Toppersnotes®
Unleash the topper in you

UPSC – CSE

सिविल सेवा परीक्षा

संघ लोक सेवा आयोग

सामान्य अध्ययन

पेपर 1 – भाग – 8

पर्यावरण, पारिस्थितिकी एवं जैव विविधता

SIERRA INNOVATIONS

भाग - 8

पर्यावरण, पारिस्थितिकी एवं जैव विविधता

S.No.	Chapter Name	Page No.
1.	**पारिस्थितिकी तंत्र**	**1**
	• पारिस्थितिकी तंत्र के संघटक	1
	• पारिस्थितिक तंत्र के कार्य	3
	• पारिस्थितिकी तंत्र के गुण	3
	• खाद्य श्रृंखला	4
	• खाद्य वेब	5
	• पारिस्थितिक पिरामिड	5
	• प्रदूषक और ट्रॉफिक स्तर	6
	• जैव भू-रासायनिक/पोषक चक्र	7
	• पारिस्थितिकी तंत्र का वर्गीकरण	10
2.	**पारिस्थितिकीय**	**27**
	• पारिस्थितिक संगठनों के स्तर	27
	• प्रजातियां	31
	• जैविक परस्पर क्रिया	34
	• पारिस्थितिक निकेत	36
	• पारिस्थितिकीय अनुक्रमण	37
3.	**जैव विविधता**	**40**
	• जैव विविधता के स्तर	40
	• जैव विविधता का महत्व	41
	• जैव विविधता हानि	42
4.	**जैव विविधता का संरक्षण**	**45**
	• आवश्यकता	45
	• यथास्थान/स्थल पर संरक्षण	45
	• एक्स-सीटू/ऑफ-साइट संरक्षण	55
	• जैव विविधता संरक्षण पर सरकारी पहलें	58
	• प्रमुख अधिनियम	62
	• प्रमुख समितियां	68
	• प्रमुख अंतर्राष्ट्रीय जैव विविधता संगठन और गैर सरकारी संगठन	69
5.	**आर्द्रभूमि**	**76**
	• आर्द्रभूमि का महत्व	76
	• आर्द्रभूमि के प्रकार	76
	• अंतर्राष्ट्रीय संरक्षण प्रयास	78
	• भारत में आर्द्रभूमि संरक्षण के प्रयास	79
6.	**प्रवाल भित्तियाँ**	**81**
	• अनुकूल परिस्थितियां	81
	• प्रवाल भित्तियों के प्रकार	83

	• प्रवाल विरंजन • प्रवाल भित्तियों के संरक्षण के वैश्विक प्रयास	84 85
7.	**सदाबहार** • मैंग्रोव का अनुकूलन • मैंग्रोव के फायदे • मैंग्रोव के लिए खतरा • मैंग्रोव संरक्षण के लिए वैश्विक पहल: • भारत में मैंग्रोव का वितरण: • मैंग्रोव संरक्षण के लिए भारत सरकार की पहल:	**86** 86 86 87 87 87 87
8.	**सतत कृषि** • सतत कृषि के सिद्धांत: • भारत में सतत कृषि: • सतत कृषि की तकनीक	**91** 91 92 92
9.	**पर्यावरण** • पर्यावरण क्षरण • पर्यावरणवाद • भारत में प्रमुख पर्यावरणीय आंदोलन • पर्यावरण संरक्षण हेतु अंतर्राष्ट्रीय प्रयास • पर्यावरण के लिए भारतीय प्रयास • वैश्विक और भारतीय पर्यावरण कोष	**101** 101 102 102 103 105 103
10	**प्रदूषण** • प्रदूषक • वायु प्रदूषण • जल प्रदूषण • मृदा प्रदूषण • ध्वनि प्रदूषण • रेडियोधर्मी प्रदूषण • ऊष्मीय प्रदूषण • पारा प्रदूषण	**110** 110 110 118 126 129 130 131 132
11.	**ठोस अपशिष्ट प्रबंधन** • अपशिष्ट का वर्गीकरण: • अपशिष्ट प्रबंधन: • अपशिष्ट के प्रकार • ठोस अपशिष्ट प्रबंधन के तरीके • प्लास्टिक अपशिष्ट प्रबंधन • मलजल (सीवेज) प्रबंध • जैविक उपचार	**134** 134 134 134 138 139 143 144
12.	**ग्लोबल वार्मिंग और जलवायु परिवर्तन** • ग्रीनहाउस प्रभाव • ग्लोबल वार्मिंग • समुद्र के स्तर में वृद्धि के कारण: • जलवायु परिवर्तन के साक्ष्य	**146** 146 147 149 150

13	**जलवायु परिवर्तन शमन तंत्र** • कार्बन क्रेडिट • कार्बन पृथक्करण • कार्बन सिंक • कार्बन ऑफसेटिंग • कार्बन टैक्स	**157** 157 157 157 158 158
14	**ओज़ोन रिक्तीकरण** • ओजोन प्रदूषण	**159** 161
15.	**मरुस्थलीकरण** • कारण • मरुस्थलीकरण के प्रभाव • मरुस्थलीकरण पर अंकुश लगाने के अंतर्राष्ट्रीय प्रयास • मरुस्थलीकरण पर अंकुश लगाने के लिए भारत सरकार के प्रयास	**164** 164 164 165 165
16.	**वनों की कटाई** • वनों की कटाई के प्राथमिक कारण • वनों की कटाई के प्रमुख प्रभाव • वनों की कटाई को रोकने के लिए अंतर्राष्ट्रीय प्रयास • वनों की कटाई को रोकने के लिए भारत सरकार के प्रयास • वनीकरण	**166** 166 166 167 167 170
17.	**पर्यावरण प्रभाव आकलन** • EIA का विकास • EIA के उद्देश्य • EIA के पर्यावरणीय घटक • महत्व • EIA की सामान्य प्रक्रिया • EIA और SEA में अंतर • EIA का महत्व • EIA प्रक्रिया की कमियां • EIA प्रक्रिया में सुधार के लिए सिफारिशें • EIA में विभिन्न हितधारक	**171** 171 171 172 172 173 175 175 176 176 176
18.	**परिशिष्ट** • भारत में कुछ महत्वपूर्ण राष्ट्रीय उद्यानों की सूची • भारत में रामसर स्थलों की सूची • IUCN रेड लिस्ट के तहत भारत की प्रजातियां • महत्वपूर्ण प्रवासी पक्षियों की सूची • हमलावर नस्ल • महत्वपूर्ण वृक्ष प्रजातियां • औषधीय पौधे	**177** 178 185 186 189 190 191 191

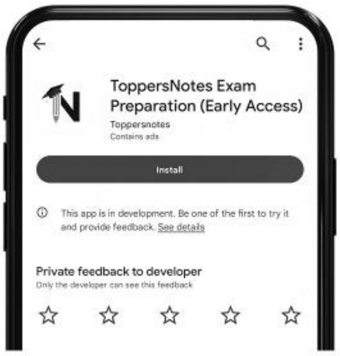
प्रिय विद्यार्थी, टॉपर्सनोट्स चुनने के लिए धन्यवाद।

नोट्स में दिए गए QR कोड्स को स्कैन करने लिए टॉपर्स नोट्स ऐप डाउनलोड करे ।

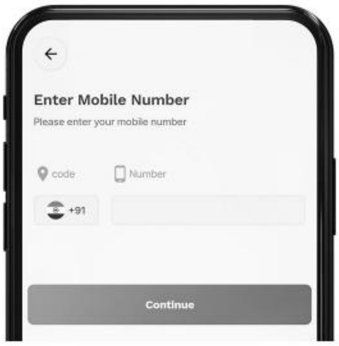
ऐप डाउनलोड करने के लिए दिशा निर्देश देखे :-

ऐप इनस्टॉल करने के लिए आप अपने मोबाइल फ़ोन के कैमरा से या गूगल लेंस से QR स्कैन करें ।

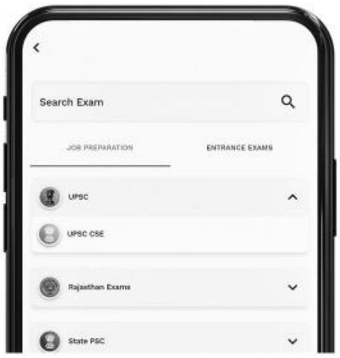
टॉपर्सनोट्स एग्जाम प्रिपरेशन ऐप



टॉपर्सनोट्स ऐप डाउनलोड करें गूगल प्ले स्टोर से ।

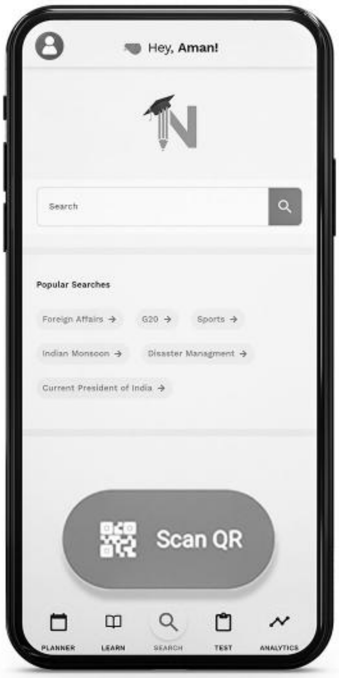


लॉग इन करने के लिए अपना **मोबाइल नंबर** दर्ज करें ।



अपनी **परीक्षा श्रेणी** चुनें ।

सर्च बटन पर क्लिक करें ।



SCAN QR पर क्लिक करें ।

किताब के **QR कोड को स्कैन** करें ।

- सोल्युशन वीडियो
- डाउट वीडियो
- कॉन्सेप्ट वीडियो

- अतिरिक्त पाठ्य-सामग्री

- विषयवार अभ्यास
- कमजोर टॉपिक विश्लेषण

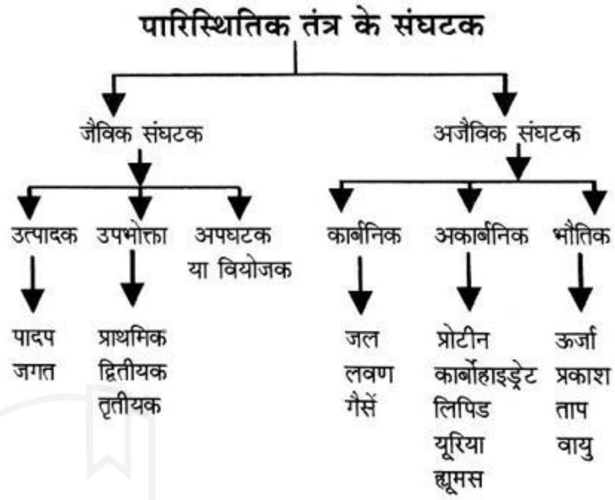
- रैंक प्रेडिक्टर
- टेस्ट प्रैक्टिस

किसी भी तकनीकी सहायता के लिए
hello@toppersnotes.com पर मेल करें
या **766 56 41 122** पर whatsapp करें ।

1 CHAPTER पारिस्थितिकी तंत्र

- एक कार्यात्मक इकाई जहाँ जीव आपस में और आसपास के भौतिक वातावरण के साथ समन्वय स्थापित करते हैं।
- किसी भी आकार का हो सकता है लेकिन आमतौर पर विशिष्ट और सीमित प्रजातियों को शामिल करता है।
- एक पारिस्थितिकी तंत्र में प्रत्येक जीव उस पारिस्थितिकी समुदाय में अन्य प्रजातियों और तत्वों पर निर्भर है।
- यदि किसी पारिस्थितिकी तंत्र का एक भाग क्षतिग्रस्त हो जाता है, तो इसका प्रभाव समस्त पारिस्थितिक तंत्र पर पड़ता है।

