Toppersnotes
Unleash the topper in you

UPPSC

Prelims

उत्तर प्रदेश लोक सेवा आयोग (UPPSC)

भाग – 7

पर्यावरण

SIERRA INNOVATIONS

विषयसूची

S No.	Chapter Title	Page No.
1	पर्यावरण और पारिस्थितिकी तंत्र	1
2	जैव विविधता और संबंधित मुद्दे	26
3	वन्यजीव संरक्षण	44
4	प्रदूषण और संरक्षण उपाय	71
5	जलवायु परिवर्तन और संबंधित अंतरराष्ट्रीय पर्यावरण सम्मेलन	95
6	राष्ट्रीय पर्यावरण कानून	117
7	संरक्षित क्षेत्र	131

1 CHAPTER

पर्यावरण और पारिस्थितिकी तंत्र सम्बन्धी मूल अवधारणाएं

- पर्यावरण और पारिस्थितिकी तंत्र का अध्ययन यह समझने में महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान करता है कि जीवित प्राणी अपने परिवेश के साथ कैसे सह-अस्तित्व में रहते हैं।
- यह जीवों और अजैविक जगत के बीच की गतिशील पारस्परिक क्रियाओं का अन्वेषण करता है और अनुकूलन, ऊर्जा प्रवाह तथा पोषक चक्र जैसी आवश्यक प्रक्रियाओं को उजागर करता है।
- इन मूल तत्त्वों की समझ पृथ्वी की प्राकृतिक प्रणालियों को समझने और संरक्षित करने के लिए अत्यंत आवश्यक होती है।

मूल परिभाषाएँ

1. पर्यावरण

- किसी जीव के चारों ओर किसी विशेष समय और स्थान पर उपस्थित **सभी भौतिक, रासायनिक और जैविक घटकों तथा इनसे संबंधित सभी क्रियाओं को पर्यावरण** कहा जाता है।

- **भौतिक घटक:** जल (जलमंडल), वायु (वायुमंडल), मृदा, सूर्य का प्रकाश, तापमान आदि।
- **रासायनिक घटक:** जैव-भू-रासायनिक चक्र (कार्बन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, सल्फर आदि); pH, घुली हुई गैसें, पोषक तत्व आदि।
- **जैविक घटक:** पौधे, जानवर, सूक्ष्मजीव, जैव अणु, खाद्य जाल, सहजीवी संबंध आदि।

2. आवास

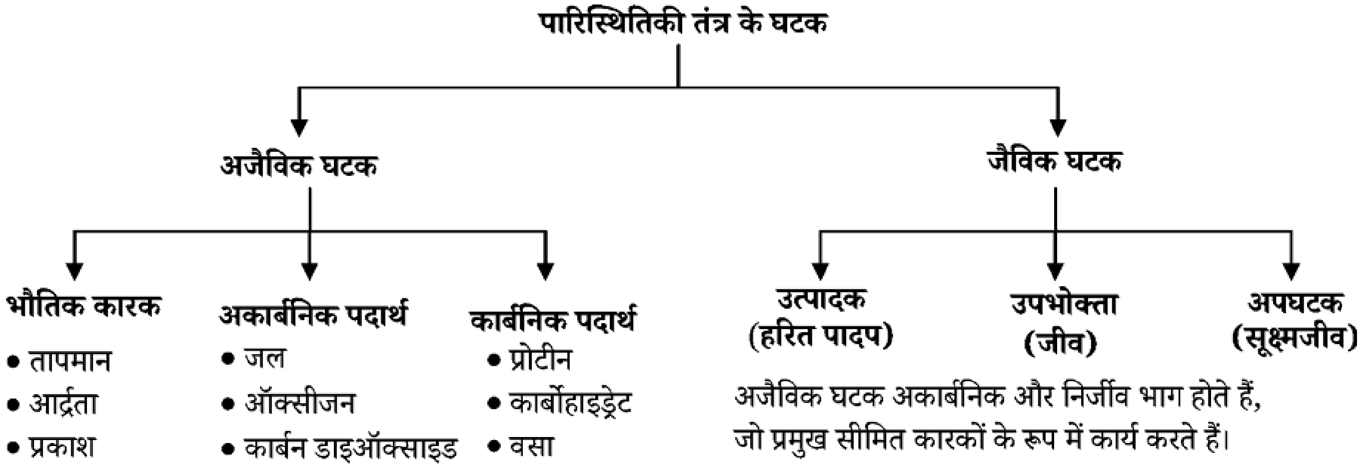
- आवास वह भौतिक पर्यावरण है, जिसमें कोई जीव रहता है, इसे किसी जीव का 'निवास स्थान' भी कहा जाता है (किसी जीव का पता)। कई आवास मिलकर पर्यावरण का निर्माण करते हैं।
- एक ही आवास कई जीवों के लिए समान हो सकता है, जिनकी आवश्यकताएँ समान होती हैं।

क्या आप जानते हैं?

आवास में हमेशा जीवन होता है, जबकि पर्यावरण में जीवन होना आवश्यक नहीं है। अक्षांश और ऊंचाई के अनुसार पर्यावरणीय कारकों में भिन्नता के कारण आवास की स्थितियाँ बदलती रहती हैं, और विभिन्न जीवों की भौतिक आवश्यकताएँ भी अलग-अलग होती हैं। सभी आवास पर्यावरण होते हैं, लेकिन सभी पर्यावरण आवास नहीं होते।

3. पारिस्थितिकी तंत्र:

- पारिस्थितिकी तंत्र प्रकृति की एक **संरचनात्मक और क्रियात्मक इकाई** होती है, और जिसमें सभी जीवित जीव (जैविक घटक) एक-दूसरे से और अपने भौतिक पर्यावरण (अजैविक घटक) के साथ ऊर्जा और पोषक तत्वों का आदान-प्रदान करते हैं।
- पारिस्थितिकी के घटकों को मुख्यतः दो,जैविक (पौधे, जानवर) और अजैविक घटकों (मिट्टी, पानी, हवा) में विभाजित किया जाता है।
- जैविक और अजैविक घटक पोषक चक्रों और ऊर्जा प्रवाह के माध्यम से आपस में जुड़े होते हैं।
- **पारिस्थितिकी तंत्र की विशेषताएँ:** सभी पारिस्थितिकी तंत्र पर्यावरण होते हैं, लेकिन सभी पर्यावरण आत्म-नियंत्रित पारिस्थितिकी तंत्र नहीं होते।



- **जैविक घटक:** वे सभी जीवित प्राणी, जो पारिस्थितिकी तंत्र में एक-दूसरे से और अपने पर्यावरण के साथ पारस्परिक क्रिया करते हैं। इसमें **उत्पादक, उपभोक्ता और अपघटक** तीनो को शामिल किया जाता हैं जो पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने में अलग-अलग भूमिकाएँ निभाते हैं।
  - ✓ **स्वपोषी (उत्पादक):** सूर्य के प्रकाश या अकार्बनिक रसायनों का उपयोग कर कार्बनिक पदार्थों का संश्लेषण करते हैं।
  - ✓ **उदाहरण:** हरित पादप, सायनोबैक्टीरिया, डायटम्स, सूक्ष्म शैवाल आदि।
  - ✓ **परपोषी (उपभोक्ता):** ये अपनी ऊर्जा के लिए अन्य जीवों पर निर्भर रहते हैं। इन्हें दो भागों में बाँटा जाता है:
  - ✓ **वृह्द-उपभोक्ता (Macro-consumers):** इन्हें **'फालोट्रोफ्स'** भी कहा जाता है, पारिस्थितिकी तंत्र के वे जीवित घटक होते हैं जो अपना भोजन अन्य जीवों (पौधों या जंतुओं) या कार्बनिक पदार्थों को खाकर प्राप्त करते हैं।
  - ✓ **उदाहरण:**
    - शाकाहारी: भेड़, खरगोश
    - द्वितीयक उपभोक्ता: भेड़िए, कुत्ते
    - तृतीयक उपभोक्ता: शेर
    - सर्वाहारी: मनुष्य, भालू
  - ✓ **सूक्ष्म-उपभोक्ता (Micro-consumers):** इन्हें **'अपघटक'** या **'सैप्रोट्रोफ्स'** भी कहा जाता है, पारिस्थितिकी तंत्र के वे अत्यंत महत्वपूर्ण जीव होते हैं जो मृत कार्बनिक पदार्थों पर निर्भर रहते हैं।
  - ✓ **उदाहरण:**
    - भक्षक: प्रोटोज़ोआ, जो कणों को निगलते हैं।
    - परासरणी: कवक, जो घुले हुए पोषक तत्वों को अवशोषित करते हैं।
    - मृतोपजीवी/ अपघटक: बैक्टीरिया, कवक।
    - अपक्षयी: केंचुए
- **अजैविक घटक:** ये पारिस्थितिकी तंत्र में **उपस्थित निर्जीव, भौतिक और रासायनिक तत्व होते हैं,** जो जीवों को प्रभावित करते हैं। ये जीवन के लिए आवश्यक संसाधन और स्थितियाँ प्रदान कर पारिस्थितिकी तंत्र की कार्यप्रणाली के आधार का निर्माण करते हैं।
  - ✓ **प्रकाश:**
    - उच्च तीव्रता → इनकी मज़बूत जड़ वृद्धि, मोटी पत्तियाँ होती है
    - वर्ण गुणवत्ता (लाल, नीला, पराबैंगनी) आकृति विज्ञान को प्रभावित करती है।
  - ✓ **तापमान:**
    - अधिक तापमान प्रोटीन को नुकसान पहुँचा सकते हैं, और सूखापन और हिम क्षति जैसी घटनाएँ हो सकती है।

- ✓ **जल:** यह सभी शारीरिक प्रतिक्रियाओं के लिए आवश्यक तत्व है तथा जीवों के वितरण को भी प्रभावित करता है।
- ✓ **मृदा और खनिज:** ये पौधों को आधार और पोषक तत्व (नाइट्रोजन, फॉस्फेट, पोटेशियम, सूक्ष्म पोषक तत्व आदि) प्रदान करते हैं।
- ✓ **pH:** यह पोषक तत्वों की उपलब्धता और सूक्ष्मजीवों की गतिविधि को प्रभावित करता है।
- ✓ **वायु:** यह बीज प्रसार, वाष्पोत्सर्जन, परागण आदि में सहायक होती है।
- ✓ **वर्षा:** इसकी मात्रा और समयावधि पौधों की वृद्धि के लिए महत्वपूर्ण होती है एवं यह पारितंत्र की उत्पादकता को संचालित करती है।
- ✓ **मृतप्राय/डाईबैक:** सूखे के कारण पेड़ों से टहनियों का अनुकूली रूप से गिरती है किन्तु जड़ें जीवित रहती हैं जिससे अनुकूल समय में पेड़ पुनः विकसित हो जाता है (जैसे: साल, रेड सैंडर्स)।

➢ **घटकों की भूमिका:**
- ✓ यह संसाधन प्रदान करते हैं जैसे: भोजन, जल, ऊर्जा, ऑक्सीजन, आश्रय।
- ✓ यह आवास और निवास स्थान की उपलब्धता को आकार देते हैं।
- ✓ यह पारिस्थितिक प्रक्रियाओं को संचालित करते हैं जैसे: प्रकाश संश्लेषण, श्वसन, अपघटन, पोषक चक्र, परागण, बीज प्रसार आदि।

क्या आप जानते हैं?

पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं के लिए भुगतान (PES) एक ऐसा विचार है. जिसका उद्देश्य व्यक्तियों या समुदायों को पारिस्थितिकी तंत्र और उनसे प्राप्त सेवाओं के संरक्षण, पुनर्स्थापन या संवर्धन के लिए वित्तीय प्रोत्साहन प्रदान करना है।

4. पारिस्थितिकी

➢ यह विज्ञान की वह शाखा है जिसमे **जीवित जीवों और उनके पर्यावरण के बीच पारस्परिक क्रियाओं का वैज्ञानिक अध्ययन** किया जाता है, जिसमें जैविक और अजैविक दोनों प्रकार के घटक शामिल होते हैं।

➢ इस शब्द को अर्नेस्ट **हेकल** ने **1866** में गढ़ा था (**"oekologie"** = घर या पर्यावरण का अध्ययन)।

➢ इसके क्षेत्र में निम्नलिखित शामिल है:
- ✓ जीवों के बीच होने वाले संबंध (ऊर्जा प्रवाह, खनिज चक्र)।
- ✓ जीवों और उनके भौतिक पर्यावरण के बीच होने वाले संबंध।

पारिस्थितिकी के सिद्धांत

1. अनुकूलन

➢ यह किसी जीव का ऐसा रूप/व्यवहार/संरचना/जीवनशैली होती है, जो उसके किसी विशेष पर्यावरण में जीवित रहने में सहायक होती है। इसके विभिन्न प्रकार हैं:
- ✓ **आकृतिक:** जब पेड़ ऊँचे होते गए, तो जिराफ़ की गर्दन लंबी हो गई।
- ✓ **शारीरिक:** शिकार पकड़ने और बचाव के लिए साँपों में विष उत्पादन की प्रक्रिया।
- ✓ **व्यवहारिक:** ठंड और भोजन की कमी से बचने के लिए भालू, चमगादड़, ज़मीनी गिलहरियों में शीतनिद्रा।

2. परिवर्तनशीलता

➢ परिवर्तनशीलता का मूल आधार **जीन** हैं। यह विशिष्ट जीनों के जुड़ने या हटने के कारण आनुवंशिक संरचना में परिवर्तन को दर्शाता है। उदाहरण: त्वचा के रंग और बालों के प्रकार में विभिन्न जातीय समूहों के बीच अंतर।

- **मुख्य कारण:**
  - ✓ **म्युटेशन:** DNA की प्रतिकृति में त्रुटियाँ नए जीन उत्पन्न कर सकती हैं।
  - ✓ **जीन प्रवाह:** एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी के बीच जीनों का स्थानांतरण।
  - ✓ **आनुवंशिक उत्क्रांति:** एलील की आवृत्तियों में यादृच्छिक (कृत्रिम) परिवर्तन।
  - ✓ जलवायु परिवर्तन और भौगोलिक अवरोधों से समय के साथ नई परिस्थितियों का निर्माण ।

3. प्रजातिकरण

- वह विकासवादी प्रक्रिया है जिसके द्वारा एक पुरानी प्रजाति से एक या एक से अधिक नई और स्पष्ट प्रजातियाँ विकसित होती हैं।
- इसकी निम्नलिखित विधियाँ होती हैं:
  - ✓ **एलोपैट्रिक (भौगोलिक) प्रजातिकरण:** इसमें भौतिक रूप से अलगाव (जैसे पर्वत, नदियाँ) के कारण अलग-अलग विकास होता है, जिससे नई प्रजातियाँ बनती हैं।
  - ✓ **सिम्पैट्रिक प्रजातिकरण:** इसमें एक ही क्षेत्र में रहने वाली आबादी बिना भौतिक बाधाओं के विभाजित हो जाती है। यह विभाजन उपसमूहों को अलग-अलग निवास स्थान, भोजन स्रोत या प्रजनन वरीयताओं का उपयोग करने की दिशा की ओर प्रेरित करता है, जिससे अंततः प्रजनन अलगाव होता है।
  - ✓ **संकरण:** जब दो भिन्न प्रजातियाँ आपस में प्रजनन करती हैं और इससे संकर संतति उत्पन्न होती है।

4. उत्परिवर्तन

- किसी जीव की कोशिकाओं के **DNA (जीन)** में होने वाले अचानक और स्थायी परिवर्तन को **उत्परिवर्तन** कहते हैं।" जब यह परिवर्तन होता है, तो जीव के शारीरिक लक्षण, व्यवहार या कार्यक्षमता में बदलाव आ जाता है।
- इसका परिणाम यह होता है कि एक ही प्रजाति के सदस्य 'परिवर्तनशीलता' दिखाते हैं और एक जैसे नहीं होते हैं।

5. प्राकृतिक चयन का सिद्धांत

- प्राकृतिक चयन का सिद्धांत **विकासवादी जीवविज्ञान** में एक मौलिक अवधारणा है, जिसे सबसे पहले **चार्ल्स डार्विन** ने **1859** में प्रस्तुत किया था।
- यह सिद्धांत बताता है कि प्रजातियाँ समय के साथ कैसे विकसित होती हैं; उन जीवों के जीवित रहने और प्रजनन करने की दर अधिक होती है, जो अपने पर्यावरण के अनुसार बेहतर रूप से अनुकूलित हो जाती हैं।

क्या आप जानते हैं?

अनुकूलनशीलता वह प्रक्रिया है, जिसमें कोई जीव व्यक्तिगत रूप से अपने शरीर में छोटे और अल्पकालिक शारीरिक परिवर्तन करता है, ताकि अपने पर्यावरण में होने वाले हल्के परिवर्तनों से सामंजस्य बिठा सके।

6. विकास

- यह वह प्रक्रिया है, जिसके द्वारा जीवित जीव समय के साथ अपने जीनोम में परिवर्तन के माध्यम से परिवर्तित होते हैं।
- यह नई प्रजातियों को जन्म दे सकता है और प्राकृतिक चयन, परिवर्तनशीलता आदि के माध्यम से जीव को वर्तमान पर्यावरण के लिए अधिक उपयुक्त या अनुकूलित बना सकता है।

7. विलुप्ति

- इसका तात्पर्य किसी प्रजाति के पृथ्वी से पूरी तरह समाप्त हो जाने से है जो मुख्य रूप से पर्यावरणीय परिवर्तनों, जैविक प्रतिस्पर्धा या तेजी से बदलते परिवेश के साथ तालमेल न बिठा पाने के कारण होता है।
- वर्तमान में छठवीं महाविलुप्ति या सामूहिक विलोपन चल रहा है, जिसे मानवजनित विलुप्ति कहा जाता है।
- यह मानवीय गतिविधियों के कारण और भी तीव्र हो रही है जिनमें प्राकृतिक संसाधनों का अत्यधिक दोहन/दुरुपयोग, प्राकृतिक आवासों का विखंडन/विनाश, पारिस्थितिकी तंत्रों की बर्बादी, प्रदूषण और वैश्विक जलवायु परिवर्तन आदि शामिल है ।

8. शीतनिद्रा

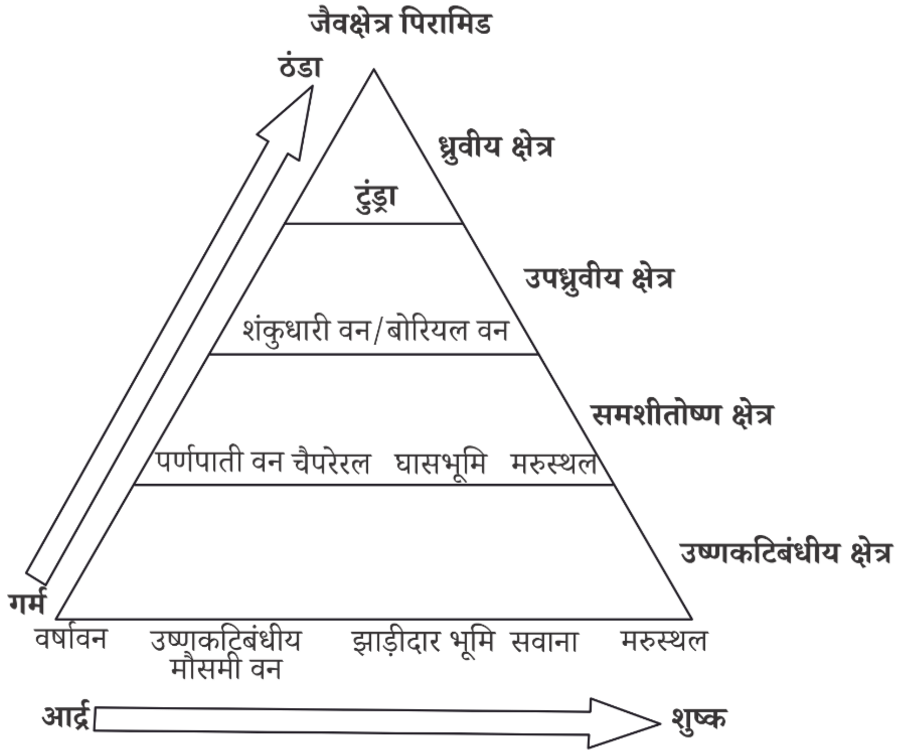
- जिसे **'विंटर स्लीप'** भी कहा जाता है, जीव-जंतुओं की वह अवस्था है जिसमें वे कड़कड़ाती ठंड से बचने के लिए एक लंबी और गहरी नींद में चले जाते हैं। यह **प्रतिकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों के विरुद्ध जीवित रहने की एक जैविक रणनीति** है।
- **उदाहरण:**
  - ✓ **स्तनधारी:** भालू (सर्दियों में अपनी चयापचय दर कम कर देता है), ज़मीन में रहने वाली गिलहरी (इनके शरीर का तापमान लगभग शून्य के बराबर हो जाता है)
  - ✓ **सरीसृप (Reptiles):** पेंटेड टर्टल (पानी के नीचे बिना ऑक्सीजन के रहता है), ग्रीन इगुआना (बिलों में)

पारिस्थितिक पदानुक्रम

1. **व्यक्ति:** एकल जीव जो स्वतंत्र जीवन क्रियाओं को करने में सक्षम हो।
2. **प्रजाति:** यह समान प्रकार के जीवों का समूह होता है, जो आपस में प्रजनन कर सकते हैं (उदा: बुद्धिमान मनुष्य")।
3. **जनसंख्या:** एक समय पर एक निर्दिष्ट क्षेत्र में रहने वाली एक ही प्रजाति के सभी जीव, जनसँख्या कहलाती है।
4. **समुदाय:** यह किसी स्थान पर परस्पर क्रियाशील विभिन्न प्रजातियों की जनसंख्या का समूह होता है।
   - ✓ **मुख्य समुदाय:** यह लगभग आत्म-निर्भर समुदाय होते हैं (उदा: उष्ण कटिबंधीय सदाबहार वन)।
   - ✓ **गौण समुदाय:** यह समीपवर्ती समुदायों पर निर्भर करता है (उदा: गोबर के ढेर पर उगने वाला लाइकेन)।
   - ✓ **स्थिर समुदाय:** यह वर्ष दर वर्ष उत्पादकता में कम परिवर्तन करते हैं एवं व्यवधानों के प्रति सहनशील होते हैं।

5. **पारिस्थितिकी तंत्र:** प्रकृति की वह क्रियात्मक इकाई है जहाँ सजीव जीव अपने भौतिक पर्यावरण के साथ निरंतर अंतःक्रिया करते हैं।
6. जीवमंडल **:** यह ऐसा बड़ा भौगोलिक क्षेत्र होता है जिसकी जलवायु और प्रमुख वनस्पतियाँ समान होती है (जैसे: वन, घास के मैदान, मरुस्थल, टुंड्रा, जलीय क्षेत्र)।
7. **जैवमंडल:**

