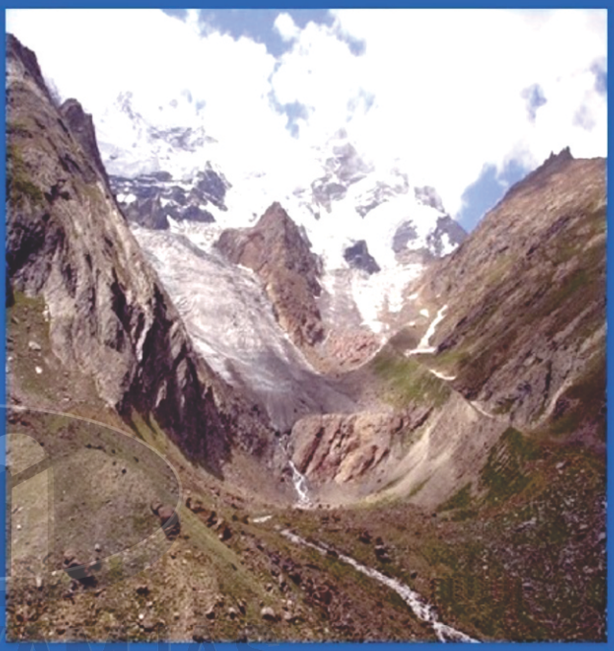
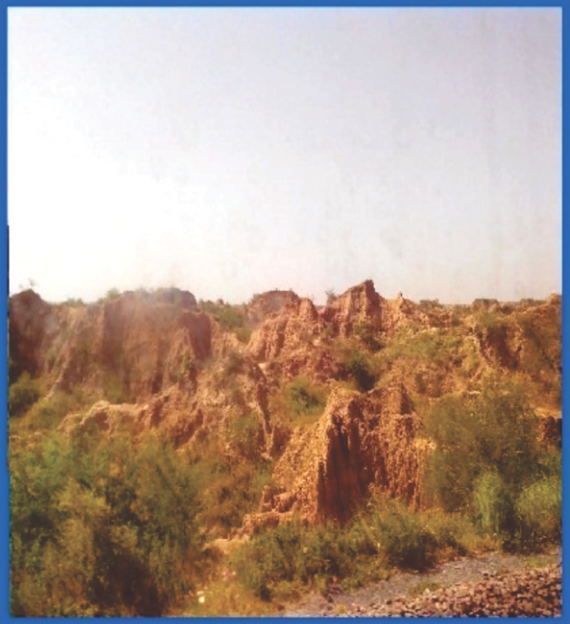
माध्यम IAS

'way to achieve your dream'

BGGCT-131

भौतिक भूगोल





MAADHYAM IAS

भाग 1

BGGCT-131 भाग - 1

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
विज्ञान विद्यापीठ

BGGCT-131
भौतिक भूगोल

खंड

1

भू-विवर्तनिकी

इकाई 1
पृथ्वी की उत्पत्ति 7

इकाई 2
पृथ्वी – एक सजीव ग्रह 27

इकाई 3
पृथ्वी का आन्तरिक भाग – संरचना और संयोजन 50

इकाई 4
समस्थितिकी की संकल्पनाएँ 65

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

पाठ्यक्रम डिजाइन समिति

प्रो. एच. रामाचंद्रन
भूतपूर्व आचार्य, भूगोल विभाग,
दिल्ली विश्वविद्यालय,
दिल्ली

प्रो. सच्चिदानन्द सिन्हा
सी. एस. आर. डी.
जेएनयू, नई दिल्ली

प्रो. एन. आर. दास
भूगोल विभाग,
एम. एस. विश्वविद्यालय,
बड़ोदा

प्रो. मिलाप चंद शर्मा
सी. एस. आर. डी.
जेएनयू, नई दिल्ली

प्रो. विजयश्री
पूर्व निदेशक,
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

प्रो. महेन्द्र सिंह नाथावत
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू,
नई दिल्ली

डॉ. विजय कुमार बड़ाईक
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू,
नई दिल्ली

डॉ. शुभकांत महापात्र
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

डॉ. सत्या राज
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू,
नई दिल्ली

डॉ. कोप्पिसेट्टि नागेश्वर राव
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

डॉ. विशाल वारपा
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

खंड निर्माण दल

प्रो. महेन्द्र सिंह नाथावत (इकाई 1 एवं 4)
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

संपादक
प्रो. एच. एस. शर्मा
भूतपूर्व आचार्य, भूगोल विभाग,
राजस्थान विश्वविद्यालय, राजस्थान

डॉ. विशाल वारपा (इकाई 2 एवं 3)
सहायक आचार्य
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

हिन्दी अनुवाद
डॉ. कुमकुम चतुर्वेदी
डॉ. विशाल वारपा
(इकाई 2 और 3)

पाठ्यक्रम समन्वयक : प्रो. महेन्द्र सिंह नाथावत
डॉ. सत्या राज

MAADHAM IAS
way to achieve your dream

मुद्रण निर्माण

श्री राजीव गिरधर
सहायक कुलसचिव (प्रकाशन)
एम.पी.डी.डी. (इग्नू)

श्री हेमन्त कुमार
अनुभाग अधिकारी (प्रकाशन)
एम.पी.डी.डी. (इग्नू)

आभार : श्री अजीत, श्री सुमित एवं अनिल आर्ट वर्क के लिए।

नवंबर, 2019

© *इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, 2019*

ISBN : 978-93-89668-82-7

सर्वाधिकार सुरक्षित। इस कार्य का कोई भी अंश इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की लिखित अनुमति लिए बिना किसी भी रूप में मिमियोग्राफ (मुद्रण) अथवा किसी अन्य साधन से पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय के पाठ्यक्रमों के विषय में और अधिक जानकारी विश्वविद्यालय के कार्यालय, मैदानगढ़ी, नई दिल्ली -110 068 और इग्नू की वेबसाइट www.ignou.ac.in से प्राप्त की जा सकती है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की ओर से कुलसचिव, एमपीडीडी द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित।

लेजर टाइप सेटिंग : राजश्री कम्प्यूटर्स, वी-166ए, भगवती विहार (नजदीक सेक्टर 2, द्वारका), उत्तम नगर, नई दिल्ली-110059

मुद्रक : मैसर्स डी० के० प्रिंटर्स, 5/37 ए, कीर्ति नगर, इंडस्ट्रियल एरिया, नई दिल्ली – 110015 द्वारा मुद्रित।

विषय-सूची

खंड एवं इकाई शीर्षक 1

श्रेय पृष्ठ 2

विषय सूची 3

भौतिक भूगोल : पाठ्यक्रम परिचय 5

खंड 1 भू-विवर्तनिकी 6

इकाई 1 पृथ्वी की उत्पत्ति 7-26

1.1 प्रस्तावना 7

उद्देश्य 8

1.2 मौलिक अवधारणाएँ 8

1.2.1 पृथ्वी एक कृष्णिका (ब्लैक बॉडी) के रूप में 8

1.2.2 पृथ्वी, ग्रहों और उपग्रहों का घूर्णन और परिक्रमण 8

1.2.3 ब्रह्माण्ड और मंदाकिनियाँ 10

1.3 सौरमंडल 12

1.4 पृथ्वी और सौरमंडल की उत्पत्ति 15

1.4.1 अद्वैतवादी या एकात्मक संकल्पना 15

1.4.2 द्वैतवादी संकल्पना 18

1.4.3 आधुनिक संकल्पना 21

1.5 सारांश 23

1.6 अंत में कुछ प्रश्न 25

1.7 उत्तर 25

1.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री 26

इकाई 2 : पृथ्वी – एक सजीव ग्रह 27-49

2.1 प्रस्तावना 27

उद्देश्य 28

2.2 भूमंडल 28

2.2.1 स्थलमंडल 30

2.2.2 वायुमंडल 31

2.2.3 जलमंडल 32

2.2.4 जीवमंडल 34

2.3 पारिस्थितिक तंत्र 36

2.3.1 पारिस्थितिक तंत्र के घटक 38

2.3.2 जीवोम 40

2.4 पर्यावरणीय चुनौतियाँ और मानव अनुक्रियाएँ 42

2.4.1 संकट और आपदाएं 43

2.4.2 मानव जनसंख्या के आयाम 45

2.4.3 पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन 46

2.4.4 अनुकूलन और सतत जीविका 46

2.4.5 पर्यावरणीय चिंतन 46

2.5 सारांश 47

2.6 अंत में कुछ प्रश्न 48

2.7 उत्तर 48

2.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री 49

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

इकाई 3 पृथ्वी का आन्तरिक भाग : संरचना और संयोजन 50–66

3.1 प्रस्तावना 50
उद्देश्य 51
3.2 मौलिक संकल्पनाएँ 51
3.2.1 एक ठोस पिंड के रुप में पृथ्वी और पृथ्वी का आंतरिक भाग 51
3.2.2 पृथ्वी का आन्तरिक भाग शैल चक्र 52
3.2.3 परतें और असांतत्यताएँ 53
3.3 पृथ्वी के आन्तरिक भाग की तापीय और भौतिक अवस्था 54
3.3.1 तापमान 54
3.3.2 दाब 54
3.3.3 घनत्व 55
3.4 पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के सिद्धान्त 55
3.4.1 एडवर्ड स्वेज 56
3.4.2 वान डेर ग्रेट 56
3.4.3 आर्थर होम्स 57
3.4.4 भूकंप विज्ञान 58
3.4.5 पृथ्वी का आन्तरिक भाग 61
3.5 सारांश 64
3.6 अंत में कुछ प्रश्न 64
3.7 उत्तर 65
3.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री 66

इकाई 4 समस्थितिकी की संकल्पनाएँ 67–92

4.1 प्रस्तावना 67
उद्देश्य 68
4.2 मौलिक सिद्धान्त 68
4.2.1 उत्प्लावकता का सिद्धान्त 70
4.2.2 घनत्व 70
4.2.3 स्थलमंडलीय आनमन 71
4.2.4 साम्यावस्था की संकल्पना 71
4.2.5 समस्थितिकी समायोजन 72
4.3 समस्थितिकी की संकल्पना का विकास 73
4.3.1 अक्षांशों का निर्धारण 73
4.3.2 पृथ्वी के संतुलन के रूप में समस्थितिकी 74
4.3.3 समस्थितिकी प्रभाव 75
4.4 समस्थितिकी से संबंधित विभिन्न मत 79
एयरी का सिद्धान्त 79
प्रैट का सिद्धान्त 80
हैफोर्ड एवं बोवी 81
जोली 82
हीसकेनन 83
होम्स 84
वेनिंग – मेनेस्ज अथवा आनमन समस्थितिकी 84
समस्थितिकी बनाम असमस्थितिकी 86
4.5 सारांश 86
4.6 अंत में कुछ प्रश्न 87
4.7 उत्तर 87
4.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री 88
शब्दावली 89–92

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

भौतिक भूगोल : पाठ्यक्रम परिचय

भौतिक भूगोल बी.एस.सी. सामान्य भूगोल प्रोग्राम में एक मूलभूत पाठ्यक्रम है। भूगोल विषय को यू.जी.सी.–सी.बी.सी.एस. के तहत प्रस्तुत किया गया है, भौतिक भूगोल क्रमबद्ध भूगोल की दो शाखाओं में से एक प्रमुख शाखा है, जबकि दूसरी शाखा मानव भूगोल है। यह पृथ्वी ग्रह एवं इसके तंत्रों का अध्ययन करता है। इसका संबंध पृथ्वी ग्रह पर पाए जाने वाले चारों मंडलों जो कि क्रमशः स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल, और जैवमंडल हैं, इन सबकी गतिविधियों के अध्ययन से संबंधित है। इस पाठ्यक्रम में, हम इन सभी मंडलों का (जैवमंडल को छोड़कर) अध्ययन करेंगे। पर्यावरण भूगोल भी भौतिक भूगोल की एक उप–शाखा है जिसमें मानवीय तत्वों को पर्याप्त महत्व प्रदान किया गया है जोकि पर्यावरण को परिवर्तित करने में सक्षम होता है, इसका अध्ययन वहाँ जैवमंडल के तहत किया जाएगा। इस पाठ्यक्रम में भौतिक भूगोल को चार खण्डों में विभक्त किया गया है।

खण्ड 1 : पहला खंड पृथ्वी ग्रह एवं सौर प्रणाली की उत्पति से संबंधित है। आप इसमें जो कि पृथ्वी ग्रह पर सजीव जीवों का निर्वहन संभव बनाने वाली अनुकूल स्थितियाँ है इत्यादि का अध्ययन करेंगे। आप पृथ्वी के आंतरिक भाग के बारे में भी जानकारी प्राप्त करेंगे। जब आप समस्थितिकी के सिद्धांत का अध्ययन करेंगे तो आप ये भी जानेंगे कि पृथ्वी ग्रह पर कैसे ऊँचे उठे हुए भागों का निचले क्षेत्रों के साथ साम्यावस्था बरकरार रहती है ।

खण्ड 2 : इसमें आपको स्थलमंडल और यहाँ पर प्रचलित होने वाली प्रक्रियाओं के बारें मे भी बताया जाएगा। आप पृथ्वी ग्रह पर पाए जाने वाली विभिन्न शैल प्रकारों के बारे में भी सीखेंगे। आप उन सभी प्रक्रियाओं के बारे में भी सीखेंगे जिनकी वजह से महाद्वीपों का विस्थापन, पर्वतों और विभिन्न पर्वतीय श्रेणियों इत्यादि का निर्माण होता है। आप अंर्तजात बलों एवं बहिर्जनिक प्रक्रियाओं के बारे में भी अध्ययन करेंगे जो कि पृथ्वी ग्रह की फलक को बदलने के लिए उत्तरदायी होते हैं।

खण्ड 3 : इस खंड में वायुमंडल के बारे में विस्तृत विवरण प्रस्तुत किया गया है। आप इसमें वायुमंडल की संरचना एवं संयोजन, जलवायु विज्ञान की मूलभूतता और मौसम एवम् जलवायु के बीच अन्तर इत्यादि के बारे में और विकिरण के महत्व के बारे में भी सीखेंगे कि यह किस तरह से पृथ्वी ग्रह को गर्म करता है और ये किस तरह से निर्गमनी सौर विकिरण के समान होता है। आप इसका भी अध्ययन करेंगे कि किस प्रकार दाब कटिबंधों का निर्माण होता है और किस तरह वायु दाब में अंतर की वजह से वायु संचालित होती है। यहाँ पर आप विभिन्न प्रकार की पवनों जैसे कि भूमंडलीय, मौसमी और स्थानीय इत्यादि से भी परिचित होंगे।

आप वायुमंडलीय आद्रता और इसकी वजह से वर्षण कैसे घटित होता है इत्यादि का भी अध्ययन करेंगे। इस खंड की अन्तिम इकाई में, आप कोपेन (Koeppen) के जलवायवीय वर्गीकरण से भी परिचित होंगे।

खण्ड 4 : इसमें सम्पूर्ण जलमंडल को सम्मिलित किया गया है। इस खंड की प्रथम इकाई में, आपको जलमंडल के बारें में विस्तृत विवरण प्रस्तुत किया जाएगा। जो कि पृथ्वी ग्रह पर पाए जाने वाले सभी प्रकार के जल तत्वों का कुल योग है। यह महासागरीय जल, झीलों, हिमनदी और बर्फ छत्रकों अथवा मृदा में जमें हुए जल के रूप में हो सकता है। यह वायुमंडलीय जल जो कि जल वाष्प के रूप में हो सकता है। इस खंड की शेष चार इकाईयों में, आप महासागरों के विषय में अध्ययन करेंगे क्योंकि महासागरों में पृथ्वी ग्रह का लगभग 97.5 प्रतिशत जल पाया जाता है। आप महासागरों की तलीय उच्चावचों, तापमान एवं लवणता, महासागरीय ज्वार और धाराएँ एवं अन्त में महासागरीय निक्षेपों इत्यादि से भी भली–भाँति परिचित होंगे।

अब हम आपको इस खंड का अध्ययन करने के लिए शुभकामनाएँ देते हैं।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

खण्ड 1 : भू–विवर्तनिकी

आप इस खंड में पृथ्वी ग्रह की उत्पत्ति से संबंधित सिद्धांतों का अध्ययन करेंगे। इसके साथ ही आप उन स्थितियों के बारे में भी सीखेंगे जिनकी वजह से पृथ्वी एक जीवंत ग्रह बनता है जहाँ पर जीवन जीने के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ पाई जाती हैं। आप पृथ्वी के आंतरिक भाग का भी अध्ययन करेंगे और साथ ही प्रसिद्ध भूवैज्ञानिकविदों द्वारा प्रतिपादित किए गए विचारों एवं तथ्यों का भी अध्ययन करेंगे जोकि पृथ्वी के आंतरिक भाग, इसकी संरचना एवं संयोजन इत्यादि की जांच करने में मदद करती है और अंत में आप समस्थितिकी के सिद्धांत से भी अवगत होंगे जिसकी वजह से पृथ्वी पर ऊँचे भागों एवं नीचे बैठे हुए क्षेत्रों के बीच सामयावस्था की स्थिति बरकरार रहती है।

यह खंड चार इकाईयों में विभाजित है।

इकाई 1 में आप पृथ्वी की उत्पत्ति से संबंधित विभिन्न विचारों और सिद्धांतों के बारें में सीखेंगे जैसे कि गैसीय, निहारिका, ग्रहाणु, ज्वारीय एवं महाविस्फोट सिद्धांत इत्यादि। आप इसके साथ ही सौर प्रणाली और विभिन्न ग्रहों का भी अध्ययन करेंगे।

इकाई 2 में आप पृथ्वी ग्रह पर पाए जाने वाले विभिन्न मंडलों जोकि क्रमशः स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल एवम् जीवमंडल इत्यादि हैं, इन सभी का संक्षेप में अध्ययन करेंगे।

आप पारिस्थितिकी तंत्र और इसमें कैसे जीवन का विकास पृथ्वी ग्रह पर संभव होता है इन सबके बारे में भी सीखेंगे।

इकाई 3 में पृथ्वी के आंतरिक भाग की व्याख्या की गई है। यहाँ पर आप विभिन्न भूवैज्ञानिकविदों द्वारा प्रतिपादित विभिन्न मतों का अध्ययन करेंगे जिनसे पृथ्वी के आंतरिक भाग की जानकारी लेने में मदद मिलती है और जो अभी तक पृथ्वी ग्रह का अत्यंत ही अज्ञात भाग है।

MAADHYAM IAS

इकाई 4 में आप समस्थितिकी के सिद्धांत से अवगत होंगे जिसके कारण पृथ्वी के ऊँचे हिस्सों एवं नीचे बैठे हुए क्षेत्रों के बीच समानता बरकरार रहती है। आप इससे संबंधित विभिन्न भूवैज्ञानिकों द्वारा प्रतिपादित मतों जैसे एरी, प्रैट, हेफोर्ड, बावी, जॉली, हिसकेनन एवं होम्स इत्यादि का भी अध्ययन करेंगे।

अतएव इस खंड का अध्ययन करने के पश्चात्, आप सक्षम होने चाहिएः

- पृथ्वी ग्रह और सौर प्रणाली की व्याख्या करने में;
- पृथ्वी ग्रह की उत्पत्ति एवं सौर प्रणाली को जन्म देने वाली प्रक्रियाओं की चर्चा करने में और इनसे संबंधित परिकल्पनाओं का सार प्रस्तुत करने में;
- पृथ्वी की आंतरिक भाग की रचना से संबंधित प्रतिपादित किए गए विभिन्न मतों का विस्तार पूर्वक अध्ययन करने में;
- समस्थितिकी के सिद्धांत की व्याख्या करने में और इससे संबंधित विभिन्न मतों का सार प्रस्तुत करने में;

अतएव हम आपको इस खंड का अध्ययन करने के लिए शुभकामनाएँ देते हैं।

इकाई 1

पृथ्वी की उत्पत्ति

इकाई की रूपरेखा

1.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
1.2 सामान्य अवधारणाएँ
पृथ्वी एक कृष्णिका (ब्लैक बॉडी) के रूप में
पृथ्वी, ग्रहों और उपग्रहों का घूर्णन और परिक्रमण
ब्रह्माण्ड और मंदाकिनियाँ
1.3 सौरमंडल
1.4 पृथ्वी एवं सौरमंडल की उत्पत्ति
अद्वैतवादी या एकात्मक संकल्पना
द्वैतवादी संकल्पना
आधुनिक संकल्पना
1.5 सारांश
1.6 अंत में कुछ प्रश्न
1.7 उत्तर
1.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

1.1 प्रस्तावना

आपने संभवतः पहले अपने विद्यालय में पृथ्वी की उत्पत्ति से संबन्धित मौलिक अवधारणाएँ पढ़ी होंगी और आपको इनका काफी अनुमान भी होगा। इस पाठ्यक्रम की आरंभिक इकाई में हम आपको इस विषय में अधिक विस्तार से बताएँगे। शैक्षिक जिज्ञासा के कारण आप पृथ्वी की उत्पत्ति से संबन्धित अनेक प्रश्नों पर विचार कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, हम ब्रह्माण्ड को कैसे परिभाषित करेंगे? उसकी मौलिक अवधारणाएँ क्या हैं? इत्यादि। सरल शब्दों में ब्रह्माण्ड के अस्तित्व को संपूर्णता के रूप में परिभाषित किया गया है। अर्थात्, खगोल विज्ञान में समग्र रुप से सभी पिंड जिसमें ग्रह, तारे, आकाशगंगाओं के साथ अत्यंत सूक्ष्म उप-परमाणविक कण, द्रव्य तथा ऊर्जा को सम्मिलित किया जाता है। मनुष्य सदैव ही इसके विषय में अत्यधिक जिज्ञासु रहा है। आप ब्रह्माण्ड की मूल संकल्पनाओं के विषय में अनुभाग 1.2 में विस्तार से पढेंगे।

विभिन्न खगोलीय पिंड जैसे तारे, ग्रह इत्यादि निरंतर सूर्य की कक्षा में चक्कर लगाते रहते हैं, जिसे संयुक्त रूप से सौरमंडल कहा जाता है। इसमें नौ ग्रह, कुछ बौने ग्रह, 63

चंद्रमा, लाखों अपेक्षाकृत छोटे खगोलीय पिंड जैसे ग्रहिकाएँ (क्षुद्र ग्रह) और पुच्छल तारे (धूमकेतु) सम्मिलित हैं; साथ ही साथ इसमें बड़ी मात्रा में गैस और धूल कण भी विद्यमान हैं। ग्रह अपने उपग्रहों के साथ सूर्य की परिक्रमा करते हैं। सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि अभी तक सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड में जीवन हेतु उपयुक्त पर्यावरण इसके सिर्फ एक ही ग्रह पर होना ज्ञात है, जिसे पृथ्वी कहते हैं। आप अनुभाग 1.3 में विस्तार से इस सौरमंडल के विषय में समझेंगे। आप पृथ्वी और सौरमंडल की उत्पत्ति से संबन्धित परिकल्पनाओं के विषय में भी अनुभाग 1.4 में अध्ययन करेंगे।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप समझ सकेंगे :

- ब्रह्माण्ड की सामान्य विशेषताएँ;
- सौरमंडल की विशेषताएँ; एवं
- पृथ्वी और सौरमंडल की उत्पत्ति से संबन्धित विभिन्न परिकल्पनाएँ।

1.2 मौलिक अवधारणाएँ

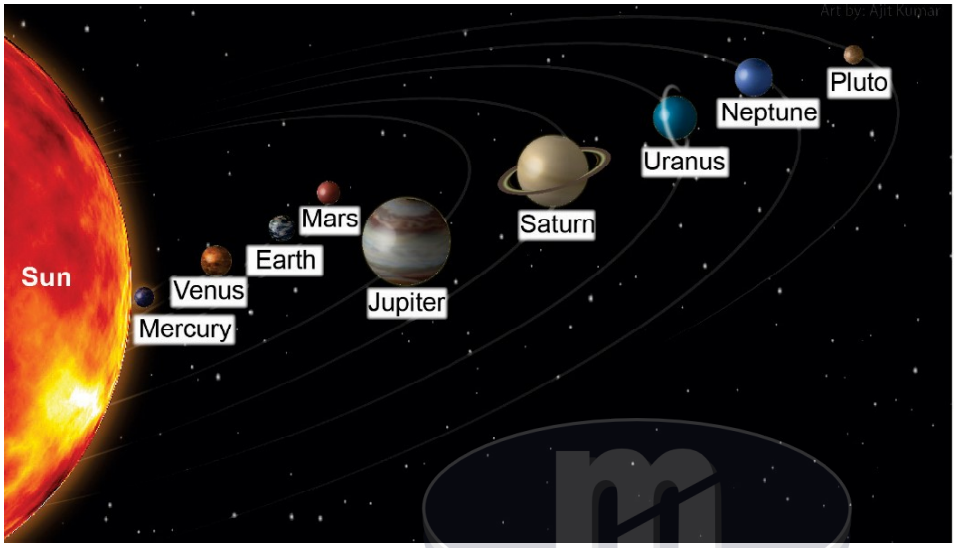
1.2.1 पृथ्वी एक कृष्णिका (ब्लैक बॉडी) के रूप में

क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि पृथ्वी एक कृष्णिका विकिरक (ब्लैक बॉडी रेडिएटर) हो जाने के काफी करीब है। इसका अर्थ है कि कृष्णिका किसी भी तरंगदैर्ध्य पर ताप को अवशोषित कर सकती है। लेकिन ये एक विशेष तरंग पैटर्न पर ताप का उत्सर्जन भी करती है। ऐसा पृथ्वी के ब्लैक बॉडी रेडिएटर हो जाने के निकट पहुँच जाने के कारण है जो हरितग्रह प्रभाव के लिए उत्तरदायी है क्योंकि ये सौर ऊर्जा को किसी भी तरंगदैर्ध्य (अधिकतर लघु तरंगदैर्ध्य अर्थात् आने वाले स्थलीय विकिरण) पर अवशोषित कर सकता है, लेकिन इसे विकिरण की एक संकीर्ण पट्टी पर ही उत्सर्जित करता है। क्या आप जानते हैं कि पृथ्वी पर विभिन्न जीवन प्रकारों का उद्भव किस प्रकार संभव हुआ है? ऐसा इस हरितग्रह (ग्रीनहाउस) प्रभाव के कारण हुआ है अन्यथा सूर्य के विकिरण भी पुनः विकरित हो गए होते। यद्यपि, पृथ्वी ब्लैक बॉडी रेडिएटर बन जाने के निकट है, लेकिन इसके द्वारा अवशोषित ऊर्जा भिन्न स्तर पर है (उदाहरण पराबैंगनी किरणों को ओजोन परत द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है)। पृथ्वी उस तक पहुँचने वाली सिर्फ एक-तिहाई ऊर्जा को परावर्तित करती है, जिससे वह काफी चमकदार दिखाई देती है।

1.2.2 पृथ्वी, ग्रहों और उपग्रहों का घूर्णन और परिक्रमण

आप सभी जानते हैं कि पृथ्वी का घूर्णन (rotation) ठोस पृथ्वी का अपने अक्ष पर घूमना है। पृथ्वी पश्चिम से पूर्व की ओर घूर्णन करती है। उत्तरी तारे अथवा ध्रुव तारे के संदर्भ में पृथ्वी वामावर्त (Anti-Clockwise) घूमती है। पृथ्वी के घूर्णन का अक्ष उत्तरी गोलार्ध में उत्तरी ध्रुव पर तथा दक्षिण गोलार्ध में दक्षिण ध्रुव (अंटार्कटिका) पर पृथ्वी की सतह को काटता है। पृथ्वी प्रति चौबीस घंटे में सूर्य के सापेक्ष घूर्णन करती है और एक घूर्णन पूरा करने में पृथ्वी 23 घंटे, 56 मिनट और चार सैकिन्ड का समय लेती है। पृथ्वी का घूर्णन

समय के साथ थोड़ा मंद हो रहा है, इसलिए पूर्व काल में दिन थोड़ा छोटा था, ऐसा पृथ्वी के घूर्णन पर चंद्रमा के ज्वारीय प्रभाव के कारण है। परमाणु घड़ी दर्शाती है कि आधुनिक दिन पिछली शताब्दी की तुलना में 1.7 मिली सैकिन्ड बड़ा हो गया है। ये धीरे-धीरे उस दर को बढ़ा रहा है तथा वह समन्वित वैश्विक समय (UTC) अधिसैकिन्डों द्वारा समायोजित होता है। आप संभवतः जानते होंगे कि पृथ्वी का घूर्णन प्रकाश और अंधकार की एकांतरी अवधियों के लिए उत्तरदायी है जिसके कारण हमें दिन और रात प्राप्त होते हैं।



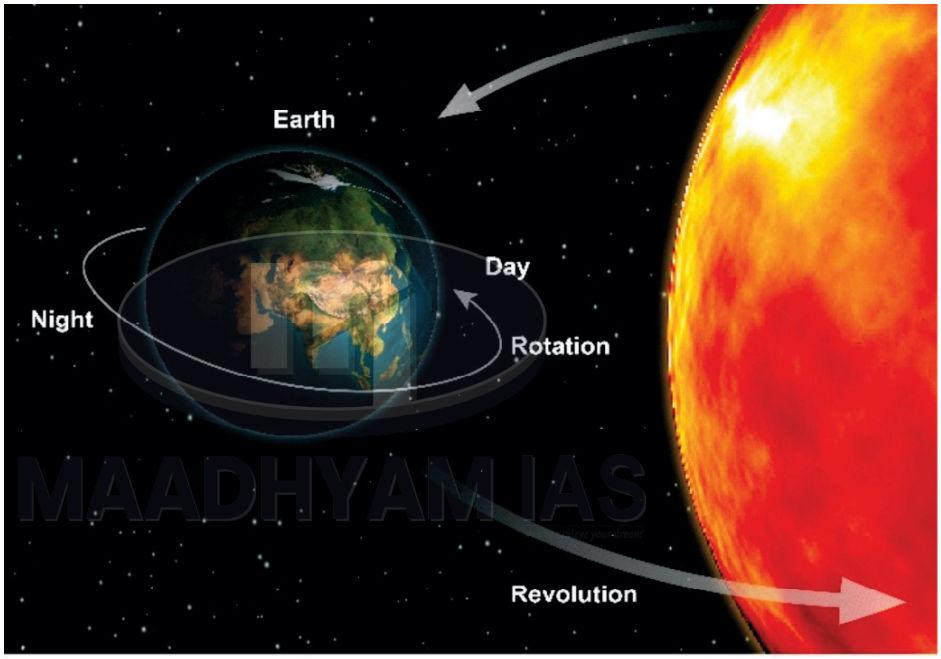
चित्र 1.1: सौरमंडल के प्रमुख ग्रह।

MAADHYAM IAS

पृथ्वी का परिक्रमण (परिक्रमा) पृथ्वी द्वारा सूर्य का पूर्ण चक्कर लगाना है। यह वर्ष कहलाता है और पृथ्वी को सूर्य का एक चक्कर पूरा करने में 365.25 दिन लगते हैं। इस परिक्रमा पथ के आधार पर ज्ञात होता है कि पृथ्वी की कक्षा वृत्तीय नहीं बल्कि दीर्घवृत्तीय है और इसके फलस्वरूप पृथ्वी (जुलाई की तुलना में) जनवरी में सूर्य के अधिक नजदीक होती है, सूर्य से अधिकतम और न्यूनतम दूरी के बीच अन्तर 4 करोड़ 80 लाख किलोमीटर का है। यह अन्तर इतना अधिक नहीं है कि पृथ्वी की जलवायु को प्रभावित कर सके। यदि आप सौरमंडल की डिस्क को ऊपर से देखें तो सूर्य वामावर्त घूर्णन करता दिखाई देता है और आप देखेंगे कि पृथ्वी भी सूर्य के चारों ओर वामावर्त दिशा में ही घूम रही है। सूर्य और पृथ्वी दोनों इसी दिशा में घूर्णन करते हैं।

सौरमंडल में प्रमुख ग्रहों के संरेखण को चित्र 1.1 में आरेखी रूप से प्रदर्शित किया गया है। वास्तव में ग्रह अपनी धुरी या अक्ष पर घूर्णन करते हैं और अधिकांश चंद्रमा ग्रहों के इर्द-गिर्द वामावर्त दिशा में परिक्रमा करते हैं। घूर्णन व परिक्रमण की इस समान वामावर्त दिशा के द्वारा हम मूल मेघ के घूर्णन का अनुमान लगा सकते हैं, जिससे सौरमंडल के सभी घटक निर्मित हुए हैं। पृथ्वी का अपनी कक्षा में सूर्य के चारों ओर परिक्रमण करने की अवधि वर्ष को बताती है जो ग्रहों का एक प्राकृतिक समय मापक्रम (Time scale) है। सूर्य एवं पृथ्वी के बीच औसत दूरी 14.95 करोड़ किलोमीटर है। यह खगोलीय इकाई को परिभाषित करता है। पृथ्वी की कक्षा की दो प्रमुख स्थितियाँ हैं एक **सूर्यनीच** या **उपसौर** (Perihelion) सूर्य के सबसे निकट पहुंच जाने की स्थिति है। यह 3 जनवरी को होती है जब सूर्य से पृथ्वी की दूरी 14.6 करोड़ किलोमीटर होती है। दूसरी **सूर्योच्च** या **अपसौर** (Epihelion) है यह वह बिंदु जिस पर पृथ्वी सूर्य से सबसे दूर होती है। यह 4

जुलाई को होता है जब सूर्य और पृथ्वी के बीच की दूरी 15.6 करोड़ किलोमीटर होती है। सूर्यनीच और सूर्योच्च स्थितियों के बीच दूरी का अन्तर (लगभग एक करोड़ किलोमीटर) छोटा होने के बाद भी महत्वपूर्ण है। इसका एक परिणाम यह होता है कि उत्तरी गोलार्ध की सर्दियाँ/दक्षिण गोलार्ध की गर्मियों से तथा दक्षिणी गोलार्ध की सर्दियाँ/उत्तरी गोलार्ध की गर्मियों से हल्की होती हैं। कुछ हद तक ये दक्षिणी गोलार्ध के ध्रुवीय क्षेत्र के बहुत विशाल हिमछत्रक के अस्तित्व को समझने में सहायता करता है। सूर्योच्च और सूर्यनीच की तिथियाँ समय के साथ धीरे-धीरे परिवर्तित होती हैं क्योंकि पूरी कक्षा कांतिवृत्त तल में मंद गति से वामावर्त घूमती है और कक्षा का आकार उत्केन्द्रता के आधार पर समय के साथ परिवर्तित होता है। सदैव ध्यान रखिए कि पृथ्वी की अपनी कक्षा में सूर्य के चारों ओर की परिक्रमा उसके अक्ष पर घूर्णन से स्वतंत्र होती है। आप चित्र 1.2 से पृथ्वी पर दिन और रात के बनने के चक्र की कल्पना कर सकते हैं।



चित्र 1.2: पृथ्वी के घूर्णन का कलात्मक प्रदर्शन।

आप मौसमों में परिवर्तन को कैसे समझेंगे? मौसमों में परिवर्तन पृथ्वी के अक्ष के उसकी कक्षा के तल पर थोड़ा झुका होने के कारण होता है, जो 66.5° का कोण बनाता है। जब पृथ्वी के अक्ष का उत्तरी सिरा सूर्य की ओर झुका रहता है, तो सूर्य के प्रकाश की सर्वाधिक सीधी किरणें उत्तरी गोलार्ध पर पड़ती हैं। इससे ग्रीष्म-ऋतु का आगमन होता है। इस समय दक्षिणी गोलार्ध में शीत-ऋतु होती है क्योंकि इस समय वहाँ किरणें सीधी नहीं पहुँचती हैं। बीच में बसंत और शिशिर में एक ऐसा समय होता है जब पृथ्वी के सभी भागों में दिन और रात की अवधि समान होती है। जब पृथ्वी के अक्ष का उत्तरी सिरा सूर्य से विपरीत दिशा में झुका होता है, तो उत्तरी गोलार्ध में सूर्य का प्रकाश अत्यंत कम मात्रा में प्राप्त होता है, जिससे यहाँ शीत-ऋतु होती है।

1.2.3 ब्रह्माण्ड और मंदाकिनियाँ

मंदाकिनियाँ धूल और असंख्य तारों से निर्मित अव्यवस्थित प्रसार वाले अंतरिक्ष के पिंड हैं। मंदाकिनियों की संख्या की गिनती नहीं की जा सकती है। अकेले दृश्य ब्रह्माण्ड में

ही सौ अरब मंदाकिनियाँ है। इनमें से कुछ हमारी मंदाकिनी के जैसी हैं जबकी अन्य काफी भिन्न हैं। हमारी मंदाकिनी आकाशगंगा का व्यास लगभग 100,000 प्रकाशवर्ष है। इसमें 100 करोड़ से अधिक तारे हैं। हमारा सूर्य अपने सौरमंडल के साथ आकाशगंगा के केन्द्र से लगभग 30 हजार प्रकाशवर्ष दूर है। अन्य तारों की भांति सूर्य अपने सौरमंडल के साथ आकशगंगा के केन्द्र के चारों ओर घूमता है। परिक्रमा की अवधि लगभग 224×10^6 वर्ष की है। अतः सूर्य ने आकाशगंगा के चारों ओर अभी तक सिर्फ दो पूर्ण चक्कर लगाए हैं। सौरमंडल आकशगंगा के चारों और 28.5 किलोमीटर प्रति सैकिन्ड की गति से घूमता है। अब हम विभिन्न प्रकार की मंदाकिनियों के विषय में चर्चा करेंगे।

मंदाकिनियों का वर्गीकरण

खगोलविज्ञानी एडविन हुबल ने मंदाकिनियों को चार प्रमुख प्रकारों में वर्गीकृत किया था। ये **सर्पिल** (Spiral), **दंड सर्पिल** (Barred spiral) **दीर्घवृत्तीय** (Elliptical) और **अनियमित मंदाकिनियाँ** (Irregular galaxies) हैं। हमारे आसपास की अधिकांश चमकीली मंदाकिनियाँ सर्पिल, दंड सर्पिल अथवा दीर्घवृत्तीय हैं। आइए अब हम इनके विषय में और अधिक जानने का प्रयास करते हैं।

सर्पिल मंदाकिनियों में केन्द्र में एक उभार और सर्पिल भुजाओं युक्त एक चपटी डिस्क होती है। सर्पिल मंदाकिनियाँ विविध आकारों की होती है और इन्हें उभार की माप और भुजाओं की सघनता एवं आकार के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। सर्पिल भुजाएँ जो उभार के चारों ओर से घूर्णित रहती हैं, में असंख्य नवीन नीले तारे तथा अत्यधिक गैस एवं धूल होती है। उभार के भीतर के तारे अधिक पुराने और अधिक लाल होते हैं। पीले तारे जैसे हमारा सूर्य सर्पिल मंदाकिनी की पूरी डिस्क में पाए जाते हैं। सर्पिल मंदाकिनियों की डिस्क किसी चक्रवाती तूफान अथवा जलावर्त (भंवर) की भांति घूमती है।

MADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

दंड सर्पिल मंदाकिनियाँ ऐसी सर्पिल मंदाकिनियाँ हैं जिनमें मंदाकिनी के केन्द्र से होकर तारों का दंडाकार समूह गति करता है।

दीर्घवृत्तीय मंदाकिनियों में डिस्क अथवा भुजाएँ नहीं होती हैं। बल्कि इनकी पहचान इनके चिकने, अंडाकार आकार से होती है। दीर्घवृत्तीय मंदकिनियों में पुराने तारे और कुछ गैसें अथवा धूल होती हैं। इनको गोलक के आकार द्वारा वर्गीकृत किया जाता है, जो गोल से अंडाकार (फुटबॉल आकर से बेसबॉल आकार) तक हो सकते हैं। सर्पिल मंदकिनियों की डिस्क के विपरीत, दीर्घवृत्त में सभी तारे केन्द्र के इर्दगिर्द व्यवस्थित तरीके से परिक्रमा नहीं करते हैं। तारे मंदाकिनी के अंदर ऐच्छिक रूप से अभिविन्यासित कक्षों में गति करते हैं जैसे कि मधुमक्खियों का झुंड करता है।

अनियमित मंदाकिनियाँ वे मंदाकिनियाँ है जो न तो सर्पिल और न ही दीर्घवृत्तीय होती हैं। ये अपेक्षाकृत छोटे पिंड हैं जिनका कोई निश्चित आकार नहीं होता हैं। इनमें अत्यधिक गर्म नवीन तारों के साथ असंख्य मात्रा में गैस एवं धुलकणों के मिश्रण के पाए जाने की संभावना व्यक्त की जाती है।

इस अनुभाग में आपने चार प्रकार की मंदाकिनियों का उनके विशिष्ट गुणों के साथ अध्ययन किया है।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 1

a) पृथ्वी के परिक्रमण से आप क्या समझते हैं?

b) ऋतुओं में परिवर्तन किन कारणों से होते हैं? यहाँ उत्तरी गोलार्ध में ग्रीष्म ऋतु कब होती है?

