IUC ACADEMY

INCLUSIVE UNIVERSAL CAREERS ACADEMY

Learn. Prepare. Progress. • www.iucacademy.com

IUC अकादमी नोट्स

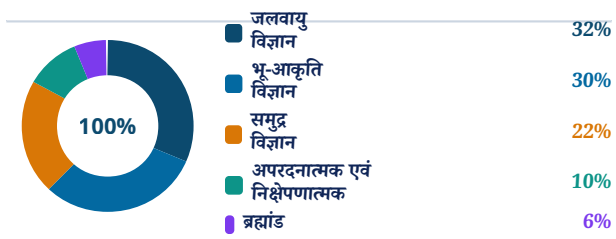
संपूर्ण
पाठ्यक्रम • विस्तृत व्याख्या • तुलनात्मक सारणियाँ • अभ्यास प्रश्न

भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल)

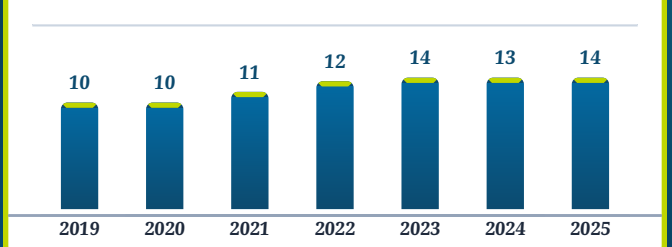
PHYSICAL GEOGRAPHY: GEOMORPHOLOGY, CLIMATOLOGY & OCEANOGRAPHY

पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी, भू-आकृतियाँ, वायुमंडलीय परिसंचरण, चक्रवात एवं महासागरीय धाराओं के संपूर्ण नोट्स

विषयवार परीक्षा प्रश्न भार विभाजन (%)



विगत वर्षों में पूछे गए प्रश्नों का रुझान



इस पुस्तक के प्रमुख अध्याय एवं परीक्षा भार

- जलवायु विज्ञान: वायुमंडल, पवनें, चक्रवात व कोपेन (32%)
- भू-आकृति विज्ञान: भूकंप, ज्वालामुखी, प्लेट व चट्टानें (30%)
- समुद्र विज्ञान: महासागरीय धाराएँ, लवणता व ज्वार-भाटा (22%)
- अपरदनात्मक एवं निक्षेपणात्मक भू-आकृतियाँ (10%)
- ब्रह्मांड, सौरमंडल एवं पृथ्वी की गतियाँ (भूगणित) (6%)

संपूर्ण पाठ्यक्रम
NCERT एवं मानक स्रोत

ग्राफ व चित्र
फ्लोचार्ट, सारणियाँ व आरेख

स्मृति ट्रिक्स
त्वरित याद करने के सूत्र

अभ्यास प्रश्न
व्याख्या सहित हल

आमुख एवं परीक्षा रणनीति मार्गदर्शिका — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल)

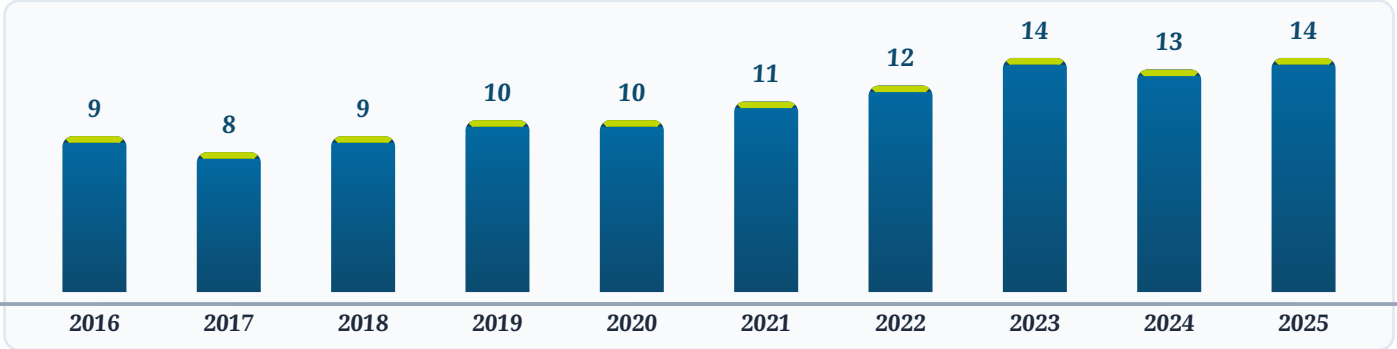
IUC Academy (Inclusive Universal Careers Academy) • छात्रों की सरल समझ हेतु विशेष रूप से निर्मित

प्रिय विद्यार्थियों,

सिविल सेवा (UPSC CSE) एवं विभिन्न राज्य लोक सेवा आयोगों (UPPSC, BPSC, MPPSC, RAS) की परीक्षाओं में सफलता का मूल मंत्र है — **"कम से कम समय में सटीक अवधारणा और बार-बार रिवीजन"**। अधिकांश पुस्तकों में सामग्री अत्यंत जटिल और बिखरी हुई होती है, जिससे छात्रों को मुख्य बिंदुओं को याद रखने में कठिनाई होती है।

इसी समस्या के समाधान हेतु **IUC Academy (www.iucacademy.com)** के शिक्षाविदों ने इस पुस्तक को पूर्णतः **मौलिक, छात्र-हितैषी और सुस्पष्ट भाषा** में नए सिरे से संकलित किया है। इसमें प्रत्येक विषय को सरल व्याख्या, स्पष्ट की-वर्ड्स, तुलनात्मक सारणियों, सचित्र आरेखों, डेटा ग्राफ और यादगार **IUC स्मृति ट्रिक्स** के साथ प्रस्तुत किया गया है।

विगत 10 वर्षों (2016–2025) में 'भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल)' से पूछे गए प्रश्नों का रुझान ग्राफ



1. सरल छात्र व्याख्या

प्रत्येक कठिन बिंदु को आसान भाषा में समझाया गया है ताकि पहली बार पढ़ने वाला छात्र भी तुरंत समझ सके।

2. स्मृति सूत्र (Tricks)

तथ्यों, तिथियों, सूचियों और अनुच्छेदों को याद रखने के लिए विशेष IUC निमोनिक्स दिए गए हैं।

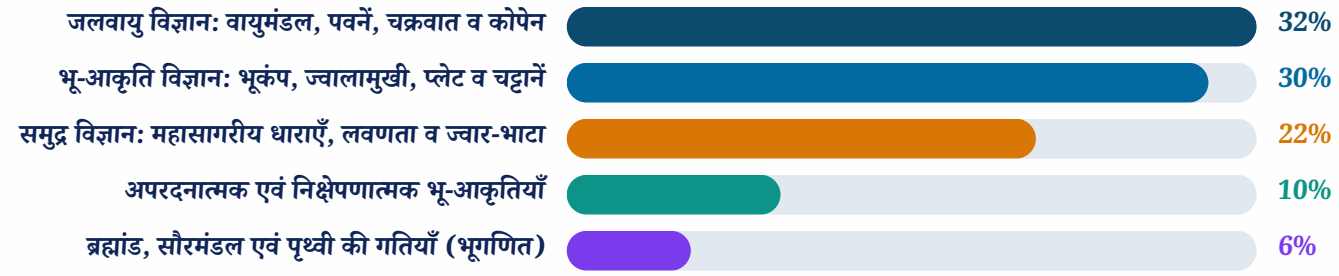
3. त्वरित रिवीजन

सारणियों, फ्लोचार्ट और अध्याय सारांश की सहायता से परीक्षा के अंतिम दिनों में पूरा पाठ्यक्रम दोहराएँ।

विषयवार प्रश्न भार विश्लेषण एवं उच्च-प्राथमिकता डैशबोर्ड

परीक्षा में अधिकतम अंक प्राप्त करने हेतु अध्यायवार प्राथमिकता सूचकांक एवं प्रमुख स्मृति सूत्र

अध्यायवार प्रश्न वितरण सूचकांक (Topic-wise Weightage %)



इस पुस्तक की शीर्ष 5 मास्टर स्मृति ट्रिक्स (Top Memory Mnemonics)

1. पृथ्वी की आंतरिक परतों की 5 असंबद्धताएँ (Discontinuities): ट्रिक: 'कोनराड ने मोहो से रेपेटी और गुटेनबर्ग को लेहमैन से मिलाया (C-M-R-G-L)' — 1. कोनराड (ऊपरी व निचली क्रस्ट), 2. मोहोरोविसिक/मोहो (क्रस्ट व मेंटल), 3. रेपेटी (ऊपरी व निचला मेंटल), 4. गुटेनबर्ग (मेंटल व कोर — 2900 किमी), 5. लेहमैन (बाह्य तरल कोर व आंतरिक ठोस कोर — 5150 किमी)।

2. भूकंपीय तरंगें (P, S, L तरंगें) एवं छाया क्षेत्र: ट्रिक: 'P तरंग = प्राथमिक/अनुदैर्ध्य (ध्वनि तरंग जैसी, सर्वाधिक गति, ठोस-द्रव-गैस तीनों में चलती है); S तरंग = द्वितीयक/अनुप्रस्थ (प्रकाश तरंग जैसी, केवल ठोस में चलती है — तरल बाह्य कोर में विलुप्त); L तरंग = धरातलीय (सबसे कम गति किंतु सर्वाधिक विनाशकारी)'। S-तरंग का छाया क्षेत्र (103° से 103°) P-तरंग (103° से 142°) से बड़ा होता है।

3. वायुमंडल की 5 परतें (नीचे से ऊपर क्रम): ट्रिक: 'क्षोभ → समताप (ओजोन) → मध्य → ताप/आयन → बहिर्मंडल' — क्षोभमंडल (सभी मौसम घटनाएँ, ऊँचाई बढ़ने पर 6.5°C/किमी तापमान घटता है); समताप मंडल (जेट विमान उड़ान व ओजोन परत 15-35 किमी, तापमान बढ़ता है); मध्यमंडल (सबसे ठंडी परत -90°C, उल्कापिंड जलते हैं); आयनमंडल (रेडियो तरंग परावर्तन)।

4. अटलांटिक महासागर की ठंडी बनाम गर्म जलधाराएँ: ट्रिक: 'ठंडी धाराएँ = हम्बोल्ट/पेरू, लैब्राडोर, बेंगुएला, कनारी, फॉकलैंड, ओयाशियो, पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा (महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर उष्णकटिबंधीय मरुस्थल बनाती हैं)'; 'गर्म धाराएँ = गल्फ स्ट्रीम (यूरोप का कंबल), उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट, ब्राजील, अगुलहास, कुरोशियो, अंटिलीज'।

5. प्रमुख स्थानीय पवनें (गर्म बनाम ठंडी): ट्रिक: 'गर्म पवनें = चिनूक (रॉकी पर्वत — हिमभक्षी/Snow Eater), फॉन (आल्प्स), सिरोको (सहारा से इटली — रक्त वर्षा/Blood Rain), हरमट्टन (गिनी तट — डॉक्टर पवन), लू (भारत), सिमूम (अरब), ब्रिकफील्डर (ऑस्ट्रेलिया)'; 'ठंडी पवनें = मिस्ट्रल (फ्रांस/स्पेन), बोरा (एड्रियाटिक तट), पम्पेरो (अर्जेंटीना), बुरान (साइबेरिया), ब्लिजार्ड (कनाडा/USA)'।

पुस्तक की विस्तृत विषय-सूची (Table of Contents)

1. पृथ्वी की उत्पत्ति, विकास और भूगणित

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

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

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

3. भू-आकृतिक प्रक्रिया और भू-आकृतियाँ

- भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ
- अंतर्जनित बल (भूमि निर्माण बल)
- बहिर्जनिक बल (Exogenic Forces)
- अपरदन और निक्षेपण
- वृहत्संचलन (Mass movement)
- भू-आकृतियाँ और उनका विकास

4. वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन

- वायुमंडल: संरचना और संघटन
- सौर विकिरण एवं सूर्यातप
- पृथ्वी का ऊष्मा बजट
- तापमान
- तापमान का व्ययुत्क्रमण

5. वायुमंडलीय परिसंचरण और मौसम प्रणाली45

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

6. विश्व जलवायु और जलवायु परिवर्तन

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

7. महासागर और उसका संचलन

- उच्चावच की लघु आकृतियाँ
- महासागरीय जल का तापमान

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 के न्द्र 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, खास तौर पर 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 नेमूल 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 रूपमें 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, ठोसपिंड) 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, आकाशगंगाओंतारों और ग्रहों का निर्माण हुआ।

पृथ्वी की उत्पत्ति, विकास

और भूगणित

- **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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: 2. स्थिर अवस्था सिद्धांत (Steady State Theory)



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 2. स्थिर अवस्था सिद्धांत (Steady State Theory)

मुख्य परीक्षा दृष्टि: इसे दूर की आकाशगंगाओं से आने वाले प्रकाश के रेडशिफ्ट के माध्यम से देखा जा सकता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: प्रमाण • आकाशगंगाओं का रेडशिफ्ट • हल्के तत्वों की प्रचुरता • प्रतिपादन • अवधारणा | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 1948

• **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, जलवाष्प 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, खास तौर पर 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, आर्कि यन, प्रोटेरोजोइक, फेनेरोजोइक ।
- **महाकल्प (Eras) (फेनरोजोइक के भीतर):** पैलियोजोइक, मेसोजोइक, सेनोजोइक ।
- **कल्प (Periods):** कैम्ब्रियन, जुरासिक, क्वार्टर्नेरी।
- **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 541मिलियन 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 — फे नेरोज़ोइक — सेनोज़ोइक — क्वार्टरनरी अभिनव युग 0.01 ऐतिहासिक समय

प्लेस्टोसीन 1.8 हिमयुग; होमो वंश की उत्पत्ति 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

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 कार्बोनिफे रस 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) आर्कि यन एडियाकरण 600 विविध शैवाल और कोमल शरीर वाले अकशेरुकी जानवर 2,100-500 यूके रियोटिक 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, धूमके तु, धूल और गैसें सम्मिलित 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।

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 4

मुख्य परीक्षा दृष्टि: अक्षीय झुकाव शुक्र और यूरेनस अत्यधिक अक्षीय झुकाव के कारण अन्य ग्रहों के विपरीत घूमते हैं।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: महत्व

IUC विशेष स्मृति सूत्र #1: पृथ्वी की आंतरिक परतों की 5 असंबद्धताएँ (Discontinuities)

ट्रिक: 'कोनराड ने मोहो से रेपेटी और गुटेनबर्ग को लेहमैन से मिलाया (C-M-R-G-L)' — 1. कोनराड (ऊपरी व निचली क्रस्ट), 2. मोहोरोविसिक/मोहो (क्रस्ट व मेंटल), 3. रेपेटी (ऊपरी व निचला मेंटल), 4. गुटेनबर्ग (मेंटल व कोर — 2900 किमी), 5. लेहमैन (बाह्य तरल कोर व आंतरिक ठोस कोर — 5150 किमी)।

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; हल्केवलय पाए जाते हैं।

खगोलीय पि डों 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, माके माके , सेरेस।

3. श्वेत वामन (White Dwarfs):

- सूर्य जैसे तारों के परमाणु ईंधन समाप्त हो जाने के बाद बचे हुए अवशेष।

4. धूमके तु (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):

- आइंस्टीनकासिद्धांत गुरुत्वाकर्षणकोद्रव्यमानऔर ऊर्जा द्वारादिक्काल 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 Me- teorites):

- **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):

- सौरमंडलकीकाल्पनिकसबसे बाहरीसीमा,जो दीर्घ-कालिकधूमके तुओं का स्रोत है।

3. ग्रहीय निहारिका (Planetary Nebulae):

- नष्ट होते हुए तारों से निकलने वाले गैसके 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 औरसंरचना 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 व्ययास पृथ्वी के व्ययास 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:

◦ चंद्रमाके निर्माणके बारे मेंप्रचलितसिद्धांतविशाल 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: 7. पल्सर (Pulsars)

1. **7. पल्सर (Pulsars)**
2. **8. सुपरनोवा (Supernovae)**
3. **9. न्यूट्रॉन तारे (Neutron Stars)**
4. **10. क्वासर (Quasars)**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 7. पल्सर (Pulsars)

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 6. डार्क मैटर और डार्क एनर्जी (Dark Matter and Dark Energy):

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: 7. पल्सर (Pulsars) • 8. सुपरनोवा (Supernovae) • 9. न्यूट्रॉन तारे (Neutron Stars) • 10. क्वासर (Quasars) • चित्र: गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग

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 नाम से सुप्रसिद्ध 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. पुरःक्रम 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 किशुक्र 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 संभवत: 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 5.513ग्राम/सेमी3)

• 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 बाईंओर 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, वहीं दूसरी ओर बहुत दूर होने पर जल ठोस अवस्था में देखने को मिलता 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।
- **के प्लर-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।

अक्षांश और देशांतर (Latitude and Longitude)

- **अक्षांश (Latitude):** पृथ्वी के केंद्र से कोणीय दूरी, जो डिग्री में मापी जाती है। अक्षांश के समांतर (Parallelsof latitude) भूमध्य रेखा के समांतर होते हैं।
  - **दूरी:** प्रत्येक अक्षांश डिग्री के बीच लगभग 69 मील (111 किमी) दूरी होती है।
- **देशांतर (Longitude):** प्रधान मध्ययाह्न रेखा (0°) के पूर्व या पश्चिम की कोणीय दूरी। जिसे 0° से 180° तक डिग्री में मापा जाता है।
  - प्रधान मध्ययाह्न 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 मध्ययाह्न 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।
- **वृहत्वृत्त (Great Circle):** ग्रेट सर्क ल 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 वृहत्वृत्त 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 वृहत्वृत्त माना जाता है।

उदाहरण के लिए, 0° पर स्थित रेखा (प्रधान मध्ययाह्न रेखा) और 180° पर स्थित इसकी विपरीत रेखा मिलकर एक वृहत्वृत्त बनाती है।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: 1. तापमान की रेंज



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 1. तापमान की रेंज

मुख्य परीक्षा दृष्टि: उदाहरण के लिए, 0° पर स्थित रेखा (प्रधान मध्ययाह्न रेखा) और 180° पर स्थित इसकी विपरीत रेखा मिलकर एक वृहत्वृत्त बनाती है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: 1. तापमान की रेंज • 2. प्रभावित करने वाले कारक • 3. पृथ्वी एक संदर्भ के रूप में • 4. बाह्यग्रह (Exoplanets) • तापमान की रेंज | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2012

नेविगेशन और वृहत्वृत्त

- **सबसे छोटा मार्ग:** लंबी दूरी की यात्रा करते समय, पायलट और नाविक अक्सर दो बिंदुओं के बीच सबसे छोटा रास्ता निर्धारित करने के लिए वृहत्वृत्त का उपयोग करते हैं। इससे समय और ईंधन की बचत होती है।
- उदाहरण के लिए, न्यूयॉर्क से टोक्यो तक की उड़ान सामान्य रूप से एक वृहत्वृत्ताकार 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।

उत्तरी चुम्बकीय ध्रुव — दक्षिणी चुम्बकीय ध्रुव — भू चुम्बकीय — दक्षिणी ध्रुव — भू चुम्बकीय — उत्तरी ध्रुव

- 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 नाम से सुप्रसिद्ध 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।

मध्य-महासागरीय कटक — सामान्य चुंबकीय ध्रुवता — चुंबकीय उत्क्रमण

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 पृथ्वीकाचुंबकीय क्षेत्रएकपूर्णद्विध्रुवहोता,तो चुंबकीयरेखाएँ भू-चुंबकीय ध्रुवों पर सतह के लंबवत होतीं, तथा वे उत्तरी और दक्षिणी चुंबकीय ध्रुवों के साथ मेल खाती हैं।

• यद्यपि, यह अनुमान त्रुटिपूर्ण है, इसलिए चुंबकीय और भू-चुंबकीय ध्रुव कुछ दूरी पर स्थित हैं।

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।

• भूचुंबकीयक्षेत्रके कारणपृथ्वीके चारोंओर चुम्बकीयमंडलकानिर्माणहोताहै। 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 फै ला 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 प्रमुख तौर पर 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 नाम से सुप्रसिद्ध है।

• इसके परिणामस्वरूप पृथ्वी के निकट अंतरिक्ष में विद्युत धाराएँ उत्पन्न होती हैं, जो हमारे कृत्रिम उपग्रहों (जैसे जीपीएस) औरलंबी 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 औरमकर रेखा के बीचस्थित 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 बीचस्थित है, यहाँ अत्यधिक ठंड होती है और सूर्यकीकिरणेंतिरछीहोतीहैं। यहाँ सामान्यतःलंबी 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 सबसेतेज 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भूचुंबकीय क्षेत्र का महत्व

1. भूचुंबकीय क्षेत्र का महत्व
2. पृथ्वी के ताप कटिबंध
3. पृथ्वी की गतियाँ और चक्र
4. चुम्बकीय-बोध

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भूचुंबकीय क्षेत्र का महत्व

मुख्य परीक्षा दृष्टि: गति: भूमध्य रेखा पर घूर्णन सबसेतेज होता है (लगभग 1670 किमी/घंटा) तथा ध्रुवों की ओर घटता जाता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: भूचुंबकीय क्षेत्र का महत्व • पृथ्वी के ताप कटिबंध • पृथ्वी की गतियाँ और चक्र • चुम्बकीय-बोध • मैग्नेटोटेल (Magnetotail | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2012, 1670

IUC विशेष स्मृति सूत्र #2: भूकंपीय तरंगें (P, S, L तरंगें) एवं छाया क्षेत्र

ट्रिक: 'P तरंग = प्राथमिक/अनुदैर्ध्य (ध्वनि तरंग जैसी, सर्वाधिक गति, ठोस-द्रव-गैस तीनों में चलती है); S तरंग = द्वितीयक/अनुप्रस्थ (प्रकाश तरंग जैसी, केवल ठोस में चलती है — तरल बाह्य कोर में विलुप्त); L तरंग = धरातलीय (सबसे कम गति किंतु सर्वाधिक विनाशकारी)'। S-तरंग का छाया क्षेत्र (103° से 103°) P-तरंग (103° से 142°) से बड़ा होता है।

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 भरबदलती 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 Precession)

- **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:** 41,000वर्षों 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]**

वसंत विषुव शरद विषुव — वसंत — सूर्य

शरद शरद वसंत मार्च विषुव सितंबर विषुव

- **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।

- **वसंतविषुव(Spring(Vernal)Equinox):**वसंतऋतुके आरंभकाप्रतीकहै।
- **शरदविषुव (Autumn (Fall) Equinox):** शरद ऋतुके आरंभकाप्रतीकहै।

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 बीचहोती है, लेकिन चंद्रमा सामान्य रूप से 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: अयनांत और विषुव

1. अयनांत और विषुव
2. घटना दिनांक
3. 1. सूर्य ग्रहण (Solar Eclipse)
4. 2. चंद्र ग्रहण (Lunar Eclipse)

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — अयनांत और विषुव

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: अयनांत और विषुव • घटना दिनांक • 1. सूर्य ग्रहण (Solar Eclipse) • 2. चंद्र ग्रहण (Lunar Eclipse) • प्रमुख अवधारणाएँ

पृथ्वी की संरचना: पर्पटी, मेंटल और कोर — पृथ्वी की आंतरिक संरचना

घनत्व गहराई (किमी) कॉनराड असंततता मोहोरोविकिक असंततता रेपेटी असंतता 2-90 30 200 700 2900 1500 6370 0 3-3 4-3 5-5 10-5 12-3 13-3 13-6 गुटेनबर्ग असंततता लेहमैन असंततता भीतरी 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/सेमी³।
- **चट्टान का प्रकार:** अधिकांशतः ग्रेनाइट
- **खनिज संरचना:** प्रमुख तौर पर 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/सेमी³
- **चट्टान का प्रकार:** अधिकांशतः बेसाल्ट, जो ग्रेनाइट महाद्वीपीय पर्पटी से अधिक सघन और युवा है
- **खनिज संरचना:** प्रमुख तौर पर 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 सिलिके ट चट्टानों से बना है।

1. स्थलमंडल:

- स्थलमंडल में भूपर्पटी और मेंटल का सबसे ऊपरी भाग दोनों सम्मिलित 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।

पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट — विवर्तनिकी और संबंधित परिघटनाएँ

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 बीचकी सीमा। जैसे-जैसेग्रह 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 तैरतेहैं।

यह संतुलन भूपर्पटी के विभिन्न भागों, जैसे महाद्वीपों और महासागरीय बेसिनों की सापेक्षिक ऊं चाइयों 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, वहीं दूसरी ओर 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% निके ल (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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: 1. बाह्य कोर



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 1. बाह्य कोर

मुख्य परीक्षा दृष्टि: यह संतुलन भूपर्पटी के विभिन्न भागों, जैसे महाद्वीपों और महासागरीय बेसिनों की सापेक्षिक ऊं चाइयों को बनाए रखता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: 1. बाह्य कोर • 2. आतंरिक कोर • चित्र: समस्थितिकी के मॉडल • 1. प्रैट का मॉडल (परिवर्तनशील घनत्व) • 2. एरी का मॉडल (परिवर्तनीय मोटाई)

पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी और संबंधित परिघटन 15 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% मै ग् ननीशि य म (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)2SiO2 और पाइरोक्सिन (Mg, Fe)SiO2 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 (SiO2) 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/सेमी^{3} होता है।

• इसके विपरीत, महाद्वीपीय पर्पटी में फेल्सिक खनिजों की कम सघनता और अधिक खुली संरचना के कारण औसत घनत्व लगभग 2.7 ग्राम/सेमी^{3} 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: सिलिके ट और गैर-सिलिके ट खनिज।

I. सिलिके ट खनिज सिलिके ट 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।

- फे ल्डस्पार्स
  - **संरचना:** मुख्य रूप से सिलिकॉन, एल्युमीनियम, 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।
- क्वार्ट्ज़
  - **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:** सामान्य रूप से आग्नेय और कायाँतरित चट्टानों में देखने को मिलता 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 सम्मिलित 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, एल्युमीनियम, मैग्नीशियम, आयरन और सिलिका सम्मिलित 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 देखने को मिलता है।

II. गैर-सिलिके ट खनिज गैर-सिलिके ट 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 सम्मिलित 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 प्रमुख तौर पर 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.

फे ल्सिक मैग्मा: इसमें सिलिका (SiO2) की मात्रा अधिक होती है, रंग सामान्यतः हल्का होता है; इसकी संरचना में लगभग 70% SiO2 होता है।

2.

मध्यवर्ती मैग्मा: इसमें लगभग 55-65% SiO2 होता है; इसके गुण फे लसिक और मैफिक के बीच के होते हैं।

3.

मैफ़िक मैग्मा: इसमें सिलिका कम (लगभग 45-55% SiO2) तथा आयरन और मैग्नीशियम अधिक होता है; रंग सामान्य रूप से गहरा होता है।

4.

अल्ट्रामैफ़िक मैग्मा: इसमें सिलिका बहुत कम (45% SiO2 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 क्वार्ट्ज़ (SiO2) 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 सामान्य रूप से 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% SiO2), जो समुद्र तल का अधिकांश भाग निर्मित करती है।
- **एँडेसाइट:** संरचना में मध्यवर्ती, अक्सर ज्वालामुखीय चापों (लगभग 60% SiO2) 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 SiO2), 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 (SiO2) की मात्रा अधिक होती है; रंग हल्का होता है (जैसे, ग्रेनाइट)।

• **क्षारीय चट्टानें:** लौह (Fe) और मैग्नीशियम (Mg) की अधिकता; रंग गहरा (जैसे, बेसाल्ट)।

• **फे ल्सिक चट्टानें:** फेल्डस्पार (KAlSi2O2) और क्वार्ट्ज में समृद्ध; आम तौर पर हल्के रंग की।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: चट्टानों के प्रकार

1. चट्टानों के प्रकार	**2. 1. आग्नेय चट्टानें**
3. मैग्मा के प्रकार	**4. वर्गीकरण**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — चट्टानों के प्रकार

मुख्य परीक्षा दृष्टि: फे ल्सिक चट्टानें: फेल्डस्पार (KAlSi2O2) और क्वार्ट्ज में समृद्ध; आम तौर पर हल्के रंग की।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: चट्टानों के प्रकार • 1. आग्नेय चट्टानें • मैग्मा के प्रकार • वर्गीकरण • रासायनिक संरचना वर्गीकरण

IUC विशेष स्मृति सूत्र #3: वायुमंडल की 5 परतें (नीचे से ऊपर क्रम)

ट्रिक: 'क्षोभ → समताप (ओजोन) → मध्य → ताप/आयन → बहिर्मंडल' — क्षोभमंडल (सभी मौसम घटनाएँ, ऊँचाई बढ़ने पर 6.5°C/किमी तापमान घटता है); समताप मंडल (जेट विमान उड़ान व ओजोन परत 15-35 किमी, तापमान बढ़ता है); मध्यमंडल (सबसे ठंडी परत -90°C, उल्कापिंड जलते हैं); आयनमंडल (रेडियो तरंग परावर्तन)।

• **मैफिक चट्टानें:** मैग्नीशियम (Mg) और आयरन (Fe) में समृद्ध; आम तौर पर गहरे रंग की।

• **अल्ट्रामैफिक चट्टानें:** मैग्नीशियम और लौहकी 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 नाम से सुप्रसिद्ध है।

प्रकार:

- **यांत्रिक 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 कैल्के रियस अवशेषों ($CaCO3$) से बना।
  - **चूना पत्थर:** प्रायः प्रवाल भित्तियों और सीपों ($CaCO3$) 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($SiO2$) 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) सम्मिलित 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 सामान्य रूप से एक समान होती है।
  - **उदाहरण:**
  - **संगमरमर:** चूना पत्थर से निर्मित; मुख्य रूप से कैल्साइट ($CaCO3$) से निर्मित।
  - **क्वार्टजाइट:** बलुआ पत्थर से निर्मित; मुख्य रूप से क्वार्ट्ज़ ($SiO2$) से निर्मित है।

कायाँतरित चट्टानों की विशेषताएँ:

- **बनावट:** पुन:क्रिस्टलीकरण 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 सम्मिलित हैं: 1.

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

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।

अवसादी चट्टान

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 अल्फ्रे ड वेगेनर और पैंजिया 1912 में, जर्मन मौसम विज्ञानी और भूभौतिकीवेत्ता अल्फ्रे ड 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 अपके न्द्रीय प्रभाव महाद्वीपों को ध्रुवों से बाहर की ओर धके लता 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, खास तौर पर 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:

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: अवसादी चट्टान

1. **अवसादी चट्टान**
2. **जैविक विकास पर प्रभाव**
3. **भूगर्भीय समानताएँ**
4. **जीवाश्म वितरण**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — अवसादी चट्टान

मुख्य परीक्षा दृष्टि: ज्वारीय बल: चंद्रमा और सूर्य का गुरुत्वाकर्षण प्रभाव ज्वारीय बल उत्पन्न करता है जो भूभागों की स्थिति को सूक्ष्म रूप से बदल सकता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: अवसादी चट्टान • जैविक विकास पर प्रभाव • भूगर्भीय समानताएँ • जीवाश्म वितरण • प्लेसर निक्षेप | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 1912, 2014, 1930

पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी और संबंधित परिघटन 19 खाई चोटी स्थलमंडल खाई एस्थेनोस्फीयर आच्छादन 700 किमी बाहरी परत भीतरी कोर

- **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 फै लते 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 धके लता है।

2.

महासागर तल का विस्तार: जैसे-जैसे नई पर्पटी बनती है, महासागर तल फै लता है। यह गति कन्वेयर बेल्ट की तरह काम करती है, जो पुरानी पर्पटी को बाहर की ओर धके लती 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 फै लने 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, वहीं दूसरी ओर 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, वहीं दूसरी ओर 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 सम्मिलित हैं। ये प्लेटें अपने नीचे अर्ध-तरल दुर्बलतामंडल पर तैरती हैं।

प्रमुख और लघु प्लेटें

• **वृहद्प्लेटें:** उत्तरी अमेरिकी प्लेट, दक्षिण अमेरिकी प्लेट, यूरेशियन प्लेट, अफ्रीकी प्लेट, प्रशांत प्लेट, भारतीय-ऑस्ट्रेलियाई प्लेट और अंटार्कटिक प्लेट सम्मिलित हैं।

• **छोटी प्लेटें:** कोकोस प्लेट, नाज़काप्लेट, अरेबियन प्लेट और फिलीपीन प्लेट सम्मिलित 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)।

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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: प्लेट सीमाओं के प्रकार



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — प्लेट सीमाओं के प्रकार

मुख्य परीक्षा दृष्टि: दक्षिणी सीमा: ऑस्ट्रेलियाई प्लेट के साथ अपसारी सीमा, जिससे हिंद महासागर कटक का निर्माण हुआ।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: प्लेट सीमाओं के प्रकार • भारतीय प्लेट की गति • भारतीय प्लेट की प्रमुख प्लेट सीमाएँ • अपसारी सीमाएँ • अभिसारी सीमाएँ

पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी और संबंधित परिघटन 21 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. फ़े लसिक 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 टेफ़्रा 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।

• **उल्लेखनीय विशेषताएँ:**
- ऊँचे, सममित ज्वालामुखी शंकु।
- बड़े पैमाने पर पाइरोक्लास्टिक प्रवाह की संभावना के साथ अत्यधिक विनाशकारी विस्फोट।

• **उदाहरण:**
- **माउंट फ़ू जी (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:**
- सामान्य रूप से 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 क्रे टर (यूएसए):** एरिजोना में एक प्रमुख सिंडर कोन।
- **लावा बट (ओरेगन, यूएसए):** कैस्के ड 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: 3. सिंडर कोन (राख शंकु) ज्वालामुखी

1. 3. सिंडर कोन (राख शंकु) ज्वालामुखी	2. 4. लावा डोम्स
3. 5. काल्डेरा	4. उल्लेखनीय विशेषताएँ

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 3. सिंडर कोन (राख शंकु) ज्वालामुखी

मुख्य परीक्षा दृष्टि: लावा प्रकार: भिन्न हो सकते हैं लेकिन अक्सर फेल्सिक या मध्यवर्ती होते हैं।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: 3. सिंडर कोन (राख शंकु) ज्वालामुखी • 4. लावा डोम्स • 5. काल्डेरा • उल्लेखनीय विशेषताएँ • माउंट फ़ू जी (जापान | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 1980, 1943

IUC विशेष स्मृति सूत्र #4: अटलांटिक महासागर की ठंडी बनाम गर्म जलधाराएँ

ट्रिक: 'ठंडी धाराएँ = हम्बोल्ट/पेरू, लैब्राडोर, बेंगुएला, कनारी, फॉकलैंड, ओयाशियो, पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा (महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर उष्णकटिबंधीय मरुस्थल बनाती हैं)'; 'गर्म धाराएँ = गल्फ स्ट्रीम (यूरोप का कंबल), उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट, ब्राजील, अगुलहास, कुरोशियो, अंटिलीज'।

• **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।
  - सामान्य रूप से 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, प्राय: 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 देखने को मिलता 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।

• सामान्यत: मध्य-महासागरीय कटकों के भूकंपों का के न्द्र उथली गहराइयों पर होता है, वहीं दूसरी ओर अल्पाइन-हिमालयी बेल्ट के साथ-साथ प्रशांत महासागर के किनारे पर भूकंप गहरे होते हैं।

• 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 नाम से सुप्रसिद्ध 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।

◦ **फे कोलिथ:** 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 देखने को मिलता 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 धके ल 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 सम्मिलित 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, अर्थात्पृथ्वी की सतह से 200 किमी की गहराई तक उत्पन्न होते हैं।

केंद्र/उद्गम के न्द्र (हाइपोसेंटर): पृथ्वी के अंदर वह बिंदु जहाँ भूकंप उत्पन्न होता है।

अधिके न्द्र (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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ

1. ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ	**2. अंतर्वेधी भू-आकृतियाँ**
3. समुद्रतल प्रसार, मेंटल प्लम्स	**4. भूकंप**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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:

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: ज्वालामुखीय भू-आकृतियाँ • अंतर्वेधी भू-आकृतियाँ • समुद्रतल प्रसार, मेंटल प्लम्स • भूकंप • भूकंपीय तरंगें और भूकंप

पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी और संबंधित परिघटन 25

  - **छाया क्षेत्र:** बाहरी कोर में अपवर्तन के कारण, अधिके न्द्र 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 सामान्य रूप से 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-तरंगों > S-तरंगों >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 सम्मिलित 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 धके लते हैं।
- **नतिलंब सर्पण (स्ट्राइक-स्लिप) भ्रंश:** परिवर्तन सीमाओं पर क्षैतिज गति होती है।

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 सम्मिलित 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 भ्रंशन।
  - 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-के रमाडेक 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 श्रृंखला:** 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/A0) 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 मर्के ली 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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: 2. ज्वालामुखीय गतिविधि



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 2. ज्वालामुखीय गतिविधि

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 3. संशोधित मर्के ली 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: 2. ज्वालामुखीय गतिविधि • 3. निपात भूकंप • 4. मानवजनित गतिविधियाँ • 5. अन्य कारक • उथले और गहरे भूकंप | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2015

भू-आकृतिक प्रक्रिया और भू-आकृतियाँ भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ अंतर्जनित बहिर्जनिक पटल विरूपण (धीमी गति) आकस्मिक प्रक्रियाएं अपक्षय अपरदन ज्वालामुखी भूकंप निक्षेपण उर्ध्वाधर (महाद्वीपीय निर्माण) क्षैतिज (पर्वत निर्माण) भौतिक रासायनिक जैविक प्रवाहित जल भूजल हिमनद तरंग पवन उत्थान अधोमुखी संपीड़न बल तनाव बल 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 सम्मिलित 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 सम्मिलित 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 सम्मिलित 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 क्रमिकबलहैं औरउन्हेंअनाच्छादनात्मक (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 नाम से सुप्रसिद्ध 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।

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 यांत्रिक 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) सम्मिलित 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 फे ल्सपार 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 याँत्रिक अपक्षय का मुख्य अभिप्राय 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 औरविस्तारण(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 याँत्रिक 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 फै लते 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भौतिक या यांत्रिक अपक्षय प्रक्रियाएँ

1. भौतिक या यांत्रिक अपक्षय प्रक्रियाएँ	**2. विलयन**
3. कार्बनीकरण	**4. जलयोजन (Hydration**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भौतिक या यांत्रिक अपक्षय प्रक्रियाएँ

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: भौतिक या यांत्रिक अपक्षय प्रक्रियाएँ • विलयन • कार्बनीकरण • जलयोजन (Hydration • लवण अपक्षय (Salt weathering | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2013, 2024

IUC विशेष स्मृति सूत्र #5: प्रमुख स्थानीय पवनें (गर्म बनाम ठंडी)

ट्रिक: 'गर्म पवनें = चिनूक (रॉकी पर्वत — हिमभक्षी/Snow Eater), फॉन (आल्प्स), सिरोको (सहारा से इटली — रक्त वर्षा/Blood Rain), हरमट्टन (गिनी तट — डॉक्टर पवन), लू (भारत), सिमूम (अरब), ब्रिकफील्डर (ऑस्ट्रेलिया)'; 'ठंडी पवनें = मिस्ट्रल (फ्रांस/स्पेन), बोरा (एड्रियाटिक तट), पम्पेरो (अर्जेंटीना), बुरान (साइबेरिया), ब्लिजार्ड (कनाडा/USA)'।

जैविक अपक्षय (Biological Weathering) इसमें निम्नलिखित जीव सम्मिलित हैं :

• **जीव वृद्धि:** इसमें के चुएँ, 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 याँत्रिक 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, किं तु यह अपरदन होने के लिएकोई पूर्व शर्त नहींहै। अपक्षय, वृहत-क्षरणऔरअपरदनअवक्रमण 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। वृहत्संचलन (MASS MOVEMENT) वृहत्संचलन के अंतर्गत वे सभी संचलन सम्मिलित हैं, जिनमें शैलों का वृहत मलबा गुरुत्वाकर्षण के प्रत्यक्ष प्रभाव के कारण ढाल के अनुरूप स्थानांतरित होता है।

वृहत्संचलन 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। वृहत्संचलन 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 (SoiIfluction) :** 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 मुख्य अभिप्राय 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 ढलानके सापेक्षपश्च-आवर्तन (Backward rotation)के साथखिसकना 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 मुख्य अभिप्राय संस्तर जोड़ या भ्रंश के नीचे पृथक शैल बृहत्के स्खलन से है।

• शैल-पतन (Rockfall) का मुख्य अभिप्राय किसी तीव्र ढाल के सहारे शैल खंडों का ढाल से दूरी रखते हुए स्वतंत्र रूप से गिरना है।

• हिमालय प्रमुख तौर पर 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 याँत्रिक 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 अंततः 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 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 मध्यप्रदेश, 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भू-आकृतियाँ और उनका विकास

1. भू-आकृतियाँ और उनका विकास
2. प्रवाहित जल
3. 1. घाटियाँ
4. युवा अवस्था की विशेषताएँ

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भू-आकृतियाँ और उनका विकास

मुख्य परीक्षा दृष्टि: पापी हिल्स गोदावरी आंध्र प्रदेश, तेलंगाना राजमुंदरी सुंदर गॉर्ज, पापिकोंडा राष्ट्रीय उद्यान का हिस्सा।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: भू-आकृतियाँ और उनका विकास • प्रवाहित जल • 1. घाटियाँ • युवा अवस्था की विशेषताएँ • प्रौढ़ावस्था की विशेषताएँ

मेके दातु 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 सामान्य रूप से 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 सम्मिलित 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 सामान्य रूप से 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

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 देखने को मिलता 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 शंकुके आकार के जलोढ़ पंख का निक्षेप होता है;

• पंख के ऊपर प्रवाहित धाराएँ सामान्य रूप से 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, वहीं दूसरी ओर 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 हैं।

• जलोढ़ पंखों के विपरीत, डेल्टा का निक्षेप व्यवस्थित होता है और इनका जलोढ़ स्तरित होता है। अर्थात्मोटे 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 वहीं दूसरी ओर 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

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: प्रौढ़ावस्था U-आकार विसर्पी, व्यापक



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — प्रौढ़ावस्था U-आकार विसर्पी, व्यापक

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: प्रौढ़ावस्था U-आकार विसर्पी, व्यापक • 6. क्षिप्रिकाएँ (Rapids) • 1. जलोढ़ पंख (Alluvial Fans) • 2. डेल्टा • 3. बाढ़ के मैदान (Floodplains)

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 खास तौर पर 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 नाम से सुप्रसिद्ध है।

भूमिगत जल द्वारा निर्मित अपरदित भू-आकृतियाँ इस प्रक्रिया में वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) 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 पूर्णत: 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 कटकेंपाई 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 सामान्य रूप से 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।

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, वहीं दूसरी ओर 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 गर्माह 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।

- सामान्य रूप से 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 (फ्रें च 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/फिं गर झील/द्रोणिका झील एक लंबी और बहुत गहरी, उंगली के आकार की झील होती है, जो सामान्य रूप से 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

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 34

1. फ्लोस्टोन (Flowstones	**2. प्लकिंग**
3. घर्षण	**4. सर्क (Cirque**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 34

मुख्य परीक्षा दृष्टि: लटकती घाटी (Hanging Valley): बर्फ पिघलने के बाद एक सहायक घाटी मुख्य घाटी के ऊपर लटकती है, ताकि इसकी धारा जलप्रपात के रूप

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: फ्लोस्टोन (Flowstones • प्लकिंग • घर्षण • सर्क (Cirque • अरेत (Aretes

IUC विशेष स्मृति सूत्र #6: उष्णकटिबंधीय बनाम शीतोष्ण चक्रवात

ट्रिक: 'उष्णकटिबंधीय = केवल गर्म समुद्र (>27°C) पर उत्पन्न, केंद्र में शांत आँख (Eye), कोई वाताग्र (Front) नहीं, पूर्व से पश्चिम गति, कोरिओलिस बल आवश्यक (विषुवत रेखा 0°-5° पर नहीं बनते)'; 'शीतोष्ण = वाताग्र जनन (Frontogenesis), जल व थल दोनों पर, पश्चिम से पूर्व (पछुआ पवनों के साथ) गति'।

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): क्रै ग 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 गिरिश्रंग (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 शिखऱ 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, वहीं दूसरी ओर पार्श्व मोरेन हिमनद घाटियों के समानांतर किनारों पर बनते हैं। ये मोरेन आपस में जुड़कर घोड़े की नाल के आकार की कटकेंबनाते 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 कटकेंहैं। 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 कटकेंबनाते 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 सम्मिलित 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, वहीं दूसरी ओर 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. के तली झील (Kettle lake): यहहिमानी धौत मैदान में स्थिर बर्फ के पिघलने से बना एक अवनमन है। बड़े के तली 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 सामान्य रूप से 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।

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 यांत्रिक विघटन।
- **संक्षारण (Corrosion):** तटीय शैलों का रासायनिक परिवर्तन। तटों के प्रकार

1. ऊँचे चट्टानी तट

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

- के प और खाड़ी खास तौर पर 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 के प 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: 2. निम्न अवसादी तट (Low Sedimentary Coasts)

1. तटीय निक्षेपण से बनी भू-आकृतियाँ	**2. प्रक्रियाएँ**
3. भू-आकृतियाँ	**4. के प और खाड़ी**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 2. निम्न अवसादी तट (Low Sedimentary Coasts)

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

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: तटीय निक्षेपण से बनी भू-आकृतियाँ • प्रक्रियाएँ • भू-आकृतियाँ • के प और खाड़ी • कंदराएँ (Caves

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 सामान्य रूप से 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, सामान्य रूप से 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 रेतके जमा होने के कारण बनता है।

6. स्पिट (Spit): स्पिट्स लंबी निक्षेपण भूआकृतियाँ हैं जो तट से जल के एक निकाय में फैलते हैं, सामान्य रूप से 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 सामान्य रूप से 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।

सामान्य रूप से 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।

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):** तुर्के स्तान 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 नाम से सुप्रसिद्ध है।

2. ज्यूगेन (Zeugen): ये सारणीबद्ध संहति हैं जिनमें अधिक प्रतिरोधी चट्टानों की परतके 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 पश्चात्जल अपवाहन गर्तों या गड्ढों में रिसकर मरूद्यान या दलदल बना लेता है।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: मरुस्थलीय भूदृश्य के पाँच अलग-अलग प्रकार



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — मरुस्थलीय भूदृश्य के पाँच अलग-अलग प्रकार

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

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: मरुस्थलीय अपरदन वाली भू-आकृतियाँ • उत्खात भूमि (Badland • ज्यूगेन (Zeugen • यारडांग (Yardangs • प्लाया (Playas

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 सामान्य रूप से 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 सम्मिलित 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।

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 (N2) : 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 (O2) : 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 (H2O) : 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 (CO2) : 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 (O3) : समताप मंडल में संके न्द्रित है - हानिकारक पराबैंगनी (UV) किरणों को अवशोषित करती है।

