इकाई – 13

अध्याय – 18

पारिस्थितिक तंत्र
(Ecosystem)

पारिस्थितिक तंत्र शब्द का सर्वप्रथम उपयोग ए.जी. टेन्सले (A.G. Tansely) ने 1935 में किया। पारिस्थितिक तंत्र एक कार्यशील इकाई के रूप में निरूपित होता है। इसे प्रकृति का एक ऐसा तंत्र माना जाता है जिसमें जैविक एवं अजैविक घटकों की संरचना व कार्यप्रणाली का पारिस्थितिक संबंध कुछ निश्चित नियमों के अनुसार गतिज संतुलन में रहता है। साथ ही ऊर्जा एवं विभिन्न पदार्थों का प्रवाह निश्चित पथों में होता है।

ओडम (Odum 1971) के अनुसार ऐसी इकाई जिसमें किसी विशेष क्षेत्र के सजीव सम्मिलित हो व अपने भौतिक वातावरण से पारस्परिक क्रिया करते हों, जिसमें नियमित ऊर्जा का प्रवाह, स्पष्ट पोषण संरचना, पदार्थों का परिचक्रण एवं जैव विविधता पाई जाती है, उसे पारिस्थितिक तंत्र कहते हैं।

सामान्य परिभाषा के अनुसार पारिस्थितिक तंत्र जैव मण्डल का एक ऐसा स्वतंत्र तंत्र है जिसमें खाद्य पदार्थों एवं ऊर्जा का प्रवाह एक पोषक स्तर से दूसरे पोषक स्तरों तक विशेष नियमों के अनुसार होता है।

पारिस्थितिक तंत्र की संरचना
(Structure of ecosystem)

ओडम (Odum 1971) के अनुसार एक पारिस्थितिक तंत्र की संरचना 6 घटकों से मिलकर बनती है। ये घटक निम्नलिखित होते हैं–

1. अकार्बनिक पदार्थ
2. कार्बनिक पदार्थ
3. जलवायु
4. उत्पादक
5. गुरुउपभोक्ता एवं
6. सूक्ष्म उपभोक्ता

इनमें से प्रथम तीन अजैविक घटक (Abiotic components) कहलाते हैं जबकि शेष तीन जैविक घटक कहलाते हैं। पारिस्थितिक तंत्र के कार्यों का अर्थ इसके जैविक एवं अजैविक घटकों की पारस्परिक क्रियाओं, ऊर्जा प्रवाह एवं पोषक पदार्थों का परिसंचरण है। इस प्रकार एक पारिस्थितिक तंत्र में दो घटक होते हैं–

1. अजैविक घटक (Abiotic components)
2. जैविक घटक (Biotic components)

1. अजैविक घटक (Abiotic components) – किसी पारिस्थितिक तंत्र के भौतिक वातावरणीय कारक जैसे प्रकाश तीव्रता, आर्द्रता, अकार्बनिक एवं कार्बनिक पदार्थ आदि अजैविक घटक कहलाते हैं।

(i) **जलवायु कारक** (Climatic factor) – पारिस्थितिक तंत्र में जलवायु कारकों जैसे तापक्रम, प्रकाश, वर्षा, हवा की गति आदि अजैविक घटकों का प्रमुख योगदान होता है। इसमें प्रकाश के अन्तर्गत सूर्य की विकिरण ऊर्जा पारिस्थितिक तंत्र का प्रमुख ऊर्जा स्त्रोत है।

(ii) **अकार्बनिक पदार्थ** (Inorganic substances) – विभिन्न अकार्बनिक पदार्थ एवं कारक जैसे जल, मृदा, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन, कैल्शियम कार्बोनेट, फॉस्फेट व कार्बनडाइऑक्साइड आदि पारिस्थितिक तंत्र के महत्वपूर्ण घटक है। ये घटक विभिन्न चक्रीय पथों में अभिगमन करते हैं।

(iii) **कार्बनिक पदार्थ** (Organic substances) – कार्बनिक पदार्थों में वसा, कार्बोहाइड्रेट, ह्यूमस, पर्णहरित व लिपिड पारिस्थितिक तंत्र के मुख्य कार्बनिक घटक होते हैं। ये पारिस्थितिक तंत्र में जैविक व अजैविक घटकों को जोड़ने का कार्य करते हैं।

2. जैविक घटक (Biotic components) – पारिस्थितिक तंत्र के समस्त सजीवों (पादप व जन्तु) को इस घटक में सम्मिलित किया जाता है। इस तंत्र में विभिन्न जीवों द्वारा पोषण प्राप्त करने की प्रक्रिया के आधार पर जैविक घटकों को प्रमुख दो वर्गों में बांटा जा सकता है–

(i) **स्वपोषी या उत्पादक** (Autotrophs or producers) – पारिस्थितिक तंत्र में उपस्थित सजीव जैसे हरे पादप व रसायन संश्लेषी जीवाणु सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा सरल अकार्बनिक पदार्थों को जटिल कार्बनिक पदार्थों में परिवर्तित करते हैं। जीवाणु रसायन संश्लेषण द्वारा सरल अकार्बनिक पदार्थों को जटिल कार्बनिक पदार्थों में बदलते हैं इन्हें उत्पादक (Producers) कहते हैं। इसमें ज़मीन पर उगने वाले वे समस्त पादप जैसे जलोद्भिद्, शैवाल, सूक्ष्म प्लावकों को भी उत्पादक की श्रेणी में रखा जाता है।

(ii) **विषमपोषी या उपभोक्ता** (Heterotrophs or consumers) – पारिस्थितिक तंत्र के सजीव सदस्य जो पोषण के लिये उत्पादकों पर निर्भर रहते हैं, क्योंकि इन सजीवों में हरितलवकों का अभाव होता है अतः अपने पोषण को बनाने की क्षमता इनमें नहीं होती है। इन्हें उपभोक्ता कहते हैं। उपभोक्ता को दो श्रेणियों में विभाजित किया गया है–

(अ) **गुरुउपभोक्ता** (Macro consumers) – वे उपभोक्ता जो अपना भोजन जीवित पादपों या जीवों से प्राप्त करते हैं, इन्हें भक्षक पोषी भी कहते हैं। उदाहरण हिरण व खरगोश प्रत्यक्ष रूप से पौधों पर निर्भर रहते हैं तथा जंगल में रहने वाला शेर अपने भोजन के लिये हिरण का शिकार करता है। यहाँ पर हिरण व शेर दोनों ही उपभोक्ता हैं परन्तु इनकी श्रेणियाँ अलग–अलग हैं। अतः गुरुउपभोक्ताओं को तीन श्रेणियों में बांटा जा सकता है–