1.3 सौरमंडल

ऐसा माना जाता है कि सौरमंडल का निर्माण लगभग 4.6 अरब वर्ष पूर्व एक विशाल आणविक मेघ के गुरूत्वाकर्षी निपात (Gravitational collapse) से हुआ था। इसमें सूर्य और वे पिंड सम्मिलित हैं जो सूर्य की परिक्रमा करते हैं। वे या तो सूर्य की प्रत्यक्ष परिक्रमा करते हैं अथवा उन अन्य पिंडों की परिक्रमा करते हैं जो इसकी प्रत्यक्ष परिक्रमा करते हैं। जो पिंड सूर्य की प्रत्यक्ष परिक्रमा करते हैं, उनमें सबसे बड़े वे नौ ग्रह है जो इसके चारों ओर एक ग्रहीय तंत्र का निर्माण करते हैं, जबकि शेष काफी छोटे पिंड हैं जैसे वामन ग्रह और लघु सौरमंडलीय पिंड (Small Solar System Bodies; SSSB's) जैसे कि पुच्छल तारे और क्षुद्रग्रह इत्यादि। सभी ग्रह आकार में भिन्न होते हैं। सौरमंडल के मध्य में स्थित ग्रह पार्श्व ग्रहों से आकार में बड़े हैं। भूभौतिकविज्ञानी ग्रहों की इस प्रकार की व्यवस्था को 'सिगार आकार' की व्यवस्था कहते हैं। सौरमंडल के ग्रहों को दो समूहों में वर्गीकृत किया जा सकता है : **आन्तरिक** अथवा **पार्थिविक ग्रह** और **बाह्य ग्रह** (चित्र 1.3)।

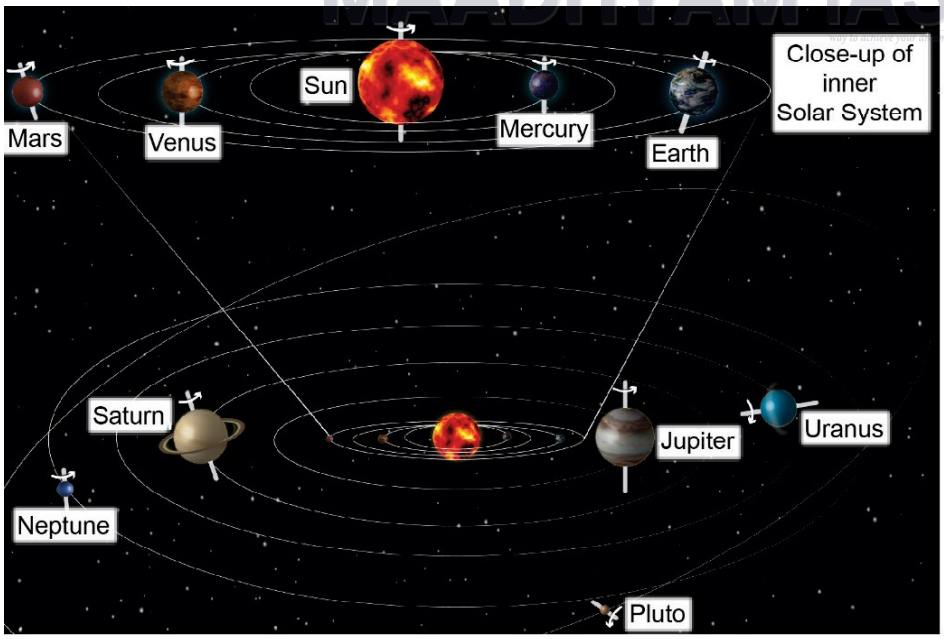
आंतरिक अथवा पार्थिविक ग्रह - आंतरिक वृत्त में चार ग्रह हैं, जिनमें बुध, शुक्र, पृथ्वी, के साथ मंगल ग्रह और क्षुद्र ग्रह हैं। ये ग्रह आन्तरिक ग्रह भी कहलाते हैं क्योंकि ये सूर्य और क्षुद्रग्रहों की पट्टी के बीच स्थित हैं एंव सूर्य के नजदीक हैं। इनको पार्थिविक ग्रह भी कहते हैं जिसका अर्थ यह है कि ये ग्रह पृथ्वी की भाँति शैलों एवं धातुओं से निर्मित है। ये ग्रह अपेक्षाकृत छोटे आकार और उच्चतर घनत्व के होते हैं। उनकी घूर्णन की गति कम होती है। इनके या तो कोई उपग्रह नहीं है अथवा बाहरी ग्रहों की तुलना में बहुत कम उपग्रह हैं उदाहरण के लिए पृथ्वी का मात्र एक और मंगल के दो उपग्रह हैं।

बाह्य ग्रह - इन्हें विशाल ग्रह अथवा जोवियन ग्रह (बृहस्पति जैसे) भी कहते हैं। बाह्य वृत्त में पाँच ग्रह हैं - बृहस्पति, शनि, यूरेनस/अरुण, वरूण और प्लूटो। ये ग्रह बड़े आकार के हैं और कम सघन हैं। इनमें स्थूल वायुमंडल है जो मुख्यरूप से हीलियम और हाइड्रोजन का बना है। इनकी घूर्णन की गति और उपग्रहों की संख्या आंतरिक ग्रहों की तुलना में अधिक है।

चार छोटे आंतरिक ग्रह शुक्र, पृथ्वी, मंगल और बुध पार्थिविक ग्रह भी कहलाते हैं और प्राथमिक रूप से शैल और धातु के बने हैं। चार बाह्य ग्रह जो गैसीय गोले (गैस के विशाल गोले) कहलाते हैं पार्थिविक ग्रहों की तुलना में काफी अधिक विशाल हैं। दो सर्वाधिक विशाल ग्रह वृहस्पति और शनि मुख्यरूप से हीलियम और हाइड्रोजन से निर्मित हैं। दो सर्वाधिक बाह्य ग्रह, अरुण और वरूण व्यापक रूप से ऐसे पदार्थों से निर्मित हैं जिनका गलनांक (हाइड्रोजन और हीलियम की तुलना में) अपेक्षाकृत उच्च होता है, इन्हें आइसेस (Ices) भी कहते हैं जैसे जल, अमोनिया और मीथेन और इन्हें अक्सर पृथक रूप से (बर्फीले पिंड) 'आइस जाइन्ट' कहा जाता है। सभी ग्रहों की कक्षा लगभग

वृत्ताकार है और ये एक चपटी डिस्क के भीतर स्थित हैं जिसे कान्तिवृत्त तल कहते हैं। सौरमंडल के द्रव्यमान का अधिकांश भाग सूर्य में निहित है और शेष में से अधिकांश बृहस्पति में निहित है।

सौरमंडल में अपेक्षाकृत छोटे पिंडों युक्त क्षेत्र भी हैं। क्षुद्रग्रहों की मेखला जो मंगल और वृहस्पति के बीच स्थित है, में अधिकतर ऐसे पिंड हैं जो पार्थिविक ग्रहों की भांति शैल और धातु से निर्मित हैं। वरूण की कक्षा के बाद **क्यूपर पट्टी** (Kuper belt) और प्रकीर्णित डिस्क स्थित हैं। यह क्षुद्रग्रहों की मेखला से 20 गुना अधिक बड़ी है और इसमें लाखों की संख्या में पिंड स्थित हैं जिनका निर्माण बर्फ के अणुओं से हुआ हैं। क्यूपर पट्टी में दस हजार से अधिक पिंड ऐसे हैं जो इतने बड़े हैं कि वे अपने गुरूत्व से घिरे हैं। ऐसे पिंड वामन ग्रह (Dwarf planets) भी कहलाते हैं। पहचाने जा चुके वामन ग्रहों में क्षुद्र ग्रह केरीसैन्ड, ट्रांस वरूण पिंड प्लूटों और एरिस सम्मिलित हैं। इन दोनों क्षेत्रों के अतिरिक्त, विभिन्न अन्य लघु पिंडों के समूह के साथ पुच्छल तारे सेन्टॉर और अन्तर-ग्रहीय धूल क्षेत्रों के बीच मुक्त रूप से गति करते हैं। छह ग्रहों, कम से कम तीन वामन ग्रह और अनेक अपेक्षाकृत छोटे पिंडों की कक्षाओं में प्राकृतिक उपग्रह हैं जिन्हें सामान्यतः पृथ्वी के उपग्रह चंद्रमा के नाम पर 'चंद्रमा' कहते हैं। प्रत्येक बाह्य ग्रह धूल तथा छोटे पिंडों के ग्रहीय वलय से घिरा रहता है। सूर्य से प्लाज्मा का प्रवाह जिसे सौर पवन कहते हैं, अन्तर-तारकीय माध्यम में एक बुलबुला निर्मित करता है जो सूर्यमंडल (Heliosphere) कहलाता है। यह प्रकीर्णित डिस्क के किनारे बाहर निकली रहती है। ओर्ट (Oort) मेघ, जो दीर्घावधि के पुच्छल तारों का स्रोत माना जाता है, वह भी सूर्यमंडल से लगभग हजार गुना आगे की दूरी पर स्थित है। हीलियोपॉज (Heliopause) वह बिंदु है जिस पर सौर पवन का दाब अन्तरातारकीय पवन के विपरीत दाब के बराबर होता है। सौरमंडल आकाशगंगा जिसमें लगभग 200 अरब तारे हैं की एक बाह्य भुजा में स्थित है।



चित्र 1.3 : सौरमंडल के आंतरिक ग्रहों (बुध से मंगल) तथा बाह्य ग्रहों (वृहस्पति से वरूण) और उसके बाह्य क्षेत्रों को दर्शाती कलाकार की अभिव्यक्ति (सौजन्य नासा)।

सौरमंडल एंव पृथ्वी की उत्पत्ति से संबंधित परिकल्पनाओं का व्यापक विवरण देने से पहले, सौरमंडल की कुछ विशेषताओं को जानना अत्यधिक महत्वपूर्ण है, जो निम्नलिखित हैं:

- इन सभी ग्रहों का अक्ष, उनके कक्षीय तलों की ओर झुका है किंतु इनका अपने अक्ष पर झुकाव एक-दूसरे से भिन्न है।
- सभी ग्रह अपने अक्ष पर घूर्णन करते हैं और इन ग्रहों के घूर्णन की गति एक दूसरे से भिन्न है।
- शुक्र एवं अरुण के अपवाद को छोड़ दिया जाए तो सभी ग्रह सूर्य के चारों ओर वामावर्त दिशा में घूमते हैं।
- इन ग्रहों का पथ वृत्ताकार अथवा दीर्घवृत्तीय है।
- ये सभी ग्रह सूर्य की तुलना में बहुत छोटे आकार और कम द्रव्यमान के हैं।
- सूर्य सौरमंडल का लगभग 98% भाग बनाता है।
- सौरमंडल में कोणीय संवेग का वितरण विशेष प्रकार का है। कोणीय संवेग के संरक्षण के नियम के अनुसार किसी एकाकी तंत्र का कोणीय संवेग स्थिर रहता है, इसका अर्थ है कि यदि कोई पिंड घूर्णन कर रहा है, तो उसके कोणीय संवेग की कुल मात्रा सदैव स्थिर रहेगी जब तक कि घूर्णन करने वाले पिंड पर कोई बाह्य बल नहीं लगाया जाता है। कोणीय संवेग द्रव्यमान, कोणीय वेग और घूर्णन करने वाले पिंड की त्रिज्या के वर्ग का गुणनफल होता है। सौरमंडल में कोणीय संवेग का वितरण एकसमान नहीं होता है।

ये जानना बहुत दिलचस्प है कि जब हम सूर्य के कोणीय संवेग की अन्य ग्रहों के कोणीय संवेग के साथ तुलना करते हैं, तो हम देख सकते हैं कि सूर्य में कुल कोणीय संवेग का सिर्फ 1.7% होता है। इसका शेष 98.3% भाग सौरमंडल के अन्य ग्रह बनाते हैं। इसके विपरीत सूर्य में सौरमंडल का 99.9% द्रव्यमान होता है जबकि ग्रहों में सिर्फ 0.01% द्रव्यमान होता है।

क्षुद्रग्रह, विशेषरूप से सौरमंडल के आंतरिक भाग में स्थित लघु ग्रह हैं। बड़े आकार वाले ग्रह ग्रहिकाएँ कहलाते हैं। ये शब्द विशिष्ट रूप से ऐसे किसी भी खगोलीय पिंड के लिए प्रयोग किए जाते हैं जो सूर्य की कक्षा में चक्कर लगाते हैं लेकिन जिनमें ग्रह की डिस्क नहीं दिखाई देती है। लाखों क्षुद्रग्रह हैं जिनमें से अनेक को तरूण सूर्य नीहारिका के ग्रहाणु पिंडों के टूटे अवशेष माना जाता है जो कभी इतने विकसित नहीं हो पाए कि ग्रह बन सकें। ज्ञात क्षुद्र ग्रहों में से अधिकतर मंगल और बृहस्पति की कक्षाओं के बीच की पट्टी में स्थित हैं। जबकि अन्य कक्षीय परिवार बड़े समूह में स्थित हैं जिसमें पृथ्वी के निकट स्थित क्षुद्रग्रह भी सम्मिलित किए जाते हैं। एकाकी क्षुद्रग्रहों का वर्गीकरण उनके विशिष्ट स्पैक्ट्रमों के आधार पर तीन समूहों में किया जाता है, सी (C)-टाइप (कार्बन समूह), एस (S)-टाइप (पथरीला/कठोर समूह) और एम (M)-टाइप (धात्विक समूह) इत्यादि। अब तक ज्ञात मात्र एक क्षुद्र ग्रह 4-वेस्टा जिसकी सतह अपेक्षाकृत परावर्तनी है, सामान्यतः नग्न आंखो से देखा जा सकता है लेकिन केवल तभी जब आसमान में अत्यधिक अंधेरा हो और ये अपने अनुकूल स्थान पर स्थित हों।

1.4 पृथ्वी एंव सौरमंडल की उत्पत्ति

समय-समय पर विभिन्न वैज्ञानिकों ने सौरमंडल की उत्पत्ति और उद्‌भव को समझाने के लिए अपनी संकल्पनाएँ, परिकल्पनाएँ और सिद्धान्त प्रस्तुत किए हैं। ऐसे मत और संकल्पनाएँ दो समूहों में विभाजित की जा सकती हैं : धार्मिक संकल्पनाएँ और वैज्ञानिक संकल्पनाएँ। धार्मिक संकल्पनाओं को रद्‌द कर दिया गया क्योंकि उनका कोई तार्किक और वैज्ञानिक आधार नहीं है। वैज्ञानिक संकल्पनाएँ सामान्यतः विशुद्ध विज्ञान पर आधारित हैं जिन्हें दो मतों, तप्त उत्पत्ति संकल्पनाओं और शीत उत्पत्ति संकल्पनाओं में विभाजित किया गया है। तप्त उत्पत्ति संकल्पना के अनुसार ग्रहों को द्रव्य से निर्मित माना गया है जो या तो तप्त था अथवा ग्रहों की उत्पत्ति की प्रक्रिया में गर्म हो गया। दूसरी तरफ शीत उत्पत्ति संकल्पना के मतावलम्बी मानते हैं कि सौरमंडल की उत्पत्ति ऐसे द्रव्य से हुई है जो या तो आरंभ में ठंडा था अथवा सदैव ठंडा बना रहा था। सौरमंडल और पृथ्वी की उत्पत्ति में सम्मिलित आकाशीय पिंडों की संख्या के आधार पर वैज्ञानिक संकल्पनाओं को तीन समूहों में विभाजित किया गया है : अद्वैतवादी (एकात्मक) संकल्पना अर्थात एक तारा परिकल्पना; द्वैतवादी संकल्पना (द्वितारक परिकल्पना) अर्थात दो आकाशीय पिंडों के सम्मिलित होने की संकल्पना और आधुनिक संकल्पना।

1.4.1 अद्वैतवादी या एकात्मक संकल्पना

इस परिकल्पना के अनुसार सौरमंडल की उत्पत्ति क्रमिक विकासात्मक प्रक्रिया के कारण एक तारे से हुई है। कॉण्ट, लाप्लास, रोशे और लॉकियर की संकल्पनाएँ इस श्रेणी में आती हैं।

1.4.1.1 कॉण्ट की गैसीय परिकल्पना

MAADHYAM IAS

जर्मन दार्शनिक कॉण्ट ने 1755 में इस परिकल्पना को इस दावे के साथ प्रस्तुत किया था कि ये परिकल्पना न्यूटन के गुरूत्वाकर्षण के पहले नियम और घूर्णी गति के सिद्धान्तों पर आधारित है। उनके अनुसार ब्रह्माण्ड में आदि द्रव्य के असंख्य कण बिखरे हुए थे और इन कणों ने गुरूत्वाकर्षी आकर्षण के कारण एक दूसरे के साथ टकराना आरंभ कर दिया। इस टक्कर के कारण ताप उत्पन्न हुआ। इस ताप ने आदि द्रव्य को ठोस से द्रव्य और द्रव से गैसीय अवस्था में परिवर्तित कर दिया। अतः ठंडा और गतिहीन मूल द्रव्य का मेघ समय के साथ एक विशाल तप्त निहारिका में परिवर्तित हो गया और अपने अक्ष पर घूर्णन करने लगा और आदिकणों की संख्या में निरंतर वृद्धि के कारण निहारिका का आकार बढता गया। इस प्रकार निहारिका के आकार में निरंतर वृद्धि के कारण घूर्णन की गति इतनी तीव्र हो गई कि अपकेन्द्री बल अभिकेन्द्री बल से अधिक हो गया। इससे गैसीय पिंड के केन्द्र में उभार बन गया। जब ये उभार आकार में बड़ा हो गया, तो एक के बाद एक वलय बनने लगे और निहारिका के मध्य भाग से अलग हो गए और अपकेन्द्री बल के कारण बाहर फेंक दिए गए। अवशेषी मध्य पिंड सूर्य बन गया और शेष कुछ अन्य वलय ग्रह बन गए। इसी प्रक्रिया की पुनरावर्ती से वलय नए बने ग्रहों से पृथक हो गए और प्रत्येक वलय के पदार्थ संघनित होकर उस ग्रह के उपग्रह बन गए।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. कॉण्ट ने आदि द्रव्य के स्रोत को नहीं समझाया है।

2. कॉण्ट ने कहा कि आदि द्रव्य के कणों में गुरूत्वाकर्षण की ऊर्जा के कारण टक्कर होने लगी। उन्होंने यह नहीं समझाया कि किस प्रकार ऊर्जा का वह स्रोत जिसने इन कणों में गति उत्पन्न की (जो आरंभिक अवस्था में ठंडे और गतिहीन थे) अचानक सक्रिय हो गया।

3. गति के नियम के अनुसार, कणों की टक्कर से कभी घूर्णी गति उत्पन्न नहीं होती है।

4. कॉण्ट की परिकल्पना में निहारिका के घूर्णन की गति गैसीय द्रव्य के आकार में वृद्धि के साथ बढ़ गई थी, यह भी गति के नियम के वैज्ञानिक सिद्धान्त के विपरीत है।

निष्कर्ष

यद्यपि, आरंभ में कॉण्ट की परिकल्पना को व्यापक स्तर पर सराहना मिली लेकिन बाद में इसे नकार दिया गया क्योंकि यह अनुमान और न्यूटन के गुरूत्वाकर्षण के नियम के गलत अनुप्रयोग तथा अमान्य संकल्पनाओं पर आधारित थी। लेकिन, फिर भी हम इस तथ्य को नहीं नकार सकते हैं कि यह पृथ्वी की उत्पत्ति के रहस्य को सुलझाने के लिए किया गया पहला वैज्ञानिक प्रयास था।

1.4.1.2 लाप्लास की निहारिका परिकल्पना

कॉण्ट ने लाप्लास से पहले इस परिकल्पना को प्रस्तुत किया था, इसलिए लाप्लास को कॉण्ट की परिकल्पना की कमजोरियों और गलतियों को दूर करके उसे परिष्कृत करने का अवसर मिल गया। अतः हम लाप्लास की परिकल्पना को कॉण्ट की परिकल्पना का परिष्कृत रूप मान सकते हैं। लाप्लास ने सौरमंडल और पृथ्वी की उत्पत्ति के विषय में अपनी संकल्पनाओं को वर्ष 1796 में अपनी पुस्तक **'एक्सपोसीजन ऑफ द वर्ल्ड सिस्टम्स'** में समझाया था। उनके अनुसार एक विशाल और तप्त गैसीय द्रव्य जिसे निहारिका कहते हैं-अंतरिक्ष में विद्यमान था, जो निरंतर अपने अक्ष पर घूर्णन कर रहा था। ये निहारिका बाहरी सतह से विकिरण की प्रक्रिया के कारण ताप लुप्त कर रही थी और यह इस तरह ठंडी होकर आकार और आयतन में शीतलन के कारण होने वाले संकुचन की वजह से कम हो रही थी। जब निहारिका का आकार और आयतन कम हो गया, तो घूर्णीय गति का वेग बढ़ने लगा। यह इतना बढ़ गया कि अपकेन्द्री बल अभिकेन्द्री बल से अधिक हो गया। बाद में, एक ऐसी अवस्था आई, जब अपकेन्द्री और गुरूत्वाकर्षी खिंचाव मध्य उभार पर बराबर हो गए जिसने इसे भारहीन बना दिया। इसके फलस्वरूप वलयों में विलगाव होने लगा और वे संकुचनशील निहारिका के मध्य उभार से अलग होने लगे। अतः बाहरी वलय (परतें) एक-एक करके निहारिका से पृथक होने लगे। प्रत्येक वलय एक बिंदु पर गैसीय संचयन के रूप में संघनित हो गया और निहारिका के चारों ओर चक्कर लगाने लगा। इसी गैसीय द्रव्य के ठंडा होने से बाद में ग्रहों का निर्माण हुआ। इस प्रकार निहारिका का शेष भाग सूर्य बन गया और नौ वलय ग्रह बन गए। उपग्रहों का निर्माण भी उपरोक्त प्रक्रिया की पुनरावर्ती से हुआ है। इससे हम ये निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि लाप्लास ने ये माना था कि सौरमंडल और ग्रहों सभी की उत्पत्ति समान स्रोत से हुई है। ये परिकल्पना अत्यधिक महत्त्व की है। शनि के चारों ओर चक्कर लगाने वाले वलय लाप्लास के सिद्धान्त का समर्थन करने के लिए बेहतरीन उदाहरण हैं। इसके अतिरिक्त ब्रह्माण्ड में अनेक निहारिकाएँ विद्यमान हैं जो उनके मत का समर्थन करती हैं। जब घूर्णन करने

वाले पिंड का व्यास कम होता है तो उसकी घूर्णन की गति बढ़ जाती है। लाप्लास का यह मत गति विज्ञान के नियमों के अनुकूल है। ग्रहों के निर्माण में समान प्रकार के तत्वों की उपस्थिति भी उनके मत को सही साबित करती है। लाप्लास के अनुसार, सभी ग्रहों का निर्माण गैसीय पिंड के ठंडा होने से हुआ है। इस गैसीय पिंड की ऊपरी परत ठोस बन गई लेकिन भीतरी भाग अभी भी द्रव अवस्था में है। ज्वालामुखियों से निकलने वाला तरल लावा उनकी परिकल्पना का समर्थन करता है। इसी कारण इस परिकल्पना को पचास वर्षों से अधिक समय तक समर्थन मिला। लेकिन, क्योंकि प्रत्येक सिक्के के दो पहलू होते हैं, इस परिकल्पना की भी अपनी कमियाँ हैं।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. लाप्लास ने माना कि अंतरिक्ष में गर्म तप्त निहारिका विद्यमान थी। लेकिन उन्होंने निहारिका की उत्पत्ति के स्रोत और उस स्रोत के विषय में नहीं बताया जहाँ से उसे ताप और घूर्णन गति मिल रही थी।

2. लाप्लास ने ये नहीं समझाया कि निहारिका से अलग हुए अनियमित वलय से सिर्फ नौ वलय क्यों बने, उससे कम या अधिक वलय क्यों नहीं बने।

3. यदि ग्रह घूर्णी निहारिका से बने हैं तो निहारिका का एक भाग अर्थात सूर्य की आकार में कमी के कारण सबसे तेज गति से घूर्णन करना चाहिए, लेकिन ऐसा नहीं होता है।

4. आलोचक ये मानते हैं कि यदि सूर्य निहारिका का शेष भाग है, तो इसमें मध्यभाग में उभार होना चाहिए लेकिन ऐसा नही हैं।

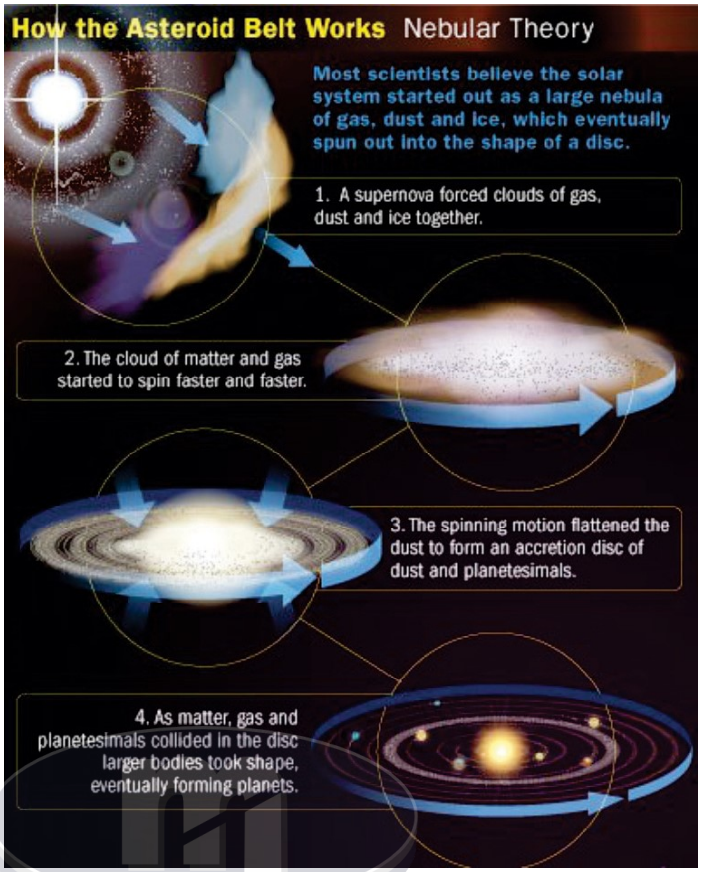
5. लाप्लास की परिकल्पना के अनुसार सभी ग्रहों को अपने जनक ग्रह की दिशा में परिक्रमा करनी चाहिए, लेकिन ऐसा नहीं है क्योंकि शुक्र और अरुण अपने जनक ग्रह के विपरीत दिशा में परिक्रमा करते हैं।

6. यदि हम लाप्लास के मत को स्वीकार करें कि ग्रहों का निर्माण निहारिका से हुआ है तो ग्रहों को आरंभिक अवस्था में तरल अवस्था में होना चाहिए था, और इसलिए वे सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाने में समक्ष नहीं थे क्योंकि केवल ठोस द्रव्य ही गोलाकार पथ में अपने आकार को खोए बिना परिक्रमा कर सकता है।

7. अंग्रेज भौतिक विज्ञानी जेम्स क्लार्क मैक्सवेल एवं सर जेम्स जीन्स ने दिखाया कि वलयों का द्रव्यमान अलग-अलग निर्मित ग्रहों के निर्माण हेतु गुरूत्वाकर्षण प्रदान करने के लिए पर्याप्त नहीं था।

8. एस. डब्लू. वुडरिज और आर. एस. मोर्गन के अनुसार निहारिका के कणों के बीच अल्प मात्रा में संबद्धता से वलय का निर्माण सतत् रूप से होगा, आन्तरायिक प्रक्रिया के रूप में नहीं।

MADHYAM IAS 'way to achieve your dream'



चित्र 1.4 : नहारिकीय परिकल्पना वर्णित करती है कि किस प्रकार एक डिस्क में सौरमंडल का निर्माण हुआ। सूर्य इस सौरमंडल के केन्द्र में स्थित है। यह चित्र एक चित्रकार द्वारा निर्मित है : यह आदि ग्रहीय डिस्क का वास्तविक चित्र नहीं है।

MAABHYAM IAS 'way to achieve your dream'

बोध प्रश्न 2

समय सीमा 5 मिनट

1. आंतरिक और बाह्य ग्रहों के मध्य क्या अन्तर हैं।
2. क्षुद्रग्रह कहाँ पाए जाते हैं? क्षुद्रग्रहों के तीन समूहों के नाम बताइए।

1.4.2 द्वैतवादी संकल्पना

द्वैतवादी संकल्पना (द्वितारक परिकल्पना) के अनुसार, सौरमंडल की उत्पत्ति दो तारों से हुई है। जेम्स जीन्स, चैम्बरलेन और मोल्टन, वेटजैकर और रूसेल की परिकल्पनाएँ इस श्रेणी में आती हैं।

1.4.2.1 चैम्बरलिन एवं मोल्टन की ग्रहाणु परिकल्पना

टी. सी. चैम्बरलिन जो कि एक भूविज्ञानी थे, ने एक खगोलविज्ञानी फॉरेस्ट रे मॉल्टन के साथ मिलकर एक परिकल्पना प्रस्तुत की जिसे 'ग्रहाणु परिकल्पना' कहा जाता है। इस परिकल्पना के अनुसार, ग्रहों की उत्पत्ति ग्रहाणुओं (Planetesimals) से हुई है। उनका मानना था कि दो बड़े तारे अर्थात् सूर्य और एक साथी तारा ब्रह्माण्ड में आरंभिक अवस्था में विद्यमान थे। सूर्य वर्तमान सूर्य से कहीं अधिक बड़ा था और अत्यंत छोटे, ठंडे एवं ठोस कणों से मिलकर निर्मित हुआ था। साथी तारा अपने पथ पर गति कर रहा था और

ऐसा करते हुए वह सूर्य के निकट आ गया। तारे द्वारा डाले जाने वाले गुरूत्वाकर्षी खिंचाव के कारण सौर ज्वार उत्पन्न हुआ और सूर्य की बाहरी परत से बड़ी संख्या में कण पृथक हो गए। उन्होंने इन कणों को ग्रहाणु कहा।

ये ग्रहाणु गतिशील तारे के साथ नहीं जुड़े क्योंकि जब तक ये वहाँ पहुंचते तारा अपने पथ पर आगे चला गया और और अंतरिक्ष में विलुप्त हो गया। ये ग्रहाणु आदिसूर्य द्वारा आकर्षित हो गए और सूर्य के इर्दगिर्द परिक्रमा करने लगे। ये ग्रहाणु भिन्न आकारों के थे। अपेक्षाकृत बड़े ग्रहाणुओं ने केन्द्रक का काम किया और छोटे ग्रहाणुओं को अपनी तरफ आकर्षित किया। धीरे-धीरे बड़े ग्रहाणु और बड़े हो गए और वर्तमान ग्रह बन गए।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. जैफरी ने यह कहकर परिकल्पना की आलोचना की कि इतने बड़े ग्रह सूर्य से बाहर निकले पदार्थ से नहीं बन सकते हैं।
2. ये पूर्वानुमान कि केन्द्रक के आकार में वृद्धि ग्रहाणुओं के संयोजन के कारण हुई थी, पर विश्वास नहीं किया जा सकता है।

1.4.2.2 जेम्स जीन्स और जैफरी की ज्वारीय परिकल्पना

सर जेम्स ने 1919 में पृथ्वी की उत्पत्ति को समझाने के लिए ज्वारीय परिकल्पना प्रस्तुत की। बाद में हैरॉल्ड जैफरी ने कुछ सुझाव दिए जिनके समावेशन से, ये परिकल्पना अधिक प्रासंगिक और महत्वपूर्ण हो गई। इस परिकल्पना के अनुसार, सूर्य गैस के एक बड़े पिंड के रूप में स्थित था जो ब्रह्माण्ड में अपने निजी अक्ष पर घूर्णन कर रहा था। सूर्य के साथ ही, एक अन्य तारा विद्यमान था जिसे अंर्तवेधी तारा कहते हैं जो सूर्य से कई गुना अधिक बड़ा था।

जब ये तारा सूर्य के निकट आया, तो इस तारे द्वारा डाले गए गुरूत्वाकर्षी खिंचाव के कारण सूर्य की बाहरी सतह पर ज्वार आने लगे। जब ये अंर्तवेधी तारा सूर्य के निकटतम बिंदु तक पहुँच गया तो ज्वार की ऊँचाई और आकार में वृद्धि हो गई। परिणामस्वरूप, सूर्य से बड़ी मात्रा में द्रव्य बाहर निकला और एक सिगार के आकार का ज्वार तंतु निर्मित हुआ जिसकी लंबाई हजारों किलोमीटर थी। जेम्स जीन्स ने इस बाहर निकले सिगार के आकार के द्रव्य को तंतु नाम दिया क्योंकि ये केन्द्र में मोटा और किनारों पर पतला था। ये तंतु सूर्य से अलग होकर अंर्तवेधी तारे की तरफ आकर्षित हुआ लेकिन तब तक अंतर्वेधी तारा अपने पथ पर आगे बढ़ चुका था।

इसलिए ये तंतु न तो सूर्य के साथ और न ही तारे के साथ मिल सका। इस तंतु ने बाद में गुरूत्वाकर्षण के प्रभाव में सूर्य की परिक्रमा आरंभ कर दी। गुरूत्वाकर्षी खिंचाव और संघनन के कारण तंतु के तरल द्रव्य से गांठे बननी आरंभ हो गई। ये गांठदार तंतु पुनः संघनित हो गया और इससे विभिन्न ग्रहों का निर्माण हुआ। ज्वारीय प्रभाव के कारण तंतु केन्द्र में मोटा और सिरों पर पतला बना रहा। परिणामस्वरूप इस तंतु से बने ग्रह केन्द्र में बड़े और पार्श्व भागों में छोटे हैं।

इस परिकल्पना की विशेषताएँ

1. यदि सभी ग्रहों को एक रेखा में व्यवस्थित कर दिया जाए, तो हम देखेंगे कि बड़े ग्रह केन्द्र में और अपेक्षाकृत छोटे ग्रह सिरों पर स्थित हैं। यह सिगार के आकार की व्यवस्था इस परिकल्पना का समर्थन करती है।
2. जेम्स की परिकल्पना की अन्य विशेषता यह है कि उपग्रहों की व्यवस्था भी सिगार के आकार की है, यह पुनः इस पकिरल्पना का समर्थन करती है।

3. अपेक्षाकृत छोटे ग्रहों को ठंडा होने में कम समय लगता है, अतः इन ग्रहों में या तो बहुत कम अथवा कोई उपग्रह नहीं हैं। बड़े ग्रह अधिक समय तक गर्म रहे थे, अतः उनमें अधिक उपग्रह है।
4. इस परिकल्पना में, ये माना गया है कि सभी ग्रहों की उत्पत्ति सूर्य के पृथक तंतु से हुई है। सभी ग्रह समान द्रव्य से निर्मित हैं जो पुनः इस परिकल्पना का समर्थन करता है।
5. यह परिकल्पना सफलतापूर्वक इस तथ्य को सिद्ध करती है कि सभी ग्रह एक ही समय पर निर्मित हुए हैं।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. डेलेविन जैसे समीक्षकों के अनुसार, ब्रह्माण्ड के विभिन्न तारों के बीच की दूरी बहुत अधिक है, अतः तारे के सूर्य के इतने अधिक निकट आ जाने की संभावना बहुत कम है, कि वह सूर्य के गुरूत्वाकर्षण बल द्वारा प्रभावित हो सके।
2. रूसेल के अनुसार, इसकी कोई संभावना नहीं है कि सूर्य से तंतु द्वारा इतनी अधिक मात्रा में पदार्थ बाहर निकल आया हो कि इतनी अधिक दूरियों पर स्थित ग्रहों का निर्माण हो सके।
3. कुछ वैज्ञानिकों का ये मत है कि ग्रह गैसीय तंतु के ठंडा होने से नहीं बन सकते हैं। बल्कि वे ऐसा मानते हैं कि गैसीय तंतु ब्रह्माण्ड में अत्यधिक उच्च तापमानों की उपस्थिति के कारण संभवतः लुप्त हो गया हो।
4. अनेक खगोल-भौतिक विज्ञानियों का ये मत है कि तारे द्वारा ग्रह पर डाला गया कोणीय संवेग हमारे सौरमंडल के ग्रहों में विद्यमान कोणीय संवेग से मेल खाने के लिए पर्याप्त रूप से उच्च नहीं था।

MAADHYAM IAS

1.4.2.3 रूसेल की द्वितारा परिकल्पना

रूसेल का ये मानना था कि आदि सूर्य के निकट दो तारे स्थित थे। ये साथी तारा (Companion star) और अवतरण तारा (Approaching star) कहलाते हैं। साथी तारा सूर्य के चतुर्दिक परिक्रमा कर रहा था। बाद में, अवतरण तारा साथी तारे के निकट आया और उसने भी परिक्रमा करना आरंभ कर दिया। इस तारे की दिशा साथी तारे की दिशा के विपरीत थी। रूसेल ने माना कि तारों के बीच की दूरी संभवतः 45 से 65 लाख किलोमीटर थी। अतः अवतरण तारा, साथी तारे की अपेक्षा सूर्य से कहीं अधिक दूरी पर रहा होगा एवं अवतरण तारे के ज्वारीय बल का सूर्य पर कोई प्रभाव नहीं रहा होगा। लेकिन साथी तारा अत्यधिक गुरूत्वाकर्षण बल के कारण निश्चित रूप से अवतरण तारे की ओर आकर्षित हुआ होगा। जब ये दोनों तारे निकट आए तो इनके बीच के गुरूत्वाकर्षण और ज्वारीय बल में वृद्धि हो गई जिससे साथी तारे के केन्द्र में उभार बन गया। जब अवतरण तारा साथी तारे के निकट आया तो अवतरण तारे के गुरूत्वाकर्षण बल के कारण इसमें से विशाल मात्रा में द्रव्य बाहर निकला। बाहर निकला हुआ द्रव्य अवतरण तारे की दिशा में अर्थात् साथी तारे के परिक्रमण की विपरीत दिशा में परिक्रमण करने लगा। ग्रहों का निर्माण साथी तारे से बाहर निकले द्रव्य से हुआ था और उपग्रहों का निर्माण ग्रहों द्वारा बाहर निकले हुए द्रव्य के परस्पर आकर्षण के कारण हुआ था।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. रूसेल ने साथी तारे से बाहर निकले द्रव्य से ग्रहों के निर्माण को समझाया है

लेकिन, उन्होंने ये नहीं समझाया कि साथी तारे के शेष भाग का क्या हुआ।

2. उन्होंने यह भी नहीं समझाया कि विशाल अवतरण तारे के अपने पथ पर आगे बढ़ने के बाद ग्रहों ने सूर्य की परिक्रमा क्यों आरंभ कर दी?

बोध प्रश्न 3

समय सीमा 5 मिनट

जेम्स जीन्स ने बाहर निकले द्रव्य को सिगार के आकार का क्यों बताया?

1.4.3 आधुनिक संकल्पना

1.4.3.1 फोएल और लिटिलटन की नवतारा परिकल्पना

कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के दो गणितज्ञों एफ. फोएल और लिटिलटन ने वर्ष 1946 में अपना सिद्धान्त प्रस्तुत किया जिसे नवतारा परिकल्पना के नाम से जाना जाता है। ये परिकल्पना नाभिकीय भौतिकी पर आधारित थी। किसी भी तारे द्वारा प्रकाश, ऊष्मा आदि के रूप में उत्सर्जित की जाने वाली ऊर्जा नाभिकीय विखण्डन नामक प्रक्रिया द्वारा उत्पन्न होती है। उनके अनुसार भारी तत्वों ने ग्रहों के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। ये भारी तत्व तब बनते हैं जब अपेक्षाकृत हल्के तत्वों के परमाणु अत्यधिक ताप और दाब के कारण मिल जाते हैं और बड़ी मात्रा में ऊर्जा को निर्मुक्त करते हैं। ये भारी तत्व ग्रहों के कुल द्रव्यमान का 90% भाग बनाते हैं। तारों के निर्माण में प्रमुख घटक हाइड्रोजन है। जबकि ग्रहों में 1% से कम हाइड्रोजन होती है। वैज्ञानिक एफ. फोएल और लिटिलटन ने दिखाया कि भारी तत्व हाइड्रोजन के दहन से भी उत्पन्न होते हैं। लेकिन एक सामान्य तारा जैसे सूर्य सिर्फ हीलियम जैसे तत्व ही निर्मित कर सकता है। भारी तत्वों का बनना तभी संभव है जब उच्च तापमान पर हाइड्रोजन का दहन हो। ऐसा उच्च तापमान सिर्फ नवतारा या सुपरनोवा तारों में उपलब्ध होता है। कोई तारा नवतारा या सुपरनोवा तारा तब बनता है जब उसमें बहुत कम हाइड्रोजन बची रह जाती है जो दहन के लिए पर्याप्त नहीं होती है। हाइड्रोजन ऊर्जा स्त्रोत है जो हीलियम में रूपांतरित होकर ऊर्जा उत्पन्न करती है। हाइड्रोजन की कमी की स्थिति में तारा ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए संकुचित हो जाता है। संकुचित हो जाने पर तारे की घूर्णन की गति बढ़ जाती है। अधिक घूर्णीय गति के कारण केन्द्र में बल बढ़ जाता है। इसके परिणामस्वरूप तारा पहले हल्के द्रव्य और फिर भारी तत्वों को बाहर निकालता है। ब्रह्माण्ड में भारी तत्वों का निर्माण सिर्फ इसी अवस्था में संभव है। जब भारी धातुओं को दूर फेंक दिया जाता है तो अंतरिक्षीय प्रकाश जो सूर्य के प्रकाश से कई लाख गुना अधिक होता है, केन्द्र में दिखाई देता है। अत्यधिक प्रकाश उत्सर्जित करने के कारण ये तारे नवतारा कहलाते हैं। इन वैज्ञानिकों के अनुसार ग्रहों का निर्माण ऐसे नवतारों के विस्फोट से हुआ है। नवतारा के विस्फोट से अत्यधिक ताप उत्पन्न हुआ है जो 5×10^9 डिग्री सेल्सियस के तुल्य था जो नाभिकीय संलयन की प्रक्रिया को आरंभ करने के लिए पर्याप्त था। उनके अनुसार वहाँ उपस्थित दो तारे सूर्य और नवतारा या सुपरनोवा तारा थे। इन दोनो तारों के बीच की दूरी इतनी ही थी जितनी सूर्य और बृहस्पति के बीच की है। नवतारे के विस्फोट से अत्यधिक ताप और दाब उत्पन्न हुए जिससे आदि पृथ्वी का निर्माण हुआ। इस प्रकार हमारे सौरमंडल के ग्रहों का निर्माण उस डिस्क रूपी द्रव्य के संघनन से हुआ था जो नवतारा या सुपरनोवा के विस्फोट के कारण बाहर निकला द्रव्य था।

MAADHYAM IAS

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. यह परिकल्पना तारों के जोड़ों की उत्पत्ति का समर्थन नहीं करती है।
2. यह ग्रहों की उनकी घूर्णन की दिशा, उनके आकार, परिक्रमा के तल, ग्रहों के पथ और हमारे सौरमंडल के बाह्य वृत्त के ग्रहों की अपेक्षाकृत हल्के तत्वों के आधार पर ग्रहों की विशिष्ट व्यवस्था को नहीं समझाती है।

1.4.3.2 बिगबैंग अथवा महाविस्फोट परिकल्पना

इस परिकल्पना को लिमाइत्रे द्वारा 1950-60 में प्रस्तुत किया गया और इसे 1972 में मान्यता प्राप्त हुई। इस सिद्धान्त के अनुसार ब्रह्माण्ड में सभी द्रव्य एक सघन और विशाल आदि द्रव्य के रूप में पाए जाते थे। इस आदि द्रव्य में तीव्र विस्फोट के फलस्वरूप इस द्रव्य में उपस्थित धूलि कण ब्रह्माण्ड में फैल गए और उन्होंने वर्तमान ब्रह्माण्ड की रचना की। उद्भव के नए तथ्यों के आधार पर होएल ने भी ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति को सैद्धान्तिक रूप दिया।

टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फन्डामेन्टल रिसर्च (टी.आई.एफ.आर.) के दो भारतीय वैज्ञानिक गोविन्द स्वरूप और विजय कपाही भी महाविस्फोट सिद्धान्त के इस विषय पर कार्य कर रहे हैं। उनके मतानुसार ब्रह्माण्ड की उत्पत्ति लगभग 2 अरब वर्ष पूर्व आग के एक विशाल गोले के विस्फोट से हुई थी, जो आदि द्रव्य से बाहर निकाले गए द्रव्य से बना था। यू.एस.ए. (USA) में, महाविस्फोट सिद्धान्त की स्थितियों को निर्मित करने के लिए एक मॉडल तैयार किया गया है। बर्कले युनिवर्सिटी के वैज्ञानिकों ने माइक्रोवेव विकिरण का अध्ययन करने के लिए हीलियम गुब्बारों का प्रयोग किया और महाविस्फोट सिद्धान्त का समर्थन किया। यूरोपियन आर्गेनाइज़ेशन फॉर न्यूक्लीयर रिसर्च (सी.ई.आर.एन., जेनेवा) में 5000 से अधिक वैज्ञानिकों द्वारा परीक्षण किया जा रहा है। ये वैज्ञानिक महाविस्फोट की स्थिति उत्पन्न करने के लिए अनुसंधान कार्य कर रहे हैं।

1.4.3.3 एसी बनर्जी की सीफीड परिकल्पना

डेल्टा सीफीड नामक तारे को देखने के बाद बनर्जी वर्ष 1942 में सौरमंडल की उत्पत्ति के विषय में अपनी परिकल्पना प्रस्तुत करने के लिए प्रेरित हुए। उनके अनुसार ब्रह्माण्ड में कुछ तारे निरंतर संकुचित और विस्तारित होते रहते हैं। यह प्रक्रिया तारों का स्पन्दन कहलाती है और इस प्रक्रिया को करने वाले तारे सीफीड परिवर्ती कहलाते हैं। ब्रह्माण्ड में तारों के एक समूह में ऐसे तारे भी पाए जाते हैं। इन तारों की चमक निरंतर परिवर्तित होती रहती है। इन तारों के प्रकाश में यह क्रमिक परिवर्तन संकुचन और विस्तार की प्रक्रिया के परिणामस्वरूप होता है। इनके अनुसार जब कोई अंर्तवेधी तारा ऐसे सीफीड तारे के निकट से गुजरा होगा तो सीफीड तारे का स्पंदन अंर्तवेधी तारे के गुरूत्वाकर्षण के कारण बढ़ गया होगा। फलस्वरूप, अंर्तवेधी तारे द्वारा सीफीड तारे से अत्यधिक मात्रा में द्रव्य को अपनी ओर खींचा गया। इस द्रव्य के संघनन ने ग्रहों को अवशेषी पदार्थ निकालने के लिए विवश किया और वह भाग सूर्य बन गया। ग्रह सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करने लगा। तब तक अंर्तवेधी तारा अपने पथ पर काफी दूर निकल गया।

