4 पारिस्थितिक तंत्र के प्रकार्य
(Functions of Ecosystem)

भूमिका *(Introduction)*

पारिस्थितिक तंत्र एक वृहद् संकल्पना है जिसकी अपनी कार्यप्रणाली होती है। इस तंत्र में जैविक संरचना के निर्माण तथा आवश्यक आंतरिक ऊर्जा स्तर को बनाए रखने के लिये ऊर्जा तथा पदार्थों का निवेश होता रहता है जिसके फलस्वरूप पारितंत्र सुचारु रूप से कार्यशील रहता है। पारिस्थितिक तंत्र की क्रियाशीलता ऊर्जा प्रवाह के प्रतिरूप पर निर्भर करती है क्योंकि किसी पारितंत्र के जीवित संघटक के सभी पक्ष ऊर्जा प्रवाह पर आश्रित होते हैं। ऊर्जा प्रवाह पारिस्थितिक तंत्र में जैविक एवं अजैविक पदार्थों के वितरण एवं संचरण में सहायक होता है।

ऊर्जा के स्रोत *(Sources of Energy)*

पारिस्थितिक तंत्र की ऊर्जा का सर्वप्रमुख स्रोत सूर्य तथा इससे मिलने वाला सौर विकिरण है। इसके अलावा भूतापीय ऊर्जा तथा ब्रह्माडीय विकिरण आदि ऊर्जा के अन्य स्रोत हैं। सौर ऊर्जा प्रत्यक्ष तथा अप्रत्यक्ष रूप से जैवमण्डलीय पारिस्थितिक तंत्र में पदार्थों के संचरण, चक्रण तथा पुनर्चक्रण में भी सहायक है।

पदार्थों के संचरण, चक्रण तथा पुनर्चक्रण की प्रक्रिया को **जैव भू-रसायन चक्र (Biogeochemical cycle)** कहते हैं, जिसके अंतर्गत जल चक्र तथा गैसीय चक्र आदि को सम्मिलित किया जाता है।

हरे पेड़-पौधे प्रकाशसंश्लेषण क्रिया द्वारा सौर या प्रकाश ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा (ग्लूकोज) में परिवर्तित करते हैं। इस रासायनिक ऊर्जा का एक बड़ा हिस्सा श्वसन क्रिया में खर्च हो जाता है तथा शेष ऊर्जा का पौधों में बायोमास के रूप में भंडारण हो जाता है। इस बायोमास से ऊर्जा का एक स्तर के जीवों से दूसरे स्तर के जीवों में स्थानान्तरण होता रहता है। इस तरह पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह एक दिशोन्मुख होता है अर्थात् ऊर्जा का जब एक बार उपयोग हो जाता है या वह खर्च हो जाती है तो वह पुनः उपयोग के लिये सुलभ नहीं हो पाती।

पारिस्थितिकीय उत्पादकता *(Ecological Productivity)*

किसी क्षेत्र में स्वपोषित प्राथमिक उत्पादक (हरे पेड़-पौधे) द्वारा प्रति इकाई सतह में प्रति इकाई समय में सकल संचित ऊर्जा की मात्रा को **पारिस्थितिकीय उत्पादकता (Ecological Productivity)** कहते हैं। स्वपोषित प्राथमिक उत्पादक द्वारा जैविक पदार्थों या ऊर्जा के उत्पादन को **प्राथमिक उत्पादन** कहते हैं। इस तरह हरे पेड़-पौधे प्राथमिक उत्पादक होते हैं।