पारिस्थितिकी तंत्र के संघटक



जैविक घटक

- एक विशेष क्षेत्र में सभी जीवित तत्वों से मिलकर बनता है।

उत्पादक / स्वपोषी प्रकाश, पानी, CO_2, आदि का उपयोग करके अपना भोजन स्वयं बनाते हैं।	**प्रकाश स्वपोषी:** • अपना भोजन स्वयं बनाने के लिए सूर्य के प्रकाश का उपयोग करते हैं।
	रसायन स्वपोषी: • **अकार्बनिक ऊर्जा स्रोतों का उपयोग करके CO_2 से ऊर्जा प्राप्त करते हैं।**
उपभोक्ता/विषमपोषी • दूसरों से पोषण लेते है। • अपना भोजन स्वयं बनाने में सक्षम नहीं है।	**प्राथमिक उपभोक्ता/शाकाहारी:** • पौधों का सेवन करते है। • जैसे: गाय, बकरी, टिड्डा, आदि।
	द्वितीयक उपभोक्ता/मांसाहारी: • प्राथमिक उपभोक्ताओं का सेवन करते है। • मांस खाने वाले जीव। • जैसे: लोमड़ी, सांप, आदि।
	तृतीयक उपभोक्ता / शीर्ष मांसाहारी: • द्वितीयक उपभोक्ताओं का सेवन करते है। • जैसे: बाज़, बाघ, शेर, आदि।
	सर्वाहारी: • पौधों और जानवरों दोनों का सेवन करते है। • जैसे: कौआ, चूहे आदि।
मृतोपजीवी • पौधों और जानवरों से उत्पन्न मृत कार्बनिक पदार्थों का सेवन करते है।	**अपघटक:** • जीवाणु और कवक जैसे सूक्ष्मजीव जो अन्य मृत कार्बनिक पदार्थों को खाते और विघटित करते हैं। • पर्यावरण के लिए सरल अकार्बनिक और कार्बनिक पदार्थों को उप-उत्पादों के रूप में छोड़ते हैं जिसके परिणामस्वरूप पोषक तत्वों का पुनर्चक्रण होता है।
	अपरदभोजी: • छोटे जानवर जैसे केंचुए, घुन आदि जो आंशिक रूप से विघटित कार्बनिक पदार्थों को खाते हैं। • अपरद के विघटन में योगदान करते है।

फागोट्रोफ़्स/भक्षपोषी:

- **उपभोक्ता जो अपने ऊर्जा के स्रोत के लिए अन्य जीवित जीवों को खाते हैं।**

फोटोट्रॉफ़्स

- **जीव प्रकाशपोषी जो कुछ उपापचय कार्यों के लिए प्रकाश ऊर्जा का उपयोग करते हैं।**
- **जैव संश्लेषण और श्वसन जैसे कोशिकीय कार्यों को करने के लिए प्रकाश से फोटॉन को अवशोषित करते है।**
- **2 प्रकार:**
    - **फोटोऑटोट्रॉफ़्स/प्रकाश स्वपोषी - जैसे- पौधे, शैवाल और कुछ बैक्टीरिया।**
    - **प्रकाशविषमपोषी -**
        - पूरी तरह से प्रकाश ऊर्जा पर निर्भर करते हैं क्योंकि वे फोटोफॉस्फोराइलेशन के माध्यम से एटीपी (ATP) उत्पन्न करते हैं।
        - केवल कार्बन डाइऑक्साइड पर निर्भर नहीं होते।
        - उदहारण: बैंगनी गैर-सल्फर बैक्टीरिया, हरा गैर-सल्फर बैक्टीरिया और हेलियो-बैक्टीरिया।

अजैविक घटक

- निर्जीव तत्वों से मिलकर बने होते है, जैसे चट्टानें, मिट्टी, खनिज, पानी, आदि।
- एक जीव के विकास और उपापचय क्रियाओं के लिए आवश्यक पोषक तत्वों के स्रोत के रूप में कार्य करते हैं।
    - प्रकाश
        - सौर विकिरण = ऊर्जा का प्राथमिक स्रोत
        - प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक
        - प्रकाश की आवश्यकता के आधार पर पौधे निम्न प्रकार के होते हैं:
            - ✓ **आतपोद्भिद/हेलियोफाइट्स:** विकास के लिए पूर्ण सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है (उदाहरण - सूरजमुखी)
            - ✓ **छाया प्रिय पोधे/साइकोफाइट्स**: छायादार परिस्थितियों में सर्वश्रेष्ठ रूप से विकसित होते हैं (उदाहरण - चंदन का पेड़)

फोटोट्रोपिज्म/प्रकाशानुवर्तन:

- प्रकाश की उपस्थिति में पौधों और अन्य जीवों की दिशात्मक वृद्धि होती है।
    - सकारात्मक प्रकाशानुवर्तन: प्रकाश के स्रोत की ओर वृद्धि
    - नकारात्मक प्रकाशानुवर्तन: प्रकाश के स्रोत से दूर वृद्धि

फोटोपेरियोडिज्म/प्रकाश कालवाड़:

- लम्बी अवधि के पादप दिन या रात की लम्बाई के अनुसार जीवों की शारीरिक प्रतिक्रियाएँ होती है।
- जैसे - (पालक, चुकंदर), लघु-दिवसों के पादप (सोयाबीन, गुलदाउदी) और दिन-तटस्थ पौधे (सूरजमुखी, मक्का)।

- **तापमान**
    - **एंजाइमों की गतिकी और जीवों के आधारभूत उपापचय क्रिया को प्रभावित करता है।**

तापमान सहन करने की क्षमता के आधार पर, जीव हैं:

- **पृभुतापी/यूरीथर्मल: तापमान की एक उच्च सीमा को सहन करते है (उदाहरण- बिल्ली, कुत्ता, बाघ आदि)**
- **तनुतापी/स्टेनोथर्मल: तापमान की एक निम्न सीमा तक सीमित होते है (जैसे-पेंगुइन, पायथन, मगरमच्छ आदि ।**

- **पानी**
    - **जीवित रहने के लिए पोषक तत्वों को वितरित करने के लिए पौधों द्वारा उपयोग किया जाता है।**

पानी की आवश्यकता के आधार पर पौधे निम्न प्रकार के होते हैं:

- जलोद्भिद/हाइड्रोफाइट्स: पानी में अच्छी तरह से विकसित होने के लिए अनुकूलित होते है। (जैसे- कमल, जल लिली, समुद्री खरपतवार)
- समोद्भिद/मेसोफाइट्स: औसत पानी की आवश्यकताएँ होती है। (उदा. गुलाब)
- शुष्कोद्भिद जेरोफाइट्स: रेगिस्तान पानी की कमी में जीवित रहने के लिए खुद को अनुकूलित रखते है। (उदा. कैक्टस, अनानस)

लवणता के प्रति सहिष्णुता के आधार पर जीव निम्न प्रकार के होते हैं:

- पृभुलवणी/यूरीहैलिन: लवणता की एक उच्च सीमा के लिए सहिष्णु होते है। (उदाहरण- हरा केकड़ा)
- तनुलवणी/स्टेनोहालाइन: लवणता की संकीर्ण सीमा के प्रति सहिष्णु होते है। (उदाहरण - सुनहरी मछली)

- वायुमंडलीय गैसें:
  - जीवों की वृद्धि और जीवित रहने के लिए आवश्यक विभिन्न जैविक क्रियाओं के लिए महत्वपूर्ण होती है।
    - ✓ ऑक्सीजन (श्वसन के लिए आवश्यक),
    - ✓ कार्बन डाइऑक्साइड (प्रकाश संश्लेषण के लिए पौधों द्वारा आवश्यक),
    - ✓ नाइट्रोजन (पौधों द्वारा वृहतपोषक के रूप में आवश्यक)
- हवा:
  - एक प्राकृतिक तापीय नियामक के रूप में
  - बीजों को फैलाने में सहायक
  - हवा के नकारात्मक प्रभावों में मिट्टी का कटाव, जंगल की आग शामिल हैं।
- मृदा / एडैफिक कारक:
  - पौधों के लिए महत्वपूर्ण पोषक तत्वों के प्रदाता के रूप में कार्य करता है।
  - पौधों को बढ़ने के लिए जगह में रखने के लिए सहारा प्रदान करती है।
  - मिट्टी पौधों और जानवरों के लिए पानी को अवशोषित और धारण भी करती है।
- भौतिक कारक:
  - ऊँचाई: तापमान को निर्धारित करती है- वनस्पति को प्रभावित करती है
  - ढलान: ढलान की दिशा सूर्य के प्रकाश की उपलब्धता को प्रभावित करती है।

पारिस्थितिकी तंत्र के कार्य

- **ऊर्जा प्रवाह:** दुनिया के विभिन्न बायोम के विभिन्न पौधों और जीव समुदायों में ऊर्जा के आदान-प्रदान की सुविधा। उदा. हरी पत्तियाँ भोजन बनाती हैं और जड़ें मिट्टी से पोषक तत्वों को अवशोषित करती हैं → शाकाहारी लोग पत्तियों और जड़ों को खाते हैं → मांसाहारी बदले में शाकाहारी को खाते हैं।
- **कार्बनिक पदार्थों का अपघटन-** अपघटक जटिल कार्बनिक पदार्थों को सरल अकार्बनिक उत्पादों में तोड़ देते हैं, इन उत्पादों का उत्पादकों द्वारा उपयोग किया जाता है।
- **होमोस्टैसिस:** संतुलित और नियंत्रित प्रक्रियाओं के साथ घटकों को एक इन उत्पादों को समान बनाए रखता है।
- **प्रदत सेवाएं:** भोजन, ईंधन और फाइबर, आश्रय और निर्माण सामग्री को प्रदान करते है।
- हवा और पानी के शुद्धिकरण में।
- कचरे का विषहरण और अपघटन
- पृथ्वी की जलवायु का स्थिरीकरण और संतुलन बनाने में।
- बाढ़, सूखा, तापमान चरम सीमा का संयम/संतुलन बनाये रखने में।
- पोषक चक्रण- मिट्टी की उर्वरता का निर्माण और नवीनीकरण।
- कई फसलों सहित पौधों का परागण करना
- कीट और रोगों का नियंत्रण करने में
- पारिस्थितिकी अनुक्रमण- वह प्रक्रिया जिसके द्वारा एक क्षेत्र में पौधों और जानवरों की प्रजातियों के समुदायों को समय के साथ बदल दिया जाता है या दूसरे में बदल दिया जाता है।

पारिस्थितिकी तंत्र के गुण

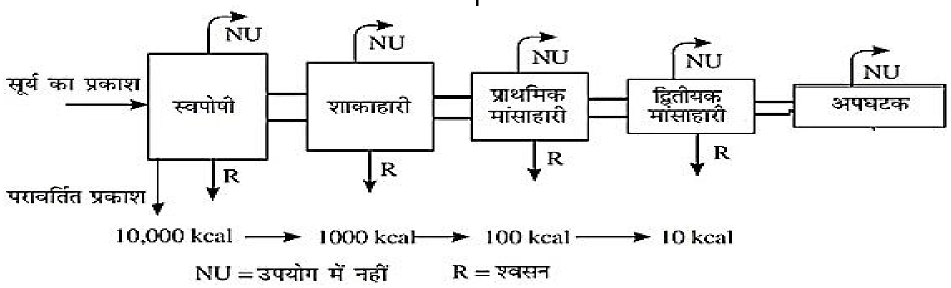
ऊर्जा प्रवाह

- पौधों और जानवरों में सभी उपापचयी क्रियाओं के लिए महत्वपूर्ण होता है।
- पौधे और पादप स्वपोषी होते हैं और इसलिए सौर ऊर्जा को ऊर्जा के उपयोगी रूप में परिवर्तित करते हैं
- जीव अपनी ऊर्जा आवश्यकताओं के लिए पौधों तथा अन्य जंतुओं पर निर्भर रहते हैं।
- एक पारिस्थितिकी तंत्र में जीवित तत्वों के माध्यम से ऊर्जा का प्रवाह संरक्षित होता है (ऊर्जा संरक्षण का नियम)
- ऊर्जा के स्रोत:
  - सूर्य (प्रमुख स्रोत)
  - गहरे समुद्र में जल-तापीय पारिस्थितिकी तंत्र (लघु)
- कुलआपतित सौर विकिरण का 50% से कम प्रकाश संश्लेषक सक्रिय विकिरण के रूप में ऊर्जा का प्रवाह होता है।