यह पृथ्वी का वह भाग है **जहाँ जीवन संभव है।**इसमें स्थलमंडल, जलमंडल और वायुमंडल शामिल हैं। यह केवल अत्यधिक ध्रुवीय क्षेत्रों, ऊँचाई वाले स्थानों और गहरे समुद्री क्षेत्रों जैसे कुछ चरम क्षेत्रों में अनुपस्थित होता है।

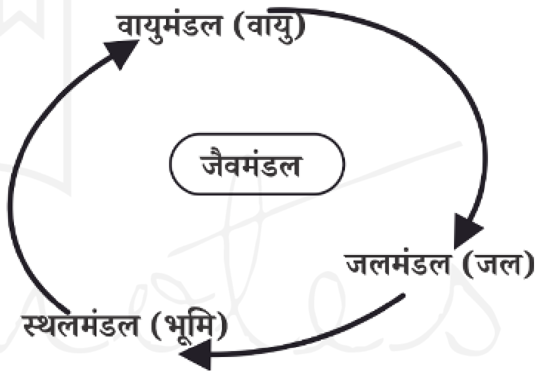


<u>पारिस्थितिकी निकेत, पारिस्थितिक इकोटोन एवं संक्रमण क्षेत्र प्रभाव</u>

1. पारिस्थितिक निकेत

➢ **पारिस्थितिक निकेत** किसी जीव या प्रजाति की अपने पर्यावरण में विशिष्ट भूमिका और स्थिति होती है, जिसमें उसका आवास, भोजन, प्रजनन, और अन्य जीवों व अजैविक कारकों (जैसे तापमान, पानी, धूप) के साथ सभी अंतःक्रियाएँ शामिल होती हैं।

➢ यह बताता है कि वह प्रजाति कैसे जीवित रहती है, संसाधन प्राप्त करती है और अपने पारिस्थितिकी तंत्र में क्या कार्य करती है। इसमें सिर्फ 'घर' (आवास) नहीं, बल्कि 'काम' या 'भूमिका' भी शामिल होती है।



➢ किसी आवास में दो प्रजातियाँ एक ही निकेत साझा नहीं कर सकतीं क्योंकि संसाधनों के लिए प्रतिस्पर्धा के कारण अंततः एक प्रजाति को विस्थापित होना पड़ता है।

➢ **निकेत के घटक:**

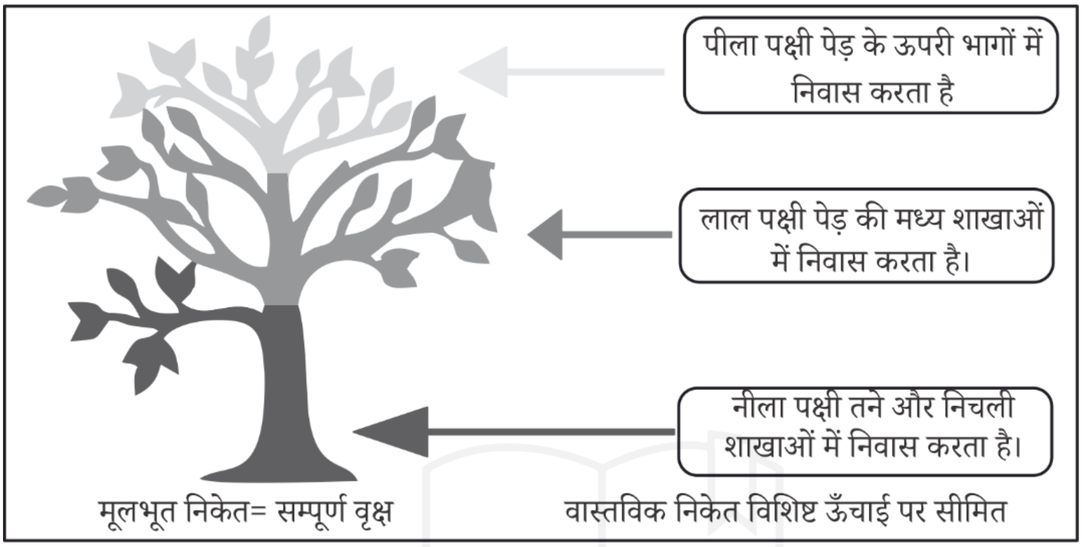
- ✓ **आवास:** वह भौतिक स्थान जिसे कोई जीव अधिग्रहित करता है या जिसमे निवास करता है।
- ✓ **संसाधन:** भोजन, जल, पोषक तत्व और अन्य सामग्री जिनकी किसी प्रजाति को जीवित रहने के लिए आवश्यकता होती है।
- ✓ **परस्पर क्रियाएँ:** अन्य जीवों के साथ इनका संबंध निम्न प्रकार का होता है:
  - **प्रतिस्पर्धा:** जीवों के बीच भोजन, जल, स्थान तथा अन्य साझा संसाधनों को प्राप्त करने के लिए प्रतिस्पर्धा होती है।
  - **शिकार एवं शाकभक्षण:** कुछ जीव अन्य जीवों का शिकार कर भोजन प्राप्त करते हैं, जबकि शाकाहारी जीव पौधों पर निर्भर रहते हैं।
  - **सहजीविता, सहभोजिता एवं परजीविता:** जीवों के बीच ऐसे संबंध पाए जाते हैं जिनमें दोनों जीवों को लाभ होता है (सहजीविता), केवल एक जीव को लाभ होता है और दूसरे को न लाभ न हानि होती है (सहभोजिता), अथवा एक जीव को लाभ और दूसरे को हानि होती है (परजीविता)।

✓ **पारिस्थितिकी तंत्र में भूमिका:**

✓ किसी प्रजाति द्वारा निभाई जाने वाली पारिस्थितिकीय क्रियाएँ, जैसे:

- परागण (उदा: मधुमक्खियाँ) की प्रक्रिया को संपन्न कर पौधों के प्रजनन में सहायक होती हैं।
- पक्षी और अन्य प्राणी बीजों को एक स्थान से दूसरे स्थान तक फैलाकर पौधों के विस्तार में सहायता करते हैं।
- मृदा स्थिरीकरण (उदा: मैन्ग्रोव की जड़ें अपरदन को रोकती हैं) जैसे पौधों की जड़ें मृदा को बाँधकर तटीय क्षेत्रों में मृदा अपरदन और कटाव को रोकने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

निकेत के प्रकार:



➢ **मूलभूत निकेत:** यह पर्यावरणीय स्थितियाँ और संसाधनों की वह पूरी श्रृंखला होती है, जिसका कोई जीव सैद्धांतिक रूप से उपयोग कर सकता है, यदि प्रतिस्पर्धी न हों।

➢ **वास्तविक निकेत:** वे सीमित परिस्थितियाँ और संसाधन जिनका कोई प्रजाति वास्तव में जैविक अंतःक्रियाओं (जैसे प्रतिस्पर्धा और शिकार) को ध्यान में रखते हुए उपयोग करती है।

निकेत विशेषीकरण और विलुप्ति जोखिम

➢ जिन प्रजातियों के निकेत बहुत संकीर्ण या अत्यधिक विशिष्ट होते है, वे पर्यावरणीय परिस्थितियों में बदलाव के समय अधिक संकटग्रस्त हो जाते हैं। प्रमुख कारक इस प्रकार हैं:

✓ **विशेषीकृत निकेत**

- **जायंट पांडा** लगभग पूरी तरह से बांस पर निर्भर करता है और बांस के जंगलों का विनाश सीधे उसके अस्तित्व को खतरे में डाल सकता है।

✓ **प्रतिस्पर्धा**

- हाल में लाल गिलहरी **(UK)** की संख्या में गिरावट आई है, क्योंकि आक्रामक **ग्रे गिलहरी** पेड़ों के बीज और आवास के लिए उससे बेहतर प्रतिस्पर्धा करने में ज्यादा सक्षम है।

निकेत अधिव्यापन

➢ निकेत अधिव्यापन वह स्थिति है, जहाँ एक साथ रहने वाली प्रजातियाँ अपने निकेतका कुछ हिस्सा साझा करती हैं।

➢ ऐसे अधिव्यापन के दो परिणाम होते हैं:

✓ **प्रतिस्पर्धात्मक बहिष्करण:** जब दो **प्रजातियाँ**, जो एक ही संसाधन के लिए प्रतिस्पर्धा करती हैं, सह-अस्तित्व नहीं रख सकती हैं।

✓ **संसाधनों का विभाजन:** इसमें प्रजातियाँ संसाधनों को आपस में बाँट लेती हैं।

- ✓ **आवास क्षति**
  - ▪ **बंगाल फ्लोरिकन** यह घासभूमि में पाई जाने वाली बस्टर्ड प्रजाति होती है जो संकट में है क्योंकि इसकी मूल घासभूमियों को कृषि भूमि में **बदला** जा रहा है।
- ✓ **जलवायु परिवर्तन**
  - ▪ **ध्रुवीय भालू** के शिकार क्षेत्र आर्कटिक समुद्री बर्फ के पिघलने से सिकुड़ रहे हैं, जिससे उसकी सील मछली का शिकार करने की क्षमता लगातार घट रही है।

2. इकोटोन और इकोक्लाइन/पारिस्थितिक रेखा:

➢ इकोटोन **:** यह दो सन्निकट पारिस्थितिक तंत्रों के बीच का संक्रमण क्षेत्र होता है, जिसमें दोनों के साथ-साथ कुछ अद्वितीय एज स्पीशीज या किनारी प्रजातियाँ भी पाई जाती हैं।

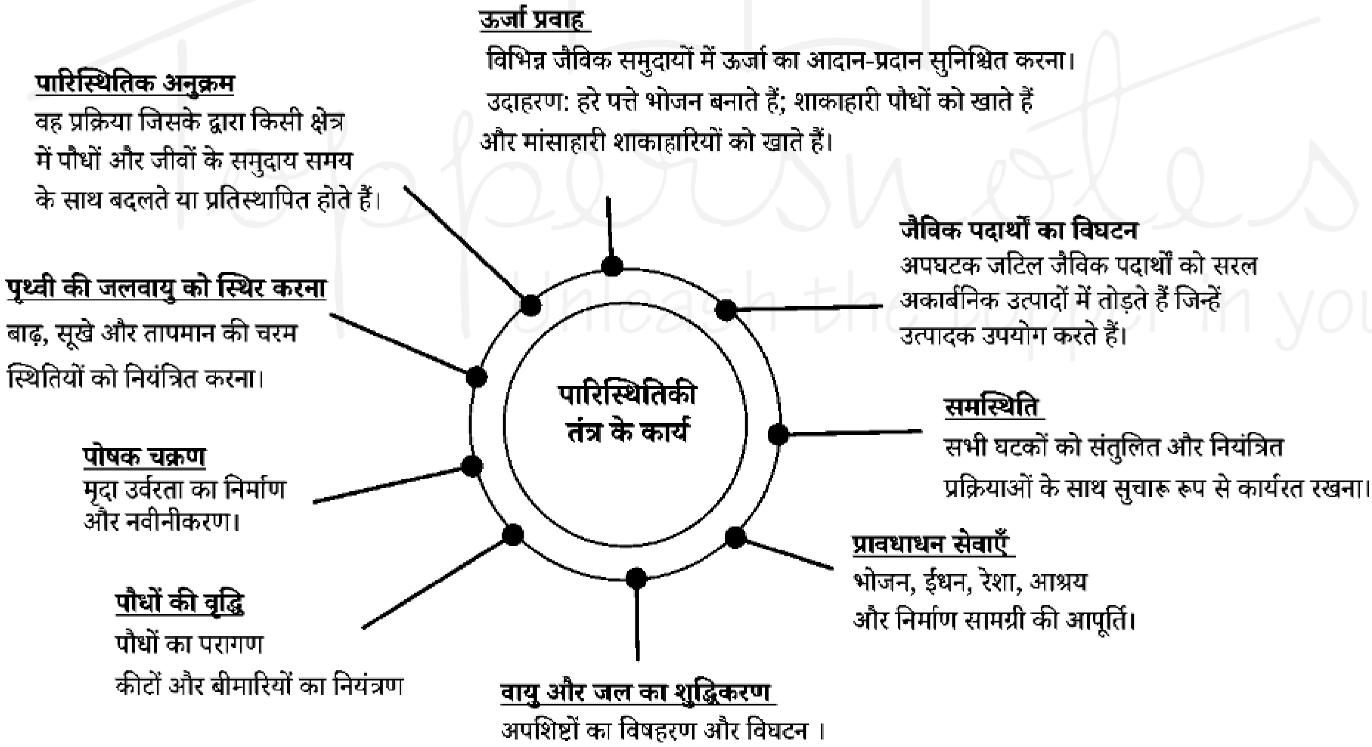
- ✓ **उदाहरण**: मैन्ग्रोव वन (समुद्री–स्थलीय), घासभूमि (मरुस्थल –वन संक्रमण सीमा क्षेत्र)

