International Journal of Education, Modern Management, Applied Science & Social Science (IJEMMASSS)
ISSN : 2581-9925, Impact Factor: 6.340, Volume 04, No. 01(III), January - March, 2022, pp.155-158

पारिस्थितिकी तंत्र में ऊर्जा प्रवाह

डॉ. कृष्ण मोहन*

सार

प्रकृति में भोजन श्रृंखला का क्रम रैखिक नहीं होता है, बल्कि भोजन श्रृंखला में विभिन्न पोषण स्तरों पर पाए जाने वाले जीवों के बीच सदैव एक पारस्परिक सम्बन्ध पाया जाता है। प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र में आधार शृंखलाएँ परस्पर सम्बद्ध हो जाती हैं। इस प्रकार सम्बन्धित प्रतिरूप को खाद्य जाल कहते हैं। प्रायरू एक जीव स्वयं से अधिक पोषण स्तरों के जीवों से अपने भोजन की पूर्ति कर सकता है। इसी प्रकार एक जीव विशेष का भक्षण प्रायः अनेक जीवों द्वारा किया जा सकता है। जैसे घास स्थल की चारण श्रृंखला में खरगोश की अनुपस्थिति में या खरगोश के अतिरिक्त चूहे भी घास खाते हैं। चूहे को साँप व साँप को बाज खा सकता है। इस प्रकार पारिस्थितिकी तंत्र के प्रत्येक पोषण स्तर में भक्षियों का विकल्प उपलब्ध रहता है, जो सम्मिलित रूप से अन्तर्सम्बन्धित खाद्य जाल का निर्माण करते हैं। प्रकृति में किसी पारिस्थितिकी तंत्र की स्थिरता व सन्तुलन बनाए रखने में खाद्य जालों का अपना अलग महत्त्व है। निम्नलिखित कारक खाद्य जाल के प्रक्रम को सीधा प्रभावित करते हैं–

- *भोजन श्रृंखला की लम्बाई,*
- *भोजन प्रवृत्तियों के कारण जीवों में मिलने वाली विविधताएँ,*
- *भोजन श्रृंखला में विभिन्न उपभोक्ता स्तरों पर भिन्न–भिन्न विकल्प।*

प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र में आहार श्रृंखलाएं परस्पर सम्बद्ध हो जाती हैं। इस प्रकार सम्बद्धित (Interconnected) प्रतिरूप को खाद्य जाल (Food Web) कहते हैं। इसमें कई जातियों के जन्तु एक ही प्रकार के भक्ष्यों (Preys) का उपभोग करते हैं। जैसे घासस्थल की चारण खाद्य श्रृंखला में खरगोश की अनुपस्थिति में या खरगोश के अतिरिक्त चूहे भी घास खाते हैं। चूहे को साँप व साँप को बाज खा सकता है। इस प्रकार पारिस्थितिकी तंत्र के प्रत्येक पोषण स्तर में भक्षियों का विकल्प उपलब्ध रहता है, जो सम्मिलित रूप से अन्तर्ग्रन्थित (Inter locked) खाद्य जाल का निर्माण करते हैं।

शब्दकोशः *प्राकृतिक पारिस्थितिकी तंत्र, सम्बद्धित प्रतिरूप, अन्तर्ग्रन्थित खाद्य जाल, भोजन श्रृंखला।*

प्रस्तावना

किसी भी पारिस्थितिकी तंत्र में ऊर्जा प्रवाह निम्नलिखित प्राकृतिक नियमों के अनुसार सम्पन्न होता है–

- प्रथम नियम के अनुसार ऊर्जा का प्रवाह जैसे–जैसे बढ़ते क्रम में जाता है तो ऊर्जा की आपूर्ति घटती जाती है।
- दूसरे नियम के अनुसार पोषण स्तर के क्रम में वृद्धि के साथ जीवों द्वारा संग्रहित ऊर्जा की तुलना में निर्गमन की मात्रा बढ़ती जाती है।
- तीसरे नियम के अनुसार पोषण स्तर के क्रम में वृद्धि के साथ जैविक घटकों में सुलभ ऊर्जा के दोहन की क्षमता बढ़ जाती है।
- उच्च पोषण स्तर के जीव निम्न पोषण स्तर के जीवों की तुलना में सुलभ ऊर्जा का उपयोग अपनी बेहतर क्रियाशीलता एवं दक्षता के कारण आसानी से कर लेते हैं।