प्रकाश संश्लेषक सक्रिय विकिरण (PAR)

- प्रकाश संश्लेषण के लिए उपलब्ध प्रकाश 400-700 नैनो-मीटर तरंग दैर्ध्य रेंज में होता है।
- पौधे PAR का केवल 2-10% ग्रहण करते हैं जो पूरे विश्व को जीवित बनाए रखता है।

- ऊर्जा का प्रवाह एकदिशीय होता है।
- प्रत्येक पोषी स्तर पर ऊष्मा के रूप में ऊर्जा की हानि के कारण ऊर्जा पहले पोषी स्तर से ऊपर की ओर घटती जाती है।



- उत्पादक श्वसन में लगभग 20% स्वांगीकृत ऊर्जा का उपभोग करते हैं।
- शाकाहारी जीव श्वसन में लगभग 30% स्वांगीकृत ऊर्जा का उपभोग करते हैं।
- मांसाहारी श्वसन में 60% स्वांगीकृत ऊर्जा का उपभोग करते हैं।

पोषी स्तर

- पारिस्थितिकी तंत्र में ऊर्जा प्रवाह का प्रतिनिधित्व करता है।
- जीव का पोषी स्तर = खाद्ध श्रृंखला में उसके स्थान को दर्शाता है।
- पोषी स्तरों में आपसी समन्वय इस बात से संबंधित है कि कैसे एक पारिस्थितिकी तंत्र के सदस्य पोषण संबंधी जरूरतों के आधार पर एक-दूसरे से जुड़े हुए हैं।

स्वपोषक	हरे पौधे (उत्पादक)
विषमपोषी	शाकाहारी (प्राथमिक उपभोक्ता)
विषमपोषी	मांसाहारी (द्वितीयक उपभोक्ता)।
विषमपोषी	मांसाहारी (तृतीयक उपभोक्ता)
विषमपोषी	शीर्ष मांसाहारी (चतुर्थ उपभोक्ता)

- ऊर्जा का स्तर पहले पोषी स्तर से ऊपर की ओर घटता है, इसलिए आमतौर पर चार-पांच पोषी स्तर से अधिक नहीं होते है।

खाद्य श्रृंखला

- खाने और खाने की बार-बार होने वाली प्रक्रियाओं के माध्यम से जीवों के अनुक्रमण के माध्यम से ऊर्जा और पोषक तत्वों के हस्तांतरण के रूप में परिभाषित किया गया है।
- हरे पौधे सौर ऊर्जा को प्रकाश संश्लेषण द्वारा रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित कर देते हैं जो कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन के रूप में संग्रहीत होती है।
  - अन्य सभी जीवित जीव अपनी ऊर्जा के लिए हरे पौधों पर निर्भर होते है।
  - सौर ऊर्जा अधिग्रहण करने में किसी भी क्षेत्र में पौधों की क्षमता विशेष समुदाय में दीर्घकालिक ऊर्जा प्रवाह और जैविक गतिविधि की ऊपरी सीमा निर्धारित करती है।
- सौर ऊर्जा → हरे पौधे → शाकाहारी → मांसाहारी
- इस तरह ऊर्जा के एक रूप को जीवन से दूसरे जीवन में स्थानांतरित करता है।
- एक खाद्य श्रृंखला में, पहली कड़ी एक हरा पौधा या उत्पादक होता है जो उपभोक्ताओं को उपलब्ध कराने के लिए रासायनिक ऊर्जा का उत्पादन करता है।

खाद्य श्रृंखला।

घास स्थल में खाद्य श्रृंखला–

घास →	टिड्डा →	मेंढक →	साँप →	मोर
प्राथमिक उत्पादक	शाकाहारी उपभोक्ता	मांसाहारी उपभोक्ता	मांसाहारी उपभोक्ता	मांसाहारी उच्च उपभोक्ता
पोष स्तर प्रथम	पोष स्तर द्वितीय	पोष स्तर तृतीय	पोष स्तर चतुर्थ	पोष स्तर पंचम

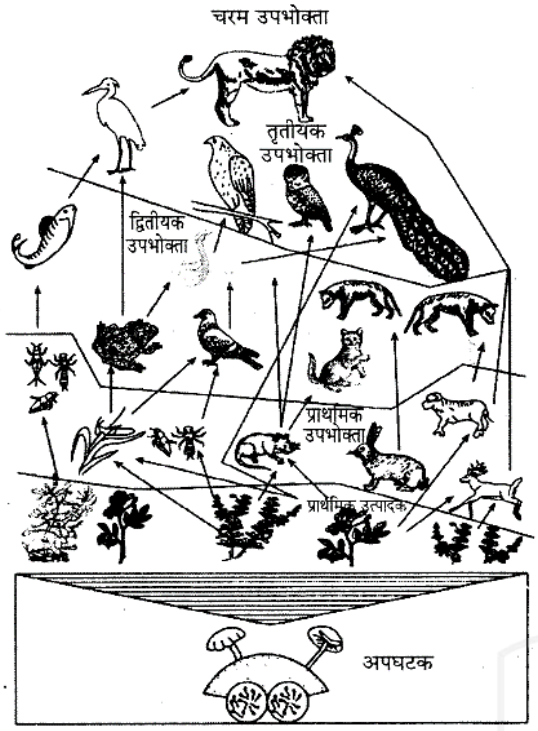
खाद्य श्रृंखला के प्रकार

1. घास खाद्य श्रृंखला
   - हरे पौधे (स्वपोषी) → शाकाहारी (प्राथमिक उपभोक्ता) → प्राथमिक मांसाहारी (द्वितीयक उपभोक्ता) → द्वितीयक मांसाहारी (तृतीयक उपभोक्ता) इत्यादि।
2. परजीवी खाद्य श्रृंखला
   - शाकाहारियों से शुरू होती है → बड़े जीव → छोटे जीव बिना प्रत्यक्ष हत्या के शिकारियों के मामले में।
   - जैसे: मच्छर मनुष्यों से प्राप्त रक्त पर जीवित रहते हैं।
3. डेट्रिटस खाद्य श्रृंखला/अपरदी या मृतोपजीवी खाद्य श्रृंखला

अपरद → केंचुआ → मेंढक → सांप → चील

- अपरद में निहित ऊर्जा पारिस्थितिकी तंत्र में नष्ट नहीं होती है → जीवों के एक समूह के लिए ऊर्जा के स्रोत के रूप में कार्य करता है जिसे हानिकारक या अपघटक कहा जाता है जो घास खाद्य श्रृंखला से अलग होते हैं।
- जैसे: बैक्टीरिया, कवक जैसे सूक्ष्म जीव मृत जानवरों को खाते हैं।
- कुछ पारिस्थितिक तंत्रों में घास खाद्य श्रृंखला की तुलना में अपरद खाद्य श्रृंखला से अधिक ऊर्जा प्रवाहित होती है।
- इसके अलावा अपरिष्कृत खाद्य श्रृंखला में असतत् संस्थाओं के बीच एक चरणबद्ध प्रवाह के बजाय ऊर्जा प्रवाह निरंतर बना रहता है।

खाद्य जाल



चित्र 40.4 : एक स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र में खाद्य जाल।

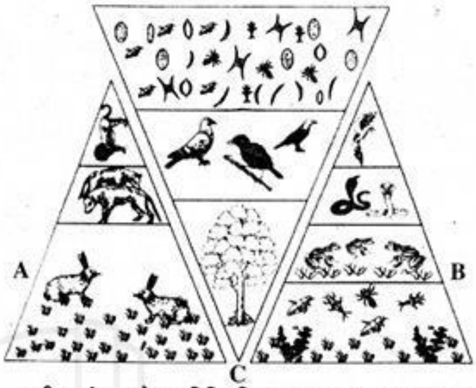
- खाद्य जाल के रूप में ज्ञात पोषक तत्वों और ऊर्जा हस्तांतरण के कई खाद्य क्रम (पोषण स्तर) के माध्यम से जीव एक दूसरे के साथ जुड़े हुए हैं।
- एक पारिस्थितिकी तंत्र के भीतर जीवों के बीच ऊर्जा प्रवाह के साथ-साथ पोषक तत्वों के सभी संभावित प्रवाह को प्रदर्शित करता है
- जीवों को भोजन के लिए कई विकल्प प्रदान करता है।
- एक पारिस्थितिकी तंत्र के अस्तित्व के लिए महत्वपूर्ण होता है।
- उदाहरण के लिए, एक बाघ जिसके पास उस क्षेत्र में हिरणों की कमी या अन्य कारकों के कारण हिरण नहीं है, वह अन्य विकल्पों का सहारा ले सकता है और इस प्रकार दूसरी खाद्य श्रृंखला को जन्म दे सकता है और बदले में अधिक जटिल खाद्य जाल बना सकता है।

पारिस्थितिकी स्तूप

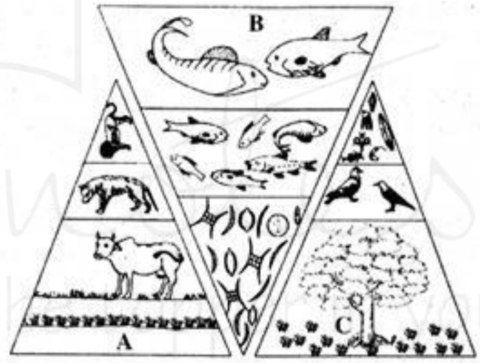
- सी ई एल्टन (1927 ई.) द्वारा दिया गया विचार।
- विभिन्न पोषी स्तरों पर विभिन्न जीवित जीवों के बीच संबंधों का चित्रमय निरूपण।
- प्रत्येक पारिस्थितिक स्तूप में, उत्पादक स्तर आधार बनाता है और क्रमिक स्तर शीर्ष बनाते हैं।

संख्याओं का स्तूप

- एक पारिस्थितिकी तंत्र में उत्पादकों और उपभोक्ताओं के विभिन्न श्रेणी के उपभोक्ताओं की संख्या को दर्शाता है।
- आधार- उत्पादक - सबसे प्रचुर मात्रा में होता है।
- क्रमिक स्तर - जीवों की संख्या तेजी से घटती जा रही है।
- इंगित करता है कि उत्पादकों को बड़ी संख्या में प्राथमिक उपभोक्ताओं की छोटी संख्या द्वारा निगला जाता है।
- ये प्राथमिक उपभोक्ता अपेक्षाकृत कम संख्या में द्वितीयक उपभोक्ताओं द्वारा खाए जाते हैं और ये द्वितीयक उपभोक्ता, केवल कुछ तृतीयक उपभोक्ताओं द्वारा उपभोग किए जाते हैं।
- संख्या का एक उल्टा स्तूप एक पारिस्थितिकी तंत्र में पाया जा सकता है जहाँ समुदाय में परजीवी होते हैं।