इकोटोन में जैविक विविधता, प्रजातियों की संख्या और जनसंख्या घनत्व सामान्य पारिस्थितिक तंत्रों की तुलना में अधिक होता है, इसे ही **संक्रमण क्षेत्र प्रभाव (Edge Effect)** कहते हैं।

➢ **पारिस्थितिक रेखा: पारिस्थितिक रेखा** जिसे अक्सर **'एकोक्लाइन'** भी कहा जाता है यह एक ऐसा क्षेत्र होता है जहाँ एक पारिस्थितिक तंत्र से दूसरे की ओर क्रमिक लेकिन निरंतर परिवर्तन होता है। यह **परिवर्तन इतना धीमा और निरंतर होता** है कि आप स्पष्ट रूप से नहीं बता सकते कि एक पारिस्थितिकी तंत्र कहाँ समाप्त हुआ और दूसरा कहाँ शुरू हुआ।

- ✓ इसमें दो तंत्रों के बीच कोई स्पष्ट सीमा नहीं होती है (प्रजातियों की संरचना के संदर्भ में)।
- ✓ यह **पर्यावरणीय प्रवणता** (जैसे ऊँचाई, तापमान, लवणता, गहराई आदि में क्रमिक परिवर्तन) के साथ होता है।

<u>पारिस्थितिक तंत्र के कार्य</u>



प्रमुख पारिस्थितिक कार्यों को तीन व्यापक पहलुओं में समझा जा सकता है:

1. पारिस्थितिकी अनुक्रमण
2. ऊर्जा प्रवाह
3. जैव-भू-रासायनिक चक्र (पोषक चक्र)

1. पारिस्थितिकी अनुक्रमण

- पारिस्थितिकी अनुक्रमण किसी नए स्थल के निर्माण या मौजूदा समुदाय में विघटन के बाद समय के साथ प्रजातियों की संरचना और पारितंत्र की संरचना में दिशात्मक एवं क्रमिक परिवर्तन है।
- अनुक्रमण आवास की जटिलता, उत्पादकता और पोषक तत्वों की उपलब्धता को तब तक बढ़ाता है जब तक कि एक स्थिर चरम समुदाय(Climax Community) स्थापित न हो जाए।

1.1 अनुक्रमण के चरण

I. प्रारंभिक/पायोनियर समुदाय

- बंजर या विघटित स्थल के पहले उपनिवेशकर्ता जीव होते हैं (जैसे: नग्न चट्टानों पर लाइकेन और काई)।
- ये स्थल को संशोधित करते हैं (जैसे-मृदा निर्माण, नमी को बनाए रखना आदि)।

II. क्रमिक (संक्रमण) समुदाय

- इसमें मध्यवर्ती समुदायों की एक श्रृंखला (श्रृंखला) होती है, जो बदलती परिस्थितियों के अनुसार एक-दूसरे को प्रतिस्थापित करते हैं।
- इसमें प्रजातियों की विविधता, बायोमास, उत्पादकता और खाद्य-जाल की जटिलता में वृद्धि होती है।

III. चरम समुदाय

- अंतिम, स्थिर अवस्था होती है जिसमें प्रजातीय संरचना अपेक्षाकृत स्थिर रहती है, जब तक की अगला विघटन न हो।
- यह आत्म-निर्भर और स्थानीय जलवायु तथा मृदा स्थितियों के साथ संतुलन में होता है।

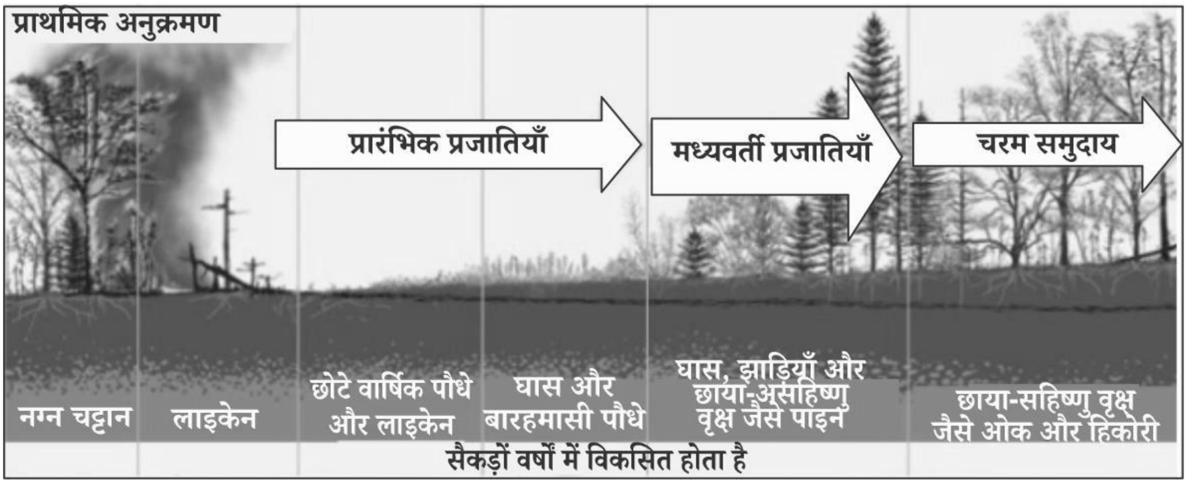
पारिस्थितिकी (जैविक) अनुक्रमण का उपयुक्त क्रम:

1. **प्रवासन:** एक बंजर या नए आवास में निकट क्षेत्रों से बीज, बीजाणु आदि का आगमन प्रवासान कहलाता है ।
2. आस्थापन/**इकेसिस:** इसमें इन प्रजातियों की सफल स्थापना हो जाती है (बीज अंकुरण, वृद्धि और प्रजनन जैसी क्रियाओं के माध्यम से)।
3. **प्रतिक्रिया:** इसके द्वारा स्थापित जीवों द्वारा पर्यावरण में संशोधन होता है (जैसे मृदा, नमी, छाया में परिवर्तन)।
4. **स्थिरीकरण (परिपक्व अवस्था):** यह अंतिम स्थिर समुदाय होता है जो पर्यावरण के साथ संतुलन बनाने में सफल होता है।

1.2 अनुक्रमण के प्रकार

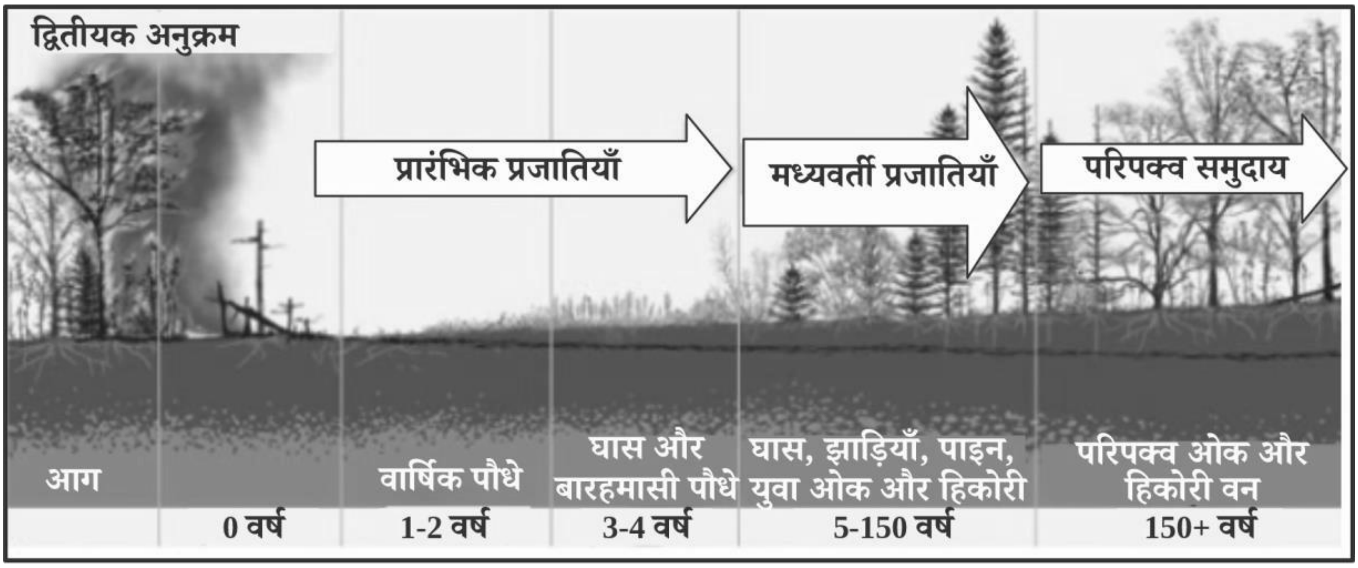
I. उत्पत्ति के आधार पर

- **प्राथमिक अनुक्रमण:**



- ✓ यह नए बने हुए स्थानों पर होता है, जहाँ पहले से कोई मृदा या जीव-जंतु मौजूद नहीं होते हैं (जैसे: लावा प्रवाह, रेत के टीले)। यह बहुत धीमा होता है और सूक्ष्मजीवों, लाइकेन और काई जैसे प्रारंभिक उपनिवेशकर्ताओं से शुरू होता है।

- **द्वितीयक अनुक्रम:**



  - ✓ इसमें एक पूर्ववर्ती समुदाय के आंशिक या पूर्ण विनाश के बाद जैविक समुदायों का क्रमिक विकास होता है (जैसे: आग, बाढ़ या मानव द्वारा की गई सफाई के बाद)। चूँकि मृदा पहले से मौजूद रहती है, इसलिए यह घास से लेकर वृक्षों तक तेजी से प्रगति करता है।

II. चालक के आधार पर

- **स्वजनित अनुक्रमण:** स्थानीय जीवों की जैविक गतिविधियों द्वारा प्रेरित (जैसे: नाइट्रोजन-स्थिर करने वाले जीवों द्वारा मृदा संवर्धन)।
- परजन्य **अनुक्रमण:** अजैविक (निर्जीव) कारकों द्वारा प्रेरित (जैसे: आग, बाढ़, हवा द्वारा लाई गई तलछट)।