(i) **प्राथमिक उपभोक्ता** (Primary consumers) – ये शाकाहारी जीव होते हैं जो अपने भोजन के लिये प्रत्यक्ष रूप से हरे पादपों अर्थात् उत्पादकों पर निर्भर रहते हैं। उदाहरण खरगोश, चूहा, हिरण, कीट, बकरी, गाय, घोड़ा, भैंस आदि। इसी प्रकार जलीय पारिस्थितिक तंत्र के प्रोटोजोआ, मोलस्क व क्रस्टेशियन्स आदि अपने पोषण के लिये उत्पादकों पर निर्भर रहते हैं।

(ii) **द्वितीयक उपभोक्ता** (Secondary consumers) – ये जन्तु अपना भोजन प्रथम श्रेणी के शाकाहारी प्राणियों से प्राप्त करते हैं। ये प्रायः मांसाहारी या सर्वभक्षी होते हैं। उदाहरण सर्प, बिल्ली, मेंढक, कुत्ता, लोमड़ी आदि।

(iii) **तृतीयक उपभोक्ता** (Tertiary consumers) – इस प्रकार के उपभोक्ता प्राणी अपना भोजन द्वितीय श्रेणी के मांसाहारी उपभोक्ता जन्तुओं से प्राप्त करते हैं। इसके अतिरिक्त ये उपभोक्ता सर्वाहारी व शाकाहारी प्राणियों का भी भक्षण करते हैं। लेकिन इन तृतीयक उपभोक्ता को कोई अन्य प्राणी नहीं खा सकता है। इस प्रकार इन्हें उच्चवर्गीय उपभोक्ता या उच्च मांसाहारी भी कहते हैं जैसे शेर, बाघ, चीता, बाज व गिद्ध आदि।

(ब) **सूक्ष्म उपभोक्ता** (Micro consumers) – ये उपभोक्ता अपने पोषण के समय अपने एन्जाइम्स की सहायता से जटिल कार्बनिक पदार्थों को सरल अकार्बनिक पदार्थों में अपघटित करते हैं। इसके पश्चात् इन अपघटित सरल तत्वों का अवशोषण करते हैं अतः इन्हें अपघटक या मृतभक्षी भी कहते हैं। उदाहरण कवक, जीवाणु, एक्टिनोमाइसीटिज व अन्य मृतोपजीवी सजीवों को इस वर्ग में सम्मिलित किया गया है।

उत्पादक (Producers), उपभोक्ता (Consumers), तथा अपघटकों (Decomposers) को मिलाकर जैवभार (Biomass) कहते हैं।

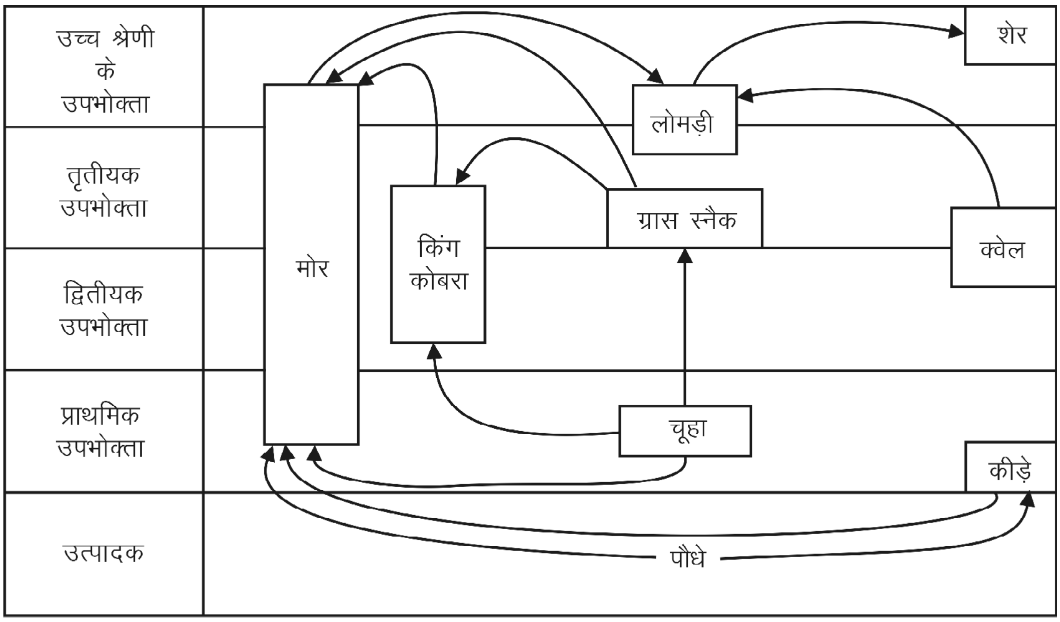
इस प्रकार अजैविक घटक, उत्पादकों में जीवीय भोजन के रूप में एकत्रित होते हैं। उपभोक्ता इसी भोजन को प्राप्त कर प्रथम श्रेणी के उपभोक्ता कहलाते हैं। ये शाकाहारी जन्तु होते हैं। द्वितीयक श्रेणी के उपभोक्ता मांसाहारी होते हैं जो कि इन शाकाहारी जन्तुओं से भोजन प्राप्त करते हैं। यह क्रम अब मांसाहारी जन्तुओं में एक के बाद दूसरे में चलता रहता है। इस प्रकार सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग कर सरल अकार्बनिक पदार्थों से उत्पादक भोजन का निर्माण करते हैं। यह भोजन एक जन्तु से दूसरे में, दूसरे से तीसरे में चलता रहता है। अंत में जन्तुओं और पादपों के मर जाने से अपघटकों द्वारा इन्हें अपघटित करके अजीवीय पदार्थों के रूप में वापस उत्पादकों के लिये उपलब्ध हो जाता है।

खाद्य शृंखला (Food chain)