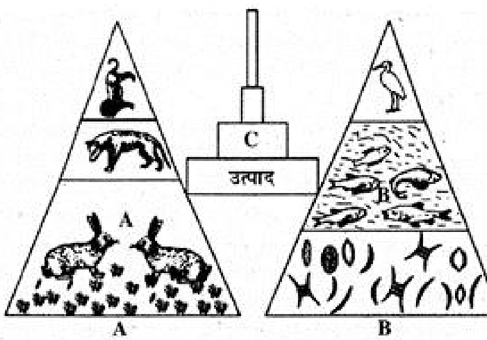
जीव संख्या के पारिस्थितिक स्तूप : A. घास स्थल, B. एक वृक्ष तथा C. जल पारिस्थितिक तन्त्र



जीव भार के स्तूप : A. घास स्थल, B. तालाब पारिस्थितिक तन्त्र तथा C. एक वृक्ष के पारिस्थितिक तन्त्र का सीधा स्तूप

बायोमास का पिरामिड/जैवभार का स्तूप

- जैवभार - अक्षय जैविक सामग्री जो पौधों और जानवरों में निहित होती है।



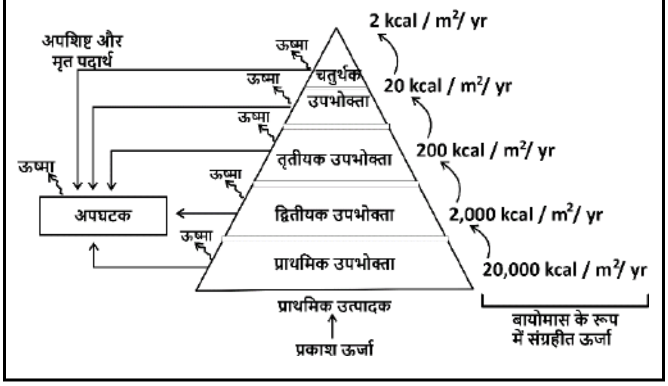
ऊर्जा के सीधे स्तूप : A. घास मैदान का पारिस्थितिक तंत्र, B. जलीय पारिस्थितिक तंत्र, C. ऊर्जा स्तूप का रैखिक चित्रण।

- ग्राम जैवभार प्रति वर्ग मीटर (g/m^2) इकाई में मापा जाता है।
- एक निश्चित समय बिन्दु पर प्रत्येक पोषी स्तर में मौजूद जैवभार की मात्रा को निर्धारित करता है और प्रत्येक पोषी स्तर के स्थायी भण्डारण का प्रतिनिधित्व करता है।
- आधार से शीर्ष तक प्रत्येक पोषी स्तर में जैवभार की कमी को दर्शाता है।
- जैसे, उत्पादकों का कुल जैवभार > शाकाहारियों का कुल जैवभार।
- तालाब पारिस्थितिकी तंत्र में जैवभार स्तूप का पिरामिड उल्टा होता है क्योंकि मछलियों का जैवभार फाइटोप्लांकटन से कहीं अधिक होता है।

ऊर्जा का स्तूप

- प्रति वर्ष एक पारिस्थितिकी तंत्र की खाद्य श्रृंखला में प्रत्येक स्तर पर जीवों के जैवभार में संग्रहित उपलब्ध ऊर्जा की कुल मात्रा को दर्शाता है।
- उत्पादक की कुल ऊर्जा >> उत्तरोत्तर उच्च पोषी स्तर पर ऊर्जा।
- उच्च पाषी स्तर - ऊर्जा उपयोग में अधिक सक्षम लेकिन ऊर्जा हस्तांतरण में बहुत अधिक ऊष्मा खो जाती है (लिंडमैन का 10% ऊर्जा हस्तांतरण का नियम)
- श्वसन द्वारा ऊर्जा की हानि भी निम्न से उच्च पोषी स्तरों की ओर उत्तरोत्तर बढ़ती जाती है।
- ऊर्जा का स्तूप सदैव सीधा होता है - कभी भी उल्टा नहीं होता

लिंडमैन का 10% ऊर्जा हस्तांतरण का नियम
निचले पोषी स्तर से प्रत्येक पोषी स्तर पर केवल 10% ऊर्जा स्थानांतरित की जाती है।



पारिस्थितिक स्तूप की सीमाएँ

- एक ही प्रजाति को दो या दो से अधिक पोषी स्तरों से संबंधित नहीं मानता है।
- कुछ ऐसा जो शायद ही कभी प्रकृति में मौजूद हो, उसे एक साधारण खाद्य श्रृंखला मानता है, यह एक खाद्य जाल को समायोजित नहीं करता है।
- मृतोपजीवी (पौधे, कवक, या सूक्ष्मजीव जो सड़ने वाले पदार्थ पर रहते हैं) को पारिस्थितिकी स्तूप में कोई स्थान नहीं दिया जाता है, भले ही वे पारिस्थितिकी तंत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हो।

प्रदूषक और पोषी स्तर

- एक पारिस्थितिक तंत्र में प्रदूषक विभिन्न पोषी स्तरों से गुजरते हैं।

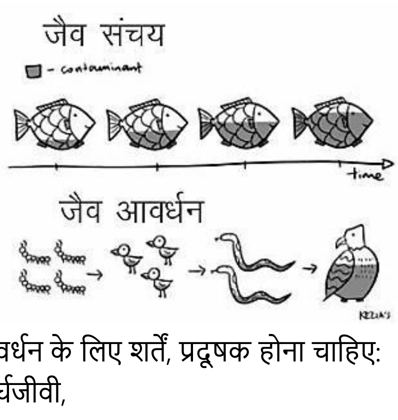
- गैर-निम्नीकरण प्रदूषक (स्थायी प्रदूषक) – इन्हें हानिकारक पदार्थों द्वारा तोड़ा नहीं जा सकता है - विभिन्न पोषी स्तरों के माध्यम से आगे बढ़ते हैं और बहुत लंबी अवधि के लिए उस पोषी स्तर पर बने रहते हैं।
- क्लोरीन युक्त हाइड्रोकार्बन (ऑर्गेनोक्लोराइड्स) - सबसे हानिकारक गैर-निम्नीकरण प्रदूषक।
- प्रदूषकों के संचलन में दो मुख्य प्रक्रियाएँ शामिल हैं:

जैव संचयन

- पर्यावरण से किसी प्रदूषक का एक खाद्य श्रृंखला के पहले जीव में सांद्रण बढ़ता जाता है।

जैव आवर्धन

- एक पोषी स्तर से दूसरे पोषी स्तर की ओर बढ़ने पर प्रदूषकों के सांद्रित होने की प्रवृति जैव आवर्धन कहलाता है।
- खाद्य श्रृंखला में एक कड़ी से दूसरी कड़ी में प्रदूषक की सांद्रता में वृद्धि।



- जैव आवर्धन के लिए शर्तें, प्रदूषक होना चाहिए:
  - दीर्घजीवी,

- गतिशील,
- वसा में घुलनशील,
- जैविक रूप से सक्रिय।

- यदि कोई प्रदूषक जैविक रूप से सक्रिय नहीं है, तो वह भी जैव आवर्धन कर सकता है, लेकिन हम वास्तव में इसके बारे में ज्यादा चिंता नहीं करते हैं, क्योंकि इससे शायद कोई समस्या नहीं होती है। उदाहरण: DDT

जैव भू-रासायनिक/पोषक चक्र

- जैविक और अजैविक कारकों के बीच पोषक तत्वों और अन्य तत्वों के संचलन का चक्र है।
- इन पोषक तत्वों की आवश्यकता जीवों को कार्बनिक पदार्थों के उत्पादन के लिए होती है।

स्थूल पोषक तत्व	**पौधों को बड़ी मात्रा में आवश्यकता होती है।**	ऑक्सीजन, कार्बन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, सल्फर, कैल्शियम, मैग्नीशियम, और पोटेशियम
सूक्ष्म पोषक	सूक्ष्म/कम मात्रा में आवश्यक	लोहा, जस्ता, बोरॉन, मैंगनीज, ताँबा, मोलिब्डेनम, आदि।

- पोषक चक्रों के दो घटक होते हैं-
  1. जलाशय पूल- एक बड़ा, धीमी गति से चलने वाला गैर-जैविक घटक।
  2. विनिमय पूल- एक छोटा, अधिक सक्रिय भाग जहाँ पोषक तत्व का पारिस्थितिकी तंत्र के जैविक और अजैविक कारकों के बीच आदान-प्रदान होता है।

पोषक चक्र के प्रकार

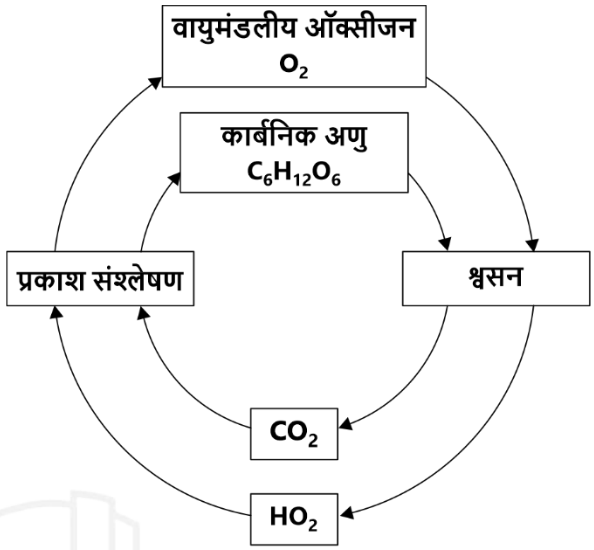
1. जलाशय की प्रकृति के आधार पर-

- गैसीय चक्र- जलाशय पूल – इसमें वायुमंडल या जलमंडल- शामिल होते है।
  - जल चक्र
  - नाइट्रोजन चक्र
  - कार्बन चक्र
  - ऑक्सीजन चक्र
- अवसादी चक्र- जलाशय पूल – इसमें पृथ्वी की पर्पटी या स्थलमण्डल शामिल होते है।
  - सल्फर चक्र
  - फॉस्फोरस चक्र

2. प्रतिस्थापन अवधि के आधार पर-

- पूर्ण चक्र- इस चक्र में पोषक तत्वों को उतनी ही तेजी से प्रतिस्थापित किया जाता है, जितनी तेजी से उनका उपयोग किया जाता है। उदाहरण- गैसीय चक्र।
- अपूर्ण चक्र- पोषक तत्वों के चक्रण में देरी होती है, क्योंकि इस प्रक्रिया में कुछ पोषक तत्व नष्ट हो जाते हैं। उदाहरण- अवसादी चक्र।

ऑक्सीजन चक्र



प्रकृति में ऑक्सीजन चक्र

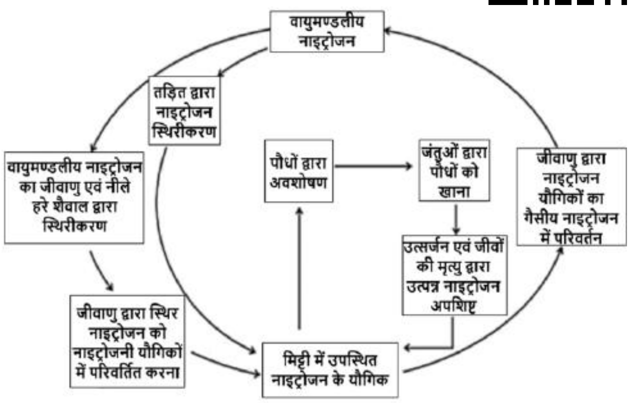
ऑक्सीजन - पृथ्वी पर सबसे महत्वपूर्ण तत्व - वायुमंडल का लगभग 21%।