इन सिद्धान्तों के अतिरिक्त कुछ सिद्धान्त और भी हैं, जिन्हें हाल ही में प्रस्तुत किया गया है। उनमें से कुछ प्रमुख के नाम नीचे दिए गए हैं।

- रोजगन की घूर्णीय और ज्वारीय परिकल्पना
- क्यूपर की परिकल्पना
- फोसेनकोव की ग्लोब्यूल या गोलिका संकल्पना
- वोटकेविक की प्रोटोप्लेनेटरी या आदिग्रहीय संकल्पना
- कोन्ड्रल की संकल्पना (1971)
- ई.एम. ड्रोबीस्वस्की की बृहस्पति सूर्य द्वि-प्रणाली परिकल्पना

नोटः यदि संभव हो तो इनके बारे में इंटरनेट पर खोज करें।

1.5 सारांश

इस इकाई में आपने पृथ्वी की उत्पत्ति के विषय में निम्नलिखित संकल्पनाओं और मुख्य विषयों के बारे में पढ़ा है :

- हमारे सौरमंडल में औसत आकार और प्रदीप्ति का एक तारा, सूर्य और ग्रह तथा उनके उपग्रह, असंख्य पुच्छलतारे, क्षुद्र तारे, उल्का पिंड और अन्तराग्रहीय माध्यम आदि पाए जाते हैं।
- ग्रह, अधिकांश उपग्रह और क्षुद्रतारे सूर्य के चारों ओर एक ही दिशा में (वामावर्त) लगभग वृत्ताकार कक्षाओं में (दीर्घवृत्त लेकिन बहुत कुछ वृत्त जैसे) चक्कर लगा रहे हैं। जब हम सूर्य व ग्रहों को उत्तर ध्रुव के सापेक्ष ऊपर से देखते हैं तो ग्रह वामावर्त घूमते दिखाई देते हैं (शुक्र एवं अरुण ग्रह इस संदर्भ में अपवाद हैं)।
- आपने पढ़ा कि 2006 में ग्रहों के एक नए वर्ग वामन ग्रहों को सम्मिलित किया गया है। ऐसे ग्रह अधिकतर क्षुद्रतारा पट्टी और क्यूपर पट्टी में सीमित हैं।
- यही नहीं, ग्रह सूर्य की उसी अथवा निकटतल में परिक्रमा करते हैं जिसे कांतिवृत्त तल कहते हैं। वैज्ञानिक प्लूटो को एक विशेष वामन ग्रह भी मानते हैं क्योंकि इसकी कक्षा सबसे अधिक अवनत है (18 डिग्री) और ये सभी ग्रहों में सबसे अधिक दीर्घवृत्तीय है। सूर्य में सौरमंडल का 99.85% द्रव्य निहित है।
- आपने यह भी पढ़ा है कि, जो ग्रह द्रव्य की उसी डिस्क से संघनित हुए है जिसने सूर्य को बनाया है उनमें सौरमंडल के द्रव्यमान का सिर्फ 0.13% द्रव्यमान है। बृहस्पति में शेष सभी ग्रहों के संयुक्त द्रव्यमान से दोगुने से भी अधिक द्रव्यमान निहित है।
- चार प्राथमिक पार्थिविक पिंड सौरमंडल के सबसे भीतरी ग्रह हैं। ये बुध, शुक्र, पृथ्वी और मंगल हैं। इसके अतिरिक्त 8 अन्य पार्थिविक पिंड भी हैं : चंद्रमा, लो, यूरोपा, गेनीमीड, कैलिस्टो (चार गैलीलियन चंद्रमा)। टाइटन (शनि का चंद्रमा), ट्रिटॉन (वरूण का चंद्रमा) और प्लूटो। इन्हें पार्थिविक इसलिए कहा जाता है क्योंकि इनमें पृथ्वी के जैसी सतह, पथरीली ठोस सतह होती है और ये गोलाकार हैं। अन्य चंद्रमा गोलाकार नहीं हैं और क्षुद्रतारों जैसे (अर्थात् अनियमित) आकार के हैं। शुक्र, पृथ्वी, मंगल और टाइटन में पर्याप्त मात्रा में वायुमंडल विद्यमान है। शेष पिण्डों में यह अत्यंत अल्प है अथवा अनुपस्थित है।

MADHYAM IAS

- बृहस्पति, शनि, अरुण (यूरेनस) और वरूण जोवियन (बृहस्पति जैसे) ग्रह कहलाते हैं क्योंकि ये आकार और संरचना में समान अर्थात् पृथ्वी की तुलना में विशाल हैं और इनमें तरल, गैसीय प्रकृति पाई जाती है। जोवियन ग्रहों को 'गैस जाइन्ट्स' भी कहा जाता है। यद्यपि इन सभी में इनके सघन वायुमंडल के नीचे छोटा, अर्धठोस कोर या मध्यभाग हो सकता है। ये सभी ग्रह भी सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करते हैं।

- ग्रह अथवा चंद्रमा शब्द का चयन पिंड के द्रव्यमान अथवा आकार से नहीं किया जाता है (उदाहरण के लिए, शनि का चंद्रमा टाइटन बुध ग्रह से बड़ा है)। ग्रह के चक्रण की अवधि का निर्धारण समय और खगोलभिति (तारकीय और ग्रहीय स्थितियों को मापने का विज्ञान) द्वारा होता है। घूर्णन की अवधि का निर्धारण समय मापक, सतह गुणों, समय मापक मेघों अथवा वायुमंडलीय गुणों, सूर्य के परावर्तित प्रकाश (प्रकाश वक्रों) अथवा ग्रह भुजा के डाप्लर रडार मापनों द्वारा किया जाता है।

आपने पढ़ा और नोट किया है कि वायुमंडलीय विशेषताओं के काल मापन से पता चलता है कि जोवियन ग्रहों का घूर्णन विभेदी होता है (यानी उनकी भूमध्यरेखा ध्रुव क्षेत्रों से अधिक तेजी से घूर्णन करती है अर्थात् ग्रह ठोस नहीं है)।

ग्रहों के विषय में हमें इन पद्धतियों से जानकारी प्राप्त होती है।

- प्रकाशमिति > तापमान; सतही गुणों, एल्बीडो के द्वारा
- स्पैक्ट्रोस्कोपी > रासायनिक संयोजन द्वारा
- राडार मानचित्रण > सतही स्थलाकृति द्वारा
- अंतरिक्ष अनुसंधान > विश्लेषण, सर्वेक्षण, नमूने, चुंबकीय क्षेत्र द्वारा
- सौरमंडल निर्माण की संकल्पनाओं द्वारा

आपने ये भी पढ़ा कि सौरमंडल निर्माण के किसी भी मॉडल में निम्नलिखित तथ्यों को स्पष्ट करना चाहिए :

- ग्रहों की सभी कक्षाएँ पुनःक्रमणी (Prograde) है (अर्थात् सूर्य के उत्तरी ध्रुव के ऊपर से देखे जाने पर ये सभी वामावर्त दिशा में परिक्रमा करती है)। (शुक्र/अरुण को छोड़कर)
- सभी ग्रहों में कक्षीय तल होते हैं जो एक-दूसरे के सापेक्ष 6 डिग्री से कम पर झुके रहते हैं अर्थात् सभी एक ही तल में होते हैं।
- सभी ग्रहों की अल्प उत्केन्द्रताएँ होती हैं।
- सभी ग्रहों में पुनःक्रमणी चक्रण होता है सिर्फ शुक्र और यूरेनस (अरुण) में ऐसा नहीं होता है।

MAADHYAM IAS

1.6 अंत में कुछ प्रश्न

1. सौरमंडल की पाँच विशेषताएँ लिखिए।
2. लाप्लास की निहारिका परिकल्पना का समीक्षात्मक विश्लेषण कीजिए।
3. एसी बनर्जी की सीफीड परिकल्पना पर लघु टिप्पणी लिखिए।

1.7 उत्तर

बोध प्रश्न

1. a) पृथ्वी का परिक्रमण पृथ्वी द्वारा सूर्य की पूर्ण परिक्रमा करना है। यह वर्ष कहलाता है और इसको पूरा होने में 365.25 दिन लगते हैं।

   b) ऋतुओं में परिवर्तन पृथ्वी के अक्ष का अपनी कक्षा के तल की ओर झुक जाने से होता है जिससे 66.5° का कोण बनता है। जब पृथ्वी के अक्ष का उत्तरी सिरा सूर्य की ओर झुकता है, तो उत्तरी गोलार्ध में सूर्य की किरणें सर्वाधिक प्रत्यक्ष रूप से पड़ती है। इससे गर्मी की ऋतु होती है।

2. a) आंतरिक ग्रह बुध, शुक्र, पृथ्वी और मंगल पार्थिविक ग्रह कहलाते हैं। बाह्य ग्रह बृहस्पति, शनि, यूरेनस (अरुण) और वरूण विशाल अथवा जोवियन ग्रह कहलाते हैं।

   c) क्षुद्रग्रह मंगल और बृहस्पति की कक्षा के बीच की पट्टी में पाए जाते हैं। क्षुद्र ग्रहों के तीन समूह कार्बन वर्ग, पथरीले और धात्विक हैं।

3. बाहर निकलने वाला द्रव्य तंतु केन्द्र में अपेक्षाकृत मोटा ओर सिरों पर पतला होता है।

अंत में कुछ प्रश्न

1. सौरमंडल की पाँच विशेषताओं का उत्तर यथावत् देने के लिए आप अनुभाग 1.3 को देखिए।
2. लाप्लास की निहारिका परिकल्पना का समीक्षात्मक विश्लेषण करने के लिए आप उप-अनुभाग 1.4.1 को देखिए।
3. सीफीड परिकल्पना पर लघु टिप्पणी लिखते समय ए.सी. बैनर्जी द्वारा प्रस्तुत मुख्य तर्कों का उल्लेख करने के लिए आप उप–अनुभाग 1.4.2 को देखिए।

1.9 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

1. Hess, D. (2012). Physical Geography, PHI Learning Pvt. Ltd, New Delhi.
2. Lutgens, F.K. and Edward, J.T. (2015). Foundation of Earth Science. Pearson Education, Inc., Noida, India.

MAADHYAM IAS 'way to achieve your dream'

3. Singh, S. (2012). Physical Geography. Prayag Pustak Bhawan, Allahabad.

4. Strahler, A. N. and Strahler, A. M. (2006). Modern Physical Geography. Cambridge Publications, New Delhi.

5. सिंह सविन्द्र : भौतिक भूगोल, वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर।

6. भल्ला व अग्निहोत्री : भौतिक भूगोल, कुलदीप पब्लिकेशन्स, जयपुर।

7. शर्मा, एच.एस., शर्मा एम.एल., मिश्रा, आर.एन. : भौतिक भूगोल, पंचशील प्रकाशन, जयपुर।

8. मामोरिया, चतुर्भुज, जोशी, रतन : भौतिक भूगोल, साहित्य भवन पब्लिकेशन्स, आगरा।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

इकाई 2

पृथ्वी – एक सजीव ग्रह

इकाई की रूपरेखा

2.1 प्रस्तावना
उद्देश्य

2.2 भूमंडल
स्थलमंडल
वायुमंडल
जलमंडल
जीवमंडल

2.3 पारिस्थितिक तंत्र
पारिस्थितिक तंत्र के घटक
जीवोम

2.4 पर्यावरणीय चुनौतियां और मानव अनुक्रियाएँ
संकट और आपदाएँ
मानव जनसंख्या के आयाम
पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन (E.I.A.)
अनुकूलन और सतत् जीविका
पर्यावरणीय चिंतन

2.5 सारांश

2.6 अंत में कुछ प्रश्न

2.7 उत्तर

2.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

2.1 प्रस्तावना

इकाई 1 में आपने पृथ्वी और सौर परिवार की उत्पत्ति के विषय में विभिन्न सिद्वान्तों के विषय में सीखा था। जैसा कि आप जानते हैं, पृथ्वी ब्रह्माण्ड में एकमात्र ऐसा ज्ञात ग्रह है जहाँ जीवन का निर्वहन संभव है। इसीलिए हम इसे सजीव ग्रह भी कहते हैं। आपने इकाई 1 में ये भी सीखा था कि सूर्य ऊर्जा का मुख्य स्रोत है जो पृथ्वी पर सभी जीवन प्रकारों और संबन्धित प्रक्रियाओं को संचालित करता है।

इस इकाई में, हम अध्ययन को एक सजीव तंत्र के रूप में पृथ्वी, उसके घटकों और उनके परस्पर संबन्धों के विषय में केन्द्रित करेंगे। हम इकाई का आरंभ भूमंडल के रूप में पृथ्वी से करेंगे जिसके चार प्रमुख घटक हैंः स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल और जीवमंडल (अनुभाग 2.2)। आप पढ़ेंगे कि ये सभी घटक परस्पर संबन्धित रुप से कार्य करते हैं जो विभिन्न जीवन प्रकारों के निर्वहन में सहायक होता है।

भूमंडल (Geosphere) में अनेक प्राकृतिक परिघटनाएँ और प्रक्रियाएँ घटित होती हैं और इनके बीच परस्पर संबन्ध काफी जटिल है जो पृथ्वी को एक गतिक तंत्र बनाते हैं। इन परस्पर संबंधों को समझने के लिए आपको पारिस्थितिक तंत्र (Ecosystem) की संकल्पना को सीखना होगा जिसके विषय में हम अनुभाग 2.3 में चर्चा करेंगे। आप जीवोम (Biome) की संकल्पना के बारे में भी सीखेंगे। अनुभाग 2.3 को पढ़ते समय, आप ये समझेंगे कि ये परस्पर संबंध अत्यंत संवेदनशील रूप से संतुलित होती हैं। इस संवेदनशील संतुलन में कोई भी अवरोध गंभीर पर्यावरणीय चुनौतियों जैसे जलवायु परिवर्तन और प्रदूषण इत्यादि की तरफ संभवतः ले जा सकता है। आप इन चुनौतियों और उनके प्रति मानव अनुक्रियाओं के प्रारूप के विषय में अनुभाग 2.4 में सीखेंगे जिन्हें संक्षेप में बताया गया है।

इस इकाई में आपको पृथ्वी की सतह पर पाए जाने वाले घटकों के विषय के बारे में बताया जाएगा। अगली इकाई में आप पृथ्वी के आंतरिक भाग, इसकी संरचना एवं संयोजन के विषय में सीखेंगे।

उद्देश्य

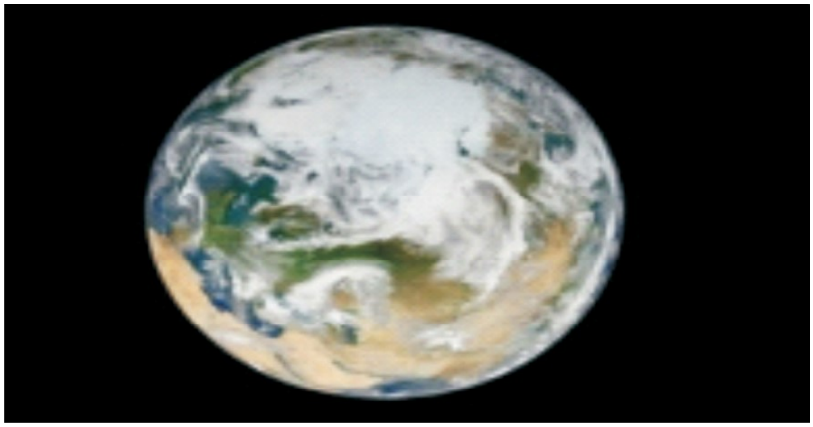
इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- ❖ भूमंडल के घटकों जैसे स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल और जीवमंडल का वर्णन कर सकेंगे,
- ❖ स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल और जीवमंडल के बीच परस्पर संबन्ध का विश्लेषण कर सकेंगे,
- ❖ पारिस्थितिक तंत्र की संकल्पना, इसकी संरचना और कार्यप्रणाली को समझा सकेंगे,
- ❖ शब्द जीवोम (Biome) को परिभाषित कर सकेंगे,
- ❖ प्राकृतिक कारकों और मानव हस्तक्षेपों के कारण होने वाली पर्यावरणीय चुनौतियों के प्रभावों की चर्चा कर सकेंगे, और
- ❖ पारिस्थितिक चुनौतियों के लिए मानव अनुक्रियाओं की व्याख्या कर सकेंगे।

प्रत्येक मंडल के नाम की उत्पत्ति ग्रीक शब्द से हुई है, ग्रीक शब्द लीथो का अर्थ पत्थर, एटमो का अर्थ वायु, हाइड्रो का अर्थ जल और बायो का अर्थ जीवन है।

2.2 भूमंडल

चित्र 2.1 में पृथ्वी का अंतरिक्ष से लिया गया चित्र प्रदर्शित किया गया है। आप चित्र 2.1 में पृथ्वी की किन विशेषताओं को चिन्हित कर सकते हैं? पहले तो आप देख सकते हैं कि ये पूर्णतः गोल नहीं है। यह नीले रंग की है। क्या आपने ध्यान दिया कि इसमें विशाल जलाशय और भूखंड हैं? आप यह भी जानते हैं कि पृथ्वी का वायुमंडल है और यह जीवन का पोषण संभव बनाती है।



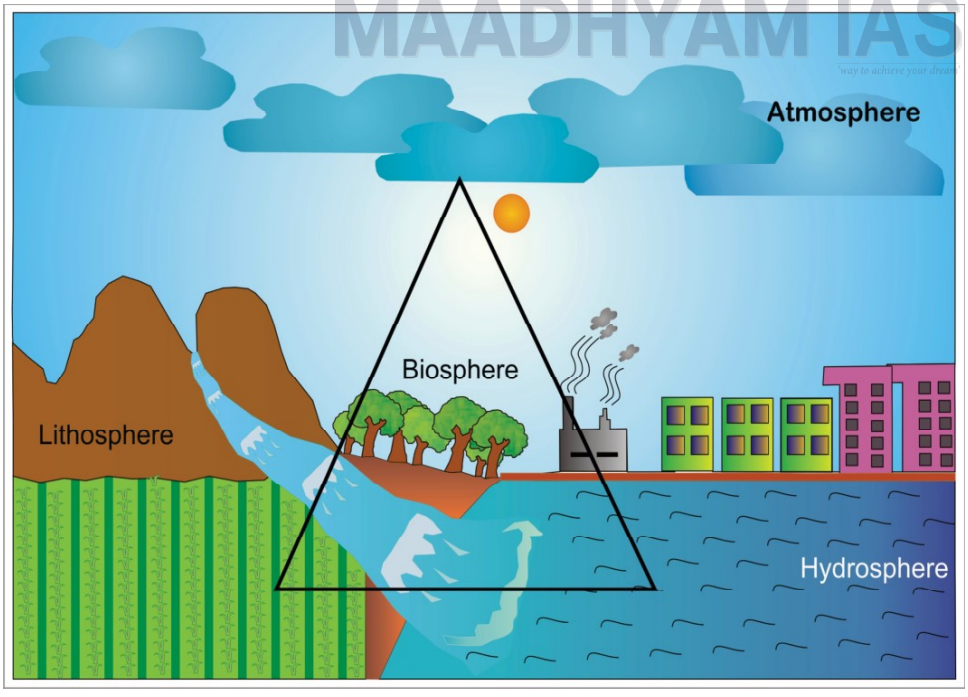
चित्र 2.1 : पृथ्वी जैसा कि अंतरिक्ष से दिखाई देती है।
(स्रोत : https://visibleEarth.nasa.gov/view.php?id=78349 accessed on October 26, 2018 at 3.30 pm)

अतः हम पृथ्वी के विषय में ऐसे भूमंडल के रूप में विचार कर सकते हैं जिसके चार प्रमुख घटक हैं, जो हैं :

1. स्थलमंडल (Lithosphere) - ठोस भू–खंड
2. वायुमंडल (Atmosphere) - वायु का आवरण
3. जलमंडल (Hydrosphere) - जलाशय
4. जीवमंडल (Biosphere) - पृथ्वी पर समस्त जीवन

भूमंडल के इन सभी घटकों को चित्र 2.2 में दिखाया गया है।

MAADHYAM IAS



चित्र 2.2: भूमंडल के घटक।

याद रखिए, भूमंडल एक प्रकार से व्यापक शब्द है जो पृथ्वी ग्रह के इन सभी चारों प्रमुख घटकों को प्रदर्शित करता है। अब हम संक्षेप में इनमें से प्रत्येक घटक के विषय में वर्णन करेंगे।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 1

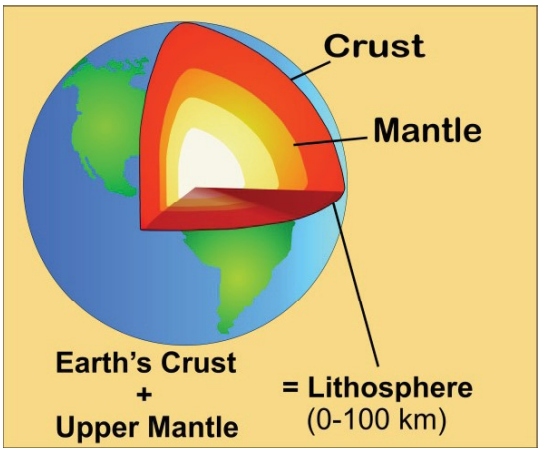
कॉलम 1 में दिए गए भूमंडल के घटकों का कॉलम 2 में दिए गए उनके अर्थों के साथ मिलान कीजिए। संक्षेप में भूमंडल का उल्लेख कीजिए।

क्र. सं.	घटक	अर्थ
1 .	जीवमंडल	वायु
2.	वायुमंडल	जीवन
3.	स्थलमंडल	जल
4.	जलमंडल	भूमि

2.2.1 स्थलमंडल

क्या आपने कभी सोचा है कि जीवन के विविध प्रकार किस प्रकार पृथ्वी ग्रह पर रहते हैं? यह स्थलमंडल (Lithosphere) में रहते हैं जो भूमंडल का उपयुक्त और स्थायी खंड प्रदान करता है। यह स्थिर स्थलमंडल, अनेक स्थलाकृतिक विशेषताओं जैसे पर्वतों, पहाड़ियों, मैदानों और पठारों इत्यादि में व्यवस्थित है। आप इनमें से किस प्रकार की भू-आकृति पर रहते हैं? ये भू-आकृतियाँ भूमंडल में भौतिक पर्यावरण का एक भाग बनाती हैं। स्थलमंडल विविध जीवन प्रकारों के लिए अनुकूल आवास बनाता है। यह मृदा, अवसाद, सागर के लवणों और पोषकों का स्रोत है। यह वायुमंडल के पोषण में सहायक होता है और जल को उसके विभिन्न रूपों में संग्रहित करता है। अतः स्थलमंडल सभी वनस्पतियों एंव जीवों समेत उच्चतर जीवन प्रकारों की उत्तरजीविता के लिए अनिवार्य एवम् महत्वपूर्ण है।

स्थलमंडल भूपर्पटी (Crust) और प्रावार (Mantle) के ऊपरी भागों से बना होता है (चित्र 2.3 देखिए)। भूपर्पटी को दो भागों में बांटा जा सकता है; महाद्वीपीय और महासागरीय भूपर्पटी। आप इस पाठ्यक्रम के खंड 2 की इकाई 5 में प्रावार, क्रोड और पृथ्वी की भूपर्पटी के घनत्व और वितरण के विषय में अधिक विस्तार से पढ़ेंगे और सीखेंगे।



चित्र 2.3: स्थलमंडल।

स्थलमंडल की औसत मोटाई लगभग 100 किलोमीटर है। लेकिन यह महासागरों और महाद्वीपों के बीच महत्वपूर्ण तरीके से भिन्न होती है। स्थलमंडल की मोटाई महासागरीय भाग में कुछ किलोमीटर से लेकर महाद्वीपों में लगभग 300 किलोमीटर तक पायी जाती है।

स्थलमंडल विभिन्न प्रकार के शैलों जैसे आग्नेय (Igneous) अवसादी (Sedimentary) और कायांतरित (Metamorphic) शैलों से बना है। आप स्थलमंडल और उसके घटकों के विषय में अधिक विस्तार से इस पाठ्यक्रम के खण्ड 2 में सीखेंगे।

बोध प्रश्न 2

समय सीमा 5 मिनट

सही विकल्प को चुनिए।

a) स्थलमंडल की औसत मोटाई 300 किलोमीटर/100 किलोमीटर है।

b) स्थलमंडल भूपर्पटी/क्रोड का बना है।

c) स्थलमंडल की भूपर्पटी का वह भाग जो महासागरों से आवृत है, वह महासागरीय/महाद्वीपीय भूपर्पटी कहलाता है।

d) स्थलमंडल मृदा और अवसादों/मृदा ओर जल का स्रोत है।

e) स्थलमंडल विभिन्न प्रकारों के शैलों/विभिन्न प्रकारों की गैसों से बना है।

शब्द स्थलीय का अर्थ है 'पृथ्वी से संबन्धित'।

MAADHYAM IAS

2.2.2 वायुमंडल

वायुमंडल भूमंडल का अत्यधिक महत्वपूर्ण घटक है। आप भली भांति जानते होंगे कि ये पृथ्वी को आवृत किए रहता है और विभिन्न गैसों, जल और धूल कणों से बना है। वायुमंडल में पाई जाने वाली प्रमुख गैसें नाइट्रोजन और ऑक्सीजन है, जिनका भाग क्रमशः लगभग 75% ओर 24% है। अनेक अन्य गैसें जैसे आर्गान, कार्बन डाई आक्साइड, हीलियम और निऑन अल्प मात्राओं में पाई जाती हैं। वायुमंडल में इन गैसों की मात्रा हमारे पृथ्वी से दूर जाने पर कम होती जाती है।

क्या आप जानते हैं कि वायुमंडल पृथ्वी की सतह से दूर कहाँ तक विस्तारित है? लगभग समग्र वायुमंडल जो लगभग 97% भाग बनाता है पृथ्वी की सतह से 30 किलोमीटर तक विस्तारित है। इसकी ऊपरी सीमा लगभग 1000 किलोमीटर तक है। इन दूरियों की पृथ्वी के व्यास (12,800 किलोमीटर) से तुलना कीजिए। इस दूरी से दूर के स्थानों को प्रायः भौमेतर दिक्स्थान (Extraterrestrial space) कहते हैं। आप वायुमंडल और उसके संयोजन पर इन तथ्यों के विषय में और अधिक जानकारी और समझ के लिए इस पाठ्यक्रम की इकाई 10 में से पढ़ सकते हैं।

वायुमंडल के महत्व को समझने के लिए इस प्रश्न पर विचार कीजिए। यदि पृथ्वी पर कोई वायुमंडल न होता, तो क्या यहाँ पर जीवन संभव होता? वायुमंडल विभिन्न जीवन प्रकारों के अस्तित्व के लिए महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह –

- सांस लेने के लिए वायु और पीने के लिए जल प्रदान करता है।

- सभी जीवन प्रकारों, वनस्पतियों और जंतुओं को सूर्य की हानिकारक किरणों से बचाता है।
- अंतरिक्ष से गिरने वाले उल्कापिण्डों से हमारी रक्षा करता है।
- यह एक सजीव और लगातार क्रियाशील मंडल है जो कि सूर्य की ऊर्जा एवम् पृथ्वी के घूर्णन से संचालित होता है।

अतः हम इस सुरक्षात्मक परत की अनुपस्थिति में पृथ्वी पर किसी प्रकार के जीवन की कल्पना नहीं कर सकते हैं। अब हम ये समझ गए हैं कि वायुमंडल भूमंडल का एक गतिक घटक है। इसमें दो प्रकार की परस्पर क्रियाएँ होती हैं :

1. वायुमंडल और भूमंडल के अन्य तीन घटकों के बीच परस्पर क्रिया।
2. वायुमंडल और बाह्य अंतरिक्ष के बीच परस्पर क्रिया।

इन दोनों प्रकार की परस्पर क्रियाएँ जलवायु और मौसम की प्रक्रियाओं को जन्म देती हैं, जिनके विषय में विस्तार से आप खंड 3 में पढ़ेंगे।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 3

वायुमंडल के संदर्भ में बताइए कि निम्नलिखित वक्तव्यों में से कौन से सत्य हैं अथवा असत्य हैं।

a) वायुमंडल एक ठोस भू-खण्ड है।

b) यह हमें वायु और जल प्रदान करता है।

c) यह हमें अंतरिक्ष से गिरने वाले उल्कापिंडों से बचाता है।

d) यह भूपर्पटी और प्रावार के ऊपरी भाग का हिस्सा है।

e) वायुमंडल की औसत मोटाई 100 किलोमीटर है।

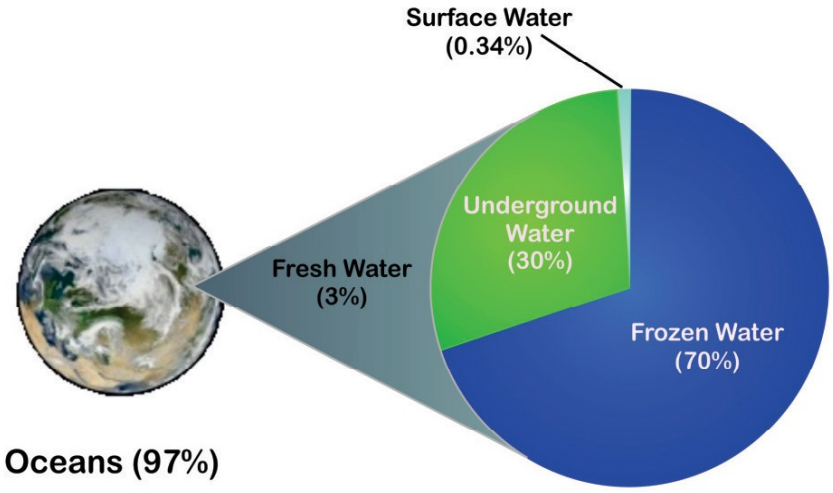
MAADHYAM IAS 'way to achieve your dream'

2.2.3 जलमंडल

अभी तक आपने भूमंडल के दो प्रमुख घटकों के विषय में पढ़ा है। अब हम जलमंडल की बात करेंगे, ये भी उतना ही महत्वपूर्ण है। क्या आपने कभी विचार किया है कि पृथ्वी को नीला ग्रह क्यों कहते हैं? हम इसे नीला ग्रह इस पर बड़ी मात्रा में जल की उपस्थिति के कारण कहते हैं। पृथ्वी के सतही क्षेत्रफल का लगभग तीन चौथाई भाग जल में स्थित है। जल तीन अवस्थाओं में पाया जाता है, गैसीय (वायुमंडल में जलवाष्प), तरल (सतह पर बहता जल और सतह के नीचे भूजल) और ठोस (हिमछत्रक)। पृथ्वी की सतह में पाया जाने वाला जल मुख्य रूप से दो प्रकार का होता है :

- स्वच्छ जल (लगभग 3%), हिमनदों, झीलों, सरिताओं और भूजल के रूप में संग्रहित।
- लवणीय जल (लगभग 97%), सागरों और महासागरों में भंडारित।

चित्र 2.4 को देखिए, जिसमें पृथ्वी पर जल के वितरण को दिखाया गया है।



क्रार्योस्फेयर (Cryosphere) ठंडे मण्डल को सूचित करता है जोकि ग्रीक शब्द क्रायो (Cryo) से लिया गया है, जिसका अर्थ ठंडा है।

चित्र 2.4 : पृथ्वी पर जल का वितरण।

जल के ये सभी प्रकार गतिक प्रकृति के होते हैं। जल हिमनदों, झीलों, नदियों, सागरों और महासागरों इत्यादि में भंडारित रहता है। जो मंडल जल को हिमशितित रूप में प्रचुर मात्रा में संचयित करता है उसे क्रायोस्फेयर (Cryosphere) कहते हैं (जोकि जलमंडल का एक उप-घटक है)। भंडारित जल अपनी द्रव अवस्था से वायुमंडल में वाष्पित हो जाता है और वर्षण (वर्षा, हिम एवं ओलावृष्टि इत्यादि) के रूप में पृथ्वी की सतह पर वापस गिरता है। फिर यह विभिन्न जलनिकायों में वापिस बहकर चला जाता है। **वाष्पन** और **वर्षण** की यह प्रक्रिया निरंतर है। यह **जलीय चक्र** कहलाती है। आप इस पाठ्यक्रम के खण्ड 4 में इसके विषय में विस्तार से सीखेंगे।

भू-आकृतियाँ: भू-आकृतियों का वैज्ञानिक अध्ययन भू-आकृति विज्ञान का विषय है जो भौतिक भूगोल का एक भाग है।

महासागरों, सागरों, नदियों और सरिताओं का जल विभिन्न भू-आकृतियों को परिवर्तित एवं निर्मित करने के लिए भी उत्तरदायी होता है। उदाहरण के लिए, समुद्री पुलिनों की शैलें जल की लहरों द्वारा लगातार तक्षित होती हैं और परिणामतः इनसे विभिन्न भू-आकृतियाँ निर्मित हो जाती हैं। जैसे भृगुएं और समुद्री गुफाएँ इत्यादि। क्या आपको ऐसी किसी भू-आकृतियों की जानकारी है? यदि है, तो आप उनके विषय में हाशिए में लिखिए। आप जल और विभिन्न भू-आकृतियों का निर्माण करने में इसकी भूमिका के विषय में और अधिक इस पाठ्यक्रम के खण्ड 2 की इकाई 9 में पढ़ेंगे और सीखेंगे।

जैसा कि आप जानते हैं, जल जीवन के विभिन्न रूपों के लिए अनिवार्य है। हमारे शरीर का भी लगभग 75% भाग जल का बना होता है। जलमंडल कृषि, उद्योग और अन्य आर्थिक कार्यकलापों के लिए आवश्यक जल की बड़ी मात्रा का स्रोत है। आप इस बात से सहमत होंगे कि आधुनिक समाज इसके बिना जीवित नहीं रह सकता है।

बोध प्रश्न 4

समय सीमा 5 मिनट

बताइए कि इनमें से कौन सा कथन सत्य है :

a) स्वच्छ जल सागरों और महासागरों में भंडारित है।

b) लवणीय जल सागरों और महासागरों में भंडारित है।

c) लवणीय जल तालाबों और झीलों में भंडारित है।

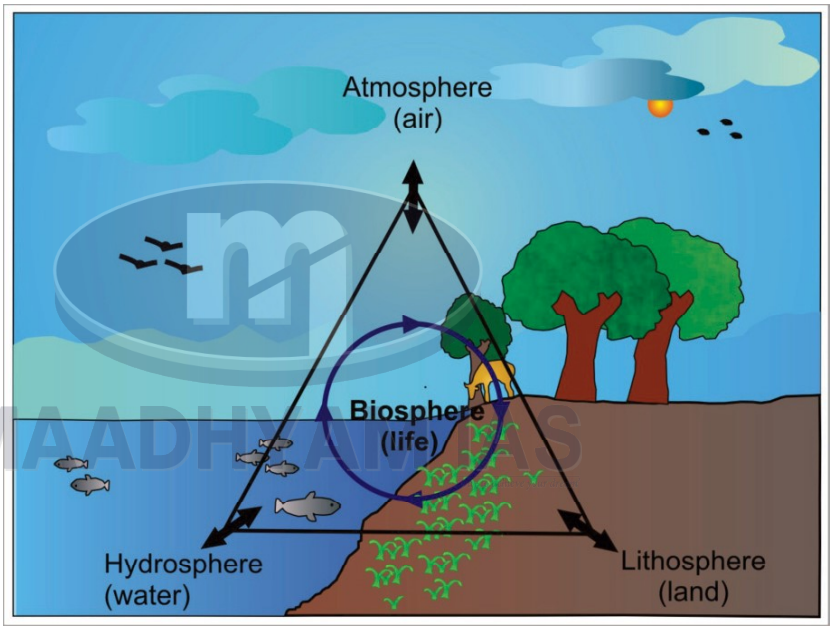
d) वाष्पन और संघनन की निरंतर प्रक्रिया जलीय चक्र कहलाती है।

e) स्वच्छ जल सरिताओं, झीलों, और हिमनदों में तथा भूमिगत् रूप में भंडारित है।

f) जलीय चक्र का अर्थ जल की लहरों द्वारा तक्षित भू-आकृतियों से है।

2.2.4 जीवमंडल

अभी तक आपने सीखा कि स्थलमंडल, वायुमंडल और जलमंडल तीनों भूमंडल के अभिन्न भाग हैं। ये तीनों अजैव अथवा निर्जीव घटक हैं। अब आप जैव अथवा सजीव घटक के विषय में सीखेंगे जिसे **जीवमंडल** कहते हैं। यह चौथा सबसे महत्पूर्ण एवं जीवंत घटक है। इसलिए इसमें स्थलमंडल, वायुमंडल और जलमंडल के वे भाग भी सम्मिलित हैं जो भौतिक परिवेश या पर्यावरण प्रदान करते हैं।



चित्र 2.5: जीवमंडल में जीवन के प्रकार।

क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि पृथ्वी ग्रह पर जीवन प्रकार कैसे विकसित हुए हैं? सभी जीवन प्रकार जीवमंडल में एक संकीर्ण परिक्षेत्र में विकसित हुए हैं। इनमें वनस्पति, जंतु ओर अन्य सभी सजीव चीजें सम्मिलित हैं (चित्र 2.5)।

आप सोच रहे होंगे कि ये जीवन प्रकार अपने भोजन और जल की आवश्यकताओं के लिए आत्मनिर्भर हैं। लेकिन ऐसा नहीं है। ये आत्मनिर्भर नहीं है क्योंकि ये भूमंडल के अन्य तीनों घटकों के साथ जटिल संबन्ध के द्वारा आदान–प्रदान करते हैं।

उदाहरण के लिए हम जिस ऑक्सीजन को सांस के साथ लेते हैं वह वायुमंडल द्वारा प्रदान की जाती है, हम जो पानी पीते हैं वह जलमंडल से आता है और जिस भौगोलिक क्षेत्र में हम रहते हैं वह स्थलमंडल पर है। अतः अन्य तीनों घटक मिलकर वह भौतिक परिवेश प्रदान करते हैं जो सभी जीवन प्रकारों को सहारा देता या उनका निर्वहन करता है।

आप कह सकते हैं कि पृथ्वी के जीवमंडल में निम्नलिखित सम्मिलित हैं :

- पृथ्वी के समस्त जीवन प्रकार, और
- स्थलमंडल, वायुमंडल और जलमंडल के वे भाग जो जीवन के निर्वहन के लिए भौतिक पर्यावरण प्रदान करते हैं।

आपने संभवतः ध्यान दिया होगा कि अधिकांश जीवन प्रकार पृथ्वी की सतह पर सीमित हैं। इसमें समस्त वनस्पति-जात और प्राणि-जात के साथ मानव जाति भी सम्मिलित हैं।

जीवन अधिकतर भूमंडल के एक संकीर्ण क्षेत्र में सीमित है। यह वायुमंडल की सबसे निचली परतों एवं जीवमंडल में महासागर की तली के बीच तक संकेन्द्रित है। तीन चौथाई से अधिक सभी जीवन प्रकार यहाँ पर संकेन्द्रित है। यद्यपि, इसके अपवाद भी मिलते हैं।

क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि जीवन प्रकार इस संकीर्ण क्षेत्र से बाहर भी विकसित होते हैं? ये सत्य है। क्या आप ऐसे किसी जीवन प्रकारों के उदाहरण जानते हैं? गहरे महासागर सतह में विकसित होने वाली प्रवाल–भित्ति एक ऐसा ही उदाहरण है। दूसरा उदाहरण जीवाणु हैं जो शैल परतों के गहरे भागों में पृथ्वी की सतह से लगभग 4 किलोमीटर नीचे तक भी पनपते और जीवित रहते हैं।

हम विभिन्न कार्यों जैसे खाना पकाने, परिवहन ओर कारखाने तथा औद्योगिक इकाईयों को चलाने के लिए जीवाश्म ईंधनों (कोयला, तेल और गैस) को जलाते हैं। जीवाश्म ईंधनों के दहन से कार्बन डाइ ऑक्साइड तथा अन्य गैसें जैसे सल्फर डाइ ऑक्साइड और कार्बन मोनोऑक्साइड जीवमंडल के संकीर्ण क्षेत्र में बढ़ जाती हैं।

MAADHYAM IAS

कार्बन डाइऑक्साइड की यह अतिरिक्त मात्रा भूमंडल के शेष तीनों भागों में प्राकृतिक संतुलन को बिगाड़ सकती है। इस प्रकार की गड़बड़ी से एकमात्र जीवित रहने योग्य ग्रह पृथ्वी पर हानिकारक प्रभाव उत्पन्न हो सकते हैं। इससे संभवतः कुछेक आपदाएँ जैसे जलवायु परिवर्तन, वायु और जल प्रदूषण आदि भी हो सकते हैं; जिनसे आप परिचित हैं।

विश्व में मानवजनित **'जीवमंडल'** के श्रेष्ठ उदाहरणों में से एक उदाहरण एरीजोना युनिवर्सिटी यू. एस. ए. (USA) में स्थित **'जीवमंडल 2'** का है। यह भूमंडलीय वैज्ञानिक मुद्दों के अनुसंधान और समझ बढ़ाने के लिए समर्पित सबसे विशिष्ट सुविधाएँ प्रदान करता है।

आप जीवमंडल पर और अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए यह वेबसाइट http:/cos.arizona.edu/outreach/biosp को देख सकते हैं।

आप कह सकते हैं कि भूमंडल के चारों घटक यानी स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल और जीवमंडल एक–दूसरे से जुड़े हुए हैं। दूसरे शब्दों में, ये सभी ऊर्जा और सामग्री के आदान-प्रदान के लिए एक–दूसरे पर निर्भर रहते हैं। ये सह-अस्तित्व में रहते हैं और एक दूसरे की सहायता के बगैर कोई कार्य नहीं कर सकते हैं। आप इस निर्भरता और ऊर्जा तथा द्रव्य के आदान-प्रदान के विषय में पारिस्थितिकी तंत्रों पर आगामी अनुभाग में सीखेंगे।

अतः जीवमंडल अनिवार्य और नियमित रूप से स्थलमंडल, वायुमंडल और जलमंडल के गुणधर्म और रूप को परिवर्तित करता रहता है। यह एकमात्र जीवित घटक है जो अन्य तीनों निर्जीव घटकों को एक नियत उद्देश्य प्रदान करता है। जीवमंडल अनेक पारिस्थितिकी तंत्रों से मिलकर बना है, जिसके विषय में आप अगले अनुभाग में पढ़ेंगे।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 5

रिक्त स्थानों को उपयुक्त शब्दों और नामों से भरिए :

a) जीवमंडल भूमंडल का ..... सबसे महत्वपूर्ण और ..... घटक है।

b) यह एकमात्र ..... घटक है जबकि अन्य तीन ..... घटक हैं।

c) इसमें पृथ्वी के समस्त ..... के साथ ही ..... , वायुमंडल और ..... के भाग भी सम्मिलित हैं जो ..... के निर्वहन के लिए ..... प्रदान करते हैं।

d) जीवाश्म ईंधनों में ..... , ... और ..... सम्मिलित हैं।

e) जीवाश्म ईंधनों के दहन से ....., ... और ..... जैसी गैसें .....के संकीर्ण क्षेत्र में वृद्धि करती है।

2.3 पारिस्थितिक तंत्र

आप पिछले अनुभाग में पहले ही ये सीख चुके हैं कि ब्रह्माण्ड में पृथ्वी ही एकमात्र ऐसा ग्रह है जहाँ जीवन संभव है। आप विचार कर सकते हैं कि ऐसा क्या है जो पृथ्वी पर जीवन को विकसित करना संभव बनाता है?

