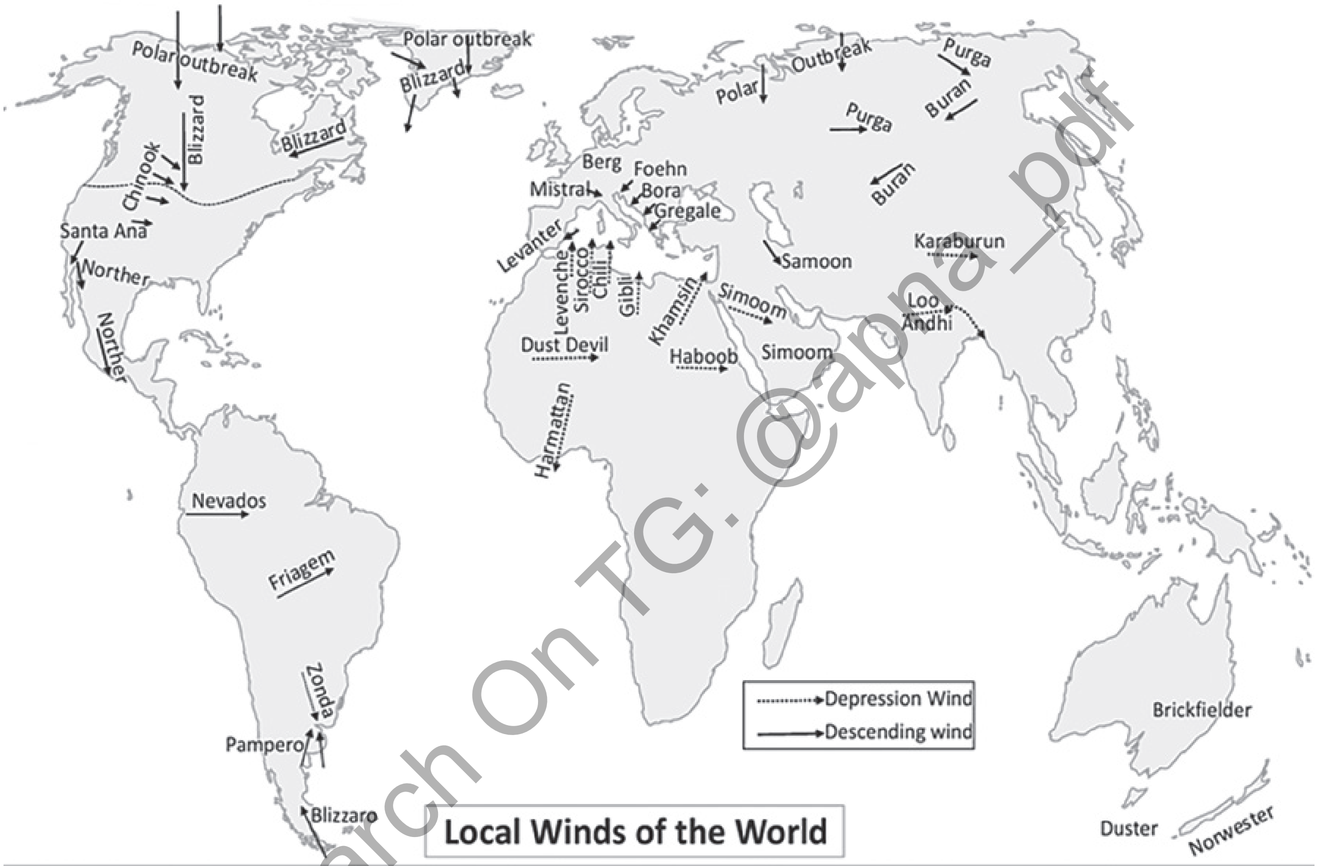
- **दिन का समय:** समुद्र की तुलना में स्थल अधिक तेजी से गर्म होता है; दाब प्रवणता समुद्र से भूमि की ओर होती है।
- **रात्रि का समय:** स्थल समुद्र की तुलना में तेजी से ठंडा होता है; दाब प्रवणता भूमि से समुद्र की ओर होती है।

2. **पर्वतीय एवं घाटी हवाएँ:** पर्वतों एवं घाटियों के अलग-अलग तापमान के कारण तथा रात्रि में पर्वतीय ढलानों से विकिरण द्वारा होने वाली ऊष्मा की हानि के कारण, एक दाब प्रवणता उत्पन्न होती है, जिसके कारण दिन में घाटी की पवनें तथा रात्रि में पर्वतीय हवाएँ चलती हैं।

- दिन के समय पहाड़ी ढलानों का गर्म होना तथा घाटी में उच्च दबाव।
- रात में, जब ढलानें ठंडी हो जाती हैं, तो सघन हवा घाटी में उतर आती है।

स्थानीय पवनें

तापमान और दबाव में स्थानीय अंतर स्थानीय पवनें उत्पन्न करते हैं। ऐसी पवनें विस्तार में स्थानीय होती हैं और क्षोभमंडल के सबसे निचले स्तरों तक ही सीमित रहती हैं।



Local Winds of the World

Search On TG: @apna_pdf

ठंडी पवनें

1. **पैम्पेरो:** दक्षिणी अर्जेंटीना में पश्चिम या दक्षिण-पश्चिम दिशा में बहने वाली हवा।
2. **बोरा:** ठंडी, शुष्क हवा; हंगरी से उत्तरी इटली तक बहती है।
3. **मिस्ट्रल:** बहुत ठंडी और शुष्क, उच्च गति वाली पवन, राइन घाटी से होकर बहती है। यह दक्षिणी फ्रांस में बर्फीली तूफान लाती है।

गर्म पवनें

1. **लू:** उत्तरी भारत और पाकिस्तान के मैदानी इलाकों में प्रवाहित होने वाली शुष्क एवं गर्म हवा।
2. **चिनूक:** गर्म और लाभदायक हवा; रॉकी पर्वत (संयुक्त राज्य अमेरिका और कनाडा) की पूर्वी ढलानों से नीचे की ओर बहती है। यह चट्टानी क्षेत्रों के पूर्व में रहने वाले पशुपालकों के लिए लाभदायक है, क्योंकि यह शीतकाल के दौरान घास के मैदानों को बर्फ से मुक्त रखता है।
3. **सिरोको:** गर्म और कष्टकारी हवा।

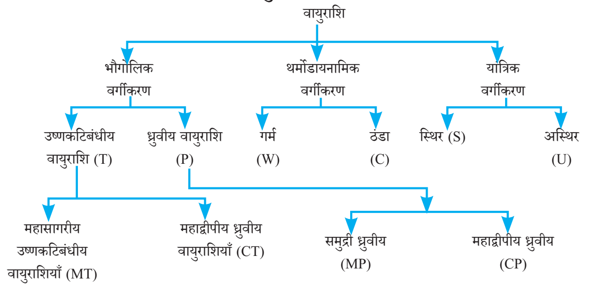
- यह भूमध्यसागरीय हवा सहारा से आती है और उत्तरी अफ्रीका तथा दक्षिणी यूरोप में तूफानी गति तक पहुँच जाती है।
- अफ्रीका के उत्तरी तट पर धूल भरी शुष्क परिस्थितियाँ, भूमध्य सागर में तूफान और यूरोप में शीत आर्द्र मौसम उत्पन्न करती हैं।

4. **फ़ोहेन या फॉन:** आल्प्स में गर्म और लाभकारी हवाएँ।

- यह एक मजबूत, झोंकेदार, शुष्क और गर्म हवा है, जो आल्प्स के पवनविमुख क्षेत्र में पर विकसित होती है।
- यह बर्फ को पिघलाकर पशुओं को चराने में मदद करती है और अंगूरों को पकाने में सहायता करती है।

वायुराशियाँ

एक वृहद् वायु राशि जिसमें तापमान और आर्द्रता के संदर्भ में विशिष्ट विशेषताएँ होती हैं तथा क्षैतिज रूप से उसमें बहुत कम भिन्नता होती है।



स्रोत क्षेत्र:

जब हवा किसी समरूप क्षेत्र पर पर्याप्त समय तक रहती है, तो वह उस क्षेत्र की विशेषताओं को प्राप्त कर लेती है। उन्हें स्रोत क्षेत्र के रूप में जाना जाता है।

- यह ऊपरी वायुराशि को ऊष्मा और नमी की विशेषताएँ प्रदान करता है।
- यह विशाल महासागरीय सतह या विशाल मैदान और पठार हो सकते हैं।
- मध्य अक्षांशों में कोई प्रमुख स्रोत क्षेत्र नहीं हैं, क्योंकि ये क्षेत्र चक्रवाती और अन्य विक्षोभों से प्रभावित हैं।

वायुराशियों के प्रकार

1. **ठंडी वायु राशि:** वायुराशि जो अंतर्निहित सतह से अधिक ठंडी होती है। उदाहरण के लिए, साइबेरिया के ऊपर वायु राशि साइबेरिया के लिए ठंडी नहीं है। यह वायु राशि दक्षिण के गर्म क्षेत्रों के लिए ठंडी वायु राशि हो सकती है।
2. **गर्म वायु राशि:** वायुराशि जो अंतर्निहित सतह से अधिक गर्म होती है। उदाहरण के लिए, साइबेरिया के ऊपर वायु राशि आर्कटिक क्षेत्र के लिए गर्म वायु राशि हो सकती है।

वायुराशियों को स्रोत क्षेत्रों के आधार पर निम्नानुसार वर्गीकृत किया गया है:

वायुराशियों के प्रकार

वायु राशि के प्रकार	स्रोत क्षेत्र	विशेषताएँ
महाद्वीपीय ध्रुवीय (cP)	ठंडे, शुष्क भूमि क्षेत्र	शीत और शुष्क, निम्न तापमान, निम्न आर्द्रता
महाद्वीपीय उष्णकटिबंधीय (cT)	गर्म, रेगिस्तानी क्षेत्र	गर्म और शुष्क, उच्च तापमान, निम्न आर्द्रता
समुद्री ध्रुवीय (mP)	ठंडे समुद्री क्षेत्र	शीतल और आर्द्र, निम्न तापमान, आर्द्रता
समुद्री उष्णकटिबंधीय (mT)	गर्म समुद्री क्षेत्र	गर्म और आर्द्र, उच्च तापमान, उच्च आर्द्रता
महाद्वीपीय आर्कटिक (cA)	ध्रुवीय क्षेत्र	अत्यधिक ठंडा और बहुत शुष्क, अत्यधिक ठंडा, शुष्क
महाद्वीपीय भूमध्यरेखीय (cE)	भूमध्य रेखा के निकट रेगिस्तानी क्षेत्र	अत्यधिक गर्म और शुष्क, चिलचिलाती गर्मी, निम्न आर्द्रता

Search On TG: @apna_pdf

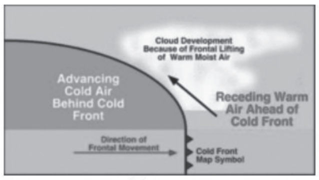
वाताग्र

वाताग्र दो अभिसारी वायुराशियों के बीच का त्रि-आयामी सीमा क्षेत्र है जिनके भौतिक गुणधर्म भिन्न होते हैं, जैसे- तापमान, आर्द्रता आदि।

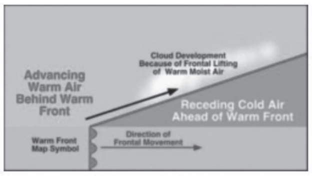
- सामान्यतः मध्य और उच्च अक्षांशों (40°- 65° अक्षांश) में निर्मित होता है, जहाँ गर्म तथा आर्द्र उपोष्णकटिबंधीय वायु राशियाँ शीत एवं शुष्क ध्रुवीय वायु राशियों के संपर्क में आती हैं।
- वाताग्र निर्माण की प्रक्रिया को वाताग्र जनन कहा जाता है और इसमें दो अलग-अलग वायु द्रव्यमानों का अभिसरण शामिल होता है।
- वाताग्र के विघटन/कमजोर होने को वाताग्र क्षय के रूप में जाना जाता है, जहाँ एक वायु राशियाँ दूसरे पर हावी हो जाती हैं।
- उत्तरी गोलार्द्ध में वाताग्र जनन कॉरियोलिस प्रभाव के कारण वामावर्त दिशा (दक्षिणी गोलार्द्ध में दक्षिणावर्त) में होता है।
- यह मध्य अक्षांशों में शीतोष्ण चक्रवातों के निर्माण का कारण है।

वाताग्र जनन क्रियाविधि के आधार पर वाताग्रों के प्रकार

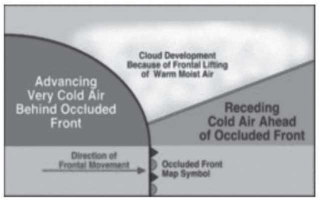
- **स्थिर वाताग्र:** वायुराशियाँ एक दूसरे के विपरीत गति नहीं करती हैं; हवा की गति अग्रभाग के समानांतर होती है।
- **शीत वाताग्र:** संक्रमण क्षेत्र जहाँ आगे बढ़ती हुई शीत शुष्क वायु राशि उग्र रूप से गर्म आर्द्र वायु राशि को विस्थापित करती है; ठंडी हवा गर्म हवा की ओर प्रवाहित होती है; अधिक तीव्र।
  - कपासी वर्षी मेघ बनते हैं जिसके परिणामस्वरूप भारी वर्षा होती है।
  - शीत वाताग्र के गर्म क्षेत्रों में तूफान और बवंडर (जैसे कि संयुक्त राज्य अमेरिका में) आम विशेषताएँ हैं।
- **उष्ण वाताग्र:** गर्म हवा ठंडी हवा की ओर बढ़ती है और धीरे-धीरे कम तीव्र गति से आगे बढ़ती है।
  - एक बड़े क्षेत्र में मध्यम से हल्की वर्षा होती है।
- **अधिविष्ट वाताग्र:** जब एक शीत वायुराशि एक उष्ण वायु राशि के ऊपर स्थापित हो जाती है और उष्ण वायु राशि नीचे चली जाती है। उष्ण वायु राशि पूरी तरह से भूमि की सतह से ऊपर उठ जाती है।



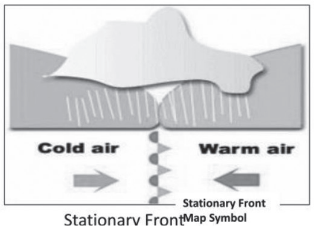
Cold Front



Warm Front



Occluded Front

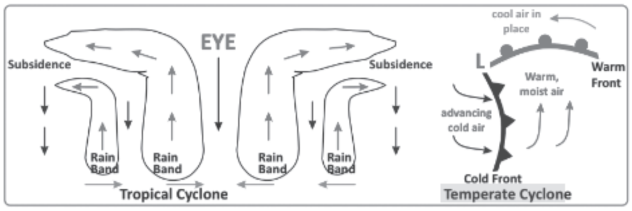


Stationary Front

चक्रवात: उष्णकटिबंधीय और शीतोष्ण

चक्रवात एक वृहद् वायु राशि है, जो निम्न वायुमंडलीय दबाव के एक मजबूत केंद्र के चारों ओर घूमती है। चक्रवातों को उनकी उत्पत्ति के आधार पर उष्णकटिबंधीय और बाह्योष्णकटिबंधीय चक्रवातों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

- निम्न दाब प्रणाली के चारों ओर वायु परिसंचरण को चक्रवाती परिसंचरण कहा जाता है तथा उच्च दाब प्रणाली के चारों ओर वायु परिसंचरण को प्रतिचक्रवाती परिसंचरण कहा जाता है।



दबाव प्रणाली	केंद्र में दबाव की स्थिति	हवा की दिशा का पैटर्न	
		उत्तरी गोलार्द्ध	दक्षिणी गोलार्द्ध
चक्रवात	निम्न	वामावर्त	दक्षिणावर्त
प्रतिचक्रवात	उच्च	दक्षिणावर्त	वामावर्त

शीतोष्ण चक्रवात:

उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों से परे मध्य और उच्च अक्षांशों में विकसित होने वाली निम्न-दाब प्रणालियों को शीतोष्ण/बाह्योष्णकटिबंधीय/मध्य-अक्षांश/वाताग्रीय/तरंग चक्रवात कहा जाता है।

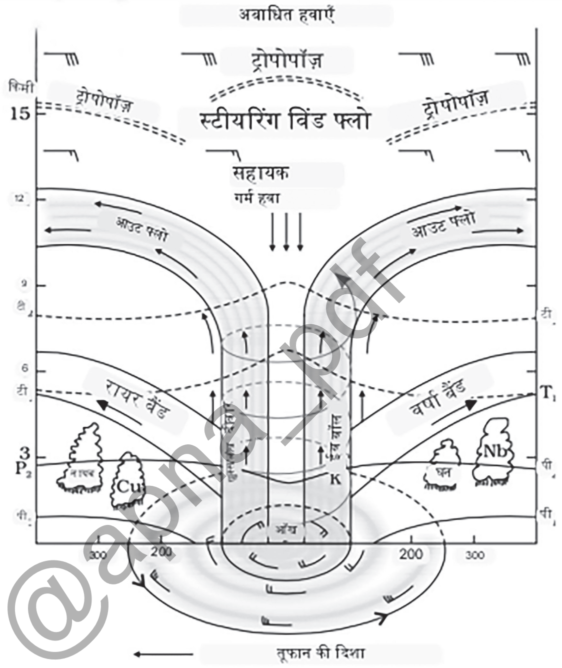
- यह अधिकतर ध्रुवीय वाताग्रों पर निर्मित होते है, जहाँ उष्ण और आर्द्र वायु राशियाँ ध्रुवों से आने वाली ठंडी एवं शुष्क वायु राशियों से मिलती हैं।
- अधिकतर शीत ऋतु, उत्तर शरद ऋतु और वसंत ऋतु में निर्मित होते हैं।
- ये पश्चिमी हवाओं के प्रभाव में बड़े क्षेत्रों में फैलते हैं।
- शीतोष्ण चक्रवात के आने पर तापमान और दबाव में गिरावट आती है तथा पक्षाभ मेघों का एक पतला आवरण दिखाई देता है।
- ये चक्रवात पश्चिमी हवाओं के प्रभाव में पश्चिम से पूर्व की ओर बढ़ते हैं।
- सर्दियों के दौरान उत्तर पश्चिमी भारत में आने वाले पश्चिमी विक्षोभ ऐसे चक्रवातों के अवशेष होते हैं।

निर्माण की प्रक्रिया:

- ध्रुवीय वाताग्र पर दबाव में गिरावट से वामावर्त चक्रवाती परिसंचरण शुरू होता है।
- गर्म हवा (दक्षिण से) उत्तर की ओर बढ़ती है, और ठंडी हवा (उत्तर से) दक्षिण की ओर बढ़ती है।
- यह परिसंचरण एक उष्ण और शीत वाताग्र के साथ एक सुविकसित बाह्योष्ण-कटिबंधीय चक्रवात का निर्माण करता है।
- ठंडी हवा नीचे से गर्म हवा को ऊपर की ओर धकेलती है, जिसके परिणामस्वरूप उष्ण वाताग्र के आगे बादल बनते हैं और वर्षा होती है।
- जैसे ही शीत वाताग्र गर्म हवा को विस्थापित करता है, अन्तर्रोध उत्पन्न होता है जिससे चक्रवात का विघटन होता है।

उष्णकटिबंधीय चक्रवात:

ये मजबूत निम्न दबाव केंद्र होते हैं जो उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में महासागरों के ऊपर उत्पन्न होते हैं और तटीय क्षेत्रों की ओर बढ़ते हैं जिससे तीव्र हवाओं, बहुत भारी वर्षा (मूसलाधार वर्षा) और तूफानी लहरों के कारण बड़े पैमाने पर विनाश होता है।



- उग्र तूफान; उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में महासागरों के ऊपर उत्पन्न होते हैं।
- सघन आकार, व्यास 80-2000 किमी तक।
- केंद्र में तुलनात्मक रूप से हल्की हवाओं और साफ मौसम का एक गोलाकार शांत क्षेत्र चक्रवात की आँख के रूप में जाना जाता है। इसका सतही दबाव सबसे कम होता है और तापमान सबसे अधिक गर्म होता है तथा हवा केंद्र की ओर उतरती है।
  - आँख का तापमान आसपास के वातावरण की तुलना में 12 किमी की ऊँचाई पर 10 डिग्री सेल्सियस अधिक गर्म या अधिक हो सकता है, लेकिन उष्णकटिबंधीय चक्रवात में सतह पर केवल 0-2 डिग्री सेल्सियस अधिक गर्म हो सकता है **[UPSC 2020]**।
- आँख, आँख की दीवार से घिरी हुई होती है, जहाँ हवा का तेज चक्राकार आरोहण होता है। यहाँ सबसे तेज हवाएँ चलती हैं जिसके परिणामस्वरूप मूसलाधार वर्षा होती है।
- महासागरों के ऊपर उठती आर्द्र हवा के संघनन से निकलने वाली वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा उष्णकटिबंधीय चक्रवातों का प्रेरक इंजन है।
- ये सतह पर पहुँचने के बाद विलुप्त हो जाती हैं, क्योंकि वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा उपलब्ध नहीं होती (नमी की आपूर्ति बंद हो जाती है)।
- ये व्यापारिक हवाओं के प्रभाव में पश्चिम की ओर एक परवलयिक पथ में आगे बढ़ते हैं।
- विभिन्न नाम: चक्रवात (हिंद महासागर), हरिकेन (अटलांटिक), टाइफून (पश्चिमी प्रशांत और दक्षिण चीन सागर; फिलीपींस द्वीप, पूर्वी चीन और जापान), और विली-विलीज़ (उत्तर पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया)।

Search On TG: @apna_pdf

- **निर्माण के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ**
  - तापमान > 27° सेल्सियस के साथ वृहद् समुद्री सतह;
  - कॉरियोलिस बल की उपस्थिति;
  - ऊर्ध्वाधर हवा की गति में छोटे बदलाव;
  - पहले से मौजूद कमज़ोर निम्न दबाव वाला क्षेत्र या निम्न-स्तरीय चक्रवाती परिसंचरण और
  - समुद्र तल प्रणाली के ऊपर ऊपरी विचलन।
- उष्णकटिबंधीय अक्षांशों में दक्षिण अटलांटिक और दक्षिण-पूर्वी प्रशांत क्षेत्रों में, चक्रवात समुद्र की सतह के निम्न तापमान के कारण उत्पन्न नहीं होते हैं।

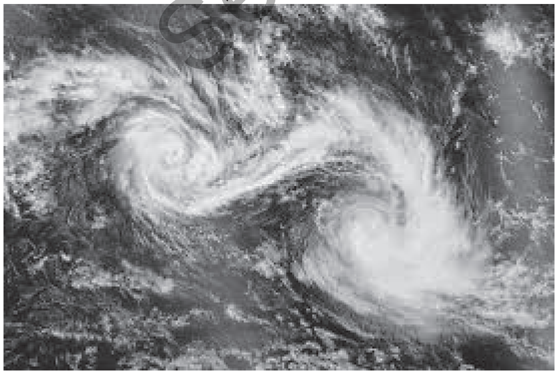
[UPSC 2015]

विशेषता	उष्णकटिबंधीय चक्रवात	शीतोष्ण चक्रवात
उत्पत्ति	तापीय उत्पत्ति	गतिशील उत्पत्ति - कॉरियोलिस बल, वायु राशि की गति।
अक्षांश	भूमध्य रेखा के 10-30 डिग्री उत्तर और दक्षिण	भूमध्य रेखा के 35-65 डिग्री उत्तर और दक्षिण में। उत्तरी गोलार्द्ध में अधिक तापमान विपरीतता के कारण यह अधिक स्पष्ट होता है।
वाताग्र प्रणाली	अनुपस्थित	वाताग्र जनन के कारण गठन
गठन	समुद्र में बनता है (>26-27°C); भूमि पर विलुप्त हो जाता है	भूमि और समुद्र पर बन सकता है
मौसम	मौसमी: गर्मियों के अंत में (अगस्त-अक्टूबर)	अनियमित, गर्मियों में कम, सर्दियों में अधिक।
आकार(Size)	छोटे क्षेत्र तक सीमित: 100-500 किमी व्यास।	बड़ा क्षेत्र: 300-2000 किमी व्यास।
आकृति(Shape)	अण्डाकार, निहाई (Anvil)	उल्टा 'V' (मध्य अक्षांश चक्रवात)
वर्षा	भारी, लेकिन कम समय तक	कई दिनों या हफ्तों तक धीमी, लगातार वर्षा
पवन वेग	बहुत अधिक (100-250 किमी प्रति घंटा)	तुलनात्मक रूप से कम (30-150 किमी प्रति घंटा)
समदाब रेखाएँ	पूर्ण वृत्त, तीव्र दबाव प्रवणता	'V' आकार, निम्न दबाव प्रवणता
जीवनकाल	<1 सप्ताह तक चलता है	2-3 सप्ताह तक चलता है
पथ	पूर्व से पश्चिम (व्यापारिक पवनें)	पश्चिम से पूर्व (पछुआ पवनें)
शांत प्रदेश	केंद्र में आँख, वर्षा रहित शांत क्षेत्र	ऐसा कोई भी क्षेत्र नहीं जहाँ निष्क्रिय हवाएँ या बारिश हो।
प्रेरक शक्ति	संघनन की गुप्त ऊष्मा से ऊर्जा	ऊर्जा वायु राशि घनत्व पर निर्भर करती है
जेट धारा का प्रभाव	ऊपरी स्तर के वायु प्रवाह के साथ संबंध कम स्पष्ट	ऊपरी स्तर के वायु प्रवाह (जेट धारा, रॉस्बी तरंगें) के साथ विशिष्ट संबंध
बादल	कुछ किस्में (कपासी-वर्षी, वर्षास्तरी)	विभिन्न ऊँचाइयों पर बादलों का विकास; अधिविष्ट वाताग्र मेघ।
भारत पर प्रभाव	दोनों तटों पर प्रभाव; पूर्वी तट पर अधिक प्रभाव	उत्तर-पश्चिम भारत में बारिश लाता है; 'पश्चिमी विक्षोभ' से संबंधित

