पर्यावरण विज्ञान – II

इकाई – 1
पर्यावरणीय प्रदूषण एवं मानव स्वास्थ्य
(Environmental Pollution and Human Health)

परिचय (Introduction)

आदिम मानव का प्रकृति के साथ एक सामंजस्य स्थापित था क्योंकि उसकी आवश्यकताएं अत्यन्त सीमित थी। लेकिन मानव सभ्यता के विकास के साथ–साथ उसकी आवश्यकताएं भी बढ़ती गई। बौद्धिक विकास एवं मानव आवश्यकताओं में वृद्धि के फलस्वरूप तकनीकी एवं औद्योगिक विकास में तेजी आई। मानव ने अपनी बढ़ती हुई आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु प्राकृतिक संसाधनों के दोहन करना प्रारंभ कर दिया जिससे प्रकृति के विभिन्न घटकों में असंतुलन उत्पन्न हो गया।

औद्योगिक एवं तकनीकी विकास, शहरीकरण, बहुद्देशीय परियोजनाओं की स्थापना, फोरलेन सड़कों का निर्माण तथा अनियंत्रित प्राकृतिक संसाधनों के अनियंत्रित दोहन के फलस्वरूप पर्यावरण प्रदूषण जैसी समस्या का प्रादुर्भाव हुआ।

प्रदूषण की परिभाषा (Definition of Pollution)

जैवमण्डल के किसी भी घटक में प्रत्यक्ष या परोक्ष वे अवांछनीय परिवर्तन जो जीवित घटकों के लिए हानिकारक हो, प्रदूषण कहलाता है।

राष्ट्रीय प्रदूषण शोध समिति (1966) के अनुसार वायु, जल तथा मृदा के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों में वह अवांछनीय परितर्वन जिससे मनुष्य एवं अन्य जीवों को क्षति पहुंचती हो या क्षति पहुंचने की संभावना हो, प्रदूषण कहलाता है।

प्रदूषण के प्रकार (Types of Pollution)

प्रदूषकों की प्रकृति के आधार पर प्रदूषण को निम्नलिखित प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है–

(i) वायु प्रदूषण (Air pollution)
(ii) जल प्रदूषण (Water pollution)
(iii) मृदा प्रदूषण (Soil pollution)
(iv) ध्वनि प्रदूषण (Noise pollution)
(v) तापीय प्रदूषण (Thermal pollution)
(vi) रेडियोधर्मी प्रदूषण (Radioactive pollution)

वायु प्रदूषण (Air Pollution)

वायुमण्डल में पाई जाने वाली विभिन्न गैसों के निश्चित अनुपात में होने वाला गुणात्मक एवं मात्रात्मक परिवर्तन जो पर्यावरण के जैविक घटकों के लिए नुकसानदायक हो, वायु प्रदूषण कहलाता है।

वायुमण्डल में निम्न गैसें मुख्य रूप से पाई जाती है–

1. नाइट्रोजन – 78.84%
2. ऑक्सीजन – 20.947%
3. आर्गन – 0.934%
4. कार्बनडाइऑक्साइड – 0.031%
5. जलवाष्प – 0 से 4%
6. अवशेष गैस – निओन, क्रिप्टोन आदि

वायुमण्डल पृथ्वी का रोधी आवरण है, जिसमें उपरोक्त गैसों का निश्चित अनुपात पाया जाता है। वायुमण्डल में इन गैसों का एक निश्चित अनुपात जैवमण्डल की समस्त क्रियाओं को सन्तुलित रखता है। वायुमण्डल पृथ्वी पर आने वाली पराबैंगनी किरणों एवं उल्कापिण्डों से भी रक्षा करती है। लेकिन बढ़ते हुए औद्योगीकरण एवं शहरीकरण के फलस्वरूप वायुमण्डल की विभिन्न गैसों के सन्तुलन में परिवर्तन हो गया है तथा अनेक अवांछनीय गैसों की मात्रा में भी अनावश्यक रूप से वृद्धि हो रही है।

वायु प्रदूषक (Air pollutants) – वे कणीय या द्रवीय पदार्थ जिनकी वायुमण्डल में उपस्थिति पौधों, मानवों एवं अन्य जीवों पर हानिकारक प्रभाव डालते हैं, वायु प्रदूषक कहलाते हैं।

भारतीय वायु (प्रदूषण नियंत्रण एवं रोकथाम) अधिनियम 1981 के अनुसार वे ठोस, द्रव या गैसीय पदार्थ जिनकी प्रचुर मात्रा पेड़–पौधों, मानव तथा अन्य प्राणियों पर नुकसानदायक प्रभाव

उत्पन्न करते हों, वायु प्रदूषक कहलाते हैं।

रासायनिक संगठन के आधार वायु प्रदूषक दो प्रकार के होते हैं–

(i) गैसीय वायु प्रदूषक (Gaseous air pollutants): SO_2, CO, H_2S, NOx एवं ओजोन।

(ii) कणीय वायु प्रदूषक (Particulate air pollutants) – कार्बन, तार, रेजिन कण, धातु कण, परागकण, जीवाणु एवं कवक बीजाणु।

स्त्रोत एवं उत्पत्ति के आधार पर भी वायु प्रदूषक दो प्रकार के होते हैं–

(i) प्राथमिक वायु प्रदूषक (Primary air pollutants) – ऐसे वायु प्रदूषक जो किसी स्त्रोत से सीधे उत्सर्जित होते हैं। उदाहरणार्थ – सल्फर यौगिक (SO_2, H_2S), कार्बनमोनोक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO, NO_2) एवं फ्लोराइड यौगिक (HF, SiF_4) एवं हाइड्रोकार्बन, धातु एवं कवकनाशी कण युक्त कणीय पदार्थ।

(ii) द्वितीयक वायु प्रदूषक (Secondary air pollutants) – वे वायु प्रदूषक जो प्राथमिक प्रदूषकों की आपसी प्रतिक्रिया के परिणामस्वरूप उत्पन्न होते हैं। इसमें परऑक्सी एसीटाइल नाइट्रेट (PAN) एवं ओजोन प्रमुख है।

धूमकोह (Smog) – धुंआ (Smoke) तथा कोहरा (Fog) शब्दों से मिलकर धूमकोह शब्द का निर्माण हुआ है। धूमकोह का निर्माण सामान्यतः शहरों एवं औद्योगिक क्षेत्रों में होता है। यह दो प्रकार का होता है।

(i) सल्फ्यूरस धूमकोह (Sulphurous smog) – ऐसे औद्योगिक क्षेत्र जहाँ पर SO_2 प्रचुर मात्रा में निकलती है, वहाँ पर इस धूमकोह का निर्माण होता है। इसे औद्योगिक धूमकोह (Industrial smog) या ग्रे वायु (Grey air) भी कहते हैं। 1952 में लन्दन में इस धूमकोह से अत्यधिक क्षति हुई थी इसीलिए इसे लन्दन धूमकोह (London smog) भी कहते हैं। इस धूमकोह में सल्फरडाइऑक्साइड एवं कणीय पदार्थों जैसे प्राथमिक प्रदूषकों की मात्रा अधिक होती है।

(ii) प्रकाश रासायनिक धूमकोह (Photochemical smog) – शहरी क्षेत्रों में गैसोलीन के दहन से निकलने वाले धुएं एवं सूर्य के प्रकाश से प्रकाश रासायनिक धूमकोह का निर्माण होता है। इसे भूरी वायु (Brown air) भी कहते हैं। 1940 के दशक में इस धूमकोह के कारण अमेरिका के लॉस एन्जिलिस में अत्यधिक क्षति हुई थी, इसीलिए इसे लॉस एन्जिलिस धूमकोह (LA smog) भी कहा जाता है। इसमें ओजोन एवं परऑक्सी एसीटाइल नाइट्रेट (PAN) जैसे द्वितीयक प्रदूषक पाये जाते हैं।

वायु प्रदूषण के स्त्रोत (Sources of Air Pollution)

वायु प्रदूषण के स्त्रोतों को दो भागों में बांटा गया है–

(i) प्राकृतिक स्त्रोत (Natural sources) – प्राकृतिक आपदाओं जैसे भूकम्प, आंधी, तूफान एवं ज्वालामुखी से निकली गैसें एवं लावा तथा जैविक एवं रासायनिक क्रियाओं के फलस्वरूप निष्कासित गैसें इस श्रेणी में आती है। यह प्रदूषण काफी कम मात्रा में होता है।

(ii) मानवजनित स्त्रोत (Anthropogenic sources) – औद्योगीकरण एवं शहरीकरण मुख्यतः बढ़ते हुए वायु प्रदूषण के लिए जिम्मेदार है। जैसे –

(अ) पेट्रोलियम रिफाइनरी से सल्फर डाइऑक्साइड एवं नाइट्रोजन ऑक्साइड जैसी गैसें प्रदूषक के रूप में निकलती है।

(ब) सीमेन्ट उद्योगों से निकलने वाली धूल कणीय प्रदूषक के रूप में वायुमण्डल में उपस्थित रहती है।

(स) तापीय शक्ति गृहों में कोयले के दहन से राख, सल्फर डाइऑक्साइड, कार्बनमोनोक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड, हाइड्रोकार्बन्स एवं अन्य कणीय पदार्थ प्रदूषक के रूप में निकलते हैं।

(द) ऑटोमोबाइल्स से निकलने वाले धुएं में भी अनेक प्रदूषक जैसे कार्बनमोनोक्साइड, लेड ऑक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड, हाइड्रोकार्बन्स आदि उत्सर्जित होते हैं।

इस प्रकार विभिन्न प्रकार के वायु प्रदूषक वायुमण्डल में उत्सर्जित किये जाते हैं। जिनकी सूची तालिका 1.1 में दी गई है।

वायु प्रदूषण का मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव
(Effects of Air Pollution on Human Health)

वायु प्रदूषकों की प्रकृति एवं मात्रा के अनुरूप वनस्पति, मानव एवं उसके पर्यावरण को प्रभावित करते हैं। कुछ मुख्य प्रदूषकों के प्रभाव निम्नलिखित हैं–

(I) कार्बन मोनोक्साइड का प्रभाव (Effect of CO) – कार्बनमोनोक्साइड का अधिकांश उत्सर्जन स्वचालित वाहनों से होता है। यह एक रंगहीन, स्वादहीन, गंधहीन एवं उत्तेजना रहित गैस है, इसलिए इसकी अधिक सान्द्रता में उपस्थिति का भी पता नहीं चलता तथा कुछ ही घण्टों में जीव की मृत्यु हो जाती है।

कार्बनमोनोक्साइड श्वसन द्वारा मानव शरीर में प्रवेश कर जाती है। यह रूधिर में उपस्थित हीमोग्लोबिन से क्रिया कर कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन का निर्माण कर देती है। इसमें ऑक्सीजन की तुलना में लगभग 200 गुणा ज्यादा हीमोग्लोबिन से जुड़ने की क्षमता होती है।

कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन के निर्माण के फलस्वरूप रूधिर कोशिकाओं में ऑक्सीजन ले जाने की क्षमता में कमी आ जाती है। शरीर में ऑक्सीजन की कमी हो जाने से हाइपोक्सिया (Hypoxia) हो जाता है। ऑक्सीजन की अत्यधिक कमी से सेरिब्रल एनोक्सिया भी हो जाता है जिससे अन्ततः जीव की मृत्यु हो जाती है।

कार्बनमोनोक्साइड की 1000 PPM से अधिक सान्द्रता पर पौधों में पर्णों का समय पूर्व गिरना, छोटा रह जाना, कुंतलता (Curling) आदि प्रभाव उत्पन्न होते हैं।

(II) नाइट्रोजन ऑक्साइड का प्रभाव (Effects of Nitrogen

तालिका 1.1 : वायु प्रदूषक एवं उसके स्त्रोत

क्र.सं	वायु प्रदूषक	स्त्रोत
1.	सल्फर यौगिक जैसे SO_2, H_2S एवं H_2SO_4	कोयला, औद्योगिक इकाइयाँ एवं तापीय शक्तिगृह
2.	नाइट्रोजन ऑक्साइड जैसे NO_2, NO, HNO_3	स्वचालित वाहन, तापीय शक्तिगृह, उद्योग
3.	कार्बन यौगिक जैसे CO, CO_2	कृषि कार्य, स्वचालित वाहन एवं जीवाश्मीय ईंधन
4.	हाइड्रोकार्बन जैसे बेन्जीन, बेन्जाइपाइरीन आदि	स्वचालित वाहन, उद्योग
5.	ओजोन	मानव गतिविधियों के फलस्वरूप, द्वितीयक प्रदूषक के रूप में (प्रकाश रासायनिक क्रिया द्वारा)
6.	निलम्बित कणीय पदार्थ (SPM)	औद्योगिक इकाइयाँ, स्टोन क्रेशर, तापीय शक्तिगृह, जीवाश्मीय ईंधन
7.	धातु कण (Ni, Pb, As, Tin, Cd आदि)	स्वचालित वाहन, धात्विक औद्योगिक इकाइयाँ

oxides) – ऑक्साइड का अधिकांश उत्सर्जन स्वचालित वाहन, उद्योगों आदि से होता है। प्रदूषित वायु में नाइट्रोजन डाइऑक्साइड एवं नाइट्रिक ऑक्साइड मुख्य रूप से होती है जिसमें 75% नाइट्रिक ऑक्साइड होती है। यह गैस आंखों में जलन एवं श्वसन तंत्र से सम्बन्धित रोग करती है।

नाइट्रोजन डाइ ऑक्साइड फेफड़े की कुपिकाओं (Alveoli) को संक्रमित करती है। इसकी अधिक मात्रा फेफड़ों में लम्बे समय तक रहने पर वातस्फीति (Emphysema), फेफड़ों में सूजन (Inflammation) एवं अन्ततः जलशोथ (Edema) हो जाता है।

पौधों में नाइट्रोजन डाइ ऑक्साइड की अधिक मात्रा जो रन्ध्रों द्वारा प्रवेश करती है, हरिमाहीनता (Chlorosis), उत्तकक्षय (Necrosis) आदि उत्पन्न करती है। पौधों में पर्णहरित की कमी होने से प्रकाशसंश्लेषण की दर कम हो पैदावार में कमी आ जाती है।

नाइट्रोजन के ऑक्साइड वायुमण्डल में उपस्थित हाइड्रोकार्बन से क्रिया कर ओजोन एवं परऑक्सी एसीटाइल नाइट्रेट (PAN) का निर्माण कर देते हैं, जो प्रकाश रासायनिक धूमकोह का प्रमुख अंग है।

(III) सल्फर डाइऑक्साइड का प्रभाव (Effects of Sulphur dioxide) – सल्फर के ऑक्साइड वायुमण्डल में मुख्य रूप से स्वचालित वाहनों से निकलने वाले धुएं, कोयलें एवं पेट्रोलियम के दहन तथा तापीय बिजलीघर से उत्सर्जित होती है। यह गैस आंखों एवं श्वसन नली में जलन उत्पन्न करती है। वायुमण्डल में उपस्थित नमी से क्रिया कर सल्फ्यूरिक अम्ल का निर्माण करती है जो चर्मरोग का रोगकारक है।

पौधों में यह रन्ध्रों द्वारा प्रवेश कर हरिमाहीनता एवं उत्तकक्षय जैसे लक्षण उत्पन्न करती है। ब्रायोफाइट्स एवं लाइकेन्स इस गैस के प्रति अत्यन्त संवेदनशील होते हैं इसलिए इन्हें SO_2 प्रदूषण का सूचक भी माना जाता है।

अम्ल वर्षा (Acid Rain) – सल्फर के ऑक्साइड एवं नाइट्रोजन ऑक्साइड वायु के मुख्य प्रदूषक है। वायुमण्डल में इनकी लम्बे समय तक उपस्थिति जलवाष्प से क्रिया करके सल्फ्यूरिक एवं नाइट्रिक अम्ल का निर्माण कर देती है। ये दोनों ही अम्ल वर्षा जल के साथ पृथ्वी पर अम्ल वर्षा के रूप निक्षेपित हो जाते हैं।

(I) $SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

$2SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (सल्फ्यूरिक अम्ल)

(ii) $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

$4NO_2 + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4HNO_3$ (नाइट्रिक अम्ल)

अम्ल वर्षा के निम्नलिखित प्रभाव है–

(i) इससे जल व मृदा का पी.एच. कम हो जाता है। जिससे मृदा में तत्वों में कमी हो जाती है। इससे विषाक्त एल्युमिनियम मुक्त हो जाता है।

(ii) अम्लीय वर्षा से जलाशयों में मछलियाँ मर जाती है। अमेरिका, कनाडा एवं नॉर्वे की कई झीलें इसके कारण अम्लीकृत हो चुकी है तथा इनमें मछलियों की जनसंख्या तीव्र गति से कम हो गयी है। इन्हें मछलियों का कब्रिस्तान (Graveyard of fishes) कहा जाता है।

(iii) अम्ल वर्षा के कारण अनेक जीवाणु एवं नील हरित शैवाल मर जाते हैं। इससे पारिस्थितिकीय सन्तुलन बिगड़ जाता है।

(iv) अम्ल वर्षा से इमारती सामान जैसे स्लेट, मार्बल, लाइम स्टोन आदि का अपरदन होने लगता है। आगरा के ताजमहल की सुन्दरता भी इस कारण से नष्ट हो रही है।

(v) अम्ल वर्षा के कारण जल में भारी धातुओं जैसे एल्युमिनियम, मेंग्नीज, जिंक, केडमियम, लेड एवं कॉपर की मात्रा सुरक्षित मात्रा से अधिक हो जाती है।

(vi) यूरोपीय देशों जैसे स्विटजरलैण्ड, नीदरलैण्ड, चेकोस्लोवाकिया एवं पश्चिमी जर्मनी के वन क्षेत्र अम्ल वर्षा के कारण भयंकर रूप से नष्ट हो चुके हैं।