III. आवास के आधार पर

- **शुष्कतारंभी:** यह ऐसी भूमि पर होता है जहाँ नमी की मात्रा बहुत कम होती है, जैसे नग्नचट्टान। (नग्न चट्टान → लाइकेन → घास → झाड़ियाँ → वन)
- **जलारंभी:** यह तालाब, झील जैसे जल के स्रोतों में होता है। (खुला जल → फाइटोप्लैंकटन → तैरते पौधे → जड़युक्त जलीय पौधे → उभय पौधे → दलदली वन)
- **शैलक्रमक(चट्टानों पर आधारित अनुक्रमण):** एक प्रकार का प्राथमिक अनुक्रमण होता है जो नग्न चट्टानों से शुरू होता है।
  - ✓ **चरण:** लाइकेन और काई चट्टानों को तोड़कर मृदा का निर्माण करते हैं। इसके बाद घास, झाड़ियाँ और वृक्ष आते हैं।
  - ✓ रेत आधारित **अनुक्रमण :** यह रेत के टीलों पर होने वाला अनुक्रमण होता है। प्रारंभिक पौधे जैसे मॅरम घास रेत को स्थिर करते हैं। फिर धीरे-धीरे झाड़ियाँ और वन विकसित होते हैं।
  - ✓ लवणीय अनुक्रमण **(खारे पानी पर आधारित अनुक्रमण):** खारे पानी के वातावरण में होने वाला अनुक्रमण,जैसे लवणीय दलदल या मैन्ग्रोव में होने वाला अनुक्रमण । यह लवण-सहिष्णु पौधों (हैलोफाइट्स) से शुरू होता है। जैसे-जैसे मृदा में लवणता कम होती जाती है, कम लवण-सहिष्णु प्रजातियाँ प्रकट होती जाती हैं।

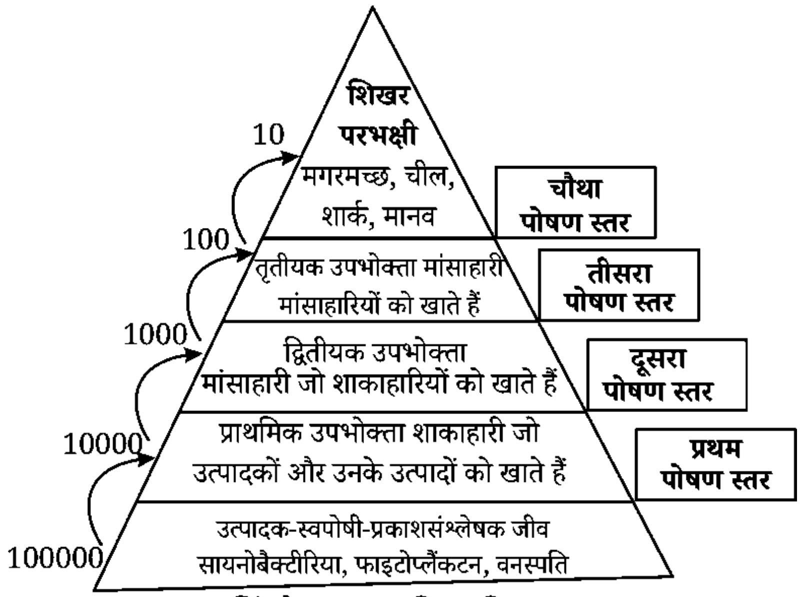
2. ऊर्जा प्रवाह

- यह एक जीव से दूसरे जीव में ऊर्जा के एकदिशीय स्थानांतरण को संदर्भित करता है।
- यह एक मूलभूत प्रक्रिया है, जो सूर्य से उत्पादकों (जैसे पौधों) तक और फिर विभिन्न उपभोक्ता स्तरों तक ऊर्जा को स्थानांतरित करके जीवन को बनाए रखती है।

2.1 पोषण स्तर और एकदिशीय ऊर्जा प्रवाह

I. पोषण स्तर:

- ✓ एक पोषण स्तर वह स्थिति होती है जिसे कोई जीव खाद्य श्रृंखला में ग्रहण करता है (उदाहरण:स्तर I- उत्पादक , स्तर II - शाकाहारी , स्तर III से V -मांसाहारी)।
- ✓ ऊर्जा सबसे पहले प्रथम पोषण स्तर (स्वपोषी/उत्पादक) पर प्रवेश करती है और क्रमशः ऊपर के स्तरों तक पहुँचती है।



लिंडमैन का 10 प्रतिशत नियम
एक पोषण स्तर से अगले पोषण स्तर तक ऊर्जा स्थानांतरण की दक्षता लगभग **10%** होती है।

II. एकदिशीय ऊर्जा प्रवाह और ऊर्जा हानि:

- ✓ ऊर्जा केवल निम्न से उच्च पोषण स्तरों की ओर ही प्रवाहित होती है; यह वापस चक्रित नहीं हो सकती है।
- ✓ प्रत्येक स्थानांतरण पर लगभग 90% **ऊर्जा ऊष्मा के रूप में चयापचय और श्वसनक्रिया में नष्ट हो** जाती है और केवल 10% **ऊर्जा अगले स्तर के लिए उपलब्ध** रहती है। (यही लिंडमैन का “10 प्रतिशत का नियम”है)

2.2 खाद्य श्रृंखलाएँ

➢ खाद्य श्रृंखला एक रैखिक क्रम है,जिसमें यह दर्शाया जाता है कि कौन किसे खाता है और ऊर्जा व पोषक तत्व किस प्रकार एक जीव से दूसरे तक पहुँचते हैं ।

I. खाद्य श्रृंखलाओं के प्रकार:

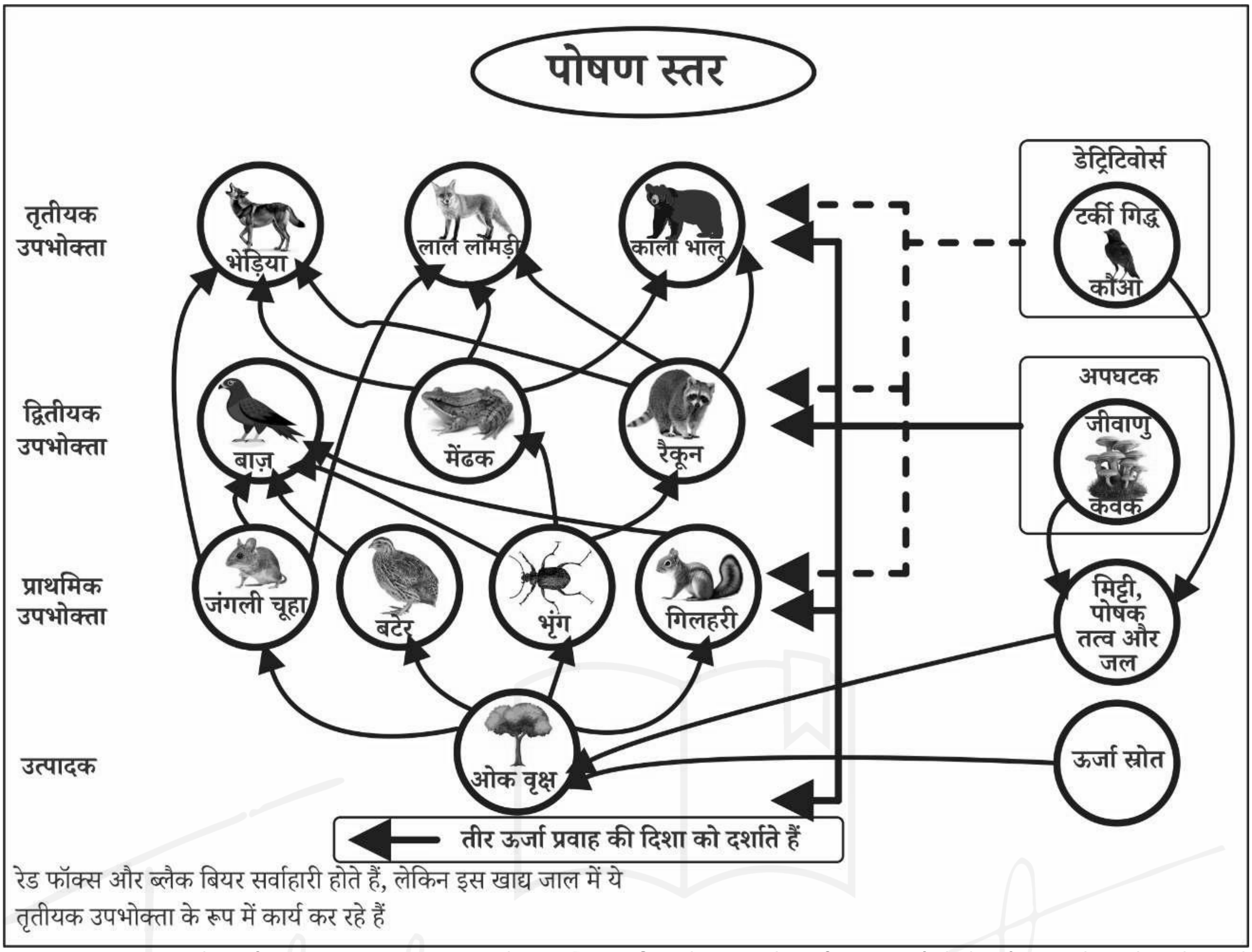
- ✓ **चराई खाद्य श्रृंखला:** यह जीवित उत्पादकों (**पौधों या फाइटोप्लैंकटन) से शुरू** होती है, जिन्हें **शाकाहारी खाते** हैं और फिर उन्हें मांसाहारी खाते हैं।
  - उदाहरण**:** घास → टिड्डा → मेंढक → साँप → बाज
  - समुद्री उदाहरण: डायटम्स → क्रिल / क्रस्टेशियन → छोटी मछली (हेरिंग्स) → बड़ी मछली
- ✓ **अपघटन खाद्य श्रृंखला:** यह उन मृत जैविक पदार्थों (डेट्रिटस) से शुरू होती है, जिसे अपघटक (कवक और बैक्टीरिया) और अपरदहारी या डेट्रिटिवोर्स (जैसे केंचुए, मिलीपीड, लकड़ी खाने वाले कीड़े) विघटित करते हैं।
- ✓ मृत पत्तियाँ खाई जाती हैं → लकड़ी के कीड़े द्वारा → लकड़ी के कीड़े को खाया जाता हैं → ब्लैकबर्ड द्वारा

II. पारिस्थितिक तंत्र में प्रभुत्व:

- ✓ **समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र:** इसमें चराई श्रृंखला प्रमुख होती है, क्योंकि फाइटोप्लैंकटन सीधे तौर पर ज़ूप्लैंकटन और मछलियों को समर्थन देते हैं।
- ✓ **स्थलीय पारिस्थितिकी तंत्र:** इसमें अपघटन श्रृंखला प्रमुख होती है, क्योंकि अधिकांश पादप बायोमास मृदा खाद्य जाल में प्रवेश करता है।

2.3 खाद्य जाल एवं जैविक अंतःक्रियाएँ

I. खाद्य जाल:



II. खाद्य जाल आपस में जुड़ी हुई कई खाद्य शृंखलाओं का एक जटिल नेटवर्क होता है। यह जीवों के बीच बनने वाले अनेक भोजन संबंधों को दर्शाता है और पारिस्थितिकी तंत्र में अधिकांश जीवों को भोजन के एक से अधिक विकल्प प्रदान करता है, जिससे उनके जीवित रहने की संभावना बढ़ जाती है।