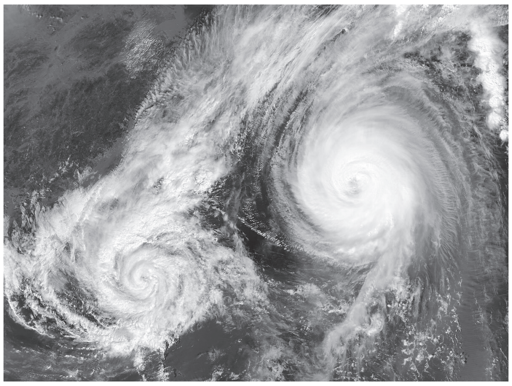
Search On TG: @apna_pdf

प्रमुख चक्रवात

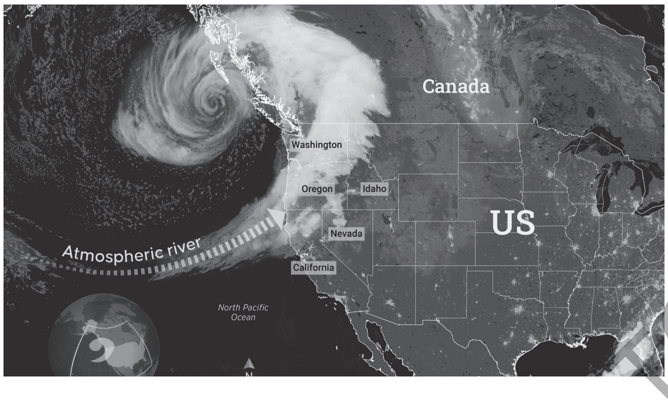
- **जुड़वा चक्रवात:**
  - **कारण: भूमध्यरेखीय रॉस्बी तरंगें:** भूमध्यरेखीय रॉस्बी तरंगें लंबी, निम्न आवृत्ति वाली जल तरंगें हैं जो भूमध्य रेखा के पास उत्पन्न होती हैं। इन्हें ग्रहीय तरंगें भी कहा जाता है और ये एक प्रकार की जड़त्वीय तरंगें हैं जो पृथ्वी के घूर्णन के कारण उत्पन्न होती हैं।



  - **विशेषताएँ:** भूमध्यरेखीय रॉस्बी तरंगों के कारण जुड़वा चक्रवात उत्पन्न होते हैं, ये वायुमंडलीय तरंगें भूमध्यरेखीय क्षेत्र में पश्चिम की ओर बढ़ती हैं। ये तरंगें सकारात्मक भँवर वाले क्षेत्रों का निर्माण करती हैं जिसके परिणामस्वरूप भूमध्य रेखा के दोनों ओर दो घूर्णनशील भँवरों का निर्माण होता है।
  - भँवरता (वोर्टिसिटी) किसी तरल तत्त्व, जैसे वायु या जल, के वर्तन या घूर्णन का माप है। कॉरियोलिस बल के कारण, उत्तरी गोलार्द्ध की ओर वामावर्त घूमता हुआ भँवर उत्पन्न होता है तथा दक्षिणी गोलार्द्ध की ओर दक्षिणावर्त घूमता हुआ भँवर उत्पन्न होता है।
  - **अनुकूल परिस्थितियाँ:** सकारात्मक भँवर, वायु उत्थान, गर्म महासागर (> 27 डिग्री सेल्सियस), निम्न पवन अपरूपण।
  - **विकास:** यह लंबे भँवर के रूप में शुरू होता है, तीव्र होता है और पश्चिम की ओर बढ़ता है।
- **फुजिवारा प्रभाव:**
  - **परिभाषा:** 1,400 किमी के भीतर एक साथ आने वाले उष्णकटिबंधीय तूफानों के बीच परस्पर क्रिया। यह ध्यान देने योग्य बात है कि यहाँ दोनों चक्रवातों के घूमने की दिशा जुड़वा चक्रवातों के विपरीत एक ही है।
  - **प्रभाव:** ट्रैक और तीव्रता में परिवर्तन; विलयन की ओर ले जा सकता है।



- **बम चक्रवात:**
  - **विशेषताएँ:** बम चक्रवात एक तेजी से तीव्र होने वाला मध्य-अक्षांशीय तूफानी तंत्र है जिसमें 24 घंटे के भीतर वायुमंडलीय दबाव में कम से कम 24 मिलीबार की नाटकीय गिरावट आ जाती है। इस प्रक्रिया को विस्फोटक चक्रवातजनन कहा जाता है।



  - **उत्पत्ति:** यह उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों से आने वाली गर्म, आर्द्र हवा और ठंडी, सघन ध्रुवीय हवा के बीच की सीमा पर बनता है। तीव्र दाब प्रवणता के कारण तेज हवाएँ चलती हैं, गर्म हवा तेजी से ऊपर उठती है जिससे प्रणाली तीव्र हो जाती है।
  - **क्षेत्र:** अमेरिकी तट पर ठंडे महीनों में यह आम बात है। उत्तरपूर्वी अमेरिका में वर्ष 2018 के "बम चक्रवात" के कारण भारी बर्फबारी और तूफान जैसी तेज हवाएँ देखी गईं।

तूफान और बवंडर

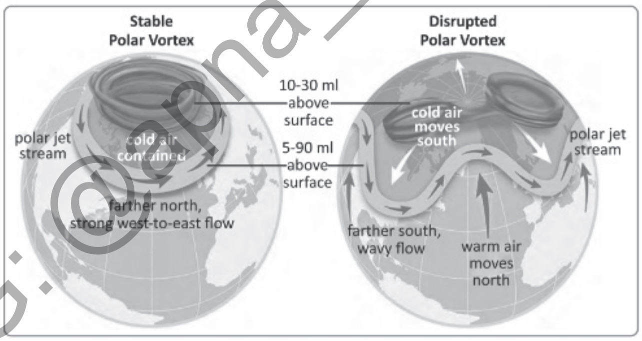
तूफान और बवंडर संक्षिप्त लेकिन अत्यधिक विनाशकारी होते हैं, जो आमतौर पर एक छोटे से क्षेत्र तक ही सीमित होते हैं।

- **तूफ़ान:** एक सुविकसित कपासी-वर्षी मेघ जो गड़गड़ाहट और बिजली उत्पन्न करता है। (UPSC-2013)
  - गर्म, आर्द्र परिस्थितियों के दौरान तीव्र संवहन के कारण होता है।
  - एक छोटे से क्षेत्र में होने वाली अल्पकालिक घटना; वायु और पवन के कणों की ऊपर की ओर तीव्र गति।
  - जब ये बादल शून्य से नीचे के तापमान वाली ऊँचाई पर पहुँचते हैं, तो ओले बनते हैं और तूफान के रूप में गिरते हैं। सीमित आर्द्रता की स्थिति में धूल भरी आँधी उत्पन्न होती है।
- **बवंडर:** कभी-कभी भयंकर तूफानों के कारण केंद्र में बहुत कम दबाव वाली सर्पिलाकार हवा उत्पन्न होती है, जो हाथी की सूंड की तरह नीचे उतरती है तथा अपने मार्ग में बड़े पैमाने पर विनाश का कारण बनती है; आम तौर पर ये मध्य अक्षांशों में उत्पन्न होते हैं; समुद्र के ऊपर आने वाले बवंडर को जलस्तंभ कहा जाता है।

ध्रुवीय भँवर

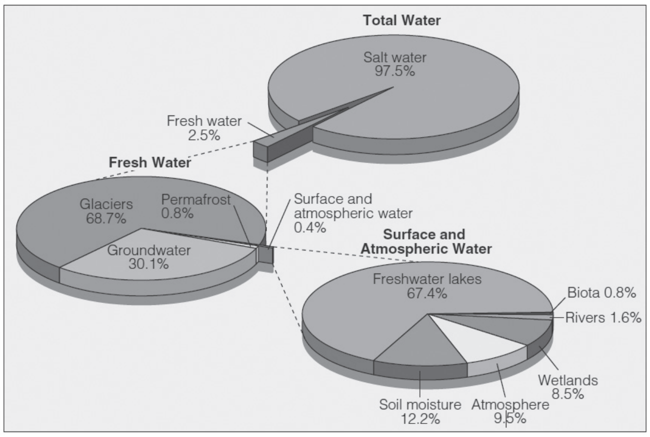
ध्रुवीय भँवर पृथ्वी के दोनों ध्रुवों के आसपास कम दबाव और ठंडी हवा का एक बड़ा क्षेत्र है।

- यह हमेशा ध्रुवों के पास मौजूद रहता है, लेकिन गर्मियों में कमजोर हो जाता है और सर्दियों में मजबूत हो जाता है।
- यह हवा का वामावर्त प्रवाह है जो ठंडी हवा को ध्रुवों के पास रखने में मदद करता है।
- यह आमतौर पर ध्रुवीय वाताग्र जेट धाराओं द्वारा ध्रुवों के ऊपर नियंत्रित रहता है।



सर्दियों में, भँवर मजबूत और बड़ा हो जाता है एवं ध्रुवीय वाताग्र जेट भी भूमध्य रेखा की ओर खिसक जाते हैं। परिणामस्वरूप, ध्रुवीय भँवर का एक हिस्सा विभाजित हो सकता है और मध्य अक्षांशों में प्रवेश कर सकता है जिसे ध्रुवीय प्रस्फोट कहा जाता है। इससे वहाँ का मौसम अत्यधिक ठंडा हो जाता है। उदाहरण के लिए, संयुक्त राज्य अमेरिका में आर्कटिक वायु का बड़ा प्रस्फोट।

वायुमंडल में जल



महासागरों, वायुमंडल और स्थल के बीच जल के निरंतर परिवर्तन और संचलन को जल चक्र कहा जाता है।

Search on TG: @opna_pdf

जल का वितरण (प्रतिशत में):

महासागर: 97.3 >> हिम आवरण: 2.0 >> भूजल: 0.68 >> मीठे पानी की झीलें: 0.009 >> अंतर्देशीय समुद्र और लवणीय झीलें: 0.009 >> वायुमंडल: 0.0019 >> नदियाँ: 0.0001 [UPSC 2021]

आर्द्रता

वायु में उपस्थित जलवाष्प को आर्द्रता कहते हैं।

- **निरपेक्ष आर्द्रता:** वायुमंडल में उपस्थित जलवाष्प की वास्तविक मात्रा; वायु के प्रति इकाई आयतन में जलवाष्प के द्रव्यमान को दर्शाती है, जिसे ग्राम प्रति घन मीटर में मापा जाता है। यह पूरी तरह से हवा के तापमान पर निर्भर करता है (महासागर पर अधिक और महाद्वीप पर कम)।
- **सापेक्ष आर्द्रता:** किसी निश्चित तापमान पर वायुमंडल में उसकी पूर्ण क्षमता की तुलना में उपस्थित आर्द्रता का प्रतिशत।
- **विशिष्ट आर्द्रता:** यह वायु के प्रति इकाई द्रव्यमान में जलवाष्प का द्रव्यमान है। इसे निरपेक्ष आर्द्रता से अधिक प्राथमिकता दी जाती है, क्योंकि यह तापमान और दबाव की स्थिति में परिवर्तन के साथ नहीं बदलती है।
- **संतृप्त वायु (100% RH):** उस तापमान पर अधिकतम नमी बनी रहती है; अधिक नमी संघनन का कारण बनती है। संतृप्ति को निरपेक्ष आर्द्रता बढ़ाकर (नमी जोड़कर) या तापमान कम करके प्राप्त किया जाता है।
- **असंतृप्त वायु (<100% RH):** अधिकतम क्षमता से कम आर्द्रता बनी रहती है; बिना संतृप्ति के अधिक आर्द्रता को अवशोषित किया जा सकता है।
- **ओसांक:** वह तापमान जिस पर वायु का दिया गया नमूना संतृप्त होता है।

वाष्पीकरण और संघनन

वाष्पीकरण:

वह प्रक्रिया जिसके द्वारा जल तरल से गैसीय अवस्था में परिवर्तित होता है।

- **वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा:** स्थिर तापमान की स्थिति में द्रव पदार्थ के एक इकाई द्रव्यमान को गैसीय अवस्था में परिवर्तित करने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा।
- **वाष्पीकरण को प्रभावित करने वाले कारक**
  - उच्च तापमान के कारण हवा की एक निश्चित मात्रा में जल का अवशोषण और धारण क्षमता बढ़ जाती है।
  - कम नमी वाली हवा में नमी को सोखने और बनाए रखने की क्षमता होती है। हवा की गति संतृप्त हवा को असंतृप्त हवा से बदल देती है, जो वाष्पीकरण को बढ़ावा देती है। नतीजतन, अधिक हवा की गति के परिणामस्वरूप वाष्पीकरण की दर अधिक होती है।
- **वाष्पीकरण परिवर्तनशीलता:** तापमान, वायुदाब, हवा और जल की लवणता जैसे कारक वाष्पीकरण दर को प्रभावित करते हैं। वैश्विक स्तर पर, महासागरों में व्यापक कवरेज के कारण वाष्पीकरण अधिक होता है। भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर वाष्पीकरण कम होता जाता है। पश्चिमी-उत्तरी अटलांटिक में सबसे अधिक दर दिखाई देती है।

वाष्पीकरण

जल वाष्प का जल में परिवर्तन की प्रक्रिया; जो ऊष्मा के ह्रास के कारण होती है।

- **उर्ध्वपातन:** जलवाष्प से सीधे ठोस रूप में संघनित होने की प्रक्रिया।
- **संघनन के लिए स्थितियाँ:**
  - वायु का तापमान ओसांक तक कम हो तथा उसका आयतन स्थिर हो।
  - आयतन और तापमान दोनों कम हो जाएँ।
  - वाष्पीकरण के माध्यम से हवा में नमी बढ़ जाए।
- **संघनन नाभिक:** वायुमंडल में उपस्थित छोटे कण जो जलवाष्प को संघनित होने के लिए सतह प्रदान करते हैं। उदाहरणार्थ, धूल, धुआँ, पराग कण और लवण।
- **संघनन को प्रभावित करने वाले कारक:** वायु की गति; तापमान; निम्न तापमान संघनन को बढ़ावा देता है; आर्द्रता: उच्च आर्द्रता संघनन को बढ़ावा देती है; ऊँचाई और दबाव में परिवर्तन।

संघनन के रूप:

जब ओसांक हिमांक से अधिक होता है ओस, कोहरा और बादल होते हैं तथा जब ओसांक हिमांक से कम होता है तो सफेद पाला, बर्फ, निर्मित ओले एवं पक्षाभ मेघ निर्मित होते हैं।

- **ओस:** जब नमी ठोस वस्तुओं की ठंडी सतहों पर (सतह के ऊपर हवा में नाभिकों के बजाय) पानी की बूँदों के रूप में जमा हो जाती है।
  - ओसांक हिमांक बिंदु से ऊपर होता है = ओस का निर्माण (ओसांक < हिमांक बिंदु = पाले का निर्माण)।
  - ओस निर्माण के लिए आदर्श परिस्थितियाँ: साफ आसमान क्योंकि बादल पृथ्वी की सतह से निकलने वाली दीर्घ तरंग विकिरणों को वापस परावर्तित कर देंगे जिससे पृथ्वी गर्म रहेगी, हवा शांत रहेगी, सापेक्ष आर्द्रता अधिक रहेगी और रात ठंडी और लंबी रहेगी।[UPSC 2019]
- **सफेद पाला बनने के लिए आदर्श परिस्थितियाँ:** ओस बनने के लिए आवश्यक परिस्थितियों के समान ही होती हैं, सिवाय इसके कि हवा का तापमान हिमांक बिंदु पर या उससे नीचे होना चाहिए।
- **कोहरा:** मूलतः एक बादल जो पृथ्वी की सतह पर या उसके बहुत करीब बनता है।
  - यह तब होता है जब पर्याप्त मात्रा में जलवाष्प युक्त वायु राशि का तापमान अचानक गिर जाता है जिसके परिणामस्वरूप वायु राशि के भीतर सूक्ष्म धूल कणों का संघनन हो जाता है।
  - यह उन क्षेत्रों में अधिक प्रचलित है जहाँ गर्म वायु धाराएँ ठंडी वायु धाराओं के संपर्क में आती हैं; कोहरा, धुंध की तुलना में अधिक शुष्क होता है।
  - आदर्श स्थितियाँ: उच्च आर्द्रता, ओसांक, संघनन नाभिक की उपस्थिति।
  - **कोहरे के प्रकार:**

1. **शीतलन कोहरा-** विकिरण कोहरा: रात्रि शीतलन के कारण निर्मित।
2. **संवहन कोहरा:** जब गर्म पवन ठंडी सतह पर प्रवाहित होती है।
3. **आरोही ढलान कुहरा:** जब पवन ढलान पर ऊपर उठती है, तो पर्वतीय उत्थान होता है।
4. **वाष्पीकरण कोहरा-** वाष्प कोहरा: गर्म पानी के ऊपर बनता है, झीलों के ऊपर आम घटना है।

- **कुहासा:** कोहरे से अधिक नमी की मात्रा; नम हवा में होता है (>75% आर्द्रता); अल्पकालिक; पहाड़ों पर आम।

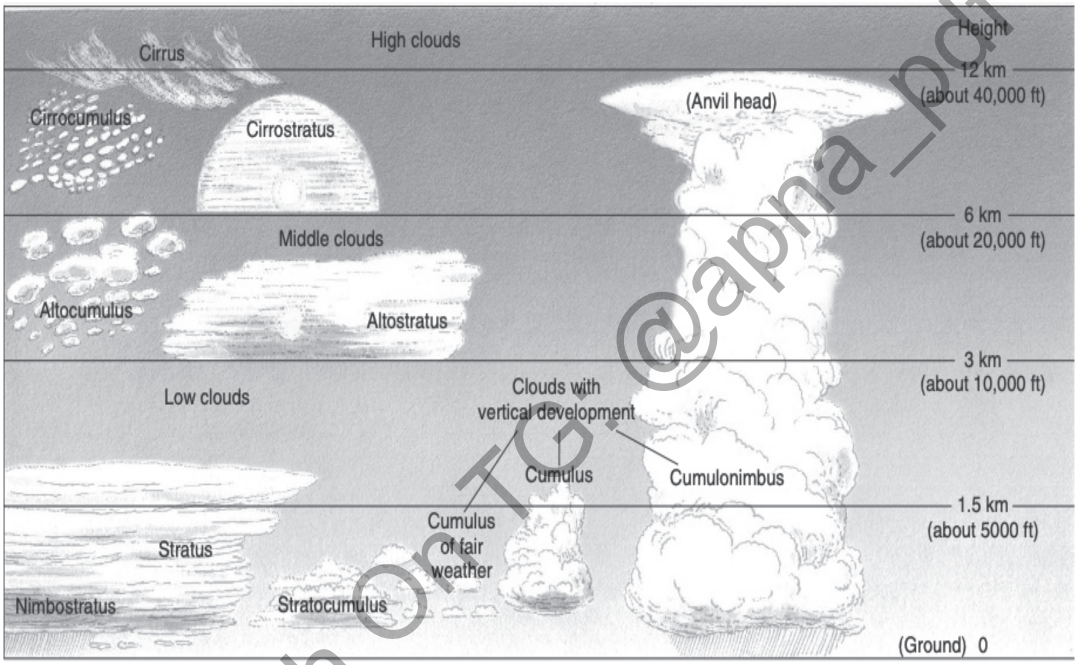
Search On TG: @apna_pdf

- **धुंध:** कम दृश्यता; कम आर्द्रता (<75%) असमान प्रकाश अपवर्तन और औद्योगिक कणों के कारण।
- **स्मॉग: धुआँ और कोहरा**; शहरी/औद्योगिक वायु प्रदूषण के कारण उत्पन्न; धूसर, भूरी, धुँधली उपस्थिति; 3 प्रकार: क्लासिकल (लंदन), फोटोकैमिकल (ग्रीष्म/लॉस एँजिल्स) और वीओजी (ज्वालामुखी स्मॉग)
  - **कुहासा:** कोहरे की तुलना में अधिक नमी; आर्द्र हवा में निर्मित होता है (75% से अधिक आर्द्रता); अल्पकालिक; पहाड़ों पर आम।
  - **धुंध:** दृश्यता में कमी; कम आर्द्रता (<75%) से संबंधित; असमान प्रकाश अपवर्तन और औद्योगिक कणों के कारण।
  - **स्मोग:** धुएँ और कोहरे का संयोजन; शहरी/औद्योगिक वायु प्रदूषण के कारण उत्पन्न; धूसर, भूरा, धुँधला रूप; 3 प्रकार: पारंपरिक (लंदन), प्रकाश रासायनिक (ग्रीष्म/लॉस एँजिल्स) और VOG (ज्वालामुखी स्मॉग)

बादल

- बादल छोटी जल बूँदों या छोटे बर्फ के क्रिस्टलों (0.02 मिमी) का संग्रह है जो खुले वातावरण में काफी ऊँचाई पर जलवाष्प के संघनन से उत्पन्न होता है।
- **इनका दोहरा प्रभाव होता है:** शीतलन (सूर्य के प्रकाश को परावर्तित करना) और तापन (गर्मी को रोकना)।

बादलों के प्रकार



Search On TG: @apna_pdf

- **पक्षाभ:** ये पतले, पृथक बादल होते हैं जिनका स्वरूप नाजुक, पंख जैसा होता है।
  - ये ऊँचाई (8,000 से 12,000 मीटर) पर बनते हैं।
  - ये हमेशा सफ़ेद होते हैं और बर्फ के क्रिस्टल से बने होते हैं।
- **वर्षामेघ:** ये मध्यम ऊँचाई पर या पृथ्वी की सतह के बहुत करीब बनते हैं जिनका कोई खास आकार नहीं होता।
  - इनका रंग गहरा, काला या गहरा भूरा होता है।
  - ये बहुत घने होते हैं और सूर्य प्रकाश को रोकते हैं।
  - ये मोटी भाप के आकारहीन पिंड होते हैं।
  - कपासी-वर्षी मेघ, अपने मजबूत ऊर्ध्वाधर अपड्राफ्ट के साथ, बादलों के उच्च स्तर तक स्पष्ट रूप से फैलता है।
- **स्तरित मेघ:** विस्तृत, स्तरित बादल जो आकाश के महत्त्वपूर्ण भागों को घेर लेते हैं। आम तौर पर या तो ऊष्मा की हानि या अलग-अलग तापमान वाली वायु राशियों के मिश्रण के कारण बनते हैं।
- **कपासी मेघ:** कपासी मेघ रूई की तरह दिखते हैं और इनका आधार सपाट होता है। ये सामान्यतः 4,000 - 7,000 मीटर की ऊँचाई पर बनते हैं तथा खंडों में पाए जाते हैं।

इन चार बुनियादी प्रकारों के संयोजन से निम्न प्रकार के बादल उत्पन्न हो सकते हैं:

- **उच्च बादल:** पक्षाभ, पक्षाभ स्तरी, पक्षाभ कपासी।
- **मध्य बादल:** स्तरी और कपासी मध्य।
- **निम्न बादल:** स्तरी कपासी और वर्षा स्तरी।
- **व्यापक ऊर्ध्वाधर विकास वाले बादल:** कपासी मेघ और कपासी-वर्षी मेघ।

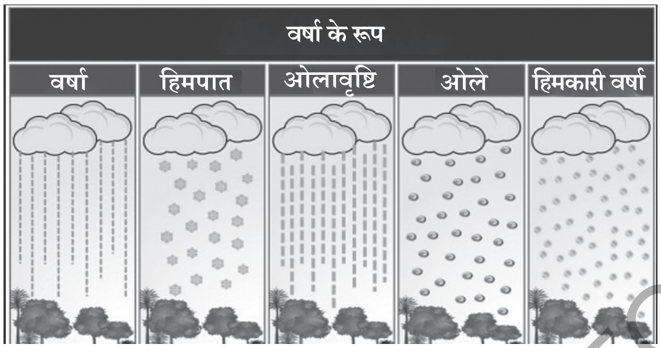
अन्य बादल

- **लेंटिकुलर मेघ:** अवरोधों के चारों ओर लहरदार वायु प्रवाह द्वारा निर्मित, लेंस या तश्तरी जैसी आकृति और स्पष्ट किनारों के साथ; निर्माण में तरंग विकास, रुद्धोष्म शीतलन, संघनन और वाष्पीकरण शामिल है; पायलटों के लिए अशांति के महत्त्वपूर्ण संकेतक।