* सहायक आचार्य एवं विभागाध्यक्ष, भूगोल संकाय, प्रभारी कला संकाय, लाल बहादुर शास्त्री पीजी महाविद्यालय, तिलक नगर, जयपुर, राजस्थान।

एक पारिस्थितिकी तंत्र में विद्यमान पारस्परिक सम्बन्धों को जिन आलेखों द्वारा प्रदर्शित किया जाता है उन्हें पारिस्थितिकी पिरामिड (Ecological Pyramids) कहते हैं। एक पारिस्थितिकी पिरामिड में सबसे नीचे प्रथम पोषण स्तर अथवा उत्पादक स्तर होता है और शेष स्तर क्रमागत रूप से व्यवस्थित होकर पिरामिड का निर्माण करते हैं।

समीक्षा

पारिस्थितिकी तंत्र में विभिन्न पोषण स्तरों के बीच पाये जाने वाले सम्बन्धों के अनुसार ये पिरामिड निम्न तीन प्रकार के हो हैं–

- संख्या का पिरामिड (Pyramid of Numbers)
- ऊर्जा का पिरामिड (Pyramid of Energy)
- बायोमास का पिरामिड (Pyramid of Biomas)

संख्या का पिरामिड (Pyramid of Numbers)

संख्याओं के पिरामिड में पारिस्थितिकी तंत्र के विभिन्न पोषणं स्तरों पर पाये जाने वाले जीवों की अर्थात् उत्पादकों, शाकाहारियों तथा मांसाहारियों इत्यादि की प्रति इकाई क्षेत्रफल में पाई जाने वाली आपेक्षिक संख्याओं को प्रदर्शित किया जाता है। ये पिरामिड भी संख्या के आधार पर दो प्रकार के अर्थात् उल्टे या सीधे हो सकते हैं। घास के मैदान, वन प्रदेश और तालाब के पारिस्थितिकी तंत्रों में संख्या पिरामिड सदैव सीधे (Upright) होते हैं। उदाहरणार्थ, एक वन पारिस्थितिकी तंत्र में घासों व वृक्षों (उत्पादकों) की संख्या सबसे अधिक होती है। इसके बाद प्राथमिक उपभोक्ताओं अर्थात् शाकाहारियों, जैसे हिरण, खरगोश, चूहे आदि की संख्या उत्पादकों से कम, मांसाहारी द्वितीयक उपभोक्ताओं, जैसे भेड़िये, चीते, लोमड़ी इत्यादि की संख्या शाकाहारियों से कम और तृतीयक उपभोक्ताओं जो पिरामिड में शीर्ष पर होते हैं, उनकी संख्या सबसे कम होती है, जैसे शेर, बाघ ।

इसी प्रकार तालाब पारिस्थितिकी तंत्र में भी संख्या पिरामिड सीधा ही होता है, क्योंकि इसमें भी उत्पादकों की संख्या अधिकतम, शाकाहारी छोटी–छोटी मछलियों और रोटीफरो की संख्या उनसे कम और शाकाहारियों की अपेक्षा मांसाहारी वाटर बीटल (Water Bettles) एवं बड़ी मछलियों की संख्या उनसे भी कम होती है। कुछ पारिस्थितिकी तंत्र पिरामिड संख्या के आधार पर उल्टे होते हैं, जैसे–एक वृक्ष पारिस्थितिकी तंत्र में उत्पादकों की संख्या सबसे कम (केवल एक वृक्ष), प्राथमिक उपभोक्ता (शाकाहारी पक्षी, गिलहरी इत्यादि) की संख्या उससे अधिक तथा शाकाहारियों पर आश्रित जुओं (स्पबम) आदि परजीवी द्वितीयक उपभोक्ताओं की संख्या प्राथमिक उपभोक्ताओं से भी अधिक होती है। इस प्रकार संख्या पिरामिड भी उल्टा बनता है।

ऊर्जा का पिरामिड (Pyramid of Energy)