III. प्रमुख जैविक पारस्परिक क्रियाएँ

परस्पर क्रिया	परिभाषा	उदाहरण
सहजीविता	दोनों प्रजातियाँ लाभ प्राप्त करती हैं	मधुमक्खी द्वारा फूल का परागण, लाइकेन (कवक + शैवाल)
सहभोजिता	एक को लाभ होता है, दूसरा प्रभावित नहीं होता है	शार्क पर सवारी करते रेमोरा मछलियाँ
परजीविता	एक को लाभ होता है, दूसरे को हानि होती है	जानवर की आँत में टेपवॉर्म की उपस्थिति
शिकार	एक दूसरे को मारकर खा जाता है	शेर द्वारा ज़ेबरा का शिकार करना
प्रतिस्पर्धा	सीमित संसाधनों को साझा करने से दोनों को हानि होती है	शेर और लकड़बग्घा शिकार के लिए प्रतिस्पर्धा करते हैं
असहभोजिता	एक को हानि, दूसरा अप्रभावित रहता है	ब्लैक वॉलनट द्वारा आसपास के पौधों की वृद्धि को रोकना
सहयोग/ सुगमता	एक प्रजाति अप्रत्यक्ष रूप से दूसरी को लाभ पहुँचाती है	नर्स पौधे जो बीजों को छाया प्रदान करते हैं

- **सहजीविता:** यह एक प्रकार की जैविक पारस्परिक क्रिया होती है, जिसमें दो या अधिक विभिन्न प्रजातियाँ एक-दूसरे के निकट सह-अस्तित्व में रहती हैं, और यह एक दुसरे को प्रभावित करती है।
  - ✓ **उदाहरण:** ये लाइकेन पौधों जैसे दिखने वाले जीव होते हैं जो शैवाल और कवक के सहजीवी संघटन से बने होते हैं। कवक शैवाल को आश्रय, जल और खनिज प्रदान करता है, जबकि बदले में शैवाल कवक को भोजन प्रदान करता है।
  - ✓ कुछ सहजीवी संबंध परजीवी हो सकते हैं, जिनमें एक प्रजाति को लाभ होता है और दूसरी को हानि, जबकि कुछ संबंध सहभोजी होते हैं, जिनमें एक प्रजाति को लाभ होता है और दूसरी अप्रभावित रहती है।

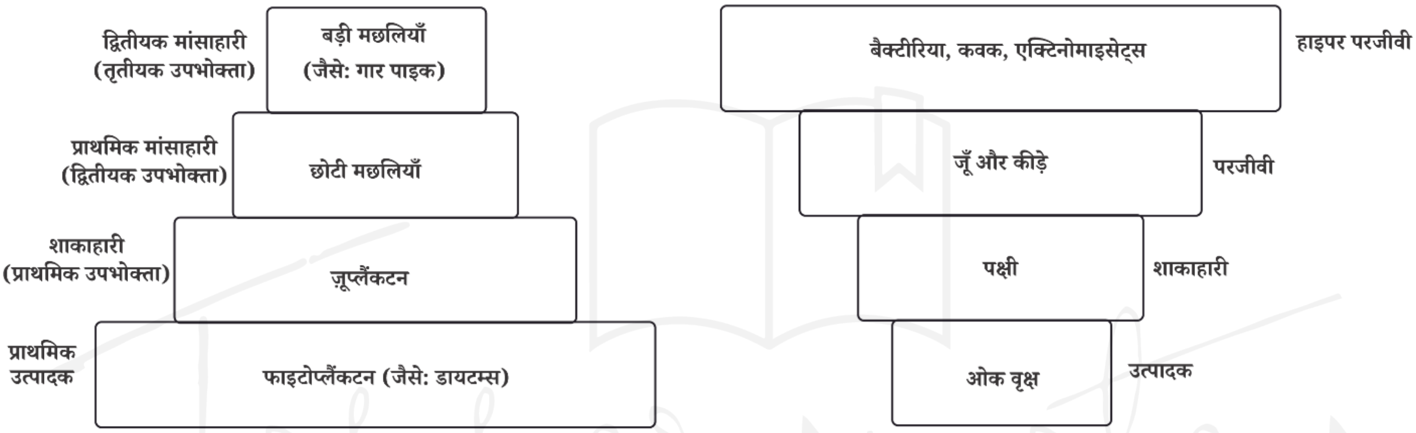
2.4 पारिस्थितिक पिरामिड

- पारिस्थितिक पिरामिड विभिन्न जीवों के पोषण स्तरों को उनके पारिस्थितिक स्थान (उत्पादक से अंतिम उपभोक्ता तक) के आधार पर पिरामिड के रूप में दर्शाता है।
- पारिस्थितिक पिरामिड तीन प्रकार के होते हैं:

(1) संख्या पिरामिड (2) बायोमास पिरामिड

(3) ऊर्जा या उत्पादकता पिरामिड

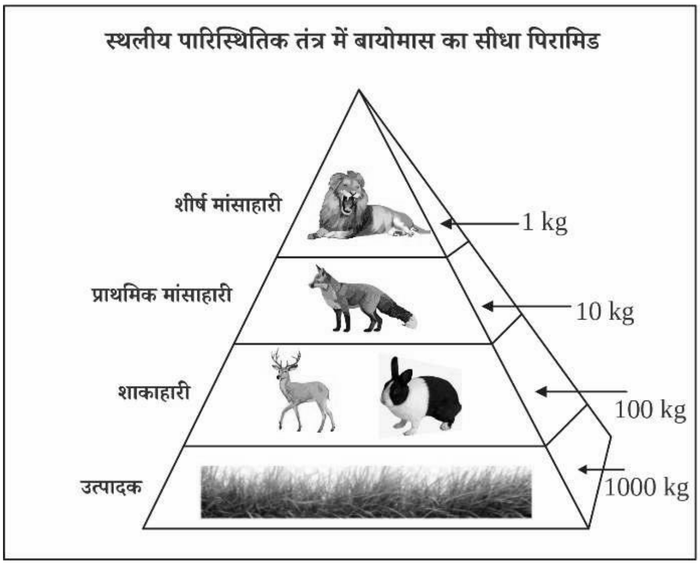
I. संख्या पिरामिड:

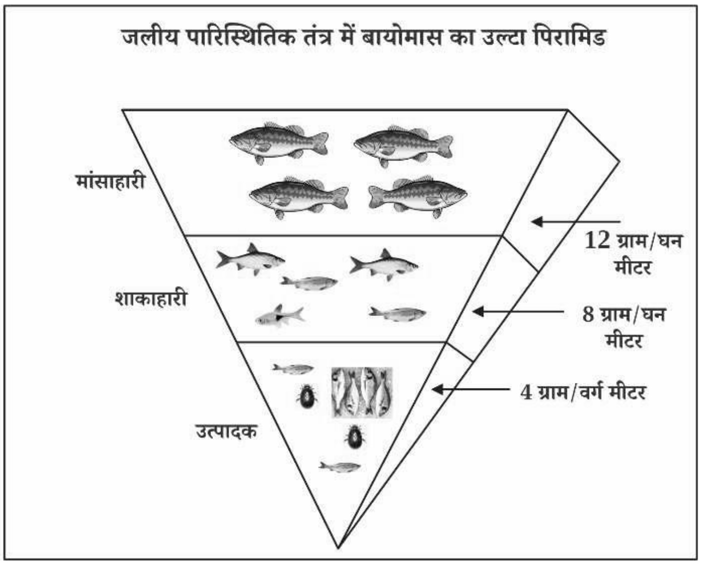


A. सीधा पिरामिड B. उल्टा पिरामिड

- यह प्रत्येक आहार स्तर पर उपस्थित इकाईयों की संख्या को दर्शाता है, जो सामान्यतः ऊपर की ओर जाने पर घटती जाती है।
- **अपवाद:** एकल वृक्ष (उत्पादक) कई कीटों (प्राथमिक उपभोक्ता) का भरण-पोषण कर सकता है, जिससे स्थानीय रूप से पिरामिड उल्टा हो जाता है।

II. बायोमास पिरामिड:

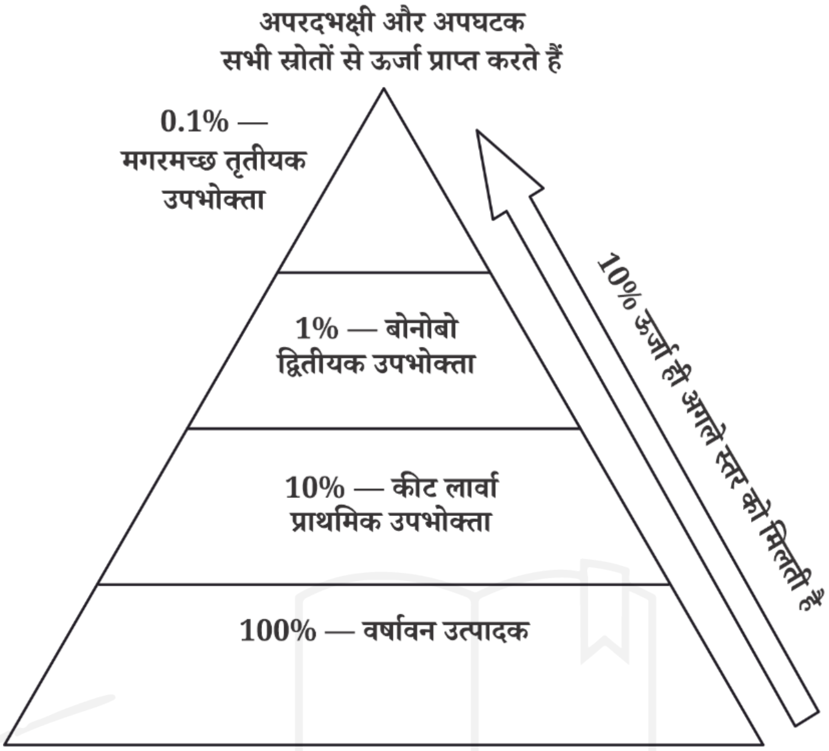




➢ यह प्रत्येक पोषण स्तर पर कुल शुष्क द्रव्यमान को दर्शाता है, जो सामान्यतः ऊपर की ओर कम होता जाता है।

➢ **जलमंडलीय अपवाद:** फाइटोप्लैंकटन का बायोमास कम होता है, लेकिन वे तेजी से पुनः उत्पन्न होते हैं, जिससे वे बड़े ज़ूप्लैंकटन और मछलियों का समर्थन कर सकते हैं—जिससे पिरामिड उल्टा बन सकता है।

III. ऊर्जा पिरामिड (उत्पादकता):



➢ **यह हमेशा सीधा होता है** और प्रति क्षेत्रफल प्रति समय इकाई में ऊर्जा प्रवाह को दर्शाता है।

➢ यह प्रत्येक स्तर पर लगभग **90% ऊर्जा हानि** और केवल **~10% ऊर्जा अगले स्तर** को उपलब्ध होने को प्रदर्शित करता है।

जैव संचयन बनाम जैव आवर्धन

➢ **जैव संचयन:** यह समय के साथ किसी जीव के शरीर में प्रदूषकों का धीरे-धीरे जमाव है। यह तब होता है जब अवशोषण की दर, उत्सर्जन या विघटन की दर से अधिक होती है। यह दीर्घकालिक और अपघटन-प्रतिरोधी प्रदूषकों से होता है (जैसे DDT)।

