अध्याय 13
पर्यावरण
(Environment)

13.1 पर्यावरण (Environment) का अर्थ :

पर्यावरण शब्द एक अंग्रेजी शब्द इनवाइरनमेन्ट (Environment) का हिन्दी पर्याय है। इसका शाब्दिक अर्थ है चारों ओर/सभी ओर से घेरने वाला (परि=चारों ओर+आवरण = घेरा/घेरने वाला)। यही अर्थ इनवाइरनमेन्ट शब्द का भी है। वैबस्टर शब्द–कोश में पर्यावरण को एक जीवधारी या जीवधारियों के समूह के अस्तित्व, वृद्धि तथा कल्याण को प्रभावित करने वाली सभी परिस्थितियों के समूह के रूप में परिभाषित किया गया है। इस प्रकार इसमें जीवधारियों के अस्तित्व, वृद्धि तथा कल्याण से सम्बन्धित परिवेश के सभी घटक और परिस्थितियाँ सम्मिलित हैं। इसे यों भी कहा जा सकता है कि पर्यावरण एक "जीवन अवलंब तंत्र (Life Support System) है, क्योंकि जैव–मण्डल (Biosphere) के सभी घटक जीवधारियों का अस्तित्व एवं सातत्य (Perpetuation) इसी पर निर्भर है। पर्यावरण और जीवधारियों की परस्पर क्रियाओं के अध्ययन से सम्बन्धित विज्ञान को **पारिस्थितिकी (Ecology)** कहते हैं। जीवधारी अपने पर्यावरण में अंतःस्थापित (Embedded) रहते हैं, जो (पर्यावरण) इनके अनुरक्षण तथा सदा बने रहने के लिए आवश्यक सभी संसाधन (Resource) उपलब्ध कराता है। जीवधारियों के संपोषण तथा सातत्य से सम्बन्धित आवश्यकताएँ उनके जीवन–चक्र (Life-cycle) में जन्म से मृत्यु तक की अवस्थाओं में स्थिर नहीं रहतीं अर्थात् परिवर्तनशील हैं। पर्यावरण के कारक भी दिक्काल [(दिक् = दिशा या अवकाश या स्थान + काल = समय) (Space and time)] के साथ परिवर्तनशील हैं। अतः किसी विशेष स्थान और समय में एक जीवधारी का अस्तित्व और सातत्य उसकी (जीवधारी) परिवर्तनीय (बदलने वाली) आवश्यकताओं तथा पर्यावरण की गति के बीच समाकलन पर निर्भर है।

जीवधारी को आवृत करने वाले वर्तमान पर्यावरण के भौतिक (Physical), रासायनिक (Chemical), जैविक (Biological), वैज्ञानिक (Scientific) तथा प्रौद्योगिक (Technological) घटकों (Components) को निम्नलिखित तीन उपसंकुलों (Subcomplexes) में विभाजित किया जा सकता है:

(अ) अजैविक उपसंकुल (Abiotic-subcomplex),

(ब) जैविक (Biotic) उपसंकुल तथा

(स) वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिक (Scientific and Technological) उपसंकुल।

प्रत्येक उपसंकुल में अनेक कारक (Factors) होते हैं जो संकुल स्तर (Level) पर एक दूसरे को प्रभावित करते हैं और तीनों उपसंकुल एक दूसरे से अन्योन्य क्रिया करते हुए (Interacting) **सकल पर्यावरणीय संकुल (Total Environmental Complex)** का गठन करते हैं। इसी में जीवधारियों को अन्तःस्थापित (Embedded) माना गया है। तुलसीदास जी ने अपने महाकाव्य "रामचरितमानस" में पाँच अजैव (Abiotic) घटकों, अर्थात् क्षिति/पृथ्वी (Earth), जल (Water), पावर/अग्नि ऊर्जा (Energy), गगन/आकाश (Space) तथा समीर/वायु (Air) को जीवधारियों के संगठन के लिए संसाधन (Resource) माना है (रामचरितमानस 4)। विगत शताब्दी की वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिक क्रान्तियों द्वारा लाए गए परिवर्तनों के कारण आज पर्यावरण के जैव तथा अजैव घटकों में बड़े पैमाने पर रूपान्तरण किए जा रहे हैं। अतः अब एक तीसरा उपसंकुल सम्मिलित किया गया है। इसने सभी जीवधारियों के लिए एक कृत्रिम पर्यावरण निर्मित किया है। **हैबर** (Haber, 1989) ने इसे प्रौद्योगिक पारिस्थितिक तन्त्र (Tech-ecosystem) नाम दिया है।

सजीवों का यह पर्यावरण प्राकृतिक, भौतिक, रासायनिक एवं जैविक रूप में हो सकता है। पर्यावरण में प्राणी, वनस्पति एवं उससे सम्बन्धित कारक जैसे–प्रकाश, वायु, जल, मृदा, ध्वनि एवं आर्द्रता सम्मिलित हैं। पर्यावरण को जीव मण्डल (Biosphere) भी कहते हैं, इसमें जल मण्डल, (Hydrosphere) वायुमण्डल (Atmosphere) एवं स्थल मण्डल (Lithosphere) आते हैं। पर्यावरण के अंतर्गत वे सभी वस्तुएँ आती हैं जो सजीवों को घेरे रहती हैं एवं उनके जीवन को विभिन्न प्रकार से प्रभावित करती हैं।

वैदिक काल से ही भारत में पर्यावरण के निरीक्षण, परीक्षण एवं विश्लेषण की प्रवृत्ति रही है। इसका ज्ञान पुराण, वेद एवं उपनिषदों में वर्णित है। इन शास्त्रों में लिखा है कि मनुष्य की उत्पत्ति पृथ्वी, जल, अग्नि, आकाश एवं वायु (पंच तत्व) से हुई है; विष्णु पुराण, वृहत् संहिता, चरक संहिता एवं

सुश्रुत संहिता में पर्यावरण का वर्णन उल्लेखित है। दो महाकाव्यों रामायण तथा महाभारत में कई स्थानों पर पर्यावरणीय चेतना के उदाहरण वर्णित हैं।

पर्यावरण के अंतर्गत (i) जैविक घटक (Biotic component) एवं (ii) अजैविक घटक (Abiotic component) आते हैं। जैविक घटक में प्राणी, पादप, सूक्ष्म जीव एवं मानव सम्मिलित हैं जबकि अजैविक घटक में वायु, जल, मृदा, तापक्रम, आर्द्रता, स्थलाकृति आदि आते हैं। पर्यावरण के ये घटक साथ कार्य करते हैं, आपस में समन्वय रखते हैं एवं एक दूसरे के प्रभाव को रूपान्तरित भी करते हैं। पर्यावरण अध्ययन के अंतर्गत इसके विभिन्न घटकों का अध्ययन और उनका संवर्धन, संरक्षण एवं प्रबन्धन सम्मिलित है।

13.2 पर्यावरण प्रदूषण (Environmental Pollution)

ऑक्सफोर्ड अंग्रेजी शब्दकोष में प्रदूषण (Pollution) तथा प्रदूषण करने (Pollute) शब्दों के अर्थ निम्नानुसार दिए हैं :

पॉल्यूट (प्रदूषित करना) – शुद्धता अथवा पवित्रता को नष्ट करना (जल आदि को बदबूदार एवं गंदा करना)।

पॉल्यूशन (प्रदूषण) – प्रदूषित करने का कार्य। इससे ज्ञात होता है कि प्रदूषण को स्पष्ट शब्दों में परिभाषित नहीं किया जा सकता। फिर भी इसकी अवधारणा बताने के लिए शब्दों में इसकी व्याख्या की जा सकती है। प्रदूषण वायु, जल, मृदा, जीवजात आदि की भौतिक, रासायनिक और/या जैविक विशेषताओं में अवांछित परिवर्तन है, जो संसाधनों के कच्चे माल का निम्नीकरण करता है। यह पर्यावरण के एक या अधिक घटकों में प्रत्यक्ष या परोक्ष परिवर्तन कर जीवित जीवों विशेषकर मानव जाति पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकता है। कुछ प्रदूषक जैसे गंध तथा शोर मनोवैज्ञानिक अधिप्रभाव उत्पन्न करते हैं। कभी–कभी यह मानव स्वास्थ्य के लिए खतरा बन सकता है।

प्रदूषण को दो श्रेणियों में विभाजित कर सकते हैं– (1) जिससे पर्यावरण के भौतिक और रासायनिक घटकों में मानव के लिए हानिकारक परिवर्तन हो जाते हैं तथा (2) जिसमें आधुनिक औद्योगिक एवं प्रौद्योगिक मानव की गतिविधियों द्वारा पर्यावरण में कुछ नए पदार्थ शामिल हो जाते हैं। प्रथम श्रेणी के प्रदूषकों की तुलना में ये नए पदार्थ लगभग नगण्य होते हैं।

जनसंख्या वृद्धि ने प्राकृतिक संसाधनों पर सीधा आक्रमण किया है। आधुनिक मानव विश्वास करता है कि पृथ्वी मनुष्य के लिए बनी है। वह संसाधनों के दोहन के लिए अधिकृत है। राष्ट्रपिता महात्मा गांधी ने कहा था कि पृथ्वी में आज भी मानव की आवश्यकताओं के लिए यथेष्ट है, उसकी तृष्णा के लिए नहीं। इस प्रकार प्रकृति के शोषण और प्रदूषण के संकट का मूल कारण मानव की तृष्णा और अज्ञान है।