(IV) फ्लोराइड का प्रभाव (Effect of Fluoride) –

फॉस्फेट उर्वरक फेक्ट्री, ग्लास एवं एल्युमिनियम फेक्ट्री से निकलने वाले फ्लोराइड यौगिक जैसे HF एवं SiF_4 प्रदूषण का स्त्रोत है। फ्लोराइड की सूक्ष्म मात्रा दांतों एवं हड्डियों को मजबूती प्रदान करते हैं लेकिन इसकी अधिक सान्द्रता से प्रारंभ में पेट दर्द, अपच, डायरिया, गैस आदि लक्षण प्रकट होते हैं तथा बाद में दांतों एवं हड्डियों में छिद्रयुक्त रंगहीन धब्बे बन जाते हैं। अन्ततः दांत व हड्डियाँ कमजोर हो जाती है। पैर घुटने से बाहर की तरफ मुड़ जाते हैं। इसे नोक नी सिन्ड्रोम **(Knock knee syndrome)** कहते हैं।

फ्लोराइड पौधों में भी रन्ध्रों के माध्यम से प्रवेश करता है तथा पर्ण के शीर्ष एवं किनारों पर जाकर जमा हो जाता है। परिणामस्वरूप पर्णों के शीर्ष एवं किनारों पर ऊत्तकक्षय के लक्षण दिखाई देते हैं।

प्रदूषित क्षेत्रों के आस–पास चरने वाले पशु भी फ्लोरोसिस के शिकार हो जाते हैं। घासस्थलों के धीरे–धीरे इसके एकत्रीकरण होने से यह खाद्य श्रृंखला में प्रवेश कर प्राणियों पर विषाक्त प्रभाव डालते हैं।

(V) ओजोन का प्रभाव (Effect of Ozone) – ओजोन

$$NO_2 \xrightarrow[\text{किरणें}]{\text{पराबैंगनी}} NO + \underset{\text{परमाणु ऑक्सीजन}}{O}$$

$$O_2 + O \xrightarrow{\text{हाइड्रोकार्बन}} O_3 \text{ (ओजोन)}$$

क्षोभमण्डल में द्वितीयक प्रदूषक के रूप में विद्यमान रहती है। इसका निर्माण समताप मण्डल में O_2 के द्वारा होता है तथा यह पृथ्वी पर सूर्य से आने वाली पराबैंगनी किरणों को रोकने का कार्य करती है। क्षोभमण्डल में इसका निर्माण सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में निम्न प्रकार से होता है–

ओजोन की अधिक मात्रा प्राणी एवं उसके पर्यावरण पर हानिकारक प्रभाव डालती है। इसकी उपस्थिति से आंख, कान एवं गले में जलन उत्पन्न होती है। इसकी अधिक मात्रा से फुफ्फुसीय एडिमा, एम्फीसिमा, क्रोनिक ब्रोन्काइटिस एवं दमा जैसे रोग हो जाते हैं। ओजोन केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र एवं डी एन ए को भी प्रभावित करती है।

पौधों में यह गैस रन्ध्रों के माध्यम से प्रवेश कर हरिमाहीनता एवं उत्तकक्षय के लक्षण उत्पन्न करती है। पर्ण की ऊपरी सतह पर सफेद या हल्के भूरे रंग के धब्बे बनाती है। अमीनो अम्ल सिस्टीन, मिथायोनिन, ट्रिप्टोफान, टाइरोसीन आदि O_3 के प्रति अत्यन्त संवेदनशील होते हैं।

ओजोन गैस रंजकों, रबड़, रेशों जैसे कपास, पॉलीस्टर एवं नाइलोन आदि से क्रिया कर हानिकारक प्रभाव डालती है। रबर को कठोर बनाकर उसमें दरारें उत्पन्न कर देती है।

(VI) कणीय निलम्बित पदार्थों का प्रभाव (Effect of SPM) – वायुमण्डल में कणीय पदार्थ स्वचालित वाहनों, उद्योगों एवं ईंधन दहन से उत्सर्जित होते हैं। निलम्बित कणीय पदार्थ जिनका परिमाण 3 माइक्रॉन से भी कम होता है, ये अतिसूक्ष्म होने के कारण फेफड़ों की कूपिका झिल्ली को पार कर सकते हैं। इनके प्राणियों पर दुष्प्रभाव निम्न प्रकार होते हैं–

(i) इनमें उपस्थित सीसा, पारा एवं केडमियम के कण अत्यन्त विषाक्त होते हैं तथा विशेष रूप से तंत्रिका तंत्र को प्रभावित करते हैं। ये श्वसन तंत्र, उत्सर्जन तंत्र एवं रक्त परिसंचरण तंत्र को भी प्रभावित करते हैं। सीसा एवं आर्सेनिक गर्भस्थ शिशु में अंगहीनता एवं मानसिक विकृति उत्पन्न कर देते हैं। इससे कैंसर उत्पन्न होने की संभावना भी बढ़ जाती है।

(ii) कोयले के कण युक्त कणीय पदार्थ फलीय पौधों की पैदावार कम कर देते हैं। शीर्ष कलियों को मृत करने के साथ–साथ परागकण अंकुरण एवं फल बनने की प्रक्रिया को रोक कर यह अपना प्रभाव डालते हैं।

(iii) सीमेन्ट फेक्ट्री से निकलने वाली डस्ट (धूल) में कैल्शियम सिलीकेट एवं कैल्शियम एल्युमिनेट पौधे की पर्णों पर एक ऐसी मोटी परत बना देते हैं। फलस्वरूप पर्णों में गैसीय आदान–प्रदान एवं प्रकाश की आपूर्ति प्रभावित हो जाती है, जिससे पौधों में प्रकाशसंश्लेषण एवं फल निर्माण प्रभावित हो जाता है।

(iv) वायुमण्डल में उपस्थित हाइड्रोकार्बन कण अन्य प्राथमिक प्रदूषकों से मिलकर O_3 एवं PAN का निर्माण कर लेते हैं, जो धूमकोह निर्माण का भाग होते हैं। हाइड्रोकार्बन बेन्जोपाइरीन कैंसरकारक होते हैं तथा फुफ्फुसीय कैंसर के कारक होते हैं।

(v) इसके साथ–साथ जीवाणु कोशिकाएं, बीजाणु, कवक बीजाणु, परागकण आदि जैविक कणीय पदार्थों के रूप में वायुमण्डल में विद्यमान होते हैं। ये प्राणियों में एलर्जी एवं ब्रोन्कीयल अस्थमा जैसे रोग उत्पन्न करते हैं।

वायु की गुणवत्ता (Quality of Air)

वायु की गुणवत्ता मापना एक अत्यन्त कठिन कार्य है। शुद्ध वायु क्या है?

शुद्ध वायु वह होती है जिसमें प्राकृतिक रूप से पाई जाने वाली गैसें उपस्थित होती है लेकिन प्रकृति में शुद्ध वायु पाई नहीं जाती है। प्राकृतिक रूप से इसमें परागकण, डस्ट एवं कोहरा आदि संदूषक के रूप में उपस्थित रहते हैं।

वायु गुणवत्ता मापन में इसलिए सभी प्रकार के संदूषकों (मानव जनित एवं प्राकृतिक) को मापने की व्यवस्था होती है। किसी भी स्थान की वायु की गुणवत्ता मापने के लिए उसमें उपस्थित सभी संदूषकों को भी मापन में शामिल किया जाता है।

वायु प्रदूषण का नियंत्रण (Control of Air Pollution)

वायु प्रदूषण के नियंत्रण के उपाय निम्नलिखित है–

(i) सड़कों व घरों के किनारों पर वृक्षारोपण कर ग्रीन बेल्ट का निर्माण करना चाहिए।

(ii) प्रदूषण प्रभावित क्षेत्रों जैसे सीमेन्ट फेक्ट्री, औद्योगिक इकाइयों के आस–पास बड़ी पत्तियों वाले पौधों का रोपण करना चाहिए ताकि वे उनसे निकलने वाले प्रदूषकों को अवशोषित कर लें।

(iii) औद्योगिक इकाइयों में उच्च दक्षता एवं नयी तकनीक वाले संयंत्रों का प्रयोग करना चाहिए।

(iv) सल्फर युक्त ईंधन एवं गैसोलीन का प्रयोग कम किया जाना चाहिए ताकि प्रदूषक गैसों का उत्सर्जन कम हो।

पर्यावरण एवं प्रदूषण के स्त्रोतों के बारे में जनमानस को संगोष्ठी, सभा एवं कार्यशालाओं द्वारा जागरूक करना।

(vi) केन्द्र व राज्य सरकारों द्वारा बनाये गये पर्यावरण कानूनों (Environmental Acts) को सख्ती से पालन किया जाना चाहिए।

(vii) उद्योगों की चिमनियों की ऊँचाई में वृद्धि की जानी चाहिए।

(viii) पर्यावरण को प्रदूषित करने वाले उद्योगों को बन्द कर देना चाहिए।

(ix) प्रदूषण फैलाने वाले उद्योगों को शहर एवं घनी आबादी वाले क्षेत्रों से दूर लगाया जाना चाहिए।

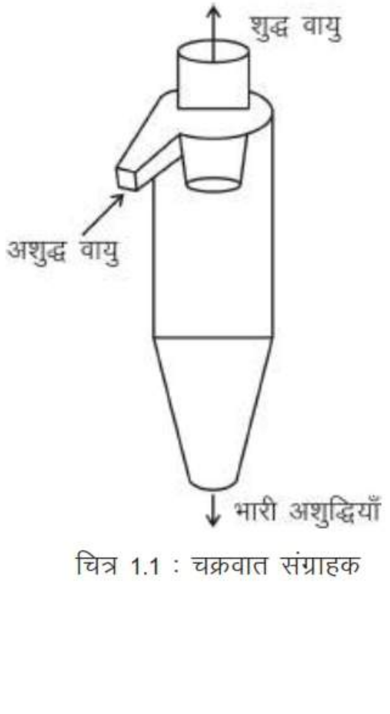
(x) ऊर्जा, उर्वरक आदि संयंत्रों में तरल प्राकृतिक गैस आदि का प्रयोग करने से प्रदूषण घटाया जा सकती है।

(xi) लकड़ी एवं गोबर के उपलों (कंडों) के स्थान पर बायो गैस, मिट्टी का तेल आदि का प्रयोग किया जाना चाहिए।

उपरोक्त उपायों के अतिरिक्त कणीय एवं गैसीय वायु प्रदूषकों के नियंत्रण हेतु निम्न उपाय भी किये जा सकते हैं–

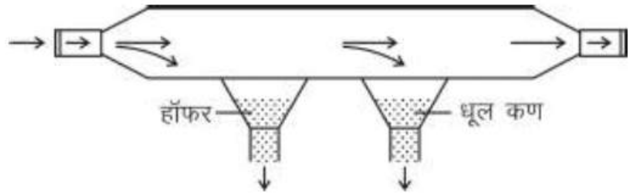
(I) कणीय वायु प्रदूषण नियंत्रण हेतु निम्न संयंत्रों का प्रयोग करते हैं–

(i) चक्रवात संग्राहक (Cyclone collector) – इस विधि में 5–20 माइक्रोन परिमाण के कणों को आसानी से दूर किया जा सकता है। यह प्रदूषित वायु के पूर्व उपचार की एक विधि है। इस विधि में प्रदूषित वायु शंकुरूप मध्य रेखा से दूर सिलेण्डर में भेजी जाती है। जिससे शंकु में प्रचण्ड भंवर उत्पन्न होता है जिसके फलस्वरूप अधिक परिमाण वाली अशुद्धियाँ सिलेण्ड की दीवार की तरफ से गति करती है, जहाँ वे घर्षण द्वारा धीमी होकर शंकु के पेंदे में चली जाती है। शुद्ध वायु सिलेण्डर के मध्य में होती है जो ऊपर से बाहर निकल जाती है (चित्र 1.1)।



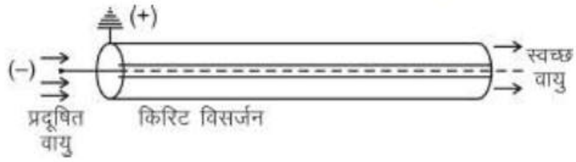
चित्र 1.1 : चक्रवात संग्राहक

(ii) गुरुत्वीय जमाव प्रकोष्ठ (Gravity settling chamber) – इस यंत्र में 50 माइक्रोन या इससे बड़े कणों को दूर किया जाता है। इसमें गुरुत्वाकर्षण बल के आधार पर भारी कण प्रकोष्ठ में नीचे की ओर एकत्रित हो जाते हैं तथा शुद्ध वायु मध्य से बाहर की ओर निकल जाती है (चित्र 1.2)।



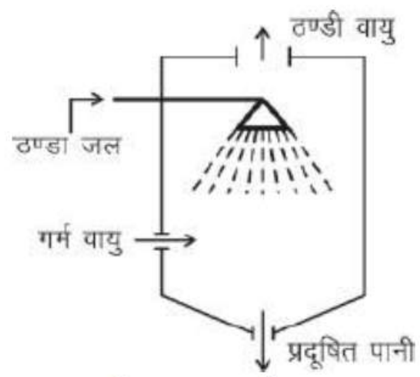
चित्र 1.2 : गुरुत्वीय जमाव कक्ष

(iii) वैधुत स्थैतिक अवक्षेपक (Electrostatic precipitators) – अधिकांश औद्योगिक इकाइयों में इसका उपयोग अनिवार्य रूप से किया जाता है। इसमें कणीय पदार्थों को अवक्षेपित या आयनित करने के लिए विद्युत प्रवाहित की जाती है। आयनित कण, धीरे–धीरे संग्राहक इलेक्ट्रॉड पर जमा हो जाते हैं जहाँ से उन्हें अलग कर लिया जाता है (चित्र 1.3)।



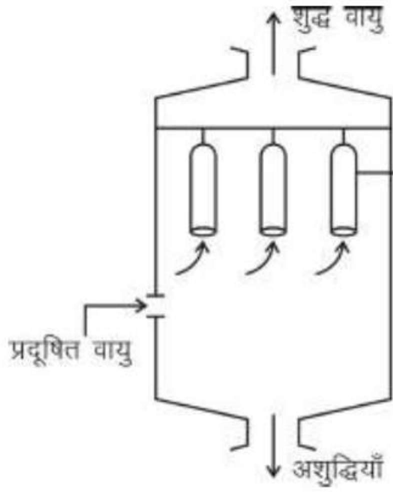
चित्र 1.3 : वैद्युत स्थैतिक अवक्षेपक

(iv) आर्द्र संग्राहक (Wet collector) – इस संयंत्र द्वारा छोटे कणों व गैसीय प्रदूषकों को पानी की फुहारों की मदद से प्रदूषकों को पृथक किया जाता है। जितनी तीव्र गति से प्रदूषित वायु व पानी का सम्पर्क होगा उतने ही छोटे गैस के बुलबुले या जल की बूंदें बनेगी और प्रभावी शोधन होगा (चित्र 1.4)।



चित्र 1.4 : आर्द्र संग्राहक

(v) वायु फिल्टर्स (Air filters) – इस विधि में अलग–अलग मोटाई के कपड़े व रेशों के थैलें काम में लिए जाते हैं जो कणीय पदार्थों को छानने में मदद करते हैं। लेकिन ये उच्च तापमान एवं



चित्र 1.5 : वायु फिल्टर्स

आर्द्रता के प्रति संवेदनशील होते हैं (चित्र 1.5)।

गैसीय वायु प्रदूषण नियंत्रण

(Control of Gaseous Air Pollutants)

(I) वैद्युत स्थैतिक अवक्षेपक (ESP) – गैसीय प्रदूषकों को अलग करने के लिए इस संयंत्र का प्रयोग किया जाता है। इसकी विधि पूर्व में वर्णित है। इसके द्वारा SO_2 तो आसानी से पृथक हो जाती है लेकिन कुछ नाइट्रोजन जैसी गैसें इलेक्ट्रॉड द्वारा अवशोषित नहीं हो पाती है।

(II) जैविक छनित्र (Biological filters) – इस छनित्र द्वारा कार्बनिक गैसीय प्रदूषकों को पृथक किया जाता है। प्रदूषित गैसों को क्रियाशील जैविक माध्यम से गुजारा जाता है तो विषाणुओं द्वारा इनका विघटन कर दिया जाता है।

वाहन संबंधी प्रदूषण रोकने के लिए निम्न उपाय किये जा सकते हैं–

(i) वाहनों में उत्प्रेरक कन्वर्टर का उपयोग किया जाना चाहिए ताकि वाहनों से धुएं का उत्सर्जन कम किया जा सके।

(ii) वाहनों का नियमित अंतराल पर प्रदूषण नियंत्रण परीक्षण करवा उसका पी.यू.सी. प्रमाण पत्र रखना अनिवार्य हो।

(iii) पेट्रोल की तुलना में डीजल में सल्फर की मात्रा कम होती है अतः डीजल वाहनों के प्रयोग को प्रेरित किया जाना चाहिए।

(iv) इंजन को सहज रूप से चलाने के लिए पेट्रोल में टेट्राइथाइल लेड मिलाया जाता है ताकि उसका ऑक्टेन स्तर बढ़ सके। लेकिन लेड कणों के उत्सर्जन को रोकने के लिए पेट्रोल में लेड मिश्रण पर रोक लगाई जानी चाहिए।

(v) सार्वजनिक परिवहन वाहनों में सी.एन.जी. गैस का उपयोग किया जाना चाहिए।

वायु प्रदूषण – केस अध्ययन

(Air Pollution – Case Study)