- ऑक्सीजन उत्पन्न करने वाली प्रक्रियाएँ-
  - पौधों में प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया
  - सूर्य का प्रकाश + जलवाष्प = कुछ ऑक्सीजन उत्पन्न होती है।
- ऑक्सीजन की खपत करने वाली प्रक्रियाएँ-
  - सांस लेना/श्वसन क्रिया
  - सड़न/अपघटन
  - दहन
  - जंग लगने

ऑक्सीजन का चक्रण

- यह अत्यधिक जटिल प्रक्रिया है।
- ऑक्सीजन + नाइट्रोजन = नाइट्रेट्स का निर्माण।
- प्रकाश संश्लेषण – क्रिया में ऑक्सीजन एक उपोत्पाद के रूप में निकलती है।
- पशु और मनुष्य श्वसन के दौरान ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं और वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड छोड़ते हैं।
- इस कार्बन डाइऑक्साइड को पौधों द्वारा फिर से प्रकाश संश्लेषण के लिए उपयोग किया जाता है और इस प्रकार चक्र आगे बढ़ता है।

नाइट्रोजन चक्र



नाइट्रोजन चक्र

नाइट्रोजन - वायुमंडल में सबसे प्रचुर मात्रा में पाया जाने वाला तत्व।

- प्रोटीन, अमीनो एसिड, जीवित ऊतकों का प्रमुख घटक है।
- मिट्टी में पौधों और सूक्ष्मजीवों के बीच सीमाकारी कारक क्योंकि दोनों को जीवित रहने के लिए नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है।
- वायुमंडलीय नाइट्रोजन का अधिकांश पौधों द्वारा सीधे उपयोग नहीं किया जा सकता है और उपयोग करने से पहले इसे "स्थिर" या अमोनिया, नाइट्राइट या नाइट्रेट जैसे रासायनिक यौगिक में परिवर्तित करने की आवश्यकता होती है।

नाइट्रोजन स्थिरीकरण:

- **वह प्रक्रिया जिसके द्वारा वातावरण में उपस्थित नाइट्रोजन कुछ जीवाणु प्रजातियों (जैसे राइजोबियम, एज़ोटोबैक्टर आदि) और अन्य प्राकृतिक घटनाओं द्वारा अमोनिया (नाइट्रोजन का दूसरा रूप) में परिवर्तित हो जाती है।**
- **नाइट्रोजन स्थिरीकरण 3 तरह से होता है।**
    - **बैक्टीरिया (जीवाणु) और नीले-हरे शैवाल जैसे सूक्ष्मजीवों द्वारा**
    - **औद्योगिक प्रक्रियाओं के माध्यम से उर्वरक कारखानों जैसी**
    - **वायुमंडलीय घटनाएँ जैसे बिजली और गड़गड़ाहट (एक निश्चित सीमा तक)।**

N_2-फिक्सर:

- **सूक्ष्मजीव जो नाइट्रोजन को अमोनिया में परिवर्तित करते हैं।**
- **शामिल है:**
    - **मुक्त-जीवित नाइट्रोजन-फिक्सिंग बैक्टीरिया (वायुवीय एज़ोटोबैक्टर; अवायुवीय क्लोस्ट्रीडियम और रोडोस्पिरिलम)**
    - **सहजीवी नाइट्रोजन-फिक्सिंग बैक्टीरिया (जैसे राइजोबियम) जो फलीदार पौधों और गैर-लेग्युमिनस रूट नोड्यूल पौधों के साथ रहते है।**
    - **कुछ सायनोबैक्टीरिया (जैसे नीला हरा शैवाल- नोस्टॉक, एनाबिना, स्पिरुलिना)।**

नाइट्रिफिकेशन/नाईट्रीकरण:

- **वह प्रक्रिया जिसके द्वारा अमोनिया को सीधे नाइट्रोजन के स्रोत के रूप में पौधों द्वारा उपयोग किया जा सकता है या इसे आगे नाइट्राइट या नाइट्रेट के रूप में परिवर्तित किया जा सकता है।**
    - **नाइट्रोसोमोनास/नाइट्रोकोकस - अमोनियम आयन नाइट्राइट में ऑक्सीकृत हो जाते हैं।**
    - **नाइट्रोबैक्टर-नाइट्राइट से नाइट्रेट के आगे ऑक्सीकरण के लिए जिम्मेदार है।**

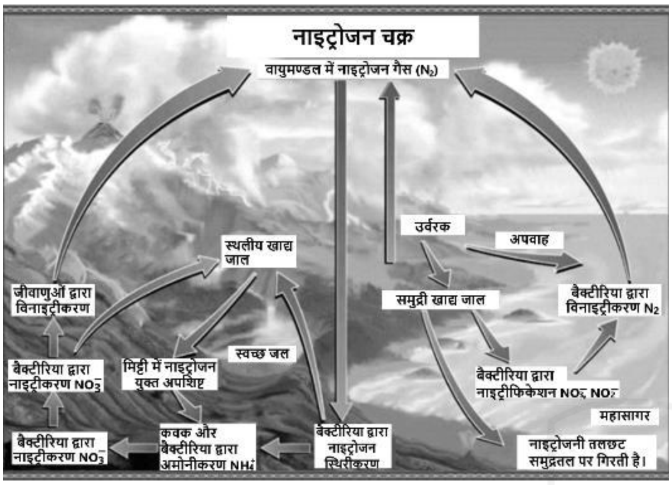
स्वांगीकरण:

- **वह प्रक्रिया जिसमें पौधों द्वारा नाइट्रेट का अवशोषण किया जाता है और खाद्य श्रृंखला से गुजरते हैं।**
- **पौधे मिट्टी से अमोनिया, नाइट्राइट आयनों, नाइट्रेट आयनों या अमोनियम आयनों के रूप में नाइट्रोजन यौगिकों को अपनी जड़ों में अवशोषित करते हैं। फिर इनका उपयोग पौधे और पशु प्रोटीन के निर्माण में किया जाता है।**
- **यदि सभी नाइट्रेट पौधों द्वारा अवशोषित नहीं किए जाते हैं, तो,**
    - **या तो मिट्टी से छिछले समुद्री तलछट में (नाइट्रोजनयुक्त अपशिष्ट उत्पादों जैसे यूरिया और यूरिक एसिड के रूप में समुद्री पक्षियों की बूंदों में लौटा दिया जाता है जो अमोनीकरण नामक प्रक्रिया के माध्यम से वापस अकार्बनिक अमोनिया और अमोनियम आयनों में परिवर्तित हो जाते हैं) या,**
    - **हो सकता है कि स्यूडोमोनास और थियोबैसिलस (डिनाइट्रिफिकेशन) जैसे बैक्टीरिया को नष्ट करके मिट्टी से नष्ट हो जाए, और उनमें मौजूद नाइट्रोजन को वापस वायुमंडल में छोड़ दिया जाए।**

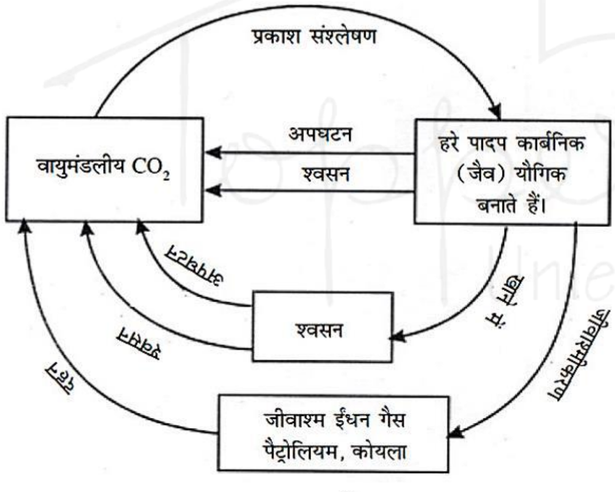
समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र में नाइट्रोजन चक्र

- **समुद्री बैक्टीरिया और आर्किया द्वारा किया जाता है**

- **जब नाइट्रोजन बनाने वाले यौगिक तलछट के रूप में समुद्र में गिरते हैं, तो वे तलछटी चट्टानों के रूप में संकुचित हो जाते हैं।**
- **ये चट्टानें भूगर्भीय उत्थान के दौरान जमीन पर चली जाती हैं और चट्टानों के अपक्षय के कारण नाइट्रोजन को वापस हवा में छोड़ देती हैं।**



कार्बन चक्र

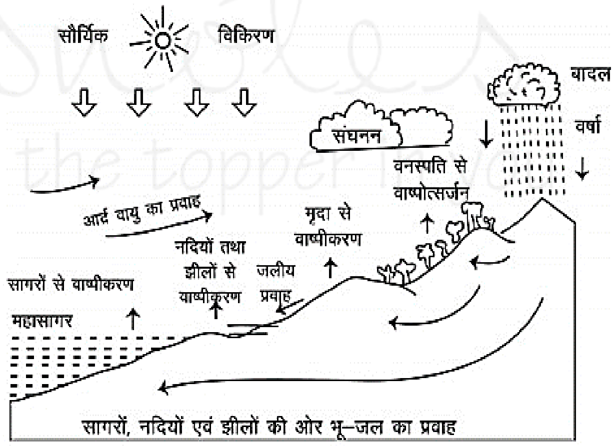


कार्बन चक्र

- वातावरण और जीवों के बीच कार्बन (कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के रूप में) का निरंतर आदान-प्रदान होता है।
- प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से हरे पौधों द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के स्थिरीकरण को सुगम बनाया जाता है।
- कार्बोहाइड्रेट और ग्लूकोज का उत्पादन करता है जिसका उपयोग हरे पौधों द्वारा कार्बनिक यौगिकों के उत्पादन के लिए किया जाता है।
- श्वसन (हरे पौधे खाने वाले शाकाहारी और CO_2 छोड़ते हैं) और मृत कार्बनिक पदार्थों का अपघटन द्वारा (सूक्ष्मजीवों द्वारा) → कुछ कार्बन डाइऑक्साइड वापस वायुमंडल में छोड़ी जाती है।
- कुछ कार्बनिक पदार्थ अघुलनशील रह जाते हैं और जलीय तंत्र में अवसाद में अघुलनशील कार्बोनेट के रूप में रहते हैं, जिन्हें वायुमंडल में वापस छोड़ने में वर्षों लग जाते है। → बाद में जीवाश्म ईंधन में बदल जाते हैं। जैसे- कोयला, तेल और प्राकृतिक गैस।
- जब इन ईंधनों को जलाया जाता है, तो कार्बन डाइऑक्साइड निकलती है।

जल / जल विज्ञान चक्र

- तरल, ठोस और गैसीय चरणों में समुद्र से भूमि और भूमि से महासागर तक पानी का निरंतर संचलन होता है।
- चलाने वाले बल - सौर विकिरण और गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा।
- पृथ्वी का लगभग 70% जल महासागरों में जमा है।
- शेष हिमनदों और हिमच्छदों, भूजल स्रोतों, झीलों, नममृदा, वातावरण, नदियों और जीवन के लिए मीठे पानी के रूप में पाया जाता है।
- वाष्पीकरण, संघनन, वाष्पोत्सर्जन, सतही अपवाह, अन्तःनिस्यंदन, अवक्षेपण, निक्षेपण और भूजल प्रवाह की प्रक्रिया के माध्यम से एक जलाशय से पानी दूसरे जलाशय में जाता है।
- प्रक्रिया के दौरान वाष्पीकरण और वर्षा एक-दूसरे के साथ वैकल्पिक होते हैं।