यदि सविवेक मूल्यांकन किया जाए तो पता लगेगा कि तेजी से बढ़ती जनसंख्या, अनियोजित वन विनाश, शहरीकरण, औद्योगीकरण, विकास की ओर अंधी दौड़, पर्यावरण संकट के वास्तविक कारक हैं।

भारत में वैदिक काल से ही पर्यावरण के प्रति जागरूकता रही है। सम्पूर्ण वैदिक और उत्तर वैदिक काल में पर्यावरण संरक्षण जीवनचर्या का अभिन्न अंग रहा है। उपनिषद् भावी पीढ़ियों के लिए संसाधनों को सुरक्षित रखने की नीति प्रस्तुत करते हैं। सम्राट अशोक के शिलालेख संभवतः वन्य जीवन संरक्षण के प्रथम अभिलेख हैं। इनसे पता चलता है कि अशोक ने वन्य जीवों और पक्षियों के लिए चिकित्सा तथा आरक्षित क्षेत्र बनाए थे। इस देश पर मुगलों के आक्रमण दुर्भाग्यपूर्ण रहे तथा मुगल सल्तनत की स्थापना ने हमारी समाज व्यवस्था का ऐसा रूपान्तरण किया जिससे हमारे पूर्वजों का हजारों वर्षों का ज्ञान काल के गाल में समा गया।

तकनीकी क्रान्ति से सम्बन्धित तथाकथित विकास तथा अधिकाधिक तकनीकी विकास के लिए बेलगाम दौड़ ने पर्यावरण संरक्षण की चिन्ता को ताक पर रख दिया है। मानवता के लिए दीर्घकालीन लाभों की उपेक्षा कर तात्कालिक लाभ प्राप्त करने की चाह ने परिवेश में अवांछित परिवर्तन करने वाली स्थिति निर्मित की है जिससे पादप, जन्तु एवं मानव जीवन पर हानिकारक प्रभाव पड़ रहे हैं।

13.2.1. वायु–प्रदूषण (Air Pollution)

वायुमण्डल को बनाने वाली वायु वास्तव में कई गैसों का मिश्रण है। इसमें जीवधारियों में श्वसन एवं उपापचयी प्रक्रियाओं (Metabolic processes) के लिए आवश्यक जीवनदायी एवं अपरिहार्य, एक गैस ऑक्सीजन भी है।

सारणी 13.1 : आयतन के आधार पर वायु का संघटन

क्र.	घटक	प्रतिशत
1.	नाइट्रोजन	78.09
2.	ऑक्सीजन	20.95
3.	कार्बन डाइऑक्साइड	0.03

शेष घटकों में, ऑर्गन, क्रिप्टॉन, हीलियम, ओजोन, कार्बन मोनोऑक्साड, जलवाष्प, अमोनिया, मीथेन आदि शामिल हैं।

13.2.2 वायु प्रदूषण के कारण (Causes of Air Pollution)

वायु प्रदूषण या तो प्राकृतिक हो सकता है या मानवजनित। वायु प्रदूषण के लिए उत्तरदायी प्राकृतिक कारण निम्नलिखित हैं:

1. ज्वालामुखी विस्फोट– इनसे सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2), हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S), कार्बन मोनोऑक्साइड (CO) आदि प्रदूषणकारी गैसें निकलती हैं।
2. जंगल की आग।
3. कच्छीय गैसें (जैसे CH_4)।
4. प्राकृतिक, कार्बनिक एवं अकार्बनिक पदार्थों के अपघटन उत्पाद।
5. निलम्बित कणीय पदार्थ
6. बाह्य–स्थलीय पदार्थ।
7. ब्रह्माण्डीय रज।
8. पराग, बीजाणु आदि वाय व एलर्जीकारक।

मानवजनित वायु प्रदूषक निम्नलिखित हैं :

1. औद्योगिक उत्सर्ग।
2. मोटर वाहन उत्सर्ग।
3. घरेलू उत्सर्ग।
4. जीवाश्म ईंधनों के जलने से उत्पन्न पदार्थ।
5. युद्ध में प्रयुक्त विस्फोटक सामग्री एवं अन्य रसायन आदि।
6. कृषि में प्रयुक्त पदार्थ एवं कृषि क्रियाएँ।

13.2.3 वायु प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Air Pollution)

ये प्रदूषक मानव स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। इनके कुछ प्रदूषक एवं उनके प्रभाव निम्नलिखित हैं:

1. **सल्फर डाइऑक्साइड–** इससे वक्ष संकुचन, सिरदर्द, उल्टी होती हैं। इससे होने वाले विकार मृत्यु का भी कारण बन सकते हैं।
2. **नाइट्रोजन के ऑक्साइड–** ये पक्ष्मों (Cilia) की क्रिया को रोकते हैं। अतः कालिख तथा धूल कण फेफड़ों की गहराई में पहुँच जाते हैं जिससे श्वसन विकार होते हैं।
3. **हाइड्रोजन सल्फाइड–** यह आँखों और गले में जलन उत्पन्न करती है तथा मितली आती है।
4. **कार्बन मोनोऑक्साइड–** यह रक्त की ऑक्सीजन वहन क्षमता को कम करके थकान लाती है।
5. **हाइड्रोजन साइनायड–** यह तंत्रिका कोशिकाओं को प्रभावित करती है। इससे गले का सूखना, अस्पष्ट दृष्टि तथा सरदर्द आदि प्रभाव होते हैं।
6. **अमोनिया–** यह ऊपरी श्वसन मार्ग में सूजन उत्पन्न करता है।

13.2.4. वायु–प्रदूषण का नियंत्रण (Control of Air Pollution)

संसाधनों के विवेकपूर्ण तथा सीमित उपयोग द्वारा वायु–प्रदूषण का नियंत्रण किया जा सकता है। इसके नियंत्रण की कुछ रणनीतियाँ निम्नलिखित हैं :

1. **अधिशोषण (Adsorption)–** यह कुछ पदार्थों की सतह की विशेषताओं पर आधारित एक भौतिक प्रक्रिया है। इसमें तरल और गैस प्रवाह का सम्बन्ध, एक ठोस से कर देते हैं। सक्रियत चारकोल (Activated charcoal), सिलिका जैल, रेजिन आदि का उपयोग इस उद्देश्य से अधिशोषक के रूप में किया जाता है। इस प्रक्रिया में अधिशोषक का बार–बार उपयोग किया जाता है। अतः यह एक मितव्ययी प्रक्रिया है।
2. **अवशोषण (Absorption) –** यह भी एक भौतिक प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया में गैस को एक तरल में घुलने दिया जाता है। अवशोषण के लिए जल सर्वाधिक उपयुक्त विलायक या माध्यम है।
3. **संघनन (Condensation)** – गैसीय वाष्पों का नियंत्रण, संघनन प्रक्रिया द्वारा किया जा सकता है। परिवेशी (Ambient) ताप पर बहुत कम वाष्प दाब वाले हाइड्रोकार्बनों तथा अन्य कार्बनिक पदार्थों को हटाने के लिए यह सबसे उपयुक्त प्रक्रिया है। जल या वायु शीतलित संघनित्रों के उपयोग से वायु–प्रदूषण का संतोषजनक नियंत्रण किया जा सकता है।
4. **रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा (By chemical reactions)** – रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा भी वायु–प्रदूषण का नियंत्रण किया जा सकता है :

13.2.5 जल–प्रदूषण (Water Pollution)

जल पृथ्वी ग्रह का सबसे बहुमूल्य संसाधन है जिस पर सभी जीवित जीवों का जीवन निर्भर है। सभी जीवधारियों का यह प्रमुख भाग है। कतिपय जीवों में तो यह जीवधारी के भार का 90% तक हो सकता है। मानव इतिहास में झाँकने से पता चलेगा कि विश्व की महान सभ्यताएँ बड़ी नदियों के किनारे ही उत्पन्न व विकसित हुईं है। मानव द्वारा इनके अविवेकपूर्ण उपयेाग एवं दुरूपयोग ने इन सभ्यताओं को कब्रगाहों में बदल दिया है।

जल, भू–दृश्यों को प्राकृतिक सौन्दर्य प्रदान करता है और उनमें सौन्दर्य बोध जगाता है। यह मनोरंजन और जलविहार का आधार है। यह मानव स्वास्थ्य के लिए भी महत्त्वपूर्ण घटक है। इसका संदूषण अनेक महामारियों और जलोढ़ रोगों को

जन्म दे सकता है।

13.2.6 जल–प्रदूषण के कारण (Causes of Water Pollution)

वायु प्रदूषण की ही भांति जल–प्रदूषण के भी दो कारण हैं (1) प्राकृतिक तथा (2) मानवजनित जो मानव गति–विधियों के कारण होता है। जल–प्रदूषण की प्राकृतिक प्रक्रिया में प्राकृतिक पदार्थों जैसे लवण, रसायन, खनिज आदि का विलय तथा पादप एवं जन्तु स्रोतों के विलेय उत्पादों का अपघटन सम्मिलित हैं। ये सभी वर्षा जल द्वारा जल स्रोतों जैसे पोखर, तालाब, झील, नदियों आदि में पहुँचाए जाते हैं जो अन्ततः महासागरों में पहुँच जाते हैं। समुद्रों की खारी प्रकृति, सदियों से नदियों द्वारा बहकर लाए गए लवणों के एकत्रित होने के कारण हैं।