मध्यप्रदेश की राजधानी भोपाल स्थित एक पीड़कनाशी फेक्ट्री यूनियन कार्बाइड इण्डिया लिमिटेड से रिसने वाली ज़हरीली गैस ने 2 दिसम्बर 1984 की मध्य रात्रि को देखते–देखते हजारों लोग को काल कलवित कर लिया। इस दुर्घटना में हजारों लोगों की जान ही नहीं गई अपितु हजारों की संख्या में लोग असमर्थ व अंगहीन हो गये। इसके प्रभाव से गर्भस्थ शिशुओं में भी अनेक गुणसूत्रीय परिवर्तन हो गये जिससे उनका असामान्य जन्म हुआ।

इस फेक्ट्री से निकलने वाली गैस मिथाइल आइसोसायनेट (MIC) थी। इस फेक्ट्री में एल्फा नेफ्थाल एवं मिथाइल आइसोसाइनेट की क्रिया से कार्बेराइल बनाया जाता है। यह फेक्ट्री 1973 में संयुक्त राज्य अमेरिका की यूनियन कार्बाइड कार्पोरेशन कम्पनी के साथ हुए करार के फलस्वरूप बहुराष्ट्रीय कम्पनी के रूप में परिवर्तित हुई हालांकि यह 1934 में पब्लिक कम्पनी के रूप में स्थापित हुई थी। मिथाइल आइसोसायेनट का निर्माण इस फेक्ट्री में 1980 से हो गया था। वारेन एण्डरसन इस कम्पनी के चेयरमेन थे।

दुर्घटना के प्रभाव (Effects of Accident)

(i) इस गैस के प्रभाव से 4000 से अधिक लोगों की जानें गई एवं 2 लाख से अधिक लोग शारीरिक रूप से अपंग हो गये। उस समय 2698 स्त्रियों में 402 का गर्भपात हो गया। गर्भस्थ शिशु अपंग हो गये। अनेक लोग घातक मानसिक बीमारी के शिकार हो गये।

(ii) तीन से चार किमी. तक की परिधि में उपस्थित वनस्पतियाँ बुरी तरह क्षतिग्रस्त हो गई। पीपल एवं बरगद के वृक्ष सबसे अधिक क्षतिग्रस्त हुए। नीम, शीशम व करंज आदि के पेड़ों की पत्तियाँ दो–तीन दिन में गिर गईं।

(iii) मृदा की क्षारकता बढ़ गई व उसमें सूक्ष्मजीवों की संख्या में कमी आ गई।

(iv) आस–पास के जलाशयों में मछलियाँ मर गई एवं पानी पीने योग्य नहीं रहा।

(v) घटना के प्रभाव से लूटपाट व अपराधों की संख्या में वृद्धि हो गयी।

जल प्रदूषण

(Water Pollution)

जल पृथ्वी पर उपस्थित अत्यन्त महत्वपूर्ण प्राकृतिक संसाधन है। कोशिकाओं में जीवद्रव्य का अधिकांश भाग भी जल ही है। प्रकाशसंश्लेषण जैसी महत्वपूर्ण क्रिया में भी पौधे जल का प्रयोग कर ऑक्सीजन मुक्त करते हैं। मानव सभ्यता का विकास जल संसाधनों की उपस्थिति के अनुसार ही हुआ है। उद्योग धन्धे, यातायात, सिंचाई, कृषि, स्वच्छता प्रबन्ध, घरेलू आवश्यकताएं जैसे अधिकांश कार्य जल पर ही निर्भर है।

लेकिन बढ़ते हुए शहरीकरण एवं औद्योगीकरण ने हमारे जल संसाधनों को प्रदूषित कर दिया है।

जल प्रदूषण की परिभाषा

(Definition of Water Pollution)

जल की गुणवत्ता में आये वे अवांछित परिवर्तन जिससे जल पीने, घरेलू कार्यों, कृषि, मछली पालन आदि कार्यों के लिए अनुपयुक्त हो जाता है, जल प्रदूषण कहलाता है।

सामान्यतः जल कभी भी रासायनिक रूप से पूर्णरूपेण शुद्ध नहीं होता। इसमें अनेक घुलित एवं निलम्बित अशुद्धियाँ पाई जाती है। घुलित अशुद्धियों में अनेक खनिज लवण कैल्शियम, मैग्नीशियम

एवं सोडियम लवण तथा गैसीय रूप में अमोनिया, कार्बन डाईऑक्साइड, हाइड्रोजन सल्फाइड एवं नाइट्रोजन पाई जाती है। निलम्बित अशुद्धियों के रूप में गाद, सिल्ट, रेत एवं सूक्ष्मजीव पाये जाते हैं। प्राकृतिक अशुद्धियाँ वायुमण्डल, मृदा एवं जलागम क्षेत्रों से आती है तथा जल में इनकी मात्रा अत्यन्त कम होती है, जल पीने योग्य रहता है। लेकिन जल में घरेलू, कृषि, उद्योगों द्वारा निकलने वाले अपशिष्टों के प्रवेश के कारण प्रदूषित हो जाता है। ऐसा जल पारभासी एवं बदबूदार हो जाता है एवं पीने योग्य नहीं रहता तथा कई रोगों का कारण बन जाता है।

जल प्रदूषण के स्त्रोत (Sources of Air Pollution)

जल प्रदूषण के निम्न स्त्रोत हैं–

(i) औद्योगिक अपशिष्ट (Industrial waste) – उद्योगों से निकलने वाले अपशिष्टों में कार्बनिक व अकार्बनिक प्रदूषक पाये जाते हैं। इन प्रदूषकों में तेल, ग्रीस, प्लास्टिक, धात्विक आयन, फीनोल्स, टॉक्सीन, अम्ल, रंजक, साइनाइड्स एवं डी.डी.टी. शामिल है। इनमें से अनेक प्रदूषक अपघटनशील नहीं होते हैं तथा जीवों के लिए विषाक्त होते हैं।

अधिकांश उद्योग–धन्धों की स्थापना प्रायः जलाशयों एवं नदियों के किनारों पर की जाती है क्योंकि संयंत्रों को ठण्डा करने, विभिन्न रसायनों को घोलने व तनु करने तथा अन्य क्रियाओं में बड़ी मात्रा में जल की आवश्यकता होती है। लेकिन इन उद्योगों के निकलने वाले अपशिष्टों को जब जल स्त्रोतों में प्रवाहित कर दिया जाता है तब वे प्रदूषण के स्त्रोत बन जाते हैं। इन उद्योगों में उर्वरक, ऊर्जा, रंजक, तेल शोधक, कीटनाशक, चर्म शोधन, रबड़, शराब आदि कई कारखाने शामिल हैं।

(ii) कृषि अपशिष्ट (Agricultural waste) – इसमें प्रमुख रूप में कृषि में प्रयुक्त होने वाले रासायनिक उर्वरक एवं रोग नियंत्रण हेतु काम आने वाले कीटनाशी, कवकनाशी एवं शाकनाशी होते हैं। ये रासायनिक अपशिष्ट वर्षा के जल के साथ बहकर आस–पास के जलाशयों में पहुंचकर प्रदूषण उत्पन्न करते हैं। कृषि अपशिष्टों में डी.डी.टी., बी.एच.सी., एल्ड्रिन, यूरिया, हेप्टोक्लोर एवं नाइट्रेट फॉस्फेट उर्वरक प्रमुख हैं।

(iii) घरेलू वाहित मल (Domestic sewage) – घरों, पशुओं एवं भोजन संयंत्रों से निकलने वाले वाहित मल भी जल प्रदूषण का एक महत्वपूर्ण स्त्रोत हैं। इसमें कागज, साबुन, डिटर्जेन्ट, मलमूत्र आदि अपशिष्ट गांव व शहर की नालियों एवं वर्षा जल के साथ बहकर पास के जलाशयों में मिल कर उन्हें प्रदूषित कर देते हैं।

(iv) समुद्री प्रदूषण (Marine pollution) – समुद्री जल में प्रदूषण का एकमात्र स्त्रोत खनिज तेल है। खनिज तेलों के एक स्थान से दूसरे स्थान पर जहाजों द्वारा ले जाया जाता है। जहाजों से दुर्घटनावश या डूब जाने से तेल जल की सतह पर फैल जाता है। यही समुद्री प्रदूषण का कारण बन जाता है तथा जल में उपस्थित सभी प्राणी इससे प्रभावित हो जाते हैं।

(v) रेडियोधर्मी अपशिष्ट (Radioactive wastes) – नाभिकीय संयंत्रों एवं नाभिकीय विस्फोट से उत्पन्न होने वाले रेडियोधर्मी पदार्थ, चिकित्सा एवं शोध कार्य, बिजली उत्पादन आदि में प्रयुक्त होने रेडियोधर्मी पदार्थ भी जल में पहुंचकर प्रदूषण का कारण बन जाते हैं।

जल प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Water Pollution)

जल में प्रदूषण के कारण जीवों पर निम्नलिखित प्रभाव दिखाई देते हैं–

(I) घरों से निकलने वाले वाहित मल एवं कृषि अपशिष्टों में नाइट्रेट एवं फॉस्फेट की मात्रा अत्यधिक होती है। जल में इनकी अधिक मात्रा से शैवालों की तीव्र गति से वृद्धि होती है तथा धीरे–धीरे पूरे जलाशय सतह को ढक लेती है। फलस्वरूप शैवाल ब्लूम (Algal bloom) का निर्माण हो जाता है।

जलाशयों में पोषक तत्वों जैसे नाइट्रोजन एवं फॉस्फोरस की वृद्धि होने के कारण उसकी उत्पादकता में भी वृद्धि हो जाती है उसे सुपोषीकरण (Eutrophication) कहते हैं। जल में इस तरह कार्बनिक पदार्थों की मात्रा बढ़ने से अपघटकों की संख्या में भी वृद्धि हो जाती है परिमाणस्वरूप जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) में भी वृद्धि हो जाती है। जल में घुलित ऑक्सीजन (Dissolved oxygen) में कमी आ जाती है। जल में आवायवीय जीवाणुओं एवं नील हरित शैवाल जैसे एनाबीना, माइक्रोसिस्टीस, एफेनिजोमिनान आदि की मात्रा भी बढ़ जाती है। इनके प्रभाव से जलीय जीव मरने लगते हैं। जल में से दुर्गंध आने लगती है। पानी पीने, सिंचाई आदि के लिए अनुपयुक्त हो जाता है।

सुपोषीकरण को नियंत्रित करने के लिए निम्न उपाय किये जा सकते हैं–

(i) जल स्त्रोतों में पोषक तत्वों एवं अपशिष्ट पदार्थों के प्रवेश पर रोक लगायी जाए।

(ii) जल स्त्रोतों से समय–समय पर जैव भार एकत्रित कर हटाया जाए। पोषक तत्वों का भी एकत्रीकरण किया जाए।

(iii) जल स्त्रोतों के पेंदे पर जमा होने वाले तलछट को समय–समय पर निकाला जाए।

(iv) कृत्रिम वातन द्वारा तलीय ऑक्सीजन की मात्रा को बढ़ाना।

(v) मत्स्य पालन व प्रबंधन को बढ़ावा देना।

इस प्रकार की क्रियाओं द्वारा जलाशयों का पारिस्थितिक सन्तुलन का पुनर्भरण किया जा सकता है।

(II) प्रदूषित जल को पीने से इसमें उपस्थित अनेक

रोगाणुओं से हैजा, पेचिस, अमीबायोसिस, पीलिया, अतिसार, कृमि, पथरी जैसे रोग हो जाते हैं।

(III) औद्योगिक, कृषि एवं रेडियोधर्मी अपशिष्टों में उपस्थित धातुएं एवं रसायन जीवों में निम्न प्रकार से प्रभाव उत्पन्न करते हैं–

(i) जल में कृषि अपशिष्टों से आने वाला नाइट्रोजन विषाक्त प्रदूषक के रूप में जाना जाता है। इसकी उपस्थिति से जल पीने योग्य नहीं रहता है। हमारे शरीर में इस प्रदूषित जल में उपस्थित नाइट्रेट्स को सूक्ष्मजीवी फ्लोरा द्वारा नाइट्राइट में बदल दिया जाता है। ये नाइट्राइट रक्त में उपस्थित हीमोग्लोबिन से क्रिया कर मेटाहीमोग्लोबिन का निर्माण कर देते हैं फलस्वरूप रक्त में ऑक्सीजन ले जाने की क्षमता में कमी आ जाती है। तथा मेटाहीमोग्लोबेनिमिया (Metahaemoglobinamia) नामक रोग उत्पन्न हो जाता है। इस रोग के कारण श्वसन एवं रक्त परिसंचरण तंत्र में क्षति उत्पन्न हो जाती है। रोगी की त्वचा नीली पड़ जाती है और कैंसर हो जाता है। अन्ततः जीव की मृत्यु हो जाती है। स्वस्थ मनुष्य में मेटाहीमोग्लोबिन की मात्रा 0.8% होती है। जबकि मेटाहीमोग्लोबेमेनिया में यह स्तर 10% तक पहुंच जाता है।

(ii) कांच, एल्यूमिनियम व उर्वरकों संयंत्रों से निकलने वाले अपशिष्ट फ्लोराइड प्रदूषण के स्त्रोत हैं। फ्लोराइड की कम मात्रा दांतों एवं हड्डियों के लिए आवश्यक है लेकिन इसकी अधिक मात्रा दंत फ्लोरोसिस (Dental flurosis) का कारण है जिसमें दांतों पर धब्बे पड़ जाते हैं।

फ्लोराइड की अधिक मात्रा से मनुष्यों में हड्डियाँ कमजोर हो टेड़ी हो जाती है जिससे कुबड़ापन आ जाता है। पैरों के घुटने बाहर की तरफ मुड़ जाते हैं जिसे "नोक नी सिन्ड्रोम" (Knock Knee Syndrome) कहते हैं। राजस्थान के कई जिले जोधपुर, बाड़मेर, नागौर, पाली, बीकानेर, डूंगरपुर, अजमेर, अलवर आदि में फ्लोराइड प्रदूषण की चपेट में है।

(iii) मर्करी औद्योगिक संयंत्रों से निकलने वाला एक प्रदूषक है जो अकार्बनिक एवं कार्बनिक दोनों ही रूपों में अत्यन्त जहरीला पदार्थ है। जल स्त्रोतों में यह अवायवीय जीवाणुओं द्वारा मिथाईल मर्करी में बदल दिया जाता है। यह एक वाष्पशील प्रदूषक है जो शरीर से उत्सर्जित नहीं होता है।

जापान में 1950 में मर्करी एक नाइट्रोजन कम्पनी द्वारा अपशिष्ट के रूप में उत्सर्जित किया गया था जिसने मिनिमाटा खाड़ी में पहुंच कर एक सशक्त जहर का रूप ले लिया। वहाँ के पादप मिथाईल मर्करी में संक्रमित हो गये तथा खाद्य श्रृंखला द्वारा मनुष्य में पहुंच गया जिससे उसमें अनेक विकृतियाँ जैसे पैरों व जीभ का सुन्न होना, बहरापन, धुंधलापन, मनोविकृति उत्पन्न हो गयी।

स्वीडन की अनेक नदियाँ एवं झीलें भी इस प्रदूषण का शिकार है क्योंकि वहाँ के कागज, कवकनाशी, शैवालनाशी उद्योगों में मर्करी एक प्रदूषक के रूप में इनमें उत्सर्जित कर दिया जाता है। क्लोरल एल्कली उद्योगों से भी मर्करी अपशिष्ट के रूप में छोड़ा जाता है। बच्चों में लकवा, मिर्गी, अविकसित मस्तिष्क जैसे रोग उत्पन्न हो जाते हैं। मछलियों में मिथाइल मर्करी जमा होने से उनकी मृत्यु हो जाती है तथा उनको खाने वाले मनुष्य, कौवे आदि भी इसके शिकार बन जाते हैं।

(iv) सीसा भी एक अन्य धात्विक प्रदूषक है जो सीसा संयंत्रों, बच्चों के खिलौनों, प्लास्टिक पाइपों, कीटनाशी, खाद्य एवं औषधि संयंत्रों द्वारा अपशिष्ट के रूप में उत्सर्जित किया जाता है।

सीसा युक्त जल पीने से पाचन तंत्र, केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र, मांसपेशियों से संबंधित रोग हो जाते हैं। सीसा प्रदूषण से रक्त में हीमोग्लोबिन में कमी, मनोविकृति, बांझपन जैसी विकृतियाँ उत्पन्न हो जाती है। सीसे के जहरीले प्रभाव से कब्ज, पेट दर्द होना तथा यकृत एवं वृक्क भी प्रभावित होते हैं।

(v) केडमियम धातु का उत्सर्जन जापान के एक जस्ता परिष्करण संयंत्र द्वारा जित्सु नदी में किया गया था जिसके कारण वहाँ के लोगों में इताई–इताई रोग (Itai-Itai) उत्पन्न हुआ। ये अपशिष्ट खाद्य श्रृंखला द्वारा मनुष्यों में पहुंचकर हड्डियों को कमजोर कर देता है। धीरे–धीरे रोगियों की मृत्यु हो जाती है।

(vi) आर्सेनिक धातु रिफाइनरी उद्योग से निकलने वाला अपशिष्ट है। जब यह किसी जलाशय में उत्सर्जित कर दिया जाता है तो यह प्राणियों में कैंसर उत्पन्न करता है।