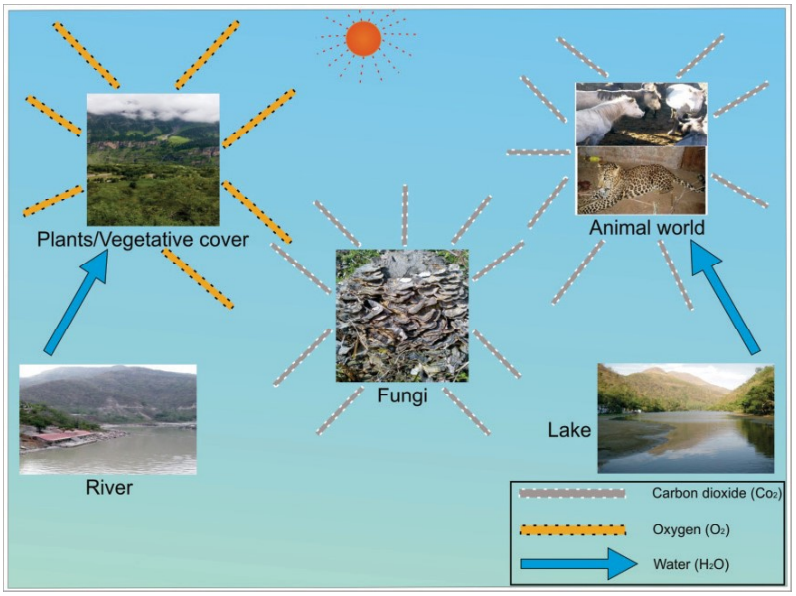
MAADHYAM IAS
Way to achieve your dream

आपने उप-अनुभाग 2.2.4 में ये भी सीखा है कि सभी जीवन प्रकार एक संकीर्ण क्षेत्र में विकसित होते हैं। प्रत्येक जीवन प्रकार एक विशेष तंत्र में विकसित होता है जिसे **पारिस्थितिक तंत्र** (Ecosystem) कहते हैं। शब्द **'पारिस्थितिक तंत्र'** का अभिप्राय परस्पर क्रिया कर रहे समस्त सजीवों और निर्जीवों के कुल समूहन के साथ उनके भौतिक पर्यावरण से है। अब आप ये जान गए हैं कि पारिस्थितिक तंत्र जीवमंडल का एक महत्वपूर्ण भाग है।

व्यापक रूप से, ऐसे अनेक पारिस्थतिकी तंत्र और उनके उपतंत्र हैं (सैंकड़ों और हजारों) जो जीवमंडल में फलफूल रहे हैं। सभी प्रकार के पारिस्थितिक तंत्र अपने भीतर एवं अन्यत्र अन्य प्रकार के पारिस्थितिक तंत्रों के साथ ऊर्जा और द्रव्य के आदान-प्रदान पर निर्भर हैं। क्या आपने कभी सोचा है कि आप किस प्रकार के पारिस्थितिक तंत्र में कार्य करते अथवा जीवन जीते हैं? यदि आप जंगलों/झीलों/पहाड़ियों/पर्वतों/मैदानों/पठारों/मरूस्थलों से घिरे क्षेत्र में कार्य करते या रहते हैं, तो आप इनमें से किसी भी अनुरूप प्रकार के पारिस्थितिकी तंत्र में कार्य करते या जीते हैं।

प्रत्येक प्रकार के पारिस्थितिक तंत्र की पहचान दो घटकों द्वारा होती है :

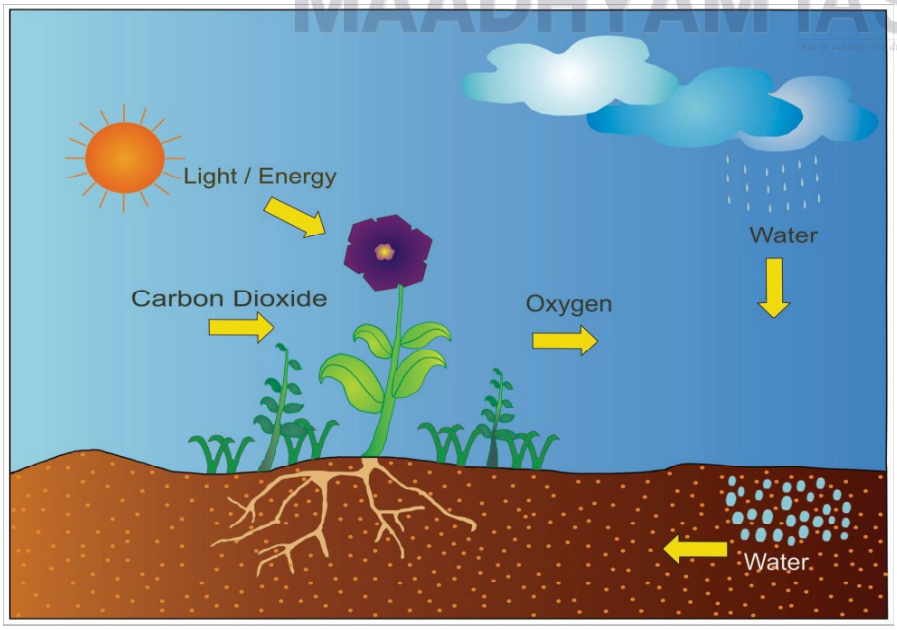
1) जैविक अथवा सजीव ; 2) अजैविक अथवा निर्जीव। ये दोनों प्रकार के घटक अपने भौतिक पर्यावरण के साथ ऊर्जा और द्रव्य का आदान-प्रदान करते हैं (चित्र 2.6)। इस प्रकार से जीवमंडल में किसी दिए गए पारिस्थितिक तंत्र में समस्त जीवन प्रकार पनपते और विकसित होते हैं।



चित्र 2.6: पारिस्थितिक तंत्र के घटक और उनकी परस्पर क्रियाएँ।

आप एक हरे पादप के उदाहरण से इसे समझ सकते हैं। आप इससे भली-भांति परिचित होंगे जिस प्रकार से हरे पौधे अपने विकास के लिए ऊर्जा और सामग्री प्राप्त करते हैं। वे ऐसा **प्रकाश संश्लेषण** नामक प्रक्रिया के द्वारा सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा को ग्रहण करके करते हैं। यह एक निरंतर प्रक्रिया है जिसके द्वारा प्रत्येक जीव पारिस्थितिक तंत्र के एक भाग से ग्रहण की गई ऊर्जा को दूसरे भाग में पुर्नचक्रित करता है। अतः एक पारिस्थितिक तंत्र प्राकृतिक पर्यावरण की मौलिक इकाई की भांति कार्य करता है (चित्र 2.7)।

पोलीहाउस एक प्रकार का कृत्रिम रूप से निर्मित अवसंरचनात्मक सुविधा है। यह किसानों को विशेष प्रकार के फूलों, फलों और सब्जियों के साथ ही पौधशालाएं उगाने में सक्षम बनाता है। इसमें यह कार्य पूर्व निर्धारित पर्यावरणीय व्यवस्था में वर्ष भर जलवायवीय स्थितियों से अप्रभावित रहकर किया जाता है।



चित्र 2.7: प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया कैसे कार्य करती है?

पृथ्वी ग्रह अपने आप में एक बृहद् पारिस्थितिक तंत्र है। किसी भी प्रकार के पारिस्थितिक तंत्र की मौलिक विशेषता ऊर्जा और पदार्थ के बाधा रहित प्रवाह को बनाए रखने के लिए इसका खुलापन है। यह अनेक पारिस्थितिकी तंत्रों से मिलकर बना होता है और यह दो

प्रकार के अल्पावधि और दीर्घावधि वाले पारिस्थितिकी तंत्र होते हैं। आप कह सकते हैं कि महाद्वीप अथवा भू-खंड जिसमें आपका देश, राज्य या जिला स्थित है एक दीर्घावधि पारिस्थितिक तंत्र का हिस्सा है। कृषि क्षेत्रों (जहां चावल, गेहूं, गन्ना, सरसों एवं अनेक फसलें उगाई जाती हैं) अल्पावधि पारिस्थितिक तंत्रों के उदाहरण हैं। एक अन्य दिलचस्प उदाहरण **पोलीहाउस** (विशिष्ट पारिस्थितिक तंत्र) का है जो एक कृत्रिम रूप से निर्मित अल्पावधि परिस्थितिक तंत्र है (चित्र 2.8)। यह एक प्रकार का तंत्र है जिसमें गैर-मौसमी सब्जियों, नर्सरी पादपों (फूलों, सब्जियों और फलों के पादपों समेत) और फूलों को वर्षभर उस क्षेत्र की जलवायु से अप्रभावित रहकर उगाना संभव होता है।

(a) (b)

चित्र 2.8 : पोलीहाउस का; (a) आन्तरिक; एवं (b) बाह्य दृश्य।

ऐसा काफी हद तक संभव है कि आपने अपने क्षेत्र, राज्य या देश में कोई पोलीहाउस देखा होगा। यदि संभव हो, तो आप किसी पोलीहाउस में जाकर वहाँ पर होने वाले विविध प्रकार के कार्यकलापों को नोट कर सकते हैं।

MAADHYAM IAS

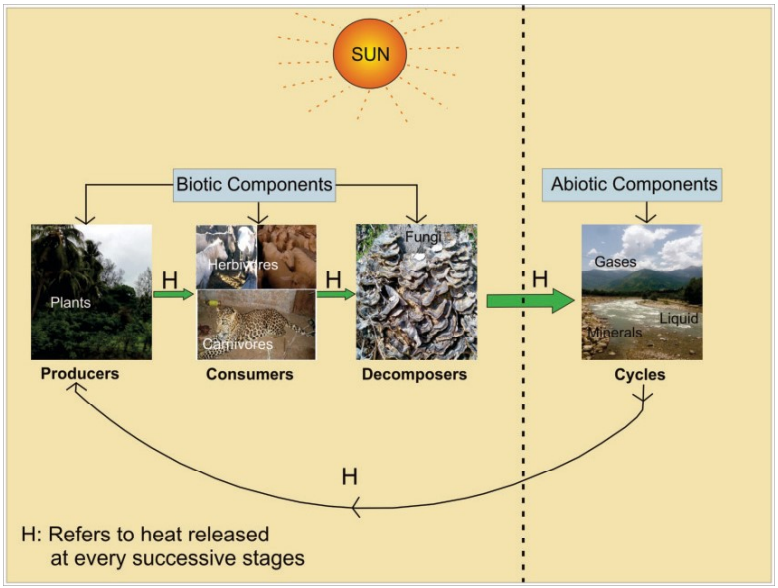
पारिस्थितिकी तंत्र अनेक घटकों से निर्मित होते हैं। आप इन महत्वपूर्ण घटकों या तत्वों के विषय में आगामी अनुभागों में पढ़ेंगे जो इसे जीवमंडल यानी जीवोम (Biome) का भाग बनाते हैं।

2.3.1 पारिस्थितिक तंत्र के घटक

प्रमुख जीवोमों की चर्चा करने से पहले हम पारिस्थितिक तंत्र के महत्वपूर्ण घटकों की चर्चा करेंगे। आप इससे पहले से ही परिचित हैं। ये चार घटकों से मिलकर बना होता है, जैसा कि नीचे दिया गया है (चित्र 2.9)।

- अजैविक (Abiotic)
- स्वपोषी अथवा उत्पादक (Autotrophs or Producers)
- परपोषी अथवा उपभोक्ता (Heterotrophs or Consumers)
- अपघटक (Decomposers);

पहला घटक यानी अजैविक घटक एक निर्जीव घटक है। दूसरा स्वपोषी अथवा उत्पादक सजीव घटक है, क्योंकि ये सूर्य के प्रकाश से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। तीसरा घटक परपोषी अथवा उपभोक्ता है। ये पादपों और जंतु जीवन दोनों से ऊर्जा प्राप्त करते हैं। अपने पोषण चक्र के आधार पर, परपोषी चार वर्गों में विभाजित हैं :



चित्र 2.9: पारिस्थितिक तंत्र के घटक।

1. **शाकभक्षी** पहला वर्ग है जो जीवित पादप सामग्री पर निर्भर रहते हैं।
2. दूसरा वर्ग **अपरदाहारी** (Detrivores) का है जो मृत पादप और जंतु सामग्री को खाते हैं।
3. तीसरे वर्ग के प्राणी **मांसाहारी** (Carnivores) कहलाते हैं जो अन्य जंतुओं को खाते हैं।
4. चौथा वर्ग **सर्वाहारी** (Omnivores) कहलाता है, जो पादप और जंतु सामग्रियाँ इत्यादि दोनों को खाते हैं।

MADHYAM IAS
way to achieve your dream

ये सभी तीनों घटक अपने उप-घटकों समेत पारिस्थितिकी तंत्रों के सुचारू रूप से कार्य करने के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होते हैं।

चौथा घटक **अपघटक** कहलाता है जो तेजी से जैव पदार्थों को अपघटित कर देते हैं। इनमें जीवाणु, कवक अथवा फंजाई और सूक्ष्मजीव आदि सम्मिलित हैं। आपने अपने जीवन में अनेकों बार इन घटकों को देखा होगा, लेकिन इन पर उचित ध्यान नहीं दिया होगा। अब आप इन घटकों का ध्यानपूर्वक अवलोकन करके पारिस्थितिक तंत्र में इनकी भूमिका और कार्यों को समझ सकते हैं।

बोध प्रश्न 6

समय सीमा 5 मिनट

पारिस्थितिक तंत्र के कॉलम 1 में दिए गए घटकों का कॉलम 2 में दी गई उनकी परिभाषाओं से मिलान कीजिए। संक्षेप में अपघटक का उल्लेख कीजिए।

क्र. सं.	कॉलम I (घटक)	कॉलम II (परिभाषा)
1.	स्वपोषी	निर्जीव
2.	अजैविक	सजीव
3.	परपोषी	जीवाणु, कवक अथवा फंजाई और सूक्ष्मजीव
4.	अपघटक	पादपों और जंतुओं से ऊर्जा प्राप्त करते हैं।

2.3.2 जीवोम

आपने पूर्व अनुभाग 2.3 में सीखा है कि पारिस्थितिक तंत्र **सजीवों** और **निर्जीवों** के साथ प्राकृतिक पर्यावरण से मिलकर बनता है। मानव पारिस्थितिकी (Human ecology) भूगोल की एक शाखा है जिसमें पारिस्थितिक तंत्र का अध्ययन किया जाता है। पारिस्थितिक तंत्र प्रमुख जीव-भौगोलिक क्षेत्रों में संकेन्द्रित होता है जिन्हें जीवोम (Biome) कहते हैं। हम यहाँ पर प्रमुख प्रकार के जीवोमों की चर्चा करेंगे।

शब्द 'जीवोम' का शाब्दिक अर्थ वनस्पति-जात और जंतु-जात का कुल समूहन है जो किसी दिए गए भौगोलिक क्षेत्र में जीवित रह सकते हैं। उनकी उत्तरजीविता के लिए आदर्श स्थिति प्राकृतिक पर्यावरण की विविधता द्वारा प्रदान की जाती है। उदाहरण के लिए आप अपने क्षेत्र में उगने वाली प्राकृतिक वनस्पतियों के बारे में विचार कर सकते हैं। क्या आप जानते हैं कि कोई विशेष प्रकार की वनस्पति किस प्रकार किसी दिए गए भौगोलिक क्षेत्र में विकसित होती है और जीवित रहती है?

सभी प्रकार की प्राकृतिक वनस्पतियाँ जो आप देखते हैं उस स्थान की मृदा और जंतु-जात पर निर्भर और निकट रूप से जुड़ी रहती हैं। ये दोनों कारक स्वयं उस क्षेत्र की जलवायु और प्राकृतिक पर्यावरण पर निर्भर करते हैं। जीवोम अनेक प्रकार के होते हैं जैसे कि उष्णकटिबंधीय वर्षावन जीवोम, पर्वतीय और मरूस्थलीय जीवोम। प्रत्येक प्रकार के जीवोम में अनेक प्रकार के पारिस्थितिकी तंत्र जो उनके लिए अनुकूलित होते हैं, पाए जा सकते हैं।

क्या आप जानते हैं कि आपके प्राकृतिक परिवेश का जीवोम किससे संबंधित है? आप सारणी 2.1 को देखकर इन्हें मिलाने की कोशिश कर सकते हैं।

MAADHYAM IAS

सारणी 2.1: जीवोम के प्रकार और उनका विवरण

क्र. सं.	प्रकार	विवरण
1	उष्णकटिबंधीय वर्षावन	सघन वन और भारी वर्षा से पहचाने जाते हैं
2	सवाना	उष्णकटिबंध क्षेत्रों में विस्तृत रूप से फैले घासस्थल
3	मरुस्थलीय जीवोम	अत्यंत शुष्क क्षेत्रों में पाए जाने वाले पादप, जंतु और मृदा
4	शीतोष्ण घासस्थल	मध्य-अक्षांशों में घासस्थल
5	शीतोष्ण वन	मध्य-अक्षांशों की अरण्य भूमि
6	टुन्ड्रा	उत्तर ध्रुवीय वृत्त के शीत, वृक्षहीन क्षेत्र
7	ध्रुवीय	सदैव हिम से आवृत क्षेत्र
8	जलमयभूमि	स्वच्छ या लवणीय जल से जलाक्रांत क्षेत्र
9	पर्वत	उत्थित क्षेत्र

यह मुख्य और व्यापक प्रकार के जीवोम हैं। प्रत्येक प्रकार के जीवोम में एक या एक से अधिक प्रकार के पारिस्थितिकी तंत्र पाए जा सकते हैं। अब आप अवलोकन करके बता सकते हैं कि जिस पारिस्थितिकी तंत्र में आप रहते हैं, वह वन, मरूस्थल अथवा पर्वतीय जीवोम से संबंधित है। इन जीवोमों का उपयोग मनुष्यों द्वारा आर्थिक कार्यकलापों हेतु प्राचीन काल से किया जा रहा है। पहले मनुष्य की आवश्यकताएं मूलभूत थी और जनसंख्या का घनत्व भी कम था जिनकी पहचान कृषि-चरागाह समाजों द्वारा की जाती थी।

इन दो कारकों के कारण विभिन्न पारिस्थितिक तंत्रों और उनके संगत जीवोमों से निकाले गए प्राकृतिक संसाधनों का अनुकूलतम उपयोग किया गया है। प्राकृतिक संसाधन जैसे जीवाश्म ईंधन (कोयला, तेल और प्राकृतिक गैस), खनिज पदार्थ, जल और स्थल संसाधन मानव जाति के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। आप निश्चित रूप से इससे सहमत होंगे कि मानव समाजों का इनकी अनुपस्थिति में कार्य करना बंद हो जाएगा। प्राकृतिक संसाधनों के उपयोग के संदर्भ में मानव और पर्यावरण के बीच संबध विशेष रूप से औद्योगिक क्रांति के पूर्व अपेक्षाकृत बेहतर रहे हैं। पहले के काल में एक अच्छे तालमेल वाला संबंध रहा है।

तीसरी दुनिया का संबंध अविकसित क्षेत्रों से है।

यद्यपि, इस सामंजस्यपूर्ण संतुलन में 1850 के दशक में ब्रिटेन में शुरू हुई औद्योगिक क्रांति के साथ उग्र परिवर्तन हुए हैं। क्रमशः 19वीं शताब्दी के अंत तक, यह **'तीसरी दुनिया'** के भागों को छोड़कर समस्त विश्व में आवृत हो गई थी। औद्योगिक क्रांति के साथ ही हुए जनसंख्या विस्फोट के कारण अंधाधुंध शहरीकरण भी हुआ। इससे प्रत्यक्ष रूप से दस लाख जनसंख्या वाले शहरों (दस लाख से अधिक जनसंख्या वाले शहर) और नगरों एवं कस्बों की संख्या में वृद्धि हुई जिनमें आप संभवतः रह रहे होंगे अथवा आपने अपने देश में और अन्यत्र ऐसे शहर देखे होंगे। आपको संभवतः अपने राज्य/देश/महाद्वीप के शहरी क्षेत्रों की विभिन्न प्रकार की समस्याओं की जानकारी होगी। क्या आप किसी ऐसे शहरी केन्द्र की कुछ प्रमुख समस्याओं (उदाहरणार्थ जैसे पर्यावरणीय, सामाजिक और आर्थिक विषयों से संबंधित समस्याएँ) और उनके कारणों को सूचीबद्ध कर सकते हैं, जिनके विषय में आप जानते हैं अथवा जिनसे आप परिचित हैं?

MADHYAM IAS

संसाधन उपयोग, अति उपयोग और संरक्षण के अनेक ऐसे विद्यमान प्रासंगिक और परस्पर संबन्धित मुद्दों की चर्चा अगले अनुभाग में की जाएगी। यहाँ इसका मुख्य उद्देश्य आपको और भावी शिक्षार्थियों को इन समकालीन मुद्दों के प्रति संवेदनशील बनाना है। आप इससे सहमत होंगे कि आज के विद्यार्थी ही कल समाज और अर्थव्यवस्था दोनों में बदलाव लाने के वाहक हो सकते हैं। ऐसा तभी संभव है यदि उनके शैक्षिक लोकाचार को व्यवहार में लाने के लिए संतोषजनक रूप से संवेदनशील बनाया और प्रशिक्षित किया जाए जिससे वे इन्हें दैनिक कार्यों, जीवन और समाज से संबंधित व्यवहार में प्रभावी रूप से ला सकें। इससे निश्चित रूप से उन बहुमूल्य प्राकृतिक संसाधनों के न्यायसंगत उपयोग और संरक्षण के प्रयासों के लिए निश्चित मार्ग आश्वस्त करने और अनुसरण करने के लिए मदद मिलेगी। जो केवल एकमात्र जीवन निर्वहन योग्य पृथ्वी ग्रह पर पाए जाते हैं।

आप जीवोम और पारिस्थितिक तंत्र की संकल्पना के विषय में आगे विस्तार से अपने स्नातक डिग्री कार्यक्रम के चौथे सत्र के पाठ्यक्रम 'पर्यावरणीय भूगोल' में सीखेंगे।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 7

कॉलम एक में दिए गए जीवोम के तत्वों का कॉलम दो में दिए गए उनके विवरण से मिलान कीजिए।

क्र. सं.	प्रकार	विवरण
1	उष्णकटिबंधीय वर्षावन	स्वच्छ या लवणीय जल से जलाक्रांत क्षेत्र
2	सवाना	सदैव हिम से आवृत क्षेत्र
3	मरुस्थलीय जीवोम	मध्य-अक्षांशो की अरण्य भूमि
4	शीतोष्ण घास के मैदान	मध्य-अक्षांशों में घासस्थल
5	शीतोष्ण वन	अत्यंत शुष्क क्षेत्रों में पाये जाने वाले पादप, जंतु और मृदा
6	टुन्ड्रा	उत्तर-ध्रुवीय वृत्त के शीत, वृक्षहीन क्षेत्र
7	पर्वत	उत्थित क्षेत्र
8	जलमयभूमि	सघन वन और भारी वर्षा से पहचाने जाते हैं
9	ध्रुवीय	उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में विस्तृत रूप से फैले घासस्थल

MADHYAM IAS

2.4 पर्यावरणीय चुनौतियाँ और मानव अनुक्रियाएँ

आपने अनुभाग 2.3.2 में सीखा है मानव जाति ने विभिन्न पारिस्थितिकी तंत्रों से विविध प्राकृतिक संसाधनों का दोहन किया है। संसाधनों के दोहन की इस प्रक्रिया से आपूर्ति और मांग की आवश्यकताओं में मेल न होने के कारण प्राकृतिक असंतुलन की स्थिति उत्पन्न हो गई है। अतः इस स्थिति की वजह से अनेक पर्यावरणीय चुनौतियाँ उत्पन्न हो गई हैं। आपको अवश्य ही ऐसी कुछ पर्यावरणीय चुनौतियों की जानकारी होगी, जिनका सामना आपके जिले, राज्य अथवा देश द्वारा किया जा रहा है। यदि ऐसा है तो क्या आप उनमें से कुछेक पर्यावरणीय चुनौतियों को यहाँ सूचीबद्ध कर सकते हैं?

आज की दुनिया में अनेक पर्यावरणीय चुनौतियाँ हैं। आपने ध्यान दिया होगा कि मनुष्य जाति आधुनिक समय में अनेक पर्यावरणीय चुनौतियों का सामना कर रहा है। ये कई प्रकार की विभिन्न स्तरों जैसे स्थानीय, क्षेत्रीय, राष्ट्रीय और अर्न्तराष्ट्रीय स्तरों तक विस्तृत हो सकती हैं। कुछ प्रमुख समस्याओं को यहाँ सूचीबद्ध किया गया है, जिनके विषय में आप संभवतः पहले से जानते होंगे, ये निम्नलिखित हैं :

- जलवायु परिवर्तन
- हिमनदों का सिकुड़ना
- जल, भूमि और वायु प्रदूषण
- ओजोन परत का अवक्षय
- वनोन्मूलन

- मृदा अपरदन
- अनियोजित शहरीकरण
- मरूस्थलीकरण
- औद्योगिक, विषालु और शहरी अपशिष्टों इत्यादि का असुरक्षित निपटान।

ऐसे मुद्दों और चुनौतियों की वजह से विश्व में वैज्ञानिकों पड़ताल के लिए सर्वत्र विषयों में एक विद्यतापूर्ण तर्क-वितर्क की मुहिम उत्पन्न हुई है।

यही नहीं ऐसी चुनौतियाँ लगातार बढ़ती हुई जनसंख्या घनत्वों के अनुरूप संकटपूर्ण ढंग से सर्वत्र भौगोलिक क्षेत्रों में बढ़ते हुए क्रम को अर्जित करती हुई प्रतीत हो रही हैं। आपने अक्सर देखा होगा अथवा समाचार पत्रों/पत्रिकाओं में ऐसी घटनाओं और उनके संभावित कारणों के विषय में अक्सर पढ़ा होगा। क्या आप ऐसे किन्हीं दो प्रकार के महत्वपूर्ण मुद्दों का उल्लेख कर सकते हैं जिनका आपके स्थान अथवा राज्य/देश के नागरिकों द्वारा सामना किया जा रहा है?

इन चुनौतियों को दूर करने के लिए राष्ट्रों अथवा मानव समाजों द्वारा प्राचीन पारंपरिक क्रियाविधियों और वैज्ञानिक जानकारी दोनों को मिलाकर स्वच्छ और उपयुक्त क्रियाविधियाँ विकसित करने का प्रयास किया जा रहा है। इनका मुख्य उद्देश्य प्राकृतिक एवं मानवोद्भवी दोनों कारणों द्वारा उत्पन्न होने वाली क्षतियों और संकटों को कम करना है। प्राकृतिक और मानव जनित संकटों दोनों के द्वारा होने वाली क्षतियों को कम करना है। इस बात को भी ध्यान में रखा जा रहा है कि प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले पदार्थों अथवा अधिक उपयुक्त रूप से पृथ्वी ग्रह पर पाए जाने वाले प्राकृतिक संसाधनों को भी कोई क्षति न पहुंचे। इस पृष्ठभूमि में, आप इस इकाई के आगामी अनुभागों में इन मुद्दों से संबन्धित कुछ प्रमुख कारकों के विषय में पढ़ेंगे।

MADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

2.4.1 संकट और आपदाएँ

आपने अनुभाग 2.4 में पर्यावरणीय चुनौतियों और मानव अनुक्रियाओं के विषय में सीखा है। इस अनुभाग 2.4.1 में आप संकटों और आपदाओं के बारे में सीखेंगे। शाब्दिक रूप से, संकटों और आपदाओं का अर्थ ऐसे किसी भी प्रकार के हानिकारक प्रभावों से है जो या तो प्राकृतिक कारकों अथवा मानवजनित कार्यकलापों द्वारा किसी भौगोलिक क्षेत्र में घटित होते हैं। सबसे प्रमुख प्राकृतिक कारकों में से भूकंप, ज्वालामुखी, भूस्खलन, बाढ़ और सूनामी इत्यादि हैं। प्राकृतिक कारकों की सूची बहुत बड़ी है अतः यह सूची यहाँ पर सिर्फ सांकेतिक है। यदि आप इसके बारे में जानने को उत्सुक हैं तो आप पूरी सूची देखकर इनका विस्तार से पता लगाने के लिए सरकारी वेबसाइट www.nidm.gov.in और www.ndma.gov.in में इनके बारे में खोजबीन कर सकते हैं।

आप में से अनेक को 2001 में गुजरात के भुज जिले के विध्वंसकारी भूकंप और हाल ही में 2013 में उत्तराखंड में आयी आकस्मिक बाढ़ और 2014 में जम्मू कश्मीर, 2018 में केरल और हिमाचल प्रदेश मे आई आकस्मिक बाढ़ों का स्मरण होगा। और आप सभी ने हाल ही में मई 2019 में उड़ीसा और निकटवर्ती पश्चिम बंगाल राज्यों में आए प्रलयकारी महा-चक्रवाती तूफान 'फनी' (जिसका अर्थ सांप का फन है) के बारे में सुना और देखा होगा। यह रिकॉर्ड किया गया है कि इन प्राकृतिक आपदाओं ने प्राकृतिक संपदा, संपत्ति,

मानव और जंतु जीवन तथा बुनियादी सुविधाओं जैसे इमारतों, सड़कों और सेतुओं इत्यादि को अपार क्षति पहँचाई है।

प्राकृतिक आपदाओं से निपटने एवं महत्वपूर्ण तरीके से इनसे होने वाली क्षतियों को कम करने का एक श्रेष्ठ उदाहरण अभी हाल ही में सामने आया है। इसका सम्बन्ध विशेषकर मानव जीवन को होने वाली हानियों को कम करने से है जोकि वर्ष 2019 में उड़ीसा सरकार द्वारा 'फनी' सुपर-चक्रवात के दौरान किए गए सफलतापूर्वक राहत एवं बचाव कार्यों के क्रियान्वयन से संभव हुआ है। इस आपदा के दौरान समयबद्ध वैज्ञानिक तरीकों एवम् कुशल कार्यान्वयन जोकि अग्रसक्रिय युक्तियों का सफल परीक्षण रहा, इन सबके द्वारा मानवीय जीवन को होने वाली क्षतियों को बेहतरीन ढंग से काफी हद तक कम किया गया था (यह सीख इन्होंने 1999 में आए विनाशकारी प्रबल सुपर-चक्रवात के कारण हुई अपार क्षति से ली)। इस बेहतरीन प्रयास की संयुक्त राष्ट्र संघ द्वारा भी प्रशंसा की गई। इस प्रकार के अच्छे और सुदृढ़ पद्धतियों को अतिसंवेदनशील भौगोलिक क्षेत्रों में सर्वत्र संकटों एवं आपदाओं से होने वाली बहुतायत हानियों को क्रमशः काफी हद तक कम करने के लिए अपनाया जा सकता है।

संकट और आपदाएँ मानवीय क्रियाकलापों से भी उत्पन्न हो सकते हैं। ये अनेक प्रकार के हो सकते हैं। क्या आप ऐसे संकटों और आपदाओं के विषय में जानते हैं? व्यापक रूप से आप कह सकते हैं कि नीचे दिए गए ये कार्यकलाप इनको प्रेरित कर सकते हैं :

- प्राकृतिक संसाधनों जैसे जीवाश्म ईंधनों और जल के अति दोहन से;
- अत्यधिक चराई और कृषि के अवैज्ञानिक तरीकों से;
- अत्यधिक जनसंख्या, अवैज्ञानिक तरीकों से औद्योगिकीकरण और अंधाधुंध और अनियोजित शहरीकरण इत्यादि। यह कुछेक कार्यकलापों की सूची है।

मानवनिर्मित संकटों एवं आपदाओं से निपटने के संदर्भ में अनेकों उदाहरण मिलते हैं। इनमें से कुछ प्रमुख उदाहरण हैं : चिपको आंदोलन, अपिको आंदोलन, चिल्का आंदोलन तथा अनेक अन्य उदाहरण जो हमारे देश में घटित हुए हैं। आप इनके बारे में खोजबीन कर एवं पढ़ सकते हैं जिससे आप अपने को और अधिक शिक्षित बना सकें। पर्यावरण के प्रति जागरुकता लाने एवं त्वरित अनुक्रिया को प्रेरित करने के उद्देश्य से समाज के सर्वत्र स्तर पर भारत के प्रधानमंत्री द्वारा शुरू किया हुआ 'स्वच्छ भारत अभियान' (2014–19) बेहतरीन उदाहरणों में से एक है। एक अन्य नवीनतम उदाहरण स्वीडन की स्कूली छात्रा 'ग्रेटा थुनबर्ग' के द्वारा अकेले ही शुरू किए गए जलवायु परिवर्तन विरोधी आन्दोलन से है, इस आन्दोलन ने विश्वभर के बच्चों एवं युवाओं में व्यापक स्तर पर जागरूकता के साथ-साथ उनकी सक्रिय अनुक्रिया का भी अनुमोदन किया। इस आन्दोलन के द्वारा 'ग्रेटा थुनबर्ग' ने हमारे सजीव पृथ्वी ग्रह पर जलवायु परिवर्तन से होने वाली घातक परिणामों से एक पर्यावरणीय समाज सुधारक के रूप में बेहतरीन उदाहरण प्रस्तुत किया है।

आप इससे सहमत होंगे कि दोनो प्रकार के कारकों द्वारा पर्यावरण को अपूरणीय क्षति पहुँचाने की क्षमता होती है। प्रकृति की ऐसी वृहत स्तर पर होने वाली क्षतियाँ भावी पीढ़ियों की अपेक्षाओं को जोखिम में डाल सकती हैं। ऐसा प्रतीत होता है कि आधुनिक आर्थिक विकास के नाम पर मनुष्य विकास के अपेक्षित मार्ग की ओर बढ़ने की अपेक्षा पर्यावरणीय समस्याओं को और अधिक बढ़ा रहा है। पर्यावरण से संबन्धित इन सभी मुद्दों और चुनौतियों का मानव जनसंख्या के आकार से सीधा संबन्ध है, जिसके विषय में आप अगले अनुभाग में पढ़ेंगे।

2.4.2 मानव जनसंख्या के आयाम

आपने पिछले उप-अनुभाग 2.4.1 में संकटों और आपदाओं के विषय में पढ़ा है। यहाँ आपने ये सीखा कि ये दोनों जनसंख्या के आयाम द्वारा काफी हद तक नियंत्रित होते हैं जिसके विषय में आप इस अनुभाग में सीखेंगे। आप इससे सहमत होंगे कि प्रति सैकिन्ड या मिनट और आगामी समय में, समूचे तौर पर मानव जनसंख्या का आयाम पृथ्वी ग्रह पर चिंताजनक स्तर तक बढ़ रहा है। मानव जनसंख्या आयामों और मानवीय कारकों के रोचक उदाहरण पाए जाते हैं। ये दोनो प्रत्यक्ष रूप से संबन्धित हैं और पर्यावरणीय चुनौतियों तथा मानवीय अनुक्रियाओं दोनों की संकल्पनाओं पर अत्यधिक दबाव डालते हैं। उदाहरण के लिए, एक तरफ ऐसे भौगोलिक क्षेत्र हैं जहाँ का जनसंख्या घनत्व सीमित और संगत दबाव भी न्यूनतम से अत्यधिक न्यूनतम तक सीमित है जैसे कि भारत में हिमालय के सुदूर गाँव। दूसरी तरफ अधिकांश क्षेत्रों में अत्यधिक जनसंख्या का घनत्व और संगत दबाव भी उच्च से अत्यधिक उच्चतम होता है, जैसे कि भारत के उर्वर सिंधु-गंगा नदी के मैदान। आप इस मत से भी सहमत होंगे कि ये दोनों चरम स्थितियाँ प्राकृतिक संसाधनों के अनुकूलतम और अति उपयोग के भी संगत होते हैं।

आप इन दोनों चरम स्थितियों की कल्पना और तुलना सुदूर एक गांव और एक महानगर के संदर्भ्र में कर सकते हैं। एक तरफ सुदूर पर्वतीय गांव में कम जनसंख्या होगी और उससे प्राकृतिक संसाधनों को न्यूनतम क्षति होगी। दूसरे परिदृश्य में एक महानगर और दस लाख से अधिक आबादी वाले नगर में अनेक तरीकों से पर्यावरणीय क्षति उत्पन्न होने की संभावना होगी जो कभी-कभी चिंताजनक अनुपात में बढ़ सकती है। उदाहरण के लिए, हम सभी जानते हैं कि अधिकांश भारतीय महानगर जैसे दिल्ली, मुंबई, चेन्नई और कोलकाता संसाधनों की उपलब्धता और जनसंख्या आयामों के बीच निरंतर बढ़ते असंतुलन का सामना कर रहे हैं। इस असंतुलन की समस्याओं की अभिव्यक्ति वायु और जल प्रदूषण, अनियोजित शहरीकरण के रूप में देखी जा सकती है जिसके परिणामस्वरूप अर्थव्यवस्था और मनुष्यों के रहने के स्थान दोनों के खराब चित्रण देखे जा सकते हैं। साथ ही सुबह और शाम को कार्यालय जाते/लौटते समय के दौरान यातायात की परेशानियाँ, ठोस अपशिष्ट पदार्थों का असुरक्षित निपटान और प्रबंधन इत्यादि अन्य गंभीर समस्या वाले मुद्दें हैं।

आपको यहाँ पर पृथ्वी ग्रह से जुड़े मुद्दों और चुनौतियों के प्रकार एवं इनके स्तर के बारे में संवेदनशील बनाने के लिए यह सिर्फ एक सुझावात्मक सूची दी गई है। आप ऐसे दृष्टांतों से परिचित हो सकते हैं। एक ऐसा उदाहरण दिल्ली की प्रदूषण नियंत्रण समितियों द्वारा 'गार्डन ऑफ फाइव सेन्सेस', नई दिल्ली में पांच खान-पान की इकाईयों को बंद करने का आदेश था क्योंकि यह इकाईयां अपरिष्कृत शहरी अपशिष्ट को आसपास के नालों में अपवाहित कर रहीं थी (HT, शुक्रवार, 28 फरवरी, 2014)। शहरी क्षेत्रों में अम्लीय वर्षा हाल की परिघटना वायु प्रदूषण का एक प्रमुख परिणाम है। अभी हाल ही में राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, दिल्ली (एनसीआर) और भारत में अन्यत्र भी वायु प्रदूषण के चिंताजनक स्तर तक बढ़ने से मनुष्य जाति (विशेषरूप से किशोरों और वृद्वजनों) के लिए गंभीर स्वास्थ्य जोखिम उत्पन्न हुए हैं। सरकारी संस्थाओं के लिए यह केवल प्रतिबंधों को लगाने की बजाय सुगम नीतियों को लागू करने के लिए सही समय है। आप इससे सहमत होंगे कि नीतियों के निर्माण और उनके प्रभावी क्रियान्वयन से अनेकों सामाजिक, आर्थिक और पर्यावरणीय समस्याओं के समाधान और उन्हें दूर करने में सहायता मिल सकती है।

MADHAWAN IAS

2.4.3 पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन (E.I.A.)