4. अन्य गैसें : इसमें मीथेन (CH4), निऑन (Ne), हीलियम (He), हाइड्रोजन (H2) और क्रिप्टॉन (Kr) सम्मिलित हैं, जो अल्प मात्रा में मौजूद हैं लेकिन वायुमंडलीय रसायन विज्ञान में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

वायुमंडलीय संघटन (आयतन-आधारित) गैस प्रतीक आयतन (%) नाइट्रोजन N2 78.084% ऑक्सीजन O2 20.946% आर्गन Ar 0.934% कार्बन डाईऑक्साइड CO2 0.042% नियोन Ne 18.182 पीपीएम हीलियम He 5.24 पीपीएम मीथेन CH4 1.92 पीपीएम क्रिप्टॉन Kr 1.14 पीपीएम हाइड्रोजन H2 0.55 पीपीएम ओजोन O3 0.07 पीपीएम नोट : जल वाष्प स्थान और ऊँचाई 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।

अरोड़ा अरोड़ा

उल्का उल्का तापमान तापमान अधिकतम ओजोन अधिकतम ओजोन माउंट एवरेस्ट माउंट एवरेस्ट कर्मन रेखा कर्मन रेखा लगभग लगभग 7 किमी 7 किमी बाह्य वायुमंडल बाह्य वायुमंडल हेटेरोस्फीयर हेटेरोस्फीयर मीसोस्फीयर मीसोस्फीयर स्ट्रैटोपॉज़ स्ट्रैटोपॉज़ स्ट्रैटोस्फियर स्ट्रैटोस्फियर ट्रोपोपॉज़ ट्रोपोपॉज़ क्षोभ मंडल क्षोभ मंडल तापमान °C तापमान °C ऊं चाई (किमी) ऊं चाई (किमी) होमोस्फीयर होमोस्फीयर ओजोनोस्फीयर ओजोनोस्फीयर योण क्षेत्र योण क्षेत्र मेसोपॉज़ मेसोपॉज़

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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन

1. वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन
2. वायुमंडल: संरचना और संघटन
3. वायुमंडल का संघटन
4. परिवर्तनशील गैसें (Variable Gases)

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन

मुख्य परीक्षा दृष्टि: तापमान : प्रति 165 मीटर ऊँचाई पर 1°C की दर से घटता है, जिसे ह्रास दर (lapse rate) कहा जाता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: वायुमंडल और ऊष्मा संतुलन • वायुमंडल: संरचना और संघटन • वायुमंडल का संघटन • परिवर्तनशील गैसें (Variable Gases) • अरोड़ा | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2023, 2024

IUC विशेष स्मृति सूत्र #7: चट्टानों का कायांतरण (Metamorphic Rocks)

ट्रिक: 'चूना पत्थर (Limestone) → संगमरमर (Marble); बलुआ पत्थर (Sandstone) → क्वार्टजाइट; शेल (Shale) → स्लेट → फाइलाइट → शिस्ट; ग्रेनाइट (आग्नेय) → नाइस (Gneiss); बेसाल्ट → एम्फिबोलाइट; कोयला → ग्रेफाइट/हीरा'।

- **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 :** प्रमुख तौर पर 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 अंत:क्रिया 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 अतिरिक्त,तिरछीकिरणें अधिकगहराईसे गुजरतीहैंजिससेअधिकअवशोषण, 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 स्के ल)।

• **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, वहीं दूसरी ओर 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।

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 सामान्य रूप से 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।

• ऊष्माबजटपृथ्वीद्वाराअवशोषितकीजानेवालीआनेवालीऊष्मातथाविकिरण के रूप में पृथ्वी से बाहर निकलने वाली ऊष्मा के बीच एक आदर्श संतुलन है।

अवशोषण पैटर्न (Absorption Pattern) जैसे-जैसे सूर्यातप वायुमंडल सेगुजरता है, उसका परावर्तन, प्रकीर्णन औरअवशोषण 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 ।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: पृथ्वी की सतह पर सूर्यातप का स्थानिक वितरण

1. वायुमंडल का तापन और शीतलन

2. पृथ्वी का ऊष्मा बजट

3. चालन (Conduction

4. संवहन (Convection

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — पृथ्वी की सतह पर सूर्यातप का स्थानिक वितरण

मुख्य परीक्षा दृष्टि: अवशोषण पैटर्न (Absorption Pattern) जैसे-जैसे सूर्यातप वायुमंडल सेगुजरता है, उसका परावर्तन, प्रकीर्णन औरअवशोषण होता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: वायुमंडल का तापन और शीतलन • पृथ्वी का ऊष्मा बजट • चालन (Conduction • संवहन (Convection • अभिवहन (Advection | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** *2023, 2013, 2024*

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 सरेखित 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। गर्महासागरीय 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। सामान्यत: 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 व्ययुत्क्रमण 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 व्ययुत्क्रमण सामान्य रहता है ।

• **सतही तापमान व्ययुत्क्रमण के प्रभाव:**

  ◦ निचला वायुमंडल स्थिर हो जाता है; जिससे धुआं, धूल और अन्य कण व्ययुत्क्रम परत के नीचे फंस जाते हैं, जिससे घना कोहरा बनता है।

  ◦ पहाड़ी और पर्वतीय क्षेत्रों में व्ययुत्क्रमण 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।

तापमान व्युत्क्रमण के प्रकार

• सतही तापमान व्ययुत्क्रमण (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 सामान्य रूप से होता है ; निम्न एवं मध्य अक्षांशों में यह ठण्डी रातों में होता है तथा दिन के समय समाप्त हो जाता है।

• घाटी व्ययुत्क्रमण (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 व्ययुत्क्रमण (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 लम्बवत्गति को सीमित करता है जिसके कारण वर्षा कम होती है और शुष्क परिस्थितियों एवं शुष्कता को बढ़ावा मिलता है।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: तापमान व्युत्क्रमण के प्रकार



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — तापमान व्युत्क्रमण के प्रकार

मुख्य परीक्षा दृष्टि: वायुमंडलीय स्थिरता: यह वायु की लम्बवत्गति को सीमित करता है जिसके कारण वर्षा कम होती है और शुष्क परिस्थितियों एवं शुष्कता को बढ़ावा मिलता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: तापमान व्युत्क्रमण के प्रकार • कोहरा बनना • तुषार का प्रभाव • वायुमंडलीय स्थिरता

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 वहीं दूसरी ओर 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 वहीं दूसरी ओर 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 दाईंओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईंओर 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।

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 देखने को मिलता 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: वैश्विक दाब पेटियाँ

- **1. वैश्विक दाब पेटियाँ**
- **2. 1. हैडली सेल**
- **3. हैडली सेल**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — वैश्विक दाब पेटियाँ

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: वैश्विक दाब पेटियाँ • 1. हैडली सेल • हैडली सेल

IUC विशेष स्मृति सूत्र #8: प्रमुख अपरदनात्मक बनाम निक्षेपणात्मक भू-आकृतियाँ

ट्रिक: 'भूमिगत जल (Karst) में स्टैलेक्टाइट (छत से लटकते = C for Ceiling) व स्टैलेग्माइट (फर्श से उठते = G for Ground) और मिलने पर कंदरा स्तंभ (Pillar) निक्षेपणात्मक हैं; जबकि घोलरंध्र (Sinkhole), डोलाइन, युवाला व लैपीज अपरदनात्मक हैं'।

- 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।
- पुन: यह बैठी हुई पवन उपोष्णकटिबंधीय उच्च दबाव क्षेत्र से पूर्वी पवनों के रूप में भूमध्यरेखीय निम्न दबाव क्षेत्र की ओर प्रवाहित होती है।

2. फे रेल 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।

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 निर्णायक 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 (मेसोस्के ल) 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 पवनें 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 पूर्व्यापारिक 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 दाईंओर विक्षेपित होकर दक्षिण-पश्चिम से प्रवाहित होती हैं।

• दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईंओर 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: पवनों का वर्गीकरण

- **1. पवनों का वर्गीकरण**
- **2. ग्रहीय पवनें तीन प्रकार की होती है**
- **3. आवधिक पवनें**
- **4. उपोष्णकटिबंधीय जेट धारा (STJ**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — पवनों का वर्गीकरण

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: पवनों का वर्गीकरण • ग्रहीय पवनें तीन प्रकार की होती है • आवधिक पवनें • उपोष्णकटिबंधीय जेट धारा (STJ • सोमाली जेट धारा | **प्रमुख तिथियाँ/ कालखंड:** 2021, 2015, 2011

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।

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, झोंके दार, 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 वृहद्वायु राशि जिसमें तापमान और आर्द्रता के संदर्भ में विशिष्ट विशेषताएँ होती हैं तथा क्षैतिज रूप से उसमें बहुत कम भिन्नता होती है।

वायुराशि भौगोलिक — वर्गीकरण — उष्णकटिबंधीय

वायुराशि (T) महासागरीय उष्णकटिबंधीय वायुराशियाँ (MT) महाद्वीपीय ध्रुवीय वायुराशियाँ (CT) ध्रुवीय वायुराशि (P) समुद्री ध्रुवीय (MP) महाद्वीपीय ध्रुवीय (CP) गर्म (W) ठंडा (C) स्थिर (S) अस्थिर (U) थर्मोडायनामिक वर्गीकरण यांत्रिक वर्गीकरण 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 नाम से सुप्रसिद्ध 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 वाताग्र वाताग्र दो अभिसारी वायुराशियों के बीच का त्रि-आयामी सीमा क्षेत्र है जिनके भौतिक गुणधर्म भिन्न होते हैं, जैसे- तापमान, आर्द्रता आदि।

- सामान्यत: 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 नाम से सुप्रसिद्ध 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 उग्रूप 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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: वायुराशियाँ



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — वायुराशियाँ

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: वायुराशियाँ • वायुराशि • भौगोलिक • वर्गीकरण • उष्णकटिबंधीय

चक्रवात: उष्णकटिबंधीय और शीतोष्ण

चक्रवात एक वृहद्वायु 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 धके लती 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 हवाओंऔर साफ मौसम का एक गोलाकार शांत क्षेत्र चक्रवात की आँख के नाम से सुप्रसिद्ध 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 परकेवल 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), हरिके न (अटलांटिक), टाइफून (पश्चिमी प्रशांत और दक्षिण चीन सागर; फिलीपींस द्वीप, पूर्वी चीन और जापान), और विली-विलीज़ (उत्तर पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया)।

• निर्माण के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ

  ◦ तापमान > 27° सेल्सियस के साथ वृहद्समुद्री 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 व्ययास। बड़ा क्षेत्र: 300-2000 किमी व्ययास।

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 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।

• **फु जिवारा 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 52

1. जुड़वा चक्रवात
2. अनुकूल परिस्थितियाँ
3. विकास
4. फु जिवारा प्रभाव

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 52

मुख्य परीक्षा दृष्टि: भारत पर प्रभाव दोनों तटों पर प्रभाव; पूर्वी तट पर अधिक प्रभाव उत्तर-पश्चिम भारत में बारिश लाता है; 'पश्चिमी विक्षोभ' से संबंधित प्रमुख चक्रवात

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: जुड़वा चक्रवात • अनुकूल परिस्थितियाँ • विकास • फु जिवारा प्रभाव • परिभाषा | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2015, 2000

IUC विशेष स्मृति सूत्र #9: महासागरीय लवणता का क्रम एवं संघटन

ट्रिक: 'समुद्री जल में सर्वाधिक मात्रा सोडियम क्लोराइड (NaCl = 77.8%) > मैग्नीशियम क्लोराइड (10.9%) > मैग्नीशियम सल्फेट (4.7%)'। विश्व की सर्वाधिक लवणता वाली झीलें: वान झील (तुर्की 330‰), मृत सागर (238‰), ग्रेट साल्ट लेक (USA 220‰)।

• **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 गई।

तूफान और बवंडर

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

• **तूफ़ान:** एक सुविकसित कपासी-वर्षी मेघ जोगड़गड़ाहट 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 सामान्य रूप से 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।

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 केंद्रव्यमान 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। इसेनिरपेक्ष 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 जलका 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 ध्रुवोंकीओरवाष्पीकरणकमहोताजाताहै। पश्चिमी-उत्तरीअटलांटिक 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]**
- **सफे द 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: जल का वितरण (प्रतिशत में)

1. जल का वितरण (प्रतिशत में)	2. आर्द्रता
3. वाष्पीकरण	4. संघनन के रूप

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — जल का वितरण (प्रतिशत में)

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

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: जल का वितरण (प्रतिशत में) • आर्द्रता • वाष्पीकरण • संघनन के रूप • जल का वितरण (प्रतिशत में | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2021, 2019

• **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 कारणउत्पन्न;धूसर, भूरा,धुँधलारूप; 3प्रकार: 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

• **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।

• **निशादीप्तमेघ (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 नाम से सुप्रसिद्ध है।

मोटे, निचले बादल प्रमुख तौर पर 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 वर्षा हिमपात ओलावृष्टि ओले हिमकारी वर्षा — वर्षा के रूप

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; सामान्य रूप से 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 खास तौर पर 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 होतीहै, वहीं दूसरी ओर 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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: वर्षण



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — वर्षण

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: वर्षण • वर्षा के रूप • वर्षा के प्रकार • 1. संवहनीय वर्षा • 2. पर्वतीय वर्षा | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2022

• पवनविमुख पक्ष पर स्थित क्षेत्र को वर्षा-छाया क्षेत्र के नाम से सुप्रसिद्ध 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।

विश्व जलवायु और जलवायु — परिवर्तन — विश्व जलवायु एवं उसका वर्गीकरण

उष्ण, आर्द्र भूमध्य रेखीय या विषुवत रेखीय जलवायु (Hot, Wet Equatorial Climate) यह भूमध्यरेखाअथवाविषुवतरेखाके 5° से 10° उत्तरी और दक्षिणीअक्षांश (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,औसतवार्षिकतापमान20° सेल्सियसके 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; प्रमुख तौर पर 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 (जैसेअमेज़न में सेल्वास)। उदाहरणस्वरूप: महोगनी, आबनूस; लताएँ (क्रीपर्स) – एपिफाइट्स (अधिपादप) और 'लिआनास' जैसे

कालानुक्रमिक विकास एवं ऐतिहासिक समय-रेखा आरेख: विश्व जलवायु और जलवायु

2015	2013	2021
विश्व जलवायु और जलवायु	परिवर्तन	विश्व जलवायु एवं उसका वर्गीकरण

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — विश्व जलवायु और जलवायु

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

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: विश्व जलवायु और जलवायु • परिवर्तन • विश्व जलवायु एवं उसका वर्गीकरण • जलवायु (Climate) • जलवायु (Climate | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2015, 2013, 2021

IUC विशेष स्मृति सूत्र #10: ज्वार-भाटा: वृहत (Spring) बनाम लघु (Neap) ज्वार

ट्रिक: 'वृहत ज्वार (सिजिगी — जब सूर्य, चंद्रमा व पृथ्वी एक सीधी रेखा 180° में हों: अमावस्या व पूर्णिमा को — सामान्य से 20% ऊँचा); लघु ज्वार (जब सूर्य व चंद्रमा पृथ्वी के सापेक्ष 90° समकोण पर हों: सप्तमी/अष्टमी को — सामान्य से 20% नीचा)'।

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 देखने को मिलता 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।

• अफ़्रीका 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)। उष्णकटिबंधीय मानसूनी जलवायु इस क्षेत्र में हवाओं का पूर्ण मौसमी व्ययुत्क्रमण 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 50 से 300 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 होतीहैं औरदक्षिण-पश्चिम मानसून के रूपमें भारतीय उपमहाद्वीप तक पहुँचती हैं।

जलवायु (Climate):

• **तापमान:** औसत मासिक तापमान > 180C, अधिकतम तापमान 450C तक पहुँच सकता है; गर्मियों में औसत तापमान 300C और सर्दियों के दौरान 250C 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:**आर्द्रधानकीखेती(wetpaddycultivation),निम्नभूमिवालीनकदीफसलें (गन्ना, जूट, नील, कपास), उच्च भूमि वाली बागानी फसलें (चाय, कॉफी, मसाले)।

• मवेशी एवं भेड़ पालन का प्रचलन।

उष्णकटिबंधीय समुद्री जलवायु: 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: जलवायु (Climate)

1. जलवायु (Climate)	**2. वनस्पति (Vegetation)**
3. जलवायु (Climate	**4. तापमान**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — जलवायु (Climate)

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

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: जलवायु (Climate) • वनस्पति (Vegetation) • जलवायु (Climate • तापमान • ऋतुएँ

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 सम्मिलित 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 प्रमुख तौर पर 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 सामान्य रूप से 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 कँ टीली 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 नाम से सुप्रसिद्ध 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 (के न्या 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।

महान बेसिन कैनरीज़ करंट — अटाकामा

पेंटागोनिया गर्म रेगिस्तान समशीतोष्ण रेगिस्तान ठंडी धारा बेंगुएला धारा पश्चिम आस्ट्रेलियाई धारा तुर्कि स्तान आर्कटिक वृत्त आस्ट्रेलियन 15°N 15°S 30°S 45°S 30°N 45°N सहारा कलाहारी अरबी ईरानी नामीब थार गोबी कैलिफोर्निया वर्तमान पेरूवियन धारा भूमध्य रेखा मकर रेखा के ऊष्णकटिबंधीय क्षेत्र कर्क रेखा 30°N 45°N 15°S 30°S 45°S 15°N मोहावे

- उष्ण मरुस्थलों की शुष्कता प्रमुख तौर पर 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; यद्यपि, 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 (सामान्य रूप से 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 30से 45डिग्री 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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: उष्ण मरुस्थलों में जलवायु की स्थिति



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — उष्ण मरुस्थलों में जलवायु की स्थिति

मुख्य परीक्षा दृष्टि: तापमान: गर्मियों में मासिक औसत तापमान 25 डिग्री सेल्सियस के आसपास और सर्दियों में 10 डिग्री सेल्सियस से नीचे रहता है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: उष्ण मरुस्थलों में जलवायु की स्थिति • मध्य अक्षांश मरुस्थलीय जलवायु • मरुस्थलीय जलवायु की वनस्पति • गर्म शीतोष्ण पश्चिमी सीमांत • जलवायु (Climate) | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2011, 2013

• 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 यूके लिप्टस के वन, और कैलिफोर्निया में विशाल सिकोइया या रेडवुड; यहाँ पाई जाने वाली प्रजातियों में पाइन, फर, देवदार सम्मिलित 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 व्यायवहारिक 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 (न्यूजीलैंड) के नाम से जाना जाता है।

जलवायु (Climate):

• **तापमान:** (प्राय: 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 खास तौर पर मरुस्थल से सटे समशीतोष्ण घास के मैदानों में स्पष्ट होता है;

- महाद्वीपीयआंतरिकभागोंके गर्महोनेपरसंवहनीयस्रोतोंसेग्रीष्मकालीन 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 व्ययावहारिक 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 आतंरिक भागों जैसे शुष्क क्षेत्रों में, कँ टीली 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 नाम से सुप्रसिद्ध 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।

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; हरिके न 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, क्योकि 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 यूके लिप्टस 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 न्यूजीलैंड 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।

• ऊं चे 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 सम्मिलित 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: जलवायु (Climate)

1. जलवायु (Climate)	**2. तीन मुख्य प्रकारों में विभाजित**
3. आर्थिक गतिविधि (Economic activity)	**4. स्थानीय पवनें (Local Winds)**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — जलवायु (Climate)

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: जलवायु (Climate) • तीन मुख्य प्रकारों में विभाजित • आर्थिक गतिविधि (Economic activity) • स्थानीय पवनें (Local Winds) • शीतोष्ण पश्चिमी सीमांत | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2024, 2012

IUC विशेष स्मृति सूत्र #11: भारतीय मानक समय रेखा (82°30' E) के 5 राज्य

ट्रिक: 'उमा एसी (AC) चलाते ही उड़ गई' — उत्तर प्रदेश (मिर्जापुर/प्रयागराज), मध्य प्रदेश, आंध्र प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा (कुल 5 राज्य)।

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।
  ◦ **उत्तरीगोलार्द्ध:**अटलांटिकप्रभावऔरग्रेटलेक्सके कारणवर्षाकावितरण 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, खास तौर पर 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, लाइके न 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।

आर्क टिक 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 लाइके न 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 नाम से सुप्रसिद्ध है।

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

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% महासागर और उसका संचलन 7 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 जोनिम्न 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 विशेषताएँदेखने 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 जोगहराई 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: पृथ्वी पर जल वितरण

1. पृथ्वी पर जल वितरण
2. 2. नेरिटिक जोन (Neritic zone)
3. 3. महासागरीय क्षेत्र (Oceanic zone)
4. विवरण

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — पृथ्वी पर जल वितरण

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: पृथ्वी पर जल वितरण • 2. नेरिटिक जोन (Neritic zone) • 3. महासागरीय क्षेत्र (Oceanic zone) • विवरण • भूवैज्ञानिक पहलू

- **भूवैज्ञानिक पहलू:** धाराओं की अपवेलिंग के कारण पोषक तत्वों से भरपूर जल की उपस्थिति; भूवैज्ञानिक विशेषताओं में अन्तःजलीय पर्वत और महाद्वीपीय ढाल सम्मिलित हैं।
- **जैविक महत्व:** मछली, प्लवक और समुद्री स्तनधारियों सहित समुद्री जीवन की एक विशाल श्रृंखला 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 मेंढाल 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 सम्मिलित हैं। भूवैज्ञानिक संरचनाएँ पर्यावास के प्रकारों को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती हैं।
- **जैविक महत्व:** यह क्षेत्र विशाल विद्रूप (Giant Squids) और गहरे समुद्र की मछलियों जैसी अनोखीप्रजातियों 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 विशेषताएँदेखने को मिलती हैं।
- **जैविक महत्व:** चरमस्नेही जीवों (extremophiles) का घर, ऐसे जीव जो उच्च दाब औरकम तापमान वाले वातावरण में भी पनपतेहैं, ये प्रायः ऊपर से नीचे डूबकर आने वाले कार्बनिक पदार्थों का भोजन कर जीवित रहते हैं।

चित्र: प्रमुख महासागरीय उच्चावच

समुद्र के तल पर प्रमुख और गौण उच्चावच सम्बन्धी विशेषताएँमौजूद हैं जैसे पर्वत शृंखलाएँ, गहरी खाइयाँ, कटक, पहाड़ियाँ, समुद्री पहाड़, गयोट, गर्त, घाटियाँ, आदि। ये संरचनाएँटेक्टोनिक, 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, धाराओंऔर 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 सामान्य रूप से निम्नलिखित से बनी होती हैं:

• **मैंगनीज (Mn):** ~30%

• **आयरन (Fe):** ~15%

• **निके ल (Ni):** ~1.25%

• **कॉपर (Cu):** ~1.0%

• **कोबाल्ट (Co):** ~0.25%

• **ट्रेस तत्व:** इसमें मोलिब्डेनम, जस्ता और दुर्लभ पृथ्वी तत्व सम्मिलित 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 सम्मिलित हैं।

1. हाइड्रोजनी प्रक्रिया: धातुएँ समुद्री जल से परत दर परत सीधे पिंडों (नोड्यूल) पर अवक्षेपित होती हैं।

2. डायजेनेटिक प्रक्रिया: धातुएँतलछट 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 नोड्यू ल्स से जुड़ी भूवैज्ञानिक विशेषताएँ :

• **रसातल मैदान:** नोड्यूल सामान्य रूप से 4,000 से 6,000मीटर की गहराई के बीच गहरे समुद्रके मैदानोंके विशालविस्तारमें पाएजातेहैं। येमैदाननोड्यूल 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, सामान्य रूप से एक महासागरीय प्लेट और या तो एक महाद्वीपीय प्लेट या किसी अन्य महासागरीय प्लेट के बीच।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: प्रमुख क्षेत्र



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — प्रमुख क्षेत्र

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: प्रमुख क्षेत्र • मग्नतट निर्माण • मंद ढाल; ढाल • पॉलीमेटेलिक नोड्यूल्स • मैंगनीज (Mn

उदाहरण:

- **मारियाना ट्रेंच:** दुनिया की सबसे गहरी खाई, लगभग 10,994मीटर (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) अन्तःक्षेपित प्लेट (Subducting Plate) अध्ययारोही 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 के रमाडेक 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 अफ़्रीकी प्लेट यूरेशियन प्लेट प्यूर्टो रिको ट्रेंच उत्तर अमेरिकी प्लेट कैरेबियन प्लेट दक्षिण सैंडविच ट्रेंच साउथ सैंडविच प्लेट स्कॉटिया 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 उच्चावच की लघु आकृतियाँ (MINOR RELIEF FEATURES) मध्य महासागरीय कटक मध्य-महासागरीय कटकेंव्यापक अन्तःजलीय 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 कटकेंशामिल 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 संरचनाएँचल 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 अन्तःजलीय ज्वालामुखी पर्वत बनाता है।

• **खनिज और अयस्क:** फेरोमैंगनीज नोड्यूल, कोबाल्ट-समृद्ध पर्पटी और अन्य धातुओंजैसे 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 वृहद्संचलन 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, वहीं दूसरी ओर 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 (सामान्य रूप से 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, सामान्य रूप से 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 70

1. **निर्माण**
2. **खनिज और अयस्क**
3. **संबद्ध घटना**
4. **परिभाषा**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 70

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: निर्माण • खनिज और अयस्क • संबद्ध घटना • परिभाषा • निर्माण क्रियाविधि

IUC विशेष स्मृति सूत्र #12: कर्क रेखा (23°30' N) पर स्थित भारत के 8 राज्य (पश्चिम से पूर्व)

ट्रिक: 'मित्र पर गमछा झार' — गुजरात, राजस्थान, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, झारखंड, पश्चिम बंगाल, त्रिपुरा, मिजोरम; माही नदी कर्क रेखा को दो बार काटती है।

• **निर्माण प्रक्रम:** प्रवाल उथले, गर्म और साफ जल में पनपते हैं, सामान्य रूप से 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 सम्मिलित 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 (अन्तःक्षेपण) जोन में निर्मित ज्वालामुखीय द्वीपों की श्रृंखलाएँ।

• **उदाहरण:**

- **जापान:** जापानी द्वीपसमूह उत्तरी अमेरिकी प्लेट के नीचे प्रशांत प्लेट के सबडक्शन (अन्तःक्षेपण) 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।

2. फ्रैक्चर जोन

• **परिभाषा:** लंबी, रैखिक भ्रंश रेखाएँजो मध्य महासागरीय कटको को काटती हैं, जो टेक्टोनिक प्लेटों के अलग-अलगसंचलन 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, वहीं दूसरी ओर 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 अपरदनसे 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, खास तौर पर 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, खास तौर पर 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 (H2S), मीथेन (CH4)), या अमोनिया (NH3) 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, वहीं दूसरी ओर 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

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: 2. फ्रै क्चर जोन

1. 2. फ्रै क्चर जोन	2. 3. एबिसल हिल्स (नितलीय पहाड़ियाँ)
3. 4. किनारा या तट	4. 5. हाइड्रोथर्मल वेंट

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — 2. फ्रै क्चर जोन

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: 2. फ्रै क्चर जोन • 3. एबिसल हिल्स (नितलीय पहाड़ियाँ) • 4. किनारा या तट • 5. हाइड्रोथर्मल वेंट • महासागरीय जल का तापमान

  ◦ 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 परतके नीचे लंबवत क्षेत्र; गहराई के साथ तापमान में तेजी से कमी; 500 -1,000 मीटर मोटाई।

  ◦ **मौसमी थर्मोकलाइन गत्यात्मकता:** मौसमी विविधताएँथर्मोक्लाइन 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 50-100मीटर की गहराई पर 26डिग्री 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 जोमानसून 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, खास तौर पर उत्तरी क्षेत्रों में ठंडी धाराओं(जैसे, लैब्राडोर धारा), उच्च अक्षांश कवरेज और गहरे जलीय निर्माण प्रक्रियाओं के कारण।

  ◦ **हिंद महासागर:** सबसे गर्म, खास तौर पर 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 सामान्य रूप से 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 अतिरिक्त 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।

लवणता का क्षैतिज वितरण

• सामान्य खुले महासागर की लवणता 33 o/oo और 37 o/oo के बीच होती है। सामान्यत: 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 जलके 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। यद्यपि, 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 कैलके रियस 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।

उप-विषयवार परीक्षा भार एवं विश्लेषणात्मक ग्राफ: लवणता का क्षैतिज वितरण



IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — लवणता का क्षैतिज वितरण

मुख्य परीक्षा दृष्टि: महासागरीय अम्लीकरण वायुमंडल से अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के अवशोषण के कारण समुद्री जल के पीएच में हो रही कमी है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: लवणता का क्षैतिज वितरण • लवणता का ऊर्ध्वाधर वितरण • सीमांत सागरों की लवणता • उच्च अक्षांश • मध्य अक्षांश | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2012

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, वहीं दूसरी ओर 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 औरगर्त 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 प्रमुख तौर पर सूर्य और चंद्रमा के आकर्षण के कारण होती है।
- **ज्वार के कारण:** सूर्य और चंद्रमा का गुरुत्वाकर्षण खिंचाव और अपके न्द्रीय 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, वहीं दूसरी ओर इसके विपरीत, दूसरी ओर अपके न्द्रीय 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 अतिरिक्त, 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।
- **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।

• सामान्य रूप से, 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 दाईंओर (दक्षिणावर्त दिशा में) और दक्षिणी गोलार्ध में बाईंओर (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।

• **अन्तःजलीय 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 बढ़तीहैं, 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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: ज्वार का महत्व

1. ज्वार का महत्व	**2. महासागरीय धाराओं को प्रभावित करने**
3. वाले कारक [UPSC- 2012]	**4. थर्मोहैलाइन सर्कुलेशन (THC)**

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — ज्वार का महत्व

मुख्य परीक्षा दृष्टि: सतही जल धाराएँ (समुद्र का ऊपरी 400 मीटर): समुद्र के कुल जल का लगभग 10 प्रतिशत हिस्सा है।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: ज्वार का महत्व • महासागरीय धाराओं को प्रभावित करने • वाले कारक [UPSC- 2012] • थर्मोहैलाइन सर्कुलेशन (THC) • क्रियाविधि | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2012

IUC विशेष स्मृति सूत्र #13: प्रमुख ठंडी महासागरीय जलधाराएँ

ट्रिक: 'हम बोले ग्रीन बगुला केला क्यों फेंका' — हम्बोल्ट/पेरू धारा (प्रशांत), लेब्राडोर (अटलांटिक), ग्रीनलैंड, बेंगुएला (दक्षिण अटलांटिक), कैलिफोर्निया (प्रशांत), कैनरी (उत्तरी अटलांटिक), कुरोशियो की साथी ओयाशियो, फॉकलैंड।

- **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; सामान्य रूप से 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; सामान्य रूप से 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 धके लती 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 — हिंद महासागर की धाराएँ

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

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।

संकल्पनात्मक संरचना एवं मुख्य घटक आरेख: भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 78

1. गर्म और अस्थिर	2. मरुस्थल निर्माण

IUC गहन अध्ययन एवं परीक्षा सारांश कैप्सूल — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल) — खंड 78

मुख्य परीक्षा दृष्टि: 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।

इस पृष्ठ के प्रमुख की-वर्ड्स: गर्म और अस्थिर • मरुस्थल निर्माण | **प्रमुख तिथियाँ/कालखंड:** 2013

विशेष अध्ययन मॉड्यूल 1: स्थलमंडल: पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी एवं भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ

भूकंपीय तरंगें, महाद्वीपीय विस्थापन, प्लेट सीमाओं के 3 प्रकार, ज्वालामुखी एवं अपरदन-निक्षेपण भू-आकृतियाँ

प्लेट विवर्तनिकी की 3 मुख्य सीमाएँ एवं निर्मित भू-आकृतियाँ

• 1. अपसारी सीमा (Divergent / रचनात्मक सीमा)	• 2. अभिसारी सीमा (Convergent / विनाशात्मक सीमा)

जब दो प्लेटें एक-दूसरे से दूर जाती हैं; मेंटल से मैग्मा ऊपर आकर नई भूपर्पटी (New Crust) का निर्माण करता है। उदाहरण: मध्य-अटलांटिक कटक (Mid-Atlantic Ridge) और पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश घाटी (Great Rift Valley)।

जब दो प्लेटें आपस में टकराती हैं और अधिक घनत्व वाली प्लेट क्षेपित (Subduct) होकर नष्ट होती है। (a) महासागरीय-महाद्वीपीय: एंडीज व रॉकी पर्वत; (b) महासागरीय-महासागरीय: मारियाना गर्त व जापान द्वीप चाप; (c) महाद्वीपीय-महाद्वीपीय: हिमालय पर्वत।

• 3. रूपांतरित सीमा (Transform / संरक्षी सीमा)

जब दो प्लेटें एक-दूसरे के समानांतर फिसलती हैं; न तो भूपर्पटी का निर्माण होता है और न ही विनाश, किंतु तीव्र छिछले भूकंप आते हैं। उदाहरण: सैन एंड्रियास भ्रंश (कैलिफोर्निया, USA)।

• 4. ज्वालामुखी एवं लावा के प्रकार (अम्लीय बनाम क्षारीय)

अम्लीय/फेल्सिक लावा: सिलिका अधिक (>65%), गाढ़ा व चिपचिपा, विस्फोटक उद्गार व शंकु निर्माण (स्ट्राम्बोली — भूमध्य सागर का प्रकाश स्तंभ)। क्षारीय/बेसाल्टिक लावा: सिलिका कम (<50%), पतला व तरल, शांत उद्गार व पठार/शील्ड निर्माण (दक्कन ट्रैप व हवाई का मौना लोआ)।

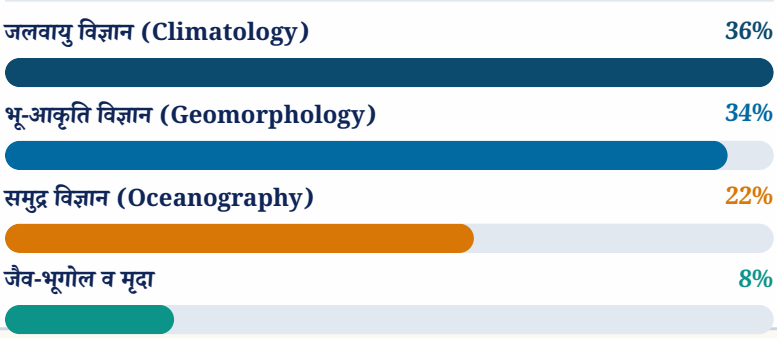
तुलनात्मक विश्लेषण एवं परीक्षा मास्टर सारणी

भू-आकृतिक कारक	प्रमुख अपरदनात्मक भू-आकृतियाँ (Erosional)	प्रमुख निक्षेपणात्मक भू-आकृतियाँ (Depositional)
प्रवाहित जल (नदी / Fluvial)	V-आकार घाटी, गॉर्ज, कैनियन, जलप्रपात, अवनमित कुंड (Plunge Pool), नदी वेदिकाएँ	जलोढ़ पंख (Alluvial Fan), प्राकृतिक तटबंध, गोखुर झील (Ox-bow Lake), डेल्टा
भूमिगत जल (कास्ट / Karst)	विलयन रंध्र (Swallow Hole), घोलरंध्र (Sinkhole), डोलाइन, युवाला, पोनोर, लैपीज, कंदरा	स्टैलेक्टाइट (छत से), स्टैलेग्माइट (तल से), कंदरा स्तंभ (Pillar), ड्रिपस्टोन, ट्रावरटाइन
हिमनद (Glacial)	सर्क (Cirque/Corrie), अरेत (Arete/तीक्ष्ण कटक), हॉर्न (गिरिशृंग), U-आकार घाटी, फियोर्ड	हिमोढ़ (Moraines), ड्रमलिन (उल्टी नाव/अंडे की टोकरी), एस्कर, केम, आउटवॉश मैदान
पवन (शुष्क/मरुस्थलीय / Aeolian)	वातगर्त (Deflation Hollow), छत्रक शैल (Mushroom Rock/गारा), यारडांग, ज्यूगेन, इंसेलबर्ग	बरखान (अर्धचंद्राकार टिब्बा), सीफ (अनुदैर्ध्य), लोएस (पवन द्वारा निक्षेपित महीन गाद मैदान)
सागरीय तरंगें (Coastal)	तटीय भृगु (Sea Cliff), तरंग घर्षित वेदी, समुद्री गुफा, मेहराब (Arch), स्टैक व स्टंप	पुलिन (Beach), रोधिका (Bar), स्पिट (Spit), टोम्बोलो (द्वीप को तट से जोड़ने वाली रोधिका), लैगून

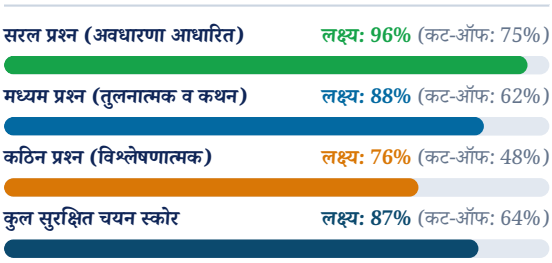
डेटा ग्राफ एवं प्रमुख अध्ययन बिंदु: स्थलमंडल: पृथ्वी की आंतरिक संरचना, प्लेट विवर्तनिकी एवं भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ

IUC Academy • उच्च-उपज तथ्य एवं स्मृति सूत्र

भौतिक भूगोल में तीनों प्रमुख शाखाओं का परीक्षा प्रश्न भार (%)



कठिनाई स्तर के अनुसार लक्ष्य सटीकता एवं कट-ऑफ (%)



उच्च-प्राथमिकता परीक्षा दृष्टि (High-Yield Exam Takeaways)

परीक्षा तथ्य #1: भूपर्पटी (Crust) में सर्वाधिक पाया जाने वाला तत्व 'ऑक्सीजन (46.6%)' और दूसरे स्थान पर 'सिलिकॉन (27.7%)' तथा तीसरी सर्वाधिक धातु 'एल्युमीनियम (8.1%)' है; जबकि संपूर्ण पृथ्वी (Whole Earth) में सर्वाधिक तत्व 'लोहा (Iron = 35%)' है।

परीक्षा तथ्य #2: अल्फ्रेड वेगनर ने 1912 में 'महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत' दिया (पैंजिया महामहाद्वीप व पैंथालासा महासागर), आर्थर होम्स ने 'संवहन धारा सिद्धांत (1928)' और हैरी हेस ने 'सागर नितल प्रसरण (Sea Floor Spreading, 1961)' का प्रतिपादन किया।

IUC स्पेशल स्मृति ट्रिक्स (Memory Mnemonics)

1. पृथ्वी की आंतरिक परतों की 5 असंबद्धताएँ (Discontinuities): ट्रिक: 'कोनराड ने मोहो से रेपेटी और गुटेनबर्ग को लेहमैन से मिलाया (C-M-R-G-L)' — 1. कोनराड (ऊपरी व निचली क्रस्ट), 2. मोहोरोविसिक/मोहो (क्रस्ट व मेंटल), 3. रेपेटी (ऊपरी व निचला मेंटल), 4. गुटेनबर्ग (मेंटल व कोर — 2900 किमी), 5. लेहमैन (बाह्य तरल कोर व आंतरिक ठोस कोर — 5150 किमी)।

2. भूकंपीय तरंगें (P, S, L तरंगें) एवं छाया क्षेत्र: ट्रिक: 'P तरंग = प्राथमिक/अनुदैर्ध्य (ध्वनि तरंग जैसी, सर्वाधिक गति, ठोस-द्रव-गैस तीनों में चलती है); S तरंग = द्वितीयक/अनुप्रस्थ (प्रकाश तरंग जैसी, केवल ठोस में चलती है — तरल बाह्य कोर में विलुप्त); L तरंग = धरातलीय (सबसे कम गति किंतु सर्वाधिक विनाशकारी)'। S-तरंग का छाया क्षेत्र (103° से 103°) P-तरंग (103° से 142°) से बड़ा होता है।

विशेष अध्ययन मॉड्यूल 2: वायुमंडल एवं जलमंडल: वैश्विक पवन तंत्र, चक्रवात, महासागरीय धाराएँ एवं अल-नीनो

वायुदाब पेटियाँ, हेडली-फेरल-ध्रुवीय कोष्ठ, जेट स्ट्रीम, वाताग्र, महासागरीय नितल उच्चावच एवं ENSO

त्रिकोषीय वायुमंडलीय परिसंचरण (Tricellular Model) एवं महासागरीय धारा तंत्र

• 1. वायुदाब की 7 पेटियाँ एवं त्रिकोषीय मॉडल

विषुवतीय निम्न दाब पेटी (0°-5° — डोलड्रम / शांत पेटी, केवल तापजन्य) → उपोष्ण उच्च दाब पेटी (30°-35° — अश्व अक्षांश / Horse Latitudes, गतिजन्य) → उपध्रुवीय निम्न दाब (60°-65° — गतिजन्य) → ध्रुवीय उच्च दाब (90° — तापजन्य)। 3 कोष्ठ: हेडली (0°-30°), फेरल (30°-60°), ध्रुवीय (60°-90°)।

• 2. कोरिओलिस बल एवं फेरल का नियम

पृथ्वी के घूर्णन के कारण पवनें उत्तरी गोलार्ध में अपनी दिशा के 'दाईं ओर (Right)' और दक्षिणी गोलार्ध में 'बाईं ओर (Left)' मुड़ जाती हैं। कोरिओलिस बल विषुवत रेखा पर शून्य (0) और ध्रुवों पर अधिकतम होता है तथा पवन के वेग के समानुपाती होता है।

• 3. तापमान व्युत्क्रमण (Temperature Inversion)

सामान्यत: ऊँचाई के साथ तापमान घटता है, किंतु जब नीचे ठंडी वायु और ऊपर गर्म वायु हो तो इसे तापमान व्युत्क्रमण कहते हैं। आदर्श शर्तें: लंबी जाड़े की रात, मेघ-रहित स्वच्छ आकाश, शांत व शुष्क वायु और हिमाच्छादित धरातल (घाटी व्युत्क्रमण से पाला/कोहरा पड़ता है)।

• 4. अल-नीनो (El-Nino) बनाम ला-नीना (La-Nina)

अल-नीनो: पूर्वी प्रशांत (पेरू तट) पर ठंडी हम्बोल्ट धारा का स्थान गर्म जल द्वारा लेना → पेरू में भारी वर्षा, मछलियों की मृत्यु तथा भारत व ऑस्ट्रेलिया में सूखा/कमजोर मानसून। ला-नीना: पेरू तट पर असामान्य ठंडा जल → भारतीय मानसून प्रबल व अच्छी वर्षा।

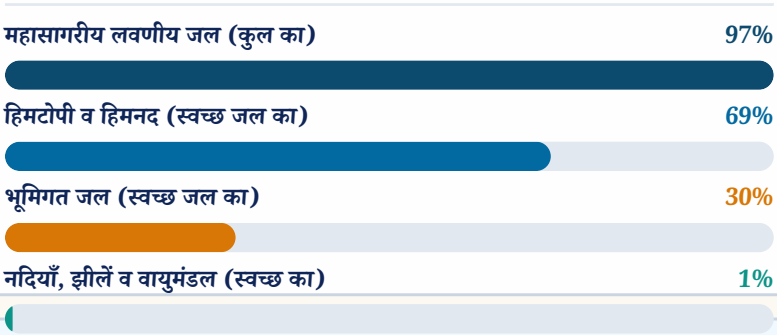
तुलनात्मक विश्लेषण एवं परीक्षा मास्टर सारणी

महासागरीय धारा का नाम	महासागर एवं अवस्थिति	प्रकृति (गर्म / ठंडी)	प्रमुख भौगोलिक एवं जलवायविक प्रभाव
गल्फ स्ट्रीम एवं उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट	उत्तरी अटलांटिक महासागर	गर्म जलधारा (Warm)	पश्चिमी यूरोप के बंदरगाहों को सर्दियों में भी जमने से बचाती है ('यूरोप का गर्म कंबल')
लैब्राडोर धारा	उत्तरी अटलांटिक (कनाडा के पूर्व)	ठंडी जलधारा (Cold)	न्यूफाउंडलैंड के पास गल्फ स्ट्रीम से मिलकर घना कोहरा और विश्वप्रसिद्ध 'ग्रैंड बैंक' मत्स्यन क्षेत्र बनाती है
कनारी एवं बेंगुएला धारा	उत्तरी व दक्षिणी अटलांटिक (अफ्रीका के पश्चिमी तट)	ठंडी जलधारा (Cold)	कनारी धारा 'सहारा मरुस्थल' और बेंगुएला धारा 'कालाहारी व नामीब मरुस्थल' के निर्माण में सहायक
हम्बोल्ट (पेरू) धारा	दक्षिणी-पूर्वी प्रशांत महासागर	ठंडी जलधारा (Cold)	विश्व के सबसे शुष्क मरुस्थल 'अटाकामा' का निर्माण करती है; पोषक तत्वों के उद्वेलन से समृद्ध मत्स्यन
कुरोशियो एवं ओयाशियो धारा	उत्तरी-पश्चिमी प्रशांत (जापान तट)	कुरोशियो (गर्म) / ओयाशियो (ठंडी)	दोनों के संगम से जापान के तट पर 'डोगर बैंक' जैसा समृद्ध मत्स्यन क्षेत्र विकसित होता है
अगुलहास एवं मोजाम्बिक धारा	दक्षिण-पश्चिमी हिंद महासागर	गर्म जलधारा (Warm)	अफ्रीका के पूर्वी तट के साथ दक्षिण की ओर प्रवाहित होने वाली स्थायी गर्म धारा

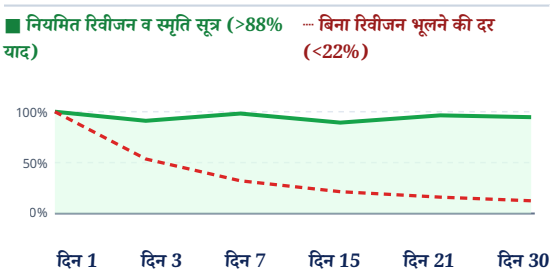
डेटा ग्राफ एवं प्रमुख अध्ययन बिंदु: वायुमंडल एवं जलमंडल: वैश्विक पवन तंत्र, चक्रवात, महासागरीय धाराएँ एवं अल-नीनो

IUC Academy • उच्च-उपज तथ्य एवं स्मृति सूत्र

पृथ्वी पर उपलब्ध कुल जल एवं स्वच्छ जल (Freshwater = 2.5%) का वितरण (%)



नियमित रिवीजन (1-3-7-21 दिन नियम) एवं स्मृति धारण ग्राफ



उच्च-प्राथमिकता परीक्षा दृष्टि (High-Yield Exam Takeaways)

परीक्षा तथ्य #1: पृथ्वी पर उपलब्ध कुल स्वच्छ जल (Freshwater) का लगभग 68.7% भाग हिमनदों एवं ध्रुवीय हिमटोपियों में, 30.1% भाग भूमिगत जल (Groundwater) के रूप में, और मात्र 0.3% से 1% भाग सतही झीलों, नदियों एवं वायुमंडल में है (UPSC Prelims बार-बार पूछा गया प्रश्न)!