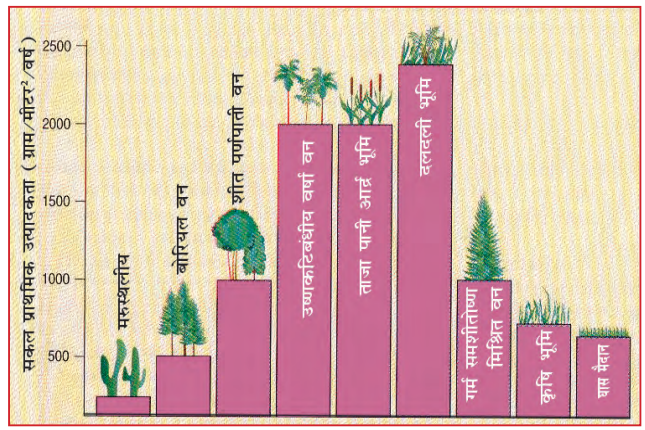
पारिस्थितिक तंत्र की उत्पादकता दो कारकों पर निर्भर करती है: प्रथम, प्राथमिक उत्पादक को सुलभ होने वाली सौर ऊर्जा की मात्रा; द्वितीय, हरे पेड़-पौधों द्वारा सौर ऊर्जा को रासायनिक (आहार) ऊर्जा में रूपान्तरित करने की क्षमता। प्राथमिक उत्पादकता का मापन दो रूपों में किया जाता है-

1. सकल प्राथमिक उत्पादन (GPP)
2. शुद्ध प्राथमिक उत्पादन (NPP)

प्राथमिक उत्पादक (हरे पेड़-पौधे) द्वारा आत्मसात् की गई ऊर्जा को **सकल प्राथमिक उत्पादन** कहते हैं। पोषण स्तर एक में श्वसन द्वारा खर्च के बाद संचित सकल ऊर्जा को **शुद्ध प्राथमिक उत्पादन** कहते हैं। उत्पादकता को ग्राम/मीटर^2/दिन में मापा जाता है।

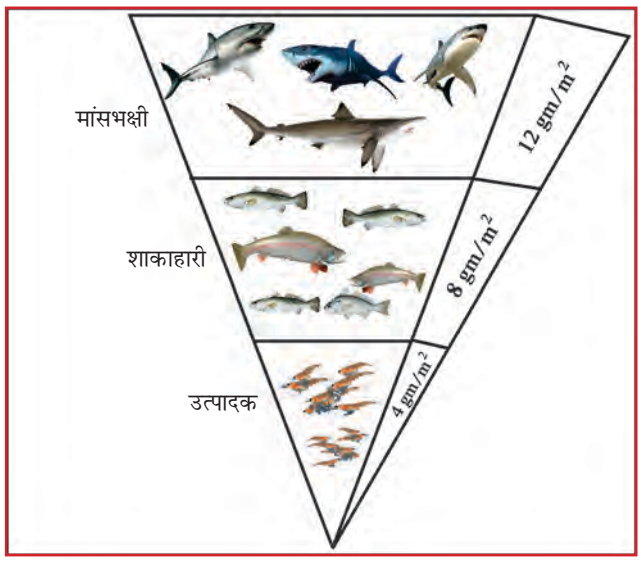
नेट प्राथमिक उत्पादन (NPP) = सकल प्राथमिक उत्पादन - श्वसन द्वारा नष्ट ऊर्जा की मात्रा

शुद्ध प्राथमिक उत्पादन पौधों में जैवभार के रूप में संचित होता है जो कि शाकाहारियों एवं अपघटकों के लिये भोजन के काम आता है।