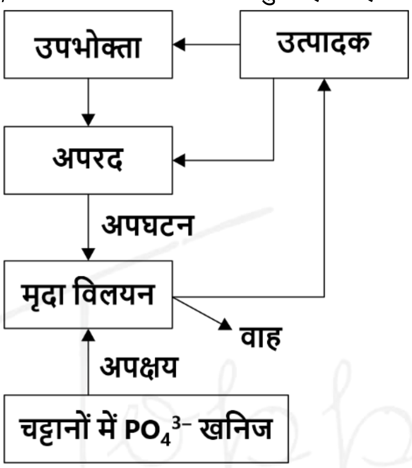


जलीय चक्र

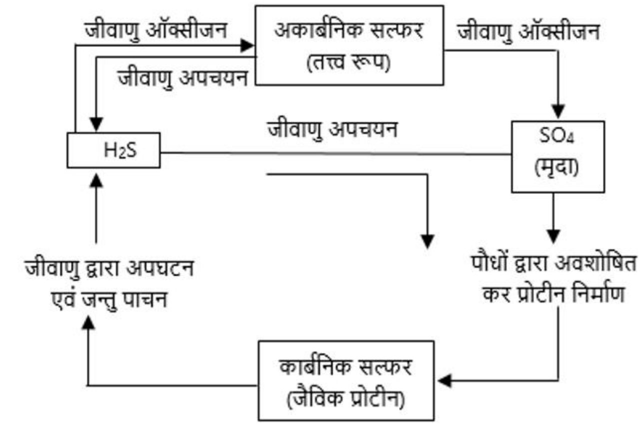
फॉस्फोरस चक्र

- फॉस्फोरस - मुख्य रूप से फॉस्फेट, चट्टानों और मिट्टी में खनिज के रूप में मौजूद होता है।
- फॉस्फोरस का मुख्य भंडारण – क्रस्ट परत में।
- यह केवल भूमि पर उपस्थित है, इसलिए वातावरण फॉस्फोरस चक्र में कोई महत्वपूर्ण भूमिका नहीं निभाता है।
- परिसंचरण की बहुत धीमी प्रक्रिया।
- चट्टानों पर मौजूद फॉस्फेट लवण टूटकर बहाव के साथ मृदा में मिल जाते है। मृदा फॉस्फोरस का उपयोग पौधों द्वारा प्रोटीन संश्लेषण के लिए किया जाता है।

- मिट्टी में फॉस्फोरस की मात्रा बहुत कम होती है और इस प्रकार पौधों की वृद्धि में सहायता के लिए कृषि में फॉस्फेट उर्वरकों का उपयोग किया जाता है।
- क्षरण और अपक्षय- फॉस्फेट नदियों और नालों में प्रवेश करते हैं और महासागरों में चले जाते हैं, इस प्रकार समुद्री तलछट में शामिल हो जाते हैं।
- महासागरीय धाराएँ ऊपर उठती हैं तो फॉस्फोरस सतही जल में वापस आ जाता है, जहाँ इसे समुद्री खाद्य श्रृंखलाओं में प्रयुक्त किया जाता है।
- जलीय पौधों और जानवरों का अपघटन - फॉस्फोरस के कार्बनिक रूप को अकार्बनिक रूप में परिवर्तित किया जाता है, जिसे मिट्टी और पानी में पुर्नचक्रित किया जाता है जो तलछट और चट्टानों में समाप्त हो जाता है। जो फिर से अपक्षय की प्रक्रिया द्वारा फॉस्फोरस को छोड़ देगा। इस प्रकार, फॉस्फोरस चक्र फिर से शुरू होता है।



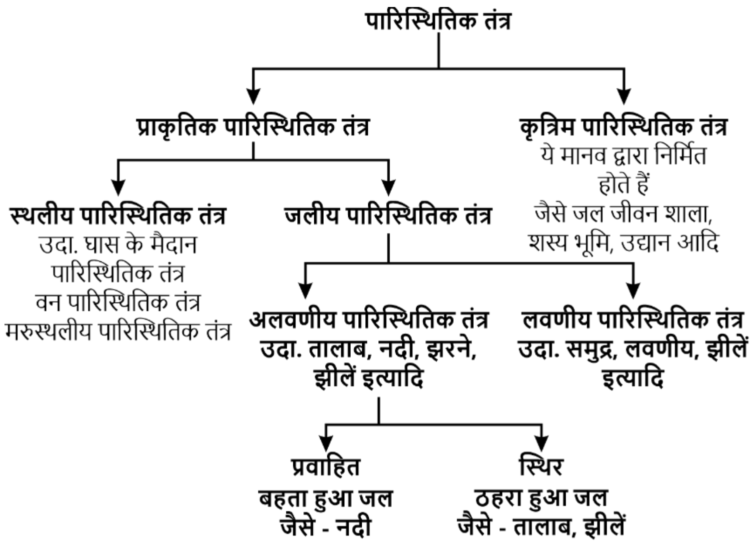
सल्फर चक्र



प्रकृति में सल्फर चक्र

- सल्फर - पृथ्वी पर पाया जाने वाला प्रचुर तत्व जो मिट्टी और कार्बनिक (कोयला, तेल, पीट) और अकार्बनिक (पाइराइट रॉक, सल्फर रॉक) पदार्थों में पाया जाता है।
- सल्फर + वायु = सल्फेट्स (कार्बरसायनपोषी जीवाणु द्वारा) → पौधों और सूक्ष्मजीवों द्वारा उपयोग में लिया जाता है → जो कार्बनिक सल्फर में परिवर्तित हो जाता है।
- कार्बनिक सल्फर का सेवन जानवर अपने भोजन के माध्यम से करते हैं और इस प्रकार खाद्य श्रृंखला को चलाते हैं।
- जानवरों की मृत्यु पर, कुछ सल्फर मृत कार्बनिक पदार्थों के अपघटन द्वारा मिट्टी या झीलों और तालाबों के तल में वापस छोड़ दिया जाता है जबकि कुछ रोगाणुओं के ऊतकों में प्रवेश कर जाते हैं।
- डेसल्फोटोमैकुलम बैक्टीरिया की क्रिया से सल्फेट, हाइड्रोजन सल्फाइड में टूट जाते हैं, जो अवसादी चक्र में एक गैसीय घटक जोड़ता है।
- यह हाइड्रोजन सल्फाइड, सल्फर डाइऑक्साइड में ऑक्सीकृत हो जाता है, जो कमजोर सल्फ्यूरिक एसिड (अम्लीय वर्षा) के रूप में वर्षा के साथ पृथ्वी पर गिरता है।
- प्राकृतिक स्रोत - ज्वालामुखी विस्फोट, जीवाश्म ईंधन का दहन, पानी का वाष्पीकरण और दलदलों में कार्बनिक पदार्थों का टूटना, सल्फर को सीधे वायुमंडल में छोड़ते हैं।

पारिस्थितिकी तंत्र का वर्गीकरण



प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र

- प्रकृति में जीवों और पर्यावरण के बीच आपसी समन्वय से बना है।

स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र

- केवल भूआकृतियों पर पाया जाता है

1. वन पारिस्थितिकी तंत्र

- कार्यात्मक इकाई या एक तंत्र जो मिट्टी, पेड़, कीड़े, जानवर, पक्षी और मनुष्य से मिलकर बना होता है।
- कार्य:
    - ग्रह की जलवायु को संतुलित करने में मदद करता है।
    - ऑक्सीजन प्रदान करता है और वातावरण में CO_2 के संतुलन को बनाए रखता है।
    - मृदा अपरदन को कम करता है। वर्षा को नियंत्रित, हवा को शुद्ध करता है।

a. उष्णकटिबंधीय वर्षावन पारिस्थितिकी तंत्र

- वितरण: भूमध्य रेखा के दोनों ओर उच्च वर्षा वाले क्षेत्रों में पाया जाता है- भारत के पश्चिमी तट, दक्षिण-पूर्व एशिया, अफ्रीका और दक्षिण अमेरिका के कुछ हिस्सों में विस्तृत है।
- जलवायु: उच्च तापमान और उच्च आर्द्रतायुक्त
    - वर्षा: > 200 सेमी. से अधिक
- ह्यूमस में समृद्ध मिट्टी, लेकिन पोषक तत्वों की कमी होती है।
- वनस्पति और जीव /**Flora and Fauna-** -
    - सघन आच्छादित वनस्पति - तीन अलग-अलग परतें:
        - ऊपरी परत/छाया- विशाल पेड़ जो 75 मीटर (लगभग 250 फीट) या उससे अधिक की ऊँचाई तक बढ़ते हैं जो सूरज की रोशनी को जमीन तक पहुँचने से रोकते हैं।
        - मध्य परत/अंडरस्टोरी - लताओं, छोटे पेड़ों, फ़र्न और ताड से बनी होती है।
        - नीचे की परत - गीली पत्तियों और पत्ती के कूड़े से ढकी हुई होती है।
    - अधिपादपों के रूप में जैसे बेलें, लताएँ, वुडी लताएँ और आर्किड, आदि।
    - जीव: बंदर, उड़ने वाली गिलहरी, घोंघे, सेंटीपीड, मिलीपेड और कई कीट प्रजातियाँ जो वन की सतह पर सामान्य हैं।
    - वनस्पति /फ्लोरा- महोगनी, आबनूस, शीशम, आइची।
- **पादप अनुकूलन**
    - मूल तंत्र:
        - नम मृदा के कारण उथली हुई होती है।
        - मजबूत जड़ें: बड़े पेड़ों को सहारा देने के लिए होती है।
        - मॉस, लाइकेस, ऑर्किड जैसे अधिपादपों ने अपनी विशेष जड़ प्रणाली के माध्यम से हवा से पोषक तत्व लेने के लिए अनुकूलित किया है।
        - परजीवी पौधे परपोषी पौधों से पोषक तत्व प्राप्त करते हैं।
    - पत्तियाँ:
        - पत्तियों को नुकसान से बचाने के लिए पानी टपकने के लिए पत्तों के नुकीले किनारे होते है।
        - कवक और जीवाणुओं के संक्रमण से बचाने के लिए मोम का आवरण चढ़ा होता है।
        - चौड़ी पत्तियाँ जो भी धूप मिलती है, उसे अवशोषित करने के लिए
    - सूँढ़:
        - धूप तक पहुँचने के लिए पतली, लंबी होती है।
        - पानी को आसानी से बहने देने के लिए चिकनी छाल होती है।
- **जन्तु पशु अनुकूलन**
    - संवेदनशील श्रवणशक्ति, तेज दृष्टि व मोटी त्वचा होती है।
    - शिकारियों से खुद को बचाने के लिए त्वचा पर/पर छदमावरण /रंग
    - पेड़ों के माध्यम से सरकने के लिए जालपाद अंग होते है। (उड़ते मेंढक)
    - पेड़ों पर चढ़ने के लिए पैरों पर चिपचिपे पैड (लाल आँखों वाला मेंढक)
    - पेड़ों पर चढ़ने और रहने के लिए लंबे मजबूत अंग और पूंछ (स्पाइडर मंकी)
    - शाखाओं पर लटके फलों तक पहुँचने के लिए लंबी, बड़ी चोंच (टौकन बर्ड)
    - दिन की गर्मी से बचने के लिए रात्रि विश्राम (निशाचर)

b. उष्णकटिबंधीय सवाना

- वितरण : भूमध्य रेखा के दोनों ओर उष्ण कटिबंधीय अक्षांशों के भीतर स्थित
    - उत्तरी गोलार्द्ध: अफ्रीका (अफ्रीकी सूडान, पूर्वी अफ्रीका), और दक्षिण अमेरिका (ओरिनोको नदी बेसिन के ललनोस घास के मैदान)।
    - दक्षिणी गोलार्द्ध: दक्षिण अमेरिका (ब्राजील के उच्च भूमी के कैम्पोस घास के मैदान), और ऑस्ट्रेलिया (उत्तरी ऑस्ट्रेलिया में - इसकी मानसून पट्टी के दक्षिण में)