पारिस्थितिक तंत्र में एक जीव से दूसरे जीव में खाद्य पदार्थों तथा ऊर्जा का प्रवाह एक पोषक स्तर से दूसरे पोषक स्तर तक एक शृंखला रूप में होता है इसे खाद्य शृंखला कहते हैं। एक पारिस्थितिक तंत्र में कई खाद्य शृंखलाएं होती हैं। ये खाद्य शृंखलाएं आपस में एक दूसरे से संबंधित होती है तथा यह संबंध किसी भी स्तर पर हो सकता है। खाद्य शृंखला के प्रत्येक स्तर को ऊर्जा स्तर या पोषक स्तर (Energy level or trophic level) कहते हैं। एक घास स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र में एक खाद्य शृंखला, घास $\rightarrow$ टिड्डे $\rightarrow$ मेंढक $\rightarrow$ सर्प $\rightarrow$ उल्लू के बीच हो सकती है। टिड्डे जैसे जन्तुओं से यह खाद्य शृंखला छिपकलियों के क्रम से पक्षियों तक पहुंच सकती है अथवा यह शाकाहारी के रूप में चूहे या खरगोश तक पहुंच सकती है।

खाद्य जाल (Food Web)

किसी भी पारिस्थितिक तंत्र में सभी खाद्य शृंखलाएं आपस में मिलकर एक खाद्य जाल बनाते हैं। वास्तव में एक पारिस्थितिक



चित्र 18.1 : खाद्य जाल का आरेखित चित्र

तंत्र में सभी खाद्य श्रृंखलाएं कहीं न कहीं आपस में संबंधित होती हैं। इस प्रकार एक जटिल खाद्य जाल बन जाता है जो एक सम्पूर्ण समुदाय के सभी जीवित जीवों में संबंध स्थापित करता है। इस प्रकार खाद्य जाल में ऊर्जा का प्रवाह एकदिशीय होते हुए भी विभिन्न पथों में होकर होता है, तथा प्रत्येक ऊर्जा स्तर पर बहुत सी ऊर्जा का ह्रास होता है। अतः खाद्य जाल में एक पोषक स्तर से दूसरे पोषक स्तर तक ऊर्जा कम होती जाती है (चित्र 18.1)।

पारिस्थितिक तंत्र : संतुलन (Ecosystem : Balance)

किसी भी पारिस्थितिक तंत्र में खाद्य जाल जितना जटिल व विशाल होता है तंत्र उतना ही स्थायी होता है। जटिल खाद्य जाल में किसी भी उपभोक्ता के लिये अधिक तरह के जीव उपभोग के लिये उपलब्ध होते हैं। अतः एक जीव के किसी कारण से नष्ट होने या कम होने से खाद्य जाल की स्थिरता पर अधिक प्रभाव नहीं पड़ता है, क्योंकि उसकी पूर्ति उसी स्तर का कोई अन्य जीव कर लेता है। उदाहरण के लिये एक घास स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र में खरगोश की संख्या कम होने लगती है तो चूहे अधिक संख्या में उत्पन्न होकर खाद्य जाल की अस्थिरता को कम कर देते हैं। यदि ऐसा न हो तो उत्पादकों की संख्या तो बढ़ जायेगी क्योंकि उनको खाने वालों की संख्या कम हो जायेगी किन्तु बाज जैसे पक्षी भूखे मर जायेंगे। अतः अधिक संख्या में वैकल्पिक पथ होने के कारण खाद्य जाल अधिक स्थिर व संतुलित पारिस्थितिक तंत्र बनता है। पारिस्थितिक तंत्र का संतुलन इसलिए भी बना रहता है कि किसी भी स्तर के जीवों की संख्या अत्यधिक होने पर वे स्वयं ही नष्ट होने लगते हैं।

पारिस्थितिक तंत्र : अजैविक घटकों का जैविक घटकों के रूप में प्रवाह

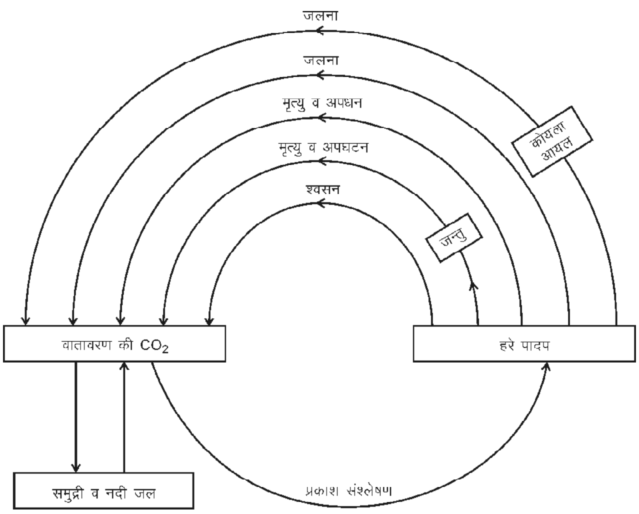
विभिन्न प्रकार के अजैविक पदार्थों को उत्पादक (हरे पादप) सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में विभिन्न प्रकार के जटिल कार्बनिक पदार्थों में बदल देते हैं। यद्यपि ये पदार्थ भी अजैविक ही होते हैं, किन्तु इनकी जटिल अवस्थाएं उत्पादकों तथा उनको खाने वाले जन्तुओं के जीवद्रव्य के साथ आत्मसात् या स्वांगीकृत होकर जीवों की वृद्धि में सहयोग करती है।

अपघटक विभिन्न जीवों के मृत शरीरों तथा उनके द्वारा निकाले गये व्यर्थ पदार्थों पर अपघटन क्रिया कर उन्हें प्रारम्भ की अजैविक स्थिति में बदल देते हैं। इस प्रकार जीवों के अंदर प्रवाह के बाद ये पदार्थ वातावरण में वापस लौट जाते हैं। प्रकृति में इस प्रकार के अनेक चक्र चलते रहते हैं। इन सबको खाद्य प्रवाह चक्र कहते हैं। इस प्रकार के चक्रों में जैविक व अजैविक दोनों ही प्रकार के घटक निरंतर क्रियाशील रहते हैं अतः इन्हें जैव–भू–रासायनिक चक्र (Bio-geo-chemical cycle) कहते हैं। प्रकृति में चलने वाले प्रमुख जैव–भू–रासायनिक चक्र निम्नलिखित हैं–

1. कार्बन चक्र (Carbon cycle) – समस्त जीवों का शरीर जीवद्रव्य से बना होता है। इस जीवद्रव्य में कार्बन एक प्रमुख तत्व है। अतः जीवद्रव्य की मात्रा बढ़ाने के लिये कार्बन का स्वांगीकरण होना आवश्यक है। कार्बन का स्त्रोत प्रकृति में जीवों के अतिरिक्त CO_2 है, जो वायु में मिलती है। हरे पादप इस कार्बनडाइऑक्साइड का उपयोग प्रकाश संश्लेषण में करके इसे जटिल कार्बनिक पदार्थ में बदल देते हैं। यह एक कार्बनिक खाद्य