यदि भिन्न–भिन्न पोषण स्तरों पर प्रति वर्ग मीटर प्रति वर्ष पायी जाने वाली प्रयुक्त ऊर्जा की मात्रा के सम्बन्ध को रेखाचित्र द्वारा प्रकट किया जाये तो प्राप्त पिरामिड ऊर्जा के पिरामिड होंगे जो सदैव ही सीधे होंगे, क्योंकि भोजन शृंखला (Food Chain) के प्रत्येक स्तर पर ऊर्जा एवं भौतिक पदार्थों के अंश में कमी आती जाती है। इसलिये प्रत्येक आगे आने वाले स्तर पर शत–प्रतिशत पोषण (Assimilation) और वृद्धि (Growth) नहीं हो पाती। इसके फलस्वरूप उत्पादकों के आगे प्रत्येक क्रमिक उपभोक्ता स्तर पर ऊर्जा की मात्रा में धीरे–धीरे कमी होती जाती है और ऊर्जा का सीधा पिरामिड बन जाता है।

बायोमास पिरामिड (Pyramid of Biomas)

एक जीवन में सजीव पदार्थ की जितनी मात्रा होती है, वह उसका बायोमास (Biomas) कहलाता है। घास के मैदान और वन जैसे स्थलीय पारिस्थितिकी तंत्रों के भिन्न–भिन्न पोषण स्तरों पर पाये जाने वाले जीवों के भार पर आधारित पिरामिड नीचे से ऊपर की ओर सीधे होते हैं, क्योंकि इन तंत्रों में उत्पादकों का भार सदैव अधिकतम होता है। उत्पादकों के बाद क्रमशः प्राथमिक, द्वितीयक और तृतीयक उपभोक्ताओं के भार क्रमशः कम होते जाते हैं और एक बायोमास पिरामिड बन जाता है। इसके विपरीत तालाब पारिस्थितिकी तंत्र का बायोमास पिरामिड हमेशा उल्टा होता है, क्योंकि तालाब पारिस्थितिकी तंत्र में शैवाल पारिस्थितिकी तंत्र का भार सबसे कम

होता है। इसके बाद पाये जाने वाले पोषण स्तरों क्रमशः प्राथमिक, द्वितीयक और तृतीयक उपभोक्ताओं का भार क्रमिक रूप से बढ़ता जाता है। बायोमास पर आधारित पिरामिड अन्य पिरामिड की तुलना में अधिक मौलिक होते हैं, क्योंकि ये भारात्मक सम्बन्धों को प्रकट करते हैं।

अध्ययन का उद्देश्य

रासायनिक तत्त्वों के वायुमण्डल, महासागरों तथा अवसादों से होने वाली चक्रीय व्यवस्था को जैव भू–रासायनिक चक्र कहते हैं। इन चक्रों के द्वारा अजैविक तत्त्वों का जैविक प्रावस्था के माध्यम से गमन होता है तथा अन्त में ये तत्त्व पुनः अजैविक दशा में लौट आते हैं। इन चक्रों में ऊर्जा का संचरण एकदिशीय न होकर चक्रीय होता है। पौधों को पर्यावरण (वायु एवं मृदा) से प्राप्त खनिज तत्त्व पुनः पर्यावरण को प्राप्त हो जाते हैं। पादपों द्वारा इन खनिजों को ग्रहण करने पर पुनः पर्यावरण को लौटा देने की क्रिया कई जीवों व भौतिक रासायनिक घटनाओं द्वारा सम्पन्न होती है। इस प्रकार खनिज प्रवाह के इन चक्रों को जैव भू–रासायनिक चक्र कहते हैं। ये चक्र तीन प्रकार के होते हैं

- जलीय चक्र (Hydrological Cycle)
- गैसीय पोषण चक्र (Gaseous Nutrient Cycle)
- अवसादी पोषण चक्र (Sedimentary Nutrients Cycles)

जलीय चक्र (Hydrological Cycle)

पृथ्वी पर विद्यमान जल स्थिर न रहकर बदलता रहता है। पृथ्वी पर जल का जलमण्डल, स्थलमण्डल, वायुमण्डल में परिसंचरण जलीय चक्र कहलाता है।

गैसीय पोषक चक्र (Gaseous Nutrient Cycles)