- जलवायु: मासिक तापमान - 20 - 32 डिग्री सेंटीग्रेड
  - वार्षिक औसत तापमान - 18 डिग्री सेंटीग्रेड।
  - वर्षा: 80 - 160 सेमी.
  - गर्म, बरसात के मौसम की और ठंडा, शुष्क मौसम की विशेषता है।
- मिट्टी: अल्फिसोल और अल्टीसोल मृदा बहुत पुराने हैं और उर्वरता कम होती हैं, लेकिन चूँकि यहाँ शुष्क मौसम होता है, इसलिए अधिक पोषक तत्व एक जगह में रह सकते हैं।
- वनस्पति और जीव
  - छोटे पेड़ों वाली लंबी घास मिलती है।
  - वृक्षों का आवरण नदी के किनारे भूमध्य रेखा की ओर सबसे अधिक होता है और भूमध्य रेखा से दूर जाने पर घनत्व और ऊँचाई में कमी आती है।
  - वनस्पति-
    - पेड़- पर्णपाती प्रकृति - शुष्क और ठंडे मौसम के दौरान पत्ते झड़ते हैं। उदा. बबूल, बाओबाब, बोतल पेड़ आदि।
    - घास - बहुत लंबी और खुरदरी, 6-12 फीट तक की ऊँचाई तक होती थी है। उदाहरण. हाथी घास- घास की सबसे ऊँची किस्म- 15 फीट ऊँची।
  - जीव-जंतु- पृथ्वी पर कुछ सबसे बड़े स्थलीय जानवरों का घर।
    - शाकाहारी- ज़ेबरा, जिराफ़, हाथी, मृग, गैंडा आदि।
    - मांसाहारी- शेर, लकड़बग्घा, तेंदुआ, प्यूमा, जगुआर आदि।
    - सरीसृप - मगरमच्छ, मॉनिटर, विशाल छिपकली आदि।
- पादप अनुकूलन:
  - घास का प्रभुत्व पानी के नुकसान को रोकने के लिए संकीर्ण पत्तियों के साथ गहरी भूमिगत जड़ें होती है और जमीन के ऊपर फैलते हैं।
  - गहरा जड़ तंत्र क्योंकि मिट्टी में नमी बहुत कम होती है।
  - घास की सभी पत्तियाँ सिरों के बजाय आधार से उगती हैं, ताकि उन्हें बिना नुकसान पहुँचाए जानवरों द्वारा खाया जा सके और उन पर कदम रखा जा सके।
  - C_4 प्रकाश संश्लेषक क्षमता बनाने वाले पेड़ कम मिट्टी की नमी की उपलब्धता में भी उच्च स्तर की प्राथमिक उत्पादकता बनाए रखते हैं।

प्रकाश संश्लेषण
(कार्बन डाईऑक्साइड निर्धारण)

C3 पादप	C4 पादप	कैम पादप
(सोयाबीन, चावल, गेहूं, सभी पेड़)	(गन्ना, मक्का क्रैबग्रास)	(कैक्टि, अनानास)

C_3 पौधे:

- नम, ठंडी जलवायु में प्रकाश संश्लेषण के दौरान 3-कार्बन यौगिक (3-PGA) बनाते हैं।
- रंध्र दिन के समय खुले रहते हैं।
- प्रकाश संश्लेषण पौधे की पत्तियों में होता है।

C_4 पौधे:

- प्रकाश संश्लेषण के दौरान 4-कार्बन यौगिक बनाते हैं।
- उच्च तापमान और कम नमी की स्थिति के अनुकूल होते है।
- प्रकाश संश्लेषण पौधे की आंतरिक कोशिकाओं में होता है।
- रंध्र दिन के समय खुले रहते हैं।
- जैसे: मकई।

CAM पौधे:

- पत्तियों में एसिड (ऑक्सालोएसेटेट) के रूप में CO_2 को संचय करते है जो पौधे को दिन के समय प्रकाश संश्लेषण से गुजरने में मदद करता है जब रंध्र बंद हो जाते हैं और पर्यावरणीय CO_2 पत्तियों में फैल नहीं सकती है।
- रात में अपना रंध्र खोलते हैं और पत्तियों में पर्यावरणीय CO_2 स्थिरीकरण होता है।
- बहुत उच्च तापमान और शुष्कता के प्रति अनुकूल होते है।

  - आग प्रतिरोधी प्रजातियाँ जैसे इम्पेराटा
  - बबूल का पेड़ जड़ के मुकुट से फिर से अंकुरित हो सकता है।
  - छोटी पत्तियाँ, मुख्य रूप से गीले मौसम में दिखाई देती हैं।
  - कुछ पौधों में पानी को स्टोर करने के लिए बल्ब और कॉर्म होते हैं जबकि बाओबाब अपने कॉर्क ट्रंक में पानी जमा करते हैं।
  - बबूल के पेड़ में शाकाहारियों को खाने से रोकने के लिए नुकीले कांटे होते हैं और जब कोई जानवर उन्हें खाता है, तो उसके पत्तों में एक जहरीला अल्कलॉइड निकलता है।
- जन्तु अनुकूलन:
  - मुख्य रूप से शाकाहारी, मांसाहारी से सुरक्षा के लिए समूहों में रहते हैं।

- घास के मैदानों द्वारा दी जाने वाली अधिक गतिशीलता के कारण तेजी से दौड़ने वाले मांसाहारी, बड़े शिकारी, बड़े आकार के स्तनधारी पाए जाते हैं।
- ऑस्ट्रेलियाई सवाना: मार्सुपियल्स का प्रभुत्व (जानवर अपने बच्चों को रखने और उनको खिलाने के लिए अपने शरीर में थैली रखते हैं, उदाहरण- कंगारू)
- मिस्र के नेवों जैसे जानवरों के पास अच्छी तरह से विकसित पंजे होते हैं जो पृथ्वी को खोदते हैं और कीड़े खाते हैं।
- कुछ जानवरों (चामा बबून) के पास भोजन रखने के लिए गाल की जेब होती है।
- ऊँचे पेड़ों की छोटी पत्तियों तक पहुँचने के लिए लंबी गर्दन (जिराफ़) होती है।

c. समशीतोष्ण झाड़ी

- वितरण- इसमें दक्षिणी कैलिफोर्निया, चिली, मैक्सिको, भूमध्य सागर के आसपास के क्षेत्र और अफ्रीका और ऑस्ट्रेलिया के दक्षिण-पश्चिम भाग शामिल हैं।
  - आमतौर पर ये आसपास के रेगिस्तानों और घास के मैदानों में पाए जाते हैं।
- जलवायु: ग्रीष्मकाल 15° - 30° डिग्री सेंटीग्रेड; शीतकाल 4° - 20° डिग्री सेंटीग्रेड तापमान रहता है।
  - वर्षा: 20-100 सेमी.
- मिट्टी: सूखी, चट्टानी, पोषक तत्वों की कमी, और थोड़ा पानी रखती है।
  - प्रकार - लुविसोल (गीले क्षेत्र) और इंसेप्टिसोल और एंटिसोल (सुखाने वाले या अधिक शुष्क क्षेत्र)।
- वनस्पति और जीव
  - वनस्पति-
    - पेड़: नीलगिरी, जैतून के पेड़, कॉर्क ओक, बबूल।
    - झाड़ियाँ: बौना ओक, जैसे कैलिफ़ोर्निया स्क्रब ओक, मंज़निटा, फ्रेंच झाड़ू, चैमिस और मोजावे युक्का।
    - शाकाहारी पौधे: सामान्य तेजपत्ते, अजवायन के फूल और अजवायन।
    - फूल वाले पौधे: किंग प्रोटिया , पीली आँखों वाली घास।
  - जीव-
    - स्तनधारी: कंगारू चूहे, लाल कंगारू, कोयोट, कटहल, कैराकल्स, कौगर और खच्चर हिरण आदि।
    - सरीसृप: सींग वाले छिपकली, खड़खड़ सांप, सैन डिएगो गोफरस्नेक और कोमोडो ड्रेगन।
    - कीड़े: प्रेयींग मंटिस, लेडिलग और मोनार्क तितली।
    - पक्षी: कोस्टा का हमिंगबर्ड, रोड रनर, और महत्वपूर्ण सफाईकर्मी जीव जैसे कोंडोर और गिद्ध।
- पादप अनुकूलन:
  - जीवित रहने के लिए लघु, घनी और झाड़ीदार वनस्पति-सूखा प्रतिरोधी अनुकूलन।
  - निर्जलीकरण से बचने के लिए मोटी, मोमी, अखाद्य पत्तियाँ- स्क्लेरोफिल पत्तियाँ।
  - शुष्क पर्णपाती पौधे - गर्मियों में पत्ते झड जाते हैं।
  - लंबी गहरी जड़, और सतह के करीब पार्श्व जड़ों का घना जाल फैला होता है।
  - घने लकड़ी के कंद जिन्हें बर्ल्स कहा जाता है। जंगल की आग का विरोध करने के लिए अनुकूलित होते है।
- जन्तु अनुकूलन:
  - अवसरवादी भक्षण - लगभग सभी कुछ खाते है।
  - निशाचर/रात्रिचर- तेज धूप से बचने के लिए
  - गड्ढा खोदना - धूप से बचने के लिए
  - जब वे दिन में सोते हैं तो उनका मेटाबॉलिज्म धीमा हो जाता है। जैसे- चमगादड़
  - कुछ जानवर अपने आसपास के पौधों की तरह ही रंगीन होते हैं। उदा. रेंटिट्स ये छोटे भूरे रंग के पक्षी हैं, जो सूखी झाड़ियों के साथ मिल जाते है।
  - शारीर के अंदर अनुकूलन- जैसे- पश्चिमी बाड़ छिपकली में विशेष गुर्दे होते हैं जो पानी बचाने में मदद करते हैं।
  - काष्ठ चूहे शिकारियों से बचने के लिए बड़े घोंसले बनाते हैं- खतरे से बचने के लिए उनके पास कई दरवाजे हैं।

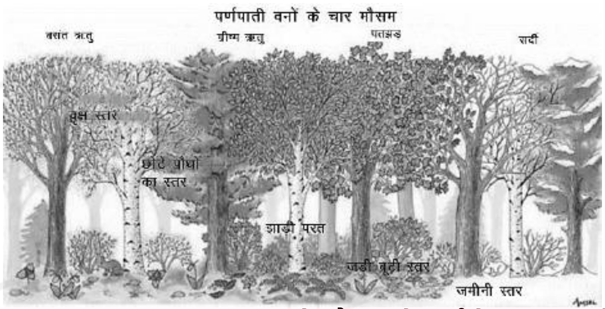
d. बोरियल या उत्तरी शंकुधारी वन

- वितरण- आर्कटिक टुंड्रा के नीचे उत्तरी अमेरिका और उत्तरी यूरेशिया में एक सतत् बेल्ट के रूप में विस्तार
  - दक्षिणी गोलार्द्ध में उपस्थित नहीं है।
- जलवायु: लम्बी अवधि वाली कड़ाके की सर्दी और कम अवधि वाली मन्द गर्मी (औसतन जलवायु ठण्डी होती है।)
  - समान वितरण के साथ 38-85 सेमी के बीच वर्षा होती है जिसका वितरण अच्छे से होता है।
- मिट्टी अम्लीय होती है जिसमें पोषक तत्वों की कमी होती है
- वनस्पति और जीव
  - सदाबहार, शुष्क प्रतिरोधी और काष्ठयुक्त तना मुख्य विशेषता है।
  - वनस्पति- स्प्रूस, देवदार और पाइन (चीड़) के पेड़ - नग्न बीज कोणधारी होते हैं।