परीक्षा तथ्य #2: उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के क्षेत्रीय नाम: हरिकेन (कैरेबियन सागर/अटलांटिक), टाइफून (दक्षिण चीन सागर/प्रशांत), विली-विली (ऑस्ट्रेलिया), टॉरनेडो (USA/मिसिसिपी बेसिन) और चक्रवात (हिंद महासागर)।

IUC स्पेशल स्मृति ट्रिक्स (Memory Mnemonics)

1. वायुमंडल की 5 परतें (नीचे से ऊपर क्रम): ट्रिक: 'क्षोभ → समताप (ओजोन) → मध्य → ताप/आयन → बहिर्मंडल' — क्षोभमंडल (सभी मौसम घटनाएँ, ऊँचाई बढ़ने पर 6.5°C/किमी तापमान घटता है); समताप मंडल (जेट विमान उड़ान व ओजोन परत 15-35 किमी, तापमान बढ़ता है); मध्यमंडल (सबसे ठंडी परत -90°C, उल्कापिंड जलते हैं); आयनमंडल (रेडियो तरंग परावर्तन)।

2. अटलांटिक महासागर की ठंडी बनाम गर्म जलधाराएँ: ट्रिक: 'ठंडी धाराएँ = हम्बोल्ट/पेरू, लैब्राडोर, बेंगुएला, कनारी, फॉकलैंड, ओयाशियो, पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा (महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर उष्णकटिबंधीय मरुस्थल बनाती हैं)'; 'गर्म धाराएँ = गल्फ स्ट्रीम (यूरोप का कंबल), उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट, ब्राजील, अगुलहास, कुरोशियो, अंटिलीज'।

विशेष अध्ययन मॉड्यूल 3: वायुमंडलीय परिसंचरण, चक्रवात, महासागरीय जलधाराएँ एवं भारतीय मानसून तंत्र

उष्णकटिबंधीय बनाम शीतोष्ण चक्रवात, अल-नीनो/ला-नीना (ENSO), हिंद महासागर द्विध्रुव (IOD) एवं जेट स्ट्रीम

वैश्विक जलवायु एवं महासागरीय गतिकी के 4 मुख्य नियंत्रक

• 1. वायुमंडलीय परतें एवं विशेषताएँ

क्षोभमंडल (सभी मौसम घटनाएँ, ऊँचाई के साथ तापमान ह्रास 6.5°C/km), समतापमंडल (ओजोन परत, जेट विमान), मध्यमंडल (सबसे ठंडी परत), आयनमंडल (रेडियो तरंग परावर्तन), बहिर्मंडल।

• 2. उष्णकटिबंधीय बनाम शीतोष्ण चक्रवात

उष्णकटिबंधीय (केवल गर्म महासागर >27°C, शांत 'आँख', कोरिओलिस बल आवश्यक — विषुवत रेखा पर नहीं); शीतोष्ण (वाताग्र/Frontogenesis से उत्पत्ति, जल व थल दोनों पर)।

• 3. अल-नीनो, ला-नीना एवं IOD

अल-नीनो (पूर्वी प्रशांत महासागर का गर्म होना -> भारतीय मानसून कमजोर); ला-नीना (ठंडा होना -> प्रबल मानसून); धनात्मक IOD (अरब सागर गर्म -> भारत में अच्छी वर्षा)।

• 4. महासागरीय लवणता एवं ज्वार-भाटा

उच्चतम लवणता उपोष्णकटिबंधीय उच्च दाब पेटियों (20°–30° अक्षांश) में; वान झील (तुर्की) व मृत सागर सर्वाधिक लवणीय; सूर्य-चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण व अपकेंद्रीय बल से ज्वार-भाटा।

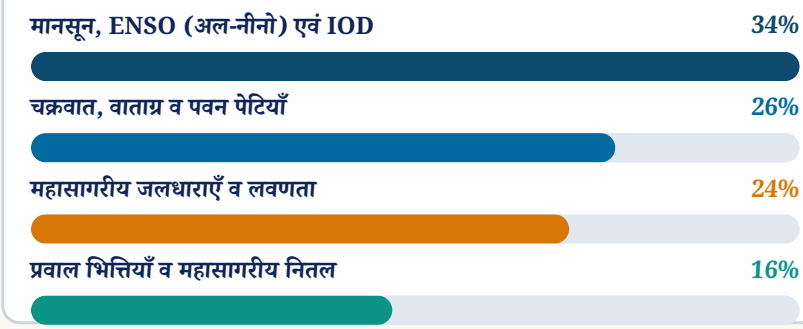
तुलनात्मक विश्लेषण एवं परीक्षा मास्टर सारणी

महासागरीय जलधारा	महासागर	प्रकृति (गर्म / ठंडी)	भौगोलिक प्रभाव एवं विशेष तथ्य
गल्फ स्ट्रीम एवं उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट	उत्तरी अटलांटिक महासागर	गर्म जलधारा	पश्चिमी यूरोप के बंदरगाहों को शीतकाल में भी बर्फ-मुक्त रखती है ('यूरोप का गर्म कंबल')
लेब्राडोर जलधारा	उत्तरी अटलांटिक महासागर	ठंडी जलधारा	न्यूफाउंडलैंड के पास गल्फ स्ट्रीम से मिलकर विश्व का प्रमुख मत्स्यन क्षेत्र ('ग्रैंड बैंक') बनाती है
हम्बोल्ट (पेरू) जलधारा	दक्षिण-पूर्वी प्रशांत महासागर	ठंडी जलधारा	अटाकामा मरुस्थल के निर्माण में सहायक; अल-नीनो वर्ष में इसका स्थान गर्म जल ले लेता है
कैनरी एवं बेंगुएला जलधारा	अटलांटिक महासागर	ठंडी जलधारा	क्रमशः सहारा (उत्तरी अफ्रीका) और नामीब/कालाहारी मरुस्थल (दक्षिणी अफ्रीका) के पश्चिमी तट पर शुष्कता बढ़ाती हैं
अगुलहास जलधारा	दक्षिण-पश्चिमी हिंद महासागर	गर्म जलधारा	मोजाम्बिक और मेडागास्कर धारा के मिलने से दक्षिण अफ्रीका के पूर्वी तट पर प्रवाहित होती है

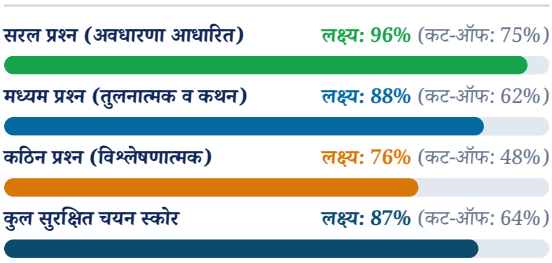
डेटा ग्राफ एवं प्रमुख अध्ययन बिंदु: वायुमंडलीय परिसंचरण, चक्रवात, महासागरीय जलधाराएँ एवं भारतीय मानसून तंत्र

IUC Academy • उच्च-उपज तथ्य एवं स्मृति सूत्र

जलवायु विज्ञान एवं समुद्र विज्ञान से प्रश्नों का वितरण (%)



कठिनाई स्तर के अनुसार लक्ष्य सटीकता एवं कट-ऑफ (%)



उच्च-प्राथमिकता परीक्षा दृष्टि (High-Yield Exam Takeaways)

परीक्षा तथ्य #1: ठंडी और गर्म महासागरीय जलधाराओं के मिलन स्थल (जैसे न्यूफाउंडलैंड के पास गल्फ स्ट्रीम + लेब्राडोर और जापान के पास कुरोशियो + ओयाशियो) प्लवक (Plankton) की प्रचुरता के कारण विश्व के सर्वोत्तम मत्स्यन क्षेत्र होते हैं।

IUC स्पेशल स्मृति ट्रिक्स (Memory Mnemonics)

1. प्रमुख स्थानीय पवनें (गर्म बनाम ठंडी): ट्रिक: 'गर्म पवनें = चिनूक (रॉकी पर्वत — हिमभक्षी/Snow Eater), फॉन (आल्प्स), सिरोको (सहारा से इटली — रक्त वर्षा/Blood Rain), हरमट्टन (गिनी तट — डॉक्टर पवन), लू (भारत), सिमूम (अरब), ब्रिकफील्डर (ऑस्ट्रेलिया)'; 'ठंडी पवनें = मिस्ट्रल (फ्रांस/स्पेन), बोरा (एड्रियाटिक तट), पम्पेरो (अर्जेंटीना), बुरान (साइबेरिया), ब्लिजार्ड (कनाडा/USA)'।

2. उष्णकटिबंधीय बनाम शीतोष्ण चक्रवात: ट्रिक: 'उष्णकटिबंधीय = केवल गर्म समुद्र (>27°C) पर उत्पन्न, केंद्र में शांत आँख (Eye), कोई वाताग्र (Front) नहीं, पूर्व से पश्चिम गति, कोरिओलिस बल आवश्यक (विषुवत रेखा 0°-5° पर नहीं बनते)'; 'शीतोष्ण = वाताग्र जनन (Frontogenesis), जल व थल दोनों पर, पश्चिम से पूर्व (पछुआ पवनों के साथ) गति'।

IUC Academy विस्तृत विश्लेषणात्मक अध्ययन एवं अभ्यास खंड — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल)

गहन परीक्षा-उन्मुख विश्लेषण • तुलनात्मक सारणियाँ • महत्वपूर्ण सूत्र • व्याख्या सहित हल प्रश्न

प्रामाणिक आधिकारिक संदर्भ स्रोत (Official Reference Portals): एनसीईआरटी भौतिक भूगोल के मूल सिद्धांत • संयुक्त राज्य भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण (USGS) — पृथ्वी की आंतरिक संरचना • भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (IMD)

प्रस्तुत अध्ययन सामग्री संघ लोक सेवा आयोग एवं राज्य लोक सेवा आयोगों की प्रारंभिक तथा मुख्य परीक्षाओं के पाठ्यक्रम के अनुरूप 100% शुद्ध देवनागरी हिंदी एवं मौलिक, कॉपीराइट-मुक्त शैक्षणिक शैली में तैयार की गई है। इसके समस्त तथ्य व आँकड़े राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद — पृथ्वी की उत्पत्ति, संयुक्त राज्य भूवैज्ञानिक सर्वेक्षण — पृथ्वी की आंतरिक संरचना तथा राष्ट्रीय महासागरीय और वायुमंडलीय प्रशासन — महासागरीय परिसंचरण के प्रामाणिक मानकों पर आधारित हैं।

मॉड्यूल 1: पृथ्वी की उत्पत्ति, आंतरिक संरचना एवं चट्टान तंत्र

1.1 विस्तृत सैद्धांतिक व्याख्या

1. पृथ्वी की उत्पत्ति की प्रमुख परिकल्पनाएँ एवं आधुनिक सिद्धांत:

एनसीईआरटी — पृथ्वी की उत्पत्ति एवं विकास के अनुसार पृथ्वी तथा सौरमंडल की उत्पत्ति से संबंधित सिद्धांतों को दो मुख्य श्रेणियों में विभाजित किया जाता है —अद्वैतवादी (एक-तारा या पैतृक) परिकल्पनाएँ तथा द्वैतवादी (दो-तारा) परिकल्पनाएँ:

- **कांट की वायव्य राशि परिकल्पना (1755 ईस्वी):** जर्मन दार्शनिक इमैनुएल कांट ने न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियमों के आधार पर प्रतिपादित किया कि आद्य पदार्थ के कठोर व शीतल कणों के परस्पर टकराने से ताप व घूर्णन गति उत्पन्न हुई, जिससे आद्य निहारिका बनी और अपकेंद्रीय बल के प्रभाव से वलय पृथक होकर ग्रहों में घनीभूत हुए।
- **लाप्लास की निहारिका परिकल्पना (1796 ईस्वी):** गणितज्ञ पियरे साइमन लाप्लास ने कांट की परिकल्पना में संशोधन करते हुए माना कि आदिम निहारिका प्रारंभ से ही तप्त और घूर्णनशील थी। शीतलन के कारण आयतन में संकुचन हुआ, घूर्णन वेग बढ़ा और विषुवतीय उभार से एक मुख्य वलय बाहर निकला जो बाद में नौ वलयों में विभक्त होकर ग्रहों के रूप में संगठित हुआ।
- **द्वैतवादी परिकल्पनाएँ:** 1900 ईस्वी में चैम्बरलिन और मोल्टन ने **'ग्रहाणु परिकल्पना'** दी, जिसके अनुसार सूर्य के पास से एक अन्य भ्रमणशील तारे के गुजरने से सौर सतह से असंख्य छोटे कण (ग्रहाणु) पृथक हुए और उनके संलयन से ग्रह बने। 1919 ईस्वी में जेम्स जीन्स और 1929 ईस्वी में हैरोल्ड जेफ्रीज ने **'ज्वारीय परिकल्पना'** प्रस्तुत की, जिसके अनुसार साथी तारे के गुरुत्वाकर्षण से सूर्य से सिगार के आकार का एक विशाल ज्वारीय तंतु (फिलामेंट) निकला जो मध्य में मोटा और किनारों पर पतला था (इसी कारण बृहस्पति और शनि जैसे बड़े ग्रह मध्य में तथा बुध व प्लूटो जैसे छोटे ग्रह सिरों पर बने)। 1943 ईस्वी में रूसी वैज्ञानिक ऑटो श्मिड ने **'अंतरतारकीय धूल परिकल्पना'** प्रस्तुत की।
- **विस्तारित ब्रह्मांड एवं महाविस्फोट (बिग बैंग) सिद्धांत:** आधुनिक काल में सर्वाधिक मान्य सिद्धांत जॉर्ज लेमैत्रे (1920) एवं एडविन हबल (1929) द्वारा प्रतिपादित महाविस्फोट सिद्धांत है। इसके अनुसार आज से लगभग 13.7 अरब वर्ष पूर्व एक अत्यंत सूक्ष्म, अनंत घनत्व व अनंत तापमान वाले एकाकी परमाणु में भीषण विस्फोट हुआ। विस्फोट के 3 लाख वर्षों के भीतर तापमान 4,500 केल्विन तक गिरने पर परमाणवीय पदार्थ बना, निहारिकाओं में हाइड्रोजन व हीलियम के बादलों के संचयन से 5 से 6 अरब वर्ष पूर्व तारों का निर्माण हुआ और लगभग 4.5 से 4.6 अरब वर्ष पूर्व ग्रहाणुओं के अभिवृद्धि प्रक्रम से पृथ्वी की उत्पत्ति हुई।

2. पृथ्वी की आंतरिक संरचना एवं भूकंपीय असंबद्धताएँ:

एनसीईआरटी — पृथ्वी की आंतरिक संरचना तथा यूएसजीएस — भू-आंतरिक संरचना के अनुसार पृथ्वी की औसत त्रिज्या 6,371 किलोमीटर है। भू-गर्भ की जानकारी के स्रोतों को दो वर्गों में रखा जाता है—**प्रत्यक्ष स्रोत** (दक्षिण अफ्रीका की 3-4 किमी गहरी स्वर्ण खदानें, आर्कटिक महासागर के कोला प्रायद्वीप में 12 किमी गहरा प्रवेधन तथा ज्वालामुखी उद्गार से निकला मैग्मा) और **अप्रत्यक्ष स्रोत** (गहराई के साथ प्रति 32 मीटर पर 1° सेल्सियस तापमान वृद्धि, दाब व घनत्व में वृद्धि—पृथ्वी का औसत घनत्व 5.5 ग्राम/घन सेमी जबकि ऊपरी पर्पटी का 2.7 ग्राम/घन सेमी और क्रोड का 13.6 ग्राम/घन सेमी है—उल्कापिंड, गुरुत्वाकर्षण विसंगति, भू-चुंबकत्व तथा भूकंपीय तरंगों का छाया क्षेत्र)।

रासायनिक संघटन के आधार पर ऑस्ट्रियाई भूवैज्ञानिक एडवर्ड स्वेस ने पृथ्वी को तीन परतों में बाँटा था: **सियाल** (सिलिका + एल्युमिनियम, अम्लीय प्रकृति, घनत्व 2.7 से 2.9), **सीमा** (सिलिका + मैग्नीशियम, क्षारीय प्रकृति, घनत्व 2.9 से 4.7) और **निफे** (निकल + फेरियम अर्थात् लोहा, घनत्व 11 से 13)। आधुनिक भूकंपीय तरंग वेग के आधार पर पृथ्वी को तीन मुख्य मंडलों में विभाजित किया जाता है:

• **भूपर्पटी (क्रस्ट):** यह पृथ्वी की सबसे बाहरी, ठोस एवं भंगुर परत है। महाद्वीपों के नीचे इसकी औसत मोटाई 30 किमी (हिमालय जैसे वलित पर्वतों के नीचे 70 किमी तक) और महासागरों के नीचे मात्र 5 से 10 किमी होती है। ऊपरी महाद्वीपीय भूपर्पटी ग्रेनाइट चट्टानों से तथा महासागरीय भूपर्पटी बेसाल्ट चट्टानों से निर्मित है। पृथ्वी के कुल आयतन में इसका योगदान मात्र 1.0% और कुल द्रव्यमान में 0.5% है।

• **प्रावार (मैंटल):** मोहो असंबद्धता से लेकर 2,900 किमी की गहराई तक विस्तृत यह मंडल पृथ्वी के कुल आयतन का **84.0%** और कुल द्रव्यमान का **67.5%** समाहित करता है। भूपर्पटी तथा ऊपरी प्रावार का ठोस भाग मिलकर 10 से 200 किमी मोटा **'स्थलमंडल'** बनाता है। इसके ठीक नीचे 100 से 200 किमी (कहीं-कहीं 400 किमी तक) की गहराई में अर्ध-गलित व प्लास्टिक अवस्था वाला **'दुर्बलतामंडल'** स्थित है, जहाँ भूकंपीय तरंगों की गति कम हो जाती है (इसे 'न्यून वेग मंडल' भी कहते हैं) और ज्वालामुखी उद्गार के लिए मैग्मा यहीं से प्राप्त होता है। 700 से 2,900 किमी तक का भाग 'निचला प्रावार' कहलाता है जो ठोस अवस्था में है।

• **क्रोड (कोर):** 2,900 किमी से 6,371 किमी (केंद्र) तक विस्तृत यह भाग पृथ्वी के कुल आयतन का **15.0%** और कुल द्रव्यमान का **32.0%** है। यह निकल और लोहे (निफे) से बना है। **बाह्य क्रोड** (2,900 से 5,150 किमी) तरल अवस्था में है क्योंकि द्वितीयक (एस) भूकंपीय तरंगें इसमें प्रवेश नहीं कर पातीं; बाह्य क्रोड में तरल धात्विक लोहे के कोरिओलिस-जनित संवहन से ही पृथ्वी का भू-चुंबकीय क्षेत्र (भू-डायनेमो) उत्पन्न होता है। **आंतरिक क्रोड** (5,150 से 6,371 किमी) अत्यधिक दाब के कारण ठोस अवस्था में है।

पृथ्वी की 5 प्रमुख भूकंपीय असंबद्धताएँ (ऊपर से नीचे के क्रम में):

• **कॉनराड असंबद्धता:** ऊपरी भूपर्पटी (ग्रेनाइटिक/सियाल) एवं निचली भूपर्पटी (बेसाल्टिक/सीमा) के मध्य।

• **मोहोरोविसिक (मोहो) असंबद्धता:** निचली भूपर्पटी एवं ऊपरी प्रावार के मध्य (1909 ईस्वी में क्रोएशियाई वैज्ञानिक एंड्रिया मोहोरोविसिक द्वारा खोजा गया)।

• **रेपेटी असंबद्धता:** ऊपरी प्रावार एवं निचले प्रावार (लगभग 700 किमी की गहराई) के मध्य।

• **गुटेनबर्ग-विचर्ट असंबद्धता:** निचले प्रावार एवं बाह्य क्रोड (2,900 किमी की गहराई) के मध्य।

• **लेहमैन असंबद्धता:** बाह्य तरल क्रोड एवं आंतरिक ठोस क्रोड (5,150 किमी की गहराई) के मध्य।

3. चट्टानों के प्रकार एवं शैल चक्र:

भूपर्पटी की रचना करने वाले एक या अधिक खनिजों के प्राकृतिक समुच्चय को 'चट्टान' या 'शैल' कहते हैं। भूपर्पटी में फेलस्पार और क्वार्ट्ज़ सबसे सामान्य खनिज हैं। निर्माण प्रक्रिया के आधार पर चट्टानें तीन प्रकार की होती हैं:

• **आग्नेय चट्टानें (प्राथमिक शैलें):** तप्त व तरल मैग्मा या लावा के शीतलन व घनीभवन से निर्मित होने के कारण इन्हें प्राथमिक शैल कहते हैं। ये रवेदार (क्रिस्टलीय), परतहीन, कठोर, अप्रवेश्य एवं जीवाश्म-रहित होती हैं। स्थिति के आधार पर ये **अंतर्भेदी** (पातालीय—जैसे ग्रेनाइट व गैब्रो, जिनमें धीमे शीतलन से बड़े रवे बनते हैं; तथा मध्यवर्ती—डोलोराइट) और **बहिर्भेदी** (ज्वालामुखी लावा के तीव्र शीतलन से बने सूक्ष्म रवे या काँचाभ—जैसे बेसाल्ट, रायोलाइट व ऑब्सीडियन) होती हैं। सिलिका की मात्रा के अनुसार 65%-85% सिलिका युक्त शैलें 'अम्लीय' (हल्के रंग की, कम घनत्व—ग्रेनाइट) तथा 45%-55% सिलिका युक्त शैलें 'पैठिक या क्षारीय' (गहरे रंग की, लोहा-मैग्नीशियम प्रधान—बेसाल्ट, जिससे काली कपास मृदा बनती है) कहलाती हैं।

• **अवसादी चट्टानें (द्वितीयक या परतदार शैलें):** आग्नेय व कायांतरित चट्टानों के अपक्षय और अपरदन से प्राप्त अवसादों के जल या पवन द्वारा परत-दर-परत निक्षेपण तथा 'सिलीभवन' (संघनन व संयोजन) से निर्मित शैलें। इनमें स्पष्ट स्तरण (परतें), संधि, लहरदार चिह्न तथा जीव-जंतुओं व वनस्पतियों के **जीवाश्म** पाए जाते हैं। विश्व का संपूर्ण कोयला, खनिज तेल (पेट्रोलियम) और प्राकृतिक गैस अवसादी चट्टानों में ही संचित है। निर्माण विधि के अनुसार ये **यांत्रिक** (बलुआ पत्थर, कांग्लोमरेट, शेल, लोएस), **कार्बनिक/जैविक** (चूना पत्थर, खड़िया/चॉक, कोयला, पीट) और **रासायनिक** (जिप्सम, सेंधा नमक, पोटाश, चर्ट, डोलोमाइट) होती हैं। भूपर्पटी के धरातलीय विस्तार के 75% भाग पर अवसादी शैलें हैं, किंतु भूपर्पटी के कुल आयतन में इनका हिस्सा मात्र 5% है।

• **कायांतरित (रूपांतरित) चट्टानें:** अत्यधिक ताप (तापीय/संपर्क कायांतरण), अत्यधिक दाब (गतिक/क्षेत्रीय कायांतरण) अथवा दोनों के संयुक्त प्रभाव से जब आग्नेय या अवसादी चट्टानों के रूप, रंग, कठोरता और खनिज विन्यास में पूर्ण परिवर्तन (पुनर्क्रिस्टलीकरण, पत्रण व रेखांकन) हो जाता है, तो कायांतरित शैलें बनती हैं। प्रमुख रूपांतरण इस प्रकार हैं:

• **आग्नेय से कायांतरित:** ग्रेनाइट नीस; बेसाल्ट एम्फीबोलाइट / शिस्ट; गैब्रो सर्पेंटाइन।

• **अवसादी से कायांतरित:** बलुआ पत्थर क्वार्टजाइट; चूना पत्थर व डोलोमाइट संगमरमर; शेल व मृतिका स्लेट; कोयला ग्रेफाइट व हीरा; कांग्लोमरेट नीस।

• **कायांतरित का पुनः कायांतरण:** स्लेट फाइलाइट शिस्ट।

1.2 4-नोड आरेख: शैल चक्र एवं भू-आंतरिक गतिकी प्रवाह

चरण 1 **मैग्मा शीतलन एवं आग्नेय शैल निर्माण:** — दुर्बलतामंडल (100-200 किमी) से तप्त मैग्मा का आरोहण एवं घनीभवन प्राथमिक रवेदार आग्नेय चट्टानों (ग्रेनाइट व बेसाल्ट) की उत्पत्ति

⬇

चरण 2 **बहिर्जात अनाच्छादन एवं अवसादी शैल:** — भौतिक-रासायनिक अपक्षय, अपरदन, परिवहन व परतदार निक्षेपण सिलीभवन द्वारा जीवाश्मयुक्त अवसादी शैलों (बलुआ पत्थर, चूना पत्थर, शेल) की रचना

⬇

चरण 3 **ताप-दाब एवं कायांतरित शैल रूपांतरण:** — भू-गर्भिक संपीडन व उच्च ताप से पुनर्क्रिस्टलीकरण एवं पत्रण कठोर कायांतरित शैलों (संगमरमर, क्वार्टजाइट, नीस, स्लेट) में परिवर्तन

⬇

चरण 4 **अभिसारी क्षेपण एवं पुनः मैग्मा जनन:** — विनाशात्मक प्लेट किनारों (बेनीऑफ मंडल) में चट्टानों का गहराई में प्रविष्टन उच्च ताप से पुनः गलन व मैग्मा निर्माण (शैल चक्र पूर्ण)

1.3 तुलनात्मक सारणी: पृथ्वी की आंतरिक परतें एवं चट्टान वर्ग

तुलना का आधार	भूपर्पटी (क्रस्ट) / आग्नेय शैल	प्रावार (मैंटल) / अवसादी शैल	क्रोड (कोर) / कायांतरित शैल	प्रामाणिक स्रोत
गहराई एवं विस्तार	0 से 30-70 किमी (महाद्वीपीय) तथा 5-10 किमी (महासागरीय)	मोहो असंबद्धता से 2,900 किमी तक (ऊपरी व निचला प्रावार)	2,900 किमी से 6,371 किमी तक (बाह्य तरल व आंतरिक ठोस क्रोड)	एनसीईआरटी भू-आंतरिक
रासायनिक संघटन एवं घनत्व	सियाल (ग्रेनाइटिक) व सीमा (बेसाल्टिक); घनत्व 2.7 से 3.0 ग्राम/घन सेमी	लोहा-मैग्नीशियम सिलिकेट (पेरिडोटाइट); घनत्व 3.4 से 5.5 ग्राम/घन सेमी	निफे (निकल एवं लोहा); घनत्व 5.5 से 13.6 ग्राम/घन सेमी	यूएसजीएस इंटीरियर
आयतन एवं द्रव्यमान योगदान	कुल आयतन का 1.0% तथा कुल द्रव्यमान का 0.5%	कुल आयतन का 84.0% तथा कुल द्रव्यमान का 67.5%	कुल आयतन का 15.0% तथा कुल द्रव्यमान का 32.0%	एनसीईआरटी भू-आंतरिक
भूकंपीय असंबद्धता सीमा	कॉनराड (आंतरिक) एवं मोहो (निचली सीमा)	रेपेटी (700 किमी) एवं गुटेनबर्ग (2,900 किमी निचली सीमा)	लेहमैन असंबद्धता (5,150 किमी पर बाह्य व आंतरिक क्रोड के मध्य)	यूएसजीएस इंटीरियर
शैल वर्ग की संरचनात्मक विशेषता	**आग्नेय शैल:** रवेदार, परतहीन, कठोर, जीवाश्म-रहित व धात्विक खनिज प्रधान (ग्रेनाइट, बेसाल्ट, गैब्रो)	**अवसादी शैल:** स्तरित, सरंध्र, जीवाश्म तथा कोयला व पेट्रोलियम युक्त (बलुआ पत्थर, चूना पत्थर, शेल)	**कायांतरित शैल:** अत्यधिक कठोर, पत्रण व पट्टित संरचना युक्त (संगमरमर, क्वार्टजाइट, नीस, स्लेट)	एनसीईआरटी शैल तंत्र

प्रमुख घटकों का तुलनात्मक अनुपात (%) विश्लेषण

- **भूपर्पटी के प्रमुख तत्वों का भार प्रतिशत (कुल 98.5%):** ऑक्सीजन = **46.6%**, सिलिकॉन = **27.7%**, एल्युमिनियम = **8.1%**, लोहा = **5.0%**, कैल्शियम = **3.6%**, सोडियम = **2.8%**, पोटैशियम = **2.6%**, मैग्नीशियम = **2.1%**, अन्य तत्व = **1.5%**।
- **संपूर्ण पृथ्वी के प्रमुख तत्वों का भार प्रतिशत:** लोहा = **35.0%**, ऑक्सीजन = **30.0%**, सिलिकॉन = **15.0%**, मैग्नीशियम = **13.0%**, निकल = **2.4%**, गंधक = **1.9%**, कैल्शियम = **1.1%**, एल्युमिनियम = **1.1%**, अन्य = **0.5%**।
- **पृथ्वी की परतों का आयतन बनाम द्रव्यमान प्रतिशत:** भूपर्पटी (आयतन **1.0%**, द्रव्यमान **0.5%**), प्रावार (आयतन **84.0%**, द्रव्यमान **67.5%**), क्रोड (आयतन **15.0%**, द्रव्यमान **32.0%**)।
- **भूपर्पटी में शैलों का विस्तार बनाम आयतन प्रतिशत:** धरातलीय क्षेत्रफल में अवसादी शैलें = **75.0%** तथा आग्नेय व कायांतरित शैलें = **25.0%**; जबकि भूपर्पटी के कुल आयतन में आग्नेय व कायांतरित शैलें = **95.0%** तथा अवसादी शैलें = **5.0%**।

मॉड्यूल 2: महाद्वीपीय विस्थापन, प्लेट विवर्तनिकी, भूकंप एवं ज्वालामुखी

2.1 विस्तृत सैद्धांतिक व्याख्या

1. महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत एवं सागर नितल प्रसरण:

एनसीईआरटी — महासागरों और महाद्वीपों का वितरण के अनुसार 1912 ईस्वी में जर्मन मौसमविद् अल्फ्रेड वेगनर ने महाद्वीपों एवं महासागरों के वितरण की व्याख्या हेतु 'महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत' प्रस्तुत किया:

• **पैंजिया एवं पैंथालासा:** वेगनर के अनुसार कार्बोनिफेरस युग में पृथ्वी के सभी स्थलखंड एक ही विशाल महाद्वीप **'पैंजिया'** के रूप में जुड़े थे, जिसके चारों ओर विशाल महासागर **'पैंथालासा'** विस्तृत था। लगभग 20 करोड़ वर्ष पूर्व (मेसोजोइक महाकल्प के ट्रियासिक युग में) पैंजिया का विभाजन दो भूखंडों में हुआ—उत्तरी भाग **'लॉरेशिया' (अंगारालैंड)** जिसमें उत्तरी अमेरिका, ग्रीनलैंड और यूरेशिया थे, तथा दक्षिणी भाग **'गोंडवानालैंड'** जिसमें दक्षिणी अमेरिका, अफ्रीका, मेडागास्कर, प्रायद्वीपीय भारत, ऑस्ट्रेलिया और अंटार्कटिका शामिल थे। दोनों के मध्य उथला **'टेथिस सागर'** खुला।

• **विस्थापन के उत्तरदायी बल:** वेगनर ने विस्थापन की दो दिशाएँ और दो बल बताए—(1) विषुवत रेखा की ओर प्रवाह: पृथ्वी के घूर्णन और विषुवतीय उभार से उत्पन्न **'गुरुत्व व ध्रुवीय फ्लीइंग बल'** के कारण; तथा (2) पश्चिम की ओर प्रवाह: सूर्य और चंद्रमा के **'ज्वारीय बल'** के कारण।

• **महाद्वीपीय विस्थापन के 5 वैज्ञानिक प्रमाण:** (1) **जिग-सॉ-फिट (तटों की समरूपता):** दक्षिणी अमेरिका के पूर्वी तट (ब्राजील उभार) और अफ्रीका के पश्चिमी तट (गिनी की खाड़ी) में अद्भुत ज्यामितीय साम्यता; (2) **महासागरों के पार चट्टानों की आयु में समरूपता:** ब्राजील तट और पश्चिमी अफ्रीका के तट पर 2,000 लाख वर्ष प्राचीन शैल समूहों का एक समान होना; (3) **टिलाइट निक्षेप:** हिमानी निक्षेपण से निर्मित गोंडवाना श्रेणी के तलछट (टिलाइट) का भारत के अतिरिक्त अफ्रीका, फॉकलैंड द्वीप, मेडागास्कर, अंटार्कटिका और ऑस्ट्रेलिया में समान रूप से मिलना; (4) **प्लेसर निक्षेप:** घाना तट पर सोने के विशाल निक्षेपों का मिलना जबकि वहाँ सोने की मूल चट्टानें नहीं हैं (सोने की मूल शिराएँ ब्राजील में हैं); तथा (5) **जीवाश्मों का वितरण:** उथले खारे जल में रहने वाले रेंगने वाले जीव **'मेसोसॉरस'** के जीवाश्म केवल दक्षिण अफ्रीका और ब्राजील में मिलना तथा **'ग्लोसोप्टेरिस'** वनस्पति का सभी गोंडवाना भूखंडों में पाया जाना।

• **संवहन धारा एवं सागर नितल प्रसरण सिद्धांत:** 1930 के दशक में आर्थर होम्स ने बताया कि प्रावार (मैंटल) में रेडियोधर्मी तत्वों के ताप अंतर से संवहन धाराएँ चलती हैं जो प्लेटों को गति देती हैं। 1961 ईस्वी में हैरी हेस ने यूएसजीएस — प्लेट विवर्तनिकी के ऐतिहासिक विकास के अंतर्गत **'सागर नितल प्रसरण सिद्धांत'** प्रतिपादित किया। उन्होंने सिद्ध किया कि मध्य-महासागरीय कटक के शिखर पर निरंतर ज्वालामुखी उद्गार से नवीन महासागरीय पर्पटी का निर्माण होता है और वह दोनों ओर खिसकती जाती है—इसी कारण कटक के समीप की चट्टानें नवीनतम होती हैं, महासागरीय पर्पटी की चट्टानें 20 करोड़ वर्ष से अधिक पुरानी नहीं हैं (जबकि महाद्वीपीय चट्टानें 320 करोड़ वर्ष तक पुरानी हैं) और कटक के दोनों ओर सममित चुंबकीय पट्टियाँ मिलती हैं।

2. प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत:

यूएसजीएस — प्लेट गतियों की समझ के अनुसार 1967 ईस्वी में मैकेंजी, पार्कर और डब्ल्यू. जे. मॉर्गन ने महाद्वीपीय विस्थापन और सागर नितल प्रसरण को समन्वित कर 'प्लेट विवर्तनिकी सिद्धांत' प्रस्तुत किया। दृढ़ स्थलमंडल (भूपर्पटी + ऊपरी ठोस प्रावार; महासागरों में 5-100 किमी व महाद्वीपों में 200 किमी मोटा) दुर्बलतामंडल के ऊपर तैरते हुए भूखंडों अर्थात् 'प्लेटों' में विभाजित है:

• **7 वृहत (प्रमुख) प्लेटें:** (1) अंटार्कटिक प्लेट, (2) उत्तरी अमेरिकी प्लेट, (3) दक्षिणी अमेरिकी प्लेट, (4) प्रशांत महासागरीय प्लेट (पूर्णतः महासागरीय एवं सबसे बड़ी प्लेट), (5) इंडो-ऑस्ट्रेलियाई-न्यूजीलैंड प्लेट, (6) अफ्रीकी प्लेट और (7) यूरेशियाई प्लेट।

• **प्रमुख गौण (छोटी) प्लेटें:** कोकोस प्लेट (मध्य अमेरिका व प्रशांत प्लेट के बीच), नाज्का प्लेट (दक्षिणी अमेरिका व प्रशांत प्लेट के बीच), अरेबियन प्लेट, फिलिपीन प्लेट, कैरोलिन प्लेट, फ्यूजी प्लेट, जुआन डी फूका प्लेट और कैरेबियन प्लेट। आर्कटिक कटक की प्रसरण दर सबसे कम (2.5 सेमी/वर्ष से कम) और ईस्टर द्वीप के पास पूर्वी प्रशांत उभार की दर सर्वाधिक (15 सेमी/वर्ष से अधिक) है।

• **प्लेट सीमांतों के 3 प्रकार:**

• **अपसारी सीमांत (रचनात्मक किनारा):** जहाँ दो प्लेटें एक-दूसरे से विपरीत दिशा में दूर हटती हैं और दुर्बलतामंडल से मैग्मा ऊपर आकर नई पर्पटी बनाता है (जैसे—मध्य-अटलांटिक कटक जहाँ अमेरिकी प्लेटें यूरेशियाई व अफ्रीकी प्लेटों से अलग हो रही हैं, तथा पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश घाटी)।

• **अभिसारी सीमांत (विनाशात्मक किनारा):** जहाँ दो प्लेटें आपस में टकराती हैं और अधिक घनत्व वाली भारी प्लेट कम घनत्व वाली प्लेट के नीचे **'बेनीऑफ मंडल'** में क्षेपित होकर गल जाती है। इसके तीन उप-प्रकार हैं: (क) महासागरीय-महाद्वीपीय अभिसरण (नाज्का प्लेट का दक्षिणी अमेरिकी प्लेट के नीचे क्षेपण—पेरू-चिली गर्त व एंडीज वलित पर्वत का निर्माण), (ख) महासागरीय-महासागरीय अभिसरण (प्रशांत व फिलिपीन प्लेट—मारियाना गर्त व द्वीपीय तोरण/चाप जैसे जापान, फिलीपींस, एल्यूशियन द्वीप), तथा (ग) महाद्वीपीय-महाद्वीपीय अभिसरण (भारतीय प्लेट व यूरेशियाई प्लेट की टक्कर से टेथिस भूसन्नति के अवसादों में वलन पड़ने से विश्व के सर्वोच्च वलित पर्वत **हिमालय** और तिब्बत के पठार का उत्थान)।

• **रूपांतर सीमांत (संरक्षी किनारा):** जहाँ दो प्लेटें न तो जुड़ती हैं और न ही अलग होती हैं, बल्कि रूपांतर भ्रंश के सहारे क्षैतिज रूप से खिसकती हैं (जैसे—उत्तरी अमेरिकी और प्रशांत प्लेट के बीच कैलिफोर्निया का **सैन एंड्रियास भ्रंश**)।

3. भूकंप विज्ञान एवं भूकंपीय तरंगें:

एनओएए — प्लेट विवर्तनिकी एवं भूकंप के अनुसार भूपर्पटी में संचित प्रत्यास्थ ऊर्जा के अचानक मुक्त होने से उत्पन्न कंपन को भूकंप कहते हैं। जिस भूमिगत बिंदु से ऊर्जा मुक्त होती है उसे **उद्गम केंद्र (अवकेन्द्र या हाइपोसेंटर)** कहते हैं और उसके ठीक ऊपर धरातल पर 90° के कोण पर स्थित बिंदु को **अधिकेंद्र (एपिसेंटर)** कहते हैं। भूकंप आने से पूर्व वायुमंडल में **'रेडॉन गैस'** की मात्रा में अचानक वृद्धि हो जाती है। भूकंपीय तरंगें दो मुख्य श्रेणियों में विभाजित हैं:

• **भूगर्भिक तरंगें:** (1) **पी-तरंगें (प्राथमिक या अनुदैर्ध्य तरंगें):** ये ध्वनि तरंगों के समान संपीडन व विरलन उत्पन्न करती हैं जिनमें कणों का कंपन तरंग की दिशा के समानांतर होता है। इनका वेग सर्वाधिक (8 से 14 किमी/सेकंड) होता है, ये अधिकेंद्र पर सबसे पहले पहुँचती हैं और ठोस, द्रव तथा गैस तीनों माध्यमों से गुजर सकती हैं। (2) **एस-तरंगें (द्वितीयक या अनुप्रस्थ तरंगें):** ये प्रकाश या जल तरंगों के समान चलती हैं जिनमें कणों का कंपन तरंग की दिशा के समकोण पर होता है। इनका वेग 4 से 6 किमी/सेकंड होता है और ये **केवल ठोस माध्यम** में ही गमन कर सकती हैं (बाह्य तरल क्रोड में प्रवेश करते ही लुप्त हो जाती हैं)।

• **धरातलीय तरंगें (एल-तरंगें एवं रेले तरंगें):** भूगर्भिक तरंगों और धरातलीय चट्टानों की अन्योन्यक्रिया से उत्पन्न ये तरंगें धरातल के सहारे चलती हैं। इनका वेग सबसे कम (3 से 4.5 किमी/सेकंड) होता है परंतु इनका आयाम सर्वाधिक होने के कारण ये **सबसे अधिक विनाशकारी** होती हैं।

• **भूकंपीय छाया क्षेत्र:** भूकंप अधिकेंद्र से 105° के भीतर पी और एस दोनों तरंगें दर्ज की जाती हैं। बाह्य क्रोड के अपवर्तन के कारण अधिकेंद्र से **105° से 145° के बीच का क्षेत्र पी और एस दोनों तरंगों के लिए 'छाया क्षेत्र'** होता है, जबकि 105° के परे संपूर्ण क्षेत्र में एस-तरंगें नहीं पहुँच पातीं (अर्थात् एस-तरंगों का छाया क्षेत्र पी-तरंगों की तुलना में अधिक विस्तृत और पृथ्वी के धरातल के 40% से अधिक भाग पर फैला होता है)।

4. ज्वालामुखी क्रिया एवं स्थलरूप:

यूएसजीएस — ज्वालामुखी एवं प्लेट विवर्तनिकी के अनुसार पृथ्वी के आंतरिक भाग से तप्त मैग्मा, जलवाष्प (ज्वालामुखी गैसों में सर्वाधिक 60-90% हिस्सा जलवाष्प का होता है), सल्फर डाइऑक्साइड, कार्बन डाइऑक्साइड, राख व विखंडित पदार्थों (पायरोक्लास्ट, लैपिली, प्यूमिस) के बाहर निकलने की क्रिया को ज्वालामुखी कहते हैं।

• **उद्गार की आवृत्ति के आधार पर प्रकार:** (1) **सक्रिय ज्वालामुखी:** जिनसे निरंतर लावा व गैसें निकलती रहती हैं—जैसे इटली के लिपारी द्वीप का **स्ट्रॉम्बोली** (जिसे 'भूमध्य सागर का प्रकाश स्तंभ' कहते हैं), सिसिली का माउंट एटना, इक्वाडोर का कोटोपैक्सी, हवाई द्वीप का किलाउआ व मौना लोआ, अंटार्कटिका का माउंट एरेबस तथा भारत का एकमात्र सक्रिय ज्वालामुखी **बैरन द्वीप** (अंडमान)। (2) **प्रसुप्त ज्वालामुखी:** जो लंबे समय से शांत हैं किंतु कभी भी फट सकते हैं—जैसे इटली का विसुवियस, जापान का फ्यूजीयामा, इंडोनेशिया का क्राकाटाओ और भारत का **नारकोंडम द्वीप**। (3) **शांत या मृत ज्वालामुखी:** जिनमें भविष्य में उद्गार की कोई संभावना नहीं है—जैसे तंजानिया का किलिमंजारो, म्यांमार का पोपा, ईरान का कोह-ए-सुल्तान व देवबंद तथा अर्जेंटीना-चिली का एकांकागुआ।

• **बाह्य एवं आंतरिक (अंतर्वेधी) ज्वालामुखी स्थलरूप:** धरातल के ऊपर अम्लीय लावा से ऊँचे **मिश्रित (कम्पोजिट) शंकु**, तरल पैठिक लावा से चौड़े **शील्ड ज्वालामुखी**, शंकु के शीर्ष के धँसने या विस्फोट से विशाल कड़ाहानुमा **काल्डेरा** (जिसमें जल भरने से क्रेटर/काल्डेरा झील बनती है, जैसे महाराष्ट्र की लोनार झील व इंडोनेशिया की टोबा झील) और दरारी उद्गार से **लावा पठार** (दक्कन ट्रैप, कोलंबिया-स्नेक पठार) बनते हैं। धरातल के नीचे मैग्मा के जमने से बनने वाली अंतर्वेधी आकृतियों में पातालीय विशाल गुंबद **बैथोलिथ**, उत्तल छतरीनुमा **लैकोलिथ**, वलित पर्वतों की अपनेति व अभिनति में लहरदार **फैकोलिथ**, तश्तरीनुमा अवतल **लोपोलिथ**, क्षैतिज परत **सिल (शीट)** और ऊर्ध्वाधर दीवार **डाइक** प्रमुख हैं। इसके अतिरिक्त ज्वालामुखी क्षेत्रों में गर्म जल के फव्वारे **'गीजर'** (जैसे संयुक्त राज्य अमेरिका के येलोस्टोन पार्क का ओल्ड फेथफुल गीजर) और गैस व भाप उगलने वाले **'धुँआरे' (फ्यूमरोल)** पाए जाते हैं (अलास्का की 'दस हजार धुँआरों की घाटी')।

2.2 4-नोड आरेख: प्लेट विवर्तनिकी एवं भूकंप-ज्वालामुखी जनन शृंखला

चरण 1 **प्रावार तापीय संवहन धाराएँ:** — रेडियोधर्मी क्षय एवं भू-तापीय प्रवणता से दुर्बलतामंडल (100-200 किमी) में संवहनीय ऊर्जा चक्रों का संचालन

⬇

चरण 2 **त्रि-स्तरीय प्लेट सीमांत गतिकी:** — अपसारी (कटक प्रसरण), अभिसारी (बेनीऑफ क्षेपण) एवं संरक्षी (रूपांतर भ्रंश) प्लेट संचलन

⬇

चरण 3 **प्रत्यास्थ ऊर्जा मुक्ति एवं भूकंप:** — भ्रंश तल पर तनाव सीमा टूटने से उद्गम केंद्र से पी, एस व एल भूकंपीय तरंगों का उत्सर्जन व छाया क्षेत्र निर्माण

⬇

चरण 4 **मैग्मा आरोहण एवं ज्वालामुखी उद्गार:** — क्षेपित प्लेट के गलन व हॉटस्पॉट प्लूम से बाह्य शंकु, काल्डेरा, दक्कन ट्रैप एवं बैथोलिथ-लैकोलिथ का निर्माण