जल–प्रदूषण की वर्तमान समस्या आधुनिक औद्योगिक गतिविधियों की देन है। घरेलू गंदा जल, मलजल/वाहित मल, नगर के अपशिष्ट, औद्योगिक उत्सर्ग, कृषि भूमियों के प्रक्षाल्य, तेल की चिकनाहट, ठोस अपशिष्टों के अपक्षय उत्पाद आदि को प्राकृतिक जल स्रोतों में विसर्जित करने से उनका प्रदूषण होता है। वायु और भूमि से जल विलेय पदार्थ (संदूषक) अन्ततः जल में आकर उसे प्रदूषित करते हैं। विलेय विक्षालित पदार्थ भौमजल संसाधनों तक पहुँच जाते हैं।

जल में घुलकर उसका प्रदूषण करने वाले विभिन्न पदार्थ हैं :

1. अम्ल 2. क्षार 3. कोयला 4. रंजक 5. वसा, साबुन एवं मोम 6. गैसीय प्रदूषक (घुली हुई गैसें) 7. उर्वरक 8. पीड़कनाशी 9. शाकनाशी 10. फार्म उत्सर्ग 11. विषाक्त धातुएँ जैसे पारा एवं उसके यौगिक 12. संश्लेषित अपमार्जक (Detergents) 13. तेल 14. प्रोटीन एवं कार्बोहाइड्रेट 15. घुले हुए ठोस 16. अन्य कार्बनिक प्रदूषक : (अ) पॉलीक्लोरीनेटेड बाइ–फिलाइल्स (PCBs) (ब) फिनॉल एवं फिनॉलिक योगिक (स) पॉलीन्यूक्लियर ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बन (द) एल्डीहाइड्स 17. रेडियोधर्मी पदार्थ 18. गर्म बहिःस्राव द्वारा तापीय प्रदूषक 19. रंग 20. जैविक प्रदूषक–विषाणु, शैवाल, कवक आदि। 21. गंध तथा 22. गंदलापन आदि।

भारत की सभी 14 बड़ी नदियाँ जैसे गंगा, यमुना, गोदावरी, गोमती, कोसी, कावेरी, रावी, सोन, चिनाब, झेलम, नर्मदा, माही, ताप्ती और कृष्णा, तीव्र जल प्रदूषण का शिकार हैं।

13.2.7 जल प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Water Pollution)

समुद्र जल में एकत्रित प्रदूषक यदि विषाक्तता की अवसीमा को पार कर जाते हैं तो पृथ्वी पर 60% प्रकाश संश्लेषित ऑक्सीजन को उत्पन्न करने वाले पादप प्लवक अव्यवस्था एवं महाविपदा की स्थिति में पड़ जाएँगे। जब घुली हुई ऑक्सीजन का स्तर जैवरासायनिक माँग से नीचे हो जाएगा तो इससे होने वाली हानि का आकलन करना भी कठिन हो जाएगा।

13.2.8 जल प्रदूषण का नियंत्रण (Control of Water Pollution)

जल प्रदूषण से उत्पन्न खतरों से पार पाने के लिए एकीकृत जल एवं उत्सर्ग प्रबन्ध (Integrated water and waste management) के कार्यक्रमों की आवश्यकता है। इसमें शामिल हैं :

(1) जल उपचार (2) उत्सर्ग जल उपचार (3) उत्सर्ग जल का पुनः चक्रण तथा (4) उत्पाद पुनः प्राप्ति। उत्सर्ग जल के उपचार के लिए निम्नलिखित तकनीकों का उपयोग किया जा सकता है :

1. ऑक्सीकरण एवं स्थिरकारी पोखर (Oxidation and stabilization ponds) – उत्सर्ग जल को इन पोखरों में स्थिर किया जाता है जो पर्याप्त सूर्य–प्रकाश और गर्म जलवायु में ऑक्सीकृत हो जाता है।

2. सिंचाई के उद्देश्य से वाहित मल बहिःस्रावों का उद्धार कर उपयोग में लाना।

3. प्रदूषकों को हटाना :

(अ) व्युत्क्रम परासरण (Reverse osmosis) द्वारा लवणों को अलग करना।

(ब) वैद्युत अपघटन (Electrolysis), आयन विनिमय रेजिन आदि द्वारा धातुओं को अलग करना।

(स) जलकुम्भी (Water hyacinth) द्वारा।

(द) मूल क्षेत्र (Root zone) उपचार तकनीक।

मानव उपयोग के लिए जल उपलब्ध कराने के उद्देश्य से, स्थानीय, जल प्रबन्धन रणनीति बनाने की भी आवश्यकता है। जल उपलब्धता के लिए निम्नलिखित उपाय किए जा सकते हैं :

1. नदियों, क्षुद्र सरिताओं, झीलों आदि के प्रदूषण नियंत्रण हेतु उचित कदम उठाए जाएँ।
2. प्राकृतिक वनस्पति का संरक्षण।
3. नदियों, क्षुद्र सरिताओं, झीलों, तालाबों आदि के आवास क्षेत्रों का सुधार।
4. जलाशयों में विसर्जित करने से पूर्व वाहित मल, घरेलू उत्सर्गों तथा औद्योगिक उत्सर्ग का उचित उपचार।
5. संग्रह प्रारक्षणों का निर्माण।
6. अन्तःभौमिक जल भण्डारों का बड़े पैमाने पर विकास।
7. वर्षाजल का संग्रह।

8. भौमजल की कृत्रिम पुनःपूर्ति।

13.2.9 मृदा प्रदूषण (Soil Pollution)

मृदा, स्थलमण्डल (Lithosphere) का वह भाग है जो वायुमण्डल, जलमण्डल तथा जैवमण्डल से अन्योन्य क्रियाएँ करता है। इस प्रकार यह थलीय जीवधारियों की सभी मौलिक आवश्यकताओं को पूरा करता है। मृदा, स्थलीय पौधों को आवश्यक पदार्थ उपलब्ध कराती है जो जैविक पदार्थ उत्पन्न करते हैं, जिससे मनुष्य को रोटी, कपड़ा और मकान के रूप में मूलभूत आवश्यकताओं की पूर्ति होती है।

मृदा में विभिन्न प्रकार के तथा विभिन्न अनुपातों में एक साथ जुड़े हुए कण पाए जाते हैं। इसमें वायु अथवा जल से भरे हुए स्थान या अन्तराल पाए जाते हैं। यदि मृदा सुवातित (अच्छी तरह वायु पूरित) नहीं होती है तो छिद्रावकाश जल से भर जाते हैं तथा मूल (जड़) की वृद्धि को रोकते हैं। जहाँ जलनिकास अपर्याप्त होता है वहाँ ऐसा होता है और मृदा जलाक्रान्त हो जाती है।

13.2.10 मृदा प्रदूषण के कारण (Causes of Soil Pollution)

मृदा प्रदूषण, आधुनिक जीवनशैली, उद्योग तथा कृषि से सम्बन्धित मानव गतिविधियों का परिणाम है। इनमें से मृदा प्रदूषण के कुछ प्रमुख स्रोत निम्नलिखित हैं :

1. औद्योगिक उत्सर्ग/अपशिष्ट– उद्योगों के ठोस तथा तरल उत्सर्गों को अन–उपचारित रूप में ही मृदा पर फैला दिया जाता है। दूर–दूर तक फैलने वाली उड़न राख मृदा को क्षति पहुँचाती है। उत्सर्ग के खनिज, रसायन, विष आदि मृदा को संदूषित करते हैं तथा उसकी उर्वरता को समाप्त कर देते हैं।

2. नगरीय उत्सर्ग– कागज, काँच, धात्विक पात्र (डिब्बे), प्लास्टिक, रेशे, खाद्य अपशिष्ट, रबर, रंजक, पेण्ट आदि ठोस नगरीय उत्सर्ग हैं जो मृदा को अनेक प्रकार से संदूषित कर उसको बड़े पैमाने पर प्रदूषण करते हैं। तरल नगरीय उत्सर्गों में घुले हुए कार्बनिक एवं अकार्बनिक रसायन, तेल, ग्रीस, विषैले पदार्थ आदि होते हैं जो मृदा में फैलकर उसे संदूषित करते हैं। इन उत्सर्गों में रोगकारी जीव भी होते हैं जो रोग फैलाते हैं।

3. कृषि गतिविधयाँ – रासायनिक उर्वरकों का अविवेक पूर्ण अंधाधुंध उपयोग तथा अतिशय सिंचाई से मृदा जलाक्रान्त होती है और उसके पोषकों का अपक्षालन होता है। इससे मृदा की उर्वरता नष्ट होती है।

प्रतिवर्ष रासायनिक उर्वरकों के उपयोग से मृदा में विलेय लवणों की सान्द्रता क्रमिक रूप में बढ़ती जाती है। ऐसी मृदाए लवणीय मृदा (Saline soil) कहलाती हैं। यदि इन मृदाओं में सोडियम की अधिकता हो तो वे क्षारीय (Alkaline) हो जाती हैं। इन्हें क्षारीय या सोडिक मृदा (Alkaline or Sodic soil) कहते हैं। दोनों ही प्रकार की लवणीय एवं क्षारीय मृदाओं को भारत में "ऊसर" कहा जाता है। ये मृदाएँ खेती के लिए सर्वथा अनुपयुक्त होती है।

आधुनिक कृषि में फसलों को पीड़कों, रोगों तथा खरपतवारों से बचाने के लिए विभिन्न प्रकार के रसायनों–पीड़कनाशी (जैसे DDT) कवकनाशी, जीवाणुनाशी तथा शाकनाशी का वृहद् स्तर पर उपयोग किया जाता है। ये रसायन सामान्यतः अपघटित नहीं होते हैं और मृदा में बने रहते हैं। पौधे इन्हें अवशोषित कर लेते हैं और इनसे ये उच्चतर पोषण स्तरों में खाद्य शृंखला के माध्यम से पहुँच जाते हैं। इस प्रक्रिया में इन रसायनों का जैव आवर्धन (जैव सान्द्रण) होता है और ये मानव के लिए विषाक्त हो जाते हैं।