- जीव -
  - शाकाहारी: लाल गिलहरी, हिरण, बकरी, खच्चर, मूस, आदि।
  - मांसाहारी - काष्ठ भेड़िये, लिनेक्स, भालू आदि।
  - पक्षी - क्रॉसबिल, थ्रश, वॉरब्लर, फ्लाईकैचर, रॉबिन और स्पैरो आदि।
- पादप अनुकूलन:
  - सदाबहार पौधे, सीमित धूप सहन करने वाले, पत्तियों के निर्माण में ऊर्जा का ह्रास नहीं करते है।
  - मोमयुक्त सुई जैसी पत्तियाँ – शुष्क माह में पौधो में पानी की पूर्ति में मदद करती हैं।
  - सुइ जैसी पत्तियों में अधिक रस नहीं होता है जो उन्हें जमने से रोकता है।
  - पत्तियों का शंक्वाकार आकार- सर्दियों में पेड़ों को बर्फ गिराने में मदद करता है, और शाखाओं के नुकसान को रोकता है-वाष्पीकरण के माध्यम से पानी के नुकसान को रोकने में भी मदद करता है।
  - गहरा हरा रंग - अधिक धूप को अवशोषित करने में मदद करता है।
  - उथली जड़ तंत्र और शीतकालीन कठोरता से गुजरना, पतली और चट्टानी मिट्टी में जड़ों के लिए गहराई से बढ़ना मुश्किल होता है। इसलिए क्षैतिज रूप से फैलती है- सहारा प्रदान करती है और एक बड़े क्षेत्र से नमी और पोषक तत्वों को अवशोषित करती है।
- जन्तु अनुकूलन:
  - सेबल, लिंक्स, मार्टन आदि जैसे स्तनधारी मोटे फर कोट विकसित करते हैं।
  - अन्य क्षेत्रों में पाए जाने वाले अन्य जानवरों की तुलना में बड़ा आकार - गर्मी को बेहतर तरीके से अनुकूलित करता है।
  - सबसे ठंडे महीनों के दौरान सुप्तावस्था में होते है।
  - कई निवासी पक्षी ठण्ड से बचने के लिए दक्षिण की ओर पलायन करते है।
  - गहरी बर्फ में चलने के लिए लंबी पतली टांगें होती है।
  - छोटे कृंतक बर्फीले मौसम से बचने के लिए और शिकारियों से बचने के लिए - सतह पर कई बिल बना लेते है। बिना बाहर आए भोजन के लिए खुदाई करते रहते हैं।

e. शीतोष्ण पर्णपाती वन

- पेड़ पतझड़ में अपने पत्ते गिराते हैं और बसंत में नए पत्ते उगते हैं।
- वितरण- उत्तर-पश्चिम, मध्य और पूर्वी यूरोप, पूर्वी उत्तरी अमेरिका, उत्तरी चीन, कोरिया, जापान, सुदूर पूर्वी रूस और ऑस्ट्रेलिया में विस्तृत।
- जलवायु- 6 महीने लंबी सर्दी के साथ 10 - 20 डिग्री सेल्सियस तापमान।
- वर्षा - 75 से 150 सेमी.।
- मिट्टी पोषक तत्वों से भरपूर होती है।
- वनस्पति और जीव
  - वनस्पति: चौड़ी पत्ती वाले पेड़ (ओक्स, मेपल, बीच), झाड़ियाँ, बारहमासी जड़ी-बूटियाँ और काई
  - पौधे, झाड़ियों व लंबी जड़ी-बूटियों के रूप में विलसित होते है।
  - जीव: हिरण, बाइसन, कृंतक, काले भालू, रैकून, जंगली बिल्लियाँ, भेड़िये, लोमड़ी और झालर आदि।
  - अकशेरुकी जीवों में हरी मक्खियाँ, एफिड्स, कुछ पतंगे और तितलियाँ शामिल हैं।



- पादप अनुकूलन: बढ़ते मौसम में सूर्य के प्रकाश को अवशोषित करने के लिए बड़े पत्ते होते है।
  - पौधे को मौसमी परिवर्तन से बचाने के लिए मजबूत छाल होती है।
  - शुरुआती बसंत में फूल और फ़र्न प्रमुख रूप से उगते हैं।
  - शीतकालीन सुप्तावस्था और पत्तियों का झड़ना।
  - सर्दियों के दौरान पानी और धूप की अनुपस्थिति में पत्तियाँ पूर्णहरित का उत्पादन नहीं कर सकती हैं और रंग बदलकर लाल, नारंगी और पीले रंग में बदल जाती हैं।
  - 5 परतों वाला स्तरीकृत वन:
    - पेड़ की परत: सबसे लंबा, 60-100 फीट लंबा, उदा- ओक, मेपल, आदि
    - छोटा पेड़ या पौधे की परत: छोटे और तरुण पेड़
    - झाड़ी की परत: जैसे, रोडोडेंड्रोन, माउंटेन लॉरेल्स, आदि।
    - जड़ी बूटी परत: छोटे पौधे
    - जमीनी परत: लाइकेन, काई।
- जन्तु अनुकूलन:
  - सर्दियों के दौरान शीत सुष्टतावस्था में होते है।

- पक्षियों और हंसों द्वारा गर्म स्थानों से शीतकालीन स्थानों पर प्रवास करना।
- कठोर सर्दियों से बचने के लिए गिलहरियों द्वारा खाद्य भंडारण करना।
- सर्दियों में गर्म रखने के लिए मोटी फर और वसायुक्त ऊतकों की परत का पाया जाना।

2. टुंड्रा पारिस्थितिकी तंत्र

- यह एक "बंजर भूमि" को दर्शाता है (पर्यावरण की स्थिति इतनी गंभीर है कि जीवन टिक नहीं सकता)

a. आर्कटिक टुंड्रा

- वितरण: पृथ्वी के उत्तरी गोलार्द्ध पर विस्तृत है जो उत्तरी ध्रुव की परिक्रमा करते हुए बोरियल बायोम के सदाबहार वनों तक जाता है।
- जलवायु: सर्दियों का औसत तापमान -34 डिग्री सेल्सियस होता है, लेकिन गर्मियों का औसत तापमान 3-12 डिग्री सेल्सियस होता है।
  - वर्षा : वार्षिक वर्षा (पिघलने वाली बर्फ सहित) - 15 से 25 सेमी.।
- मिट्टी: पोषक तत्वों का अभाव- वनस्पति की कम मात्रा होती है।
  - पर्माफ्रॉस्ट की एक परत मौजूद होती है, जिसमें बजरी और महीन सामग्री होती है, जब पानी ऊपरी सतह को संतृप्त करता है, तो दलदल और तालाब बन सकते हैं, जिससे पौधों को नमी मिलती है।
- वनस्पति: झाड़ीदार, लाइकेन, काई, और फूल
- जीव: पहाड़ी बकरियाँ, भेड़, मर्मोट्स, भेड़िये, लोमड़ी, कस्तूरी-बैल, आर्कटिक खरगोश और लेमिंग।
  - पक्षी - सर्दियों के महीनों के दौरान दक्षिण की ओर पलायन करते हैं, जिससे जानवरों की आबादी में निरंतर परिवर्तन होता रहता है।
- अल्पाइन टुंड्रा
  - चट्टानी पर्वत चोटियों पर मौजूद है।
  - पेड़ों की स्पष्ट कमी को छोड़कर, आर्कटिक टुंड्रा के समान होते है।
  - वितरण: सभी अक्षांशों पर लेकिन दुनिया की ऊँची पर्वत श्रृंखलाओं (हिमालय, आल्प्स, रॉकीज, एंडीज) पर, वृक्ष लाइन से ऊपर की ऊँचाई पर पहाड़ों की चोटियों पर होते है।
  - जलवायु:
    - तापमान: ग्रीष्मकाल 3 से 12 डिग्री सेल्सियस (37 से 54 डिग्री फॉरेनहाइट), और सर्दियाँ - शायद ही कभी -18 डिग्री सेल्सियस (0 डिग्री फॉरेनहाइट) से नीचे गिरता हैं।
    - वर्षा: लगभग 30 सेमी. से चौड़ी अधिक वार्षिक वर्षा की माँग होती है (लगभग 12 इंच)।
  - वनस्पति: बारहमासी घास, सेज, फोर्ब्स, कुशन प्लांट, काई और लाइकेन।
  - जीव: केआ, मर्मोट, माउंटेन बकरी, बिघोर्न भेड़, चिंचिला, हिमालयी तहर, याक, हिम तेंदुआ और पिका आदि।

अंटार्कटिक टुंड्रा

- अंटार्कटिका तथा कई अंटार्कटिक और उप-अंटार्कटिक द्वीपों पर होता है।
- वनस्पति को सहारा देने के लिए बहुत ठंडा और सूखा क्षेत्र होता है।
- वनस्पति - लगभग 300-400 लाइकेन, 100 काई, 25 लिवरवॉर्ट्स, और लगभग 700 स्थलीय और जलीय शैवाल प्रजातियाँ पाई जाती है।
  - पुष्पीय पौधों की प्रजातियाँ - अंटार्कटिक हेयर ग्रास (डेसचम्पसिया अंटार्कटिका) और अंटार्कटिक मोती (कोलोबैंथस फाइटेंसिस)
- जीव: समुद्री स्तनधारी और समुद्री पक्षी, जिनमें सील और पेंगुइन, खरगोश और बिल्लियाँ शामिल हैं जो - मनुष्यों द्वारा पेश किए गए है।
  - आर्कटिक टुंड्रा और अंटार्कटिक टुंड्रा के बीच अंतर - अंटार्कटिक टुंड्रा में बड़े स्तनपायी जीवों का अभाव होता है।

टुंड्रा जन्तु अनुकूलन

- गर्म सर्दियों के कोट
  - उदाहरण. कारिबू में खोखले बाल होते हैं जो गर्मी को उनके शरीर के करीब रखते हैं।
- गर्मी-कुशल शरीर का आकार
  - चूँकि लंबे पैर, कान और पूंछ वाले शरीर छोटे अंगों वाले जीवों की तुलना में तेजी से ऊष्मा को खो देते हैं, इसलिए कई टुंड्रा जानवरों ने ऊष्मा को बेहतर ढंग से बचाने के लिए अपने दक्षिणी समकक्षों की तुलना में अधिक सुगठित शरीर विकसित करते हैं।
  - उदाहरण. आर्कटिक लोमड़ी और आर्कटिक खरगोश।
- वृद्धि और प्रजनन
  - टुंड्रा जानवर अपने गैर-टुंड्रा सम्बन्धी जीवों की तुलना में अधिक धीरे-धीरे बढ़ते हैं, और कम बार प्रजनन करते हैं।
  - उदाहरण. टुंड्रा में रहने वाले लेक ट्राउट को परिपक्वता तक पहुँचने में दस साल लग सकते हैं, जबकि अधिक दक्षिणी क्षेत्रों में ट्राउट को छह साल लग सकते हैं।
- छलावरण/छद्मावरण
  - जानवरों को मौसम के अनुसार छलावरण किया जाता है, जो सर्दियों के सफेद से गर्मियों के भूरे रंग में बदलते हैं, और हर साल फिर से वापस आते हैं।
  - उदाहरण. आर्कटिक लोमड़ी और ptarmigan, आर्कटिक खरगोश और ermine के साथ।