पदार्थ है। उत्पादकों द्वारा उत्पादित इस कार्बनिक खाद्य पदार्थ को ही अन्य जीव अपने शरीर निर्माण एवं वृद्धि के लिये उपयोग में लाते हैं। यह सम्पूर्ण कार्बनिक पदार्थ सजीवों की श्वसन क्रिया, ऑक्सीकरण, जलने अथवा अपघटन के द्वारा पुनः कार्बनडाइऑक्साइड में बदल जाता है। कोयला, खनिज तेल आदि भी इन्हीं क्रियाओं द्वारा बने भूमि के अंदर दबे पदार्थ है जो जलने पर प्रमुखतः कार्बनडाइऑक्साइड में बदल जाते हैं।

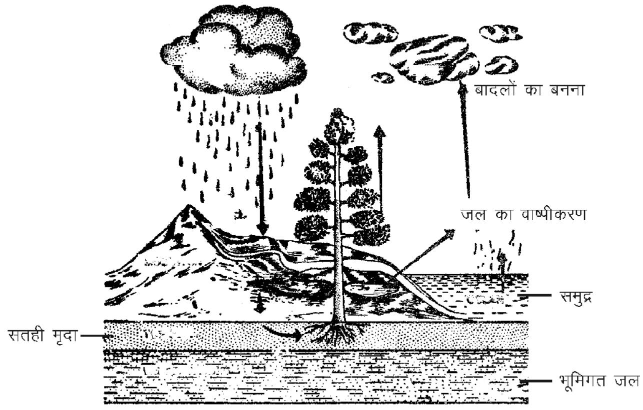
कार्बनडाइऑक्साइड की कुछ मात्रा जल में भी घुली होती है। यह अन्य तत्वों के साथ संयुक्त होकर अनेक खनिज पदार्थों का निर्माण करती है। इनमें सोडियम, कैल्शियम आदि के कार्बोनेट्स का विघटन होता रहता है जिससे CO_2 मुक्त होती है। जलीय हरे पादप अपने प्रकाश संश्लेषण के लिये जल में घुलित कार्बनडाइऑक्साइड का ही प्रयोग करते हैं (चित्र 18.2)।



चित्र 18.2 : प्रकृति में कार्बन चक्र

2. जल चक्र (Water cycle) – समस्त जीवों के शरीर में जल का अत्यधिक महत्व है। पृथ्वी पर जल का प्रमुख भण्डार समुद्र है। समुद्र तल से जल वाष्पित होकर वायुमण्डल में मिलता रहता है। अन्य स्थानों, जैसे जल का खुला तल तथा जीवों के पसीने से भी जल वाष्प बनकर वायुमण्डल में मिलता रहता है। वायुमण्डल में उपस्थित यह वाष्प, धूल कणों से मिलकर बादलों में बदलकर पृथ्वी पर वर्षा, कोहरा, ओस, हिम आदि के रूप में पृथ्वी पर वापस लौटती है।

वर्षा, हिम आदि के द्वारा जल पृथ्वी पर गिरने के बाद अथवा बीच में ही कुछ मात्रा में वापस वाष्पीकृत होकर वायुमण्डल में समा जाता है। अधिकतर भाग हिम के रूप में अस्थायी रूप से एकत्रित हो जाता है अथवा पृथ्वी पर बहकर नदी, नालों आदि में बदल जाता है। इस जल का कुछ भाग गुरुत्वाकर्षण के कारण मृदा के निचले भागों में चला जाता है तथा कठोर भागों में



चित्र 18.3 : प्रकृति में जल चक्र

एकत्रित हो जाता है। नदी का जल बहकर समुद्र में मिल जाता है साथ ही वर्षा का कुछ जल झील, तालाब, पोखरों आदि के रूप में पृथ्वी के अन्य भागों में अस्थायी रूप से एकत्रित रहता है।

पृथ्वी पर उपस्थित यह जल विभिन्न जीव, विभिन्न तरीकों से, जैसे जन्तु मुख, पादप जड़, जलीय पादप विशेष अंगों द्वारा ग्रहण करते हैं। जीवों के शरीर में यह जल अनेक उपापचयी क्रियाओं में भाग लेता है। उदाहरण के लिये प्रकाश संश्लेषण में यह आवश्यक कच्चे पदार्थ के रूप में कार्य करता है जबकि श्वसन में यह उत्पन्न होता है। जल जीवों के जीवद्रव्य का प्रमुख घटक है (चित्र 18.3)।

3. नाइट्रोजन चक्र (Nitrogen cycle) – नाइट्रोजन एक निष्क्रिय गैस है तथा पृथ्वी के वायुमण्डल में पाई जाने वाली अन्य गैसों की तुलना में इसकी मात्रा अधिक है। पादप भूमि से नाइट्रोजन को उसके यौगिकों के रूप में जल तथा अन्य खनिज लवणों के साथ जड़ों द्वारा ग्रहण करते हैं। जीवों में नाइट्रोजन प्रोटीन्स को संश्लेषित करने वाले अमीनो अम्ल बनाने के लिये आवश्यक है। नाइट्रोजन विभिन्न जैविक व जैविक क्रियाओं द्वारा इनके यौगिकों जैसे नाइट्रेट्स व नाइट्राइट्स आदि के रूप में परिवर्तित होती है। पादप इन यौगिकों का उर्वरक के रूप में उपयोग करते हैं। इन सब क्रियाओं में जीवाणुओं का महत्वपूर्ण योगदान होता है। भूमि से वायु तक पौधे, जन्तु, जीवाणु, प्राकृतिक क्रियायें आदि नाइट्रोजन के संतुलन को बनाये रखते हैं। यह नाइट्रोजन चक्र के द्वारा ही संभव है।

नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवाणुओं का नाइट्रोजन चक्र में अत्यंत महत्वपूर्ण योगदान है। कुछ नाइट्रोजन यौगिकीकरण जीवाणु वायुमण्डल की मुक्त नाइट्रोजन को स्थिर करके उसके यौगिकों में बदल देते हैं ये जीवाणु मिट्टी में पाये जाते हैं जैसे एजोटोबैक्टर (Azotobacter), साइनोबैक्टीरिया (Cyanobacteria), मटरकुलीय पादपों (Leguminous plants) की मूल ग्रंथियों में पाये जाने वाले राइजोबियम आदि।