13.2.11 ध्वनि प्रदूषण (Noise Pollution)

ध्वनि ऊर्जा जो इकाई समय में माध्यम के इकाई क्षेत्र में प्रवाहित हो रही हो उसे वाट/वर्ग मीटर में मापा जाता है। ध्वनि दाब को न्यूटन/वर्ग मी. (N/m^2) के रूप में भी मापा जा सकता है। ध्वनि की प्रबलता (Loudness) को एक सापेक्षिक इकाई सोन (Sone) के रूप में व्यक्त किया जाता है। एक सोन 40 dB ध्वनि प्रबलता के बराबर होती है। एक dB (डेसीबल) 0.002 माइक्रोबार ध्वनि दाब ($dynes/cm^2$) = लगभग 10^{-16} वाट ऊर्जा के समकक्ष होती है। मानव श्रवण (Hearing) परास 0 से लेकर 120 से अधिक होती है। सामान्यतः 80 dB को कान की क्षति (Damage) के लिए क्रांतिक (Critical) स्तर माना जा सकता है। अतः इस तथा इससे उच्च ध्वनि प्रबलता को प्रदूषण माना जाता है।

विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) ने किसी भी शहर के लिए 45 dB को सुरक्षित शोर स्तर तय किया है। 10 मिली सेकण्ड से अधिक समय के लिए 90 dB से अधिक ध्वनि स्तर, श्रवणिक प्रतिवर्ती क्रिया (Aural reflex action) टिम्पैनिंक झिल्ली का संकुचन करता है। 140 dB से अधिक ध्वनि स्तर कर्ण अस्थिका (Ear oscicles) की गति की दिशा को बदल देता है, जिससे आन्तरिक कर्ण द्वारा प्राप्त ध्वनि की तीव्रता कम हो जाती है। यह सुरक्षात्मक, प्रतिवर्ती क्रिया प्रबल शोर के बुरे प्रभाव का सामना थोड़े समय के लिए ही कर पाती है। इन तथ्यों के आधार पर अस्पताल क्षेत्रों में 65 dB को अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर सहनशीलता की सीमा माना गया है।

ध्वनि प्रदूषण मानव स्वास्थ्य, आराम और दक्षता को

प्रभावित करता है। यह रक्त वाहिनियों का संकुचन कर सकता है और "ऐड्रीनेलिन" नामक हार्मोन का अतिस्राव कर सकता है, जो उच्च रक्त चाप उत्पन्न करता है। इससे पेशियों का खिंचाव होता है, जिससे मानसिक तनाव, तंत्रिका भंग तथा पागलपन आदि हो सकते हैं। उच्च ध्वनि स्तर, मानसिक व्यथा, उच्च कोलेस्टीरॉल स्तर, हृदयाघात तथा मस्तिष्क, वृक्क, यकृत की क्षति और भीतरी पर्त की रोम कोशिकाओं को चिरकालिक क्षति पहुँचा सकता है जिससे बहरापन आता है।

तापीय–प्रदूषण (Thermal Pollution)

किसी प्राकृतिक जलराशि में गर्म बहिःस्राव मिलाने पर उस जलराशि का ताप बढ़ने से तापीय प्रदूषण होता है। इससे जल की गुणवत्ता में गिरावट आती है और जलीय तथा थलीय जीवजात की हानि होती है। तापीय प्रदूषण के स्रोत निम्नलिखित हैं :

1. नाभिकीय विद्युत संयंत्र के बहिःस्राव– इन विद्युत संयंत्रों के बहिःस्रावों का ताप प्रायः प्रशीतक में आने वाले जल से 10^0 से. अधिक होता है। इससे जलीय जीवन बुरी तरह से प्रभावित होता है।

2. तापीय विद्युत संयंत्र बहिःस्राव– इन संयंत्रों में विद्युत उत्पादन के लिए कोयले का उपयोग होता है। इसके लिए समीपस्थ जलराशि से जल लिया जाता है और लगभग 15^0 से. अधिक ताप पर उसी में वापस छोड़ दिया जाता है। गर्म बहिःस्राव, जल में "घुली हुई ऑक्सीजन" को कम कर देते हैं जिससे मछलियाँ तथा अन्य जीवधारियों की मृत्यु हो जाती है।

3. जल विद्युत शक्ति बहिःस्राव– विद्युत उत्पादन की यह एक मात्र प्रक्रिया है। जिससे जल तंत्र का ऋणात्मक तापीय उद्भारण (Negative thermal loading) होता है।

4. औद्योगिक बहिःस्राव– वस्त्र, कागज, शर्करा आदि के उद्योग गर्म बहिःस्राव उत्पन्न करते हैं। ये 8^0 से 10^0 अधिक तापक्रम वाले होते हैं। इस बहिःस्राव का क्या प्रभाव होगा, यह इस बात पर निर्भर करेगा कि जलाशय के मूल ताप से यह ताप कितना अधिक है।

5. घरेलू वाहित मल– इन्हें उपचारित करके या बिना उपचार के ही नदियों, नहरों या झीलों में विसर्जित कर दिया जाता है। नगरीय वाहित मल का ताप सामान्यतः उच्च रहता है। यह जलाशय में उच्च स्तर तक ताप वृद्धि कर सकता है जिससे जलाशय का जलीय जीवजात कम हो जाता है, इससे अवायव दशाएँ उत्पन्न हो जाती हैं जो मछलियों की मृत्यु का कारण बनती हैं।

जीवधारियों तथा जीवसमुदायों की जैविकी में तापीय प्रदूषण से होने वाले प्रतिकूल और भौतिक तथा रासायनिक परिवर्तनों में से कुछ निम्नलिखित हैः

(अ) भौतिक दशाएँ

1. तापमान में वृद्धि।
2. वाष्प दाब में वृद्धि।
3. निलम्बित कणों (Suspended particles) की सिलटिंग दर में वृद्धि आदि।
4. घनत्व में कमी।
5. श्यानता (Viscocity) में कमी।

(ब) रासायनिक दशाऐं

7. रासायनिक ऑक्सीजन माँग (C.O.D.) में वृद्धि।
8. जैविक ऑक्सीजन माँग (BOD) में वृद्धि।
9. विषाक्तता (Toxicity) में वृद्धि।

(स) जैविक प्रभाव

10. कार्यिकीय (Physiological) गतिविधियों में परिवर्तन।
11. उपापचयी (Metabolic) दरों में परिवर्तन।
12. जैव–रासायनिक (Biochemical) प्रतिमानों में परिवर्तन।
13. प्रजनन में व्यवधान (Interference) ।
14. प्रजनन दर में विभिन्नता (Variation) ।
15. प्रत्यक्ष मृत्यु संख्या की कारणभूत संवेदनशीलता में वृद्धि।

(द) जैव समुदायों पर प्रभाव

16. जीवधारियों के वितरण प्रारूप परिवर्तित होते हैं।
17. शैवाल समष्टि में अवांछित परिवर्तन।
18. सायनोबैक्टीरिया (नील हरित जीवाणु) द्वारा "वाटर ब्लूम्स" (जल प्रस्फुटन) बनाना।
19. विनाशकारी जीवों का आक्रमण।

तापीय प्रदूषण निवारण के लिए ऐसे संयंत्र बनाए जाएँ जिनमें प्रयुक्त जल कम गर्म हो और बहिःस्रावों को विसर्जित करने से पूर्व टैंकों और/या टॉवरों में ठण्डा करने के उद्देश्य से रोका जाय।

13.3 पारिस्थितिकी (Ecology)

पर्यावरण अध्ययन, पारिस्थितिकी (Ecology) के अन्तर्गत आता है। इस शब्द की उत्पत्ति ग्रीक भाषा के ओइकोस (Oikos) शब्द से हुई है जिसका अर्थ है रहने का स्थान (Place to live) एवं लोगोस (Logos) शब्द का अर्थ है–अध्ययन करना (to study) अर्थात् सजीवों के रहने के स्थान (आवास = habitat) का अध्ययन करना। **अर्नेस्ट हेकल** (Ernst Haeckel,

1868) के अनुसार पारिस्थितिकी **"सजीवों का इसके जैविक एवं अजैविक पर्यावरण (Biotic and abiotic environment) के साथ होने वाला पारस्परिक सम्बन्ध है।"**

प्रत्येक सजीव, जीवित रहने के लिए पर्यावरण से विभिन्न पदार्थ प्राप्त करता है। जैसे–श्वसन के लिए ऑक्सीजन आवश्यक है उसी प्रकार पौधों में प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाई–ऑक्साइड, पानी एवं सूर्य का प्रकाश जरूरी है। पादपों की वृद्धि के लिए खनिज, मृदा से प्राप्त होते हैं। प्राणी अपना भोजन पौधों एवं सूक्ष्म प्राणियों से प्राप्त करते हैं मानव अपना भोजन पौधों एवं प्राणियों से प्राप्त करता है।

धातुएं जैसे कॉपर, एल्यूमिनियम, लोहा आदि मशीनें, बर्तन, जहाज एवं वायुयान बनाने के काम में आते हैं। ये धातुएं खनिजों से प्राप्त होती हैं। कोयला, पेट्रोलियम एवं प्राकृतिक गैस का उपयोग, घरेलू एवं औद्योगिक ईंधन के रूप में होता है। इस प्रकार सभी सजीव पृथ्वी पर पाये जाने वाले पदार्थों का उपयोग करते हैं।