(IV) पीड़कनाशी एवं शाकनाशी सामान्यतः खरपतवारों एवं फसल को नुकसान करने वाले कीड़े, नीमेटोड, रोडेन्ट कवक आदि को नष्ट करते हैं। इस हेतु अनेक रसायन BHC, DDT, क्लोरेडेन, एल्ड्रीन, टोक्साफीन आदि प्रयोग में लाये जाते हैं। इनकी अधिक मात्रा में उपयोग करने पर ये हमारी जैविक रासायनिक एवं भूवैज्ञानिक चक्र का भाग बन जाते हैं। DDT जैसा कीटनाशी जल में पहुंचने के पश्चात् खाद्य श्रृंखला में प्रवेश कर जाता है तथा पौधों, जूप्लेंक्टॉन, मछलियों आदि के माध्यम से मनुष्य के शरीर में प्रवेश कर जाता है। इसकी मात्रा खाद्य श्रृंखला के उत्तरोत्तर पोष स्तरों में लगातार बढ़ती जाती है इसे जैवआवर्द्धन (Biomagnification) कहते हैं।

स्तनधारियों व पक्षियों में यह लिंग हार्मोनों को प्रभावित कर प्रजनन विफल कर देती है। पौधों में यह प्रकाशसंश्लेषण की दर को कम कर देती है।

जल प्रदूषण का नियंत्रण
(Control of Water Pollution)

(i) बहिस्त्राव उपचार (Sewage treatment) – घरेलू एवं औद्योगिक इकाइयों से निकलने वाले बहिस्त्राव या सीवेज को उचित संयंत्रों की मदद से उपचारित कर पुनः जल स्त्रोतों में डालना चाहिए। मल–जल (सीवेज) को तीन चरणों में उपचारित किया जाता है। प्राथमिक उपचार के चरण में सीवेज से कणीय तैरने वाले पदार्थों को दूर किया जाता है तथा द्वितीयक उपचार के चरण में उन जैविक पदार्थों को हटाया जाता है जो सूक्ष्मजीवी अपघटन से बच जाते हैं। इसके बाद भी बचे हुए जल में भारी मात्रा में फास्फोरस, नाइट्रोजन जैसे पोषक तत्व एवं अनेक रोगकारी जीवाणु पाये जाते हैं। इसे किसी भी जल स्त्रोत में छोड़ने पर सुपोषण की समस्या उत्पन्न होती है। प्राथमिक उपचार के बाद बचा शेष भाग गाद या स्लज (Sludge) कहलाता है। इस जल से तृतीयक उपचार द्वारा पोषक तत्वों एवं रोगकारी जीवाणुओं को हटाया जाता है। इससे CO_2 एवं H_2S गैसों को दूर किया जाता है। तत्पश्चात् इस जल को सिंचाई, जलीय जीवों एवं वनस्पतियों के उपयोग हेतु काम लिया जाता है।

नागपुर में स्थित राष्ट्रीय पर्यावरण अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान (NEERI) ने बहिस्त्राव उपचार संयंत्र विकसित किये हैं जिनके द्वारा यह कार्य किया जा रहा है।

(ii) जल पुनर्चक्रण (Water recycling) – बढ़ती जनसंख्या के साथ जल की आवश्यकता एवं दोहन तेजी से बढ़ता जा रहा है जिसके फलस्वरूप भूजल का स्तर निरंतर गिरता जा रहा है। अतः यह आवश्यक है कि उपलब्ध जल का अधिक से अधिक उपयोग किया जाए। इस हेतु व्यर्थ किये जाने वाले जल को पुनःचक्रण कर उपचारित या अनुपचारित करने के बाद विशेष कार्यों के लिए उपयोग में लिया जाये। इस प्रकार जल का दुरूपयोग रोका जा सकता है तथा जल का अधिकतम उपयोग संभव हो सकता है।

(iii) औद्योगिक एवं घरेलू बहिस्त्राव को किसी भी जलाशय, नदी या जल स्त्रोत में सीधे प्रवाहित करने से रोक जाना चाहिए।

(iv) पर्यावरण जागरूकता जैसे चलचित्र, संगोष्ठी, सभाओं द्वारा जल प्रदूषण के प्रति जनचेतना पैदा करना।

(v) जल (प्रदूषण नियंत्रण एवं रोकथाम) अधिनियम, 1974 एवं पर्यावरण संरक्षण अधिनियम, 1986 द्वारा कानूनन जनता को पाबंद एवं दण्डित किया जा सकता है।

(vi) अपशिष्ट पदार्थों का पुनर्चक्रण एवं पुनर्उपयोग (Recycling and reuse of wastes) – शहरी अपशिष्टों का पुनर्चक्रण कर बिजली एवं ईंधन गैस का उत्पादन किया जा सकता है। नागपुर में नीरी संस्थान द्वारा रेडियोधर्मी तथा परमाणु शक्ति संयंत्रों के रासायनिक अपशिष्टों से सस्ती गैस व बिजली प्राप्त करने के उपाय विकसित किये जा रहे हैं। इसी प्रकार नई दिल्ली में ओखला के पास भी अपशिष्ट पुनर्चक्रण संयंत्र स्थापित किया गया है।

जल गुणवत्ता मापक
(Measurement of Water Quality)

जल प्रदूषण को रोकने से पूर्व जल में उपस्थित प्रदूषकों का मात्रात्मक मापन आवश्यक है। इस हेतु जल में निम्न कारकों का मापन किया जाता है–

(i) घुलित ऑक्सीजन (Dissolved oxygen) – जल में उपस्थित घुलित ऑक्सीजन का मापन विकंलर घुलित ऑक्सीजन जांच विधि से किया जाता है। इस विधि में जल के नमूने में मैग्नीशियम आयन डाले जाते हैं जो घुलित ऑक्सीजन के साथ बन्धित होकर मैग्नीशियम ऑक्साइड (MnO_2) बना लेते हैं जिसका एक अवक्षेप बन जाता है। इस अवक्षेप में आयोडाइड आयन डाले जाते हैं जो मैग्नीशियम ऑक्साइड से क्रिया कर आयोडीन बना देता है। आयोडीन का सोडियम थायोसल्फेट से अनुमापन (Titration) कर लिया जाता है।

$$Mn^{++} + O_2 \longrightarrow MnO_2 \downarrow \text{ अवक्षेप}$$
$$MnO_2 + 2I^- + 4H + \longrightarrow Mn^{++} + I_2 + 2H_2O$$
$$I_2 + 2\,S_2O_3 \longrightarrow S_4O_6 + 2I^-$$

क्योंकि सभी घुलित ऑक्सीजन मैग्नीशियम से बन्धित हो जाती है इसलिए मैग्नीशियम ऑक्साइड की मात्रा विलयन में ऑक्सीजन की मात्रा के समानुपाती होती है।

(ii) जैविक ऑक्सीजन मांग (BOD) – जल में ऑक्सीजन की जैविक मांग जल गुणवत्ता मापने की अप्रत्यक्ष विधि है। यह जल में उपस्थित कार्बनिक पदार्थों को सूक्ष्मजीवों द्वारा विघटित करने के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की मात्रा होती है। जैविक ऑक्सीजन मांग मानक BOD बॉटल में 20° तापक्रम पर 5 दिन तक अंधेरे में रखकर ज्ञात की जाती है। BOD का अधिक मान कार्बनिक प्रदूषक की अधिक मात्रा को इंगित करता है।

(iii) रासायनिक ऑक्सीजन मांग (COD) – BOD परीक्षण से कम समय COD परीक्षण में लगता है। इसमें जल में उपस्थित सभी कार्बनिक पदार्थों को रासायनिक विधि द्वारा ऑक्सीकृत किया जाता है। इस परीक्षण में मापित जल के नमूने में ज्ञात पोटेशियम क्रोमेट की मात्रा डाली जाती है एवं मिश्रण को गर्म किया जाता है। अम्ल के साथ गर्म करने के पश्चात् अधिक डाइक्रोमेट का मापन अपचायक एजेन्ट (फेरस अमोनियम सल्फेट) डालकर कर लिया जाता है। क्रोमेट की मात्रा में अन्तर ज्ञात कर

नमूने में COD की मात्रा पता लगा ली जाती है।

$$C_xH_yO_z + Cr_2O_7 \longrightarrow H\Delta CO_2 + H_2O + Cr^{3+}$$

सामान्यतः ऐसे कार्बनिक पदार्थ जो सूक्ष्मजीवों द्वारा अपघटित नहीं किये जा सकते हैं वे रासायनिक विधि से अपघटित हो पाते हैं अतः COD का मान BOD से अधिक आता है।

(iv) ठोस पदार्थ (Solids) – जल के नमूने को 103°C पर गर्म करने के पश्चात् शेष बचा हुआ भाग कुल ठोस पदार्थ होता है। इसके दो भाग होते हैं – घुलित ठोस एवं निलम्बित ठोस। निलम्बित ठोस को गुच क्रुसीबल द्वारा घुलित ठोस से अलग कर लिया जाता है।

(v) नाइट्रोजन एवं फॉस्फेट (Nitrogen & phosphates) – जल में नाइट्रोजन एवं फॉस्फेट की मात्रा का कलरीमीटरी द्वारा मापन किया जाता है। प्रदूषण द्वारा जल में नाइट्रोजन व फॉस्फेट मुख्य पोषक तत्वों के रूप में डाले जाते हैं।

ध्वनि प्रदूषण
(Noise Pollution)

शोर शब्द की उत्पत्ति लेटिन भाषा के नाउसिया (Nausea) शब्द से हुई है जिसका शाब्दिक अर्थ अवांछित ध्वनि से है। जब ध्वनि की आवृत्ति व तीव्रता कर्णप्रिय स्तर से अधिक हो जाती है तो उसे शोर की संज्ञा दी जाती है। तेजी से बढ़ता औद्योगीकरण, शहरीकरण एवं यातायात साधनों की संख्या में वृद्धि के कारण ध्वनि प्रदूषण एक गंभीर समस्या बन चुका है।

ध्वनि प्रदूषण की परिभाषा
(Definition of Noise Pollution)

ध्वनि का वह उच्च स्तर जो मनुष्य में उद्विग्नता या चिड़चिड़ापन उत्पन्न करता है, ध्वनि प्रदूषण कहलाता है।

अकर्णप्रिय ध्वनि जो मानवीय सुविधा, स्वास्थ्य एवं गतिशीलता में हस्तक्षेप करती हो ध्वनि प्रदूषण कहलाती है।

ध्वनि प्रदूषण के स्त्रोत (Sources of Noise Pollution)

ध्वनि प्रदूषण के स्त्रोत निम्नलिखित हैं–

(i) प्राकृतिक स्त्रोत (Natural sources) – ऐसी प्राकृतिक घटनाएं जैसे बिजली की गड़गड़ाहट, तूफान, समुद्री तरंगें, झरनों से निकलने वाली तीव्र ध्वनि प्रदूषण का स्त्रोत है।

(ii) कल–कारखाने (Industries) – विभिन्न उद्योगों में चलने वाली मशीनें एवं सायरन से निकलने वाली तेज आवाजें।

(iii) जैविक स्त्रोत (Biological sources) – मनुष्यों द्वारा तेज वार्तालाप, झगड़ा, रोने की आवाज एवं पशुओं द्वारा निकाली जाने वाली तेज आवाजें इसमें आती हैं।

(iv) मनोरंजन के साधन (Entertainment sources) – घरेलू मनोरंजन के साधन जैसे टेलीविज़न, रेडियो,विडियो आदि तथा सामाजिक मनोरंजन जैसे गवरी, नाच–गान, नुक्कड़ नाटक, खेल तमाशें आदि से होने वाला शोर।

(v) सामाजिक व धार्मिक कार्यक्रम (Social & religious functions) – विवाह, जन्मदिन व अन्य सांस्कृतिक समारोहों में लाउडस्पीकरों का प्रयोग, मन्दिर, मस्जिद व गुरुद्वारों में घण्टों, शंखनाद एवं लाउडस्पीकरों का प्रयोग। राजनैतिक गतिविधियों चुनाव आदि में लाउडस्पीकरों का प्रयोग ध्वनि प्रदूषण के स्त्रोत हैं।

(vi) यातायात – परिवहन के साधन (Standards of Noise Pollution) – वायु (प्रदूषण निवारण एवं नियंत्रण) अधिनियम 1981 के तहत 1 अप्रेल 1988 को ध्वनि प्रदूषण को वायु प्रदूषण के अन्तर्गत सम्मिलित किया गया है।

पर्यावरण (सुरक्षा) नियम (Environment (Protection) Law) 1986 के नियम तीन के तहत भारतीय मानक संस्थान (ISI) ने ध्वनि प्रदूषण के कुछ मानक निर्धारित किये है जो निम्न प्रकार है (तालिका 1.2)–

तालिका 1.2 : ध्वनि प्रदूषण के मानक

क्षेत्र	स्वीकृत ध्वनि स्तर (dba)	
	दिन (प्रातः 6 से रात्रि 9 बजे)	रात (रात्रि 9 बजे से प्रातः 6 बजे)
औद्योगिक क्षेत्र	75	70
आवासीय क्षेत्र	55	45
शान्त क्षेत्र	50	40
व्यावसायिक क्षेत्र	65	55

ध्वनि प्रदूषण का मापन
(Measurement of Noise Pollution)

ध्वनि तरंगों की आवृत्ति एवं तीव्रता मनुष्य के कानों, मस्तिष्क एवं क्रियाकलापों पर व्यापक प्रभाव डालती है। ध्वनि तीव्रता मापन की सामान्य इकाई डेसिबल (dB) है। इसके अलावा ध्वनि को भारित ध्वनि दाब स्तर (Weighted Sound Pressure Level [SPL]) के रूप में भी नापा जाता है। इसे db (A) के रूप में जाना जाता है। यह ध्वनि पर पड़ने वाले दबाव की इकाई है। तीव्रता नापन उपकरणों के बजाय दाब मापन उपकरणों को निर्माण अधिक सरल है इसलिए ध्वनि मापन में db (A) इकाई का प्रयोग ज्यादा होता है।

शून्य से प्रारंभ होने वाला dB मापक शून्य स्तर के श्रवण के देहली (Threshold) को व्यक्त करता है। यह कान की निम्नतम श्रव्य ध्वनि है। डेसिबल में वृद्धि ध्वनि तरंगों में तीव्रता वृद्धि के 10 गुणा के रूप में निम्न प्रकार प्रदर्शित की जाती है–

श्रव्य ध्वनि × 10 = 10 dB

श्रव्य ध्वनि × 100 = 20 dB

श्रव्य ध्वनि × 10000 = 40 dB

भारतीय मानक संस्थान द्वारा स्वीकृत ध्वनि स्तर निम्न प्रकार है (सारणी अगले पृष्ठ पर) –

ध्वनि प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Noise Pollution)

ध्वनि प्रदूषण के निम्नलिखित प्रभाव हैं–

(i) अधिक लम्बे समय तक तीव्र ध्वनि तथा कम समय तक अत्यधिक तीव्र ध्वनि के सम्पर्क में आने पर क्रमशः बहरापन हो सकता है। कान के पर्दे फट सकते हैं।

(ii) निरंतर शोर के प्रभाव से मनुष्य में झुंझलाहट, मानसिक तनाव, हृदय धड़कन बढ़ना, व्यग्रता, बैचेनी, अनिद्रा जैसी समस्याएं उत्पन्न हो जाती है।

(iii) अवांछित शोर के कारण मनुष्य की कार्यक्षमता व एकाग्रता में कमी आ जाती है। वार्तालाप में व्यवधान उत्पन्न होता है। विद्यार्थियों में अध्ययन एवं एकाग्रता प्रभावित होती है फलस्वरूप मानसिक अवसाद (Mental Depression) हो जाता है।

(iv) ध्वनि प्रदूषण के कारण व्यक्ति की सोचने की क्षमता एवं मानसिक स्वास्थ्य में कमी आ जाती है। अधिक उच्च ध्वनि से अधिक संवेदनशील व्यक्तियों में तांत्रिकीय अवसाद (Neuromatic disorder) उत्पन्न होने से पागल होने की संभावनाएं बढ़ जाती है।

(v) ध्वनि प्रदूषण के कारण वाहन चालक का ध्यान भंग होने से दुर्घटनाओं की संभावनाएं बढ़ जाती है।

(vi) बम विस्फोट, डायनामाइट विस्फोट, जेट विमानों की गर्जना से भवनों में दरारें पड़ जाती है, खिड़की के शीशे टूट जाते हैं।

(vii) पुरातात्विक महल के भवनों के व इमारतों के गिरने की संभावना बढ़ जाती है।

विभिन्न स्त्रोतों से निकलने वाली ध्वनि का स्तर

स्त्रोत	ध्वनि स्तर (dB)
श्वसन	10
पत्तियों की सरसराहट	10
फुसफुसाहट	20–30
पुस्तकालय	40
शान्त भोजनालय	50
सामान्य वार्तालाप	55–60
तेज वर्षा	55–60
घरेलू बहस	55–60
स्वचालित वाहन / घरेलू मशीनें	90
बस	85–90
ट्रक	80–90
रेलगाड़ी की सीटी	110
तेज स्टीरियो	100–115
ध्वनि विस्तारक	150
सायरन	150
व्यावसायिक वायुयान	120–140
जेट विमान (300 मी. ऊँचाई)	100–110
जेट विमान (हवाई पट्टी पर उतरते समय)	150
रॉकेट इंजन	180–195

ध्वनि प्रदूषण नियंत्रण के उपाय
(Control Measures for Prevention of Noise Pollution)

ध्वनि प्रदूषण को नियंत्रित करने के लिए उसके स्त्रोत, उसकी तीव्रता, माध्यम एवं प्रभावित होने वाली वस्तु का अध्ययन करना आवश्यक होता है। ध्वनि प्रदूषण को निम्नलिखित उपायों द्वारा रोका जा सकता है–

(i) प्रमुख सड़कों, राजमार्गों, हवाई अड्डों एवं रेल्वे लाइनों के किनारों पर वृक्षारोपण 10-15 dB तक ध्वनि को कम किया जा सकता है।

(ii) महानगरीय क्षेत्रों में भी हरित पट्टी का विकास कर उच्च ध्वनि का अवशोषण किया जा सकता है।