2.3 तुलनात्मक सारणी: प्लेट सीमांत एवं भूकंपीय तरंगों का बहु-आयामी विश्लेषण

तुलना का आधार	अपसारी सीमांत / पी-तरंगें	अभिसारी सीमांत / एस-तरंगें	संरक्षी सीमांत / एल-तरंगें	प्रामाणिक स्रोत
प्लेट संचलन की प्रकृति	**अपसारी (रचनात्मक):** दो प्लेटें विपरीत दिशा में दूर हटती हैं और मैग्मा से नई महासागरीय पर्पटी बनती है।	**अभिसारी (विनाशात्मक):** दो प्लेटें टकराती हैं और भारी प्लेट बेनीऑफ मंडल में क्षेपित होकर नष्ट होती है।	**संरक्षी (रूपांतर):** दो प्लेटें एक-दूसरे के समानांतर रगड़ खाती हुई खिसकती हैं; पर्पटी संरक्षित रहती है।	यूएसजीएस प्लेट गति
प्रमुख स्थलरूप एवं उदाहरण	मध्य-महासागरीय कटक (मध्य-अटलांटिक कटक), पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश घाटी, लाल सागर; शांत दरारी उद्गार।	महासागरीय गर्त (मारियाना), वलित पर्वत (हिमालय, एंडीज, रॉकीज), ज्वालामुखी द्वीप चाप (जापान, फिलीपींस)।	रूपांतर भ्रंश (कैलिफोर्निया का सैन एंड्रियास भ्रंश); ज्वालामुखी क्रिया का अभाव किंतु तीव्र छिछले भूकंप।	एनओएए विवर्तनिकी
तरंग की यांत्रिकी एवं माध्यम	**पी-तरंग (प्राथमिक):** अनुदैर्ध्य तरंग (ध्वनि के समान संपीडन-विरलन); ठोस, द्रव व गैस तीनों माध्यमों में गमन।	**एस-तरंग (द्वितीयक):** अनुप्रस्थ तरंग (प्रकाश के समान लंबवत कंपन); केवल ठोस में गमन, तरल क्रोड में लुप्त।	**एल एवं आर (धरातलीय तरंग):** भूपर्पटी की सतह के सहारे गमन; आड़े-तिरछे व दीर्घवृत्तीय कंपन।	एनसीईआरटी भूकंप
वेग, छाया क्षेत्र एवं विनाश	सर्वाधिक वेग (8 से 14 किमी/सेकंड); अधिकेंद्र पर सर्वप्रथम पहुँचती हैं; छाया क्षेत्र 105° से 145°; कम विनाशकारी।	मध्यम वेग (4 से 6 किमी/सेकंड); छाया क्षेत्र 105° से परे संपूर्ण क्षेत्र (40%+ धरातल); मध्यम विनाशकारी।	न्यूनतम वेग (3 से 4.5 किमी/सेकंड); सबसे अंत में पहुँचती हैं किंतु सर्वाधिक आयाम के कारण सर्वाधिक विनाशकारी।	यूएसजीएस भूकंप विज्ञान

प्रमुख घटकों का तुलनात्मक अनुपात (%) विश्लेषण

- **वैश्विक भूकंप एवं ज्वालामुखी पेटियों का प्रतिशत वितरण:** प्रशांत महासागरीय परिमेखला ('रिंग ऑफ फायर'—चिली, कैलिफोर्निया, अलास्का, जापान, फिलीपींस, न्यूजीलैंड) = **68.0%** भूकंप (एवं विश्व के सक्रिय ज्वालामुखियों का लगभग **65.0%**); मध्य-महाद्वीपीय पेटी (अल्पाइन-हिमालयी पेटी, जिसमें भारत के भूकंपीय जोन शामिल हैं) = **21.0%**; मध्य-अटलांटिक कटक, पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश व अन्य अंतःप्लेट क्षेत्र = **11.0%**।
- **उद्गम केंद्र की गहराई के अनुसार वैश्विक भूकंप आवृत्ति प्रतिशत:** छिछले उद्गम वाले भूकंप (0 से 70 किमी गहराई) = **75.0%**, माध्यमिक उद्गम वाले भूकंप (70 से 300 किमी गहराई) = **19.0%**, गहरे उद्गम वाले भूकंप (300 से 700 किमी गहराई—बेनीऑफ मंडल में) = **6.0%**।
- **ज्वालामुखी उद्गार में निकलने वाली गैसों का प्रतिशत संघटन:** जलवाष्प = **60.0% से 90.0%**, कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन व हाइड्रोजन सल्फाइड = **10.0% से 40.0%**।

मॉड्यूल 3: भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ एवं पंच-प्रक्रम स्थलरूप

3.1 विस्तृत सैद्धांतिक व्याख्या

भू-आकृतिक प्रक्रियाएँ (अंतर्जात बनाम बहिर्जात बल):

एनसीईआरटी — भू-आकृतियाँ तथा उनका विकास के अनुसार पृथ्वी के पटल पर कार्य करने वाले बल दो प्रकार के हैं: (1) **अंतर्जात बल:** जो पृथ्वी के आंतरिक भाग से उत्पन्न होकर धरातल पर विषमताएँ (पर्वत, पठार, भ्रंश) बनाते हैं। इसमें 'पटल विरूपण' (महाद्वीप निर्माणकारी उत्थान व निमज्जन तथा पर्वत निर्माणकारी संपीडन/वलन व तनाव/भ्रंशन बल) और 'आकस्मिक बल' (भूकंप व ज्वालामुखी) शामिल हैं। (2) **बहिर्जात बल (अनाच्छादन):** जो सूर्य की ऊर्जा व गुरुत्वाकर्षण से संचालित होकर धरातल की विषमताओं को समतल करते हैं। अनाच्छादन के अंतर्गत **अपक्षय** (चट्टानों का अपने ही स्थान पर भौतिक—तुषार, तापीय प्रसार व अपदलन; रासायनिक—ऑक्सीकरण, कार्बोनेटीकरण, जलयोजन व घोलन; तथा जैविक विखंडन), **वृहत संचलन** (गुरुत्वाकर्षण से मृदा सर्पण व भूस्खलन), **अपरदन** और **निक्षेपण** शामिल हैं। पाँच प्रमुख बहिर्जात भू-आकृतिक दूतों द्वारा निर्मित स्थलरूप नीचे दिए गए हैं:

1. नदीय (प्रवाहित जल) स्थलरूप:

आर्द्र जलवायु प्रदेशों में नदी अपरदन का सबसे महत्वपूर्ण कारक है। नदी चार विधियों से अपरदन करती है—जलगति क्रिया (भौतिक दबाव), अपघर्षण (कंकड़-पत्थरों द्वारा तली व किनारों को रगड़ना), सन्निघर्षण (कणों का आपस में टकराकर गोल होना) और घोलन (रासायनिक क्रिया):

• **अपरदनात्मक स्थलरूप:** युवावस्था में नदी तीव्र लंबवत (निम्नवर्ती) कटाव करती है जिससे **वी-आकार की घाटी**, संकरे व खड़ी दीवारों वाले **गॉर्ज** (जैसे हिमालय में सिंधु, सतलज व दिहांग गॉर्ज) तथा शुष्क प्रदेशों में विस्तृत सोपानयुक्त **कैनियन** (जैसे संयुक्त राज्य अमेरिका में कोलोराडो नदी का ग्रैंड कैनियन) बनते हैं। जब नदी के मार्ग में कठोर व कोमल चट्टानें क्षैतिज या लंबवत रूप में आती हैं तो कोमल चट्टान के शीघ्र कट जाने से **जलप्रपात** (जैसे शरावती नदी पर जोग प्रपात, नर्मदा पर धुआँधार व वेनेजुएला का एंजिल प्रपात) और छोटे सोपानों के रूप में **क्षिप्रिकाएँ** बनती हैं। प्रपात की तली में गिरते जल व पत्थरों के भँवर से बेलनाकार **अवनमन कुंड (जलगर्तिका)** बनते हैं। प्रौढ़ावस्था में पार्श्विक कटाव से नदी टेढ़े-मेढ़े मार्ग में चलती हुई **विसर्प** बनाती है (यदि उत्थान के कारण विसर्प गहराई में कट जाए तो उसे **अध:कर्तित या गंभीरभूत विसर्प** कहते हैं)। नदी के पुनर्युवन से घाटी के दोनों ओर सीढ़ीनुमा **नदी वेदिकाएँ** बनती हैं। वृद्धावस्था में संपूर्ण उच्चभूमि घिसकर आधार तल के निकट एक आकृतिहीन **समप्राय मैदान (पेनिप्लेन—विलियम मॉरिस डेविस द्वारा प्रतिपादित)** में बदल जाती है, जिस पर खड़े अवशिष्ट कठोर टीलों को **मोनाडनॉक** कहते हैं।

• **निक्षेपणात्मक स्थलरूप:** जब नदी पर्वत से उतरकर समतल मैदान में प्रवेश करती है, तो ढाल में अचानक कमी आने से कंकड़-पत्थर तिकोने पंखे के आकार में जमा हो जाते हैं जिन्हें **जलोढ़ पंख** व अधिक ढाल होने पर **जलोढ़ शंकु** कहते हैं (कई जलोढ़ पंखों के मिलने से हिमालय की तलहटी में 'भाबर' या 'गिरिपद मैदान' बनता है)। मैदानी भाग में बाढ़ के समय नदी के दोनों किनारों पर मोटे मलवे के जमाव से **प्राकृतिक तटबंध**, दूरवर्ती भाग में महीन काँप मिट्टी से उपजाऊ **बाढ़ का मैदान** (पुरानी जलोढ़ 'बांगर' व नवीन जलोढ़ 'खादर'), विसर्प लूप के मुख्य धारा से कटकर अलग हो जाने पर **गोखुर झील (छाड़न झील—जैसे बिहार की काँवर झील)**, धारा के बीच अवसाद जमने से **गुंफित नदी द्वीप** (ब्रह्मपुत्र नदी में विश्व का सबसे बड़ा नदी द्वीप **माजुली**) तथा नदी के मुहाने पर त्रिभुजाकार **डेल्टा** बनता है (चापाकार डेल्टा—गंगा-ब्रह्मपुत्र व नील; पंजाकार या पक्षी-पाद डेल्टा—मिसिसिपी नदी; ज्वारनदमुखी या एस्चुअरी—नर्मदा, ताप्ती व राइन नदी; रुंडित डेल्टा—वांगहो नदी)।

2. कार्स्ट (भूमिगत जल) स्थलरूप:

चूना पत्थर, डोलोमाइट या खड़िया (चॉक) से निर्मित घुलनशील चट्टानी प्रदेशों में भूमिगत जल की रासायनिक 'कार्बोनेटीकरण' और 'घोलन' क्रिया से विकसित स्थलाकृतियों को **कार्स्ट स्थलाकृति** कहते हैं (भारत में देहरादून के रॉबर्ट्स केव व सहस्रधारा, छत्तीसगढ़ के बस्तर की कुटुमसर गुफाएँ, मध्य प्रदेश के रीवा-सतना व आंध्र प्रदेश की बोरा गुफाएँ इसके उदाहरण हैं):

• **अपरदनात्मक स्थलरूप:** चूना पत्थर की सतह पर घोलन क्रिया से बनी तीक्ष्ण, नुकीली व ऊबड़-खाबड़ कटकनुमा संरचना **लैपीज** कहलाती है तथा ऊपर बची लाल-भूरी अवशिष्ट मिट्टी **टेरा-रोसा** कहलाती है। सतह पर बनने वाले असंख्य छोटे कीपनुमा छिद्र **घोल रंध्र (सिंकहोल)** कहलाते हैं। घोल रंध्रों के विस्तृत होने से क्रमिक रूप से बड़ा **विलय रंध्र**, उससे बड़ा बेलनाकार **डोलाइन**, कई डोलाइनों के आपस में मिल जाने से विशाल खाई **युवाला (संयुक्त कुंड)** और भ्रंशन व घोलन से निर्मित सबसे बड़ा समतल तली वाला गर्त **पोलजे (राजकुंड)** बनता है (पोलजे की तली में बचे अवशिष्ट चूने के टीलों को **'ह्यूम'** कहते हैं)। जब कोई पृष्ठीय नदी किसी विलय रंध्र में गिरकर भूमिगत हो जाती है तो उस बिंदु को **धँसती निवेशिका (सिंकिंग क्रीक)** और उसके आगे की सूखी घाटी को **अंधी घाटी** कहते हैं। धरातल के नीचे घोलन से विशाल खाली कक्ष अर्थात् **कंदरा (गुफा)** और कंदरा की छत के आंशिक रूप से धँसने से **कार्स्ट खिड़की** बनती है।

• **निक्षेपणात्मक स्थलरूप:** कंदरा के भीतर कैल्शियम बाइकार्बोनेट युक्त जल के छत से रिसने और कार्बन डाइऑक्साइड मुक्त होने व वाष्पीकरण के कारण चूना पुन: जमने लगता है। कंदरा की छत से नीचे की ओर लटकते हुए नुकीले स्तंभ **स्टैलेक्टाइट (आकाशीय स्तंभ)** कहलाते हैं, जबकि छत से टपकती बूँदों द्वारा कंदरा के फर्श से ऊपर की ओर बढ़ने वाले मोटे व छोटे स्तंभ **स्टैलेग्माइट (पातालीय स्तंभ)** कहलाते हैं। जब स्टैलेक्टाइट और स्टैलेग्माइट आपस में जुड़ जाते हैं तो **कंदरा स्तंभ (पिलर)** का निर्माण होता है।

3. पवन (मरुस्थलीय / शुष्क) स्थलरूप:

उष्ण मरुस्थलों में यांत्रिक अपक्षय और पवन की तीन क्रियाओं—**अपवाहन** (ढीले धूल व रेत कणों को उड़ा ले जाना), **अपघर्षण** (रेत कणों को शस्त्र बनाकर चट्टानों को रगड़ना, जो धरातल से 2 मीटर की ऊँचाई तक सर्वाधिक होता है) तथा **सन्निघर्षण** (कणों का आपस में रगड़ खाकर गोल होना)—से विशिष्ट स्थलरूप बनते हैं:

• **अपरदनात्मक स्थलरूप:** अपवाहन से रेत उड़ जाने के कारण बने विशाल गर्त **वातगर्त (अपवाहन बेसिन—जैसे मिस्र का कतारा गर्त)** कहलाते हैं (जब ये गर्त भूमिगत जलस्तर तक गहरे हो जाते हैं तो **मरुद्यान या ओएसिस** बन जाते हैं)। चट्टान के निचले भाग में पवन अपघर्षण अधिक होने और ऊपरी भाग चौड़ा रहने से छतरी के आकार की **छत्रक शिला (गारो या मशरूम रॉक)** बनती है। कोमल शैल के ऊपर कठोर शैल की टोपी रहने से बने स्तंभ **भूस्तंभ (डेमोइसेल)** कहलाते हैं। यदि कठोर और कोमल चट्टानों की परतें **क्षैतिज** हों तो अपरदन से दवात के ढक्कन जैसी आकृति **ज्यूगेन** बनती है, और यदि कठोर व कोमल चट्टानों की परतें **लंबवत** हों तो पवन की दिशा के समानांतर कटकों व नालियों वाली आकृति **यारडंग** बनती है। चतुष्फलकीय घिसे पत्थर को **ड्राईकांटर**, जाली जैसी छिद्रयुक्त चट्टान को **जालीदार शिला** और रेगिस्तान में एकाकी खड़े गुंबदनुमा कठोर ग्रेनाइट/नीस टीले को **इंसेलबर्ग (द्वीपीय पर्वत या बोनहार्ट)** कहते हैं। मरुस्थल में पर्वतों से घिरे बेसिन को **बोलसन**, उसके मध्य की अस्थायी खारी झील को **पलाया (सालिनास)** और पर्वत के अग्रभाग के मंद ढाल वाले चट्टानी तल को **पेडीमेंट** कहते हैं।

• **निक्षेपणात्मक स्थलरूप:** पवन द्वारा रेत के निक्षेपण से गतिशील **बालूका स्तूप (टिब्बे)** बनते हैं। अनुप्रस्थ दिशा में बनने वाले **अर्धचंद्राकार बालूका स्तूप**, जिनका पवनोन्मुख ढाल मंद व उत्तल तथा पवनविमुख ढाल तीव्र व अवतल होता है और दोनों सींग (भुजाएँ) पवन की दिशा में आगे की ओर निकले होते हैं, **बरखान** कहलाते हैं। जब पवन की दिशा बदलने से बरखान की एक भुजा अत्यधिक लंबी होकर अरबी तलवार जैसी हो जाती है तो उसे **सीफ** कहते हैं। पवन की

दिशा के समानांतर लंबे कटक के रूप में **अनुदैर्ध्य स्तूप (पवनवर्ती स्तूप)** और समकोण पर **अनुप्रस्थ स्तूप** बनते हैं (परवलयिक स्तूपों में सींग पवन की विपरीत दिशा में होते हैं)। मरुस्थल से उड़ाकर हजारों किलोमीटर दूर जमा की गई अत्यंत महीन, पीले रंग की, छिद्रदार व उपजाऊ गाद के मैदान को **लोएस का मैदान** (उत्तरी चीन का वांगहो बेसिन) कहते हैं।

4. हिमनद (हिमानी) स्थलरूप:

उच्च अक्षांशों और हिमांक रेखा से ऊपर पर्वतीय क्षेत्रों में गतिशील हिमराशि (हिमनद) **उत्पाटन** (चट्टानी टुकड़ों को उखाड़ना) और **अपघर्षण** द्वारा कार्य करती है:

• **अपरदनात्मक स्थलरूप:** हिमनद पूर्ववर्ती नदी घाटी को चौड़ा व सपाट तली तथा खड़ी दीवारों वाली **यू-आकार की घाटी** में बदल देता है। मुख्य हिमनद घाटी में दोनों ओर से आकर ऊँचाई पर मिलने वाली सहायक घाटियाँ **लटकती घाटी (निलंबित घाटी)** कहलाती हैं, जिनसे हिम पिघलने पर सुंदर जलप्रपात गिरते हैं। पर्वतीय ढाल पर हिमनद के शीर्ष कटाव से आरामकुर्सी जैसी अर्धवृत्ताकार आकृति **सर्क (हिमगह्वर या कोरी)** बनती है; सर्क के बेसिन में हिम पिघलने से बनी झील को **टार्न झील** कहते हैं। जब दो सर्क विपरीत दिशाओं से एक-दूसरे की ओर कटते हैं तो बीच में कंघी या चाकू की धार जैसा तीक्ष्ण कटक **अरेत (तीक्ष्ण कटक)** बनता है, और जब तीन या अधिक सर्क चारों ओर से कटते हैं तो बीच में नुकीली पिरामिडनुमा चोटी **हॉर्न (गिरिशृंग—जैसे स्विट्जरलैंड के आल्प्स में मैटरहॉर्न और हिमालय में माउंट एवरेस्ट व शिवलिंग)** बनती है। विशाल हिमचादर के बीच उभरे हुए चट्टानी टीले **नुनाटक** कहलाते हैं। हिमनद के मार्ग में आने वाली चट्टान का सम्मुख भाग अपघर्षण से चिकना व मंद ढाल वाला तथा विमुख भाग उत्पाटन से उबड़-खाबड़ व तीव्र ढाल वाला हो जाता है, जिसे दूर से देखने पर बैठी हुई भेड़ जैसा दिखने के कारण **भेड़पीठ शिला (रॉश मुटोने)** कहते हैं। हिमनद की सीढ़ीनुमा घाटियों को **दैत्य सोपान** और उनमें बनी झीलों की माला को **पैटरनॉस्टर झीलें** कहते हैं। उच्च अक्षांशों में जलमग्न हिमनद घाटियों से कटे-फटे व गहरे **फियोर्ड तट** (नॉर्वे, स्वीडन, चिली व न्यूजीलैंड) बनते हैं।

• **निक्षेपणात्मक स्थलरूप:** हिमनद द्वारा बिना छँटे मलवे (गोलाश्म मृतिका या टिल) के जमाव को **हिमोढ़ (मोरेन)** कहते हैं—ये चार प्रकार के होते हैं: किनारों पर **पार्श्विक हिमोढ़**, दो हिमनदों के संगम पर **मध्यस्थ हिमोढ़**, हिमनद के अंतिम छोर पर अर्धचंद्राकार कटक के रूप में **अंतस्थ हिमोढ़** और तली में **तलस्थ हिमोढ़**। गोलाश्म मृतिका के निक्षेपण से बने उल्टी नाव या कटे हुए अंडे के आकार के टीलों के समूह को **ड्रमलिन** कहते हैं, जो एक साथ देखने पर **'अंडे की टोकरी की स्थलाकृति'** बनाते हैं। हिमनद के नीचे पिघले जल की धाराओं द्वारा बजरी व रेत के जमाव से बने लंबे, संकरे व लहरदार कटक **एस्कर** कहलाते हैं (जिनका उपयोग स्कैंडिनेविया में सड़क व रेलमार्ग बनाने में होता है), छोटे शंकुनुमा टीले **केम**, बड़े हिमखंडों के पिघलने से बने गर्त **केटल** (जिनके बीच के टीले **हमॉक** कहलाते हैं) तथा अंतस्थ हिमोढ़ के आगे हिमजल द्वारा बिछाए गए विस्तृत मैदान **आउटवाश मैदान (हिमजलज मैदान)** कहलाते हैं।

5. तटीय (सागरीय तरंग) स्थलरूप:

सागरीय तरंगें, धाराएँ व ज्वार अभिघात (हाइड्रोलिक दबाव), संपीडन और अपघर्षण द्वारा तटों को निरंतर परिवर्तित करती हैं:

• **अपरदनात्मक स्थलरूप:** तरंगों के निरंतर प्रहार से तट पर खड़ी चट्टानी दीवार **तटीय भृंगु (क्लिफ)** और उसके आधार पर **तरंग घर्षित वेदी** बनती है। भृंगु के आधार में कोमल चट्टान के कटने से **समुद्री गुफा (कंदरा)** बनती है (जब गुफा की छत में छिद्र हो जाता है जिससे हवा सीटी की आवाज के साथ फव्वारे की तरह बाहर निकलती है तो उसे **वात छिद्र या ग्लूप** कहते हैं)। किसी प्रायद्वीपीय शीर्ष के दोनों ओर की गुफाओं के आर-पार मिल जाने से **प्राकृतिक तटीय मेहराब (आर्क)** बनता है। मेहराब की छत के टूटकर गिर जाने पर समुद्र में अकेला खड़ा चट्टानी स्तंभ **स्टैक (सागरीय स्तंभ)** और स्टैक के अपरदित होकर जलतल के पास बचे ठूँठ को **स्टम्प** कहते हैं।

• **निक्षेपणात्मक स्थलरूप:** तरंगों द्वारा तट पर रेत व बजरी के जमाव से **पुलिन (बीच—जैसे भारत का सबसे लंबा चेन्नई स्थित मरीना पुलिन)** बनता है। जब रेत की कटक का एक सिरा तट से जुड़ा हो और दूसरा सिरा समुद्र की ओर निकला हो तो उसे **स्पिट (जिह्वा)** कहते हैं। तरंगों के मोड़ से जब स्पिट का अग्रभाग मुड़ जाता है तो उसे **हुक (अंकुश)** और पुनः तट से जुड़ जाने पर **लूप (छल्ला)** कहते हैं। तट के समानांतर किंतु तट से कुछ दूर जलमग्न या उभरी रेत की कटक को **अपतट रोधिका (बार)** कहते हैं। जब कोई रोधिका किसी अपतटीय द्वीप को मुख्य भूमि से जोड़ देती है तो उसे **संयोजक रोधिका या टोम्बोलो** कहते हैं। स्पिट या रोधिका द्वारा समुद्री जल का एक भाग मुख्य सागर से घिरकर अलग हो जाने पर खारे पानी की **लैगून (अनूप झील या केरल में 'कयाल')** बनती है—भारत में ओडिशा की **चिल्का झील** (भारत की सबसे बड़ी लैगून), आंध्र-तमिलनाडु की **पुलिकट झील** और केरल की **वेम्बनाड व अष्टमुदी झीलें** इसके उत्कृष्ट उदाहरण हैं।

3.2 4-नोड आरेख: बहिर्जात अनाच्छादन एवं पंच-प्रक्रम स्थलरूप विकास चक्र

चरण 1 **अपक्षय एवं वृहत क्षरण:** — भौतिक (ताप/तुषार), रासायनिक (ऑक्सीकरण/कार्बोनेटीकरण/घोलन) एवं जैविक अपक्षय द्वारा चट्टानों का स्व-स्थाने विखंडन

⬇

चरण 2 **पंच गतिशील अपरदन दूत:** — प्रवाहित जल (नदी), भूमिगत जल (कार्स्ट), पवन (मरुस्थल), हिमनद (हिमानी) एवं सागरीय तरंगों का संचालन

⬇

चरण 3 **अपरदनात्मक स्थलरूप निर्माण:** — गॉर्ज, कैनियन, लैपीज, पोलजे, छत्रक शिला, यारडंग, सर्क, हॉर्न, रॉश मुटोने, क्लिफ एवं स्टैक की उत्पत्ति

⬇

चरण 4 **निक्षेपणात्मक स्थलरूप निर्माण:** — जलोढ़ पंख, गोखुर झील, डेल्टा, स्टैलेक्टाइट-स्टैलेग्माइट, बरखान, लोएस, ड्रमलिन, एस्कर, टोम्बोलो व लैगून की रचना

3.3 तुलनात्मक सारणी: पंच भू-आकृतिक प्रक्रमों के अपरदनात्मक एवं निक्षेपणात्मक स्थलरूप

भू-आकृतिक दूत	प्रभावी जलवायु एवं क्रियाविधि	प्रमुख अपरदनात्मक स्थलरूप	प्रमुख निक्षेपणात्मक स्थलरूप	प्रामाणिक स्रोत
1. नदी (प्रवाहित जल)	आर्द्र व उप-आर्द्र प्रदेश; जलगति क्रिया, अपघर्षण, सन्निघर्षण एवं घोलन	वी-आकार की घाटी, गॉर्ज, कैनियन, जलप्रपात, क्षिप्रिका, अवनमन कुंड (जलगर्तिका), नदी वेदिका, समप्राय मैदान (पेनिप्लेन), मोनाडनॉक	जलोढ़ पंख, जलोढ़ शंकु (भाबर), प्राकृतिक तटबंध, बाढ़ का मैदान (खादर-बांगर), विसर्प व गोखुर झील, गुंफित द्वीप (माजुली), डेल्टा	एनसीईआरटी स्थलरूप
2. कार्स्ट (भूमिगत जल)	चूना पत्थर व डोलोमाइट क्षेत्र; कार्बोनेटीकरण एवं रासायनिक घोलन	लैपीज, घोल रंध्र (सिंकहोल), विलय रंध्र, डोलाइन, युवाला (संयुक्त कुंड), पोलजे (राजकुंड), धँसती निवेशिका, अंधी घाटी, कंदरा, कार्स्ट खिड़की	स्टैलेक्टाइट (छत से लटकते आकाशीय स्तंभ), स्टैलेग्माइट (फर्श से उठते पातालीय स्तंभ), कंदरा स्तंभ (पिलर), ट्रावरटाइन, हेलिक्टाइट	एनसीईआरटी स्थलरूप
3. पवन (मरुस्थलीय)	उष्ण व शुष्क मरुस्थल; अपवाहन, अपघर्षण एवं सन्निघर्षण	वातगर्त (कतारा), छत्रक शिला (गारो), भूस्तंभ (डेमोइसेल), ज्यूगेन, यारडंग, ड्राईकांटर, जालीदार शिला, इंसेलबर्ग, पेडीमेंट	बालूका स्तूप—बरखान (अर्धचंद्राकार), सीफ (तलवारनुमा), अनुदैर्ध्य व अनुप्रस्थ स्तूप, बजादा, पलाया, लोएस का मैदान	एनसीईआरटी स्थलरूप
4. हिमनद (हिमानी)	ध्रुवीय व उच्च पर्वतीय हिम क्षेत्र; उत्पाटन एवं अपघर्षण	यू-आकार की घाटी, लटकती घाटी, सर्क (हिमगह्वर), टार्न झील, अरेत (तीक्ष्ण कटक), हॉर्न (गिरिशृंग), नुनाटक, भेड़पीठ शिला (रॉश मुटोने), फियोर्ड	हिमोढ़ (अंतस्थ, पार्श्विक, मध्यस्थ, तलस्थ), ड्रमलिन (अंडे की टोकरी की स्थलाकृति), एस्कर, केम, केटल, आउटवाश मैदान	एनसीईआरटी स्थलरूप
5. सागरीय तरंग (तटीय)	महाद्वीपीय व द्वीपीय तटरेखा; तरंग अभिघात, संपीडन व अपघर्षण	तटीय भृंगु (क्लिफ), तरंग घर्षित वेदी, समुद्री गुफा, वात छिद्र (ग्लूप), प्राकृतिक तटीय मेहराब, स्टैक (सागरीय स्तंभ), स्टम्प	पुलिन (बीच), कस्प पुलिन, स्पिट (जिह्वा), हुक, लूप, अपतट रोधिका, टोम्बोलो (संयोजक रोधिका), लैगून (अनूप/कयाल झील)	एनसीईआरटी स्थलरूप

प्रमुख घटकों का तुलनात्मक अनुपात (%) विश्लेषण

- **महाद्वीपीय धरातल पर बहिर्जात अपरदन कारकों का सापेक्षिक क्षेत्रीय प्रभाव प्रतिशत:** प्रवाहित जल (नदीय प्रक्रम) = **55.0%**, पवन एवं शुष्क मरुस्थलीय प्रक्रम = **22.0%**, हिमनद एवं परिहिमानी प्रक्रम = **13.0%**, भूमिगत जल (कार्स्ट प्रक्रम) = **6.0%**, सागरीय तरंग एवं तटीय प्रक्रम = **4.0%**।
- **नदियों द्वारा महासागरों में ले जाए जाने वाले कुल अवसाद भार का प्रतिशत विभाजन:** निलंबित भार (गाद व मृतिका) = **68.0%**, घुलित भार (रासायनिक लवण) = **22.0%**, तलस्थ भार (रेत, बजरी व गोलाश्म) = **10.0%**।

मॉड्यूल 4: वायुमंडल की संरचना, सूर्यातप एवं पृथ्वी का ऊष्मा बजट

4.1 विस्तृत सैद्धांतिक व्याख्या

1. वायुमंडल का रासायनिक संघटन:

एनसीईआरटी — सौर विकिरण, ऊष्मा संतुलन एवं तापमान के अनुसार पृथ्वी के चारों ओर गुरुत्वाकर्षण बल से आबद्ध गैसीय आवरण को वायुमंडल कहते हैं। वायुमंडल के कुल द्रव्यमान का 50% भाग 5.5 किमी की ऊँचाई तक, 90% भाग 16 किमी तक और **99% भाग मात्र 32 किमी की ऊँचाई तक** सीमित है। वायुमंडल तीन मुख्य घटकों से मिलकर बना है:

- **गैसें (स्थायी एवं परिवर्तनशील):** शुष्क वायु के आयतन में **नाइट्रोजन (78.08%)**, **ऑक्सीजन (20.95%)** और **आर्गन (0.93%)** मिलकर 99.96% भाग बनाती हैं। ऑक्सीजन 120 किमी की ऊँचाई पर नगण्य हो जाती है तथा कार्बन डाइऑक्साइड एवं जलवाष्प 90 किमी की ऊँचाई तक ही पाए जाते हैं। **कार्बन डाइऑक्साइड (0.036% या वर्तमान में लगभग 0.04%)** सौर विकिरण (लघु तरंग) के लिए पारदर्शी किंतु पार्थिव विकिरण (दीर्घ तरंग) के लिए

अपारदर्शी होने के कारण मुख्य **'हरितगृह गैस'** है। समतापमंडल में 15 से 35 किमी के बीच पाई जाने वाली **ओजोन गैस** सूर्य की हानिकारक पराबैंगनी किरणों को सोखकर जीवन की रक्षा करती है।

• **जलवाष्प:** यह वायुमंडल का सबसे परिवर्तनशील घटक है जो आयतन के अनुसार 0% से 4% तक होता है। उष्ण व आर्द्र विषुवतीय प्रदेशों में यह वायु के आयतन का 4% होता है, जबकि ध्रुवीय शीत प्रदेशों और उष्ण मरुस्थलों में 1% से भी कम होता है। विषुवत वृत्त से ध्रुवों की ओर तथा धरातल से ऊँचाई की ओर जलवाष्प की मात्रा घटती जाती है (संपूर्ण जलवाष्प का 90% भाग 5 किमी की ऊँचाई के नीचे रहता है)। यह पृथ्वी के लिए **'कंबल'** का कार्य करता है जो पृथ्वी को न तो अत्यधिक गर्म होने देता है और न ही अत्यधिक ठंडा।

• **धूलकण (एरोसोल):** समुद्री नमक, महीन मिट्टी, धुएँ की कालिख, राख, परागकण व उल्काओं के टूटे कण वायुमंडल के निचले भाग में रहते हैं। ये **'आर्द्रताग्राही नाभिक'** का कार्य करते हैं जिनके चारों ओर जलवाष्प संघनित होकर मेघों व कोहरे का निर्माण करती है। धूलकणों द्वारा सौर किरणों के 'रैले प्रकीर्णन' के कारण ही आकाश का रंग नीला तथा सूर्योदय व सूर्यास्त के समय लाल-नारंगी दिखाई देता है।

2. वायुमंडल की स्तरीय संरचना (5 परतें):

• **क्षोभमंडल (ट्रोपोस्फीयर):** यह वायुमंडल की सबसे निचली, सघन और मानव के लिए सर्वाधिक महत्वपूर्ण परत है जिसमें वायुमंडल के कुल द्रव्यमान का लगभग 75% से 80% भाग समाहित है। इसकी ऊँचाई ध्रुवों पर **8 किलोमीटर** तथा विषुवत वृत्त पर **18 किलोमीटर** (औसत ऊँचाई 13 किमी) होती है, क्योंकि विषुवत वृत्त पर तेज संवहन धाराएँ ऊष्मा को अधिक ऊँचाई तक ले जाती हैं। इस मंडल में प्रति 165 मीटर की ऊँचाई पर 1° सेल्सियस अथवा **प्रति 1,000 मीटर (1 किमी) पर 6.5° सेल्सियस** की दर से तापमान घटता है, जिसे **'सामान्य ताप ह्रास दर'** कहते हैं। वाष्पीकरण, संघनन, बादल, वर्षा, ओला, कोहरा, तुषार, तड़ित-झंझा और चक्रवात जैसी समस्त मौसमी घटनाएँ इसी मंडल में होती हैं। इसकी ऊपरी सीमा **'क्षोभसीमा'** (मोटाई 1.5 किमी) कहलाती है, जहाँ हवा का तापमान विषुवत वृत्त के ऊपर **-80° सेल्सियस** और ध्रुवों के ऊपर **-45° सेल्सियस** होता है।

• **समतापमंडल (स्ट्रैटोस्फीयर):** क्षोभसीमा से 50 किमी की ऊँचाई तक विस्तृत। इसके निचले भाग में तापमान स्थिर रहता है और मौसमी विक्षोभ, संवहन धाराओं व जलवाष्प का अभाव होने के कारण यह परत **जेट वायुयानों की उड़ान के लिए सर्वोत्तम** मानी जाती है। 15 से 35 किमी (सर्वाधिक सांद्रता 20-25 किमी) के मध्य **'ओजोनमंडल'** स्थित है। ओजोन परत द्वारा पराबैंगनी किरणों के अवशोषण के कारण इस मंडल में ऊँचाई के साथ तापमान बढ़ता है और 50 किमी ('समतापसीमा') पर लगभग 0° सेल्सियस तक पहुँच जाता है। क्लोरोफ्लोरोकार्बन और हैलोन गैसों से ओजोन परत का क्षरण होता है (जिसके संरक्षण हेतु 1987 में 'मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल' हस्ताक्षरित हुआ)।

• **मध्यमंडल (मेसोस्फीयर):** समतापसीमा (50 किमी) से 80 किमी की ऊँचाई तक विस्तृत। इस परत में ओजोन के अभाव के कारण ऊँचाई के साथ तापमान पुनः तेजी से गिरता है और 80 किमी की ऊँचाई (**'मध्यसीमा'**) पर घटकर **-100° सेल्सियस** तक पहुँच जाता है, जो वायुमंडल का न्यूनतम तापमान है। अंतरिक्ष से आने वाले अधिकांश **उल्कापिंड** इसी परत में वायुमंडलीय घर्षण से जलकर नष्ट हो जाते हैं। ग्रीष्मकाल में ध्रुवों के ऊपर इस परत में कभी-कभी 'निशादीप्त मेघ' (नॉक्टिल्यूसेंट क्लाउड) दिखाई देते हैं।

• **आयनमंडल / तापमंडल (थर्मोस्फीयर):** मध्यसीमा से 80 से 400 किमी की ऊँचाई तक विस्तृत। इस परत में नाइट्रोजन व ऑक्सीजन के परमाणु सौर विकिरण व एक्स-किरणों से आयनीकृत होकर विद्युत आवेशित कणों (**'आयन'**) में बदल जाते हैं। यहाँ ऊँचाई के साथ तापमान तेजी से बढ़ता है। पृथ्वी से प्रसारित रेडियो तरंगें इसी परत (डी, ई/केनेली-हेवीसाइड परत, एफ/एपिलटन परत व जी परत) से परावर्तित होकर पृथ्वी पर वापस लौटती हैं। इसी मंडल में चुंबकीय तूफानों के समय उत्तरी ध्रुव पर **'अरोरा बोरियालिस' (उत्तरी ध्रुवीय ज्योति)** और दक्षिणी ध्रुव पर **'अरोरा ऑस्ट्रेलिस' (दक्षिणी ध्रुवीय ज्योति)** के रंगीन प्रकाश पुंज दिखाई देते हैं।

• **बहिर्मंडल (एक्सोस्फीयर):** 400 किमी से ऊपर लगभग 10,000 किमी तक अंतरिक्ष में क्रमशः विलीन होने वाली सबसे बाहरी परत। यहाँ वायु अत्यंत विरल होती है और केवल हाइड्रोजन तथा हीलियम जैसी हल्की गैसों की प्रधानता होती है। कृत्रिम उपग्रह इसी कक्षा में परिक्रमा करते हैं।

3. सूर्यातप, एल्बिडो, तापीय व्युत्क्रमण एवं पृथ्वी का ऊष्मा बजट:

• **सूर्यातप एवं प्रभावित करने वाले कारक:** सूर्य से लघु तरंगों के रूप में प्राप्त होने वाली विकिरण ऊर्जा को 'सूर्यातप' कहते हैं। पृथ्वी सूर्य से औसत 14.96 करोड़ किमी दूर है (3 जनवरी को **'उपसौर'** की स्थिति में न्यूनतम दूरी 14.70 करोड़ किमी होने से सूर्यातप 7% अधिक मिलता है, जबकि 4 जुलाई को **'अपसौर'** की स्थिति में अधिकतम दूरी 15.20 करोड़ किमी होती है)। सूर्यातप की मात्रा को 5 कारक नियंत्रित करते हैं—सूर्य की किरणों का नति कोण (तिरछापन), दिन की अवधि, वायुमंडल की पारदर्शिता, स्थल विन्यास और सूर्य से दूरी।

• **तापीय व्युत्क्रमण (तापमान का प्रतिलोमन):** सामान्यतः क्षोभमंडल में ऊँचाई के साथ तापमान घटता है, किंतु जब विशेष परिस्थितियों में ऊँचाई के साथ तापमान घटने के बजाय बढ़ने लगे (अर्थात् नीचे ठंडी व भारी वायु और ऊपर गर्म वायु हो), तो इसे 'तापीय व्युत्क्रमण' कहते हैं। इसके लिए **आदर्श दशाएँ** हैं: (1) लंबी शीतकालीन रातें, (2) स्वच्छ व मेघरहित आकाश (जिससे पार्थिव विकिरण तेजी से अंतरिक्ष में चला जाए), (3) शांत व स्थिर वायु (जिससे ऊर्ध्वाधर मिश्रण न हो), (4) शुष्क वायु और (5) हिमाच्छादित धरातल। अंतरापर्वतीय घाटियों में रात्रि में ऊँचे ढालों की ठंडी व भारी हवा घाटी की तली में उतर आती है

(कैटाबैटिक पवन) और घाटी की गर्म हवा को ऊपर उठा देती है—इसी कारण हिमालय व आल्प्स में फलों के बागान और बस्तियाँ घाटी की तली (पालाग्रस्त क्षेत्र) के बजाय पर्वतीय ढालों के मध्य भाग में बसाए जाते हैं।

• **पृथ्वी का ऊष्मा बजट (100 इकाइयों का गणितीय संतुलन):** पृथ्वी न तो समय के साथ गर्म हो रही है और न ही ठंडी, क्योंकि जितना सूर्यातप प्राप्त होता है उतनी ही ऊष्मा दीर्घ तरंग पार्थिव विकिरण द्वारा अंतरिक्ष में लौटा दी जाती है:

• **प्रवेशी सौर विकिरण = 100 इकाइयाँ।**

• **पृथ्वी का एल्बिडो (सीधा परावर्तन = 35 इकाइयाँ):** 100 इकाइयों में से **35 इकाइयाँ** पृथ्वी के धरातल को गर्म किए बिना सीधे अंतरिक्ष में परावर्तित हो जाती हैं—जिसमें **27 इकाइयाँ** बादलों के ऊपरी छोर से, **6 इकाइयाँ** वायुमंडलीय धूलकणों व गैस अणुओं द्वारा प्रकीर्णन से और **2 इकाइयाँ** पृथ्वी के हिमाच्छादित व बर्फीले क्षेत्रों से परावर्तित होती हैं। (ताजा हिम का एल्बिडो सर्वाधिक 70-90% होता है, जबकि पृथ्वी का औसत एल्बिडो 35% है)।

• **सौर विकिरण का अवशोषण (65 इकाइयाँ):** शेष 65 इकाइयों में से **14 इकाइयाँ** वायुमंडल (जलवाष्प, ओजोन व धूलकण) द्वारा सीधे अवशोषित कर ली जाती हैं और **51 इकाइयाँ** पृथ्वी के धरातल द्वारा अवशोषित होती हैं।

• **पार्थिव विकिरण एवं संतुलन (65 इकाइयाँ वापस):** पृथ्वी का धरातल अपनी अवशोषित **51 इकाइयों** को दीर्घ तरंग पार्थिव विकिरण के रूप में लौटाता है—जिसमें से **17 इकाइयाँ** सीधे अंतरिक्ष में चली जाती हैं और **34 इकाइयाँ** वायुमंडल द्वारा अवशोषित होती हैं (6 इकाइयाँ स्वयं वायुमंडल द्वारा प्रत्यक्ष दीर्घ तरंग अवशोषण से, 9 इकाइयाँ संवहन व विक्षोभ से तथा 19 इकाइयाँ जलवाष्प के संघनन की गुप्त ऊष्मा के रूप में)। वायुमंडल में कुल अवशोषित ऊष्मा 14 (सौर विकिरण से) + 34 (पार्थिव विकिरण से) = **48 इकाइयाँ** हो जाती है, जिन्हें वायुमंडल अंतरिक्ष में विकिरित कर देता है। इस प्रकार अंतरिक्ष में लौटने वाली कुल विकिरण ऊर्जा = 17 (धरातल से) + 48 (वायुमंडल से) = **65 इकाइयाँ** (तथा 35 इकाई एल्बिडो मिलाकर 100 = 100 इकाई पूर्ण संतुलन)। अक्षांशीय दृष्टि से 0° से 38° अक्षांशों के मध्य ऊष्मा का आधिक्य (अधिशेष) और 38° से 90° ध्रुवों के मध्य ऊष्मा की कमी (घाटा) रहती है, जिसका संतुलन पवनें और महासागरीय जलधाराएँ करती हैं।

4.2 4-नोड आरेख: पृथ्वी का ऊष्मा बजट एवं विकिरण संतुलन चक्र (100 इकाई)

चरण 1 **100 इकाई प्रवेशी सौर विकिरण:** — वायुमंडल की बाह्य सीमा पर सूर्य से लघु तरंगों के रूप में 100 इकाई ऊर्जा का आगमन

⬇

चरण 2 **35 इकाई पृथ्वी का एल्बिडो:** — बादलों के शीर्ष से 27%, वायुमंडलीय प्रकीर्णन से 6% तथा हिमाच्छादित धरातल से 2% का सीधा अंतरिक्ष में परावर्तन

⬇

चरण 3 **65 इकाई ऊर्जा अवशोषण:** — 14 इकाई वायुमंडल (जलवाष्प व ओजोन) द्वारा तथा 51 इकाई पृथ्वी के धरातल द्वारा अवशोषित

⬇

चरण 4 **65 इकाई पार्थिव विकिरण वापसी:** — धरातल से 17 इकाई सीधे व 34 इकाई वायुमंडल को (6 विकिरण + 9 संवहन + 19 गुप्त ऊष्मा); वायुमंडल से 48 इकाई (14+34) अंतरिक्ष में वापस (17+48 = 65 इकाई संतुलित)

4.3 तुलनात्मक सारणी: वायुमंडल की पाँचों परतों का संरचनात्मक विश्लेषण

वायुमंडलीय परत	ऊँचाई विस्तार	तापमान प्रवणता एवं ऊपरी सीमा	प्रमुख भौतिक एवं व्यावहारिक विशेषताएँ	प्रामाणिक स्रोत
1. क्षोभमंडल (ट्रोपोस्फीयर)	0 से 8 किमी (ध्रुव) एवं 18 किमी (विषुवत); औसत 13 किमी	ऊँचाई के साथ 6.5° से./किमी की दर से गिरावट; ऊपरी सीमा 'क्षोभसीमा' (-80° से. विषुवत पर)	वायुमंडलीय द्रव्यमान का 75-80% भाग; समस्त मौसमी घटनाएँ (बादल, वर्षा, चक्रवात, जेट स्ट्रीम); संवहन मंडल व परिवर्तन मंडल।	एनसीईआरटी वायुमंडल
2. समतापमंडल (स्ट्रैटोस्फीयर)	क्षोभसीमा से 50 किमी तक	ओजोन द्वारा पराबैंगनी अवशोषण से तापमान में वृद्धि (0° से. तक); ऊपरी सीमा 'समतापसीमा'	15-35 किमी के मध्य **ओजोन परत** (पृथ्वी की छतरी); मौसमी हलचल व संवहन रहित होने से जेट विमान उड़ान हेतु आदर्श; मुक्ताभ मेघ।	एनसीईआरटी वायुमंडल

वायुमंडलीय परत	ऊँचाई विस्तार	तापमान प्रवणता एवं ऊपरी सीमा	प्रमुख भौतिक एवं व्यावहारिक विशेषताएँ	प्रामाणिक स्रोत
3. मध्यमंडल (मेसोस्फीयर)	50 किमी से 80 किमी तक	ऊँचाई के साथ तापमान में पुनः तीव्र गिरावट (-100° से. न्यूनतम); ऊपरी सीमा 'मध्यसीमा'	वायुमंडल की सबसे ठंडी परत; अंतरिक्ष से आने वाले **उल्कापिंड** घर्षण से जलकर भस्म हो जाते हैं; निशादीप्त मेघ।	एनसीईआरटी वायुमंडल
4. आयनमंडल (तापमंडल)	80 किमी से 400 किमी तक	ऊँचाई के साथ तापमान में तीव्र वृद्धि (1,000° से. से अधिक)	विद्युत आवेशित आयन परतें (डी, ई, एफ, जी); पृथ्वी से प्रेषित **रेडियो तरंगों का परावर्तन**; ध्रुवीय प्रकाश (अरोरा बोरियालिस व ऑस्ट्रेलिस)।	एनओएए वायुमंडल
5. बहिर्मंडल (एक्सोस्फीयर)	400 किमी से 10,000 किमी (अंतरिक्ष तक)	अत्यधिक गतिज ताप किंतु विरल वायु के कारण ऊष्मा स्थानांतरण नगण्य	हाइड्रोजन व हीलियम जैसी हल्की गैसों की प्रधानता; ध्रुवीय एवं भू-स्थिर कृत्रिम उपग्रहों की कक्षाएँ स्थित।	एनसीईआरटी वायुमंडल