सजीवों को जीवित रहने के लिए जिन पदार्थों की आवश्यकता होती हैं उन्हें संसाधन (Resource) कहते हैं। वे सभी पदार्थ जो पर्यावरण में उपस्थित है एवं सजीवों के जीवन प्रवाह के लिए आवश्यक है उन्हें **प्राकृतिक संसाधन (Natural resource)** कहते हैं। वायु, हवा, मृदा, वनस्पति, प्राणी, खनिज, सूर्य का प्रकाश एवं जीवाश्म ईंधन प्राकृतिक संसाधन हैं।

13.4 पारिस्थितिकी तंत्र (Ecosystem)

यह जीव मण्डल की संरचनात्मक एवं क्रियात्मक इकाई हैं एवं इसमें स्वतः जीवित रहने का गुण है। यह एक खुला तंत्र है एवं सूर्य की ऊर्जा पर निर्भर रहता है। पारिस्थितिकी तंत्र छोटे एवं बड़े भी होते हैं। आस पास के तंत्रों में खनिज पदार्थों एवं ऊर्जा का लगातार आदान–प्रदान होता रहता है। अतः ये सभी तंत्र एक दूसरे से संबंधित है एवं आपस में जुड़े रहते हैं। आपस में जुड़े सभी पारिस्थितिक तंत्रों के जाल को **जीव मण्डल** कहते हैं। सर्वप्रथम ब्रिटिश पारिस्थितिक विज्ञ **आर्थर टेन्सले** (Arthur Tansley, 1935) ने पारिस्थितिक तंत्र शब्द का उपयोग किया। यह जैविक एवं अजैविक घटकों का बना होता है। **यूजिन पी. ओडम** (Eugene P.Odum 1963, 1969) के अनुसार पारिस्थितिकी तंत्र, पारिस्थितिकी की मूलभूत इकाई हैं जिसमें उपस्थित जैविक एवं अजैविक घटक एक दूसरे से अंतःक्रिया करते हैं एवं दोनों घटक जीवन के सातत्य के लिए महत्वपूर्ण हैं। प्राणि समभोजी (Holozoic) जन्तु अपना भोजन स्वयं नहीं बनाते हैं एवं स्वयं की भोजन पूर्ति हेतु ये पादपों पर प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से निर्भर रहते हैं। यद्यपि पादप अपना भोजन संश्लेषित करते हैं परन्तु फिर भी ये विभिन्न अजैविक कारकों पर निर्भर रहते हैं। यदि व्यापक रूप से देखें तो धरा जिस पर हम रहते हैं, स्वयं एक वृहद पारिस्थितिक तंत्र (Giant ecosystem) हैं जिसके विभिन्न (जैविक एवं अजैविक) घटक पारस्परिक क्रिया करते रहते हैं। इसी कारण पारिस्थितिक तंत्र में संरचनात्मक एवं क्रियात्मक परिवर्तन होते रहते हैं। यद्यपि सम्पूर्ण जीव मण्डल को नियंत्रित करना असम्भव प्रतीत होता है, लेकिन अध्ययन की दृष्टि से इसे विभिन्न पारिस्थितिक तंत्रों में बांटा गया है।

13.5 पारिस्थितिक तंत्र की रचना (Structure of ecosystem)

पारिस्थितिक तंत्र दो प्रमुख घटकों (अजैविक तथा जैविक) का बना होता है–

(1) **अजैविक घटक (Abiotic components) –** इनमें अकार्बनिक, कार्बनिक एवं जलवायवी (Climatic) कारक, जैसे–वायु, पानी, मृदा एवं सूर्य का प्रकाश आदि आते हैं–

(i) **अकार्बनिक पदार्थ** – इनमें पोषक तत्व एवं यौगिक आते हैं जैसे–कार्बन, नाइट्रोजन, सल्फर, फास्फोरस, कार्बन डाइ–ऑक्साइड एवं पानी आदि। इनका पारिस्थितिक तंत्र में चक्रण (Cycling) होता है।

(ii) **कार्बनिक यौगिक –** इनमें प्रोटीन, वसा, कार्बोहाइड्रेट एवं ह्यूमसी पदार्थ (Humic substances) सम्मिलित हैं। ये मुख्य रूप से जीवित काय (Living body) से संबंधित होते हैं और अजैविक एवं जैविक यौगिकों को जोड़ते हैं।

(iii) **जलवायवी कारक** – ये दो प्रकार के हैं– (क) वायुमण्डलीय कारक जैसे सूर्य का प्रकाश, ताप, आर्द्रता (Humidity), वर्षण (Precipitation) आदि (ख) मृदीय कारक (Edaphic factor) जैसे स्थलाकृति (Topography), मृदा गठन (Soil texture) आदि। ये कारक सजीवों के वितरण, संख्या उपापचय एवं व्यवहार को प्रभावित करते हैं।

(2) **जैविक घटक** (Biotic components)– पर्यावरण के वे घटक जो सजीव होते हैं जैविक घटक कहलाते हैं– इनको पुनः उत्पादक, उपभोक्ता तथा अपघटकों में विभक्त किया जा सकता है।

(i) **उत्पादक (Producer) –** ये क्लोरोफिल युक्त पादप हैं जिनमें शैवाल, घास एवं पेड़ आते है। ये प्रकाश संश्लेषण द्वारा सूर्य ऊर्जा (Solar energy) को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं। ये अधिकतर प्राणियों के लिए भोजन का स्रोत हैं। हरे पादपों को स्वपोषी (Autotrophs) भी कहते हैं क्योंकि ये अपना भोजन स्वयं बनाते हैं।

(ii) उपभोक्ता (Consumer) – वे प्राणी जो स्वयं का भोजन नहीं बना सकते हैं एवं किसी अन्य पर जीवित रहते हैं उन्हें **उपभोक्ता** कहते हैं। ये विषमपोषी (Heterotrophs) होते हैं। ये ज्यादातर जन्तु होते हैं। वे जन्तु जो भोजन हेतु सीधे पादपों पर निर्भर रहते हैं उन्हें शाकाहारी (Herbivorous) कहते हैं जैसे–टिड्डा, बकरी, भेड़ एवं खरगोश। वे जन्तु जो शाकाहारी जीवों पर भोजन के लिए निर्भर रहते हैं उन्हें मांसाहारी (Carnivorous) कहते हैं, जैसे–शेर, बिल्ली। ये परभक्षी (Predator) या परजीवी (Parasite) भी हो सकते हैं। वे प्राणी जो पादप एवं जन्तुओं पर भोजन के लिए निर्भर रहते हैं उन्हें सर्वाहारी (Omnivorous) कहते हैं जैसे–तिलचट्टा, मनुष्य।

(iii) अपघटक (Decomposer) – इसमें मुख्य रूप से जीवाणु (Bacteria) एवं कवक (Fungi) आते हैं। पारिस्थितिक तंत्र में सामान्यतया बैक्टीरिया जन्तु ऊतकों पर क्रिया करते हैं जबकि कवक, पादप ऊतकों पर। ये मृत ऊतकों का पाचन, एन्जाइम स्रावण के द्वारा करते हैं, इस प्रकार प्रोटोप्लाज्म के आधारभूत तत्वों को पर्यावरण में छोड़ देते हैं, इन तत्वों का उपयोग उत्पादक कर लेते हैं।

13.5.1 पारिस्थितिक तंत्र के प्रकार (Types of ecosystems)

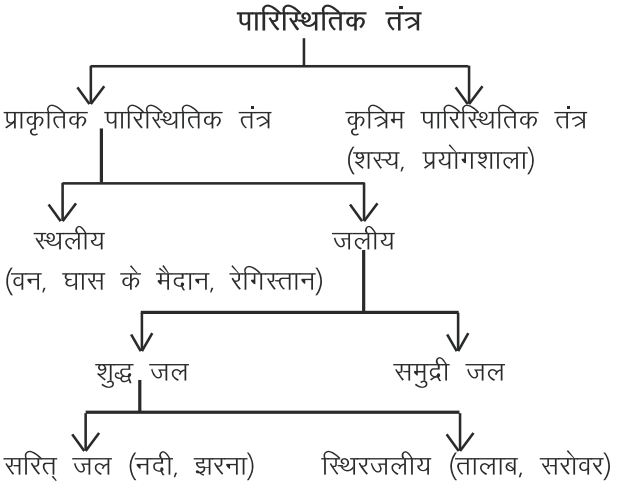
इसके दो प्रमुख प्रकार है–

(1) प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्र (Natural ecosystem) – ये प्राकृतिक अवस्था में स्वतः ही नियंत्रित रहते हैं इनमें मनुष्य का दखल कम होता है। ये विशेष प्रकार के आवास के आधार पर निम्न प्रकार के होते हैं–

(क) **स्थलीय पारिस्थितिक तंत्र** (Terrestrial ecosystem) उदाहरण–वन, घास के मैदान, रेगिस्तान आदि।

(ख) **जलीय पारिस्थितिक तंत्र** (Aquatic ecosystem) – यह दो प्रकार का है– शुद्ध जलीय (Fresh water) एवं समुद्री जलीय (Marine water)। शुद्ध जलीय तंत्र भी दो प्रकार का होता है–सरित (Lotic) उदाहरण–नदी, झरना आदि। स्थिर जलीय (Lentic) उदाहरण–तालाब (Pond), सरोवर (Lake)।