- **नाइट्रोजन चक्र (The Nitrogen Cycle)**

नाइट्रोजन सभी प्रकार के प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्लों और जीव द्रव्य (Protoplasm) में एक महत्त्वपूर्ण घटक के रूप में पायी जाती है। अधिकांश पौधे वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को नाइट्रोजन स्थिरीकरण (Protoplasm) द्वारा लवणों में परिवर्तित किये बिना प्रयोग नहीं कर सकते हैं। पादप नाइट्रोजन को मृदा से नाइट्रेट के रूप में प्राप्त करते हैं। कई सूक्ष्म जीव, सहजीवी व असहजीवी के रूप में, वायुमण्डलीय नाइट्रोजन का यौगिकीकरण करते हैं। बिजली कड़कने से भी नाइट्रोजन का यौगिकीकरण होता है। राइजोबियम (Rhizobium) भी नाइट्रोजन यौगिकीकरण करने वाला प्रमुख सहजीवी जीवाणु है, जो फलीदार पौधों (Legumenious Plants) की जड़ों में बनी ग्रन्थिकाओं में मिलते हैं। एजोटोबेक्टर (Azotobactor) व क्लास्ट्रिडियम (Clostridium) जीवाणु तथा कुछ नील हरित शैवाल (Blue Green Algae) प्रमुख असहजीवी जातियाँ हैं। अतः वायु में विद्यमान नाइट्रोजन, नाइट्रेट के रूप में मृदा उपलब्ध होती है, जिसे पादप अवशोषित कर नाइट्रोजनी यौगिक (अमीनो अम्ल, प्रोटीन) बनाते हैं।

यह कार्बनिक पदार्थ खाद्य के रूप में विविध पोषण स्तरों (Trophic Levels) से उपभोक्ताओं को प्राप्त होता है। मृत जीवांशों को अपघटक वियोजित करते हैं जिसके दौरान मुक्त नाइट्रोजन वायुमण्डल में प्रविष्ट हो जाती है। वायुमण्डल में स्वतंत्र नाइट्रोजन गैस की पुनः पूर्ति (Replenish&ment) के लिए नाइट्रेट एवं नाइट्राइट लवण विनाइट्रीकारक जीवाणुओं द्वारा अपघटित होते रहते हैं। इस प्रकार नाइट्रोजन चक्र पूर्ण होता है। मनुष्य ने औद्योगिक रूप से नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करके इस प्राकृतिक चक्र को बाधित किया है।

- **कार्बन चक्र** (Carbon Cycle)

पारिस्थितिकी तंत्र में कार्बन तथा उसके यौगिकों का जटिल मिश्रण, निर्माण, रूपान्तरण तथा वियोजन की हर स्थिति में विद्यमान है। प्रकृति में सभी जैव पदार्थ प्रकाश संश्लेषण (Photosynthesis) की प्रक्रिया में उत्पन्न होते हैं। पादप कार्बन–डाइ–ऑक्साइड और जल को कार्बोहाइड्रेट में बदलने के लिए सूर्य की विकिरण ऊर्जा का उपयोग करते हैं। इस प्रक्रिया से वायु से कार्बन डाइ ऑक्साइड को आकर्षित करते हैं और जल को

विभक्त करके हाइड्रोजन प्राप्त करते हैं। दूसरी ओर पादप प्रकाश संश्लेषण के दौरान कार्बन डाइ ऑक्साइड का अवशोषण करते हैं, वहीं सभी जीवित प्राणी श्वसन क्रिया द्वारा उत्सर्जित कार्बन डाइ ऑक्साइड का विमोचन करते हैं। इसी प्रकार मृत पदार्थ भी निरन्तर अपघटक क्रिया द्वारा कार्बन डाइ ऑक्साइड का विमोचन करते हैं।

प्रकृति में अपघटन निरन्तर चलने वाली प्रक्रिया है, जबकि संश्लेषण केवल दिन के समय ही सम्भव है। दिन के समय वायुमण्डल में औसतन प्रति दस लाख 320 भाग से 305 भाग तक कार्बन डाइऑक्साइड धरातल पर आती है, किन्तु रात्रि में यह बढ़कर धरातल पर प्रति दस लाख 400 भाग तक आता है। पृथ्वी पर कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में कार्बन के दैनिक उत्पादन और उपभोग के अतिरिक्त कई रूप में वृहद् भण्डार हैं, जिनमें अकार्बनिक (कैल्सियम कार्बोनेट तथा कार्बनिक निक्षेप (कोयला, चट्टानें तथा खनिज तेल) प्रमुख हैं। प्रकृति में अतिदहन के द्वारा भी हम कार्बन डाइ ऑक्साइड की मात्रा में वृद्धि करते हैं। इस प्रक्रिया को औद्योगिक क्रान्ति के उपरान्त विशेष गति मिली है।