प्रमुख घटकों का तुलनात्मक अनुपात (%) विश्लेषण

• **प्रवेशी सौर विकिरण (100%) का बजट विभाजन:** पृथ्वी के धरातल द्वारा अवशोषण = **51.0%**, बादलों द्वारा परावर्तन = **27.0%**, वायुमंडल द्वारा प्रत्यक्ष अवशोषण = **14.0%**, वायुमंडलीय धूलकणों द्वारा प्रकीर्णन = **6.0%**, हिमाच्छादित धरातल द्वारा परावर्तन = **2.0%** (कुल एल्बिडो = 27% + 6% + 2% = **35.0%**)।

• **धरातल की 51% इकाइयों का पार्थिव विकिरण व्यय:** संघनन की गुप्त ऊष्मा द्वारा वायुमंडल को = **19.0%**, अंतरिक्ष में सीधा विकिरण = **17.0%**, संवहन एवं विक्षोभ द्वारा वायुमंडल को = **9.0%**, वायुमंडल द्वारा प्रत्यक्ष दीर्घ तरंग अवशोषण = **6.0%** (कुल = 19 + 17 + 9 + 6 = **51.0%**)।

• **शुष्क वायुमंडल का गैसीय संघटन प्रतिशत:** नाइट्रोजन = **78.08%**, ऑक्सीजन = **20.95%**, आर्गन = **0.93%**, कार्बन डाइऑक्साइड = **0.036%**, अन्य गैसें (निऑन, हीलियम, ओजोन, हाइड्रोजन) = **0.004%**।

मॉड्यूल 5: वायुदाब पेटियाँ, पवन तंत्र, जेट स्ट्रीम एवं चक्रवात

5.1 विस्तृत सैद्धांतिक व्याख्या

1. वायुदाब पेटियाँ एवं त्रिकोषीय वायुमंडलीय परिसंचरण:

एनसीईआरटी — वायुमंडलीय परिसंचरण तथा मौसम प्रणालियाँ के अनुसार समुद्र तल पर औसत वायुमंडलीय दाब **1,013.25 मिलीबार** (या 76 सेमी पारे के स्तंभ के बराबर) होता है, जिसे बैरोमीटर से मापते हैं। तापीय और गतिक कारकों से ग्लोब पर कुल 7 **वायुदाब पेटियाँ** बनती हैं:

• **1 विषुवतीय निम्न वायुदाब पेटी (0° से 5° उत्तरी व दक्षिणी):** वर्षभर लम्बवत सूर्य किरणों के कारण हवा गर्म होकर संवहन धाराओं के रूप में ऊपर उठती है (केवल ऊर्ध्वाधर गति, क्षैतिज पवन का अभाव)। अत्यधिक शांत दशाओं के कारण इसे **'डोलड्रम' (शांत कटिबंध)** कहते हैं। यहीं दोनों गोलार्धों की व्यापारिक पवनें आकर मिलती हैं, जिसे **'अंतः उष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र'** कहते हैं।

• **2 उपोष्ण कटिबंधीय उच्च वायुदाब पेटियाँ (30° से 35° उत्तरी व दक्षिणी):** विषुवत से उठी तथा उपध्रुवीय क्षेत्र से उठी वायु के 30°-35° अक्षांशों पर नीचे उतरने (अवतलन) से गतिजन्य उच्च दाब बनता है। प्राचीन काल में पालयुक्त जलयानों को हवा के अभाव और उच्च दाब के कारण आगे बढ़ाने हेतु व्यापारियों को अपने घोड़े समुद्र में फेंकने पड़ते थे, इसलिए इन अक्षांशों को **'अश्व अक्षांश'** कहते हैं। विश्व के अधिकांश उष्ण मरुस्थल इसी पेटी में महाद्वीपों के पश्चिमी भाग में स्थित हैं क्योंकि यहाँ हवा ऊपर से नीचे उतरती है जिससे प्रतिचक्रवातीय शुष्क दशाएँ बनती हैं।

• **2 उपध्रुवीय निम्न वायुदाब पेटियाँ (60° से 65° उत्तरी व दक्षिणी):** पृथ्वी के घूर्णन (अपकेंद्रीय प्रभाव) तथा गर्म पछुआ व ठंडी ध्रुवीय पवनों के वाताग्री अभिसरण से निर्मित गतिजन्य निम्न दाब पेटी।

• **2 ध्रुवीय उच्च वायुदाब पेटियाँ (80° से 90° उत्तरी व दक्षिणी):** अत्यधिक न्यून तापमान के कारण निर्मित तापजन्य उच्च दाब पेटी।

• **त्रिकोषीय परिसंचरण एवं कोरिओलिस बल:** धरातल पर पवन की गति व दिशा को तीन बल नियंत्रित करते हैं—(1) **दाब प्रवणता बल** (समदाब रेखाओं के समकोण पर उच्च से निम्न दाब की ओर), (2) **घर्षण बल** (धरातल से 1-3 किमी तक प्रभावी), और (3) **कोरिओलिस बल** (1844 में फ्रांसीसी वैज्ञानिक जी. जी. कोरिओलिस द्वारा खोजा गया विक्षेपक बल, जो अक्षांश के कोण की ज्या के समानुपाती होता है—अर्थात् विषुवत रेखा पर शून्य और ध्रुवों पर अधिकतम)। कोरिओलिस बल के प्रभाव से पवनें **उत्तरी गोलार्ध में अपनी मूल दिशा से दाईं ओर तथा दक्षिणी गोलार्ध में बाईं ओर** मुड़ जाती हैं (इसे **'फेरल का नियम'** कहते हैं)। जब ऊपरी वायुमंडल में समदाब रेखाएँ सीधी हों और घर्षण न हो तथा दाब प्रवणता बल व कोरिओलिस बल संतुलित हो जाएँ, तो समदाब रेखाओं के

समानांतर चलने वाली पवन **'भू-विक्षेपी पवन'** कहलाती है। प्रत्येक गोलार्ध में तीन परिसंचरण कोष बनते हैं: **हैडली कोष** (0°-30°), **फेरल कोष** (30°-60°) और **ध्रुवीय कोष** (60°-90°)।

2. पवन तंत्र का वर्गीकरण (ग्रहीय, सामयिक एवं स्थानीय पवनें):

• ग्रहीय / सनातनी / स्थायी पवनें:

• व्यापारिक पवनें (सन्मार्गी पवनें): उपोष्ण उच्च दाब (30°) से विषुवतीय निम्न दाब (0°) की ओर चलती हैं (उत्तरी गोलार्ध में उत्तर-पूर्वी और दक्षिणी गोलार्ध में दक्षिण-पूर्वी)। ये महाद्वीपों के पूर्वी तटों पर वर्षा करती हैं और पश्चिमी तटों पर शुष्कता लाती हैं।

• पछुआ पवनें: उपोष्ण उच्च दाब (30°) से उपध्रुवीय निम्न दाब (60°) की ओर चलती हैं (उत्तरी गोलार्ध में दक्षिण-पश्चिमी और दक्षिणी गोलार्ध में उत्तर-पश्चिमी)। दक्षिणी गोलार्ध में 40° से 60° अक्षांशों के बीच महाद्वीपों के अभाव और अवरोध-रहित महासागरीय विस्तार के कारण ये प्रचंड वेग से चलती हैं, जिन्हें नाविकों द्वारा 40° दक्षिणी अक्षांश पर **'गरजता चालीसा'**, 50° दक्षिणी पर **'प्रचंड पचासा'** और 60° दक्षिणी पर **'चीखता साठा'** कहा जाता है।

• ध्रुवीय पूर्वी पवनें: ध्रुवीय उच्च दाब से उपध्रुवीय निम्न दाब की ओर चलने वाली अत्यंत शीतल व शुष्क पवनें।

• सामयिक पवनें: ऋतु या समय के अनुसार दिशा बदलने वाली पवनें—(1) **मानसून पवनें** (ग्रीष्मकाल में समुद्र से स्थल की ओर व शीतकाल में स्थल से समुद्र की ओर 6 माह पर दिशा परिवर्तन), (2) **समुद्र समीर** (दिन में स्थल के जल्दी गर्म होने से समुद्र से स्थल की ओर) व **स्थल समीर** (रात्रि में स्थल से समुद्र की ओर), तथा (3) **घाटी समीर / एनाबैटिक पवन** (दिन में घाटी से पर्वत शिखर की ओर) व **पर्वत समीर / कैटाबैटिक पवन** (रात्रि में पर्वत ढाल से घाटी की ओर)।

• विश्व की प्रमुख स्थानीय पवनें:

• गर्म स्थानीय पवनें: (1) **चिनूक ('हिमभक्षी'):** उत्तरी अमेरिका में रॉकी पर्वत के पूर्वी ढाल से उतरने वाली गर्म व शुष्क पवन जो शीतकाल में बर्फ को पिघलाकर पशुपालन हेतु चारागाह खोल देती है; (2) **फॉन:** आल्प्स पर्वत के उत्तरी ढाल (स्विट्जरलैंड में सर्वाधिक प्रभावी) पर उतरने वाली गर्म पवन जो अंगूर की फसल को पकाने में सहायक है; (3) **सिरोको:** सहारा मरुस्थल से भूमध्य सागर की ओर चलने वाली गर्म व लाल रेत से भरी पवन जो इटली में लाल रंग की वर्षा कराती है जिसे **'रक्त वर्षा'** कहते हैं (इसे मिस्र में **खमसिन**, लीबिया में **गिबली** और ट्यूनीशिया में **चिली** कहते हैं); (4) **हरमट्टन ('डॉक्टर पवन'):** सहारा से पश्चिमी अफ्रीका के गिनी तट की ओर चलने वाली गर्म व शुष्क पवन, जो गिनी तट की उमस भरी अस्वास्थ्यकर आर्द्रता को सोखकर मौसम को सुहावना व स्वास्थ्यप्रद बना देती है; (5) **लू:** उत्तरी भारत व पाकिस्तान के मैदानों में मई-जून में चलने वाली अति-उष्ण व शुष्क पवन (तापमान 45°-50° से.); (6) **सांता आना:** दक्षिणी कैलिफोर्निया (संयुक्त राज्य अमेरिका) में वनाग्नि भड़काने वाली गर्म पवन; (7) **ब्रिकफील्डर:** ऑस्ट्रेलिया के विक्टोरिया प्रांत में चलने वाली गर्म पवन; (8) **ब्लैक रोलर:** उत्तरी अमेरिका के विशाल मैदान; (9) **सिमूम:** अरब व सहारा मरुस्थल; (10) **जोंडा:** अर्जेंटीना व उरुग्वे (एंडीज के पूर्वी ढाल); (11) **नॉरवेस्टर:** न्यूजीलैंड; (12) **काराबुरान:** मध्य एशिया के तारिम बेसिन में; तथा (13) **कोइम्बैंग:** जावा (इंडोनेशिया)।

• ठंडी स्थानीय पवनें: (1) **मिस्ट्रल:** आल्प्स पर्वत से फ्रांस की रोन नदी घाटी से होकर भूमध्य सागर की ओर चलने वाली शुष्क व बर्फीली ठंडी पवन; (2) **बोरा:** मध्य यूरोप से एड्रियाटिक सागर के पूर्वी तट (इटली व पूर्व यूगोस्लाविया) पर चलने वाली प्रचंड ठंडी पवन; (3) **ब्लिजार्ड:** कनाडा, संयुक्त राज्य अमेरिका एवं साइबेरिया में हिमकणों से युक्त ध्रुवीय बर्फीला तूफान; (4) **पाम्पेरो:** दक्षिण अमेरिका के पम्पास (अर्जेंटीना व उरुग्वे) में चलने वाली ठंडी ध्रुवीय पवन; (5) **पुर्गा एवं बुरान:** रूस व साइबेरिया के टुंड्रा प्रदेश में; (6) **बाइज:** दक्षिणी फ्रांस व स्विट्जरलैंड में; तथा (7) **लेवेंटर:** दक्षिणी स्पेन व जिब्राल्टर जलडमरूमध्य में।

3. जेट स्ट्रीम एवं रॉस्बी तरंगें:

एनओएए — जेट स्ट्रीम विज्ञान के अनुसार क्षोभमंडल की ऊपरी परत में (क्षोभसीमा के निकट 9 से 14 किमी की ऊँचाई पर) एक संकरी पट्टी में पश्चिम से पूर्व की ओर अत्यधिक वेग (150 से 300+ किमी/घंटा; शीतकाल में तापीय प्रवणता अधिक होने से वेग दोगुना हो जाता है) से विसर्पी पथ (**रॉस्बी तरंगों**) में प्रवाहित होने वाली त्रि-आयामी भू-विक्षेपी वायुधारा को **'जेट स्ट्रीम'** कहते हैं। इनकी खोज द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान अमेरिकी बमवर्षकों द्वारा की गई थी। प्रमुख जेट स्ट्रीम हैं: (1) **ध्रुवीय वाताग्री जेट स्ट्रीम** (40°-60° अक्षांश, जो शीतोष्ण चक्रवातों को गति व दिशा देती है), (2) **उपोष्ण कटिबंधीय पश्चिमी जेट स्ट्रीम** (25°-35° अक्षांश, जो शीतकाल में हिमालय के दक्षिण से बहती हुई भूमध्य सागर से 'पश्चिमी विक्षोभ' भारत लाती है), (3) **उष्णकटिबंधीय पूर्वी जेट स्ट्रीम** (ग्रीष्मकाल में तिब्बत के पठार के अत्यधिक गर्म होने से उत्पन्न होकर प्रायद्वीपीय भारत के ऊपर पूर्व से पश्चिम की ओर बहती है और भारतीय दक्षिण-पश्चिमी मानसून के प्रस्फोट में मुख्य भूमिका निभाती है), तथा (4) **सोमाली जेट** (निम्न स्तरीय जेट जो केन्या-सोमालिया तट से अरब सागर होकर भारत की ओर मानसूनी पवन को तीव्र करती है)।

4. वाताग्र तथा उष्णकटिबंधीय एवं शीतोष्ण चक्रवात:

• वाताग्र एवं शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात: जब दो भिन्न तापमान, आर्द्रता व घनत्व वाली वायुराशियाँ (जैसे गर्म व आर्द्र पछुआ वायु तथा ठंडी व शुष्क ध्रुवीय वायु) आपस में मिलती हैं, तो उनके मध्य बनने वाली ढलुआ सीमा को **'वाताग्र'** कहते हैं। वाताग्र 4 प्रकार के होते हैं—**उष्ण वाताग्र** (जब गर्म वायु आक्रामक होकर ठंडी वायु के ऊपर धीरे-धीरे चढ़ती है), **शीत वाताग्र** (जब ठंडी व भारी वायु आक्रामक होकर गर्म वायु को तेजी से ऊपर धकेलती है और कपासी-वर्षी मेघों से तीव्र वर्षा कराती है), **अधिविष्ट वाताग्र** (जब शीत वाताग्र उष्ण वाताग्र से मिल जाता है और गर्म वायु का धरातल से संपर्क पूरी तरह टूट जाता है) तथा **स्थायी**

वाताग्र। नॉर्वे के मौसमविद् वी. बर्कनीज और जे. बर्कनीज (1918) के **'ध्रुवीय वाताग्र सिद्धांत'** के अनुसार 35° से 65° अक्षांशों के मध्य वाताग्र जनन से **शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवातों** की उत्पत्ति होती है, जो पछुआ पवनों के सहारे पश्चिम से पूर्व चलते हैं और अधिविष्ट वाताग्र बनने के साथ समाप्त हो जाते हैं।

• **उष्णकटिबंधीय चक्रवात:** कर्क एवं मकर रेखाओं के मध्य (विशेषकर 5° से 30° उत्तरी व दक्षिणी अक्षांशों में; 0°-5° विषुवत रेखा पर कोरिओलिस बल शून्य होने से ये उत्पन्न नहीं होते) उष्ण महासागरों पर उत्पन्न होने वाले प्रचंड विनाशकारी भँवर। इनकी उत्पत्ति के लिए **5 अनिवार्य दशाएँ** हैं: (1) वृहत समुद्री सतह जहाँ जल का तापमान 27° **सेल्सियस से अधिक** हो, (2) कोरिओलिस बल की उपस्थिति, (3) ऊर्ध्वाधर पवनों की गति में कम अंतर (निम्न पवन अपरूपण), (4) पहले से मौजूद कमजोर निम्न वायुदाब क्षेत्र, और (5) समुद्री तल तंत्र के ऊपर ऊपरी वायुमंडल में अपसरण। इसकी ऊर्जा का स्रोत **संघनन की गुप्त ऊष्मा** है। चक्रवात के केंद्र में 10 से 50 किमी व्यास का शांत, मेघरहित और उतरती हुई हवा वाला **'चक्षु (आँख)'** होता है। चक्षु के चारों ओर 15 से 30 किमी चौड़ी **'चक्षु भित्ति'** होती है जहाँ हवा कुंडली के रूप में 18 किमी की ऊँचाई तक उठती है और यहीं सर्वाधिक वेग (200-250 किमी/घंटा) की पवनें व मूसलाधार वर्षा होती है। स्थल पर पहुँचते ही ('लैंडफॉल') आर्द्रता और गुप्त ऊष्मा की आपूर्ति रुक जाने तथा धरातलीय घर्षण के कारण ये क्षीण होकर समाप्त हो जाते हैं।

5.2 4-नोड आरेख: उष्णकटिबंधीय चक्रवात जनन एवं ऊर्जा गतिकी

चरण 1 **उष्ण सागरीय सतह (>27° सेल्सियस):** — 5° से 30° अक्षांशों के मध्य गर्म महासागरीय जल से तीव्र वाष्पीकरण एवं उष्ण-आर्द्र वायु का संवहनीय आरोहण

⬇

चरण 2 **तीव्र निम्न दाब एवं कोरिओलिस विक्षेपण:** — केंद्र में वायुदाब का तेजी से गिरना (920-960 मिलीबार) तथा कोरिओलिस बल से वामावर्त (उत्तरी गोलार्ध) सर्पिल भँवर व शांत 'चक्षु' का निर्माण

⬇

चरण 3 **संघनन की गुप्त ऊष्मा एवं चक्षु भित्ति:** — कपासी-वर्षी मेघों के संघनन से मुक्त गुप्त ऊष्मा द्वारा चक्रवात को प्रचंड गतिज ऊर्जा मिलना तथा मूसलाधार वर्षा व तूफानी महोर्मि

⬇

चरण 4 **तटीय लैंडफॉल एवं ऊर्जा क्षय:** — व्यापारिक पवनों के साथ पश्चिम की ओर चलते हुए तट से टकराना; जलवाष्प की आपूर्ति कटने व स्थलीय घर्षण से चक्रवात का विलोपन

5.3 तुलनात्मक सारणी: उष्णकटिबंधीय चक्रवात बनाम शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात

तुलना का आधार	उष्णकटिबंधीय चक्रवात	शीतोष्ण कटिबंधीय (वाताग्री / बहिर्उष्णकटिबंधीय) चक्रवात	प्रामाणिक स्रोत
अक्षांशीय विस्तार एवं उत्पत्ति क्षेत्र	5° से 30° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश; केवल उष्ण महासागरों (तापमान > 27° से.) पर उत्पन्न होते हैं।	35° से 65° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांश; स्थल तथा महासागर दोनों पर उत्पन्न हो सकते हैं।	एनसीईआरटी मौसम प्रणाली
उत्पत्ति तंत्र एवं ऊर्जा स्रोत	तापीय संवहन एवं **संघनन की गुप्त ऊष्मा** से संचालित; इनमें वाताग्र नहीं बनते और तापमान समान रहता है।	दो विपरीत वायुराशियों (उष्ण व शीत) के अभिसरण से **वाताग्र जनन** (बर्कनीज सिद्धांत) द्वारा संचालित।	एनसीईआरटी मौसम प्रणाली
आकार, व्यास एवं समदाब रेखाएँ	आकार वृत्ताकार या दीर्घवृत्ताकार; व्यास 150 से 500 किमी; समदाब रेखाएँ अत्यंत सघन व दाब प्रवणता तीव्र।	आकार उल्टे 'वी' अक्षर या अंडाकार जैसा; व्यास 1,000 से 2,000 किमी (अत्यंत विशाल); समदाब रेखाएँ दूर-दूर।	एनओएए परिसंचरण
चक्रवात का चक्षु (आँख)	केंद्र में शांत, मेघरहित व वर्षाहीन **'चक्षु'** होता है, जिसके चारों ओर 'चक्षु भित्ति' में भीषणतम तूफान होता है।	इसमें चक्षु (आँख) का पूर्णतः अभाव होता है; केंद्र में भी बादल और वर्षा होती है।	एनसीईआरटी मौसम प्रणाली
पवन वेग एवं वर्षा की प्रकृति	पवन वेग अत्यधिक प्रचंड (120 से 250+ किमी/घंटा); कुछ घंटों से कुछ दिनों तक मूसलाधार वर्षा व विनाशकारी समुद्री महोर्मि।	पवन वेग सामान्य (30 से 60 किमी/घंटा); कई दिनों या सप्ताहों तक रुक-रुक कर होने वाली धीमी व विस्तृत वर्षा।	एनसीईआरटी मौसम प्रणाली

तुलना का आधार	उष्णकटिबंधीय चक्रवात	शीतोष्ण कटिबंधीय (वाताग्री / बहिर्उष्णकटिबंधीय) चक्रवात	प्रामाणिक स्रोत
संचलन दिशा एवं क्षेत्रीय नाम	व्यापारिक पवनों के प्रभाव से **पूर्व से पश्चिम** चलते हैं (महाद्वीपों के पूर्वी तटों पर मारक)। नाम: **चक्रवात** (हिंद महासागर), **हरिकेन** (कैरेबियन/अटलांटिक), **टाइफून** (चीन सागर), **विली-विली** (ऑस्ट्रेलिया), **बागियो** (फिलीपींस), **ताइफू** (जापान)।	पछुआ पवनों व जेट स्ट्रीम के प्रभाव से **पश्चिम से पूर्व** चलते हैं (महाद्वीपों के पश्चिमी भाग व भारत में शीतकालीन 'पश्चिमी विक्षोभ' के रूप में गेहूँ/रबी फसल हेतु लाभकारी)।	वैश्विक चक्रवात अध्ययन

प्रमुख घटकों का तुलनात्मक अनुपात (%) विश्लेषण

• **विश्व के महासागरीय बेसिनों में उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की वार्षिक आवृत्ति प्रतिशत:** उत्तर-पश्चिमी प्रशांत महासागर एवं दक्षिण चीन सागर (टाइफून क्षेत्र) = **33.0%**, पूर्वी प्रशांत महासागर = **18.0%**, दक्षिणी हिंद महासागर = **15.0%**, उत्तरी अटलांटिक एवं कैरेबियन सागर (हरिकेन क्षेत्र) = **14.0%**, ऑस्ट्रेलियाई क्षेत्र (विली-विली) = **12.0%**, उत्तरी हिंद महासागर (बंगाल की खाड़ी एवं अरब सागर) = **8.0%**।

• **उत्तरी हिंद महासागर में चक्रवात वितरण प्रतिशत:** बंगाल की खाड़ी = **80.0%** (उच्च सागरीय तापमान, नदियों के स्वच्छ जल से कम लवणता व प्रशांत से आने वाले अवदाबों के कारण) बनाम अरब सागर = **20.0%** (4:1 का अनुपात; यद्यपि जलवायु परिवर्तन से अरब सागर में आवृत्ति बढ़ रही है)।

मॉड्यूल 6: महासागरीय नितल उच्चावच, लवणता, ज्वार-भाटा, महासागरीय जलधाराएँ एवं प्रवाल भित्तियाँ

6.1 विस्तृत सैद्धांतिक व्याख्या

1. महासागरीय नितल उच्चावच:

एनसीईआरटी — महासागरीय जल के अनुसार पृथ्वी के कुल क्षेत्रफल (51 करोड़ वर्ग किमी) के **70.8% भाग पर जलमंडल** और 29.2% भाग पर स्थलमंडल है। उत्तरी गोलार्ध को 'स्थलीय गोलार्ध' (61% जल, 39% स्थल) और दक्षिणी गोलार्ध को 'जलीय गोलार्ध' (81% जल, 19% स्थल) कहते हैं। उच्चतादर्शी वक्र (हिप्सोमीट्रिक वक्र) के अनुसार महासागरों की औसत गहराई 3,800 मीटर है जबकि स्थल की औसत ऊँचाई 840 मीटर है। महासागरीय नितल को चार मुख्य उच्चावच मंडलों में बाँटा जाता है:

• **महाद्वीपीय मग्नतट (शेल्फ):** प्रत्येक महाद्वीप का उथला जलमग्न विस्तार जिसकी औसत ढाल 1° या उससे भी कम तथा औसत गहराई 150 से 200 मीटर (100 फैदम) होती है। यह कुल महासागरीय नितल क्षेत्रफल का **8.6%** है (अटलांटिक महासागर में सर्वाधिक 13.3%)। साइबेरियाई मग्नतट (आर्कटिक महासागर, चौड़ाई 1,500 किमी) विश्व का सबसे चौड़ा मग्नतट है, जबकि चिली व सुमात्रा के पास अभिसारी किनारों पर यह अत्यंत संकरा है। भारत में पश्चिमी मग्नतट (भ्रंशन व निमज्जन के कारण) पूर्वी मग्नतट की तुलना में अधिक चौड़ा है। सूर्य के प्रकाश की पहुँच (प्रकाशीय मंडल) के कारण यहाँ प्लवक की प्रचुरता रहती है, जिससे विश्व के प्रमुख मत्स्यन क्षेत्र तथा **विश्व का 20% से अधिक पेट्रोलियम व प्राकृतिक गैस** (जैसे मुंबई हाई) और प्लेसर खनिज (केरल तट पर मोनाजाइट/थोरियम रेत) यहीं मिलते हैं।

• **महाद्वीपीय मग्नढाल:** मग्नतट की बाहरी सीमा से गभीर सागरीय मैदान तक तीव्र ढाल (2° से 5°) वाला भाग जिसकी गहराई 200 से 3,000 मीटर होती है। यह कुल महासागरीय क्षेत्रफल का **8.5%** है। मग्नढाल के आधार पर मलवे के जमाव से मंद ढाल वाला **'महाद्वीपीय उत्थान'** बनता है। मग्नतट और मग्नढाल को काटती हुई गहरी खाइयाँ **'अंतःसागरीय कैनियन'** कहलाती हैं (जैसे हडसन कैनियन, कांगो कैनियन और बेरिंग सागर का जेमचुग कैनियन)।

• **गभीर सागरीय मैदान (वितलीय मैदान):** 3,000 से 6,000 मीटर की गहराई पर स्थित विश्व के सबसे चिकने और समतल मैदान, जो महासागरीय नितल के सर्वाधिक 75.9% भाग पर फैले हैं (प्रशांत व हिंद महासागर में सर्वाधिक)। इन पर महीन अवसादों—जैविक **'सिंधु पंख' (ऊज)** (चूना प्रधान: ग्लोबिजेरिना व टेरोपॉड; सिलिका प्रधान: रेडियोलेरियन व डायटम) तथा अजैविक **'लाल मृतिका'** का निक्षेपण पाया जाता है।

• **महासागरीय गर्त (खाई) एवं गौण उच्चावच:** महासागरीय गर्त नितल के सबसे गहरे भाग हैं जो अभिसारी प्लेट किनारों पर बनते हैं (गहराई 5,500 मीटर से 11,000+ मीटर; क्षेत्रफल व कटक सहित 7.0%)। अब तक 57 प्रमुख गर्त खोजे गए हैं जिनमें 32 प्रशांत महासागर में, 19 अटलांटिक में और 6 हिंद महासागर में हैं। प्रशांत महासागर का **मारियाना गर्त (चैलेंजर गर्त—गहराई 11,022 या 11,034 मीटर)** विश्व का सबसे गहरा गर्त है; इसके अलावा टोंगा, क्यूरिल, फिलीपीन व केरमाडेक प्रशांत में, **प्यूर्टो रिको** (उत्तरी) व **साउथ सैंडविच** (दक्षिणी) अटलांटिक में तथा **सुंडा (जावा) गर्त** (गहराई 7,450 मीटर) हिंद महासागर में सबसे गहरे गर्त हैं। गौण उच्चावचों में **मध्य-महासागरीय कटक** (पृथ्वी की सबसे लंबी पर्वत श्रृंखला, कुल लंबाई 70,000 किमी से अधिक; अटलांटिक में 'एस' आकार की डॉल्फिन व चैलेंजर कटक और हिंद महासागर में 'उल्टे वाई' आकार की कार्ल्सबर्ग व नब्बे डिग्री पूर्वी कटक), नुकीले शिखर वाले जलमग्न ज्वालामुखी पर्वत **'समुद्री टीले (सीमाउंट)'** और तरंगों द्वारा घिसे गए सपाट शिखर वाले निमग्न ज्वालामुखी टीले **'गायोट'** प्रमुख हैं।

2. महासागरीय तापमान एवं लवणता:

• **तापमान वितरण एवं थर्मोक्लाइन:** महासागरीय जल की सतह का औसत वार्षिक तापमान लगभग 17.2° सेल्सियस (उत्तरी गोलार्ध में स्थल की अधिकता से 19° से. और दक्षिणी गोलार्ध में 16° से.) होता है। खुले महासागरों के बजाय स्थल से घिरे उष्णकटिबंधीय सागरों (लाल सागर व फारस की खाड़ी में 32° से. से अधिक) में तापमान अधिक होता है। गहराई के साथ **100 से 500 मीटर के बाद 1,000 मीटर तक की परत जहाँ तापमान में अत्यंत तीव्र गिरावट आती है, उसे 'थर्मोक्लाइन' (तापप्रवणता परत)** कहते हैं; 1,000 मीटर के नीचे 90% महासागरीय जल का तापमान 0° से 4° सेल्सियस के बीच स्थिर रहता है।

• **महासागरीय लवणता एवं हैलोक्लाइन:** 1,000 ग्राम समुद्री जल में घुले हुए कुल लवणों के भार (ग्राम में) को लवणता कहते हैं और इसे **प्रति हजार (‰)** में मापते हैं। महासागरों की औसत लवणता **35‰** है (24.7‰ लवणता को खारे जल की ऊपरी सीमा माना गया है)। 1884 के चैलेंजर अभियान में विलियम डिटमार ने सिद्ध किया कि समुद्री जल में लवणों का प्रतिशत सदैव स्थिर रहता है: **सोडियम क्लोराइड (77.8%)**, **मैग्नीशियम क्लोराइड (10.9%)**, **मैग्नीशियम सल्फेट (4.7%)**, **कैल्शियम सल्फेट (3.6%)**, **पोटैशियम सल्फेट (2.5%)**, कैल्शियम कार्बोनेट (0.3%) और मैग्नीशियम ब्रोमाइड (0.2%)।

• **लवणता का नियंत्रण एवं वितरण:** लवणता मुख्य रूप से वाष्पीकरण (समानुपाती) और वर्षण व नदियों के स्वच्छ जल के आगमन (व्युत्क्रमानुपाती) पर निर्भर करती है। इसी कारण विषुवत रेखा (0°-10°) पर उच्च तापमान होने के बावजूद प्रतिदिन होने वाली संवहनीय वर्षा और अमेजन, कांगो व नाइजर नदियों के स्वच्छ जल के कारण लवणता कम (34‰-35‰) पाई जाती है, जबकि **सर्वाधिक महासागरीय लवणता 20° से 40° उत्तरी तथा 10° से 30° दक्षिणी अक्षांशों (उपोष्ण उच्च दाब पेटी)** में पाई जाती है (36‰-37‰) जहाँ वाष्पीकरण अधिक और वर्षा कम होती है। बंगाल की खाड़ी में गंगा, ब्रह्मपुत्र, महानदी, गोदावरी व कृष्णा नदियों के भारी स्वच्छ जल के गिरने से लवणता कम (30‰-32‰) रहती है, जबकि अरब सागर में उच्च वाष्पीकरण और कम नदी जल के कारण लवणता अधिक (36‰) रहती है। 300 से 1,000 मीटर की गहराई के बीच जहाँ लवणता में तीव्र परिवर्तन होता है उसे **'हैलोक्लाइन'** और जहाँ घनत्व में तीव्र वृद्धि होती है उसे **'पाइक्नोक्लाइन'** कहते हैं। विश्व के सर्वाधिक लवणता वाले जल निकाय हैं: (1) **वान झील, तुर्की (330‰)**, (2) **मृत सागर, जॉर्डन-इजराइल (238‰)**, और (3) **ग्रेट साल्ट लेक, संयुक्त राज्य अमेरिका (220‰)**। लाल सागर में लवणता 37‰-41‰ तथा बाल्टिक व काला सागर में नदियों के जल व कम वाष्पीकरण से लवणता बहुत कम (7‰-18‰) होती है। समान लवणता वाले स्थानों को मिलाने वाली रेखा को **'समलवण रेखा' (आइसोहेलाइन)** कहते हैं।

3. ज्वार-भाटा (उत्पत्ति एवं प्रकार):

एनओएए — ज्वार-भाटा एवं धाराएँ के अनुसार चंद्रमा और सूर्य के गुरुत्वाकर्षण आकर्षण बल तथा पृथ्वी के घूर्णन से उत्पन्न अपकेंद्रीय बल के परिणामस्वरूप समुद्री जलस्तर के नियतकालिक रूप से ऊपर उठने को **'ज्वार'** और नीचे गिरने को **'भाटा'** कहते हैं। पृथ्वी का जो भाग चंद्रमा के ठीक सामने होता है वहाँ चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण बल से प्रत्यक्ष ज्वार आता है, और ठीक उसी समय पृथ्वी के विपरीत (प्रतिध्रुवीय) भाग पर अपकेंद्रीय बल की अधिकता से अप्रत्यक्ष ज्वार आता है—अर्थात् पृथ्वी पर एक समय में दो स्थानों पर ज्वार और उनके समकोण पर दो स्थानों पर भाटा आता है। चंद्रमा के पृथ्वी की परिक्रमा करने के कारण किसी स्थान पर अगला दैनिक ज्वार 24 घंटे के बजाय **24 घंटे 52 मिनट** बाद तथा अर्ध-दैनिक ज्वार 12 घंटे के बजाय **12 घंटे 26 मिनट** बाद आता है (दोनों के बीच भाटा 6 घंटे 13 मिनट बाद आता है)।

• **ज्वार के प्रकार:** (1) **वृहत ज्वार (उच्च ज्वार):** जब सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी एक सीधी रेखा में होते हैं (इस स्थिति को **'सिजिगी'** कहते हैं—अमावस्या को 'युति' और पूर्णिमा को 'वियुति'), तब सूर्य और चंद्रमा के संयुक्त आकर्षण से सामान्य से 20% ऊँचे ज्वार आते हैं। (2) **लघु ज्वार (निम्न ज्वार):** प्रत्येक माह के शुक्ल एवं कृष्ण पक्ष की सप्तमी या अष्टमी को जब सूर्य और चंद्रमा पृथ्वी के केंद्र पर समकोण (90°) बनाते हैं, तो दोनों के बल एक-दूसरे के विपरीत कार्य करते हैं और सामान्य से 20% नीचे ज्वार आते हैं। (3) **उपभू एवं अपभू ज्वार:** जब चंद्रमा पृथ्वी के निकटतम (**उपभू**—3.56 लाख किमी) होता है तो ज्वार 15-20% अधिक ऊँचा होता है, और जब अधिकतम दूरी (**अपभू**—4.07 लाख किमी) पर होता है तो ज्वार कम ऊँचा होता है। (4) **आवृत्ति के अनुसार: अर्ध-दैनिक ज्वार** (दिन में दो बार समान ऊँचाई के ज्वार—सबसे सामान्य), **दैनिक ज्वार** (दिन में एक ज्वार व एक भाटा—जैसे मैक्सिको की खाड़ी) और **मिश्रित ज्वार** (दो असमान ऊँचाई के ज्वार)। कनाडा के नोवा स्कोटिया स्थित **फंडी की खाड़ी** में विश्व का सर्वोच्च ज्वार (15 से 18 मीटर ऊँचा) आता है। इंग्लैंड के दक्षिणी तट पर स्थित **साउथेम्प्टन** में इंग्लिश चैनल और उत्तरी सागर से दो बार जल आने के कारण प्रतिदिन **4 बार ज्वार** आते हैं। भारत में गुजरात के **ओखा तट (तथा खंभात व कच्छ की खाड़ी)** में सबसे ऊँचा ज्वार आता है और कोलकाता पत्तन (हुगली नदी) एक प्रमुख ज्वारीय पत्तन है।

4. महासागरीय जलधाराएँ एवं वैश्विक थर्मोहेलाइन परिसंचरण:

एनओएए — महासागरीय जलधाराएँ के अनुसार महासागरीय जल के एक निश्चित दिशा में नदी के समान सतत प्रवाह को 'महासागरीय जलधारा' कहते हैं (धीमे व चौड़े प्रवाह को 'प्रवाह/ड्रिफ्ट' और अत्यधिक तीव्र प्रवाह को 'स्ट्रीम' कहते हैं)। सतह की जलधाराएँ (10% जल, 400 मीटर गहराई तक) मुख्य रूप से सनातनी पवनों और कोरिओलिस बल से चलती हैं (उत्तरी गोलार्ध में घड़ी की सुई की दिशा में/दक्षिणावर्त व दक्षिणी गोलार्ध में वामावर्त वलय या **'गायर'** बनाती हैं), जबकि गहरी महासागरीय धाराएँ (90% जल) तापमान और लवणता से उत्पन्न घनत्व अंतर (**'थर्मोहेलाइन परिसंचरण' या वैश्विक कन्वेयर बेल्ट**) द्वारा संचालित होती हैं।

• **अटलांटिक महासागर की जलधाराएँ: गर्म धाराएँ:** उत्तरी व दक्षिणी विषुवतीय धारा, केप साओ रोक से मुड़कर दक्षिण की ओर जाने वाली **ब्राजील धारा**, कैरेबियन सागर व मैक्सिको की खाड़ी से निकलने वाली फ्लोरिडा व एंटिलीज धारा जो केप हैटरास के आगे विश्व की सबसे तीव्र गर्म धारा **'गल्फ स्ट्रीम'** बन जाती है। गल्फ स्ट्रीम आगे **उत्तरी अटलांटिक प्रवाह** व **नार्वेजियन धारा** के रूप में पश्चिमी यूरोप के तटों को शीतकाल में भी जमने नहीं देती (इसीलिए इसे **'यूरोप**

का गर्म कंबल' कहते हैं)। **ठंडी धाराएँ:** बफिन की खाड़ी से आने वाली **लैब्राडोर धारा** (जो विशाल हिमखंड बहाकर लाती है और न्यूफाउंडलैंड के पास गल्फ स्ट्रीम से मिलकर घना कोहरा और विश्व प्रसिद्ध मत्स्यन केंद्र **'ग्रैंड बैंक'** बनाती है), **पूर्वी ग्रीनलैंड धारा**, उत्तरी अफ्रीका के पश्चिमी तट पर **कनारी धारा**, दक्षिणी अफ्रीका के पश्चिमी तट पर **बेंगुएला धारा** और अर्जेंटीना तट पर **फॉकलैंड धारा**। उत्तरी अटलांटिक के मध्य में गल्फ स्ट्रीम, उत्तरी अटलांटिक प्रवाह और कनारी धारा के चक्र के बीच शांत एवं गतिहीन जल का क्षेत्र **'सारगैसो सागर'** कहलाता है (जहाँ जड़-रहित 'सारगैसम' समुद्री घास तैरती है; यह विश्व का एकमात्र सागर है जिसकी कोई स्थलीय तटरेखा नहीं है)।

• **प्रशांत महासागर की जलधाराएँ: गर्म धाराएँ:** उत्तरी व दक्षिणी विषुवतीय धारा, फिलीपींस व ताइवान से जापान की ओर बहने वाली **क्यूरोशियो धारा** (गल्फ स्ट्रीम के समान गर्म धारा जिसे 'जापान की काली धारा' कहते हैं), **उत्तरी प्रशांत प्रवाह**, **अलास्का धारा**, **सुशिमा धारा** (जापान सागर) और **पूर्वी ऑस्ट्रेलियाई धारा**। **ठंडी धाराएँ:** बेरिंग जलडमरूमध्य से आने वाली **ओयाशियो (क्यूरिल या कामचटका) धारा** (जो होंशू द्वीप के पास क्यूरोशियो से मिलकर समृद्ध मत्स्यन क्षेत्र बनाती है), उत्तरी अमेरिका के पश्चिमी तट पर **कैलिफोर्निया धारा** और दक्षिणी अमेरिका के पश्चिमी तट (चिली व पेरू) के सहारे उत्तर की ओर बहने वाली **हम्बोल्ट या पेरू धारा**। जब 3 से 7 वर्षों के अंतराल पर दिसंबर के आसपास पेरू तट पर ठंडी हम्बोल्ट धारा का स्थान एक असामान्य गर्म जलधारा ले लेती है तो उसे **'एल नीनो'** कहते हैं, जिससे पेरू में बाढ़ और भारत व ऑस्ट्रेलिया में सूखा पड़ता है; इसके विपरीत अत्यधिक ठंडी स्थिति को **'ला नीना'** कहते हैं जो भारतीय मानसून के लिए अनुकूल होती है।

• **हिंद महासागर की जलधाराएँ:** उत्तरी हिंद महासागर एकमात्र ऐसा महासागरीय भाग है जहाँ जलधाराओं की दिशा **मानसून पवनों के साथ वर्ष में दो बार (ग्रीष्मकाल में दक्षिण-पश्चिमी मानसून प्रवाह तथा शीतकाल में उत्तर-पूर्वी मानसून प्रवाह) पूरी तरह बदल जाती है**। दक्षिणी हिंद महासागर में **मोजाम्बिक धारा** और **मेडागास्कर धारा** (गर्म) मिलकर दक्षिण अफ्रीका के पूर्वी तट पर **अगुलहास गर्म धारा** बनाती हैं, जबकि ऑस्ट्रेलिया के पश्चिमी तट पर **पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई ठंडी धारा** बहती है।

5. प्रवाल भित्तियाँ एवं प्रवाल विरंजन (कोरल ब्लीचिंग):

एनओएए — प्रवाल भित्ति पारिस्थितिकी तथा एनओएए — तीन प्रकार की प्रवाल भित्तियाँ के अनुसार प्रवाल भित्तियाँ उष्णकटिबंधीय महासागरों में चूना स्रावित करने वाले सूक्ष्म समुद्री जीव **'प्रवाल पॉलिप' (सीलेन्ट्रेटा संघ)** के कैल्शियम कार्बोनेट अस्थिपंजरों के करोड़ों वर्षों के संचयन से बनी जैविक चट्टानें हैं। प्रवाल पॉलिप के ऊतकों में **'जूजैंथेली'** नामक सूक्ष्म एककोशिकीय शैवाल सहजीवी रूप में रहते हैं—जूजैंथेली प्रकाश-संश्लेषण द्वारा प्रवाल को 90% तक पोषण (कार्बोहाइड्रेट व ऑक्सीजन) और आकर्षक रंग प्रदान करते हैं, जबकि प्रवाल उन्हें सुरक्षित आवास और कार्बन डाइऑक्साइड व पोषक तत्व देता है। विश्व के महासागरीय क्षेत्रफल के मात्र 0.1% से कम भाग पर फैली होने के बावजूद ये 25% समुद्री प्रजातियों को आश्रय देती हैं, इसलिए इन्हें **'समुद्र का वर्षावन'** कहा जाता है।

• **प्रवाल विकास की 5 अनिवार्य भौगोलिक दशाएँ:** (1) **जल का तापमान:** प्रवाल केवल उष्णकटिबंधीय सागरों (30° उत्तरी से 30° दक्षिणी अक्षांश) में पनपते हैं जहाँ औसत वार्षिक तापमान **20° से 21° सेल्सियस** (आदर्श सीमा 20°-25° से.) रहे; (2) **सूर्य का प्रकाश एवं उथला जल:** जूजैंथेली के प्रकाश-संश्लेषण हेतु सूर्य का प्रकाश आवश्यक है, अतः प्रवाल **200 से 250 फीट (60-70 मीटर, अधिकतम 180 फीट पर सर्वाधिक विकास)** से अधिक गहराई पर जीवित नहीं रह सकते; (3) **अवसाद-मुक्त स्वच्छ जल:** गंदला या अवसादयुक्त जल प्रवाल के मुख-छिद्रों को बंद कर उन्हें मार देता है, परंतु पूर्णतः स्वच्छ मीठा जल (नदियों के मुहाने) भी प्रवाल के लिए घातक है; (4) **महासागरीय लवणता:** प्रवाल को कैल्शियम कार्बोनेट प्राप्त करने के लिए **27‰ से 30‰** की मध्यम लवणता आवश्यक है; तथा (5) **अंतःसागरीय चबूतरा एवं तरंगें:** प्रवाल के टिकने के लिए उथला चबूतरा और भोजन व ऑक्सीजन लाने के लिए मंद धाराएँ आवश्यक हैं।

• **प्रवाल भित्तियों के 3 मुख्य प्रकार एवं उत्पत्ति के सिद्धांत:**

• **तटीय प्रवाल भित्ति (फ्रिंजिंग रीफ):** महाद्वीपीय या द्वीपीय तट से बिल्कुल सटकर निर्मित भित्ति, जिसके और स्थल के बीच या तो लैगून नहीं होता या अत्यंत उथला व संकरा लैगून ('बोट चैनल') होता है। उदाहरण: भारत में **मन्नार की खाड़ी, कच्छ की खाड़ी, पाक की खाड़ी और अंडमान-निकोबार द्वीप समूह** तथा फ्लोरिडा व लाल सागर की भित्तियाँ।

• **अवरोधक प्रवाल भित्ति (बैरियर रीफ):** तट से कुछ किलोमीटर दूर तट के समानांतर विकसित विशाल व चौड़ी भित्ति, जिसके और मुख्य भूमि के बीच एक चौड़ा और गहरा लैगून होता है। उदाहरण: ऑस्ट्रेलिया के उत्तर-पूर्वी तट (क्वींसलैंड) के समानांतर स्थित विश्व की सबसे बड़ी **'ग्रेट बैरियर रीफ'** (लंबाई लगभग 2,300 किमी)।

• **वलयाकार प्रवाल भित्ति (एटॉल):** किसी जलमग्न द्वीप या पठार के चारों ओर अंगूठी या घोड़े की नाल के आकार में विकसित प्रवाल वलय जिसके मध्य में एक उथला लैगून होता है। उदाहरण: भारत का **लक्षद्वीप समूह**, मालदीव, फिजी एटॉल, फुनाफुटी एटॉल और प्रशांत महासागर का क्वाजालीन व बिकिनी एटॉल।