(2) कृत्रिम पारिस्थितिक तंत्र (Artificial ecosystem) – ये तंत्र पूर्ण रूप से मनुष्य द्वारा निर्मित एवं नियंत्रित होते हैं। जैसे–शस्यभूमि (Crop land) जिसमें गेहूँ, बाजरा एवं चावल इत्यादि के क्षेत्र आते है। यहाँ मनुष्य जैव समुदाय (Biotic community) एवं भौतिक रासायनिक (Physico chemical) कारकों को नियंत्रित करने का प्रयास करता है। उपरोक्त तंत्रों के अतिरिक्त, अंतरिक्ष पारिस्थितिक तंत्र (Space ecosystem) को भी पहचाना गया है।

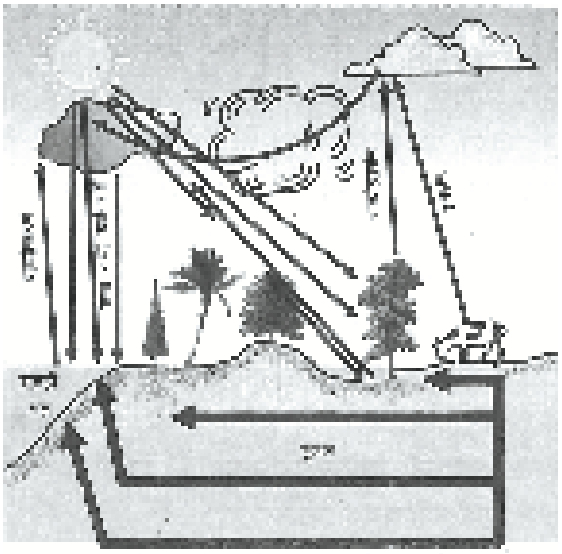


13.6 भू–जैव रासानिक चक्रण (Geobiochemical Cycle)

जीवमंडल के जैविक और अजैविक घटकों के बीच का सामंजस्य जीवमंडल को गतिशील और स्थिर बनाता है। इस सामंजस्य के द्वारा जीवमंडल के विभिन्न घटकों के बीच पदार्थ और ऊर्जा का स्थानांतरण होता है। आइए देखते हैं कि वे कौन–कौन सी क्रियाएँ हैं जो संतुलन को बनाए रखती हैं।

13.6.1. जलीय–चक्र

आपने देखा है कि जलाशयों से जल के वाष्पीकरण और फिर संघनन के बाद वर्षा कैसे होती है। लेकिन हमने समुद्रों और महासागरों को सूखते हुए नहीं देखा है, तो किस प्रकार जल इन जलाशयों में वापस आता है? पूरी



चित्र 13.1. प्रकृति में जलीय–चक्र

प्रक्रिया को, जिसके द्वारा जल, जलवाष्प बनता है और वर्षा के रूप में सतह पर गिरता है और फिर नदियों के द्वारा समुद्र में पहुँच जाता है, **जलीय चक्र** कहते हैं। यह चक्र उतना

आसान और सरल नहीं है जैसा कि वक्तव्य से प्रतीत होता है। वह सारा जल जो पृथ्वी पर गिरता है तुरंत समुद्र में नहीं चला जाता है। इसमें से कुछ मृदा के अंदर चला जाता है और भूजल का हिस्सा बन जाता है। कुछ भूजल झरनों के द्वारा सतह पर आ जाता है या हम इसे अपने व्यवहार के लिए कूपों और नलकूपों की मदद से सतह पर लाते हैं। जीवन की विभिन्न प्रक्रियाओं में स्थलीय जीव–जंतु और पौधे इस जल का उपयोग करते हैं (चित्र 13.5.1)

जैसा कि आप जानते हैं जल बहुत से पदार्थों को घुलाने में सक्षम है। घुलने वाले खनिजों से होकर जब जल गुजरता है तब इनमें से कुछ खनिज जल में घुल जाते हैं। इस प्रकार नदी बहुत से पोषक तत्वों को सतह से समुद्र में ले जाती है और इनका उपयोग समुद्री जीव–जंतुओं द्वारा किया जाता है।

13.6.2 ऑक्सीजन–चक्र

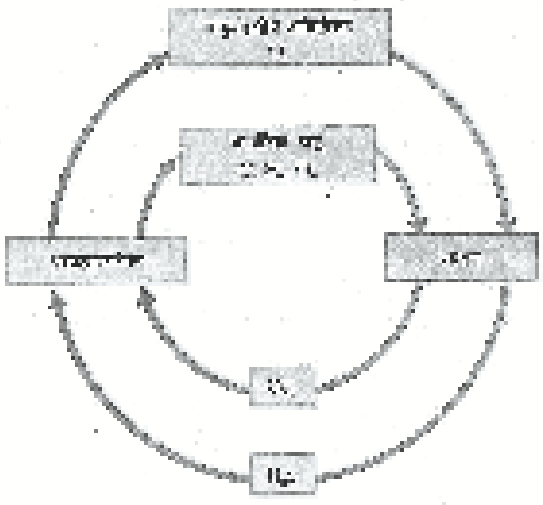
ऑक्सीजन पृथ्वी पर बहुत अधिक मात्रा में पाया जाने वाला तत्व है। इसकी मात्रा मूल रूप में वायुमंडल में लगभग 21 प्रतिशत है। यह बड़े पैमाने पर पृथ्वी के पटल के जल व अन्य यौगिकों के रूप में तथा वायु में कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में भी पाई जाती है। पृथ्वी के पटल में यह धातुओं तथा सिलिकन के ऑक्साइडों के रूप में पाई जाती है। यह कार्बोनेट, सल्फेट, नाइट्रेट तथा खनिजों के रूप में भी पाई जाती है। यह जैविक अणुओं; जैसे–कार्बोहाइड्रेट्स, प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल और वसा (अथवा लिपिड) का भी एक आवश्यक घटक है।

लेकिन जब हम ऑक्सीजन–चक्र के बारे में बात करते हैं तब हम मुख्यतः उस चक्र को निर्देशित करते हैं जो ऑक्सीजन की मात्रा को वायुमंडल में संतुलित बनाए रखता है। वायुमंडल से ऑक्सीजन का उपयोग तीन प्रक्रियाओं में होता है, जिनके नाम हैं: श्वसन, दहन तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड के निर्माण में। वायुमंडल में ऑक्सीजन केवल एक ही मुख्य प्रक्रिया, जिसे प्रकाशसंश्लेषण कहते हैं, के द्वारा लौटती है। इस प्रकार से प्रकृति में ऑक्सीजन–चक्र की रूपरेखा बनती है।

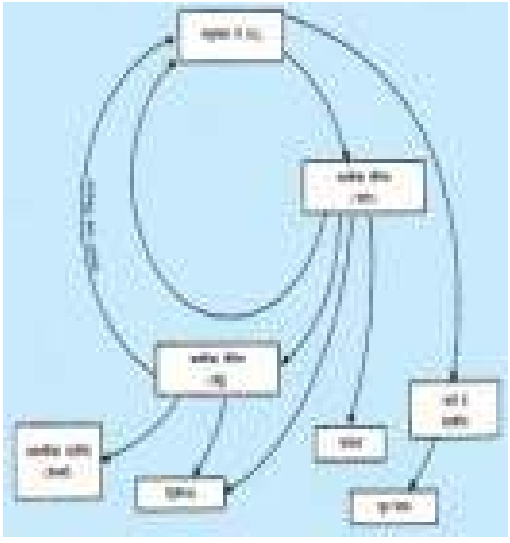
यद्यपि हम जीवन में श्वसन की क्रिया में ऑक्सीजन को महत्वपूर्ण मानते हैं, परन्तु कुछ जीव मुख्यतः बैक्टीरिया, तत्वीय ऑक्सीजन द्वारा ज़हरीले हो जाते हैं। वास्तव में, बैक्टीरिया के द्वारा नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रक्रिया ऑक्सीजन की उपस्थिति में नहीं होती।

13.6.3 कार्बन–चक्र

कार्बन पृथ्वी पर बहुत सारी अवस्थाओं में पाया है। यह अपने मूल रूप में हीरा और ग्रेफ़ाइट में पाया जाता है। यौगिक के रूप में वह वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में, विभिन्न प्रकार के खनिजों में कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के रूप में पाया जाता है। जबकि सभी जीवरूप कार्बन आधारित अणुओं; जैसे–प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट्स वसा, न्यूक्लिक अम्ल और विटामिन पर आधारित होते हैं। बहुत सारे जंतुओं के बाहरी और भीतरी कंकाल भी कार्बोनेट लवणों से बने होते हैं। प्रकाशसंश्लेषण की क्रिया, जो सूर्य की उपस्थिति में उन सभी पौधों में होती है जिनमें कि क्लोरोफ़िल होता है, द्वारा कार्बन जीवन के विभिन्न प्रकारों में समाविष्ट होता है। यह प्रक्रिया वायुमंडल में या जल में घुले कार्बन डाइऑक्साइड को ग्लूकोस अणुओं में बदल देती है। ये ग्लूकोस अणु या तो दूसरे पदार्थों में बदल दिए जाते हैं या ये दूसरे जैविक रूप से महत्वपूर्ण अणुओं के संश्लेषण के लिए ऊर्जा प्रदान करते हैं।