(iii) कल–कारखानों में उच्च तकनीक एवं कम आवाज उत्पन्न करने वाली मशीनों का प्रयोग किया जाना चाहिए।

(iv) औद्योगिक इकाइयों में ध्वनि अवशोषकों (Sound absorbers) का प्रयोग एवं ध्वनि निरोधी कक्षों का निर्माण किया जाना चाहिए।

(v) कारखानों में मशीनी कलपुर्जों में स्नेहक (Lubricant) का प्रयोग, खराब कलपुर्जों का समय पर बदलना, ध्वनि शामकों की उचित देखभाल एवं मरम्मत आदि से भी ध्वनि प्रदूषण को कम किया जा सकता है।

(vi) कानों में कर्ण प्लग (Ear plugs), दस्तानें (Ear muff) आदि पहनकर स्वयं को प्रदूषण से पृथक किया जा सकता है।

(vii) व्यक्तिगत व सामुदायिक स्तर पर जागरूकता उत्पन्न कर सांस्कृतिक, सामाजिक, राजनैतिक समारोहों में ध्वनि उत्पादन को कम किया जा सकता है।

(viii) ध्वनि उपयोग द्वारा भी ध्वनि प्रदूषण का नियंत्रण किया जा सकता है।

तापीय प्रदूषण (Thermal Pollution)

उद्योगों, नाभिकीय, तापीय ऊर्जा संयंत्रों को ठण्डा करने के

आवासीय क्षेत्रों में स्वीकृत बाह्य ध्वनि स्तर		विभिन्न भवनों में स्वीकृत आन्तरिक ध्वनि स्तर	
क्षेत्र	ध्वनि स्तर dB(A)	क्षेत्र	ध्वनि स्तर dB(A)
ग्रामीण	25–35	रेडियो व टीवी स्टुडियो	25–35
उपनगरीय	30–40	संगीत कक्ष	30–35
नगरीय (आवासीय)	35–40	ऑडिटोरियम, हॉस्टल, सेमीनार कक्ष	35–40
नगरीय (आवासीय व व्यावसायिक)	40–45	कोर्ट, निजी कार्यालय, पुस्तकालय	40–45
नगरीय (सामान्य)	45–55	सार्वजनिक कार्यालय	45–50
औद्योगिक क्षेत्र	50–60	रेस्तराँ	50–500

बाद गर्म जल सीधे ही जल स्त्रोतों नदी, झील या समुद्र में डाल दिया जाता है। इस जल का तापक्रम अधिक होने के कारण जल स्त्रोत में रहने वाले जीवों के लिए प्रदूषण का कारण बन जाता है।

परिभाषा (Definition)

विभिन्न कल–कारखानों, नाभिकीय एवं तापीय ऊर्जा संयंत्रों की मशीनों को ठण्डा करने के पश्चात् गर्म जल का जल स्त्रोत में मिल जाने से जल के तापमान में होने वाली वृद्धि तापीय प्रदूषण कहलाता है।

तापीय प्रदूषण के स्त्रोत (Sources of Thermal Pollution)

इसके स्त्रोत के रूप में नाभिकीय, तापीय ऊर्जा संयंत्र व बड़े–बड़े कल–कारखानें आदि की मशीनों को ठण्डा करने के लिए भारी मात्रा में जल की आवश्यकता होती है। यह प्रक्रिया दो प्रकार से की जाती है–

(i) प्रत्यक्ष रूप से ठण्डा करना (Direct cooling) – इसमें इन संयंत्रों द्वारा नदी, झील व तालाब से जल पम्प कर ले लिया जाता है तथा मशीनों को ठण्डा करने के बाद जल पुनः इन्हीं स्त्रोतों में डाल दिया जाता है। इस प्रकार संघनक से गुजरने के बाद भी इस जल का तापक्रम 10°C तक बढ़ जाता है।

(ii) अप्रत्यक्ष रूप से ठण्डा करना (Indirect cooling) – इसके अन्तर्गत संयंत्रों द्वारा एक बार जल लेने के पश्चात् ठण्डा करने के लिए कई बार प्रयोग किया जाता है। अन्ततः यह जल टावर से भाप के रूप में धीरे–धीरे वायुमण्डल में विलीन होता रहता है। तापीय प्रदूषण का प्रमुख स्त्रोत प्रत्यक्ष रूप से मशीनों को ठण्डा करके जल को सीधे ही जल स्त्रोत में छोड़ना है।

तापीय प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Thermal Pollution)

तापीय प्रदूषण के प्रभाव निम्नलिखित हैं–

(i) जल का ताप बढ़ने के साथ लवणों की घुलनशीलता एवं रासायनिक क्रियाएं बढ़ती जाती है। तथा वाष्पीकरण होने पर घुलित लवण अधिक सान्द्र हो जाते हैं।

(ii) तापीय प्रदूषण के कारण जल में घुलित ऑक्सीजन की सान्द्रता में कमी आ जाती है। जल ताप बढ़ने से अन्य गैसों की घुलनशीलता में भी कमी आ जाती है।

(iii) जल के ताप में वृद्धि होने से कार्बनिक पदार्थों के अपघटन में वृद्धि हो जाती है फलस्वरूप घुलित ऑक्सीजन की मात्रा में भी कमी आ जाती है।

(iv) जल ताप बढ़ने से उच्च ताप में अनुकूलन की क्षमता वाले रोगाणुओं की संख्या में वृद्धि आ जाती है।

(v) जल के ताप में एकाएक वृद्धि होने व जल में घुलित O_2 कम होने से कई मछलियाँ मर जाती है। भोजन के रूप में अन्य प्लवकों व प्राणियों की मृत्यु होने से भी मछलियों की संख्या में कमी हो जाती है।

(vi) क्लार्क व ब्राउनेस 1978 के अनुसार जल का ताप बढ़ने पर प्राणी प्लवकों की संख्या 15-100% तक घट सकती है। छोटी मछलियों का भोजन गामारिड्स प्राणी प्लवक जल ताप के प्रति अतिसंवेदनशील होते हैं। कुछ प्राणी प्लवक 26°C पर ही मर जाते हैं।

(vii) जल ताप में वृद्धि होने पर नील हरित शैवाल एवं हरित शैवालों की संख्या में तेजी से वृद्धि होती है। जल ताप में वृद्धि के फलस्वरूप अनुकूलन क्षमता वाली अनेक बड़े जलीय पौधों की जातियों की संख्या में वृद्धि हो जाती है, जो मानव हित में नहीं हो।

जल तापमान में वृद्धि के फलस्वरूप सम्पूर्ण जल पारिस्थितिकी तंत्र अस्तव्यस्त हो जाता है।

तापीय प्रदूषण नियंत्रण के उपाय (Control Measures for Prevention of Thermal Pollution)

तापीय प्रदूषण को नियंत्रित करने के निम्न उपाय हो सकते हैं–

1. कल–कारखानों, तापीय ऊर्जा संयंत्रों से निकलने वाले

गर्म जल को सीधे जल स्त्रोत में नहीं डालकर इसे अलग एकत्रित करना चाहिए। बाद में इसे ठण्डा करके ही जल स्त्रोतों में डालना चाहिए।

2. विभिन्न संयंत्रों से निकले गर्म जल को वाहित मल उपचार संयंत्र से निकले पोषक तत्वों युक्त जल में मिलाकर एक्वाकल्चर हेतु प्रयोग में लाया जा सकता है।

रेडियोधर्मी प्रदूषण (Radioactive Pollution)

वर्तमान समय में विश्व के विभिन्न देशों में परमाणु शक्ति राष्ट्र बनने की होड़ लगी हुई है। इस कारण से नाभिकीय इकाईयों एवं अस्त्रों के उपयोग में तेजी से वृद्धि हुई है। इसी प्रकार परमाणु भट्टियों में यूरेनियम एवं प्लूटोनियम के प्रयोग के बाद शेष बचा हुआ पदार्थ नाभिकीय अपशिष्ट के रूप में रह जाता है।

परमाणु विखण्डन या विस्फोट के पश्चात् रेडियोधर्मी धूल वायुमण्डल में फैल जाती है तथा धीरे–धीरे ठण्डा हो पृथ्वी पर जमा हो जाती है। इसे रेडियोधर्मी अवपात (Nuclear fallout) कहते हैं। इस प्रकार विभिन्न रेडियोधर्मी संयंत्रों से निकलने वाले अवशिष्ट पदार्थ प्रदूषण के घातक स्त्रोत है।

परिभाषा (Definition)

विभिन्न परमाणु संयंत्रों एवं परमाणु विस्फोटों से निकलने वाले रेडियोधर्मी पदार्थों से उत्पन्न होने वाले प्रदूषणों को रेडियोधर्मी प्रदूषण कहते हैं।

रेडियोधर्मी पदार्थ दो रूपों में पाये जाते हैं–

(i) कणीय विकिरण (Corpuscular radiation) – इसके अन्तर्गत एल्फा, बीटा एवं न्यूट्रान आते हैं। एल्फा कण पर 2 इकाई धनावेश एवं 4 इकाई भार होता है अतः यह शरीर से अधिक दूर पर नहीं जा सकते हैं। जबकि बीटा कण न्यूट्रान के प्रोटोन व इलेक्ट्रॉन में टूटने से बनते हैं। इन पर एक ऋणावेश एवं वेग अधिक होने से इनकी बेधन क्षमता बहुत अधिक होती है।

न्यूट्रान आवेश रहित कण होते हैं जिनमें एक इकाई भार होता है। इनका वेग एवं बेधन क्षमता भी बहुत अधिक होती है। प्रभाव की दृष्टि से ये आयनकारी व अनआयनकारी हो सकते हैं।

(ii) विद्युत चुम्बकीय विकिरण (Electro magnetic radiation) – इसमें एक्स एवं गामा किरणें आती है। एक्स किरणों की खोज रॉन्टजन ने 1895 में की। इनकी तरंगदैर्ध्य 0.1-100A° होती है। ये त्वचा एवं मांस को पार कर सकती है अतः इनका उपयोग चिकित्सा क्षेत्र में हड्डियों का चित्र लेने में किया जाता है।

गामा किरणें, एक्स किरणों से अधिक शक्तिशाली होती है। इनका उद्‌गम परमाणु नाभिक से होता है तथा इनकी तरंगदैर्ध्य 0.00001 से 0.1A° तक होती है। ये कंकरीट की मोटी दीवार को भी पार कर सकती है।

विकिरण की अनेक इकाईयाँ हैं। विघटनात्मक नाभिकीय पदार्थ के परिमाण को क्यूरी में नापा जाता है। एक क्यूरी का मान पदार्थ की वह मात्रा जिसमें प्रति सैकण्ड 3.7×10^{10} परमाणुओं का विघटन होता है। जैसे एक ग्राम रेडियम की रेडियोधर्मिता एक क्यूरी होती है।

एक्स एवं गामा किरणों को रॉन्जन में नापा जाता है जबकि एल्फा व बीटा कणों को रैड में नापा जाता है। रेडियोधर्मिता की इकाई बेकरल 27 पिको क्यूरी के बराबर होती है।

रेडियोधर्मी प्रदूषण के स्त्रोत (Sources of Radioactive Pollution)

इसके निम्न स्त्रोत हैं–

(i) प्राकृतिक स्त्रोत के रूप में कॉस्मिक किरणें व पर्यावरणीय स्त्रोत जैसे रेडियम, यूरेनियम, थोरियम के नाभिक, कार्बन 14 एवं पोटेशियम 40 के समस्थानिक प्रकृति में वायु, जल एवं मृदा आदि में विद्यमान रहते हैं।

(ii) नाभिकीय अस्त्रों के उपयोग से निकालने वाले खतरनाक विकिरण एवं रेडियोधर्मी पदार्थ जो वातावरण में लम्बे समय तक उपस्थित रहकर हानिकारक प्रभाव उत्पन्न करते हैं।

(iii) नाभिकीय परीक्षणों (Nuclear tests) से भयंकर हानिकारक विकिरण उत्सर्जित होकर वातावरण में फैल जाते हैं।

(iv) परमाणु भट्टियों में आण्विक ऊर्जा का उत्पादन किया जाता है। इस दौरान अनेक अवशिष्ट, रेडियोधर्मी विकिरण एवं आण्विक कचरा भी निकलता रहता है जो पर्यावरण पर हानिकारक प्रभाव डालता है।

(v) सूर्य से भी अनेक हानिकारक विकिरण निकलती रहती है जिसमें कुछ रेडियोधर्मी विकिरण भी होती है। हालांकि इनमें से अधिकांश वायुमण्डल द्वारा अवशोषित कर ली जाती है। फिर भी ओजोन परत के क्षरण के कारण पराबैंगनी किरणें पृथ्वी तक पहुंच रही है।

(vi) परमाणु युद्ध एवं परमाणु अस्त्रों के परीक्षण से भी अनेक रेडियोधर्मी पदार्थ वायुमण्डल में उत्सर्जित हो रहे हैं तथा रेडियोधर्मी प्रदूषण का स्त्रोत बन रहे हैं।

रेडियोधर्मी प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Radioactive Pollution)

रेडियोधर्मी विकिरणों के अनेक हानिकारक प्रभाव हैं जो निम्न प्रकार है–

(i) विकिरण के प्रभाव से मनुष्य के डी.एन.ए. में अनेक

असामान्य परिवर्तन हो जाते हैं जो पीढ़ी दर पीढ़ी वंशानुगत हो जाते हैं। इसके फलस्वरूप लिंग अनुपात में परिवर्तन, विकृत शिशुओं का जन्म, गर्भपात में वृद्धि, गर्भस्थ शिशुओं में कैंसर एवं शिशु मृत्यु दर में वृद्धि जैसे प्रभाव देखने को मिलते हैं। जापान के हिरोशिमा व नागासाकी (1945) में परमाणु विस्फोट के प्रभाव देखे जा सकते हैं।

(ii) विकिरणों के प्रभाव से मनुष्य में अनेक रोग त्वचा कैंसर, अतिश्वेतरक्तता (Lukemia), बन्ध्यता (Sterility), मोतियाबिन्द (Cataract), अस्थि कैंसर (Bone Cancer) आदि उत्पन्न हो जाते हैं। विकिरण की मात्रा अधिक होने पर व्यक्ति की मृत्यु भी हो सकती है।

(iii) इसके प्रभाव से सूक्ष्मजीवों में उत्परिवर्तन हो जाता है। जिसके कारण प्रतिरोधी एवं रोगजनित स्ट्रेन्स की संख्या बढ़ सकती है।

(iv) जलवायु में परिवर्तन होने से तापमान में अचानक वृद्धि हो जाती है।

(v) विकिरणों के प्रभाव से जीवों की जनन क्षमता प्रभावित होती है तथा ऐसी कई जातियाँ जो विलुप्त होने के कगार पर है, इससे प्रभावित होती है तथा जैव विविधता को खतरा उत्पन्न हो जाता है।

रेडियोधर्मी प्रदूषण के नियंत्रण के उपाय

(Control Measures for Radioactive Pollution)

रेडियोधर्मी प्रदूषण के नियंत्रण के निम्नलिखित उपाय हैं–

(i) परमाणु बिजलीघरों के चारों ओर सघन एवं चौड़े पर्णों वाले वृक्षों की हरी पट्टी (Green belt) का निर्माण किया जाना चाहिए। जिसमें रेडियोधर्मी धूल कण एवं अन्य प्रदूषकों को रोकने व अवशोषण करने की क्षमता होती है। हरी पट्टी बनाते समय स्त्रोत से इसकी दूरी, इसकी चौड़ाई, उपयुक्त वृक्षों प्रजातियों का चुनाव आदि बातों का ध्यान रखना आवश्यक है।

;पपद्ध वैज्ञानिकों द्वारा ऐसे रसायनों की खोज की जा रही है जिनके सेवन से मनुष्य में विकिरण का प्रभाव कम हो जाता है। जैसे सल्फर यौगिकों के सेवन से मनुष्य में एन्जाइमों पर एक्स किरणों का प्रभाव कम पड़ता है।

;पपपद्ध रेडियोधर्मी संघटक पदार्थों को अन्य पदार्थों से अलग कर सुरक्षित विधि द्वारा सुरक्षित स्थान पर स्थिर किया जाना चाहिए। जिससे कि उन्हें पर्यावरण में पहुंचने से रोका जा सके।

;पअद्ध कम व मध्यम स्तर के रेडियोधर्मी अपशिष्ट पदार्थों को ठोस में परिवर्तित करके इन्हें 10–15 मीटर गहरे गड्ढे में दबा दिया जाता है। गड्ढे की सतह विशेष रूप से मजबूत व सुरक्षित बनाई जाती है। ड्रम को गड्ढे में दबाने से पूर्व कंकरीट के बने कनस्तर में बन्द कर लेते हैं। उच्च स्तर के रेडियोअपशिष्ट पदार्थों के निपटान हेतु गहरे व स्थिर भूभाग क्षेत्र का चयन किया जाता है। अपशिष्ट से भरे ड्रमों को चारों ओर से ग्लास, तांबा, टिन आदि की बनी हुई कई प्रतिरोधी दीवारों से ढक कर गड्ढों में दबाया जाता है।

चेरनोबिल दुर्घटना (Chernobyl Accident)

यह सोवियत रूस के युक्रेन प्रांत की राजधानी किएफ के निकट स्थित चेरनोबिल के परमाणु बिजलीघर की चौथी रिएक्टर इकाई में होने वाली विश्व की सबसे बड़ी रेडियोधर्मी प्रदूषण की भयंकर दुर्घटना थी। इस दुर्घटना से पूर्व 14 मार्च 1979 को थ्री माइल आइलेण्ड नाभिकीय रिएक्टर के मुख्य भाग से रेडियोधर्मिता का रिसाव हुआ था। लेकिन रिएक्टर के बाहरी भाग द्वारा इसका अवशोषण कर लिए जाने के कारण दुर्घटना भयंकर रूप धारण नहीं कर सकी।