पर्यावरण प्रभाव मूल्यांकन भूमि विज्ञानों के विषयों में एक तकनीक है। इस तकनीक से विकासात्मक कार्यकलापों द्वारा प्राकृतिक पर्यावरण पर पड़ने वाले दोनों सकारात्मक एवं नकारात्मक प्रभावों को मापने का प्रयास किया जाता है। उदाहरणार्थ, इसमें विभिन्न प्रकार के विकासात्मक संबंधी कार्यकलाप आ सकते हैं जैसे कि वनों की कटाई, जीवाश्म ईधनों का अत्यधिक उपयोग, कृषि का आधुनिकरण एवं यांत्रिकरण (उच्च उपज की किस्मों के बीजों का उपयोग, रासायनिक उर्वरकों का उपयोग, जल का अत्यधिक दोहन और मशीनों का उपयोग इत्यादि), अनियोजित औद्योगीकरण और शहरीकरण इत्यादि और अन्य। क्या आप अपने आसपास ऐसी किसी किस्म की विकासात्मक कार्यकलाप पर विचार कर सकते हैं। यदि हाँ, तब आप इस प्रकार के कार्यकलापों के बारे में लिखिए।

इस तरह के विकासात्मक कार्यकलापों का आमाप एवं आयाम दोनों ही भिन्न हो सकते हैं। इसका मतलब है कि ये कार्यकलाप लघु उद्योगों से लेकर वृहत स्तर के औद्योगिक अथवा बहु तथा पार–राष्ट्रीय परियोजनाएँ इत्यादि जैसी हो सकती हैं। प्राकृतिक पर्यावरण में प्राकृतिक समायोजन की अपनी क्रियाविधियाँ होती हैं जिनके द्वारा प्रकृति अथवा पृथ्वी ग्रह अपने आपको सभी प्रकार के पश्च–प्रभावों जैसे प्राकृतिक, आर्थिक एवं अन्य विकासात्मक परियोजनाओं इत्यादि से पुर्नपूर्ति कर लेती है। यह क्रियाविधि 'समस्थैतिक क्रियाविधि' कहलाती है। पर्यावरण प्रभाव मूल्यांकन एक प्रकार की तकनीक है जिसके द्वारा विकासात्मक परियोजनाओं द्वारा पड़ने वाले प्रभावों का पर्यावरणीय एवं सामाजिक-आर्थिक जैसे विभिन्न पहलुओं पर मूल्यांकन अथवा मापने का शुरू होने से पहले ही प्रयास किया जाता है। आप इस विषय पर ज्यादा विस्तृत जानकारी के लिए अपने चौथे सत्र के पाठ्यक्रम 'पर्यावरण भूगोल' में सीखेंगे।

2.4.4 अनुकूलन और सतत् जीविका

पारिस्थितिक तंत्र आधारित सतत् अनुकूलन का उपगमन स्वयं अपने अर्थ को स्पष्ट करता है। ये इंगित करता है कि किसी भी प्रकार का स्थानिक व्यवसाय उस क्षेत्र विशेष के पारिस्थितिक तंत्र से प्राप्त होने वाले प्राकृतिक संसाधनों के न्यायसंगत, अनुकूलतम अथवा सतत् उपयोग पर दृढ़ता से आधारित होना चाहिए। सभी आर्थिक कार्यकलाप प्रकृति के साथ परस्पर सौहार्द में क्रियान्वित होने चाहिए जिससे पारिस्थितिक तंत्र आधारित सतत् अनुकूलन की संकल्पना को सशक्त करके जलवायु परिवर्तन के प्रभावों का सामना किया जा सके।

आप इससे सहमत होंगे कि इस प्रकार के उपगमन को अपनाने से प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण एवं प्रबंधन को प्रोत्साहन और बढ़ावा मिलेगा जिससे पर्यावरण एवं समाज दोनों की बेहतरी के लिए योगदान करना संभव होगा।

2.4.5 पर्यावरणीय चिंतन

यह संकल्पना प्रत्यक्ष रूप से महात्मा गांधी के द्वारा दिये गये पुराने कथन से संबन्धित है और उसकी पुष्टि करती है, जो कहता है कि पृथ्वी माँ के पास प्रत्येक की आवश्यकता को पूरा करने के लिए सब कुछ है लेकिन लालच को पूरा करने के लिए नहीं। इसका अर्थ है कि सभी भौगोलिक और प्रशासनिक क्षेत्रों, संस्कृति और समाजों की मानव सभ्यताओं को इस एकमात्र रहने योग्य ग्रह पृथ्वी पर इस कथन को व्यवहार में लाना चाहिए। उदाहरण के लिए आप में से अधिकांश संभवतः पहले से जानते होंगे कि जनजातीय समूह जैसे, 'अंडमानी और सेन्टीनेली' जो भारतीय द्वीपसमूहों में रह रहे हैं और 'सान्थाल और बीरोहर' जनजातियों के समूह जो पूर्वी भारत के भागों में रहते हैं यह

प्रकृति के साथ सामंजस्यपूर्ण व्यवहार करते हैं। मनुष्यों और पर्यावरण के बीच पाए जाने वाले ऐसे सौहार्दपूर्ण संबन्धों के अनेक उदाहरण है। इसके साथ ही आप विभिन्न भौगोलिक क्षेत्रों में ऐसी घटनाओं की पड़ताल कर सकते हैं जिससे उनके पारिस्थितिक, सामाजिक-सांस्कृतिक, धार्मिक, आर्थिक ओर चिकित्सीय आयामों को समझ सकें जो कि अत्यधिक महत्व के हो सकते हैं।

आप मानव पर्यावरण संबन्धों की सौहार्दपूर्ण संकल्पनाओं के विषय में विस्तार से मानव भूगोल के दूसरे सत्र के पाठ्यक्रम मे सीखेंगे। दूसरे शब्दों में, मनुष्यों को पर्यावरण की दृष्टि से विचार करने की आवश्यकता है। साथ ही उसे सामाजिक, धार्मिक, राजनीतिक और आर्थिक कार्यकलापों के ऐच्छिक, अनियोजित और खराब पदचिन्हों की बजाय पर्यावरणीय हितैषी पदचिन्ह छोड़ने की आवश्यकता है। मनुष्य जाति को इस तथ्य को ध्यान में रखना चाहिए जिससे वह भावी पीढ़ियों की अपेक्षाओं को उपेक्षित न करें।

आप कह सकते हैं कि पर्यावरणीय दृष्टि से चिंतन करना पहले अनुभाग 2.4.4 में वर्णित की गई पारिस्थितिक तंत्र आधारित सतत् अनुकूलन की संकल्पना को सुदृढ़ता प्रदान करता है।

2.5 सारांश

इस इकाई में आपने निम्नलिखित मुख्य बातों, संकल्पनाओं और मुद्दों के विषय में पढ़ा ओर सीखा है :

- भूमंडल एक व्यापक शब्द है जो पृथ्वी ग्रह के चार प्रमुख घटकों स्थलमंडल, वायुमंडल, जलमंडल और जीवमंडल को प्रदर्शित करता है।
- स्थलमंडल वह स्थान है जहाँ हम रहते हैं और अपने आर्थिक और स्थानिक कार्यकलाप करते हैं।
- वायुमंडल हमें हमारी उत्तरजीविता के लिए सभी आवश्यक तत्व जैसे वायु और जल प्रदान करने के साथ ही सूर्य की हानिकारक किरणों और अंतरिक्ष से गिरने वाले उल्कापिंडो से भी हमारी सुरक्षा करता है।
- जलमंडल हमारे विभिन्न कार्यों के लिए सभी जल संसाधनो जैसे स्वच्छ, हिमीत और लवणीय जल को उपलब्ध कराता है।
- अंत में, चौथा प्रमुख घटक जीवमंडल अन्य तीनों घटकों के विपरीत एक सजीव घटक है। आपने सीखा है कि सभी जीवन प्रकार इस पतली परत में अपना जीवन निर्वाह करते हैं।
- आपने पारिस्थितिक तंत्र (Ecosystem) की संकल्पना के विषय के साथ–साथ उसकी गतिक और विविध प्रकृति के बारे में भी सीखा है। यह प्राकृतिक पर्यावरण की सबसे मौलिक और महत्वपूर्ण इकाई है। यह सजीवों और निर्जीवों के कुल समूहन को उनके भौतिक पर्यावरण के साथ प्रदर्शित करता है।
- इन चारों घटकों के बीच होने वाली अन्योन्यक्रियाओं के द्वारा आपने यह सीखा कि कोई भी अकेला घटक केवल अपने आप जीवन नहीं जी सकता है। इसलिए यह घनिष्ठ रूप से गूंथी हुई अन्योन्यक्रियाओं एवं परस्पर संबंधित क्रियाओं का जाल है जो विभिन्न प्रक्रियाओं को सहायता देता है और पृथ्वी ग्रह पर पाये जाने वाले सभी जीवन के प्रकारों को भी चलाता है।
- हाल के वर्षो में, जनसंख्या में अत्यधिक वृद्धि के कारण, सभी चारों घटकों में अनेकों परिवर्तन होने लगे हैं जिनकी वजह से चुनौतियाँ उत्पन्न हो रही हैं। अनेकों चुनौतियाँ जैसे जलवायु परिवर्तन, प्रदूषण, भूस्खलन, बाढ़ और अनेक अन्य परिवर्तन चिंताजनक अनुपात में बढ़ गए हैं। आपने सीखा है कि किस प्रकार मनुष्य जाति

MAHENDRA MAS 'way to achieve your dream'

पर्यावरणीय चुनौतियों से संघर्ष करके इनको दूर करने के लिए मानव अनुक्रियाएँ विकसित कर रहा है।

- पूर्ण रूप से, आपने पृथ्वी ग्रह और उसके घटकों, उनके परस्पर संबन्धों और पर्यावरणीय चुनौतियों तथा मानव अनुक्रियाओं के विषय में सीख लिया है।

2.6 अंत में कुछ प्रश्न

1. पर्यावरण को परिभाषित कीजिए और उसके महत्व को बताइए।
2. उपयुक्त उदहारणों सहित पारिस्थितिक तंत्र की संकल्पना पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
3. शब्द EIA अर्थात् 'पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन' को परिभाषित कीजिए।
4. अनुकूलन और सतत् आजीविका तथा पर्यावरण की दृष्टि से चिंतन करने से आपका क्या अभिप्राय है? समझाइए।

2.7 उत्तर

बोध प्रश्न

1. जीवमंडल = जीवन, वायुमंडल = वायु, स्थलमंडल = भूमि, जलमंडल = जल। भूमंडल में चारों घटक सम्मिलित होते हैं।
2. a) स्थलमंडल की औसत मोटाई 100 किलोमीटर है। b) स्थलमंडल भूपर्पटी का बना है c) स्थलमंडल की भूपर्पटी का वह भाग जो महासागरों से आवरित है महासागरीय भूपर्पटी कहलाता है। d) स्थलमंडल मृदा और अवसादों का स्रोत है। e) स्थलमंडल विभिन्न प्रकार की शैलों से बना है।
3. b) और c)
4. a) और b)
5. a) जीवमंडल भूमंडल का चौथा सबसे महत्वपूर्ण और सजीव घटक है।
   b) यह एकमात्र सजीव घटक है, जबकि अन्य तीन निर्जीव घटक हैं।
   c) इसमें पृथ्वी के समस्त जीवन प्रकारों के साथ ही स्थलमंडल, वायुमंडल और जलमंडल के भाग सम्मिलित हैं जो जीवन के निर्वहन के लिए भौतिक पर्यावरण प्रदान करते हैं।
   d) जीवाश्म ईंधनों में कोयला, तेल और गैस सम्मिलित हैं।
   e) जीवाश्म ईंधनों के दहन से कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड और कार्बन मोनोऑक्साइड जैसी गैसें जीवमंडल के संकीर्ण क्षेत्र में वृद्धि करती है।
6.

क्र. सं.	कॉलम I (घटक)	कॉलम II (परिभाषा)
1.	स्वपोषी	सजीव
2.	अजैविक	निर्जीव
3.	परपोषी	पादपों और जंतुओं से ऊर्जा प्राप्त करते हैं।
4.	अपघटक	जीवाणु, कवक अथवा फंजाई और सूक्ष्मजीव

अपघटक जीवाणु, कवक और सूक्ष्मजीवों से बने होते हैं। यह जैव पदार्थों को तेजी से अपघटित करने में सहायक होते हैं।

MADHYAM IAS 'way to achieve your dream'

7.

क्र. सं.	प्रकार	विवरण
1	उष्णकटिबंधीय वर्षावन	सघन वन और भारी वर्षा से पहचाने जाते हैं
2	सवाना	उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में विस्तृत रूप से फैले घासस्थल
3	मरूस्थल जीवोम	अत्यंत शुष्क क्षेत्रों में पाये जाने वाले पादप, जंतु और मृदा
4	शीतोष्ण घास के मैदान	मध्य-अक्षांशों में घास स्थल
5	शीतोष्ण वन	मध्य-अक्षांशो की अरण्य भूमि
6	टुन्ड्रा	उत्तर-ध्रुवीय वृत्त के शीत, वृक्षहीन क्षेत्र
7	ध्रुवीय	सदैव हिम से आवृत क्षेत्र
8	जलमयभूमि	स्वच्छ या लवणीय जल से जलाक्रांत क्षेत्र
9	पर्वत	उत्थित क्षेत्र

अंत में कुछ प्रश्न

1. आप अपना उत्तर देते समय पर्यावरण के अर्थ एवं महत्व को समाविष्ट कीजिए। आप इसके लिए उपभाग 2.2.2 को देख सकते हैं।
2. इस प्रश्न का उत्तर देने के लिए आपको पारिस्थितिक तंत्र को पर्यावरण की एक मूल इकाई के रूप में उपयुक्त तरीके से परिभाषित करना चाहिए। आपका उत्तर व्यापक रूप से पारिस्थितिक तंत्र में सर्वत्र होने वाले पदार्थ और ऊर्जा के आदान-प्रदान को भी सम्मिलित करना चाहिए। आप इसका उत्तर देने के लिए उप-अनुभाग 2.4.3 को देख सकते हैं।
3. आपको अपने उत्तर में पर्यावरणीय प्रभाव आंकलन एवं इसकी उपयोगिता को परिभाषित करना चाहिए। आप उप-अनुभाग 2.4.3 को देख सकते हैं।
4. अपना उत्तर देते समय आपको पर्यावरणीय चिंतन अनुकूलन तथा सतत् आजीविका के साथ–साथ पर्यावरण की दृष्टि से चिंतन करने के महत्वपूर्ण नियमों को समाविष्ट करना चाहिए। ऐसा करते समय, आप उपयुक्त उदाहरणों को प्रस्तुत करते हुए विभिन्न आर्थिक क्रियाकलापों के बारे में चर्चा कर सकते हैं। आप इसके लिए उप-अनुभाग 2.4.4 और 2.4.5 को देख सकते हैं।

2.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

1. Bryant, H. R. (2001). Physical Geography. New Delhi: Made Simple Rupa and Company.
2. http://cos.arizona.edu/outreach/biosphere-2, accessed on June 14, 2018 at 15:53.
3. Hindustan Times, Friday, February 28, 2014.
4. Lutgens, F.K., & Tarbuck, E.J. (2011). Foundations of Earth Science, New Jersey: Pearson.
5. सिंह सविन्द्र : भौतिक भूगोल, वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर।
6. भल्ला व अग्निहोत्री : भौतिक भूगोल, कुलदीप पब्लिकेशन्स, जयपुर।
7. शर्मा, एच.एस., शर्मा एम.एल., मिश्रा, आर.एन. : भौतिक भूगोल, पंचशील प्रकाशन, जयपुर।

MAADHYAM IAS

इकाई 3

पृथ्वी का आन्तरिक भाग- संरचना और संयोजन

इकाई की रूपरेखा

3.1 प्रस्तावना
उद्देश्य

3.2 मौलिक संकल्पनाएँ
एक ठोस पिंड के रुप में पृथ्वी और पृथ्वी का आन्तरिक भाग
शैल चक्र
परतें और असांतत्यताएँ

3.3 पृथ्वी के आन्तरिक भाग की तापीय और भौतिक अवस्था
तापमान
दाब
घनत्व

3.4 पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के सिद्धान्त
एडवर्ड स्वेज
वान डेर ग्रेट
आर्थर होम्स
भूकंप विज्ञान और पृथ्वी का आन्तरिक भाग

3.5 सारांश

3.6 अंत में कुछ प्रश्न

3.7 उत्तर

3.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

MAADHYAM IAS

3.1 प्रस्तावना

इकाई 1 और 2 में आपने पृथ्वी और सौरमंडल की उत्पत्ति के विभिन्न सिद्धान्तों और एक सजीव ग्रह के रूप में पृथ्वी के विषय में सीखा था। जैसा कि आपने सीखा है, अनेक सिद्धान्तों में पृथ्वी की उत्पत्ति के लिए भिन्न-भिन्न तर्क दिए गए हैं। आपने इकाई 1 और 2 में यह भी सीखा था कि सूर्य ऊर्जा का मुख्य स्रोत है जो पृथ्वी की सतह और उसके नीचे भी सभी प्रकार के जीवन तथा संबन्धित प्रक्रियाओं को संचालित करता है।

इस इकाई में, हम पृथ्वी के आन्तरिक भाग, उसकी संरचना और संयोजन के विषय में ध्यान केन्द्रित करेंगें। हम इकाई का आरंभ पृथ्वी ग्रह से संबन्धित मौलिक

संकल्पनाओं से करेंगे और एक ठोस पिंड के रूप में पृथ्वी, पृथ्वी के आंतरिक भाग, शैल चक्र के साथ ही परतों और असांतत्यताओं की व्याख्या करेंगे (अनुभाग 3.2)। आप सीखेंगे कि ये सभी संकल्पनाएँ एक दूसरे के साथ परस्पर संबन्धित हैं जो पृथ्वी की आन्तरिक प्रक्रियाओं, संरचना और संयोजन का जटिल तंत्र बनाती हैं।

पृथ्वी की आन्तरिक संरचना और संयोजन की पहचान इसकी तापीय और भौतिक अवस्था से होती है। इनको समझने के लिए, आपको इसकी तापीय और भौतिक अवस्था के विषय में सीखना चाहिए, जिसकी चर्चा हम अनुभाग 3.3 में करेंगे। अनुभाग 3.4 को पढ़ते समय आप विभिन्न भूवैज्ञानिकों द्वारा प्रतिपादित किए गए कुछ महत्वपूर्ण सिद्वान्तों के विषय में सीखेंगे।

आप अनुभव करेंगे कि भूकंप विज्ञान पृथ्वी के आन्तरिक भाग के अध्ययन के लिए महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है और एक वैज्ञानिक आधार भी प्रदान करता है। फिर आगे अनुभाग 3.5 में आप इन दोनों के बीच के जटिल संबन्ध के विषय में सीखेंगे।

मुख्यतः, इस इकाई में आपको पृथ्वी के आंतरिक भाग, इसकी संरचना और संयोजन के विषय से परिचित कराया गया है। अगली इकाई में, आप समस्थितिकी की संकल्पना के विषय में सीखेंगे।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- ❖ मौलिक संकल्पनाओं जैसे पृथ्वी एक ठोस पिंड के रूप में, पृथ्वी का आन्तरिक भाग, शैल चक्र के साथ ही परतों और असांतत्यताओं इत्यादि विषयों का वर्णन कर सकेंगे;
- ❖ पृथ्वी के आंतरिक भाग की तापीय और भौतिक अवस्था की व्याख्या कर सकेंगे;
- ❖ विभिन्न भूवैज्ञानिकों द्वारा प्रतिपादित की गई पृथ्वी की आन्तरिक संरचना को समझा सकेंगे; और
- ❖ भूकंप विज्ञान और पृथ्वी के आन्तरिक भाग की संकल्पना को परिभाषित कर सकेंगे।

MADHYAM IAS 'way to achieve your dream'

3.2 मौलिक संकल्पनाएँ

जैसा कि हम जानते हैं मौलिक संकल्पनाएँ किसी भी अध्ययन क्षेत्र में अध्ययन के विषयों अथवा ज्ञान की शाखाओं का आधार होती हैं। आप इससे सहमत होंगे कि मौलिक संकल्पनाओं में प्रज्ञता न सिर्फ अध्ययन की जाने वाली घटना को समझने में समर्थ बनाता है बल्कि भविष्य में अध्ययन करने के लिए स्रोत की तरह भी काम करता है।

3.2.1 एक ठोस पिंड के रूप में पृथ्वी और पृथ्वी का आंतरिक भाग

पृथ्वी विभिन्न परतों से निर्मित है अथवा एक ठोस पिंड है और यह माना जाता है कि ये पिंड शैलों और अन्य सामग्रियों के समूहन हैं। एक ठोस पिंड अथवा परत के रूप में पृथ्वी का अर्थ समुचित रूप में शैलों के क्षेत्र से है। आपने इकाई 2 के

अनुभाग 2.2.1 में पृथ्वी के स्थलमंडल के विषय में जो विस्तार से पढ़ा है उसे स्मरण कर सकते हैं। क्या आप जानते हैं कि पृथ्वी की सतह के लगभग 16 किलोमीटर नीचे पृथ्वी के तत्वों का तीन चौथाई से अधिक तत्व शैल पदार्थों से निर्मित है। मूलरूप से, शैलों का अध्ययन शैल विज्ञान (भूविज्ञान की एक शाखा) का विषय क्षेत्र है। इसका संबन्ध शैल तंत्र से है जो किसी विशिष्ट खनिज अथवा उनके सम्मुच्चयों से निर्मित होता है। यह खनिज तत्व ही हैं जो पृथ्वी के भूपर्पटी को बनाने में सहायक होते हैं।

पृथ्वी का आंतरिक भाग तीन परतों में व्यवस्थित है, भूपर्पटी (Crust), प्रावार (Mantle) और क्रोड (Core)। आप इसकी कल्पना सामान्य शब्दों में एक उबले हुए अंडे को छिलने की प्रक्रिया से कर सकते हैं, इसकी बाह्य सख्त एवं पतली परत भूपर्पटी से, मध्य परत प्रावार से और आंतरिक परत क्रोड की तरह दिखती है। पृथ्वी के आंतरिक भाग को अध्ययन करने का सबसे प्रचलित और विश्वसनीय स्रोत **भूकंप विज्ञान** है जिसके विषय में आप अनुभाग 3.4 में सीखेंगे। भूगोल विषय में पृथ्वी के आंतरिक भाग में परतों की व्यवस्था का अध्ययन किया जाता है। आइए हम शैल चक्र का अध्ययन करते हैं जो विशिष्ट रूप से भू-विज्ञान का विषय है। यह पृथ्वी के इतिहास, इसकी संरचना एवं संयोजन का विस्तार से अध्ययन करता है। मौसम विज्ञान की शाखा के अतिरिक्त, भू-विज्ञान में भौमिकी की प्रत्येक शाखा का अध्ययन किया जाता है।

आप इस बेबसाइट http://nationalgeographic.com/science/space/solarsystem/earth में 'पृथ्वी 101' नामक शीर्षक की एक लघु वृत चलचित्र को देख सकते हैं। और पृथ्वी ग्रह एवं इसके आन्तरिक भागों के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए अन्य प्रासंगिक ऑनलाइन संसधानों में खोजबीन कर सकते हैं।

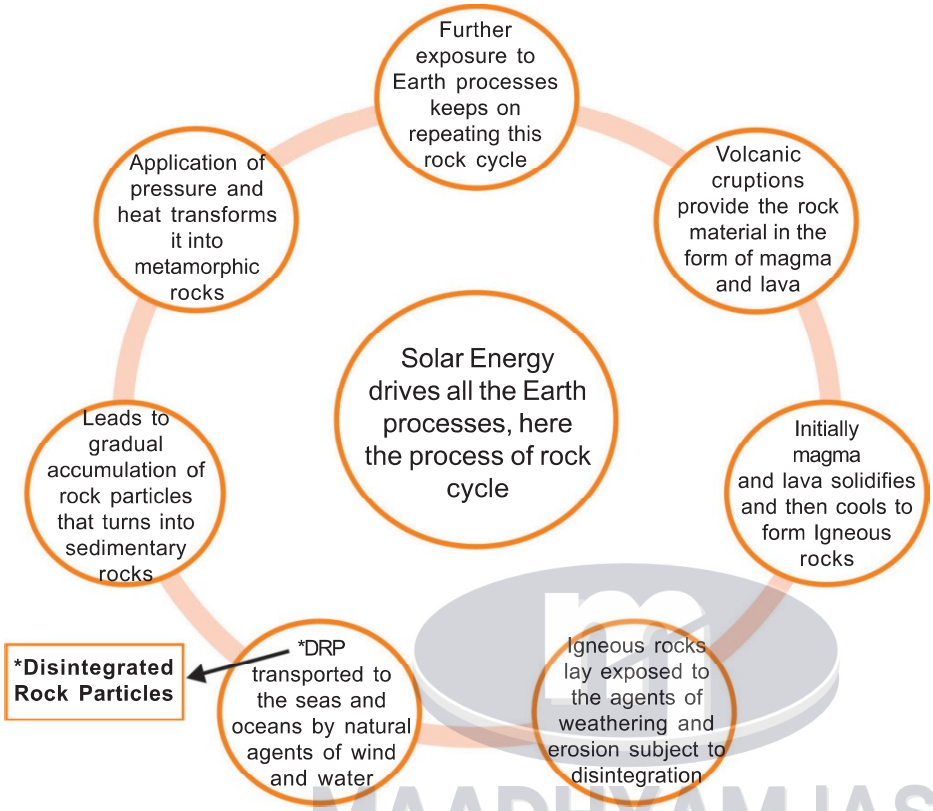
3.2.2 शैल चक्र

आप किसी भी सतत् गतिविधि के विषय में सोच सकते हैं। उदाहरण के लिए चार विशिष्ट वार्षिक मौसम चक्र जैसे बसंत ऋतु, ग्रीष्म ऋतु, शरद् ऋतु और शीत ऋतु और अनेक अन्य गतिविधियाँ जैसे पोषक चक्र, कार्बन चक्र, जलचक्र अथवा उत्तरोत्तर कृषि वर्षो में गेहूँ, चावल या सरसों इत्यादि की बुआई और कटाई इत्यादि से संबंधित चक्र। इसी प्रकार शैल चक्र का संबंध पृथ्वी के भूपर्पटी यानी स्थलमंडल पर पाए जाने वाले विभिन्न शैल प्रकारों के निरंतर संगठन और पुर्नसंगठन के बारे में उल्लेख देने से है। आप इसे चित्र 3.1 में दर्शाए गए निम्नलिखित उदाहरण द्वारा समझ सकते हैं। मैग्मा और लावा के ठोसीकरण की प्रक्रिया के तुरंत पश्चात् **आग्नेय शैल** गठित हो जाते हैं। आप इसकी कल्पना किसी इमारत की दीवारों के निर्माण के तुरंत पश्चात् जोड़ने वाली प्रक्रिया के दौरान कर सकते हैं। शैल पदार्थों का आगमन पृथ्वी की मध्य भीतरी परत अर्थात् प्रावार से ज्वालामुखी विस्फोट से होता है। इनका गठन होने के बाद आग्नेय शैल, पृथ्वी की सतह पर अपक्षयण और अपरदन के कारकों के सम्मुख अनावृत हो जाते हैं। इन कारकों के द्वारा आग्नेय शैल छोटे टुकड़ों में खंडित हो जाते हैं। इसके अतिरिक्त अनाच्छादन (Denudation) के कारक, उदाहरण के लिए पवन (वातोढ़) और जल (नदीय) इन छोटे शैल कणों को ले जाकर सागरों और महासागरों में निक्षेपित कर देते हैं। आप इनके विषय में इस पाठ्यक्रम के खण्ड 2 की इकाई 8 और 9 में सीखेंगे।

क्या आपने कभी उत्त्सुकता से विचार किया है कि इन छोटे शैल कणों के संचित हो जाने के बाद इनका क्या होता है? सागर तल की गहराई में निरंतर संचयन की प्रक्रिया से समय के साथ, ये अवसादी शैलों में रूपांतरित हो जाते हैं जो कि चित्र 3.1 में दर्शाया गया है।

क्या आपने कभी सोचा है कि कायांतरित शैल कैसे गठित होते हैं? कायांतरी शैलों का निर्माण दाब और ताप की एकल एवं परस्पर क्रिया द्वारा होता है। जब कायांतरी

शैल अनावृत्त होते हैं तो ये समय के चक्र के साथ अवसादी शैलों में परिवर्तित हो सकते हैं। शैल चक्र की प्रक्रिया अंतहीन है। अधिकतर शैल पदार्थ निरंतर पुर्नचक्रित होते रहते हैं, जो पृथ्वी के भूपर्पटी पर पाए जाने वाले शैलों के निर्माण और नष्ट हो जाने के अनुरूप होता है।



चित्र 3.1: शैल चक्र।

3.2.3 परतें और असांतत्यताएँ

आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि किस प्रकार परतों के विशिष्ट एवं जटिल तंत्र तथा असांतत्यताएँ शैल चक्र में विद्यमान होते हैं। पृथ्वी की आंतरिक परतों के विषय में जानकारी हेतु सर्वाधिक विश्वसनीय स्त्रोतों में से एक स्त्रोत भूंकपीय तरंगों के यथार्थ अध्ययन से प्राप्त होता है। आप इनसे भलीभांति परिचित हैं, ये वे तरंगें हैं जो कंपन उत्पन्न करती हैं जिसके परिणामस्वरुप भूकंप आते हैं। भूकंपीय तरंगें या तो प्राकृतिक अथवा व्यवस्थित पर्यावरण में कृत्रिम रूप से प्रेरित हो सकती हैं। भूकंपीय तरंगों की गति के आधार पर, तीन मुख्य परतों की पहचान उनकी असांतत्यताओं के साथ सामान्य रूप से पहचानी जाती हैं। ये भूपर्पटी, प्रावार और क्रोड परतें हैं। भूकंपीय तरंगें दो प्रकार की हो सकती हैं अर्थात् सतही और कायिक तरंगें। इसके अतिरिक्त ये तीनों मुख्य परतें भूकंपीय तरंगों की परिवर्तनशील गति के आधार पर उप-परतों में विभाजित की जाती हैं। आप इन सभी परतों और उनकी असांतत्यताओं के विषय में विस्तार से इस इकाई के अनुभाग 3.4 में सीखेंगे।

बोध प्रश्न 1

शैल चक्र की संकल्पना को समझाइए।

समय सीमा 5 मिनट

3.3 पृथ्वी के आन्तरिक भाग की तापीय और भौतिक अवस्था

आप सोच रहे होंगे कि पृथ्वी के आन्तरिक भाग की तापीय और भौतिक अवस्था से हमारा क्या अभिप्राय है। इससे हमारा अभिप्राय तीन मुख्य प्राचलों तापमान, दाब और घनत्व के अध्यनन से है। ये सभी प्राचल पृथ्वी की आंतरिक एवं बाह्य परतों के संदर्भ में वर्तमान तथा भावी विकास के निर्माण हेतु उत्तरदायी होते हैं।

इन तीनों प्राचलों के वैज्ञानिक विश्लेषण से आप पृथ्वी के आन्तरिक भाग में अन्तर्निहित विवरणों को समझने में सक्षम होंगे। इसके बाद आप पृथ्वी के आन्तरिक भाग की सक्रियता को बेहतर तरीके से समझने में निपुण हो सकेंगे।

3.3.1 तापमान

जैसा कि विदित है आप तापमान के अर्थ से परिचित होंगे। आप सभी इस बात से सहमत होंगे कि किसी भी दिए गए प्रकार के पर्यावरण/स्थान/जगह अथवा भौगोलिक क्षेत्र में जीवन जीने और पोषण के लिए सभी प्रकार की वनस्पतियों और जीव-जगत के साथ-साथ ही मनुष्यों को भी एक निश्चित अनुपात में तापमान के मान की आवश्यकता होती है। आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि गहराई बढ़ने के साथ तापमान भी बढ़ता है। इसी प्रकार, इसके अतिरिक्त आप मौसम विज्ञान के खण्ड 3 में यह जानेंगे कि पृथ्वी की सतह पर भी ऊंचाई बढ़ने के साथ तापमान भी बढ़ता है। औसतन, पृथ्वी के आन्तरिक भाग में प्रति 32 मीटर की गहराई पर तापमान 1°C बढ़ता है। इस दर से तापमान के बढ़ने से पृथ्वी की क्रोड परत का तापमान 4000°C के आसपास प्रमाणित होने की उम्मीद की जाती है। आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि इस दर से 48 किलोमीटर की गहराई में दुर्बलतामंडल (Asthenosphere) में तापमान की दर 1200-2000°C तक परिवर्तित होने की संभावना रहती है। आप इससे सहमत होंगे कि तापमान मानों के इतने उच्च अनुक्रम में, नीचे स्थित शैलों और उनके खनिज तत्वों का आकार, संरचना और गुण इत्यादि पूरी तरह से परिवर्तित हो सकते हैं। आप ऐसे परिवर्तन को ठोस से तरल अवस्था में विभिन्न प्रकार के खनिजों और उनके घटकों में विभिन्न मात्रा में देख सकते हैं।

आप चकित होंगे कि इन्हीं कारणों की वजह से, ज्वालामुखी विस्फोट का उद्गम स्रोत पृथ्वी के आन्तरिक भाग में 42 किलोमीटर की गहराई में माना जाता है। लेकिन, यह पृथ्वी के अंदर सिर्फ शुरुआत की 8 किलोमीटर की गहराई तक के लिए सच है क्योंकि इसके बाद तापमान के मानों को मापना बहुत कठिन होता है। तापमान के मानों में 100 किलोमीटर से आगे की गहराई में क्रमशः कमी होती जाती है। इसका कारण दो ताप संवेदी रेडियोधर्मी खनिजों यूरेनियम और थोरियम की उपलब्धता में नियमित रूप से कमी होते जाना है (सिंह, एस. 2012)।

3.3.2 दाब

संभवतः आपको ये जानने की उत्सुकता होगी कि पृथ्वी के क्रोड परत का घनत्व अत्यधिक होने के क्या कारण हैं। पारंपरिक मत के अनुसार एक के ऊपर एक शैल परतों की व्यवस्था होने के कारण उच्च दाब का निर्माण होता है। यह एक सहजता

से ज्ञात तथ्य है कि शैल परतों के द्वारा ऊपर से पड़ने वाला दाब शैलों के घनत्व को आसानी से बढ़ा देता है। इसके अतिरिक्त गहराई में वृद्धि के साथ दाब में भी वृद्धि होती है।

यद्यपि यह मत पूरी तरह से सत्य नहीं है क्योंकि किसी दिए गए शैल प्रकार के घनत्व का एक **प्रभावसीमा मान** (Threshold value) होता है जिसके बाद घनत्व बढ़ने से रुक जाता है। अतः सिर्फ ऊपर से पड़ने वाला दाब अकेले ही बहुत अधिक हद तक स्थलमंडल के नीचे स्थित शैलों के घनत्व को नहीं बढ़ा सकता है। इस निष्कर्ष से पुनः इस तथ्य का पता चलता है कि पृथ्वी की क्रोड की परतें सघन धात्विक पदार्थ से निर्मित हो सकती हैं जिनका घनत्व सहज रूप से बहुत अधिक होता है। लेकिन, वैज्ञानिक अध्ययनों ने ये तथ्य स्पष्ट किया है कि पृथ्वी की क्रोड परत लोहा और निकल नामक दो भारी धात्विक घटकों के द्वारा निर्मित हुई है। इसकी पुष्टि पृथ्वी के आंतरिक भाग के भूकेन्द्रिक चुंबकीय क्षेत्र के आधार पर भी हो गई है। क्रिस्टलीय शैल परतों में से एक परत पृथ्वी के धात्विक क्रोड के सबसे ऊपरी भागों को घेरे रहती है।

प्रभावसीमा मान का मतलब उस मान से है जब किसी दिए गए पदार्थ अथवा सामग्री को इष्टतम आवश्यक मान प्राप्त होता है।

3.3.3 घनत्व

औसत रूप से, पृथ्वी के आंतरिक भाग का घनत्व 5.5 है। लेकिन महाद्वीपीय शैलों अर्थात् ऊपरी सतही परतों में ये 2.7 पाया गया है जिसमें ग्रेनाइटी शैल एवं सियाल यानी सिलिका और एल्युमीनियम होते हैं। पृथ्वी वैज्ञानिकों, विशेषरूप से भूविज्ञानिकों द्वारा ये भी माना जाता है कि पदार्थ का घनत्व गहराई के समानुपात में बढ़ता जाता है। दूसरे शब्दों में, आप यह कह सकते हैं कि पदार्थ का घनत्व तब बढ़ता है, जब आप पृथ्वी के आंतरिक भाग में गहराई तक जाते हैं।

MADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि क्रोड परतों में पाए जाने वाले पदार्थों का घनत्त्व जल की तुलना में लगभग दर्जनों गुना अधिक सघन होता है। लोहा और निकेल जिन्हें संयुक्त रूप से 'निफे' (Nife) कहते हैं यह पृथ्वी के आन्तरिक भाग क्रोड के निर्माण में सहायक होते हैं। मध्य परतों में घनत्व 4.3 पाया जाता है जो सीमा (Sima) यानी सिलिका और मैग्नेशियम से निर्मित होती है। स्पष्ट रूप से, पदार्थ जितना भारी होगा, उसका घनत्व भी परिणामस्वरुप अधिक होगा।

बोध प्रश्न 2

समय सीमा 5 मिनट

संक्षेप में पृथ्वी के आंतरिक भाग के तापमान, दाब और घनत्व की स्थितियों पर चर्चा कीजिए।

3.4 पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के सिद्धान्त

अनेक पृथ्वी वैज्ञानिकों द्वारा पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के संदर्भ में विभिन्न सिद्धांत प्रतिपादित किए गए हैं। इनमें से कुछेक प्रमुख सिद्धांतों की व्याख्या आपको इसके संदर्भ में व्यापक जानकारी देने के उद्देश्य से निम्न रूप से की गई है।

3.4.1 एडवर्ड स्वेस

इनका सिद्धांत पृथ्वी की आन्तरिक संरचना से संबंधित रासायनिक लक्षणों की जानकारी देने से संबंधित है।

इन्होंने बताया कि अवसादी शैलों की एक पतली परत जिसकी मोटाई अत्यधिक कम है पृथ्वी के भूपर्पटी को घेरे रहती है। यह क्रिस्टलीय शैलों से निर्मित होती है, जिसमें खनिज के रूप में सिलिकेट होते हैं। इनमें पाए जाने वाले दो सबसे प्रमुख खनिज तत्व माइका (अभ्रक) और फेल्सपार हैं। हल्का सिलिकेट पदार्थ इसके ऊपरी भाग को बनाता है जबकि भारी सिलिकेट पदार्थ इसके निचले भाग का निर्माण या निर्धारण करता है। इस वैज्ञानिक ने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना को तीन मंडलों में वर्गीकृत किया, जिसकी व्याख्या नीचे दी गयी है।

i) **सियाल** (Sial) : सियाल दो शब्दों Si+Al से मिलकर बना है जो सिलिका और एल्यूमीनियम को लक्षित करते हैं। ये पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के बाह्य अवसादी आवरण के नीचे स्थित होती है। औसत रूप से, इसका घनत्व 2.9 है और ये मोटाई में 50 से 300 किलोमीटर तक परिवर्तित होती है। इस परत की पहचान अम्लीय पदार्थो की अतिरिक्त उपलब्धता के साथ-साथ पोटैशियम, सोडियम और एल्यूमीनियम इत्यादि के सिलिकेटस से भी होती है। पृथ्वी ग्रह के प्रमुख संरचनात्मक भाग अर्थात् महाद्वीप सियाल परत से निर्मित हुए हैं।

ii) **सीमा** (Sima) : सियाल के ठीक नीचे स्थित परत सीमा (Sima) कहलाती है। यह बेसाल्ट पदार्थ से निर्मित होती है। सीमा ज्वालामुखियों से सक्रिय अवस्था में निकलने वाले मैग्मा और लावा का एकमात्र स्रोत है। यह दो शब्दों Si+Ma से मिलकर बना है जो Si सिलिका और Ma मैग्नेशियम को प्रदर्शित करता है। अतः सिलिका और मैग्नेशियम दो प्रमुख खनिज तत्व हैं। इसका औसतन घनत्व 2.9 से 4.7 तक परिवर्तित हो सकता है। इसकी मोटाई भी 1000 से 2000 किलोमीटर तक परिवर्तित हो सकती है। इस परत की पहचान प्रचुर मात्रा में आधार सामग्री की उपलब्धता से होती है, जिनमें कैल्सियम, आयरन और मैग्नेशियम इत्यादि के सिलिकेट सम्मिलित होते हैं।

iii) **निफे (Nife)** : यह सीमा (Sima) की मध्य परत के नीचे स्थित होती है। इसमें निकिल (Ni) और फेरियम (Fe) दो प्रमुख खनिज होते हैं। निफे का घनत्व बहुत उच्च होता है क्योंकि इसमें प्रमुख रूप से भारी धातुएँ पायी जाती हैं। इसकी मोटाई 6880 किलोमीटर है। आयरन अर्थात् फेरियम की उपलब्धता दो गुणों दृढ़ता और चुंबकत्व को दर्शाती है।

स्वेस ने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना को तीन परतों सियाल, सीमा और निफे में विभाजित किया, जिसमें सामान्यतः एक या एक से अधिक सामान्य विशेषताएँ पाई जाती हैं।

3.4.2 वान डेर ग्रेट

इन्होंने पृथ्वी के आन्तरिक भाग को चार परतों में वर्गीकृत किया है। इनके विविध गुणों को सारणी 3.1 में वर्णित किया गया है।

MAAPHYAM IAS

सारणी 3.1 : वान डेर ग्रेट के अनुसार पृथ्वी की आन्तरिक परतें

क्र.सं.	परतें	मोटाई	घनत्व
i)	बाह्य सियाल	• महाद्वीपों के नीचे 60 किलोमीटर • अटलांटिक महासागर के नीचे 20 किलोमीटर • प्रशांत महासागर के नीचे नहीं पाई जाती है।	2.75-2.9
ii)	आंतरिक सिलिकेट प्रावार	60-1140 किलोमीटर	3.1-4.75
iii)	मिश्रित धातुओं और सिलिकेटों का क्षेत्र	1140-2900 किलोमीटर	4.75-5.0
iv)	धात्विक केन्द्रक	2900-6371 किलोमीटर	11.0

स्त्रोतः सिंह, स., 2012, भौतिक भूगोल.