➢ **जैव आवर्धन:** यह खाद्य श्रृंखला में बढ़ते पोषण स्तरों के साथ प्रदूषक की सांद्रता में क्रमिक वृद्धि होती है। इसमें उच्च पोषण स्तर के जीव उन जीवों को खाते हैं, जिनमें पहले से प्रदूषक जमा होते हैं जिससे प्रभाव कई गुना बढ़ जाता है। विशेषता: दीर्घ जैविक अर्ध-आयु, वसा मेंघुलनशील, और जल में अघुलनशील होते है (उदाहरण: DDT)।

पारिस्थितिक तंत्र उत्पादकता: पारितंत्र उत्पादकता का अर्थ है किसी निश्चित क्षेत्र और समय में उत्पन्न जैव-भार या संचित ऊर्जा। यह दो प्रकार की होती है:

➢ **सकल प्राथमिक उत्पादकता:** प्रकाश संश्लेषण के दौरान कार्बनिक पदार्थ का उत्पादन होना।

➢ **शुद्ध प्राथमिक उत्पादकता:** GPP में से श्वसन हानियों (R) को घटाने के बाद बची शेष ऊर्जा।

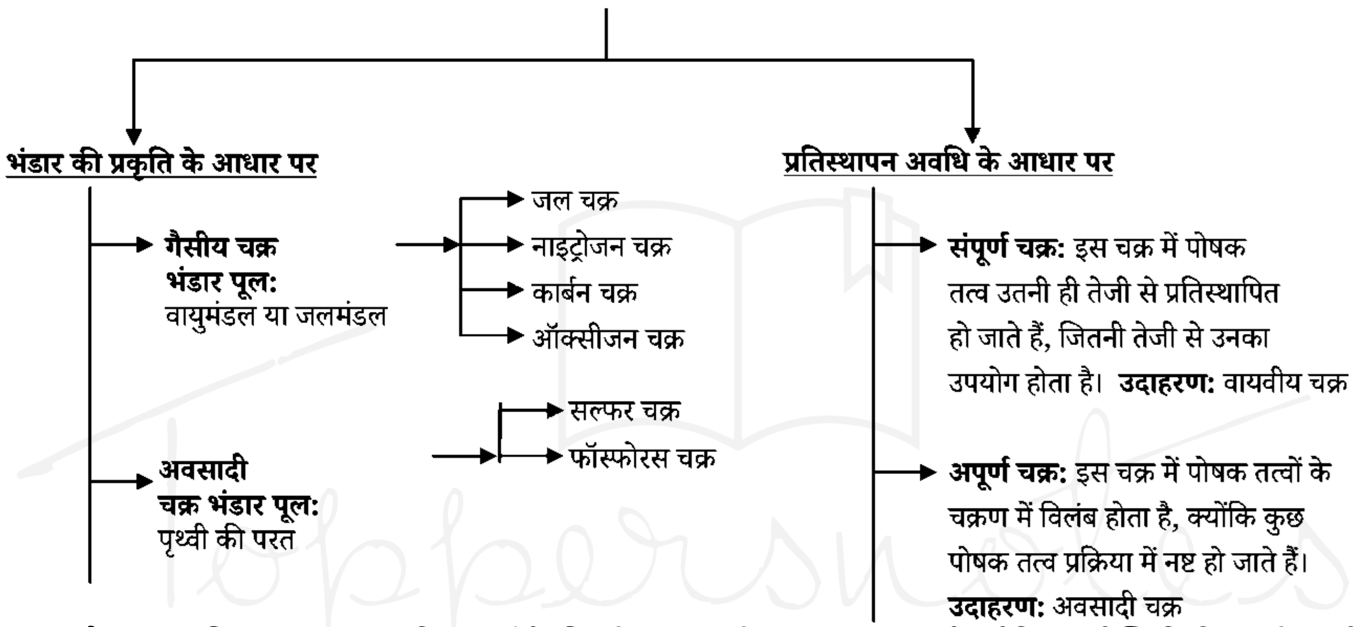
➢ **[NPP = GPP - R]**

उत्पादक	**बायोमास उत्पादकता ($gC/m^2/yr$)**
दलदल और मार्श	2,500
उष्णकटिबंधीय वर्षावन	2,000

मूंगा/प्रवाल चट्टान	2,000
शैवाल क्षेत्र	2,000
नदी मुहाने	1,800
समशीतोष्ण वन	1,250
कृषि भूमि	650
टुंड्रा	140
खुला समुद्र	125
मरूस्थल	3

जैव-भू-रासायनिक / पोषक तत्व चक्र

पारिस्थितिकी तंत्र में पोषक चक्र के प्रकार



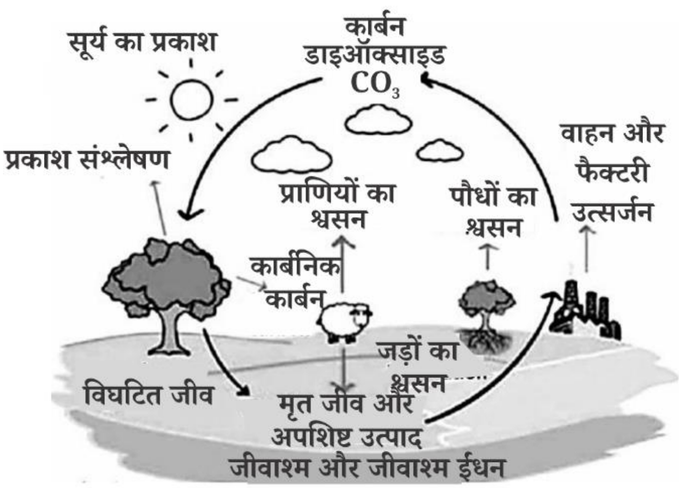
- एक **जैव-रासायनिक चक्र** वह प्राकृतिक मार्ग है, जिसके माध्यम से आवश्यक तत्व और यौगिक पारिस्थितिकी तंत्र में संचरित होते हैं, जिसमें जैविक और अजैविक दोनों घटक शामिल होते हैं।
- ये चक्र जीवन के लिए आवश्यक पोषक तत्वों के पुनर्चक्रण हेतु अत्यंत आवश्यक हैं।

1. गैसीय चक्र

I. कार्बन चक्र

- कार्बन चक्र का अर्थ है कार्बन का जीवित जीवों (पौधे, जानवर, सूक्ष्मजीव), पृथ्वी की खनिज परतों और वायुमंडल के बीच संचरण। यह पृथ्वी पर जीवन के लिए सबसे महत्वपूर्ण जैव-भू-रासायनिक चक्रों में से एक है।
- कार्बन ब्रह्मांड में पाया जाने वाला चौथा सबसे प्रचुर तत्व होता है और यह डीएनए और प्रोटीन जैसे जटिल अणुओं को बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिससे पृथ्वी पर जीवन संभव हो पाता है।

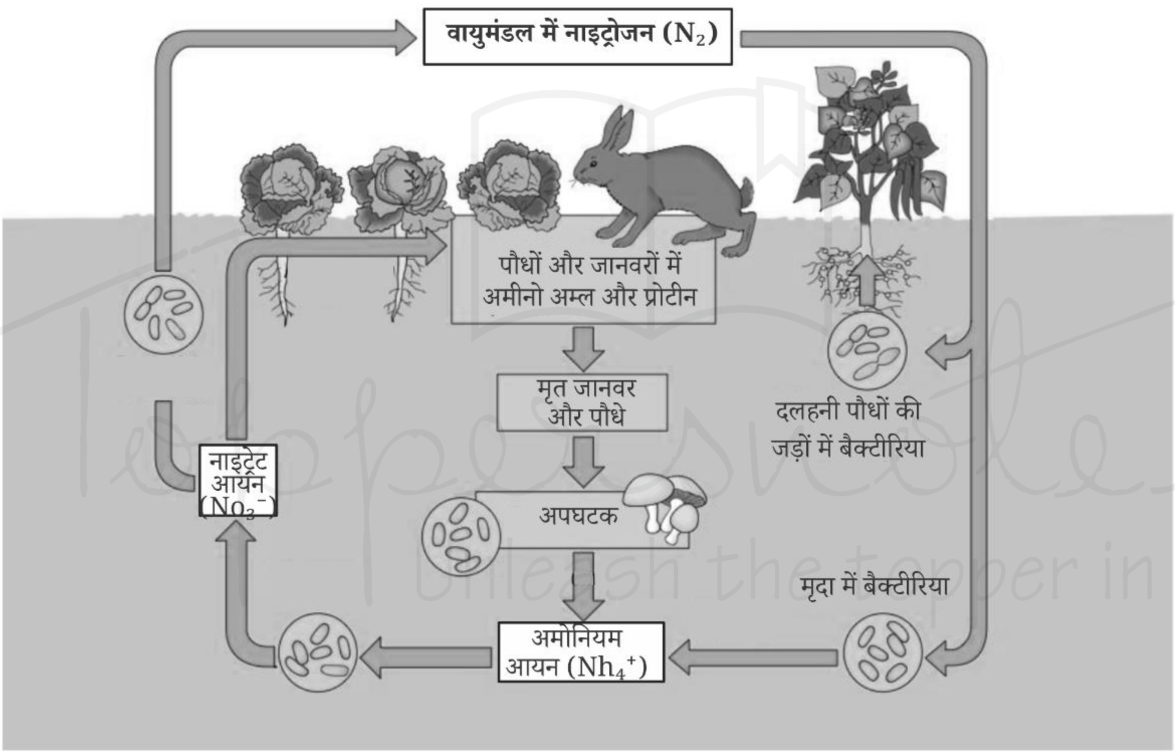
कार्बन चक्र



- ✓ **अल्पकालिक विनिमय:** वायुमंडलीय CO_2 को पौधे और फाइटोप्लैंकटन प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से अवशोषित करते हैं और फिर यह श्वसन और अपघटन के माध्यम से वापस लौटता है।
- ✓ **दीर्घकालिक भंडारण:** कुछ कार्बन दलदली मिट्टी, जलीय तलछटों या गहरे समुद्र में वर्षों से लेकर लाखों वर्षों तक दफन रहता है, जब तक कि भूवैज्ञानिक प्रक्रियाएँ इसे फिर से उजागर न करें।
- ✓ **जीवाश्म ईंधन:** कार्बनिक पदार्थ ऊष्मा और दबाव के कारण कोयला, तेल और गैस में परिवर्तित हो जाते हैं, इन्हें जलाने से संग्रहित कार्बन, CO_2 के रूप में मुक्त होता है।
- ✓ **पीटलैंड्स:** पीटलैंड्स वे क्षेत्र होते हैं जहाँ की मिट्टी पीट से बनी होती है, जो पानी से भरे और ऑक्सीजन की कमी वाले वातावरण में आंशिक रूप से सड़े हुए पौधों के अवशेषों का जमाव होती है।

  ऑक्सीजन की अनुपस्थिति के कारण ये अवशेष हजारों वर्षों तक सुरक्षित रहते हैं और पीटलैंड्स बड़ी मात्रा में कार्बन को अवशोषित व संचित कर लेते हैं। कांगो बेसिन की पीट भूमि में लगभग वैश्विक जीवाश्म ईंधन CO_2 उत्सर्जन के 3 वर्षों के बराबर कार्बन संग्रहित है। इसका नुकसान जलवायु पर गंभीर प्रभाव डाल सकता है।