चित्र 13.2 प्रकृति में ऑक्सीजन चक्र

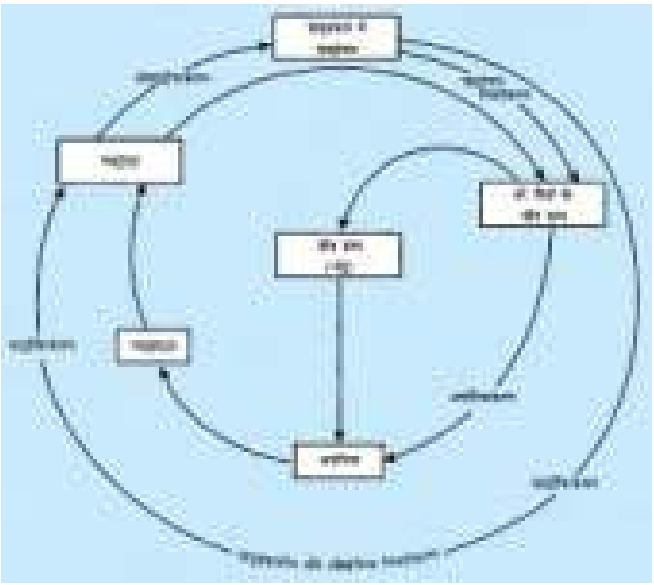


चित्र 13.3 कार्बन चक्र

जीवित प्राणियों को ऊर्जा प्रदान करने की प्रक्रिया में ग्लूकोस का उपयोग होता है। श्वसन की क्रिया द्वारा ग्लूकोस को कार्बन डाइऑक्साइड में बदलने के लिए ऑक्सीजन का प्रयोग हो भी सकता है और नहीं भी। यह कार्बन डाइऑक्साइड पुनः वायुमंडल में चली जाती है। दहन की क्रिया जहाँ ईंधन का उपयोग खाना पकाने, गर्म करने, यातायात और उद्योगों में होता है, के द्वारा वायुमण्डल में कार्बन डाइऑक्साइड का प्रवेश होता है। वास्तव में, जब से औद्योगिक क्रांति हुई है और मानव ने बहुत बड़े पैमाने पर जीवाश्म ईंधन को जलाना शुरू किया है तब से वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा दोगुनी हो गई है। जल की तरह कार्बन का भी विभिन्न भौतिक एवं जैविक क्रियाओं के द्वारा पुनर्चक्रण होता है।

13.6.4 नाइट्रोजन–चक्र

हमारे वायुमंडल का लगभग 78 प्रतिशत भाग नाइट्रोजन गैस है। यह गैस जो जीवन के लिए आवश्यक बहुत सारे अणुओं का भाग है; जैसे–प्रोटीन, न्यूक्लीक अम्ल, डी.एन.ए. और आर.एन.ए. तथा कुछ विटामिन। नाइट्रोजन दूसरे जैविक यौगिकों में भी पाया जाता है; जैसे–ऐल्केलॉइड् तथा यूरिया। इसलिए नाइट्रोजन सभी प्रकार के जीवों के लिए एक आवश्यक पोषक है। सभी जीवरूपों द्वारा वायुमंडल में उपस्थित नाइट्रोजन गैस के प्रत्यक्ष उपयोग से जीवन सरल हो जाएगा। लेकिन प्रकृति में ऐसा नहीं होता है। यद्यपि कुछ प्रकार के बैक्टीरिया को छोड़कर दूसरे जीवरूप निष्क्रिय नाइट्रोजन परमाणुओं को नाइट्रेट्स तथा नाइट्राइट्स जैसे दूसरे आवश्यक अणुओं में बदलने में सक्षम नहीं हैं। 'नाइट्रोजन स्थिरीकरण' करने वाले



चित्र 13.4 प्रकृति में नाइट्रोजन–चक्र

ये बैक्टीरिया या तो स्वतंत्र रूप से रहते हैं या द्विबीजपत्री पौधों की कुछ जातियों के साथ पाए जाते हैं। साधारणतः ये नाइट्रोजन को स्थिर करने वाले बैक्टीरिया फलीदार पौधों की जड़ों में एक विशेष प्रकार की संरचना (मूल ग्रंथिका) में पाए जाते हैं। इन बैक्टीरिया के अलावा नाइट्रोजन परमाणु नाइट्रेट्स और नाइट्राइट्स में भौतिक क्रियाओं के द्वारा बदलते हैं। बिजली चमकने के समय वायुमण्डल में पैदा हुआ उच्च ताप तथा दाब नाइट्रोजन को नाइट्रोजन के ऑक्साइड में बदल देता है। ये ऑक्साइड जल में घुलकर नाइट्रिक तथा नाइट्रस अम्ल बनाते हैं और वर्षा के साथ भूमि की सतह पर गिरते हैं। तब इसका उपयोग विभिन्न जीवरूपों द्वारा किया जाता है।

नाइट्रोजन–संयोजी अणु बनाने में प्रयुक्त होने वाले रूपों के निर्माण के पश्चात् नाइट्रोजन का क्या होता है? सामान्यतः पौधे नाइट्रेट्स और नाइट्राइट्स को ग्रहण करते हैं तथा उन्हें अमीनो अम्लों में बदल देते हैं जिनका उपयोग प्रोटीन बनाने में होता है। कुछ दूसरे जैव–रासायनिक विकल्प हैं इनका प्रयोग नाइट्रोजन वाले दूसरे जटिल यौगिकों को बनाने में होता है। इन प्रोटीनों और दूसरे जटिल यौगिकों का प्रयोग जंतुओं द्वारा किया जाता है। जब जंतु या पौधे की मृत्यु हो जाती है तो मिट्टी में मौजूद अन्य बैक्टीरिया विभिन्न यौगिकों में स्थित नाइट्रोजन को नाइट्रेट्स और नाइट्राइट्स में बदल देते हैं तथा अन्य तरह के बैक्टीरिया इन नाइट्रेट्स एवं नाइट्राइट्स को नाइट्रोजन तत्व में बदल देते हैं। इसी प्रकार, प्रकृति में एक नाइट्रोजन–चक्र होता है जिसमें नाइट्रोजन वायुमंडल में अपने मूल रूप से गुजरता हुआ मृदा और जल में साधारण परमाणु के रूप में बदलता है तथा जीवित प्राणियों में और अधिक जटिल यौगिक के रूप में बदल जाता है। फिर ये साधारण परमाणु के रूप में वायुमंडल में वापस आ जाता है (चित्र 13.4)।

13.7. ग्रीन हाउस प्रभाव (हरित गृह प्रभाव)

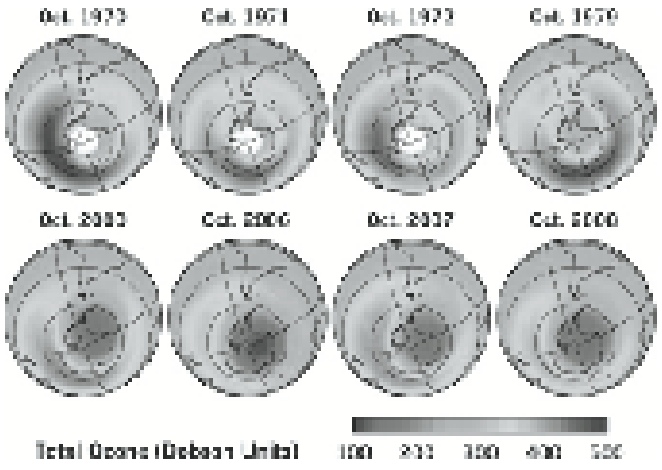
शीशे (Glass) द्वारा ऊष्मा को रोक लेने के कारण शीशे के अंदर का तापमान बाहर के तापमान से काफी अधिक हो जाता है। ठंडे मौसमों में ऊष्ण कटिबंधीय पौधों को गर्म रखने के लिए आवरण बनाने की प्रक्रिया में इस अवधारणा का उपयोग किया गया है। इस प्रकार के आवरण को **ग्रीन हाउस** कहते हैं। वायुमंडलीय प्रक्रियाओं में भी ग्रीन हाउस होता है। कुछ गैसें पृथ्वी से ऊष्मा को पृथ्वी के वायुमंडल के बाहर जाने से रोकती हैं। वायुमंडल में विद्यमान इस प्रकार की गैसों की वृद्धि संसार के औसत तापमान को बढ़ा सकती है। इस प्रकार के प्रभाव को **ग्रीन हाउस प्रभाव** कहते हैं। कार्बन डाइऑक्साइड भी इसी प्रकार की एक ग्रीन हाउस गैस है। वायुमंडल में विद्यमान कार्बन डाइऑक्साइड में वृद्धि से वायुमंडल में ऊष्मा

की वृद्धि होगी। इस प्रकार के कारणों द्वारा वैश्विक ऊष्मीकरण (Global warming) की स्थिति उत्पन्न हो रही है।

13.8 ओज़ोन परत

तत्वीय ऑक्सीजन मूल रूप में सामान्यतः द्विपरमाण्विक अणु के रूप में पाई जाती है। यद्यपि, वायुमंडल के ऊपरी भाग में ऑक्सीजन के तीन परमाणु वाले अणु भी पाए जाते हैं। इसका सूत्र O_3 होता है तथा इसे ओज़ोन कहते हैं। ऑक्सीजन के सामान्य द्विपरमाण्विक अणु के विपरीत ओज़ोन विषैला होता है। हम भाग्यशाली हैं कि ओज़ोन पृथ्वी की सतह के नजदीक स्थिर नहीं रह पाता है। यह सूर्य से आने वाले हानिकारक विकिरणों को अवशोषित करती है। इस प्रकार यह उन हानिकारक विकिरणों को पृथ्वी की सतह पर पहुँचने से रोकती है जो कि कई जीवरूपों को हानि पहुँचा सकते हैं।