विभिन्न पारिस्थितिक तंत्र की सापेक्षिक उत्पादकता

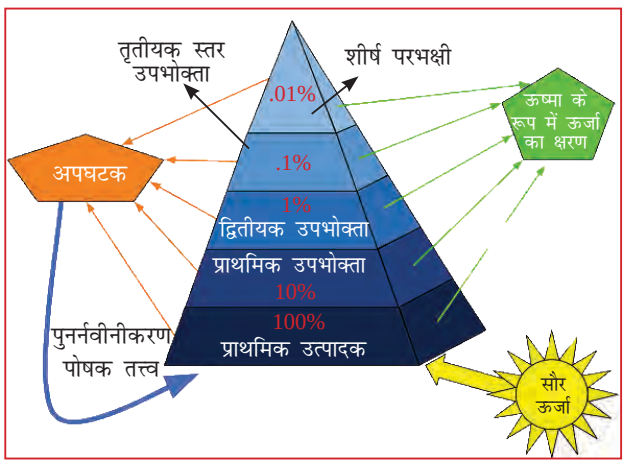
किसी भी पारिस्थितिक तंत्र में प्रति इकाई समय एवं प्रति इकाई क्षेत्र में जीवित पदार्थों के सकल शुष्क भार को **बायोमास (Biomass)** कहा जाता है। बायोमास के अंतर्गत पौधों तथा जन्तुओं के शुष्क भार



उल्टा जैवभार (जलीय पारितंत्र)

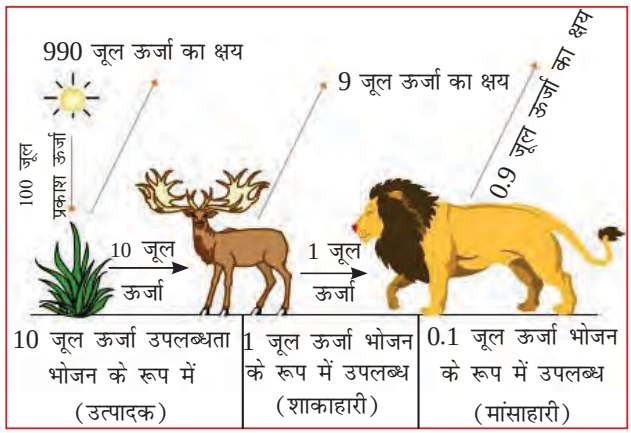
ऊर्जा पिरामिड *(Energy Pyramid)*

किसी पारितंत्र के विभिन्न पोषण स्तरों की कार्यात्मक भूमिका की तुलना करने के लिये ऊर्जा पिरामिड ही सबसे उत्कृष्ट प्रदर्शन होता है क्योंकि इसमें व्यष्टियों के आकार और जैव संहति (बायोमास) की भिन्नताओं पर ज़रूरत से ज़्यादा महत्त्व देकर उसे विकृत नहीं किया जाता है। ऊर्जा पिरामिड ऊष्मागतिकी के नियमों का पालन करता है, इसमें एक पोषण स्तर से दूसरे पोषण स्तर पर स्थानांतरित होने वाली ऊर्जा को भी दिखाया जाता है। अत: ऊर्जा पिरामिड सदैव सीधा होता है।



ऊर्जा पिरामिड

दस प्रतिशत नियम (Ten Percent Law): 1942 में लिंडेमान ने इस नियम को प्रतिपादित किया। इस नियम के अनुसार जब हम एक पोषण स्तर से दूसरे पोषण स्तर की ओर बढ़ते हैं तो ऊर्जा की मात्रा में धीरे-धीरे कमी होती जाती है। वास्तव में एक पोषण स्तर से दूसरे पोषण स्तर में मात्र 10 प्रतिशत ही ऊर्जा स्थानान्तरित होती है। इसी कारण ऊर्जा का प्रवाह एकदिशीय होता है।



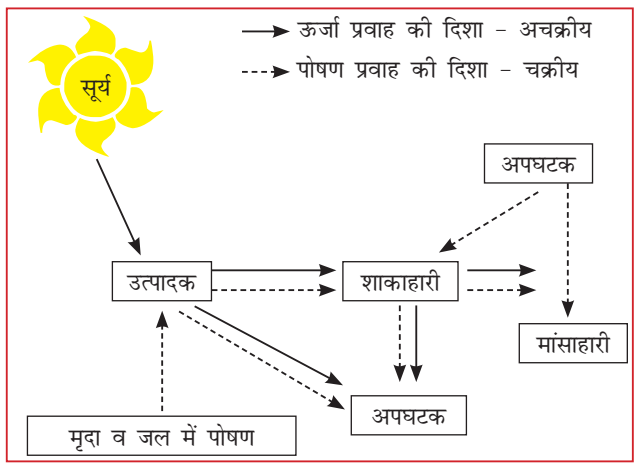
खाद्य शृंखला में ऊर्जा की प्रगतिशील हानि