चेरनोबिल नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र की चौथी इकाई पर एक प्रयोग 25 अप्रेल 1986 को शुरू किया गया। जिसका उद्देश्य भाप को पूर्णतया बन्द करने के बाद टर्बाइन से कितनी बिजली प्राप्त की जा सकती है। इस प्रयोग में विलम्ब के कारण ऊर्जा स्तर 700 मेगावाट से गिरकर 30 मेगावाट पर आ गया। इस कमी को पूरा करने के लिए संचालक ने नियंत्रक छड़ों को बाहर निकाल लिया। इस बीच एक निष्क्रिय गैस जिनॉन एकत्रित हो गई जिसने न्यूट्रानो को अवशोषित कर लिया। सभी नियंत्रक छड़ों के बाहर निकालने के कारण रिएक्टर का ऊर्जा स्तर बढ़ गया तथा 4–5 सैकण्ड में ही यह लगभग 2000 गुणा बढ़ गया। ठण्डा करने वाला जल भाप में बदल गया तथा एक भयंकर विस्फोट हुआ जिसने 1000 मेट्रिक टन के कंकरीट आवरण को उड़ा दिया व रिएक्टर में आग लग गई।

दुर्घटना के प्रभाव (Effects of Accident)

इस परमाणु बिजलीघर से फैलने वाली रेडियोधर्मिता से यूरोप के कई देश प्रभावित हुए। रिएक्टर 10 दिन तक जलता रहा। 2000 किमी. तक इसकी रेडियोधर्मिता फैल गयी तथा इससे 50 से अधिक रेडियोधर्मी पदार्थ निकले। इनमें आयोडीन 131 एवं सीजीयम 137 प्रमुख थे। आयोडीन 131 से कैंसर जैसी भयंकर बीमारी हो जाती है। इस दुर्घटना से कई कर्मचारियों एवं संयंत्र में लगी आग बुझाने वालों की मृत्यु हो गयी। इन पर 500 रेड से अधिक रेडियोधर्मी विकिरण पड़ा। जिनके शरीर पर 100 या अधिक रेड विकिरण पड़ा उन्हें कैंसर या ल्युकेमिया हो गया।

मृदा प्रदूषण
(Soil Pollution)

मृदा भूमि की ऊपरी सतह होती है जो हमारी फसलों की

उत्पादकता का मुख्य आधार होती है। मृदा की उर्वरता उसमें उपस्थित विभिन्न पोषक तत्वों (नाइट्रोजन, कैल्शियम, फॉस्फोरस एवं पोटेशियम आदि) एवं अनेक प्रकार के सूक्ष्म जीवों (जीवाणु, कवक, निमेटोड एवं प्रोटोजोआ आदि) के कारण होती है। मनुष्य की अविरल विकास की गतिविधियों ने मृदा को प्रदूषित किया है। भवन निर्माण के लिए काम में लिया जाने वाले कच्चा माल, अपशिष्ट पदार्थों का निपटान (Disposal), कृषि रसायनों का प्रयोग, उद्योगों के लिए कच्चा माल मृदा को प्रदूषित करने वाले मुख्य प्रदूषक है इस कारण से मृदा की उर्वरता नष्ट हो रही है।

मृदा का इस प्रकार का संक्रमण जिससे उसकी गुणवत्ता एवं उर्वरक शक्ति प्रतिकूल रूप से प्रभावित होती है, मृदा प्रदूषण कहलाता है।

परिभाषा (Definition)

मृदा के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक गुणों में आये ऐसे परिवर्तन जो मनुष्य एवं अन्य प्राणी, वनस्पतियों पर विपरीत प्रभाव डालते हो। भूमि की उर्वरता नष्ट करते हो तथा उसकी सुन्दरता में कमी लाते हो, मृदा प्रदूषण कहलाता है।

मृदा प्रदूषण के स्त्रोत (Sources of Soil Pollution)

मृदा प्रदूषण के निम्नलिखित स्त्रोत हैं–

(i) औद्योगिक अपशिष्ट (Industrial wastes) – विभिन्न उद्योगों से निकलने वाले अपशिष्ट जैसे धूल, राख, रासायनिक पदार्थ, धातु, नाभिकीय कचरा, रंजक, अम्ल आदि मृदा प्रदूषण का प्रमुख स्त्रोत है। ये अपशिष्ट विषैले, ज्वलनशील, दुर्गंध युक्त एवं स्थायी प्रकार के होते हैं। जो मृदा की उर्वरता को नष्ट करते हैं। इनका निपटान कागज, शक्कर, धातु गलाने वाले, शराब, ऊर्जा, ताप, ऊर्जा एवं रसायन बनाने वाले कारखानों से किया जाता है।

(ii) कृषि रसायन (Agricultural chemicals) – कृषि रसायन विशेष रूप से उर्वरक, कीटनाशी एवं शाकनाशी जो जैव अनपघटनीय (Bio-nondegradable) होते हैं, मृदा प्रदूषण के स्त्रोत होते हैं। इसमें प्रमुख रूप से डी.डी.टी., बी.एच.सी., एल्ड्रिन, डाइएल्ड्रिन, हेप्टाक्लोर एवं अन्य कीटनाशी आते हैं। ये फसलों एवं शाकीय पौधों द्वारा तेजी से अवशोषित कर लिए जाते हैं तथा खाद्य शृंखला द्वारा मनुष्य एवं अन्य जीवों पर विषैला प्रभाव डालते हैं।

(iii) प्लास्टिक थैलियाँ (Polythene bags) – कम घनत्व वाली पॉलीथीन से प्लास्टिक की थैलियाँ बनती है जो कभी भी नष्ट नहीं होती है। आज के इस आधुनिक युग में इनका बढ़ता चलन पर्यावरणीय मृदा प्रदूषण का महत्वपूर्ण स्त्रोत है। फेंकी हुई थैलियाँ सीवेज, नालियों को अवरुद्ध कर देती है। थैलियों में बचा भोजन, सब्जी आदि को गायों, कुत्तों के खा लेने से उनकी मौत तक हो जाती है। इसको अन्य कूड़ा–करकट के साथ जलाने पर कार्बन डाइऑक्साइड, कार्बन मोनोक्साइड, फॉस्नीन एवं अन्य जहरीले क्लोरीनीकृत रसायन भी निकलते हैं।

(iv) घरेलू अपशिष्ट एवं कचरा (Domestic wastes and garbage) – घरों एवं उनके रसोईघरों से निकलने वाला सुखा व गीला कचरा भी मृदा प्रदूषण का स्त्रोत है। सुखे कचरे में कागज, कांच के टुकड़े, एल्युमिनियम, प्लास्टिक के डिब्बे एवं पॉलीथीन थैलियाँ शामिल हैं जबकि गीले कचरे में सब्जी एवं फलों के छिलके, चायपत्ती, झूठन, अण्डों के छिलके एवं मांस मछली के अनुपयोगी भाग शामिल होते हैं।

(v) नगरपालिका अपशिष्ट (Municipal wastes) – नगरपालिका के ठोस अपशिष्ट जैसे कांच, एल्युमिनियम, लकड़ी के टुकड़े, सड़े–गले पदार्थ, पशुओं का चारा, मृत पशु एवं उनके मल पदार्थ, अस्पतालों से निकलने वाला जैव औषधीय कचरा (Biomedical wastes) भी मृदा प्रदूषण के महत्वपूर्ण स्त्रोत है।

(vi) खनन (Mining) – तेजी से बढ़ती हुई खनन प्रक्रियाओं से मृदा की ऊपरी एवं अवमृदा परतें नष्ट हो जाती है। इसके अतिरिक्त खनन से निकलने वाले अपशिष्टों एवं बड़े आकार के कंकड़ पत्थरों से खनन क्षेत्रों के आस–पास की मृदा की गुणवत्ता एवं उर्वरता भी प्रभावित होती है।

(vii) रेडियोधर्मी पदार्थ (Radioactive wastes) – नाभिकीय विस्फोटों, परमाणु परीक्षणों एवं नाभिकीय संयंत्रों से निकलने वाले रेडियोधर्मी पदार्थ मृदा में सम्मिलित होकर मृदा प्रदूषण का स्त्रोत बन जाते हैं।

मृदा प्रदूषण के प्रभाव (Effects of Soil Pollution)

मृदा प्रदूषण के निम्नलिखित प्रभाव उत्पन्न होते हैं–

(i) मृदा की उर्वरता एवं सुन्दरता नष्ट हो जाती है।

(ii) अनेक क्लोरीनीकृत रसायनों के अनअपघटनीय प्रकृति के कारण मृदा में इनका एकत्रीकरण हो जाता है जो पौधों द्वारा खाद्य शृंखला के विभिन्न पोषक स्तरों में पहुंच जाते हैं। इससे पक्षियों में अण्डजनन की प्रक्रिया प्रभावित होती है तथा मनुष्यों में अनेक विकार उत्पन्न हो जाते हैं।

(iii) कीटनाशी, शाकनाशी, कवकनाशी एवं अनेक धातु रसायनों की उपस्थिति से मृदा में उपस्थित सूक्ष्मजीव मर जाते हैं तथा इससे कार्बनिक पदार्थों के विघटन एवं चक्रीकरण (Decomposition and recycling) की प्रक्रिया बाधित हो जाती है तथा मृदा की उर्वरता में भी कमी आ जाती है।

(iv) मृदा में अत्यधिक कचरे के जमा हो जाने के कारण दुर्गंध युक्त वातावरण बन जाता है। तथा इसमें अनेक रोगवाहक

जीव जैसे मक्खी, तिलचट्टे व मच्छरों की जनसंख्या बढ़ जाती है।

(v) ठोस कूड़े व कचरे के एकत्रित होने से चूहों व अन्य रोडेन्ट्स की संख्या भी बढ़ जाती है जो रोगवाहक होने के साथ–साथ फसलों को भी नुकसान पहुंचाते हैं।

(vi) रेडियोधर्मी पदार्थों कोबाल्ट–60, स्ट्रांशियम–90 आदि की मृदा में उपस्थिति से ये खाद्य शृंखला में प्रवेश कर मनुष्यों में कैंसर एवं हड्डी रोग उत्पन्न कर देते हैं।

(vii) खनन प्रक्रिया द्वारा मृदा की उपजाऊ परत नष्ट हो जाती है तथा खनन अपशिष्टों के मृदा पर जम जाने से मृदा ठोस होकर बंजर हो जाती है।

(viii) प्लास्टिक थैलियों के सीवेज पाइप लाइनों एवं नालियों में जमा हो जाने से गंदगी व दुर्गंध का वातावरण बन जाता है। रोगाणु व विषाणुओं की उत्पत्ति से रोगों की संख्या में वृद्धि हो जाती है।

(ix) प्लास्टिक थैलियों के खाने से अनेक पशुधन जैसे गायों व कुत्तों की दम घुटने से मौत हो जाती है।

(x) प्लास्टिक थैलियों के अन्य कूड़ा–करकट के साथ जलाने पर अनेक जहरीली गैसों को उत्सर्जन होता है जो वायु प्रदूषण का स्त्रोत बन जाती है।

मृदा प्रदूषण का नियंत्रण (Control of Soil Pollution)

मृदा प्रदूषण के नियंत्रण के निम्नलिखित उपाय हैं–

(i) ठोस कचरों एवं अपशिष्टों का निपटान मृदा प्रदूषण को रोकने का श्रेष्ठ उपाय है। स्थान विशेष पर कचरा पात्र लगाये जाने चाहिए। विभिन्न माध्यमों से शहर, गांव व बस्तियों से कचरा एकत्रित कर इसका सुनियोजित ढंग से निपटान किया जाना चाहिए।

(ii) ठोस कचरे के निराकरण के लिए इसका पुनः उपयोग एवं पुनर्चक्रण अत्यन्त आवश्यक है। ठोस कचरे में उपस्थित कांच, एल्यूमिनियम, लोहे व टिन, प्लास्टिक के टुकड़ों को हटाकर शेष कचरे का पुनर्चक्रण कर पुनः उपयोग किया जा सकता है।

(iii) कृषि में उपयुक्त किये जाने वाले रसायनों का प्रयोग सीमित किया जाना चाहिए।

(iv) घरों व खेती से निकलने वाले जैविक पदार्थ को काम में लेकर वर्मीकम्पोस्ट का निर्माण किया जाना चाहिए। वर्मीकम्पोस्ट कृषि कार्यों में उर्वरक के रूप में काम में लेना चाहिए।

(v) जैव चिकित्सा संबंधी कूड़े–कचरे को पृथक रूप से ही एकत्रित कर जला कर भस्म कर देना चाहिए।

(vi) परमाणु परीक्षण जैसे कार्यों पर प्रतिबंध लगा देना चाहिए। ताकि रेडियोधर्मी पदार्थों का अवांछित प्रवेश मृदा में न हो सके।

(vii) खनन कार्यों से होने वाले नुकसान को कम करने के लिए पुनर्भरण कार्य कर मृदा का वास्तविक स्वरूप बनाये रखना चाहिए।

वैश्विक पर्यावरणीय मुद्दे
(Global Environmental Issues)

विश्व की बढ़ती आबादी एवं समय की रफ्तार के साथ विकास की बढ़ती गति से प्राकृतिक संसाधनों का दोहन लगातार बढ़ता जा रहा है। इससे इन संसाधनों के अस्तित्व के समाप्त होने का खतरा मंडराता जा रहा है। इसी कारण मानव सभ्यता के अस्तित्व पर भी खतरे के बादल मंडराने लगे हैं। पर्यावरण पर बढ़ते लगातार इस दबाव के कारण अनेक वैश्विक समस्याएं उत्पन्न हो गई है जो निम्नानुसार है–

(i) ओजोन परत में क्षरण
(ii) ग्रीन हाउस प्रभाव
(iii) अम्लीय वर्षा
(iv) बढ़ता हुआ रेगिस्तान
(v) पीने योग्य पानी के स्तर में कमी
(vi) खनिज दोहन से वन विनाश
(vii) जैव विविधता में कमी
(viii) जीवाश्मीय ईंधन भण्डार में निरंतर कमी
(ix) समुद्री जल स्तर में वृद्धि
(x) शहरीकरण एवं औद्योगीकरण से भूमि विनाश
(xi) रेडियोधर्मी प्रदूषण से होने वाले नुकसान
(xii) कृषि उर्वरकों, पेस्टीसाइड, कीटनाशी व कवकनाशी अतिप्रयोग के खतरे
(xiii) ट्रांसजैनिक फसलों के खतरे

इस प्रकार पर्यावरण व जीव स्वास्थ्य पर अनेक खतरे उत्पन्न हो गये हैं। अगर विकास की गति इसी प्रकार तेज होती रही एवं इसी प्रकार प्राकृतिक संसाधनों का दोहन होता रहा तो मानव जाति के अस्तित्व का संकट खड़ा हो जायेगा।

सभी समस्याओं की जड़ में बढ़ती हुई जनसंख्या तथा विकसित देशों में बढ़ती होड़ प्रमुख कारण है। यहां पर जलवायु परिवर्तन से संबंधित कुछ मुद्दों का विस्तृत विवरण दिया जा रहा है–

वैश्विक ताप वृद्धि
(Global Warming)

विश्व में आई औद्योगिक क्रांति के फलस्वरूप पृथ्वी के तापमान में अचानक तेजी से वृद्धि हुई है। इसके अनेक कारण हैं जिसमें वनों की अनावश्यक अन्धाधुंध कटाई, जीवाश्म ईंधन से ऊर्जा प्राप्ति, शहरीकरण एवं औद्योगीकरण प्रमुख है।

जीवाश्मीय ईंधन के दहन से भारी मात्रा में CO_2 वायुमण्डल में निर्मुक्त होती है मोटर वाहनों, उद्योगों आदि से भी CO_2 निकल कर वायुमण्डलीय CO_2 की मात्रा में वृद्धि करती है। इसके अतिरिक्त अन्य विषैली व हानिकारक गैसें जैसे कार्बन मोनोक्साइड, क्लोरोफ्लोरो कार्बन्स (CFC'S), नाइट्रस ऑक्साइड में छोड़ी जाती है। इन सभी गैसों को हरित गृह गैसों के रूप में जाना जाता है।

वायुमण्डल में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड एवं जलवाष्प प्राकृतिक रूप से पृथ्वी के तापमान को सन्तुलित रखते हैं। ये पृथ्वी से परावर्तित होकर जाने वाली अवरक्त किरणों (Infra Red radiations) को अवशोषित कर उन्हें पुनः पृथ्वी पर परावर्तित कर देते हैं जिसके फलस्वरूप पृथ्वी की सतह गर्म हो जाती है। इसे हरित गृह प्रभाव (Green House effect) के नाम से जाना जाता है।

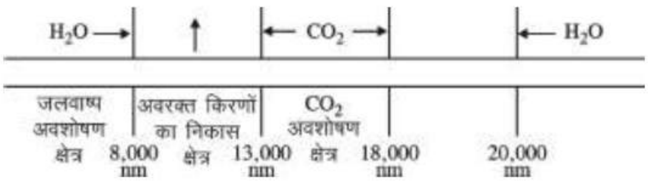
हरित गृह प्रभाव नाम फ्रांस के वैज्ञानिक जे. फोरियर ने 1827 में दिया। हरित गृह वास्तव में कांच का बना एक कृत्रिम कक्ष है। सूर्य से आने वाली लघु तरंगी अवरक्त किरणें हरित गृह में प्रवेश तो कर जाती है। परन्तु परावर्तित होने के पश्चात् यह लम्बी तरंगों के रूप में कांच से बाहर नहीं निकल पाती फलस्वरूप कांच घर के तापमान में वृद्धि हो जाती है। वायुमण्डल भी एक प्राकृतिक कांच के कक्ष की भांति ही है जिसमें उपस्थित विभिन्न हरित गैसों के अवरक्त किरणों के पृथ्वी पर पुनः परावर्तन के कारण पृथ्वी के तापक्रम में वृद्धि हो जाती है।