मिट्टी में इन जीवाणुओं के द्वारा छोड़े गये नाइट्रोजन के घुलनशील यौगिक पौधों द्वारा ग्रहण किये जाते हैं। दूसरी ओर कुछ जीवाणु अपघटन करते हैं। ये नाइट्रोजनी कार्बनिक पदार्थों को तोड़कर अमोनिया (NH_3) में बदल देते हैं। अमोनिया को नाइट्रीकारी जीवाणु जैसे नाइट्रोसोमोनास, नाइट्रोबेक्टर आदि नाइट्रेट्स (NO_3^-) व नाइट्राइट्स (NO_2^-) में बदल देते हैं। पौधे नाइट्रोजन के इसी रूप को अवशोषित करते हैं।

वायुमण्डल की स्वतंत्र नाइट्रोजन कुछ मात्रा में घर्षण विद्युत (तड़ित) की उपस्थिति में ऑक्सीजन के साथ संयोग करके ऑक्साइड्स बनाती है। ये ऑक्साइड्स वर्षा के जल के साथ भूमि को प्राप्त होते हैं।

नाइट्रोजन को वापस वायुमण्डल में भेजने का काम विनाइट्रीकारी जीवाणु करते हैं। इसे विनाइट्रीकरण कहते हैं। ये जीवाणु नाइट्रोजन के यौगिकों को तोड़कर पुनः नाइट्रोजन गैस में परिवर्तित कर देते हैं। उदाहरण माइक्रोकोकस, स्यूडोमोनास डिनाइट्रीफिकेंस आदि (चित्र 18.4)।

पारिस्थितिक तंत्र के प्रकार (Types of ecosystem)

जैवमण्डल में प्रमुख पारिस्थितिक तंत्र निम्नलिखित प्रकार के होते हैं–

1. अलवणीय जल पारिस्थितिक तंत्र (Fresh water ecosystem)
2. लवणीय जल पारिस्थितिक तंत्र (Marine water ecosystem)
3. स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र (Terrestrial ecosystem)

इन पारिस्थितिक तंत्रों को कई उपतंत्रों में विभाजित किया जा सकता है जैसे अलवणीय जल पारिस्थितिक तंत्र, उदाहरण तालाब, नदी व झील के रूप में। स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र, मरूस्थल, घास के मैदान आदि।

अलवणीय जल या तालाब पारिस्थितिक तंत्र (Fresh water or pond ecosystem)

तालाब का पारिस्थितिक तंत्र एक पूर्ण एवं स्वनियंत्रित पारिस्थितिक तंत्र है इसमें निम्नलिखित घटक होते हैं–

1. अजैविक पदार्थ एवं ऊर्जा – इसमें ऊर्जा का प्रमुख स्त्रोत सूर्य का प्रकाश है। खनिज पदार्थ तथा विभिन्न प्रकार की गैसें जैसे कार्बनडाइऑक्साइड व ऑक्सीजन तालाब के जल में घुलित अवस्था में होती है। कुछ अजैविक पदार्थ जल के धरातल पर भी मिलते हैं। इन स्थानों से जल में घुलकर आने वाले पदार्थों की मात्रा गैसों के आदान–प्रदान, सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति तथा अवधि आदि के आधार पर ही तालाब का पारिस्थितिक तंत्र नियंत्रित रहता है।

2. जैविक घटक – तालाब के निम्नलिखित जैविक घटक होते हैं–

(i) **उत्पादक** (Producers) – इनमें विभिन्न प्रकार के शैवाल, अनेक जल पर तैरने वाले, जल निमग्न तथा जल के किनारे पर उगे हुए पादप आदि जैविक घटक के रूप में होते हैं। ये पादप सूर्य के प्रकाश से ऊर्जा प्राप्त कर प्रकाश संश्लेषण के द्वारा खाद्य पदार्थों का निर्माण करते हैं तथा उनका संचय करते हैं।

(ii) **प्रथम उपभोक्ता** (Primary consumers) – छोटे–छोटे जलीय कीट, कीटों के लार्वा, एनीलिड्स एवं मोलस्का इस श्रेणी में आते हैं। ये शैवालों व जलीय पादपों की पत्तियों को भोजन के रूप में ग्रहण करते हैं।

(iii) **द्वितीयक उपभोक्ता** (Secondary consumers) – ये कीट मांसाहारी होते हैं, जो शाकाहारी उपभोक्ताओं का भोजन के लिये शिकार करते हैं जैसे भृंग (Beetles) आदि।