• **उत्पत्ति के प्रमुख सिद्धांत:** (1) **चार्ल्स डार्विन का अवतलन सिद्धांत (1842, बाद में दाना व डेविस द्वारा समर्थित):** किसी द्वीप के क्रमिक रूप से नीचे धँसने (अवतलन) के साथ-साथ तटीय प्रवाल भित्ति पहले अवरोधक भित्ति में और द्वीप के पूर्णतः डूबने पर एटॉल में बदल जाती है; (2) **जॉन मरे का स्थिर स्थल सिद्धांत (1880):** स्थल स्थिर रहता है और अंतःसागरीय चबूतरों पर निक्षेपण से भित्तियाँ बनती हैं; तथा (3) **रेजिनॉल्ड डेली का हिमानी नियंत्रण सिद्धांत (1915):** प्लीस्टोसीन हिमयुग में समुद्र तल के नीचे गिरने (33-38 फैदम) से सपाट चबूतरे बने और हिम पिघलने पर समुद्र तल के बढ़ने के साथ प्रवाल ऊपर की ओर बढ़े।

• **प्रवाल विरंजन (कोरल ब्लीचिंग):** जब वैश्विक तापन, एल नीनो से समुद्री जल का तापमान सामान्य से 1°-2° सेल्सियस अधिक बढ़ने, पराबैंगनी विकिरण, महासागरीय अम्लीकरण (कार्बन डाइऑक्साइड घुलने से पीएच मान घटना), अवसादन या प्रदूषण के कारण प्रवाल तनावग्रस्त हो जाते हैं, तो वे अपने ऊतकों से सहजीवी रंगीन शैवाल **'जूजैंथेली'** को बाहर निष्कासित कर देते हैं। इससे प्रवाल का सफेद चूनेदार कंकाल दिखने लगता है और पोषण के अभाव में प्रवाल की मृत्यु हो जाती है—इसी घटना को **'प्रवाल विरंजन'** कहते हैं।

6.2 4-नोड आरेख: प्रवाल भित्ति क्रमिक विकास (डार्विन अवतलन मॉडल) एवं विरंजन तंत्र

चरण 1 **तटीय प्रवाल भित्ति निर्माण:** — उष्ण उथले सागर (20°-21° से. तापमान, 27-30‰ लवणता, 60 मीटर तक गहराई) में द्वीप के तट से सटी भित्ति का विकास (मन्नार व अंडमान)

⬇

चरण 2 **द्वीप अवतलन एवं अवरोधक भित्ति:** — द्वीप के नीचे धँसने तथा प्रवाल पॉलिप व जूजैंथेली की ऊर्ध्व वृद्धि से तट से दूर चौड़े लैगून युक्त अवरोधक भित्ति (ग्रेट बैरियर रीफ)

⬇

चरण 3 **पूर्ण निमज्जन एवं वलयाकार एटॉल:** — केंद्रीय द्वीप के समुद्र तल से नीचे डूब जाने पर मध्यवर्ती लैगून के चारों ओर अंगूठीनुमा प्रवाल द्वीप का निर्माण (लक्षद्वीप व मालदीव)

⬇

चरण 4 **तापीय तनाव एवं प्रवाल विरंजन:** — समुद्री तापन (एल नीनो), अम्लीकरण व प्रदूषण से जूजैंथेली शैवाल का निष्कासन एवं प्रवाल का श्वेत होकर नष्ट होना

6.3 तुलनात्मक सारणी: तीनों महासागरों की प्रमुख जलधाराएँ एवं प्रवाल भित्ति प्रकार

महासागर / प्रवाल वर्ग	प्रमुख गर्म जलधाराएँ / लक्षण	प्रमुख ठंडी जलधाराएँ / उदाहरण एवं प्रभाव	प्रामाणिक स्रोत
1. अटलांटिक महासागर	उत्तरी व दक्षिणी विषुवतीय धारा, फ्लोरिडा धारा, **गल्फ स्ट्रीम** (यूरोप का गर्म कंबल), उत्तरी अटलांटिक प्रवाह, नार्वेजियन धारा, इरमिंगर धारा, **ब्राजील धारा**, गिनी धारा	**लैब्राडोर धारा** (गल्फ स्ट्रीम से मिलकर न्यूफाउंडलैंड के पास 'ग्रैंड बैंक' मत्स्यन केंद्र बनाती है), पूर्वी ग्रीनलैंड धारा, **कनारी धारा** (सहारा मरुस्थल), **बेंगुएला धारा** (नामीब-कालाहारी मरुस्थल), **फॉकलैंड धारा**	एनओएए महासागरीय धाराएँ
2. प्रशांत महासागर	उत्तरी व दक्षिणी विषुवतीय धारा, **क्यूरोशियो धारा** (जापान की काली गर्म धारा), उत्तरी प्रशांत प्रवाह, **अलास्का धारा**, सुशिमा धारा, **पूर्वी ऑस्ट्रेलियाई धारा**, एल नीनो	**ओयाशियो / क्यूरिल धारा** (क्यूरोशियो से मिलकर जापान का मत्स्यन क्षेत्र बनाती है), ओखोटस्क धारा, **कैलिफोर्निया धारा** (सोनोरन-मोहावे मरुस्थल), **हम्बोल्ट / पेरू धारा** (अटाकामा मरुस्थल)	एनओएए महासागरीय धाराएँ
3. हिंद महासागर	ग्रीष्मकालीन दक्षिण-पश्चिमी मानसून प्रवाह, शीतकालीन उत्तर-पूर्वी मानसून प्रवाह, दक्षिणी विषुवतीय धारा, **मोजाम्बिक धारा**, मेडागास्कर धारा, **अगुलहास धारा**	**पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा** (ग्रेट विक्टोरिया व गिब्सन मरुस्थल के निर्माण में सहायक), **सोमाली धारा** (ग्रीष्मकालीन शीत अपवेलिंग), दक्षिणी हिंद महासागरीय पछुआ प्रवाह	एनसीईआरटी महासागरीय जल
4. प्रवाल भित्ति प्रकार (तटीय, अवरोधक व एटॉल)	**तटीय भित्ति:** तट से सटी, संकरा बोट चैनल (मन्नार की खाड़ी, कच्छ की खाड़ी, अंडमान)। **अवरोधक भित्ति:** तट के समानांतर, चौड़ा व गहरा लैगून (ग्रेट बैरियर रीफ, ऑस्ट्रेलिया)।	**वलयाकार भित्ति (एटॉल):** खुले समुद्र में केंद्रीय लैगून को घेरे मुद्रिकाकार प्रवाल वलय (लक्षद्वीप, मालदीव, फुनाफुटी)। तापमान >27°-30° से. होने पर जूजैंथेली निष्कासन से **प्रवाल विरंजन**।	एनओएए प्रवाल भित्ति

प्रमुख घटकों का तुलनात्मक अनुपात (%) विश्लेषण

• **महासागरीय नितल उच्चावच का क्षेत्रफल प्रतिशत:** गभीर सागरीय मैदान = **75.9%**, महाद्वीपीय मग्नतट = **8.6%**, महाद्वीपीय मग्नढाल = **8.5%**, महासागरीय गर्त एवं मध्य-महासागरीय कटक = **7.0%**।

• **सागरीय जल में घुले लवणों का संघटन प्रतिशत (कुल लवणता 35‰ = 100%):** सोडियम क्लोराइड = **77.8%**, मैग्नीशियम क्लोराइड = **10.9%**, मैग्नीशियम सल्फेट = **4.7%**, कैल्शियम सल्फेट = **3.6%**, पोटैशियम सल्फेट = **2.5%**, कैल्शियम कार्बोनेट = **0.3%**, मैग्नीशियम ब्रोमाइड = **0.2%**।

• **पृथ्वी पर जल संसाधनों का वितरण प्रतिशत:** महासागरीय खारा जल = **97.25%**, हिमटोपियाँ एवं हिमनद = **2.05%**, भूमिगत जल = **0.68%**, झीलें = **0.01%**, मृदा आर्द्रता = **0.005%**, वायुमंडल = **0.001%**, नदियाँ व सरिताएँ = **0.0001%**।

अध्याय 7: 10 अद्वितीय स्मृति ट्रिक्स (100% शुद्ध देवनागरी सूत्र)

सिविल सेवा (संघ लोक सेवा आयोग एवं राज्य सिविल सेवा) की प्रारंभिक तथा मुख्य परीक्षा में अनुक्रम, सुमेलन और वर्गीकरण के प्रश्नों को त्वरित व सटीक रूप से हल करने हेतु 10 मौलिक स्मृति सूत्र नीचे प्रस्तुत हैं:

★ स्मृति ट्रिक 1 (पृथ्वी की आंतरिक असंबद्धताओं का भूपर्पटी से क्रोड तक सही क्रम):
• **स्मृति सूत्र: "कमरे में गुल"** (क म रे गु ल)

• **व्याख्या: क** = कॉनराड असंबद्धता (ऊपरी व निचली भूपर्पटी के मध्य), **म** = मोहोरोविसिक असंबद्धता (भूपर्पटी व प्रावार के मध्य), **रे** = रेपेटी असंबद्धता (ऊपरी व निचले प्रावार के मध्य), **गु** = गुटेनबर्ग असंबद्धता (प्रावार व बाह्य क्रोड के मध्य), तथा **ल** = लेहमैन असंबद्धता (बाह्य व आंतरिक क्रोड के मध्य)।

★ स्मृति ट्रिक 2 (भूपर्पटी एवं संपूर्ण पृथ्वी के शीर्ष तत्व घटते क्रम में):
• **स्मृति सूत्र:** भूपर्पटी हेतु **"ऑक्सी-सिलि-एल्यु-लोहा-कैल्शि"** तथा संपूर्ण पृथ्वी हेतु **"लोहा-ऑक्सी-सिलि-मैग"**

• **व्याख्या:** भूपर्पटी में सर्वाधिक तत्व **ऑक्सीजन** (46.6%) **सिलिकॉन** (27.7%) **एल्युमिनियम** (8.1%) **लोहा** (5.0%) **कैल्शियम** (3.6%) हैं; जबकि संपूर्ण पृथ्वी में प्रथम स्थान पर **लोहा** (35.0%) **ऑक्सीजन** (30.0%) **सिलिकॉन** (15.0%) **मैग्नीशियम** (13.0%) है।

★ स्मृति ट्रिक 3 (अटलांटिक महासागर की सभी प्रमुख ठंडी जलधाराएँ):
• **स्मृति सूत्र: "लैब में बेंगनी कनारी ने पूर्वी ग्रीनलैंड का फॉक पहना"**

• **व्याख्या: लैब** = लैब्राडोर धारा, **बेंगनी** = बेंगुएला धारा, **कनारी** = कनारी धारा, **पूर्वी ग्रीनलैंड** = पूर्वी ग्रीनलैंड धारा, तथा **फॉक** = फॉकलैंड धारा। (इनके अतिरिक्त अटलांटिक की शेष धाराएँ—गल्फ स्ट्रीम, फ्लोरिडा, ब्राजील, नार्वेजियन, इरमिंगर व गिनी—सभी गर्म धाराएँ हैं)।

★ स्मृति ट्रिक 4 (प्रशांत एवं हिंद महासागर की प्रमुख ठंडी जलधाराएँ):
• **स्मृति सूत्र: "हम कल ओस में पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया गए"**

• **व्याख्या: हम** = हम्बोल्ट (पेरू) धारा (दक्षिणी प्रशांत), **कल** = कैलिफोर्निया धारा (उत्तरी प्रशांत), **ओस** = ओयाशियो या क्यूरिल धारा (उत्तरी-पश्चिमी प्रशांत), तथा **पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया** = पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा (हिंद महासागर की स्थायी ठंडी धारा)।

★ स्मृति ट्रिक 5 (विश्व की प्रमुख गर्म स्थानीय पवनें):
• **स्मृति सूत्र: "चिनू ने फोन पर सिरोको और डॉक्टर हरमट्टन को खमसिन लू में सांता के ब्रिक लाने को कहा"**

• **व्याख्या: चिनूक** (रॉकीज, हिमभक्षी), **फॉन** (आल्प्स), **सिरोको** (सहारा से इटली, रक्त वर्षा), **हरमट्टन** (गिनी तट, डॉक्टर पवन), **खमसिन** (मिस्र), **लू** (उत्तरी भारत), **सांता आना** (कैलिफोर्निया) तथा **ब्रिकफील्डर** (ऑस्ट्रेलिया)—ये सभी गर्म व शुष्क स्थानीय पवनें हैं।

★ स्मृति ट्रिक 6 (विश्व की प्रमुख ठंडी स्थानीय पवनें):
• **स्मृति सूत्र: "मिस बोरा ने ब्लिजार्ड में पम्पा को पुर्गा और बाइज खिलाया"**

• **व्याख्या: मिस** = मिस्ट्रल (रोन घाटी, फ्रांस), **बोरा** = बोरा (एड्रियाटिक तट), **ब्लिजार्ड** = ब्लिजार्ड (कनाडा, संयुक्त राज्य अमेरिका व साइबेरिया), **पम्पा** = पाम्पेरो (अर्जेंटीना का पम्पास क्षेत्र), **पुर्गा** = पुर्गा (रूसी टुंड्रा), तथा **बाइज** = बाइज (फ्रांस व स्विट्जरलैंड)।

★ स्मृति ट्रिक 7 (आग्नेय एवं अवसादी चट्टानों का कायांतरित रूप):
• **स्मृति सूत्र: "चूना-संग, बालू-क्वार्ट, शेल-स्लेट, ग्रेनाइट-नीस, बेसाल्ट-शिस्ट, गैब्रो-सर्प"**

• **व्याख्या:** चूना पत्थर **संगमरमर**; बलुआ पत्थर **क्वार्टजाइट**; शेल **स्लेट** (स्लेट फाइलाइट शिस्ट); ग्रेनाइट **नीस**; बेसाल्ट **शिस्ट / एम्फीबोलाइट**; गैब्रो **सर्पेंटाइन**; तथा कोयला **ग्रेफाइट व हीरा**।

★ स्मृति ट्रिक 8 (कार्स्ट गुफा एवं हिमनद स्थलरूपों के युग्मों में भ्रम निवारण):
• स्मृति सूत्र: "छत से लटके ताना (स्टैलेक्टाइट), फर्श से उठे गमला (स्टैलेग्माइट); हिम की टोकरी में ड्रम (ड्रमलिन), पवन की छतरी गारो"

• **व्याख्या:** गुफा की **छत से नीचे लटकने** वाला चूना स्तंभ **स्टैलेक्टाइट** ('टाइट' छत को पकड़े रहता है) और **फर्श से ऊपर उठने** वाला स्तंभ **स्टैलेग्माइट** है। 'अंडे की टोकरी की स्थलाकृति' हिमनद निक्षेप **ड्रमलिन** को कहते हैं तथा छत्रक शिला (गारो), ज्यूगेन व यारडंग पवन अपरदन से बनते हैं।

★ स्मृति ट्रिक 9 (समुद्री लवणता के 5 प्रमुख लवण घटते क्रम में):
• स्मृति सूत्र: "दो क्लोराइड (सोडियम-मैग्नीशियम) के पीछे तीन सल्फेट (मैग्नीशियम-कैल्शियम-पोटैशियम)"

• **व्याख्या:** 1. **सोडियम क्लोराइड** (77.8%) 2. **मैग्नीशियम क्लोराइड** (10.9%) 3. **मैग्नीशियम सल्फेट** (4.7%) 4. **कैल्शियम सल्फेट** (3.6%) 5. **पोटैशियम सल्फेट** (2.5%)। (ध्यान रखें कि मैग्नीशियम क्लोराइड के तुरंत बाद मैग्नीशियम सल्फेट आता है)।

★ स्मृति ट्रिक 10 (ठंडी जलधाराओं और तटीय उष्ण मरुस्थलों का सटीक सुमेलन):
• स्मृति सूत्र: "हम्बोल्ट का अटाकामा, बेंगुएला का नामीब, कनारी का सहारा, कैलिफोर्निया का सोनोरन"

• **व्याख्या:** महाद्वीपों के पश्चिमी तटों पर ठंडी जलधाराएँ शुष्क प्रतिचक्रवातीय दशाएँ बनाती हैं: **हम्बोल्ट (पेरू) धारा** अटाकामा मरुस्थल (दक्षिणी अमेरिका); **बेंगुएला धारा** नामीब व कालाहारी मरुस्थल (दक्षिणी अफ्रीका); **कनारी धारा** सहारा मरुस्थल (उत्तरी अफ्रीका); **कैलिफोर्निया धारा** सोनोरन व मोहावे मरुस्थल (उत्तरी अमेरिका); तथा **पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा** ग्रेट विक्टोरिया व गिब्सन मरुस्थल (ऑस्ट्रेलिया)।

इकाई 1.1: पृथ्वी की आंतरिक संरचना, भूकंप विज्ञान एवं भू-आकृति विज्ञान (Geomorphology)

अध्याय के प्रमुख अध्ययन स्तंभ — इकाई 1.1: पृथ्वी की आंतरिक संरचना, भूकंप विज्ञान एवं भू-आकृति विज्ञान (Geomorphology)

प्रमुख अध्ययन बिंदु 1	प्रमुख अध्ययन बिंदु 2
पृथ्वी के रासायनिक एवं यांत्रिक स्तर	**सारणी 1.1: पृथ्वी की आंतरिक परतें, भूकंपीय असंबद्धताएँ एवं तरंग व्यवहार**

पृथ्वी की आंतरिक संरचना का वैज्ञानिक अध्ययन मुख्य रूप से अप्रत्यक्ष स्रोतों—विशेषकर भूकंपीय तरंगों (Seismic Waves) के व्यवहार, उल्कापिंडों के संघटन, गुरुत्वाकर्षण विसंगतियों, चुंबकीय क्षेत्र और ज्वालामुखी उद्गार से प्राप्त पदार्थों के विश्लेषण पर आधारित है (NCERT भौतिक भूगोल के मूल सिद्धांत)। पृथ्वी के धरातल से केंद्र (लगभग 6,371 किमी की गहराई) की ओर जाने पर तापमान, दबाव और घनत्व में क्रमिक वृद्धि होती है।

1. पृथ्वी के रासायनिक एवं यांत्रिक स्तर

रासायनिक संघटन के आधार पर एडवर्ड स्वेस (Eduard Suess) ने पृथ्वी की परतों को **सियाल (SiAl - सिलिका + एल्युमिनियम)**, **सीमा (SiMa - सिलिका + मैग्नीशियम)** और **निफे (NiFe - निकेल + फेरियम/लोहा)** में विभाजित किया था। आधुनिक भूकंप विज्ञान एवं अंतर्राष्ट्रीय भूगणित और भूभौतिकी संघ (IUGG) के अनुसार पृथ्वी को तीन प्रमुख संकेंद्रित परतों में बाँटा जाता है:

1. **भूपर्पटी (Crust):** यह पृथ्वी की सबसे बाहरी एवं ठोस परत है। महाद्वीपीय भागों में इसकी औसत मोटाई लगभग 30 किमी (हिमालय जैसे पर्वतीय क्षेत्रों के नीचे 70 किमी तक) तथा महासागरीय तलों में मात्र 5 से 10 किमी होती है। महाद्वीपीय पर्पटी मुख्यतः ग्रेनाइटिक (हल्की, घनत्व ~2.7 ग्राम/सेमी³) और महासागरीय पर्पटी बेसाल्टिक (भारी, घनत्व ~3.0 ग्राम/सेमी³) चट्टानों से निर्मित है (NCERT)।

2. **प्रावर या मेंटल (Mantle):** मोहो असंबद्धता से लेकर 2,900 किमी की गहराई तक विस्तृत यह परत पृथ्वी के कुल आयतन का लगभग **83 प्रतिशत** और कुल द्रव्यमान का लगभग **67 प्रतिशत** भाग घेरती है। भूपर्पटी और ऊपरी मेंटल के सबसे ऊपरी ठोस भाग (10 से 200 किमी) को संयुक्त रूप से **स्थलमंडल (Lithosphere)** कहते हैं। इसके ठीक नीचे 100 से 400 किमी की गहराई में **दुर्बलतामंडल (Asthenosphere)** स्थित है, जो अर्ध-गलित (प्लास्टिक) अवस्था में है और ज्वालामुखी उद्गार के समय मैग्मा का मुख्य स्रोत बनता है।

3. **क्रोड या कोर (Core):** 2,900 किमी से 6,371 किमी (पृथ्वी के केंद्र) तक विस्तृत यह भाग मुख्यतः निकेल (Ni) और लोहे (Fe) से बना है। बाह्य क्रोड (2,900–5,150 किमी) तरल या अर्ध-तरल अवस्था में है क्योंकि इसमें द्वितीयक भूकंपीय तरंगें (S-तरंगें) प्रवेश नहीं कर पातीं, जबकि आंतरिक क्रोड (5,150–6,371 किमी) अत्यधिक दबाव के कारण ठोस अवस्था में है और इसका घनत्व 13.0 से 13.6 ग्राम/सेमी³ तक पहुँच जाता है (NCERT)।

सारणी 1.1: पृथ्वी की आंतरिक परतें, भूकंपीय असंबद्धताएँ एवं तरंग व्यवहार

परत / सीमा क्षेत्र	गहराई विस्तार (किमी)	औसत घनत्व (ग्राम/सेमी³)	प्रमुख रासायनिक तत्व एवं अवस्था	भूकंपीय तरंग व्यवहार एवं मुख्य विशेषता	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
ऊपरी भूपर्पटी (Upper Crust)	0 – 15 किमी	2.65 – 2.75	सिलिका (Si) एवं एल्युमिनियम (Al); ठोस ग्रेनाइटिक परत	P एवं S दोनों तरंगें संचरित; महाद्वीपीय निर्माण की मुख्य परत	NCERT भूगोल
कोनराड असंबद्धता (Conrad Discontinuity)	~15 – 20 किमी	2.7 से 3.0 संक्रमण	ऊपरी (फेल्सिक) एवं निचली (मैफिक) भूपर्पटी के मध्य सीमा	भूकंपीय तरंगों के वेग में प्रथम आकस्मिक वृद्धि	NCERT भूगोल
निचली भूपर्पटी (Lower Crust)	15 – 30/70 किमी	2.90 – 3.00	सिलिका (Si) एवं मैग्नीशियम (Mg); ठोस बेसाल्टिक परत	महासागरीय नितल का निर्माण; घनत्व ऊपरी पर्पटी से अधिक	NCERT भूगोल
मोहोरोविसिक असंबद्धता (Moho Discontinuity)	~30 – 70 किमी	3.0 से 3.3 संक्रमण	निचली भूपर्पटी तथा ऊपरी मेंटल के मध्य की मुख्य सीमा	1909 में एंड्रिया मोहोरोविसिक द्वारा खोज; तरंग वेग में तीव्र उछाल	NCERT भूगोल
ऊपरी मेंटल एवं दुर्बलतामंडल (Upper Mantle)	35 – 700 किमी	3.30 – 4.30	पेरिडोटाइट एवं ओलिविन खनिज; अर्ध-गलित दुर्बलतामंडल	दुर्बलतामंडल में तरंग वेग घटता है (Low Velocity Zone); प्लेट संचलन का आधार	NCERT भूगोल

परत / सीमा क्षेत्र	गहराई विस्तार (किमी)	औसत घनत्व (ग्राम/सेमी³)	प्रमुख रासायनिक तत्व एवं अवस्था	भूकंपीय तरंग व्यवहार एवं मुख्य विशेषता	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
रेपेटी असंबद्धता (Repetti Discontinuity)	~700 किमी	4.3 से 4.5 संक्रमण	ऊपरी मेंटल तथा निचले मेंटल के मध्य संक्रमण मंडल	खनिजों की क्रिस्टलीय संरचना में उच्च दाब से सघनता आती है	NCERT भूगोल
निचला मेंटल (Lower Mantle)	700 – 2,900 किमी	4.50 – 5.50	मैग्नीशियम एवं आयरन सिलिकेट; ठोस एवं उच्च दबावयुक्त	P और S तरंगों की गति गहराई के साथ निरंतर बढ़ती है	NCERT भूगोल
गुटेनबर्ग असंबद्धता (Gutenberg Discontinuity)	2,900 किमी	5.5 से 10.0 संक्रमण	निचले मेंटल और बाह्य क्रोड के मध्य सर्वाधिक स्पष्ट सीमा	S-तरंगें यहाँ पूर्णतः लुप्त हो जाती हैं और P-तरंगों का वेग सहसा घटता है	NCERT भूगोल
बाह्य क्रोड (Outer Core)	2,900 – 5,150 किमी	10.00 – 12.30	निकेल (Ni) एवं लोहा (Fe); तरल/द्रव अवस्था	पृथ्वी के भू-चुंबकीय क्षेत्र (Geodynamo) के जनन हेतु उत्तरदायी	NCERT भूगोल
लेहमैन असंबद्धता (Lehmann Discontinuity)	5,150 किमी	12.3 से 13.0 संक्रमण	तरल बाह्य क्रोड एवं ठोस आंतरिक क्रोड के मध्य सीमा	इंगे लेहमैन द्वारा खोज; P-तरंगों के वेग में पुनः वृद्धि दर्ज होती है	NCERT भूगोल
आंतरिक क्रोड (Inner Core)	5,150 – 6,371 किमी	13.00 – 13.60	शुद्ध निकेल एवं लोहा; अत्यधिक दाब के कारण ठोस अवस्था	पृथ्वी का सर्वाधिक घनत्व एवं तापमान (~5,500°C) वाला केंद्रीय भाग	NCERT भूगोल

क्या आप जानते हैं?
पृथ्वी की गहराई में अब तक का सबसे गहरा मानव-निर्मित प्रवेधन (Drilling) रूस के कोला प्रायद्वीप (Kola Superdeep Borehole) में किया गया है, जिसकी गहराई मात्र 12.26 किलोमीटर है—जो पृथ्वी की 6,371 किमी त्रिज्या का मात्र 0.2 प्रतिशत से भी कम हिस्सा है (NCERT)।

परीक्षा सतर्कता:
भूकंपीय छाया क्षेत्र (Shadow Zone) से संबंधित प्रश्नों में परीक्षार्थी प्रायः P और S तरंगों के कोणों में भ्रमित हो जाते हैं। याद रखें कि अधिकेंद्र (Epicentre) से **105° से 145° के बीच दोनों (P और S) तरंगों का छाया क्षेत्र** होता है, किंतु **105° के पार पूरा क्षेत्र S-तरंगों के लिए छाया क्षेत्र** बन जाता है क्योंकि S-तरंगें तरल बाह्य क्रोड को पार नहीं कर सकतीं। अतः S-तरंग का छाया क्षेत्र P-तरंग के छाया क्षेत्र से कहीं अधिक विस्तृत (पृथ्वी के धरातल का 40% से अधिक भाग) होता है (IUC Academy)।

★ स्मृति ट्रिक:
पृथ्वी की पाँच प्रमुख भूकंपीय असंबद्धताओं को ऊपर से नीचे (भूपर्पटी से केंद्र की ओर) क्रम से याद रखने का सूत्र: **"कमरे में गुल (C-M-R-G-L)"** — **C**onrad (कोनराड: ऊपरी-निचली पर्पटी), **M**oho (मोहो: पर्पटी-मेंटल), **R**epetti (रेपेटी: ऊपरी-निचला मेंटल), **G**utenberg (गुटेनबर्ग: मेंटल-क्रोड), और **L**ehmann (लेहमैन: बाह्य-आंतरिक क्रोड)।

इकाई 1.2: चट्टान चक्र, प्लेट विवर्तनिकी एवं स्थलरूप विकास

भूपर्पटी की रचना विभिन्न खनिजों के समुच्चय से बनी चट्टानों (Rocks) द्वारा हुई है। निर्माण प्रक्रिया के आधार पर चट्टानों को आग्नेय (Igneous), अवसादी (Sedimentary) और कायांतरित/रूपांतरित (Metamorphic) श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है (NCERT)।

सारणी 1.2: चट्टानों का वर्गीकरण, प्लेट विवर्तनिकी सीमाएँ एवं अपरदनात्मक-निक्षेपात्मक स्थलरूप

भू-वैज्ञानिक श्रेणी	उप-प्रकार / प्रक्रिया	प्रमुख विशेषताएँ एवं निर्माण तंत्र	प्रमुख उदाहरण / वैश्विक एवं भारतीय संदर्भ	रूपांतरित रूप / निर्मित स्थलरूप	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
आग्नेय चट्टानें (Igneous Rocks)	अंतर्भेदी (Plutonic/ Intrusive)	मैग्मा के धरातल के नीचे मंद गति से ठंडा होने पर बड़े रवे (Crystals) बनते हैं; जीवाश्म रहित	ग्रेनाइट (Granite), गैब्रो (Gabbro), डायोराइट; छोटानागपुर एवं बुंदेलखंड नीस-ग्रेनाइट	ग्रेनाइट का कायांतरण **नीस (Gneiss)** में तथा गैब्रो का **सर्पेन्टाइन** में होता है	NCERT भूगोल

भू-वैज्ञानिक श्रेणी	उप-प्रकार / प्रक्रिया	प्रमुख विशेषताएँ एवं निर्माण तंत्र	प्रमुख उदाहरण / वैश्विक एवं भारतीय संदर्भ	रूपांतरित रूप / निर्मित स्थलरूप	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
आग्नेय चट्टानें (Igneous Rocks)	बहिर्भेदी (Volcanic/ Extrusive)	लावा के धरातल पर आकर शीघ्र ठंडा होने से सूक्ष्म रवेदार या काँचाभ संरचना बनती है	बेसाल्ट (Basalt), प्यूमिस, ऑब्सीडियन; भारत का **दक्कन ट्रैप** (काली कपासी मृदा का जनक)	बेसाल्ट का कायांतरण **एम्फीबोलाइट (Amphibolite)** एवं **शिस्ट (Schist)** में होता है	NCERT भूगोल
अवसादी चट्टानें (Sedimentary Rocks)	यांत्रिक, कार्बनिक एवं रासायनिक निर्मित	परतदार संरचना (Stratified), जीवाश्मों (Fossils) की उपस्थिति; खनिज तेल एवं कोयले का भंडार	बलुआ पत्थर (Sandstone), चूना पत्थर (Limestone), शेल (Shale), कोयला; दामोदर-गोंडवाना बेसिन	बलुआ पत्थर → **क्वार्टजाइट**; चूना पत्थर → **संगमरमर (Marble)**; शेल → **स्लेट (Slate)**	NCERT भूगोल
प्लेट सीमा: अपसारी (Divergent Boundary)	रचनात्मक किनारा (Constructive Margin)	दो विवर्तनिक प्लेटें एक-दूसरे से दूर हटती हैं; दुर्बलतामंडल से मैग्मा ऊपर आकर नई पर्पटी बनाता है	मध्य-अटलांटिक कटक (Mid-Atlantic Ridge), पूर्वी अफ्रीकी भ्रंश घाटी (East African Rift)	मध्य-महासागरीय कटक, भ्रंश घाटियाँ एवं शांत बेसाल्टिक उद्गार	NCERT भूगोल
प्लेट सीमा: अभिसारी (Convergent Boundary)	विनाशात्मक किनारा (Destructive Margin)	दो प्लेटें आपस में टकराती हैं; अधिक घनत्व वाली प्लेट का क्षेपण (Subduction) होकर विनाश होता है	यूरेशियन और भारतीय प्लेट की टक्कर से **हिमालय** का निर्माण; प्रशांत महासागर का 'रिंग ऑफ फायर'	गहरी महासागरीय खाइयाँ (मारियाना गर्त), वलित पर्वत (Fold Mountains) एवं ज्वालामुखी चाप	NCERT भूगोल
प्लेट सीमा: संरक्षी (Transform Boundary)	संरक्षी किनारा (Conservative Margin)	दो प्लेटें बिना किसी निर्माण या विनाश के एक-दूसरे के समानांतर रगड़ खाती हुई खिसकती हैं	उत्तरी अमेरिका का **सैन एंड्रियास भ्रंश (San Andreas Fault)**	छिछले केंद्र वाले विनाशकारी भूकंप; ज्वालामुखी क्रिया का अभाव	NCERT भूगोल
नदी निर्मित स्थलरूप (Fluvial Landforms)	अपरदनात्मक एवं निक्षेपात्मक	युवावस्था में शीर्षवर्ती एवं लंबवत कटाव; प्रौढ़ावस्था एवं वृद्धावस्था में पार्श्विक कटाव व निक्षेपण	अपरदन: V-आकार की घाटी, गॉर्ज, कैनियन, जलप्रपात; निक्षेपण: जलोढ़ पंख, गोखुर झील, डेल्टा	सुंदरबन डेल्टा (गंगा-ब्रह्मपुत्र), माजुली नदी द्वीप (असम), कांवर झील (बिहार)	NCERT भूगोल
पवन एवं हिमनद स्थलरूप (Aeolian & Glacial)	मरुस्थलीय एवं हिमानी प्रक्रम	मरुस्थल में अपवाहन व अपघर्षण; हिमानी क्षेत्र में उत्पाटन (Plucking) एवं अपघर्षण	पवन: छत्रक शिला, इनसेलबर्ग, बरखान, लोएस; हिमनद: सर्क (Cirque), टार्न, अरेत, हॉर्न, ड्रमलिन, एस्कर	थार मरुस्थल के बरखान टीले (जैसलमेर); हिमालय की U-आकार की हिमानी घाटियाँ	NCERT भूगोल
कार्स्ट स्थलरूप (Karst Landforms)	भूमिगत जल (चूना पत्थर क्षेत्र)	घुलनशील चूना पत्थर या डोलोमाइट चट्टानों में कार्बोनेशन (घुलन) क्रिया द्वारा निर्मित स्थलाकृतियाँ	अपरदन: घोल रंध्र (Sinkhole), डोलाइन, युवाला, अंधी घाटी; निक्षेपण: स्टैलेक्टाइट एवं स्टैलेग्माइट	आंध्र प्रदेश की **बोरा गुफाएँ (Borra Caves)** एवं छत्तीसगढ़ की कुटुमसर गुफाएँ	MoEFCC

क्या आप जानते हैं?
आंध्र प्रदेश की अराकू घाटी के पास गोस्थानी नदी बेसिन में स्थित **बोरा गुफाएँ (Borra Caves)** भारत में कार्स्ट स्थलाकृति (Stalactite और Stalagmite) का उत्कृष्ट उदाहरण हैं, जहाँ छत से नीचे लटकते चूने के स्तंभों को 'स्टैलेक्टाइट' और फर्श से ऊपर उठते स्तंभों को 'स्टैलेग्माइट' कहा जाता है (MoEFCC)।

परीक्षा सतर्कता:
भूपर्पटी (Crust) और संपूर्ण पृथ्वी (Whole Earth) में सर्वाधिक पाए जाने वाले तत्वों के प्रश्न में अंतर समझें: **भूपर्पटी** में भार के अनुसार सर्वाधिक पाया जाने वाला तत्व **ऑक्सीजन (~46.6%)** और दूसरा **सिलिकॉन (~27.7%)** है; जबकि **संपूर्ण पृथ्वी** में सर्वाधिक पाया जाने वाला तत्व **लोहा (Iron ~35%)** और दूसरा **ऑक्सीजन (~30%)** है (NCERT)।

★ स्मृति ट्रिक:
गुफा के भीतर चूने के स्तंभों की स्थिति याद रखने का सूत्र: **StalaCtite** में **'C'** आता है अर्थात **Ceiling (छत से लटकने वाला)**, और **StalaGmite** में **'G'** आता है अर्थात **गर्भ-तल/फर्श (जमीन से ऊपर उठने वाला)**!

इकाई 1.3: वायुमंडल की संरचना, सूर्यातप, पवन तंत्र एवं महासागरीय परिसंचरण

पृथ्वी के चारों ओर व्याप्त गैसीय आवरण को वायुमंडल कहते हैं। शुष्क वायु में आयतन के अनुसार **नाइट्रोजन (78.08%)**, **ऑक्सीजन (20.95%)**, **आर्गन (0.93%)**, **कार्बन डाइऑक्साइड (0.036% - वर्तमान में ~0.04%)** तथा नियोन, हीलियम, क्रिप्टॉन, जेनॉन और हाइड्रोजन जैसी सूक्ष्म गैसें पाई जाती हैं (NCERT)। जलवाष्प की मात्रा स्थान एवं ऋतु के अनुसार 0 से 4 प्रतिशत तक परिवर्तित होती है और यह वायुमंडल के निचले स्तरों में ही केंद्रित रहती है।

सारणी 1.3: वायुमंडल की परतें, भूमंडलीय वायुदाब पेटियाँ एवं विश्व की प्रमुख स्थानीय पवनें

वायुमंडलीय परत / पवन तंत्र	ऊँचाई विस्तार / अक्षांशीय स्थिति	तापमान एवं दाब की प्रवृत्ति	प्रमुख मौसम विज्ञान संबंधी विशेषताएँ एवं प्रभाव	भौगोलिक क्षेत्र / संबंधित महाद्वीप एवं देश	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
क्षोभमंडल (Troposphere)	ध्रुवों पर 8 किमी, विषुवत रेखा पर 18 किमी (औसत 13 किमी)	प्रति 165 मीटर की ऊँचाई पर 1°C की दर से तापमान घटता है (6.5°C/किमी सामान्य ह्रास दर)	समस्त मौसमी घटनाएँ (वर्षा, कोहरा, ओलावृष्टि, चक्रवात, बादल निर्माण) इसी परत में घटित होती हैं	संपूर्ण पृथ्वी का निचला वायुमंडल; शीर्ष सीमा को क्षोभसीमा (Tropopause) कहते हैं	NCERT वायुमंडल
समतापमंडल (Stratosphere)	क्षोभसीमा से 50 किमी की ऊँचाई तक	प्रारंभ में तापमान स्थिर, तत्पश्चात् ओजोन द्वारा पराबैंगनी किरणों के अवशोषण से तापमान बढ़ता है	मौसमी हलचलों और बादलों से मुक्त होने के कारण **जेट वायुयानों की उड़ान** हेतु आदर्श; 15-35 किमी में ओजोन परत (O_3)	भूमंडलीय विस्तार; कभी-कभी ध्रुवीय क्षेत्रों में 'मदर ऑफ पर्ल' (Nacreous) बादल दिखते हैं	NCERT वायुमंडल
मध्यमंडल (Mesosphere)	50 किमी से 80 किमी की ऊँचाई तक	ऊँचाई के साथ तापमान पुनः तेजी से घटता है और 80 किमी पर **-100°C** (वायुमंडल का न्यूनतम तापमान) हो जाता है	अंतरिक्ष से प्रवेश करने वाले **उल्कापिंड (Meteorites)** इस परत में घर्षण के कारण जलकर नष्ट हो जाते हैं	80 किमी की ऊपरी सीमा को मध्यसीमा (Mesopause) कहा जाता है; रात्रिचर प्रदीप्त बादल (Noctilucent)	NCERT वायुमंडल
तापमंडल / आयनमंडल (Thermosphere / Ionosphere)	80 किमी से 400 किमी की ऊँचाई तक	सौर विकिरण के कारण तापमान ऊँचाई के साथ तीव्रता से बढ़ता है; विद्युत आवेशित कण (आयन) उपस्थित	पृथ्वी से प्रसारित **रेडियो तरंगों (Radio Waves)** को पुनः पृथ्वी पर परावर्तित कर बेतार संचार संभव बनाता है	ध्रुवीय ज्योति—उत्तरी गोलार्द्ध में **अरोरा बोरियालिस** एवं दक्षिणी गोलार्द्ध में **अरोरा ऑस्ट्रेलिस**	NCERT वायुमंडल
बहिर्मंडल (Exosphere)	400 किमी से ऊपर अंतरिक्ष में विलीन	वायु अत्यंत विरल; गुरुत्वाकर्षण क्षीण होने से हल्की गैसें अंतरिक्ष में तैरती रहती हैं	मुख्यतः **हीलियम और हाइड्रोजन** जैसी हल्की गैसों की प्रधानता; कृत्रिम उपग्रहों की कक्षाएँ	बाह्य अंतरिक्ष के साथ क्रमिक संक्रमण क्षेत्र	NCERT वायुमंडल
व्यापारिक एवं पछुआ पवनें (Planetary Winds)	व्यापारिक: 30°–0°; पछुआ: 35°–60° अक्षांश	उपोष्ण उच्च दाब से विषुवतीय निम्न दाब एवं उपध्रुवीय निम्न दाब की ओर प्रवाहित स्थायी पवनें	फेरल के नियम (कोरिओलिस बल) के कारण उत्तरी गोलार्द्ध में दाईं ओर व दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईं ओर मुड़ती हैं	दक्षिणी गोलार्द्ध में जल की अधिकता से पछुआ पवनें **गरजती चालीसा (40°S)**, **प्रचंड पचासा (50°S)**, **चीखती साठा (60°S)** कहलाती हैं	NCERT वायुमंडल
गर्म स्थानीय पवनें (Warm Local Winds)	क्षेत्रीय पर्वतीय ढाल एवं मरुस्थलीय क्षेत्र	रुद्धोष्म (Adiabatic) संपीडन या मरुस्थलीय तापन से उत्पन्न शुष्क एवं उष्ण पवनें	**चिनूक** (हिमभक्षी - गेहूँ व चरागाह हेतु लाभकारी), **फॉन** (अंगूर पकाने में सहायक), **सिरोको** (रक्त वर्षा), **लू** (तापघात)	चिनूक (रॉकी पर्वत, USA/कनाडा), फॉन (आल्प्स, यूरोप), हरमट्टन ('डॉक्टर पवन' - गिनी तट), लू (उत्तरी भारत)	NCERT वायुमंडल
ठंडी स्थानीय पवनें (Cold Local Winds)	उच्च अक्षांशीय एवं पर्वतीय पठारी क्षेत्र	उच्च दाब वाले बर्फीले क्षेत्रों से निचली घाटियों की ओर चलने वाली बर्फीली हवाएँ	तापमान को हिमांक से नीचे गिरा देती हैं; फसलों और नौवहन के लिए कष्टकारी	**मिस्ट्रल** (रोन घाटी, फ्रांस), **बोरा** (एड्रियाटिक तट), **ब्लिजर्ड** (साइबेरिया/कनाडा), **पैम्परो** (अर्जेंटीना)	NCERT वायुमंडल

क्या आप जानते हैं?
पृथ्वी सूर्य द्वारा उत्सर्जित कुल ऊर्जा का केवल **दो अरबवाँ भाग (1 in 2,000,000,000 parts)** ही प्राप्त करती है, जिसे 'सूर्यातप' (Insolation - Incoming Solar Radiation) कहते हैं। पृथ्वी का औसत एल्बीडो (परावर्तित सौर विकिरण) लगभग 35 इकाई (35%) होता है, जिसमें सर्वाधिक परावर्तन बादलों के ऊपरी छोर (27 इकाई) और हिमाच्छादित ध्रुवीय क्षेत्रों (2 इकाई) द्वारा किया जाता है (NCERT)।

परीक्षा सतर्कता:
पश्चिम अफ़्रीका के सहारा मरुस्थल से गिनी की खाड़ी की ओर चलने वाली **हरमट्टन (Harmattan)** पवन यद्यपि गर्म और शुष्क होती है, फिर भी इसे गिनी तट पर **'डॉक्टर पवन' (Doctor Wind)** कहा जाता है, क्योंकि यह तटीय क्षेत्र की चिपचिपी एवं रोगकारी आर्द्रता को समाप्त कर लोगों को स्वास्थ्यप्रद राहत प्रदान करती है (IUC Academy)।

★ स्मृति ट्रिक:
उष्ण और शीत महासागरीय धाराओं में से **अटलांटिक महासागर की शीत धाराओं** को याद रखने का सूत्र: **"हम बगुले को फाड़ के फेंकेंगे"** — **हम** (हम्बोल्ट/पेरू - प्रशांत की प्रमुख शीत धारा), **बगुले** (बेंगुएला धारा - दक्षिणी अटलांटिक), **फाड़** (फ़ॉकलैंड धारा - दक्षिणी अटलांटिक), **के** (कनारी धारा - उत्तरी अटलांटिक), और **लैब्राडोर** धारा (उत्तरी अटलांटिक)।

इकाई 1.4: भारत का भौतिक स्वरूप — हिमालय, उत्तर का विशाल मैदान, प्रायद्वीपीय पठार एवं तटीय-द्वीपीय प्रदेश

अध्याय के प्रमुख अध्ययन स्तंभ — इकाई 1.4: भारत का भौतिक स्वरूप — हिमालय, उत्तर का विशाल मैदान, प्रायद्वीपीय पठार एवं तटीय-द्वीपीय प्रदेश

प्रमुख अध्ययन बिंदु 1	प्रमुख अध्ययन बिंदु 2
हिमालय का अनुदैर्ध्य एवं प्रादेशिक विभाजन	**सारणी 1.4: भारत के प्रमुख भौतिक प्रदेश, पर्वत शिखर, हिमालयी व प्रायद्वीपीय दर्रे एवं भू-आकृतिक विशेषताएँ**

भू-आकृतिक दृष्टि से भारत को छह प्रमुख भौतिक प्रदेशों में विभाजित किया जाता है: (1) उत्तर तथा उत्तर-पूर्वी पर्वतमाला (हिमालय), (2) उत्तरी भारत का विशाल मैदान, (3) प्रायद्वीपीय पठार, (4) भारतीय मरुस्थल (थार), (5) तटीय मैदान, और (6) द्वीप समूह (NCERT)।

1. हिमालय का अनुदैर्ध्य एवं प्रादेशिक विभाजन

• **ट्रांस हिमालय (तिब्बत हिमालय):** इसमें काराकोरम, लद्दाख, जास्कर और कैलाश श्रेणियाँ शामिल हैं। भारत की सर्वोच्च चोटी **माउंट K2 (गॉडविन ऑस्टिन - 8,611 मीटर)** काराकोरम श्रेणी में स्थित है। सियाचिन, बाल्टोरो, बियाफो और हिस्पर प्रमुख हिमनद इसी क्षेत्र में हैं।

• **वृहत हिमालय (हिमाद्रि):** इसकी औसत ऊँचाई 6,000 मीटर है। विश्व की सर्वोच्च चोटियाँ—माउंट एवरेस्ट (8,848.86 मी., नेपाल), कंचनजंगा (8,586 मी., सिक्किम-नेपाल सीमा), मकालू, धौलागिरी, नंगा पर्वत, अन्नपूर्णा, नंदा देवी (7,816 मी., उत्तराखंड) और नामचा बरवा इसी श्रेणी में स्थित हैं।

• **लघु या मध्य हिमालय (हिमाचल):** इसमें पीर पंजाल (सबसे लंबी श्रेणी), धौलाधार, मसूरी, नाग टिब्बा और महाभारत (नेपाल) श्रेणियाँ आती हैं। कश्मीर घाटी, कांगड़ा और कुल्लू की घाटियाँ तथा अल्पाइन चरागाह—कश्मीर में **'मर्ग'** (गुलमर्ग, सोनमर्ग) और उत्तराखंड में **'बुग्याल' या 'पयार'**—इसी भाग में पाए जाते हैं।