पृथ्वी के वायुमण्डल में पहुंचने वाली कुल ऊर्जा 8.4×10 (जुल / वर्गमीटर / मिनट = 1400 वाट / वर्गमीटर / मिनट) का लगभग 47% भाग ही पृथ्वी की सतह एवं आसपास के वातावरण तक पहुंच पाता है। वायुमण्डल में पहुंचने वाली विकिरणों पराबैंगनी, दृश्य एवं अवरक्त) की सर्वाधिक तीव्रता 483 nm होती है जबकि पृथ्वी से पुनर्उत्सर्जित ऊर्जा केवल अवरक्त विकिरण क्षेत्र 2000–40000 nm के अन्तर्गत आती है। जिसकी सर्वाधिक तीव्रता लगभग 10,000 nm होती है। यदि यह ऊर्जा ऊपरी वायुमण्डल में विलुप्त हो जाए तो पृथ्वी की सतह का तापमान 20-40°C हो जायेगा। परन्तु पुनर्उत्सर्जित अवरक्त विकिरण का एक बड़ा हिस्सा वायुमण्डल में उपस्थित जलवाष्प एवं कार्बन डाइऑक्साइड द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। इसमें से कुछ हिस्सा पृथ्वी पर लौट आता है परिणामस्वरूप पृथ्वी का औसत तापमान 15° बना रहता है। इस प्रकार हरित गृह प्रभाव की इस प्राकृतिक प्रक्रिया द्वारा पृथ्वी का वायुमण्डलीय तापमान सन्तुलित रहता है।

ग्रीन हाउस गैसें एवं उनके स्त्रोत
(Green house gases & their sources)

ग्रीन हाउस गैसों, उनके स्त्रोत तथा ग्रीन हाउस प्रभाव में इनका योगदान निम्न प्रकार तालिका में प्रदर्शित किया गया है।

जब कोई अन्य ग्रीन हाउस गैस CO_2 के समान तरंगदैर्ध्य अवशोषित करती है तो उसका ग्रीन हाउस प्रभाव कम हो जाता है।



उपरोक्त चित्र से यह पता चलता है कि 8000 से 13000 nm तक तरंगदैर्ध्य का विकिरण विकास क्षेत्र द्वारा बाह्य वायुमण्डल में विलीन हो जाता है। परन्तु मानव जनित ग्रीन हाउस गैसें इसी निकास क्षेत्र की तरंगदैर्ध्य के विकिरण को अवशोषित कर लेती है फलस्वरूप ग्रीन हाउस प्रभाव बढ़ जाता है जो वैश्विक ताप वृद्धि का प्रमुख कारण है।

ग्रीन हाउस प्रभाव में वृद्धि के लिए निम्न मानवीय गतिविधियाँ जिम्मेदार हैं (तालिका 1.3) –

मानव गतिविधियाँ	प्रतिशत योगदान
जीवाश्म ईंधन दहन	57%
कल–कारखाने	20%
वन विनाश	9%

इस प्रकार ग्रीन हाउस प्रभाव में वृद्धि के लिए जीवाश्म ईंधन के दहन की प्रमुख भूमिका है। विश्व स्तर पर ग्रीन हाउस गैसों की सान्द्रता में लगभग 30% योगदान विकसित देशों का है जबकि शेष विकासशील देशों का है।

वैश्विक ताप वृद्धि के प्रभाव
(Effects of Global Warming)

वैश्विक ताप वृद्धि के निम्नलिखित प्रभाव है–

(i) इसके प्रभाव से चक्रवात, हरीकेन आदि तूफानों की आवृत्ति एवं तीव्रता में वृद्धि हो जायेगी जिससे जन–धन के भारी नुकसान की आशंका हो सकती है।

(ii) इसके कारण वर्षा व मृदा की नमी पर विपरीत प्रभाव पड़ेगा। शुष्क क्षेत्रों की शुष्कता में और वृद्धि होने से कृषि उत्पादन में कमी आ जायेगी। खाद्यान्न संकट उत्पन्न हो सकता है।

तालिका 1.3 : प्रमुख ग्रीन हाउस गैसें एवं उनके स्त्रोत

	ग्रीन हाउस गैस	मुख्य स्त्रोत	प्रतिशत योगदान
1.	कार्बन डाइऑक्साइड	जीवाश्म ईंधन का दहन, वन विनाश	60%
2.	मीथेन	कोयला खनन, प्राकृतिक गैस व पेट्रोलियम, चावल खेती, प्राणी अवशेष में किण्वन, प्राणी अवशेष जैवभार दहन, घरेलू अपशिष्ट उपचार, दलदली क्षेत्र	15%
3.	ओजोन	प्राथमिक प्रदूषकों का सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में आपसी क्रिया	8%
4.	क्लोरोफ्लोरो कार्बन (CFC's) (CFC - 11 & 12)	रेफ्रिजरेशन गैसें, एयरकण्डीशनर, अग्नि शामक यंत्र, एरोसोल्स, सफाई करने वाले विलायकों, फोम पैकिंग	8%
5.	नाइट्रस ऑक्साइड	कृषि भूमि, जैव भार एवं स्थिर दहन, अम्ल उत्पादन, मवेशियों के मल	5%

(iii) इसके कारण ध्रुवीय बर्फ पिघल सकती है तथा गर्म होते समुद्री जल का तापीय विस्तार होगा जिससे तटीय अपरदन में वृद्धि, तटीय क्षेत्रों का समुद्र में विलय, तटीय क्षेत्रों का भूजल खारा होना, इमारतों को क्षति, चक्रवात आदि की तीव्रता में वृद्धि जैसे प्रभाव उत्पन्न हो सकते हैं।

(iv) इसके प्रभाव से अनेक पादप जातियाँ वातावरण से तालमेल बिठाने में असमर्थ होगी। जैव विविधता में कमी आ जायेगी। अनेक समुद्री तट की वनस्पति एवं प्राणी विलुप्त हो जायेंगे।

(v) समुद्री जल स्तर में वृद्धि के फलस्वरूप तट के आसपास की मानव सभ्यता विस्थापित हो जायेगी। इसके अतिरिक्त कृषि व पर्यटन, स्वच्छ जल प्रबन्धन, मछली पालन जैसे उद्योग भी प्रभावित होंगे।

(vi) पृथ्वी के तापमान में वृद्धि के फलस्वरूप अनेक प्रकार के पादप रोगों व फसलनाशी कीटों की संख्या में वृद्धि होगी तथा साथ अनेक प्रकार के अनावश्यक खरपतवार पौधों की संख्या भी बढ़ जायेगी।

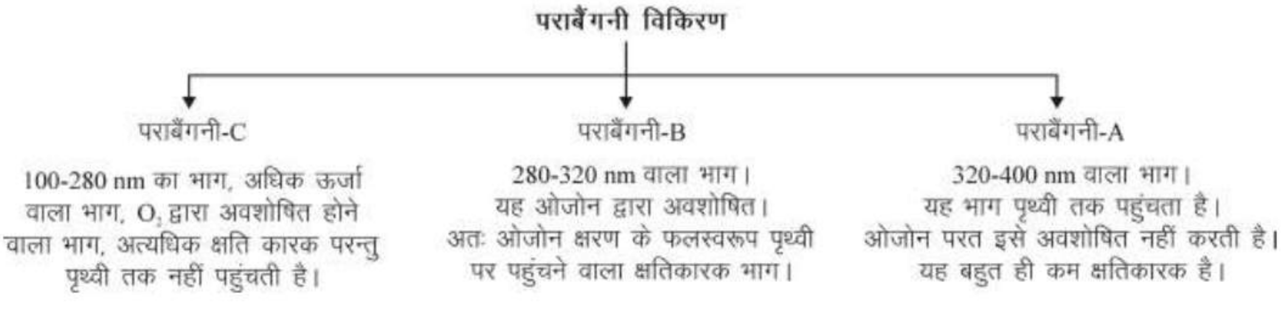
(vii) वैश्विक ताप वृद्धि के कारण अनेक प्राकृतिक आपदाओं आवृति जैसे सूखा, बाढ़, बर्फ का अत्यधिक मात्रा में पिघलना आदि में भी वृद्धि हो जायेगी।

(viii) ताप में वृद्धि के फलस्वरूप समुद्री जल स्तर में वृद्धि होगी जिससे भारत, बांग्लोदश, मिश्र, चीन, इण्डोनेशिया जैसे उच्च उत्पादक देशों में बाढ़ से जनजीवन की भारी क्षति होगी।

ओजोन परत क्षरण
(Depletion of Ozone Layer)

पृथ्वी पर प्रकाश संश्लेषण की शुरूआत के साथ–साथ ही ऑक्सीजन युक्त वायुमण्डल का भी निर्माण हुआ तथा इसी के साथ–साथ ओजोन परत एवं ओजोन मण्डल का भी उद्भव हुआ। ओजोन ऑक्सीजन का एक त्रिअणुक एलोट्रोप है जो एक प्रभावी ऑक्सीकारक है तथा वायुमण्डल के विभिन्न तत्वों से कई प्रकार की क्रियाएं करने में सक्षम है।

वायुमण्डल में ओजोन ही एक ऐसी गैस है जो सूर्य से आने



वाली पराबैंगनी किरणों को अवशोषित कर पृथ्वी पर जीवन को सुरक्षित करती है। वायुमण्डल में यह ओजोन परत के रूप में पाई जाती है। जो पर्यावरण के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण व आवश्यक है। पृथ्वी के चारों ओर स्थित वायुमण्डल को प्रमुख रूप से पांच मण्डलों में बांटा जा सकता है–

(i) क्षोभ मण्डल (Troposphere) – यह पृथ्वी की सतह से लेकर 5–10 किमी. ऊपर तक वायुमण्डल का सबसे नीचे वाला क्षेत्र होता है। इस क्षेत्र में वर्षा होना, बादल बनना, तेज हवाओं का चलना जैसी घटनाएं सम्पन्न होती है। इस क्षेत्र में ऊंचाई के साथ तापमान घटता जाता है।

(ii) समताप मण्डल (Stratosphere) – क्षोभमण्डल से ऊपर 45 किमी. तक का क्षेत्र (10–45) समताप मण्डल कहलाता है। ओजोन गैस की परत इसी मण्डल में 15–35 किमी. की ऊंचाई क्षेत्र में पाई जाती है। इस क्षेत्र में ऊंचाई के साथ–साथ तापमान बढ़ता जाता है।

(iii) मध्यमण्डल (Mesophere) – समताप मण्डल से 80 किमी. ऊपर तक (45–80 किमी.) मध्यमण्डल स्थित रहता है। ऊंचाई के साथ–साथ इसमें तापमान सामान्यतः बढ़ता जाता है।

(iv) तापमण्डल (Thermosphere) – मध्यमण्डल से 300 किमी. ऊपर तक (80–300 किमी.) तापमण्डल स्थित रहता है। इस क्षेत्र में ऊंचाई के साथ–साथ तापमान में अप्रत्याशित वृद्धि होती है।

(v) आयन मण्डल (Ionosphere) – तापमण्डल के ऊपर स्थित सबसे ऊपरी क्षेत्र जिसमें सर्वाधिक आयन्स की उपस्थिति होती है। इस क्षेत्र में भी ऊंचाई के साथ–साथ तापक्रम में वृद्धि होती है।

पराबैंगनी विकिरण (Ultraviolet Radiation)

सूर्य से निकलने वाली 100–400 nm तक की तरंगदैर्ध्य की विकिरण पराबैंगनी विकिरण कहलाती है है इसे तीन भागों में बांटा जा सकता है–

ओजोन परत का निर्माण (Formation of Ozone Layer)

यह दो प्रकार से बनती है–

(i) क्षोभमण्डलीय ओजोन (Tropospheric ozone) – इस ओजोन का निर्माण प्रकाश रासायनिक क्रियाओं द्वारा होता है जिसमें नाइट्रिक ऑक्साइड प्रदूषित वायु में O_2 के साथ क्रिया करता है।

$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

$$2NO_2 \xrightarrow{\text{UV-A}} NO + O^{\bullet}$$

$$O2 + O^{\bullet} \xrightarrow[\text{Hydrocarbon}]{} O_3$$

यह ओजोन प्राथमिक प्रदूषकों के अन्तःक्रिया के फलस्वरूप बनती है अतः इसे द्वितीयक प्रदूषक के नाम से जाना जाता है। यह अत्यन्त क्षतिकारक विषैली गैस है।

(ii) समतापमण्डलीय ओजोन (Stratospheric ozone) – इसका निर्माण समताप मण्डल में प्रकाश रासायनिक विघटन द्वारा होता है–

$$O_2 \xrightarrow{\text{UV-C}} O^{\bullet} + O^{\bullet}$$

$$O2 + O^{\bullet} \longrightarrow O_3$$

$$O_3 \xrightarrow{\text{UV-B}} O_2 + O^{\bullet}$$

इस प्रकार समतापमण्डल में O_3 का निर्माण व विघटन होता रहता है इसकी साम्यावस्था के फलस्वरूप समतापमण्डल में इसका एक निश्चित सान्द्रण बना रहता है। इस प्रकार एकत्रित ओजोन एक पतली परत के रूप में (ओजोन परत) समतापमण्डल में पाई जाती है। यह परत सूर्य से आने वाली पराबैंगनी किरणों को अवशोषित कर पृथ्वी पर जीवन की रक्षा करती है इसलिए इसे ओजोन आवरण (Ozone shield) भी कहते हैं।

ओजोन पृथ्वी तल से लेकर 62 किमी. ऊंचाई तक ओजोन कॉलम के रूप में विद्यमान रहती है। इसका मुख्य भाग (80%) 11 से 40 किमी. के मध्य फैला रहता है जिसे ओजोन मण्डल (Ozonesphere) कहते हैं।

वायुमण्डलीय ओजोन को डॉबसन पराबैंगनी स्पेक्ट्रोफोटोमीटर द्वारा नामक यंत्र से नापा जाता है इसलिए ओजोन मापन इकाई को डॉबसन इकाई (DU) भी कहते हैं। एक डॉबसन इकाई सान्द्रण 1 ppb ओजोन के बराबर होता है।

ओजोन क्षरण के कारण एवं क्रियाविधि (Causes & Mechanism of Ozone Depletion)

पृथ्वी पर मानव की बढ़ती हुई गतिविधियों के कारण ओजोन परत का तेजी से क्षरण हुआ है। 1985 में फारमैन एवं साथियों के ब्रिटिश अण्टार्कटिक सर्वे के फलस्वरूप ओजोन कॉलम के क्षरण का पता चला। इसके अनुसार 1970 तक समताप मण्डल में लगभग 300 DU ओजोन थी जो 1984 में तेजी से घटकर 200

DU ही रह गयी। बाद में अमरीकी एवं जापानी वैज्ञानिकों ने भी इसकी पुष्टि की। ओजोन क्षरण के फलस्वरूप कम हुए सान्द्रण क्षेत्र को ओजोन छिद्र (Ozone hole) की संज्ञा दी गई।

ओजोन क्षरण का मुख्य कारण जानने के लिए विश्वस्तर पर वैज्ञानिकों ने अनेक प्रयास किये। तथा इसके क्षरण को समझाने के लिए सौर चक्र सिद्धान्त (Callis and Natrajan 1986), गतिकी सिद्धान्त (Jung *et al.*, 1986) दिए गये लेकिन इनकी पर्याप्त प्रमाणिकता के अभाव में इन्हें अस्वीकार कर दिया गया।

ओजोन क्षरण का सिद्धान्त (Principle of Ozone Depletion)

तत्पश्चात् 1974 में कैलिफोर्निया के विश्वविद्यालय के मारियो मोलिना एवं शेरवुड राउलैण्ड द्वारा ओजोन क्षरण का सी.एफ.सी. सिद्धान्त दिया गया जिसमें क्लोरोफ्लोरो कार्बन को ओजोन क्षरण के जिए जिम्मेदार माना गया। सोलोमन व साथियों (1986) व अन्य वैज्ञानिकों ने भी इसकी सत्यता की पुष्टि की। इस उत्कृष्ट कार्य के लिए 1995 में मोलिना एवं शेरवुड राउलैण्ड एवं पॉल क्रजन को नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

ओजोन क्षरण की CFC क्रियाविधि निम्न प्रकार है–

(अ) $CFC \xrightarrow{UV} Cl^{\bullet}$

(ब) (i) $O2 \xrightarrow{UV\text{-}C} O^{\bullet} + O^{\bullet}$

(ii) $O_2 + O^{\bullet} \longrightarrow O_3$

(iii) $O_3 \xrightarrow{UV\text{-}B} O_2 + O^{\bullet}$

(iv) $Cl + O^{\bullet} \longrightarrow ClO$ (क्लोरीन ऑक्साइड)

(स) $ClO + ClO \longrightarrow ClOOCl$ (डाइमर)

(द) $ClOOCl \longrightarrow Cl_2 + O_2$

(य) $Cl_2 \longrightarrow Cl^{\bullet} + Cl^{\bullet}$

समीकरण ब (iv) में क्लोरीन ऑक्साइड के निर्माण के कारण एकल परमाणु ऑक्सीजन ओजोन निर्माण हेतु उपलब्ध नहीं रहती है फलस्वरूप ओजोन निर्माण की गति एकदम धीमी हो जाने से ओजोन निर्माण व विघटन का साम्य विघटन की ओर एकदिशीय हो जाता है। ओजोन निर्माण में की उपस्थिति मुख्य बाधा है तथा यही ओजोन क्षरण का मुख्य कारण है। इस संदर्भ में निम्न कुछ बातें अत्यन्त महत्वपूर्ण है–