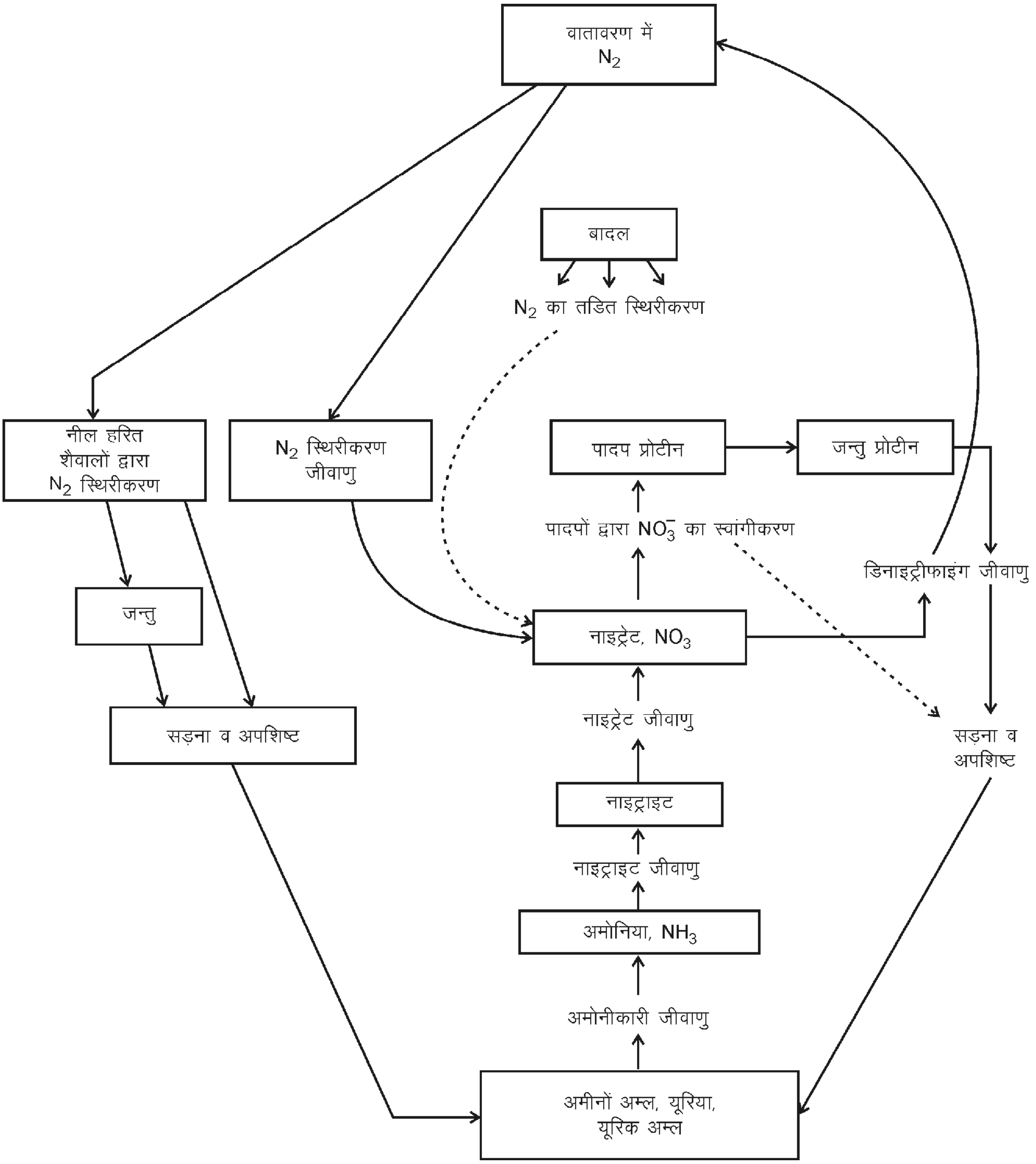
(iv) **तृतीयक उपभोक्ता** (Tertiary consumers) – ये मांसाहारी मछलियाँ होती हैं, जो विभिन्न प्रकार के उपभोक्ताओं को अपना भोजन बनाती है। तालाब पारिस्थितिक तंत्र में ये मछलियाँ ही उच्चतम उपभोक्ता (Top consumers) होते हैं।

(v) **अपघटक** (Decomposers) – ये सूक्ष्म जीव होते हैं। तालाब पारिस्थितिक तंत्र के सभी जीवों के मरने पर उनके मृत शरीरों या शरीर के अवशेषों का अपघटन करते हैं तथा ये अपघटित सरल पदार्थ पुनः जल में मिल जाते हैं। उदाहरण सूक्ष्मजीव व जीवाणु। इन अपघटित सरल पदार्थों में कार्बन, नाइट्रोजन, फास्फोरस आदि खनिज तत्व होते हैं जो जल में मिल जाते हैं तथा ये पुनः जल में खनिज प्रवाह बनाते हैं।

वन पारिस्थितिक तंत्र (Forest ecosystem)

वन पारिस्थितिक तंत्र भी जैविक व अजैविक घटकों से मिलकर बना होता है। इसमें उत्पादक एवं उपभोक्ता सभी अपने उच्चतम विकास की स्थिति में मिलते हैं। एक वन पारिस्थितिक तंत्र को निम्न प्रकार समझा जा सकता है–

1. अजैविक घटक – उस क्षेत्र विशेष के जलवायु के आधार विभिन्न प्रकार के अजैविक घटक वायुमण्डल तथा मृदा में मिलते हैं। उत्पादक वायुमण्डल से कार्बनडाइऑक्साइड लेकर सूर्य के प्रकाश का ऊर्जा के रूप में उपयोग कर भोजन बनाते हैं। इसी वायुमण्डल में उपस्थित ऑक्सीजन श्वसन में काम आती है। इस प्रकार CO_2 व O_2 गैसें इसके मुख्य अजैविक घटक है।



चित्र 18.4 : प्रकृति में नाइट्रोजन चक्र

2. जैविक घटक – तालाब के पारिस्थितिक तंत्र की तरह इसमें भी उत्पादक, उपभोक्ता व अपघटक प्रमुख जैविक घटक होते हैं जो निम्न प्रकार कार्य करते हैं–

(i) **उत्पादक** – यहाँ उत्पादकों के रूप में अनेक हरे पादप जो वृक्ष, झाड़ी या शाक के रूप में वनों में पाये जाते हैं। ये ही पादप वन पारिस्थितिक तंत्र में उत्पादक का कार्य करते हैं। ये पादप सूर्य के प्रकाश का ऊर्जा के रूप में उपयोग कर प्रकाश संश्लेषण द्वारा खाद्य पदार्थ बनाते हैं तथा उसका संचय भी करते हैं।

जलवायु, ताप, प्रकाश एवं मृदा के आधार पर विभिन्न स्थानों पर पाई जाने वाली वनस्पति भी भिन्न होती है। उदाहरण के लिये उष्णकटिबंधीय प्रदेशों में जहाँ वर्षा अधिक व वर्ष के अधिकांश समय में होती है, वहाँ पर घने व सदाबहार वृक्षों के वन होते हैं। इन घने वृक्षों के कारण सूर्य का प्रकाश बहुत कम मात्रा में भूमि पर पहुँच पाता है अतः इन वनों में अधिपादप (Epiphytes) तथा आरोही पादप अत्यधिक संख्या में या भूमि पर छायाप्रिय पादप उगते हैं। उदाहरण – फर्न, मॉस आदि।

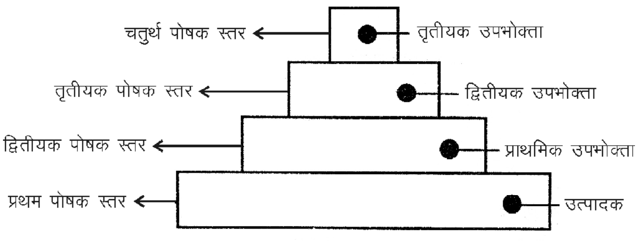
इसी प्रकार समशीतोष्ण जलवायु में पर्णपाती वन मिलते हैं, क्योंकि यहाँ पर ग्रीष्म एवं शरद ऋतु के तापमान में अत्यधिक अंतर होता है। इन वनों में सागवान, साल, शीशम, चीड़ व देवदार के वृक्ष के प्रमुख रूप में मिलते हैं। इसके अतिरिक्त कई प्रकार की लताएं व फर्न भी मिलते हैं।