- **ध्रुवीय समतापमंडलीय बादल (PSCs):** सर्दियों में ध्रुवीय समतापमंडल (15,000-25,000 मीटर) में बर्फ के क्रिस्टल और तरल बूँदों की संरचना के साथ बनते हैं, जो एक इंद्रधनुषी, और मोती की तरह दिखते हैं।
- **निशादीप्त मेघ (NLCs):** मध्यमंडल (80-90 किमी) में निर्मित; पृथ्वी के सबसे ऊँचे बादल; बर्फ के क्रिस्टलों से बनते हैं; केवल रात में दिखाई देते हैं और सूर्य के प्रकाश के प्रकीर्णन से प्रकाशित होते हैं, जिन्हें "निशादीप्त मेघों" के रूप में जाना जाता है।

मोटे, निचले बादल मुख्यतः सौर विकिरण को परावर्तित करके पृथ्वी की सतह को ठंडा करते हैं। ऊँचे, पतले बादल आने वाली सौर विकिरण को संचारित करने के अलावा पृथ्वी से निकलने वाली अवरक्त ऊष्मा के एक भाग को भी रोक लेते हैं तथा उसे वापस नीचे की ओर परावर्तित कर देते हैं जिससे पृथ्वी की सतह गर्म हो जाती है। **[UPSC 2022]**

वर्षण



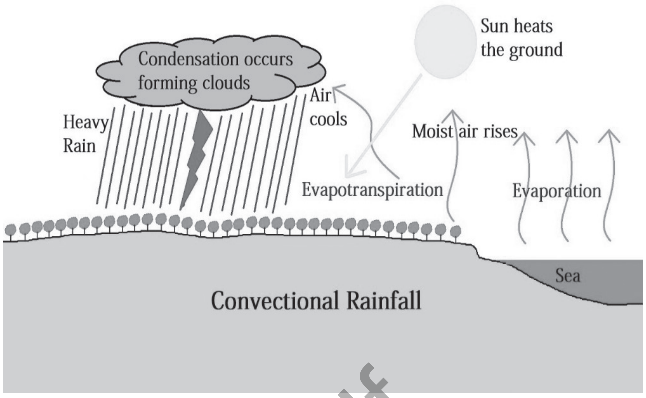
वर्षण से तात्पर्य जलवाष्प के संघनन के बाद होने वाली नमी की निर्मुक्ति से है।

- **वर्षा:** तरल जल के रूप में अवक्षेपण।
- **हिमपात:** जब तापमान हिमांक बिंदु से नीचे होता है, तो वर्षण बारीक हिमकणों के रूप में होता है।
- **ओलावृष्टि:** जमी हुई वर्षा की बूँदों या पुनः जमे हुए और पिघले हुए हिम जल से मिलकर बनता है; यह तब होता है जब जमीन के पास एक उप-हिमांक परत के ऊपर हिमांक बिंदु से ऊपर तापमान वाली वायु की एक परत होती है।
- **ओले:** तब बनते हैं जब वर्षा की बूँदें ठंडी परतों से गुज़रते हुए बर्फ के छोटे, गोल कणों के रूप में जम जाती हैं; आमतौर पर बर्फ की कई संकेंद्रित परतें होती हैं।
- **हिमकारी वर्षा:** 0°C से नीचे होने वाली बूँदाबाँदी या हल्की वर्षा जो जमीन पर पहुँचने से पहले ही जम जाती है।
- **विर्गा:** शुष्क हवा में धरती पर पहुँचने से पहले बारिश की बूँदें वाष्पित हो जाती हैं।

वर्षा के प्रकार

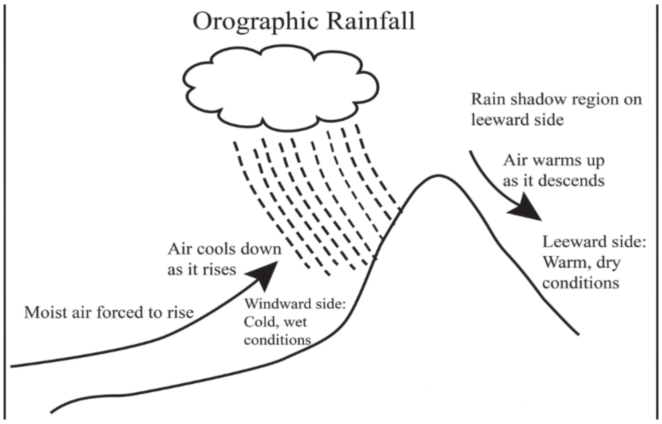
उत्पत्ति के आधार पर

1. संवहनीय वर्षा:



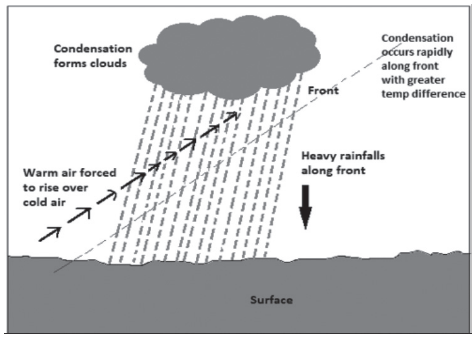
- संवहन धाराओं के कारण गर्म हवा ऊपर उठती है, फैलती है, ठंडी होती है और बाद में संघनन से गुजरती है जिसके परिणामस्वरूप कपासी मेघ बनते हैं एवं वर्षा होती है।
- गर्मियों के दौरान या दिन के गर्म घंटों में प्रभावी होती है।
- भूमध्यरेखीय क्षेत्रों और महाद्वीपों के आंतरिक क्षेत्रों में विशेष रूप से आम है, खासकर उत्तरी गोलार्द्ध में।
- गरज और बिजली के साथ भारी वर्षा होती है, लेकिन यह कम अवधि की होती है।

2. पर्वतीय वर्षा:



- यह तब घटित होता है जब नमी से संतृप्त वायु राशि किसी पर्वत से टकराती है और ऊपर उठने के लिए बाध्य होती है। आरोहण के साथ, रुद्धोष्म विस्तार और शीतलन होता है जिसके परिणामस्वरूप संघनन एवं वर्षण होता है।
- पवन-मुखी ढलानों की ओर अधिक वर्षा होती है, जबकि पवन-विमुख ढलानों (वर्षा-छाया क्षेत्र) की ओर रुद्धोष्म तापन (तापमान में वृद्धि) होता है, जिससे अधिक नमी अवशोषण होता है और परिणामतः वर्षा रहित शुष्क स्थितियाँ उत्पन्न होती हैं।

Search On TG: @apna_pdf



- पवनविमुख पक्ष पर स्थित क्षेत्र को वर्षा-छाया क्षेत्र के रूप में जाना जाता है।

3. चक्रवाती वर्षा:

- मौसम वाताग्रों और चक्रवातों से जुड़ी व्यापक वर्षा; इसमें उष्णकटिबंधीय एवं बाह्योष्णकटिबंधीय चक्रवाती वर्षा शामिल है।

विश्व में वर्षा का वितरण

- भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर वर्षा लगातार कम होती जाती है। भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में साल भर लगातार वर्षा होती है।
- तटीय क्षेत्रों में अंतर्देशीय क्षेत्रों की तुलना में अधिक वर्षा होती है।
- 35° और 40° उत्तरी तथा दक्षिणी अक्षांशों के बीच पूर्वी तटों पर पूर्वी हवाओं के कारण भारी वर्षा होती है, जो पश्चिम की ओर कम होती जाती है। 45° और 65° उत्तर और दक्षिण के बीच, पश्चिमी हवाएँ सबसे पहले पश्चिमी महाद्वीपीय सीमांतों पर वर्षा लाती हैं, जो पूर्व की ओर कम होती जाती हैं।

वर्षा क्षेत्र:

1. **भारी वर्षा (200 सेमी से अधिक वार्षिक):** भूमध्यरेखीय क्षेत्र; तटीय मानसून क्षेत्र; तटीय पर्वतों का पवनमुखी पक्ष।
2. **मध्यम वर्षा (100 से 200 सेमी वार्षिक):** बहुत भारी वर्षा वाले क्षेत्रों के समीपवर्ती क्षेत्र; गर्म शीतोष्ण क्षेत्र में तटीय क्षेत्र।
3. **अपर्याप्त वर्षा (50 से 100 सेमी वार्षिक):** शीतोष्ण क्षेत्रों में महाद्वीपों का पूर्वी भाग; उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में महाद्वीपों का आंतरिक भाग।
4. **कम वर्षा (50 सेमी वार्षिक से कम):** वृष्टि छाया क्षेत्र; उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में महाद्वीपों का पश्चिमी भाग।

❖ ❖ ❖

Search on TG: @apna_pdf

PW ONLYIAS BY PHYSICS WALLAH UPSC FOUNDATION COURSES
Live/Recorded G.S. Classes
CSAT Classes
Daily MCQs + Mains Question
Regular Doubt Sessions
SANKALP 2026 Hinglish / हिन्दी
PRAHAR 2025 Hinglish / हिन्दी
TITAN 2026 / 2025 English
Starts From ₹ 7,999/-
COUPON CODE PWOIAS500 FOR EXTRA DISCOUNT
9920613613 | pw.live

6 विश्व जलवायु और जलवायु परिवर्तन

विश्व जलवायु एवं उसका वर्गीकरण

क्षेत्र				अक्षांश
शीत क्षेत्र (आर्कटिक सर्कल, $66\frac{1}{2}°$)	**आर्कटिक या ध्रुवीय प्रकार** टुंडा वनस्पति, काई, लाइकेन			90° – 65°उ.
ठंडा समशीतोष्ण क्षेत्र	पश्चिमी मार्जिन ब्रिटिश प्रकार पर्णपाती वन	मध्य महाद्वीप साइबेरियाई प्रकार सदाबहार, अंकुधारी वन	पूर्वी मार्जिन लॉरेंटियन प्रकार मिश्रित वन	65°उ. – 45°उ.
गर्म शीतोष्ण क्षेत्र	भूमध्यसागरीय प्रकार भूमध्यसागरीय वन एवं झाडियाँ	स्टेपी प्रकार स्टेपी शीतोष्ण घास का मैदान	चीन प्रकार गर्म गीले जंगल	45°उ. – 30°उ.
कर्क रेखा $23\frac{1}{2}°$ गर्म क्षेत्र	गर्म रेगिस्तान रेगिस्तानी वनस्पति	सूडान प्रकार सवाना, उष्णकटिबंधीय घास का मैदान	मानसूनी प्रकार मानसून वन	30°उ. – 10°उ.
भूमध्यरेखीय क्षेत्र	**गर्म आर्द्र भूमध्यरेखीय जलवायु** भूमध्यरेखीय वर्षा वन			10°उ. – 0°

Search On TG: @apna_pdf

उष्ण, आर्द्र भूमध्य रेखीय या विषुवत रेखीय जलवायु (Hot, Wet Equatorial Climate)

यह भूमध्य रेखा अथवा विषुवत रेखा के 5° से 10° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांश (अमेज़न बेसिन क्षेत्र, कांगो बेसिन क्षेत्र, मलेशिया और दक्षिण पूर्वी एशिया के द्वीप क्षेत्र) तक विस्तारित है। भूमध्य रेखा से दूर, तटवर्ती व्यापारिक पवनों का प्रभाव मानसूनी प्रभाव के साथ एक संशोधित प्रकार की भूमध्यरेखीय जलवायु को जन्म देता है।

जलवायु (Climate):

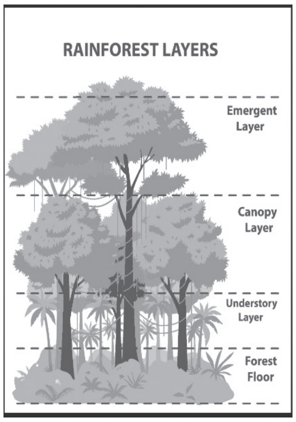
- **तापमान**– वर्ष भर उच्च एवं लगभग समान तापमान, औसत मासिक तापमान 18° **सेल्सियस** से अधिक, औसत वार्षिक तापमान 20° सेल्सियस के आसपास।
- गर्जन और बिजली के साथ बादल एवं भारी वर्षा। यह दैनिक तापमान को नियंत्रित करने में मदद करता है। [यूपीएससी - 2015]
- **वर्षण:** वर्ष भर भारी और अच्छी तरह से वितरित वर्षण, औसत वर्षा 200-250 सेमी से अधिक; मुख्यतः संवहनीय वर्षा एवं पर्वतों में पर्वतीय वर्षा।
- कोई विशिष्ट शुष्क मौसम नहीं; अत्यधिक सापेक्षिक आर्द्रता (>80%);
- दोहरे वर्षण शिखर (**Double rainfall peaks**) अप्रैल और अक्टूबर में विषुव के साथ मेल खाते हैं।

वनस्पति (Vegetation) [यूपीएससी- 2013, 2021]

- सघन कैनोपी आवरण के साथ उष्णकटिबंधीय सदाबहार वर्षा वन ("पृथ्वी के फेफड़े") पाए जाते हैं (जैसे अमेज़न में सेल्वास)। उदाहरणस्वरूप: महोगनी, आबनूस; लताएँ (क्रीपर्स) – एपिफाइट्स (अधिपादप) और 'लिआनास' जैसे

वृक्षों पर चढ़ने वाली वनस्पति; लालांग (लंबी घास)। वनों में विशिष्ट संस्तर व्यवस्था।

- **उच्च विविधता:** वृक्ष केवल एक ही प्रजाति के वनों के रूप में नहीं पाए जाते हैं अर्थात यहाँ जैव विविधता सर्वाधिक होती है।



- **मृदा:** पत्तों का कूड़ा किसी भी अन्य बायोम की तुलना में तेजी से विघटित होता है और परिणामस्वरूप मृदा की सतह प्रायः लगभग अनावृत हो जाती है।

आर्थिक गतिविधि (Economic activity):

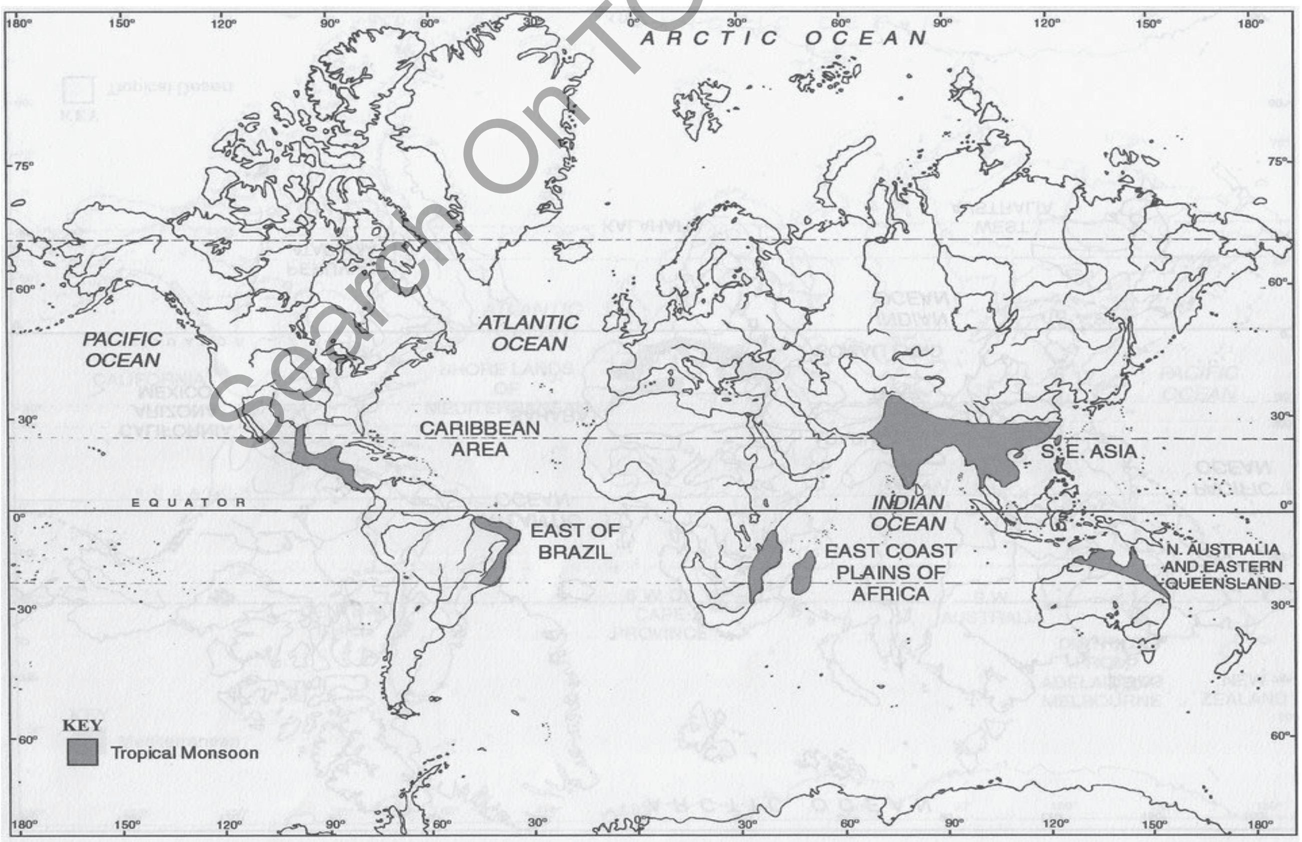
- यह आखेटक और संग्राहक आदिम लोगों की विरल जनसंख्या वाला क्षेत्र है;
- यहाँ पर स्थानांतरण खेती की जाती है: लदांग (मलेशिया), ताउंग्या (बर्मा), तमारी (थाईलैंड), कैनगिन (फिलीपींस); हुमाह (जावा); चेना (श्रीलंका); मिल्पा (अफ्रीका और मध्य अमेरिका); झूम (उत्तर पूर्व भारत)। 'बेलुकर' नामक एक कम विलासितापूर्ण द्वितीयक वन भी पाया जाता है।
- उष्णकटिबंधीय वनों की कठोर लकड़ी काष्ठ संबंधी कार्य को कठिन बना देती है।
- कोको उद्योग (घाना, कोटे डी आइवर, नाइजीरिया) **[यूपीएससी- 2024]** और प्राकृतिक रबर व पाम ऑयल उद्योग (मलेशिया और इंडोनेशिया) यहाँ फल-फूल रहे हैं।
- नारियल, चीनी, कॉफी, चाय, तंबाकू, मसाले और साबूदाना जैसी फसलों की खेती की जाती है।
- कांगो (कोबाल्ट भंडार); ब्राजील और पेरू के अमेज़न के वनों में सोने का खनन होता है।
- अफ्रीका में पशुपालन सी-सी मक्खियों के कारण बाधित होता है जो एक घातक बीमारी नगाना **(Ngana)** का कारण बनती हैं।
- **जनजातियाँ:** पिग्मीज़ (कांगो बेसिन), ओरंग असली (मलेशिया)।

Search On TG: @apna_pdf

उष्णकटिबंधीय मानसूनी जलवायु

इस क्षेत्र में हवाओं का पूर्ण मौसमी व्युत्क्रमण देखने को मिलता है। इसका सबसे अच्छा विकास भारतीय उपमहाद्वीप, बर्मा, थाईलैंड, लाओस, कंबोडिया, वियतनाम के कुछ हिस्सों और दक्षिणी चीन एवं उत्तरी ऑस्ट्रेलिया (भूमध्य रेखा के दोनों ओर पूर्वी किनारों पर 5^0 से 30^0 उत्तरी और दक्षिणी अक्षांशों के मध्य) में हुआ है।

[यूपीएससी- 2014]



भूमध्य रेखा को पार करने के बाद व्यापारिक पवनें महाद्वीपीय निम्न वायु दाब क्षेत्र की ओर आकर्षित होती हैं और दक्षिण-पश्चिम मानसून के रूप में भारतीय उपमहाद्वीप तक पहुँचती हैं।

जलवायु (Climate):

- **तापमान:** औसत मासिक तापमान > 18^0C, अधिकतम तापमान 45^0C तक पहुँच सकता है; गर्मियों में औसत तापमान 30^0C और सर्दियों के दौरान 25^0C के आसपास रहता है।
- **ऋतुएँ:** शुष्क शीत ऋतु (अक्टूबर से फरवरी); शुष्क ग्रीष्म ऋतु (मार्च से मध्य जून); वर्षा ऋतु (मध्य जून से सितंबर तक)।
  - गर्मियों में भारी वर्षा; औसत वार्षिक वर्षा लगभग 150 सेमी होती है, लेकिन इसमें कालिक और स्थानिक भिन्नताएँ पाई जाती हैं।

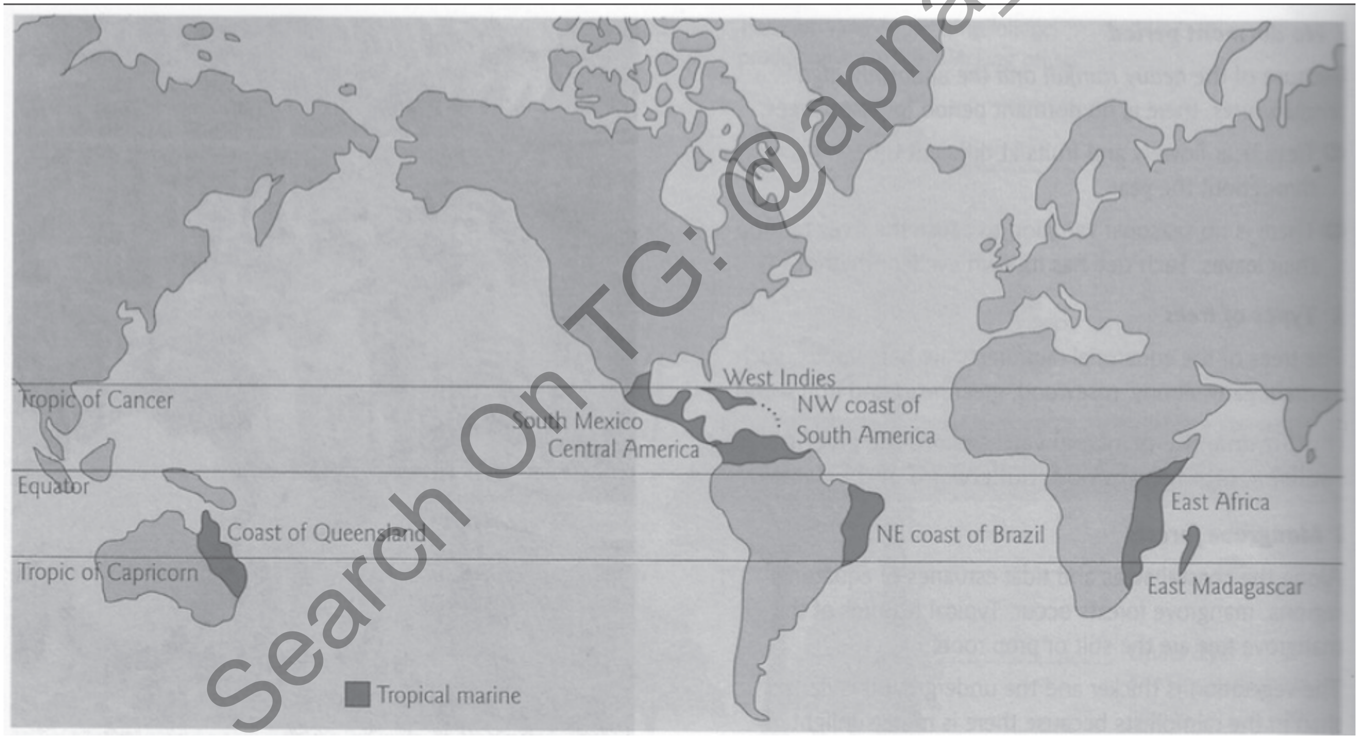
वनस्पति (Vegetation):

- चौड़ी पत्ती वाले कठोर लकड़ी के वृक्षों वाले शुष्क-पर्णपाती वन। जैसे, सागौन।
- उष्णकटिबंधीय वनों की तुलना में कम प्रजातियों के साथ कम विविधतापूर्ण वनस्पति।

आर्थिक गतिविधि (Economic activity):

- उच्च जनसंख्या घनत्व में सहायक है।
- सिंचाई सुविधाओं वाले क्षेत्रों में गहन कृषि के साथ निर्वाह खेती।
- उत्तर-पूर्व भारत और दक्षिण-पूर्व के देशों में स्थानांतरित कृषि की जाती है।
- कृषि: आर्द्र धान की खेती (wet paddy cultivation), निम्न भूमि वाली नकदी फसलें (गन्ना, जूट, नील, कपास), उच्च भूमि वाली बागानी फसलें (चाय, कॉफी, मसाले)।
- मवेशी एवं भेड़ पालन का प्रचलन।