(i) प्रत्येक क्लोरीन परमाणु अन्य रासायनिक क्रियाओं द्वारा नष्ट होने से पूर्व लगभग 1 लाख ओजोन अणुओं को नष्ट कर सकती है।

(ii) मीथेन, क्लोरीन परमाणु से क्रिया करके हाइड्रोक्लोरीक अम्ल बनाती है फलतः ओजोन क्षरण में कमी आती है।

(iii) क्लोरीन ऑक्साइड नाइट्रोजन डाइऑक्साइड से क्रिया कर $ClONO_2$ बनाता है। अतः NO_2 की उपस्थिति से भी ओजोन क्षरण में कमी आती है।

(iv) ध्रुवीय बवण्डर एवं ध्रुवीय समतापमण्डलीय बादल की उपस्थिति में ओजोन क्षरण बढ़ जाता है।

ओजोन परत क्षरण के प्रभाव (Effects of Ozone Layer Depletion)

ओजोन परत के क्षरण के फलस्वरूप पराबैंगनी किरणें पृथ्वी पर पहुंचेगी तथा उसके कारण वनस्पति व जीवों पर निम्नलिखित प्रभाव पड़ेगा–

(i) पराबैंगनी किरणों के प्रभाव से त्वचा कैंसर जैसी बीमारियों के बढ़ने का अंदेशा रहेगा। ओजोन क्षरण के फलस्वरूप बेसल सेल कार्सिनोमा, स्क्वेमस सेल कार्सिनोमा एवं घातक मिलैनोमा जैसी बीमारियाँ हो सकती है।

(ii) पराबैंगनी (UV-B) किरणों के प्रभाव से मोतियाबिंद दोनों आंखों की दृष्टि सामंजस्य बिगड़ जाता है।

(iii) पराबैंगनी किरणों के प्रभाव से रोग प्रतिरोधक क्षमता में भी कमी आ जाती है।

(iv) पराबैंगनी विकिरणों से पर्णो में पर्णहरित क्षय होने लगता है फलस्वरूप प्रकाश संश्लेषण की दर में कमी आ जाती है।

(v) पौधों में वाष्पोत्सर्जन की दर में वृद्धि होने से मृदा में जल की कमी हो जाती है तथा पादप वृद्धि पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। कृषि उत्पादन में कमी आ जाती है।

(vi) पराबैंगनी किरणों के जल सतह में 10–20 मीटर गहराई तक प्रवेश कर जाती है। पराबैंगनी किरणों के प्रभाव से अनेक पादप व जन्तु प्लवकों की मृत्यु हो जाती है।

(vii) ओजोन क्षरण के फलस्वरूप UV-B के पृथ्वी तक पहुंचने तथा ओजोन क्षरण के रसायनों की मात्रा में वृद्धि से वैश्विक ताप में वृद्धि के प्रभावों का वर्णन पूर्व में किया जा चुका है।

ओजोन क्षरण में क्लोरोफ्लोरो कार्बन्स की भूमिका प्रमाणित होने के पश्चात् विश्वस्तर पर अनेक प्रयास हुए। इसमें मांट्रियल प्रोटोकॉल (Montreal, 1987), लन्दन प्रोटोकॉल (London,

1990), कोपनहेगन प्रोटोकॉल (Copenhagen, 1992) जैसे विश्वस्तरीय अधिवेशन द्वारा CFC जैसे रसायनों को कम करने का निश्चय किया गया।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. पर्यावरण में किसी भी प्रकार के भौतिक, रासायनिक एवं जैविक लक्षणों में अवांछित परिवर्तन पर्यावरण प्रदूषण कहलाता है।
2. वायु मण्डल में नाइट्रोजन का प्रतिशत 78 एवं ऑक्सीजन का लगभग 21 प्रतिशत होता है।
3. वायु प्रदूषण हेतु CO, SO_2, NO_2, H_2S आदि गैसें मुख्यतः जिम्मेदार है।
4. धूमकोह शब्द धुआं एवं कोहरा शब्दों से मिलकर बना है। यह दो प्रकार का सल्फ्यूरस एवं प्रकाश रासायनिक धूमकोह होता है।
5. वायुमण्डल में सल्फ्युरिक अम्ल एवं नाइट्रिक अम्ल वर्षा जल के साथ अम्ल वर्षा करते हैं।
6. फ्लोराइड की अधिकता से मनुष्य में नोक नी सिन्ड्रोम रोग हो जाता है।
7. ओजोन एक द्वितीयक प्रदूषक है। क्षोभमण्डल में इसकी उच्च मात्रा से मनुष्यों में पल्मोनरी एडिमा हो जाता है।
8. परऑक्सी एसीटाइल नाइट्रेट ओजोन की तरह द्वितीयक प्रदूषक है तथा प्रकाश रासायनिक धूमकोह का अभिन्न अंग है।
9. जल प्रदूषण के मुख्य स्त्रोत वाहित मल, कृषि अपशिष्ट, औद्योगिक अपशिष्ट एवं रेडियोधर्मी अपशिष्ट है।
10. खाद्य शृंखला के प्रत्येक पोषण स्तर पर रसायनों की मात्रा में सघन वृद्धि को जैव आवर्द्धन कहते हैं।
11. जल में नाइट्रेट की अधिक मात्रा से मेटाहीमोग्लोबेमेनिया नामक रोग हो जाता है।
12. जल में केडमियम प्रदूषण से इताई–इताई रोग हो जाता है।
13. जल स्त्रोतों में पोषक तत्वों जैसे फॉस्फोरस, नाइट्रोजन की मात्रा बढ़ने के फलस्वरूप उत्पादन में वृद्धि को सुपोषणीकरण कहते हैं।
14. जल में पारे के प्रदूषण के कारण मनुष्यों में मिनिमाटा रोग हो जाता है।
15. जल में पोषक तत्वों की अधिकता के कारण शैवालों की तीव्र वृद्धि होती है तथा ये जल की सम्पूर्ण सतह को ढक लेते हैं, शैवाल ब्लूम कहलाते हैं।
16. मृदा प्रदूषण के मुख्य स्त्रोत कृषि, औद्योगिक, घरेलू अपशिष्ट एवं प्लास्टिक थैलियाँ है।
17. मृदा प्रदूषण के फलस्वरूप मृदा की उर्वरता कम हो मृदा क्षारीय या लवणीय हो जाती है।
18. जल प्रदूषण के फलस्वरूप मनुष्यों में टायफाइड, हैजा, अतिसार, पीलिया आदि रोग उत्पन्न हो जाते हैं।
19. शोर की अवांछित दशा जो मनुष्यों में बेचैनी व अशांति की स्थिति ध्वनि प्रदूषण कहलाता है।
20. ध्वनि प्रदूषण कल–कारखानों, यातायात के साधनों, सामाजिक व धार्मिक कार्यों में प्रयुक्त लाउडस्पीकर आदि की अनियंत्रित, अकर्णप्रिय आवाज के कारण होता है।
21. ध्वनि प्रदूषण को डेसीबल एवं ओजोन की मात्रा को डॉबसन इकाई में मापा जाता है।
22. रेडियोधर्मी प्रदूषण रेडियोधर्मी आयनकारी व अनआयनकारी विकिरणों के कारण होता है जो परमाणु भट्टियों, परमाणु परीक्षणों, परमाणु युद्ध, नाभिकीय अवपात के फलस्वरूप निकलते हैं।
23. पृथ्वी पर आने वाली अवरक्त पुनः पृथ्वी पर परावर्तित कर देना, जिससे पृथ्वी की सतह गर्म हो जाती है। हरित गृह प्रभाव कहलाता है।
24. ग्रीन हाउस गैसें – CO_2, N_2O, O_3 एवं CFC है।
25. मानव द्वारा उत्पादित क्लोरोफ्लोरो कार्बन को ओजोन क्षरण का मुख्य कारण माना जाता है।
26. ओजोन क्षरण का सी एफ सी सिद्धान्त 1974 में मारियो मोलिना एवं शेरवुड राउलैण्ड ने दिया था। जिन्हें 1995 में नोबल पुरस्कार द्वारा सम्मानित किया गया।
27. वायुमण्डल के समतापमण्डल में उपस्थित ओजोन परत सूर्य से आने वाली हानिकारक किरणों को अवशोषित कर पृथ्वी पर आने से रोकती है।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न (Multiple Choice Questions)

1. वायु में ऑक्सीजन का प्रतिशत होता है–

   (अ) 78.084% (ब) 20.946%

   (स) 0.01% (द) 0.934%

2. द्वितीयक वायु प्रदूषक है–

   (अ) कार्बन मोनोक्साइड (ब) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड

(स) ओजोन (द) सल्फर डाइऑक्साइड

3. प्रकाश रासायनिक धूमकोह को यह भी कहते हैं–

(अ) लॉस एंजिलिस धूमकोह

(ब) लन्दन धूमकोह

(स) सल्फ्युरस धूमकोह

(द) औद्योगिक धूमकोह

4. सेरीब्रल एनोक्सिया किस गैसीय प्रदूषक की अधिकता से होता है–

(अ) कार्बन डाइऑक्साइड (ब) सल्फर डाइऑक्साइड

(स) कार्बन मोनोक्साइड (द) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड

5. नोक नी सिन्ड्रोम रोग का कारण है–

(अ) ओजोन

(ब) सल्फर डाइऑक्साइड

(स) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड

(द) फ्लोराइड डाइऑक्साइड

6. मिनीमाटा रोग किसके धातु प्रदूषण के फलस्वरूप होता है–

(अ) सीसा (ब) केडमियम

(स) आर्सेनिक (द) मर्करी

7. केडमियम धातु के जल प्रदूषण के फलस्वरूप कौनसा रोग उत्पन्न होता है–

(अ) मिनीमाटा (ब) इताई–इताई

(स) नोक नी सिन्ड्रोम (द) मेटाहीमोग्लोबेमेनिया

8. ध्वनि प्रदूषण का प्राकृतिक स्त्रोत है–

(अ) कल–कारखानों का शोर

(ब) जेट विमान

(स) बादलों की गर्जना

(द) वाहनों का शोर

9. ध्वनि की प्रबलता किस इकाई में नापी जाती है–

(अ) डॉबसन (ब) डेसीबल

(स) जूल (द) न्यूटन

10. आनुवंशिक दुष्प्रभाव किस प्रदूषण के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं–

(अ) ध्वनि प्रदूषण (ब) तापीय प्रदूषण

(स) समुद्री प्रदूषण (द) रेडियोधर्मी प्रदूषण

11. ओजोन सान्द्रता मापन की इकाई है–

(अ) डॉबसन (ब) डेसीबल

(स) कैलोरी (द) किलोवाट

12. ओजोन परत किन हानिकारक किरणों का अवशोषण करती है–

(अ) कार्बन मोनोक्साइड (ब) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड

(स) ओजोन (द) सल्फर डाइऑक्साइड

13. ओजोन परत क्षरण के लिए मुख्य रूप से उत्तरदायी गैसें हैं–

(अ) ऑक्सीजन

(ब) कार्बन डाइऑक्साइड

(स) सल्फर डाइऑक्साइड

(द) क्लोरोफ्लोरो कार्बन्स

14. निम्न में से मुख्य ग्रीन हाउस गैस है–

(अ) ऑक्सीजन (ब) ओजोन

(स) मीथेन (द) कार्बन डाइऑक्साइड

15. 300 मीटर ऊंचाई पर जेट विमान से निकलने वाली ध्वनि का स्तर है–

(अ) 150 dB(A) (ब) 180-195 dB(A)

(स) 85-90 dB(A) (द) 100-110 dB(A)

16. तापीय प्रदूषण के फलस्वरूप जल में–

(अ) घुलित O_2 की मात्रा बढ़ती है।

(ब) घुलित O_2 की मात्रा घटती है।

(स) घुलित O_2 की मात्रा अप्रभावित रहती है।

(द) इनमें से कोई नहीं।

17. परमाणु भट्टी में ईंधन के रूप में काम आता है–

(अ) रेडियम

(ब) थोरियम

(स) यूरेनियम एवं प्लुटोनियम

(द) आर्सेनिक

18. सुपोषणीय जल स्त्रोतों की जैविक ऑक्सीजन मांग–

(अ) कम होती है। (ब) बढ़ जाती है।

(स) स्थिर रहती है। (द) उपरोक्त में से कोई नहीं

19. भोपाल गैस त्रासदी में निकली जहरीली गैस थी–

(अ) कार्बन मोनोक्साइड (ब) मिथाइल आइसोसायनेट

(स) मीथेन (द) फॉस्नीन

20. शैवाल ब्लूम में कौनसी शैवाल पाई जाती है–

(अ) एनाबीना (ब) माइक्रोसिस्टीस

(स) एफेनिनोमिनान (द) उपरोक्त सभी

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न (Very Short Answered Questions)

1. प्रदूषण की परिभाषा दीजिए।
2. प्रदूषक क्या है?
3. जैव आवर्द्धन किसे कहते हैं?
4. वायु प्रदूषण के लिए उत्तरदायी गैसें कौनसी हैं?
5. पृथ्वी के वायुमण्डल में किस गैस की मात्रा सर्वाधिक होती है?
6. परऑक्सी एसिटाइल नाइट्रेट क्या है?
7. लन्दन धूमकोह क्या है?
8. प्राथमिक वायु प्रदूषक कौन है?
9. भारतीय वायु (प्रदूषण नियंत्रण एवं रोकथाम) अधिनियम कब दिया गया?
10. जल प्रदूषण की परिभाषा दीजिए।
11. किस कीटनाशी को जैव अनअपघटनीय प्रदूषक के रूप में जाना जाता है?
12. मेटाहीमोग्लोबिनेमिया क्या है?
13. जैविक ऑक्सीजन मांग क्या है?
14. प्रदूषित जल से कौन–कौन से रोग मनुष्यों में उत्पन्न होते हैं?
15. पर्यावरण संरक्षण अधिनियम किस वर्ष में दिया गया?
16. पुनर्चक्रण किसे कहते हैं?
17. आवासीय क्षेत्रों में दिन में मानक स्वीकृत ध्वनि स्तर कितना है?
18. ग्रीन हाउस गैसें कौनसी हैं?
19. ओजोन क्षरण का सी.एफ.सी. सिद्धान्त किसने दिया?
20. ओजोन क्षरण के फलस्वरूप मनुष्यों में किस प्रकार के रोग हो रहे हैं?

लघूत्तरात्मक प्रश्न (Short Answered Questions)

1. वायु प्रदूषण क्या है? इसके विभिन्न स्त्रोतों का वर्णन कीजिए।
2. वायु प्रदूषकों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
3. धूमकोह क्या है? इसके विभिन्न प्रकारों को समझाइए।
4. वायु प्रदूषण के मानव स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभावों का वर्णन कीजिए।
5. अम्ल वर्षा पर एक लेख लिखिए।
6. वायु प्रदूषण के नियंत्रण के उपायों का वर्णन कीजिए।
7. जल प्रदूषण क्या है? इसके विभिन्न स्त्रोतों का वर्णन कीजिए।
8. जल प्रदूषण के मानव स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभावों का वर्णन कीजिए।
9. सीवेज उपचार किस प्रकार किया जाता है?
10. रेडियोधर्मी प्रदूषण के स्त्रोत एवं प्रभावों का वर्णन कीजिए।
11. तापीय प्रदूषण के स्त्रोतों एवं प्रभावों को समझाइए।
12. ध्वनि प्रदूषण क्या है? इसके विभिन्न स्त्रोत कौन–कौनसे है?
13. ध्वनि प्रदूषण के प्रभावों एवं नियंत्रण के उपायों को समझाइए।
14. मृदा प्रदूषण क्या है? इसके प्रमुख स्त्रोतों का वर्णन कीजिए।
15. वैश्विक ताप वृद्धि क्या है? इसके प्रभावों की विवेचना कीजिए।
16. ओजोन परत का निर्माण किस प्रकार होता है?
17. ओजोन परत क्षरण के कारणों व क्रियाविधि पर विस्तृत टिप्पणी लिखिए।
18. ओजोन परत क्षरण के जीवों पर पड़ने वाले प्रमुख प्रभावों को समझाइए।
19. ग्रीन हाउस प्रभाव क्या है?संक्षिप्त में समझाइए।
20. निम्न पर टिप्पणी लिखिए–

(अ) जैव आवर्द्धन (ब) सुपोषीकरण

(स) जैविक ऑक्सीजन मांग (द) धूमकोह

निबन्धात्मक प्रश्न (Long Answered Questions)

1. वायु प्रदूषण के स्त्रोतों, प्रभावों एवं नियंत्रण के उपायों का वर्णन कीजिए?
2. जल प्रदूषण के स्त्रोतों एवं प्रभावों पर विस्तार से टिप्पणी लिखिए?

3. ध्वनि प्रदूषण के कारणों एवं नियंत्रित करने के उपायों का वर्णन कीजिए।

4. ओजोन परत क्षरण के सिद्धान्त एवं प्रभावों का विस्तार से वर्णन कीजिए।

5. निम्न पर विस्तृत टिप्पणी लिखिए–

   (i) मृदा प्रदूषण

   ;पपद्ध रेडियोधर्मी प्रदूषण

   (iii) तापीय प्रदूषण

6. वैश्विक ताप वृद्धि क्या है?इसके प्रभावों का विस्तार से वर्णन कीजिए।

उत्तरमालाः 1 (ब) 2 (स) 3 (अ) 4 (स) 5 (द)
6 (द) 7 (ब) 8 (स) 9 (ब) 10 (द)
11 (अ) 12 (ब) 13 (द) 14 (द) 15 (द)
16 (ब) 17 (स) 18 (ब) 19 (ब) 20 (द