(ii) **प्रथम उपभोक्ता** – इस श्रेणी में अनेक शाकाहारी जीव जैसे खरगोश, बन्दर, लंगूर, हिरण, गिलहरी, गाय, घोड़े, कीड़े–मकोड़े व चूहे आदि सम्मिलित हैं। ये जीव हरे पादपों से अपना भोजन प्राप्त करते हैं।

(iii) **द्वितीयक उपभोक्ता** – शाकाहारी जन्तुओं का शिकार कर अपना भोजन बनाने वाले अनेक जन्तु जैसे भेड़िये, तेंदुए, बिल्लियाँ, लकड़बग्घे, सांप, बाज, चील आदि द्वितीयक उपभोक्ता की श्रेणी में आते हैं।

(iv) **तृतीयक उपभोक्ता या उच्चतम उपभोक्ता** – वन पारिस्थितिक तंत्र में इनकी संख्या कम होती है जैसे शेर, चीता, अजगर, विशेष प्रकार के सर्प आदि। ये जन्तु सभी प्रकार के जन्तुओं को खा जाते हैं। ये शुद्धतः मांसाहारी होते हैं।

(v) **अपघटक** – ये वे सूक्ष्म जीवाणु होते हैं जो पारिस्थितिक तंत्र में मृत जीवों का अपघटन कर उन्हें सरल अकार्बनिक पदार्थों में परिवर्तित करते हैं। ये अकार्बनिक पदार्थ पुनः मृदा में मिलकर पादपों की जड़ों द्वारा प्रमुख खनिज लवणों के रूप में अवशोषित करते हैं (चित्र 18.5)।



चित्र 18.5 : पारिस्थितिक तंत्र में पोषक स्तर

पारिस्थितिक पिरामिड या स्तूप
(Ecological Pyramids)

पारिस्थितिक तंत्र में उत्पादक, प्राथमिक, द्वितीय, तृतीयक उपभोक्ता या उच्च उपभोक्ता एवं अपघटकों को या समस्त खाद्य जाल को रेखाचित्रों द्वारा प्रदर्शित करने पर एक पिरामिड या स्तूप का रूप दर्शाते हैं, इन्हें ही पारिस्थितिक पिरामिड या स्तूप या खाद्य पिरामिड कहते हैं। किसी भी पारिस्थितिक तंत्र में तीन प्रकार के पिरामिड दर्शाये जा सकते हैं–

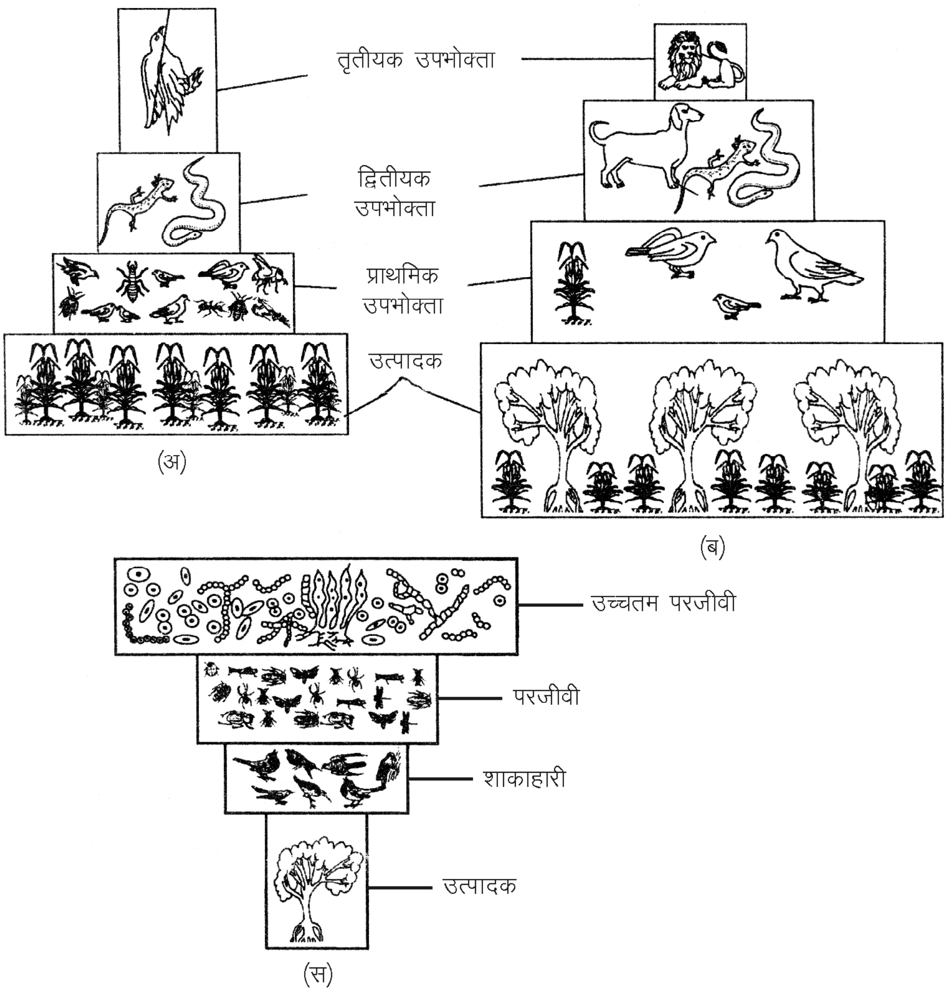
1. ऊर्जा का पिरामिड (Pyramid of energy)
2. जीव संख्या का पिरामिड (Pyramid of numbers)
3. जीव भार का पिरामिड (Pyramid of biomass)

1. ऊर्जा का पिरामिड – पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का एक पोषक स्तर या ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में एक निश्चित क्रम में प्रवाह होता है, लेकिन प्रत्येक ऊर्जा स्तर पर निश्चित रूप से ऊर्जा कम होती जाती है। किसी एक स्तर पर संचित ऊर्जा का लगभग दस प्रतिशत ऊर्जा भाग ही दूसरे स्तर में जीव–भार के रूप में स्थानान्तरित होता है। अतः उत्पादकों को ऊर्जा सबसे अधिक मिलती है, जबकि प्रथम, द्वितीयक तथा तृतीयक या उच्चतम उपभोक्ताओं में क्रमशः यह ऊर्जा कम होती जाती है। अतः इनके द्वारा बना हुआ खाद्य पिरामिड सदैव सीधा (Upright) होता है। ध्यान रहे एक इकाई समय में तथा क्षेत्र के आधार पर ही इस प्रकार के पिरामिड बनाया जा सकता है।