इनकी योजना पृथ्वी की आन्तरिक परतों, संख्या, मोटाई और घनत्व इत्यादि के गुणों में परिवर्ती आंकड़ों को प्रदर्शित करती है। इस योजना के विपरीत अधिकांश पृथ्वी वैज्ञानिकों ने एक सर्वव्यापी प्रतिरुप की उत्कृष्ट पहचान की है जिसमें पृथ्वी की आन्तरिक संरचना में तीन परतें बताई गई है, जिसकी व्याख्या निम्नलिखित रूप में की गई है :

i) **स्थलमंडल** (Lithosphere) : यह अधिकतर ग्रेनाइटी शैलों से निर्मित हुआ है जिसकी औसत मोटाई 100 किलोमीटर है। इसमें सिलिका और एल्यूमीनियम दो प्रमुख खनिज पदार्थ पाए जाते हैं। स्थलमंडल का औसत घनत्व 5.6 है।

ii) **उत्तापमंडल** (Pyrosphere) : इसमें मुख्य घटक बेसाल्ट खनिज पदार्थ पाये जाते हैं। इस परत की मोटाई 2780 किलोमीटर और औसत घनत्व 5.6 है।

iii) **गुरूमंडल** (Barysphere) : इसमें लोहा और निकल दो प्रमुख खनिज पदार्थ पाए जाते हैं। यह परत लगभग 200 किलोमीटर तक क्रोड तक विस्तारित है। औसत घनत्व 8 से 11 तक परिवर्तित होती है।

3.4.3 आर्थर होम्स

ए. होम्स ने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना को दो प्रमुख परतों अर्थात् ऊपरी और निचली परत में वर्गीकृत किया है। ऊपरी परत का नाम भूपर्पटी है। ई. सुएस द्वारा प्रतिपादित सियाल परत और सीमा के ऊपरी भाग इस परत का निर्माण करते हैं। निचली परत को अधः स्तर (Substratum) नाम दिया गया है। यह ई. सुएस की सीमा (Sima) परत के निचले भागों से निर्मित हुई है। सियाल (Sial) की मोटाई इस महाद्वीपीय शैल के नीचे स्थित है। उन्होंने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के चार अभिलक्षणों को सीमांकित किया, जो निम्न प्रकार से हैं:

i) तापीय स्थिति - 20 किलोमीटर अथवा इससे कम

ii) सतही भूकंपीय तरंगें (L तरंगें) - 15 किलोमीटर अथवा इससे अधिक

iii) अनुदैर्ध्य तरंगें - 20 से 30 किलोमीटर

(iv) सबसे गहरी भू-अभिनतियों का अवतलन - 20 किलोमीटर अथवा इससे और अधिक।

अन्य विद्वानों की भांति ही, इन्होंने भी पूर्व सिद्धान्तों की पुष्टि की। लेकिन इन्होंने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना का अपेक्षाकृत अपूर्ण सिद्धान्त दिया। क्योंकि इसे तीन विशिष्ट परतों वाले तंत्र के रूप में पहचाना और वर्गीकृत किया गया है जो क्रमशः भूपर्पटी, प्रावार और क्रोड इत्यादि हैं।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 3

विभिन्न सिद्धान्तों की मुख्य बिन्दुओं पर प्रकाश डालिए।

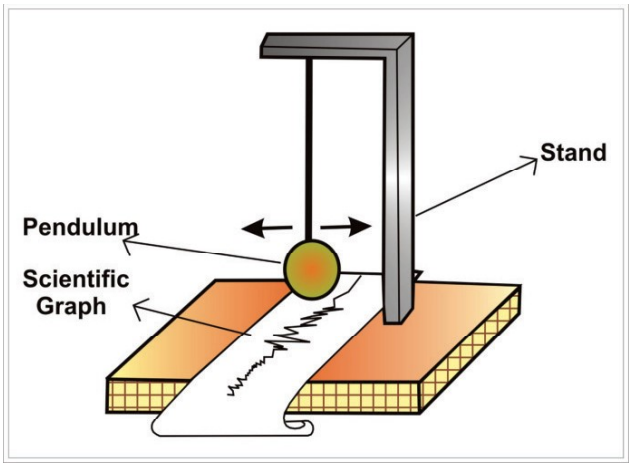
3.3.4 भूकंप-विज्ञान

भूकंप-विज्ञान एक प्रकार का वैज्ञानिक प्रयास है जो चिकित्सा व्यवसाय की तरह होता है। इसमें पृथ्वी की आन्तरिक संरचना का अध्ययन कंपनों की सहायता से किया जाता है जिसमें पृथ्वी में कंपन और नाभिकीय विस्फोट दोनों ही सम्मिलित हैं।

आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि ये कोई नया विचार नहीं है क्योंकि 'भूकंपविज्ञान' का विज्ञान तो सदियों से प्रचलित था। इसे चीन की एशियाई विशाल भूमि में लगभग 2000 वर्ष पूर्व भूकंपी तरंगों की दिशा और स्रोत का निर्धारण करने के लिए प्रयोग में लाया जाता था।

एक चीनी विद्वान 'चैंग हैंग' ने सबसे पहले 132 ईसा पश्चात् के काल में, भूकंप के उत्केन्द्र की दिशा का अनुमान करने और महसूस न होने वाली तरंगों का पता लगाने के लिए एक यंत्र का ईजाद किया था (लुटगेन्स एवं सहयोगी, 2011)। भूकंपलेखी जिनका उपयोग समकालीन समय में किया जाता है इस प्राचीन चीनी यंत्र से मिलते-जुलते हैं।

आप चित्र 3.2 में देख सकते हैं कि ये यंत्र कैसा दिखता और कार्य करता है। क्या आपने सपाट अवलंब आधार से मुक्त रूप से लटके हुए भार को ध्यान से देखा है? जैसे ही भूकम्पीय अथवा भूंकपी कंपन भूकंपलेखी यंत्र पर आघात करते हैं, यह भार के जड़त्व कारक के कारण स्थिर रहता है। यह गतिशील वस्तुओं और पृथ्वी की सतह के अवलम्ब के अनुरुप होता है। दूसरे शब्दों में आप कह सकते हैं कि भार के जड़त्व का कारक सुप्त वस्तुओं को सुप्तावस्था में रखता है जबकि गतिशील वस्तुओं को गतिशील अवस्था में रखता है।



चित्र 3.2: भूकंपलेखी का चित्र।

जो भूकंपलेखी यंत्र भूकंपीय कंपनों की प्रकृति और प्रकारों से संबन्धित प्रमाण एकत्रित करते हैं, उन्हें सीस्मोग्राफ कहते हैं। ये हमें शैल परतों की गतिशीलता के कारण उत्पन्न कंपनों के मुख्य प्रकारों के विषय में जानकारी देते हैं। उदाहरण के लिए विश्व की विवर्तनिक प्लेटों की एक-दूसरे के संबंध में निरंतर गति (यानी प्लेट विवर्तन की संकल्पना जिसके विषय में इस पाठ्यक्रम की इकाई - 1, खंड 2 में विस्तार से बताया गया है) जिसके विषय में आप पढेंगे।

विवर्तनिक प्लेटों का अर्थ भूपर्पटी अथवा स्थलमंडल के सात प्रमुख और लगभग एक दर्जन लघु प्लेटों में विभाजन से है जिसमें 'महाद्वीपीय' और महासागरीय प्लेटें दोनों सम्मिलित हैं।

भूकंपीय तरंगों की दो श्रेणियाँ हैं जो **कायिक** और **सतही** तरंगें कहलाती हैं। कायिक तरंगें पृथ्वी के आन्तरिक भाग में गतिशील रहती हैं और पुनः दो उप-प्रकारों में विभाजित होती है। ये **प्राथमिक** और **द्वितीयक तरंगें** हैं जिन्हें अंग्रेजी के बड़े अक्षर P और S द्वारा नामित किया जाता है। सतही तरंगें जैसा कि नाम से ही पता चलता है पृथ्वी की सतह के बाह्य हिस्से पर गतिशील रहती हैं और दो उप-प्रकारों की है, जिनके नाम रेले (Rayleigh) और लव तरंगें (Love Waves) हैं।

1. **कायिक तरंगें** (Body Waves) : अपेक्षाकृत अधिक गहराइयों में प्रभावी पिण्डों से होकर गति करना कायिक तरंगों की प्रमुख विशेषता है। कायिक तरंगें दो प्रकार की होती है; पी (P) और एस (S) तरंगें। इनमें से पी (P) अथवा प्राथमिक तरंगें सबसे तेज गति से चलती है जो 5 किलोमीटर प्रति सैकिन्ड की गति से चलती हैं। यह मूलरूप से दबाव और खिंचाव प्रकार की तरंगें हैं जो तरंग गति की दिशा में चलती हैं जैसा कि चित्र 3.3 (a) और (b) में दिखाया गया है। यह संगीत वाद्य यंत्र जैसे सितार के तारों से निकलने वाली ध्वनि के सदृश होती है क्योंकि इसमें ध्वनि उत्पन्न करने के लिए वायु गति करती है।

   वायुमंडल के सभी तीनों तत्व ठोस, गैस और द्रव दबाव के लागू होने के क्षणों के दौरान घनफल में परिवर्तन के लिए प्रतिरोध दर्शाते हैं। अतः, ये माध्यम दबाव बलों के हट जाने पर अपनी मूल अवस्था में अंततः वापस आ जाते हैं। अतः, पी (P) तरंगें ऊपरलिखित तीनों माध्यमों में गति करने में सक्षम होती है।

   दूसरा प्रकार एस (S) तरंगें हैं, जो तरंग गति के समकोण की दिशा में कंपन उत्पन्न करती है। ये पी (P) तरंगों की तुलना में कम गतिगमन हैं, क्योंकि ये लगभग 3 किलोमीटर प्रति सैकिन्ड की गति से चलती हैं। आप इसे एक मृदु प्लास्टिक के पाइप के 2.5 मीटर लंबे टुकड़े को लेकर समझ सकते हैं। यदि आप पाइप के एक सिरे को ऊर्ध्व खंभे से बांध दें और मुक्त सिरे से इसमें कंपन कराएँ, तो आप देखेंगे कि तरंग की दिशा से पाइप में क्रिया हो रही है क्योंकि एस (S) तरंगें संवहनी पदार्थ के रूप को पूरी तरह से पी (P) तरंगों के विपरीत क्षणिक रूप से रूपांतरित कर देती है जो क्षणिक रूप से ऐसा करती है। दूसरे शब्दों में धारा प्रवाही पदार्थ जैसे द्रव्य और गैस तनाव के प्रति सहनशील नहीं होते हैं और तत्काल द्रव्य के रूप को बदल देते हैं। इसका अर्थ है कि धारा प्रवाही पदार्थ एस (S) तरंगों को प्रवाहित नहीं होने देते हैं।

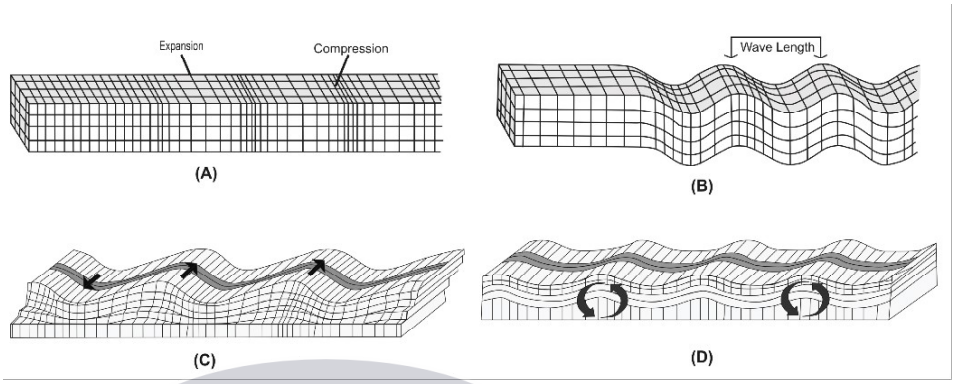
2. **सतही तरंगें** (Surface Waves) : आप पढेंगे कि भूकंपीय तरंगों की प्रत्येक श्रेणी के गति के अपने विशिष्ट गुण होते हैं। इस श्रेणी की पहचान भूमि तल पर गति में जटिलता से होती है, जैसा कि चित्र 3.3 (c) और (d) से स्पष्ट है। यह सतह पर स्थित इमारतों, सेतुओं, संचार लाइनों और असंख्य मानवनिर्मित वस्तुओं समेत सभी चीजों को गतिशील बना देती हैं। ये दो प्रकार की होती हैं।

MADHYAM IAS

पहली रेले (Rayleigh) तरंगें हैं जिसमें ऊपर और नीचे गति होती है जैसेकि किसी बहुमंजिला इमारत में बिजली से संचालित लिफ्ट में होती है।

चिरस्थायी नदी तंत्र एक ऐसे नदी तंत्र से संबंधित है। जिसमें जल का प्रवाह स्थायी होता है जैसा कि अधिकतर हिमानी द्वारा सिंचित हिमालयी नदीयां।

दूसरे प्रकार की तरंगें लव (Love) तरंगें कहलाती है जिनकी पहचान एक पार्श्व सिरे से दूसरे सिरे तक की गति से होती है, जो तेजी से प्रवाहित होती चिरस्थायी नदी तंत्र से उत्पन्न तरंगों के समान होती है। रेले तरंगें लव तरंगों से अधिक घातक होती हैं क्योंकि इनमें मानवनिर्मित बुनियादी ढांचों के आधार/नींव तक को क्षतिग्रस्त करने की क्षमता होती है।



चित्र 3.3: भूकंपीय तरंगों की विभिन्न श्रेणियाँ।

आप जानते होंगे कि सदियों से पृथ्वी के आन्तरिक भागों की गहराई में परीक्षण करना सदैव से कठिन कार्य रहा है। इस कार्य के लिए एक सरल माध्यम प्रकाश का वेधन करने से है। लेकिन प्रकाश भी ठोस और द्रव से निर्मित अंतरित शैल परतों को भेद नहीं सकती है जो पृथ्वी की सतह के नीचे पाई जाती हैं। दूसरा माध्यम विभिन्न खनिज संसाधनों का पता लगाने के लिए पृथ्वी के गहरे आंतरिक भागों का उत्खनन, उदाहरणार्थ पेट्रोलियम संसाधनों की उपलब्धता को सुनिश्चित करने के लिए पश्चिमी तट अर्थात् बॉम्बे हाई, भारत के अपतट पर किया गया है और खुदाई के द्वारा उदाहरणार्थ लौह अयस्क प्राप्त करने के लिए चिक्मुंगलुरू जिला कर्नाटक, भारत में कुद्रेमुख अयस्क खानों में स्वर्ण के खानों में किया गया है जैसी तकनीकें हैं।

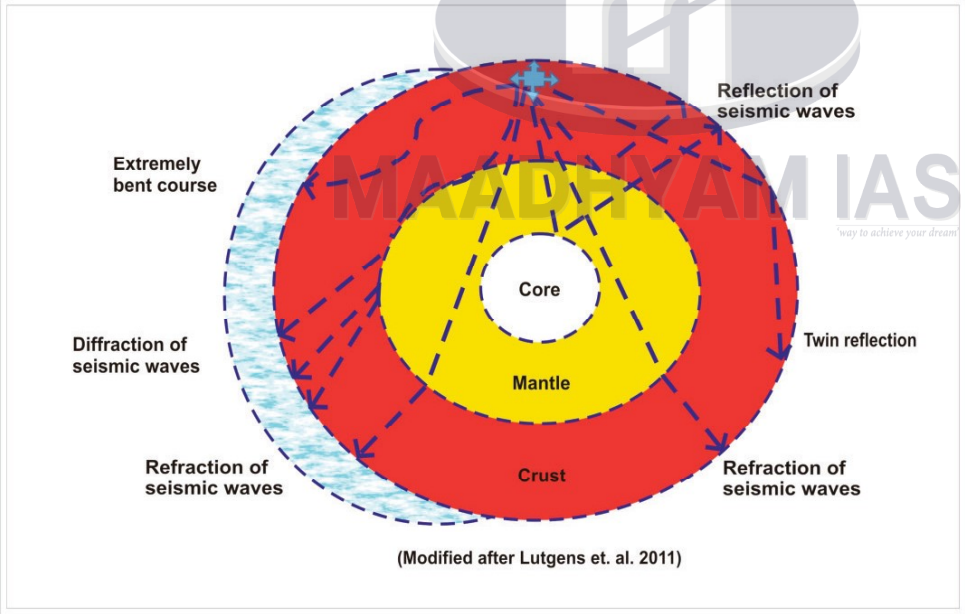
आपको ये जानकर आश्चर्य होगा, कि एक विशिष्ट गहराई के तत्पश्चात जो कि अभी तक लगभग 12.5 किलोमीटर तक है, उत्खनन करना लगभग असंभव है। इसका कारण प्राथमिक रूप से वहाँ पर विद्यमान अत्यधिक उच्च ताप और दाब की स्थितियाँ हैं। आप चकित हो सकते हैं कि प्रतिवर्ष पृथ्वी ग्रह सैंकड़ों कंपनों को झेलता है, जिन्हें भूकंप-सूचक यंत्र के द्वारा रिकॉर्ड किया जाता है।

अतः यह विशाल प्राकृतिक कंपनों के रिकॉर्ड के माध्यम से संभव है जो भूकंपीय तरंगों के साथ पृथ्वी में विस्तारित होते हैं। इनसे पृथ्वी के आन्तरिक भागों के रहस्यों का पता लगाने में सहायता मिलती है। भूकंपीय तरंग पृथ्वी के आन्तरिक भाग के चित्र को प्रदर्शित कर सकती हैं। **आप इस परिघटना को एक्सरे, सी.टी. स्केन अथवा अल्ट्रासाउन्ड मशीनो द्वारा मानव शरीर के प्रभावित भागों का चित्र लेने की तरह से समझ सकते हैं।** जिससे कमजोरी एवं रोग के सही कारणों का पता लगाने में सहायता मिलती है।

आप सीखेंगे कि भूकंपीय लहरों की जटिल गति के कारण, भूकंपलेखी यंत्र द्वारा रिकॉर्ड किए गए तरंगों के आंकड़ों का अध्ययन करना कठिन कार्य है। प्रत्यक्ष गति को न अपनाते हुए, भूकंपीय तरंगो की प्रवृत्ति भिन्न तरीके से गति करने की होती है। ये कंपनों के समय गति के क्रम में परावर्तित, अपवर्तित और विवर्तित होती है जैसा कि चित्र 3.4 में दिखाया गया है।

आप ये जानकर चकित रह जाऐंगे कि दो अंतरित शैल परतों का संगम भूकंपी तरंगों को परावर्तित करने के लिए आधार प्रदान करती है। ये एक शैल परत से दूसरी परत पर जाने के क्रम में अपवर्तित भी हो जाती है। इसके अतिरिक्त, भूकंपी तरंगें किसी प्रकार के प्राकृतिक अवरोध जैसे नदियों एवम् पर्वतों इत्यादि का सामना होने पर भी विवर्तित हो जाती हैं। आप कह सकते हैं कि भूकंपी तरंगों के इस स्थानांतरी व्यवहारगत् गुण के कारण ही पृथ्वी वैज्ञानिकों द्वारा पृथ्वी के आन्तरिक भागों में पाई जाने वाली सीमाओं का निर्धारण आसानी से कर पाते हैं।

आप आगे ये भी सीखेंगे कि भूकंपीय तरंगें अत्यंत ही घुमावदार गति का अनुसरण करती है। जो कि इनकी बढ़ती हुई रफ्तार एवं प्रत्यक्षतः बढ़ती हुई गहराई के अनुपात की वजह से होती हैं। कम दबाव वाली तथा अपेक्षाकृत कम कठोर शैल परतों से गति करने पर भूकंपीय तरंगों की गति बढ़ जाती है। शैल परत के ये दोनों गुण, दबावनीयता एवं कठोरता, संरचना और तापमान संबंधी विशेषताओं का पता लगाना संभव बनाते हैं।



चित्र 3.4: पृथ्वी के आन्तरिक भाग में भूकंपीय तरंगों की जटिल गतियाँ।

बोध प्रश्न 4

शब्द भूकंपविज्ञान को समझाइए।

समय सीमा 5 मिनट

3.4.5 पृथ्वी का आंतरिक भाग

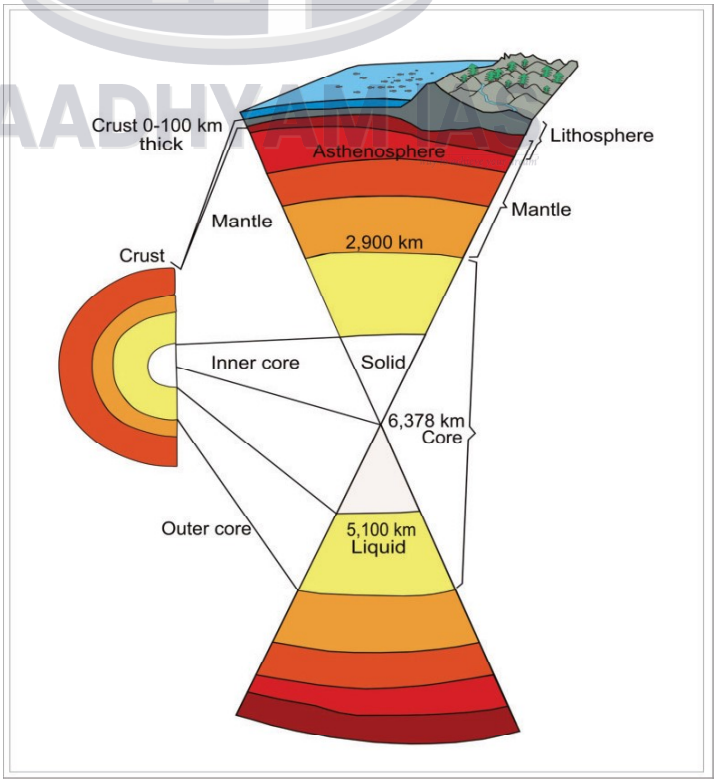
अतः भूकंप विज्ञान के अध्ययन के आधार पर पृथ्वी के आन्तरिक भाग को तीन प्रमुख परत तंत्रों में विभाजित किया जा सकता है जैसा कि चित्र 3.5 में दिखाया गया है।

1. भूपर्पटी (Crust)

भूपर्पटी सबसे बाह्य परत है। इसे स्थलमंडल भी कहते हैं। यह अधिकतर बेसाल्ट शैलों से निर्मित होती है। इसके दो भाग हैं ऊपरी और निचली भूपर्पटी। इसकी औसत मोटाई लगभग 20 किलोमीटर है। ऊपरी भूपर्पटी का औसत घनत्व 2.8 जबकि निचली भूपर्पटी का औसत घनत्त्व 3.0 होता है। दोनों के बीच थोड़ी सी भिन्नता उपरिवर्ती भार के कारण पड़ने वाले दबाव की वजह से होती है। आप ये भी सीखेंगे कि ऊपरी भूपर्पटी के खनिज पदार्थ निचली भूपर्पटी के खनिज पदार्थों की तुलना में कम दाब से निर्मित होते हैं। भूकंपीय तरंगें अपनी गति को भूपर्पटी के ऊपरी और निचले दोनों भागों में क्रमशः खो देती है।

2. प्रावार (Mantle)

आपको ये जानकर आश्चर्य होगा, कि प्रावार की पहचान भूकंपीय तरंगो की तीव्रता में आकस्मिक वृद्धि से होती है। वह भाग जो निचली भूपर्पटी और प्रावार के ऊपरी भाग के बीच की सीमा पर स्थित होता है, मध्यमंडल (Mesosphere) कहलाता है। निचले भूपर्पटी के आधार पर भूकंपी तरंगों की रफ्तार 6.9 किलोमीटर प्रति सैकिण्ड होती है। असांतत्यता के कारण यह त्वरित रूप से बढ़कर 81 किलोमीटर प्रति सैकिण्ड तक हो जाती है। यह निचले भूपर्पटी और ऊपरी प्रावार के बीच के पृथक्करण क्षेत्र में स्थित होती है। पृथक्करण के इस क्षेत्र की खोज यूगोस्लाविया के एक भूकंपविज्ञानी एन्ड्रीजा मोहरोविसिक द्वारा 1909 में की गई थी। तब से इसे मोहरोविसिक असांतत्यता अथवा मोहो असांतत्यता के नाम से जाना जाने लगा।



चित्र 3.5: पृथ्वी की विभिन्न परतें।

इसका औसत घनत्व 4.5 ग्राम/सेंटीमीटर^3 है। पृथ्वी के नीचे, प्रावार लगभग 2900 किलोमीटर की गहराई तक विस्तारित है। समग्र रूप से इसमें पृथ्वी के सम्पूर्ण

परिमाप का 83 प्रतिशत और पृथ्वी की सतह के समग्र संचयन का 68 प्रतिशत भाग समाविष्ट है। जबकि, प्रावार की मोटाई कम होती है जो पृथ्वी के 6371 किलोमीटर के व्यास की आधे से भी कम है।

आप सीखेंगे कि भूकंपीय तरंगों की गति और घनत्व के आधार पर पहले प्रावार को दो क्षेत्रों में बांटा गया था। ये ऊपरी प्रावार जो मोहो असांतत्यता से नीचे 1000 किलोमीटर की गहराई तक विस्तारित है और निचला प्रावार जो 1000 से 2900 किलोमीटर तक विस्तारित है।

वर्तमान मे प्रावार को तीन क्षेत्रों में विभाजित किया जाता है जो इंटरनेशनल यूनियन ऑफ जिओडेसी और जियोफिजिक्स (IUGG) की खोज पर आधारित है। ये क्षेत्र निम्न प्रकार से हैं:

i) मोहो असांतत्यता से 200 किलोमीटर की गहराई तक

ii) 200 से 700 किलोमीटर की गहराई तक

iii) 700 से 2900 किलोमीटर की गहराई तक

ऊपरी प्रावार के सबसे ऊपरी क्षेत्र की पहचान भूकंपीय तरंगों की गति में क्रमशः कमी से होती है। यह 100 से 200 किलोमीटर की गहराई तक विस्तारित है। भूकंपीय तरंगों की रफतार 7.8 किलोमीटर प्रति सेकिण्ड है। यह क्षेत्र कम वेग की भूकंपीय तरंगों का क्षेत्र कहलाता है।

आप जानेंगे कि प्रावार सिलिकेट खनिज पदार्थों जैसे लोह और मैग्नेशियम से समृद्ध होता है।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

3. क्रोड (Core)

आप जानेंगे कि क्रोड पृथ्वी के आंतरिक भाग का सबसे गहरा और पूर्णतः दूरस्थ मंडल है। इसे गुरुमंडल (Barysphere) भी कहते हैं। क्रोड का विस्तार प्रावार के निचले भाग में 2900 किलोमीटर की गहराई से लेकर पृथ्वी के केन्द्र में 6371 किलोमीटर की गहराई तक है।

इसकी पहचान निचले प्रावार और क्रोड के ऊपरी भागों के बीच वीचर्ट-गुटेनबर्ग असांतत्यता की सीमा के द्वारा होती है। यह 2900 किलोमीटर की गहराई में स्थित होती है।

आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि इस असांतत्यता के कारण ही घनत्व में 5.5 ग्राम/सेंटीमीटर^3 से 10.0 ग्राम/सेंटीमीटर^3 का त्वरित परिवर्तन होता है। इसे प्राथमिक भूकंपीय तरंगों की गति में 13.6 किलोमीटर प्रति सेकिण्ड की दर में वृद्धि द्वारा भी समर्थित एवं प्रदर्शित किया जाता है।

आप आगे जानेंगे कि क्रोड का घनत्व गहराई बढ़ने पर समानुपाती रूप से बढ़ता जाता है। यह क्रमशः 12.3 से 13.3 और फिर 13.6 हो जाता है। क्रोड परत का घनत्व प्रावार से लगभग दोगुना अधिक होता है। लेकिन जहाँ तक इसकी मात्रा और संचयन का संबंध है, इसके आँकड़े अपेक्षाकृत कम हैं जोकि पृथ्वी ग्रह के 16 और 32 प्रतिशत हैं।

आपको आगे ये जानकर आश्चर्य होगा कि 5150 किलोमीटर की गहराई पर क्रोड के दो भाग बाह्य और आंतरिक क्रोड होते हैं। बाह्य क्रोड द्वितीयक भूकंपी तरंगों की हानि को प्रदर्शित करती है और इस प्रकार हमें इसकी पिघली हुई अवस्था के बारे में जानकारी प्रदान करती है। आंतरिक क्रोड की सीमा 5150 किलोमीटर से पृथ्वी के केन्द्र तक जाती है जो 6371 किलोमीटर की गहराई पर स्थित है। यह ठोस अवस्था में होता है जिसके घनत्व के आंकड़े 13.3 से 13.6 हैं। प्राथमिक भूकंपीय तरंगें आंतरिक क्रोड परत से 11.23 किलोमीटर प्रति सेकिण्ड के वेग से गुजरती हैं। पृथ्वी वैज्ञानिक विशेष रूप से भूभौतिकविज्ञानी और भूरसायनविज्ञानी यह मानते हैं कि क्रोड धात्विक पदार्थो जैसे लोहे और निकल से निर्मित हुई है।

समय सीमा 5 मिनट

बोध प्रश्न 5

पृथ्वी की आन्तरिक संरचना की संक्षेप में चर्चा कीजिए।

3.5 सारांश

अतः इस इकाई में आपने निम्नलिखित संकल्पनाओं, मुख्य बातों और मुद्दों के विषय में पढ़ा और सीखा है जिन्हें नीचे दिया गया है :

- आपने मौलिक संकल्पनाओं जैसे पृथ्वी एक ठोस पिंड के रूप में, पृथ्वी के आंतरिक भाग, शैल चक्र, भूकंपविज्ञान और विशिष्ट परतों के साथ ही असांतत्यताओं और विशिष्टताओं इत्यादि के विषय में भी पढ़ा है।
- आपने ये जाना कि सबसे प्रमुख असांतत्यताएँ, मोहोरोविसिक असांतत्यता भूपर्पटी और प्रावार के बीच तथा वीचर्ट-गुटेनबर्ग असांतत्यता निचले प्रावार और क्रोड के ऊपरी भागों के बीच की सीमा को प्रदर्शित करती हैं।
- आपने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना से संबन्धित ई. ए. स्वेस, वी. डी. ग्रेट और ए. होम्स आदि के सिद्वान्तों के विषय में जानकारी प्राप्त की।
- आपने वायुमंडलीय तथा अन्य परिवर्तनों जैसे तापमान, दाब और घनत्व आदि के विषय में उनकी विशेषताओं के साथ पढ़ा है।

संक्षेप में, आपने पृथ्वी की आन्तरिक संरचना और इसके संयोजन के विषय में पढ़ा है। यह जानकारी निश्चित रूप से आगे अधिक वैज्ञानिक तरीके से इसकी अधिक पड़ताल करने में मूलभूत साबित होगी और एक कुंजी की भांति काम करेगी।

3.6 अंत में कुछ प्रश्न

1. पृथ्वी की आन्तरिक संरचना से संबन्धित मौलिक संकल्पनाओं की संक्षेप में व्याख्या कीजिए।
2. पृथ्वी के आन्तरिक भाग की प्रावार परत से आपका क्या अभिप्राय है? समझाइए।
3. पृथ्वी की आन्तरिक संरचना के संदर्भ में किसी एक सिद्वान्त का विस्तृत विवरण दीजिए।

MAADHYAM IAS

3.7 उत्तर

बोध प्रश्न

1. शैल चक्र का अर्थ विभिन्न शैल प्रकारों के निरंतर निर्माण एवं पुर्ननिर्माण की प्रक्रिया से है। मैग्मा और लावा के ठोसीकरण के तुरंत पश्चात्, आग्नेय शैलों का गठन होता है। आग्नेय शैल क्षरण और अपरदन के कारकों द्वारा छोटे टुकड़ों में विखंडित हो जाते हैं। पवन और जल शैल कणों को सागर और महासागरों में ले जाते हैं। फिर ये अंततः संचयन के बाद नए अवसादी और कायांतरित शैलों में रूपांतरित हो जाते हैं (दाब और ताप की क्रिया द्वारा)। शैल चक्र निरंतर दोहराने वाली प्रक्रिया है।

2. एक दूसरे के ऊपर स्थित शैल संस्तरों का उच्च दाब गहराई बढ़ने के साथ और बढ़ता जाता है। सिर्फ अधिक दाब ही अधिक मात्रा में शैलों के घनत्व को नहीं बढ़ा सकता है। ऐसा संभवतः सघन धात्विक पदार्थों की उपस्थिति के कारण हो सकता है जिनका नैसर्गिक रूप से बहुत अधिक घनत्व होता है। क्रोड परत दो भारी धात्विक घटकों लोहा और निकल से निर्मित हुई है। इसकी पुष्टि पृथ्वी के आन्तरिक भाग के भूकेन्द्रिक चुंबकीय क्षेत्र के आधार पर भी हो गई है।

3. ए. होम्स ने पृथ्वी के आन्तरिक भाग को दो प्रमुख परतों यानी ऊपरी और निचली परतों में वर्गीकृत किया है, ऊपरी परत का नाम भूपर्पटी रखा गया। ई. सुएस की सियाल (Sial) परत और सीमा (Sima) के ऊपरी भाग इस परत को निर्मित करते हैं। निचली परत को अधःस्तर (Substratum) नाम दिया गया। यह ई. सुएस की सीमा (Sima) परत के निचले भाग से निर्मित हुई है। महाद्वीपीय शैल के नीचे उन्होंने सियाल (Sial) की मोटाई को चार श्रेणियों में परिभाषित किया। इन्होंने पृथ्वी के आन्तरिक भाग का अपूर्ण सिद्धान्त दिया क्योंकि, इसे तीन विशिष्ट परत तंत्रों में व्यवस्थित किया गया है।

4. भूकंपविज्ञान एक प्रकार का वैज्ञानिक विषय है जिससे पृथ्वी की आन्तरिक संरचना का अध्ययन किया जाता है। इसमें कंपनों की सहायता से जिसमें पृथ्वी के कंपन और नाभिकीय विस्फोट सम्मिलित हैं, इनके द्वारा अध्ययन किया जाता है। ऐसे सीस्मोग्राफ जो भूकंप कंपनों की प्रकृति और प्रकार के संबन्ध में प्रमाण एकत्रित करते हैं ' सीस्मोग्राम' कहलाते हैं। यह हमें शैल संस्तरों की गति के कारण उत्पन्न होने वाले मुख्य प्रकार के कंपनों के विषय में बताता है।

5. भूपर्पटी सबसे बाहरी परत है जिसे स्थलमंडल भी कहते हैं। ये मुख्यरूप से बेसाल्ट शैलों से निर्मित हुई है। इसके दो भाग ऊपरी और निचली भूपर्पटी हैं। इसकी औसत मोटाई लगभग 20 किलोमीटर है। ऊपरी भूपर्पटी का औसत घनत्व 2.8 जबकि निचली भूपर्पटी का 3.0 है। भूकंपी तरंगें भूपर्पटी के ऊपरी और निचले दोनों भागों में क्रमशः अपनी गति खो देती हैं।

अंत में कुछ प्रश्न

1. आप अपना उत्तर देते समय न केवल पृथ्वी के आंतरिक हिस्से से संबंधित सामान्य अवधारणाओं के बारे में चर्चा करें, बल्कि साथ ही साथ इनसे संबंधित महत्वपूर्ण सिद्धान्तों को भी बताएँ। आप अनुभाग 3.2 को देख सकते हैं।

MAADHYAM IAS

2. आपको अपने उत्तर में प्रावार एवं इसकी महत्वपूर्ण विशेषताओं को बताना चाहिए। आप अनुभाग 3.4 को देख सकते हैं।

3. इस प्रश्न का उत्तर देते समय, आपके द्वारा चयनित पृथ्वी की आंतरिक संरचना से संबंधित सिद्धान्त की मुख्य शिक्षा को परिभाषित करना चाहिए। आपका उत्तर अन्य सिद्धान्तों की तुलना में चयनित सिद्धान्त के महत्वपूर्ण बिन्दुओं के साथ दोनों सकारात्मक एवं नकारात्मक विशेषताओं को भी समाविष्ट करना चाहिए। आप अनुभाग 3.6 को देख सकते हैं।

3.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

1. Anderson, D.L. (1989). Theory of the Earth. Boston: Blackwell Publications.
2. Grotzinger, J., & Jordan, T. H. (2010). Understanding Earth, New York: W.H. Freeman and Company.
3. Hussain, M. (2001). Fundamentals of Physical Geography, New Delhi: Rawat publications.
4. Lutgens, F.K., & Tarbuck, E.J. (2011). Foundations of Earth Science. New Jersey: Pearson.
5. Robertson, E.C. (1966). The Interior of the Earth: An Elementary Description. U.S: Geological Survey Circular, 532, 10 pages.
6. Sharma, H.S., Sharma, M.L., & Mishra, R.N. (2010). Bhautik Bhoogol (Physical Geography in Hindi). Jaipur: Panchsheel Prakashan.
7. Singh, S. (2012). Physical Geography, Allahabad: Prayag Pustak Bhawan.
8. Siddhartha, K. (2000). The Earth's Dynamic Surface. New Delhi: Kisalaya publications.

MADHYAM IAS

इकाई 4

समस्थितिकी की संकल्पनाएँ

इकाई की रूपरेखा

4.1 प्रस्तावना
उद्देश्य

4.2 मौलिक सिद्धान्त
उत्प्लावकता का सिद्धान्त
घनत्व
स्थलमंडलीय आनमन
साम्यावस्था की संकल्पना
समस्थितिकी समायोजन

4.3 समस्थितिकी की संकल्पना का विकास
अक्षांशों का निर्धारण
पृथ्वी के संतुलन के रूप में समस्थितिकी
समस्थितिकी प्रभाव

4.4 समस्थितिकी से संबंधित विभिन्न मत
एयरी का सिद्धान्त
प्रैट का सिद्धान्त
हैफोर्ड एवं बोवी
जोली
हीसकेनन
होम्स
वेनिंग – मेनेस्ज अथवा आनमन समस्थितिकी
समस्थितिकी बनाम असमस्थितिकी

4.5 सारांश

4.6 अंत में कुछ प्रश्न

4.7 उत्तर

4.8 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

4.1 प्रस्तावना

इस पाठ्यक्रम की पिछली इकाईयों में आपने पृथ्वी की उत्पत्ति, उसकी आन्तरिक संरचना एवं संघटन के साथ ही उन जीवन प्रकारों के विषय में पढ़ा था जिनको हमारी पृथ्वी एवं इसका पर्यावरण सहायता प्रदान करता है। आपने ये महसूस किया होगा कि ये बहुत ही जटिल तंत्र है। अब हम अपना ध्यान इस बात पर केन्द्रित करेंगे कि पृथ्वी की कौन सी विशेषताएँ हैं जो इसके संवेदनशील संतुलन को प्राप्त करने में सहायता करती हैं। विशेषरूप से इस इकाई में समस्थितिकी पर चर्चा की गई है, जो हमें परिभ्रमण व परिक्रमण करती हुई पृथ्वी के ऊपर स्थित उच्च व निम्न क्षेत्रों (पर्वत, पठार, मैदान, झील, महासागरीय गर्त आदि) के बीच यांत्रिक स्थायित्व के विषय में जानकारी देती है। इस इकाई में, हम समस्थितिकी की संकल्पना जिसकी उत्पत्ति पृथ्वी के आकार का निर्धारण करने के लिए किए गए सर्वेक्षण में हुई थी, के उद्भव व विकास का अध्ययन करेंगे।

आप भारत में और विदेशों में भी विभिन्न स्थानों पर गए होंगे और आपने पृथ्वी की सतह पर उपस्थित कुछ भू-आकृतिक विशेषताओं जैसे पर्वतों, मैदानों, पठारों, घाटियों, झीलों और महासागरों आदि को देखा होगा। आपने ये भी ध्यान दिया होगा कि ये विशेषताएँ भिन्न स्वरूपों और आकारों की हैं। क्या आप अपने राज्य की भू-आकृतिक विशेषताओं की सूची बनाना पसंद करेंगे? ये सभी पृथ्वी की सतह पर स्थित हैं क्योंकि ये गुरूत्वाकर्षण द्वारा संतुलित दशा में रहते हैं। कभी-कभी ये संतुलन पृथ्वी के आंतरिक भाग में होने वाली अत्यंत प्रबल गतियों एवं विवर्तनिकी घटनाओं के कारण अव्यवस्थित हो जाती हैं, जिसके कारण प्राकृतिक आपदाएँ जैसे भूकंप, ज्वालामुखी विस्फोट और सूनामी आदि घटित होती हैं। मानव समाजों ने सदियों से ऐसी घटनाएँ देखी हैं। सबसे अद्यतन उदाहरण 2014 में केदारनाथ में हिमनदीय झील आपदा (ग्लेशियल लेक आउटबर्स्ट फ्लड; GLOF) और 15 अप्रैल, 2015 में नेपाल में आया भूकंप हैं। इनसे जीवन और संपत्ति की अपार हानि हुई थी। साथ ही, 2001 में गुजरात में आया भूकंप और 2004 की सूनामी से उत्पन्न अपार ऊर्जा विनाश का कारण बनी जो आज भी हमारी स्मृतियों में ताजा है।

हम समस्थितिकी को समझने के इस प्रयास का आरंभ अनुभाग 4.2 में कुछ मौलिक सिद्धान्तों की चर्चा के साथ करेंगे। संभव है कि इनमें से कुछेक के बारे में आप अपने आरंभिक विज्ञान पाठ्यक्रमों से जानते हों। फिर भी, हमने इन्हें यहाँ संक्षेप में बताया है, जिससे आप पूर्णरूप से इस संकल्पना को समझ सकें। इस परिचर्चा के बाद समस्थितिकी की संकल्पना के विकास को बताया जाएगा। विशेष रूप से, आप अक्षांशों के निर्धारण और प्लेट विवर्तनिकी, हिम परतों और समुद्रतल परिवर्तनों पर समस्थितिकी के प्रभावों के बारे में पढ़ेंगे। अंत में, अनुभाग 4.4 में आप समस्थितिकी पर विभिन्न व्याख्याओं के विषय में पढ़ेंगे। अगली इकाई में आप भूपर्पटी के पदार्थों और अंर्तजात् एवं बहिर्जनिक बलों के साथ विभिन्न बलों के विषय में पढ़ेंगे।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

उद्देश्य

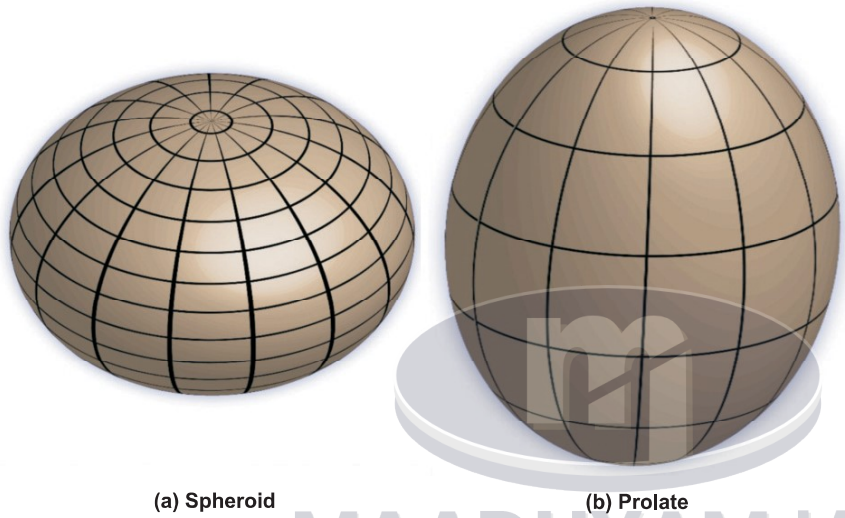
इस इकाई को पढ़ने के बाद आप:

- समस्थितिकी शब्द की व्याख्या करने के साथ समस्थितिकी के मौलिक सिद्धान्तों पर चर्चा कर सकेंगे,
- समस्थितिकी की संकल्पना के विकास का पता लगा सकेंगे, और
- उत्प्लावकता का सिद्धान्त, समस्थिति की संकल्पना और समस्थैतिक समायोजनों के आधार पर समस्थैतिकी के सिद्धान्तों का वर्णन कर पाएंगे।

4.2 मौलिक सिद्धांत

मौलिक सिद्धान्तों को जानने से पहले, आपको शब्द समस्थितिकी के बारे में जान लेना चाहिए। यह पृथ्वी के बाह्य भागों की गतिकी का अध्ययन है जो अंर्तनिहित शैल संस्तरों के औसत घनत्व के आधार पर सतह उन्नयन का निर्धारण करने में सहायता करता है। ऐसा माना जाता है कि पृथ्वी की सतह, सतही (अथवा उपसतही) भार के बढ़ने या भार कम होने पर ऊपर नीचे गति करती है। व्यापक बोध में, इसका अर्थ है कि आर्किमिडीज का उत्प्लावन का सिद्धान्त इन परिवर्तनों पर लागू होता है। स्थलमंडल और दुर्बलतामंडल

के बीच का गतिक संतुलन समस्थितिकी कहलाता है। इस शब्द का अर्थ है कि पृथ्वी का घनत्व, स्थलमंडल के खंडों को उनके घनत्व के अनुसार ऊपर नीचे स्थांनातरित करता है। इसका अनिवार्य रूप से ये अर्थ है कि पृथ्वी की सतह पर जहाँ कहीं पर भी साम्यावस्था/समस्थिति की स्थिति पाई जाती है वहाँ सतह के ऊपर का द्रव्यमान उसी क्षेत्र में सतह के नीचे के समान द्रव्यमान से संतुलित रहता है। समस्थितिकी के पहले संकेत अठारवीं शताब्दी के मध्य में मिले थे जब भूमध्यरेखा पर अक्षांश की डिग्री की लंबाई का मापन किया गया था। यह अभ्यास एक बड़ी परियोजना का हिस्सा था जिसे पृथ्वी के आकार का निर्धारण करने के लिए किया गया था। आरंभ में यह माना जाता था कि पृथ्वी एक पूर्ण गोला है। लेकिन बाद के परीक्षणों ने सुझाया कि यह एक दीर्घांक्ष गोलाभ या लघु-अक्ष गोलाभ संरचना है जैसा कि चित्र 4.1 में दिखाया गया है।



MAADHYAM IAS
way to achieve your dream

चित्र 4.1 : पृथ्वी का आकार : a) लघु-अक्ष गोलाभ; b) दीर्घांक्ष गोलाभ।

यदि पृथ्वी दीर्घांक्ष गोलाभ होती तो अक्षांश का मान भूमध्यरेखा की अपेक्षा ध्रुवों पर कम होता। लेकिन वास्तविक रूप में लघु-अक्ष गोलाभ (ध्रुवों पर चपटी गोलाभ) होने के कारण अक्षांश का मान ध्रुवों पर अधिक होता है। आइए अब हम जानते हैं कि भू-वैज्ञानिक किस प्रकार इस निष्कर्ष पर पहुँचे थे। दक्षिण अमरीका के पेरू (अब इक्वेडोर) में किए गए आरंभिक परीक्षणों में पाया गया कि पृथ्वी लघुअक्ष है। इन परीक्षणों के दौरान तारों की स्थिति के आधार पर मापे गए अक्षांशों एंव तलमापी (Spirit Level) अथवा साहुल (Plumb-bob) पर आधारित अक्षांशों में अंतर पाया गया। न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम के आधार पर इस प्रेक्षण में बताया गया कि साहुल और एण्डीज पर्वत के मध्य गुरुत्वाकर्षण प्रभाव था जिससे पर्वतों ने साहुल को खगोलीय ऊर्ध्व दिशा से पार्श्व में खींच लिया था। बारीकी से परीक्षण करने पर ये व्याख्या सही साबित नहीं हुई। ऊर्ध्व का परिकलित अन्तर बहुत अधिक था। दूसरे शब्दों में, पर्वतों का परिकलित पर्वतीय न्यूटनी आकर्षण बहुत अधिक था। इस अत्यधिक आकर्षण की सबसे तार्किक व्याख्या तब ज्ञात हुई जब ये पता चला कि पर्वतों के नीचे पर्वतीय मूल की गहराई में स्थित शैल उस गहराई पर स्थित आसपास की शैलों से कम सघन थे। उन्नीसवीं शताब्दी में भारत में भी भूगणितीय सर्वेक्षणों के समय क्षैतिज आकर्षण की ऐसी ही कमी देखी गई थी। इन आँकड़ों के विश्लेषण से समस्थितिकी पर दो मत प्राप्त हुए 'एयरी की परिकल्पना' और 'प्राट की परिकल्पना'।

बोध प्रश्न 1

समस्थितिकी को परिभाषित कीजिए।

(समय सीमा 5 मिनट)

आइए, अब हम पृथ्वी की भू-आकृतिक विशेषताओं को समझने के लिए उपयोग की जाने वाली सबसे मौलिक संकल्पनाओं में से एक के विषय में पढ़ेंगे। यह आर्किमिडीज का उत्प्लावकता का सिद्धान्त है।