उष्णकटिबंधीय समुद्री जलवायु:



Search On TG: @apna_pdf

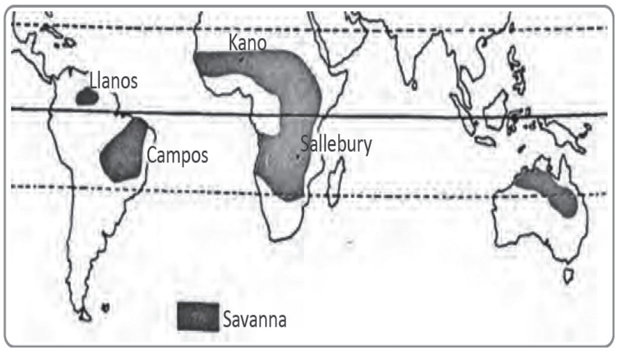
यह जलवायु वर्ष भर तट पर चलने वाली अनुतटीय व्यापारिक पवनों के संपर्क में रहती है। यह उष्णकटिबंधीय भूमि के पूर्वी तटों पर पाई जाती है: मध्य अमेरिका, वेस्ट इंडीज, उत्तर-पूर्वी ऑस्ट्रेलिया, फिलीपींस, पूर्वी अफ्रीका के कुछ हिस्से, मेडागास्कर, गिनी तट और पूर्वी ब्राजील।

जलवायु (Climate):

- **वर्षा:** वर्षा (पर्वतीय और संवहनीय दोनों) गर्मियों में अधिकतम होती है, लेकिन बिना किसी विशिष्ट शुष्क अवधि के; तटवर्ती या अनुतटीय व्यापारिक पवनों का प्रभाव।
- गंभीर उष्णकटिबंधीय चक्रवात, तूफान या टाइफून का खतरा।

वनस्पति (Vegetation):

- वर्षावन, मैंग्रोव और तटीय वनस्पति; निरंतर आर्द्रता और गर्मी विभिन्न पौधों की प्रजातियों के विकास में योगदान करती है।



सवाना या सूडान तुल्य जलवायु:

यह संक्रमणकालीन प्रकार की जलवायु भूमध्यरेखीय वनों और व्यापारिक पवनों वाले उष्ण मरुस्थल के बीच पाई जाती है। सूडान में सबसे अच्छी तरह से विकसित, इसमें पश्चिम अफ्रीकी सूडान, पूर्वी अफ्रीका और मकर रेखा के उत्तर में दक्षिणी अफ्रीका के क्षेत्र शामिल हैं। दक्षिण अमेरिका में: ओरिनोको बेसिन के लानोस, ब्राज़ीलियाई उच्च भूमि (हाइलैंड्स) के कैम्पोस।

जलवायु (Climate):

- **तापमान:** औसत वार्षिक तापमान 18°C से अधिक रहता है; चरम दैनिक तापांतर की उपस्थिति।
- **वर्षा:** वैकल्पिक रूप से उष्ण वर्षा ऋतु और शुष्क शीत ऋतु; वर्षा मुख्यतः गर्मियों में होती है; एक निश्चित शुष्क एवं आर्द्र मौसम। बाढ़ और सूखा सामान्य घटना है। [यूपीएससी- 2012] औसत वार्षिक वर्षा 80 से 160 सेमी. तक।
- **पवनें:** प्रचलित पवनें, व्यापारिक पवनें हैं। व्यापारिक पवनें पूर्वी तटों पर वर्षा लाती हैं, लेकिन महाद्वीपों के आंतरिक भागों तक पहुँचते-पहुँचते शुष्क हो जाती हैं।
  - हरमट्टन, जिसका अर्थ है डॉक्टर, शुष्क स्थानीय पवनें हैं जो आंतरिक अफ्रीका से गिनी के अटलांटिक तट तक चलती हैं और वाष्पीकरण की दर को बढ़ाकर शीतलन प्रभाव उत्पन्न कर उष्ण एवं आर्द्र जलवायु से राहत देती हैं।

वनस्पति (Vegetation):

लंबी घास (हाथी घास) और छोटे वृक्ष; पर्णपाती वृक्षों में आमतौर पर चौड़े तने होते हैं, जिनमें जीवित रहने के लिए जल-संचय करने वाले गुण होते हैं (जैसे बबूल का पेड़)।

- घास के मैदानों को बुश-वेल्ड या पार्कलैंड कहा जाता है।
- ध्रुवों की ओर वृक्षों की ऊँचाई एवं घनत्व कम होता जाता है।
- जैसे-जैसे मरुस्थल की ओर वर्षा कम होती जाती है, सवाना कँटीली झाड़ियों में विलीन हो जाता है। ऑस्ट्रेलिया में, इस झाड़ीदार भूमि का प्रतिनिधित्व निम्न प्रजातियों द्वारा किया जाता है, जैसे: मैली, मुल्गा, स्पिनिफेक्स घास आदि;
- कई पेड़ छतरी के आकार के होते हैं, जो तेज पवनों के लिए केवल एक संकीर्ण किनारे को उजागर करते हैं।
- लंबी सवाना घास (हाथी घास) की जड़ें गहरी होती हैं। जो शीत शुष्क मौसम के दौरान निष्क्रिय रहती है।

वन्य जीव (Wildlife):

सवाना को बिग गेम कंट्री **(big game country)** के रूप में जाना जाता है, क्योंकि यहाँ प्रतिवर्ष हजारों जानवर पकड़े जाते हैं या मारे जाते हैं; यहाँ जानवरों के दो मुख्य समूह पाए जाते हैं - घास खाने वाले शाकाहारी जानवर और माँस खाने वाले माँसाहारी जानवर।

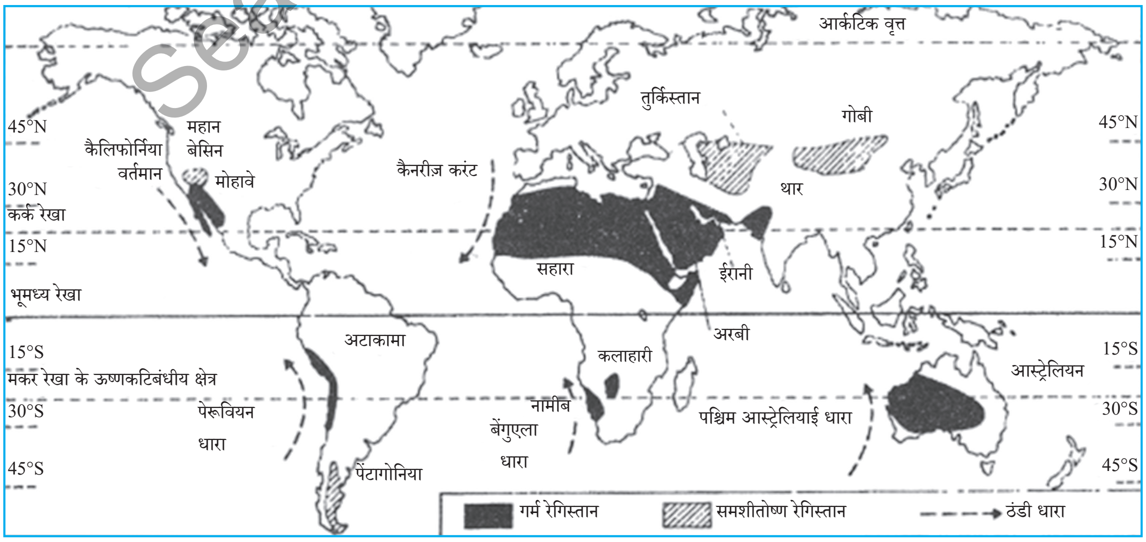
जनजातियाँ: मसाई (केन्या और तंजानिया), हौसा (नाइजीरिया)।

रेगिस्तानी या मरुस्थलीय जलवायु

रेगिस्तान अथवा मरुस्थल निम्न वर्षा वाले क्षेत्र होते हैं जो सहारा प्रकार के उष्ण मरुस्थलों की तरह गर्म हो सकते हैं या गोबी जैसे मध्य अक्षांश वाले मरुस्थलों की तरह शीतोष्ण हो सकते हैं।

उष्ण मरुस्थलीय या गर्म रेगिस्तानी जलवायु:

विश्व के प्रमुख उष्ण मरुस्थल महाद्वीप के पश्चिमी तटों पर 15° से 30° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांशों के मध्य अवस्थित हैं।



Search On TG: @apna_pdf

- उष्ण मरुस्थलों की शुष्कता मुख्यतः अपतटीय व्यापारिक पवनों के प्रभाव के कारण होती है; इसलिए इसे व्यापारिक पवन मरुस्थल (**Trade Wind Deserts**) भी कहा जाता है।
- **उदाहरण:** सहारा मरुस्थल, ग्रेट ऑस्ट्रेलियाई मरुस्थल, अरब, ईरानी, थार, कालाहारी, नामीब, मोजोवे, सोनोरान, अटाकामा मरुस्थल।

उष्ण मरुस्थलों में जलवायु की स्थिति (व्यापारिक पवन मरुस्थल)

- गर्मियों में औसत तापमान 30°C के आसपास रहता है।
- **वर्षा:** निम्न (25 सेमी से कम) और अधिक अविश्वसनीय व अनिश्चित।
- उपोष्णकटिबंधीय उच्च वायु दाब पेटी (अवरोहित वायु), अपतटीय व्यापारिक पवनों और ठंडी धारा के शुष्कन प्रभाव के कारण शुष्कता अधिक होती है। [यूपीएससी - 2011]
- **तापमान:** वर्ष भर उच्च तापमान। समुद्री प्रभाव के कारण तटीय मरुस्थलों में तापमान बहुत कम होता है; हालाँकि, मरुस्थली आतंरिक भागों में गर्मी का तापमान बहुत अधिक होता है और सर्दियों के महीने अपेक्षाकृत ठंडे होते हैं।
- इसमें दैनिक तापांतर बहुत अधिक रहता है, सर्दियों में रात में पाला पड़ सकता है। महाद्वीपों के आतंरिक भागों में वार्षिक तापांतर स्थल और जल के बीच तापीय अंतर के कारण तटीय क्षेत्रों की तुलना में अधिक रहता है (यूपीएससी-2013)।

मध्य अक्षांश मरुस्थलीय जलवायु:

मध्य अक्षांश के मरुस्थलों (आमतौर पर भूमध्य रेखा के 30° से 50° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांश के मध्य), में से कई पठारों पर पाए जाते हैं।

मध्य अक्षांश के मरुस्थलों में जलवायु की स्थितियाँ:

- वे वर्षा लाने वाली पवनों से कटे हुए हैं; इसलिए 25 सेमी से कम वर्षा होती है।
- कभी-कभी अवसाद एशियाई महाद्वीपीय भूमि में प्रवेश कर सकते हैं या अप्रत्याशित संवहनी तूफान गर्मियों में वर्षा और सर्दियों में बर्फबारी ला सकते हैं।
- या तो महाद्वीपीयता (गोबी रेगिस्तान) या वृष्टि-छाया प्रभाव (पेटागोनियन रेगिस्तान) के कारण वर्षा रहित।
    - पैटागोनियन मरुस्थल महाद्वीपीयता की तुलना में ऊँचे एँडीज़ पर्वत के पवनाविमुखी ढाल पर अपनी वृष्टि-छाया स्थिति के कारण शुष्क है।

मरुस्थलीय जलवायु की वनस्पति:

- जेरोफाइटिक/सूखा प्रतिरोधी झाड़ियाँ, घास और पौधे;
- अधिकांश रेगिस्तानी झाड़ियों में नमी इकट्ठा करने के लिए लंबी जड़ें होती हैं।
- कम या कोई पत्तियाँ नहीं; नमी की हानि को रोकने के लिए पत्ते मोमी, कठोर रोम वाले या सुई के आकार के समान नुकीले होते हैं।

रेगिस्तानी जलवायु की अर्थव्यवस्था

- ग्रेट ऑस्ट्रेलियाई मरुस्थल में सोने का खनन (उदाहरण के लिए, कालगुर्ली, कूलगार्डी); कालाहारी में हीरे और तांबा; अटाकामा में सोडियम नाइट्रेट निष्कर्षण।
- उत्तरी अमेरिकी मरुस्थल (मेक्सिको में चाँदी, यूटा में यूरेनियम, नेवादा में तांबा)
- सहारा और अरब मरुस्थल (सऊदी अरब, ईरान, इराक, कुवैत, अल्जीरिया, लीबिया, लेबनान, नाइजीरिया) में तेल का निष्कर्षण।
- **जनजातियाँ:** बद्दू (अरब), बुशमैन (कालाहारी), बिंदिबू (ऑस्ट्रेलिया), तुआरेग्स (सहारा), गोबी मंगोल (गोबी)।

गर्म शीतोष्ण पश्चिमी सीमांत (भूमध्यसागरीय) जलवायु

यह जलवायु भूमध्य रेखा के उत्तर और दक्षिण में 30 से 45 डिग्री के बीच, महाद्वीपीय भूमि के पश्चिमी भाग तक सीमित है। इस प्रकार की जलवायु का मूल कारण पवन पेटियों का खिसकना है। यह जलवायु भूमध्य सागर, मध्य चिली, कैलिफोर्निया, अफ्रीका के दक्षिण-पश्चिमी सिरे, दक्षिणी ऑस्ट्रेलिया और दक्षिण पश्चिम ऑस्ट्रेलिया के आसपास के क्षेत्रों में पाई जाती है।

जलवायु (Climate):

- **तापमान:** गर्मियों में मासिक औसत तापमान 25 डिग्री सेल्सियस के आसपास और सर्दियों में 10 डिग्री सेल्सियस से नीचे रहता है।

Search On TG: @apna_pdf

- अपतटीय व्यापारिक पवनों के साथ शुष्क ग्रीष्म ऋतु, अनुतटीय पछुआ हवाओं के साथ सर्दियों में वर्षा की अधिकता; वार्षिक वर्षा 35-90 सेमी के मध्य होती है।
- **भूमध्य सागर के आसपास स्थानीय पवनें:**
  - **सिरोको-** गर्म, शुष्क, धूल भरी पवन जो सहारा रेगिस्तान में उत्पन्न होती है (अधिकतर वसंत ऋतु में)।
  - **सिरोको के अन्य नाम:** चिली (ट्यूनीशिया), घिबली (लीबिया), लेवेचे (स्पेन), खामसिन (मिस्र), घर्बी (एड्रियाटिक और एजियन सागर)।
  - **मिस्ट्रल:** उत्तर से चलने वाली ठंडी पवन, जो नीचे की ओर रोन घाटी (फ्रांस) में होकर प्रवाहित होती है, जो आल्प्स और सेंट्रल मासिफ (फ्रांस में पठार) के बीच घाटी में फ़नल प्रभाव से उग्र हो जाती है।
  - **बोरा:** एड्रियाटिक सागर में ठंडी उत्तर पूर्वी पवन।
  - **ट्रैमोंटाना और ग्रेगेल:** भूमध्य सागर की ठंडी पवनें।

वनस्पति (Vegetation):

झाड़ियाँ- मैक्विस (दक्षिण फ्रांस), मैकचिया (इटली), चैपरल (कैलिफोर्निया), मैली (ऑस्ट्रेलिया) ऑस्ट्रेलिया में यूकेलिप्टस के वन, और कैलिफोर्निया में विशाल सिकोइया या रेडवुड; यहाँ पाई जाने वाली प्रजातियों में पाइन, फर, देवदार शामिल हैं। छोटे पौधे और झाड़ियाँ सबसे अधिक मिलती हैं।

आर्थिक गतिविधि:

- विश्व की उद्यान भूमियाँ **(World's orchard lands):** खट्टे फलों के लिए प्रसिद्ध- सनकिस्ट संतरे (कैलिफ़ोर्निया), सेविले संतरे (स्पेन), जाफ़ा संतरे (इज़राइल) आदि;
- **शराब उत्पादन:** अंगूर की खेती परंपरा से एक भूमध्यसागरीय व्यवसाय है, शेरी (दक्षिणी स्पेन से शराब), पोर्ट वाइन (पुर्तगाल), चियाँटी, एस्टी और मार्सला (इटली), शैम्पेन, बोर्डो और बरगंडी (फ्रांस)।
- ड्राई फ्रूट्स देने वाले पेड़ (Nut-bearing trees) जैसे चेस्टनट, अखरोट, हेज़लनट और बादाम;
- **मवेशी पालन:** पहाड़ी चरागाह, अपनी ठंडी जलवायु के साथ, भेड़, बकरियों और कभी-कभी मवेशियों का भरण-पोषण करते हैं। ट्रांसह्यूमन्स **(Transhumance)** की प्रक्रिया व्यापक रूप से अपनाई जाती है (अर्थात मौसम के अनुसार चरागाहों की तलाश में पहाड़ियों पर ऊपर और नीचे जाना)।

समशीतोष्ण महाद्वीपीय (स्टेपी) जलवायु

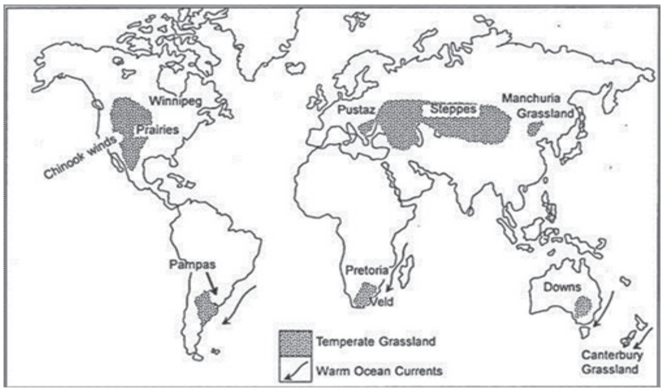
यह जलवायु पश्चिमी पवन पेटी में स्थित है लेकिन यह समुद्री प्रभाव से इतनी दूर है कि घास के मैदान व्यावहारिक रूप से वृक्षविहीन हैं (भूमध्य रेखा के 40° से 55° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांश के मध्य)।

- इन्हें स्टेपी (यूरेशिया), पुस्ताज़ (हंगरी), प्रेयरीज़ (उत्तरी अमेरिका), पंपास (अर्जेंटीना और उरुग्वे), बुश-वेल्ड (उत्तरी दक्षिण अफ्रीका), हाई-वेल्ड (दक्षिणी दक्षिण अफ्रीका), डाउन्स (ऑस्ट्रेलिया), कैंटरबरी (न्यूज़ीलैंड) के नाम से जाना जाता है।

जलवायु (Climate):

- **तापमान:** (प्रायः 30 डिग्री सेल्सियस से अधिक होता है)।
- उत्तरी गोलार्द्ध में अत्यधिक तापमान, दक्षिणी गोलार्द्ध में स्टेपी प्रकार की जलवायु कभी गंभीर नहीं होती (समुद्री प्रभाव) और सर्दियाँ हल्की होती हैं।

(UPSC- 2013)



- **वर्षा:** निम्न वार्षिक वर्षा (25-75 सेमी); शुष्क मौसम विशेष रूप से मरुस्थल से सटे समशीतोष्ण घास के मैदानों में स्पष्ट होता है;
  - महाद्वीपीय आंतरिक भागों के गर्म होने पर संवहनीय स्रोतों से ग्रीष्मकालीन वर्षा (अधिकतम)।
  - पछुवा पवनों के कभी-कभार अवसाद के कारण शीतकालीन वर्षा (निम्न)।
  - दक्षिणी गोलार्द्ध में समुद्री प्रभाव, गर्म समुद्री धाराओं के कारण अधिक वर्षा।
- प्रेयरीज़ में चिनूक नामक एक स्थानीय गर्म हवा (जिसे 'स्नो ईटर' भी कहा जाता है) बर्फ से ढके चरागाहों को पिघलाती हुई आती है।

वनस्पति (Vegetation):

- घास के मैदान व्यावहारिक रूप से वृक्षहीन होते हैं, घास पौष्टिक होती है जिससे क्षेत्र में पशुपालन को बढ़ावा मिलता है।
- घासें न केवल छोटी होती हैं बल्कि काँटेदार और विरल भी होती हैं। एशिया के महाद्वीपीय आंतरिक भागों जैसे शुष्क क्षेत्रों में, कँटीली घासें खेती की तुलना में पशुपालन को अधिक बढ़ावा देती हैं।
- ध्रुवों की ओर बढ़ने पर वर्षा में वृद्धि के परिणामस्वरूप वृक्ष वाले स्टेपी क्षेत्र का निर्माण होता हैं, जहाँ धीरे-धीरे शंकुधारी वृक्ष दिखाई देते हैं।

आर्थिक गतिविधि (Economic activity):

व्यापक मशीनीकृत गेहूँ की खेती, खानाबदोश पशुपालन, चारागाह खेती आदि; व्यापक, मशीनीकृत गेहूँ की खेती के कारण ही उन्हें 'विश्व के अन्न भंडार' के रूप में जाना जाता है।

गर्म शीतोष्ण पूर्वी सीमांत (चीन प्रकार) जलवायु

यह मानसूनी जलवायु का एक संशोधित रूप है, जो गर्म समशीतोष्ण अक्षांशों में महाद्वीपों के पूर्वी किनारों पर पायी जाती है। गर्मियों में, ये क्षेत्र उपोष्णकटिबंधीय प्रति-चक्रवाती सेलों **(anti-cyclonic cells)** से आर्द्र, समुद्री वायु प्रवाह के प्रभाव में रहते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

जलवायु (Climate):

आर्द्र ग्रीष्मकाल और शुष्क शीतकाल; प्रबल समुद्री प्रभाव; लघु वार्षिक तापांतर।

- गर्मियों में, ये क्षेत्र उपोष्णकटिबंधीय प्रति-चक्रवाती सेलों (**anti-cyclonic cells**) से आर्द्र, समुद्री वायु प्रवाह के प्रभाव में रहते हैं।
- वर्ष भर वर्षा (60 से 150 सेमी); संवहनीय स्रोतों से या गर्मियों में पर्वतीय वर्षा के रूप में, या सर्दियों में अवसादों से वर्षा।
- **स्थानीय तूफान:** टाइफून (उष्णकटिबंधीय चक्रवात) और तूफान भी आते हैं।

तीन मुख्य प्रकारों में विभाजित:

- चीन प्रकार (मध्य और उत्तरी चीन, दक्षिण जापान)**:** शीतोष्ण मानसूनी; अधिक वार्षिक तापांतर; गर्मियों और सर्दियों में वर्षा; गर्मियों के अंत में टाइफून की घटना;
- खाड़ी प्रकार (दक्षिण पूर्वी संयुक्त राज्य अमेरिका)**:** हल्का मानसूनी; कोई विशिष्ट शुष्क अवधि नहीं; हरिकेन और टोरनेडो की घटना;
- **नेटाल प्रकार:** नेटाल, पूर्वी ऑस्ट्रेलिया, दक्षिणी ब्राजील, पैराग्वे, उरुग्वे और उत्तरी अर्जेंटीना और दक्षिणी गोलार्द्ध के सभी गर्म पूर्वी समशीतोष्ण सीमान्त; समुद्री प्रभाव का प्रभुत्व;

वनस्पति (Vegetation):

वर्ष भर अच्छी तरह से वितरित वर्षा के कारण तराई क्षेत्रों में सदाबहार चौड़ी पत्ती वाले वनों और पर्णपाती कठोर लकड़ी के वृक्षों के साथ हरी-भरी वनस्पति।

- उच्चभूमियों में चीड़ (पाइन) और साइप्रस जैसी शंकुधारी प्रजातियाँ;
- कोई शुष्क या ठंडा मौसम नहीं, ताकि निर्बाध बारहमासी पौधों का विकास हो सके।

आर्थिक गतिविधि (Economic activity):

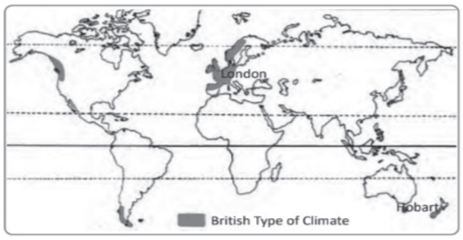
- उष्ण शीतोष्ण पूर्वी सीमांत मध्य अक्षांशों के सबसे अधिक उत्पादक भाग हैं।
- ये दुनिया के सबसे बड़े चावल उगाने वाले क्षेत्र हैं, क्योंकि उष्ण आर्द्र और निम्न भूमि क्षेत्र चावल की खेती को बढ़ावा देते हैं।
- गन्ना, कपास, तंबाकू, मक्का, डेयरी उत्पाद आदि।
- **इमारती लकड़ी:** चीन और दक्षिणी जापान में आर्थिक मूल्य (ओक, कपूर); पूर्वी ऑस्ट्रेलिया में यूकेलिप्टस के वन; संयुक्त राज्य अमेरिका के खाड़ी राज्यों में निम्न भूमि क्षेत्र के पर्णपाती वन।