हाल ही में यह पता चला कि ओज़ोन परत का ह्रास (अवक्षय) होता जा रहा है। मनुष्य के द्वारा बनाए गए विभिन्न प्रकार के यौगिक जैसे क्लोरो–फ्लोरो कार्बन CFC वायुमंडल में स्थिर अवस्था में उपस्थित हो जाते हैं। CFC क्लोरीन तथा फ्लोरीन युक्त कार्बन यौगिक हैं। ये बहुत स्थायी होते हैं तथा किसी जैव–प्रक्रिया द्वारा भी विघटित नहीं होते हैं। एक बार जब वे ओज़ोन परत के समीप पहुँचते हैं, तो ओज़ोन अणुओं के साथ प्रतिक्रिया करते हैं। इसके परिणामस्वरूप ओज़ोन की परत में कमी आई और हाल ही में अंटार्कटिका के ऊपर ओज़ोन परत में छिद्र पाया गया। ओज़ोन परत के और भी अधिक क्षीण होने के कारण पृथ्वी पर जीवन पर पड़ने वाले प्रभावों के विषय में कल्पना करना भी कठिन है। अतः बहुत लोगों के विचार में ओज़ोन की परत के क्षीण होने की प्रक्रिया को रोकने के प्रयास आवश्यक हैं।



चित्र 13.5 अंटार्कटिका के ऊपर ओज़ोन की परत में छिद्र (मैजेंटा रंग) को दिखाते उपग्रह चित्र

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. पर्यावरण एक ''जीवन अवलंब तंत्र (Life Support System) है, क्योंकि जैव–मण्डल (Biosphere) के सभी घटक जीवधारियों का अस्तित्व एवं सातत्य (Perpetuation) इसी पर निर्भर है।
2. किसी विशेष स्थान और समय में एक जीवधारी का अस्तित्व और सातत्य उसकी (जीवधारी) परिवर्तनीय (बदलने वाली) आवश्यकताओं तथा पर्यावरण की गति के बीच समाकलन पर निर्भर है।
3. विगत शताब्दी की वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिक क्रान्तियों द्वारा लाए गए परिवर्तनों के कारण आज पर्यावरण के जैव तथा अजैव घटकों में बड़े पैमाने पर रूपान्तरण किए जा रहे हैं।
4. पर्यावरण को जीव मण्डल (Biosphere) भी कहते हैं, इसमें जल मण्डल, (Hydrosphere) वायुमण्डल (Atmosphere) एवं स्थल मण्डल (Lithosphere) आते हैं।
5. पर्यावरण के अंतर्गत (i) जैविक घटक (Biotic component) एवं (ii) अजैविक घटक (Abiotic component) आते हैं।
6. प्रदूषण वायु, जल, मृदा, जीवजात आदि की भौतिक, रासायनिक और/या जैविक विशेषताओं में अवांछित परिवर्तन है, जो संसाधनों के कच्चे माल का निम्नीकरण करता है।
7. मानवजनित वायु प्रदूषण निम्नलिखित हैं : औद्योगिक उत्सर्ग, मोटर वाहन उत्सर्ग, घरेलू उत्सर्ग, जीवाश्म ईंधनों के जलने से उत्पन्न पदार्थ, युद्ध में प्रयुक्त विस्फोटक सामग्री एवं अन्य रसायन आदि, कृषि में प्रयुक्त पदार्थ एवं कृषि क्रियाएँ।
8. जल–प्रदूषण की वर्तमान समस्या आधुनिक औद्योगिक सभ्यता की गतिविधियों की देन है।
9. जल प्रदूषण से उत्पन्न खतरों से पार पाने के लिए एकीकृत जल एवं उत्सर्ग प्रबन्ध (Integrated water and waste management) के कार्यक्रमों की आवश्यकता है।
10. मृदा में विभिन्न प्रकार के तथा विभिन्न अनुपातों में एक साथ जुड़े हुए कण पाए जाते हैं। इसमें वायु अथवा जल से भरे हुए स्थान या अन्तराल पाए जाते हैं।
11. विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) ने एक शहर के लिए 45 dB को सुरक्षित शोर स्तर तय किया है।

12. किसी प्राकृतिक जलराशि में गर्म बहिःस्राव मिलाने पर उस जलराशि का ताप बढ़ने से तापीय प्रदूषण होता है। इससे जल की गुणवत्ता में गिरावट आती है और जलीय तथा स्थलीय जीवजात की हानि होती है।
13. **अर्नेस्ट हेकल** (Ernst Haeckel, 1868) के अनुसार पारिस्थितिकी "सजीवों का इनके जैविक एवं अजैविक पर्यावरण (Biotic and abiotic environment) के साथ होने वाला पारस्परिक सम्बन्ध है।
14. सजीवों को जीवित रहने के लिए जिन पदार्थों की आवश्यकता होती हैं उन्हें संसाधन (Resource) कहते हैं। वे सभी पदार्थ जो पर्यावरण में उपस्थित है एवं सजीवों के जीवन प्रवाह के लिए आवश्यक है उन्हें प्राकृतिक संसाधन (Natural resource) कहते हैं।
15. पारिस्थितिक तंत्र, पारिस्थितिकी की मूलभूत इकाई हैं जिसमें उपस्थित जैविक एवं अजैविक घटक एक दूसरे से अंतःक्रिया करते हैं एवं दोनों घटक जीवन के सातत्य के लिए महत्वपूर्ण हैं।
16. **अपघटक (Decomposer)** – इसमें मुख्य रूप से जीवाणु (Bacteria) एवं कवक (Fungi) आते हैं। पारिस्थितिक तंत्र में सामान्यतया बैक्टीरिया जन्तु ऊतकों पर जबकि कवक, पादप ऊतकों पर क्रिया करते हैं।
17. **कृत्रिम पारिस्थितिक तंत्र (Artificial ecosystem)** – ये तंत्र पूर्ण रूप से मनुष्य द्वारा नियंत्रित होते हैं। जैसे–शस्यभूमि (Crop land) जिसमें गेहूँ, बाजरा एवं चावल इत्यादि के क्षेत्र आते है।
18. वायुमंडल से ऑक्सीजन का उपयोग तीन प्रक्रियाओं में होता है, जिनके नाम हैं: श्वसन, दहन तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड के निर्माण में।
19. 'नाइट्रोजन स्थिरीकरण' करने वाले बैक्टीरिया या तो स्वतंत्र रूप से रहते हैं या द्विबीजपत्री पौधों की कुछ जातियों के साथ पाए जाते हैं। साधारणतः ये नाइट्रोजन को स्थिर करने वाले बैक्टीरिया फलीदार पौधों की जड़ों में एक विशेष प्रकार की संरचना (मूल ग्रंथिका) में पाए जाते हैं।
20. कुछ गैसें पृथ्वी से ऊष्मा को पृथ्वी के वायुमंडल के बाहर जाने से रोकती हैं। वायुमंडल में विद्यमान इस प्रकार की गैसों की वृद्धि संसार के औसत तापमान को बढ़ा सकती है। इस प्रकार के प्रभाव को ग्रीन हाउस प्रभाव कहते हैं। कार्बन डाइऑक्साइड भी इसी प्रकार की एक ग्रीन हाउस गैस है।
21. मनुष्य के द्वारा बनाए गए विभिन्न प्रकार के यौगिक जैसे क्लोरो–फ्लोरो कार्बन CFC वायुमंडल में स्थिर अवस्था में उपस्थित हो जाते हैं। CFC क्लोरीन तथा फ्लोरीन युक्त कार्बन यौगिक हैं। ये बहुत स्थायी होते हैं तथा किसी जैव–प्रक्रिया द्वारा भी विघटित नहीं होते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न

वस्तुनिष्ठ प्रश्न :

1. निम्न में से वायु प्रदूषक नहीं है–
   (अ) कच्छीय गैसे (ब) SO_2
   (स) CO_2 (द) DDT
2. पारिस्थितिकी तंत्र शब्द की रचना किसने की–
   (अ) ओडम (ब) टैन्सले
   (स) हीकल (द) हैबर
3. हरित गृह प्रभाव की प्रमुख गैस है–
   (अ) CO_2 (ब) SO_2
   (स) NO_2 (द) CO
4. निम्न में कृत्रिम पारितन्त्र कौनसा है–
   (अ) वन (ब) घास के मैदान
   (स) रेगिस्तान (द) शस्य
5. अधिशोषण, अवशोषण, संघनन आदि किस प्रदूषण प्रकार के नियंत्रण में उपयोगी हैं।
   (अ) वायु (ब) जल
   (स) तापीय (द) मृदा

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न :

6. पारिस्थितिकी शब्द को परिभाषित करें।
7. दो प्रमुख गैसीय प्रदूषकों के नाम लिखें।
8. अपघटक क्या हैं?
9. ध्वनि प्रदूषण को परिभाषित करें।
10. तापीय प्रदूषण से उत्पन्न रासायनिक दशाऐं बताऐं।

लघूत्तरात्मक प्रश्न :

11. पारिस्थितिकी तंत्र के अजैविक घटकों के नाम व उदाहरण लिखें।
12. वैष्विक उष्मीकरण क्या हैं?
13. कृत्रिम पारिस्थितिकी तंत्र क्या हैं? उदाहरण दीजिए।

निबन्धात्मक प्रश्न :

14. वायु प्रदूषण के कारण व प्रभावों को समझाऐं।
15. नाइट्रोजन चक्र का आरेखीय वर्णन करें।

उत्तरमाला

(1) द, (2) ब, (3) अ, (4) द, (5) अ

◆◆◆