4.2.1 उत्प्लावकता का सिद्धान्त

अपनी 10+2 कक्षाओं में आपने उत्प्लावन के सिद्धान्त के विषय में पढ़ा है। क्या आपको वह याद है? यह कहता है कि किसी द्रव द्वारा ऊपर की ओर डाला गया बल उसमें निमज्जित वस्तु के भार के विपरीत होता है। ऊपर की ओर लगाया गया यह बल उत्प्लावन बल कहलाता है। यदि हम किसी वस्तु को द्रव से भरे पात्र में डुबोते हैं तो यदि वह वस्तु निमज्जित रहती है तो आप देखेंगे कि पात्र के नीचे निमज्जित वस्तु का दाब उसके शीर्ष भाग के दाब से अधिक होगा। दाब में यह अन्तर वस्तु को ऊपर की ओर धकेलती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि तरल के उपरिशायी भार के परिणामस्वरुप गहराई बढ़ने पर दबाव बढ़ता जाता है। इस बल का परिमाण पात्र के ऊपरी और निचले भाग में दाब के अन्तर के समानुपाती होता है और विस्थापित द्रव के भार के समतुल्य भी होता है (जैसा कि आर्किमिडीज के सिद्धान्त में बताया गया है)। यही कारण है कि किसी वस्तु का घनत्व उस द्रव के घनत्व से अधिक होने पर वह वस्तु द्रव मे डूब जाती है। आप अगले अनुभाग में घनत्व के कार्यकारी सिद्धान्त के विषय में अधिक विस्तार से पढ़ेंगे।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

4.2.2 घनत्व

जैसा कि हम जानते हैं कि उत्प्लावन और घनत्व परस्पर संबन्धित हैं। अब हम घनत्व के विषय में और अधिक विस्तार से पढ़ेंगे कि घनत्व किस प्रकार उत्प्लावन को प्रभावित करता है। हम इसे एक साधारण परीक्षण से समझते हैं। जल से भरा एक पात्र लीजिए और किसी वस्तु को उसमें डुबोइए। आपको नीचे बताई गई तीन स्थितियों में से कोई एक दिखेगी:

- वस्तु तैरेगी
- वस्तु न तो तैरेगी और न ही डूबेगी
- वस्तु डूब जाएगी

पहली स्थिति में, वस्तु का भार पूर्णतः निमज्जित होने पर विस्थापित द्रव के भार से कम है। दूसरे शब्दों में, वस्तु का औसत घनत्व द्रव के घनत्त्व से कम है और पूरी तरह निमज्जित होने पर वह वस्तु अपने भार से अधिक के उत्प्लावन बल का अनुभव करेगी।

दूसरे मामले में, वस्तु का घनत्व ठीक उतना ही है जितना द्रव का है और उसकी उत्प्लावकता भी उसके भार के बराबर है। वह द्रव में निमज्जित रहेगी, ये न तो डूबेगी और न ही तैरेगी। यद्यपि किसी भी दिशा में विक्षोभ होने पर ये अपनी स्थिति से दूर हो सकती है।

तीसरी स्थिति में वस्तु का औसत घनत्व द्रव के घनत्व से अधिक है। इसकी उत्प्लावकता कभी इसके भार से अधिक नहीं होगी और ये डूब जाएगी। जहाज इस्पात का बना होने पर भी तैरता है (जो कि जल से कहीं अधिक सघन है) क्योंकि इसमें वायु का आयतन सम्मिलित होता है (जो जल से कहीं कम सघन है) और इसके परिणामस्वरूप इसका औसत घनत्व जल से कम हो जाता है।

4.2.3 स्थलमंडलीय आनमन

पृथ्वी के स्थलमंडल के स्थलाकृतिक भारण (Loading) और अभारण (Unloading) के प्रतिक्रियास्वरूप विपथन स्थलमंडलीय आनमन (Flexure) कहलाता है। जब किसी क्षेपित भ्रंश पर गति द्वारा कोई स्थलाकृतिक भार उत्पन्न होता है, तब स्थलमंडल भार के नीचे दब जाता है। इस परिक्षेत्र की चौड़ाई सामान्यतः 100 से 300 किलोमीटर के बीच विस्तृत होती है जो एक से दूसरे स्थान पर भिन्न हो सकती है। शैल उत्थान तब प्रेरित होता है जब स्थलमंडल स्थलाकृतिक भार में कमी होने पर प्रतिक्षेप करता है।

लगभग 80 प्रतिशत अपक्षयित शैल पिण्ड अपरदन द्वारा होने वाले आनमन समस्थितिकी उत्थान द्वारा प्रतिस्थापित हो जाते हैं। इससे पर्वतीय भागों के अनाच्छादन का कालक्रम लगभग पाँच गुणा बढ़ जाता है। क्योंकि अपरदन द्वारा स्थलाकृतिक भार को बनाने वाले समस्त शैल और नीचे की भूपर्पटी मूल को हटा दिया जाता है जिससे पर्वत समुद्रतल के स्तर तक अपरदित हो सकें। आनमन-समस्थितिकी सभी बृहद्-स्तरीय भूमि और हिम परतों के उद्भव या विकास में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। हिम परत का स्थलाकृतिक भार स्थलमंडलीय अवतलन करता है जिससे हिम परत पर संचयन और अपक्षरण की दरें प्रभावकारी होती हैं।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

4.2.4 साम्यावस्था की संकल्पना

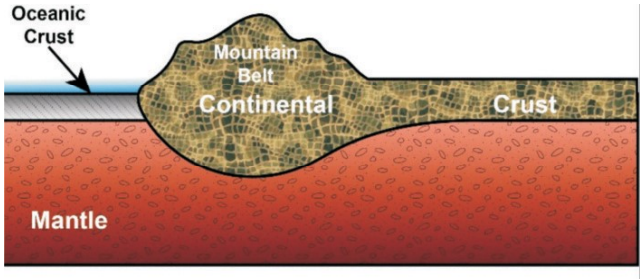
समस्थितिकी अथवा साम्यावस्था एक आदर्श अवस्था है, जिसमें भूपर्पटी और प्रावार विक्षोभी बलों की अनुपस्थिति में स्थापित हो जाते हैं। हिम परतों के अपरदन में वृद्धि या कमी, अवसादीकरण तथा ज्वालामुखीयता उन प्रक्रियाओं के उदाहरण हैं जो समस्थितिकी को विक्षोभित करते हैं। स्थलमंडल (पृथ्वी की ऊपरी परत को बनाने वाले शैल कवच) के भौतिक गुण प्रावार और भूपर्पटी द्वारा इन विक्षोभों के प्रति की गई प्रतिक्रिया से प्रभावित होते हैं।

भूपर्पटी और ऊपरी प्रावार के पदार्थों (स्थलमंडल) की विशाल प्लेटें दुर्बलतामंडल की सघन एवं प्रत्यास्थ रूप से प्रवाही शैलों पर तैरती हैं। कोई वस्तु किस गहराई तक डूबेगी वह उसके भार पर निर्भर करता है और भार में परिवर्तन होने पर वस्तु का स्वरुप परिवर्तित हो जाता है। भूपर्पटी के खंडों और नीचे स्थित प्रावार के बीच यह स्थिति साम्यावस्था अथवा संतुलन समस्थितिकी कहलाती है। भूपर्पटी का खंड जितना लंबा होगा (जैसे कि पर्वतीय क्षेत्र) वह प्रावार में अपने अधिक द्रव्यमान और भार के कारण उतनी ही गहराई में वेधन करेगा। समस्थितिकी तब होती है जब प्रत्येक खंड अपने नीचे स्थित प्रावार के साथ साम्यावस्था में व्यवस्थित हो जाता है। भूपर्पटी के वे खंड जो भ्रंशन द्वारा पृथक हो जाते हैं अपने सापेक्ष द्रव्यमान के अनुसार भिन्न-भिन्न ऊँचाईयों पर व्यवस्थित हो जाते हैं।

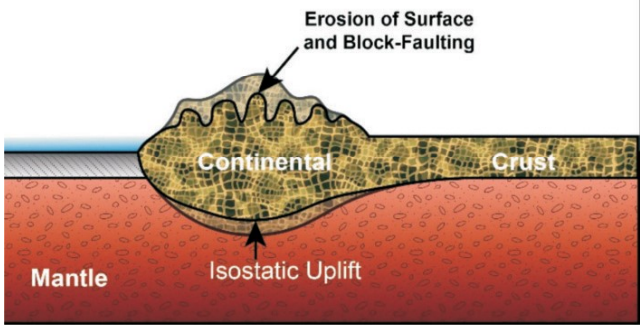
4.2.5 समस्थितिकी समायोजन

भू-आकृतिविज्ञानियों द्वारा एक मॉडल विकसित किया गया है, जो अधिकांश पर्वत श्रृंखलाओं के निर्माण में सम्मिलित तीन चरणों की व्याख्या करता है। तलछट का जमा होना पहला चरण है। शैल विरूपण और विवर्तनिक आघातों द्वारा होने वाला भूपर्पटी उत्थान दूसरा चरण है। नए पर्वत शिखरों का विकास, जो कि समस्थितिकी प्रतिक्षेप के उत्थान के कारण होता है, अंतिम चरण है। पर्वत निर्माण प्लेट अभिसरण के बाद अपने अंतिम चरण में पहुंचता है। इस चरण की पहचान समस्थितिकी प्रतिक्षेप और अवरोधी भ्रंशन (Block-fauting) के कारण होने वाले भूपर्पटी उत्थान से होती है। समस्थितिकी प्रतिक्षेप में महाद्वीपीय भूपर्पटी की ऊर्ध्व गति सम्मिलित होती है जो प्रत्यास्थ ऊपरी प्रावार में तैर रही होती है। इस क्षेत्र में भूपर्पटी का भार कम हो जाता है। जब पर्वतों से सतही पदार्थ अपरदन द्वारा हटा दिए जाते हैं तो कम भार के साथ महाद्वीपीय भूपर्पटी एक समस्थितिकी समायोजन करती है जिससे यह प्रावार में ऊर्ध्व रूप से ऊपर उठ जाती हैं। यह प्रक्रिया क्षैतिज दिशा में तनावी बल भी डालती है जो महाद्वीपीय भूपर्पटी को अनेक खंडों में विखंडित कर देता है। प्रत्येक खंड तनावी बल को समायोजित करने के लिए ऊर्ध्व रूप से गति करता है, जिससे सामान्य और द्रोणिका (Graben) भ्रंश निर्मित होते हैं।

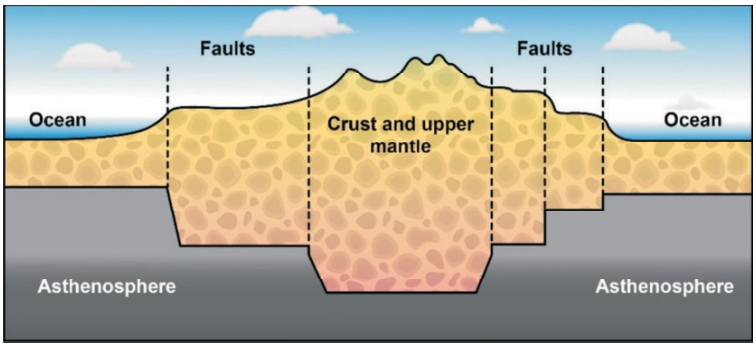
अनेक पर्वत श्रेणियाँ भूपर्पटीय स्थूलन के कारण आसपास के भूक्षेत्र से ऊपर उठी रहती हैं। इन सम्पीड़ित पर्वतों की भूपर्पटी जड़ें उत्प्लावी होती हैं, जो नीचे के आधारी पदार्थ में गहराई तक विस्तारित रहती हैं। यदि हम भिन्न मोटाइयों के कुछ लकड़ी के खंडों को पानी में डालें, तो आप देखेंगे कि ये खंड तैरते रहेंगे क्योंकि लकड़ी जल से कम सघन होती है और अपेक्षाकृत मोटे खंड पतले वाले खंड की अपेक्षा पानी की सतह पर अधिक ऊपर तैरेगा। लेकिन इसके साथ ही, अपेक्षाकृत मोटे खंड छोटे खंडों की अपेक्षा जल में अधिक गहराई तक विस्तारित रहेंगे। ये अपने अपेक्षाकृत बड़े आकार की क्षतिपूर्ति के लिए अधिक गहराई में निमज्जित रहते हैं। आप किसी खंड के निमग्न भाग को उस प्लावी खंड की जड़ के रूप में सोच सकते हैं।



(a) Isostatic Uplift and Block-faulting stage



(b) End of the Orogenic Stage



(c) Isostasy

चित्र 4.2: a) पर्वतोत्पत्ति की अवस्था के बाद, अपरदन और क्षरण नव निर्मित पर्वतों की सतह से पदार्थ को हटाने लगते हैं; b) शैल पिण्डों को हटाने से महाद्वीपीय भूपर्पटी का वह क्षेत्र बनता है जहाँ पर्वत कम सघन/भारी होते हैं और भूपर्पटी का सिरा प्रावार में अधिक ऊँचाई पर तैरने लगता है; c) यह समस्थैतिक प्रतिक्षेप ऊर्ध्व उत्थान करता है और भूपर्पटी की गति के कारण तनावी बल सामान्य भ्रंशों और ग्राबेन का निर्माण करता है।

कल्पना कीजिए कि यदि किसी खंड के ऊपर लकड़ी के किसी अन्य खंड को रख दिया जाए तो क्या होगा? ये संयुक्त खंड डूबते जाऐंगे जब तक कि एक नया समस्थितिकी (गुरूत्वाकर्षी) संतुलन प्राप्त नहीं हो जाता है। लेकिन संयुक्त खंड का शीर्ष भाग वास्तव में पहले से ऊपर हो जाएगा और उसका तल पहले से अधिक नीचे हो जाएगा। नए स्तर पर गुरूत्वाकर्षी साम्यता स्थापित करने की यह प्रक्रिया 'समस्थितिकी समायोजन' कहलाती है। पूर्ववर्ती अनुच्छेद में दी गई व्याख्या के आधार पर आप समस्थितिकी और उसके सिद्धान्त को भली प्रकार समझ गए होंगे। अब आप समस्थितिकी के अन्य महत्वपूर्ण पहलुओं और समस्थितिकी की संकल्पना के विकास के विषय में पढ़ेंगे।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

बोध प्रश्न 2

a) उत्प्लावन से आप क्या समझते हैं?

b) स्थलमंडलीय आनमन पर एक लघु टिप्पणी लिखिए।

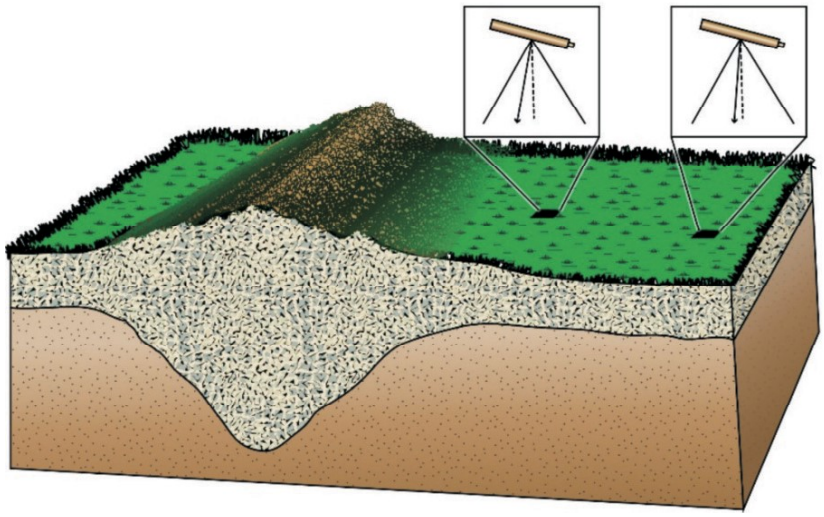
(समय सीमा 5 मिनट)

4.3 समस्थितिकी की संकल्पना का विकास

4.3.1 अक्षांशों का निर्धारण

समस्थितिकी की संकल्पना विशाल पर्वतीय द्रव्यमानों के गुरूत्वाकर्षण के संदर्भ में क्रमिक चिंतन के साथ विकसित हुई है। पिएरी बॉगुअर ने 1755 में एन्डीज के खोज अभियान के समय पाया कि चिंबोराज़ो पर्वत चोटी साहुल रेखा को उतना आकर्षित नहीं कर रही है जितना उसे करना चाहिए। फिर उन्होंने यह महसूस किया कि एन्डीज द्वारा लगाया जा रहा गुरूत्वाकर्षण बल इन पर्वतों के द्रव्यमान द्वारा अपेक्षित बल से कहीं कम है। सर जॉर्ज एवरेस्ट ने अक्षांशों के निर्धारण के लिए सिंधु-गंगा के मैदानों में एक भूगणितीय सर्वेक्षण किया। इस सर्वेक्षण के समय में भी ऐसी ही विसंगति देखी गई। इसके फलस्वरूप साहुल रेखा के गुरूत्वाकर्षी विपथन की असंगतियों पर एक बहस छिड़ गई

और इन असंगतियों पर विभिन्न वैज्ञानिकों द्वारा दी गई व्याख्याओं से समस्थितिकी की संकल्पना का सूत्रपात हुआ।



चित्र 4.3: गुरूत्वाकर्षी विपथन।

चित्र 4.3 में दर्शाया गया है कि सर्वेक्षण के लिए प्रयोग किए गए साहुल उत्तरी भारत में ऊर्ध्व रूप से नहीं लटके थे और यह प्रभाव हिमालय पर्वतों की ओर बढ़ने पर बढ़ गया था।

4.3.2 पृथ्वी के संतुलन के रूप में समस्थितिकी

प्रकृति संतुलन का एक पूर्ण तंत्र है। द्रव्य विशिष्ट मात्रा में पाए जाते हैं और इन्हें न तो निर्मित और न ही नष्ट किया जा सकता है। पृथ्वी प्रकृति के संतुलन तंत्र का श्रेष्ठ उदाहरण है। शैल कण पर्वत शिखरों से अपरदित होते हैं, घाटियों एंव नदी चैनलों में निक्षेपित होते हैं, अपने ही भार से शैलों के रुप में सहंत (जम जाते) हो जाते हैं और पर्वत निर्माण प्रक्रियाओं द्वारा उत्थापित होते हैं जब तक कि ये पुनः पर्वत नहीं बन जाते हैं। पृथ्वी के नीचे गहराई में भी संतुलन की प्रक्रियाएँ होती हैं क्योंकि भूपर्पटी के ऊपरी भागों में बड़े परिवर्तन पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षी संतुलन को परिवर्तित कर देते हैं। पर्वत श्रृंखलाओं के नीचे स्थित पतली भूपर्पटी ऊपरी प्रावार में गहराई तक नीचे चली जाती है, जबकि महाद्वीपीय मैदान वाले भूखंड अपेक्षाकृत कम गहराई तक जाते हैं। भूखंड भूपर्पटी और प्रावार पर उसी भाँति तैरते हैं जैसे एक हिमखंड किसी जलीय भाग में तैरता है। अपेक्षाकृत अधिक द्रव्यमान वाले हिमखंड छोटे पिण्डों की तुलना में अधिक गहराई में स्थित होते हैं। पृथ्वी की भूपर्पटी के पिण्डों का यह संतुलन गुरूत्वाकर्षी संतुलन को बनाए रखता है, जिसे समस्थितिकी कहते हैं।

याद रखिए कि समस्थितिकी कोई प्रक्रिया अथवा बल नहीं है। यह महज एक प्राकृतिक समायोजन अथवा संतुलन है जो भिन्न मोटाई वाली भूपर्पटी के खंडों द्वारा बनाए रखा जाता है जो गुरूत्व को भी बनाए रखता है। समस्थितिकी में पिंड के संतुलन के लिए ऊर्जा का उपयोग होता है। यह ऊर्जा जलचक्र से प्राप्त होती है जलचक्र जल की एक बूंद के पथ को इंगित करता है जो महासागरों में उत्पन्न होती है, वाष्पित होकर मेघ बनाती है, वर्षण के रूप में पर्वतों पर गिरती है और शैल और मृदा के कणों को लेकर वापस समुद्र में प्रवाहित हो जाती है। जलचक्र अपनी ऊर्जा गुरूत्व और सौर विकिरण से

प्राप्त करता है। जब जल प्रवाहित होता है अथवा हिमनद स्थलीय सतह पर धीरे-धीरे फिसलता है, तो इस एकल तंत्र में ऊर्जा की हानि होती है। पृथ्वी के भीतर, ऊर्जा रेडियोधर्मी प्रक्रिया से उत्पन्न होती है, जो क्रोड और प्रावार में संवहनीय धारा उत्पन्न करती है। विपरीत संवहनीय धाराएँ भूपर्पटी को नीचे भूसन्नतियों (विशाल संरचनात्मक गर्त) में खींच लेती हैं। निक्षेपण की प्रक्रिया जो स्वयं जलीय चक्र का भाग है, से एकत्रित अवसादी पदार्थ इन गर्तों में दबकर मैग्मा के साथ मिल जाते हैं। मैग्मा ज्वालामुखी की क्रिया अथवा महास्कन्धों (Batholith) (विशाल शैल पिंड) के रूप में मैग्मा के पिंडों के अंतर्वेशन के कारण सतह पर उठ जाता है। जब संवहनीय धाराएँ समाप्त हो जाती हैं, तो भूपर्पटी उत्थापित हो जाती है और ये स्थूलित निक्षेप ऊपर उठकर पुनः अपरदन का शिकार हो जाते हैं। भूपर्पटी सतह के एक भाग से दूसरे भाग में बहुत ही मंद प्रक्रिया द्वारा गति करती है, जिसमें पृथ्वी की आंतरिक (जैसे संवहन धाराएँ) और बाहय् (जैसे प्लेट विवर्तनिकी और अपरदन) प्रक्रियाएँ सम्मिलित हैं।

समस्थितिकी में एक समता रेखा होती है जिस पर समुद्र तल के ऊपर स्थित भूखंड के द्रव्यमान को समुद्रतल के नीचे स्थित द्रव्यमान द्वारा संतुलित किया जाता है। यह काल्पनिक गणितीय रेखा समस्थितिकी संतुलन स्थापित करने की गहराई कहलाती है।

समस्थितिकी भूमि की उस ऊर्ध्व गति का वर्णन करती है जिससे भूपर्पटी संतुलित रहे। यह क्षैतिज गति की व्याख्या नहीं करती है जैसा कि शैलों के संपीड़न अथवा वलन श्रंखलाओं में पाया जाता हैं। ग्रीनलैन्ड समस्थितिकी के क्रियाशील होने का एक उदाहरण है। ग्रीनलैन्ड भूखंड का अधिकांश भाग द्वीप को आच्छादित करने वाले हिमछत्रक के भार के कारण समुद्रतल के नीचे है। यदि हिमछत्रक पिघल गए तो जल वाहित होकर समुद्रतल को ऊपर उठा देगा। भूखंड भी उसके ऊपर के भार के हटने से ऊपर उठने लगेगा लेकिन ये समुद्रतल में वृद्धि से कम धीमी गति से उठेगा। बर्फ के पिघल जाने के काफी लंबे समय बाद, भूमि वस्तुतः उस स्तर तक उठेगी जहाँ उसकी सतह समुद्रतल से काफी ऊपर होगी। पुनः समस्थितिकी संतुलन प्राप्त हो जाएगा, लेकिन ये उससे कहीं भिन्न पर्यावरण में होगा, जो भूमि की निचली अवस्था में हिमछत्रक के भार के कारण बने संतुलन से था।

4.3.3 समस्थितिकी प्रभाव

समस्थितिकी की संकल्पना के अध्ययन के पश्चात अब हम समस्थैतिक प्रभाव के विषय में पढ़ेंगे जो निम्न प्रकार से है :

4.3.3.1 निक्षेपण और अपरदन के समस्थैतिक प्रभाव

जब किसी क्षेत्र विशेष में बड़ी मात्रा में तलछट निक्षेपित हो जाते हैं तो नए तलछट का अत्यधिक भार नीचे की भूपर्पटी को डुबो सकता है। इसी प्रकार किसी क्षेत्र से जब बड़ी मात्रा में पदार्थ अपरदित हो जाते हैं तो भूमि उसे समायोजित करने के लिए ऊपर उठ जाती है। इसलिए, जब पर्वत श्रृंखला अपरदित होकर नीची हो जाती है तो (निम्नीकृत) श्रृंखला जल को प्रतिक्षेपित करती है। यदि किसी प्रकार हिम की परत हिमखंड के ऊपरी भाग से कट जाती है, तो शेष हिमखंड ऊपर उठ जाता है। इसी प्रकार, स्थलमंडल दुर्बलतामंडल में ऊपर की ओर (कुछ मात्रा तक) और अधिक अपरदित होकर 'प्लावन' करता है। कुछ शैल संस्तर जो अब भूमि सतह पर दिखाई दे रहे हैं संभवतः अपने पूर्वकाल में अधिक समय तक सतह के नीचे गहराई में अन्य संस्तरों के नीचे दबे रहे

होंगे। यह शैल संस्तर अंततः तब उद्भासित हुआ है जब अन्य संस्तर अपरदित हो गए और निचली परतें पुनः ऊपर की ओर प्रतिक्षेपित होकर आ गईं।

एक हिमखंड के साथ एक समरूपता बनाई जा सकती है। यह सदैव अपने द्रव्यमान के एक निश्चित अनुपात में जल की सतह के नीचे रहने के साथ तैरता है। यदि हिमखंड के ऊपरी भाग में अधिक हिम मिलायी जाती है, तो हिमखंड जल में नीचे चला जाएगा, यदि किसी तरह से हिम की परत को हिमखंड के ऊपर से हटा दिया जाता है, तो शेष हिमखंड ऊपर उठ जाएगा। इसी प्रकार, पृथ्वी का स्थलमंडल दुर्बलतामंडल में तैरता रहता है।

4.3.3.2 प्लेट विवर्तनिकी - प्लेट विवर्तनिकी का समस्थैतिक प्रभाव

जब महाद्वीप टकराते हैं, तो टकराने से महाद्वीपीय भूपर्पटी किनारों पर स्थूलित हो सकती है। यदि ऐसा होता है, तो अधिकांश स्थूलित भूपर्पटी हिमखंड की समरूपता की भांति ऊपर नहीं बल्कि नीचे की ओर क्षेपित हो जाती है। अतः महाद्वीपों के टकराने से पर्वतों के ऊपर उठने का विचार सरलीकरण जैसा है। जबकि, भूपर्पटी अधिक मोटी हो जाती है और स्थूलित भूपर्पटी का ऊपरी भाग भी पर्वत श्रृंखला बन सकता है।

कुछ महाद्वीपीय टकराव इससे कहीं अधिक जटिल होते हैं, और इसका कारण समस्थैतिक साम्यता होना नहीं भी हो सकता है। अतः इस विषय को सावधानी से समझने की आवश्यकता है।

4.3.3.3 हिमखंड - हिमखंडों का समस्थैतिक प्रभाव

हिमखंडों का निर्माण पृथ्वी की सतह के डूबने का कारण बन सकता है। इसके विपरीत समस्थितिक पश्च-हिमनदीय प्रतिक्षेप उन क्षेत्रों में देखा गया है जो कभी हिमखंडों से ढके थे और जो अब पिघल गए हैं, जैसे कि, बाल्टिक सागर और हडसन की खाड़ी के आसपास के क्षेत्र। जब हिम पिघलती है, तो स्थलमंडल और दुर्बलतामंडल पर भार कम हो जाता है और वे अपने साम्यता के स्तर पर वापस आ जाते हैं। इस प्रकार से संभव है कि पूर्व समुद्री चट्टानें और लहरों द्वारा काटे गए संबंधित प्लेटफॉर्म वर्तमान समुद्रतल से सैंकड़ों मीटर ऊपर पाए गए हों। प्रतिक्षेपी गतियाँ इतनी मंद होती हैं कि अंतिम हिमनदीय काल की समाप्ति के कारण हुआ उत्थान वर्तमान में भी जारी है।

भूमि और समुद्र की ऊर्ध्व गति के अतिरिक्त पृथ्वी के समस्थैतिक समायोजन में क्षैतिज गतियाँ भी सम्मिलित होती हैं। इससे गुरूत्वाकर्षण क्षेत्र और पृथ्वी की घूर्णन दर के साथ ध्रुवीय परिभ्रमण एंव भूकंपो में परिवर्तन हो सकते हैं।

4.3.3.4 सागर तल परिवर्तन

आपने संभवतः इसके बारे में सुना होगा। समुद्रतल परिवर्तन विविध कारणों से होते हैं। इन कारणों को दो श्रेणियों में रखा जा सकता है, सुस्थैतिक और समस्थितिक परिवर्तन, जो कि इस पर निर्भर करता है कि इनका समुद्रतल पर प्रभाव भूमंडलीय होता है अथवा स्थानीय।

a. *सुस्थैतिक परिवर्तन*

समुद्रों में जल की मात्रा में परिवर्तन के परिणमस्वरूप समुद्र के स्तर में होने वाले परिवर्तन के कारण सुस्थैतिक परिवर्तन होता है। इसके विपरीत समुद्री बेसिन (द्रोणी) में परिवर्तन होने से समुद्री जल की मात्रा में भी परिवर्तन हो सकता है। सुस्थैतिक परिवर्तन

सदैव वैश्विक प्रभाव उत्पन्न करते हैं।

हिमयुग के काल में और उसके बाद सुस्थैतिक परिवर्तन हुए हैं। हिमयुग के आरंभ में तापमान कम हो गया और जल हिमीकृत होकर अन्तरदेशीय हिमनदों में भंडारित हो गया, जिससे जलचक्र निलंबित हो गया। इससे सागर से जल की निकासी तो हुई लेकिन, उसमें उस मात्रा में जल वापस नहीं लौट रहा था परिणामस्वरुप समुद्रतल में समग्र गिरावट आ गई। इसके विपरीत हिमयुग के समापन पर तापमान बढ़ने लगा और इसलिए हिमनदों में भंडारित जल पुनः जलचक्र में प्रवेश कर गया और सागरों का पुर्नभरण हो गया जिससे समुद्रतल बढ़ने लगे। हिमयुग के बाद तापमान में वृद्धि समुद्रतल को आगे भी प्रभावित करेगी, क्योंकि तापमान में वृद्धि से हिमपरतें पिघलेंगी और जिससे सागरों में अधिक जल जाएगा।

महासागरीय बेसिनों का आकार विवर्तनिक हलचलों की गति से परिवर्तित हो सकता है। यदि महासागरीय बेसिन अपेक्षाकृत बड़े हो गए, तो महासागरों का आयतन अधिक हो जाएगा लेकिन समग्र समुद्रतल कम हो जाएगा क्योंकि महासागर में जल की मात्रा उतनी ही रहेगी। इसके विपरीत यदि महासागरीय बेसिन अपेक्षाकृत छोटे हो गए तो महासागरों का आयतन कम हो जाएगा और उसी के अनुरूप समुद्रतल में वृद्धि हो जाएगी।

b. *समस्थितिक परिवर्तन*

समस्थितिक समुद्रतल परिवर्तन भूमि की ऊँचाई में वृद्धि अथवा कमी के फलस्वरूप होता है। जब भूमि की ऊँचाई बढ़ती है, तो समुद्रतल कम हो जाता है और जब भूमि की ऊँचाई कम होती है समुद्रतल में वृद्धि हो जाती है। समस्थितिक परिवर्तन स्थानीय समुद्रतल परिवर्तन है जबकि सुस्थितिक परिवर्तन भूमंडलीय समुद्रतल परिवर्तन है।

MAADHYAM IAS

हिमयुग के काल में समस्थैतिक परिवर्तन भूमि पर हिम के बनने से हुआ था। जब जल भूमि पर स्थित हिमनदों में भंडारित हो गया तो भूमि का भार बढ़ गया और भूमि में थोड़ा सा धंसाव हो गया जिससे समुद्रतल थोड़ा सा विस्तृत हो गया। इसे संपीडन कहते हैं। जब हिमयुग के अंत में बर्फ पिघली तो भूमि पुनः ऊपर उठने लगी जिससे समुद्रतल में कमी आ गई जिसे विसंपीडन अथवा समस्थितिक प्रतिक्षेपण कहते हैं। समस्थितिक प्रतिक्षेप वास्तव में एक मंद प्रक्रिया है, जो पिछले हिमयुग से जारी है। आपको ये जानकर आश्चर्य होगा कि ये तब भी जारी है जब आप इस इकाई को पढ़ रहे हैं। जैसा कि यह अक्सर प्लेट सीमाओं पर होता है, समस्थितिक समुद्रतल परिवर्तन विवर्तनिक उत्थान अथवा गर्त निर्माण के कारण भी हो सकता है। ऐसे समस्थितिक परिवर्तन स्थानबद्ध घटनाएँ हैं जो विश्व के कुछ भागों में घटित होती हैं।

c. *समुद्रतल परिवर्तन की विशेषताएँ*

समुद्रतल परिवर्तन से समुद्रतटों पर अनेक भू-आकृतियाँ निर्मित हो सकती हैं। पुनः हम इन भू-आकृतियों को उनके निर्माण की विधि के आधार पर वर्गीकृत कर सकते हैं।

i) *उद्‌गामी भू-आकृतियाँ (Emergent Land forms)*

उद्‌गामी भू-आकृतियाँ हिमयुग के अंत में प्रकट होनी आरंभ हो गईं थीं। ये तब उत्पन्न होती हैं जब समस्थितिक प्रतिक्षेप समुद्रतल में होने वाली सुस्थैतक वृद्धि से अधिक तेजी से होता है। अधिक सरल रूप में कहें तो, भूमि की ऊँचाई समुद्र की तुलना में अधिक तेजी से बढ़ती है। उद्‌गामी विशेषताएँ तटीय अपरदन की विशेषताएँ हैं जो वर्तमान

समुद्रतल से काफी ऊपर विकसित हुए प्रतीत होते हैं। वास्तव में ये तब विकसित हुए थे जब समुद्र उस स्तर पर था और फिर हिमयुग में समुद्रतल में परिवर्तन हो गया और अब ये समुद्रतल से ऊपर हैं।

एक ऐसी उद्‌गामी भू-आकृति ऊँचे उठे समुद्री पुलिन हैं। ये लहरों द्वारा निर्मित प्लेटफॉर्म हैं तथा वर्तमान समुद्रतल से ऊपर स्थित हैं। आप इन ऊपर उठे हुए पुलिनों के साथ लहरों द्वारा काटे गए दर्रों एवं मेहराबों आदि से युक्त पुरानी चट्टानों को भी सामान्यतः देख सकते हैं। इन उद्‌गामी भू-आकृतियों का अब तटीय अपरदन नहीं होता है। लेकिन ये अपक्षरण की विभिन्न प्रक्रियाओं जैसे कि–जैविक, रासायनिक एवं भौतिक इत्यादि से प्रभावित होते रहते हैं।

ii) *निमज्जित भू-आकृतियाँ* *(Submergent Land forms)*

निमज्जित भू-आकृतियाँ उद्‌गामी भू-आकृतियाँ से विपरीत होती हैं इनका निर्माण तब हुआ जब हिमयुग के तुरंत बाद समुद्रतल में सुस्थितिक उन्नयन समस्थितिक प्रतिक्षेप उच्छलन से अधिक तेजी से होने लगा। इस दौरान जल तेजी से विस्तृत होकर भूमि पर फैल गया। एक निमज्जित आकृति रिआ (Ria) कहलाती है। ये एक नदी घाटी होती है जो समुद्रतल में सुस्थितिक उन्नयन द्वारा जल से भर जाती है। ये लगभग विशिष्ट नदी घाटी के समान होती है लेकिन इनमें उनकी अपेक्षा अधिक जल होता है। रिआ की अनुप्रस्थ काट वास्तव में ढलान पर नदी की अनुप्रस्थ काट के समान ही होती है। एक बात ध्यान देने योग्य है कि नदी का बाढ़कृत मैदान भी जलमग्न हो जाता है, और रिआ की अनुप्रस्थ परिच्छेदिका भी थोड़ा सा परिवर्तित हो जाती है जिससे उसमें बाढ़कृत मैदान सम्मिलित हो सके।

एक अन्य निमज्जित भू-आकृति फियॉर्ड (Fiord) है। ये रिया से तीव्र ढाल वाले और परिवर्ती प्रकार के होते हैं, जबकि रिया सामान्यतः कम चौड़ाई वाले/संकरे होते हैं। इनकी अंग्रेजी अक्षर 'U' के आकार की अनुप्रस्थ परिच्छेदिका होती है और ये अधिकांशतः विश्व के हिमाच्छादित भागों में पाए जाते हैं। सामान्य रूप से फियॉर्ड काफी गहरे होते हैं। किंतु इनका मुख उथला होता है जो देहली कहलाता है क्योंकि यहीं पर हिमनद अपना भार निक्षेपित करते हैं।

अन्तिम निमज्जित भू-आकृति डेल्मेशियन तटरेखा कहलाती है। ये विश्व के उन क्षेत्रों में निर्मित हैं; जहाँ घाटियाँ (विशेषरूप से हिमनद घाटियाँ) एक दूसरे के समान्तर स्थित होती हैं। जब घाटियाँ समुद्रतल के बढ़ने पर जल से भर जाती हैं, तो घाटियों के शीर्ष भाग समुद्र के ऊपर रहते हैं और तटरेखा के समान्तर चलते द्वीपों की श्रृंखला जैसे दिखाई देते हैं। डेल्मेशियन तटरेखा का श्रेष्ठ उदाहरण क्रोएशिया के डल्मेशियन तट का है, जहाँ से इन्हें ये नाम मिला है। आपमें से कई लोग उससे परिचित भी होंगे। यदि नहीं जानते हैं तो इसके विषय में इन्टरनेट अथवा पुस्तकों से कुछ और जानकारी प्राप्त कीजिए। ऊपर के अनुच्छेदों को पढ़ने के बाद आप विभिन्न उच्चावचों, भूआकृतियों जैसे निक्षेपों, समुद्रतल, आदि पर समस्थितिकी के प्रभाव को जान गए होंगे और निम्नलिखित प्रश्न का उत्तर दे सकते हैं।

(समय सीमा 5 मिनट)

बोध प्रश्न 3

संक्षेप में बताइए कि उद्‌गामी भू-आकृतियाँ किस प्रकार निर्मित हुई हैं?