स्थानीय पवनें (Local Winds):

साउथरली बर्स्टर (ऑस्ट्रेलिया में ठंडी पवन) न्यू साउथ वेल्स और विक्टोरिया को प्रभावित करती है; पैम्पेरो (अर्जेंटीना और उरुग्वे में ठंडी शुष्क पवन; बर्ग (दक्षिण अफ्रीका में गर्म और शुष्क पवन) नेटाल में भारी वर्षा लाती है, जिससे कृषि को लाभ होता है।

शीतोष्ण पश्चिमी सीमांत (ब्रिटिश प्रकार या ब्रिटिश तुल्य जलवायु)

यह जलवायु ब्रिटेन, उत्तर पश्चिम यूरोप, ब्रिटिश कोलंबिया (यूएसए), दक्षिणी चिली, तस्मानिया और न्यूज़ीलैंड के अधिकांश हिस्सों (उत्तरी गोलार्द्ध में 40° से 65° अक्षांश के मध्य) में पाई जाती है। इसे समुद्री पश्चिमी तटीय जलवायु भी कहा जाता है।



जलवायु (Climate):

- वर्ष भर पछुवा पवनों के स्थायी प्रभाव में रहते हैं।
- वाताग्री चक्रवातीय गतिविधि के क्षेत्र जो ब्रिटेन के विशिष्ट है, और इस प्रकार कहा जाता है कि ब्रिटिश प्रकार की जलवायु का अनुभव करते हैं।
- तापमान और वर्षा पर उच्च समुद्री प्रभाव।
- **तापमान:** हल्की सर्दियाँ (औसत वार्षिक तापमान - 5 से 150C)।
- **वर्षा:** वर्ष भर हल्की शरद ऋतु में अधिकतम वर्षा की प्रवृत्ति के साथ चक्रवाती स्रोतों से वर्षा। वर्षा 50 सेमी से 250 सेमी के बीच होती है। [यूपीएससी-2024]
- ऋतुएँ बहुत विशिष्ट होती हैं। शीत- लघु अवधि और सामान्य (उत्तरी अटलांटिक बहाव के वार्मिंग प्रभाव के कारण); वसंत ऋतु सबसे शुष्क होती है; ग्रीष्म और शरद ऋतु।

वनस्पति (Vegetation):

- एक ही प्रजाति के पर्णपाती वृक्ष अधिक पाए जाते हैं।
- ऊंचे पर्वतों पर पर्णपाती वृक्षों (बर्फ और ठंढ से बचाने के लिए सर्दियों में पत्तियाँ गिरा देते हैं) का स्थान आम तौर पर शंकुधारी वृक्ष ले लेते है।
- मूल्यवान शीतोष्ण कठोर लकड़ी**:** ओक, एल्म, बर्च, बीच, पॉपलर, विलो, एल्डर, एस्पेन, आदि।

आर्थिक गतिविधि:

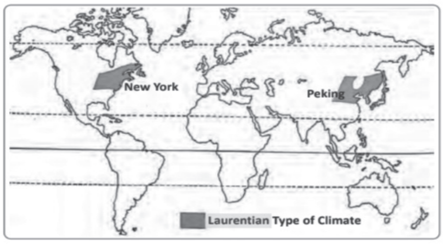
- बाजार बागवानी (Market gardening), मिश्रित खेती (पशुपालन और फसलों की खेती एक साथ), भेड़ पालन आदि। [यूपीएससी- 2012]
- ब्रिटेन, नॉर्वे और ब्रिटिश कोलंबिया में मत्स्यन महत्त्वपूर्ण है।
- ब्रिटिश प्रकार की जलवायु फसलों की खेती और डेयरी फार्मिंग के लिए उपयुक्त। उत्तर-पश्चिमी यूरोप में गेहूँ, जौं और उन्नत डेयरी पद्धतियों के साथ मिश्रित खेती।

शीत शीतोष्ण पूर्वी सीमांत (लॉरेन्शियन तुल्य जलवायु)

यह ब्रिटिश और साइबेरियाई प्रकार के बीच मध्यवर्ती प्रकार की जलवायु है जो केवल दो क्षेत्रों में पाई जाती है: उत्तर- पूर्वी उत्तरी अमेरिका (पूर्वी कनाडा, उत्तर पूर्व संयुक्त राज्य अमेरिका और न्यूफ़ाउंडलैंड) और एशिया के पूर्वी तट, जिनमें पूर्वी साइबेरिया, उत्तरी चीन, मंचूरिया, कोरिया और उत्तरी जापान शामिल हैं।

- दक्षिणी गोलार्द्ध में इस प्रकार की जलवायु अनुपस्थित है। ऐसा इसलिए है क्योंकि दक्षिणी गोलार्द्ध में उत्तरी अमेरिका और यूरेशिया के समान मध्य अक्षांशों में एक बड़े, सतत भू-भाग का अभाव है।

Search On TG: @apna_pdf



जलवायु (Climate):

- **तापमान:** महाद्वीपीय और महासागरीय जलवायु दोनों की विशेषताएँ; शुष्क सर्दियाँ और आर्द्र ग्रीष्मकाल।
  - सर्दियों का तापमान हिमांक-बिंदु से काफी नीचे हो सकता है और गर्मियाँ उष्ण कटिबंध की तरह गर्म होती हैं।
  - आर्कटिक की अपतटीय ठंडी धाराएँ गर्मियों को शीतल करने में सहायक होती हैं, अन्यथा, यह और भी अधिक गर्म होती।
- **वर्षा:** वर्ष भर में 75 - 150 सेमी वर्षा होती है, अधिकतम गर्मी के दौरान होती है।
  - **उत्तरी गोलार्द्ध:** अटलांटिक प्रभाव और ग्रेट लेक्स के कारण वर्षा का वितरण एक समान है, गर्मियों में उच्च तापमान एवं सर्दियों में बर्फबारी होती है;
  - **एशियाई क्षेत्र:** वर्षा बहुत कम एकसमान रूप में होती है, वर्षा प्रतिरुप भारत में उष्णकटिबंधीय मानसून प्रकार के समान रहता है। जापान में गर्मियों में दक्षिण-पूर्व मानसून और सर्दियों में उत्तर-पश्चिम मानसून दोनों से पर्याप्त वर्षा होती है।

वनस्पति (Vegetation):

शंकुधारी (50° उत्तरी अक्षांश के उत्तर में) और पर्णपाती (50° उत्तरी अक्षांश के दक्षिण में); ओक, बीच, मेपल और बर्च प्रमुख वृक्ष हैं।

आर्थिक गतिविधि (Economic activity):

- लकड़ी काटना महत्त्वपूर्ण गतिविधि है, सर्दी की तीव्रता और लंबाई के कारण कृषि कम महत्त्वपूर्ण है।
- मत्स्यन, विशेष रूप से न्यूफ़ाउंडलैंड के ग्रैंड बैंक में।

शीत शीतोष्ण महाद्वीपीय जलवायु (साइबेरियाई)

इसे केवल उत्तरी गोलार्द्ध में अनुभव किया जाता है: उत्तरी अमेरिका (अलास्का से लेकर कनाडा के लैब्राडोर तक), यूरोप और एशिया (भूमध्य रेखा के 50° से 70° उत्तरी और दक्षिणी अक्षांश के मध्य)।

जलवायु (Climate):

- **तापमान:** लघु, ग्रीष्मकाल (20-25°C) और लंबी, अत्यधिक ठंडी सर्दियाँ (-30 से -40°C); कभी-कभी प्रचंड ठंडी ध्रुवीय पवनें, जैसे कनाडाई बर्फ़ीला तूफ़ान (blizzards) और यूरेशियाई बुरान।
- **वर्षा:** वर्षभर अपेक्षाकृत शुष्क, मुख्य रूप से बर्फ के रूप में निम्न वार्षिक वर्षण।

वनस्पति (Vegetation):

अधिक आश्रय वाले स्थानों में काई, लाइकेन और स्लेज, बौने बर्च, बौने विलो, कठोर घास और रेनडियर काई पाए जाते हैं।

- टुंड्रा, टैगा (बोरियल वन), और घास के मैदान कठोर परिस्थितियों के अनुकूल;
- शंक्वाकार आकार, मोटी सुई के आकार की पत्तियाँ और पोडज़ोलिज्ड मृदा जैसे अनुकूलन वाले शंकुधारी वन।

आर्थिक जीवन:

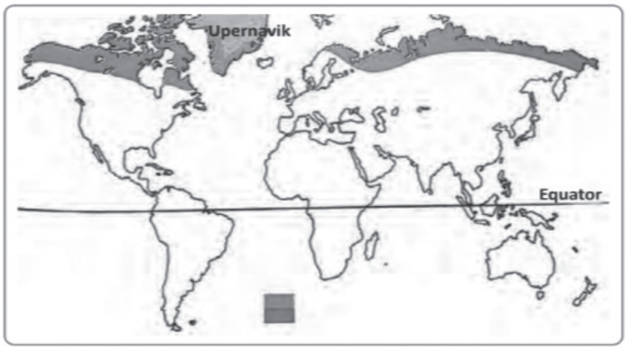
- लकड़ी काटना प्राथमिक आर्थिक गतिविधि है, जिसमें विशाल शंकुधारी वनों का उपयोग किया जाता है; मुलायम लकड़ी या सॉफ़्टवुड के लट्ठों को नदियों पर नीचे की ओर परिवहित किया जाता है।
- कागज और लुगदी उद्योग (कनाडा और यू.एस.ए.)।
- अत्यधिक ठंड और फसल उगाने की लघु अवधि के कारण सीमित फसलों के साथ कृषि करना चुनौतीपूर्ण है।

आर्कटिक या ध्रुवीय या टुंड्रा जलवायु

यह उत्तरी गोलार्द्ध में आर्कटिक वृत्त के उत्तर में और दक्षिणी गोलार्द्ध में अंटार्कटिका महाद्वीप में पाई जाती है; लंबी सर्दियों के साथ अत्यधिक ठंड, ऊँचे वृक्षों या वनों से रहित।

जलवायु (Climate):

- **तापमान:** सर्दियाँ कठोर, प्रायः -37°C से नीचे; ग्रीष्म ऋतु छोटी होती है और तापमान शायद ही कभी 10°C से अधिक होता है।
- **वर्षा:** आम तौर पर कम, बर्फ के रूप में सीमित नमी और कभी-कभी जमने वाली बारिश के साथ; ग्रीष्म ऋतु में अधिकतम वर्षण वर्षा या ओलावृष्टि के रूप में होती है।



वनस्पति (Vegetation):

टुंड्रा वनस्पति कठोर, कम उगने वाले पौधों, काई और लाइकेन तक सीमित है:

- पर्माफ्रॉस्ट गहरी जड़ वाले पौधों की वृद्धि को प्रतिबंधित करता है;
- तटीय निम्न भूमि क्षेत्र कठोर घास और रेनडियर काई को बढ़ावा देते हैं;
- बर्फ के पिघलने के साथ संक्षिप्त ग्रीष्म ब्लूम, जिसे "आर्कटिक प्रेयरीज़" के रूप में जाना जाता है।

एस्किमोस, लैप्स और समोएड्स जैसे निवासी अर्द्ध-खानाबदोश जीवन शैली का नेतृत्व करते हैं, सर्दियों के दौरान कॉम्पैक्ट (संहत) इग्लू में रहते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

7 महासागर और उसका संचलन

विश्व का 3/4 या 71% भाग जलमंडल से और शेष 29% भाग स्थलमंडल से ढका हुआ है। सतह पर केवल 2.05% जल ताजा या अलवणीय है; शेष लगभग 97% समुद्री जल है।

पृथ्वी पर जल वितरण

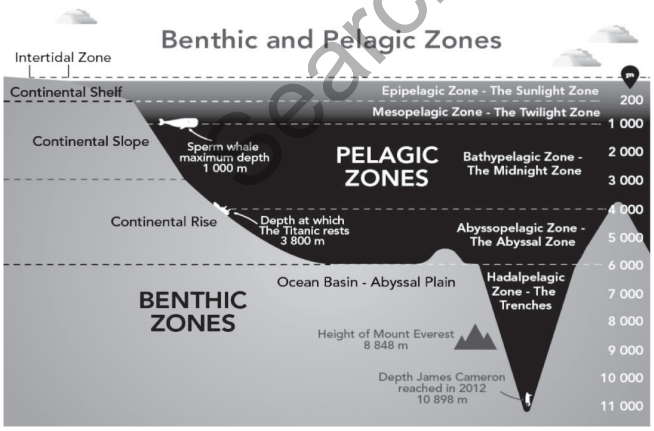
जलाशय (Reservoir)	आयतन (Million Cubic km)	कुल का प्रतिशत
सागर (Oceans)	1,370	97.25%
हिम छत्रक और हिमनद (Ice Caps and Glaciers)	29	2.05%
भूमिगत जल (Groundwater)	9.5	0.68%
झील (Lakes)	0.125	0.01%
मृदा नमी (Soil Moisture)	0.065	0.005%
वायुमंडल (Atmosphere)	0.013	0.001%
नदी व धाराएँ (Rivers and Streams)	0.0017	0.0001%
जैवमंडल (Biosphere)	0.0006	0.00004%

Search on TG: @apna_pdf

महासागरीय क्षेत्र या कटिबंध (Oceanic Zones)

महासागरीय क्षैतिज क्षेत्र या कटिबंध (oceanic Horizontal zone)

1. **अंतर्ज्वारीय क्षेत्र (Intertidal Zone)**
   - **विवरण**: अंतर्ज्वारीय क्षेत्र तटरेखा का वह क्षेत्र है जो निम्न ज्वार पर हवा के संपर्क में आता है और उच्च ज्वार पर जलमग्न हो जाता है।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: चट्टानी तट, रेतीले समुद्र तट और कीचड़युक्त मैदान जैसी विविध भूवैज्ञानिक संरचनाए इसकी विशेषतायें हैं। अलग-अलग अधःस्तर (सब्सट्रेट) कई प्रकार के पर्यावासों का समर्थन करते हैं।



   - **जैविक महत्व**: यह क्षेत्र मोलस्क, क्रस्टेशियंस और समुद्री शैवाल सहित समुद्री जीवन की एक विविध श्रृंखला का समर्थन करता है, जो जलीय और स्थलीय दोनों स्थितियों का सामना करने के लिए अनुकूलित होते हैं।

2. **नेरिटिक जोन (Neritic zone)**
   - **विवरण**: यह क्षेत्र निम्न ज्वार के निशान से लेकर महाद्वीपीय मग्नतट के समुद्री किनारे तक फैला हुआ है।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: इसमें महाद्वीपीय मग्नतट पर उथला जल शामिल है, जहाँ मूंगा चट्टान और जलमग्न द्वीप जैसी भूवैज्ञानिक विशेषताएँ देखने को मिलती हैं।
   - **जैविक महत्व**: पोषक तत्वों से भरपूर, यह क्षेत्र मत्स्य प्रजातियों, समुद्री स्तनधारियों और मूंगा संरचनाओं सहित उच्च जैव विविधता के लिए जाना जाता है। यह मत्स्य पालन और समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

3. **महासागरीय क्षेत्र (Oceanic zone)**
   - **विवरण**: यह क्षेत्र महाद्वीपीय मग्नतट से परे स्थित है, गहरा जल जिसकी विशेषता होती है।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: यह क्षेत्र समुद्री घाटियों, खाइयों और मध्य महासागरीय कटको से निर्मित है। इस क्षेत्र का भूविज्ञान समुद्री धाराओं और समुद्री जीवन को प्रभावित करता है।
   - **जैविक महत्व**: इस क्षेत्र में अलग-अलग जैविक समुदाय हैं जो गहराई के आधार पर विभिन्न परिस्थितियों के प्रति अनुकूलित हैं।

महासागरीय ऊर्ध्वाधर क्षेत्र अथवा कटिबंध

1. **एपिपेलैजिक जोन (सूर्य प्रकाशित क्षेत्र)**
   - **गहराई**: सतह से 200 मीटर तक।
   - **विवरण**: समुद्र की सबसे ऊपरी परत जहाँ सूरज की रोशनी प्रवेश करती है, प्रकाश संश्लेषण में सहायता करती है।

- **भूवैज्ञानिक पहलू**: धाराओं की अपवेलिंग के कारण पोषक तत्वों से भरपूर जल की उपस्थिति; भूवैज्ञानिक विशेषताओं में अन्तःजलीय पर्वत और महाद्वीपीय ढाल शामिल हैं।
- **जैविक महत्व**: मछली, प्लवक और समुद्री स्तनधारियों सहित समुद्री जीवन की एक विशाल शृंखला का घर।

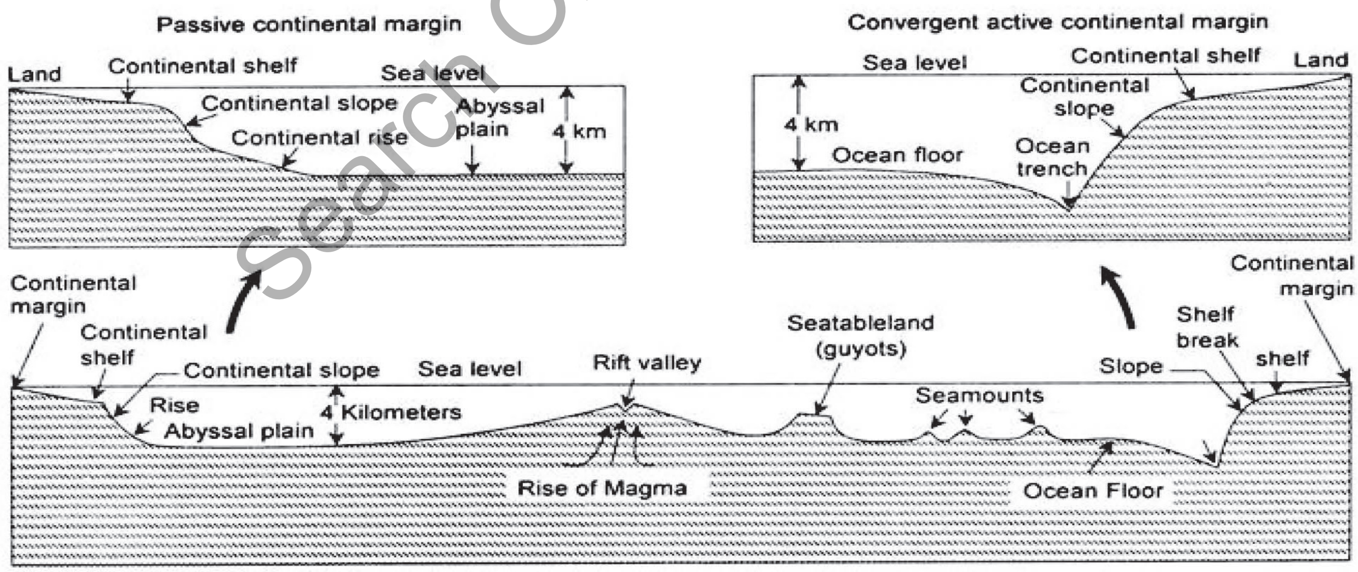
2. **मेसोपेलैजिक जोन (ट्वाईलाईट क्षेत्र)**
   - **गहराई**: 200 से 1,000 मीटर।
   - **विवरण**: प्रकाश का स्तर कम हो जाता है, जिससे प्रकाश संश्लेषण असंभव हो जाता है; इस क्षेत्र की विशेषता ताप प्रवणता और दाब प्रवणता की उपस्थिति है।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: समुद्र तल में ढाल और समुद्री कटक जैसी विशेषताएँ हो सकती हैं; पोषक तत्व प्रायः एपिपेलैजिक क्षेत्र से नीचे की ओर परिवहित हो जाते है।
   - **जैविक महत्व**: इस क्षेत्र में जीव कम रोशनी के लिए अनुकूलित हो गए हैं, जिनमें से कई बायोलुमिनेसेंस (जैव प्रदीप्ति) प्रदर्शित करते हैं। यह बड़े समुद्री जीवों के लिए एक महत्वपूर्ण चारागाह के रूप में कार्य करता है।

3. **बैथीपेलैजिक जोन (मिडनाइट/मध्यरात्रि क्षेत्र)**
   - **गहराई**: 1,000 से 4,000 मीटर।
   - **विवरण**: शून्य के करीब तापमान के साथ घोर अंधेरा; इस वातावरण में उच्च दाब मौजूद होता है।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: विशेषताओं में टेक्टोनिक गतिविधि द्वारा निर्मित गहरे समुद्र की खाइयाँ और रसातल मैदान शामिल हैं। भूवैज्ञानिक संरचनाएँ पर्यावास के प्रकारों को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती हैं।
   - **जैविक महत्व**: यह क्षेत्र विशाल विद्रूप (**Giant S**quids) और गहरे समुद्र की मछलियों जैसी अनोखी प्रजातियों का घर है, जो चरम स्थितियों के लिए अनुकूलित होती हैं।

4. एबिसोपेलैजिक जोन (एबिसल जोन)
   - **गहराई**: 4,000 से 6,000 मीटर।
   - **विवरण**: अत्यधिक गहरा और ठंडा जल, बहुत कम या बिल्कुल भी रोशनी नहीं।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: रसातल मैदानों और समुद्री कटकों जैसी विशेषतायें; धीमी प्रक्रियाओं के कारण अवसादों का संचयन अधिक होता है।
   - **जैविक महत्व**: कठोर परिस्थितियों के बावजूद, यह क्षेत्र कुछ प्रकार के कृमियों और क्रस्टेशियंस जैसे विशेष जीवन रूपों का समर्थन करता है।

5. **हैडलपेलैजिक जोन (हैडल जोन)**
   - **गहराई**: 6,000 मीटर से अधिक।
   - **विवरण**: सबसे गहरा समुद्री क्षेत्र, जो समुद्री खाइयों में अवस्थित है।
   - **भूवैज्ञानिक पहलू**: टेक्टोनिक प्लेट सबडक्शन द्वारा निर्मित गहरी समुद्र की खाइयों और हाइड्रोथर्मल वेंट जैसी चरम भूवैज्ञानिक संरचनाओं की विशेषताएँ देखने को मिलती हैं।
   - **जैविक महत्व**: चरमस्नेही जीवों (extremophiles) का घर, ऐसे जीव जो उच्च दाब और कम तापमान वाले वातावरण में भी पनपते हैं, ये प्रायः ऊपर से नीचे डूबकर आने वाले कार्बनिक पदार्थों का भोजन कर जीवित रहते हैं।

Search On TG: @apna_pdf



चित्र: प्रमुख महासागरीय उच्चावच

समुद्र के तल पर प्रमुख और गौण उच्चावच सम्बन्धी विशेषताएँ मौजूद हैं जैसे पर्वत शृंखलाएँ, गहरी खाइयाँ, कटक, पहाड़ियाँ, समुद्री पहाड़, गयोट, गर्त, घाटियाँ, आदि। ये संरचनाएँ टेक्टोनिक, ज्वालामुखीय और निक्षेपण प्रक्रियाओं द्वारा निर्मित होती हैं

महाद्वीपीय मग्नतट (Continental shelf)

यह तटरेखा से लेकर महाद्वीपीय किनारे तक महाद्वीप का समुद्री विस्तार होता है और तट से 100-200 मीटर की गहराई तक विस्तार रखता है।

- यह कुल समुद्री क्षेत्र का 7.5% भाग कवर करता है।
- महासागर का सबसे उथला भाग; औसत ढाल 1° या उससे भी कम।
- यह बहुत तीव्र ढाल पर समाप्त होता है, जिसे शेल्फ ब्रेक कहा जाता है।
- महाद्वीपीय मग्नतट की चौड़ाई एक महासागर से दूसरे महासागर तक भिन्न होती है; औसत चौड़ाई 80 कि.मी. होती है।
- महासागर-महाद्वीप अभिसरण और महासागर-महासागर अभिसरण के किनारों पर मग्नतट लगभग अनुपस्थित या बहुत संकीर्ण हैं। **जैसे**, चिली के तट, सुमात्रा के पश्चिमी तट, आदि।
- आर्कटिक महासागर में साइबेरियाई मग्नतट, विश्व का सबसे बड़ा मग्नतट है।
- इसमें बड़े पैमाने पर अवसादों का निक्षेप होता है जो जीवाश्म ईंधन, जैसे, तेल के स्रोत बन जाते हैं।
- **मग्नतट निर्माण**: भूमि का झुकना (Tilting of land), समुद्री कटाव, महाद्वीपीय सीमान्त के एक हिस्से का जलमग्न होना, समुद्र के स्तर में सापेक्षिक वृद्धि, नदियों द्वारा अवसाद निक्षेपण।

महाद्वीपीय ढाल (Continental slope)

यह महाद्वीपीय मग्नतट और महासागरीय घाटियों को जोड़ता है। महाद्वीपीय ढाल की सीमा महाद्वीपों के अंतिम छोर को इंगित करती है।

- ढाल क्षेत्र की ढाल प्रवणता 2-5° के बीच होती है।
- यहाँ कैनियन और खाइयाँ देखने को मिलती हैं।