ऊर्जा प्रवाह *(Energy Flow)*

खाद्य शृंखला में खाद्य पदार्थों या ऊर्जा का क्रमबद्ध स्थानान्तरण होता है। पृथ्वी तक पहुँचने वाली सौर ऊर्जा का करीब एक प्रतिशत ही प्रकाशसंश्लेषण क्रिया में प्रयुक्त होता है। विभिन्न जीवों में जैविक ऊतकों के निर्माण की प्रक्रिया को **जैव संश्लेषण** कहते हैं। वास्तव में जैव संश्लेषण की प्रक्रिया सौर ऊर्जा या प्रकाश ऊर्जा के रासायनिक ऊर्जा में रूपांतरण को प्रदर्शित करती है। इसके विपरीत जैविक पदार्थों के विघटन एवं वियोजन की प्रक्रिया को **जैव अवनयन** या **जैव अवक्रमण (Biodegradation)** कहते हैं। इस तरह जैव अवनयन की प्रक्रिया पोषक तत्त्वों तथा रासायनिक ऊर्जा की ऊष्मा के रूप में निर्मुक्ति को प्रदर्शित करती है।

पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का स्थानांतरण एक पोषण स्तर से दूसरे पोषण स्तर में निम्न रूप में होता है-

(i) खाद्य शृंखला में एक पोषण स्तर से दूसरे पोषण स्तर तक हमेशा ऊर्जा का स्थानांतरण होता रहता है।



पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा चक्र

सहभोजिता (Commensalism)	(+)	(0)	एक प्रजाति को लाभ होता है तथा दूसरी प्रजाति अप्रभावित रहती है। उदाहरण : चूषक मछली शार्क की सतह पर जुड़ी रहती है। (सुरक्षा व भोजन प्राप्ति)
सहजीविता (Mutualism)	(+)	(+)	दोनों प्रजातियाँ लाभान्वित होती हैं। उदाहरण : लाइकेन, जहाँ कवक शैवाल को सुरक्षा तथा शैवाल कवक को भोजन प्रदान करता है।
तटस्थता (उदासीनता) (Neutralism)	(0)	(0)	एक-दूसरे को प्रभावित नहीं करते हैं।
(o) जातियों पर कोई प्रभाव नहीं (–) जाति पर नकारात्मक प्रभाव। (+) जाति पर सकारात्मक प्रभाव।			

किसी क्षेत्र के जैविक समुदाय के सदस्य एक-दूसरे पर निर्भर रहते हैं। एक-दूसरे पर निर्भरता उनकी पारस्परिक क्रियाओं, जैसे- भोजन, आवास, प्रजनन तथा सुरक्षा में परिलक्षित होती है। ये पारस्परिक क्रियाएँ एक समूह के रूप में समुदायों की उत्तरजीविता के लिये महत्त्वपूर्ण होती हैं।

(a) असहभोजिता (b) परभक्षण (c) परजीविता

(d) स्पर्द्धा (e) सहभोजिता (f) सहजीविता

जैविक अन्योन्यक्रिया (Biotic Interaction)

एक समुदाय में जातियों के बीच की पारस्परिक क्रियाओं को पारस्परिक क्रिया करने वाले जीवों पर पड़ने वाले प्रभाव के स्वभाव के आधार पर सकारात्मक, नकारात्मक तथा उदासीन वर्ग में विभाजित किया जाता है।