कार्बन चक्र का आरम्भ स्वपोषी हरे पौधों द्वारा होता है, जिनके द्वारा ग्रहण की गई कार्बन डाई ऑक्साइड को परपोषी उपयोग करके कार्बोहाइड्रेट्स बनाते हैं। शाकाहारी परपोषी जीव पादपों को खाकर उनमें विद्यमान कार्बोहाइड्रेट्स से अपनी आवश्यकतानुसार कार्बन प्राप्त करते हैं। मांसाहारी जीव इन शाकाहारियों का भक्षण करके अपनी कार्बन की आवश्यकता को पूरी करते हैं। साथ ही सभी सजीवों द्वारा श्वसन क्रिया द्वारा अपने अन्दर के कार्बोहाइड्रेट्स का ऑक्सीकरण करके उन्हें कार्बन डाइ ऑक्साइड और जल में परिवर्तित करके प्रकृति में विमुक्त करते रहते हैं। इस प्रकार वातावरण के हर तत्त्व को कार्बन की पूर्ति होती रहती है। इस प्रकार प्रकृति में कार्बन चक्र पूर्ण होता है।

- **ऑक्सीजन चक्र (Oxygen Cycle)**

प्रकृति में जीवधारियों के लिए ऑक्सीजन की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है क्योंकि यह जीवन को सम्भव बनाती है। वायुमण्डल में 20.94 प्रतिशत ऑक्सीजन पाई जाती है। यह कार्बन–डाइ ऑक्साइड, जल एवं विभिन्न ऑक्साइडों तथा लवणों के रूप में भी पायी जाती है। ऑक्सीजन का निर्माण स्वपोषी हरे पौधों तथा सागरीय परितंत्र (Marine Ecosystem) में पाये जाने वाले पादपों (प्लैंकटन आदि) द्वारा प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया द्वारा होता है। कुछ मात्रा में ऑक्सीजन का निर्माण विविध खनिज ऑक्साइडों के न्यूनीकरण (Reduction) द्वारा भी होता है। इस प्रकार वायुमण्डल में भण्डारित (Stored) इस ऑक्सीजन का सागरीय एवं स्थलीय जन्तु उपभोग करते हैं। जीवाश्मीय ईंधन (खनिज तेल तथा कोयला आदि) तथा लकड़ी के दहन में ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं। ऑक्सीजन की कुछ मात्रा जल में मिश्रित हो जाती है तथा नदियों द्वारा सागरों में पहुँचकर वहाँ व्याप्त अवसादों में मिश्रित हो जाती है। कालान्तर में यह ऑक्सीजन अवसादी ऑक्सीजन के भण्डार के रूप में संचित हो जाती है, जो दीर्घकाल तक बनी रहती है।

निष्कर्ष

पारिस्थितिक तन्त्र के विभिन्न पोषक स्तरों पर उपस्थित जीवों द्वारा किसी समय विशेष में प्रयुक्त ऊर्जा की मात्रा को रेखाचित्र द्वारा प्रदर्शित किया जाये तो एक सीधा पिरामिड बनता है। क्योंकि खाद्य श्रृंखला में स्थित उत्पादकों के उपभोक्ता के पोषण स्तरों की ओर ग्रहण की गयी ऊजा की मात्रा घटती जाती है। इस प्रकार पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह एक दिशा में होता है। ऊर्जा का जो भाग एक बार पारिस्थितिक तन्त्र से बाहर चला जाता है उसका पुनः उपयोग नहीं हो पाता है। अर्थात् पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह होता है चक्रिकरण नहीं होता।

संदर्भ ग्रन्थ सूची

1. www.hi.eferrit.com
2. भौतिक भुगोल (डॉ. बी.सी. जाट)
3. भौतिक भुगोल (अलका गौतम)
4. भौतिक भुगोल (चतुर्भुज मामोरिया)

❖◆❖