महाद्वीपीय उभार (Continental rise)

महासागरों में एक प्रमुख निक्षेपण व्यवस्था जो महाद्वीपीय सामग्री के मोटे जमाव के अनुक्रम से बनी होती है जो महाद्वीपीय ढाल और रसातल मैदान के बीच जमा होती है।

- नदियों, धाराओं और अन्तःजलीय की घटनाओं से अवसादन द्वारा निर्मित।
- मंद ढाल; ढाल 1:50 से 1:500 तक रहता है।

गहरे समुद्र का मैदान या रसातल का मैदान (Deep Sea Plain or Abyssal Plain)

गहरे समुद्र के मैदान समुद्री घाटियों के मंद ढाल वाले क्षेत्र होते हैं जो मिट्टी और गाद जैसे बारीक कणों वाले अवसाद से ढके होते हैं।

- गहराई 3,000 से 6,000 मीटर के बीच होती है और समुद्र तल का लगभग 40% हिस्सा कवर करते है।
- स्थलीय और उथले जल से अवसादों की एक बड़ी आपूर्ति अनियमित स्थलाकृति को दबा कर सामान्यतः एक सपाट उच्चावच बना देती है।

पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स: संरचना, गठन प्रक्रिया और भूवैज्ञानिक विशेषताएँ

संघटन:

पॉलीमेटैलिक नोड्यूल्स (**बहुधात्विक पिंड**), जिन्हें मैंगनीज नोड्यूल्स भी कहा जाता है, समुद्र तल पर पाए जाने वाले चट्टानी कण हैं। इनमें एक कोर के चारों ओर धातु तत्वों की परतें होती हैं, जो आमतौर पर निम्नलिखित से बनी होती हैं:

- मैंगनीज (Mn): ~30%
- आयरन (Fe): ~15%
- निकेल (Ni): ~1.25%
- कॉपर (Cu): ~1.0%
- कोबाल्ट (Co): ~0.25%
- **ट्रेस तत्व**: इसमें मोलिब्डेनम, जस्ता और दुर्लभ पृथ्वी तत्व शामिल हैं।

गठन प्रक्रिया:

- **धीमी अभिवृद्धि (Slow Accretion)**: पॉलीमेटेलिक नोड्यूल समुद्री जल और समुद्री तलछट के बीच समाए जल से धातुओं के अवक्षेपण के माध्यम से लाखों वर्षों में धीरे-धीरे बनते हैं। इस अभिवृद्धि प्रक्रिया में हाइड्रोजनीकृत और डायजेनेटिक दोनों मार्ग शामिल हैं।

1. **हाइड्रोजनी प्रक्रिया**: धातुएँ समुद्री जल से परत दर परत सीधे पिंडों (नोड्यूल) पर अवक्षेपित होती हैं।
2. **डायजेनेटिक प्रक्रिया**: धातुएँ तलछट के बीच समाए जल से पलायन करती हैं, मौजूदा नोड्यूल के साथ मिलकर या नए नोड्यूल का निर्माण करती हैं।

- **नोड्यूल्स बहुत धीरे-धीरे बढ़ते हैं**: वे प्रति मिलियन वर्ष 1 से 10 मिमी की दर से जमा होते हैं।

पॉलिमेटेलिक नोड्यल्स से जुड़ी भूवैज्ञानिक विशेषताएँ:

- **रसातल मैदान**: नोड्यूल आमतौर पर 4,000 से 6,000 मीटर की गहराई के बीच गहरे समुद्र के मैदानों के विशाल विस्तार में पाए जाते हैं। ये मैदान नोड्यूल निर्माण के लिए स्थिर, कम ऊर्जा वाला वातावरण प्रदान करते हैं।
- **मध्य-महासागरीय कटक (MOR)**: यद्यपि नोड्यूल अक्सर रसातल के मैदानों से जुड़े होते हैं, मध्य-महासागरीय के कटक जैसे टेक्टोनिक रूप से सक्रिय क्षेत्र पॉलीमेटेलिक नोड्यूल के वितरण को प्रभावित कर सकते हैं। इन क्षेत्रों में, हाइड्रोथर्मल वेंट के कारण धातुओं (जैसे मैंगनीज और लोहा) की उपलब्धता अधिक होती है।
- **अवसादी परतें**: नोड्यूल नरम अवसादी परतों पर टिके रहते हैं या उनमें दब जाते हैं। निम्न अवसाद निक्षेपण वाले क्षेत्रों में बड़े नोड्यूल क्षेत्र होते हैं।

प्रमुख क्षेत्र:

- **क्लेरियन-क्लिपरटन ज़ोन (CCZ)**: प्रशांत महासागर में यह क्षेत्र पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स में सबसे समृद्ध क्षेत्रों में से एक है।
- **मध्य हिंद महासागर बेसिन (CIOB)**: पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स के लिए एक और महत्वपूर्ण क्षेत्र है।

समुद्री खाइयाँ या गर्त (Oceanic Deeps or Trenches)

परिभाषा: महासागरीय गहराइयाँ या खाइयाँ समुद्र के सबसे गहरे हिस्से होते हैं, जिनकी विशेषता समुद्र तल में लंबे, संकीर्ण और खड़े-किनारे वाले गर्त का होना हैं।

टेक्टोनिक प्रक्रियाएँ: महासागरीय खाइयाँ मुख्य रूप से सबडक्शन द्वारा बनती हैं, जहाँ एक टेक्टोनिक प्लेट दूसरे के नीचे दब जाती है। यह अभिसरण प्लेट सीमाओं पर होता है, आमतौर पर एक महासागरीय प्लेट और या तो एक महाद्वीपीय प्लेट या किसी अन्य महासागरीय प्लेट के बीच।

Search On TG: @apna_pdf

उदाहरण:

- **मारियाना ट्रेंच**: दुनिया की सबसे गहरी खाई, लगभग 10,994 मीटर (36,070 फीट) की गहराई तक पहुँचती है। चैलेंजर डीप मारियाना ट्रेंच का सबसे गहरा बिंदु है।
- **प्यूर्टो रिको ट्रेंच**: प्यूर्टो रिको के उत्तर में स्थित यह अटलांटिक महासागर का सबसे गहरा भाग है।
- समुद्री पर्पटी में लंबे, संकीर्ण और अपेक्षाकृत खड़े किनारे वाले गर्त
- **टेक्टोनिक उत्पत्ति**: अभिसरण प्लेट सीमाओं (महासागर-महासागर अभिसरण और महासागर-महाद्वीप अभिसरण) पर सबडक्शन द्वारा निर्मित।
- प्रशांत महासागर में सबसे अधिक खाइयाँ हैं, जिनमें मारियाना ट्रेंच सबसे गहरी है।

गर्त या खाई का नाम (Trench Name)	अन्त:क्षेपित प्लेट (Subducting Plate)	अध्यारोही प्लेट (Overriding Plate)
मारियाना ट्रेंच	प्रशांत प्लेट	मारियाना प्लेट
टोंगा ट्रेंच	प्रशांत प्लेट	इंडो-ऑस्ट्रेलियाई प्लेट
जावा ट्रेंच (सुंडा ट्रेंच)	इंडो-ऑस्ट्रेलियाई प्लेट	यूरेशियन प्लेट
फिलीपीन ट्रेंच	फिलीपीन सागर प्लेट	यूरेशियन प्लेट
केरमाडेक ट्रेंच	प्रशांत प्लेट	इंडो-ऑस्ट्रेलियाई प्लेट
पेरू-चिली ट्रेंच (अटाकामा ट्रेंच)	नाज़्का प्लेट	दक्षिण अमेरिकी प्लेट
कैस्केडिया सबडक्शन जोन	जुआन डे फूका प्लेट	उत्तर अमेरिकी प्लेट
निकारागुआ ट्रेंच	कोकोस प्लेट	कैरेबियन प्लेट
हेलेनिक ट्रेंच	अफ्रीकी प्लेट	यूरेशियन प्लेट
प्यूर्टो रिको ट्रेंच	उत्तर अमेरिकी प्लेट	कैरेबियन प्लेट
दक्षिण सैंडविच ट्रेंच	साउथ सैंडविच प्लेट	स्कोटिया प्लेट
डायमेन्टिना ट्रेंच	भारतीय प्लेट	ऑस्ट्रेलियाई प्लेट
अलास्का ट्रेंच	प्रशांत प्लेट	उत्तर अमेरिकी प्लेट
इज़ु-ओगासावारा ट्रेंच	फिलीपीन सागर प्लेट	यूरेशियन प्लेट
बेरिंग ट्रेंच	प्रशांत प्लेट	उत्तर अमेरिकी प्लेट

Search On TG: @apna_pdf

उच्चावच की लघु आकृतियाँ (MINOR RELIEF FEATURES)

मध्य महासागरीय कटक

मध्य-महासागरीय कटकें व्यापक अन्त:जलीय पर्वत श्रेणिया हैं जो पृथ्वी पर सबसे लंबी अविरत पर्वत श्रृंखला बनाती हैं, जो प्लेट टेक्टोनिक्स और सागर तल के प्रसरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

संरचना और गठन

- **पर्वत श्रृंखलाएँ:** इसमें एक केंद्रीय भ्रंश घाटी द्वारा अलग की गई दो समानांतर कटकें शामिल होती हैं, चोटियाँ समुद्र तल से ऊपर उठ सकती हैं, जैसा कि आइसलैंड में देखा गया है।
- **अपसारी सीमाएँ:** ये वहाँ बनती हैं जहाँ टेक्टोनिक प्लेटें एक दूसरे से अलग हो जाती हैं, जिससे मैग्मा को नई समुद्री परत बनाने का मौका मिलता है और इसके परिणामस्वरूप एक भ्रंश घाटी का निर्माण होता है।
- **टेक्टोनिक साक्ष्य:** ये संरचनाएँ चल रहे सागर तल के प्रसरण को प्रदर्शित करके प्लेट टेक्टोनिक्स के सिद्धांत का समर्थन करती हैं।

खनिज एवं संसाधन

- **प्राथमिक चट्टान प्रकार**: बेसाल्ट, जिसमें प्लाजियोक्लेज़, पाइरोक्सिन और ओलिविन जैसे खनिज होते हैं।
- **हाइड्रोथर्मल वेंट**: निम्नलिखित में समृद्ध:
  - सल्फाइड निक्षेपों में तांबा और जस्ता।
  - हाइड्रोथर्मल संरचनाओं में संकेंद्रित सोना और चांदी।
  - संबंधित तलछटों में पाए जाने वाले दुर्लभ पृथ्वी तत्व (**Rare Earth Elements**)।

भूकंपीय गतिविधि

- **निरंतर भूकंप**: ये मध्य महासागरीय कटकों पर विवर्तनिक हलचलों के कारण आते हैं।
- **परिमाण**: आम तौर पर हल्का (4.0 से 6.0) और उथला (30 किमी से कम गहरा), मुख्य रूप से तनावमूलक बलों के कारण सामान्य भ्रंशन के परिणामस्वरूप घटित होते है।

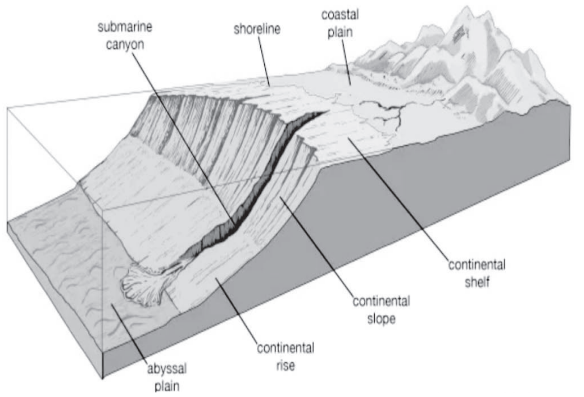
समुद्री पर्वत (Seamount)

- **निर्माण**: हॉटस्पॉट या अपसारी प्लेट सीमाओं पर ज्वालामुखीय गतिविधि के माध्यम से समुद्री पर्वतों का निर्माण होता है। जैसे ही मैग्मा ऊपर उठता है, यह अन्त:जलीय ज्वालामुखी पर्वत बनाता है।
- **खनिज और अयस्क**: फेरोमैंगनीज नोड्यूल, कोबाल्ट-समृद्ध पर्पटी और अन्य धातुओं जैसे निकल, तांबा और दुर्लभ पृथ्वी तत्वों से समृद्ध।
- **संबद्ध घटना**: समुद्री पर्वतों पर ज्वालामुखीय गतिविधि छोटे भूकंपों का कारण बन सकती है, हालांकि बड़े भूकंप दुर्लभ हैं। यदि ज्वालामुखीय वृद्धि समुद्र तल से ऊपर जारी रहती है तो वे द्वीपों में भी विकसित हो सकते हैं।

- **उदाहरण:**
  - एम्परर सीमाउंट (प्रशांत महासागर)
  - न्यू इंग्लैंड सीमाउंट्स (अटलांटिक महासागर)

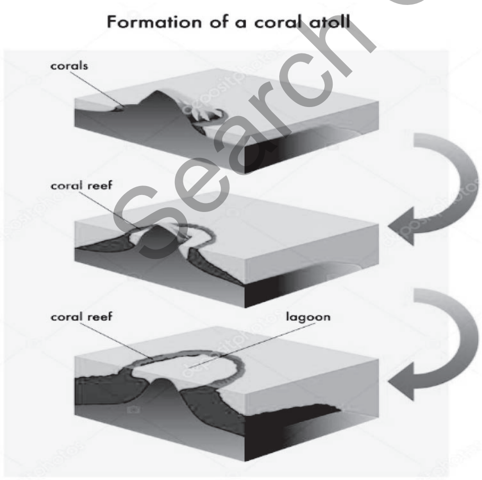
अंतःसमुद्री घाटियाँ (Submarine Canyons)

निर्माण: टर्बिडिटी **धारा** (turbidity currents) या नदी से होने वाला अपरदन से महाद्वीपीय मग्नतट और ढाल में लंबी, संकीर्ण घाटियों का निर्माण होता है। भूस्खलन और वृहद् संचलन की घटनाएँ उनके निर्माण में योगदान करती हैं।



- **खनिज और अयस्क**: अवसाद परिवहन के कारण घाटी प्रणालियों में सोना, रेत, बजरी और भारी खनिजों का भंडार जमा हो जाता है।
- **संबद्ध घटना:** अन्तःसमुद्री भूस्खलन और टेक्टोनिक गतिविधि इन घाटियों को गहरा कर सकती हैं। टेक्टोनिक सीमांतों पर भूकंप ऐसे भूस्खलन को ट्रिगर कर सकते हैं।
- **उदाहरण**:
  - हडसन कैन्यन (अटलांटिक महासागर, न्यूयॉर्क के तट से दूर)
  - मोंटेरे कैन्यन (प्रशांत महासागर, कैलिफ़ोर्निया से दूर)

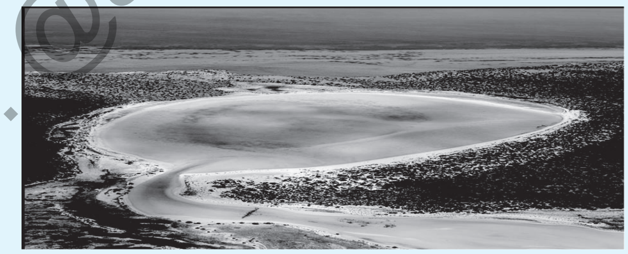
प्रवाल वलय (coral Atoll)



- **निर्माण**: ज्वालामुखीय द्वीपों के धीरे-धीरे धंसने से एटोल बनते हैं, जिससे प्रवाल भित्तियाँ अथवा मूंगा चट्टानें विकसित होती हैं और एक केंद्रीय लैगून को घेर लेती हैं। यह डार्विन के अवतलन सिद्धांत का अनुसरण करता है।
- **खनिज और अयस्क**: प्रवालों के कंकाल से प्राप्त कैल्शियम कार्बोनेट से निर्मित होते हैं। कुछ एटोल में गुआनो पक्षी से प्राप्त फॉस्फेट निक्षेप भी हो सकते हैं।
- **संबद्ध घटना**: एटोल समुद्र के बढ़ते स्तर और सुनामी के प्रति संवेदनशील होते हैं। टेक्टोनिक अवतलन या धंसाव उनके निर्माण को प्रभावित कर सकता है, जबकि अपरदन और जलवायु परिवर्तन निरंतर खतरे पैदा कर रहे हैं।
- **उदाहरण**:
  - बिकनी एटोल (मार्शल द्वीप)।
  - लक्षद्वीप में 12 एटोल, 3 चट्टानें, 5 जलमग्न तट हैं।
  - मालदीव एटोल (हिंद महासागर)

लैगून

- **परिभाषा**: लैगून जल का एक उथला निकाय होता है जो एक बड़े निकाय (आमतौर पर महासागर) से सैंडबार (बालुका रोध), बैरियर (अवरोधक) द्वीप या प्रवाल भित्तियों द्वारा अलग होता है।
- **निर्माण क्रियाविधि**: लैगून तब बनते हैं जब सैंडबार (बालुका रोध) या प्रवाल भित्तियों जैसे अवरोध समुद्री जल को तटीय क्षेत्रों में स्वतंत्र रूप से बहने से रोकती हैं। ये अवरोध लहरों, ज्वार, नदियों या प्रवाल लैगून के मामले में प्रवाल वृद्धि के द्वारा तलछट जमाव के कारण बन सकती हैं। लैगून विवर्तनिक गतिविधि के कारण भी बन सकते हैं जो तटीय जल को रोक लेती है।



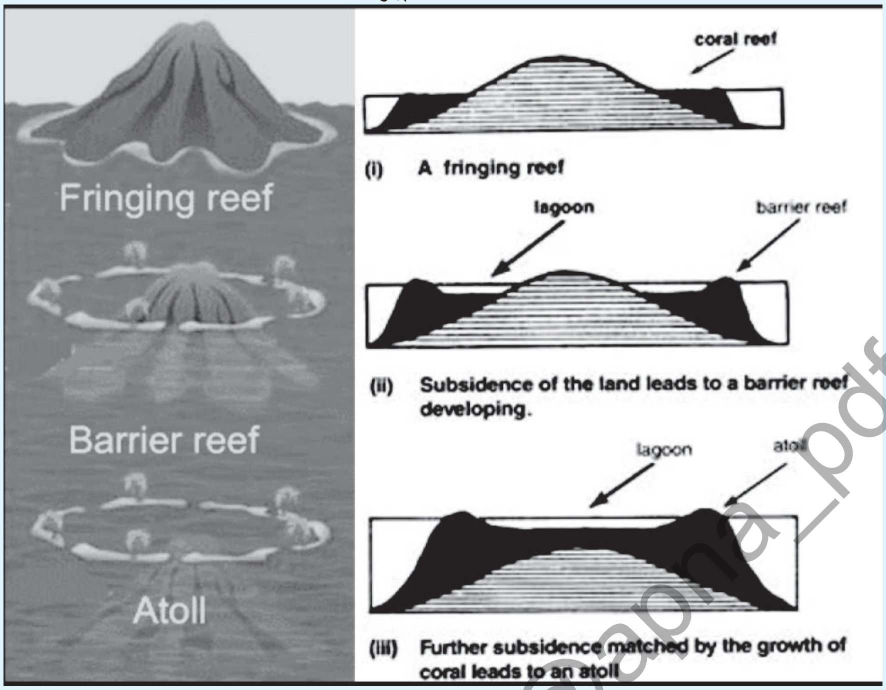
- **प्रकार**:
  - **तटीय लैगून**: समुद्र तट के किनारे पाए जाते हैं, आमतौर पर निम्न ज्वारीय वाले क्षेत्रों में।
  - **कोरल लैगून:** प्रवाल भित्तियों के भीतर निर्मित, जैसा कि एटोल में देखा जाता है।
- **संबद्ध विशेषताएँ:**
  - **अवसादन**: लैगून में अक्सर गाद और मिट्टी जैसी बारीक कण वाली तलछट जमा हो जाती है।
  - **मिनरल फॉरमेशन**: इन जल निकायों में लवण, कैल्साइट और अन्य समुद्री खनिज अवक्षेपित हो सकते हैं।
  - **उदाहरण**: चिल्का झील (भारत), वेनिस लैगून (इटली), और लागोआ डॉस पाटोस (ब्राजील)।

प्रवाल भित्तियाँ अथवा मूंगा चट्टानें (Coral Reefs)

- **परिभाषा**: प्रवाल भित्तियाँ या मूंगा चट्टानें, कोरल पॉलीप्स नामक छोटे जीवों द्वारा निर्मित होते हैं जो अपने कंकाल बनाने के लिए कैल्शियम कार्बोनेट का स्राव करते हैं।

Search On TG: @apna_pdf

- **निर्माण प्रक्रम**: प्रवाल उथले, गर्म और साफ जल में पनपते हैं, आमतौर पर 30° उत्तर और 30° दक्षिण अक्षांशों के बीच। पॉलीप्स बढ़ते हैं और कैल्शियम कार्बोनेट जमा करते हैं, जो समय के साथ जमा होकर बड़ी चट्टान संरचनाएँ बनाता है। चट्टानें महाद्वीपों के पूर्वी किनारों पर सबसे अच्छी तरह विकसित होती हैं जहाँ गर्म समुद्री धाराएँ प्रवाल के विकास के लिए परिस्थितियों को अनुकूल बनाती हैं।



- **प्रकार:**
  - **फ्रिंजिंग (तटीय) भित्ति :** महाद्वीपों और द्वीपों की तटरेखाओं से प्रत्यक्ष रूप से जुड़ी हुई होती हैं।
  - **बैरियर (अवरोधक) भित्ति :** एक गहरे लैगून द्वारा मुख्य भूमि या द्वीप से अलग होती हैं।
  - **एटोल:** रिंग (अंगूठी) के आकार की चट्टानें जो एक लैगून को घेरती हैं।
- **जैव विविधता**: प्रवाल भित्तियाँ या मूंगा चट्टानों को **"समुद्र के वर्षावन"** माना जाता है क्योंकि वे समृद्ध जैव विविधता का समर्थन करते हैं, जिसमें मछली, मोलस्क और शैवाल जैसे विभिन्न समुद्री जीव शामिल हैं।
- **खनिज**: प्रवाल चूना पत्थर के निर्माण में योगदान देता है, जिसमें मुख्य रूप से कैल्शियम कार्बोनेट होता है।
- **संबद्ध घटना:**
  - **भूकंप**: प्रवाल भित्तियाँ अक्सर टेक्टोनिक रूप से सक्रिय क्षेत्रों के पास अवस्थित होती हैं, जहाँ भूकंप प्रवाल के विकास को प्रभावित कर सकते हैं या भित्ति के धंसने का कारण बन सकते हैं।
  - **प्रवाल विरंजन**: समुद्र के बढ़ते तापमान या लवणता में परिवर्तन के कारण, प्रवाल सहजीवी शैवाल को बाहर निकाल देते हैं, जिससे प्रवाल विरंजन होता है।
- **उदाहरण**:
  - ग्रेट बैरियर रीफ (ऑस्ट्रेलिया) - सबसे बड़ी प्रवाल भित्ति प्रणाली।
  - बेलीज़ बैरियर रीफ (कैरेबियन सागर)।
  - मालदीव एटोल (हिंद महासागर)।
  - **भारत में -** अंडमान और निकोबार द्वीप समूह, कच्छ की खाड़ी और मन्नार की खाड़ी में प्रवाल भित्तियाँ पाई जाती है [UPSC- 2014]

अन्य उच्चावच विशेषताएँ (Other Relief Features)

1. ज्वालामुखीय द्वीप चाप

- **परिभाषा**: सबडक्शन (अन्त:क्षेपण) जोन में निर्मित ज्वालामुखीय द्वीपों की शृंखलाएँ।
- **उदाहरण**:
  - **जापान**: जापानी द्वीपसमूह उत्तरी अमेरिकी प्लेट के नीचे प्रशांत प्लेट के सबडक्शन (अन्त:क्षेपण) द्वारा निर्मित एक प्रमुख ज्वालामुखीय द्वीप चाप है।
  - **इंडोनेशिया**: यूरेशियन प्लेट के नीचे इंडो-ऑस्ट्रेलियाई प्लेट के दबने से निर्मित सुमात्रा और जावा सहित सुंडा आर्क (चाप) एक और उदाहरण है।

Search On TG: @apna_pdf

2. **फ्रैक्चर जोन**

- **परिभाषा**: लंबी, रैखिक भ्रंश रेखाएँ जो मध्य महासागरीय कटको को काटती हैं, जो टेक्टोनिक प्लेटों के अलग-अलग संचलन के परिणामस्वरूप उत्पन्न होती हैं।
- **उदाहरण**:
  - **रोमान्चे फ्रैक्चर ज़ोन:** अटलांटिक महासागर में स्थित, यह दुनिया का सबसे लंबा फ्रैक्चर ज़ोन है, जो टेक्टोनिक प्लेटों के बीच एक महत्वपूर्ण सीमा को चिह्नित करता है।