4.4 समस्थितिकी से संबंधित विभिन्न मत

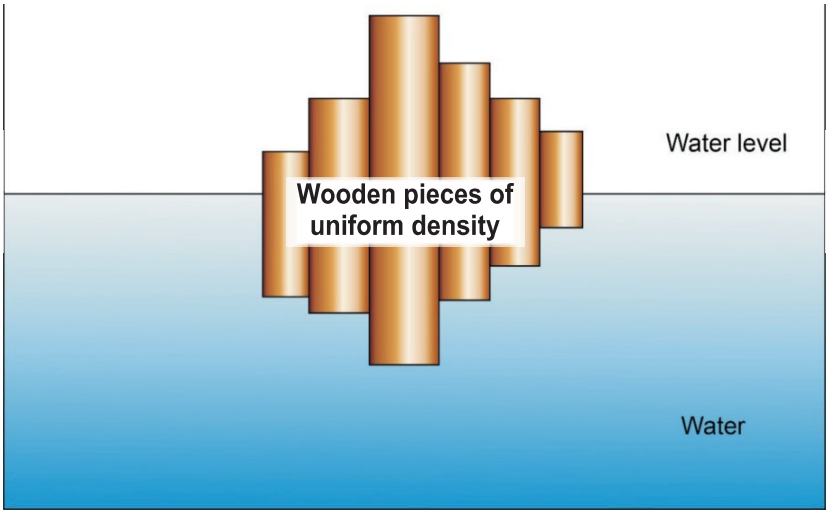
4.4.1 एयरी का सिद्धान्त

समस्थितिकी क्या है, ये जानने के लिए विभिन्न भू-भौतिक विज्ञानियों के मतों अथवा सिद्धान्तों को जानना अत्यंत महत्वपूर्ण है। इनमें से कुछ निम्नलिखित हैं :

जॉर्ज बी. एयरी (1855), एक रॉयल खगोलशास्त्री ने एक शोधपत्र प्रस्तुत किया जिसमें उन्होंने तर्क दिया कि विसंगतियों की व्याख्या की जा सकती है। उनके अनुसार वस्तुओं के घनत्व व आयतन परस्पर सम्बन्धित होते हैं। जो पदार्थ किसी द्रव्य में जितना डूबा होता है, वह अपने आयतन के अनुपात में उतना द्रव्य हटा देता है, उनके मतानुसार ऐसे ही स्थल के उठे हुए भू-भाग अपनी ऊँचाई की अपेक्षा नौ गुणा अधः स्तर में डूबे होने चाहिये।

जॉर्ज एयरी के अनुसार, पर्वतों का अतिरिक्त भार नीचे के अपेक्षाकृत हल्के पदार्थों में संतुलित हो जाता है। अपेक्षाकृत हल्के पदार्थों से निर्मित भूपर्पटी अधिक सघन पदार्थों के अधःस्तर में तैरती रही है अर्थात् सियाल (Sial) सीमा (Sima) के ऊपर तैरती रही है। हिमालय पर्वत अपेक्षाकृत सघन मैग्मा में प्लावन कर रहा है और उसका अधिकतम भाग मैग्मा में डूबा हुआ है। यह ठीक उसी प्रकार से है जैसे नाव अपने अधिकतम भाग के पानी में डूबा होने के साथ तैरती है। यदि हम ये मान लें कि भूपर्पटी के प्रति एक भाग के ऊपर रहने के लिए भूपर्पटी और अधःस्तर का घनत्व 2.67 और 3.0 है, तो भूपर्पटी के 9 भाग को अधःस्तर के भीतर होना चाहिए। दूसरे शब्दों में, उत्प्लावन के नियमानुसार ऊपर स्थित और डूबे हुए भाग का अनुपात 1:9 होना चाहिए।

एयरी के अनुसार हिमालय अपना वास्तविक आकर्षण बल डाल रहा था क्योंकि अपेक्षाकृत हल्के पदार्थों की अधिक लंबी जड़ अधःस्तर में विद्यमान थी जो ऊपरी भाग को संतुलित कर रही थी। उनके अनुसार स्थलखंड के विभिन्न भागों (पर्वतों, पठारों, मैदानों) का घनत्व समान रहता है। इसका अर्थ यह है कि विभिन्न मोटाइयों के भू-भागों का घनत्व एक (चित्र 4.4) समान होता है।



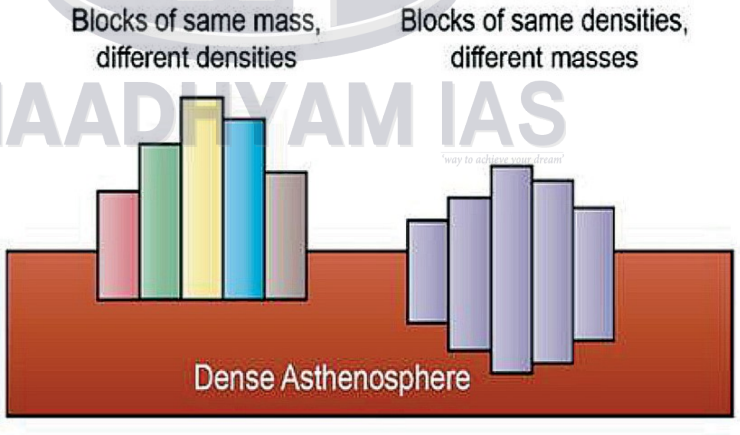
चित्र 4.4: परिवर्तित मोटाई के साथ भिन्न तल पर आकृतियों का समान घनत्व।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. एयरी के अनुसार प्रत्येक ऊपर स्थित भाग की जड़ नीचे उसकी ऊँचाई के अनुसार 1:9 के अनुपात में होती है तो हिमालय की जड़ें 8848×9=79632 मीटर गहरी होंगी। यह मानना गलत है कि हिमालय की अपेक्षाकृत हल्के पदार्थ की जड़ नीचे की ओर इतनी गहराई तक गई होगी। क्योंकि अगर मान भी लिया जाए तो इतनी लंबी जड़ वहाँ के अत्यधिक उच्च तापमान में पिघल गई होगी। बढ़ती गहराई के साथ तापमान एक डिग्री सेन्टीग्रेड प्रति 32 मीटर की दर से बढ़ता है। अतः इस गहराई पर, तापमान सतह के तापमान से 2700 डिग्री सेल्सियस अधिक होगा।

4.4.2 प्राट का सिद्धान्त

कैम्ब्रिज में एक प्रशिक्षित गणितज्ञ एच. प्राट (1855), जो तब कलकत्ता के आर्चडिकोन (प्रधान पादरी के सहायक) थे, ने हिमालय के अतिरिक्त द्रव्यमान को विसंगति के कारण के लिए उत्तरदायी बताया था। उनकी एकमात्र कठिनाई यह थी कि उन्होंने मात्रात्मक विश्लेषण के आधार पर 15.885'' की विसंगति का पूर्वानुमान लगाया था, जो उनके द्वारा प्रेक्षित आँकड़ो से तीन गुना पायी गई। उनके समस्थितिक मॉडल में एक क्षैतिज भूपर्पटीय आधार की बात की गई है। उनके अनुसार भूपर्पटी का घनत्व परिवर्तित होता रहता है और यह सागरों में अधिक तथा पर्वतों में कम होता है। अतः भूपर्पटी के आधार पर स्थित सभी स्थानों पर दाब समान होता है।



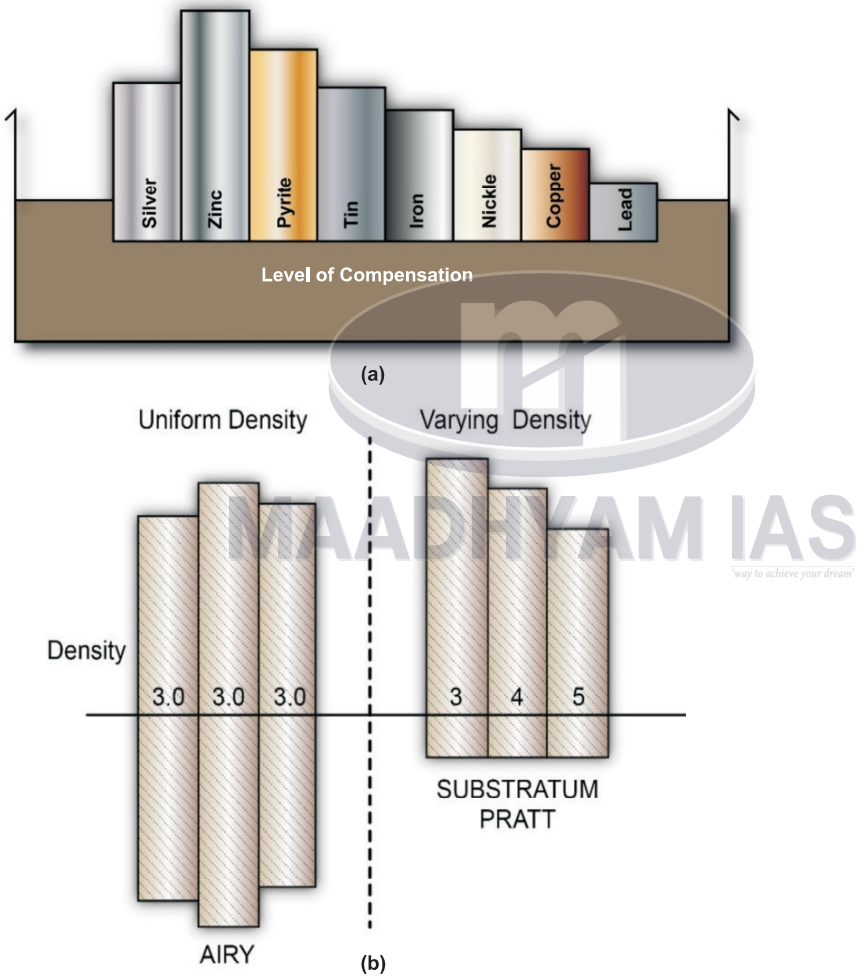
चित्र 4.5: प्राट का सिद्धान्त (बाएँ भाग में) एंव एयरी का सिद्धान्त (दाएँ भाग में)।

इस सिद्धान्त के अनुसार भूपर्पटी में भूपर्पटी के खंडों की ऊँचाई के साथ शैलों के घनत्व में अन्तर होता है। पर्वतों का घनत्व पठारों के घनत्त्व से कम और पठारों का घनत्त्व मैदानों के घनत्त्व से कम होता है। इसका अर्थ है कि ऊँचे उठे पिंडों का घनत्व निचली सतह वालें पिंडों की तुलना में कम होता है। इसलिए, अपेक्षाकृत हल्के पदार्थों के बने पिंड सघन पदार्थों के बने पिंडों की अपेक्षा उच्चतर ऊँचाईयों पर स्थित होते हैं। संक्षेप में, आप मान सकते हैं कि अपेक्षाकृत हल्के पदार्थ पर्वतों के नीचे स्थित रहते हैं जबकि अधिक भारी पदार्थ महासागरों के नीचे स्थित होते हैं। ऊपरी खंडों और निचले सघन शैलों के बीच की सीमा समान गहराई पर स्थित होती है जिसे क्षतिपूर्ति तल (Level of compensation) कहा जाता है। इस तल पर ऊँचे उठे भागों एवं गहराई में स्थित पिंडों का निर्माण करने वाली शैलें समान दबाव डालती हैं।

एयरी और प्राट के मतों की तुलना

बोवी के अनुसार एयरी और प्राट के मतों में मूलभूत अन्तर यह है कि पहले में परिवर्तित मोटाई के साथ समान घनत्व और दूसरे में समान गहराई के साथ परिवर्तित घनत्व की बात कही गई है।

वर्तमान में, एयरी का मॉडल महाद्वीपों और महासागरों के बीच ऊँचाइयों के अन्तर की बेहतर व्याख्या करने के रूप में स्वीकार्य है। यह अंतरा-महाद्वीपीय ऊँचाईयों की अच्छी तस्वीर प्रस्तुत करता है किंतु, महासागरों की गहराईयों की सही व्याख्या प्रस्तुत नहीं करता है। वर्तमान में एयरी-वुलार्ड मॉडल जो भूपर्पटी और प्रावार दोनो में परिवर्तित घनत्वों को संभव मानता है, महाद्वीपों की ऊँचाईयों के अन्तर की बेहतर व्याख्या करता है।



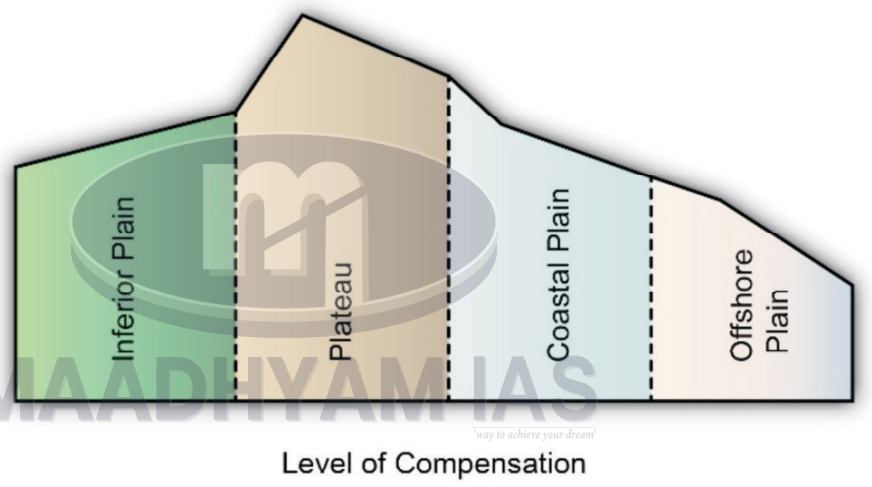
चित्र 4.6: a) क्षतिपूर्ति तल; b) एयरी और प्राट के मध्य तुलना।

4.4.3 हैफोर्ड एवं बोवी

हैफोर्ड और बोवी के मत प्राट के मतों के लगभग समान हैं। उनके अनुसार, भूपर्पटीय भागों के खंड ऊँचे होने के साथ उनके घनत्त्व में परिवर्तित होते रहते हैं। पर्वत का घनत्व महासागरीय तल के घनत्त्व से कम है। दूसरे शब्दों में, भूपर्पटी महासागरीय तल की अपेक्षा पर्वतों के नीचे हल्के पदार्थो से निर्मित हैं।

क्षतिपूर्ति तल के नीचे एक ऐसा तल होता है जहाँ पार्श्व दिशा में घनत्व एक समान होता है। अतः हैफोर्ड एवं बोवी के अनुसार भूपर्पटी के खंडों की ऊँचाई और उनके सापेक्ष घनत्वों के बीच क्षतिपूर्ति तल के ऊपर प्रतिलोम संबंध होता है (जैसा प्राट ने माना था)। क्षतिपूर्ति तल (स्तर) लगभग 100 किलोमीटर की गहराई पर स्थित माना गया है। अपेक्षाकृत कम घनत्त्व के शैलों वाले खंड उच्चतर घनत्व के शैलों वाले खंडों से ऊपर स्थित हैं।

बोवी ने एक परीक्षण किया जिसमें उन्होंने भिन्न धातुओं जैसे लोहा, जिंक, तांबा, सीसा, टिन, चांदी, पाइराइट और निकेल के समान मोटाई और परिवर्ती ऊँचाई के आठ टुकड़े लिए। उन्होंने इन टुकड़ों को पारे (मरकरी) से भरे पात्र में डूबो दिया और देखा कि भिन्न धातुओं और अयस्कों से लिए गए समान अनुप्रस्थ-काट के भिन्न परिवर्ती घनत्व वाले खंड पारे के बेसिन में तैर रहे हैं। लेकिन वे सभी समान रेखा/स्तर (क्षतिपूर्ति रेखा) पर आकर समान भार डालते हैं।



चित्र 4.7: हैफोर्ड के अनुसार क्षतिपूर्ति तल।

आलोचनात्मक विश्लेषण

1. हैफोर्ड और बोवी की संकल्पना के अनुसार भूपर्पटीय भाग (विभिन्न भू-आकृतियों के) ऊर्ध्व खंडों के रूप में होते हैं। यह मत स्वीकार्य नहीं है क्योंकि भूपर्पटीय आकृतियाँ क्षैतिज परतों के रूप में होती हैं।

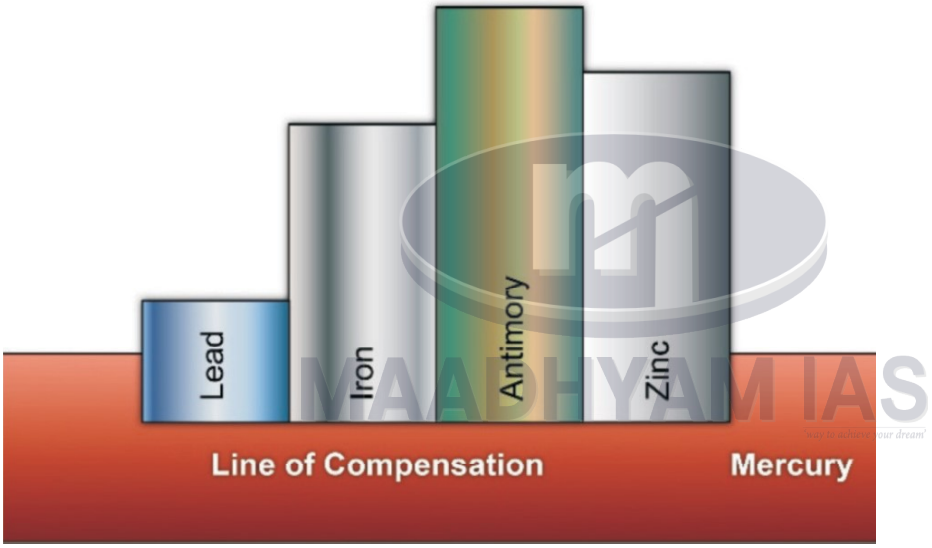
2. उन्होंने माना कि क्षतिपूर्ति तल लगभग 100 किलोमीटर की गहराई में स्थित है। शैलों के लिए, यहाँ स्थित अत्यधिक तापमान पर ठोस अवस्था में रहना संभव नहीं है।

4.4.4 जोली

जोली ने हैफोर्ड और बोवी के द्वारा प्रस्तुत किए गए इस मत को अमान्य कर दिया कि लगभग 100 किलोमीटर की गहराई पर क्षतिपूर्ति तल पाया जाता है। उनके अनुसार एक समान घनत्त्व के आवरण (कवच) के नीचे दस मील (लगभग 16 किलोमीटर) की एक परत पाई जाती है। इस 10 मील की मोटाई वाले क्षेत्र में घनत्त्व परिवर्तनशील रहता है।

अतः जोली ने ये माना कि क्षतिपूर्ति तल रैखिक नहीं है बल्कि यह एक मंडल (जोन) के रूप में स्थित है। इस परत में (क्षतिपूर्ति मंडल), भिन्न घनत्वों के खंडों के निचले भाग एक समान नहीं होते हैं। उनका मानना था कि महाद्वीपीय अर्थात् सियाल (Sial) और उसके विभिन्न ऊँचाई वाले खंड इस परत में प्लावन कर रहे हैं और इस प्रकार द्रवस्थैतिक समस्थिति बनाए हुए हैं। इस प्रकार, जोली ने अपने मत को प्लावन के आधार पर समझाया (ये याद रखना चाहिए कि जोली ने इसका उल्लेख नहीं किया था)। इस प्रकार हम जोली की संकल्पनाओं से प्लावन के विचार का केवल अनुमान लगा सकते हैं।

उनके अनुसार जब कोई वस्तु जल में तैरती है, तो वह अपने भार के बराबर जल को विस्थापित करती है। इस प्रकार, जोली के मत एयरी के मत के समान थे। जोली का यह मत प्लावन के विचार के काफी अनुरूप है। 10 मील की परत में हल्के महाद्वीपीय भूपर्पटी का नीचे की ओर प्रक्षेपित भाग कम घनत्त्व के क्षेत्रों के साथ संगत हैं, जबकि उच्चतर घनत्व के क्षेत्र अधःस्तर के नीचे अपेक्षाकृत भारी पदार्थों से युक्त मध्यवर्ती क्षेत्रों को प्रदर्शित करते हैं (चित्र 4.7)।



चित्र 4.8: जोली की समस्थितिकी की संकल्पना।

4.4.5 हीसकेनन

हीसकेनन की परिकल्पना एयरी (परिवर्ती मोटाई पर समान घनत्व) और प्राट (विभिन्न खंडों में परिवर्ती घनत्व) दोनो की संकल्पनाओं का मिश्रित रूप है। उनके अनुसार, शैलों का घनत्त्व प्रत्येक खंड में तथा विभिन्न खंडों के मध्य में भी परिवर्तित होता है। उनके समस्थितिकी के सिद्धान्त की पुष्टि भूंकपीय आँकड़ों से भी हुई है। यह देखा गया है कि समुद्रतल पर शैलों का औसत घनत्त्व उच्चतर ऊँचाईयों के घनत्त्व से अधिक होता है और घनत्त्व में ये भिन्नता आगे शैलों में नीचे की ओर भी जारी रहती है जिससे अधिक गहराई में स्थित शैल उथले शैलों की अपेक्षा अधिक सघन होते हैं। अतः ये माना जाता है कि भिन्न खंडों के घनत्त्व भी भिन्न होते हैं और उसी के अनुसार वो नीचे की ओर भिन्न गहराईयों तक विस्तारित रहते हैं। यह संकल्पना पर्वतों की जड़ों और भूपर्पटी के विभिन्न भागों में पाए जाने वाले घनत्व में भिन्नता को स्पष्ट करता है। चूँकि भूपर्पटी के विभिन्न खंडों (कालमों) की शैलों के घनत्त्व में अंतर होता है। अतः शैलों के घनत्त्व में उर्ध्व एवं क्षैतिज दोनों रूपों में परिवर्तन होना प्रतीत होता है।

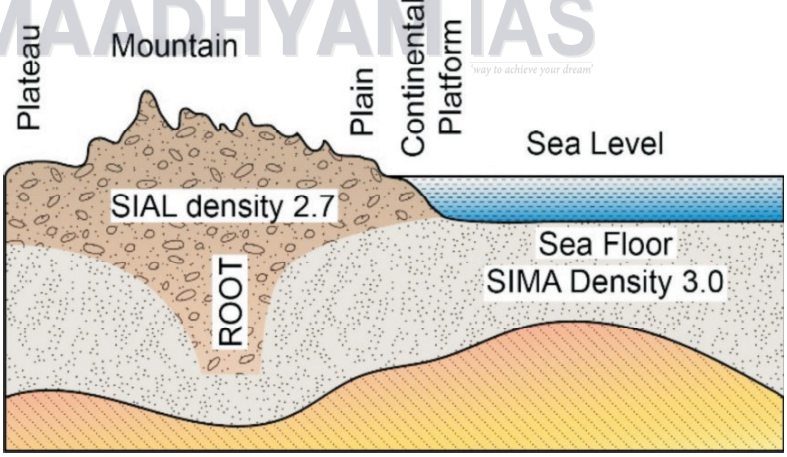
आलोचनात्मक विश्लेषण

1. समस्थितिकी का सिद्धान्त पर्वतों के उर्ध्वाधर उत्थान को संतोषजनक तरीके से व्याख्यायित करता है लेकिन अभी तक ये स्थापित करना संभव नहीं हुआ है कि समस्थितिकी विवर्तनिक गतियों को आरंभ करने वाला कारक है।
2. भूपर्पटी के विकास में समस्थितिकी एक महत्वपूर्ण भूमिका तो निभाती है किंतु निर्णायक भूमिका नहीं।
3. समस्थितिकी के विचार को समर्थन इस तथ्य से मिलता है कि स्कैन्डेनेविया में हिमनदों से बर्फ के पिघलने से भार में कमी हुई जिसके फलस्वरूप ये क्षेत्र ऊपर उठ गया।

4.4.6 होम्स

होम्स ने भूकंपीय तरंगो के प्रमाण के आधार पर ये माना कि पृथ्वी का निर्माण अनेक परतों से हुआ हैं। उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि ऊँचे उठे भाग कम घनत्व वाले शैलों से निर्मित हैं। इसीलिए पर्वतों के नीचे सियाल (Sial) की परत 40 किलोमीटर या और भी अधिक नीचे है जबकि मैदानो में, यह सिर्फ 10 से 12 किलोमीटर नीचे होती है। महासागरीय तल के नीचे सियाल की परत या तो बहुत पतली अथवा अनुपस्थित होती है। उनका स्पष्ट रूप से यह मानना था कि ऊपर उठे भूपर्पटीय भाग अपेक्षाकृत हल्के पदार्थों से बने हैं। इनको संतुलित करने के लिए, इन उच्चतर खंडों का मुख्य भाग अत्यंत कम घनत्व वाले हल्के पदार्थों में अधिक गहराई तक निमज्जित है। उच्च घनत्व वाले पदार्थ निचले भागों में पाये जाते हैं (चित्र 4.8)।

MAADHYAM IAS "way to achieve your dream"



चित्र 4.8: होम्स की समस्थितिकी की परिकल्पना।

4.4.7 वेनिंग मीनेज की आनमन समस्थितिकी

एफ. ए. वेनिंग मीनेज एक डच भू-भौतिकविज्ञानी थे, जो बींसवी शताब्दी के मध्य के वर्षो में सक्रिय रहे थे। वे गुरूत्व, समुद्र की विसंगतियों, विशेष रूप से गहरे सागर की खाईयों पर अपने आरंभिक अध्ययन के लिए प्रसिद्ध हैं। उनके द्वारा किए गए मापन एक विशेष पेन्डुलम/दोलक से एक निमज्जित और एक स्थैतिक पनडुब्बी से लिए गए थे। आपको आश्चर्य होगा कि उन्होंने और अन्य वैज्ञानिकों ने जल्दी ही ये समझ लिया कि उनकी

पहेली की कुंजी शैलों के प्रत्यास्थ व्यवहार में निहित है। उनके अनुसार जब शैल ठंडे होते हैं, तो वे दृढ़ होते हैं और लाखों या करोड़ों वर्षो तक बिना विरूपण के भार को सहन कर सकते हैं। लेकिन गलनांक के निकट के तापमान पर शैल निर्बल हो जाते हैं और भू-गर्भिक कालक्रम में आसानी से विरूपित हो जाते हैं। शैलों की गर्म और ठंडी प्रकृति कैल्विन पैमाने पर गलन तापमान से निकटता को इंगित करती है।

पृथ्वी पर लागू करने पर ये प्रेक्षण इंगित करते हैं कि पृथ्वी में एक मजबूत ठंडी बाह्य प्रत्यास्थ परत होती है। ये भूपर्पटी अथवा स्थलमंडल अथवा किसी अन्य परत से मेल खा भी सकती या मेल नहीं भी खा सकती है। इसी प्रकार, एक गर्म निर्बल, अंर्तनिहित परत होती है जो कुछ हजार वर्षों के अल्प अन्तरालों पर त्वरित रूप से प्रवाहित हो सकती है (पश्च-हिमनदीय प्रतिक्षेप इसे दर्शाता है)। यह विरूपणीय परत अल्पावधि भारण (भूकम्प तरंगें) के संदर्भ में ठोस होती है लेकिन लंबी अवधि के भारों के संदर्भ में प्रवाहमान होती हैं। यह अनुमान लगाया गया है कि अधिक गहराई में अधिक मजबूत शैल स्थित होते हैं। ये बहुत गर्म होते हैं लेकिन गलन तापमानों के बहुत निकट नहीं होते, लेकिन उच्च दाब इन्हें गलन से रोकने में सहायता करता है।

वेनिंग मीनेज की आनमन समस्थितिकी मॉडल में, सतही भार के रूप में स्थित हिम परतों को ठण्डी बाह्य प्रत्यास्थ परत के मुड़ने से काफी सहारा मिलता है, जो लगभग 10 से 100 किलोमीटर के विस्तार में होती हैं। हम इस प्रकार के सहारे को मुड़ी हुई किरणों के लिए अभियंत्रिकी के सूत्रों के प्रयोग द्वारा मॉडल के रूप में प्रस्तुत कर सकते हैं। पृथ्वी की सतह पर शैल मजबूत होते हैं और खड़ी ढ़ालों पर भी टिके रह सकते हैं। गहराई में शैल निर्बल लेकिन ठोस होते हैं और विभेदी भारण की प्रतिक्रिया स्वरूप प्रवाहित भी हो सकते हैं। इस मॉडल में इकाई खंडों का द्रव्यमान नीचे प्रवाह की गहराई में आवश्यक रूप से नियत नहीं होता है। ये एक स्थान से दूसरे पर भिन्न हो सकता है। अपने अभियांत्रिकी सूत्रों का प्रयोग करके हम प्रत्यास्थ मोटाई का आंकलन भी कर सकते हैं। जहाँ ये पतली होती है, वहाँ दिए गए भार के लिए वृहद ऊर्ध्व विस्थापन होने लगते हैं और एक संकरे क्षेत्र में भार के नीचे एवं उसके इर्द-गिर्द संकेन्द्रित होने लगते हैं। जहाँ प्रत्यास्थ परत की मोटाई अधिक होती है, वहाँ ऊर्ध्व विस्थापन अल्प होते हैं लेकिन भार से बहुत अधिक दूरी पर पाए जाते हैं।

महासागरों में, ऐसे अध्ययन दर्शाते हैं कि प्रत्यास्थ मोटाई प्लेट की अवस्था के साथ बढ़ती जाती हैं। प्रत्यास्थ प्लेट का आधार लगभग 450°C समताप रेखा पर होता है, जो स्थलमंडलीय प्लेट (लगभग 1300°C) के आधार के जितना नहीं है। महाद्वीपों पर, यह कम स्पष्ट है, क्योंकि यहाँ अक्सर जटिल प्रत्यास्थ परतें होती हैं (उदाहरण के लिए, निर्बल क्वार्टज से समृद्ध प्लूटोनिक शैल)। स्पष्ट रूप से, तापमान द्वारा प्रभावी नियंत्रण होने के कारण प्रत्यास्थ मोटाई समय के साथ परिवर्तित हो सकती है। इस स्थिति से हमारे सामने अनेक प्रश्न उठते हैं। जैसे कि, किस प्रकार हम स्थलमंडल की मोटाई के आधार पर इस स्थानीय समस्थितिकी को क्षेत्रीय समस्थितिकी के साथ तालमेल में ला सकते हैं?

आनमन समस्थितिकी से संबंधित अध्ययन हिम परतों, हिमछत्रकों, डेल्टा, गहन-सागरों, ज्वालामुखीय द्वीपों, भू-अग्र बेसिनों और अवतलित क्षेत्रों के लिए भी किए गए हैं। भारण हिम छत्रक की भाँति बाह्य या हल्के मैफिक प्लूटोनिक चट्टान की तरह आंतरिक भी हो सकता है।

MADHYAM IAS

4.4.8 समस्थितिकी बनाम अ-समस्थितिकी

समस्थितिकी पर दो अवलोकन सामान्य रूप से निम्न हैं :

1. जिस समय समस्थितिकी के मॉडल विकसित हो रहे थे, अन्य वैज्ञानिक पृथ्वी की गहरी आन्तरिक संरचना की पड़ताल कर रहे थे। ठोस पृथ्वी के लिए दो प्रबल तर्क दिए गए थे। यदि पृथ्वी ठोस है, जैसा कि हम कहते हैं तो शैल प्रवाही नहीं हो सकते हैं और समस्थितिक संतुलन उत्पन्न नहीं होता।

2. मुख्यतः ठोस पृथ्वी के लिए पूर्व तर्क महासागरीय ज्वारों के अध्ययन पर आधारित थे। यदि पृथ्वी सागर की भांति द्रव होती तो उसे ज्वारीय बलों के लिए उसी प्रकार प्रतिक्रिया करनी चाहिए थी जैसी सागर के जल की होती है। पृथ्वी और महासागरीय जल एक साथ गति करते और उनमें बहुत कम सापेक्ष गति होती (अर्थात् कोई दृश्य ज्वार नही होता)। बीसवीं शताब्दी के आरंभ में, भूकंपविज्ञानियों ने समूची पृथ्वी में अल्प द्रवित क्रोड (ठोस भीतरी क्रोड की खोज काफी बाद में हुई थी) तक प्रतिबल तरंगों की खोज की थी। इन अध्ययनों ने मुख्यरूप से ठोस पृथ्वी के लिए मानने योग्य प्रमाण प्रस्तुत किए क्योंकि प्रतिबल तरंगे द्रव में से नहीं जाती हैं।

यदि पृथ्वी ठोस है, तो शैल समस्थितिक संतुलन बनाने के लिए प्रवाही कैसे हो सकते हैं?

एयरी और प्राट की समस्थितिकी के लिए एक अन्य प्रेक्षण के अनुसार इन दोनों मॉडलों में समस्थितिकी स्थानीय है। अर्थात् कोई भी समीपवर्ती शैल खंड परिवर्ती भारों की प्रतिक्रिया स्वरूप स्वतंत्र रूप से ऊपर नीचे गति कर सकता है। आप प्लावी काष्ठ खंडों के प्रयोगशाला अभ्यास को याद कर सकते हैं। समस्या यह है कि गति की इस स्वतंत्रता का अर्थ है कि शैलों में कोई प्रतिबल सामर्थ्य नहीं होता है। दूसरी तरफ, खड़े स्थलाकृतिक ढ़ालों का होना ही ये प्रदर्शित करता है कि शैलों में दीर्घावधि कर्तन सामर्थ्य होती है, जबकि पर्वत निस्पंदन करके चपटे होते नहीं प्रतीत होते हैं (क्या वास्तव में पर्वत उत्पत्ति के पश्चात् प्रथक भ्रंशों द्वारा निपात होता है?)। हम इन विरोधाभासों में कैसे सामंजस्य स्थापित कर सकते हैं?

4.5 सारांश

इस इकाई में आपने नीचे वर्णित संकल्पनाओं, सिद्धान्तों और मुद्दों के विषय में पढ़ा है:

- आपने पढ़ा है कि पृथ्वी एक गतिशील ग्रह है। यह अपने अक्ष पर घूर्णन के साथ ही सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करती है। इसकी सतह पर परिवर्ती मात्राओं के साथ विभिन्न भू-आकृतिक गुण पाए जाते हैं। एक तरफ हमारे पास माउन्ट एवरेस्ट की उच्चतम चोटी है और दूसरी तरफ मिन्डानाओं की खाई है जो हमें चकित करती है और ये सोचने पर मजबूर करती है कि किस प्रकार ये स्थलाकृतिक भू-आकृतियाँ गतिशील पृथ्वी पर संतुलित रहती हैं।

- आपने पढ़ा कि इस जिज्ञासा की संतुष्टि के लिए सिंधु-गंगा के मैदानों तथा कुछ अन्य क्षेत्रों में भूगणितीय सर्वेक्षण किए गए और इस प्रक्रिया में गुरूत्वाकर्षी विषमताओं को देखा गया।

- आपने पढ़ा कि कम घनत्त्व के शैल विभिन्न भू-आकृतियों के नीचे उनकी गहराई के अनुसार पाए जाते हैं जो क्षतिपूर्ति तल पर समान भार डालते हैं।
- आपने ये भी पढ़ा कि डूटन पहले व्यक्ति थे जिन्होंने इस प्रक्रिया को 'समस्थितिकी' नाम दिया। बाद में, अनेक वैज्ञानिकों ने इस पर अपने मत दिए। ये भी सिद्ध हो गया कि समस्थितिकी की प्रक्रिया एक सतत् प्रक्रिया है।

4.6 अंत में कुछ प्रश्न

1. कौन से कारक गहराई के साथ घनत्त्व में परिवर्तन का निर्धारण करते हैं?
2. समस्थितिकी पर एयरी और प्राट के मतों की तुलना कीजिए।
3. हैफोर्ड और बोवी के मतों का आलोचनात्मक विश्लेषण कीजिए।
4. किस वैज्ञानिक का ये मानना था कि क्षतिपूर्ति तल रेखीय नहीं बल्कि मंडलीय परिघटना है? और क्यों हैं?
5. हिमपरतों पर समस्थितिकी का क्या प्रभाव होता है?

4.7 उत्तर

बोध प्रश्न

1. समस्थितिकी का अर्थ घूमती हुई पृथ्वी पर उसके ऊँचाई पर स्थित भागों और नीचे स्थित बेसिनों के बीच यांत्रिक स्थायित्व का पाया जाना है।

MAADHYAM IAS

2. a) उत्प्लावकता का अर्थ किसी द्रव द्वारा डाला जाने वाला ऊपरिगामी बल है जो उसमें निमज्जित वस्तु के भार के विपरीत होता है।

   b) स्थलाकृतिक भारण और अभारण के संदर्भ में पृथ्वी के स्थलमंडल का विपथन स्थलमंडलीय आनमन कहलाता है। जब प्रतिबल भ्रंशन पर गति के कारण भार उत्पन्न होता हैं स्थलमंडल भार के नीचे दब जाता है। इस मंडल की चौड़ाई सामान्यतः 100 से 300 किलोमीटर की होती है जो एक से दूसरे स्थान पर परिवर्ती होती है। जब स्थलमंडल स्थलाकृतिक भार में कमी के द्वारा प्रतिक्षेप करता है तो शैल का उत्थान होता है।

3. उद्गामी भू-आकृतियों का निर्माण हिमयुग के अंत से आरंभ हो गया था और ये तब घटित होती है जब समस्थितिकी प्रतिक्षेप समुद्र तल में सुस्थैतिक वृद्धि से अधिक तेज गति से होने लगता है। इसका अर्थ है कि भूमि की ऊँचाई समुद्र की गहराई अधिक तेजी से बढ़ती है। उद्गामी भू-आकृतियाँ तटीय अपरदन की आकृतियाँ हैं जो वर्तमान समुद्रतल से काफी ऊपर विकसित हुई दिखती हैं। वास्तव में, ये तब विकसित हुई हैं, जब समुद्र उस स्तर पर था और फिर समुद्रतल हिमयुग में परिवर्तित हो गया, और अब ये समुद्रतल से ऊपर हैं।

अंत में कुछ प्रश्न

1. आपको पृथ्वी की गहराई के साथ घनत्व में होने वाले परिवर्तनों को निर्धारित करने वाले कारकों का स्पष्ट रूप से उल्लेख करना चाहिए। इसके लिए आप उप-अनुभाग 4.4.2 का सहारा ले सकते हैं।

2. उप-अनुभाग 4.4.1 तथा 4.4.2 का सहारा लेते हुए आप समस्थितिकी से संबंधित विभिन्न मतों की मूल बातों का उल्लेख करें।

3. आपके उत्तर में दो विद्वानों द्वारा दिए गए मतों के संदर्भ में आलोचनात्मक बिन्दुओं का उल्लेख किया जाना चाहिए। आप उप-अनुभाग 4.4.3 का सहारा ले सकते हैं।

4. आपके उत्तर में वैज्ञानिकों द्वारा प्रतिस्थापित उचित कारणों का स्पष्ट रूप से उल्लेख किया जाना चाहिए कि, क्षतिपूर्ति तल रैखिक नहीं बल्कि मंडलीय परिघटना है। आप उप-अनुभाग 4.4.4 का सहारा ले सकते हैं।

5. उप-अनुभाग 4.3.3 का सहारा लेते हुए हिमखंडों पर पड़ने वाले समस्थितिकी के प्रमुख प्रभावों का समुचित रूप से उल्लेख करें।

4.9 संदर्भ/अन्य पाठ्य सामग्री

1. Hess, D. (2012). Physical Geography, PHI Learning Pvt. Ltd, New Delhi.
2. J.A. Steers (1961), Unstable Earth. Methuen & Co; 6th Edition, London.
3. Singh, S. (2012), Physical Geography revised ed. Prayag Pustak Bhavan, Allahabad.
4. Strahler, A. N. and Strahler, A. M. (2006). Modern Physical Geography. Cambridge Publications, New Delhi.
5. सिंह सविन्दः भू–आकृति विज्ञान, वसुन्धरा प्रकाशन, गोरखपुर।
6. भल्ला व अग्निहोत्री : भौतिक भूगोल कुलदीप पब्लिकेशन्स जयपुर।
7. शर्मा, एच. एस. शर्मा, एम. एल. मिश्रा, आर. एन.: भौतिक भूगोल, पंचशील प्रकाशन, जयपुर।

MADHYAM IAS 'way to achieve your dream'

शब्दावली

अजैविक घटक	यह भौतिक पर्यावरण का घोतक है जिसमें वायु, जल, मृदा और पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा संसाधन सम्मिलित होते हैं।
अपसौर	यह पृथ्वी के परिक्रमण कक्षा के उस बिन्दु को बताता है, जब पृथ्वी सुर्य से अधिकतम दूरी पर होती है।
अक्षीय तल	किसी वलन का अक्षीय तल वह काल्पनिक तल है जो पूरे वलन को दो बराबर भागों में विभाजित करता है। यह अपनति या अभिनति के झुकाव कोण द्वारा निर्धारित किया जाता है।
उत्प्लावकता बल	किसी तरल पदार्थ में डुबी वस्तु पर उस तरल पदार्थ द्वारा लगाया गया उर्ध्व बल उत्प्लावकता बल कहलाता है।
जैविक घटक	ये कायिक पदार्थ भी कहलाते हैं जिसमें पौधे, जन्तु और सूक्ष्मदर्शी शामिल हैं।
जीवोम	किसी दिए गए भौगोलिक क्षेत्र में मिलने वाले समस्त पौधों एवं जन्तुओं का समूह जीवोम कहलाता है।
धूमकेतु	यह सूर्य की दीर्घवृतीय कक्षा में परिक्रमा करने वाला एक छोटा पिंड होता है।
क्रोड	यह पृथ्वी का केन्द्रीय भाग है, जो कि सामान्यतः धात्विक लौह और निकेल से निर्मित होता है।
क्रोड–प्रावार सीमा	ठोस निचले प्रावार और तरल बाह्य क्रोड एक सीमा द्वारा अलग किए जाते हैं, जिसे गुटेनबर्ग असांतत्यता कहा जाता है।
भूपर्पटी	यह पृथ्वी की सबसे ऊपरी और पतली परत है, जिसका अधिकांश भाग चट्टानी पदार्थों से निर्मित है।
भूकंप	यह पृथ्वी की भूपर्पटी में होने वाला आकस्मिक कंपन है। भूकंप विभिन्न गतियों के साथ प्रवाहित होने वाली भूकंपीय तरंगो द्वारा उत्पन्न होता है। इसकी उत्पत्ति पृथ्वी की सतह के नीचे भ्रंश तल पर होती है।
पारिस्थितिकी तंत्र	किसी निश्चित भौतिक पर्यावरण में पौधों एवं जन्तुओं का समूह पारिस्थितिक तंत्र कहलाता है। ये पर्यावरण के माध्यम से एक दूसरे से जुड़े रहते हैं।
पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन	यह एक तकनीक है, जिसके द्वारा विकास प्रक्रिया के दौरान सर्वप्रथम पर्यावरण पर पड़ने वाले सकारात्मक एवं नकारात्मक प्रभावों का आकलन किया जाता है।
समस्थितिकी	पृथ्वी पर महाद्वीपीय भूपर्पटी का निर्धारण सतह पर दृश्य भागों द्वारा की जाती है। इन दोनों भागों के मध्य व्याप्त संतुलन को समस्थितिकी कहा जाता है।
लावा	यह मैग्मा का वह स्वरूप है जो ज्वालामुखी क्रिया के दौरान पृथ्वी की सतह पर प्रवाहित होने लगता है।
प्रावार	पृथ्वी की आंतरिक परतों में यह एक मध्यवर्ती परत है, यह भूपर्पटी तथा क्रोड के मध्य अवस्थित है।
उल्कापिंड	यह उल्का का वह भाग है जो पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करके पृथ्वी की सतह पर गिरता है।
मोहोरोविसिक असांतत्यता (मोहो)	यह भूपर्पटी तथा प्रावार के मध्य सीमा बनाता है, जहाँ भूकंपीय क्रियाओं में तीव्र वृद्धि देखी जाती है।
उपसौर	यह उस बिंदु को इंगित करता है जब पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा के दौरान सूर्य के सर्वाधिक नजदीक स्थित होती है।

MAHARYAM IAS 'way to achieve your dream'

प्रकाश संश्लेषण	यह एक सामान्य प्रक्रिया है जिसमें पौधे, जल तथा कार्बनडाई ऑक्साइड की सहायता से रासायनिक ऊर्जा का निर्माण होता है।
शैल चक्र	यह शब्द खनिज पदार्थों के दीर्घकालिक पुर्नचक्रण को इंगित करता है, जिसमें वे एक अवस्था से दूसरी अवस्था में परिवर्तित होते रहते हैं।
भूकंप विज्ञान	इसमें भूकंप उत्पत्ति के साथ पृथ्वी के आंतरिक भाग की यांत्रिक विशेषताओं का अध्ययन किया जाता है।
भूकंप लेख	यह भूकंप लेखी यंत्र पर भूकंपीय तरंगों का अंकन करता है। इसके माध्यम से किसी भूकंप की स्थिति एवं तीव्रता का पता लगाया जा सकता है।
भूकंपीय तरंग	पृथ्वी के आंतरिक भाग में आकस्मिक कंपन से उत्पन्न होने वाली तरंग भूकंपीय तरंग कहलाती है। कृत्रिम व मानव निर्मित घटनाओं से भी यह उत्पन्न हो सकती है।
सौरमंडल	एक समान तल पर सूर्य के चारों और परिक्रमा करने वाले नौ ग्रहों तथा अनेक क्षुद्रग्रहों के समूह को सौरमंडल कहा जाता है।
सुपरनोवा (अभिनव तारा)	यह एक प्रकार का विस्फोटक तारा होता है, जो अपनी चमक अथवा ज्योति को हजारों गुना आवर्धित कर देता है।
तरंग दैर्ध्य	यह एक क्षैतिज दूरी को इंगित करता है जो दो क्रमिक शीर्षों एवं गर्तों को पृथक करता है।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'

पाठ्यक्रम डिजाइन समिति

प्रो. एच. रामाचंद्रन
भूतपूर्व आचार्य भूगोल विभाग,
दिल्ली विश्वविद्यालय,
दिल्ली

प्रो. सच्चिदानन्द सिन्हा
सी. एस. आर. डी.
जेएनयू, नई दिल्ली

प्रो. एन. आर. दास
भूगोल विभाग,
एम. एस. विश्वविद्यालय,
बड़ोदा

प्रो. मिलाप चंद शर्मा
सी. एस. आर. डी.
जेएनयू, नई दिल्ली

प्रो. विजयश्री
पूर्व निदेशक,
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

प्रो. महेन्द्र सिंह नाथावत
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू,
नई दिल्ली

डॉ. विजय कुमार बड़ाईक
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू,
नई दिल्ली

डॉ. शुभकांत महापात्र
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

डॉ. सत्या राज
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू,
नई दिल्ली

डॉ. कोप्पिसेट्टि नागेश्वर राव
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

डॉ. विशाल वारपा
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

खंड निर्माण दल

प्रो. बिपलप बिसवास (इकाई 5 एंव 6)
भूगोल विभाग,
बर्दवान विश्वविद्यालय,
गोपालबाग, बर्दवान

संपादक
प्रो. एच. एस. शर्मा
भूतपूर्व आचार्य, भूगोल विभाग,
राजस्थान विश्वविद्यालय, राजस्थान

पाठ्यक्रम समन्वयक : प्रो. महेन्द्र सिंह नाथावत
डॉ. सत्या राज

डॉ. कोप्पिसेट्टि नागेश्वर राव
(इकाई 7, 8 एवं 9)
विज्ञान विद्यापीठ,
इग्नू, नई दिल्ली

हिन्दी अनुवाद
डॉ. कुमकुम चतुर्वेदी
डॉ. विशाल वारपा
(इकाई 8 और 9)

मुद्रण निर्माण

श्री राजीव गिरधर
सहायक कुलसचिव (प्रकाशन)
एम.पी.डी.डी. (इग्नू)

श्री हेमन्त कुमार
अनुभाग अधिकारी (प्रकाशन)
एम.पी.डी.डी. (इग्नू)

आभार : अजीत एवं अनिल आर्ट वर्क के लिये।

नवंबर, 2019

© *इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय, 2019*

ISBN : 978-93-89668-82-7

सर्वाधिकार सुरक्षित। इस कार्य का कोई भी अंश इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की लिखित अनुमति लिए बिना किसी भी रूप में मिमियोग्राफ (मुद्रण) अथवा किसी अन्य साधन से पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय के पाठ्यक्रमों के विषय में और अधिक जानकारी विश्वविद्यालय के कार्यालय, मैदानगढ़ी, नई दिल्ली–110 068 और इग्नू की वेबसाइट www.ignou.ac.in से प्राप्त की जा सकती है।

इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय की ओर से कुलसचिव, एमपीडीडी द्वारा मुद्रित एवं प्रकाशित।

लेजर टाइप सेटिंग : राजश्री कम्प्यूटर्स, वी-166 ए, भगवती विहार (नजदीक सेक्टर 2, द्वारका), उत्तम नगर, नई दिल्ली-110059

मुद्रक : मैसर्स डी० के० प्रिंटर्स, 5/37 ए, कीर्ति नगर, इंडस्ट्रियल एरिया, नई दिल्ली – 110015 द्वारा मुद्रित।

MAADHYAM IAS
'way to achieve your dream'