समष्टि के व्यष्टियों की वह अधिकतम संख्या जिसे उसका पर्यावरण समाश्रित कर सकता एवं बनाए रख सकता है, वहन क्षमता (Carrying capacity) कहलाती है। ये सभी कारक समष्टि की वृद्धि दर को कम करते हैं व एक साथ मिलकर पर्यावरण प्रतिरोध बनाते हैं। इसमें आने वाले कारक हैं- परभक्षण, संसाधनों के लिये प्रतिस्पर्द्धा, खाद्य अभाव, रोग, प्रतिकूल जलवायविक परिस्थितियाँ तथा अनुपयुक्त आवास आदि

पारिस्थितिकीय दक्षता *(Ecological Efficiency)*

वह दक्षता जिसमें जीव अपना भोजन प्राप्त करते हैं तथा भोजन को जैवभार में परिवर्तित कर दूसरी उच्चस्तरीय पोषण रीति के लिये उपलब्ध कराते हैं, **पारिस्थितिकी दक्षता** कहलाती है। इसे प्रदर्शित करने के लिये बहुत सारे अनुपातों का इस्तेमाल होता है। साधारणतया इन अनुपातों का परिकलन ऊर्जा प्रवाह के पथों में विभिन्न स्थानों पर ऊर्जा के निर्गत से निवेश (दोनों को एक ही इकाई में व्यक्त किया जाता है) के बीच संबंध तय कर किया जाता है। दक्षता को प्रतिशत में व्यक्त करने के लिये 100 से गुणा किया जाता है।

प्रकाशसंश्लेषी दक्षता द्वारा सीधे सौर विकिरण को इस्तेमाल करने की क्षमता को मापित किया जाता है। वास्तविक उत्पादन दक्षता विभिन्न प्रजातियों के बीच अलग-अलग होती है। वे वृक्ष जातियाँ जिनमें प्रकाशसंश्लेषण रहित जैवभार (उदाहरण- बड़े स्तंभ व टहनियाँ) होती हैं, उनकी वास्तविक उत्पादक दक्षता कम होती है।

$$\text{प्रकाशसंश्लेषी दक्षता} = \frac{\text{सकल प्राथमिक उत्पादकता}}{\text{सीधा संपूर्ण सौर विकिरण}} \times 100$$

$$\textbf{पारिस्थितिक दक्षता} = \frac{\textbf{पोषण स्तर पर जैवभार उत्पादन में प्रयुक्त ऊर्जा}}{\textbf{पूर्व पोषण स्तर पर जैवभार उत्पादन में प्रयुक्त ऊर्जा}} \times \textbf{100}$$

स्मरणीय तथ्य

- पारिस्थितिकी तंत्र में पदार्थों के संचरण, चक्रण तथा पुनर्चक्रण की प्रक्रिया को जैव भू-रसायन चक्र (Biogeochemical cycle) कहते हैं। इसके अंतर्गत जल चक्र तथा गैसीय चक्र आदि को सम्मिलित किया जाता है।
- स्वपोषित प्राथमिक उत्पादकों के द्वारा जैविक पदार्थों या ऊर्जा के उत्पादन को सकल प्राथमिक उत्पादन कहते हैं। उत्पादकों की श्वसन क्रिया के पश्चात् बची हुई ऊर्जा को शुद्ध प्राथमिक उत्पादन कहते हैं।
- शुद्ध प्राथमिक उत्पादन पौधों में जीवभार के रूप में संचित रहता है जो कि शाकाहारियों एवं अपघटकों के लिये भोजन के काम में आता है।
- उष्णकटिबंधीय वर्षावन, दलदली क्षेत्र तथा एश्चुअरी की प्राथमिक उत्पादकता सर्वाधिक होती है।
- आहार तथा ऊर्जा एक वर्ग के जीवों से दूसरे वर्ग के जीवों में शृंखलाबद्ध रूप में स्थानान्तरित होती है। इस शृंखला को आहार शृंखला या खाद्य शृंखला (Food chain) कहते हैं।