3. **एबिसल हिल्स (नितलीय पहाड़ियाँ)**

- **परिभाषा**: रसातल मैदानों में बिखरी छोटी, गोलाकार पहाड़ियाँ, जो प्रायः ज्वालामुखीय गतिविधि से बनती हैं।
- **उदाहरण**:
  - **उत्तरी अटलांटिक में नितलीय पहाड़ियाँ**: मध्य-अटलांटिक कटक के पास अटलांटिक महासागर जैसे क्षेत्रों में पाई जाने वाली ये पहाड़ियाँ ज्वालामुखी विस्फोटों से बनी हैं और समुद्र तल के प्रसरण का संकेत देती हैं।

4. **किनारा या तट**

- **परिभाषा**: महाद्वीपीय सीमांतों पर जलमग्न, सपाट-चोटी की ऊँचाई, जैव विविधता से समृद्ध।
- **किनारा या तट (Bank)** महाद्वीपीय मग्नतट पर उथले, जलमग्न क्षेत्र होते हैं जो समुद्री जीवन का समर्थन करते हैं, जबकि गयोट समुद्र के गहरे जल में पाए जाने वाले नष्ट हुए ज्वालामुखी द्वीपों से बने सपाट शीर्ष वाले अन्तःसमुद्री पहाड़ होते हैं। बैंक मुख्य रूप से अवसाद निक्षेपण से आकार लेते हैं, जबकि गयोट्स () ज्वालामुखी गतिविधि और उसके बाद के अपरदन से उत्पन्न होते हैं।
- **उदाहरण**:
  - **ग्रांड बैंक:** कनाडा के न्यूफ़ाउंडलैंड के तट पर स्थित, यह क्षेत्र अपनी मत्स्यन गतिविधियों और विविध समुद्री जीवन के लिए प्रसिद्ध है, जो इसकी समृद्ध अन्तःजलीय स्थलाकृति से उत्पन्न होता है।

5. **हाइड्रोथर्मल वेंट**

- **परिभाषा**: समुद्र तल में वह छिद्र जहाँ से ज्वालामुखीय गतिविधि के कारण अत्यधिक गर्म, खनिज युक्त जल निकलता है।
- **उदाहरण**:
  - **ब्लैक स्मोकर्स**: मध्य-अटलांटिक कटक के किनारे पाए जाने वाले, ये छिद्र गर्म, खनिज युक्त जल छोड़ते हैं, जो एक ऐसे अनूठे पारिस्थितिक तंत्र का निर्माण करते हैं जो सूर्य के प्रकाश के बिना ही फलता-फूलता है, क्योकि यह सूर्य के प्रकाश की बजाय रासायनिक संश्लेषण (कीमोसिंथेसिस) पर निर्भर होता है।

महासागरीय जल का तापमान

ऊष्मा स्रोत

- **सौर विकिरण**: महासागरों सहित पृथ्वी की सतह के लिए सूर्य ऊष्मा का प्रमुख स्रोत है। सौर ऊर्जा समुद्र की सतह में प्रवेश करती है, ऊपरी परतों को गर्म करती है, विशेष रूप से **एपिपेलजिक जोन** (0-200 मीटर गहरा) जहाँ सूरज की रोशनी पहुँच सकती है।
- **पृथ्वी की आंतरिक ऊष्मा:** सौर तापन की तुलना में यह एक गौण घटक है। इसकी उत्पत्ति पृथ्वी के कोर और मेंटल से होती है, जहाँ आइसोटोप के रेडियोधर्मी क्षय से ऊष्मा उत्पन्न होती है। यह ऊष्मा गहरे समुद्री क्षेत्रों को प्रभावित करती है, तापीय प्रवणता को प्रभावित करती है और गहरे समुद्र के वातावरण के तापमान में योगदान करती है।
- गहरे समुद्री क्षेत्रों में, विशेष रूप से **बाथपेलैजिक क्षेत्र** (1,000-4,000 मीटर) में, जीव सूर्य के प्रकाश के बजाय रासायनिक संश्लेषण (कीमोसिंथेसिस) और आंतरिक भू-तापीय ऊष्मा पर निर्भर होते हैं। रासायनिक संश्लेषण (कीमोसिंथेसिस) कार्बनिक यौगिकों के संश्लेषण के लिए आवश्यक ऊर्जा प्रदान करने के लिए अकार्बनिक अणुओं, जैसे हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S), मीथेन (CH_4)), या अमोनिया (NH_3) आदि के ऑक्सीकरण पर निर्भर करता है।
- **हाइड्रोथर्मल वेंट**, जो अक्सर मध्य-महासागरीय कटको पर पाए जाते हैं, खनिज-समृद्ध और गर्म जल छोड़ते हैं, जिससे अनूठे पारिस्थितिकी तंत्र का निर्माण होता है जो इन ऊर्जा स्रोतों पर निर्भर करता है।

महासागरीय जल के तापमान को प्रभावित करने वाले कारक

- **अक्षांश**: सूर्यातप की मात्रा ध्रुव की ओर कम होने के कारण सतही जल का तापमान ध्रुव की ओर कम होता जाता है।
- **स्थल और जल का असमान वितरण**: उत्तरी गोलार्ध में महासागर बड़े पैमाने पर भूमि के संपर्क के कारण अधिक ऊष्मा प्राप्त करते हैं।
- **प्रचलित हवा**: स्थल से महासागरों की ओर चलने वाली हवाओं के परिणामस्वरूप नीचे से ठंडा जल ऊपर की ओर उठता है **(अपवेलिंग)** जिसके परिणामस्वरूप तापमान में अनुदैर्ध्य अथवा क्षैतिज परिवर्तन होता है; अनुतटीय हवाएँ तट के पास गर्म जल जमा कर देती हैं, जिससे तापमान बढ़ जाता है।
- **महासागरीय धाराएँ**: गर्म महासागरीय धाराएँ ठंडे क्षेत्रों में तापमान बढ़ाती हैं, जबकि ठंडी धाराएँ गर्म महासागरीय क्षेत्रों में तापमान कम करती हैं। **जैसे**: गल्फ स्ट्रीम (गर्म धारा) उत्तरी अमेरिका के पूर्वी तट और यूरोप के पश्चिमी तट के पास तापमान बढ़ाती है, लैब्राडोर धारा (ठंडी धारा) उत्तरी अमेरिका के उत्तर-पूर्वी तट के पास तापमान कम करती है।

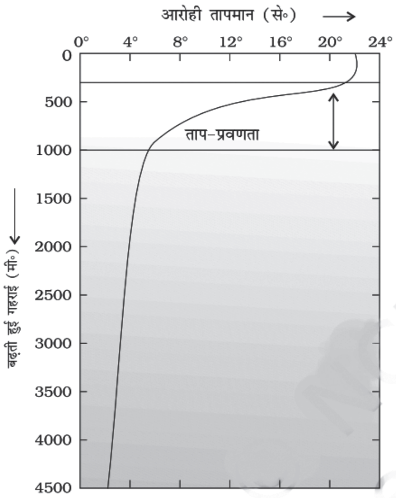
समुद्री जल के गर्म होने और ठंडा होने की प्रक्रिया भूमि की तुलना में धीमी होती है; निचले अक्षांशों में घिरे समुद्र (enclosed seas) खुले समुद्रों की तुलना में अपेक्षाकृत अधिक तापमान दर्ज करते हैं; उच्च अक्षांशों में घिरे समुद्रों (enclosed seas) में खुले समुद्रों की तुलना में कम तापमान होता है। **उदाहरण के लिए**, लाल सागर का तापमान खुले सागरों की तुलना में अधिक होता है।

महासागरों में तापमान का ऊर्ध्वाधर वितरण

समुद्र की गहराई बढ़ने के साथ तापमान घटता जाता है। मध्य और निम्न अक्षांशों पर महासागरों की तापमान संरचना को सतह से नीचे तक तीन-परत प्रणाली के रूप में वर्णित किया जा सकता है।

- **शीर्ष परत (एपिलिमनियन):** गर्म समुद्री जल की परत; 20° और 25° सेल्सियस के बीच तापमान के साथ लगभग 500 मीटर मोटी; उष्णकटिबंधीय क्षेत्र में यह पूरे वर्ष मौजूद रहती है, लेकिन मध्य अक्षांशों में यह केवल गर्मियों के दौरान ही विकसित होती है

Search On TG: @apna_pdf



- **एपिपेलैजिक ज़ोन** (या ऊपरी खुला महासागर) समुद्र का वह हिस्सा है जहाँ शैवाल द्वारा प्रकाश संश्लेषण का उपयोग करने के लिए पर्याप्त सूर्य का प्रकाश होता है।

- **थर्मोक्लाइन परत (मेटालिमनियन):** पहली परत के नीचे लंबवत क्षेत्र; गहराई के साथ तापमान में तेजी से कमी; 500 -1,000 मीटर मोटाई।
  - **मौसमी थर्मोकलाइन गत्यात्मकता:** मौसमी विविधताएँ थर्मोक्लाइन की गहराई को प्रभावित करती हैं; गर्मियों में उथली गहराई, सर्दियों में अधिक गहरी।
- **तीसरी परत:** बहुत ठंडी और गहरे समुद्र तल तक विस्तारित। आर्कटिक और अंटार्कटिक वृत्तों में, गहराई के साथ तापमान में परिवर्तन मामूली होता है क्योंकि सतह के जल का तापमान 0 डिग्री सेल्सियस के करीब होता है। यहाँ, ठंडे जल की केवल एक परत मौजूद रहती है, जो सतह से गहरे समुद्र तल तक विस्तारित रहती है।

महासागर का औसत तापमान (OMT) और समुद्र की सतह का तापमान (SST): [UPSC - 2020]

- ओएमटी एसएसटी की तुलना में भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून का अधिक सटीक भविष्यवक्ता है। यह 50-100 मीटर की गहराई पर 26 डिग्री सेल्सियस आइसोथर्म तक तापीय ऊर्जा को मापता है। यह एसएसटी की तुलना में ऊपरी महासागर तापीय ऊर्जा को बेहतर ढंग से कैप्चर करता है, जो केवल सतह के तापमान को मापता है।
- सतही अंत:क्रियाओं के कारण एसएसटी में अधिक उतार-चढ़ाव होता है लेकिन इसमें उपसतही परिस्थितियों का प्रतिनिधित्व नहीं होता है जो मानसून को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती हैं।
- **सर्दियों में क्रियाविधि**: सर्दियों में समुद्र का तापमान भूमि के तापमान से अधिक रहता है क्योंकि महासागर अपनी उच्च ताप क्षमता के कारण लंबे समय तक ऊष्मा बनाये रखते हैं।
- **महासागरों की तुलना:**
  - **अटलांटिक महासागर**: अटलांटिक, प्रशांत और हिंद महासागरों में सबसे ठंडा, विशेष रूप से उत्तरी क्षेत्रों में ठंडी धाराओं (जैसे, लैब्राडोर धारा), उच्च अक्षांश कवरेज और गहरे जलीय निर्माण प्रक्रियाओं के कारण।
  - **हिंद महासागर**: सबसे गर्म, विशेष रूप से उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में, ध्रुवीय जल के साथ संपर्क कम।
  - **प्रशांत महासागर**: मिश्रित लेकिन उत्तर में ठंडे क्षेत्रों के साथ, उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में ऊष्मा बरकरार रखता है।

क्षैतिज तापमान भिन्नतायें

औसत सतह का तापमान लगभग 27°C है जो भूमध्य रेखा से ध्रुवों तक धीरे-धीरे कम होता जाता है।

- **अक्षांश प्रभाव**: बढ़ते अक्षांश (0.5 डिग्री सेल्सियस प्रति अक्षांश) के साथ तापमान घटता है।
- **गोलार्द्ध विरोधाभास (Hemispheric Contrast):** भूमि और जल के असमान वितरण के कारण उत्तरी गोलार्द्ध में दक्षिणी गोलार्द्ध की तुलना में अधिक तापमान दर्ज किया जाता है।
- उष्णकटिबंधीय क्षेत्र उच्चतम तापमान रिकॉर्ड करते हैं, न कि भूमध्य रेखा, क्योंकि भूमध्य रेखा पर बादल होते हैं और ऊपर की ओर बढ़ती वायु धाराओं (संवहन) के कारण वर्षा होती है।
- गर्म एवं ठंडी धाराएँ अक्षांश के साथ तापमान परिवर्तन की दर को प्रभावित करती हैं।

महासागरीय जल की लवणता (Salinity of Ocean Waters)

लवणता समुद्री जल में घुले हुए लवणों की कुल मात्रा होती है। इसे आमतौर पर प्रति हजार भागों (o/oo) या पीपीटी के रूप में व्यक्त किया जाता है। समुद्री जल की औसत लवणता लगभग 35 ग्राम प्रति किलोग्राम (ग्राम/किग्रा) समुद्री जल या 35 पीपीटी है।

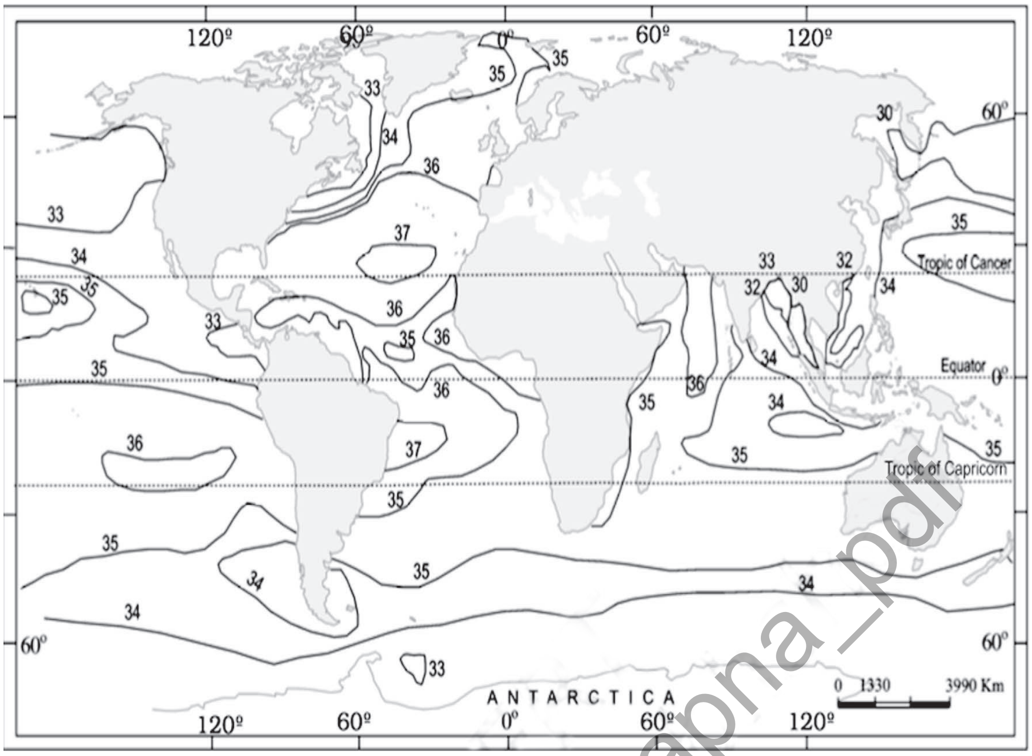
महासागर जल संरचना: 77.7% सोडियम क्लोराइड, 10.9% मैग्नीशियम क्लोराइड, 4.7% मैग्नीशियम सल्फेट, 3.6% कैल्शियम सल्फेट, और 2.5% पोटेशियम सल्फेट।

महासागरीय लवणता को प्रभावित करने वाले कारक

- वाष्पीकरण से लवणता में वृद्धि होती है तथा वर्षा से लवणता कम हो जाती है। **जैसे**: भूमध्य सागर, लाल सागर (उच्च वाष्पीकरण, उच्च लवणता)। लाल सागर में किसी भी रूप में बहुत कम वर्षा होती है। इसके अलावा नदियों से कोई भी जल लाल सागर में प्रवेश नहीं करता है। [UPSC- 2024]
- तटीय क्षेत्रों में नदियों (बंगाल की खाड़ी में गंगा और ब्रह्मपुत्र) से मीठे जल के प्रवाह के कारण और ध्रुवीय क्षेत्रों में बर्फ के जमने (लवणता में वृद्धि) और पिघलने (लवणता में कमी) की प्रक्रियाओं के कारण कमी आती है।
- पवन जल को अन्य क्षेत्रों में स्थानांतरित करके लवणता को प्रभावित करती है।
- **महासागरीय धाराएँ**: गर्म धाराएँ उच्च अक्षांशों में लवणता बढ़ाती हैं; ठंडी धाराएँ भूमध्य रेखा के निकट लवणता को कम कर देती हैं। उत्तरी अटलांटिक बहाव द्वारा लाए गए अधिक खारे जल के कारण उत्तरी सागर की लवणता बढ़ जाती है।
- **जल का मिश्रण और बंद सागर**: सीमित मीठे जल के मिश्रण से लवणता बढ़ जाती है। **जैसे** - काला सागर, कैस्पियन सागर, लाल सागर और फारस की खाड़ी में लवणता अधिक है।

जल की लवणता, तापमान और घनत्व आपस में जुड़े हुए हैं। तापमान या घनत्व में कोई भी परिवर्तन किसी क्षेत्र में जल की लवणता को प्रभावित करता है।

Search On TG: @apna_pdf



लवणता का क्षैतिज वितरण

- सामान्य खुले महासागर की लवणता 33 o/oo और 37 o/oo के बीच होती है। सामान्यतः ध्रुवों की ओर लवणता धीरे-धीरे कम होती जाती है।
- भूमध्यरेखीय क्षेत्रों में वाष्पीकरण के कारण लवणता अधिक होती है, लेकिन इसे वर्षण द्वारा प्रतिसंतुलित कर दिया जाता है।
- उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब वाले क्षेत्रों में उच्च सूर्यातप (स्पष्ट आकाश) और मंद पवनों के कारण कम वर्षा के परिणामस्वरूप उच्चतम लवणता का अनुभव होता है।
- ध्रुवीय क्षेत्रों और मध्य अक्षांशों में निम्न सतही लवणता पाई जाती है।
- भूमि से घिरे सागर (लाल सागर) में जल का अधिक मिश्रण नहीं होने के कारण तथा गर्म एवं शुष्क क्षेत्रों में, जहाँ वाष्पीकरण अधिक होता है, लवणता अधिक होती है।
- आर्कटिक क्षेत्र से पिघले जल के प्रवाह के कारण उत्तरी गोलार्ध के पश्चिमी भागों में लवणता कम हो जाती है।

लवणता का ऊर्ध्वाधर वितरण

- लवणता आम तौर पर गहराई के साथ बढ़ती है तथा एक विशिष्ट क्षेत्र होता है जिसे हेलोक्लाइन कहा जाता है (इसकी तुलना थर्मोक्लाइन से करें), जहाँ लवणता तेजी से बढ़ती है।
- सतह पर लवणता बर्फ में जल के नष्ट होने या वाष्पीकरण के साथ बढ़ती है या ताजे जल के मिल जाने से कम हो जाती है।
- कम लवणता वाला जल उच्च लवणता वाले घने जल के ऊपर रहता है, जिससे लवणता द्वारा स्तरीकरण हो जाता है।
- लवणता गहराई के साथ परिवर्तित होती रहती है, लेकिन इस परिवर्तन का स्वरुप समुद्र की अवस्थिति पर निर्भर करता है।
  - **उच्च अक्षांश:** गहराई के साथ वृद्धि होती है।
  - **मध्य अक्षांश:** 35 मीटर तक बढ़ती है तत्पश्चात घटती है।
  - **भूमध्य रेखा:** अधिक वर्षा के कारण सतह की लवणता कम हो जाती है और बादलों के कारण कम वाष्पीकरण होता है।

सीमांत सागरों की लवणता

- उत्तरी सागर, उच्च अक्षांश में स्थित होने के बावजूद, उत्तरी अटलांटिक प्रवाह द्वारा लाए गए अधिक लवणीय जल के कारण उच्च लवणता दर्ज करता है।
- बाल्टिक सागर में बड़ी मात्रा में नदी जल प्रवाह के कारण कम लवणता दर्ज की जाती है।
- उच्च वाष्पीकरण और सीमित मीठे जल की पहुँच के कारण लाल सागर में उच्च लवणता पाई जाती है।
- उच्च वाष्पीकरण के कारण भूमध्य सागर में उच्च लवणता दर्ज की जाती है। हालाँकि, नदियों द्वारा ताजे जल के भारी प्रवाह के कारण काला सागर में लवणता बहुत कम है।
- नदी जल प्रवाह के कारण बंगाल की खाड़ी में लवणता कम होती है। इसके विपरीत, उच्च वाष्पीकरण और ताजे जल के कम प्रवाह के कारण अरब सागर में उच्च लवणता दर्ज की जाती है।

महासागरों का अम्लीकरण **(UPSC- 2012)**

- महासागरीय अम्लीकरण वायुमंडल से अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के अवशोषण के कारण समुद्री जल के पीएच में हो रही कमी है।
- यह घटना कैलकेरियस फाइटोप्लांकटन की वृद्धि और अस्तित्व को प्रभावित करती है। इससे प्रवाल भित्तियों के विकास एवं अस्तित्व पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ेगा। साथ ही इसका फाइटोप्लांकटोनिक लार्वा वाले कुछ जीवों के अस्तित्व पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ेगा।

Search On TG: @apna_pdf

महासागरीय जल का परिसंचरण

समुद्री जल निकायों में क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर गतियाँ सामान्य हैं। **क्षैतिज गतियाँ**: महासागरीय धाराएँ और लहरें; **ऊर्ध्वाधर गतियाँ**: अपवेलिंग और डाउनवेलिंग और ज्वार।

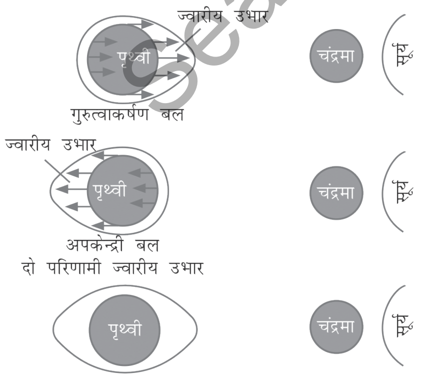
तरंग

तरंग वास्तव में ऊर्जा हैं, जो समुद्र की सतह पर प्रवाहित होती हैं। जब कोई तरंग गुजरती है तो जल के कण केवल एक छोटे वृत्त में चलते हैं।

- अधिकांश तरंगें पवन के घर्षण बल के कारण उत्पन्न होती हैं, जो तरंगों को ऊर्जा प्रदान करती है।
- समुद्र तट के निकट आते ही जल एवं समुद्र तल के बीच होने वाले घर्षण के कारण इसकी गति धीमी हो जाती है। जब जल की गहराई तरंग की तरंग दैर्ध्य के आधे से कम होती है, तो तरंग टूट जाती है।
- सबसे बड़ी लहरें खुले महासागरों में पाई जाती हैं।
- किसी तरंग का आकार और आकृति उसकी उत्पत्ति को प्रकट करती है।
  - खड़ी/तीव्र लहरें नई होती हैं और स्थानीय पवनों से विकसित होती हैं, जबकि धीमी और स्थिर लहरें पुरानी होती हैं और दूर के स्थानों से उत्पन्न होती हैं।
- तरंग की ऊँचाई पवन की सामर्थ्य, अर्थात वह कितनी देर तक चलती है और वह किस क्षेत्र में एक ही दिशा में चलती है, से निर्धारित होती है।

तरंगों के लक्षण

- तरंग के उच्चतम और निम्नतम बिंदुओं को क्रमशः **श्रृंग** और **गर्त** कहा जाता है।
- गर्त के नीचे से तरंग श्रृंग के शीर्ष तक की ऊर्ध्वाधर दूरी **तरंग ऊँचाई** होती है। तरंग का **आयाम** तरंग की ऊँचाई का आधा होता है।
- **तरंग अवधि**: दो क्रमिक तरंग श्रृंगों या गर्तों के बीच का समय अंतराल जब वे एक निश्चित बिंदु से गुजरते हैं।
- **तरंग दैर्ध्य**: दो क्रमिक श्रृंगों के बीच की क्षैतिज दूरी।
- **तरंग गति**: वह दर जिस पर तरंग जल के माध्यम से चलती है।
- **तरंग आवृत्ति**: एक सेकंड के समय अंतराल के दौरान किसी दिए गए बिंदु से गुजरने वाली तरंगों की संख्या।



ज्वार (Tides)