II. नाइट्रोजन चक्र

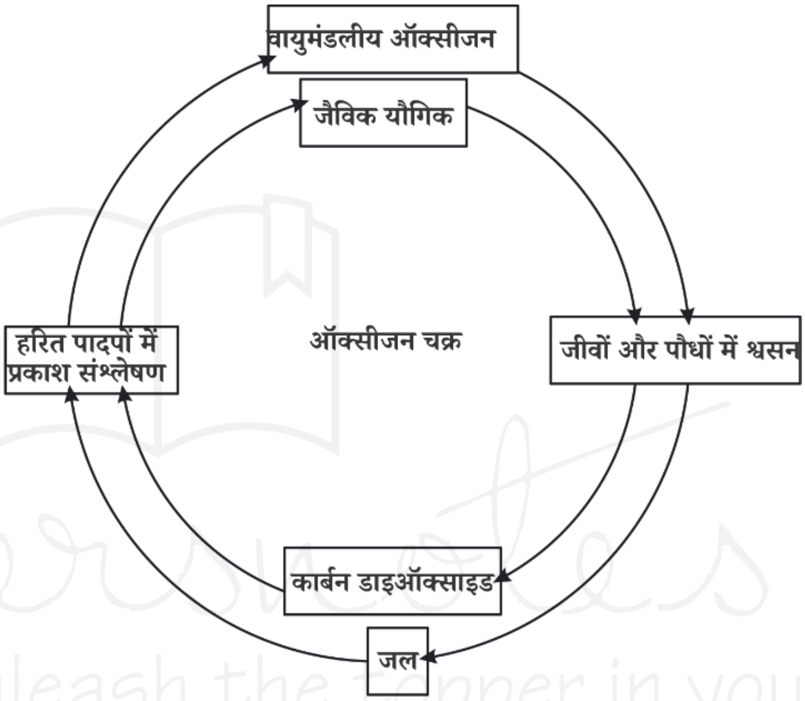


- ➢ नाइट्रोजन चक्र, भूमि और जलीय पारिस्थितिकी तंत्रों में नाइट्रोजन के आवागमन को दर्शाता है।इस प्रक्रिया को मानवीय गतिविधियाँ प्रभावित करती हैं जिनमें कृत्रिम उर्वरकों का उपयोग आदि शामिल है ।
- ➢ यह चक्र पौधों की वृद्धि के लिए आवश्यक होता है और पारिस्थितिक तंत्र में खाद्य उत्पादन में मुख्य भूमिका निभाता है।
  - ✓ **स्थिरीकरण और इनपुट:** नाइट्रोजन चक्र में स्थिरीकरण की प्रक्रिया के अंतर्गत **वायुमंडलीय नाइट्रोजन (**N_2) को जैविक, अजैविक तथा दहन-व्युत्पन्न मार्गों द्वारा उपयोगी यौगिकों में परिवर्तित किया जाता है। **एज़ोटोबैक्टर, राइज़ोबियम और सायनोबैक्टीरिया** जैविक रूप से **नाइट्रोजन को अमोनिया** में बदलते हैं, जबकि **तड़ित एवं हैबर–बॉश प्रक्रिया अजैविक स्थिरीकरण में योगदान** देती हैं। वाहनों और बिजली संयंत्रों से उत्पन्न नाइट्रोजन ऑक्साइड मृदा में पहुँचकर नाइट्रेट के रूप में परिवर्तित हो जाते हैं, जिन्हें पौधे पोषक तत्व के रूप में अवशोषित करते हैं।

- ✓ **नाइट्रीकरण:** नाइट्रीकरण वह प्रक्रिया है, जिसके अंतर्गत मृदा में उपस्थित अमोनिया (NH_4^+) को क्रमिक ऑक्सीकरण द्वारा पौधों के लिए उपयोगी नाइट्रोजन रूपों में परिवर्तित किया जाता है। इस प्रक्रिया में पहले नाइट्रोसोमोनस या नाइट्रोकोकस जीवाणुओं द्वारा अमोनिया को नाइट्राइट (NO_2^-) में ऑक्सीकृत किया जाता है, तत्पश्चात नाइट्रोबैक्टर द्वारा नाइट्राइट को नाइट्रेट (NO_3^-) में बदला जाता है। पौधे नाइट्रेट को अवशोषित कर उसे अमीनो अम्लों एवं प्रोटीन के निर्माण में समाहित कर लेते हैं
- ✓ **अमोनीकरण:** सूक्ष्मजीवों द्वारा मृत जीवों और पशु अपशिष्ट (यूरिया, यूरिक एसिड) के अपघटन से NH_3/NH_4^+ वापस मृदा में छोड़ दिया जाता है।
- ✓ **विनाइट्रीकरण:** विनाइट्रीफिकेशन बैक्टीरिया (स्यूडोमोनास, थियोबैसिलस) NO_3^- को N_2/N_2O में बदल देते हैं, जिससे नाइट्रोजन वायुमंडल में वापस चला जाता है।
- ✓ **जैविक/अजैविक इनपुट:** पशु अपशिष्ट, औद्योगिक NO_x, जंगल की आग।

III. ऑक्सीजन चक्र

- ➢ ऑक्सीजन चक्र यह बताता है कि ऑक्सीजन वायुमंडल, जैवमंडल और स्थलमंडल के बीच कैसे संचरित होती है।
- ➢ यह एक जटिल चक्र है, जिसे प्रकाश संश्लेषण, श्वसन और अन्य प्रक्रियाओं द्वारा नियंत्रित किया जाता है, जो वायुमंडल में ऑक्सीजन के स्तर को बनाए रखती हैं।
- ➢ **भंडार:** वायुमंडल (~21% O_2), जैवमंडल (जीवित ऊतक), जलमंडल (पिघली हुई स्थिति), स्थलमंडल (खनिज/चट्टानें)



- ➢ **प्रक्रियाएँ:**
  - ✓ **प्रकाश संश्लेषण** → इसमें O_2 का उत्पादन होता है
  - ✓ **श्वसन, अपघटन और दहन** → इसमें O_2 का उपभोग होता है और CO_2 का उत्सर्जन होता है
- ➢ **विनिमय:**
  - ✓ वायुमंडल ↔ जैवमंडल (गैस का आदान-प्रदान)
  - ✓ जलमंडल ↔ स्थलमंडल (घुलन और अपक्षय के माध्यम से)
- ➢ **मानव प्रभाव:**
  - ✓ वनों की कटाई और जीवाश्म ईंधन का दहन → इससे O_2 की कमी होती है और CO_2 में वृद्धि होती है

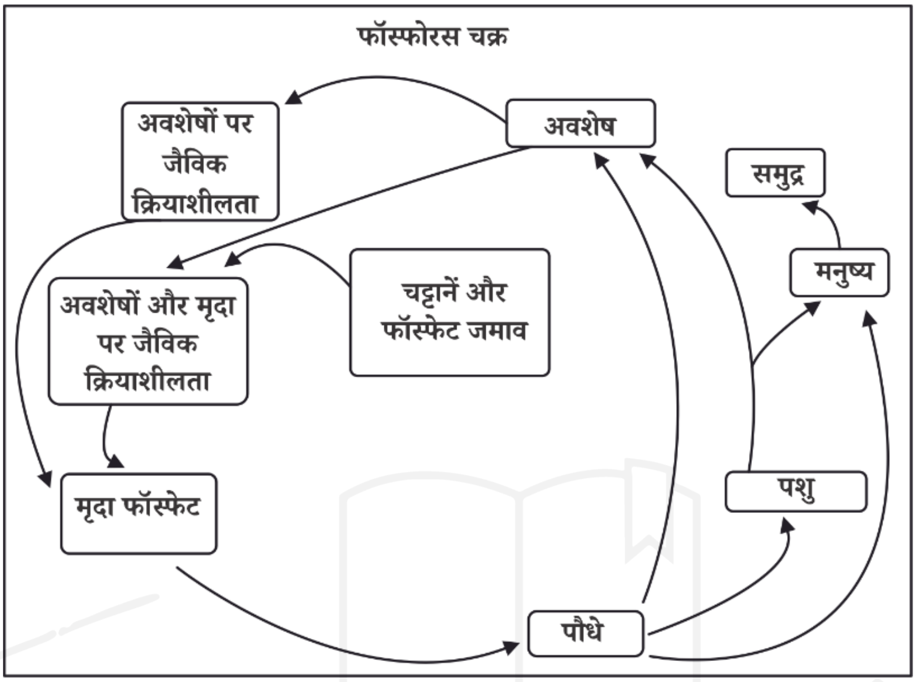
मीथेन चक्र

- ➢ यह मीथेन (CH_4) के सतत संचरण को दर्शाता है जो वायुमंडल, मिट्टी और विभिन्न प्राकृतिक और मानव-प्रभावित प्रक्रियाओं के माध्यम से होता है।
- ➢ यह मीथेन के निर्माण और उसका विनाश दोनों को शामिल करता है।

2. अवसादी चक्र

I. फॉस्फोरस चक्र

- फॉस्फोरस चक्र एक अवसादी **जैव-भूरासायनिक चक्र** है, जो स्थलमंडल, जलमंडल और जैवमंडल में फॉस्फोरस के संचरण को दर्शाता है।
  - ✓ **चट्टानों का अपक्षय और बहाव:** फॉस्फेट **वायु, वर्षा, अपरदन, खनन और कृषि** अपवाह के माध्यम से चट्टानों से मिट्टी, नदियों और महासागरों में रिहा होता हैं।



  - ✓ **जैविक अवशोषण एवं पुनर्चक्रण:** पौधे मृदा से फॉस्फेट अवशोषित करते हैं; पशु पौधों को खाते हैं; अपघटक इन्हें फिर मृदा में वापस लाकर पुन: उपयोग हेतु उपलब्ध करवाते हैं।
  - ✓ अवसादन **:** जलीय तंत्रों में फॉस्फेट अघुलनशील निक्षेपों के रूप में महाद्वीपीय तटों पर जम जाते हैं।
  - ✓ **भूवैज्ञानिक उत्थान:** लाखों वर्षों में विवर्तनिकी उत्थान के कारण समुद्र तल की तलछटें नए चट्टानों में परिवर्तित होती हैं, जिससे फॉस्फेट फिर से उपलब्ध हो जाते हैं।

II. सल्फर चक्र

- सल्फर चक्र उस चक्र को दर्शाता है, जिसमें सल्फर वायुमंडल, मिट्टी और जीवित जीवों के बीच संचारित होती है।
- यह प्रोटीन, विटामिन और एंजाइम जैसे कई जैविक और रासायनिक प्रक्रियाओं के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होता है।
  - ✓ **वायुमंडलीय इनपुट और निक्षेपण:** ज्वालामुखी, जीवाश्म ईंधन का दहन और समुद्री **DMS (Dimethyl Sulfide)** वायुमंडल में SO_2 / H_2S उत्सर्जित करते हैं, ये ऑक्सीकरण होकर सल्फ्यूरिक एसिड बनाते हैं और अम्ल वर्षा के रूप में धरती पर गिरते हैं।
  - ✓ **जैविक अवशोषण:** पौधे सल्फेट आयन(SO_4^{2-}) को अवशोषित करके सल्फर युक्त अमीनो अम्ल बनाते हैं, और ये चराई खाद्य श्रृंखला के माध्यम से आगे बढ़ते हैं।
  - ✓ **सूक्ष्मजीव परिवर्तन:** लिथोट्रोफिक और प्रकाश संश्लेषक बैक्टीरिया सूक्ष्म सल्फर का ऑक्सीकरण करते हैं, जबकि अवायवीय बैक्टीरिया SO_4^{2-} को फिर से H_2S में बदलते हैं।
  - ✓ **वापसी और पुनर्चक्रण:** अपघटक जैविक सल्फर को पुनः SO_4^{2-} स्वरूप में मिट्टी और जल में वापस छोड़ते हैं, जिससे यह चक्र पूरा होता है।