2. जीव–संख्या का पिरामिड – पारिस्थितिक तंत्र में उत्पादक से उच्चतम उपभोक्ता तक प्रत्येक स्तर में जीवों की संख्या क्रमशः कम होती जाती है। अतः इन स्तरों के द्वारा जो पिरामिड जीवों की संख्या का बनेगा उसमें उत्पादकों की संख्या सबसे अधिक जबकि प्रथम, द्वितीय व तृतीय श्रेणी के उपभोक्ताओं की संख्या क्रमशः कम तथा उच्चतम उपभोक्ता की संख्या सबसे कम होगी। इस प्रकार का पिरामिड सीधा पिरामिड कहलाता है।

3. जीव–भार का पिरामिड – एक पारिस्थितिक तंत्र के जीवों का इकाई क्षेत्र में सम्पूर्ण शुष्क भार जीव–भार (Biomass) कहलाता है। एक पारिस्थितिक तंत्र के प्रत्येक ट्राफिक स्तर में उपस्थित जीवों के जीव–भार की गणना की जाये तो सामान्यतः उत्पादक स्तर का जीव–भार सबसे अधिक होता है तथा इसके बाद प्रत्येक स्तर पर जीव–भार सबसे कम होता जाता है तथा उच्चतम उपभोक्ता का जीव–भार कम होता है। अतः इनसे बनने वाले पिरामिड सदैव सीधे होते हैं।

एक वृक्ष पारिस्थितिक तंत्र का खाद्य पिरामिड जीव संख्या के आधार पर उल्टा होता है। इसी प्रकार जलीय पारिस्थितिक तंत्र में जीव–भार का पिरामिड प्रायः उल्टा होता है क्योंकि इसमें उत्पादकों जैसे शैवालों, डायटम्स का जीव–भार कम होता है।



चित्र 18.6 : विभिन्न प्रकार के पारिस्थितिक स्तूप : (अ) घास स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र (ब) वन पारिस्थितिक तंत्र (स) वृक्ष पारिस्थितिक तंत्र स्तूप

यह जीव–भार प्रथम, द्वितीय व उच्चतम उपभोक्ता तक क्रमशः अधिक होता जाता है। यहाँ पर उच्चतम उपभोक्ता बड़ी मछलियों का जैव–भार बढ़ता जाता है (चित्र 18.6)।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. पारिस्थितिक तंत्र शब्द का सर्वप्रथम उपयोग ए.जी. टेन्सले (1935) ने किया।
2. पारिस्थितिक तंत्र जैव मण्डल का एक ऐसा तंत्र है जिसमें खाद्य पदार्थों एवं ऊर्जा का प्रवाह पोषक स्तर से दूसरे पोषक स्तरों तक विशेष नियमों के अनुसार होता है।
3. पारिस्थितिक तंत्र की संरचना अजैविक व जैविक घटकों से मिलकर बनती है।
4. पारिस्थितिक तंत्र में एक जीव से दूसरे जीव में खाद्य पदार्थों तथा ऊर्जा का प्रवाह एक पोषक स्तर से दूसरे पोषक स्तर तक एक श्रृंखला के रूप में होता है इसे खाद्य श्रृंखला कहते हैं।
5. सभी खाद्य श्रृंखलाएं आपस में मिलकर खाद्य जाल बनाती है।
6. प्रकृति में अजैविक व जैविक घटकों का प्रवाह निरन्तर चलता रहता है इन्हें जैव–भू–रासायनिक चक्र कहते हैं।
7. जैव मण्डल में अलवणीय जल, लवणीय जल तथा स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र पाये जाते हैं।
8. पारिस्थितिक तंत्र में उत्पादक, प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक उपभोक्ता या उच्च उपभोक्ता एवं अपघटकों को या समस्त खाद्य जाल को रेखाचित्रों द्वारा प्रदर्शित करने पर एक पिरामिड या स्तूप का रूप दर्शाते हैं इन्हें पारिस्थितिक पिराडिम या स्तूप या खाद्य पिरामिड कहते हैं।
9. एक वृक्ष पारिस्थितिक तंत्र का खाद्य पिरामिड जीव संख्या के आधार पर उल्टा होता है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. पारिस्थितिक तंत्र के मुख्य घटक होते हैं–
   (अ) जैविक घटक (ब) अजैविक घटक
   (स) दोनों (द) इनमें से कोई नहीं
2. खाद्य श्रृंखला में एक पोषक स्तर से दूसरे पोषक स्तर तक पहुंचने वाली ऊर्जा का प्रतिशत होता है–
   (अ) 10 (ब) 20
   (स) 25 (द) 30
3. पारिस्थितिक तंत्र में खनिज तत्वों का जीवों से भूमि में भूमि से पुनः जीवों में परिसंचरण कहलाता है–
   (अ) भू–चक्रण
   (ब) जैव–चक्रण
   (स) जैव–भूरासायनिक चक्र
   (द) जल चक्रण
4. वन किस पारिस्थितिक तंत्र का उदाहरण है–
   (अ) जलीय पारिस्थितिक तंत्र
   (ब) स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र
   (स) समुद्री पारिस्थितिक तंत्र
   (द) उपरोक्त में से कोई नहीं

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. पारिस्थितिक तंत्र को परिभाषित कीजिए।
2. पारिस्थितिक तंत्र के प्रमुख घटकों के नाम लिखिए।
3. उत्पादक क्या होते हैं?
4. उच्चतम उपभोक्ता से आप क्या समझते हैं?

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. खाद्य श्रृंखला क्या है? समझाइये।
2. खाद्य जाल के बारे में संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
3. ऊर्जा पिरामिड से आप क्या समझते हैं?

निबन्धात्मक प्रश्न

1. पारिस्थितिक पिरामिडों का सचित्र वर्णन कीजिए।
2. पारिस्थितिक तंत्र में नाइट्रोजन चक्र का सचित्र वर्णन कीजिए।
3. आपके द्वारा अध्ययन किये गये किसी एक पारिस्थितिक तंत्र का उदाहरण सहित वर्णन कीजिए।

उत्तरमालाः 1 (स) 2 (अ) 3 (स) 4 (ब)