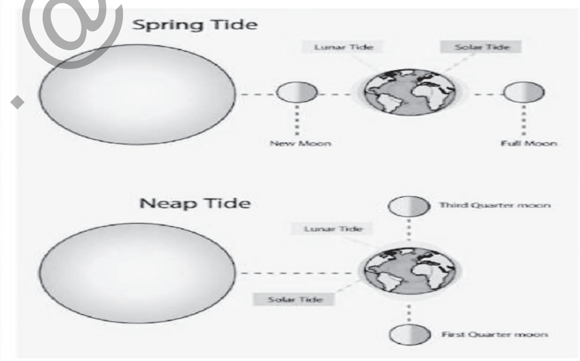
- समुद्र के जल स्तर में दिन में दो बार समय-समय पर वृद्धि और कमी मुख्यतः सूर्य और चंद्रमा के आकर्षण के कारण होती है।
- **ज्वार के कारण**: सूर्य और चंद्रमा का गुरुत्वाकर्षण खिंचाव और अपकेन्द्रीय बल पृथ्वी पर दो प्रमुख ज्वारीय उभार बनाने के लिए उत्तरदायी है।
- पृथ्वी को जिस ओर चंद्रमा का सामना करना पड़ता है, उस ओर चंद्रमा के खिंचाव के कारण ज्वारीय उभार उत्पन्न होता है, जबकि इसके विपरीत, दूसरी ओर अपकेन्द्रीय बल के कारण ज्वारीय उभार उत्पन्न होता है।

[UPSC 2015]

- जब ज्वार को द्वीपों के बीच या खाड़ियों और मुहानाओं में प्रवाहित किया जाता है, तो उन्हें ज्वारीय धाराएँ कहा जाता है।
- उच्च ज्वार और निम्न ज्वार के बीच की ऊर्ध्वाधर दूरी **ज्वारीय सीमा या परास (Tidal range)** कहलाती है।
- मौसम संबंधी प्रभावों (पवनों और वायुमंडलीय दाब में परिवर्तन) के कारण होने वाले जल के संचलन को **महोर्मि (Surge)** कहा जाता है।

आवृत्ति अथवा बारंबारता के आधार पर ज्वार के प्रकार

1. **अर्ध-दैनिक ज्वार**: प्रत्येक दिन दो उच्च ज्वार और दो निम्न ज्वार; क्रमिक उच्च या निम्न ज्वार समान ऊँचाई के होते हैं।
2. **दैनिक ज्वार:** प्रत्येक दिन के दौरान केवल एक उच्च ज्वार और एक निम्न ज्वार; क्रमिक उच्च या निम्न ज्वार समान ऊँचाई के होते हैं।
3. **मिश्रित ज्वार:** ज्वार की ऊँचाई में भिन्नता आम तौर पर उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट और प्रशांत महासागर के द्वीपों पर होती है।



सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी की स्थिति के आधार पर ज्वार-भाटा

- **दीर्घ ज्वार (Spring tides):** जब सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी एक सीधी रेखा में होंते हैं, तो ज्वार की ऊँचाई सामान्य से अधिक होती है।
  - यह महीने में दो बार, पूर्णिमा और अमावस्या के दौरान होता है।
  - दीर्घ ज्वार और लघु ज्वार के मध्य सात दिनों का अंतराल होता है।
- **लघु ज्वार (Neap tides):** सूर्य और चंद्रमा एक दूसरे के समकोण पर होते हैं तथा सूर्य और चंद्रमा की शक्तियाँ एक दूसरे को प्रतिसंतुलित करती हैं।
- इसके अलावा, महीने में एक बार, जब चंद्रमा की कक्षा पृथ्वी (पेरिजी) के सबसे करीब होती है, तो असामान्य रूप से उच्च और निम्न ज्वार आते हैं। दो सप्ताह बाद, जब चंद्रमा पृथ्वी से सबसे दूर (अपोजी) होता है, तो ज्वारीय ऊँचाई उनकी औसत ऊँचाई से कम होती हैं।
- इसी प्रकार, जब पृथ्वी प्रत्येक वर्ष 3 जनवरी के आसपास सूर्य (पेरीहेलियन) के सबसे निकट होती है, तो ज्वारीय सीमा भी बहुत अधिक होती है। प्रत्येक वर्ष 4 जुलाई के आसपास, जब पृथ्वी सूर्य से सबसे दूर (एपीहेलियन) होती है, ज्वारीय ऊँचाई औसत से बहुत कम होती है।

Search On TG: @apna_pdf

- **भाटा (Ebb):** उच्च ज्वार और निम्न ज्वार के बीच का समय, जब जल स्तर गिर रहा होता है।
- **प्रवाह या बाढ़:** निम्न ज्वार और उच्च ज्वार के बीच का समय, जब ज्वार बढ़ रहा होता है।

ज्वार का महत्व:

नौवहन; तलछट से गाद निकालना; नदी मुहाने से प्रदूषित जल हटाना; विद्युत् उत्पादन; बड़े जहाजों के लिए उथले बंदरगाहों में प्रवेश करना संभव बनाता है।

महासागरीय धाराएँ (Ocean Currents)

जब विशाल जलराशि समुद्र की सतह पर निश्चित दिशाओं में नियमित प्रतिरुप में निरंतर प्रवाहित होती रहती है।

- आमतौर पर, यह सतह के पास सबसे मजबूत होती हैं।
- जल के घनत्व में अंतर समुद्री धाराओं की ऊर्ध्वाधर गतिशीलता को प्रभावित करता है। अधिक लवणता वाला या ठंडी प्रकृति वाला जल सघन होता है, इसलिए डूबने लगता है।

महासागरीय धाराओं को प्रभावित करने वाले कारक [UPSC- 2012]

- **सूर्यातप:** गर्म करने से जल फैलता है, जिससे ढाल प्रवणता का निर्माण होता है; भूमध्य रेखा का जल मध्य अक्षांशों की तुलना में लगभग 8 सेमी अधिक ऊँचा होता है।
- पवनें सतह के घर्षण के कारण समुद्र के जल को प्रवाहित होने के लिए प्रेरित करती हैं।
  - **व्यापारिक पवनें:** उत्तर-पूर्वी व्यापारिक पवनें उत्तरी विषुवतीय धारा, फ्लोरिडा धारा को संचालित करती हैं; दक्षिण-पूर्वी व्यापारिक पवनें दक्षिण विषुवतीय धारा को संचालित करती हैं, जो ब्राज़ील के पूर्वी तट को गर्म करती हैं।
  - **पछुआ पवनें:** दक्षिणी गोलार्ध की पछुआ पवनें पश्चिमी पवन प्रवाह को संचालित हैं, जिससे पेरूवियन और बेंगुएला धाराएँ विकसित होती हैं।
  - **मानसूनी पवनें:** उत्तरी हिंद महासागर में, उत्तर-पूर्व (सर्दियों) और दक्षिण-पश्चिम (ग्रीष्म) मानसूनी पवनों के साथ धाराएँ बदलती हैं।
- **गुरुत्वाकर्षण:** गुरुत्वाकर्षण जल राशि को नीचे खींचता है और ढाल प्रवणता उत्पन्न करता है; ज्वार और आवधिक समुद्र स्तर परिवर्तन को प्रभावित करता है।
- **कोरिओलिस बल** के कारण जल उत्तरी गोलार्ध में दाईं ओर (दक्षिणावर्त दिशा में) और दक्षिणी गोलार्ध में बाईं ओर (वामावर्त दिशा में) गति करता है, जिससे जल में चक्राकार गति उत्पन्न होती है।
- **तापमान:** गर्म भूमध्यरेखीय जल ऊपर उठता है और ध्रुव की ओर बढ़ता है; ठंडा ध्रुवीय जल समुद्र तल के साथ-साथ भूमध्य रेखा की ओर बढ़ता है।
- **लवणता:** अधिक लवणता वाला जल कम लवणता वाले जल के नीचे बहता है; भूमध्य सागर में, कम खारा अटलांटिक जल बहता है, जिसकी भरपाई सघन तलीय जल बहिर्वाह से होती है।
- **भूमि:** भूमि एक बाधा के रूप में कार्य करती है, धाराओं को विक्षेपित करती है, गति और दिशा को प्रभावित करती है; दक्षिणी चिली का सिरा पश्चिमी पवन बहाव को पेरूवियन धारा के रूप में उत्तर की ओर मोड़ देता है।
- **अन्त:जलीय स्थलाकृति:** महासागरीय तल की आकृतियाँ धाराओं का मार्गदर्शन और पुनर्निर्देशन करती हैं।

थर्मोहैलाइन सर्कुलेशन (THC):

थर्मोहैलाइन परिसंचरण तापमान (थर्मो) और लवणता (हैलाइन) में अंतर के कारण समुद्र के जल के बड़े पैमाने पर होने वाले संचलन को संदर्भित करता है। साथ ही, ये कारक जल के घनत्व को प्रभावित करते हैं, जिससे सघन जल डूबकर नीचे चला जाता है तथा कम सघन जल ऊपर आ जाता है, जिससे धाराओं की एक वैश्विक कन्वेयर बेल्ट विकसित होती है जो पृथ्वी की जलवायु को नियंत्रित करती है।

क्रियाविधि:

1. **निर्माण:** उत्तरी अटलांटिक जैसे ध्रुवीय क्षेत्रों में, ठंडा, लवणीय जल नीचे डूबता जाता है (उच्च घनत्व के कारण) और गहरी समुद्री धाराओं को उत्पन्न करता है।
2. **वैश्विक प्रवाह:** ये गहरी धाराएँ भूमध्य रेखा की ओर बढ़ती हैं, जहाँ वे गर्म होने पर ऊपर उठती हैं, जिससे सतही धाराओं का निर्माण होता हैं।
3. **मुख्य भूमिका:** यह प्रणाली भूमध्य रेखा और ध्रुवों के बीच तापमान संतुलन बनाए रखते हुए ऊष्मा का पुनर्वितरण करती है।

अटलांटिक मेरिडियनल ओवरटर्निंग सर्कुलेशन (AMOC):

अटलांटिक मेरिडियनल ओवरटर्निंग सर्कुलेशन (AMOC) थर्मोहैलाइन परिसंचरण का एक प्रमुख घटक है, जिसमें उत्तर की ओर बहने वाली गर्म गल्फ स्ट्रीम धाराएँ तथा दक्षिण की ओर लौटने वाला ठंडा गहरा जल शामिल है। अटलांटिक मेरिडियनल ओवरटर्निंग सर्कुलेशन (AMOC) यूरोप की हल्की जलवायु को स्थिर करता है।

- **व्यवधान का प्रभाव (Impact of Disruption):** ध्रुवीय बर्फ के पिघलने से लवणता कम हो जाती है, जिससे अटलांटिक मेरिडियनल ओवरटर्निंग सर्कुलेशन (AMOC) कमजोर हो जाता है, जिससे यूरोप में ठंड बढ़ सकती है और वैश्विक स्तर पर उष्णकटिबंधीय तूफान तेज हो सकते हैं।

थर्मोहैलाइन परिसंचरण (THC) प्रभाव के उदाहरण:

- **अल नीनो-दक्षिणी दोलन (ENSO):** THC में व्यवधान ENSO चक्र को संशोधित कर सकता है।
- **हिंद महासागर द्विध्रुव (IOD):** दक्षिण एशिया में मानसून को प्रभावित करने वाले ऊष्मा वितरण को प्रभावित करता है।
- **वैश्विक निहितार्थ:** THC का संतुलन मौसम के प्रतिरुप, पोषक चक्रण और समुद्री पारिस्थितिक तंत्र के लिए महत्वपूर्ण है। इसका कमजोर होना, जो अक्सर जलवायु परिवर्तन से जुड़ा होता है, जैव विविधता, कृषि और मानव बस्तियों के लिए अत्यधिक जोखिम उत्पन्न करता है।

महासागरीय धाराओं के प्रकार (Types of Ocean Currents)

1. **गहराई के आधार पर**

- **सतही जल धाराएँ** (समुद्र का ऊपरी 400 मीटर): समुद्र के कुल जल का लगभग 10 प्रतिशत हिस्सा है।

Search On TG: @apna_pdf

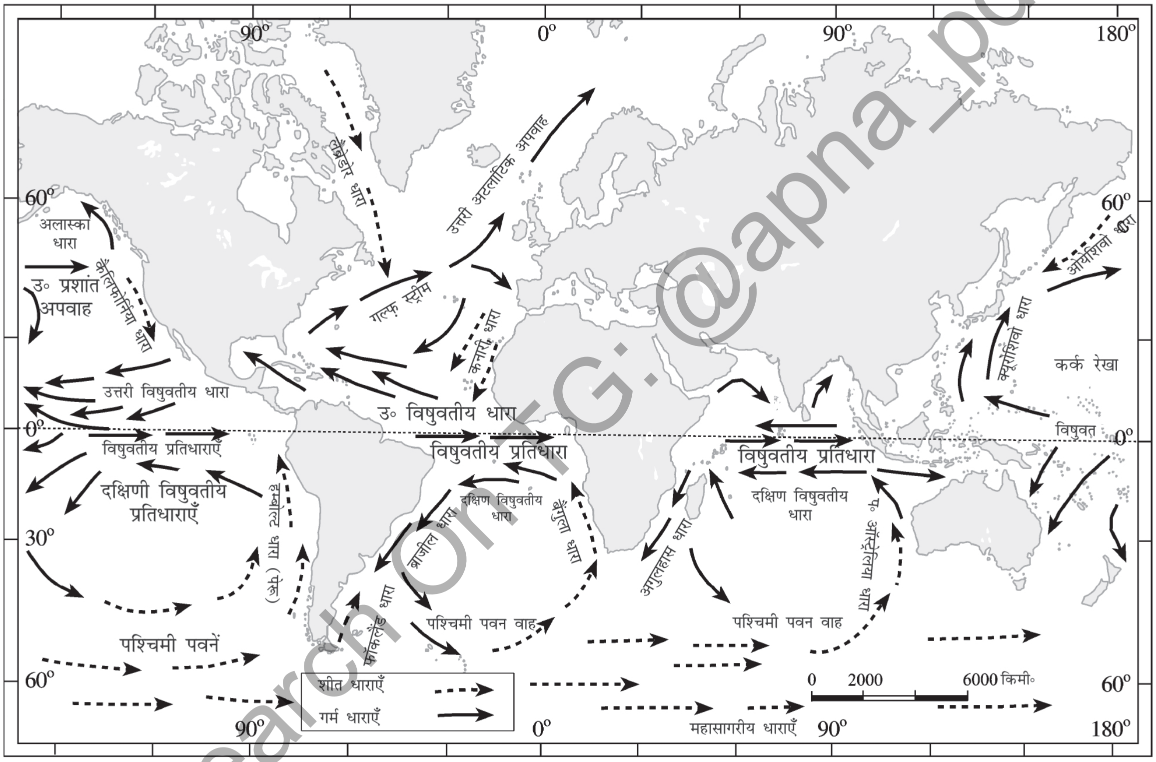
- **गहरी जल धाराएँ:** समुद्र के जल का 90 प्रतिशत हिस्सा हैं। यह जल घनत्व और गुरुत्वाकर्षण में भिन्नता के कारण महासागरीय घाटियों के चारों ओर घूमता है।
  - गहरा जल उच्च अक्षांशों पर गहरी समुद्री घाटियों में डूब जाता है, जहाँ तापमान इतना ठंडा होता है कि इससे घनत्व बढ़ जाता है।

2. वेग के आधार पर:

- महासागरीय धाराओं को वेग के क्रम में **प्रवाह (Drifts), जल धारा (Currents) और स्ट्रीम्स** के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- **प्रवाह (Drifts) तात्पर्य** कम वेग के साथ सतही जल के संचलन से है। **जैसे**: उत्तरी अटलांटिक प्रवाह।
- **जल धारा (Currents)** की गति प्रवाह से तेज होती हैं। लैब्राडोर धारा।
- **स्ट्रीम्स** एक निश्चित दिशा में चलने वाली व्यापक जल राशियाँ होती हैं तथा प्रवाह और जल धाराओं की तुलना में बहुत अधिक वेग से चलती हैं। जैसे गल्फ स्ट्रीम।

3. तापमान के आधार पर

- **गर्म महासागरीय धाराएँ:** आम तौर पर, वे भूमध्य रेखा के समीप उत्पन्न होती हैं और ध्रुवों की ओर बढती हैं; आमतौर पर इन्हें निम्न और मध्य अक्षांशों में महाद्वीपों के पूर्वी तट पर देखा जाता है (दोनों गोलार्धों के लिए सत्य है)। उत्तरी गोलार्ध में, वे उच्च अक्षांशों में पश्चिमी तटों पर पाई जाती हैं।
- **ठंडी महासागरीय धाराएँ:** ठंडी धाराएँ जल को ध्रुवीय या उच्च अक्षांशों से उष्णकटिबंधीय या निम्न अक्षांशों तक ले जाती हैं; आमतौर पर निम्न और मध्य अक्षांशों में महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर (दोनों गोलार्धों में सत्य) और उत्तरी गोलार्ध में उच्च अक्षांशों में पूर्वी तट पर पाई जाती है। **[UPSC- 2021]**



> **प्रति विषुवतीय धारा का पूर्व की ओर प्रवाह:** व्यापारिक पवनें जल को पश्चिम की ओर धकेलती हैं लेकिन पश्चिम की ओर स्थलखंड इसके प्रवाह में बाधा डालते है। वहाँ एक प्रवणता विकसित हो जाती है और जल उसके प्रभाव से पूर्व की ओर बढ़ने लगता है क्योंकि डोलड्रम की उपस्थिति के कारण पवनों का प्रभाव महत्वपूर्ण नहीं होता है। **[UPSC- 2015]**

जायर (Gyres)

समुद्री धाराओं से बनी विशाल वृत्ताकार प्रणाली जो एक केंद्रीय बिंदु के चारों ओर सर्पिल होती है। (उत्तरी गोलार्ध में दक्षिणावर्त और दक्षिणी गोलार्ध में वामावर्त।)

पाँच प्रमुख जायर: उत्तरी प्रशांत उपोष्णकटिबंधीय जायर, दक्षिण प्रशांत उपोष्णकटिबंधीय जायर, उत्तरी अटलांटिक उपोष्णकटिबंधीय जायर, दक्षिण अटलांटिक उपोष्णकटिबंधीय जायर और हिंद महासागर उपोष्णकटिबंधीय जायर।

अटलांटिक महासागरीय धाराएँ

- **नॉर्वेजियन धारा (गर्म):** नॉर्वे के उत्तर में महासागरों को बर्फ से मुक्त रखती है।
- **लैब्राडोर धारा (ठंडी):** गर्म गल्फ स्ट्रीम के साथ इसका संगम उत्तरी अमेरिका (ग्रैंड बैंक) के उत्तर-पूर्वी तट पर एक समृद्ध मत्स्यन क्षेत्र बनाता है।

प्रशांत महासागरीय धाराएँ

प्रशांत महासागर की धाराएँ

- ठंडी धाराएँ: ओयाशियो धारा; अलास्का धारा; कैलिफोर्निया धारा; पेरू/हम्बोल्ट; ओखोटस्क धारा
- गर्म धाराएँ: उत्तर और दक्षिण विषुवतीय धारा; काउंटर इक्वेटोरियल धारा; कुरोशियो धारा; उत्तरी प्रशांत धारा; पूर्वी ऑस्ट्रेलियाई धारा

हिंद महासागर की धाराएँ

गर्म एवं स्थिर: दक्षिण विषुवतीय धारा; मोज़ाम्बिक धारा; अगुलहास धारा

Search On TG: @apna_pdf

गर्म और अस्थिर: दक्षिण-पश्चिम मानसून धारा; उत्तर-पूर्व मानसून धारा; सोमाली धारा

ठंडी एवं स्थिर: पश्चिमी आस्ट्रेलियाई धारा

महासागरीय धाराओं का प्रभाव

- **क्षेत्र की तापमान परिस्थितियों को प्रभावित करता है:**
  - उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में महाद्वीपों के पश्चिमी तटों की तरह, ठंडी धाराओं वाले तटों पर शुष्कता के संकेत के साथ कम तापमान का अनुभव होता है।
  - मध्य और उच्च अक्षांशों में महाद्वीपों के पश्चिमी तट गर्म जल से घिरे हैं, जो वर्षा गर्मियों और हल्की सर्दियों के साथ एक विशिष्ट समुद्री जलवायु का अनुभव करते हैं।
- वे क्षेत्र जहाँ गर्म और ठंडी धाराएँ मिलती हैं, विश्व में मत्स्यन के सर्वोत्तम क्षेत्र उपलब्ध कराते हैं **[UPSC-2013]**।
- **उदाहरण के लिए,** जापान के आसपास के समुद्र और उत्तरी अमेरिका का पूर्वी तट। इन क्षेत्रों में कोहरे का मौसम भी रहता है जिससे नौवहन मुश्किल हो जाता है।
- **मरुस्थल निर्माण:** उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय महाद्वीपों के पश्चिमी तट क्षेत्रों में ठंडी समुद्री धाराओं के कारण उच्च शुष्कता होती है। **उदाहरण के लिए,** पेरू धारा, जिसे हम्बोल्ट धारा भी कहा जाता है, दक्षिण-पूर्व प्रशांत महासागर की ठंडी जल धारा है और अटाकामा मरुस्थल की शुष्कता का प्रमुख कारण है। यह विश्व का सबसे शुष्क मरुस्थल है।

❖ ❖ ❖

Search On TG: @apna_pdf

ONLYIAS BY PHYSICS WALLAH

PRELIMS POWERPREP 2025

Prelims Crash Course + Rigorous Practice

LIVE Lectures | Daily Practice | LIVE Video Solutions | Mentorship Webinar | G.S. & CSAT Tests (Sectional + Full Length)

Hinglish | Online ~~₹ 15,999/-~~ ₹ 7,999/-

FOR EXTRA DISCOUNT » USE COUPON CODE PWOIAS500

Search On TG: @apna_pdf

RPP 2025

Rigorous Prelims Test-Series Program

English / हिन्दी | Online / Offline

Daily Practice & LIVE Video Solutions | G.S. & CSAT Tests (Sectional + Full Length) | Mentorship Webinar

Offline ~~₹ 12,999/-~~ ₹ 4,999/-

Online ~~₹ 8,999/-~~ ₹ 3,999/-

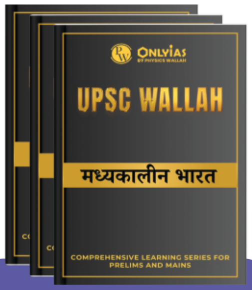
FOR EXTRA DISCOUNT » USE COUPON CODE PWOIAS500

9920613613 | pwonlyias.com

Offline Centres: KAROL BAGH | मुखर्जी नगर | PRAYAGRAJ | LUCKNOW | PATNA

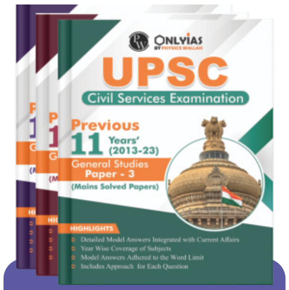
ONLYIAS BY PHYSICS WALLAH

अन्य पुस्तकें एवं कार्यक्रम



BOOKS

व्यापक कवरेज



BOOKS

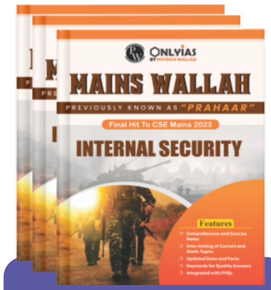
पिछले 11 वर्षों के हल प्रश्न-पत्र (PYQs) (प्रारंभिक+ मुख्य परीक्षा)

FREE MATERIAL

उड़ान (प्रिलिम्स स्टैटिक रिवीज़न)

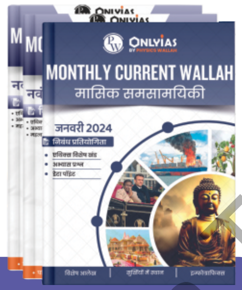
FREE MATERIAL

उड़ान प्लस 500 (प्रिलिम्स समसामयिकी रिवीज़न)



FREE MATERIAL

मेन्स रिवीज़न

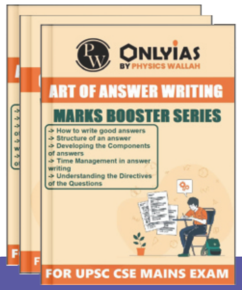


CURRENT AFFAIRS

मासिक समसामयिकी

CURRENT AFFAIRS

मासिक संपादकीय संकलन

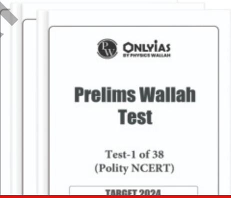


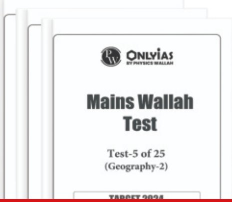
FREE MATERIAL

क्विक रिवीज़न बुकलेट

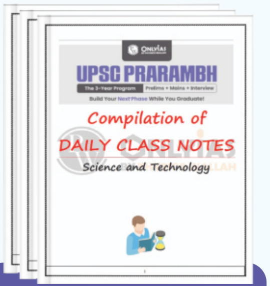
TEST SERIES

IDMP ईयर लॉन्ग टेस्ट





These ebooks are free of cost, Join our telegram channel: @apna_pdf



CLASSROOM CONTENT

डेली क्लास नोट्स और अभ्यास प्रश्न

All Content Available in Hindi and English

Karol Bagh, Mukherjee Nagar, Lucknow, Patna

Search On TG: @apna_pdf