• **शिवालिक (बाह्य हिमालय):** हिमालय की सबसे नवीन और बाहरी श्रृंखला (औसत ऊँचाई 900–1,100 मीटर)। लघु हिमालय और शिवालिक के बीच स्थित अनुदैर्ध्य घाटियों को पश्चिम में **'दून'** (देहरादून, कोटलीदून, पाटलीदून) और पूर्व में **'द्वार'** (हरिद्वार, अलीपुरद्वार) कहा जाता है।

• **सिडनी बुरार्ड का नदी-आधारित प्रादेशिक विभाजन:** (i) पंजाब/कश्मीर हिमालय (सिंधु से सतलज - 560 किमी), (ii) कुमाऊँ हिमालय (सतलज से काली नदी - 320 किमी), (iii) नेपाल हिमालय (काली से तीस्ता नदी - 800 किमी, सबसे लंबा और ऊँचा भाग), और (iv) असम हिमालय (तीस्ता से दिहांग/ब्रह्मपुत्र नदी - 720 किमी)।

सारणी 1.4: भारत के प्रमुख भौतिक प्रदेश, पर्वत शिखर, हिमालयी व प्रायद्वीपीय दर्रे एवं भू-आकृतिक विशेषताएँ

भौतिक प्रदेश / पर्वत श्रेणी	सर्वोच्च शिखर एवं ऊँचाई (मीटर)	प्रमुख दर्रे (Mountain Passes) एवं संयोजक मार्ग	भू-वैज्ञानिक काल एवं चट्टानी संरचना	प्रमुख भौगोलिक एवं आर्थिक विशेषताएँ	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
ट्रांस एवं वृहत हिमालय (लद्दाख एवं जम्मू-कश्मीर)	K2 / गॉडविन ऑस्टिन (8,611 मी.); नंगा पर्वत (8,126 मी.)	**काराकोरम**, **जोजिला** (श्रीनगर-लेह), **बुर्जिल** (श्रीनगर-गिलगित), **बनिहाल** (जम्मू-श्रीनगर, जवाहर सुरंग), **पीर पंजाल**	क्रिटेशियस से टर्शियरी (इओसीन-ओलिगोसीन) काल; ग्रेनाइट एवं नीस कोर	करेवा (Karewa) हिमानी-सरोवरीय निक्षेप **जाफरान (केसर)** की खेती के लिए विश्व प्रसिद्ध	NCERT भूगोल
हिमाचल एवं उत्तराखंड हिमालय	नंदा देवी (7,816 मी.); कामेट (7,756 मी.); बद्रीनाथ (7,138 मी.)	हि.प्र.: **रोहतांग**, **बारालाचा ला** (लेह-मनाली), **शिपकी ला** (शिमला-तिब्बत, सतलज प्रवेश); उत्तराखंड: **माना**, **नीति**, **लिपुलेख** (कैलाश-मानसरोवर मार्ग)	टर्शियरी वलित पर्वत; स्लेट, क्वार्टजाइट एवं चूना पत्थर	पंच प्रयाग, फूलों की घाटी (चमोली), अल्पाइन चरागाह (बुग्याल) एवं भोटिया जनजाति का ऋतु प्रवास	NCERT भूगोल
सिक्किम एवं अरुणाचल (पूर्वी हिमालय)	कंचनजंगा (8,586 मी.); कांगतो (7,090 मी.); नामचा बरवा (7,756 मी.)	सिक्किम: **नाथू ला** (भारत-चीन व्यापार), **जेलेप ला** (चुंबी घाटी मार्ग); अरुणाचल: **बोमडिला**, **यांग्याप** (ब्रह्मपुत्र प्रवेश), **दिफू** (भारत-चीन-म्यांमार त्रिसंधि)	टर्शियरी काल; तीव्र ढाल और शिवालिक का दार्जिलिंग के आगे मुख्य हिमालय में विलय	'द्वार' स्थलाकृतियाँ **चाय बागानों (Tea Gardens)** हेतु आदर्श; भारत का प्रमुख जैव-विविधता हॉटस्पॉट	NCERT भूगोल
पूर्वांचल पहाड़ियाँ (उत्तर-पूर्वी राज्य)	सारामती (3,826 मी. - नागा पहाड़ी); ब्लू माउंटेन / फौंगपुई (2,157 मी. - मिजो)	मणिपुर: **तुजू दर्रा (Tuzu Pass)** (इंफाल से म्यांमार मार्ग); मेघालय पठार (गारो, खासी, जयंतिया - प्रायद्वीपीय पठार का विस्तार)	टर्शियरी बलुआ पत्थर; मेघालय पठार आर्कियन-धारवाड़ चट्टानों का भाग (मालदा गैप द्वारा पृथक)	मणिपुर में **लोकतक झील** (केइबुल लामजाओ); मिजोरम को **'मोलासिस बेसिन' (Molassis Basin)** कहा जाता है	MoEFCC रामसर
अरावली एवं विंध्य-सतपुड़ा श्रेणी	अरावली: **गुरु शिखर** (1,722 मी., माउंट आबू); सतपुड़ा: **धूपगढ़** (1,350 मी., पचमढ़ी)	अरावली: **गोरम घाट**, **हल्दीघाटी**, **पीपली घाट**; सतपुड़ा: **बुरहानपुर दर्रा** ('दक्कन की कुंजी' / असीरगढ़)	अरावली: **प्री-कैम्ब्रियन** (विश्व की प्राचीनतम अवशिष्ट वलित पर्वतमाला); सतपुड़ा: ब्लॉक/भ्रंशोत्थ पर्वत	अरावली थार मरुस्थल के पूर्वी विस्तार को रोकती है; नर्मदा और ताप्ती भ्रंश घाटियों के मध्य सतपुड़ा स्थित	MoEFCC अरावली
पश्चिमी घाट (सह्याद्रि) एवं पूर्वी घाट	प. घाट: **अनाईमुडी** (2,695 मी. - दक्षिण भारत की सर्वोच्च चोटी); **दोदाबेट्टा** (2,637 मी. - नीलगिरी); पू. घाट: **जिंदगाड़ा** (1,690 मी.) / महेंद्रगिरि (1,501 मी.)	**थालघाट** (मुंबई-नासिक), **भोरघाट** (मुंबई-पुणे), **पालघाट / पलक्कड़** (कोयंबटूर-कोच्चि, नीलगिरी व अन्नामलाई के मध्य), **सेनकोट्टा गैप** (तिरुवनंतपुरम-मदुरै)	पश्चिमी घाट: भ्रंश कगार (Fault Escarpment); पूर्वी घाट: प्राचीन वलित किंतु नदियों द्वारा विच्छिन्न पहाड़ियाँ	पश्चिमी घाट और पूर्वी घाट का मिलन स्थल **नीलगिरी पहाड़ियाँ** हैं; शोला वन (Shola Forests) पाए जाते हैं	MoEFCC
तटीय मैदान एवं द्वीप समूह	अंडमान: **सैडल पीक** (732 मी., उत्तरी अंडमान); ग्रेट निकोबार: **माउंट थुलियर** (642 मी.)	**8° चैनल** (मालदीव व मिनीकॉय), **9° चैनल** (मिनीकॉय व लक्षद्वीप), **10° चैनल** (लघु अंडमान व कार निकोबार), **डंकन पास** (दक्षिणी व लघु अंडमान)	अंडमान-निकोबार: अराकान योमा का जलमग्न विस्तार + ज्वालामुखी (बैरन एवं नारकोंडम); लक्षद्वीप: प्रवाल (Coral) निर्मित	**बैरन द्वीप** भारत का एकमात्र सक्रिय ज्वालामुखी है; केरल के तट (मालाबार) पर लैगून झीलों को **'कयाल'** कहते हैं	NCERT भूगोल

क्या आप जानते हैं?

पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय (MoEFCC) द्वारा भूमि क्षरण (Land Degradation) को रोकने और थार मरुस्थल के पूर्वी विस्तार पर नियंत्रण पाने के लिए गुजरात के **पोरबंदर से हरियाणा के पानीपत तक अरावली पर्वत श्रृंखला के सहारे 'अरावली हरित दीवार' (Aravalli Green Wall)** विकसित की जा रही है, जो 2030 तक 26 मिलियन हेक्टेयर बंजर भूमि के पुनरुद्धार के राष्ट्रीय लक्ष्य का प्रमुख स्तंभ है।

संकल्पनात्मक प्रवाह आरेख (Step-by-Step Process Flow)

चरण 1
परीक्षा सतर्कता: उत्तर के विशाल मैदान की चार भू-आकृतिक पेटियों का उत्तर से दक्षिण सही क्रम बार-बार पूछा जाता है: **भाबर (Bhabar)**

चरण 2
तराई (Tarai)

चरण 3
बांगर (Bhangar)

चरण 4
खादर (Khadar)। शिवालिक की तलहटी में कंकड़-पत्थरों वाली 8–16 किमी चौड़ी भाबर पट्टी में नदियाँ भूमिगत (अदृश्य) हो जाती हैं और तराई क्षेत्र में पुनः धरातल पर प्रकट होकर दलदली क्षेत्र बनाती हैं। पुरानी जलोढ़ को बांगर (कंकरीली 'भूड़') और प्रतिवर्ष बाढ़ से नवीनीकृत सर्वाधिक उपजाऊ नवीन जलोढ़ को खादर कहते हैं (NCERT)।**

★ स्मृति ट्रिक:
पश्चिमी घाट के चारों दर्रों को उत्तर से दक्षिण क्रम में याद रखने का सूत्र: **"थाली में भोर का भोजन परोसो (थालघाट → भोरघाट → पालघाट → सेनकोट्टा)"** — थालघाट (मुंबई-नासिक), भोरघाट (मुंबई-पुणे), पालघाट (नीलगिरी-अन्नामलाई/केरल-तमिलनाडु), सेनकोट्टा (कार्डमम पहाड़ियाँ/तिरुवनंतपुरम-मदुरै)।

इकाई 1.5: भारतीय अपवाह तंत्र (Drainage System) एवं बहुउद्देशीय नदी घाटी परियोजनाएँ

भारतीय अपवाह तंत्र को मुख्य रूप से दो आधारों पर वर्गीकृत किया जाता है: (क) समुद्र में जल विसर्जन के आधार पर—**बंगाल की खाड़ी का अपवाह तंत्र (कुल अपवाह क्षेत्र का ~77%)** और **अरब सागर का अपवाह तंत्र (~23%)**, जिनका जल-विभाजक दिल्ली कटक, अरावली, सह्याद्रि और अमरकंटक से होकर गुजरता है; तथा (ख) उद्गम के आधार पर—**हिमालयी नदी तंत्र** (बारहमासी, पूर्ववर्ती अपवाह, V-आकार की घाटियाँ और विसर्प) एवं **प्रायद्वीपीय नदी तंत्र** (मौसमी, अध्यारोपित व अनुवर्ती अपवाह, उथली घाटियाँ) (NCERT)।

सारणी 1.5: भारत के प्रमुख नदी तंत्र, उद्गम स्थल, सहायक नदियाँ एवं प्रमुख बांध/बहुउद्देशीय परियोजनाएँ

नदी तंत्र / मुख्य नदी	उद्गम स्थल एवं कुल लंबाई	प्रमुख बाएँ एवं दाएँ तट की सहायक नदियाँ	प्रमुख बहुउद्देशीय परियोजनाएँ / बांध एवं जलप्रपात	मुहाना एवं विशिष्ट भू-आकृतिक/पारिस्थितिक तथ्य	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
सिंधु नदी तंत्र (Indus System)	कैलाश पर्वत (बोखर चू हिमनद, मानसरोवर झील के निकट तिब्बत); कुल 2,880 किमी (भारत में 1,114 किमी)	पंचनद (बाएँ): **झेलम** (वेरीनाग), **चिनाब** (बारालाचा ला - सबसे बड़ी सहायक), **रावी** (रोहतांग), **ब्यास** (ब्यास कुंड), **सतलज** (राकसताल); दाएँ: श्योक, गिलगित, काबुल	चिनाब: सलाल, बगलिहार, दुलहस्ती; झेलम: तुलबुल, उरी; रावी: थीन (रंजीत सागर); सतलज: **भाखड़ा-नांगल**, नाथपा झाकरी; ब्यास: पोंग बांध	कराची के निकट अरब सागर में डेल्टा; भारत में केवल **लद्दाख (लेह)** से होकर बहती है; 1960 का सिंधु जल समझौता	NCERT भूगोल
गंगा नदी तंत्र (Ganga System)	भागीरथी (गंगोत्री हिमनद, गोमुख) + अलकनंदा (सतोपंथ हिमनद) का **देवप्रयाग** में संगम; लंबाई **2,525 किमी**	बाएँ तट: रामगंगा, गोमती, घाघरा (सरयू), गंडक, कोसी ('बिहार का शोक'), महानंदा; दाएँ तट: **यमुना** (सबसे लंबी सहायक - प्रयागराज संगम), सोन (अमरकंटक), पुनपुन, दामोदर	भागीरथी: **टिहरी बांध** (भारत का सबसे ऊँचा बांध - 260.5 मी.); गंगा: फरक्का बैराज; चंबल (यमुना की सहायक): गांधी सागर, राणा प्रताप सागर, जवाहर सागर; दामोदर: DVC, रिहंद बांध (गोविंद बल्लभ पंत सागर)	बंगाल की खाड़ी में ब्रह्मपुत्र (जमुना/पद्मा/मेघना) के साथ विश्व का सबसे बड़ा **सुंदरबन डेल्टा**; राष्ट्रीय जलीय जीव 'गंगा डॉल्फिन'	NCERT भूगोल
ब्रह्मपुत्र नदी तंत्र (Brahmaputra System)	मानसरोवर के निकट **चेमायुंगडुंग (आंग्सी) हिमनद**; कुल 2,900 किमी (भारत में 916 किमी)	बाएँ तट: दिबांग, लोहित (भूपेन हजारिका सेतु), बूढ़ी दिहिंग, धनसिरी, कोपिली; दाएँ तट: सुबनसिरी (सबसे बड़ी सहायक - पूर्ववर्ती नदी), कामेंग, मानस, संकोश, तीस्ता	रंगानदी परियोजना (अरुणाचल), सुबनसिरी निचली जलविद्युत परियोजना, तीस्ता परियोजना	तिब्बत में **'त्सांगपो'**, अरुणाचल में **'दिहांग'**, असम में **'ब्रह्मपुत्र'** व बांग्लादेश में **'जमुना'**; विश्व का सबसे बड़ा नदी द्वीप **माजुली**	NCERT भूगोल

नदी तंत्र / मुख्य नदी	उद्गम स्थल एवं कुल लंबाई	प्रमुख बाएँ एवं दाएँ तट की सहायक नदियाँ	प्रमुख बहुउद्देशीय परियोजनाएँ / बांध एवं जलप्रपात	मुहाना एवं विशिष्ट भू-आकृतिक/पारिस्थितिक तथ्य	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
गोदावरी एवं कृष्णा तंत्र (पूर्वी प्रवाह)	गोदावरी: **त्र्यंबकेश्वर** (नासिक, महाराष्ट्र - **1,465 किमी**); कृष्णा: **महाबलेश्वर** (महाराष्ट्र - **1,400 किमी**)	गोदावरी: पूर्णा, वर्धा, प्राणहिता, मंजरा (दाएँ), इंद्रावती (चित्रकूट प्रपात), सबरी; कृष्णा: कोयना, तुंगभद्रा, भीमा, घाटप्रभा, मालप्रभा, मूसी	गोदावरी: पोचमपाद, जायकवाड़ी, कालेश्वरम; कृष्णा: **अल्माटी बांध**, **नागार्जुन सागर बांध**, श्रीशैलम बांध	गोदावरी प्रायद्वीपीय भारत की सबसे लंबी नदी ('दक्षिण गंगा' / 'वृद्ध गंगा'); कृष्णा और गोदावरी डेल्टा के मध्य **कोल्लेरू झील** स्थित	MoEFCC रामसर
महानदी एवं कावेरी तंत्र (पूर्वी प्रवाह)	महानदी: **सिहावा पहाड़ी** (धमतरी, छत्तीसगढ़ - 851 किमी); कावेरी: **ब्रह्मगिरि पहाड़ी** (कोडागु, कर्नाटक - 800 किमी)	महानदी: शिवनाथ, हसदेव, मांड, इब (बाएँ), जोंक, तेल, ओंग (दाएँ); कावेरी: हेमावती, शिमशा, अर्कावती (बाएँ), काबिनी, भवानी, अमरावती (दाएँ)	महानदी: **हीराकुंड बांध** (ओडिशा - विश्व का सबसे लंबा मुख्य मिट्टी-कंक्रीट बांध, ~4.8 किमी मुख्य एवं 25.8 किमी कुल); कावेरी: **मेट्टूर बांध**, कृष्णराज सागर, शिवसमुद्रम प्रपात	कावेरी को ग्रीष्मकालीन (द.प.) और शीतकालीन (उ.पू.) दोनों मानसूनों से जल मिलता है, अतः यह प्रायद्वीपीय नदियों में **सर्वाधिक सदानीरा** है	IMD मानसून
नर्मदा, ताप्ती, माही एवं लूनी (पश्चिमी प्रवाह)	नर्मदा: **अमरकंटक पठार** (म.प्र. - 1,312 किमी); ताप्ती: **मुलताई** (बैतूल, म.प्र. - 724 किमी); माही: विंध्य (म.प्र.); लूनी: नाग पहाड़ी (अजमेर)	नर्मदा: तवा, हिरन, बरना, शक्कर, दूधी; ताप्ती: पूर्णा, गिरना, पंजारा; माही: सोम, जाखम (बेणेश्वर धाम त्रिवेणी); लूनी: जवाई, सुकड़ी, बांडी	नर्मदा: **सरदार सरोवर बांध** (गुजरात), इंदिरा सागर बांध (म.प्र.), धुआँधार जलप्रपात (भेड़ाघाट, जबलपुर); ताप्ती: **उकाई** एवं **काकरापार** परियोजना (गुजरात)	नर्मदा और ताप्ती भ्रंश घाटी (Rift Valley) में बहती हैं और डेल्टा के बजाय **ज्वारनदमुख (Estuary)** बनाती हैं; **माही नदी कर्क रेखा को दो बार काटती है**	NCERT भूगोल

क्या आप जानते हैं?
विश्व की तीन प्रसिद्ध नदियाँ तीन प्रमुख अक्षांश रेखाओं को दो बार काटती हैं: भारत की **माही नदी** कर्क रेखा (Tropic of Cancer - 23.5°N) को दो बार काटती है, अफ्रीका की **कांगो (जायरे) नदी** विषुवत रेखा (Equator - 0°) को दो बार काटती है, और दक्षिण अफ्रीका की **लिम्पोपो नदी** मकर रेखा (Tropic of Capricorn - 23.5°S) को दो बार काटती है (IUC Academy)।

परीक्षा सतर्कता:
उत्तराखंड के **पंच प्रयागों** के संगम में अलकनंदा नदी सभी पाँचों प्रयागों में उभयनिष्ठ (Common) रहती है: (1) **विष्णुप्रयाग:** अलकनंदा + धौलीगंगा, (2) **नंदप्रयाग:** अलकनंदा + नंदाकिनी, (3) **कर्णप्रयाग:** अलकनंदा + पिंडर नदी, (4) **रुद्रप्रयाग:** अलकनंदा + मंदाकिनी (केदारनाथ से आने वाली), और (5) **देवप्रयाग:** अलकनंदा + भागीरथी (यहीं से नदी का नाम 'गंगा' पड़ता है) (NCERT)।

★ स्मृति ट्रिक:
खंभात की खाड़ी (अरब सागर) में गिरने वाली चार प्रमुख पश्चिमी वाहिनी नदियों को याद रखने का सूत्र: **"समानता (स-मा-न-ता)"** — **स** (साबरमती), **मा** (माही), **न** (नर्मदा), और **ता** (ताप्ती)।

इकाई 1.6: भारत की जलवायु, मानसून तंत्र एवं भारतीय मृदा विज्ञान

भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के अनुसार भारत की जलवायु **'उष्णकटिबंधीय मानसूनी' (Tropical Monsoon)** है। भारत में वार्षिक वर्षा का लगभग 75% से 80% भाग जून से सितंबर के मध्य **दक्षिण-पश्चिम मानसून (Southwest Monsoon)** से प्राप्त होता है, जिसका दीर्घावधि औसत (LPA 1971–2020) **868.6 मिमी** है (IMD मानसून रिपोर्ट)। मानसून की उत्पत्ति एवं सक्रियता में अंतःउष्णकटिबंधीय अभिसरण क्षेत्र (ITCZ) का उत्तरायण, तिब्बत के पठार का तीव्र तापन, उष्णकटिबंधीय पूर्वी जेट स्ट्रीम (TEJ), सोमाली जेट, हिंद महासागर द्विध्रुव (IOD - सकारात्मक IOD भारतीय मानसून के लिए अनुकूल होता है) तथा एल-नीनो दक्षिणी दोलन (ENSO - एल-नीनो से भारत में सूखा और ला-नीना से अच्छी वर्षा की संभावना रहती है) की निर्णायक भूमिका होती है (IMD मानसून FAQ)।

सारणी 1.6: भारत के जलवायु प्रदेश (कोपेन का वर्गीकरण), मानसून पूर्व फुहारें एवं भारतीय मृदा के प्रकार

जलवायु / मृदा श्रेणी	कोपेन संकेत / वैज्ञानिक नाम (USDA)	भौगोलिक वितरण (प्रमुख राज्य एवं क्षेत्र)	जलवायुविक / रासायनिक विशेषताएँ (प्रचुरता एवं कमी)	प्रमुख फसलें, वनस्पति एवं मानसूनी परिघटनाएँ	आधिकारिक संदर्भ स्रोत
लघु शुष्क ऋतु वाला मानसूनी प्रदेश	**Amw** (Tropical Monsoon with short dry winter)	गोवा के दक्षिण में भारत का पश्चिमी तट (कोंकण के दक्षिण, मालाबार तट, पश्चिमी घाट)	वार्षिक वर्षा **200–300 सेमी से अधिक**; ग्रीष्मपूर्व मानसून फुहारों को केरल-कर्नाटक में **'आम्र वर्षा' (Mango Showers)** व **'चेरी ब्लॉसम'** कहते हैं	उष्णकटिबंधीय सदाबहार वन; रबर, मसाले (काली मिर्च, इलायची), कॉफी एवं नारियल	IMD मानसून
शुष्क ग्रीष्म ऋतु वाला मानसूनी प्रदेश	**As** (Monsoon with dry summer)	तमिलनाडु का **कोरोमंडल तट** एवं संलग्न दक्षिणी आंध्र प्रदेश का तटीय भाग	ग्रीष्मकालीन द.प. मानसून में वृष्टि-छाया क्षेत्र होने से शुष्क; **अक्टूबर-दिसंबर में लौटते मानसून (उ.पू. मानसून)** से भारी वर्षा	शीतकालीन धान की खेती, गन्ना एवं दलहन; चक्रवाती वर्षा का प्रमुख क्षेत्र	IMD मानसून
उष्णकटिबंधीय सवाना एवं अर्ध-शुष्क स्टेपी	**Aw** (प्रायद्वीपीय पठार) एवं **BShw** (वृष्टि-छाया व अर्ध-शुष्क)	Aw: कर्क रेखा के दक्षिण का अधिकांश प्रायद्वीपीय पठार; BShw: पश्चिमी राजस्थान, गुजरात एवं प. घाट का पूर्वी वृष्टि-छाया क्षेत्र	वर्षा 40–100 सेमी; ग्रीष्म ऋतु लंबी व उष्ण, शीत ऋतु शुष्क; वाष्पीकरण की दर अधिक	उष्णकटिबंधीय पर्णपाती एवं कँटीले वन; ज्वार, बाजरा, मक्का, मूँगफली, सोयाबीन एवं दलहन	NCERT भूगोल
उष्ण मरुस्थलीय एवं शुष्क शीत मानसूनी	**BWhw** (थार मरुस्थल) एवं **Cwg** (गंगा का विशाल मैदान)	BWhw: जैसलमेर-बाड़मेर (प. राजस्थान); Cwg: पंजाब-हरियाणा, उ.प्र., बिहार, प. बंगाल व असम घाटी	Cwg में ग्रीष्म में 'लू' तथा बंगाल में **'कालबैसाखी'** और असम में **'बारदोली छीड़ा'** (चाय वर्षा); शीत ऋतु में **पश्चिमी विक्षोभ** से रबी वर्षा ('मावठ')	Cwg भारत का सर्वाधिक सघन जनसंख्या एवं खाद्यान्न (गेहूँ, चावल, गन्ना, जूट) उत्पादक प्रदेश	IMD मानसून
लघु ग्रीष्म वाला शीत आर्द्र एवं ध्रुवीय	**Dfc** (अरुणाचल प्रदेश) एवं **E / ET** (उच्च हिमालयी टुंड्रा/ध्रुवीय)	Dfc: अरुणाचल प्रदेश व सिक्किम; E: लद्दाख, जम्मू-कश्मीर, हिमाचल व उत्तराखंड के उच्च हिमशिखर	शीत ऋतु अत्यंत कठोर व लंबी; E प्रदेश में तापमान वर्षभर 0°C से कम या 10°C से नीचे रहता है	शंकुधारी (कोणधारी) वन, अल्पाइन घास के मैदान, काई एवं लाइकेन	NCERT बायोम
जलोढ़ मृदा (Alluvial Soil)	**इनसेप्टिसोल्स / एंटीसोल्स** (भारत के कुल क्षेत्रफल के **~40-43%** भाग पर सर्वाधिक विस्तृत)	उत्तर का विशाल मैदान (पंजाब से असम तक) तथा महानदी, गोदावरी, कृष्णा और कावेरी के तटीय डेल्टा	**पोटाश एवं चूना** प्रचुर मात्रा में; किंतु **नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और ह्यूमस (जीवांश)** की कमी पाई जाती है	गेहूँ, धान, गन्ना, तिलहन, दलहन एवं जूट के लिए भारत की सर्वाधिक उपजाऊ मृदा	NCERT भूगोल
काली मृदा (Black / Regur Soil)	**वर्टिसोल्स (Vertisols)** (दक्कन के बेसाल्ट लावा के अपक्षय से निर्मित - ~15% क्षेत्र)	महाराष्ट्र (सर्वाधिक), पश्चिमी म.प्र., गुजरात (सौराष्ट्र), उत्तरी कर्नाटक, तेलंगाना एवं आंध्र प्रदेश	लोहा, चूना, कैल्शियम, पोटाश, एल्युमिनियम और मैग्नीशियम प्रचुर; **नाइट्रोजन, फॉस्फोरस व जैविक पदार्थों की कमी**; उच्च नमी धारण क्षमता	**कपास** की खेती के लिए सर्वोत्तम ('काली कपासी मृदा'); सूखने पर चौड़ी दरारें पड़ने से **'स्वतः जुताई वाली मृदा'** कहलाती है	NCERT भूगोल
लाल-पीली एवं लैटेराइट मृदा	**अल्फीसोल्स (लाल)** एवं **ऑक्सीसोल्स (लैटेराइट)**	लाल: तमिलनाडु, कर्नाटक, छत्तीसगढ़, ओडिशा; लैटेराइट: पश्चिमी घाट, मेघालय व राजमहल पहाड़ियाँ (उच्च वर्षा व तापमान क्षेत्र)	**लौह ऑक्साइड (फेरिक ऑक्साइड)** के कारण लाल रंग व जलोजित होने पर पीला रंग; लैटेराइट में तीव्र **निक्षालन (Leaching)** से सिलिका व चूना बह जाते हैं	लैटेराइट मृदा **काजू, चाय, कॉफी, रबर एवं सिनकोना** की बागानी खेती तथा ईंट निर्माण के लिए अत्यंत उपयुक्त	NCERT भूगोल

क्या आप जानते हैं?
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (ICAR) ने भारत की मिट्टियों को 8 मुख्य वर्गों में बाँटा है। भारत की लगभग **सभी प्रमुख मृदाओं (जलोढ़, काली, लाल, लैटेराइट और मरुस्थलीय) में नाइट्रोजन (N), फॉस्फोरस (P) और ह्यूमस की सामान्य कमी** पाई जाती है (केवल दलदली/पीट मृदा और पर्वतीय वनीय मृदा में ह्यूमस अधिक होता है), इसीलिए भारतीय कृषि में उर्वरकों का उपयोग N:P:K के **4:2:1** के आदर्श अनुपात में अनुशंसित किया जाता है (IUC Academy)।

परीक्षा सतर्कता:
अम्लीय मृदा (Acidic Soil - जिसका pH मान 7.0 से कम होता है, जो अधिक वर्षा वाले क्षेत्रों में पाई जाती है) को सुधारने के लिए खेत में **चूना (Lime)** मिलाया जाता है, जबकि
क्षारीय/लवणीय मृदा (Alkaline/Saline Soil - जिसे 'रेह', 'ऊसर' या 'कलर' कहते हैं और जिसका pH मान 7.0 से अधिक होता है) को कृषि योग्य बनाने के लिए **जिप्सम (Gypsum - $CaSO_4 \cdot 2H_2O$)** और पाइराइट का प्रयोग किया जाता है (NCERT)।

★ **स्मृति ट्रिक:**
मृदा सुधारकों में कभी भ्रम न हो, इसके लिए सूत्र: **"अम्ल में चूना, क्षार में जिप्सम दूना"** — अम्लीय मिट्टी = चूना (Lime), क्षारीय/ऊसर मिट्टी = जिप्सम (Gypsum)।

इकाई 1.7: भौतिक एवं भारत का भूगोल — 40 उच्च-स्तरीय हल बहुविकल्पीय प्रश्न (Solved MCQs)

अध्याय के प्रमुख अध्ययन स्तंभ — इकाई 1.7: भौतिक एवं भारत का भूगोल — 40 उच्च-स्तरीय हल बहुविकल्पीय प्रश्न (Solved MCQs)

प्रमुख अध्ययन बिंदु 1	प्रमुख अध्ययन बिंदु 2	प्रमुख अध्ययन बिंदु 3	प्रमुख अध्ययन बिंदु 4
प्रश्न 1: पृथ्वी की आंतरिक संरचना के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:	**प्रश्न 2: भूकंपीय छाया क्षेत्र (Seismic Shadow Zone) के संबंध में कौन-सा कथन सत्य है?**	**प्रश्न 3: भूपर्पटी (Earth's Crust) में भार के अनुसार सर्वाधिक पाए जाने वाले चार तत्वों का सही अवरोही क्रम क्या है?**	**प्रश्न 4: निम्नलिखित चट्टानों एवं उनके कायांतरित (Metamorphic) रूपों के युग्मों में से कौन-सा सही सुमेलित नहीं है?**

प्रश्न 1: पृथ्वी की आंतरिक संरचना के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. गुटेनबर्ग असंबद्धता (Gutenberg Discontinuity) निचले मेंटल और बाह्य क्रोड को पृथक करती है।
2. द्वितीयक भूकंपीय तरंगें (S-Waves) ठोस, द्रव और गैस तीनों माध्यमों से होकर गुजर सकती हैं।
3. दुर्बलतामंडल (Asthenosphere) ऊपरी मेंटल का भाग है और ज्वालामुखी उद्गार के दौरान लावा का मुख्य स्रोत है।

उपर्युक्त में से कौन-से कथन सही हैं?

- (A) केवल 1 और 2
- (B) केवल 1 और 3
- (C) केवल 2 और 3
- (D) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (B) केवल 1 और 3

विस्तृत व्याख्या: गुटेनबर्ग असंबद्धता 2,900 किमी की गहराई पर निचले मेंटल और तरल बाह्य क्रोड के मध्य स्थित है (कथन 1 सही है)। दुर्बलतामंडल ऊपरी मेंटल में 100 से 400 किमी की गहराई तक अर्ध-गलित अवस्था में पाया जाता है और ज्वालामुखी उद्गार के समय मैग्मा का मुख्य स्रोत होता है (कथन 3 सही है)। कथन 2 गलत है क्योंकि S-तरंगें (अनुप्रस्थ तरंगें) **केवल ठोस माध्यम** में ही चल सकती हैं, जबकि प्राथमिक तरंगें (P-Waves) ठोस, द्रव और गैस तीनों माध्यमों में गमन कर सकती हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 2: भूकंपीय छाया क्षेत्र (Seismic Shadow Zone) के संबंध में कौन-सा कथन सत्य है?

- (A) अधिकेंद्र से 105° से 145° के मध्य का क्षेत्र केवल S-तरंगों का छाया क्षेत्र होता है, P-तरंगों का नहीं।
- (B) P-तरंगों का छाया क्षेत्र S-तरंगों के छाया क्षेत्र की तुलना में अधिक विस्तृत होता है।
- (C) अधिकेंद्र से 105° के परे संपूर्ण क्षेत्र में S-तरंगें अभिलेखित नहीं होती हैं।
- (D) भूकंपीय छाया क्षेत्र की स्थिति सदैव स्थिर रहती है और भूकंप के अधिकेंद्र के बदलने पर बदलती नहीं है।

सही उत्तर: (C) अधिकेंद्र से 105° के परे संपूर्ण क्षेत्र में S-तरंगें अभिलेखित नहीं होती हैं।

विस्तृत व्याख्या: भूकंपलेखी (Seismograph) पर अधिकेंद्र से 105° तक P और S दोनों तरंगें पहुँचती हैं। बाह्य क्रोड के तरल होने के कारण S-तरंगें 2,900 किमी से आगे प्रवेश नहीं कर पातीं, फलस्वरूप अधिकेंद्र से 105° के परे पूरे क्षेत्र में S-तरंगें दर्ज नहीं होतीं। P-तरंगें अपवर्तित होकर 145° के बाद पुनः प्रकट होती हैं, इसलिए 105° से 145° के बीच P और S दोनों का उभयनिष्ठ छाया क्षेत्र बनता है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 3: भूपर्पटी (Earth's Crust) में भार के अनुसार सर्वाधिक पाए जाने वाले चार तत्वों का सही अवरोही क्रम क्या है?

- (A) लोहा > ऑक्सीजन > सिलिकॉन > मैग्नीशियम
- (B) ऑक्सीजन > सिलिकॉन > एल्युमिनियम > लोहा
- (C) सिलिकॉन > ऑक्सीजन > लोहा > एल्युमिनियम
- (D) ऑक्सीजन > लोहा > सिलिकॉन > कैल्शियम

सही उत्तर: (B) ऑक्सीजन > सिलिकॉन > एल्युमिनियम > लोहा

विस्तृत व्याख्या: पृथ्वी की भूपर्पटी (Crust) में भार के अनुसार सर्वाधिक मात्रा में ऑक्सीजन (~46.60%), उसके बाद सिलिकॉन (~27.72%), एल्युमिनियम (~8.13%), लोहा (~5.00%) और कैल्शियम (~3.63%) पाया जाता है। इसके विपरीत यदि 'संपूर्ण पृथ्वी' (Whole Earth) का संघटन पूछा जाए, तो सही क्रम लोहा (~35%) > ऑक्सीजन (~30%) > सिलिकॉन (~15%) > मैग्नीशियम (~13%) होता है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 4: निम्नलिखित चट्टानों एवं उनके कायांतरित (Metamorphic) रूपों के युग्मों में से कौन-सा सही सुमेलित नहीं है?

- (A) ग्रेनाइट (आग्नेय) — नीस (Gneiss)
- (B) बलुआ पत्थर (अवसादी) — क्वार्टजाइट (Quartzite)
- (C) चूना पत्थर (अवसादी) — संगमरमर (Marble)
- (D) बेसाल्ट (आग्नेय) — स्लेट (Slate)

सही उत्तर: (D) बेसाल्ट (आग्नेय) — स्लेट (Slate)

विस्तृत व्याख्या: बेसाल्ट एक बहिर्भेदी आग्नेय चट्टान है जिसका उच्च ताप एवं दाब के अंतर्गत कायांतरण **एम्फीबोलाइट (Amphibolite)** या **शिस्ट (Schist)** में होता है। **स्लेट (Slate)** का निर्माण अवसादी चट्टान **शेल (Shale)** के कायांतरण से होता है, और स्लेट का पुनः कायांतरण फाइलाइट (Phyllite) में होता है। अन्य तीनों युग्म पूर्णतः सही सुमेलित हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 5: अल्फ्रेड वेगनर के महाद्वीपीय विस्थापन सिद्धांत (Continental Drift Theory, 1912) के अनुसार 'पैंजिया' के विभाजन से बने उत्तरी भाग 'लॉरेशिया' (अंगारालैंड) में निम्नलिखित में से कौन-सा भू-भाग शामिल नहीं था?

- (A) उत्तरी अमेरिका
- (B) यूरेशिया (यूरोप एवं एशिया)
- (C) ग्रीनलैंड
- (D) प्रायद्वीपीय भारत

सही उत्तर: (D) प्रायद्वीपीय भारत

विस्तृत व्याख्या: कार्बोनिफेरस युग में विशाल महाद्वीप 'पैंजिया' का विभाजन दो भागों में हुआ—उत्तरी भाग 'लॉरेशिया' (जिसमें उत्तरी अमेरिका, ग्रीनलैंड और यूरेशिया शामिल थे) तथा दक्षिणी भाग **'गोंडवानालैंड'** (जिसमें दक्षिण अमेरिका, अफ्रीका, मेडागास्कर, **प्रायद्वीपीय भारत**, ऑस्ट्रेलिया और अंटार्कटिका शामिल थे)। इन दोनों के बीच 'टेथिस सागर' स्थित था (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 6: प्रशांत महासागर के 'अग्नि वलय' (Ring of Fire) में सर्वाधिक भूकंप और ज्वालामुखी आने का मुख्य कारण क्या है?

- (A) अपसारी प्लेट सीमाओं के सहारे नई भूपर्पटी का शांत निर्माण
- (B) अभिसारी प्लेट सीमाओं के सहारे भारी महासागरीय प्लेट का हल्की महाद्वीपीय प्लेट के नीचे क्षेपण (Subduction)
- (C) पृथ्वी के घूर्णन से उत्पन्न अपकेंद्रीय बल की अधिकता

• (D) महासागरीय जलधाराओं के तापमान में आकस्मिक परिवर्तन

सही उत्तर: (B) अभिसारी प्लेट सीमाओं के सहारे भारी महासागरीय प्लेट का हल्की महाद्वीपीय प्लेट के नीचे क्षेपण (Subduction)

विस्तृत व्याख्या: प्रशांत महासागर के किनारों पर भारी बेसाल्टिक महासागरीय प्लेटें (प्रशांत, नाज़्का, कोकोस, जुआन डी फूका और फिलीपीन प्लेट) समीपवर्ती महाद्वीपीय प्लेटों से टकराकर नीचे दुर्बलतामंडल में क्षेपित (Subduct) होती हैं। अधिक गहराई पर उच्च तापमान के कारण क्षेपित प्लेट के गलने से एंडेसाइटिक मैग्मा बनता है, जो विस्फोटक ज्वालामुखी उद्गार और तीव्र भूकंप उत्पन्न करता है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 7: निम्नलिखित में से कौन-सा स्थलरूप नदी की 'युवावस्था' (Youthful Stage) में अपरदन क्रिया द्वारा निर्मित नहीं होता है?

• (A) गॉर्ज एवं कैनियन (Gorge and Canyon)

• (B) जलप्रपात एवं क्षिप्रिकाएँ (Waterfalls and Rapids)

• (C) गोखुर झील एवं प्राकृतिक तटबंध (Ox-bow Lake and Natural Levees)

• (D) जलगर्तिका (Potholes) एवं V-आकार की घाटी

सही उत्तर: (C) गोखुर झील एवं प्राकृतिक तटबंध (Ox-bow Lake and Natural Levees)

विस्तृत व्याख्या: गोखुर झील (Ox-bow Lake) और प्राकृतिक तटबंध (Natural Levees) नदी की **प्रौढ़ावस्था एवं वृद्धावस्था (मैदानी भाग)** में मंद ढाल के कारण नदी के विसर्पण (Meandering) तथा बाढ़ के समय निक्षेपण क्रिया से बनते हैं। इसके विपरीत गॉर्ज, कैनियन, जलप्रपात, जलगर्तिका और V-आकार की घाटी पर्वतीय क्षेत्र में नदी की युवावस्था के लंबवत अपरदनात्मक स्थलरूप हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 8: आंध्र प्रदेश की अराकू घाटी में गोस्थानी नदी बेसिन में स्थित 'बोरा गुफाएँ' (Borra Caves) किस प्रकार के स्थलरूप का उदाहरण हैं?

• (A) हिमनद अपरदन द्वारा निर्मित सर्क (Cirque)

• (B) पवन अपघर्षण द्वारा निर्मित यारडांग (Yardang)

• (C) भूमिगत जल द्वारा चूना पत्थर क्षेत्र में निर्मित कार्स्ट स्थलाकृति (स्टैलेक्टाइट एवं स्टैलेग्माइट)

• (D) सागरीय तरंगों द्वारा निर्मित समुद्री गुफा (Sea Cave)

सही उत्तर: (C) भूमिगत जल द्वारा चूना पत्थर क्षेत्र में निर्मित कार्स्ट स्थलाकृति (स्टैलेक्टाइट एवं स्टैलेग्माइट)

विस्तृत व्याख्या: पर्यावरण एवं वन मंत्रालय (MoEFCC) के आधिकारिक दस्तावेज के अनुसार पूर्वी घाट की अनंतगिरि पहाड़ियों में स्थित बोरा गुफाएँ भूमिगत जल द्वारा चूना पत्थर के घुलन और कैल्शियम कार्बोनेट के निक्षेपण से बनी स्टैलेक्टाइट (छत से लटकती) एवं स्टैलेग्माइट (फर्श से उठती) कार्स्ट संरचनाओं के लिए प्रसिद्ध हैं।

प्रश्न 9: वायुमंडल की विभिन्न परतों के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. क्षोभमंडल की ऊँचाई ध्रुवों पर सर्वाधिक (18 किमी) और विषुवत रेखा पर न्यूनतम (8 किमी) होती है।
2. समतापमंडल में ओजोन परत की उपस्थिति के कारण ऊँचाई बढ़ने के साथ तापमान में वृद्धि होती है।
3. आयनमंडल पृथ्वी से प्रेषित रेडियो तरंगों को परावर्तित कर बेतार संचार को संभव बनाता है।

उपर्युक्त में से कौन-से कथन सही हैं?

• (A) केवल 1 और 2

• (B) केवल 2 और 3

• (C) केवल 1 और 3

• (D) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (B) केवल 2 और 3

विस्तृत व्याख्या: कथन 1 गलत है क्योंकि विषुवत रेखा पर वर्षभर तीव्र सूर्यातप के कारण संवहनीय धाराएँ वायु को 18 किमी की ऊँचाई तक ऊपर उठा देती हैं, जबकि ठंडे ध्रुवों पर वायु के अवतलन से क्षोभमंडल की ऊँचाई मात्र 8 किमी रहती है। कथन 2 और 3 एनसीईआरटी के अनुसार पूर्णतः सत्य हैं (NCERT वायुमंडल)।

प्रश्न 10: कोरिओलिस बल (Coriolis Force) के संबंध में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन असत्य है?

- (A) यह पृथ्वी के अपने अक्ष पर घूर्णन के कारण उत्पन्न एक विक्षेपक बल है।
- (B) इसका मान विषुवत रेखा (0° अक्षांश) पर शून्य और ध्रुवों (90° अक्षांश) पर अधिकतम होता है।
- (C) यह बल पवन की गति (Velocity) को बढ़ाता है, किंतु उसकी दिशा में कोई परिवर्तन नहीं करता।
- (D) इसके प्रभाव से उत्तरी गोलार्द्ध में पवनें अपनी मूल दिशा से दाईं ओर तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में बाईं ओर विक्षेपित हो जाती हैं।

सही उत्तर: (C) यह बल पवन की गति (Velocity) को बढ़ाता है, किंतु उसकी दिशा में कोई परिवर्तन नहीं करता।

विस्तृत व्याख्या: पवन की गति का निर्धारण **दाब प्रवणता बल (Pressure Gradient Force)** द्वारा होता है। कोरिओलिस बल केवल पवन की **दिशा को विक्षेपित** करता है, वह स्वयं पवन की गति को उत्पन्न या तीव्र नहीं करता (यद्यपि पवन की गति जितनी अधिक होगी, कोरिओलिस विक्षेपण उतना ही अधिक होगा)। विषुवत रेखा पर कोरिओलिस बल शून्य होने के कारण ही 0° से 5° अक्षांश के मध्य उष्णकटिबंधीय चक्रवात उत्पन्न नहीं होते (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 11: सूची-I (स्थानीय पवन) को सूची-II (प्रभावित क्षेत्र/विशेषता) से सुमेलित कीजिए:

- (a) चिनूक (Chinook) — 1. सहारा से भूमध्य सागर की ओर (इटली में रक्त वर्षा)
- (b) सिरोको (Sirocco) — 2. रॉकी पर्वत के पूर्वी ढाल (हिमभक्षी पवन)
- (c) हरमट्टन (Harmattan) — 3. फ्रांस की रोन घाटी से चलने वाली ठंडी पवन
- (d) मिस्ट्रल (Mistral) — 4. गिनी तट पर आर्द्रता कम करने वाली 'डॉक्टर पवन'

सही कूट चुनिए:

- (A) a-2, b-1, c-4, d-3
- (B) a-1, b-2, c-3, d-4
- (C) a-2, b-4, c-1, d-3
- (D) a-4, b-1, c-2, d-3

सही उत्तर: (A) a-2, b-1, c-4, d-3

विस्तृत व्याख्या: चिनूक उत्तरी अमेरिका के रॉकी पर्वत के पूर्वी ढालों पर उतरने वाली गर्म और शुष्क पवन है जो बर्फ को पिघलाकर पशुपालन हेतु चरागाह खोलती है ('Snow Eater')। सिरोको सहारा मरुस्थल से लाल रेत उड़ाकर भूमध्य सागर पार कर इटली में 'रक्त वर्षा' (Blood Rain) कराती है। हरमट्टन गिनी तट पर 'डॉक्टर पवन' कहलाती है और मिस्ट्रल आल्प्स पर्वत से फ्रांस की रोन घाटी में चलने वाली बर्फीली ठंडी पवन है (NCERT वायुमंडल)।

प्रश्न 12: उष्णकटिबंधीय चक्रवात (Tropical Cyclones) और शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवात (Temperate Cyclones) की तुलना के संदर्भ में कौन-सा कथन सही है?

- (A) उष्णकटिबंधीय चक्रवातों में वाताग्र (Fronts) बनते हैं जबकि शीतोष्ण चक्रवात वाताग्र-रहित होते हैं।
- (B) उष्णकटिबंधीय चक्रवात के केंद्र में शांत एवं मेघरहित 'चक्रवात की आँख' (Eye of Cyclone) पाई जाती है।
- (C) उष्णकटिबंधीय चक्रवात पछुआ पवनों के प्रभाव से सदैव पश्चिम से पूर्व की ओर चलते हैं।
- (D) उष्णकटिबंधीय चक्रवात समुद्र और स्थल दोनों पर समान रूप से उत्पन्न हो सकते हैं।

सही उत्तर: (B) उष्णकटिबंधीय चक्रवात के केंद्र में शांत एवं मेघरहित 'चक्रवात की आँख' (Eye of Cyclone) पाई जाती है।

विस्तृत व्याख्या: उष्णकटिबंधीय चक्रवात केवल गर्म महासागरों (जहाँ समुद्री सतह का तापमान 27°C से अधिक हो) पर उत्पन्न होते हैं और उन्हें संघनन की गुप्त ऊष्मा से ऊर्जा मिलती है; स्थल पर पहुँचते ही नमी की आपूर्ति रुकने से वे क्षीण हो जाते हैं। उनके केंद्र में निम्न वायुदाब वाला शांत क्षेत्र 'चक्रवात की आँख' कहलाता है। इसके विपरीत वाताग्रों (Warm & Cold Fronts) का निर्माण केवल शीतोष्ण कटिबंधीय चक्रवातों में होता है (IMD मानसून)।

प्रश्न 13: विश्व के प्रमुख मत्स्य ग्रहण क्षेत्र (Fishing Banks) जैसे न्यूफाउंडलैंड के पास 'ग्रैंड बैंक' और जापान के पास 'डोगर/ओयाशियो क्षेत्र' विकसित होने का प्रमुख भौगोलिक कारण क्या है?

- (A) गर्म और ठंडी महासागरीय जलधाराओं का मिलन, जिससे प्लवक (Plankton) की प्रचुर वृद्धि होती है
- (B) गहरे महासागरीय गर्तों की उपस्थिति
- (C) प्रवाल भित्तियों का सघन विस्तार
- (D) विषुवत रेखीय शांत जल की उपस्थिति

सही उत्तर: (A) गर्म और ठंडी महासागरीय जलधाराओं का मिलन, जिससे प्लवक (Plankton) की प्रचुर वृद्धि होती है

विस्तृत व्याख्या: जहाँ गर्म और ठंडी महासागरीय धाराएँ मिलती हैं (जैसे उत्तरी अमेरिका के न्यूफाउंडलैंड तट पर गर्म **गल्फ स्ट्रीम** और ठंडी **लैब्राडोर धारा** का मिलन, तथा जापान तट पर गर्म **क्यूरोशियो** और ठंडी **ओयाशियो** धारा का मिलन), वहाँ जल के मंथन से पोषक तत्व व ऑक्सीजन ऊपर आते हैं। इससे पादप-प्लवक (Phytoplankton) तेजी से पनपते हैं, जो मछलियों का मुख्य भोजन हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 14: समुद्र जल की लवणता (Salinity) के संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है?

- (A) महासागरों में सर्वाधिक लवणता विषुवत रेखा (0°) पर पाई जाती है।
- (B) समुद्री जल में घुले लवणों में सर्वाधिक मात्रा मैग्नीशियम क्लोराइड की होती है।
- (C) महासागरों में सर्वाधिक लवणता 20° से 30° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांशों (उपोष्ण उच्च दाब पेटी) के मध्य पाई जाती है।
- (D) बड़ी नदियों के मुहानों पर खुले समुद्र की तुलना में लवणता अधिक होती है।

सही उत्तर: (C) महासागरों में सर्वाधिक लवणता 20° से 30° उत्तरी एवं दक्षिणी अक्षांशों (उपोष्ण उच्च दाब पेटी) के मध्य पाई जाती है।

विस्तृत व्याख्या: विषुवत रेखा पर उच्च तापमान होने के बावजूद प्रतिदिन होने वाली संवहनीय वर्षा और बड़ी नदियों के स्वच्छ जल के कारण लवणता औसत से कम (~34-35‰) रहती है। इसके विपरीत 20°–30° अक्षांशों (उपोष्ण कटिबंध) में स्वच्छ आकाश, उच्च वाष्पीकरण और न्यून वर्षा के कारण महासागरों में सर्वाधिक लवणता (36–37‰) पाई जाती है। समुद्री लवणों में सर्वाधिक अंश सोडियम क्लोराइड (NaCl ~77.8%) और दूसरा मैग्नीशियम क्लोराइड (~10.9%) का होता है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 15: वृहत् ज्वार (Spring Tide) की उत्पत्ति कब होती है?

- (A) जब सूर्य, पृथ्वी और चंद्रमा एक-दूसरे के समकोण (90°) पर स्थित होते हैं
- (B) केवल कृष्ण और शुक्ल पक्ष की अष्टमी तिथि को
- (C) जब सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी एक सीधी रेखा (Syzygy - युति-वियुति) में होते हैं (पूर्णिमा एवं अमावस्या)
- (D) जब पृथ्वी सूर्य से अधिकतम दूरी (अपसौर) पर होती है

सही उत्तर: (C) जब सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी एक सीधी रेखा (Syzygy - युति-वियुति) में होते हैं (पूर्णिमा एवं अमावस्या)

विस्तृत व्याख्या: अमावस्या (New Moon) और पूर्णिमा (Full Moon) के दिन सूर्य, चंद्रमा और पृथ्वी एक सीधी रेखा (सिजिगी) में आ जाते हैं। इस स्थिति में सूर्य और चंद्रमा का संयुक्त गुरुत्वाकर्षण बल एक साथ कार्य करता है, जिससे सामान्य ज्वार से लगभग 20% ऊँचे **वृहत् ज्वार (Spring Tide)** आते हैं। सप्तमी या अष्टमी को समकोण की स्थिति में **लघु ज्वार (Neap Tide)** आता है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 16: भारत की मानक समय रेखा (IST - 82°30' पूर्वी देशांतर) भारत के किन पाँच राज्यों से होकर गुजरती है?

- (A) उत्तर प्रदेश, बिहार, झारखंड, ओडिशा और आंध्र प्रदेश
- (B) उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा और आंध्र प्रदेश
- (C) उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, छत्तीसगढ़ और तेलंगाना
- (D) उत्तराखंड, उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़ और ओडिशा

सही उत्तर: (B) उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा और आंध्र प्रदेश

विस्तृत व्याख्या: भारतीय मानक समय रेखा (82°30' E), जो ग्रीनविच माध्य समय (GMT) से **5 घंटे 30 मिनट आगे** है, प्रयागराज के निकट नैनी/मिर्जापुर से गुजरती है और भारत के **पाँच राज्यों—उत्तर प्रदेश, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा और आंध्र प्रदेश** को काटती है। कर्क रेखा (23°30' N) और भारतीय मानक समय रेखा एक-दूसरे को छत्तीसगढ़ के कोरिया (बैकुंठपुर) जिले में काटती हैं (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 17: उत्तर से दक्षिण की ओर हिमालय की निम्नलिखित पर्वत श्रेणियों का सही अनुक्रम क्या है?

1. लद्दाख श्रेणी
2. काराकोरम श्रेणी
3. पीर पंजाल श्रेणी
4. जास्कर श्रेणी

सही कूट चुनिए:

- (A) 1 → 2 → 4 → 3
- (B) 2 → 1 → 4 → 3
- (C) 2 → 4 → 1 → 3
- (D) 1 → 4 → 2 → 3

सही उत्तर: (B) 2 → 1 → 4 → 3

विस्तृत व्याख्या: उत्तर से दक्षिण की ओर जाने पर सबसे उत्तर में ट्रांस हिमालय की **काराकोरम श्रेणी (2)**, उसके दक्षिण में **लद्दाख श्रेणी (1)**, फिर **जास्कर श्रेणी (4)** और उसके दक्षिण में लघु हिमालय की **पीर पंजाल श्रेणी (3)** एवं सबसे दक्षिण में **शिवालिक श्रेणी** स्थित है। सिंधु नदी लद्दाख और जास्कर श्रेणियों के मध्य से प्रवाहित होती है (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 18: कश्मीर घाटी में पाए जाने वाले 'करेवा' (Karewas) निक्षेपों के संदर्भ में कौन-सा कथन सही है?

- (A) ये पवन द्वारा उड़ाकर लाए गए रेतीले टीले हैं जिनमें खजूर की खेती होती है।
- (B) ये हिमानी-सरोवरीय चिकनी मिट्टी और मोरेन के मोटे निक्षेप हैं जो 'जाफरान' (केसर) की खेती के लिए प्रसिद्ध हैं।
- (C) ये ज्वालामुखी लावा से निर्मित काली मिट्टी के पठार हैं।
- (D) ये प्रवाल भित्तियों के अवशेष हैं जो समुद्री अतिक्रमण से बने हैं।

सही उत्तर: (B) ये हिमानी-सरोवरीय चिकनी मिट्टी और मोरेन के मोटे निक्षेप हैं जो 'जाफरान' (केसर) की खेती के लिए प्रसिद्ध हैं।

विस्तृत व्याख्या: कश्मीर हिमालय में झेलम घाटी और पीर पंजाल के ढालों पर प्लेस्टोसीन काल के हिमानी-सरोवरीय (Glacio-lacustrine) गाद, रेत और हिमोढ़ (Moraine) के मोटे निक्षेप पाए जाते हैं जिन्हें **'करेवा'** कहा जाता है। यह भू-आकृति स्थानीय प्रजाति के केसर (**जाफरान**), बादाम और सेब की खेती के लिए विश्वभर में प्रसिद्ध है (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 19: निम्नलिखित हिमालयी दर्रों और उनके राज्यों/केंद्रशासित प्रदेशों के युग्मों में से कौन-सा सही सुमेलित है?

- (A) जोजिला दर्रा — हिमाचल प्रदेश
- (B) नाथू ला एवं जेलेप ला — अरुणाचल प्रदेश
- (C) बारालाचा ला एवं शिपकी ला — हिमाचल प्रदेश
- (D) लिपुलेख एवं नीति दर्रा — सिक्किम

सही उत्तर: (C) बारालाचा ला एवं शिपकी ला — हिमाचल प्रदेश

विस्तृत व्याख्या: बारालाचा ला (लेह-मनाली राजमार्ग, जहाँ से चिनाब नदी की धाराएँ चंद्रा और भागा निकलती हैं) और शिपकी ला (जिससे सतलज नदी भारत में प्रवेश करती है) दोनों **हिमाचल प्रदेश** में स्थित हैं। जोजिला दर्रा लद्दाख (श्रीनगर-लेह मार्ग) में, नाथू ला और जेलेप ला **सिक्किम** में, तथा माना, नीति और लिपुलेख दर्रे **उत्तराखंड** में स्थित हैं (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 20: मेघालय का पठार (गारो, खासी और जयंतिया पहाड़ियाँ) भू-वैज्ञानिक संरचना की दृष्टि से किसका भाग है?

- (A) शिवालिक हिमालय का पूर्वी विस्तार
- (B) अराकान योमा पर्वत श्रेणी का पश्चिमी विस्तार
- (C) प्रायद्वीपीय पठार (छोटानागपुर पठार) का उत्तर-पूर्वी विस्तार जो 'मालदा भ्रंश' द्वारा पृथक हुआ है
- (D) तिब्बत के पठार का दक्षिणी विस्तार

सही उत्तर: (C) प्रायद्वीपीय पठार (छोटानागपुर पठार) का उत्तर-पूर्वी विस्तार जो 'मालदा भ्रंश' द्वारा पृथक हुआ है

विस्तृत व्याख्या: मेघालय (शिलांग) का पठार और असम का कार्बी-आंगलोंग पठार वास्तव में हिमालय का अंग न होकर भारतीय **प्रायद्वीपीय पठार** का ही उत्तर-पूर्वी विस्तार हैं। हिमालय की उत्पत्ति के समय भारतीय प्लेट के उत्तर-पूर्वी संचलन से राजमहल पहाड़ियों और मेघालय पठार के बीच एक भ्रंश (Down-faulting) बन गया जिसे **'मालदा गैप' या 'राजमहल-गारो गैप'** कहते हैं, जिसे बाद में गंगा और ब्रह्मपुत्र नदियों के जलोढ़ अवसादों ने पाट दिया (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 21: पश्चिमी घाट (सह्याद्रि) और पूर्वी घाट पर्वत श्रेणियों का मिलन स्थल कौन-सी पहाड़ियाँ हैं?

- (A) अन्नामलाई पहाड़ियाँ
- (B) नीलगिरी पहाड़ियाँ
- (C) कार्डमम (इलायची) पहाड़ियाँ
- (D) शेवरॉय पहाड़ियाँ

सही उत्तर: (B) नीलगिरी पहाड़ियाँ

विस्तृत व्याख्या: कर्नाटक, केरल और तमिलनाडु के त्रिसंधि क्षेत्र में स्थित **नीलगिरी पहाड़ियाँ (Nilgiri Hills / Blue Mountains)** पश्चिमी घाट और पूर्वी घाट की पर्वत श्रेणियों को आपस में जोड़ती हैं। नीलगिरी की सर्वोच्च चोटी **दोदाबेट्टा (2,637 मीटर)** है, जो अनाईमुडी (2,695 मीटर, अन्नामलाई पहाड़ी) के बाद दक्षिण भारत की दूसरी सबसे ऊँची चोटी है (MoEFCC)।

प्रश्न 22: अंडमान और निकोबार द्वीप समूह के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. 10 डिग्री चैनल (10° Channel) लघु अंडमान (Little Andaman) को कार निकोबार (Car Nicobar) से पृथक करता है।
2. डंकन पास (Duncan Passage) दक्षिणी अंडमान और लघु अंडमान के मध्य स्थित है।
3. अंडमान और निकोबार की सर्वोच्च चोटी 'माउंट थुलियर' उत्तरी अंडमान में स्थित है।

उपर्युक्त में से कौन-से कथन सही हैं?

- (A) केवल 1 और 2
- (B) केवल 2 और 3
- (C) केवल 1 और 3
- (D) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (A) केवल 1 और 2

विस्तृत व्याख्या: 10° उत्तरी अक्षांश चैनल अंडमान द्वीप समूह (लघु अंडमान) को निकोबार द्वीप समूह (कार निकोबार) से अलग करता है (कथन 1 सही है) और डंकन पास दक्षिणी अंडमान व लघु अंडमान के बीच स्थित है (कथन 2 सही है)। कथन 3 गलत है क्योंकि संपूर्ण अंडमान-निकोबार द्वीप समूह की सर्वोच्च चोटी **सैडल पीक (Saddle Peak - 732 मीटर)** है जो **उत्तरी अंडमान** में स्थित है, जबकि माउंट थुलियर (642 मीटर) ग्रेट निकोबार द्वीप की सर्वोच्च चोटी है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 23: निम्नलिखित में से कौन-सी नदी 'पूर्ववर्ती अपवाह' (Antecedent Drainage) का उदाहरण नहीं है?

- (A) सिंधु नदी
- (B) सतलज नदी

- (C) ब्रह्मपुत्र नदी
- (D) गोदावरी नदी

सही उत्तर: (D) गोदावरी नदी

विस्तृत व्याख्या: वे नदियाँ जो हिमालय के उत्थान से पूर्व भी बहती थीं और जिन्होंने पर्वत के ऊपर उठने के साथ-साथ लंबवत कटाव कर गहरे गॉर्ज (जैसे सिंधु गॉर्ज, शिपकी ला गॉर्ज, दिहांग गॉर्ज) बनाते हुए अपना मूल मार्ग बनाए रखा, उन्हें **पूर्ववर्ती नदियाँ (Antecedent Rivers)** कहते हैं—जैसे सिंधु, सतलज, गंगा, सरयू (काली), कोसी, तीस्ता और ब्रह्मपुत्र। इसके विपरीत **गोदावरी नदी** प्रायद्वीपीय पठार के ढाल के अनुरूप बहने वाली **अनुवर्ती नदी (Consequent River)** है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 24: निम्नलिखित प्रयागों और संबंधित नदियों के संगमों में से कौन-सा युग्म सही सुमेलित है?

- (A) रुद्रप्रयाग — अलकनंदा और भागीरथी
- (B) कर्णप्रयाग — अलकनंदा और पिंडर नदी
- (C) नंदप्रयाग — अलकनंदा और मंदाकिनी
- (D) देवप्रयाग — अलकनंदा और धौलीगंगा

सही उत्तर: (B) कर्णप्रयाग — अलकनंदा और पिंडर नदी

विस्तृत व्याख्या: कर्णप्रयाग में अलकनंदा नदी से पिंडर नदी (कर्णगंगा) आकर मिलती है। रुद्रप्रयाग में अलकनंदा + मंदाकिनी, नंदप्रयाग में अलकनंदा + नंदाकिनी, विष्णुप्रयाग में अलकनंदा + धौलीगंगा, तथा देवप्रयाग में अलकनंदा + भागीरथी का संगम होता है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 25: गंगा नदी की निम्नलिखित सहायक नदियों में से कौन-सी नदी 'दाएँ तट' (Right Bank) से आकर मिलती है और जिसका उद्गम हिमालय के बजाय प्रायद्वीपीय पठार (अमरकंटक) से होता है?

- (A) गोमती नदी
- (B) घाघरा नदी
- (C) सोन नदी
- (D) गंडक नदी

सही उत्तर: (C) सोन नदी

विस्तृत व्याख्या: सोन नदी मध्य प्रदेश के अमरकंटक पठार से निकलकर उत्तर-पूर्व दिशा में बहती हुई पटना के निकट दानापुर/मनेर में **दाएँ तट** से गंगा में मिलती है। गोमती (फुलहर झील, पीलीभीत - मैदानी उद्गम), घाघरा और गंडक तीनों गंगा के बाएँ तट की सहायक नदियाँ हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 26: ब्रह्मपुत्र नदी की निम्नलिखित सहायक नदियों पर विचार कीजिए:

1. सुबनसिरी
2. लोहित
3. मानस
4. संकोश

उपर्युक्त में से कौन-सी नदियाँ ब्रह्मपुत्र में उसके **दाएँ तट (उत्तरी तट)** से आकर मिलती हैं?

- (A) केवल 1, 2 और 3
- (B) केवल 1, 3 और 4
- (C) केवल 2 और 4
- (D) 1, 2, 3 और 4

सही उत्तर: (B) केवल 1, 3 और 4

विस्तृत व्याख्या: असम घाटी में ब्रह्मपुत्र पूर्व से पश्चिम की ओर बहती है, इसलिए हिमालय (उत्तर) से आने वाली नदियाँ उसके **दाएँ तट (Right Bank)** पर मिलती हैं—जैसे **सुबनसिरी, कामेंग (जिया भरेली), मानस, संकोश और तीस्ता**। इसके विपरीत दक्षिण और पूर्व से आने वाली **दिबांग, लोहित, बूढ़ी दिहिंग, धनसिरी और कोपिली** ब्रह्मपुत्र के **बाएँ तट (Left Bank)** की सहायक नदियाँ हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 27: प्रायद्वीपीय भारत की नदियों के संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है?

- (A) नर्मदा और ताप्ती नदियाँ बंगाल की खाड़ी में विशाल पक्षी-पाद डेल्टा बनाती हैं।
- (B) कावेरी नदी घाटी को दक्षिण-पश्चिम और उत्तर-पूर्व दोनों मानसूनों से वर्षा जल प्राप्त होता है।
- (C) कृष्णा नदी प्रायद्वीपीय भारत की सबसे लंबी और सबसे बड़े अपवाह बेसिन वाली नदी है।
- (D) लूनी नदी कच्छ की खाड़ी से होते हुए सीधे अरब सागर में गिरती है।

सही उत्तर: (B) कावेरी नदी घाटी को दक्षिण-पश्चिम और उत्तर-पूर्व दोनों मानसूनों से वर्षा जल प्राप्त होता है।

विस्तृत व्याख्या: कावेरी नदी के ऊपरी जलग्रहण क्षेत्र (कर्नाटक के कोडागु) में ग्रीष्मकालीन दक्षिण-पश्चिम मानसून से और निचले जलग्रहण क्षेत्र (तमिलनाडु) में शीतकालीन उत्तर-पूर्वी मानसून से वर्षा होती है, जिससे इसमें वर्षभर जल प्रवाह बना रहता है (IMD मानसून)। प्रायद्वीपीय भारत की सबसे लंबी नदी गोदावरी (1,465 किमी) है, नर्मदा-ताप्ती अरब सागर में ज्वारनदमुख (Estuary) बनाती हैं, और लूनी नदी कच्छ के रण के दलदल में ही विलीन हो जाती है (अंतःस्थलीय अपवाह)।

प्रश्न 28: भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के अनुसार दक्षिण-पश्चिम मानसून के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. भारत में दक्षिण-पश्चिम मानसून का सर्वप्रथम आगमन मुख्य भूमि पर केरल तट पर (सामान्यतः 1 जून के आसपास) और द्वीपों में अंडमान-निकोबार में मई के उत्तरार्ध में होता है।

2. शीत ऋतु में उत्तर-पश्चिमी भारत (पंजाब, हरियाणा, पश्चिमी उ.प्र.) में होने वाली वर्षा मुख्यतः भूमध्य सागर से आने वाले 'पश्चिमी विक्षोभ' (Western Disturbances) के कारण होती है।

उपर्युक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?

- (A) केवल 1
- (B) केवल 2
- (C) 1 और 2 दोनों
- (D) न तो 1 और न ही 2

सही उत्तर: (C) 1 और 2 दोनों

विस्तृत व्याख्या: आईएमडी (IMD) के आधिकारिक मानसून आँकड़ों के अनुसार दक्षिण-पश्चिम मानसून सबसे पहले अंडमान-निकोबार द्वीप समूह (लगभग 15-20 मई) और मुख्य भूमि पर केरल तट (1 जून) पर दस्तक देता है। शीत ऋतु में भूमध्य सागर से उपोष्ण पश्चिमी जेट स्ट्रीम द्वारा लाए जाने वाले शीतोष्ण चक्रवात ('पश्चिमी विक्षोभ') उत्तर-पश्चिमी भारत में रबी की फसल (विशेषकर गेहूँ) के लिए अत्यंत लाभकारी शीतकालीन वर्षा ('मावठ') कराते हैं (IMD मानसून FAQ)।

प्रश्न 29: ग्रीष्म ऋतु में मानसून आगमन से पूर्व चलने वाली स्थानीय तूफानी वर्षाओं के संबंध में कौन-सा युग्म सही सुमेलित नहीं है?

- (A) कालबैसाखी (Nor'westers) — पश्चिम बंगाल
- (B) बारदोली छीड़ा (चाय वर्षा) — असम
- (C) चेरी ब्लॉसम (कॉफी वर्षा) — कर्नाटक एवं केरल
- (D) आम्र वर्षा (Mango Showers) — पंजाब एवं हरियाणा

सही उत्तर: (D) आम्र वर्षा (Mango Showers) — पंजाब एवं हरियाणा

विस्तृत व्याख्या: आम्र वर्षा (Mango Showers) ग्रीष्म ऋतु के अंत में **केरल और तटीय कर्नाटक** में होने वाली मानसून-पूर्व बौछारें हैं, जो आम की फसल को जल्दी पकने में सहायता करती हैं। पंजाब और हरियाणा में इस ऋतु में शुष्क एवं तप्त 'लू' तथा धूल भरी आँधियाँ चलती हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 30: कोपेन (Köppen) के जलवायु वर्गीकरण के अनुसार भारत के 'गंगा के विशाल मैदान' (उत्तर प्रदेश एवं बिहार) तथा 'कोरोमंडल तट' (तमिलनाडु) के लिए क्रमशः किन जलवायु संकेतों का प्रयोग किया जाता है?

- (A) Cwg तथा As
- (B) Amw तथा Aw
- (C) BShw तथा Dfc
- (D) Aw तथा Cwg

सही उत्तर: (A) Cwg तथा As

विस्तृत व्याख्या: कोपेन की योजना में उत्तर भारत के विशाल मैदान (शुष्क शीत ऋतु वाला मानसूनी प्रदेश) को **'Cwg'** से तथा तमिलनाडु के कोरोमंडल तट (जहाँ ग्रीष्म ऋतु शुष्क रहती है और शीत ऋतु में उत्तर-पूर्वी मानसून से वर्षा होती है) को **'As'** से प्रदर्शित किया जाता है। पश्चिमी तट को 'Amw' और अरुणाचल प्रदेश को 'Dfc' से दर्शाया जाता है (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 31: भारतीय मृदाओं के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. काली मृदा (रेगुर) का निर्माण दक्कन के पठार की बेसाल्टिक लावा चट्टानों के अपक्षय से हुआ है।
2. लैटेराइट मृदा का विकास उच्च तापमान और भारी वर्षा वाले उन क्षेत्रों में होता है जहाँ तीव्र निक्षालन (Leaching) की प्रक्रिया सक्रिय रहती है।
3. जलोढ़ मृदा में नाइट्रोजन और ह्यूमस की अत्यधिक प्रचुरता होती है, किंतु पोटाश की भारी कमी पाई जाती है।

उपर्युक्त में से कौन-से कथन सही हैं?

- (A) केवल 1 और 2
- (B) केवल 2 और 3
- (C) केवल 1 और 3
- (D) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (A) केवल 1 और 2

विस्तृत व्याख्या: कथन 1 और 2 पूर्णतः सत्य हैं। कथन 3 गलत है क्योंकि भारतीय जलोढ़ मृदा में **पोटाश और चूने की प्रचुरता** होती है, जबकि **नाइट्रोजन, फॉस्फोरस और ह्यूमस (जीवांश) की कमी** पाई जाती है (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 32: भारत में 'उष्णकटिबंधीय सदाबहार वन' (Tropical Evergreen Forests) मुख्य रूप से किन क्षेत्रों में पाए जाते हैं?

1. पश्चिमी घाट के पश्चिमी ढाल
2. अंडमान और निकोबार द्वीप समूह
3. उत्तर-पूर्वी भारत की पहाड़ियाँ (मेघालय, अरुणाचल, असम)
4. पूर्वी राजस्थान और पश्चिमी मध्य प्रदेश

सही कूट चुनिए:

- (A) केवल 1, 2 और 3
- (B) केवल 2, 3 और 4
- (C) केवल 1 और 4
- (D) 1, 2, 3 और 4

सही उत्तर: (A) केवल 1, 2 और 3

विस्तृत व्याख्या: उष्णकटिबंधीय सदाबहार वन उन उष्ण और आर्द्र प्रदेशों में पाए जाते हैं जहाँ वार्षिक वर्षा **200 सेमी से अधिक** और औसत वार्षिक तापमान 22°C से अधिक रहता है। भारत में ये वन पश्चिमी घाट के पश्चिमी ढाल, अंडमान-निकोबार द्वीप समूह और उत्तर-पूर्वी राज्यों में पाए जाते हैं। रोजवुड, महोगनी, आबनूस (Ebony) और सिनकोना इनके मुख्य वृक्ष हैं। पूर्वी राजस्थान और प. मध्य प्रदेश में शुष्क पर्णपाती एवं कँटीले वन मिलते हैं (**NCERT**)।

प्रश्न 33: भारत में कोयला भंडारों के संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सत्य है?

- (A) भारत का 98% से अधिक कोयला भंडार और उत्पादन टर्शियरी काल की चट्टानों से प्राप्त होता है।
- (B) दामोदर, सोन, महानदी और गोदावरी नदी घाटियाँ 'गोंडवाना क्रम' के बिटुमिनस कोयले के प्रमुख क्षेत्र हैं।
- (C) लिग्नाइट (भूरा कोयला) का सर्वाधिक भंडार और उत्पादन झारखंड के झरिया क्षेत्र में होता है।
- (D) एन्थ्रेसाइट कोयले में कार्बन की मात्रा न्यूनतम (40% से कम) होती है।

सही उत्तर: (B) दामोदर, सोन, महानदी और गोदावरी नदी घाटियाँ 'गोंडवाना क्रम' के बिटुमिनस कोयले के प्रमुख क्षेत्र हैं।

विस्तृत व्याख्या: भारत में लगभग 98% कोयला भंडार **गोंडवाना काल** (लगभग 25 करोड़ वर्ष पूर्व) की अवसादी चट्टानों में दामोदर घाटी (झरिया, रानीगंज, बोकारो), सोन घाटी (सिंगरौली), महानदी घाटी (तालचेर, कोरबा) और गोदावरी घाटी (सिंगरेनी) में पाया जाता है। सर्वोत्तम गुणवत्ता वाला कोयला एन्थ्रेसाइट (80-95% कार्बन, जम्मू-कश्मीर के कालाकोट में) है, और लिग्नाइट (भूरा कोयला) का सबसे बड़ा क्षेत्र तमिलनाडु का **नेवेली (Neyveli)** है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 34: सूची-I (प्रमुख खनिज खान) को सूची-II (संबंधित राज्य एवं खनिज) से सुमेलित कीजिए:

- (a) बैलाडिला (Bailadila) — 1. राजस्थान (तांबा)
- (b) खेतड़ी (Khetri) — 2. छत्तीसगढ़ (लौह अयस्क)
- (c) जादूगोड़ा (Jaduguda) — 3. ओडिशा (बॉक्साइट)
- (d) पंचपटमाली (Panchpatmali) — 4. झारखंड (यूरेनियम)

सही कूट चुनिए:

- (A) a-2, b-1, c-4, d-3
- (B) a-1, b-2, c-3, d-4
- (C) a-2, b-4, c-1, d-3
- (D) a-3, b-1, c-4, d-2

सही उत्तर: (A) a-2, b-1, c-4, d-3

विस्तृत व्याख्या: छत्तीसगढ़ के दंतेवाड़ा जिले में स्थित **बैलाडिला** उच्च कोटि के हेमेटाइट लौह अयस्क के लिए प्रसिद्ध है (जहाँ से विशाखापत्तनम बंदरगाह द्वारा जापान को लौह अयस्क निर्यात होता है)। राजस्थान का **खेतड़ी-सिंघाना** तांबा उत्पादन के लिए, झारखंड के सिंहभूम जिले का **जादूगोड़ा** यूरेनियम खनन के लिए, और ओडिशा के कोरापुट जिले की **पंचपटमाली** पहाड़ियाँ बॉक्साइट भंडार के लिए प्रसिद्ध हैं (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 35: भारत के निम्नलिखित प्रमुख बंदरगाहों में से कौन-सा एक 'ज्वारीय बंदरगाह' (Tidal Port) है और कौन-सा 'भारत का सबसे गहरा स्थल-बद्ध (Landlocked) प्राकृतिक बंदरगाह' है?

- (A) मुंबई बंदरगाह तथा चेन्नई बंदरगाह
- (B) कांडला (दीनदयाल) बंदरगाह तथा विशाखापत्तनम बंदरगाह
- (C) कोच्चि बंदरगाह तथा पारादीप बंदरगाह
- (D) मुरगांव बंदरगाह तथा तूतीकोरिन बंदरगाह

सही उत्तर: (B) कांडला (दीनदयाल) बंदरगाह तथा विशाखापत्तनम बंदरगाह

विस्तृत व्याख्या: गुजरात में कच्छ की खाड़ी के शीर्ष पर स्थित **कांडला (दीनदयाल पोर्ट)** एक ज्वारीय बंदरगाह (Tidal Port) है। वहीं आंध्र प्रदेश में स्थित **विशाखापत्तनम बंदरगाह** देश का सबसे गहरा और डॉल्फिन नोज (Dolphin's Nose) पहाड़ी द्वारा सुरक्षित स्थल-बद्ध (Landlocked) प्राकृतिक बंदरगाह है। चेन्नई एक कृत्रिम बंदरगाह है और कोलकाता (हल्दिया) एक नदीय बंदरगाह (Riverine Port) है (NCERT भूगोल)।

प्रश्न 36: भारत की जनगणना 2011 के अंतिम आँकड़ों के अनुसार निम्नलिखित में से कौन-सा कथन सही है?

- (A) वर्ष 1921 को भारतीय जनसांख्यिकीय इतिहास में 'महान विभाजक वर्ष' (Year of Great Divide) कहा जाता है क्योंकि 1911–1921 के दशक में जनसंख्या वृद्धि दर ऋणात्मक (-0.31%) रही थी।
- (B) 2011 की जनगणना के अनुसार भारत में सर्वाधिक जनसंख्या घनत्व वाला राज्य पश्चिम बंगाल है।
- (C) 2001–2011 के दौरान नागालैंड में सर्वाधिक धनात्मक दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर्ज की गई।
- (D) भारत का औसत जनसंख्या घनत्व 2011 में 482 व्यक्ति प्रति वर्ग किमी था।

सही उत्तर: (A) वर्ष 1921 को भारतीय जनसांख्यिकीय इतिहास में 'महान विभाजक वर्ष' (Year of Great Divide) कहा जाता है क्योंकि 1911–1921 के दशक में जनसंख्या वृद्धि दर ऋणात्मक (-0.31%) रही थी।

विस्तृत व्याख्या: 1911–1921 के दशक में अकाल और महामारी के कारण भारत की जनसंख्या में -0.31% की गिरावट आई थी, जिसके बाद से जनसंख्या निरंतर बढ़ी है; अतः 1921 को 'महान विभाजक वर्ष' कहा जाता है। 2011 की जनगणना में भारत का जनसंख्या घनत्व **382 व्यक्ति/वर्ग किमी** था, राज्यों में सर्वाधिक जनसंख्या घनत्व **बिहार (1,106 व्यक्ति/वर्ग किमी)** में और दूसरे स्थान पर पश्चिम बंगाल (1,028) में था, जबकि नागालैंड एकमात्र ऐसा राज्य था जहाँ 2001–2011 में दशकीय वृद्धि दर ऋणात्मक (-0.58%) रही (**NCERT मानव भूगोल**)।

प्रश्न 37: निम्नलिखित जनजातियों और उनके मूल निवास राज्यों/केंद्रशासित प्रदेशों के युग्मों में से कौन-सा सही सुमेलित नहीं है?

- (A) टोडा (Toda) — तमिलनाडु (नीलगिरी पहाड़ियाँ)
- (B) जारवा, ओंगे एवं सेंटिनली — अंडमान और निकोबार द्वीप समूह
- (C) गद्दी एवं गुर्जर — हिमाचल प्रदेश एवं जम्मू-कश्मीर
- (D) चांगपा (Changpa) — केरल (अन्नामलाई पहाड़ियाँ)

सही उत्तर: (D) चांगपा (Changpa) — केरल (अन्नामलाई पहाड़ियाँ)

विस्तृत व्याख्या: चांगपा (Changpa) लद्दाख के उच्च पठारी क्षेत्र (चांगथांग) की एक अर्ध-यायावर (खानाबदोश) पशुपालक जनजाति है, जो विश्व प्रसिद्ध **'पश्मीना' बकरियों** का पालन करती है। केरल और तमिलनाडु की अन्नामलाई व पश्चिमी घाट पहाड़ियों में कादर, इरुला और मोपला जनजातियाँ निवास करती हैं (**NCERT भूगोल**)।

प्रश्न 38: विश्व के शीतोष्ण कटिबंधीय घास के मैदानों (Temperate Grasslands) और उनके देशों/महाद्वीपों के संदर्भ में कौन-सा युग्म असत्य है?

- (A) प्रेयरी (Prairies) — उत्तरी अमेरिका (USA एवं कनाडा)
- (B) पंपास (Pampas) — अर्जेंटीना एवं उरुग्वे (दक्षिण अमेरिका)
- (C) वेल्ड (Veld) — दक्षिण अफ्रीका
- (D) डाउन्स (Downs) — ब्राजील (अमेज़न बेसिन)

सही उत्तर: (D) डाउन्स (Downs) — ब्राजील (अमेज़न बेसिन)

विस्तृत व्याख्या: डाउन्स (Downs) ऑस्ट्रेलिया के मरे-डार्लिंग बेसिन में पाए जाने वाले शीतोष्ण घास के मैदान हैं। ब्राजील के उष्णकटिबंधीय घास के मैदानों को **'कम्पास' (Campos)** और अमेज़न बेसिन के विषुवतीय वर्षावनों को **'सेल्वास' (Selvas)** कहा जाता है। यूरेशिया में शीतोष्ण घास के मैदान 'स्टेपी' (Steppes), हंगरी में 'पुस्टाज' (Pustaz) और न्यूज़ीलैंड में 'कैंटरबरी' (Canterbury) कहलाते हैं (**NCERT बायोम**)।

प्रश्न 39: स्वेज नहर (Suez Canal) और पनामा नहर (Panama Canal) के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. स्वेज नहर भूमध्य सागर को लाल सागर से जोड़ती है और इसके उत्तरी सिरे पर पोर्ट सईद तथा दक्षिणी सिरे पर पोर्ट स्वेज स्थित है।
2. पनामा नहर अटलांटिक महासागर को प्रशांत महासागर से जोड़ती है और इसमें जल स्तर को नियंत्रित करने के लिए 'लॉक प्रणाली' (Lock System) का प्रयोग किया गया है।

उपर्युक्त में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं?

- (A) केवल 1
- (B) केवल 2
- (C) 1 और 2 दोनों
- (D) न तो 1 और न ही 2

सही उत्तर: (C) 1 और 2 दोनों

विस्तृत व्याख्या: 1869 में निर्मित स्वेज नहर (मिस्र) भूमध्य सागर (पोर्ट सईद) को लाल सागर (पोर्ट स्वेज) से जोड़ती है, यह एक समुद्र-स्तरीय नहर है जिसमें कोई लॉक नहीं है। वहीं 1914 में खोली गई पनामा नहर अटलांटिक महासागर (कोलोन बंदरगाह) को प्रशांत महासागर (पनामा सिटी) से जोड़ती है और इसमें गाटुन झील की ऊँचाई को पार करने के लिए **छह-चरणीय लॉक प्रणाली (Six-lock system)** बनी है (NCERT मानव भूगोल)।

प्रश्न 40: हिंद महासागर द्विध्रुव (Indian Ocean Dipole - IOD) की 'सकारात्मक प्रावस्था' (Positive IOD) का भारतीय ग्रीष्मकालीन मानसून पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (A) पश्चिमी हिंद महासागर (अरब सागर) पूर्वी हिंद महासागर की तुलना में अधिक गर्म हो जाता है, जो भारत में अच्छी मानसूनी वर्षा के लिए सहायक होता है और एल-नीनो के दुष्प्रभाव को भी कम कर सकता है।
- (B) अरब सागर अत्यधिक ठंडा हो जाता है जिससे भारत में भीषण सूखा पड़ता है।
- (C) मानसूनी पवनों की दिशा उलटकर उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम हो जाती है।
- (D) इससे केवल शीतकालीन पश्चिमी विक्षोभ प्रभावित होते हैं, ग्रीष्मकालीन मानसून नहीं।

सही उत्तर: (A) पश्चिमी हिंद महासागर (अरब सागर) पूर्वी हिंद महासागर की तुलना में अधिक गर्म हो जाता है, जो भारत में अच्छी मानसूनी वर्षा के लिए सहायक होता है और एल-नीनो के दुष्प्रभाव को भी कम कर सकता है।

विस्तृत व्याख्या: भारत मौसम विज्ञान विभाग (IMD) के अनुसार हिंद महासागर द्विध्रुव (IOD) पश्चिमी हिंद महासागर (अरब सागर/अफ्रीकी तट) और पूर्वी हिंद महासागर (सुमात्रा/इंडोनेशिया के दक्षिण) के समुद्री सतह के तापमान (SST) के अंतर को दर्शाता है। **सकारात्मक IOD** में पश्चिमी हिंद महासागर अपेक्षाकृत गर्म होता है, जिससे संवहन और आर्द्रता प्रवाह बढ़कर भारतीय उपमहाद्वीप में दक्षिण-पश्चिम मानसून को मजबूती प्रदान करता है।

मास्टर स्मृति ट्रिक्स बैंक (Complete Mnemonics Compendium) — भौतिक भूगोल (स्थलमंडल, वायुमंडल एवं जलमंडल)

परीक्षा हॉल में त्वरित स्मरण हेतु IUC Academy के विशेष निमोनिक्स सूत्र

स्मृति ट्रिक #1: पृथ्वी की आंतरिक परतों की 5 असंबद्धताएँ (Discontinuities)

ट्रिक: 'कोनराड ने मोहो से रेपेटी और गुटेनबर्ग को लेहमैन से मिलाया (C-M-R-G-L)' — 1. कोनराड (ऊपरी व निचली क्रस्ट), 2. मोहोरोविसिक/मोहो (क्रस्ट व मेंटल), 3. रेपेटी (ऊपरी व निचला मेंटल), 4. गुटेनबर्ग (मेंटल व कोर — 2900 किमी), 5. लेहमैन (बाह्य तरल कोर व आंतरिक ठोस कोर — 5150 किमी)।

स्मृति ट्रिक #2: भूकंपीय तरंगें (P, S, L तरंगें) एवं छाया क्षेत्र

ट्रिक: 'P तरंग = प्राथमिक/अनुदैर्ध्य (ध्वनि तरंग जैसी, सर्वाधिक गति, ठोस-द्रव-गैस तीनों में चलती है); S तरंग = द्वितीयक/अनुप्रस्थ (प्रकाश तरंग जैसी, केवल ठोस में चलती है — तरल बाह्य कोर में विलुप्त); L तरंग = धरातलीय (सबसे कम गति किंतु सर्वाधिक विनाशकारी)'। S-तरंग का छाया क्षेत्र (103° से 103°) P-तरंग (103° से 142°) से बड़ा होता है।

स्मृति ट्रिक #3: वायुमंडल की 5 परतें (नीचे से ऊपर क्रम)

ट्रिक: 'क्षोभ → समताप (ओजोन) → मध्य → ताप/आयन → बहिर्मंडल' — क्षोभमंडल (सभी मौसम घटनाएँ, ऊँचाई बढ़ने पर 6.5°C/किमी तापमान घटता है); समताप मंडल (जेट विमान उड़ान व ओजोन परत 15-35 किमी, तापमान बढ़ता है); मध्यमंडल (सबसे ठंडी परत -90°C, उल्कापिंड जलते हैं); आयनमंडल (रेडियो तरंग परावर्तन)।

स्मृति ट्रिक #4: अटलांटिक महासागर की ठंडी बनाम गर्म जलधाराएँ

ट्रिक: 'ठंडी धाराएँ = हम्बोल्ट/पेरू, लैब्राडोर, बेंगुएला, कनारी, फॉकलैंड, ओयाशियो, पश्चिमी ऑस्ट्रेलियाई धारा (महाद्वीपों के पश्चिमी तट पर उष्णकटिबंधीय मरुस्थल बनाती हैं)'; 'गर्म धाराएँ = गल्फ स्ट्रीम (यूरोप का कंबल), उत्तरी अटलांटिक ड्रिफ्ट, ब्राजील, अगुलहास, कुरोशियो, अंटिलीज'।

स्मृति ट्रिक #5: प्रमुख स्थानीय पवनें (गर्म बनाम ठंडी)

ट्रिक: 'गर्म पवनें = चिनूक (रॉकी पर्वत — हिमभक्षी/Snow Eater), फॉन (आल्प्स), सिरोको (सहारा से इटली — रक्त वर्षा/Blood Rain), हरमट्टन (गिनी तट — डॉक्टर पवन), लू (भारत), सिमूम (अरब), ब्रिकफील्डर (ऑस्ट्रेलिया)'; 'ठंडी पवनें = मिस्ट्रल (फ्रांस/स्पेन), बोरा (एड्रियाटिक तट), पम्पेरो (अर्जेंटीना), बुरान (साइबेरिया), ब्लिजार्ड (कनाडा/USA)'।

स्मृति ट्रिक #6: उष्णकटिबंधीय बनाम शीतोष्ण चक्रवात

ट्रिक: 'उष्णकटिबंधीय = केवल गर्म समुद्र (>27°C) पर उत्पन्न, केंद्र में शांत आँख (Eye), कोई वाताग्र (Front) नहीं, पूर्व से पश्चिम गति, कोरिओलिस बल आवश्यक (विषुवत रेखा 0°-5° पर नहीं बनते)'; 'शीतोष्ण = वाताग्र जनन (Frontogenesis), जल व थल दोनों पर, पश्चिम से पूर्व (पछुआ पवनों के साथ) गति'।

स्मृति ट्रिक #7: चट्टानों का कायांतरण (Metamorphic Rocks)

ट्रिक: 'चूना पत्थर (Limestone) → संगमरमर (Marble); बलुआ पत्थर (Sandstone) → क्वार्टजाइट; शेल (Shale) → स्लेट → फाइलाइट → शिस्ट; ग्रेनाइट (आग्नेय) → नाइस (Gneiss); बेसाल्ट → एम्फिबोलाइट; कोयला → ग्रेफाइट/हीरा'।

स्मृति ट्रिक #8: प्रमुख अपरदनात्मक बनाम निक्षेपणात्मक भू-आकृतियाँ

ट्रिक: 'भूमिगत जल (Karst) में स्टैलेक्टाइट (छत से लटकते = C for Ceiling) व स्टैलेग्माइट (फर्श से उठते = G for Ground) और मिलने पर कंदरा स्तंभ (Pillar) निक्षेपणात्मक हैं; जबकि घोलरंध्र (Sinkhole), डोलाइन, युवाला व लैपीज अपरदनात्मक हैं'।

स्मृति ट्रिक #9: महासागरीय लवणता का क्रम एवं संघटन

ट्रिक: 'समुद्री जल में सर्वाधिक मात्रा सोडियम क्लोराइड (NaCl = 77.8%) > मैग्नीशियम क्लोराइड (10.9%) > मैग्नीशियम सल्फेट (4.7%)'। विश्व की सर्वाधिक लवणता वाली झीलें: वान झील (तुर्की 330‰), मृत सागर (238‰), ग्रेट साल्ट लेक (USA 220‰)।

स्मृति ट्रिक #10: ज्वार-भाटा: वृहत (Spring) बनाम लघु (Neap) ज्वार

ट्रिक: 'वृहत ज्वार (सिजिगी — जब सूर्य, चंद्रमा व पृथ्वी एक सीधी रेखा 180° में हों: अमावस्या व पूर्णिमा को — सामान्य से 20% ऊँचा); लघु ज्वार (जब सूर्य व चंद्रमा पृथ्वी के सापेक्ष 90° समकोण पर हों: सप्तमी/अष्टमी को — सामान्य से 20% नीचा)'।

स्मृति ट्रिक #11: भारतीय मानक समय रेखा (82°30' E) के 5 राज्य

ट्रिक: 'उमा एसी (AC) चलाते ही उड़ गई' — उत्तर प्रदेश (मिर्जापुर/प्रयागराज), मध्य प्रदेश, आंध्र प्रदेश, छत्तीसगढ़, ओडिशा (कुल 5 राज्य)।

स्मृति ट्रिक #12: कर्क रेखा (23°30' N) पर स्थित भारत के 8 राज्य (पश्चिम से पूर्व)

ट्रिक: 'मित्र पर गमछा झार' — गुजरात, राजस्थान, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़, झारखंड, पश्चिम बंगाल, त्रिपुरा, मिजोरम; माही नदी कर्क रेखा को दो बार काटती है।

स्मृति ट्रिक #13: प्रमुख ठंडी महासागरीय जलधाराएँ

ट्रिक: 'हम बोले ग्रीन बगुला केला क्यों फेंका' — हम्बोल्ट/पेरू धारा (प्रशांत), लेब्राडोर (अटलांटिक), ग्रीनलैंड, बेंगुएला (दक्षिण अटलांटिक), कैलिफोर्निया (प्रशांत), कैनरी (उत्तरी अटलांटिक), कुरोशियो की साथी ओयाशियो, फॉकलैंड।